

## H-3 분석시 측정방법을 달리함에 따라 소광보정에 미치는 영향의 평가에 대한 연구

황 정 래, 정 병 희, 전 인 섭, 하 충 기, 김 대 원, 염 유 선

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

[jl-hwang@hanmail.net](mailto:jl-hwang@hanmail.net)

중심어 : 소광변수, 소광보정곡선, SQP(E), Repeat, Replicate

### 서 론

일반적으로 액체섬광계수기를 사용하여 소광현상을 보정하기 위해 방사능 농도가 일정하면서 소광 정도가 다른 일련의 시료를 순차적으로 1회 측정 후 소프트웨어를 이용하여 소광보정곡선을 작성하고 있다. 이러한 방법, 즉 Replicate 방법은 시료가 측정위치로 이동하는 과정에서 전기적 및 기계적 잡음에 의해 측정결과에 영향을 미칠 수 있고, 실제 이러한 현상은 시료를 수십 회 연속하여 측정한 결과에 의해 확인되었는데 이러한 측정 결과로부터 첫 번째 측정값이 나머지 측정치에 비해 값이 크게 나오는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 기존의 소광보정방법이 기계 및 전기적 잡음이 반영된 결과라 판단하여 기계 및 전기적 noise의 영향을 최소화할 수 있는 방법을 실험 및 계측을 통해 제시하고자 하였다. 이를 위해 혼합비별로 일련의 소광보정용 표준시료를 조제한 후 시료를 독립적으로 계측하는 기존의 방법과 시료를 연속적으로 계측하는 방법을 비교 분석함으로써 대표적인 소광인자인 SQP(E) 값에 미치는 영향과 계측 정확도에 미치는 영향을 평가하고자 하였으며 분석 결과로부터 비교적 정확한 결과를 도출하기 위한 방법 및 방안을 제시하고자 하였다.

### 재료 및 방법

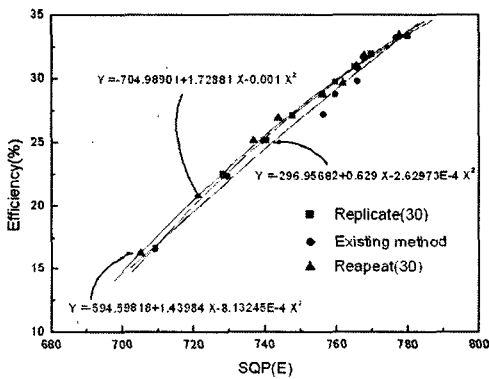
본 연구에서는 소광보정을 위한 소광변수로 SQP(E) 값을 이용하였고, 기존의 측정 방법 이외의 방법으로 시료를 측정함으로써 SQP(E) 값에 미칠 수 있는 영향을 평가하기 위해 고려한 변수는 Replicate와 Repeat이다. Replicate에 의한 측정 방법은 시료를 독립적으로 계측하는 방법으로 rack에 장착된 시료를 매회 측정할 때마다 측정 위치로 옮겨지는 과정에서 전기 및 기계적, 기타 요인에 의해 noise가 발생할 수 있는 반면 Repeat 방법을 이용한 측정방법은 시료를 연속적으로 계측하는 방식으로 rack에 장착된 시료를 계측할 때 기계적 작동에 의해 측정 위치로 옮겨진 시료를 사용자가 지정한 횟수만큼 계측을 완료한 후, 다시 rack으로 복귀하는 방식이다. 따라서 시료를 연속적으로 계측하는 Repeat 방식이 독립적으로 계측하는 Replicate 방법에 비해 기계적 및 전기적 작동이 상대적으로 적기 때문에 noise 현상을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

측정방법 차이에 따라 소광보정에 미치는 영향을 평가하기 위해 사용된 계측기는 Quantulus 1220이고, 사용된 H-3 선원은 비방사능이 약 200,000 dpm/g인 액상 선원으로 구입한 선원을 이용하여 혼합비별 총 10개의 시료를 조제한 후 혼합비별로 조제한 일련의 표준시료는 Replicate와 Repeat 방법으로 각각 30회씩 측정 후 평균값을 해당 혼합비에 대한 대표 값으로 선정하여 소광보정곡선을 작성하였다. 작성된 소광보정 곡선을 검증하기 위해 기지의 방사능(50,000 및 100,000dpm)을 가진 액상선원을 이용하여 3:17, 5:15, 8:12 및 10:10의 혼합비로 시료를 조제한 후 Quantulus 1220 장비를 이용하여 CPM (Counts per minute)과 SQP(E) 값을 측정하였다. 기지의 방사능 농도 값과 측정 결과를 비교 분석함으로써 측정방법 차이에 따른 정확도를 분석하였다.

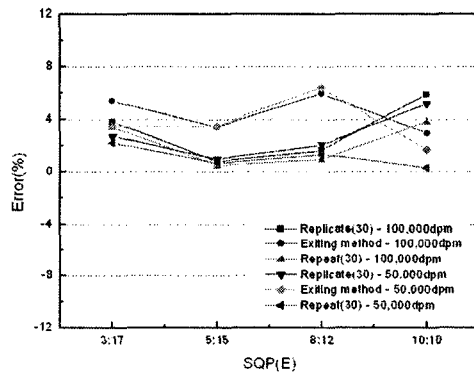
결과 및 고찰

[그림 1]은 Replicate 및 Repeat 방법과 본 연구에서 제시한 방법으로 계측된 결과를 비교 분석하기 위해 도시한 것으로 혼합비별로 SQP(E) 값과 효율과의 상관관계를 이용하여 소광보정곡선을 작성한 것이다. 그림을 통해 확인할 수 있듯이 Replicate와 Repeat 방법은 큰 차이를 나타내지 않지만 Repeat의 방법이 Replicate에 비해 미미한 정도로 효율이 높게 나타나고 있고, 기존에 사용하는 방법과 비교해 보면 Repeat방법이 약 2% 정도 높게 나타나고 있는 것을 볼 수 있다.

이렇게 작성된 각 소광보정곡선을 이용하여 각 측정방법이 실제 방사능 값에 미치는 영향을 파악하기 위해 검증용 시료를 제작하여 SQP(E)와 CPM 값을 측정하였다. 상기의 측정 자료와 [그림 1]의 소광보정곡선을 이용하여 시료 중 방사능을 산출하였으며, [그림 2]는 위의 소광보정곡선을 이용하여 계산된 Activity와 실제 Activity를 비교한 것으로 Repeat 방법을 적용하여 측정된 방사능 값이 Replicate 방법에 비해 1% 정도 오차가 적음을 알 수 있으며, 기존에 사용하는 방법과 비해서도 4~5%정도 오차가 적음을 그림을 통해 확인할 수 있다.



[그림 1]. 소광보정곡선의 비교



[그림 2]. 측정방법 차이에 따른 방사능오차 비교

결론

액체섬광계수기를 이용하여 시료의 방사능 분석시 발생하는 소광현상을 보정하기 위해 혼합비별로 조제한 시료를 측정방법을 달리하여 측정된 결과 SQP(E) 값에 차이가 발생하였고, 이 차이로 인해 시료의 방사능 농도를 산출할 때 오차를 유발하는 것으로 파악되었다. 실제 환경시료 내에 존재하는 H-3 방사능 농도를 분석하기 위해 Repeat 방법을 사용하고 있는 반면 소광보정을 위해서는 조제한 혼합비별 시료를 1회 측정된 후 계측장비에 내장되어 있는 소프트웨어를 이용하여 소광보정곡선을 작성하고, 이를 이용하여 소광보정을 함으로써 측정치의 정확도를 떨어뜨린다는 결론을 도출하였다. 따라서 소광보정을 위한 표준시료의 측정방법을 실제 시료의 측정방법인 Repeat 방법으로 수행하여 소광보정곡선을 작성한 후 이를 이용하여 소광현상을 보정한다면 불확실성을 최소화함과 동시에 좀 더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 한상준, 황정래, 전인섭, 하충기, 김대원, 김용대, “외부표준선원법을 이용한 소광보정시 SQP(E)에 영향을 미치는 변수에 대한 연구”, KARP 춘계학술발표회 논문요약집, pp 156~157 (2006)
2. “1220 Quantulus Liquid Scintillation Counter, Instrument Manual”, Wallac Company, September, 1995.