

한빛 원자력발전소 주변 환경방사선(능) 장기적 경향성 평가

이갑복*, 양양희, 김정미

한수원(주)중앙연구원, 대전광역시 유성구 유성대로 1312번길 70

*gblee5421@khnp.co.kr

1. 서론

원자력발전소에서는 주변 환경과 주민을 방사선으로부터 안전하게 보호하기 위해 환경방사선(능)을 연속 또는 주기적으로 감시하고 있다.

원자력안전위원회고시 제2014-12호 제7조 제2항에서는 환경조사 결과를 근거로 방사선(능)의 단기적 변동과 장기적인 축적경향을 평가하도록 규정하고 있다.

원자력발전소에서는 매년 방사선 환경감시 결과에 대해 단기적 변동을 분석하고, 그 보고서를 대중에게 공개하고 있다. 그러나 연간보고서에 장기적인 축적경향을 평가하여 수록하기에는 한계가 있기 때문에 10년 주기로 수행하는 주기적안전성평가(PSR) 시 해당 사항을 평가하고 있다.

본 연구에서는 한빛 5,6호기 PSR 일환으로 최근 10년(2005~2014년)간 측정된 환경감시 자료를 토대로 장기적인 추세분석을 통해 방사능 축적경향을 평가하였다.

추세분석 결과는 '증가', '감소' 또는 '추세 없음'으로 나타나는데, '감소' 및 '추세 없음'일 경우에는 해당 방사성 핵종이 장기적으로 축적되지 않는다고 쉽게 판단할 수 있을 것이다.

그러나 '증가' 추세로 분석되는 경우에는 증가원인이 원전 가동에 의한 것인지를 판단하여야 하는데, 과학적 근거가 충분치 않은 경우가 있다. 이는 원자력발전소 주변 환경에서 검출되는 방사선(능)이 원전에서 배출되는 방사능과의 상관성을 확인하기 어려울 정도로 매우 낮게 나타나기 때문이다. 이런 경우에는 우리나라 전국토 환경방사선 조사결과, 그리고 측정된 농도로 추정된 선량평가 결과와 비교하여 환경영향에 대한 유의성을 검토하였다.

2. 본론

2.1 분석방법 및 항목

우선 한빛원전 주변 환경매질별 방사선(능)의 연간 평균값에 대한 10년간의 그래프를 통해 변화추이를 정성적으로 살펴보았다. 최소검출가능농도 이상의 농도가 지속적으로 검출되는 핵종에 대해 수행하였다.

그리고 방사능 축적경향 파악이 감시목적의 하나인 표층토양, 하천토양, 해수, 해저퇴적물, 해조류에 대하여 비모수적 통계분석기법 Mann-Kendall 검정법[1,2]을 이용하여 정량적인 추세분석을 수행하였다. 분석핵종은 환경시료 중에서 지속적으로 검출되면서 반감기가 상대적으로 긴 ^{137}Cs 을 선정하였다.

Mann-Kendall 검정법은 관측값을 직접 사용하는 것이 아니라 관측값의 서열 혹은 변동 기울기 등을 이용하기 때문에 결측값과 이상값(abnormal data)을 적절히 다룰 수 있고 그 영향에도 민감하지 않다.

2.2 분석결과

2.2.1 공간선량을 및 공간집적선량

공간선량의 범위는 85~124 nGy/h이며, 한국 원자력안전기술원이 전국 128개 간이방사능측정소에서 측정한 최근 5년간(2004~2013년) 연평균 변동 범위(33~212 nGy/h) 이내인 자연방사선량 수준으로 장기적인 증가추세는 보이지 않았다.

공간집적선량도 152~298 $\mu\text{Gy}/\text{분기}$ 범위로, 한국원자력안전기술원이 최근 5년간 전국 53개소에서 측정한 연평균 범위(117~336 $\mu\text{Gy}/\text{분기}$) 이내로 원전 영향에 의해 방사선량이 장기적으로 증가하는 추세는 보이지 않았다.

2.2.2 공기중 미립자 방사능

부지 내·외부 10개 지점(2개 비교지점 포함)에서 10년 동안 측정된 공기 중 미립자의 지점별 연평균 전베타 방사능은 1.01~1.66 mBq/m^3 범위였다. 이는 한국원자력안전기술원이 측정한 최근 5년간 전국 공기 중 미립자 전베타 방사능 연평균 범위(4.19~8.81 mBq/m^3)와 비교해 볼 때 낮은 수준임을 알 수 있다. 한국원자력안전기술원에서 측정한 값이 상대적으로 높게 나타나는 것은 라돈과 같은 자연방사능을 배제하기 위해 채취시료를 보관하는 기간(한국원자력안전기술원 1일, 원자력발전소 3일)이 다르기 때문이다. 미립자 감마동위원소 및 방사성옥소도 장기적인 증가 추세를 보이지 않는 것으로 분석되었다.

2.2.3 육상 물시료(빗물, 지표수, 식수, 지하수)

빗물, 지표수, 식수 및 지하수의 감마동위원소는 연도에 따라 일시적으로 검출되는 경우가 있었으나 2012년도 이후에는 감소되거나 검출되지 않았다. 따라서 발전소 영향에 의해 장기적으로 증가하는 추세는 아닌 것으로 분석되었다.

삼중수소 농도는 빗물에서 1.96 ~ 45.8 Bq/L 범위로, 2012 년도 이후 감소하는 추세를 보이고 있다. 지표수, 지하수, 식수에서의 삼중수소 농도도 일정한 수준을 유지하고 있어, 장기적인 축적경향은 나타나지 않았다. 빗물에서 나타난 최대 농도 45.8 Bq/L의 식수를 성인이 매일 2ℓ씩 음용한다면 연간 6.02E-4 mSv의 선량을 받게 되는데, 이는 일반인 연간 선량제한치 1 mSv의 0.06%에 해당되는 매우 적은 양이다.

2.2.4 육상 식품시료 및 지표시료

육상 식품시료 및 지표시료에서 측정된 인공 방사능은 전국적으로 검출되고 있는 ^{137}Cs 과 ^{90}Sr 을 제외하고 거의 검출되지 않았다. ^{137}Cs 과 ^{90}Sr 도 후쿠시마 사고가 발생한 2011년과 같이 일부 연도에 일시 증가하는 경우가 있었으나, 장기적인 증가 추세를 보이지는 않았다.

2.2.5 표층토양 및 하천토양

표층토양 및 하천토양에서 측정된 감마동위원소 및 ^{90}Sr 도 전국에서 검출되고 있는 ^{137}Cs 과 ^{90}Sr 을 제외하고 거의 검출되지 않았다.

표층토양 및 하천토양에서의 ^{137}Cs 추세분석 결과, 연우교의 하천토양의 경우를 제외하고 모든 지점에서 추세없음을 보여주고 있다. 연우교의 하천토양에서 증가추세를 보이는 하였으나 원전으로부터 멀리 떨어진 광주지역 임곡교 하천토양 측정값의 변동범위 내에서의 추세이다(Fig. 1). 또한 한빛원전으로부터 ^{137}C 가 최소검출하한치 이상으로 배출되지 않으므로, 증가추세가 원전 운영과 상관성을 갖는 것으로 보기 어렵다.

2.2.6 해양시료(해수, 해저퇴적물, 어패류, 해조류, 저서생물)

해양시료에서 측정된 감마동위원소 및 ^{90}Sr 도 전국에서 검출되고 있는 ^{137}Cs 과 ^{90}Sr 을 제외하고 거의 검출되지 않았다.

부지주변의 해수의 연평균 삼중수소 농도는 <2.08 ~ 14.4 Bq/L 범위로서 비교지점인 함평(<2.08

~3.36)보다는 약간 높은 것으로 나타났으나, 일정한 수준을 유지하고 있어 장기적인 축적경향을 보이지는 않고 있다.

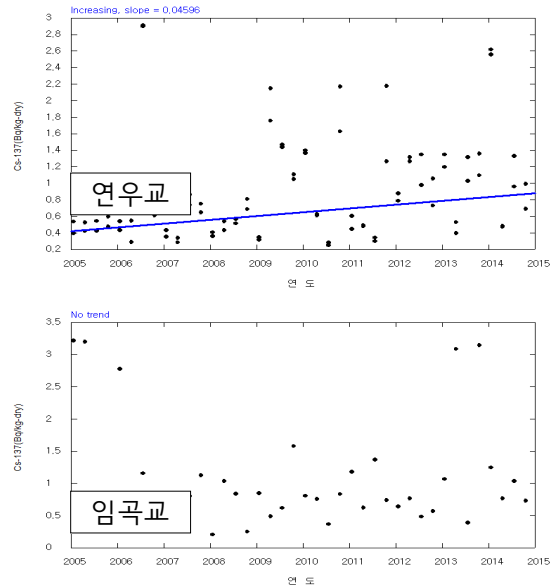


Fig. 1. ^{137}Cs Concentration Trend in River Sediment.

3. 결론

지난 10년간 한빛본부 부지 내외의 환경방사선(능) 변화추이와 방사성물질 축적경향을 조사한 결과 ^{131}I 및 ^{137}Cs 등 일부 핵종이 일시적으로 증가되거나 검출되었으나, 이는 전국적인 수준과 비슷한 수치로서 발전소 가동으로 인한 환경 축적경향은 나타나지 않았다.

4. 참고문헌

- [1] 이진용 등, "국가 지하수관측소 지하수위, 전기전도도 및 수온자료에 대한 모수적 및 비모수적 변동 경향성 분석," 한국지하수토양환경학회지, 11(2), pp. 56-67, (2006).
- [2] Coen, M.C., E. Weingartner, S. Nyeki, J. Cozic, S. Henning, B. Verheggen, R. Gehrig, U. Baltensperger, "Long-term trend analysis of aerosol variables at the high-alpine site Jungfraujoch," *Journal of Geophysical Research*, Vol. 112, (2007).