

# 국내 원전의 삼중수소 배출현황 및 추이 분석

이종국\*, 이관희, 이윤지, 김성일, 육대식, 안상면  
한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 과학로 62  
\*jongkuk@kins.re.kr

## 1. 서론

삼중수소는 원자력발전소의 방사선안전관리 측면에서 볼 때 중요하게 관리되는 방사성핵종이다.

삼중수소는 저에너지 베타선을 방출하는 핵종으로 원전 운영과정에서 발생하는 다양한 방사성핵종 중에서 상대적으로 매우 낮은 수준의 방사선위험도를 갖는 핵종이다. 하지만 가압중수형 원전(PHWR)인 월성 1-4호기를 포함하여 국내 다른 원전에서 액체 및 기체 상태로 배출하는 방사성배출물 중에서 삼중수소의 배출량이 차지하는 비율이 다른 방사성핵종(군)의 배출량에 비해서 매우 큰 비율을 차지하고 있는 실정이다. 이에 따라 삼중수소의 배출현황 및 추이를 꾸준히 분석하여 삼중수소 배출에 따른 방사선학적 위험도를 평가하는 것은 원자력안전규제의 중요한 항목 중에 하나이다.

## 2. 본론

### 2.1 발전용원자로 방사성배출물에 관한 기술기준과 배출규제

국내에서 운전 중인 발전용원자로는 관련법령에 따라 환경상의 위해방지기준을 만족하여야 한다[2]. 환경상의 위해방지 기준은 해당시설의 제한구역 경계에서의 연간선량으로 설정되어 있는데, 액체방사성물질의 배수에 의한 연간 유효선량은 0.03 mSv, 기체방사성물질의 배기에 의한 연간 유효선량은 0.05 mSv로 설정되어 있다. 또한 운영에 관한 안전조치로서 방사성폐기물의 처리 및 배출에 관한 기술기준을 충족하여야 하는데, 배출관리기준이란 환경으로 배출된 방사성물질을 규제하기 위하여 설정된 농도로 액체 및 기체 방사성물질에 의한 일반인의 피폭선량이 국제기준을 바탕으로 설정된 연간 선량한도를 넘지 않도록 유도되어 설정한 값이다. 삼중수소의 배출관리기준의 경우 액체상은  $4.0e+07$  Bq/m<sup>3</sup>, 기체상은  $3.0e+03$  Bq/m<sup>3</sup>이다.

### 2.2 삼중수소의 생성과 특성

삼중수소는 반감기가 12.3년으로 베타붕괴에 의해

He-3의 안정한 핵종으로 변환된다. 방출되는 베타 입자의 최대 에너지는 18.6 keV이며 평균 에너지는 6 keV정도이다. 베타선 외에 다른 방사선은 방출하지 않으며 특히 감마선 방출이 없으므로 체외 피폭에 의한 방사선학적 위해도는 거의 없다. 삼중수소는 <sup>235</sup>U의 삼중핵분열(ternary fission) 후, 파손된 핵연료 피복관을 통한 냉각재로의 확산 또는 중수소의 중성자 포획반응이나 <sup>6</sup>Li의 중성자 포획 반응 후 붕괴( $6\text{Li}(n, \alpha)^3\text{H}$ )에 의해 생성된다.

### 2.3 삼중수소 배출현황

원자로내의 냉각재로 중수를 사용하는 중수로에서는 중수의 중성자 반응에 의해 삼중수소의 발생량이 경수로원전에 비해 월등히 많다[3, 4]. 이에 따라 삼중수소의 환경 배출량이 다른 방사성핵종에 비해 많으며, 최근 5년(2011-2015년) 국내 원전의 방사성핵종 배출 기록에 따르면 중수로형 원전 1기당 연간 삼중수소 배출량은 경수로형 원전의 약 5-6배 수준인 것으로 분석되었다 [Table 1].

Table 1. Average Value of Tritium Amount in Korea NPP Site(2011-2015)[unit: TBq]

구분	기체	액체	계
고리	15.9	50.8	66.7
한빛	14.0	48.1	62.1
한울	11.8	52.4	64.2
월성	148.0	72.4	220.4

### 2.4 삼중수소 배출추이

한수원은 월성원전 삼중수소 저감을 위해 삼중수소 소제거설비(TRF) 건설을 추진하여 2007년 7월부터 운영하고 있으며, 이후 월성원전의 삼중수소 환경배출량은 점차 감소되는 추이를 보여주고 있다. Fig. 1은 최근 10년(2006-2015년)의 액·기체 삼중수소 배출량 추이를 나타낸다. Fig. 1을 보면 운영 초기인 2007-2008년에 약 473-430 TBq의 삼중수소가 배출되었지만, 약 10년이 지난 2014-2015년에는

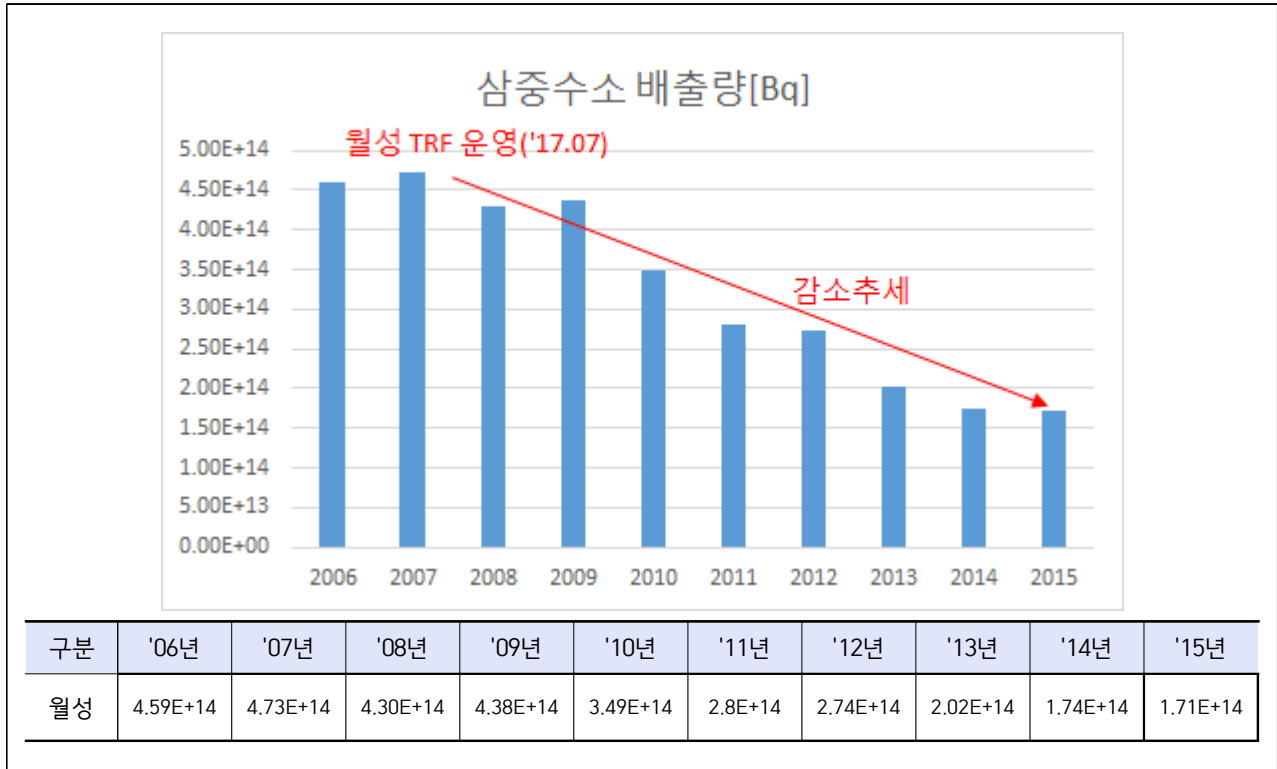


Fig. 1. Release Amount and Decrease Trend of Tritium in Wolsung Site[unit: Bq].

171-174 TBq의 삼중수소가 발생해서 삼중수소 제거 설비의 운영 초기에 비해 약 40% 수준으로 삼중수소의 배출량이 감소했음을 확인할 수 있다.

### 3. 결론

이 논문에서는 국내 원전에서 배출되는 액·기체 방사성물질 중 가장 배출량이 큰 삼중수소를 대상으로 최근 5년간의 배출현황(전체 부지)과 최근 10년간의 배출추이(월성 부지)를 분석하였다. 특히 2007년 월성 TRF의 운영으로 인해 월성부지의 삼중수소 배출량이 운영초기에 비해 약 40% 수준으로 줄어든 것을 확인할 수 있었다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 원자력안전위원회의 재원으로 한국원자력안전재단의 지원을 받아 수행한 원자력안전연구사업의 연구결과입니다 (No.1305004).

### 5. 참고문헌

- [1] 김희근, 공태영, “중수로원전 종사자의 삼중수소 체내섭취에 따른 인체대사모델과 유효반감기 분석”, 방사선방어학회지 제34권제2호, pp.87-94(2009).
- [2] 원자력안전법령
- [3] 원자력발전소 주변 환경방사능 조사 및 평가 보고서, 한국수력원자력(주), 2006-2015.
- [4] KINS 방사성폐기물 안전관리 통합정보시스템 'http://wacid.kins.re.kr/REPORT/STD/std\_list.aspx?module=GS&period=Y'