

저장중 방사성오염 토양 및 콘크리트 폐기물의 핵종분포 분석

지영용, 홍대석, 강일식, 손중식

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045 (덕진동 150-1)

yvji@kaeri.re.kr

원자력연구원의 방사성폐기물 저장시설에는 1988년 서울 사무소의 폐쇄 과정에서 발생한 방사성오염 토양 및 콘크리트 폐기물이 200 Liter 드럼 기준으로 3,272 드럼 저장되어 있다[1]. 토양 및 콘크리트 폐기물은 환경정비 폐기물로 분류되어 관리되고 있으며 2006년 말 기준으로 저장 중인 폐기물의 37.4%를 차지하고 있어 저장 공간의 확보 및 관리 효율성을 위하여 이의 처리가 필요한 실정이다. 처리를 위한 방법으로는 규제해제, 제염처리, 장기간 보관 후 처리 등을 고려할 수 있으며 처리 방법의 선택을 위해서는 폐기물의 방사선적 특성 분석이 필요하다.

본 연구에서는 방사성오염 토양 및 콘크리트 폐기물의 처리 방법 선정을 위한 기반 연구로서 핵종분포에 대한 분석결과를 논의하게 된다. 연구의 대상이 되는 토양 및 콘크리트 폐기물은 발생 이력에 대한 관리가 미흡하며 저장기간 동안 채포장 등의 작업을 통해 폐기물 발생시점의 정보를 유추할 수 있는 근거도 많지 않아 드럼별로 시료채취 및 방사선 분석을 수행하였으며 이를 정리하였다.

- 시료채취

분석에 사용되는 시료는 200 Liter 드럼의 일부분인 1 Liter이므로 드럼 내용물의 균질화 및 시료의 대표성이 중요하다. 토양 폐기물의 경우 입도가 크지 않아 드럼 내 불순물의 제거 및 단순 혼합 과정을 거쳐 균질성을 충분히 확보할 수 있었으나 콘크리트 폐기물의 경우 분석용기에 들어가지 않을 정도의 크기를 가진 폐기물이 많아 파쇄 과정을 거친 후 균질화하여 시료를 채취하였다. 균질성이 확보된 폐기물은 tray에 펼쳐놓아 전체 구역을 10×10 grid를 사용하여 100개의 구역으로 분할하였다.

대표성 있는 시료 채취를 위하여 사전에 임의로 30개의 숫자를 발생시키고 각 숫자에 해당하는 구역의 시료를 조금씩 채취하고 용기 내에서 잘 섞어 1개의 시료를 만들었다. 시료를 만들고 난 뒤 tray에 담긴 나머지 폐기물은 다시 드럼에 담겨서 보관되며 후에 시료의 방사선학적 특성 분석이 끝나면 분석 결과에 따라 다시 분류하게 된다. 이러한 방식으로 1개 드럼에서 2ℓ 정도의 시료를 채취한 뒤 다시 1ℓ만을 별도 용기에 담아 분석에 사용하였으며 나머지는 측정결과의 검증을 위하여 별도로 모아 보관하였다. 그림 1.에 시료 채취절차를 나타내었다[2]. 시료채취 방법의 신뢰성 확보를 위하여 1드럼 내에서 50개의 시료를 채취하여 방사능농도의 분포를 평가한 결과 계측 오차는 1.4% 정도를 나타내었다.

- 방사선적 특성 분석

토양과 콘크리트에 존재하는 방사성 물질은 주로 Co-60과 Cs-137로 알려져 있기 때문에 γ -spectrum 분석을 우선적으로 수행하였다. 또한 α 핵종의 유무를 확인하기 위하여 임의의 시료에 대해서 전 α 분석을 수행하였다. 측정 결과의 신뢰성 확보를 위하여 연구원 내 환경시료에 대한 전문 측정부서와 교차 분석을 수행하였다. 보관 중인 전체 시료에 대하여 특성분석을 실시하였기 때문에 상당히 오랜 기간이 소요되었으며 분석결과는 자체처분을 위한 환경영향평가에 입력자료의 일부로 사용되기도 하였다.

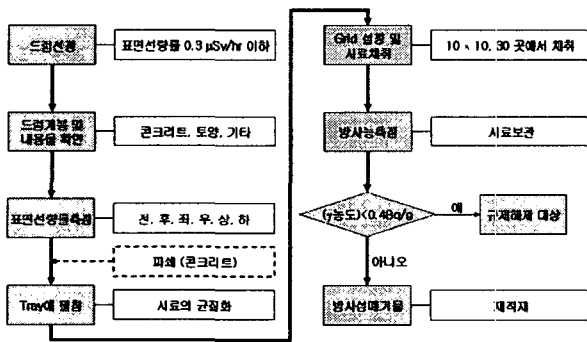


그림 1. 시료채취 절차

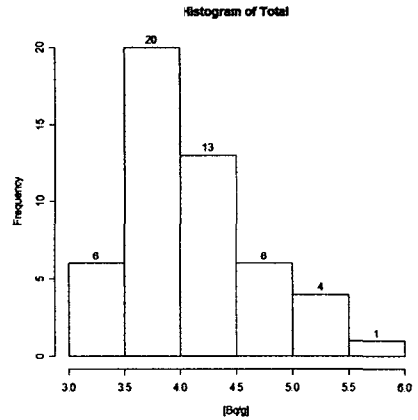


그림 2. 단일 드럼 시료의 방사능 농도분포

- 토양 및 콘크리트 폐기물 내 방사능농도 분포

토양 및 콘크리트 폐기물 내에 주로 존재하는 핵종은 Co-60과 Cs-137로 분석되었으며 미량의 핵종으로 Cs-134, Eu-152, I-131이 존재하는 드럼이 있었다. 또한 약 1Bq/g 이하의 Mn-54가 존재하는 것으로 판명되는 드럼이 전체 드럼 대비 4% 정도 차지하였다. 토양 및 콘크리트 시료의 일부에 대해 전 α 분석을 수행한 결과 MDA값으로 분석되어 α 핵종이 존재할 가능성은 거의 없음이 판명되었다. 콘크리트의 경우 최대 방사능 농도는 65.27Bq/g의 값을 갖는 것으로 분석되었으며 토양의 경우는 38.34Bq/g이었다. 이는 폐기물 발생당시 콘크리트 구조물 내에 존재하던 방사성물질로 인한 것으로 판단된다.

그림 3, 4에서 보는 바와 같이 토양 폐기물의 68.5%, 콘크리트 폐기물의 73.0%가 0.1Bq/g이하의 방사능농도를 가지고 있었으며 0.4Bq/g을 초과하는 방사능 농도를 가진 폐기물은 전체의 약 10% 정도가 되었다.

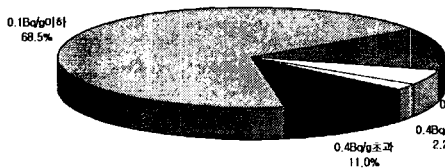


그림 3. 토양 내 방사능농도 분포

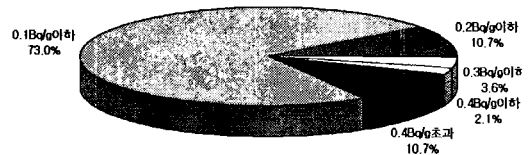


그림 4. 콘크리트 내 방사능농도 분포

- 결론

분석 결과 대부분의 토양 및 콘크리트 폐기물이 낮은 방사능농도를 가지고 있는 것으로 평가 되었으며, 있는 그대로 또는 약간의 제염공정을 거쳐 상당부분 규제해제 받을 수 있는 것으로 판단된다. 또한 전체의 약 10%에 해당하는 폐기물의 경우 장기간의 보관 및 제염처리를 통하여 방사능농도를 낮출 수 있을 것으로 판단되며 향후 처분장으로 이송되어야 할 폐기물 양은 많지 않을 것으로 평가된다.

참고문헌

1. 한국원자력연구소, 방사성폐기물 처리시설 운영, KAERI/MR-438/2005, 2006
2. 한국원자력연구소, 저장중인 오염토양의 핵종 및 방사능재평가, KAERI/RR-2650/2005, 2006