

극 저준위 감마분광시스템을 이용한 미량 cotton swipe filter 분석 및 결과검증

이완로, 정근호, 조영현, 김원영, 강문자, 이창우, 최근식, 김영수
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045번지
peter@kaeri.re.kr

1. 서론

고순도게르마늄(HPGe) 검출기 기반으로, 지상 실험실에서 수동차폐와 능동차폐를 이용한 극 저준위 백그라운드 감마분광시스템을 개발하여 운영하고 있다[1-2]. 극 저준위 감마분광시스템은 일반 감마시스템에 비해 10배 정도의 낮은 백그라운드 계수율을 보이고 있으며, 이를 통해서 검출하한치를 낮출 수 있는 장점이 있어 미량환경시료 분석 핵활동 흔적시료 분석에 적용이 가능하다.

본 연구에서는 개발하여 운영중인 극 저준위 감마분광시스템을 이용하여 미량 cotton swipe filter 분석을 수행하였고, 이를 두 개의 외국 기관과 비교하여 결과 검증 및 극 저준위 시스템 성능평가를 하였다.

2. 본론

미량 cotton swipe filter는 IAEA으로부터 받아서 분석하였다. IAEA에서는 동일한 시료를 세 개 제작하여 KAERI를 포함한 세 기관에 일정기간을 정해놓고 분석하도록 하였다. 분석에 참여한 두 기관은 ORNL (Oak Ridge National Lab.) 및 PNNL (Pacific Northwest National Lab.)이다.

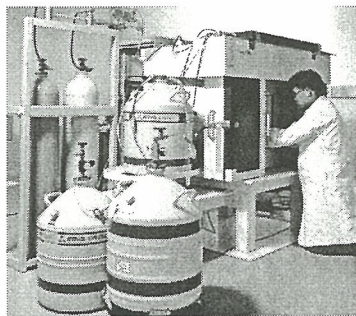
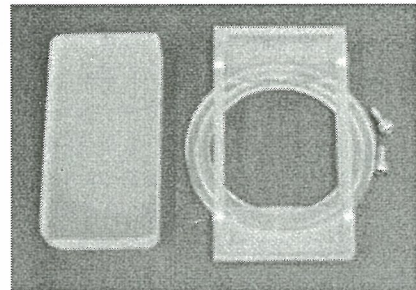


Fig. 1. System of ultra-low background gamma spectrometer.

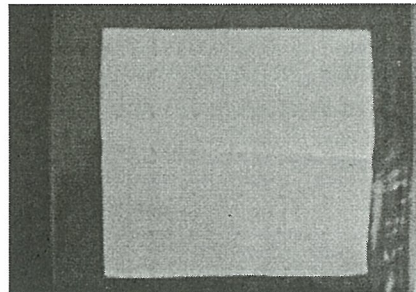
그림 1에서는 분석에 이용된 극 저준위 감마분광

시스템 및 시료를 셋팅하는 과정을 보여주고 있다.

시료와 검출기의 위치에 따라서 상이한 결과를 나타내므로 먼저 10 cm X 10 cm의 cotton swipe 시료가 항상 같은 위치에 있도록 하기 위해서 지지대를 제작하였다. 그림. 2에서는 아크릴로 제작된 시료 지지대 및 cotton swipe 시료를 보여주고 있다.



(a)



(b)

Fig. 2. (a) sample holder, (b) cotton swipe sample having weigh below several milligram.

미지의 시료의 핵종 및 방사능을 동시에 찾아내야 하기 때문에 에너지 및 효율 교정용 표준 용액을 제작해야 한다. 이를 위해서 Amersham사에서 총 방사능이 9.7 μCi 이고 88 keV에서 1836 keV에 11종의 방사선 피크를 가지는 표준용액을 이용하였다. 이 표준용액을 4M HCl을 이용하여 희석하여 표준용액을 자체적으로 만들었다. 10 cm X 10 cm의 cotton swipe 시료에 25개의 점을 마크하고 한 점에 피펫을 이용하여 10 μl 씩 5

번 반복하여 총 50 μ l을 떨어뜨렸다. 이렇게 25개 점에 50 μ l씩 떨어뜨린 후 비닐로 밀봉하였다. 이 시료는 실제 IAEA에서 온 샘플과 가능하면 비슷한 밀도 및 구조가 되도록 제작하였다.

IAEA에서 제작된 unknown cotton swipe filter를 미국 한 연구소를 통해서 받았으며 이를 분석하였다.

우리 이외의 다른 두 기관(PNNL 및 ORNL)에서 분석한 결과를 한국에서 서로의 결과에 대해서 토의를 하였다. 표 1에서는 각 기관의 측정결과를 보여주고 있다. 표 1에서 보면 Cd-109에서는 ORNL의 값이 매우 높게 나왔고, Am-241에서는 KAERI의 결과가 매우 낮게 평가되었다. 그 이유는 KAERI가지고 있는 장비가 P-type 기반의 감마분광검출 시스템으로 낮은 영역에서는 효율이 매우 낮고 급격히 떨어지는 경향이 있는데 이때 효율값을 매우 높게 평가하여 값이 높게 나왔다. Am-241소스가 없기 때문에 88.04 keV의 Cd-109 소스를 이용해서 구한 효율 값을 가지고 외삽해서 보정했다. 이 경우 낮은 에너지 영역에서 급격히 변하기 때문에 이런 결과가 나올 수 있다. 두 기관의 전문가와 토의한 결과 보정용 선원을 확보하면 문제가 없다는 결론을 얻었다.

Table 1. Comparison of measurement results for three institute.

| Isotope | Known value | PNNL value | | ORNL value | | KAERI value | |
|---------|-------------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|
| | (Bq) | (Bq) | $\pm 1sd$ | (Bq) | $\pm 1sd$ | (Bq) | $\pm 1sd$ |
| Cd-109 | 597 | 632 | 5 | 3600 | 100 | 611 | 15.7 |
| Co-57 | 16.2 | 16.3 | 0.2 | 16 | 1 | 17.2 | 0.4 |
| Ce-139 | 9.26 | 8.84 | 0.24 | - | - | 10.3 | 0.3 |
| Hg-203 | 90.8 | - | - | - | - | - | - |
| Sn-113 | 23.9 | 22.3 | 0.5 | 23 | 1 | 25.9 | 1.2 |
| Sr-85 | 6.06 | 6.11 | 0.59 | 5.2 | 1 | 6.3 | 0.45 |
| Cs-137 | 157 | 163 | 3 | 160 | 10 | 179 | 3.7 |
| Y-88 | 42.7 | 41.9 | 0.8 | 42 | 2 | 44.2 | 1.2 |
| Co-60 | 165 | 161 | 3 | 160 | 10 | 173 | 3.6 |
| Am-241 | 171 | 167 | 3 | 160 | 10 | 77.8 | 2.1 |

Hg-109의 경우는 휘발성이 있어서 cotton swipe filter가 비닐에 쌓여 있었지만 증발로 모두 없어진 것으로 판단하였다. 세 기관 모두 측정하지 못했다. KAERI 시스템의 경우 Am-241 이외의 모든 값에서 다른 두 기관과 비슷한 결과를 얻었다.

3. 결론

처음으로 극 저준위 시스템을 이용한 cotton swipe filter 분석을 수행했는데 외국 기관과 국의 전문기관과 비슷한 결과를 얻었으며, 외국전문가로부터 분석방법론의 타당성을 평가받았다. 각 기관들의 상호 결과가 약간의 차이를 보이는 이유는 제작상의 불확도 및 측정불확도에 의한 요인이라고 평가하였다. 분석한 결과를 외국 두 기관과 비교 평가하여 시스템의 작동 및 분석 방법에 대한 검증을 실시하였다.

4. 참고문헌

- [1] Jong In Byun, et al, "An anticoincidence-shielding gamma-ray spectrometer for analysis of low level environmental radionuclides", Appl. Radiat. Isot., Vol. 58, pp. 579-583, 2003.
- [2] 이완로 외 다수, "극 저준위 백그라운드 감마분광분석시스템을 이용한 미량환경시료 분석: 시스템 제작 및 백그라운드 평가", 06년 춘계대한방사선방어학회, 경주, pp. 55-56, 2005.