

## 과거드럼 방사성폐기물드럼 핵종방사능비 분포

안홍주, 김영복, 손세철, 한선호, 송규석, 지광용, 강기두\*

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

\*한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 금명로 508번지

[ahjoo@kaeri.re.kr](mailto:ahjoo@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

국내 원자력 발전소는 가압경수로 및 가압증수로형을 포함하여 총 20기의 발전용 원자로가 원전 중에 있다. 이로부터 발생되는 중저준위 방사성폐기물은 매년 약 5,000드럼 (200 Liter 기준)씩 발생되어 2009년말 기준으로 총 81,000 드럼이 각 발전소 임시저장고 보관 중에 있다. 이와 같은 방사성폐기물은 2009년 7월 울진 및 월성원전을 시작으로 영구처분을 위해 한국방사성폐기물관리공단으로 이송될 예정이다. 이때 교과부고시 제2008-65호 "중저준위 방사성폐기물 인도기준"에 따라 비파괴적 간접평가 방식인 각 방사성핵종별 척도인자를 통해 드럼별 핵종재고량 평가가 수행되어야 한다.

중저준위 방사성폐기물드럼 핵종재고량 평가 방법인 척도인자는 각 발전소별 2004 ~ 2008년 동안 발생된 폐기물을 대상으로 방사화학적 분석을 통해 결정되었으며, 당해연도 폐기물에 대해 척도인자를 적용하여 핵종재고량 평가를 수행하고 있다. 이로 인하여 2004년 이전 발생 폐기물에 대해 과거드럼으로 명명하고 있으며, 이에 대해 기 도출된 척도인자의 적용 가능성을 평가할 필요가 있었다.

따라서 국내 경수로 및 중수로형 원전의 임시저장고에 보관중인 가연성잡고체 폐기물 드럼을 대상으로 채취된 시료는 방사화학적 방법을 이용하여 시료전처리 및 핵종분리, 방사능 계측을 하였으며, 최종 핵종농도 DB를 구축하고 있으며, 결정된 대상핵종 농도는 2004 ~ 2008년 결정된 척도인자에 대해 적용성을 검토하였다.

### 2. 실험 및 결과

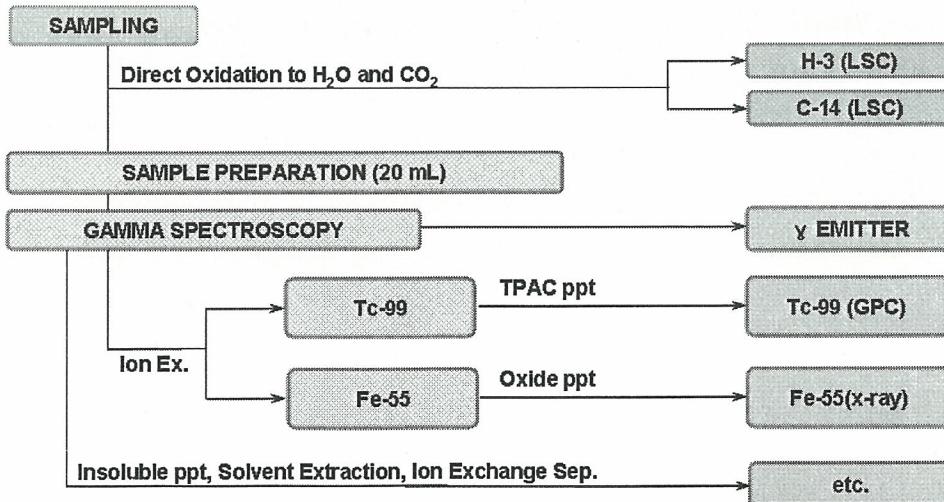


Fig 1. Simultaneous radionuclide separation and quantity by using radiochemical methods

핵종 재고량을 평가하기 위하여 국내 경수로 및 중수로형 원전으로부터 가연성잡고체 폐기물드럼을 선정하였다. 대상드럼은 가연성잡고체 폐기물로 1980년도 초반부터 2003년까지의 드럼이었으며, 드럼 내 상·중·하로부터 일정량의 대표시료를 채취하였다. 채취된 시료는 일정량 분취 후 극초단파 산분해법을 적용하여 시료 용액화를 유도하였고, 이로부터 <sup>60</sup>Co 및 <sup>137</sup>Cs 등의 감마 지표핵종은 Gamma Spectrometer(ADCAM100, EG&G, ORTEC Co.)을 이용하여 핵종 방사능을 계측하였다. 또한 베타핵종

인  $^{55}\text{Fe}$  및  $^{99}\text{Tc}$  핵종은 용액화된 시료로부터 음이온교환수지의 방사화학적 흡착 및 용리를 통해 핵종을 분리하였고, 각각 LEPS(Low Energy Photon Spectrometer, Radiation Analyzer, Nucleus Inc.) 및 GPC(Gas Proportional Counter, LG5100, TENNELEC Co.)를 사용하여 계측하였다. 휘발성핵종인  $^3\text{H}$  및  $^{14}\text{C}$  핵종은 산화제로 시료를 산화시킨 후 포집 및 종류를 통해 분리하였고, LSC(Liquid Scintillation Counter, Packard)로 계측하였다. 방사화학적 방법에 의한 대상핵종 분리방법은 그림 1과 같다. 핵종별 분석결과는 data base를 구축하였고, 2004 ~ 2008년 폐기물에 대한 척도인자에 적용 가능성을 평가하였다.

과거 발생 가연성잡고체 폐기물 드럼에서 척도인자의 지표핵종인  $^{60}\text{Co}$  및  $^{137}\text{Cs}$  핵종농도는 각각  $2.1\text{E-}1 \sim 1.4\text{E+}3 \text{ Bq/g}$ 과  $2.9\text{E+}0 \sim 1.3\text{E+}4 \text{ Bq/g}$ 로 드럼별로 다양한 농도분포를 보이는 것으로 확인되었다. 또한 가압경수로 가연성잡고체 폐기물 내 지표핵종농도는 가압증수로의 경우보다 약 10배이상 높은 농도분포를 보이는 것으로 나타났다. 대상핵종 중 휘발성핵종인  $^3\text{H}$  및  $^{14}\text{C}$  농도는 각각  $6.6\text{E+}0 \sim 1.2\text{E+}3$  및  $6.6\text{E-}2 \sim 3.3\text{E+}0 \text{ Bq/g}$ 의 범위였고, 방사화생성핵종인  $^{55}\text{Fe}$ 와 핵분열생성핵종인  $^{99}\text{Tc}$  핵종농도는 각각  $1.2\text{E+}2 \sim 2.5\text{E+}2$  및  $1.9\text{E-}2 \sim 4.7\text{E-}2 \text{ Bq/g}$ 의 분포를 보이는 것으로 나타났다. 대상핵종 분석결과에 대한 척도인자 적용성은 핵종방사능비의 비교를 통해 확인되었다. 그 결과 가연성잡고체 내 평가 대상핵종인  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{55}\text{Fe}$  및  $^{99}\text{Tc}$  핵종 방사능비는 2004 ~ 2008년 폐기물 내 핵종 방사능비와 95% 오차범위 내에서 서로 동일 영역에 분포하고 있음을 알 수 있었다.

### 3. 결론

본 연구에서는 2004 ~ 2008년 발생 폐기물로부터 기 결정된 척도인자를 이용하여 2004년 이전 발생 폐기물의 핵종재고량을 간접적으로 평가 가능한지 확인하였다. 이를 위하여 2004년 이전 발생 폐기물 가연성잡고체에 대해 드럼개봉 및 핵종분석을 수행하였다. 분석결과 이들 핵종의 방사능비는 기 결정된 척도인자에 적용 가능성이 있는 것으로 확인되었고, 이러한 결과는 향후 중저준위 방사성폐기물 처분 및 관리 안전성에 기여할 것으로 기대된다.

### 사사

본 연구는 한국수력원자력(주)의 지원으로 “과거 방사성폐기물드럼 핵종분석” 사업의 일환으로 수행되었으며, 시료채취를 위해 힘써주신 조사시험부 관계자 여러분께 감사드립니다.