

# 다양한 방사능 농도 분석법을 이용한 국내 취급 포타슘 함유 원료물질의 K-40 방사능 농도 분석

김용건<sup>1</sup>, 지승우<sup>1</sup>, 김우진<sup>1</sup>, 장정환<sup>1</sup>, 구본철<sup>2</sup>, 김광표<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경희대학교, 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732

<sup>2</sup>한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 과학로 62

\*kpkim@khu.ac.kr

## 1. 서론

포타슘은 국내 비료, 화학 약품, 식품첨가제 생산 등 다양한 용도로 취급되고 있으며, 일정량의 천연 방사성핵종인 K-40을 함유하고 있다. K-40이 함유되어 있는 원료물질을 취급하는 사업장의 종사자들은 취급과정 중 입자흡입으로 인한 내부피폭이 발생할 수 있다. 입자흡입으로 인한 내부피폭 방사선량 평가를 위해서 사업장에서 취급하는 원료물질을 대상으로 방사능 농도 분석이 수행되어야 한다.

일반적으로 감마선 방출 천연방사성핵종 함유물질의 방사능 농도는 고순도 게르마늄(HPGe) 검출기를 이용한 감마선 분광분석법을 이용하여 분석한다. HPGe 검출기를 이용한 방사능농도 분석의 경우, 높은 수준의 분석 기술과 긴 분석시간이 필요하다. 포타슘은 다양하고 수많은 사업장에서 취급되는 반면, 함유되어 있는 K-40의 입자 흡입으로 인한 방사선학적 위험도가 타 방사성핵종에 비해 낮다. 따라서 HPGe 검출기와 같은 전문성과 긴 분석시간이 필요한 분석법보다 일반사업장에서 단시간에 효율적으로 원료물질 내 K-40 방사능농도를 파악할 수 있는 분석방법이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 국내 포타슘 함유물질 취급 사업장의 K-40 방사능 농도 분석법 정립을 위한 기반 연구로 다양한 방사능농도 분석법을 적용하여 국내 원료물질 취급 사업장의 원료물질의 방사능 농도를 분석하였다. 본 연구에서는 K-40 방사능 농도 분석법으로 HPGe, 유도결합 플라즈마 분광계(ICP), 물질안전보건자료(MSDS)를 이용하였다.

## 2. 본론

### 2.1 방사선계측법

본 연구에서는 포타슘 함유물질 내 K-40 방사능 농도를 분석하기 위하여 HPGe 검출기를 이용한 방사선계측법을 적용하였다. K-40에서 방출되는 1460.8 keV 에너지의  $\gamma$ -ray를 측정하여 시료 내

K-40 방사능 농도를 분석하였다. HPGe 검출기를 이용하기 위하여 원료물질의 건조 및 분쇄 전처리 작업을 수행하였다. 전처리가 완료된 시료는 1 L 마리넬리 비커에 담아 밀봉을 한 뒤 HPGe 검출기를 이용하여 80,000초 측정하였다. Fig. 1에 본 연구에서 사용한 HPGe 검출기 및 효율교정을 위한 교정선원을 나타내었다.

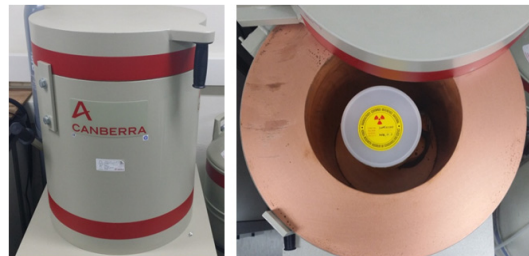


Fig. 1. HPGe detector and Calibration source for HPGe detector.

### 2.2 정량분석법

정량분석법을 이용한 포타슘 함유물질 내 K-40 방사능 농도를 분석하기 위하여 MSDS, ICP를 사용하였다. 일반적으로 K-40은 자연계에 약 0.012%의 존재비로 포타슘 화합물 내에 존재하고 있다. 따라서 정량분석법을 적용하여 시료 내 포타슘 함량을 도출하고, 자연계 K-40 핵종 존재 비를 적용하여 시료 내 K-40 핵종 함량을 계산하였다. 최종적으로 K-40 핵종의 비방사능을 적용하여 시료 내 K-40 방사능 농도를 도출하였다. Fig. 2에 본 연구에서 사용한 MSDS 및 ICP 기기의 모습을 나타내었다.

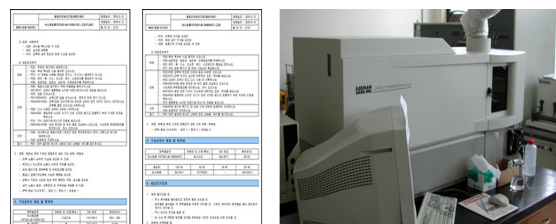


Fig. 2. MSDS and ICP for material containing potassium.

### 2.3 결과 및 고찰

Fig. 3에 방사선계측법 및 정량분석법을 이용한 원료물질 내 K-40 방사능농도 분석결과를 나타내었다. 방사선계측법과 정량분석법을 이용하여 도출한 K-40의 방사능 농도 차이는 최대 15% 이내로 나타났다.

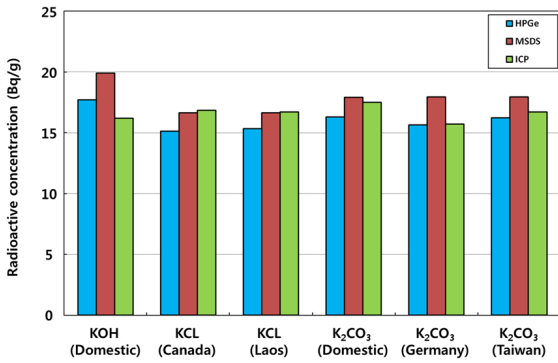


Fig. 3. Radioactive concentration of K-40 according to diverse analysis methods.

HPGe 검출기를 이용한 방사선계측법으로 도출한 국산 수산화포타슘의 K-40 방사능 농도는 17.7 Bq/g으로 나타났다. MSDS 및 ICP를 이용한 정량분석법으로 도출한 K-40 방사능 농도는 각각 19.9, 16.2 Bq/g으로 방사선계측법과 비교하여 최대 12% 높게 나타났다.

방사선계측법으로 도출한 캐나다산 염화포타슘의 K-40 방사능 농도는 최대 15.1 Bq/g으로 나타났다. MSDS 및 ICP를 이용한 정량분석법으로 도출한 K-40 방사능 농도는 각각 16.6, 16.9 Bq/g으로 방사선계측법과 비교하여 최대 11% 높게 나타났다.

방사선계측법으로 도출한 국산 탄산포타슘의 K-40 방사능 농도는 16.3 Bq/g으로 나타났다. MSDS 및 ICP를 이용한 정량분석법으로 도출한 K-40 방사능 농도는 각각 17.1, 17.5 Bq/g으로 방사선계측법과 비교하여 최대 10% 높게 나타났다.

전체적으로 방사선계측법을 이용하여 도출한 K-40 방사능 농도에 비하여 정량분석법이 높게 나타났다. 정량분석법 중에서도 MSDS를 이용하여 도출한 K-40 방사능 농도가 대부분의 원료물질에서 가장 높게 나타났다. 이러한 차이는 시료의 방사능농도 분석을 위한 전처리 과정에서 시료가 균질하게 혼합되지 않아 발생할 수 있으며, 방사선분석법 및 정량분석법의 측정오차에 의한 영향이 있을 수 있다. 또한 HPGe를 이용한 방사선분광분석 시 시료의 자체감쇠로 인한 방사능농도의 저평가가

발생하였을 수도 있다.

### 3. 결론

본 연구에서는 포타슘 함유물질 취급 사업장에서 취급하는 원료물질의 K-40 방사능 농도를 방사선계측법과 정량분석법을 적용하여 분석하였다. 전체적으로 방사선계측법에 비하여 정량분석법을 적용한 K-40 방사능 농도가 높게 나타났으며, 특히 MSDS를 이용하여 도출한 K-40 방사능 농도가 대부분의 원료물질에서 가장 높게 나타났다. 방사선계측법과 정량분석법을 적용한 K-40 방사능 농도 차이는 최대 15% 이내로 나타났다. 따라서 국내 포타슘 함유물질 취급 사업장에서 K-40 핵종으로 인한 방사선학적 위험도와 방사능 농도 분석법의 효율성을 고려하였을 때 방사선계측법 이외에도 정량분석법을 고려할 필요가 있다. 본 연구 결과는 향후 포타슘 함유물질 취급 사업장 내 종사자의 방사선학적 안전성 평가 방법 확립에 기여할 것으로 판단된다.

### 4. 감사의 글

이 논문은 한국원자력안전기술원(KINS)의 “생활주변방사선 안전관리 이행 기술기반 구축” 사업의 지원을 통해 수행된 연구결과물입니다.

### 5. 참고문헌

- [1] ICRP, Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP 68 (1994).
- [2] M Marshall, DC Stevens. Investigation of the entry characteristics of dust samplers of a type used in the British nuclear industry. Health Phys. 39, 409-423 (1980).