

2003 추계학술발표회 논문집
원자력학회

고리 1호기 주기적안전성평가 - 환경영향
Periodic Safety Review of Kori Unit 1 - Environmental Impact

김성민, 이갑복, 정양근, 엄희문

전력연구원
대전광역시 유성구 문지동 103-16

요 약

원자력법에 의해 국내 모든 가동원전은 10년마다 주기적안전성평가를 이행하고 있다. 원자력법 시행규칙 제19조의 2에서는 주기적안전성평가의 세부내용을 11개의 사항별로 기술하고 있으며 이 중 환경영향분야의 평가는 원자로시설의 환경영향 감시계획이 적절히 수립되어 이행되고 있는지를 확인하는 것이다. 본 논문에서는 고리 1호기에 대한 환경영향 분야의 주기적안전성평가 수행결과를 제시하였다. 고리1호기 가동에 따른 환경영향은 전반적으로 기술기준을 만족하였으며, 평가 기준일까지 고리 1호기 운영으로 인해 주변 주민이 받는 방사선량은 제한치 이내에서 안전하게 관리되는 것으로 확인되었다.

ABSTRACT

According to Korean nuclear code requires Periodic Safety Review(PSR) every 10 years should be perform for operating reactor, and selects the eleven PSR safety factors. Among them the review objective of the environmental impact is to determine whether the operator has an adequate programme for surveillance of the environmental impact of the nuclear power plant based on current safety standards. In this paper, the environmental impact in PSR of Kori Unit 1 was reflected current safety standards as of the evaluation date. As a result, all items generally satisfied the standards, and the staff also verified that the population dose due to the operation of Kori Unit 1 was controlled safely as of the evaluation date.

1. 서 론

주기적안전성평가는 가동 중인 원자력발전소에 대해 발전소 노화, 변경, 운전 경험, 기술 개발 등의 누적된 영향을 다루고 운전 기간에 걸쳐 높은 수준의 안전성을 보장하기 위해 규칙적인 주기로 수행되는 체계적인 안전성 재평가를 의미하며, 그 목적은 가동 중 원전에 대한 종합적인 평

가를 통하여 발전소가 해당호기에 대한 유효한 기술기준에 비추어 안전한지, 그리고 발전소의 안전성을 유지하기 위한 적절한 방법들이 취해지고 있는지를 확인하는 것이다.

국제원자력기구의 안전협약 체결국인 우리나라는 원자력법 제23조 3항에 주기적안전성평가를 수행하도록 규정하고 있으며, 원자력법시행령 제42조의 2에 그 시기를 운영허가를 받은 날(건설허가와 운영허가를 동시에 받은 경우에는 원자로가 최초로 임계에 도달한 날을 운영허가를 받은 날로 본다)부터 매 10년이 되는 날을 평가기준일로 한다고 하였다.

국제원자력기구에서는 11개의 주기적안전성평가 안전인자를 제시하고 있으며, 우리나라 역시 국제원자력기구의 권고를 받아들여 원자력법시행령 제42조의 3에 그대로 반영하였다. 규정된 11개의 안전인자 중 환경영향분야의 평가는 원자로시설의 환경영향 감시계획이 적절히 수립되어 이행되고 있는지를 확인하기 위한 것으로 이의 평가항목은 원자력법시행규칙 제19조의 2에 그 세부내용이 제시되어 있다. 그 내용으로는 ‘방사능으로 오염될 가능성이 있는 모든 유출경로에 대한 방출제한치 및 방출기록’, ‘발전소내로부터 계획되지 아니한 유출물 방출에 대한 경보장치’, ‘원자로시설의 주변 주민에 대한 피폭방사선량’, ‘발전소의 지역에 대한 방사선 환경감시’, ‘환경감시자료의 발간 및 배포’ 등 이다.

본 논문에서는 고리1호기에 대한 환경영향 분야의 주기적안전성평가에 적용한 기술기준과 평가방법 및 평가결과를 제시하였다.

2. 기술기준 및 평가방법

2.1 평가항목 및 기술기준

환경영향에 관한 사항을 평가하는데 있어 공통적으로 적용되는 법적 기술기준은 원자력법 및 원자력법시행령, 시행규칙 등으로, 그 세부사항은 원자력법 제104조의 6(환경보전)과 원자력법시행규칙 제133조(방사선 환경조사 및 평가)이다.

방사능으로 오염될 가능성이 있는 모든 유출경로에 대한 방출제한치 및 방출기록에 대해 원자력법시행령 제2조 36항에는 기체 및 액체상의 방사성물질 등을 “과학기술부 장관이 정하는 제한값” 이내에서 환경으로 배출토록 규정하고 있다. 또한 과학기술부고시 제2002-1호(방사선방호등에 관한 기준) 제6조(배출관리기준)에 <별표 3>에는 종류를 알 수 있는 방사성물질을 방출할 경우에 적용할 수 있는 방사성물질의 연간섭취한도, 유도공기중농도 및 배출관리기준이 제시되어 있고, <별표 4>에는 종류 미상인 방사성물질의 연간 섭취한도, 유도공기중농도 및 배출관리기준이 제시되어 있으며, <별표 5>에는 핵종별 규제면제 관련 수량 및 농도가 제시되어 있다.

발전소내로부터 계획되지 아니한 유출물 방출에 대한 경보장치에 대해 과학기술부령 제31호(원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙) 제38조(경보장치 등) 1항에는 동 규칙 제20조에서 규정하는 방사성물질의 농도와 방사선량률이 현저하게 상승한 때에 이들을 검출하여 자동적으로 경보하는

장치를 설치하여야 한다고 규정하고 있으며, 동 규칙 제20조(계측 및 제어장치)에서 규정하는 방사성물질의 농도와 방사선량은 다음과 같다.

- 배기통의 출구 또는 이에 근접하는 곳에서의 배기중 방사성물질의 농도
- 배수구 또는 이에 근접하는 곳에서의 배수중 방사성물질의 농도
- 방사선관리구역 안의 방사선량률

원자로시설의 주변 주민에 대한 피폭방사선량에 대해서 원자력법시행령 제2조 5항에는 일반인에 대한 피폭방사선량의 한도를 제시하고 있으며, 그 제한치는 유효선량은 연간 1mSv, 수정체에 대한 등가선량은 연간 15mSv, 손·발·피부에 대한 등가선량은 연간 50 mSv로 정하고 있다. 그리고 과학기술부고시 제2002-1호 제16조(환경상의 위해 방지)에서는 제한구역 경계에서의 연간 선량 제한치 및 다수호기에 대한 적용 기준을 제시하고 있다. 또한 과학기술부고시 제2001-25호(원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정)에서는 원자력발전소의 가동으로 인한 주변 주민의 방사선량 평가를 다음과 같이 수행토록 제시하고 있다.

- 원자력발전소로부터 방출된 방사성물질 또는 방사선에 의하여 주민이 받는 방사선량을 이론적으로 계산
- 사람이 섭취 가능한 환경시료에 대한 조사결과를 근거로 그 시료를 섭취할 경우의 방사선량을 추정

그러나 국내 고시에서는 주민선량 제한치에 대한 기준만 제시되어 있고, 선량을 계산하는 방법 및 절차에 대한 기준은 제시되어 있지 않다. 따라서 주민선량 계산 방법에 대한 적절성 평가는 다음의 미국 규제지침을 참조한다.

- Reg. Guide 1.109, "Calculation of annual doses to man from routine release of reactor effluents for the purpose of evaluating compliance with 10CFR part 50, appendix I, 1977"
- Reg. Guide 1.111, "Methods for estimating atmospheric transport and dispersion of gaseous effluents in routine release from light water cooled reactors, 1977"

발전소의 지역에 대한 방사선 환경감시에 대해 과학기술부고시 제2001-25호에서는 환경 조사의 범위(제2조), 환경조사계획(제4조), 품질관리(제5조), 환경조사의 요령(제6조), 환경영향평가(제7조), 환경조사자료의 처리(제8조), 기록유지(제9조), 보고(제10조), 복합시설 부지의 적용(제11조)에 대한 기준을 제시하고 있다. 그리고 과학기술부고시 제2001-24호(원자력이용시설 방사선환경영향평가서 작성 등에 관한 규정)의 제5조(평가서 등의 구성 및 작성요령)에 제시된 <별표 2> "원자력관계시설 방사선환경영향평가서 작성요령"의 항목 7 "환경감시계획"에서는 운영 중 환경 감시 계획을 수립할 것을 요구하고 있다.

환경감시 자료의 발간 및 배포에 대해서 과학기술부고시 제2001-25호 제10조(보고)에서는 전반기에 수행한 조사 등의 결과를 당해연도의 9월 30일까지 제출하고, 매년 환경조사 및 영향평가의

종합적인 결과는 다음 해 3월 31일까지 보고서로 제출하도록 규정하고 있다.

2.2 평가방법

1) 방사능으로 오염될 가능성이 있는 모든 유출경로에 대한 방출제한치 및 방출기록

“원자력발전소 방사선 관리 연보[1]”와 “원자력발전소 주변 환경방사선 조사보고서[2]”를 통해 고리 1호기에서 방출되는 핵종의 종류와 방출량을 파악할 수 있으므로, 과학기술부고시 제2002-1호 제6조(배출관리기준)의 여러 가지 기준 중 <별표 3>의 제5란 및 8란에 제시된 배출관리기준과 기체 및 액체 방사성물질의 제한구역 경계에서의 농도를 비교한다. 제한구역 경계에서의 농도를 계산하는 방법은 다음과 같다.

(1) 기체 방사성물질의 핵종별 제한구역 경계에서의 농도 계산

핵종별 연간 기체 방사성물질 방출량(TBq/yr)과 그 해의 최대 대기확산인자(x/Q)값을 곱하여 제한구역 경계에서의 농도(TBq/m³)를 아래와 같이 계산한다.

○ 제한구역 경계에서의 기체 방사성물질의 농도(TBq/m³)

$$= \text{기체 방사성물질 방출량 (TBq/yr)} \times \text{대기확산인자 (sec/m}^3\text{)} \\ \times \frac{1\text{yr}}{(365 \times 24 \times 60 \times 60)\text{sec}}$$

(2) 액체 방사성물질의 핵종별 제한구역 경계에서의 농도 계산

핵종별 연간 액체 방사성물질 방출량(TBq/yr)에 대해 희석수량과 희석인자를 적용하여 제한구역 경계에서의 농도(TBq/m³)를 아래와 같이 계산한다.

○ 제한구역 경계에서의 액체 방사성물질의 농도(TBq/m³)

$$= \text{액체 방사성물질 방출량 (TBq/yr)} \times \frac{1}{\text{희석수량 (m}^3\text{/sec)}} \\ \times \frac{1\text{yr}}{(365 \times 24 \times 60 \times 60)\text{sec}} \times \frac{1}{\text{희석인자}}$$

(3) 기체 및 액체 방사성물질의 혼합농도 계산

방사성물질의 종류를 알고 핵종이 2종 이상일 경우 각 핵종별 농도는 물론 각각의 비율의 합계가 1이 되는 혼합농도 값을 초과해서는 안되므로 각각의 핵종에 대한 기준과의 비교 뿐만 아니라 핵종별 방출량을 가중치로 하여 아래와 같이 혼합농도를 계산하여 비교한다.

○ 혼합 농도(TBq/m³)

$$= \sum_{\text{핵종 } i}^{\text{전체핵종}} \left[\text{핵종 } i \text{의 제한구역 경계에서의 농도 (TBq/m}^3\text{)} \times \frac{\text{핵종 } i \text{의 방출량 (TBq/yr)}}{\sum_{\text{핵종 } i}^{\text{전체핵종}} (\text{핵종 } i \text{의 방출량 (TBq/yr))} \right]$$

(2) 발전소내로부터 계획되지 아니한 유출물 방출에 대한 경보장치

배기구, 배수구 및 방사선관리구역에 방사선감시기를 설치하여 운영하고 있으며, 이러한 방사선감시기에는 제한치를 초과하는 방사성물질의 발전소로부터 외부로 유출되는 것을 방지하기 위한 경보장치의 기능이 적절히 유지되고 있는지를 확인한다. 또한 방사선관리구역에서의 방사선량을 측정하기 위한 지역방사선감시에 대한 선원점검, 선원교정 결과 등 경보장치의 기능이 적절히 유지되고 있는지 확인한다.

(3) 원자로시설의 주변 주민에 대한 피폭방사선량

이론적인 주민선량 평가결과가 “원자력발전소 주변 환경방사선 조사보고서”에 수록, 간행물로 발간되므로, 동 보고서에 제시된 연도별 주민 개인최대피폭선량 계산 결과를 과학기술부고시 제2002-1호 제16조(환경상의 위해방지)에 제시된 제한치와 비교한다. 그리고 향후 주민선량 예측은 신고리 1, 2호기 방사선환경영향평가서 초안[3]의 내용을 토대로 평가하여 상기 고시의 제한치와 비교한다.

(4) 발전소의 지역에 대한 방사선 환경감시

매 3년마다 보완하여 개정하고 있는 “원자력발전소 주변 환경방사선 감시계획”에 발전소 및 부지특성에 관한 사항과 조사 계획, 시료채취지점 및 측정기기, 환경방사선(능) 분석 항목, 검출목표치(검출하한), 그리고 측정방법 등이 과학기술부고시 제2001-25호에 따라 이루어지는지 평가한다. 원자력발전소 주변의 환경방사선(능) 준위를 85년 이전에는 “원자력발전소 부지 주변 환경방사능 종합평가보고서”를, 그 이후에는 연도별 “원자력발전소 주변 환경방사선조사보고서”를 이용하여 환경방사선(능) 현황과 원자력발전소 가동 전·후 핵종별 농도 변화 추이를 비교하며, 매년 수행되는 환경방사선 조사와는 별도로 5년 주기로 수행하여 발간되는 “원전주변 해양방사능 종합조사보고서[4]”도 상기의 평가에 활용한다. 또한 원자력발전소 주변에서 측정된 인공방사능 분석결과를 한국원자력안전기술원에서 측정한 전국 환경방사선(능) 변동범위[5]와 비교하여 원자력발전소의 영향여부를 평가한다.

(5) 환경감시 자료의 발간 및 배포

과학기술부고시 제2001-25호 제10조(보고)에서 과학기술부에 대한 보고서항이 규정되어 있으나, 주변주민 및 관련기관에 대한 환경감시자료의 배포에 대한 명확한 규정이 없다. 그러므로 발간주기 및 발간내용이 동 고시의 기준을 만족하는지를 평가하고, 일반 국민들과 관련기관이 쉽게 내용을 확인할 수 있도록 정부 관련기관, 관련 연구기관 및 대학, 원자력발전소 주변 민간환경감시기구등에 배포가 이루어지는지 확인한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 방사능으로 오염될 가능성이 있는 모든 유출경로에 대한 방출제한치 및 방출기록

1977년부터 2000년까지 방출된 기체 방사성물질의 주요핵종은 삼중수소 및 불활성기체(Ar-41, Kr-85m Xe-133 등), 옥소(I-131, I-133 등), 기타 미립자(Cr-51, Cs-137, Mn-54, Sr-90, Co-60 등)이다. 이들 핵종 중에서 삼중수소와 함께 Xe-133 핵종이 1977년부터 기타 핵종에 비해 방출량이 상대적으로 높은 경향을 보였으나, 배출관리기준에 비해 제한구역 경계에서의 농도 최대값이 1999년 삼중수소가 0.25%, Xe-133이 0.0074%, 전체 핵종에 대한 혼합농도가 0.11%로서 매우 작은 양으로 배출되고 있는 것으로 나타났다.(그림 1 참조)

액체 방사성물질의 주요 방출핵종은 삼중수소 및 불활성기체(Ar-41, Kr-85m Xe-133 등), 옥소(I-131, I-133 등), 기타 미립자(Cr-51, Cs-137, Mn-54, Sr-90, Co-58 등)이다. 이들 핵종 중 삼중수소 및 Co-58이 1977년부터 기타 핵종에 비해 방출량이 상대적으로 높은 경향을 보였으나, 배출관리기준에 비해 제한구역 경계에서의 농도 최대값이 1998년 삼중수소가 0.0051%, Co-58이 0.0003%, 전체 핵종에 대한 혼합농도는 0.0051%에 지나지 않는 매우 작은 양으로 배출되고 있는 것으로 나타났다. 따라서 기체 및 액체 방사성물질 방출에 의한 제한구역 경계에서의 농도는 고시에 규정된 배출관리기준을 만족하고 있으며, 그 값도 기준치에 비해 매우 낮게 관리되고 있다.(그림 2 참조)

3.2 발전소내로부터 계획되지 아니한 유출물 방출에 대한 경보장치

과학기술부령 제31호 제20조(계측 및 제어장치) 1항 7호 내지 9호와 동 규칙 제38조(경보장치 등)에 의거 배기구, 배수구 및 방사선관리구역에 방사선감시기를 설치하여 운영하였으며, 이러한 방사선감시기에는 제한치를 초과하는 방사성물질의 발전소로부터 외부로 유출되는 것을 방지하기 위한 경보장치의 기능을 포함하고 있었다. 모든 액체 공정방사선감시기, 액체 유출물방사선감시기, 기체 공정방사선감시기, 기체 유출물방사선감시기들은 모두 설치개수, 위치, 기능, 고경보설정치 등 해당 기준을 전부 만족하였다. 방사선관리구역에서의 방사선량을 측정하기 위한 지역방사선감시기도 선원점검, 선원교정 결과 등 경보장치의 기능을 적절히 유지하고 있다.

3.3 원자로시설의 주변 주민에 대한 피폭방사선량

현재 고리 1호기 가동에 따른 주변 주민에 대한 이론적인 방사선량 평가는 미국원자력위원회 규제지침 1.109에 제시된 적용 피폭경로 및 선량평가식을 준용하고 있고, 선량개념, 선량환산인자, 연령군, 장기 등은 ICRP-60을 적용하고 있으며, 사회환경자료는 FSAR의 규정에 따라 매 5년마다 최신 자료로 변경하고 있으나 음식물 섭취량만은 보다 보수적인 1989년 한국에너지연구소의 조사 결과를 적용하고 있다.

고리 1호기에 대한 연도별 주민 개인최대피폭선량 평가결과 고리 1호기에 대한 피폭선량 계산

이 수행된 1983년도 이후 항목별 선량값이 과학기술부고시 제2002-1호에 제시된 제한치 이내로 나타나고 있어 주민에 대한 방사선은 안전하게 관리되고 있다(표 1 참조). 또한 신고리 1, 2호기 방사선환경영향평가서에 제시된 선량평가 결과를 보면 향후 고리 1, 2, 3, 4호기 및 신고리 1, 2호기 등 6개 호기가 가동되더라도 과학기술부고시 제2002-1호에서 제시하고 있는 부지 전체에 대한 선량제한치와 비교하여 유효선량은 제한치의 41.6%, 갑상선 등가선량은 제한치의 43.5% 내로 주변 주민이 받는 방사선량은 제한치 이내에서 안전하게 관리될 것으로 사료된다.

고리원전 주변에서 측정된 환경방사능 농도를 이용하여 주민의 방사선량을 추정하였다. 방사선량 추정방법은 해당 시료를 연간 섭취한다고 가정하여 아래와 같이 유효선량을 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{유효선량(mSv/yr)} &= \text{환경시료중 핵종농도(Bq/kg 또는 Bq/l)} \times \\ &\quad \text{음식물 섭취량(kg/yr 또는 l/yr)} \times \\ &\quad \text{선량환산인자(mSv/Bq)} \end{aligned}$$

사람이 섭취가능한 환경시료중에서 인공 방사성핵종은 삼중수소를 제외하고는 거의 검출되지 않는다. 삼중수소 농도 측정값을 토대로 섭취선량을 계산하여 표 2에 제시하였다. 대상 기간은 삼중수소 농도 측정방법이 개선된 1991년 이후로 하였으며, 대상 환경시료는 방사능이 검출된 음용수 시료(지하수, 식수 중 농도 값이 높은 시료)를 선정하였다. 음용수 섭취량은 한국원자력안전기술원에서 발간한 “주민피폭선량 평가지침 및 INDAC 사용자 지침서(KINS/GR-199 별책 1)”에서 제시하고 있는 값을 적용하였다. 환경시료중 핵종농도는 부지주변에서는 가장 높은 측정값을 대표값으로 선정하였으며, 비교지점인 울산에서 측정된 농도값과의 차이를 원전의 영향에 기인한 것으로 가정하여 계산하였다. 2002년의 경우와 같이 비교지점에서 측정된 농도가 검출가능농도 이하일 때에는 “0”으로 가정하여 선량을 보다 보수적으로 평가하였다.

표 2의 평가 결과에서와 같이 삼중수소 농도 측정값에 근거한 유효선량은 최대값이 1992년에 유아 기준으로 5.93E-5 mSv/yr로 일반인에 대한 법적제한치 1 mSv/yr의 0.006%에 불과하여 고리 1호기 가동으로 인한 주민의 방사선 영향은 거의 무시할 수 있는 수준으로 나타났다.

3.4 발전소의 지역에 대한 방사선 환경감시

연도별 “원자력발전소 주변 환경방사선 조사보고서”에 따르면 고리원전 주변의 환경감시는 과학기술부고시 제2001-25호에서 제시하고 있는 핵종, 감시항목 및 시료채취지점에 대해 주변 인구 분포, 기상 및 해양특성, 지역의 농·축·수산물의 생산량, 방사능 축적 경향 등을 고려하여 선정하였으며, 송정, 안평, 울산 등 원전으로 인한 영향이 없을 것으로 예상되는 지역을 비교 지점으로 선정하여 환경감시 결과를 비교, 평가하였다.

환경방사선(능) 측정에 필요한 다양한 정밀 장비를 충분히 보유하고 있으며, 이 방사능 측정 장비들을 최적의 상태로 유지하기 위해서 6개월 주기로 정기적인 교정을 수행하고 있다. 또한 환경방사선(능)에 대한 분석 기술력은 MDA에 의해 판단할 수 있으며 연도별 “원자력발전소 주변 환

경방사선 조사보고서”에 따르면 고리원전 주변에서의 인공핵종에 대한 MDA 값은 과학기술부고시 제2001-25호에서 요구하고 있는 최소 검출하한치 보다 아주 낮게 측정되어 고시기준을 만족하였다.

표 3에 고리원전 주변에서 검출된 인공 감마동위원소의 농도 범위를 나타내었다. 고리 부지주변에서 검출된 인공감마동위원소의 방사능 농도범위는 우리나라 전국적인 농도범위와 유사하거나 관련 기준 이하의 값을 나타내고 있다.

원자력발전소 가동 전·후 핵종별 환경방사능 변화 추이를 살펴 본 결과 환경시료에서의 전베타 방사능과 삼중수소, 그리고 Sr-90의 검출농도는 예년과 큰 변동폭이 없이 나타났으며, Cs-137은 우리나라 일반지역과 비슷한 수준으로 검출되었고, 소외지역에서의 Co-60은 과학기술부고시의 검출하한치 미만의 값이며 부지내에서 일부 검출되나 매년 감소하는 추세를 나타내고 있다.

고리 1호기 가동후 공기중 공간 감마선량률은 68.7 ~ 100.9 nGy/hr의 분포를 보였으나 이는 1999년도 우리나라 전국 13개 지점의 공간 감마선량률 범위인 69~125 nGy/hr 이내의 값이다. 빗물에서 검출된 삼중수소의 최대검출농도 317.58 Bq/ℓ는 과학기술부고시 제2002-1호의 배수중의 배출관리기준 40,000 Bq/ℓ와 비교하면 0.79% 정도로서 매우 미미한 수준이었다. 해수에서 Cs-137의 평균농도는 0.0024 Bq/ℓ, Sr-90은 0.0027 Bq/ℓ, 삼중수소는 검출하한치 미만으로 검출되었으나, 검출된 방사능 농도 준위가 일반 해양에서 검출되는 수준인 것으로 보아 원전으로부터 방출되는 액체 방사성 폐기물이 조사 해역의 해수에 영향을 미치지 않았음을 보여주었다. 또한 섭취가능 식품인 해조류에서는 Co-60가 최대로 0.108 Bq/kg-fresh 정도 검출되었는데, 이 농도의 해조류를 주민이 연간 섭취하였을 경우를 가정하여 계산된 방사선량은 1.85×10^{-6} mSv/yr로 주민의 연간 선량제한치인 1 mSv/yr의 1.85×10^{-4} %에 해당되는 극히 미미한 수준이다. 그리고 어·패류 및 저서생물에서는 인공방사능핵종이 검출되지 않았다.

1998년도에 실시한 고리원전 주변 해양방사능 종합조사에서는 Co-60가 최대 17.5 Bq/kg-dry로 검출되었으나, 이 농도를 연간 피폭선량으로 환산해 보면 3.83×10^{-5} mSv/yr로 되어 “원자력법시행령 제2조 제5호 일반인에 대한 유효선량 한도” 1 mSv/yr의 3.83×10^{-3} %에 해당되는 극히 미미한 수준이었다.

3.5 환경감시 자료의 발간 및 배포

1985년부터 매년 원자력발전소 주변 환경방사선조사보고서를 발행하고 있으며, 평가기준일 현재 환경조사와 주민선량평가를 상반기 및 연간 보고서로 구분하여 연간 총 2회에 걸쳐 보고서로 발간하고 있다. 원전 환경방사선 관리의 투명성과 객관성을 확보하기 위해 보고서 발간과는 별도로 주변주민을 대상으로 정기적으로 환경감시결과에 대한 설명회를 개최하고 있으며, 보고서의 배포처는 고시에 명기되어 있지는 않으나 일반 국민들과 관련기관이 쉽게 내용을 확인할 수 있도록 정부 관련기관(과학기술부)과 지역대학, 고리원전 민간환경감시기구에 배포하고 있다.

4. 결 론

고리 1호기 주기적안전성평가의 환경영향분야에 대한 평가를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 방사능으로부터 오염될 가능성이 있는 유출경로에 대한 방출제한치 및 방출기록에 대해 평가한 결과 핵종별 기체 및 액체 방사성물질의 제한구역 경계에서의 농도가 과학기술부고시의 배출관리기준을 만족하고 있었으며, 그 값은 기준치의 1% 이하로 매우 낮게 관리되고 있었다. 또한 발전소내로부터 계획되지 아니한 유출물 방출에 대한 경보장치도 적절히 설치, 운영되고 있었다.
- 2) 환경감시 계획은 과학기술부고시 제2001-25호에 의거하여 적절히 수립, 이행되고 있었으며, 환경방사선(능) 감시결과도 가동전 감시결과와 자연적인 환경방사선 준위에 비교하여 고리 1호기의 영향이 나타나지 않았다.
- 3) 발전소 주변 주민에 대한 피폭 방사선량은 과학기술부고시 제2002-1호에서 제시하고 있는 호기당 및 부지당 설계제한치를 만족하고 있었으며, 또한 향후 신고리 원전을 포함한 다수 호기 동시 가동시에도 주민에 미치는 방사선 영향은 매우 미미할 것으로 사료된다.
- 4) 환경감시 자료의 발간 및 배포에 대해 매년 환경방사선 조사보고서를 발간하고 있고, 이 자료는 정부 및 민간환경감시기구 등에 배포하고 있으며, 지역주민을 대상으로 정기적으로 환경감시 결과에 대해 설명회를 개최하고 있었다.

참고문헌

- [1] 한수원(주), 원자력발전소 방사선관리 연보, 1977~2000.
- [2] 한수원(주), 원자력발전소 주변 환경방사선조사보고서, 1977~2000.
- [3] 한수원(주), 신고리 1, 2호기 건설사업 방사선환경영향평가서 초안, 2001
- [4] 한수원(주), 고리원전 주변 해양방사능 종합조사, 1998.
- [5] 한국원자력안전기술원, 원자력시설 주변 환경조사 및 평가보고서, 1998~2000.

표 1. 선량평가 항목별 최대값 및 제한치 대비 비율

평가항목		제한치 (mSv/yr)	최대값 (mSv/yr)	제한치 대비 비율(%)	비고 (발생년도)	
호기별 설계 제한치	기체상 방출물	감마 공기 흡수선량	0.1	5.51E-4	0.55	1984
		베타 공기 흡수선량	0.2	1.41E-4	0.07	1984
		전신선량(유효선량)	0.05	6.92E-3	1.38	1983
		피부선량	0.15	8.34E-3	5.56	1983
		장기선량	0.15	7.22E-3	4.81	1983
	액체상 방출물	전신선량(유효선량)	0.03	9.01E-4	3.00	1989
		장기선량	0.1	6.21E-3	6.21	1990
부지당 제한치		전신선량(유효선량)	0.25	8.68E-3	3.47	1983
		갑상선선량	0.75	6.31E-2	8.41	1993

표 2. 섭취가능한 환경시료중 삼중수소 농도 측정값에 근거한 주민선량

년도	항목	농도(Bq/ℓ)		선량(mSv/yr)			
		부지주변 (길천, 효암)	대조지점 (울산)	유아	소아	십대	성인
1992	지하수	12.00	N.D	<u>5.93E-5</u>	4.71E-5	4.43E-5	4.24E-5
1993	지하수, 지표수	N.D	N.D	-	-	-	-
1994	지하수, 지표수	N.D	N.D	-	-	-	-
1995	지하수, 지표수	N.D	N.D	-	-	-	-
1996	지하수, 지표수	N.D	N.D	-	-	-	-
1997	지표수	12.54	6.13	3.17E-5	2.52E-5	2.37E-5	2.26E-5
1998	지하수	3.04	N.D	1.50E-5	1.19E-5	1.12E-5	1.07E-5
1999	지하수, 지표수	N.D	N.D	-	-	-	-
2000	지하수	6.69	N.D	3.31E-5	2.63E-5	2.47E-5	2.36E-5

주) 밑줄친 값은 최대값임

표 3. 고리원전 주변 환경시료중 인공 감마동위원소 농도 범위

핵종	항 목	부지주변	비교지점 (울산, 송정)	비 고
Cs-137 (Bq/kg 또는 Bq/ℓ)	토양	N.D~24.87	N.D~23.82	- 전국 토양 : N.D~251.7 Bq/kg-dry (1992~1997년) ¹⁾
	해저토	N.D~4.65	N.D~2.90	
	해수	N.D~0.004	N.D~0.004	- 일본연근해 N.D~0.21 ²⁾ - 동해(최근5년) 0.00199~0.00627 ²⁾
	어·패류	N.D~0.30	N.D~0.15	- 방사능 잠정허용기준(식품공전,1999) 370Bq/kg
	해조류	N.D~0.13	N.D~0.08	
	우유	N.D	N.D	
Co-60 (Bq/kg)	해저토	N.D~9.24	N.D	- 검출지역은 부지 제한구역 경계내에 국한
I-131 (Bq/kg 또는 Bq/ℓ)	우유	N.D~0.025	N.D	- 1993년도에만 검출 - 검출하한치 : 고시 제2001-25호 · 우유 : 0.2 Bq/ℓ · 해조류 : 1 Bq/kg - 피폭선량 추정치(2.24 Bq/kg 해조류 섭취 가정) · 유효선량(소아) : 2.37E-3mSv/yr · 갑상선선량(소아) : 4.99E-2mSv/yr
	해조류	N.D~2.24	N.D	

1) 한국원자력안전기술원, KINS/AR-680, 1998

2) 과학기술부, 원자력안전백서, 2002

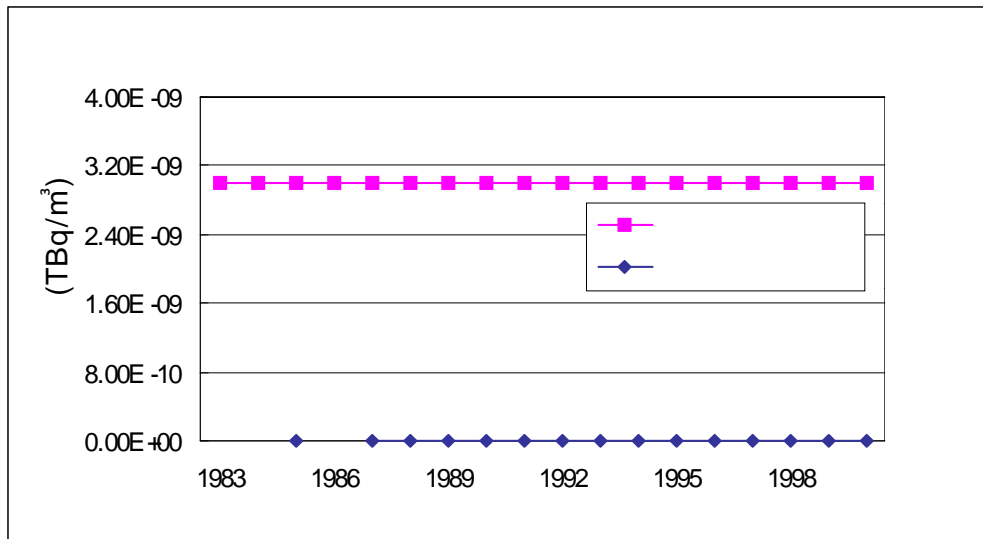


그림 1. 기체 방사성물질의 삼중수소 기준치 대비 연도별 농도분포

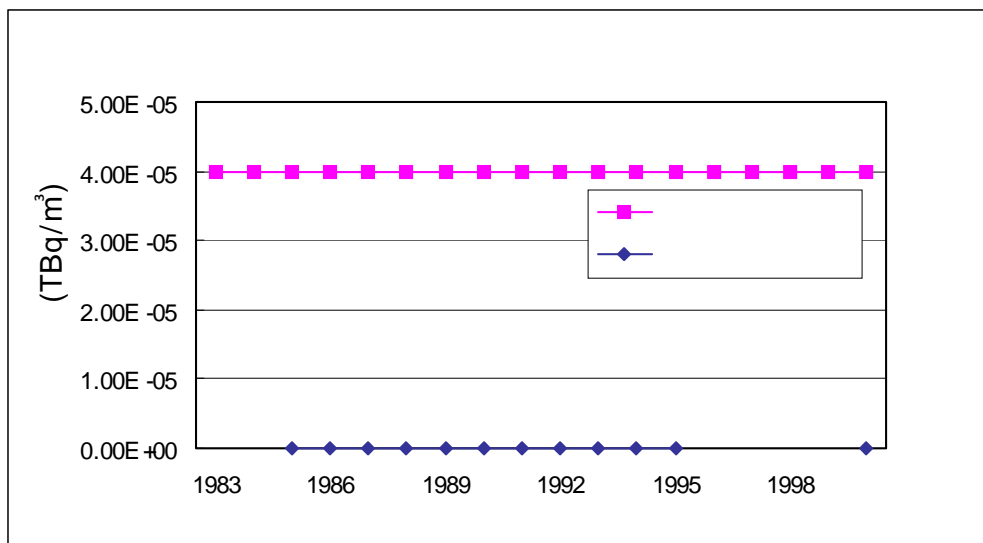


그림 2. 액체 방사성물질의 삼중수소 기준치 대비 연도별 농도분포