

원자력연구소 내 가연성폐기물 방사선적 특성 분석

홍대석, 지영용, 강일식, 손중식, 김태국
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 dshong@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원 방사성폐기물저장시설의 있는 중·저준위 방사성폐기물은 그림 1과 같이 가연성폐기물, 비가연성폐기물, 페필터, 고화 폐기물, 폐수지, 환경정비폐기물, 고방사선폐기물, 규제해제 대상, 기타 등으로 구분하여 보관하고 있으며 이 중 가연성 폐기물은 전체 폐기물의 약 38% 정도가 되며[1] 2009년 3월말 기준으로 약 4,300여 드럼을 보관하고 있다. 원자력연구원에서 발생하는 방사성폐기물은 연간 약 520 드럼(200리터 드럼 기준) 정도가 되며 그림 2와 같이 가연성폐기물이 차지하는 비율은 약 40% ~ 62% 정도가 되었다.

본 연구에서는 이러한 가연성폐기물의 처리 및 처분을 위한 기본 연구로서 가연성 방사성폐기물에 포함된 핵종 및 방사능농도 등의 방사선적 특성분석을 수행하게 된다.

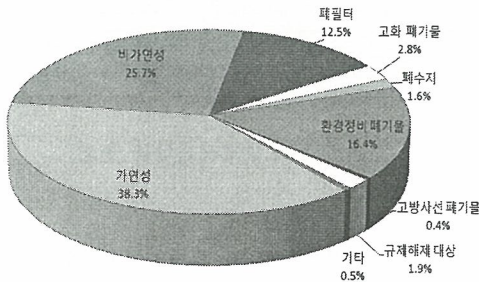


그림 1. 저장 중인 방사성폐기물의 분포

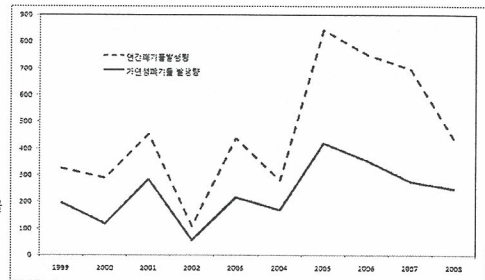


그림 2. 연간 가연성폐기물 발생경향

2. 가연성폐기물의 분류

원자력연구원에서 발생하는 방사성폐기물은 핵주기시설의 운영, 방사성동위원소 생산, 원자력 R&D 등의 과정에서 발생하는 것으로 시설별로 폐기물 내에 존재하는 핵종의 종류가 다양하게 된다. 따라서 관리 시에도 하나로, 동위원소 생산시설, 조사재 시험시설, 조사후 시험시설, 방사성폐기물처리시설, 서울이전폐기물, 새빛연료동, 중수조사사업부, 실험실 등으로 구분하여 관리한다. 또한 가연성폐기물은 표면방사선량률에 따라 저선량률 폐기물과 고선량률 폐기물로 구분할 수 있다. 본 연구의 방사선적 특성분석은 표면선량률이 2mSv/hr미만인 가연성폐기물을 대상으로 한다.

3. 분석절차

특성분석을 위하여 저장시설에 보관중인 가연성폐기물 중 표면선량률이 2mSv/hr미만인 폐기물을 선정하여 시료를 채취하였다. 시료는 200리터 드럼에서 드럼 내 폐기물의 특성을 반영할 수 있도록 임의의 지점에서 3개의 시료를 채취하였으며 채취된 시료는 HPGe γ spectrometer를 이용하여 분석하였다. 현재까지 90개 드럼에서 270개의 시료를 채취하여 분석하였다. 각 드럼을 대표할 수 있는 방사능농도는 3개 시료의 분석결과에 대한 평균값을 사용하였다.

4. 방사선적 특성

가. 방사성 핵종분포

저선량률 가연성폐기물에 분포하고 있는 주요 방사성핵종은 Co-60과 Cs-137로 분석 대상이 된 모든 시료에서 발견되었다. 이외에도 기타 핵종으로 Mn-54($T_{1/2}$ =312.7일), Ho-166($T_{1/2}$ =26.8시간), Ir-192($T_{1/2}$ =74.0일), Ce-144($T_{1/2}$ =284.3일), Ru-106($T_{1/2}$ =368.2일), Sb-125($T_{1/2}$ =2.8년), Cs-134($T_{1/2}$ =2.1년), Eu-154($T_{1/2}$ =8.8

년), Eu-155($T_{1/2}=5.0$ 년) 등의 단반감기 핵종이 측정되었으며 일부 시료에서 미량의 Am-241이 발견되기도 하였으며 우라늄핵종이 발견된 시료도 다수 있었다.

나. 방사능농도 분포

시료의 분석에 따른 저선량률 가연성폐기물의 방사능농도 분포는 그림 3과 같았다. 그림에서와 같이 대부분의 폐기물이 낮은 방사능 농도를 나타내었으며 0.1Bq/g이하의 방사능농도를 갖는 폐기물이 55.4% 정도가 되었으며 1.0 Bq/g이하의 방사능농도를 가지는 폐기물은 전체 분석 드럼의 88%가 되었다. 10.0 Bq/g을 초과하는 폐기물도 4.3%가 있는 것으로 평가되었는데 이러한 드럼에서는 최대 약 52Bq/g의 농도를 갖는 시료가 발견되기도 하였다.

다. 표면선량률 분포

표면선량률이 2mSv/hr미만인 저선량률 폐기물의 표면선량률 분포는 그림 4와 같았다. 그림에서와 같이 약 60%의 분석 드럼이 2 μ Sv/hr의 표면선량률을 나타내고 있으며 0.02mSv/hr미만의 표면선량률을 나타내는 분석 드럼은 전체의 약 85%가 되었다.

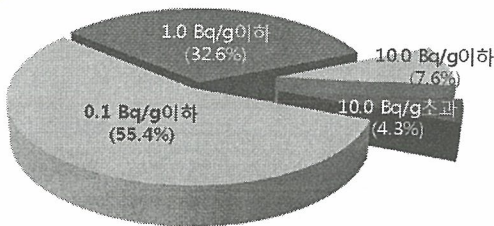


그림 3. 방사능농도 분포

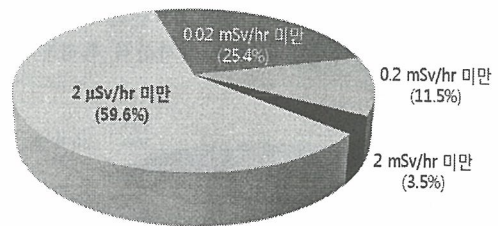


그림 4. 표면방사선량률 분포

5. 결론

가연성폐기물은 함유된 방사성핵종 및 방사능농도에 따라 처리방법으로서 저방사능농도인 경우에는 자체처분, 고방사능농도인 경우에는 소각 및 압축 등의 부피감용 후 영구처분을 고려할 수 있다. 본 연구에서 수행한 저선량률 가연성폐기물의 분석결과 약 88%의 폐기물의 1.0 Bq/g의 방사능농도를 가지고 있었으며 주요 핵종은 Co-60과 Cs-137이었다. 따라서 저선량률 가연성폐기물에 대한 처리 방법으로서 자체처분을 고려할 수 있으며 이를 위해서는 γ 방출핵종 이외의 방사성핵종에 대한 추가 분석 및 자체처분으로 인한 방사선피폭선량의 평가등이 수반되어야 할 것이다. 또한 가연성폐기물은 그림 4와 같은 표면방사선량률 분포를 보이고 있으므로 이러한 자체처분을 통하여 상당량의 가연성폐기물을 영구처분 대상에서 제외할 수 있을 것으로 판단된다.

향후 저선량률 가연성폐기물에 대한 추가적인 특성분석 및 고선량률 가연성폐기물의 방사선적 특성분석을 통하여 가연성폐기물 전체에 대한 특성분석이 수행되어야 할 것이며 이를 바탕으로 가연성폐기물의 처리 및 처분방향을 제안할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 김태국 외, “방사성폐기물 처리시설 운영”, KAERI/MR-489/2008, 2009