

## 처분 경제성 확보를 위한 폐기물 분류기준 적용

나한정, 김길정, 윤형준, 이병식, 박정수

한국전력기술(주), 경기도 용인시 기흥구 마북동 360-9번지

[shalom@kopec.co.kr](mailto:shalom@kopec.co.kr)

### 1. 서론

국내 중·저준위 방사성폐기물은 2005년 기준 약 9만 드럼(200L드럼 기준)이 발생되고 있으며, 2010년부터 운영될 1단계 중·저준위 방사성폐기물 동굴처분시설(10만드럼 용량)에 처분될 예정이다. 본 논문에서는 1단계 처분시설 설계시 조사 및 검토된 폐기물의 발생추이 분석결과를 토대로 1단계 이후의 처분방식 및 처분규모 산정시 고려하여야 할 폐기물 분류기준 재설정 필요성에 대해 기술하였다.

### 2. 폐기물 분류기준

국내 원자력 관계법규에 따라 방사성폐기물은 고준위, 중·저준위 및 자체처분 방사성폐기물로 분류하며, 열발생률  $2 \text{ kW/m}^3$  이상 및 반감기 20년 이상의 알파선 방출핵종 농도가  $4,000 \text{ Bq/g}$ 이상인 방사성폐기물을 고준위 방사성폐기물로 구분하고 있다. IAEA는 폐기물분류기준(IAEA-111-G-1.1)에 대한 개정초안(DS390)에서 방사성폐기물을 고준위, 중준위, 저준위, 극저준위(VLLW, Very Low-Level Waste), EW(Exempt, 규제면제) 등으로 분류하고 저준위 및 극저준위 폐기물은 처분장설계에 따라 지표처분(Near Surface, 통상적으로 지표에서 지하 30m 범위)에서의 처분가능성을 기술하고 있다. 미국이나 프랑스, 일본, 스웨덴등은 중준위 및 저준위 및 극저준위 폐기물을 분류하고 있으며, 극저준위에 대해서는 중·저준위폐기물과 다른 단순 지표처분방식(Landfill)방식으로 처분하고 있다. 일반적으로 극저준위 폐기물은 원자력발전소 및 저준위의 방사선을 사용하는 관련시설의 운영 중에 발생하며, 특히 해체시에 대량으로 발생되고 있는 것으로 보고되고 있다. 영국의 NDA (Nuclear Decommissioning Authority, "LLW Strategic Review")에 따르면 2008년부터 2124년까지 발생하는 저준위 폐기물(LLW)의 누적량이 3.0 million  $\text{m}^3$ 이며 이중 극저준위 폐기물량은 전체 1.8 million  $\text{m}^3$ 으로 총 저준위 폐기물 누적량의 약 60%를 차지할 것으로 예상하고 있다. 그림 1에서와 같이 극저준위 폐기물량이 최고점(Peak)을 이루는 시점은 발전소 해체시기로 예상하고 있으며, 원자력발전소 및 관련시설 해체 시 발생되는 대량의 해체폐기물은 처분시설 운영기간의 단축 및 처분비용 증가의 요인이 될 수 있으므로, 주요 원자력 국가들은 발전소 해체폐기물 처분량의 감용을 위해 폐기물 분류기준을 세분화하고 있다.

주요 국가의 극저준위 폐기물 분류기준을 요약하면 표 1과 같다.

그림 1. 영국의 극저준위 폐기물 예상량

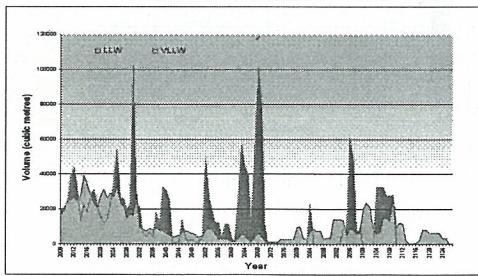


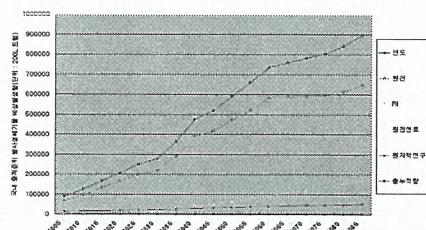
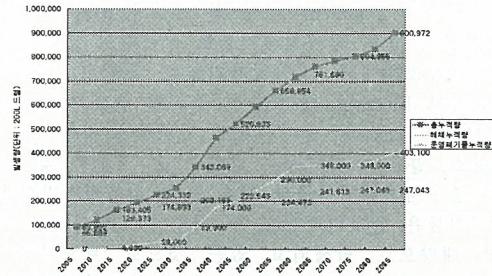
표 1. 주요국가의 극저준위 폐기물 분류기준<sup>[1]</sup>

구분		극저준위 기준
프랑스		<100 Bq/g
영국		<400 kBq of beta/gamma activity per 0.1 m <sup>3</sup>
일본	기체	방사능농도 < 3.7E-8 KBq/ml
	액체	방사능농도 < 3.7E-5 KBq/ml
	고체	방사능농도 < 3.7E-2 KBq/ml

표 1에 제시된 주요 국가의 극저준위 방사성폐기물을 구분하는 기준이 폐기물 핵종농도에 따라 결정되므로, 국내 방사성폐기물의 분류기준에도 유사한 기준으로 적용하는 것이 가능할 것이며, 1단계 처분시설에서는 방사성폐기물의 핵종농도를 선량 대비 핵종농도 환산법(Dose To Curie)으로 산출하였으므로, 폐기물의 분류기준을 도입한다면 폐기물의 표면선량이 주요한 분류기준으로 적용될 수 있을 것이다. 선량 대비 핵종농도 환산법은 폐기물 유형 및 발생원에 따라 핵종농도비의 차이가 있으나 일반적으로 핵종농도와 표면선량의 관계가 비례하게 산출되므로, 낮은 표면선량률의 방사성폐기물이 주로 저준위 방사성폐기물에 해당될 것이다.

### 3. 중·저준위 방사성폐기물의 발생량 추이분석

2005년도의 폐기물발생량 예측자료를 기준으로 2077년까지 약 80만 드럼의 중저준위방사성폐기물이 발생되며, 2030년 전후 원전해체폐기물 발생이 시작되어 전반적인 폐기물발생량이 크게 증가될 것으로 예상된다(그림 2 및 3참조). 그림 3에는 전체 방사성폐기물 발생량과 원전해체 방사성폐기물 발생량 추이를 나타내고 있으며, 원자력발전소 운영폐기물 및 해체폐기물은 약 25만 드럼 및 40만 드럼으로 전체 발생량의 약 28% 및 44%를 차지하고 있다. 중저준위방사성폐기물 중 원자력발전소 폐기물이 71%로 대부분을 차지하고 있으며, 원자력연구원 16%, 한국원전연료 6%, 방사성동위원회 7%를 차지하고 있다. 저준위방사성폐기물의 기준은 처분장설계특성에 따라 결정되나, 취급관점에서 저준위방사성폐기물로 분류되는 표면선량률  $2\text{mSv/hr}$ 이하의 방사성폐기물(해체폐기물 제외기준)은 전체 방사성폐기물 대비 약 45% 이상으로 예상된다. 그림 4는 원자력발전소 운영폐기물중 폐기물용기 200L 및 320L 드럼에 대한 표면선량률 분포를 나타낸 것으로 상당수의 폐기물이  $0.2\text{mSv/hr}$ 미만으로 발생되고 있음을 알 수 있다.

그림 2. 중저준위방사성폐기물 예상발생량<sup>[2]</sup>그림 3. 원전해체 방사성폐기물 발생추이<sup>[2]</sup>그림 4. 운전 운영폐기물 표면선량률<sup>[2]</sup>

국내 방사성폐기물은 중저준위와 고준위로 분류되고 있고, 중저준위방사성폐기물은 단일 동굴처분시설에 처분될 계획이다. 폐기물발생량 추이분석으로부터, 국내 중저준위방사성폐기물의 대부분은 낮은 준위를 나타내고 있으므로, IAEA 및 해외에서 고려하는 세분화된 폐기물분류기준을 적용하면 국내 중저준위방사성폐기물의 상당부분을 저준위 방사성폐기물로 분류할 수 있을 것이다. 현재 동굴처분방식으로 운영되고 있는 경주방사성 폐기물처분시설의 높은 처분비용을 감안하여 향후, 발생폐기물의 방사능 준위를 세분화하여 상당수의 폐기물을 저준위 기준으로 설계된 처분시설에 처분하면 보다 높은 처분경제성을 기대할 수 있을 것이다.

### 4. 결론

국내 중·저준위 방사성폐기물은 2077년까지 약 80만 드럼이상이 발생할 것으로 예상되며, 발생비율은 원자력발전소 폐기물이 약 72%(운영폐기물 28%, 해체폐기물 44%), 원자력연구원 폐기물이 약 6%, 한전원자력연료 주식회사 폐기물이 약 4%, 방사성 동위원회 폐기물이 약 18% 드럼이 발생될 것으로 예상된다. 폐기물 분류기준에 관한 해외사례로부터 중·저준위 방사성폐기물의 종류를 세분화하여 처분함 할 경우 처분경제성을 향상시킬 수 있을 것으로 검토되었다.

### 5. 참고문현

- [1] European Commission, "Radioactive waste categories-current position(1998) in the EU Member States and in the Baltic and Central European Countries"
- [2] 한국수력원자력주식회사, "폐기물특성보고서", 2006