

신고리 3,4호기 운영허가용

방사선환경영향평가서

(개 정 본)

2015. 03



한국수력원자력주

○ 1차질의

번 호	제 목	반영내역	개정페이지	비 고
RER-I-2.1-1	부지현황	자료 제시	-	소유권 확보에 대한 향후 계획 제시
RER-I-2.3-1	국가지정 어항 현황 보완	자료 제시	-	해당 국가지정 어항 현황 보완 불필요함을 설명
RER-I-2.3-2	어장자료의 출처	보고서 수정	2.3-7~9	내용 수정
RER-I-2.4.2-1	부지기상	자료 제시	-	부지 바람자료 신뢰성 검토
RER-I-2.4.2-2	부지기상	자료 미제시	-	-
RER-I-2.4.3-1	정상운영시 대기확산	보고서 수정	2.4-28~29	내용 수정
RER-I-2.4.4-1	사고시 대기확산	보고서 수정	2.4-35~36	내용 수정
RER-I-2.5.1-1	지표수 현황	자료 제시	-	지표수 현황 내용의 타당성 검토
RER-I-2.5.2-1	지하수 현황	자료 제시	-	지하수 현황 내용의 타당성 검토
RER-I-2.5.3-1	수문확산	내용 설명	-	추후 제시
RER-I-2.6.1-1	현황자료의 조사기간	자료 제시	-	확산계수 신뢰성 설명
RER-I-2.6.2-1	모델결과	자료 제시	-	모델 선정 이유 및 입력자료 설명
RER-I-2.6.2-2	인자 계산결과 검증	보고서 수정	2.6-29	표 2.6-10 수정
RER-I-2.7-1	참고문헌	보고서 수정	2.7-4, 10, 18~20, 22, 23, 25~31	내용 수정
RER-I-2.7-2	인구분포	보고서 수정	2.7-19	그림 2.7-3 수정
RER-I-4.1.3-1	방사선구역 I의 설계선량률 수정	보고서 수정	4.1-8, 4.2-3, 4.3-5~7, 4.4-3~4, 5.2-19	내용 수정

신고리 3,4호기 방사선환경영향평가서(개정본) 개정목록

번 호	제 목	반영내역	개정페이지	비고
RER-I-4.2-1	선량계산시 방출량 고려 자료 보완	자료 제시	-	배출량 자료 추가 불필요 설명
RER-I-4.3-1	선량계산시 가정	자료 제시	-	재평가 불필요 설명
RER-I-7.1-1	조사계획의 추가	보고서 수정	7.1-19	표 7.1-6 수정
RER-I-7.1-2	고시명 수정	보고서 수정	7.1-20	내용 수정
RER-I-7.2-1	환경감시결과의 평가 및 관리 추가	보고서 수정	7.1-27	내용 추가

○ 2차질의

번 호	제 목	반영내역	개정페이지	비 고
RER-I-2.4.2-2	부지기상	보고서 수정	2.4-16~17	내용 수정 표 2.4-9 수정 및 그림 추가
RER-I-2.4.3-1	정상운영시 대기확산	보고서 수정	2.4-36	내용 수정
RER-I-2.4.4-1	사고시 대기확산	자료 제시	-	계산결과 제시
RER-I-2.5.1-1	지표수 현황	자료 제시	-	해수온도 자료 제시
RER-I-2.5.2-1	지하수 현황	내용 설명	-	추후 제시
RER-I-2.5.3-1	지하수 현황	자료 제시	-	초기 계획 변경 반영한 이행계획 제시
RER-I-2.6.1-1	현황자료의 조사기간	자료 제시	-	확산계수 신뢰성 설명
RER-I-2.6.2-1	모델결과	자료 제시	-	해양확산평가의 신뢰성 설명
RER-I-2.6.2-2	모델결과	자료 제시	-	해양확산평가의 신뢰성 설명
RER-II-2.4.3-1	정상운영시 대기확산	보고서 수정	2.4-32~33	표 2.4-21~24 수정
RER-II-2.4.4-1	사고시 대기확산	보고서 수정	2.4-43~45	표 2.4-29~33 수정
RER-II-2.6.2-3	인자 계산결과 검증	자료 제시	-	희석인자 시계열 자료 제시
RER-II-2.8.2-1	조사자료의 처리	보고서 수정	2.8-21~27, 29~41, 44~48	표 2.8-9~13, 17~19, 21~22 수정
RER-II-3.4-1	방사성폐기물처리계통 관련 사항 반영	내용 설명	-	추후 제시
RER-II-3.5-1	방사선원 관련 사항 반영	내용 설명	-	추후 제시

신고리 3,4호기 방사선환경영향평가서(개정본) 개정목록

번 호	제 목	반영내역	개정페이지	비 고
RER-Ⅱ-7.1-2	비교지점 선정	자료 제시	-	비교지점 이전 예정
RER-Ⅱ-7.1-3	시료채취 및 분석방법	보고서 수정	7.1-23~25	표 7.1-10 수정
RER-Ⅱ-7.2-1	조사항목의 감시대상	보고서 수정	7.2-4	표 7.2-1 수정

○ 3차질의

번 호	제 목	반영내역	개정페이지	비 고
RER-I-2.5.1-1	지표수 현황	내용 설명	-	추후 제시
RER-I-2.5.2-1	지하수 현황	내용 설명	-	추후 제시
RER-I-2.5.3-1	수문확산	자료 제시	-	현장수리시험 결과 제시
RER-I-2.4.2-2	부지기상	보고서 수정	2.4-16~17	내용 수정 표 2.4-9 수정 및 그림 추가
RER-I-2.6.1-1	현황자료의 조사기간	내용 설명	-	추후 제시
RER-I-2.6.2-1	모델결과	내용 설명	-	추후 제시
RER-II-2.4.4-1	사고시 대기확산	보고서 수정	2.4.43~45	표 2.4-29~33 수정
RER-II-2.8.2-1	조사자료의 처리	보고서 수정	2.8-21~27, 37~41, 44~48	표 2.8-9~13, 19, 21~22 수정
RER-II-3.4-1	방사성폐기물처리계통 관련 사항 반영	보고서 수정	3.4-31~32, 36~38	표 3.4-12~14 수정
RER-II-3.5-1	방사선원 관련 사항 반영	자료 제시	-	단위환산에 따른 오류 설명
RER-III-6.2-1	방사선원 및 평가결과	보고서 수정	6.2-12, 24	내용 수정 표 6.2-6, 14~15 수정

○ 4차질의

번 호	제 목	반영내역	개정페이지	비 고
RER-III-6.2-1	방사선원 및 평가결과	자료 제시	-	방사선원 평가 결과 보완 자료 제시

○ 5차질의

번 호	제 목	반영내역	개정페이지	비고
RER-I-2.5.1-1	지표수 현황	자료 제시	-	부지 반경 20km 이내 저수지 자료 분석 결과 제시
RER-I-2.5.2-1	지하수 현황	자료 제시	-	지하수위 측정자료 및 지하수계내 핵종이동평가결과 제시
RER-I-2.5.3-1	수문확산	자료 제시	-	수문확산 평가 결과 보완 자료 제시

○ 6차질의

번 호	제 목	반영내역	개정페이지	비고
RER-I-2.5.2-1	지하수 현황	자료 제시	-	지하수현황 조사 범위 및 수리전도도 단일 값 적용 근거 설명
RER-I-2.5.3-1	수문확산	자료 제시	-	핵종거동평가보고서 보완 자료 제시
RER-II-6.4-1	기체폐기물 저장탱크의 파손	자료 제시	-	기체폐기물 저장탱크 파손에 따른 EAB 개인선량 높게 평가된 근거 제시
RER-III-6.2-1	방사선원 및 평가결과	보고서 수정	6.2-20~26	내용 수정 표 6.2-12~15 수정
RER-IV-3.4.2-1	액체폐기물의 연간예상방출량	보고서 수정	3.4-24	표 3-4-9 수정

목 차

1. 건설계획의 개요

1.1 건설의 필요성	1-3
1.2 방사선 환경영향평가 실시 근거	1-4
1.3 사업의 추진 경위	1-5
1.4 건설계획	1-5
1.4.1 명칭	1-5
1.4.2 소재지	1-5
1.4.3 사업시행자	1-7
1.4.4 발전소 제원	1-7
1.4.5 예비율	1-8
1.4.6 기존 원자력관계 시설	1-8
1.4.7 주요 설비	1-8
1.4.8 건설 내용	1-13
1.5 당해 부지 선정이유	1-17

2. 환경 현황

2.1 부지현황	2.1-5
2.1.1 부지위치	2.1-5
2.1.2 부지구역	2.1-6
2.2 토지이용	2.2-3
2.2.1 토지이용 현황	2.2-3
2.2.2 축산물의 생산	2.2-9
2.2.3 농산물의 생산	2.2-25

2.3	해양이용	2.3-3
2.3.1	해양이용 현황	2.3-3
2.3.2	수산물의 생산	2.3-15
2.3.3	수상활동	2.3-18
2.4	기상 및 대기확산	2.4-3
2.4.1	지역기후	2.4-3
2.4.2	부지기상	2.4-16
2.4.3	정상운영시 대기확산	2.4-27
2.4.4	사고시 대기확산	2.4-34
2.5	수문 및 수문확산	2.5-3
2.5.1	지표수 현황	2.5-3
2.5.2	지하수 현황	2.5-16
2.5.3	수문확산	2.5-59
2.6	해황 및 해양확산	2.6-3
2.6.1	해황	2.6-3
2.6.2	해양확산	2.6-15
2.7	인구	2.7-3
2.7.1	인구분포	2.7-3
2.7.2	인구추정	2.7-33
2.8	환경방사선/능 현황	2.8-3
2.8.1	환경방사선	2.8-3
2.8.2	환경방사능	2.8-12

3. 발전소의 현황

3.1	외 관	3.1-5
3.1.1	원자로건물	3.1-5
3.1.2	보조건물	3.1-5

3.1.3 터빈건물	3.1-5
3.1.4 취수구조물	3.1-5
3.1.5 복합건물	3.1-6
3.1.6 기 타	3.1-6
3.2 원자로와 증기·전기계통	3.2-3
3.2.1 핵증기공급계통	3.2-3
3.2.2 증기 및 동력변환계통	3.2-6
3.3 연료저장시설	3.3-3
3.3.1 연료저장시설	3.3-3
3.3.2 사용후연료 저장조 냉각 및 정화계통	3.3-5
3.3.3 핵연료취급지역 공기조화계통	3.3-12
3.4 방사성폐기물처리계통	3.4-3
3.4.1 기체방사성폐기물처리계통	3.4-3
3.4.2 액체방사성폐기물처리계통	3.4-15
3.4.3 고체방사성폐기물처리계통	3.4-26
3.4.4 유출물의 감시	3.4-34
3.5 방사선원	3.5-3
3.5.1 방사선능의 출처	3.5-3
3.5.2 방사능 환경유출	3.5-11
3.5.3 기체상 방사선원	3.5-13
3.5.4 액체상 방사선원	3.5-16

4. 건설로 인한 영향

4.1 선량 계산모델	4.1-5
4.1.1 방사능운에 의한 선량계산	4.1-5
4.1.2 지표면에 침적된 방사능에 의한 선량계산	4.1-6
4.1.3 발전소로부터의 직접선량계산	4.1-8

4.2	선량계산시 가정	4.2-3
4.3	선량계산	4.3-3
4.3.1	기체방출물에 의한 선량	4.3-3
4.3.2	발전소로부터의 직접선량 계산	4.3-7
4.4	연간 피폭선량의 요약	4.4-3

5. 운영으로 인한 영향

5.1	피폭경로	5.1-5
5.1.1	생물상에 대한 방사성 피폭경로	5.1-5
5.1.2	인간에 대한 방사성 피폭경로	5.1-7
5.2	피폭선량평가	5.2-3
5.2.1	기체경로를 통한 피폭	5.2-6
5.2.2	액체경로를 통한 피폭	5.2-13
5.2.3	발전소 시설로부터의 직접 피폭	5.2-19
5.2.4	다수호기 운영시 선량평가	5.2-20
5.2.5	피폭선량 요약	5.2-25

6. 사고로 인한 영향

6.1	사고의 가정	6.1-5
6.1.1	사고의 유형	6.1-5
6.1.2	사고유형별 발생확률	6.1-7
6.2	방사선원	6.2-3
6.2.1	사고유형 1	6.2-3
6.2.2	사고유형 2	6.2-3
6.2.3	사고유형 3	6.2-3
6.2.4	사고유형 4	6.2-9
6.2.5	사고유형 5	6.2-9

6.2.6 사고유형 6	6.2-13
6.2.7 사고유형 7	6.2-16
6.2.8 사고유형 8	6.2-20
6.3 평가방법	6.3-3
6.3.1 기상 및 인구모델	6.3-3
6.3.2 선량평가모델	6.3-4
6.4 피폭선량 평가	6.4-3
6.5 주민보호대책	6.5-3

7. 환경감시계획

7.1 운영전 환경감시	7.1-5
7.1.1 조직 및 책임	7.1-6
7.1.2 조사계획	7.1-6
7.1.3 환경방사능 분석항목	7.1-20
7.1.4 검출목표치	7.1-22
7.1.5 측정방법	7.1-23
7.1.6 자료처리 및 평가	7.1-26
7.1.7 품질보증계획	7.1-27
7.2 운영중 환경감시	7.2-3

8. 종합평가

8.1 개 요	8-3
8.2 사례별 평가 내용	8-3
8.3 평가결과	8-4

9. 기 타

9.1 평가서 작성기간	9-3
--------------------	-----

9.2 평가서 작성 분야별 참여자	9-3
--------------------------	-----

10. 참고문헌

부 록

부록 1. 요약문	부록 1-5
부록 2. 용어해설	부록 2-3
부록 3. 부록그림	부록 3-3

표 목 차

표 1.1-1	우리나라의 전력공급 변화추이	1-3
표 1.1-2	전력수급 전망	1-4
표 1.2-1	방사선환경영향평가 실시근거	1-4
표 1.4-1	예정부지 인근의 발전시설 현황	1-8
표 1.4-2	주요건설공정	1-13
표 2.1-1	부지 인근 지역의 주요 자연 지형물	2.1-6
표 2.1-2	부지내 주요구조물의 위치 및 배치현황	2.1-9
표 2.2-1	부지반경 10 km 이내의 지목별 토지이용 면적	2.2-3
표 2.2-2	부지반경 10 km에 포함되는 행정구역의 용도지역 현황	2.2-4
표 2.2-3	부지반경 10 km에 포함되는 행정구역별 도시계획지역 면적	2.2-7
표 2.2-4	신고리 3,4호기 부지반경 10 km 이내의 주요 개발계획	2.2-8
표 2.2-5	지역별 방목기간	2.2-9
표 2.2-6	사료 수급실적	2.2-9
표 2.2-7	부지반경 10 km 이내의 가축사육현황	2.2-11
표 2.2-8	가축별 두당 육류생산량	2.2-14
표 2.2-9	부지반경 20 km 이내의 육류생산량	2.2-15
표 2.2-10	시·군별 두당 연간 우유생산량	2.2-17
표 2.2-11	부지반경 20 km 이내 우유생산량	2.2-18
표 2.2-12	부지반경 20~80 km 사이의 육류생산량	2.2-20
표 2.2-13	부지반경 20~80 km 사이의 우유생산량	2.2-22
표 2.2-14	부지인근지역의 읍·면별 초지조성사업 현황(관리면적)	2.2-24
표 2.2-15	부지반경 10 km 이내의 읍·면별 식량작물, 채소류, 과실류 재배면적 ...	2.2-25
표 2.2-16	부지반경 10 km 이내의 읍·면별 식량작물, 채소류, 과실류 생산량	2.2-26
표 2.2-17	부지반경 20 km 이내의 농산물 생산량	2.2-28
표 2.2-18	부지반경 20~80 km 사이의 농산물생산량	2.2-30
표 2.2-19	부지인근 행정구역별 농경지 이용면적 현황	2.2-32
표 2.3-1	부지반경 80 km 이내 행정구역별 어항분포 현황	2.3-3
표 2.3-2	부지반경 80 km 이내의 국가지정 어항 현황	2.3-4

표 2.3-2-1 부산광역시 어업별 어종 및 어기	2.3-8
표 2.3-2-2 인공어초 현황(2009년)	2.3-9
표 2.3-3 부지반경 80 km 이내 행정구역별 면허어업 현황	2.3-10
표 2.3-4 울주군과 기장군의 어업권 현황	2.3-11
표 2.3-5 부지반경 80 km 이내 주요 해수욕장 현황	2.3-13
표 2.3-6 부지반경 80 km 이내 행정구역별 상업용 수산물 생산량	2.3-16
표 2.3-7 고리원자력발전소 부지 인근 주민의 수산물류 섭취량	2.3-17
표 2.3-8 부지반경 80 km 이내 행정구역별 자급용 수산물 생산량	2.3-17
표 2.3-9 부지반경 80 km 이내에서 생산되는 수산물의 종류별 총 생산량	2.3-18
표 2.3-10 연령군별 해변활동시간, 수영시간, 배타는 시간의 연간최대값	2.3-18
표 2.3-11 부지반경 80 km 이내 국가지정 어항에서의 주민 활동시간	2.3-19
표 2.3-12 부지반경 80 km 이내 주요 해수욕장에서의 주민 활동시간	2.3-20
표 2.4-1 부산지역의 기후자료	2.4-6
표 2.4-2 울산지역의 기후자료	2.4-7
표 2.4-3 부산의 풍향별 월평균 발생빈도(1971~2009)	2.4-13
표 2.4-4 울산의 풍향별 월평균 발생빈도(1971~2009)	2.4-13
표 2.4-5 부산의 풍향별 최대 풍속(1971~2009)	2.4-14
표 2.4-6 울산의 풍향별 최대 풍속(1971~2009)	2.4-14
표 2.4-7 부지에서 혼합고의 일변화	2.4-15
표 2.4-8 부지기상관측소의 기기목록 및 설치 위치	2.4-17
표 2.4-9 기상관측기기의 정밀성 및 오차의 한계	2.4-17
표 2.4-10 대기안정도의 분류	2.4-20
표 2.4-11 부지의 기상자료(2009. 1. 1~2010. 12. 31)	2.4-22
표 2.4-12 부지의 풍향별 월평균 발생빈도	2.4-23
표 2.4-13 부지의 풍향별 월평균 풍속	2.4-24
표 2.4-14 부지에서의 계절별 해륙풍분포	2.4-26
표 2.4-15 계절별 대기안정도의 발생빈도(2009. 1. 1~2010. 12. 31, %)	2.4-27
표 2.4-16 해풍 및 육풍의 대기안정도 분포(2009. 1. 1~2010. 12. 31, %)	2.4-27
표 2.4-17 제한구역경계(560 m)에서의 정상가동시 대기확산인자	2.4-30
표 2.4-18 가장 인접한 주민거주지역경계(840 m)에서의 정상가동시 대기확산인자	2.4-30

표 2.4-19	저인구지대경계(3 km)에서의 정상가동시 대기확산인자	2.4-31
표 2.4-20	비상계획경계(8 km)에서의 정상가동시 대기확산인자	2.4-31
표 2.4-21	방사능 붕괴 및 지표면 침적을 무시한 방위 및 거리별 X/Q	2.4-32
표 2.4-22	방사능 붕괴(반감기 2.26일)를 고려한 방위 및 거리별 X/Q	2.4-32
표 2.4-23	방사능붕괴(반감기 8일) 및 지표면 침적을 고려한 방위 및 거리별 X/Q	2.4-33
표 2.4-24	방위 및 거리별 D/Q	2.4-33
표 2.4-25	제한구역경계(560 m)에서 사고시 대기확산인자	2.4-41
표 2.4-26	가장 인접한 주민거주지역경계(840 m)에서 사고시 대기확산인자	2.4-41
표 2.4-27	저인구지역경계(3 km)에서 사고시 대기확산인자	2.4-42
표 2.4-28	비상계획구역 경계(8 km)에서 사고시 대기확산인자	2.4-42
표 2.4-29	사고후 2시간 동안 소구역별 대기확산인자	2.4-43
표 2.4-30	사고후 8시간 동안 소구역별 대기확산인자	2.4-43
표 2.4-31	사고후 1일 동안 소구역별 대기확산인자	2.4-44
표 2.4-32	사고후 4일 동안 소구역별 대기확산인자	2.4-44
표 2.4-33	사고후 30일 동안 소구역별 대기확산인자	2.4-45
표 2.5-1	수계현황	2.5-4
표 2.5-2	가지야마 유출고 공식의 f 값	2.5-5
표 2.5-3	울산기상대, 부산지방기상청, 고리기상탐의 최근 40년간 월평균 강수량	2.5-7
표 2.5-4	울산기상대, 부산지방기상청, 고리기상탐의 연도별 평균강수량	2.5-7
표 2.5-5	행정구역별 부지 인근 저수지 시설수	2.5-9
표 2.5-6	표준유역별 부지 인근 저수지 시설수	2.5-9
표 2.5-7	신고리 3,4호기 부지 인근 행정구역별 및 표준유역별 저수지 현황	2.5-10
표 2.5-8	행정구역별 부지 인근 지하수의 시설수 및 이용량 현황	2.5-17
표 2.5-9	표준유역별 부지 인근 지하수의 시설수 및 이용량 현황	2.5-17
표 2.5-10	부지 인근 지역의 단위면적당 이용량 및 개발밀도(행정구역)	2.5-18
표 2.5-11	부지 인근 지역의 단위면적당 이용량 및 개발밀도(표준유역)	2.2-19
표 2.5-12	신고리 3,4호기 부지 인근 정천현황	2.2-20
표 2.5-13	행정구역별 부지 인근 지하수의 시설수 및 이용현황	2.5-25
표 2.5-14	유역별 부지 인근 지하수의 시설수 및 이용현황	2.5-25
표 2.5-15	행정구역별 상수도 보급 현황	2.5-26

표 2.5-16	행정구역별 토지이용현황	2.5-27
표 2.5-17	수압시험 지층별 투수계수결과	2.5-31
표 2.5-18	양수시험 및 회복시험 결과	2.5-32
표 2.5-19	순간충격시험 결과	2.5-32
표 2.5-20	지층별 평균 수리전도도	2.5-33
표 2.5-21	추적자시험 분석 결과	2.5-34
표 2.5-22	실내수리분산시험(칼럼시험) 분석결과	2.5-34
표 2.5-23	지층별 회분식 흡착실험 결과	2.5-35
표 2.5-24	각 지층의 분배계수	2.5-35
표 2.5-25	관측공의 초기 수위변화 반응시간 및 거리(3PW-1-1 시험정)	2.5-36
표 2.5-26	관측정의 초기 수위변화 반응시간 및 거리(4PW-1 시험정)	2.5-36
표 2.5-27	시험정 기준 영향반경(3PW-1-1)	2.5-37
표 2.5-28	시험정 기준 영향반경(4PW-1)	2.5-37
표 2.5-29	이방성시험 분석결과	2.5-38
표 2.5-30	무강우 지속기간 지하수위 분석결과	2.5-40
표 2.5-31	지하수 함양율 계산 결과	2.5-45
표 2.5-32	포항 및 울산 조위관측소의 월별 조석	2.5-47
표 2.5-33	장기지하수위 관측현황	2.5-49
표 2.5-34	각 수역별 평균 선형유속 및 비배출량(Darcian flux)	2.5-53
표 2.5-35	추적자시험과 유선망분석으로 산정한 지하수선형유속	2.5-54
표 2.5-36	심도별 전기전도도 측정 결과	2.5-55
표 2.5-37	지층별 모델 초기 입력변수 산정	2.5-66
표 2.5-38	모델에 입력한 최종 입력변수	2.5-67
표 2.5-39	정류상태의 관측수위와 계산수위의 비교	2.5-68
표 2.5-40	매립층 수리전도도에 따른 보정결과(PZ-5,6,7,8,10)	2.5-69
표 2.5-41	매립층 수리전도도에 따른 관측수위와 계산수위의 비교	2.5-69
표 2.5-42	민감도 분석에 활용한 수리특성인자	2.5-70
표 2.5-43	액상방사성물질 누출지점의 경시별 지하수위 변화 예측결과	2.5-75
표 2.5-44	핵종이동 분석에 적용한 제반 입력자료	2.5-78
표 2.5-45	누출지점에서의 액상방사성물질 경시별 농도 변화	2.5-84

표 2.5-46	해수에 희석되어 감소하는 H-3의 농도변화	2.5-86
표 2.5-47	누출조건 비교	2.5-88
표 2.5-48	정상운영시 액상 방사성 물질의 이동거리 및 속도	2.5-89
표 2.5-49	액상방사성물질 별 배출지점(영구배수시설)에서의 농도변화	2.5-93
표 2.5-50	액상 방사성 물질별 배출농도에 대한 초기누출농도의 비	2.5-93
표 2.5-51	액상 방사성 물질별 최대 배출농도에 대한 배출관리기준의 비	2.5-94
표 2.6-1	조석자료 개요	2.6-6
표 2.6-2	신고리 주변해역 조석조화상수	2.6-6
표 2.6-3	조류자료 개요	2.6-9
표 2.6-4	계절별 관측 최강유속 및 평균유속	2.6-9
표 2.6-5	계절별 관측유속의 잔차류	2.6-9
표 2.6-6	국립수산과학원(NFRDI) 정선해양관측 자료	2.6-11
표 2.6-7	고리 인근해역의 수심별 평균수온	2.6-11
표 2.6-8	신고리 주변해역 표층퇴적물의 조성과 조직 변수	2.6-13
표 2.6-9	정상운영시 이동거리별 희석인자	2.6-28
표 2.6-10	정상운영시 주요 해수욕장에서의 희석인자	2.6-29
표 2.6-11	정상 및 비정상운영시 주요 어항에서의 희석인자	2.6-30
표 2.6-12	비정상운영시 이동거리별 희석인자	2.6-30
표 2.6-13	정상운영시 이동거리별 침적인자	2.6-31
표 2.6-14	정상운영시 주요 해수욕장에서의 침적인자	2.6-32
표 2.6-15	정상운영시 주요 어항에서의 침적인자	2.6-33
표 2.6-16	비정상운영시 이동거리별 침적인자	2.6-33
표 2.7-1	부지반경 80 km 이내 행정구역별 인구현황	2.7-3
표 2.7-2	부지반경 80 km 이내 행정구역의 성별, 연령별 인구현황	2.7-6
표 2.7-3	부지반경 80 km 이내 행정구역의 산업별 인구현황	2.7-15
표 2.7-4	부지반경 20 km 이내 구역별 인구 현황	2.7-18
표 2.7-5	부지반경 20 km 이내의 구역별, 연령군별 인구 현황	2.7-20
표 2.7-6	부지반경 20~80 km 사이의 구역별 인구 현황	2.7-22
표 2.7-7	부지반경 20~80 km 사이의 구역별, 연령군별 인구 현황	2.7-23
표 2.7-8	부지반경 20 km 이내 주요관광지별, 월별 인구 현황	2.7-32

표 2.7-9	부지반경 80 km 이내의 인구예측 결과	2.7-35
표 2.7-10	부지반경 20 km 이내 구역별 2013년 인구예측 결과	2.7-35
표 2.7-11	부지반경 20 km 이내 구역별 2023년 인구예측 결과	2.7-36
표 2.7-12	부지반경 20 km 이내 구역별 2033년 인구예측 결과	2.7-37
표 2.7-13	부지반경 20 km 이내 구역별 2043년 인구예측 결과	2.7-38
표 2.7-14	부지반경 20 km 이내 구역별 2053년 인구예측 결과	2.7-39
표 2.7-15	부지반경 20 km 이내 구역별 2063년 인구예측 결과	2.7-40
표 2.7-16	부지반경 20 km 이내 구역별 2073년 인구예측 결과	2.7-41
표 2.7-17	부지반경 20~80 km 사이 구역별 2013년 인구예측 결과	2.7-42
표 2.7-18	부지반경 20~80 km 사이 구역별 2023년 인구예측 결과	2.7-43
표 2.7-19	부지반경 20~80 km 사이 구역별 2033년 인구예측 결과	2.7-44
표 2.7-20	부지반경 20~80 km 사이 구역별 2043년 인구예측 결과	2.7-45
표 2.7-21	부지반경 20~80 km 사이 구역별 2053년 인구예측 결과	2.7-46
표 2.7-22	부지반경 20~80 km 사이 구역별 2063년 인구예측 결과	2.7-47
표 2.7-23	부지반경 20~80 km 사이 구역별 2073년 인구예측 결과	2.7-48
표 2.8-1	환경방사선감시기(ERMS)에 의한 공간감마선량률	2.8-7
표 2.8-2	휴대용계측기에 의한 공간감마선량률	2.8-8
표 2.8-3	열형광선량계(TLD)에 의한 공간집적선량	2.8-10
표 2.8-4	공기중 시료의 방사능 분석결과	2.8-15
표 2.8-5	빗물시료의 방사능 분석결과	2.8-17
표 2.8-6	지표수시료의 방사능 분석결과	2.8-18
표 2.8-7	식수시료의 방사능 분석결과	2.8-19
표 2.8-8	지하수의 방사능 분석결과	2.8-20
표 2.8-9	토양(표층토)의 방사능 분석결과	2.8-21
표 2.8-10	토양(하천토)의 방사능 분석결과	2.8-24
표 2.8-11	곡류(쌀)의 방사능 분석결과	2.8-25
표 2.8-12	무의 방사능 분석결과	2.8-26
표 2.8-13	채소류(배추)의 방사능 분석결과	2.8-27
표 2.8-14	과일류(배)의 방사능 분석결과	2.8-28
표 2.8-15	육류(오리)의 방사능 분석결과	2.8-28

표 2.8-16	우유의 방사능 분석결과	2.8-29
표 2.8-17	지표생물(솔잎)의 방사능 분석결과	2.8-29
표 2.8-18	해수의 방사능 분석결과	2.8-31
표 2.8-19	해저퇴적물의 방사능 분석결과	2.8-37
표 2.8-20	어류(잡어)의 방사능 분석결과	2.8-42
표 2.8-21	패류(소라)의 방사능 분석결과	2.8-44
표 2.8-22	해조류(감태)의 방사능 분석결과	2.8-46
표 2.8-23	저서생물(불가사리)의 방사능 분석결과	2.8-49
표 3.3-1	사용후연료 저장조 냉각 및 정화계통 기기 설계 값	3.3-6
표 3.3-2	사용후연료 저장조의 예상 방사능농도	3.3-8
표 3.3-3	핵연료취급지역 공기조화계통 기기 설계 값	3.3-14
표 3.4-1	기체방사성폐기물계통 기기 사양	3.4-4
표 3.4-2	기체방사성폐기물계통으로 유입되는 기체의 주요 발생원별 유량 및 연간 발생량 ..	3.4-8
표 3.4-3	PWR-GALE 전산프로그램에 입력된 변수값	3.4-9
표 3.4-4	기체폐기물계통과 각 건물의 배기계통으로 방출되는 예상 방출량	3.4-13
표 3.4-5	액체방사성폐기물처리계통 주요 펌프의 특징과 제원	3.4-16
표 3.4-6	액체방사성폐기물처리계통 주요 탱크의 특징과 제원	3.4-16
표 3.4-7	액체방사성폐기물처리계통 주요 처리설비의 특징과 제원	3.4-17
표 3.4-8	액체방사성폐기물처리계통 방사성 폐액 유입량	3.4-22
표 3.4-9	연간 예상 액체폐기물 방출량	3.4-24
표 3.4-10	고체방사성폐기물처리계통의 주요기기 사양	3.4-28
표 3.4-11	고체방사성폐기물처리계통으로 유입되는 폐기물량 및 발생하는 폐기물량	3.4-30
표 3.4-12	고체방사성폐기물처리계통으로 유입되는 폐기물의 예상 방사능량	3.4-31
표 3.4-13	기체 공정 및 유출물 방사선감시계통	3.4-36
표 3.4-14	액체 공정 및 유출물 방사선감시계통	3.4-38
표 3.4-15	기체방사성폐기물 시료채취 및 분석계획	3.4-39
표 3.4-16	액체방사성폐기물 시료채취 및 분석계획	3.4-40
표 3.5-1	원자로냉각재의 방사능농도 계산에 필요한 변수	3.5-3
표 3.5-2	정상가동시 원자로냉각재내의 예상 방사능농도	3.5-4
표 3.5-3	사용후연료저장조 및 재장전수조의 예상 방사능농도	3.5-6

표 3.5-4	증기발생기 2차측의 방사능농도 계산에 필요한 변수	3.5-7
표 3.5-5	2차측 계통내 방사성핵종의 예상 방사능농도	3.5-8
표 3.5-6	장반감기 방사성크러드의 비방사능	3.5-10
표 3.5-7	기체유출물의 배출고도, 배출속도, 배출온도	3.5-12
표 3.5-8	연간 예상 기체폐기물 방출량(1개호기)	3.5-13
표 3.5-9	고리 및 신고리 원자력발전소 부지내 연간 예상 기체폐기물 총 방출량	3.5-14
표 3.5-10	기체방출물에 의한 주변 환경에서의 최대 방사능농도	3.5-15
표 3.5-11	연간 예상 액체폐기물 방출량(1개 호기)	3.5-16
표 3.5-12	고리 및 신고리원자력발전소 부지내 연간 예상 액체폐기물 총 방출량	3.5-17
표 3.5-13	액체유출물에 의한 환경에서의 최대 방사능농도	3.5-19
표 4.2-1	연간 예상 기체폐기물 방출량	4.2-4
표 4.3-1	각 호기에 대한 건설작업 지점에서의 대기확산인자	4.3-3
표 4.3-2	기체방출물로 인해 개인 건설작업자가 받는 피폭선량	4.3-4
표 4.3-3	신고리 3호기 건설작업자의 연간 개인선량	4.3-4
표 4.3-4	신고리 4호기 건설작업자의 연간 개인선량	4.3-5
표 4.3-5	신고리 3호기 모든 건설작업자의 연간 집단선량	4.3-5
표 4.3-6	신고리 4호기 모든 건설작업자의 연간 집단선량	4.3-6
표 4.3-7	건설작업자의 직접선량계산에 사용된 변수값	4.3-7
표 4.4-1	건설작업자의 연간 예상선량	4.4-3
표 4.4-2	모든 건설작업자의 연간 예상선량	4.4-4
표 5.2-1	연령군별 평균인의 연간 음식물 섭취량	5.2-4
표 5.2-2	연령군별 최대 개인의 연간 음식물 섭취량 및 활동시간	5.2-4
표 5.2-3	부지특성자료	5.2-5
표 5.2-4	기체방출물에 의한 주변 환경에서의 최대 방사능농도	5.2-9
표 5.2-5	기체방출물에 의한 피폭경로별 최대 개인 피폭선량	5.2-10
표 5.2-6	기체방출물에 의한 피폭경로별 대중집단선량(1개호기 가동시)	5.2-12
표 5.2-7	액체방류물에 의한 주변 환경에서의 최대 방사능농도	5.2-15
표 5.2-8	정상운전시 액체방출물에 의한 최대개인선량	5.2-16
표 5.2-9	액체방류물에 의한 피폭경로별 대중집단선량(1개호기 가동시)	5.2-18
표 5.2-10	고리 1호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자	5.2-20

표 5.2-11	고리 2호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자	5.2-21
표 5.2-12	고리 3호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자	5.2-21
표 5.2-13	고리 4호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자	5.2-22
표 5.2-14	신고리 1호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자	5.2-22
표 5.2-15	신고리 2호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자	5.2-23
표 5.2-16	신고리 3호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자	5.2-23
표 5.2-17	신고리 4호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자	5.2-24
표 5.2-18	다수호기 가동시 기체방출물에 의한 개인 피폭선량 계산결과	5.2-24
표 5.2-19	다수호기 가동시 액체방류물에 의한 개인 피폭선량 계산결과	5.2-24
표 5.2-20	개인피폭선량 계산결과와 기준치와의 비교	5.2-25
표 5.2-21	다수호기 가동시 개인 피폭선량 계산결과와 기준치와의 비교	5.2-26
표 5.2-22	단일호기 가동시 80 km 이내 주민의 연간 유효선량 평가	5.2-27
표 6.1-1	사고유형의 분류	6.1-6
표 6.2-1	기체폐기물저장탱크내 방사선원	6.2-4
표 6.2-2	액체폐기물저장탱크내 방사선원	6.2-5
표 6.2-3	사고유형 3에 대한 방사능 방출량	6.2-7
표 6.2-4	사고유형 3에 대한 방사능영향 평가결과	6.2-8
표 6.2-5	과도사고전 원자로냉각재 및 2차측 증기내 평형 방사능농도	6.2-10
표 6.2-6	사고유형 5에 대한 방사능 방출량	6.2-12
표 6.2-7	사고유형 5에 대한 방사능영향 평가결과	6.2-13
표 6.2-8	사고유형 6에 대한 방사능 방출량	6.2-15
표 6.2-9	사고유형 6에 대한 방사능영향 평가결과	6.2-16
표 6.2-10	사고유형 7에 대한 방사능 방출량	6.2-19
표 6.2-11	사고유형 7에 대한 방사능영향 평가결과	6.2-20
표 6.2-12	소형 냉각재상실사고시 방사능영향 평가를 위한 방사선원항	6.2-22
표 6.2-13	소형 냉각재상실사고시 방사능영향 평가결과	6.2-23
표 6.2-14	대형 냉각재상실사고시 방사능영향 평가를 위한 방사선원항	6.2-25
표 6.2-15	대형 냉각재상실사고시 방사능영향 평가결과	6.2-26
표 6.2-16	제어봉 이탈사고시 방사능영향 평가를 위한 방사선원항	6.2-28
표 6.2-17	제어봉 이탈사고시 방사능영향 평가결과	6.2-29
표 6.2-18	대형 주증기관 파단시 방사능영향 평가를 위한 방사선원항	6.2-31
표 6.2-19	대형 주증기관 파단시 방사능영향 평가결과	6.2-32

표 6.3-1	노심내 재고량 및 핵종 특성	6.3-5
표 6.3-2	주민집단유효선량에 사용된 선량환산인자	6.3-7
표 6.4-1	사고유형별 EAB와 LPZ에서의 개인선량	6.4-4
표 6.4-2	사고유형별 부지주변 80 km이내의 주민집단 유효선량	6.4-5
표 7.1-1	조사계획의 개요	7.1-7
표 7.1-2	측정기기 - 고리원자력본부	7.1-9
표 7.1-3	공간선량을 측정계획(환경방사선감시기) - 고리원자력본부	7.1-10
표 7.1-4	공간집적선량 측정계획(열형광선량계) -고리원자력본부	7.1-12
표 7.1-5	육상감시계획 - 고리원자력본부	7.1-14
표 7.1-6	해양감시계획 - 고리원자력본부	7.1-18
표 7.1-7	환경방사능 분석 핵종	7.1-21
표 7.1-8	감시핵종의 검출목표치	7.1-22
표 7.1-9	환경방사선 측정방법	7.1-23
표 7.1-10	환경방사능 시료채취 및 분석방법	7.1-23
표 7.2-1	운영중 환경감시 조사시료별 감시핵종, 채취시기 및 조사지점수	7.2-4

그 림 목 차

그림 1.4-1	사업지역 위치도	1-6
그림 1.4-2	발전소 부지구역, 소유지 경계 및 제한구역 경계	1-7
그림 1.4-3	핵연료 집합체	1-10
그림 1.4-4	발전소 주요 건물 배치도	1-16
그림 2.1-1	부지 인근지역의 주요 자연지형물 현황도	2.1-7
그림 2.1-2	발전소 부지구역, 소유지 경계 및 제한구역 경계	2.1-9
그림 2.2-1	부지반경 10 km 이내의 토지이용도	2.2-5
그림 2.2-2	부지반경 10 km 이내의 주요 가축 사육시설 위치도	2.2-13
그림 2.2-3	부지반경 20 km 이내의 육류생산량	2.2-16
그림 2.2-4	부지반경 20 km 이내의 우유생산량	2.2-19
그림 2.2-5	부지반경 20~80 km 사이의 육류생산량	2.2-21
그림 2.2-6	부지반경 20~80 km 사이의 우유생산량	2.2-23
그림 2.2-7	부지반경 20 km 이내의 농산물 생산량	2.2-29
그림 2.2-8	부지반경 20~80 km 사이의 농산물생산량	2.2-31
그림 2.3-1	부지반경 80 km 이내의 국가 어항 현황	2.3-5
그림 2.3-2	부지반경 80 km 이내의 지방 어항 현황	2.3-6
그림 2.3-3	부지 인근의 어업권 분포	2.3-12
그림 2.3-4	부지반경 80 km 이내의 해수욕장 현황	2.3-14
그림 2.3-5	어업별 조사통계	2.3-15
그림 2.4-1	부지반경 80 km의 지형도 및 기상관측소 위치	2.4-8
그림 2.4-2	연평균 기온	2.4-9
그림 2.4-3	1월 일최저기온의 평균	2.4-10
그림 2.4-4	8월 일최고기온의 평균	2.4-11
그림 2.4-5	연평균 강수량	2.4-12
그림 2.4-6	부지기상관측시스템 구성도	2.4-18
그림 2.4-7	부지에서 계절별 바람장미	2.4-25

그림 2.4-8	부지로부터 10 km 이내 지역의 방위별 단면도	2.4-37
그림 2.5-1	신고리 3,4호기 부지 주변 하천 수계도	2.5-3
그림 2.5-2	신고리 3,4호기 부지 인근 기상관측소 위치	2.5-6
그림 2.5-3	울산기상대, 부산지방기상청, 고리기상탑의 연도별 평균강수량 변화 ..	2.5-8
그림 2.5-4	신고리 3,4호기 부지 인근 저수지 현황	2.5-8
그림 2.5-5	신고리 3,4호기 부지 인근 지하수 개발·이용현황도	2.5-16
그림 2.5-6	행정구역별 지하수개발이용 현황(시설수)	2.5-18
그림 2.5-7	행정구역별 지하수개발이용 현황(이용량)	2.5-18
그림 2.5-8	신고리 3,4호기 부지 인근 정천현황	2.5-25
그림 2.5-9	토지 이용 현황	2.5-28
그림 2.5-10	신고리 3,4호기 부지 지질도	2.5-29
그림 2.5-11	신고리 3,4호기 부지 Face Mapping 결과	2.5-30
그림 2.5-12	신고리 3,4호기 부지 내 암맥 분포 및 지질단면위치도	2.5-30
그림 2.5-13	이방성 분석 결과	2.5-38
그림 2.5-14	함양률 분석 대상기간 지하수위 변화	2.5-39
그림 2.5-15	PZ-6, PZ-9의 무강우 지속기간 중 지하수위 변화	2.5-40
그림 2.5-16	수위강하량 변동곡선	2.5-41
그림 2.5-17	지하수위강하 대표곡선(MRC)	2.5-42
그림 2.5-18	지하수위강하 대표곡선 분석 결과	2.5-43
그림 2.5-19	포항 및 울산 조위 관측소 위치	2.5-46
그림 2.5-20	조석변화에 따른 해안 인근 관측공의 지하수위 변화	2.5-48
그림 2.5-21	갈수기 등수위선도 (2011년 12월)	2.5-50
그림 2.5-22	갈수기 등수위선도(2012년 6월)	2.5-51
그림 2.5-23	풍수기 등수위선도(2012년 8월)	2.5-52
그림 2.5-24	신고리 3,4호기 부지내 지하수위 분포 모식도(단면)	2.5-53
그림 2.5-25	부지 내 최상위 대수층의 염수/전이대/담수 추정분포 경계	2.5-56
그림 2.5-26	부지 내 EL.+0.0m 평면의 전기전도도 분포	2.5-57
그림 2.5-27	부지 내 EL.-5.0m 평면의 전기전도도 분포	2.5-57
그림 2.5-28	부지 내 EL.-10.0m 평면의 전기전도도 분포	2.5-58
그림 2.5-29	신고리 3,4호기 부지의 수리지질구조영역	2.5-61

그림 2.5-30	수리지질학적 개념모델의 수직적인 모식도	2.5-62
그림 2.5-31	신고리 3,4호기 및 5,6호기 주변 등수위선도(풍수기)	2.5-63
그림 2.5-32	모델영역 및 격자망 설정	2.5-64
그림 2.5-33	경계조건 설정	2.5-65
그림 2.5-34	부지 수리특성 조건	2.5-66
그림 2.5-35	관측수위와 계산수위의 보정결과에 따른 산점도	2.5-68
그림 2.5-36	각 지하수 관측시설에서의 민감도 분석 결과	2.5-70
그림 2.5-37	정류상태에서의 부지내 지하수위 분포 및 지하수 흐름 방향	2.5-72
그림 2.5-38	Holdup Tank와 RMW Tank	2.5-73
그림 2.5-39	가상사고 발생 후 신고리 3,4호기 부지의 예상 지하수위 분포	2.5-74
그림 2.5-40	액상방사성물질 누출지점의 경시별 지하수위 변화 예측도	2.5-75
그림 2.5-41	핵종 선별을 위한 모식도	2.5-76
그림 2.5-42	H-3의 경시별 농도변화	2.5-80
그림 2.5-43	Cs-137의 경시별 농도변화(허용농도: 1.55E-08mg/L)	2.5-81
그림 2.5-44	Co-60의 경시별 농도변화(허용농도: 4.77E-09mg/L)	2.5-82
그림 2.5-45	Sr-90의 경시별 농도변화(허용농도: 3.96E-09mg/L)	2.5-83
그림 2.5-46	누출지점에서 H-3의 경시별 농도 변화	2.5-84
그림 2.5-47	누출지점에서 Cs-137, Co-60, Sr-90의 경시별 농도 변화	2.5-84
그림 2.5-48	액상 방사성 물질의 경시별 농도 예측을 위한 관측점 설정	2.5-85
그림 2.5-49	배출지점(해안)에서 H-3의 경시별 농도 변화	2.5-86
그림 2.5-50	정상운영 시 액상방사성물질 누출지점 선정	2.5-88
그림 2.5-51	정상운영 시 액상방사성물질의 이동경로 예측	2.5-90
그림 2.5-52	정상운영 시 H-3의 경시별 오염분포	2.5-91
그림 2.5-53	정상운영 시 Cs-137, Co-60, Sr-90의 경시별 오염분포	2.5-92
그림 2.5-54	배출지점(영구배수시설)에서 H-3의 경시별 농도변화	2.5-93
그림 2.6-1	수심분포 및 해황 관측정점 위치	2.6-4
그림 2.6-2	수심분포	2.6-5
그림 2.6-3	동해의 계절별 평균 해류분포도	2.6-8
그림 2.6-4	표층퇴적물 분포도	2.6-14
그림 2.6-5	해양확산 수치모델의 계산격자망 및 수심	2.6-17

그림 2.6-6	해양확산 수치모델의 초기 및 경계조건	2.6-18
그림 2.6-7	협역 해양확산 수치모델의 등수심도	2.6-20
그림 2.6-8	협역 해양확산 수치모델의 격자망도	2.6-21
그림 2.6-9	해수위 검증결과	2.6-23
그림 2.6-10	해·조류 검증결과	2.6-24
그림 2.6-11	계절별 해수유동 수치실험 결과	2.6-27
그림 2.6-12	정상운영시 액체방사성 유출물 해양확산도	2.6-34
그림 2.6-13	비정상운영시 액체방사성 유출물 해양확산도	2.6-36
그림 2.7-1	부지반경 80 km 이내의 행정구역별 인구	2.7-4
그림 2.7-2	부지반경 80 km 이내 행정구역의 성별, 연령별 인구현황	2.7-10
그림 2.7-3	부지반경 20 km 이내의 구역별 인구	2.7-19
그림 2.7-4	부지반경 20 km 이내의 연령군별 인구(소아)	2.7-25
그림 2.7-5	부지반경 20 km 이내의 연령군별 인구(십대)	2.7-26
그림 2.7-6	부지반경 20 km 이내의 연령군별 인구(성인)	2.7-27
그림 2.7-7	부지반경 20~80 km 사이의 구역별 인구	2.7-28
그림 2.7-8	부지반경 20~80 km 사이의 연령군별 인구(소아)	2.7-29
그림 2.7-9	부지반경 20~80 km 사이의 연령군별 인구(십대)	2.7-30
그림 2.7-10	부지반경 20~80 km 사이의 연령군별 인구(성인)	2.7-31
그림 2.7-11	코호트요인법을 이용한 인구 예측	2.7-34
그림 2.7-12	부지반경 20 km 이내의 구역별 2013년 예측인구	2.7-49
그림 2.7-13	부지반경 20 km 이내의 구역별 2023년 예측인구	2.7-50
그림 2.7-14	부지반경 20 km 이내의 구역별 2033년 예측인구	2.7-51
그림 2.7-15	부지반경 20 km 이내의 구역별 2043년 예측인구	2.7-52
그림 2.7-16	부지반경 20 km 이내의 구역별 2053년 예측인구	2.7-53
그림 2.7-17	부지반경 20 km 이내의 구역별 2063년 예측인구	2.7-54
그림 2.7-18	부지반경 20 km 이내의 구역별 2073년 예측인구	2.7-55
그림 2.7-19	부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2013년 예측인구	2.7-56
그림 2.7-20	부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2023년 예측인구	2.7-57
그림 2.7-21	부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2033년 예측인구	2.7-58
그림 2.7-22	부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2043년 예측인구	2.7-59

그림 2.7-23	부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2053년 예측인구	2.7-60
그림 2.7-24	부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2063년 예측인구	2.7-61
그림 2.7-25	부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2073년 예측인구	2.7-62
그림 2.8-1	고리부지 내부 환경방사선 조사지점(ERMS, 공기시료채집기 이설 전)	2.8-4
그림 2.8-2	고리부지 내부 환경방사선 조사지점(ERMS, 공기시료채집기 이설 후)	2.8-5
그림 2.8-3	신고리원자력발전소 부지외부 환경방사선(능) 조사지점	2.8-6
그림 3.1-1	방사성폐기물 배출지점	3.1-7
그림 3.2-1	핵연료집합체	3.2-4
그림 3.2-2	핵증기공급계통	3.2-6
그림 3.2-3	증기 및 동력 변환계통	3.2-8
그림 3.3-1	사용후 연료저장조 냉각 및 정화계통 계통도	3.3-11
그림 3.3-2	핵연료 취급구역 HVAC 계통	3.3-17
그림 3.4-1	기체방사성폐기물의 공기중 방출경로	3.4-14
그림 3.4-2	액체방사성폐기물 처리계통의 공정 흐름도	3.4-25
그림 3.4-3	고체방사성폐기물 처리계통의 흐름도	3.4-33
그림 5.1-1	생물에 대한 피폭경로	5.1-6
그림 5.1-2	인간에 대한 피폭경로	5.1-8
그림 7.1-1	고리부지 내부 환경방사선 조사지점(ERMS, 공기시료채집기 이설 전)	7.1-30
그림 7.1-2	고리부지 내부 환경방사선 조사지점(ERMS, 공기시료채집기 이설 후)	7.1-31
그림 7.1-3	고리부지 외부 환경방사선 조사지점	7.1-32

건설계획의 개요



1.1 건설의 필요성

1.2 방사선 환경영향평가 실시 근거

1.3 사업의 추진 경위

1.4 건설계획

1.5 당해 부지 선정이유

1장 간지

1. 건설계획의 개요

간지 뒷면

제 1 장 건설계획의 개요

1.1 건설의 필요성

현대 사회에 있어 전기는 산업화는 물론 일상생활에 필수불가결한 요소이며, 지속적인 경제성장과 윤택한 일상을 영위하기 위해 안정적인 전력을 공급하기 위한 노력은 계속되어야 한다.

2008년 세계 경기침체의 영향으로 전력소비량이 둔화되는 경향을 보였으나 2009년 말 경기회복과 동계 이상 한파 등의 영향으로 전력수요가 다시 증가하는 추세를 보이고 있다. 우리나라의 발전설비용량은 2009년 12월 기준 73,310 MW로 1980년의 9,391 MW에 비하여 약 8배 정도가 증가하였으며, 1인당 전력소비량은 1980년 859 kWh/년에서 2009년에는 8,092 kWh/년으로 약 9배 증가하였다(표 1.1-1). 이는 미국('06년 12,834 kWh), 영국('07년 5,748 kWh), 프랑스('07년 7,265 kWh), 일본('08년 6,795 kWh) 등의 선진외국과 비교해 볼 때 비슷한 수준의 소비량을 보이며 향후 전력수요는 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.

표 1.1-1 우리나라의 전력공급 변화추이

구 분	1980	2005	2006	2007	2008	2009
발전설비용량(MW) ¹⁾	9,391	61,737	64,778	67,196	70,353	73,310
전력공급능력(MW) ¹⁾	7,645	60,818	65,183	66,778	68,519	72,071
전력최대수요(MW) ¹⁾	5,457	54,631	58,994	62,285	62,794	66,797
발전설비예비율(%) ²⁾	72.1	13.0	9.8	7.9	12.0	9.8
전력공급예비율(%) ¹⁾	40.1	11.3	10.5	7.2	9.1	7.9
1인당 전력소비량(kWh/년) ²⁾	859	6,883	7,191	7,607	7,922	8,092

자료 : 1) 한국전력공사, 2009. 12, 전력통계속보

2) 지식경제부, 2010, 제5차 전력수급기본계획

이와 같은 전력수요에 능동적으로 대처하기 위하여 정부에서는 지속적인 전원개발을 추진하고 있으며, 2010년부터 2024년까지의 전력수급 기본방향과 장기전망 등을 반영한 제 5차 전력수급기본계획의 수립을 통해 전력수급의 안정성 확보를 도모하고 있다(지식

1. 건설계획의 개요

경제부, 2010. 12, 제5차 전력수급기본계획, 2010~2024). 이에 따르면 향후 경제성장률은 연평균 3.9%, 전력소비량은 연평균 3.1%가 증가할 것으로 예상되며 최대전력수요량은 2024년 기준 107,437 MW로 전망하고 있다(표 1.1-2).

본 사업은 2000년도 장기전력수급계획에 따라 2010년 초반 전력공급에 차질 없도록 하고자 2013년 및 2014년을 준공목표로 우리나라 표준형 원전의 후속 원자로형으로서 G-7과제로 개발되어온, 1,400 MW급 신형경수로 2기를 건설하는 것으로, 사업완료시 2024년 기준으로 원자력 발전량 비중은 48.5%로 전망되어 전력공급 전략상 적정원자력 구성비 확보가 가능하고, 원전의 국제 경쟁력확보 및 준 국산 에너지의 확대에 에너지자립에 기여하게 될 것이다.

표 1.1-2 전력수급 전망

구분	2010년	2015년	2020년	2024년
최대수요(MW)	70,457	86,754	99,653	107,437
설비용량(MW)	75,415	96,283	107,285	112,593

자료 : 지식경제부, 2010, 제5차 전력수급기본계획

1.2 방사선환경영향평가 실시 근거

「원자력안전법 제20조 제2항」에 의거 운영허가 신청서의 첨부 서류로서 원자력안전위원회에 제출하여야 한다(표 1.2-1).

표 1.2-1 방사선환경영향평가 실시근거

구분	내용
원자력 안전법	제21조(운영허가) ① 발전용 원자로 및 관계시설을 운영하고자 하는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 위원회의 허가를 받아야 한다. 허가받은 사항을 변경하고자 할 때에도 또한 같다. 다만, 총리령이 정하는 경미한 사항을 변경하고자 할 때에는 이를 신고하여야 한다. ② 제1항의 허가를 받고자 하는 자는 허가신청서에 발전용 원자로 및 관계시설에 관한 운영기술지침서(이하“운영기술지침서”라 한다)·최종안전성분석보고서·운전에 관한 품질보증계획서· <u>방사선환경영향평가서(제11조제2항의 규정에 의하여 제출된 방사선 환경영향평가서와 달라진 부분에 한한다)</u> 및 총리령이 정하는 서류를 첨부하여 위원회에 제출하여야 한다.

1.3 사업의 추진 경위

- 2000.01 : 제5차 장기 전력수급계획 고시(140만 kW급 차세대 원전 2기, 2010년과 2011년 준공목표)
- 2000.09 : 전원개발사업예정구역 지정 고시(제2000-88호)
- 2001.02 : 건설기본계획 확정
- 2001.08 : 신고리원자력 3,4호기 건설허가용 방사선환경영향평가 착수
- 2002.03 : 방사선환경영향평가서 초안 작성
- 2002.04 : 주민의견수렴 (주민공람, 설명회, 공청회 등)
- 2002.05 : APR1400 표준설계인가 취득
- 2002.10 : 전원개발사업 실시계획 신청(산자부)
- 2003.09 : 건설허가 신청(과기부)
- 2007.09 : 전원개발사업실시계획 승인 및 부지정지 착수
- 2008.04 : 건설허가 취득(교육과학기술부)
- 2008.04 : 본관기초굴착 착수
- 2010.05 : 신고리원자력 3,4호기 운영허가용 방사선환경영향평가 착수
- 2011.06 : 신고리원자력 3,4호기 운영허가 신청
- 2015.07 : 신고리원자력 3호기 준공 예정
- 2016.05 : 신고리원자력 4호기 준공 예정

1.4. 건설계획

1.4.1 명칭 : 신고리원자력 3,4호기 건설사업

1.4.2 소재지

- 부지는 울산광역시 울주군 서생면 신암리 일원에 위치하며 기존 고리원자력 발전소 및 신고리 1,2호기 부지의 동북쪽에 위치함(그림 1.4-1)
- 신고리원자력 발전소 소유지경계 및 신고리 3,4호기의 제한구역 경계는 그림 1.4-2와 같으며, 신고리 3,4호기 발전소의 면적은 2,174,273 m²임

1. 건설계획의 개요

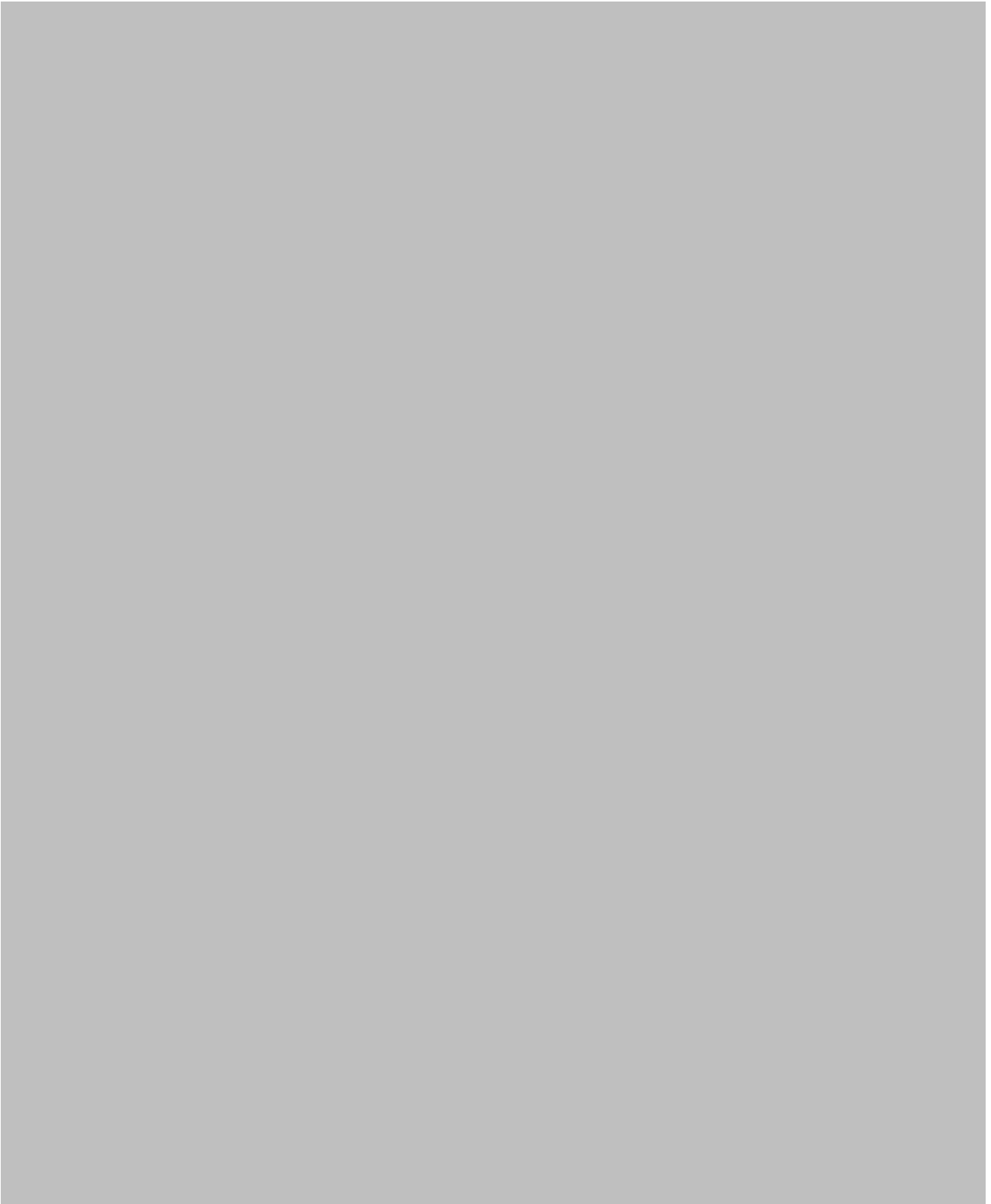


그림 1.4-1 사업지역 위치도



그림 1.4-2 발전소 부지구역, 소유지 경계 및 제한구역 경계

1.4.3 사업시행자

- 한국수력원자력(주)

1.4.4 발전소 자원

- 원자로형 : 가압경수로형
- 발전방식 : 기저부하 운전방식
- 사용연료 : 저농축 우라늄(U-235성분 약 3%)
- 출력
 - 정격 열출력 : $4,000 \text{ MWt} \times 2\text{기}$
 - 정격 출력 : $1,400 \text{ MWe} \times 2\text{기}$
- 연간 발전 가능량 : 가동율을 90%로 볼 때 약 221억 kWh

1. 건설계획의 개요

1.4.5 예비율

제 5차 전력수급기본계획(지식경제부, 2010)에 따르면 신고리 3,4호기의 장기 전력 수급계획에 따라 신고리 4호기가 운영되는 2014년에는 총 90,869 MW의 설비용량을 갖추게 되어 전국적으로 13.9%의 설비예비율을 유지할 수 있을 것으로 전망하고 있음

1.4.6 기존 원자력관계 시설

예정부지 인접지역에 고리 1~4호기와 신고리 1호기가 상업운전 중(표 1.4-1)이며 신고리 2호기가 2011년 12월에 준공 예정임

표 1.4-1 예정부지 인근의 발전시설 현황

호기 항목	고리 1,2호기	고리 3,4호기	신고리 1,2호기
운전형태	기저부하운전	좌동	좌동
사용연료	농축우라늄(3%)	좌동	좌동
연간 연료사용량	약 15톤	약 20톤	-
발전기 출력(MWe)	1호기: 587 MWe 2호기: 650 MWe	950 MWe × 2기	1,000 MWe × 2기
2008년 이용률(%)	91.9, 88.3	88.7, 97.4	-
상업가동	1호기: 1978 2호기: 1983	3호기: 1985 4호기: 1986	1호기: 2011 2호기: 2011년 말 예정

자료: 지식경제부, 2009, 원자력발전백서

1.4.7 주요 설비

가. 원자로 용기

- 형 식 : 가압경수로형
- 수 량 : 1대
- 크기
 - 상부내경 : 4,655.1 mm
 - 하부내경 : 4,684.5 mm

- 높이 : 14,829 mm
- 재질 : 압력용기용 탄소합금 단조강(스테인레스강으로 내부피복)
- 설계 압력/온도 : $175.8 \text{ kg/cm}^2/343.3^\circ\text{C}$
- 연료 : 저농축 우라늄(U-235성분 약 3%)
- 냉각재, 감속재 및 반사체 : 경수

나. 노심구조 및 핵연료 집합체(그림 1.4-3)

- 노심 등가직경 : 364.74 cm
- 노심높이(유효길이) : 381.0 cm
- 핵연료 집합체 개수 : 241개
- 연료봉 배열 형태: 16×16
- 연료봉 피복관 재질 : Zirlo
- 소결체 재질 : UO_2 Sintered

다. 증기발생기

- 형태 : 일체형 이코노마이저가 설치된 수직 U자형 전열관
- 수량 : 2대
- 크기
 - 동외경 : 6.17 m(상부), 5.23 m(하부)
 - 높이 : 22.953 m
- U-tube수 : 13,102개(대당)
- 설계압력/온도
 - 웰측 : $84.4 \text{ kg/cm}^2\text{A}/299.0^\circ\text{C}$
 - 전열관측 : $175.8 \text{ kg/cm}^2\text{A}(\text{psia})/343.3^\circ\text{C}$

라. 가압기

- 형식 : 2 phase 물/증기 가압기
- 수량 : 1대
- 전열기 용량 : 2,400 kW
- 설계압력/온도 : $175.8 \text{ kg/cm}^2/371.1^\circ\text{C}$

1. 건설계획의 개요

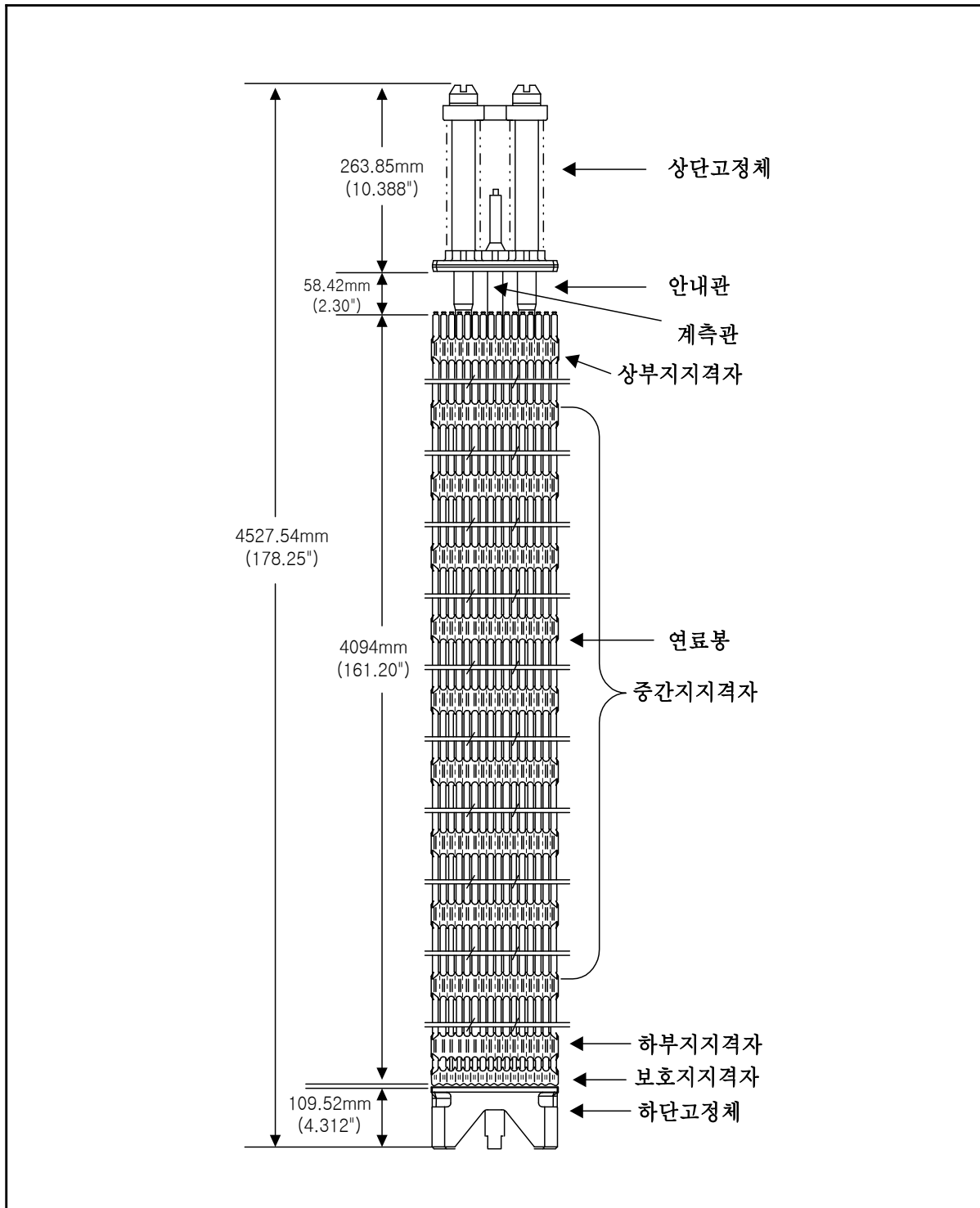


그림 1.4-3 핵연료 집합체

마. 터빈

- 형 식 : 직렬배열(Tandem-Compound), 6 Flow
- 출 력 : 1,455 MWe
- 수 량 : 고압터빈 1대, 저압터빈 3대
- 주증기 정지밸브 입구 압력/온도 : $67.64 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{abs}/282.2^\circ\text{C}$
- 회전수 : 1,800 RPM

바. 원자로 냉각재 펌프

- 형 태 : 직립형, 하부흡입, 수평토출, 1단 원심형
- 수 량 : 4대
- 설계유량 : $422,300 \text{ } \ell / \text{min}$
- 설계수두 : 109.7 m
- 설계 압력/온도 : $175.8 \text{ kg/cm}^2\text{A}/343.3^\circ\text{C}$
- 전동기 전압 : 13,200 V

사. 복수기

- 형 태 : 단일압력
- 냉각수 최대온도 : 입구 30.7°C , 출구 39.3°C
- 냉각 면적 : $129,400 \text{ m}^2$
- 튜브 재질 : 티타늄
- 공기 추출기 : Condenser Vaccum Pump
WaterBox Primming Pump

아. 발전기

- 형 식 : 전폐형, 횡축형, 삼상교류 발전기
- 용 량 : 1,219.6 MVA(감정)
- 역 륜 : 0.9
- 전 압 : 24 kV
- 상 수 : 4극 3상
- 주파수 : 60 Hz

1. 건설계획의 개요

- 회전수 : 1,800 RPM
- 결선법 : Y 결선
- 냉각법 : 회전자 - 수소, 고정자 - 물
- 정격 출력 : 1,400 MWe

자. 연료 저장시설

- 형 식 : 옥내 수조형
- 용 량 : 비상노심 및 20년간 사용후 핵연료 (약 1,334 집합체)

차. 방사성 폐기물 처리계통

- 기체 방사성폐기물 처리계통
본 계통의 처리용량은 $0.057 \text{ m}^3/\text{sec}$
- 액체 방사성폐기물 처리계통
역삼투압설비 패키지로 처리용량은 $0.227 \text{ m}^3/\text{min}$
- 고체 방사성폐기물 처리계통
양호기 연간 약 649 m^3 의 고체 폐기물 발생량 처리

카. 송변전설비 및 공사용 동력

- 송전설비 : 765 kV 신고리 ~ 북경남 송전선로
- 변전설비 : 26/345 kV, GIS 연결방식
- 공사용 동력선 : 공사용 동력(154/22.9 kV)

타. 냉각해수 취·배수 설비

- 취·배수방식 : 수중 취·배수방식
수중취수구 → 수중취수터널 → 취수조 → 취수구조물 → 복수기 및 기기 냉각
해수계통 → 육상부 배수관로 → 배수조 → 수중배수터널 → 수중배수구
- 수중취수구
신고리 3,4호기 부지 전면해상 수심 16m 지점의 해저면에 취수구조물을 설치
하여 평균수심 15m 지점에서 취수

○ 수중배수구

기존 신고리 1,2호기 수중배수구 북쪽 수심 16m 지점의 해저면에 배수구조물을 설치하여 평균수심 15m 지점에서 배수

1.4.8 건설 내용

가. 공사장소

발전소 건설을 위한 대부분의 공사는 부지구역 내에서 이루어지며 냉각해수 취·배수구 및 관로 축조 등 일부 공사는 부지 전면의 해상에서 시행중이다.

나. 공사방법 및 규모

1) 개요

발전소 부지 용지확보 완료후 부지조성을 위한 정지공사와 건물들의 기초 굴착공사를 시행한다. 이후 본관건물, 터빈건물, 보조건물, 복합건물, 취·배수구조물, 폐수처리건물 등을 축조하고, 각 건물별로 원자로 등의 기기 설치와 배관, 전기, 계측 및 공조설비 설치공사를 시행한다. 건물 및 기기설치가 완료되면 전원가압, 상온 및 고온시험 등 발전소 각 계통의 시운전을 실시하고 초기연료를 장전하며 발전소 건설을 완료하게 된다(표 1.4-2).

표 1.4-2 주요건설공정

연도별 반기별	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
주공정	최초콘크리트타설															
	상온수압시험 3호기 준공															
주공정	본관기본굴착															
	운영허가신청 고온가압시험 연료장전 4호기 준공															

2) 부지 조성

신고리 3,4호기는 기 정지된 신고리원자력부지 내에 위치하며 신고리 3,4호기 부지면적 및 정지고 현황은 다음과 같다.

○ 예정부지 면적 : 2,374,973 m²

- 발전소 부지 : 2,174,273 m²(해상 637,000 m² 포함)
- 사택부지 : 200,700 m²

1. 건설계획의 개요

○ 부지정지고 : EL. (+)9.5 m

3) 도로

부지 인근을 지나는 도로는 부산-울산 고속도로와 14번, 31번 국도가 있다. 31번 국도는 부지 서북서쪽으로 약 720 m 이격하여 통과하고, 14번 국도는 부지에서 서북서쪽으로 약 5.3 km 떨어진 기룡리를 최근접 거리로 통과한다.

4) 항만시설

발전소 건설 및 운영을 위해 항만시설인 물양장 및 접안설비 등은 신고리 1,2호기 건설시 축조된 물did장 및 접안시설을 이용할 것이며, 시설은 신고리 1,2호기 취수 구조물 방파제 약 890 m, 호안 약 1,350 m로 이루어진 도수로 내에 3,000톤급 규모이다.

5) 토공유용현황

신고리 3,4호기의 원자로 건물, 보조건물, 복합건물, 터빈건물, 기타 건축물을 건설하기 위하여 불도저 등 대형 중장비를 사용, 부지정지 및 기초 굴착공사를 실시하며, 이때 발생하는 굴착토량은 총 8,159,814 m³이다. 발생원별로 부지정지시 5,096,791 m³, 본관기초 굴착시 1,099,422 m³, 취수구조물 굴착시 204,868 m³, 취수관로 굴착시 152,879 m³, 배수관로 326,022 m³, 옥외매설물 764,786 m³, 수중취·배수 149,916 m³, 법면보호 86,333 m³, 중량물 수송 및 주진입로 공사시 25,895 m³ 등이 발생한다.

이중 5,099,349 m³는 부지내에 사토하고, 되메우기용으로 1,171,300 m³를 사용하였으며, 1,534,977 m³을 암적치고, 나머지 354,188 m³는 직접 유용하였다.

6) 자재운반

공사용 재료 등은 육상 및 해상으로 운반된다. 이 중 콘크리트용 골재, 시멘트, 철근 등의 건설재료원은 주로 트럭을 이용하여 육상으로 수송되며 31번 국도를 통해 반입된다. 원자로와 증기 발생기 등의 대형 중량물은 해상으로 수송되고, 신고리 1,2호기 부지내의 물양장을 통하여 직접 반입되었다.

7) 골재이용

본 발전소 건설에 필요한 콘크리트용 조골재는 부지 기초 굴착시 발생한 암석

을 파쇄하여 재이용하고, 모래 등 세골재 약 410,000 m³는 강원도 강릉지역에서 채취된 모래를 구매하여, 바지선(약 1,300~1,400 m³)을 이용, 신고리 1,2호기 물양장을 통해 반입한다.

8) 발전용수의 취수

신고리 3,4호기를 포함한 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기 공업용수 공급을 위하여 울산 용구 가압장으로부터 공급 받아 기존 고리 정수장 및 신고리 원수조 # 1, 2로 분할 공급할 계획이다. 신고리 3,4호기 발전용수량은 일평균 1,660 m³/일이며 최대 사용량은 3,720 m³/일을 계획하고 있다.

9) 주요 건물

신고리 3,4호기를 종방향 평행이동형(Slide Along)으로 배치하고, 중간에 공용의 복합건물을 배치할 계획이다. 터빈건물은 원자로건물에 대해 방사형으로 배치하고, 핵연료건물, 비상디젤발전기건물은 보조건물에 통합하여 배치하며, 옥외 공용설비는 2기 공용설비로 배치하였다(그림 1.4-4).

10) 취·배수구조물

발전소의 복수기 및 기기 냉각에 필요한 해수는 호기당 약 67.7 m³/sec 정도이며, 냉각해수 취·배수에 따른 환경영향을 저감할 수 있도록 취수지점 평균수심 16m, 배수지점 수심 16m의 수중 취·배수 방식을 채택하였다.

수중배수구는 기존 신고리 1,2호기 배수구로부터 북쪽으로 약 200 m 이격된 지역에 배수구를 배치하고 수중취수구는 신고리 3,4호기 부지 동쪽 전면해역에 배치된다. 수중취수관로와 수중배수관로의 길이는 각각 1,550 m(775 m, 2열), 870 m(435 m, 2열)이며, 관로는 해저터널 방식, NATM 공법을 적용하여 공사한다.

육상부에는 취·배수조가 설치되며, 취수조의 순환수 취수펌프는 호기당 6대를 설치하여 운용할 계획이다. 취·배수조와 발전소 복수기 및 기기냉각계통간의 육상부 취·배수관로는 콘크리트 box 형태의 구조물이 설치된다.

1. 건설계획의 개요



그림 1.4-4 발전소 주요 건물 배치도

나. 건설기간

○ 3호기 : 2008. 4 ~ 2013. 9 (66개월)

○ 4호기 : 2008. 4 ~ 2014. 9 (78개월)

※ 단, 착공은 본관기초굴착 착수 시점 기준

다. 건설비용 : 3조 9,467억원(기본계획 공사비 기준)

○ 내 자 : 3,504,500 백만원

○ 외 자 : 442,200 천US\$

라. 건설인력

- 연인원 약 528만명 예상

마. 예상 가동수명

- 설계가동수명 60년

1.5 당해 부지 선정이유

- 신고리 3,4호기 부지 인근에 6기의 가압경수로형(578 MW 1기, 650 MW 1기, 950 MW × 2기, 1000 MW 2기)원전이 운전 및 건설 중에 있으므로 인접지역에 유사노형으로 추진시 국토의 효율적 이용이 가능하고 건설비 및 운영비를 절감할 수 있으며, 효율적인 인력관리가 가능해지는 등 운영상 부수적인 이점을 최대한 활용할 수 있음
- 부지는 1997년도 12월 및 2000년 9월 전원개발예정구역으로 지정 고시된 지역임
- 비상시 인력지원 및 부품조달이 용이함
- 예비부지조사 및 환경영향평가 결과, 지반의 안정성, 자연적·인위적 재해 가능성, 비상계획 예정 구역내 인구 및 시설 분포현황, 환경성 등의 측면에서 원자력발전소 부지로서 적합한 것으로 평가되었음.

환경 현황

II

2.1 부지현황

2.2 토지이용

2.3 해양이용

2.4 기상 및 대기확산

2.5 수문 및 수문확산

2.6 해황 및 해양확산

2.7 인 구

2.8 환경방사선/능 현황

2장 간지

간지 뒷면



2.1 부지현황

2.1.1 부지위치

2.1.2 부지구역

2.1절 간지

간지 뒷면

제 2 장 환경현황

2.1 부지현황

2.1.1 부지위치

신고리 3,4호기 부지는 한반도의 동남해안에 위치하고 있으며 부지의 동쪽과 남쪽 주위는 동해로 둘러싸여 있고 해안선의 굴곡이 비교적 심한 편이다. 부지는 경상계 퇴적암층 분포지역으로 이들 경상계 지층을 관입 또는 분출한 화산암류가 주로 분포하고 후에 이를 관입한 불국사 화강암류 및 맥암류와 이들 제지층을 부정합으로 덮고 있는 제 4기 충적층으로 이루어져 있다.

부지지역은 구릉, 구릉기부에 위치하는 소규모의 평지, 효암천 인근의 저지대와 해안을 포함하고 있다. 구릉의 표고는 해발 150m내외로 비교적 낮은 편이며, 부지 인근의 장안천과 효암천 주변의 저지대에는 논 등이 분포하고 있다. 해안가 주위로 소규모의 어촌 마을이 형성되어 있으며, 방파제 등과 같은 인공 구조물이 축조되어 있다.

신고리 3,4호기 부지는 행정구역상 울산광역시 울주군 서생면 신암리의 해안가에 위치하며, 현재 가동중인 고리원전 부지에서 북동쪽으로 약 2.5 km 정도 이격되어 있고 원자력교육원 북쪽 인접지역에 해당된다. 신고리 3,4호기 각 원자로 사이의 중심의 경위도 좌표는 북위 []이며 이를 한국 TM좌표로 환산하면 []이다(그림 2.1-1).

부지 주변의 주요 인공지형물로는 고리원전 1~4호기와 신고리 1,2호기가 부지 남서방향으로 각각 약 2.5 km 및 1.5 km 이격되어 위치하고 있으며 부지 남쪽 바로 아래에 원자력교육원이 인접해 있다. 주요 자연지형물은 표 2.1-1에 나타낸 바와 같은 야산과 하천이 대부분이다.

발전소 중심으로부터 가장 인접한 자연지형물로는 효암천(연장 16.9 km)과 봉대산(129.9 m)으로 발전소중심으로부터 각각 서쪽 800 m, 남서쪽으로 약 2.0 km 이격되어 있다. 부지 인근지역에는 부지 서남서쪽 9.8 km에 위치한 달음산(587.5 m), 서쪽 10 km에 위치한 석은덤(542.9 m), 서북서쪽으로 9 km 이격된 삼각산(466.7 m)등으로 연결된 산악지형이 분포하고 있다. 부지 인근에는 발전소 중심으로부터 서쪽으로 5.5 km 이격된 방모산(153.5 m), 북서쪽으로 2.3 km 이격된 태봉산(76.8 m)등이 분포하고 있다.

신고리 3,4호기 인근지역에 위치하고 있는 하천 중 북쪽 6.5 km 지점에 위치하는 회야강이 가장 규모가 큰 하천으로 전체 길이가 41.7 km이며 유역면적은 217.9 km²이다. 이외에

II. 환경 현황

도 부지 남서쪽 2.7 km에 위치한 장안천(연장 13.1 km), 5.5 km 이격된 좌광천(연장 17.7 km), 남서방면 10 km에 위치한 일광천(연장 8.2 km) 등이 분포하고 있다. 이들 하천 및 지류는 남동방향으로 흘러 동해로 유입된다. 이중 회야강을 제외하면 수계의 발달이 미약한 편으로 유역면적이 좁고 유로 연장 역시 짧은 편이다.

표 2.1-1 부지 인근 지역의 주요 자연 지형물

지 형 물		표고(m), 길이(km)	거리(km)	부지로부터의 방향
산	봉대산	129.9 m	2.0	SW
	달음산	587.5 m	9.8	WSW
	석은덤	542.9 m	10.0	W
	삼각산	466.7 m	9.0	WNW
	방모산	153.5 m	5.5	W
	태봉산	76.8 m	2.3	NW
하천	효암천	16.7 km	0.8	W
	회야강	41.7 km	6.5	N
	장안천	13.1 km	2.7	SW
	좌광천	17.7 km	5.5	SW
	일광천	8.2 km	10.0	SW

2.1.2 부지구역

신고리 3,4호기 부지는 서쪽으로 효암리 및 명산리, 북쪽으로 위양리, 동쪽과 남쪽은 동해로 둘러싸인 해안가에 위치한다. 신고리 3,4호기 부지면적은 2,174,273 m²로 이 구역내에 발전소의 주요 시설물들이 위치하며(표 2.1-2 및 그림 1.4-4), 그림 2.1-2에 소유지 경계선과 제한구역 경계선을 나타내었다.

우리나라 원자력법의 “제한구역은 방사선 관리 및 보전구역의 주변으로 피폭방사선량이 원자력안전위원회가 정하는 선량 값을 초과할 가능성이 있는 장소”로 정의하고 있으며, 따라서 제한구역경계까지의 거리는 발전소 운영 중 정상운전, 비정상운전, 사고로 인한 구역 경계까지의 방사선량이 교육과학기술부장관이 정하는 값을 초과하지 않도록 설정되어야 한다.

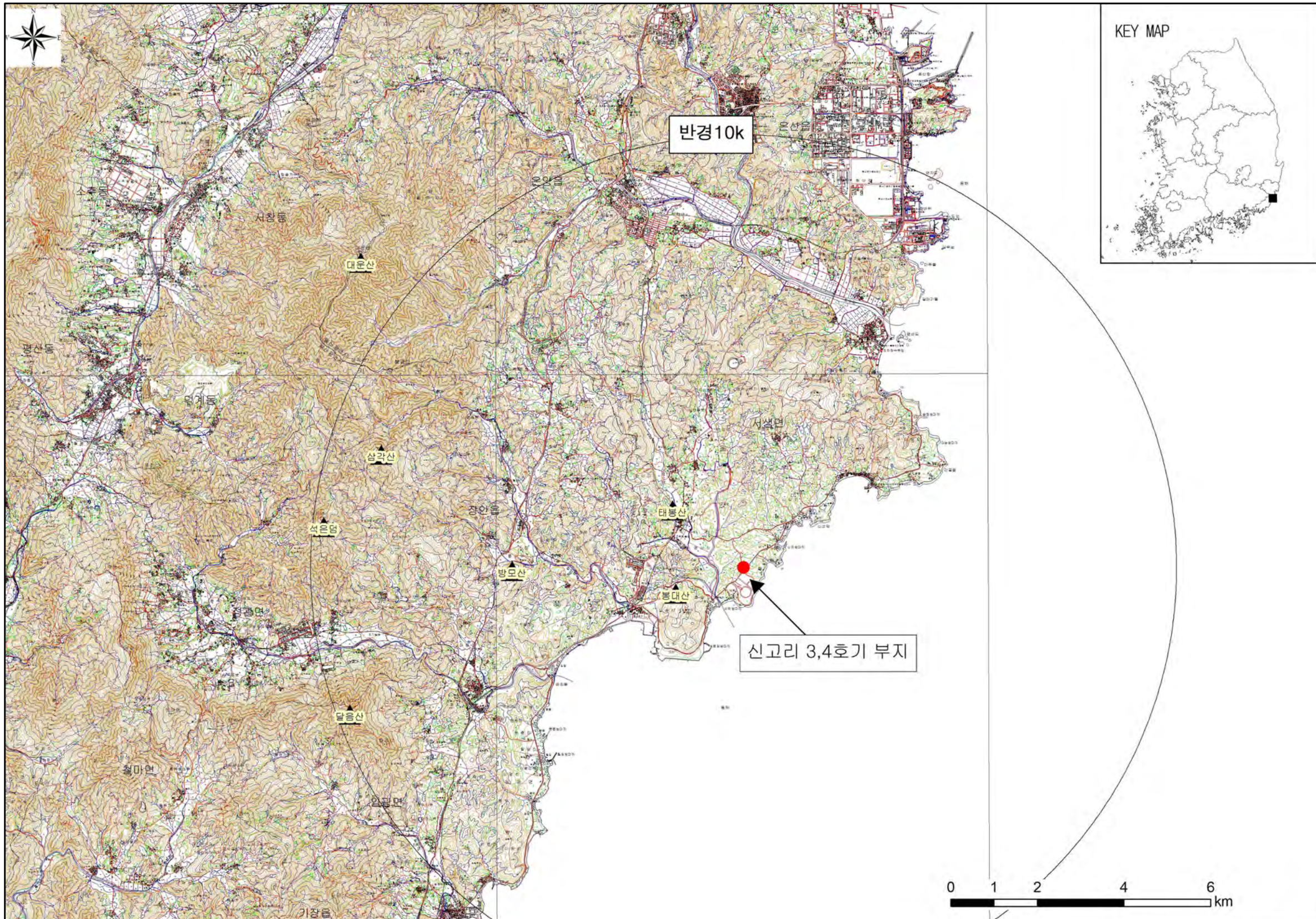


그림 2.1-1 부지 인근지역의 주요 자연지형물 현황도

II. 환경 현황

(A-3 뒷면)





그림 2.1-2 발전소 부지구역, 소유지 경계 및 제한구역 경계

표 2.1-2 부지내 주요구조물의 위치 및 배치현황

주요구조물	원자로 건물로부터의 위치		
	거리	방위	면적(m ²)
원자로건물	-	-	6,997
터빈건물	보조건물과 연결	ESE	23,309
보조건물	원자로건물과 연결	-	43,797
복합건물	보조건물과 연결	SWS	15,840
보조보일러건물	-	SW	640
비상디젤발전기건물	보조건물내에 위치	NW	-
1차냉각해수 취수실 및 펌프장	-	NW	284

11. 환경 현황

제한구역에 대한 국내 규제요건은 원자력법 제96조(제한구역의 설정)와 동법 시행령 제2조(정의) 및 제297조의 7(제한구역의 설정범위 등)등이 있으며 이에 근거한 원자로서 설의 위치, 방사선 방호 등에 관한 고시 기준 등이 있다. 또한 미국의 제한구역과 관련된 규제요건은 미 연방법인 10 CFR 100에 수록되어 있으며, 10 CFR 100.3에 제한구역에 대한 정의 10 CFR 100.11에 제한구역경계거리 설정에 대한 고려사항, 10 CFR 50.34(a)에 제한구역경계(EAB) 및 저인구지대(LPZ)에서의 사고 시 선량기준 등이 제시되어 있다.

신고리 3,4호기 제한구역 경계거리 설정은 “신고리 3,4호기 제한구역경계 거리 평가 보고서(2006.05)”에 의하면 신고리 3,4호기 제한구역 경계거리는 부지에서 관측한 기상자료를 이용하여 장기 및 단기 대기확산인자를 계산하고, 설계기준 사고 시 방사선량을 피폭경로별로 계산하여 거리별로 유효선량을 평가하였다. 또한 정상 운전 시 및 다수호가 가동에 따른 방사선량도 계산하였으며, 그 결과 모든 경우에 방사선량 기준을 만족하는 제한구역경계 거리는 560 m로 평가되었다.

한국수력원자력(주)은 제한구역을 포함한 소유지 경계 내 전 지역에 대한 소유권을 확보하였으며, 그렇게 될 경우 한국수력원자력(주)에 의하여 구역 내의 모든 활동이 통제된다. 제한구역으로 설정되는 지역 내에는 공장 및 상업용 구조물, 공공시설물, 휴양지 및 주택 등이 위치할 수 없으며, 제한구역을 통과하는 31번 국도의 일부 구간이 제한구역 외곽으로 이설(약4 km)되었다.

한편, 부지 인근지역에는 주요시설물은 존재하지 않는다. 부지부근을 지나는 도로 및 철도는 부산~울산 고속도로와 14번과 31번 국도 및 동해 남부선 철도로 부산~울산 고속도로는 서북서쪽으로 5.5 km 떨어진 곳을 남북으로 통과하며 14번 국도는 부지에서 서북서쪽으로 약 5.3 km 떨어진 기룡리를 최근접 거리로 통과하고 있다.

동해남부선 철도가 부지에서 서북서 방향으로 약 2 km 떨어진 서생역을 지나 부산~울산~경주 간을 운행한다.

2.2 토지이용

2.2.1 토지이용 현황

2.2.2 축산물의 생산

2.2.3 농산물의 생산

2.2 간지

II. 환경 현황

간지 뒷면



2.2 토지이용

2.2.1 토지이용 현황

가. 토지이용 현황

신고리 3,4호기 부지반경 10 km 이내에는 울산광역시 울주군 서생면, 온양읍, 온산읍과 부산광역시 기장군 장안읍, 정관면, 일광면 등이 포함된다. 부지반경 10 km 이내에 포함되는 지목별 토지이용 현황을 살펴보면 임야 62.5%, 답 14.9%, 과수원 3.9%, 전 3.6%, 대지 2.6%, 목장용지 0.3%, 기타 12.2% 순이다(표 2.2-1 및 그림 2.2-1). 6개 읍·면에서 모두 임야가 가장 높은 면적비를 차지하고 있으며, 농경지의 면적은 약 20% 내외이다.

표 2.2-1 부지반경 10 km 이내의 지목별 토지이용 면적

(단위 : ha)

행정구역		전	답	임야	대지	과수원	목장용지	기타 ^{주)}	계
기장군	장안읍	131.8	718.7	3,475.9	115.1	95.7	9.4	366.3	4,912.9
	정관면	10.4	70.5	433.0	13.7	1.5	11.6	76.2	616.9
	일광면	111.3	244.5	1,014.2	45.2	20.5	1.9	280.0	1,717.6
울주군	서생면	143.5	603.7	2,076.4	110.2	405.2	20.9	319.7	3,679.6
	온양읍	108.2	389.3	1,886.3	74.5	68.7	1.3	263.1	2,791.4
	온산읍	39.1	233.0	568.4	31.8	1.6	0.5	538.5	1,412.9
면적 계		544.3	2259.7	9,454.2	390.5	593.2	45.6	1,843.8	15,131.3
구성비(%)		3.6	14.9	62.5	2.6	3.9	0.3	12.2	100.0

자료 : 국토해양부, 2009, 토지정보시스템 데이터베이스

주) 학교용지, 창고용지, 도로, 제방, 하천, 구거, 유지, 묘지, 잡종지, 광천지, 염전, 공장용지, 주차장, 주유소용지, 철도용지, 양어장, 수도용지, 공원, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지의 면적을 포함

신고리 3,4호기 부지반경 10 km 이내의 주거밀집지역은 기장군의 경우, 정관신도시, 기장읍 도심 주변에 분포하고 있으며, 울주군의 경우, 온산읍 온산국가산업단지 인근 덕신리, 남창리 주변지역에 분포하고 있다.

주요 대규모 산업시설로는 울주군 온산읍에 위치한 온산국가산업단지와 기장군 장안읍 반룡리 일대의 장안일반산업단지, 명례리 일대의 기룡일반산업단지가 있으며, 정관면 달산리 일대에 정관 농공단지가 위치하고 있다. 그리고 대규모 목장이나 초지가 조성되

II. 환경 현황

어 있지 않아 축산업 규모도 영세한 편이다. 또한, 이 지역 대부분이 산지로 형성되어 있어 토지이용 효율이 비교적 낮다.

신고리 3,4호기 부지는 신고리원자력 부지내에 위치하고 있으며, 소유지 경계선은 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기를 모두 포함한다. 신고리 3,4호기 제한구역 경계선은 원자로 중심점에서 560 m 이내의 지역이며, 부지를 둘러싸고 있는 동쪽과 남쪽의 동해바다 일부지역이 포함된다. 신고리 3,4호기 소유지 경계선 주변의 토지이용 현황을 살펴보면 남서쪽으로 고리원자력발전소가 약 2.5 km 정도 이격되어 있으며 남쪽으로 원자력교육원이 인접하여 있다. 또한 신고리 3,4호기 발전소 부지로부터 저인구지대 경계인 3 km 이내에는 25,000명 이상의 인구중심지는 위치하고 있지 않다.

나. 국토이용계획

1) 용도지역계획

신고리 3,4호기 부지인 울주군 서생면 신암리 일대는 현재 도시지역 및 자연녹지지역으로 지정되어 있으며 부지반경 10 km 이내에 포함되는 행정구역의 국토이용계획 면적은 울주군 서생면 36.8 km², 온양읍 63.9 km², 온산읍 37.4 km²이고 기장군 장안읍 51.0 km², 정관면 38.2 km², 일광면 35.7 km² 이다(표 2.2-2). 용도별 구성비를 보면, 전체 면적 중 도시지역이 95.6%를 차지하고, 농림지역 2.8%, 관리지역 1.6%로 나타났다.

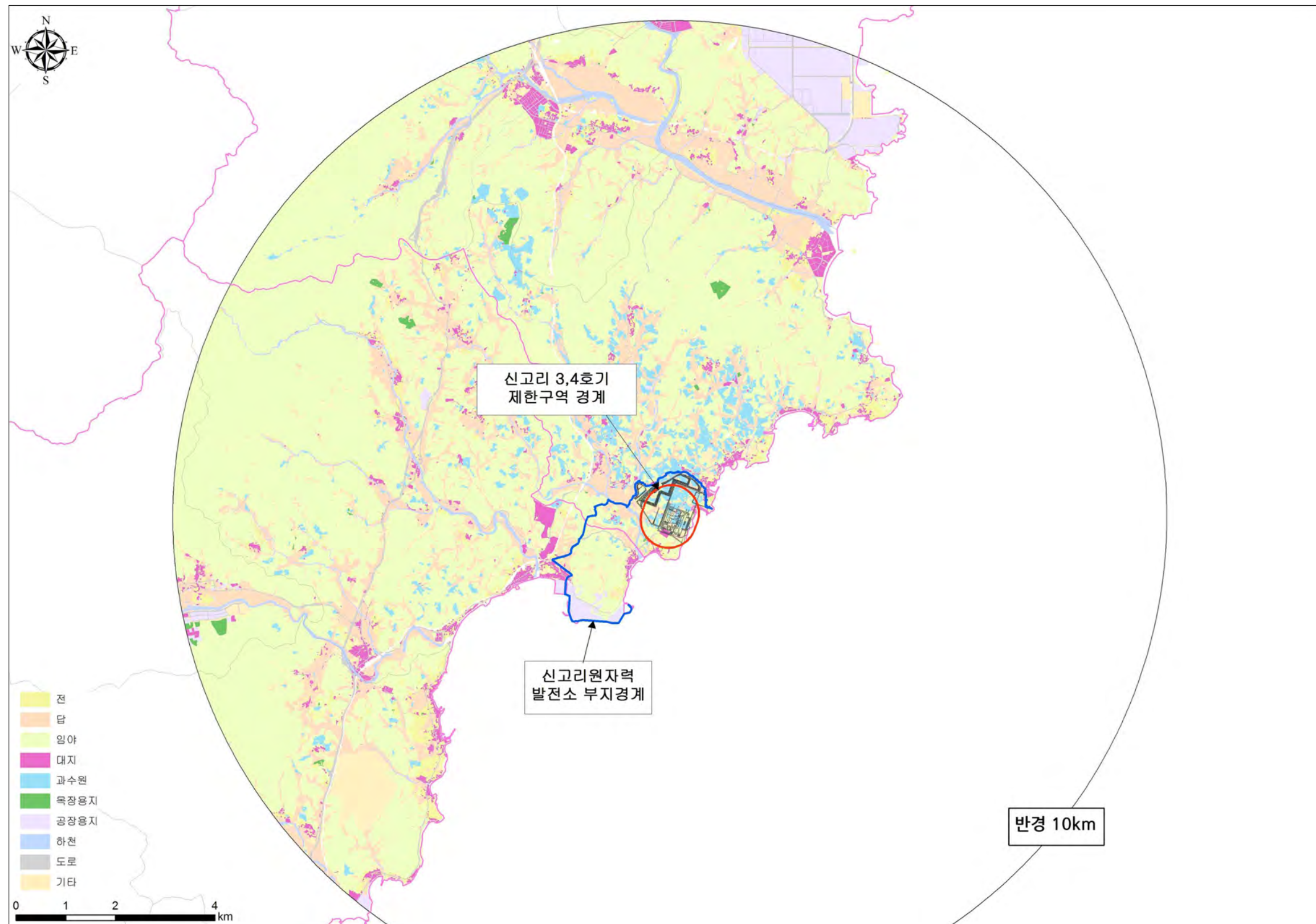
표 2.2-2 부지반경 10 km에 포함되는 행정구역의 용도지역 현황

(단위 : km²)

구 분		도시지역	관리지역	농림지역	자연환경 보전지역	계
울주군	서생면	36.8	-	-	-	36.8
	온양읍	52.3	4.3	7.3	-	63.9
	온산읍	37.4	-	-	-	37.4
기장군	장안읍	51.0	-	-	-	51.0
	정관면	38.2	-	-	-	38.2
	일광면	35.7	-	-	-	35.7
합 계 (구성비)		251.4 (95.6%)	4.3 (1.6%)	7.3 (2.8%)	-	263.0 (100%)

자료 : 기장군, 2010, 건설과(2009년 12월 기준)

울주군, 2010, 도시과(2009년 12월 기준)



자료 : 국토해양부, 2009, 토지정보시스템 데이터베이스

그림 2.2-1 부지반경 10 km 이내의 토지이용도

II. 환경 현황

(A-3 뒷면)

2) 도시계획지역

부지반경 10 km에 포함되는 읍·면의 총 도시계획면적은 249.5 km² 이다. 이들 지역의 도시계획면적을 용도지역별로 살펴보면 녹지지역이 204.4 km²으로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 울주군과 기장군 모두 미지정지역은 없는 것으로 조사되었다(표 2.2-3). 신고리 3,4호기 부지가 위치하는 울주군 서생면의 경우, 녹지지역 35.6 km², 주거지역 1.0 km², 상업지역 0.2 km²가 지정되어 있다.

표 2.2-3 부지반경 10 km에 포함되는 행정구역별 도시계획지역 면적

(단위 : km²)

구 분		울주군			기장군			합 계
		서생면	온양읍	온산읍	장안읍	정관면	일광면	
계획면적		36.8	52.3	37.3	51.3	36.1	35.7	249.5
용도별	주거지역	1.0	2.6	1.4	2.9	3.6	3.2	14.7
	상업지역	0.2	-	-	-	0.3	0.1	0.6
	공업지역	-	0.7	26.1	1.3	1.6	0.1	29.8
	녹지지역	35.6	49.0	9.8	47.1	30.6	32.3	204.4
	미지정지역	-	-	-	-	-	-	-

자료 : 기장군 건설과, 2009

울주군 도시과, 2009

다. 부지인근의 장래 토지이용계획

신고리 3,4호기의 부지는 산업자원부 고시 제2008-27호('08. 2. 21)에 의거하여 전원개발사업구역으로 지정되었으며, 발전소 부지면적과 사택부지 등을 포함하여 2,374,973 m²으로 이 구역내에 발전소의 주요시설물들이 위치한다.

현재, 운영 중인 고리 1~4호기 및 신고리 1호기와 건설 중인 신고리 2~4호기 등 총 8기의 원자력 발전소가 위치하게 되는 기장군과 울주군은 원자력도시라는 지역특색을 이용하여 원자력산업과 연계한 지역발전을 모색하고 있다. 신고리 3,4호기 부지 인근 장안읍 일원에 핵·과학 특화단지를 조성할 계획이며 1단계 사업으로 원자력 의학원이 2015

II. 환경 현황

년 완공을 목표로 부지조성 중에 있다. 또한 중입자가속기 개발사업을 위한 부지조성공사가 시행중에 있으며 2단계 사업으로서 수출형 연구로의 유치를 추진 중에 있다.

울주군과 기장군의 중장기 발전계획을 살펴보면 신고리 3,4호기 부지반경 10 km 이내의 개발계획은 표 2.2-4와 같다.

표 2.2-4 신고리 3,4호기 부지반경 10 km 이내의 주요 개발계획

구분	사 업 명	사 업 개 요	위 치	사업 기간	사업비 (억원)
울 주 군	온산국가산업단지	비철금속공업, 정유 및 유류비축, 화학펄프공업의 육성과 이와 연관 공업을 유치하여 국제 경쟁력있는 중화학단지로 조성	온산읍	1974~ 2011	5,135
기 장 군	장안택지개발지구	장안읍일원 대규모 택지개발지구 조성(2,178,144㎡, 수용인구31,590명)	장안읍	2009~ 2015	-
	일광택지개발지구	일광면일원 대규모 택지개발지구 조성(1,358,310㎡, 수용인구26,384명)	일광면	2009~ 2015	-
	핵·과학 특화단지 조성사업	동부산권 일대를 과학기술 거점도시로 조성하여 핵관련 산업과 인재 육성 및 신성장 산업으로 육성	장안읍 좌동리	2008~ 2015	-
	과학관 유스호스텔 건립	동남권 국립과학관 유치와 연계한 체류형 관광수요 창출 유발	일광면 청광리	2009~ 2013	300
	장안일반산업단지	동남해안 경제권벨트내 자동차부품 생산거점기지 육성 및 지역경제 활성화	장안읍 반룡리	2004~ 2011	-
	울산~포항간 고속도로	부산~울산 고속도로와 연계하여 부산~울산~포항을 최단거리로 연결하는 물류지원체계 확보 및 동해안 지역배후 교통망 확충 및 국토의 균형 발전 도모	울산 ~ 포항	2009~ 2013	21,104

자료 : 울주군, 2008, 울주군 2030 중장기 발전계획
기장군, 2008, 기장군 2020 장기발전계획

2.2.2 축산물의 생산

가. 부지반경 80 km 이내의 가축방목기간 및 사료유형

부지가 위치하는 우리나라 남부지역의 가축방목기간은 표 2.2-5에 제시한 바와 같이 4월에서 11월 상순까지 약 6~7개월 정도이다.

표 2.2-5 지역별 방목기간

지역	첫 방목시기	최종 방목시기	이용기간
북부	5월 상순	10월 상순	150 ~ 160일
중부	4월 중~하순	10월 중순	170 ~ 180일
남부	4월 상~중순	10월 하순~11월 상순	190 ~ 210일
제주	3월 하순 ~ 4월 상순	11월 상순~중순	210 ~ 230일

자료 : 국립축산과학원, 2009

사료 수급실적을 보면 배합사료가 전체 사료량의 67.9%를 차지하고 있으며, 옥수수, 수수-수단그라스, 이탈리아 라이그라스, 청보리, 목초 등이 일반적인 조사료로 사용되고 있다(표 2.2-6).

표 2.2-6 사료 수급실적

(단위 : 천톤)

년도	농후사료						조사료	합계
	배합사료				농가자급 사료			
	국내산	수입	자급률					
2005	3,730	11,403	25	15,278	874	16,152	4,131	20,283
2006	3,862	11,675	25	15,639	1,356	17,049	4,222	21,271
2007	4,090	12,179	25	16,363	1,817	18,180	4,617	22,797
2008	4,087	12,096	25	16,323	2,456	18,779	5,054	23,833
2009	3,954	12,599	24	16,665	2,679	19,344	5,203	24,547

자료 : 농림수산식품부, 2010, 농림업 주요통계 (2009.12 기준)

II. 환경 현황

나. 부지반경 10 km 이내의 가축사육현황

부지반경 10 km 이내에서 사육되는 가축현황은 한우, 젓소, 돼지, 닭에 대하여 울주군 서생면, 온양읍, 온산면과 기장군 장안읍, 정관면, 일광면의 리별 축산자료(2009년 말 기준)를 이용하여 파악하였다. 부지반경 10 km 이내에 부분적으로 포함되는 리별 가축 사육수는 점유면적비를 고려하여 산출하였다.

2009년말 현재 10 km 이내의 가축 사육수는 한우 2,016 두, 젓소 31 두, 돼지 1,974 두, 닭 17,462 수로 조사되었으며 표 2.2-7과 같다.

한우는 울주군 온산읍과 기장군 장안읍, 일광면에서 주로 사육되고 있으며, 대부분 소규모로 각 읍·면의 리 단위별로 고르게 분포하고 있다.

젓소는 기장군 장안읍 반룡리와 일광면 용천리에서만 소규모로 사육되고 있는 것으로 조사되었다.

돼지는 소규모 사육농가가 리별로 분포하고 있는 것으로 조사되었으며 울주군 서생면 위양리 내에는 700 마리의 돼지가 사육중인 것으로 조사되었다.

닭의 경우에도 대부분이 100 수 이하의 소규모 사육이 주를 이루고 있으며, 울주군 온양읍 운화리에 4,166 마리의 닭이 사육되고 있어 부지반경 10 km 이내의 지역에서 가장 많은 수의 닭이 사육되고 있는 것으로 조사되었다.

부지반경 10 km 이내의 농장은 주로 울주군 온산읍과 기장군 일광면에 분포하고 있으며, 이들은 주로 소규모의 한우축산 농가로 조사되었다(그림 2.2-2).

표 2.2-7 부지반경 10 km 이내의 가축사육현황

(단위 : 호, 마리)

행정구역			한우		젖소		돼지		닭	
			사육 호수	마리수	사육 호수	마리수	사육 호수	마리수	사육 호수	마리수
울 주 군	온 산 읍	화산리*	1	14	0	0	0	0	1	5
		대정리*	0	0	0	0	0	0	0	0
		삼평리	10	310	0	0	1	102	4	47
		강양리	2	3	0	0	0	0	3	71
		우봉리	0	0	0	0	0	0	0	0
		당월리	0	0	0	0	0	0	0	0
		월산리*	2	453	0	0	1	10	4	2,918
		덕신리*	1	2	0	0	1	4	1	7
	온 양 읍	발리	0	0	0	0	0	0	4	221
		대안리	3	132	0	0	1	22	4	41
		남창리*	1	1	0	0	0	0	0	0
		동상리*	2	53	0	0	1	17	10	103
		외광리*	1	1	0	0	0	0	1	1
		운화리*	10	172	0	0	0	0	4	4,166
	서 생 면	신암리	0	0	0	0	0	0	1	3,000
		명산리	3	15	0	0	1	5	1	500
		나사리	0	0	0	0	0	0	0	0
		화산리	4	45	0	0	3	280	2	300
		대송리	1	4	0	0	2	4	1	5
		용리	0	7	0	0	0	0	0	0
		서생리	5	33	0	0	1	3	3	72
		진하리	0	0	0	0	0	0	3	36
		화정리	4	42	0	0	0	0	0	0
		위양리	7	43	0	0	1	700	8	629
소 계			57	1,330	0	0	13	1,147	55	12,122

II. 환경 현황

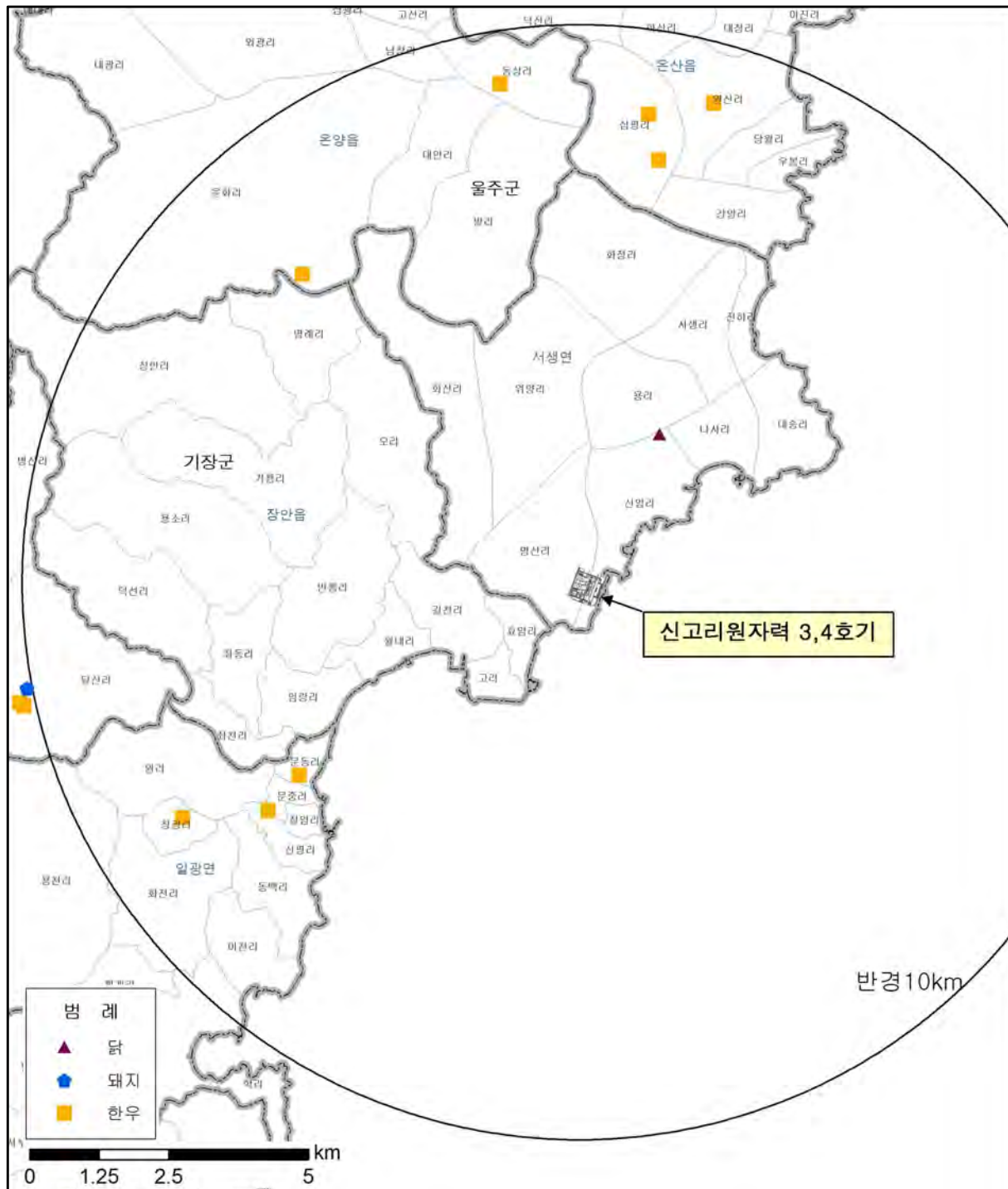
표 2.2-7 (계 속)

(단위 : 호, 마리)

행정구역			한우		젖소		돼지		닭	
			사육 호수	마리수	사육 호수	마리수	사육 호수	마리수	사육 호수	마리수
기 장 군	장안읍	좌천리	1	10	0	0	0	0	4	60
		좌동리	1	15	0	0	0	0	7	3132
		덕선리	10	33	0	0	5	152	0	0
		용소리	2	8	0	0	2	380	2	50
		기룡리	6	9	0	0	0	0	4	47
		장안리*	1	1	0	0	1	24	4	298
		명례리	11	121	0	0	0	0	0	0
		오리	13	138	0	0	2	88	6	48
		반룡리	4	16	1	30	0	0	1	1,060
		길천리	1	4	0	0	2	14	3	117
		월내리	1	1	0	0	2	150	4	187
		임랑리	0	0	0	0	1	8	0	0
		고리	0	0	0	0	0	0	0	0
		효암리	0	0	0	0	0	0	0	0
	정관면	병산리*	1	2	0	0	0	0	1	2
		달산리*	0	0	0	0	0	0	0	0
	일광면	삼성리*	1	2	0	0	0	0	1	1
		이천리	1	2	0	0	0	0	0	0
		동백리	0	0	0	0	0	0	0	0
		문중리	1	100	0	0	0	0	0	0
		신평리	0	0	0	0	0	0	0	0
		칠암리	0	0	0	0	0	0	0	0
		문동리	1	100	0	0	0	0	0	0
		청광리	3	50	0	0	0	0	0	0
		원리	6	57	0	0	1	6	1	60
		화전리*	2	14	0	0	0	0	1	260
		용천리*	1	3	1	1	1	5	1	18
소 계			68	686	2	31	17	827	40	5,340
총 계			125	2,016	2	31	30	1,974	95	17,462

자료 : 해당 읍·면사무소(2009.12말 기준)

* : 해당리의 일부만 10 km 이내에 포함되는 지역으로 점유 면적비를 고려하여 산출함



주) 한우 50 마리 이상, 돼지 600 마리 이상, 닭 3,000 마리 이상 사육시설 표시

그림 2.2-2 부지반경 10 km 이내의 주요 가축 사육시설 위치도

II. 환경 현황

다. 부지반경 20 km 이내의 육류 및 우유 생산량

1) 부지반경 20 km 이내의 육류 생산량

가) 산출방법

- 육류생산량은 소고기, 돼지고기, 닭고기를 대상으로 산출
- 한우, 육우, 젓소, 돼지, 닭의 사육두수를 조사
 - 부지반경 10 km 이내 : 리별 조사
 - 부지반경 10~20 km : 읍·면·동별 조사
- 두당 육류생산량(표 2.2-8) = 가축별 생체중량(kg) × 지육률
- 육류 생산량
 - 부지반경 10 km 이내 : 리별 가축사육두수 × 두당 육류생산량(kg)
 - 부지반경 10~20 km : 읍·면·동별 가축사육두수 × 두당 육류 생산량(kg)

표 2.2-8 가축별 두당 육류생산량

구 분	소	돼지	닭
생체중량 ^{주)} (kg)	635.0	112.0	1.0
지육률(%)	62.0	77.0	65.0
육류생산량 / 두	393.7	86.24	0.65

주) 한우, 젓소, 육우의 평균 생체중량임

자료 : 농림수산식품부, 2010, 농림업 주요통계(2009년 말)

축산사이버컨설팅, 2010, 도축검사 실적(2009년 말)

나) 생산량

전술한 방법으로 리별, 읍·면·동별 육류생산량을 산정한 후 부지반경 2, 4, 6, 8, 10, 20 km의 16 방위로 분할하여 각 구역별 생산량을 산출하였다. 부지반경 20 km 이내의 각 구역별 육류 생산량은 표 2.2-9와 같다.

부지반경 20 km이내의 육류생산량은 총 4,574.8 톤이며, 방향별로는 서북서 방향이 988.0 톤으로 전체의 21.6%를 차지하며 이는 양산시에 인접지역보다 상대적으로 많은 수의 가축이 사육되고 있기 때문인 것으로 조사되었다(그림 2.2-3). 부지를 중심으로 동쪽과 남쪽은 동해를 포함하고 있어 내륙에 비해 상대적으로 적은 양의 육류 생산량 분포를 보이며 그 외 방향에서는 비교적 고른 육류 생산량 분포를 나타내고 있다.

표 2.2-9 부지반경 20 km 이내의 육류생산량

(단위 : 톤)

방향	부지로부터의 거리 (km)						합계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	1.1	16.0	25.5	53.5	113.9	362.2	572.2
북북동	0.5	1.8	13.4	24.3	158.5	186.3	384.8
북동	0.4	0.4	2.3	-	-	0.0	3.0
동북동	0.0	0.1	0.6	-	-	-	0.8
동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
동남동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
남동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
남남동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
남	0.0	-	-	-	-	-	0.1
남남서	0.0	0.0	-	-	-	93.0	93.2
남서	0.2	0.1	7.2	41.4	6.6	250.8	306.3
서남서	0.6	8.7	24.4	32.2	31.8	161.5	259.2
서	1.4	6.0	9.4	28.2	21.6	360.4	426.7
서북서	1.6	21.8	11.5	6.4	12.8	933.9	988.0
북서	2.9	20.1	41.7	52.2	35.2	723.7	875.8
북북서	2.4	27.0	19.3	31.2	53.6	531.2	664.7
합계	11.1	102.0	155.3	269.4	434.0	3,603.0	4,574.8

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 생산량이 없는 지역임

II. 환경 현황

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
생산량(톤)	11.1	102.0	155.3	269.4	434.0	3,603.0	4,574.8

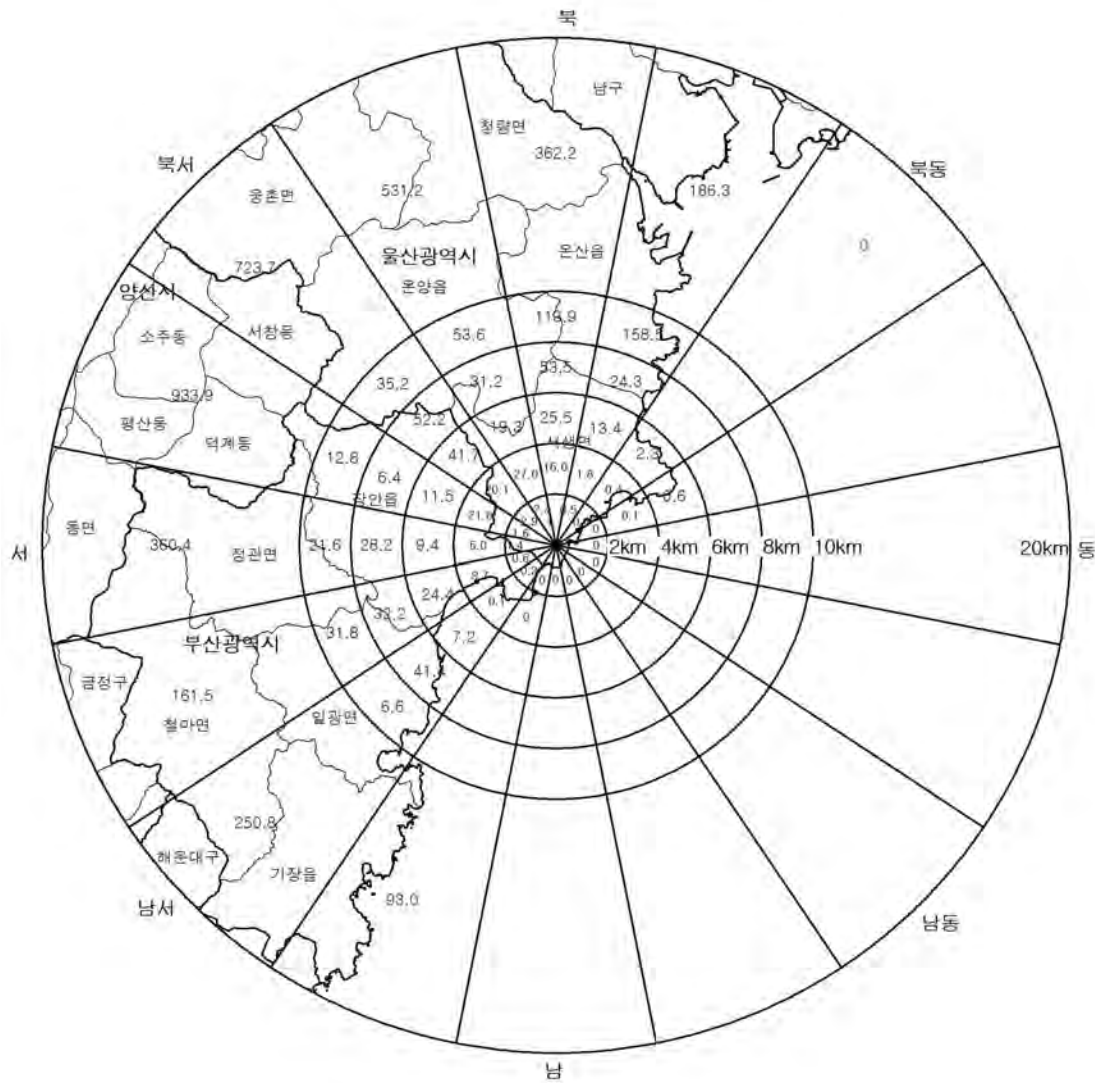


그림 2.2-3 부지반경 20 km 이내의 육류생산량

2) 부지반경 20 km 이내의 우유 생산량

가) 산출방법

- 동일 시·군 내의 젖소는 같은 양의 우유를 생산한다고 가정
- 시·군별 두당 연간우유생산량 산정(표 2.2-10)
- 우유 생산량 산정
 - 부지반경 10 km 이내 : 리별 젖소사육두수 × 두당 우유생산량(ton)
 - 부지반경 10~20 km : 읍·면·동별 젖소사육두수 × 두당 우유생산량(ton)

표 2.2-10 시·군별 두당 연간 우유생산량

구분	우유생산량 (ton/년)	젖소 두수 (마리)	젖소 두당 우유생산량 (ton/년·마리)
울산광역시	4,323	1,311	3.3
부산광역시	3,912	774	5.1
대구광역시	13,025	3,332	3.9
경주시	63,506	13,147	4.8
포항시	7,904	1,410	5.6
영천시	12,429	2,646	4.7
경산시	14,121	2,827	5.0
청도군	3,659	974	3.8
양산시	8,689	1,871	4.6
김해시	7,586	2,043	3.7
밀양시	5,940	1,298	4.6
창원시	11,581	2,663	4.3
진해시	-	-	-
창녕군	8,314	1,859	4.5
함안군	12,659	2,757	4.6
의령군	9,968	2,328	4.3
마산시	3,634	876	4.1
거제시	-	-	-

자료 : 해당 시·군, 2010, 통계연보
 낙농진흥회, 2010, 원유생산통계

II. 환경 현황

나) 생산량

전술한 방법으로 부지반경 20 km 이내의 리별, 읍·면·동별 우유생산량을 구하고 16방위로 분할하여 각 구역별 생산량을 산출하였다. 부지반경 20 km 이내의 우유생산량은 총 1,458.0 톤이며, 북서방향 10~20 km 구간에서 가장 많은 양의 우유가 생산되는 것으로 조사되었다(표 2.2-11, 그림 2.2-4).

표 2.2-11 부지반경 20 km 이내 우유생산량

(단위: 톤)

방향	부지로부터의 거리 (km)						합계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
북북동	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
북동	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
동북동	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0
동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
동남동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
남동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
남남동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
남	0.0	-	-	-	-	-	0.0
남남서	0.0	0.0	-	-	-	0.0	0.0
남서	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	7.4
서남서	0.0	0.1	0.9	0.0	0.2	18.2	19.4
서	0.0	1.1	2.9	0.0	0.0	122.6	126.6
서북서	0.0	0.4	0.5	0.0	0.0	475.9	476.8
북서	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	504.8	504.8
북북서	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	323.0	323.0
합계	0.0	1.6	4.3	0.0	0.2	1,451.9	1,458.0

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 생산량이 없는 지역임

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
생산량(톤)	0.0	1.6	4.3	0.0	0.2	1,451.9	1,458.0

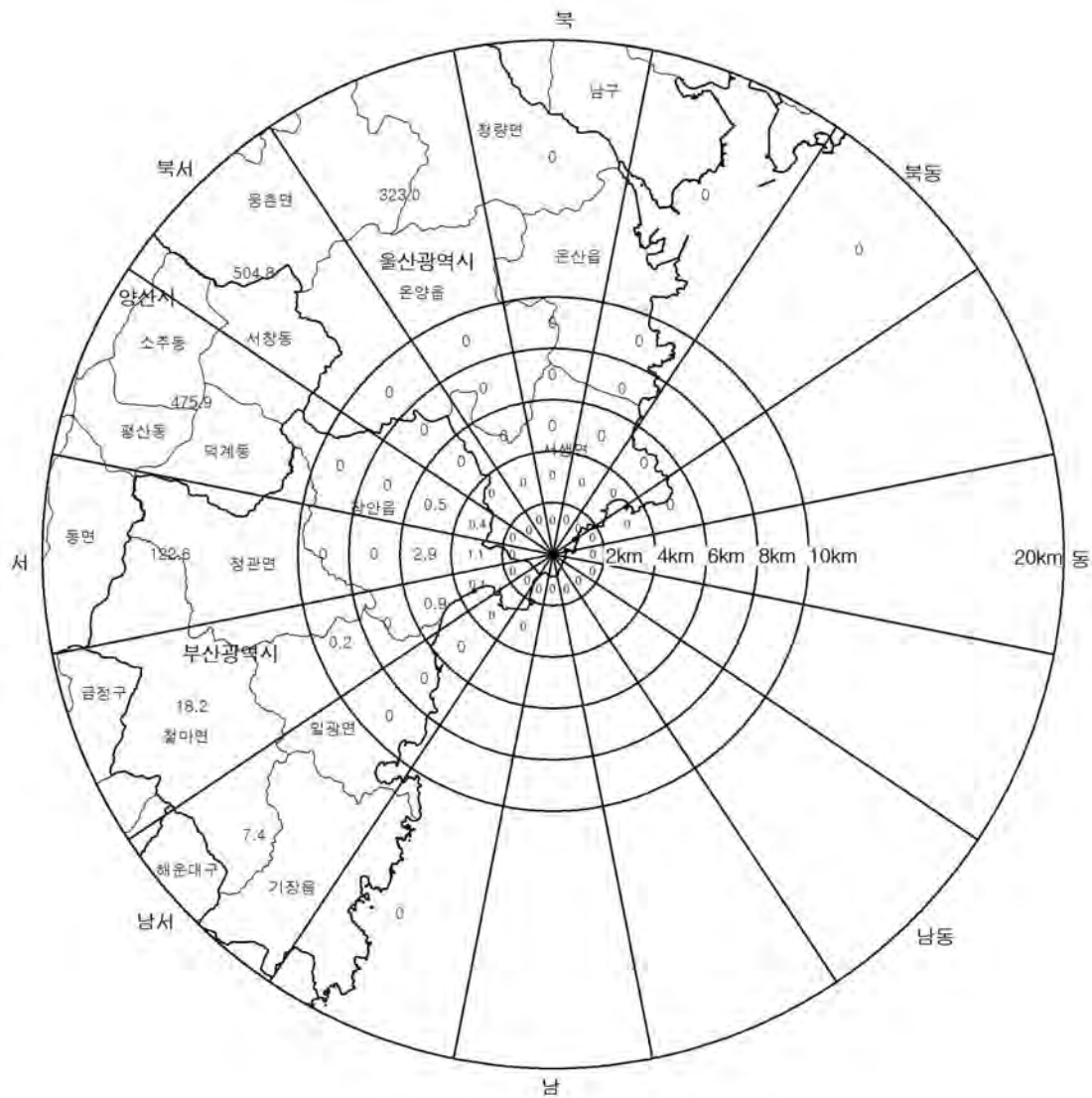


그림 2.2-4 부지반경 20 km 이내의 우유생산량

II. 환경 현황

라. 부지반경 20~80 km 사이의 육류 및 우유 생산량

1) 부지반경 20~80 km 사이의 육류 생산량

2.2.2절 ‘다’항에서 기술한 10~20 km 사이의 육류 생산량 산출방법과 동일한 방법으로 부지반경 80 km 이내의 읍·면·동별 육류생산량을 구하고, 반경 20, 35, 50, 65, 80 km으로 구분하여 16 방위로 분할하고 각 구역별 생산량을 산출하였다(표 2.2-12).

부지반경 20~80 km 사이의 육류생산량은 총 176,881.3 톤이며, 방향별로는 서쪽 방향이 40,400.6 톤으로 전체의 22.8%를 차지하여 가장 많은 것으로 나타났고, 구간별로는 65~80 km 구간이 71,536.8 톤으로 생산량이 가장 많은 것으로 나타났다(그림 2.2-5).

표 2.2-12 부지반경 20~80 km 사이의 육류생산량

(단위 : 톤)

방향	부지로부터의 거리 (km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
북	1,395.9	9,553.4	6,687.4	8,647.8	26,284.5
북북동	720.2	934.6	1,286.2	801.8	3,742.8
북동	0.0	-	-	-	0.0
동북동	-	-	-	-	-
동	-	-	-	-	-
동남동	-	-	-	-	-
남동	-	-	-	-	-
남남동	-	-	-	-	-
남	-	-	-	-	-
남남서	1.9	0.0	-	-	1.9
남서	14.9	154.6	100.2	576.5	846.2
서남서	749.1	4,129.7	961.8	2,846.9	8,687.5
서	2,348.5	21,082.8	7,448.0	9,521.3	40,400.6
서북서	5,344.2	4,658.9	8,095.3	12,986.3	31,084.7
북서	2,959.4	2,594.0	6,151.9	14,719.1	26,424.4
북북서	3,047.6	5,139.0	9,785.0	21,437.1	39,408.7
합계	16,581.7	48,247.0	40,515.8	71,536.8	176,881.3

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 생산량이 없는 지역임

구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
생산량(톤)	16,581.7	48,247.0	40,515.8	71,536.8	176,881.3

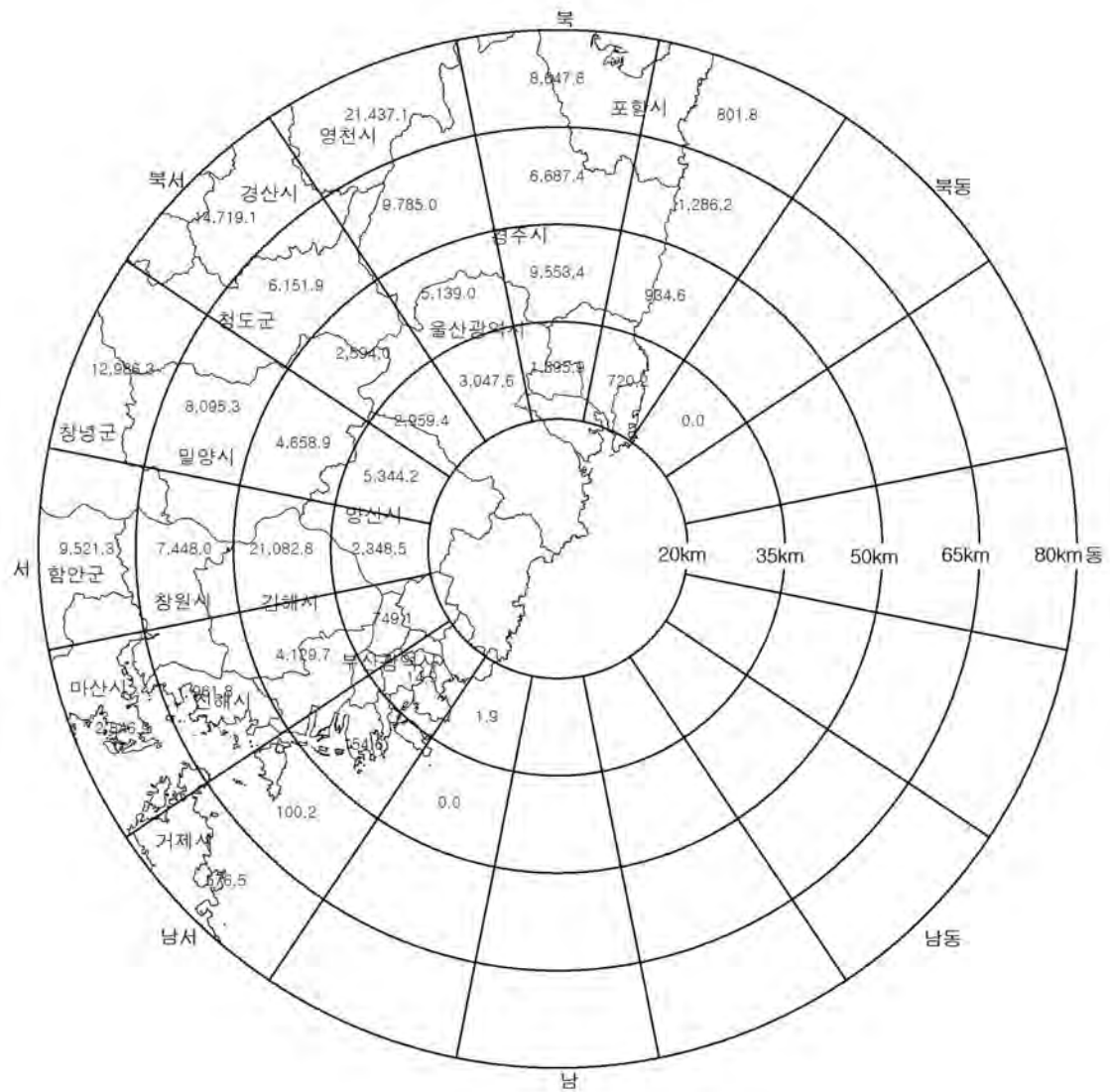


그림 2.2-5 부지반경 20~80 km 사이의 육류생산량

II. 환경 현황

2) 부지반경 20~80 km 사이의 우유 생산량

가) 산출방법

2.2.2절의 ‘다’항에서 기술한 부지반경 10~20 km 사이의 우유생산량 산출방법과 동일한 방법으로 부지반경 80 km 이내의 읍·면·동별 우유생산량을 구하고, 반경 20 km에서 80 km사이를 15 km간격으로 구분하여 16방위로 분할하고 각 구역별 생산량을 산출하였다.

나) 생산량

부지반경 20~80 km 사이의 우유생산량은 총 136,247.5 톤이며, 방향별로는 북측 방향이 48,510.3 톤으로 전체의 35.6%를 차지하여 가장 많은 것으로 나타났다(그표 2.2-13, 그림 2.2-6).

표 2.2-13 부지반경 20~80 km 사이의 우유생산량

(단위 : 톤)

방향	부지로부터의 거리 (km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
북	231.7	9,676.9	10,846.9	27,754.8	48,510.3
북북동	0.0	140.0	488.8	310.9	939.7
북동	0.0	-	-	-	0.0
동북동	-	-	-	-	-
동	-	-	-	-	-
동남동	-	-	-	-	-
남동	-	-	-	-	-
남남동	-	-	-	-	-
남	-	-	-	-	-
남남서	0.0	0.0	-	-	0.0
남서	4.4	419.2	353.2	0.0	776.8
서남서	981.0	2,709.1	763.4	3,494.0	7,947.5
서	2,190.5	6,232.5	10,887.7	7,130.2	26,440.9
서북서	4,413.2	808.6	3,374.6	3,518.2	12,114.6
북서	1,204.1	377.3	5,229.6	9,831.4	16,642.4
북북서	904.9	1,382.2	7,294.7	13,293.5	22,875.3
합계	9,929.8	21,745.8	39,238.9	65,333.0	136,247.5

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 생산량이 없는 지역임

구 간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
생 산 량(톤)	9,929.8	21,745.8	39,238.9	65,333.0	136,247.5

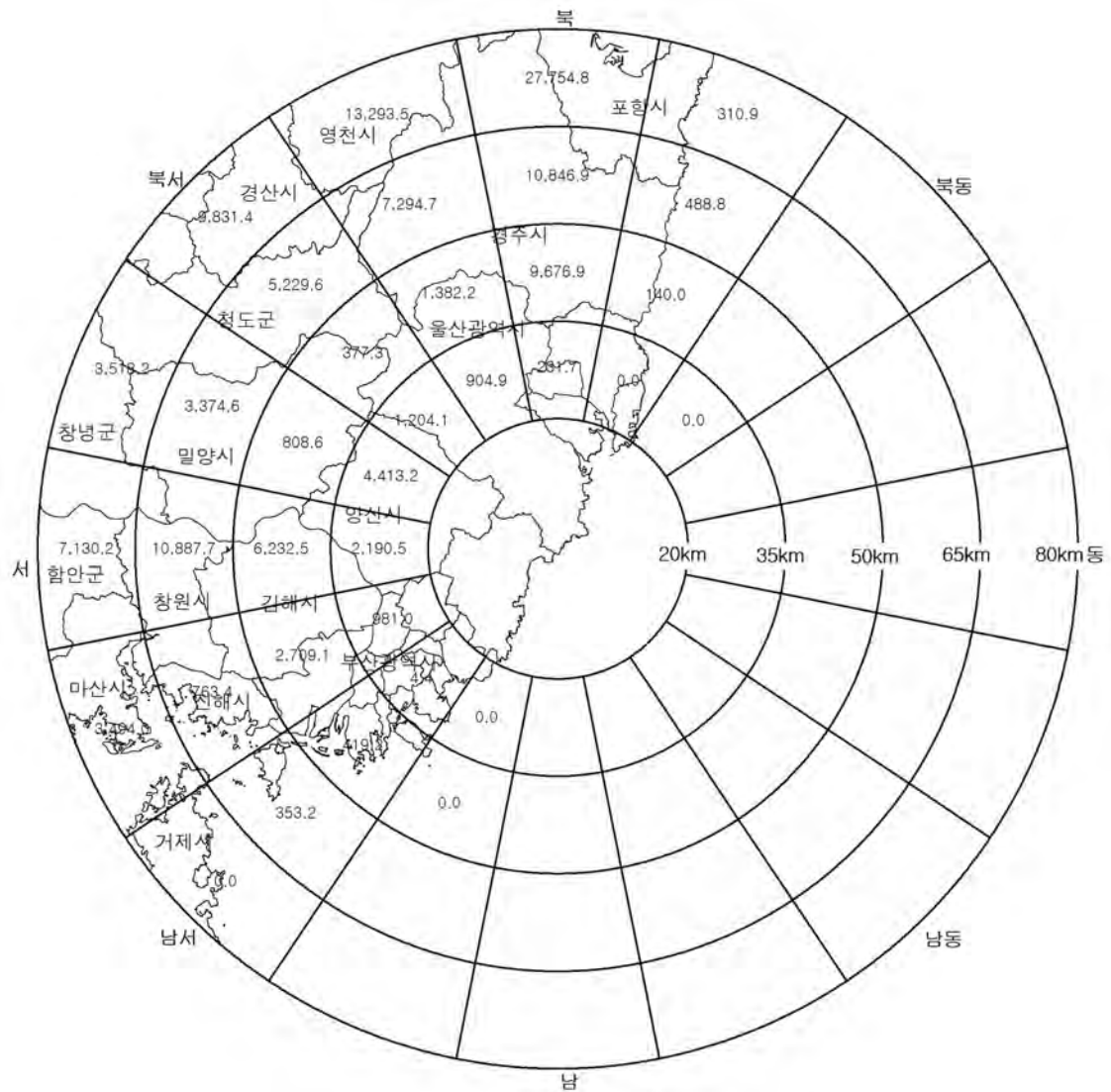


그림 2.2-6 부지반경 20~80 km 사이의 우유생산량

II. 환경 현황

마. 축산 및 낙농지 면적

신고리 3,4호기 부지와 인접한 지역의 초지조성현황은 표 2.2-14와 같다. 부지인근에는 소규모의 가축사육농가만이 있으며 주요사육시설은 울주군 온산읍과 기장군 일광면에 위치하고 있다(그림 2.2-2). 그 외 지역은 축산시설이 거의 없고, 대규모 방목이 이루어지지 않아 소규모 축산 및 낙농업 위주로 운영되고 있는 실정이다. 또한, 대부분 산악으로 이루어진 지형적 특성으로 미루어보아 앞으로 방목사육계획이 증가하지 않을 것으로 예상된다.

표 2.2-14 부지인근지역의 읍·면별 초지조성사업 현황(관리면적)

(단위 : ha)

구분	기장군			울주군			합계
	장안읍	정관면	일광면	서생면	온양읍	온산읍	
2009	61.8	20.4	54.3	8.88	-	-	

자료 : 기장군 농림과(2009.12말 기준)

울주군 축수산과(2009.12말 기준)

2.2.3 농산물의 생산

가. 부지반경 10 km 이내의 식량작물, 채소류, 과실류 현황

부지반경 10 km 이내에 포함되는 울주군 서생면, 온양읍, 온산읍과 기장군 장안읍, 정관면, 일광면의 작물재배면적은 각각 792.0 ha, 646.7 ha, 347.4 ha, 435.43 ha, 3.47 ha, 455.7 ha 이고 생산량은 각각 14,615.0 톤, 4,252.2 톤, 3,162.1 톤, 5,324.85 톤, 123.05 톤, 13,314.8 톤이다. 대규모 택지개발지구가 위치하는 정관면은 농경지의 면적이 다른 읍·면에 비하여 적은 편으로 미곡 생산량이 없는 것으로 조사되었으며 채소류 및 과실류 생산량 또한 다른 읍·면에 비하여 적은 것으로 나타났다. 식량작물의 경우에는 울주군 온양읍이 생산량이 가장 많았고, 채소류는 기장군 일광면, 과실류는 울주군 서생면이 가장 높은 양을 생산하는 것으로 조사되었다(표 2.2-15~16).

표 2.2-15 부지반경 10 km 이내의 읍·면별 식량작물, 채소류, 과실류 재배면적 (단위 : ha)

구분			울주군			기장군			합계
			서생면	온양읍	온산읍	장안읍	정관면	일광면	
재배면적	식량작물	미곡	298.0	517.0	255.0	330.0	-	115.0	1,515.0
		미							
		맥류	-	2.0	-	-	-	-	2.0
		잡곡	-	8.3	2.0	0.5	-	2.0	12.8
		두류	-	11.3	3.8	1.83	-	0.5	17.43
		서류	3.0	9.1	4.2	-	0.3	6.0	22.6
			301.0	547.7	265.0	332.33	0.3	123.5	1,569.83
	채소류	과채류	3.0	6.0	3.0	12.0	2.38	-	26.38
		엽채류	38.0	12.0	5.0	11.0	-	268.6	334.6
		근채류	-	3.0	2.0	5.0	-	-	10.0
		조미채소	-	1.0	1.0	3.0	-	-	5.0
			41.0	22.0	11.0	31.0	2.38	268.6	375.98
	과실류	사과	-	0.5	-	-	-	-	0.5
		배	450.0	65.0	65.0	72.1	-	22.0	674.1
		복숭아	-	-	-	-	-	-	-
		기타	-	11.5	6.4	-	0.79	41.6	60.29
			450.0	77.0	71.4	72.1	0.79	63.6	734.89
	합계		792.0	646.7	347.4	435.43	3.47	455.7	2,680.7

자료 : 해당 읍·면 사무소(2009.12말 기준)

II. 환경 현황

표 2.2-16 부지반경 10 km 이내의 읍·면별 식량작물, 채소류, 과실류 생산량

(단위 : 톤)

구 분			울주군			기장군			합계
			서생면	온양읍	온산읍	장안읍	정관면	일광면	
생 산 량	식 량 작 물	미곡	1,980.0	2,068.0	1,109.0	1,610.0	-	1,244.3	8,011.3
		미							
		맥류	-	7.0	-	-	-	-	7.0
		잡곡	-	16.2	5.2	1.3	-	10.0	32.7
		두류	-	12.3	5.0	1.55	-	0.7	19.6
	채 소 류	서류	29.0	129.0	98.5	-	1.7	73.0	331.2
			2,009.0	2,232.5	1,217.7	1,612.85	1.7	1,328.0	8,401.8
		과채류	20.0	68.3	248.0	251.0	112.45	-	699.75
		엽채류	1,026.0	246.9	119.7	382.0	-	10,206.0	11,980.6
		근채류	-	26.1	4.5	226.0	-	-	256.6
		조미채소	-	13.6	1.0	36.0	-	-	50.6
			1,046.0	354.9	373.2	895.0	112.45	10,206.0	12,987.55
	과 실 류	사과	-	8.6	-	-	-	-	8.6
		배	11,560.0	1,528.2	1,495.0	2,817.0	-	330.0	17,730.2
		복숭아	-	-	-	-	-	-	-
		기타	-	128.0	76.2	-	8.9	1,450.8	1,663.9
			11,560.0	1,664.8	1,571.2	2,817.0	8.9	1,780.8	19,402.7
	합계		14,615.0	4,252.2	3,162.1	5,324.85	123.05	13,314.8	40,792.05

자료 : 해당 읍·면사무소(2009.12말 기준)

나. 부지반경 20 km 이내의 농산물 생산량

1) 산출방법

- 농산물을 식량작물(미곡 및 미곡 외), 채소류, 과실류로 구분
- 식량작물, 채소류, 과실류 생산량 조사
 - 부지반경 10 km 이내 : 리별 조사
 - 부지반경 10~20 km : 읍·면·동별 조사
- 부지반경 2, 4, 6, 8, 10, 20 km 동심원과 16개의 방사선으로 지형도를 분할 (96개 구역)

- 해당 시·군의 통계연보에서 생산량을 조사하고 아래와 같이 산출
 - 미 곡: 해당 시·군의 총 생산량에 리별 논 면적비를 곱한다.
 - 미곡외: 해당 시·군의 총 생산량에 리별 밭 면적비를 곱한다.
 - 채소류: 해당 시·군의 총 생산량에 리별 밭 면적비를 곱한다.
 - 과일류: 해당 시·군의 총 생산량에 리별 과수원 면적비를 곱한다.

2) 생산량

부지반경 20 km내 농산물 총 생산량은 연간 약 47,893.6 톤으로 방향별로는 북측 방향에서 가장 많은 8,599.3 톤이 생산되었으며, 구간별로는 10~20 km 구간에서 가장 많은 24,925.6 톤이 생산된 것으로 분석되었다. 각 구역별 농산물 생산량은 표 2.2-17 및 그림 2.2-7과 같다.

다. 부지반경 20~80 km 사이의 농산물 생산량

2.2.3절의 ‘나’항에서 기술한 10~20 km 사이의 농산물 생산량 산출방법과 동일한 방법으로 부지반경 20 km 이상을 35, 50, 65, 80 km의 16방위로 분할하여 생산량을 산출하였다.

부지반경 20~80 km사이의 농산물 총 생산량은 연간 약 1,123,375.5 톤으로 방향별로는 서측 방향에서 가장 많은 338,772.2 톤이 생산되었으며, 구간별로는 65~80 km 구간에서 가장 많은 459,445.9 톤이 생산된 것으로 분석되었다. 각 구역별 농산물 생산량은 표 2.2-18 및 그림 2.2-8과 같다.

II. 환경 현황

표 2.2-17 부지반경 20 km 이내의 농산물 생산량

(단위 : 톤)

방향	부지로부터의 거리 (km)						합계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	690.5	968.5	840.7	591.2	792.1	4,716.3	8,599.3
북북동	1,007.2	1,531.1	531.4	466.0	72.4	810.4	4,418.5
북동	874.3	1,506.0	438.3	-	-	21.2	2,839.8
동북동	0.0	0.0	153.6	-	-	-	153.6
동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
동남동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
남동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
남남동	0.0	-	-	-	-	-	0.0
남	0.0	-	-	-	-	-	0.0
남남서	0.0	0.0	-	-	-	1,113.2	1,113.2
남서	0.0	0.0	13.2	451.7	594.7	2,051.8	3,111.4
서남서	200.3	142.5	286.8	351.6	373.4	3,393.5	4,748.1
서	181.3	222.6	250.0	210.7	207.7	3,023.5	4,095.8
서북서	224.9	465.3	293.1	601.4	841.6	2,757.9	5,184.2
북서	301.9	861.4	777.3	589.5	283.2	3,559.3	6,372.6
북북서	227.4	920.2	1,083.9	977.4	569.7	3,478.5	7,257.1
합계	3,707.8	6,617.6	4,668.3	4,239.5	3,734.8	24,925.6	47,893.6

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 생산량이 없는 지역임

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
생산량(톤)	3,707.8	6,617.6	4,668.3	4,239.5	3,734.8	24,925.6	47,893.6

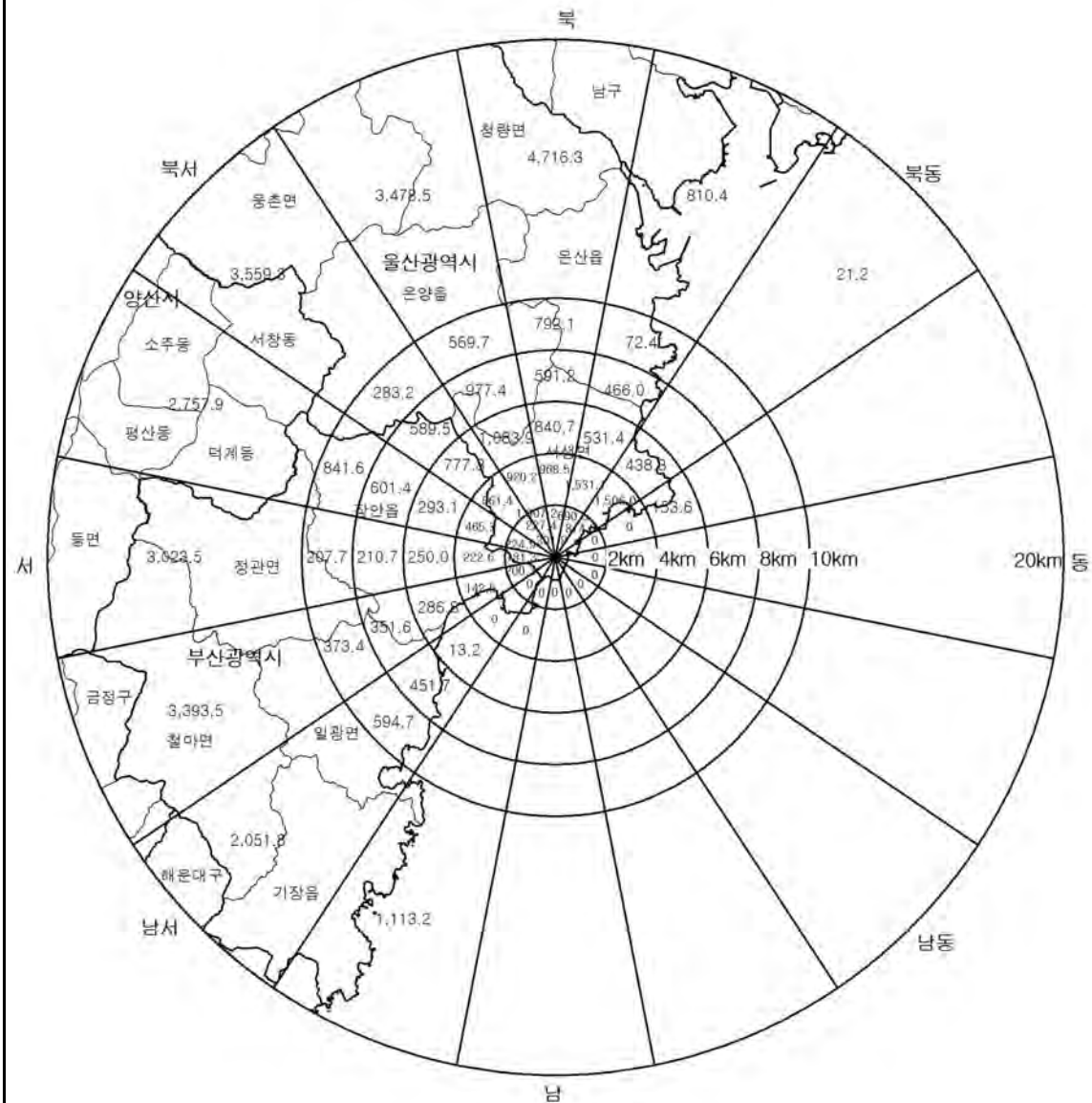


그림 2.2-7 부지반경 20 km 이내의 농산물 생산량

II. 환경 현황

표 2.2-18 부지반경 20~80 km 사이의 농산물 생산량

(단위 : 톤)

방향	부지로부터의 거리 (km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
북	17,789.5	22,388.5	22,741.0	31,609.9	94,528.9
북북동	6,310.7	4,921.0	6,389.8	7,641.5	25,263.0
북동	32.4	-	-	-	32.4
동북동	-	-	-	-	-
동	-	-	-	-	-
동남동	-	-	-	-	-
남동	-	-	-	-	-
남남동	-	-	-	-	-
남	-	-	-	-	-
남남서	770.5	184.3	-	-	954.8
남서	5,630.4	25,477.4	7,323.1	8,627.2	47,058.1
서남서	18,553.6	51,727.4	22,616.4	13,040.6	105,938.0
서	16,710.6	52,137.8	119,791.5	150,132.3	338,772.2
서북서	10,426.9	48,326.4	70,462.4	91,057.2	220,272.9
북서	9,691.1	22,918.6	47,184.3	78,014.3	157,808.3
북북서	11,208.9	12,811.2	29,403.9	79,322.9	132,746.9
합계	97,124.6	240,892.6	325,912.4	459,445.9	1,123,375.5

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 생산량이 없는 지역임

구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
생산량(톤)	97,124.6	240,892.6	325,912.4	459,445.9	1,123,375.5

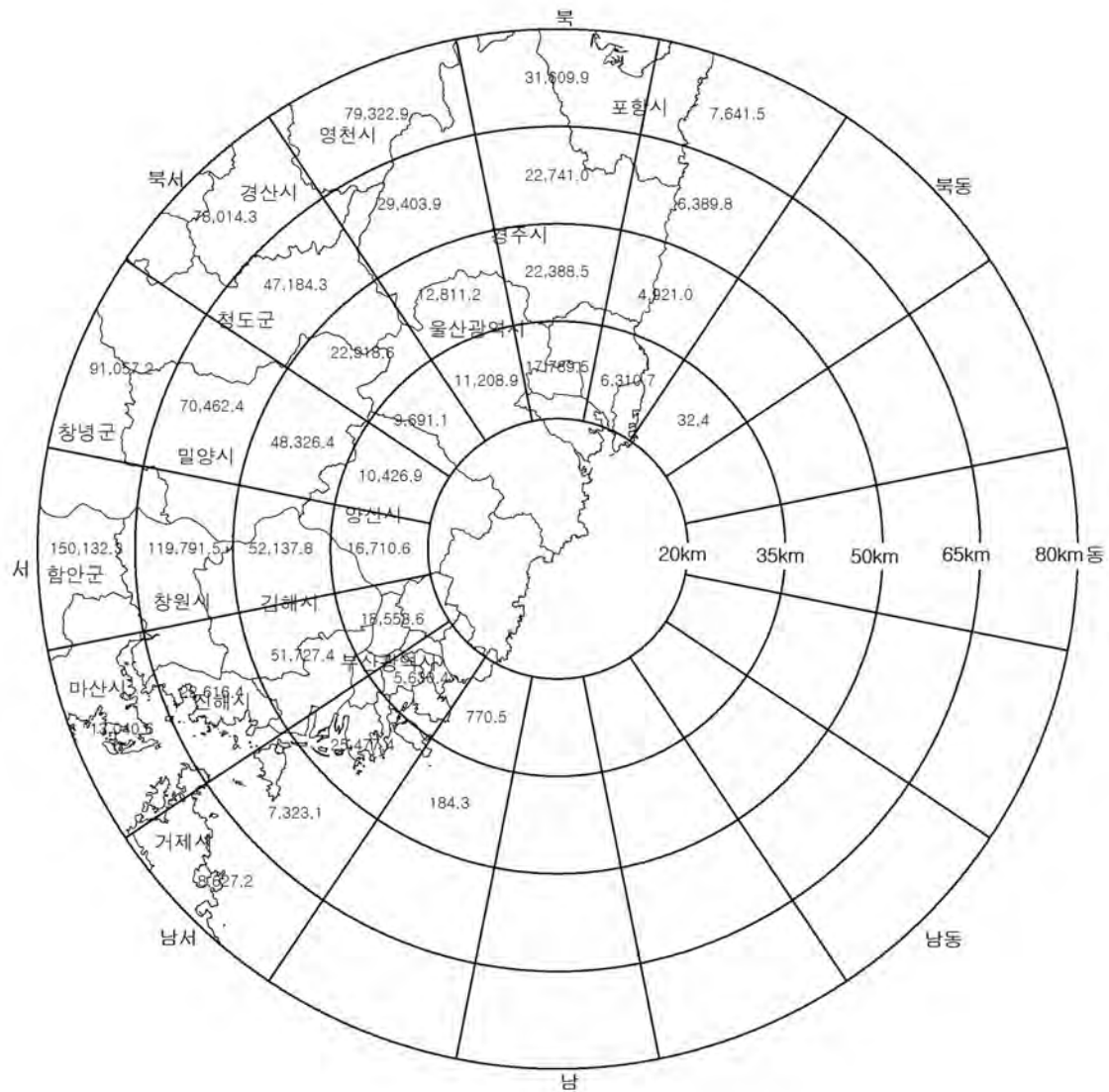


그림 2.2-8 부지반경 20~80 km 사이의 농산물생산량

II. 환경 현황

다. 농경지 이용면적 및 장래 이용계획

부지와 인접한 울산광역시 및 부산광역시 전체지역의 2005년부터 2009년까지 최근 5년간 농경지 이용면적을 살펴본 결과 논, 밭 모두 감소하는 추세를 보이고 있는 것으로 조사되었다(표 2.2-19).

표 2.2-19 부지인근 행정구역별 농경지 이용면적 현황

(단위 : ha)

구분		2005년	2006년	2007년	2008년	2009년
울 산 광 역 시	논	8,612	8,556	8,421	7,802	7,454
	밭	4,709	4,688	4,607	4,569	4,546
	계	13,321	13,244	13,028	12,371	12,000
부 산 광 역 시	논	5,862	5,756	5,400	5,147	5,025
	밭	3,041	3,070	2,977	2,907	2,586
	계	8,903	8,826	8,377	8,054	7,611

자료 : 통계청, 2010, 통계포털

신고리 3,4호기 부지가 위치하고 있는 울주군의 경우, 2009년 전체 경지면적은 10,432 ha(논 7,845 ha, 밭 2,587 ha)로 논과 밭이 약 3 : 1 정도의 비율을 유지하고 있으며, 농경지 면적은 일정한 비율을 유지하는 추세를 보이는 것으로 조사되었다.

농가인구 및 농가수 변화추이를 살펴보면 2009년 울주군의 농업종사자수 38,497명, 농가수 13,659호로 2005년 농업종사자수 22,521명, 농가수 8,097호에 비해 15,976명, 5,562호가 증가하였고, 2009년 기장군의 농업종사자수 13,878명, 농가수 4,447호로 2005년 농업종사자수 13,030명, 농가수 3,730호에 비해 848명, 717호 정도 증가하였다. 장래 농경지 개발계획에 대해 해당 지자체에 확인한 결과, 구체적인 조성계획은 수립되어 있지 않은 것으로 조사되었다.

2.3 해양이용

2.3.1 해양이용 현황

2.3.2 수산물의 생산

2.3.3 수상활동

2.3 간지

II. 환경 현황

간지 뒷면



2.3 해양이용

2.3.1 해양이용 현황

가. 어항, 어장, 양식장 등의 분포 현황

1) 어항

부지반경 80 km 이내의 지역 중 바다와 인접한 8개 행정구역 내에는 국가지정 어항 13개소, 지방지정 어항 34개소 및 어촌정주 어항 41개소 등 총 88개의 어항이 분포하고 있다(표 2.3-1~2).

신고리 3,4호기 부지가 위치하는 울산광역시의 어항현황을 살펴보면 국가지정 어항 2개소, 지방지정 어항 4개소, 어촌정주어항이 9개소 등 총 15개 어항이 분포하고 있으며 부지와 가장 인접한 국가지정 어항인 대변항은 부지로부터 남남서방향으로 15.5 km 이격된 거리에 위치하고 있다(그림 2.3-1~2).

표 2.3-1 부지반경 80 km 이내 행정구역별 어항분포 현황

행정 구역	소 계	국가지정 어항		지방지정 어항		어촌정주 어항	
		항수	항 명	항수	항 명	항수	항 명
포항시	4	1	양포항	3	발산, 모포, 삼정	0	-
경주시	5	2	감포항, 읍천항	3	전촌, 가곡, 나정	0	-
울산 광역시	15	2	정자항, 방어진항	4	나사, 신암 주진, 당사	9	굼바우항, 신명항 제전항, 어물항 진하항, 송정항, 대송항, 평동항, 신리항
부산 광역시	21	3	대변항, 다대포항, 천성항	13	송정, 민락, 학리, 월내, 동백, 이동, 두호, 우동, 청사포, 칠암, 대항, 신암, 놀차	5	중동, 동암 순아, 신호, 대항새마리
진해시	7	0	-	1	수치	6	죽곡, 명동, 삼포, 행암, 잠도, 우도
창원시	-	-	-	-	-	-	-
마산시	3	2	원전항, 광암항	1	옥계	0	-
거제시	33	3	외포항, 능포항, 지세포항	9	장목, 이수도, 시방, 유호, 관포, 농소, 한내, 물안, 송포	21	덕포, 두모, 구영, 황포, 대금, 궁농, 진포, 홍남, 대계, 소계, 곡촌, 대곡, 황덕, 덕곡, 석포, 어운, 장곶, 금곡, 연구, 옥계, 유계
계	88	13	-	34	-	41	-

자료 : 농림수산식품부, 2008, 어항시설 현황

11. 환경 현황

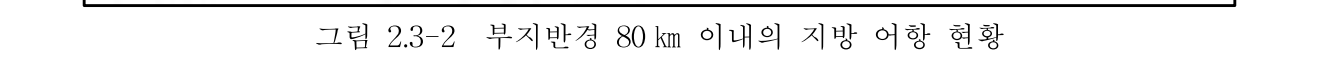
표 2.3-2 부지반경 80 km 이내의 국가지정 어항 현황

항 명		행 정 구 역	어 항 구 역	위 치	
				방 향	거 리 (km)
양포항	1	포항시남구 장기면 양포리	동측 돌단으로부터 남측 등대를 연결하는 선을 따라 형성된 공유수면	북북동	65.7
감포항	2	경주시 감포읍 감포리	송대곶과 남서대안 돌단을 연결한 선을 따라 형성된 공유수면	북북동	54.4
읍천항	3	경주시 양남면 읍천리	북방과제 기부에서 정북으로 30m 점(육상)을 기점으로 이점에서 S70°E 방향으로 330m 점(해상), 이점에서 정남으로 370m 점(해상)과 이점에서 직각으로 육지부를 각각 연결하는 선을 따라 형성된 공유수면	북동	42
정자항	4	울산광역시 북구 정자동	정자리 북동측 전방 암단에서 정동으로 500m 점과 구포리 동측 돌단 암과 연결하는 선을 따라 형성된 공유수면	북동	33.4
방어진항	5	울산광역시 동구 방어진동	슬도 남단 돌출부에서 N25°E 으로 육지에 연결하는 선과 슬도 남단에서 정서방향으로 650m 점(해상), 이점에서 정북으로 육지와 연결하는 선을 따라 형성된 공유수면	북동	19.2
대변항	6	부산광역시 기장군 기장읍 대변리	동방과제 기부측 호안 시점에서 정남으로 해상 890m 지점과 이점에서 N85°W방향으로 490m점과 이점에서 정북으로 80m점과 이점에서 정동으로 105m점과 이점에서 N11°W방향으로 570m점과 이점에서 정서로 죽도측 해안선과 연결하고 죽도측 북서측 해안선 돌출부에서 S60°W방향으로 육지와 연결하는 선을 따라 형성된 공유수면	남남서	15.5
다대포항	7	부산광역시 사하구 다대동	선가대(해양경찰대 함정수리창내) 기부로부터 정서쪽으로 136m 떨어진 해상점을 중심으로 하여 건너편 산(부산광역시 사하구 다대동 368번지) 정점을 연결하는 일직선 상에 있는 육지부와 만나는 지점내의 공유수면	남서	45.7
천성항	8	부산광역시 강서구 천성동	서중 돌출부에서 대안 천수대말 돌출부와 연결한 선내 수역	남서	57.4
원전항	9	창원시 마산합포구 구산면 심리	(북위35°03'52", 동경128°38'11"), 이점에서 NE 방향으로 300m 이동한 점(북위35°03'58", 동경128°38'19"), 이점에서 NW 방향으로 310m 이동한 점(북위35°04'06", 동경128°38'10"), 이점에서 SW 방향으로 육지를 연결한 선을 따라 형성된 선내 공유수면	남서	68
광암항	10	창원시 마산합포구 진동면 요장리	기존 매립지 동측 모서리 끝단에서 정남서(S45°W) 방향으로 450m 점(해상)에서 직각으로 200m (해상)을 연결한 이점에서 내측각 150°로 580m 점(해상)에서 90°로 육지와 각각 연결하는 선을 따라 형성된 공유수면	남서	77
외포항	11	거제시 장목면 외포리	망월산 표고 226.3m 정상으로부터 정남으로 향한 해안 돌출부에서 정남 200m 점(해상), 이점에서 정서측 500m 점(해상), 이점에서 정북으로 육지와 연결하는 선을 따라 형성된 공유수면	남서	68.7
능포항	12	거제시 능포동	항 좌편 북측 돌출부 선단에서 정동측 대안 육지를 연결하는 선을 따라 형성된 공유수면	남서	73.3
지세포항	13	거제시 일운면 지세포리	선창리 돌출부에서 동측 200m봉 해안 돌출부와 연결한 선을 따라 형성된 공유수면	남서	78.6

자료 : 농림수산식품부, 2008, 어항시설 현황



그림 2.3-1 부지반경 80 km 이내의 국가 어항 현황



2) 어 장

가) 현 황

울산광역시에는 우리나라 동해남부에 위치하여 해양에는 난류와 한류의 교차로 수산자원이 풍부한 어장이 형성되어 마을어업, 정치어업, 양식어업 등의 호황으로 1970년대까지는 1차 산업에서 차지하는 비중이 컸다. 그러나 공업화 추진에 따른 해안 매립, 임해공단조성, 바다오염 등 어장환경 악화로 연안어업은 점차 감소 추세에 있다.

울산광역시 동구 연안의 방어진항을 중심으로 중형기선저인망, 오징어 채낚기 등 어선 어업이 활발하며 남구연안 울산항은 무역항으로 해운, 조선 등 해양수산의 유통기능 역할을 담당하고 있다. 북구의 정자항은 국가어항으로서 멸치, 대게, 가자미등을 채포하는 유자망, 채낚기 등 어선어업이 증가하고 있으며, 청정해역으로 마을어장 및 양식어장에서 자연산 돌미역과 전복 등 수산 특산물을 생산하고 있다. 최근에는 대게가 생산됨에 따라 많은 어업인 소득증대에 기여하고 있다(시정백서, 2010, 울산광역시).

울주군 연안은 일찍부터 각종 어업이 발달하여 마을어업, 양식어업, 어선어업이 성행하고 있다. 특히, 미역 양식과 대규모 육상 양식 어업이 활발하다.

부산광역시는 1990년대부터 어업기반시설 확충, 인공어초 시설 사업 등 수산자원 조성 및 어장환경보호를 위한 각종 정책을 지속적으로 추진해 왔으며, 최근 수산자원연구소, 수산질병관리원 건립 등을 통해 어민들을 위한 기술보급 및 수산업 활성화를 위한 기반을 마련하였다.

기장군의 대변항은 미역 양식과 멸치, 오징어가 주로 잡히며, 사하구의 다대포항은 고등어와 오징어가 주로 잡히는 것으로 조사되었다(동해어업관리단, 2010, 농림수산식품부). 부산광역시의 마을어업 현황을 살펴보면 기장군이 19건으로(표2.3-4 참조) 주요 품종은 전복, 해삼, 성게, 고둥, 해조류이며 인근 마을어업 모두 유사한 품종을 채취중인 것으로 조사되었다(연근해어업총조사, 2010, 농림수산식품부).

부산광역시는 '96년부터 7차에 걸친 어초어장 관리사업을 실시하여 어장관리 및 인공어초 보강 등을 통해 지속적인 어초기능회복사업을 실시하고 있으며, 체계적인 어장관리를 통한 자원회복 및 어업인 소득증대를 위하여 기장군 칠암해역에 '09~'13까지 바다숲 조성, 인공어초, 치어방류 등 소규모 바다목장 조성사업을 실시중이다(시정백서, 2010, 부산광역시).

II. 환경 현황

표 2.3-2-1 부산광역시 어업별 어종 및 어기

근해어업			연안어업		
구분	대상어종	어기(월)	구분	대상어종	어기(월)
외끌이 대형저인망	가자미, 붕장어, 아귀, 눈볼대, 갈치, 조기 등	연중 (10~5)	외줄낚시	방어, 농어	3~1
쌍끌이 대형저인망	멸치, 삼치, 오징어, 갈치, 조기	연중 (휴어가:4~7)	끝낚시	삼치, 방어, 농어	4~11
대형트롤	오징어, 멸치, 방어, 갈치, 복어, 조기	연중 (휴어가:4~7)	채낚시	갈치	7~11
대형선망	고등어, 전갱이, 삼치, 정어리, 오징어, 방어	연중 (9~2)	주낙	붕장어, 볼락, 게르치	연중
소형선망	전어, 갈치, 고등어, 전갱이	7~3	통발(1)	붕장어, 갯장어	연중
근해채낚기	오징어	연중 (8~12)	통발(2)	붕장어, 볼락, 고동	연중
기선권현망	멸치	7~1 (8~11)	통발(3)	문어, 꽃게, 고동	연중
근해안강망	멸치, 젓새우, 꽃게, 아귀	3~6 8~12	유자망	멸치	3~6 9~12
잠수기어업	키조개, 개조개	3~6 9~11	저자망	가자미, 볼락, 눈볼대, 꽃게 등	연중
근해통발	꽃게, 골뱅이, 볼락, 잡어	연중	분기초망	멸치	3~6 9~12
근해통발 (장어통발)	장어	연중	삼각망	넙치, 농어, 볼락, 삼치, 보구치, 가자미	연중
근해주낙	옥돔, 아귀, 가자미, 붕장어	연중			

자료 : 연근해어업총조사, 2010, 농림수산식품부

나) 인공어초

인공어초시설은 수중에 구조물을 시설하여 수산생물의 산란·서식장, 은신처 등을 만들어 주어 어패류가 서식하기에 적합한 환경을 인위적으로 제공하는 것을 말한다. 사업지구가 위치한 울산광역시 및 부산광역시의 인공어초 시설 현황은 표 2.3-2-2와 같다. 인공어초는 투입할 경우 수산자원 조성 효과증대에 기여하므로, 어획량 또한 증가할 것으로 예상된다.

표2.3-2-2 인공어초 현황(2009년)

구분	울산광역시	부산광역시
수량(개)	19,337	13,777
면적(ha)	2,409	2,658

자료 : 시정백서, 2010, 울산광역시
시정백서, 2010, 부산광역시

3) 양식장

신고리 3,4호기 부지반경 80 km 이내에 위치하는 바다와 인접한 8개의 행정 구역 내의 면허 어업권 현황을 살펴보면 전체건수 1,121건, 전체면적 15,120.9 ha이다.

면적 및 면허어업 건수 모두 거제시가 5,414.3 ha 및 608건으로 가장 큰 비중을 차지하고 있다(표 2.3-3).

11. 환경 현황

표 2.3-3 부지반경 80 km 이내 행정구역별 면허어업 현황

(단위 : ha)

행정 구역	구분	합 계	마을 어업	정치망 어업	양 식 어 업					
					소계	해조류	패류	어류	복합	협동
포항시	건수	256	53	28	175	2	5	74	38	56
	면적	2,294.2	278.0	935.0	1,081.3	5.0	8.0	181.6	86.9	799.8
경주시	건수	63	19	2	42	-	1	10	12	19
	면적	680.0	431.5	44.3	204.2	-	2.4	33.7	24.0	144.1
울산광역시	건수	27	21	6	61	18	8	4	28	3
	면적	1,377.0	896.0	61.0	420.0	130.0	60.0	15.0	170.0	44.0
부산광역시	건수	162	31	1	130	45	-	2	83	-
	면적	3,306.1	1,694.6	26.6	1,584.9	916.7	-	7.0	661.2	-
창원시	건수	2	-	-	2	-	2	-	-	-
	면적	4.3	-	-	4.3	-	4.3	-	-	-
마산시	건수	206	55	7	144	-	72	72	-	-
	면적	1,462.4	885.9	28.5	548.0	-	288.0	260.0	-	-
진해시	건수	53	16	-	37	-	30	-	-	7
	면적	582.6	264.3	-	318.3	-	262.3	-	-	56.0
거제시	건수	608	117	44	447	3	303	118	-	23
	면적	5,414.3	2,769.7	466.5	2,178.1	7.6	1,588.0	413.4	-	169.1
전 체	건수	1,121	259	60	864	66	416	206	123	52
	면적	15,120.9	7,220.0	1,561.9	6,339.0	1,059.3	2,213.0	910.7	942.1	1,213.0

자료 : 각 시·도 통계연보, 2010, 행정구역별 해당부서

양식어업의 주 생산품종은 우렁챙이이며 그 외 어류, 미역 등이 주요 양식생산 품종이다. 특히, 경북지역에는 일반적으로 복합양식과 협동양식이 많이 이루어지고 있다.

신고리 3,4호기 부지가 위치하는 울주군과 인접한 기장군의 어업권 현황은 표 2.3-4와 같다. 울주군의 면허어업은 마을어업 및 협동양식 9건 217.58 ha, 어류·복합양식 21건 110.17 ha가 분포하고 있으며, 허가어업으로 구획어업이 28건 있다(그림 2.3-3).

기장군의 면허어업으로는 정치망 1건 2.61 ha, 마을어업 및 협동양식 19건 476.43 ha, 어류·복합양식 70건 357.95 ha가 분포하고 있으며, 허가어업으로 구획어업이 31건이 있다(그림 2.3-3). 복합양식의 경우 우렁챙이와 미역, 전복과 미역의 복합형태가 주를 이루었으며, 이 밖에 미역, 전복, 방어 등의 양식이 많이 이루어지고 있다.

표 2.3-4 울주군과 기장군의 어업권 현황

구 분			건 수	면 적(ha)
울 주 군	면허어업	정치망	-	-
		어류등 양식	2	6.91
		해조류 양식	8	68.85
		복합양식	19	103.26
		마을어업	8	208.13
		협동양식	1	9.45
	허가어업	구획어업	28	24.00
	신고어업	육상양식	11	-
		종묘생산	7	-
		맨손어업	-	-
		나잠어업	995	-
		투망어업	-	-
소 계		1,079	420.60	
기 장 군	면허어업	정치망	1	2.61
		어류등 양식	2	7.00
		해조류 양식	-	-
		복합양식	68	350.95
		마을어업	19	476.43
		협동양식	-	-
	허가어업	구획어업	31	65.91
	신고어업	육상양식	19	3.78
		종묘생산	3	0.04
	소 계		143	906.72
	총 계		2,444	2,654.64

자료 : 울주군, 기장군 수산과, 2009.12기준

II. 환경 현황



그림 2.3-3 부지 인근의 어업권 분포

나. 해수욕장 등 여가시설의 분포현황

부지반경 80 km 이내에는 22개의 주요 해수욕장이 분포하며 해운대, 광안리, 일산해수욕장 등의 대규모 해수욕장이 포함된다(표 2.3-5 및 그림 2.3-4). 전국 10대 해수욕장 중 하나인 해운대 해수욕장은 부지에서 남서 방향으로 약 24 km 이격되어 있으며, 연간 이용객이 약 1,000만 명에 이른다. 부지 남서쪽에 위치한 광안리 해수욕장은 약 27 km 이격 되어있으며, 연간 약 1,500만 명이 이용하는 대규모의 해수욕장이다. 부지와 가장 인접한 해수욕장은 임랑해수욕장으로 부지로부터 남서쪽 방향으로 4.7 km 이격되어 있으며, 연 9만 6,000명의 인원이 찾고 있다(표 2.3-12). 울산광역시 동구 일산동의 일산해수욕장은 부지의 북동쪽에 위치하고 있으며, 연간 이용객이 약 100만 명에 이른다.

표 2.3-5 부지반경 80 km 이내 주요 해수욕장 현황

구분	해수욕장	위 치			시 설 규 모		
		소재지	부지로부터의		면적 (평)	백사장(m)	
			방향	거리(km)		길이	폭
포항시	북부	포항시 북구 두호동	북	79.6	1만1,200	1,750	40~70
	구룡포	포항시 남구 구룡포읍 구룡포리	북북동	76.8	6,000	400	50
	도구	포항시 남구 동해면 도구리	북북동	73.6	1만2,000	800	50
경주시	오류	경주시 감포읍 오류리	북북동	56.7	9,983	600	55
	전촌	경주시 감포읍 전촌리	북북동	52.7	9,090	600	50
	나정	경주시 감포읍 나정리	북북동	52.1	8,848	450	65
	봉길	경주시 양북면 봉길리	북북동	47.5	1만2,100	800	50
	관성	경주시 양남면 수렴리	북북동	38.2	1만2,121	1,000	40
울산광역시	일산	울산광역시 동구 일산동	북동	20.6	9,075	600	40~60
	진하	울산광역시 울주군 서생면 진하리	북동	6.0	2만9,000	1,000	300
부산광역시	임랑	부산광역시 기장군 장안읍	남서	4.7	5만4,450	900	200
	일광	부산광역시 기장군 일광면	남서	11.1	1만2,000	1,800	25
	송정	부산광역시 해운대구 송정동	남서	20.1	1만8,000	1,200	50
	해운대	부산광역시 해운대구 중동	남서	24.0	1만,7000	1500	35~50
	광안리	부산광역시 수영구 광안동	남서	27.5	2만4,000	1,400	25~110
	송도	부산광역시 서구 암남동	남서	39.2	9680	800	50
	다대포	부산광역시 사하구 다대동	남서	44.8	1만6,000	900	100
거제시	구영	거제시 장목면 구영리	남서	65.9	2,904	320	30
	농소	거제시 장목면 농소리	남서	66.4	2만4,200	2,000	40
	황포	거제시 장목면 구영리	남서	67.9	1,996	220	30
	홍남	거제시 장목면 시방리	남서	68.6	3,267	360	30
	덕포	거제시 옥포동	남서	72.2	5,445	450	40

자료 : 문화관광부, 2009, 관광지식정보시스템(<http://www.tour.go.kr>)

II. 환경 현황



그림 2.3-4 부지반경 80 km 이내의 해수욕장 현황

2.3.2 수산물의 생산

부지반경 80 km 이내의 수산물 생산량을 산정하기 위해 수산물의 생산량은 직·간접적으로 판매가 이루어지는 상업용과 생산된 수산물을 자가에서 소비하는 자급용으로 구분하였으며, 각각에 대한 산정 방법 및 결과는 아래와 같다.

가. 상업용 수산물 생산량

국내에서 판매되는 수산물 생산량 조사방법은 계통조사와 비계통 조사로 구분된다. 계통조사는 일반해면어업 및 천해양식어업을 하는 어가 및 사업체가 수협계통조직을 통하여 위·공판 등의 절차를 거쳐 출하하는 생산량을 조사하는 방식이고 비계통 조사는 어가 및 업체에서 수협을 통하지 않고 직접 판매하는 생산량을 표본·전수 조사하는 방식이다(그림 2.3-5).

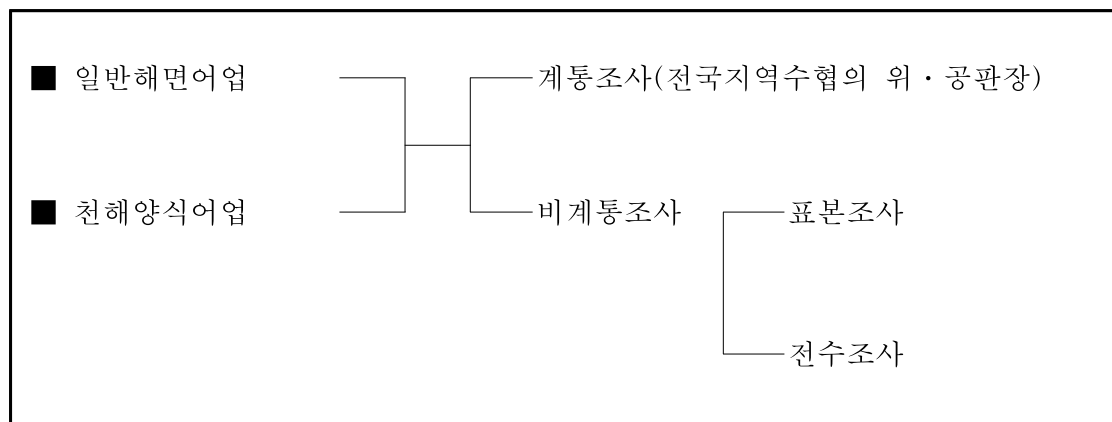


그림 2.3-5 어업별 조사통계

부지반경 80 km 이내의 주요 어장 및 양식장 등에서 생산되는 수산물을 조사하기 위하여 계통조사 부분은 해당 시·군의 통계연보 중 계통판매고를 인용하였으며, 비계통조사 부분은 국토해양부의 어업생산통계를 활용하였다.

계통조사 부분의 계통판매고는 통계연보를 통하여 시·군 단위로 집계가 이루어지고 있으며, 비계통조사 부분의 어업생산통계는 광역시·도 단위의 생산량 자료만 취득 가능하므로, 각 읍·면별 생산량을 파악하기 위해 다음과 같은 산정 방법을 이용하였다.

II. 환경 현황

<읍·면별 상업용 수산물 생산량> 산정 방법

○ 계통 수산물 생산량

$$\text{읍·면별 계통수산물 생산량} = \text{시·군 단위의 계통판매고(통계연보)} \times \frac{\text{읍·면별 어가수}}{\text{시·군별 어가수}}$$

○ 비계통 수산물 생산량

$$\text{읍·면별 비계통수산물 생산량} = \text{광역시·도 단위의 어업생산통계(비계통조사)} \times \frac{\text{읍·면별 어가수}}{\text{광역시·도별 어가수}}$$

1) 상업용 수산물 생산량 조사 결과

계통조사에 의한 수산물 생산량은 총 514,944 톤, 비계통 조사에 의한 수산물 생산량은 총 195,822 톤으로 조사되었으며 부지반경 80 km 이내의 행정구역에서 생산되는 상업용 수산물은 총 710,766 톤으로 나타났다. 어류와 연체동물의 경우 계통 판매가 주를 이루었으며, 기타 수산동물은 비계통 판매가 대부분이다. 또한, 행정단위별 상업용 수산물의 생산량은 부산광역시, 거제시, 마산시, 진해시, 경주시, 포항시, 울산광역시, 창원시 순으로 나타났다(표 2.3-6).

표 2.3-6 부지반경 80 km 이내 행정구역별 상업용 수산물 생산량

(단위 : 톤)

구분		울산광역시	부산광역시	경주시	포항시	창원시	마산시	진해시	거제시	합계
어류	계통	11,894	337,051	7,164	5,018	194	21,012	866	7,399	390,598
	비계통	2,133	6,499	2,167	5,470	391	6,071	10,759	16,983	50,473
갑각류	계통	139	612	529	153	77	522	70	40	2,142
	비계통	143	171	3,801	9,597	14	215	382	602	14,925
패류	계통	367	5,871	18	197	1	60	240	11	6,765
	비계통	42	2,571	150	378	978	15,180	26,904	42,467	88,670
연체동물	계통	5,931	61,516	25,917	4,609	2	774	114	1,561	100,424
	비계통	46	381	543	1,370	13	207	366	578	3,504
기타수산동물	계통	96	269	-	5	-	-	-	2	372
	비계통	136	438	532	1,343	119	1,853	3,284	5,184	12,889
해조류	계통	-	14,643	-	-	-	-	-	-	14,643
	비계통	6,393	15,021	481	1,214	26	400	708	1,118	25,361
계	계통	18,427	419,962	33,628	9,982	274	22,368	1,290	9,013	514,944
	비계통	8,893	25,081	7,674	19,372	1,542	23,925	42,403	66,932	195,822

자료 : 어업생산통계 시스템(<http://fs.fips.go.kr/main.jsp>)

해당 시·군, 2010, 통계연보, 수협협동조합중앙회(수산물계통판매고 통계연보)

나. 자급용 수산물 생산량

자급용 수산물의 생산량을 산정하기 위하여 어민들이 섭취하는 수산물은 모두가 생산에 의해서 이루어진다고 가정하였으며 어민들의 수산물 섭취량은 표 2.3-7과 같다.

어민의 수산물류 섭취량은 지역내 일반적인 평균값보다 높다고 가정하여 백분위수(90)의 산출량을 활용하였으며, 지역구분에 있어서는 고리원자력발전소 부지 인근 주민의 수산물류 섭취량을 적용하였다.

<자급용 수산물 생산량> 산정 방법

$$\begin{array}{l} \text{시·군별} \\ \text{자급용수산물 생산량} \end{array} = \begin{array}{l} \text{시·군별 어민수} \times \text{주민의 수산물류 섭취량(표 2.3-8)} \\ \times 365(\text{일/년}) \times 10^6(\text{g/ton}) \end{array}$$

표 2.3-7 고리원자력발전소 부지 인근 주민의 수산물류 섭취량

(단위 : g/day)

구 분	평균	표준 편차	중위수	백분위수(90)	극대값
어 류	39.66	40.06	27.69	90.43	210.00
패류/갑각류	6.05	18.98	0.00	13.35	178.50
연체류	3.68	7.48	0.00	12.50	40.00
해조류	8.45	11.98	3.75	22.11	75.00

자료 : 한국수력원자력(주), 2006, 원전주변 주민의 음식물 섭취량 평가

이와 같이 산정된 자급용 수산물 생산량은 총 2,321.9톤이며, 수산물류 중 어류의 자급량이 많은 비율을 차지한다. 또한, 어민수가 가장 많은 울산광역시에서 자급용 수산물의 생산량이 가장 많은 것으로 나타났다(표 2.3-8).

표 2.3-8 부지반경 80 km 이내 행정구역별 자급용 수산물 생산량

(단위 : 톤)

구 분	울산광역시	부산광역시	경주시	포항시	창원시	마산시	진해시	거제시	합계
어 류	305.6	215.5	120.9	230.0	8.6	130.6	218.1	287.9	1,517.2
패류·갑각류	45.1	31.8	17.9	34.0	1.3	19.3	32.2	42.5	224.1
연체류	42.2	29.8	16.7	31.8	1.2	18.1	30.1	39.8	209.7
해조류	74.7	52.7	29.6	56.2	2.1	31.9	53.3	70.4	370.9
합 계	467.6	329.8	185.1	352	13.2	199.9	333.7	440.6	2,321.9

II. 환경 현황

다. 수산물 총 생산량

부지반경 80 km 이내의 행정단위별 총 수산물 생산량을 어류, 패류·갑각류, 연체동물, 해조류, 기타 수산동물로 구분하고 상업용과 자급용으로 분류하여 수산물의 종류별 총 생산량을 산정하였다. 전체 수산물 생산량은 713,088톤이고, 이 중 연체류가 전체 생산량의 14.6%를 차지하며 자급용 수산물 생산량은 전체 수산물 생산량의 0.3% 미만이다(표 2.3-9).

표 2.3-9 부지반경 80 km 이내에서 생산되는 수산물의 종류별 총 생산량

(단위 : 톤)

구 분	상 업 용(톤)		자 급 용(톤)	합 계(톤)
	계통	비계통		
어류	390,598	50,473	1,517	442,588
패류·갑각류	8,907	103,595	224	112,726
연체동물	100,424	3,504	210	104,138
해조류	14,643	12,889	371	27,903
기타 수산동물	372	25,361	-	25,733
합 계	514,944	195,822	2,322	713,088

2.3.3 수상활동

부지반경 80 km 이내의 주요 지점에서의 연간 총 해변활동시간, 수영시간 및 해상활동시간은 인구수에 해당연령군의 비율과 개인별 연간 평균 활동시간을 곱하여 연령군별 총 활동시간을 구하고 전 연령군의 값을 합산하여 구하였다. 대표연령별 해변활동시간과 수영시간, 해상활동의 연간 최대값은 표 2.3-10과 같다. 그리고 부지로부터 80 km 이내 주요 어항 및 해수욕장에서의 주민활동시간은 표 2.3-11 및 표 2.3-12와 같다.

표 2.3-10 연령군별 해변활동시간, 수영시간, 배타는 시간의 연간최대값

(단위 : hr/year)

구 분	3개월	1세	5세	10세	15세	성인
해변활동시간	0.0	2.5	10.2	40.5	67	12
수영시간	0.0	54.5	218	270	240	60
배타는 시간	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,100

자료 : 미국 규제지침서 1.109 자료와 고리주변 환경종합평가 및 관련 모델 개발, 환경특성조사, K AERI/NSC-397/89

표 2.3-11 부지반경 80 km 이내 국가지정 어항에서의 주민 활동시간

명 칭	위 치		어업인구 ¹⁾ (명)	주민 활동시간 ²⁾ (person-hour/year)		
	방향	거리(km)		해변	수영	해상
양포항	북북동	65.7	2,289	3.94E+04	2.09E+05	5.75E+06
감포항	북북동	54.4	3,943	6.78E+04	3.60E+05	9.90E+06
읍천항	북동	42	830	1.43E+04	7.58E+04	2.08E+06
정자항	북동	33.4	1,101	1.89E+04	1.01E+05	2.76E+06
방어진항	북동	19.2	1,535	2.64E+04	1.40E+05	3.85E+06
대변항	남남서	15.5	440	7.57E+03	4.02E+04	1.10E+06
다대포항	남서	45.7	2,480	4.27E+04	2.27E+05	6.23E+06
천성항 ³⁾	남서	57.4	230	3.96E+03	2.10E+04	5.78E+05
원전항	남서	68	163	2.80E+03	1.49E+04	4.09E+05
외포항	남서	68.7	268	4.61E+03	2.45E+04	6.73E+05
능포항	남서	73.3	292	5.02E+03	2.67E+04	7.33E+05
광암항	남서	77	182	3.13E+03	1.66E+04	4.57E+05
지세포항	남서	78.6	726	1.25E+04	6.63E+04	1.82E+06

자료 : 한국어촌어항협회, 2009, 국가어항 개발현황

주 : 1) 어업인구는 각 어항별 어업인구 현황으로 전업 및 겸업인구의 합

2) 주민활동시간 = 연령군별 활동시간 × 어업인구 로 산출하였음

3) 천성항은 2008년 개항한 신규어항으로 2009년말 어업인구 통계 자료가 없어 2010년말 자료를 사용하였음

II. 환경 현황

표 2.3-12 부지반경 80 km 이내 주요 해수욕장에서의 주민 활동시간

해수욕장 명 칭	위 치		이용객수 ¹⁾ (명)		주민 활동시간 ²⁾ (person-hour/year)		
	방향	거리(km)	1일최대	연간	해변	수영	해상
북부	북	79.6	15,612	944,301	1.62E+07	8.63E+07	2.37E+09
구룡포	북북동	76.8	4,541	164,786	2.83E+06	1.51E+07	4.14E+08
도구	북북동	73.6	2,539	160,926	2.77E+06	1.47E+07	4.04E+08
오류 ³⁾	북북동	56.7	3,730	87,550	1.51E+06	8.00E+06	2.20E+08
전촌 ³⁾	북북동	52.7	1,800	50,570	8.70E+05	4.62E+06	1.27E+08
나정 ³⁾	북북동	52.1	3,000	77,400	1.33E+06	7.07E+06	1.94E+08
봉길	북북동	47.5	25,000	66,100	1.14E+06	6.04E+06	1.66E+08
관성 ³⁾	북북동	38.2	6,060	500,000	8.60E+06	4.57E+07	1.26E+09
일산	북동	20.6	10,557	1,075,238	1.85E+07	9.82E+07	2.70E+09
진하	북동	6.0	13,300	998,210	1.72E+07	9.12E+07	2.51E+09
임랑	남서	4.7	1,583	96,000	1.65E+06	8.77E+06	2.41E+08
일광	남서	11.1	4,223	179,900	3.09E+06	1.64E+07	4.52E+08
송정	남서	20.1	1,801	276,019	4.75E+06	2.52E+07	6.93E+08
해운대	남서	24.0	216,667	10,070,000	1.73E+08	9.20E+08	2.53E+10
광안리	남서	27.5	254,667	15,124,016	2.60E+08	1.38E+09	3.80E+10
송도	남서	39.2	118	9,378	1.61E+05	8.57E+05	2.35E+07
다대포	남서	44.8	53,500	3,986,929	6.86E+07	3.64E+08	1.00E+10
구영 ³⁾	남서	65.9	500	5,000	8.60E+04	4.57E+05	1.26E+07
농소	남서	66.4	312	11,250	1.94E+05	1.03E+06	2.82E+07
황포	남서	67.9	163	7,465	1.28E+05	6.82E+05	1.87E+07
홍남	남서	68.6	132	6,475	1.11E+05	5.91E+05	1.63E+07
덕포	남서	72.2	783	35,870	6.17E+05	3.28E+06	9.01E+07

자료 : 관광지식정보시스템(2009, 문화관광부), <http://www.tour.go.kr/>

주 : 1) 이용객수중 1일최대 이용객수는 월간최대이용객수/30일로 산정함

2) 주민활동시간 = 연령군별 활동시간 × 이용객수 로 산출하였음

3) 해당지역은 월간최대이용객수에 대한 통계자료가 없어 가용한 통계자료중 “1일 평균수용 인원”으로 산정함

2.4 기상 및 대기확산

2.4.1 지역기후

2.4.2 부지기상

2.4.3 정상운영시 대기확산

2.4.4 사고시 대기확산

2.4 간지

II. 환경 현황

간지 뒷면



2.4 기상 및 대기환경

2.4.1 지역기후

신고리 3,4호기 부지와 인근 지역의 일반적 기후특성을 분석하기 위해 부산 및 울산에 대한 한국기후표 및 기상연보의 자료를 사용하였다. 특히, 부산 및 울산에 대한 기후요소들의 극치는 기상청에서 발행된 기상연보와 누년기후극값을 참조하였으며 부산기상청 및 울산기상대의 위치는 그림 2.4-1과 같다.

한반도는 유라시아 대륙의 동안에 위치하고 있어 우리나라의 기후는 계절별로 변화하는 대륙과 해양사이의 기압배치와 위도, 해류 및 지형 등의 모든 기후인자 및 기후요소가 종합되어 결정된다.

계절별로 살펴보면, 겨울에는 시베리아 대륙성 한대기단의 영향을 받아 서고동저형의 기압배치를 이루고 한냉건조한 북서계절풍이 강하게 분다. 봄에는 양쯔강 유역에서 발달된 대륙성 한대기단이 겨울에 발달했던 시베리아 고기압의 약화로 그 일부가 분리되어 이동성 고기압을 발달시킴에 따라 약 3 ~ 4일 간격으로 이동성 고·저기압이 통과하고 변덕스러운 날씨변화와 북풍계열에서 서풍계열로 전환되는 바람분포를 보인다. 여름에는 북태평양의 해양성 열대기단 영향을 받아 남고북저형의 기압배치를 이루어 남서내지 남동계절풍이 불며, 고온다습한 기후특성을 나타낸다. 또한, 북태평양 기단과 오호츠크해 기단사이에 정체성 장마전선이 형성되어 많은 강수현상이 나타난다. 가을로 접어들면서 북태평양 고기압이 점점 쇠약해지는 반면, 시베리아 고기압이 발달하기 시작하면서 여름철의 남고북저형 기압배치가 무너지게 되고 중국북부에 위치한 고기압의 일부가 분리되어 이동성 고기압이 우리나라를 자주 통과하게 된다. 이로 인하여 시원하고 건조한 바람이 불고 청명한 날씨가 되며 기온의 일교차가 비교적 크게 나타난다. 이때 바람은 남풍계열에서 북풍계열로 바뀌기 시작한다.

가. 기온

연평균 기온의 분포는 그림 2.4-2와 같이 대체로 10℃에서 15℃로 나타나고 있으며 북쪽은 낮고 남쪽은 높은 기온분포를 보인다. 그리고 해안지방은 등위도 선상의 내륙지방보다 다소 높은 기온분포를 보이고 있으며 기온이 상대적으로 낮은 지역은 태백산맥과 소백산맥을 따라 형성되고 있다. 한편, 1월의 평균 최저기온은 연평균기온 분포보다는 등온선이 다소 단조롭게 나타나고 있으나 대체로 비슷하다. 즉, 내륙에는 저온역

II. 환경 현황

이, 해안지방에는 고온역이 형성되어 있으며 제주도를 제외하고는 전국이 $-2 \sim -12^{\circ}\text{C}$ 의 분포를 나타내고 있다(그림 2.4-3).

8월의 평균 최고기온은 24°C 에서 31°C 의 분포이며 기온의 연교차는 북쪽으로 갈수록, 내륙지방으로 갈수록 다소 증가한다(그림 2.4-4). 이와 같이 기온분포 측면에서 한국은 대체로 대륙성 기후의 특성이 많음을 알 수 있다. 기온 분포도로부터 부지 인근지역의 기온을 선형내삽하면 연평균 기온은 4°C 내외, 1월의 평균 일 최저기온은 $-2 \sim -3^{\circ}\text{C}$, 8월의 평균 일 최고기온은 $29 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 이며, 기온의 일교차는 $8 \sim 9^{\circ}\text{C}$ 이었다. 한편, 부산과 울산의 최고기온은 각각 36.7°C , 38.6°C 였고, 최저기온은 -16.7°C 과 -14.0°C 이었다(표 2.4-1~2)

나. 강수량 및 상대습도

강수량은 전국적으로 $1,000 \sim 1,700\text{ mm}$ 의 분포를 보인다(그림 2.4-5). 우리나라는 계절에 따른 강수량의 변화가 뚜렷하며, 특히 장마철이 들어있는 여름철(6, 7, 8월)의 강수량은 연간 총강수량의 $40 \sim 60\%$ 에 달한다. 이 기간 동안 집중호우로 인한 홍수가 매년 발생하는데 이러한 집중호우는 6월부터 9월 사이에 통과하는 태풍이나 국지적인 폭풍우에 기인한다. 한편, 부산 및 울산의 연평균 강수량은 $1,507.6\text{ mm}$ 과 $1,285.8\text{ mm}$ 이었다(표 2.4-1~2).

우리나라의 평균 상대습도의 분포는 65% 에서 75% 정도이며, 내륙에 위치한 영주 및 안동 지방이 65% 로 가장 낮고, 서해안지방이 75% 이상으로 가장 높다. 부산 및 울산의 연평균 상대습도는 각각 65% , 67% 이다(표 2.4-1~2).

다. 풍향 및 풍속

우리나라의 겨울철에는 주로 북서풍이, 여름철에는 남동내지 남서풍이 탁월하며, 봄철과 가을철에는 풍향변화가 다양하다. 풍속은 제주도, 울릉도 지방이 $4.7 \sim 4.8\text{ m/s}$ 로서 가장 높고, 그 밖의 지역은 $2 \sim 3\text{ m/s}$ 의 분포를 보이고 있다. 부산 및 울산지방의 연평균 풍속은 각각 4.1 m/s , 2.3 m/s 로 나타났다(표 2.4-1~2).

부산 및 울산지역에서의 연간 정온 발생 비율은 각기 2.4% , 14.1% 이며, 부산지역은 연중 북동계열의 바람이 우세하고(30.7%), 울산지방은 북서계열의 바람이 우세(22.9%)하였다(표 2.4-3~4). 한편, 부산지역은 남남서풍이 불 경우 가장 풍속이 강하였으며(21.9 m/s), 울산은 북서 및 북북서풍(17.7 m/s)이 불 경우 가장 풍속이 강하였다(표 2.4-5~6).

라. 안개 및 적설량

부산과 울산의 평균 연간안개일수는 각각 16.9일, 9.7일이고, 주로 5~7월에 빈번하게 발생한다. 부산 및 울산지역의 적설일수는 평균 연간 각각 5.7일, 6.1일이었고 각 지역의 최심 적설량은 37.2 cm 및 18.4 cm였다(표 2.4-1~2).

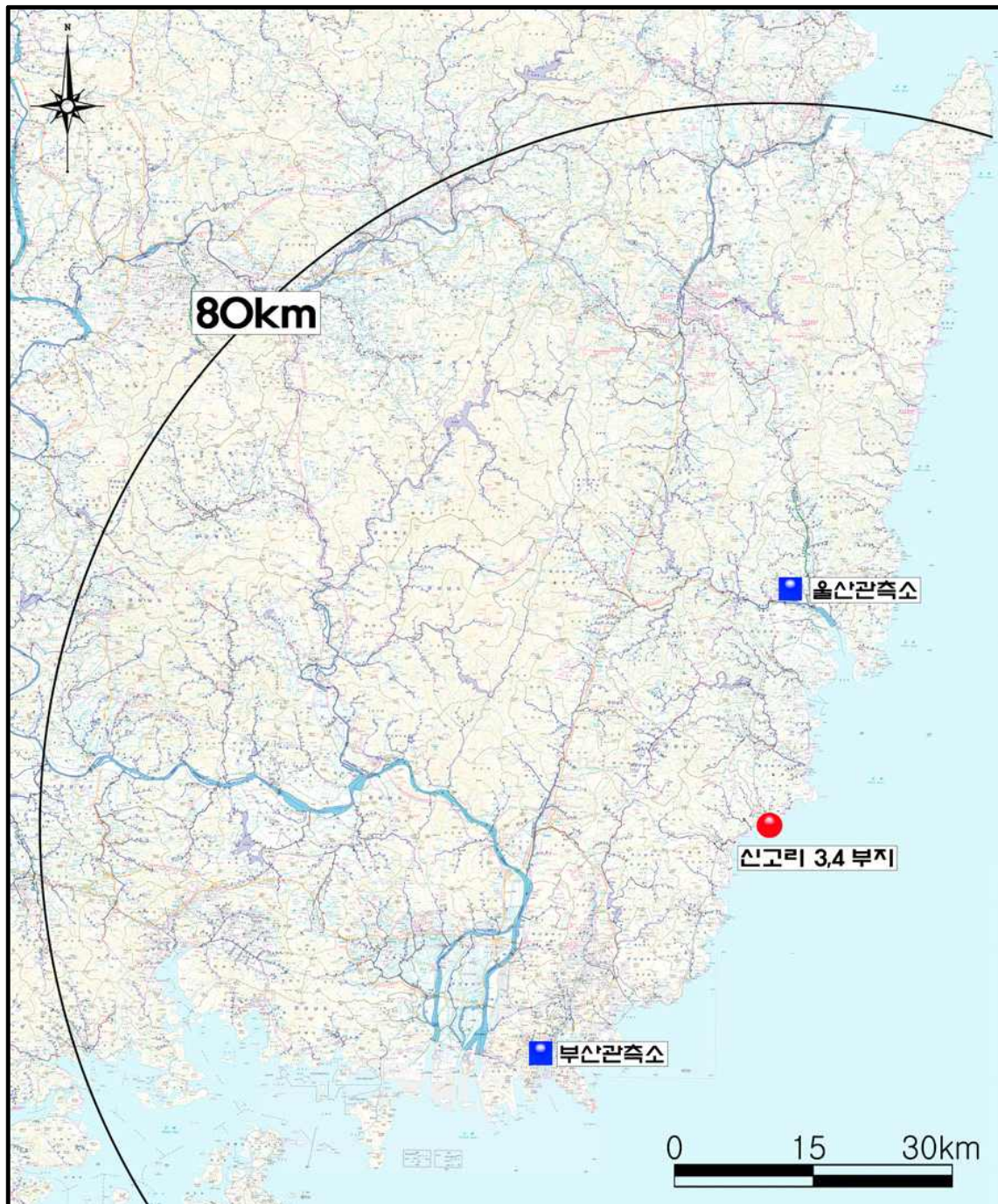


그림 2.4-1 부지반경 80 km의 지형도 및 기상관측소 위치

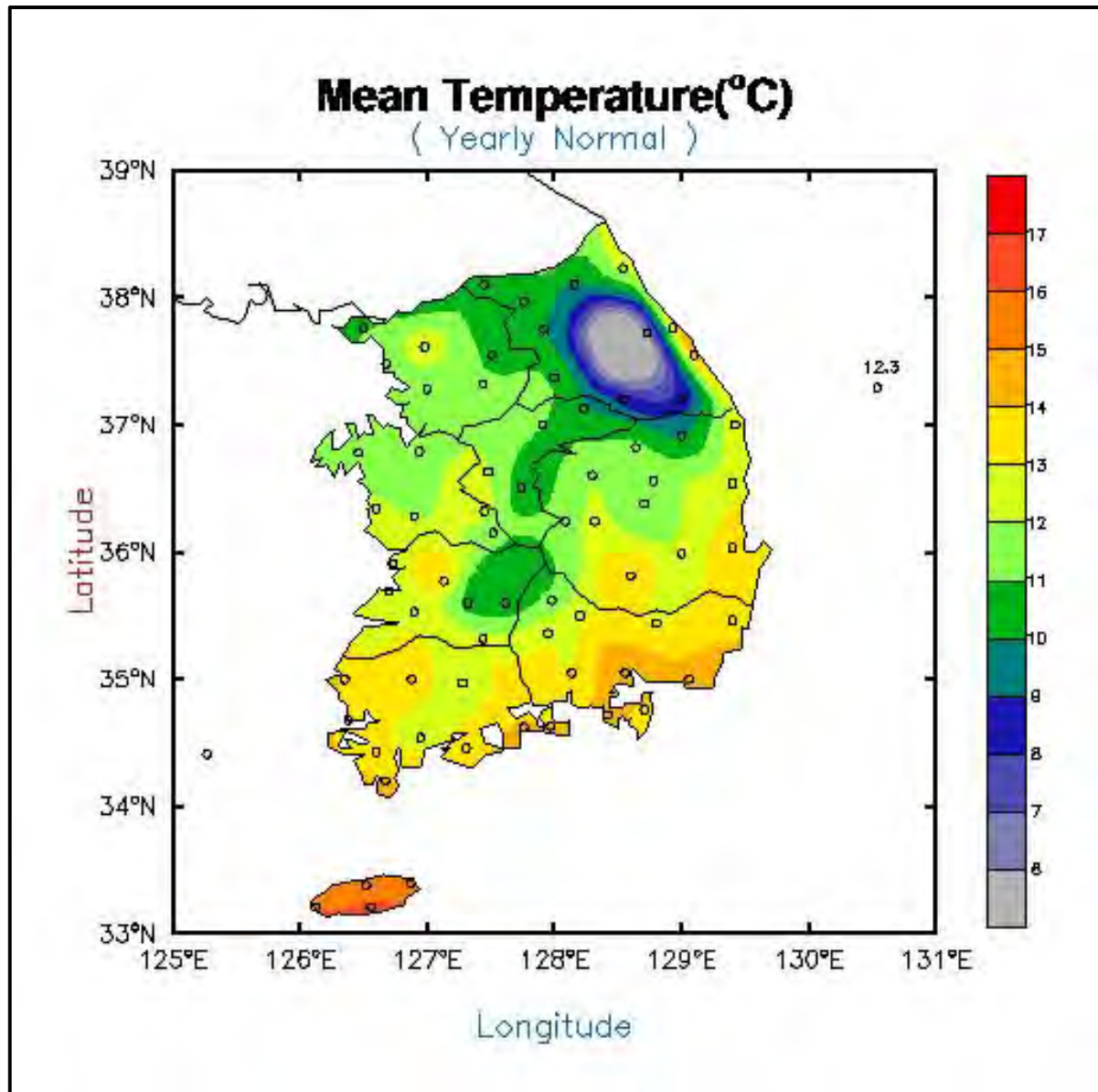


그림 2.4-2 연평균 기온

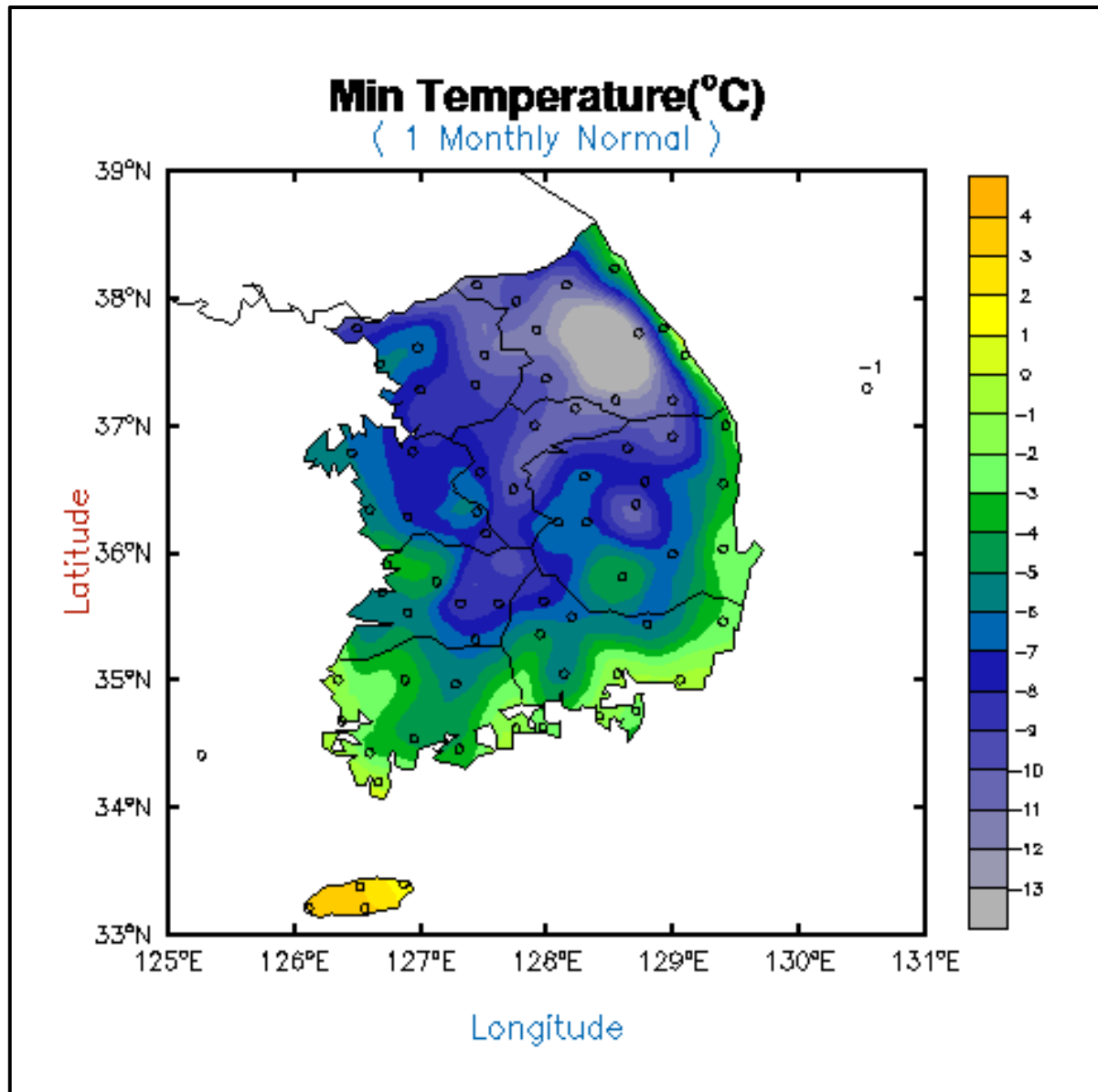


그림 2.4-3 1월 일최저기온의 평균

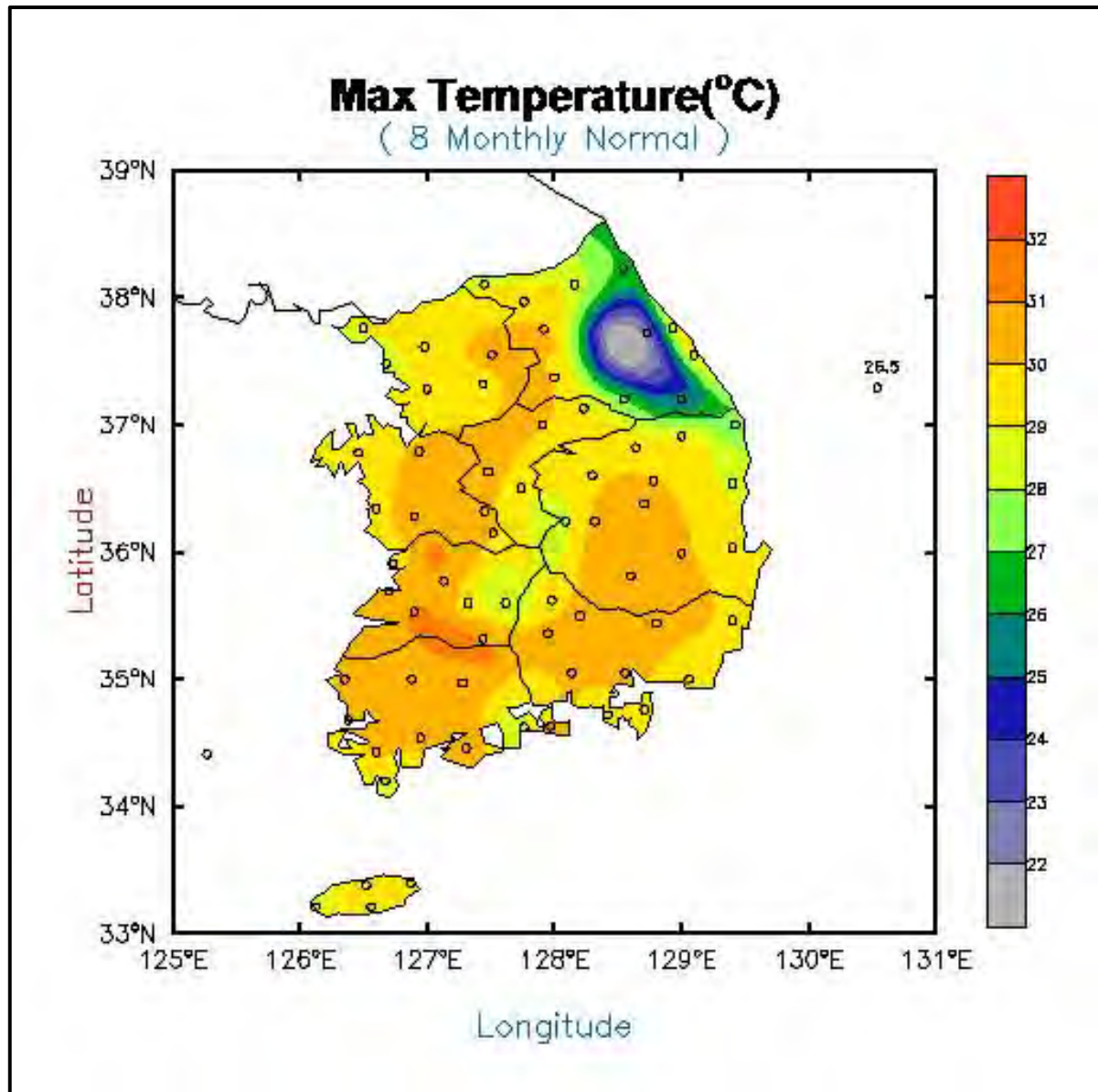


그림 2.4-4 8월 일최고기온의 평균

표 2.4-1 부산지역의 기후자료

월		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
요소														
기온 (℃)	평균	2.8	4.3	8.3	13.2	17.4	20.5	24.1	25.8	22.2	17.4	11.4	5.4	14.4
	최 고	18.4	20.3	22.9	28.1	34.0	33.4	35.8	36.7	35.2	29.1	25.6	20.9	36.7
	발생일	06/10	79/21	98/30	99/27	79/29	29/18	94/24	83/4	94/2	99/02	03/2	53/1	83/8/4
	최 저	-14.0	-12.6	-9.7	-1.5	5.4	9.3	13.8	15.4	9.6	1.8	-6.5	-12.0	-14.0
	발생일	15/13	77/16	77/5	24/4	11/7	20/2	26/9	13/6	28/26	97/31	50/15	17/27	15/1/13
강 수 량 (mm)	평균	32.6	42.3	79.9	143.6	157.5	215.9	289.4	240.6	161.2	60.5	57.2	24.8	1,507.6
	월최다	229.6	205.1	219.5	384.8	473.5	937.5	886.1	699.8	515.1	253.1	266.4	113.3	937.5
	연 도	1906	1922	1972	2002	1938	1963	2009	1991	1926	1933	1997	1920	1963.6
	일최다	208.9	84.4	100.0	178.5	200.4	224.6	310.0	439.0	246.5	178.5	173.0	89.2	439.0
	발생일	06/10	55/27	72/30	12/21	85/5	78/17	2009/7	91/23	84/3	33/6	97/25	57/12	91/8/23
상 대 습 도	평균(%)	50	53	58	65	70	78	85	80	75	64	58	52	65
	최 소	4	6	7	7	8	17	31	26	18	11	8	7	4
	발생일	45/13	19/23	71/7	19/27	19/15	2004/2	07/24	44/30	2008/26	00/13	2002/19	69/24	45/12/9
바 람 (%)	평균풍속	4.2	4.2	4.3	4.4	3.9	3.7	4.2	4.0	3.9	3.7	3.9	4.1	4.1
	최다풍향	NW	NW	NNE	NE	SSW	NE	SSW	NE	NE	NNE	NW	NW	NNE
	최 대	26.7	26.0	27.8	30.2	26.7	29.0	28.0	35.0	34.7	25.0	24.5	29.0	35.0
	발생일	63/7	66/23	45/21	24/3	56/5	63/20	22/7	04/20	59/17	74/23	09/05	59/17	04/8/20
	풍 향	NW	NNW	SSW	NW	W	SSW	E	NE	ENE	NW	NNW	NW	NE
일조시간(hr)		196.2	181.0	199.2	200.8	220.6	179.1	163.1	202.3	167.3	203.9	188.7	200.8	2303.1
일조율(%)		62.8	58.7	54.0	51.2	52.4	41.6	37.6	48.5	45.0	58.8	61.6	65.7	53.1
운 량		3.3	4.0	4.8	5.3	5.4	6.7	6.9	5.8	5.9	4.2	3.6	2.9	4.9
적설 (cm)	최심	12.4	22.5	29.5	-	-	-	-	-	-	-	-	17.0	37.2
	발생일	2001/13	45/25	2005/5	-	-	-	-	-	-	-	-	52/9	2005/3/6
현 상 일 수	안개	0.2	0.3	0.7	2.0	3.0	4.2	5.1	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	16.9
	폭풍	2.0	1.9	1.7	1.8	0.8	1.1	2.2	1.4	0.9	0.7	1.5	2.0	17.8
	우박	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
	뇌전	0.0	0.3	0.3	0.8	0.9	1.0	2.7	2.9	1.3	0.5	0.4	0.2	11.2
	눈	1.9	2.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	5.7
안개지속시간		1.9	1.8	5.4	11.7	13.9	21.8	18.7	2.8	1.1	0.5	1.6	2.0	83.2

주) 평균값 : 1961~2009, 극값 : 1904~2009

자료 : 한국기후표, 기상청, 1991; 기상연보, 기상청, 1991~2009

II. 환경 현황

표 2.4-2 울산지역의 기후자료

월		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
기온 (℃)	평균	1.5	3.3	7.5	13.1	17.6	21.1	25.0	25.8	21.3	15.9	9.7	3.9	13.8
	최 고	19.3	24.2	25.4	31.0	34.7	35.5	38.2	38.6	35.6	29.8	27.5	22.4	38.6
	발생일	53/10	96/14	73/28	04/21	79/29	05/25	94/14	83/3	94/2	87/7	79/2	53/1	83/8/3
	최 저	-16.7	-12.9	-9.6	-3.2	2.4	6.8	12.7	13.2	7.5	-1.5	-7.8	-12.4	-16.7
	발생일	36/27	41/1	77/5	41/3	34/1	81/2	39/1	71/26	33/29	41/28	70/30	73/24	36/1/27
강 수 량 (mm)	평균	34.6	39.8	67.1	106.5	107.1	174.2	228.4	225.0	169.3	60.9	49.9	22.7	1,285.8
	월최다	127.3	128.1	198.5	222.7	352.8	549.6	686.8	698.7	661.3	295.3	165.8	168.8	698.7
	연 도	47	90	72	67	2003	63	34	91	69	61	61	52	91/8
	일최다	43.9	62.0	98.4	137.8	144.0	138.5	226.6	417.8	327.5	138.2	114.4	164.2	417.8
	발생일	98/15	55/27	72/30	91/17	03/30	03/19	43/14	91/23	05/6	61/6	61/17	52/9	91/8/23
상 대 습 도	평균(%)	54	55	60	65	69	76	80	80	77	70	63	56	67
	최 소	6	5	7	8	12	8	22	21	17	11	5	6	5
바 람 (%)	발생일	01/17	02/8	04/11	99/14	02/24	04/3	01/4	62/21	04/2	00/13	01/7	00/16	02/02/16 01/11/07
	평균풍속	2.7	2.9	2.6	2.5	2.2	2.1	2.2	2.1	1.8	1.9	2.0	2.2	2.3
	최다풍향	NNW	NNW	N	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NNE	N	NNW	N
	최 대	21.3	20.5	19.5	24.7	18.0	20.7	18.7	26.7	31.7	19.0	20.0	23.0	31.7
	발생일	NNW	SSW	SSW	SSW	SW	SW	SSW	NNE	ENE	WNW	N	NW	ENE
일조시간(hr)	풍 향	59/18	51/21	63/31	63/1	63/27	76/8	40/25	63/9	59/17	49/29	56/24	52/3	59/9/17
		193.3	179.6	197.1	203.0	223.4	175.4	160.6	179.7	154.9	194.6	182.0	198.1	2241.7
		61.7	58.4	53.6	51.6	51.2	40.3	36.0	43.3	41.1	55.3	58.5	65.2	51.6
		3.3	3.9	4.8	5.0	5.4	6.6	6.8	5.9	6.0	4.3	3.7	2.9	4.9
		10.1	10.0	18.4	-	-	-	-	-	-	-	1.0	10.8	18.4
현 상 일 수	적설 (cm)	05/16	69/4	05/6	-	-	-	-	-	-	-	96/30	59/20	05/3/6
	안개	0.2	0.1	0.2	1.0	1.5	2.5	1.9	0.8	0.5	0.4	0.4	0.2	9.7
	폭풍	0.7	0.3	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.4	2.9
	우박	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
	뇌전	0.0	0.1	0.3	0.6	0.6	1.2	2.8	3.4	1.4	0.4	0.3	0.1	11.4
눈	눈	2.3	1.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	6.1
		1.6	0.8	3.3	5.6	7.3	9.4	6.8	3.3	1.2	1.6	3.1	1.2	45.4

주) 평균값 : 1961~2009, 극값 : 1932~2009

자료 : 한국기후표, 기상청, 1991; 기상연보, 기상청, 1991~2009

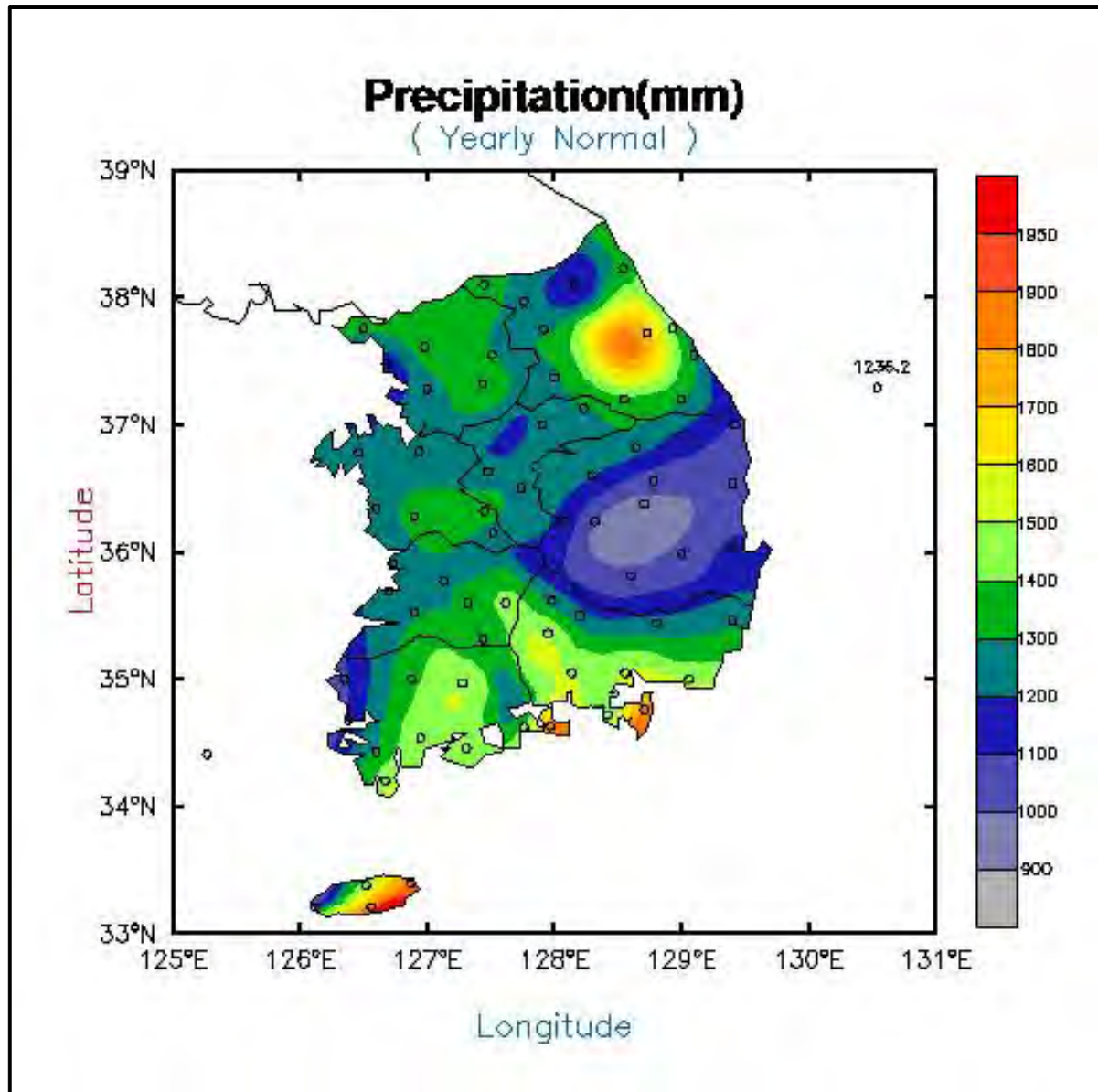


그림 2.4-5 연평균 강수량

II. 환경 현황

마. 혼합층의 높이

혼합층 높이(혼합고)는 지면으로부터 대기의 수직혼합이 왕성하게 일어나는 층을 말한다. 이 층에서의 연직기온 감률은 대략 건조기온감률($9.8^{\circ}\text{C}/\text{km}$)을 따른다. 대기와 지표면 사이의 모든 운동량 교환과 열교환은 혼합층 내에서 일어나기 때문에 혼합고는 대기운동학적으로나 열역학적으로 상당히 중요하다. 혼합층은 지표면의 온도분포 및 층내의 수증기 분포와 밀접한 관계를 갖고 있다.

신고리 부지의 혼합층 높이를 측정하기 위하여 에어존데(Airsonde)를 사용하여 부지에서 기온, 습도, 기압, 풍향, 풍속의 연직분포를 조사하였다. 에어존데는 부력을 가진 기구와 이에 부착된 기압, 온도, 습도 센서 및 송신장치로 구성되는데 기구에 부착된 센서는 기구가 상승하면서 측정된 기온, 습도 및 기압을 전파로 송신하며, 지상의 수신장치에서는 안테나를 통하여 수신된 신호를 분석하여 관측자료를 저장하게 된다. 이때 기구의 궤적을 테오도라이트(Theodolite)라는 장비로 추적하면 기구의 이동 방향과 속도를 계산할 수 있는데 이로부터 해당 높이의 풍향, 풍속을 계산하게 된다.

부지에서 2009년 8월부터 2010년 4월까지 매 계절마다 하루에 3시간 간격으로 8회 상층기상관측을 실시하였다. 부지에서 관측한 혼합고를 표 2.4-7에 나타내었는데 봄철에 일교차가 매우 커서 최대 혼합고는 2,230 m였고 최소 혼합고는 410 m였다. 혼합고의 최대값은 대부분 일사에 의해서 혼합고가 발달하는 오후에 나타났고 최소값의 경우 주로 새벽에 나타났으나 가을철에는 오히려 낮 12시에 나타났다. 이때는 바람이 매우 약하고 흐린 날씨였으므로 혼합이 매우 적게 일어난 경우인 것으로 보인다. 한편, 부지에서 관측된 온위, 습도, 풍향, 풍속의 연직 분포를 부록그림 2.4-1~12에 나타내었다.

마. 일조율

통계기간중 연평균 일조율은 부산, 울산에서 각각 53.1 % (2,303.1시간), 51.6 % (2,241.7시간)로 월별로는 시베리아 기단의 영향을 받아 맑은 날이 많은 12월과 1월에 비교적 높게 나타났다.

2.4 기상 및 대기환경

표 2.4-3 부산의 풍향별 월평균 발생빈도(1971~2009)

(단위 : %)

월 풍향	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
정온	1.7	1.8	1.6	2.1	2.2	2.6	2.7	2.4	3.1	3.7	3.0	2.0	2.4
북북동	9.9	11.5	13.9	9.8	8.2	8.0	6.4	13.7	20.6	18.0	12.3	7.8	11.7
북동	5.7	7.7	10.0	10.5	10.3	14.0	12.3	15.0	20.7	13.0	8.9	4.7	11.1
동북동	2.9	5.1	7.0	8.9	10.2	13.3	11.3	11.2	11.4	6.9	3.9	2.2	7.9
동	1.4	2.6	3.6	5.6	5.9	8.1	5.9	6.6	6.0	4.4	2.3	1.4	4.5
동남동	1.1	1.4	2.1	2.6	2.7	3.0	2.2	3.3	3.2	2.5	1.6	1.2	2.3
남동	1.4	1.6	1.5	1.6	1.8	1.3	1.0	1.5	1.6	2.0	1.6	1.5	1.5
남남동	1.0	0.9	1.3	1.9	2.2	2.1	1.4	1.4	0.9	1.1	1.2	1.1	1.4
남	1.3	1.8	3.7	6.7	9.7	10.3	9.9	6.8	3.8	3.2	1.9	1.6	5.0
남남서	1.3	2.6	5.3	9.9	11.9	12.8	17.3	10.9	4.1	3.6	2.7	1.4	7.0
남서	3.5	4.8	6.3	9.4	9.9	8.9	13.5	8.8	4.4	3.7	5.0	3.7	6.8
서남서	7.7	7.8	7.8	9.4	8.4	6.1	8.9	7.6	4.1	5.2	8.3	8.3	7.4
서	12.6	10.7	8.7	7.2	6.3	3.7	4.0	4.5	3.6	6.5	9.8	13.8	7.6
서북서	9.5	7.7	5.4	3.4	3.0	1.7	1.1	1.8	2.1	4.6	6.6	9.6	4.7
북서	16.8	13.4	8.2	4.4	3.3	1.8	1.0	1.6	4.1	8.0	12.2	16.4	7.6
북북서	14.0	11.0	7.6	3.8	2.2	1.3	0.8	1.4	3.2	7.5	11.3	14.3	6.5
북	8.2	7.7	6.1	3.0	2.0	1.2	0.6	1.4	3.0	6.3	7.3	8.7	4.6

표 2.4-4 울산의 풍향별 월평균 발생빈도(1971~2009)

(단위 : %)

월 풍향	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
정온	11.7	10.2	11.2	13.0	14.5	15.2	15.0	15.5	15.9	17.0	15.8	13.6	14.1
북북동	9.4	9.2	8.5	6.8	5.9	6.7	5.7	8.7	11.6	9.5	8.9	8.4	8.3
북동	5.7	6.0	7.8	7.9	8.2	10.3	11.0	11.3	12.5	9.2	6.4	5.2	8.4
동북동	2.5	3.3	4.9	5.6	6.7	7.2	6.7	6.0	6.5	4.9	3.4	2.3	5.0
동	1.5	2.4	3.7	4.8	5.2	6.3	6.0	4.4	4.6	3.8	2.4	1.7	3.9
동남동	1.1	1.8	3.0	4.1	4.9	5.3	4.7	3.6	2.7	2.5	1.6	1.2	3.0
남동	1.0	2.1	3.7	5.2	6.5	7.0	5.6	5.1	2.9	2.8	2.1	1.4	3.8
남남동	0.8	1.4	2.8	4.5	4.7	5.2	4.0	4.0	2.1	1.8	1.6	0.9	2.8
남	1.0	1.4	2.6	3.8	4.0	3.8	3.5	3.2	1.8	1.8	1.6	1.1	2.5
남남서	1.1	1.4	2.5	4.1	3.9	3.8	5.8	4.0	2.0	1.9	1.8	1.4	2.8
남서	2.4	3.1	3.9	5.4	5.2	5.1	7.7	5.9	3.1	3.7	3.9	3.1	4.4
서남서	2.7	3.2	3.5	4.3	4.2	3.3	5.8	4.4	2.8	3.4	4.1	3.5	3.8
서	5.3	5.6	5.2	6.0	5.2	3.5	4.6	4.5	4.5	6.1	6.9	6.5	5.3
서북서	7.8	7.0	5.9	5.2	5.1	5.5	3.2	4.2	4.6	6.5	7.4	8.3	5.7
북서	14.9	13.7	10.0	6.5	5.9	3.7	4.0	5.0	6.7	8.3	10.7	14.4	8.8
북북서	17.0	15.0	10.2	5.8	4.4	4.4	2.8	4.3	6.0	7.4	10.5	14.1	8.4
북	14.1	13.2	10.6	7.0	5.6	4.6	4.0	5.8	9.3	9.4	11.0	12.9	8.9

II. 환경 현황

표 2.4-5 부산의 풍향별 최대 풍속(1971~2009)

(단위 : 0.1 m/s)

월 풍향	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
북북동	110	117	113	117	104	111	134	128	133	105	117	109	148
북동	124	132	114	106	107	129	133	136	117	117	116	129	141
동북동	82	88	108	96	94	95	122	113	98	89	85	61	128
동	68	80	80	82	91	80	94	107	78	82	89	67	112
동남동	63	100	73	87	68	74	110	122	91	64	68	64	129
남동	60	67	78	68	123	76	123	126	95	103	57	72	135
남남동	75	80	115	91	116	93	155	180	90	93	90	63	186
남	76	96	106	171	144	129	164	171	159	172	78	130	183
남남서	117	146	158	210	163	180	209	199	153	161	108	120	219
남서	127	129	182	195	177	200	193	158	175	132	144	117	212
서남서	125	135	152	152	120	153	127	139	118	131	136	121	164
서	132	128	142	137	111	119	174	107	98	172	132	150	185
서북서	142	121	132	128	114	87	72	113	112	104	154	118	160
북서	159	169	138	153	98	77	124	140	100	166	141	169	171
북북서	135	153	153	154	128	77	100	95	114	139	150	157	163
북	127	124	117	93	99	85	57	108	119	110	127	132	152

표 2.4-6 울산의 풍향별 최대 풍속(1971~2009)

(단위 : 0.1 m/s)

월 풍향	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
북북동	120	120	100	100	93	90	73	100	138	110	90	140	140
북동	83	83	90	83	100	100	100	167	133	117	97	97	167
동북동	93	73	87	107	90	87	108	90	117	100	97	62	117
동	68	87	107	100	83	67	103	97	113	87	117	75	117
동남동	83	70	108	85	77	83	127	80	117	63	70	67	127
남동	53	67	72	73	108	90	83	160	83	67	57	50	160
남남동	47	90	100	83	77	77	120	80	123	58	62	67	123
남	53	67	90	93	97	73	127	110	77	73	60	57	127
남남서	77	77	93	117	108	83	100	100	77	63	93	80	117
남서	120	123	103	113	100	127	95	112	83	100	98	90	127
서남서	82	110	140	150	113	93	83	92	80	100	103	90	150
서	110	103	107	140	90	83	87	77	67	97	117	135	140
서북서	123	143	120	127	135	107	60	92	70	118	120	170	170
북서	145	177	167	103	93	103	70	133	83	143	123	150	177
북북서	167	167	137	137	90	60	53	177	100	132	143	173	177
북	107	133	127	107	90	80	67	90	100	87	123	157	157

표 2.4-7 부지에서 혼합고의 일변화

계절	관측시간(LST)	혼합고(m)	관측시간(LST)	혼합고(m)
여름철	08/25/1500LST	1,050	08/26/0300LST	670
	08/25/1800LST	1,070	08/26/0600LST	650
	08/25/2100LST	830	08/26/0900LST	690
	08/25/2400LST	750	08/26/1200LST	1,170
가을철	11/24/1500LST	890	11/25/0300LST	530
	11/24/1800LST	630	11/25/0600LST	490
	11/24/2100LST	730	11/25/0900LST	930
	11/24/2400LST	750	11/25/1200LST	370
겨울철	02/02/1500LST	1,670	02/03/0300LST	530
	02/02/1800LST	1,310	02/03/0600LST	490
	02/02/2100LST	950	02/03/0900LST	930
	02/02/2400LST	670	02/03/1200LST	370
봄철	04/27/1500LST	1,730	04/28/0300LST	810
	04/27/1800LST	2,230	04/28/0600LST	410
	04/27/2100LST	1,330	04/28/0900LST	650
	04/27/2400LST	1,170	04/28/1200LST	550

2.4.2 부지기상

가. 부지기상관측

부지내에서 관측되는 기상자료는 발전소 정상가동시 기체폐기물의 방출한계 평가에 대한 기초자료로, 가상사고시 일반인의 피폭선량 평가에 필요한 대기확산 자료와 태풍이나 호우로부터 발전소를 보호하기 위한 각종 설계자료로 제공되고 있다. 신고리발전소 부지를 대표하는 지점을 선정하여 2005년 12월 기상관측소를 설치, 시운전을 거쳐 2006년 4월 1일부터 관측 중에 있으며, 기상자료는 신고리 3,4호기 MCR, TSC, EOF 및 환경실험실에서 제공한다.

1) 기기설치 및 기기의 정밀도

부지기상관측시스템에서는 기상요소는 기온, 습도, 강수량, 풍향·풍속 등을 관측하고 있다. 설치한 기기의 종류, 설치위치 및 설치된 기기의 사양을 표 2.4-8~9와 그림 2.4-6에 나타내었다.

2) 측정자료의 수집 및 기록

부지기상관측 시스템은 센서부, 데이터수집부(Data logger), 데이터처리부(PC) 및 단말장치로 구성되어 있다. 각 센서로부터의 아날로그(Analog) 신호는 센서 후단 신호변환기에서 디지털 신호로 변환되어 데이터처리부로 전송된다. 데이터처리장치에서는 데이터로거에서 전송된 기상신호를 모니터링 화면에 실시간으로 표시하고, 1분 간격으로 직전 10분 평균값을 저장한다. 측정된 기상 자료는 고리본부 통합관측시스템에 전송된다.

3) 관측기기 점검 및 관리

모든 관측기기는 기상청의 점검규정에 따라 보정되며 제조회사에서 공급시 최초로 보정된다. 관측기기의 정확도를 유지하기 위하여 매 6개월 마다 계측기 교정을 실시하고, 3년마다 기상청의 재검정을 받는다. 또한 기상관측소의 설비점검은 매주 실시한다.

모든 기기의 점검 및 관리, 각 부품의 교체 및 그 시기 등을 제조회사의 사용 설명서에 따르고 주요 기기장애가 발생할 경우에는 해당되는 계측기를 수리 및 교체한다.

표 2.4-8 부지관측소의 기기목록 및 설치 위치

기기명	수 량	설치장소	설치높이 (m)
○ 온도계	3	○ 기상탑 및 백엽상	○ 1.5, 10, 58
○ 습도계	1	○ 백엽상	○ 1.5
○ 풍향·풍속계	1	○ 기상탑	○ 10, 58
○ 우량계	1	○ 지상	○ 지상
○ 적설계	1	○ 지상	○ 지상

표 2.4-9 기상기기의 정밀성 및 오차의 한계

기 기	사 양
풍속계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 형 식 : 3 cup anemometer ○ 측정범위 : 0~75 m/s (기동풍속 : 0.3 m/s) ○ 정 확 도 : 10m/s 미만에서 ± 0.2 m/s, 10m/s 이상에서 $\pm 5\%$ ○ 출 력 : Cup 회전에 의해 photo-chopper가 빛을 통과시키고, 그 빛이 주파수를 발생시킴
풍향계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 형 식 : Vane형식 ○ 측정범위 : 0~360° (기동풍속 : 0.3 m/s) ○ 정 확 도 : $\pm 3^\circ$ 이내 ○ 출 력 : 디지털 신호
온도계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 측정범위 : $-50^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$ ○ 정 확 도 : 1.5 m : $\pm 0.3^\circ\text{C}$ 10 m 및 58 m : $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ○ 출 력 : DC 전압
습도계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 측정범위 : 0~100% R/H ○ 정 확 도 : 0~90%에서 $\pm 2\%$, 90~100%에서 $\pm 3\%$ ○ 출 력 : DC 전압
우량계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 직 경 : 200 mm (분해능 : 0.2 mm) ○ 정 확 도 : $\pm 3\%$ 이내 ○ 출 력 : 점점
적설계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관측범위 : 0~100 cm ○ 정 확 도 : ± 1 cm 이내

II. 환경 현황

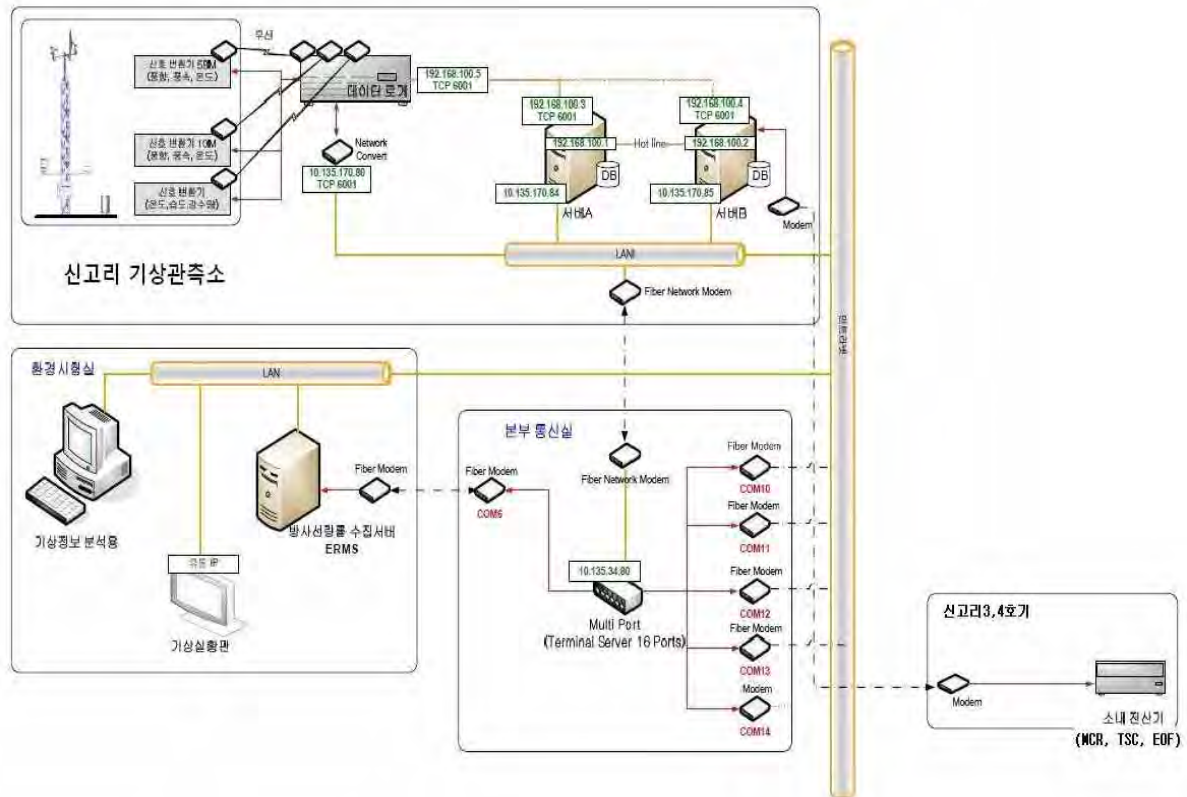


그림 2.4-6 부지기상관측시스템 구성도

또한, 모든 기록결과는 작동기간 중 고장 혹은 신뢰성을 확인하기 위하여 전문 기상관측요원에 의해서 세밀히 검토되며 검토결과 수리 및 재조정 등이 필요하다고 판단되면 관련 절차에 따라 제반조치를 취한다. 가능한 정확한 자료를 얻고 이를 정확하게 분석하기 위하여 자료분석 절차에 따라 자료를 분석한다.

이상과 같이 모든 측정자료는 정확도를 유지하도록 유의하며 기록지는 다음과 같이 점검된다.

- 측정자료의 타당성 확인
- 측정자료 및 기기작동의 연속성 확인
- 전원단절 여부 및 고장여부의 확인

측정자료의 정확도 유지 검정시 전자장치 및 수감부의 작동불량 또는 고장, 부적절한 영점조정 또는 기타 요인 등을 점검하도록 되어 있다.

4) 측정자료의 분석

원자력발전소 부지의 기상자료를 분석하는 목적은 대기의 확산능력을 평가하기 위함이다. 여기서 풍향·풍속은 매우 중요한 기상요소이며, 방사능 유출물의 대기중 확산은 난류에 의해 주로 이루어지기 때문에 이 요소 또한 중요한 인자이다.

부지의 기상관측소 및 기상탑에 설치된 각 센서에서 발생하는 신호는 데이터 로거(Data logger)에서 변환되어 바로 저장되거나 모니터에 표시되지만 대기안정도의 경우 소프트웨어적인 처리를 거쳐 저장되거나 표시된다. 현재 신고리원자력 발전소 기상관측소에서 제공되는 대기안정도는 지상 10 m와 58 m의 기온구배($\Delta T/\Delta Z$)로부터 결정되며 필요에 따라서는 수평확산방법(수평풍향의 표준편차)으로도 산정된다(표 2.4-10). 각 분석 방법 및 절차는 다음과 같다.

○ 기온구배 방법(ΔT method)

- 지상 58 m 와 10 m에서 10분간 관측된 기온의 평균값 계산
- 두층의 기온차(ΔT , $T_{58m} - T_{10m}$)를 두 층의 고도차(ΔZ , 48)로 나눈 값에 100을 곱하여 100 m 고도기준으로 환산
- $\Delta T/\Delta Z$ 값에 따라 대기안정도 분류

○ 수평풍향의 표준편차 방법(σ_θ method)

3초에 1회씩 10분간 최대 200개 측정된 수평풍향의 표준편차(σ_θ)를 계산하여 그 값의 크기에 따라 대기안정도를 분류(표 2.4-10)하는 방법으로 평균풍향을 다음 절차에 따라 계산함

- 풍향·풍속의 3초 측정값을 동서(u) 및 남북(v) 성분으로 분리
 - $u = \text{풍속} \times \sin(\text{풍향} \times \pi/180)$
 - $v = \text{풍속} \times \cos(\text{풍향} \times \pi/180)$
- 각 성분의 10분 평균 풍속 계산
 - $\bar{u} = 10\text{분 동안 관측(최대 200개)된 } u \text{ 성분의 합/관측횟수}$
 - $\bar{v} = 10\text{분 동안 관측(최대 200개)된 } v \text{ 성분의 합/관측횟수}$
- 10분 평균풍속(W_s) = $\{ (\bar{u})^2 + (\bar{v})^2 \}^{1/2}$

II. 환경 현황

- 10분 평균풍향(Wd) 계산

- $Wd = 90 - \{\tan^{-1}(\bar{u} / \bar{v}) \times 180/\pi\} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \bar{u} > 0,$
- $Wd = 0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \bar{u} = 0, \bar{v} > 0,$
- $Wd = 180 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \bar{u} = 0, \bar{v} < 0,$
- $Wd = 270 - \{\tan^{-1}(\bar{u} / \bar{v}) \times 180/\pi\} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \bar{u} < 0.$

- 풍향의 표준편차(σ_θ) 계산

$$\sigma_\theta = [\{\sum(3초\ 관측풍향 - Wd)^2\} / (3초\ 관측값의\ 개수 - 1)]^{1/2}$$

표 2.4-10 대기안정도의 분류

구 분	연직기온구배 $\Delta T/\Delta Z$ (°C/100 m)	수평풍향의 표준편차 σ_θ (degrees)
A(매우 불안정)	$\Delta T/\Delta Z \leq -1.9$	$22.5 \leq \sigma_\theta$
B(불안정)	$-1.9 < \Delta T/\Delta Z \leq -1.7$	$17.5 \leq \sigma_\theta < 22.5$
C(약간 불안정)	$-1.7 < \Delta T/\Delta Z \leq -1.5$	$12.5 \leq \sigma_\theta < 17.5$
D(중립)	$-1.5 < \Delta T/\Delta Z \leq -0.5$	$7.5 \leq \sigma_\theta \leq 12.5$
E(약간 안정)	$-0.5 < \Delta T/\Delta Z \leq 1.5$	$3.8 \leq \sigma_\theta < 7.5$
F(안정)	$1.5 < \Delta T/\Delta Z \leq 4.0$	$2.1 \leq \sigma_\theta < 3.8$
G(매우 안정)	$4.0 < \Delta T/\Delta Z$	$\sigma_\theta < 2.1$

나. 부지기상관측결과

부지에서 2009년 1월 1일부터 2010년 12월 31일까지의 총 분석기간 동안 자료의 수집율은 98% 이었으며, 유의한 자료에 대하여 기온, 강수량, 상대습도, 풍향 및 풍속 등 국지적인 기상특성을 분석하였다.

1) 기 온

표 2.4-11에 제시한 바와 같이, 부지의 연평균 기온은 15.3°C 이었으며, 월평균 최고기온은 8월의 26.6°C, 최저기온은 1월의 3.5°C, 연교차는 23.1°C 이며, 관측기간 동안 부지에서의 최저기온은 -9.1°C (2009년 1월 24일), 최고기온은 33.9°C (2009년 8월 21일) 였다.

2) 강수량

관측기간 동안 부지에서의 평균 연강수량은 1,355.4 mm이고, 여름철(6, 7, 8월)의 강수 집중률은 48.5 %였다. 관측기간중 부지에서의 월 최대 강우량은 2009년 7월의 630.6 mm 였으며, 24시간 최대 강우량은 2009년 7월 7일에 기록된 214.6 mm 였다.

3) 상대습도

부지지역에 대한 상대습도 자료를 표 2.4-11에 제시한 바, 연중 안개 및 층운의 발생빈도가 높은 여름철에 높고 겨울철에 낮았으며, 평균 및 최저습도는 각각 73%, 12%로 나타났다.

4) 풍향 및 풍속

관측기간 동안 부지에서 관측된 바람자료를 월별, 풍향별, 풍속별로 분석하여 표 2.4-12~13에 나타내었다. 부지에서의 연중 풍향은 북서풍 및 남서풍계열이 우세하며 계절별로 바람분포를 분석하여 그림 2.4-7에 나타내었다. 최근 2년(2009.1 ~ 2010.12)간 부지에서 관측된 자료에 의한 지상풍(10 m)의 계절별 및 연간 평균풍속은 봄철 3.3 ㎧, 여름철 2.9 ㎧, 가을철 2.9 ㎧, 겨울철 3.0 ㎧로 연평균 3.0 ㎧이다.

풍향의 분포는 기체방사능 물질의 확산분석에 있어 대단히 중요한 기상요소로 육풍이 불 경우 사람이 살지 않는 바다로 방사능물질이 확산되며, 해풍이 불 경우에는 사람이 거주하는 내륙지방으로 방사능 물질이 확산된다. 신고리 지역의 해풍은 북동 방향으로부터 시계가 움직이는 방향으로 남남서방향 사이에서 불어오는 바람을 의미한다. 표 2.4-14에 나타낸 바와 같이 연간 해풍의 발생빈도는 33.1%, 육풍은 64.8%이었으며, 정온상태는 2.1% 발생하였다.

또한, 부지 지역은 계절풍이 탁월하여 여름에는 남남서풍이, 봄, 가을, 겨울에는 북북서풍이 지배적이다. 연중 바람분포에서도 북서계열(북북서, 북)의 바람이 40.8 %, 남서계열(남남서, 남)의 바람이 15.9 %를 차지한다. 동풍계열의 바람은 보통 지역적인 영향을 많이 받아 발생빈도 및 그 속도가 감소하게 되며 서풍계열의 바람은 기압배치로 인한 계절풍의 영향을 많이 받아 발생빈도 및 속도가 증가하게 된다. 계절별 풍향 발생빈도에 따르면 각 계절마다 풍향변화의 특징을 보여주고 있다. 봄에는 북북서풍이 가장 우세(28.7%)하였고, 여름에는 남남서풍(18.7%), 가을에는 북북서풍(44.3%), 그리고 겨울에는 북북서풍(44.1%)이 우세하게 나타난다(그림 2.4-7).

II. 환경 현황

표 2.4-11 부지의 기상자료(2009. 1. 1~2010. 12. 31)

월 요소		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
기온 (℃)	평균	3.5	7.6	9.8	13.2	18.1	22.1	24.7	26.6	23.4	18.1	10.9	5.6	15.3
	최 고	17.7	19.6	21.8	24.1	28.1	29.8	33.6	33.9	31.6	27.6	23.4	18.2	33.9
	발생일	10/20	09/13	09/18	09/22	10/8	09/11	10/6	09/21	10/1	09/4	09/8	09/11	09/8/21
	최 저	-9.1	-5.7	-0.9	2.4	6.0	13.6	18.8	19.8	13.0	5.4	-2.3	-8.0	-9.1
	발생일	09/24	10/3	10/11	10/4	10/1	10/3	10/28	09/22	10/28	10/26	10/27	10/24	09/1/24
강 수 량 (mm)	평균	29.3	80.8	78.9	111.1	151.7	114.4	468.0	75.5	108.6	67.8	38.5	30.8	1,355.4
	월최다	51.0	139.6	133.2	131.2	182.6	162.2	630.6	104.8	177.6	76.6	70.8	33.2	630.6
	연 도	10	10	10	10	10	09	09	10	10	10	09	10	09/7
	일최다	26.8	65.4	32.4	46.2	77.2	94.2	214.6	57.0	61.8	49.6	17.4	24.4	214.6
	발생일	10/27	10/25	10/31	10/1	10/18	09/22	09/7	10/11	10/7	09/2	09/29	10/13	09/7/7
상 대 습 도	평균(%)	51	68	68	71	81	85	92	87	82	72	63	54	73
	최 소	12	14	15	15	26	28	46	42	33	22	14	13	12
	발생일	10/17	10/2	10/21	10/3	10/8	09/1	10/28	09/22	10/28	10/15	09/3	10/24	10/1/17
바 람 (m/s)	평균풍속	2.8	3.2	3.5	3.2	3.1	2.9	2.9	2.9	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0
	최다풍향	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	SSW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW
	최 대	10.5	14.0	14.3	10.1	10.4	9.1	12.7	17.7	9.5	9.0	10.1	9.8	17.7
	발생일	10/4	09/13	10/20	09/25	09/11	09/25	09/7	10/11	10/12	10/19	09/2	09/19	10/8/11
	풍 향	W	SSW	W	WNW	SSW	SSW	S	SSE	SSW	SW	WNW	WNW	SSE
적설 (cm)	최심	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	발생일	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0

표 2.4-12 부지의 풍향별 월평균 발생빈도

(단위 : %)

<div> <div>월</div> <div>풍향</div> </div>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
정온	1.0	1.1	0.9	1.7	5.0	3.3	5.9	2.3	1.5	0.5	0.9	0.7	2.1
북	5.9	8.2	6.6	5.2	5.9	5.5	7.0	11.2	9.7	6.6	5.5	3.5	6.7
북북동	1.3	3.8	3.9	5.4	4.5	4.2	4.4	8.3	6.6	5.4	4.7	1.4	4.5
북동	0.8	2.8	4.6	4.7	6.1	6.0	6.5	6.5	7.5	4.7	1.9	1.1	4.4
동북동	0.8	2.1	3.3	3.4	4.1	5.8	4.7	5.1	4.8	3.4	0.6	0.7	3.2
동	1.2	1.6	2.3	2.4	3.7	7.0	3.3	2.5	3.8	1.9	0.9	0.8	2.6
동남동	0.8	1.1	1.4	0.7	1.3	1.5	0.9	1.5	1.7	0.9	0.3	0.6	1.1
남동	1.6	1.9	2.6	2.8	2.8	1.5	2.2	3.9	3.0	1.8	2.0	1.2	2.3
남남동	2.3	2.0	2.3	5.2	5.1	6.3	5.2	6.4	3.1	2.3	3.1	1.1	3.7
남	2.1	5.7	5.0	9.4	9.9	11.5	13.6	10.3	4.9	3.7	4.4	1.4	6.8
남남서	2.7	4.0	7.1	9.8	18.1	18.0	22.2	14.4	4.7	1.9	3.2	1.9	9.0
남서	4.4	4.3	6.9	5.3	4.9	4.2	5.3	4.3	1.9	3.4	4.4	4.5	4.5
서남서	5.6	2.8	2.9	3.7	1.2	1.4	1.2	1.3	1.5	2.6	4.9	4.9	2.8
서	9.1	4.9	4.5	4.1	1.4	0.7	0.6	0.7	0.8	3.8	6.0	13.0	4.2
서북서	7.6	3.3	4.2	3.1	0.8	0.4	0.7	0.5	0.6	2.1	5.3	10.2	3.2
북서	12.6	5.8	5.0	3.2	1.7	1.0	1.1	1.0	1.8	4.3	8.0	11.4	4.8
북북서	40.2	44.6	36.5	29.9	23.5	21.7	15.2	19.8	42.1	50.7	43.9	41.6	34.1

주) 통계기간 : 2009. 1. 1~2010. 12. 31

II. 환경 현황

표 2.4-13 부지의 풍향별 월평균 풍속

(단위 : 0.1 m/s)

월 풍향	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
북	38	29	33	27	26	18	26	29	32	32	30	19	28
북북동	20	31	34	34	32	23	24	30	32	36	40	17	29
북동	20	33	39	36	47	34	32	40	40	38	38	18	35
동북동	22	36	34	36	36	30	29	34	32	38	29	21	31
동	21	29	31	31	28	29	26	26	29	29	24	24	27
동남동	19	19	25	31	21	21	18	25	24	25	19	19	22
남동	21	25	33	29	22	16	16	29	22	24	22	21	23
남남동	20	25	33	28	19	17	17	26	20	21	23	20	22
남	25	36	44	35	32	31	31	31	32	32	32	28	32
남남서	32	50	47	48	47	46	44	39	36	31	30	27	40
남서	32	52	47	38	40	42	40	33	30	37	30	33	38
서남서	30	30	30	30	30	35	30	28	23	26	29	28	29
서	35	32	39	38	35	31	23	31	19	29	33	39	32
서북서	33	31	39	38	25	21	24	21	16	24	32	39	29
북서	24	22	23	21	14	12	15	12	14	19	23	25	19
북북서	27	31	31	26	22	21	20	22	27	30	30	30	26

주) 통계기간 : 2009. 1. 1~2010. 12. 31

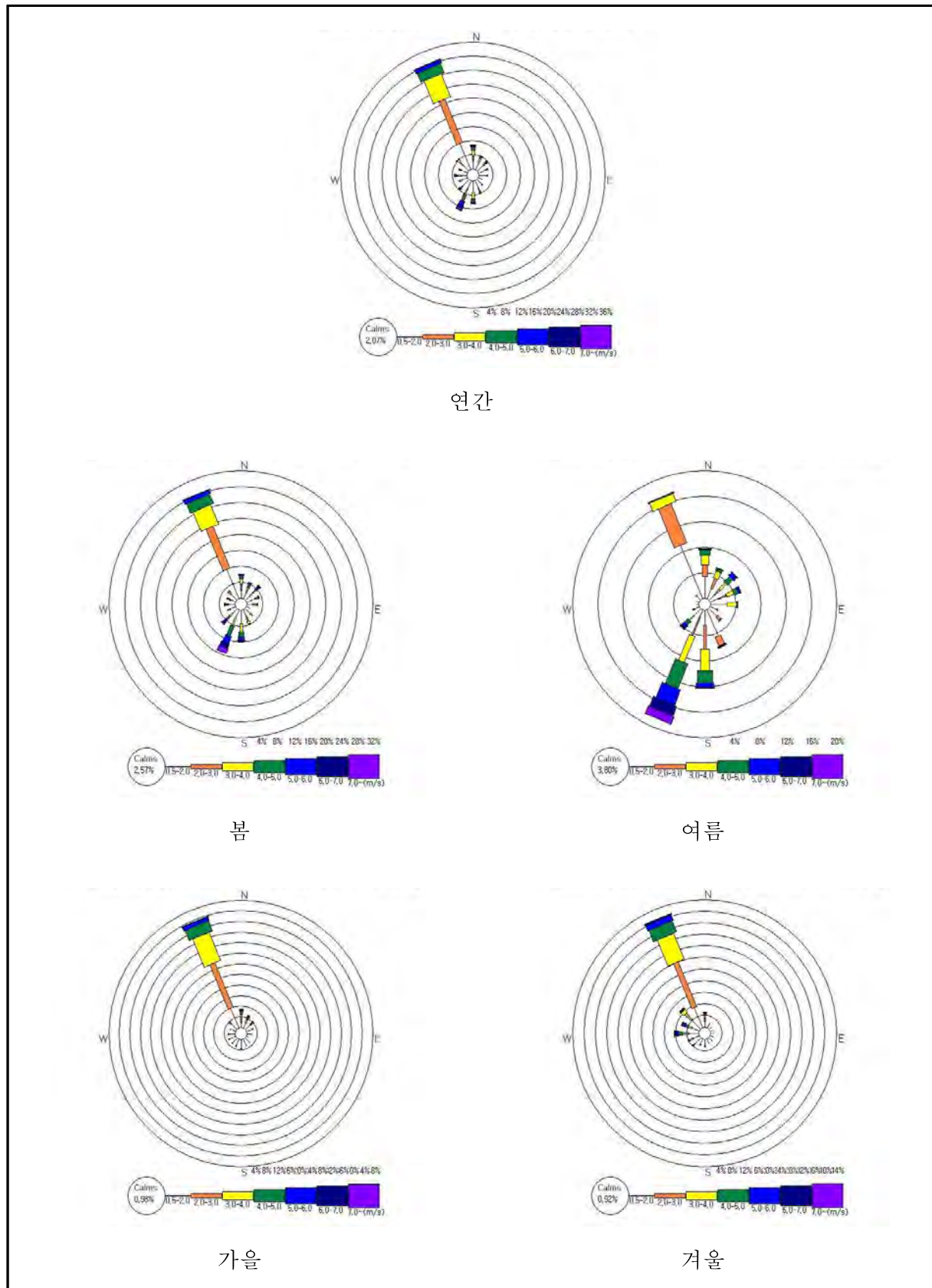


그림 2.4-7 부지에서 계절별 바람장미 (2009. 1. 1~2010. 12. 31)

II. 환경 현황

표 2.4-14 부지에서의 계절별 해륙풍분포

(단위 : %)

계절	해풍(NE-SSW)	육풍(SW-NNE)	정온
봄	39.3	58.1	2.6
여름	55.7	40.5	3.8
가을	23.4	75.6	1.0
겨울	13.8	85.3	0.9
연간	33.1	64.8	2.1

주) 측정고도는 10 m 이고 자료 분석기간은 2009. 1. 1 ~ 2010. 12. 31임

5) 대기안정도

대기안정도는 대기의 희석능력을 평가함에 있어서 매우 중요한데 여기에서는 대기안정도를 10 m와 58 m 두 층의 온도차이(연직 기온구배 방법)에 따라 분류하였다.

대기의 실제 희석능력은 난류의 강도에 의해 좌우되며, 이는 고도별 온도차, 풍속, 풍향 편향(wind shear), 지면의 거친상태(roughness)등에 의해 결정된다. 따라서 난류의 직접측정은 이러한 영향들이 고려될 뿐만 아니라 희석능력을 보다 확실하게 예측할 수 있다. 대기가 안정되면 희석능력이 약한 반면 대기가 불안정하면 희석능력이 크다.

2009년 1월부터 2010년 12월까지 부지에서 관측된 자료를 분석한 대기안정도별 발생빈도는 표 2.4-15와 같이 안정상태는 53.3 %로 나타났다. 계절별 대기안정도 분포는 표 2.4-15에 제시되어 있으며 안정상태가 가장 많이 발생한 계절은 여름으로 59.4 % 였으며, 불안정상태 역시 여름(16.0 %)에 많이 발생하였다. 해풍 및 육풍에 따른 대기안정도의 분포는 표 2.3-16에 나타내었다.

6) 안개

부지지역의 안개에 대한 가장 유용한 자료는 부산과 울산의 기상청 자료이다. 이 자료에 의하면 부산이 연평균 16.9일, 울산은 연평균 9.7일로 나타났으며, 여름철에 발생빈도가 가장 높았다(표 2.4-1~2). 고리본부에서 관측된 14년간(1976~1989)의 기록으로 볼 때 부지 주변에서는 연평균 약 25일 발생되었다.

표 2.4-15 계절별 대기안정도의 발생빈도(2009. 1. 1~2010. 12. 31, %)

계절	불안정(A to C)	중립(D)	안정(E to G)
봄	13.3	37.0	49.7
여름	16.0	24.6	59.4
가을	15.9	31.3	52.8
겨울	11.3	37.4	51.3
연간	14.1	32.6	53.3

표 2.4-16 해풍 및 육풍의 대기안정도 분포(2009. 1. 1~2010. 12. 31, %)

계절	해풍(NE-SSW)			육풍(SW-NNE)			정온
	불안정 (A to C)	중립 (D)	안정 (E to G)	불안정 (A to C)	중립 (D)	안정 (E to G)	
봄	9.6	16.0	13.7	3.6	20.5	34.0	2.6
여름	10.9	12.6	33.2	4.9	11.5	24.1	3.8
가을	9.4	9.9	4.1	6.5	21.2	47.9	1.0
겨울	3.2	7.5	3.1	8.1	29.7	47.5	0.9
연간	8.3	11.5	13.3	5.8	20.7	38.3	2.1

2.4.3 정상 운영시 대기확산

기체방출물은 공기 흐름에 따라 대기중에서 확산된다. 확산정도를 나타내는 x/Q 및 기체방출물이 지표면에 침적되는 정도를 나타내는 D/Q 값은 미 규제지침서 1.111에 기술된 Sagendorf식과 건식 침적모델을 전산화한 「TEDII-60」 전산프로그램을 사용하여 계산하였다. 주어진 방향 d 에서의 대기확산인자 $(x/Q)_d$ 를 계산하는 기본 식은 다음과 같다.

$$(x/Q)_d = \frac{2.032}{x} \sum_{i,k} \frac{F_{i,k,d}}{U_{k \sum_{z,i}}(x)} \exp(-h_e^2(x)/2\sigma_{z,i}^2(x)) \dots\dots\dots (1)$$

여기서,

$(x/Q)_d$: 주어진 방향 d 에서의 평균 대기확산인자 값(sec/m³)

x : 방출지점으로 부터 계산지점까지의 거리(m)

II. 환경 현황

$F_{i,k,d}$: 대기안정도 i , 풍속등급 k , 풍하방향 d 인 기상의 분율(Joint Frequency)

U_k : 풍속등급 k 의 속도(m/s)

$\Sigma_{z,i}(x)$: 대기안정도 i 에서의 방출운의 수직방향 확산정도, 거리 x 에 따라 증가(m)

$h_e(x)$: 유효방출 높이로 x 에 따라 다름(지표면 방출로 가정하는 경우 $h_2=0$)

$$= h_s (\text{실제방출높이}) + h_{pr} (\text{방출운의 상승높이}) - h_t (\text{지형높이}) \\ - C (\text{저속방출에 대한 보정인자})$$

$\sigma_{z,i}(x)$: 대기안정도 i 에서의 방출운의 수직방향 확산정도로서 지표면 방출 및 혼합방출을 제외하면 $\Sigma_{z,i}(x)$ 와 같다.

기체 방사성물질은 각 건물의 배기구를 통하여 환경으로 방출된다. 방출지점에서 제한구역 경계까지의 거리는 모든 방향에 대해 560 m이며 배기구 높이가 주변 구조물보다 2배 이상 높지 않기 때문에 지표면방출 모델로 가정한다.

대기확산인자는 신고리원자력발전소 부지내 기상관측소에서 2년간(2009. 1. 1~2010. 12. 31) 측정된 58m 기상자료를 이용하여 계산하였으며 주변건물에 의한 확산효과를 고려하지 않았다.

미국 규제지침서 1.111에서는 장기 대기확산인자를 계산할 때 Plume의 방출모드로 지표면 방출모드를 적용할 경우에는 상기(1)식의 $\Sigma_{z,i}(x)$ 는 건물와류효과를 고려한 다음의 보정 식을 사용하여 보정하도록 요구하고 있다.

$$\Sigma_{z,i}(x) = (\sigma_{z,i}^2(x) + \frac{0.5D_z^2}{\pi})^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

여기서, D_z 는 주변 구조물의 최대높이(56.3 m)이고 x 및 $\sigma_{z,i}(x)$ 에 대한 설명은 (1)식과 동일하며, 건물와류효과를 고려할 경우 $\Sigma_{z,i}(x)$ 의 최대값은 다음과 같다.

$$\Sigma_{z,i}(x) = \sqrt{3}\sigma_{z,i}(x) \dots\dots\dots (3)$$

대기확산 중 방사능 붕괴와 침적에 의한 감소효과를 고려하기 위하여 x/Q 는 두가지 모두 무시한 경우, 방사능 붕괴만을 고려한 경우, 두가지 모두 고려한 경우로 구분하여

계산하였다. 방사능붕괴와 침적을 모두 무시한 경우의 대기확산인자는 (1)식을 사용하여 계산하며, 방사능붕괴를 고려한 경우에는 다음의 방사능붕괴에 의한 감소인자를 (1)식에 곱하여 계산한다.

$$DEC_k = \text{EXP}(-0.693t_k/T) \dots\dots\dots (4)$$

여기서,

- t_k : 이동시간 (= $x/(86400 \cdot U_k)$)(day)
- T : 방사성핵종의 반감기(day)

방사능 붕괴와 침적을 모두 고려한 경우에는 침적에 의한 감소인자 $DEPL_{ikd}$ (미국 규제지침서 1.111 그림 3~6 참조)를 추가로 고려함으로써 계산된다.

한편, 주어진 방향 d 에서의 침적인자 D/Q 는 다음과 같이 계산된다.

$$(D/Q)_d = \sum_{i,k} \frac{D_{i,k} F_{i,k,d}}{(2\pi/16)x} \dots\dots\dots (5)$$

여기서,

$(D/Q)_d$: 주어진 방향 d 에서의 단위면적당 평균 침적인자 값
(m^{-2})

$D_{i,k}$: 미 규제지침서 1.111의 그림 7~10에 제시된 침적인자(m^{-1})

$F_{i,k,d}$: 대기안정도 i , 풍속등급 k , 풍하방향 d 인 기상인 분율

x : 방출지점으로부터 계산지점까지의 거리(m)

위에 제시된 수식을 이용하여 계산된 제한구역경계에서의 x/Q 값은 방사능붕괴와 침적에 의한 감쇠효과를 모두 무시한 경우 1.927×10^{-5} (남남동 방향), 방사능붕괴만을 고려한 경우 1.923×10^{-5} (남남동 방향), 방사능붕괴와 침적에 의한 감쇠효과를 모두 고려한 경우 $1.795 \times 10^{-5} \text{ sec/m}^3$ (남남동 방향)이고 D/Q 값은 $5.271 \times 10^{-8} m^{-2}$ 이다.

정상운영시 제한구역경계(560 m), 가장 인접한 주민거주지역경계(북동방향으로 840

m), 저인구지역 경계(3 km) 및 비상계획구역 경계(8 km)에서의 대기확산인자는 표 2.4-17 ~ 20과 같다. 또한, 부지반경 80 km이내의 160개 소구역별 3가지 유형의 x/Q 및 D/Q 값은 표 2.4-21 ~ 24와 같다.

II. 환경 현황

표 2.4-17 제한구역경계(560 m)에서의 정상가동시 대기확산인자

(단위:sec/m³)

방향	거리	(X/Q)	(X/Q) ^D	(X/Q) ^{DD}	(D/Q)
N	5.600E+02	6.414E-06	6.389E-06	5.971E-06	1.925E-08
NNE	5.600E+02	1.112E-05	1.109E-05	1.035E-05	4.439E-08
NE	5.600E+02	1.110E-05	1.107E-05	1.034E-05	2.674E-08
ENE	5.600E+02	8.532E-06	8.509E-06	7.945E-06	1.712E-08
E	5.600E+02	9.046E-06	9.015E-06	8.422E-06	1.816E-08
ESE	5.600E+02	9.424E-06	9.392E-06	8.774E-06	1.459E-08
SE	5.600E+02	1.065E-05	1.062E-05	9.914E-06	1.528E-08
SSE	5.600E+02	1.927E-05	1.923E-05	1.795E-05	5.271E-08
S	5.600E+02	1.467E-05	1.463E-05	1.366E-05	5.153E-08
SSW	5.600E+02	7.854E-06	7.829E-06	7.313E-06	2.598E-08
SW	5.600E+02	5.526E-06	5.505E-06	5.145E-06	2.206E-08
WSW	5.600E+02	3.231E-06	3.218E-06	3.008E-06	1.258E-08
W	5.600E+02	3.857E-06	3.839E-06	3.590E-06	8.239E-09
WNW	5.600E+02	3.347E-06	3.330E-06	3.115E-06	4.392E-09
NW	5.600E+02	3.704E-06	3.685E-06	3.447E-06	5.610E-09
NNW	5.600E+02	4.715E-06	4.695E-06	4.389E-06	9.839E-09

표 2.4-18 가장 인접한 주민거주지역경계(840 m)에서의 정상가동시 대기확산인자

(단위:sec/m³)

방향	거리	(X/Q)	(X/Q) ^D	(X/Q) ^{DD}	(D/Q)
N	8.400E+02	3.107E-06	3.089E-06	2.825E-06	1.009E-08
NNE	8.400E+02	5.420E-06	5.399E-06	4.931E-06	2.326E-08
NE	8.400E+02	5.395E-06	5.371E-06	4.907E-06	1.401E-08
ENE	8.400E+02	4.141E-06	4.124E-06	3.767E-06	8.972E-09
E	8.400E+02	4.386E-06	4.363E-06	3.989E-06	9.517E-09
ESE	8.400E+02	4.566E-06	4.543E-06	4.153E-06	7.644E-09
SE	8.400E+02	5.160E-06	5.136E-06	4.694E-06	8.008E-09
SSE	8.400E+02	9.375E-06	9.345E-06	8.531E-06	2.762E-08
S	8.400E+02	7.137E-06	7.111E-06	6.493E-06	2.701E-08
SSW	8.400E+02	3.815E-06	3.797E-06	3.470E-06	1.361E-08
SW	8.400E+02	2.677E-06	2.662E-06	2.434E-06	1.156E-08
WSW	8.400E+02	1.563E-06	1.553E-06	1.421E-06	6.591E-09
W	8.400E+02	1.870E-06	1.857E-06	1.700E-06	4.318E-09
WNW	8.400E+02	1.631E-06	1.619E-06	1.482E-06	2.301E-09
NW	8.400E+02	1.802E-06	1.789E-06	1.638E-06	2.940E-09
NNW	8.400E+02	2.288E-06	2.273E-06	2.080E-06	5.156E-09

표 2.4-19 비상계획경계(8 km)에서의 정상가동시 대기확산인자

(단위:sec/m³)

방향	거리	(X/Q)	(X/Q) ^D	(X/Q) ^{DD}	(D/Q)
N	8.000E+03	9.153E-08	8.643E-08	6.717E-08	2.048E-10
NNE	8.000E+03	1.619E-07	1.559E-07	1.195E-07	4.722E-10
NE	8.000E+03	1.639E-07	1.572E-07	1.208E-07	2.845E-10
ENE	8.000E+03	1.265E-07	1.218E-07	9.336E-08	1.821E-10
E	8.000E+03	1.340E-07	1.276E-07	9.860E-08	1.932E-10
ESE	8.000E+03	1.413E-07	1.346E-07	1.040E-07	1.552E-10
SE	8.000E+03	1.594E-07	1.527E-07	1.175E-07	1.626E-10
SSE	8.000E+03	2.829E-07	2.746E-07	2.092E-07	5.607E-10
S	8.000E+03	2.107E-07	2.035E-07	1.556E-07	5.482E-10
SSW	8.000E+03	1.113E-07	1.062E-07	8.189E-08	2.764E-10
SW	8.000E+03	7.708E-08	7.283E-08	5.658E-08	2.347E-10
WSW	8.000E+03	4.396E-08	4.136E-08	3.223E-08	1.338E-10
W	8.000E+03	5.424E-08	5.055E-08	3.966E-08	8.766E-11
WNW	8.000E+03	4.786E-08	4.437E-08	3.494E-08	4.672E-11
NW	8.000E+03	5.254E-08	4.886E-08	3.839E-08	5.968E-11
NNW	8.000E+03	6.581E-08	6.175E-08	4.821E-08	1.047E-10

표 2.4-20 저인구지대경계(3 km)에서의 정상가동시 대기확산인자

(단위:sec/m³)

방향	거리	(X/Q)	(X/Q) ^D	(X/Q) ^{DD}	(D/Q)
N	5.600E+03	3.780E-07	3.701E-07	3.131E-07	1.166E-09
NNE	5.600E+03	6.655E-07	6.562E-07	5.525E-07	2.688E-09
NE	5.600E+03	6.639E-07	6.535E-07	5.508E-07	1.619E-09
ENE	5.600E+03	5.097E-07	5.025E-07	4.231E-07	1.037E-09
E	5.600E+03	5.393E-07	5.295E-07	4.472E-07	1.100E-09
ESE	5.600E+03	5.631E-07	5.529E-07	4.669E-07	8.834E-10
SE	5.600E+03	6.360E-07	6.257E-07	5.276E-07	9.255E-10
SSE	5.600E+03	1.152E-06	1.139E-06	9.570E-07	3.192E-09
S	5.600E+03	8.721E-07	8.609E-07	7.242E-07	3.121E-09
SSW	5.600E+03	4.644E-07	4.565E-07	3.852E-07	1.573E-09
SW	5.600E+03	3.239E-07	3.173E-07	2.684E-07	1.336E-09
WSW	5.600E+03	1.874E-07	1.833E-07	1.552E-07	7.616E-10
W	5.600E+03	2.268E-07	2.210E-07	1.876E-07	4.990E-10
WNW	5.600E+03	1.995E-07	1.940E-07	1.649E-07	2.660E-10
NW	5.600E+03	2.195E-07	2.137E-07	1.816E-07	3.397E-10
NNW	5.600E+03	2.767E-07	2.703E-07	2.291E-07	5.958E-10

II. 환경 현황

표 2.4-21 방사능 붕괴 및 지표면 침적을 무시한 방위 및 거리별 X/Q

(단위 : sec/m^3)

Distance (km) Direction	0.5-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-20	20-35	35-50	50-65	65-80
N	2.626E-06	4.435E-07	1.888E-07	1.098E-07	7.776E-08	3.921E-08	1.824E-08	9.793E-09	6.684E-09	4.961E-09
NNE	4.574E-06	7.804E-07	3.332E-07	1.941E-07	1.376E-07	6.941E-08	3.225E-08	1.728E-08	1.177E-08	8.721E-09
NE	4.554E-06	7.774E-07	3.345E-07	1.960E-07	1.396E-07	7.103E-08	3.339E-08	1.806E-08	1.238E-08	9.222E-09
ENE	3.495E-06	5.965E-07	2.573E-07	1.512E-07	1.078E-07	5.502E-08	2.597E-08	1.410E-08	9.692E-09	7.231E-09
E	3.703E-06	6.311E-07	2.724E-07	1.601E-07	1.142E-07	5.838E-08	2.760E-08	1.501E-08	1.033E-08	7.714E-09
ESE	3.854E-06	6.583E-07	2.857E-07	1.686E-07	1.206E-07	6.194E-08	2.947E-08	1.611E-08	1.112E-08	8.319E-09
SE	4.356E-06	7.437E-07	3.225E-07	1.902E-07	1.360E-07	6.981E-08	3.319E-08	1.813E-08	1.250E-08	9.351E-09
SSE	7.913E-06	1.350E-06	5.789E-07	3.385E-07	2.407E-07	1.221E-07	5.718E-08	3.083E-08	2.110E-08	1.569E-08
S	6.026E-06	1.023E-06	4.352E-07	2.528E-07	1.789E-07	9.001E-08	4.171E-08	2.231E-08	1.519E-08	1.125E-08
SSW	3.223E-06	5.454E-07	2.309E-07	1.337E-07	9.437E-08	4.727E-08	2.179E-08	1.161E-08	7.887E-09	5.833E-09
SW	2.263E-06	3.807E-07	1.606E-07	9.268E-08	6.534E-08	3.264E-08	1.501E-08	7.986E-09	5.421E-09	4.008E-09
WSW	1.322E-06	2.206E-07	9.230E-08	5.296E-08	3.720E-08	1.846E-08	8.422E-09	4.457E-09	3.015E-09	2.223E-09
W	1.581E-06	2.664E-07	1.126E-07	6.516E-08	4.600E-08	2.305E-08	1.063E-08	5.675E-09	3.859E-09	2.856E-09
WNW	1.377E-06	2.342E-07	9.926E-08	5.748E-08	4.059E-08	2.032E-08	9.352E-09	4.970E-09	3.370E-09	2.488E-09
NW	1.522E-06	2.578E-07	1.091E-07	6.313E-08	4.456E-08	2.230E-08	1.027E-08	5.469E-09	3.712E-09	2.744E-09
NNW	1.933E-06	3.252E-07	1.371E-07	7.913E-08	5.579E-08	2.788E-08	1.282E-08	6.822E-09	4.630E-09	3.422E-09

표 2.4-22 방사능 붕괴(반감기 2.26일)를 고려한 방위 및 거리별 X/Q

(단위 : sec/m^3)

Distance (km) Direction	0.5-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-20	20-35	35-50	50-65	65-80
N	2.610E-06	4.352E-07	1.825E-07	1.044E-07	7.291E-08	3.530E-08	1.515E-08	7.309E-09	4.550E-09	3.097E-09
NNE	4.556E-06	7.707E-07	3.258E-07	1.878E-07	1.319E-07	6.478E-08	2.858E-08	1.431E-08	9.202E-09	6.463E-09
NE	4.533E-06	7.665E-07	3.261E-07	1.889E-07	1.331E-07	6.576E-08	2.918E-08	1.464E-08	9.417E-09	6.606E-09
ENE	3.481E-06	5.890E-07	2.516E-07	1.462E-07	1.033E-07	5.138E-08	2.306E-08	1.172E-08	7.616E-09	5.389E-09
E	3.683E-06	6.209E-07	2.646E-07	1.534E-07	1.081E-07	5.339E-08	2.362E-08	1.178E-08	7.525E-09	5.242E-09
ESE	3.834E-06	6.477E-07	2.775E-07	1.615E-07	1.142E-07	5.672E-08	2.529E-08	1.269E-08	8.147E-09	5.695E-09
SE	4.335E-06	7.329E-07	3.142E-07	1.831E-07	1.296E-07	6.459E-08	2.901E-08	1.471E-08	9.523E-09	6.712E-09
SSE	7.887E-06	1.336E-06	5.687E-07	3.298E-07	2.327E-07	1.157E-07	5.204E-08	2.664E-08	1.744E-08	1.244E-08
S	6.003E-06	1.012E-06	4.263E-07	2.452E-07	1.721E-07	8.445E-08	3.729E-08	1.873E-08	1.209E-08	8.517E-09
SSW	3.207E-06	5.371E-07	2.246E-07	1.283E-07	8.951E-08	4.335E-08	1.869E-08	9.118E-09	5.741E-09	3.953E-09
SW	2.250E-06	3.737E-07	1.553E-07	8.820E-08	6.130E-08	2.939E-08	1.246E-08	5.946E-09	3.674E-09	2.485E-09
WSW	1.314E-06	2.163E-07	8.904E-08	5.022E-08	3.473E-08	1.649E-08	6.891E-09	3.244E-09	1.982E-09	1.327E-09
W	1.569E-06	2.604E-07	1.081E-07	6.128E-08	4.250E-08	2.023E-08	8.422E-09	3.909E-09	2.351E-09	1.546E-09
WNW	1.366E-06	2.285E-07	9.491E-08	5.380E-08	3.727E-08	1.766E-08	7.280E-09	3.327E-09	1.973E-09	1.279E-09
NW	1.510E-06	2.518E-07	1.045E-07	5.924E-08	4.106E-08	1.950E-08	8.082E-09	3.727E-09	2.229E-09	1.457E-09
NNW	1.920E-06	3.185E-07	1.320E-07	7.485E-08	5.193E-08	2.479E-08	1.041E-08	4.907E-09	2.996E-09	2.001E-09

표 2.4-23 방사능붕괴(반감기 8일) 및 지표면 침적을 고려한 방위 및 거리별 χ/Q
(단위 : sec/m^3)

Distance (km) Direction	0.5-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-20	20-35	35-50	50-65	65-80
N	2.393E-06	3.717E-07	1.488E-07	8.219E-08	5.604E-08	2.602E-08	1.057E-08	4.894E-09	2.975E-09	1.989E-09
NNE	4.171E-06	6.552E-07	2.635E-07	1.460E-07	9.978E-08	4.654E-08	1.905E-08	8.900E-09	5.459E-09	3.683E-09
NE	4.152E-06	6.523E-07	2.643E-07	1.474E-07	1.011E-07	4.751E-08	1.964E-08	9.247E-09	5.698E-09	3.855E-09
ENE	3.188E-06	5.008E-07	2.035E-07	1.137E-07	7.817E-08	3.689E-08	1.535E-08	7.277E-09	4.508E-09	3.065E-09
E	3.376E-06	5.293E-07	2.150E-07	1.201E-07	8.255E-08	3.891E-08	1.613E-08	7.612E-09	4.692E-09	3.173E-09
ESE	3.514E-06	5.521E-07	2.255E-07	1.265E-07	8.715E-08	4.129E-08	1.724E-08	8.181E-09	5.061E-09	3.433E-09
SE	3.972E-06	6.239E-07	2.548E-07	1.429E-07	9.847E-08	4.668E-08	1.952E-08	9.286E-09	5.760E-09	3.918E-09
SSE	7.217E-06	1.134E-06	4.584E-07	2.553E-07	1.750E-07	8.222E-08	3.403E-08	1.610E-08	9.967E-09	6.780E-09
S	5.496E-06	8.595E-07	3.444E-07	1.904E-07	1.299E-07	6.045E-08	2.469E-08	1.154E-08	7.086E-09	4.785E-09
SSW	2.939E-06	4.576E-07	1.824E-07	1.004E-07	6.824E-08	3.154E-08	1.275E-08	5.890E-09	3.582E-09	2.398E-09
SW	2.063E-06	3.191E-07	1.266E-07	6.942E-08	4.710E-08	2.167E-08	8.698E-09	3.988E-09	2.410E-09	1.603E-09
WSW	1.205E-06	1.849E-07	7.273E-08	3.963E-08	2.678E-08	1.223E-08	4.862E-09	2.212E-09	1.329E-09	8.798E-10
W	1.440E-06	2.230E-07	8.861E-08	4.864E-08	3.302E-08	1.519E-08	6.083E-09	2.774E-09	1.665E-09	1.100E-09
WNW	1.254E-06	1.960E-07	7.801E-08	4.285E-08	2.908E-08	1.336E-08	5.325E-09	2.411E-09	1.439E-09	9.456E-10
NW	1.387E-06	2.158E-07	8.579E-08	4.710E-08	3.196E-08	1.469E-08	5.866E-09	2.666E-09	1.597E-09	1.052E-09
NNW	1.762E-06	2.724E-07	1.080E-07	5.917E-08	4.013E-08	1.844E-08	7.385E-09	3.376E-09	2.033E-09	1.348E-09

표 2.4-24 방위 및 거리별 D/Q
(단위 : $1/\text{m}^3$)

Distance (km) Direction	0.5-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-20	20-35	35-50	50-65	65-80
N	8.337E-09	1.403E-09	5.123E-10	2.594E-10	1.659E-10	7.170E-11	2.708E-11	1.152E-11	6.599E-12	4.221E-12
NNE	1.922E-08	3.235E-09	1.181E-09	5.981E-10	3.826E-10	1.653E-10	6.243E-11	2.655E-11	1.521E-11	9.733E-12
NE	1.158E-08	1.949E-09	7.114E-10	3.603E-10	2.304E-10	9.957E-11	3.760E-11	1.599E-11	9.164E-12	5.863E-12
ENE	7.414E-09	1.248E-09	4.555E-10	2.307E-10	1.476E-10	6.376E-11	2.408E-11	1.024E-11	5.868E-12	3.754E-12
E	7.865E-09	1.324E-09	4.832E-10	2.447E-10	1.565E-10	6.763E-11	2.554E-11	1.086E-11	6.225E-12	3.982E-12
ESE	6.317E-09	1.063E-09	3.881E-10	1.966E-10	1.257E-10	5.432E-11	2.051E-11	8.726E-12	5.000E-12	3.198E-12
SE	6.618E-09	1.114E-09	4.066E-10	2.059E-10	1.317E-10	5.691E-11	2.149E-11	9.142E-12	5.238E-12	3.351E-12
SSE	2.282E-08	3.842E-09	1.402E-09	7.102E-10	4.543E-10	1.963E-10	7.412E-11	3.153E-11	1.807E-11	1.156E-11
S	2.232E-08	3.756E-09	1.371E-09	6.944E-10	4.441E-10	1.919E-10	7.247E-11	3.083E-11	1.766E-11	1.130E-11
SSW	1.125E-08	1.894E-09	6.913E-10	3.501E-10	2.239E-10	9.675E-11	3.654E-11	1.554E-11	8.905E-12	5.696E-12
SW	9.555E-09	1.608E-09	5.871E-10	2.973E-10	1.902E-10	8.217E-11	3.103E-11	1.320E-11	7.562E-12	4.838E-12
WSW	5.446E-09	9.166E-10	3.346E-10	1.695E-10	1.084E-10	4.684E-11	1.769E-11	7.523E-12	4.311E-12	2.757E-12
W	3.568E-09	6.005E-10	2.192E-10	1.110E-10	7.101E-11	3.068E-11	1.159E-11	4.929E-12	2.824E-12	1.807E-12
WNW	1.902E-09	3.201E-10	1.168E-10	5.918E-11	3.785E-11	1.635E-11	6.176E-12	2.627E-12	1.505E-12	9.629E-13
NW	2.429E-09	4.089E-10	1.493E-10	7.560E-11	4.835E-11	2.089E-11	7.890E-12	3.356E-12	1.923E-12	1.230E-12
NNW	4.261E-09	7.171E-10	2.618E-10	1.326E-10	8.480E-11	3.664E-11	1.384E-11	5.885E-12	3.372E-12	2.157E-12

II. 환경 현황

2.4.4 사고시 대기확산

원자력발전소의 안전성을 평가하기 위하여 설계기준 사고시 방사성물질의 유출로 인한 인근주민의 피폭선량을 평가한다. 사고시 대기확산인자를 평가하기 위하여 신고리 원자력 발전소 기상탑에서 2009년 1월 1일부터 2010년 12월 31일 사이에 관측된 10 m 기상자료를 이용하였다.

사고 후 30일까지의 제한구역경계와 저인구지역 경계에서의 대기확산인자는 미 규제지침서 1.145의 방법론을 기준으로 실제 기상조건을 적용하여 계산하며 「TEDII-60」 전산프로그램을 이용하였다.

대기안정도, 풍향 및 풍속의 빈도분포를 나타내는 결합빈도분포(Joint Frequency Distribution)를 사용하여 제한구역경계와 저인구지역 경계에서 방향 및 시간대별로 지표면에서의 상대적 방사능 농도인 X/Q 값을 계산한다. X/Q 값은 대기로 방출되는 방사성물질이 방사능운의 중심선을 따라 정규분포를 이루며 방출점과 X/Q 값이 계산되는 모든 지점들 사이에서 방사능운이 직선으로 이동하는 것으로 가정하여 계산된다.

「TEDII-60」에서는 제한구역경계와 저인구지역 경계에서의 16개 방향에 대하여 풍속과 대기안정도의 각 조합에 따른 X/Q 값을 계산하고, 이를 각 방향별 크기순으로 나열하여 누적빈도분포를 계산한다. 이 값으로부터 해당 방향별 50% 이상의 빈도를 갖는 X/Q 값이 각 방향별로 선정되고 이들 중 가장 큰 값이 미 규제지침서 1.145에 언급된 최대방향 X/Q 값으로 사용된다.

동일한 방법으로 방향에 무관하게 X/Q 값의 누적빈도분포를 구하여 전체빈도의 50% 이상의 빈도를 갖는 X/Q 값을 결정하고 이 값과 방향별 최대 X/Q 값을 비교하여 큰 값이 사고후 2시간 동안의 X/Q 값으로 결정된다. 중간시간대의 X/Q 값은 미 규제지침서 1.111에 기술된 연평균 X/Q 값과 2시간대의 X/Q 값을 대수적으로 내삽하여 결정된다.

가. 계산모델

「TEDII-60」의 평가방법은 미국 규제지침서 1.4의 보수적인 평가방법보다 좀 더 실제에 가깝게 수정된 미국 규제지침서 1.145의 방법을 이용한 것으로 건물의 와류효과와 풍속이 6 m/s 보다 작고 대기안정도가 D, E, F, G형일 때 발생하기 쉬운 사행효과(Meandering Effect)가 고려되며 그 식들은 다음과 같다.

$$X/Q = \frac{1}{U_{10}(\pi \sigma_y \sigma_z + A/2)} \dots\dots\dots (6)$$

$$X/Q = \frac{1}{U_{10}(3\pi \sigma_y \sigma_z)} \dots\dots\dots (7)$$

$$X/Q = \frac{1}{U_{10}(\pi \Sigma_y \sigma_z)} \dots\dots\dots (8)$$

여기서,

- X/Q : 대기확산인자(sec/m³)
- U_{10} : 지상 10 m에서의 평균풍속(m/s)
- σ_y, σ_z : 수평 및 수직 확산계수(m)
- A : 건물의 최소 단면적(3167.2 m²)
- Σ_y : 대기안정도, 풍속, 풍하거리의 함수로 사행효과를 고려한 수평확산 보정인자

지표면 방출에 있어서 대기안정도가 중립 또는 안정이고 풍속이 6 m/s 이하일 때는 식 (1)과 (2)에서 계산된 X/Q 값 중 큰 값을 선택하고 이 값을 식 (3)에서 계산된 값과 비교하여 작은 값을 사고후 2시간내의 X/Q 값으로 결정한다. 그 외의 기상조건의 경우에는 식 (1)과 (2)에서 계산된 X/Q 값 중 큰 값을 사고후 2시간내의 X/Q 값으로 결정한다.

한편, 중간시간대의 X/Q 를 결정하기 위한 연평균 대기확산인자는 다음 식에 의하여 계산된다.

한편, 중간시간대의 X/Q 를 결정하기 위한 연평균 대기확산인자는 다음 식에 의하여 계산된다.

$$X/Q = \frac{2.032}{X} \sum_{ij} F_{ijk} [U_{10}(\sigma_{zj}^2(x) + C \cdot D^2/\pi)^{1/2}]^{-1} \dots\dots\dots (9)$$

$$X/Q = \frac{2.032}{X} \sum_{ij} F_{ijk} [\sqrt{3}U_{10}\sigma_{zj}(x)]^{-1} \dots\dots\dots (10)$$

여기서,

II. 환경 현황

χ/Q : 대기확산인자(sec/m³)

x : 풍하거리(m)

F_{ijk} : 풍속군 i , 대기안정도 j 및 풍하방향 k 에 대한 바람의 결합빈도분포

U_{10} : 지상 10 m에서의 평균풍속(m/s)

D : 건물높이(56.3 m)

C : 건물의 와류효과를 고려한 회석상수(0.5)

σ_{zj} : 안정도별 연직확산계수

위의 두 식으로부터 계산된 χ/Q 값 중 큰 값이 연평균 대기확산인자로 사용되며 앞에서 결정된 사고후 2시간대의 χ/Q 값과 연평균 χ/Q 값을 대수적으로 내삽하여 중간시간대 (0~2시간, 2~8시간, 8~24시간, 1~4일, 4~30일)의 χ/Q 값을 결정한다.

사고후 2시간동안 제한구역경계(원자로건물로부터 560m)에서의 χ/Q 값은 1.829×10^{-4} sec/m³이며, 사고후 30일동안 저인구지대경계(3km)에서의 χ/Q 값은 5.748×10^{-6} sec/m³이다.

사고시 제한구역경계(560 m), 가장 인접한 주민거주지역경계(840 m), 저인구지역 경계(3 km) 및 비상계획구역 경계(8 km)에서의 대기확산인자는 표 2.4-25~28와 같다. 각 소구역별, 방향 및 시간대별 사고시 χ/Q 값은 표 2.4-30~35에 제시되어 있으며, 반경 10 km 이내의 방위별 지형종단면도는 그림 2.4-8와 같다.

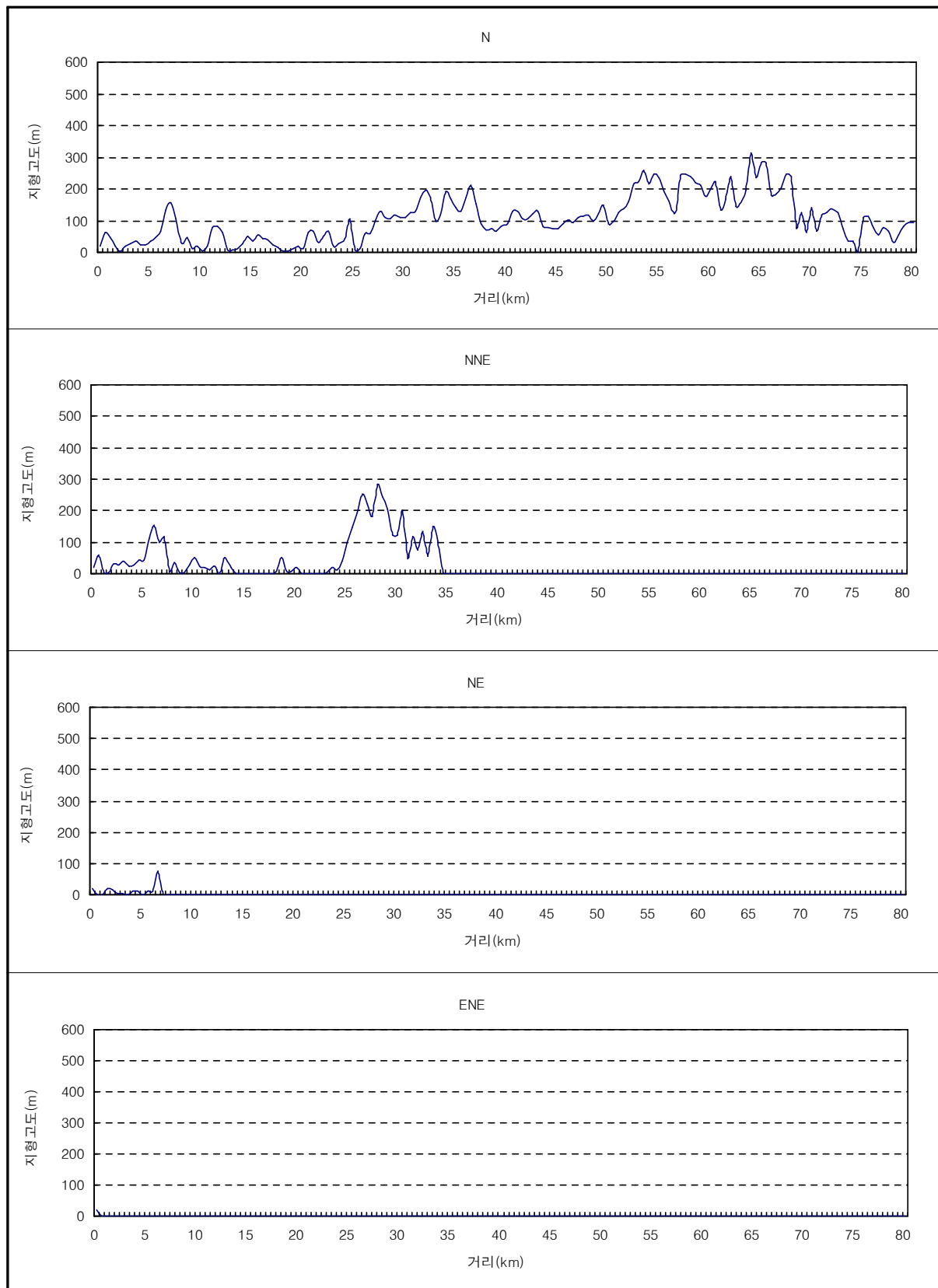


그림 2.4-8 부지로부터 10 km 이내 지역의 방위별 단면도

II. 환경 현황

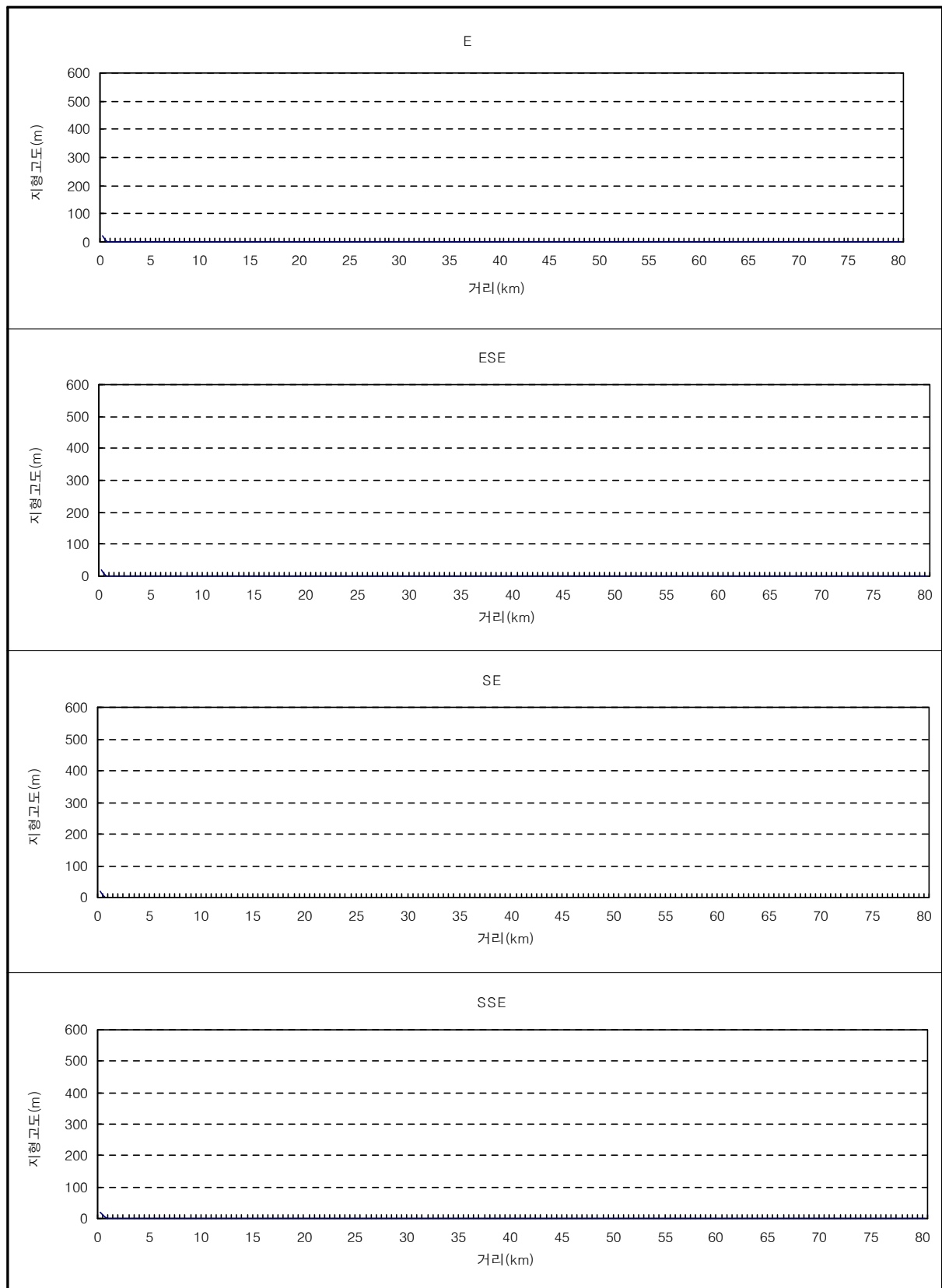


그림 2.4-8 (계 속)

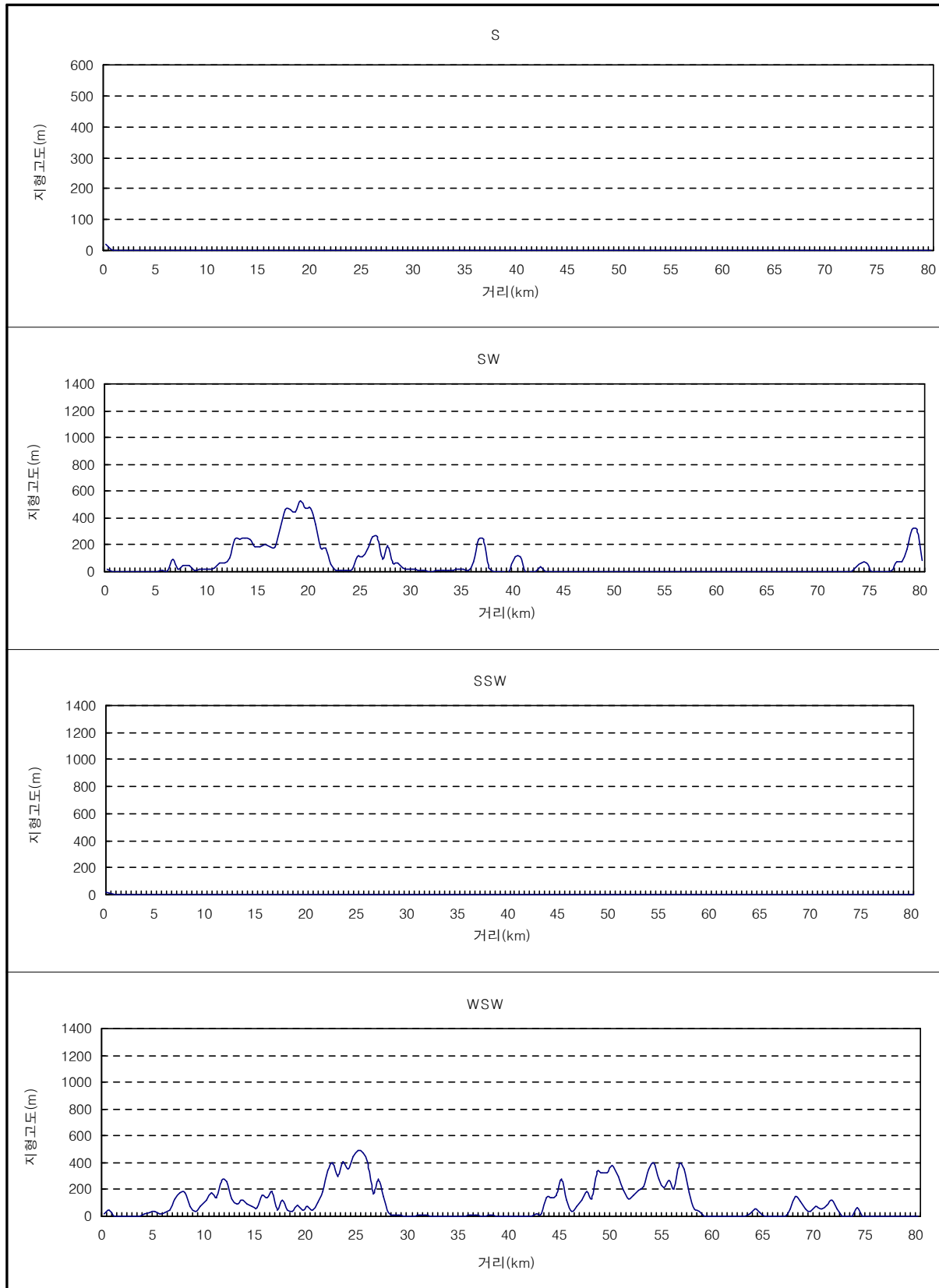


그림 2.4-8 (계 속)

II. 환경 현황

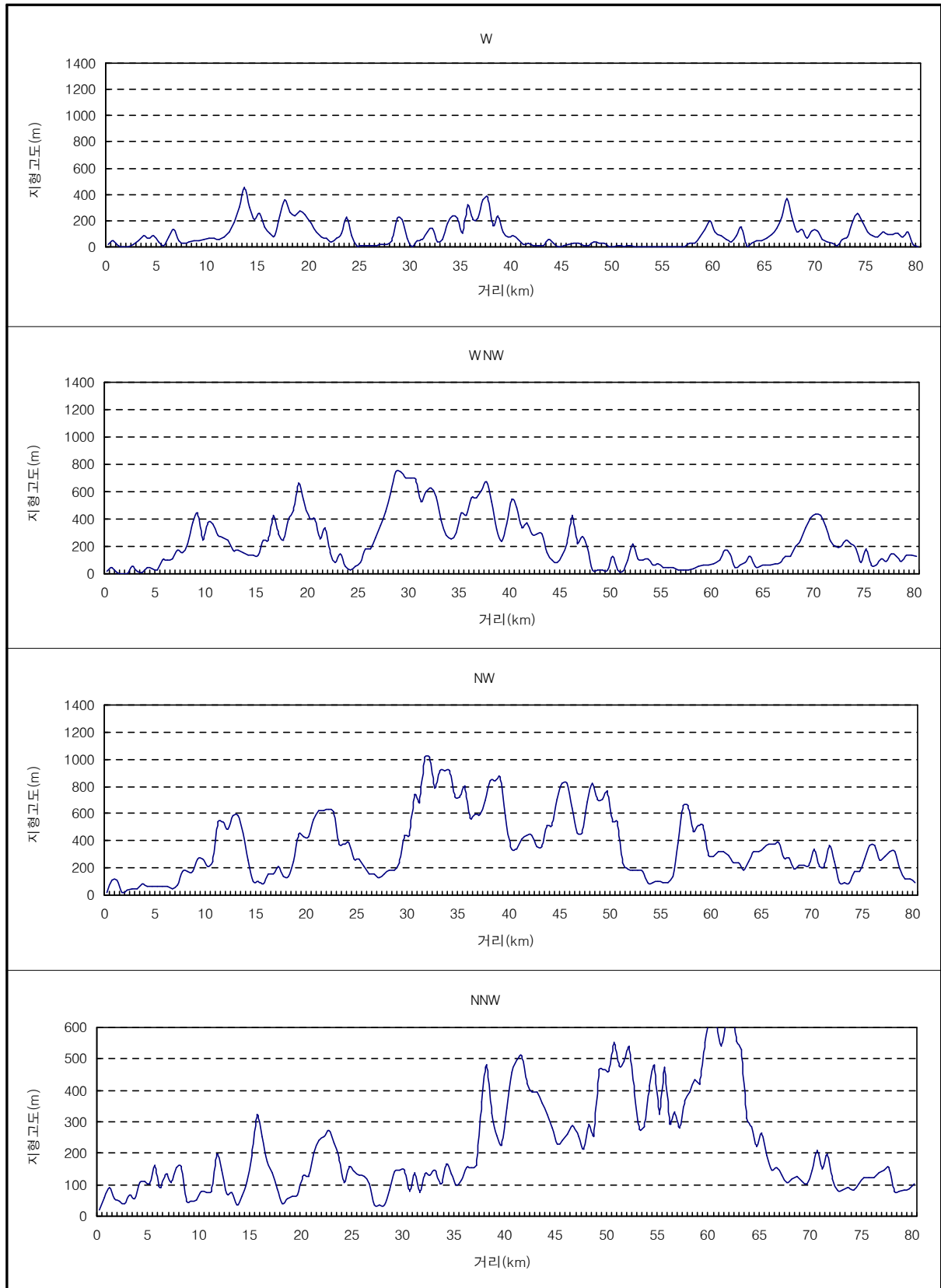


그림 2.4-8 (계 속)

표 2.4-25 제한구역경계(560 m)에서 사고시 대기확산인자

(단위 : sec/m³)

풍하방향	사고후 2시간내 대기확산인자		사고후 시간대별 대기확산인자			
	방향별 X/Q	전방향 X/Q	0~8시간	8~24시간	1~4일	4~30일
N	8.234E-05	8.718E-05	5.104E-05	4.018E-05	2.391E-05	1.135E-05
NNE	7.317E-05	8.718E-05	4.598E-05	3.645E-05	2.202E-05	1.068E-05
NE	6.695E-05	8.718E-05	3.810E-05	2.874E-05	1.559E-05	6.481E-06
ENE	8.251E-05	8.718E-05	4.413E-05	3.227E-05	1.637E-05	6.174E-06
E	7.598E-05	8.718E-05	4.386E-05	3.332E-05	1.836E-05	7.799E-06
ESE	7.647E-05	8.718E-05	4.512E-05	3.466E-05	1.955E-05	8.595E-06
SE	1.593E-04	8.718E-05	9.547E-05	7.391E-05	4.241E-05	1.910E-05
SSE	1.829E-04	8.718E-05	1.408E-04	1.236E-04	9.312E-05	6.201E-05
S	8.243E-05	8.718E-05	5.484E-05	4.473E-05	2.875E-05	1.524E-05
SSW	7.129E-05	8.718E-05	4.287E-05	3.325E-05	1.915E-05	8.672E-06
SW	4.688E-05	8.718E-05	2.849E-05	2.221E-05	1.294E-05	5.960E-06
WSW	4.757E-05	8.718E-05	2.734E-05	2.073E-05	1.137E-05	4.799E-06
W	5.959E-05	8.718E-05	3.259E-05	2.410E-05	1.252E-05	4.891E-06
WNW	9.127E-05	8.718E-05	4.567E-05	3.230E-05	1.524E-05	5.181E-06
NW	8.689E-05	8.718E-05	4.969E-05	3.758E-05	2.050E-05	8.583E-06
NNW	1.059E-04	8.718E-05	6.405E-05	4.982E-05	2.888E-05	1.320E-05

표 2.4-26 가장 인접한 주민거주지역경계(840 m)에서 사고시 대기확산인자

(단위 : sec/m³)

풍하방향	사고후 2시간내 대기확산인자		사고후 시간대별 대기확산인자			
	방향별 X/Q	전방향 X/Q	0~8시간	8~24시간	1~4일	4~30일
N	4.708E-05	5.787E-05	2.873E-05	2.244E-05	1.313E-05	6.084E-06
NNE	4.809E-05	5.787E-05	2.919E-05	2.275E-05	1.324E-05	6.084E-06
NE	3.923E-05	5.787E-05	2.207E-05	1.655E-05	8.863E-06	3.616E-06
ENE	4.586E-05	5.787E-05	2.443E-05	1.783E-05	9.003E-06	3.376E-06
E	4.036E-05	5.787E-05	2.330E-05	1.770E-05	9.750E-06	4.142E-06
ESE	4.117E-05	5.787E-05	2.411E-05	1.846E-05	1.033E-05	4.490E-06
SE	8.621E-05	5.787E-05	5.115E-05	3.940E-05	2.236E-05	9.917E-06
SSE	1.087E-04	5.787E-05	8.144E-05	7.051E-05	5.157E-05	3.291E-05
S	4.602E-05	5.787E-05	3.028E-05	2.457E-05	1.560E-05	8.128E-06
SSW	3.833E-05	5.787E-05	2.303E-05	1.786E-05	1.028E-05	4.649E-06
SW	2.877E-05	5.787E-05	1.708E-05	1.316E-05	7.478E-06	3.321E-06
WSW	2.910E-05	5.787E-05	1.636E-05	1.227E-05	6.573E-06	2.682E-06
W	3.542E-05	5.787E-05	1.903E-05	1.395E-05	7.112E-06	2.703E-06
WNW	4.968E-05	5.787E-05	2.479E-05	1.751E-05	8.234E-06	2.788E-06
NW	4.550E-05	5.787E-05	2.603E-05	1.968E-05	1.074E-05	4.497E-06
NNW	5.863E-05	5.787E-05	3.501E-05	2.705E-05	1.546E-05	6.923E-06

II. 환경 현황

표 2.4-27 저인구지역경계(3 km)에서 사고시 대기확산인자

(단위 : sec/m³)

풍하방향	사고후 2시간내 대기확산인자		사고후 시간대별 대기확산인자			
	방향별 X/Q	전방향 X/Q	0~8시간	8~24시간	1~4일	4~30일
N	9.590E-06	1.107E-05	5.583E-06	4.259E-06	2.368E-06	1.019E-06
NNE	9.947E-06	1.107E-05	5.782E-06	4.408E-06	2.447E-06	1.051E-06
NE	7.213E-06	1.107E-05	3.946E-06	2.919E-06	1.517E-06	5.929E-07
ENE	9.192E-06	1.107E-05	4.693E-06	3.353E-06	1.617E-06	5.673E-07
E	7.308E-06	1.107E-05	4.101E-06	3.072E-06	1.642E-06	6.675E-07
ESE	7.552E-06	1.107E-05	4.285E-06	3.228E-06	1.745E-06	7.219E-07
SE	2.091E-05	1.107E-05	1.149E-05	8.516E-06	4.447E-06	1.750E-06
SSE	2.733E-05	1.107E-05	1.876E-05	1.554E-05	1.033E-05	5.748E-06
S	9.256E-06	1.107E-05	5.803E-06	4.595E-06	2.769E-06	1.338E-06
SSW	6.518E-06	1.107E-05	3.829E-06	2.935E-06	1.648E-06	7.196E-07
SW	4.650E-06	1.107E-05	2.717E-06	2.077E-06	1.160E-06	5.022E-07
WSW	4.639E-06	1.107E-05	2.573E-06	1.916E-06	1.010E-06	4.033E-07
W	5.627E-06	1.107E-05	2.981E-06	2.170E-06	1.089E-06	4.048E-07
WNW	9.780E-06	1.107E-05	4.672E-06	3.229E-06	1.449E-06	4.584E-07
NW	9.062E-06	1.107E-05	4.952E-06	3.661E-06	1.901E-06	7.415E-07
NNW	1.182E-05	1.107E-05	6.730E-06	5.079E-06	2.757E-06	1.147E-06

표 2.4-28 비상계획구역 경계(8 km)에서 사고시 대기확산인자

(단위 : sec/m³)

풍하방향	사고후 2시간내 대기확산인자		사고후 시간대별 대기확산인자			
	방향별 X/Q	전방향 X/Q	0~8시간	8~24시간	1~4일	4~30일
N	2.577E-06	3.046E-06	1.489E-06	1.132E-06	6.240E-07	2.655E-07
NNE	2.692E-06	3.046E-06	1.547E-06	1.173E-06	6.430E-07	2.713E-07
NE	1.863E-06	3.046E-06	1.007E-06	7.406E-07	3.801E-07	1.459E-07
ENE	2.454E-06	3.046E-06	1.233E-06	8.744E-07	4.145E-07	1.420E-07
E	1.862E-06	3.046E-06	1.043E-06	7.800E-07	4.157E-07	1.684E-07
ESE	1.938E-06	3.046E-06	1.106E-06	8.352E-07	4.544E-07	1.896E-07
SE	6.822E-06	3.046E-06	3.640E-06	2.659E-06	1.345E-06	5.057E-07
SSE	9.013E-06	3.046E-06	6.024E-06	4.926E-06	3.182E-06	1.699E-06
S	2.473E-06	3.046E-06	1.544E-06	1.220E-06	7.321E-07	3.515E-07
SSW	1.625E-06	3.046E-06	9.507E-07	7.273E-07	4.066E-07	1.765E-07
SW	1.097E-06	3.046E-06	6.422E-07	4.914E-07	2.749E-07	1.194E-07
WSW	1.094E-06	3.046E-06	6.058E-07	4.509E-07	2.375E-07	9.462E-08
W	1.366E-06	3.046E-06	7.196E-07	5.223E-07	2.606E-07	9.604E-08
WNW	2.639E-06	3.046E-06	1.244E-06	8.543E-07	3.778E-07	1.171E-07
NW	2.410E-06	3.046E-06	1.310E-06	9.652E-07	4.979E-07	1.925E-07
NNW	3.151E-06	3.046E-06	1.793E-06	1.352E-06	7.332E-07	3.045E-07

표 2.4-29 사고후 2시간 동안 소구역별 대기확산인자

(단위 : sec/m³)

Distance (km) Direction	0.5-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-20	20-35	35-50	50-65	65-80
N	3.870E-05	9.590E-06	4.798E-06	3.079E-06	2.204E-06	1.126E-06	6.188E-07	5.013E-07	4.290E-07	3.811E-07
NNE	3.876E-05	9.531E-06	4.925E-06	3.176E-06	2.293E-06	1.183E-06	5.846E-07	4.798E-07	4.181E-07	3.768E-07
NE	3.139E-05	7.213E-06	3.568E-06	2.240E-06	1.582E-06	7.812E-07	4.471E-07	3.615E-07	3.052E-07	2.805E-07
ENE	3.695E-05	9.192E-06	4.656E-06	2.947E-06	2.086E-06	1.026E-06	5.439E-07	4.573E-07	4.065E-07	3.721E-07
E	3.119E-05	7.067E-06	3.479E-06	2.176E-06	1.532E-06	7.501E-07	4.462E-07	3.570E-07	3.022E-07	2.736E-07
ESE	3.135E-05	7.179E-06	3.547E-06	2.225E-06	1.571E-06	7.739E-07	4.469E-07	3.606E-07	3.054E-07	2.810E-07
SE	7.094E-05	1.933E-05	1.033E-05	6.952E-06	5.106E-06	2.732E-06	1.336E-06	1.053E-06	9.624E-07	8.999E-07
SSE	8.943E-05	2.733E-05	1.539E-05	1.043E-05	7.755E-06	4.296E-06	2.173E-06	1.388E-06	1.283E-06	1.201E-06
S	3.747E-05	9.256E-06	4.681E-06	2.966E-06	2.106E-06	1.047E-06	5.912E-07	4.852E-07	4.209E-07	3.779E-07
SSW	2.952E-05	6.317E-06	3.168E-06	1.965E-06	1.374E-06	6.128E-07	4.186E-07	3.066E-07	2.807E-07	2.101E-07
SW	2.220E-05	4.650E-06	2.185E-06	1.326E-06	9.219E-07	4.353E-07	2.769E-07	2.189E-07	1.869E-07	1.665E-07
WSW	2.223E-05	4.639E-06	2.180E-06	1.325E-06	9.196E-07	4.352E-07	2.757E-07	2.176E-07	1.861E-07	1.655E-07
W	2.744E-05	5.603E-06	2.690E-06	1.656E-06	1.152E-06	5.472E-07	3.489E-07	2.724E-07	2.338E-07	2.016E-07
WNW	3.752E-05	9.265E-06	4.685E-06	2.970E-06	2.109E-06	1.051E-06	6.542E-07	5.260E-07	4.534E-07	4.050E-07
NW	3.221E-05	7.838E-06	3.950E-06	2.520E-06	1.804E-06	8.830E-07	4.703E-07	3.967E-07	3.538E-07	3.138E-07
NNW	3.875E-05	9.406E-06	4.741E-06	3.012E-06	2.154E-06	1.098E-06	6.638E-07	5.652E-07	5.046E-07	4.617E-07

표 2.4-30 사고후 8시간 동안 소구역별 대기확산인자

(단위 : sec/m³)

Distance (km) Direction	0.5-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-20	20-35	35-50	50-65	65-80
N	2.330E-05	5.583E-06	2.784E-06	1.781E-06	1.272E-06	6.477E-07	3.451E-07	2.630E-07	2.162E-07	1.863E-07
NNE	2.336E-05	5.579E-06	2.855E-06	1.832E-06	1.317E-06	6.746E-07	3.283E-07	2.523E-07	2.103E-07	1.832E-07
NE	1.756E-05	3.946E-06	1.939E-06	1.213E-06	8.548E-07	4.203E-07	2.300E-07	1.740E-07	1.409E-07	1.245E-07
ENE	1.955E-05	4.693E-06	2.354E-06	1.483E-06	1.048E-06	5.140E-07	2.642E-07	2.067E-07	1.748E-07	1.541E-07
E	1.797E-05	3.988E-06	1.959E-06	1.225E-06	8.621E-07	4.227E-07	2.401E-07	1.807E-07	1.471E-07	1.286E-07
ESE	1.832E-05	4.108E-06	2.034E-06	1.278E-06	9.041E-07	4.477E-07	2.494E-07	1.898E-07	1.549E-07	1.376E-07
SE	4.144E-05	1.076E-05	5.703E-06	3.807E-06	2.787E-06	1.481E-06	7.196E-07	5.379E-07	4.681E-07	4.217E-07
SSE	6.589E-05	1.876E-05	1.041E-05	7.000E-06	5.183E-06	2.843E-06	1.424E-06	8.944E-07	7.870E-07	7.102E-07
S	2.436E-05	5.803E-06	2.925E-06	1.852E-06	1.315E-06	6.553E-07	3.576E-07	2.757E-07	2.294E-07	1.995E-07
SSW	1.771E-05	3.730E-06	1.856E-06	1.150E-06	8.039E-07	3.638E-07	2.313E-07	1.615E-07	1.401E-07	1.045E-07
SW	1.316E-05	2.717E-06	1.278E-06	7.768E-07	5.402E-07	2.560E-07	1.532E-07	1.139E-07	9.316E-08	8.031E-08
WSW	1.251E-05	2.573E-06	1.208E-06	7.342E-07	5.095E-07	2.416E-07	1.438E-07	1.067E-07	8.731E-08	7.510E-08
W	1.471E-05	2.970E-06	1.420E-06	8.727E-07	6.071E-07	2.887E-07	1.729E-07	1.271E-07	1.044E-07	8.756E-08
WNW	1.876E-05	4.466E-06	2.242E-06	1.416E-06	1.004E-06	4.991E-07	2.943E-07	2.223E-07	1.836E-07	1.587E-07
NW	1.864E-05	4.387E-06	2.202E-06	1.401E-06	1.001E-06	4.918E-07	2.552E-07	2.012E-07	1.712E-07	1.473E-07
NNW	2.363E-05	5.562E-06	2.799E-06	1.778E-06	1.271E-06	6.478E-07	3.749E-07	2.984E-07	2.545E-07	2.250E-07

II. 환경 현황

표 2.4-31 사고후 1일 동안 소구역별 대기확산인자

(단위 : sec/m³)

Distance (km) Direction	0.5-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-20	20-35	35-50	50-65	65-80
N	1.808E-05	4.259E-06	2.121E-06	1.354E-06	9.668E-07	4.913E-07	2.578E-07	1.905E-07	1.535E-07	1.303E-07
NNE	1.814E-05	4.269E-06	2.174E-06	1.391E-06	9.983E-07	5.095E-07	2.460E-07	1.830E-07	1.491E-07	1.277E-07
NE	1.314E-05	2.919E-06	1.429E-06	8.926E-07	6.282E-07	3.083E-07	1.650E-07	1.207E-07	9.574E-08	8.297E-08
ENE	1.422E-05	3.353E-06	1.674E-06	1.052E-06	7.423E-07	3.638E-07	1.841E-07	1.389E-07	1.147E-07	9.916E-08
E	1.364E-05	2.996E-06	1.470E-06	9.185E-07	6.467E-07	3.173E-07	1.761E-07	1.286E-07	1.026E-07	8.819E-08
ESE	1.401E-05	3.107E-06	1.540E-06	9.690E-07	6.859E-07	3.406E-07	1.863E-07	1.377E-07	1.103E-07	9.626E-08
SE	3.167E-05	8.026E-06	4.237E-06	2.817E-06	2.058E-06	1.091E-06	5.281E-07	3.844E-07	3.265E-07	2.887E-07
SSE	5.656E-05	1.554E-05	8.559E-06	5.736E-06	4.238E-06	2.312E-06	1.153E-06	7.180E-07	6.164E-07	5.462E-07
S	1.964E-05	4.595E-06	2.312E-06	1.464E-06	1.040E-06	5.184E-07	2.781E-07	2.078E-07	1.693E-07	1.450E-07
SSW	1.372E-05	2.867E-06	1.420E-06	8.796E-07	6.150E-07	2.803E-07	1.720E-07	1.172E-07	9.900E-08	7.368E-08
SW	1.013E-05	2.077E-06	9.775E-07	5.945E-07	4.135E-07	1.963E-07	1.139E-07	8.213E-08	6.578E-08	5.578E-08
WSW	9.382E-06	1.916E-06	8.991E-07	5.466E-07	3.793E-07	1.800E-07	1.039E-07	7.466E-08	5.981E-08	5.059E-08
W	1.077E-05	2.163E-06	1.032E-06	6.336E-07	4.406E-07	2.097E-07	1.217E-07	8.681E-08	6.978E-08	5.770E-08
WNW	1.327E-05	3.100E-06	1.550E-06	9.781E-07	6.930E-07	3.441E-07	1.974E-07	1.445E-07	1.168E-07	9.938E-08
NW	1.418E-05	3.282E-06	1.644E-06	1.044E-06	7.459E-07	3.670E-07	1.880E-07	1.433E-07	1.191E-07	1.010E-07
NNW	1.845E-05	4.277E-06	2.151E-06	1.366E-06	9.768E-07	4.976E-07	2.817E-07	2.168E-07	1.808E-07	1.571E-07

표 2.4-32 사고후 4일 동안 소구역별 대기확산인자

(단위 : sec/m³)

Distance (km) Direction	0.5-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-20	20-35	35-50	50-65	65-80
N	1.043E-05	2.368E-06	1.175E-06	7.473E-07	5.326E-07	2.696E-07	1.368E-07	9.459E-08	7.298E-08	5.993E-08
NNE	1.047E-05	2.388E-06	1.203E-06	7.654E-07	5.471E-07	2.771E-07	1.315E-07	9.110E-08	7.075E-08	5.839E-08
NE	6.999E-06	1.517E-06	7.375E-07	4.587E-07	3.220E-07	1.574E-07	8.022E-08	5.461E-08	4.139E-08	3.438E-08
ENE	7.131E-06	1.617E-06	7.984E-07	4.996E-07	3.516E-07	1.719E-07	8.412E-08	5.870E-08	4.591E-08	3.810E-08
E	7.498E-06	1.610E-06	7.880E-07	4.922E-07	3.465E-07	1.703E-07	8.989E-08	6.144E-08	4.696E-08	3.889E-08
ESE	7.825E-06	1.695E-06	8.419E-07	5.310E-07	3.767E-07	1.881E-07	9.892E-08	6.859E-08	5.280E-08	4.435E-08
SE	1.767E-05	4.251E-06	2.223E-06	1.466E-06	1.067E-06	5.614E-07	2.699E-07	1.854E-07	1.494E-07	1.269E-07
SSE	4.061E-05	1.033E-05	5.600E-06	3.722E-06	2.737E-06	1.477E-06	7.289E-07	4.458E-07	3.627E-07	3.090E-07
S	1.231E-05	2.769E-06	1.388E-06	8.780E-07	6.238E-07	3.118E-07	1.612E-07	1.125E-07	8.764E-08	7.249E-08
SSW	7.884E-06	1.619E-06	7.950E-07	4.918E-07	3.439E-07	1.592E-07	9.036E-08	5.844E-08	4.659E-08	3.453E-08
SW	5.742E-06	1.160E-06	5.462E-07	3.328E-07	2.315E-07	1.104E-07	5.992E-08	4.041E-08	3.091E-08	2.529E-08
WSW	5.027E-06	1.010E-06	4.738E-07	2.881E-07	1.999E-07	9.502E-08	5.125E-08	3.444E-08	2.631E-08	2.147E-08
W	5.478E-06	1.086E-06	5.161E-07	3.163E-07	2.198E-07	1.048E-07	5.681E-08	3.796E-08	2.910E-08	2.334E-08
WNW	6.256E-06	1.405E-06	6.968E-07	4.380E-07	3.098E-07	1.535E-07	8.298E-08	5.678E-08	4.381E-08	3.597E-08
NW	7.828E-06	1.749E-06	8.716E-07	5.524E-07	3.938E-07	1.944E-07	9.691E-08	6.858E-08	5.419E-08	4.446E-08
NNW	1.079E-05	2.419E-06	1.214E-06	7.714E-07	5.513E-07	2.807E-07	1.515E-07	1.084E-07	8.602E-08	7.204E-08

표 2.4-33 사고후 30일 동안 소구역별 대기확산인자

(단위 : sec/m³)

Distance (km) Direction	0.5-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-20	20-35	35-50	50-65	65-80
N	4.732E-06	1.019E-06	5.034E-07	3.184E-07	2.263E-07	1.139E-07	5.510E-08	3.463E-08	2.510E-08	1.965E-08
NNE	4.757E-06	1.037E-06	5.146E-07	3.247E-07	2.306E-07	1.156E-07	5.352E-08	3.348E-08	2.425E-08	1.898E-08
NE	2.834E-06	5.929E-07	2.852E-07	1.764E-07	1.234E-07	5.992E-08	2.849E-08	1.748E-08	1.242E-08	9.704E-09
ENE	2.646E-06	5.673E-07	2.759E-07	1.714E-07	1.202E-07	5.855E-08	2.731E-08	1.704E-08	1.233E-08	9.651E-09
E	3.176E-06	6.605E-07	3.220E-07	2.009E-07	1.415E-07	6.970E-08	3.423E-08	2.127E-08	1.529E-08	1.200E-08
ESE	3.390E-06	7.105E-07	3.538E-07	2.239E-07	1.594E-07	8.020E-08	3.987E-08	2.523E-08	1.834E-08	1.458E-08
SE	7.650E-06	1.707E-06	8.808E-07	5.736E-07	4.153E-07	2.164E-07	1.030E-07	6.508E-08	4.861E-08	3.896E-08
SSE	2.523E-05	5.748E-06	3.046E-06	2.001E-06	1.461E-06	7.765E-07	3.774E-07	2.248E-07	1.694E-07	1.364E-07
S	6.293E-06	1.338E-06	6.669E-07	4.215E-07	2.996E-07	1.502E-07	7.366E-08	4.665E-08	3.404E-08	2.680E-08
SSW	3.559E-06	7.125E-07	3.455E-07	2.135E-07	1.492E-07	7.067E-08	3.587E-08	2.152E-08	1.579E-08	1.163E-08
SW	2.542E-06	5.022E-07	2.369E-07	1.447E-07	1.007E-07	4.827E-08	2.382E-08	1.460E-08	1.045E-08	8.123E-09
WSW	2.052E-06	4.033E-07	1.889E-07	1.149E-07	7.967E-08	3.798E-08	1.859E-08	1.134E-08	8.095E-09	6.272E-09
W	2.075E-06	4.043E-07	1.908E-07	1.166E-07	8.098E-08	3.871E-08	1.903E-08	1.158E-08	8.288E-09	6.365E-09
WNW	2.125E-06	4.506E-07	2.210E-07	1.382E-07	9.750E-08	4.815E-08	2.391E-08	1.484E-08	1.071E-08	8.363E-09
NW	3.338E-06	7.084E-07	3.506E-07	2.213E-07	1.573E-07	7.812E-08	3.741E-08	2.381E-08	1.749E-08	1.369E-08
NNW	4.991E-06	1.067E-06	5.344E-07	3.394E-07	2.425E-07	1.234E-07	6.223E-08	4.008E-08	2.962E-08	2.352E-08

2.5 수문 및 수문확산

2.5.1 지표수 현황

2.5.2 지하수 현황

2.5.3 수문확산

2.5 간지

II. 환경 현황

간지 뒷면



2.5 수문 및 수문확산

2.5.1 지표수 현황

가. 수계분포

신고리 3,4호기 부지는 울산광역시 울주군 서생면 신암리의 동해안에 위치하며, 현재 가동중인 고리원자력 발전소로부터 북동쪽으로 약 2.5 km 정도 이격되어 있고 원자력교육원 북쪽 인접지역에 해당된다.

신고리 3, 4호기 부지 주변은 그림 2.5-1과 같이 지방 2급 하천인 효암천과 장안천이 주 수계를 이루고 있다. 효암천은 장안읍 명례리에서 발원하여 남동쪽으로 흘러 동해로 유입되며, 장안천 역시 남동쪽으로 흘러 동해로 유입된다.



그림 2.5-1 신고리 3,4호기 부지 주변 하천 수계도

유역면적 및 유로연장은 대상하천을 이해하고 수문을 분석함에 있어 필요한 자료임으로, 하천관리지리정보시스템을 통해 기 분석된 하천연장 및 유로연장, 하폭 및 형상계수를 표 2.5-1에 정리하였다. 유역의 형상계수는 유역의 형태를 나타내는 무차원 단위의 수

II. 환경 현황

치로서 형상계수가 1.0에 가까울수록 유역의 형상은 정방형에 근접한다. 형상계수가 클수록 유출의 집중성향이 매우 크므로 첨두홍수량(flood peak)이 크게 발생하며 형상계수가 작으면 집중성향도 약해진다.

표 2.5-1 수계현황

하천명	하천등급	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	유역평균폭 (km)	형상계수	비 고
회야강	지방 2급	218.34	41.32	5.28	0.13	2006. 12.
효암천	지방 2급	25.21	9.36	2.69	0.29	2001. 03.
장안천	지방 2급	28.70	13.10	2.19	0.17	2006. 06.
좌광천	지방 2급	43.65	17.80	2.45	0.14	1992. 03.

* 자료출처:국가수자원관리종합정보시스템(<http://www.wamis.go.kr/>)

각 하천의 특성은 다음과 같다.

① 회야강

회야강은 경상남도 양산시 웅상읍 주진리의 천성산(해발 922.2m)에서 발원하여 울산광역시 울주군 온산읍 강양리의 동해로 유입하는 낙동강 기타수계 지방2급 하천이다. 회야강은 유역면적 218.34km², 유로연장 41.32km 인 중소하천으로 대체로 동서로 뻗은 장방형의 형상을 이루며, 남북의 길이는 약 19.1km, 동서로는 22.3km가 된다. 회야강 유역의 북쪽은 청량천 및 태화강 유역과 접하고 있으며, 서쪽은 낙동강 제1지류인 양산천, 남쪽은 기타수계의 효암천, 장안천, 수영강 등의 유역과 접하고 있다.

유역 북쪽부분의 분수계는 남암산, 노방산들이 이어지면서 그 능선들이 분수령을 이루고 있으며, 서쪽은 정족산 및 천성산, 남쪽은 용천산과 삼각산, 용곡산들이 유역의 분수계를 형성하고 있다.

회야강은 천성산에서 발원하여 남동류하다가 월평리에서 북동쪽으로 유로를 변경하여 덕계천과 합류하고 유향의 큰 변동 없이 여러 개의 지천이 합류된 뒤 경상남도와 울산광역시

시 경계를 넘어 울주군 웅촌면 대북리 부근에서 대북천과 합류하며, 직동류 하다가 심한 사행을 이루면서 회야댐 지점에 다다르게 된다. 회야댐을 거친 회야강은 방향을 남쪽으로 하여 굴곡하면서 유하하다가 온산읍을 지나 우안측에서 남창천이 합류되고 방향을 남동쪽으로 바꿔 진해해안에서 동해로 유입된다.

회야강의 하상경사는 하류부가 약 1/2,500로 상당히 완만한 편이며, 중류부가 약 1/800, 상류부 약 1/300 정도의 하상경사를 유지하고 있다.

② 효암천

효암천은 유역면적 25.21km², 유로연장 9.36km인 지방 2급 하천으로 부산광역시 기장군 장안읍 명례리에서 발원하여 유하하면서 울산광역시 울주군 서생면 효암리를 관류하면서 지방2급 하천인 화산천 및 위양천을 각각 좌안측으로 합류한 후 동해로 유입된다. 유역의 평균폭은 2.69km이고 유역의 형상계수는 0.29로 비교적 적은 편이나 과업구간 내에 위치한 하천 중에서는 가장 높은 값을 가진다.

③ 장안천

지방 2급 하천인 장안천은 부산광역시 기장군 장안읍 장안리 대둔산 줄기에서 발원하여 동남쪽으로 유하하다 반룡리에서 용소천과 합류후 월내리 해안에서 동해로 유입된다. 북단부로 회야강 유역과 접하며 동쪽으로는 효암천 유역, 남쪽에서 서쪽에 이르는 넓은 유역은 좌광천과 그 지류인 덕선천 유역과 접하고 있다.

장안천의 유역면적은 28.70km², 유로연장은 13.10km이다. 유역의 형상은 대체적으로 수지상을 이루고 있으며, 그 폭은 동서로 약 5.4km, 남북으로 약 7.3km 정도이고, 유역 내에는 지방2급 하천인 용소천이 유입된다. 유역은 산지가 많고 하천변을 따라 농경지와 촌락지로 구성되어 있으며, 하상경사는 하류부 1/146~1/761, 중류부 1/264~1/908, 상류부는 1/155 정도이며 장안사 계곡은 1/81의 매우 급한 하상경사를 보이고 있다.

④ 좌광천

좌광천은 부산광역시 기장군 정관면에 위치한 지방 2급 하천으로서, 병산저수지에서 발원하여 남류하다가, 정관신도시에 이르면서 동류하고, 좌천역에 이르면서 급격한 곡류를 이루다가 장안읍의 동해로 흘러든다. 유역면적은 43.65km², 유로연장은 13.4km이며 유역의 형상은 대체적으로 수지상과 방사선상의 복합형태를 이루고 있다. 유역의 폭은 동서로 약

II. 환경 현황

9.0km, 남북으로 약 4.5km이며, 하상경사는 상류구간에서 예림천 합류점까지는 1/234, 예림천 합류점에서 옥천 합류점까지는 1/152, 옥천 합류점에서 덕산천 합류점까지는 1/256, 덕산천 합류점에서 하구까지는 1/455이다.

나. 강수량 현황

신고리 3, 4호기 부지 주변에는 그림 2.5-2 및 표 2.5-2와 같이 부산지방기상청과 기상대 2개소(창원기상대, 울산기상대)와 기상관측소 2개소(구덕산기상관측소, 밀양자동기상관측소)가 분포하며, 기상레이다관측소(부산) 및 고리원자력발전소 기상탑이 위치한다. 울산기상대와 부산지방기상청의 1972년부터 2011년까지의 40년 간 자료를 강수량 분석에 활용하였다.



그림 2.5-2 신고리 3,4호기 부지 인근 기상관측소 위치

표 2.5-2 조사지역 인근 기상관측소 현황

관측소명	운 영	부지와와의이격거리	자료획득기간
울산기상대	부산지방기상청	26.65km	1972.01 ~ 2011.12
부산지방기상청	부산지방기상청	23.02km	1972.01 ~ 2011.12
고리기상탑	한국수력원자력(주)	-	2002.01 ~ 2011.12

우리나라 연강수량은 1,283mm로 세계 연강수량의 평균인 973mm보다 약 1.3배가 많으며, 이 중 대부분이 6월에서 9월 사이에 집중적으로 내린다. 부산·울산지역의 연강수량은 약 1,300~1,500mm이며, 부산지방기상청과 울산기상대의 40년간 평균 강수량은 1,354.1~1,576.9mm로 우리나라 평균 연강수량과 비슷한 분포를 나타낸다. 고리원자력발전소 부지 내 고리기상탑의 10년간 평균 강수량 역시 약 1,309.7mm로 우리나라의 평균 연강수량과 비슷한 것으로 나타났다. 세지역 모두 2003년에는 평년 강수량에 비해 상당히 많은 양의 비가 내렸으며, 2008년에 강수량이 상대적으로 적었던 것으로 파악된다. 부산지방기상청 및 울산기상대, 고리기상탑의 월평균 강수량과 연도별 평균 강수량을 표 2.5-3과 표 2.5-4에 각각 정리하였으며, 연도별 강수량 변화를 그림 2.5-3에 도시하였다.

표 2.5-3 울산기상대, 부산지방기상청, 고리기상탑의 최근 40년간 월평균 강수량(단위 :mm)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
부산	35.2	48.6	82.4	141.9	164.9	210.0	296.3	235.2	158.0	64.9	54.9	25.5	126.5
울산	37.6	45.7	65.6	103.1	115.7	185.0	229.1	221.7	162.0	56.6	48.5	24.4	107.9
고리	34.3	50.3	73.4	105.2	141.2	168.1	270.8	211.1	170.1	68.4	39.9	22.6	112.9

※ 고리 기상탑 자료는 최근 10년간 자료임.

표 2.5-4 울산기상대 및 부산지방기상청, 고리기상탑의 연도별 평균강수량(단위 :mm)

연도 구분	1972~ 2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	평균
부산	1494.3	2085.2	2328.3	1386.5	1384.9	1528.3	1276.5	1168.3	1772.9	1441.9	1478.6	1576.9
울산	1271.2	1559.8	1879.2	1879.2	1136.2	1393.9	1135.8	1112.3	1133.2	1161.6	1233.2	1354.1
고리	-	1707.0	1967.0	1221.0	1300.5	1368.5	1068.0	963.0	1212.5	1218.0	1071.0	1309.7

11. 환경 현황

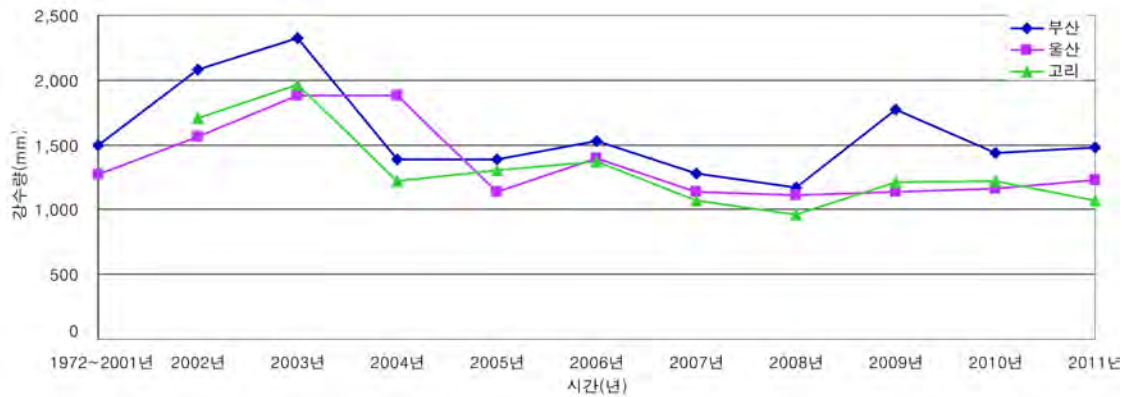


그림 2.5-3 울산기상대 및 부산지방기상청, 고리기상탐의 연도별 평균강수량 변화

다. 저수지 현황

국가수자원관리종합시스템(2007년), 농촌용수종합정보시스템 및 지자체에서 획득한 저수지 현황자료를 활용하여 신고리 3,4호기 부지 반경 20km에 존재하는 저수지에 대해 자료분석을 수행하였으며, 조사결과 그림 2.5-4와 같이 총 214개소의 저수지를 확인하였다.

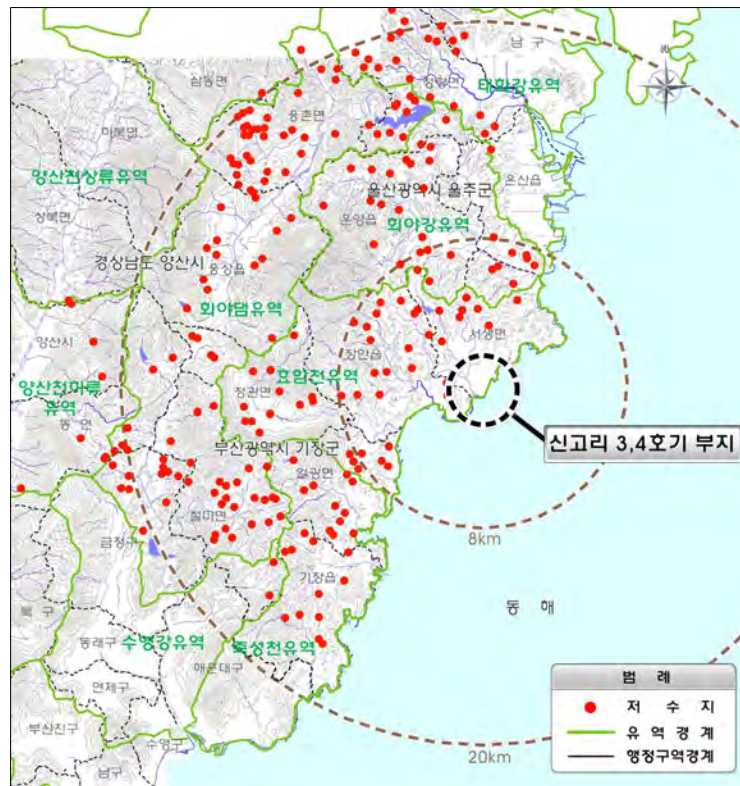


그림 2.5-4 신고리 3,4호기 부지 인근 저수지 현황

확인된 저수지를 행정구역별로 분류하면 울산광역시 울주군 온산읍 6개소, 온양읍 22

개소, 서생면 7개소, 웅촌면 42개소 청량면 32개소, 부산광역시 기장군 장안읍 19개소 일광면 26개소, 기장읍 17개소, 정관면 17개소, 철마면 25개소였다(표 2.5-5 참조).

표 2.5-5 행정구역별 부지 인근 저수지 시설수

구 분	부산광역시 기장군					울산광역시 울주군					합 계
	기장읍	일광면	장안읍	정관면	철마면	서생면	온산읍	온양읍	웅촌면	청량면	
저수지 현황(개소)	17	26	19	17	25	7	6	22	43	32	214

하천표준유역으로 구분시 회야강유역 32개소, 효암천유역 40개소, 죽성천유역 38개소, 수영강유역 30개소, 청량천유역 23개소, 회야댐유역 51개소로 파악되었다. 지자체 및 농어촌공사 확인결과 부지 반경 20km 내에 현재 개발계획은 없는 것으로 파악되었다(표 2.5-6 참조). 확인된 저수지 현황결과는 원전 사고시 낙진에 의한 2차 피해에 대한 예측자료로 활용 가능하할 것으로 예상되며 주변지역 수자원 안전 대책마련의 기초 자료로 활용할 계획이다.

표 2.5-6 표준유역별 부지 인근 저수지 시설수

구 분	회야강유역	효암천유역	죽성천유역	수영강유역	청량천유역	회야댐유역	합 계
저수지 현황(개소)	32	40	38	30	23	51	214

행정구역별 저수지 시설수는 울산광역시 울주군 웅촌면이 43개소(20%)로 가장 많은 반면 온산읍에서 6개소(3%)로 가장 적었다. 유역별로는 회야댐유역 51개소(24%)로 가장 많았으며, 효암천유역(19%), 죽성천유역(18%), 회야강유역(15%), 수영강유역(14%), 청량천유역(10%)의 순으로 나타났다.

신고리 3,4호기 부지 인근 행정구역별 및 표준유역별 저수지 현황은 표 2.5-7과 같다.

II. 환경 현황

표 2.5-7 신고리 3,4호기 부지 인근 행정구역별 및 표준유역별 저수지 현황

구 분	저수지	주소	유역면적 (ha)	유효저수량 (천m ³)	표준유역
기장읍	내동	기장군 기장읍 내리	50.0	6.5	죽성천
	오신	기장군 기장읍 내리	20.0	4.0	죽성천
	내리	기장군 기장읍 내리 635	393.0	14.8	죽성천
	덕재지	기장군 기장읍 내리 648-2	50.0	6.5	죽성천
	대라	기장군 기장읍 대라리	225.0	401.0	죽성천
	예지골	기장군 기장읍 만화리 114	33.0	18.6	죽성천
	작은이네트	기장군 기장읍 만화리 328-2	11.0	2.6	죽성천
	큰이네트	기장군 기장읍 만화리 547-2	11.0	6.9	죽성천
	두화	기장군 기장읍 만화리 89-1	17.0	3.0	죽성천
	용소	기장군 기장읍 서부리	175.0	250.0	죽성천
	대방덕	기장군 기장읍 석산리 104-1	57.0	4.7	죽성천
	야무락	기장군 기장읍 석산리 37-4	13.0	2.4	죽성천
	동암	기장군 기장읍 시랑리	13.0	11.9	죽성천
	죽곡	기장군 기장읍 신천리 395	14.0	3.8	죽성천
	서암	기장군 기장읍 연화리	3.0	2.5	죽성천
	연곡	기장군 기장읍 청강리 436-2	99.0	2.0	죽성천
	무곡	기장군 기장읍 청강리 715	23.0	7.5	죽성천
일광면	문동	기장군 일광면 문동리 247	10.0	8.2	죽성천
	덕곡	기장군 일광면 삼성리 105	10.0	9.3	죽성천
	안논	기장군 일광면 삼성리 630-2	27.0	4.1	죽성천
	참샘골	기장군 일광면 삼성리 692-3	25.0	0.9	죽성천
	제이	기장군 일광면 용천리	30.0	5.0	죽성천
	제일	기장군 일광면 용천리	22.0	3.8	죽성천
	항골	기장군 일광면 용천리	17.0	5.3	죽성천
	뒷논골	기장군 일광면 용천리 402-2	7.0	1.7	죽성천
	용천	기장군 일광면 용천리 805	210.0	532.0	죽성천
	청광앞	기장군 일광면 청광리 168-2	20.0	12.1	죽성천
	청광뒷	기장군 일광면 청광리 290	30.0	9.0	죽성천
	뿔당곡	기장군 일광면 화전리	25.0	3.1	죽성천
	장순백	기장군 일광면 화전리	12.0	11.9	죽성천
	덕치	기장군 일광면 화전리 408	25.0	3.9	죽성천
	정골	기장군 일광면 화전리 568	12.0	7.9	죽성천
	뒷뜰	기장군 일광면 횡계리 227	20.0	11.5	죽성천
	앞뜰	기장군 일광면 횡계리 52-1	14.0	2.5	죽성천
	신평하	기장군 일광면 신평리 269	30.0	5.0	효암천
	신평상	기장군 일광면 신평리 283-2	22.0	3.8	효암천

표 2.5-7 신고리 3,4호기 부지 인근 행정구역별 및 표준유역별 저수지 현황(계속)

구 분	저수지	주소	유역면적 (ha)	유효저수량 (천m ³)	표준유역
일광면	신천	기장군 일광면 용천리	30.0	4.0	효암천
	좌천	기장군 일광면 원리	25.0	-	효암천
	하근	기장군 일광면 원리	30.0	-	효암천
	하리	기장군 일광면 원리	41.0	-	효암천
	횡계	기장군 일광면 원리	30.0	-	효암천
	세정	기장군 일광면 원리 442-1	17.0	4.9	효암천
	원당	기장군 일광면 원리 738	5.0	8.9	효암천
장안읍	바그달	기장군 장안읍 기룡리 454-1	8.0	6.4	죽성천
	내덕	기장군 장안읍 덕선리 383	287.0	44.9	죽성천
	용소	기장군 장안읍 용소리 171-1	17.0	2.5	죽성천
	덕산	기장군 장안읍 좌동리 68	75.0	24.3	죽성천
	길천	기장군 장안읍 길천리 53-2	47.0	9.5	효암천
	간치골	기장군 장안읍 명례리	15.0	7.1	효암천
	산막	기장군 장안읍 명례리	25.0	10.8	효암천
	대명	기장군 장안읍 명례리 519-1	16.0	9.8	효암천
	사근달	기장군 장안읍 명례리 591	35.0	33.8	효암천
	심산	기장군 장안읍 반룡리 238	47.0	9.5	효암천
	천선	기장군 장안읍 오리	22.0	20.1	효암천
	개천안골	기장군 장안읍 오리 45	20.0	40.0	효암천
	친선지	기장군 장안읍 오리 565-2	22.0	21.1	효암천
	뒷골	기장군 장안읍 오리 60-1	8.0	3.6	효암천
	아이구	기장군 장안읍 장안리	435.0	6.3	효암천
	안골	기장군 장안읍 장안리	35.0	6.5	효암천
	탑곡	기장군 장안읍 장안리	90.0	12.8	효암천
	이양산	기장군 장안읍 장안리 537	40.0	15.9	효암천
	풍년	기장군 장안읍 장안리 664	12.0	2.8	효암천
정관면	두명	기장군 정관면 두명리 436-3	20.0	4.8	수영강
	예림(하)	기장군 정관면 예림리 446-2	20.0	3.2	수영강
	월평(하)	기장군 정관면 월평리 187-1	10.0	1.5	수영강
	월평	기장군 정관면 월평리 214	32.0	5.7	수영강
	임곡	기장군 정관면 임곡리 269-2	5.0	4.3	수영강
	달산	기장군 정관면 달산리	17.0	5.3	효암천
	대전	기장군 정관면 달산리	30.0	7.3	효암천
	달산큰	기장군 정관면 달산리 935	60.0	40.2	효암천
	상곡하	기장군 정관면 매학리	30.0	7.3	효암천
	상곡상	기장군 정관면 매학리 47	17.0	13.8	효암천

II. 환경 현황

표 2.5-7 신고리 3,4호기 부지 인근 행정구역별 및 표준유역별 저수지 현황(계속)

구 분	저수지	주소	유역면적 (ha)	유효저수량 (천m ³)	표준유역
정관면	상곡중	기장군 정관면 매학리 476	95.0	6.6	효암천
	서편	기장군 정관면 모전리	17.0	1.2	효암천
	병산	기장군 정관면 병산리 63	660.0	550.0	효암천
	예림	기장군 정관면 예림리 422	40.0	15.8	효암천
	서편지	기장군 정관면 예림리 919	25.0	4.1	효암천
	가동상	기장군 정관면 용수리	43.0	8.8	효암천
	지석골	기장군 정관면 용수리 412	50.0	8.5	효암천
철마면	안평	기장군 철마면 안평리 13	125.0	550.0	수영강
	성지곡	기장군 철마면 안평리 174	23.0	7.5	수영강
	마지큰들	기장군 철마면 연구리 30-1	30.0	23.8	수영강
	와여포강	기장군 철마면 와여리 267	10.0	2.8	수영강
	대곡포강	기장군 철마면 장전리 8-2	8.0	3.7	수영강
	점현	기장군 철마면 구칠리 421-2	17.0	1.0	수영강
	용고실	기장군 철마면 구칠리 654-2	55.0	7.2	수영강
	와여	기장군 철마면 백길리 218-2	50.0	18.5	수영강
	백길	기장군 철마면 백길리 62	37.0	15.3	수영강
	송정	기장군 철마면 송정리 15	240.0	703.5	수영강
	입석	기장군 철마면 송정리 63-2	25.0	1.7	수영강
	장골	기장군 철마면 와 562	12.0	4.9	수영강
	포강	기장군 철마면 웅천리	10.0	2.8	수영강
	홍류동	기장군 철마면 웅천리 238	175.0	52.2	수영강
	도독골	기장군 철마면 웅천리 5	32.0	22.1	수영강
	석길	기장군 철마면 웅천리 791-1	50.0	27.8	수영강
	큰골	기장군 철마면 이곡리	30.0	23.8	수영강
	곽암	기장군 철마면 이곡리 132	30.0	2.7	수영강
	만화곡	기장군 철마면 이곡리 165	90.0	29.4	수영강
	금낙곡	기장군 철마면 이곡리 310	12.0	2.5	수영강
	기남곡	기장군 철마면 이곡리 335	12.0	1.1	수영강
	임기	기장군 철마면 임기리 114-1	217.0	288.0	수영강
	포강	기장군 철마면 장전리	8.0	3.7	수영강
	대곡	기장군 철마면 장전리 1-2	77.0	31.8	수영강
	두더곡	기장군 철마면 장전리 83	7.0	0.9	수영강
온산읍	구리(거남)	울주군 온산읍 학남리 871	22.0	3.7	청량천
	강양	울주군 온산읍 강양리			회야강
	못안지	울주군 온산읍 삼평리			회야강
	우지곡	울주군 온산읍 강양리			회야강

표 2.5-7 신고리 3,4호기 부지 인근 행정구역별 및 표준유역별 저수지 현황(계속)

구 분	저수지	주소	유역면적 (ha)	유효저수량 (천m ³)	표준유역
온 산 읍	황세지1	울주군 온산읍 강양리			회야강
	황세지2	울주군 온산읍 강양리			회야강
온 양 읍	가는골못	울주군 온양읍 대안리 287	137.0	69.5	회야강
	교동곡	울주군 온양읍 외광리 357-3	137.0	69.5	회야강
	금정곡	울주군 온양읍 삼광리 316-1	24.0	16.9	회야강
	못안골상	울주군 온양읍 망양리 714	21.0	5.7	회야강
	못안골하	울주군 온양읍 망양리	37.0	14.2	회야강
	물한곡	울주군 온양읍 발리 1181	11.0	16.3	회야강
	불당골	울주군 온양읍 내광리 224-1	99.0	10.7	회야강
	삼박곡	울주군 온양읍 망양리 688	37.0	15.9	회야강
	상대곡	울주군 온양읍 운화리 739	8.0	5.8	회야강
	상대곡	울주군 온양읍 운화리	75.0	27.4	회야강
	상순동	울주군 온양읍 고산리 49-2	15.0	19.0	회야강
	새곡	울주군 온양읍 발리 730-1	32.0	8.9	회야강
	새마을곡	울주군 온양읍 삼광리 460-1	42.0	11.0	회야강
	시비곡	울주군 온양읍 고산리 517-3	15.0	7.8	회야강
	안곡	울주군 온양읍 고산리 242-2	10.0	4.9	회야강
	예동곡	울주군 온양읍 운화리 821	153.0	18.8	회야강
	정곡	울주군 온양읍 운화리 855	84.0	32.6	회야강
	평광	울주군 온양읍 외광리 162-1	36.0	5.2	회야강
	하대곡	울주군 온양읍 운화리 631	26.0	22.9	회야강
	하순동	울주군 온양읍 고산리 180-1	61.0	28.5	회야강
	홍곡	울주군 온양읍 운화리 159-6	27.0	3.2	회야강
	후곡	울주군 온양읍 삼광리 956-1	53.0	4.2	회야강
웅 촌 면	갯골	울주군 웅촌면 고연리	10.0	8.9	회야댐
	갯골부채골	울주군 웅촌면 고연리 48-1	10.0	8.9	회야댐
	고련	울주군 웅촌면 고연리			회야댐
	곰네	울주군 웅촌면 대대리			회야댐
	관동갯	울주군 웅촌면 고연리			회야댐
	당수말	울주군 웅촌면 대북리	3.0	3.8	회야댐
	대북큰	울주군 웅촌면 대북리	62.0	84.6	회야댐
	덕현뒗	울주군 웅촌면 은현리	10.0	5.7	회야댐
	덕현상	울주군 웅촌면 은현리	10.0	16.6	회야댐
	동녁골	울주군 웅촌면 검단리 736-2	19.0	10.8	회야댐
	뒗못	울주군 웅촌면 은현리			회야댐
	말량들못	울주군 웅촌면 고연리 134-1		27.9	회야댐

II. 환경 현황

표 2.5-7 신고리 3,4호기 부지 인근 행정구역별 및 표준유역별 저수지 현황(계속)

구 분	저수지	주소	유역면적 (ha)	유효저수량 (천m ³)	표준유역
웅촌면	못산	울주군 웅촌면 통천리 841-2	6.0	12.2	회야댐
	반계1	울주군 웅촌면 고연리			회야댐
	반계2	울주군 웅촌면 고연리			회야댐
	배나무진	울주군 웅촌면 고연리	20.0	27.9	회야댐
	복골못	울주군 웅촌면 대북리 139		3.8	회야댐
	사잇골	울주군 웅촌면 은현리 211	10.0	30.0	회야댐
	산태골	울주군 웅촌면 검단리 160-1	24.0	3.6	회야댐
	삼박골	울주군 웅촌면 고연리 122-1	8.0	5.7	회야댐
	상대못	울주군 웅촌면 대대리 1412	2.0	1.8	회야댐
	상보못	울주군 웅촌면 은현리 519		16.6	회야댐
	서산곡	울주군 웅촌면 대북리	25.0	21.1	회야댐
	서중	울주군 웅촌면 곡천리 202	17.0	24.8	회야댐
	수반	울주군 웅촌면 은현리			회야댐
	신암	울주군 웅촌면 은현리	56.0	25.5	회야댐
	암곡	울주군 웅촌면 검단리	11.0	10.5	회야댐
	암곡안	울주군 웅촌면 검단리	5.0	7.9	회야댐
	암곡우	울주군 웅촌면 검단리 978-1		7.9	회야댐
	암곡좌	울주군 웅촌면 검단리 854-1		10.5	회야댐
	연답	울주군 웅촌면 검단리			회야댐
	염천곡	울주군 웅촌면 고연리 965	213.0	14.2	회야댐
	은하	울주군 웅촌면 대북리			회야댐
	잠방골	울주군 웅촌면 은현리	20.0	8.0	회야댐
	장학골	울주군 웅촌면 고연리 174		5.7	회야댐
	저리	울주군 웅촌면 고연리			회야댐
	중보	울주군 웅촌면 대대리 779-2		12.9	회야댐
	초천	울주군 웅촌면 은현리 207	50.0	15.6	회야댐
	큰골	울주군 웅촌면 초천리 935-1		84.6	회야댐
	큰골소류지	울주군 웅촌면 대북리 935-1		3.8	회야댐
	큰외장골못	울주군 웅촌면 대북리 947-2		21.1	회야댐
	포강	울주군 웅촌면 대북리 93-1	59.0	4.6	회야댐
	횡단못	울주군 웅촌면 은현리	95.0	12.9	회야댐
청량면	가문곡	울주군 청량면 덕하리 712-1	15.0	2.9	청량천
	갈곡	울주군 청량면 덕하리 953	30.0	10.1	청량천
	강수곡	울주군 청량면 문죽리 702-2	12.0	7.5	청량천
	가문곡	울주군 청량면 덕하리 712-1	15.0	2.9	청량천
	갈곡	울주군 청량면 덕하리 953	30.0	10.1	청량천

표 2.5-7 신고리 3,4호기 부지 인근 행정구역별 및 표준유역별 저수지 현황(계속)

구 분	저수지	주소	유역면적 (ha)	유효저수량 (천m ³)	표준유역
청량면	강수곡	울주군 청량면 문죽리 702-2	12.0	7.5	청량천
	고랑수곡	울주군 청량면 삼정리 산25-1	23.0	24.7	청량천
	누리곡	울주군 청량면 삼정리 82	119.0	49.5	청량천
	대천곡	울주군 청량면 상남리 1100	30.0	30.1	청량천
	돌고래	울주군 청량면 삼정리	6.0	8.1	청량천
	망해	울주군 청량면 울리 산13-2	17.0	8.6	청량천
	반정	울주군 청량면 삼정리 706-2	37.0	8.4	청량천
	범나무골	울주군 청량면 문죽리 930	22.0	6.9	청량천
	산수곡	울주군 청량면 문죽리 691	18.0	8.0	청량천
	새미곡	울주군 청량면 개곡리 597	12.0	5.9	청량천
	수문	울주군 청량면 문죽리 100-2		44.3	청량천
	숫돌곡	울주군 청량면 삼정리 560-1		8.1	청량천
	숲곡	울주군 청량면 문죽리	111.0	44.3	청량천
	아랫말	울주군 청량면 울리 878-1	22.0	9.4	청량천
	안영축	울주군 청량면 울리 937-1	45.0	4.8	청량천
	월하곡	울주군 청량면 용암리 747	31.0	5.0	청량천
	울현	울주군 청량면 울리 61-3	83.0	64.0	청량천
	장곡	울주군 청량면 용암리 818-1	8.0	3.4	청량천
	참나무곡	울주군 청량면 개곡리 462-2	12.0	1.9	청량천
	탑골	울주군 청량면 삼정리 328	147.0	77.0	청량천
	문초관	울주군 청량면 동천리 830	12.0	6.8	회야강
	양동	울주군 청량면 동천리 207	14.0	11.8	회야강
	밤티못	울주군 청량면 울리		64.0	회야댐
	사기곡	울주군 청량면 중리	15.0	6.7	회야댐
	사이정골못	울주군 청량면 중리 1104		4.2	회야댐
	소독곡	울주군 청량면 중리 748-2	38.0	16.1	회야댐
	월천곡	울주군 청량면 중리 697	32.0	74.5	회야댐
	지개곡	울주군 청량면 중리 477	38.0	21.0	회야댐
	큰산	울주군 청량면 중리 517	15.0	4.4	회야댐
	황새곡	울주군 청량면 중리 457	16.0	15.0	회야댐
서생면	서생	울산광역시 울주군 서생면 서생리	67	14	효암천
	용리	울산광역시 울주군 서생면 용리	15	26.4	효암천
	화산(마근)	울산광역시 울주군 서생면 화산리	240	1124.5	효암천
	술마뒀	울산광역시 울주군 서생면 화정리	15	1.5	회야강
	숲마앞	울산광역시 울주군 서생면 화정리	20	5.9	회야강
	화정	울산광역시 울주군 서생면 화정리	48	2.3	회야강
	막곡	울주군 서생면 위양리			효암천

II. 환경 현황

2.5.2 지하수 현황

가. 지하수 이용현황자료

1) 지하수 개발 및 이용현황

국토해양부와 한국수자원공사는 1995년부터 ‘지하수 이용실태 조사’를 시행해오고 있으며, 전국의 지하수 이용현황 자료를 종합하고 정리하여 매년 ‘지하수조사 연보’를 발간하고 있다. 지하수 조사연보를 활용해 신고리 3,4호기 부지 인근에 대한 행정구역 및 용도별 지하수 개발·이용 현황 자료를 분석하고 정리하였다.

지하수조사 연보에 수록된 과업지역 주변의 총 지하수 허가 관정 중 855개소의 시설을 선정하여 분석하였으며, 신고리 3,4호기 부지 인근에 분포하는 지하수관정의 위치는 그림 2.5-5에 도시하였다.



그림 2.5-5 신고리 3,4호기 부지 인근 지하수 개발·이용현황도

선정된 시설에서의 총 이용량은 약 28,346.6m³/일이며, 행정구역별(읍면단위)로는 울산광역시 울주군 온산읍의 이용량이 1,689.9m³/일, 온양읍은 4,737.5m³/일, 서생면 14,869.2m³/일, 부산광역시 기장군 장안읍 5,383.1m³/일, 일광면 1,658.0m³/일이다. 신고, 개발·이용현

황은 표 2.5-8과 표 2.5-9에 요약하여 정리하였다.

표 2.5-8 행정구역별 부지 인근 지하수의 시설수 및 이용량 현황

행정 구역		생활용		농업용		공업용		기타		총계	
		시설수 (개소)	이용량 (m ³ /일)	시설수 (개소)	이용량 (m ³ /일)	시설수 (개소)	이용량 (m ³ /일)	시설수 (개소)	이용량 (m ³ /일)	시설수 (개소)	이용량 (m ³ /일)
울산 울주군	온산읍	26	987.0	7	676.4	1	35.4	-	-	34	1,698.9
	온양읍	21	4,551.1	10	186.4	-	-	-	-	31	4,737.5
	서생면	151	4,442.1	234	10,427.1	-	-	-	-	385	14,869.2
부산 기장군	장안읍	112	1,646.2	189	3,573.5	4	63.4	1	100.0	306	5,383.1
	일광면	44	572.3	55	1,085.7	-	-	-	-	99	1,658.0
총계		354	12,198.7	495	15,979.1	5	98.8	1	100.0	855	28,346.6

표 2.5-9 표준유역별 부지 인근 지하수의 시설수 및 이용량 현황

표준유역		생활용		농업용		공업용		기타		총계	
		시설수 (개소)	이용량 (m ³ /일)	시설수 (개소)	이용량 (m ³ /일)	시설수 (개소)	이용량 (m ³ /일)	시설수 (개소)	이용량 (m ³ /일)	시설수 (개소)	이용량 (m ³ /일)
회야강유역		51	5,632.1	24	1,192.0	1	35.4	0	0.0	76	6,859.6
효암천유역		303	6,566.6	471	14,757.1	4	63.4	1	100.0	779	21,487.1
총계		354	12,198.7	495	15,949.1	5	98.8	1	100	855	28,346.6

행정구역별 지하수 개발·이용 시설수는 울산광역시 울주군 서생면이 385개소로 가장 많으며, 부산광역시 기장군 장안읍에 306개소, 일광면에 99개소가 분포하는 것으로 파악되었다. 전체 시설수 중 이 세 지역에 분포하는 시설수가 전체의 92.4%로 대다수를 차지하고 있으며, 울산광역시 온산읍과 온양읍은 각각 34개소 31개소로 전체 시설수 중 단 7.6%에 불과하다(그림 2.5-6 참조).

용도별로는 농업용이 495개소, 생활용 354개소, 공업용 5개소로 구분할 수 있으며, 선정된 시설 중 공업용은 장안읍과 온산읍에서만 확인되었다. 용도별 이용량 현황은 그림 2.5-7과 같으며, 생활용의 이용량은 온양읍이 4,551.1m³/day로 전체의 37.3%, 서생면이 36.4m³/day로 36.4%를 차지하고 있다. 농업용 이용량은 서생면이 10,427.1m³/day(65.4%)로 가장 많으며, 장안읍은 3,573.5m³/day(22.4%)로 서생면 다음으로 많이 이용하고 있었다. 표준유역별 지하수 개발·이용 시설수는 회야강 76개소, 장안읍에 779개소가 설치되었으며, 유역별 이용량은 효암천 유역이 21,487.1m³/day, 회야강 유역은 6,859.6m³/day로 효암

II. 환경 현황

천 유역이 회야강 유역보다 약 3배 정도 더 높게 나타났다.



그림 2.5-6 행정구역별 지하수개발이용 현황(시설수)



그림 2.5-7 행정구역별 지하수개발이용 현황(이용량)

지하수 개발·이용현황자료를 활용하여 각 행정구역별 및 표준유역별 단위 면적당 지하수 이용량과 개발밀도를 표 2.5-10과 표 2.5-11에 나타내었다.

표 2.5-10 부지 인근 지역의 단위면적당 이용량 및 개발밀도(행정구역)

행정구역		면적(km ²)	시설수(개소)	이용량(m ³ /day)	단위 면적당 이용량(m ³ /day/km ²)	개발밀도(시설수/km ²)
울산광역시 울주군	온산읍	38.4	34	1,698.9	44.2	0.88
	온양읍	63.9	31	4,737.5	74.1	0.48
	서생면	36.8	385	14,869.2	403.6	10.45
부산광역시 기장군	장안읍	50.9	306	5,383.1	105.7	6.01
	일광읍	35.8	99	1,658.0	46.4	2.77
총계		255.9	855	28,346.6	674.0	3.79

표 2.5-11 부지 인근 지역의 단위면적당 이용량 및 개발밀도(표준유역)

표준유역	유역면적(km ²)	시설수(개소)	이용량 (m ³ /day)	단위 면적당 이용량 (m ³ /day/km ²)	개발밀도 (시설수/km ²)
회야강 유역	218.3	76	6,859.6	31.4	0.35
효암천 유역	25.2	779	21,487.1	852.3	30.90
총계	243.6	855	28,346.6	116.4	3.51

신고리 3,4 부지 인근 지역의 단위 면적당 이용량은 674.0m³/일/km², 개발밀도는 3.79시설수/km²로 나타났다. 울산광역시 울주군 서생면은 36.84km²의 면적에 385개소가 분포하고 있으며, 이용량은 14,899.2m³/일로 단위면적당 이용량과 개발밀도가 가장 높게 나타난 반면 울산광역시 울주군 온양읍은 서생면 두배의 면적(63.9 km²)에 31개소가 분포하고 있어 단위면적당 이용량과 개발밀도가 비교적 낮게 나타났다.

표준유역별 단위 면적당 이용량은 116.4m³/일/km², 개발밀도는 3.51시설수/km²으로 효암천 유역의 개발밀도가 회야강 유역의 개발밀도보다 약 89배 정도 더 높게 나타났다. 이는 효암천 유역에 많이 분포하는 과수원 등의 농경지에서 이용하는 농업용 지하수에 의한 것으로 판단된다.

2) 정전현황

국가지하수정보센터의 지하수개발·이용 자료를 활용하여 신고리 3,4호기 부지 인근에 기설치되어 있는 우물 중 신고리 3, 4호기 부지를 중심으로 8km 반경 내에 분포하는 우물에 대하여 현장 현황 조사를 수행하였다. 조사결과 <그림 3-43>와 같이 총 162개소의 지하수 이용 시설을 확인하였으며, 조사결과는 핵종거동 모델링의 지하수위 검토자료로 활용하였다.

매 시설마다 현지 방문하여 조사 양식에 따라 위치, 폐공현황 등을 파악하고, 실제 사용 중인 지하수 시설들에 대해서는 우물구분코드를 부여한 후 공번, 위치(번지), 시설제원 등을 정리하였다. 확인된 지하수 개발·이용 시설을 행정구역별로 분류하면 울산광역시 울주군 온산읍 10개소, 온양읍 5개소, 서생면 58개소, 부산광역시 기장군 장안읍 64개소, 일광면 25개소였으며, 용도별로는 생활용 59개소, 농업용은 102개소, 공업용 1개소로 파악되었으며, 표 2.5-12에 정리하였다.

II. 환경 현황

표 2.5-12 신고리 3,4호기 부지 인근 정천현황

행정 구역	일련 번호	주소	TM-X	TM-Y	용 도	심도 (m)	지하수위 (m)	일사용량 (m ³ /일)
울 산 울주군	SS-01	서생면 진하리 33-1	231429	208413	농업용	-	-	12.9
	SS-02	서생면 진하리 71-18	231291	210145	생활용	100.00	-	30.0
	SS-03	서생면 진하리 75-7	231552	209990	생활용	150.00	-	30.0
	SS-04	서생면 명산리 180-3	227661	205542	농업용	100.00	1.88	4.2
	SS-05	서생면 진하리 72-2	231333	210177	생활용	100.00	-	0.7
	SS-06	서생면 진하리 38-2	231426	208413	생활용	100.00	4.84	12.0
	SS-07	서생면 진하리 373	230909	210379	농업용	79.00	0.00	150.0
	SS-08	서생면 진하리 175	230842	210193	농업용	32.00	0.00	100.0
	SS-09	서생면 진하리 74-6	231349	209961	생활용	80.00	1.10	40.0
	SS-10	서생면 나사리 336	230521	207039	농업용	150.00	10.81	100.0
	SS-11	서생면 나사리 336-1	230589	206989	농업용	70.00	0.44	40.0
	SS-12	서생면 나사리 216-2	231526	206404	생활용	150.00	-	30.0
	SS-13	서생면 나사리 227-2	231433	206029	생활용	100.00	-	30.0
	SS-14	서생면 나사리 96-2	231396	206756	농업용	70.00	0.90	40.0
	SS-15	서생면 나사리 51	231246	207268	생활용	100.00	-	0.7
	SS-16	서생면 대송리 246	232191	207315	생활용	150.00	2.13	0.7
	SS-17	서생면 대송리 336-6	232085	207842	농업용	70.00	0.10	40.0
	SS-18	서생면 대송리 336-1	232090	207828	농업용	70.00	0.40	40.0
	SS-19	서생면 대송리 346	232021	208002	농업용	100.00	-	5.3
	SS-20	서생면 대송리 386	232071	206874	생활용	100.00	-	0.7
	SS-21	서생면 서생리 47-4	230717	208870	농업용	70.00	-	40.0
	SS-22	서생면 서생리 96	230273	209194	생활용	120.00	-	30.7
	SS-23	서생면 서생리 557	230543	210576	생활용	100.00	-	85.0
	SS-24	서생면 서생리 522-5	230455	210256	농업용	52.00	-	25.2
	SS-25	서생면 서생리 116	230357	209351	농업용	70.00	10.37	40.0
	SS-26	서생면 서생리 116-1	230385	209411	농업용	70.00	-	40.0
	SS-27	서생면 신암리 569-2	229154	207014	생활용	100.00	-	41.0
	SS-28	서생면 신암리 577	229366	207312	생활용	100.00	3.00	16.6
	SS-29	서생면 용리 산30	229535	207480	농업용	70.00	1.40	40.0
	SS-30	서생면 신암리 490-12	229460	206187	생활용	110.00	-	20.6
	SS-31	서생면 신암리 455	229372	205829	생활용	100.00	1.60	30.0
	SS-32	서생면 신암리 682-3	229096	205973	농업용	70.00	3.09	40.0
	SS-33	서생면 용리 150-1	229452	207795	생활용	120.00	-	15.5
	SS-34	서생면 용리 143-4	229495	207694	농업용	70.00	-	40.0
	SS-35	서생면 용리 130	229338	207537	농업용	70.00	-	40.0
	SS-36	서생면 용리 8-5	229063	207993	생활용	100.00	5.64	10.0

표 2.5-12 신고리 3,4호기 부지 인근 정천현황(계속)

행정 구역	일련 번호	주소	TM-X	TM-Y	용 도	심도 (m)	지하수위 (m)	일사용량 (m ³ /일)
울 산 울주군	SS-37	서생면 위양리 847	227338	208362	생활용	100.00	1.74	31.0
	SS-38	서생면 위양리 686	227114	207865	생활용	110.00	-	16.0
	SS-39	서생면 위양리 654-1	227188	207490	농업용	-	1.23	-
	SS-40	서생면 위양리 648-1	227090	207104	농업용	70.00	-	40.0
	SS-41	서생면 위양리 764	227382	208218	농업용	100.00	2.37	5.3
	SS-42	서생면 화산리 1040	226589	206563	농업용	-	3.43	-
	SS-43	서생면 화산리 1148	226849	206334	농업용	70.00	10.40	40.0
	SS-44	서생면 화산리 310	225561	209024	농업용	70.00	-	40.0
	SS-45	서생면 화산리 664	226201	205525	생활용	227.00	-	0.7
	SS-46	서생면 화산리 1209-1	226772	205781	생활용	100.00	-	30.0
	SS-47	서생면 화정리 827	228165	211726	생활용	100.00	1.18	30.0
	SS-48	서생면 화정리 751	229873	210849	농업용	205.00	0.40	9.6
	SS-49	서생면 화정리 163-4	230138	210704	농업용	70.00	2.58	40.0
	SS-50	서생면 화정리 41-1	230277	210160	생활용	90.00	0.70	22.0
	SS-51	서생면 화정리 65-10	230256	210331	농업용	130.00	-	9.6
	SS-52	서생면 서생리 168	230701	209571	농업용	165.00	1.41	100.0
	SW-04	서생면 화산리 1197-3	226767	205817	농업용	-	3.40	-
	SW-07	서생면 명산리 559-1	226905	205514	생활용	120.00	6.60	16.0
	SW-11	서생면 명산리 288	227300	205189	농업용	-	0.00	-
	SW-13	서생면 명산리 233-1	227523	205135	농업용	150.00	2.15	11.9
	SW-14	서생면 명산리 228-2	227509	205282	농업용	-	20.62	-
	SW-15	서생면 신암리 1161-11	227620	205375	농업용	-	4.20	-
	OS-01	온산읍 삼평리 286	229267	212401	농업용	145.00	-	100.0
	OS-02	온산읍 삼평리 304	229032	212433	농업용	115.00	-	100.0
	OS-03	온산읍 삼평리 214-2	229078	212831	농업용	100.00	3.49	13.4
	OS-04	온산읍 삼평리 214	229689	213381	농업용	190.00	-	13.0
	OS-05	온산읍 삼평리 9	230178	212819	생활용	200.00	4.61	10.1
	OS-06	온양읍 강양리 647	230310	211537	생활용	110.00	-	39.0
	OS-07	온양읍 강양리 산122	230660	211752	생활용	180.00	19.96	90.0
	OS-08	온양읍 강양리 731	230727	212041	생활용	110.00	1.94	0.7
	OS-09	온양읍 강양리 122	231374	210829	생활용	120.00	0.83	10.0
	OS-10	온양읍 강양리 91	231543	210567	생활용	150.00	-	20.0
	OY-01	온양읍 대안리 130	226237	212960	농업용	100.00	3.51	30.0
	OY-02	온양읍 대안리 408-4	225859	212376	생활용	100.00	-	70.0
	OY-03	온양읍 대안리 562-1	225752	212947	생활용	100.00	10.30	30.0
	OY-04	온양읍 대안리 693-2	224734	211703	농업용	100.00	1.16	7.0

II. 환경 현황

표 2.5-12 신고리 3,4호기 부지 인근 정천현황(계속)

행정 구역	일련 번호	주소	TM-X	TM-Y	용 도	심도 (m)	지하수위 (m)	일사용량 (m ³ /일)
부 산 기 장 군	JA-01	장안읍 월내리 22-1	225397	203424	농업용	100.00	-	38.0
	JA-02	장안읍 월내리 584-6	224540	203270	생활용	100.00	-	1.7
	JA-03	장안읍 월내리 579	224491	203220	생활용	100.00	-	9.0
	JA-04	장안읍 임랑리 18-1	224241	202771	농업용	100.00	0.00	-
	JA-05	장안읍 임랑리 283	223283	202614	농업용	98.01	0.51	46.9
	JA-06	장안읍 임랑리 232-1	223360	202512	농업용	150.00	13.82	-
	JA-07	장안읍 임랑리 311	222626	202318	농업용	110.00	3.51	-
	JA-08	장안읍 임랑리 97-5	223653	202432	농업용	98.02	17.64	46.9
	JA-09	장안읍 임랑리 67-1	223845	202464	농업용	6.00	-	30.0
	JA-10	장안읍 좌동리 275-4	221952	202905	생활용	100.00	4.73	-
	JA-11	장안읍 좌동리 92	222426	204485	생활용	100.00	-	4.5
	JA-12	장안읍 좌동리 244-2	221632	202789	농업용	200.00	3.73	1.7
	JA-13	장안읍 좌동리 163-1	221785	203424	생활용	120.00	-	46.9
	JA-14	장안읍 좌동리 26	221750	203740	농업용	50.00	-	-
	JA-15	장안읍 장안리 241	222380	207581	농업용	100.00	-	25.0
	JA-16	장안읍 장안리 343-1	222594	207649	생활용	100.00	7.79	50.0
	JA-17	장안읍 장안리 195	222514	207263	농업용	110.00	8.99	70.0
	JA-18	장안읍 장안리 46-5	222683	207381	생활용	100.00	5.42	1.7
	JA-19	장안읍 장안리 208-2	222567	207516	농업용	80.00	-	0.0
	JA-20	장안읍 용소리 83	222342	205281	생활용	100.00	2.92	1.7
	JA-21	장안읍 용소리 219	222598	204865	농업용	198.00	-	-
	JA-22	장안읍 용소리 90	222316	205369	농업용	98.03	3.41	46.9
	JA-23	장안읍 용소리 281	222541	204657	농업용	260.00	-	55.0
	JA-24	장안읍 용소리 298-2	222370	204511	농업용	100.00	2.49	2.0
	JA-25	장안읍 덕선리 249	221019	203951	농업용	125.00	-	-
	JA-26	장안읍 덕선리 270	220919	204013	생활용	130.00	14.50	46.9
	JA-27	장안읍 덕선리 284-2	220778	203836	농업용	115.00	0.95	-
	JA-28	장안읍 덕선리 788	219961	203846	생활용	250.00	4.21	46.9
	JA-29	장안읍 덕선리 678	219799	204052	생활용	100.00	-	-
	JA-30	장안읍 길천리 265	225936	203614	생활용	204.00	-	10.5
	JA-31	장안읍 길천리 301-4	225928	203824	생활용	100.00	12.39	-
	JA-32	장안읍 길천리 405-2	226015	204053	농업용	200.00	29.27	145.0
	JA-33	장안읍 길천리 376-3	225376	204302	생활용	100.00	-	30.0
	JA-34	장안읍 명례리 574-3	223663	209212	생활용	150.00	-	8.1
	JA-35	장안읍 명례리 674	223854	209647	농업용	110.00	12.50	-
	JA-36	장안읍 명례리 428-3	222741	208865	농업용	347.00	-	-

표 2.5-12 신고리 3,4호기 부지 인근 정천현황(계속)

행정 구역	일련 번호	주소	TM-X	TM-Y	용 도	심도 (m)	지하수위 (m)	일사용량 (m ³ /일)
부 산 기장군	JA-37	장안읍 명례리 528-1	222657	209503	농업용	100.00	4.43	-
	JA-38	장안읍 명례리 815-8	222444	209428	생활용	110.00	-	18.0
	JA-39	장안읍 기룡리 1067-1	223455	204905	농업용	90.00	5.06	-
	JA-40	장안읍 반룡리 515	223367	204684	농업용	200.00	-	30.0
	JA-41	장안읍 반룡리 500-4	223190	204679	생활용	150.00	2.73	-
	JA-42	장안읍 반룡리 116	224158	204210	생활용	100.00	1.22	9.8
	JA-43	장안읍 반룡리 297	223984	205868	생활용	150.00	14.20	46.9
	JA-44	장안읍 오리 29-1	224800	208617	농업용	200.00	10.76	150.0
	JA-45	장안읍 오리 255-2	224146	208266	농업용	100.00	5.50	44.0
	JA-46	장안읍 오리 709	224538	206737	농업용	95.00	2.92	-
	JA-47	장안읍 오리 781-2	225115	206467	농업용	100.00	0.99	-
	JA-48	장안읍 오리 640-2	224365	206362	농업용	-	-	-
	JA-49	장안읍 오리 617	224387	206499	농업용	-	-	-
	JA-50	장안읍 기룡리 853	222767	206915	농업용	100.00	2.21	44.0
	JA-51	장안읍 기룡리 607	222339	206625	생활용	100.00	15.57	13.5
	JA-52	장안읍 기룡리 392-11	223061	205464	농업용	90.00	-	70.0
	JA-53	장안읍 기룡리 572	222762	206123	농업용	120.00	-	-
	JA-54	장안읍 반룡리 383-1	223981	204774	공업용	25.00	-	-
	JA-55	장안읍 좌천리 442-2	221579	202534	농업용	78.00	-	-
	JA-56	장안읍 좌천리 510-97	222308	201514	생활용	100.00	-	1.7
	JA-57	장안읍 좌천리 503-1	221194	202875	생활용	100.00	5.37	30.0
	JA-58	장안읍 좌천리 510-38	222226	202029	농업용	110.00	-	750.0
	JA-59	장안읍 월내리 608	223934	203184	농업용	120.00	-	-
	JA-60	장안읍 좌천리 125	222023	201706	생활용	4.50	2.17	-
	JA-61	장안읍 월내리 554-1	224339	202829	농업용	110.00	3.41	-
	JA-62	장안읍 오리 218	224081	208075	농업용	98.04	2.23	46.9
	SW-27	장안읍 길천리 447-3	226152	204481	농업용	98.05	41.19	46.9
	SW-29	장안읍 월내리 273	225415	203759	농업용	98.06	2.63	46.9
	IG-01	일광면 문동리 248-1	223123	201059	농업용	100.00	1.68	-
	IG-02	일광면 문동리 157	223247	201432	농업용	200.00	3.94	-
	IG-03	일광면 문동리 10	223733	201848	농업용	100.00	3.10	-
	IG-04	일광면 문동리 90	223182	201566	농업용	200.00	2.64	-
	IG-05	일광면 문중리 53-1	223247	200607	농업용	70.00	3.23	-
	IG-06	일광면 문중리	223076	200087	농업용	-	-	-
	IG-07	일광면 문중리 40-4	223448	200642	농업용	100.00	2.70	30.0
	IG-08	일광면 문중리 75-2	223322	200718	농업용	100.00	4.26	-

II. 환경 현황

표 2.5-12 신고리 3,4호기 부지 인근 정천현황(계속)

행정 구역	일련 번호	주소	TM-X	TM-Y	용 도	심도 (m)	지하수위 (m)	일사용량 (m ³ /일)
부 산 기장군	IG-09	일광면 문중리 37-1	223474	200672	농업용	180.00	3.07	50.0
	IG-10	일광면 문중리 118-1	223101	200161	농업용	-	14.61	-
	IG-11	일광면 칠암리 148-1	223453	200292	농업용	137.00	-	-
	IG-12	일광면 칠암리 77	223395	200175	농업용	-	5.23	-
	IG-13	일광면 칠암리 79-1	223398	200262	농업용	100.00	4.07	-
	IG-14	일광면 칠암리 220	223242	200305	농업용	-	2.05	-
	IG-15	일광면 신평리 300	223525	199852	생활용	100.00	0.50	10.5
	IG-16	일광면 신평리 1-2	223549	199531	농업용	100.00	4.48	44.0
	IG-17	일광면 신평리 122-1	223211	199825	농업용	100.00	-	-
	IG-18	일광면 신평리 210	223377	199803	농업용	120.00	0.22	-
	IG-19	일광면 신평리 165	223314	199832	농업용	-	1.27	-
	IG-19-1	일광면 원리 184-1	221690	201521	생활용	60.00	-	50.0
	IG-20	일광면 원리 504-4	220900	200874	농업용	-	2.51	-
	IG-21	일광면 원리 270	221209	201804	농업용	130.00	-	-
	IG-22	일광면 원리 171-3	221852	201346	생활용	100.00	-	-
	IG-23	일광면 원리 155-1	222033	201119	농업용	200.00	3.05	124.0
	IG-24	일광면 칠암리 105	223275	200095	농업용	105.00	6.61	-

측정된 지하수위는 지하수 수치 모델링의 입력자료로 검토하고, 추후 민원 발생 시 대책마련의 기초 자료로 활용할 계획이다. 확인된 지하수 개발·이용 시설은 그림 2.5-8과 같다.

행정구역별 지하수 개발·이용 시설수는 부산광역시 기장군 일광면이 64개소로 가장 많으며, 장안읍에 25개소, 울산광역시 울주군 서생면에 58개소가 분포하는 것으로 파악되었다. 실제 시설수 중 이 세 지역에 분포하는 시설수가 전체의 75%로 대다수를 차지하고 있으며, 온산읍과 온양읍은 각각 10개소, 5개소가 분포한다. 용도별로는 농업용이 87개소, 생활용이 60개소로 확인되었으며, 공업용은 일광면에서 1개소만 확인되었다(표 2.5-13 참조).

표준유역별 지하수 개발·이용 시설수는 효암천유역이 138개소(85%), 그 중 농업용이 74개소, 생활용이 49개소를 공업용이 1개소를 차지하고 있으며, 회야강 유역에서 24개소(15%)로 농업용이 13개소, 생활용이 11개소로 확인되었다(표 2.5-14 참조).

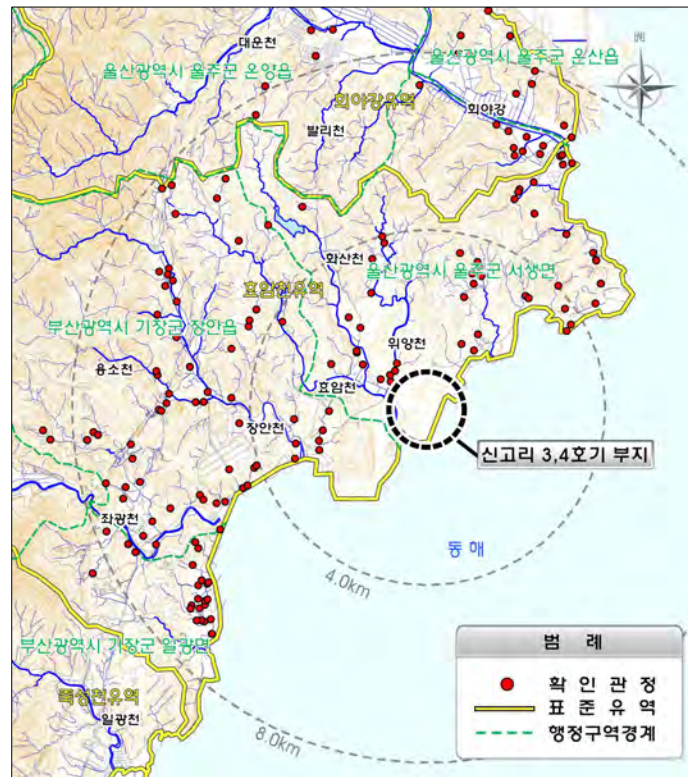


그림 2.5-8 신고리 3,4호기 부지 인근 정천현황

표 2.5-13 행정구역별 부지 인근 지하수의 시설수 및 이용현황

행정 구역		지하수 용도					연사용량(m ³ /year)				
		계	생활용	공업용	농업용	미상	계	5,000 이하	5,000~ 10,000	10,000 이상	미상
울산 울주	온산읍	10	6	0	4	0	10	5	1	4	0
	온양읍	5	2	0	3	0	5	3	0	2	0
	서생면	58	26	0	26	6	58	16	20	16	6
부산 기장	장안읍	25	3	0	16	6	25	14	5	0	6
	일광면	64	23	1	38	2	64	35	12	11	6
총계		162	60	1	87	14	162	73	38	33	18

표 2.5-14 유역별 부지 인근 지하수의 시설수 및 이용현황

표준유역	지하수 용도					연사용량(m ³ /year)				
	계	생활용	공업용	농업용	기타	계	5,000 이하	5,000~ 10,000	10,000 이상	기타
효암천유역	138	49	1	74	14	138	63	34	23	18
회야강유역	24	11	0	13	0	24	10	4	10	0
총계	162	60	1	87	14	162	73	38	33	18

11. 환경 현황

3) 상수도 보급현황

부산광역시 기장군에 속하는 장안읍, 정관면, 일광면은 부산광역시 상수도사업본부에서, 울산광역시 울주군에 속하는 온산읍, 온양읍, 서생면은 울산광역시 상수도사업본부에서 상수도를 관리하고 있다. 상수도 보급 현황은 2010 상수도통계(2011, 환경부)를 이용하여 작성하였다. 2010년 말을 기준으로 울산광역시 울주군의 온산읍, 온양읍 및 서생면의 총 인구는 56,556명으로 이중 급수인원은 53,801명으로 상수도 보급률이 95%이다. 부산광역시 기장군의 장안읍, 정관면, 일광면의 경우 총 인구는 44,026명으로 이중 급수인원은 42,748명으로 상수도 보급률이 97%로 나타났다. 울산지역에서 미급수세대의 상수원은 지하수 및 계곡수이고, 부산지역의 미급수 세대의 상수원은 마을 상수도 및 소규모 급수시설을 이용하는 것으로 통계자료를 통해 알 수 있다.

행정구역별 상수도 보급률은 울산지역보다 부산지역이 높게 나타났으며, 상수도 보급률이 가장 낮은 지역은 울산광역시 온양읍인 반면 울산광역시 울주군 온산읍은 상수도 보급률이 가장 높게 나타났다(표 2.5-15 참조).

표 2.5-15 행정구역별 상수도 보급 현황

행정구역		급수 도시내 총인구(명)	급수인원 (명)	미급수인원 (명)	보급률 (%)	미급수세대 상수원
울산광역시 울주군	온산읍	25,518	25,518	-	100	-
	온양읍	23,000	20,587	2,413	89.5	지하수 및 계곡수
	서생면	8,038	7,696	342	95.7	
부산광역시 기장군	장안읍	10,573	10,227	346	96.7	마을상수도 및 소규모급수시 설
	정관면	24,523	24,071	452	98.1	
	일광면	8,930	8,450	480	94.6	

* 자료출처:울산광역시, 부산광역시 수도사업소급수시설내역서(2011)

4) 토지이용 현황

토지이용은 강우발생시 강우강도에 따라 유출 및 증발산뿐만 아니라 지하수 함양에도 매우 주요한 영향을 미친다.

울산광역시 울주군 온산읍, 온양읍, 서생면과 부산광역시 기장군의 장안읍, 정관면, 일광면의 전체 면적은 264.09km²이다. 이 중 농경지(전, 답, 목장, 과수원)는 46.71km²(17%), 임야 164.86km²(62%), 하천 4.62km²(2%), 기타 47.9km²(18%)로 토지의 절반 이상을 임야가 차지한다. 농경지는 46.71km² 중에 전 8.20km²(18%), 답 30.91km²(66%), 과수원 6.45km²(14%), 목장용지 1.15km²(2%)로 답으로 이용하는 토지가 비교적 넓은 것으로 나타났다. 행정구역별 토지 이용현황은 표 2.5-16과 같다

표 2.5-16 행정구역별 토지이용현황

행정구역		전(km ²)	답(km ²)	과수원(km ²)	목장(km ²)	임야(km ²)	하천(km ²)	기타(km ²)	계(km ²)
울산광역시 울주군	온산읍	1.05	3.60	0.12	0.01	14.59	0.76	18.29	38.42
	온양읍	1.99	7.13	0.84	0.03	46.21	1.33	6.41	63.94
	서생면	1.44	5.89	4.03	0.20	20.39	0.74	4.14	36.83
부산광역시 기장군	장안읍	1.35	6.88	1.01	0.10	35.83	0.84	4.91	50.92
	정관면	0.64	3.21	0.09	0.46	24.70	0.55	8.57	38.22
	일광면	1.73	4.20	0.36	0.35	23.14	0.40	5.58	35.75

* 자료출처:울산광역시 울주군, 부산광역시 기장군 통계연보(2011)

그림 2.5-9를 보면 대부분 토지의 절반 이상이 임야를 차지하나, 울산광역시 울주군 온산읍의 경우에는 48%가 기타에 해당되는 것으로 나타나 다른 지역과 차이점이 있다. 이는 온산읍에 1975년부터 화학·석유화학·비철금속 중심의 온산 국가산업단지가 들어서 있어 현재 공장부지(11.17km²) 및 건물이 차지하는 비율 때문이다.

II. 환경 현황

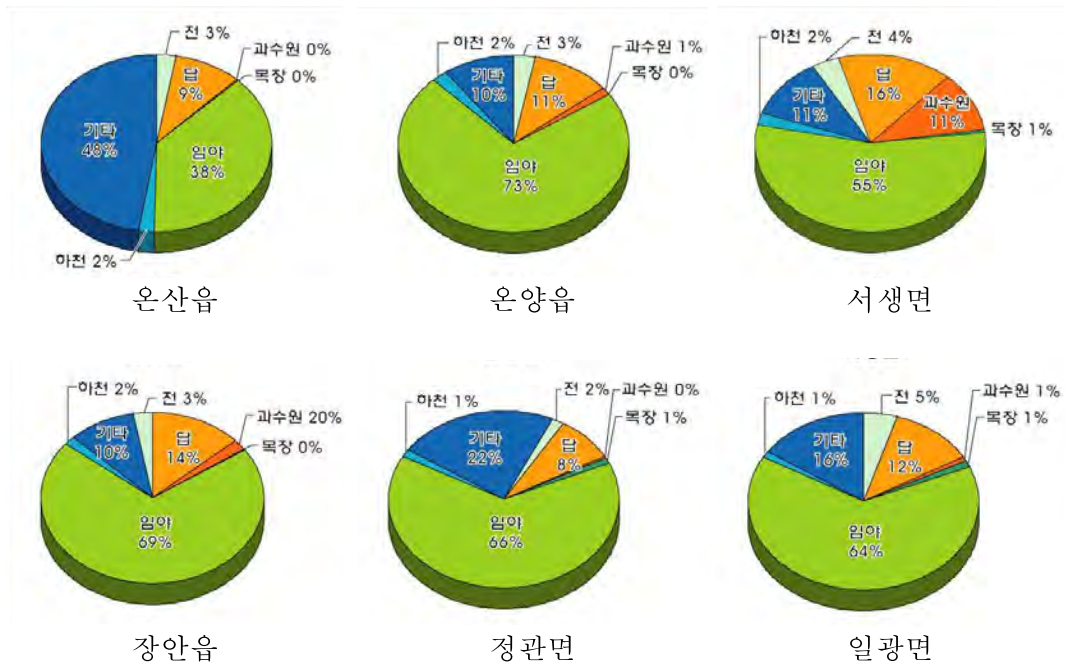


그림 2.5-9 토지 이용 현황

나. 부지 수리지질특성

1) 지하지질 특성

신고리 3,4호기 부지의 전반적인 지질특성을 파악하기 위하여 우선 PSAR 작성 시 조사에서 작성된 부지반경 1km지역의 지질도와 3장에서 기술한 지표지질조사, 물리탐사, 시추조사결과를 비교·검토하였다.

부지내 분포 하는 암종은 그림 2.5-10과 같이 백악기 말~제 3기 초의 각섬석화강암으로 구성되며 이를 관입한 제 3기 맥암류가 국지적으로 분포하고, 제 4기 충적층 및 퇴적물이 부정합적으로 피복되어 분포한다.

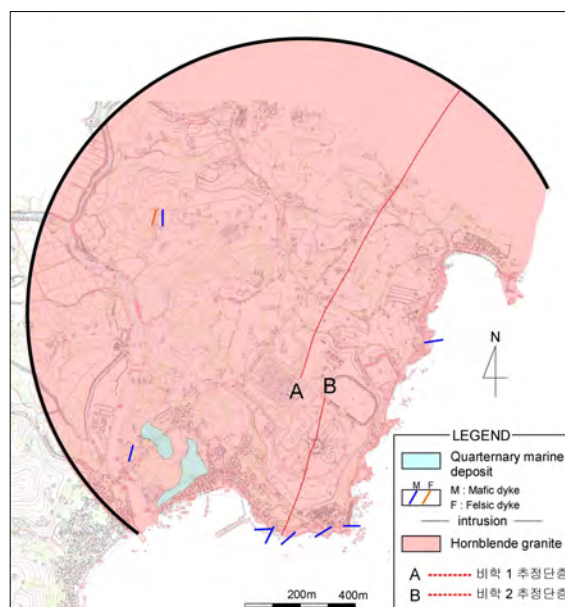


그림 2.5-10 신고리 3,4호기 부지 지질도(반경 1km 지역)

기수행된 신고리 3, 4호기 영구사면 지표지질조사, 취수조사면 지표지질조사 및 PSAR 작성 시 조사의 구조물 기초바닥면 지표지질조사 결과를 바탕으로 작성된 부지 내 Face Mapping 결과는 그림 2.5-11과 같으며, 이 결과를 단층, 암맥 및 파쇄대 분포특성을 분석하는데 활용하였다.

II. 환경 현황

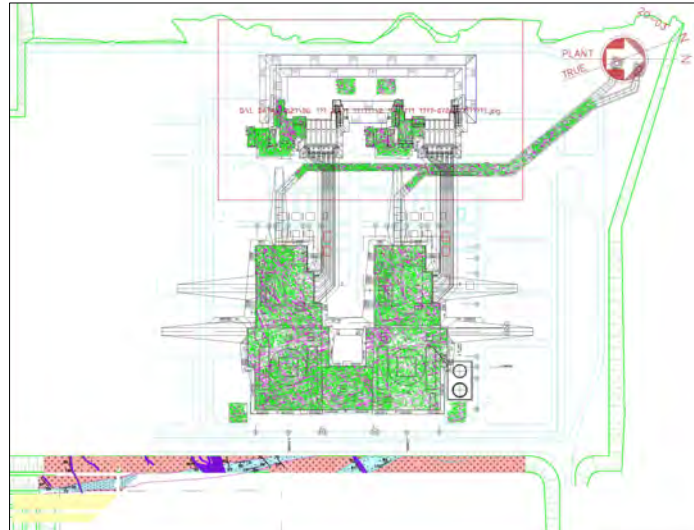


그림 2.5-11 신고리 3,4호기 부지 Face Mapping 결과

신고리 3,4호기 부지는 5,6호기 부지와 인접하여 위치하므로 5, 6호기 부지의 조사 결과와 종합분석을 수행하였다. 신고리 3,4호기 및 5,6호기 예비지질조사, 영구사면 지표지질조사, 핵종이동 현장조사 용역시 수행한 전기비저항탐사 결과를 통해 지질이상대 구간을 파악하여 신고리 3,4호기 영구사면으로부터 부지로 이어지는 풍화대의 규모 및 발달방향 등을 파악하였고, 부지 지질도, 지표지질조사, 물리탐사 결과와 부지내 모든 시추공에서의 시추 주상도를 종합 검토하여 그림 2.5-12와 같이 신고리 3,4호기 영구사면과 부지 내에 발달해 있는 단층 및 암맥의 방향성과 규모, 특성 등을 규명하였다.

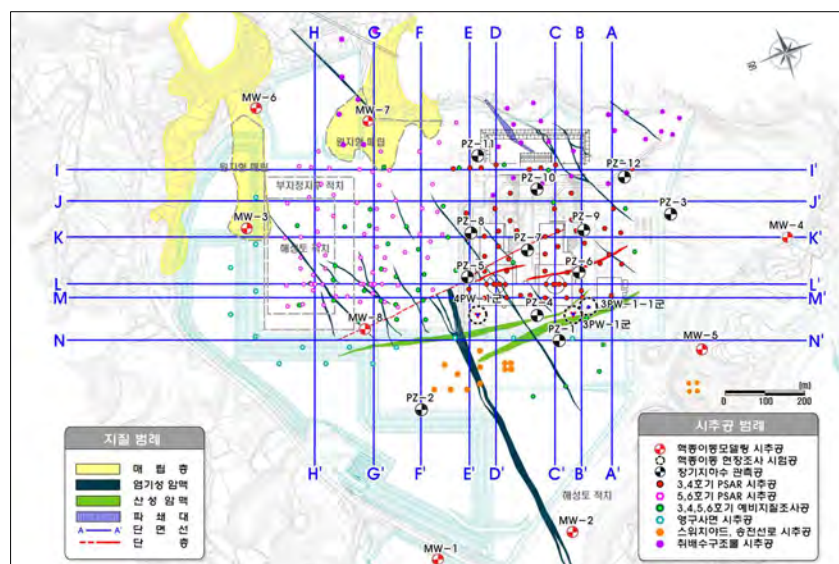


그림 2.5-12 신고리 3,4호기 부지 내 암맥 분포 및 지질단면위치도

신고리 3,4호기 부지 및 인접부지의 기반암은 화강암류로 구성되며 일부 염기성 암맥 및 산성 암맥이 관찰된다. 시추조사 및 야외 지표지질조사에서 나타난 이러한 암맥들의 분포상태는 염기성 암맥은 주로 4호기 중요구조물 지역 기초하부에서 5,6호기 부지까지 EW방향으로 발달한다. 산성 암맥의 경우 그 외 지역 지하 심부와 영구사면을 따라 NS방향으로 발달하며, 부분적으로 격자형 절리로 인해 소규모 블록형태로 관찰된다. 이러한 암맥류들은 주변의 화강암과 비교하여 상대적으로 풍화에 대한 저항력이 강하여 절리 및 파쇄가 덜 발달한 것으로 나타났다. 부지 내 발달하는 단층은 NS 계열의 우수주향이동단층과 EW 계열의 주향이동 혹은 경사 이동단층이 우세하다. 두 단층 모두 고각의 경사를 가지며, 단층면에는 1cm 미만의 우백색 내지 분홍색의 단층비지가 발달하고 있으며 부분적으로 탁비석으로 채워져있다. 이는 모암의 풍화와 함께 원래 단층면에 발달한 비지층이 유체의 유입에 수반된 반응에 의하여 이차적으로 변질된 것으로 해석된다. 이러한 이차적 변질작용은 단층면 뿐 아니라 모암내로 수 cm까지 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

2) 수리지질 특성

대수층의 수리특성 즉, 수리상수(수리전도도, 저류계수 등)를 구하기 위해서는 현장수리시험을 수행하여야 한다. 본 과업에서는 대수층의 수리상수를 구하기 위해 수압시험 및 대수성시험(양수시험 및 회복시험, 순간충격시험) 등을 수행하였으며, 부지 수리지질 구조에 적합한 대수층의 유형을 결정하고 그에 맞는 해석법을 적용하여 결과를 제시하였다.

분석된 시험 결과들을 정리하여, 현장수리시험 별로 신고리 3,4호기 부지의 지층 및 암종별 수리특성 분포를 파악하였다. 지층별 기하평균한 수리전도도는 표 2.5-17에 정리하였다. 수압시험을 통해 분석한 연암의 평균 수리전도도는 1.08×10^{-4} cm/sec, 보통암의 평균 수리전도도는 2.59×10^{-5} cm/sec, 경암의 평균 수리전도도는 5.25×10^{-6} cm/sec로 나타났다.

표 2.5-17 수압시험 지층별 투수계수결과

구 분	연암	보통암	경암
수리전도도 (cm/sec)	$7.00 \times 10^{-5} \sim 1.54 \times 10^{-4}$ (평균 1.08×10^{-4})	$2.15 \times 10^{-5} \sim 3.42 \times 10^{-5}$ (평균 2.59×10^{-5})	$2.22 \times 10^{-6} \sim 1.83 \times 10^{-5}$ (평균 5.25×10^{-6})

II. 환경 현황

양수시험 및 회복시험을 통해 분석한 지층별 평균 수리전도도 및 저류계수는 2.5-18과 같다. 부지 내 시추조사 결과로 미루어 볼 때, 3호기 측 다목적시험정(3PW-1)에서의 수리전도도 범위는 $2.22 \times 10^{-7} \sim 8.80 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$, 저류계수는 $1.84 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 로 산정되었다. 3호기측 다목적시험정 이설공(3PW-1-1)에서의 수리전도도(K) 범위는 $1.06 \times 10^{-6} \sim 1.53 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$, 저류계수는 $2.59 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$, 4호기 측 다목적시험정(4PW-1)에서의 수리전도도(K)의 범위는 $7.54 \times 10^{-7} \sim 9.56 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$, 저류계수는 $9.88 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 로 산정되었다.

표 2.5-18 양수시험 및 회복시험 결과

구 분	공 번	Theis K(cm/sec)	Cooper-Jacob K(cm/sec)	Moench K(cm/sec)	Theis-recovery K(cm/sec)	S
3호기 (3PW-1)	3PW-1	2.80×10^{-7}	3.20×10^{-7}	2.22×10^{-7}	8.80×10^{-6}	1.84×10^{-6}
3호기 (3PW-1-1)	3PW-1-1	1.53×10^{-6}	1.13×10^{-6}	-	-	2.59×10^{-3}
	3PM-3-1	-	1.08×10^{-6}	1.41×10^{-6}	1.06×10^{-6}	
4호기 (4PW-1)	4PW-1	1.15×10^{-6}	1.11×10^{-6}	1.10×10^{-6}	7.54×10^{-7}	9.88×10^{-3}
	4PM-1	7.33×10^{-6}	8.22×10^{-6}	9.56×10^{-6}	8.58×10^{-6}	

핵중이동 현장조사 및 핵중이동 모델링 조사시 실시한 순간충격시험 분석을 통해 산정된 지층별 평균 수리전도도는 표 2.5-19에 정리하였다. 매립층의 평균 수리전도도는 $1.71 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$, 풍화대는 $9.88 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$, 연암은 $1.40 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$, 경암은 $4.75 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 로 산정되었다.

표 2.5-19 순간충격시험 결과

구 분	매립층	풍화대	연암	경암
수리전도도 (cm/sec)	$1.37 \times 10^{-4} \sim 4.20 \times 10^{-2}$ (평균 1.71×10^{-3})	$6.14 \times 10^{-6} \sim 6.85 \times 10^{-4}$ (평균 9.88×10^{-5})	$7.45 \times 10^{-6} \sim 2.97 \times 10^{-5}$ (평균 1.40×10^{-5})	4.75×10^{-7}

현장수리시험 결과를 종합 분석한 지층별 수리전도도를 최종적으로 표 2.5-20에 정리하였으며, 이 값은 핵중이동모델링의 초기 입력값으로 활용하였다.

표 2.5-20 지층별 평균 수리전도도

지층구분	수리전도도 K (cm/sec)	
	범위	적용
매립층	$1.37 \times 10^{-4} \sim 4.20 \times 10^{-2}$	1.71×10^{-3}
풍화대	$6.14 \times 10^{-6} \sim 6.85 \times 10^{-4}$	9.88×10^{-5}
암맥-1(Mafic Dyke)	$2.33 \times 10^{-9} \sim 3.84 \times 10^{-4}$	1.50×10^{-6}
암맥-2(Felsic Dyke)	$4.05 \times 10^{-5} \sim 1.47 \times 10^{-4}$	8.26×10^{-5}
연암	$7.38 \times 10^{-10} \sim 2.86 \times 10^{-4}$	1.51×10^{-5}
경암	$1.25 \times 10^{-9} \sim 2.12 \times 10^{-4}$	2.48×10^{-6}

3) 수리분산특성

신고리 3,4호기 부지에서 핵종보유 옥외탱크의 파괴로 인한 가상사고에 의해 Hold-up tank와 Reactor make-up water tank 지점에서 액상 방사성 물질이 지하수계로 누출되었을 경우, 누출핵종의 이동을 예측하기 위한 핵종이동 분석모델에는 부지 하부 지하수계를 구성하고 있는 매체의 분산지수, 흡착계수, 공극률, 건조단위중량 등 수리분산특성 입력인자가 필요하다. 이를 위해 신고리 3,4호기 주변의 다목적시험정 2조(3PW-1, 4PW-1)에서 추적자시험을 수행하였으며, 발전소 주변 시추공 2조에서 채취한 지하수와 3개의 암석매질(파쇄대, 기반암, 매립층)을 이용하여 이들에 대한 주요 핵종들의 수리분산특성 입력인자를 실내실험(칼럼시험, 회분식흡착실험)을 통해 측정하였다.

추적자 시험의 해석은 Gelhar 및 Collins 식과 CATTI 코드를 사용하였다. CATTI 코드는 Gelhar 및 Collins 식으로 구하지 못한 횡분산지수(α_T)를 구할 수 있다. Gelhar 및 Collins 식으로 해석한 신고리 3호기 주변 지하매질의 유효공극율은 약 0.464이며, 종분산지수는 약 1.151m로 나타났다. CATTI 코드의 분석 결과, 3호기 주변 지하매질의 유효공극율은 약 4.45이고, 종분산지수는 0.30m, 횡분산지수는 0.031m, 신고리 4호기 주변 지하매질의 유효공극율은 약 1.78이고, 종분산지수는 2.16m, 횡분산지수는 0.104m로 추정된다 (표 2.5-21 참조).

Gelhar 및 Collins식은 추적자의 흐름이 정유했을 방사상 흐름이라는 가정을 하고 있으나, 실제 자연상태에서의 지하수 흐름은 지하수면 아래에 발달되어 있는 균열에 의해 지배되어 절리 및 파쇄대가 발달한 방향으로 이동할 수 있다. 본 용역의 이방성 분석 시 절리 및 파쇄대 발달 방향과 주 텐서방향이 일치하였으므로, 핵종이동모델링에서는 지하수

II. 환경 현황

흐름방향이 고려된 CATTI 코드의 수리분산특성 값(유효공극률, 종분산지수, 횡분산지수)을 각 지층의 대표값으로 적용하였다.

표 2.5-21 추적자시험 분석 결과(Gelhar 및 Collins 식에 의한 분석 결과)

공 번	구 간 (GL-m)	Gelhar 및 Collins 식		CATTI 코드			대표값	
		유효공극률	종분산지수 (α_L , m)	유효공극률	종분산지수 (α_L , m)	횡분산지수 (α_T , m)	종분산지수 (α_L , m)	α_L/α_T
3PM2-1	4.0	0.467	1.475	4.43	0.29	0.033	0.578	0.054
	5.0	0.456	0.784	4.35	0.31	0.029		
	6.0	0.468	1.195	4.57	0.30	0.031		
4PM-2	10.0	-	-	1.71	2.20	0.110	2.160	0.048
	11.0	-	-	1.83	2.16	0.104		
	12.0	-	-	1.81	2.12	0.097		

실내수리분산시험인 칼럼시험은 파쇄대 매질에서 H-3 핵종을 대상으로 수행하였으며, 분자확산계수 $D^*=2.0 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 를 포함하여 계산하였다. 표 2.5-22에 칼럼시험 결과를 정리하였으며, 분산계수는 $4.676 \sim 5.785 \text{ cm}^2/\text{sec}$, 분산도는 $0.065 \sim 0.094 \text{ cm}$ 로 나타났다.

표 2.5-22 실내수리분산시험(칼럼시험) 분석결과

구 분	매 질	분산계수(cm^2/sec)	분산도(cm) [*]
3PM-3-1	파쇄대	5.785	0.094
4PM-1	파쇄대	4.676	0.065

네 개의 대표 핵종(H-3, Cs-137, Co-60 및 Sr-90)에 대한 회분식 흡착실험 결과는 H-3의 흡착계수는 모든 조건에서 zero로써 ($K_d=0.0$), 암석시료와의 흡착반응이 없음을 보여주었다. 흡착반응성을 가지는 핵종 (Cs-137, Co-60 및 Sr-90)들의 흡착계수는 지하수 및 해수 조건하에서 파쇄대가 기반암 보다 높은 핵종 흡착계수를 보여주었다. 이러한 결과는 파쇄대내에 존재하는 흡착성이 높은 2차 광물들의 존재에 의한 것으로 사료된다. 신고리 3,4호기 내의 파쇄대에 대한 Cs-137, Co-60 및 Sr-90의 지하수 조건에서의 흡착계수는 각각 774~1088, 142~290, 38.1~41.8 mL/g이고, 기반암에 대해서는 각각 706~990, 88.3~109, 31.0~38.8 mL/g으로 나타났다. 해수 조건에서는 Cs-137, Co-60 및 Sr-90의 파쇄대에 대한

흡착계수는 각각 363~696, 27.1~54.8, 12.5~18.1 mL/g이고, 기반암에 대해서는 각각 439~833, 10.7~24.6, 9.3~18.1 mL/g으로 나타났다. 해수의 영향으로 핵종의 흡착계수가 감소하는 경향을 보여주었다. 해수조건에서 매립층에 대한 핵종 Cs-137, Co-60 및 Sr-90의 흡착계수는 397~402, 13.1~14.4, 13.0~13.3 mL/g 로 일반적인 핵종의 흡착성향 (Cs-137 > Co-60 > Sr-90)을 따른다. 각 지층별 회분식 흡착시험 결과는 표 2.5-23에 정리하였으며, 각 지층별 평균 분배계수(Kd)는 표 2.5-24에 정리하였다.

표 2.5-23 지층별 회분식 흡착실험 결과

항 목				흡착계수
분배계수	과쇄대	Cs-137	지하수	774.0~1,088.0
			해수	363.0~696.0
		Co-60	지하수	142.0~290.0
			해수	27.1~54.8
		Sr-90	지하수	38.1~41.8
			해수	12.5~18.1
	기반암	Cs-137	지하수	706.0~990.0
			해수	439.0~833.0
		Co-60	지하수	88.3~109.0
			해수	10.7~24.6
		Sr-90	지하수	31.0~38.8
			해수	9.3~18.1
	뒤채움재	Cs-137	해수	397.0~402.0
		Co-60	해수	13.1~14.4
		Sr-90	해수	13.0~13.3

표 2.5-24 각 지층의 분배계수

암 석	Kd					
	Cs-137		Co-60		Sr-60	
	지하수	해수	지하수	해수	지하수	해수
과쇄대	916.8	465.2	205.3	38.3	40.4	15.3
기반암	846.4	570.0	100.1	16.7	34.6	13.2
뒤채움재	-	398.7	-	14.0	-	13.1

II. 환경 현황

4) 이방성 분석

부지의 지하 매질이 결정질 암반인 경우 지하수 유동은 일반적으로 지하수면 아래에 발달되어있는 균열에 의해 지배되며, 지하수는 등수위선에 수직방향이 아닌 균열이 발달한 방향을 따라 이동할 수 있다. 따라서, 신고리 3,4호기 부지내에서 수행한 양수시험 결과를 이용하여, 조사지역 내 암반대수층의 수리학적 이방성을 밝히고, 지하 암반의 균열 방향과의 상관성을 규명하고자 하였다.

국내 다수 연구에서 지표 하 대수층의 수리적 이방성을 도식하기 위해 정규최소제곱(OSL)법을 이용하나, 신고리 3,4호기의 경우 정규최소제곱법으로 분석하는 과정 중 산출된 (-)값에 기인한 계산상의 오류가 발생하여 해당 방법으로는 이방성을 분석하지 못하였다. 따라서, 본 과업에서는 양수시험 시 발생한 초기 수위반응시간을 이용하여 영향반경을 구한 후 3호기 및 4호기의 이방성비를 분석하였다. 표 2.5-25와 표 2.5-26은 3호기 및 4호기 시험정에서 지하수를 장기적으로 양수할 때 각 관측정에서 초기에 발생한 수위반응시간을 도표화 한 것이다. 수위 반응시간은 지하수위 강하량이 0.05m가 될 때를 기준으로 하였다.

표 2.5-25 관측공의 초기 수위변화 반응시간 및 거리(3PW-1-1 시험정)

공 번	시험정과의 거리(m)	초기수위반응시간(min)
3PM-1-1	1.97	1,411
3PM-2-1	1.98	358
3PM-3-1	2.13	191

표 2.5-26 관측정의 초기 수위변화 반응시간 및 거리(4PW-1 시험정)

공 번	시험정과의 거리(m)	초기수위반응시간(min)
4PM-1	5.00	145
4PM-2	5.00	45
4PM-3	5.00	588

이를 이용하여 각 관측정을 기준으로 영향반경을 구한 바, 그 결과는 다음과 같으며, 이를 표 2.5-27 및 표 2.5-28에 간략히 정리하였다.

가) 3PM1-1(1.97m, 1,411min기준)

$$Re2-1 = 1.98 \sqrt{(1,411/358)} = 3.93m$$

$$Re3-1 = 2.13 \sqrt{(1,411/191)} = 5.78m$$

라) 4PM-1(5.00m, 145min기준)

$$Re-2 = 5.00 \sqrt{(145/45)} = 8.99m$$

$$Re-3 = 5.00 \sqrt{(145/588)} = 2.49m$$

나) 3PM2-1(1.98m, 358min기준)

$$Re1-1 = 1.97 \sqrt{(358/1,411)} = 0.99m$$

$$Re3-1 = 2.13 \sqrt{(358/191)} = 2.91m$$

마) 4PM-2(5.00m, 45min기준)

$$Re-1 = 5.00 \sqrt{(45/145)} = 2.78m$$

$$Re-3 = 5.00 \sqrt{(45/588)} = 1.38m$$

다) 3PM3-1(2.13m, 191min기준)

$$Re1-1 = 1.97 \sqrt{(191/1,411)} = 0.73m$$

$$Re2-1 = 1.98 \sqrt{(191/358)} = 1.45m$$

바) 4PM-3(5.00m, 588min기준)

$$Re-1 = 5.00 \sqrt{(588/145)} = 10.05m$$

$$Re-2 = 5.00 \sqrt{(588/45)} = 18.07m$$

표 2.5-27 시험정 기준 영향반경(3PW-1-1)

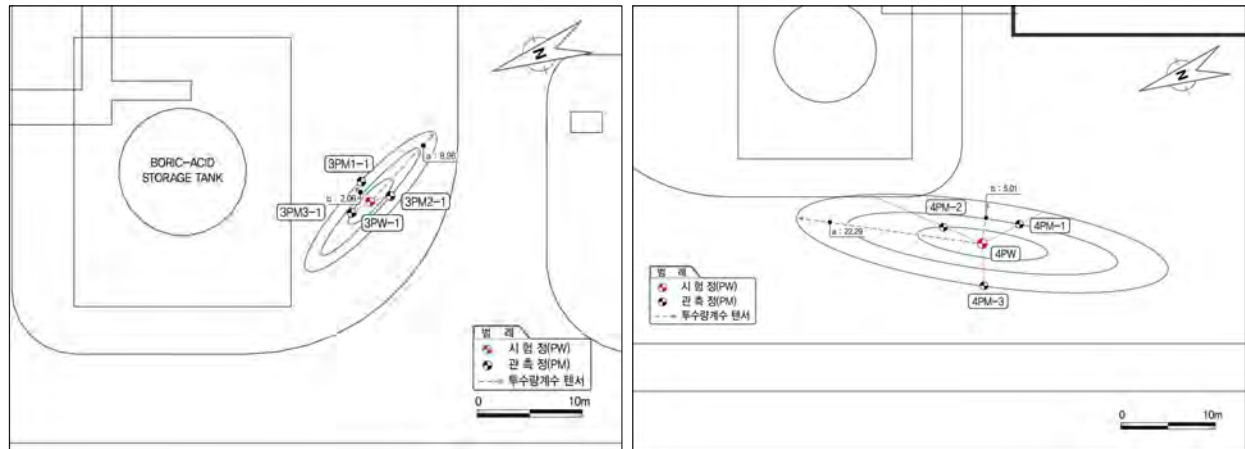
3PM1-1 (1.97m, 1,411min기준)		3PM2-1 (1.98m, 358min기준)		3PM3-1 (2.13m, 191min기준)	
3PM2-1	3.93m	3PM1-1	0.99m	3PM1-1	0.73m
3PM3-1	5.78m	3PM3-1	2.91m	3PM2-1	1.45m

표 2.5-28 시험정 기준 영향반경(4PW-1)

4PM-1 (5.00m, 145min기준)		4PM-2 (5.00m, 45min기준)		4PM-3 (5.00m, 588min기준)	
4PM-2	8.99m	4PM-1	2.78m	4PM-1	10.05m
4PM-3	2.49m	4PM-3	1.38m	4PM-2	18.07m

3호기 및 4호기 시험정을 기준으로 계산된 영향반경을 그림 2.5-13에 도시하였으며, 계산 결과를 바탕으로 최대영향반경(a)과 최소영향반경(b)을 이용하여 주변 지하수계의 이방성 투수량 계수비($Ta/Tb=a^2/b^2$)와 주 텐서방향(Tx)을 분석하였고, 그 결과값을 표 2.5-29에 정리하였다.

II. 환경 현황



3PW-1-1

4PW-1

그림 2.5-13 이방성 분석 결과

표 2.5-29 이방성시험 분석결과

시험정	이방성 투수량 계수비	지하수흐름방향(Tx)
3PW-1-1	4.36	S20~30E
4PW-1	4.45	N30~40E

방성 분석결과에 주 텐서방향으로 보아, 3PW-1-1 시험정 인근 지하수 유동은 남동방향, 4PW-1 시험정은 북동방향일 것을 추정된다. 두 개의 시험정 모두 비교적 큰 이방성을 나타내는데, 이는 지하수 유동이 해당 방향으로 발달되어있는 주 절리에 의해 지배되기 때문으로 판단된다.

다. 지하수 함양율 및 조석간만 영향

1) 지하수 함양율 분석

강우 시 유역의 특성에 따라 강우 중 일부는 지하대수층으로 다시 함양되는데, 어떤 시점에서 전후 기간의 지하수 수두 변화를 관측하고, 또 각 기간의 강수량 변화를 이용하면 지하에 함양되는 지하수 함양율을 구할 수 있다.

신고리 3,4호기 부지내 설치된 지하수위 관측시설에서 2009년 2월부터 관측중인 3개소, 2011년 7월부터 관측중인 8개소 및 2011년 10월부터 현재까지 관측중인 1개소의 지하수위 자료와 신고리 부지내 설치된 신고리 기상탑의 일 강수량 자료를 이용하여 지하수 함양율을 산정하였다. 지하수위 관측자료 중 30일 이상 지속된 무강우 기간의 지하수위 감수곡선을 이용하여 지하수 함양율을 산정할 수 있으며, 이를 Hershfield 방법이라고 한다. 이 방법은 특정 지하수위 강하곡선보다는 여러 번 관측된 지하수위 강하곡선의 특성을 반영하기 위하여 지하수위 대표강하곡선(MRC)을 구하여 30일 후의 지하수 수위 강하량을 구하는 방법이다. 따라서, 지하수위 강하 양상이 지수함수로 회귀시키기 곤란하거나 강수에 의한 자연적인 상승/강하 현상이 아닌 경우에는 분석대상에서 제외하였다.

지하수위 관측시설 설치 완료시점인 2011년 7월부터 현재까지 측정된 자료 중 신고리 부지내 기상탑의 일단위 강수량 자료를 활용하여 선정한 30일 이상 무강우 지속기간에 해당하는 기간은 2011년 9월 14일부터 2011년 10월 13일, 2012년 1월 27일부터 2012년 2월 25일까지이다. 부지는 관측정 PZ-6 인근에서 지속적으로 배수시설이 가동되고 있어 이에 영향을 받는것으로 판단되는 관측정과 무강우 기간동안 공사에 의한 지하수위 변화가 발생한 관측정의 Data는 분석에서 제외하였다. 무강우 지속기간 중에도 지속적인 배수시설이 가동되었으나, 지하수위 모니터링 Data를 분석한 결과 그림 2.5-14와 같이 일부 관측정들은 배수시설에 의해 심각한 영향을 받지 않은 것으로 판단하여 함양률 분석에 활용하였다.

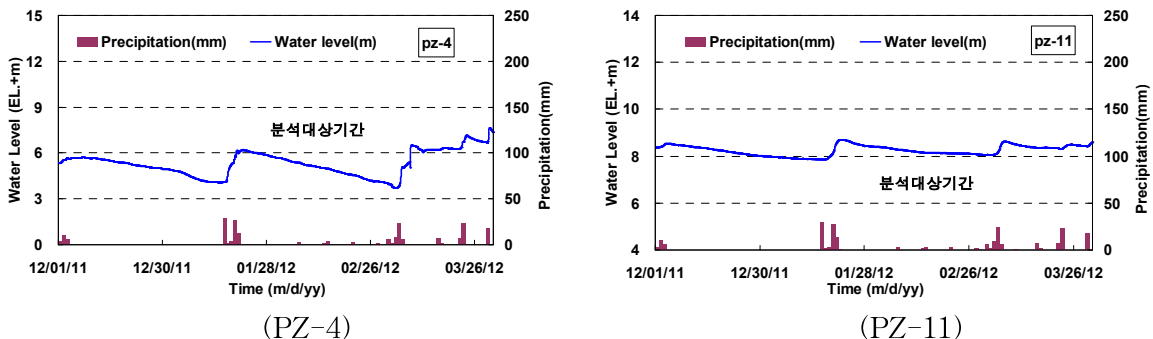


그림 2.5-14 함양률 분석 대상기간 지하수위 변화

II. 환경 현황

지하수위 관측 시설 중 무강우 지속기간 중에도 그림 2.5-15과 같이 PZ-6은 배수시설 가동에 의한 직접적 영향으로 수위 변동이 심하여 분석에서 제외하였고, 인접한 PZ-5, 7, 8, 9, 10의 경우 배수시설 가동에 의한 간접 영향 또는 시공에 의한 영향으로 수위 변동이 발생해 분석에서 제외하였다.

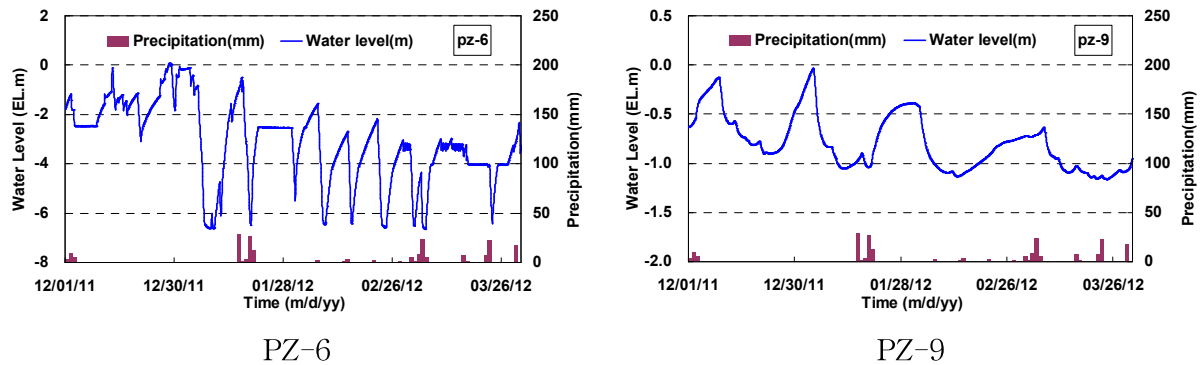


그림 2.5-15 PZ-6, PZ-9의 무강우 지속기간 중 지하수위 변화

무강우 지속기간의 지하수위 분석결과는 표 2.5-30에 정리하였다. PZ-1, 2는 풍화대, PZ-3, 4, 11은 기반암 PZ-12는 매립층을 대표한다.

표 2.5-30 무강우 지속기간 지하수위 분석결과

공 번	암반 분류	수위강하지속기간	수위차			비 고
			최대수위 (EL.+m)	최저수위 (EL.+m)	차(m)	
PZ-1	풍 화 대	2011.09.14~2011.10.13	17.94	17.03	0.91	영구사면
PZ-1		2012.01.27~2012.02.25	18.57	17.86	0.71	
PZ-2	풍 화 대	2011.09.14~2011.10.13	16.51	16.19	0.32	영구사면
PZ-2		2012.01.27~2012.02.25	16.49	16.22	0.27	
PZ-3	기 반 암	2011.09.14~2011.10.13	11.22	11.06	0.17	영구사면
PZ-3		2012.01.27~2012.02.25	11.46	11.25	0.20	
PZ-4	기 반 암	2011.09.14~2011.10.13	3.89	3.17	0.72	부지
PZ-4		2012.01.27~2012.02.25	5.90	4.26	1.64	
PZ-11	기 반 암	2011.09.14~2011.10.13	8.39	7.99	0.40	부지
PZ-11		2012.01.27~2012.02.25	8.47	8.11	0.36	
PZ-12	매 립 층	2011.09.14~2011.10.13	6.12	5.82	0.31	부지
PZ-12		2012.01.27~2012.02.25	5.95	5.71	0.23	

지하수위 관측자료를 이용하여 다음과 같은 절차를 거쳐 지하수 함양율을 산정하였다.

① 지하수위 변동곡선에서 최고 수위와 최저 수위를 읽어 최대 수위강하량을 구했으며, 이때 관측정 인근의 양수나 인공함양의 영향이 없는 구간의 값을 취하였다. 또한, 관측장비의 기록이상이 예상되는 구간은 분석에서 제외하였다. 최저수위의 결정은 강하곡선의 기울기 결정에 큰 영향을 미치므로 수위강하 추세를 감안하여 신중히 최저수위를 결정하였다.

② 일별 지하수위 자료에서 최저수위를 감하여 그림 2.5-16과 같이 수위강하량 변동곡선을 작도하였다.

③ 수위강하량 변동곡선에서 수위상승 구간을 삭제하고 수위강하 구간들을 평행이동하여 여러 개의 강하곡선이 서로 연결되거나 중복되도록 작도하여 최고수위점을 기점으로 하는 지하수위강하 대표곡선(Master Recession Curve, MRC)을 그림 2.5-17과 같이 작성하였다.

④ 지하수위 MRC의 수위강하량(sm-s)을 log값으로 취하여 반대수 그래프를 그려 직선의 기울기 k값과 S30값을 구하였다(그림 2.5-18 참조).

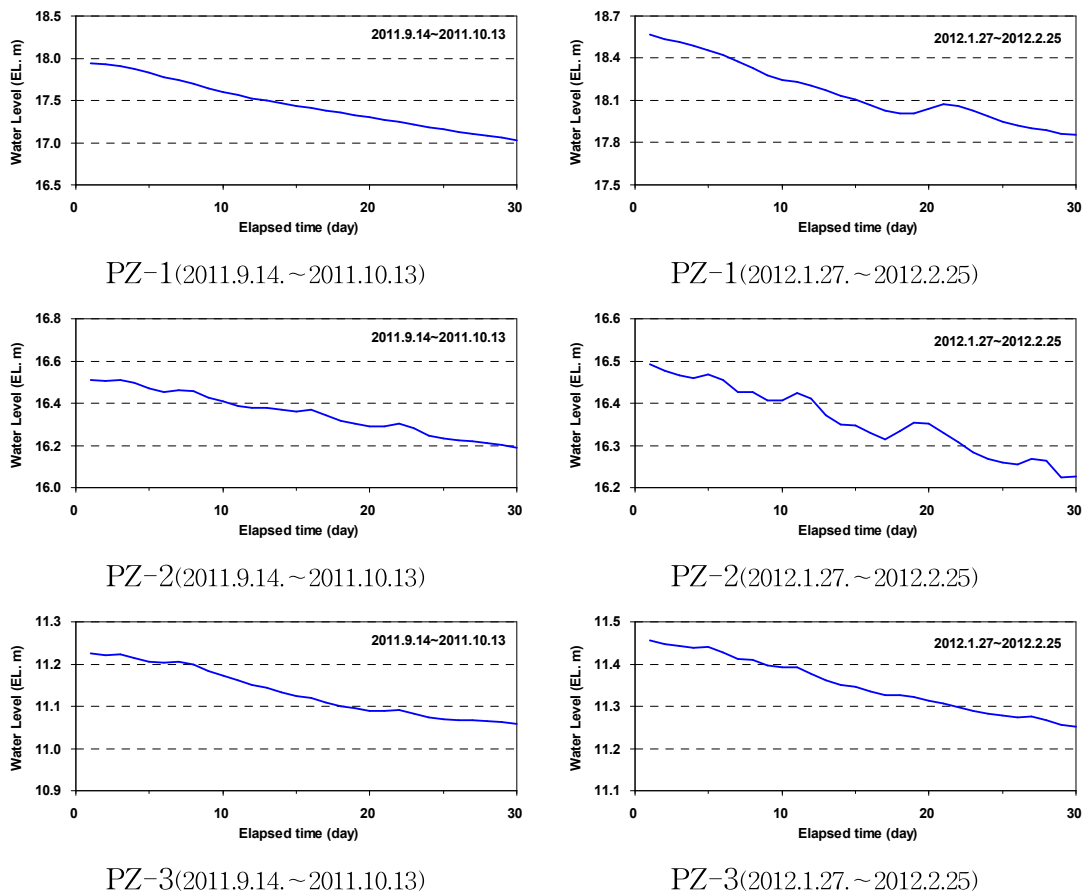
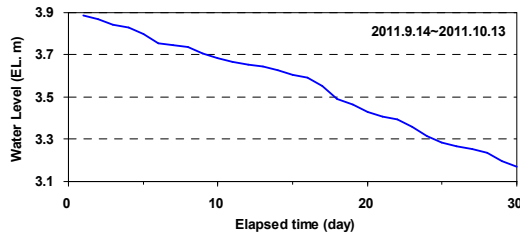
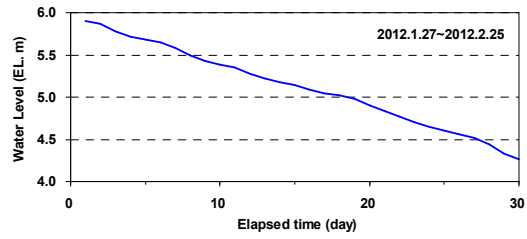


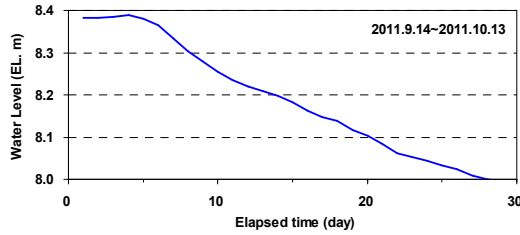
그림 2.5-16 수위강하량 변동곡선



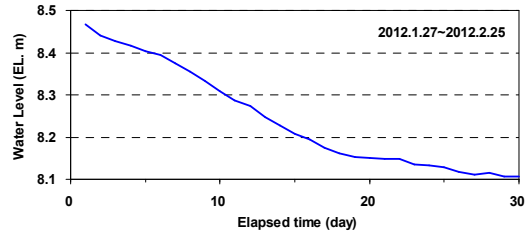
PZ-4(2011.9.14.~2011.10.13)



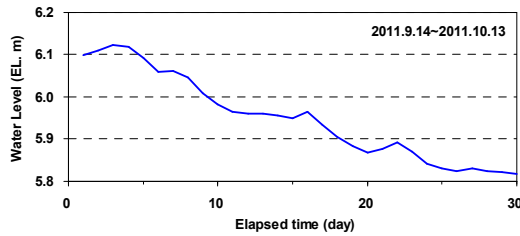
PZ-4(2012.1.27.~2012.2.25)



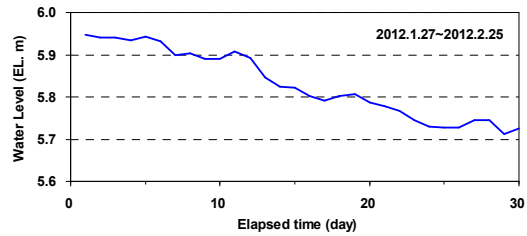
PZ-11(2011.9.14.~2011.10.13)



PZ-11(2012.1.27.~2012.2.25)

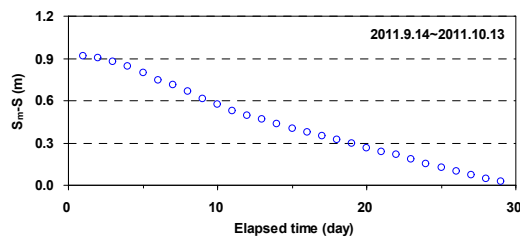


PZ-12(2011.9.14.~2011.10.13)

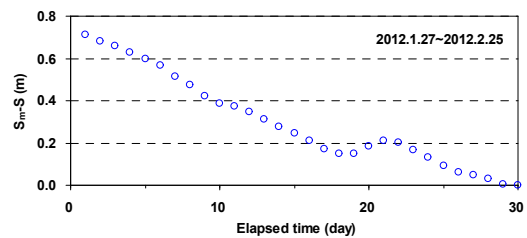


PZ-12(2012.1.27.~2012.2.25)

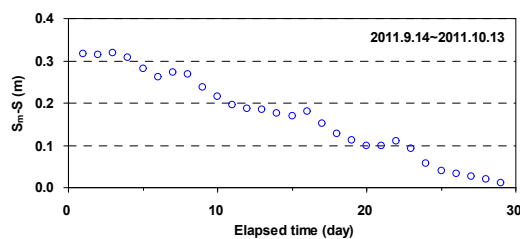
그림 2.5-16 수위강하량 변동곡선(계속)



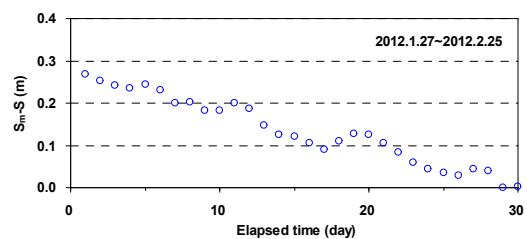
PZ-1(2011.9.14.~2011.10.13)



PZ-1(2012.1.27.~2012.2.25)



PZ-2(2011.9.14.~2011.10.13)



PZ-2(2012.1.27.~2012.2.25)

그림 2.5-17 지하수위강하 대표곡선(MRC)

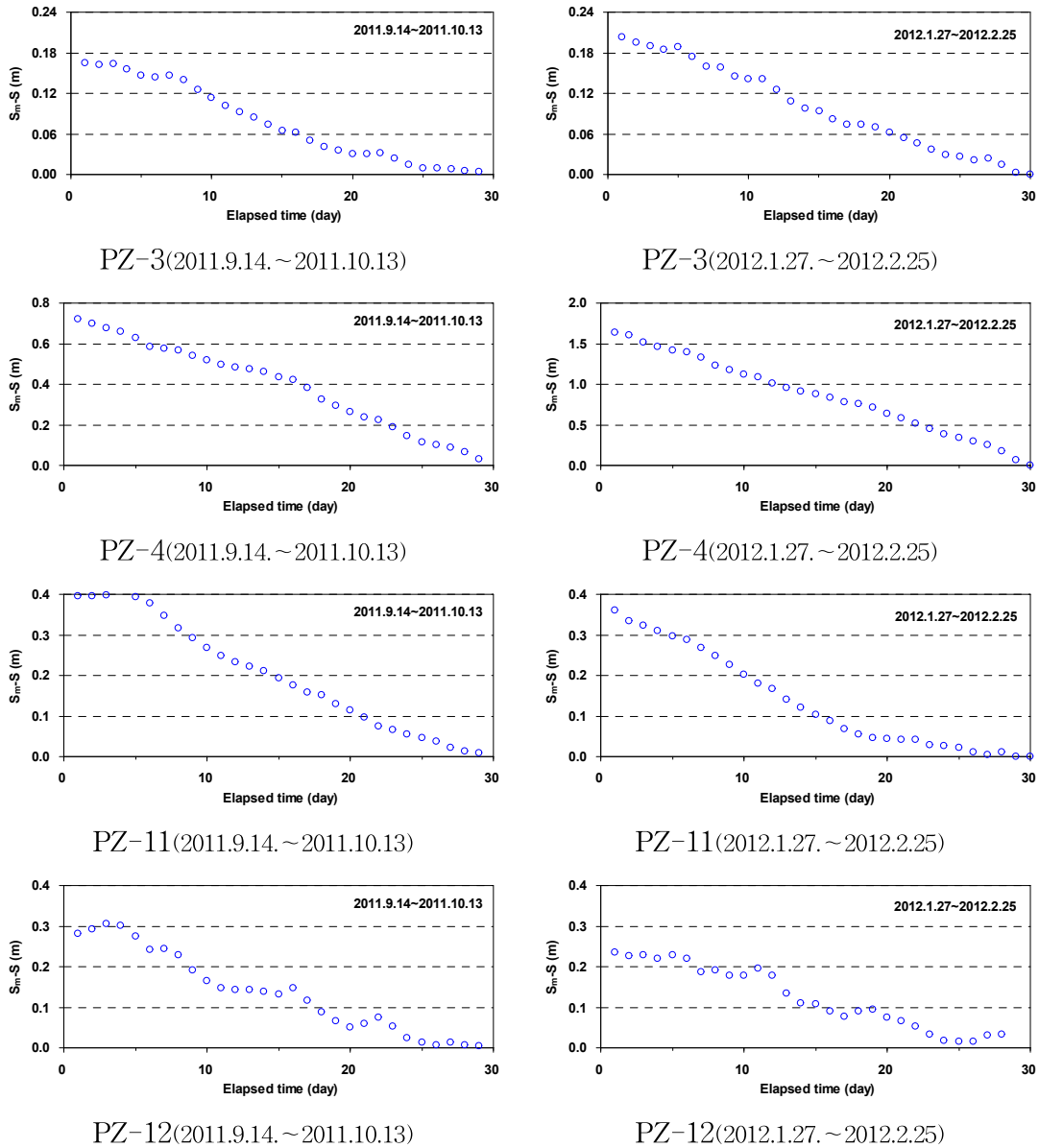


그림 2.5-17 지하수위강하 대표곡선(MRC)(계속)

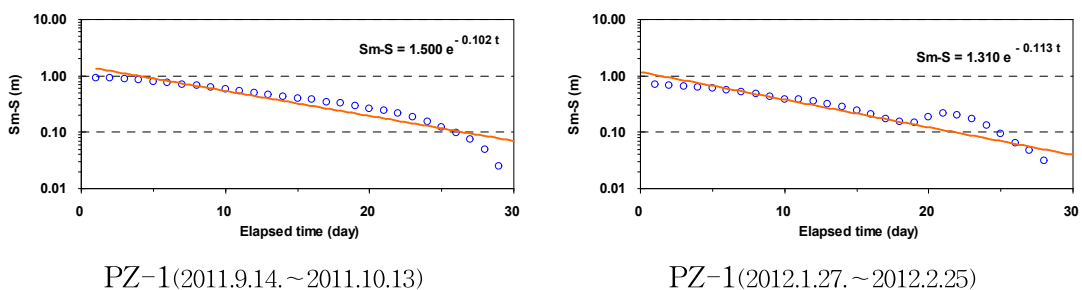


그림 2.5-18 지하수위강하 대표곡선 분석 결과

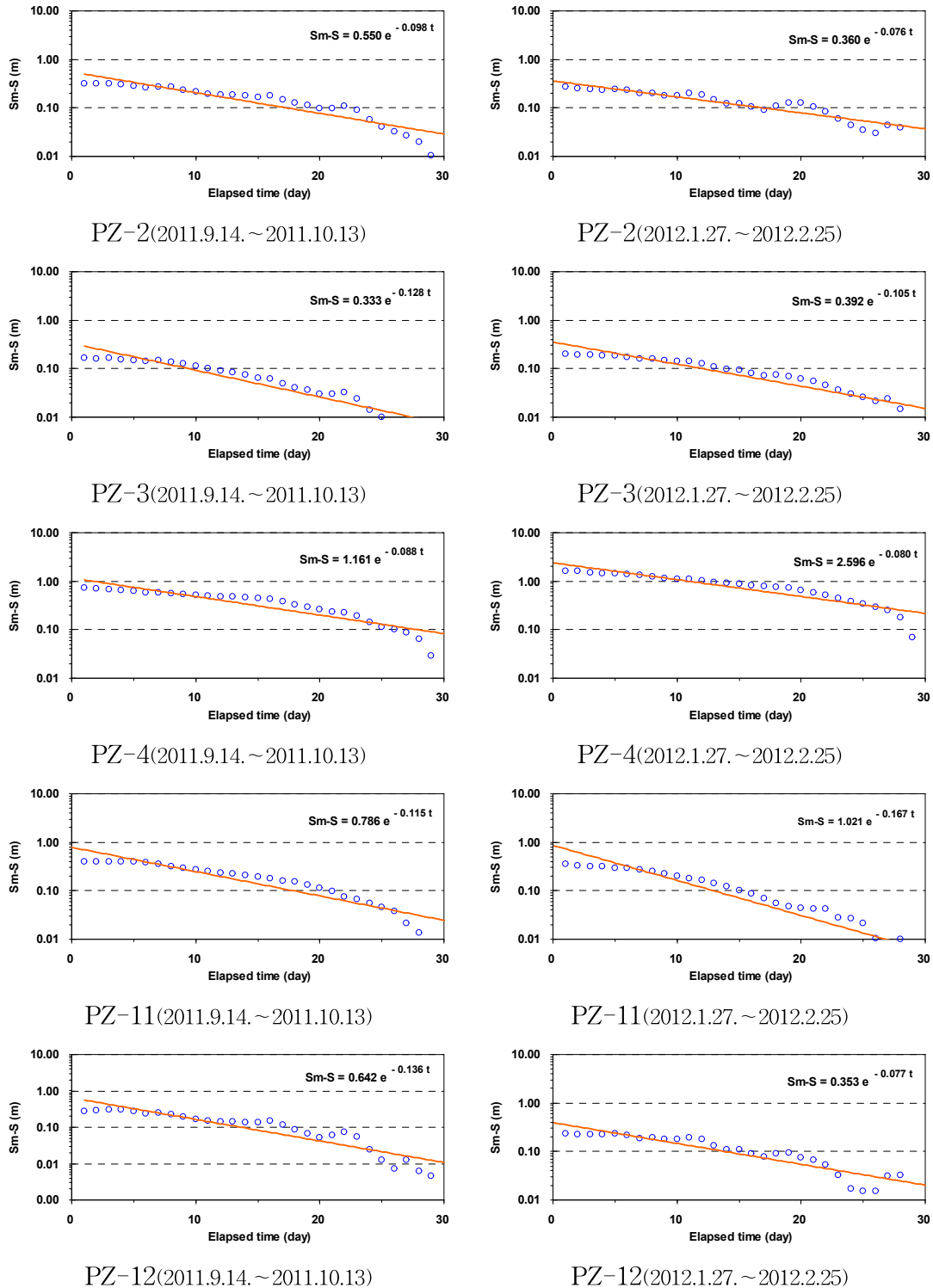


그림 2.5-18 지하수위강하 대표곡선 분석 결과(계속)

그림 2.5-18의 MRC 해석을 통하여 함양율을 계산하였다. 이때 함양계수를 구하기 위해 필요한 δ 는 우리나라 지하수 함양율 평균이 강우량의 18%내외로 계산되기 때문에

0.005~0.01 범위로 설정하여 지하수 함양계수를 계산하였으며, 이 값들의 평균값을 각 관측정의 지하수 함양율로 산정하였다. 각 관측정에서의 함양율은 18.3~20.2%의 범위로 분석되었으며, 평균 19.2%로 다소 높은 함양율이 분석되었다. 암반분류에 의해 정리하면 매향층(PZ-12)의 평균 함양율은 약 19.7%, 풍화대(PZ-1, 2)의 경우 약 19.2%, 기반암(PZ-3, 4, 11)에서는 약 19.5%로 산정되었다. 함양율 산정 결과는 표 2.5-31에 정리하였다.

표 2.5-31 지하수 함양율 계산 결과

공번	수위강하지속기간	Sm	k	S30	함양률						평균
					$\delta=0.005$	$\delta=0.006$	$\delta=0.007$	$\delta=0.008$	$\delta=0.009$	$\delta=0.010$	
PZ-1	2011.09.14~2011.10.13	1.500	-0.102	1.430	0.180	0.186	0.192	0.197	0.202	0.207	0.194
	2012.01.27~2012.02.25	1.310	-0.113	1.266	0.182	0.189	0.195	0.200	0.205	0.210	0.197
PZ-2	2011.09.14~2011.10.13	0.550	-0.098	0.521	0.179	0.185	0.191	0.196	0.201	0.206	0.193
	2012.01.27~2012.02.25	0.388	-0.076	0.348	0.169	0.175	0.181	0.186	0.191	0.195	0.183
PZ-3	2011.09.14~2011.10.13	0.333	-0.128	0.326	0.185	0.191	0.197	0.203	0.208	0.212	0.199
	2012.01.27~2012.02.25	0.392	-0.105	0.375	0.181	0.187	0.193	0.198	0.203	0.208	0.195
PZ-4	2011.09.14~2011.10.13	1.161	-0.088	1.078	0.175	0.182	0.187	0.192	0.197	0.202	0.189
	2012.01.27~2012.02.25	2.596	-0.080	2.360	0.172	0.178	0.183	0.188	0.193	0.197	0.185
PZ-11	2011.09.14~2011.10.13	0.786	-0.115	0.761	0.183	0.189	0.195	0.201	0.206	0.210	0.197
	2012.01.27~2012.02.25	1.021	-0.167	1.014	0.187	0.194	0.200	0.206	0.211	0.216	0.202
PZ-12	2011.09.14~2011.10.13	0.642	-0.136	0.631	0.186	0.192	0.198	0.204	0.209	0.213	0.200
	2012.01.27~2012.02.25	0.436	-0.099	0.414	0.179	0.185	0.191	0.196	0.201	0.206	0.193

2) 조석간만 영향 분석

조석에 의해 발생하는 지하수의 수위변동 특성 파악을 위해 과업지역 인근에 위치하는 조위관측소의 조석자료와 지하수위관측 자료를 비교하였으며, 순수조석에 의한 영향을 파악하기 위해 무강우 기간의 지하수위 자료를 분석에 이용하였다.

지하수위 변동 특성에 이용된 조석자료는 국립해양조사원(www.nori.go.kr)의 울산조위관측소와 부산조위관측소의 2011년 6월~2012년 6월 자료이며, 관측소의 위치는 그림

II. 환경 현황

2.5-19에 도시하였다. 표 2.5-32는 지하수위 관측 기간 동안의 월별 조석 현환을 나타낸 것이다.

각 관측소의 수측기점에 조석 변화값을 더해 해수면값으로 환산하였으며, 이때 울산 관측소의 수측 기점은 2010년 5월 기준 313.5cm, 부산 관측소는 2011년 3월 기준 407.3cm이다.

평균 조석변화는 울산 관측소에서 342.6cm, 부산 관측소에서는 477.9cm로 울산지역이 부산지역보다 135.3cm 크다. 최고조와 최저조의 차이는 울산이 80.0cm, 부산이 174.0cm로 부산이 94.0cm 크게 나타났으며 이는 상대적으로 남해에 더 인접한 부산이 수심이 얇고, 울산은 비교적 동해에 위치해 있어 수심이 깊기 때문이다.



그림 2.5-19 포항 및 울산 조위 관측소 위치

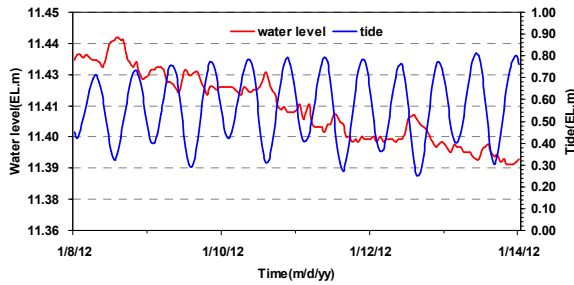
표 2.5-32 포항 및 울산 조위관측소의 월별 조석

구분 월령	울산조위관측소				부산조위관측소			
	고조		저조		고조		저조	
	관측시간	해수면 (cm)	관측시간	해수면 (cm)	관측시간	해수면 (cm)	관측시간	해수면 (cm)
●	2011.06.02. 19:57	53.0	2011.06.02. 1:26	5.0	2011.06.02. 21:14	119.0	2011.06.02. 14:55	20.0
○	2011.06.16. 20:02	57.0	2011.06.16. 1:34	5.0	2011.06.16. 21:29	128.0	2011.06.16. 2:51	17.0
●	2011.07.01. 19:43	59.0	2011.07.01. 1:11	11.0	2011.07.01. 20:57	128.0	2011.07.01. 14:37	24.0
○	2011.07.15. 19:53	61.0	2011.07.15. 1:24	11.0	2011.07.15. 21:09	131.0	2011.07.15. 2:34	24.0
●	2011.07.31. 20:10	66.0	2011.07.31. 1:31	10.0	2011.07.31. 21:14	141.0	2011.07.31. 2:41	18.0
○	2011.08.14. 20:06	63.0	2011.08.14. 1:41	13.0	2011.08.14. 21:08	131.0	2011.08.14. 14:45	25.0
●	2011.08.29. 19:50	69.0	2011.08.29. 1:07	10.0	2011.08.29. 20:48	144.0	2011.08.29. 14:34	12.0
○	2011.09.12. 19:39	62.0	2011.09.12. 1:13	14.0	2011.09.12. 20:35	126.0	2011.09.12. 14:20	23.0
●	2011.09.27. 19:31	69.0	2011.09.27. 0:41	10.0	2011.09.27. 20:25	140.0	2011.09.27. 1:51	6.0
○	2011.10.12. 7:25	59.0	2011.10.12. 13:16	14.0	2011.10.12. 8:24	123.0	2011.10.12. 2:17	17.0
●	2011.10.27. 19:58	65.0	2011.10.27. 13:27	6.0	2011.10.27. 8:40	136.0	2011.10.27. 2:13	2.0
○	2011.11.11. 19:50	53.0	2011.11.11. 13:29	8.0	2011.11.11. 8:45	118.0	2011.11.11. 2:31	17.0
●	2011.11.25. 19:50	58.0	2011.11.25. 13:19	1.0	2011.11.25. 8:40	128.0	2011.11.25. 2:05	6.0
○	2011.12.10. 19:40	48.0	2011.12.10. 13:17	4.0	2011.12.10. 8:39	112.0	2011.12.10. 2:23	17.0
●	2011.12.25. 20:31	51.0	2011.12.25. 14:00	-5.0	2011.12.25. 9:25	124.0	2011.12.25. 15:23	2.0
○	2012.01.09. 20:19	48.0	2012.01.09. 13:38	0.0	2012.01.09. 8:45	121.0	2012.01.09. 2:05	10.0
●	2012.01.23. 20:33	54.0	2012.01.23. 13:52	-1.0	2012.01.23. 8:39	125.0	2012.01.23. 14:46	7.0
○	2012.02.08. 7:42	44.0	2012.02.08. 14:00	-11.0	2012.02.08. 8:53	123.0	2012.02.08. 2:19	-6.0
●	2012.02.22. 20:40	57.0	2012.02.22. 14:05	3.0	2012.02.22. 21:07	129.0	2012.02.22. 2:23	8.0
○	2012.03.08. 7:40	64.0	2012.03.08. 13:46	8.0	2012.03.08. 8:38	144.0	2012.03.08. 14:23	7.0
●	2012.03.22. 20:14	56.0	2012.03.22. 1:04	0.0	2012.03.22. 20:48	129.0	2012.03.22. 1:57	3.0
○	2012.04.07. 8:05	49.0	2012.04.07. 13:48	-11.0	2012.04.07. 21:11	130.0	2012.04.07. 14:33	-20.0
●	2012.04.21. 20:00	54.0	2012.04.21. 1:13	-2.0	2012.04.21. 20:47	130.0	2012.04.21. 2:07	11.0
○	2012.05.06. 20:04	69.0	2012.05.06. 1:01	14.0	2012.05.06. 21:06	154.0	2012.05.06. 14:10	10.0
●	2012.05.21. 19:56	52.0	2012.05.21. 1:05	8.0	2012.05.21. 21:08	124.0	2012.05.21. 2:16	22.0
○	2012.06.04. 7:28	56.0	2012.06.04. 0:59	-1.0	2012.06.04. 20:46	139.0	2012.06.04. 1:57	10.0
●	2012.06.20. 20:08	68.0	2012.06.20. 1:48	20.0	2012.06.20. 21:01	143.0	2012.06.20. 14:54	41.0

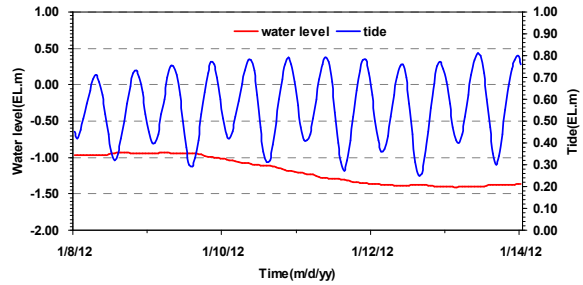
조석에 의한 영향은 지하수위 관측시설 중 상대적으로 해안에 인접한 PZ-3번과 PZ-10~12번을 대상으로 분석 하였으며, 조석과 지하수위의 상관관계를 분석하기 위해 조위관측소의 조위 자료와 지하수위 관측 자료 중 무강우 기간에 해당하는 2012년 1월 8일부터 2012년 1월 13일까지의 자료를 분석에 활용하였다.

II. 환경 현황

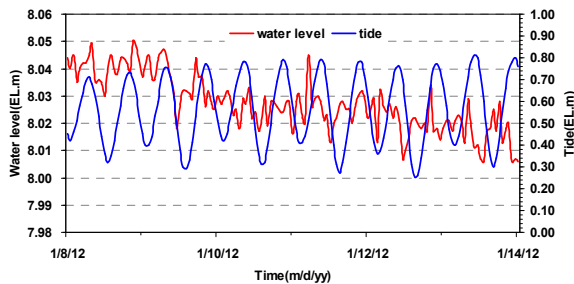
각 관측정의 시간에 따른 지하수위와 조위 변화는 <그림 4-13>과 같다.



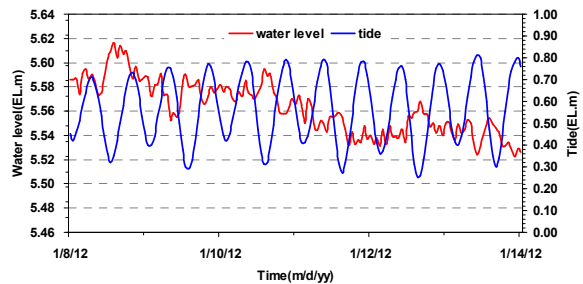
PZ-3



PZ-10



PZ-11



PZ-12

그림 2.5-20 조석변화에 따른 해안 인근 관측공의 지하수위 변화

조석변화에 따른 지하수위 변동 특성을 분석한 결과, 모든 관측공에서 지하수위와 조위변동 간의 연관성은 없는 것으로 나타났다. 이는 신고리 3, 4호기 부지의 원지형 대부분이 표고 EL.+10.0m 이상으로 땅깁기 공사로 인해 부지가 형성되었으며, 지하수위 또한 수리전도도가 불량한 기반암층 및 풍화대에 위치하기 때문인 것으로 판단된다. 지층단면을 통해 분석한 결과, 바다와 인접한 부지 외곽으로 양호한 암반이 형성되어 있으며, 최외곽 관측공인 PZ-11, 12에서 지하수위는 EL.+5.0m 이상으로 양호한 기반암에서 관측된다.

라. 유선망 분석

1) 부지내 지하수 흐름특성과 계절별 변동특성 분석

옥외탱크의 가상과피 시 핵종흐름에 지대한 영향을 미칠 부지 내 지하수의 전반적인 흐름을 파악하기 위하여 등수위선도를 작도하였다. 등수위선도 작도를 위하여 2009년 2월부터 2012년 7월까지 다목적 시험정 2개조(PW 시험정 2정, PM 관측공 6공), 장기지하수관측정 12공(PZ공), 핵종거동평가 8공(MW공)의 지하수위 관측자료를 활용하였으며, 부지내의 지하수위 관측현황을 아래 표 2.5-33에 정리하였다.

표 2.5-33 장기지하수위 관측현황(월평균, 단위: EL.+m)

공 번	지반고 (EL.m)	2011년				2012년							
		9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월
PZ-1	20.50	18.10	17.82	18.77	18.69	18.36	18.42	18.83	19.16	18.82	18.31	19.04	18.55
PZ-2	20.52	16.79	16.61	16.79	16.85	16.72	16.64	16.62	16.90	17.25	17.06	17.44	17.78
PZ-3	18.91	11.35	11.27	11.52	11.60	11.49	11.47	11.46	11.70	11.71	11.52	11.76	11.70
PZ-4	9.48	3.46	2.90	4.64	5.02	4.71	4.50	5.62	6.90	6.79	6.92	7.52	7.36
PZ-5	9.93	1.24	0.22	0.88	1.40	1.16	0.63	0.67	1.71	2.17	0.83	2.28	3.64
PZ-6	9.95	-4.06	-4.52	-3.17	-1.30	-2.70	-3.55	-3.76	-4.22	-2.70	-4.44	-5.64	-4.08
PZ-7	9.73	-0.25	-0.78	-0.62	-0.18	-0.15	-0.40	-0.56	-0.08	0.87	0.05	0.46	0.70
PZ-8	9.86	**	0.24	1.02	1.44	1.14	0.61	0.57	1.72	2.25	0.93	2.37	3.58
PZ-9	9.87	-0.56	-0.67	-0.42	-0.35	-0.42	-0.66	-0.73	-0.34	0.34	-0.51	-0.08	-0.27
PZ-10	9.39	-1.16	-1.54	-1.38	-0.93	-0.86	-1.27	-1.51	-1.11	0.09	-0.86	-1.13	-0.94
PZ-11	10.00	8.43	8.30	8.59	8.41	8.30	8.32	8.51	8.57	**	**	8.71	8.00
PZ-12	8.84	5.84	5.66	5.87	5.86	5.64	5.59	5.50	**	5.20	4.94	5.55	5.77
MW-1	14.65	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.42	9.94	9.78
MW-2	11.53	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.97	3.52	3.35
MW-3	24.56	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14.55	14.99	15.16
MW-4	19.70	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.37	8.73	8.98
MW-5	21.23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	17.67	17.59
MW-6	4.25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3.98	3.91
MW-7	9.67	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4.59	4.66
MW-8	10.22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10.46	10.46
3PW-1	10.09	*	4.30	1.15	4.28	-11.38	-2.51	5.74	**	**	**	**	6.74
3PM-1	10.09	*	6.22	6.19	5.82	5.02	5.84	6.53	**	**	**	**	6.80
3PM-2	10.08	*	6.75	6.73	6.24	5.71	5.96	6.10	**	**	**	**	6.72
3PM-3	10.09	*	7.37	7.67	7.63	7.51	7.59	7.52	**	**	**	**	6.78
4PW-1	10.35	*	*	4.87	5.67	5.19	4.88	4.71	5.25	5.31	**	**	4.89
4PM-1	10.26	*	*	3.68	4.28	3.35	2.74	2.65	3.45	3.75	1.98	**	3.67
4PM-2	10.24	*	*	6.94	7.20	7.28	7.19	7.40	7.65	7.48	6.81	**	7.75
4PM-3	10.39	*	*	8.36	8.38	8.31	8.19	8.24	8.38	8.28	7.88	**	8.41
GR-1	9.88	**	**	**	**	**	**	**	**	**	8.83	8.81	8.90
GR-40	9.49	**	**	**	**	**	**	**	**	**	7.42	7.44	7.55
GR-51	11.75	**	**	**	**	**	**	**	**	**	9.10	9.57	9.67

* 미설치, ** 수위 측정 불가, GR-1, 40, 51 : 5, 6호기 부지 관측정

II. 환경 현황

계절에 따라 측정된 수위를 이용하여 과업지역 내 등수위선도를 연간 수계특성이 가장 뚜렷한 갈수기(12월)와 풍수기(8월)로 구분하여 모사하였으며 추가로 2012년 6월 등수위선도를 갈수기 등수위선도로 모사하였다. 이는 신고리 기상탑에서 관측된 2012년 5월의 강수량 34.2mm, 6월의 강수량이 99.2mm로 매우 적었으며, 실제 2011년 12월 지하수위 관측자료와 비교한 결과 비슷하거나 오히려 더 낮은 수위를 보였다. 또한 부지 영역이 매우 넓고 부지외곽의 지하수위를 파악할 수 있는 핵종거동평가 관측공(MW)이 2012년 6월에 설치되었으므로 동일한 시기에 관측한 6월 관측자료를 활용하여 갈수기 등수위선도를 모사하였다. 등수위선도는 그림 2.5-21 ~ 그림 2.5-23에 도시하였다. 지하수의 흐름은 일반적으로 지형적인 조건에 의해 동수구배가 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐른다. 두 시기 모두 지하수의 흐름이 사면 계곡부에서 시작되어, 부지로 모인 후 해안으로 배출되는 형태를 보인다.

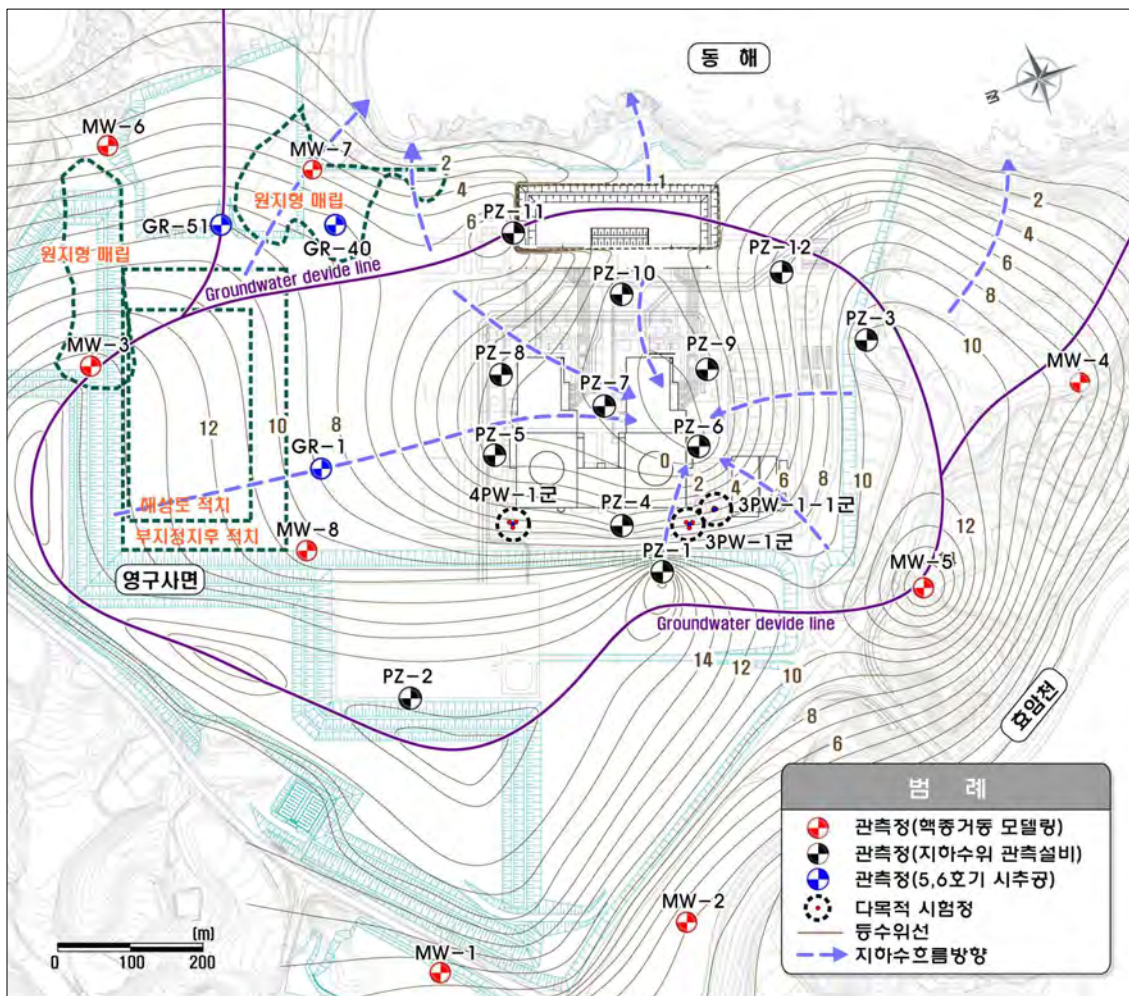


그림 2.5-21 갈수기 등수위선도(2011년 12월)

갈수기(2011년 12월) 등수위선도 작성시 장기지하수위 관측정(PZ)은 2011년 7월에 설치 완료되어 데이터 확보에 문제되지 않았으나, 금번 조사공인 MW 공들은 2012년 6월에 설치되어 갈수기(2011년 12월)시 지하수위 데이터는 2012년 6월 관측 지하수위를 활용하였다. 장기지하수위 관측정에서 측정된 지하수위는 2공을 제외한 10공에서 2012년 6월 관측수위가 2011년 12월 보다 더 낮게 관측되었다. 12월과 6월 등수위선도 모사결과 신고리 3,4호기 부지내에서는 수위차가 있으나 전체적으로 비슷한 경향을 보인다. 2011년 12월의 부지내 지하수위는 EL.-1.30~+8.41m, 영구사면은 EL.+11.60~18.69m의 범위로 나타났다. 2012년 6월의 부지내 지하수위는 EL.-5.88~+8.27m, 영구사면은 EL.+11.52~18.50m의 범위로 나타났다.

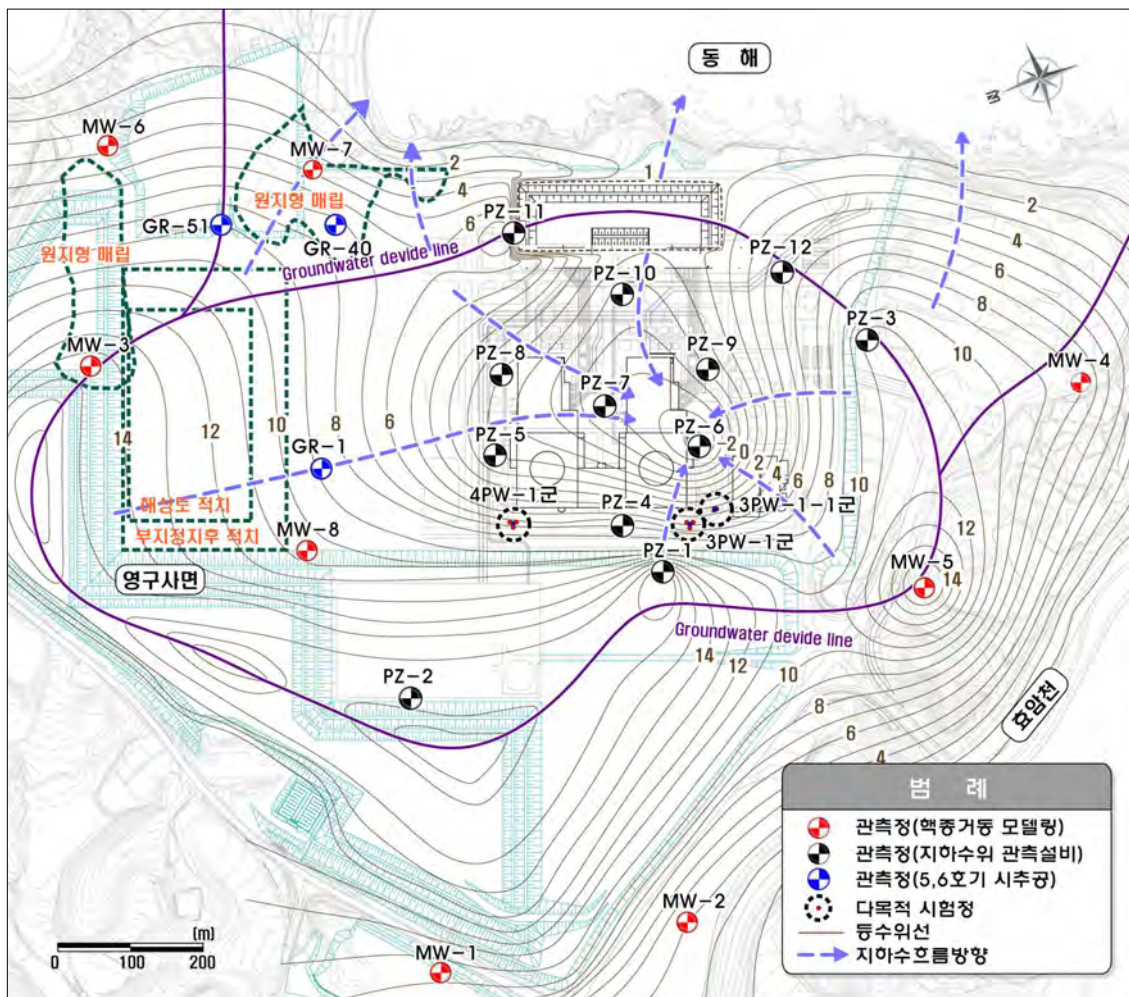


그림 2.5-22 갈수기 등수위선도(2012년 6월)

II. 환경 현황

풍수기의 부지내 지하수위는 -3.72~8.45m 정도의 범위를 보이며, 사면은 11.88~19.32m로 나타났다.

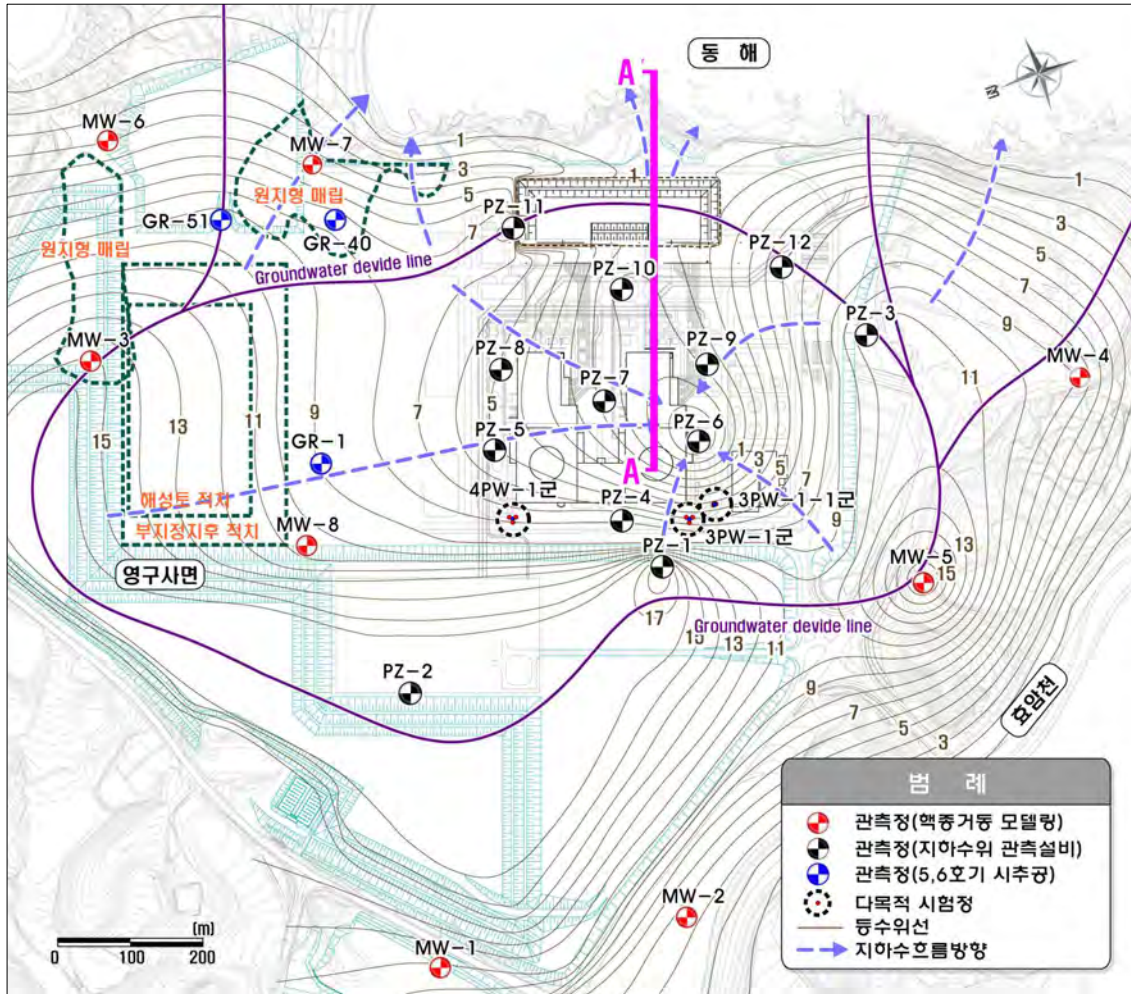


그림 2.5-23 풍수기 등수위선도(2012년 8월)

본관구조물에 설치된 영구배수시설(Dewatering system)이 가동되면, 부지주변 지하수는 본관구조물 지역으로 유입되어 영구배수설비를 통하여 양수된 후 우수배수계통관로를 따라 해안으로 배출된다. 부지 내 일부 구간에서 해안보다 지하수위가 낮게 형성되어 지하수의 흐름이 왜곡되는 현상은 PZ-6 주변에 위치한 배수시설의 작동에 의해 지하수의 흐름이 영구배수시설로 유도되어 해안(EL.+0.0m)보다 지하수위가 낮아진 것에 기인한다. 또한, 공사중에는 구조물 및 배수설비 등의 기초굴착으로 인해 지하수위가 저하되는데 공사가 종료됨에 따라 기초굴착 구간의 퇴매움 등으로 인해 저하된 지하수위가 상승하게 된다. 해안 인접지역에 위치한 관측정(PZ-12)의 지하수위가 EL.+6.0m로 나타나며, 취수구조

물 인접 한 관측정(PZ-11)은 양호한 암반이 계획고 가까이 출현하기 때문에 지하수위가 EL.+8.7m로 해수면(EL.+0.0m)보다 높게 형성되며, 해안에서 가까운 일부 구간(취수조 주변)에서는 그림 2.5-24와 같이 지하수위가 EL.+1.0m 이상으로 주변보다 높게 상승하여 지하수 흐름 방향이 영구배수시설과 해안 쪽으로 구분되는 지하수 분수령이 형성되어 있는 것으로 파악된다. 이러한 현상으로 인해 해수의 유입이 차단되는 효과가 발생할 것으로 판단된다.

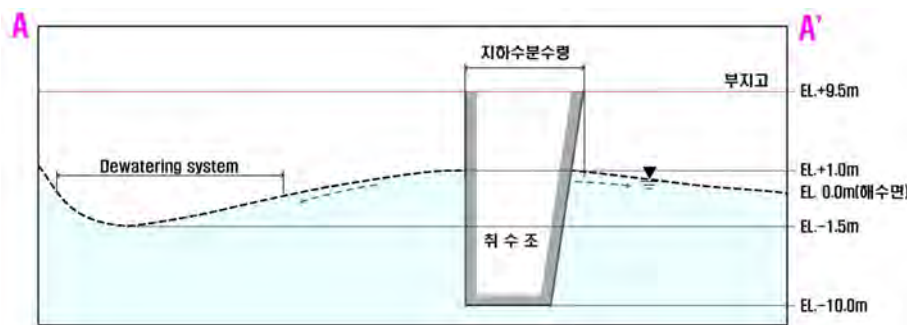


그림 2.5-24 신고리 3,4호기 부지내 지하수위 분포 모식도(단면)

2) 각 수역별 평균선형유속 및 비배출량(Darcian flux) 산정

등수위선도를 이용하여 해석학적인 방법으로 각 수역별 풍수기와 갈수기의 지하수 주 흐름방향에서의 개략적인 지하수의 평균 선형유속과 비배출량(Darcian flux)을 산출하였으며, 결과를 표 2.5-34에 정리하였다.

표 2.5-34 각 수역별 평균 선형유속 및 비배출량(Darcian flux)

측정 시기	구분	수역	평균수리전도도 (m/d)	유효공극율 (n_e)	평균동수구배 (dh/dl)	평균선형유속 (m/d)	Darcian flux ($m^3/d/m^2$)
갈수기	3호기	영구사면	0.033	3.22×10^{-2}	0.250	0.258	8.33×10^{-3}
		본부지	0.118	4.93×10^{-2}	0.015	0.035	1.72×10^{-3}
	4호기	영구사면	0.033	3.22×10^{-2}	0.071	0.074	1.38×10^{-3}
		본부지	0.118	4.93×10^{-2}	0.016	0.037	1.84×10^{-3}
풍수기	3호기	영구사면	0.033	3.22×10^{-2}	0.286	0.295	9.52×10^{-3}
		본부지	0.118	4.93×10^{-2}	0.015	0.037	1.81×10^{-3}
	4호기	영구사면	0.033	3.22×10^{-2}	0.089	0.092	2.98×10^{-3}
		본부지	0.118	4.93×10^{-2}	0.016	0.038	1.88×10^{-3}

11. 환경 현황

신고리 3,4호기 부지 수역은 동수구배의 차이가 큰 부지 내 부지와 영구사면을 나누어 분류하였으며 주대수층은 풍화대, 연암 및 경암으로 판단된다. 각 수역별 평균 수리전도도는 현장 대수성시험과 순간충격시험에서 산정된 값을 사용하였으며, 경암의 유효공극률은 본 부지가 자유면 대수층($S=S_y=n_e$)이므로 현장시험으로 획득한 저류계수 값으로, 획득하지 못한 대수층은 기 수행된 신고리 1, 2호기 및 신월성 1, 2호기에서 유사하다 판단되는 대수층의 결과를 활용하였다. 동수구배 값은 본 보고서의 4.3.1에서 작도한 등수위선을 이용하여, 주요 지하수 흐름방향이라 추정되는 유선의 지하수위차와 거리차를 이용하여 산정하였다. 분석결과, 신고리 3, 4호기 부지내 지하수의 평균선형유속은 시기별로 갈수기는 0.035~0.258m/day, 풍수기에 0.037~0.295m/day의 범위를 나타내며, 수역에 따라 영구사면과 본부지역은 각각 0.074~0.295m/day, 0.035~0.038m/day로 분석되었다. 측정시기와 수역에 따른 평균선형유속의 차이는 동수구배와 평균 수리전도도의 차에 기인하여 나타난 결과로 판단된다. 추적자시험 분석결과와 본 분석으로 산정한 지하수선형유속을 비교하면 표 2.5-35와 같다.

표 2.5-35 추적자시험과 유선망분석으로 산정한 지하수선형유속

구 분	평균선형유속(m/d)	
	추적자시험	유선망분석(등수위선도)
3호기	2.00×10^{-2}	3.68×10^{-2}
4호기	3.56×10^{-2}	3.82×10^{-2}

지하수 선형유속은 대수층 매질의 수리특성(수리전도도, 동수구배, 공극율 등)에 의해 지배되므로, 신고리 3,4호기 부지의 경우 대수층 매질이 풍화대, Dyke 및 기반암 등으로 분포하고 있어 국지적인 규모와 광역적인 규모에서 지하수 선형유속은 차이가 있다. 추적자 시험 분석결과 지하수 선형유속은 다목적시험정조 설치 부지(단일 대수층 매질로 구성)에 국한된 규모(반경 약 5m)에 대한 국지적인 유속인 것에 비해, 본 분석으로 산정한 지하수 선형유속은 부지전체(3개의 대수층 매질로 구성)에 해당하는 광역적인 규모의 속도이다. 따라서, 두 분석 결과의 차이는 분석 규모의 차이에 의한 대수층의 매질과 동수구배의 차에서 기인한다.

마. 부지내 염수에 의한 영향 규명

각 관측점에서 측정한 전기전도도의 수직검층 결과를 기초로 부지내 염수유입 여부 및 범위를 규명하기 위하여 지하수위면(그림 2.5-25 참조), EL.+0.0m, EL.-5.0m, EL.-10.0m 심도에서의 전기전도도 값을 추출하여, 표 2.5-36과 같이 정리하였다. EL.+0.0m 심도 이하는 그림 2.5-26~28과 같이 전기전도도 분포도 위에 같은 시기에 측정한 지하수위를 이용하여 작성한 등수위선을 배치하여 지하수위와의 연관성을 검토하였다. 전기전도도 분포도 작성 시 염수는 지하수관리망 운영 시 부지 외곽 해안에서 측정하였던 46,900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 을 기준으로 하였으며, 담수는 현장 심도별 수질측정 결과 사면에 위치한 PZ-1~PZ-3, MW-4~MW-5의 전기전도도 값의 범위(197~458 $\mu\text{S}/\text{cm}$)를 고려하여 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이하로 간주하였다.

표 2.5-36 심도별 전기전도도 측정 결과

공 번 (지하수위)	전기전도도 측정 값($\mu\text{S}/\text{cm}$)				공 번 (지하수위)	전기전도도 측정 값($\mu\text{S}/\text{cm}$)			
	지하수위	EL.+0.0m	EL.-5.0m	EL.-10.0m		지하수위	EL.+0.0m	EL.-5.0m	EL.-10.0m
PZ-1 (EL.+18.0m)	413	403	-	-	MW-4 (EL.+8.0m)	199	230	232	231
PZ-2 (EL.+17.0m)	359	350	-	-	MW-5 (EL.+16.9m)	445	458	-	-
PZ-3 (EL.+10.9m)	319	338	-	-	MW-6 (EL.+3.5m)	392	361	362	374
PZ-4 (EL.+6.5m)	370	415	407	399	MW-7 (EL.+4.4m)	710	745	776	786
PZ-6 (EL.-4.6m)	407	-	404	413	MW-8 (EL.+19.5m)	809	822	859	886
PZ-7 (EL.+0.7m)	367	367	384	386	3PM-1 (EL.+5.9m)	235	252	275	335
PZ-8 (EL.+2.4m)	474	474	474	473	3PM-2 (EL.+6.9m)	235	254	327	336
PZ-9 (EL.-0.6m)	471	471	478	542	3PM-3 (EL.+6.6m)	338	344	341	328
PZ-10 (EL.-1.1m)	628	628	626	630	3PM-1-1 (EL.+7.0m)	261	259	262	217
PZ-11 (EL.+8.0m)	569	765	771	2,615	3PM-2-1 (EL.+6.8m)	389	389	380	367
PZ-12 (EL.+5.8m)	490	486	493	523	3PM-3-1 (EL.+6.9m)	330	359	378	395
MW-1 (EL.+9.4m)	347	440	458	-	4PM-1 (EL.+1.3m)	438	439	447	450
MW-2 (EL.+7.7m)	4,209	5,039	5,245	5,236	4PM-2 (EL.+6.5m)	369	370	403	434
MW-3 (EL.+14.3m)	803	805	1,455	-	4PM-3 (EL.+7.9m)	353	340	341	608

II. 환경 현황

신고리 3,4호기 부지는 전체적으로 담수의 영향이 지배적인 것으로 나타나나, 해안에서 가까이 위치해 있는 PZ-10~12은 최상위 대수층에서부터 염수에 의한 간접적인 영향으로 486~2,615 μ S/cm의 범위를 보인다. 또한 MW-2의 측정값은 4,209~5,245S/cm로 나타나는데 이는 인근에 바다와 접하는 효암천의 영향과 과거 지형의 표고가 낮아 매립한 지역으로 매립시 사용된 해성토의 영향으로 판단된다. MW-3, 7, 8에서 측정된 700 μ S/cm이상의 전기전도도 값은 관측정 주변이 현재 토사 야적장으로 사용중인 곳으로 이중 해성토 적치가 상당량 있었고 이로 인한 영향으로 판단된다(그림 2.5-25 참조).

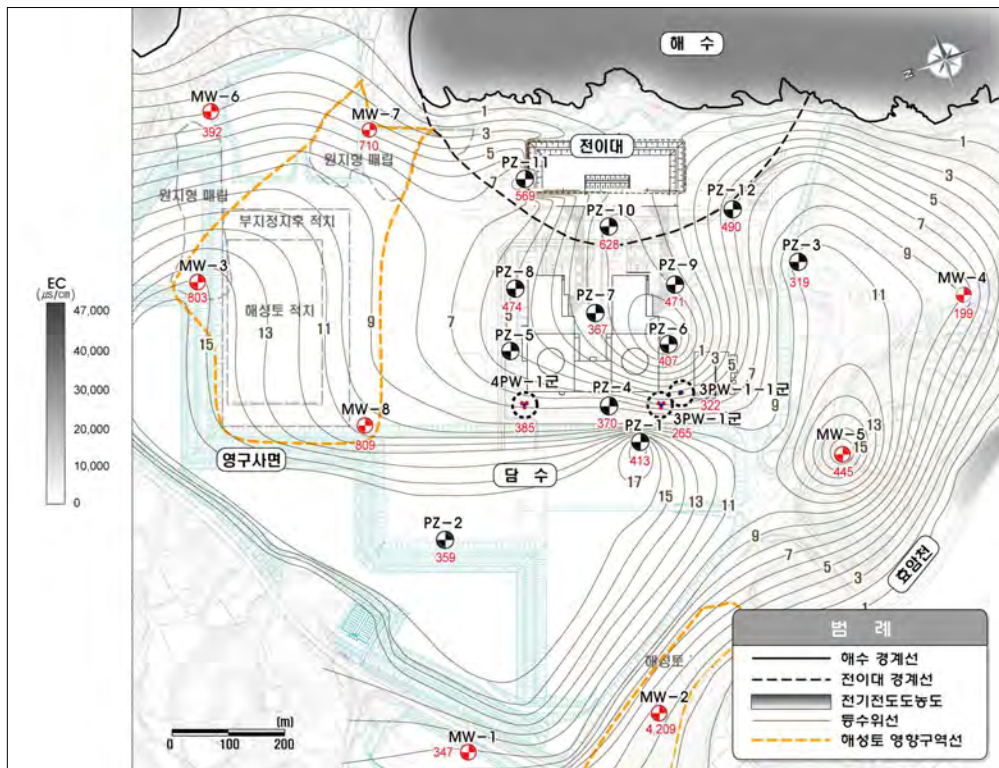


그림 2.5-25 부지 내 최상위 대수층의 염수/전이대/담수 추정분포 경계

그림 2.5-26은 EL.+0.0m에서의 전기전도도 분포를 작성한 결과이다. 최상위 대수층에서의 전기전도도 분포와 큰 차이가 없는 것으로 파악하였으며, 그림 2.5-27 및 그림 2.5-28과 같이 EL.-5m 및 EL.-10m 심도에서는 해안으로부터 신고리 3,4호기 방향으로 조금씩 증가하는 것으로 나타났다.

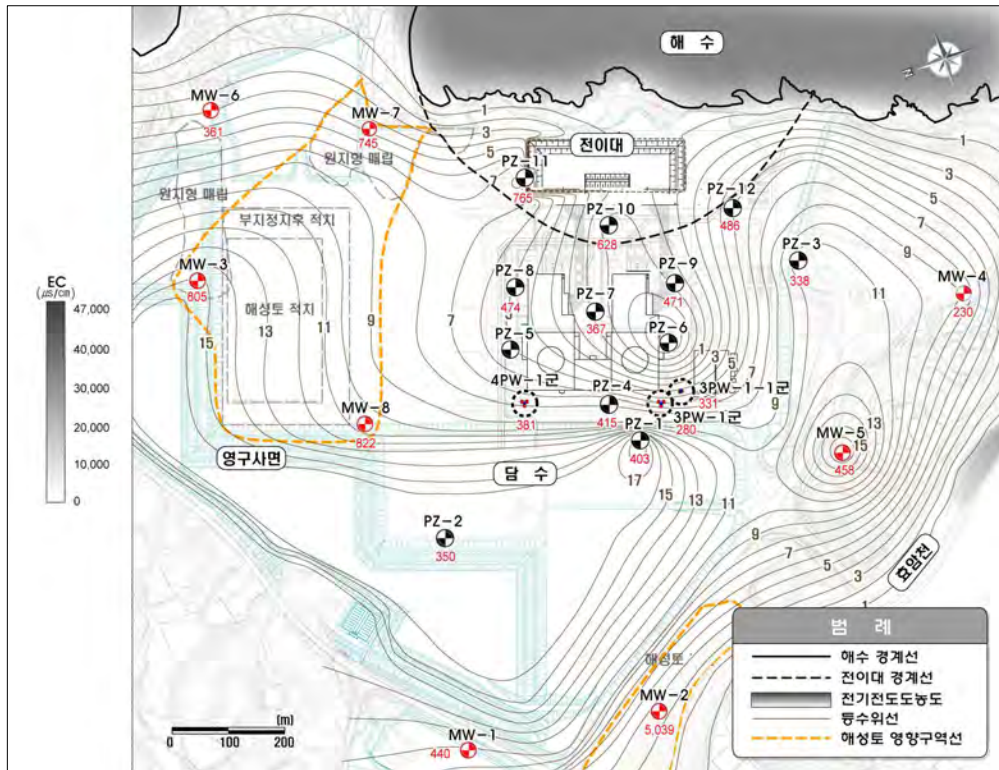


그림 2.5-26 부지 내 EL.+0.0m 평면의 전기전도도 분포

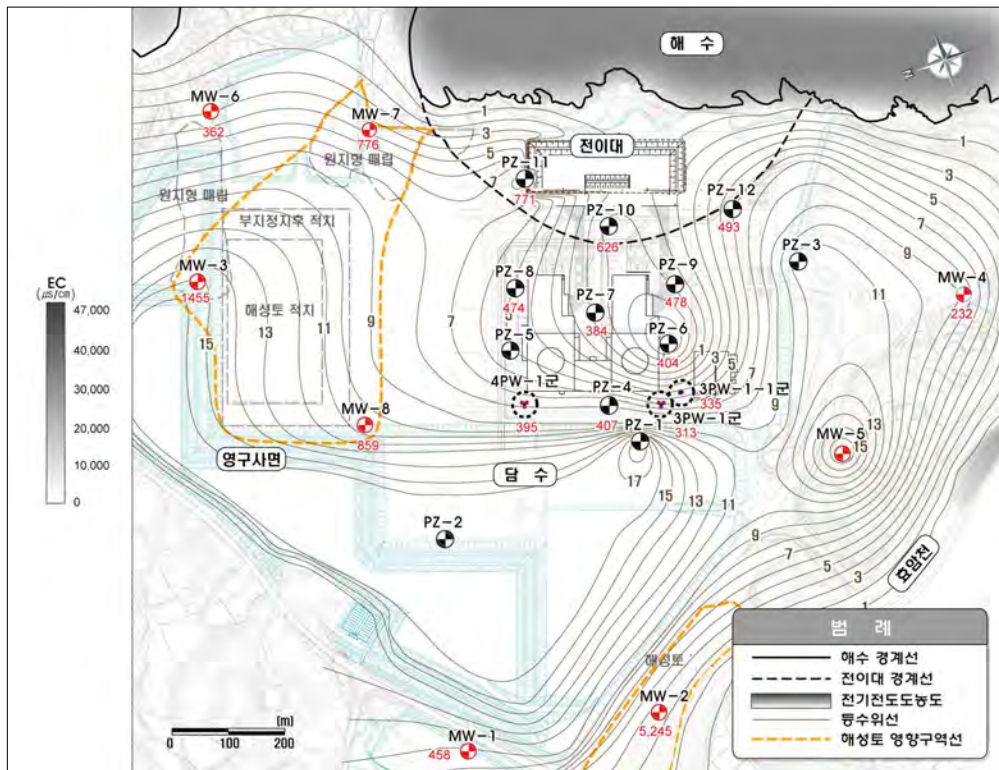


그림 2.5-27 부지 내 EL.-5.0m 평면의 전기전도도 분포

II. 환경 현황

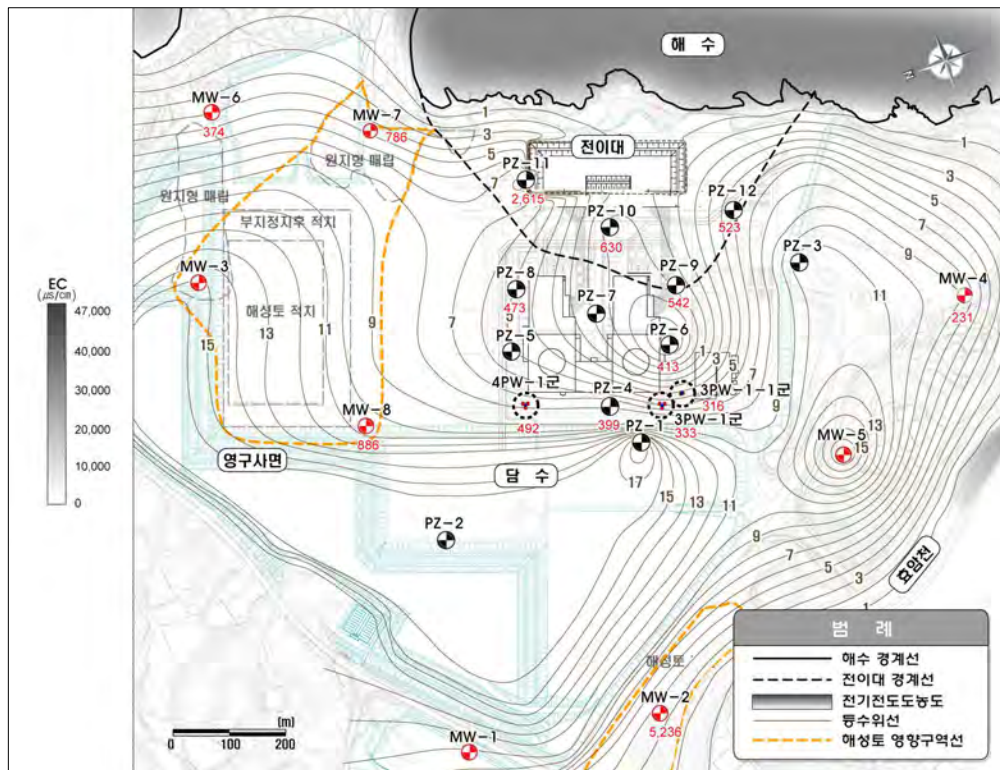


그림 2.5-28 부지 내 EL.-10.0m 평면의 전기전도도 분포

2.5.3 수문 확산

액체방사성물질 누설에 대비한 설계가 신고리 3,4호기 계통설계에 반영되어있어, 방사성물질이 지표수 또는 지하수계를 통해 직접적으로 방류될 가능성은 없다하더라도, 지진, 지진해일 등의 자연재해 발생 시 옥외에 설치된 액체방사성물질 저장탱크가 파손되어 액체방사성물질이 지하로 유출될 경우, 핵종은 부지 내 지하수계로 유입되어 부지 외부에 분포하는 주요 수용체(바다)로 흘러들어 큰 영향을 미칠 수 있다. 옥외에 설치된 방사성탱크로는 원자로보충수탱크(Reactor Makeup Water Tank) 및 화학체적제어계통의 수용탱크(CVCS Holdup Tank)가 있다. 이들 방사성저장탱크의 파괴 등 사고를 가정하여 액체방사성물질이 누출되었을 경우, 누출된 핵종의 거동특성을 규명하고 부지경계 외부(해안)로 배출되는 모든 방사성물질의 배출농도가 원자력안전위원회 고시 제2014-34호의 허용 기준치를 만족하는 지 여부를 파악함으로써 해당 입지가 주위환경에 안정한 지역임을 평가하고자 한다. 이 결과를 이용하여 신고리 3,4호기 원전의 장기 성능평가 및 안정성평가, 환경영향평가에 대한 기본 자료를 제공하게 된다.

핵종을 보유하고 있는 옥외탱크의 가상 파괴 시, 부지 지하수계로 누출된 방사성물질은 액상으로서 주변 지하수계에 침투하여 지하수위 상승을 초래하고 사고 발생 지점과 외부 수용체 간의 동수구배를 커지게 하며, 이로 인해 누출된 핵종의 지하거동은 자연상태보다 빠른 시간에 수용체에 영향을 미치게 된다. 이러한 영향을 정량적으로 해석하여 핵종의 지하거동을 예측하기 위해서는 지하수 수치모델링의 사용이 불가피하다.

신고리 3,4호기의 핵종거동 분석 및 안정성 평가에 사용한 지하수 수치모델은 미국지질조사소(USGS)에서 3차원 유한차분 지하수 흐름을 모의하기 위해 개발한 MODFLOW이다. MODFLOW는 Darcy's 법칙에 근거한 다공성매질 대수층을 대상으로 개발되었으므로, 신고리 3,4호기에 적합하다. MODFLOW를 사용하여 부지내 지하수계를 재현한 후, 입력파일을 입자추적 모듈인 MODPATH와 오염물질의 이송모의를 위해 개발된 MT3DMS에 적용하여 핵종의 지하거동을 예측하였다. 그래픽 입출력 처리기는 캐나다 Waterloo Hydrogeologic사의 Visual MODFLOW PRO ver.2011.1을 사용하였다.

핵종거동 분석 및 안정성 평가를 위해 신고리 3,4호기 및 5,6호기 원전 부지에서 기 수행된 조사의 시추주상도, 지구물리탐사 결과, 지표지질조사 결과(Face Mapping) 등 현장조사 자료와 부지정지 및 구조물 공사를 위한 땅깁기, 기초터파기 및 되메움 등으로 자연상태의 지반이 교란된 현황 등을 수집·분석하여, 핵종의 주 이동경로 및 이동에 영향을 미칠 것으로 파악되는 매립층(SFG), 암맥, 단층 등의 수평적, 수직적 규모를 규명하였

II. 환경 현황

다. 또한, 수압시험 및 현장대수성시험(양수 및 회복시험, 순간충격시험)의 분석자료와 함양률 산정 자료 등을 수집하여, 지하수 수치모델에 입력할 수리특성인자(수리전도도, 저류계수, 공극률, 함양량 등)를 수리적 구조영역으로 세분화하여 산출하였다. 이를 지하수 유동모델링에 합리적으로 적용하여, 신고리 3,4호기 부지의 불규칙하고 복잡한 지하수계의 지하수 흐름특성을 규명하고자 하였다. 또한, 추적자 시험을 통해 획득한 공극률 및 중·횡분산지수와 해수의 유입조건을 고려하여 실내시험을 수행한 결과 산출된 신고리 3, 4호기 지하매질의 핵종별 흡착계수 등을 핵종이동모델링에 적용하여, 핵종의 지하거동을 정량적으로 예측하고자 하였다.

가. 모델 설계(Model Design)

1) 개념모델 설정

모델링을 할 때, 가장 중요한 단계는 모델화하려는 지하수환경 시스템에 대해 정확한 개념모델을 설정하고 수식화하는 것이다. 개념모델(Conceptual model)이란, 자연상태의 지하수환경에서 일어나고 있는 복잡한 현상을 쉽게 해석하기 위하여 지하수 유동계를 합리적으로 단순화하여 표현하는 것을 말한다.

신고리 3,4호기 부지 및 인근에 설치한 31개공(다목적 시험정/관측정 포함)의 조사자료와 3,4호기 부지 및 5,6호기 부지에서 기 조사된 시추조사공의 조사자료(시추주상도 및 코아사진), 부지 일대에서 수행한 지표지질조사자료(Face Mapping), 지구물리탐사 자료 등을 이용하여 부지내 지질 및 지하지질 분포상태, 범위 등을 파악하였다. 또한, 수압시험 및 현장대수성시험 등 수리특성자료와 지질분포상태를 검토하여, 서로 다른 지질이나 지층이라 하더라도 유사한 수리특성을 가지면 단일 수리지질단위로 규정하였다.

부지내 지질은 전반적으로 암질의 상태가 양호한 화강암을 기반암으로 북동방향의 고철질 암맥(Mafic Dyke)과 남동방향 및 남남동 방향의 규장질 암맥(Felsic Dyke), 남동 방향의 소규모 단층(Fault)이 확인되었다. 확인된 암맥은 대부분 기반암에 비해 풍화도가 높고, 국부적으로 파쇄가 진행되어 투수성이 양호하나, 큰 규모의 암맥은 부지 서측 영구사면에 분포하고 있어 암맥 및 단층이 신고리 3,4호기 부지 내에서 지하수 유동에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다. 또한, 3호기에서의 양수시험 중 시험 물량이 매우 부족한 현상과 양수 후 초기 지하수위까지의 회복속도가 매우 느린 것으로 볼 때, 3호기 인근에 분포하는 남남동 방향의 규장질 암맥에 포함되는 국부적인 불투수층이 지하수 유동을 일부 차단하는 역할을 하는 것으로 추정된다.

부지 북측의 부지 경계부(계곡부) 및 동측 해안에서 투수성이 양호한 국부적인 매립 및 퇴적층을 확인하였으나, 이는 3,4호기 부지와는 거리가 다소 멀어 3,4호기 지하수위 형성 및 지하수 유동에 미치는 영향이 미미할 것으로 파악된다. 따라서, 신고리 3,4호기의 지하수 주된 흐름은 발전소 부지의 콘크리트 구조물과 취·배수관 시공을 위해 터파기한 후 되메움 된 상부 다공성 매질의 분포에 의해서 주로 지배될 것으로 판단된다. 현장 지질조사 및 수리특성조사 자료를 충분히 반영하여 파악한 본 부지 전반의 공간적인 수리지질구조영역을 그림 2.5-29에 도시하였다.

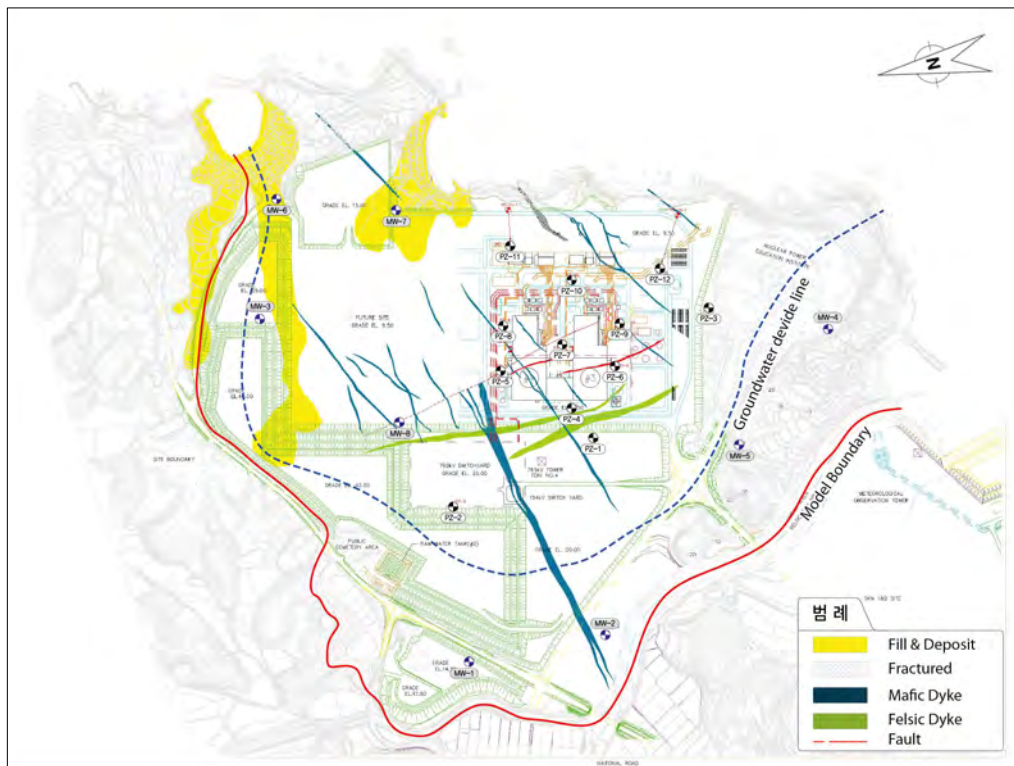


그림 2.5-29 신고리 3,4호기 부지의 수리지질구조영역

신고리 3,4호기 부지의 최상부에는 모래 및 자갈, 전석 등으로 구성되어 있는 투수성이 양호한 매립층이 분포하고 있으며, 그 하부에 기반암인 화강암의 연암, 경암이 분포하고 있다. 매립층과 기반암의 사이에 투수성이 비교적 양호한 화강암의 풍화대가 국부적으로 불규칙하게 분포하고 있다. 본 부지가 주로 땅깁기 시공으로 정지된 지형이라 매립층은 해안에 가까이 갈수록 나타나기 시작하며, 구조물 기초 굴착 구간은 구조물에 따라 굴착심도가 상이하므로 매립층 분포가 불규칙한 양상을 보인다. 이 매립층은 신고리 3,4호기 부지의 주 대수대를 형성하고 있다.

신고리 3,4호기 부지의 주요 구조물은 대부분 콘크리트로 건축되어있어 불투수경계로

11. 환경 현황

작용하기 때문에, 구조물 주변의 지하수 흐름은 구조물을 우회하거나 건물기초 바닥면까지 수직으로 이동 후 기반암내의 투수성이 양호한 풍화대와 연암 및 매립층을 통해 해안으로 배출되는 현상이 일어난다. 구조물 주변의 지하수 흐름을 지하수 수치모델링에서 합리적으로 모사하기 위해 구조물과 취·배수관의 기초 바닥고를 모델에서 4개의 층으로 세분화하였으며, 그 하부로 연암과 경암을 3개의 층으로 구성하였다. 기존 조사자료의 지층현황과 구조물 기초 굴착구간을 고려하여 작성한 신고리 3,4호기의 수리지질학적 개념모델의 수직적인 모식도는 그림 2.5-30과 같다.



그림 2.5-30 수리지질학적 개념모델의 수직적인 모식도

2) 모델영역 및 격자망

신고리 3,4호기 부지의 수치지형도(1:1,000)를 활용하여, 지하수 수치모델링의 모델영역을 설정하였다. 부지의 북측과 북서측은 부지경계인 도로를 기준으로 경계를 설정하였고, 남서측은 하천경계로 작용할 수 있는 (신)효암천을 따라 경계로 설정하였다. 또한, 동측은 해안과 접하고 있는 부지 특성을 고려하여 해수의 경계를 모델의 동측 경계로 설정하였다.

신고리 3,4호기는 3,4호기 부지와 접하여 바로 5,6호기 부지가 위치해 있고, 지하수 무흐름 경계가 5,6호기 부지를 포함하고 있어 자연상태의 연속적인 지하수 흐름을 모사하기 위해 신고리 3,4호기 및 5,6호기를 포함하는 부지 전체에 대한 모델링이 요구된다. 실제로 신고리 3,4,5,6호기 부지 내에서 2012년 8월에 측정된 지하수위를 이용하여 그림 2.5-31와 같이 등수위선도를 작도한 결과, 5,6호기 부지의 북측과 북서측 영구사면에서

시작된 지하수 흐름은 5,6호기 부지를 거쳐 영구배수시설로 인해 지하수위가 주변보다 하강한 3호기 쪽으로 유도되고 있음을 알 수 있다. 따라서, 본 모델링에서는 3,4호기에서의 굴착 시공, 영구배수시설 등으로 교란된 지하수계가 5,6호기 부지까지 영향을 미치고 있는 것으로 판단하여, 3,4,5,6호기 부지 내 지하수 분수령을 모두 포함하는 영역을 모델 영역으로 설정하였다.

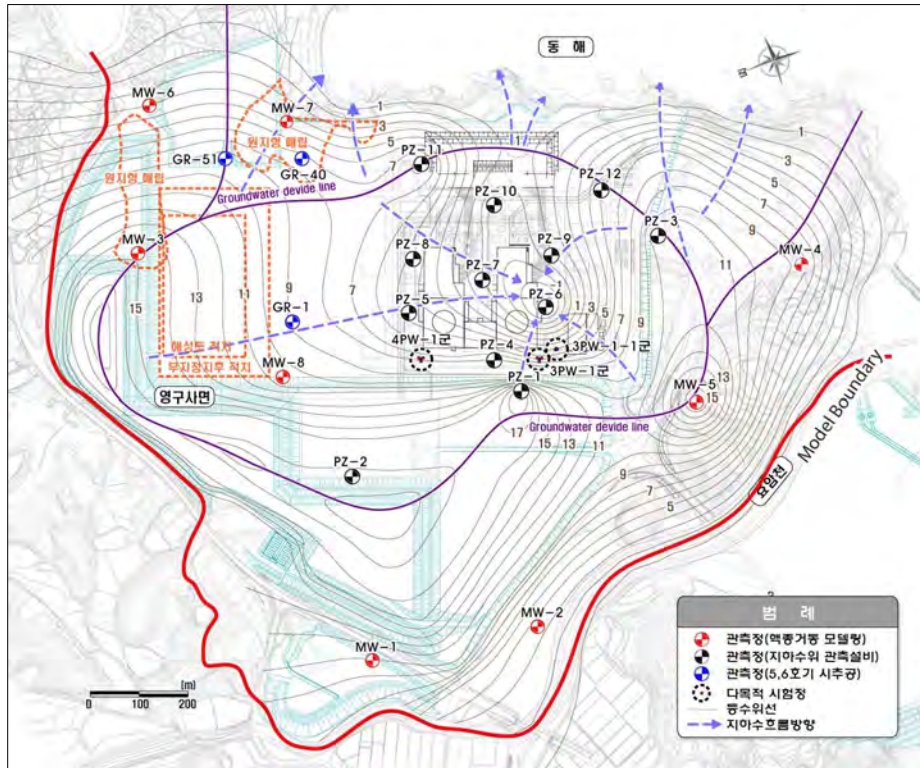


그림 2.5-31 신고리 3,4호기 및 5,6호기 주변 등수위선도(풍수기)

신고리 3,4호 및 5,6호기 부지가 포함된 모델의 면적은 총 3.24km²이고, 이 중 무흐름 경계 및 수리적 경계를 기준으로 설정한 활성셀(Active cell)의 면적은 1.94km²이다. 모델의 격자망은 235행×277열×7층으로, 총 455,665개의 블록으로 구성하였다. 본 수치모델링의 주 관심대상인 신고리 3,4호기 발전소 부지는 누출된 핵종의 지하거동 특성을 정밀하게 모사하기 위하여 5m×5m의 세격자망(fine grid)으로 생성하였으며, 그 외 지역은 10m의 조격자로 설정하여 모델의 효율성을 제고하였다. 모델 대상지역의 영역과 격자망은 그림 2.5-32에 도시하였다.

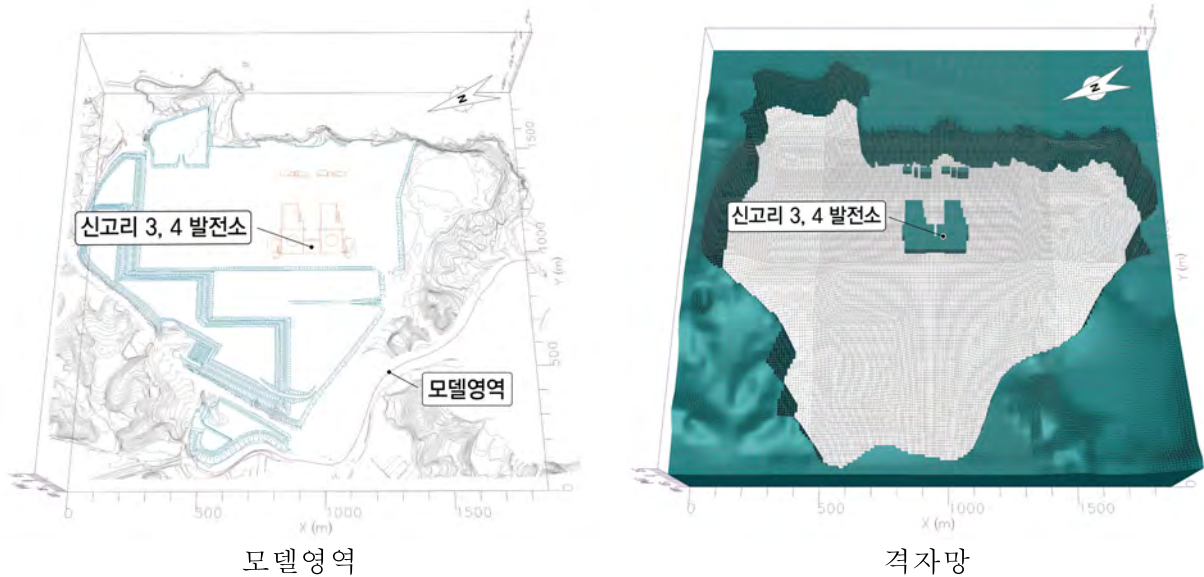


그림 2.5-32 모델영역 및 격자망 설정

나. 경계조건 및 모델 입력변수 산정

1) 경계조건 설정

경계조건(Boundary condition)은 모사하려는 영역의 수리적인 경계를 이용하여 도출해 내며, 경계면들에 수두(head)와 전도계수(conductance) 등의 종속변수 값을 입력하는 형태로서 지하수계를 합리적으로 모사하는데 있어 필요한 추가 정보를 제공한다.

모사 대상지역인 신고리 3,4 및 5,6호기 부지의 북측과 북서측은 부지경계(도로)를 따라 무흐름경계(no flow boundary)로 설정하였다. 일반적으로 수리적 분수령을 이루는 능선을 따라 경계를 설정하지만, 본 부지의 경우에는 수리적 분수령이 부지경계 내부에 존재하므로 경계조건을 부지경계까지 확대하여 적용하였다. 부지의 서측에서 남서측까지 이어지는 (신)효암천은 지하수/지표수의 상호 작용에 대한 모의가 가능한 하천경계(River package)로 입력하였다. 동쪽의 해안은 대수층과 항시 수리적으로 연결되어있으며, 평균 해수면이 EL.+0m로 항시 일정하게 유지되므로 제1형 경계조건인 고정수두경계(Constant head boundary)로 처리하였다. 신고리 3,4호기의 발전소 구조물 등은 대부분 콘크리트로 건설되어 있어 지하수의 흐름이 발생하지 않으므로, 무흐름 경계로 설정하였으며, 현재 3호기 구조물 주변에서 가동되고 있는 영구배수시설은 제3형 경계조건인 배수경계(Drain package)를 사용하여 대수층에서의 인위적인 지하수 배출로 인한 수두 손실을 고려해주었다. 모사 대상지역의 경계조건은 그림 2.5-33와 같다.

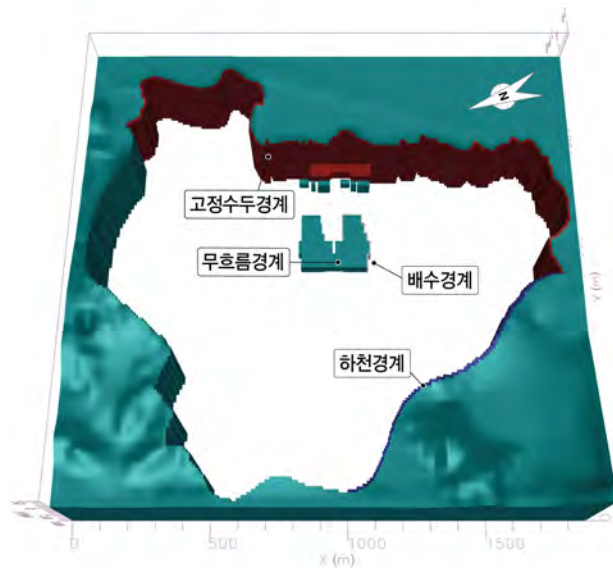


그림 2.5-33 경계조건 설정

2) 수리특성값 입력

신고리 3,4호기 및 5,6호기 발전소 부지는 지질 및 수리특성조사결과를 토대로 매립층, 풍화대, 연암, 경암으로 구분하였으며, 부지 북측 경계부(계곡부) 및 동측 해안에는 국부적으로 퇴적층의 범위를 적용하였다. 퇴적층은 발전소 부지의 매립층과 매질의 특성이 유사한 것으로 판단되어, 동일한 수리특성 값을 가지는 지층으로 정리하였다. 부지를 둘러싸고 있는 영구사면과 낮은 구릉성 산지는 발전소 부지에 비해 투수성이 다소 불량할 것으로 판단되는 경암으로 적용하였다. 기존 수압시험 결과 북동 방향의 Mafic Dyke와 남북 및 남남동 방향의 Felsic Dyke는 수리전도도에 차이가 있는 것을 확인하였으므로, 서로 상이한 수리특성을 갖는 암맥-1과 암맥-2로 나누어 구분하였다. 지하수 수치모델의 수리특성 입력을 위한 지층구분은 그림 2.5-34에 도시하였다.

각 지층의 수리전도도는 현장시험 결과를 분석하여 초기 입력값으로 적용하였다. 본 모델에서 지하수 흐름의 주요 통로로 작용할 매립층은 순간충격시험 결과를 활용하여 수리특성 값을 적용하였다. 매립층 하부 및 부지에 노출되어 분포하고 있는 풍화대는 기존 PSAR 조사 시 수압시험 결과를 활용하였으며, 연암과 경암은 기존 및 금회 수압시험, 금회 순간충격시험 및 양수시험 결과를 활용하여 적용하였다. 비저류계수와 비산출율, 공극률 등은 대수성시험 및 추적자시험 결과를 활용하거나, 기존 동일용역 수행 결과 중 유사한 매질의 값을 참고하였다.

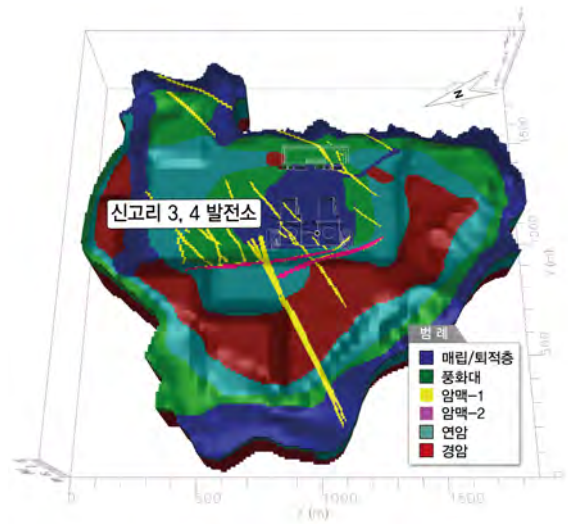


그림 2.5-34 부지 수리특성 조건

신고리 3,4호기 부지 내 기설치된 지하수위 관측시설에서 관측된 지하수위 자료를 이용하여 지하수 함양율을 산정하였으며, 이를 고리 기상탑의 최근 10년간 평균 강수량을 곱하여 모델에 입력할 초기 함양량을 산정하였다. 현장시험 및 실내분석 등을 통해 획득한 모델의 초기 입력변수들은 표 2.5-37에 정리하였다.

표 2.5-37 지층별 모델 초기 입력변수 산정

구 분	수리전도도(K, cm/s)		비저류계수 (Ss)	비산출율 (Sy)	유효공극율	함양량 (mm/year)
	범 위	적 용				
매립	$1.37 \times 10^{-4} \sim 4.20 \times 10^{-2}$	1.71×10^{-3}	5.00×10^{-3}	4.00×10^{-2}	1.15×10^{-1}	242
풍화대	$6.14 \times 10^{-6} \sim 6.85 \times 10^{-4}$	8.70×10^{-5}	1.00×10^{-3}	1.00×10^{-2}	5.20×10^{-2}	242
암맥-1	$2.33 \times 10^{-9} \sim 3.84 \times 10^{-4}$	1.50×10^{-6}	2.00×10^{-3}	2.00×10^{-2}	4.00×10^{-2}	242
암맥-2	$4.05 \times 10^{-5} \sim 1.47 \times 10^{-4}$	8.26×10^{-5}	2.00×10^{-3}	2.00×10^{-2}	4.00×10^{-2}	242
연암	$7.38 \times 10^{-10} \sim 2.86 \times 10^{-4}$	1.51×10^{-5}	5.00×10^{-4}	5.00×10^{-3}	2.00×10^{-2}	242
경암	$1.25 \times 10^{-9} \sim 2.12 \times 10^{-4}$	2.48×10^{-6}	1.84×10^{-5}	1.84×10^{-4}	4.00×10^{-3}	242

다. 모델 보정 및 최적 수리지질인자 결정

1) 설계지하수위 검토

설계 수위는 일반적으로 최근 20년 동안 관측된 지하수위의 중앙값을 사용해야하지만, 신고리 3,4호기의 경우 부지 정지 및 시공 등의 사유로 2011년 7월 14일부터 관측을 시작하여 최근 1년간의 자료만을 보유하고 있으므로, 신고리 3,4호기 부지내 분포하는 지하수위 관측공에서 1년간 관측한 지하수위 자료를 이용하여 모델에 입력할 설계 지하수위를

산정하였다.

신고리 3,4호기 옥외 방사성물질 저장탱크에서 가상사고가 발생할 경우, 지하수계에 누출된 핵종은 지하수위가 높을수록 누출지점과 수용체간의 동수구배가 커져 해안에 도달하는 시간이 짧아질 것이므로, 신고리 3,4호기 부지에서 관측된 지하수위 자료 중 지하수위가 가장 높은 시기인 풍수기의 지하수위 자료를 지하수 수치모델링에 이용하는 것이 보수적인 관점에서 볼 때 합리적일 것으로 판단된다. 따라서, 2011년 7월부터 관측된 지하수위 자료 중 시공에 의한 영향이 최대한 배제되면서 지하수위가 가장 높은 2012년 8월에 관측된 지하수위를 설계 지하수위로 선정하였다.

2) 정류상태의 지하수위 보정

신고리 3,4호기 부지 지하수계의 현재상태를 재현하기 위해 부지 내에서 관측한 지하수위(observed head)와 모델에서 계산된 지하수위(calculated head)를 비교·분석하여, 비교지점의 실제 관측수위와 계산수위가 합리적으로 일치할 때까지 반복적으로 수리전도도, 함양량 등의 입력변수들을 증감시키면서 정류보정을 수행하였다. 현장시험으로 획득한 모델링의 초기 입력값들은 국지적인 지하지질 수리특성 값에 대한 불확실성과 해석상의 제한성 등을 감안하여 모델링 과정에서 부지 상황에 맞게 보정하여 표 2.5-38과 같이 최종적으로 모델에 적용하였다.

표 2.5-38 모델에 입력한 최종 입력변수

구 분	수리전도도 (K, cm/s)	비저류계수 (Ss)	비산출율 (Sy)	유효공극율	함양량 (mm/year)
매립/퇴적층	5.21×10^{-3}	5.00×10^{-3}	4.00×10^{-2}	1.15×10^{-1}	15~20
풍화대	7.56×10^{-4}	1.00×10^{-3}	1.00×10^{-2}	5.20×10^{-2}	35
암맥-1	3.00×10^{-5}	2.00×10^{-3}	2.00×10^{-2}	4.00×10^{-2}	35
암맥-2	9.50×10^{-5}	2.00×10^{-3}	2.00×10^{-2}	4.00×10^{-2}	35
연암	2.51×10^{-5}	5.00×10^{-4}	5.00×10^{-3}	2.00×10^{-2}	121
경암	4.32×10^{-6}	1.84×10^{-5}	1.84×10^{-4}	4.00×10^{-3}	220

모델 보정결과, SEE(표준추정오차)는 0.412m, RMS(평균평방근) 2.14 m, Normalized RMS 8.99%, 상관계수는 0.93으로서 모델의 보정을 통해 신고리 3,4호기 부지의 지하수계를 합리적으로 재현한 것으로 판단된다. 관측정 중 4PM-1은 시공에 의한 영향을 많이 받아 주변 관측정의 수위와 상이하여 보정 대상에서 제외하였다. 관측수위와 모델에서 계

II. 환경 현황

산된 수위의 비교 결과는 표 2.5-39에 정리하였으며, 관측수위와 계산된 수위를 가시적으로 비교·분석하기 위해 작성한 산점도는 그림 2.5-35에 도시하였다.

표 2.5-39 정류상태의 관측수위와 계산수위의 비교(단위 : EL.+m)

공 번	관측수위	계산수위	공 번	관측수위	계산수위	공 번	관측수위	계산수위
3PM1-1	6.80	4.39	MW-3	14.99	15.91	PZ-5	4.56	7.17
3PM2-1	6.72	5.72	MW-4	8.73	8.38	PZ-6	-4.18	-0.01
3PM3-1	6.78	4.05	MW-5	17.67	20.39	PZ-7	0.04	0.76
4PM-2	7.75	8.00	MW-6	3.98	3.06	PZ-8	4.68	2.12
4PM-3	8.41	8.81	MW-7	4.59	2.35	PZ-9	0.94	0.30
GR-1	8.81	10.02	MW-8	10.46	13.75	PZ-10	-1.18	0.67
GR-40	7.44	6.11	PZ-1	19.64	16.34	PZ-11	8.65	4.32
GR-51	9.57	8.98	PZ-2	17.73	20.86	PZ-12	6.03	3.37
MW-1	9.94	9.31	PZ-3	12.12	12.63			
MW-2	3.52	4.89	PZ-4	8.33	7.13			

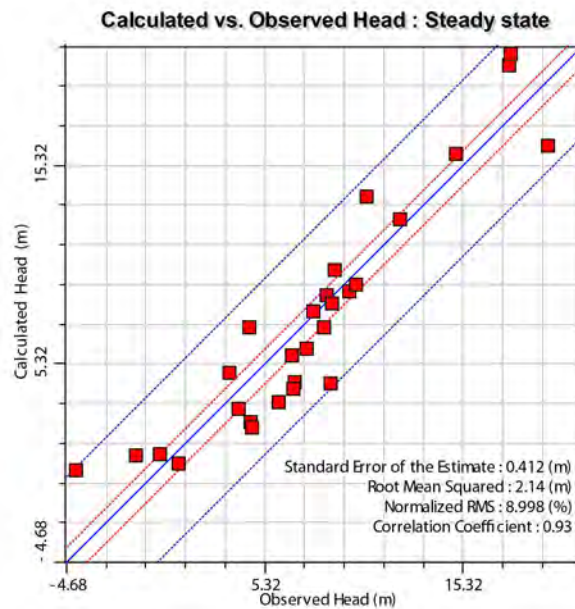


그림 2.5-35 관측수위와 계산수위의 보정결과에 따른 산점도

부지의 최상부에 분포하는 매립층은 지하수 및 핵종의 주 이동경로가 될 것이므로, 수리특성 값을 합리적으로 적용하는 것이 중요하다. 매립층의 수리전도도를 현장조사를 통해 획득한 값들의 기하평균한 값인 $1.71 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 를 입력한 경우와 Parameter estimation을 통해 결정된 $5.21 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 를 적용한 경우의 모델 수행 결과를 표 2.5-40과 같이 비교하여 정리하였다.

표 2.5-40 매립층 수리전도도에 따른 보정결과(PZ-5,6,7,8,10)

보정결과	전체 관측정(28개소)		매립층 내 관측정(5개소)	
	$1.71 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$	$5.21 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$	$1.71 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$	$5.21 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$
SEE(m)	0.51	0.41	0.97	0.82
RMS(m)	3.50	2.14	3.51	2.63
Normalized RMS(%)	15.45	8.99	45.40	29.71

현장시험으로 획득한 값의 기하평균 한 결과($1.71 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$)를 적용하면, 모델 수행 후 SEE 및 RMS, Normalized RMS 등 모든 지표에서 값이 상승하는 것으로 나타난다. 이는, 현재 지하수계의 지하수위와 상이하다는 것을 의미하므로, 매립층의 수리전도도 값 조정이 불가피하였다. 매립층에 분포하고 있는 관측정 5개소(PZ-5, 6, 7, 8, 10)만을 대상으로 모델 수행한 결과, 표 2.5-41과 같이 Parameter estimation으로 결정된 수리전도도를 적용한 경우 관측수위와 계산수위의 차이가 눈에 띄게 감소하였다. 또한, 풍수기 지하수위를 이용하여 작성한 등수위선과 모델에서 예측한 등수위선도를 비교한 결과, 매립층의 수리전도도가 $5.21 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 일 때 가장 유사하게 나타나는 것을 확인하였다.

표 2.5-41 매립층 수리전도도에 따른 관측수위와 계산수위의 비교(단위 : EL.+m)

관측정	관측수위	초기 입력값($1.71 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$)		모델 적용값($5.21 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$)	
		계산수위	수위차	계산수위	수위차
PZ-5	4.56	9.75	3.64	7.17	2.61
PZ-6	-4.18	-0.09	4.09	-0.01	4.17
PZ-7	0.04	1.64	1.60	0.76	0.72
PZ-8	4.68	4.65	-0.03	2.12	2.56
PZ-10	-1.18	1.56	2.74	0.67	1.85

3) 민감도 분석

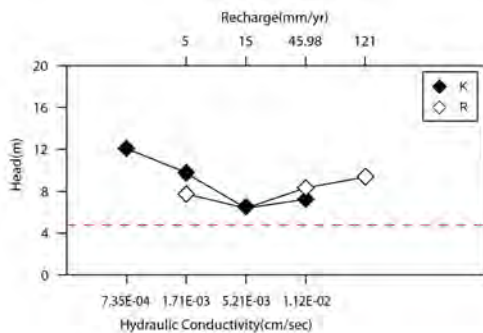
보정된 모델이라도 모델영역 내에서 정확한 수리특성인자의 시·공간적인 분포를 규명할 수 없기 때문에 이러한 불확실성에 영향을 받는다. 모델입력치의 불확실성과 변화 때문에 야기되는 영향을 모델의 보정 정도나 그 결과에 의거 정량적으로 평가하는 것을 민감도 분석(sensitivity analysis)이라고 한다. 민감도 분석을 수행하여 모델 보정을 통해 결정한 최종 수리특성 값들이 합리적인지를 알아보기 위해 입력치를 조금씩 증감하여 입력시켰을 때 보정된 모델 결과치에 미치는 영향을 검토하였다. 일반적으로, 수리전도도(Hydraulic

11. 환경 현황

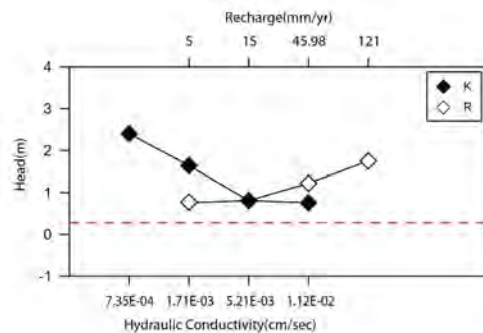
conductivity, K)와 함양량(Recharge, R)이 모델에 미치는 영향 즉, 정류모델 결과에 가장 민감한 것으로 알려져 있다. 1개 지역에서 결정한 각종 변수들은 항상 불확실성을 내포하고 있기 때문에 초기에 입력한 값들은 다른 종류의 경계조건이나 변화요인에 따라 그 지역을 정확히 재현하지 못할 수도 있다. 따라서, 본 분석에서는 모델의 지층별 입력변수들 중 수평·수직적인 범위에 비해 수리특성시험 수량이 적고, 본 모델 결과에 가장 큰 영향을 미칠 것으로 판단되는 매립층의 수리전도도와 함양량을 이용해 민감도 분석을 수행하였다. 모델보정을 통해 결정한 수리전도도 값(5.21×10^{-3} cm/sec)과 함양량(15mm/year)을 기준으로 표 2.5-42과 같이 입력 변수들을 증감시키면서 총 9회의 정류모사를 수행하였다. 각 변수에 따른 민감도를 정량적으로 해석하기 위하여 모델에 적용된 값을 기준으로 상대적인 값의 변화를 계산하여 그림 2.5-36에 도시하였다.

표 2.5-42 민감도 분석에 활용한 수리특성인자

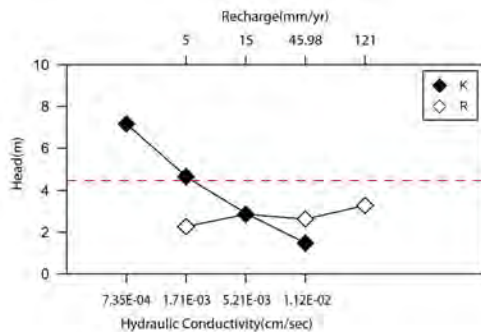
모 델	수리전도도(K, cm/sec)	함양량(R, mm/year)
K	7.35E-04, 1.71E-03, 5.21E-03, 1.12E-02	15
R	5.21×10^{-3}	5, 15, 45.98, 121



PZ-5



PZ-7



PZ-8

그림 2.5-36 각 지하수 관측시설에서의 민감도 분석 결과(계속)

민감도 분석 수행 결과, 전반적으로 수리전도도(K)의 변화가 함양량에 비해 모델에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 매립층의 수리전도도가 1.71×10^{-3} cm/sec일 때, PZ-8의 관측된 수위와 일치하는 것으로 나타났으나, 수리전도도를 5.21×10^{-3} cm/sec로 적용했을 경우 전반적으로 관측수위와 유사하거나 근접한 것으로 분석되었다. 함양량은 매립층의 값을 15mm/year로 적용했을 때 각 공별 편차가 감소하였다. 따라서, 매립층의 수리전도도는 5.21×10^{-3} cm/sec, 함양량은 15mm/year일 때, 전반적으로 매립층에 위치한 관측시설의 측정 수위와 유사한 것으로 분석되었다.

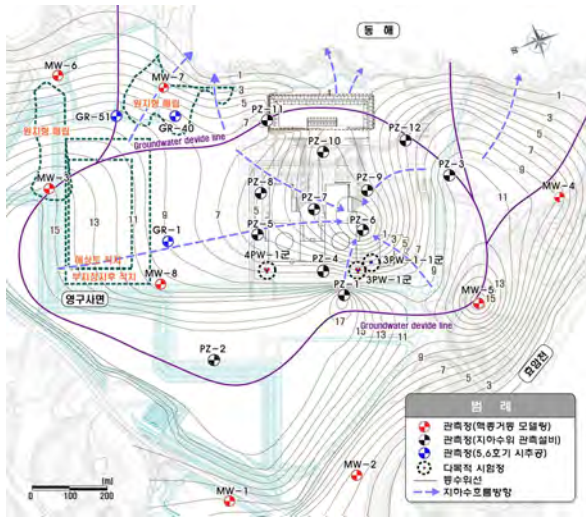
4) 정류상태의 지하수위 분포

정류보정을 통해 신고리 3,4호기 부지 및 주변 지하수계를 합리적으로 재현한 결과, 전반적인 지하수위는 EL.(-)1.0~(+)32.6m의 범위로 분포하며, 지하수의 흐름은 영구사면 뒤쪽 능선에서부터 수두경사에 따라 발전소 부지 쪽으로 유입되고, 이후 부지 내 지형구배 및 매립층을 따라 바다로 유출되는 형태를 보인다.

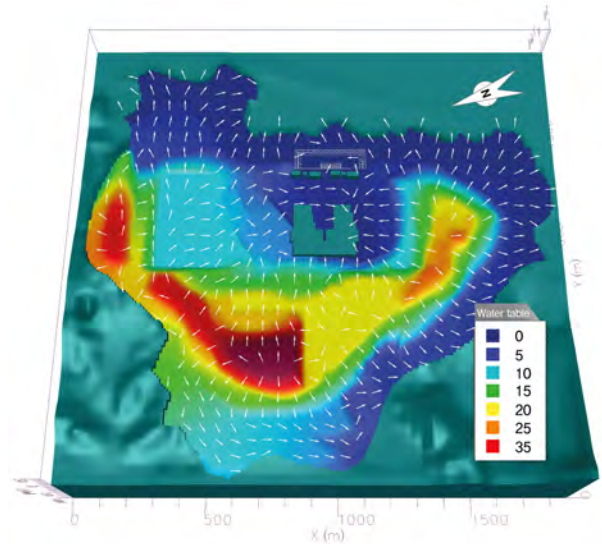
유선망 분석 시 작도한 풍수기 등수위선도인 그림 2.5-37(a)를 보면 3호기 측의 영구배수시설(Dewatering system) 가동으로 인해 부지 내 지하수가 영구배수시설 쪽으로 유도되어 해당 지점들의 지하수위가 주변보다 낮아지는 양상을 보인다. 신고리 3,4호기의 이러한 현장상황을 모델에 반영하여 2.5-37(b)와 같이 모델을 수행한 결과, 관측한 지하수위를 이용하여 작도한 풍수기 등수위선도와 매우 유사한 양상을 나타내는 것으로 나타났다. 이와 같이, 수치모델링의 정류 모사 시에는 영구배수시설을 고려하였으나, 옥외탱크의 가상사고 발생 시에는 영구배수시설의 기능이 상실될 것이므로 핵종이동모델링에서는 영구배수시설의 가동을 중지시키면서 모델을 진행하였다.

설계된 모델을 이용하여 인위적인 영향이 가해지지 않은 정류상태의 지하수위 분포 및 지하수 흐름방향을 모사한 결과는 2.5-38(b)에 도시하였다.

11. 환경 현황



(a) 풍수기 등수위선도



(b) 정류보정 결과

2.5-37 정류상태에서의 부지내 지하수위 분포 및 지하수 흐름 방향

라. 가상사고 시 지하수계내 핵종거동평가

1) 가상파괴 시 지하수위 변화 분석

변수연산 과정과 정류 보정단계를 통해 결정한 입력변수들을 최종적으로 입력하여 예측한 모델(prediction model)을 통해 신고리 3,4호기 핵종보유 옥외탱크의 가상사고 시 액상방사성물질이 지하수계로 누출될 경우를 고려하여 액상방사성물질 누출지점 주변의 경시별 지하수위 분포 변화를 예측하였다.

만약, 방사성저장탱크 중 화학체적제어계통의 수용탱크(CVCS Holdup Tank, 이하 Holdup Tank)와 원자로보충수탱크(Reactor Makeup Water Tank, 이하 RMW Tank)가 파손될 경우, 탱크에 저장되어 있던 액상방사성물질은 방사성물질의 누설수를 수집하기 위해 설치된 방벽에 집수될 것이나, 많은 양이 누설될 경우 방벽에 집수되지 못하고 넘쳐 흘러 주변 지하수계로 유입될 것으로 판단된다. 빠른 시간 내에 많은 양의 액상방사성물질이 지하수계로 유입되면, Holdup Tank와 RMW Tank 주변의 지하수위는 급격히 상승하게 될 것이며, 유입된 액상방사성물질은 수두구배 및 수리지질특성에 지배되는 지하수 흐름에 따라 이동한 후 배출지점으로 배출될 것이다.

방사성저장탱크 중 Holdup Tank의 설계용량은 1,079m³이고, RMW Tank의 설계용량은 1,117m³이며, 가상사고 시나리오는 각 호기별 Holdup Tank와 RMW Tank 중 설계용량이 큰 RMW Tank가 파손되는 경우로 가정하였다. 파손 시 지하수계로 누출되는 액상

방사성물질의 초기 누설기준(수용탱크의 설계용량 대비)은 미국 “NUREG-0800 BRANCH TECHNICAL POSITION 11-6”의 기준에 의거하여 약 80%로 적용하였다.

그림 2.5-38는 가상사고에 의해 신고리 3,4호기의 Holdup Tank와 RMW Tank가 파손될 경우를 가정하여 핵종이동분석모델에 적용한 액상방사성물질의 지하수계내 침투지역을 도시한 것이다. 액상방사성물질의 침투지역은 가로 38m×세로 58m로 면적은 약 2,204m²이다. 이 지역에 누출된 액상방사성물질의 높이는 약 0.507m이며, 이 중 지하수계로 유입되는 높이는 약 0.406m이다. 액상방사성물질의 높이와 지하수계로 유입되는 방사성물질의 높이는 해석학적인 방법으로 산정하였으며, RMW Tank 설계용량과 침투지역의 면적, 액상방사성물질의 지하수계 침투량을 고려하여 산정하였다. 액상방사성물질의 지하수계에 침투되는 시간은 부지 조건(부지의 수직방향 투수성에 지배되는 침투율)에 의해 좌우된다.

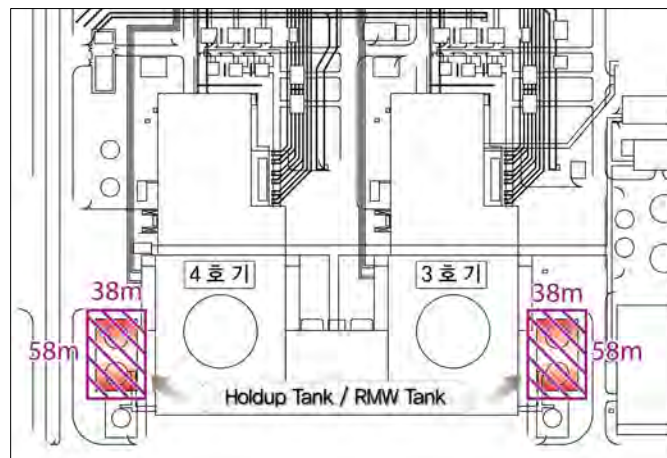


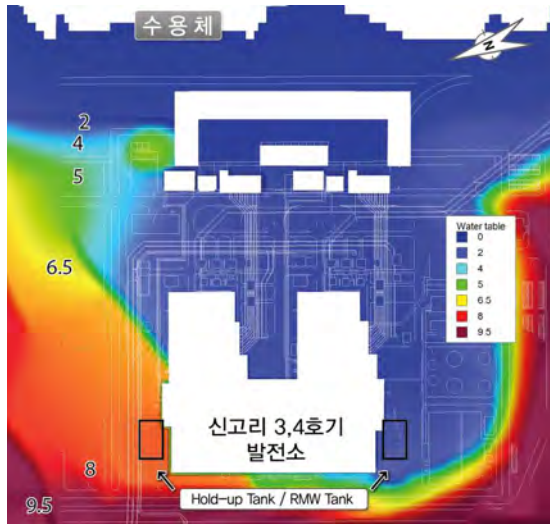
그림 2.5-38 Holdup Tank와 RMW Tank

모델 수행 결과, RMW Tank 설계용량의 80%인 약 891.0m³의 액상방사성물질이 지하수계로 침투하는 데 걸리는 시간은 약 60일이 소요되는 것으로 예측되었다. 이 때, 3,4호기 누출지역 주변의 지하수위는 부지고(EL.+9.5m)까지 도달하지 않는 것으로 나타났다.

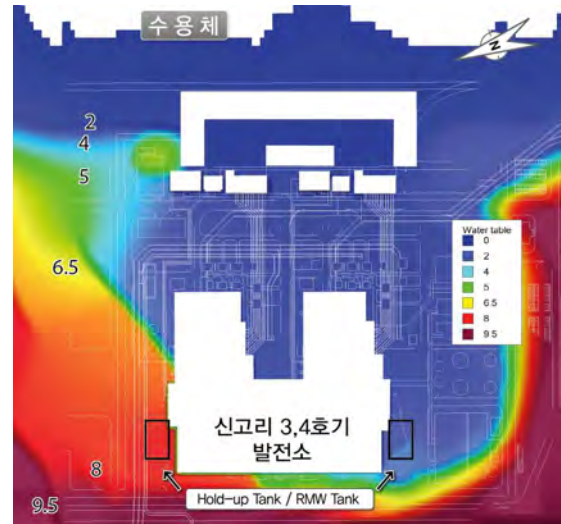
그림 2.5-39은 액상방사성물질이 누출되어 지하수계로 침투한 지 10일이 경과하였을 때부터 90일 경과 후 까지 부지내 지하수위 분포를 도시한 것이다. 액상방사성물질이 누출지역 하부 지하수계로 침투하면 주변 지하수위는 점차 상승하여, 약 60일이 경과하면 액상방사성물질이 누출된 지역의 지하수위가 가장 높아진다. RMW Tank 설계용량의 80% 누출된 양이 모두 지하수계로 침투되면, 지하수가 방사상으로 배출되면서 상승된 지하수위가 점점 하강하게 되며, 사고 발생 후 80일이 경과하면 준정류 상태에 도달하는 것

II. 환경 현황

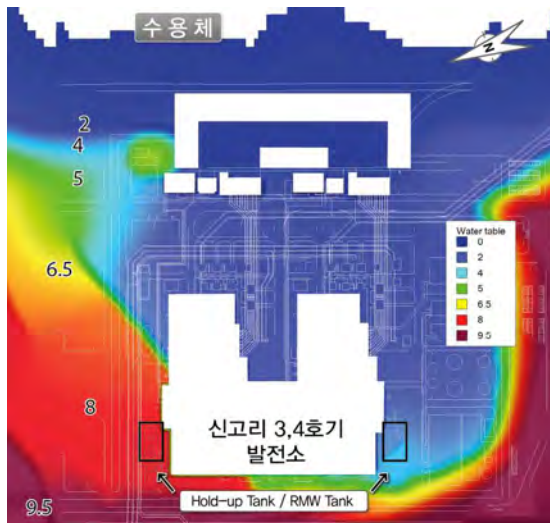
을 볼 수 있다.



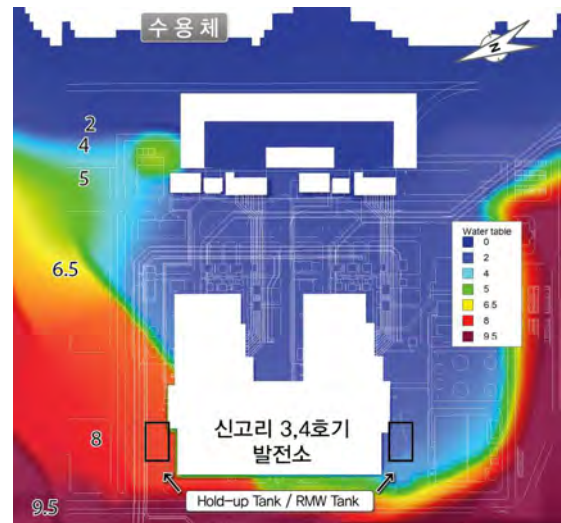
(a) 10일 후



(b) 30일 후



(c) 60일 후



(d) 90일 후

그림 2.5-39 가상사고 발생 후 신고리 3,4호기 부지의 예상 지하수위 분포

그림 2.5-40은 액상방사성물질이 누출된 지역 중앙부의 지하수위 변화를 경시별로 도시한 것이다. 누출 지역 중앙부의 지하수위는 사고가 발생하여 액상방사성물질이 누출된 이후 60일이 경과하면서 가장 높게 형성되며, 이 때 지하수위는 3호기의 경우 EL.+2.66m, 4호기는 EL.+8.36m로 예측되어, 누출된 지역의 평균 지하수위는 부지 정지고(EL.+9.5m)를 넘지 않는 것으로 나타났다. 3호기는 초기수위에 비해 2.43m가 상승하였으며, 4호기의 경우에는 1.17m가 상승한 것으로 분석되었다. 액상방사성물질 누출지점 중앙부에서 관측

한 경시별 지하수위 변화 예측결과는 표 2.5-43에 정리하였다.

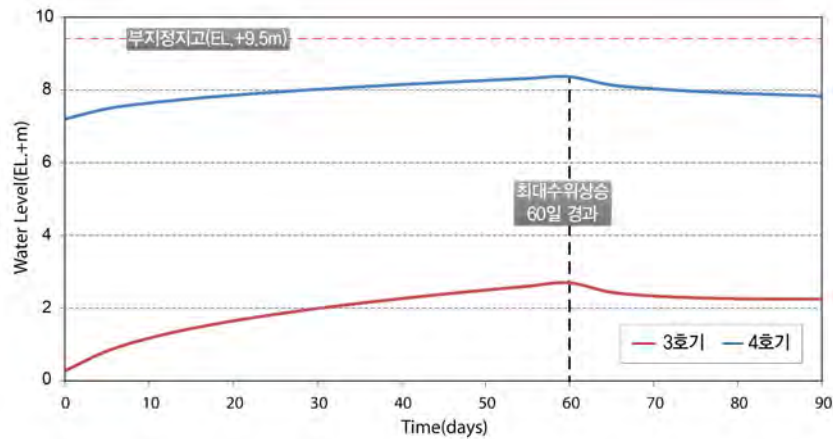


그림 2.5-40 액상방사성물질 누출지점의 경시별 지하수위 변화 예측도

표 2.5-43 액상방사성물질 누출지점의 경시별 지하수위 변화 예측결과

경과시간(일)	3호기		4호기	
	지하수위(EL.+m)	초기수위와의 차(m)	지하수위(EL.+m)	초기수위와의 차(m)
초기수위	0.23	-	7.19	-
5	0.77	0.54	7.48	0.29
10	1.13	0.90	7.63	0.44
15	1.39	1.16	7.75	0.56
20	1.60	1.37	7.85	0.66
25	1.79	1.56	7.93	0.74
30	1.95	1.72	8.01	0.82
60(최대수위)	2.66	2.43	8.36	1.17
70	2.30	2.07	8.03	0.84
80	2.22	1.99	7.90	0.71
90	2.21	1.98	7.83	0.64

2) 액상방사성물질의 선정

방사성저장탱크 중 Holdup Tank와 RMW Tank의 가상과괴로 인해 누출되는 액상방사성물질은 수집가지로 분류되나, 액상방사성물질이 가상사고 지점으로부터 수용체인 해안에도달할 때까지의 자연저감된 액상방사성물질의 수용체 피폭농도가 배출관리기준치 이하인

II. 환경 현황

것들이 대부분이다. 따라서, 방사상저장탱크에 들어있는 액상방사성물질들 중 핵종거동해석에 적용하기 위한 물질을 결정하기 위해, 그림 2.5-41와 (2-1)식을 이용하여 수용체(해안)에 도달하는 액상방사성물질의 해석학적농도가 배출관리기준치의 0.01배 이상인 것을 핵종을 선별하였다.

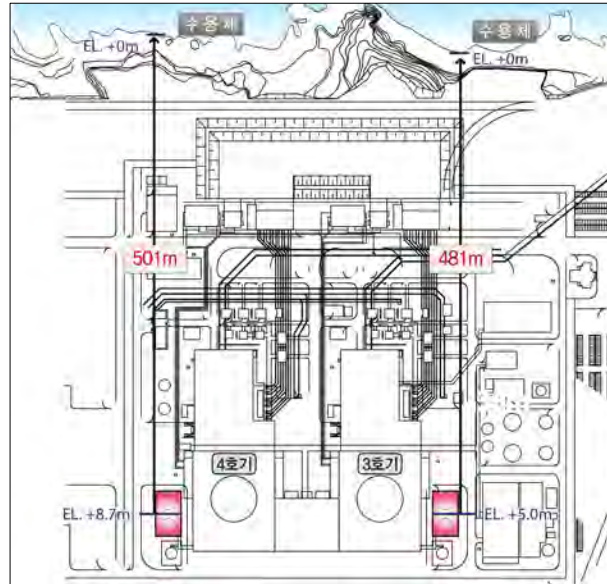


그림 2.5-41 핵종 선별을 위한 모식도

$$t = \frac{dl}{\frac{k}{n_e} \cdot \frac{dh}{dl}} \dots\dots\dots (2-1)$$

여기서, k : 현장 대수성시험을 통해 산정된 PW-1의 수리전도도

dh/dl : Hold-up Tank, RMW Tank와 도수로사이에 수두구배 차/평균거리

n_e : 현장 수리분산시험을 통해 산정된 PM1-2의 유효공극율

(2-1)식의 액상방사성물질의 이동시간(t)과 반감기를 이용하여 수용체에 도달하는 액상 방사성물질의 배출농도와 배출허용농도의 비가 0.01을 초과하는 핵종은 H-3, Cs-137, Co-60, Sr-90으로 분석되었으므로, 이 네가지 핵종에 대해서만 핵종거동분석을 수행하였다.

3) 액상방사성물질의 지하수계내 거동평가

액상 방사성 물질의 지하수계 내에서 거동기작(Mechanism)은 수력학적 분산, 반감기에 의한 농도 감소, 액상 방사능 물질과 대수층 사이에서 액상 방사성 물질의 분리현상

(분배계수)에 지배되는 특성을 가지므로 액상 방사성 물질의 농도는 액상 방사성 물질 입자의 이동거리에 비례해 감소하게 될 것이다. 이러한 특성을 고려하여 액상 방사성 물질의 실제 지하거동을 예측하기 위해서는 주어진 조건에서 액상 방사성 물질 농도의 변화를 시·공간적으로 접근할 수 있는 3차원 해석모델이 요구된다.

따라서, 본 분석에서는 가상사고에 의해 지하수계로 유입된 액상 방사성 물질의 경과 시간에 따른 농도변화와 이동거리, 폭 등의 범위를 예측하기 위해 3차원 오염물 거동 분석 프로그램인 MT3DMS(3-Dimensional Multi-Species Mass Transport Model, 1998)를 이용하여 사고 시 액상 방사성 물질의 지하거동 분석을 수행하였다. MT3DMS를 수행하기 위해서는 액상 방사성 물질의 거동을 추적하기 위해 대수층 매질의 건조단위중량, 공극율, 각 지층의 분산지수, 액상 방사성 물질의 분배계수 및 초기농도 등의 자료가 필요하며, MODFLOW에서 계산된 cell by cell Flow 결과를 이용하므로 격자망, 경계조건, 대수층의 수리적 특성 등의 입력조건은 지하수 유동 모델링(MODFLOW)에서 사용한 것을 그대로 적용하였다.

핵종이동분석 모델에는 신고리 3,4호기의 Holdup Tank와 RMW Tank를 중심으로 가로 38m×세로 58m의 함양경계면적(2,204m²)과 파손탱크의 용량(RMW Tank : 1,117m³) 및 누설기준(80.0%)을 적용하였다. 방사성저장탱크의 가상사고에 의해 액상방사성물질이 지하수계로 침투하고 60일이 경과하면, 가정된 누설량(RMW Tank 용량의 80%)이 모두 지하수계로 침투하므로 가상사고 발생 후 60일이 지나면 액상방사성물질의 지하수계 누출이 중단되는 것으로 가정하였다. 현장 및 실내시험을 통해 산정된 각 액상 방사성 물질의 흡착계수, 수리분산특성, 초기농도 및 감쇠상수 등을 입력하여 액상 방사성 물질별 수평적·수직적 농도 범위를 배출허용농도를 기준으로 계산하였다. 액상 방사성 물질의 지하수계 침투는 지하수면부터 진행되므로 함양오염원으로 처리하였다.

각 액상 방사성 물질 오염원의 범위와 규모를 예측하는 데 있어 가장 중요한 변수는 액상방사성 물질의 초기농도, 1차 감쇠상수, 수리분산 및 흡착능이다. H-3는 비반응 액상 방사성 물질이므로 H-3 농도의 감소는 반감기로 인한 1차 감쇠상수와 수리분산에 의해 서만 지배되며 오염원의 수축은 상기 감쇠상수의 크기에 따라 결정된다. 이와 달리 Cs-137, Co-60 및 Sr-90는 대수층 매질과 반응하여 대수층 매질에 흡착되므로 오염원 수축의 주 지배인자는 흡착능이다.

대수층 매질의 건조단위 중량과 분배계수는 기존 동종용역에 적용했던 결과와 실내시험 결과를 적용하였고, 감쇠상수는 반감기를 이용하여 산정하였다. 기반암과 암맥의 충분

II. 환경 현황

산지수와 횡분산지수는 신고리 3,4호기 인근에서 수행한 추적자 시험 및 실내시험 결과 값을 적용하였으며, 매립층의 종분산지수는 매립층의 뒤채움재와 물리적 특성이 유사한 신고리 1,2호기의 매립층 분산지수 값을 이용하였다. 수직방향의 분산지수는 종분산지수의 0.1배를 적용하였으며, 초기농도는 각 액상 방사성 물질의 농도단위, Bq/m³을 mg/L로 환산하여 적용하였다. 핵종이동 분석모델에 적용한 주요 입력자료들을 정리하면 표 2.5-44와 같다.

표 2.5-44 핵종이동 분석에 적용한 제반 입력자료

항 목			입력 상수
건조단위중량 (kg/m³)	매립/퇴적층		2,730
	암맥		2,740
	기반암		2,630
종분산지수	매립/퇴적층		21.04
	풍화대/암맥		5.00/1.30
	기반암		0.89
분배계수 (L/mg)	매립/퇴적층	Cs-137	3.987E-04
		Co-60	1.395E-05
		Sr-90	1.313E-05
	기반암	Cs-137	6.946E-04
		Co-60	4.088E-05
		Sr-90	2.139E-05
	암맥	Cs-137	6.531E-04
		Co-60	8.862E-05
		Sr-90	2.487E-05
초기농도 (mg/L)	Hold-up tank	Cs-137	1.06E-07
		Co-60	1.04E-09
		Sr-90	2.02E-10
	RMW tank	H-3	1.03E-04
감쇠상수 (1/day)	H-3		1.54E-04
	Cs-137		6.33E-05
	Co-60		3.60E-04
	Sr-90		6.52E-05
탱크용량(m³)	RMW Tank		1,117
누출면적(m²)			2,204
침투율(%)			80
총 침투량(mm/year)			11,500

앞서 수행한 지하수유동모델링 결과와 표 2.5-44에 제시된 수리지구화학적 제반 자료를 오염물질거동모델(MT3DMS)의 입력자료로 핵종이동모델링을 수행하여 액상방사성물질의 지하수계 침투로 인한 H-3, Cs-137, Co-60 및 Sr-90의 경시별 농도 범위 및 규모를 예측하였다.

또한, 가상사고 시 누출지역을 통해 지하수계에 유입된 액상 방사성 물질은 수리분산, 흡착능, 반감기 등의 영향으로 농도가 초기치에 비해 감소할 것이므로, 누출지역 중앙부에 액상 방사성물질 누출 시 농도를 관측할 수 있는 관측지점을 설치하여 가상사고 발생 후부터 30년까지 누출지역에서 각 액상 방사성 물질의 경시별 배출농도를 계산하였다.

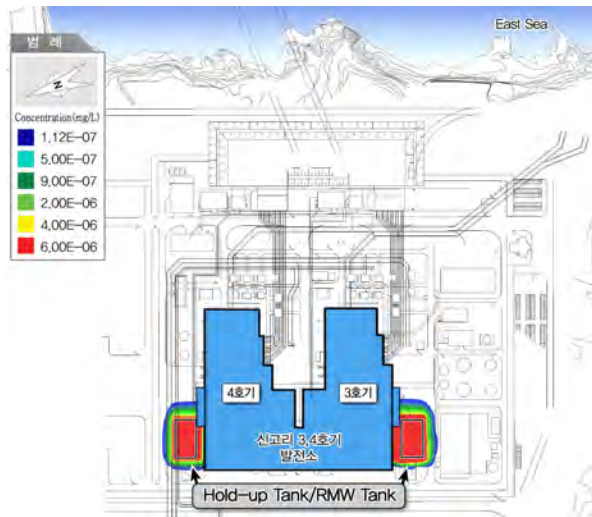
지하수계에 유입된 액상방사성물질(H-3, Cs-137, Co-60 및 Sr-90)의 경과시간에 따른 농도분포는 그림 2.5-42 ~ 45에 도시하였다.

그림 2.5-42은 가상사고에 의해 신고리 3,4호기 부지 지하수계로 침투되어 지하수에 용존된 H-3의 농도가 배출허용 기준인 $4.00\text{E}+7 \text{ Bq/m}^3 (1.12\text{E}-7\text{mg/L})$ 이상으로 예측된 H-3 오염운의 경시별 범위를 도시한 것이다. 가상사고 발생 후 5년간은 H-3 오염운의 규모가 투수성이 높은 본관구조물 및 취배수조 매설지역을 따라 지속적으로 확장되는 것으로 나타나고, 그 이후는 반감기에 의해 농도가 저감되어 H-3 오염운의 규모가 지속적으로 축소되다가 15년이 지나면 신고리 3,4호기 부지 전반에 걸쳐 H-3의 농도가 배출허용 기준인 $4.00\text{E}+7 \text{ Bq/m}^3 (1.12\text{E}-7\text{mg/L})$ 이하로 감소하는 것으로 예측되었다.

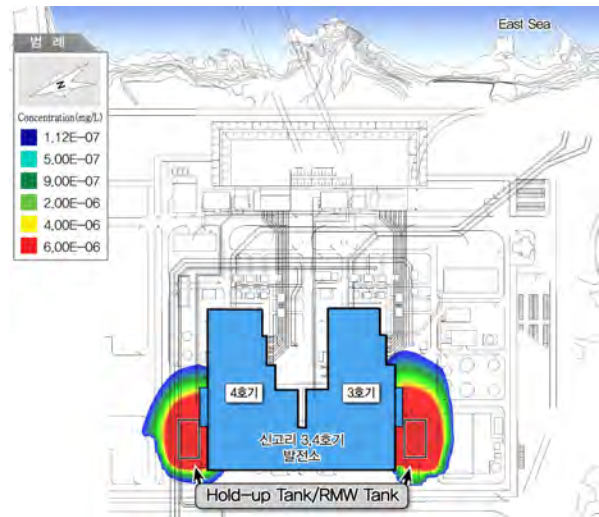
그림 2.5-43는 가상사고에 의해 신고리 3,4호기 부지 지하수계로 침투되어 지하수에 용존된 Cs-137의 경시별 예측 범위를 도시한 것이다. Cs-137은 가상사고 시 지하수계로 침투 후 대수층 매질에 흡착되어 오염운이 누출지역을 벗어나지 않는 것으로 예측되었으며, 시간이 지나더라도 Cs-137의 농도가 배출관리 기준치인 $5.00\text{E}+4 \text{ Bq/m}^3 (1.55\text{E}-08 \text{ mg/L})$ 이하인 것으로 분석되었다.

그림 2.5-44와 그림 2.5-45은 각각 Co-60과 Sr-90의 경시별 예측 범위를 도시한 것이다. Cs-137과 마찬가지로 Co-60과 Sr-90 또한 누출 직후부터 대수층 매질과 반응하여 농도가 급감하며, 오염운이 누출지역을 크게 벗어나지 않는 것으로 예측되었다. Co-60의 배출관리기준은 $2.00\text{E}+5 \text{ Bq/m}^3 (4.77\text{E}-09 \text{ mg/L})$ 이고, Sr-90의 배출관리기준은 $2.00\text{E}+4 \text{ Bq/m}^3 (3.96\text{E}-09 \text{ mg/L})$ 이며, 두 개 핵종 모두 신고리 3,4호기 전지역에 걸쳐 배출관리 기준치 이하인 것으로 파악된다.

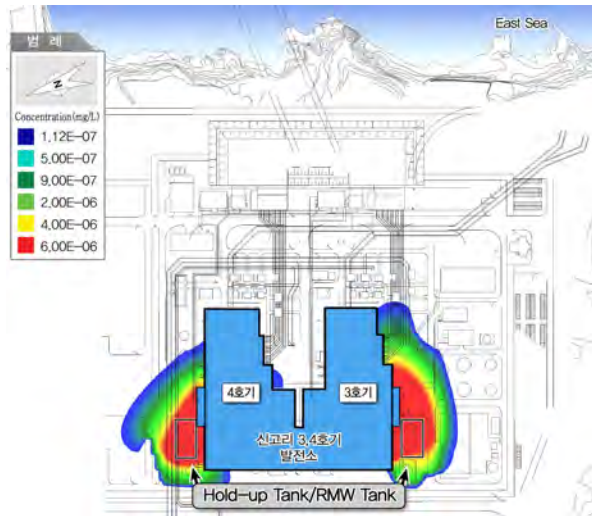
II. 환경 현황



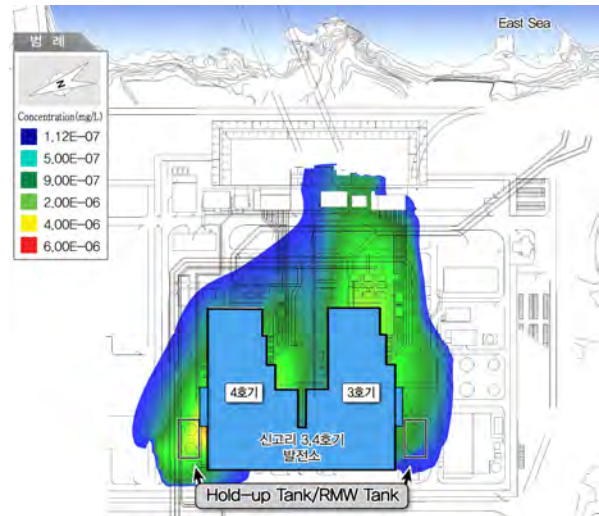
(a) 10일



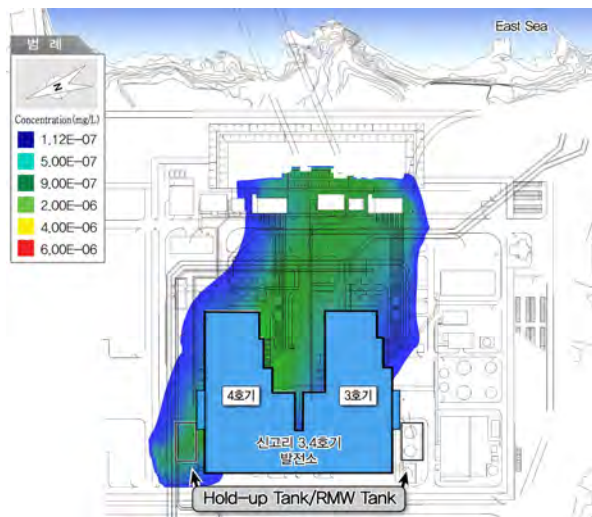
(b) 100일



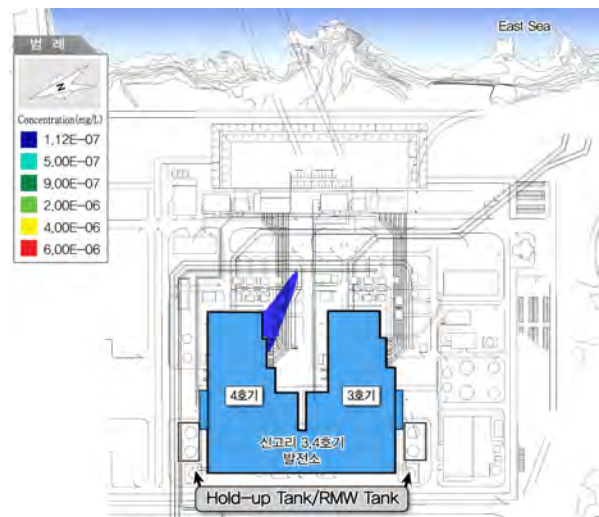
(c) 1년



(d) 5년



(e) 10년



(f) 20년

그림 2.5-42 H-3의 경시별 농도변화(허용농도: $1.12 \times 10^{-7} \text{mg/L}$)

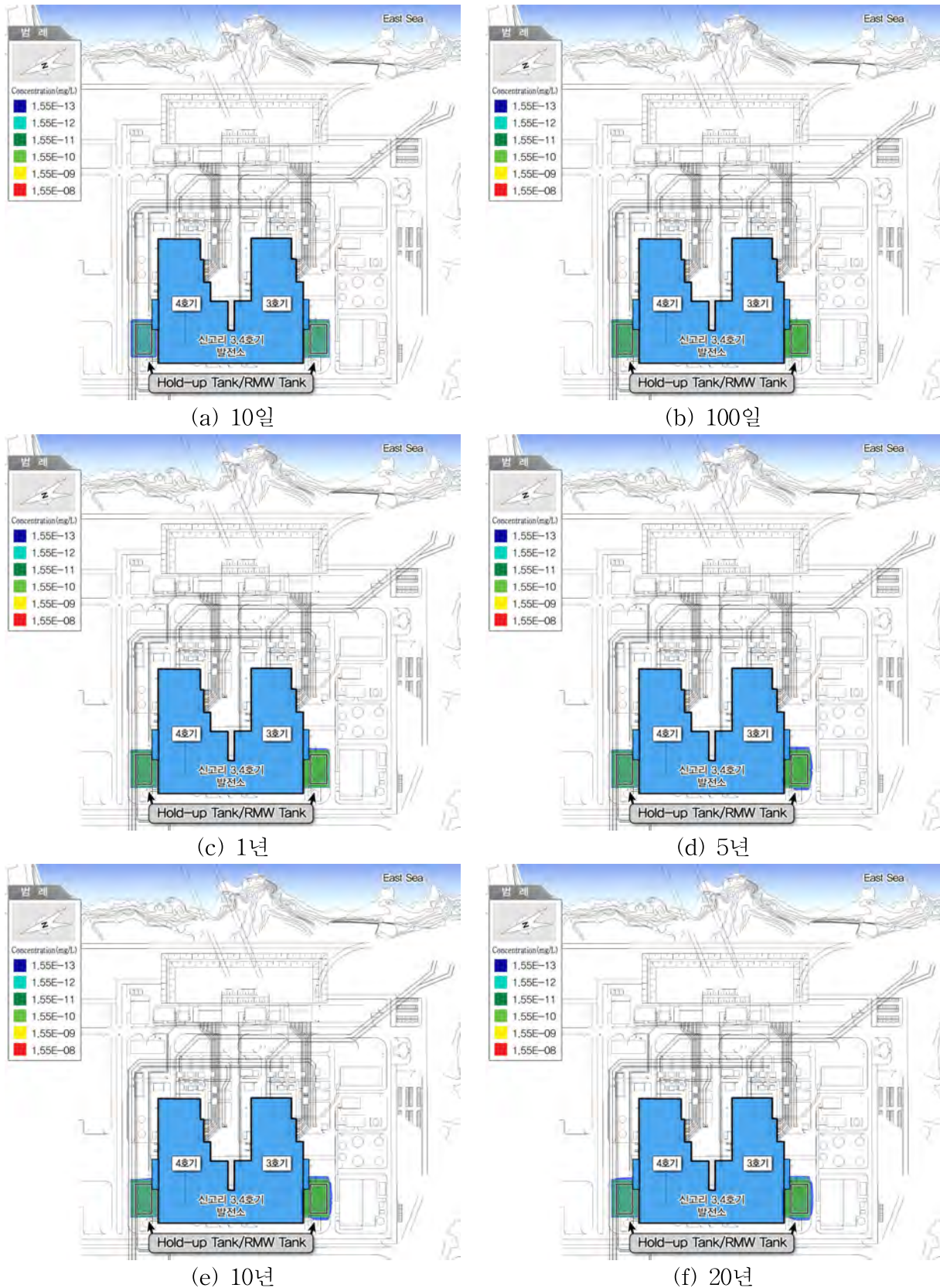
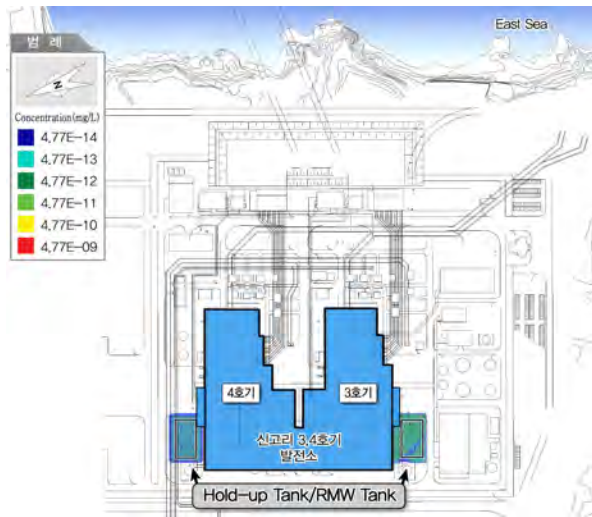
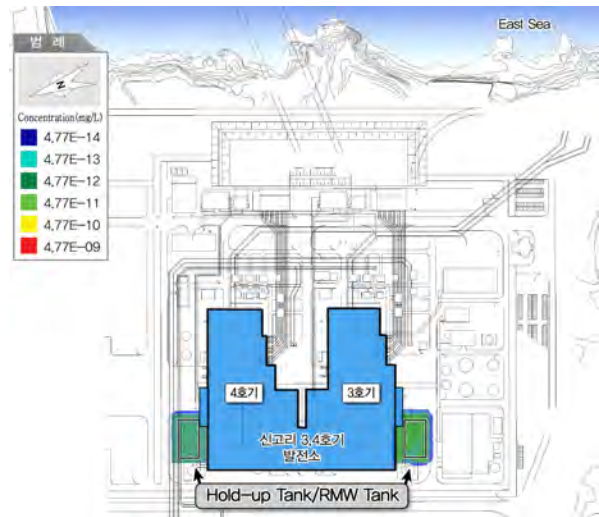


그림 2.5-43 Cs-137의 경시별 농도변화(허용농도: 1.55E-08mg/L)

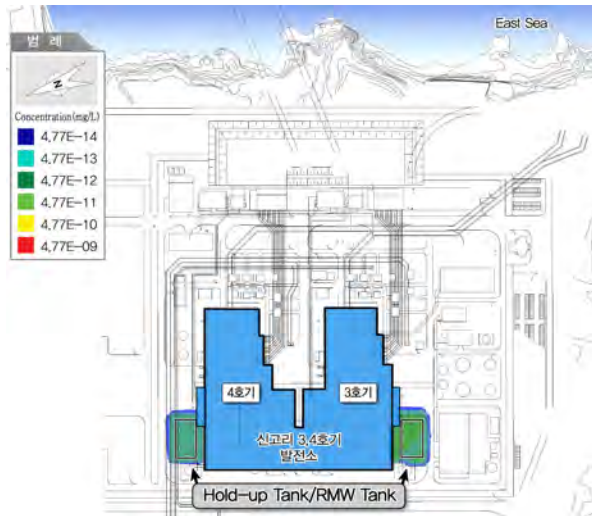
II. 환경 현황



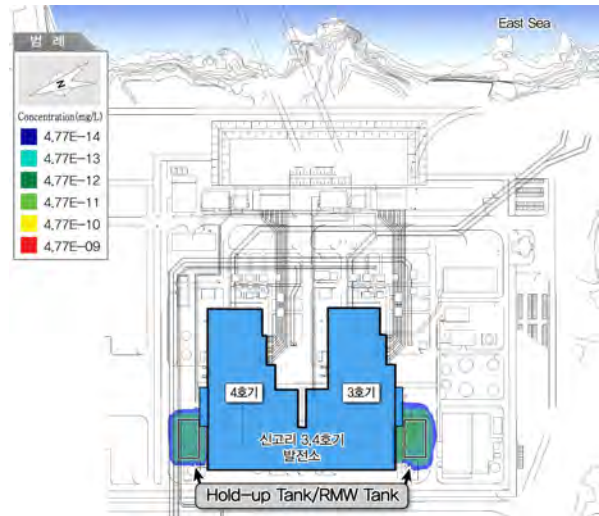
(a) 10일



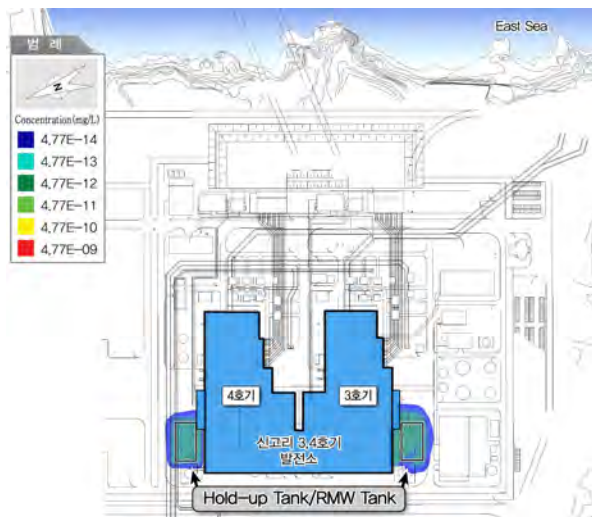
(b) 100일



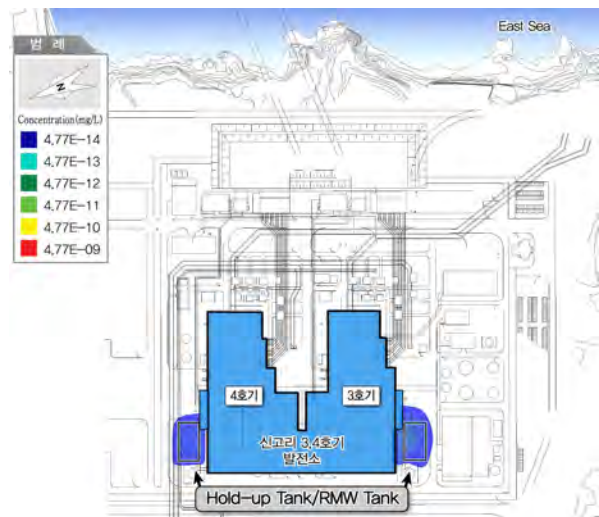
(c) 1년



(d) 5년



(e) 10년



(f) 20년

그림 2.5-44 Co-60의 경시별 농도변화(허용농도: 4.77E-09mg/L)

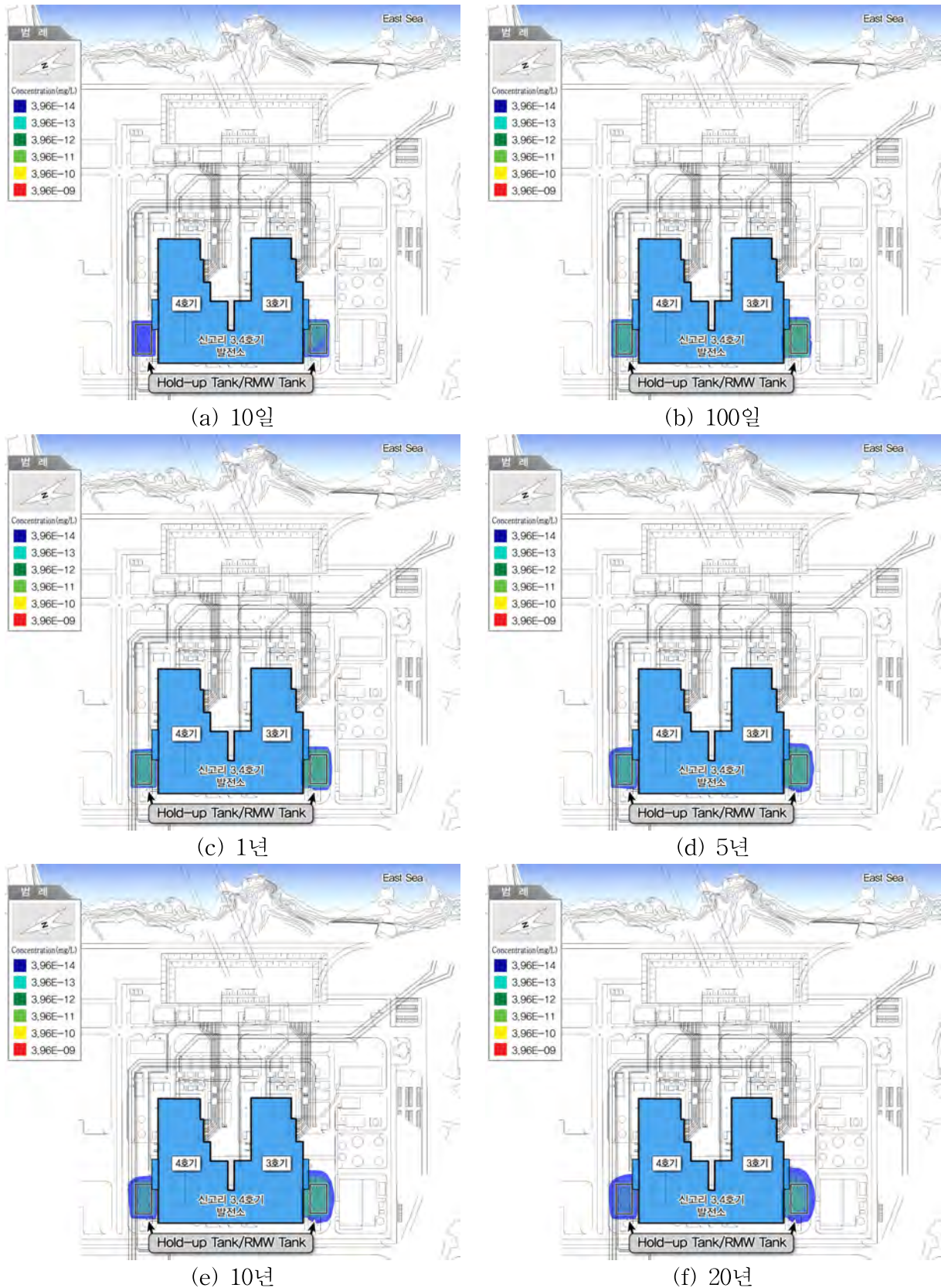


그림 2.5-45 Sr-90의 경시별 농도변화(허용농도: $3.96\text{E}-09\text{mg/L}$)

II. 환경 현황

가상사고 시 누출지역을 통해 지하수계에 유입된 액상방사성 물질의 누출지점에서의 농도 변화를 경시별로 관측하였으며, 그 결과를 표 2.5-45에 정리하였고, 그림 2.5-46 및 그림 2.5-47에 도시하였다.

표 2.5-45 누출지점에서의 액상방사성물질 경시별 농도 변화(mg/L)

경과시간	3호기				4호기			
	H-3	Cs-137	Co-60	Sr-90	H-3	Cs-137	Co-60	Sr-90
10일	1.22E-05	7.52E-12	1.75E-12	3.52E-13	7.45E-06	1.71E-12	4.08E-13	8.24E-14
100일	3.07E-05	3.12E-11	6.70E-12	1.37E-12	2.65E-05	9.73E-12	2.26E-12	4.63E-13
1년	1.61E-05	3.06E-11	5.72E-12	1.27E-12	1.55E-05	9.53E-12	2.02E-12	4.50E-13
5년	8.70E-07	2.78E-11	2.93E-12	1.03E-12	3.57E-06	8.70E-12	1.16E-12	3.95E-13
10년	3.57E-08	2.46E-11	1.31E-12	8.16E-13	8.25E-07	7.74E-12	5.78E-13	3.38E-13
20년	1.12E-10	1.94E-11	2.70E-13	5.39E-13	4.92E-08	6.12E-12	1.44E-13	2.48E-13
30년	6.07E-12	1.53E-11	5.76E-14	3.70E-13	3.22E-09	4.84E-12	3.62E-14	1.83E-13

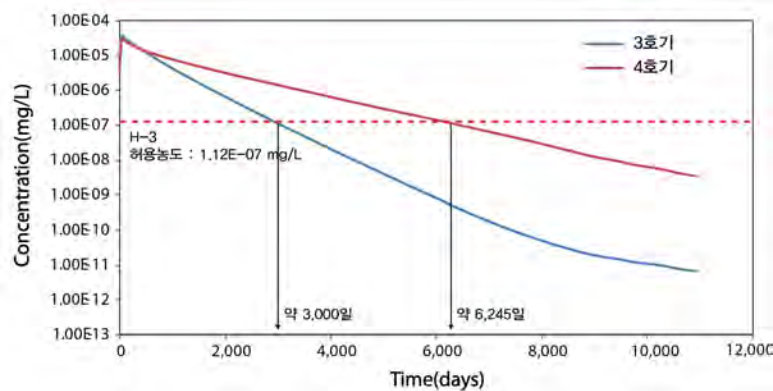


그림 2.5-46 누출지점에서 H-3의 경시별 농도 변화

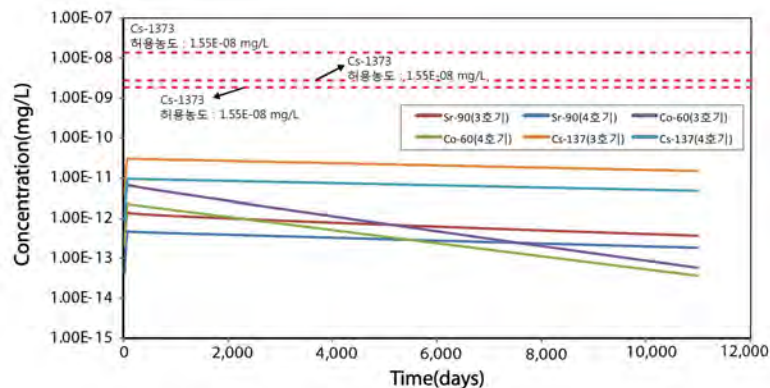


그림 2.5-47 누출지점에서 Cs-137, Co-60, Sr-90의 경시별 농도 변화

관측결과, H-3의 최대 배출농도는 가상사고 발생 후 약 60일 경과 시점에 나타났으며, 3호기의 최대 배출농도는 $1.28\text{E}+10 \text{ Bq/m}^3$ ($3.59\text{E}-05 \text{ mg/L}$), 4호기는 $1.03\text{E}+10 \text{ Bq/m}^3$ ($2.89\text{E}-05 \text{ mg/L}$)로 예측되었다. 사고발생지점에서 H-3의 배출농도는 3호기의 경우 9년 이내에, 4호기는 17년 이내에 배출관리기준($1.12\text{E}-05 \text{ mg/L}$) 이하로 감소하는 것으로 분석되었다. 신고리 3,4호기 지역에 누출된 Cs-137, Co-60 및 Sr-90은 모두 가상사고 발생 직후부터 대수층 매질에 흡착되어 농도가 급감하며, 따라서 누출지점에서 Cs-137, Co-60, Sr-90 핵종의 경시별 농도는 모두 배출관리기준 이하로 계산되었다.

가상사고 시 누출지역을 통해 지하수계에 유입된 액상 방사성 물질은 수리분산, 흡착능, 반감기 등의 영향으로 농도가 감소하여 취수조로 배출된 후, 최종적으로 바다와 연결된 수중형 취수시설(Submerged intake structure)을 통해 해수로 배출될 것으로 판단된다. 따라서, 그림 2.5-48와 같이 수중형 취수시설의 취수구에 관측지점을 설정하여 가상사고 발생 후부터 30년까지의 각 액상 방사성 물질의 경시별 농도를 정량적으로 분석하였다.

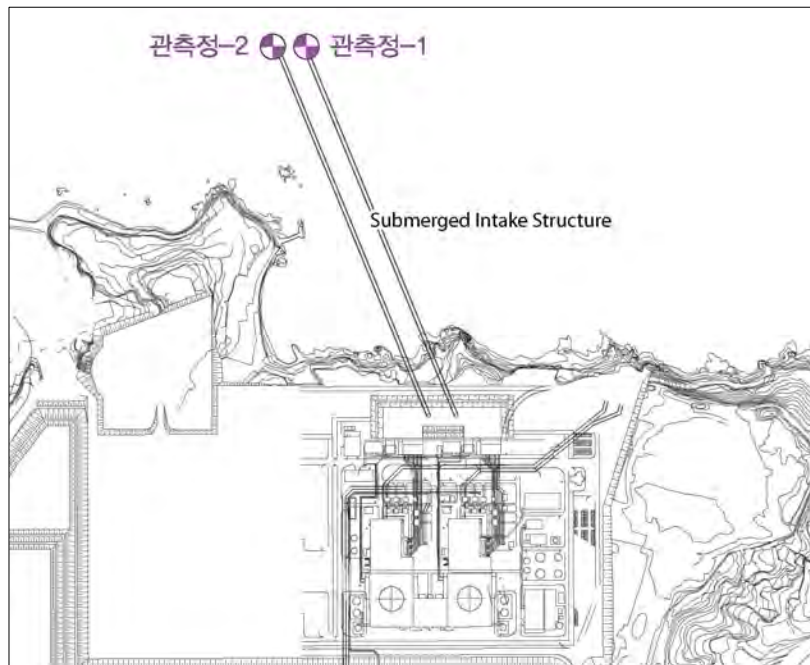


그림 2.5-48 액상 방사성 물질의 경시별 농도 예측을 위한 관측점 설정

그림 2.5-42의 결과와 같이 가상사고 지점에서 누출된 H-3는 1차적으로 모두 취수조로 유입되며, 액상의 형태로 취수조로 유입된 핵종은 해수와 희석되어 농도가 감소한 뒤 수중형 취수시설을 통해 바다로 배출될 것으로 판단된다. 이를 정량적으로 평가하기 위해, ZoneBudget 프로그램을 이용하여 가상사고 지점으로부터 취수조로 배출되는 지하수의 배

II. 환경 현황

출량을 분석하였으며, 취수조 내에 저류되어 있는 해수의 양을 고려하여 해수에 희석되어 감소되는 농도를 경시별로 계산하였다. 취수조 내 해수의 저류량은 취수조의 넓이(13,848 m²)와 취수조의 바닥고부터 해수의 높이(H)를 고려하여 산정하였다. H-3가 배출지점에 도달 시 해수에 희석되어 감소한 농도를 경시별로 계산한 결과는 그림 2.5-49에 도시하였으며, 표 2.5-46에 요약하여 정리하였다.

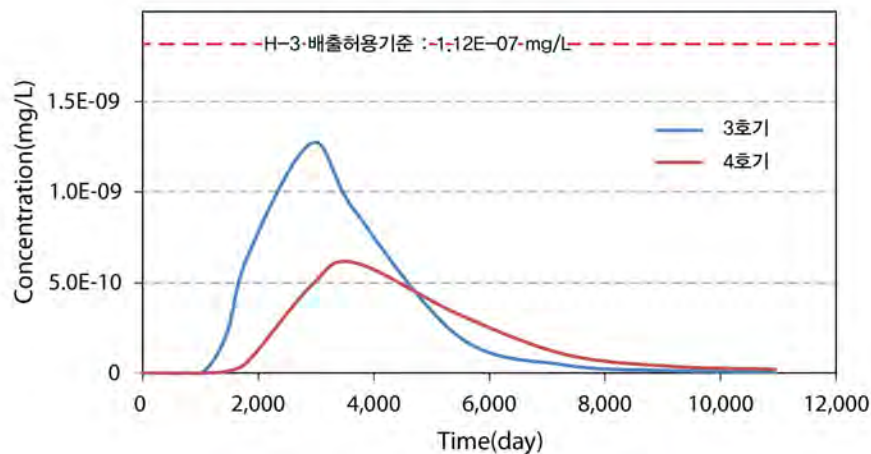


그림 2.5-49 배출지점(해안)에서 H-3의 경시별 농도 변화

표 2.5-46 해수에 희석되어 감소하는 H-3의 농도변화(mg/L)

경과시간	지하수 배출량 (m ³ /day)	3호기 측		4호기 측	
		배출 전	해수 희석 후	배출 전	해수 희석 후
10일	6.70	0.00E-00	0.00E-00	0.00E-00	0.00E-00
100일	10.43	1.30E-36	1.50E-40	7.10E-39	8.23E-43
1년	29.21	3.03E-16	9.83E-20	2.22E-13	7.21E-17
5년	71.66	8.21E-07	6.53E-10	8.11E-08	6.45E-11
10년	87.89	9.26E-07	9.04E-10	6.28E-07	6.13E-10
20년	98.05	4.10E-08	4.47E-11	9.58E-08	1.04E-10
30년	97.88	6.63E-09	7.20E-12	1.89E-08	2.05E-11

신고리 3,4호기 부지로부터 취수조로의 지하수 배출량을 ZoneBudget을 통해 분석한 결과, 시간이 경과할수록 지하수 배출량이 점차적으로 증가하다가 약 20년 경과시에 가장 많은 양의 지하수가 배출되고, 이후 소폭 감소하는 양상을 나타내었다. 사고지점으로부터

누출된 핵종은 지하수를 통해 액상의 형태로 1차적으로 취수조로 배출되며, 이 단계에서 3호기와 4호기 모두 사고 후 약 10년 경과 시 H-3의 농도가 가장 높은 것으로 예측되었다. 해당 시기의 지하수 배출량은 $87.89\text{m}^3/\text{day}$ 이고, 취수조 내에 저류되어 있는 해수의 양은 $90,012\text{m}^3$ 이므로, 취수조로 배출된 H-3는 약 1,024배가 희석되어 3호기 측의 농도가 $3.23+05\text{ Bq/m}^3$ ($9.04\text{E-}10\text{ mg/L}$), 4호기 측의 농도가 $2.19\text{E}+05\text{ Bq/m}^3$ ($6.13\text{E-}10\text{ mg/L}$)로 감소하는 것으로 계산되었다. 이는 H-3의 배출관리 기준치인 $4.00\text{E}+07\text{ Bq/m}^3$ ($1.12\text{E-}07\text{ mg/L}$)를 초과하지 않는 수치이므로, 수중형 취수시설을 통해 바다로 배출되어도 해양 생태계 및 환경에 미치는 영향이 미미할 것으로 판단된다.

신고리 3,4호기 지역에 침투된 Cs-137, Co-60 및 Sr-90은 누출 직후부터 대수층 매질에 흡착되어 액상 방사성 물질이 배출되는 지점의 농도는 $0.00\text{E}+0\text{ Bq/m}^3$ ($0.00\text{E}+0\text{ mg/L}$)로서 상당한 시간이 경과하여도 부지 외곽으로 배출되지 않는 것으로 파악된다. 따라서, 신고리 3,4호기 부지경계 외부로 배출되는 모든 방사성 물질의 배출농도는 원자력 안전위원회 고시 제2014-34의 배출관리기준 이하로 분석되었다.

마. 정상운영 시 지하수계내 핵종거동평가

신고리 3,4호기 원자력발전소의 정상운영 시 핵종을 포함하고 있는 액상방사성저장탱크는 안전관련 구조물이므로 설계기준지진시에도 손상될 가능성이 낮고, 만약 손상되어 액상방사성물질이 누출되더라도 복합건물내 구역에서는 모두 집수되어 처리될 것이므로, 환경으로 배출되지 않을 것이다. 그러나, 부지 하부에 매설되어 있는 순환수 배수로에서 의도하지 않은 자연현상, 현장사고, 노후화 등으로 인해 부분 파손되어 액상방사성물질이 지하수계 내로 누출될 수 있으며, 이러한 경우를 모델에 반영하여 핵종이동모델링을 수행 후 액상방사성물질의 지하거동을 정량적으로 예측하였다. 앞서 수행한 지하수수치모델링에서 모델영역, 경계조건 및 입력변수 등의 설계조건을 그대로 활용하였으며, 지하수함양량은 평수기, 풍수기 및 갈수기를 고려하여 부지의 상황에 맞게 적용하였다. 본 분석의 목적이 신고리 3,4호기 발전소의 정상운영 시를 고려한 것이므로, 부정류 상태의 핵종이동분석 모델에서는 영구배수시설(Dewatering system)이 지속적으로 가동하는 것으로 모사하였다. 현재 3, 4호기의 영구배수시설은 유사한 조건을 적용하였다.

1) 액상방사성물질의 누출조건 및 누출지점 선정

그림 2.5-50과 같이 유선망 분석으로 작도한 풍수기 및 갈수기 등수위선을 보면, 지하

II. 환경 현황

수 분수령은 취수조를 중심으로 형성되어 있다. 배수관로 중 Q class 구간이 종료되는 지점에 서 파손이 발생하여 액상방사성물질이 누출될 수 있는 지점을 선정하였다.

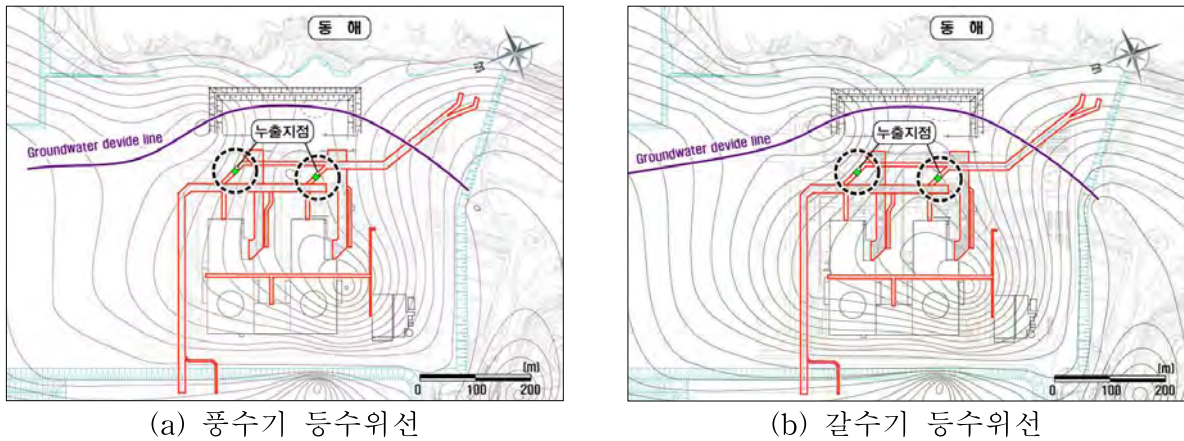


그림 2.5-50 정상운영 시 액상방사성물질 누출지점 선정

정상조건의 핵종이동모델링을 위해 선정된 누출지점에서의 누출조건을 가상과피 시 핵종이동모델링에 적용했던 누출조건과 비교하여 표 2.5-47에 정리하였다. 정상운영 시 액상방사성물질의 누출위치는 본관구조물 외곽의 배수관로이며, 누출면적은 3호기 측과 4호기 측 각각 52.6m²이다. 액상방사성물질의 누출량은 1gpm(5.48m³/일)이 지속적으로 누출되는 것으로 가정하였고, 핵종의 초기농도는 4개 핵종 모두 1ppm(1mg/L)으로 적용하였다. 건조단위중량, 중분산지수 및 분배계수 등은 옥외탱크 가상과피 시 핵종이동모델링에 입력한 값들을 활용하였다.

표 2.5-47 누출조건 비교

구 분		가상과피 시	발전소 정상운영 시
누출위치		RMW Tank	본관구조물 외곽 배수관
누출량(m ³)		891.0(60일)	5.48(1gpm, 1일)
초기농도(mg/L)	H-3	1.03E-04	1.0(1ppm)
	Cs-137	1.06E-07	1.0(1ppm)
	Co-60	1.04E-09	1.0(1ppm)
	Sr-90	2.02E-10	1.0(1ppm)

2) 정상운영 시 액상방사성물질의 이동경로 및 이동시간 예측

배수관로에서 의도치 않은 액상방사성물질의 누출로 인한 지하수계 내 방사성물질의

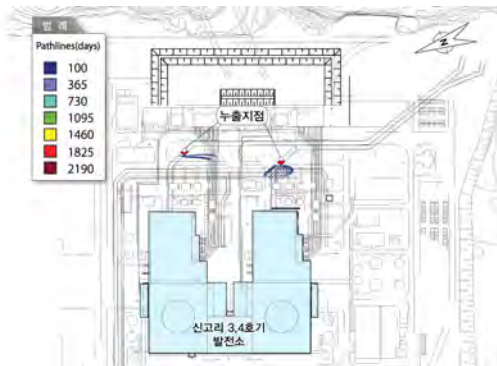
예상 이동경로, 이동시간 및 거리, 속도 등을 확인하기 위해 입자추적을 수행하였다.

입자추적 수행 결과, 신고리 3,4호기 순환수 배수관에서 누출된 액상방사성물질 입자의 이동은 수두경사에 지배되며, 본관구조물 주변의 영구배수시설의 가동에 영향을 크게 받는 것으로 판단된다. 액상방사성물질의 지하수계 누출 시, 누출지점의 지하수위가 상승하게 되어 누출지점과 본관구조물 사이의 수두경사가 커지게 될 것이므로, 액상방사성물질의 이동 속도가 자연상태의 지하수 흐름보다 빨라지게 된다. 수두경사에 의해 누출지점으로부터 본관구조물 방향으로 이동하기 시작하는 입자의 흐름은 모두 정상 가동중인 영구배수시설로 유도되는 것으로 예측되었다. 다만, 4호기 측은 수두경사에 의한 지하수 흐름에 우선 지배되어 남쪽방향으로 3년간 이동 후, 그 이후부터 영구배수시설 쪽으로 유도되는 경향을 나타내었다. 입자의 이동속도는 입자가 본관구조물의 영구배수시설에 최초로 도달하는 시간과 거리를 이용하여 산정하였으며, 3호기 측은 3년간 81.4m를 이동하여 이동속도가 7.43E-02 m/일로 예측되었으며, 4호기 측은 6년간 157.9m를 이용하여 속도는 7.21E-02 m/일로 나타났다. 입자의 이동거리 및 시간, 속도를 예측한 결과는 표 2.5-48에 정리하였으며, 입자의 예상 이동경로는 그림 2.5-51에 도시하였다.

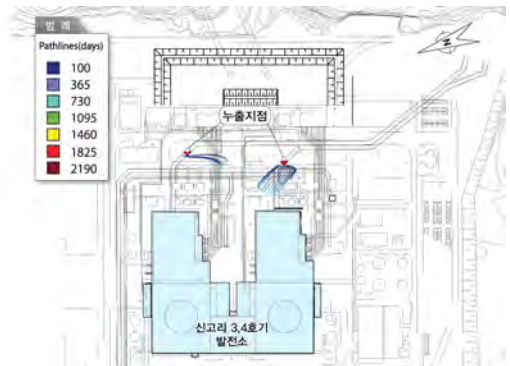
표 2.5-48 정상운영시 액상 방사성 물질의 이동거리 및 속도

경과시간	이동거리(m)		이동속도(m/day)		이동방향 및 시간	
	3호기	4호기	3호기	4호기	3호기	4호기
1년	25.8	39	7.07E-02	1.07E-01	북서쪽 3년	북서쪽 6년
2년	57.7	64.1	7.90E-02	8.78E-02		
3년	81.4	80.7	7.43E-02	7.37E-02		
4년	-	101.1	-	6.92E-02		
5년	-	126.9	-	6.95E-02		
6년	-	157.9	-	7.21E-02		

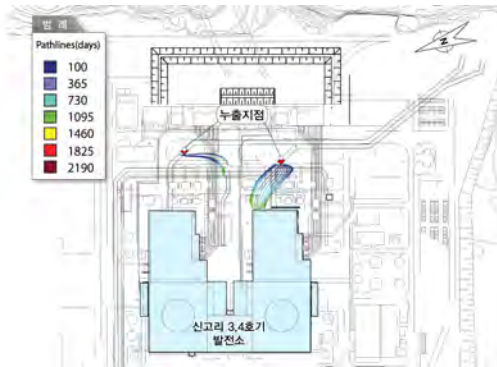
II. 환경 현황



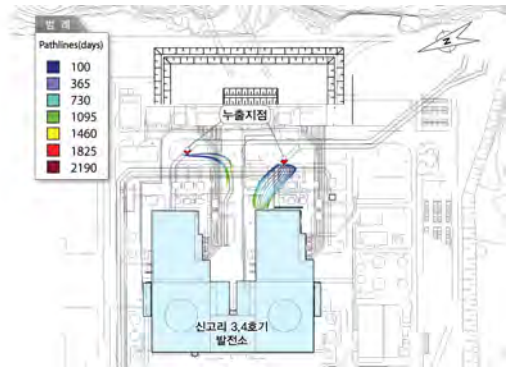
(a) 1년



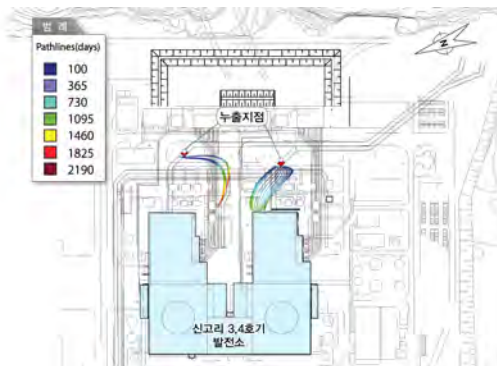
(b) 2년



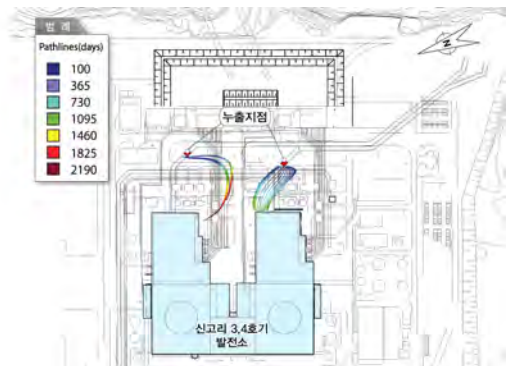
(c) 3년



(d) 4년



(e) 5년



(f) 6년

그림 2.5-51 정상운영 시 액상방사성물질의 이동경로 예측

3) 정상운영 시 액상방사성물질의 이동 분석

MT3DMS를 이용하여 정상운영 시 액상방사성물질의 누출로 인한 H-3의 거동 특성을 그림 2.5-52과 같이 분석하였다. 그 결과, 누출지점에서 액상방사성물질 누출 이후 H-3 오염운의 규모가 지속적으로 확장되는 것으로 예측 되었으며, 영구배수시설의 정상 가동으로 인해 오염운이 영구배수시설 쪽으로 유도되는 것으로 나타났다. 3호기 측의 경우, 약 50일 안에 영구배수시설에 도달하며, 4호기 측은 약 70일 안에 도달하는 것으로 예측되었다.

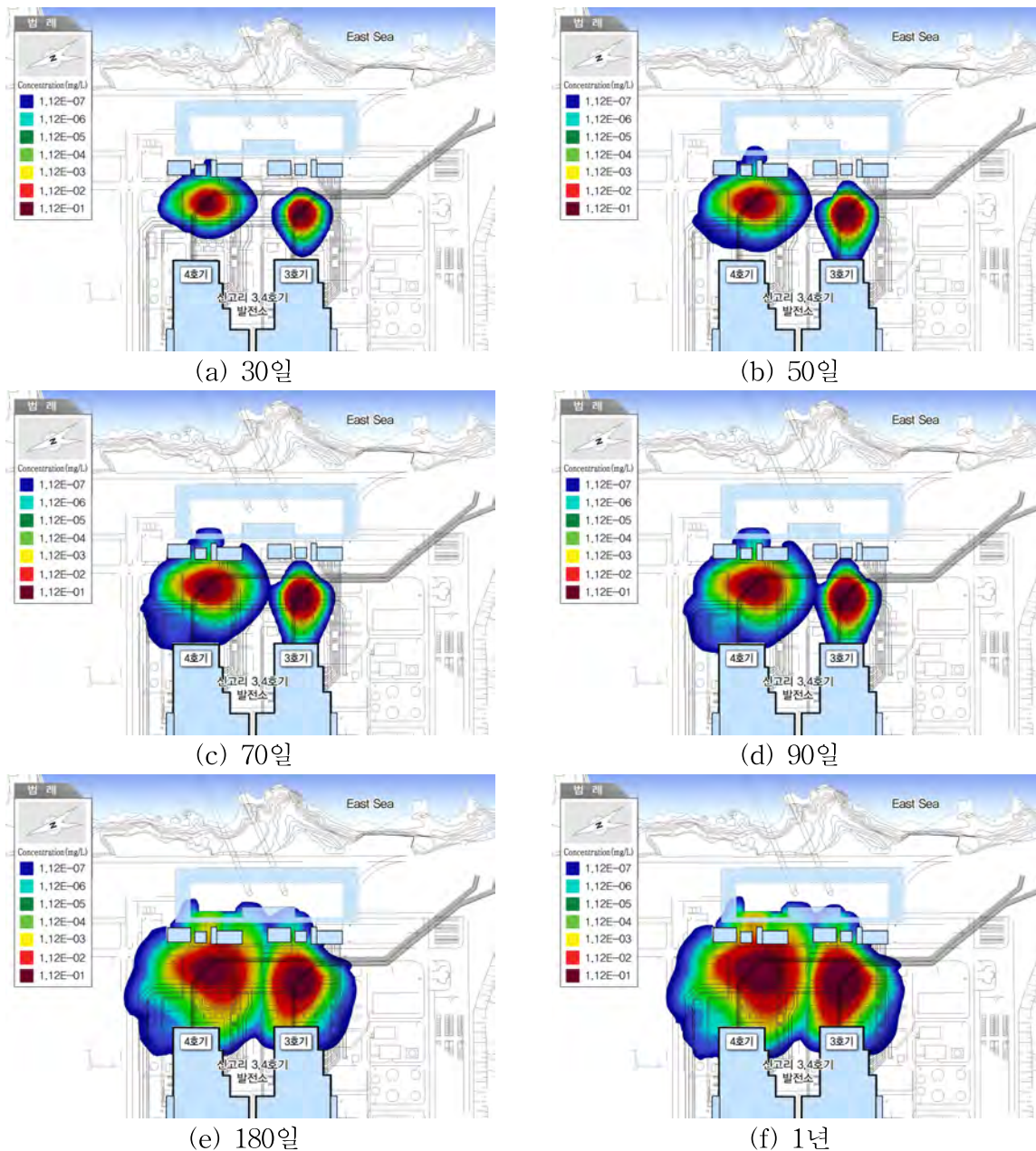
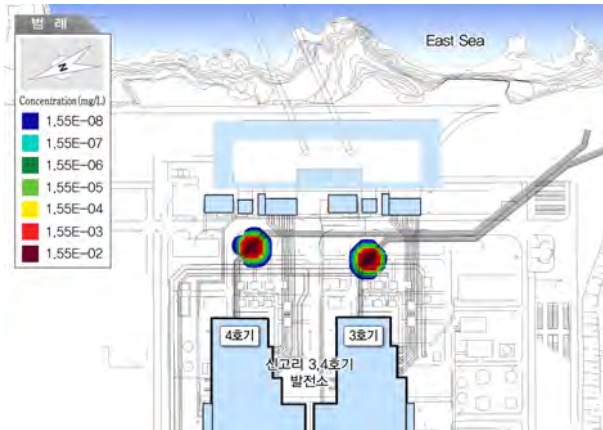


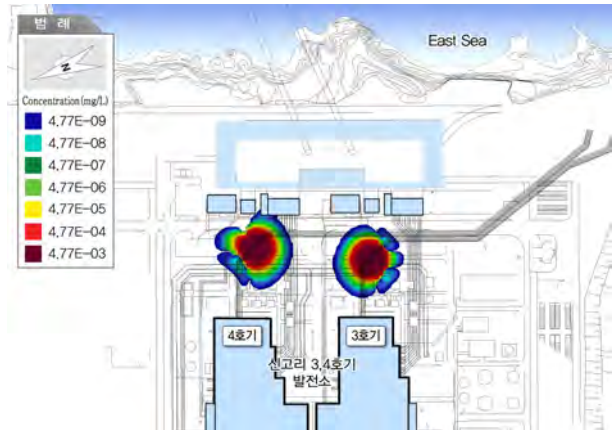
그림 2.5-52 정상운영 시 H-3의 경시별 오염운 분포

II. 환경 현황

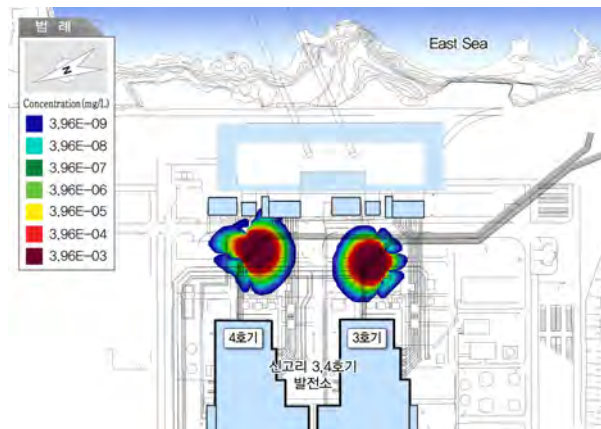
CS-137, Co-60, Sr-90은 그림 2.5-53와 같이 누출 직후부터 대수층 매질에 흡착되어 누출 후 10년이 지나더라도 오염운(배출허용농도 기준)이 영구배수시설에 도달하지 않는 것으로 예측되었다.



(a) Cs-137(10년 경과)



(b) Co-60(10년 경과)



(c) Sr-90(10년 경과)

그림 2.5-53 정상운영 시 Cs-137, Co-60, Sr-90의 경시별 오염운 분포

각 액상방사성물질이 누출후 3,4호기 복합구조물 주변 영구배수시설에 도달했을 때의 농도변화를 예측하였다. 예측 결과, Cs-137, Co-60, Sr-90은 누출 후, 대부분 대수층 매질에 흡착되어 상당한 시간이 경과하여도 배출관리기준 이상 배출되지 않는 것으로 파악되었다. 다만, H-3는 누출 후 약 90일이 경과한 후 배출지점에서의 농도가 배출관리기준 ($4.00\text{E}+7 \text{ Bq/m}^3$, $1.12\text{E}-07 \text{ mg/l}$) 이상으로 관측된 이후 지속적으로 증가하다가, 약 5년이 경과하면서 안정상태에 도달하는 것으로 나타났다. 액상방사성물질별 배출지점에서의 농도변화는 표 2.5-49에 정리하였으며, 그림 2.5-54에 도시하였다.

표 2.5-49 액상방사성물질 별 배출지점(영구배수시설)에서의 농도변화(mg/L)

경과시간	H-3		Cs-137	Co-60	Sr-90
	3호기	4호기			
30일	7.41E-15	2.88E-12	0.00E-00	0.00E-00	0.00E-00
60일	6.20E-09	1.93E-10	0.00E-00	0.00E-00	0.00E-00
90일	2.15E-07	4.81E-09	0.00E-00	0.00E-00	0.00E-00
180일	2.19E-05	5.45E-06	0.00E-00	0.00E-00	0.00E-00
1년	1.61E-03	2.44E-03	0.00E-00	0.00E-00	0.00E-00
5년	1.26E-01	1.55E-01	0.00E-00	0.00E-00	0.00E-00
10년	2.31E-01	2.21E-01	0.00E-00	0.00E-00	0.00E-00

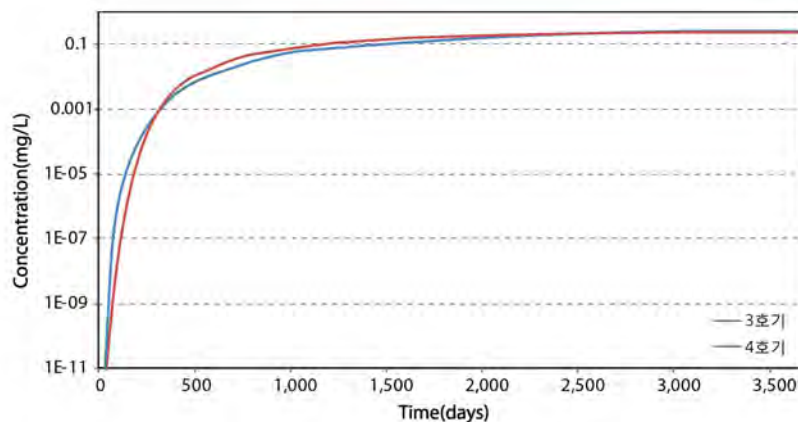


그림 2.5-54 배출지점(영구배수시설)에서 H-3의 경시별 농도변화

누출지점에서 액상방사성물질이 누출된 후, 배출지점(영구배수시설)에서의 경시별 배출농도에 대한 초기누출농도의 비는 표 2.5-50에 정리하였다. 액상방사성물질의 누출이 발생한 후 10년이 경과하더라도 액상 방사성 물질의 배출농도에 대한 초기누출농도의 비는 Cs-137, Co-60, Sr-90의 경우 매우 낮은 것으로 평가되었다. H-3의 경우 배출농도에 대한 초기누출농도의 비가 다른 액상방사성물질에 비해 상대적으로 높게 나타났으나, 5년이 경과하면서 농도의 증가가 둔화되면서 안정되는 것으로 예측되었다.

표 2.5-50 액상 방사성 물질별 배출농도에 대한 초기누출농도의 비(C/Co)

경과시간	H-3		Cs-137	Co-60	Sr-90
	3호기	4호기			
10년	2.06E+06	1.97E+06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

II. 환경 현황

바. 부지 안전성 평가

1) 가상사고 시 부지 안전성 평가

가상사고에 의해 신고리 3,4호기의 Holdup Tank와 RMW Tank 중 하나가 파손될 경우, 핵종의 농도 감소가 지하 매질의 흡착 및 수리분산은 무시하고 핵종의 이동시간과 반감기에 의해만 핵종의 농도가 자연저감될 경우 수용체인 바다에 도달한 핵종의 농도가 배출관리기준치 이상으로 계산된 H-3, Cs-137, Co-60 및 Sr-90 등 4종의 액상방사성물질이 지하수계로 유입되는 상황을 가정하여 핵종거동 평가를 수행한 결과, Cs-137, Co-60 및 Sr-90은 대수층 구성물질의 흡착능에 의해 가상사고 발생지점 부근에서 누출직후 부터 배출관리기준치 이하로 저감되는 것으로 계산되었다. H-3는 1차적으로 취수조로 배출된 후, 해수에 희석되어 수중형 취수시설을 통해 바다로 배출되며, 최대 배출농도가 3.23×10^5 Bq/m³ (9.04×10^{-10} mg/L)로 배출농도에 대한 배출관리기준의 비가 0.008이다. 신고리 3,4호기 부지경계 외부(해안)로 배출된 H-3의 최대 배출농도가 원자력안전위원회 고시 제2014-34의 배출관리기준(H-3 ; 4.00×10^7 Bq/m³, 1.12×10^{-7} mg/L) 이하로 계산되었다.

신고리 3,4호기 부지는 가상사고 발생에 의한 액상방사성물질이 부지 지하수계에 유입되더라도 부지의 수리지질특성에 의해 4종의 액상방사성물질의 최대배출농도에 대한 배출관리기준의 비의 합이 교과부 고시에 제시된 기준치인 1보다 낮으므로 신고리 3,4호기 부지 및 주변 환경은 방사성물질의 누출에 안전한 것으로 평가되었다. 따라서 가상사고에 의한 액상 방사성 물질의 지하수계 유입에 대한 특별한 감시계획 또는 대책의 수립이 필요하지 않을 것으로 판단된다.

표 2.5-51은 각 액상 방사성 물질이 부지경계 외부(바다)로 배출될 때 최대 배출농도와 배출관리기준 농도의 비를 정리한 것이다.

표 2.5-51 액상 방사성 물질별 최대 배출농도에 대한 배출관리기준의 비

액상 방사성 물질	3 호기			4 호기		
	최대배출농도 (mg/L)	배출관리기준 (mg/L)	배출농도/ 허용기준	최대배출농도 (mg/L)	배출관리기준 (mg/L)	배출농도/ 허용기준
H-3	9.04E-10	1.12E-07	0.008	6.13E-10	1.12E-07	0.006
Cs-137	0.00E-00	1.55E-08	0.00	0.00E-00	1.55E-08	0.00
Co-60	0.00E-00	4.77E-09	0.00	0.00E-00	4.77E-09	0.00
Sr-90	0.00E-00	3.96E-09	0.00	0.00E-00	3.96E-09	0.00
계			0.008	계		0.006

2) 정상운영 시 부지 안전성 평가

신고리 3,4호기 발전소 운영기간 중 순환수 배수관의 노후화 등으로 인해 의도하지 않은 액상방사성물질이 지하수계 내로 누출될 수 있는 경우를 가정하여 핵종이동모델링을 수행한 결과, CS-137, Co-60, Sr-90은 대부분이 누출 직후부터 대수층 매질에 흡착되어 누출 후 10년이 지나더라도 오염운(배출허용농도 기준)이 영구배수시설에 도달하지 않는 것으로 판단된다. H-3는 오염운의 규모가 지속적으로 확장되는 것으로 나타났으며, 누출 후 약 90일이 지난 후 배출지점에서의 농도가 배출관리기준($4.00\text{E}+7 \text{ Bq/m}^3$, $1.12\text{E}-07 \text{ mg/l}$) 이상으로 예측되었으며, 이후 지속적으로 증가하다가 약 5년이 경과하면서 안정 상태에 도달하는 것으로 나타났다.

정상운영 시 액상방사성물질의 누출 후 10년 경과를 기준으로 Cs-137, Co-60, Sr-90의 배출농도에 대한 초기누출농도의 비는 매우 낮은 것으로 평가되었고, H-3의 경우 배출농도에 대한 초기누출농도의 비가 다른 액상 방사성 물질에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 5년이 경과하면서 농도의 증가가 둔화되면서 안정되는 것으로 예측되었다.

2.6 해 황 및 해양확산

2.6.1 해 황

2.6.2 해양확산

2.6 간지

II. 환경 현황

간지뒷면



2.6 해황 및 해양확산

2.6.1 해황

신고리 3,4호기 인근 해역의 해황 특성을 파악하고, 해양확산 평가를 위한 수리모델의 입력 및 검증자료를 확보하기 위해 해저지형, 조석, 해·조류, 수온 및 염분, 표층퇴적물 현황 등을 조사하였으며, 각 항목별 조사 정점도는 그림 2.6-1과 같다.

신고리원자력 발전소 주변해역에 영향을 미치는 동해의 해류순환을 살펴보면 쿠로시오로부터 분지된 대마난류가 대한해협을 통해 동해로 유입되어 한국 동해안을 따르는 동한난류와 일본연안을 따르는 일본연안류를 형성하며, 동해 북부해역의 냉수역에서 표층냉각으로 형성된 한류(리만해류, 북한한류)가 남하하여 동한난류와 접해서 극전선을 형성하는 특성을 갖는 것으로 알려져 있다.

한반도 동남단에 위치한 신고리원자력 발전소 주변해역은 대한해협과 매우 인접해 있다. 대한해협은 쿠로시오로부터 분지된 대마난류가 동해로 유입되는 입구이고, 대마난류의 수송량은 계절에 따라 변화한다. 대한해협을 통한 대마난류의 수송량을 지형류 가정으로 계산해 보면 여름에 2.0 Sv, 겨울에 0.5 Sv로 나타나지만, 최근 관측자료에 의하면 수송량이 계절에 따라 1.6 Sv ~ 3.4 Sv의 변동을 보이고, 평균 약 2.5 Sv의 수송량을 갖는 것으로 나타났다.

동해연안에 위치한 신고리원자력 발전소 주변해역의 해황은 이러한 대마난류의 거동특성 및 대한해협 수송량의 계절 변동이 주변해역의 해황변동과 방류된 온배수의 분포 특성을 결정하는 중요한 역할을 할 것으로 판단된다.

가. 해저지형

신고리원자력 발전소 부지 전면해역의 해저지형은 그림 2.6-2에서 보는 바와 같이 대체로 북동 ~ 남서 방향의 등수심선 분포를 나타내나 해안선의 굴곡이 심하여 연안 돌출부와 만입부 간의 수심경사 차이가 크다.

효암리 전면의 수심은 해안에서 약 1.2 km 지점에 30 m 등수심선이 나타나나, 이후 수심 50 m까지는 경사가 완만하여 해안에서 약 4.3 km 지점에 나타난다. 이에 비해, 신암리 전면의 수심구배는 효암리 보다는 다소 커서 30 m 등수심선이 외해방향 약 0.9 km 지점에 나타나며, 50 m 등수심선은 약 3.2 km 외해에 나타난다.

한편, 신고리원자력 발전소 부지 전면해역에 대한 정밀 수심측량은 2005년 6월(측심간격 25 m)과 2009년 6월(측심간격 25 m)에 수행된 바 있다. 이 두 측심결과를 종합해 보면, 연안 부근은 해저면에 불규칙하게 노출된 기반암으로 인해 불규칙한 양상을 보이고, 외해방향으로

II. 환경 현황

는 비교적 규칙적으로 수심이 깊어지는 것으로 나타났으며, 해저경사는 약 1.9% 정도이다.

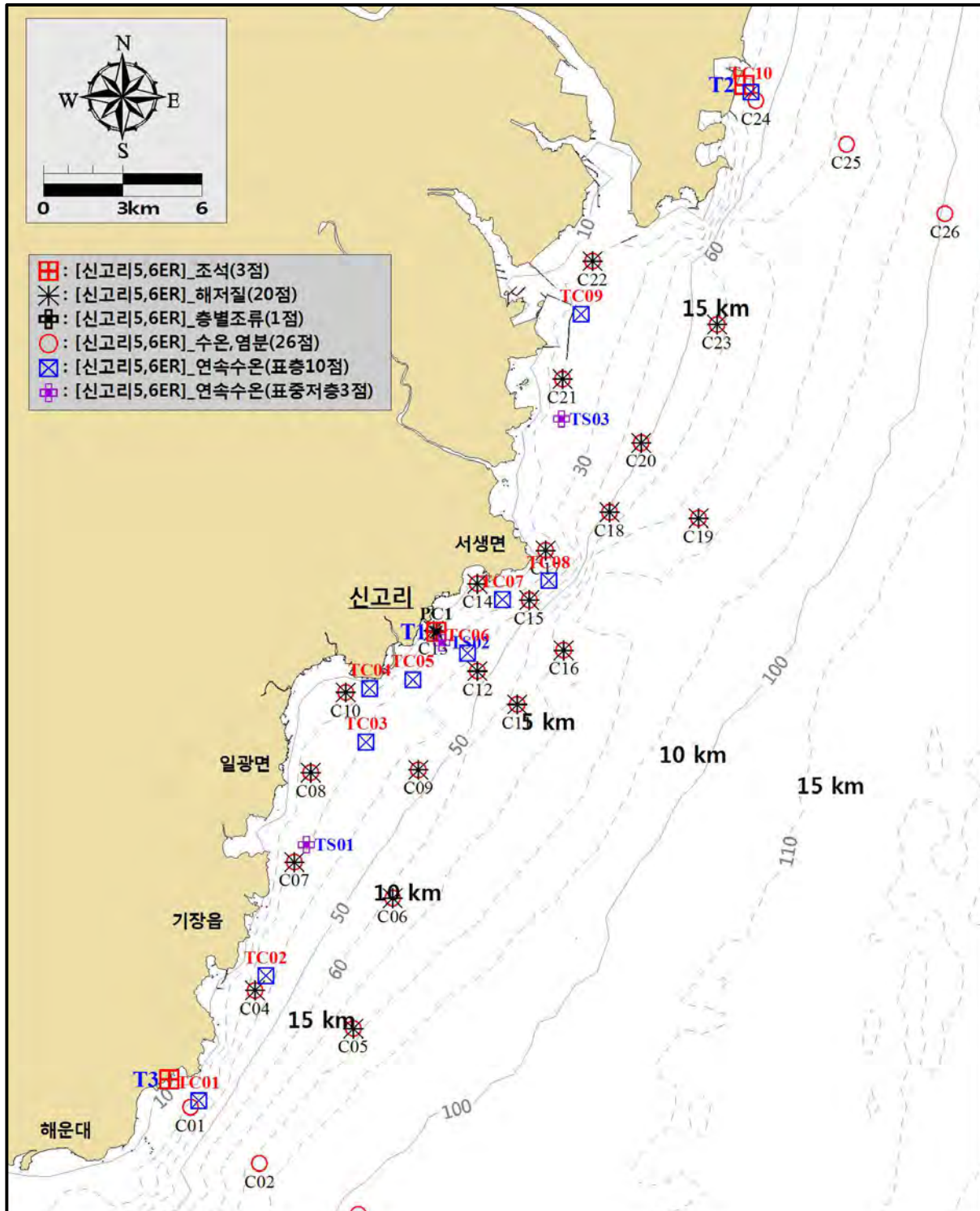


그림 2.6-1 수심분포 및 해황 관측정점 위치

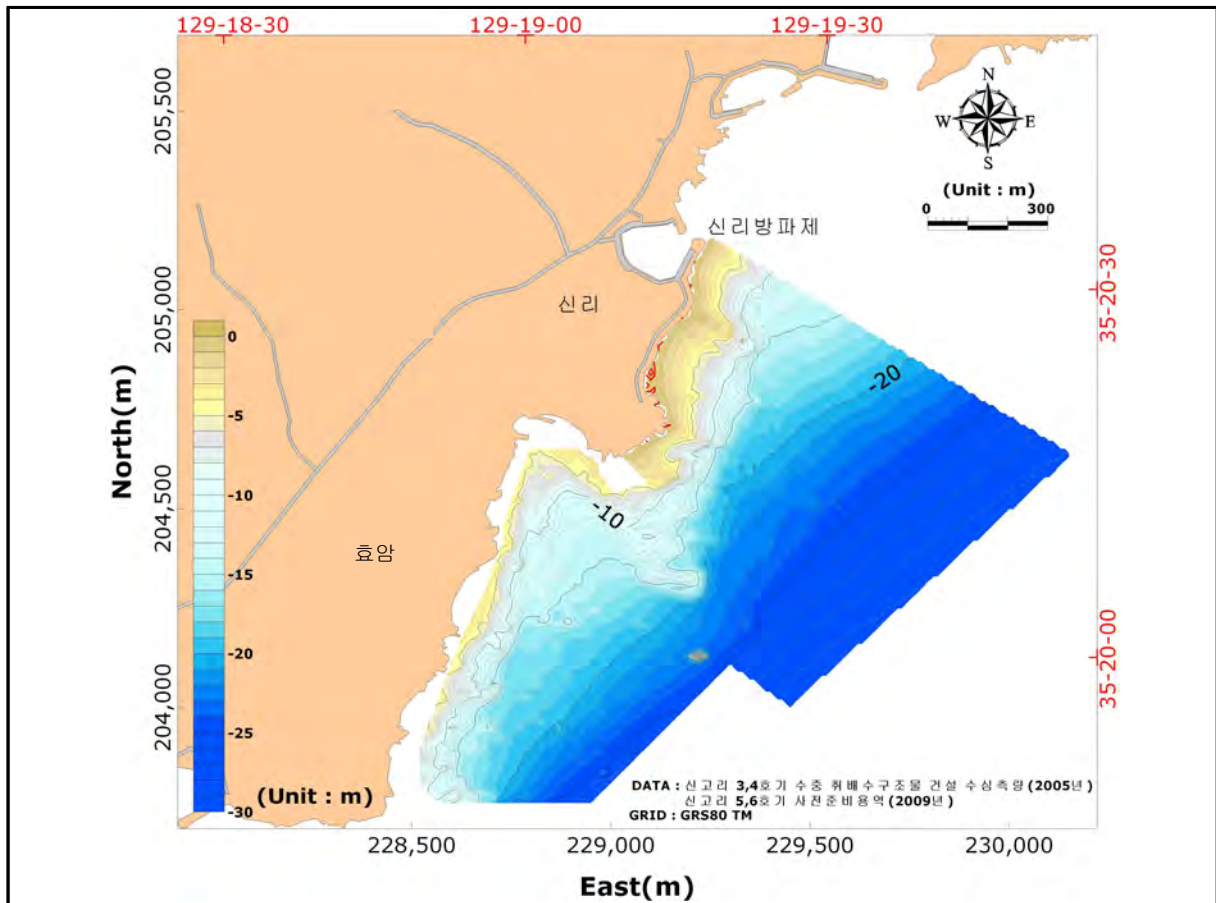


그림 2.6-2 수심분포

나. 조석

신고리원자력 발전소 부지 주변 해역의 조석전파 특성은 신고리원자력 발전소 인근 해역의 동측 또는 동남측에 주요 분조의 무조점이 위치하고 있으며, 조석파의 전파 방향은 무조점을 기준으로 반시계 방향이며, 본 해역에서 조석파는 북측에서 남측으로 전파된다.

조차는 반일주조의 경우 북에서 남으로 갈수록 증가하는 경향을 보이고, 일주조는 반일주조와 반대의 경향을 보이지만 상대적으로 반일주조에 비해 공간적 차이는 크지 않다.

신고리원자력 발전소 주변해역의 해수위 변화를 파악하기 위하여 2008년 1월 1일부터 12월 31일의 1년간 국립해양조사원에서 운영 중인 부산, 울산 조위관측소 자료를 수집 분석하였으며, 고리해역에서 계절별로 관측된 3개소(T1, T2 및 T3) 조석관측 자료를 수집·분석하였다.

본 해역의 조석특성은 15일을 주기로 대조와 소조가 반복되어 나타나지만 장주기 성분에 의한 해면변동이 동시에 나타나 복잡한 해수면 변동양상을 보인다. 대조차는 남에서 북으로 진행할수록 점점 작아지고, 남측해역에서는 ‘반일주조가 우세한 조석’의 특성을 보인다. 북측

II. 환경 현황

으로 갈수록 ‘반일주조가 우세한 혼합조’의 특성이 강하게 나타나는 경향을 보이는 것으로 나타났다(표 2.6-1~2 참조).

표 2.6-1 조석자료 개요

구 분	위 치	춘 계	하 계	추 계	동 계
T1	35°10'28.2"N 129°13'27.5"E	2009. 05. 20 ~ 07. 01	2009. 08. 18 ~ 09. 22	2009. 10. 31 ~ 12. 02	2010. 01. 24 ~ 03. 02
T2	35°31'10.4"N 129°27'04.5"E	2009. 05. 20 ~ 07. 01	2009. 08. 14 ~ 09. 23	2009. 10. 31 ~ 12. 02	2010. 01. 24 ~ 03. 02
T3	35°20'01.0"N 129°19'18.2"E	2009. 05. 27 ~ 07. 01	2009. 08. 14 ~ 09. 22	2009. 10. 31 ~ 12. 02	2010. 01. 24 ~ 03. 02
부 산	35°05'30.0"N 129°02'19.0"E	2008. 01. 01 ~ 12. 31			
울 산	35°30'44.0"N 129°23'13.0"E	2008. 01. 01 ~ 12. 31			

표 2.6-2 신고리 주변해역 조석조화상수

구 분	정 점	M2		S2		K1		O1		MSF	
		반조차 (cm)	지각 (°)	반조차 (cm)	지각 (°)	반조차 (cm)	지각 (°)	반조차 (cm)	지각 (°)	반조차 (cm)	지각 (°)
춘 계	T1	30.79	226.5	15.53	266.5	3.10	122.6	1.18	48.7	2.0	79.24
	T2	13.12	198.1	6.60	246.7	3.41	39.4	2.86	336.6	2.5	73.85
	T3	23.05	219.2	11.77	260.4	2.65	84.3	1.72	4.1	0.8	36.81
하 계	T1	29.74	232.0	14.42	271.4	3.32	114.8	1.41	47.2	0.5	76.64
	T2	12.41	201.4	6.10	249.5	3.71	45.5	3.16	334.4	0.5	195.95
	T3	22.99	222.7	11.26	262.6	2.86	75.0	1.99	359.8	3.5	13.22
추 계	T1	30.85	223.7	15.16	263.6	3.39	106.9	1.49	54.0	6.2	267.04
	T2	12.21	194.7	6.95	243.4	4.24	18.0	3.55	332.0	4.7	265.39
	T3	22.55	216.2	11.22	259.7	2.96	71.7	2.00	5.6	4.7	275.78
동 계	T1	31.00	233.4	15.17	270.0	4.18	113.7	1.36	36.3	2.1	244.0
	T2	12.17	205.7	6.36	250.9	4.25	39.0	3.73	336.3	1.1	231.84
	T3	22.82	225.8	11.45	264.3	3.72	81.0	2.47	1.5	0.6	246.21

다. 해 · 조류

1) 동해 해류특성

동해에는 대마난류(TC), 동한난류(EKWC), 북한한류(NKCC), 리만해류(LC)의 네 가지 해류가 존재한다. 이 중 대마난류는 동중국해로부터 유입되어 대한해협을 지나면서 둘 또는 세 갈래로 나뉘는데, 그 중 가장 서쪽 해류인 동한난류는 한국 동쪽연안을 따라 북쪽으로 흐른다(Morimoto and Yanagi, 1999; Senjyu, 1999).

그림 2.6-3에는 30년 누년평균의 동해해수순환을 계절별로 제시하였으며, 동한난류의 세기는 동계에 가장 약하게 나타나고 있으며, 하계로 갈수록 그 세기가 강해지고 다시 추계를 거쳐 하계에 약해지는 순환패턴을 보이고 있다. 또한, 동해 북부해역에서 표층 냉각으로 형성된 냉수는 한류와 함께 남하하여 난수역과 접하며 극전선을 형성하고 있다.

동한난류는 38°N까지 북상하다가 외해로 이안하여 울릉난수괴를 형성하고 일부는 극전선을 따라 동향한다. 동해 북부 연안을 따라서는 북한한류가 극전선까지 남하하여 동향하여 소야해협(SS)과 쓰가루해협(TGS)을 통해 태평양으로 유출되는 형태를 보인다.

2) 신고리원자력 발전소 부지 주변해역의 해조류특성

표 2.6-3에 신고리원자력 발전소 주변해역 해조류 자료 개요를 제시하였으며, 4회(춘계, 하계, 추계, 동계)관측 모두 낙조류인 북향류가 다소 우세한 경향을 나타내며, 유속의 흐름은 4계절 모두 북동-남서방향의 왕복성 흐름을 나타내고 있다.

표 2.6-4에 계절별 관측 최강유속 및 평균유속을 제시하였다. 하계를 제외한 3계절 모두 낙조류인 북향류 성분이 강하게 나타났으며, 평균유속 역시 하계를 제외한 3계절 모두 창조류보다 낙조류가 1~3 cm 강하게 나타났다.

표 2.6-5에 계절별 잔차류 크기 및 방향을 제시하였다. 잔차류는 물질의 장기적인 분포를 결정하는 중요한 요소로서 온배수 분포에도 중요한 영향을 미친다. 일반적으로 잔차류는 주변해류의 영향, 수심 및 해안선 변화 등의 지형적인 영향, 담수의 유입, 바람 등에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다.

신고리원자력 발전소 주변해역의 잔차류 특성은 춘계와 하계 관측결과 표층에서 남서-남남서 방향, 추계와 동계 관측결과 북-북북서 방향의 흐름을 나타내고 있다. 표층 잔차류 크기는 대체로 1.2~4.0 cm 이하로 나타나며, 하계에는 표층에서 저층으로 갈수록 잔차류 크기가 크게 나타나며, 추계와 동계 관측에서는 표층에서 저층으로 갈수록 잔차류 크기가 작아지는 것으로 나타났다.

II. 환경 현황

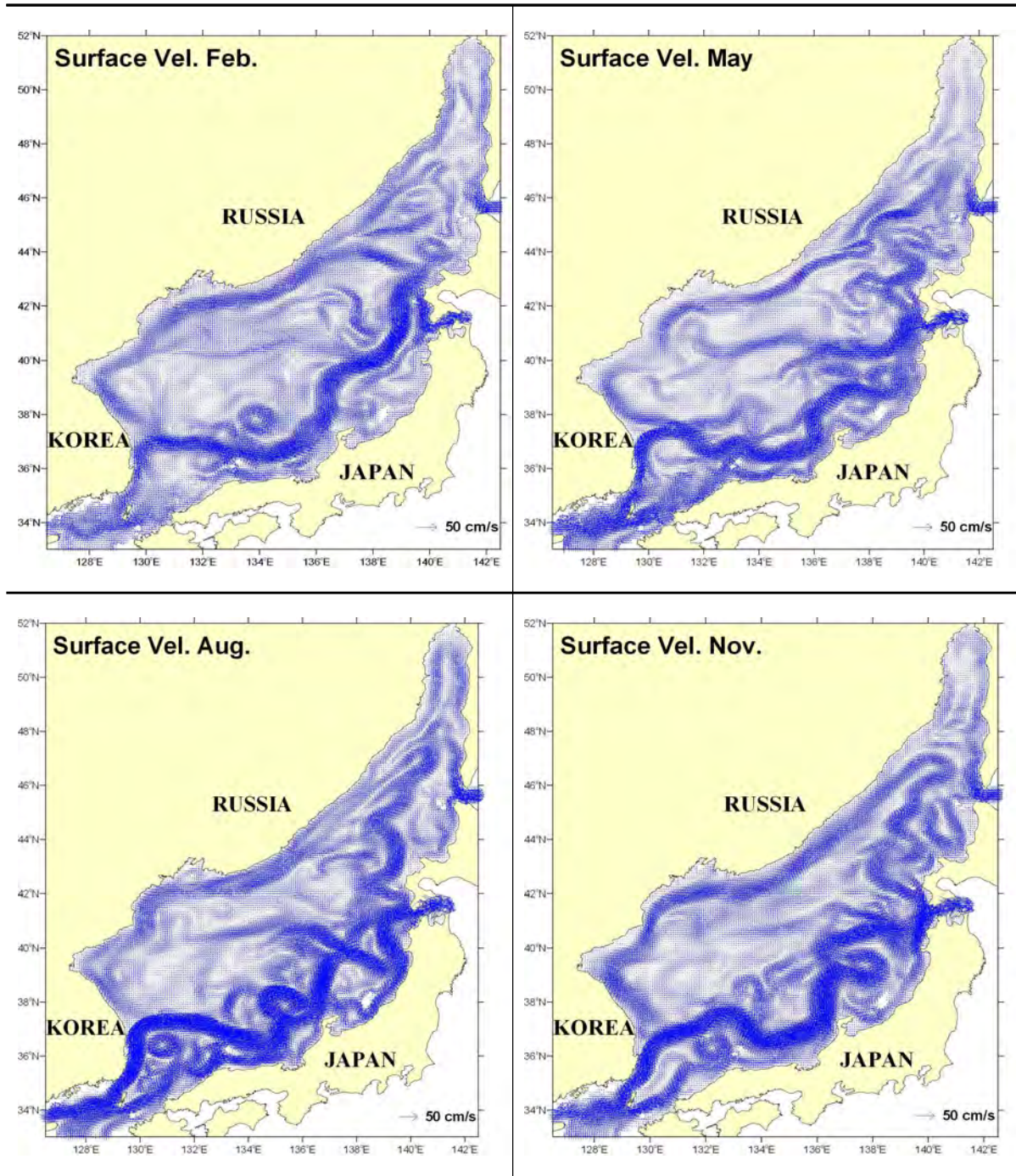


그림 2.6-3 동해의 계절별 평균 해류분포도

표 2.6-3 조류자료 개요

구 분	관측위치	춘계	하계	추계	동계
PC1	35°20'01.0"N 129°19'18.2"E	2009. 05. 27 ~ 07. 01	2009. 08. 14 ~ 09. 22	2009. 11. 02 ~ 12. 02	2010. 01. 24 ~ 03. 02

표 2.6-4 계절별 관측 최강유속 및 평균유속

(단위 : cm/sec)

구분		창조류		낙조류	
		최강	평균	최강	평균
춘계	표층	56.5	22.0	81.8	23.1
	중층	60.3	20.6	77.1	20.0
	저층	47.7	17.5	52.8	16.0
하계	표층	107.7	23.1	97.9	22.3
	중층	96.4	21.2	63.5	19.9
	저층	77.3	19.7	57.7	16.1
추계	표층	54.7	18.5	68.3	19.7
	중층	51.8	18.4	68.2	19.2
	저층	38.3	14.2	49.6	15.3
동계	표층	51.1	19.4	63.3	22.8
	중층	49.0	19.0	60.9	22.0
	저층	47.7	17.7	51.0	18.9

표 2.6-5 계절별 관측유속의 잔차류

구 분		유속(cm/s)	유향(°)	
춘 계 (2009. 05. 27 ~ 07. 01)	표층	1.2	232.7	SW
	중층	2.4	252.8	WSW
	저층	1.7	208.0	SSW
하 계 (2009. 08. 14 ~ 09. 22)	표층	1.7	204.2	SSW
	중층	2.0	272.8	W
	저층	2.8	290.8	WNW
추 계 (2009. 11. 02 ~ 12. 02)	표층	2.7	343.5	NNW
	중층	2.7	350.0	NNW
	저층	1.0	4.3	N
동 계 (2010. 01. 24 ~ 03. 02)	표층	4.0	8.1	N
	중층	3.4	358.4	N
	저층	1.0	358.7	N

II. 환경 현황

라. 수온 및 염분분포

동해안 수온의 연평균치는 8.6 ~ 15.9℃이며, 월평균치는 대체로 2월에 최저 -1.3 ~ 11.3℃로부터 8월에 최고 20.0 ~ 23.5℃까지 변화한다. 동해안의 표면수온은 남부해역과 북부해역 사이에 계절에 따라 심한 차가 있다. 남부해역에서는 여름철에 대마 난류의 확장과 육지로부터 유입되는 육수의 영향, 그리고 태양의 복사열에 의해 수온이 높아져 최고 26 ~ 27℃정도가 되며, 겨울철에는 북상하는 대마난류에 의하여 10℃이상, 특히 외해측에서는 13 ~ 14℃정도를 나타낸다.

고리 주변해역의 계절별 염분분포는 공간적으로 뚜렷한 차이를 나타내지 않으며 하계를 제외한 3계절(춘계, 추계, 동계)의 평균 염분분포는 32.74 ~ 34.96 psu 범위로 나타나며 하계 해안선 인근에서 간헐적으로 31.0 psu 이하의 염분분포를 나타낸다. 염분의 수직분포는 표층에서 저층으로 갈수록 약간 증가하지만 표층과 저층의 염분차는 거의 균일한 분포를 보인다.

1) 공간수온분포

신고리원자력 발전소가 위치하고 있는 동해남부해역은 쿠로시오 해류에서 분기한 대마난류수의 영향을 받는 해역으로서 대마난류의 계절변화에 따라 주변 수온의 특성이 영향을 받는다.

대마난류는 대한해협으로 유입된 후 서수도로 유입된 해류는 한국연안을 따라 북상하여 동한난류를 형성하고, 동수도로 유입된 해류는 일본연안을 따라 북상하여 일본연안지류로 나뉘며 계절에 따라 그 세력이 변동하고 있음을 보여주고 있다. 또한, 고온의 대마난류에서 분지된 동한난류는 고리원전 외해역으로 유입되어 주로 북쪽 방향으로 흐름을 알 수 있다.

신고리원자력 발전소 인근 해역은 간헐적으로 용승현상에 의한 냉수대가 출현하는 지역에 위치하고 있으며 2009년 동계 및 하계에 관측한 CTD 관측결과에서도 고리원전 남측 연안역에서의 낮은 수온분포를 보이는 것이 나타났으며, 이는 용승현상에 의한 냉수대가 출현하였기 때문으로 판단된다.

2) 수온 연직분포

국립수산과학원의 정선해양관측정점을 표 2.6-6에 제시하였다. 정선해양관측은 1995년부터 한국근해의 25개정선, 207개 정점(동해-8개 정선, 남해-8개 정선, 서해-6개 정선, 동중국해-3개)에서 약 2~3개월 간격으로 수심별 관측을 실시하고 있다.

상기 자료중 신고리 3,4호기 부지에서 남·북 방향으로 가장 가까운 정선은 207, 208정선이며, 이 중 연안에 가장 가까운 정점은 207-1, 208-1정점이다. 이 두 정점의 최근 30년(1979 ~ 2008년)자료를 토대로 신고리원자력 발전소 주변해역의 수온공간분포를 분석하였다. 자료 분석은 수심 0, 10, 20, 30, 50 m에 대하여 실시하였으며, 월별 평균수온분포를 표 2.6-7에 제시하였다.

월별 수온연직분포를 살펴보면, 2월에 표층과 해면하 50 m의 수온차가 0.4℃로 가장 낮고, 8월에 10.9℃로 가장 높게 나타난다. 이러한 현상은 봄철에 태양복사열의 증가로 수표면이 점차 가열되어 여름철에 이르러 표-저층간에 수온성층(Thermal stratification)이 강하게 형성되며, 가을철에는 성층이 점차 완만해지고, 겨울철에는 표-저층간의 수온차가 거의 없게 된다.

표 2.6-6 국립수산물과학원(NFRDI) 정선해양관측 자료

관측정점	관 측 위 치		관 측 층	관 측 간격
207-1	129° 07 ' 12 " E	37° 01 ' 18 " N	표층, 10, 20, 30 50, 75, bottom	2개월
208-1	129° 27 ' 18 " E	35° 28 ' 30 " N	표층, 10, 20, 30, 50, bottom	

표 2.6-7 고리 인근해역의 수심별 평균수온

(단위:℃)

수심별	0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	수온차	
						0 - 20 m	0 - 50 m
2월	12.8	12.9	12.8	12.7	12.4	0.1	0.4
4월	13.4	13.3	13.1	12.8	12.4	0.3	1.1
6월	18.2	17.1	15.6	14.6	13.0	2.6	5.3
8월	23.6	21.3	18.6	15.9	12.6	5.0	10.9
10월	22.1	22.0	21.6	20.6	15.5	0.5	6.5
12월	18.6	18.6	18.5	17.7	15.1	0.2	3.5
평균	16.5	16.1	15.6	15.0	13.8	0.8	2.6

II. 환경 현황

마. 물질확산특성

신고리원자력 발전소 부지 인근해역의 해양확산특성을 파악하기 위해 인공위성뜰개 3개를 부지 전면에 투하하여 실험을 수행한 자료(산업자원부, 2006년)를 분석하여 확산계수를 산정하였다.

Okubo(1971)는 뜰개간의 시간당 이격거리가 수평 확산계수와 선형적인 관계가 있음을 여러 실험결과를 통해 제안한 바 있고 제안된 수평 확산계수 산정방법은 아래와 같다.

$$\sigma_{rc}^2 = 2\sigma_x\sigma_y, \quad K_a = \sigma_{rc}^2/4t$$

여기서,

σ_x : x 방향의 뜰개간 이격거리 (m)

σ_y : y 방향의 뜰개간 이격거리 (m)

t : 누적시간 (sec)

K_a : 수평 확산계수 (m²/s)

선형 보간법에 의해 1일 간격의 위치정보로부터 동일시간의 x 방향과 y 방향의 이격거리와 누적시간과의 관계식에 의해 수평 확산계수를 산정하였다. 수평 확산계수 산정결과, 연안에서 외해방향으로 15 km 이내에서는 4.1×10^5 cm²/sec, 15~80 km에서는 2.2×10^7 cm²/sec로 산정되었다.

바. 표층퇴적물

표층퇴적물 자료는 신고리원자력 발전소 전면 및 주변해역의 26개 정점에서 관측된 자료를 분석하였다.

표 2.6-8에 계절별 조사해역의 표층퇴적물 조성과 조직 변수를 제시하였으며, 그림 2.6-4에 표층퇴적물 분포도를 제시하였다. 표층 퇴적물의 퇴적상은 대체로 sC(사질점토), C(점토)가 주를 이루고 있으며, 자갈의 함량은 동계와 하계 계절별 차이는 있으나 대체로 29.0% 이하이다. 모래(Sand)의 함량은 평균 8.61 ~ 17.40% 분포를 나타내며, 실트(Silt)의 함량은 평균 14.03 ~ 22.25%로 나타난다.

조사해역의 조직변수를 살펴보면, 평균입도(Mean)는 1.63 ~ 10.30 ϕ 의 범위로 일부 정점(CS14, CS17, CS22)을 제외하고는 7.0 ϕ 이상의 분포를 나타내어, 상대적으로 세립한 퇴적물이

분포하고 있는 것으로 나타난다.

분급도(Sorting)는 0.81 ~ 4.60 ϕ 로 Moderately Sorted에서 Very Poorly Sorted의 분포를 나타내며, 평균적으로 2 ϕ 이상의 불량한 분급도를 나타내며, 왜도(Skewness)는 -0.57 ~ 0.73로 Strongly Coarse - Skewed에서 Strongly Fine - Skewed까지 폭넓은 분포를 나타내며, 일부 정점을 제외한 모든 정점에서 음의 왜도를 나타낸다. 첨도(Kurtosis)는 0.48 ~ 2.54의 범위로 Very Platykurtic에서 Very Leptokurtic의 분포를 나타낸다.

표 2.6-8 신고리 주변해역 표층퇴적물의 조성과 조직 변수

정 점	Composition(%)				Sediment Type	Textural Parameters			
	Gravel	Sand	Silt	Clay		Mean	Sorting	Skewness	Kurtosis
						(ϕ)			
CS01	0.00	28.20	20.40	51.39	sC	7.190	3.356	-0.404	0.593
CS02	0.00	7.18	28.40	64.42	C	8.605	2.222	-0.407	0.931
CS03	0.00	22.28	22.42	55.31	sC	7.411	3.218	-0.465	0.740
CS04	0.00	31.13	20.39	48.48	sC	6.941	3.489	-0.353	0.585
CS05	0.00	7.56	29.23	63.21	C	8.531	2.242	-0.378	0.923
CS06	0.00	20.22	21.00	58.78	sC	7.600	3.088	-0.503	0.818
CS07	0.00	19.20	24.06	56.74	sC	7.591	3.008	-0.447	0.810
CS08	0.00	8.15	29.03	62.82	C	8.560	2.256	-0.398	0.898
CS09	0.00	5.62	30.83	63.55	C	8.564	2.173	-0.374	0.872
CS10	1.17	6.61	37.22	55.00	(g)sM	8.247	2.356	-0.257	0.792
CS11	0.00	4.30	24.50	71.20	C	9.064	1.830	-0.526	0.864
CS12	0.00	7.90	23.67	68.44	C	8.891	2.238	-0.578	1.053
CS13	0.00	10.77	27.08	62.14	sC	8.460	2.603	-0.487	1.034
CS14	28.64	53.37	5.53	12.46	gmS	1.632	3.734	0.601	1.298
CS15	0.00	3.41	23.57	73.03	C	9.173	1.751	-0.579	0.858
CS16	0.00	2.47	3.82	93.71	C	10.304	0.808	-0.463	2.376
CS17	0.00	81.62	4.83	13.55	cS	2.843	3.185	0.729	2.535
CS18	0.00	6.90	22.86	70.25	C	8.987	2.136	-0.619	1.026
CS19	0.00	10.81	25.95	63.24	sC	8.547	2.591	-0.507	1.081
CS20	0.00	2.98	23.81	73.21	C	9.224	1.788	-0.663	0.870
CS21	0.00	8.33	28.27	63.40	C	8.540	2.260	-0.393	0.919
CS22	1.27	79.27	5.24	14.21	(g)mS	3.186	3.210	0.712	2.357
CS23	0.00	6.25	24.01	69.74	C	9.006	2.106	-0.630	0.985
CS24	0.00	8.90	24.89	66.21	C	8.745	2.263	-0.520	0.973
CS25	0.00	3.61	24.83	71.56	C	9.075	1.842	-0.564	0.857
CS26	0.00	5.37	22.68	71.95	C	9.178	2.031	-6.96	1.044

II. 환경 현황

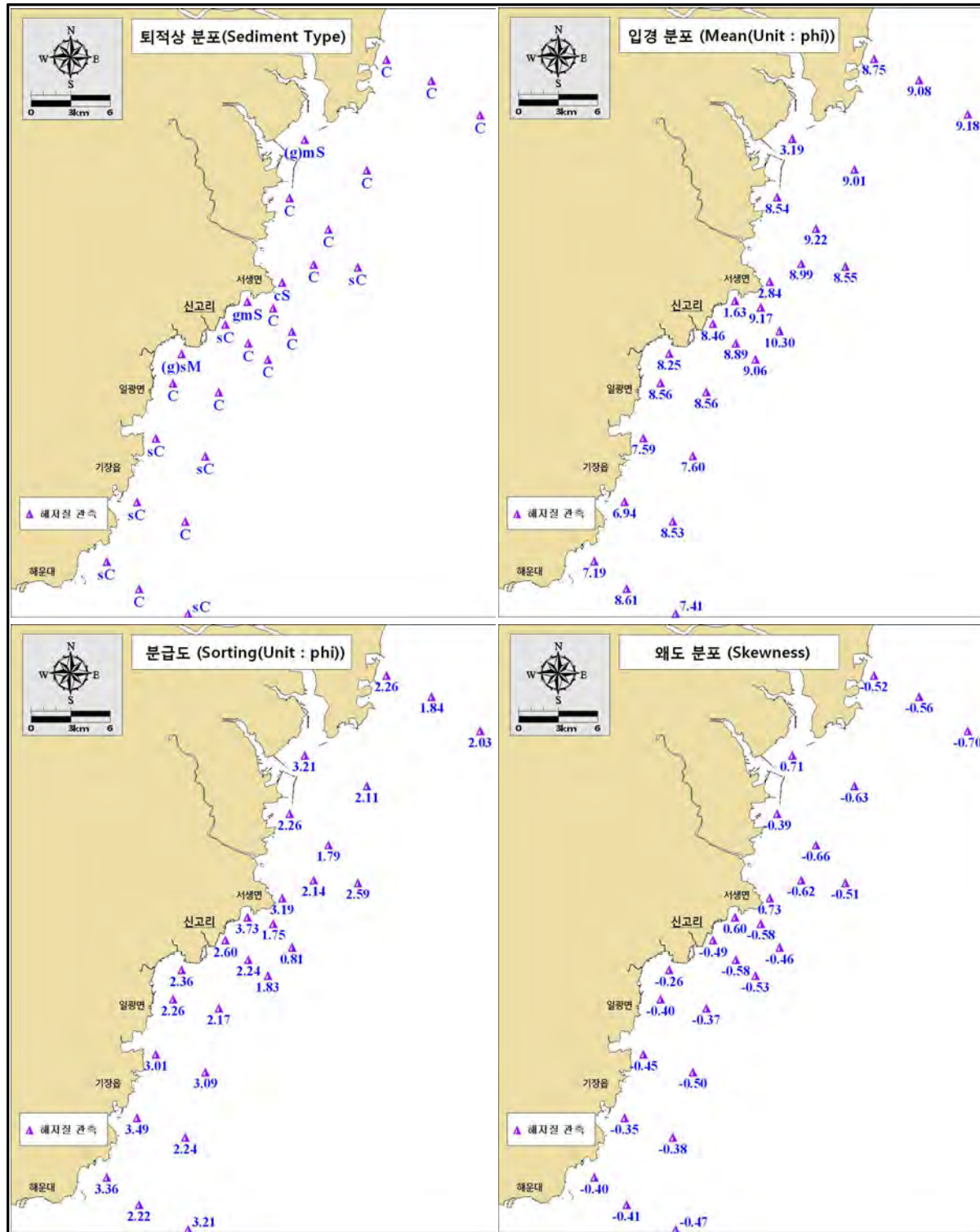


그림 2.6-4 표층퇴적물 분포도

2.6.2 해양확산

가. 적용 수치모델

1) 개요

해양확산 평가를 위하여 동해광역 해수유통 모델을 구축하여 동해 중간역 모델의 입력자료를 추출하였다. 동해 중간역 모델의 방류경계조건 설정을 위하여 협역 수치모델을 수행하였다. 동해 중간역 수치모델로는 부지 반경 10~80 km영역에 대하여 해양확산 평가를 실시하고, 협역 수치모델로는 0.5~8.0 km 영역에 대하여 해양확산 평가를 실시하였다.

동해광역 모델과, 중간역 모델은 RIAMOM 모델을 사용하였으며, 협역 수치모델은 EFDC 모델을 사용하였다. RIAMOM 모델은 일본 큐수대 응용역학연구소의 Lee와 Yoon(1994)이 개발한 3차원 해양확산 수치모델이며, EFDC 모델은 미국 VIMS(1994)에서 개발된 3차원 해수순환 및 해양확산 평가 모델이다.

RIAMOM은 수평적으로 구면좌표계를 사용하고 수직적으로 z-좌표계를 사용하여 광역의 해수순환을 모의하기에 적합한 수치모델로, 이미 동해 해수순환 예측(Lee와 Yoon, 1994)과 최근의 “원전 액체 방사성 유출물 해양확산 평가기술 개발(산업자원부, 2006)”등에 사용되어 신뢰성이 입증된 바 있다.

2) 기본방정식

RIAMOM 모델은 다음과 같이 연속방정식, 3차원 운동방정식, 물질보존방정식, 상태방정식 등으로 구성되어 있다.

$$\frac{1}{R \cos \Phi} \frac{\partial u}{\partial \lambda} + \frac{1}{R \cos \Phi} \frac{\partial}{\partial \Phi} (v \cos \Phi) + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + L(u) - \frac{u v \tan \Phi}{R} - f v = - \frac{1}{\rho_0 R \cos \Phi} \frac{\partial P}{\partial \lambda} + \frac{\partial}{\partial z} A_v \frac{\partial u}{\partial z} + A_h \nabla^2 u - \frac{u}{R^2 \cos^2 \Phi} - \frac{2 \sin \Phi}{R^2 \cos^2 \Phi} \frac{\partial v}{\partial \lambda}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + L(v) - \frac{u^2 \tan \Phi}{R} - f u = - \frac{1}{\rho_0 R} \frac{\partial P}{\partial \Phi} + \frac{\partial}{\partial z} A_v \frac{\partial v}{\partial z} + A_h \nabla^2 v - \frac{v}{R^2 \cos^2 \Phi} - \frac{2 \sin \Phi}{R^2 \cos^2 \Phi} \frac{\partial u}{\partial \lambda}$$

II. 환경 현황

$$\frac{\partial P}{\partial z} = -\rho g$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + L(T) = \frac{\partial}{\partial z} K_v \frac{\partial T}{\partial z} + K_h \nabla^2 T$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + L(S) = \frac{\partial}{\partial z} K_v \frac{\partial S}{\partial z} + K_h \nabla^2 S$$

여기서, t 는 시간, λ 는 경도, Φ 는 위도, R 은 지구반경, f 는 코리올리상수($=2\Omega \sin \Phi$, Ω 는 지구 각속도), g 는 중력가속도, P 는 압력, ρ 는 해수의 밀도, ρ_0 는 상대밀도, u, v 는 각각 경도방향과 위도방향의 속도성분, w 는 유속의 수직방향 성분, A_v, A_h 는 각각 수직 및 수평 난류점성계수, T, S 는 해수의 수온과 염분, K_v, K_h 는 각각 수직 및 수평 난류확산계수이다.

연산자 L 과 ∇^2 은 아래와 같이 정의된다.

$$L(\mu) = \frac{1}{R \cos \Phi} \frac{\partial}{\partial \lambda} (u \lambda) + \frac{1}{R \cos \Phi} \frac{\partial}{\partial \Phi} (v \mu \cos \Phi) + \frac{\partial}{\partial z} (w \mu)$$

$$\nabla^2 \mu = \frac{1}{R^2 \cos^2 \Phi} \frac{\partial^2 \mu}{\partial \lambda^2} + \frac{1}{R^2 \cos \Phi} \frac{\partial}{\partial \Phi} \left(\cos \Phi \frac{\partial \mu}{\partial \Phi} \right)$$

한편, 밀도는 Mellor(1991)에 의해 적용된 UNESCO 상태방정식으로부터 계산되었다.

나. 주요 입력자료

1) 모델영역 및 계산격자망

해양확산 평가를 위한 수치모델의 계산영역은 부지를 중심으로 반경 80 km 범위를 포함하도록 경도 방향으로 128.5 °E에서 130.5 °E, 위도 방향으로 34.6 °N에서 36.6 °N까지를

대상으로 하였다. 수평방향으로는 $1/36^\circ$ (약 $2.7 \times 2.7 \text{ km}$) 크기의 정방격자(Recti-linear uniform grids)로 총 72×72 개의 격자망을 구성하였다(그림 2.6-5). 수직적으로는 20개의 층으로 구분하였다.

2) 수심

국립해양조사원의 수치해도자료를 활용하여 각 계산격자의 수심을 입력하였으며, 모델에 입력된 수심분포는 그림 2.6-5와 같다.

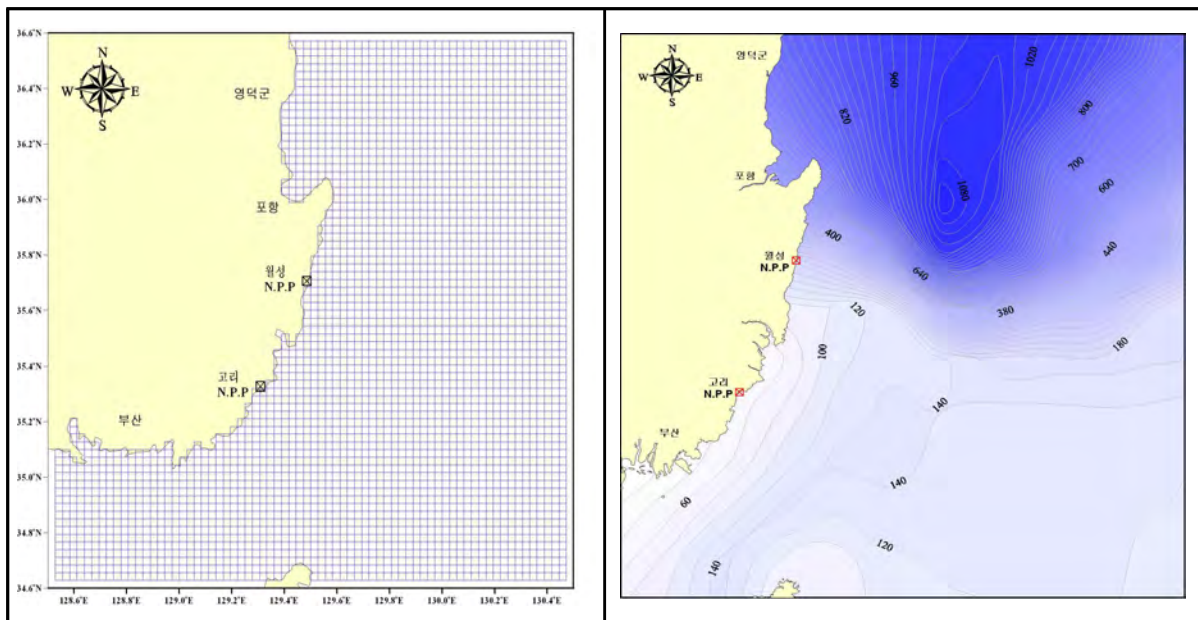


그림 2.6-5 해양확산 수치모델의 계산격자망 및 수심

3) 수치실험 기간 및 계산시간간격

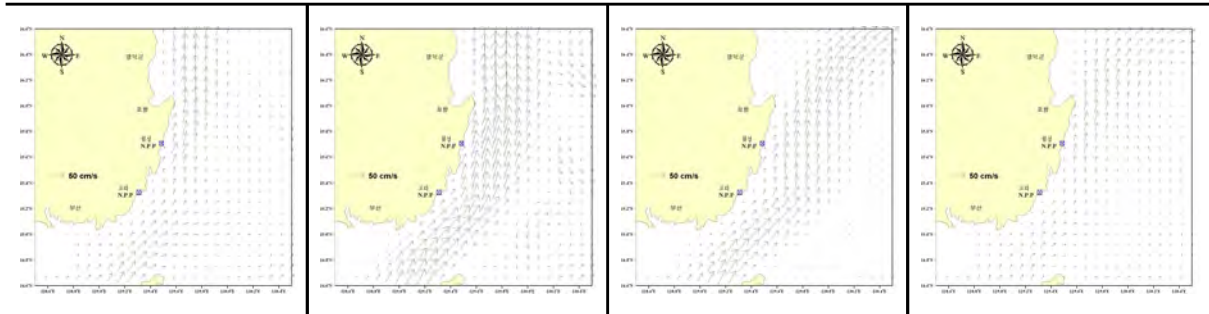
수치실험 기간은 계절별 확산특성을 파악할 수 있도록 1년을 대상으로 하였으며, 계산시간은 수치적 안정성을 고려하여 4분 간격으로 하였다.

4) 초기조건

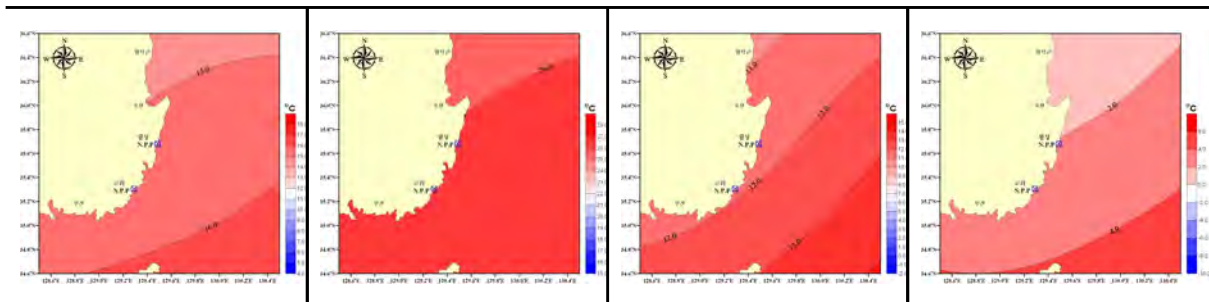
모델영역내의 초기 유동장과 수온, 염분 및 바람응력 분포는 동해 해수순환모델 결과로부터 얻은 계절별 자료를 이용하여 그림 2.6-6과 같이 설정하였다.

II. 환경 현황

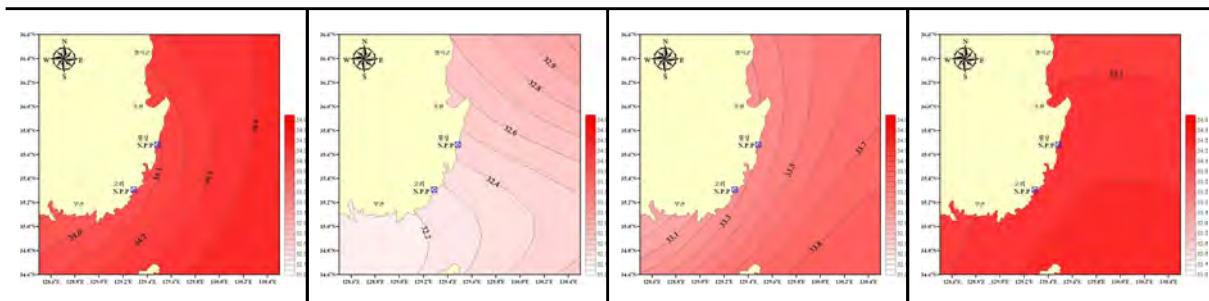
유속 조건



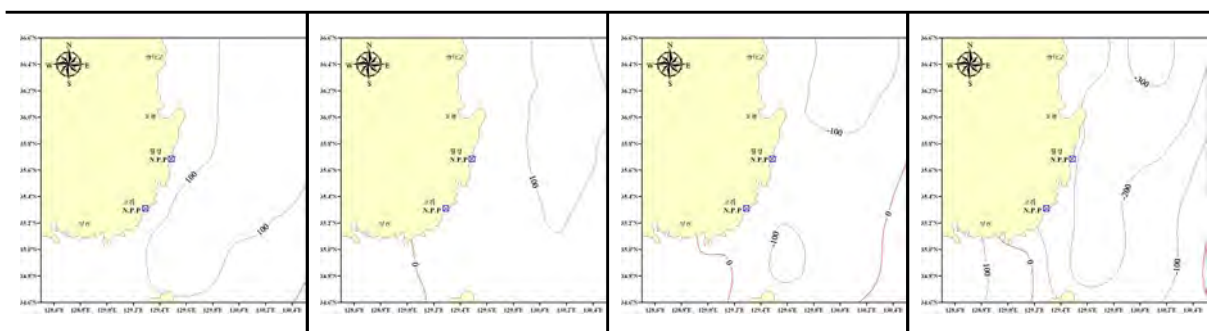
수온 조건



염분 조건



바람응력 조건



준계

하계

동계

추계

그림 2.6-6 해양확산 수치모델의 초기 및 경계조건

5) 외해 및 수표면 경계조건

수치모델의 외해 경계조건 역시 동해 해수순환모델 결과를 이용하여 설정하였다. 모델영역의 남, 북 및 동측 경계조건으로 입력한 유속, 수온 및 염분자료 중 각 경계면의 중앙에 해당하는 격자에서의 값을 표층과 저층으로 구분하여 입력하였다.

해수면에서 바람 응력에 의한 취송류를 고려할 수 있도록 0.5625° 의 해상도를 갖는 ECMWF(European Center for Medium-range Weather Forecast), JMA(Japan Meteorological Agency)의 MAM (Mesoscale Atmospheric Model) 바람자료를 모델에 입력하였다.

6) 방류경계조건

신고리 3,4호기의 액체방류물은 순환수계통 온배수에 혼합되어 부지전면 심층 배수구를 통해 바다로 방류된다. 수중배수구를 통해 방류되는 액체방류물은 수십 ~ 수백 미터의 짧은 거리에서 초기희석이 강하게 일어나게 되므로 2.7×2.7 km의 격자 크기를 갖는 본 해양확산 모델(동해 중간역 모델)로는 정확한 결과를 도출할 수 없다.

따라서 수중배수구 주변의 초기 확산특성을 보다 정확히 해석하여 본 모델의 방류경계조건을 설정하기 위해 별도로 부지인근 해역을 대상으로 하는 협역 수치모델을 실행하였다.

협역 수치모델은 수중배수구를 중심으로 동서방향으로 22 km, 남북방향으로 43 km 범위를 계산영역으로 하며, 조사지역의 해안선과 해저지형을 재현하면서 계산의 효율성을 높이기 위하여 가변 격자체계를 사용하였다. 특히, 신고리 3,4호기 주변에서는 배수구와 취수구 같은 구조물의 특성을 고려할 수 있도록 50×50 m 크기의 격자를 사용하였고, 계산의 효율을 높이기 위해 발전소에서 남북으로 멀어질수록 점차 큰 격자크기를 갖도록 하였다. 각 격자의 수심은 국립해양조사원의 최신 해도와 기존 연구에서 측량한 상세 수심자료를 근거로 지정하였으며, 수직적으로는 10개의 시그마 층으로 구성하였다(그림 2.6-7, 그림 2.6-8).

심층배수구 주변의 협역 해양확산 평가에 적용한 수치모델은 미국 버지니아 해양연구소(VIMS)에서 개발(Hamrick, 1994)하여 미국 환경청(US EPA) 공인 모델로 지정되어 있는 EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code) 이다.

EFDC 모델은 연안, 하구 등의 유동 및 물질수송을 모의할 수 있는 3차원 수치모델링 시스템으로 그동안 대학, 연구기관, 국가기관 등에서 널리 사용되어 검증된 수치모델이다.

협역 수치모델링 모델영역의 남, 북, 동측 외해경계에서의 수위는 조석 관측자료를 이용하여 설정하였으며, 수온은 부지주변에서 관측한 연속수온 시계열자료를 입력하였다. 해수면에

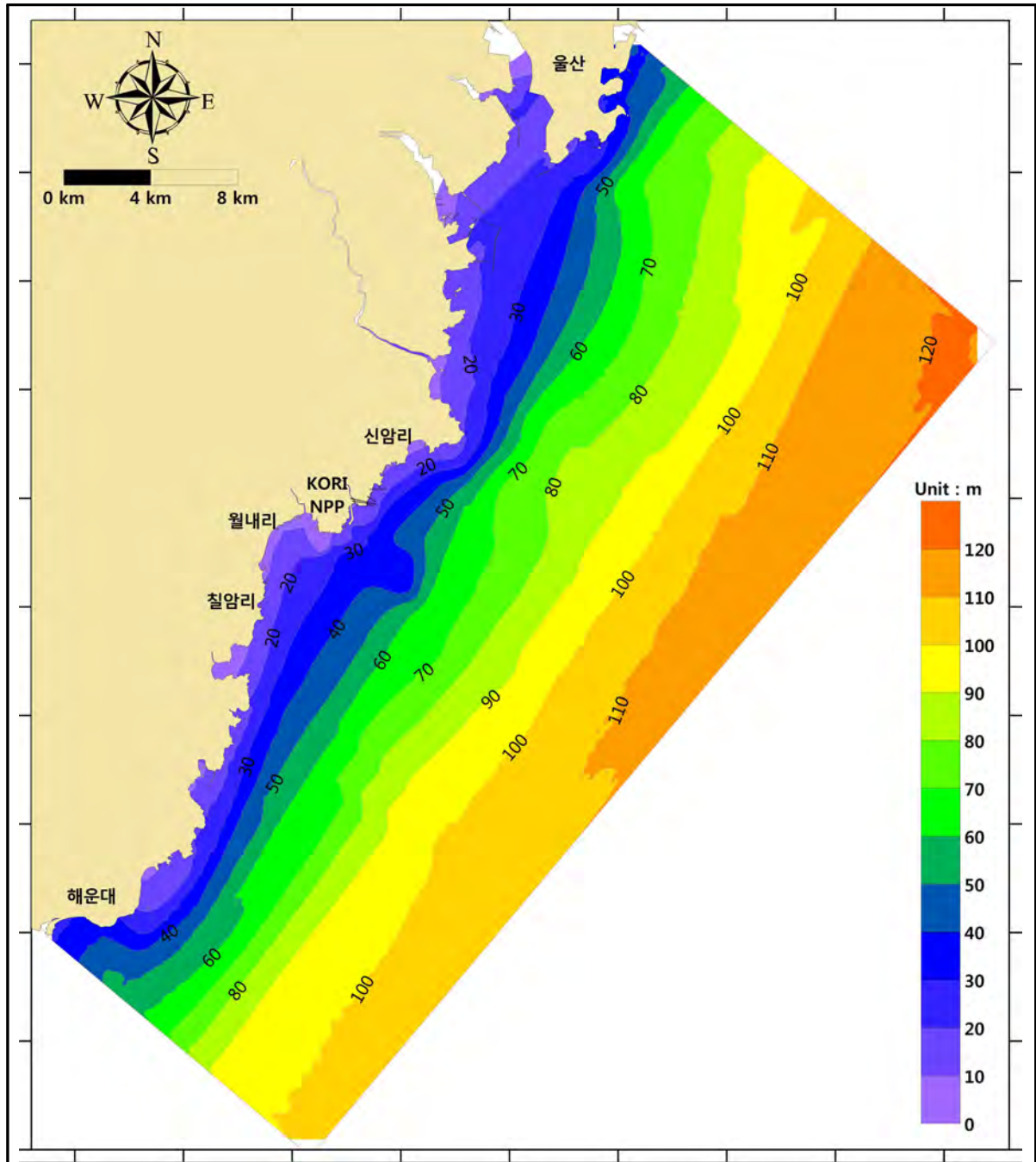


그림 2.6-7 협역 해양확산 수치모델의 등수심도

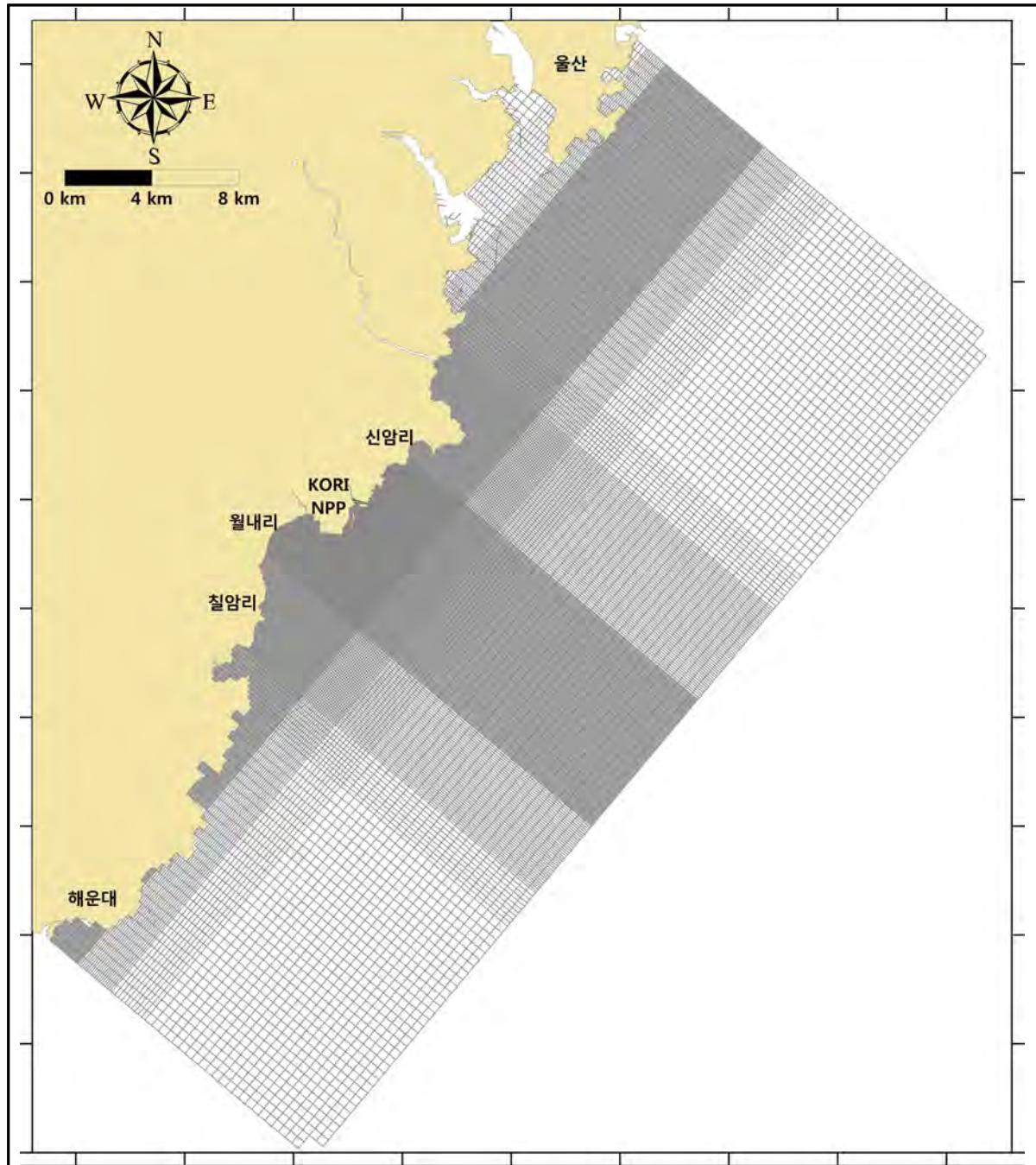


그림 2.6-8 협역 해양확산 수치모델의 격자망도

II. 환경 현황

서 대기와의 열교환을 계산하기 위한 열교환계수 및 평형온도도 부산기상대의 관측자료(기온, 이슬점온도, 운량, 일사량 자료) 등을 이용하여 입력하였다.

수치실험기간은 계절별 30일간을 대상으로 하였으며, 계산시간 간격은 모델의 수치적 안정성을 고려하여 10초로 하였다.

이상의 입력자료를 이용하여 계절별로 협역 수치실험을 실행하였으며, 모델 계산결과 중 수위와 유속에 대한 시계열을 현장관측값과 비교할 수 있도록 그림 2.6-9 및 그림 2.6-10에 제시하였다. 수치모델 계산결과의 재현성을 확인하기 위해 운동에너지 회수율을 계산한 결과, 0.78 ~ 0.85로 나타나 관측유속을 매우 잘 재현하고 있음을 알 수 있다.

협역 수치모델 결과중 심층배수구 주변 4×4 km 구역의 확산농도값을 본 수치모델의 방류경계조건으로 설정하였다.

7) 방사성 물질 선정

액체 방사성물질의 해양확산 평가에 있어 방사핵종의 흡착, 침전 등을 고려하는 것이 바람직하나 이러한 침적현상은 해수중 방사성물질의 농도를 감소시키는 역할을 하므로 보수적인 평가를 위해 모두 해수에 용해되어 해수와 같이 이동, 확산되는 용해성 방사성물질로 가정하였다.

다. 수치모델의 보정 및 검증

해수위 및 유속에 대한 수치모델의 계산결과가 현장관측 자료를 잘 재현할 수 있도록 모델의 개방경계에 입력된 조석 조화상수값을 반복적으로 조절하는 보정작업을 거쳐 검증하였다.

수치모델의 계산결과가 실제 현장 관측치를 얼마나 잘 재현하는지를 정량적으로 제시할 수 있도록 다음과 같이 운동에너지 회수율을 계산하였다.

$$\text{운동에너지 회수율} = 1 - (\text{RMS Ratio})^2$$

$$\text{RMS Ratio} = \frac{\text{RMS error}}{\text{RMS speed}} = \frac{\frac{1}{M} \sum \sqrt{(U_m - U_{obs})^2 + (V_m - V_{obs})^2}}{\frac{1}{M} \sum \sqrt{(U_m)^2 + (V_m)^2}}$$

여기서,

U_m : 모델계산유속 (m/s), U_{obs} : 현장관측유속 (m/s)

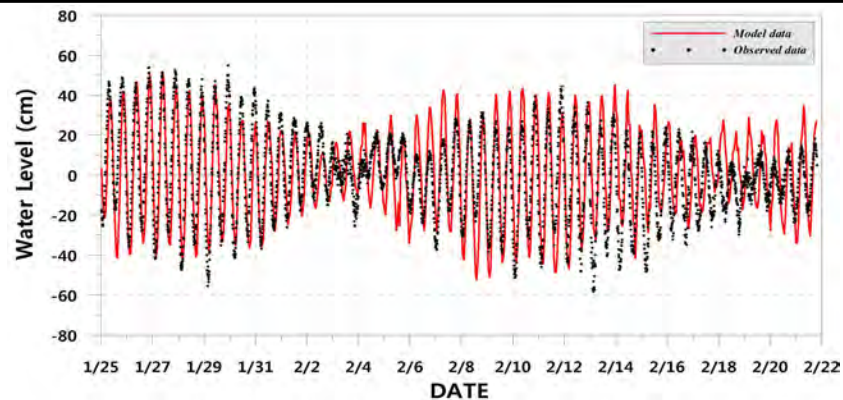
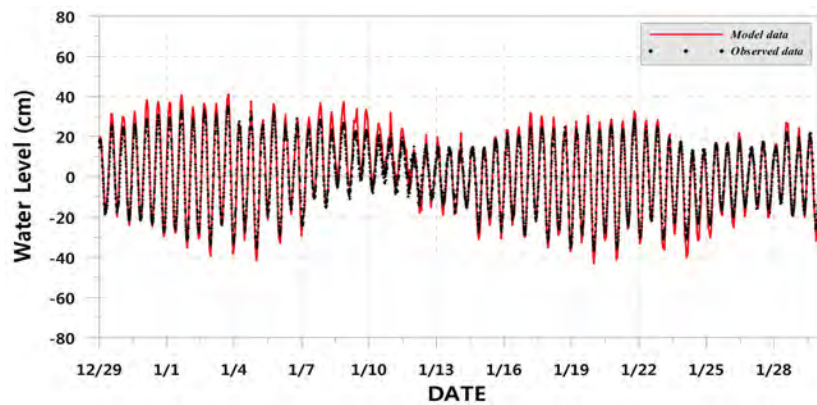
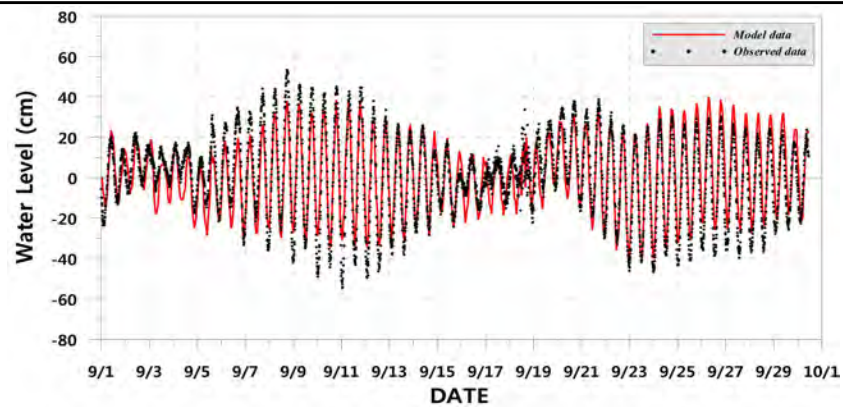
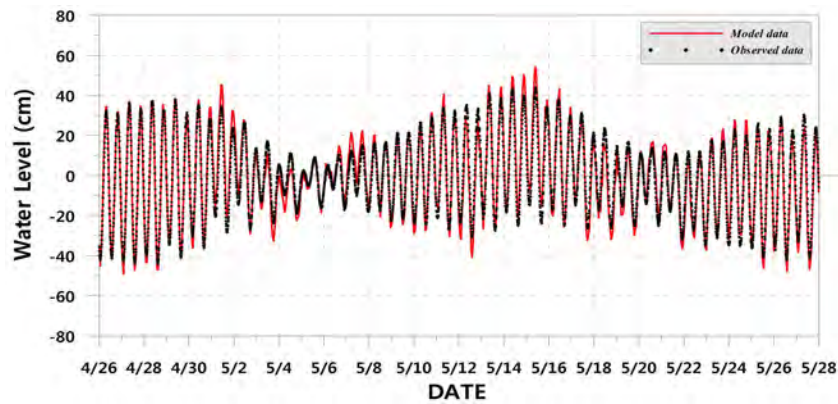


그림 2.6-9 해수위 검증결과

II. 환경 현황

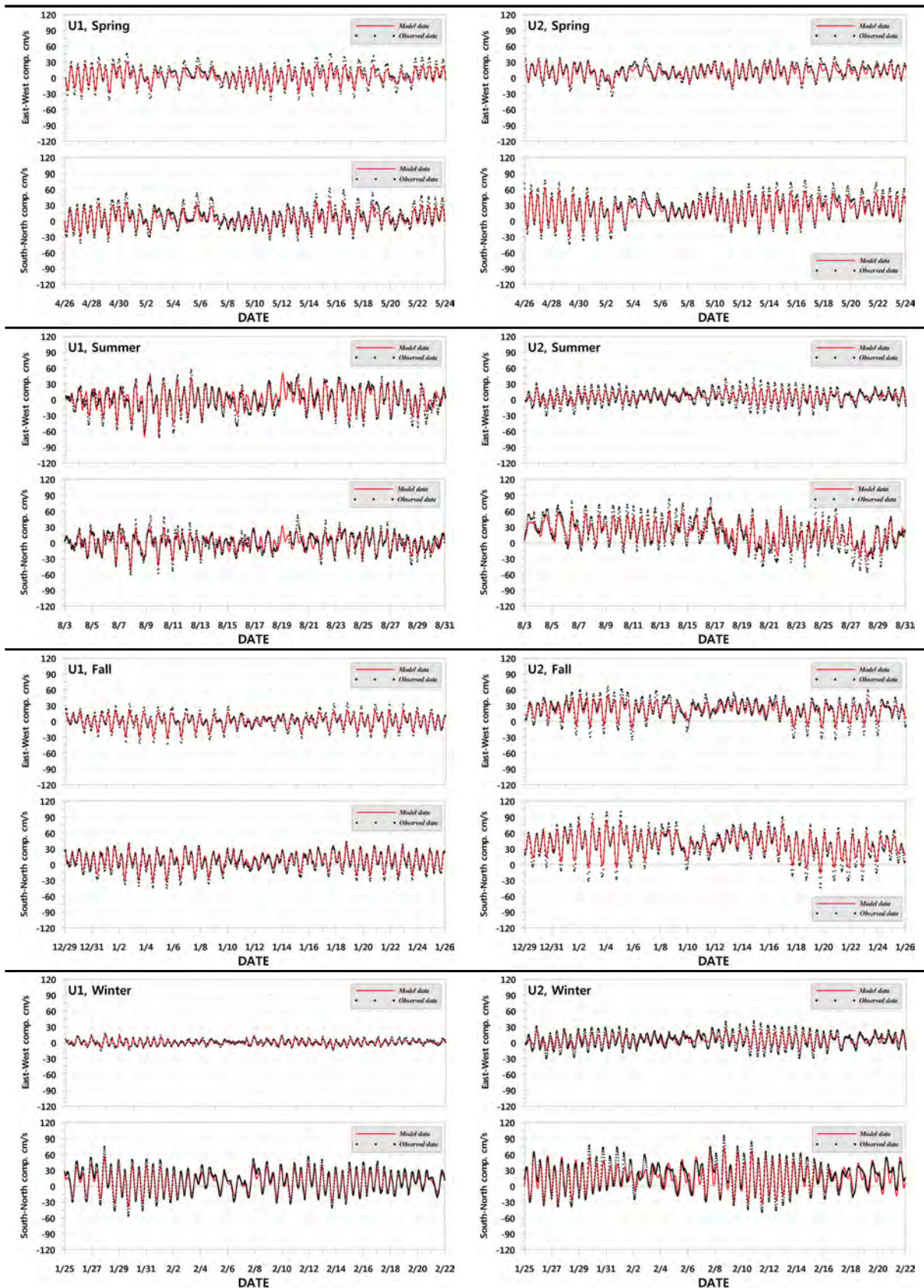


그림 2.6-10 해·조류 검증결과

M : 자료의 수

RMS : 평균제곱근(Root Mean Square)

계산결과, 운동에너지 회수율은 0.48로 모델 계산값은 현장 관측값과 다소 차이를 보이는 것으로 나타났다. 그러나 모델 계산값은 동해의 광역 해수유동에 대한 30년 누년평균 자료를 이용하여 평균적인 유동장을 재현한 것이고, 비교에 이용한 현장 관측값은 2006 ~ 2007년에 특정한 시기의 자료여서 다소간의 차이를 보일 수 있다. 그러나 신고리원자력 발전소 인근 해역에서 북향하는 동한난류의 재현 등 전반적인 신고리원자력 발전소 인근 해역에서의 해수 유동 형상은 비교적 잘 재현하고 있다.

라. 해양확산 수치실험 결과

1) 해수유동

계절별 각 90일간의 해수유동 수치실험 결과 중 마지막 15일간 표층에서의 평균류를 그림 2.6-11에 나타내었으며, 동한난류의 계절별 주 흐름 방향과 크기를 잘 재현하고 있음을 알 수 있다. 신고리원자력 발전소 인근 해역에서의 동한난류의 세기를 살펴보면 2월에 가장 약하게 나타나고 5월에 다소 커지며 8월에 가장 크게 나타나고 있고, 11월에는 다시 약화되는 형태를 보이고 있다.

2) 정상 운영 시 해양확산

단위농도의 방사성물질을 함유한 액체방류물이 해양으로 유출될 경우 그 확산양상을 파악하기 위해 각 계절별 90일간의 수치실험 기간 중 모델결과가 준정상상태에 충분히 도달하였다고 판단되는 마지막 15일간의 평균 확산농도를 격자별로 산정하였다. 그리고 계산된 확산농도의 역수를 희석인자(DF, Dilution Factor)로 환산하였다. 희석인자는 초기농도가 단위농도일 경우 모델에서 계산된 확산농도(χ)의 역수이다. 계절별 표층에서의 해양확산 분포도를 그림 2.6-12에 제시하였으며, 부지반경 10 km 이내의 영역에 대해서는 계절별로 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

연안을 따라 이동거리별 희석인자 및 이동시간은 표 2.6-9와 같다. 희석인자는 심층배수구로부터 북쪽 및 남쪽 방향으로 0.5 km 거리에서 각각 5.40, 7.31이고, 10 km 거리에서는 각각 1.02×10^3 , 3.12×10^2 로 산정되었다. 부지반경 10 km 이내에 분포하는 주요 어항 및 해수욕장에서의 희석인자 및 이동시간은 표 2.6-10과 표 2.6-11에 제시하였다.

II. 환경 현황

3) 비정상 운영시 해양확산

사고 시 액체 방사성물질은 폐기물 처리계통으로 전량 회수되어 원천적으로 해양으로 방류되지 않도록 설계되므로 해양확산이 일어나지 않는다. 따라서 여기서는 해양확산 측면에서 보수적인 평가가 가능하도록 가장 회석이 작게 일어나는 경우의 회석인자를 산정하였다.

회석이 가장 작게 일어나는 경우는 수치실험 기간 중 각 계산격자에서 최고 농도를 나타낼 때이며, 이러한 가상적인 상황을 비정상 운영 시 해양확산 평가 조건으로 설정하였다. 이러한 조건하에 비정상 운영 시 해양확산 분포도는 그림 2.6-13와 같다. 비정상 운영 시 회석인자는 심층배수구로부터 남·북 방향 0.5 km 거리에서 각각 3.07, 2.16 이며, 10 km 거리에서는 각각 125, 385로 산정되었다(표 2.6-12).

4) 침적인자

해변활동에 의한 외부피폭선량 평가에 필요한 침적인자는 미국 규제지침 1.109에 의거 다음과 같이 계산하였다.

$$S_i = 100 T_i C_0 / D_F W [1 - \exp(-\lambda_i t_b)]$$

여기서, S_i = 유효 표면오염도(Bq/m²)

T_i = 핵종 i의 반감기(일)

W = 해변넓이인자

C_0 = 방사성물질 초기 방출농도

D_F = 해양회석인자

λ_i = 방사능 붕괴상수(hr⁻¹)

t_b = 침적물이 오염된 해수에 노출된 시간(hr)

100 = 해수로부터 침적물(sediment)로의 이동상수(ℓ /m²-day)

즉, 단위농도 방출시 유효 표면오염도가 침적인자(1/m²)가 된다. 침적인자는 핵종별로 다르게 나타나므로 감마 방출 핵종중 선량기여도가 높은 I-131을 기준으로 제시하였으며, 정상 운영 시 및 비정상 운영 시 이동거리별 침적인자는 표 2.6-13~표 2.6-16과 같다.

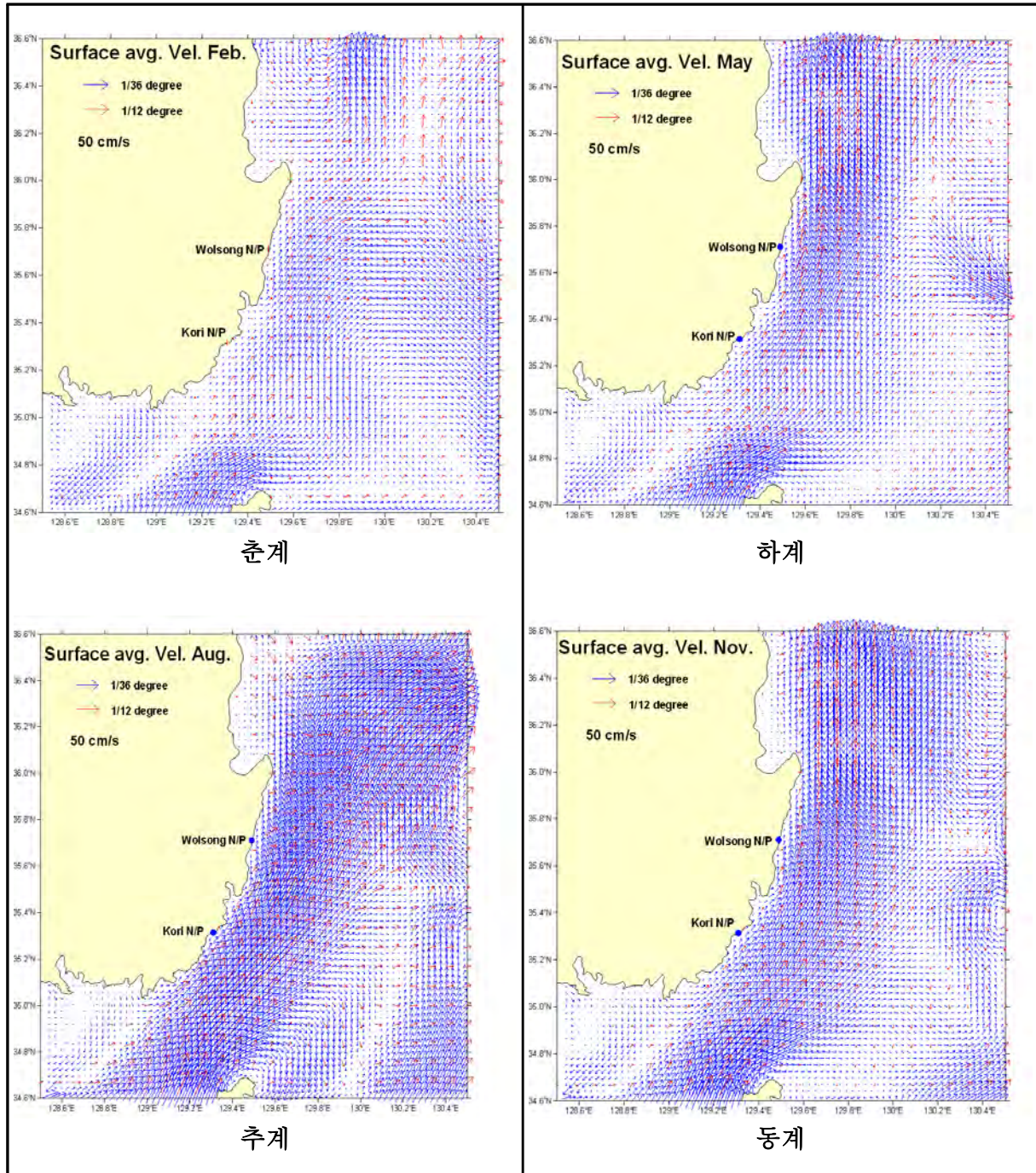


그림 2.6-11 계절별 해수유동 수치실험 결과

II. 환경 현황

표 2.6-9 정상운영시 이동거리별 희석인자

방향	거리 (km)	봄	여름	가을	겨울	연평균	도달시간 (hr)
북쪽	80	2.85E+06	3.19E+04	2.18E+04	7.65E+04	7.44E+05	101.0
	65	1.43E+06	1.60E+04	1.13E+04	3.89E+04	3.73E+05	82.1
	50	1.78E+03	5.32E+02	5.40E+02	9.96E+02	9.61E+02	66.1
	35	1.69E+03	5.67E+02	4.74E+02	1.25E+03	9.95E+02	48.6
	20	1.60E+03	5.98E+02	3.97E+02	1.49E+03	1.02E+03	25.3
	10	1.59E+03	2.68E+02	2.19E+02	1.99E+03	1.02E+03	13.2
	8	8.04E+02	1.79E+02	1.29E+02	1.02E+03	5.32E+02	9.7
	6	2.99E+01	9.30E+01	4.00E+01	3.65E+01	4.98E+01	7.2
	4	1.29E+01	3.52E+01	1.62E+01	1.37E+01	1.95E+01	4.4
	2	7.38E+00	1.14E+01	7.44E+00	7.11E+00	8.34E+00	2.0
	1	6.17E+00	7.17E+00	6.23E+00	5.83E+00	6.35E+00	1.0
	0.5	5.16E+00	6.22E+00	5.22E+00	4.99E+00	5.40E+00	0.5
남쪽	0.5	7.44E+00	6.96E+00	8.00E+00	6.86E+00	7.31E+00	0.7
	1	8.93E+00	1.07E+01	9.51E+00	8.53E+00	9.42E+00	1.3
	2	1.02E+01	1.24E+01	1.08E+01	9.51E+00	1.07E+01	2.8
	4	4.21E+01	6.49E+01	4.78E+01	3.43E+01	4.73E+01	5.3
	6	3.36E+01	1.20E+02	3.47E+01	2.83E+01	5.42E+01	8.3
	8	7.67E+01	2.72E+02	2.85E+02	9.73E+01	1.83E+02	11.7
	10	1.19E+02	4.28E+02	5.32E+02	1.67E+02	3.12E+02	14.6
	20	4.79E+02	2.67E+04	5.96E+04	1.59E+03	2.21E+04	30.9
	35	3.97E+07	1.94E+10	1.77E+10	1.20E+07	9.30E+09	57.2
	50	7.84E+07	3.85E+10	3.57E+10	2.38E+07	1.86E+10	86.8
	65	2.81E+08	3.09E+13	3.11E+14	7.09E+08	8.54E+13	112.8
	80	3.36E+09	6.20E+13	6.24E+14	1.37E+09	1.72E+14	148.1

표 2.6-10 정상운영시 주요 해수욕장에서의 희석인자

지역	거리 (km)	희석인자					도달시간 (hr)
		춘계	하계	추계	동계	연평균	
북부	79.6	2.76E+06	3.08E+04	2.18E+04	7.40E+04	7.22E+05	99.74
구룡포	76.8	2.57E+06	2.87E+04	2.18E+04	6.90E+04	6.72E+05	97.22
도구	73.6	2.28E+06	2.55E+04	2.18E+04	6.15E+04	5.97E+05	93.44
오류	56.7	6.68E+05	7.75E+03	5.56E+03	1.87E+04	1.75E+05	73.57
전춘	52.7	2.87E+05	3.63E+03	2.69E+03	8.58E+03	7.54E+04	69.30
나정	52.1	1.92E+05	2.59E+03	1.97E+03	6.05E+03	5.06E+04	68.23
봉길	47.5	1.76E+03	5.39E+02	5.27E+02	1.25E+03	1.02E+03	62.60
관성	38.2	1.71E+03	5.60E+02	4.87E+02	1.20E+03	9.88E+02	52.10
일산	20.6	1.61E+03	5.96E+02	4.02E+02	1.27E+03	9.75E+02	26.85
진하	6	2.99E+01	9.30E+01	4.00E+01	3.65E+01	4.98E+01	7.20
임랑	4.7	3.79E+01	9.25E+01	4.13E+01	3.13E+01	5.08E+01	6.80
일광	11.1	1.55E+02	3.06E+03	6.44E+03	3.09E+02	2.49E+03	16.23
송정	20.1	4.79E+02	2.67E+04	5.96E+04	1.59E+03	2.21E+04	30.90
해운대	24	1.06E+07	5.17E+09	4.72E+09	3.20E+06	2.48E+09	37.91
광안리	27.5	1.85E+07	9.05E+09	8.26E+09	5.60E+06	4.34E+09	43.17
송도	39.2	5.00E+07	2.45E+10	2.25E+10	1.51E+07	1.18E+10	65.09
다대포	44.8	6.55E+07	3.21E+10	2.97E+10	1.99E+07	1.55E+10	76.93
진해	61.3	2.27E+08	2.27E+13	2.28E+14	5.26E+08	6.26E+13	105.87
농소	65.3	2.81E+08	3.09E+13	3.11E+14	7.09E+08	8.54E+13	112.80
구영	65.9	4.86E+08	3.30E+13	3.32E+14	7.53E+08	9.12E+13	115.15
황포	67.9	8.97E+08	3.71E+13	3.74E+14	8.41E+08	1.03E+14	119.86
홍남	68.6	1.10E+09	3.92E+13	3.94E+14	8.85E+08	1.08E+14	122.21
덕포	72.2	1.72E+09	4.54E+13	4.57E+14	1.02E+09	1.26E+14	129.27

II. 환경 현황

표 2.6-11 정상 및 비정상운영시 주요 어항에서의 희석인자

방향	어항명	거리(km)	희석인자	도달시간(hr)
북쪽	양 포	65.7	7.44E+05	83.36
	감 포	54.4	1.00E+05	70.37
	읍 천	42	9.79E+02	56.77
	정 자	33.4	9.98E+02	45.49
	방어진	19.2	1.02E+03	24.09
남쪽	대 변	15.5	1.12E+04	22.75
	다대포	45.7	1.61E+10	78.91
	천성항	57.4	3.99E+13	98.93
	원전항	68	1.03E+14	119.86
	외 포	68.7	1.08E+14	122.21
	능 포	73.3	1.32E+14	131.63
	광암항	77	1.55E+14	141.04
	지세포	78.6	1.66E+14	145.75

표 2.6-12 비정상운영시 이동거리별 희석인자

방향	거리(km)	연평균
북쪽	80	6.01E+05
	65	1.77E+03
	50	6.24E+02
	35	1.84E+02
	20	4.10E+02
	10	3.85E+02
	8	2.09E+02
	6	3.49E+01
	4	1.27E+01
	2	5.00E+00
	1	3.18E+00
	0.5	2.16E+00
남쪽	0.5	3.07E+00
	1	4.24E+00
	2	5.55E+00
	4	3.08E+01
	6	3.67E+01
	8	8.06E+01
	10	1.25E+02
	20	9.93E+03
	35	6.85E+09
	50	1.30E+10
	65	4.76E+13
	80	1.54E+14

표 2.6-13 정상운영시 이동거리별 침적인자

방향	거리 (km)	봄	여름	가을	겨울	연평균	도달시간 (hr)
북쪽	80	1.41E-04	1.25E-02	1.83E-02	5.23E-03	9.06E-03	101.0
	65	2.80E-04	2.50E-02	3.55E-02	1.03E-02	1.78E-02	82.1
	50	2.25E-01	7.51E-01	7.40E-01	4.02E-01	5.30E-01	66.1
	35	2.37E-01	7.06E-01	8.43E-01	3.21E-01	5.27E-01	48.6
	20	2.50E-01	6.69E-01	1.01E+00	2.69E-01	5.49E-01	25.3
	10	2.52E-01	1.49E+00	1.83E+00	2.01E-01	9.44E-01	13.2
	8	4.98E-01	2.24E+00	3.11E+00	3.93E-01	1.56E+00	9.7
	6	1.34E+01	4.30E+00	1.00E+01	1.10E+01	9.66E+00	7.2
	4	3.09E+01	1.14E+01	2.47E+01	2.92E+01	2.40E+01	4.4
	2	5.42E+01	3.50E+01	5.38E+01	5.63E+01	4.98E+01	2.0
	1	6.48E+01	5.58E+01	6.42E+01	6.86E+01	6.33E+01	1.0
	0.5	7.75E+01	6.43E+01	7.66E+01	8.01E+01	7.46E+01	0.5
남쪽	0.5	5.38E+01	5.75E+01	5.00E+01	5.83E+01	5.49E+01	0.7
	1	4.48E+01	3.74E+01	4.21E+01	4.69E+01	4.28E+01	1.3
	2	3.94E+01	3.23E+01	3.71E+01	4.21E+01	3.77E+01	2.8
	4	9.50E+00	6.16E+00	8.36E+00	1.17E+01	8.92E+00	5.3
	6	1.19E+01	3.33E+00	1.15E+01	1.41E+01	1.02E+01	8.3
	8	5.22E+00	1.47E+00	1.40E+00	4.11E+00	3.05E+00	11.7
	10	3.36E+00	9.36E-01	7.51E-01	2.39E+00	1.86E+00	14.6
	20	8.36E-01	1.50E-02	6.72E-03	2.51E-01	2.77E-01	30.9
	35	1.01E-05	2.06E-08	2.26E-08	3.33E-05	1.09E-05	57.2
	50	5.10E-06	1.04E-08	1.12E-08	1.68E-05	5.49E-06	86.8
	65	1.42E-06	1.29E-11	1.29E-12	5.65E-07	4.97E-07	112.8
	80	1.19E-07	6.45E-12	6.41E-13	2.91E-07	1.03E-07	148.1

II. 환경 현황

표 2.6-14 정상운영시 주요 해수욕장에서의 침적인자

지역	거리 (km)	침적인자					도달시간 (hr)
		춘계	하계	추계	동계	연평균	
북부	79.6	1.50E-04	1.33E-02	1.94E-02	5.57E-03	9.64E-03	99.74
구룡포	76.8	1.69E-04	1.50E-02	2.17E-02	6.24E-03	1.08E-02	97.22
도구	73.6	1.97E-04	1.75E-02	2.52E-02	7.26E-03	1.26E-02	93.44
오류	56.7	1.20E-01	4.12E-01	4.11E-01	2.19E-01	2.91E-01	73.57
전춘	52.7	1.80E-01	6.06E-01	5.99E-01	3.24E-01	4.28E-01	69.30
나정	52.1	1.95E-01	6.54E-01	6.46E-01	3.50E-01	4.62E-01	68.23
봉길	47.5	2.27E-01	7.42E-01	7.61E-01	3.86E-01	5.29E-01	62.60
관성	38.2	2.35E-01	7.15E-01	8.22E-01	3.37E-01	5.28E-01	52.10
일산	20.6	2.44E-01	6.86E-01	9.32E-01	2.93E-01	5.39E-01	36.17
진하	6	1.34E+01	4.30E+00	1.00E+01	1.10E+01	9.66E+00	7.20
임랑	4.7	1.07E+01	4.75E+00	9.93E+00	1.29E+01	9.56E+00	6.80
일광	11.1	3.11E+00	8.44E-01	6.77E-01	2.18E+00	1.70E+00	16.23
송정	20.1	8.36E-01	1.50E-02	6.72E-03	2.51E-01	2.77E-01	30.90
해운대	24	6.13E-01	1.10E-02	4.93E-03	1.84E-01	2.03E-01	37.91
광안리	27.5	4.46E-01	8.00E-03	3.58E-03	1.34E-01	1.48E-01	43.17
송도	39.2	8.77E-06	1.79E-08	1.96E-08	2.89E-05	9.46E-06	65.09
다대포	44.8	6.77E-06	1.38E-08	1.50E-08	2.23E-05	7.29E-06	76.93
진해	61.3	2.40E-06	2.78E-09	2.99E-09	4.89E-06	1.83E-06	105.87
농소	65.3	1.42E-06	1.29E-11	1.29E-12	5.65E-07	4.97E-07	112.80
구영	65.9	1.33E-06	1.25E-11	1.25E-12	5.47E-07	4.71E-07	115.15
황포	67.9	1.16E-06	1.16E-11	1.16E-12	5.10E-07	4.18E-07	119.86
홍남	68.6	1.07E-06	1.12E-11	1.12E-12	4.92E-07	3.92E-07	122.21
덕포	72.2	8.13E-07	9.89E-12	9.87E-13	4.37E-07	3.13E-07	129.27

표 2.6-15 정상운영시 주요 어항에서의 침적인자

방향	어항명	거리(km)	침적인자	도달시간(hr)
북쪽	양 포	65.7	7.44E+05	83.36
	감 포	54.4	1.00E+05	70.37
	읍 천	42	9.79E+02	56.77
	정 자	33.4	9.98E+02	45.49
	방어진	19.2	1.02E+03	24.09
남쪽	대 변	15.5	9.89E-01	23.57
	다대포	45.7	6.93E-06	78.91
	천성항	57.4	3.16E-06	98.93
	원전항	68	4.18E-07	119.86
	외 포	68.7	4.05E-07	121.04
	능 포	73.3	2.87E-07	131.63
	광암항	77	1.82E-07	141.04
	지세포	78.6	1.42E-07	144.57

표 2.6-16 비정상운영시 이동거리별 침적인자

방향	거리(km)	연평균
북쪽	80	6.66E-04
	65	2.26E-01
	50	6.41E-01
	35	2.17E+00
	20	9.76E-01
	10	1.04E+00
	8	1.92E+00
	6	1.15E+01
	4	3.16E+01
	2	8.00E+01
	1	1.26E+02
	0.5	1.85E+02
남쪽	0.5	1.30E+02
	1	9.44E+01
	2	7.21E+01
	4	1.30E+01
	6	1.09E+01
	8	4.96E+00
	10	3.21E+00
	20	4.03E-02
	35	5.84E-08
	50	3.07E-08
	65	8.41E-12
	80	2.59E-12

II. 환경 현황

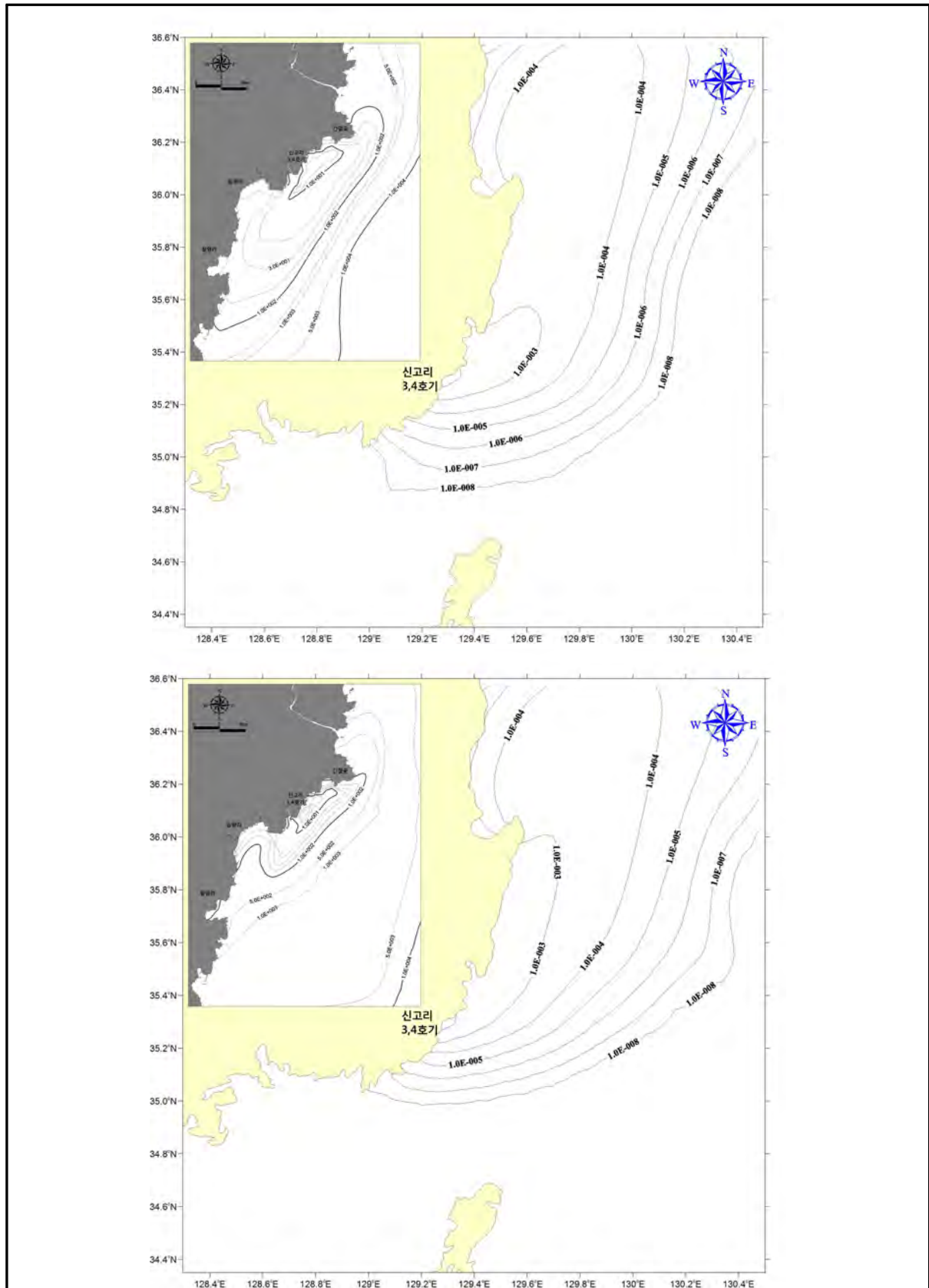


그림 2.6-12 정상운영시 액체방사성 유출물 해양확산도 (상 : 춘계, 하 : 하계)

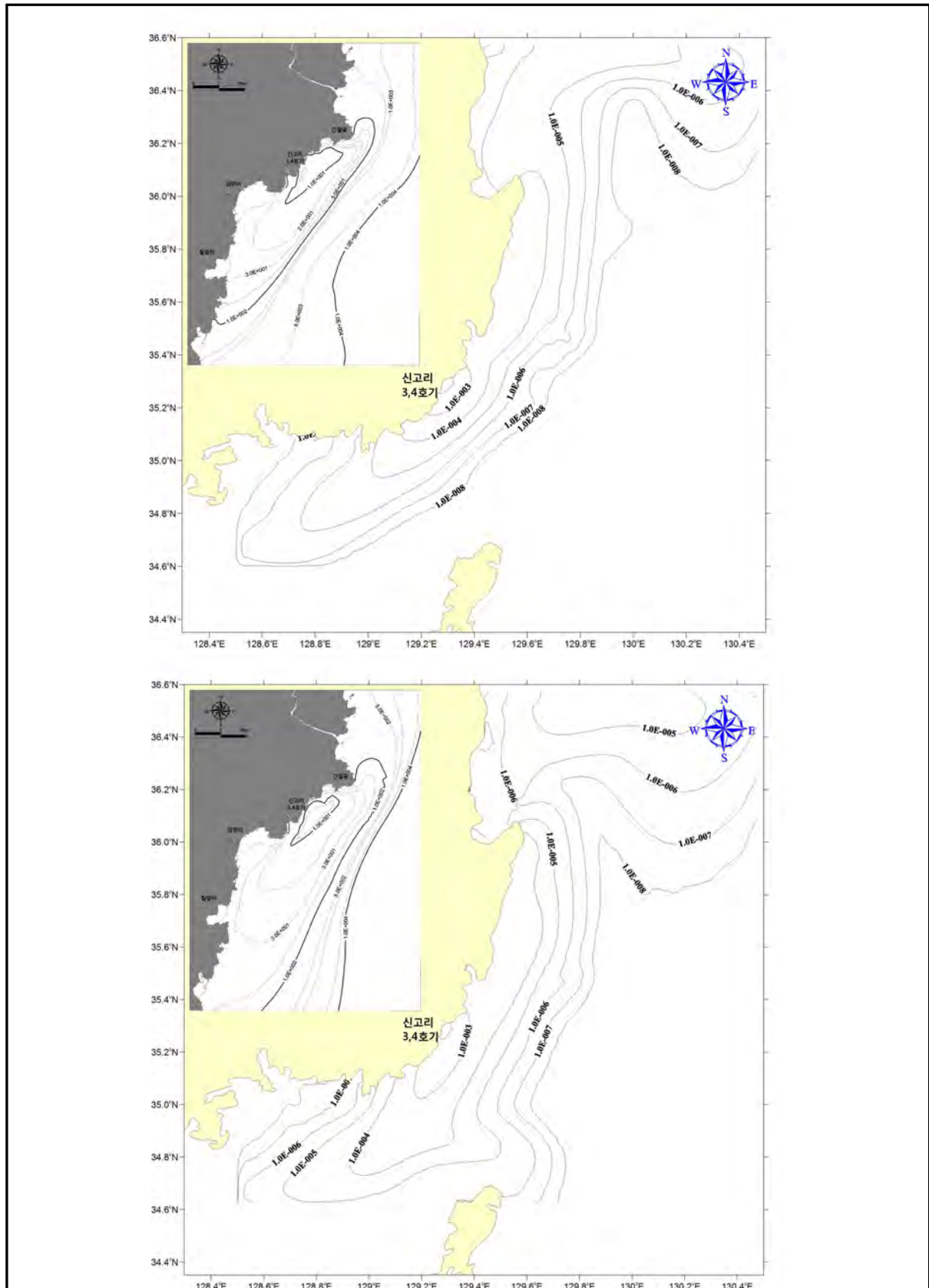


그림 2.6-12 (계 속) (상 : 추계, 하 : 동계)

II. 환경 현황

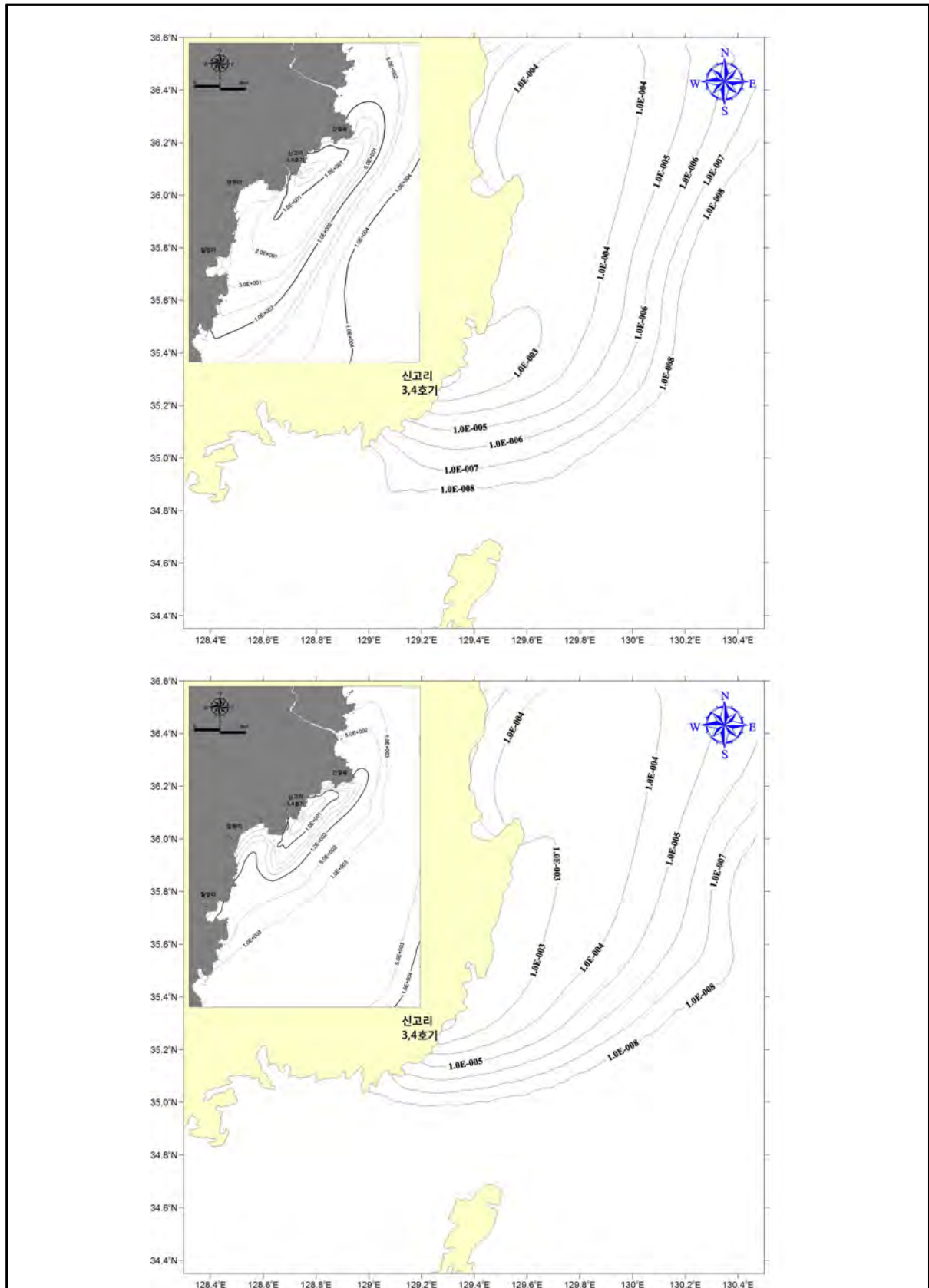


그림 2.6-13 비정상운영시 액체방사성 유출물 해양확산도 (상 : 준계, 하 : 하계)

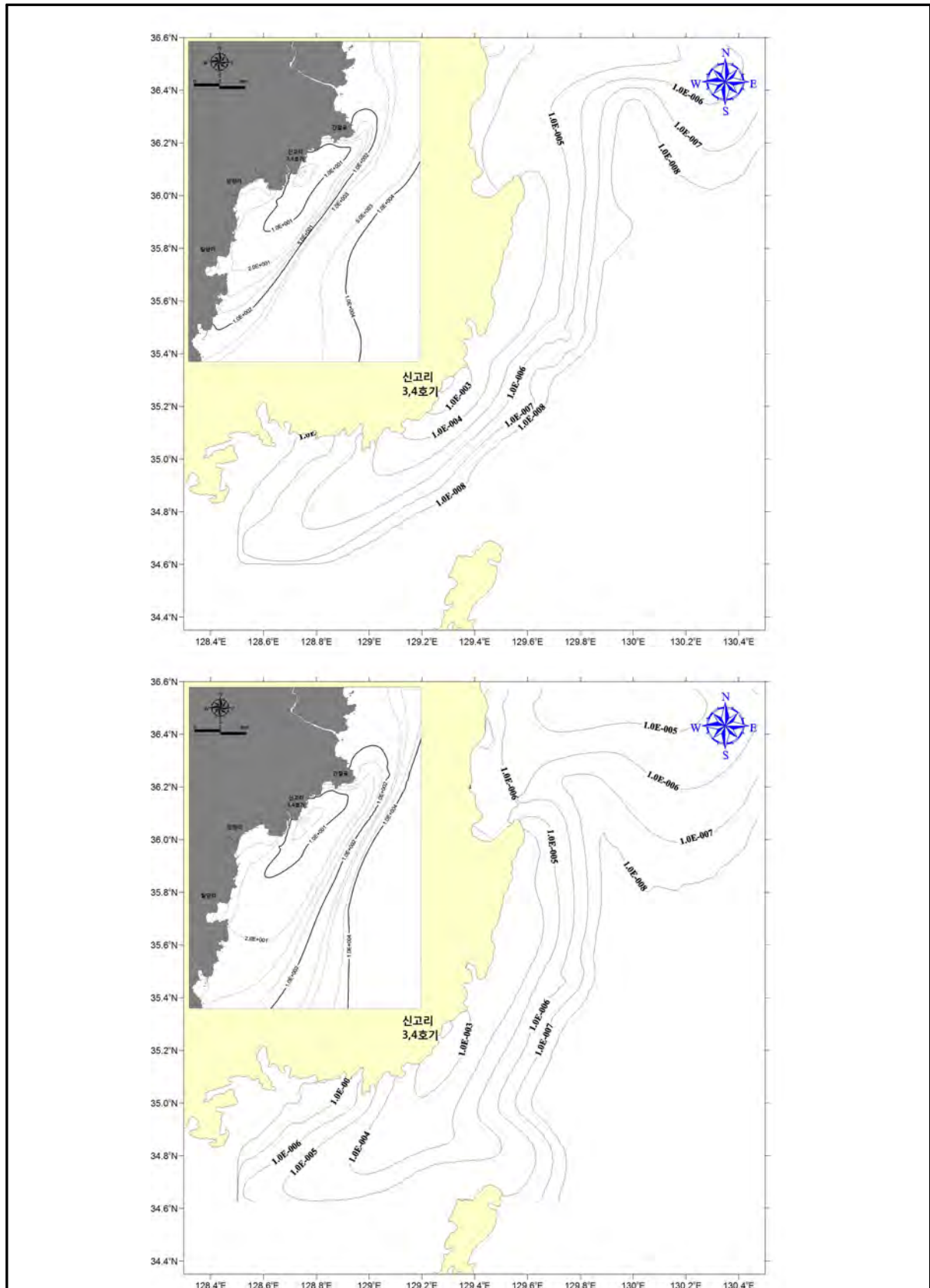


그림 2.6-13 (계 속) (상 : 추계, 하 : 동계)

2.7 인 구

2.7.1 인구분포

2.7.2 인구추정

2.7 간지

II. 환경 현황

간지 뒷면



2.7 인구

2.7.1 인구분포

가. 인구현황

부지반경 80 km 이내에는 경상북도 10개, 경상남도 5개 시·군 및 3개의 광역시가 포함된다. 2009년 12월 현재 이 지역내 행정구역별 총 인구는 10,625,734 명이며, 평균 인구밀도는 925 명/km²이다(표 2.7-1, 그림 2.7-1).

표 2.7-1 부지반경 80 km 이내 행정구역별 인구현황

행정구역		인구수(명)	면적(km ²)	인구밀도 (명/km ²)
울산광역시		1,114,866	1,062.2	1,050
부산광역시		3,543,030	767.8	4,615
대구광역시		2,489,781	880.2	2,829
경상북도	경주시	267,466	1,326.7	202
	포항시	509,475	1,129.1	452
	영천시	103,115	915.8	113
	경산시	236,459	411.6	575
	청도군	44,279	690.7	65
경상남도	양산시	250,387	484.6	517
	김해시	492,413	461.5	1,067
	밀양시	110,170	801.3	138
	창원시	502,727	293.5	1,713
	진해시	171,407	111.4	1,539
	창녕군	61,252	527.4	117
	함안군	66,582	416.1	161
	의령군	30,496	482.2	64
	마산시	406,307	332.3	1,223
	거제시	225,522	402.0	561
합계		10,625,734	11,496.4	925

자료 : 해당시·군, 2009년주민등록인구통계, 2009.12기준, 외국인 제외

II. 환경 현황



주) () : 인구수

자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

그림 2.7-1 부지반경 80 km 이내의 행정구역별 인구

나. 연령별, 성별 인구 구성현황

부지반경 80 km 내에 포함되는 시·군지역의 연령별, 성별 인구 구성현황은 표 2.7-2 및 그림 2.7-2와 같다. 이 지역은 30대와 40대 인구가 각각 전체의 16.03% 및 18.0%로 가장 높은 비중을 보였으며, 60대 이상인구는 전체의 14.38%이다. 성별 구성비

는 남, 여 각각 50.2:49.8로 남자비율이 근소하게 높은 것으로 나타났다.

한편, 부지가 위치하는 울주군의 경우는 30대, 40대 인구가 전체의 18.0% 및 18.4%로 가장 많았고, 다음으로 10대, 50대 순이었다. 성별 구성비는 51.3:48.7로 남성의 비율이 조금 더 높은 것으로 조사되었다.

다. 산업별 인구 구성현황

부지반경 80 km 내에 포함되는 시·군 지역의 산업별 인구 구성현황은 표 2.7-3과 같다. 산업체 종사자 수는 전체 시·군 인구의 67.9%인 7,212,795 명이고, 이 중 전산업이 50.0%인 3,606,496 명으로 가장 높은 비중을 차지했으며, 제조업과 도매 및 소매업 순으로 높게 나타났다.

2.7.1.1 20 km 이내의 상주인구

부지반경 20 km 이내의 지역을 16개의 방사선(22.5°의 방사각으로 구분)과 6개의 동심원으로 구분하여 총 96개의 구역으로 분할하였고, 각 구역별 상주인구는 다음과 같이 산출하였다.

- 부지좌표를 중심으로 2, 4, 6, 8, 10, 20 km 반경의 동심원과 16방위(각 22.5°)별로 방사선을 긋는다.
- 지역별 행정지도 및 1:25,000 수치지도를 이용하여 행정구역 경계도면을 작성한다.
- 위의 방법으로, 96개의 각 구역에 포함되는 행정구역 별 면적을 구한다.
- 읍·면·동 단위 연령군별 인구비율을 각 구역내 행정단위별 면적 비율로 분할하여 연령군별 인구수를 산출한다(단, 부지반경 10 km 이내 지역의 경우, 보다 정확한 인구분포 산출을 위하여 국토지리정보원에서 발행한 수치지도 상에서 각 행정구역별 주거지역 분포를 반영한다.).
- 행정단위별(읍·면·동 단위) 상주 인구수는 각 구역내 연령군별 인구수를 합산하여 산출한다.
- 각 구역별 인구는 표와 그림으로 나타낸다.

위와 같은 방법으로 구한 부지반경 20 km 이내의 구역별 인구는 표 2.7-4 및 그림 2.7-3과 같다.

표 2.7-2 부지반경 80 km 이내 행정구역의 성별, 연령별 인구현황

(단위 : 명)

구분	부산광역시			울산광역시			대구광역시			창원시		
	계	남	여	계	남	여	계	남	여	계	남	여
0-4세	126,694	65,240	61,454	55,000	28,728	26,272	102,104	53,134	48,970	23,331	12,160	11,171
5-9세	155,866	81,443	74,423	63,517	33,639	29,878	131,086	69,327	61,759	28,531	15,208	13,323
10-14세	210,865	112,347	98,518	85,634	45,903	39,731	175,550	94,035	81,515	41,147	22,078	19,069
15-19세	244,064	132,343	111,721	90,130	49,633	40,497	188,086	104,712	83,374	45,819	25,062	20,757
20-24세	235,812	123,968	111,844	71,438	39,165	32,273	164,778	91,490	73,288	35,464	19,113	16,351
25-29세	287,409	147,502	139,907	84,985	44,971	40,014	186,810	94,600	92,210	38,773	20,057	18,716
30-34세	255,311	130,397	124,914	85,769	44,141	41,628	181,047	90,156	90,891	37,891	19,520	18,371
35-39세	286,137	144,151	141,986	102,758	50,849	51,909	218,336	107,532	110,804	45,989	22,235	23,754
40-44세	292,226	143,565	148,661	111,015	55,963	55,052	227,181	111,476	115,705	52,541	25,082	27,459
45-49세	322,431	159,960	165,471	107,989	56,055	51,934	227,797	112,965	114,832	52,150	26,780	25,370
50-54세	322,799	156,885	165,914	89,396	46,105	43,291	198,771	98,095	100,676	38,312	20,411	17,901
55-59세	238,179	118,100	120,079	56,760	29,864	26,896	140,836	68,772	72,064	21,616	11,754	9,862
60-64세	183,466	9,0108	93,358	37,174	19,466	17,708	105,035	50,295	54,740	13,195	6,979	6,216
65-69세	154,740	73,389	81,351	29,003	13,820	15,183	93,219	42,106	51,113	9,910	4,526	5,384
70-74세	108,413	47,035	61,378	20,087	8,410	11,677	70,306	29,564	40,742	7,812	2,969	4,843
75-79세	64,105	23,271	40,834	12,565	4,276	8,289	43,448	15,780	27,668	5,515	1,632	3,883
80-84세	35,233	10,008	25,225	7,171	1,799	5,372	22,452	6,813	15,639	3,019	794	2,225
85-89세	14,578	3,602	10,976	3,293	639	2,654	9,535	2,398	7,137	1,331	281	1,050
90-94세	3,752	755	2,997	978	150	828	2,748	526	2,222	309	55	254
95세이상	950	133	817	204	31	173	656	102	554	72	8	64
합계	3,543,030	1,764,202	1,781,828	1,114,866	573,607	541,259	2,849,781	1,243,878	1,245,903	502,727	256,704	246,023

자료 : 통계청, 2009년 주민등록 인구통계, 2009년 12월기준, 외국인 제외

표 2.7-2 (계 속)

(단위 : 명)

구분	마산시			진해시			함안군			청도군		
	계	남	여	계	남	여	계	남	여	계	남	여
0-4세	16,033	8,311	7,722	11,558	5,909	5,649	3,216	1,708	1,508	999	505	494
5-9세	19,285	10,168	9,117	11,470	6,013	5,457	3,142	1,675	1,467	1,221	630	591
10-14세	25,935	13,787	12,148	11,095	5,816	5,279	3,663	1,952	1,711	1,695	887	808
15-19세	28,892	15,692	13,200	9,953	5,349	4,604	3,855	2,089	1,766	2,163	1,236	927
20-24세	26,663	14,446	12,217	8,770	4,819	3,951	3,479	1,886	1,593	2,250	1,283	967
25-29세	32,712	17,435	15,277	13,894	7,346	6,548	4,014	2,106	1,908	2,524	1,348	1,176
30-34세	29,426	15,483	13,943	16,290	8,351	7,939	4,488	2,402	2,086	2,069	1,211	858
35-39세	32,952	17,050	15,902	17,855	9,539	8,316	5,244	2,940	2,304	2,305	1,295	1,010
40-44세	34,158	17,222	16,936	13,678	7,379	6,299	5,165	2,910	2,255	2,671	1,469	1,202
45-49세	36,392	17,948	18,444	12,831	6,526	6,305	5,391	2,926	2,465	3,368	1,744	1,624
50-54세	36,402	17,622	18,780	12,345	6,101	6,244	5,403	2,914	2,489	3,796	1,907	1,889
55-59세	26,768	13,375	13,393	8,867	4,425	4,442	4,060	2,008	2,052	3,628	1,732	1,896
60-64세	19,734	9,754	9,980	6,822	3,339	3,483	3,397	1,672	1,725	3,175	1,581	1,594
65-69세	16,176	7,558	8,618	5,826	2,619	3,207	3,845	1,609	2,236	3,746	1,636	2,110
70-74세	11,505	4,877	6,628	4,687	1,994	2,693	3,577	1,404	2,173	3,682	1,447	2,235
75-79세	7,245	2,517	4,728	2,975	1,055	1,920	2,588	875	1,713	2,642	925	1,717
80-84세	3,940	1,112	2,828	1,639	519	1,120	1,320	358	962	1,466	463	1,003
85-89세	1,598	348	1,250	678	155	523	568	134	434	649	206	443
90-94세	410	65	345	135	29	106	139	32	107	191	51	140
95세 이상	81	10	71	39	5	34	28	4	24	39	8	31
합계	406,307	204,780	201,527	171,407	87,288	84,119	66,582	33,604	32,978	44,279	21,564	22,715

자료 : 해당시·군, 2009년 주민등록 인구통계, 2009년 12월 기준, 외국인 제외

표 2.7-2 (계 속)

(단위 : 명)

구분	거제시			포항시			경산시			영천시			양산시		
	계	남	여	계	남	여	계	남	여	계	남	여	계	남	여
0-4세	14,955	7,763	7,192	21,427	11,164	10,263	11,764	6,095	5,669	3,493	1,819	1,674	13,784	7,151	6,333
5-9세	15,376	8,074	7,302	26,063	13,778	12,285	13,435	7,106	6,329	4,007	2,183	1,824	15,924	8,340	7,584
10-14세	17,166	8,910	8,256	35,066	18,733	16,333	14,898	7,809	7,089	5,300	2,758	2,542	18,714	9,859	8,855
15-19세	14,132	7,562	6,570	37,665	21,068	16,597	14,611	8,015	6,596	5,743	3,189	2,554	17,838	9,559	8,279
20-24세	12,537	7,014	5,523	32,660	18,575	14,085	14,597	7,943	6,654	5,861	3,457	2,404	13,842	7,322	6,520
25-29세	20,039	11,532	8,507	36,594	19,465	17,129	18,108	9,522	8,586	6,458	3,522	2,936	16,852	8,352	8,500
30-34세	21,661	11,680	9,981	34,615	17,872	16,743	18,892	9,523	9,369	5,876	3,169	2,707	20,401	9,957	10,444
35-39세	24,141	13,048	11,093	42,103	20,993	21,110	22,748	11,783	10,965	7,245	3,911	3,334	25,689	12,857	12,832
40-44세	20,343	11,099	9,244	45,342	22,957	22,385	20,345	10,749	9,596	7,633	4,179	3,454	25,055	12,729	12,326
45-49세	17,727	9,005	8,722	48,282	24,102	24,180	19,395	9,911	9,484	8,157	4,286	3,871	22,427	12,035	10,392
50-54세	15,578	8,542	7,036	46,136	22,883	23,253	17,426	8,804	8,622	8,386	4,302	4,084	18,025	9,383	8,642
55-59세	9,339	4,962	4,377	32,283	16,979	15,304	12,927	6,372	6,555	7,208	3,482	3,726	11,724	5,926	5,798
60-64세	6,333	3,343	2,990	21,856	11,281	10,575	10,300	4,875	5,425	6,257	3,041	3,216	8,889	4,184	4,705
65-69세	5,329	2,352	2,977	18,502	8,607	9,895	9,763	4,396	5,367	7,138	3,070	4,068	8,106	3,640	4,466
70-74세	4,401	1,701	2,700	13,657	5,583	8,074	7,981	3,350	4,631	6,549	2,682	3,867	6,225	2,538	3,687
75-79세	3,321	1,050	2,271	8,834	2,979	5,855	5,103	1,832	3,271	4,507	1,692	2,815	3,689	1,345	2,344
80-84세	2,009	537	1,472	5,124	1,344	3,780	2,620	823	1,797	2,120	727	1,393	2,041	624	1,417
85-89세	914	200	714	2,396	562	1,834	1,133	289	844	892	274	618	889	207	682
90-94세	175	31	144	721	144	577	356	77	279	235	61	174	214	39	175
95세 이상	46	5	41	149	13	136	57	10	47	50	9	41	59	6	53
합계	225,522	118,410	107,112	509,475	259,082	250,393	236,459	119,284	117,175	103,115	51,813	51,302	250,087	126,053	124,034

자료 : 해당시·군, 2009년 주민등록 인구통계, 2009년 12월 기준, 외국인 제외

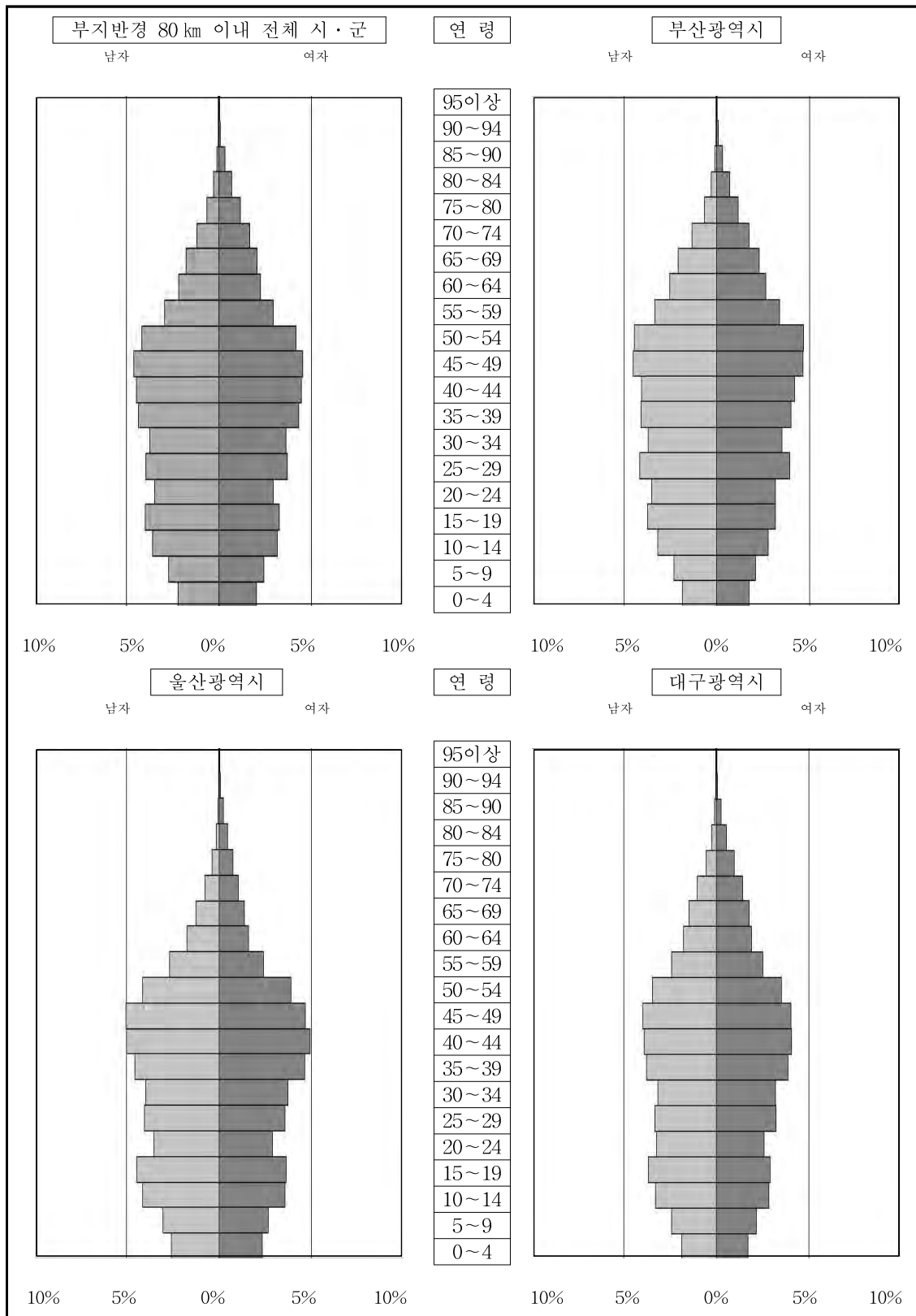
표 2.7-2 (계 속)

(단위 : 명)

구분	밀양시			김해시			경주시			창녕군			의령군		
	계	남	여	계	남	여	계	남	여	계	남	여	계	남	여
0-4세	3,532	1,800	1,732	29,294	15,119	14,175	10686	5573	5113	1,692	885	807	955	491	464
5-9세	4,514	2,410	2,104	34,758	18,261	16,497	13140	6936	6204	2,127	1,082	1,045	991	534	457
10-14세	6,070	3,257	2,813	41,051	21,550	19,501	16957	8949	8008	3,055	1,629	1,426	1,227	661	566
15-19세	6,816	3,754	3,062	37,510	20,097	17,413	17769	9784	7985	3,387	1,861	1,526	1,448	781	667
20-24세	6,352	3,469	2,883	27,033	14,324	12,709	15567	8682	6885	3,153	1,851	1,302	1,427	773	654
25-29세	6,795	3,664	3,131	32,144	16,162	15,982	17123	9163	7960	3,350	1,838	1,512	1,667	885	782
30-34세	6,028	3,192	2,836	39,858	19,007	20,851	17245	8997	8248	2,913	1,658	1,255	1,456	788	668
35-39세	7,195	3,783	3,412	53,703	26,392	27,311	22302	11618	10684	3,686	2,096	1,590	1,661	988	673
40-44세	7,991	4,138	3,853	51,344	26,220	25,124	22390	11747	10643	4,238	2,354	1,884	1,904	1,147	757
45-49세	9,195	4,730	4,465	43,387	23,192	20,195	22983	11987	10996	5,040	2,587	2,453	2,273	1,229	1,044
50-54세	9,939	4,934	5,005	32,537	17,170	15,367	21312	10712	10600	5,387	2,740	2,647	2,341	1,267	1,074
55-59세	7,938	3,826	4,112	20,437	10,493	9,944	16374	7912	8462	4,377	2,122	2,255	1,989	924	1,065
60-64세	6,603	3,152	3,451	14,797	7,037	7,760	13415	6500	6915	3,907	1,913	1,994	1,972	945	1,027
65-69세	6,813	2,859	3,954	13,058	5,684	7,374	13463	5907	7556	4,716	1,911	2,805	2,566	973	1,593
70-74세	6,420	2,503	3,917	9,903	3,823	6,080	11702	4593	7109	4,542	1,785	2,757	2,743	1,053	1,690
75-79세	4,396	1,524	2,872	6,489	2,105	4,384	7965	2776	5189	3,273	1,087	2,186	2,105	673	1,432
80-84세	2,363	692	1,671	3,376	940	2,436	4239	1276	2963	1,600	472	1,128	1,144	350	794
85-89세	940	247	693	1,333	305	1,028	2020	537	1483	638	168	470	482	141	341
90-94세	226	50	176	337	81	256	653	146	507	138	34	104	120	29	91
95세 이상	44	8	36	64	9	55	161	24	137	33	4	29	25	3	22
합계	110,170	53,992	56,178	492,413	247,971	244,442	267,466	133,819	133,647	61,252	30,077	31,175	30,496	14,635	15,861

자료 : 해당시·군, 2009년 주민등록 인구통계, 2009년 12월 기준, 외국인 제외

II. 환경 현황



자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

그림 2.7-2 부지반경 80 km 이내 행정구역의 성별, 연령별 인구현황

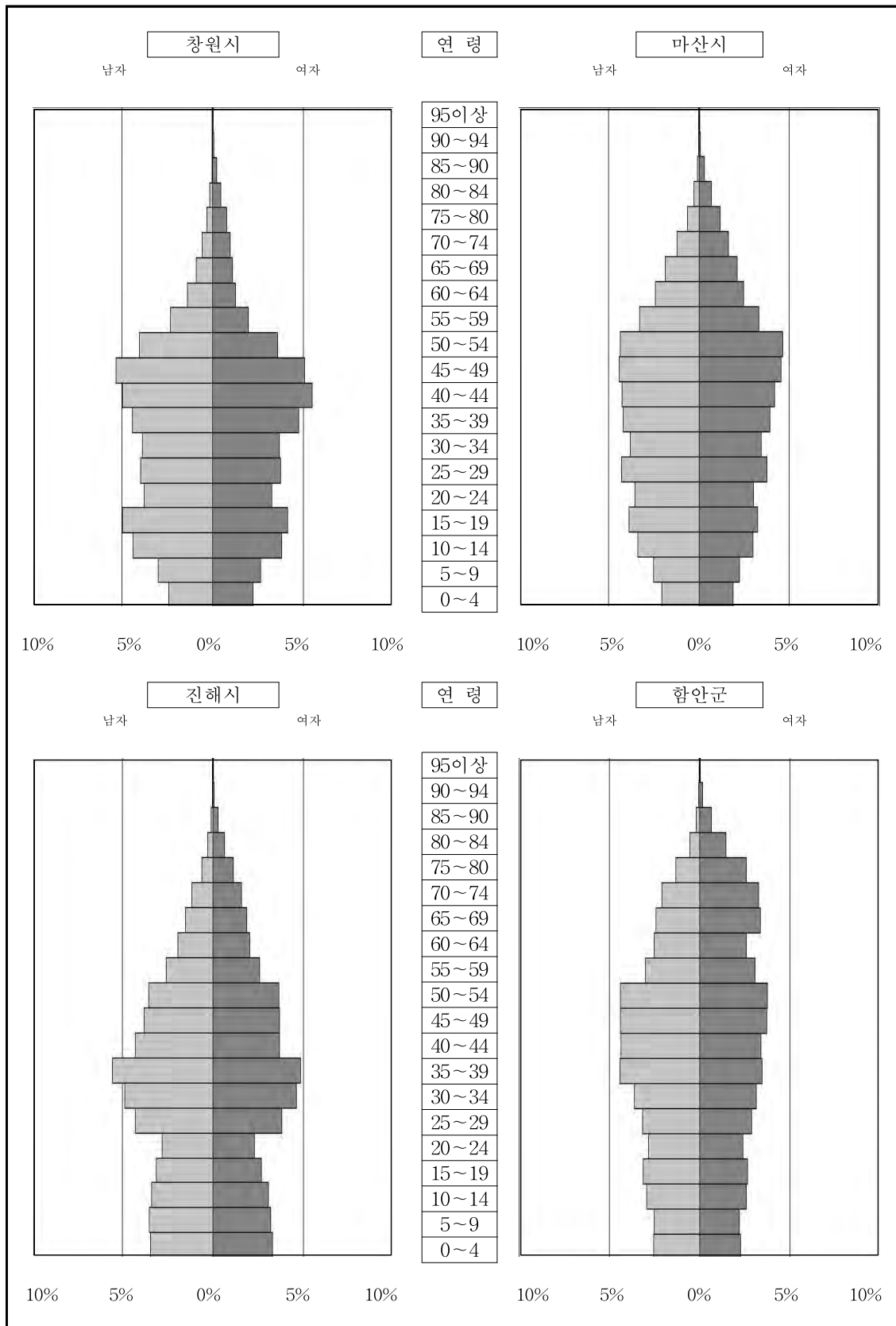


그림 2.7-2 (계 속)

II. 환경 현황

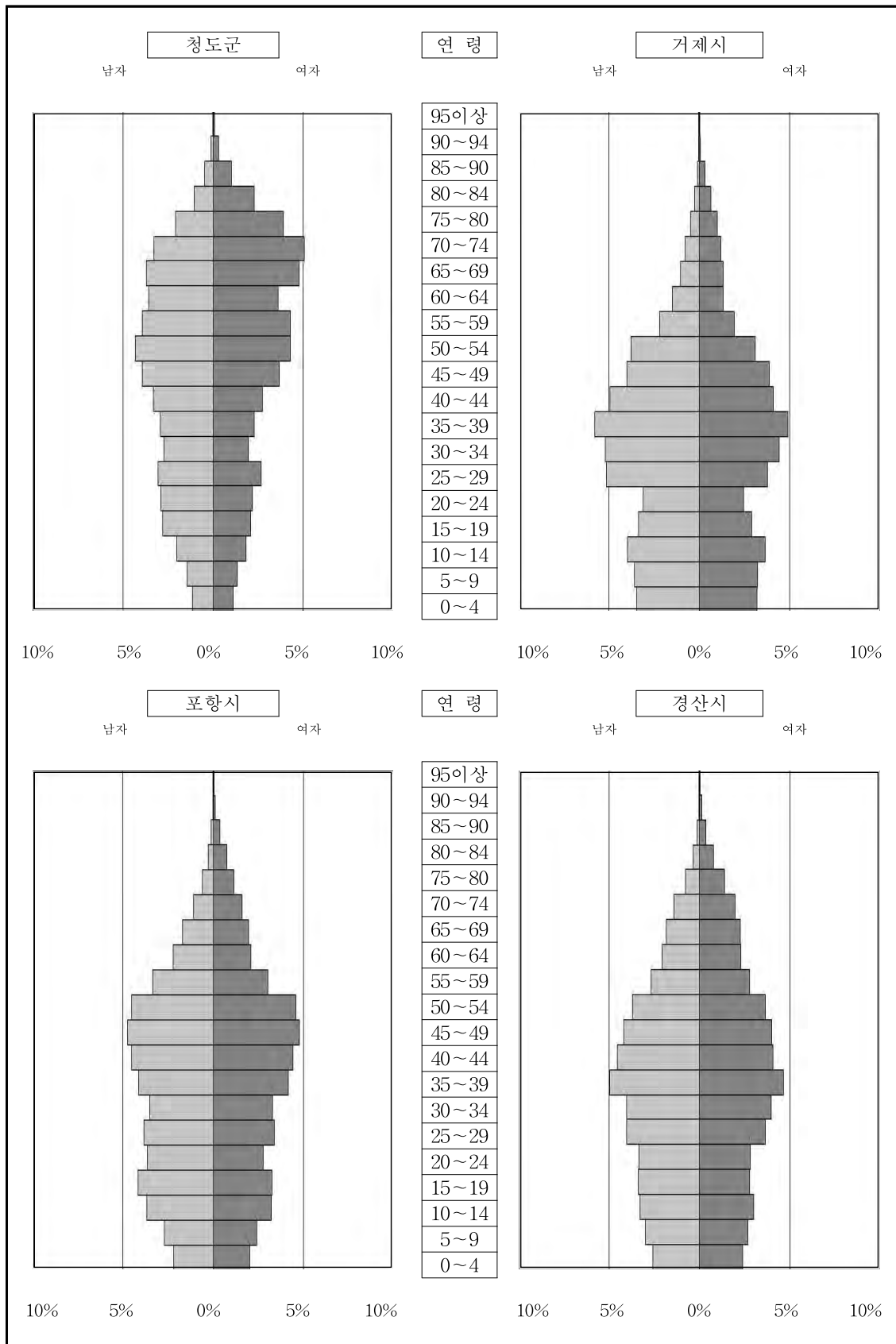


그림 2.7-2 (계 속)

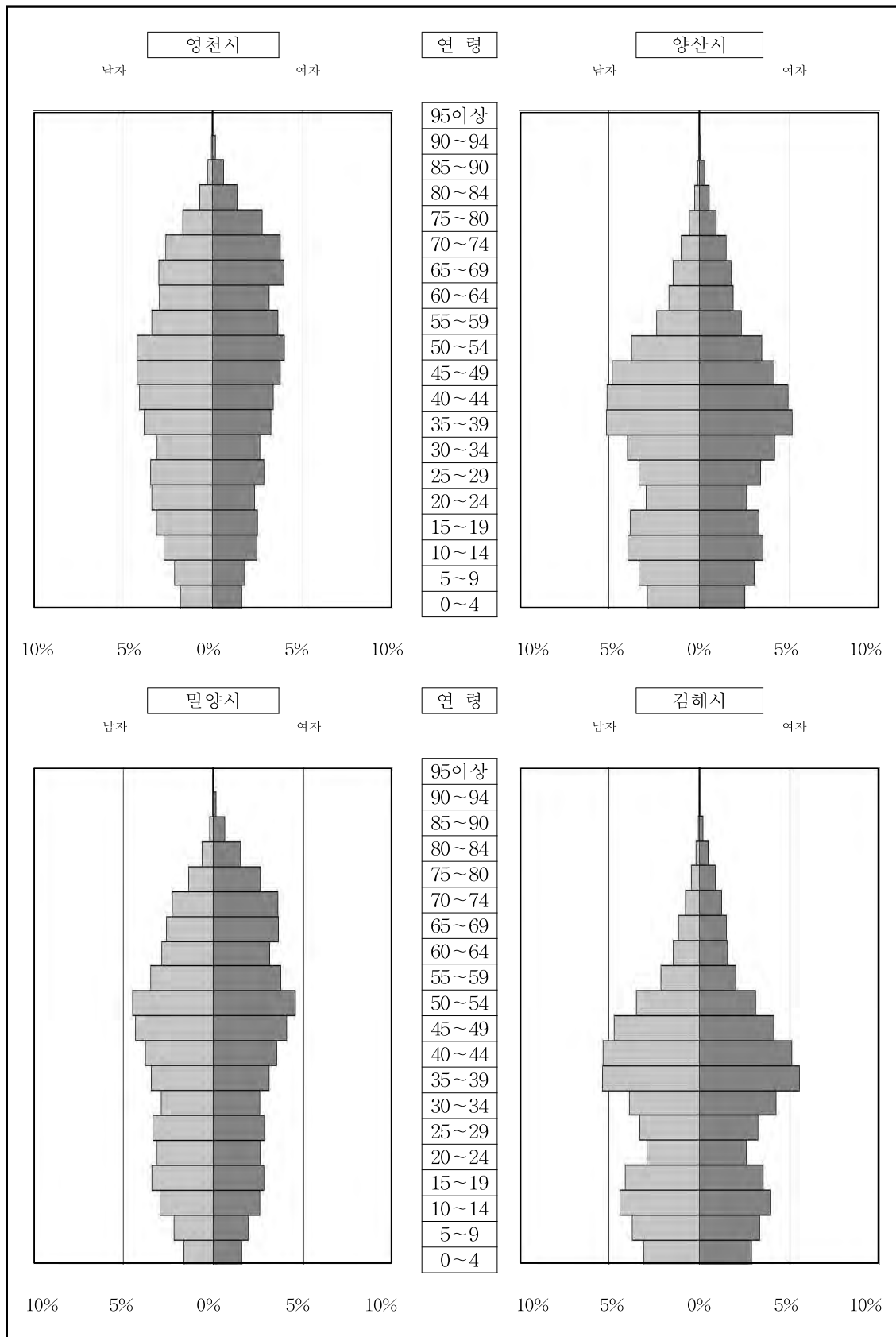


그림 2.7-2 (계 속)

II. 환경 현황

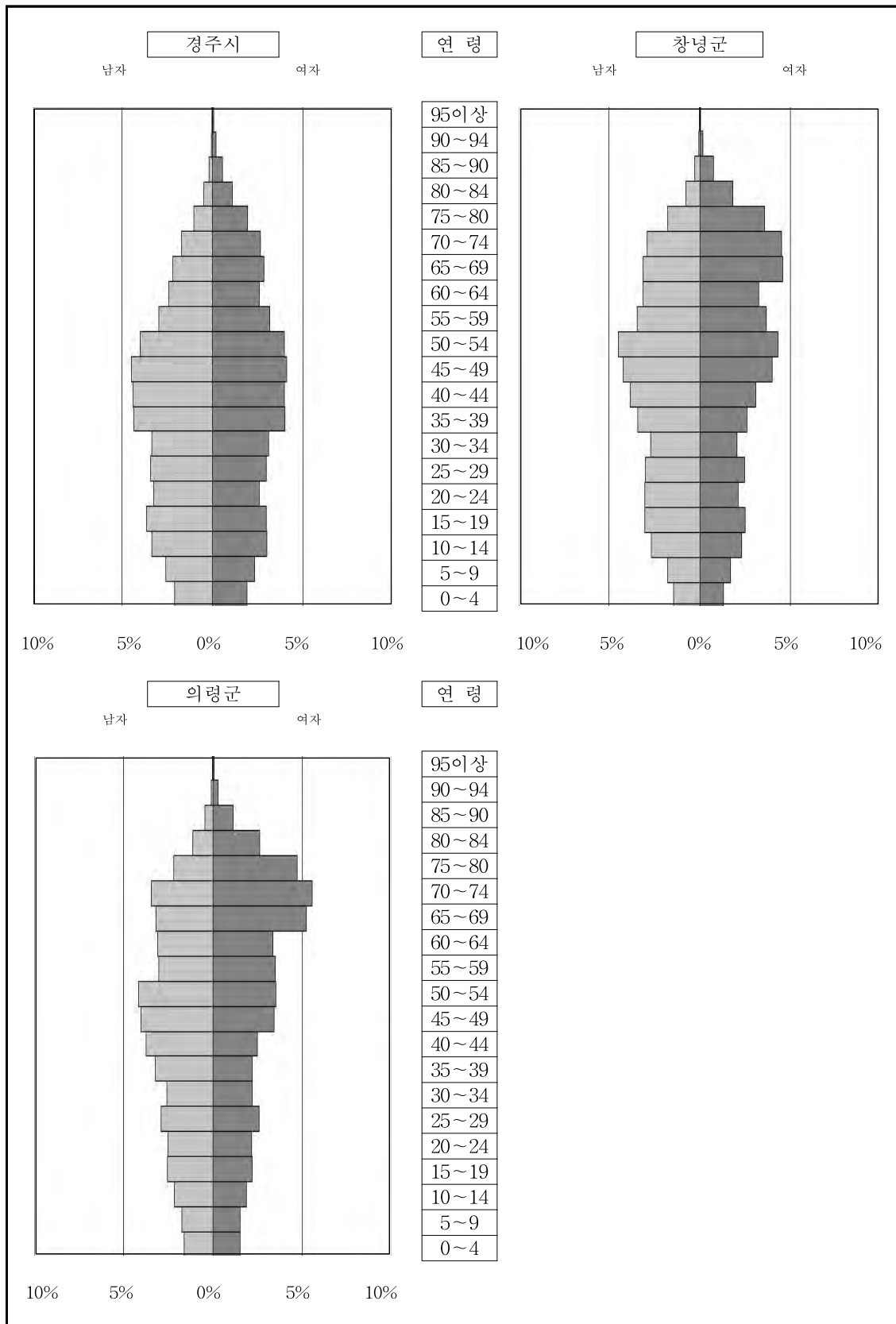


그림 2.7-2 (계 속)

표 2.7-3 부지반경 80 km 이내 행정구역의 산업별 인구현황

(단위 : 명)

행정구역		계	전산업	농업, 임업 및 어업	광업	제조업	전기, 가스 및 수도사업	하수·폐기물 및 환경복원	건설업	도매 및 소매업	운수업	숙박 및 음식점업
울산광역시		695,314	413,831	184	304	149,423	1,502	1,748	20,597	47,504	20,564	39,657
부산광역시		1,887,898	1182,236	2,868	42	188,207	4,480	4,704	55,615	213,360	104,223	132,163
대구광역시		1,213,312	766,886	310	59	147,847	2,233	2,088	37,860	133,685	40,824	81,520
경상북도	경주시	158,318	94,917	183	78	29,119	1,683	367	4,901	10,405	3,270	13,395
	포항시	279,111	173,131	192	83	35,152	376	1,080	14,449	24,116	10,784	19,748
	영천시	54,218	32,444	98	43	11,600	110	284	1,188	4,135	1,252	3,064
	경산시	126,929	78,114	111	91	24,397	333	411	2,946	9,216	3,873	7,437
	청도군	16,885	10,790	135	21	1,708	69	52	442	1,436	460	1,772
경상남도	양산시	163,063	94,990	64	87	39,193	271	700	2,067	11,206	6,508	7,977
	김해시	303,314	176,087	165	109	75,378	375	996	6,093	21,835	6,432	15,844
	밀양시	46,233	28,968	310	27	5,326	194	173	1,718	4,252	1,632	3,633
	창원시	390,242	232,170	193	20	95,898	1,070	527	9,393	23,825	6,651	20,495
	진해시	68,908	41,769	-	2	9,722	62	234	3,564	5,375	1,889	6,291
	창녕군	28,388	17,470	171	51	4,607	57	145	779	2,044	886	2,178
	함안군	50,138	27,747	137	-	14,903	189	381	1,536	2,128	1,048	2,069
	의령군	13,903	8,760	109	25	1,841	43	73	1,256	756	190	850
	마산시	190,713	119,933	4	7	18,947	195	515	5,082	21,139	9,612	15,279
	거제시	189,311	106,253	26	7	55,050	138	347	7,558	7,406	2,573	9,953
합 계		5,876,198	3,606,496	5,260	1,056	908,318	13,380	14,825	177,044	543,823	222,671	383,325

자료 : 해당 시·군, 2009년 사업체기초통계보고서, 2009년 12월 기준

표 2.7-3 (계 속)

(단위 : 명)

행정구역		계	출판, 영상 정보서비스업	금융 및 보험업	부동산업 및 임대업	전문, 과학 및 기술서비스업	사업시설관리 및 지원서비스업	공공행정	교육 서비스업	보건업 및 사회복지	예술, 스포츠 여가	협회 및 개인서비스업
울산광역시		132,351	3,350	12,207	7,068	8,785	14,359	11,265	30,764	20,123	6,548	17,882
부산광역시		476,574	13,777	52,471	30,070	32,282	58,688	44,553	89,811	71,626	19,602	63,694
대구광역시		320,460	11,207	34,626	17,990	17,815	31,326	31,079	70,736	49,827	14,276	41,578
경 상 북 도	경주시	31,516	661	2,547	1,215	1,321	1,477	4,240	7,701	4,861	3,060	4,433
	포항시	67,151	1,923	6,045	2,680	5,582	8,303	6,476	13,600	9,349	2,549	10,644
	영천시	10,670	216	928	499	455	157	1,803	2,198	2,098	361	1,955
	경산시	29,299	1,501	1,392	1,505	1,434	572	2,346	10,960	4,564	1,361	3,664
	청도군	4,695	151	345	95	78	39	1,243	879	765	331	769
경 상 남 도	양산시	26,417	471	2,136	1,666	375	696	3,458	6,125	5,259	1,955	4,276
	김해시	48,860	897	4,063	2,861	2,820	1,991	4,411	13,600	8,864	2,848	6,505
	밀양시	11,703	226	1,080	490	371	157	2,284	2,263	2,170	,528	2,134
	창원시	74,398	3,138	5,961	6,001	8,067	9,465	7,606	14,183	8,889	2,973	8,115
	진해시	14,630	242	1,096	757	313	1,071	1,283	3,599	2,901	1,182	2,186
	창녕군	6,552	161	468	84	139	144	1,594	1,290	1,279	471	922
	함안군	5,356	142	393	304	190	110	844	1,194	851	263	1,065
	의령군	3,617	121	269	28	65	26	1,228	752	531	128	469
	마산시	49,153	1,249	6,342	2,554	1,466	4,052	3,849	11,492	8,771	2,257	7,121
	거제시	23,195	511	2,307	1,228	2,597	1,181	2,121	5,570	3,521	1,011	3,148
합 계		1,336,597	39,944	134,676	77,095	84,155	133,814	131,683	286,717	206,249	61,704	180,560

자료 : 해당 시·군, 2009년 사업체기초통계보고서, 2009년 12월기준

부지반경 20 km 이내의 인구는 총 404,610명이다.

방향별로는 기장군과 해운대구가 위치하는 남서방향이 93,738 명으로 가장 많은 인구가 분포하고 있으며, 거리별로는 10 ~ 20 km 사이의 구간에 가장 많은 90,096 명이 상주하고 있다.

위와 같은 방법으로 각 구역에 대해 연령군별로 인구수를 산정하였다. 연령군은 소아(9세 이하), 십대(10 ~ 19세 이하), 성인(20세 이상)으로 구분하였으며, 분석결과 소아는 41,340 명(10.22 %), 십대는 55,070 명(13.61 %), 성인은 308,200 명(76.17 %)가 상주하고 있다. 연령군별 인구는 표 2.7-5 및 그림 2.7-4 ~ 6과 같다.

2.7.1.2 20~80 km 사이의 상주인구

부지반경 20 km에서 80 km 사이의 상주인구는 부지반경 20 km 이내의 상주인구를 구한 방법과 동일한 방법을 적용하였으며, 부지로부터의 거리를 20, 35, 50, 65, 80 km로 구분하여 산출한 결과는 표 2.7-6 및 그림 2.7-7과 같다.

부지반경 20 ~ 80 km 사이의 상주인구는 총 7,217,715 명이다. 방향별로는 남서방향, 거리별로는 20 ~ 35 km 사이의 구간에 가장 많은 인구가 상주하고 있다. 구역별로는 부산광역시와 있는 남서방향 20~35 km 구역의 인구가 가장 많았다.

각 구역에 대해 연령군별로 인구수를 산정한 결과 소아는 669,543 명(9.28%), 십대는 998,993 명(13.84%), 성인은 5,549,179 명(79.47%)가 상주하고 있으며 그 결과는 표 2.7-7 및 그림 2.7-8~10과 같다

2.7.1.3 유동인구

부지반경 20 km 이내의 계절별, 월별 유동인구는 관광 및 위락을 위한 방문객이 대부분이다. 이 지역의 대표적 관광 및 위락시설로는 간절곶, 진해 해수욕장과 일광 해수욕장 등이 있으며 2009년 현재 총 7,017,935 명이 방문하였다. 이 중 일광해수욕장이 40.69%인 2,855,600명으로 연중 방문객수가 가장 많았다.

계절별로는 여름이 59.6% (4,182,296명)으로 유동인구가 가장 많았고, 가을 18.9% (1,329,086명), 겨울 11.4% (800,960명), 봄 10.1% (705,593명) 순이었다. 한편, 월별로는 8월이 전체의 40.76%인 2,860,216명으로 유동인구가 가장 많았다. 부지반경 20 km 이내의 주요 관광지별, 월별 관광객 현황은 표 2.7-8과 같다.

II. 환경 현황

표 2.7-4 부지반경 20 km 이내 구역별 인구 현황

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)						합계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	0	82	145	3,087	3,505	46,160	52,979
북북동	3	360	923	2,945	1,213	49,686	55,130
북동	958	571	352	-	-	2,520	4,401
동북동	165	180	424	-	-	-	769
동	49	-	-	-	-	-	49
동남동	0	-	-	-	-	-	0
남동	0	-	-	-	-	-	0
남남동	0	-	-	-	-	-	0
남	0	-	-	-	-	-	0
남남서	0	0	-	-	-	21,604	21,604
남서	0	0	280	2,065	1,297	90,096	93,738
서남서	0	2,714	1,147	2,409	406	30,231	36,907
서	96	1,356	694	233	1,649	20,748	24,776
서북서	76	228	913	603	38	63,358	65,216
북서	418	343	477	525	363	25,305	27,431
북북서	119	480	136	731	7,513	12,631	21,610
합계	1,884	6,314	5,491	12,598	15,984	362,339	404,610

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구수(명)	1,884	6,314	5,491	12,598	15,984	362,339	404,610



자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

그림 2.7-3 부지반경 20 km 이내의 구역별 인구

II. 환경 현황

표 2.7-5 부지반경 20 km 이내의 구역별, 연령군별 인구 현황

(단위 : 명)

방향	구분	부지 중심으로부터의 거리 (km)						합계
		0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	소아	0	4	7	386	442	5,290	6,129
	십대	0	9	15	438	505	7,271	8,238
	성인	0	69	123	2,263	2,558	33,599	38,612
북북동	소아	0	17	48	260	150	5,531	6,006
	십대	0	35	93	355	167	6,872	7,522
	성인	3	308	782	2,330	896	37,283	41,602
북동	소아	51	29	18	-	-	289	387
	십대	96	57	35	-	-	347	535
	성인	811	485	299	-	-	1,884	3,479
동북동	소아	9	9	22	-	-	-	40
	십대	17	17	43	-	-	-	77
	성인	139	154	359	-	-	-	652
동	소아	3	-	-	-	-	-	3
	십대	5	-	-	-	-	-	5
	성인	41	-	-	-	-	-	41
동남동	소아	-	-	-	-	-	-	-
	십대	-	-	-	-	-	-	-
	성인	-	-	-	-	-	-	-
남동	소아	-	-	-	-	-	-	-
	십대	-	-	-	-	-	-	-
	성인	-	-	-	-	-	-	-
남남동	소아	-	-	-	-	-	-	-
	십대	-	-	-	-	-	-	-
	성인	-	-	-	-	-	-	-

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

표 2.7-5 (계 속)

(단위 : 명)

방향	구분	부지 중심으로부터의 거리(km)						합계
		0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
남	소아	-	-	-	-	-	-	-
	십대	-	-	-	-	-	-	-
	성인	-	-	-	-	-	-	-
남남서	소아	-	-	-	-	-	1,977	1,977
	십대	-	-	-	-	-	2,837	2,837
	성인	-	-	-	-	-	16,790	16,790
남서	소아	-	-	13	99	61	7,735	7,908
	십대	-	-	30	217	136	12,258	12,641
	성인	-	-	237	1,749	1,100	70,103	73,189
서남서	소아	-	192	81	149	19	2,068	2,509
	십대	-	298	126	262	42	3,771	4,499
	성인	-	2,224	940	1,998	345	24,392	29,899
서	소아	5	95	50	17	212	2,512	2,891
	십대	10	148	77	26	199	2,665	3,125
	성인	81	1,113	567	190	1,238	15,571	18,760
서북서	소아	4	15	64	44	3	7,687	7,817
	십대	7	24	101	66	4	8,808	9,010
	성인	65	189	748	493	31	46,863	48,389
북서	소아	22	17	33	39	48	3,005	3,164
	십대	42	35	52	59	55	3,337	3,580
	성인	354	291	392	427	260	18,963	20,687
북북서	소아	6	25	7	95	991	1,385	2,509
	십대	12	48	14	112	1,148	1,667	3,001
	성인	101	407	115	524	5,374	9,579	16,100
합계	소아	100	403	343	1,089	1,926	37,479	41,340
	십대	189	671	586	1,535	2,256	49,833	55,070
	성인	1,595	5,240	4,562	9,974	11,802	275,027	308,200

II. 환경 현황

표 2.7-6 부지반경 20~80 km 사이의 구역별 인구 현황

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
북	550,060	56,713	158,111	331,037	1,095,921
북북동	181,756	7,132	9,469	19,859	218,216
북동	2,024	-	-	-	2,024
동북동	-	-	-	-	-
동	-	-	-	-	-
동남동	-	-	-	-	-
남동	-	-	-	-	-
남남동	-	-	-	-	-
남	-	-	-	-	-
남남서	52,000	9,458	-	-	61,458
남서	1,724,576	788,202	3,021	161,566	2,677,365
서남서	706,695	341,414	449,600	197,854	1,695,563
서	122,432	40,393	262,810	241,965	667,600
서북서	29,235	18,699	75,798	39,241	162,973
북서	25,832	9,736	18,068	362,267	415,903
북북서	83,166	13,476	44,027	80,023	220,692
합계	3,477,776	1,285,223	1,020,904	1,433,812	7,217,715

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

표 2.7-7 부지반경 20~80 km 사이의 구역별, 연령군별 인구 현황

(단위 : 명)

방향	구분	부지 중심으로부터의 거리(km)				합계
		20~35	35~50	50~65	65~80	
북	소아	56,378	6,158	15,966	29,764	108,266
	십대	89,815	7,867	22,328	47,473	167,483
	성인	403,867	42,688	119,817	253,800	820,172
북북동	소아	19,089	625	403	1,173	21,290
	십대	26,402	579	740	1,990	29,711
	성인	136,265	5,928	8,326	16,696	167,215
북동	소아	141	-	-	-	141
	십대	251	-	-	-	251
	성인	1,632	-	-	-	1,632
동북동	소아	-	-	-	-	-
	십대	-	-	-	-	-
	성인	-	-	-	-	-
동	소아	-	-	-	-	-
	십대	-	-	-	-	-
	성인	-	-	-	-	-
동남동	소아	-	-	-	-	-
	십대	-	-	-	-	-
	성인	-	-	-	-	-
남동	소아	-	-	-	-	-
	십대	-	-	-	-	-
	성인	-	-	-	-	-
남남동	소아	-	-	-	-	-
	십대	-	-	-	-	-
	성인	-	-	-	-	-

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

II. 환경 현황

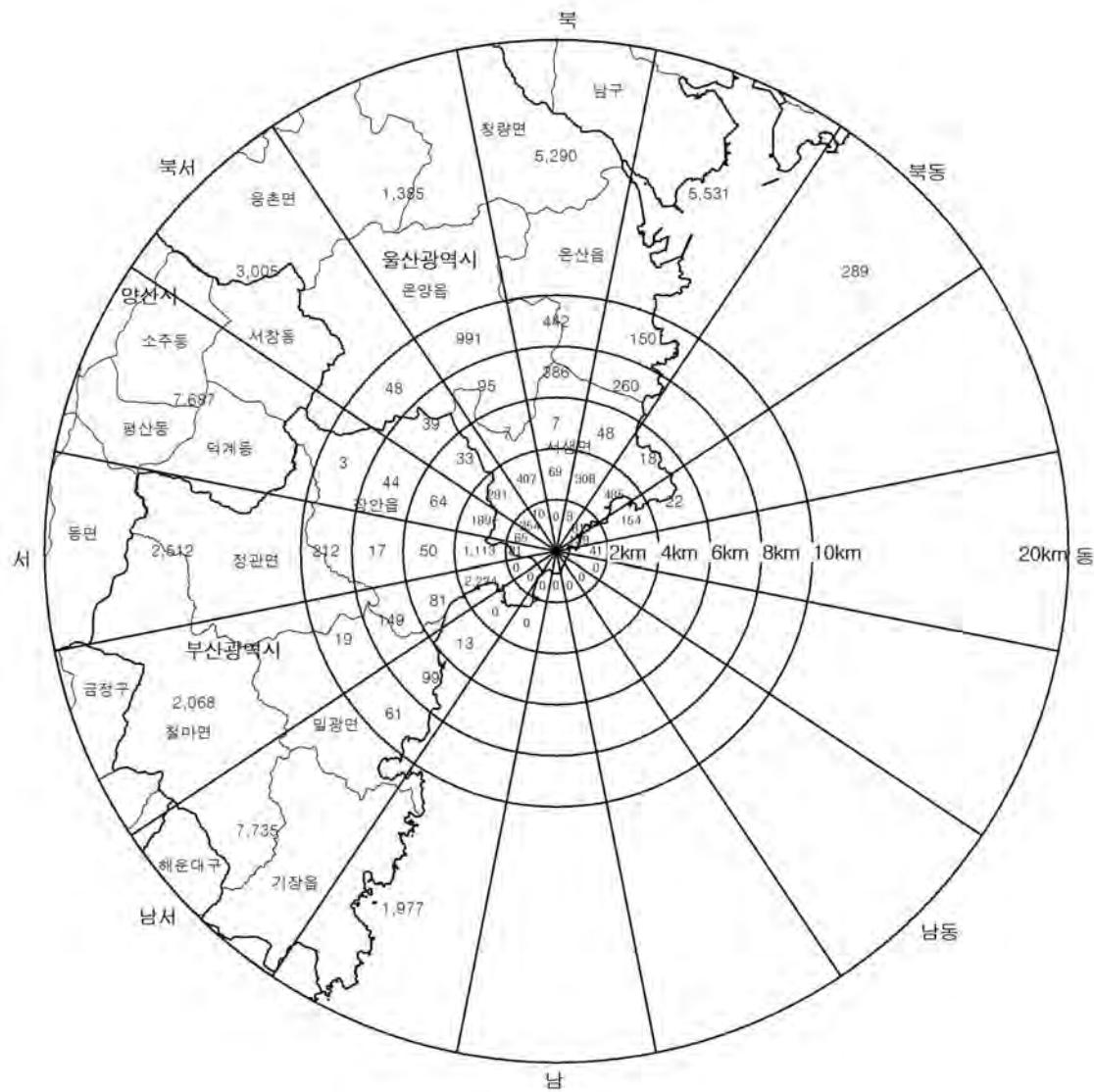
표 2.7-7 (계 속)

(단위 : 명)

방향	구분	부지 중심으로부터의 거리(km)				합계
		20~35	35~50	50~65	65~80	
남	소아	-	-	-	-	-
	십대	-	-	-	-	-
	성인	-	-	-	-	-
남남서	소아	4,561	685	-	-	5,246
	십대	7,474	1,147	-	-	8,621
	성인	39,965	7,626	-	-	47,591
남서	소아	138,791	61,890	131	21,632	222,444
	십대	214,513	98,285	307	22,572	335,677
	성인	1,371,272	628,027	2,583	117,362	2,119,244
서남서	소아	55,093	39,738	56,221	16,806	167,858
	십대	99,846	54,645	70,503	26,118	251,112
	성인	551,756	247,031	322,876	154,930	1,276,593
서	소아	15,422	2,850	26,674	22,620	67,566
	십대	19,035	4,647	41,553	32,254	97,489
	성인	87,975	32,896	194,583	187,091	502,545
서북서	소아	2,539	965	6,211	2,435	12,150
	십대	3,930	1,799	9,705	4,054	19,488
	성인	22,766	15,935	59,882	32,752	131,335
북서	소아	2,166	511	820	39,311	42,808
	십대	3,443	912	1,458	53,395	59,208
	성인	20,223	8,313	15,790	269,561	313,887
북북서	소아	10,587	762	3,808	6,617	21,774
	십대	13,992	1,266	5,311	9,384	29,953
	성인	58,587	11,448	34,908	64,022	168,965
합계	소아	304,767	114,184	110,234	140,358	669,543
	십대	478,701	171,147	151,905	197,240	998,993
	성인	2,694,308	999,892	758,765	1,096,214	5,549,179

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구수(명)	100	403	343	1,089	1,926	37,479	41,340

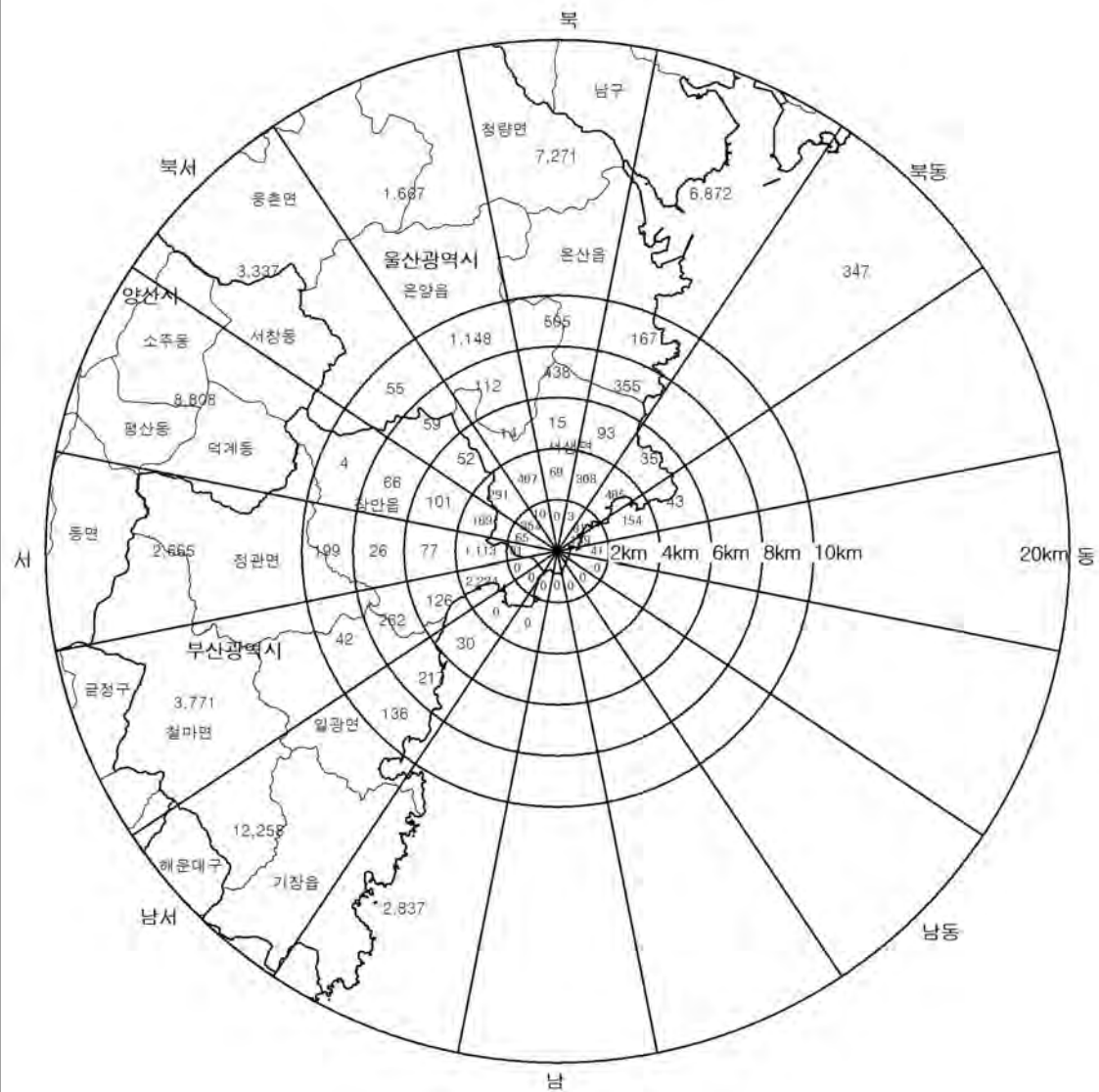


자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

그림 2.7-4 부지반경 20 km 이내의 연령군별 인구(소아)

II. 환경 현황

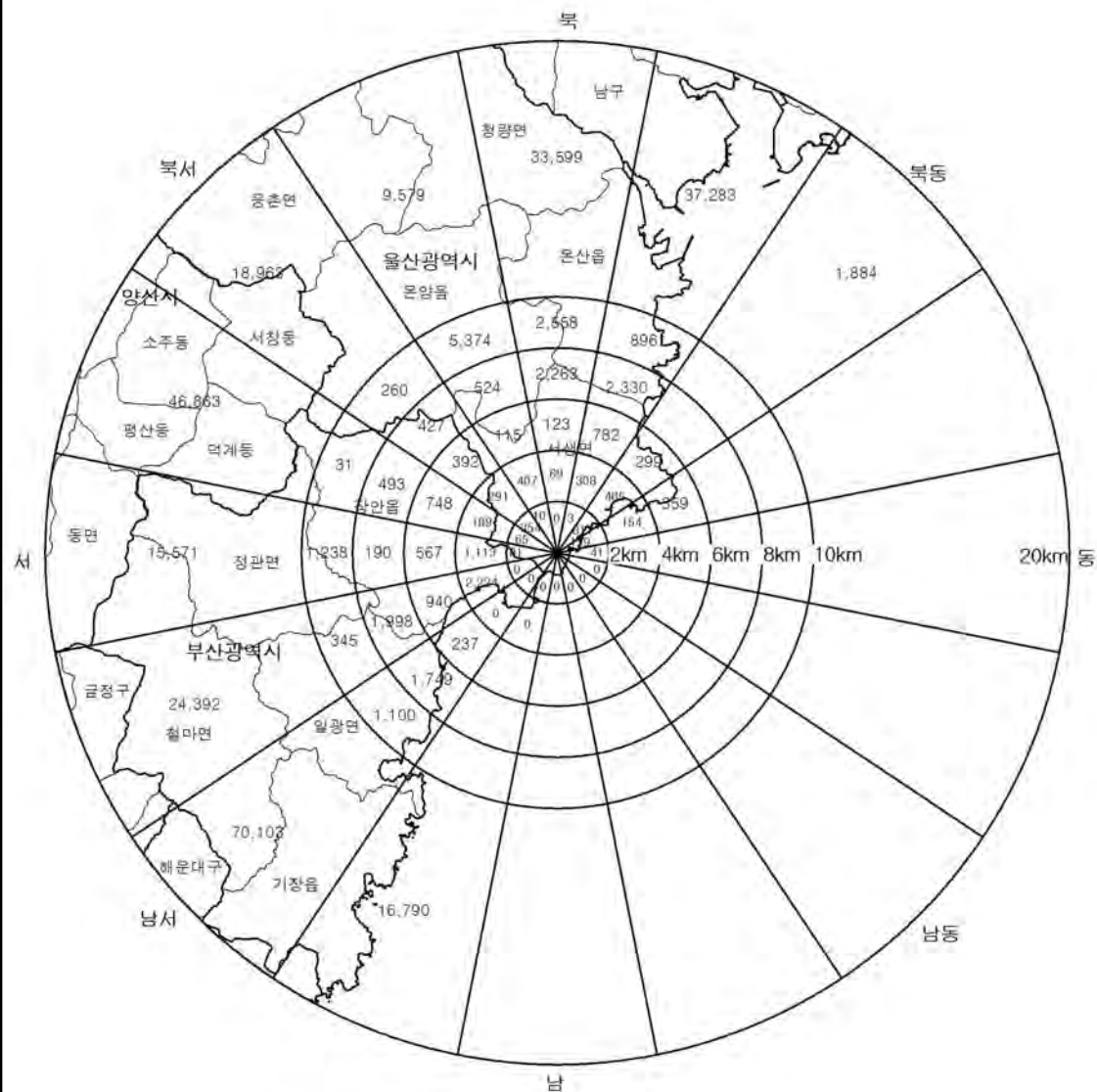
구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구수(명)	189	671	586	1,535	2,256	49,833	55,070



자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

그림 2.7-5 부지반경 20 km 이내의 연령군별 인구(십대)

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구수(명)	1,595	5,240	4,562	9,974	11,802	275,027	308,200

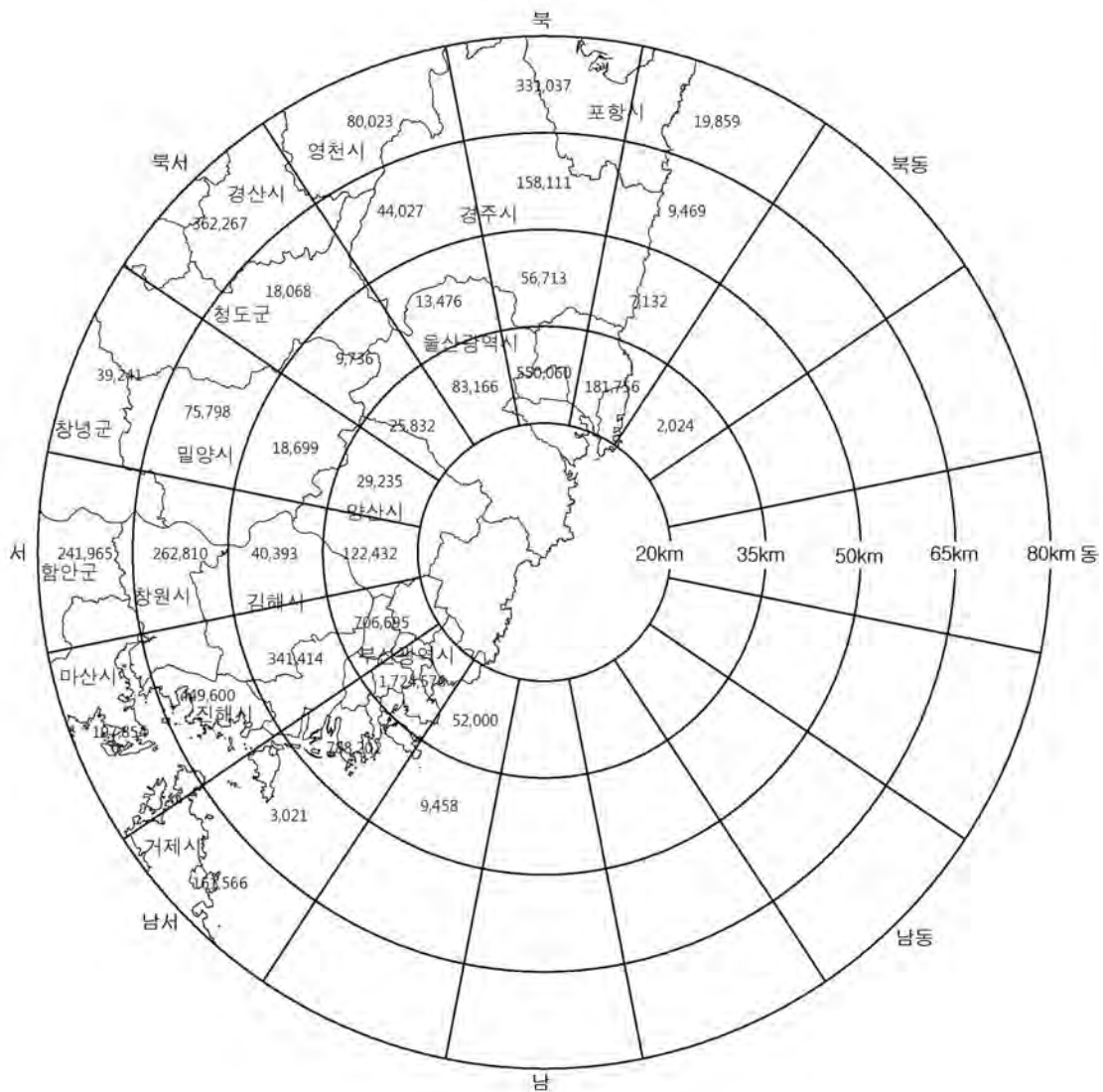


자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

그림 2.7-6 부지반경 20 km 이내의 연령군별 인구(성인)

II. 환경 현황

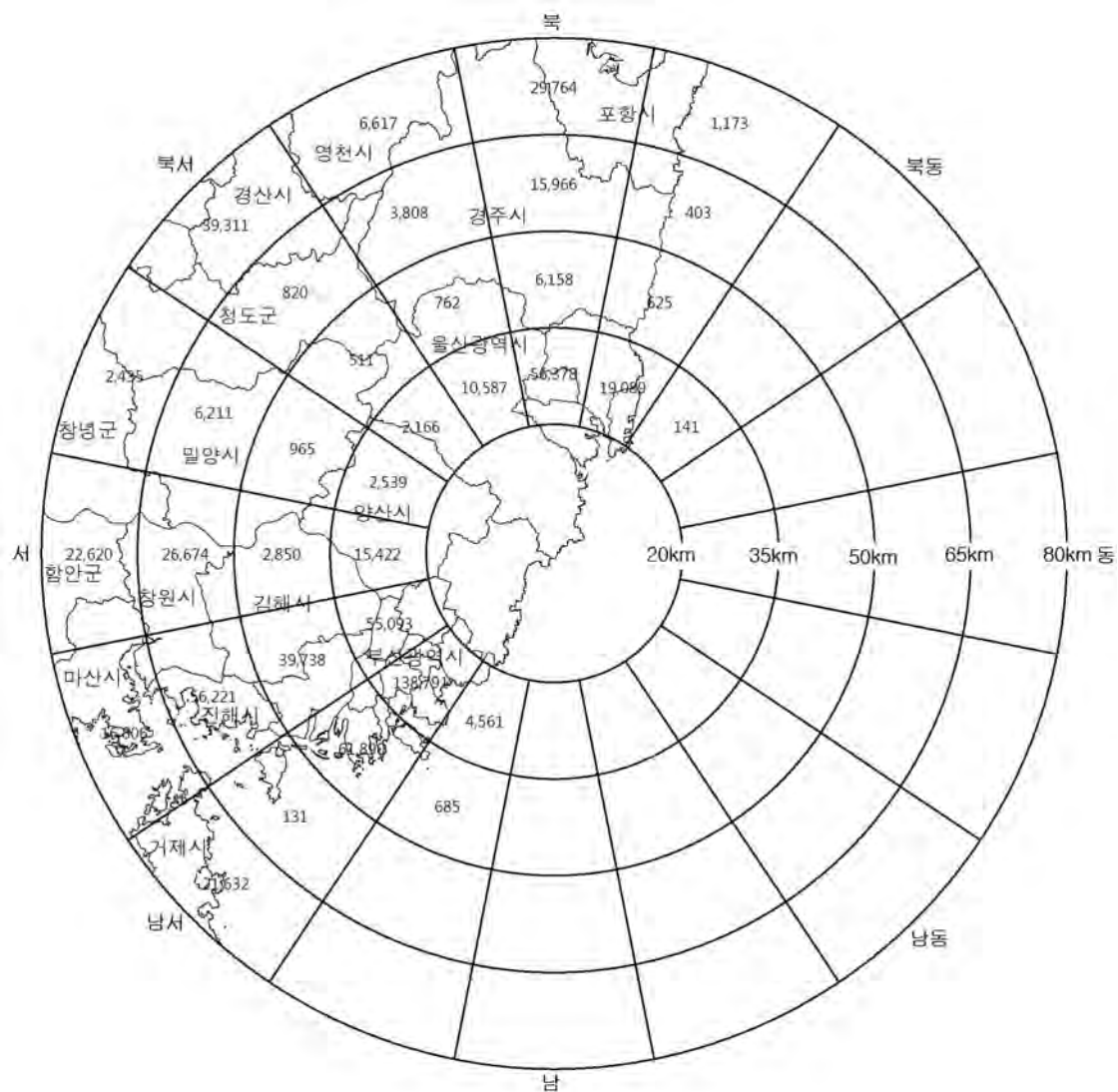
구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
인구수(명)	3,477,776	1,285,223	1,020,904	1,433,812	7,217,715



자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

그림 2.7-7 부지반경 20~80 km 사이의 구역별 인구

구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
인구수(명)	304,767	114,184	110,234	140,358	669,543

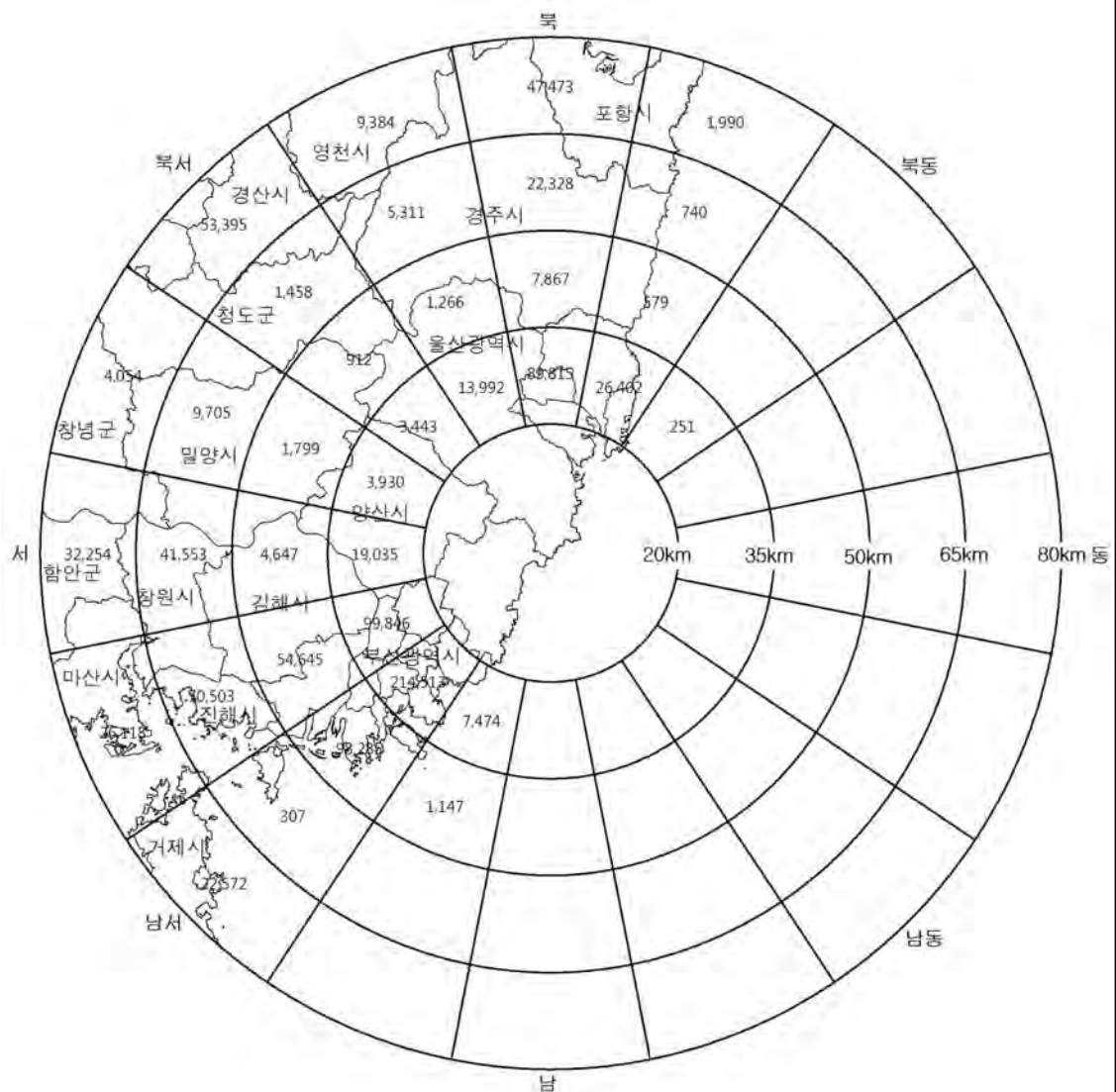


자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

그림 2.7-8 부지반경 20~80 km 사이의 연령군별 인구(소아)

II. 환경 현황

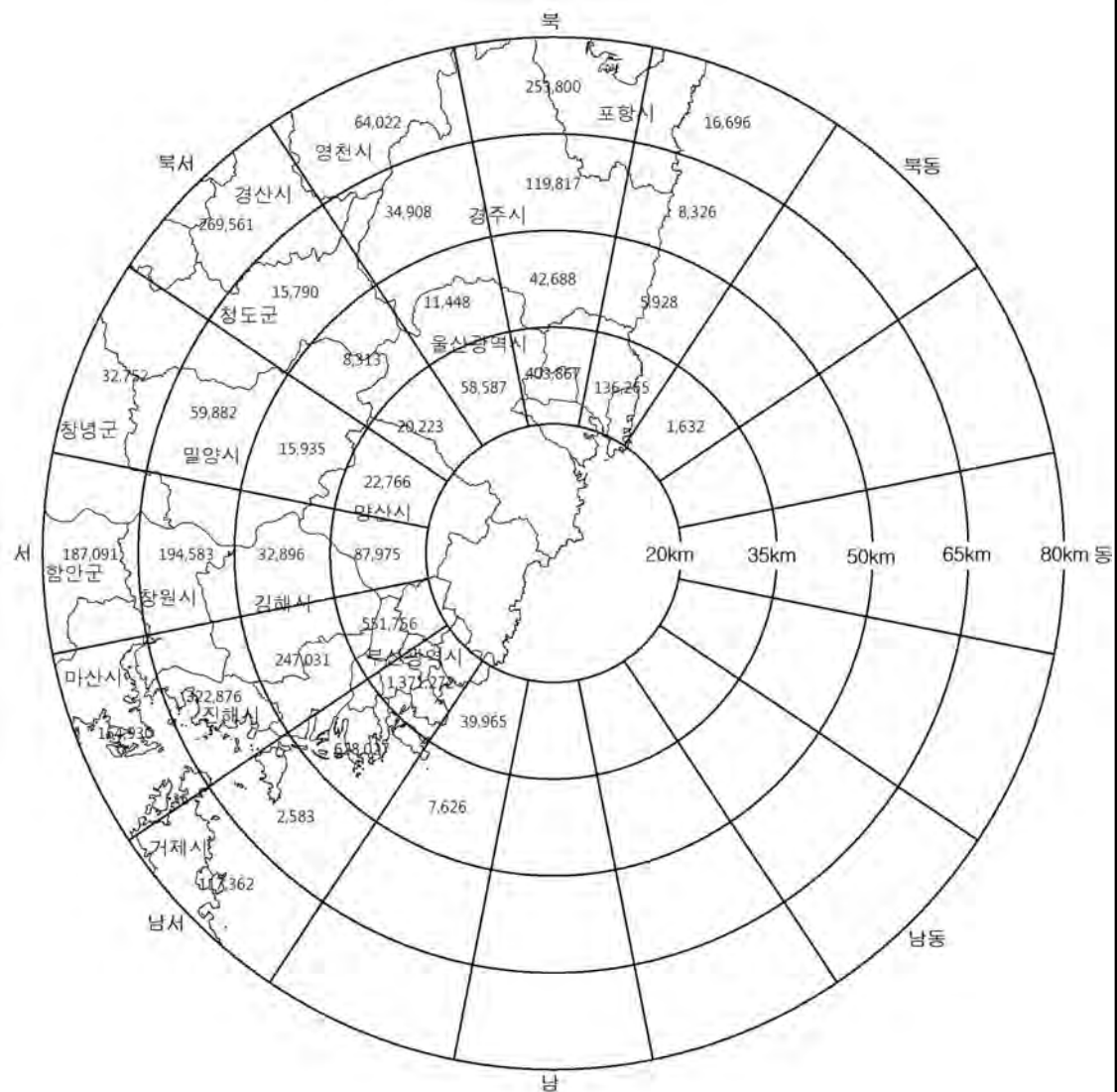
구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
인구수(명)	478,701	171,147	151,905	197,240	998,993



자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

그림 2.7-9 부지반경 20~80 km 사이의 연령군별 인구(십대)

구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
인구수(명)	2,694,308	999,892	758,765	1,096,214	5,549,179



자료 : 해당 시·군, 2009년 주민등록인구통계, 2009. 12 기준, 외국인 제외

그림 2.7-10 부지반경 20~80 km 사이의 연령군별 인구(성인)

표 2.7-8 부지반경 20 km 이내 주요관광지별, 월별 인구 현황

(단위 : 명)

구분	총계	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
간절곶	1,347,000	55,200	62,000	66,600	71,200	80,700	71,600	235,000	256,000	228,000	46,800	49,500	124,400
장안사 ^{주)}	400,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
대운산계곡	816,900	16,000	18,000	24,400	35,800	33,400	40,700	203,000	143,000	133,000	61,000	60,000	48,600
외고산 옹기마을	72,035	-	-	-	6,940	8,000	8,220	7,560	8,225	8,660	5,180	9,900	9,350
고래박물관	202,964	23,334	12,227	24,032	12,739	27,150	14,241	16,538	26,537	9,768	10,467	9,676	16,255
SK에너지 울산 Complex	21,636	1,412	1,394	1,604	1,670	1,983	2,329	4,115	2,121	727	1,604	1,304	1,373
해수욕장	임랑 ^{주)}	96,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	진하	1,205,800	30,800	29,600	35,600	30,700	45,500	46,100	389,500	278,500	57,000	94,200	81,300
	일광	2,855,600	23,075	29,440	31,145	31,580	34,850	35,010	133,500	2,064,500	127,000	127,500	106,500
합 계	7,017,935	149,821	152,661	183,381	190,629	221,583	218,200	989,213	2,778,883	564,155	346,751	318,180	398,478

자료 : 문화관광부, 관광지 방문객 통계, 2009. 12기준, 외국인 제외

주) 월별 통계자료 없음

2.7.2 인구추정

가. 인구추계방법

장래의 인구추계를 위해서는 출생, 사망 등의 자연적 요인과 전입, 전출 등의 사회적 요인을 동시에 고려하여야 비교적 정확한 예측이 가능하다.

기존에는 자료획득의 어려움으로 이러한 요건을 만족시키기 어려웠지만, 최근 각종 인구자료가 통합 및 축적되어 상기 요건을 충족시키게 되었다. 이러한 인구추계방법으로 코호트요인법(Cohort Component Method)이 있으며, 현재 통계청에서 전국과 시도별 장래인구추계에 이 방법을 이용하고 있다.

부지반경 80 km 이내의 전 지역을 코호트요인법을 이용하여, 16개의 방사지역과 10개의 동심원지역으로 구분된 160개 단위지역별 장래 인구를 추정하였다. 신고리 3,4호기 중 3호기 가동이 예정되어 있는 2013년을 인구추계 기준 시점으로 하고 설계수명기간 60년 중 매 10년마다의 인구를 예측하기 위하여 다음과 같은 전제를 설정하였다.

- 인구의 증감을 자연적 증감과 사회적 증감으로 구분한다.
- 인구의 자연적 증감은 성별, 연령별 인구구조, 생산율, 출산율 등의 변화로 예측한다.
- 성별, 연령별 인구는 시, 군별 2009년 주민등록 인구통계 자료를 기초자료로 사용하였다.
- 생산율 및 출산율은 「시도별장래인구추계, 국가통계포털 온라인 간행물, 2007」를 활용하였다. 단, ‘생산율 = 1-사망확률’을 적용하였다.
- 인구의 사회적 증감은 전입과 전출의 차이에 의해 결정한다.
- 전입, 전출률은 「코호트 요인법을 이용한 시군구별 장래인구추계, 통계연구 제 11권 2호, 2006」의 인구이동률을 적용하였다.
- 목표연도의 인구는 인구의 자연적 증감과 사회적 증감을 합계하여 추정한다.
- 부지반경 80 km 이내 지역의 장래 인구추계 분포에 영향을 줄 수 있는 주요 개발계획을 추가 반영하였다.
 - 택지개발 사업 : 장안, 일광, 고촌, 구평지구
 - 국민임대주택단지 조성사업 : 마산 현동지구
 - 혁신도시 : 부산(대연, 문현) 혁신도시, 대구 신서혁신도시, 울산 우정혁신도시
- 2033년 이후의 인구증감 관련 입력자료는 관계기관으로부터 제시되고 있지 않으며 장기인구예측의 불확실성으로 인해, 2033년부터 2073년까지의 인구에

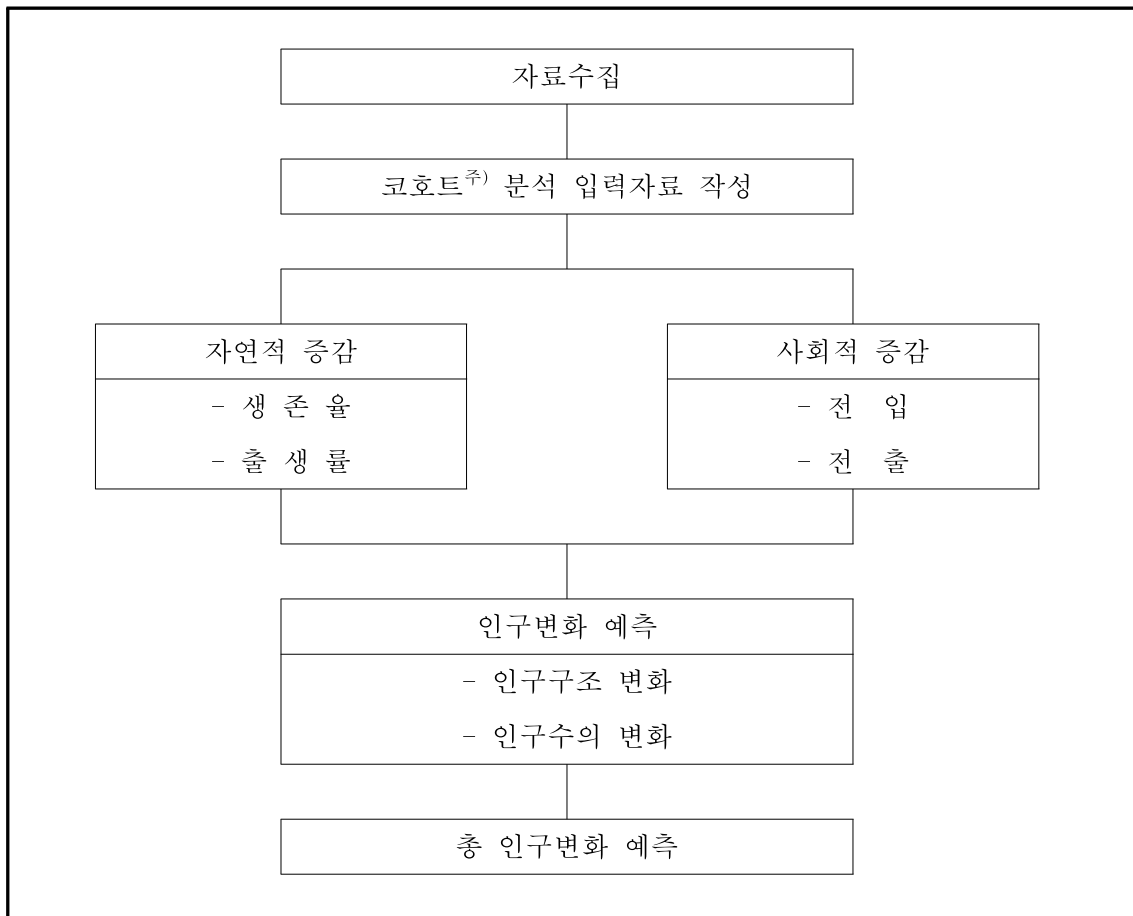
II. 환경 현황

측 입력자료는 2033년과 동일한 자료를 사용하여 인구를 예측하였다.

- 코호트요인법을 이용한 인구예측식과 방법은 다음과 같다(그림 2.7-11).

$$PB = PC + (B - D) + (MI - MO)$$

여기서 PB : 목표연도 추계인구
 PC : 기준년도 인구
 B : 출생아수
 D : 사망자수
 MI : 전입자수
 MO : 전출자수



주) 코호트 : 인구를 연령별로 구분할 때 같은 등급내 연령집단

그림 2.7-11 코호트요인법을 이용한 인구 예측

나. 예측인구

인구예측 기준시점인 2013년부터 2073년까지 부지반경 80 km 이내의 인구 예측결과는 표 2.7-9~23 및 그림 2.7-12~25과 같다.

표 2.7-9 부지반경 80 km 이내의 인구예측 결과

(단위 : 명)

연 도	20 km 이내 인구	20~80 km 사이의 인구	합 계
2013	336,834	5,985,637	6,322,471
2023	399,596	6,005,594	6,405,190
2033	396,896	5,861,807	6,258,703
2043	377,510	5,415,408	5,792,918
2053	342,544	4,755,575	5,098,119
2063	303,861	4,072,621	4,376,482
2073	270,316	3,469,061	3,739,377

표 2.7-10 부지반경 20 km 이내 구역별 2013년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방 향	부지 중심으로부터의 거리 (km)						합계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	0	69	120	2,542	2,888	37,936	43,555
북북동	4	301	760	2,420	995	41,208	45,688
북동	789	476	289	-	-	2,080	3,634
동북동	136	150	349	-	-	-	635
동	40	-	-	-	-	-	40
동남동	0	-	-	-	-	-	0
남동	0	-	-	-	-	-	0
남남동	0	-	-	-	-	-	0
남	0	-	-	-	-	-	0
남남서	0	0	-	-	-	17,503	17,503
남서	0	0	228	1,681	1,059	78,904	81,872
서남서	0	2,210	933	1,972	332	24,192	29,639
서	78	1,106	564	191	1,339	16,976	20,254
서북서	63	188	748	493	31	52,179	53,702
북서	346	284	392	438	300	20,817	22,577
북북서	97	398	113	604	6,178	10,345	17,735
합계	1,553	5,182	4,496	10,341	13,122	302,140	336,834

II. 환경 현황

표 2.7-11 부지반경 20 km 이내 구역별 2023년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)						합계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	0	69	122	2,572	2,922	38,801	44,486
북북동	4	304	768	2,447	1,009	42,802	47,334
북동	798	482	293	-	-	2,160	3,733
동북동	137	151	353	-	-	-	641
동	41	-	-	-	-	-	41
동남동	0	-	-	-	-	-	0
남동	0	-	-	-	-	-	0
남남동	0	-	-	-	-	-	0
남	0	-	-	-	-	-	0
남남서	0	0	-	-	-	17,523	17,523
남서	0	0	228	1,684	1,250	105,072	108,234
서남서	0	2,213	934	26,473	7,286	23,797	60,703
서	79	1,108	567	326	1,341	17,199	20,620
서북서	64	189	750	493	31	53,692	55,219
북서	346	286	392	440	303	21,344	23,111
북북서	99	402	115	614	6,258	10,463	17,951
합계	1,568	5,204	4,522	35,049	20,400	332,853	399,596

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

표 2.7-12 부지반경 20 km 이내 구역별 2033년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)						합계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	0	69	122	2,565	2,912	38,977	44,645
북북동	4	304	767	2,440	1,006	43,042	47,563
북동	795	481	292	-	-	2,167	3,735
동북동	137	151	352	-	-	-	640
동	41	-	-	-	-	-	41
동남동	0	-	-	-	-	-	0
남동	0	-	-	-	-	-	0
남남동	0	-	-	-	-	-	0
남	0	-	-	-	-	-	0
남남서	0	0	-	-	-	17,112	17,112
남서	0	0	224	1,645	1,225	103,292	106,386
서남서	0	2,162	913	26,427	7,278	22,637	59,417
서	79	1,082	554	321	1,310	17,053	20,399
서북서	64	187	732	483	30	54,279	55,775
북서	346	286	384	429	303	21,521	23,269
북북서	99	401	115	611	6,244	10,444	17,914
합계	1,565	5,123	4,455	34,921	20,308	330,524	396,896

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

II. 환경 현황

표 2.7-13 부지반경 20 km 이내 구역별 2043년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)						합계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	0	67	116	2,446	2,781	37,122	42,532
북북동	4	292	734	2,331	960	40,731	45,052
북동	760	458	280	-	-	2,050	3,548
동북동	131	145	337	-	-	-	613
동	39	-	-	-	-	-	39
동남동	0	-	-	-	-	-	0
남동	0	-	-	-	-	-	0
남남동	0	-	-	-	-	-	0
남	0	-	-	-	-	-	0
남남서	0	0	-	-	-	15,865	15,865
남서	0	0	207	1,532	1,154	97,817	100,710
서남서	0	2,010	848	26,291	7,256	20,153	56,558
서	75	1,007	515	309	1,217	16,127	19,250
서북서	61	174	680	448	28	52,460	53,851
북서	331	273	358	403	289	20,745	22,399
북북서	94	383	110	584	5,952	9,970	17,093
합계	1,495	4,809	4,185	34,344	19,637	313,040	377,510

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

표 2.7-14 부지반경 20 km 이내 구역별 2053년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)						합계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	0	59	104	2193	2492	33182	38,030
북북동	3	261	659	2087	861	36376	40,247
북동	680	411	251	-	-	1832	3,174
동북동	117	130	301	-	-	-	548
동	35	-	-	-	-	-	35
동남동	0	-	-	-	-	-	0
남동	0	-	-	-	-	-	0
남남동	0	-	-	-	-	-	0
남	0	-	-	-	-	-	0
남남서	0	0	-	-	-	13,889	13,889
남서	0	0	182	1,346	1,036	89,243	91,807
서남서	0	1,769	746	26,078	7,219	17,054	52,866
서	68	885	453	288	1,070	14,418	17,182
서북서	55	155	598	396	25	47,890	49,119
북서	297	245	316	355	260	18,866	20,339
북북서	84	343	99	522	5336	8,924	15,308
합계	1339	4258	3709	33,265	18,299	281,674	342,544

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

11. 환경 현황

표 2.7-15 부지반경 20 km 이내 구역별 2063년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)						합계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	0	51	90	1,900	2,156	28,741	32,938
북북동	3	227	567	1,803	745	31,525	34,870
북동	590	355	217	-	-	1,588	2,750
동북동	103	112	261	-	-	-	476
동	30	-	-	-	-	-	30
동남동	0	-	-	-	-	-	0
남동	0	-	-	-	-	-	0
남남동	0	-	-	-	-	-	0
남	0	-	-	-	-	-	0
남남서	0	0	-	-	-	11,768	11,768
남서	0	0	155	1,147	909	80,232	82,443
서남서	0	1,502	635	25,846	7,180	14,151	49,314
서	58	753	386	264	909	12,479	14,849
서북서	48	133	509	336	21	42,273	43,320
북서	258	211	269	304	224	16,585	17,851
북북서	74	298	85	456	4,621	7,718	13,252
합계	1,164	3,642	3,174	32,056	16,765	247,060	303,861

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

표 2.7-16 부지반경 20 km 이내 구역별 2073년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)						합계
	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	
북	0	45	78	1,654	1,881	24,912	28,570
북북동	3	197	496	1,574	649	27,011	29,930
북동	514	311	190	-	-	1,357	2,372
동북동	89	98	226	-	-	-	413
동	26	-	-	-	-	-	26
동남동	0	-	-	-	-	-	0
남동	0	-	-	-	-	-	0
남남동	0	-	-	-	-	-	0
남	0	-	-	-	-	-	0
남남서	0	0	-	-	-	9,916	9,916
남서	0	0	131	971	803	72,426	74,331
서남서	0	1,275	536	25,639	7,145	11,564	46,159
서	51	636	327	244	769	10,802	12,829
서북서	41	114	431	284	18	37,571	38,459
북서	225	184	229	259	197	14,680	15,774
북북서	63	259	74	397	4,022	6,722	11,537
합계	1,012	3,119	2,718	31,022	15,484	216,961	270,316

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

II. 환경 현황

표 2.7-17 부지반경 20~80 km 사이 구역별 2013년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방 향	부지 중심으로부터의 거리 (km)				합 계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
북	498,115	53,452	126,664	268,005	946,236
북북동	166,338	5,956	7,599	16,102	195,995
북동	1,671	-	-	-	1,671
동북동	-	-	-	-	-
동	-	-	-	-	-
동남동	-	-	-	-	-
남동	-	-	-	-	-
남남동	-	-	-	-	-
남	-	-	-	-	-
남남서	41,988	7,484	-	-	49,472
남서	1,391,338	632,585	6,684	106,827	2,137,434
서남서	570,930	317,324	369,083	178,219	1,435,556
서	100,834	60,523	214,921	195,793	572,071
서북서	24,078	14,779	59,644	30,504	129,005
북서	21,127	7,779	14,183	297,610	340,699
북북서	68,062	10,933	35,181	63,322	177,498
합계	2,884,481	1,110,815	833,959	1,156,382	5,985,637

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

표 2.7-18 부지반경 20~80 km 사이 구역별 2023년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
북	513,606	53,814	124,259	268,782	960,461
북북동	172,206	5,864	7,478	16,196	201,744
북동	1,736	-	-	-	1,736
동북동	-	-	-	-	-
동	-	-	-	-	-
동남동	-	-	-	-	-
남동	-	-	-	-	-
남남동	-	-	-	-	-
남	-	-	-	-	-
남남서	41,933	7,170	-	-	49,103
남서	1,376,210	619,539	6,365	110,379	2,112,493
서남서	573,990	326,175	379,854	180,053	1,460,072
서	103,784	62,334	220,545	195,556	582,219
서북서	24,776	14,090	56,345	27,999	123,210
북서	21,443	7,559	13,268	297,392	339,662
북북서	69,382	10,942	34,313	60,257	174,894
합계	2,899,066	1,107,487	842,427	1,156,614	6,005,594

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

II. 환경 현황

표 2.7-19 부지반경 20~80 km 사이 구역별 2033년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방 향	부지 중심으로부터의 거리 (km)				합 계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
북	515,819	52,791	119,122	263,040	950,772
북북동	172,567	5,639	7,191	15,892	201,289
북동	1,742	-	-	-	1,742
동북동	-	-	-	-	-
동	-	-	-	-	-
동남동	-	-	-	-	-
남동	-	-	-	-	-
남남동	-	-	-	-	-
남	-	-	-	-	-
남남서	40,800	6,587	-	-	47,387
남서	1,312,692	585,675	5,816	112,491	2,016,674
서남서	559,670	330,627	383,276	176,608	1,450,181
서	104,952	63,434	221,921	189,319	579,626
서북서	25,043	13,025	51,518	24,823	114,409
북서	21,460	7,179	11,969	290,463	331,071
북북서	69,560	10,778	32,697	55,621	168,656
합계	2,824,305	1,075,735	833,510	1,128,257	5,861,807

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

표 2.7-20 부지반경 20~80 km 사이 구역별 2043년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
북	486,636	48,904	108,862	243,417	887,819
북북동	162,531	5,161	6,586	14,729	189,007
북동	1,647	-	-	-	1,647
동북동	-	-	-	-	-
동	-	-	-	-	-
동남동	-	-	-	-	-
남동	-	-	-	-	-
남남동	-	-	-	-	-
남	-	-	-	-	-
남남서	37,406	5,677	-	-	43,083
남서	1,179,965	520,158	5,023	110,599	1,815,745
서남서	510,693	320,116	368,685	164,777	1,364,271
서	101,463	61,748	211,028	173,964	548,203
서북서	24,202	11,506	45,057	21,174	101,939
북서	20,532	6,541	10,423	270,684	308,180
북북서	66,270	10,153	29,767	49,324	155,514
합계	2,591,345	989,964	785,431	1,048,668	5,415,408

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

II. 환경 현황

표 2.7-21 부지반경 20~80 km 사이 구역별 2053년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
북	434,651	43,068	95,066	213,637	786,422
북북동	144,699	4,515	5,755	12,935	167,904
북동	1,472	-	-	-	1,472
동북동	-	-	-	-	-
동	-	-	-	-	-
동남동	-	-	-	-	-
남동	-	-	-	-	-
남남동	-	-	-	-	-
남	-	-	-	-	-
남남서	32,270	4,698	-	-	36,968
남서	1,010,086	439,913	4,152	102,169	1,556,320
서남서	440,142	291,766	335,244	148,356	1,215,508
서	92,641	56,624	189,808	153,851	492,924
서북서	22,091	9,917	38,603	17,825	88,436
북서	18,449	5,725	8,945	239,791	272,910
북북서	59,253	9,021	25,961	42,476	136,711
합계	2,255,754	865,247	703,534	931,040	4,755,575

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

표 2.7-22 부지반경 20~80 km 사이 구역별 2063년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
북	378,800	37,071	81,391	183,613	680,875
북북동	125,264	3,869	4,930	11,124	145,187
북동	1,276	-	-	-	1,276
동북동	-	-	-	-	-
동	-	-	-	-	-
동남동	-	-	-	-	-
남동	-	-	-	-	-
남남동	-	-	-	-	-
남	-	-	-	-	-
남남서	26,979	3,829	-	-	30,808
남서	841,865	364,314	3,380	90,301	1,299,860
서남서	370,469	257,185	294,823	131,621	1,054,098
서	81,788	50,235	166,020	133,924	431,967
서북서	19,503	8,562	33,233	15,194	76,492
북서	16,019	4,934	7,669	206,060	234,682
북북서	51,268	7,777	22,209	36,122	117,376
합계	1,913,231	737,776	613,655	807,959	4,072,621

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

II. 환경 현황

표 2.7-23 부지반경 20~80 km 사이 구역별 2073년 인구예측 결과

(단위 : 명)

방향	부지 중심으로부터의 거리 (km)				합계
	20~35	35~50	50~65	65~80	
북	328,623	31,799	69,737	157,770	587,929
북북동	107,279	3,315	4,226	9,561	124,381
북동	1,090	-	-	-	1,090
동북동	-	-	-	-	-
동	-	-	-	-	-
동남동	-	-	-	-	-
남동	-	-	-	-	-
남남동	-	-	-	-	-
남	-	-	-	-	-
남남서	22,385	3,075	-	-	25,460
남서	690,442	297,801	2,720	79,836	1,070,799
서남서	307,891	228,156	259,347	116,500	911,894
서	72,705	44,898	145,124	116,254	378,981
서북서	17,333	7,414	28,700	13,077	66,524
북서	13,998	4,275	6,577	176,205	201,055
북북서	44,475	6,736	19,016	30,721	100,948
합계	1,606,221	627,469	535,447	699,924	3,469,061

주) “-”으로 표시된 지역은 바다로 인구가 없는 지역임

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구수(명)	1,553	5,182	4,496	10,341	13,122	302,140	336,834

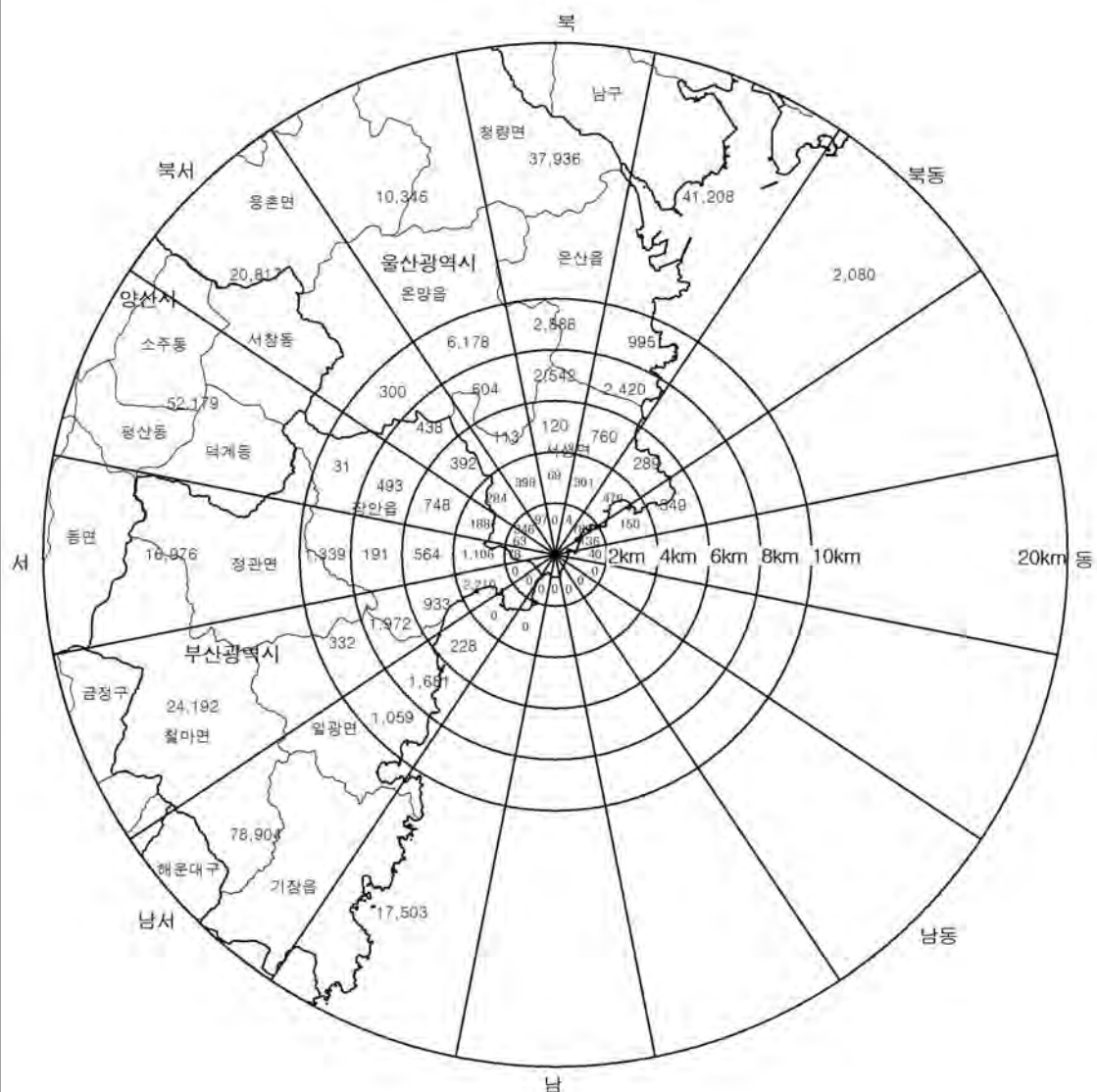


그림 2.7-12 부지반경 20 km 이내의 구역별 2013년 예측인구

II. 환경 현황

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구수(명)	1,568	5,204	4,522	35,049	20,400	332,853	399,596

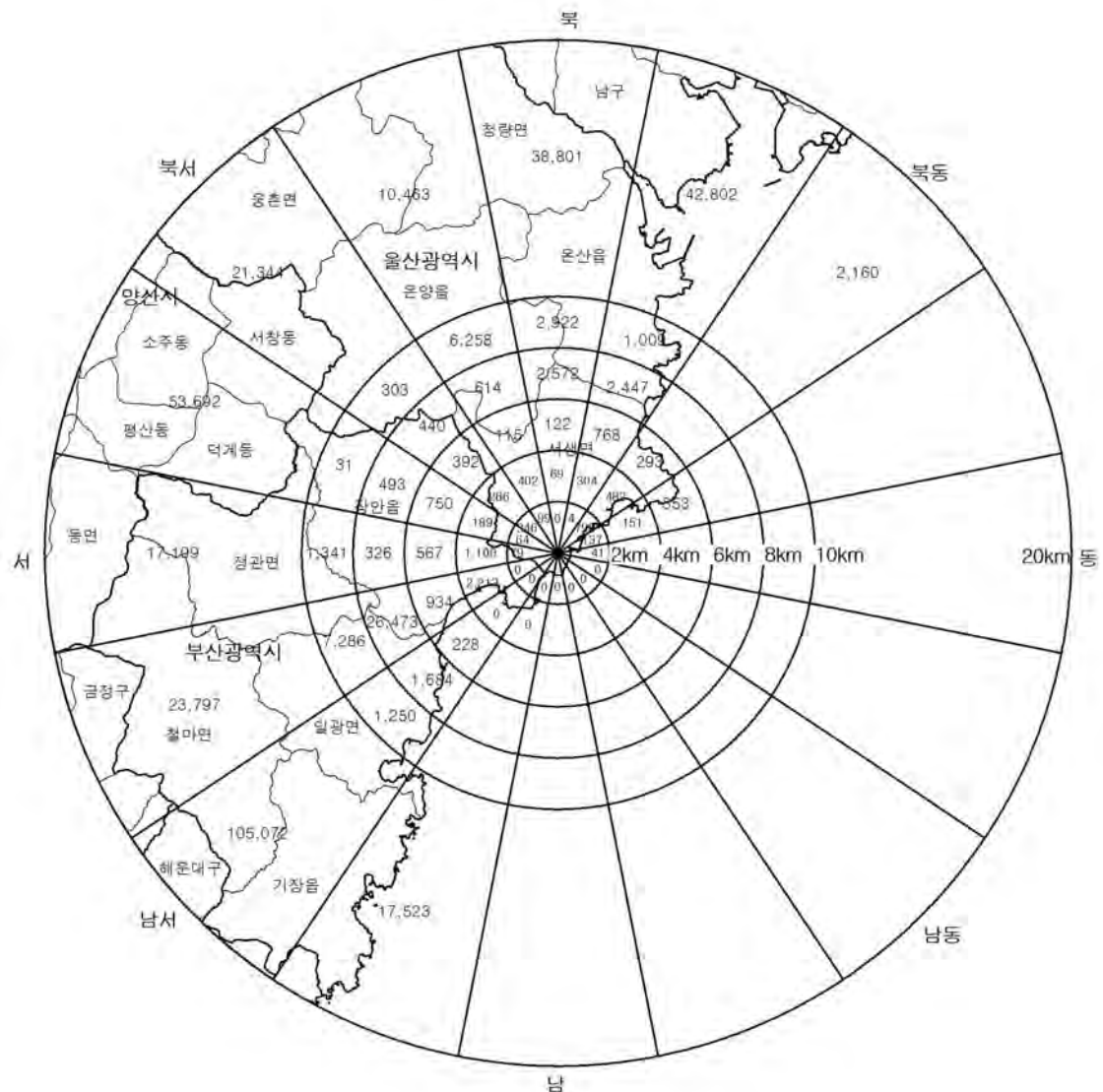


그림 2.7-13 부지반경 20 km 이내의 구역별 2023년 예측인구

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구수(명)	1,565	5,123	4,455	34,921	20,308	330,524	396,896

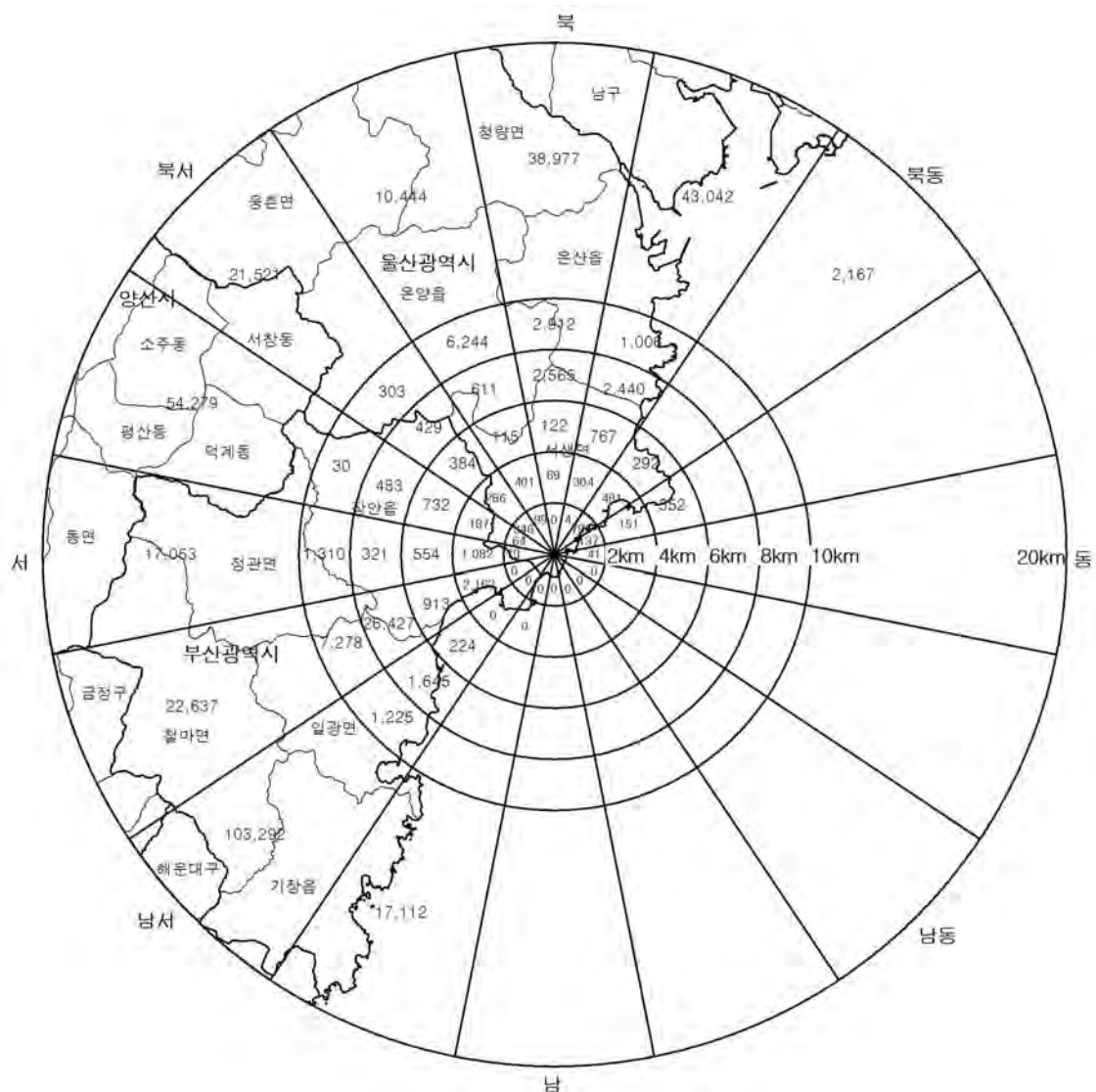


그림 2.7-14 부지반경 20 km 이내의 구역별 2033년 예측인구

II. 환경 현황

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구수(명)	1,495	4,809	4,185	34,344	19,637	313,040	377,510

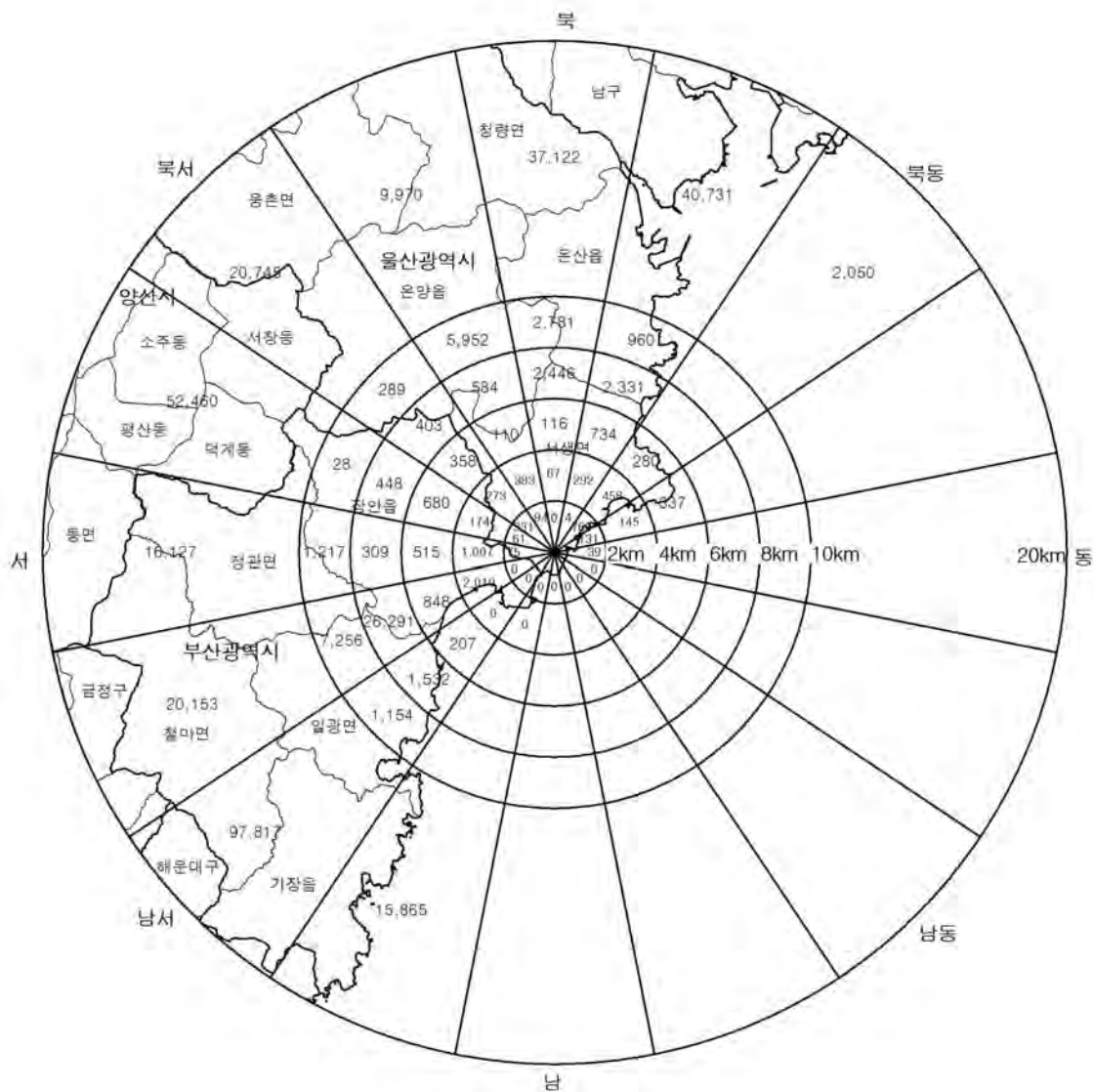


그림 2.7-15 부지반경 20 km 이내의 구역별 2043년 예측인구

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구수(명)	1,339	4,258	3,709	33,265	18,299	281,674	342,544

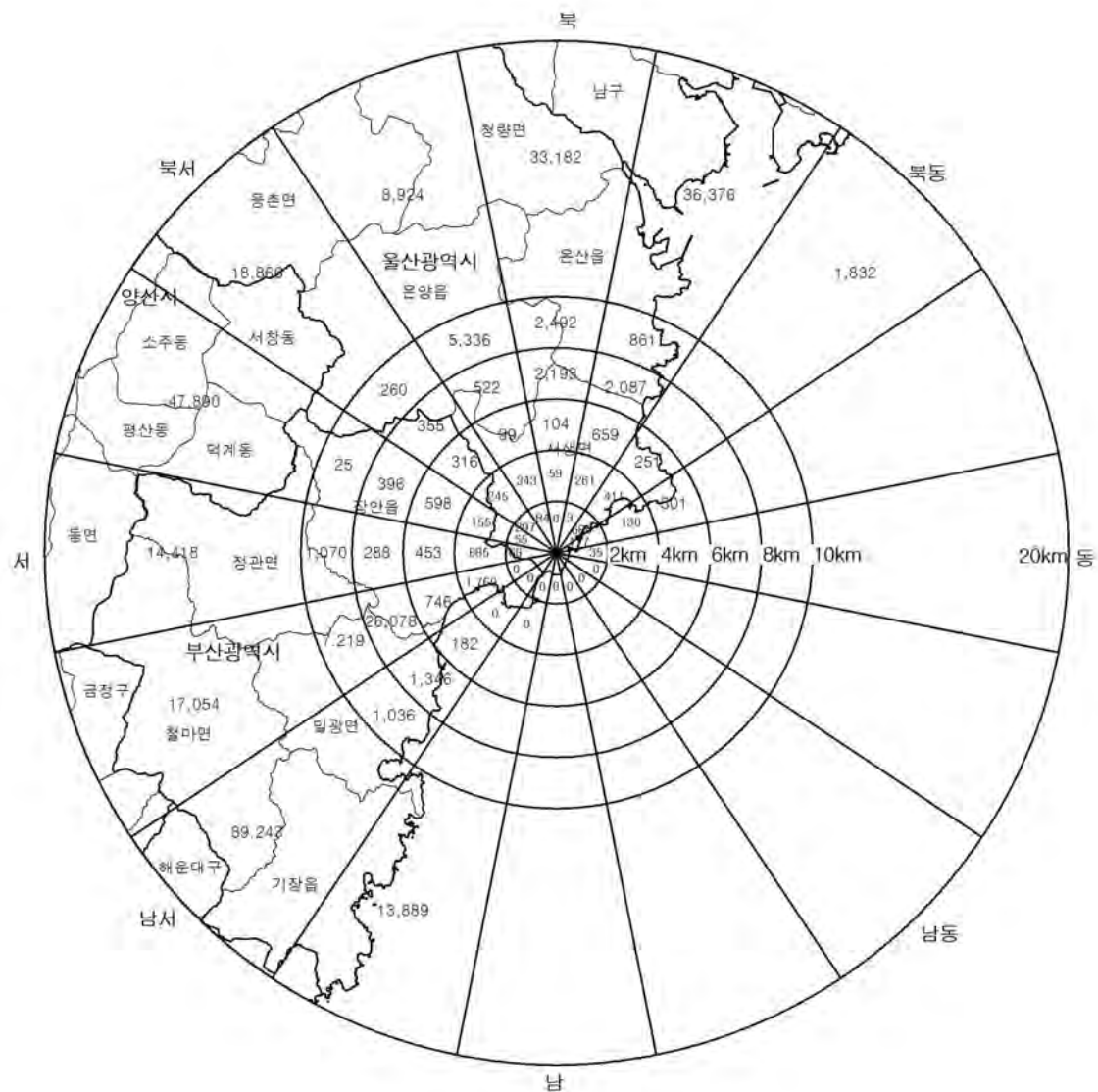


그림 2.7-16 부지반경 20 km 이내의 구역별 2053년 예측인구

II. 환경 현황

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구수(명)	1,164	3,642	3,174	32,056	16,765	247,060	303,861

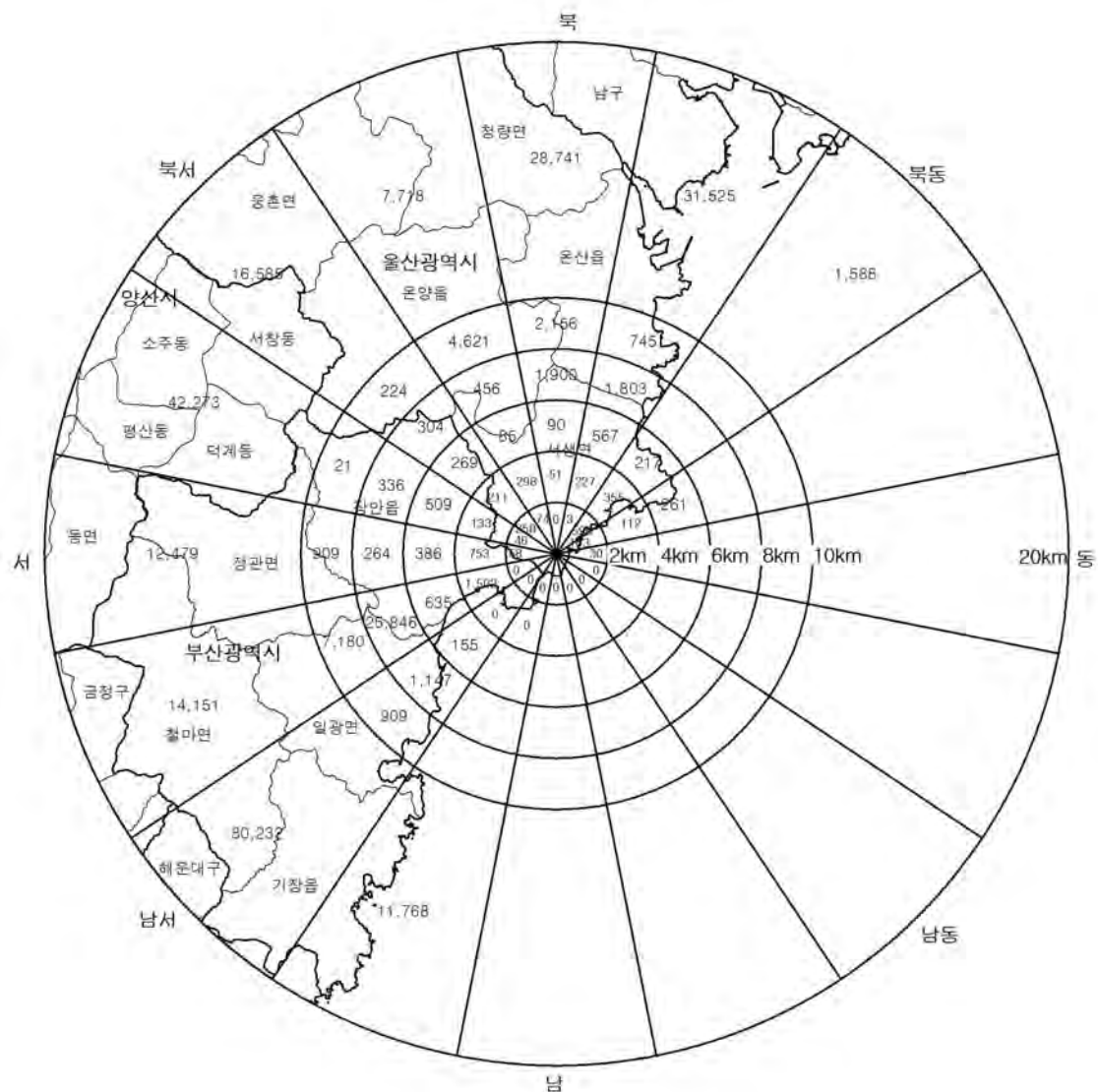


그림 2.7-17 부지반경 20 km 이내의 구역별 2063년 예측인구

구간(km)	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~20	합계
인구수(명)	1,012	3,119	2,718	31,022	15,484	216,961	270,316

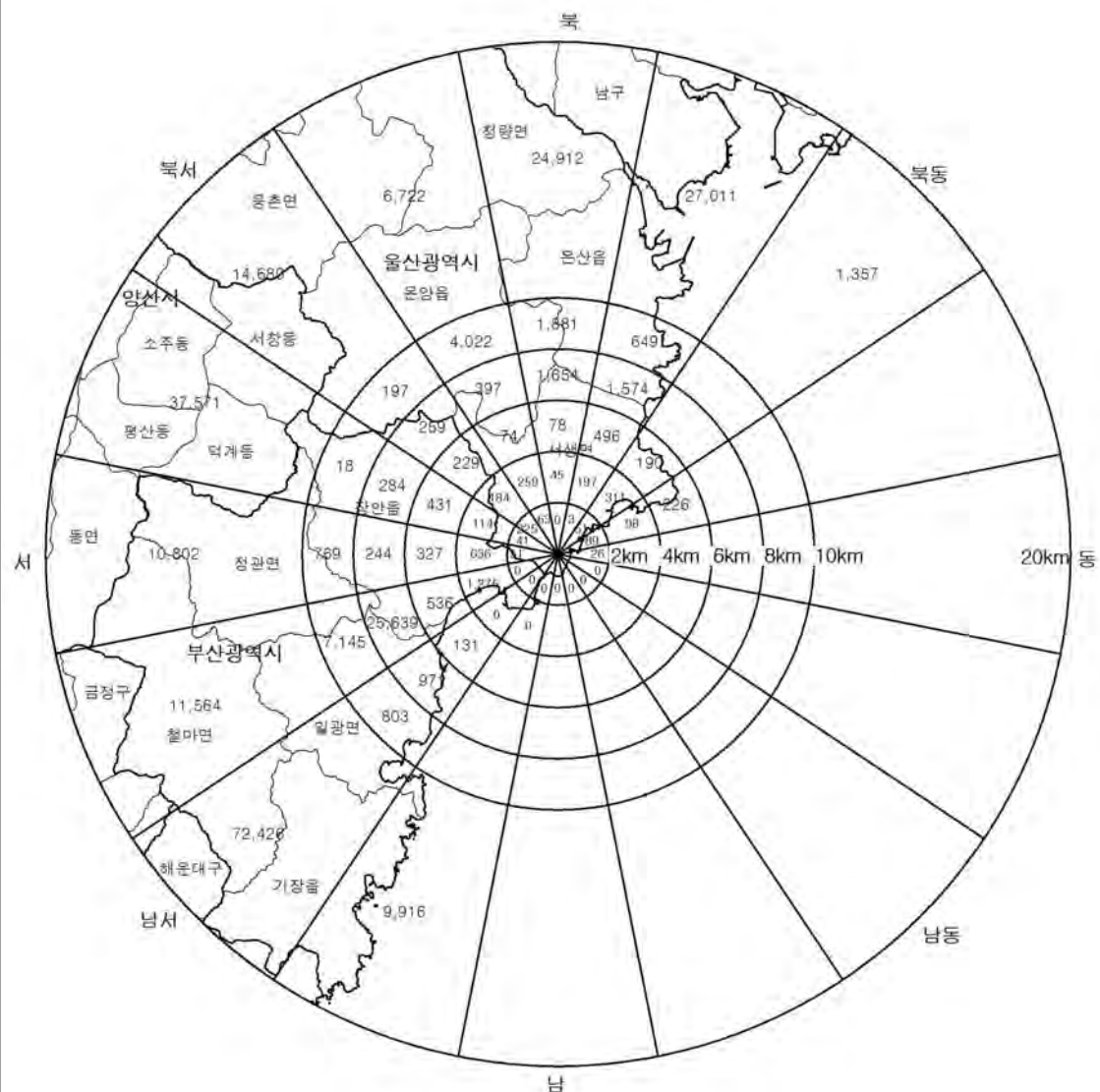


그림 2.7-18 부지반경 20 km 이내의 구역별 2073년 예측인구

II. 환경 현황

구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
인구수(명)	2,884,481	1,110,815	833,959	1,156,382	5,985,637

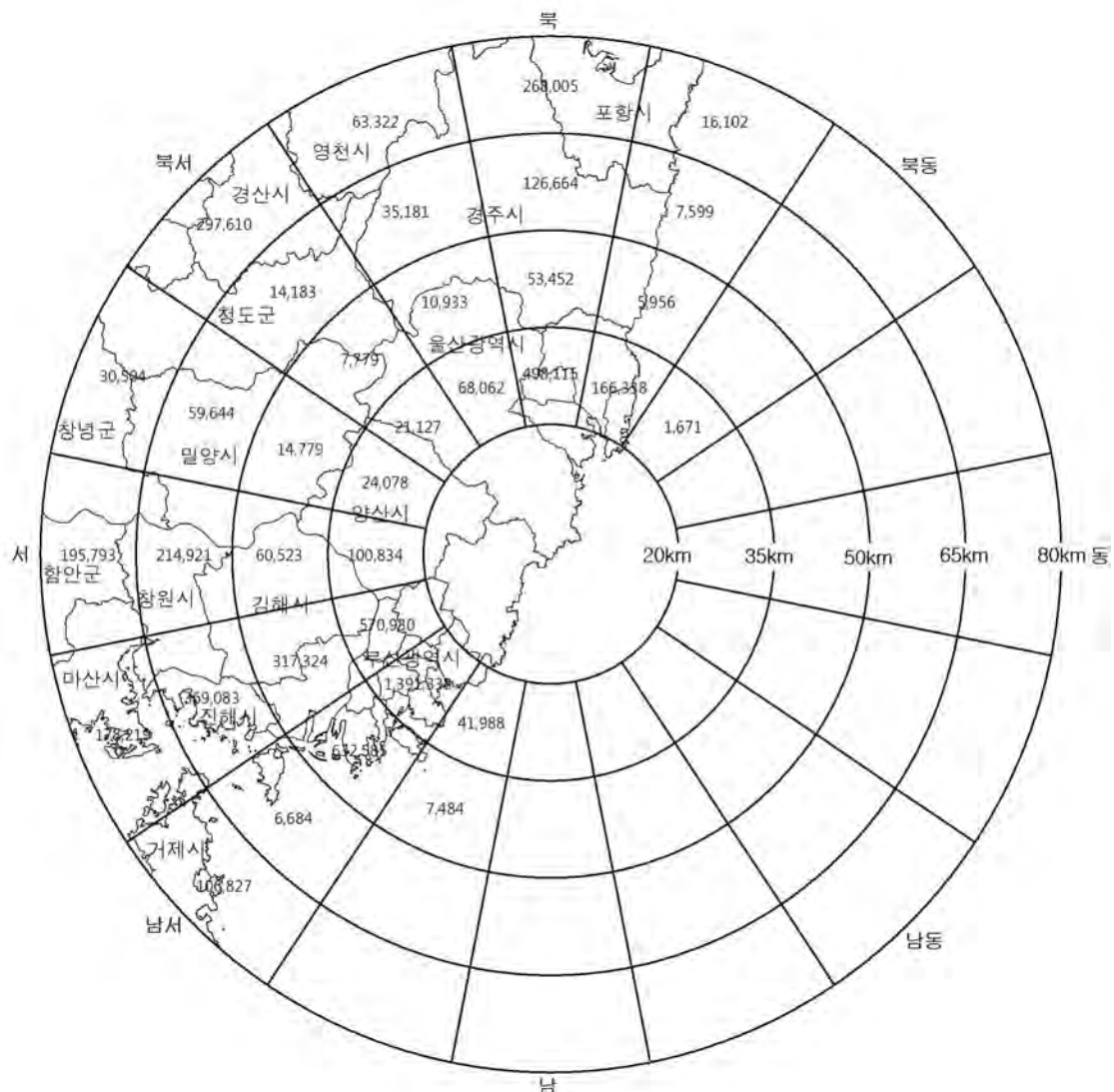


그림 2.7-19 부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2013년 예측인구

구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
인구수(명)	2,899,066	1,107,487	842,427	1,156,614	6,005,594

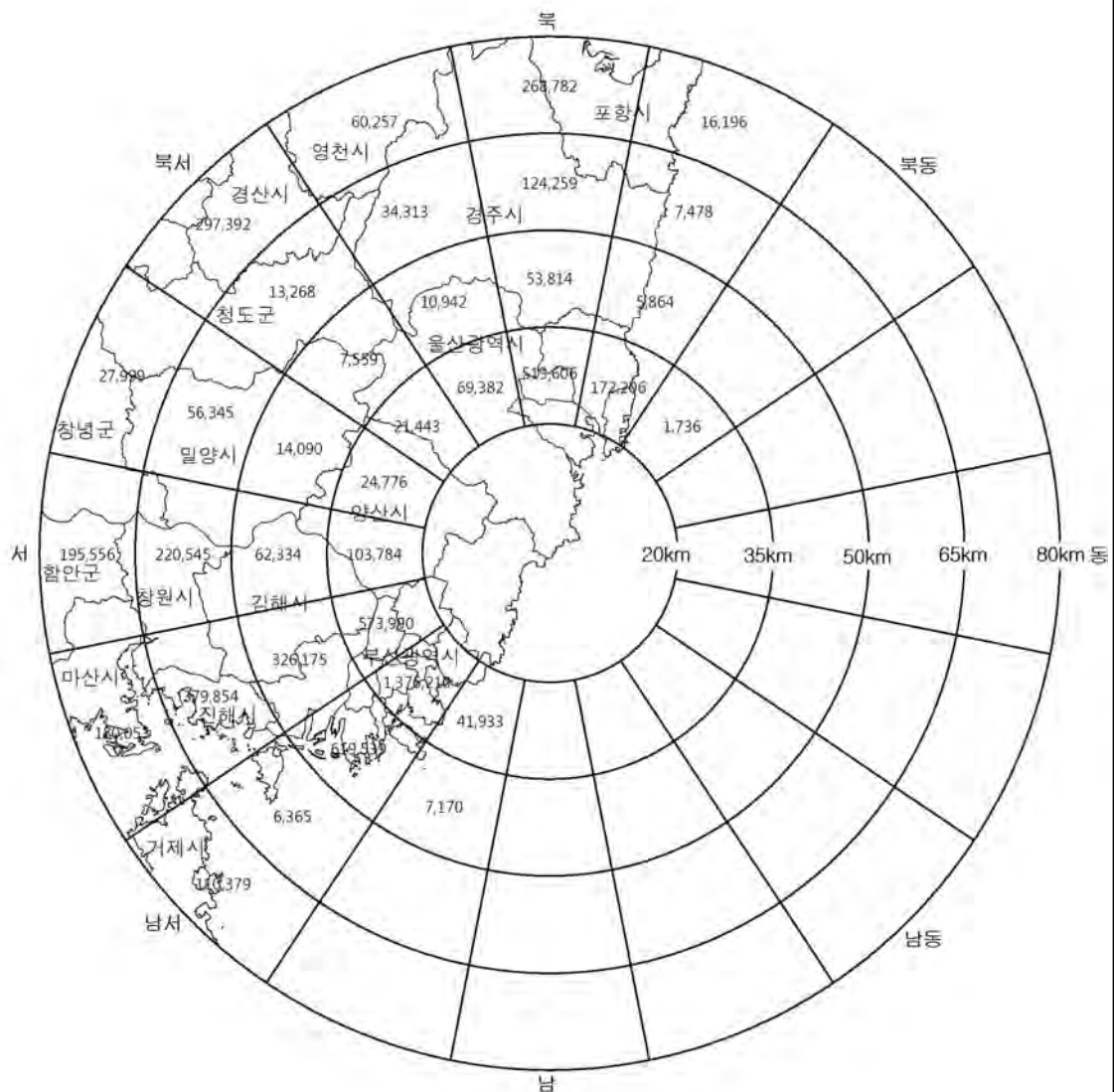


그림 2.7-20 부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2023년 예측인구

II. 환경 현황

구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
인구수(명)	2,824,305	1,075,735	833,510	1,128,257	5,861,807

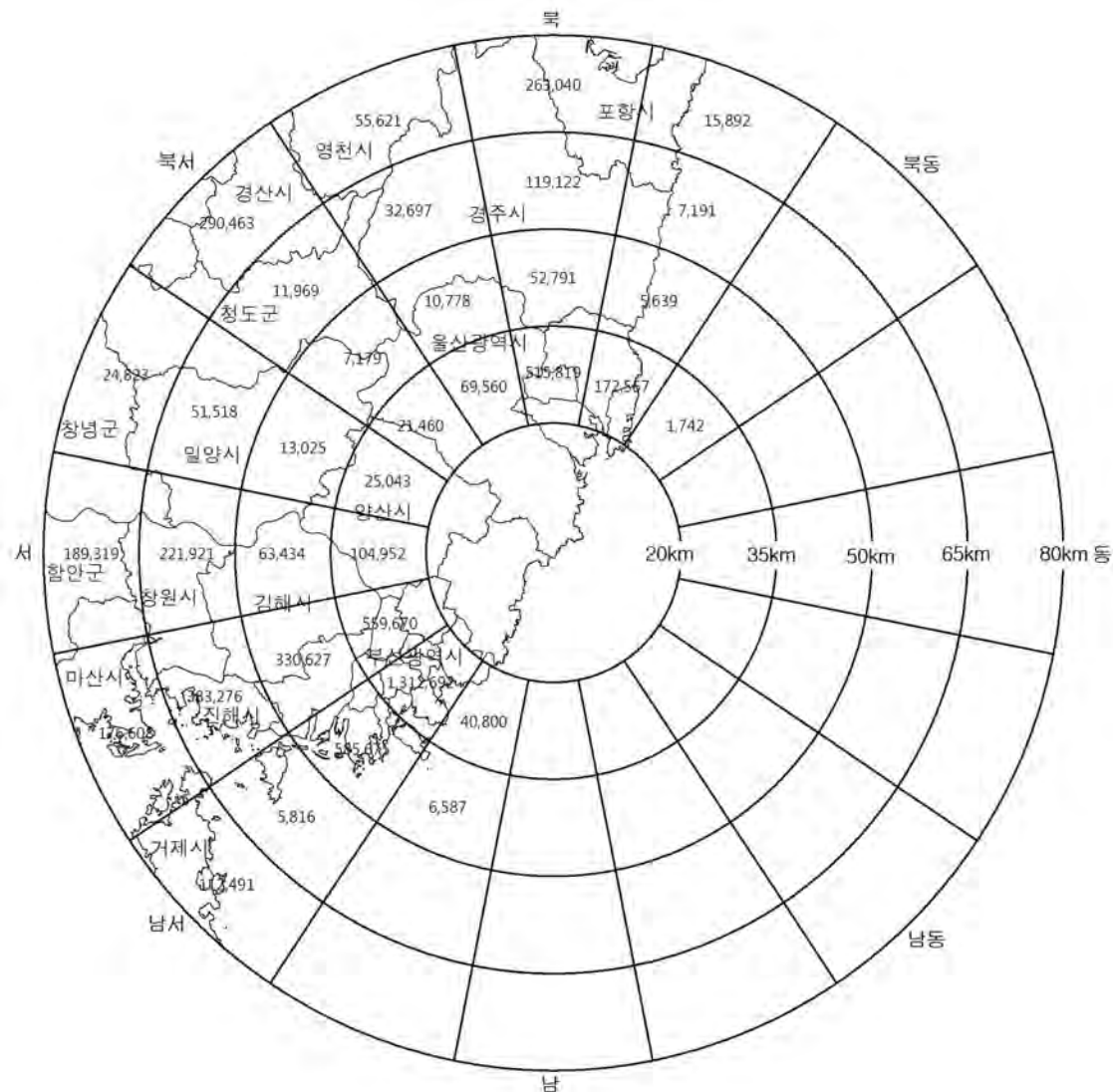


그림 2.7-21 부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2033년 예측인구

구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
인구수(명)	2,591,345	989,964	785,431	1,048,668	5,415,408

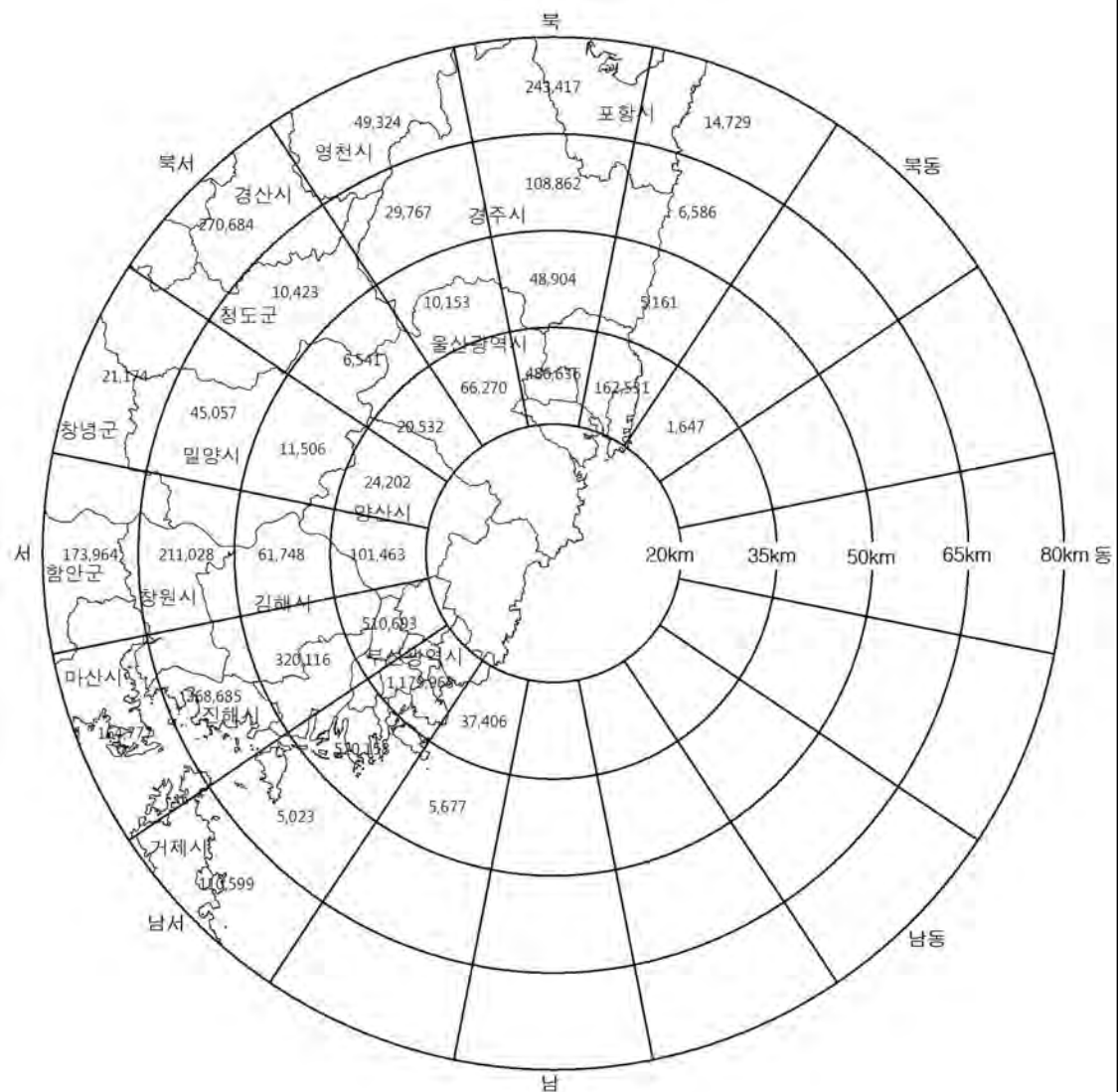


그림 2.7-22 부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2043년 예측인구

II. 환경 현황

구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
인구수(명)	2,255,754	865,247	703,534	931,040	4,755,575

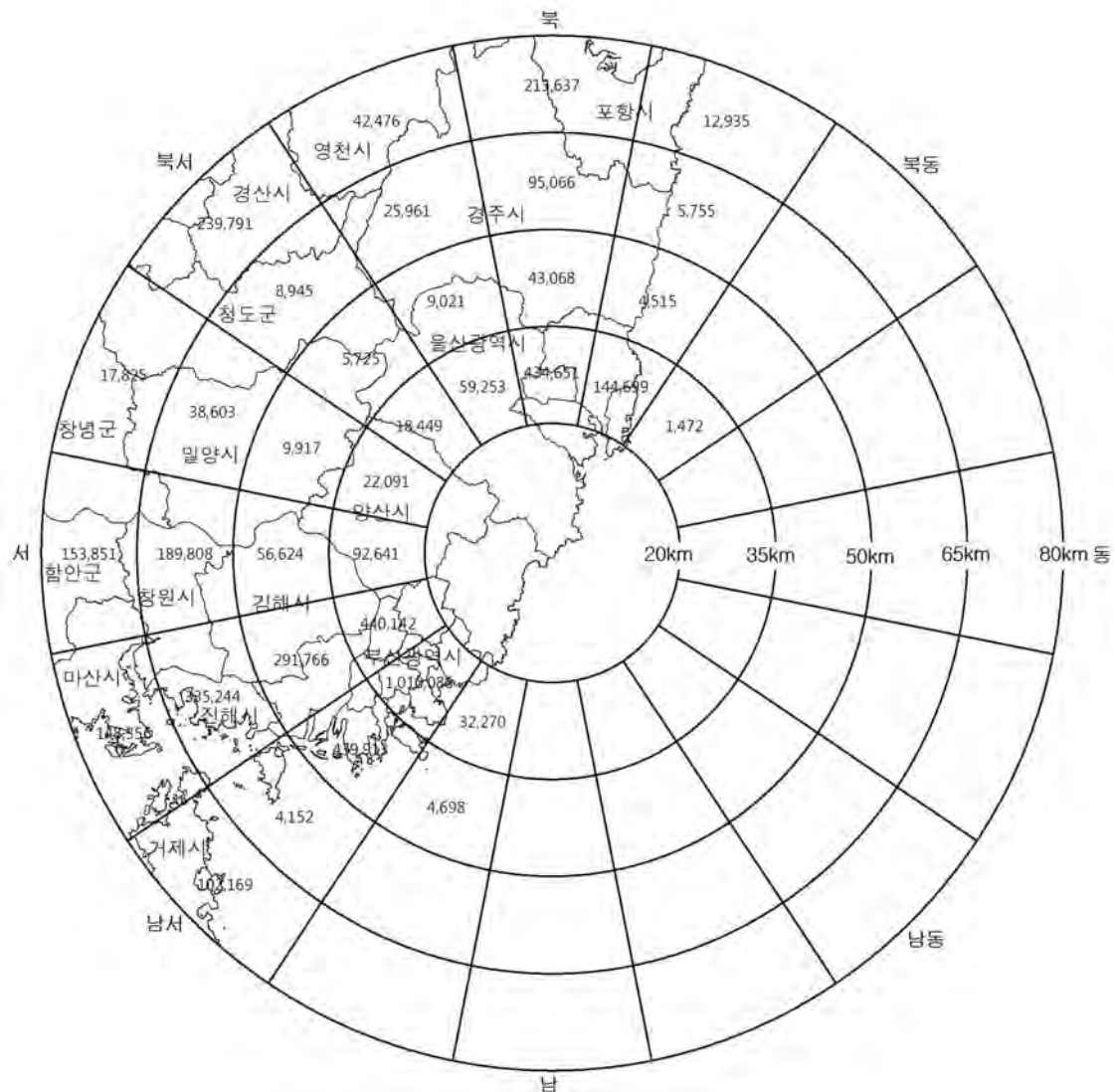


그림 2.7-23 부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2053년 예측인구

구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
인구수(명)	1,913,231	737,776	613,655	807,959	4,072,621

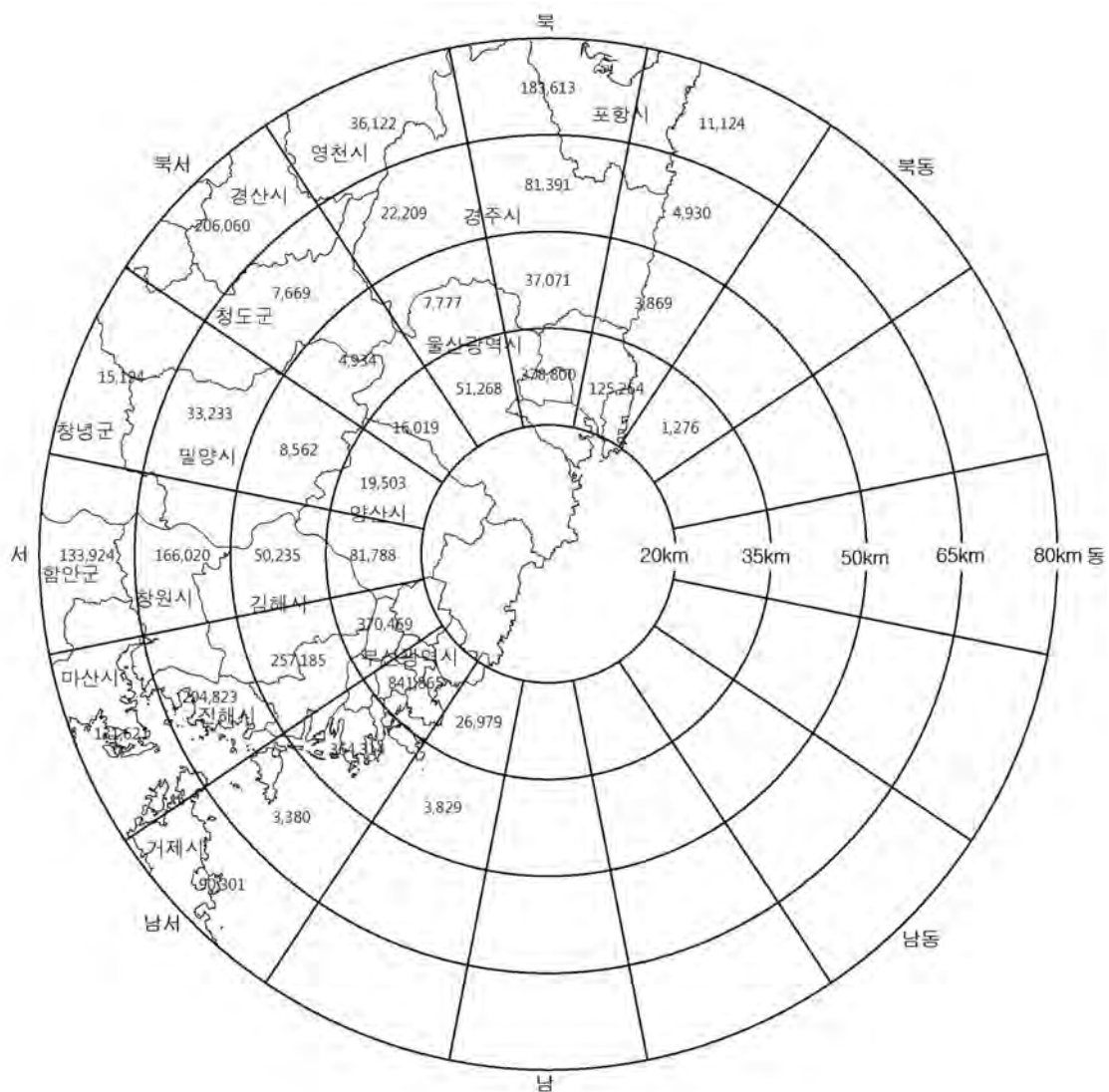


그림 2.7-24 부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2063년 예측인구

II. 환경 현황

구간(km)	20~35	35~50	50~65	65~80	합계
인구수(명)	1,606,221	627,469	535,447	699,924	3,469,061

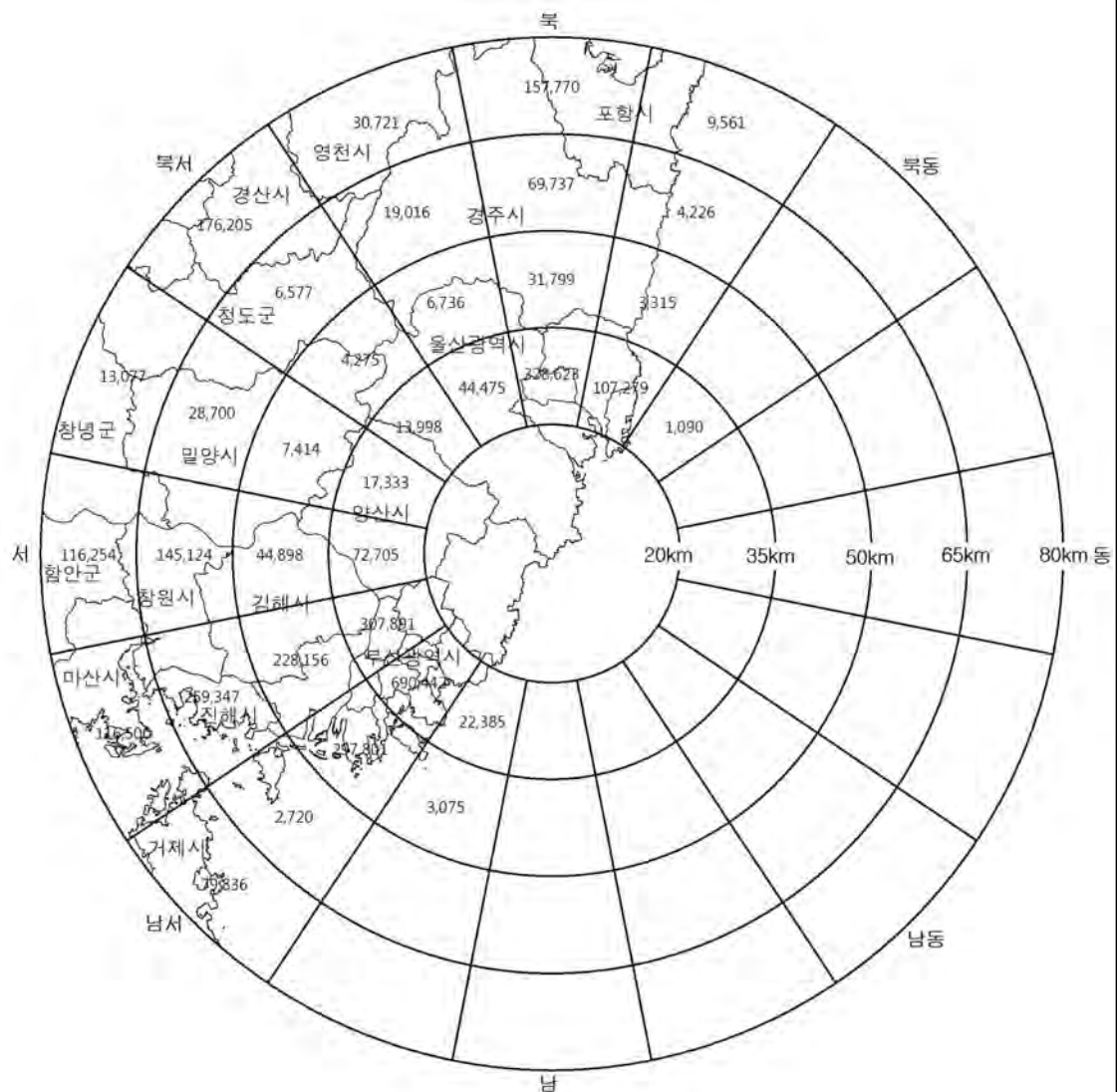


그림 2.7-25 부지반경 20~80 km 사이의 구역별 2073년 예측인구

2.8 환경방사선/능 현황

2.8.1 환경방사선

2.8.2 환경방사능

2.8 간지

II. 환경 현황

간지 뒷면



2.8 환경방사선/능 현황

원자력발전소 가동에 따른 발전소 주변지역의 환경방사선/능을 감시하기 위하여 국내 모든 원자력발전소에서는 자체 계획을 수립하여 주기적인 조사를 실시하고 있다. 신고리원자력 본부에서도 신고리 1호기 건설 시작 시점부터 환경방사능 감시 활동을 지속적으로 조사해 오고 있는데, 신고리 3,4호기 부지는 기존 발전소에 인접하여 위치하고 있어 신고리원자력 본부에서 조사한 최근 3년(2007년~2009년)간의 자료를 신고리 3,4호기 주변지역의 환경방사선/능 현황으로 제시코자 한다(그림 2.8-1~3).

신고리원자력 본부에서는 주변지역 공기중의 방사선량 및 방사능 농도와 함께 토양, 식물, 빗물, 식수, 하천수, 지하수, 해수, 해저토 등 다양한 매질들과 우유, 육류, 어패류, 해조류, 곡류, 채소류, 과일류 등 식품류에서 시료를 채취하여 방사능 농도를 조사하고 있는데, 조사항목별 방사선량 및 방사능 농도는 다음과 같다.

2.8.1 환경방사선

가. 환경방사선감시기에 의한 공간감마선량률

발전소 부지주변 11개 지점과 비교지점에 환경방사선 감시기(ERMS)를 설치하여 공간 감마선량률을 연속 감시하고 있다. 3년간의 측정결과를 종합한 결과는 표 2.8-1과 같다.

나. 휴대용계측기에 의한 공간감마선량률

휴대용계측기에 의한 공간감마선량률은 저준위 휴대용계측기로 부지 내부 28개 지점 및 부지 외부 21개 지점에서 지상 1m 높이의 공간감마선량률을 주기적(부지 내부 월 1회, 부지 외부 분기 1회)으로 측정하였다. 3년간의 측정결과를 종합 정리한 결과는 표 2.8-2와 같다.

다. 열형광선량계(TLD)에 의한 공간집적선량

공간 집적선량은 발전소 부지 내부를 비롯하여 주변 인구밀집지역 등 반경 10km 이내 총 52개 지점과 비교지점인 부산대의 지상 1m 높이에 설치된 열형광선량계(TLD, 각 지점 3개씩 설치)를 분기 주기로 회수하여 3개월간 누적선량을 판독하였다. 판독장비는 Panasonic사의 Model UD-716이며, Chip으로는 $\text{CaSO}_4\text{-Tm}$ (UD-814, 환경측정용)을 사용하였다. 3년간의 조사결과를 종합 정리한 결과는 표 2.8-3과 같다.

II. 환경 현황



그림 2.8-1 고리부지 내부 환경방사선 조사지점(ERMS, 공기시료채집기 이설 전)



그림 2.8-2 고리부지 내부 환경방사선 조사지점(ERMS, 공기시료채집기 이설 후)

II. 환경 현황

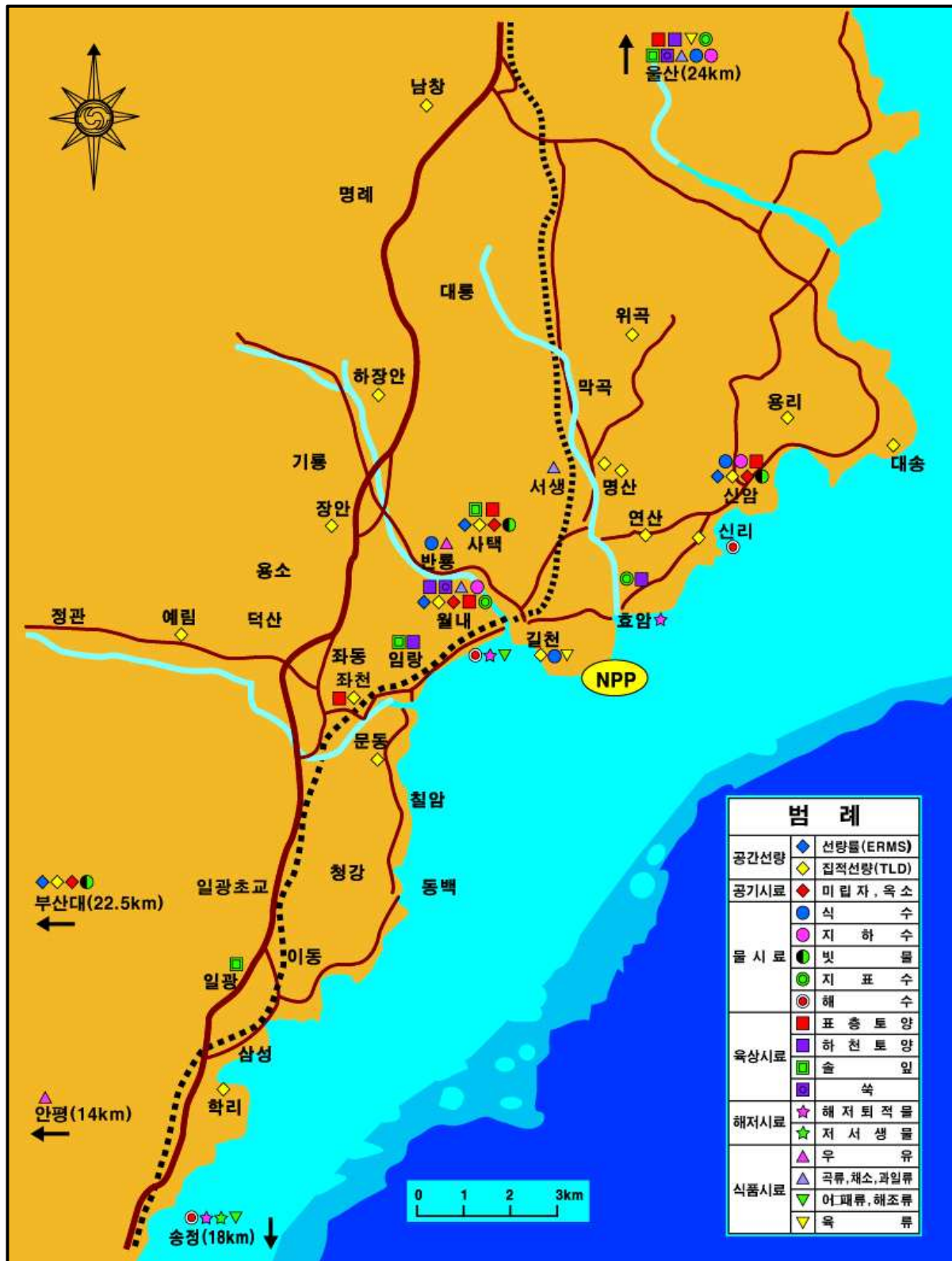


그림 2.8-3 신고리원자력발전소 부지외부 환경방사선(능) 조사지점

표 2.8-1 환경방사선감시기(ERMS)에 의한 공간감마선량률

측정지점 (방위, 거리(km))	측정결과(nGy/hr)				
	2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 ^{주)} (최소치~최대치)
1발소내(SW, 0.1)	90.4±2.6	99.5±2.0	98.7±0.7	96.2	(78.0~126.0)
2발소내(ESE, 0.5)	96.0±2.1	100.5±2.0	95.2±5.8	97.2	(81.0~135.0)
정수장(NE, 0.5)	82.6±2.8	90.9±4.8	83.8±6.8	85.8	(62.7~118.0)
기상관측소(NNE, 0.7)	79.9±2.5	86.7±3.8	81.2±0.6	82.6	(73.0~122.0)
구 전시관(NNW, 0.6)	84.3±1.4	89.7±2.6	87.5±1.1	87.2	(78.0~118.0)
효암(NE, 1.8)	87.5±2.2	87.5±5.9	88.7±1.2	87.9	(64.0~118.0)
명산(N, 3.0)	85.7±0.7	86.4±3.0	81.8±0.5	84.6	(63.0~119.0)
월내1(NW, 2.1)	82.3±1.6	89.4±3.1	88.6±3.4	86.8	(76.0~122.0)
사택3(NNW, 2.5)	80.3±1.0	87.4±4.1	88.8±0.8	85.5	(68.8~129.0)
월내2(W, 3.0)	79.5±3.7	89.3±4.2	78.5±0.5	82.4	(71.1~119.0)
비학(NE, 2.2)	85.4±1.4	89.5±2.9	85.7±2.3	86.9	(77.1~119.0)
부산대(WSW, 22)	84.5±2.3	86.6±1.1	103.9±5.3	91.7	(67.0~142.0)

주) 정상변동범위는 최근 3년간(2007년~2009년)의 조사자료를 통계처리하여 (최소치~최대치)로 나타낸 값임.

II. 환경 현황

표 2.8-2 휴대용계측기에 의한 공간감마선량률

구분	측정지점 (방위, 거리(km))	공간선량률(nGy/hr)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치 ~ 최대치)
부 지 내	1발 소내(SW, 0.1)	82.6±2.7	82.8±0.9	82.2±1.2	82.5	(75.0~86.0)
	2발 소내(ESE, 0.5)	84.7±3.6	83.2±0.8	83.4±1.1	83.8	(82.0~93.0)
	1발 정문(WNW, 0.1)	82.6±2.2	82.7±1.1	82.2±0.9	82.5	(77.0~86.0)
	1발 물량장(WNW, 0.2)	82.4±2.7	82.1±0.7	82.5±1.3	82.3	(75.0~86.0)
	주사무실옆(NNW, 0.2)	83.5±3.6	78.9±4.1	80.2±3.0	80.9	(75.0~91.0)
	주사무실진입로(NW, 0.3)	81.9±2.5	78.6±3.4	79.9±2.8	80.1	(75.0~86.0)
	소방대진입로(1)(NNW, 0.6)	-	82.2±0.5	81.6±1.1	82.2	(80.0~86.0)
	신고리 1발 정수장(N, 1.3)	-	79.8±3.8	74.5±1.2	82.9	(73.3~94.0)
	본부정문(N, 0.7)	88.0±8.1	84.8±4.5	81.4±0.9	80.6	(75.1~83.8)
	구전시관(NNW, 0.6)	83.3±3.1	84.5±5.1	81.6±1.1	84.8	(80.0~101.0)
	신고리기상관측소(NE, 1.5)	-	74.8±1.3	74.5±1.2	80.8	(73.3~92.5)
	신고리 1발 소내(NE, 1.2)	-	78.0±2.6	74.1±0.9	75.0	(73.0~82.0)
	2발 진입로(1)(N, 0.4)	92.0±2.3	89.5±2.5	90.5±1.3	82.6	(73.3~92.5)
	신고리1발 건설사무실옆(NE, 1.3)	-	76.8±3.5	75.7±1.4	80.1	(73.3~86.0)
	신고리 2발소내(NE, 2.5)	-	76.0±3.5	74.2±0.9	76.1	(73.3~80.3)
	신고리2발 건설사무실 옆(NE, 2.6)	-	78.6±3.5	75.7±2.5	85.7	(73.3~94.0)
	신고리 2 정수장(NNE, 2.9)	-	74.8±1.3	74.5±1.2	88.9	(73.3~101.0)
	2발 정문(E, 0.2)	99.8±2.0	92.4±8.9	82.2±2.2	79.5	(73.3~83.8)
	통합사무실앞(NE, 0.3)	86.3±4.0	85.6±4.1	82.1±1.1	92.8	(80.3~101.0)
	신고리1발 정문경비실(NE, 1.7)	-	81.5±0.9	76.5±3.2	76.3	(71.6~82.1)
	2발 변전소(ENE, 0.4)	83.0±1.0	83.0±0.9	82.4±1.0	93.1	(80.3~101.0)
	소각장(NE, 0.5)	82.5±1.5	82.1±1.3	82.7±1.4	80.6	(75.1~83.8)
	정비센타입구(ENE, 0.7)	97.0±4.1	96.0±4.6	91.9±0.8	97.0	(90.8~101.0)
	저장고진입로(ENE, 0.7)	-	98.6±7.5	103.0±6.8	88.9	(73.3~108.0)
	저장고 입구(ENE, 0.6)	203.5±6.3	199.1±4.5	195.9±1.0	129.4	(80.3~197.0)
	효암(NE, 1.8)	-	77.1±3.8	74.7±0.8	80.4	(73.3~89.0)
	강월(NNE, 2.0)	-	75.7±0.9	74.5±1.2	82.1	(73.3~93.0)
	비학(ENE, 2.2)	-	76.6±3.7	74.5±1.6	78.0	(71.6~82.1)

표 2.8-2 (계 속)

구분	측정지점 (방위, 거리(km))	공간선량률(nGy/hr)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
부 지 밖	서생중학교(NE, 5.2)	-	72.5±1.2	73.8±0.9	73.1	(71.6~75.1)
	연산(NNE, 2.9)	-	75.1±0.0	73.3±0.0	74.2	(73.3~75.1)
	신리(NE, 3.4)	-	79.5±6.2	75.5±1.7	77.5	(73.3~83.8)
	나사(NE, 5.7)	-	74.2±1.3	73.8±0.9	74.0	(73.3~75.1)
	위양(NNE, 5.3)	-	74.2±1.3	72.9±1.7	73.6	(71.6~75.1)
	명산(N, 3.0)	73.5±1.0	75.1±1.4	74.7±0.9	74.4	(73.0~76.8)
	사택3단지(NNW, 2.5)	81.3±3.0	78.5±5.0	75.5±0.9	78.4	(73.3~84.0)
	월내1(NW, 2.1)	74.3±1.5	74.2±1.8	74.6±1.7	74.4	(71.6~76.8)
	월내2(W, 3.0)	74.0±1.2	74.2±1.0	72.9±0.8	73.7	(71.6~75.1)
	서생역(N, 3.5)	74.0±2.0	72.5±1.0	74.6±1.7	73.7	(71.6~77.0)
	동백(SW, 4.5)	72.8±0.5	74.2±3.0	75.5±0.9	74.2	(71.6~78.6)
	좌동(W, 4.5)	74.3±1.5	75.1±0.0	74.6±1.7	74.7	(72.0~76.8)
	용소(WNW, 5.0)	74.5±1.0	75.1±0.0	72.9±0.8	74.2	(71.6~75.1)
	막곡(N, 5.3)	75.5±1.0	75.1±0.0	72.9±0.8	74.5	(71.6~77.0)
	대송(NE, 7.5)	73.0±0.0	73.3±0.0	72.9±1.7	73.1	(71.6~75.1)
	하장안(NW, 6.0)	76.5±1.0	76.4±0.8	74.2±1.0	75.7	(73.3~77.0)
	예림(W, 7.7)	73.5±1.0	73.3±0.0	73.8±1.7	73.5	(71.6~75.1)
	이동(SW, 7.5)	72.8±0.5	73.8±0.9	74.7±0.9	73.7	(72.0~75.1)
	정관(W, 10.0)	74.3±1.5	75.1±0.0	73.8±0.9	74.4	(72.0~75.1)
	남창(N, 10.0)	80.3±3.5	82.1±0.0	76.8±2.5	79.7	(75.0~82.1)
	부산대(WSW, 22.0)	74.3±1.2	74.2±1.0	73.8±1.7	74.1	(71.6~75.1)

II. 환경 현황

표 2.8-3 열형광선량계(TLD)에 의한 공간집적선량

구분	측정지점 (방위, 거리(km))	공간선량률($\mu\text{Gy}/91\text{d}$)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치 ~ 최대치)
부 지 내 부	1발 소내(SW, 0.1)	144 \pm 11	139 \pm 18	140 \pm 6	141	(120 ~ 161)
	2발 소내(ESE, 0.5)	153 \pm 8	144 \pm 21	144 \pm 8	147	(121 ~ 170)
	1발 정문(WNW, 0.1)	168 \pm 12	159 \pm 31	165 \pm 10	164	(126 ~ 197)
	주사무실(NNW, 0.2)	165 \pm 16	145 \pm 21	150 \pm 6	153	(123 ~ 184)
	본부정문(N, 0.7)	157 \pm 10	140 \pm 21	144 \pm 20	147	(118 ~ 172)
	구 전시관(NNW, 0.6)	131 \pm 8	125 \pm 18	128 \pm 7	128	(108 ~ 149)
	기상관측소(NNE, 0.7)	121 \pm 7	116 \pm 20	115 \pm 9	117	(94.8 ~ 141)
	2발 정문(E, 0.2)	182 \pm 8	169 \pm 25	163 \pm 18	172	(138 ~ 199)
	정수장(NE, 0.5)	132 \pm 10	121 \pm 21	123 \pm 7	126	(98.6 ~ 148)
	저장고 입구(ENE, 0.6)	170 \pm 10	151 \pm 28	158 \pm 11	160	(123 ~ 184)
	효암(NE, 1.8)	-	131 \pm 19	137 \pm 5	134	(109 ~ 152)
	비학(ENE, 2.2)	-	133 \pm 17	141 \pm 13	137	(117 ~ 158)
	신고리 1발 정수장(N, 1.3)	-	125 \pm 3	131 \pm 4	128	(125 ~ 136)
	신고리 1발 정문경비실(NNE, 1.8)	-	124 \pm 4	135 \pm 4	130	(124 ~ 140)
	신고리 1발 소내(NE, 1.2)	-	123 \pm 7	140 \pm 7	132	(123 ~ 147)
	신고리 1발 건설사무실 옆(NE, 1.3)	-	123 \pm 7	133 \pm 2	128	(123 ~ 135)
	신고리 2발 소내(NE, 2.5)	-	126 \pm 7	140 \pm 13	133	(121 ~ 148)
	신고리 2발 건설사무실 옆(NE, 2.6)	-	117 \pm 6	144 \pm 22	131	(117 ~ 165)
	신고리 2발 정수장(NNE, 2.9)	-	125 \pm 8	135 \pm 12	130	(121 ~ 150)

표 2.8-3 (계 속)

구분	측정지점 (방위, 거리(km))	공간선량률($\mu\text{Gy}/91\text{d}$)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치 ~ 최대치)
부 지 외 부	월내초교(NW, 1.0)	144 \pm 9	139 \pm 20	141 \pm 4	141	(118~163)
	명산(N, 3.0)	134 \pm 10	124 \pm 20	136 \pm 24	131	(101~156)
	사택3단지(NNW, 2.5)	143 \pm 13	131 \pm 21	130 \pm 8	135	(104~155)
	월내1(NW, 2.1)	140 \pm 9	135 \pm 21	140 \pm 10	138	(114~160)
	월내2(W, 3.0)	136 \pm 12	125 \pm 19	132 \pm 15	131	(103~149)
	연산(NNE, 3.2)	166 \pm 11	152 \pm 21	149 \pm 8	156	(134~178)
	문동(WSW, 3.4)	139 \pm 10	127 \pm 18	133 \pm 12	133	(109~151)
	명산초교(N, 3.5)	145 \pm 11	133 \pm 21	142 \pm 19	140	(108~161)
	칠암초교(SW, 4.0)	161 \pm 14	143 \pm 23	149 \pm 11	151	(119~180)
	동백(SW, 4.5)	132 \pm 12	125 \pm 18	128 \pm 13	128	(106~149)
	장안초교(WNW, 5.0)	145 \pm 8	140 \pm 19	145 \pm 18	143	(115~166)
	서생초교(NE, 4.5)	143 \pm 10	135 \pm 18	140 \pm 17	139	(114~158)
	좌천초교(W, 4.8)	148 \pm 9	139 \pm 26	141 \pm 6	143	(119~176)
	용소(WNW, 5.0)	149 \pm 10	131 \pm 21	130 \pm 4	137	(107~163)
	신리(NE, 3.5)	160 \pm 13	146 \pm 16	144 \pm 12	150	(125~177)
	막곡(N, 5.3)	163 \pm 11	158 \pm 27	135 \pm 5	152	(120~177)
	용리(NNE, 6.0)	139 \pm 9	130 \pm 21	135 \pm 5	135	(108~157)
	기룡(NW, 6.6)	155 \pm 8	138 \pm 22	145 \pm 3	146	(119~166)
	하장안(NW, 6.0)	161 \pm 10	145 \pm 27	150 \pm 15	152	(122~178)
	청강(SW, 5.0)	138 \pm 11	129 \pm 18	132 \pm 10	133	(107~152)
	대룡(NNW, 7.2)	134 \pm 8	116 \pm 25	131 \pm 20	127	(92~149)
	명례(NNW, 8.0)	158 \pm 13	137 \pm 25	143 \pm 18	146	(117~174)
	위곡(N, 6.0)	131 \pm 3	120 \pm 24	140 \pm 30	130	(99~167)
	대송(NE, 7.5)	139 \pm 8	126 \pm 23	143 \pm 24	136	(100~166)
	일광초교(SW, 7.6)	140 \pm 9	129 \pm 21	133 \pm 11	134	(110~158)
	예림(W, 7.7)	166 \pm 15	144 \pm 29	153 \pm 5	154	(111~185)
	이동(SW, 7.5)	146 \pm 9	128 \pm 26	137 \pm 10	137	(102~158)
	삼성(SW, 8.0)	148 \pm 9	125 \pm 31	136 \pm 9	136	(91~161)
	덕산(WNW, 6.0)	141 \pm 8	125 \pm 25	132 \pm 9	132	(104~158)
	학리(SSW, 8.7)	146 \pm 11	124 \pm 24	137 \pm 9	136	(98~157)
	신리(NE, 3.4)	160 \pm 9	119 \pm 9	138 \pm 6	139	(119~177)
	서생중학교(NE, 5.2)	-	125 \pm 6	128 \pm 17	127	(111~149)
	연산(NNE, 2.9)	166 \pm 3	128 \pm 3	137 \pm 7	144	(128~177)
	부산대(WSW, 22.0)	157 \pm 12	143 \pm 37	149 \pm 5	149	(103~187)

II. 환경 현황

2.8.2 환경방사능

가. 공기중 시료의 방사능 측정

공기 중 미립자에 대한 전베타 방사능은 발전소 인근 9개 지점과 비교지점에서 연속 공기시료채집기로 직경 5cm 여과지를 사용하여 주 1회 300 m³ 이상의 시료를 채취하여 라돈계열의 자연감쇄를 위해 약 72시간 경과시점에서 저준위 알파·베타계수기로 분석하였다. 감마동위원소는 전베타 방사능 측정용 여과지를 각 지점별로 모아 월 1회 감마핵종분석기로 분석하였다. 공기 중 방사성옥소는 공기 중 미립자 시료 채취지점과 동일한 10개 지점에서 주 1회 주기로 활성탄여과재를 사용, 연속 채집(300 m³ 이상)하여 감마핵종분석기로 분석하였다. 공기중 시료의 3년간의 조사결과는 표 2.8-4와 같다.

나. 육상 물시료(빗물, 지표수, 식수, 지하수)

빗물시료는 고리원전 부지 내부(1발전소내, 관측소)와 사택3단지, 부산대에 설치되어 있는 빗물채집기로 한 달 동안 수집한 시료를 채취하여 월 1회 방사능 분석을 실시하였다(표 2.8-5). 전베타 방사능 분석은 시료 500 ml를 분취하여 증발 농축시켜 계측용 접시에 담아 적외선건조기로 건조 후 저준위 알파·베타계수기로 계측하였고, 감마동위원소는 시료 3 l를 증발 농축시킨 후 2 l 마르넬리비이커에 담아 감마핵종분석기로 측정하였으며, 삼중수소는 시료 500 ml를 증류하여 증류시료 8 ml와 액체섬광체(Hi-Safe III) 12 ml를 혼합하여 액체섬광계수기로 계측하였다.

지표수는 월내, 효암 하천과 비교지점으로 선정한 울산 태화강에서 월 1회 지점당 35 l씩을 채취하여 감마동위원소는 30 l를 2 l로 증발 농축시킨 시료를 감마핵종분석기로 측정하였고, 삼중수소는 빗물과 동일한 방법으로 측정하였다(표 2.8-6).

식수는 인근마을인 길천, 신암, 반룡 지역에서, 지하수는 월내, 신암 지역에서 채취하였으며, 비교지점 시료는 울산에서 각각 채취하였다. 매분기 각 지점당 5 l 이상씩 채취하여 빗물과 동일한 방법으로 감마동위원소와 삼중수소를 측정하였다. 식수 및 지하수시료의 3년간의 조사결과는 표 2.8-7 및 표 2.8-8과 같다.

다. 표층토양 및 하천토양

표층토양 시료의 감마동위원소 분석은 부지주변 11개 지점과 비교지점(울산)에서 반기 1회 채취하였으며, 각 지점당 채취지점을 중심으로 반경 5m 이내 5개소를 정하여 동일비율로 표층토(0~5 cm 깊이)를 2 kg 이상 채취, 건조·분쇄 후 1 mm 체로 걸러

450 ml 마르넬리비이커에 담아 감마핵종분석기로 측정하였다. ^{90}Sr 분석은 방사화학 분리 과정을 거쳐 여과지에 흡착시킨 후 planchet에 고정하여 저준위 알파·베타계수기로 측정하였다. 3년간의 조사결과를 종합 정리한 결과는 표 2.8-9와 같다.

하천토양 시료에 대한 감마동위원소 분석은 부지 주변 3개 지점과 비교지점(울산)에서 분기 1회 채취하여 표층토양 시료와 동일한 방법으로 분석하였다. 3년간의 조사결과를 종합 정리한 결과는 표 2.8-10과 같다.

라. 육상식품류(곡류, 채소류, 과일류, 육류, 우유)

농산물중의 감마동위원소는 월내, 서생 및 비교지점인 울산에서 채배되는 쌀, 배추, 무 및 배를 4 kg 이상 채취하여 건조·분쇄후 1 l 계측용기에 담아 감마핵종분석기로 측정하였다. ^{90}Sr 은 방사화학 분리과정을 거쳐 여과지에 흡입여과한 후 planchet에 고정하여 저준위 알파·베타계수기로 계측하였다.

육류는 오리(길천)와 닭(울산)의 사육가구에서 2 kg 이상 구입하여 식용부분만을 골라 생체시료 1 l를 계측용기에 담아 감마핵종분석기로 측정하였다.

우유의 감마동위원소는 반룡 방주목장과 비교지점인 안평의 안평목장에서 월 1회 각 10 l 이상씩 생우유를 채취하여 2 l 마르넬리 비이커에 담아 감마핵종분석기로 측정하였으며, ^{90}Sr 은 농산물과 같은 방법으로 측정하였다. 3년간의 조사결과를 종합 정리한 결과는 표 2.8-11~16과 같다.

마. 지표생물(술잎, 쭉)

술잎은 부지 내부 1개 지점, 부지 외부 3개 지점 및 비교지점(울산)에서, 쭉은 부지 외부 1개 지점 및 비교지점(울산)에서 시료를 채취하였다. 채취시 채취점을 중심으로 반경 10 m내에서 2 kg이상 채취하여 배추와 동일한 방법으로 감마동위원소와 ^{90}Sr 을 분석하였다. 3년간의 조사결과를 종합 정리한 결과는 표 2.8-17과 같다.

바. 해양시료(해수, 해저퇴적물, 어패류, 해조류, 저서생물)

해수는 고리원전 취·배수구 주변 6개 지점, 신고리 1,2호기 취·배수구 주변 2개 지점과 부지 외부 2개 지점 및 비교지점(송정)에서 채취하였다. 각 배수구는 주 1회, 나머지 지역은 월 1회 주기로 시료를 채취하여 혼합시료를 만든 후 전베타 방사능과 삼중수소는 월별로, 감마동위원소와 ^{90}Sr 은 분기별로 분석하였다.

II. 환경 현황

전베타 방사능 분석은 시료 500 ml를 분취하여 증발·농축시킨 후 200 mg을 계측용 접시에 담아 적외선건조기로 건조 후 저준위 알파·베타계수기로 계측하였으며, 삼중수소는 시료 500 ml를 증류하여 증류시료 8 ml와 액체섬광체 12 ml를 20 ml Vial에 혼합하여 액체섬광계수기로 계측하였다. 감마동위원소는 증발농축 및 시료 40 l를 인몰리브덴산-이산화망간(AMP-MnO₂) 공침법으로 처리 후 감마핵종분석기로 측정하였고, ⁹⁰Sr은 방사화학 분리과정을 거쳐 여과지에 흡착 여과하여 저준위 알파·베타계수기로 계측하였다. 3년간의 조사결과를 종합 정리한 결과는 표 2.8-18과 같다.

해저퇴적물은 고리원전 취·배수구 주변 5개 지점, 신고리 1,2호기 취·배수구 주변 2개 지점과 부지 외부 2개 지점 및 비교지점(송정)에서 시료를 채취하였다. 시료는 해저토 채취기를 이용하여 뿔 형태의 표층토를 2 kg 이상씩 채취하여 표층토양 시료와 동일한 방법으로 감마동위원소 및 ⁹⁰Sr을 분석하였다. 3년간의 조사결과를 종합 정리한 결과는 표 2.8-19와 같다.

어·패류는 어류(잡어)와 소라를 취·배수구 주변해역(신고리 1,2호기 취·배수구 포함)과 비교지점(송정)에서 각각 5 kg 이상씩 채취하고 식용부분만을 분쇄하여 1 l 계측용기에 담아 감마핵종분석기로 측정하였으며, ⁹⁰Sr은 방사화학 분리과정을 거쳐 여과지에 흡착한 후 저준위 알파·베타계수기로 계측하였다. 3년간의 조사결과를 종합 정리한 결과는 표 2.8-20~21과 같다.

해조류는 고리원전 취·배수구 주변(신고리 1,2호기 취·배수구 포함)과 인근해역(월내) 및 비교지점(송정)에서 감태를 5 kg 이상씩 채취하여 감마동위원소는 저서생물, ⁹⁰Sr은 어류와 동일한 방법으로 분석하였다. 3년간의 조사결과를 종합 정리한 결과는 표 2.8-22와 같다.

저서생물은 고리원전 취·배수구 주변, 신고리 1,2호기 취·배수구 주변과 비교지점(송정)에서 잠수부를 이용하여 불가사리를 지점당 5 kg 이상씩 채취하여 건조·분쇄 후 1 l 계측용기에 담아 감마핵종분석기로 측정하였다. ⁹⁰Sr은 방사화학 분리과정을 거쳐 여과지에 흡착한 후 planchet에 고정하여 저준위 알파·베타계수기로 계측하였다. 3년간의 조사결과를 종합 정리한 결과는 표 2.8-23과 같다.

표 2.8-4 공기중 시료의 방사능 분석결과

측정지점 (방위,거리 (km))	핵종	방사능농도 ¹⁾ (mBq/m ³)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
1발소내 (SW, 0.1)	Cs-134	<0.0184	<0.0209	<0.0163	-	<0.0163
	Cs-137	<0.0194	<0.0169	<0.0224	-	<0.0169
	Co-60	<0.0184	<0.0333	<0.0109	-	<0.0109
	Ru-106	<0.0774	<0.107	<0.113	-	<0.107
	Ce-144	<0.0873	<0.0786	<0.0898	-	<0.0786
	Be-7	4.18±1.63	4.66±1.64	5.17±1.33	4.67	(0.67~7.16)
	전 베타	0.936±0.437	0.888±0.424	0.895±0.406	0.906	(0.126~2.000)
	I-131	<0.120	<0.0965	<0.120	-	<0.0965
2발소내 (ESE, 0.5)	Cs-134	<0.0159	<0.0101	<0.0170	-	<0.0101
	Cs-137	<0.0184	<0.0152	<0.0166	-	<0.0152
	Co-60	<0.0154	<0.00854	<0.0121	-	<0.00854
	Ru-106	<0.0644	<0.101	<0.0939	-	<0.0644
	Ce-144	<0.0699	<0.0745	<0.0652	-	<0.0652
	Be-7	3.73±1.55	5.10±1.57	4.78±1.19	4.54	(1.80~6.89)
	전 베타	0.892±0.428	0.904±0.456	0.815±0.369	0.870	(0.0646~1.920)
	I-131	<0.0747	<0.0824	<0.112	-	<0.0747
정수장 (NE, 0.5)	Cs-134	<0.0171	<0.0206	<0.0195	-	<0.0195
	Cs-137	<0.0224	<0.0190	<0.0205	-	<0.0190
	Co-60	<0.0116	<0.0152	<0.00873	-	<0.00873
	Ru-106	<0.145	<0.129	<0.0905	-	<0.0905
	Ce-144	<0.087	<0.0778	<0.0850	-	<0.0778
	Be-7	4.03±1.79	4.52±1.25	5.02±1.36	4.54	(0.50~7.14)
	전 베타	0.927±0.472	0.882±0.429	0.858±0.345	0.870	(0.118~2.310)
	I-131	<0.075	<0.0693	<0.070	-	<0.0693
구 전시관 (NNW, 0.7)	Cs-134	<0.0176	<0.0202	<0.0210	-	<0.0202
	Cs-137	<0.0192	<0.0168	<0.0239	-	<0.0168
	Co-60	<0.0116	<0.0185	<0.0109	-	<0.0109
	Ru-106	<0.0644	<0.101	<0.0991	-	<0.0991
	Ce-144	<0.0679	<0.0817	<0.0788	-	<0.0679
	Be-7	4.29±1.56	4.61±1.53	4.77±1.21	4.56	(1.41~6.67)
	전 베타	0.926±0.446	0.868±0.458	0.813±0.334	0.869	(0.130~2.010)
	I-131	<0.075	<0.0818	<0.069	-	<0.0690
효암 (NE, 1.8)	Cs-134	<0.019	<0.018	<0.0191	-	<0.0180
	Cs-137	<0.0161	<0.0191	<0.0174	-	<0.0174
	Co-60	<0.0115	<0.00854	<0.0111	-	<0.00854
	Ru-106	<0.0789	<0.0551	<0.0234	-	<0.0234
	Ce-144	<0.0711	<0.069	<0.0704	-	<0.0690
	Be-7	4.05±1.90	4.55±1.49	5.50±1.54	4.70	(1.16~6.63)
	전 베타	0.926±0.424	0.895±0.426	0.975±0.434	0.932	(0.13~1.98)
	I-131	<0.125	<0.0821	<0.081	-	<0.081

II. 환경 현황

표 2.8-4 (계 속)

측정지점 (방위,거리 (km))	핵종	방사능농도 ^{주)} (mBq/m ³)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
월내 (NW, 2.1)	Cs-134	<0.0178	<0.0219	<0.0083	-	<0.0083
	Cs-137	<0.0168	<0.0190	<0.0206	-	<0.0190
	Co-60	<0.0092	<0.0183	<0.0119	-	<0.0092
	Ru-106	<0.0456	<0.102	<0.0726	-	<0.0456
	Ce-144	<0.0890	<0.0824	<0.079	-	<0.079
	Be-7	4.14±1.67	4.29±1.43	4.46±1.04	4.30	(1.56~6.41)
	전베타	0.893±0.428	0.858±0.424	0.826±0.386	0.859	(0.126~2.050)
	I-131	<0.091	<0.075	<0.086	-	<0.0750
사택3단지 (NNW, 2.5)	Cs-134	<0.0203	<0.0178	<0.0223	-	<0.0178
	Cs-137	<0.0178	<0.0177	<0.021	-	<0.0177
	Co-60	<0.0151	<0.0107	<0.0149	-	<0.0107
	Ru-106	<0.145	<0.133	<0.0726	-	<0.0726
	Ce-144	<0.073	<0.0738	<0.0815	-	<0.073
	Be-7	4.61±1.60	4.80±1.59	5.08±1.26	4.83	(1.84~6.93)
	전베타	0.952±0.455	0.915±0.437	0.867±0.409	0.911	(0.117~2.080)
	I-131	<0.090	<0.0747	<0.082	-	<0.0747
임랑 (W, 3.0)	Cs-134	<0.0171	<0.018	<0.0172	-	<0.0172
	Cs-137	<0.0171	<0.0163	<0.019	-	<0.0163
	Co-60	<0.0145	<0.0107	<0.0109	-	<0.0107
	Ru-106	<0.0202	<0.0551	<0.0581	-	<0.0202
	Ce-144	<0.0761	<0.0677	<0.0672	-	<0.0672
	Be-7	3.77±1.45	4.45±1.66	5.01±1.23	4.41	(1.29~7.05)
	전베타	0.871±0.421	0.860±0.425	0.850±0.391	0.860	(0.135~2.010)
	I-131	<0.115	<0.0656	<0.074	-	<0.0656
비학 (NE, 2.2)	Cs-134	<0.0217	<0.0191	<0.0190	-	<0.0190
	Cs-137	<0.0190	<0.0172	<0.0168	-	<0.0168
	Co-60	<0.0092	<0.0152	<0.0087	-	<0.0087
	Ru-106	<0.1440	<0.0903	<0.130	-	<0.0903
	Ce-144	<0.0792	<0.0765	<0.0793	-	<0.0765
	Be-7	4.31±1.85	4.80±1.44	4.96±1.27	4.69	(0.62~6.81)
	전베타	0.962±0.483	0.907±0.411	0.907±0.384	0.925	(0.122~2.220)
	I-131	<0.113	<0.0746	<0.075	-	<0.0746
부산대 (WSW, 22.0)	Cs-134	<0.0169	<0.0211	<0.0208	-	<0.0208
	Cs-137	<0.0200	<0.0162	<0.0197	-	<0.0162
	Co-60	<0.0192	<0.0112	<0.0109	-	<0.0109
	Ru-106	<0.1500	<0.0884	<0.0578	-	<0.0578
	Ce-144	<0.0742	<0.0756	<0.088	-	<0.0742
	Be-7	3.69±1.32	4.21±1.28	5.09±1.44	4.33	(1.46~7.01)
	전베타	0.841±0.363	0.821±0.414	0.902±0.376	0.855	(0.125~1.790)
	I-131	<0.0761	<0.0746	<0.077	-	<0.0746

주) 각 해당년도(2007년, 2008년, 2009년)의 방사능농도는 해당년도의 평균값임, 측정결과가 모두 최소 검출방사능(MDA) 미만시에는 그 중 최소값 미만으로 표시함

표 2.8-5 빗물시료의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵종	방사능농도(Bq/L)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
1발소내 (SW, 0.1)	전베타	0.0378±0.0177	0.0777±0.0407	0.0819±0.0469	0.0658	(0.0226~0.169)
	H-3	57.88±28.59	37.20±28.23	26.20±19.96	40.43	(2.41~89.60)
	I-131	<0.0359	<0.0259	<0.0258	-	<0.0258
	Co-60	<0.0191	<0.0196	<0.0172	-	<0.0172
	Cs-134	<0.0323	<0.0280	<0.0282	-	<0.0280
	Cs-137	<0.0334	<0.0298	<0.0318	-	<0.0298
관측소 (NNE, 0.7)	전베타	0.0351±0.0132	0.0338±0.0176	0.0221±0.0067	0.0304	(0.0146~0.073)
	H-3	39.16±22.32	14.97±14.28	15.97±11.11	23.36	(2.11~61.90)
	I-131	<0.0222	<0.0187	<0.0238	-	<0.0187
	Co-60	<0.0112	<0.0160	<0.022	-	<0.0112
	Cs-134	<0.0222	<0.0176	<0.0234	-	<0.0176
	Cs-137	<0.040	<0.0236	<0.0287	-	<0.0236
사택3단지 (NNW, 2.5)	전베타	0.0296±0.0125	0.0271±0.0072	0.0251±0.0116	0.0273	(0.0146~0.0645)
	H-3	2.62±1.10	2.91±1.06	3.01±1.45	2.85	(1.88~6.09)
	I-131	<0.0137	<0.0157	<0.0143	-	<0.0137
	Co-60	<0.0199	<0.0143	<0.0120	-	<0.0120
	Cs-134	<0.0199	<0.0205	<0.0249	-	<0.0199
	Cs-137	<0.0242	<0.0228	<0.0295	-	<0.0228
부산대 (WSW, 22.0)	전베타	0.0291±0.0130	0.0293±0.0178	0.0233±0.0095	0.0272	(0.0146~0.0845)
	H-3	2.27±0.48	2.20±0.17	2.05±0.23	2.17	(1.79~3.61)
	I-131	<0.0219	<0.0155	<0.0203	-	<0.0155
	Co-60	<0.0141	<0.0127	<0.0365	-	<0.0127
	Cs-134	<0.0098	<0.0198	<0.0226	-	<0.0098
	Cs-137	<0.0113	<0.0229	<0.0287	-	<0.0113

II. 환경 현황

표 2.8-6 지표수시료의 방사능 분석결과

측정지점 (방위,거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/L)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
호 압 (N, 2.5)	H-3	2.89±0.85	3.33±1.07	2.42±0.49	2.88	(1.89~6.15)
	Co-60	<0.00156	<0.000938	<0.00118	-	<0.000938
	I-131	<0.00148	<0.00134	<0.00138	-	<0.00134
	Cs-134	<0.00173	<0.00172	<0.00160	-	<0.00160
	Cs-137	<0.00211	<0.00195	<0.00196	-	<0.00195
월 내 (NW, 2.4)	H-3	2.30±0.32	2.49±0.49	2.15±0.18	2.32	(1.90~3.75)
	Co-60	<0.00219	<0.00083	<0.00144	-	<0.00083
	I-131	<0.00182	<0.00143	<0.00153	-	<0.00143
	Cs-134	<0.00194	<0.00174	<0.00161	-	<0.00161
	Cs-137	<0.00253	<0.00206	<0.00213	-	<0.00206
울 산 (N, 24.0)	H-3	<1.99	<1.95	<1.89	-	<1.89
	Co-60	<0.00266	<0.00105	<0.00136	-	<0.00105
	I-131	<0.0025	<0.00184	<0.00141	-	<0.00141
	Cs-134	<0.00219	<0.00215	<0.00165	-	<0.00165
	Cs-137	<0.00301	<0.00238	<0.002	-	<0.002

표 2.8-7 식수시료의 방사능 분석결과

측정지점 (방위,거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/L)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
길 천 (NW, 0.9)	H-3	<2.07	<2.03	<2.02	-	<2.02
	I-131	<0.0213	<0.0162	<0.0217	-	<0.0162
	Co-60	<0.0201	<0.0219	<0.0162	-	<0.0162
	Cs-134	<0.0167	<0.0189	<0.0249	-	<0.0167
	Cs-137	<0.0201	<0.0234	<0.0286	-	<0.0201
신 압 (NE, 4.2)	H-3	<2.1	<2.14	<2.1	-	<2.1
	I-131	<0.0215	<0.0162	<0.0275	-	<0.0162
	Co-60	<0.0208	<0.0122	<0.0336	-	<0.0122
	Cs-134	<0.0143	<0.0171	<0.0248	-	<0.0143
	Cs-137	<0.0163	<0.0228	<0.0318	-	<0.0163
반 룡 (NW, 3.5)	H-3	<2.1	<2.01	<2.05	-	<2.01
	I-131	<0.0263	<0.0184	<0.0328	-	<0.0184
	Co-60	<0.0294	<0.0125	<0.0306	-	<0.0125
	Cs-134	<0.0357	<0.0216	<0.0378	-	<0.0216
	Cs-137	<0.0424	<0.0237	<0.0436	-	<0.0237
울 산 (N, 24.0)	H-3	<2.09	<2.01	<1.98	-	<1.98
	I-131	<0.0178	<0.0201	<0.0402	-	<0.0178
	Co-60	<0.0345	<0.0113	<0.0481	-	<0.0113
	Cs-134	<0.0245	<0.0172	<0.038	-	<0.0172
	Cs-137	<0.0349	<0.0244	<0.0448	-	<0.0244

II. 환경 현황

표 2.8-8 지하수의 방사능 분석결과

측정지점 (방위,거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/L)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
신 압 (NE, 4.2)	H-3	<2.06	<2.08	<1.99	-	<1.99
	I-131	<0.0181	<0.024	<0.0329	-	<0.0181
	Co-60	<0.0284	<0.024	<0.0133	-	<0.0133
	Cs-134	<0.0241	<0.0205	<0.0257	-	<0.0205
	Cs-137	<0.0309	<0.0239	<0.0309	-	<0.0239
월 내 (NW, 1.3)	H-3	<2.03	<1.99	<2.01	-	<1.99
	I-131	<0.0170	<0.0265	<0.0303	-	<0.0170
	Co-60	<0.0203	<0.0152	<0.0183	-	<0.0152
	Cs-134	<0.0250	<0.0181	<0.0254	-	<0.0181
	Cs-137	<0.0341	<0.0249	<0.033	-	<0.0249
울 산 (N, 24.0)	H-3	<2.07	<2.079	<1.99	-	<1.99
	I-131	<0.0142	<0.0216	<0.0306	-	<0.0142
	Co-60	<0.0322	<0.0185	<0.0319	-	<0.0185
	Cs-134	<0.0199	<0.0178	<0.0243	-	<0.0178
	Cs-137	<0.0228	<0.0236	<0.0313	-	<0.0228

표 2.8-9 토양(표층토)의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
정수장 (ENE, 0.5)	Co-60	<0.175	<0.142	<0.124	-	<0.124
	Cs-134	<0.105	<0.145	<0.122	-	<0.105
	Cs-137	1.78±0.98	1.19±0.80	0.517±0.106	1.16	(0.370~2.78)
	Sr-90	0.204±0.035	0.213±0.034	0.444±0.093	0.287	(0.172~0.554)
	Mn-54	<0.136	<0.195	<0.105	-	<0.105
	Co-58	<0.0653	<0.155	<0.115	-	<0.0653
	Ru-106	<1.04	<1.42	<1.13	-	<1.04
	Ce-144	<0.634	<0.940	<0.700	-	<0.634
	K-40	420±54	342±33	570±122	444	(309~688)
구 전시관 (NNW, 0.7)	Co-60	<0.354	<0.0977	<0.156	-	<0.0977
	Cs-134	<0.0856	<0.117	<0.117	-	<0.0856
	Cs-137	2.79±0.47	0.605±0.205	1.08±0.47	1.49	(0.418~3.46)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Mn-54	<0.0993	<0.102	<0.105	-	<0.0993
	Co-58	<0.174	<0.124	<0.0877	-	<0.0877
	Ru-106	<0.964	<0.766	<1.31	-	<0.766
	Ce-144	<0.652	<0.659	<0.718	-	<0.652
	K-40	722±23	782±81	473±12	659	(460~873)
길 천 (NW, 1.0)	Co-60	<0.344	<0.195	<0.0849	-	<0.0849
	Cs-134	<0.275	<0.151	<0.115	-	<0.115
	Cs-137	7.48±1.36	1.24±0.54	0.301±0.055	3.00	(0.262~8.44)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Mn-54	<0.266	<0.202	<0.105	-	<0.105
	Co-58	<0.234	<0.172	<0.127	-	<0.127
	Ru-106	<1.66	<0.148	<1.19	-	<0.148
	Ce-144	<1.36	<1.00	<0.725	-	<0.725
	K-40	589±4	513±34	535±15.	546	(489~592)
연 산 (NNE, 2.8)	Co-60	<0.444	<0.219	<0.210	-	<0.210
	Cs-134	<0.313	<0.153	<0.194	-	<0.153
	Cs-137	4.42±2.51	<0.200	<0.249	1.62	(0.200~6.19)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Mn-54	<0.303	<0.212	<0.194	-	<0.194
	Co-58	<0.259	<0.175	<0.175	-	<0.175
	Ru-106	<2.35	<1.56	<1.68	-	<1.56
	Ce-144	<1.52	<0.780	<1.43	-	<0.780
	K-40	592±104	597±56	760±5	649	(518~763)

II. 환경 현황

표 2.8-9 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
월 내 (NW, 1.7)	Co-60	<0.233	<0.182	<0.133	-	<0.133
	Cs-134	<0.176	<0.137	<0.132	-	<0.132
	Cs-137	1.54±1.12	0.328±0.155	<0.157	0.683	(0.157~2.74)
	Sr-90	0.461±0.302	0.247±0.028	0.902±0.859	0.536	(0.151~1.65)
	Mn-54	<0.211	<0.163	<0.109	-	<0.109
	Co-58	<0.182	<0.151	<0.121	-	<0.121
	Ru-106	<0.843	<1.25	<1.44	-	<0.843
	Ce-144	<1.35	<0.924	<0.621	-	<0.621
	K-40	843±53	855±127	730±18	809	(711~966)
사택3 (NNW, 2.5)	Co-60	<0.321	<0.235	<0.208	-	<0.208
	Cs-134	<0.252	<0.176	<0.109	-	<0.109
	Cs-137	1.04±0.96	0.500±0.200	0.502±0.513	0.679	(0.139~1.71)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Mn-54	<0.231	<0.189	<0.104	-	<0.104
	Co-58	<0.231	<0.184	<0.123	-	<0.123
	Ru-106	<1.79	<1.79	<1.10	-	<1.10
	Ce-144	<1.17	<1.17	<0.665	-	<0.665
	K-40	729±144	681±33	800±77	736	(627~854)
임 랑 (WSW, 3.0)	Co-60	<0.289	<0.230	<0.109	-	<0.109
	Cs-134	<0.291	<0.115	<0.196	-	<0.115
	Cs-137	11.3±3.5	8.26±10.94	0.502±0.023	6.67	(0.485~16.0)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Mn-54	<0.296	<0.194	<0.171	-	<0.171
	Co-58	<0.238	<0.122	<0.204	-	<0.122
	Ru-106	<2.14	<1.57	<0.981	-	<0.981
	Ce-144	<1.34	<0.865	<1.36	-	<0.865
	K-40	673±74	668±106	697±111	679	(593~775)
비 학 (NE, 2.2)	Co-60	<0.198	<0.144	<0.0854	-	<0.0854
	Cs-134	<0.164	<0.156	<0.124	-	<0.124
	Cs-137	1.93±1.58	1.07±0.97	0.733±0.246	1.24	(0.235~3.75)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Mn-54	<0.185	<0.165	<0.103	-	<0.103
	Co-58	<0.146	<0.154	<0.105	-	<0.105
	Ru-106	<1.24	<1.13	<1.19	-	<1.13
	Ce-144	<1.17	<1.22	<0.825	-	<0.825
	K-40	615±141	649±124	742±53	669	(473~793)

표 2.8-9 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
서 생 (NE, 4.1)	Co-60	<0.359	<0.220	<0.190	-	<0.190
	Cs-134	<0.279	<0.146	<0.121	-	<0.121
	Cs-137	1.50±0.06	0.541±0.231	3.25±3.54	1.76	(0.377~5.75)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Mn-54	<0.274	<0.102	<0.100	-	<0.100
	Co-58	<0.242	<0.164	<0.133	-	<0.133
	Ru-106	<2.03	<1.44	<1.05	-	<1.05
	Ce-144	<1.29	<0.914	<0.659	-	<0.659
	K-40	446±59	427±95	480±78	451	(360~535)
일 광 (SW, 7.5)	Co-60	<0.304	<0.149	<0.115	-	<0.115
	Cs-134	<0.331	<0.148	<0.110	-	<0.110
	Cs-137	6.81±1.82	4.02±2.19	3.37±3.57	4.73	(0.840~8.09)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Mn-54	<0.320	<0.195	<0.106	-	<0.106
	Co-58	<0.284	<0.168	<0.115	-	<0.115
	Ru-106	<2.20	<1.53	<1.17	-	<1.17
	Ce-144	<1.62	<0.817	<0.663	-	<0.663
	K-40	588±120	463±5	482±83	511	(423~673)
위 양 (NNE, 4.0)	Co-60	-	<0.179	<0.222	-	<0.179
	Cs-134	-	-	<0.205	-	<0.205
	Cs-137	-	1.25±0.09	5.66±3.92	3.46	(1.25~8.43)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Mn-54	-	<0.114	<0.178	-	<0.114
	Co-58	-	<0.142	<0.197	-	<0.142
	Ru-106	-	<1.10	<1.11	-	<1.11
	Ce-144	-	<0.709	<1.51	-	<0.709
	K-40	-	385±8	462±26	423	(385~480)
울 산 (N, 18.5)	Co-60	<0.362	<0.0905	<0.192	-	<0.0905
	Cs-134	<0.358	<0.120	<0.128	-	<0.120
	Cs-137	1.29±0.33	0.362±0.028	4.19±4.06	1.95	(0.342~7.06)
	Sr-90	0.292±0.129	0.601±0.146	0.592±0.369	-	-
	Mn-54	<0.335	<0.109	<0.115	-	<0.109
	Co-58	<0.301	<0.144	<0.111	-	<0.111
	Ru-106	<2.04	<0.788	<0.944	-	<0.788
	Ce-144	<1.61	<0.687	<0.811	-	<0.687
	K-40	1093±152.0	1010±15.00	728±246	943	(554~1200)

II. 환경 현황

표 2.8-10 토양(하천토)의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
효 암 (N, 2.5)	Co-60	<0.154	<0.0706	<0.0972	-	<0.0706
	Cs-134	<0.181	<0.102	<0.0984	-	<0.0984
	Cs-137	1.72±0.32	1.50±0.23	1.25±0.44	1.49	(0.780~2.21)
	Mn-54	<0.104	<0.0951	<0.0911	-	<0.0911
	Co-58	<0.0939	<0.113	<0.0859	-	<0.0859
	Ru-106	<0.750	<0.463	<0.823	-	<0.463
	Ce-144	<0.550	<0.573	<0.602	-	<0.550
	K -40	673±37	657±52	728±34	686	(605~774)
월 내 (NW, 2.4)	Co-60	<0.202	<0.132	<0.177	-	<0.132
	Cs-134	<0.143	<0.112	<0.169	-	<0.112
	Cs-137	1.70±1.05	1.05±0.66	1.06±0.25	1.27	(0.170~2.86)
	Mn-54	<0.187	<0.0621	<0.204	-	<0.0621
	Co-58	<0.156	<0.0983	<0.173	-	<0.0983
	Ru-106	<1.41	<0.877	<1.17	-	<0.877
	Ce-144	<0.893	<0.645	<1.20	-	<0.645
	K -40	770±75	718±96	704±59	730	(627~847)
임 랑 (WSW, 3.7)	Co-60	<0.182	<0.182	<0.106	-	<0.106
	Cs-134	<0.176	<0.145	<0.101	-	<0.101
	Cs-137	0.850±0.240	0.770±0.270	0.630±0.180	0.750	(0.370~1.10)
	Mn-54	<0.215	<0.143	<0.102	-	<0.102
	Co-58	<0.189	<0.155	<0.112	-	<0.112
	Ru-106	<1.39	<1.36	<0.532	-	<0.532
	Ce-144	<1.04	<1.01	<0.619	-	<0.619
	K -40	782±190	731±45	813±43	776	(504~915)
울 산 (N, 24.0)	Co-60	<0.221	<0.145	<0.130	-	<0.130
	Cs-134	<0.113	<0.171	<0.0870	-	<0.0870
	Cs-137	0.770±0.440	0.290±0.080	1.03±0.85	0.690	(0.110~2.10)
	Mn-54	<0.149	<0.187	<0.117	-	<0.117
	Co-58	<0.110	<0.154	<0.102	-	<0.102
	Ru-106	<1.10	<1.28	<0.419	-	<0.419
	Ce-144	<0.559	<1.14	<0.532	-	<0.532
	K -40	939±50	945±60	807±33	897	(759~998)

표 2.8-11 곡류(쌀)의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
월 내 (NW, 1.7)	Mn-54	<0.0400	<0.00422	<0.0477	-	<0.0400
	Co-58	<0.0515	<0.0444	<0.0323	-	<0.0323
	Co-60	<0.0492	<0.0149	<0.0601	-	<0.0149
	Cs-137	<0.0539	<0.0461	<0.0499	-	<0.0461
	Sr-90	<0.0100	<0.0132	<0.00884	-	<0.00884
	Ru-106	<0.386	<0.261	<0.414	-	<0.261
	I-131	<0.0555	<0.0435	<0.0369	-	<0.0369
	Ce-144	<0.250	<0.198	<0.215	-	<0.198
	K-40	20.9±0.6	29.2±4.9	25.7±5.0	25.2	(20.5~32.6)
서 생 (NE, 3.9)	Mn-54	<0.0476	<0.0775	<0.0584	-	<0.0476
	Co-58	<0.0510	<0.0742	<0.0521	-	<0.0510
	Co-60	<0.0732	<0.0931	<0.0342	-	<0.0342
	Cs-137	<0.0570	<0.0730	<0.0697	-	<0.0570
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.434	<0.675	<0.374	-	<0.374
	I-131	<0.0444	<0.0846	<0.0660	-	<0.0444
	Ce-144	<0.172	<0.489	<0.380	-	<0.172
	K-40	30.7±1.2	24.2±1.0	26.0±1.2	28.4	(26.0~30.7)
울 산 (N, 18.5)	Mn-54	<0.0770	<0.0422	<0.0866	-	<0.0422
	Co-58	<0.0862	<0.0667	<0.0904	-	<0.0667
	Co-60	<0.0724	<0.0787	<0.113	-	<0.0724
	Cs-137	<0.0768	<0.0624	<0.0990	-	<0.0624
	Sr-90	<0.0100	<0.0125	<0.0361	-	<0.0100
	Ru-106	<0.660	<0.413	<0.796	-	<0.413
	I-131	<0.0677	<0.0552	<0.0965	-	<0.0552
	Ce-144	<0.343	<0.314	<0.304	-	<0.304
	K-40	17.8±1.1	28.9±1.3	28.4±1.3	23.1	(17.8~28.4)

II. 환경 현황

표 2.8-12 무의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
월 내 (NW, 1.7)	Mn-54	<0.0110	<0.00848	<0.00944	-	<0.00848
	Co-58	<0.0109	<0.00654	<0.0110	-	<0.00654
	Co-60	<0.0101	<0.0115	<0.0114	-	<0.0101
	Cs-137	<0.0102	<0.00789	<0.0100	-	<0.00789
	Sr-90	<0.0115	<0.0104	<0.00368	-	<0.00368
	Ru-106	<0.0794	<0.0701	<0.0920	-	<0.0701
	I-131	<0.0109	<0.00775	<0.00702	-	<0.00702
	Ce-144	<0.0332	<0.0287	<0.0467	-	<0.0287
	K-40	110±6	100±7	74.0±3	95	(72~114)
서 생 (NE, 3.9)	Mn-54	<0.0108	<0.0162	<0.00649	-	<0.00649
	Co-58	<0.0107	<0.0167	<0.00666	-	<0.00666
	Co-60	<0.0105	<0.0207	<0.00748	-	<0.00748
	Cs-137	<0.00976	<0.0151	<0.00604	-	<0.00604
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.0811	<0.127	<0.0478	-	<0.0478
	I-131	<0.00850	<0.0187	<0.00510	-	<0.00510
	Ce-144	<0.0286	<0.0689	<0.0234	-	<0.0234
	K-40	129±3.00	80.1±2.3	68.3±1.3	92	(68~129)
울 산 (N, 18.5)	Mn-54	<0.0123	<0.0148	<0.0151	-	<0.0123
	Co-58	<0.0132	<0.0123	<0.0141	-	<0.0123
	Co-60	<0.0189	<0.0232	<0.0176	-	<0.0176
	Cs-137	<0.0126	<0.0187	<0.0135	-	<0.0126
	Sr-90	<0.0124	<0.0138	<0.00415	-	<0.00415
	Ru-106	<0.0985	<0.117	<0.116	-	<0.0985
	I-131	<0.0141	<0.0110	<0.0137	-	<0.0110
	Ce-144	<0.0486	<0.0619	<0.0627	-	<0.0486
	K-40	73±2	92±2	116±2	94	(73.0~116)

표 2.8-13 채소류(배추)의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
월 내 (NW, 1.7)	Mn-54	<0.0114	<0.00971	<0.00664	-	<0.00664
	Co-58	<0.00982	<0.00170	<0.00692	-	<0.00170
	Co-60	<0.0139	<0.0119	<0.0105	-	<0.0105
	Cs-137	<0.0106	<0.00696	<0.00737	-	<0.00696
	Sr-90	<0.0139	<0.0136	<0.00210	-	<0.00210
	Ru-106	<0.0724	<0.0479	<0.0269	-	<0.0269
	I-131	<0.0119	<0.00778	<0.00802	-	<0.00778
	Ce-144	<0.0440	<0.0338	<0.0277	-	<0.0277
	K-40	95.0±4	101±2	72.0±12	89	(60~104)
서 생 (NE, 3.9)	Mn-54	<0.0119	<0.00896	<0.0126	-	<0.00896
	Co-58	<0.0131	<0.00899	<0.00917	-	<0.00899
	Co-60	<0.0128	<0.00951	<0.0116	-	<0.00951
	Cs-137	<0.0116	<0.00823	<0.0116	-	<0.00823
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.0796	<0.00612	<0.0863	-	<0.00612
	I-131	<0.0149	<0.00784	<0.0140	-	<0.00784
	Ce-144	<0.0464	<0.0212	<0.0535	-	<0.0212
	K-40	99±6	103±0	88.0±10	97	(81~103)
울 산 (N, 18.5)	Mn-54	<0.00957	<0.0135	<0.00685	-	<0.00685
	Co-58	<0.00950	<0.0113	<0.00657	-	<0.00657
	Co-60	<0.0118	<0.0149	<0.0134	-	<0.0118
	Cs-137	<0.00887	<0.0129	<0.0145	-	<0.00887
	Sr-90	<0.0138	<0.0128	<0.00298	-	<0.00298
	Ru-106	<0.0683	<0.0940	<0.121	-	<0.0683
	I-131	<0.00944	<0.0168	<0.00653	-	<0.00653
	Ce-144	<0.0275	<0.0538	<0.0223	-	<0.0223
	K-40	82.0±2	96.0±30	76.0±8	85	(70~117)

II. 환경 현황

표 2.8-14 과일류(배)의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
서 생 (NE, 3.9)	Mn-54	<0.0106	<0.0112	<0.00937	-	<0.00937
	Co-58	<0.0117	<0.0122	<0.00855	-	<0.00855
	Co-60	<0.00954	<0.0118	<0.00328	-	<0.00328
	Cs-137	<0.0126	<0.0115	<0.00817	-	<0.00817
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.101	<0.0979	<0.0596	-	<0.0596
	I-131	<0.0116	<0.0118	<0.0104	-	<0.0104
	Ce-144	<0.0565	<0.0432	<0.0355	-	<0.0355
	K-40	49.0±1.3	56.0±0.5	51.9±0.6	52.3	(48.1~56.3)
울 산 (N, 18.5)	Mn-54	<0.0159	<0.00672	<0.0197	-	<0.00672
	Co-58	<0.0165	<0.00634	<0.0193	-	<0.00634
	Co-60	<0.0185	<0.00895	<0.0249	-	<0.00895
	Cs-137	<0.0165	<0.00649	<0.0184	-	<0.00649
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.128	<0.0469	<0.151	-	<0.0469
	I-131	<0.0101	<0.0076	<0.00279	-	<0.00279
	Ce-144	<0.0706	<0.0245	<0.0932	-	<0.0245
	K-40	50.7±1.1	37.9±0.8	50.6±1.6	46.4	(37.9~50.7)

표 2.8-15 육류(오리)의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
길 천 (NNW, 1.2)	Mn-54	<0.0384	<0.0437	<0.0436	-	<0.0384
	Co-58	<0.0391	<0.0374	<0.039	-	<0.0374
	Co-60	<0.054	<0.0306	<0.0259	-	<0.0259
	Cs-137	<0.0564	<0.0544	<0.0484	-	<0.0484
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.33	<0.415	<0.172	-	<0.172
	I-131	<0.0383	<0.0342	<0.0491	-	<0.0342
	Ce-144	<0.19	<0.225	<0.213	-	<0.19
	K-40	87.1±21.5	79.8±11.2	84.4±26.7	83.7	(61.0~109.0)
울 산 (N, 20.0)	Mn-54	<0.0391	<0.0537	<0.0484	-	<0.0391
	Co-58	<0.0435	<0.0416	<0.0533	-	<0.0416
	Co-60	<0.0523	<0.061	<0.0794	-	<0.0523
	Cs-137	<0.0568	<0.0524	<0.0515	-	<0.0515
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.256	<0.337	<0.431	-	<0.256
	I-131	<0.0353	<0.0382	<0.0475	-	<0.0353
	Ce-144	<0.186	<0.219	<0.222	-	<0.186
	K-40	78.5±13.1	74.1±17.5	83.8±14.7	78.8	(61.7~94.2)

표 2.8-16 우유의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
반 룡 (NW, 3.8)	I-131	<0.0225	<0.0205	<0.0226	-	<0.0205
	Sr-90	<0.00909	<0.01	<0.00869	-	<0.00869
	Cs-137	<0.0391	<0.0271	<0.0326	-	<0.0271
	Ru-106	<0.248	<0.16	<0.234	-	<0.16
	Ce-144	<0.19	<0.155	<0.151	-	<0.151
	K-40	44.0±7.4	46.7±4.1	49.8±5.0	46.8	(24.7~59.5)
안 평 (SW, 16.0)	I-131	<0.0248	<0.0204	<0.0171	-	<0.0171
	Sr-90	<0.00969	<0.0108	<0.0114	-	<0.0114
	Cs-137	<0.0393	<0.0328	<0.0317	-	<0.0317
	Ru-106	<0.26	<0.03	<0.194	-	<0.194
	Ce-144	<0.149	<0.156	<0.152	-	<0.152
	K-40	46.5±3.5	48.9±2.7	47.3±1.9	47.3	(44.1~51.3)

표 2.8-17 지표생물(솔잎)의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
관 측 소 (NNE, 0.7)	Co-60	<0.0662	<0.0315	<0.0449	-	<0.0315
	I-131	<0.0267	<0.0485	<0.0366	-	<0.0267
	Cs-134	<0.0351	<0.0399	<0.0376	-	<0.0351
	Cs-137	<0.0441	<0.0480	<0.0428	-	<0.0428
	Sr-90	<0.0106	<0.0141	<0.0104	-	<0.0104
	Ru-106	<0.356	<0.324	<0.147	-	<0.147
	Ce-144	<0.186	<0.193	<0.183	-	<0.183
	Be-7	12.2±1.27	19.7±1.42	15.6±3.13	15.8	(10.8~21.2)
	K-40	53.4±9.86	75.8±16.3	66.5±22.0	87.8	(44.2~92.7)
임 랑 (WSW, 3.0)	Co-60	<0.0491	<0.0253	<0.0637	-	<0.0253
	I-131	<0.0377	<0.0486	<0.0659	-	<0.0377
	Cs-134	<0.0375	<0.0360	<0.0625	-	<0.0360
	Cs-137	<0.0438	<0.0444	<0.0733	-	<0.0438
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.377	<0.385	<0.553	-	<0.377
	Ce-144	<0.206	<0.179	<0.365	-	<0.179
	Be-7	9.05±3.19	13.6±1.27	16.9±4.38	13.2	(6.80~20.0)
	K-40	56.6±5.30	73.3±7.99	75.1±13.5	68.3	(52.8~84.6)
사택3단지 (NNW, 2.5)	Co-60	<0.0502	<0.0883	<0.0169	-	<0.0169
	I-131	<0.0276	<0.0851	<0.0478	-	<0.0276
	Cs-134	<0.0339	<0.0762	<0.0372	-	<0.0339
	Cs-137	<0.0440	<0.0734	<0.0414	-	<0.0414
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.329	<0.613	<0.418	-	<0.329
	Ce-144	<0.140	<0.398	<0.183	-	<0.140
	Be-7	12.2±8.32	14.2±2.19	23.3±5.30	16.5	(6.30~27.0)
	K-40	52.9±6.58	69.6±12.3	84.8±15.4	69.1	(48.2~95.7)

II. 환경 현황

표 2.8-17 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
일 광 (SW, 7.5)	Co-60	<0.0609	<0.0742	<0.0399	-	<0.0399
	I-131	<0.0407	<0.0575	<0.0462	-	<0.0407
	Cs-134	<0.0383	<0.0399	<0.0379	-	<0.0379
	Cs-137	<0.0522	<0.0636	<0.0481	-	<0.0481
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.397	<0.443	<0.354	-	<0.354
	Ce-144	<0.174	<0.247	<0.192	-	<0.174
	Be-7	10.2±4.76	16.8±5.16	20.3±6.65	15.8	(6.90~25.0)
	K-40	63.0±16.1	79.4±16.0	80.3±19.0	74.2	(51.6~93.7)
울 산 (N, 18.5)	Co-60	<0.0582	<0.0566	<0.0566	-	<0.0566
	I-131	<0.0400	<0.0565	<0.0751	-	<0.0400
	Cs-134	<0.0396	<0.0460	<0.0513	-	<0.0396
	Cs-137	0.110±0.0300	<0.0554	<0.0555	0.0740	(0.0550~0.130)
	Sr-90	<0.0103	<0.0157	<0.0113	-	<0.0103
	Ru-106	<0.406	<0.390	<0.556	-	<0.390
	Ce-144	<0.228	<0.187	<0.253	-	<0.187
	Be-7	14.6±15.2	13.8±3.39	27.4±3.11	18.6	(3.80~29.6)
	K-40	63.2±12.5	84.7±26.0	107.1±40.90	85.0	(54.3~136)
월 내 (NW, 1.8)	Co-60	<0.0779	<0.035	<0.0595	-	<0.0350
	I-131	<0.0524	<0.0237	<0.0354	-	<0.0237
	Cs-134	<0.0425	<0.0294	<0.0423	-	<0.0294
	Cs-137	<0.0412	<0.024	<0.0372	-	<0.0240
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.335	<0.247	<0.323	-	<0.247
	Ce-144	<0.203	<0.137	<0.268	-	<0.137
	Be-7	48.7±28.6	39.4±3.77	56.2±22.6	48.1	(22.3~77.7)
	K-40	147.8±22.50	182.5±51.40	267.3±96.30	199.2	(125~357)
울 산 (N, 18.5)	Co-60	<0.0809	<0.0489	<0.0577	-	<0.0489
	I-131	<0.0557	<0.0407	<0.0535	-	<0.0407
	Cs-134	<0.0645	<0.0317	<0.0352	-	<0.0317
	Cs-137	<0.0875	<0.0420	<0.0449	-	<0.0420
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Ru-106	<0.332	<0.267	<0.370	-	<0.267
	Ce-144	<0.220	<0.150	<0.180	-	<0.150
	Be-7	48.4±15.5	26.6±3.39	46.4±0.850	40.5	(24.2~59.3)
	K-40	210±123	195±73.0	232±31.0	212	(123~297)

표 2.8-18 해수의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(mBq/L)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
#1,2취수구 (WNW, 0.3)	전베타(Bq/L)	10.3±1.14	10.9±0.770	10.4±0.950	10.5	(8.81~12.5)
	H-3(Bq/L)	3.17±0.710	2.66±0.340	2.96±1.00	2.93	(2.05~5.72)
	Mn-54	<0.782	<0.645	<0.525	-	<0.525
	Fe-59	<0.792	<1.97	<0.792	-	<0.792
	Co-58	<0.743	<0.941	<0.732	-	<0.732
	Co-60	<0.602	<0.299	<0.332	-	<0.299
	Cs-134	<0.695	<0.711	<0.573	-	<0.573
	Cs-137	1.94±0.690	1.55±0.200	1.57±0.390	1.69	(1.17~2.92)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<1.79	<1.89	<1.77	-	<1.77
	Zr-95	<1.72	<1.800	<1.57	-	<1.57
	Nb-95	<0.917	<0.857	<0.705	-	<0.705
	Ag-110m	<0.777	<0.825	<0.730	-	<0.73
	I-131	<0.0177	<16.6	<16.2	-	<0.0177
	Ba-140	<5.42	<4.76	<1.71	-	<1.71
	K-40(Bq/L)	11.5±0.800	11.7±0.800	11.3±1.10	11.5	(9.69~12.8)
#3,4취수구 (E, 0.8)	전베타(Bq/L)	10.4±2.28	9.34±1.09	10.6±0.900	10.1	(8.06~14.5)
	H-3(Bq/L)	1.93±0.210	1.84±0.0800	1.87±0.17	1.88	(1.65~2.24)
	Mn-54	<0.503	<1.43	<0.891	-	<0.503
	Fe-59	<0.903	<4.12	<1.65	-	<0.903
	Co-58	<0.428	<1.62	<0.732	-	<0.428
	Co-60	<1.06	<1.54	<0.332	-	<0.332
	Cs-134	<0.341	<1.33	<0.573	-	<0.341
	Cs-137	2.72±0.400	1.99±0.630	1.39±0.190	2.03	(1.17~3.20)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.999	<3.33	<3.95	-	<0.999
	Zr-95	<0.808	<2.71	<2.84	-	<0.808
	Nb-95	<0.515	<1.98	<2.04	-	<0.515
	Ag-110m	<0.427	<1.24	<1.26	-	<0.427
	I-131	<0.0474	<46.2	<40.4	-	<0.0474
	Ba-140	<2.80	<11.0	<18.2	-	<2.80
	K-40(Bq/L)	12.5±1.10	12.0±0.800	12.2±0.600	12.2	(11.1~13.7)

II. 환경 현황

표 2.8-18 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(mBq/L)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
#1배수구 (S, 0.3)	전베타(Bq/L)	10.3±1.83	10.5±1.10	11.1±1.05	10.6	(6.71~14.8)
	H-3(Bq/L)	2.55±0.82	2.71±1.11	2.24±0.500	2.50	(1.67~6.22)
	Mn-54	<0.369	<0.578	<0.778	-	<0.369
	Fe-59	<0.834	<3.30	<0.815	-	<0.815
	Co-58	<0.493	<1.11	<0.818	-	<0.493
	Co-60	<0.619	<1.53	<0.304	-	<0.304
	Cs-134	<0.320	<0.656	<0.527	-	<0.320
	Cs-137	2.20±0.380	1.85±0.450	1.64±0.250	1.90	(1.29~2.76)
	Sr-90	<0.984	<0.882	<0.738	-	<0.738
	Zn-65	<1.31	<2.48	<1.56	-	<1.31
	Zr-95	<0.564	<2.55	<1.56	-	<0.564
	Nb-95	<0.381	<1.58	<0.849	-	<0.381
	Ag-110m	<0.351	<1.11	<0.795	-	<0.351
	I-131	<0.0200	<15.3	<20.1	-	<0.0200
	Ba-140	<3.89	<7.37	<4.76	-	<3.89
	K-40(Bq/L)	12.1±0.990	12.2±0.630	12.0±0.340	12.1	(10.3~13.6)
#2배수구 (SE, 0.3)	전베타(Bq/L)	10.4±1.29	10.5±0.870	10.8±1.01	10.6	(8.23~13.2)
	H-3(Bq/L)	2.58±0.810	2.42±0.710	2.26±0.490	2.42	(1.65~4.36)
	Mn-54	<0.731	<0.717	<0.291	-	<0.291
	Fe-59	<1.22	<1.97	<1.87	-	<1.22
	Co-58	<0.737	<0.578	<0.671	-	<0.578
	Co-60	<0.627	<0.825	<0.236	-	<0.236
	Cs-134	<0.510	<0.660	<0.621	-	<0.510
	Cs-137	2.25±0.57	1.98±0.37	3.34±3.96	2.52	(1.37~13.1)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<1.49	<0.649	<1.76	-	<0.649
	Zr-95	<1.30	<1.56	<1.82	-	<1.30
	Nb-95	<0.803	<1.05	<0.955	-	<0.803
	Ag-110m	<0.671	<0.754	<0.494	-	<0.494
	I-131	<0.0190	<30.5	<15.1	-	<0.0190
	Ba-140	<3.63	<4.83	<5.38	-	<3.63
	K-40(Bq/L)	12.2±1.86	11.9±1.09	12.0±0.500	12.0	(9.70~15.4)

표 2.8-18 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(mBq/L)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
#3배수구 (SE, 0.4)	전베타(Bq/L)	10.1±1.71	10.5±0.930	11.0±0.910	10.5	(7.11~14.8)
	H-3(Bq/L)	2.59±0.81	11.9±32.7	2.30±0.550	5.60	(1.66~128)
	Mn-54	<0.388	<0.508	<0.519	-	<0.388
	Fe-59	<0.406	<1.86	<2.09	-	<0.406
	Co-58	<0.364	<0.799	<0.821	-	<0.364
	Co-60	<0.556	<0.706	<0.933	-	<0.556
	Cs-134	<0.318	<0.681	<0.574	-	<0.318
	Cs-137	2.07±0.500	1.77±0.410	1.70±0.480	1.85	(1.02~2.75)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.794	<1.95	<1.95	-	<0.794
	Zr-95	<0.691	<1.59	<1.44	-	<0.691
	Nb-95	<0.463	<0.916	<0.857	-	<0.463
	Ag-110m	<0.332	<0.841	<0.792	-	<0.332
	I-131	<0.0190	<20.5	<14.5	-	<0.0190
	Ba-140	<2.47	<7.58	<8.06	-	<2.47
	K-40(Bq/L)	12.5±0.880	12.1±0.960	11.7±1.27	12.1	(8.97~13.9)
#4배수구 (SE, 0.5)	전베타(Bq/L)	10.5±1.80	10.4±1.03	11.2±1.08	10.7	(7.89~14.6)
	H-3(Bq/L)	2.55±0.840	2.24±0.440	2.24±0.550	2.34	(1.65~4.16)
	Mn-54	<0.526	<0.345	<0.470	-	<0.345
	Fe-59	<0.940	<1.87	<1.68	-	<0.940
	Co-58	<0.410	<0.825	<0.758	-	<0.410
	Co-60	<0.489	<0.436	<0.305	-	<0.305
	Cs-134	<0.325	<0.572	<0.555	-	<0.325
	Cs-137	2.28±0.510	1.78±0.360	1.70±0.340	1.92	(1.31~2.89)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.846	<1.52	<1.50	-	<0.846
	Zr-95	<0.759	<1.91	<1.95	-	<0.759
	Nb-95	<0.442	<1.10	<1.06	-	<0.442
	Ag-110m	<0.336	<0.570	<0.639	-	<0.336
	I-131	<0.0202	<13.1	<12.3	-	<0.0202
	Ba-140	<2.53	<6.74	<7.01	-	<2.53
	K-40(Bq/L)	11.4±1.42	11.7±0.840	11.9±0.850	11.7	(9.01~13.3)

II. 환경 현황

표 2.8-18 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(mBq/L)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
월 내 (WNW, 1.5)	전베타(Bq/L)	10.1±1.19	10.1±1.08	11.0±1.10	10.4	(7.68~13.6)
	H-3(Bq/L)	2.56±0.810	2.23±0.430	2.23±0.530	2.34	(1.65~4.21)
	Mn-54	<0.679	<0.532	<0.663	-	<0.532
	Fe-59	<1.74	<1.55	<0.519	-	<0.519
	Co-58	<0.727	<0.588	<0.894	-	<0.588
	Co-60	<0.526	<0.402	<0.828	-	<0.402
	Cs-134	<0.335	<0.676	<0.587	-	<0.335
	Cs-137	2.12±0.460	1.97±0.380	1.59±0.370	1.89	(1.18~2.69)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<1.38	<1.55	<0.714	-	<0.714
	Zr-95	<1.16	<1.40	<1.73	-	<1.16
	Nb-95	<0.675	<0.987	<1.06	-	<0.675
	Ag-110m	<0.707	<0.630	<0.336	-	<0.336
	I-131	<0.0340	<23.0	<16.4	-	<0.0340
	Ba-140	<3.90	<5.10	<6.98	-	<3.90
	K-40(Bq/L)	12.1±1.33	11.0±1.24	11.6±0.510	11.6	(9.14~13.7)
신 리 (NE, 3.8)	전베타(Bq/L)	-	11.1±0.940	10.5±1.13	10.8	(9.05~12.8)
	H-3(Bq/L)	-	2.62±0.250	2.54±0.550	2.58	(1.97~3.51)
	Mn-54	-	<0.671	<0.807	-	<0.671
	Fe-59	-	<1.77	<2.12	-	<1.77
	Co-58	-	<0.712	<0.834	-	<0.712
	Co-60	-	<0.644	<0.686	-	<0.644
	Cs-134	-	<0.702	<0.605	-	<0.605
	Cs-137	-	2.06±0.540	1.52±0.0700	1.79	(1.43~2.54)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	-	<1.76	<1.1	-	<1.10
	Zr-95	-	<1.61	<1.78	-	<1.61
	Nb-95	-	<1.02	<1.15	-	<1.02
	Ag-110m	-	<0.627	<0.860	-	<0.627
	I-131	-	<14.6	<16.2	-	<14.6
	Ba-140	-	<8.73	<7.2	-	<7.20
	K-40(Bq/L)	-	11.65±0.620	11.75±0.800	11.70	(10.8~12.7)

표 2.8-18 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(mBq/L)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
신고리 1,2 취수구 (NE, 1.4)	전베타(Bq/L)	-	11.3±0.360	10.5±1.74	10.9	(8.49~14.3)
	H-3(Bq/L)	-	2.89±0.370	2.64±0.530	2.76	(2.06~3.59)
	Mn-54	-	<0.725	<0.714	-	<0.714
	Fe-59	-	<0.829	<1.89	-	<0.829
	Co-58	-	<0.910	<0.575	-	<0.575
	Co-60	-	<1.03	<0.650	-	<0.650
	Cs-134	-	<0.659	<0.586	-	<0.586
	Cs-137	-	3.18±1.18	1.18±0.140	2.18	(0.978~4.01)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	-	<1.83	<1.78	-	<1.78
	Zr-95	-	<1.87	<1.40	-	<1.40
	Nb-95	-	<1.54	<0.786	-	<0.786
	Ag-110m	-	<0.783	<0.835	-	<0.835
	I-131	-	<23.8	<16.0	-	<16.0
	Ba-140	-	<9.20	<3.84	-	<3.84
	K-40(Bq/L)	-	12.4±1.56	12.6±0.540	12.5	(11.3~13.5)
신고리 1,2 배수구 (NE, 2.5)	전베타(Bq/L)	-	9.92±1.00	10.6±1.06	10.3	(8.15~12.4)
	H-3(Bq/L)	-	2.32±0.520	2.23±0.530	2.27	(1.66~3.47)
	Mn-54	-	<0.453	<0.445	-	<0.445
	Fe-59	-	<2.75	<2.31	-	<2.31
	Co-58	-	<0.799	<0.980	-	<0.799
	Co-60	-	<0.941	<0.385	-	<0.385
	Cs-134	-	<0.710	<0.491	-	<0.491
	Cs-137	-	1.87±0.330	1.59±0.470	1.73	(1.09~2.62)
	Sr-90	-	<1.22	<0.754	-	<0.754
	Zn-65	-	<1.84	<1.98	-	<1.84
	Zr-95	-	<1.40	<1.51	-	<1.40
	Nb-95	-	<1.01	<0.749	-	<0.749
	Ag-110m	-	<0.749	<0.834	-	<0.749
	I-131	-	<7.22	<19.1	-	<7.22
	Ba-140	-	<10.0	<4.67	-	<4.67
	K-40(Bq/L)	-	11.9±0.650	11.7±1.28	11.8	(8.85~12.9)

II. 환경 현황

표 2.8-18 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(mBq/L)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
송 정 (SSW, 7.5)	전베타(Bq/L)	-	9.80±1.06	10.8±0.800	10.3	(8.19~12.4)
	H-3(Bq/L)	-	1.85±0.0700	1.86±0.170	1.85	(1.65~2.17)
	Mn-54	-	<1.57	<1.38	-	<1.38
	Fe-59	-	<4.43	<4.06	-	<4.06
	Co-58	-	<1.69	<1.70	-	<1.69
	Co-60	-	<1.69	<1.84	-	<1.69
	Cs-134	-	<0.981	<1.15	-	<0.981
	Cs-137	-	2.07±0.490	1.68±0.200	1.87	(1.38~2.78)
	Sr-90	-	<0.942	<0.486	-	<0.486
	Zn-65	-	<3.57	<4.06	-	<3.57
	Zr-95	-	<3.38	<3.14	-	<3.14
	Nb-95	-	<2.11	<2.24	-	<2.11
	Ag-110m	-	<1.45	<1.44	-	<1.44
	I-131	-	<47.7	<33.4	-	<33.4
	Ba-140	-	<12.4	<13.9	-	<12.4
	K-40(Bq/L)	-	11.9±0.460	12.1±0.770	12.0	(11.2~12.9)

표 2.8-19 해저퇴적물의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
#1,2취수구 (WNW,0.3)	Mn-54	<0.212	<0.172	<0.243	-	<0.172
	Co-58	<0.240	<0.166	<0.222	-	<0.166
	Fe-59	<0.489	<0.340	<0.514	-	<0.340
	Co-60	<0.270	<0.168	<0.253	-	<0.168
	Zr-95	<0.380	<0.320	<0.412	-	<0.320
	Ag-110m	<0.173	<0.136	<0.217	-	<0.136
	Cs-134	<0.163	<0.137	<0.204	-	<0.137
	Cs-137	0.916±0.053	1.21±0.31	1.31±0.30	1.15	(0.878~1.52)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.436	<0.503	<0.598	-	<0.436
	Nb-95	<0.200	<0.150	<0.247	-	<0.150
	I-131	<0.234	<0.125	<0.290	-	<0.125
	Ba-140	<0.866	<0.483	<0.820	-	<0.483
	Ce-144	<0.910	<0.784	<1.47	-	<0.784
	K-40	753±3	625±90	596±13	658	(561~755)
#3,4취수구 (E, 0.8)	Mn-54	<0.219	<0.195	<0.231	-	<0.195
	Co-58	<0.218	<0.227	<0.269	-	<0.218
	Fe-59	<0.558	<0.722	<0.753	-	<0.558
	Co-60	<0.224	<0.157	<0.256	-	<0.157
	Zr-95	<0.359	<0.431	<0.485	-	<0.359
	Ag-110m	<0.196	<0.160	<0.193	-	<0.160
	Cs-134	<0.165	<0.146	<0.191	-	<0.146
	Cs-137	0.880±0.269	0.691±0.045	1.10±0.02	0.889	(0.659~1.11)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.551	<0.449	<0.625	-	<0.449
	Nb-95	<0.232	<0.236	<0.261	-	<0.232
	I-131	<0.447	<0.859	<1.13	-	<0.447
	Ba-140	<1.19	<1.84	<2.23	-	<1.19
	Ce-144	<1.11	<1.10	<1.43	-	<1.10
	K-40	371±69	421±199	451±59	414	(280~562)

II. 환경 현황

표 2.8-19 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
#1 배수구 (S, 0.7)	Mn-54	<0.143	<0.174	<0.0990	-	<0.0990
	Co-58	<0.142	<0.158	<0.0940	-	<0.0940
	Fe-59	<0.161	<0.353	<0.284	-	<0.161
	Co-60	<0.150	<0.191	<0.0780	-	<0.0780
	Zr-95	<0.249	<0.287	<0.179	-	<0.179
	Ag-110m	<0.129	<0.152	<0.0920	-	<0.0920
	Cs-134	<0.120	<0.149	<0.0940	-	<0.0940
	Cs-137	0.347±0.226	0.482±0.080	0.307±0.104	0.378	(0.141~0.639)
	Sr-90	0.179±0.028	0.231±0.028	0.243±0.021	0.217	(0.144~0.268)
	Zn-65	<0.350	<0.408	<0.285	-	<0.285
	Nb-95	<0.0860	<0.158	<0.114	-	<0.0860
	I-131	<0.388	<0.163	<0.193	-	<0.163
	Ba-140	<1.00	<0.508	<0.519	-	<0.508
	Ce-144	<0.799	<0.997	<0.526	-	<0.526
	K-40	264±166	252±40	212±43	242	(111~410)
#2 배수구 (SE, 0.3)	Mn-54	<0.175	<0.154	<0.156	-	<0.154
	Co-58	<0.172	<0.100	<0.122	-	<0.100
	Fe-59	<0.387	<0.288	<0.222	-	<0.222
	Co-60	<0.190	<0.170	<0.149	-	<0.149
	Zr-95	<0.294	<0.181	<0.340	-	<0.181
	Ag-110m	<0.128	<0.102	<0.110	-	<0.102
	Cs-134	<0.149	<0.121	<0.133	-	<0.121
	Cs-137	0.849±0.921	0.537±0.124	1.25±1.20	0.879	(0.197~2.10)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.292	<0.276	<0.438	-	<0.276
	Nb-95	<0.181	<0.135	<0.176	-	<0.135
	I-131	<0.290	<0.135	<0.130	-	<0.130
	Ba-140	<0.815	<0.394	<0.310	-	<0.310
	Ce-144	<0.872	<0.731	<0.826	-	<0.731
	K-40	384±223	315±124	511±253	403	(226~690)

표 2.8-19 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
#4배수구 (SE, 0.5)	Mn-54	<0.181	<0.181	<0.119	-	<0.119
	Co-58	<0.169	<0.165	<0.091	-	<0.0910
	Fe-59	<0.423	<0.400	<0.232	-	<0.232
	Co-60	<0.261	0.476±0.367	<0.119	0.285	(0.119~0.735)
	Zr-95	<0.348	<0.331	<0.188	-	<0.188
	Ag-110m	<0.134	<0.169	<0.112	-	<0.112
	Cs-134	<0.149	<0.162	<0.105	-	<0.105
	Cs-137	1.40±0.47	1.94±0.37	1.27±1.11	1.54	(0.479~2.20)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.354	<0.435	<0.390	-	<0.354
	Nb-95	<0.163	<0.196	<0.115	-	<0.115
	I-131	<0.274	<0.209	<0.110	-	<0.110
	Ba-140	<0.769	<0.704	<0.529	-	<0.529
	Ce-144	<0.863	<1.14	<0.838	-	<0.838
	K-40	440±110	469±175	508±244	472	(335~680)
신고리1,2 취수구 (NE, 1.4)	Mn-54	-	<0.176	<0.139	-	<0.139
	Co-58	-	<0.155	<0.136	-	<0.136
	Fe-59	-	<0.363	<0.322	-	<0.322
	Co-60	-	<0.184	<0.234	-	<0.184
	Zr-95	-	<0.295	<0.271	-	<0.271
	Ag-110m	-	<0.163	<0.136	-	<0.136
	Cs-134	-	<0.152	<0.119	-	<0.119
	Cs-137	-	0.373±0.043	0.224±0.116	0.299	(0.142~0.373)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	-	<0.412	<0.405	-	<0.405
	Nb-95	-	<0.181	<0.117	-	<0.117
	I-131	-	<0.192	<0.0690	-	<0.0690
	Ba-140	-	<1.90	<0.384	-	<0.384
	Ce-144	-	<1.09	<0.774	-	<0.774
	K-40	-	323±11	534±35	428	(323~558)

II. 환경 현황

표 2.8-19 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
신고리1,2 배수구 (NE, 2.5)	Mn-54	-	<0.148	<0.226	-	<0.148
	Co-58	-	<0.147	<0.210	-	<0.147
	Fe-59	-	<0.352	<0.543	-	<0.352
	Co-60	-	<0.193	<0.233	-	<0.193
	Zr-95	-	<0.302	<0.397	-	<0.302
	Ag-110m	-	<0.155	<0.201	-	<0.155
	Cs-134	-	<0.139	<0.182	-	<0.139
	Cs-137	-	0.632±0.058	0.631±0.409	0.630	(0.342~0.920)
	Sr-90	-	0.344±0.014	0.152±0.030	0.250	(0.131~0.350)
	Zn-65	-	<0.406	<0.577	-	<0.406
	Nb-95	-	<0.150	<0.239	-	<0.150
	I-131	-	<0.149	<0.377	-	<0.149
	Ba-140	-	<0.785	<0.981	-	<0.785
	Ce-144	-	<0.783	<1.29	-	<0.783
	K-40	-	555±22	811±112	472	(539~890)
월내 (WNW,1.5)	Mn-54	<0.140	<0.181	<0.196	-	<0.140
	Co-58	<0.154	<0.204	<0.185	-	<0.154
	Fe-59	<0.431	<0.411	<0.500	-	<0.411
	Co-60	<0.203	<0.247	<0.217	-	<0.203
	Zr-95	<0.313	<0.270	<0.358	-	<0.270
	Ag-110m	<0.136	<0.130	<0.169	-	<0.130
	Cs-134	<0.124	<0.142	<0.165	-	<0.124
	Cs-137	0.624±0.083	0.811±0.434	0.651±0.217	0.700	(0.352~1.22)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.415	<0.482	<0.522	-	<0.415
	Nb-95	<0.164	<0.163	<0.207	-	<0.163
	I-131	<0.257	<0.189	<0.213	-	<0.189
	Ba-140	<0.917	<0.470	<0.673	-	<0.470
	Ce-144	<0.985	<0.804	<1.11	-	<0.804
	K-40	901±66	777±35	762±31	813	(730~979)

표 2.8-19 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
효암 (NE, 1.8)	Mn-54	<0.230	<0.121	<0.117	-	<0.117
	Co-58	<0.196	<0.105	<0.0860	-	<0.0860
	Fe-59	<0.498	<0.210	<0.192	-	<0.192
	Co-60	<0.230	<0.132	<0.0840	-	<0.0840
	Zr-95	<0.342	<0.196	<0.164	-	<0.164
	Ag-110m	<0.170	<0.114	<0.0860	-	<0.0860
	Cs-134	<0.157	<0.106	<0.0920	-	<0.0920
	Cs-137	0.844±0.145	1.01±0.35	1.03±1.31	0.960	(0.103~1.96)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.475	<0.250	<0.339	-	<0.250
	Nb-95	<0.216	<0.104	<0.100	-	<0.100
	I-131	<0.346	<0.112	<0.124	-	<0.112
	Ba-140	<0.924	<0.495	<0.453	-	<0.453
	Ce-144	<1.03	<0.771	<0.700	-	<0.700
	K-40	637±421	492±187	487±170	538	(339~935)
송정 (SSW,17.5)	Mn-54	<0.211	<0.165	<0.213	-	<0.165
	Co-58	<0.220	<0.220	<0.272	-	<0.220
	Fe-59	<0.591	<0.594	<0.727	-	<0.591
	Co-60	<0.231	<0.178	<0.243	-	<0.178
	Zr-95	<0.384	<0.377	<0.457	-	<0.377
	Ag-110m	<0.191	<0.142	<0.188	-	<0.142
	Cs-134	<0.164	<0.134	<0.154	-	<0.134
	Cs-137	0.245±0.069	0.314±0.218	0.356±0.116	0.300	(0.159~0.470)
	Sr-90	0.171±0.105	0.147±0.016	0.195±0.100	0.170	(0.097~0.270)
	Zn-65	<0.533	<0.415	<0.536	-	<0.415
	Nb-95	<0.206	<0.0230	<0.257	-	<0.0230
	I-131	<0.476	<1.40	<0.627	-	<0.476
	Ba-140	<1.26	<2.35	<1.63	-	<1.26
	Ce-144	<1.10	<0.984	<1.23	-	<0.984
	K-40	394±64	271±189	373±144	346	(137~475)

II. 환경 현황

표 2.8-20 어류(잡어)의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
취수구 주변 (WNW, 0.3)	Mn-54	<0.0909	<0.133	<0.119	-	<0.0909
	Co-58	-	<0.128	<0.117	-	<0.117
	Co-60	<0.115	<0.154	<0.131	-	<0.115
	Zr-95	<0.163	<0.206	<0.187	-	<0.163
	Ag-110m	<0.0814	<0.115	<0.108	-	<0.0814
	I-131	<0.0811	<0.169	<0.0964	-	<0.0811
	Cs-134	<0.0788	<0.0859	<0.0852	-	<0.0788
	Cs-137	0.153±0.063	0.151±0.058	0.102±0.016	0.135	(0.091~0.197)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.262	<0.388	<0.317	-	<0.262
	Nb-95	<0.085	<0.133	<0.1	-	<0.085
	K-40	102±13	125±39	132±10	120	(93~152)
배수구 주변 (SE, 0.5)	Mn-54	<0.0456	<0.0488	<0.0767	-	<0.0456
	Co-58	-	<0.0382	<0.0516	-	<0.0382
	Co-60	<0.0456	<0.0491	<0.0727	-	<0.0456
	Zr-95	<0.0964	<0.106	<0.151	-	<0.0964
	Ag-110m	<0.0606	<0.0584	<0.0626	-	<0.0584
	I-131	<0.055	<0.0512	<0.0661	-	<0.0512
	Cs-134	<0.0503	<0.0594	<0.0732	-	<0.0503
	Cs-137	0.148±0.043	0.141±0.024	<0.0905	0.126	(0.0905~0.200)
	Sr-90	<0.00741	<0.00668	0.016±0.008	0.010	(0.0067~0.027)
	Zn-65	<0.139	<0.167	<0.191	-	<0.139
	Nb-95	<0.0456	<0.0551	<0.0605	0.0935	<0.0456
	K-40	108±13	124±35	111±16	114	(91~158)
신고리12 취수구 (NE, 1.4)	Mn-54	-	<0.139	<0.113	-	<0.113
	Co-58	-	<0.136	<0.117	-	<0.117
	Co-60	-	<0.165	<0.146	-	<0.146
	Zr-95	-	<0.244	<0.196	-	<0.196
	Ag-110m	-	<0.112	<0.103	-	<0.103
	I-131	-	<0.158	<0.114	-	<0.114
	Cs-134	-	<0.0929	<0.0925	-	<0.0925
	Cs-137	-	<0.0939	0.104±0.017	0.104	(0.092~0.116)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	-	<0.372	<0.339	-	<0.339
	Nb-95	-	<0.14	<0.109	-	<0.109
	K-40	-	144±5	122±12	133	(113~144)

표 2.8-20 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
신고리1,2 배수구 (NE, 2.5)	Mn-54	-	<0.0703	<0.0364	-	<0.0364
	Co-58	-	<0.0525	<0.0618	-	<0.0525
	Co-60	-	<0.023	<0.0633	-	<0.023
	Zr-95	-	<0.112	<0.111	-	<0.111
	Ag-110m	-	<0.0534	<0.0585	-	<0.0534
	I-131	-	<0.0565	<0.0733	-	<0.0565
	Cs-134	-	<0.0642	<0.0551	-	<0.0551
	Cs-137	-	<0.0694	<0.0656	-	<0.0656
	Sr-90	-	<0.00403	0.015±0.007	0.010	(0.004~0.026)
	Zn-65	-	<0.172	<0.18	-	<0.172
	Nb-95	-	<0.0643	<0.0586	-	<0.0586
	K-40	-	144±3	122±15	133	(108~146)
송정 (SSW,17.5)	Mn-54	<0.129	<0.129	<0.131	-	<0.129
	Co-58	-	<0.126	<0.147	-	<0.126
	Co-60	<0.161	<0.149	<0.162	-	<0.149
	Zr-95	<0.232	<0.213	<0.256	-	<0.213
	Ag-110m	<0.114	<0.114	<0.119	-	<0.114
	I-131	<0.189	<0.266	<0.180	-	<0.180
	Cs-134	<0.0892	<0.0833	<0.0815	-	<0.0815
	Cs-137	<0.0925	<0.0817	<0.0992	-	<0.0817
	Sr-90	0.0081±0.000	0.022±0.010	<0.0057	0.012	(0.006~0.029)
	Zn-65	9<0.391	<0.364	<0.382	-	<0.364
	Nb-95	<0.135	<0.145	<0.159	0.0935	<0.135
	K-40	120±35	147±14	145±12	137	(96~157)

II. 환경 현황

표 2.8-21 패류(소라)의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
취수구 주변 (WNW, 0.3)	Mn-54	<0.110	<0.106	<0.100	-	<0.100
	Co-58	-	-	<0.106	-	<0.106
	Co-60	<0.139	<0.128	<0.118	-	<0.118
	Zr-95	<0.197	<0.184	<0.189	-	<0.184
	Ag-110m	<0.0997	<0.0944	<0.0108	-	<0.0108
	I-131	<0.106	<0.0924	<0.0898	-	<0.0898
	Cs-134	<0.0944	<0.0941	<0.0789	-	<0.0789
	Cs-137	<0.0939	<0.0923	<0.0817	-	<0.0817
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.291	<0.306	<0.295	-	<0.291
	Nb-95	<0.105	<0.103	<0.106	-	<0.103
	K-40	93±8	88±7	92±1	91	(83~99)
배수구 주변 (SE, 0.5)	Mn-54	<0.0438	<0.0507	<0.0640	-	<0.0438
	Co-58	-	<0.0433	<0.0465	-	<0.0433
	Co-60	<0.0680	<0.0478	<0.0282	-	<0.0282
	Zr-95	<0.0931	<0.0859	<0.121	-	<0.0859
	Ag-110m	<0.0584	<0.0515	<0.0684	-	<0.0515
	I-131	<0.0492	<0.0533	<0.0661	-	<0.0492
	Cs-134	<0.0538	<0.0517	<0.0658	-	<0.0517
	Cs-137	<0.0622	<0.0617	<0.0792	-	<0.0617
	Sr-90	0.0200±0.0080	<0.0105	<0.0143	0.0150	(0.0105~0.0270)
	Zn-65	<0.149	<0.154	<0.207	-	<0.149
	Nb-95	<0.0619	<0.0392	<0.0600	-	<0.0392
	K-40	94±10	87±5	87±8	89	(79~108)
신고리1,2 취수구 (NE, 1.4)	Mn-54	-	<0.118	<0.103	-	<0.103
	Co-58	-	<0.119	<0.103	-	<0.103
	Co-60	-	<0.141	<0.115	-	<0.115
	Zr-95	-	<0.213	<0.183	-	<0.183
	Ag-110m	-	<0.108	<0.0102	-	<0.0102
	I-131	-	<0.183	<0.127	-	<0.127
	Cs-134	-	<0.0971	<0.0746	-	<0.0746
	Cs-137	-	<0.0944	<0.0869	-	<0.0869
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	-	<0.350	<0.308	-	<0.308
	Nb-95	-	<0.119	<0.106	-	<0.106
	K-40	-	88±3	91±9	90	(85~97)

표 2.8-21 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
신고리1,2 배수구 (NE, 2.5)	Mn-54	-	<0.0351	<0.0610	-	<0.0351
	Co-58	-	<0.0553	<0.0191	-	<0.0191
	Co-60	-	<0.0741	<0.0437	-	<0.0437
	Zr-95	-	<0.0994	<0.123	-	<0.0994
	Ag-110m	-	<0.0538	<0.00994	-	<0.00994
	I-131	-	<0.0564	<0.0562	-	<0.0562
	Cs-134	-	<0.0613	<0.0695	-	<0.0613
	Cs-137	-	<0.0620	<0.0601	-	<0.0601
	Sr-90	-	<0.00836	<0.0104	-	<0.00836
	Zn-65	-	<0.134	<0.226	-	<0.134
	Nb-95	-	<0.0587	<0.0529	-	<0.0529
	K-40	-	89±1	87±5	88	(82~94)
송정 (SSW,17.5)	Mn-54	<0.109	<0.112	<0.109	-	<0.109
	Co-58	-	<0.117	<0.123	-	<0.117
	Co-60	<0.131	<0.132	<0.135	-	<0.131
	Zr-95	<0.195	<0.187	<0.216	-	<0.187
	Ag-110m	<0.0977	<0.0985	<0.101	-	<0.0977
	I-131	<0.121	<0.103	<0.153	-	<0.103
	Cs-134	<0.0833	<0.0931	<0.0768	-	<0.0768
	Cs-137	<0.0908	<0.0925	<0.0852	-	<0.0852
	Sr-90	<0.00632	<0.0102	<0.00851	-	<0.00632
	Zn-65	<0.345	<0.322	<0.309	-	<0.309
	Nb-95	<0.115	<0.113	<0.138	-	<0.113
	K-40	91±10	84±11	96±7.0	90	(77~101)

II. 환경 현황

표 2.8-22 해조류(감태)의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
취수구 주변 (WNW, 0.3)	I-131	0.638±0.208	1.21±0.56	0.650±0.438	0.833	(0.258~1.82)
	Mn-54	<0.0322	<0.0333	<0.0218	-	<0.0218
	Co-58	<0.0283	<0.0293	<0.0159	-	<0.0159
	Fe-59	<0.0772	<0.106	<0.0579	-	<0.0579
	Co-60	<0.0488	<0.0372	<0.0196	-	<0.0196
	Nb-95	<0.0343	<0.0350	<0.0219	-	<0.0219
	Zr-95	<0.0577	<0.0711	<0.0383	-	<0.0383
	Ag-110m	<0.0267	<0.0275	<0.0182	-	<0.0182
	Cs-134	<0.0237	<0.0250	<0.0166	-	<0.0166
	Cs-137	0.0734±0.0104	0.0690±0.0153	0.0620±0.0227	0.0680	(0.0337~0.0900)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.0979	<0.113	<0.0526	-	<0.0526
	Ba-140	<0.0451	<0.116	<0.0784	-	<0.0451
	Ce-144	<0.148	<0.144	<0.113	-	<0.113
	K-40	374±77	349±66	328±83	350	(237~462)
#12배수구 (SSE, 0.3)	I-131	0.702±0.278	1.22±0.97	0.680±0.537	0.868	(0.300~1.91)
	Mn-54	<0.0566	<0.0591	<0.0664	-	<0.0566
	Co-58	<0.0588	<0.0606	<0.0658	-	<0.0588
	Fe-59	<0.171	<0.186	<0.190	-	<0.171
	Co-60	<0.0669	<0.0706	<0.0821	-	<0.0669
	Nb-95	<0.0631	<0.0518	<0.0636	-	<0.0518
	Zr-95	<0.106	<0.107	<0.106	-	<0.106
	Ag-110m	<0.0422	<0.0488	<0.0526	-	<0.0422
	Cs-134	<0.0422	<0.0425	<0.0482	-	<0.0422
	Cs-137	0.0596±0.0015	0.0586±0.0004	0.0689±0.0153	0.0620	(0.0581~0.0800)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.187	<0.186	<0.211	-	<0.186
	Ba-140	<0.241	<0.237	<0.233	-	<0.233
	Ce-144	<0.248	<0.262	<0.280	-	<0.248
	K-40	393±119	373±105	355±89	374	(292~477)
#34배수구 (SE, 0.5)	I-131	0.668±0.281	1.29±0.79	0.639±0.499	0.865	(0.191~2.07)
	Mn-54	<0.0352	<0.0287	<0.0294	-	<0.0287
	Co-58	<0.0330	<0.0279	<0.0191	-	<0.0191
	Fe-59	<0.103	<0.0801	<0.0803	-	<0.0801
	Co-60	<0.0438	<0.0373	<0.0278	-	<0.0278
	Nb-95	<0.0259	<0.0316	<0.0298	-	<0.0259
	Zr-95	<0.0618	<0.0412	<0.0523	-	<0.0412
	Ag-110m	<0.0288	<0.0261	<0.0199	-	<0.0199
	Cs-134	<0.0260	<0.0230	<0.0225	-	<0.0225
	Cs-137	0.0906±0.0032	0.0543±0.0142	0.0625±0.0264	0.0690	(0.0343~0.0940)
	Sr-90	<0.0135	<0.00907	<0.0147	-	<0.00907
	Zn-65	<0.106	<0.0857	<0.0953	-	<0.0857
	Ba-140	<0.107	<0.0725	<0.0502	-	<0.0502
	Ce-144	<0.176	<0.128	<0.118	-	<0.118
	K-40	408±65	360±105	311±85	360	(222~470)

표 2.8-22 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
신고리1,2 취수구 (NE, 1.4)	I-131	-	1.44±0.21	1.08±0.25	1.26	(0.842~1.59)
	Mn-54	-	<0.0364	<0.0277	-	<0.0277
	Co-58	-	<0.0319	<0.0282	-	<0.0282
	Fe-59	-	<0.101	<0.0842	-	<0.0842
	Co-60	-	<0.0553	<0.0293	-	<0.0293
	Nb-95	-	<0.0390	<0.0282	-	<0.0282
	Zr-95	-	<0.0605	<0.0511	-	<0.0511
	Ag-110m	-	<0.0317	<0.0245	-	<0.0245
	Cs-134	-	<0.0280	<0.0217	-	<0.0217
	Cs-137	-	0.0631±0.0160	0.0717±0.0217	0.0670	(0.0518~0.0990)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	-	<0.109	<0.0920	-	<0.0920
	Ba-140	-	<0.128	<0.0457	-	<0.0457
	Ce-144	-	<0.158	<0.147	-	<0.147
	K-40	-	300±57	440±27	370	(260~464)
신고리1,2 배수구 (NE, 2.5)	I-131	-	1.59±0.05	1.02±0.26	1.31	(0.842~1.59)
	Mn-54	-	<0.0650	<0.0624	-	<0.0624
	Co-58	-	<0.0621	<0.0607	-	<0.0607
	Fe-59	-	<0.182	<0.183	-	<0.182
	Co-60	-	<0.0765	<0.0786	-	<0.0765
	Nb-95	-	<0.0526	<0.0634	-	<0.0526
	Zr-95	-	<0.112	<0.0973	-	<0.0973
	Ag-110m	-	<0.0537	<0.0521	-	<0.0521
	Cs-134	-	<0.0462	<0.0450	-	<0.0450
	Cs-137	-	0.0518±0.0140	0.0656±0.0115	0.0590	(0.0518~0.0740)
	Sr-90	-	0.0289±0.0086	<0.0182	0.0236	(0.0182~0.0245)
	Zn-65	-	<0.199	<0.205	-	<0.199
	Ba-140	-	<0.241	<0.222	-	<0.222
	Ce-144	-	<0.285	<0.268	-	<0.268
	K-40	-	340±10	422±4	381	(340~424)

II. 환경 현황

표 2.8-22 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
월내 (WNW, 1.5)	I-131	0.723±0.477	0.783±0.139	0.639±0.461	0.715	(0.313~1.06)
	Mn-54	<0.0341	<0.0200	<0.0160	-	<0.0160
	Co-58	<0.0295	<0.0226	<0.0124	-	<0.0124
	Fe-59	<0.0807	<0.0634	<0.0786	-	<0.0634
	Co-60	<0.0434	<0.0171	<0.0313	-	<0.0171
	Nb-95	<0.0345	<0.0252	<0.0274	-	<0.0252
	Zr-95	<0.0652	<0.0443	<0.0386	-	<0.0386
	Ag-110m	<0.0280	<0.0210	<0.0228	-	<0.0210
	Cs-134	<0.0254	<0.0194	<0.0195	-	<0.0194
	Cs-137	0.0702±0.0101	0.0655±0.0170	0.0579±0.0181	0.0650	(0.0451~0.0780)
	Sr-90	-	-	-	-	-
	Zn-65	<0.107	<0.0713	<0.0843	-	<0.0713
	Ba-140	<0.129	<0.0797	<0.107	-	<0.0797
	Ce-144	<0.182	<0.135	<0.138	-	<0.135
	K-40	420±123	326±85	332±21	359	(266~507)
송정 (SSW, 17.5)	I-131	1.52±2.00	1.81±0.11	4.42±2.41	2.58	(0.107~6.12)
	Mn-54	<0.0282	<0.0192	<0.0221	-	<0.0192
	Co-58	<0.0244	<0.0171	<0.0212	-	<0.0171
	Fe-59	<0.0651	<0.0568	<0.0605	-	<0.0568
	Co-60	<0.0497	<0.0290	<0.0241	-	<0.0241
	Nb-95	<0.0211	<0.0250	<0.0254	-	<0.0211
	Zr-95	<0.0509	<0.0410	<0.0381	-	<0.0381
	Ag-110m	<0.0234	<0.0200	<0.0210	-	<0.0200
	Cs-134	<0.0208	<0.0178	<0.0191	-	<0.0178
	Cs-137	0.0711±0.0317	0.0634±0.0159	0.0514±0.0170	0.0620	(0.0394~0.0940)
	Sr-90	<0.0147	<0.0133	<0.0163	-	<0.0133
	Zn-65	<0.0725	<0.0632	<0.0658	-	<0.0632
	Ba-140	<0.0122	<0.102	<0.0357	-	<0.0122
	Ce-144	<0.147	<0.135	<0.126	-	<0.126
	K-40	399±51	323±111	335±16	352	(244~435)

표 2.8-23 저서생물(불가사리)의 방사능 분석결과

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
취수구 주변 (WNW, 0.3)	Mn-54	<0.0793	<0.0489	<0.058	-	<0.0489
	Co-58	<0.0825	<0.0533	<0.0722	-	<0.0533
	Fe-59	<0.268	<0.148	<0.211	-	<0.148
	Co-60	<0.0703	<0.0557	<0.0617	-	<0.0557
	Zr-95	<0.149	<0.0928	<0.13	-	<0.0928
	Ag-110m	<0.0751	<0.0437	<0.0523	-	<0.0437
	Cs-134	<0.0624	<0.0411	<0.047	-	<0.0411
	Cs-137	<0.0797	<0.0498	<0.0543	-	<0.0498
	Zn-65	<0.232	<0.136	<0.188	-	<0.136
	Nb-95	<0.115	<0.0579	<0.0911	-	<0.0579
	I-131	<0.549	<0.106	<0.472	-	<0.106
	Ba-140	<0.932	<0.275	<0.757	-	<0.275
	Ce-144	<0.419	<0.27	<0.306	-	<0.27
	K-40	68.8±49.8	43.1±16.7	45.2±0.07	52.4	(31.3~104.0)
#12배수구 (SSE, 0.3)	Mn-54	<0.018	<0.0186	<0.0373	-	<0.018
	Co-58	<0.0225	<0.0232	<0.0407	-	<0.0225
	Fe-59	<0.0591	<0.0607	<0.0825	-	<0.0591
	Co-60	<0.0174	<0.0255	<0.03	-	<0.0174
	Zr-95	<0.0536	<0.0408	<0.0819	-	<0.0408
	Ag-110m	<0.0309	<0.0219	<0.0355	-	<0.0219
	Cs-134	<0.0183	<0.0201	<0.0333	-	<0.0183
	Cs-137	<0.021	<0.0247	<0.0422	-	<0.021
	Zn-65	<0.0449	<0.0555	<0.102	-	<0.0449
	Nb-95	<0.0218	<0.0247	<0.0448	-	<0.0218
	I-131	<0.0456	<0.0195	<0.0535	-	<0.0195
	Ba-140	<0.352	<0.101	<0.159	-	<0.101
	Ce-144	<0.128	<0.15	<0.176	-	<0.128
	K-40	53.0±25.6	44.2±13.3	42.4±2.0	46.5	(31.2~90.7)
#34배수구 (SE, 0.5)	Mn-54	<0.0794	<0.0473	<0.0601	-	<0.0473
	Co-58	<0.1	<0.0473	<0.0721	-	<0.0473
	Fe-59	<0.253	<0.131	<0.187	-	<0.131
	Co-60	<0.0855	<0.0553	<0.0598	-	<0.0553
	Zr-95	<0.162	<0.0882	<0.127	-	<0.0882
	Ag-110m	<0.0733	<0.0437	<0.0542	-	<0.0437
	Cs-134	<0.0678	<0.0383	<0.0503	-	<0.0383
	Cs-137	<0.0845	<0.0473	<0.0562	-	<0.0473
	Zn-65	<0.273	<0.129	<0.154	-	<0.129
	Nb-95	<0.0925	<0.049	<0.0869	-	<0.049
	I-131	<0.544	<0.0694	<0.334	-	<0.0694
	Ba-140	<0.997	<0.207	<0.674	-	<0.207
	Ce-144	<0.394	<0.258	<0.309	-	<0.258
	K-40	63.4±38.5	43.2±16.2	43.8±0.9	50.1	(31.7~90.6)

II. 환경 현황

표 2.8-23 (계 속)

측정지점 (방위, 거리(km))	핵 종	방사능농도(Bq/kg-dry)				
		2007년	2008년	2009년	평균치	정상변동범위 (최소치~최대치)
신고리1,2 취수구 (NE, 1.4)	Mn-54	-	<0.0636	<0.0564	-	<0.0564
	Co-58	-	<0.0744	<0.0645	-	<0.0645
	Fe-59	-	<0.205	<0.169	-	<0.169
	Co-60	-	<0.073	<0.063	-	<0.063
	Zr-95	-	<0.134	<0.113	-	<0.113
	Ag-110m	-	<0.0574	<0.0552	-	<0.0552
	Cs-134	-	<0.0514	<0.0504	-	<0.0504
	Cs-137	-	<0.0598	<0.0578	-	<0.0578
	Zn-65	-	<0.183	<0.171	-	<0.171
	Nb-95	-	<0.0917	<0.0714	-	<0.0714
	I-131	-	<0.582	<0.182	-	<0.182
	Ba-140	-	<0.868	<0.421	-	<0.421
	Ce-144	-	<0.377	<0.305	-	<0.305
	K-40	-	43.6±1.5	43.0±1.1	43.3	(42.2~43.8)
신고리1,2 배수구 (NE, 2.5)	Mn-54	-	<0.0627	<0.0571	-	<0.0571
	Co-58	-	<0.0663	<0.024	-	<0.024
	Fe-59	-	<0.163	<0.0797	-	<0.0797
	Co-60	-	<0.0679	<0.0579	-	<0.0579
	Zr-95	-	<0.129	<0.0938	-	<0.0938
	Ag-110m	-	<0.0579	<0.0426	-	<0.0426
	Cs-134	-	<0.052	<0.0457	-	<0.0457
	Cs-137	-	<0.0609	<0.0467	-	<0.0467
	Zn-65	-	<0.171	<0.134	-	<0.134
	Nb-95	-	<0.0746	<0.0612	-	<0.0612
	I-131	-	<0.107	<0.0687	-	<0.0687
	Ba-140	-	<0.281	<0.2	-	<0.2
	Ce-144	-	<0.361	<0.255	-	<0.255
	K-40	-	47.4±5.0	49.3±2.6	48.3	(31.2~90.7)
송정 (SSW, 17.5)	Mn-54	<0.0177	<0.029	<0.0187	-	<0.0177
	Co-58	<0.0221	<0.03	<0.0283	-	<0.0221
	Fe-59	<0.0582	<0.0593	<0.0611	-	<0.0582
	Co-60	<0.0205	<0.0323	<0.024	-	<0.0205
	Zr-95	<0.0563	<0.0474	<0.0462	-	<0.0462
	Ag-110m	<0.0315	<0.0269	<0.0259	-	<0.0259
	Cs-134	<0.0181	<0.0259	<0.0244	-	<0.0181
	Cs-137	<0.0207	<0.0323	<0.0305	-	<0.0207
	Zn-65	<0.0474	<0.0746	<0.0817	-	<0.0474
	Nb-95	<0.0197	<0.0314	<0.0245	-	<0.0197
	I-131	<0.0446	<0.0288	<0.0414	-	<0.0288
	Ba-140	<0.185	<0.117	<0.122	-	<0.117
	Ce-144	<0.123	<0.2	<0.171	-	<0.123
	K-40	42.1±3.4	59.8±23.1	48.6±7.7	50.1	(39.7~76.1)

발전소의 현황

III

3.1 외 관

3.2 원자로와 증기·전기계통

3.3 연료저장시설

3.4 방사성폐기물처리계통

3.5 방사선원

간지 3장

III. 발전소의 현황

간지 뒷장

3.1 외관

3.1.1 원자로건물

3.1.2 보조건물

3.1.3 터빈건물

3.1.4 취수구조물

3.1.5 복합건물

3.1.6 기 타

3.1 간지

III. 발전소의 현황

간지 뒷장



제 3 장 발전소의 현황

3.1 외 관

신고리 3,4호기는 원자로건물, 보조건물(핵연료취급지역 포함), 터빈건물, 취수구조물 등의 개별시설과 복합건물, 보조보일러 및 자재창고 등의 공유시설로 구성된다. 각 건물의 배치도 및 방사성폐기물 배출지점은 그림 3.1-1과 같다.

3.1.1 원자로건물

원자로건물은 원통형 벽체와 반구형 돔으로 구성되는 내진범주 I급의 콘크리트구조물로 건물의 내측면은 누설방지를 위해 강재 라이너플레이트로 피복된다. 또한, 원자로건물은 원자로, 증기발생기, 원자로 냉각계통, 보조계통 및 공학적안전설비계통을 수용하며 냉각재 상실사고와 같은 가상사고에서도 환경에 대한 방사성물질의 누출을 제한할 수 있도록 설계된다.

3.1.2 보조건물

보조건물은 내진범주 I급 구조물로 전기 및 제어계통지역, 주증기밸브격실, 화학 및 체적제어계통지역, 비상디젤발전기지역 및 핵연료취급지역으로 구성된다. 보조건물의 벽체 및 슬라브는 철근콘크리트 구조물로 구조적 기능 이외에 방사선차폐, 토네이도 및 터빈비산물에 대한 방호 기능을 수행할 수 있도록 설계된다.

3.1.3 터빈건물

터빈건물은 내진범주 II급 구조물로 증기발생기에서 생성된 고온/고압의 증기를 받아 구동되는 고압터빈, 저압터빈, 발전기 및 관련된 보조계통 등을 수용하는 건물이다. 건물 기초 및 지하 전단벽을 포함하는 건물하부는 철근콘크리트 전면기초이며 상부구조물은 브레이싱으로 보강되는 철근뼈대 구조이다.

3.1.4 취수구조물

1차측기기냉각해수 취수구조물은 전면기초 위의 철근콘크리트 전단벽과 격벽구조물이다. 취수구조물 전면에 조성되는 취수조는 펌프가동 및 정지조건과 외해의 파랑에 의한 천이압을 조절하는 기능을 수행하며, 부지 인근해역으로부터 수중 취수된 냉각해수

III. 발전소의 현황

를 취수 구조물까지 냉각수를 이송하는 관로 역할을 한다.

3.1.5 복합건물

복합건물은 기존 표준원전의 방사성폐기물건물과 2개 호기의 출입통제건물의 통합된 내진범주 II급 구조물로 양호기 보조건물 사이에 위치하고 있으며 각각의 건물들과 분리/독립된 기초를 갖는다.

3.1.6 기 타

원자로건물, 보조건물, 복합건물 및 터빈건물에서 발생하는 기체 방출물은 각 건물의 배기계통을 통해 환경으로 방출되고, 복합건물에서 처리된 액체폐기물은 순환수계통(Circulating Water System)과 일차측기기 냉각해수계통(Essential Service Water System)에 사용되는 해수에 희석되어 배수로를 통하여 바다로 방출된다.

폐수처리시설에서는 복수탈염계통 재생폐액, 복수기배수, 증기발생기취출수 폐액 등이 처리되며, 방사선준위가 높은 경우 액체폐기물관리계통으로 이송되어 액체방사성폐기물과 동일한 처리과정을 거친 후 배출허용치 이하인 경우에만 순환수와 함께 바다로 배출된다.



그림 3.1-1 방사성폐기물 배출지점

III. 발전소의 현황

뒷장

3.2 원자로와 증기 · 전기계통

3.2.1 핵증기공급계통

3.2.2 증기 및 동력변환계통

3.2 간지

III. 발전소의 현황

간지 뒷장

3.2 원자로와 증기·전기계통

신고리 3,4호기는 가압경수형 핵증기공급계통으로부터 증기를 공급받아 터빈발전기를 돌림으로써 전기를 발생시킨다.

3.2.1 핵증기공급계통

핵증기공급계통은 원자로의 연쇄 핵분열 반응에 의해 생성된 핵분열에너지를 이용하여 증기를 발생시키므로써 터빈발전기 구동용 증기를 공급하는 역할을 한다. 각 호기의 핵증기공급계통은 가압경수형 원자로, 원자로냉각재계통 및 기타 관련 보조계통으로 구성된다.

원자로는 핵분열에너지를 발생시키는 노심, 노심을 지지하는 노심지지구조물, 제어장치 및 이들을 에워싸고 있는 원자로용기로 구성된다. 원자로용기는 원통형의 용기로서, 밑부분은 반구형이며, 윗덮개는 플랜지로 접속되어 있어 필요시 헤드를 떼어낼 수 있다. 윗덮개 플랜지와 노심 상단 사이에는 원자로냉각재 입구노즐과 출구노즐이 동일 수평면상에 설치되어 있다. 원자로용기 본체는 탄소강으로 제작되며 냉각재와 접촉하는 내면은 스텐레스강으로 라이닝된다.

원전연료는 세라믹 소결체 형태로 된 저농축 이산화우라늄이며, 가압된 ZIRLO 피복관내에 밀봉되어 있다.

원자로 노심은 241개의 연료집합체(PLUS7)와 93개의 제어봉집합체로 구성되어 있으며 각 연료집합체는 16×16 격자배열로서 236개의 연료봉과 가돌리니아(독물질)봉, 지지격자에 용접된 5개의 안내관, 12개의 핵연료봉 지지격자, 상·하단 고정체 및 누름장치로 구성되어 있으며, 외곽 안내관, 지지격자 및 상·하단 고정체가 집합체의 골격을 이루고 있다(그림 3.2-1).

모든 연료집합체는 기계적인 설계에 있어서는 동일하나 농축도는 노심 영역에 따라 다르다. 원전연료봉은 축방향의 움직임을 제한하기 위해 End Fitting으로 지지되며 원전연료봉 사이는 연료집합체의 설계 수명기간동안 원전연료봉 사이의 간격을 유지하고 또한 축방향의 움직임을 제한하기 위해 그리드(Grid)로 지지된다. 원전연료봉은 이산화우라늄(UO_2)을 소결한 원통형 펠릿(Pellet)을 ZIRLO관으로 피복하여 제작한다. 초기 노심의 원전연료 장전량은 우라늄 무게로 103.8 MT이다.

III. 발전소의 현황

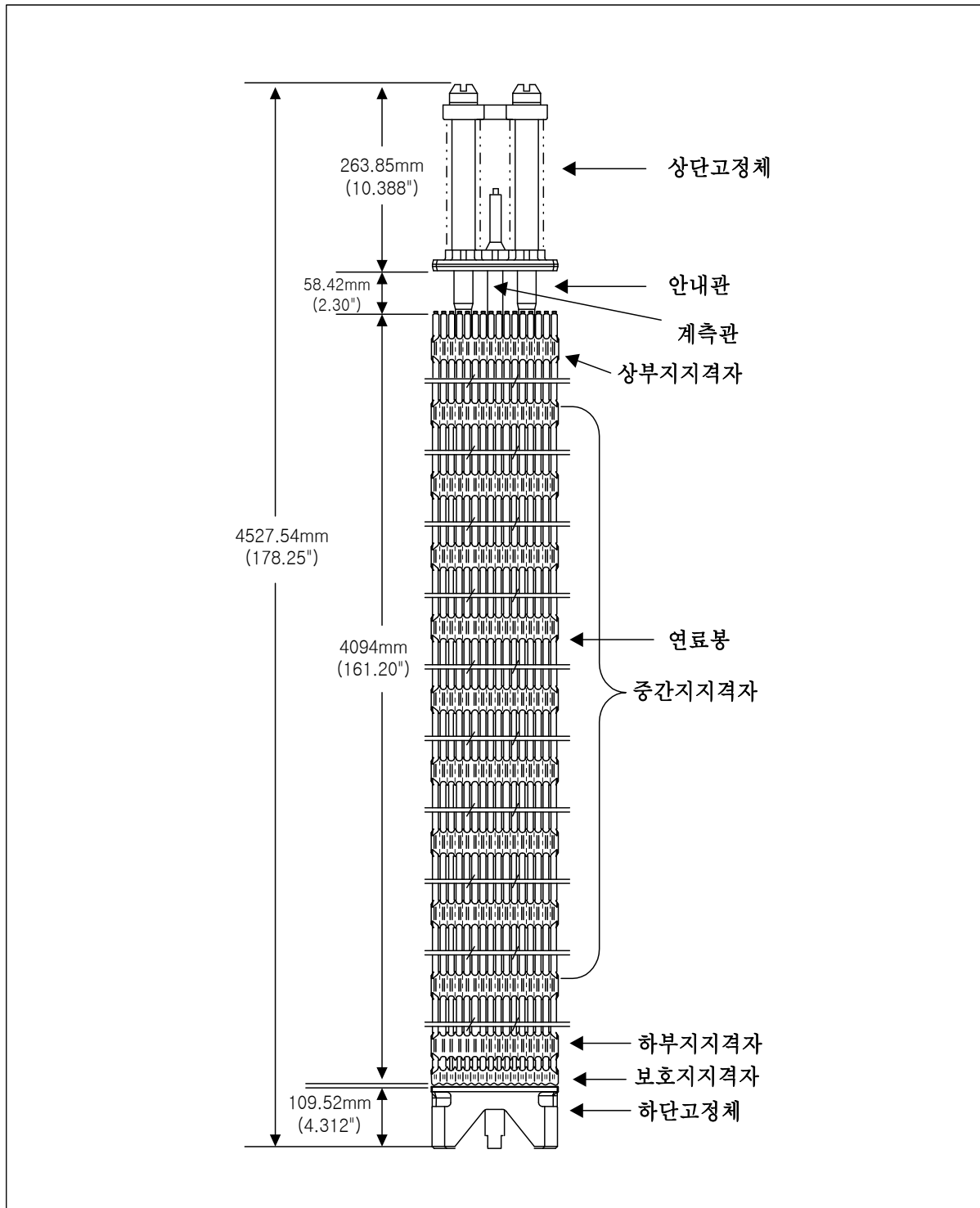


그림 3.2-1 핵연료집합체

원자로의 제어는 중성자를 흡수하는 제어봉집합체 및 원자로냉각재 속에 녹아있는 붕산에 의해 수행된다. 제어봉집합체는 출력조정과 온도변화에 의한 작은 반응도 변화의

제어에 쓰이고 또한 제어봉을 노심 속으로 자유 낙하시키므로써 원자로를 트립(Trip)시킬 수 있다. 봉산은 원자로 운전 정지 시에 원자로냉각재계통내로 첨가되며 기동 시에는 일부 제거된다. 봉산은 또한 노심의 전수명기간에 걸쳐 연료의 소비나 핵분열생성물의 축적 등에 의한 반응도 변화효과를 보상한다.

원자로냉각재계통은 원자로용기에 대칭으로 연결된 2개의 폐쇄 유로로 구성되며 각 유로는 내경이 42인치인 하나의 출구관, 한대의 증기발생기, 내경이 30인치인 두개의 입구관 및 2대의 원자로냉각재펌프로 구성된다.

두 유로중 하나에는 전기가열식 가압기가 연결되며 원자로용기 상부에 4개의 안전주입관이 연결된다. 원자로냉각재계통은 정상시 2,250 psia의 고압으로 가압되어 운전된다. 원자로냉각재는 입구관을 통해 원자로용기의 상부로 들어가서 원자로용기 벽과 노심 배럴(Barrel) 사이를 흘러내려와 다시 노심을 통해 위로 흐른 후 출구관을 통해 원자로용기를 빠져나간다.

원자로용기를 빠져나온 원자로냉각재는 두 대의 수직 U자관 증기발생기의 관측을 흐르면서 핵분열에너지를 주증기계통으로 전달한다. 원자로냉각재펌프는 원자로냉각재를 원자로용기로 되돌려 보낸다.

핵증기공급계통의 정격 열출력은 4,063 MWt이며 노심의 열출력은 3,983 MWt이다. 2대의 증기발생기는 원자로 노심에서 연쇄 핵반응에 의해 발생된 열을 원자로냉각재에 의해 전달받아 터빈발전기 구동용 증기를 발생시킨다. 각 증기발생기는 수직형 U자관 열교환기로 원자로냉각재는 관측으로 흐르며 이차냉각재는 동체측으로 흐른다. 증기발생기에 내장되어 있는 수분분리장치는 정상운전시의 증기의 수분 함유량을 일정한 수준 이하로 제한한다.

4대의 원자로냉각재펌프는 전동기로 구동되는 단단형 원심펌프이며 펌프축은 기계적 밀봉으로 밀봉된다. 펌프의 밀봉상태는 밀봉계통의 온도와 압력 감지장치에 의해 감시된다. 원자로냉각재펌프의 동력공급계통은 정상운전시 원자로 노심냉각에 필요한 유량이 확보되도록 설계된다. 원자로냉각재 유로중 하나의 유로에 연결된 전기가열식 가압기는 정상운전시의 원자로냉각재계통 압력을 유지하고 부하변동시의 압력변동을 제한한다. 또한 계통 천이시는 계통의 압력변동을 설계 범위 내로 유지시킨다. 원자로냉각재계통은 모두 누설이 없는 부품으로 구성되어 있으며 방사능이 계통 밖으로 누출되지 않도록 설계된다.

가능성이 매우 희박한 냉각재 상실사고시에는 4개의 안전주입 펌프에 의해 안전주입

III. 발전소의 현황

계통의 붕산수가 원자로냉각재계통내로 주입된다. 이렇게 함으로써 사고시 노심의 손상과 핵분열생성물의 유출을 막고 적절한 원자로 정지 여유도를 보장한다.

그 외의 보조계통으로는 원자로냉각재계통의 붕소 농도를 포함한 화학조건과 냉각재의 순도를 유지하고 원자로냉각재 온도의 변화로 인한 원자로냉각재의 체적을 조절하는 화학 및 체적제어계통과 원자로 정지시 붕괴열을 제거하는 정지냉각계통 등이 있다. 핵증기공급계통의 개략도는 그림 3.2-2와 같다.

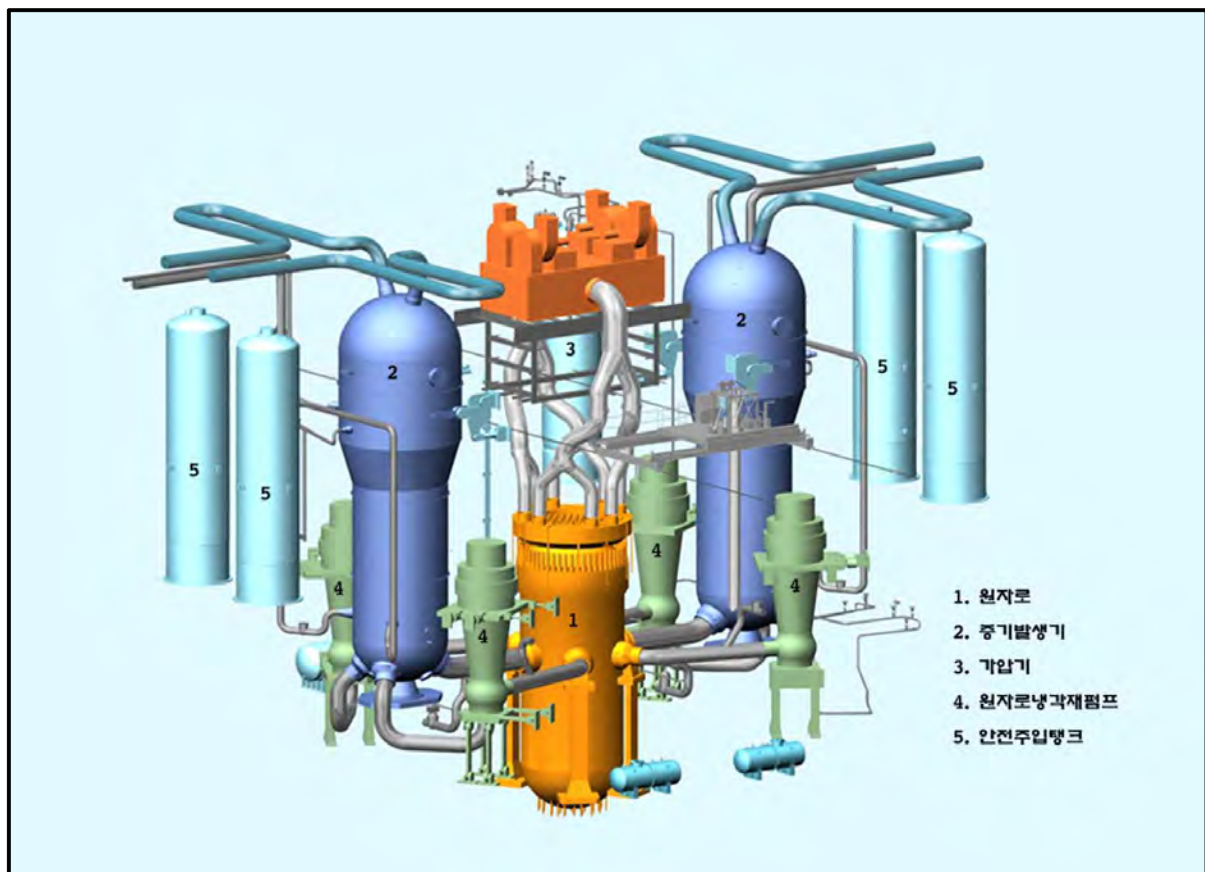


그림 3.2-2 핵증기공급계통

3.2.2 증기 및 동력변환계통

신고리 3,4호기의 증기 및 동력변환계통은 터빈발전기와 그와 연관된 복수 및 급수계통으로 구성된다. 증기 및 동력변환계통은 원자로의 핵분열에너지를 증기발생기를 통해 전달받아 터빈에 의해 기계에너지로 바꾼 후 발전기를 통해 전기에너지로 변환시킨다.

터빈발전기는 최종단 블레이드의 길이가 43인치인 1,800 rpm, 6배기구, 탠덤-컴파운드

(Tandem-Compound)형이며, 1대의 고압터빈과 3대의 저압터빈으로 구성된다. 터빈발전기의 정격전기 출력은 1,455 MWe이다. 핵증기공급계통의 증기발생기로부터 공급된 증기는 주증기계통에 의해 축밀봉계통, 주급수 및 보조급수펌프 구동용 터빈, 공기추출기 등의 각종 보조 기기와 증기공급의 주목적인 주터빈이나 재열기로 공급된다.

2대의 증기발생기로부터 생성된 증기는 정지밸브와 조속밸브를 거쳐 고압터빈으로 들어간다. 고압터빈으로의 증기유입량은 조속밸브에 의해 제어되며 긴급시에는 그 전단에 있는 급속작동의 정지밸브에 의해 차단된다.

고압터빈에서 배기된 증기는 2대의 습분분리 재열기를 거치면서 수분이 제거되고 2단계로 재열된 후 3대의 저압터빈으로 들어간다. 고압추기증기가 1단계 재열용 에너지를 공급하며 주증기가 2단계 재열용 에너지를 공급한다. 저압터빈은 3대의 복수기로 증기를 배기하며 팽창된 증기는 이곳에서 응축된다. 비응축기체는 진공펌프에 의해 복수기로부터 제거되며 대기로 배기된다. 증기가 가지고 있는 열은 복수기에서 순환수로 전달된다.

복수기는 저압터빈 배기 플랜지에 팽창연결부로 연결되어 있는 대형 열교환기이다. 복수기는 또한 큰 부하 감발시 터빈 우회계통의 열흡수부로서의 역할도 한다.

터빈 증기우회계통은 정격 증기유량의 55%를 복수기로 우회할 수 있다. 따라서 터빈이나 원자로의 운전정지없이 큰 부하변동을 흡수할 수 있다.

순환수계통은 터빈사이클에서 방출되는 열을 제거하기 위해 복수기로 냉각수를 연속적으로 공급한다. 순환수계통은 동해의 해수를 수직형 순환수 펌프에 의해 복수기로 보낸 후 다시 바다로 내보낸다.

복수기에서 응축된 복수는 복수의 적절한 화학적 조건을 만족시키기 위해 3대의 복수 펌프에 의해 복수 탈염계통으로 보내져 처리된 후 3열로 구성된 3단계의 저압 급수가열기에서 가열된다. 가열된 복수는 다시 탈기급수가열기로 보내지며 여기서 더욱 가열되고 탈기된다. 탈기된 복수는 중력에 의해 탈기기 저장탱크로 배수된다. 급수는 탈기기 저장탱크로부터 3열로 구성된 2단계의 급수펌프에 의해 3열로 구성된 3단계의 고압급수가열기로 보내져 마지막으로 가열된 후 증기발생기로 보내어진다. 급수가열기로 공급되는 증기는 고압 및 저압터빈으로부터 추가된다. 고압급수가열기와 습분분리 재열기로부터 배수된 물은 재사용을 위해 탈기급수 가열기로 보내지며 저압급수가열기로부터 배수된 물은 복수기로 보내진다.

증기 및 동력변환계통의 개략도는 그림 3.2-3과 같다.

III. 발전소의 현황

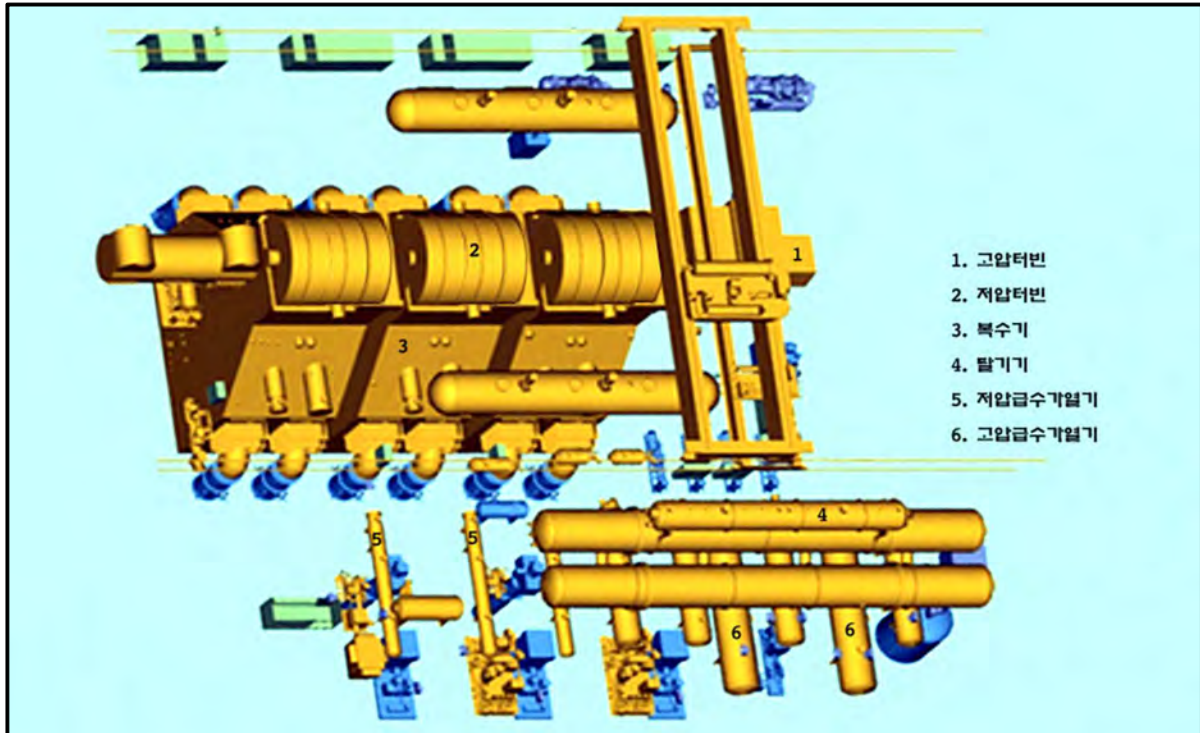


그림 3.2-3 증기 및 동력 변환계통

3.3 연료저장시설

3.3.1 연료저장시설

3.3.2 사용후연료 저장조 냉각 및 정화계통

3.3.3 핵연료취급지역 공기조화계통

3.3. 감지

III. 발전소의 현황

간지 뒷장



3.3 연료저장시설

3.3.1 연료저장시설

연료저장시설은 신연료 저장시설, 사용후연료 저장시설, 연료재장전수조 및 연료 이송수로로 구성된다. 연료 재장전수조 및 연료 이송수로에는 연료 재장전 작업시에만 봉산수로 채워지며, 사용후연료 저장조 지역은 항상 봉산수로 채워져 있어 작업자들의 접근이 가능하도록 되어 있다. 이들 두 지역은 이송관(Transfer Tube)에 의해 연결되어 있고 이 이송관을 통하여 수중 연료 이송설비가 연료를 운반한다.

신연료집합체는 보통, 연료 재장전 작업이 시작되기 직전에 현장으로 옮겨진다. 현장에서 신연료집합체를 인수검사 후 신연료 저장조에 저장한다. 연료집합체 취급운전은 물속을 통하여 취급상황을 육안으로 볼 수 있으며, 또한 물은 사용후연료의 잔열을 제거시켜 줄뿐만 아니라, 방사선 차폐역할을 한다.

사용후연료는 원자로에서 인출된 후 영구저장시설이나 재처리시설로의 이송을 위하여 이송 용기(Shipping Cask)에 넣어질 때까지 수중에서 취급된다.

연료 이송관을 통하여 사용후연료 저장조로 옮겨진 연료집합체는 저장조 크레인(Bridge Crane)에 달려있는 연료 취급기기에 의해 사용후연료 저장대(Storage Rack)에 저장된다.

가. 신연료 저장시설

신연료 저장시설은 신연료저장조와 신연료 저장대(Storage Rack)로 구성된다. 신연료 저장조에서는 신연료집합체를 건조한 상태로 저장할 수 있도록 설계한다. 신연료 저장조는 보조건물내의 핵연료 취급구역 내에 위치한다.

신연료 저장대는 저장셀간 일정 간격을 유지하여 신연료가 미임계 상태를 유지하도록 설계되어 있다. 저장대중 신 연료 집합체와 접촉하는 부위는 폴림처리한 오스테나이트계 스텐레스강으로 제작하며 저장대 지지구조물은 탄소강으로 제작한다. 신연료 저장대는 연료 취급시 연료 집합체의 낙하에 의한 충격하중을 견딜 수 있으며 낙하된 집합체는 저장격자 틈 사이로 끼이지 않도록 설계한다.

신연료 저장구역에는 방사선감시계통을 설치하여 작업자의 방사선피폭을 방지할 수 있도록 한다.

III. 발전소의 현황

나. 사용후연료 저장시설

사용후연료 저장조는 철근콘크리트 구조물로서 내부벽 및 바닥은 스텐레스강 판으로 피복된다. 또한 저장조에는 사고로 인하여 냉각수가 배수되는 것을 방지하기 위하여 어떠한 배수구도 설치하지 않으며 냉각흡입구의 높이를 연료상부의 적정 위치에 설치한다. 사용후연료는 저장조를 채운 4,000 ~ 4,400 ppm의 붕산수내에 저장된다. 저장조에는 20년분의 사용후연료가 저장될 수 있다.

사용후연료 저장조 바닥에는 사용후연료를 저장할 수 있는 조밀 저장대(High Density Storage Rack)가 설치되어 있다.

사용후연료 저장대는 오스테나이트계 스텐레스강과 중성자 흡수체로 되어 있으며 내식성이 좋아 붕산수내에서 잘 견딜 수 있다. 사용후연료 저장대 구조는 연료 교체작업시 집합체의 낙하에 의한 충격하중을 견딜 수 있으며, 인접한 저장격자 틈 사이로 연료가 끼이지 않도록 설계한다.

사용후연료 저장대는 연료가 미임계상태로 유지될 수 있도록 설계되며, 작업자보호를 위해 저장용수에 의해 사용후연료에서 나오는 방사선을 차폐할 수 있도록 설계된다.

사용후연료 저장조에는 수위계측장치가 설치되어 있어 만일 수위가 일정수위 이하로 떨어지면 주제어실에 경보가 울리도록 설계된다. 또, 이 구역에는 사용후연료 취급시 발생할 수 있는 방사선감시기를 설치하여 방사선으로부터 작업자를 보호할 수 있도록 한다.

다. 연료 재장전수조(Refueling Pool)

연료 재장전수조는 철근콘크리트 구조물로서 연료 재장전 작업시 붕산수로 채워져 수조를 형성한다. 이 수조는 연료 운반도중 작업자들의 방사선 피폭선량을 제한치 이하로 유지시킬 수 있는 충분한 높이까지 붕산수로 채워진다.

연료 재장전수조에는 충분한 공간이 마련되어 있어 원자로 상부 안내구조물(Upper Guide Structure) 및 여러 가지 연료 취급기기들을 설치할 수 있다.

라. 연료 이송수로(Fuel Transfer Canal)

연료 이송수로는 연료 재장전수조로부터 보조건물까지 연장되어 있는 연료 이동 통로이다. 이 수로에는 연료 재장전수조와 같은 높이까지 콘크리트 차폐벽이 설치되어 있다.

이 연료 이송수로는 연료 수송관과 연결되며 이 관을 통하여 연료 집합체가 원자로건

물에서 보조건물내의 핵연료취급구역으로 운반된다. 연료 재장전 기간 이외에는 수송관은 원자로건물 건전성(Integrity)을 유지할 수 있도록 연료 재장전 수조 쪽은 블라인드 플랜지(Blind Flange)로 봉하고 사용후연료 저장조쪽은 밸브로 막아 원자로건물로부터의 기체 및 액체 누출을 막는다.

3.3.2 사용후연료 저장조 냉각 및 정화계통

사용후연료 저장조 냉각 및 정화계통은 원자로로부터 옮겨진 사용후연료에 의해 생성되는 붕괴열을 제거하여 저장조의 수온을 설계 값 이하로 유지시키며 저장조 및 연료 이송수로의 물로부터 불순물 및 방사성물질을 제거하여 냉각수를 청결하게 유지시키기 위한 계통이다.

본 계통에 대한 기기 설계값과 연료교체기간중 사용후연료 저장조의 최대 예상방사능도는 표 3.3-1~2에 제시하였으며, 계통의 흐름도와 배관 및 계장도는 각각 그림 3.3-1 및 부록그림 3.3-1과 같다.

가. 계통설명

사용후연료 저장조 냉각 및 정화계통은 사용후연료 저장조 냉각계통과 사용후연료 저장조 정화계통으로 구성된다.

1) 사용후연료 저장조 냉각계통

사용후연료 저장조 냉각계통은 원자로로부터 방출된 사용후연료에 의해 생성되는 붕괴열을 제거시킬 수 있도록 각각 100% 용량을 갖고 있는 두개의 냉각회로로 구성되며 각 냉각회로는 수평원심펌프, 판형 열교환기, 밸브, 배관 및 운전상 필요한 계측 제어설비 등으로 구성되어 있다.

본 계통은 1회 배출 노심과 이전에 배출되어 누적 저장된 사용후연료로부터 발생하는 붕괴열을 제거하여 저장조의 수온이 정상시 60℃(140°F) 이하로 유지되도록 한다. 동 계통의 정상운전기간에는 한 대의 사용후연료 저장조 냉각펌프(Spent Fuel Pool Cooling Pump)가 저장조로부터 물을 흡입하여 냉각 열교환기를 거친 다음 다시 저장조로 보낸다.

III. 발전소의 현황

표 3.3-1 사용후연료 저장조 냉각 및 정화계통 기기 설계 값

1. 사용후연료저장조 냉각펌프	
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
2. 사용후연료저장조 냉각열교환기	
■	■
■	■
■	■
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

표 3.3-1 (계 속)

3. 사용후연료저장조 정화펌프	
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
4. 사용후연료저장조 정화여과기	
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
5. 사용후연료저장조 정화탈염기	
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
6. 사용후연료저장조 탈염기여과기	
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■

III. 발전소의 현황

표 3.3-2 사용후연료 저장조의 예상 방사능농도

핵 종	방사능농도 (Bq/g)	핵 종	방사능농도 (Bq/g)
H-3	1.1E+04	Te-129m	5.5E-02
N-16	0.0E+00	Te-129	0.0E+00
Kr-85m	1.3E-01	I-131	1.2E+01
Kr-85	5.8E+02	Te-131m	1.5E-01
Kr-87	6.7E-09	Te-131	0.0E+00
Kr-88	4.9E-03	Te-132	3.4E-01
Xe-131m	4.0E+02	I-132	1.1E-04
Xe-133m	2.2E+01	I-133	9.8E+00
Xe-133	1.1E+03	I-134	0.0E+00
Xe-135m	0.0E+00	Cs-134	7.0E+00
Xe-135	2.1E+01	I-135	8.4E-01
Xe-137	0.0E+00	Cs-136	4.7E-01
Xe-138	0.0E+00	Cs-137	1.1E+01
Br-84	0.0E+00	Ba-140	3.5E+00
Rb-88	0.0E+00	La-140	3.5E+00
Sr-89	4.4E-02	Ce-141	4.4E-02
Sr-90	1.9E-02	Ce-143	3.3E-01
Sr-91	1.2E-02	Ce-144	2.9E+00
Y-91m	0.0E+00	Na-24	1.8E+00
Y-91	2.6E-02	Cr-51	9.0E-01
Y-93	2.4E-01	Mn-54	1.2E+00
Zr-95	1.3E-01	Fe-55	1.5E+00
Nb-95	8.3E-02	Fe-59	9.3E-02
Tc-99m	8.9E-03	Co-58	1.6E+00
Mo-99	1.2E+00	Co-60	7.3E-01
Ru-103	2.3E+00	Zn-65	3.4E-01
Ru-106	7.6E+01	W-187	2.1E-01
Ag-110m	8.9E-01	Np-239	3.8E-01

자료 : 신고리 3,4호기 Radiation Design Guide, Table C.1-3, Rev. 1, 3/26/2008.

냉각펌프의 흡입관은 연료집합체보다 충분히 높은 위치에서 저장조 벽을 관통한다. 싸이폰 현상에 의해 냉각수가 배수되는 것을 방지하기 위하여 각 배출 배관에는 싸이폰 방지를 위한 설비가 마련된다.

2) 사용후연료 저장조 정화계통

사용후연료 저장조 정화계통은 원심형 펌프, 여과기, 탈염기 및 후단여과기로 구성되어 있다.

본 계통은 사용후연료 저장조의 물을 정화시켜 저장조 수면 상부에서의 방사선량률이 0.025 mSv/hr 이하가 되도록 한다.

본 계통의 탈염기는 이온성 부식생성물 및 핵분열생성물을 제거시켜 주고 여과기는 탈염기 입구에 설치되어 이물질 입자들을 제거하며 후단여과기는 탈염기로부터 빠져나오는 미세 수지입자들을 제거한다.

탈염기의 폐수지(Spent Resin)는 폐기물처리계통의 폐수지 저장탱크(Spent Resin Storage Tank)로 보내 처리한다.

동 계통은 저장조의 정화뿐만 아니라 연료 재장전수조 및 원자로건물내 재장전수탱크(In-containment Refueling Water Storage Tank)를 정화시킬 수 있는 능력도 갖고 있다. 또한, 사용후연료 저장조 및 연료 재장전수조 수면에는 스키머(Skimmer)가 정화계통에 연결되어 있어 수면에 떠 있는 부유 물질을 제거한다.

나. 계통운전

1) 정상운전

가) 사용후연료 저장조 냉각계통

사용후연료 저장조 냉각계통의 정상운전은 필요시 수동으로 운전된다. 이 계통은 저장조의 수온이 60℃(140°F)이하로 유지되도록 운전되며, 정상운전시에는 하나의 냉각유로만 운전된다.

연료재장전 작업기간중 사용후연료 저장조 냉각계통은 사용후연료 저장조에 옮겨진 사용후연료에 의해 생성되는 붕괴열을 제거하는데 사용된다. 붕산수는 붕산수저장탱크로부터 붕산수 보충펌프를 통해 공급되어 붕소가 추가되며 이는 운전원의 수동조작에 의해 이루어진다.

정상시 증발 등으로 인한 저장조 냉각수 보충은 탈염수이송 및 저장계통으로부터 이

III. 발전소의 현황

루어진다. 비상시에는 내진범주 I급에 따라 설계된 보조급수 저장탱크로부터 보충수를 공급받으며 이들 배관에는 수동작동밸브가 설치되어 있다. 사용후연료 저장조의 수위는 주제어실에 지시된다.

나) 사용후연료 저장조 정화계통

사용후연료 저장조 정화계통은 필요할 경우 수동으로 운전된다. 동 계통은 사용후연료 저장조 및 연료 재장전수조의 이온화 부식생성물 및 핵분열생성물을 제거하며 저장조 물의 투명도를 유지시켜 준다.

각 저장조의 냉각수는 사용후연료 저장조 정화 펌프로 흡입되고 필터, 이온교환기, 후단여과기 등을 거쳐 정화된 후 다시 각 저장조로 되돌아온다.

사용후연료 집합체를 사용후연료 저장조로 옮기고 난 후, 연료 재장전수조에 연결된 정화회로는 수동조작에 의해 차단되며 사용후연료 저장조의 정화가 시작된다. 이러한 운전전환은 연료재장전 작업도중에도 할 수 있으며 사용후연료 저장조 및 연료 재장전수조의 수질조건에 따라 수동으로 할 수 있다.

또한 연료 재장전작업이 완료되어 연료재장전수조의 물을 원자로건물내 재장전탱크로 배수하고 난 후 필요에 따라 사용후연료 저장조 정화회로를 원자로건물내 재장전탱크로 연결하여 재장전수를 정화시킨다.

2) 비정상운전

가) 사용후연료 저장조 냉각계통

비정상운전시 사용후연료 저장조 2개의 다중 냉각계열을 동시 운전하여 120시간이 경과한 전체노심과 480시간이 경과한 1회의 재장전 배출노심 및 이전의 재장전 노심에서 발생하는 붕괴열을 제거하고 저장조의 온도를 60℃(140°F) 이하로 유지한다. 한편, LOCA 사고를 제외하고, 정상 전원이 상실될 경우에는 사용후연료 저장조 냉각펌프를 수동조작으로 예비전원에 연결시켜 냉각기능을 계속적으로 수행하도록 한다.

나) 사용후연료 저장조 정화계통

비정상시 사용후연료 저장조 수온이 60℃(140°F) 이상으로 올라가게 되면 사용후연료 저장조 정화계통은 수동조작으로 운전을 정지시킨다.



그림 3.3-1 사용후 연료저장조 냉각 및 정화계통 계통도

III. 발전소의 현황

3.3.3 핵연료취급지역 공기조화계통

핵연료취급지역 공기조화계통은 정상 또는 핵연료 취급사고시 핵연료취급지역내에 있는 운전원과 기기들에 대해 적합한 환경을 만들어 주며 오염된 공기가 대기중으로 여과되지 않은 상태로 유출되지 않도록 제어하는 역할을 한다. 특히, 핵연료 취급 사고시에는 비상배기계통(Emergency Exhaust System)으로 부유방사능물질을 제거한다.

본 계통의 기기 설계자료는 표 3.3-3과 같으며, 계통의 흐름도와 배관 및 계장도는 각각 그림 3.3-2 및 부록그림 3.3-2와 같다.

가. 계통설명

핵연료취급지역 공기조화계통은 핵연료취급지역 정상 공기조화부속계통과 핵연료취급지역 비상 공기조화부속계통으로 구성된다.

핵연료취급지역 정상 공기조화부속계통은 공기조화기와 공기정화기로 구성된다. 공기조화기는 여과기, 전기가열 코일, 냉수냉각코일, 송풍기 1대와 관련 덕트로 구성된다. 공기정화기는 여과기와 송풍기 1대로 구성된다.

핵연료취급지역 비상 공기조화부속계통은 100 % 용량의 공기정화기 2대로 구성된다. 이 부속계통은 공학적안전설비로서 2개의 공기정화기는 서로 독립된 1E급 전원을 받는다.

각 공기정화기는 습분분리기, 전단여과기, 전기가열코일, 고효율 입자여과기, 활성탄흡착기, 후단여과기, 덕트, 댐퍼 및 관련 계측설비로 구성된다. 사용후핵연료저장조 및 관련 지역은 정상배기 공기정화기를 통해 지속적으로 배기된다. 정상배기공기정화기 정지시 후단에 설치된 격리댐퍼가 자동으로 닫히도록 설계되어 핵연료취급지역의 공기가 외부로 누설되지 않도록 설계된다.

고방사능 신호 감지시 정상배기 공기정화기 트립과 동시에 정상배기 공기정화기 전·후단의 격리댐퍼가 자동으로 차단되며, 비상배기 공기정화기가 자동으로 기동되도록 설계되어 있다. 따라서, 방사성오염 공기가 여과되지 않고 외부로 방출될 가능성이 없으며 6장 핵연료 취급사고시의 방사능 영향 평가 결과 소외피폭 선량요건을 만족한다.

사용후핵연료저장조 냉각 펌프실에는 지역냉방기가 설치된다. 지역냉방기는 냉수냉각코일과 송풍기로 구성되며, 냉수는 필수냉수계통에서 공급된다.

핵연료취급지역은 주변지역에 비해 부압으로 유지된다.

나. 계통운전

1) 정상운전

발전소 정상운전시 지역 밖의 외기를 흡입하여 적절히 정화 및 냉각/가열시켜 핵연료취급지역 환기를 한다.

냉각코일은 냉방용수계통으로부터 냉각수를 공급받아 공기를 냉각시킨다. 지역내의 공기는 송풍기를 통해 대기로 배출된다. 배기유량은 흡입유량보다 약간 크게 하여 핵연료취급지역은 주변지역에 비해 부압으로 유지된다.

2) 비상운전

연료 취급사고시 핵연료취급지역은 고방사능 신호에 의해 정상계통은 정지하고 비상계통이 자동적으로 운전되어 핵연료취급지역내의 공기를 여과시킨 후 대기로 배출한다.

사용후연료저장조 냉각 펌프실에는 지역냉방기가 설치된다. 지역냉방기는 냉수냉각코일과 송풍기로 구성되며, 냉수는 필수냉수계통에서 공급된다.

III. 발전소의 현황

표 3.3-3 핵연료취급지역 공기조화계통 기기 설계 값

1. 핵연료취급지역 정상 급기공기조화기		
수량(호기당)		100 % 1대
형식		흡인형
가. 전단여과기		
형식		교체형 건식
여과재		유리섬유
정격용량 여과기, cmh(cfm)		3,398(2,000)
효율, %		90 이상(전단여과기)
나. 전기가열코일		
수량		1대
형식		전기식
용량, kW		449
다. 냉각코일		
수량		1대
형식		냉수형
용량, kcal/hr(Btu/hr)		68,167(270,508)
라. 송풍기		
수량		100 % 1대
형식		원심형
풍량, cmh(cfm)		42,985(25,300)
전압, mm wg(in wg)		223.5(8.8)
2. 핵연료취급지역 정상 배기공기정화기		
수량(호기당)		100 % 1대
형식		흡인형
가. 전단여과기		
형식		교체형 건식
여과재		유리섬유
정격용량 여과기, cmh(cfm)		3,398(2,000)
효율, %		90 이상(전단여과기)
나. 고효율입자여과기		
형식		A Type
여과재		유리섬유
정격용량 여과기, cmh(cfm)		2,548(1,500)
효율, %(입자경 0.3 μ m 이상)		99.97
다. 송풍기		
수량		100 % 1대
형식		원심형
구동방식		벨트형
풍량, cmh(cfm)		47,657.2(28,050)
전압, mm wg(in wg)		284.48(11.2)

표 3.3-3 (계 속)

3. 핵연료취급지역 비상 배기공기정화기		
수량(호기당)	100 % 2대(계열당 1대)	
형식	흡인형	
가. 습분분리기		
수량	1대	
형식	충돌형	
나. 전기가열코일		
수량	1대	
형식	전기식	
용량, kW	25	
다. 전단여과기		
형식	교체형 건식	
여과재	유리섬유	
정격용량 여과기, cmh(cfm)	3,398(2,000)	
효율, %	90 이상(전단여과기)	
라. 고효율입자여과기		
형식	A Type	
여과재	유리섬유	
정격용량 여과기, cmh(cfm)	2,548(1,500)	
효율, %(입자경 0.3 μ m 이상)	99.97	
마. 공간 전기가열코일		
수량	1대	
형식	핀튜브형	
용량, kW	1	
바. 활성탄흡착기		
형식	단일조합체 고정형	
	충진식(Type III)	
여과재	천연코코넛 열매껍질	
	알갱이	
베드길이 mm(in.)	101.6(4)	
압력강하, mm wg(in wg) max.	48.3(1.9)	
정상운전 압력차, mm wg(in wg)	62.9(2.48)	
사. 후단 여과기		
형식	교체형 건식	
여과재	유리섬유	
정격용량 여과기, cmh(cfm)	3,398(2,000)	
효율, %	95 이상(후단여과기)	
아. 송풍기		
수량	100 % 1대	
형식	원심형	
풍량, cmh(cfm)	8,495(5,000)	
전압, mm wg(in wg)	347.98(13.7)	
동력, kW(hp)	18.5(25)	

III. 발전소의 현황

표 3.3-3 (계 속)

4. 사용후연료저장조 냉각펌프실 지역냉방기		
수	량(호기당)	100 % 1대
형	식	흡인형
가. 냉각코일		
수	량	1대
형	식	냉수형
용	량, kcal/hr(Btu/hr)	26,459.5(105,000)
나. 송풍기		
수	량	100 % 1대
형	식	원심형
풍	량, cmh(cfm)	4,757(2,800)
전	압, mm wg(in wg)	28.9(1.1)



그림 3.3-2 핵연료 취급구역 HVAC 계통

III. 발전소의 현황



3.4 방사성 폐기물처리계통

3.4.1 기체 방사성 폐기물처리계통

3.4.2 액체 방사성 폐기물처리계통

3.4.3 고체 방사성 폐기물처리계통

3.4.4 유출물의 감시

3.4 간지

III. 발전소의 현황

간지 뒷면



3.4 방사성 폐기물처리계통

3.4.1 기체방사성 폐기물처리계통

방사성기체는 발생하는 곳에 따라 다음과 같은 계통들에서 수집, 처리된다.

- 기체방사성 폐기물계통 (Gaseous Radwaste System)
- 복수기진공계통 (Main Condenser Evacuation System)
- 터빈증기밀봉계통 (Turbine Gland Seal System)
- 건물배기계통 (Building Ventilation System)

복수기진공계통, 터빈증기밀봉계통, 건물배기계통에 수집되는 폐기체들은 저준위방사성기체로서 대기중으로 직접 방출되거나 해당건물의 공기조화계통에서 여과, 처리된 후 건물환기계통의 배기구를 통해 대기로 방출된다.

기체방사성폐기물계통은 신고리 3,4호기 공용으로 안전정지지진에 구조적 건전성이 유지될 수 있도록 설계된 복합건물내에 설치되며, 탈기체 처리기기로부터 배기되는 고준위 방사성기체를 수집하여 일정기간 지연, 붕괴시킨 뒤 주변 대기로 방출함으로써 종사자는 물론 인근주민의 방사선피폭을 최소한으로 줄이기 위한 설비이다.

본 절에서는 주로 고준위 방사성기체를 처리하는 기체방사성폐기물계통에 대하여 기술한다.

3.4.1.1 폐기물처리계통

가. 계통설명

기체방사성폐기물계통은 1대의 모관배수탱크, 2대의 폐기체건조기, 1대의 냉각기, 2대의 활성탄보호대, 4대의 활성탄지연대, 1대의 고성능입자여과기 및 밸브와 계측기를 포함한 관련배관으로 구성된다.

각 제습계열은 1대의 폐기체 건조기 및 1대의 활성탄보호대로 구성되어 있다. 활성탄지연대는 방사성 Kr 및 Xe 핵종들을 흡착하여 이들 핵종의 방사능붕괴를 위해 일정기간 보유하는 역할을 한다. 활성탄지연대를 통과한 폐기체는 고효율입자여과기 및 방사선 감시기를 거쳐 방출된다. 방출되는 유량이 소량이거나 없을 때에는 기체방사성폐기물계통 내로의 외부공기 유입을 방지하기 위해 질소를 주입시킨다.

3.4.4절에 기술되어 있는 바와 같이 기체방사성폐기물계통 방출관 및 복합건물 공기조화계통 배기관에는 방사선 감시기가 설치되어 있으며, 복합건물 공기조화계통 배기관의

III. 발전소의 현황

방사선 감시기에서 고방사선 준위가 감지되면 활성탄자연대 방출관의 격리밸브가 자동 폐쇄되도록 연동되어 있다.

나. 계통구성

기체방사성폐기물계통의 흐름도와 배관 및 계장도는 각각 그림 3.4-1 및 부록 그림 3.4-1과 같으며, 기체방사성폐기물계통을 구성하고 있는 주요 기기 사양은 표 3.4-1과 같다.

표 3.4-1 기체방사성폐기물계통 기기 사양

탱크	
기기명 수량 설계용량, ℓ (ft ³) 설계압력, kgf/cm ² (psig) 설계온도, °C(°F)	모관배수탱크 1 566(20) 10.5(150) 93.3(200)
기기명 수량 설계유량, ℓ /min(SCFM) 설계압력, kgf/cm ² (psig) 설계온도, °C(°F)	활성탄보호대(기체방사성폐기물계통 패키지) 2 623(22) 10.5(150) 93.3(200)
기기명 수량 총 활성탄 질량, kg(lbm) 설계유량, ℓ /min(SCFM) 설계압력, kgf/cm ² (psig) 설계온도, °C(°F)	활성탄자연대(기체방사성폐기물계통 패키지) 4 19,051(42,000) 57(2) 10.5(150) 93.3(200)
기기명 수량 설계유량, ℓ /min(SCFM) 설계압력, kgf/cm ² (psig) 설계온도, °C(°F)	고성능입자여과기(기체방사성폐기물계통 패키지) 1 2548(90) 10.5(150) 93.3(200)
열교환기	
기기명 수량 설계유량, ℓ /min(SCFM) 출구온도, °C(°F) 설계압력, kgf/cm ² (psig) 설계온도, °C(°F)	폐기체건조기(기체방사성폐기물계통 패키지) 2 623(22) 7.7(46) 10.5(150) 93.3(200)
기기명 수량 설계용량, kcal/hr(Btu/hr) 유입온도, °C(°F) 배출온도, °C(°F)	냉각기(기체방사성폐기물계통 패키지) 1 100.80(24,000) 11.4(52.5) 5.8(42.5)

3.4.1.2 방사성물질의 처리

가. 계통운전

기체방사성폐기물계통의 주요 유입원은 다음과 같으며 특히 화학 및 체적제어 계통 탈기기는 기체방사성폐기물계통내 주요 수소 발생원이 된다.

- 화학 및 체적제어계통 원자로배수탱크
- 화학 및 체적제어계통 체적제어탱크
- 화학 및 체적제어계통 탈기기
- 화학 및 체적제어계통 기기배수탱크

상기와 같은 유입원으로부터 주성분이 수소와 질소인 폐기체가 유입되며, 기체방사성폐기물계통의 입구모관으로 유입된다. 여기에는 소량의 산소 및 핵분열기체가 포함되어 있다.

발전소 시운전시 기체방사성폐기물계통내에 존재하는 공기를 제거하기 위해 기체방사성폐기물계통과 그 유입원을 질소로 세정한다. 각 유입원, 기체방사성폐기물계통 모관 및 주요 지점에서 수소 및 산소 농도를 감시한다. 기체방사성폐기물 시료 채취반에 설치된 수소 및 산소분석기는 계통내의 시료 채취지점들에서 순차적으로 시료를 채취한다.

임의 지점에서 고산소농도(2%)가 감지되면 방사성폐기물 제어실에 경보가 울리게 되며, 이때 운전원은 산소 유입원을 차단시키거나 질소를 주입 회색시킨다. 고-고 산소 농도 경보는 4%에서 발생하며 주제어실 및 방사성폐기물 제어실에 경보가 울리게 된다. 고-고 산소 농도 경보가 발생하면 기체방사성폐기물계통에 질소가 자동으로 주입된다.

따라서 이러한 폭발방지 설계특성을 갖기 때문에, 기체방사성폐기물계통의 각 기기들 즉, 폐기체수집모관, 활성탄지연대, 건조기, 밸브 및 배관 등은 내부 수소폭발을 견딜 수 있도록 설계할 필요는 없다.

상기의 기체폐기물 발생원에서 생성된 폐기체는 폐기체수집모관으로 유입되며, 폐기체수집모관은 0.5-5.0 psig (0.035 - 0.35 kg/cm²G)의 압력으로 유지된다.

폐기체 수집모관내에 생성된 응축수는 모관배수탱크로 중력에 의해 수집되도록 설계한다. 기체방사성폐기물계통내 유입관에서 생성되는 대부분의 응축수도 모관배수탱크로 중력 배수되며, 모관배수탱크에 수집된 응축수는 액체방사성폐기물계통으로 이송되어 최종 처리된다.

III. 발전소의 현황

유입관을 거친 폐기체는 폐기체건조기로 유입되며, 여기서 폐기체는 이슬점 온도, 7.7℃ 이하로 냉각된다. 폐기체를 처리하는 과정에서 발생하는 응축수는 복합건물 기기배수조로 배수된다. 폐기체건조기를 통과한 폐기체는 약 40℃로 재가열되어, 폐기체내 습분함유량을 측정한 다음 활성탄보호대로 유입된다.

활성탄보호대는 반감기가 짧은 단수명 기체 방사성핵종들을 붕괴시키며, 폐기체에 존재하는 방사성요오드를 흡착하여 붕괴시킨다. 또한 활성탄보호대는 습분으로부터 활성탄지연대를 보호한다. 활성탄보호대 전후단에 습분감지기를 설치하여 습분 흡착상태를 감시하며, 활성탄보호대 및 활성탄지연대에 온도 감지기를 설치하여 열적 이상상태를 감시한다. 활성탄보호대를 통과한 폐기체는 4대의 활성탄지연대를 순차적으로 통과하면서, Kr 및 Xe은 활성탄의 동적 흡착 특성에 의해 지연된다. 지연기간은 폐기체의 평균 유입유량 및 예상발생량을 기준으로 Xe에 대해서는 45일간, Kr에 대해서는 3.5일간 이상 지연하도록 하고 있다.

활성탄지연대를 통과한 폐기체는 고효율입자여과기에서 활성탄 입자를 포함한 입자들이 제거되며, 공기 유입을 방지하기 위해 설치된 역류방지밸브를 통해 배기된다. 고효율입자여과기에는 현장 시험을 위한 시험 배기구가 설치된다. 역류방지밸브를 통과한 폐기체는 외부로 방출되기 전 복합건물 배기공기와 혼합되어 희석된다. 복합건물 공기조화계통을 거쳐 배기되기 전 고방사선 준위를 감지하거나 방출 유량이 적을 경우, 기체방사성폐기물계통 방출관 격리밸브는 자동적으로 닫히게 된다.

방출관 격리밸브 후단부에서의 폐기체 유량을 측정하여, 배기 유량이 적거나 없는 경우 배기관으로 외부 공기가 유입되지 않도록 질소를 주입하게 된다. 복합건물 공기조화계통 배기관에서의 배기 유량은 배기 공기내 수소농도가 수소연소농도 제한치보다 낮은 1% 미만으로 유지되도록 한다. 폐기체에 대해서는 복합건물 공기조화계통 배기관으로 배기되기 전에 방사능과 수소 및 산소농도를 연속적으로 분석하며, 압력, 유량 및 방출총 방사능에 관한 사항을 기록한다.

기체방사성폐기물계통으로부터의 방사성핵종 최대 방출률 및 방출량은 소외선량평가지침서에서 규정하고 있는 한도를 따른다. 활성탄지연대를 통해 복합건물 배기구로 배출되는 배기량을 제어하므로써 원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”에서 제시하고 있는 방출한도를 초과하지 않도록 하는 한편, 10 CFR 50, 부록 I의 ALARA 지침을 만족하도록 한다.

배기계통의 수소농도를 증가시키는 주요 유입원은 탈기기에 의해 처리된 액체를 저장

하는 체적제어탱크이다. 그러나 탈기기의 처리효율이 99.9%로 매우 높으며, 또한 체적제어탱크의 기체부 최대압력이 낮음을 고려하면, 본 계통으로 유입될 수 있는 최대 수소농도는 약 0.44%로 계산되며 이 값은 공기중의 수소연소농도 제한치보다 충분히 낮은 값이다.

그 이외의 잠재적인 수소기체 유입원은 기기폐액탱크와 화학폐액탱크이나, 이들 탱크 내용물에는 단지 소량의 용존수소가 함유되어 있다. 이들 탱크에 저장되는 주요 용존수소 유입원은 원자로냉각재계통 누설물 및 시료채취물로서 이들 유입원은 각 탱크로 유입되는 동안에 압력이 대기압으로 감압되면서, 함유되어 있는 용존수소의 대부분이 방출되고, 또한 용존수소를 함유하지 않은 다른 배수와 섞이며 희석된다.

따라서, 기기폐액탱크 및 화학폐액탱크의 내용물은 대기압에서 극히 소량의 용존수소를 함유하게 되며, 또한 대기압 탱크이므로 이들 탱크의 기체부 공간에는 수소기체가 축적되지 않는다.

나. 방사성물질의 방출

본 절에서는 정상운전시 발전소 한 호기에서 방출되는 기체방사능의 예상 방출량을 기술한다.

1) 방출지점

기체방사성물질은 기체방사성폐기물계통과 보조건물, 터빈건물, 원자로건물, 핵연료취급지역 및 복합건물 등의 배기구를 통해 직접 환경으로 배출된다. 기체방사성폐기물계통의 배출은 복합건물의 배기구를 통해 이루어지므로 기체 방사성물질의 방출지점은 각 건물의 배기구이다. 한편, 기체방사성폐기물계통으로 유입되는 기체의 주요 발생원별 연간 발생량 및 유량은 표 3.4-2와 같다.

2) 예상 배출량

기체방사성폐기물계통 및 각 건물 배기계통을 통해 배기되는 방사성 기체의 예상 방출량은 정상운전시 핵연료손상률을 기준으로 계산한다. 배출량 계산은 PWR-GALE (Rev.1) 전산코드로 수행하며, 정상운전시 단일 호기의 예상 방출량을 계산하기 위한 전산프로그램 입력자료로 사용되는 변수들은 표 3.4-3에 제시되어 있다. 기체폐기물계통과 각 건물의 배기계통으로 방출되는 예상 폐기물 방출량은 표 3.4-4와 같다.

III. 발전소의 현황

표 3.4-2 기체방사성폐기물계통으로 유입되는 기체의 주요 발생원별 유량 및 연간 발생량

발생원	발생기체	연간 발생량 m ³ (std ft ³)	최대 유량 ¹⁾ ℓ/min (scfm)	연간 유량 ℓ/min (scfm)
체적제어탱크	H ₂	70.75 (2,500)		0.17 (0.006)
	N ₂	17.26 (610)	622 (22)	0.06 (0.002)
	O ₂	1.83 (65)		4.53E-03(1.6E-04)
화학 및 체적제어 계통 탈기기 ²⁾	H ₂	4018.6 (142,000)		9.57 (0.338)
	N ₂	83.49 (2,950)	566 (20)	0.2 (0.007)
	O ₂	1.13 (40)		2.69E-03 (9.5E-05)
원자로배수탱크	H ₂	0		0 (0)
	N ₂	219.58 (7,759)	622 (22)	0.57 (0.02)
	O ₂	0		0 (0)
기기배수탱크	H ₂	0		0 (0)
	N ₂	54.93 (1,940)	566 (20)	0.14 (0.005)
	O ₂	0		0 (0)

주 1) : 최대 유량은 지속적인 운전 수치는 아님

2) : 탈기기로부터의 수치는 지속적인 탈기를 가정한 값으로부터 산출된 것임

표 3.4-3 PWR-GALE 전산프로그램에 입력된 변수값

1) 원자로형	PWR
2) 열출력(MWt)	3,983.0
3) 1차측 계통의 냉각재량, kg(10^3 lb)	300,000(661.3)
4) 1차측 냉각재 유출률, ℓ /min(gpm)	302.83(80.0)
5) 양이온탈염기를 통한 유출률, ℓ /min	0.0
6) 증기발생기의 대수	2
7) 총 주증기 유량, 10^6 kg/hr(10^6 lb/hr)	8.15(17.96)
8) 각 증기발생기내 급수량, 10^3 kg(10^3 lb)	98.66(217.5)
9) 증기발생기 취출률, 10^3 kg(10^3 lb/hr) (증기발생기로부터 취출된 2차측 냉각재는 취출계통에서 처리된 후 급수계통으로 재유입됨)	16.29(35.92)
10) 복수탈염기의 재생시간(days)	8.4
11) 급수중 복수탈염기를 통하는 분율	0.1084
12) 화학제어제(shim bleed) 배출률, ℓ /day(gpd)	2,271.3(600.0)
13) 화학제어제(shim bleed) 배출계통의 제염계수 요오드 : 10^5 , 세슘 : 4×10^3 , 기타 핵종 : 10^5	

III. 발전소의 현황

표 3.4-3 (계 속)

14) 화학제어제(shim bleed) 배출계통 -수집시간(days)	200.0
처리시간(days)	2.3
방류율	1.0
15) 기기배수량, ℓ /day(gpd)	946.4(250.0)
1차측 냉각재 방사능농도와의 비	1.0
16) 기기배수 처리에 대한 제염계수	
요오드 : 10^5 , 세슘 : 4×10^3 , 기타 핵종 : 10^5	
17) 기기배수 - 수집시간(days)	200.0
처리시간(days)	2.3
방류율	1.0
18) 청정폐기물 유입량, ℓ /day(gpd)	3,278.2(866.0)
1차측 냉각재 방사능농도와의 비	0.144
19) 청정폐기물 처리에 대한 제염계수	
요오드 : 10^4 , 세슘 : 2×10^3 , 기타 핵종 : 10^4	
20) 청정폐기물 - 수집시간(days)	8.3
처리시간(days)	0.17
방류율	1.0
21) 오염폐기물 유입량, ℓ /day(gpd)	7,321(1,934.0)
1차측 냉각재 방사능농도와의 비	0.065

표 3.4-3 (계 속)

22) 오염폐기물 처리에 대한 제염계수 요오드 : 10^4 , 세슘 : 2×10^3 , 기타 핵종 : 10^4	
23) 오염폐기물 - 수집시간(days)	3.1
처리시간(days)	0.14
방류율	1.0
24) 취출수중 처리되는 분율	1.0
25) 취출수 처리에 대한 제염계수 요오드 : 10^2 , 세슘 : 10, 기타 핵종 : 10^2	
26) 취출수 - 수집시간(days)	0.0
처리시간(days)	0.0
방류율	0.1
27) 복수탈염기 재생수 유량, $10^3 \ell / \text{day} (10^3 \text{ gpd})$	189.3(50.0)
28) 재생수 처리에 대한 제염계수 요오드 : 1.0, 세슘 : 1.0, 기타 핵종 : 1.0	
29) 재생수 - 수집시간(days)	0.0
처리시간(days)	0.0
방류율	1.0
30) 1차측 냉각재의 유출수에 대한 탈기기 미운전 가정.	
31) Xe 핵종에 대한 지연시간(days)	45.0

III. 발전소의 현황

표 3.4-3 (계 속)

32) Kr 핵종에 대한 지연시간(days)	3.5
33) 기체붕괴탱크의 수집시간(days)	0.0
34) 기체방사성폐기물계통 고효율입자여과기(HEPA)의 효율	0.99
35) 핵연료취급지역배기계통 고효율입자여과기(HEPA)의 효율	0.99
36) 보조건물 및 복합건물 배기계통의 여과기 효율 고효율입자여과기(HEPA) 효율 : 0.99, 활성탄흡착기 효율 : 0.90	
37) 원자로건물 자유체적, $10^4 \text{ m}^3 (10^6 \text{ ft}^3)$	8.778(3.1)
38) 원자로건물 대기 정화율	0.0
39) 대용량 배기빈도(number/yr)	0.0
40) 연속적인 소용량 배기시 활성탄흡착기와 고효율입자여과기(HEPA)를 사용하며 배기율은 $42.48 \text{ m}^3/\text{min} (1,500 \text{ scfm})$ 임. 활성탄흡착기 효율 : 0.90, 고효율입자여과기 효율 : 0.99	
41) 2차측 냉각재 취출탱크 배기로 인해 배출되는 요오드 분율	0.0
42) 복수기진공계통에 의해 제거되는 요오드 분율	0.0
43) 세제폐액 처리에 대한 제염계수의 역수	1.0

3.4 방사성폐기물처리계통

표 3.4-4 기체폐기물계통과 각 건물의 배기계통으로 방출되는 예상 방출량
(단위 : Bq/yr)

핵 종	기체폐기물 계통	핵연료취급 지역 배기	원자로건물 배기	보조건물 배기	터빈건물 배기	공기추출기 배기	총방사능
I-131	0.00E+00	2.37E+08	7.03E+08	5.55E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+09
I-132	0.00E+00	9.99E+08	2.52E+09	2.44E+09	5.18E+06	0.00E+00	5.92E+09
I-133	0.00E+00	7.03E+08	1.92E+09	1.74E+09	8.88E+06	0.00E+00	4.44E+09
I-134	0.00E+00	1.63E+09	4.07E+09	4.07E+09	3.70E+06	0.00E+00	9.62E+09
I-135	0.00E+00	1.30E+09	3.29E+09	3.11E+09	1.15E+07	4.44E+06	7.77E+09
Kr-85m	0.00E+00	0.00E+00	2.41E+12	1.11E+11	0.00E+00	7.40E+10	2.59E+12
Kr-85	6.70E+13	0.00E+00	1.15E+14	9.25E+11	0.00E+00	4.44E+11	1.81E+14
Kr-87	0.00E+00	0.00E+00	7.40E+11	1.11E+11	0.00E+00	3.70E+10	8.88E+11
Kr-88	0.00E+00	0.00E+00	2.81E+12	2.22E+11	0.00E+00	1.11E+11	3.15E+12
Xe-131m	3.52E+12	0.00E+00	7.77E+13	6.66E+11	0.00E+00	2.96E+11	8.14E+13
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	4.81E+12	7.40E+10	0.00E+00	0.00E+00	4.81E+12
Xe-133	4.44E+11	0.00E+00	2.29E+14	2.18E+12	0.00E+00	1.04E+12	2.33E+14
Xe-135m	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+11	1.11E+11	0.00E+00	3.70E+10	2.96E+11
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	2.29E+13	6.66E+11	0.00E+00	2.96E+11	2.41E+13
Xe-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	0.00E+00	0.00E+00	1.11E+11	7.40E+10	0.00E+00	3.70E+10	2.22E+11
Cr-51	5.18E+03	6.66E+04	3.40E+06	1.18E+05	0.00E+00	0.00E+00	3.59E+06
Mn-54	7.77E+02	1.11E+05	1.96E+06	2.89E+04	0.00E+00	0.00E+00	2.11E+06
Co-57	0.00E+00	0.00E+00	3.03E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.03E+05
Co-58	3.22E+03	7.77E+06	9.25E+06	7.03E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.78E+07
Co-60	5.18E+03	3.03E+06	9.62E+05	1.89E+05	0.00E+00	0.00E+00	4.07E+06
Fe-59	6.66E+02	0.00E+00	9.99E+05	1.85E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.04E+06
Sr-89	1.63E+04	7.77E+05	4.81E+06	2.78E+05	0.00E+00	0.00E+00	5.92E+06
Sr-90	6.29E+03	2.96E+05	1.92E+06	1.07E+05	0.00E+00	0.00E+00	2.33E+06
Zr-95	1.78E+03	1.33E+03	0.00E+00	3.70E+05	0.00E+00	0.00E+00	3.70E+05
Nb-95	1.37E+03	8.88E+05	6.66E+05	1.11E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.55E+06
Ru-103	1.18E+03	1.41E+04	5.92E+05	8.51E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.29E+05
Ru-106	9.99E+02	2.55E+04	0.00E+00	2.22E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.89E+04
Sb-125	0.00E+00	2.11E+04	0.00E+00	1.44E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.26E+04
Cs-134	1.22E+04	6.29E+05	9.25E+05	2.00E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.78E+06
Cs-136	1.96E+03	0.00E+00	1.18E+06	1.78E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+06
Cs-137	2.85E+04	9.99E+05	2.04E+06	2.66E+05	0.00E+00	0.00E+00	3.33E+06
Ba-140	8.51E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.55E+05
Ce-141	8.14E+02	1.63E+02	4.81E+05	9.62E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.81E+05
기체 폐기물 방출경로를 통한 H-3 총방출량							5.92E+12
기체 폐기물 방출경로를 통한 C-14 총방출량							2.70E+11
원자로건물 배기로 인한 Ar-41 총방출량							1.26E+12

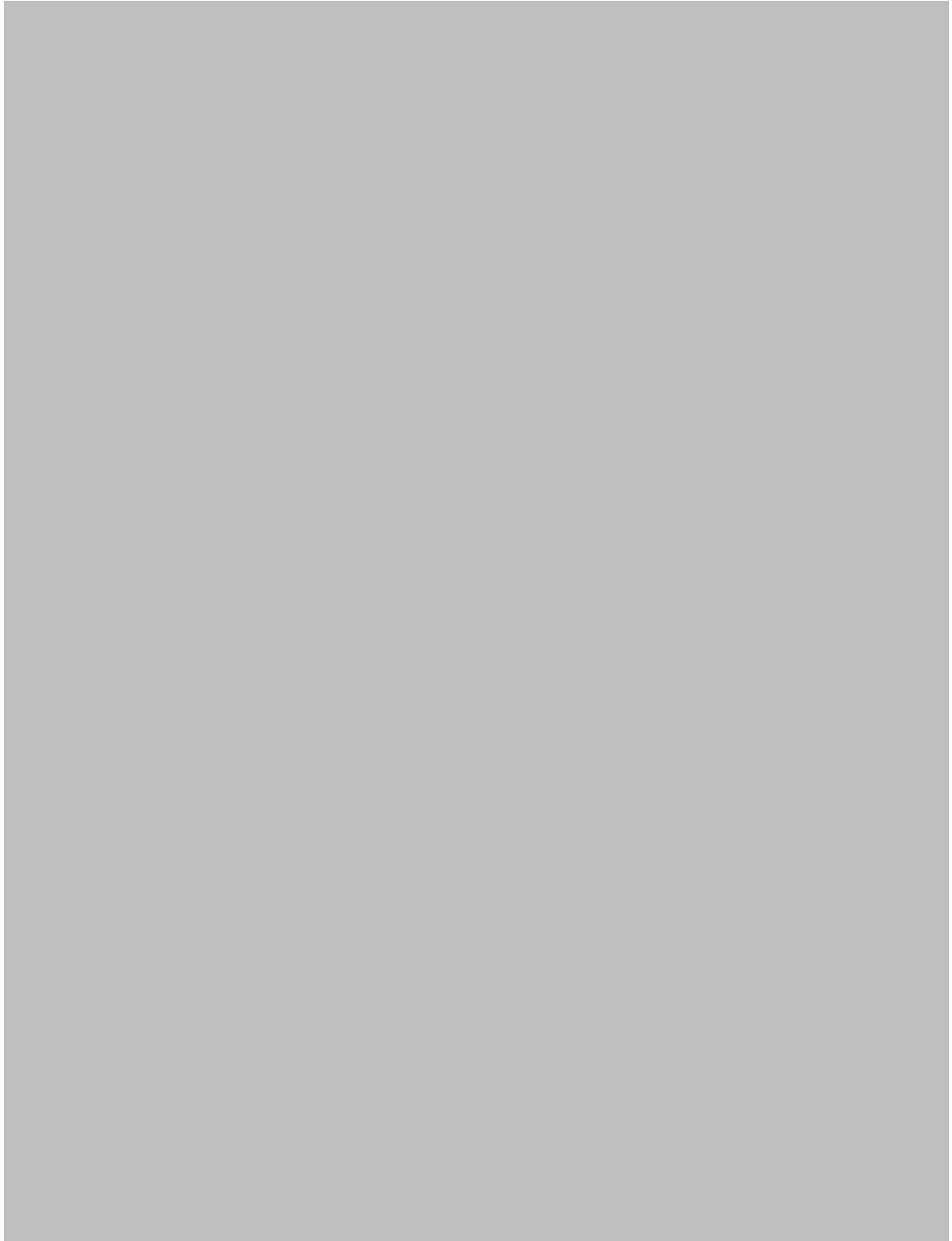


그림 3.4-1 기체방사성폐기물의 공기중 방출경로

3.4.2 액체방사성폐기물처리계통

3.4.2.1 폐기물처리계통

가. 계통설명

액체방사성폐기물처리계통은 신고리 3,4호기 공용으로 설치되어, 양 호기로부터 발생된 액체방사성폐기물을 수집 처리하며 주요 기능은 다음과 같다.

- 방사성 및 오염 가능성이 있는 액체폐기물 수집
- 소외방출 허용농도 이하가 되도록 방사성 폐액을 처리

바닥배수 및 기기폐액은 100% 용량의 역삼투압설비 패키지 두(2) 계열중 한(1) 계열로 이송되어 처리된다. 전처리설비에서 미세한 입자 및 유기성물질이 제거된 전처리 폐액은 역삼투압설비로 이송되어 용존염과 방사성물질이 제거된 투과수가 정화설비로 이송된다. 막분리 공정에서 발생된 농축액은 농축액 처리설비로 이송되어 건조 처리된 뒤, 포장설비를 이용하여 폐기물드럼 (200 ℓ)에 포장되어 복합건물내 폐기물드럼 임시저장구역으로 이송된다.

역삼투압설비에서 방출되는 투과수는 정화설비에서 방사성이온들을 추가 제거하고 수질을 향상시킨 뒤 감시탱크로 이송되며, 감시탱크에서 시료를 채취하여 방사능준위를 측정한 후 순환수 배수로를 통하여 방출하거나 재사용을 위해 계통 사용처로 이송된다. 처리된 폐액이 방출기준 및 수질요건을 만족하지 못할 경우 역삼투압설비 패키지로 재순환하여 처리한다. 처리된 폐액을 소외로 방출하는 경우 방출 폐액내 방사능은 지속적으로 감시된다.

화학폐액은 바닥배수와 같은 경로로 처리한다. 그러나 특수 제염폐액과 같은 화학폐액들이 발생하는 경우 이동식 화학폐기물 처리설비로 처리할 수 있도록 연결용 플랜지가 설치되어 있다.

나. 계통구성

액체방사성폐기물처리계통의 흐름도와 배관 및 계장도는 각각 그림 3.4-2와 부록그림 3.4-2와 같으며, 액체방사성폐기물처리계통에 설치되는 주요설비의 특징과 채원은 표 3.4-5~7과 같다.

III. 발전소의 현황

표 3.4-5 액체방사성폐기물처리계통 주요 펌프의 특징과 제원

펌프명	수량 (양호기)	형식	용량 $\ell/\text{min}(\text{gpm})$	설계압력/온도, $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{C}(\text{psig}/\text{F})$	재질
바닥배수펌프	2	수평 원심형	각 682(180)	11.95/93.3(170/200)	스테인리스강
기기폐액펌프	2	수평 원심형	각 682(180)	11.95/93.3(170/200)	스테인리스강
화학폐액펌프	2	수평 원심형	각 492(130)	11.6/93.3(165/200)	스테인리스강
감시탱크펌프	2	수평 원심형	각 1,249(330)	9.84/65.6(140/150)	스테인리스강
밀봉수펌프	2	수평 원심형	각 227(60)	12.66/65.6(180/150)	스테인리스강
황산배치펌프	1	모노형	19(5)	9.84/65.6(140/150)	인콜로이825
가성소다배치펌프	1	모노형	19(5)	9.84/65.6(140/150)	스테인리스강
화학물질첨가펌프	1	모노형	38(10)	9.84/65.6(140/150)	스테인리스강
방사성세탁계통 배수탱크펌프	2	수평 원심형	568(150)	10.55/93.3(150/200)	스테인리스강

표 3.4-6 액체방사성폐기물처리계통 주요 탱크의 특징과 제원

탱크명	수량 (양호기)	용량 ℓ/min (gpm)	설계압력/온도 $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{C}$ (psig/F)	운전압력/온도 $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{C}$ (psig/F)	재질
바닥배수탱크	2	각 68,137 (18,000)	대기압/93.3 (대기압/200)	대기압/48.9 (대기압/120)	스테인리스강
기기폐액탱크	2	각 68,137 (18,000)	대기압/93.3 (대기압/200)	대기압/48.9 (대기압/120)	스테인리스강
화학폐액탱크	2	각 56,781 (15,000)	대기압/93.3 (대기압/200)	대기압/48.9 (대기압/120)	스테인리스강
감시탱크	2	각 124,919 (33,000)	대기압/93.3 (대기압/200)	대기압/48.9 (대기압/120)	스테인리스강
황산저장탱크	1	1,703(450)	대기압/100 (대기압/212)	대기압/48.9 (대기압/120)	스테인리스강
황산배치탱크	1	189(50)	대기압/100 (대기압/212)	대기압/48.9 (대기압/120)	인콜로이825
가성소다저장탱크	1	1,703(450)	대기압/100 (대기압/212)	대기압/48.9 (대기압/120)	스테인리스강
밀봉수저장탱크	1	1,741(460)	대기압/93.3 (대기압/200)	대기압/48.9 (대기압/120)	스테인리스강
가성소다배치탱크	1	189(50)	대기압/100 (대기압/212)	대기압/48.9 (대기압/120)	스테인리스강
화학물질첨가탱크	1	416(110)	대기압/93.3 (대기압/200)	대기압/48.9 (대기압/120)	스테인리스강
방사성세탁계통 배수탱크	2	22,712(6,000)	대기압/93.3 (대기압/200)	대기압/48.9 (대기압/120)	스테인리스강

표 3.4-7 액체방사성폐기물처리계통 주요 처리설비의 특징과 제원

기기명 수량(양호기) 설계 용량, ℓ/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm ² /℃(psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /℃(psig/°F) 재질	방사성세탁계통 배수여과기 1 189(50) 10.55/93.3(150/200) 4.9/49(70/120) 스테인리스강(A240-304)
기기명 수량(양호기) 설계 용량, ℓ/min(gpm) 설계 처리 유량율, ℓ/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm ² /℃(psig/°F) 재질	역삼투압설비 패키지 100 % 용량 2 계열 227(60) 227(60) 10.55/65.6(70/120) 스테인리스강
기기명 수량(양호기) 형식 튜브 측 - 설계 용량, ℓ/min(gpm) - 열전달 율, kcal/h(Btu/hr) - 설계압력/온도, kg/cm ² /℃(psig/°F) - 최대 온도(입구/출구), ℃(°F) 관 측 - 설계 용량, ℓ/min(gpm) - 열전달 율, kcal/h(Btu/hr) - 설계압력/온도, kg/cm ² /℃(psig/°F) - 최대 온도(입구/출구), ℃(°F) 재질	밀봉수열교환기 1대 관 및 튜브 227(60) $2.5 \times 10^4(1.0 \times 10^5)$ 11.95/93.3(170/200) 40.56/38.6(105/101.7) 369.1(97.5) $2.5 \times 10^4(1.0 \times 10^5)$ 14.1/93.3(200/200) 35/36.2(95/97.1) 스테인리스강(A240-304)

III. 발전소의 현황

표 3.4-7 (계 속)

역삼투압설비 패키지	
기기명 수량(양호기) 용량, ℓ(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질	정밀여과막 모듈탱크 2대 (계열당 1대) 각 15,898(4,200) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/43.3(대기압/110) 스테인레스강(SA240-304L)
기기명 수량(양호기) 용량, ℓ/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질	정밀여과막 모듈 2대 (계열당 1대) 각 246(65) 6.3/65.6(90/150) 2.5/43.3(35/110) PVDF
기기명 수량(양호기) 용량, ℓ(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질	오일제거필터 2대 (계열당 1대) 각 227(60) 10.5/65.6(150/150) 2.5/43.3(35/110) 스테인레스강(SA240-304L)
기기명 수량(양호기) 용량, ℓ(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질	역삼투압설비 공급탱크 2대 (계열당 1대) 각 3,785(1,000) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/43.3(대기압/110) 스테인레스강(SA240-304L)
기기명 수량(양호기) 용량, ℓ(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질	정화설비 공급탱크 2대 (계열당 1대) 각 2,082(550) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/43.3(대기압/110) 스테인레스강(SA240-304L)

표 3.4-7 (계 속)

역삼투압설비 패키지	
기기명 수량(양호기) 용량, ℓ/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질	양이온교환기 2대 (계열당 1대) 각 227(60) 10.5/65.6(150/150) 5.3/43.3(75/110) 스테인레스강(A479-316L)
기기명 수량(양호기) 용량, ℓ/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질	혼상이온교환기 4대 (계열당 2대) 각 227(60) 10.5/65.6(150/150) 5.3/43.3(75/110) 스테인레스강(A479-316L)
기기명 수량(양호기) 용량, L/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질	역삼투압설비 모듈 2대 (계열당 1대) 각 246(65) 42.2/65.5(600/150) 17.6/43.3(250/110) 스테인레스강(304S.S)
기기명 수량(양호기) 용량, ℓ/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질	정밀여과막 펌프 4대 (계열당 2대) 각 246(65) 10.5/65.6(150/150) 2.5/43.3(35/110) 스테인레스강(304S.S)
기기명 수량(양호기) 용량, ℓ/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질	정밀여과막 역세정펌프 2대 (계열당 1대) 각 379(100) 10.5/65.6(150/150) 1.1/43.3(15/110) 스테인레스강(304S.S)

III. 발전소의 현황

표 3.4-7 (계 속)

역삼투압설비 패키지	
기기명	역삼투압설비 공급펌프
수량(양호기)	4대 (계열당 2대)
용량, $\ell/\text{min}(\text{gpm})$	각 246(65)
설계압력/온도, $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{C}(\text{psig}/\text{F})$	21.1/65.5(300/150)
운전압력/온도, $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{C}(\text{psig}/\text{F})$	17.6/43.3(250/110)
재질	스테인레스강(304S.S)
기기명	정화설비 공급펌프
수량(양호기)	2대 (계열당 1대)
용량, $\ell/\text{min}(\text{gpm})$	각 227(60)
설계압력/온도, $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{C}(\text{psig}/\text{F})$	10.5/65.6(150/150)
운전압력/온도, $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{C}(\text{psig}/\text{F})$	5.3/43.3(75/110)
재질	스테인레스강(304S.S)
기기명	농축폐액 저장탱크
수량(양호기)	1대
용량, $\ell(\text{gal})$	14,385(3,800)
설계압력/온도, $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{C}(\text{psig}/\text{F})$	대기압/65.6(대기압/150)
운전압력/온도, $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{C}(\text{psig}/\text{F})$	대기압/43.3(대기압/110)
재질	스테인레스강(A240-TP304L)
기기명	농축폐액 공급펌프
수량(양호기)	1대
용량, $\ell/\text{min}(\text{gpm})$	170(45)
설계압력/온도, $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{C}(\text{psig}/\text{F})$	10.5/65.6(150/150)
운전압력/온도, $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{C}(\text{psig}/\text{F})$	2.1/43.3(30/110)
재질	스테인레스강(304S.S)

3.4.2.2. 방사성 물질의 처리

액체방사성폐기물처리계통은 정상운전중 원자로건물, 핵연료취급지역, 복합건물 및 보조건물로부터 발생된 바닥 및 기기 배수를 분리 수집하여 처리한다. 그러나 증기발생기 전열관 손상으로 2차 계통이 심하게 오염되었을 경우, 본 계통은 터빈건물에서 발생되는 폐액 즉, 기기배수, 바닥배수, 복수탈염기 재생폐액 및 증기발생기취출계통 오염 폐액 등을 처리할 수 있다.

본 계통으로 유입되는 폐액은 그 특성에 따라 3가지 처리계열로 나누어진다. 즉, 바닥배수, 기기폐액, 화학폐액 처리계열로서, 폐액의 분리는 필요한 처리공정에 따라 행해진다.

가. 입력 유량률 및 방사능량

액체방사성폐기물 처리계통에 유입되는 방사성폐액의 발생원, 예상 유입량 및 방사능준위는 표 3.4-8에 요약되어 있다.

나. 액체 폐기물의 종류별 처리방법

1) 바닥배수

정상 운전시 바닥배수탱크에는 핵연료취급지역, 보조건물, 복합건물내 바닥 및 기기 배수와 원자로건물내 바닥 배수들이 수집된다. 또한 복수탈염기 재생폐액과 증기발생기취출계통 오염폐액도 바닥배수탱크에 수집된다.

바닥배수탱크가 만수위 또는 예정수위에 이르게 되면, 탱크내 폐액은 처리되기 시작한다. 바닥배수탱크에 수집된 폐액은 먼저 충분히 재순환시켜 균질하게 섞은 후, 시료채취를 하여 폐액의 화학 및 방사능 특성을 분석한다. 바닥배수탱크에 수집되는 폐액은 대부분 부유물질이 많이 함유되어 있으며, 일반적으로 전기전도도가 높은 폐액이므로, 부유물질을 제거하기 위해 전처리설비로 이송한다.

전처리설비에서 처리된 폐액은 역삼투압설비로 이송되며, 막분리 과정에서 발생된 농축액은 건조처리하여 200 ℓ 드럼에 포장한 후 복합건물내에 있는 폐기물드럼 임시저장 구역으로 운반하여 저장한다. 역삼투압설비에서 처리된 폐액은 정화설비에서 처리하여 방사성핵종을 제거하며, 정화설비에서 처리된 폐액은 최종적으로 감시탱크로 이송된다.

감시탱크에서 수집된 폐액은 시료채취 분석을 통해 재처리가 필요한 경우 역삼투압설비 패키지로 재순환시키고, 환경으로 방출할 수 있을 만큼 충분히 방사능량이 적은 경우

표 3.4-8 액체방사성폐기물처리계통 방사성 폐액 유입량

	유량 L/day(gpd)	방사능 분율	수집탱크	수집시간 (일)	처리시간 (일)	유효 제염계수			방출율
						요오드	Cs, Rb	기타	
화학제어제 방출	2,271.3(600)	1.0	수용탱크	197.6	2.33 ²⁾	1.0E5	4.0E3	1.0E5	1.0
기기배수폐액 - 원자로배수탱크 - 기기배수탱크	946.4(250)	1.0	수용탱크	197.6 ¹⁾	2.33 ²⁾	1.0E5	4.0E3	1.0E5	1.0
청정폐액 - 보조건물 기기누수 - 사용후연료저장조누수	3,278.2(866)	0.144	기기폐액탱크	8.31 ³⁾	0.167 ³⁾	1.0E4	2.0E3	1.0E4	1.0
오염폐액 - 원자로건물 기기누수 - 원자로건물/보조건물 바닥배수 - 복합건물 일차시료배수 - 폐수지장기저장탱크탈수 - 기기제염폐액 - 복합건물 세탁배수 및 인체제염폐액	7,321.0 (1,934)	0.065	화학폐액탱크	3.1 ⁴⁾	0.139 ⁵⁾	1.0E4	2.0E3	1.0E4	1.0
증기발생기 취출수	195,327 (51,600 ⁶⁾)	-	-	-	-	1.0E2	1.0E1	1.0E2	0.1
재생 폐액 ⁷⁾	189,271 (50,000)	⁸⁾	복수탈염 계통 집수정	0.00	0.00	1.0E0	1.0E0	1.0E0	1.0

- 주 : 1) 수용탱크 용량의 40%[0.4×1.590E+6 ℓ (420,000 gal)]와 화학제어제 방출물 및 기기배수폐액 유입량 기준
 2) 수용탱크 용량의 40%[0.4×1.590E+6 ℓ (420,000 gal)]와 설계유량률 189.3 ℓ/min(50 gpm) 기준
 3) 기기폐액탱크 용량의 40%[0.4×6.814E+4×2 ℓ (8,000×2 gal)]와 설계유량률 227.1 ℓ/min(60 gpm) 기준
 4) 화학폐액탱크 용량의 40%[0.4×5.678E+4×2 ℓ (15,000×2 gal)] 기준
 5) 화학폐액탱크 용량의 40%[0.4×5.678E+4×2 ℓ (15,000×2 gal)] 와 설계유량률 227.1 ℓ/min(60 gpm) 기준
 6) 취출계통에 의해 처리되고 복수계통에 재순환되는 취출수 총량
 7) 재생폐액은 처리과정 없이 수집되고 방출된다.
 8) 재생폐액의 방사능은 PWR-GALE 전산프로그램에서 계산된다.

순환배수로를 통해 소외로 방출한다. 처리된 폐액의 방사능량이 충분히 낮고 수질요건을 만족할 경우 액체방사성폐기물처리계통, 고체방사성폐기물처리계통 및 화학체적제어계통의 사용처로 이송한다.

2) 기기폐액

정상 운전중 기기폐액탱크에는 핵연료취급지역, 보조건물 및 복합건물에서 발생하는 전기전도도가 낮은 기기 배수 즉, 기기폐액이 수집된다. 또한 폐수지탱크로부터의 분리수 및 수지 이송수도 기기폐액탱크에 수집된다. 필요시, 기기폐액탱크는 바닥배수탱크의 보조탱크로도 사용될 수 있다.

기기폐액탱크가 만수위가 되거나 또는 예정수위에 도달하게 되면, 기기폐액탱크내 방사성폐액을 처리하기 시작한다. 기기폐액탱크에 수집된 폐액은 먼저 충분히 재순환시켜 균질하게 섞은 후, 시료채취를 하여 폐액의 화학 및 방사능 특성을 분석한 뒤 바닥배수 폐액과 같은 공정으로 처리된다. 기기폐액탱크에 수집된 폐액은 용존고체 함유량이 낮은 폐액이므로 역삼투압설비 패키지 중 일부 구성기기를 우회하여 처리할 수 있다.

3) 화학폐액

화학폐액탱크는 복합건물내 세탁기기 및 방사화학 실험실로부터 발생된 폐액과 제염시설로부터 발생된 폐액을 수집한다. 또한, 화학폐액탱크에는 복수탈염기 재생 폐액과 증기발생기취출계통 오염폐액도 수집될 수 있다.

화학폐액탱크가 만수위 또는 예정 수위에 이를 때, 화학폐액탱크내 폐액을 처리하기 시작한다. 화학폐액탱크에 수집된 화학폐액은 시료채취하여 폐액의 화학 및 방사능 특성을 분석한 뒤 고용존고형물폐액과 같은 공정으로 처리한다. 그러나, 1차측 계통의 화학제염 폐액이 발생했을 경우, 이동식 화학폐액 처리설비를 이용하여 처리할 수 있도록 연결 플랜지가 마련되어 있다.

다. 환경방출

액체방사성폐기물처리계통으로부터 환경으로 방출되는 방사성 물질은 발전소 인근주민의 안전에 영향을 주지 않도록 철저히 통제, 감시된다.

액체 방출물은 감시탱크(Monitor Tank)를 통해서만 환경으로 방출되도록 함으로써 방사성 물질의 임의 환경방출 가능성을 최소화하고 있다. 또한, 방출구에는 방사선 감시

III. 발전소의 현황

기를 설치하여 고준위 방사능이 감지되면 자동으로 방출이 차단되도록 설계되어있다. 그리고 전원상실 등 운전상태를 정상적으로 유지할 수 없는 상황에서도 방출밸브를 통한 폐액의 방출이 불가능하도록 설계된다.

또한, CPS 탈염기재생폐액은 해당 집수조에 수집되어 방사선감시후 폐수종합처리시설로 이송되어 처리되며, 2차계통오염으로 인해 복수탈염계통의 오염이 발생되면 액체방사성폐기물처리계통으로 이송되어 처리된 후 소외로 방출된다.

신고리 3,4호기의 액체폐기물의 연간 예상방출량은 PWR-GALE 전산프로그램으로 계산하였으며, 표 3.4-9에 제시하였다.

표 3.4-9 연간 예상 액체폐기물 방출량

(단위 : TBq/yr)

핵종	방출량	핵종	방출량
Na-24	3.11E-04	Ru-106	8.51E-03
P-32	6.66E-06	Rh-106	8.14E-03
Cr-51	4.44E-04	Ag-110m	1.63E-04
Mn-54	2.85E-04	Ag-110	1.52E-05
Fe-55	3.70E-04	Sb-124	1.59E-05
Fe-59	1.07E-04	Te-129m	1.59E-05
Co-58	7.03E-04	Te-129	1.26E-05
Co-60	5.55E-04	Te-131m	2.37E-05
Ni-63	6.29E-05	Te-131	4.44E-06
Zn-65	4.81E-05	I-131	7.03E-03
W-187	3.00E-05	Te-132	6.66E-05
Np-239	6.66E-05	I-132	3.18E-04
Br-84	1.33E-06	I-133	3.70E-03
Rb-88	1.04E-06	I-134	7.03E-05
Sr-89	1.55E-05	Cs-134	1.15E-03
Sr-90	1.59E-06	I-135	1.63E-03
Y-90	6.66E-07	Cs-136	7.77E-05
Sr-91	3.55E-06	Cs-137	1.55E-03
Y-91m	2.15E-06	Ba-137m	9.25E-04
Y-91	3.70E-06	Ba-140	9.62E-04
Y-93	1.63E-05	La-140	1.26E-03
Zr-95	7.40E-05	Ce-141	2.11E-05
Nb-95	9.62E-05	Ce-143	4.81E-05
Mo-99	2.29E-04	Pr-143	1.33E-05
Tc-99m	2.04E-04	Ce-144	5.18E-04
Ru-103	6.66E-04	Pr-144	3.55E-04
Rh-103m	6.29E-04	H-3	5.29E+01

주) 1개 호기를 기준으로 하여 GALE 전산코드로 계산된 자료임

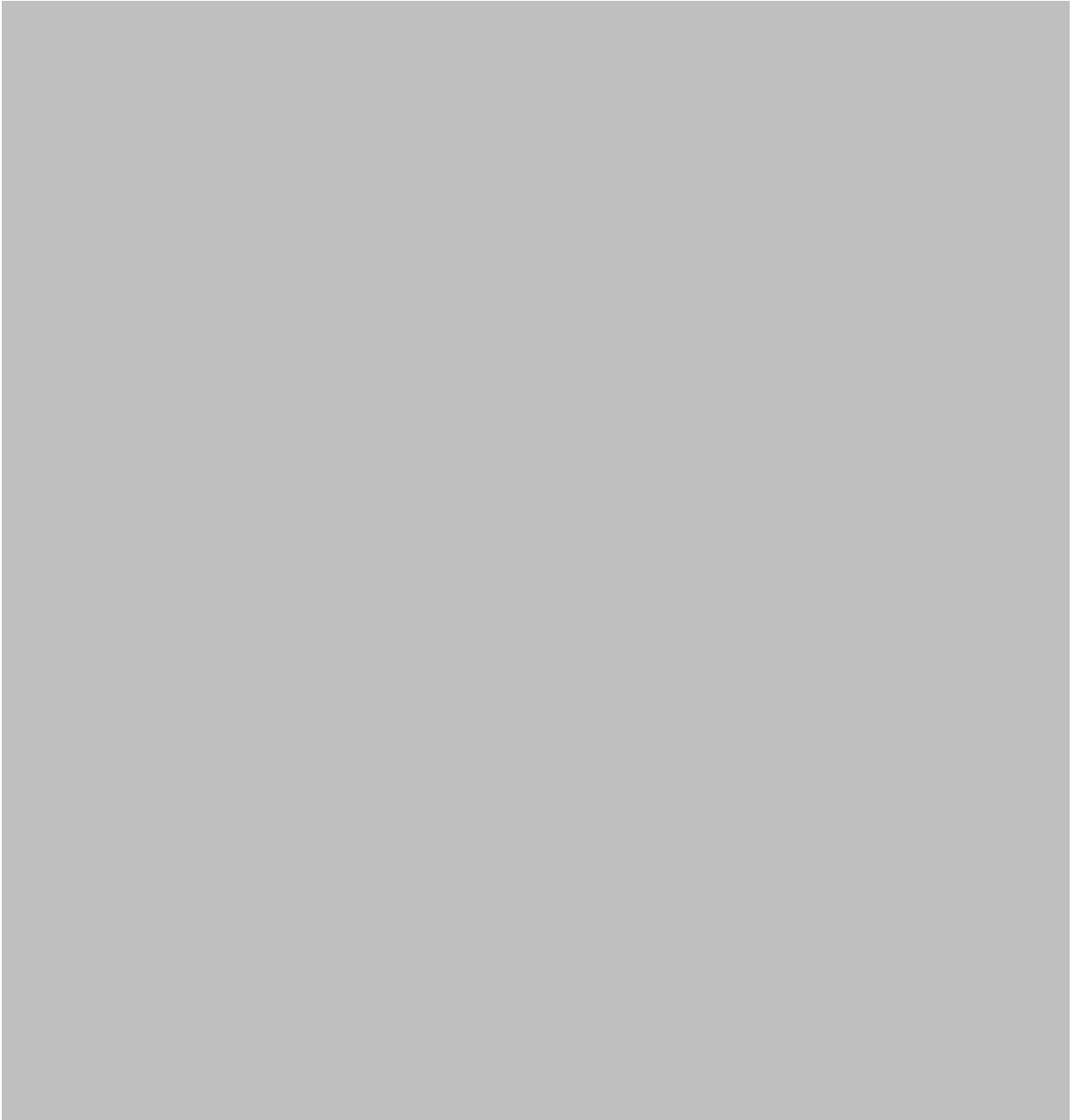


그림 3.4-2 액체방사성 폐기물 처리계통의 공정 흐름도

III. 발전소의 현황

3.4.3 고체방사성폐기물처리계통

3.4.3.1 폐기물처리계통

가. 계통설명

고체방사성폐기물처리계통은 고체폐기물을 수집, 분리, 처리, 시료채취, 감시 및 포장하기 위한 수단을 제공하여 작업자, 일반대중 및 환경을 보호하도록 설계된다. 포장된 폐기물은 부지내 중저준위방사성폐기물 임시저장고 또는 영구처분장으로 이송하기 전에 복합건물 내에 일정기간 저장된다. 고체방사성폐기물관리계통은 허가된 처분장으로 운송하기 전에 일정기간 임시 저장하기 위해 습식폐기물과 건조폐기물을 모두 처리한다. 고체방사성폐기물처리계통은 다음과 같은 부계통으로 구성된다.

- 폐수지 이송 및 저장 부계통
- 여과기 및 막취급 부계통
- 건조폐기물 분류 및 처리 부계통
- 농축폐액처리 부계통
- 폴리머고화처리 부계통

1) 폐수지 이송 및 저장 부계통

본 계통은 사용된 방사성탈염기 및 이온교환기 수지들을 각 용기에서 폐수지탱크까지 이송하여 저장할 수 있도록 설계된다. 이 계통의 주요기기들은 저방사성폐수지탱크 및 폐수지 장기저장탱크이다.

2) 여과기 막취급 부계통

본 계통은 폐여과기 카트리지를, 폐정밀여과막 및 폐역삼투막을 그 본체로부터 분리하여 배수 후 200 ℓ (55 gal) 드럼에 포장되며, 필요시 제염하여 복합건물내 폐기물드럼 임시저장구역으로 운반하여 반출시까지 저장한다.

3) 건조폐기물 분류 및 처리 부계통

본 계통은 분류처리설비에서 방사선 준위에 따라 방사성건조폐기물과 청정쓰레기로 분류한다. 방사성건조폐기물은 고체폐기물압축기로 200 ℓ (55 gal) 드럼내에 압축처리하여 밀봉한 후 폐기물드럼 임시저장구역으로 운반하여 반출시까지 저장한다. 분리

된 방사성건조폐기물은 고체폐기물 압축기에 의해 감용처리되며, 청정쓰레기는 원자력안전위원회 고시 “제2014-003호, 방사성폐기물의 분류 및 자체처분에 관한 규정, 2014.”에 따라 처리된다.

4) 농축폐액처리 부계통

본 계통은 액체방사성폐기물처리계통의 역삼투압설비에서 발생하는 농축폐액을 건조처리한 뒤 폴리머고화처리 부계통에서 폴리머고화처리 후 포장설비를 이용하여 200 ℓ (55 gal) 드럼에 포장한다.

5) 폴리머고화처리 부계통

본 계통은 폐수지를 처리하는 이동식 폐수지폴리머고화설비와 건조된 농축폐액을 처리하는 신고리 3,4호기 전용 고정식 농축폐액폴리머고화설비로 구성된다. 폴리머고화설비는 탈수된 폐수지와 건조된 농축폐액의 공극사이로 폴리머를 주입하여 고화처리하고 포장하며, 포장된 고화폐기물은 부지내 임시저장고 또는 영구 처분장으로 이송될 때까지 복합건물 드럼 저장구역에 저장된다.

나. 계통구성

고체방사성폐기물처리계통의 흐름도와 배관 및 계장도는 각각 그림 3.4-3 및 부록그림 3.4-3과 같으며, 고체방사성폐기물처리계통을 구성하고 있는 주요 기기에 대한 사양은 표 3.4-10과 같다.

3.4.3.2 방사성물질의 처리

본 절에서는 고체 방사성폐기물의 취급, 운반 및 저장 시설에 대한 사항과 출처별 고체 방사성폐기물 예상 발생량 및 방사능량에 대해 설명한다.

가. 고체 방사성폐기물의 취급, 운반 및 저장

방사성폐기물은 200 ℓ (55 gal) 드럼 또는 1,400 ℓ 첼제용기에 포장된다. 포장된 고체방사성폐기물은 복합건물 내 드럼 임시저장구역에 저장하거나 발전소 내 임시 저장고로 운반하여 저장한다. 사용되지 않은 드럼은 복합건물 내의 새 드럼저장구역에 저장한다. 폐기물을 건조, 고화 및 포장 처리한 후 표면선량을 측정하며, 필요한 경우 처분

III. 발전소의 현황

용기를 납으로 차폐된 운반용기(cask)에 넣어 운반할 수 있도록 되어 있다.

사용되지 않은 드럼은 복합건물내의 새 드럼저장구역에 저장한다. 폐기물을 건조 및 포장 처리한 후 표면선량률을 측정하며, 필요한 경우 처분용기를 납으로 차폐된 운반용기(Cask)에 넣어 운반한다.

운전중 오염된 비압축성 대형기기 및 장비 등은 적당한 크기의 용기에 넣어 포장한다.

표 3.4-10 고체방사성폐기물처리시스템의 주요기기 사양

탱크	
기기명 수량(양호기) 용량 재질 설계압력/온도 적용 코드	저방사성폐수지탱크 1대 22.65 m ³ (800 ft ³) 304 스테인리스강 16.17 kg/cm ² (230 psig)/65.6℃(150°F) KEPIC MGB
기기명 수량(양호기) 용량 재질 설계압력/온도 적용 코드	폐수지장기저장탱크 2대 90.2 m ³ (3,185 ft ³) 304 스테인리스강 대기압/65.6℃(150°F) KEPIC MGD
기기명 수량(양호기) 용량 재질 설계압력/온도 적용 코드	신수지탱크 2대 5.68 m ³ (1,500 gal) 304 스테인리스강 16.17 kg/cm ² (230 psig)/65.6℃(150°F) KEPIC MGB
기타	
기기명 수량(양호기) 용량 운전 및 제어방식 재질 적용 코드	브릿지 크레인 1대 10톤 원격, TV 이용 탄소강 제작자 표준
기기명 수량(양호기) 중량 두께 (최소) 납차폐체 두께 (최소) 크기 (L × W × H) 내경 (Φ) 재질 적용 코드	여과기 취급캐스크 2대 7.0톤 185 mm 165 mm 1,400 mm × 1,000 mm × 1,600 mm 381 mm 304 ℓ 스테인리스강(납 차폐) 제작자 표준

표 3.4-10 (계 속)

기기명 수량(양호기) 중량 재질 적용 코드	여과기취급 차폐플러그 2대 3.7톤 304 ℓ 스테인리스강(납 차폐) 제작자 표준
기기명 수량(양호기) 용량 재질 적용 코드	고체폐기물압축기 1대 17.1 kg/cm ² (246.6 psig) 탄소강 제작자 표준
기기명 수량(양호기) 용량 재질 적용 코드	농축폐액처리설비 1대 2.27 m ³ (80 ft ³)/day 304/304 ℓ 스테인리스강 ASME Sec. VIII
기기명 수량(양호기) 용량 재질 적용 코드	농축폐액폴리머고화설비 1대 0.8 m ³ /shift 304/304 ℓ 스테인리스강 제작자 표준
기기명 수량(양호기) 용량 재질 적용 코드	폐수지폴리머고화설비 1대 (신고리 본부 공용) 1.4 m ³ (50 ft ³)/shift 304/304 ℓ 스테인리스강 제작자 표준
기기명 용량 규격 재질 적용 코드	포장 드럼 0.2 m ³ (55 gal) DOT-17 H 탄소강 제작자 표준
기기명 용량 재질 적용 코드	대용량 철제용기 1.4 m ³ (50 ft ³) 탄소강 제작자 표준

III. 발전소의 현황

나. 출처별 고체폐기물 예상 발생량

고체방사성폐기물처리계통으로 유입되는 출처별 폐기물 예상 발생량은 표 3.4-11과 같으며, 고체방사성폐기물처리계통으로 유입되는 폐기물의 예상 방사능량은 표 3.4-12와 같다.

표 3.4-11 고체방사성폐기물처리계통으로 유입되는 폐기물량 및 발생되는 폐기물량
(m³/yr, 양호기 기준)

폐기물 구분	고체방사성폐기물 연간 유입량 및 발생량	
	유 입 량 ⁴⁾	발 생 량
폐여과기 ¹⁾	31.4	31.4
폐막(정밀여과막, 역삼투막) ²⁾	2.3	2.3
폐수지	71.36 ⁵⁾	71.36 ⁷⁾
농축폐액 건조폐기물	12.6 ⁶⁾	12.6 ⁸⁾
기타 건조폐기물 ³⁾ (압축된 폐기물량 기준)	531.22	265.61 ⁹⁾
계	648.88	383.27

- 주 : 1) 고화처리하지 않으므로 선적부피 0.44 ft³/MWe를 기준(시멘트 고화제가 선적부피의 10%를 차지함)의 90%를 적용하여 산출한 폐기물 부피
 : 2) 역삼투압설비 1계열의 100% 가동하는 경우를 기준으로 정밀여과막 40개 및 역삼투막 22개의 교체주기 1년 6개월을 적용하여 산출한 폐기물 부피
 : 3) 선적부피 6.7 ft³/MWe를 기준으로 산출한 폐기물 부피
 : 4) 폐기물 유입량은 “On-Site Alternative for Low Level Radwaste Management.” NUS Corporation, June 21, 1978 에 근거함
 : 5) 시멘트 고화제가 사용되지 않으므로 선적부피 1.8 ft³/MWe를 기준(시멘트 고화제가 선적부피의 50%를 차지함)의 50%를 적용하여 산출한 폐기물 부피
 : 6) 역삼투압설비의 연간 농축폐액 발생량(63 m³)을 기준으로 농축폐액처리설비의 감용비 “5”를 적용하여 산출한 폐기물 부피
 : 7) 폴리머 고화제가 건조된 폐수지의 공극사이를 채우기 때문에 고화처리에 따른 발생량 증가는 없음
 : 8) 폴리머 고화제가 농축폐액 건조폐기물의 공극사이를 채우기 때문에 고화처리에 따른 발생량 증가는 없음
 : 9) 건조 폐기물 처리시 잡고체 분류처리설비의 감용비 “2”를 적용하여 산출한 폐기물 부피

표 3.4-12 고체방사성폐기물처리계통으로 유입되는 폐기물의 예상 방사능량

(단위 : Bq)

핵종	고방사성 폐수지	저방사성 폐수지	고방사성 폐여과기	역삼투압 슬러지
Na-24	2.80E+12	7.51E+09	0.00E+00	9.05E+09
Cr-51	8.44E+12	3.77E+09	7.50E+12	7.04E+08
Mn-54	3.21E+13	2.10E+09	1.14E+13	3.64E+08
Fe-55	3.33E+13	1.59E+09	9.46E+12	2.73E+08
Co-58	3.21E+13	5.88E+09	2.15E+13	1.04E+09
Fe-59	1.32E+12	3.77E+08	1.09E+12	6.82E+07
Co-60	1.60E+13	7.02E+08	4.38E+12	1.21E+08
Zn-65	9.21E+12	6.69E+08	8.11E+08	1.16E+08
Br-84	3.30E+10	1.11E+08	0.00E+00	6.56E+08
Rb-88	1.37E+11	7.38E+08	0.00E+00	4.75E+09
Sr-89	6.81E+11	1.77E+08	0.00E+00	3.18E+07
Y-89m	0.00E+00	1.77E+04	0.00E+00	3.17E+03
Sr-90	3.84E+11	1.59E+07	0.00E+00	2.73E+06
Y-90	0.00E+00	8.80E+06	0.00E+00	9.24E+04
Sr-91	3.68E+10	9.82E+07	0.00E+00	1.71E+08
Y-91m	1.48E+08	6.15E+07	0.00E+00	1.00E+08
Y-91	1.84E+06	1.43E+07	0.00E+00	1.45E+06
Y-93	1.40E+09	4.54E+08	0.00E+00	7.59E+08
Zr-93	0.00E+00	3.83E+00	0.00E+00	1.29E-01
Nb-93m	0.00E+00	6.62E+00	0.00E+00	2.31E-06
Zr-95	2.48E+12	4.97E+08	1.43E+10	8.84E+07
Nb-95m	0.00E+00	4.53E+06	0.00E+00	4.30E+04
Nb-95	9.61E+11	3.80E+08	0.00E+00	6.38E+07
Mo-99	1.72E+12	3.87E+09	0.00E+00	1.40E+09
Tc-99m	1.12E+11	3.61E+09	0.00E+00	1.08E+09
Tc-99	0.00E+00	1.72E+02	0.00E+00	1.52E+00
Ru-103	2.92E+13	9.33E+09	0.00E+00	1.70E+09
Rh-103m	0.00E+00	9.25E+09	0.00E+00	0.00E+00
Ru-106	1.92E+15	1.19E+11	0.00E+00	2.05E+10
Rh-106	0.00E+00	1.19E+11	0.00E+00	0.00E+00

III. 발전소의 현황

표 3.4-12 (계 속)

(단위: Bq)

핵종	고방사성 폐수지	저방사성 폐수지	고방사성 폐여과기	역삼투압 슬러지
Ag-110m	2.36E+13	1.71E+09	0.00E+00	2.96E+08
Ag-110	0.00E+00	2.22E+07	0.00E+00	3.83E+06
Te-129m	6.42E+11	2.34E+08	0.00E+00	4.31E+07
Te-129	1.04E+11	4.51E+08	0.00E+00	1.77E+09
I-129	0.00E+00	3.25E-01	0.00E+00	2.67E-02
Te-131m	1.77E+11	4.73E+08	0.00E+00	3.12E+08
Te-131	1.25E+10	1.24E+08	0.00E+00	3.06E+08
I-131	3.74E+13	4.61E+10	0.00E+00	1.05E+10
Te-132	5.63E+11	1.13E+09	0.00E+00	3.73E+08
I-132	1.89E+12	6.46E+09	0.00E+00	2.33E+10
I-133	1.21E+13	3.23E+10	0.00E+00	2.90E+10
I-134	1.17E+12	3.54E+09	0.00E+00	2.04E+10
Cs-134	1.21E+14	1.01E+10	0.00E+00	1.75E+09
I-135	7.23E+12	1.90E+10	0.00E+00	4.35E+10
Cs-136	7.26E+11	1.02E+09	0.00E+00	2.11E+08
Cs-137	1.98E+14	1.34E+10	0.00E+00	2.32E+09
Ba-137m	0.00E+00	1.25E+10	0.00E+00	2.12E+09
Ba-140	1.64E+13	1.42E+10	0.00E+00	2.93E+09
La-140	4.00E+12	2.04E+10	0.00E+00	5.47E+09
Ce-141	4.80E+11	1.84E+08	0.00E+00	3.40E+07
Ce-143	3.72E+11	9.65E+08	0.00E+00	5.86E+08
Pr-143	0.00E+00	2.34E+08	0.00E+00	0.00E+00
Ce-144	7.61E+13	5.24E+09	0.00E+00	9.07E+08
Pr-144	0.00E+00	5.23E+09	0.00E+00	0.00E+00
W-187	0.00E+00	6.34E+08	0.00E+00	5.09E+08
Np-239	0.00E+00	1.18E+09	0.00E+00	4.76E+08



그림 3.4-3 고체방사성폐기물 처리계통의 흐름도

III. 발전소의 현황

3.4.4 유출물의 감시

원자력발전소에는 정상운전, 예상과도사고 및 가상 사고시 방출되는 방사성물질을 감시, 기록하고 운전원에게 방출물의 방사능준위에 대한 정보를 제공하는 공정 및 유출물 방사선 감시계통이 설치되어 있다.

따라서 동 계통은 시운전시부터 작동하여 배기격리계통과 액체방출 격리계통에 입력치를 제공하며, 원자력법 시행령에 따른 일반인 선량한도, 원자력안전위원회 고시 “제 2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”의 환경상의 위해 방지를 위한 선량제한치에 맞게 환경으로 방출되는 방사능량을 기록할 수 있도록 설계되어 있다.

3.4.4.1 유출물의 배출지점

기체 방출물은 각 건물의 배기계통을 통해 환경으로 방출되고, 액체 방출물은 순환수계통을 통해 바다로 방출된다(3.4.1 기체방사성 폐기물처리계통, 3.4.2 액체방사성 폐기물처리계통 참조).

이러한 모든 배출지점에는 방사선 감시계통이 설치되어 그 결과를 보건물리실과 주 제어실 또는 폐기물건물 제어실로 보내 자동 또는 수동으로 필요한 조치를 취하게 한다. 이와 같은 감시기들로부터 방사능준위 및 기기상태에 대한 정보를 입수하게 되는데 이중 배출지점과 연관되어 감시되는 지점은 다음과 같다.

- 원자로건물/보조건물 통합 배기구
- 터빈건물 배기구
- 핵연료취급지역 배기구
- 복합건물 배기구

3.4.4.2 감시기기

공정 및 유출물 방사선 감시계통은 기체방사성 감시계통과 액체방사성 감시계통으로 이루어지며 처리되거나 방출되는 방사성 물질을 감시한다. 신고리 3,4호기에 설치되는 기체 및 액체 공정 방사선 감시기는 표 3.4-13~14와 같다.

기체방사성 감시계통의 감시기기는 스킴드에 설치된 기체시료 채취기, 현장제어반, 기체시료관, 배수관 및 계기 퍼지관으로 구성되며, 기체시료 채취기에는 방사선 계측기, 기체시료 유량조절장치 및 진공펌프 장치가 들어 있다. 감시기의 특성에 따라 기체시료 복

귀관 및 기체시료의 유량을 측정하는 계기가 부착되어 있다.

액체방사성 감시계통의 감시기기는 스킴에 설치된 액체시료 채취기, 현장제어반, 액체시료 유입 및 유출관, 배수관, 그래프시료 채취관으로 구성되며 시료채취기에는 방사선 계측기와 유량조절기가 들어 있다. 감시기의 특성에 따라 발전소 냉각수 유입 및 유출관과 액체시료의 유량을 측정하는 계기가 부착되어 있다.

이들 방사선 감시기기에 대한 상세 도면은 부록그림 3.4-4와 같다.

3.4.4.3 시료채취

가. 기체유출물

발전소로부터 부지 경계 외부로 방출되는 기체유출물의 방사성물질 농도는 원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”의 별표 3에 명시된 농도이하가 되어야 한다.

부지경계 외부로 방출되는 기체유출물의 방사성물질 농도가 상기 농도 한도를 초과하는 경우, 즉시 그 농도를 상기 제한치 이내로 복구시켜야 한다.

기체 방사성 유출물은 표 3.4-15의 시료채취 및 분석 계획에 따라 시료를 채취하고 분석한다.

나. 액체유출물

발전소 각 호기로부터 부지경계 외부로 방출되는 용존 불활성 기체를 제외한 액체유출물의 방사성물질 농도는 원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”의 별표 3에 명시된 농도 이하가 되어야 한다.

부지경계 외부로 방출되는 액체유출물의 방사성물질 농도가 상기 농도 한도를 초과하는 경우, 즉시 상기 제한농도 이하가 되도록 조치하여야 한다.

액체방사성폐기물은 표 3.4-16의 시료채취 및 분석 계획에 따라 시료를 채취하고 분석한다.

표 3.4-13 기체 공정 및 유출물 방사선감시계통

설치장소	기기번호	측정 채널형태	감시기 ¹⁾ 형태	측정 방사능	측정범위 (Bq/cc)	설정치 ²⁾ (Bq/cc)		기능 및 비고
						경고	경보	
고에너지 배관지역 공기조화계통 유출물 (오프라인)	761-RE-006	공기입자	Sampler	-	-	-	-	· 분석
		요오드	Sampler	-	-	-	-	
고에너지 배관지역배기 공기정화기 입구 (오프라인)	761-RE-007	공기입자	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-07 \sim 3.7\text{E}-01$	$2.50\text{E}-03$	$8.33\text{E}-03$	· 지시 및 경보 (주제어실)
		요오드	γ Scintillator	I-131 γ	$3.7\text{E}-07 \sim 3.7\text{E}-01$	$1.65\text{E}-02$	$5.50\text{E}-02$	
		기체	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-02 \sim 3.7\text{E}+07$	1.65	5.49	
보조건물 제한구역 I, II 공기정화계통 유출물 (오프라인)	761-RE-013 761-RE-014	공기입자	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-10 \sim 3.7\text{E}-01$	$5.92\text{E}-04$	$1.97\text{E}-03$	· 지시 및 경보 (주제어실)
		요오드	γ Scintillator	I-131 γ	$3.7\text{E}-10 \sim 3.7\text{E}-01$	$3.92\text{E}-03$	$1.31\text{E}-02$	
		기체	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-02 \sim 3.7\text{E}+07$	$3.89\text{E}-01$	1.30	
보조건물 제한구역 I, II 공기정화계통배기 유출물(오프라인)	761-RE-015 761-RE-016	공기입자	Sampler	-	-	-	-	· 분석
		요오드	Sampler	-	-	-	-	
원자로건물 폐지계통 유출물(오프라인)	761-RE-037	공기입자	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-07 \sim 3.7\text{E}+06$	$1.43\text{E}-02$ ($3.98\text{E}-04$)	$4.78\text{E}-02$ ($1.33\text{E}-03$)	· 지시 및 경보 (주제어실) · 원자로건물 배기 팬 정지
		요오드	γ Scintillator	I-131 γ	$3.7\text{E}-07 \sim 3.7\text{E}+06$	$8.75\text{E}-02$ ($2.43\text{E}-03$)	$2.92\text{E}-01$ ($8.10\text{E}-03$)	
		기체	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-02 \sim 3.7\text{E}+09$	$3.60\text{E}+01$ ($9.99\text{E}-01$)	$1.20\text{E}+02$ (3.33)	
원자로건물 공기 (오프라인)	761-RE-039A 761-RE-040A	공기입자	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-05 \sim 3.7\text{E}+01$	$7.11\text{E}-05$	$1.42\text{E}-04$	· 지시 및 경보 (주제어실) · 누설감지
		요오드	γ Scintillator	I-131 γ	$3.7\text{E}-05 \sim 3.7\text{E}+01$	$2.89\text{E}-03$	$8.00\text{E}-03$	
		기체	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-02 \sim 3.7\text{E}+05$	$2.53\text{E}+01$	$5.06\text{E}+01$	
핵연료취급지역 공기조화계통 유출물(오프라인)	761-RE-043	공기입자	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-07 \sim 3.7\text{E}-01$	$8.06\text{E}-04$	$2.69\text{E}-03$	· 지시 (주제어실) · 댐퍼 폐쇄 · 비상 배기 팬 기동
		요오드	γ Scintillator	I-131 γ	$3.7\text{E}-07 \sim 3.7\text{E}-01$	$5.15\text{E}-03$	$1.72\text{E}-02$	
		기체	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-2 \sim 3.7\text{E}+06$	$5.29\text{E}-01$	1.76	

표 3.4-13 (계 속)

설치장소	기기번호	측정 채널형태	감시기 ¹⁾ 형태	측정 방사능	측정범위 (Bq/cc)	설정치 ²⁾ (Bq/cc)		기능 및 비고
						경고	경보	
복수기진공펌프배기 유출물(오프라인)	761-RE-063	공기입자	Sampler	-	-	-	-	· 분석 · 지시 및 경보 (주제어실) · 밸브 개폐 · 복수기 오버보 · 펌프 정지
		요오드	Sampler	-	-	-	-	
		기체	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-02 \sim 3.7\text{E}+03$	3.85	$1.28\text{E}+01$	
주제어실 공기흡입구 (인라인)	761-RE-071A 761-RE-072B 761-RE-073A 761-RE-074B	기체	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-02 \sim 3.7\text{E}+03$	$5.36\text{E}-02$	$5.36\text{E}-01$	· 지시 및 경보 (주제어실) · 주제어실 비상환기 작동신호
기체방사성 폐기물계통 배기(오프라인)	0-761-RE-080	기체	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}+01 \sim 3.7\text{E}+06$	$3.65\text{E}+04$	$1.22\text{E}+05$	· 지시(주제어실)
복합건물 공기조화계통 유출물(오프라인)	0-761-RE-082	공기입자	Sampler	-	-	-	-	· 분석
		요오드	Sampler	-	-	-	-	
복합건물 배기 공기정화기 입구 (오프라인)	0-761-RE-083	공기입자	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-07 \sim 3.7\text{E}-01$	$4.82\text{E}-04$	$1.61\text{E}-03$	· 지시 및 경보 (주제어실) · 팬 및 밸브 폐쇄
		요오드	γ Scintillator	I-131 γ	$3.7\text{E}-07 \sim 3.7\text{E}-01$	$4.14\text{E}-03$	$1.38\text{E}-02$	
		기체	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-02 \sim 3.7\text{E}+06$	$1.12\text{E}+01$	$3.72\text{E}+01$	
복합건물 오염기기 공작실 공기정화기 출구 (오프라인)	0-761-RE-084	공기입자	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-07 \sim 3.7\text{E}-01$	$1.25\text{E}-02$	$4.16\text{E}-02$	· 지시 (주제어실)
		요오드	γ Scintillator	I-131 γ	$3.7\text{E}-07 \sim 3.7\text{E}-01$	$8.24\text{E}-02$	$2.75\text{E}-01$	
		기체	β Scintillator	Gross β	$3.7\text{E}-02 \sim 3.7\text{E}+07$	8.24	$2.75\text{E}+01$	

주 : 1) 측정용 감지기 유형 및 교정핵종

공기입자 Gross β : Cs-137 β 섬광검출기

요오드 γ : Ba-133 γ 섬광검출기

기체 Gross β : Kr-85 β 섬광검출기

2) 경고/경보 설정치는 정상운전시를 기준으로 한 값이며, 괄호안의 값은 핵연료 재장전 작업시의 설정값임.

표 3.4-14 액체 공정 및 유출물 방사선감시계통

설치장소	기기번호	감시범위(Bq/cc)	설정치(Bq/cc)		기능 및 비고
		Gross γ	경고	경보	
CVCS 유출배관(인라인)	451-RE-204	3.7~3.7E+06			· 경보(주제어실)
CVCS 탈기 유출구(인라인)	451-RE-265	3.7~3.7E+05			· 경보(주제어실)
응축수 회수탱크 (오프라인)	761-RE-103	3.7E-02~3.7E+03	3.70E-02	3.25E-01	· 지시 (주제어실) · 그랜드밀봉 수집탱크격리밸브 폐쇄 및 저용존 고 · 형물탱크 격리밸브 개방 · 시료채취펌프정지 · 펌프정지신호
증기발생기 취출배관 (오프라인)	761-RE-104	3.7E-02~3.7E+03	7.61E+01	4.23E+02	· 지시 및 경보(주제어실) · 누설감지 · 증기발생기 취출관격리밸브폐쇄 · 시료채취관 격리밸브폐쇄
	761-RE-185 761-RE-186	3.7E-02~3.7E+03	7.15E+01	2.15E+01	
기기냉각수펌프 공급모관(오프라인)	761-RE-111 761-RE-112	3.7E-02~3.7E+03	1.5	2.03E+01	· 지시 및 경보(주제어실) · 누설감지 · 열교환기 전후단 격리밸브폐쇄
복수탈염계통 배수 (오프라인)	761-RE-164	3.7E-02~3.7E-03	3.70E-02	3.25E-01	· 지시 및 경보(주제어실) · 펌프정지신호
액체방사성 폐기물계통 유출물 (오프라인)	0-761-RE-183 0-761-RE-184	3.7E-02~3.7E+03	1.76E+02	9.78E+02	· 지시(주제어실) · 감시탱크 배출밸브 자동폐쇄
종합폐수처리장 집수조 (오프라인)	0-761-RE-190	3.7E-03~3.7E+03	4.0E-02	1.64E-01	· 지시 및 경보(주제어실) · 펌프정지신호

표 3.4-15 기체방사성폐기물 시료채취 및 분석계획

기체폐기물 방출 형태	시료채취 주기	최소분석주기	방사능 분석형태	검출하한치 (LLD) ¹⁾ (Bq/ml)
원자로건물 퍼지	매 퍼지시 ^{2),3)} 그래프시료채취	매 퍼지시 ^{2),3)}	주요 감마방출체 ⁷⁾	3.7×10^0
			H-3	3.7×10^{-2}
복수기 공기배기, 탈기배기, 모든 건물 배기 증기, 공기추출기 배기	월 ^{2),5)} 그래프시료채취	월 ²⁾	주요 감마방출체 ⁷⁾	3.7×10^0
			H-3	3.7×10^{-2}
위에 기술된 모든 방사성 폐기물 형태	연속 ⁶⁾	월 4회 ⁴⁾ 활성탄 시료채취	I-131	3.7×10^{-8}
			I-133	3.7×10^{-6}
	연속 ⁶⁾	월 4회 ⁴⁾ 입자성 시료채취	주요 감마방출체 ⁷⁾ (I-131, 기타)	3.7×10^{-7}
	연속 ⁶⁾	월 복합입자성시료채취	총 알파	3.7×10^{-7}
	연속 ⁶⁾	분기 복합입자성시료채취	Sr-89, Sr-90	3.7×10^{-7}
	연속 ⁶⁾	월 불활성 기체감시기	불활성 기체 총 베타 또는 감마	3.7×10^{-2}

주 : 1) 검출하한치(LLD)는 계통의 자연방사능 준위보다 높은 계수치가 산출되는 시료내 최소 방사능농도이며 95% 정도
도의 '잡' 신호 발생확률과 5%의 '거짓' 신호 발생확률로 검출될 수 있는 값이다.
방사화학 분석을 포함하는 특정 측정 계통의 경우 :

$$LLD = \frac{4.66 S_b}{E \times V \times 60 \times Y \exp(-\lambda \Delta t)}$$

여기서 ;

LLD = '진' 검출하한치 (단위 질량, 또는 체적당 Bq)

S_b = 자연방사능 계수율 또는 적합한 공시료 계수율 (분당계수)의 표준편차 (cpm)

E = 계수 효율 (분당계수)

V = 시료 크기 (질량 또는 체적 단위)

60 = 시간(분→초)에 대한 환산인자

Y = 방사화학적 수율에 대한 분율 (적용시)

λ = 특정 방사성핵종에 대한 붕괴상수 (sec^{-1})

Δt = 시료 수집의 중간 시점에서 측정 시간까지의 경과 시간 (sec)

LLD 계산에 사용된 S_b 값은 입증되지 않은 이론적인 예상 편차보다는 자연방사능준위 계수율이나 공시료의 계수율 (적용시)의 실제 측정된 편차에 근거하여야 한다. 감마선 분량계에 의해 결정되는 방사성핵종에 대한 LLD를 계산할 때 자연방사능 준위는 시료내 존재하는 다른 방사성핵종의 전형적인 기여분을 포함하여야 한다. E, V, Y 및 Δt 의 대표 값이 사용되어야 한다.

LLD는 특정 측정에 대한 '후' 제한치가 아닌 측정계통의 능력을 나타내는 '진' 제한치로서 정의됨에 유의하여야 한다.

- : 2) 운전정지, 시운전, 혹은 다음의 경우에 대해 1시간 주기내 정격 열출력의 15%를 초과하는 열출력의 변 경시 분석되어야 한다.
 - 분석결과 원자로냉각재내 I-131 등가선량농도가 3배 이상 증가할 경우
 - 발전소 배기내 불활성기체 방사능이 3배 이상 증가할 경우
 해당 불활성 기체 배기감시기가 작동 불능일 때 가능한 빨리 시료를 채취할 수 있어야 하며 4시간 이내에 분석되어야 한다. 이 요건은 핵연료건물 배기에 대해서는 적용되지 않는다.
- : 3) 배기시간이 계속적으로 30일을 초과할 때 시료채취 및 분석은 31일에 적어도 한번은 수행되어야 한다.
- : 4) 시료는 1개월에 적어도 4번 교체되어야 하며 교체후(시료채취기로부터 제거후) 48시간내 분석되어야 한다. 24시간동안 수집된 시료가 분석될 때 상응하는 LLD는 10배까지 증가될 수 있다.
- : 5) 사용후연료가 사용후연료저장조내에 있을 때에는 삼중수소 그래프시료들은 사용후연료저장조구역 배기에서 적어도 1개월마다 채취되어야 한다.
- : 6) 시료채취되는 유체의 유량에 대한 시료의 유량비율은 기술지침서 16.3.11.2.1~3절에 따라 수행되는 선량이나 선량률의 계산 기간동안 알려져야 한다.
- : 7) LLD 기준이 적용되는 주요 감마방출체는 다음과 같다.
 - * 기체 방출의 경우 Kr-87, Kr-88, Xe-133, Xe-133m, Xe-135 및 Xe-138, 미립자의 경우 Mn-54, Fe-59, Co-58, Co-60, Zn-65, Mo-99, Cs-134, Cs-137, Ce-141, Ce-144. 그러나, 상기 핵종들 외에 판별 가능한 뚜렷한 감마선 최고값을 갖는 다른 감마선 방출 핵종들과 분석되어야 하며, 분기별 방사성 유출물 방출보고서 상에 보고되어야 한다.

III. 발전소의 현황

표 3.4-16 액체방사성폐기물 시료채취 및 분석계획

액체폐기물 방출형태	시료채취주기	최소분석주기	방사능분석형태	검출하한치 LLD ¹⁾ (Bq/ml)
배치 폐기물 방출탱크 ²⁾	방출전 각 배치	방출전 각 배치	주요 감마 방출체 ³⁾	1.85×10^{-2}
			I-131	3.70×10^{-2}
	방출전 월 1회 배치	월	용존 기체 (감마방출체)	3.70×10^{-2}
	방출전 각 배치	월 복합물 ⁴⁾	H-3 총 알파	3.70×10^{-1} 3.70×10^{-3}
연속방출 ⁵⁾	방출전 각 배치	분기 복합물 ⁴⁾	Sr-89, Sr-90	1.85×10^{-3}
	연속 ⁶⁾	주 복합물 ⁶⁾	주요 감마 방출체 ³⁾ I-131	1.85×10^{-2} 3.70×10^{-2}
	월 그랩 시료채취	월	용존 기체 (감마방출체)	3.70×10^{-1}
	연속 ⁶⁾	월 복합물 ⁶⁾	H-3 총 알파	3.70×10^{-1} 3.70×10^{-3}
	연속 ⁶⁾	분기 복합물 ⁶⁾	Sr-89, Sr-90	1.80×10^{-3}

주 : 1) 검출하한치(LLD)는 계통의 자연방사능 준위보다 높은 계수치가 산출되는 시료내 최소 방사능농도이며 95% 정도의 '참' 신호 발생확률과 5%의 '거짓' 신호 발생확률로 검출될 수 있는 값이다.
방사화학 분리를 포함하는 특정 측정 계통의 경우 :

$$LLD = \frac{4.66 S_b}{E \times V \times 60 \times Y \exp(-\lambda \Delta t)}$$

여기서 ;

LLD = '진' 검출하한치 (단위 질량, 또는 체적당 Bq)

S_b = 자연방사능 계수율 또는 적합한 공시료 계수율 (분당계수)의 표준편차 (cpm)

E = 계수 효율 (붕괴당 계수)

V = 시료 크기 (질량 또는 체적 단위)

60 = 시간(분→초)에 대한 환산인자

Y = 방사화학적 수율에 대한 분율 (적용시)

λ = 특정 방사성핵종에 대한 붕괴상수 (sec^{-1})

Δt = 시료 수집의 중간 시점에서 측정 시간까지의 경과 시간 (sec)

LLD 계산에 사용된 S_b 값은 입증되지 않은 이론적인 예상 편차보다는 자연방사능준위 계수율이나 공시료의 계수율 (적용시)의 실제 측정된 편차에 근거하여야 한다. 감마선 분량계에 의해 결정되는 방사성핵종에 대한 LLD를 계산할 때 자연방사능 준위는 시료내 존재하는 다른 방사성핵종의 전형적인 기여분을 포함하여야 한다. E, V, Y 및 Δt 의 대표 값이 사용되어야 한다.

LLD는 특정 측정에 대한 '후' 제한치가 아닌 측정계통의 능력을 나타내는 '진' 제한치로서 정의됨에 유의하여야 한다.

2) 운전정지, 시운전, 혹은 다음의 경우에 대해 1시간 주기내 정격 열출력의 15%를 초과하는 열출력의 변 경시 분석되어야 한다.

· 부식결과 원자로냉각재내 I-131 등가선량농도가 3배 이상 증가할 경우

· 발전소 배기내 불활성기체 방사능이 3배 이상 증가할 경우

해당 불활성 기체 배기감시기가 작동 불능일 때 가능한 빨리 시료를 채취할 수 있어야 하며 4시간 이내에 분석되어야 한다. 이 요건은 핵연료건물 배기에 대해서는 적용되지 않는다.

3) 배기시간이 계속적으로 30일을 초과할 때 시료채취 및 분석은 31일에 적어도 한번은 수행되어야 한다.

4) 시료는 1개월에 적어도 4번 교체되어야 하며 교체후(시료채취기로 부터 제거후) 48시간내 분석되어야 한다.

24시간동안 수집된 시료가 분석될 때 상응하는 LLD는 10배까지 증가될 수 있다.

5) 사용후연료가 사용후연료저장조내에 있을 때에는 삼중수소 그랩시료들은 사용후연료저장조구역 배기에서 적어도 1개월마다 채취되어야 한다.

6) 시료채취되는 유체의 유량에 대한 시료의 유량비율은 기술지침서 16.3.11.2.1~3절에 따라 수행되는 선량이나 선량률의 계산 기간동안 알려져야 한다.

7) LLD 기준이 적용되는 주요 감마방출체는 다음과 같다.

* 기체 방출의 경우 Kr-87, Kr-88, Xe-133, Xe-133m, Xe-135 및 Xe-138, 미립자의 경우 Mn-54, Fe-59, Co-58, Co-60, Zn-65, Mo-99, Cs-134, Cs-137, Ce-141, Ce-144. 그러나, 상기 핵종들 외에 판별 가능한 뚜렷한 감마선 최고값을 갖는 다른 감마선 방출 핵종들과 분석되어야 하며, 분기별 방사성 유출물 방출보고서 상에 보고되어야 한다.

다. 고체방사성폐기물처리계통

고체방사성폐기물처리계통은 운전 가능해야 하며, 동 계통을 이용하여 고체방사성폐기물은 소외로 운송되기 전에 운영기술지침서에 맞도록 방사성폐기물관리계획에 따라 처리되어야 한다. 운영기술지침서의 포장요건에 부적합하게 포장된 고체방사성폐기물은 운송을 중단한다.

고체방사성폐기물 처리계통이 31일 이상 운전 불가능 할 경우, 원자력안전위원회 고시 “제2014-17호, 원자력이용시설의 사고·고장 발생시 보고·공개 규정, 2014.”에 따른다.

고체방사성폐기물 처리계통은 적어도 92일마다 1회 이상, 다음 방법에 의하여 운전 가능함을 입증해야 한다.

- 방사성폐기물관리계획에 따라 이전 92일 동안 적어도 1회 이상 고체방사성폐기물 계통을 운전, 또는 방사성폐기물관리계획에 따라 계약자가 수행할 탈수 및 건조 처리에 관한 유효한 계약 내용 또한, 각 형태의 습분 함유 방사성폐기물(즉, 폐수 지)의 최소한 매 10번째 배치당 1회 이상 대표 시험 표본에 대해 방사성폐기물관리계획에 따른 탈수 및 건조 처리를 수행하여 정상상태임을 입증한다.
- 만일, 어떤 시험표본의 탈수 및 건조 처리 시험이 실패할 경우, 시험대상 배치의 탈수 및 건조 처리는 다른 시험표본이 채취되고 대체 탈수 및 건조 처리 변수들이 방사성폐기물관리계획에 의해 결정되고 후속 시험이 탈수 및 건조 처리를 입증할 때까지 보류한다. 그런 다음 배치의 탈수 및 건조 처리는 방사성폐기물관리계획에 의하여 결정된 대체 탈수 및 건조 처리 변수들을 사용하여 재개한다.
- 만약 대상 배치 초기 시험표본의 탈수 및 건조 처리가 실패했다면, 최소한 3번 연속 초기 시험 표본이 탈수 및 건조 처리됨을 입증할 때까지 방사성폐기물관리계획을 이용하여 같은 형태의 습분 함유 폐기물의 각 연속 배치로부터 대표 시험표본을 수집, 시험한다.

3.5 방사선원

3.5.1 방사선능의 출처

3.5.2 방사능 환경유출

3.5.3 기체상 방사선원

3.5.4 액체상 방사선원

3.5 간지

III. 발전소의 현황

간지 뒷장



3.5 방사선원

방사선원을 계산하는 목적은 차폐 등의 설계기준을 결정하기 위한 것과 정상운전중 발전소로부터 환경으로 방출되는 양을 결정하기 위한 것으로 구분된다.

전자는 설계요건 만족 및 ALARA 성취를 위해 매우 보수적인 방법으로 계산되며, 후자는 원전가동으로 인한 환경영향을 평가하기 위한 것으로 현실적이고 실제적인 방법으로 계산된다.

본 절에서는 환경영향평가 목적에 부합되는 실제적인 평가방법을 사용하여 원자로냉각재, 연료 재장전수조, 사용후 연료저장조 및 2차 계통의 방사능농도, 그리고 삼중수소, 방사화생성물에 대해 기술한다.

3.5.1 방사선능의 출처

가. 원자로냉각재의 방사능

정상운전시 원자로냉각재의 방사능농도는 ANSI/ANS-18.1에 근거하여 계산한다. 이 계산에 사용된 변수들의 값은 표 3.5-1에 제시되어 있으며 이를 근거로 계산된 원자로냉각재의 방사능농도는 표 3.5-2와 같다.

표 3.5-1 원자로냉각재의 방사능농도 계산에 필요한 변수

1. 노심 열출력, MWt	3983
2. 가압기 포함 원자로냉각재 질량, kg	3.0E+5
3. 정화유량, kg/sec	5.02
4. 붕산농도 조절을 위한 정화유량, kg/sec	2.65E-02
5. CVCS 이온교환기 수지의 제거 효율	
○ 불활성기체, 삼중수소	0.0
○ Cs, Rb	0.5
○ 음이온	0.99
○ 그 이외의 핵종	0.98

III. 발전소의 현황

표 3.5-2 정상가동시 원자로냉각재내의 예상 방사능농도

핵종	방사능농도 (Bq/g)	핵종	방사능농도 (Bq/g)
N-16	1.48E+06 ¹⁾	Te-129	8.97E+02
Kr-85m	5.96E+03	I-131	1.85E+03
Kr-85	4.33E+04	Te-131m	5.84E+01
Kr-87	5.58E+03	Te-131	2.87E+02
Kr-88	1.04E+04	Te-132	6.68E+01
Xe-131m	3.27E+04	I-132	7.95E+03
Xe-133m	2.71E+03	I-133	5.59E+03
Xe-133	1.06E+05	I-134	1.27E+04
Xe-135m	4.83E+03	Cs-134	3.05E+02
Xe-135	3.18E+04	I-135	1.01E+04
Xe-137	1.26E+03	Cs-136	3.70E+01
Xe-138	4.46E+03	Cs-137	4.03E+02
Br-84	5.97E+02	Ba-140	5.14E+02
Rb-88	7.07E+03	La-140	9.77E+02
Sr-89	5.54E+00	Ce-141	5.94E+00
Sr-90	4.75E-01	Ce-143	1.09E+02
Sr-91	3.67E+01	Ce-144	1.58E+02
Y-91m	1.72E+01	Na-24	1.81E+03
Y-91	2.06E-01	Cr-51	1.23E+02
Y-93	1.61E+02	Mn-54	6.34E+01
Zr-95	1.54E+01	Fe-55	4.75E+01
Nb-95	1.11E+01	Fe-59	1.19E+01
Tc-99m	1.79E+02	Co-58	1.82E+02
Mo-99	2.51E+02	Co-60	2.10E+01
Ru-103	2.97E+02	Zn-65	2.02E+01
Ru-106	3.57E+03	W-187	9.70E+01
Ag-110m	5.15E+01	Np-239	8.62E+01
Te-129m	7.52E+00	H-3	3.70E+04

주) 원자로용기 출구노즐에서의 비방사능

나. 사용후연료 저장조 및 재장전수조의 방사능

1차 냉각재는 발전소 정지 후 2일간 화학 및 체적제어시스템의 정화이온교환기, 수용전이온교환기, 탈기기에 의해 정화되며, 정화된 1차 냉각재는 사용후연료저장조의 냉각수 및 재장전수조 냉각수에 의해 희석된다. 사용후연료저장조 냉각 및 정화시스템에 의해 발전소 정지 후 초기 30일간은 1차 냉각재, 사용후연료저장조 냉각수, 재장전수조 냉각수가 동시에 정화되며, 그 후에는 사용후연료저장조 냉각수만이 정화된다.

사용후연료저장조 냉각 및 정화시스템의 정화용량은 1,324.9 ℓ/min (350 gpm) 기준이며, 사용후연료저장조 냉각 및 정화시스템 이온교환기의 제염계수는 다음과 같다.

<u>불활성기체</u>	<u>I, Br</u>	<u>Cs, Rb</u>	<u>기타</u>
1	100	2	100

사용후연료저장조 냉각수, 재장전수조 냉각수내의 방사능농도 계산시에는 사용후연료 저장조 냉각 및 정화시스템 여과기의 제거효과는 무시하나, 여과기에 누적되는 방사능량 계산시에는 크러드에 대한 여과기의 제염계수를 10으로 가정한다. 상기 수조들에 대한 핵종별 방사능농도는 표 3.5-3에 제시되어 있다.

다. 2차 계통 방사선원

1차 계통에서 2차 계통으로 누설되는 원자로냉각재로 인하여 증기발생기 2차측 냉각수 내에 방사능이 누적된다. 2차측 계통의 예상 방사능농도는 NUREG-0017의 평가방법을 적용하여 계산한다. 계산모델에 사용된 설계변수는 표 3.5-4에 제시되어 있으며, 계산된 방사능농도는 표 3.5-5와 같다.

III. 발전소의 현황

표 3.5-3 사용후연료저장조 및 재장전수조의 예상 방사능농도

핵 종	방사능농도 (Bq/g)	핵 종	방사능농도 (Bq/g)
H-3	1.1E+04	Te-129m	5.5E-02
N-16	0.0E+00	Te-129	0.0E+00
Kr-85m	1.3E-01	I-131	1.2E+01
Kr-85	5.8E+02	Te-131m	1.5E-01
Kr-87	6.7E-09	Te-131	0.0E+00
Kr-88	4.9E-03	Te-132	3.4E-01
Xe-131m	4.0E+02	I-132	1.1E-04
Xe-133m	2.2E+01	I-133	9.8E+00
Xe-133	1.1E+03	I-134	0.0E+00
Xe-135m	0.0E+00	Cs-134	7.0E+00
Xe-135	2.1E+01	I-135	8.4E-01
Xe-137	0.0E+00	Cs-136	4.7E-01
Xe-138	0.0E+00	Cs-137	1.1E+01
Br-84	0.0E+00	Ba-140	3.5E+00
Rb-88	0.0E+00	La-140	3.5E+00
Sr-89	4.4E-02	Ce-141	4.4E-02
Sr-90	1.9E-02	Ce-143	3.3E-01
Sr-91	1.2E-02	Ce-144	2.9E+00
Y-91m	0.0E+00	Na-24	1.8E+00
Y-91	2.6E-02	Cr-51	9.0E-01
Y-93	2.4E-01	Mn-54	1.2E+00
Zr-95	1.3E-01	Fe-55	1.5E+00
Nb-95	8.3E-02	Fe-59	9.3E-02
Tc-99m	8.9E-03	Co-58	1.6E+00
Mo-99	1.2E+00	Co-60	7.3E-01
Ru-103	2.3E+00	Zn-65	3.4E-01
Ru-106	7.6E+01	W-187	2.1E-01
Ag-110m	8.9E-01	Np-239	3.8E-01

자료 : 신고리 3,4호기 Radiation Design Guide, Rev. 1, 3/26/2008.

III. 발전소의 현황

표 3.5-5 2차측 계통내 방사성핵종의 예상 방사능농도

핵종구분	핵종	붕괴상수 (hr ⁻¹)	2차 계통내 방사능농도(Bq/cm ³)	
			증기발생기 액체	주증기
불활성기체	Kr-85m	1.55E-1	-	1.04E-3
	Kr-85	7.38E-6	-	7.55E-3
	Kr-87	5.45E-1	-	9.72E-4
	Kr-88	2.45E-1	-	1.81E-3
	Xe-131m	2.44E-3	-	5.70E-3
	Xe-133m	1.32E-2	-	4.72E-4
	Xe-133	2.51E-3	-	1.85E-2
	Xe-135m	2.70E+0	-	8.42E-4
	Xe-135	7.60E-2	-	5.54E-3
	Xe-137	1.09E+1	-	2.20E-4
	Xe-138	2.94E+0	-	7.77E-4
삼중수소	H-3	6.44E-6	6.81E+1	6.81E+1
할로젠	Br-84	1.31E+0	3.30E-3	3.30E-5
	I-131	3.59E-3	3.16E-2	3.16E-4
	I-132	3.01E-1	9.19E-2	9.19E-4
	I-133	3.33E-2	9.11E-2	9.11E-4
	I-134	7.91E-1	9.54E-2	9.54E-4
	I-135	1.05E-1	1.49E-1	1.49E-3
Cs, Rb	Rb-88	2.34E+0	2.61E-2	1.30E-4
	Cs-134	3.84E-5	5.86E-3	2.93E-5
	Cs-136	2.19E-3	7.08E-4	3.54E-6
	Cs-137	2.62E-6	7.74E-3	3.87E-5
기타핵종	N-16	3.50E+2	1.88E-3	9.48E-6
	Na-24	4.62E-2	2.95E-2	1.48E-4
	Cr-51	1.04E-3	2.15E-3	1.08E-5
	Mn-54	9.24E-5	1.11E-3	5.56E-6
	Fe-55	2.93E-5	8.33E-4	4.17E-6
	Fe-59	6.47E-4	2.09E-4	1.04E-6
	Co-58	4.08E-4	3.19E-3	1.60E-5
	Co-60	1.50E-5	3.68E-4	1.84E-6
	Zn-65	1.18E-4	3.54E-4	1.77E-6
	Sr-89	5.71E-4	9.71E-5	4.86E-7
	Sr-90	2.77E-6	8.34E-6	4.17E-8
	Sr-91	7.30E-2	5.76E-4	2.88E-6
	Y-91m	8.36E-1	1.28E-4	6.38E-7
	Y-91	4.94E-4	3.61E-6	1.81E-8
	Y-93	6.86E-2	2.54E-3	1.27E-5
	Zr-95	4.51E-4	2.70E-4	1.35E-6
	Nb-95	8.24E-4	1.95E-4	9.73E-7
	Mo-99	1.05E-2	4.33E-3	2.17E-5
	Tc-99m	1.15E-1	2.64E-3	1.32E-5
	Ru-103	7.34E-4	5.21E-3	2.60E-5
	Ru-106	7.84E-5	6.26E-2	3.13E-4
	Ag-110m	1.16E-4	9.04E-4	4.52E-6
	Te-129m	8.60E-4	1.32E-4	6.59E-7
	Te-129	5.98E-1	7.91E-3	3.95E-5
	Te-131m	2.31E-2	9.87E-4	4.94E-6
	Te-131	1.66E+0	1.35E-5	6.74E-6
	Te-132	8.86E-3	1.16E-3	5.78E-6
	Ba-140	2.26E-3	8.99E-3	4.49E-5
	La-140	1.72E-2	1.67E-2	8.34E-5
	Ce-141	8.89E-4	1.04E-4	5.20E-7
	Ce-143	2.10E-2	1.85E-3	9.24E-6
	Ce-144	1.02E-4	2.77E-3	1.39E-5
	W-187	2.91E-2	1.62E-3	8.12E-6
	Np-239	1.23E-2	1.48E-3	7.41E-6

라. 삼중수소 (Tritium)

가압경수로에서의 삼중수소의 주요 생성원은 삼중핵분열과 냉각재 및 제어봉 내에 있는 붕소, 리튬, 중수소와 중성자와의 반응에 의한 것이다. 냉각재내에서 생성된 삼중수소는 냉각재내 삼중수소 농도에 직접 기여하지만 핵연료 펠렛에서 핵분열에 의해 생성된 삼중수소와 제어봉내에서 중성자와의 반응에 의해 생성된 삼중수소는 피복재를 통해 냉각재로 방출되어 냉각재내 전체 삼중수소 농도에 기여한다.

발전소 수명 기간동안 삼중수소 농도는 ANSI/ANS-18.1에 제시되어 있는 값을 사용하며, 원자로냉각재내에서의 삼중수소 방사능농도는 3.7×10^4 Bq/cc (1.0 μ Ci/cc) 이다.

마. 방사화 생성물

1) 크러드 방사능

1차계통 표면에 침적된 크러드 방사능은 운전중인 여러 가압경수로에서 측정된 자료를 사용하며, 다음 식을 이용하여 계산된다.

$$A_i = \sum_i \phi (1 - e^{-\lambda_i t_{res}}) \frac{A_c}{A_T} \dots\dots\dots (1)$$

여기서,

A_i = 각 핵종의 크러드 방사능 (Bq/g-crud)

$\Sigma\phi$ = 방사화반응률 (reactions/g-sec)

λ_i = 붕괴상수 (day^{-1})

t_{res} = 노심체류시간 (day)

A_c = 노심표면적 (cm^2)

A_T = 일차계통 총 표면적 (cm^2)

각 핵종에 대해 계산된 크러드의 방사능은 표 3.5-6과 같다.

원자로냉각재계통의 수질 개선과 원자로냉각재계통내의 내부식성 재료의 규격 개선은 순환되는 방사화된 크러드 농도를 매우 낮게 유지시키는 것을 보장할 것이다. 그러므로 원자로냉각재계통내의 순환크러드의 방사능은 표 3.5-6에 주어진 농도 이내로 유지될 수 있다.

III. 발전소의 현황

표 3.5-6 장반감기 방사성크러드의 비방사능

핵종	방사능(Bq/g-crud)
Cr-51	7.31E+09
Mn-54	1.99E+07
Fe-59	4.18E+07
Co-58	1.77E+09
Co-60	6.22E+07
Zr-95	4.90E+07

2) C-14

C-14는 원자로냉각재내에 존재하는 O-17과 N-14 핵종의 중성자에 의한 방사화반응에 의해 생성된다. C-14 생성의 대부분은 $O^{17}(n,\alpha)C^{14}$ 반응으로 생성되며 $N^{14}(n,p)C^{14}$ 반응에서는 적은 양이 생성된다. 이 두 생성원으로부터 생성되는 C-14의 생성률(Q, Bq/cycle)은 다음 식을 이용하여 계산할 수 있다.

$$Q = N_0 \sigma \phi m \lambda T_R \dots\dots\dots (2)$$

여기서, N_0 = 원자로냉각재에 포함되어 있는 핵종의 농도 (atoms/kg-H₂O)

σ = 반응핵단면적 (cm²)

ϕ = 열중성자속, 6.32×10^{13} (n/cm²-sec)

m = 노심내 냉각재 질량, 2.14×10^4 (kg)

λ = 붕괴상수, 3.18×10^{-12} (sec⁻¹)

T_R = 원자로의 주기당 운전시간, 4.15×10^7 (sec)

Q = 생성률 (Bq/cycle)

O-17 방사화로 인한 C-14 생성률은 4.0×10^{11} Bq/cycle이며, N-14 방사화로 인한 C-14 생성률은 1.8×10^{11} Bq/cycle이다. 이 두 생성원으로부터 핵연료 한주기 동안 생성되는 C-14는 5.8×10^{11} Bq 이다. 일반적으로 정상운전시 원자로냉각재에 존재하는 C-14의 평균적인 측정값은 냉각재계통의 정화 및 방사성기체의 제거 등으로 평가된 생성가능량보다 상당히 적은 값($\sim 10^{-2}$ 배)을 보인다.

3.5.2 방사능 환경유출

계통내 방사성액체 및 기체는 잠재적으로 환경으로의 누설 및 방출선원이 된다. 액체 누설은 펌프 밀봉 및 밸브 패킹 등으로부터 기인한다. 1차측 냉각재의 원자로건물로의 예상누설률은 냉각재내 재고량 중 불활성기체는 3%/day, 요오드는 $8.0 \times 10^{-4}\%$ /day이다. 보조건물로 누설되는 1차측 냉각재량은 72.6 kg/day(160 lb/day), 터빈건물로 누설되는 증기량은 771 kg/hr(1,700 lb/hr), 1차측 계통으로부터 2차측 계통으로 증기발생기 전 열관을 통한 예상누설률은 34 kg/day(75 lb/day)로 가정한다.

방사성물질을 함유하고 있는 액체 및 기체방출물은 여러 경로를 통해 환경으로 배출, 누출될 수 있다.

기체방출물의 유출 경로는 원자로건물 및 보조건물의 통합 방출구와 터빈건물 및 복합건물 등의 건물별 배기구를 통해 직접 환경으로 방출이며, 기체방사성폐기물 처리계통에서 처리된 기체방출물은 복합건물 배기구를 통해 이루어진다. 기체유출물의 배출고도, 배출속도 및 배출온도는 표 3.5-7과 같다.

연평균 기체방사능 방출량을 평가하기 위하여 NUREG-0017(PWR-GALE Code)의 평가방법론을 적용한다. 기체폐기물처리계통으로 유입되는 기체의 주요 발생원별 유량 및 연간 발생량과 NUREG-0017 계산모델을 위한 설계변수 및 가정사항은 표 3.4-2와 3.4-3에 각각 기술되어 있다. NUREG-0017에 의해 계산된 각 건물로부터의 방출량 추정결과와 신고리 3,4호기 연간 예상 기체방출량은 표 3.4-4에 제시되어 있다.

환경으로 방출된 기체방사성물질은 바람을 타고 이동하면서 공기의 난류로 인하여 확산된다. 확산정도를 나타내는 대기확산인자는 미국 규제지침서 1.111에 기술된 Sagendorf 식과 건식 침적모델을 전산화한 프로그램으로 계산한다. 이러한 계산에는 신고리원자력 발전소 부지내 기상관측소에서 측정한 58m 기상자료를 이용하고 주변건물에 의한 확산을 고려하지 않는다.

정상 운영시 발생하는 액체방사성물질의 유출경로는 액체방사성폐기물처리계통에서 처리된 후 배수구로 방류되어 순환냉각수에 섞여 바다로 방출된다. 연평균 방사능 방출량을 평가하기 위하여 기체방출물과 마찬가지로 NUREG-0017의 평가방법론을 적용한다. 액체폐기물처리계통에서 유입되는 방사성폐액의 발생원, 예상 유입량 및 방사능 준위와 NUREG-0017 계산모델을 위한 설계변수 및 가정사항은 표 3.4-3과 표 3.4-8에 각각 기술되어 있다.

III. 발전소의 현황

표 3.5-7 기체유출물의 배출고도, 배출속도, 배출온도

배기구명	배출 고도	유량 (ft ³ /min)	배출속도 (ft/min)	배출온도 (°F)	비고
원자로건물 배기구	27 m	1,500	50	64~140	Low Volume
		54,000	1,785	50~104	High Volume
보조건물 배기구	16 m	38,000	1,316	53~114	Controlled Area I
		38,000	1,202	53~114	Controlled Area II
핵연료취급구역 배기구	43 m	28,050	2,425	51~105	Normal
		5,000	432	62~138	Emergency
복합건물 배기구	12 m	71,840	2,395	50~113	Normal
		71,840	2,395	58~122	Emergency
복수기진공펌프 배기구	21 m	11,040 (lb/hr)	1,970	230~290	Exhaust to CTMT Sump During Emergency
HELB Area 배기구	30 m	9,000	2,700	53~114.2	HELB Area
Hot Machine Shop 배기구	5.5 m	3,600	360	50~104	Hot Machine Shop

순환냉각수에 섞여 바다로 방출된 액체방출물은 이때 발생하는 와류에 의해 냉각수는 짧은 시간 동안에 해수와 혼합되고, 다시 해류를 따라 이동하면서 확산된다. 희석인자(Dilution Factor)는 2.6.2절 3차원 해수유동모델을 이용하여 평가된 값을 사용하였으며, 부지로부터 80 km내 주요 어항과 해수욕장에서의 이격거리별 희석인자 및 이동시간은 표 2.6-9~16과 같다.

방사선량 평가 및 배출농도 평가에 사용되는 액체폐기물 방출지점에서의 평균 희석유량은 394.69(8개호기 기준) m³/s로 가정한다. 액체유출물의 방출량은 가용한 희석수와 원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”의 배출관리기준농도를 고려하여 결정된다.

3.5.3 기체상 방사선원

정상운전시 발전소로부터 소외로 방출되는 불활성기체 및 입자성핵종의 연간 예상 방출량은 PWR-GALE 전산프로그램을 사용하여 계산하며, 계산결과는 표 3.5-8과 같다.

한편, 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기 부지와 인접하여 신고리 3,4호기가 가동하게 되면 총 8호가 가동하게 되며 이들 다수호기 가동으로 인한 기체폐기물의 연간 총 방출량은 표 3.5-9와 같다.

주변환경에서의 방사성핵종별 방사능농도와 주변 주민이 받는 연간 피폭선량을 평가하기 위하여 표 3.5-9에 제시된 총 방출량을 사용하며 부지로부터 방출된 모든 기체방출물에 의한 대기, 지표면, 농작물내의 방사능농도와 원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”의 배출관리기준과의 농도비는 표 3.5-10과 같다.

표 3.5-8 연간 예상 기체폐기물 방출량(1개호기)

(단위 : TBq/yr)

핵종	방출량	핵종	방출량
I-131	1.48E-03	Cr-51	3.59E-06
I-132	5.92E-03	Mn-54	2.11E-06
I-133	4.44E-03	Co-57	3.03E-07
I-134	9.62E-03	Co-58	1.78E-05
I-135	7.77E-03	Co-60	4.07E-06
Kr-85m	2.59E+00	Fe-59	1.04E-06
Kr-85	1.81E+02	Sr-89	5.92E-06
Kr-87	8.88E-01	Sr-90	2.33E-06
Kr-88	3.15E+00	Zr-95	3.70E-07
Xe-131m	8.14E+01	Nb-95	1.55E-06
Xe-133m	4.81E+00	Ru-103	6.29E-07
Xe-133	2.33E+02	Ru-106	2.89E-08
Xe-135m	2.96E-01	Sb-125	2.26E-08
Xe-135	2.41E+01	Cs-134	1.78E-06
Xe-137	0.00E+00	Cs-136	1.22E-06
Xe-138	2.22E-01	Cs-137	3.33E-06
C-14	2.70E-01	Ba-140	1.55E-07
Ar-41	1.26E+00	Ce-141	4.81E-07
H-3	5.92E+00		

주) 1개 호기를 기준으로 하여 GALE 전산코드로 계산한 자료임

III. 발전소의 현황

표 3.5-9 고리 및 신고리원자력 발전소 부지내 연간 예상 기체폐기물 총 방출량
(단위: TBq/yr)

핵종	고리 1,2호기 ¹⁾	고리 3,4호기 ¹⁾	신고리 1,2호기 ²⁾	신고리 3,4호기 ²⁾	합계
I-131	1.31E-02	1.99E-04	5.18E-03	2.96E-03	2.14E-02
I-132	9.30E-05	9.83E-06	2.66E-02	1.18E-02	3.85E-02
I-133	1.07E-05	2.25E-05	1.70E-02	8.88E-03	2.59E-02
I-134	0.00E+00	0.00E+00	4.37E-02	1.92E-02	6.29E-02
I-135	1.48E-07	7.03E-07	3.18E-02	1.55E-02	4.73E-02
H-3	3.43E+01	1.10E+01	6.73E+01	1.18E+01	1.24E+02
C-14 ³⁾	5.40E-01	5.40E-01	5.40E-01	5.40E-01	2.16E+00
Ar-41	3.76E-02	1.17E-02	2.52E+00	2.52E+00	5.09E+00
Kr-85m	0.00E+00	0.00E+00	4.14E+00	5.18E+00	9.32E+00
Kr-85	2.77E-01	0.00E+00	2.59E+02	3.63E+02	6.22E+02
Kr-87	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+00	1.78E+00	3.26E+00
Kr-88	0.00E+00	0.00E+00	5.11E+00	6.29E+00	1.14E+01
Xe-131m	5.43E-02	1.15E-02	1.11E+02	1.63E+02	2.74E+02
Xe-133m	5.19E-02	5.31E-02	7.18E+00	9.62E+00	1.69E+01
Xe-133	8.67E+00	6.91E+00	3.33E+02	4.66E+02	8.15E+02
Xe-135m	0.00E+00	0.00E+00	5.18E-01	5.92E-01	1.11E+00
Xe-135	2.06E-01	1.73E-02	3.77E+01	4.81E+01	8.60E+01
Xe-138	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-01	4.44E-01	8.14E-01
Cr-51	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-05	7.18E-06	2.05E-05
Mn-54	7.45E-08	0.00E+00	7.40E-06	4.22E-06	1.17E-05
Co-57	0.00E+00	0.00E+00	1.11E-06	6.07E-07	1.72E-06
Co-58	4.46E-07	2.56E-07	5.11E-05	3.55E-05	8.73E-05
Co-60	6.68E-07	4.11E-09	1.04E-05	8.14E-06	1.92E-05
Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	3.77E-06	2.07E-06	5.84E-06
Sr-89	1.38E-08	0.00E+00	2.00E-05	1.18E-05	3.18E-05
Sr-90	0.00E+00	0.00E+00	8.14E-06	4.66E-06	1.28E-05
Zr-95	0.00E+00	0.00E+00	7.40E-07	7.40E-07	1.48E-06
Nb-95	0.00E+00	0.00E+00	4.22E-06	3.11E-06	7.33E-06
Tc-99m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	2.29E-06	1.26E-06	3.55E-06
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	5.77E-08	5.77E-08	1.15E-07
Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	4.51E-08	4.51E-08	9.02E-08
Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	5.11E-06	3.55E-06	8.66E-06
Cs-136	0.00E+00	0.00E+00	4.44E-06	2.44E-06	6.88E-06
Cs-137	5.98E-08	0.00E+00	9.62E-06	6.66E-06	1.63E-05
Ba-137	0.00E+00	0.00E+00	3.11E-07	0.00E+00	3.11E-07
Ba-140	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.11E-07	3.11E-07
Ce-140	0.00E+00	0.00E+00	1.78E-06	0.00E+00	1.78E-06
Ce-141	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.62E-07	9.62E-07

- 주 : 1) 요오드핵종은 운영이래 최대 방출량 자료이며, 요오드핵종을 제외한 나머지 핵종은 2009
도 원자력발전소 방사선관리연보에 제시된 2000년부터 2009년까지의 실제 방출량 자료중
방사성 핵종별로 최대 방출량을 보이는 연도의 방출량
2) 2개 호기 기준으로 GALE 전산코드로 계산된 자료
3) 실측자료를 확보하지 못하여 GALE 전산코드로 계산된 예상 방출량 사용

표 3.5-10 기체방출물에 의한 주변 환경에서의 최대 방사능농도

핵 종	8개 호기 방출량 (TBq/yr)	대기중 방사능농도 (Bq/m ³)	배출관리기준 (Bq/m ³)	대기중 방사능 농도와 배출관리 기준의 비	지표면 방사능 농도 (Bq/m ²)	농작물내 방사능농도 (Bq/kg)
I-131	2.14E-02	4.53E-03	3.00E+00	1.51E-03	1.59E+01	5.09E-01
I-132	3.85E-02	1.26E-03	2.00E+02	6.30E-06	5.15E-02	2.05E-06
I-133	2.59E-02	8.38E-04	2.00E+01	4.19E-05	3.04E-01	7.13E-03
I-134	6.29E-02	1.93E-03	5.00E+02	3.86E-06	3.02E-02	9.60E-12
I-135	4.73E-02	1.52E-03	8.00E+01	1.90E-05	1.77E-01	7.77E-04
H-3	1.24E+02	1.65E+01	2.00E+03	8.25E-03	1.73E+07	4.81E+02
C-14	2.16E+00	3.29E-01	1.00E+02	3.29E-03	4.48E+05	1.78E+02
Ar-41	5.09E+00	1.55E-01	5.00E+02	3.10E-04	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85m	9.32E+00	2.54E-01	5.00E+03	5.08E-05	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85	6.22E+02	1.70E+01	1.00E+05	1.70E-04	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	3.26E+00	8.62E-02	8.00E+02	1.08E-04	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	1.14E+01	3.10E-01	3.00E+02	1.03E-03	0.00E+00	0.00E+00
Xe-131m	2.74E+02	7.38E+00	9.00E+04	8.20E-05	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	1.69E+01	4.88E-01	2.00E+04	2.44E-05	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	8.15E+02	2.61E+01	2.00E+04	1.31E-03	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135m	1.11E+00	2.40E-02	2.00E+03	1.20E-05	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	8.60E+01	2.43E+00	3.00E+03	8.10E-04	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	8.14E-01	1.71E-02	6.00E+02	2.85E-05	0.00E+00	0.00E+00
Cr-51	2.05E-05	6.55E-07	2.00E+03	3.28E-10	7.60E-03	1.08E-04
Mn-54	1.17E-05	3.93E-07	5.00E+01	7.86E-09	5.13E-02	1.84E-04
Co-57	1.72E-06	5.48E-08	7.00E+01	7.83E-10	6.22E-03	1.57E-05
Co-58	8.73E-05	2.87E-06	3.00E+01	9.57E-08	8.28E-02	6.13E-04
Co-60	1.92E-05	7.75E-07	2.00E+00	3.88E-07	5.31E-01	4.76E-04
Fe-59	5.84E-06	1.87E-07	2.00E+01	9.35E-09	3.48E-03	3.51E-05
Sr-89	3.18E-05	1.01E-06	9.00E+00	1.12E-07	2.12E-02	2.31E-04
Sr-90	1.28E-05	4.06E-07	5.00E-01	8.12E-07	5.40E-01	1.76E-03
Zr-95	1.48E-06	4.27E-08	1.00E+01	4.27E-09	1.07E-03	8.11E-06
Nb-95	7.33E-06	2.23E-07	4.00E+01	5.58E-09	3.19E-03	3.85E-05
Ru-103	3.55E-06	1.14E-07	2.00E+01	5.70E-09	1.87E-03	2.10E-05
Ru-106	1.15E-07	3.34E-09	1.00E+00	3.34E-09	4.82E-04	8.21E-07
Sb-125	9.02E-08	2.61E-09	2.00E+01	1.31E-10	1.01E-03	6.48E-07
Cs-134	8.66E-06	2.67E-07	1.00E+01	2.67E-08	8.17E-02	1.61E-04
Cs-136	6.88E-06	2.19E-07	5.00E+01	4.38E-09	1.20E-03	2.72E-05
Cs-137	1.63E-05	5.20E-07	1.00E+01	5.20E-08	6.85E-01	1.53E-03
Ba-140	3.11E-07	5.75E-09	7.00E+01	8.21E-11	1.75E-05	3.82E-07
Ce-141	9.62E-07	1.77E-08	2.00E+01	8.85E-10	1.38E-04	1.75E-06

III. 발전소의 현황

3.5.4 액체상 방사선원

정상운전시 발전소로부터 소외로 방출되는 액체방류물내에 함유되어 있는 방사성 핵종의 연평균 예상방출량은 PWR-GALE 전산프로그램을 사용하여 계산하며, 계산결과는 표 3.5-11과 같다.

고리 및 신고리원자력발전소 부지내에서 기존 고리 1~4호기 및 신고리 1~4호기를 포함한 총 8개호기 가동시 환경으로 방출되는 액체폐기물의 연간 총 방출량은 표 3.5-12와 같다. 각 호기별 회석수 유량은 고리 1,2호기의 경우 각각 38.86, 41.89 m³/sec, 고리 3,4호기의 경우 호기당 39.75 m³/sec, 신고리 1,2호기의 경우 호기당 50.04 m³/sec, 신고리 3,4호기의 경우 호기당 67.18 m³/sec이다.

주변 환경에서의 방사성핵종별 방사능농도와 주변 주민이 받는 연간 피폭선량을 평가하는데 표 3.5-12의 연간 총 방출량이 사용되며 이를 기준으로 한 액체방류물에 의한 제한구역경계에서의 수중 방사능농도 및 원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”의 배출관리기준의 비교 값은 표 3.5-13과 같다.

표 3.5-11 연간 예상 액체폐기물 방출량(1개 호기)

(단위 : TBq/yr)

핵종	방출량	핵종	방출량
Na-24	3.11E-04	Ru-106	8.51E-03
P-32	6.66E-06	Rh-106	8.14E-03
Cr-51	4.44E-04	Ag-110m	1.63E-04
Mn-54	2.85E-04	Ag-110	1.52E-05
Fe-55	3.70E-04	Sb-124	1.59E-05
Fe-59	1.07E-04	Te-129m	1.59E-05
Co-58	7.03E-04	Te-129	1.26E-05
Co-60	5.55E-04	Te-131m	2.37E-05
Ni-63	6.29E-05	Te-131	4.44E-06
Zn-65	4.81E-05	I-131	7.03E-03
W-187	3.00E-05	Te-132	6.66E-05
Np-239	6.66E-05	I-132	3.18E-04
Br-84	1.33E-06	I-133	3.70E-03
Rb-88	1.04E-06	I-134	7.03E-05
Sr-89	1.55E-05	Cs-134	1.15E-03
Sr-90	1.59E-06	I-135	1.63E-03
Y-90	6.66E-07	Cs-136	7.77E-05
Sr-91	3.55E-06	Cs-137	1.55E-03
Y-91m	2.15E-06	Ba-137m	9.25E-04
Y-91	3.70E-06	Ba-140	9.62E-04
Y-93	1.63E-05	La-140	1.26E-03
Zr-95	7.40E-05	Ce-141	2.11E-05
Nb-95	9.62E-05	Ce-143	4.81E-05
Mo-99	2.29E-04	Pr-143	1.33E-05
Tc-99m	2.04E-04	Ce-144	5.18E-04
Ru-103	6.66E-04	Pr-144	3.55E-04
Rh-103m	6.29E-04	H-3	5.29E+01

주) 1개 호기를 기준으로 하여 GALE 전산코드로 계산된 자료임.

표 3.5-12 고리 및 신고리원자력발전소 부지내 연간 예상 액체폐기물 총 방출량

(단위 : TBq/yr)

핵 종	고리 1,2호기 ¹⁾	고리 3,4호기 ¹⁾	신고리 1, 2호기 ²⁾	신고리 3, 4호기 ²⁾	합계
Na-24	0.00E+00	0.00E+00	3.55E-04	6.22E-04	9.77E-04
P-32	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-05	1.33E-05	2.66E-05
Cr-51	0.00E+00	0.00E+00	5.03E-04	8.88E-04	1.39E-03
Mn-54	1.13E-06	0.00E+00	3.63E-04	5.70E-04	9.34E-04
Fe-55 ³⁾	6.00E-04	6.00E-04	6.00E-04	7.40E-04	2.54E-03
Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	1.78E-04	2.15E-04	3.93E-04
Co-57	3.33E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.33E-09
Co-58	3.31E-05	5.77E-06	8.14E-04	1.41E-03	2.26E-03
Co-60	2.61E-05	6.52E-06	1.04E-03	1.11E-03	2.18E-03
Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	1.26E-04	1.26E-04	2.52E-04
Zn-65	7.77E-09	0.00E+00	2.74E-05	9.62E-05	1.24E-04
W-187	0.00E+00	0.00E+00	3.03E-05	5.99E-05	9.02E-05
Np-239	0.00E+00	0.00E+00	5.33E-05	1.33E-04	1.86E-04
Br-84	0.00E+00	0.00E+00	5.18E-06	2.66E-06	7.84E-06
Rb-88	0.00E+00	0.00E+00	9.62E-06	2.07E-06	1.17E-05
Sr-89	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-05	3.11E-05	4.44E-05
Sr-90	2.91E-08	0.00E+00	1.63E-06	3.18E-06	4.84E-06
Y-90	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-06	1.33E-06
Sr-91	0.00E+00	0.00E+00	4.74E-06	7.10E-06	1.18E-05
Y-91m	0.00E+00	0.00E+00	2.89E-06	4.29E-06	7.18E-06
Y-91	0.00E+00	0.00E+00	6.81E-06	7.40E-06	1.42E-05
Y-93	0.00E+00	0.00E+00	2.07E-05	3.26E-05	5.33E-05
Zr-95	0.00E+00	0.00E+00	1.04E-04	1.48E-04	2.52E-04
Zr-97	2.22E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.22E-09
Nb-95	1.42E-06	0.00E+00	1.55E-04	1.92E-04	3.48E-04
Mo-99	0.00E+00	0.00E+00	1.78E-04	4.59E-04	6.37E-04
Tc-99m	0.00E+00	0.00E+00	1.63E-04	4.07E-04	5.70E-04
Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	4.08E-04	1.33E-03	1.74E-03
Rh-103m	0.00E+00	0.00E+00	3.84E-04	1.26E-03	1.64E-03
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	5.48E-03	1.70E-02	2.25E-02

III. 발전소의 현황

표 3.5-12 (계 속)

(단위 : TBq/yr)

핵 종	고리 1,2호기 ¹⁾	고리 3,4호기 ¹⁾	신고리 1, 2호기 ²⁾	신고리 3, 4호기 ²⁾	합계
Rh-106	0.00E+00	0.00E+00	4.82E-03	1.63E-02	2.11E-02
Ag-110m	3.81E-06	0.00E+00	1.55E-04	3.26E-04	4.85E-04
Ag-110	0.00E+00	0.00E+00	8.88E-06	3.03E-05	3.92E-05
Sb-124	3.91E-07	0.00E+00	3.18E-05	3.18E-05	6.40E-05
Sb-125	2.16E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.16E-06
Te-123m	2.94E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.94E-06
Te-129m	0.00E+00	0.00E+00	9.62E-06	3.18E-05	4.14E-05
Te-129	0.00E+00	0.00E+00	1.41E-05	2.52E-05	3.93E-05
Te-131m	0.00E+00	0.00E+00	2.22E-05	4.74E-05	6.96E-05
Te-131	0.00E+00	0.00E+00	4.51E-06	8.88E-06	1.34E-05
I-131	1.70E-03	1.34E-04	5.77E-03	1.41E-02	2.17E-02
Te-132	0.00E+00	0.00E+00	4.96E-05	1.33E-04	1.83E-04
I-132	0.00E+00	0.00E+00	6.44E-04	6.36E-04	1.28E-03
I-133	1.21E-02	1.23E-05	4.66E-03	7.40E-03	2.42E-02
Xe-133	3.36E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.36E-07
I-134	0.00E+00	0.00E+00	2.44E-04	1.41E-04	3.85E-04
Cs-134	6.33E-06	0.00E+00	1.63E-03	2.29E-03	3.93E-03
I-135	1.43E-02	0.00E+00	2.60E-03	3.26E-03	2.02E-02
Cs-136	0.00E+00	0.00E+00	9.62E-05	1.55E-04	2.51E-04
Cs-137	3.75E-05	7.89E-06	2.29E-03	3.11E-03	5.45E-03
Ba-137m	0.00E+00	0.00E+00	1.04E-03	1.85E-03	2.89E-03
Ba-140	0.00E+00	0.00E+00	6.44E-04	1.92E-03	2.56E-03
La-140	0.00E+00	0.00E+00	8.88E-04	2.52E-03	3.41E-03
Ce-141	0.00E+00	0.00E+00	2.44E-05	4.22E-05	6.66E-05
Ce-143	0.00E+00	0.00E+00	4.44E-05	9.62E-05	1.41E-04
Pr-143	0.00E+00	0.00E+00	8.88E-06	2.66E-05	3.55E-05
Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	4.96E-04	1.04E-03	1.54E-03
Pr-144	0.00E+00	0.00E+00	2.08E-04	7.10E-04	9.18E-04
H-3	6.14E+00	2.95E+01	7.47E+01	1.06E+02	2.16E+02

주 : 1) 요오드핵종은 운영이래 최대 방출량 자료이며, 요오드핵종을 제외한 나머지 핵종은 2009
 도원자력발전소 방사선관리연보에 제시된 2000년부터 2009년까지의 실제 방출량 자료중
 방사성 핵종별로 최대 방출량을 보이는 연도의 방출량

2) 2개 호기 기준으로 GALE 전산코드로 계산된 자료

3) 실측자료를 확보하지 못하여 GALE 전산코드로 계산된 예상 방출량 사용

표 3.5-13 액체유출물에 의한 환경에서의 최대 방사능농도

핵종	8개 호기 방출량 (TBq/yr)	수중방사능 농도 (Bq/ml)	배출관리 기준(Bq/ml)	수중 방사능 농도와 배출관리 기준의 비	어류내 농도 (Bq/g)	갑각류내 농도 (Bq/g)	해변에서의 농도 (Bq/m ²)
Na-24	9.77E-04	3.76E-08	2.00E+00	1.88E-08	3.76E-07	3.76E-07	1.18E-03
P-32	2.66E-05	1.07E-09	3.00E-01	3.57E-09	3.21E-05	2.14E-05	7.64E-04
Cr-51	1.39E-03	5.59E-08	2.00E+01	2.80E-09	2.24E-05	2.80E-05	7.73E-02
Mn-54	9.34E-04	3.76E-08	1.00E+00	3.76E-08	1.88E-05	3.76E-05	5.87E-01
Fe-55	2.54E-03	1.02E-07	2.00E+00	5.10E-08	3.07E-04	1.02E-03	5.01E+00
Fe-59	3.93E-04	1.58E-08	4.00E-01	3.95E-08	4.74E-05	1.58E-04	3.52E-02
Co-57	3.33E-09	1.34E-13	3.00E+00	4.47E-14	1.34E-11	1.34E-10	1.82E-06
Co-58	2.26E-03	9.10E-08	9.00E-01	1.01E-07	9.10E-06	9.10E-05	3.23E-01
Co-60	2.18E-03	8.78E-08	2.00E-01	4.39E-07	8.78E-06	8.78E-05	7.82E+00
Ni-63	2.52E-04	1.01E-08	5.00E+00	2.02E-09	5.07E-06	1.01E-06	2.39E+00
Zn-65	1.24E-04	4.99E-09	2.00E-01	2.50E-08	9.99E-06	9.99E-05	6.09E-02
W-187	9.02E-05	3.53E-09	1.00E+00	3.53E-09	1.06E-07	1.06E-07	1.76E-04
Np-239	1.86E-04	7.40E-09	9.00E-01	8.22E-09	7.40E-08	7.40E-06	8.73E-04
Br-84	7.84E-06	8.55E-11	8.00E+00	1.07E-11	2.56E-10	8.55E-10	9.44E-08
Rb-88	1.17E-05	4.59E-11	8.00E+00	5.74E-12	4.59E-10	9.18E-10	2.84E-08
Sr-89	4.44E-05	1.79E-09	3.00E-01	5.97E-09	1.79E-09	1.79E-08	4.51E-03
Sr-90	4.84E-06	1.95E-10	2.00E-02	9.75E-09	1.95E-10	1.95E-09	3.90E-02
Y-90	1.33E-06	5.30E-11	3.00E-01	1.77E-10	5.30E-10	5.30E-08	7.08E-06
Sr-91	1.18E-05	4.42E-10	9.00E-01	4.91E-10	4.42E-10	4.42E-09	8.73E-06
Y-91m	7.18E-06	1.25E-10	6.00E+01	2.08E-12	1.25E-09	1.25E-07	2.15E-07
Y-91	1.42E-05	5.72E-10	3.00E-01	1.91E-09	5.72E-09	5.72E-07	1.67E-03
Y-93	5.33E-05	2.00E-09	6.00E-01	3.33E-09	2.00E-08	2.00E-06	4.21E-05
Zr-95	2.52E-04	1.01E-08	8.00E-01	1.26E-08	1.01E-06	1.01E-05	3.25E-02
Nb-95	3.48E-04	1.40E-08	1.00E+00	1.40E-08	1.40E-06	1.40E-06	2.46E-02
Mo-99	6.37E-04	2.54E-08	6.00E-01	4.23E-08	2.54E-07	2.54E-06	3.49E-03
Tc-99m	5.70E-04	2.05E-08	3.00E+01	6.83E-10	2.05E-07	2.05E-05	2.56E-04

III. 발전소의 현황

표 3.5-13 (계 속)

핵종	8개 호기 방출량 (TBq/yr)	수중방사능 농도 (Bq/ml)	배출관리 기준(Bq/ml)	수중 방사능 농도와 배출관리 기준의 비	어류내 농도 (Bq/g)	갑각류내 농도 (Bq/g)	해변에서의 농도 (Bq/m ²)
Ru-103	1.74E-03	7.00E-08	9.00E-01	7.78E-08	7.00E-08	1.40E-04	1.38E-01
Rh-103m	1.64E-03	5.65E-08	2.00E+02	2.83E-10	5.65E-06	5.65E-05	5.22E-04
Ru-106	2.25E-02	9.06E-07	1.00E-01	9.06E-06	9.06E-07	1.81E-03	1.67E+01
Sb-124	6.40E-05	2.58E-09	3.00E-01	8.60E-09	2.58E-06	7.73E-07	7.77E-03
Sb-125	2.16E-06	8.70E-11	6.00E-01	1.45E-10	8.70E-08	2.61E-08	4.36E-03
Te-129m	4.14E-05	1.67E-09	2.00E-01	8.35E-09	1.67E-06	1.67E-05	2.79E-03
Te-129	3.93E-05	8.71E-10	1.00E+01	8.71E-11	8.71E-07	8.71E-06	2.10E-06
Te-131m	6.96E-05	2.74E-09	4.00E-01	6.85E-09	2.74E-06	2.74E-05	1.71E-04
Te-131	1.34E-05	1.03E-10	8.00E+00	1.29E-11	1.03E-07	1.03E-06	8.93E-08
I-131	2.17E-02	8.71E-07	3.00E-02	2.90E-05	8.71E-06	8.71E-05	3.50E-01
Te-132	1.83E-04	7.30E-09	2.00E-01	3.65E-08	7.30E-06	7.30E-05	1.19E-03
I-132	1.28E-03	3.81E-08	2.00E+00	1.91E-08	3.81E-07	3.81E-06	1.83E-04
I-133	2.42E-02	9.43E-07	2.00E-01	4.72E-06	9.43E-06	9.43E-05	4.09E-02
I-134	3.85E-04	7.02E-09	6.00E+00	1.17E-09	7.02E-08	7.02E-07	1.28E-05
Cs-134	3.93E-03	1.58E-07	4.00E-02	3.95E-06	7.91E-06	4.75E-06	5.92E+00
I-135	2.02E-02	7.32E-07	7.00E-01	1.05E-06	7.32E-06	7.32E-05	1.01E-02
Cs-136	2.51E-04	1.01E-08	2.00E-01	5.05E-08	5.04E-07	3.03E-07	6.61E-03
Cs-137	5.45E-03	2.19E-07	5.00E-02	4.38E-06	1.10E-05	6.58E-06	4.45E+01
Ba-140	2.56E-03	1.03E-07	3.00E-01	3.43E-07	1.03E-06	1.03E-05	6.58E-02
La-140	3.41E-03	1.35E-07	3.00E-01	4.50E-07	1.35E-05	1.35E-04	1.13E-02
Ce-141	6.66E-05	2.68E-09	1.00E+00	2.68E-09	2.68E-08	2.68E-08	4.35E-03
Ce-143	1.41E-04	5.56E-09	6.00E-01	9.27E-09	5.56E-08	5.56E-08	3.84E-04
Pr-143	3.55E-05	1.43E-09	6.00E-01	2.38E-09	1.43E-08	1.43E-08	9.70E-04
Ce-144	1.54E-03	6.20E-08	1.00E-01	6.20E-07	6.20E-07	6.20E-07	8.82E-01
Pr-144	9.18E-04	3.33E-09	1.00E+01	3.33E-10	3.33E-08	3.33E-08	1.99E-06
H-3	2.16E+02	8.70E-03	2.00E+01	4.35E-04	8.70E-03	8.70E-03	1.32E+06

건설로 인한 영향

IV

4.1 선량 계산모델

4.2 선량계산시 가정

4.3 선량계산

4.4 연간 피폭선량의 요약

4장 간지

간지 뒷장



4.1 선량 계산모델

4.1.1 방사능운에 의한 선량계산

4.1.2 지표면에 침적된 방사능에 의한 선량계산

4.1.3 발전소로부터의 직접선량계산

4.1 간지

간지 뒷장

제 4 장 건설로 인한 영향

발전소 건설로 인한 영향은 원자력발전소 건설에 참가하는 일반 작업자가 건설기간중 동일 부지내에 있는 운영중인 발전소로부터 피폭선량(개인 및 총 작업자선량)을 평가하는 것이다. 건설작업자가 작업시 받는 피폭선량은 크게 방사능운에 의한 선량, 지표면에 침적된 방사능으로부터의 선량, 발전소로부터의 직접피폭의 3가지 경로가 고려된다.

신고리 3,4호기는 신고리원자력 발전소 부지내에 1년 차이로 건설된다. 따라서 방사능운 및 지표면 침적에 의한 건설작업자 선량 계산시에 신고리 3호기가 가동하기까지는 고리 1~4호기 및 신고리 1~2호기에 의하여 방사능 영향이 고려되고, 신고리 4호기가 상업운전하게 되는 건설 마지막 해에는 고리 1~4호기 및 신고리 1~3호기로부터 신고리 4호기 건설 작업자가 받는 대한 방사능 영향이 고려된다.

또한 운영중인 발전소로부터의 직접선량 계산시 고리 1~4호기 및 신고리 1~2호기에 의한 영향은 이격거리 및 주변 지형지물에 의한 차폐효과를 고려할 때 무시할 수 있으나, 건설 마지막 해에 운영중인 신고리 3호기로부터 신고리 4호기의 건설작업자에 대한 방사능 영향은 고려한다.

본 절에서는 건설작업자들에 대한 피폭선량의 정량적 계산모델과 가정을 기술하고 이에 따른 계산결과가 원자력법시행령의 일반인에 대한 최대허용선량제한치(1 mSv/yr)를 만족하는지를 평가한다.

4.1 선량 계산모델

4.1.1 방사능운에 의한 선량계산

방사능운으로부터 건설작업자가 받는 선량은 미 규제지침서(USNRC Regulatory Guide) 1.109에 제시된 피폭평가 모델을 적용하여 평가한다.

반무한 공기중 방사성핵종으로부터 초래되는 외부피폭선량은 다음과 같은 식을 사용하여 평가한다.

$$H_{T,\infty}(r, \theta) = S_F \sum_i X_i(r, \theta) DCF_{T,i}^A \dots\dots\dots(1)$$

여기서,

$H_{T,\infty}(r, \theta)$: 반무한 방사능운으로부터 방출지점으로부터 거리 r , 방향 θ 인 지점에서 장기 T 에 연간 피폭되는 장기등가선량 및 유효선량(Sv/yr)

IV. 건설로 인한 영향

S_F : 감마선 방호계수

$DCF_{T,i}^A$: 반무한 방사능운의 방사성핵종 i의 단위 농도당 장기 T에 대한 장기 증가선량 및 유효선량 환산인자($Sv \cdot m^3/Bq \cdot sec$)

상기 식에서 유효선량 환산인자를 대입하면 선량의 단위는 유효선량이 되고 장기별 선량환산인자를 대입하면 피부를 포함한 장기증가선량이 된다.

$$X_i(r, \theta) = 3.17 \times 10^4 Q_i (X/Q)^D \dots\dots\dots(2)$$

여기서,

Q_i : 방사성핵종 i의 연간 방출량(TBq/yr)

3.17×10^4 : 단위환산인자($Bq \cdot yr/TBq \cdot sec$)

$(X/Q)^D$: 방사능 붕괴를 고려한 대기확산인자(sec/m^3)

또한, 기체상으로 환경에 방출된 방사성핵종은 호흡경로에 의해 인체에 피폭을 초래하는데 호흡에 의한 피폭선량은 다음 식을 사용하여 평가한다.

$$H_{T,\infty}(r, \theta) = R \sum_i Q_i (X/Q)^{DD}(r, \theta) DCF_{T,i}^A \dots\dots\dots(3)$$

여기서,

$H_{T,\infty}(r, \theta)$: 반무한 방사능운으로부터 방출지점으로부터 거리 r, 방향 θ 인

지점에서 호흡에 의해 연간 피폭되는 피폭선량(Sv/yr)

$(X/Q)^{DD}$: 방사능 붕괴와 지표면 침적을 고려한 대기확산인자(sec/m^3)

$DCF_{T,i}^A$: 반무한 방사능운의 방사성핵종 i의 선량환산인자($Sv \cdot m^3/Bq \cdot sec$)

4.1.2 지표면에 침적된 방사능에 의한 선량계산

발전소로부터 방출된 방사성핵종중 불활성기체는 대부분 지표면으로 침적되지 않고 공기중에 존재하므로 지표면에 침적된 방사능에 의한 피폭선량 평가에는 입자성핵종과 여러 가지 화학적형태를 갖는 요오드핵종에 국한된다. 선량계산모델은 미국 규제지침서 1.109에 제시된 모델을 적용하며, 다음과 같은 수식을 사용하여 선량을 평가한다.

$$H_T^G(r, \theta) = S_F \sum_i C_i^G(r, \theta) DCF_{T,i}^G \dots\dots\dots(4)$$

여기서,

$H_T^G(r, \theta)$: 방출지점으로부터 거리 r , 방향 θ 인 지점에서 무한 평면에 침적된 방사능으로부터 장기 T 에 연간 피폭되는 장기등가선량 및 유효선량(Sv/yr)

$C_i^G(r, \theta)$: 방출지점으로부터 거리 r , 방향 θ 의 지점에 침적된 방사성핵종의 농도(Bq/m³)

$DCF_{T,i}^G$: 무한 평면에 침적된 방사성 핵종 i 의 단위 농도 당 장기 T 에 대한 장기등가선량 및 유효선량 환산인자(Sv-m³/Bq-sec)

본 평가에서 적용되는 모델인 식 (4)는 미국 규제지침서에서 사용된 식과 동일하며, 각 인자의 단위만 수정하였다. 그러나, 실제적으로 선량환산인자의 개념이 유효선량과 장기등가선량으로 개정되었기 때문에 피폭선량 결과는 동일한 선원항을 적용하여도 다르게 된다. 선량환산인자는 EPA FGR 12(USEPA, 1993, External Exposure to Radionuclides in Air, Water, and Soil, federal Guidance Report No. 12)에서 인용하였다.

그리고, $C_i^G(r, \theta)$ 는 아래와 같이 계산된다.

$$C_i^G(r, \theta) = \frac{1.0 \times 10^{12} (D/Q) Q_i}{\lambda_i} (1 - \exp(-\lambda_i t)) \dots\dots\dots(5)$$

여기서,

- Q_i : 대기로 방출되는 방사성 핵종 i 의 연간 방출량(TBq/yr)
- t : 지표면의 오염기간, 통상 발전소수명의 반(20 yr)
- λ_i : 방사성핵종 i 의 붕괴상수(yr⁻¹)
- (D/Q) : 지표면 침적인자(m⁻²)
- 1.0×10^{12} : 단위 환산인자(Bq/TBq)

IV. 건설로 인한 영향

4.1.3 발전소로부터의 직접선량계산

건설작업자가 운영중인 발전소로부터 직접 받는 선량은 원자로건물 외부에서의 선량률을 근거로 계산하며 건설 마지막 해 운영중인 신고리 3호기에 의한 신고리 4호기 건설작업자가 받는 피폭선량을 계산한다. 신고리 3,4호기 방사선구역 I의 설계선량률인 1.0×10^{-3} mSv/hr가 원자로건물 표면에서 유지됨을 가정하며 이때 원자로건물내 방사선원은 1MeV 감마선을 가정한다. 상기 가정을 사용한 직접선량은 “VisualShield¹⁾” 전산 프로그램을 이용하여 계산한다.

1) ICRP-60의 유효선량 개념을 도입한 방사선차폐해석용 전산프로그램

4.2 선량계산시 가정

4.2 간지

IV. 건설로 인한 영향

간지 뒷장



4.2 선량계산시 가정

신고리 3,4호기의 건설작업자가 건설기간동안 받는 피폭선량을 계산하는데 사용된 가정은 다음과 같다.

- ① 총 건설기간은 원자로 기초콘크리트 타설부터 핵연료 장전까지 6년(호기별로는 5년)이며, 신고리 3호기는 신고리 4호기 건설의 마지막 해 동안만 가동한다.
- ② 건설기간 중 처음 4년 동안의 작업자수는 연간 4,000명이며, 건설 마지막 해의 작업자수는 1,500명이다.
- ③ 건설작업자의 연간 작업시간은 2,000시간이다(40시간/주, 50주/년).
- ④ 건설기간동안 신고리 3,4호기 건설작업자들의 공기중 방사능에 의한 연간 선량은 고리 1~4호기와 신고리 1,2호기로부터의 방사능 누출에 의한 선량기여도 및 신고리 4호기 건설 마지막 해 1년간, 운영중인 신고리 3호기로부터의 누출에 의한 선량기여도를 고려하여 계산한다. 따라서 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기로부터 신고리 3호기 건설작업자까지의 거리는 2,160 m 및 1,390 m이며, 고리 1~4호기, 신고리 1,2호기 및 신고리 3호기로부터 신고리 4호기 건설작업자까지의 2,310 m, 1,540 m 및 150 m이다.
- ⑤ 기체방사성물질의 방출은 보수적인 계산을 위해 건물 와류효과를 고려한 지표면 방출로 가정한다.
- ⑥ 피폭지점에서 건설작업자의 음식물 섭취로 인한 선량은 무시한다.
- ⑦ 직접선량 계산시 처음 4년의 건설기간 동안 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기로부터의 피폭은 주변 구조물 및 지형지물에 의한 차폐효과로 무시할 수 있으므로 건설 마지막 해에 신고리 3호기에 의한 신고리 4호기 건설작업자가 받는 직접선량만을 고려한다. 신고리 3호기 원자로 건물 벽면으로부터 신고리 4호기 건설작업자까지의 거리는 128 m이다.
- ⑧ 직접선량 계산시 건설기간중 처음 1년 동안은 건설작업자중 100%가 외부에서 작업하며, 건설 2, 3, 4년에는 50%가, 건설 마지막 해에는 20%만이 외부에서 작업하는 것으로 가정한다(건물 내부 작업자에 대한 직접선량은 구조물의 차폐효과를 고려하여 무시한다).
- ⑨ 발전소내 모든 구조물의 외부는 방사선 구역 I으로 차폐 설계되고 있다. 건설작업자에 대한 직접선량 계산시 신고리 3호기 건물 외부에서의 선량률은 방사선구역 I의 최대 설계기준 선량률인 1.0×10^{-3} mSv/hr가 유지됨을 가정하며,

IV. 건설로 인한 영향

원자로건물내 방사선원은 1 MeV의 γ 선으로 가정한다.

- ⑩ 고리 1~4호기 발전소로부터 방출되는 방사성핵종의 방출량은 요오드핵종은 운영 이래 최대 방출량 자료이며, 요오드핵종을 제외한 나머지 핵종은 2000년부터 2009년까지의 실제 방출량 자료중 방사성 핵종별로 최대 방출량을 보이는 연도의 운전 실적치로부터 구해진다(표 4.2-1).

표 4.2-1 연간 예상 기체폐기물 방출량

(단위: TBq/yr)

핵종	고리 1,2호기 ¹⁾	고리 3,4호기 ¹⁾	신고리 1,2호기 ²⁾	신고리 3호기
I-131	1.31E-02	1.99E-04	5.18E-03	1.48E-03
I-132	9.30E-05	9.83E-06	2.66E-02	5.92E-03
I-133	1.07E-05	2.25E-05	1.70E-02	4.44E-03
I-134	0.00E+00	0.00E+00	4.37E-02	9.62E-03
I-135	1.48E-07	7.03E-07	3.18E-02	7.77E-03
H-3	3.43E+01	1.10E+01	6.73E+01	5.92E+00
C-14 ³⁾	5.40E-01	5.40E-01	5.40E-01	2.70E-01
Ar-41	3.76E-02	1.17E-02	2.52E+00	1.26E+00
Kr-85m	0.00E+00	0.00E+00	4.14E+00	2.59E+00
Kr-85	2.77E-01	0.00E+00	2.59E+02	1.81E+02
Kr-87	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+00	8.88E-01
Kr-88	0.00E+00	0.00E+00	5.11E+00	3.15E+00
Xe-131m	5.43E-02	1.15E-02	1.11E+02	8.14E+01
Xe-133m	5.19E-02	5.31E-02	7.18E+00	4.81E+00
Xe-133	8.67E+00	6.91E+00	3.33E+02	2.33E+02
Xe-135m	0.00E+00	0.00E+00	5.18E-01	2.96E-01
Xe-135	2.06E-01	1.73E-02	3.77E+01	2.41E+01
Xe-138	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-01	2.22E-01
Cr-51	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-05	3.59E-06
Mn-54	7.45E-08	0.00E+00	7.40E-06	2.11E-06
Co-57	0.00E+00	0.00E+00	1.11E-06	3.03E-07
Co-58	4.46E-07	2.56E-07	5.11E-05	1.78E-05
Co-60	6.68E-07	4.11E-09	1.04E-05	4.07E-06
Fe-59	0.00E+00	0.00E+00	3.77E-06	1.04E-06
Sr-89	1.38E-08	0.00E+00	2.00E-05	5.92E-06
Sr-90	0.00E+00	0.00E+00	8.14E-06	2.33E-06
Zr-95	0.00E+00	0.00E+00	7.40E-07	3.70E-07
Nb-95	0.00E+00	0.00E+00	4.22E-06	1.55E-06
Ru-103	0.00E+00	0.00E+00	2.29E-06	6.29E-07
Ru-106	0.00E+00	0.00E+00	5.77E-08	2.89E-08
Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	4.51E-08	2.26E-08
Cs-134	0.00E+00	0.00E+00	5.11E-06	1.78E-06
Cs-136	0.00E+00	0.00E+00	4.44E-06	1.22E-06
Cs-137	5.98E-08	0.00E+00	9.62E-06	3.33E-06
Ba-137	0.00E+00	0.00E+00	3.11E-07	1.55E-07
Ce-140	0.00E+00	0.00E+00	1.78E-06	4.81E-07

주 : 1) 요오드핵종은 운영 이래 최대 방출량 자료이며, 요오드핵종을 제외한 나머지 핵종은 2009도 원자력발전소 방사선관리연보에 제시된 2000년부터 2009년까지의 실제 방출량 자료중 방사성 핵종별로 최대 방출량을 보이는 연도의 방출량.

2) 1개 호기 기준으로 GALE 전산코드로 계산된 자료.

3) 실측자료를 확보하지 못하여 GALE 전산코드로 계산된 예상 방출량 사용

4.3 선량계산

4.3.1 기체 방출물에 의한 선량

4.3.2 발전소로부터의 직접선량 계산

4.3 간지

IV. 건설로 인한 영향

간지뒹장



4.3 선량계산

4.3.1 기체방출물에 의한 선량

기체방출물에 의한 건설작업자의 유효선량, 피부등가선량, 호흡에 의한 갑상선등가 선량은 4.1.가에 주어진 식(1), (2) 및 (3)를 전산화한 「TEDII-60」 전산프로그램을 사용하여 계산하였다.

신고리 3,4호기는 고리 1~4호기와 신고리 1,2호기에 대하여 NE 방향에 건설될 예정이며, 각 호기로부터 건설작업 지점까지의 거리 및 방향을 고려한 대기확산인자는 표 4.3-1과 같다.

표 4.3-1 각 호기에 대한 건설작업 지점에서의 대기확산인자

호기 구분 (피폭원→피폭지점)	대기확산인자 (sec/m ³)		
	Distance(m)	χ/Q	D/Q
고리 1~4호기→신고리 3호기	2160	1.093E-06	2.861E-09
고리 1~4호기→신고리 4호기	2310	9.858E-07	2.548E-09
신고리 1,2호기→신고리 3호기	1390	2.219E-06	6.076E-09
신고리 1,2호기→신고리 4호기	1540	1.873E-06	5.105E-09
신고리 3호기→신고리 4호기	150	1.186E-04	1.825E-07

작업자의 연간 작업시간을 2,000시간(40시간/주, 50주/년)으로 가정할 경우, 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기에 의하여 신고리 3,4호기 건설작업자가 받는 연간 받는 피폭선량은 표 4.3-2와 같다.

신고리 3호기 건설작업자가 처음 3년의 건설기간 및 건설 4, 5년에 운영중인 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기의 기체방출물로 인해 연간 받는 피폭선량은 표 4.3-3과 같으며, 신고리 4호기 건설작업자가 처음 2년의 건설기간, 3,4년의 건설기간 및 건설 마지막 해에 운영중인 고리 1~4호기, 신고리 1,2호기 및 신고리 3호기의 기체방출물로 인해 연간 받는 피폭선량은 표 4.3-4와 같다.

건설기간 동안 모든 건설작업자들이 연간 받는 피폭선량은 위에서 계산한 개인에 대한 피폭선량에 연간 작업자수(건설기간중 처음 4년 동안 연간 4,000명, 건설 마지막 해 연간 1,500명)를 곱함으로써 구해진다. 따라서 신고리 3호기 모든 건설업자들의 연간 집단선량은 표 4.3-5와 같고, 신고리 4호기 모든 건설업자들의 연간 집단선량은 표 4.3-6과 같다.

IV. 건설로 인한 영향

표 4.3-2 기체방출물로 인해 개인 건설작업자가 받는 피폭선량

구 분	피폭경로	피폭선량(mSv/yr)		
		유효	피부	갑상선
고리 1~4호기 ⇒ 신고리 3호기	방사능운	5.27E-06	1.64E-05	5.14E-06
	지표면 침적	1.92E-07	2.56E-07	1.85E-07
	호흡	4.09E-05	4.09E-05	4.38E-05
신고리 1,2 ⇒ 신고리 3호기	방사능운	6.53E-04	2.88E-03	6.48E-04
	지표면 침적	1.59E-05	4.89E-05	1.47E-05
	호흡	1.43E-04	1.28E-04	4.11E-04
고리 1~4호기 ⇒ 신고리 4호기	방사능운	4.75E-06	1.48E-05	4.63E-06
	지표면 침적	1.71E-07	2.28E-07	1.65E-07
	호흡	3.68E-05	3.65E-05	3.93E-05
신고리 1,2호기 ⇒ 신고리 4호기	방사능운	5.50E-04	2.42E-03	5.46E-04
	지표면 침적	1.34E-05	4.11E-05	1.23E-05
	호흡	1.20E-04	1.07E-04	3.45E-04
신고리 3호기 ⇒ 신고리 4호기	방사능운	2.25E-02	1.04E-01	2.23E-02
	지표면 침적	1.76E-04	5.43E-04	1.59E-04
	호흡	9.16E-04	6.74E-04	5.21E-03

표 4.3-3 신고리 3호기 건설작업자의 연간 개인선량

구 분	피폭경로	피폭선량(mSv/yr)		
		유효	피부	갑상선
처음 3년의 건설기간	방사능운	5.27E-06	1.64E-05	5.14E-06
	지표면 침적	1.92E-07	2.56E-07	1.85E-07
	호흡	4.09E-05	4.09E-05	4.38E-05
	합	4.63E-05	5.76E-05	4.92E-05
건설 4,5년	방사능운	6.58E-04	2.89E-03	6.54E-04
	지표면 침적	1.61E-05	4.91E-05	1.49E-05
	호흡	1.84E-04	1.69E-04	4.55E-04
	직접선량	-	-	-
	합	8.58E-04	3.11E-03	1.12E-03

표 4.3-4 신고리 4호기 건설작업자의 연간 개인선량

구 분	피폭경로	피폭선량(mSv/yr)		
		유효	피부	갑상선
처음 2년의 건설기간	방사능운	4.75E-06	1.48E-05	4.63E-06
	지표면침적	1.71E-07	2.28E-07	1.65E-07
	호흡	3.68E-05	3.65E-05	3.93E-05
	합	4.17E-05	5.16E-05	4.41E-05
3-4년의 건설기간	방사능운	5.55E-04	2.43E-03	5.50E-04
	지표면침적	1.35E-05	4.13E-05	1.25E-05
	호흡	1.57E-04	1.44E-04	3.84E-04
	합	7.25E-04	2.62E-03	9.47E-04
건설 마지막해	방사능운	2.31E-02	1.07E-01	2.29E-02
	지표면침적	1.89E-04	5.85E-04	1.71E-04
	호흡	1.07E-03	8.17E-04	5.59E-03
	직접선량	2.68E-02	-	-
	합	5.12E-02	1.08E-01	2.86E-02

표 4.3-5 신고리 3호기 모든 건설작업자의 연간 집단선량

구 분	피폭경로	연간 집단선량(person-Sv/yr)		
		유효	피부	갑상선
처음 3년의 건설기간	방사능운	2.11E-05	6.58E-05	2.05E-05
	지표면침적	7.67E-07	1.02E-06	7.40E-07
	호흡	1.63E-04	1.63E-04	1.75E-04
	합	1.85E-04	2.30E-04	1.97E-04
건설 4,5년	방사능운	9.87E-04	4.34E-03	9.80E-04
	지표면침적	2.42E-05	7.37E-05	2.23E-05
	호흡	2.76E-04	2.53E-04	6.82E-04
	직접선량	-	-	-
	합	1.29E-03	4.67E-03	1.68E-03

IV. 건설로 인한 영향

표 4.3-6 신고리 4호기 모든 건설작업자의 연간 집단선량

구 분	피폭경로	연간 집단선량(person-Sv/yr)		
		유효	피부	갑상선
처음 2년의 건설기간	방사능운	1.90E-05	5.93E-05	1.85E-05
	지표면침적	6.83E-07	9.11E-07	6.58E-07
	호흡	1.47E-04	1.46E-04	1.57E-04
	합	1.67E-04	2.06E-04	1.76E-04
3~4년의 건설기간	방사능운	2.22E-03	9.74E-03	2.20E-03
	지표면침적	5.42E-05	1.65E-04	5.00E-05
	호흡	6.27E-04	5.75E-04	1.54E-03
	합	2.90E-03	1.05E-02	3.79E-03
건설 마지막해	방사능운	3.46E-02	1.60E-01	3.43E-02
	지표면침적	2.84E-04	8.77E-04	2.57E-04
	호흡	1.61E-03	1.23E-03	8.38E-03
	직접선량	4.02E-02	-	-
	합	7.67E-02	1.62E-01	4.29E-02

4.3.2 발전소로부터의 직접선량 계산

운영중인 발전소로부터의 직접선량은 “VisualShield” 전산프로그램을 이용하였다. 신고리 3,4호기는 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기로부터 NE 방향(표 4.3-1)에 위치하며, 건설기간 동안에 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기로부터의 직접선량은 주변 구조물 및 지형지물에 의한 차폐효과로 무시할 수 있으므로 건설 마지막 해에 신고리 3호기로부터의 신고리 4호기 건설작업자가 받는 직접선량만을 고려한다. 연간 건설작업자 선량은 건설 작업시간, 원자로건물 외부에서 작업하는 비율과 연간 작업시간 등을 고려하여 다음과 같이 계산한다.

$$D_p = D \times F \times 2,000$$

여기서,

D = 연간 개인 외부피폭 선량률(mSv/hr)

F = 원자로건물 외부에서 작업하는 비율

2,000 = 연간 작업시간(hr/yr)

건설작업자의 직접선량 계산에 필요한 변수 값은 표 4.3-7에 주어져 있으며, 계산된 직접선량율은 6.70×10^{-5} mSv/hr이다. 상기 직접선량률과 건설 마지막 해 건물 외부에서 작업하는 비율(0.2) 및 연간 작업시간을 고려한 연간 개인 직접선량은 2.68×10^{-2} mSv/yr이며, 모든 작업자수를 고려한 연간 피폭선량은 4.02×10^{-2} person-Sv/yr이다.

표 4.3-7 건설작업자의 직접선량계산에 사용된 변수값

변 수	변수값
	신고리원자력 3호기
원자로건물의 반경, m	23
원자로건물에서 작업자까지의 거리, m	128
원자로건물의 높이, m	67
원자로건물 외부표면 선량율, mSv/hr	1.0×10^{-3}
원자로건물 두께, m	1.0
차폐체 밀도(g/cm ³)	
- 공기	1.293×10^{-3}
- 콘크리트	2.350

4.4 연간 피폭선량의 요약

4.4 간지

IV. 건설로 인한 영향

간지 뒷면



4.4 연간 피폭선량의 요약

각 건설작업자의 연간 피폭선량과 작업자들에 대한 연간 총 피폭선량을 건설 첫째, 건설 2, 3, 4년 건설기간과 건설 마지막해로 나누어 계산한 4.3절의 계산결과는 표 4.4-1 및 표 4.4-2와 같이 요약된다.

결론적으로 신고리 3,4호기의 전 건설기간동안 호기별 건설작업자가 운영중인 발전소로부터 연간 받는 최대 선량은 건설 마지막 해에 신고리 4호기 건설작업자가 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기의 기체방출물에 의한 유효선량인 $5.12 \times 10^{-2} \text{ mSv/yr}$ 이며, 이는 일반인에 대한 선량 제한치(1 mSv/yr)의 5.12% 정도이다.

따라서, 발전소 건설시 건설작업자가 인접한 지역에서 운영중인 고리 1~4호기와 신고리 1,2호기로부터 받는 방사능 영향은 문제되지 않을 것으로 평가되었다.

표 4.4-1 건설작업자의 연간 예상선량

(단위 : mSv/yr)

건설기간	고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기의 기체방출물에 의한 선량		
	장기	신고리 3호기 건설작업자 선량	신고리 4호기 건설작업자 선량
1년차	유효선량	4.63E-05	-
	피부등가선량	5.76E-05	-
	갑상선등가선량	4.92E-05	-
2년차	유효선량	4.63E-05	4.17E-05
	피부등가선량	5.76E-05	5.16E-05
	갑상선등가선량	4.92E-05	4.41E-05
3년차	유효선량	4.63E-05	4.17E-05
	피부등가선량	5.76E-05	5.16E-05
	갑상선등가선량	4.92E-05	4.41E-05
4년차	유효선량	8.58E-04	7.25E-04
	피부등가선량	3.11E-03	2.62E-03
	갑상선등가선량	1.12E-03	9.47E-04
5년차	유효선량	8.58E-04	7.25E-04
	피부등가선량	3.11E-03	2.62E-03
	갑상선등가선량	1.12E-03	9.47E-04
6년차	유효선량	-	5.12E-02
	피부등가선량	-	1.08E-01
	갑상선등가선량	-	2.86E-02

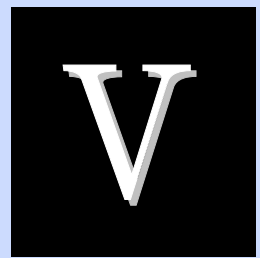
IV. 건설로 인한 영향

표 4.4-2 모든 건설작업자의 연간 예상선량

(단위 : person-Sv/yr)

건설기간	신고리 3호기 건설작업자선량			신고리 4호기 건설작업자선량		
	유효	피부	갑상선	유효	피부	갑상선
1년차	1.85E-04	1.63E-04	1.97E-04	-	-	-
2년차	1.85E-04	1.63E-04	1.97E-04	1.67E-04	2.06E-04	1.76E-04
3년차	1.85E-04	1.63E-04	1.97E-04	1.67E-04	2.06E-04	1.76E-04
4년차	1.29E-03	4.67E-03	1.68E-03	2.90E-03	1.05E-02	3.79E-03
5년차	1.29E-03	4.67E-03	1.68E-03	2.90E-03	1.05E-02	3.79E-03
6년차	-	-	-	7.67E-02	1.62E-01	4.29E-02

운영으로 인한 영향



5.1 피폭경로

5.2 피폭선량평가

5장 간지

간지 뒷면

5.1 피폭경로

5.1.1 생물상에 대한 방사성 피폭경로

5.1.2 인간에 대한 방사성 피폭경로

5.1절 간지

간지 뒷면



제 5 장 운영으로 인한 영향

원자력발전소는 정상가동시 합리적 최소도달 방사선 피폭개념(ALARA)에 따라 설정된 주민 피폭선량 기준치를 초과하지 않는 범위에서 방사성물질의 방출을 허용하고 있다. 본 절에서는 원자력발전소 정상운영으로 인하여 인근주민 및 동·식물이 받게 되는 방사능영향을 정량적으로 평가한다.

5.1 피폭경로

대기 및 해양을 통하여 부지경계선 외부로 확산된 방사성물질로부터 부지주변 주민 및 동·식물이 받는 방사선 피폭은 크게 나누어 오염된 대기, 토양 및 해양에 노출됨으로써 받게되는 외부피폭과 호흡 및 음식물 섭취로 체내에 축적되는 방사성물질에 의한 내부피폭으로 구분할 수 있다.

이 외에 발전소 시설로부터의 직접피폭이 있으며 이는 5.2.3절에서 별도로 기술한다.

5.1.1 생물상에 대한 방사성 피폭경로

인간 이외의 생물에 대한 피폭경로는 상이한 서식환경과 생활습관 때문에 해양생물과 육상생물로 구분한다.

해양생물은 오염된 해수 및 침적물에 의한 외부피폭과 오염된 해수 및 먹이의 섭취로 체내에 축적되는 방사성물질에 의한 내부피폭을 받게 되며, 육상생물은 오염된 해수, 해변, 대기로부터의 외부피폭과 먹이의 섭취로 인한 내부피폭을 받게 된다. 생물에 있어 중요한 피폭경로는 액체방류물에 기인하며, 기체방출물에 의한 피폭경로중 고려할 만한 것은 방사능운에 의한 외부 피폭경로이다(WASH-1258 참조).

해양생물은 해조류, 무척추동물(갑각류 및 연체류) 및 어류로 구분하여 평가하며, 육상생물은 대표적으로 들쥐 및 오리 등이 고려될 수 있다. 이들 육상생물은 해변에서 생활하며 수중생물을 먹이로 하는 동물로서 부지주변의 다른 동물보다 많은 피폭을 받는다. 이들 생물에 대한 피폭경로를 도시하면 그림 5.1-1과 같다.

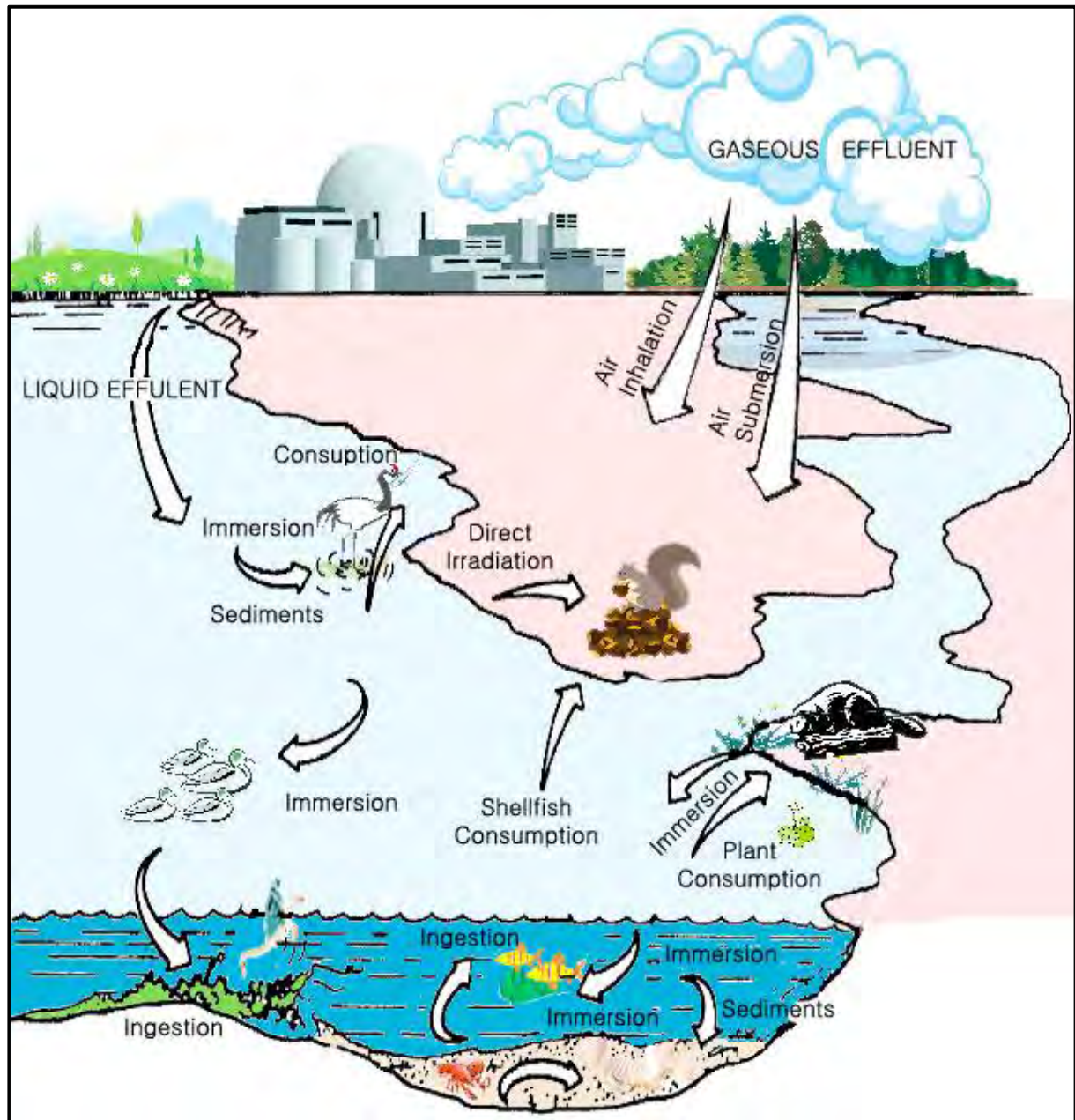


그림 5.1-1 생물에 대한 피폭경로

5.1.2 인간에 대한 방사성 피폭경로

방사선에 대한 민감도와 그 중요성을 고려하여 인간에 대한 피폭은 가능한 한 상세하게 평가하였다.

액체방류물에 기인하는 피폭경로에는 수영, 해변활동 및 해상활동시 오염된 해수 및 해변으로부터 받는 외부 피폭경로와 오염된 수산물의 섭취로 인한 내부 피폭경로가 있다. 실제 선량 평가시에는 생체축적인자 및 유통구조의 차이를 반영하기 위하여 섭취피폭경로를 어류, 무척추 동물 및 해조류로 구분하고, 다시 이들 각각을 현지자급과 수협을 통한 위탁판매로 세분하여 계산한다.

사용된 생체축적인자가 보수적이며 어류나 무척추동물이 한 장소에서 머물 확률이 적으므로 어류나 무척추동물의 섭취로 인한 실제선량은 계산치 이하일 것으로 예상된다.

액체 방사성물질의 방류지역이 바다이므로 식수 및 농작물 관개용수로 사용되지 않으며 이에 따른 피폭경로는 무시된다.

기체 방출물에서 중요한 것은 불활성기체나 할로젠원소로 정상가동중 방출되며 이들은 공기중에 부유하거나 채소, 지표면, 물 등에 침적된다. 이에 기인하는 방사선 피폭에는 오염된 대기, 토양으로부터의 외부피폭과 오염된 농·축산물의 섭취와 오염된 대기의 호흡으로 인한 내부피폭이 있다. 이중 농·축산물의 섭취피폭경로는 대기-목초-젖소-우유-인간의 경로와 대기-목초-육우-육류-인간의 경로, 그리고 대기-농작물-인간의 경로로 구분된다.

이외에 방사성물질이 빗물과 함께 지하로 스며들어 오염된 지하수를 주민이 섭취함으로써 피폭의 원인이 될 수도 있지만, 이에 의한 가능성은 매우 적으므로 무시된다. 이상의 피폭경로는 그림 5.1-2와 같이 도시된다.

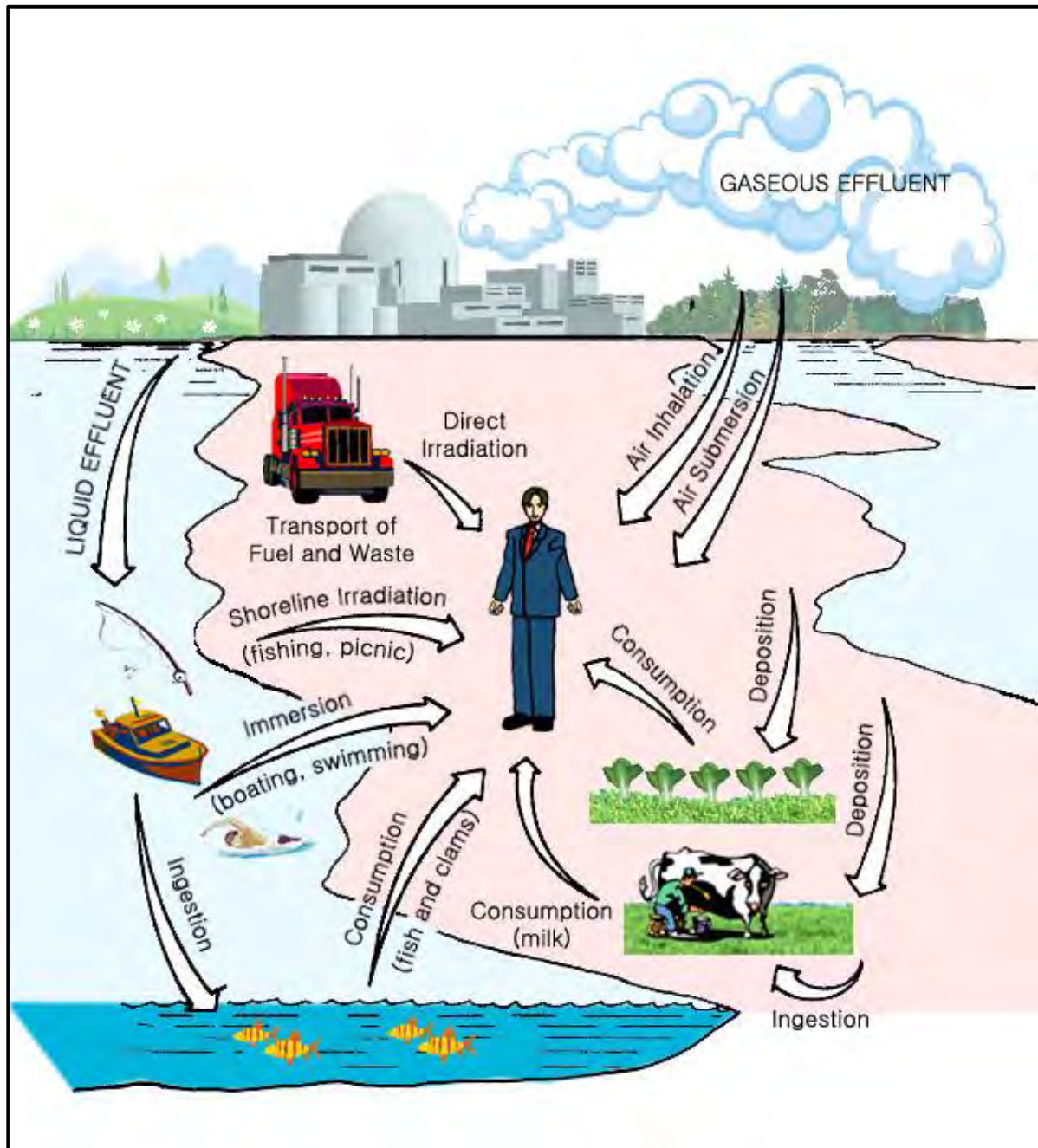


그림 5.1-2 인간에 대한 피폭경로

5.2 피폭선량 평가

5.2.1 기체경로를 통한 피폭

5.2.2 액체경로를 통한 피폭

5.2.3 발전소 시설로부터의 직접 피폭

5.2.4 다수호기 운영시 선량평가

5.2.5 피폭선량 요약

5.2절 간지

V. 운영으로 인한 영향

간지 뒷면

5.2 피폭선량평가

발전소 운영시 방출되는 기체 및 액체방사성물질은 대기 및 해양을 통하여 소외로 확산된 후 5.1절에서 기술한 피폭경로를 따라 주변 생물체에 방사선 피해를 주게 된다.

인간에 대한 피폭선량은 미국 규제지침서 1.109의 모델과 ICRP 60에서 권고하고 있는 선량환산인자를 전산화한 프로그램인 ‘TEDII-60’을 사용하여 계산한다.

피폭선량평가 모델의 기본식은 다음과 같다.

$$H_{aij} = C_{ip} U_{ap} DCF_{aij}$$

여기서, H_{aij} : 방사성핵종 i 가 피폭경로 p 를 통하여 연령군별 개인 a 의 장기 j 에 미치는 연간 등가선량 및 유효선량, Sv/yr

C_{ip} : 피폭경로 p 에 해당하는 매체내의 방사성핵종 i 의 농도, Bq/ ℓ

U_{ap} : 피폭경로 p 에 해당하는 연령군 a 에 대한 매체내의 이용률, hr/yr, ℓ /yr 혹은 kg/yr

DCF_{aij} : 선량환산인자(단위농도의 매체를 단위량 이용하였을 때 받는 방사선량)

C_{ip} 는 주변환경의 방사능농도나 음식물내의 방사능농도를 의미하는 것이며, U_p 는 해변 활동, 해수욕, 해상활동과 같이 오염된 환경에 노출되는 시간, 또는 음식물 섭취량을 의미하는 것으로 본 방정식에서 사용된 주민들의 평균값과 최대값이 표 5.2-1과 표 5.2-2에 각각 제시되어 있다.

방사선량의 계산은 부지주변 주민 중 생활습관, 음식물 섭취량, 거주지점 등 여러 조건이 방사능피폭을 가장 많이 받도록 가정된 가상개인(최대개인)에 대한 개인피폭선량과 80 km이내의 전체 주민이 받는 주민 집단선량으로 구분하여 수행한다.

개인피폭선량은 C_{ip} 가 가장 큰 지점에서 최대개인의 U_p 값을 사용하여 계산하며, 주민 집단선량은 발전소로부터 80 km의 지역을 소구역으로 분할하여 각 소구역별 C_{ip} 를 계산한 후 평균 U_p 값을 사용하여 산출한다. U_p 와 DCF_{ij} 는 연령에 따라 변하는 값으로 이를 고려하기 위하여 주민을 3개월 유아(1세 미만), 1세(2세 미만), 5세(7세 미만), 10세(12세 미만), 15세(17세 미만), 성인(17세 이상)으로 구분한다.

본 계산에 사용된 부지 특성자료는 국내실정 및 신고리원자력 발전소 부지에 적합한 자료로서 표 5.2-3에 제시되어 있다.

V. 운영으로 인한 영향

표 5.2-1 연령군별 평균인의 연간 음식물 섭취량

종류	단위	3개월	1세	5세	10세	15세	성인
농작물	kg/yr	25.6	81.7	159.0	218.3	243.9	302.5
우유	ℓ/yr	60.3	87.1	66.9	63.1	49.8	14.5
육류	kg/yr	2.9	10.0	23.9	35.1	42.5	36.1
어류	kg/yr	1.0	3.1	5.4	6.1	6.6	14.4
연체류 및 갑각류	kg/yr	0.2	1.1	2.1	3.9	5.2	6.6
해조류	kg/yr	0.6	1.3	1.8	2.3	2.2	3.5

자료: 원전주변 주민의 음식물 평가(최종보고서), 한국수력원자력(주), 2006.

표 5.2-2 연령군별 최대 개인의 연간 음식물 섭취량 및 활동시간

종류	단위	3개월	1세	5세	10세	15세	성인
호흡량	m³/yr	1,400	2,364	5,254	7,300	7,900	7,400
농작물(곡류)	kg/yr	28.8	62.4	92.2	126.9	150.2	158.5
(과일)	kg/yr	37.5	105.7	154.7	178.3	170.1	176.5
채소류(김장채소)	kg/yr	0.5	8.4	22.7	43.4	58.8	87.1
(엽채류)	kg/yr	11.5	27.1	59.6	80.9	102.8	132.9
우유	ℓ/yr	241.5	292.1	182.8	146.4	156.0	73.2
육류	kg/yr	11.0	23.5	44.8	57.7	84.6	73.1
어류	kg/yr	3.1	8.4	10.4	10.1	11.7	28.3
연체류 및 갑각류	kg/yr	0.4	2.8	3.9	7.0	11.2	13.7
해조류	kg/yr	2.3	2.3	2.7	3.8	3.2	5.9
해변활동	hr/yr	-	2.5	10.2	40.5	67.0	12.0
해수욕	hr/yr	-	54.5	218.0	270.0	240.0	60.0
해상활동	hr/yr	-	-	-	-	-	3,100

자료: 원전주변 주민의 음식물 평가(최종보고서), 한국수력원자력(주), 2006.

표 5.2-3 부지특성자료

내 용	부지 특성값
대한민국 총 인구수	4.8×10^7
인구 구성비	3개월 : 0.85%
	1세 : 0.85%
	5세 : 4.60%
	10세 : 5.77%
	15세 : 6.95%
	성인 : 81.0%
곡류의 저장기간	14일
과일류의 저장기간	10일
엽채류의 저장기간	1일
김장채소의 저장기간	14일
목초의 저장기간	0일
저장사료의 저장기간	75일
단위면적당 곡류 생산량	0.36 kg/m^2
단위면적당 과일 생산량	1.13 kg/m^2
단위면적당 엽채류 생산량	4.52 kg/m^2
단위면적당 김장채소 생산량	4.53 kg/m^2
단위면적당 목초의 생산량	4.0 kg/m^2
단위면적당 저장사료의 생산량	0.34 kg/m^2
토양의 표면밀도	166.0 kg/m^2
젖소와 염소의 일일 목초 섭취량	55 kg, 6 kg
농작물의 저장기간(대중선량)	90일
육우의 도축에서 소비까지의 유통시간(개인, 대중선량)	7일, 14일
농작물 성장기간중 평균 절대습도	11.53 g/m^3
강우에 의한 방사능물질 제거상수	0.0021 hr^{-1}
목초의 방사능은 피폭시간 (재배기간)	90일
채소의 방사능은 피폭시간 (재배기간)	60일
사료-우유-소비까지의 소요시간 (개인, 대중선량)	2일, 3일
생산된 농작물 및 채소중 그 지방에서 소비되는 농작물의 비	1.0
젖소의 청초섭취 가능기간의 연분율	0.42
청초섭취 가능 기간중 젖소가 섭취하는 일일사료량에서 청초가 차지하는 비	1.0
사료-분유-소비까지의 소요시간	30일
엽채류의 저장기간(대중선량)	1일
국내 어류의 전체 위탁판매량	$4.41 \times 10^8 \text{ kg/yr}$
국내 연채류 및 갑각류의 전체 위탁판매량	$2.16 \times 10^8 \text{ kg/yr}$
국내 해조류의 전체 위탁판매량	$4.00 \times 10^7 \text{ kg/yr}$
현지자급 수산물의 수확에서 소비까지의 소요시간(대중,개인선량)	24 시간
위탁판매 수산물의 수확에서 소비까지의 유통시간(대중선량)	72 시간

자료 : 1) 한국에너지연구소, 고리주변환경 종합평가 및 관련모델 개발, KAERI/NSC-397/89, 1989.

2) 어업생산통계 시스템(<http://fs.fips.go.kr/main.jsp>)

3) 해당 시·군, 2009, 통계연보, 수협협동조합중앙회(수산물계통판매고 통계연보)

V. 운영으로 인한 영향

5.2.1 기체경로를 통한 피폭

기체방출물은 바람을 타고 이동하면서 공기의 난류로 인하여 확산된다. 확산정도를 나타내는 χ/Q , D/Q 값의 계산에는 미국 규제지침서 1.111에 기술된 Sagendorf식과 건식 침적모델을 전산화한 프로그램 ‘TEDII-60’을 사용하였다.

기체 방사성물질은 각 건물의 배기구를 통하여 환경으로 방출된다. 본 절에서는 방출지점에서 제한구역경계까지의 거리는 어느 방향으로도 560 m이며 보수적인 계산을 위하여 지표면방출을 가정하였다.

본 계산에서는 신고리원자력 발전소 부지내 기상관측소에서 측정한 58 m 기상자료('09. 1. 1부터 '10. 12. 31까지의 2년간 자료)를 사용하였다. 대기확산중 방사능 붕괴와 침적에 의한 감쇠효과를 고려하기 위하여 χ/Q 는 두가지 모두 무시한 경우, 방사능 붕괴만을 고려한 경우, 두가지 모두 고려한 경우 등 3가지로 구분하여 계산하였다.

소외에서 최대의 χ/Q 값을 갖는 지점은 SSE방향의 제한구역경계로서 이 지역에서의 χ/Q 값은 상기 3가지 경우에 대하여 각각 1.927×10^{-5} , 1.923×10^{-5} , $1.795 \times 10^{-5} \text{ sec/m}^3$ 이고 D/Q 값은 $5.271 \times 10^{-8} \text{ m}^{-2}$ 이다.

이러한 대기확산인자 및 지표면 침적인자를 이용하여 신고리 3,4호기 중 1개호기가 가동할 때 기체방출물에 의한 대기, 지표면, 농작물내의 방사능농도를 산출하며, 동 계산에 사용된 각 호기별 방출량은 표 3.5-9에 제시된 값을 사용한다.

대기중 방사능농도 계산식은 다음과 같다.

$$CA_i = 3.17 \times 10^{-8} (\chi/Q) Q_i \exp(-\lambda_i t_p)$$

여기서,

CA_i = 방사성핵종 i의 대기중 연평균 방사능농도, Bq/m³

(χ/Q) = 연평균 대기확산인자, sec/m³

Q_i = 방사성핵종 i의 연간 방출량, Bq/yr

λ_i = 방사성핵종 i의 붕괴상수, hr⁻¹

t_p = 방출지점에서 피폭지점까지의 도달시간, hr

3.17×10^{-8} = 단위환산인자, (year/3.15×10⁷ sec)

지표면에서의 방사능농도는 다음 식으로 계산하였다.

$$CG_i = (D/Q)Q_i \frac{1 - \exp(-\lambda_i t_b)}{\lambda_i}$$

여기서,

- CG_i = 방사성핵종 i의 지표면 연평균 방사능농도, Bq/m²
- D/Q = 지표면 침적인자(D/Q), m⁻²
- t_b = 발전소 수명의 반, yr

발전소 수명은 60년으로 가정하였다.

농작물의 방사능 농도는 다음과 같은 수식을 사용하여 계산하였다.

$$CV_i = \left[\frac{r\{1 - \exp(-(\lambda_i + \lambda_w)t_e)\}}{Y_v(\lambda_w + \lambda_i)} \right] + \frac{B_{iv}\{1 - \exp(-\lambda_i t_b)\}}{P\lambda_i} \cdot (D/Q)Q_i \exp(-\lambda_i t_h)$$

여기서,

- CV_i = 방사성핵종 i의 농작물내 연평균 농도, Bq/m³
- B_{iv} = 토양과 식물내의 방사능농도 비, Bq/kg
- p = 토양의 표면 밀도, kg/m²
- t_h = 농작물의 수확에서 소비까지의 저장기간, hr
- r = 방사성물질이 식물위로 침적되는 비율
- Y_v = 단위 면적당 농작물 생산량, kg/m²
- λ_w = 기상에 의한 제거상수, hr⁻¹
- t_e = 농작물의 성장기간, hr

탄소와 수소의 경우에는 다음과 같이 계산하였다.

$$CV_c = 3.17 \times 10^{-5} (0.11/0.16)(\chi/Q)Q_c^C$$

$$CV_H = 3.17 \times 10^{-5} (0.75)(0.5/H)(\chi/Q)Q_T^H$$

여기서,

V. 운영으로 인한 영향

CV_c	= 농작물내 C-14의 농도, Bq/kg
CV_H	= 농작물내 H-3의 농도, Bq/kg
H	= 대기 중 절대습도, g/m ³
Q_T	= 삼중수소의 연간 방출량, Bq/yr
Q_c	= C-14의 연간 방출량, Bq/yr
0.11	= 농작물내에서 탄소가 차지하는 비율
0.16	= 대기중 탄소의 농도, g/m ³
0.75	= 농작물내에서 수분이 차지하는 비율
0.5	= 대기중 H-3의 농도와 농작물내 수분에 함유된 H-3농도의 비
3.17×10^{-5}	= 단위환산인자, $(1 \times 10^3 \text{g/kg}) / (3.15 \times 10^7 \text{sec/year})$

기체방출물에 의한 주변환경에서의 최대 방사능농도와 원자력안전위원회 고시 “제 2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”에 제시된 배출관리기준과의 비는 표 5.2-4와 같다. 기체경로를 통한 개인피폭선량은 소외 대기확산인자 및 침적인자가 최대가 되는 SSE방향 제한구역경계에 최대개인이 거주하고 있다는 가정 하에 계산된다.

이 지점에서의 감마선에 의한 연간 공기선량은 $3.34 \times 10^{-2} \text{mGy}$, 베타선에 의한 선량은 $1.21 \times 10^{-1} \text{mGy}$ 이며 신고리 3,4호기 중 1개 호기 가동시 연령군별 최대개인에 대한 장기별, 피폭경로별 연간 피폭선량은 표 5.2-5와 같다.

주민 집단선량의 계산을 위하여 80 km내의 지역을 10개의 거리별 (2, 4, 6, 8, 10, 20, 35, 50, 65, 80 km) 동심원과 16개의 방위별 (N, NNE, NE,) 직선을 이용하여 160개의 소구역으로 구분하고, 각 소구역별 대기확산인자 및 지표면 침적인자를 이용 각 소구역별 방사능농도 C_{ip}^d 를 계산한다.

방사능운, 지표면, 호흡 피폭경로의 경우에는 다음과 같이 주민 집단선량 H_{pj} 를 구한다.

$$H_{pj} = \sum_d P_d \sum_i C_{ip}^d U_p DF_{ipj}$$

또한, 농작물, 우유, 육류 피폭경로의 경우는 각 소구역별 생산량을 가중치로 하여 C_{ip}^d 를 평균함으로써 80 km내 총 생산물의 평균 방사능농도 $\overline{C_{ip}}$ 를 구한 후 다음과 같이 계산한다.

표 5.2-4 기체방출물에 의한 주변 환경에서의 최대 방사능농도

핵 종	1개 호기 방출량 (TBq/yr)	대기중 방사능농도 (Bq/m ³)	배출관리 기준 (Bq/m ³)	대기중 방사능 농도와 배출관리 기준의 비	지표면 방사능 농도 (Bq/m ²)	농작물내 방사능 농도(Bq/kg)
I-131	1.48E-03	9.04E-04	3.00E+00	3.01E-04	2.48E+00	7.95E-02
I-132	5.92E-03	3.58E-03	2.00E+02	1.79E-05	1.17E-01	4.65E-06
I-133	4.44E-03	2.71E-03	2.00E+01	1.36E-04	8.01E-01	1.87E-02
I-134	9.62E-03	5.71E-03	5.00E+02	1.14E-05	7.11E-02	2.26E-11
I-135	7.77E-03	4.73E-03	8.00E+01	5.91E-05	4.44E-01	1.95E-03
Kr-85m	2.59E+00	1.57E+00	5.00E+03	3.14E-04	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85	1.81E+02	1.11E+02	1.00E+05	1.11E-03	0.00E+00	0.00E+00
Kr-87	8.88E-01	5.32E-01	8.00E+02	6.65E-04	0.00E+00	0.00E+00
Kr-88	3.15E+00	1.90E+00	3.00E+02	6.33E-03	0.00E+00	0.00E+00
Xe-131m	8.14E+01	4.97E+01	9.00E+04	5.52E-04	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133m	4.81E+00	2.94E+00	2.00E+04	1.47E-04	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	2.33E+02	1.42E+02	2.00E+04	7.10E-03	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135m	2.96E-01	1.64E-01	2.00E+03	8.20E-05	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	2.41E+01	1.47E+01	3.00E+03	4.90E-03	0.00E+00	0.00E+00
Xe-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	2.22E-01	1.22E-01	6.00E+02	2.03E-04	0.00E+00	0.00E+00
C-14	2.70E-01	1.65E-01	1.00E+02	1.65E-03	2.13E+05	1.15E+02
Ar-41	1.26E+00	7.58E-01	5.00E+02	1.52E-03	0.00E+00	0.00E+00
H-3	5.92E+00	3.62E+00	2.00E+03	1.81E-03	3.16E+06	1.19E+02
Cr-51	3.59E-06	2.19E-06	2.00E+03	1.10E-09	2.07E-02	2.95E-04
Mn-54	2.11E-06	1.29E-06	5.00E+01	2.58E-08	1.37E-01	4.92E-04
Co-57	3.03E-07	1.85E-07	7.00E+01	2.64E-09	1.71E-02	4.32E-05
Co-58	1.78E-05	1.09E-05	3.00E+01	3.63E-07	2.62E-01	1.94E-03
Co-60	4.07E-06	2.49E-06	2.00E+00	1.25E-06	1.40E+00	1.26E-03
Fe-59	1.04E-06	6.33E-07	2.00E+01	3.17E-08	9.61E-03	9.70E-05
Sr-89	5.92E-06	3.62E-06	9.00E+00	4.02E-07	6.23E-02	6.80E-04
Sr-90	2.33E-06	1.42E-06	5.00E-01	2.84E-06	1.55E+00	5.04E-03
Zr-95	3.70E-07	2.26E-07	1.00E+01	2.26E-08	4.93E-03	3.72E-05
Nb-95	1.55E-06	9.50E-07	4.00E+01	2.38E-08	1.14E-02	1.37E-04
Ru-103	6.29E-07	3.84E-07	2.00E+01	1.92E-08	5.15E-03	5.80E-05
Ru-106	2.89E-08	1.76E-08	1.00E+00	1.76E-08	2.21E-03	3.77E-06
Sb-125	2.26E-08	1.38E-08	2.00E+01	6.90E-10	4.64E-03	2.98E-06
Cs-134	1.78E-06	1.09E-06	1.00E+01	1.09E-07	2.77E-01	5.46E-04
Cs-136	1.22E-06	7.46E-07	5.00E+01	1.49E-08	3.33E-03	7.53E-05
Cs-137	3.33E-06	2.04E-06	1.00E+01	2.04E-07	2.22E+00	4.98E-03
Ba-140	1.55E-07	9.50E-08	7.00E+01	1.36E-09	4.12E-04	8.98E-06
Ce-141	4.81E-07	2.94E-07	2.00E+01	1.47E-08	3.26E-03	4.14E-05

V. 운영으로 인한 영향

표 5.2-5 기체방출물에 의한 피폭경로별 최대 개인 피폭선량

장기 연령군	최대 개인 선량[mSv/yr]				
	방사능은	지표면 침적	호흡	섭취	합계
생식선					
3개월	1.59E-02	2.57E-04	3.10E-04	2.53E-02	4.18E-02
1세	1.59E-02	2.57E-04	3.94E-04	5.70E-02	7.36E-02
5세	1.59E-02	2.57E-04	5.64E-04	5.39E-02	7.07E-02
10세	1.59E-02	2.57E-04	5.81E-04	5.12E-02	6.79E-02
15세	1.59E-02	2.57E-04	4.91E-04	4.43E-02	6.10E-02
성인	1.59E-02	2.57E-04	4.59E-04	4.40E-02	6.07E-02
골수(적색)					
3개월	1.36E-02	1.78E-04	3.11E-04	2.64E-02	4.05E-02
1세	1.36E-02	1.78E-04	3.94E-04	5.77E-02	7.19E-02
5세	1.36E-02	1.78E-04	5.64E-04	5.46E-02	6.89E-02
10세	1.36E-02	1.78E-04	5.82E-04	5.22E-02	6.66E-02
15세	1.36E-02	1.78E-04	4.92E-04	4.60E-02	6.03E-02
성인	1.36E-02	1.78E-04	4.60E-04	4.47E-02	5.89E-02
결장					
3개월	1.41E-02	1.88E-04	3.13E-04	2.53E-02	3.99E-02
1세	1.41E-02	1.88E-04	3.97E-04	5.70E-02	7.17E-02
5세	1.41E-02	1.88E-04	5.66E-04	5.39E-02	6.88E-02
10세	1.41E-02	1.88E-04	5.83E-04	5.12E-02	6.60E-02
15세	1.41E-02	1.88E-04	4.91E-04	4.43E-02	5.91E-02
성인	1.41E-02	1.88E-04	4.59E-04	4.40E-02	5.88E-02
폐					
3개월	1.47E-02	1.81E-04	3.38E-04	2.53E-02	4.05E-02
1세	1.47E-02	1.81E-04	4.31E-04	5.70E-02	7.24E-02
5세	1.47E-02	1.81E-04	6.18E-04	5.39E-02	6.95E-02
10세	1.47E-02	1.81E-04	6.38E-04	5.12E-02	6.67E-02
15세	1.47E-02	1.81E-04	5.38E-04	4.43E-02	5.98E-02
성인	1.47E-02	1.81E-04	5.00E-04	4.40E-02	5.95E-02
위					
3개월	1.41E-02	1.88E-04	3.32E-04	4.04E-02	5.51E-02
1세	1.41E-02	1.88E-04	4.15E-04	7.13E-02	8.60E-02
5세	1.41E-02	1.88E-04	5.85E-04	6.66E-02	8.15E-02
10세	1.41E-02	1.88E-04	5.98E-04	5.83E-02	7.32E-02
15세	1.41E-02	1.88E-04	5.02E-04	4.97E-02	6.45E-02
성인	1.41E-02	1.88E-04	4.68E-04	4.86E-02	6.34E-02
방광					
3개월	1.41E-02	1.88E-04	3.26E-04	2.53E-02	3.99E-02
1세	1.41E-02	1.88E-04	4.16E-04	5.71E-02	7.18E-02
5세	1.41E-02	1.88E-04	6.09E-04	5.40E-02	6.89E-02
10세	1.41E-02	1.88E-04	6.35E-04	5.12E-02	6.61E-02
15세	1.41E-02	1.88E-04	5.42E-04	4.43E-02	5.92E-02
성인	1.41E-02	1.88E-04	4.95E-04	4.41E-02	5.89E-02
유방					
3개월	1.85E-02	2.65E-04	3.10E-04	2.52E-02	4.44E-02
1세	1.85E-02	2.65E-04	3.94E-04	5.70E-02	7.62E-02
5세	1.85E-02	2.65E-04	5.63E-04	5.39E-02	7.33E-02
10세	1.85E-02	2.65E-04	5.81E-04	5.11E-02	7.05E-02
15세	1.85E-02	2.65E-04	4.90E-04	4.43E-02	6.36E-02
성인	1.85E-02	2.65E-04	4.58E-04	4.40E-02	6.33E-02

표 5.2-5 (계 속)

장기 연령군	최대 방향 선량 [mSv/yr]					
	방사능운	지표면 침적	호흡	섭취	합계	
간장	3 개월	1.41E-02	1.88E-04	3.10E-04	2.53E-02	3.99E-02
	1 세	1.41E-02	1.88E-04	3.94E-04	5.71E-02	7.18E-02
	5 세	1.41E-02	1.88E-04	5.64E-04	5.39E-02	6.88E-02
	10 세	1.41E-02	1.88E-04	5.81E-04	5.12E-02	6.61E-02
	15 세	1.41E-02	1.88E-04	4.90E-04	4.43E-02	5.91E-02
	성인	1.41E-02	1.88E-04	4.59E-04	4.40E-02	5.88E-02
식도	3 개월	1.41E-02	1.88E-04	3.16E-04	2.53E-02	3.99E-02
	1 세	1.41E-02	1.88E-04	4.01E-04	5.70E-02	7.17E-02
	5 세	1.41E-02	1.88E-04	5.69E-04	5.39E-02	6.88E-02
	10 세	1.41E-02	1.88E-04	5.85E-04	5.12E-02	6.60E-02
	15 세	1.41E-02	1.88E-04	4.92E-04	4.43E-02	5.91E-02
	성인	1.41E-02	1.88E-04	4.60E-04	4.40E-02	5.88E-02
갑상선	3 개월	1.58E-02	2.01E-04	6.30E-03	4.81E-02	7.04E-02
	1 세	1.58E-02	2.01E-04	9.88E-03	9.43E-02	1.20E-01
	5 세	1.58E-02	2.01E-04	1.19E-02	8.98E-02	1.18E-01
	10 세	1.58E-02	2.01E-04	8.12E-03	7.18E-02	9.59E-02
	15 세	1.58E-02	2.01E-04	5.63E-03	6.07E-02	8.23E-02
	성인	1.58E-02	2.01E-04	3.53E-03	5.45E-02	7.40E-02
피부	3 개월	7.42E-02	6.86E-04	3.10E-04	2.52E-02	1.00E-01
	1 세	7.42E-02	6.86E-04	3.93E-04	5.70E-02	1.32E-01
	5 세	7.42E-02	6.86E-04	5.62E-04	5.39E-02	1.29E-01
	10 세	7.42E-02	6.86E-04	5.80E-04	5.11E-02	1.27E-01
	15 세	7.42E-02	6.86E-04	4.90E-04	4.43E-02	1.20E-01
	성인	7.42E-02	6.86E-04	4.58E-04	4.40E-02	1.19E-01
골표면	3 개월	3.55E-02	4.20E-04	3.11E-04	2.70E-02	6.32E-02
	1 세	3.55E-02	4.20E-04	3.95E-04	5.81E-02	9.44E-02
	5 세	3.55E-02	4.20E-04	5.65E-04	5.55E-02	9.19E-02
	10 세	3.55E-02	4.20E-04	5.84E-04	5.43E-02	9.08E-02
	15 세	3.55E-02	4.20E-04	4.96E-04	5.06E-02	8.70E-02
	성인	3.55E-02	4.20E-04	4.61E-04	4.55E-02	8.18E-02
기타 장기	3 개월	1.41E-02	1.88E-04	3.22E-04	2.53E-02	3.99E-02
	1 세	1.41E-02	1.88E-04	4.11E-04	5.70E-02	7.18E-02
	5 세	1.41E-02	1.88E-04	5.81E-04	5.39E-02	6.88E-02
	10 세	1.41E-02	1.88E-04	5.96E-04	5.12E-02	6.61E-02
	15 세	1.41E-02	1.88E-04	5.00E-04	4.43E-02	5.91E-02
	성인	1.41E-02	1.88E-04	4.73E-04	4.40E-02	5.88E-02
유효선량	3 개월	1.59E-02	2.22E-04	6.19E-04	2.84E-02	4.52E-02
	1 세	1.59E-02	2.22E-04	8.81E-04	5.91E-02	7.61E-02
	5 세	1.59E-02	2.22E-04	1.14E-03	5.74E-02	7.47E-02
	10 세	1.59E-02	2.22E-04	9.71E-04	5.37E-02	7.08E-02
	15 세	1.59E-02	2.22E-04	7.58E-04	4.62E-02	6.31E-02
	성인	1.59E-02	2.22E-04	6.23E-04	4.54E-02	6.22E-02

V. 운영으로 인한 영향

$$H_{pi} = P_{80} \overline{C_{ip}} U_p DF_{ipj}$$

여기서 P_d 는 각 소구역별 주민수를, P_{80} 은 80 km내 주민수와 80 km내 총 생산물의 소비에 필요한 최소인구수중 작은 값을 의미한다. 각 소구역별 인구분포는 2.7절에서 조사된 값을 사용하며, 우유, 육류, 농작물의 생산량은 2.2절에서 조사된 값을 사용한다.

이상과 같은 자료를 사용하여 계산한 주민 집단선량은 표 5.2-6과 같다.

표 5.2-6 기체방출물에 의한 피폭경로별 주민 집단선량(1개호기 가동시)
(단위 : person-mSv/yr)

피폭경로	유효선량	감상선 선량	피부 선량
방사능운	2.52E+01	2.47E+01	2.06E+02
지표면침적	5.42E-01	4.85E-01	1.61E+00
호흡	2.27E+00	1.20E+01	1.74E+00
농작물	1.03E+02	1.01E+02	1.01E+02
우유	2.29E+00	2.25E+00	2.24E+00
육류	8.57E+00	8.40E+00	8.40E+00
합계	1.42E+02	1.49E+02	3.21E+02

5.2.2 액체경로를 통한 피폭

정상운영시 발생하는 액체방사성물질은 액체방사성폐기물처리계통에서 처리된 후 배수구로 방류되어 순환냉각수에 섞여 동해로 방출된다. 이때 발생하는 와류에 의해 냉각수는 짧은 시간 동안에 해수와 혼합이 되고, 다시 해류를 따라 이동하면서 확산된다.

발전소로부터 80 km 이내 희석인자(DF: Dilution Factor)는 2.6.2절 3차원 해수유동모델을 이용하여 평가된 자료를 사용하였으며, 부지로부터 80 km내 주요해수욕장과 어항에서의 이격 거리별 희석인자 및 이동시간은 표 2.6-14 및 표 2.6-15에 제시하였다.

수중 방사능농도는 순환수가 해양으로 유입되는 지점에 대하여 다음과 같이 계산하였다.

$$X_i = 3.17 \times 10^{-8} \frac{W_i}{DF_0 Q_p} \exp(-\lambda_i t_p)$$

여기서,

- X_i = 방사성핵종 i의 수중 방사능농도, Bq/m³
- W_i = 방사성핵종 i의 연간 방출률, Bq/year
- Q_p = 순환수의 방출율, m³/sec
- DF_0 = 순환수가 해양에 유입되는 지점에서의 희석인자
- t_p = 액체방류물이 해양에 유입될 때까지 걸리는 시간
- 3.17×10^{-8} = 단위환산인자, yr/3.15×10⁷ sec

위의 식에 사용된 희석수 유량은 신고리 3,4호기의 경우 호기당 67.18 m³/sec이다. 신고리 3,4호기중 1개 호기의 액체폐기물 방출량은 표 3.5-8에 제시된 값을 사용하였다. 그리고 제한구역경계에서의 희석인자는 2, 이동시간은 1로 가정하였으며, 액체방류물에 의한 주변환경에서의 최대 방사능농도와 원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”에 제시된 배출관리기준과의 비는 표 5.2-7과 같다.

액체경로를 통하여 최대의 피폭을 받을 것으로 예상되는 사람은 액체방류물 방류지점에서 어업에 종사하는 주민이다. 해상활동, 해변활동, 해수욕으로 인한 외부피폭경로와 해산물의 섭취에 의한 내부피폭경로를 고려하여 해안에서의 개인피폭선량을 계산한다. 계산된 개인피폭선량을 피폭경로별, 장기별로 구분하여 표 5.2-8에 제시하였다.

기체경로와는 달리 액체경로에 있어서 주민 집단선량계산을 위한 소구역의 분할은 피폭경로별로 다르다. 수산물섭취와 해상활동의 경로에 있어서는 각 어항별로 구분하고 해

V. 운영으로 인한 영향

변활동의 경로에 대해서는 각 해수욕장과 어항별로, 해수욕 경로에 대해서는 각 해수욕장별로 구분한다.

표 2.6-10과 표 2.6-11에 제시된 희석인자를 사용하여 피폭경로별로 구분된 소구역에서의 매체내 방사능농도 C_{ip}^d 를 구하고, 해상활동, 해변활동, 해수욕에 의한 외부피폭경로일 경우에는 각 소구역별로 주민들의 총 소비시간을 이용율 U_p^d 를 이용하여 다음과 같이 주민 집단선량을 계산하였다.

$$H_{pj} = \sum_d C_{ip}^d U_p^d DF_{ipj}$$

어류, 연체류 및 갑각류, 해조류의 섭취경로인 경우에는 유통시간 및 유통과정의 차이를 반영하기 위하여 각각 현지자급과 위탁판매로 구분하여 계산한다.

현지자급은 현지에서 소비되는 것이며 위탁판매는 수협을 통하여 전국적으로 유통되는 것을 말한다. 현지자급인 경우 기체경로의 음식물 섭취경로와 마찬가지로 각 소구역별 생산량을 가중치로 하여 수산물내의 방사능 평균농도 \overline{C}_{ip} 를 계산하여 다음 식에 의해 계산한다.

$$H_{pj} = \overline{C}_{ip} U_p DF_{ipj}$$

여기서 U_p 는 80 km내에서 생산되어 현재 소비되는 수산물의 총량을 의미한다.

위탁판매의 경우 평균농도 C_{ip} 를 국내 총 위탁판매에 대하여 구한 후 다음과 같이 계산한다.

$$H_{pj} = P_{80} C_{ip} U_p DCF_{ipj}$$

여기서 U_p 는 평균개인의 섭취량이고 P_{80} 은 80 km내의 총 주민수를 뜻한다.

표 2.3-11~12에는 각각 신고리원자력 발전소 부지 주변의 주요 어항 및 해수욕장에서의 연간 주민활동시간을 제시하고 있으며 표 2.3-9에는 부지반경 80 km 이내의 행정단위별 총 수산물 생산량을 보여주고 있다. 상기 식으로부터 계산된 주민집단선량은 표 5.2-9와 같다.

표 5.2-7 액체방류물에 의한 주변 환경에서의 최대 방사능농도

핵 종	1개호기 방출량 (TBq/yr)	수중방사 능 농도 (Bq/m ³)	배출관리 기준 (Bq/m ³)	수중 방사능 농도와 배출관리 기준의 비	어류내 농도 (Bq/g)	갑각류내 농도 (Bq/g)	해변에서의 농도 (Bq/m ²)
Na-24	3.11E-04	7.01E-02	2.00E+06	3.51E-08	7.01E-07	7.01E-07	2.20E-03
P-32	6.66E-06	1.57E-03	3.00E+05	5.23E-09	4.71E-05	3.14E-05	1.12E-03
Cr-51	4.44E-04	1.05E-01	2.00E+07	5.25E-09	4.19E-05	5.24E-05	1.45E-01
Mn-54	2.85E-04	6.73E-02	1.00E+06	6.73E-08	3.37E-05	6.73E-05	1.05E+00
Fe-55	3.70E-04	8.74E-02	2.00E+06	4.37E-08	2.62E-04	8.74E-04	4.28E+00
Fe-59	1.07E-04	2.53E-02	4.00E+05	6.33E-08	7.58E-05	2.53E-04	5.63E-02
Co-58	7.03E-04	1.66E-01	9.00E+05	1.84E-07	1.66E-05	1.66E-04	5.89E-01
Co-60	5.55E-04	1.31E-01	2.00E+05	6.55E-07	1.31E-05	1.31E-04	1.17E+01
Ni-63	6.29E-05	1.49E-02	5.00E+06	2.98E-09	7.43E-06	1.49E-06	3.50E+00
Zn-65	4.81E-05	1.14E-02	2.00E+05	5.70E-08	2.27E-05	2.27E-04	1.38E-01
W-187	3.00E-05	6.88E-03	1.00E+06	6.88E-09	2.06E-07	2.06E-07	3.43E-04
Np-239	6.66E-05	1.55E-02	9.00E+05	1.72E-08	1.55E-07	1.55E-05	1.83E-03
Br-84	1.33E-06	8.50E-05	8.00E+06	1.06E-11	2.55E-10	8.50E-10	9.39E-08
Rb-88	1.04E-06	2.39E-05	8.00E+06	2.99E-12	2.39E-10	4.78E-10	1.48E-08
Sr-89	1.55E-05	3.66E-03	3.00E+05	1.22E-08	3.66E-09	3.66E-08	9.23E-03
Sr-90	1.59E-06	3.76E-04	2.00E+04	1.88E-08	3.76E-10	3.76E-09	7.52E-02
Y-90	6.66E-07	1.56E-04	3.00E+05	5.20E-10	1.56E-09	1.56E-07	2.08E-05
Sr-91	3.55E-06	7.79E-04	9.00E+05	8.66E-10	7.79E-10	7.79E-09	1.54E-05
Y-91m	2.15E-06	2.19E-04	6.00E+07	3.65E-12	2.19E-09	2.19E-07	3.78E-07
Y-91	3.70E-06	8.73E-04	3.00E+05	2.91E-09	8.73E-09	8.73E-07	2.56E-03
Y-93	1.63E-05	3.59E-03	6.00E+05	5.98E-09	3.59E-08	3.59E-06	7.55E-05
Zr-95	7.40E-05	1.75E-02	8.00E+05	2.19E-08	1.75E-06	1.75E-05	5.60E-02
Nb-95	9.62E-05	2.27E-02	1.00E+06	2.27E-08	2.27E-06	2.27E-06	3.99E-02
Mo-99	2.29E-04	5.35E-02	6.00E+05	8.92E-08	5.35E-07	5.35E-06	7.35E-03
Tc-99m	2.04E-04	4.29E-02	3.00E+07	1.43E-09	4.29E-07	4.29E-05	5.38E-04
Ru-103	6.66E-04	1.57E-01	9.00E+05	1.74E-07	1.57E-07	3.14E-04	3.09E-01
Rh-103m	6.29E-04	1.27E-01	2.00E+08	6.35E-10	1.27E-05	1.27E-04	1.17E-03
Ru-106	8.51E-03	2.01E+00	1.00E+05	2.01E-05	2.01E-06	4.02E-03	3.70E+01
Sb-124	1.59E-05	3.75E-03	3.00E+05	1.25E-08	3.75E-06	1.13E-06	1.13E-02
Te-129m	1.59E-05	3.75E-03	2.00E+05	1.88E-08	3.75E-06	3.75E-05	6.30E-03
Te-129	1.26E-05	1.64E-03	1.00E+07	1.64E-10	1.64E-06	1.64E-05	3.95E-06
Te-131m	2.37E-05	5.47E-03	4.00E+05	1.37E-08	5.47E-06	5.47E-05	3.42E-04
Te-131	4.44E-06	1.99E-04	8.00E+06	2.49E-11	1.99E-07	1.99E-06	1.74E-07
I-131	7.03E-03	1.65E+00	3.00E+04	5.50E-05	1.65E-05	1.65E-04	6.65E-01
Te-132	6.66E-05	1.56E-02	2.00E+05	7.80E-08	1.56E-05	1.56E-04	2.54E-03
I-132	3.18E-04	5.56E-02	2.00E+06	2.78E-08	5.56E-07	5.56E-06	2.66E-04
I-133	3.70E-03	8.45E-01	2.00E+05	4.23E-06	8.45E-06	8.45E-05	3.66E-02
I-134	7.03E-05	7.52E-03	6.00E+06	1.25E-09	7.52E-08	7.52E-07	1.37E-05
Cs-134	1.15E-03	2.72E-01	4.00E+04	6.80E-06	1.36E-05	8.15E-06	1.02E+01
I-135	1.63E-03	3.47E-01	7.00E+05	4.96E-07	3.47E-06	3.47E-05	4.76E-03
Cs-136	7.77E-05	1.83E-02	2.00E+05	9.15E-08	9.16E-07	5.49E-07	1.20E-02
Cs-137	1.55E-03	3.66E-01	5.00E+04	7.32E-06	1.83E-05	1.10E-05	7.42E+01
Ba-140	9.62E-04	2.27E-01	3.00E+05	7.57E-07	2.27E-06	2.27E-05	1.45E-01
La-140	1.26E-03	2.93E-01	3.00E+05	9.77E-07	2.93E-05	2.93E-04	2.45E-02
Ce-141	2.11E-05	4.98E-03	1.00E+06	4.98E-09	4.98E-08	4.98E-08	8.08E-03
Ce-143	4.81E-05	1.11E-02	6.00E+05	1.85E-08	1.11E-07	1.11E-07	7.68E-04
Pr-143	1.33E-05	3.13E-03	6.00E+05	5.22E-09	3.13E-08	3.13E-08	2.13E-03
Ce-144	5.18E-04	1.22E-01	1.00E+05	1.22E-06	1.22E-06	1.22E-06	1.74E+00
Pr-144	3.55E-04	7.54E-03	1.00E+07	7.54E-10	7.54E-08	7.54E-08	4.52E-06
H-3	5.29E+01	1.25E+04	2.00E+07	6.25E-04	1.25E-02	1.25E-02	1.90E+06

V. 운영으로 인한 영향

표 5.2-8 정상운전시 액체방출물에 의한 최대개인선량

(단위 : mSv/yr)

피 폭 경 로								
장기	연령군	어류	연체류	해조류	해변활동	수영	해상활동	계
생식선	성 인	3.78E-05	1.49E-04	7.29E-05	1.37E-06	9.24E-08	2.39E-06	2.63E-04
	15 세	1.91E-05	1.55E-04	5.13E-05	7.66E-06	3.70E-07	0.00E+00	2.33E-04
	10 세	2.07E-05	1.52E-04	9.80E-05	4.63E-06	4.16E-07	0.00E+00	2.76E-04
	5 세	2.96E-05	1.32E-04	1.05E-04	1.17E-06	3.36E-07	0.00E+00	2.69E-04
	1 세	2.76E-05	1.56E-04	1.17E-04	2.86E-07	8.39E-08	0.00E+00	3.02E-04
	3개월	2.03E-05	5.19E-05	2.67E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.39E-04
적색골수	성 인	6.38E-05	1.44E-04	5.16E-05	1.26E-06	9.24E-08	2.39E-06	2.63E-04
	15 세	4.46E-05	1.73E-04	3.71E-05	7.06E-06	3.70E-07	0.00E+00	2.62E-04
	10 세	6.39E-05	1.70E-04	6.58E-05	4.26E-06	4.16E-07	0.00E+00	3.04E-04
	5 세	1.20E-04	1.55E-04	7.51E-05	1.07E-06	3.36E-07	0.00E+00	3.52E-04
	1 세	4.82E-05	1.60E-04	1.00E-04	2.63E-07	8.39E-08	0.00E+00	3.09E-04
	3개월	5.30E-05	6.46E-05	2.75E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.92E-04
결장	성 인	3.81E-05	1.28E-04	4.94E-05	1.31E-06	1.05E-07	2.71E-06	2.19E-04
	15 세	2.29E-05	1.46E-04	3.44E-05	7.32E-06	4.20E-07	0.00E+00	2.11E-04
	10 세	2.50E-05	1.41E-04	6.46E-05	4.42E-06	4.72E-07	0.00E+00	2.35E-04
	5 세	3.65E-05	1.26E-04	7.52E-05	1.11E-06	3.81E-07	0.00E+00	2.40E-04
	1 세	3.55E-05	1.52E-04	1.05E-04	2.73E-07	9.54E-08	0.00E+00	2.92E-04
	3개월	4.83E-05	6.24E-05	2.60E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.71E-04
폐	성 인	2.75E-05	1.04E-04	4.36E-05	1.25E-06	8.87E-08	2.29E-06	1.79E-04
	15 세	1.40E-05	1.12E-04	3.07E-05	7.00E-06	3.55E-07	0.00E+00	1.64E-04
	10 세	1.43E-05	1.09E-04	5.74E-05	4.23E-06	3.99E-07	0.00E+00	1.86E-04
	5 세	2.06E-05	9.89E-05	6.68E-05	1.07E-06	3.22E-07	0.00E+00	1.88E-04
	1 세	1.97E-05	1.26E-04	9.58E-05	2.61E-07	8.06E-08	0.00E+00	2.41E-04
	3개월	1.71E-05	4.73E-05	2.44E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.09E-04
위	성 인	3.35E-05	2.19E-04	1.09E-04	1.31E-06	1.05E-07	2.71E-06	3.66E-04
	15 세	1.76E-05	2.28E-04	7.88E-05	7.32E-06	4.20E-07	0.00E+00	3.32E-04
	10 세	1.97E-05	2.17E-04	1.49E-04	4.42E-06	4.72E-07	0.00E+00	3.90E-04
	5 세	3.14E-05	2.01E-04	1.77E-04	1.11E-06	3.81E-07	0.00E+00	4.11E-04
	1 세	2.40E-05	2.62E-04	2.21E-04	2.73E-07	9.54E-08	0.00E+00	5.07E-04
	3개월	1.99E-05	8.33E-05	4.73E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.76E-04
방광	성 인	3.45E-05	1.37E-04	7.80E-05	1.31E-06	1.05E-07	2.71E-06	2.54E-04
	15 세	1.66E-05	1.43E-04	5.42E-05	7.32E-06	4.20E-07	0.00E+00	2.21E-04
	10 세	1.72E-05	1.34E-04	9.24E-05	4.42E-06	4.72E-07	0.00E+00	2.49E-04
	5 세	2.58E-05	1.19E-04	9.69E-05	1.11E-06	3.81E-07	0.00E+00	2.43E-04
	1 세	2.22E-05	1.38E-04	1.14E-04	2.73E-07	9.54E-08	0.00E+00	2.75E-04
	3개월	1.74E-05	4.95E-05	2.68E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.34E-04
유방	성 인	2.37E-05	9.92E-05	4.13E-05	1.29E-06	9.04E-08	2.33E-06	1.68E-04
	15 세	1.19E-05	1.05E-04	2.85E-05	7.21E-06	3.61E-07	0.00E+00	1.53E-04
	10 세	1.22E-05	1.02E-04	5.39E-05	4.36E-06	4.07E-07	0.00E+00	1.73E-04
	5 세	1.80E-05	9.22E-05	6.21E-05	1.10E-06	3.28E-07	0.00E+00	1.74E-04
	1 세	1.69E-05	1.19E-04	9.16E-05	2.69E-07	8.21E-08	0.00E+00	2.27E-04
	3개월	1.44E-05	4.52E-05	2.38E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.97E-04

표 5.2-8 (계 속)

(단위 : mSv/yr)

피 폭 경 로								
장기	연령군	어류	연채류	해조류	해변활동	수영	해상활동	계
간장	성 인	4.14E-05	1.35E-04	5.30E-05	1.31E-06	1.05E-07	2.71E-06	2.34E-04
	15 세	2.49E-05	1.61E-04	3.99E-05	7.32E-06	4.20E-07	0.00E+00	2.33E-04
	10 세	2.71E-05	1.50E-04	7.25E-05	4.42E-06	4.72E-07	0.00E+00	2.55E-04
	5 세	4.20E-05	1.33E-04	8.47E-05	1.11E-06	3.81E-07	0.00E+00	2.62E-04
	1 세	3.91E-05	1.56E-04	1.06E-04	2.73E-07	9.54E-08	0.00E+00	3.01E-04
	3개월	4.38E-05	6.11E-05	2.69E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.73E-04
식도	성 인	3.81E-05	1.28E-04	4.94E-05	1.31E-06	1.05E-07	2.71E-06	2.19E-04
	15 세	2.29E-05	1.46E-04	3.44E-05	7.32E-06	4.20E-07	0.00E+00	2.11E-04
	10 세	2.50E-05	1.41E-04	6.46E-05	4.42E-06	4.72E-07	0.00E+00	2.35E-04
	5 세	3.65E-05	1.26E-04	7.52E-05	1.11E-06	3.81E-07	0.00E+00	2.40E-04
	1 세	3.55E-05	1.52E-04	1.05E-04	2.73E-07	9.54E-08	0.00E+00	2.92E-04
	3개월	4.83E-05	6.24E-05	2.60E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.71E-04
갑상선	성 인	2.52E-04	1.19E-03	8.90E-03	1.25E-06	8.87E-08	2.29E-06	1.03E-02
	15 세	1.67E-04	1.58E-03	8.00E-03	7.00E-06	3.55E-07	0.00E+00	9.75E-03
	10 세	2.17E-04	1.52E-03	1.45E-02	4.23E-06	3.99E-07	0.00E+00	1.63E-02
	5 세	4.26E-04	1.62E-03	1.98E-02	1.07E-06	3.22E-07	0.00E+00	2.19E-02
	1 세	5.31E-04	1.83E-03	2.60E-02	2.61E-07	8.06E-08	0.00E+00	2.84E-02
	3개월	2.26E-04	3.16E-04	2.70E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.75E-02
피부	성 인	2.32E-05	9.89E-05	4.16E-05	1.25E-06	8.87E-08	2.29E-06	1.67E-04
	15 세	1.15E-05	1.03E-04	2.86E-05	7.00E-06	3.55E-07	0.00E+00	1.50E-04
	10 세	1.19E-05	1.02E-04	5.40E-05	4.23E-06	3.99E-07	0.00E+00	1.72E-04
	5 세	1.78E-05	9.19E-05	6.20E-05	1.07E-06	3.22E-07	0.00E+00	1.73E-04
	1 세	1.67E-05	1.19E-04	9.12E-05	2.61E-07	8.06E-08	0.00E+00	2.27E-04
	3개월	1.42E-05	4.51E-05	2.37E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.96E-04
골표면	성 인	5.52E-05	1.41E-04	5.18E-05	1.25E-06	8.87E-08	2.29E-06	2.51E-04
	15 세	3.55E-05	1.57E-04	3.73E-05	7.00E-06	3.55E-07	0.00E+00	2.37E-04
	10 세	4.23E-05	1.54E-04	6.79E-05	4.23E-06	3.99E-07	0.00E+00	2.69E-04
	5 세	6.57E-05	1.39E-04	7.86E-05	1.07E-06	3.22E-07	0.00E+00	2.84E-04
	1 세	4.58E-05	1.61E-04	1.04E-04	2.61E-07	8.06E-08	0.00E+00	3.12E-04
	3개월	4.97E-05	6.43E-05	2.82E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.96E-04
기타조직	성 인	3.81E-05	1.28E-04	4.94E-05	1.31E-06	1.05E-07	2.71E-06	2.19E-04
	15 세	2.29E-05	1.46E-04	3.44E-05	7.32E-06	4.20E-07	0.00E+00	2.11E-04
	10 세	2.50E-05	1.41E-04	6.46E-05	4.42E-06	4.72E-07	0.00E+00	2.35E-04
	5 세	3.65E-05	1.26E-04	7.52E-05	1.11E-06	3.81E-07	0.00E+00	2.40E-04
	1 세	3.55E-05	1.52E-04	1.05E-04	2.73E-07	9.54E-08	0.00E+00	2.92E-04
	3개월	4.83E-05	6.24E-05	2.60E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.71E-04
유효선량	성 인	5.54E-05	5.07E-04	6.61E-04	1.25E-06	8.87E-08	2.29E-06	1.23E-03
	15 세	3.23E-05	5.42E-04	5.45E-04	7.00E-06	3.55E-07	0.00E+00	1.13E-03
	10 세	4.09E-05	5.74E-04	1.05E-03	4.23E-06	3.99E-07	0.00E+00	1.67E-03
	5 세	6.60E-05	5.33E-04	1.30E-03	1.07E-06	3.22E-07	0.00E+00	1.90E-03
	1 세	6.05E-05	7.08E-04	1.80E-03	2.61E-07	8.06E-08	0.00E+00	2.57E-03
	3개월	3.84E-05	1.66E-04	2.15E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.35E-03

표 5.2-9 액체방류물에 의한 피폭경로별 주민집단선량(1개호기 가동시)

(단위: person-mSv/yr)

장 기	어류	연체류 및 갑각류	해조류	해변활동	해수욕	해상 활동	합 계
생식선	2.78E-02	1.82E-01	1.25E-02	9.31E-02	5.47E-03	7.52E-02	3.96E-01
골수(적색)	5.10E-02	1.87E-01	9.52E-03	8.76E-02	5.33E-03	7.34E-02	4.14E-01
결장	2.99E-02	1.66E-01	9.14E-03	8.51E-02	5.24E-03	7.21E-02	3.67E-01
폐	2.09E-02	1.35E-01	8.21E-03	8.57E-02	5.46E-03	7.51E-02	3.30E-01
위	2.47E-02	2.73E-01	1.91E-02	8.51E-02	5.24E-03	7.21E-02	4.79E-01
방광	2.50E-02	1.67E-01	1.28E-02	8.51E-02	5.24E-03	7.21E-02	3.67E-01
유방	1.79E-02	1.28E-01	7.79E-03	8.90E-02	6.21E-03	8.55E-02	3.34E-01
간장	3.24E-02	1.75E-01	9.97E-03	8.51E-02	5.24E-03	7.21E-02	3.80E-01
식도	2.99E-02	1.66E-01	9.14E-03	8.51E-02	5.24E-03	7.21E-02	3.67E-01
갑상선	1.52E-01	1.08E+00	1.49E+00	8.66E-02	5.60E-03	7.71E-02	2.89E+00
피부	1.75E-02	1.27E-01	7.81E-03	1.66E-01	7.33E-03	1.01E-01	4.27E-01
골표면	4.22E-02	1.80E-01	9.67E-03	1.20E-01	8.88E-03	1.22E-01	4.83E-01
기타 장기	2.99E-02	1.66E-01	9.14E-03	8.51E-02	5.24E-03	7.21E-02	3.67E-01
유효선량	3.89E-02	6.21E-01	1.14E-01	8.90E-02	5.60E-03	7.70E-02	9.46E-01

5.2.3 발전소 시설로부터의 직접피폭

신고리원자력 발전소 부지 주변의 지형지물 및 구조물에 의한 차폐효과로 발전소 시설로부터 직접 피폭되는 지역은 극히 제한되므로 본 절에서는 제한구역경계에서의 최대 개인선량만을 계산하고 80 km이내의 주민집단선량은 무시한다.

원자로건물로부터의 직접선량을 평가하기 위하여, ICRP-60에서 권고한 유효선량의 개념을 반영한 차폐계산용 프로그램인 “VisualShield”를 사용하였으며, 평가에 사용된 가정 사항은 다음과 같다.

- 원자로건물외부에서의 선량률은 방사선구역 I의 예상선량률인 1.0×10^{-3} mSv/hr로 가정
- 원자로건물로부터 방사되는 감마선의 에너지를 1MeV로 가정
- 원자로건물을 실린더모델로 가정한다.
- 원자로건물의 콘크리트 두께는 1 m
- 원자로건물의 반경은 23 m
- 원자로건물 외부에서 제한구역경계거리까지의 거리는 536 m

원자로건물내의 선원을 평가하기 위하여, 원자로건물로부터 방사되는 감마선의 에너지를 1 MeV로 가정하여 “VisualShield”를 사용하여 원자로건물내 선원을 평가하였다.

평가결과 원자로건물 외벽에서의 선량률 1.0×10^{-3} mSv/hr를 만족하는 원자로건물내 선원은 9.653×10^{15} 개/sec인 것으로 평가되었다.

이러한 원자로건물내 선원을 이용하여 계산한 제한구역경계에서의 호기 당 직접 유효 선량은 2.865×10^{-3} mSv/yr (0.287 mrem/yr)이다.

V. 운영으로 인한 영향

5.2.4 다수호기 운영시 선량평가

원자력발전소 부지와 같이 동일 부지내에 다수의 원자력시설을 운영하는 경우에는 모든 시설에 의한 방사선 영향을 평가하여 부지경계에서의 선량기준치 만족여부를 확인하여야 한다.

다수의 원자력시설 운영에 따른 부지경계에서의 피폭선량 평가시 현실적인 방법 즉, 방출되는 지점과 중첩된 부지경계를 고려하여 실제 방향별 거리를 적용하였다. 신고리 3,4호기가 운영될 경우, 고리원자력 발전소 부지내에 8기의 발전소가 운영하게 되는데, 각 호기 중심점에서 전체 부지경계까지의 각 방향별 거리를 고려하였으며 각 호기로부터 제한구역경계까지의 거리 및 대기확산인자는 표 5.2-10~17과 같다.

선량평가지 사용된 고리 1~4호기와 신고리 1~4호기의 총 희석수 유량은 394.69 m³/s 이고, 해양확산인자는 2, 이동시간은 1을 사용하였으며, 각 호기별 기체 및 액체 예상 방출량은 표 3.5-9과 표 3.5-12에 제시된 값을 사용하여 계산한다.

다수호기 운영시 기체 및 액체 방출물에 의한 피폭선량 평가결과는 표 5.2-18 및 5.2-19와 같다.

표 5.2-10 고리 1호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자

방향	거리	X/Q (sec/m ³)	(X/Q) ^D (sec/m ³)	(X/Q) ^{DD} (sec/m ³)	D/Q (1/m ²)
N	7.100E+02	4.194E-06	4.174E-06	3.853E-06	1.323E-08
NNE	1.283E+03	2.563E-06	2.548E-06	2.272E-06	1.155E-08
NE	3.262E+03	5.863E-07	5.764E-07	4.825E-07	1.399E-09
ENE ^{주)}	1.585E+03	1.369E-06	1.359E-06	1.197E-06	3.113E-09
E	1.344E+03	1.902E-06	1.886E-06	1.680E-06	4.369E-09
ESE	1.276E+03	2.158E-06	2.141E-06	1.912E-06	3.831E-09
SE	1.034E+03	3.520E-06	3.500E-06	3.158E-06	5.719E-09
SSE	7.900E+02	1.045E-05	1.042E-05	9.549E-06	3.051E-08
S	7.000E+02	9.863E-06	9.834E-06	9.074E-06	3.623E-08
SSW	7.000E+02	5.276E-06	5.255E-06	4.853E-06	1.826E-08
SW	7.000E+02	3.706E-06	3.689E-06	3.408E-06	1.551E-08
WSW	7.000E+02	2.165E-06	2.154E-06	1.990E-06	8.841E-09
W	7.000E+02	2.589E-06	2.573E-06	2.379E-06	5.792E-09
WNW	7.000E+02	2.253E-06	2.238E-06	2.070E-06	3.087E-09
NW	7.000E+02	2.491E-06	2.475E-06	2.289E-06	3.944E-09
NNW	7.000E+02	3.165E-06	3.148E-06	2.910E-06	6.916E-09

주) 방사능운, 호흡, 지표면 및 섭취(엽채류, 김치, 곡식, 과일, 우유, 육류)선량계산시 최대방향

표 5.2-11 고리 2호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자

방향	거리	X/Q (sec/m ³)	$(X/Q)^D$ (sec/m ³)	$(X/Q)^{DD}$ (sec/m ³)	D/Q (1/m ³)
N	7.000E+02	4.302E-06	4.281E-06	3.956E-06	1.353E-08
NNE	1.387E+03	2.247E-06	2.233E-06	1.983E-06	1.012E-08
NE	3.194E+03	6.049E-07	5.948E-07	4.988E-07	1.452E-09
ENE ^{주)}	1.477E+03	1.537E-06	1.526E-06	1.350E-06	3.510E-09
E	1.247E+03	2.159E-06	2.143E-06	1.916E-06	4.959E-09
ESE	1.209E+03	2.366E-06	2.348E-06	2.104E-06	4.197E-09
SE	1.032E+03	3.532E-06	3.512E-06	3.170E-06	5.737E-09
SSE	8.150E+02	9.891E-06	9.861E-06	9.018E-06	2.901E-08
S	7.100E+02	9.618E-06	9.589E-06	8.841E-06	3.541E-08
SSW	7.470E+02	4.700E-06	4.680E-06	4.306E-06	1.646E-08
SW	7.770E+02	3.076E-06	3.060E-06	2.811E-06	1.312E-08
WSW	7.940E+02	1.728E-06	1.718E-06	1.577E-06	7.221E-09
W	7.950E+02	2.063E-06	2.049E-06	1.882E-06	4.721E-09
WNW	7.800E+02	1.860E-06	1.846E-06	1.698E-06	2.595E-09
NW	7.510E+02	2.198E-06	2.184E-06	2.012E-06	3.523E-09
NNW	7.150E+02	3.048E-06	3.031E-06	2.798E-06	6.686E-09

주) 방사능운, 호흡, 지표면 및 섭취(엽채류, 김치, 곡식, 과일, 우유, 육류)선량계산시 최대방향

표 5.2-12 고리 3호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자

방향	거리	X/Q (sec/m ³)	$(X/Q)^D$ (sec/m ³)	$(X/Q)^{DD}$ (sec/m ³)	D/Q (1/m ³)
N	1.069E+03	2.009E-06	1.994E-06	1.798E-06	6.813E-09
NNE	1.905E+03	1.341E-06	1.329E-06	1.157E-06	5.894E-09
NE ¹⁾	3.004E+03	6.626E-07	6.522E-07	5.497E-07	1.615E-09
ENE ²⁾	1.045E+03	2.777E-06	2.764E-06	2.491E-06	6.294E-09
E	9.490E+02	3.528E-06	3.508E-06	3.183E-06	7.796E-09
ESE	9.240E+02	3.852E-06	3.830E-06	3.481E-06	6.542E-09
SE	8.540E+02	5.010E-06	4.987E-06	4.552E-06	7.796E-09
SSE	7.560E+02	1.130E-05	1.127E-05	1.035E-05	3.275E-08
S	7.000E+02	9.863E-06	9.834E-06	9.074E-06	3.623E-08
SSW	7.060E+02	5.197E-06	5.176E-06	4.777E-06	1.802E-08
SW	8.840E+02	2.444E-06	2.430E-06	2.215E-06	1.064E-08
WSW	1.027E+03	1.088E-06	1.080E-06	9.760E-07	4.760E-09
W	1.095E+03	1.160E-06	1.150E-06	1.037E-06	2.800E-09
WNW	1.070E+03	1.058E-06	1.047E-06	9.463E-07	1.552E-09
NW	9.580E+02	1.428E-06	1.416E-06	1.287E-06	2.371E-09
NNW	8.150E+02	2.414E-06	2.399E-06	2.199E-06	5.415E-09

주 : 1) 방사능운에 의한 선량계산시 최대방향

2) 호흡, 지표면 및 섭취(엽채류, 김치, 곡식, 과일, 우유, 육류)선량계산시 최대방향

V. 운영으로 인한 영향

표 5.2-13 고리 4호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자

방향	거리	X/Q (sec/m ³)	$(X/Q)^D$ (sec/m ³)	$(X/Q)^{DD}$ (sec/m ³)	D/Q (1/m ²)
N	1.345E+03	1.349E-06	1.337E-06	1.192E-06	4.626E-09
NNE	2.212E+03	1.060E-06	1.049E-06	9.041E-07	4.559E-09
NE ¹⁾	2.740E+03	7.604E-07	7.495E-07	6.363E-07	1.896E-09
ENE ²⁾	7.000E+02	5.730E-06	5.711E-06	5.271E-06	1.204E-08
E	7.000E+02	6.072E-06	6.046E-06	5.584E-06	1.277E-08
ESE	7.000E+02	6.324E-06	6.297E-06	5.816E-06	1.025E-08
SE	7.000E+02	7.146E-06	7.118E-06	6.572E-06	1.074E-08
SSE	7.000E+02	1.296E-05	1.292E-05	1.192E-05	3.705E-08
S	7.000E+02	9.863E-06	9.834E-06	9.074E-06	3.623E-08
SSW	7.560E+02	4.601E-06	4.581E-06	4.212E-06	1.614E-08
SW	9.390E+02	2.195E-06	2.181E-06	1.982E-06	9.637E-09
WSW	1.223E+03	8.001E-07	7.930E-07	7.107E-07	3.548E-09
W	1.344E+03	8.149E-07	8.057E-07	7.193E-07	1.982E-09
WNW	1.276E+03	7.798E-07	7.707E-07	6.904E-07	1.153E-09
NW	1.034E+03	1.241E-06	1.230E-06	1.112E-06	2.099E-09
NNW	7.620E+02	2.721E-06	2.705E-06	2.489E-06	6.036E-09

주 : 1) 방사능운, 지표면 및 섭취(엽채류, 김치, 곡식, 과일, 우유, 육류)선량계산시 최대방향
2) 호흡에 의한 선량계산시 최대방향

표 5.2-14 신고리 1호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자

방향	거리	X/Q (sec/m ³)	$(X/Q)^D$ (sec/m ³)	$(X/Q)^{DD}$ (sec/m ³)	D/Q (1/m ²)
N	7.290E+02	4.001E-06	3.981E-06	3.670E-06	1.268E-08
NNE	1.216E+03	2.809E-06	2.793E-06	2.498E-06	1.265E-08
NE	2.142E+03	1.108E-06	1.095E-06	9.468E-07	2.902E-09
ENE ¹⁾	1.554E+03	1.414E-06	1.404E-06	1.238E-06	3.219E-09
E ²⁾	5.600E+02	9.046E-06	9.015E-06	8.422E-06	1.816E-08
ESE	5.600E+02	9.424E-06	9.392E-06	8.774E-06	1.459E-08
SE ³⁾	5.600E+02	1.065E-05	1.062E-05	9.914E-06	1.528E-08
SSE	1.036E+03	6.409E-06	6.384E-06	5.753E-06	1.966E-08
S	1.382E+03	2.973E-06	2.956E-06	2.624E-06	1.183E-08
SSW	1.549E+03	1.315E-06	1.303E-06	1.151E-06	4.912E-09
SW	1.823E+03	7.058E-07	6.970E-07	6.103E-07	3.159E-09
WSW	1.744E+03	4.414E-07	4.358E-07	3.829E-07	1.942E-09
W	9.750E+02	1.435E-06	1.423E-06	1.291E-06	3.383E-09
WNW	5.940E+02	3.014E-06	2.998E-06	2.796E-06	4.004E-09
NW	6.370E+02	2.945E-06	2.928E-06	2.722E-06	4.582E-09
NNW	6.670E+02	3.450E-06	3.432E-06	3.180E-06	7.470E-09

주 : 1) 방사능운에 의한 선량계산시 최대방향
2) 지표면 및 섭취(엽채류, 김치, 곡식, 과일, 우유, 육류)선량계산시 최대방향
3) 호흡에 의한 선량계산시 최대방향

표 5.2-15 신고리 2호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자

방향	거리	X/Q (sec/m ³)	$(X/Q)^D$ (sec/m ³)	$(X/Q)^{DD}$ (sec/m ³)	D/Q (1/m ³)
N	6.110E+02	5.487E-06	5.463E-06	5.084E-06	1.679E-08
NNE	1.078E+03	3.465E-06	3.448E-06	3.103E-06	1.549E-08
NE	2.053E+03	1.183E-06	1.171E-06	1.015E-06	3.122E-09
ENE ¹⁾	1.678E+03	1.249E-06	1.239E-06	1.087E-06	2.824E-09
E ²⁾	8.700E+02	4.120E-06	4.098E-06	3.738E-06	8.989E-09
ESE	5.940E+02	8.481E-06	8.450E-06	7.872E-06	1.330E-08
SE ³⁾	6.370E+02	8.457E-06	8.427E-06	7.820E-06	1.248E-08
SSE	1.087E+03	5.885E-06	5.861E-06	5.269E-06	1.814E-08
S	1.500E+03	2.594E-06	2.578E-06	2.277E-06	1.029E-08
SSW	1.669E+03	1.164E-06	1.153E-06	1.013E-06	4.325E-09
SW	1.919E+03	6.500E-07	6.415E-07	5.599E-07	2.893E-09
WSW	1.726E+03	4.489E-07	4.433E-07	3.897E-07	1.977E-09
W	5.600E+02	3.857E-06	3.839E-06	3.590E-06	8.239E-09
WNW	5.600E+02	3.347E-06	3.330E-06	3.115E-06	4.392E-09
NW	5.600E+02	3.704E-06	3.685E-06	3.447E-06	5.610E-09
NNW	5.600E+02	4.715E-06	4.695E-06	4.389E-06	9.839E-09

주 : 1) 방사능운에 의한 선량계산시 최대방향

2) 지표면 및 섭취(엽채류, 김치, 곡식, 과일, 우유, 육류)선량계산시 최대방향

3) 호흡에 의한 선량계산시 최대방향

표 5.2-16 신고리 3호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자

방향	거리	X/Q (sec/m ³)	$(X/Q)^D$ (sec/m ³)	$(X/Q)^{DD}$ (sec/m ³)	D/Q (1/m ³)
N	6.860E+02	4.460E-06	4.439E-06	4.106E-06	1.398E-08
NNE	7.000E+02	7.484E-06	7.460E-06	6.885E-06	3.121E-08
NE	7.050E+02	7.367E-06	7.339E-06	6.773E-06	1.858E-08
ENE	6.730E+02	6.146E-06	6.126E-06	5.666E-06	1.281E-08
E	6.200E+02	7.541E-06	7.513E-06	6.983E-06	1.548E-08
ESE	5.600E+02	9.424E-06	9.392E-06	8.774E-06	1.459E-08
SE	5.600E+02	1.065E-05	1.062E-05	9.914E-06	1.528E-08
SSE ¹⁾	5.600E+02	1.927E-05	1.923E-05	1.795E-05	5.271E-08
S ²⁾	6.680E+02	1.072E-05	1.069E-05	9.887E-06	3.903E-08
SSW ³⁾	2.530E+03	6.027E-07	5.940E-07	5.077E-07	2.115E-09
SW	3.249E+03	2.870E-07	2.806E-07	2.359E-07	1.163E-09
WSW	1.678E+03	4.701E-07	4.644E-07	4.089E-07	2.075E-09
W	8.710E+02	1.754E-06	1.741E-06	1.590E-06	4.070E-09
WNW	5.600E+02	3.347E-06	3.330E-06	3.115E-06	4.392E-09
NW	5.800E+02	3.479E-06	3.462E-06	3.232E-06	5.310E-09
NNW	6.390E+02	3.724E-06	3.706E-06	3.442E-06	7.995E-09

주 : 1) 방사능운에 의한 선량계산시 최대방향

2) 지표면 및 섭취(엽채류, 김치, 곡식, 과일, 우유, 육류)선량계산시 최대방향

3) 호흡에 의한 선량계산시 최대방향

V. 운영으로 인한 영향

표 5.2-17 신고리 4호기로부터 제한구역경계에서의 대기확산인자

방향	거리	X/Q (sec/m ³)	$(X/Q)^D$ (sec/m ³)	$(X/Q)^{DD}$ (sec/m ³)	D/Q (1/m ²)
N	5.600E+02	6.414E-06	6.389E-06	5.971E-06	1.925E-08
NNE	5.600E+02	1.112E-05	1.109E-05	1.035E-05	4.439E-08
NE	5.600E+02	1.110E-05	1.107E-05	1.034E-05	2.674E-08
ENE	5.600E+02	8.532E-06	8.509E-06	7.945E-06	1.712E-08
E	5.600E+02	9.046E-06	9.015E-06	8.422E-06	1.816E-08
ESE	5.600E+02	9.424E-06	9.392E-06	8.774E-06	1.459E-08
SE	5.800E+02	1.000E-05	9.968E-06	9.294E-06	1.447E-08
SSE ¹⁾	6.390E+02	1.524E-05	1.520E-05	1.409E-05	4.283E-08
S ²⁾	6.860E+02	1.022E-05	1.019E-05	9.416E-06	3.741E-08
SSW ³⁾	2.655E+03	5.596E-07	5.511E-07	4.694E-07	1.946E-09
SW	3.406E+03	2.673E-07	2.611E-07	2.187E-07	1.070E-09
WSW	1.666E+03	4.757E-07	4.699E-07	4.140E-07	2.100E-09
W	6.610E+02	2.868E-06	2.852E-06	2.645E-06	6.346E-09
WNW	5.600E+02	3.347E-06	3.330E-06	3.115E-06	4.392E-09
NW	5.600E+02	3.704E-06	3.685E-06	3.447E-06	5.610E-09
NNW	5.600E+02	4.715E-06	4.695E-06	4.389E-06	9.839E-09

주 : 1) 방사능운에 의한 선량계산시 최대방향

2) 지표면 및 섭취(엽채류, 김치, 곡식, 과일, 우유, 육류)선량계산시 최대방향

3) 호흡에 의한 선량계산시 최대방향

표 5.2-18 다수호기 가동시 기체방출물에 의한 개인 피폭선량 계산결과

장 기	최대 등가선량(mSv/yr) ¹⁾
유효선량	1.66E-1 ²⁾
갑상선등가선량	3.46E-1 ³⁾

주 : 1) 고리 1~4호기 및 신고리 1~4호기 동시 가동시

2) 1세 연령군의 내부 및 외부피폭의 합

3) 1세 연령군에 대한 값임

표 5.2-19 다수호기 가동시 액체방류물에 의한 개인 피폭선량 계산결과

장 기	최대 등가선량(mSv/yr) ¹⁾
유효선량	4.40E-3 ²⁾
갑상선등가선량	5.36E-2 ³⁾

주 : 1) 고리 1~4호기 및 신고리 1~4호기 동시 가동시

2) 1세 연령군의 내부 및 외부피폭의 합

3) 1세 연령군에 대한 값임

5.2.5 피폭선량 요약

가. 개인피폭선량의 요약

신고리 3,4호기 중 단일호기 가동으로 인한 개인피폭선량과 국민의 건강 및 환경상의 위해를 방지하기 위하여 지정한 기준(원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”)을 비교하면 표 5.2-20과 같다.

이 표에서 보는 바와 같이 기체방출물에 의한 피폭은 기준치의 32.4%에서 69.3%, 액체방류물에 의한 피폭은 8.56%에서 28.4%이내에서 기준치를 만족하고 있음을 알 수 있다.

표 5.2-20 최대개인피폭선량 계산결과와 기준치와의 비교

구 분	계산결과	기준치	비율(%)
기체방출물에 의한 선량			
감마선에 의한 공기의 흡수선량[mGy/yr]	3.34E-02	0.1	33.4
베타선에 의한 공기의 흡수선량[mGy/yr]	1.21E-01	0.2	60.5
외부피폭에 의한 유효선량[mSv/yr]	1.62E-02	0.05	32.4
외부피폭에 의한 피부등가선량[mSv/yr]	7.49E-02	0.15	49.9
입자상 방사성물질, ^3H , ^{14}C 및 방사성옥소에 의한 인체 장기 등가선량 ¹⁾ [mSv/yr]	1.04E-01	0.15	69.3
액체방류물에 의한 선량			
유효선량[mSv/yr] ²⁾	2.57E-03	0.03	8.56
인체 장기 등가선량[mSv/yr] ³⁾	2.84E-02	0.1	28.4

주 : 1) 1세의 갑상선에 대한 피폭선량임.

2) 1세 연령군에 대한 내부 및 외부 피폭선량임.

3) 1세의 갑상선에 대한 피폭선량임.

나. 다수호기에 의한 개인피폭선량의 요약

동일 부지내의 모든 원자력시설로부터 시설주변의 개인이 받는 연간 총 피폭선량과 원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”에서 제

V. 운영으로 인한 영향

시하고 있는 기준치와의 비교 결과는 표 5.2-21에 제시하였다. 계산 결과치는 기준치의 53.3%에서 68.0%내에서 기준치를 만족하고 있다.

표 5.2-21 다수호기 가동시 개인 피폭선량 계산결과와 기준치와의 비교

장 기	최대 등가선량(mSv/yr) ^{주)}			기준치 (mSv/yr)	비 율 (%)
	기체방출물	액체방류물	계		
유효선량	1.66E-1	4.40E-3	1.70E-1	0.25	68.0
갑상선등가선량	3.46E-1	5.36E-2	4.00E-1	0.75	53.3

주) 고리 1~4호기 및 신고리 1~4호기 동시 가동시 최대피폭을 받는 1세 연령군에 대한 값임.

다. 주민 집단선량의 요약

신고리 3,4호기 가동으로 인한 주민 집단선량은 표 5.2-6과 표 5.2-9에서 알 수 있듯이 기체방출물의 경우에는 유효선량이 142 person-mSv/yr, 갑상선등가선량이 149 person-mSv/yr이며, 액체방류물의 경우 유효선량은 0.94 person-mSv/yr, 갑상선등가선량은 2.83 person-mSv/yr이다.

발전소 관련 모든 선원으로부터의 주민 집단선량은 표 5.2-22와 같다. 국내 및 미국에는 주민 집단선량에 대하여 규정된 제한치가 없으므로, 일반적으로 자연방사능에 의한 선량과 비교하고 있다.

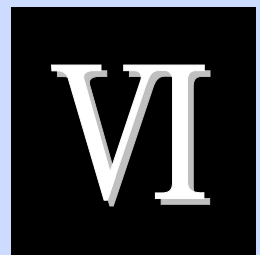
신고리원자력 발전소 부지주변에서 자연방사능에 의한 평균 유효선량은 약 1.3 mSv/yr로서 80 km내 전체 주민 (2023년 예상치 : 6.405×10^6 명)이 받는 집단유효선량은 8.327×10^6 person-mSv/yr로 발전소 가동으로 인한 선량보다는 훨씬 큰 값이다.

결론적으로 고리원자력 발전소 부지와 인접하여 신고리 3,4호기가 가동하더라도 관련 규제치를 충분히 만족하는 것으로 평가되었다.

표 5.2-22 단일호기 가동시 80 km 이내 주민의 연간 유효선량 평가

선량 구분	연간 선량 (person-mSv/yr)	비 고
<u>부지내 작업자</u>	1.18E+02	표 4.4-2
<u>일반 주민</u>		
방사능운	2.52E+01	표 5.2-6
지표면 침적	5.42E-01	표 5.2-6
호흡	2.27E+00	표 5.2-6
농작물 섭취	1.03E+02	표 5.2-6
우유 섭취	2.29E+00	표 5.2-6
육류 섭취	8.57E+00	표 5.2-6
어류 섭취	3.89E-02	표 5.2-9
연체류 및 갑각류 섭취	6.21E-01	표 5.2-9
해조류 섭취	1.14E-01	표 5.2-9
해변활동	8.90E-02	표 5.2-9
해수욕	5.60E-03	표 5.2-9
해상활동	7.70E-02	표 5.2-9
계(일반주민)	1.43E+02	

사고로 인한 영향



6.1 사고의 가정

6.2 방사선원

6.3 평가방법

6.4 피폭선량 평가

6.5 주민보호대책

6장 간지

간지 뒷면



6.1 사고의 가정

6.1.1 사고의 유형

6.1.2 사고유형별 발생확률

6.1절 간지

간지 뒷면



제 6 장 사고로 인한 영향

6.1 사고의 가정

6.1.1 사고의 유형

방사능 누출을 수반하는 원자력발전소 사고 영향평가 방법에는 개념상 그 평가결과와 적용목적에 따라 크게 두 가지로 구분된다. 하나는 방사성 물질이 누출될 수 있는 여러 가상 사고에 대해 보수적인 가정 및 계산방법을 사용하여 어떠한 사고 하에서도 방사선 영향이 허용기준치 이하임을 보임으로써 원자력발전소가 공학적으로 안전하게 설계되었음을 입증하는데 그 목적이 있는 안전성 분석보고서의 사고평가 방법으로서, 사고로 인해 인근 주민이 받게 될 위험도보다는 발전소 시설의 계통 설계기준을 결정하기 위한 방법이다.

이와는 달리 발생 가능한 방사능 누출사고에 대해 발생확률 및 사고 유사성에 따라 유형별로 구분하고 현실성 있는 사고가정을 사용하여 사고로 인한 방사선 영향을 가능한 실제와 가깝게 평가함으로써, 사고가 실제 발생하더라도 이로 인한 방사선으로부터 인근 주민이 안전하게 보호된다는 것을 일반주민에게 보여주는 데 그 목적이 있는 환경영향평가서의 사고평가 방법이 있다. 따라서 본 장에서는 미 원자력규제위원회에서 원전 건설허가 신청자가 제출한 환경영향평가서를 검토할 때 검토지침으로 사용하는 환경영향평가서 심사지침서(ESRP, NUREG-0555)에 제시된 사고유형, 가정사항 및 분석방법을 이용하여 신고리 3,4호기에서 발생 가능한 사고를 보다 현실적으로 분석하여 실제적인 환경영향을 평가한다.

본 장에서는 사고의 정도에 따라 여러 유형의 사고에 의한 환경영향을 현실적으로 분석한다. 사고의 발생확률과 심각성에 따라 각종 사고를 환경영향평가서 심사지침서에 제시된 사고분류방법에 따라 분류하며 본 장에서 분석된 사고유형은 표 6.1-1에 요약되어 있다.

대부분의 분석대상사고들은 확률론적 안전성 평가 1단계(PSA Level 1) 수행사항인 노심손상확률 계산시 고려되고 있는 초기사상 및 주요 기기들의 고장사고중 일부와 비록 분석목적 및 사고추이 등은 상이하지만 사고유형은 유사하다.

따라서 본 평가서의 분석대상사고로 인한 정량적 위험도 평가에 잠정적으로 사용할 수 있도록 분석대상사고와 유형별로 유사한 사고들에 대해 지금까지 발간된 기술보고서 및 PSA Level 1의 연구보고서에서 추정하고 있는 사고발생확률을 제시한다. 각 사고별

Ⅵ. 사고로 인한 영향

방사선원향 분석을 위한 가정 사항과 사고 발생 후 2시간 동안의 개인외부피폭선량 및 사고후 30일 동안의 주민집단외부피폭선량 등의 상세한 사항은 각 사고 분석 항목에서 기술하였다.

표 6.1-1 사고유형의 분류

사고유형	사고 설명
1.0	경미한 사고
2.0	원자로건물 외부로의 소량 누출사고
3.0	방사성폐기물계통 누출사고
3.1	기체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동
3.2	액체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동
3.3	기체폐기물 저장탱크 파손
3.4	액체폐기물 저장탱크 파손
4.0	1차 계통으로의 핵분열생성물 누출사고(BWR)
5.0	1차 및 2차 계통으로의 핵분열생성물 누출사고(PWR)
5.1	핵연료피복재 손상
5.2	과다 핵연료 파손
5.3	증기발생기 튜브 파손
6.0	핵연료 재장전사고
6.1	핵연료집합체 추락
6.2	노심내 중하물 추락
7.0	사용후연료 취급사고
7.1	사용후연료집합체 추락
7.2	중하물 추락
7.3	사용후연료용기 추락
8.0	안전성분석보고서에서 설계기준평가시 고려된 사고
8.1	소형냉각재 상실
8.2	대형냉각재 상실
8.2a	원자로건물을 관통하는 1차계통의 계기관 파단
8.3	제어봉 이탈
8.4	대형 주증기관 파단
8.4a	소형 주증기관 파단
9.0	중대사고

6.1.2 사고유형별 발생확률

가. 사고유형 1 : 경미한 사고

본 유형의 사고는 운영중 발생하는 미미한 사고로서 그 결과가 경미하며 그 영향은 운영으로 인한 영향(제 5장)에 이미 포함되어 있으므로 생략한다.

나. 사고유형 2 : 원자로건물 외부로의 소량 누출사고

방사성 액체 및 기체를 포함하는 계통의 배관, 밸브, 플랜지는 정상 운전중 있을 수 있는 누출을 최소화하도록 설계 및 설치된다. 마모나 사용상의 잘못으로 인해 소량의 누출은 있을 수 있지만 이러한 누출은 평상시 누출에 해당하며 그 영향은 운영으로 인한 영향에서 평가되었다.

다. 사고유형 3 : 방사성폐기물계통 누출사고

본 유형의 사고는 기기파손이나 운전원의 실수에 의해 방사성폐기물계통내 방사성물질이 건물로 누출되는 사고이며 기체지연탱크의 오작동 및 기기누출, 액체폐기물저장탱크의 오작동 및 기기누출, 기체지연탱크 파손, 액체폐기물저장탱크 파손 등의 사고가 본 사고유형에 포함된다.

1) 기체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동사고

기체폐기물 저장탱크내 방사능량의 25%가 방출될 수 있는 사고는 (a) 운전원 실수, (b) 밸브의 오작동, (c) 과압안전계통 (Overpressure Relief System)의 오작동 등에 의해 발생할 수 있다. 그러나, 이러한 사고가 발생하여 기체상 방사성물질이 환경으로 방출되기 전에 방사선 감시계통을 거쳐 방사능이 기준치 이상이 되면 환경으로의 누출을 막는다. 이처럼 기체폐기물계통과 관련된 정보, 격리밸브, 계통 감시를 통해 동 유형의 사고발생확률을 최소화시키고 있다. 참고로 NUREG/CR-0603에서는 동 유형의 사고발생확률을 $3.0 \times 10^{-2}/RY$ 정도로 추정하고 있다.

2) 액체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동사고

고용준고형물 폐액탱크내 방사능량의 25%가 방출될 수 있는 사고는 탱크의 균열, 밸브의 오작동 및 운전원의 실수에 의해 발생할 수 있다. 그러나, 탱크 배수밸브의 부주의한 개방을 방지하기 위하여 능동 연동계통(Positive Action Interlock System)

Ⅵ. 사고로 인한 영향

이 설치되며, 액체방사성폐기물의 누출이 발생할 경우 건물에 위치하는 바닥배수조 펌프가 고수위 경보를 받아 자동적으로 작동하여 누출된 액체폐기물을 제거하도록 설계된다.

참고로 NUREG/CR-0603에서는 동 유형의 사고발생확률을 기체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동사고 발생확률의 1/2정도로 추정하고 있다.

3) 기체폐기물 저장탱크의 파손사고

전술한 기체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동사고의 발생확률에 대한 사항이 동 사고에도 마찬가지로 적용된다.

4) 액체폐기물 저장탱크 파손사고

전술한 액체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동사고의 발생확률에 대한 사항이 동 사고에도 마찬가지로 적용된다.

라. 사고유형 4 : 1차계통으로의 핵분열생성물 누출사고 (비등경수로)

해당사항 없음

마. 사고유형 5 : 1차 및 2차 계통으로의 핵분열생성물 누출사고 (가압경수로)

1차 및 2차 냉각계통은 증기발생기의 튜브벽으로 분리되어 있으며, 정상운전시 누출을 최소로 유지할 수 있도록 설계 및 제작된다. 그러나, 부식 등에 의해 증기발생기 튜브가 손상될 수 있으며, 이 경우 1차측에서 2차측으로 냉각재가 누출되며 누출 냉각재 내의 용존 핵분열생성물 기체들은 복수기 진공계통(Condenser Vacuum System)의 공기추출기를 통해 환경으로 방출된다. 2차 냉각계통내 방사능농도를 증가시키는 대표적인 사고로는 핵연료가 비정상적으로 과다하게 파손되고 증기발생기에서 누출이 일어나는 과도사고, 증기발생기튜브 파손사고 등이 포함된다.

1) 핵연료피복재 손상사고

본 사고로 인한 방사성물질 누출은 정상 운전시 누출에 해당하며 그 영향은 운영으로 인한 영향에서 평가되었다.

2) 과다 핵연료 파손사고

신고리 3,4호기는 발생 가능한 모든 과도현상에 의해서도 핵연료와 발전소가 손상되지 않도록 설계된다. 그리고, 원자로냉각재펌프의 기기 및 재질은 그 동안 다른 원전에서 성공적으로 사용되던 것들로서 기존 Code & Standard를 적용하여 설계·제작된다. 참고로 NUREG/CR-0603에서는 동 유형의 사고발생확률을 $1.0 \times 10^{-5}/\text{RY}$, 영광 3,4호기 개별원전점검(IPE)보고서에서는 $2.45 \times 10^{-6}/\text{RY}$ 정도로 추정하고 있다.

3) 증기발생기 튜브 파손사고

증기발생기 전열관파열사고는 증기발생기내의 전열관이 파손되어 원자로냉각재계통과 주증기계통 사이의 방호벽이 손상되는 사고이며, 증기발생기 전열관은 건전성이 최대한 유지되도록 설계·제작된다. 참고로 동 유형의 사고발생확률은 NUREG/CR-0603에서 $1.0 \times 10^{-2}/\text{RY}$, NSAC/60에서 $8.6 \times 10^{-3}/\text{RY}$, 고리 3,4호기 및 영광 1,2호기 확률론적 안전성평가보고서에서 $4.55 \times 10^{-3}/\text{RY}$, 영광 3,4호기 개별원전점검(IPE)보고서에서 $3.63 \times 10^{-3}/\text{yr}$, 울진 3,4호기 최종 PSA보고서에서는 $4.50 \times 10^{-3}/\text{yr}$ 정도로 추정하고 있다.

바. 사고유형 6 : 핵연료 재장전사고

본 유형의 사고는 원자로건물에서 핵연료 재장전 작업시 발생할 수 있는 사고로서 원전연료집합체나 중하물이 노심 상부에 추락하는 사고가 포함된다. 상기 사고들은 핵연료봉 피복재의 손상을 야기시키며 핵분열생성물의 방출을 초래한다. 핵연료 소자(Fuel Pellet)가 고체형태이므로 단지 핵연료봉내 갭 방사능만이 방출된다. 핵연료집합체가 재장전 수조내에서 취급되므로 손상된 핵연료집합체로부터 방출되는 방사능이 원자로건물 대기에 도달하기 전에 재장전수를 통과해야 한다. 갭 방사능이 물속을 통과할 때 방사성요오드의 대부분은 제거되어 환경으로 방출되는 요오드의 양은 크게 감소한다.

1) 핵연료집합체 추락사고

핵연료집합체의 추락이나 취급실수, 그리고 이에 따른 핵연료봉의 손상 가능성은 기기설계 및 상세운전절차에 따라 최소화되며, 핵연료 취급장비의 신뢰도는 가동 전 시험을 통해 확인된다. 운전원의 안전한 차폐를 위하여 핵연료집합체는 재장전수내에서 일정높이 이상으로 들어 올려질 수 없도록 설계된다. 핵연료집합체를 이동하는데 사

Ⅶ. 사고로 인한 영향

용되는 크레인의 이동속도를 제한하고, 모든 핵연료 취급장비와 관련 계기들이 Fail-Safe 로 운전되도록 설계된다. 참고로 NUREG/CR-0603에서는 동 유형의 사고발생확률을 $3.0 \times 10^{-3}/RY$ 정도로 추정하고 있다.

2) 노심내 중하물 추락사고

노심 위에서 중하물을 취급할 경우는 핵연료집합체를 취급할 경우와 비교하여 횡수가 적고 핵연료 취급기기나 중하물 취급 기기의 파손확률은 같으므로 중하물이 노심 상부에 추락할 확률은 핵연료취급사고보다 훨씬 작다. 참고로 NUREG/CR-0603에서는 동 유형의 사고 발생확률을 $2.0 \times 10^{-6}/RY$ 정도로 추정하고 있다.

사. 사고유형 7 : 사용후연료 취급사고

본 유형의 사고는 핵연료건물내에서 사용후연료 취급시 발생할 수 있는 사고로서 사용후연료 저장조내로 사용후연료집합체가 추락되는 사고, 사용후연료 격자에 중하물이 추락하는 사고, 사용후연료 수송용기가 추락하는 사고 등이 포함된다.

1) 사용후연료집합체 추락사고

사고유형 6의 핵연료 재장전 사고확률이 동 사고확률에도 사용될 수 있다.

2) 중하물 추락사고

신고리 3,4호기의 핵연료건물에서 중하물을 취급할 수 있는 기기는 Fuel Building Overhead Crane과 Monorail Crane이 있다. 그러나, Overhead Crane은 사용후연료 저장구역 상부로는 중하물(사용후연료 수송용기 등)이 운송되지 못하도록 전기적 연동장치(Electric Interlock)와 기계적 정지기(Mechanical Stopper)가 설치된다. 또한, Monorail Crane의 이동경로도 사용후연료 상부로 이동할 수 없도록 설계되므로, Monorail Crane 작업시 중하물(Swing Gate)이 직접 사용후연료 상부로 추락할 가능성은 없다. 그러나, 이 중하물이 사용후연료 저장조내로 추락하는 경우에는 Fuel Storage Rack 및 저장조 Liner Plate의 일부에 영향을 줄 수 있기 때문에 Rack 및 Liner Plate의 건전성 보장을 위하여 Heavy Loads Analysis를 수행하며, 중하물을 4 ft 이상 들어올리지 못하도록 설계하여 Fuel Storage Rack 및 Liner Plate의 건전성 보장 및 사용후연료의 손상가능성도 배제한다. 참고로 NUREG-0612에서는 동 유형의 사고 발생확률을 7.2

$\times 10^{-7}/RY$ (사용후연료 저장조 상부에서의 중하물 추락 확률 $7 \times 10^{-7}/RY$ 및 사용후연료 저장조 부근에서의 중하물 추락 확률 $2 \times 10^{-8}/RY$) 정도로 추정하고 있다.

3) 사용후연료용기 추락사고

기기설계, 운전절차 및 작업자 훈련에 의해 발전소 수명기간동안 사용후연료수송용기 추락사고의 가능성을 최소화하며, 사용후연료 수송용기 취급기기는 용기를 9.14m(30 ft) 이상 들어 올리지 못하도록 설계된다. 10 CFR 71에서 요구하는 바와 같이 용기는 9.14m(30 ft)에서 추락하더라도 파손되지 않도록 설계된다.

아. 사고유형 8 : 안전성분석보고서에서 설계기준 평가시 고려된 사고

본 유형의 사고는 설계기준사고들로서 안전성분석보고서에서는 공학적안전설비의 기능요건을 수립하기 위해서 보수적인 가정을 사용하여 평가한다. 그러나 본 환경영향평가서에서는 사고에 의한 영향을 실제적으로 평가하기 위하여 보다 현실적인 기준 및 가정사항을 적용하여 평가한다. 본 유형에 속하는 사고로는 소형 및 대형 냉각재 상실사고, 제어봉 이탈사고, 계기관 파단사고, 소형 및 대형 주증기관 파단사고 등이 있다.

1) 소형 냉각재상실사고

모든 원자로냉각재계통 기기는 ASME Code, Section III에 따라 설계 및 제작된다. 원자로건물내 원자로냉각재계통은 비상운전정지 및 비상노심냉각에 필요한 기능의 상실없이 설계기준 냉각재상실사고 및 설계기준 지진에 의한 부하를 견딜 수 있도록 설계된다. 주요 원자로냉각재계통 기기는 운전수명을 60년으로 설계되며 냉각재의 화학적 특성에 견딜 수 있는 재질로 제작되고 피로도 분석을 수행하여 적용규격과 일치하는지 여부를 평가한다.

공학적 안전설비는 어떠한 크기의 배관파단 사고에 대해서도 냉각재상실사고의 결과를 완화하고 제어할 수 있도록 작동한다. 원자로냉각재계통은 설치 이후에도 수압시험과 누출시험 등 여러 시험을 시행한다. 발전소 운전조건은 기술지침서, 운전절차서, 기타 행정적인 통제를 통해 이미 설정된 제한치내에 있도록 한다. 또한 운전중에는 광범위한 가동중 검사계획에 의해 주기적인 감시와 안전성 관련 기기의 검사가 수행된다. 참고로 동 유형의 사고발생확률은 WASH-1400에서 $3.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-3}/RY$, NSAC/60 및 고리 3,4호기 및 영광 1,2호기 확률론적 안전성 평가 보고서에서 $3.0 \times 10^{-3}/RY$, 영광 3,4호기

Ⅵ. 사고로 인한 영향

개별원전점검(IPE)보고서에서 $2.58 \times 10^{-3}/\text{yr}$, 올진 3,4호기 최종 PSA보고서에서는 $3.0 \times 10^{-3}/\text{yr}$ 정도로 추정되고 있다.

2) 대형 냉각재상실사고

본 사고의 발생확률은 소형 냉각재상실사고의 확률보다 훨씬 작다. 배관직경 및 두께가 증가할수록 파단을 초래할 결함길이(Critical Crack Length)가 증가한다. 결함이 커질수록 파단 전의 누출량이 증가하고 감지가 용이하므로, 운전원이 시정조치를 취하는데 충분한 시간을 가질 수 있다.

참고로 동 유형의 사고발생확률은 NUREG/CR-0603 및 WASH-1400에서 $1.8 \times 10^{-4}/\text{RY}$, NSAC/60에서 $9.3 \times 10^{-4}/\text{RY}$, 고리 3,4호기 및 영광 1,2호기 확률론적 안전성 평가보고서에서 $2.4 \times 10^{-4}/\text{RY}$, 영광 3,4호기 개별원전점검(IPE)보고서에서 $3.37 \times 10^{-4}/\text{yr}$, 올진 3,4호기 최종 PSA보고서에서는 $1.7 \times 10^{-4}/\text{yr}$ 정도로 추정되고 있다.

3) 원자로건물을 관통하는 1차계통의 계기관 파단사고 (원자로건물내 격리와는 관련 없는 계기관)

원자로냉각재계통 압력경계의 일부분인 계기관에는 원자로건물내에 1개 자동격리밸브와 원자로건물 외부에 1개 자동격리밸브가 설치된다. 원자로건물을 관통하는 1차 계통으로부터의 계기관중 원자로건물 내부격리와는 관련 없이 상당량의 방사능을 포함하는 계기관이 신고리 3,4호기에는 없으므로 본 사고는 고려되지 않는다.

4) 제어봉 이탈사고

제어봉이 노심으로부터 급격히 이탈되려면 제어봉 구동장치의 하우징이 파손되어야 한다. 그러나, 하우징은 원자로냉각재계통 압력경계에 있으며 보수적인 설계, 철저한 가동전 시험, 품질관리 및 주기적 검사 등에 의해 파손될 가능성은 매우 작을 것으로 예상된다. 참고로 PSA에서는 원자로 정지불능(ATWS) 사건에 원인이 되는 "제어봉집합체 삽입실패(Mechanical Failure)"라는 사고를 고려하고 있으며, 경수형 원자로의 경우 발생확률은 $5.0 \times 10^{-6}/\text{yr}$ 로 추정되고 있다.

5) 대형 주증기관 파단사고

주증기계통의 밸브, 피팅 및 배관은 보수적으로 설계되며 배관은 설치 전에

검사된다. 설치 후 동 계통은 원전연료장전 전에 고온기능시험을 받는다. 그리고, 운전 중 증기발생기와 주증기관은 방사성물질의 축적과 부식을 줄이기 위하여 화학처리를 한다. 이상에서 주증기관의 파단은 거의 발생하지 않을 것으로 판단된다.

참고로 동 유형의 사고발생확률은 NUREG/CR-0603에는 $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-2}/RY$, 고리 3,4호기 및 영광 1,2호기 확률론적 안전성평가보고서에는 $1.5 \times 10^{-3}/RY$, 영광 3,4호기 개별원전점검(IPE)보고서에서 $1.38 \times 10^{-3}/yr$, 울진 3,4호기 최종 PSA보고서에서는 $1.5 \times 10^{-3}/yr$ 정도로 추정되고 있다.

6) 소형 주증기관 파단사고

본 사고는 별도로 분석되지 않는다. 대형 주증기관 파단과의 차이는 단지 증기발생기 튜브가 2차측 급수에 의해 채워질 때, 증기발생기내 원자로냉각재에 포함된 요오드에 대한 감소계수를 0.5 대신 0.1을 사용하는 것이다. 증기발생기 튜브가 급수에 의해 채워지는 시간이 원자로 냉각에 소요되는 시간보다 짧기 때문에, 요오드 감소 영향은 이 사고로 인한 총 환경영향에 비해 적을 것이다. 따라서, 소형 주증기관 파단에 의한 환경영향은 대형 주증기관 파단결과와 근본적으로 동일하다.

자. 사고유형 9 : 중대사고

본 사고유형은 보호계통과 공학적 안전설비의 설계요건을 설정하기 위해 고려되는 설계기준 가상사고보다 더 심각한 일련의 사고를 포함한다. 중대사고의 결과는 매우 심각하지만 발생확률이 너무 작기 때문에 환경영향(Environmental Risk)이 극도로 적다. 이런 이유로 본 사고유형은 환경영향평가서에서 고려되지 않는다.

6.2 방사선원

6.2.1 사고유형 1

6.2.2 사고유형 2

6.2.3 사고유형 3

6.2.4 사고유형 4

6.2.5 사고유형 5

6.2.6 사고유형 6

6.2.7 사고유형 7

6.2.8 사고유형 8

6.2절 간지

Ⅵ. 사고로 인한 영향

간지 뒷면



6.2 방사선원

6.2.1 사고유형 1 : 경미한 사고

사고결과가 경미하며 운영으로 인한 영향(제 5장)에서 평가되었다.

6.2.2 사고유형 2 : 원자로건물 외부로의 소량 누출사고

평상시 누출에 해당하며 운영으로 인한 영향에서 평가되었다.

6.2.3 사고유형 3 : 방사성폐기물계통 누출사고

가. 기체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동사고

1) 사고개요

기체폐기물계통중 가장 많은 방사능을 포함하고 있는 모관배수탱크(GRS Header Drain Tank)의 예상치 못한 기기누출이나 오작동으로 인해 탱크내 방사능량의 25%가 누출되는 사고이다. 탱크로부터 누출된 기체방사능은 복합건물의 배기계통을 통해 환경으로 방출된다.

2) 계산가정

가) 탱크내 방사능량의 25%가 모관배수탱크실로 누출되며 복합건물 배기계통을 통한 계속적인 배출과 탱크실 내부의 부압 때문에 주변 구역으로의 확산은 없는 것으로 가정한다.

나) 탱크내 방사능량은 ESRP(NUREG-0555)에서 요구하고 있는 바에 따라 0.5% 핵연료 손상에 근거하여 계산되며 원자로배수탱크(Reactor Drain Tank), 기기배수탱크(Equipment Drain Tank) 및 탈기기(Gas Stripper)로부터 유입되는 방사선원의 유량 비율에 따라 계산된다.

즉, 세가지 유입원의 유량은 다음과 같이 추정된다.

- 원자로배수탱크 : 0.024 표준 유량률 (ft³/min)
- 기기배수탱크 : 0.005 표준 유량률 (ft³/min)
- 탈기기 : 0.32 표준 유량률 (ft³/min)

VI. 사고로 인한 영향

따라서, 모관배수탱크내 핵종별 방사능농도는 RDG(Radiation Design Guide)에 각 유입원별 방사능농도와 유량비율(원자로배수탱크 0.024, 탈기기 0.32 및 기기배수탱크 0.005)을 곱하여 합침으로써 계산되며 표 6.2-1과 같다.

표 6.2-1 기체폐기물저장탱크내 방사선원

핵 종	탱크내 총 방사능 농도 (Bq/cc)	기기누출이나 오작동 사고시 방사능(TBq)	파손 사고시 방사능(TBq)
Kr-85m	3.21E+05	6.81E-01	2.72E+00
Kr-85	8.02E+03	1.70E-02	6.81E-02
Kr-87	3.14E+05	6.67E-01	2.67E+00
Kr-88	8.02E+05	1.70E+00	6.81E+00
Xe-131m	8.02E+04	1.70E-01	6.81E-01
Xe-133m	2.05E+04	4.36E-02	1.74E-01
Xe-133	1.03E+07	2.18E+01	8.72E+01
Xe-135m	2.47E+05	5.24E-01	2.10E+00
Xe-135	1.41E+06	3.00E+00	1.20E+01
Xe-137	6.09E+04	1.29E-01	5.18E-01
Xe-138	2.12E+05	4.49E-01	1.80E+00
I-131	1.29E+01	2.74E-05	1.10E-04
I-132	3.47E+00	7.38E-06	2.95E-05
I-133	1.84E+01	3.91E-05	1.56E-04
I-134	2.18E+00	4.62E-06	1.85E-05
I-135	1.01E+01	2.16E-05	8.62E-05

다) 탱크의 체적은 8.49 m³ (300 ft³)이다.

라) 탱크에서 누출된 방사능은 건물배기계통을 통해 환경으로 방출되며, 동 배기계통에는 활성탄필터(4" bed depth)와 HEPA 필터가 부착되어 있으며 필터효율은 각각 90%로 가정한다.

마) 탱크실의 체적은 97.86 m³ (3,456 ft³)이며, 탱크실에서의 배기 유량은 850 m³/hr (500 ft³/min) 이다.

이상과 같은 가정 사항에 따라 계산된 환경으로의 방사능 방출량은 표 6.2-3과 같다.

나. 액체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동사고

1) 사고개요

액체폐기물계통중 가장 많은 방사능을 포함하고 있는 기기폐수탱크(Equipment Waste Tank)의 예상치 못한 기기누출이나 오작동으로 인해 탱크내 방사능량의 25%가 누출되는 사고이다. 사고로 인해 탱크로부터 누출된 대부분의 액체폐기물은 바닥배수계통으로 제거되며, 기화된 기체방사능은 복합건물의 배기계통을 통해 환경으로 방출된다.

2) 계산가정

가) 탱크내 방사능량의 25%가 기기폐수탱크실로 누출되며, 복합건물 배기계통을 통한 계속적인 배출과 탱크실 내부의 부압 때문에 주변 구역으로의 확산은 없는 것으로 가정한다.

나) 탱크내 방사능량은 0.5% 핵연료 파손을 가정한 기기폐수탱크내 농도를 사용하여 계산되며 표 6.2-2와 같다.

표 6.2-2 액체폐기물저장탱크내 방사선원

핵 종	탱크내 방사능농도 (Bq/g)	기기누출이나 오작동 사고시 방사능(TBq)	파손 사고시 방사능(TBq)
I-131	5.00E+03	8.51E-02	3.40E-01
I-132	1.33E+03	2.27E-02	9.07E-02
I-133	7.05E+03	1.20E-01	4.81E-01
I-134	8.35E+02	1.42E-02	5.69E-02
I-135	3.89E+03	6.62E-02	2.65E-01

다) 기화된 기체 방사능은 복합건물 배기계통을 통해 환경으로 방출되며, 동 배기계통에는 활성탄필터(4" bed depth)와 HEPA 필터가 부착되어 있으며 필터효율은 각각 90%로 가정한다.

Ⅵ. 사고로 인한 영향

라) 탱크의 용량은 18,000 gal(68.0 m³) 이다.

마) 탱크실의 체적은 212 m³(7,488 ft³)이며, 탱크실에서의 배기 유량은 1,189.3 m³/hr(700 ft³/min)이다.

바) 누출된 불활성기체와 요오드의 분할계수(Partition Factor)는 1.0과 0.1 이다.

이상과 같은 가정 사항에 따라 계산된 환경으로의 방사능 방출량은 표 6.2-3과 같다.

다. 기체폐기물 저장탱크의 파손사고

1) 사고개요

예상치 못한 원인으로 인하여 기체폐기물계통중 가장 많은 방사능을 포함하고 있는 탱크내 모든 방사능량이 누출되는 사고이다. 사고로 인해 탱크로부터 방출된 기체방사능은 필터를 거쳐 복합건물의 배기계통을 통해 환경으로 방출된다.

2) 계산가정

가) 탱크내 모든 방사능이 모관배수 탱크실로 누출되며 복합건물 배기계통을 통한 계속적인 배출과 탱크실 내부의 부압 때문에 주변 구역으로의 확산은 없는 것으로 가정한다.

나) 나머지 사항은 ‘가’항의 기체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동 사고에서의 가정 사항과 동일하며, 이와 같은 가정 사항에 따라 계산된 환경으로의 방사능 방출량은 표 6.2-3과 같다.

라. 액체폐기물 저장탱크 파손사고

1) 사고개요

예상치 못한 원인으로 인하여 액체폐기물계통중 가장 많은 방사능을 포함하고 있는 탱크내 방사능량의 전부가 누출되는 사고이다. 사고로 인해 탱크로부터 누출

된 대부분의 액체폐기물은 바닥배수계통으로 제거되며, 기화된 기체방사능은 복합건물의 배기계통을 통해 환경으로 방출된다.

2) 계산가정

가) 탱크내 모든 방사능이 기기폐수탱크실로 누출되며, 복합건물 배기계통을 통한 계속적인 배출과 탱크실 내부의 부압 때문에 주변구역으로의 확산은 없는 것으로 가정한다.

나) 나머지 사항은 ‘나’항의 액체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동 사고에서의 가정사항과 동일하며, 이와 같은 가정사항에 따라 계산된 환경으로의 방사능 방출량은 표 6.2-3과 같다.

표 6.2-3 사고유형 3에 대한 방사능 방출량

(단위 : TBq)

핵 종	GRS 저장탱크 누출이나 오작동	LRS 저장탱크 누출이나 오작동	GRS 저장탱크 파손	LRS 저장탱크 파손
I-131	2.74E-06	8.51E-03	1.10E-05	3.39E-02
I-132	7.14E-07	1.98E-03	2.85E-06	7.92E-03
I-133	3.92E-06	1.18E-02	1.55E-05	4.74E-02
I-134	4.26E-07	1.03E-03	1.70E-06	4.14E-03
I-135	2.13E-06	6.29E-03	8.51E-06	2.52E-02
Kr-85m	6.70E-01	-	2.68E+00	-
Kr-85	1.70E-02	-	6.81E-02	-
Kr-87	6.29E-01	-	2.52E+00	-
Kr-88	1.66E+00	-	6.62E+00	-
Xe-131m	1.70E-01	-	6.81E-01	-
Xe-133m	4.37E-02	-	1.74E-01	-
Xe-133	2.18E+01	-	8.70E+01	-
Xe-135m	4.03E-01	-	1.61E+00	-
Xe-135	2.97E+00	-	1.19E+01	-
Xe-137	5.85E-02	-	2.34E-01	-
Xe-138	3.37E-01	-	1.35E+00	-

Ⅵ. 사고로 인한 영향

사고유형 3에 대한 제한구역경계(EAB)와 저인구지대 외곽경계(LPZ)에서의 개인에 대한 선량평가 결과는 표 6.2-4와 같다.

표 6.2-4 사고유형 3에 대한 방사능영향 평가결과

3.1 기체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동사고		
구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	5.82E-02	2.84E-03
갑상선선량	6.86E-05	3.35E-06
3.2 액체폐기물 저장탱크의 기기누출이나 오작동사고		
구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	2.63E-04	1.30E-05
갑상선선량	2.08E-01	1.03E-02
3.3 기체폐기물 저장탱크의 파손사고		
구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	2.33E-01	1.14E-02
갑상선선량	2.74E-04	1.34E-05
3.4 액체폐기물 저장탱크의 파손사고		
구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	1.05E-03	5.21E-05
갑상선선량	8.33E-01	4.13E-02

6.2.4 사고유형 4 : 1차계통으로의 핵분열생성물 누출사고 (비등경수로)

해당사항 없음

6.2.5 사고유형 5 : 1차 및 2차계통으로의 핵분열생성물 누출사고 (가압경수로)

가. 원전연료피복재 손상사고

정상운전시 누출에 해당하며 운영으로 인한 영향에서 평가되었다.

나. 과다 핵연료 파손사고

1) 사고개요

원자로냉각재 유동차단, 중성자속 국부상승(Flux Maldistribution), 하나의 원자로냉각재 펌프축 정지(RCP Shaft Seizure) 등의 요인으로 예상을 초과하는 핵연료파손이 초래되는 과도사고이다. 이같은 사고로 인해 원자로냉각재내의 방사능농도가 증가하게 되며, 원자로는 운전정지하게 된다. 2차계통을 통해 방출되는 불활성기체와 방사성 요오드의 양은 원자로냉각기간(사고 발생 후 24시간)중 증기발생기 튜브를 통한 1차측에서 2차측으로의 누출량, 복수기를 통과하는 증기량, 2차계통내 평형 방사능농도 및 복수기내에서의 요오드 분할계수 등을 사용하여 계산된다. 방출되는 기체방사능은 복수기 진공계통을 통해 환경으로 직접 방출된다.

2) 계산가정

가) 사고전 원자로냉각재계통내 평균 방사능농도는 0.5% 핵연료 파손을 근거로 계산된다.

나) 사고전 2차계통내 평형 방사능농도는 0.5% 핵연료손상과 1차측에서 2차측으로의 증기발생기 누설률 $3.15 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{hr}$ (20 gal/day)에 근거하여 계산한다.

다) 노심내 방사능중 0.02%의 불활성기체와 요오드가 원자로냉각재내로 방출된다.

라) 복수기에 도달한 증기내 0.1% 요오드와 불활성기체 전부가 복수기 공기 추출기를 통해 환경으로 방출된다.

Ⅵ. 사고로 인한 영향

마) 증기발생기에서 불활성기체와 요오드의 분할계수는 각각 1.0과 0.01이다.

바) 사고발생 후 증기발생기의 취출(Blowdown)은 중단된다.

사) 과도기간은 원자로냉각기간인 24시간으로 한다.

아) 하나의 증기발생기 증기유량은 8.15×10^4 kg/hr 이다.

사고전 원자로냉각재 및 2차측 증기내 평형 방사능농도는 표 6.2-5에 주어져 있으며 노심내 핵분열생성물 재고량은 표 6.3-1과 같다. 그리고 본 사고로 인해 환경으로 방출되는 방사능량은 표 6.2-6에 제시된다.

표 6.2-5 과도사고전 원자로냉각재 및 2차측 증기내 평형 방사능농도

핵 종	평형 방사능농도(Bq/g)	
	원자로냉각재 ¹⁾	2차측 증기 ²⁾
I-131	5.00E+04	2.05E-03
I-132	1.33E+04	5.97E-03
I-133	7.05E+04	5.92E-03
I-134	8.35E+03	6.20E-03
I-135	3.89E+04	9.69E-03
Kr-85m	1.50E+04	6.76E-03
Kr-85	3.70E+02	4.91E-02
Kr-87	1.46E+04	6.32E-03
Kr-88	3.70E+04	1.18E-02
Xe-131m	3.70E+03	3.71E-02
Xe-133m	9.60E+02	3.07E-03
Xe-133	4.81E+05	1.20E-01
Xe-135m	1.15E+04	5.47E-03
Xe-135	6.50E+04	3.60E-02
Xe-137	2.78E+03	1.43E-03
Xe-138	9.80E+03	5.05E-03

주 : 1) 신고리 3,4호기 Radiation Design Guide(0.5% 핵연료손상), Rev. 1, 3/26/2008

: 2) 신고리 3,4호기 2차측 증기내 방사능농도(1차측에서 2차측으로의 증기발생기 누설률 3.15×10^{-3} m³/hr (20 gal/day)에 근거하여 계산)

다. 증기발생기 튜브 파손사고

1) 사고개요

증기발생기 전열관파열사고(SGTR)는 증기발생기내의 전열관이 파손되어 원자로냉각재계통과 주증기계통 사이의 방호벽이 손상되는 사고이다. 파손된 전열관을 통해 2차측으로 누설되는 냉각재는 증기발생기 2차측의 냉각수와 혼합된다. 2차측 냉각수에 포함된 방사능은 터빈정지 이전에는 터빈을 거쳐 복수기로 보내졌다가 비응축성 기체를 복수기진공계통을 통하여 대기로 방출된다. 원자로정지 및 터빈정지 이후 주증기계통의 압력을 조절하기 위하여 주증기안전밸브(MSSV)가 개방된다. 운전원은 원자로 정지 이후 터빈우회밸브를 사용하여 고온관온도가 주증기안전밸브의 개방설정치에 해당하는 포화온도까지 냉각을 시작하고 적절한 시점에 파단측 증기발생기를 격리 또는 격리된 것을 확인한 후 건전한 측 증기발생기를 이용하여 정지냉각 진입조건까지 핵증기공급계통을 냉각시킨다. 본 평가에서는 운전원 개입시점은 사고 발생후 30분까지 지연된다고 보수적으로 가정하였다.

2) 계산가정

가) 사고전 원자로냉각재 평형 방사능농도는 0.5% 핵연료손상에 근거하여 계산한다.

나) 사고기간동안 전열관파열을 통한 일차측 총 누설량은 58,632 kg (129,261 lbm)이다.

다) 사고전 2차계통내 평형 방사능농도는 0.5% 핵연료손상과 1차측에서 2차측으로의 증기발생기 누설률 $3.15 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{hr}$ (20 gal/day)에 근거하여 계산한다.

라) 증기발생기 취출은 사고개시와 함께 중단된다.

마) 파단측 증기발생기에서의 총질량 방출량은 81,194 kg (179,000 lbm)이다.

바) 건전한 측 증기발생기에서의 총질량 방출량은 66,679 kg (147,000 lbm)이다.

Ⅵ. 사고로 인한 영향

사) 처음 2시간 동안 과단측 및 건전한 측 증기발생기에서 복수기로 가는 증기량은 각각 726 kg (1,600 lbm), 490,606 kg (1,081,600 lbm)이다. 이후 과단측 증기발생기로부터의 방출은 없으며 2시간부터 8시간까지 건전한 측 증기발생기에서 복수기로 의 증기방출량은 451,778 kg (996,000)의 추가적인 증기가 방출된다.

아) 증기내에 포함되어 복수기에 도달하는 모든 불활성기체와 0.1%요오드는 복수기 공기추출기에 의해 유출된다고 가정한다.

이상과 같은 가정 사항에 따라 계산된 환경으로의 방사능 방출량은 표 6.2-6과 같다.

표 6.2-6 사고유형 5에 대한 방사능 방출량

(단위 : TBq)

핵 종	과다원전연료 파손		증기발생기 전열관파열	
	0-2시간	0-24시간	0-2시간	0-8시간
I-131	4.51E-07	4.14E-06	2.93E-02	2.93E-02
I-132	2.68E-07	5.62E-07	7.70E-03	7.70E-03
I-133	5.00E-07	3.53E-06	4.14E-02	4.14E-02
I-134	2.96E-07	3.69E-07	4.70E-03	4.70E-03
I-135	4.44E-07	1.90E-06	2.26E-02	2.26E-02
Kr-85m	2.46E-04	8.18E-04	8.70E-01	8.70E-01
Kr-85	1.09E-05	1.04E-04	2.17E-02	2.17E-02
Kr-87	3.54E-04	5.22E-04	8.36E-01	8.36E-01
Kr-88	6.55E-04	1.58E-03	2.15E+00	2.15E+00
Kr-89	4.03E-05	4.03E-05	0.00E+00	0.00E+00
Xe-131m	1.28E-05	1.20E-04	2.17E-01	2.17E-01
Xe-133m	5.07E-05	4.26E-04	5.62E-02	5.62E-02
Xe-133	1.78E-03	1.61E-02	2.82E+01	2.82E+01
Xe-135m	6.48E-05	6.51E-05	5.96E-01	5.96E-01
Xe-135	4.77E-04	2.44E-03	3.81E+00	3.81E+00
Xe-137	7.14E-05	7.14E-05	1.10E-01	1.10E-01
Xe-138	2.65E-04	2.66E-04	5.07E-01	5.07E-01

사고유형 5에 대한 제한구역경계(EAB)와 저인구지대 외곽경계(LPZ)에서의 개인에 대한 선량평가 결과는 표 6.2-7과 같다.

표 6.2-7 사고유형 5에 대한 방사능영향 평가결과

5.1 과다 핵연료 파손		
구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	2.05E-05	5.12E-06
갑상선선량	1.01E-05	9.45E-06
5.2 증기발생기 튜브 파손		
구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	7.24E-02	7.43E-03
갑상선선량	6.83E-01	7.00E-02

6.2.6 사고유형 6 : 핵연료 재장전사고

가. 핵연료집합체 추락사고

1) 사고개요

핵연료 재장전 작업시 작업기기 고장이나 오작동으로 인해 핵연료집합체가 노심 상부에 추락하는 사고이다. 이 사고로 핵연료집합체 핵연료봉중 한 열(One Row)의 핵연료봉이 파손되어 핵연료봉 껍데의 평형방사능이 재장전수를 통과하여 원자로건물 대기로 누출된다. 핵연료 재장전 작업기간중 원자로건물 환기는 원자로건물 대용량 배기 계통에 의해 이루어지며, 사고가 발생하면 격납건물 배기격리 작동신호(CPIAS, Containment Purge Isolation Actuation Signal)에 의해 동 계통의 격리댐퍼가 닫힘으로써 배기통로는 격리된다.

2) 계산가정

가) 사고는 운전정지 1주(168시간) 경과후 발생한다.

나) 핵연료집합체의 한 열(16개 원전연료봉)이 파손되어 핵연료봉내 평형 껍방사능(불활성기체와 요오드)이 재장전 수조내로 누출된다. 평형 껍방사능은 핵연료봉

Ⅵ. 사고로 인한 영향

내 총 방사능의 1%이다.

다) 재장전 수조내에서의 요오드 제염계수는 500이다.

라) 원자로건물내 대기는 신속한 사고조치를 위해 사고발생과 함께 소용량 배기계통을 통하여 주변 대기중으로 연속 방출됨을 가정한다.

마) 원자로건물 체적은 $3.12 \times 10^6 \text{ ft}^3$ 이며 소용량 배기계통 유량은 $2,549 \text{ m}^3/\text{hr}$ ($1,500 \text{ ft}^3/\text{min}$)이다.

이상과 같은 가정사항에 따라 계산된 환경으로의 방사능 방출량은 표 6.2-8과 같다.

나. 노심내 중하물 추락사고

1) 사고개요

본 사고는 핵연료 재장전 작업시 작업기기 고장이나 오작동으로 인해 중하물이 노심 상부에 추락하는 사고이다. 이 사고로 한 개 핵연료집합체가 완전 파손되어 핵연료 겹내의 평형방사능이 재장전수를 통과하여 원자로건물 대기로 방출된다. 재장전 작업 기간 중 원자로건물 배기는 원자로건물 대용량 배기계통에 의해 이루어지며, 동 사고가 발생하면 원자로건물 배기계통의 격리밸브를 닫음으로써 원자로건물을 격리시킨다.

2) 계산 가정

가) 사고는 운전정지 100시간 경과후 발생한다.

나) 한 개 핵연료집합체(236개 원전연료봉)가 파손되어 핵연료봉내 평형 겹 방사능 (불활성기체와 요오드)이 재장전 수조내로 누출된다. 평형 겹방사능은 핵연료봉내 총 방사능의 1%이다.

다) 재장전 수조내에서의 요오드 제염계수는 500이다.

라) 원자로건물내 대기는 신속한 사고조치를 위해 사고발생과 함께 소용량

배기계를 통하여 주변 대기중으로 연속 방출됨을 가정한다.

마) 원자로건물 체적은 $3.12 \times 10^6 \text{ ft}^3$ 이며, 소용량 배기계의 용량은 2,549 m^3/hr ($1,500 \text{ ft}^3/\text{min}$) 이다.

이상과 같은 가정사항에 의거 계산된 환경으로의 방사능 방출량은 표 6.2-8과 같다.

표 6.2-8 사고유형 6에 대한 방사능 방출량

(단위 : TBq)

핵 종	핵연료집합체 추락		노심내 중하물 추락	
	0-2시간	0-30일	0-2시간	0-30일
I-130	2.28E-11	1.47E-10	1.52E-08	9.81E-08
I-131	6.18E-06	9.99E-05	1.17E-04	1.88E-03
I-132	1.13E-18	2.33E-18	1.29E-08	2.67E-08
I-133	5.03E-08	4.33E-07	7.18E-06	6.18E-05
I-135	2.49E-13	1.07E-12	4.66E-09	1.99E-08
Kr-85	6.40E-03	1.16E-01	1.21E-01	2.19E+00
Kr-85m	1.33E-06	4.33E-06	2.32E-05	7.59E-05
Xe-131m	3.74E-03	6.25E-02	6.55E-02	1.10E+00
Xe-133	3.23E-01	4.92E+00	6.88E+00	1.05E+02
Xe-133m	3.63E-03	4.55E-02	1.28E-01	1.60E+00
Xe-135	4.70E-06	2.49E-05	1.15E-02	6.14E-02

사고유형 5에 대한 제한구역경계(EAB)와 저인구지대 외곽경계(LPZ)에서의 개인에 대한 선량평가 결과는 표 6.2-9와 같다.

Ⅵ. 사고로 인한 영향

표 6.2-9 사고유형 6에 대한 방사능영향 평가결과

6.1 핵연료집합체 추락		
구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	9.35E-05	1.08E-04
갑상선선량	1.15E-04	9.85E-05
6.2 노심내 중하물 추락		
구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	2.03E-03	2.32E-03
갑상선선량	2.18E-03	1.87E-03

6.2.7 사고유형 7 : 사용후연료 취급사고

가. 사용후연료집합체 추락사고

1) 사고개요

본 사고는 핵연료취급구역내에서 사용후연료 취급작업시에 발생할 수 있는 사고로서 사용후연료 집합체가 사용후연료 저장조내로 추락하는 가상사고이다. 이동작업 중이던 한 개의 사용후연료집합체가 일정 높이에서 격자 위로 떨어져 한 열의 핵연료봉이 파손되고 갭 방사능이 저장조내로 누출된다. 누출된 방사능 기체중 대부분의 방사성 요오드는 저장수를 통과할 때 제거되고 나머지 요오드 및 불활성기체는 핵연료취급구역 대기로 누출된다. 사고에 의해 고방사능 신호가 발생하며 핵연료취급구역 정상배기시스템의 격리 댐퍼가 닫히고 비상배기시스템이 작동한다.

2) 계산가정

가) 사용후연료 집합체가 운전정지 1주일(168시간)후 이동작업중 사용후연료 저장조내에서 추락하여 한 열(16개)의 핵연료봉이 파손되며 파손된 핵연료봉내 갭방사능이 저장조내로 누출된다.

나) 각 핵연료봉 갭방사능은 핵연료봉내 방사능의 1%이며 사고시 모두 누

출된다.

다) 사용후연료 저장수조내에서의 요오드 제염계수는 500이다.

라) 핵연료취급구역내 대기는 사고발생과 함께 비상배기 계통을 통하여 주변 대기중으로 연속 방출된다. 비상배기계통 활성탄필터의 효율은 90%이다.

마) 핵연료취급구역 체적은 $2.91 \times 10^4 \text{ m}^3 (1.03 \times 10^6 \text{ ft}^3)$ 이며, 핵연료건물 비상배기계통의 배출률은 $8,495 \text{ m}^3/\text{hr} (5,000 \text{ ft}^3/\text{min})$ 이다.

이상과 같은 가정 사항에 의거 계산된 환경으로의 방사능 방출량은 표 6.2-10과 같다.

나. 중하물 추락사고

1) 사고개요

본 사고는 핵연료취급구역내에서 사용후연료 취급작업시에 발생할 수 있는 사고로서 중하물이 사용후 연료격자(Spent Fuel Rack)위에 추락하는 가상사고이다. 사용후연료 이동작업중 중하물이 격자 위로 떨어져 한 개의 사용후연료집합체가 파손되고 파손된 핵연료봉내 겹 방사능이 사용후연료 저장조내로 누출된다. 누출된 방사성 기체의 일부는 저장수에 녹고 일부는 핵연료건물 대기로 누출된다. 사고에 의해 고 방사능 신호가 발생하며 핵연료취급구역 정상배기계통의 격리 댐퍼가 닫히고 비상배기계통이 작동한다.

2) 계산가정

가) 중하물이 운전정지 30일(720시간)후 사용후연료 격자 위에 추락하여 한 개의 사용후연료집합체(236개 원전연료봉)가 파손되며 겹 방사능이 저장수내로 전량 방출된다.

나) 각 핵연료봉 겹 방사능은 핵연료봉내 방사능의 1%이며 사고시 모두 누출된다.

Ⅵ. 사고로 인한 영향

다) 사용후연료 저장조내에서의 요오드 제염계수는 500이다.

라) 핵연료취급구역내 대기는 사고발생과 함께 비상배기 계통을 통하여 주변 대기중으로 연속 방출된다. 비상배기계통 활성탄필터의 효율은 90%이다.

마) 핵연료취급구역 체적은 $1.26 \times 10^4 \text{ m}^3 (4.46 \times 10^5 \text{ ft}^3)$ 이며, 핵연료취급구역 비상 배기계통의 배출률은 $8,495 \text{ m}^3/\text{hr} (5,000 \text{ ft}^3/\text{min})$ 이다.

이상과 같은 가정 사항에 따라 계산된 환경으로의 방사능 방출량은 표 6.2-10과 같다.

다. 사용후연료용기 추락사고

1) 사고개요

본 사고는 핵연료취급구역내에서 사용후연료 수송용기가 이동작업시 추락하는 사고이다. 추락높이는 용기가 파손될 정도로 충분히 높은 위치로 하고, 이 사고로 인하여 용기내 모든 핵연료봉이 파손되어 파손 핵연료봉 껍데 불활성기체 전부가 대기로 직접 방출된다.

2) 계산가정

가) 핵연료봉 껍데 방사능은 핵연료봉내 방사능의 1%이다.

나) 사고는 운전정지 120일(2,880시간) 경과 후 발생한다.

다) 용기에는 24개 사용후연료집합체가 포함되어 있는 것으로 가정한다.

라) 핵연료취급구역내 대기는 사고발생과 함께 비상배기 계통을 통하여 주변 대기중으로 연속 방출된다. 비상배기계통 활성탄필터의 효율은 90%이다.

마) 핵연료취급구역 체적은 $2.91 \times 10^4 \text{ m}^3 (1.03 \times 10^6 \text{ ft}^3)$ 이며, 핵연료취급구역 비상배기계통의 배출률은 $8,495 \text{ m}^3/\text{hr} (5,000 \text{ ft}^3/\text{min})$ 이다.

이상과 같은 가정사항에 따라 계산된 환경으로의 방사능 방출량은 표 6.2-10과 같다.

표 6.2-10 사고유형 7에 대한 방사능 방출량

(단위:TBq)

핵 종	사용후연료 집합체 추락		중하물 추락		사용후연료용기 추락	
	0-2시간	0-30일	0-2시간	0-30일	0-2시간	0-30일
I-130	1.84E-09	3.66E-09	9.62E-22	1.92E-21	8.73E-71	8.73E-71
I-131	4.96E-04	1.11E-03	1.01E-03	2.26E-03	5.14E-03	1.15E-02
I-132	9.25E-17	1.34E-16	3.50E-88	3.50E-88	0.00E+00	0.00E+00
I-133	4.03E-06	8.47E-06	6.07E-13	1.27E-12	1.21E-40	6.18E-05
I-135	2.01E-11	3.67E-11	6.22E-36	6.22E-36	0.00E+00	0.00E+00
Kr-85	5.14E-02	1.16E-01	1.03E-01	2.33E-01	1.02E-03	2.30E-03
Kr-85m	1.08E-05	1.83E-05	4.03E-05	6.81E-05	4.48E-06	7.59E-06
Xe-131m	3.00E-02	6.73E-02	1.12E-01	2.52E-01	1.24E-02	2.79E-02
Xe-133	2.59E+00	5.77E+00	1.86E+00	4.14E+00	3.30E-04	7.36E-04
Xe-133m	2.91E-02	6.36E-02	3.65E-04	7.99E-04	8.62E-15	1.89E-14
Xe-135	3.77E-05	7.29E-05	5.25E-22	1.01E-21	1.17E-91	1.17E-91

사고유형 7에 대한 제한구역경계(EAB)와 저인구지대 외곽경계(LPZ)에서의 개인에 대한 선량평가 결과는 표 6.2-11과 같다.

Ⅵ. 사고로 인한 영향

표 6.2-11 사고유형 7에 대한 방사능영향 평가결과

7.1 사용후연료집합체 추락		
구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	7.51E-04	1.69E-04
갑상선선량	9.20E-03	2.00E-03
7.2 중하물 추락		
구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	5.43E-04	1.22E-04
갑상선선량	1.87E-02	4.06E-03
7.3 사용후연료용기 추락		
구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	1.82E-05	4.10E-06
갑상선선량	9.55E-02	2.07E-02

6.2.8 사고유형 8 : 안전성분석보고서에서 설계기준평가시 고려된 사고

가. 소형 냉각재상실사고

1) 사고개요

본 사고는 1차 계통내 소형배관이 파단되어 원자로냉각재가 원자로건물로 누출되는 사고이다. 1차 계통 압력이 감소함에 따라 자동적으로 원자로가 운전정지되고 비상노심냉각계통이 작동하게 된다. 비록 어떠한 추가 원전연료파손이 발생하지 않더라도 냉각재의 일정량이 원자로건물로 방출될 것이다. 방출된 방사성요오드는 원자로건물 살수와 침적에 의해 원자로건물 대기내에서 일부는 제거되지만 나머지 방사성요오드와 불활성기체 전부는 원자로건물 압력경계의 누출경로를 통해 환경으로 서서히 누출될 것이다. 또한 원자로건물 배기계통 누설 및 증기발생기 2차측으로 누설된 원자로냉각재가 환경으로 방출되는 경로를 고려하여 평가하였다.

2) 계산가정

가) 0.5% 핵연료 손상을 근거로 한 원자로냉각재내 평형방사능이 원자로건물로 누출된다.

나) 사고기간동안 원자로건물 누설률은 첫날에는 0.1%/day, 그 이후에는 0.05%/day이다.

다) 주민집단외부피폭선량 계산시 사고기간을 30일(720시간)로 한다.

라) 원자로냉각재의 총 질량은 300,000 kg(661,387 lbm)이다.

마) 원자로건물 체적은 $8.86 \times 10^4 \text{ m}^3$ ($3.13 \times 10^6 \text{ ft}^3$)이다.

바) 증기발생기 1차측에서 2차측으로 누설량은 $3.15 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{hr}$ (20 gal/day)을 가정한다.

사) 증기발생기 1차측에서 2차측으로 누설된 냉각재중 대기로 방출되는 요오드에 대한 제염계수는 10을 가정한다.

아) 원자로건물 배기 계통의 활성탄 필터 효율은 99%이다.

이상과 같은 가정 사항에 의거 계산된 핵종별 방사선원은 표 6.2-12와 같으며, 원자로건물을 통한 누설분과 증기발생기 2차측으로 누설분을 고려하여 제한구역경계와 저인구지대 외곽경계에서의 소외주민에 대한 소외선량을 평가하였으며, 그 결과는 표 6.2-13과 같다.

Ⅵ. 사고로 인한 영향

표 6.2-12 소형 냉각재상실사고시 방사능영향 평가를 위한 방사선원항

방사성핵종		방사능(TBq)	
1. 사고초기 원자로건물로부터 방출 가능한 방사성핵종 및 방사능			
I-131		1.50E+01	
I-132		3.99E+00	
I-133		2.12E+01	
I-134		2.51E+00	
I-135		1.17E+01	
Kr-85m		4.50E+00	
Kr-85		1.11E-01	
Kr-87		4.38E+00	
Kr-88		1.11E+01	
Xe-131m		1.11E+00	
Xe-133m		2.88E-01	
Xe-133		1.44E+02	
Xe-135m		3.44E+00	
Xe-135		1.95E+01	
Xe-137		8.33E-01	
Xe-138		2.94E+00	
2. 원자로건물 배기계통을 통해 방출되는 방사성핵종 및 방사능			
I-131		1.47E+01	
I-132		3.96E+00	
I-133		2.09E+01	
I-134		2.42E+00	
I-135		1.19E+01	
Kr-85m		6.18E+00	
Kr-85		2.64E+01	
Kr-87		4.84E+00	
Kr-88		1.34E+01	
Xe-131m		2.64E+01	
Xe-133m		1.60E+00	
Xe-133		1.72E+03	
Xe-135m		3.52E+00	
Xe-135		3.52E+01	
Xe-137		8.14E-01	
Xe-138		3.08E+00	
3. 증기발생기 2차측으로 누설된 방사성핵종 및 방사능			
	0~2시간	0~30일	
I-131	3.16E-05	1.13E-02	
I-132	8.41E-06	3.02E-03	
I-133	4.46E-05	1.60E-02	
I-134	5.28E-06	1.90E-03	
I-135	2.46E-05	8.82E-03	
Kr-85m	9.48E-05	3.41E-02	
Kr-85	2.34E-06	8.40E-04	
Kr-87	9.23E-05	3.32E-02	
Kr-88	2.34E-04	8.40E-02	
Xe-131m	2.34E-05	8.40E-03	
Xe-133m	6.07E-06	2.18E-03	
Xe-133	3.04E-03	1.09E+00	
Xe-135m	7.24E-05	2.60E-02	
Xe-135	4.11E-04	1.48E-01	
Xe-137	1.75E-05	6.30E-03	
Xe-138	6.20E-05	2.23E-02	

표 6.2-13 소형 냉각재상실사고시 방사능영향 평가결과

구 분	증기발생기 누설	원자로건물 누설	원자로건물 배기계통 누설	합
1. 제한구역경계에서의 2시간 누적선량				
전신선량(mSv)	8.91E-06	5.68E-05	9.41E-04	1.01E-03
갑상선선량(mSv)	7.37E-04	2.88E-02	2.34E-01	2.64E-01
2. 저인구지대 외곽경계에서의 30일 누적선량				
전신선량(mSv)	3.28E-04	4.48E-05	9.65E-05	4.69E-04
갑상선선량(mSv)	2.15E-03	5.47E-02	2.40E-02	8.09E-02

나. 대형 냉각재상실사고

1) 사고개요

본 사고는 원자로냉각재 압력경계에서 가상배관의 파손으로 원자로냉각재의 손실률이 원자로냉각재 보충수계통의 용량을 초과하는 사고로 정의된다. 사고 초기에 안전주입계통의 고장으로 노심이 손상되고 원자로냉각계통으로부터 원자로건물로 방사능이 방출되는 것을 가정한다. 배관파손 크기는 2개의 원자로 냉각재 고온관중에서 하나가 완전히 파단된 경우이다. 이 방출량중 요오드의 일부는 원자로건물 살수와 침적에 의해 원자로건물 대기내에서 제거된다. CPIAS(Containment Purge Isolation Actuation Signal)에 의해 원자로건물 소용량배기계통의 격리밸브가 닫힐 때까지 동 계통을 통해 환경으로 방출되며, 격리밸브가 닫힌 후에는 원자로건물 압력경계의 누출경로를 통해 환경으로 서서히 누출될 것이다. 이외에 펌프 밀봉 또는 밸브를 통하여 원자로건물내재장전수탱크로부터 공학적안전설비실로 누설되며, 이들 핵종의 일부는 공학적안전설비실 대기로 유입되어 여과기를 거쳐 외부 대기로 방출된다.

2) 계산가정

가) 0.5% 핵연료 손상을 근거로 한 원자로냉각재내 평형방사능과 노심내 핵분열생성물 총량중 2%가 원자로건물로 누출된다.

나) 침적, 살수에 의한 제염효과는 살수에 화학제를 첨가하는 설비를 갖추지 않은 것으로 가정하여 0.2의 감소인자를 적용한다.

Ⅵ. 사고로 인한 영향

다) 사고기간동안 원자로건물 누설률은 첫날에는 0.1%/day, 그 이후에는 0.05 %/day이다.

라) 주민집단 외부피폭선량 계산시 방사선원은 사고 후 30일간(720시간) 원자로건물에서 환경으로 누출되는 방사능량으로 한다.

마) 원자로냉각재의 총 질량은 300,000 kg(661,387 lbm)이다.

바) 원자로건물 체적은 $8.86 \times 10^4 \text{ m}^3$ ($3.13 \times 10^6 \text{ ft}^3$)이다.

사) 격리담퍼가 닫힐 때까지의 사고로 인한 추가 원전연료 손실은 고려하지 않는다.

아) 소용량 배기 계통의 활성탄 필터 효율은 보수적인 평가를 위하여 고려하지 않는다.

자) 대형냉각재 상실 사고후 보조계통을 통한 방출분도 0.5 % 핵연료 손상을 근거로 한 원자로냉각재내 평형방사능과 노심내 핵분열생성물 총량중 2 %로 가정하며, 원자로건물 대기 중의 방사성물질은 원자로건물 살수에 의해 제거되며, 제거된 방사성물질은 원자로건물내재장전수탱크(IRWST)의 냉각수와 혼합된다. 원자로건물내재장전수탱크의 냉각수는 공학적안전설비실의 안전펌프들을 통해 순환되며 펌프밀봉이나 밸브를 통하여 누설된 방사성물질은 보조건물관리환기계통에 의해 대기로 배기된다.

차) 공학적안전설비계통으로부터 누설된 요오드의 기화율은 10%이다.

카) 재순환수 최소 체적은 $2,439.1 \text{ m}^3$ ($86,136 \text{ ft}^3$)이며, 공학적안전설비실 환기계통 배기여과기 효율은 보수적인 평가를 위해 고려하지 않는다.

타) 방사성물질의 원자로건물 및 보조건물내 잔존기간 중 붕괴효과가 고려된다.

과) 공학적안전설비계통 누설율은 0.032 m³/hr(1.14 ft³/hr)이다.

이상과 같은 가정 사항에 의거 계산된 핵종별 방사선원은 표 6.2-14와 같으며, 원자로 건물을 통한 누설분과 원자로건물 배기계통 및 공학적안전설비계통을 통한 방출분을 고려하여 제한구역경계와 저인구지대 외곽경계에서의 개인에 대한 선량을 평가하였으며, 그 결과는 표 6.2-15와 같다.

표 6.2-14 대형 냉각재상실사고시 방사능영향 평가를 위한 방사선원항

방사성핵종	방사능(TBq)
1. 사고초기 원자로건물 대기로 기체화하는 방사성핵종 및 방사능 ¹⁾	
I-131	3.06E+04
I-132	4.44E+04
I-133	6.49E+04
I-134	7.40E+04
I-135	6.12E+04
Xe-131m	3.16E+04
Xe-133m	1.17E+03
Xe-133	6.46E+04
Xe-135m	9.14E+04
Xe-135	1.17E+05
Xe-137	1.31E+03
Xe-138	5.72E+03
Kr-85m	1.87E+05
Kr-85	3.88E+04
Kr-87	5.60E+04
Kr-88	1.71E+05
Kr-89	1.73E+05
2. 원자로건물배기계통을 통해 방출되는 방사성핵종 및 방사능	
I-131	1.47E+01
I-132	3.96E+00
I-133	2.09E+01
I-134	2.42E+00
I-135	1.19E+01
Kr-85m	6.18E+00
Kr-85	2.64E+01
Kr-87	4.84E+00
Kr-88	1.34E+01
Xe-131m	2.64E+01
Xe-133m	1.60E+00
Xe-133	1.72E+03
Xe-135m	3.52E+00
Xe-135	3.52E+01
Xe-137	8.14E-01
Xe-138	3.08E+00
3. 재순환운전모드 초기 원자로건물내재장전수 탱크내 방사성핵종 및 방사능	
I-131	1.77E+06
I-132	2.57E+06
I-133	3.75E+06
I-134	4.28E+06
I-135	3.54E+06

주 : 1) LBLOCA시 요오드 재회발을 포함

Ⅵ. 사고로 인한 영향

표 6.2-15 대형 냉각재상실사고시 방사능영향 평가결과

구 분	원자로건물배기	공학적인안전설비 누설	원자로건물 누설	합계
1. EAB에서의 2시간 누적선량				
전신선량(mSv)	9.41E-04	2.15E-01	4.23E-01	6.39E-01
갑상선선량(mSv)	2.34E-01	6.12E+01	6.61E+01	1.28E+02
2. LPZ에서의 30일 누적선량				
전신선량(mSv)	9.65E-05	1.23E-01	1.64E-01	2.87E-01
갑상선선량(mSv)	2.40E-02	1.72E+02	1.16E+02	2.88E+02

다. 제어봉 이탈사고

1) 사고개요

본 사고는 제어봉구동장치(CEDM : Control Element Drive Mechanism) 하우징의 파손으로 초래되며, 다음과 같은 사고 과정에 따라 진행된다. 제어봉 이탈이후 노심 출력이 급격히 증가하며, 이 출력증가는 도플러 효과에 의해 종료된다. 원자로는 고선형출력준위 트립신호에 의해 운전정지되며 그때 출력천이가 종결된다. 원자로를 고출력 운전정지 시킴으로써 심각한 원전연료손상을 막는다. 출력천이중 원전연료내 최대 엔탈피는 허용치이내로 제한된다.

이 사고로 인해 원자로건물로 누출되는 방사능은 사고전 원자로냉각재계통내 방사능과 원전연료봉 손상으로 인한 방사성기체로 구성된다. 원자로건물 대기로 누출된 방사성 요오드중 일부는 원자로건물 살수와 침적에 의해 제거되지만, 나머지 방사성요오드와 불활성기체 전부는 원자로건물 압력경계의 누출경로를 통해 환경으로 서서히 누출될 것이다. 이차계통으로부터 누출된 방사능은 처음부터 있던 2차측 방사능과 증기발생기 전열관 누설로 인한 1차측 방사능을 더한 값으로 주증기안전밸브와 대기방출밸브를 통해 냉각기간동안 대기로 누출된다.

2) 계산가정

가) 0.5% 핵연료 파손을 가정하여 계산된 원자로냉각재계통내 평형방사능과 노심내 핵분열생성물 총량중 요오드와 불활성기체의 0.2%가 원자로건물로 누출된다.

나) 사고기간동안 원자로건물 누설률은 첫날에는 0.1%/day, 그 이후에는 0.05%/day이다.

다) 주민집단 외부피폭선량 계산시 사고기간을 30일로 한다.

라) 원자로냉각재의 총 질량은 300,000 kg(661,387 lbm)이다.

마) 원자로건물 체적은 $8.86 \times 10^4 \text{ m}^3$ ($3.13 \times 10^6 \text{ ft}^3$)이다.

바) 사고전 2차계통내 평형 방사능농도는 0.5% 핵연료손상과 1차측에서 2차측으로의 증기발생기 누설률 $3.15 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{hr}$ (20 gal/day)에 근거하여 계산한다.

사) 주증기안전밸브와 대기방출밸브를 통해 방출되는 증기량은 0~2시간동안 769,397 kg(1,696,230 lbm)이고, 0~8시간동안은 1,393,935 kg(3,073,100 lbm)이다.

이상과 같은 가정사항에 의거 계산된 핵종별 방사선원은 표 6.2-16과 같으며, 원자로건물을 통한 누설분과 주증기계통 증기방출에 의한 방출분을 고려하여 제한구역경계와 저인구지대 외곽경계에서의 개인에 대한 선량을 평가하였으며, 그 결과는 표 6.2-17과 같다.

Ⅵ. 사고로 인한 영향

표 6.2-16 제어봉 이탈사고시 방사능영향 평가를 위한 방사선원항

방사성핵종	방사능(TBq)	
1. 사고초기 원자로건물로부터 방출 가능한 방사성핵종 및 방사능		
I-131	8.87E+03	
I-132	1.28E+04	
I-133	1.88E+04	
I-134	2.14E+04	
I-135	1.77E+04	
Kr-85m	3.16E+03	
Kr-85	1.17E+02	
Kr-87	6.46E+03	
Kr-88	9.15E+03	
Kr-89	1.17E+04	
Xe-131m	1.32E+02	
Xe-133m	5.72E+02	
Xe-133	1.88E+04	
Xe-135m	3.88E+03	
Xe-135	5.62E+03	
Xe-137	1.71E+04	
Xe-138	1.73E+04	
2. 주증기계통으로부터 방출되는 방사성핵종 및 방사능		
	0~2시간	0~8시간
I-131	2.50E-01	4.66E-01
I-132	3.62E-01	6.74E-01
I-133	5.29E-01	9.85E-01
I-134	6.04E-01	1.12E+00
I-135	4.99E-01	9.29E-01
Kr-85m	2.56E+00	1.03E+01
Kr-85	9.50E-02	3.80E-01
Kr-87	5.23E+00	2.09E+01
Kr-88	7.40E+00	2.97E+01
Kr-89	9.50E+00	3.80E+01
Xe-131m	1.06E-01	4.26E-01
Xe-133m	4.63E-01	1.85E+00
Xe-133	1.52E+01	6.09E+01
Xe-135m	3.14E+00	1.26E+01
Xe-135	4.55E+00	1.82E+01
Xe-137	1.39E+01	5.55E+01
Xe-138	1.40E+01	5.61E+01

표 6.2-17 제어봉 이탈사고시 방사능영향 평가결과

구 분	주증기계통 방출모델	원자로건물 누설모델	합계
1. EAB에서의 2시간 누적선량			
전신선량(mSv)	7.75E-02	8.67E-02	1.64E-01
갑상선선량(mSv)	2.59E-02	1.91E+01	1.91E+01
2. LPZ에서의 30일 누적선량			
전신선량(mSv)	4.65E-02	3.71E-02	8.36E-02
갑상선선량(mSv)	1.11E-02	3.37E+01	3.37E+01

라. 대형 주증기관 파단사고

1) 사고개요

본 사고는 대형 주증기관이 완전히 파단되어 2차계통 증기가 대기로 방출되는 사고이다. 주증기관의 파단은 증기발생기에 의한 열제거율을 증가시켜 원자로냉각재의 과냉각을 초래한다. 음(Negative)의 감속재 반응도계수에 의해 냉각재의 냉각은 양의 반응도를 초래한다. 주증기 압력의 감소로 인해 원자로가 운전정지되며 결국 주증기 격리밸브가 닫혀 사고가 난 증기발생기는 격리된다. 증기발생기는 튜브측이 원자로냉각재계통 압력에, 셸(Shell)측은 대기압에 견디도록 설계되기 때문에 원자로냉각재계통의 건전성이 보장된다. 이 사고로 인하여 2차계통내 평형방사능의 일부가 방출되며, 증기발생기 튜브의 손상이 있다면 원자로냉각재내 방사능의 일부가 또한 방출된다.

2) 계산가정

가) 사고전 원자로냉각재내 평형 방사능농도는 0.5% 핵연료 손상을 가정하여 계산한다. 사고 발생후 2시간동안 1차측 누설량은 273 kg(601 lbm)이고, 사고 발생후 8시간동안 1차측 누설량은 1,090 kg(2,404 lbm)다.

나) 사고 진행과정 동안 요오드 감소인자는 0.5로 1차측 냉각재에 적용된다.

VI. 사고로 인한 영향

다) 사고전 2차계통내 방사능농도는 0.5 % 핵연료손상과 $3.15 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{hr}$ (20 gal/day)의 1차측에서 2차측으로의 증기발생기 누출률을 가정하여 계산한다.

라) 사고 지속시간은 원자로 냉각시간인 8시간으로 한다.

마) 사고 이후 증기발생기내 취출은 중단된다.

바) 파단측 증기발생기로부터 방출되는 증기량은 사고 발생후 30분 동안 196,862 kg(434,000 lbm), 사고 발생후 30분에서 2시간동안 241,315 kg(532,000 lbm)이고, 사고 발생후 30분에서 8시간동안 657,720 kg(1,450,000 lbm)이다. 파단측 증기발생기로부터 방출되는 모든 질량은 제염계수 1을 가지고 대기로 방출된다.

사) 건전한 측 증기발생기로부터 방출되는 총 증기량은 사고 발생후 30분 동안 40,824 kg(90,000 lbm)이다. 건전한 측 증기발생기로부터 방출되는 요오드 제염계수 값으로는 100을 사용한다.

이상과 같은 가정 사항에 따라 계산된 환경으로의 방사능 방출량은 표 6.2-18과 같다.

표 6.2-18 대형 주증기관 파단시 방사능영향 평가를 위한 방사선원항

방사성핵종	방사능(TBq)	
1. 사고초기 원자로건물로부터 방출 가능한 방사성핵종 및 방사능		
I-131	2.72E-02	
I-132	7.25E-03	
I-133	3.84E-02	
I-134	4.55E-03	
I-135	2.12E-02	
Kr-85m	1.64E-02	
Kr-85	4.03E-04	
Kr-87	1.59E-02	
Kr-88	4.03E-02	
Kr-89	0.00E+00	
Xe-131m	4.03E-03	
Xe-133m	1.05E-03	
Xe-133	5.24E-01	
Xe-135m	1.25E-02	
Xe-135	7.09E-02	
Xe-137	3.02E-03	
Xe-138	1.07E-02	
2. 주증기계통으로부터 방출되는 방사성핵종 및 방사능		
	건전환측 S/G	파손측 S/G
I-131	8.39E-10	1.35E-06
I-132	2.44E-09	3.93E-06
I-133	2.42E-09	3.89E-06
I-134	2.53E-09	4.08E-06
I-135	3.95E-09	6.37E-06
Kr-85m	2.76E-07	4.45E-06
Kr-85	2.00E-06	3.23E-05
Kr-87	2.58E-07	4.16E-06
Kr-88	4.80E-07	7.74E-06
Kr-89	0.00E+00	0.00E+00
Xe-131m	1.51E-06	2.44E-05
Xe-133m	1.25E-07	2.02E-06
Xe-133	4.91E-06	7.91E-05
Xe-135m	2.23E-07	3.60E-06
Xe-135	1.47E-06	2.37E-05
Xe-137	5.84E-08	9.41E-07
Xe-138	2.06E-07	3.32E-06

대형 주증기관 파단시 제한구역경계(EAB)와 저인구지대 외곽경계(LPZ)에서의 개인에 대한 선량평가 결과는 표 6.2-19와 같다.

VI. 사고로 인한 영향

표 6.2-19 대형 주증기관 파단시 방사능영향 평가결과

구 분	피폭선량(mSv)	
	EAB에서의 개인선량	LPZ에서의 개인선량
전신선량	1.13E-04	4.91E-05
갑상선선량	4.05E-02	2.95E-02

6.3 평가방법

6.3.1 기상 및 인구모델

6.3.2 선량평가모델

6.3 감지

Ⅵ. 사고로 인한 영향

간지 뒷면



6.3 평가방법

사고시 방사능 환경영향평가에는 기상 및 인구분포 모델과 선량평가 모델이 필요하다. 기상 및 인구분포 모델은 사고시 방출되는 방사성물질의 확산방식과 확산거리를 결정지어 주며 발전소 주변에 거주하는 주민이 받을 수 있는 집단선량계산에 필수적이다.

선량평가 모델은 방출된 방사성물질이 어떻게 확산되고 어떤 경로로 신체에 영향을 미치는지를 분석하는데 필요하며 개인피폭선량 계산모델, 갑상선등가선량 계산모델, 주민 집단피폭선량 계산모델 등이 있다.

6.3.1 기상 및 인구모델

가. 기상모델

사고후 2시간동안 제한구역경계(EAB)에서의 개인선량 및 사고 전기간 동안(통상 사고 후 30일까지) 부지주변 80 km이내에 거주하는 주민의 피폭선량 계산에 사용되는 대기확산인자(χ/Q)값을 구하기 위해 신고리원자력 발전소 부지 기상자료(2009년 1월 1일부터 2010년 12월 31일 사이에 관측된 10 m의 기상관측소에서 측정, 정리한 자료)를 사용하였다. 그리고, 미국 규제지침서 1.145에 근거한 전산프로그램 「TEDII-60」을 사용하여 환경영향평가서 심사지침서에 제시된 50% Probability Level의 χ/Q 를 계산하였다. 사고후 2시간동안 제한구역경계(원자로건물로부터 560 m)에서의 χ/Q 값은 $1.829 \times 10^{-4} \text{ sec/m}^3$ 이며, 사고후 전 기간동안 시간대별(0~2시간, 0~8시간, 8시간~1일, 1일~4일, 4일~30일), 방향별, 거리별 χ/Q 값은 표 2.4-29~33에 제시된 바와 같다.

나. 인구모델

인구모델은 부지반경 80 km까지의 전 지역을 16개 방향으로 나누고 다시 각 방향을 10개의 거리 구간으로 나누어 총 160개의 소구역(Sector)으로 구분하여 각 소구역에 거주하는 주민수를 입력시킨 모델이다. 각 소구역별 인구수 입력을 위하여, 2009년 말 조사통계에 근거하여 신고리 3,4호기 부지를 중심으로 반경 80 km이내 주민분포를 분석한 본 평가서 2.7절의 인구 분석결과를 이용하였다. 사고로 인한 방사능영향평가를 위한 주민분포 자료로는 발전소 운전기간 중 인구수가 최대가 되는 2023년의 주민분포자료를 사용하여 16개 방향별, 10개 거리 구간별로 총 160개 소구역별 인구모델을 작성하여 주민집단피폭선량 계산에 이용한다.

VI. 사고로 인한 영향

6.3.2 선량평가모델

가. 개인선량

전신피폭선량은 개인이 지표면 위에 무한하게 퍼져 있는 방사능운의 중심에 있다는 가정 하에 계산된다. 즉 무한 반구형의 방사능운을 방사선원으로 한다. 또한 방사능운의 농도는 일정하며 선량을 계산하는 위치에서의 방사능농도는 방사능운 확산 중심선상의 최대 지표면농도로 가정한다. 사고 발생 후 2시간동안의 제한구역경계에서의 감마선에 의한 전신피폭선량은 다음 식으로 계산된다.

$$H_{ed} = X/Q \times \sum(DCF_{edi} \times Q_i) \dots\dots\dots (1)$$

여기서, H_{ed} : 개인전신피폭선량 (mSv)
 X/Q : 2시간동안의 대기확산인자 (sec/m³)
 DCF_{edi} : 반무한 방사선원에 대한 방사성핵종 i의 외부피폭선량환산인자 (mSv-m³/TBq-sec) (표 6.3-1 참조)
 Q_i : 2시간동안 방사성핵종 i의 방사능 방출량 (TBq)

그리고, 사고 발생후 2시간동안의 제한구역경계에서의 호흡에 의한 갑상선등가선량은 다음 식으로 계산되며 호흡률로는 미 규제지침서 1.4에서 제시한 값으로 사고시 개인 호흡률인 3.47×10^{-4} m³/sec를 사용한다.

$$H_{th} = X/Q \times Br \times \sum(Q_i \times DCF_{thi}) \dots\dots\dots (2)$$

여기서, H_{th} : 갑상선등가선량 (mSv)
 X/Q : 2시간동안 제한구역경계에서의 대기확산인자 (sec/m³)
 Br : 호흡률 (m³/sec)
 Q_i : 2시간동안 방사성핵종 i의 방사능 방출량 (TBq)
 DCF_{thi} : 방사성핵종 i의 갑상선 선량환산인자 (mSv/TBq)(표 6.3-1 참조)

본 평가에서는 상기 선량계산모델을 적용한 「POSTDBA」 전산코드를 사용하여 2시간동안의 개인전신피폭선량과 갑상선등가선량을 계산한다.

표 6.3-1 노심내 재고량 및 핵종 특성

핵 종	붕괴 상수 (Sec^{-1})	노심내 재고량 ¹⁾ (TBq)	선 량 환 산 인 자	
			전신 ²⁾ ($\text{Sv}\cdot\text{m}^3/\text{Bq}\cdot\text{sec}$)	갑상선 ³⁾ (Sv/Bq)
I-131	9.96E-7	3.04E+6	1.82E-14	2.92E-7
I-132	8.26E-5	4.42E+6	1.12E-13	1.74E-9
I-133	9.20E-6	6.56E+6	2.94E-14	4.86E-8
I-134	2.20E-4	7.69E+6	1.30E-13	2.88E-10
I-135	2.86E-5	6.29E+6	7.98E-14	8.46E-9
Kr-85m	4.42E-5	1.18E+6	7.48E-15	-
Kr-85	2.05E-9	4.18E+4	1.19E-16	-
Kr-87	1.48E-4	2.43E+6	4.12E-14	-
Kr-88	6.95E-5	3.45E+6	1.02E-13	-
Kr-89	3.63E-3	4.44E+6	8.74E-14	-
Xe-131m	6.68E-7	3.45E+4	3.89E-16	-
Xe-133m	3.60E-6	1.97E+5	1.37E-15	-
Xe-133	1.52E-6	6.42E+6	1.56E-15	-
Xe-135m	7.40E-4	1.34E+6	2.04E-14	-
Xe-135	2.11E-5	2.11E+6	1.19E-14	-
Xe-137	2.96E-3	6.08E+6	8.18E-15	-
Xe-138	6.79E-4	6.27E+6	5.77E-14	-

주 : 1) 신고리 3,4호기 Radiation Design Guide, Rev. 1, 3/26/2008

: 2) EPA, Federal Guidance Report No.12, 1993

: 3) EPA, Federal Guidance Report No.11, 1988

나. 주민집단유효선량

신고리 3,4호기 부지반경 80 km 이내에 거주하는 주민에 대한 집단피폭선량은 앞 절의 개인선량 평가모델에 사용된 식에 시간대별 대기확산인자 값과 부지주변 인구모델을 조합하여 계산한다. 즉, 가정된 사고 전 기간동안 부지주변 80 km 이내의 주민이 받는 주민집단유효선량은 각 구역별 중심에 위치한 개인의 유효선량을 계산한 후, 그 구역에 거주하는 주민수를 곱한 값을 전 구역에 대해 합한 값이다. 160개 소구역별 거주 주민수는 2.7절의 인구분포 자료를 사용하였다.

Ⅵ. 사고로 인한 영향

공기중 침잠(Air Submersion)에 의한 주민집단 외부피폭선량에 사용된 계산식은 다음과 같다.

$$H_{airsub} = \sum_i \sum_j \sum_t (\chi/Q)_{j,t} \times DCF_{airsub,i} \times P_j \times Q_{i,t} \dots\dots\dots (3)$$

여기서, H_{airsub} : 공기중 침잠경로에 의한 주민집단 외부피폭선량 (person-Sv)

침자 t : 시간대

- 0 시간 ~ 8 시간
- 8 시간 ~ 1 일
- 1 일 ~ 4 일
- 4 일 ~ 30 일

침자 I : 고려되는 방사성핵종

침자 j : 160개 소구역

$(\chi/Q)_{j,t}$: 각 시간대별, 소구역별 중심점에서의 대기확산인자 (sec/m³)

$DCF_{airsub,i}$: 방사성핵종 i의 외부피폭에 의한 유효선량환산인자

(Sv-m³/Bq-sec) (표 6.3-2 참조)

P_j : 각 구역별 주민수 (person)

$Q_{i,t}$: 각 시간대별 방사성핵종 i의 방사능 방출량 (TBq)

그리고, 호흡에 의한 내부피폭선량에 사용된 계산식은 다음과 같다.

$$H_{pop-eff} = \sum_i \sum_j \sum_t (\chi/Q)_{j,t} \times DCF_{inh,i} \times B_r \times P_j \times Q_{i,t} \dots\dots\dots (4)$$

여기서, $H_{pop-eff}$: 내부피폭에 의한 주민집단유효선량 (person-Sv)

$DCF_{inh,i}$: 방사성핵종 i의 호흡경로에 의한 내부피폭의 유효선량환산인자

(Sv/Bq) (표 6.3-2 참조)

B_r : 호흡률 (m³/sec)

표 6.3-2 주민집단유효선량에 사용된 선량환산인자

핵종	공기중 침강경로에 의한 외부피폭 유효선량환산인자 ¹⁾ (Sv-m ³ /Bq-sec)	호흡경로에 의한 내부피폭 유효선량환산인자 ²⁾ (Sv/Bq)
I-131	1.82E-14	8.89E-09
I-132	1.12E-13	1.03E-10
I-133	2.94E-14	1.58E-09
I-134	1.30E-13	3.55E-11
I-135	7.98E-14	3.32E-10
Kr-85m	7.48E-15	-
Kr-85	1.19E-16	-
Kr-87	4.12E-14	-
Kr-88	1.02E-13	-
Kr-89	8.74E-14	-
Xe-131m	3.89E-16	-
Xe-133m	1.37E-15	-
Xe-133	1.56E-15	-
Xe-135m	2.04E-14	-
Xe-135	1.19E-14	-
Xe-137	8.18E-15	-
Xe-138	5.77E-14	-

주 : 1) EPA, Federal Guidance Report No.12, 1993

: 2) EPA, Federal Guidance Report No.11, 1988



6.4 피폭선량 평가

Ⅵ. 사고로 인한 영향

6.4절 간지



Ⅵ. 사고로 인한 영향

간지 뒷면



Ⅵ. 사고로 인한 영향

6.4 피폭선량 평가

전술한 사고유형별 사고발생 후 2시간동안 제한구역경계(EAB)와 사고발생 후 30일 동안 저인구지대(LPZ, 원자로로부터 3,000 m)에서의 개인선량과 발전소 부지 반경 80 km내 주민집단 피폭선량을 요약하여 표 6.4-1과 6.4-2에 수록하였다.

방사성물질 누출사고시 제한구역경계에서의 선량에 관한 준용고시인 원자력안전위원회 고시 “제2014-10호, 원자로시설의 위치에 관한 기술기준, 2014.”에는 제한구역경계나 저인구구역에 위치한 개인이 사고 후 임의의 2시간이나 사고 전기간 동안 받을 수 있는 전신선량이 0.25 sievert(250 mSv)를 초과하지 않으며, 갑상선 총 피폭선량이 3 sievert(3,000 mSv)를 초과하지 않도록 기술되어 있다. 표 6.4-1에 요약결과에서 보듯이, 계산결과가 이러한 한도를 충분히 만족함을 볼 수 있다.

주민집단선량에 대해서도 규정된 제한치가 없으므로 여기서는 자연방사능에 의한 집단선량과 비교하였다. 신고리 3,4호기 예정부지 주변의 자연방사능에 의한 연간 평균 주민유효선량이 1.3 mSv으로 측정되었기 때문에 발전소 부지반경 80 km내의 총 주민(2023년 예상치 : 6.405×10^6 명)이 받는 주민집단 유효선량은 8.327×10^6 person-mSv/yr가 된다. 그러므로 사고유형별로 계산된 주민집단유효선량은 자연방사능에 의한 주민집단유효선량보다 작은 값을 알 수 있다.

VI. 사고로 인한 영향

표 6.4-1 사고유형별 EAB와 LPZ에서의 개인선량

사 고 유 형	EAB에서의 개인선량(mSv)		LPZ에서의 개인선량(mSv)	
	전신	갑상선	전신	갑상선
3.0 방사성폐기물계통 누출사고				
3.1 기체폐기물 저장탱크의 누출이나 오작동	5.82E-02	6.86E-05	2.84E-03	3.35E-06
3.2 액체폐기물 저장탱크의 누출이나 오작동	2.63E-04	2.08E-01	1.30E-05	1.03E-02
3.3 기체폐기물 저장탱크의 파손	2.33E-01	2.74E-04	1.14E-02	1.34E-05
3.4 액체폐기물 저장탱크의 파손	1.05E-03	8.33E-01	5.21E-05	4.13E-02
5.0 1차 및 2차계통으로의 핵분열생성물 누출사고				
5.1 과다 핵연료 파손	2.05E-05	1.01E-05	5.12E-06	9.45E-06
5.2 증기발생기 튜브 파손	7.24E-02	6.83E-01	7.43E-03	7.00E-02
6.0 핵연료 재장전 사고				
6.1 핵연료집합체 추락	9.35E-05	1.15E-04	1.08E-04	9.85E-05
6.2 노심내 중하물 추락	2.03E-03	2.18E-03	2.32E-03	1.87E-03
7.0 사용후연료 취급사고				
7.1 사용후연료집합체 추락	7.51E-04	9.20E-03	1.69E-04	2.00E-03
7.2 중하물 추락	5.43E-04	1.87E-02	1.22E-04	4.06E-03
7.3 사용후연료용기 추락	1.82E-05	9.55E-02	4.10E-06	2.07E-02
8.0 설계기준안전성평가지 고려된 사고				
8.1 소형 냉각재상실	1.01E-03	2.64E-01	4.69E-04	8.09E-02
8.2 대형 냉각재상실	6.39E-01	1.28E+02	2.87E-01	2.88E+02
8.3 제어봉 이탈	1.64E-01	1.91E+01	8.36E-02	3.37E+01
8.4 대형 주증기관 파단	1.13E-04	4.05E-02	4.91E-05	2.95E-02

Ⅵ. 사고로 인한 영향

표 6.4-2 사고유형별 부지주변 80 km 이내의 주민집단 유효선량

사 고 유 형	주민집단유효선량 (person-Sv)			
	8시간	24시간	96시간	720시간
3.0 방사성폐기물계통 누출사고				
3.1 기체폐기물 저장탱크의 누출이나 오작동	1.21E-01	1.21E-01	1.21E-01	1.21E-01
3.2 액체폐기물 저장탱크의 누출이나 오작동	1.41E-02	1.41E-02	1.41E-02	1.41E-02
3.3 기체폐기물 저장탱크의 파손	4.83E-01	4.83E-01	4.83E-01	4.83E-01
3.4 액체폐기물 저장탱크의 파손	5.64E-02	5.64E-02	5.64E-02	5.64E-02
5.0 1차 및 2차계통으로의 핵분열생성물 누출사고				
5.1 과다 핵연료 파손	6.78E-05	7.58E-05	7.90E-05	7.90E-05
5.2 증기발생기 튜브 파손	2.08E-01	2.08E-01	2.08E-01	2.08E-01
6.0 핵연료 재장전 사고				
6.1 핵연료집합체 추락	5.09E-04	8.94E-04	1.16E-03	1.16E-03
6.2 노심내 중하물 추락	1.10E-02	1.93E-02	2.50E-02	2.50E-02
7.0 사용후연료 취급사고				
7.1 사용후연료집합체 추락	3.51E-03	3.66E-03	3.66E-03	3.66E-03
7.2 중하물 추락	3.79E-03	3.93E-03	3.93E-03	3.93E-03
7.3 사용후연료용기 추락	9.98E-03	1.02E-02	1.02E-02	1.02E-02
8.0 설계기준안전성평가지 고려된 사고				
8.1 소형 냉각재상실	2.34E-02	2.61E-02	3.30E-02	3.48E-02
8.2 대형 냉각재상실	2.29E+01	3.43E+01	7.50E+01	8.51E+01
8.3 제어봉 이탈	3.81E+00	6.28E+00	1.03E+01	1.13E+01
8.4 대형 주증기관 파단	6.90E-03	9.28E-03	1.10E-02	1.10E-02



6.5 주민보호대책

6.5 절 간지

Ⅵ. 사고로 인한 영향

간지 뒷면



6.5 주민보호대책

방사선 비상계획은 발전소에서 발전계통의 안전성이나 방사선에 관련된 심각한 사고가 발생할 우려가 있거나 발생하였을 때, 방사선이나 기타 장애로부터 발전소 종사자와 발전소 인근 주민의 건강과 재산피해를 최소화하고, 신속하고 효과적인 사고확대 방지 및 최선의 사고수습을 위한 적절한 준비와 대책을 강구하기 위하여, 발전소 종사자 및 소외 지원기구의 활동과 책임을 기술하고, 비상사태 발생시 대처능력을 배양시키는데 있다.

따라서, 본 절에서의 비상계획의 개요, 조직개요, 주민보호활동 개요(보호조치, 통보, 행동요령, 대피 및 소개 등) 등에 관한 사항은 신고리 3,4호기 방사선 비상계획서에 따른다.

환경감시계획

VII

7.1 운영전 환경감시

7.2 운영중 환경감시

7장 간지

간지 뒷면

7.1 운영전 환경감시

7.1.1 조직 및 책임

7.1.2 조사계획

7.1.3 환경방사능 분석항목

7.1.4 검출목표치

7.1.5 측정방법

7.1.6 자료처리 및 평가

7.1.7 품질보증계획

7.1장 간지

간지 뒷면

제 7 장 환경감시계획

원자력발전소 환경감시는 주변주민의 건강과 안전을 도모하기 위한 관점에서 원자력 시설에서 방출되는 방사성 물질로부터 주변주민이 받는 피폭선량이 허용 피폭선량을 충분히 하회하고 있음을 확인하는 일이다.

즉 방사선 및 방사성물질에 대한 감시를 통하여 원자력발전소의 주변주민이 실제로 받는 피폭선량을 추정, 평가하고 원자력발전소의 주변환경에 있어서의 방사성물질의 축적 경향을 파악하여 원자력발전소로부터 예기치 못한 방사성 물질의 방출에 의한 주변 환경의 영향을 판단하는 일이다.

원자력발전소에 대한 환경감시는 운영 전 조사와 운영 중 조사로 구분할 수 있는데, 운영전 환경조사는 시간과 지역에 따라 변화하는 환경방사선의 특성과 부지주변의 자연 방사능 준위를 밝히는 것이고, 운영중 환경조사는 원자력발전소가 가동된 이후의 주변 환경에 방사성물질의 축적 및 분포현황 등을 파악하는 것으로 이 두 환경조사 결과를 비교하면 원자력발전소의 안전성을 확신하거나 또는 미비점을 수정·보완하는데 이용할 수 있다.

7.1 운영전 환경감시

원자력발전소의 환경조사는 원자력안전위원회 고시 제2014-12호(원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정)와 한국수력원자력(주) 관련 절차에 의거 부지주변의 인구분포, 해상조건, 지형, 방위, 기상조건, 대기확산인자 등을 고려하여 실시하고 있다.

환경감시계획은 감시항목과 시료채취 지점의 선정 및 채취점의 깊이, 채취방법, 시료의 전처리, 분석기기 및 분석방법 등을 포함하고 있다. 시료채취 및 감시지점은 측정의 대표성을 갖도록 하여야 하고 각 매체에 대한 감시 장소 및 주기가 환경 변화 추이를 감지할 수 있으며, 그 지역의 계절에 따른 변화를 평가할 수 있도록 운영 2년 전부터 수행하고 있다.

고리원자력발전소 부지주변에 대한 환경방사능 조사 및 평가업무는 고리 1호기 건설 초기인 1970년부터 수행한 운영 전 기초자료 조사를 시작으로 현재까지 부지주변 환경방사선 조사를 계속해오고 있다.

Ⅲ. 환경감시계획

7.1.1 조직 및 책임

한국수력원자력(주)는 원자력발전소 주변 환경방사선 조사계획을 종합하여 원자력안전위원회에 제출하고, 확정된 조사계획에 따라 원자력발전소 부지별로 환경방사선 조사를 실시하도록 하며 조사한 결과를 종합 평가하여 원자력안전위원회에 제출한다. 한국수력원자력(주)의 원자력본부는 환경방사선조사를 전문기관에 위탁 수행하는 경우, 환경시료의 측정 및 분석업무에 대한 관리감독 및 제반 품질관리활동을 수행해야 한다. 환경방사선 조사 조직의 책임은 다음과 같다.

가. 한국수력원자력(주) 고리원자력본부장

원자력발전소 주변 환경방사선 조사를 총괄한다.

나. 한국수력원자력(주) 방재환경팀장

원자력발전소 주변 환경방사선 조사계획을 수립하고 업무 전반에 대하여 지시·감독하며 환경조사계획의 타당성 및 그 조사결과의 정확성을 검토한다.

다. 한국수력원자력(주) 환경방사능담당

원자력발전소 주변 환경방사선 조사계획의 수립, 정기검토 및 관련 절차서의 제·개정을 수행한다. 또한 시료 채취·분석과 방사선/능 측정장비의 운영 및 이와 관련된 품질관리 활동을 수행하며 조사결과를 평가하여 환경방사선 조사보고서를 작성한다.

7.1.2 조사계획

원자력발전소 주변 환경방사선 조사계획은 표 7.1-1과 같다. 조사는 한국수력원자력(주) 발전소 자체 수행분과 위탁기관 수행 분으로 나누어진다. 원자력본부는 부지내·외부의 환경방사선량의 측정과 부지내부의 시료채취·분석업무를 수행한다. 또한, 위탁기관은 원자력본부 부지 외부의 모든 환경시료를 채취·분석하며, 위탁기관 수행 분 중 일부는 환경조사의 품질관리 측면에서 원자력본부에서도 중복 조사한다.

표 7.1-1 조사계획의 개요

조 사			항 목	주 기		조사지점수 (시료수)
구 분	환경매체		감 시 대 상	채취빈도	분석빈도	
방사선	환경방사선		공간감마선량률 (ERMS)	연 속	월 1회	16
			집적선량(TLD)	연 속	분기 1회	41(164)
육 상 시 료	공 기	분진	전β	연 속	주 1회	10(520)
		입 자 , 가 스	¹³¹ I		주 1회	10(520)
		분진	γ동위원소		월 1회 ¹⁾	10(120)
		CO ₂	¹⁴ C		월 1회	-
		수분	³ H		월 2회	-
	식 수		³ H, γ동위원소	분기 1회	분기 1회	4(16)
	지 하 수		³ H, γ동위원소	분기 1회	분기 1회	3(12)
	지 표 수		³ H, γ동위원소	월 1회	월 1회	4(48)
	빗 물		전β, ³ H, γ동위원소	월 1회	월 1회	5(60)
	하천토양		γ동위원소	분기 1회	분기 1회	5(20)
	표층토양		γ동위원소(¹³¹ I 포함)	년 2회	년 2회	5(10)
			⁹⁰ Sr			2(4)
	우 유		γ동위원소(¹³¹ I 포함)	월 1회	월 1회	2(24)
			⁹⁰ Sr	월 1회	분기1회	2(8)
			¹⁴ C, ³ H	월 1회	분기 1회	-
	농 산 물		γ동위원소	수확기	년 1~2회	11(14)
			⁹⁰ Sr			6(8)
			¹⁴ C, ³ H			-
	지표생물		γ동위원소(¹³¹ I 포함)	년 2회	년 2회	7(14)
			⁹⁰ Sr			2(4)
	육 류		γ동위원소	년 2회	년 2회	2(4)
			¹⁴ C, ³ H			-
해 상 시 료	해 수		전β	주 1회 ²⁾	월 1회	11(132)
			³ H			13(156)
			γ동위원소		분기1회 ²⁾	13(52)
			⁹⁰ Sr			3(12)
	해저퇴적물		γ동위원소	년 2회	년 2회	11(22)
			⁹⁰ Sr			3(6)
	어 · 패류		γ동위원소(¹³¹ I 포함)	년 2회	년 2회	12(24)
			⁹⁰ Sr			6(12)
	저서생물		γ동위원소	년 2회	년 2회	7(14)
	해 조 류		γ동위원소(¹³¹ I 포함)	년 2회	년 2회	8(16)
⁹⁰ Sr ⁴⁾			3(6)			

주 : 1) 공기미립자의 월간 분석시료는 주단위로 채취한 시료를 혼합하여 제조

2) 해수의 채취주기는 배수구는 주간채취 그 밖의 지역은 월간채취 수행하고 분기 분석시료는 월단위로 채취한 시료를 혼합하여 제조

Ⅲ. 환경감시계획

가. 부지특성

신고리 3,4호기는 우리나라 동남쪽 해안에 위치하고 있으며 해운대에서 북동쪽으로 약 21 km, 울산시로부터 남쪽으로 약 25 km 떨어져 있다. 고리원자력 및 신고리원자력 부지에는 가압경수로형 4기(고리원자력 1호기 587 MW, 2호기 650 MW, 3호기 950 MW, 4호기 950 MW)와 1,000MW급 개선형 한국표준형원전 2기(OPR1000, 신고리 1호기 가동중, 신고리 2호기 건설중), 및 1,400MW급 신형경수로 2기(APR1400, 신고리 3,4호기)를 건설하고 있다. 행정구역 상 고리 1~4호기는 부산광역시 기장군 장안읍 고리 216번지에 위치하며 신고리 1,2호기는 부산광역시 기장군 장안읍 효암리와 울산광역시 울주군 서생면 비학리의 접경지역 해안가에 위치하고 있으며, 신고리 3,4호기는 울산광역시 울주군 서생면 신암리 일원에 위치하고 있다. 신고리 2~4호기의 준공 목표는 2011년 12월(2호기), 2013년 9월(3호기), 2014년 9월(4호기)이다.

고리 1호기가 건설되기 시작한 '70년도부터 운영 전 기초자료 수집을 위해 부지주변 환경방사선 조사분석 업무가 착수되었으며, 이후 고리 1호기가 상업운전을 개시한 '78년도부터 발전소 운영에 따른 환경방사선 조사가 지속적으로 수행되고 있다. 환경방사선 조사자료의 종류 및 채취지점은 주변 인구분포, 기상 및 해양특성, 농·축·수산물의 생산량, 방사능축적경향 등을 고려하여 선정하였다.

발전소에서 배출되는 주요핵종은 기체의 경우 ^3H , ^{133}Xe , ^{135}Xe , ^{131}I 등이, 액체의 경우에는 ^3H , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{54}Mn 등이 배출되고 있다.

최근 3년간('07~'09) 부지주변의 기후특성은 연간 강우량 961.0~1,212.5 mm, 연평균 기온 14.3 °C(-10.3~35.7°C), 연평균 습도 65.2 %이며, 주 풍향은 서풍으로 관측되었다.

또한, 2009년말 신고리 3,4호기 주변지역 인구분포를 살펴보면 부지로부터 거리별로 10 km이내 42,271명, 10~20 km이내 362,339명이 거주하고 인구 1,000명 이상의 밀집지역은 2 km이내 서북서 방향으로 1개 취락이 있으며, 2 km 이상 10 km이내에 5개 취락이 위치하고 있다¹⁾. 주변 해양에는 해안가를 따라 제1종 공동어장과 양식어업을 위한 미역양식장 및 어류 축양장 등이 주로 분포되어 있으며, 부지로부터 남서쪽으로 7 km 지점에 일광해수욕장이, 북동쪽으로 약 8 km 지점에 진해해수욕장이 위치하고 있다.

1) 고리원전 주변 주민선량 계산지침서 (2009.04)

나. 측정기기

고리 원자력발전소 주변 환경방사선 조사업무에 사용하는 계측기는 표 7.1-2와 같다.

표 7.1-2 측정기기 - 고리원자력본부

번호	기 기 명	수 량	모 델	규 격	용 도
1	환경방사선감시기 (ERMS)	16대	RSS-131	HPIC 0~100R/h	공간감마선량 연속측정
		16대	EG&G Ortec 905-3	NaI(Tl) $\phi 3''$	
2	열형광선량계(TLD)	123개	UD814AS-1	(소 자) CaSO ₄ -Tm	공간집적선량 측정
	열형광선량관독기	1대	UD-716-AGL	-	
3	다중파고 감마핵종분석기	2대	ADCAM-100	HPGe	감 마 핵 종 분 석
		1대	GENIEPC	HPGe	
4	액체섬광계수기	1대	Quantulus 1220	³ H 66%, ¹⁴ C 95%	삼중수소, ¹⁴ C
5	저준위알파/베타 계수기	1대	S5XLB	2 π GAS flow	알파, 베타 측정
6	공기시료채집기	10대	DF-1E	0.5~4 CFM	공기시료 채취

다. 조사 계획

환경방사선 조사계획은 표 7.1-3~6과 같으며, 시료채취지점은 그림 7.1-1~3과 같다.

표 7.1-3 공간선량률 측정계획(환경방사선감시기) - 고리원자력본부

번 호	측 정 지 점		방위	거리(km)	좌 표		측정시기	측정항목	비고
					북위	동 경			
MS- 1	1발소내	(발전소 부지내)	SW	0.1	35° 18' 55"	129 °17' 29"	연 속	감마선량률	
MS- 2	2발소내	(발전소 부지내)	ESE	0.5	35° 18' 58"	129 °17' 55"	"	"	
MS- 3	정수장	(발전소 부지내)	NE	0.5	35° 19' 09"	129° 17' 54"	"	"	
MS- 4	기상관측소	(발전소 부지내)	NNE	0.7	35° 19' 15"	129° 17' 41"	"	"	
MS- 5	구 전시관	(발전소 부지내)	NNW	0.6	35° 19' 22"	129° 17' 28"	"	"	
MS- 6	효암	(발전소 부지내)	NE	1.8	35° 19' 59"	129° 18' 07"	"	"	
MS- 7	명산	(울주군 서생면 명산리)	N	3.0	35° 20' 35"	129° 17' 49"	"	"	
MS- 8	월내1	(기장군 장안읍 월내리)	NW	2.1	35° 19' 33"	129° 16' 46"	"	"	
MS- 9	사택3단지	(기장군 장안읍 길천리)	NNW	2.5	35° 20' 15"	129° 16' 59"	"	"	
MS-10	월내2	(기장군 장안읍 월내리)	W	3.0	35° 19' 10"	129° 16' 19"	"	"	
MS-11	비학	(발전소 부지내)	NE	2.2	35° 19' 42"	129° 18' 41"	"	"	
MS-12	부산대	(부산시 금정구 장전동)	WSW	22.0	35° 13' 59"	129° 04' 45"	"	"	

표 7.1-3 (계 속)

번 호 ^{주)}	측 정 지 점		방위	거리(km)	좌 표		측정시기	측정항목
					북위	동 경		
MS- 1	1발소내	(발전소 부지내)	SW	0.1	35° 18' 55"	129° 17' 29"	연 속	감마선량률
MS- 2	2발소내	(발전소 부지내)	ESE	0.5	35° 18' 58"	129° 17' 55"	"	"
MS- 3	신고리1발소내	(발전소 부지내)	NE	1.2	35° 19' 33"	129° 18' 02"	"	"
MS- 4	신고리2발소내	(발전소 부지내)	NE	2.5	35° 19' 58"	129° 18' 49"	"	"
MS- 5	구 전시관	(발전소 부지내)	NNW	0.6	35° 19' 22"	129° 17' 28"	"	"
MS- 6	신호암	(발전소 부지내)	NNE	1.8	35° 20' 07"	129° 17' 45"	"	"
MS- 7	신고리정문	(발전소 부지내)	NNE	2.3	35° 20' 15"	129° 18' 09"	"	"
MS- 8	명산1	(발전소 부지내)	NNE	2.5	35° 20' 24"	129° 18' 16"	"	"
MS- 9	명산2	(발전소 부지내)	NNE	2.9	35° 20' 32"	129° 18' 28"	"	"
MS-10	신고리2발정수장	(발전소 부지내)	NE	3.1	35° 20' 35"	129° 18' 30"	"	"
MS-11	신리	(발전소 부지내)	NE	3.5	35° 20' 40"	129° 18' 54"	"	"
MS-12	고 리 스포 츠 문 화 센터	(기장군 장안읍 길천리)	N	1.3	35° 19' 56"	129° 17' 33"	"	"
MS-13	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	2.1	35° 19' 33"	129° 16' 46"	"	"
MS-14	사택3단지	(기장군 장안읍 길천리)	NNW	2.5	35° 20' 15"	129° 16' 59"	"	"
MS-15	서생면사무소	(울주군 서생면 신암리)	NE	4.7	35° 20' 58"	129° 19' 36"	"	"
MS-16	부산대	(부산시 금정구 장전동)	WSW	22.5	35° 14' 06"	129° 04' 26"	"	"

주) MS-3~MS-4, MS-6~MS-12, MS-15~MS-16 지점은 환경방사선감시기 설치가 완료된 시점부터 감시에 착수.

표 7.1-4 공간집적선량 측정계획(열형광선량계) -고리원자력본부

번 호	측 정 지 점		방위	거리 (km)	좌 표		측정시기	측정항목
					북 위	동 경		
TL- 1	1발소내	(발전소 부지내)	SW	0.1	35° 18' 55"	129° 17' 29"	3, 6, 9, 12 월	감마집적선량
TL- 2	2발소내	(발전소 부지내)	ESE	0.5	35° 18' 58"	129° 17' 55"	"	"
TL- 3	1발정문	(발전소 부지내)	WNW	0.1	35° 19' 05"	129° 17' 26"	"	"
TL- 4	주사무실	(발전소 부지내)	NNW	0.2	35° 19' 10"	129° 17' 28"	"	"
TL- 5	신고리1발사무실옆	(발전소 부지내)	NE	1.2	35° 19' 39"	129° 17' 56"	"	"
TL- 6	구 전시관	(발전소 부지내)	NNW	0.6	35° 19' 22"	129° 17' 28"	"	"
TL- 7	신고리2발사무실옆	(발전소 부지내)	NE	2.7	35° 20' 05"	129° 18' 50"	"	"
TL- 8	2발정문	(발전소 부지내)	E	0.2	35° 19' 05"	129° 17' 43"	"	"
TL- 9	정수장	(발전소 부지내)	NE	0.5	35° 19' 09"	129° 17' 54"	"	"
TL-10	저장고 입구	(발전소 부지내)	ENE	0.6	35° 19' 13"	129° 18' 07"	"	"
TL-11	원자력교육원	(발전소 부지내)	NE	2.4	35° 20' 02"	129° 18' 40"	"	"
TL-12	비학	(발전소 부지내)	NE	2.2	35° 19' 42"	129° 18' 41"	"	"
TL-13	정문경비실(신고리1발)	(발전소 부지내)	NNE	2.1	35° 20' 07"	129° 18' 16"	"	"
TL-14	신고리1발소내	(발전소 부지내)	NE	1.2	35° 19' 33"	129° 18' 03"	"	"
TL-15	신고리1발건설사무실옆	(발전소 부지내)	NE	1.3	35° 19' 43"	129° 17' 60"	"	"
TL-16	신고리2발소내	(발전소 부지내)	NE	2.5	35° 19' 58"	129° 18' 49"	"	"
TL-17	신고리2발건설사무실옆	(발전소 부지내)	NE	2.6	35° 20' 10"	129° 18' 38"	"	"
TL-18	신고리2발정수장	(발전소 부지내)	NNE	2.9	35° 20' 33"	129° 18' 29"	"	"
TL-19	신고리부지경계1	(발전소 부지내)	NNE	2.6	35° 20' 24"	129° 18' 14"	"	"
TL-20	신고리부지경계2	(발전소 부지내)	NNE	3.3	35° 20' 38"	129° 18' 41"	"	"
TL-21	신고리부지경계3	(발전소 부지내)	NNE	3.5	35° 20' 42"	129° 18' 59"	"	"
TL-22	신고리부지경계4	(발전소 부지내)	NE	3.6	35° 20' 34"	129° 19' 04"	"	"

표 7.1-4 (계 속)

번 호	측 정 지 점		방위	거리 (km)	좌 표		측정시기	측정항목
					북 위	동 경		
TL-23	고리스포츠문화센터	(기장군 장안읍 길천리)	N	1.3	35° 19' 56"	129° 17' 33"	3, 6, 9, 12 월	감마집적선량
TL-24	길천	(기장군 장안읍 길천리)	NW	1.0	35° 19' 28"	129° 17' 04"	"	"
TL-25	명산	(울주군 서생면 명산리)	N	3.0	35° 20' 35"	129° 17' 49"	"	"
TL-26	사택3단지	(기장군 장안읍 길천리)	NNW	2.5	35° 20' 15"	129° 16' 59"	"	"
TL-27	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	2.1	35° 19' 33"	129° 16' 46"	"	"
TL-28	남창	(기장군 장안읍 월내리)	W	3.0	35° 19' 10"	129° 16' 19"	"	"
TL-29	연산	(울주군 서생면 명산리)	NNE	3.2	35° 20' 27"	129° 18' 11"	"	"
TL-30	문동	(기장군 일광면 문동리)	WSW	3.4	35° 18' 10"	129° 15' 31"	"	"
TL-31	명산초교	(울주군 서생면 화산리)	N	3.5	35° 20' 51"	129° 17' 51"	"	"
TL-32	장안초교	(기장군 장안읍 기룡리)	WNW	5.0	35° 20' 35"	129° 15' 23"	"	"
TL-33	좌천초교	(기장군 장안읍 좌천리)	W	4.8	35° 18' 31"	129° 14' 36"	"	"
TL-34	용리	(울주군 서생면 용리)	NNE	6.0	35° 21' 39"	129° 19' 17"	"	"
TL-35	하장안	(기장군 장안읍 장안리)	NW	6.0	35° 21' 35"	129° 15' 07"	"	"
TL-36	위곡	(울주군 서생면 위양리)	N	6.0	35° 22' 11"	129° 18' 18"	"	"
TL-37	대송	(울주군 서생면 대송리)	NE	7.5	35° 21' 22"	129° 21' 37"	"	"
TL-38	예림	(기장군 정관면 예림리)	W	7.7	35° 19' 20"	129° 12' 31"	"	"
TL-39	학리	(기장군 일광면 학리)	SSW	8.7	35° 15' 20"	129° 14' 07"	"	"
TL-40	서생면사무소	(울주군 서생면 신암리)	NE	4.7	35° 20' 58"	129° 19' 36"	"	"
TL-41	부산대	(부산시 금정구 장전동)	WSW	22.5	35° 14' 06"	129° 04' 26"	"	"

표 7.1-5 육상감시계획 - 고리원자력본부

조사대상	채 취 지 점			방위	거리 (km)	좌 표		채취 시기	측정항목	조사 기관 ^{주)}
						북 위	동 경			
공기 (미립자, 방사성옥소)	AR-1	1발소내	(발전소 부지내)	SW	0.1	35° 18' 55"	129 °17' 29"	연 속	전β, ¹³¹ I, γ	A
	AR-2	2발소내	(발전소 부지내)	ESE	0.5	35° 18' 58"	129 °17' 55"	"	"	A
	AR-3	정수장	(발전소 부지내)	NE	0.5	35° 19' 09"	129° 17' 54"	"	"	A
	AR-4	구 전시관	(발전소 부지내)	NNW	0.7	35° 19' 22"	129° 17' 28"	"	"	A
	AR-5	효암	(발전소 부지내)	NE	1.8	35° 19' 59"	129° 18' 07"	"	"	A
	AR-6	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	2.1	35° 19' 33"	129° 16' 46"	"	"	A
	AR-7	사택3단지	(기장군 장안읍 길천리)	NNW	2.5	35° 20' 15"	129° 16' 59"	"	"	A
	AR-8	임랑	(기장군 장안읍 임랑리)	W	3.0	35° 19' 10"	129° 16' 19"	"	"	A
	AR-9	비학	(발전소 부지내)	NE	2.2	35° 19' 42"	129° 18' 41"	"	"	A
	AR-10	부산대	(부산시 금정구 장전동)	WSW	22.0	35° 13' 59"	129° 04' 45"	"	"	A

주) A는 발전소, B는 위탁기관(이하 전체 문서에서 동일함)

표 7.1-5 (계 속)

조사 대상	채 취 지 점 ^{주)}			방위	거리 (km)	좌 표		채취시 기	측정항목	조사 기관
						북 위	동 경			
공기 (미립자, 방사성 옥소)	AR-1	1발소내	(발전소 부지내)	SW	0.1	35° 18' 55"	129° 17' 29"	연 속	전β, ¹³¹ I, γ	A
	AR-2	신고리1발소내	(발전소 부지내)	NE	1.2	35° 19' 33"	129° 18' 02"	"	"	A
	AR-3	신고리정문	(발전소 부지내)	NNE	2.3	35° 20' 15"	129° 18' 09"	"	"	A
	AR-4	구 전시관	(발전소 부지내)	NNW	0.6	35° 19' 22"	129° 17' 28"	"	"	A
	AR-5	신호암	(발전소 부지내)	NNE	1.8	35° 20' 07"	129° 17' 45"	"	"	A
	AR-6	신고리2발정수장	(발전소 부지내)	NE	3.1	35° 20' 35"	129° 18' 30"	"	"	A
	AR-7	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	2.1	35° 19' 33"	129° 16' 46"	"	"	A
	AR-8	사택3단지	(기장군 장안읍 길천리)	NNW	2.5	35° 20' 15"	129° 16' 59"	"	"	A
	AR-9	서생면사무소	(울주군 서생면 신암리)	NE	4.7	35° 20' 58"	129° 19' 36"	"	"	A
	AR-10	부산대	(부산시 금정구 장전동)	WSW	22.5	35° 14' 06"	129° 04' 26"	"	"	A

주) AR-2~AR-3, AR-5~AR-7, AR-9~AR-10 지점은 공기시료채집기 설치가 완료된 시점부터 감시에 착수.

표 7.1-5 (계 속)

조사대상	채 취 지 점			방위	거리 (km)	좌 표		채취시기	측정항목	조사 기관
						북 위	동 경			
식 수	DW-1	길천	(기장군 장안읍 길천리)	NW	0.9	35° 19' 41"	129° 16' 58"	1, 4, 7, 10 월	^3H , γ	B
	DW-2	신암	(울주군 서생면 신암리)	NE	4.2	35° 20' 48"	129° 19' 27"	"	"	A,B
	DW-3	반룡	(기장군 장안읍 반룡리)	NW	3.5	35° 20' 21"	129° 15' 49"	"	"	B
	DW-4	울산	(울산시 중구 태화동)	N	24.0	35° 32' 56"	129° 17' 27"	"	"	B
지하수	UW-1	신암	(울주군 서생면 신암리)	NE	4.2	35° 20' 33"	129° 19' 22"	1, 4, 7, 10 월	^3H , γ	B
	UW-2	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	1.3	35° 19' 34"	129° 16' 37"	"	"	A,B
	UW-3	울산	(울산시 중구 태화동)	N	24.0	35° 32' 56"	129° 17' 27"	"	"	B
지표수 (하천수)	EW-1	효암교	(발전소 부지내)	NE	2.0	35° 20' 04"	129° 18' 15"	매 월	^3H , γ	A
	EW-2	효암	(기장군 장안읍 효암리)	N	2.5	35° 20' 38"	129° 17' 31"	"	"	A,B
	EW-3	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	2.4	35° 20' 10"	129° 16' 28"	"	"	B
	EW-4	울산	(울산시 중구 태화동)	N	24.0	35° 33' 10"	129° 16' 32"	"	"	B
빛 물	RW-1	1발소내	(발전소 부지내)	S	0.1	35° 19' 08"	129° 17' 24"	매 월	^3H , γ , 전 β	A
	RW-2	신고리기 상관측소	(발전소 부지내)	NE	1.9	35° 19' 57"	129° 18' 18"	"	전 β / ^3H , γ	B /A,B
	RW-3	사택3 단지	(기장군 장안읍 길천리)	NNW	2.5	35° 20' 15"	129° 16' 59"	"	전 β , ^3H , γ	B
	RW-4	서생면 사무소	(울주군 서생면 신암리)	NE	4.7	35° 20' 58"	129° 19' 36"	"	"	B
	RW-5	부산대	(부산시 금정구 장전동)	WSW	22.5	35° 14' 06"	129° 04' 26"	"	"	B
표층 토양	S- 1	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	1.7	35° 20' 11"	129° 16' 27"	3, 9 월	γ , ^{90}Sr	A,B
	S- 2	사택3 단지	(기장군 장안읍 길천리)	NNW	2.5	35° 20' 56"	129° 16' 48"	"	γ	B
	S- 3	좌천	(기장군 장안읍 좌천리)	W	4.8	35° 18' 31"	129° 14' 36"	"	"	B
	S- 4	신암	(울주군 서생면 신암리)	NE	4.2	35° 20' 48"	129° 19' 27"	"	"	B
	S- 5	울산	(울산시 남구 신정동)	N	18.5	35° 32' 35"	129° 18' 18"	"	γ , ^{90}Sr	B
하천 토양	RS-1	효암교	(발전소 부지내)	NE	1.8	35° 19' 53"	129° 18' 13"	1, 4, 7, 10 월	γ	A
	RS-2	효암	(기장군 장안읍 효암리)	N	2.5	35° 20' 38"	129° 16' 51"	"	"	A,B
	RS-3	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	2.4	35° 20' 11"	129° 16' 37"	"	"	B

표 7.1-5 (계 속)

조사대상		채 취 지 점			방위	거리 (km)	좌 표		채취시기	측정항목	조사 기관	
							북 위	동 경				
하천토양		RS-3	임랑	(기장군 장안읍 임랑리)	WSW	3.7	35° 18' 52"	129° 15' 06"	1, 4, 7, 10 월	γ	B	
		RS-4	울산	(울산시 중구 태화동)	N	24.0	35° 33' 15"	129° 16' 34"	"	"	B	
우 유 ^{주)}		M-1	반룡	(기장군 장안읍 반룡리)	NW	3.8	35° 20' 20"	129° 15' 22"	매 월	γ, ⁹⁰ Sr	A,B	
		M-2	안평	(기장군 철마면 안평리)	SW	13.8	35° 14' 16"	129° 10' 36"	"	"	B	
육 류		MT-1	길천	(기장군 장안읍 길천리)	NNW	1.2	35° 20' 01"	129° 16' 39"	3, 9 월	γ	A,B	
		MT-2	울산	(울산시 남구 옥동)	N	20.0	35° 26' 16"	129° 17' 12"	"	"	B	
지 표 생 물	솔잎	IP-1	관측소	(발전소 부지내)	NNE	0.7	35° 19' 20"	129° 17' 45"	4, 10 월	γ, ⁹⁰ Sr	A,B	
		IP-2	임랑	(기장군 장안읍 임랑리)	WSW	3.0	35° 19' 21"	129° 16' 10"	"	γ	B	
		IP-3	사택3단지	(기장군 장안읍 길천리)	NNW	2.5	35° 20' 56"	129° 16' 48"	"	"	B	
		IP-4	일광	(기장군 일광면 이천리)	SW	7.5	35° 16' 12"	129° 14' 22"	"	"	B	
		IP-5	울산	(울산시 남구 신정동)	N	18.5	35° 32' 16"	129° 20' 35"	"	γ, ⁹⁰ Sr	B	
	쭉	IW-1	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	1.8	35° 20' 11"	129° 16' 27"	4, 9 월	γ	A,B	
		IW-2	울산	(울산시 남구 신정동)	N	18.5	35° 32' 58"	129° 17' 27"	"	"	B	
	농 산 물	쌀	R-1	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	1.7	35° 19' 35"	129° 16' 37"	10 월	γ, ⁹⁰ Sr	A,B
			R-2	서생	(울주군 서생면 화산리)	NE	3.9	35° 20' 56"	129° 19' 47"	"	γ	B
R-3			울산	(울산시 남구 신정동)	N	18.5	35° 32' 16"	129° 20' 35"	"	γ, ⁹⁰ Sr	B	
무		VR-1	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	1.7	35° 19' 35"	129° 16' 37"	"	γ, ⁹⁰ Sr	A,B	
		VR-2	서생	(울주군 서생면 화산리)	NE	3.9	35° 20' 56"	129° 19' 47"	"	γ	B	
		VR-3	울산	(울산시 남구 신정동)	N	18.5	35° 32' 16"	129° 20' 35"	"	γ, ⁹⁰ Sr	B	
배추		VC-1*	월내	(기장군 장안읍 월내리)	NW	1.7	35° 19' 35"	129° 16' 37"	4, 10 월	γ, ⁹⁰ Sr	A,B	
		VC-2	서생	(울주군 서생면 화산리)	NE	3.9	35° 20' 56"	129° 19' 47"	"	γ	B	
		VC-3*	울산	(울산시 남구 신정동)	N	18.5	35° 32' 16"	129° 20' 35"	"	γ, ⁹⁰ Sr	B	
배	P-1	서생	(울주군 서생면 화산리)	NE	3.9	35° 20' 35"	129° 17' 30"	10 월	γ	A,B		
	P-2	울산	(울산시 남구 신정동)	N	18.5	35° 32' 16"	129° 20' 35"	"	"	B		

주) 우유 중 Sr-90은 1, 4, 7, 10월에 분석

표 7.1-6 해양감시계획 - 고리원자력본부

조사 대상	채 취 지 점			방위	거리 (km)	좌 표		채취 시기	분석항목	조사 기관
						위 도	경 도			
해 수	SW-1	#1,2취수구	(발전소 앞 해상)	WNW	0.3	35° 19' 03"	129° 17' 15"	매 월	전β, γ, ³ H	A
	SW-2	#3,4취수구	(발전소 앞 해상)	E	0.8	35° 18' 56"	129° 18' 18"	"	"	B
	SW-3	#1배수구	(배수구 앞 해상)	S	0.3	35° 19' 12"	129° 17' 18"	매 주	전β, γ, ³ H, ⁹⁰ Sr	A,B
	SW-4	#2배수구	(배수구 앞 해상)	SE	0.3	35° 19' 12"	129° 17' 23"	"	전β, γ, ³ H	A,B
	SW-5	#3배수구	(배수구 앞 해상)	SE	0.3	35° 19' 10"	129° 17' 30"	"	"	A,B
	SW-6	#4배수구	(배수구 앞 해상)	SE	0.5	35° 19' 08"	129° 17' 40"	"	"	A,B
	SW-7	신고리1,2취수구	(발전소 앞 해상)	NE	1.4	35° 19' 38"	129° 18' 11"	매 월	전β, γ, ³ H	A
	SW-8	신고리3,4취수구	(발전소 앞 해상)	NE	2.8	35° 20' 04"	129° 19' 15"	"	"	B
	SW-9	신고리1,2배수구	(발전소 앞 해상)	NE	2.5	35° 19' 51"	129° 18' 55"	"	전β, γ, ³ H, ⁹⁰ Sr	A,B
	SW-10	신고리3,4배수구	(발전소 앞 해상)	NE	2.6	35° 19' 53"	129° 19' 00"	"	전β, γ, ³ H	A,B
	SW-11	월내	(기장군 장안읍 월내리)	WNW	1.5	35° 19' 06"	129° 16' 31"	"	γ, ³ H	A,B
	SW-12	신리	(울주군 서생면 신리)	NE	3.8	35° 20' 20"	129° 19' 23"	"	"	A
	SW-13	송정	(해운대구 송정동)	SSW	17.5	35° 10' 17"	129° 12' 14"	"	전β, γ, ³ H, ⁹⁰ Sr	B
해저 퇴적물	SS-1	#1,2취수구	(발전소 앞 해상)	WNW	0.3	35° 19' 03"	129° 17' 14"	4,10 월	γ	A
	SS-2	#3,4취수구	(발전소 앞 해상)	E	0.8	35° 18' 56"	129° 18' 18"	"	"	B
	SS-3	#1배수구	(발전소 앞 해상)	S	0.7	35° 18' 37"	129° 17' 36"	"	γ, ⁹⁰ Sr	A,B
	SS-4	#2배수구	(발전소 앞 해상)	SE	0.3	35° 18' 52"	129° 17' 42"	"	γ	A
	SS-5	#4배수구	(발전소 앞 해상)	SE	0.5	35° 18' 50"	129° 17' 54"	"	"	A
	SS-6	신고리1,2취수구	(발전소 앞 해상)	NE	1.4	35° 19' 38"	129° 18' 11"	"	"	A
	SS-7	신고리3,4취수구	(발전소 앞 해상)	NE	2.8	35° 20' 04"	129° 19' 15"	"	"	B
	SS-8	신고리배수구주변	(발전소 앞 해상)	NE	2.5	35° 19' 51"	129° 18' 55"	"	γ, ⁹⁰ Sr	A,B
	SS-9	월내	(기장군 장안읍 월내리)	WNW	1.5	35° 19' 08"	129° 15' 25"	"	γ	A,B
	SS-10	효암	(기장군 장안읍 효암리)	NE	1.8	35° 19' 29"	129° 18' 41"	"	"	A
	SS-11	송정	(해운대구 송정동)	SSW	17.5	35° 10' 17"	129° 12' 14"	"	γ, ⁹⁰ Sr	B

표 7.1-6 (계 속)

조사 대상	채 취 지 점			방위	거리 (km)	좌 표		채취시기	분석항목	조사 기관
						위 도	경 도			
저서 생물	SI-1	취수구주변	(발전소 앞 해상)	WNW	0.3	35° 19' 03"	129° 17' 15"	4, 10 월	γ	B
	SI-2	#1,2배수구	(발전소 앞 해상)	SSE	0.3	35° 18' 52"	129° 17' 40"	"	"	A,B
	SI-3	#3,4배수구	(발전소 앞 해상)	SE	0.5	35° 18' 52"	129° 17' 52"	"	"	B
	SI-4	신고리1,2취수구	(발전소 앞 해상)	NE	1.4	35° 19' 38"	129° 18' 11"	"	"	B
	SI-5	신고리3,4취수구	(발전소 앞 해상)	NE	2.8	35° 20' 04"	129° 19' 15"	"	"	B
	SI-6	신고리배수구주변	(발전소 앞 해상)	NE	2.5	35° 19' 51"	129° 18' 55"	"	"	A,B
	SI-7	송정	(해운대구 송정동)	SSW	17.5	35° 10' 17"	129° 12' 14"	"	"	A
어류	SF-1	취수구주변	(발전소 앞 해상)	WNW	0.3	35° 19' 03"	129° 17' 15"	4, 10 월	γ	B
	SF-2	배수구주변	(발전소 앞 해상)	SE	0.5	35° 18' 52"	129° 17' 52"	"	γ, ⁹⁰ Sr	A,B
	SF-3	신고리1,2취수구	(발전소 앞 해상)	NE	1.4	35° 19' 38"	129° 18' 11"	"	γ	B
	SF-4	신고리3,4취수구	(발전소 앞 해상)	NE	2.8	35° 20' 04"	129° 19' 15"	"	"	B
	SF-5	신고리배수구주변	(발전소 앞 해상)	NE	2.5	35° 19' 51"	129° 18' 55"	"	γ, ⁹⁰ Sr	A,B
	SF-6	송정	(해운대구 송정동)	SSW	17.5	35° 10' 17"	129° 12' 14"	"	"	B
패 류	SM-1	취수구주변	(발전소 앞 해상)	WNW	0.3	35° 19' 03"	129° 17' 15"	4, 10 월	γ	B
	SM-2	배수구주변	(발전소 앞 해상)	SE	0.5	35° 18' 52"	129° 17' 52"	"	γ, ⁹⁰ Sr	A,B
	SM-3	신고리1,2취수구	(발전소 앞 해상)	NE	1.4	35° 19' 38"	129° 18' 11"	"	γ	B
	SM-4	신고리3,4취수구	(발전소 앞 해상)	NE	2.8	35° 20' 04"	129° 19' 15"	"	"	B
	SM-5	신고리배수구주변	(발전소 앞 해상)	NE	2.5	35° 19' 51"	129° 18' 55"	"	γ, ⁹⁰ Sr	A,B
	SM-6	송정	(해운대구 송정동)	SSW	17.5	35° 10' 17"	129° 12' 14"	"	"	B

표 7.1-6 (계 속)

조사 대상	채 취 지 점			방위	거리 (km)	좌 표		채취시기	분석항목	조사 기관
						위 도	경 도			
해조류	SP-1	취수구주변	(발전소 앞 해상)	WNW	0.3	35° 19' 03"	129° 17' 15"	4, 10 월	γ	A,B
	SP-2	#1,2배수구	(발전소 앞 해상)	SSE	0.3	35° 18' 52"	129° 17' 40"	"	"	B
	SP-3	#3,4배수구	(발전소 앞 해상)	SE	0.5	35° 18' 52"	129° 17' 52"	"	γ, ⁹⁰ Sr	A,B
	SP-4	신고리1,2취수구	(발전소 앞 해상)	NE	1.4	35° 19' 38"	129° 18' 11"	"	γ	A,B
	SP-5	신고리3,4취수구	(발전소 앞 해상)	NE	2.8	35° 20' 04"	129° 19' 15"	"	"	A,B
	SP-6	신고리배수구주변	(발전소 앞 해상)	NE	2.5	35° 19' 51"	129° 18' 55"	"	γ, ⁹⁰ Sr	A,B
	SP-7	월내	(기장군 장안읍 월내리)	WNW	1.5	35° 19' 06"	129° 15' 25"	"	γ	A
	SP-8	송정	(해운대구 송정동)	SSW	17.5	35° 10' 17"	129° 12' 14"	"	γ, ⁹⁰ Sr	A

Ⅷ. 환경감시계획

7.1.3 환경방사능 분석항목

원전 가동에 의한 주변 환경의 방사능 준위 파악, 방사능의 환경 중 축적경향 조사, 주민 피폭선량 평가 등의 목적에 적합한 환경매체를 고려하여 분석항목을 결정하였다.

항목별 분석핵종은 원자력발전소에서 배출되는 인공 방사성 핵종으로서 인간에 대한 피폭에 주요하고 비교적 장 반감기인 핵종을 위주로 하되 육상 및 공기시료는 기체 방사성폐기물 중에 포함될 가능성이 높은 핵종을, 해양시료는 액체 방사성폐기물 중에 포함될 가능성이 높은 핵종을 선정하였다.

선정된 분석핵종은 표 7.1-7과 같으며 감마핵종 분석에 의해 검출되는 모든 인공핵종은 보고서에 기록한다.

방사능 분석은 원자력안전위원회 고시 제2014-12호(원자력이용시설 주변의 방사선 환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정)의 [별표2]에 규정된 검출하한치를 최대한 만족할 수 있는 방법을 채택하여 실시한다.

표 7.1-7 환경방사능 분석 핵종

조사 항목	분 석 핵 종 ^{주)}	분석 목적
공기	전β, ⁹⁰ Sr, ⁶⁰ Co, ¹⁰⁶ Ru, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁴ Ce	호흡에 의한 내부 피폭선량 평가
식수, 지하수	³ H, ⁶⁰ Co, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	섭취에 의한 내부 피폭선량 평가
지표수	³ H, ⁶⁰ Co, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	방사능 수준 파악
빗물	전β, ³ H, ⁶⁰ Co, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	방사능 수준 파악
표층토양	⁹⁰ Sr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ¹⁰⁶ Ru, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁴ Ce	축적경향 파악
우유	⁹⁰ Sr, ¹⁰⁶ Ru, ¹³¹ I, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁴ Ce	섭취에 의한 내부 피폭선량 평가
육류	¹⁰⁶ Ru, ¹³¹ I, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁴ Ce	"
농산물	⁹⁰ Sr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ¹⁰⁶ Ru, ¹³¹ I, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁴ Ce	"
지표생물	⁹⁰ Sr, ⁶⁰ Co, ¹⁰⁶ Ru, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁴ Ce	축적경향 파악
해수	전β, ³ H, ⁹⁰ Sr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁶⁵ Zn, ⁹⁵ Zr, ⁹⁵ Nb, ^{110m} Ag, ¹³¹ I, ¹⁴⁰ Ba, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	방사능 수준 파악
해저 퇴적물	⁹⁰ Sr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁶⁵ Zn, ⁹⁵ Zr, ⁹⁵ Nb, ^{110m} Ag, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁰ Ba, ¹⁴⁴ Ce	축적경향 파악
어·패류	⁹⁰ Sr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁶⁵ Zn, ⁹⁵ Zr, ⁹⁵ Nb, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ^{110m} Ag, ¹³¹ I	섭취에 의한 내부 피폭선량 평가
해조류	⁹⁰ Sr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁶⁵ Zn, ⁹⁵ Zr, ⁹⁵ Nb, ^{110m} Ag, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁰ Ba, ¹⁴⁴ Ce	"
저서생물	⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁶⁵ Zn, ⁹⁵ Zr, ⁹⁵ Nb, ^{110m} Ag, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁰ Ba, ¹⁴⁴ Ce	축적경향 파악

주) ⁹⁰Sr은 각 시료별 지역을 대표하는 일부지점에 한하여 분석

VIII. 환경감시계획

7.1.4 검출목표치

감시핵종의 분석시 적용하는 검출목표치는 표 7.1-8과 같으며, 이 검출목표치는 참고 핵종에는 적용하지 않는다.

표 7.1-8 감시핵종의 검출목표치¹⁾

구 분	공 기 (Bq/m ³)	물 (Bq/L)	표층토양 (Bq/kg-dry)	우 유 (Bq/L)	농 축 산 물 (Bq/kg-fresh)	해 수 (Bq/L)	수 산 생 물 (Bq/kg-fresh)	해 저 퇴 적 물 (Bq/kg-dry)
전β	3×10 ⁻⁴	0.15	-	-	-	3	-	-
³ H	0.1	5	-	5	5 ¹⁾	5	-	-
¹⁴ C ²⁾	0.25	-	-	-	0.25	-	-	-
⁵¹ Cr	5×10 ⁻³	1	15	1	3	5×10 ⁻²	6	15
⁵⁴ Mn	8×10 ⁻⁵	0.5	2	0.2	1	5×10 ⁻³	2	2
⁵⁸ Co	3×10 ⁻⁴	5×10 ⁻²	2	0.2	1	5×10 ⁻³	2	2
⁶⁰ Co	8×10 ⁻⁵	2×10 ⁻²	2	0.2	1	5×10 ⁻³	2	2
⁵⁹ Fe	5×10 ⁻⁴	3×10 ⁻²	5	0.5	2	5×10 ⁻³	3	5
⁶⁵ Zn	5×10 ⁻⁴	5×10 ⁻²	5	0.5	2	2×10 ⁻²	3	5
⁹⁰ Sr	5×10 ⁻⁶	1×10 ⁻³	0.5	0.1	0.1	1×10 ⁻³	0.1	0.5
⁹⁵ Zr-Nb	5×10 ⁻⁴	0.5	5	0.3	0.5	6×10 ⁻³	1	5
⁹⁹ Tc	2×10 ⁻⁴	1	0.1	-	5×10 ⁻³	-	-	0.1
¹⁰⁶ Ru	-	5×10 ⁻²	15	-	-	-	1	15
¹²⁹ I	5×10 ⁻²	-	1×10 ⁻²	0.5	2×10 ⁻⁵	1	-	1×10 ⁻²
¹³¹ I	1×10 ⁻²	0.1	3	0.2	0.5	0.1	1	1.5
¹³⁴ Cs	8×10 ⁻⁵	8×10 ⁻³	5	0.2	0.1	3×10 ⁻³	0.1	5
¹³⁷ Cs	8×10 ⁻⁵	8×10 ⁻³	5	0.2	0.1	3×10 ⁻³	0.1	5
¹⁴⁰ Ba-La	0.1	10	70	10	2	0.1	5	70
²³⁸ U	3×10 ⁻⁶	0.1	20	-	5×10 ⁻²	-	-	-
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	2×10 ⁻⁶	2×10 ⁻⁴	0.1	-	1×10 ⁻³	5×10 ⁻⁶	1×10 ⁻³	0.1

주 : 1) 식품 중 ³H 단위 : Bq/L (조식자유수 중 ³H 농도 기준)

2) ¹⁴C의 단위 : Bq/g-C

- 1) 검출목표치는 원자력안전위원회고시 제2014-12호(원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정)에서 정한 검출하한치로 설정한다.
- 2) 지표생물은 식품류의 검출목표치를 하천토양은 해저퇴적물의 검출목표치를 각각 적용한다.
- 3) 빗물 분석에서 강우량(시료량) 부족과 같은 불가피한 사유로 검출목표치를 만족하지 못하게 되면 실제 분석한 최소검출가능방사능과 불만족 사유를 기재한다.

7.1.5 측정방법

환경방사선의 측정방법은 표 7.1-9에, 환경방사능의 시료채취 및 분석방법은 표 7.1-10에 수록하였다. 환경방사능 분석을 위한 전처리는 방사성옥소, 세슘 등의 승화, 기화 등에 따른 상변이에 의한 손실을 막기 위해 가능한 한 생체분석, 또는 저온건조 전처리방법을 택하도록 하였다. 상세한 방사능 측정방법은 고리본부의 절차서에 따른다.

표 7.1-9 환경방사선 측정방법

조사 대상	측 정 기 기	측 정 방 법
감마선량률	환경방사선감시기 (ERMS)	아르곤 가스 가압형 전리함을 사용하여 지상 1m 높이의 감마선량률을 측정하여 5분 평균 데이터를 기본 측정자료로 서버에 저장하고, 1시간 평균 데이터를 사용함. NaI 검출기는 원자력발전소 기여분 선량측정을 위한 보조수단으로 사용함
감마집적선량	열형광선량계 (TLD)	CaSO ₄ -Tm 소자로 된 TLD를 지상 1m 높이의 TLD함에 각 지점당 3개씩 설치하여 3개월 주기로 회수하여 판독함

표 7.1-10 환경방사능 시료채취 및 분석방법

조사대상	채 취 방 법	분석항목	분 석 방 법
공 기	미립자	대기시료채집기로 300 m ³ /주 이상의 공기를 유리섬유 여과지에 연속포집	전베타
		대기시료채집기로 300 m ³ /주 이상의 공기를 활성탄 카트리지에 연속채집	1주일 주기로 여과지를 회수하여 라돈계열의 자연감쇄를 위해 72시간 경과시점에서 저준위 알파·베타계수기로 측정
	방사성 옥소	대기시료채집기로 300 m ³ /주 이상의 공기를 활성탄 카트리지에 연속채집	여과지를 1개월 단위로 모아 감마핵종 분석기로 측정
	이산화탄소	공기를 가성소다액에 통과시켜 이산화탄소 0.1 몰 이상을 채취	¹³¹ I
			1주일 주기로 활성탄 필터를 회수하여 감마핵종분석기로 측정
		¹⁴ C	이산화탄소가 포집 고정된 가성소다액을 탄산바륨 침전으로 만든 후 염산으로 산분해하여 다시 추출된 이산화탄소를 섬광용액에 직접 흡수하여 액체섬광계수기로 측정

VII. 환경감시계획

표 7.1-10 (계 속)

조사대상		채 취 방 법	분석항목	분 석 방 법
육상수	식수 지하수 지표수 빗물	적절한 도구로 필요량을 채취	전베타	500 ml를 분취하여 증발농축시켜 계측용 접시에 담아 적외선건조기로 건조후 저준위 알파·베타계수기로 측정. 단, 시료채취 후 72시간 경과시점에서 계측 실시
			^3H	500 ml를 증류한 후 증류시료 8 ml와 액체섬광체 12 ml를 20 ml Vial에 혼합하여 액체섬광계수기로 계측
			감마 동위원소	식수, 지하수, 지표수는 20 L를 빗물은 3~5 L를 증발, 농축하여 감마핵종분석기로 측정
표층 토양		채취점을 중심으로 반경 5m 이내 5곳을 정하여 동일 비율로 표층 토양(0~5 cm) 2kg 정도 채취	감마 동위원소	건조·분쇄 후 1mm이하 체로 걸러 450 ml 계측용기에 담아 감마핵종분석기로 측정
			^{90}Sr	건조세토를 방사화학 분리과정을 거쳐 여과지에 흡입여과한 후 Planchet에 고정하여 저준위 알파·베타계수기로 계측
우유		목장에서 원유를 10 L정도 채취	감마 동위원소, ^{131}I	2L 마리넬리 용기에 담아 감마핵종분석기로 측정. 단, 검출목표치를 만족하지 못할 경우에는 적정량을 증발, 건조 후 감마핵종분석기로 측정
			^{90}Sr	회화시료를 방사화학 분리과정을 거쳐 여과지로 흡입여과한 후 Planchet에 고정하여 저준위 알파·베타계수기로 계측
농산물 (쌀, 배추, 무, 배 등)		수확기에 산지에서 4 kg 이상 채취	감마 동위원소	건조·분쇄후 450 ml~1 L 계측용기에 담아 감마핵종분석기로 측정
			^{90}Sr	회화시료를 방사화학 분리과정을 거쳐 여과지에 흡입여과한 후 Planchet에 고정하여 저준위 알파·베타계수기로 계측

표 7.1-10 (계 속)

조사대상	채 취 방 법	분석항목	분 석 방 법
지표생물 (솔잎 또는 썩)	채취점을 중심으로 반경 10 m 내 에서 5kg 이상 채취	감마 동위원소, ⁹⁰ Sr	곡류와 동일
육 류	산지에서 2 kg이 상 채취	감마 동위원소	식용부분만을 골라 생체시료 1~2 L를 계측 용기에 담아 감마핵종분석기로 측정
해 수	표층에서 60 L 이상 채취	전베타	10 ml를 분취하여 계측용 접시에 담아 적외 선건조기로 건조 후 저준위 알파·베타계 수기로 측정 (시료채취 후 72시간 경과시점 에서 계측)
		감마 동위원소	증발농축법 및 인몰리브덴산암모늄-이산 화망간(AMP-MnO ₂)공침법으로 처리후 감마 핵종분석기로 측정
		³ H	시료 500 ml를 증류하여 증류시료 8 ml와 액체섬광체 12 ml를 20 ml Vial에 혼합하여 액체섬광계수기로 계측
		⁹⁰ Sr	방사화학 분리과정을 거쳐 여과지로 흡입 여과 후 저준위 알파·베타계수기로 계측
해저퇴적물	채취기를 사용하여 표층토 2 kg 정도 채취	감마 동위원소, ⁹⁰ Sr	표층토양과 동일
어 류	그물 또는 낚시를 이용하여 5kg 이 상 채취	감마 동위원소	식용부분만을 분쇄하여 생체시료 1 L를 계측용기에 담아 감마핵종분석기로 측정
		⁹⁰ Sr	회화시료를 방사화학분리 후 여과지로 흡 입여과한 후 Planchet에 고정하여 저준위 알파·베타계측기로 측정
패 류	잠수하여 5kg 이 상 채취	감마 동위원소, ⁹⁰ Sr	어류와 동일
저서 생물	잠수하여 5kg 이상 채취	감마 동위원소	건조분쇄 후 1 L를 계측용기에 담아 감마핵 종분석기로 측정
해 조 류	천연(잠수하여 채 취) 또는 양식된 것을 5 kg 이상 채취	감마 동위원소	저서생물과 동일
		⁹⁰ Sr	어류와 동일

Ⅷ. 환경감시계획

7.1.6 자료처리 및 평가

가. 기록관리

환경방사선/능 측정자료의 기재양식에는 환경의 제반조건과 조사내용을 정확히 알 수 있도록 다음 사항을 기록한다.

- 시료명
- 채취지점 (지명, 방위, 거리 또는 좌표 등)
- 시료채취일시 및 채취자
- 시료채취방법 (채취량, 사용기기 등)
- 분석·측정일자
- 분석·측정방법(분석방법, 측정방법, 측정기, 측정단위 등)
- 분석자·측정자 등

나. 자료처리

환경조사 자료의 처리는 원자력안전위원회고시 제2014-12호(원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정)의 제8조에 따르되 측정결과에 대한 신뢰성 확보를 위해 측정자료를 통계하여 평가한다. 통계처리에 대한 상세한 방법은 「원자력발전소 환경방사선관리 핸드북」에 따라 수행하게 되며 주요 통계처리 내용은 다음과 같다.

- 평균치 및 표준편차 산출
- 측정오차의 합성
- 이상치의 기각처리
- 정규분포 적합도 검정 등

다. 측정자료 평가

환경조사 자료는 측정결과에 대한 신뢰성 확보를 위해 다음과 같이 평가한다.

- 조사지점별로 환경조사 항목마다 평균치와 평상시 변동범위(최소치~최대치)를 설정한다.
- 평균치와 평상시 변동범위는 해당시설의 가동전 환경조사 결과 또는 정상 운영 중인 해당시설 주변에서 최근 3년 이상 수행한 환경조사 결과로 설정한다. 이때

비정상적인 원인에 의한 조사결과는 제외한다. 한편, 신규 감시지점은 신규 지점 인근에서 조사한 감시결과를 이용하여 설정한다.

- 조사결과는 적절한 접두어를 붙여 국제표준단위를 사용하여 간결하게 기록한다.
- 조사결과는 측정 및 분석의 정도를 가늠할 수 있도록 유효숫자 자리 수를 고려하여 표기하고 조사대상 항목별로 일관성을 유지하여야 한다.
- 방사성 핵종이 검출되지 않는 경우에는 최소검출가능농도를 기재하고 그 미만이라고 표시하되, 조사결과의 평균치 산출 시에는 최소검출가능농도를 사용한다.
- 모든 조사결과가 최소검출가능농도 미만인 경우에는 제1항의 평균치는 표시하지 않으며, 평상시 변동범위는 최소검출가능농도 중에서 가장 낮은 값을 기재하고 그 미만이라고 표시한다.

라. 보고기준

환경조사결과 다음 각 항목에 해당하는 사항을 발견한 경우에는 발견 후 1주일 이내에 서식에 따라 원자력안전위원회에 보고한다.

- 고정지점에서 연속측정 중인 공간감마선량률의 1시간 평균치가 최근 3년 이상 자료(그 이하의 경우에는 확보된 자료만)의 평균치보다 10 $\mu\text{R}/\text{h}$ 를 초과한 경우
- 조사계획에 의한 시료채취지점에서의 방사능분석결과가 최근 3년 이상 자료(그 이하의 경우에는 확보된 자료만)의 평균치의 5배를 초과한 경우
- 최근 3년 동안 최소검출가능농도 미만으로 계측된 환경 시료에서 인공방사성 핵종이 검출된 경우

전반기와 연간 환경조사결과를 각각 당해연도 9월 30일 및 다음 해 3월 31일까지 원자력안전위원회에 제출하며 연간 조사결과는 한국수력원자력(주) 인터넷 홈페이지에 게재한다.

7.1.7 환경영향평가

가. 개요

원자력발전소 가동으로 인한 환경영향 평가는 다음과 같이 수행한다.

- 1) 원자력발전소로부터 방출된 방사성물질 또는 방사선에 의하여 주민이 받

는 방사선량을 이론적으로 계산하고 관계 기준치와 비교·평가한다.

- 2) 환경조사 결과를 근거로 원자력발전소 주변 환경에 대한 장기적인 방사성 물질의 축적경향과 변동을 평가하고, 당해 시설로부터 예기치 않은 방사성물질의 방출에 의한 단기적 변동을 평가한다.
- 3) 사람이 섭취 가능한 환경시료에 대한 조사결과를 근거로 해당 환경매체를 섭취할 경우의 방사선량을 추정하여 평가한다.

나. 항목별 세부평가개요

- 1) 주민이 받는 방사선량의 이론적 평가

원자력발전소는 운영에 따라 환경으로 방출된 기체상 및 액체상 방사성 물질에 의해 주민이 받는 방사선량을 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준) 제16조 ②항에 제시하고 있는 해당 시설의 설계에 적용할 기준과 동일부지내에 다수의 원자력관계시설을 운영하는 경우에 적용할 기준에 대해 평가한다.

- 2) 방사성물질의 축적경향 및 단기적 변동 평가

- 당해 연도에 측정된 환경조사 결과를 가동전 배경준위 또는 최근 3년 이상의 변동범위와 비교하여 방사성 물질의 축적경향을 평가한다.
- 원자력발전소로부터 예기치 않은 방사성물질의 방출에 의한 환경방사선(능)의 단기적 변동에 대한 평가는 평상변동 범위를 벗어난 환경조사 결과에 대한 원인규명으로 갈음한다.

- 3) 섭취에 의한 방사선량 추정 및 평가

사람이 섭취가능한 환경시료에서 원자력발전소로부터 방출 가능한 인공 방사성 핵종이 최소검출가능농도를 초과하여 검출될 경우에는 주민선량 계산지침에 따라 유효선량을 계산하여 일반인에 대한 선량기준치(1mSv/년)와 비교, 평가한다.

7.1.8 품질보증계획

가. 품질보증

환경방사선/능 조사에 대한 품질보증의 목적은 조사 자료에 대한 품질이 객관적으로 적절한 수준 이내로 유지되고 있는지를 보증하는 것으로 조사결과의 정확성과 신

Ⅷ. 환경감시계획

퇴성을 확보하는데 있다. 품질보증 요건은 다음과 같다.

- 환경방사선/능 조사 등 업무전반에 대한 품질관리계획을 수립하여 연 1회 이상 주기적으로 측정, 분석 및 자료처리에 대해 검증하도록 한다.
- 조사 등에 관한 절차서, 조사자료, 측정 및 분석결과는 문서화하여 5년 이상 보존하며, 계측시료는 추후 재평가를 위해 시료별로 기간을 정하여 보관한다.
- 조사 및 평가결과는 당해 시설에 대한 조사업무가 종결될 때까지 보존한다.

나. 품질관리

환경방사선/능 조사에 대한 품질관리는 환경시료의 채취과정에서부터 감시결과에 평가에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 수행하게 되며 다음 사항이 만족될 수 있도록 한다. 세부사항은 발전소운전품질보증계획서 및 관련절차서 등에 따라 수행한다.

1) 시료채취

- 채취된 시료가 대상시료의 대표성이 확보되도록 적절한 채취방법을 사용한다.
- 기시료 유량 및 부피 측정기기는 주기적으로 점검 및 교정을 실시한다.
- 채취된 시료는 채취부터 분석시까지 완전하게 보존되도록 채취 포장, 운반 및 보관하며, 측정·분석이 완료된 시료 중 축적경향 파악용 시료는 3년, 그 외 시료는 1년 동안 보관한다.

2) 시료분석

가) 시료 전처리

- 시료의 칭량, 건조, 분쇄 등 전처리 과정과 일련의 복잡한 과정을 거치는 방사화학분리과정이 적절하게 수행되고 있는지 여부를 분석 절차서에 따라 확인 점검한다.

나) 측정기기 교정선원

- 측정기기의 교정선원은 시료형태와 동일 또는 유사한 형태의 인증된 표준선원을 사용한다.

다) 측정기기 성능점검

- 측정기기의 성능점검은 일상계획에 따라 실시하며, 측정치가 관리 범위를 벗어나면 원인규명과 필요시 재측정 등을 실시한다.
- 측정기기의 계수율 또는 계수효율 변화를 결정하기 위한 점검선 원은 붕괴에 따른 보정이 가능한 방사화학적 순도를 가져야 한다.
- 측정기기의 점검은 주 1회 또는 필요시 실시한다. 그 중에서 전베타 및 삼중수소측정기의 경우는 매 측정주기마다, 감마핵종분석기는 가능한 자주 점검을 실시하여야 한다.
- 측정기기의 점검기록은 장비 수명기간 동안 보존한다.

라) 측정기기 교정

- 환경방사능 측정기기의 교정은 매 6개월 주기로 실시하며, 검출기 교체 또는 필요시에는 그 때마다 실시한다. 교정필증은 항상 확인이 가능하도록 계측기 표면에 부착한다. 교정 기록은 장비 수명기간 동안 보존한다.

마) 교차분석(비교분석)

- 환경방사선 조사계획상의 시료 중 최소한 10%는 원자력발전소와 위탁기관이 동일시료를 만들어 분석한다. 전처리를 수반하는 시료의 경우에는 상호 분석치가 $\pm(20\%+2\sigma)$, 단지 계측만을 수행하는 경우에는 $\pm(10\%+2\sigma)$ 를 벗어나면 이에 대한 원인분석을 행하고 원인을 제거한 후 재분석 등을 통하여 위 범위 이내의 값을 얻도록 한다.
- 표준시료(공통시료)를 이용하여 년 1회 이상 대내외 기관과의 분석 측정기술에 관한 상호 비교분석을 실시하며, 평가기준은 교차분석 측정기관의 평가기준에 따른다.

3) 측정자료의 분석 및 검토

- 측정자료를 분석, 검토하는 절차를 수립하고, 실제 시료채취 등 품질 관리 업무로부터 취득한 자료가 합리적이고 일관성이 유지되는지 검토한다.
- 측정자료 중의 오류 확인과 필요시 재측정을 포함한 수행내용을 기록으로 문서화하는 절차를 수립한다.

VII. 환경감시계획



그림 7.1-1 고리부지 내부 환경방사선 조사지점(ERMS, 공기시료채집기 이설 전)



그림 7.1-2 고리부지 내부 환경방사선 조사지점(ERMS, 공기시료채집기 이설 후)

VII. 환경감시계획

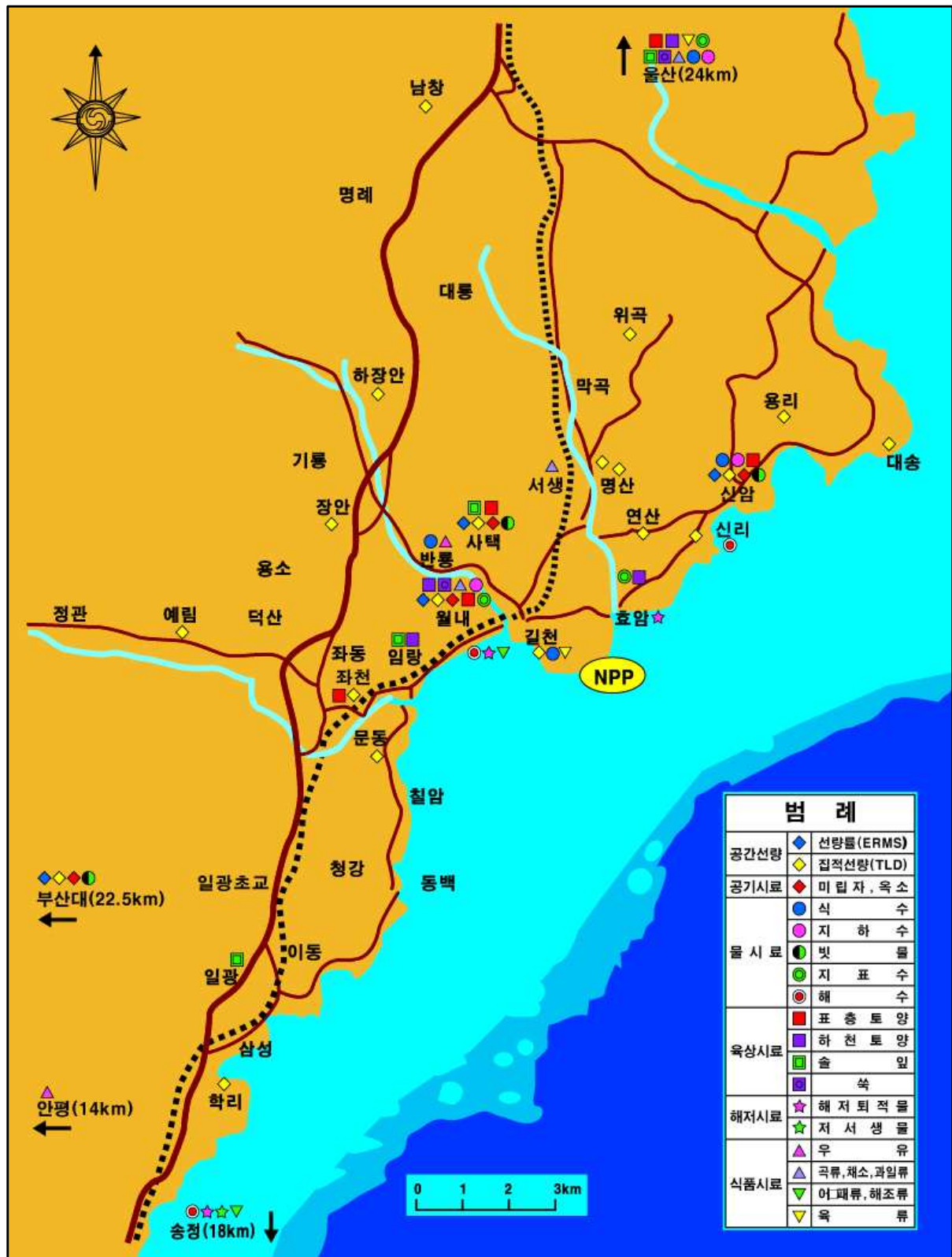


그림 7.1-3 고리부지 외부 환경방사선 조사지점

7.2 운영중 환경감시

7.2 절 간지

Ⅷ. 환경감시계획

간지 뒷면

7.2 운영중 환경감시

원자력발전소가 운영된 후의 환경조사도 원자력안전위원회 고시 제2014-12호(원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정)에 따라 조사하여 발전소의 운영으로 인한 방사능영향을 평가하고 운영 이전의 예측수준과 비교하게 된다.

특히, 방사선량과 방출물 확산 등에 관한 환경요소의 연속기록을 제공하는 계속감시계획은 조사결과에 근거하여 최적의 효율성으로 자료를 수집할 수 있도록 설계될 것이며, 더불어 긴급 시 또는 예기치 못한 비상사태에 대응할 수 있는 유연성도 갖출 것이다.

운영 중 감시계획은 운영 전 단계에서 작성되었던 감시계획과 비교하여 운영 중 단계에서 방사선학적 및 비방사선학적 오염물질 감시를 평가하고 개선할 수 있어야 한다. 즉, 오염물질의 누출에 관여하는 매개변수들을 평가하여 중요한 누출경로 및 중요 방사성 물질(핵종)을 파악할 수 있어야 하며, 운영으로 인한 방사선/능 준위를 결정하고, 일반인에 대한 연간 유효선량과 비교평가 할 수 있어야 한다.

원자력발전소 운영 중 환경방사능 감시계획은 운영 전 환경감시계획과 연계하여 수행할 수 있으며 조사결과와 분석, 평가결과에 따라 미비점이 발견되면 수정, 보완이 예상된다. 운영중 조사시료별 감시핵종, 채취시기 및 조사지점수는 표 7.2-1에 정리하였다.

VIII. 환경감시계획

표 7.2-1 운영중 환경감시 조사시료별 감시핵종, 채취시기 및 조사지점수

조 사 항 목			주 기		조사지점수 (시료수)
구 분	환경매체		채취빈도	분석빈도	
방사선	환경방사선	공간감마선량률(ERMS)	연 속	월 1회	16
		집적선량(TLD)	연 속	분기 1회	41(164)
육 상 시 료	공 기	분진	연 속	주 1회	10(520)
		입자,가스		주 1회	10(520)
		분진		월 1회 ¹⁾	10(120)
		CO ₂		월 1회	-
		수분		월 2회	-
	식 수		분기 1회	분기 1회	4(16)
	지 하 수		분기 1회	분기 1회	3(12)
	지 표 수		월 1회	월 1회	4(48)
	빗 물		월 1회	월 1회	5(60)
	하천토양		분기 1회	분기 1회	5(20)
	표층토양	γ동위원소	년 2회	년 2회	5(10)
		⁹⁰ Sr			2(4)
	우 유	γ동위원소(¹³¹ I 포함)	월 1회	월 1회	2(24)
		⁹⁰ Sr	월 1회	분기1회	2(8)
		¹⁴ C, ³ H	월 1회	분기 1회	-
	농 산 물	γ동위원소	수확기	년 1~2회	11(14)
		⁹⁰ Sr			6(8)
		¹⁴ C, ³ H			-
	지표생물	γ동위원소(¹³¹ I 포함)	년 2회	년 2회	7(14)
		⁹⁰ Sr			2(4)
	육 류	γ동위원소	년 2회	년 2회	2(4)
		¹⁴ C, ³ H			-
해 상 시 료	해 수	전β	주 1회 ²⁾	월 1회	11(132)
		³ H			13(156)
		γ동위원소		분기1회 ²⁾	13(52)
		⁹⁰ Sr			3(12)
	해저퇴적물	γ동위원소	년 2회	년 2회	11(22)
		⁹⁰ Sr			3(6)
	어·패류	γ동위원소(¹³¹ I 포함)	년 2회	년 2회	12(24)
		⁹⁰ Sr			6(12)
	저서생물		년 2회	년 2회	7(14)
	해 조 류	γ동위원소(¹³¹ I 포함)	년 2회	년 2회	8(16)
		⁹⁰ Sr			3(6)

주 : 1) 공기미립자의 월간 분석시료는 주단위로 채취한 시료를 혼합하여 제조

2) 해수의 채취주기는 배수구는 주간채취 그 밖의 지역은 월간채취 수행하고 분기 분석시료는 월단위로 채취한 시료를 혼합하여 제조

종합평가

VIII

8.1 개 요

8.2 사례별 평가 내용

8.3 평가결과

8장 간지

간지 뒷면



제 8 장 종합평가

8.1 개 요

신고리 3,4호기는 1,400 MWe급 2기의 신형경수로형 원자력발전소로, 정부의 전력수급기본계획에 따라 2015년 7월 31일과 2016년 5월 51일을 각각의 준공목표로 건설중이다.

발전소 부지는 울산광역시 울주군 서생면 신암리에 소재하며, 기존의 고리원자력발전소 부지 북동쪽에 위치한다. 신고리 3,4호기는 기존의 원자력발전소들에 비해 발전용량은 물론 안전성을 더욱 향상시킨 신형 원자력발전소이다.

신고리 3,4호기 건설에 따른 방사선환경영향에 대해 원자력법에서 정하는 관련 고시 및 지침에 따라 건설, 가동 및 사고로 인한 영향을 각각 세분하여 구체적인 평가를 실시하였다.

8.2 사례별 평가 내용

가. 건설로 인한 영향

피폭경로	<ul style="list-style-type: none"> ○ 방사능운에 의한 외부피폭 ○ 지표면침적에 의한 외부피폭 ○ 호흡에 의한 내부피폭 ○ 발전소로부터의 직접피폭
평가모델	○ TEDII-60
적용기준	○ 원자력안전법 시행령 제2조 4호, 일반인에 대한 선량한도(1 mSv/yr)

나. 운영으로 인한 영향

피폭경로	<ul style="list-style-type: none"> ○ 액체방류물에 의한 피폭 <ul style="list-style-type: none"> - 해변 및 해상활동으로 인한 외부피폭 - 해산물 섭취로 인한 내부피폭 ○ 기체방출물 <ul style="list-style-type: none"> - 방사능운에 의한 외부피폭 - 지표면 침적에 의한 외부피폭 - 호흡에 의한 내부피폭 - 오염음식물 섭취로 인한 내부피폭
평가모델	○ TEDII-60
적용기준	○ 원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준”

VIII. 종합평가

다. 사고로 인한 영향

가 정	○ 대상 사고유형 : ESRP, NUREG-0555 사고유형 ○ 선량 평가시 적용가정 : ESRP, NUREG-0555 가정사항
평가모델	○ POSTDBA
적용기준	○ 원자력안전위원회 고시 “제2014-10호, 원자로시설의 위치에 관한 기술 기준”에 규정된 전신 250 mSv, 갑상선 3,000 mSv

8.3 평가결과

가. 건설로 인한 영향

신고리 3,4호기 건설기간동안 건설작업자가 기존에 운영 중인 발전소로부터 받게 되는 연간 피폭선량은 0.0512 mSv/yr로 산정되었다. 이는 원자력안전법 시행령 제2조 4호에서 정하는 일반인에 대한 유효선량한도인 1 mSv/yr의 5.12% 정도이다.

나. 운영으로 인한 영향

1) 단일호기 가동시 피폭선량

신고리 3,4호기 운영 중 개인피폭선량을 평가한 결과, 원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”에서 정하는 기준치의 8.56~69.3%이내 인 것으로 평가되었다.

2) 다수호기 가동시 피폭선량

신고리 3,4호기와 기존의 고리 1~4호기 및 신고리 1,2호기가 동시 가동하는 조건하에서 시설주변의 개인이 받게 되는 연간 총 피폭선량은 원자력안전위원회 고시 “제2014-34호, 방사선방호 등에 관한 기준, 2014.”에서 정하는 기준치의 53.3~68.0% 이내 인 것으로 평가되었다.

다. 사고로 인한 영향

미국 원자력규제위원회에서 정하는 각각의 사고유형에 대해 사고 발생후 2시간 동안 제한구역경계와 사고 발생후 30일 동안 저인구지대에서의 개인 유효선량 및 갑상선 등가선량과 부지반경 80 km내 주민집단유효선량을 평가한 결과, 방사성물질 누출사고시 제

한구역경계에서의 선량에 관한 준용고시인 원자력안전위원회 고시 “제2014-10호, 원자로 시설의 위치에 관한 기술기준”에 규정된 전신 250 mSv, 갑상선 3,000 mSv 보다 훨씬 작은 것으로 평가되었다.

다. 평가결과 종합

신고리 3,4호기에서 발생할 수 있는 방사성물질은 소내에 설치되는 각종 방사성폐기물처리계통에 의해 처리되고, 방사선/능 감시계통에 의해 지속적으로 감시될 것이다.

신고리 3,4호기 건설에 따른 방사선환경영향에 대해 원자력법에서 정하는 관련 고시 및 지침에 따라 평가한 결과, 건설 및 가동기간은 물론 사고시에도 규제기준을 만족할 수 있을 것으로 평가되었다.

기 타

IX

9.1 평가서 작성기간

9.2 평가서 작성 분야별 참여자

9장 간지

간지 뒷면



제 9 장 기 타

9.1 평가서 작성기간

2010년 5월 ~ 2011년 5월(13개월)

9.2 평가서 작성 분야별 참여자

가. 사업자 : 한국수력원자력(주) 건설기술처 입지관리팀

성 명	직 위	참 여 분 야
박 종 기	팀 장	방사선환경영향평가 총괄
원 홍 대	부 장	방사선환경영향평가 사업관리
이 용 선	차 장	업무총괄
김 준 술	과 장	평가서 검토

나. 방사선환경영향평가서 작성대행자 : 한국전력기술(주)

성 명	직 위	기술등급	참 여 분 야
박 문 백	상 무	기 술 사	용역사업책임자
조 기 창	처 장	기 술 사	기술책임자
박 병 원	상 무	기 술 사	토지이용
이 희 선	차 장	특급기술자	환경분야책임자
박 성 우	차 장	특급기술자	토지이용
이 추 옥	부 장	특급기술자	원자력분야책임자
정 찬 영	부 장	기 술 사	선량평가
이 여 중	부 장	기 술 사	대기확산
남 기 문	차 장	특급기술자	환경감시계획 및 환경방사선/능
주 병 찬	차 장	기 술 사	수문확산분야책임자
이 성 면	차 장	기 술 사	지하수유동
박 선 정	사 원	중급기술자	지표수/지하수현황
류 준 용	과 장	중급기술자	해양확산
진 윤 하	대 리	고급기술자	기 상
이 유 진	대 리	중급기술자	기 타

다. 기술자문

소 속	성 명	직 위	전 공	참여분야
(주)지오시스템 리서치	김홍선	대표이사/기술사	해양학	해황 및 해양확산평가
	남수용	이사/이학박사	해양학	
	엄호식	부장/공학석사	토목공학	

참고문헌

X

10장 간지

간지 뒷면



제 10 장 참고문헌

- 지식경제부, 2010, 제5차 전력수급기본계획
- 한국전력공사, 2010, 전력통계속보
- 지식경제부, 2009, 원자력발전백서
- 국토해양부, 2009, 토지정보시스템 데이터베이스
- 울주군, 2008, 울주군 2030 중장기 발전계획
- 기장군, 2008, 기장군 2020 장기발전계획
- 국립축산과학원, 2009, 지역별 방목기간
- 농림수산물식품부, 2010, 농림업 주요통계
- 축산사이버컨설팅, 2009, 도축검사 실적
- 낙농진흥회, 2010, 원유생산통계
- 통계청, 2010, 통계포털
- 농림수산물식품부, 2008, 어항시설현황
- 울산광역시, 2010, 통계연보
- 부산광역시, 2010, 통계연보
- 대구광역시, 2010, 통계연보
- 의령군, 2010, 통계연보
- 창원시, 2010, 통계연보
- 마산시, 2010, 통계연보
- 진해시, 2010, 통계연보
- 거제시, 2010, 통계연보
- 함안군, 2010, 통계연보
- 창녕군, 2010, 통계연보
- 양산시, 2010, 통계연보
- 밀양시, 2010, 통계연보
- 김해시, 2010, 통계연보
- 경주시, 2010, 통계연보
- 포항시, 2010, 통계연보
- 경산시, 2010, 통계연보

X. 참고문헌

- 청도군, 2010, 통계연보
- 울주군, 2010, 통계연보
- 기장군, 2010, 통계연보
- 문화관광부, 2010, 관광객 방문객 통계
- 어업생산통계 시스템
- 수협협동조합중앙회, 2010, 수산물계통판매고 통계연보
- 한국수력원자력(주), 2006, 원전주변 주민의 음식물 섭취량 평가
- 미국 규제지침서 1.109 자료와 고리주변 환경종합평가 및 관련 모델 개발, 환경특성조사, KAERI/NSC-397/89
- 한국어촌어항협회, 2009, 국가어항개발현황
- 기상청, 1991~2009, 기상연보
- 국가재난정보센터, 2009, 전국 시·군·구 저수지현황
- 공업수문학, 2001, 윤용남
- 하천일람, 2009, 국토해양부
- 신고리 3,4호기 Radiation Design Guide, Table C.1-3, Rev. 1, 3/26/2008.
- 신고리 3,4호기 Radiation Design Guide, Rev. 1, 3/26/2008.
- 한국수력원자력(주), 2006, 원전주변 주민의 음식물 평가(최종보고서)
- 한국에너지연구소, 고리주변환경 종합평가 및 관련모델 개발, KAERI/NSC-397/89, 1989

부 록

부록 1. 요약 문

부록 2. 용어해설

부록 3. 부록그림

부록 간지

간지 뒷면



부록 1. 요약문

부록 1 간지

간지 뒷면



부 록 1. 요약문

1. 건설계획의 개요

본 사업은 신고리원자력 발전소 3,4호기를 건설하는 사업으로 주요 사업내용은 다음과 같다.

- 사업지역의 소재지 : 울산광역시 울주군 서생면 신암리
(신고리원자력발전소 부지내)
- 사업내역 : 1,400 MWe 원자력 발전소 2기 및 부속설비 건설
- 사업기간 : 본관 기초굴착 착수 기준
 - 신고리 3호기 : 2008. 4 ~ 2015. 7
 - 신고리 4호기 : 2008. 4 ~ 2016. 5
- 총공사비 : 3조 9,467억원(기본계획 공사비 기준)
- 건설인력 : 약 528만명
- 예상가동 수명 : 약 60년

2. 건설로 인한 영향

가. 적용기준 : 원자력안전법 시행령 제2조 4호, 일반인에 대한 선량한도(1 mSv/yr)

나. 평가기준

- 대상피폭경로
 - 방사능운에 의한 외부피폭
 - 지표면침적에 의한 외부피폭
 - 호흡에 의한 내부피폭
 - 발전소로부터의 직접피폭
- 사용 전산프로그램 : TEDII-60

다. 평가결과

- 신고리 3,4호기 건설기간동안 각 건설작업자가 운영중인 고리 1~4호기 및 신

고리 1~3호기로부터 연간 받는 선량(최대 0.0512 mSv/yr)은 일반인에 대한 선량한도(1 mSv/yr)의 5.12% 정도임

- 따라서, 신고리 3,4호기 건설시 건설작업자가 인접한 지역에서 운영중인 고리 1~4호기 및 신고리 1~3호기로부터 받는 방사능 영향은 문제되지 않을 것으로 평가됨

3. 운영으로 인한 영향

가. 평가모델 : TEDII-60

나. 평가기준 : 원자력안전위원회 고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)
제16조, 환경상의 위해방지를 위한 기준

다. 피폭경로

- 기체방출물
 - 방사능운에 의한 외부피폭
 - 지표면 침적에 의한 외부피폭
 - 호흡에 의한 내부피폭
 - 오염음식물 섭취로 인한 내부피폭
- 액체방류물에 의한 피폭
 - 해변 및 해상활동으로 인한 외부피폭
 - 해산물 섭취로 인한 내부피폭

라. 평가결과

- 개인피폭선량의 요약
 - 기체방출물에 의한 피폭 : 기준치의 32.4% ~ 69.3%
 - 액체방류물에 의한 피폭 : 기준치의 8.56% ~ 28.4%

□ 개인피폭선량 계산결과와 기준치와의 비교

구 분	계산결과	기준치	비율(%)
기체방출물에 의한 선량			
감마선에 의한 공기의 흡수선량[mGy/yr]	3.34E-02	0.1	33.4
베타선에 의한 공기의 흡수선량[mGy/yr]	1.21E-01	0.2	60.5
외부피폭에 의한 유효선량[mSv/yr]	1.62E-02	0.05	32.4
외부피폭에 의한 피부등가선량[mSv/yr]	7.49E-02	0.15	49.9
입자상 방사성물질, ^3H , ^{14}C 및 방사성옥소에 의한 인체 장기 등가선량 ¹⁾ [mSv/yr]	1.04E-01	0.15	69.3
액체방류물에 의한 선량			
유효선량[mSv/yr] ²⁾	2.57E-03	0.03	8.56
인체 장기 등가선량[mSv/yr] ³⁾	2.84E-02	0.1	28.4

○ 다수호기에 의한 개인피폭선량의 요약 : 기준치의 53.3% ~ 68.0%

□ 다수호기 가동시 개인 피폭선량 계산결과와 기준치와의 비교

장 기	최대 등가선량(mSv/yr) ¹⁾			기준치 (mSv/yr)	비 율 (%)
	기체방출물	액체방류물	계		
유효선량	1.66E-1	4.40E-3	1.70E-1	0.25	68.0
갑상선등가선량	3.46E-1	5.36E-2	4.00E-1	0.75	53.3

○ 대중집단선량의 요약

- 대중집단선량은 기체방출물의 경우 142 person-mSv/yr, 갑상선등가선량이 149 person-mSv/yr이며, 액체방류물의 경우 유효선량은 0.94 person-mSv/yr, 갑상선등가선량은 2.83 person-mSv/yr이다.
- 신고리원자력발전소 부지주변에서 자연방사능에 의한 평균 유효선량은 약 1.3 mSv/yr로서 80 km내 전체 주민 (2023년 예상치 : 6.405×10^6 명)이 받는 집단유효선량은 8.327×10^6 person-mSv/yr로 발전소 운영으로 인한 선량보

다는 훨씬 큰 값이다.

- 결론적으로 고리원자력발전소 부지 인근에 신고리 3,4호기가 가동 되더라도 방사능에 의한 영향은 문제가 되지 않을 것으로 판단된다.

4. 사고로 인한 영향

가. 평가모델

- 대상사고유형 : ESRP, NUREG-0555
- 선량 평가시 적용가정 : ESRP, NUREG-0555
- 사용 전산프로그램 : POSTDBA

나. 평가기준

- 적용근거 : ESRP, NUREG-0555
- 적용기준 : 원자력안전위원회 고시 제2014-10호(원자로시설의 위치에 관한 기술기준)에 규정된 전신 250 mSv, 갑상선 3,000 mSv

다. 평가결과

- 사고유형별 개인유효선량은 원자력안전위원회 고시 제2014-10호(원자로시설의 위치에 관한 기술기준)에 규정된 전신 250 mSv, 갑상선 3,000 mSv보다 훨씬 작은 것으로 평가되었다. 그리고 주민집단유효선량에 대해서도 규정된 제한치가 없으므로 자연방사능에 의한 집단선량과 비교하였다.
- 신고리 3,4호기 예정부지 주변의 자연방사능에 의한 연간 평균 유효선량이 1.3 mSv으로 측정되었기 때문에 발전소 부지반경 80 km이내의 총 주민(2023년 예상치 : 6.405×10^6 명)이 받는 주민집단 유효선량은 8.327×10^6 person-mSv/yr로 계산되었다.
- 그러므로 사고유형별로 계산된 주민집단유효선량은 자연방사능에 의한 주민집단선량보다 작은 값을 알 수 있다.
- 즉, 신고리 3,4호기 사고시 방출된 방사성물질로 인한 주변주민의 방사능에 의한 영향은 무시할 만한 정도임을 알 수 있다.

□ 사고유형별 EAB 및 LPZ에서의 개인선량

사 고 유 형	EAB에서의 개인선량(mSv)		LPZ에서의 개인선량(mSv)	
	전신	갑상선	전신	갑상선
3.0 방사성폐기물계통 누출사고				
3.1 기체폐기물 저장탱크의 누출이나 오작동	5.82E-02	6.86E-05	2.84E-03	3.35E-06
3.2 액체폐기물 저장탱크의 누출이나 오작동	2.63E-04	2.08E-01	1.30E-05	1.03E-02
3.3 기체폐기물 저장탱크의 파손	2.33E-01	2.74E-04	1.14E-02	1.34E-05
3.4 액체폐기물 저장탱크의 파손	1.05E-03	8.33E-01	5.21E-05	4.13E-02
5.0 1차 및 2차계통으로의 핵분열생성물 누출사고				
5.1 과다 핵연료 파손	2.05E-05	1.01E-05	5.12E-06	9.45E-06
5.2 증기발생기 튜브 파손	7.24E-02	6.83E-01	7.43E-03	7.00E-02
6.0 핵연료 재장전 사고				
6.1 핵연료집합체 추락	9.35E-05	1.15E-04	1.08E-04	9.85E-05
6.2 노심내 중하물 추락	2.03E-03	2.18E-03	2.32E-03	1.87E-03
7.0 사용후연료 취급사고				
7.1 사용후연료집합체 추락	7.51E-04	9.20E-03	1.69E-04	2.00E-03
7.2 중하물 추락	5.43E-04	1.87E-02	1.22E-04	4.06E-03
7.3 사용후연료용기 추락	1.82E-05	9.55E-02	4.10E-06	2.07E-02
8.0 설계기준안전성평가지 고려된 사고				
8.1 소형 냉각재상실	1.01E-03	2.64E-01	4.69E-04	8.09E-02
8.2 대형 냉각재상실	6.39E-01	1.28E+02	2.87E-01	2.88E+02
8.3 제어봉 이탈	1.64E-01	1.91E+01	8.36E-02	3.37E+01
8.4 대형 주증기관 파단	1.13E-04	4.05E-02	4.91E-05	2.95E-02

□ 사고유형별 사고유형별 부지주변 80km이내의 주민집단 유효선량

사 고 유 형	주민집단유효선량 (person-Sv)			
	8시간	24시간	96시간	720시간
3.0 방사성폐기물계통 누출사고				
3.1 기체폐기물 저장탱크의 누출이나 오작동	1.21E-01	1.21E-01	1.21E-01	1.21E-01
3.2 액체폐기물 저장탱크의 누출이나 오작동	1.41E-02	1.41E-02	1.41E-02	1.41E-02
3.3 기체폐기물 저장탱크의 파손	4.83E-01	4.83E-01	4.83E-01	4.83E-01
3.4 액체폐기물 저장탱크의 파손	5.64E-02	5.64E-02	5.64E-02	5.64E-02
5.0 1차 및 2차계통으로의 핵분열생성물 누출사고				
5.1 과다 핵연료 파손	6.78E-05	7.58E-05	7.90E-05	7.90E-05
5.2 증기발생기 튜브 파손	2.08E-01	2.08E-01	2.08E-01	2.08E-01
6.0 핵연료 재장전 사고				
6.1 핵연료집합체 추락	5.09E-04	8.94E-04	1.16E-03	1.16E-03
6.2 노심내 중하물 추락	1.10E-02	1.93E-02	2.50E-02	2.50E-02
7.0 사용후연료 취급사고				
7.1 사용후연료집합체 추락	3.51E-03	3.66E-03	3.66E-03	3.66E-03
7.2 중하물 추락	3.79E-03	3.93E-03	3.93E-03	3.93E-03
7.3 사용후연료용기 추락	9.98E-03	1.02E-02	1.02E-02	1.02E-02
8.0 설계기준안전성평가지 고려된 사고				
8.1 소형 냉각재상실	2.34E-02	2.61E-02	3.30E-02	3.48E-02
8.2 대형 냉각재상실	2.29E+01	3.43E+01	7.50E+01	8.51E+01
8.3 제어봉 이탈	3.81E+00	6.28E+00	1.03E+01	1.13E+01
8.4 대형 주증기관 파단	6.90E-03	9.28E-03	1.10E-02	1.10E-02

5. 환경감시계획

원자력발전소에 대한 환경감시는 운영전 및 운영후 조사로 구분된다.

- 운영전 환경조사는 시간과 지역에 따라 변화하는 환경방사선의 특성과 부지주변의 자연방사능 준위를 밝히는 것이고,
- 운영중 환경조사는 원자력발전소 가동 이후의 주변 환경에 방사성물질의 축적 및 분포현황 등을 파악하는 것으로, 이 세 가지 환경조사 결과를 비교하면 원자력발전소의 안전성을 확신하거나 또는 미비점을 수정·보완하는데 이용

상기와 같은 환경감시는 원자력안전위원회 고시 제2014-12호(원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정) 및 자체계획에 의거 부지주변의 인구분포, 해상조건, 지형, 방위, 기상조건, 대기확산인자 등을 고려하여 계획을 수립한다.

부록 2. 용어해설

부록 2간지

간지 뒷면



부 록 2. 용어해설

1. 건설계획의 개요

- 부지 : 원자력시설이 설치된 구역으로서 울타리 등으로 외부 지역과 관할 경계가 구분된 지역을 말한다. 이 경우 둘 이상의 시·군·구를 관할구역으로 하는 부지의 경우에는 시·군·구별로 별개의 부지로 구분한다.

2. 환경의 현황

2.1 부지현황

- 제한구역 : 원자력시설 또는 기타 방사선원 주위에 허가되지 않은 자의 접근을 막기 위해 설정된 구역
- 관리구역 : 피폭방사선량이 원자력안전위원회에서 정하는 선량한도를 초과하거나, 공기 중 또는 수중의 방사성물질 (공기 또는 수중에 자연적으로 함유되어 있는 방사성물질을 제외함)의 농도가 원자력안전위원회에서 정하는 농도를 초과하거나 방사성물질에 의하여 오염된 물건표면의 방사성물질오염도가 원자력안전위원회에서 정하는 오염도를 초과하거나 초과할 우려가 있는 장소로서 원자력안전위원회에서 정하여 관리하는 장소.

2.2 토지이용

- 도시지역 : 인구와 산업이 밀집되어 있거나 밀집이 예상되어 당해 지역에 대하여 체계적인 개발·정비·관리·보전 등이 필요한 지역
- 관리지역 : 도시지역의 인구와 산업을 수용하기 위하여 도시지역에 준하여 체계적으로 관리하거나 농림업의 진흥, 자연환경 또는 산림의 보전을 위하여 농림지역 또는 자연환경보전지역에 준하여 관리가 필요한 지역
- 농림지역 : 도시지역에 속하지 않으며, 농지법에 의한 농업진흥지역 또는 산지관리법에 의한 보전산지 등으로서 농림업의 진흥과 산림의 보전을 위하여 필요한 지역
- 자연환경보전지역 : 자연환경·수자원·해안·생태계·상수원 및 문화재의 보전과 수산자원의 보호·육성 등을 위하여 필요한 지역

2.3 해양이용

- 국가어항 : 현지어선의 수가 60척 이상이고 그 합계 총톤수가 200톤 이상이며, 외래어선이 연간 100척 이상 이용할 것으로 예상되는 항·포구
- 지방어항 : 현지어선의 수가 20척 이상이고 그 합계 총톤수가 50톤 이상인 항·포구

2.4 기상 및 대기환경

- 대기혼합고 : 지면의 마찰과 불균등한 지면가열로 형성되는 경계층을 혼합층이라 하고 이 층내에서는 열과 혼합량이 고루 혼합되는데 이 높이를 혼합고라 함
- 대기안정도 : 대기에 있어서 연직방향의 운동이 일어나기 쉬운 정도를 나타내며 대기의 확산정도를 평가하는데 중요한 요소
- 기단 : 수평 방향으로 기온·습도 등의 대기 상태가 거의 같은 성질을 가진 공기 덩어리
- 상대습도 : 현재 공기 속에 있는 수증기의 양과 그 온도에서의 포화수증기의 양과의 비
- 해륙풍 : 해안가에서 낮과 밤에 따라 풍향이 바뀌는 바람으로 국지바람의 일종

2.5 수문 및 수문환경

- 대수층 : 우물(well) 또는 샘(spring)에 상당량의 물을 공급할 수 있는 지하수로 차있는 지층.
- 시추공 : 회전식 드릴링 기계로 굴착한 원통모양의 보링공으로서 부지 조사 및 시험시 시추하며, 처분장 안에 폐기물을 정치시킬 때도 사용됨.
- 수리 전도도 : 공극 매체 안에 있는 어떤 유체의 점성 흐름을 나타내기 위한 추진력(driving force: dh/dl)에 대한 유속(v)의 비. 이것은 Darcy 의 법칙($v = -K(dh/dl)$)에서 비례상수 K 로 불리며, 공극 매체 및 유체에 대한 함수임. 주요 매체들의 수리 전도도는 처분장 선정에 있어서 주요 고려사항임.
- 투수성 : 다공성 매질이 유체를 통과시킬 수 있는 능력. 투수성(k)은 단지 그 매질에 대한 함수이며 L^2 의 차원을 가짐. 어떤 다공성 매질의 투수성(k)과 수리전도도(K)는 다음과 같은 관계가 있음.

$$K = k \rho g / \mu$$

여기서, 유체의 밀도 ρ 및 동점성 계수 μ 는 유체의 함수이며,
 g 는 중력가속도를 말함.

- 투수율 : 물을 투과 시킬 수 있는 능력

2.6 해황 및 해양확산

- 확산 : 물질이나 에너지가 매질의 운동 없이 분자운동으로 퍼지는 현상
- 확산계수 : 단위시간당 확산되는 정도를 나타내는 계수
- 확산방정식 : 유체내 물질이나 성질의 확산을 표현한 식
- 확산속도 : 유체내 물질이나 성질이 섞이거나 전달되는 속도
- 반일주조 : 하루에 두 번 고조와 저조가 일어나는 조석, 대략 반일정도의 주기를 가지며, 대표적인 것으로는 태음반일 주조와 태양반일 주조가 있음
- 수준면 : 압력 경도력이 더해지지 않은 수평면
- 검조소 : 조석을 관측하는 곳, 해안 부근의 적당한 곳에 집을 짓고 그 속에 우물을 파서 외해와 도수관으로 연결한 후 우물의 수면 위에 부유식의 검조기를 설치하여 연중 해수면의 변화를 관측하여 기록함
- 조석 : 달, 태양 등의 전체의 인력작용으로 해수면이 1일 2회 주기적으로 오르내리는 현상
- 분조 : 조석을 기조력과 동일한 진동수를 가진 사인파가 겹친 것이라고 생각할 때의 개개의 성분, 실제로 조석을 계산할 경우에 사용되는 분조의 수는 60개 정도임
- 조위 : 특정지역에서 특정시점의 조석에 의한 해수면의 높이
- 조류 : 조석에 의해 발생하는 해수의 주기적인 수평왕복 운동
- 부유사 : 하천 또는 해안에서 물의 흐름이나 파랑에 의하여 저면으로부터 부상하여 수중에서 이동되는 토사
- 조화상수 : 특정지점에서 여러 분조에 대한 조석 및 조류의 진폭과 위상차
- 잔차류 : 조석현상에 의해 생긴 해수의 평균 흐름

2.7 인 구

- 인구밀도 : 단위 면적당 인구수, 일반적으로 1 km²당 인구수를 표시한 것임

- 법정동 : 공식적인 동의 명칭으로 공식 문서상에 표기되는 동의 명칭

3. 발전소의 현황

- 원자력 : 원자핵 변화의 과정에 있어서 원자핵으로부터 방출되는 모든 종류의 에너지
- 핵물질 : 핵연료물질 및 핵원료물질
- 핵연료물질 : 우라늄·토륨등 원자력을 발생할 수 있는 물질
- 핵원료물질 : 우라늄광·토륨광 기타 핵연료물질의 원료가 되는 물질
- 원자로 : 핵연료물질을 연료로 사용하는 장치를 말한다.
- 관계시설 : 원자로의 안전에 관계되는 시설
- 방사선관리구역 : 외부의 방사선량을, 공기중의 방사성물질의 농도 또는 방사성물질에 의하여 오염된 물질의 표면의 오염도가 과학기술부령이 정하는 값을 초과할 우려가 있는 곳으로서 방사선의 안전관리를 위하여 사람의 출입을 관리하고 출입자에 대하여 방사선의 장해를 방지하기 위한 조치가 필요한 구역을 말한다.

4. 건설로 인한 영향

- 피폭 : 방사선원에 의한 사람 또는 물질의 조사로서 전리방사선에 의한 사람의 피폭은 다음과 같음.
 - 인체 외부의 선원에 의한 조사: 체외피폭.
 - 인체 내부의 선원에 의한 조사: 체내피폭.
 - 작업상 피폭이란 작업자가 작업기간 중에 받는 피폭을 말함.
- 외부피폭 : 사람의 신체 외부에 있는 방사선원으로부터 방출된 방사선에 의한 피폭을 말한다.
- 내부피폭 : 사람의 신체 내부에 유입되어 체내에 존재하는 방사성핵종으로부터 방출되는 방사선에 의한 피폭을 말한다.
- 피폭방사선량 : 사람의 신체의 외부 또는 내부에 피폭하는 방사선량을 말한다. 다만, 진료를 위하여 피폭하는 방사선량과 인위적으로 증가시키지 아니하는 자연방사선량을 제외한다.
- 등가선량 : 인체의 피폭선량을 나타낼 때 흡수선량에 당해 방사선의 방사선가중치를 곱한 양. 등가선량의 단위는 시버트(Sievert, Sv).

- 유효선량 : 방사선에 의한 외부 피폭과 50년간 예탁선량으로 표시되는 내부 피폭의 합으로 정의하며 조직 또는 자기의 평균흡수선량에 방사선 가중계수를 곱한 등가선량에 조직가중계수를 가중하여 합한 값. 또는 인체 내 조직간 선량분포에 따른 위험 정도를 하나의 양으로 나타내기 위하여 각 조직의 등가선량에 해당 조직의 조직가중치를 곱하여 피폭한 모든 조직에 대해 합산한 양. 유효선량의 단위는 시버트(Sievert, Sv).
- 방사선방어의 최적화(ALARA) : ‘As Low As Reasonably Achievable’의 두문자어로서 원자력시설의 설계 및 사용, 기타 관련되는 실제업무에 있어서 피폭이 기술적, 경제적, 사회적으로 고려되는 인자들을 합리적으로 실행할 수 있는 한 가장 낮게 유지되어야 한다는 개념을 말한다.
- 선량한도 : 외부에 피폭하는 방사선량과 내부에 피폭하는 방사선량을 합한 피폭방사선량의 상한값
- 연간섭취한도 : 방사선작업종사자가 1년동안 섭취할 경우 피폭방사선량이 선량한도에 이를 것으로 보이는 방사능의 양
- 유도공기중농도 : 방사선작업종사자가 1년동안 흡입할 경우 방사능 섭취량이 연간섭취한도에 이를 것으로 보이는 공기중의 농도
- 조사선량 : 엑스선 또는 감마 방사선에 의하여 공기 단위 질량당 생성된 전하량을 말한다. 조사선량의 단위로 쿨롱/킬로그램(C/kg) 또는 렌트겐(Roentgen,R)이 사용되며, 1 R은 2.58×10^{-4} C/kg과 같다.
- 흡수선량 : 물질의 단위 질량당 흡수된 방사선의 에너지를 말한다. 흡수선량의 단위로 그레이(Gray, Gy)가 사용되며, 1 Gy는 1 줄/킬로그램(J/kg)이다.
- 등가선량 : 인체의 피폭선량을 나타낼 때 흡수선량에 당해 방사선의 방사선가중치를 곱한 양을 말한다. 등가선량의 단위로 시버트(Sievert,Sv)가 사용된다.
- 유효선량 : 인체내 조직간 선량분포에 따른 위험 정도를 하나의 양으로 나타내기 위하여 각 조직의 등가선량에 해당 조직의 조직가중치를 곱하여 이를 모든 조직에 대해 합산한 양을 말한다. 유효선량의 단위로 시버트가 사용된다.
- 집단선량 : 다수의 사람이 피폭되는 경우에 그 집단의 개인피폭방사선량의 총합을 말한다. 집단선량의 단위로 맨 시버트(Man-Sv)가 사용된다.
- 예탁선량 : 체내에 존재하는 방사성핵종으로 인하여 그 사람이 일정기간 받게되는 내부피폭방사선량을 말한다. 예탁선량은 예탁등가선량이나 예탁유효선량으로 나타

낼 수 있으며, 피폭을 고려하는 기간이 사전 지정되어 있지 아니 할 경우에 일정 기간은 성인에 대해서는 50년, 아동에 대해서는 70년으로 한다.

5. 운영으로 인한 영향

- 체류시간 : 동식물 주변에서 방사성 핵종이 감퇴되어 없어지기 전에 식물과 동물 생성물 및 분비물에 잔존하는 핵종 특성별 잔존기간으로서, 결정그룹에 의해 사용, 접촉, 소모된 물질에 있는 방사성 핵종의 생물학적 반감기를 산정하여 폐기물 관리시설의 안전성을 평가하는 데 사용됨.
- 이동경로모델 : 공기, 지하수, 지표수, 관입식물, 동물 등과 같은 방사성 핵종 이동 가능 벡터들의 상대적 중요성을 결정하는 데 사용되는 수학적 표현.
- 방사선작업종사자 : 원자력이용시설의 운전·이용 또는 보전이나 방사성물질등의 사용·취급·저장·보관·처리·배출·처분·운반 기타 관리 또는 오염제거 등 방사선에 피폭하거나 그 우려가 있는 업무에 종사하는 자를 말한다.
- 확산 : 기체, 액체, 고체 안에 있는 원자 또는 분자가, 해당 원자 또는 분자의 농도가 보다 높은 지역으로부터 낮은 지역으로 이동하는 것

6. 사고로 인한 영향

- 사고 : 발생할 경우 허용한도를 넘는 영향이나 결과를 초래할 수 있는 것으로서, 평가 시 발생확률은 낮으나 발생할 것으로 간주하는 어떤 사건 또는 사건의 연속.
- 척도인자 : 그 값이 알려진 방사성핵종의 농도를 이용하여 직접 측정이 어려운 다른 미지의 핵종의 농도를 유추하는 데 적용할 수 있는 핵종간 존재비 또는 상관계수
- 결정집단(개인) : 안전성평가가 수행될 기간과 환경을 감안하여, 주어진 처분시설 주변에서 방사성폐기물의 누출에 따른 방사선영향이 가장 클 것이라 예상되는 보편적 생활습관과 섭생을 보이는 개인들의 집단(혹은 개인)
- 분산 : 물이나 공기 중에서 이동, 확산, 폐기물의 혼합, 또는 유출(액체 및 기체상태의 누출) 등의 과정을 통해 생기는 결과로, 궁극적으로는 희석되는 것

7. 환경감시계획

- 감시 : 방사선 또는 방사성 물질의 조사선량을 평가하거나 관리할 목적으로 방사

선 또는 방사성 핵종을 측정(지하수, 유출물, 개인 등)하고, 그 측정치를 해석하는 것. 감시에는 지속적 감시와 비지속적 감시가 있음.

- 검출하한치 : 사용한 환경조사 방법으로 측정 가능한 최소한의 방사능농도를 말한다.
- 검출목표치 : 사업자가 검출하한치를 만족하기 위하여 자체적으로 설정하는 검출 목표 방사능 농도를 말한다.
- 최소검출가능농도 : 방사능계측기, 시료량, 회수율, 계측시간 등의 계측조건에 따라 정해지는 검출가능한 최소 방사능 농도를 말한다.

부록 3. 부록그림

부록그림 간지

간지 뒷면

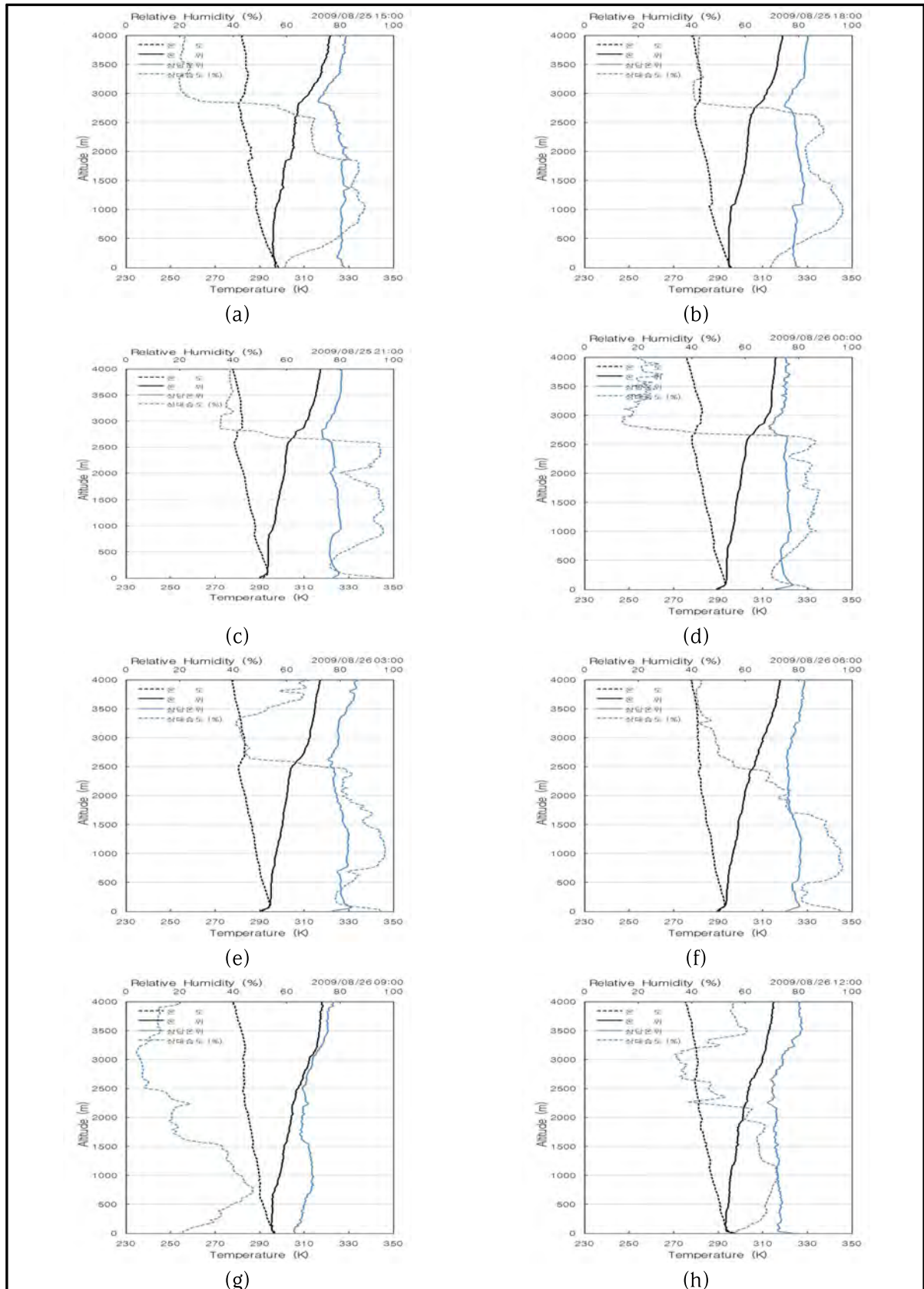
부 록 3. 부록그림

- 부록그림 2.4-1 기온, 습도, 온위, 상당온위의 고도별 분포 (여름철)
- 부록그림 2.4-2 기온, 습도, 온위, 상당온위의 고도별 분포 (가을철)
- 부록그림 2.4-3 기온, 습도, 온위, 상당온위의 고도별 분포 (겨울철)
- 부록그림 2.4-4 기온, 습도, 온위, 상당온위의 고도별 분포 (봄철)
- 부록그림 2.4-5 사업부지의 고도별 바람벡터 (여름철)
- 부록그림 2.4-6 사업부지의 고도별 풍향, 풍속 (여름철)
- 부록그림 2.4-7 사업부지의 고도별 바람벡터 (가을철)
- 부록그림 2.4-8 사업부지의 고도별 풍향, 풍속 (가을철)
- 부록그림 2.4-9 사업부지의 고도별 바람벡터 (겨울철)
- 부록그림 2.4-10 사업부지의 고도별 풍향, 풍속 (겨울철)
- 부록그림 2.4-11 사업부지의 고도별 바람벡터 (봄철)
- 부록그림 2.4-12 사업부지의 고도별 풍향, 풍속 (봄철)
- 부록그림 3.3-1 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 배관 및 계장도
- 부록그림 3.3-2 핵연료취급지역 공기조화계통 배관 및 계장도
- 부록그림 3.4-1 기체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도
- 부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도
- 부록그림 3.4-3 고체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도
- 부록그림 3.4-4 방사선감시계통 배관 및 계장도

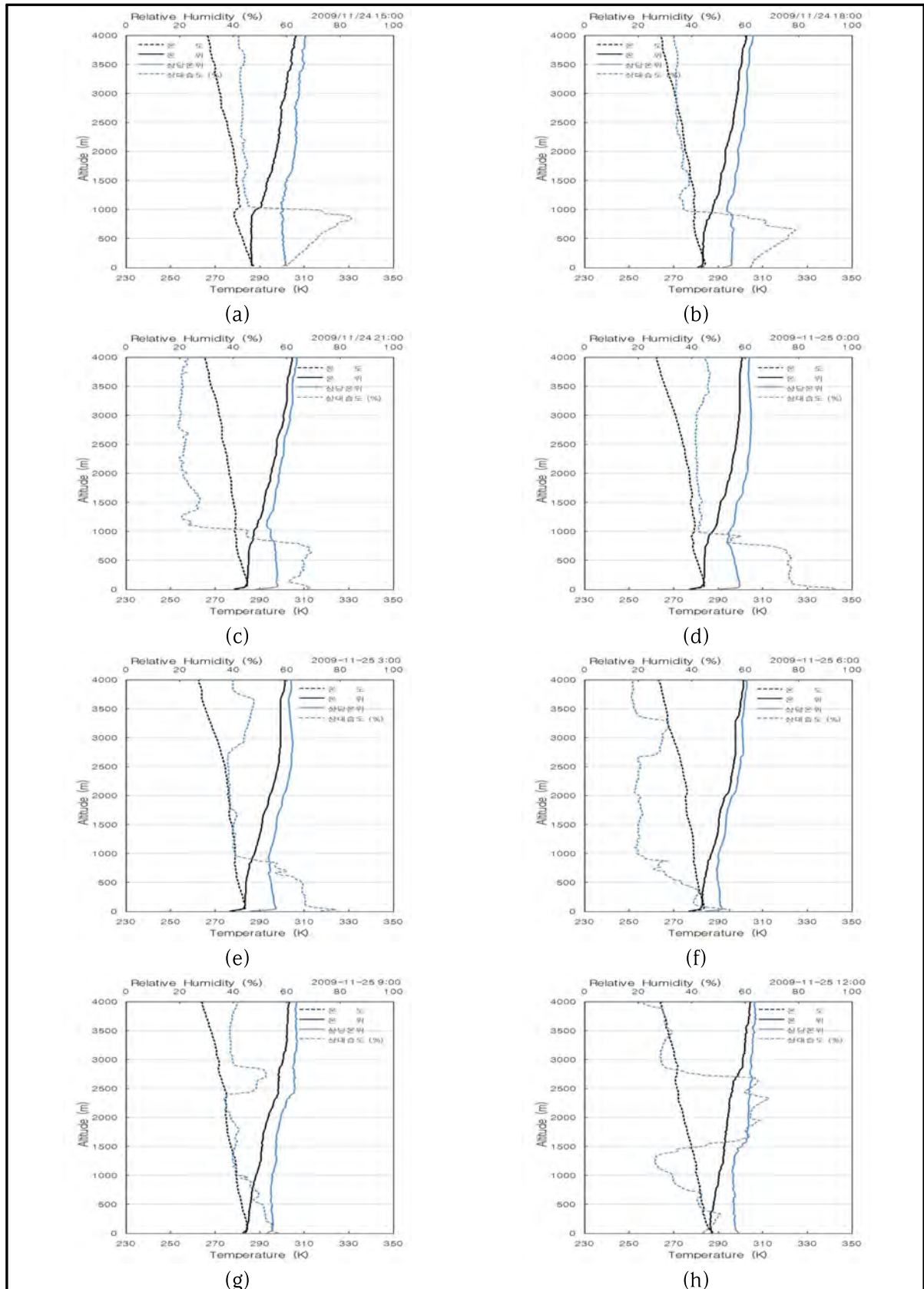
부 록

목차 뒷면

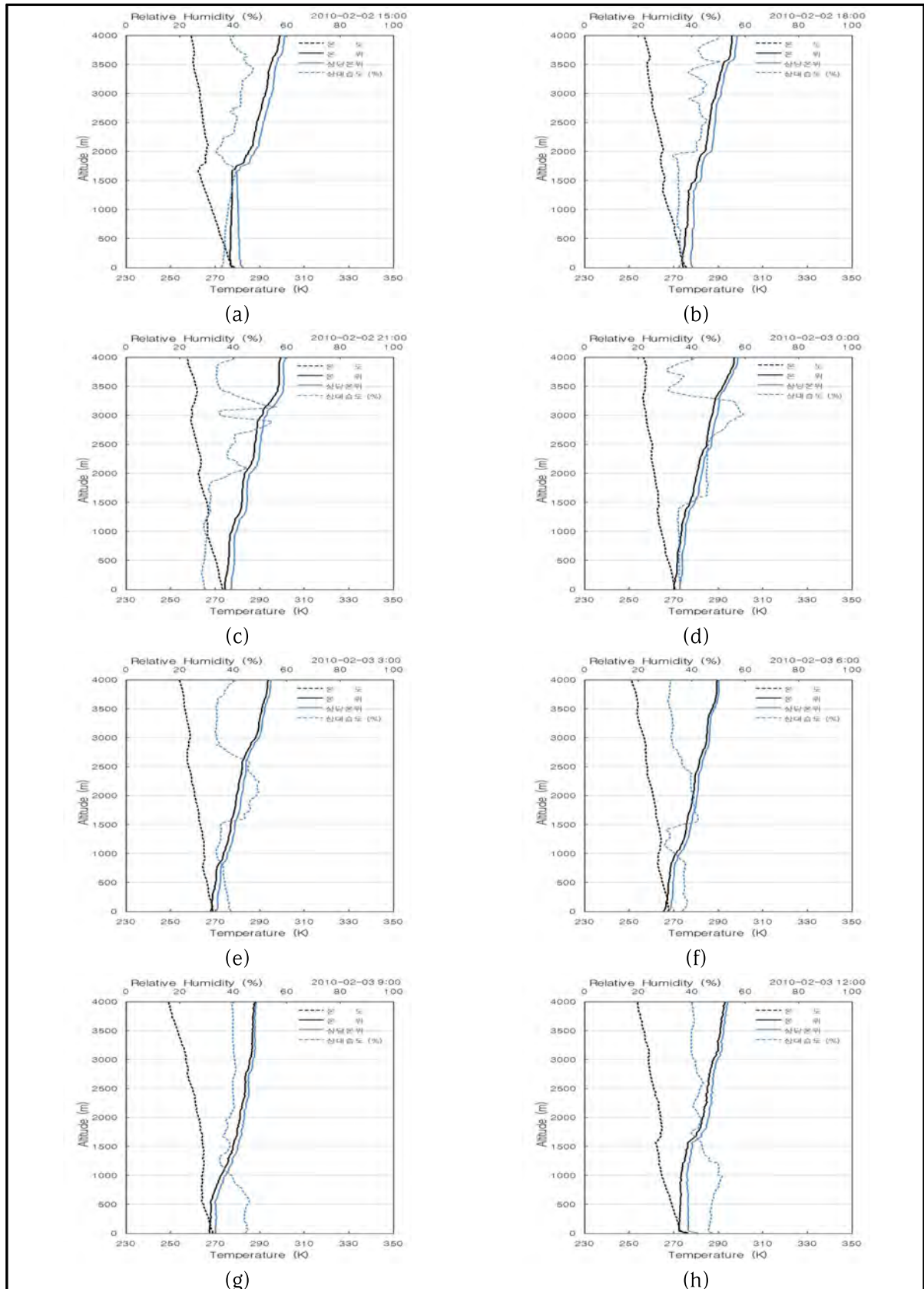




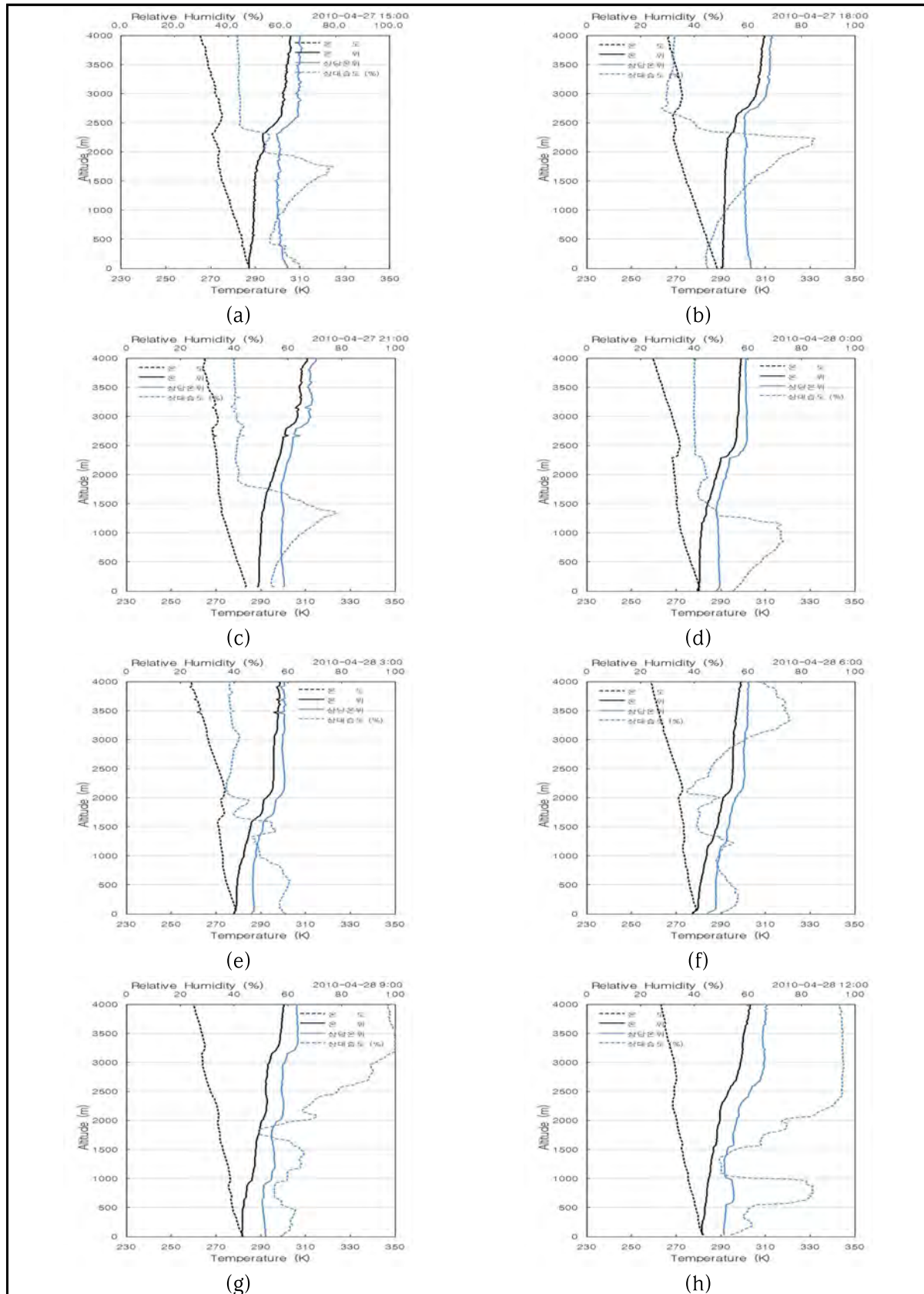
부록그림 2.4-1 기온, 습도, 온위, 상당온위의 고도별 분포 (여름철)



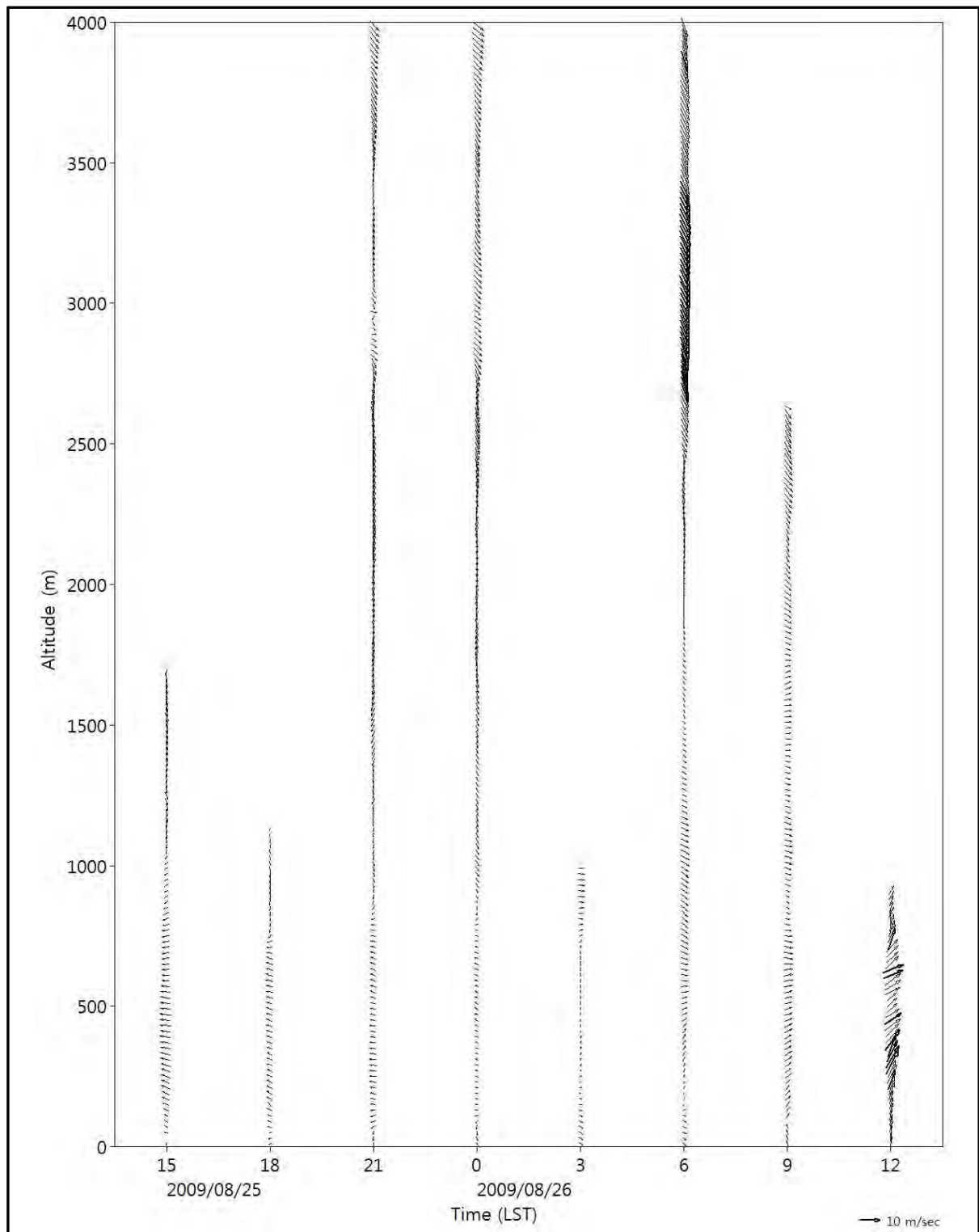
부록그림 2.4-2 기온, 습도, 온위, 상당온위의 고도별 분포 (가을철)



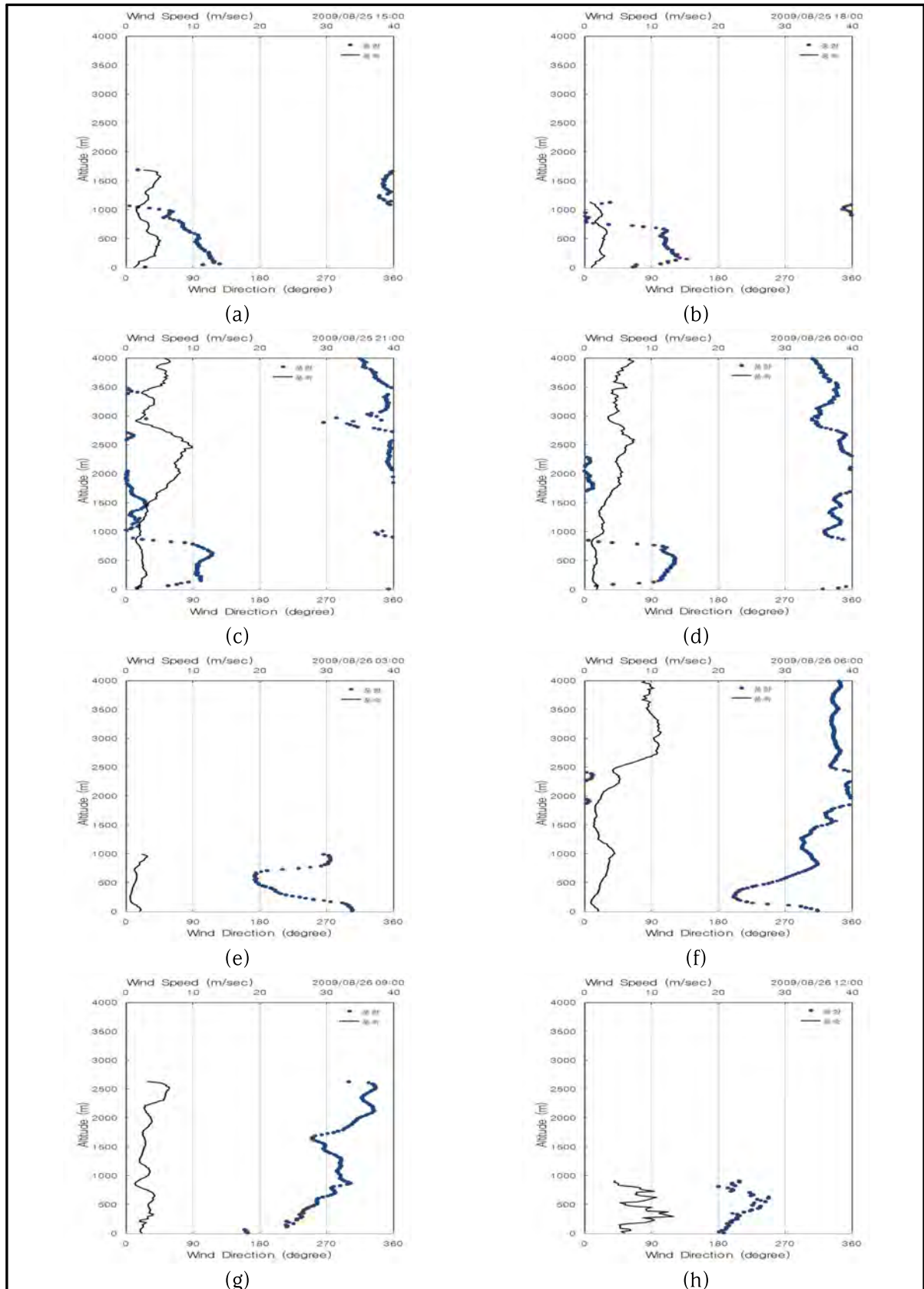
부록그림 2.4-3 기온, 습도, 온위, 상대온위의 고도별 분포 (겨울철)



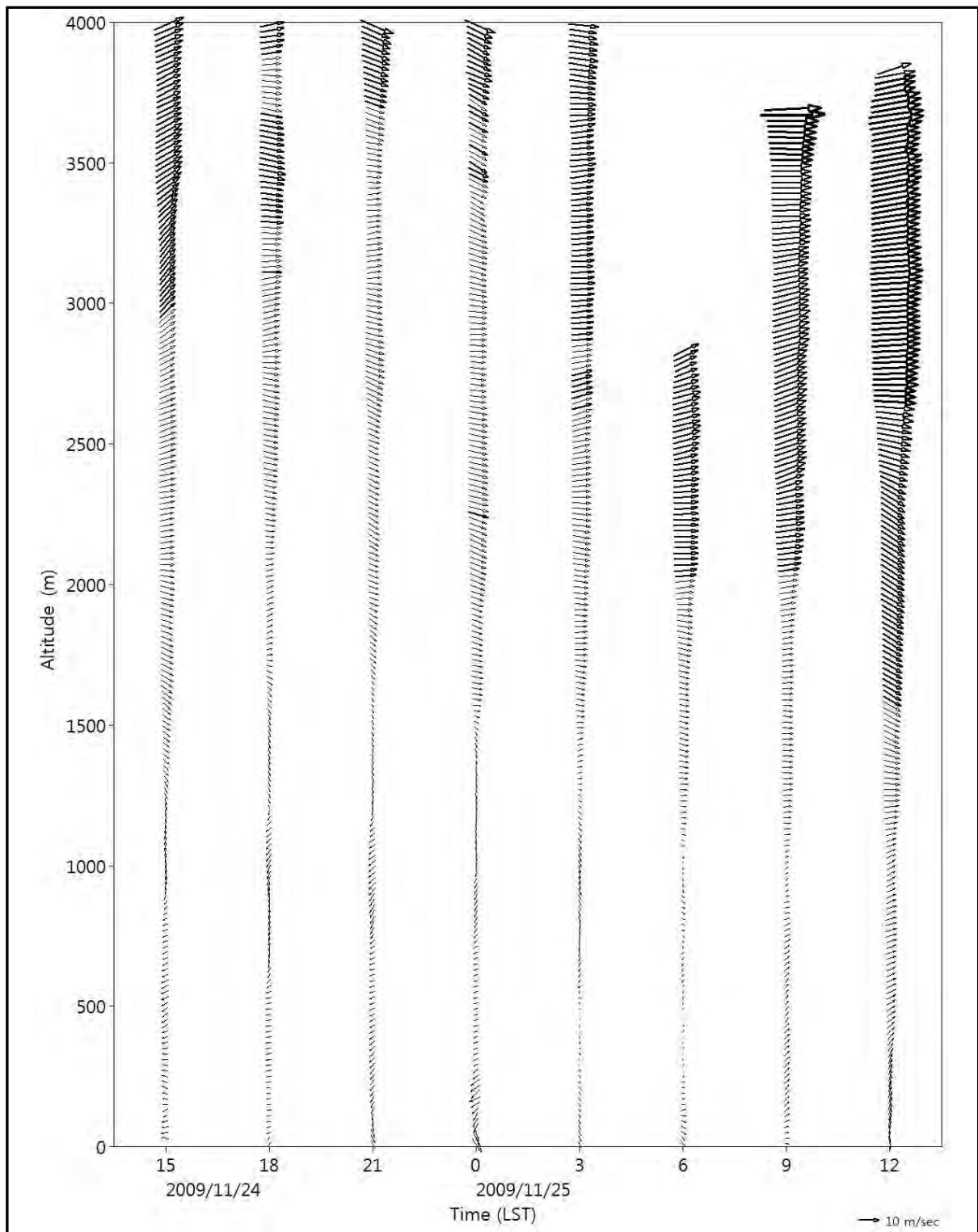
부록그림 2.4-4 기온, 습도, 온위, 상당온위의 고도별 분포 (봄철)



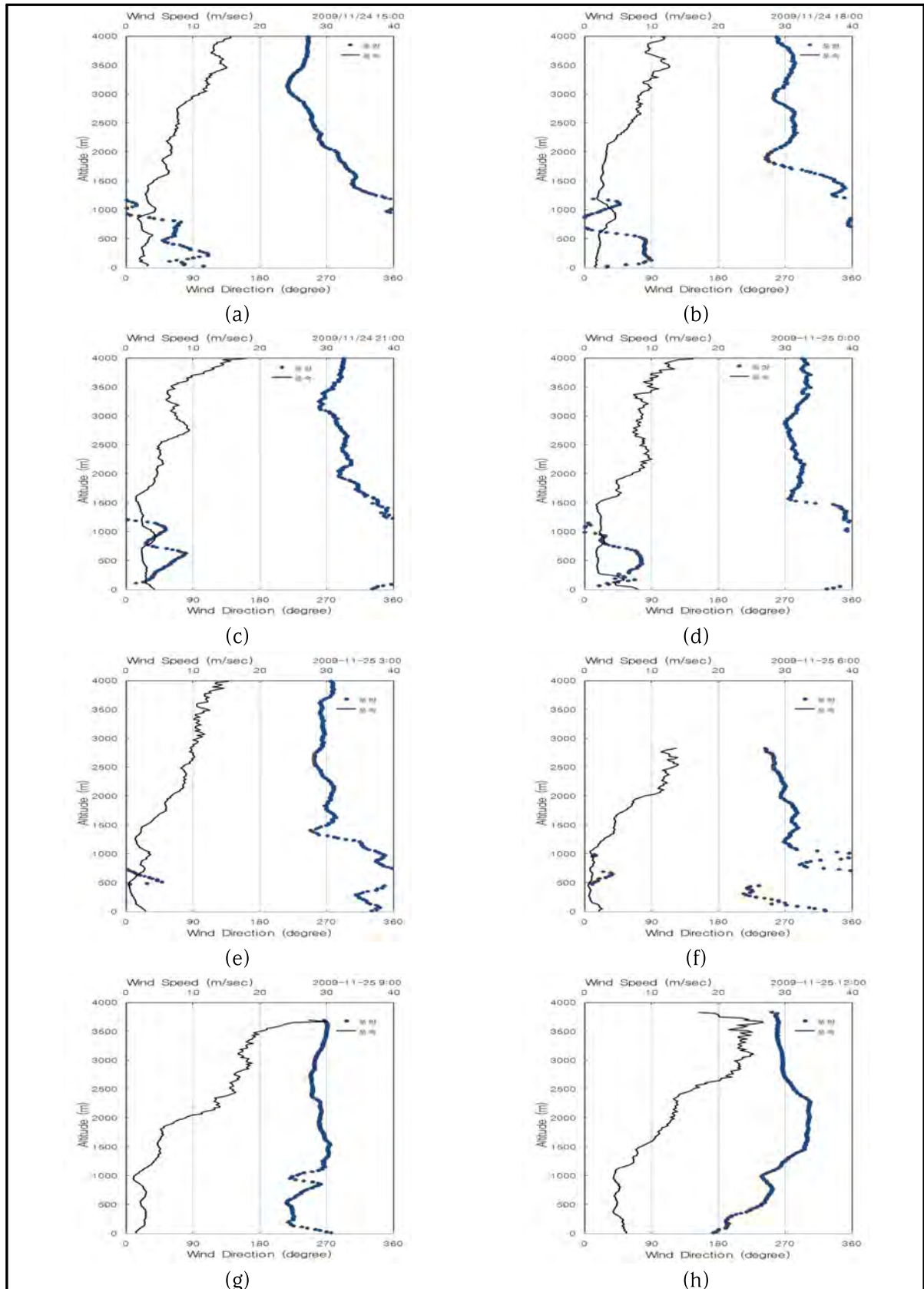
부록그림 2.4-5 사업부지의 고도별 바람벡터 (여름철)



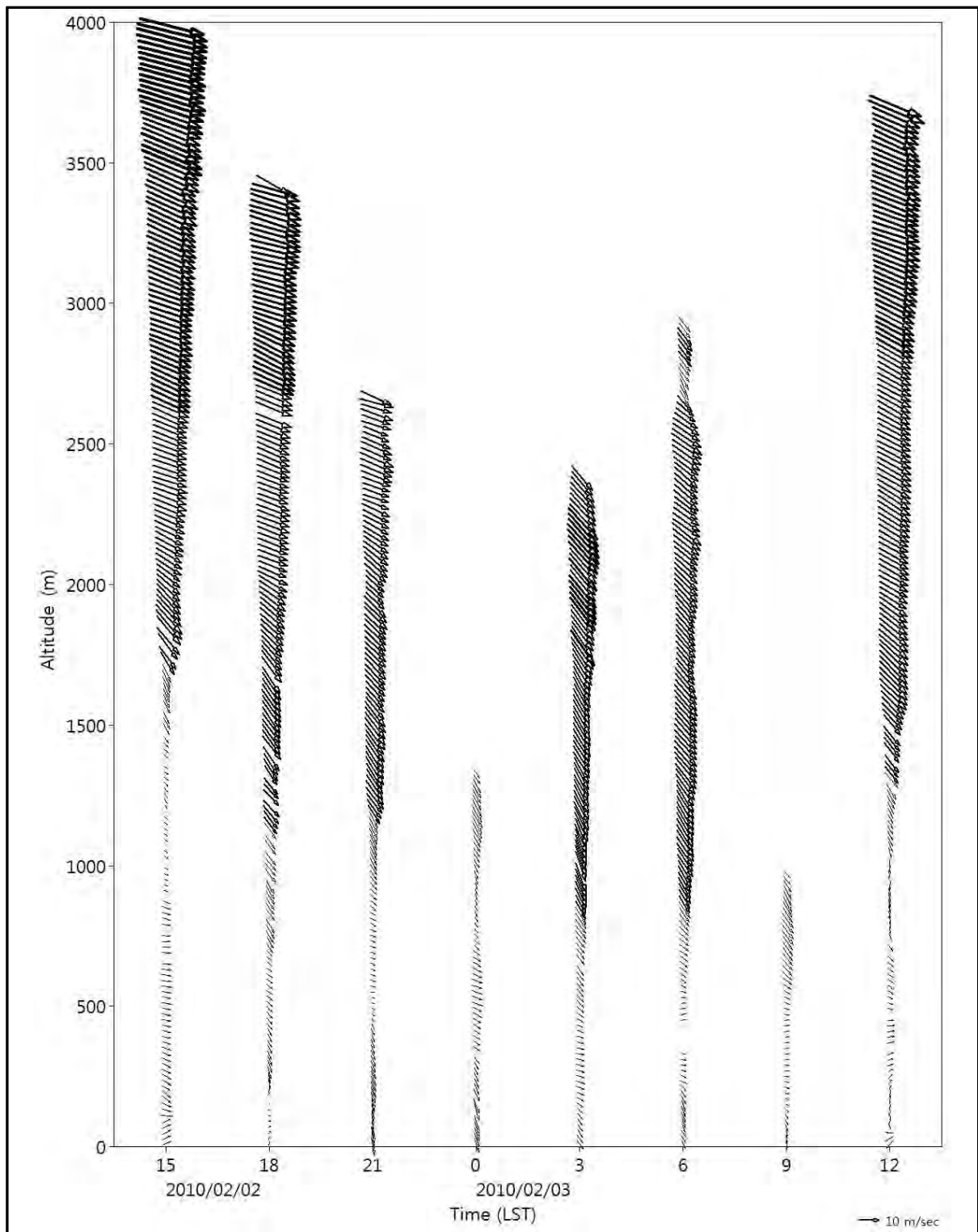
부록그림 2.4-6 사업부지의 고도별 풍향, 풍속 (여름철)



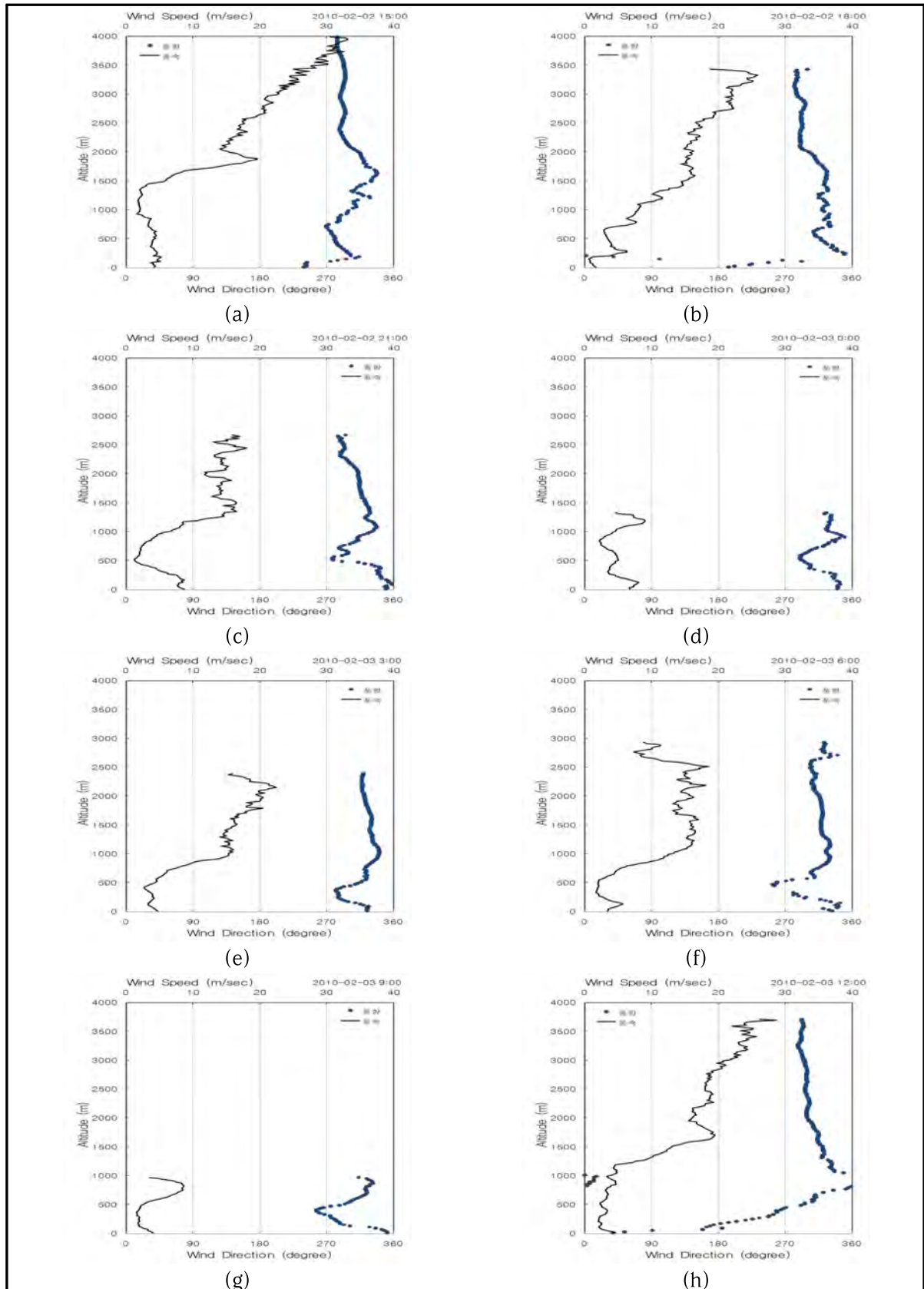
부록그림 2.4-7 사업부지의 고도별 바람벡터 (가을철)



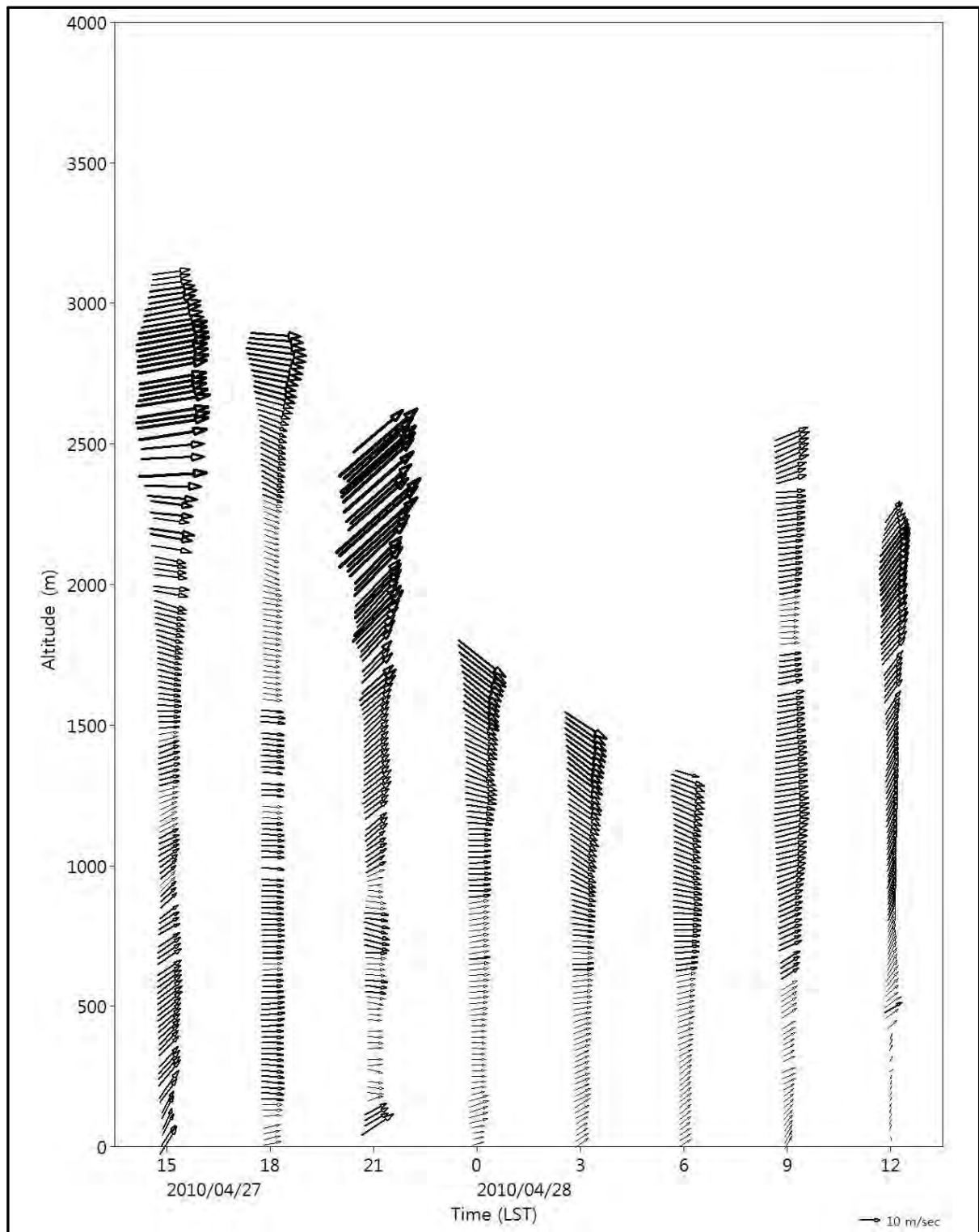
부록그림 2.4-8 사업부지의 고도별 풍향, 풍속 (가을철)



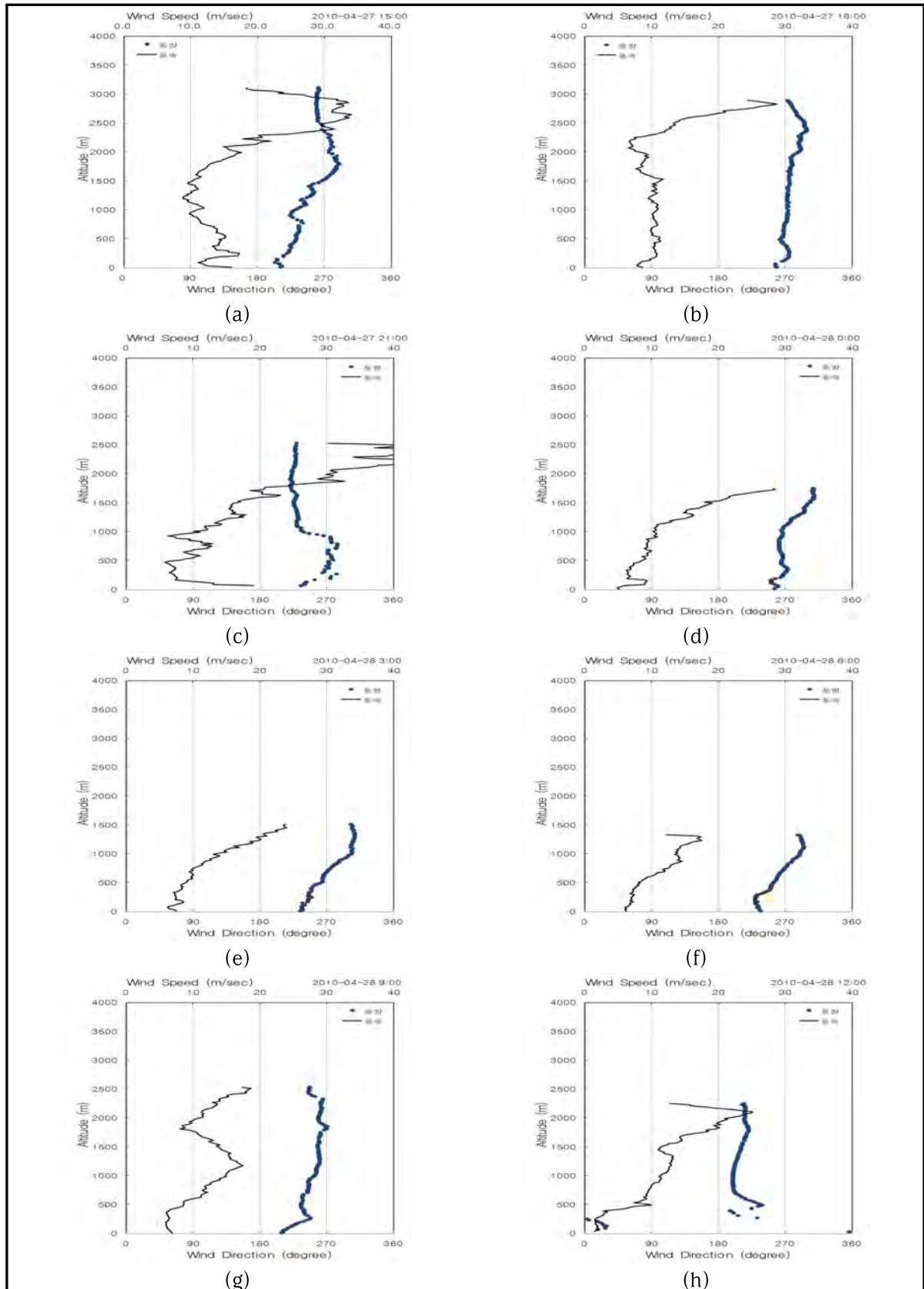
부록그림 2.4-9 사업부지의 고도별 바람벡터 (겨울철)



부록그림 2.4-10 사업부지의 고도별 풍향, 풍속 (겨울철)



부록그림 2.4-11 사업부지의 고도별 바람벡터 (봄철)



부록그림 2.4-12 사업부지의 고도별 풍향, 풍속 (봄철)



부록그림 3.3-1 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 배관 및 계장도
()

()



부록그림 3.3-2 핵연료취급지역 공기조화계통 배관 및 계장도(1/2)

()



부록그림 3.3-2 핵연료취급지역 공기조화계통 배관 및 계장도(2/2)
()

()



부록그림 3.4-1 기체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도(1/6)

()

()



부록그림 3.4-1 기체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도(2/6)

()

()



부록그림 3.4-1 기체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도(3/6)

()

()



부록그림 3.4-1 기체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도(4/6)
()

()



부록그림 3.4-1 기체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도(5/6)

()

()



부록그림 3.4-1 기체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도(6/6)

()

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (1/15)

()

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (2/15)

()

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (3/15)
()

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (4/15)
()

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (5/15)
()

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐물관리계통 배관 및 계장도 (6/15)

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐물관리계통 배관 및 계장도 (7/15)

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (8/15)
()

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (9/15)

()

()



부록그림 3.4-2 액체방사성 폐기물관리계통 배관 및 계장도 (10/15)

()

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (11/15)

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (12/15)

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (13/15)

()



부록그림 3.4-2 액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (14/15)

()

()



부록그림 3.4-2 액체방사성 폐기물관리계통 배관 및 계장도 (15/15)

()

()



부록그림 3.4-3 고체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (1/7)

()



부록그림 3.4-3 고체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (2/7)

()



부록그림 3.4-3 고체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (3/7)

()



부록그림 3.4-3 고체방사성 폐기물관리계통 배관 및 계장도 (4/7)

()

()



부록그림 3.4-3 고체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 (5/7)

()

()



부록그림 3.4-3 고체방사성 폐기물관리계통 배관 및 계장도 (6/7)

()



부록그림 3.4-3 고체방사성 폐기물관리계통 배관 및 계장도 (7/7)

()

()



부록그림 3.4-4 방사선감시계통 배관 및 계장도 (1/3)

()



부록그림 3.4-4 방사선감시계통 배관 및 계장도 (2/3)
()

()



부록그림 3.4-4 방사선감시계통 배관 및 계장도 (3/3)
()