

## 영광원전 주변의 환경시료에서 C-14 추적 및 확산 경향 평가에 대한 연구

염 유 선, 황 정 래, 전 인 섭, 정 병 희

라드텍(주), 대전광역시 유성구 덕진동 150 한국원자력연구소 창업보육센터 109호

ysyeom@stmail.chosun.ac.kr

중심어 : C<sup>14</sup>, 추적 경향, 확산 경향, CO<sub>2</sub>

### 서 론

원자로 내에서 생성된 <sup>14</sup>C는 원전주변의 환경으로 방출되는데 방출 화학형태는 크게 CO<sub>2</sub>와 C-유기물 형태인 것으로 알려져 있다. PWR 발전소에서 CO<sub>2</sub>와 C-유기물 형태로 방출되는 평균 분율은 각각 20%, 80% 정도인 반면 중수로형 발전소에서는 95% 이상이 CO<sub>2</sub> 형태인 것으로 알려져 있고, 환경으로 방출된 C<sup>14</sup>는 기상 및 지형조건에 따라 원전주변 환경으로 확산 및 축적이 됨으로서 결국 호흡 및 음식물 섭취를 통해 원전주변 주민들에게 피폭을 일으키게 된다. 중수로형 발전소에서 CO<sub>2</sub> 형태의 방출 분율이 95% 이상을 차지하고 있기 때문에 전 세계적으로 감시 및 평가를 체계적으로 수행하고 있는 반면, PWR 발전소에서는 CO<sub>2</sub> 형태의 방출 분율이 작기 때문에 C<sup>14</sup>에 대한 감시 및 평가는 나라마다 차이가 많다. 우리나라의 경우 대부분이 PWR 발전소이고, 발전소 설계 및 운전 조건에 따라 방출 분율에 많은 차이가 있기 때문에 이에 대한 평가를 수행할 필요가 있을 것으로 판단하여 영광원전을 대상으로 C<sup>14</sup> 추적 및 확산 경향을 평가하고자 하였다.

### 연구 내용 및 방법

영광원전을 대상으로 C<sup>14</sup> 추적 및 확산 경향을 평가하기 위해 영광원전으로부터 반경 25km 이내의 지점에서 공기, 솔잎, 쌀, 무, 배추, 우유, 계란 시료를 채취한 후 액체섬광계수기를 이용하여 측정하였고, 측정된 결과를 정량적으로 분석하기 위해 정량분석 인자를 도출함으로써 <sup>14</sup>C 추적 및 확산 경향을 평가하였으며, 측정 및 실험 결과를 검증하기 위해 AECL 자료와 1997년 KINS에서 대전지역을 대상으로 측정한 결과를 활용하였다.

### 결과 분석

<sup>14</sup>C 추적 및 확산 경향을 분석하기 위해 도출한 변수는 채취 시기와 거리로 농작물의 경우 공기 중의 <sup>14</sup>C 농도가 농작물 내의 <sup>14</sup>C 농도와 평형을 이루는데 2~3개월 정도로 비교적 짧고, 축산물은 공기 중의 <sup>14</sup>C 농도와 평형을 이루는데 2년 정도로 농작물에 비해 시간이 많이 걸리는 것으로 알려져 있다. 따라서 공기와 농작물 시료는 확산 경향을 축산물의 경우 추적 경향을 파악하는데 활용하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

[표 1]은 본부 정문과 후문에서 채취한 공기시료의 분석 결과를 도시한 것으로 정문과 후문의 평균 농도는 각각 0.274 Bq/gC, 0.267 Bq/gC로 1997년 KINS에서 대전지역을 대상으로 측정한 결과인 0.26~0.27 Bq/gC와 거의 일치하는 것을 볼 수 있는데 이러한 경향을 보이는 것은 발전소로부터 방출되는 <sup>14</sup>C의 양이 적고, 기체 형태로 방출되기 때문에 대기 중에서 확산이 잘 일어나 빨리 희석됨으로써 발전소 영향보다는 자연준위에 가까워지는 것으로 판단된다.

표 1. 본부 정문 및 후문에서의  $^{14}\text{C}$  농도

채취 시기	채취 지점	농도 (Bq/gC)	채취 시기	채취 지점	농도 (Bq/gC)	채취 시기	채취 지점	농도 (Bq/gC)	채취 시기	채취 지점	농도 (Bq/gC)
04.4월	정문	0.243	04.4월	후문	0.272	04.10월	정문	0.306	04.10월	후문	0.259
04.5월	정문	0.284	04.5월	후문	0.292	04.11월	정문	0.269	04.11월	후문	0.263
04.6월	정문	0.262	04.6월	후문	0.277	04.12월	정문	0.293	04.12월	후문	0.300
04.7월	정문	0.242	04.7월	후문	0.247	05.1월	정문	0.288	05.1월	후문	0.271
04.8월	정문	0.251	04.8월	후문	0.242	05.2월	정문	0.297	05.2월	후문	0.277
04.9월	정문	0.288	04.9월	후문	0.243	평균		0.274	평균		0.243

[그림 1]은 농작물의 대표 시료로 쌀의 확산 경향을 파악하기 위해 도시한 것으로 그림을 통해 확인할 수 있듯이 원전으로부터 거리가 멀어짐에 따라  $^{14}\text{C}$  농도가 감소하는 경향이 나타나지 않는 것을 볼 수 있는데 이러한 경향은 공기시료와 마찬가지로 방출량이 작고 공기 중에서 확산이 잘 일어나기 때문이라 판단된다. [그림 2]는 축산물의 대표 시료로 원전으로부터 반경 5-25km 이내 지점인 고창, 구시포, 덕호리 지역에서 채취한 우유의 분석결과를 도시한 것으로 축적 경향은 나타나지 않는 것을 확인할 수 있다.

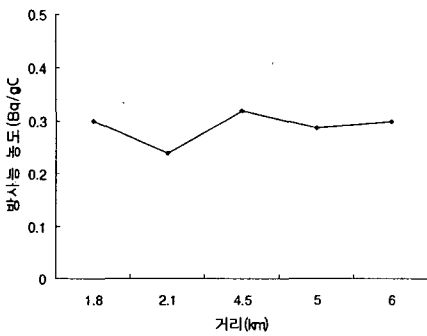


그림 1. 쌀 시료의 확산 경향

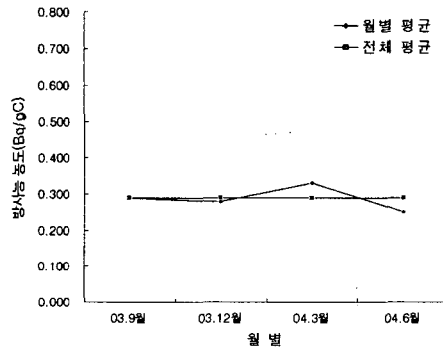


그림 2. 우유 시료의 축적 경향

## 결론

국내 PWR 발전소에서  $^{14}\text{C}$  축적 및 확산 경향을 평가하기 위해 시료의 채취 시기 및 거리에 따른 경향을 분석한 결과 모든 시료에서 축적 및 확산 경향은 보이지 않았고, 축적 및 확산 경향에 대한 비교적 정확한 결론을 도출하기 위해서는 환경 시료의 sampling 및 측정을 체계적으로 수행해야 할 것으로 판단된다. 영광원전 본부 정문과 후문에서 채취한 공기 시료의  $^{14}\text{C}$  농도를 분석한 결과 1997년 KINS에서 대전지역을 대상으로 측정된 결과와 거의 일치하는 값을 보여 주었는데, 이러한 경향을 보이는 것은 발전소로부터 환경으로 방출되는  $^{14}\text{C}$  양이 적고, 또한 기체 상태로 방출된  $^{14}\text{C}$ 이 대기 중에서 확산이 잘 됨으로써 발전소 영향보다는 자연준위에 가까워지는 것으로 판단된다.

## 참고 문헌

1. 조선대학교 원자력연구센터, "C-14 축적 및 선량평가 기술개발 최종보고서", 2005년 5월.
2. S-R. Peterson, P.A. Davis and R.R. Rao, "Modelling Doses form Tritium and C-14 in the Environment," AECL, 1997.