

## 월성부지 액·기체 방사성폐기물 배출량 평가

손중권, 박재순, 황태원

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1

[jkson1@khnp.co.kr](mailto:jkson1@khnp.co.kr)

### 1. 서론

원전가동에 따른 방사선 환경영향은 기체, 액체 및 고체 방사성물질의 배출로 인한 영향으로 구분할 수 있다. 고체 방사성폐기물의 경우 발전소내 저장조에 저장하기 때문에 소의로 유출될 가능성이 거의 없다. 따라서 본 논문에서는 월성부지의 기체 및 액체 방사성물질 형태로 배출된 방사성 물질의 양을 분석하였으며, 이를 바탕으로 부지경계에서의 배출 방사성물질의 농도를 평가하여 법적 제한치와 비교하였다.

### 2. 방법 및 결과

기체 및 액체 배출물의 소의 배출에 대한 제한치는 교육과학기술부 고시 제2008-31호[1]에서 정하는 부지경계구역에서의 배출관리기준(별표3의 1란의 핵종에 대한 제5란 및 8란에서 정하는 농도)이다. 이 기준은 일반인에 대한 선량 제한치로부터 도출된 것으로 부지 전체에 대한 기준이다. 따라서 월성1 발전소와 월성2발전소 각각의 방사능 방출량을 분석하고 이를 토대로 월성원전 전체호기의 방사능량을 계산하여 배출관리기준 만족여부를 평가하였다. 평가에 활용된 자료는 1998년 ~ 2007년까지 10년간 발간된 방사선관리연보[2]의 기체 및 액체상 방사성물질의 연도별 방출량 추정기록이다.

부지경계에서의 기체 방사성물질의 농도는 핵종별 연간 기체 방사성물질 배출량과 최대 대기확산인자값을 곱하여 구하며 수식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} & \text{○ 부지경계에서의 기체 방사성물질의 농도(TBq/m}^3\text{)} \\ & = \text{기체방사성물질배출량(TBq/yr)} \times \text{대기확산인자(sec/m}^3\text{)} \times \frac{1\text{yr}}{(365 \times 24 \times 60 \times 60)\text{sec}} \end{aligned}$$

부지경계에서의 액체 방사성물질의 농도는 핵종별 연간 액체 방사성물질 배출량에 대해 방사선관리 연보에 제시된 희석수량과 월성본부에 맞게 수정된 K-DOSE60[3]에서 제시된 희석인자 13을 적용하여 부지경계에서의 농도를 구하며 수식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} & \text{○ 부지경계에서의 액체 방사성물질의 농도(TBq/m}^3\text{)} \\ & = \text{액체방사성물질배출량(TBq/yr)} \times \frac{1}{\text{희석수량(m}^3\text{/sec)}} \times \frac{1\text{yr}}{(365 \times 24 \times 60 \times 60)\text{sec}} \times \frac{1}{13} \end{aligned}$$

방사성물질의 종류를 알고 있는 핵종이 2종 이상일 경우 각 핵종별 농도는 물론 배출되는 핵종별 방사능 농도와 배출관리기준의 비의 합계가 1 이하가 되도록 핵종별 농도 기준치도 준수해야 한다. 핵종별 배출량을 가중치로 하여 계산한 혼합허용농도와 각 핵종별 부지경계농도의 합으로 계산한 혼합농도는 아래와 같이 구하였으며 기체 방사성물질과 액체 방사성물질에 대해 공통으로 적용한다.

$$\begin{aligned} & \text{○ 혼합허용농도(TBq/m}^3\text{)} \\ & = \sum_{\text{핵종}_i}^{\text{전체핵종}} \left[ \text{핵종}_i\text{의 배출관리기준(TBq/m}^3\text{)} \times \frac{\text{핵종}_i\text{의 배출량(TBq/yr)}}{\sum_{\text{핵종}_i}^{\text{전체핵종}} (\text{핵종}_i\text{의 배출량(TBq/yr))} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{○ 혼합농도(TBq/m}^3\text{)} \\ & = \sum_{\text{핵종}_i}^{\text{전체핵종}} [\text{핵종}_i\text{의 부지경계에서의 농도(TBq/m}^3\text{)}] \end{aligned}$$

평가기간 동안의 월성 1,2,3,4호기 기체 형태로 배출된 주요핵종은  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ , 핵분열 방사화기체  $^{41}\text{Ar}$ ,  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{135}\text{Xe}$  등이며 평가기간 중의 연간 배출량에 대한 변화추이를 분석한 결과 증가 또는 감소 추세의 경향은 없었다. 각 핵종의 부지경계농도를 배출관리기준과 비교해 보면 기체 방사성물질 배출에 의한 부지경계에서의 농도가 고시의 배출관리기준을 만족하고 있으며 그 값은 기준치 이하로 낮게 관리되고 있었다.

평가기간 동안의 월성 1,2,3,4호기 액체 형태로 배출된 주요핵종은  $^3\text{H}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{131}\text{I}$  등이며 배출방사능의 대부분을  $^3\text{H}$ 가 차지하고 있다. 각 핵종의 부지경계농도를 배출관리기준과 비교해 보면 액체 방사성물질 배출에 의한 부지경계에서의 농도가 고시의 배출관리기준을 만족하고 있으며 그 값은 기준치 이하로 낮게 관리되고 있었다.

1998년부터 2007년까지 배출된 총 핵종들 중 방출량 및 선량기여도가 상대적으로 큰 핵종인 삼중수소에 관한 연도별 방출량을 그림 1과 그림 2에, 기준치 대비 연도별 농도분포를 그림 3과 그림 4에 나타내었다

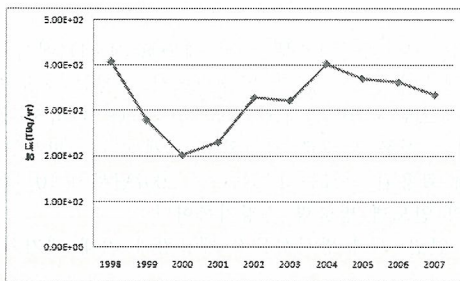


그림 1. 기체 삼중수소 연도별 방출량

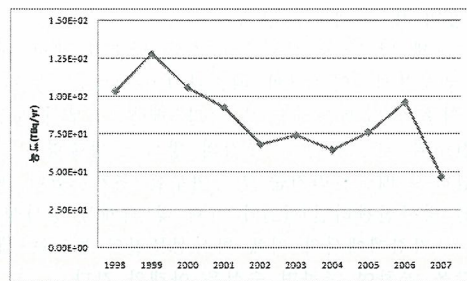


그림 2. 액체 삼중수소 연도별 방출량

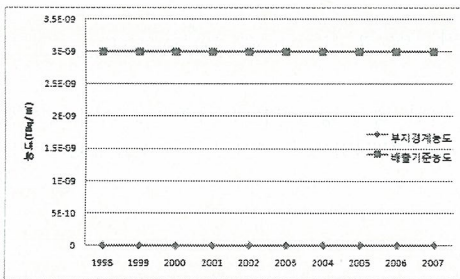


그림 3. 기체 삼중수소 기준치 대비 농도분포

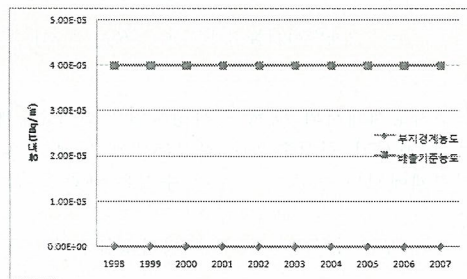


그림 4. 액체 삼중수소 기준치 대비 농도분포

### 3. 결론

월성원전에서 1998년부터 2007년까지 배출된 기체 및 액체 방사성물질 배출량을 평가하였다. 기체 배출물의 주요 핵종은  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ , 핵분열 방사화기체  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{135}\text{Xe}$ ,  $^{41}\text{Ar}$  등으로서 부지경계 농도가 교육과학기술부 고시 제2008-31호의 배출관리기준에 비해 1% 이내의 낮은 수준으로 관리되고 있었으며, 액체 배출물의 주요 핵종은 대부분  $^3\text{H}$ 였으며 부지경계 농도가 교육과학기술부 고시 제2008-31호의 배출관리기준에 비해 1% 이내의 낮은 수준으로 관리되고 있었다. 월성원전은 방사성폐기물 배출관리를 적절히 수행하고 있으며 배출량을 최소화하고 법적 기준치를 준수하고 있으며, 방사성물질 배출에 의한 환경영향을 최소화하고 있음을 확인하였다.

### 참고문헌

- [1] 교육과학기술부 고시 제2008-31호(방사선방호 등에 관한 기준 고시), 2008
- [2] 한수원(주), 원자력발전소 방사선관리연보, 1998~2007
- [3] 한전전력연구원, 원자력발전소 주변 주민선량 계산지침서 Rev.2, 2003