

HPGe검출기와의 거리차에 따른 측정효율변화 고찰

임성규, 노인현, 송관석, 안창석, 장동철

한일원자력(주), 경기도 안양시 만안구 안양7동 202-4 동영벤처스텔 3차

ls9800@hanilnuclear.co.kr

1. 서론

미지의 방사성핵종을 포함하고 있는 기체, 액체 및 고체형태의 시료내에서 핵종별 감마에너지를 수집 및 분광하여 시료내 존재하는 핵종과 방사능 농도를 측정할 수 있는 대표적인 계측기가 감마핵종분석기이다. 감마핵종분석기의 효율은 상대효율, 기하학적 검출효율, 측정효율의 세가지로 구분할 수 있다. 특히 시료의 형태 및 검출기와의 접촉면적등에 따라 기하학적 검출효율이 달라지기 때문에 교정시에는 일반적으로 사용하는 시료의 형태 및 검출기와의 접촉면의 일정한 위치 지정에 따라 표준선원(CRM)을 측정하여 획득한 값들을 보간법(補間法)으로 계산하여 교정을 실시한다.

2. 본론

2.1 개요

시료내 핵종 및 방사능 농도를 측정하기 위해 사용하는 감마핵종분석기는 시료의 형태 및 계측기와의 거리등에 의해 측정효율이 차이가 나며 이를 기하학적 검출효율이라고 한다. 따라서 정해진 시료 형태 및 계측기와 거리차를 미리 표준화하여 교정을 실시하며 시료의 분석시에도 교정시 표준화한 시료의 형태 및 거리차에 따라 측정하여야 정확한 핵종 및 방사능 농도 분석이 가능하다. 시료내 방사능 농도가 매우 높은 경우에는 측정시 불감시간의 증가 및 검출부의 방사선손상(Radiation Damage)의 우려가 있을 수 있기 때문에 시료내 방사능 농도를 희석하거나 검출기와의 접촉거리를 이격하여 측정하는 방법이 일반적이다. 본 논문에서는 물리적 형태가 액체인 측정 대상의 방사능 농도가 아주 높은 경우를 가정하였다. 시료를 희석하지 않고 분석할 경우 고방사능 농도로 인한 불감시간의 증가와 검출기 손상이 발생할 수 있으며 이를 방지하기 위해 검출기와의 거리를 이격하여 측정해야 한다. 본 논문에서는 실험을 위해 검출기와의 거리를 최대

150mm까지 이격하여 측정하였으며 이격정도에 의한 검출기의 효율이 어떻게 변화하는지를 확인하였다. 또한 산출된 효율을 방사능 핵종별 방사능 농도 분석에 적용할 경우 산출된 방사능 농도 값과 기준값을 비교함으로써 오차의 변화정도를 확인하였으며 그 결과를 고찰하였다.

2.2 실험방법

검출기와 측정대상 시료간의 이격정도에 따른 측정효율의 변화를 실험하기 위해서 방사능 값을 알고있는 교정용 표준물질중 검출기와의 접촉면이 가장 작은 20ml 유리바이알 형태를 실험대용 기준 시료로 선정하였다. 실험 방법은 검출기와 시료의 거리차를 의도적으로 이격시키기 위해 직경이 검출기와 동일한 MC Nylon재질의 이격체(Spacer)를 50mm 두께로 3개를 제작하여 시료와 검출기와의 높이를 최초 접촉(contact)에서 부터 150mm 높이 까지 50mm 단위로 변화 시키며 일정한 시간동안 측정한 후 각각의 스펙트럼을 획득한 후 감마핵종분석기 운용 프로그램을 이용하여 효율곡선을 산출 하였다.

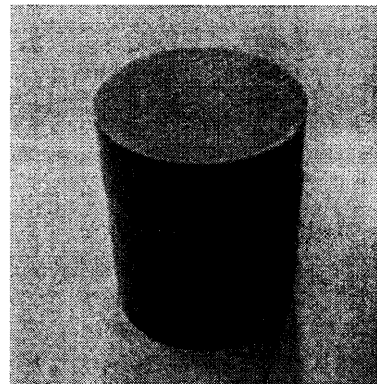


Fig. 1. 높이 50mm로 가공한 MC Nylon재질의 이격체

2.3 실험결과

표준선원을 이용하여 검출기와의 일정한 거리 이

격에 의한 계수율 및 스펙트럼을 획득한 후 분석용 프로그램을 이용하여 효율교정을 실시하여 각각의 효율 곡선을 산출하였다. 표준시료내에 포함되어있는 Cr-51핵종은 반감기가 약 28일에 불과한 단반감기 핵종으로 표준시료 기준일 대비 약6 반감기가 경과하였기 때문에 오차율을 고려하여 효율 교정시 제외시켰다.

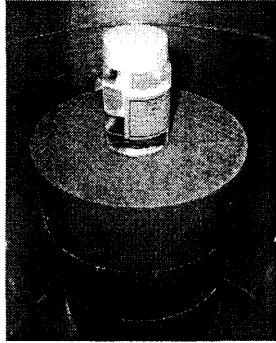


Fig. 2. 검출기로부터 150mm 이격

동일한 측정시간동안 검출기와의 측정거리를 일정하게 이격시켜 측정 후 효율그래프를 확인한 결과 검출기와의 거리차에 따라 측정효율이 급격히 떨어짐을 알 수 있었다.

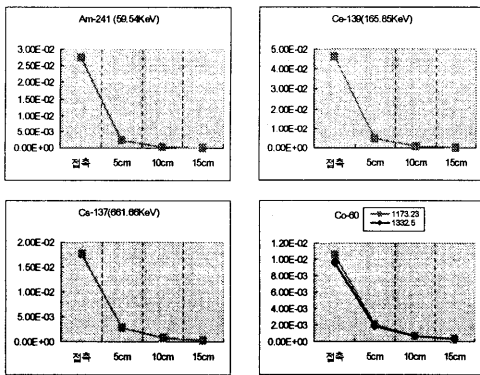


Fig. 3. 주요 핵종별 효율값의 변화도

검출기와 측정대상 시료간의 거리가 멀어질수록 측정효율은 상대적으로 낮아지며 효율변화 추이는 시료와 검출기를 접촉(contact)의 경우를 기준으로 50mm 이격 했을때 그 변화폭이 크게 나타남을 알 수 있었다..

3 결론

고방사능 농도의 액체 대표시료를 채집하여 감마핵종분석을 통해 핵종 및 핵종별 방사능 농도를 분석할 경우 시료의 고방사능 농도는 불감시간의 증가 및 고방사선에 의한 검출기 손상의 발생원이 될 수 있다. 따라서 희석 및 거리 이격등의 방법으로 방사능 농도를 낮추는등 사전 조치가 필요하다. 감마선의 방출지점으로부터 검출기의 거리를 의도적으로 이격시켜 측정할 경우 측정 효율의 변화 및 그에 따른 실제 방사능농도의 오차범위를 실험을 통해 알 수 있었다. 산출된 각각의 효율보정파일을 적용하여 핵종별 방사능 농도값을 표준시료의 기준값과 비교 한 결과 저에너지 및 고에너지영역에서의 오차는 크지 않았으나 감마핵종분석기의 효율이 가장 높은 영역의 에너지를 가진 Co-57 및 전자쌍생성에 의한 피크가 생성되는 구간 근처의 에너지를 가진 Sr-85의 오차값이 두드러짐을 실험을 통해 확인할 수 있었다. 향후 이격체의 물성등을 고려한 다양한 실험적 접근을 통해 검출기와의 이격에 따른 효율 변화의 세심한 분석 및 검토가 필요하다고 판단되며 고방사능 농도의 시료가 발생할 수 있다는 가정하에 검출기와의 이격에 따른 효율보정곡선 및 보정파일의 생성도 필요하다고 판단된다.

4. 참고문헌

- [1] 경북대학교 방사선과학연구소, 감마선 핵종 분석 (2002)
- [2] John Wiley and Sons, Radiation Detection and Measurement (1989)

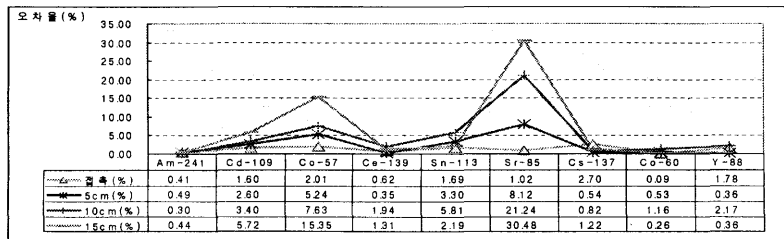


Fig. 4. 표준시료 기준값 대비 측정값의 오차율