

삼중수소 전처리과정이 방사능 측정결과에 미치는 영향평가

이병일^{1*}, 정진욱¹, 최영훈²

월성원전 · 방폐장민간환경감시센터¹

신고리원전민간환경감시센터²

E-mail: byunglee@wsnec.or.kr

요약

환경시료 중 삼중수소의 방사능을 분석하기 위하여 전처리과정을 수행한다. 전처리의 주요 절차는 증류와 발광액의 첨가 그리고 약 24시간의 암실보관 등이다.

본 보고서에서는 각 전처리 과정이 방사능 측정 결과에 미치는 영향을 평가하고 전처리과정에서 피할 수 없는 오차와의 관계를 확인한 후 이를 통해 삼중수소의 방사능 세기에 따라 전처리과정의 상대적 중요도를 확인하고자 한다. 이 과정을 통해 전처리가 꼭 필요한 경우와 그렇지 않은 경우를 구분할 수 있는 방사능 세기의 문턱 값을 확인하고자 한다.

서론

월성원전 주변의 삼중수소의 방사능 값은 타 원전지역보다 높게 측정된다. 이는 중수를 감속재와 냉각재로 사용하는 중수로의 영향인 것으로 판단된다. 또 중수로에서의 방사능 누출 시 삼중수소의 영향이 타 원전지역보다 더 심각할 수 있음이 예상된다. 그러므로 삼중수소의 분석은 신속하게 수행될 필요가 있다. 환경시료의 삼중수소의 분석에 있어 전처리 과정을 필요로 한다. 이 전처리에 소요되는 시간은 경우에 따라 달라지지만 보통 12시간 이상을 필요로 한다.

본 논문에서는 전처리 과정을 생략 혹은 축소하는 경우 방사능 측정값에 어떤 영향을 미치는가를 검토하고자 한다. 이 결과를 기초로 전처리에 따른 오차와 피할 수 없는 전체오차와의 비교를 통해 전처리가 필수적인 방사능세기의 영역과 그렇지 않은 영역을 구분하는 방사능 세기 문턱 값을 확인하고자 한다. 이와

관련된 방사능세기 문턱값을 결정하기 위한 실험준비 및 방법과 해석에 대하여 본문에서 다루고자 한다. 그림 1은 이전 실험에서 확인한 방사능세기에 따른 분산과 상대오차를 나타낸 그림이다. 그림 1에서 좌측은 각 방사능세기에 대한 표준편차이며 우측은 상대오차를 나타낸다.

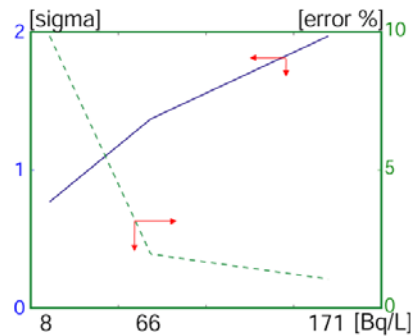


그림 1. 방사능세기에 따른 표준편차

본론

전처리의 적용에 따른 방사능 세기별 오차와 피할 수 없는 전체오차(전처리와 측정)와의 관계를 확인하기 위하여 방사능 세기별 선원과 전체오차를 확인할 수 있는 시료를 준비하였다.

방사능의 세기는 약 10, 100, 1000 그리고 10000 Bq/L의 선원을 준비하였다. 방법으로는 Perkin Elmer사의 199,900dpm 삼중수소 선원에 대하여 붕괴 정도를 계산한 후 비율에 맞게 희석하여 시료를 제조하였다. 자세한 내용은 표 1에 나타내었다. 또한 전처리 적용에 대한 영향을 확인하게 위해 각각의 선원당 3가지의 전처리 방법(직접분석, 증류 후 분석, 전처리 후 분석)을 사용할 계획이다. 그리고 전체오차를 확인

하기 위하여 10개의 시료에 대하여 독립적인 전처리를 통해 시료를 제조하였다.

표 1. 방사능에 따른 시료제조방법

구분	A	B	C	D
방사능(Bq)	3003	1001	100	10
희석량(L)	0.3	0.9	0.9	0.9
총 시료량(mL)	300	1000	1000	1000
비방사능(Bq/L)	10012	1001	100	10

제조된 시료에 대한 실험 순서는 다음과 같다.

- 1) 독립적인 전처리를 통해 준비된 시료의 방사능 값을 측정하여 피할 수 없는 전체오차의 크기를 구한다.
- 2) 방사능의 세기에 따라 준비된 4개의 시료에 대한 방사능을 측정한다.
- 3) 단계 2)에서 측정한 값에 대하여 전처리 후 분석한 값을 참값으로 간주하고 전처리 적용정도에 따라 측정된 값들과의 오차를 구한다.
- 4) 단계 1)과 3)에서 구한 값들을 한 개의 그래프에 나타내고 이들 간의 변화를 확인한다.
- 5) 단계 4)의 그래프에서 피할 수 없는 오차의 크기가 전처리의 적용 여부에 따른 오차보다 큰 영역(방사능 세기)에서는 전처리가 큰 의미를 제공하지 못함을 의미한다.

토의 및 결론

본 논문은 삼중수소의 방사능을 측정하는데 있어 전처리의 각 단계별 의미를 확인하고 전처리의 적용 여부에 따라 방사능 측정에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 시료내부에 존재하는 불순물의 양이 일정한 경우에, 불순물이 방사능 측정에 미치는 절대적 크기는 크게 변하지 않고 방사능의 세기가 다른 경우 불순물이 방사능 측정값에 미치는 상대적인 크기는 방사능의 세기가 커짐에 따라 반대로 감소함을 기대할 수 있다. 이런 경우에 그 상대적인 오차와 전처리 및 측정단계에서 피할 수 없는 오차의 크기를 비교하는 것은 매우 의미가 있다고 판단된다. 그림 2는 전처

리 적용 여부에 대한 상대적 오차(A)와 분석과정에서 피할 수 없는 오차(B)와의 관계를 예측하여 표현하였다. 이들 두 오차의 크기가 교차하는 방사능 세기를 기준으로 좌측에 해당하는 방사능 세기에서는 전처리가 반드시 필요하고 우측의 경우에는 단순화된 전처리를 통해 방사능 측정을 수행하여도 큰 오차가 발생하지 않을 수 있음을 의미한다.

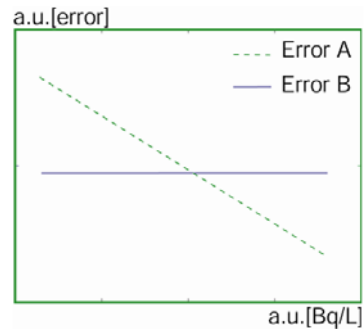


그림 2. 전체오차와 전처리오차의 관계

여기서 피할 수 없는 오차의 크기와 전처리 적용 여부에 따른 방사능의 오차의 크기를 비교하기 위해서는 이들 오차들을 등가적으로 표현하는 방법이 필요하다. 향후 연구에서는 이들 오차들을 등가적으로 표현하는 방법에 대한 연구가 필요하다. 또 전처리의 적용여부에 대한 좀 더 명확한 영향을 파악하기 위하여 전처리의 각각 단계별 효과를 정성적 그리고 정량적으로 확인할 필요가 있다.

위에서 열거한 내용들에 대한 확인이 진행 된 후에는 방사능 세기에 따라 전처리 적용의 필요성의 판단을 통해 효율적인 분석방법을 제시할 수 있다고 판단된다.

참고자료

1. 한국원자력안전기술원, 전국환경방사능조사, (2009)
2. 한국전력공사, 환경방사능분석법연구, (1992)
3. Alfredo et al., Probability concepts in Engineering planning and design. vol 1, John wiley & sons, (1975)