

## 원자력연구소 내 가연성폐기물의 발생현황 및 처리방안 연구

홍대석, 안섭진, 손종식, 이영희, 배상민  
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
 dshong@kaeri.re.kr

### - 가연성폐기물의 발생 및 보관현황

원자력연구소의 방사성폐기물 저장시설에 저장하고 있는 중·저준위 방사성폐기물의 종류별 분포를 그림 1에 나타내었다[1]. 그림에서와 같이 가연성폐기물은 전체 폐기물의 약 27.4%를 차지하고 있으며 200리터 드럼 기준으로 약 3,400여 드럼을 보관하고 있다. 주요 가연성폐기물 발생시설은 변환시설, 하나로, 조사제시험시설, 조사후시험시설, 방폐처리시설과 동위원소생산시설 등으로 폐기물의 발생량 및 오염핵종 측면에서 일정한 경향을 나타내지 않고 있다. Co-60, Cs-137, I-131, U-238, Mo-99 등을 함유한 폐기물이 주로 발생되며 Ho-166, Ir-192, Tc-99m, Mn-54 등을 함유한 폐기물도 소량 발생되고 있다.

가연성폐기물은 그림 2에 나타낸 바와 같이 방사선 작업과정에서 발생한 폐지 및 제염지 등의 종이류, 장갑과 방호복 등의 면류, P.E. 등의 플라스틱류 및 비닐류가 주종을 이루고 있다. 이들 가연성폐기물은 대부분 향후 소각 등의 방법으로 감용 처리되기 전에 발생상태 그대로 임시 보관되고 있으며 일부 방사능 오염 가능성이 희박하고 오염핵종이 명확히 규명된 폐기물만이 압축되어 보관되고 있다. 가연성폐기물의 연간 발생량은 그림 3에서와 같은 증가추세를 나타내고 있으며 각 시설별 발생량의 연간 변동은 크기만 전체 연 평균 186 드럼이 발생한다.

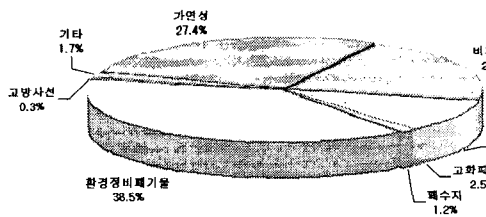


그림 1. 저장 중인 방사성폐기물의 분포

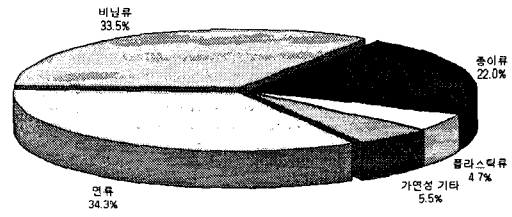
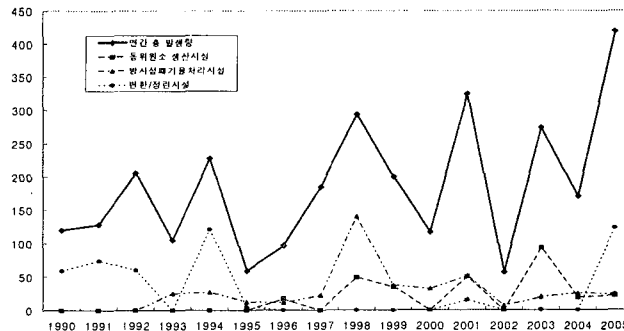


그림 2. 가연성폐기물의 종류별 분포



### - 가연성폐기물의 처리방법

최근 IAEA는 원자력발전소에서 발생하는 폐기물의 처리를 위한 방법을 제시하였다[2]. 여기에서는 가연성 고체폐기물의 주된 처리방법으로 소각을, 혁신적인 처리방법으로 Cold crucible vitrification, 고온소각, molten metal, plasma arc melting 등을 고려하였으며 이 중 부피감용비가 큰 처리방법에 대하여 부피감용비 및 적용대상 폐기물을 표 1에 정리하였다. 그 중 소각은 캐나다, 프랑스, 인도, 일본, 러시아, 슬로바키아, 영국, 미국 등에서 사용하는 반면 cold crucible

vitrification은 우리나라에서, 고온소각은 일본에서 개발되어 사용되는 것으로 알려져 있다. 방사성 폐기물의 처리를 위해서는 안전성 및 경제성 측면을 고려하여야 하므로 범용적인 시설의 운영이 필요하다. 따라서 가연성폐기물의 처리를 위한 상용시설로는 소각시설의 운영이 연구소 폐기물의 처리에 보다 타당할 것이다.

- 외국의 소각로 운영경험

소각로를 운영하고 있는 몇몇 국가에서의 소각로 운영경험을 정리하면 다음과 같다.

- 일본의 Hamaoka 원전 : 1981년도 소각로 설치. 1/100이하로 가연성폐기물의 부피감용을 수행하였으며 1993년 이후로 저장 중인 가연성 잡고체 폐기물이 없음.
- 스위스의 Zwiilag : 고출력 플라즈마 연소기로 발전소, 산업체, 의료기관, 연구기관 등에서 발생된 방사성폐기물을 처리. 가연성 물질의 처리, 금속성분과 콘크리트의 융합, 무기물과 유리물의 유리화 등에서 사용.
- 프랑스의 CENTRACO : 금속폐기물의 용융을 위한 소각로와 고체 및 액체폐기물의 소각을 위한 소각로를 1999년부터 운영 중.
- 벨기에의 Belgoproces : 고체폐기물 외에도 유기화합물 및 복합체를 포함한 유기 및 수성용액 등이 고체폐기물과 같이 소각되며 저준위 수지도 소각 가능.
- 스웨덴의 Studsvik : 원전, 원전연료 제조공장, 병원, 연구 기관등에서 발생된 폐기물을 소각.

표 1. 가연성폐기물 처리방법별 비교

처리방법	부피감용비	적용대상폐기물
소각	7:1~100:1	건조고체폐기물:종이, 천, 플라스틱, 고무, 급수필터
		습성폐기물:이온교환수지 및 관련매질, 카트리지 필터, 유류
Cold crucible vitrification	50:1~100:1	건조고체폐기물:가연성, 비가연 압축성, 소각재
		습성폐기물:이온교환수지 및 관련매질, 카트리지 필터, 중발 농축액
고온소각	3:1~5:1 <sup>1</sup> ~100:1 <sup>2</sup>	건조고체폐기물:가연성, 비가연 압축성, 금속, 공기필터, 절연체
		습성폐기물:일반적으로 적용불가

1 : 경금속, 공기필터, 절연체에 대한 부피감용비

2 : 기타 다른 가연성폐기물에 대한 부피감용비

- 결론

연구소에서 발생하는 가연성폐기물은 발생형태 및 오염핵종이 다양하며 처분비용의 절감을 위해서 이러한 방사성폐기물의 부피감용은 필수적이다. 가연성폐기물의 경우 외국 및 IAEA에서의 권고에서도 소각 후 소각재의 고화가 가장 효율적인 방법으로 제시되고 있다. 따라서 연구소에서도 폐기물의 처리를 위해서 소각로의 도입이 검토될 수 있다. 그러나 소각로의 도입을 위해서는 소각대상 폐기물의 종류 및 범위, 환경영향 평가, 주민수용성의 확보 등에 대한 사전검토가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 손중식 외, "방사성폐기물 처리시설 운영", KAERI/MR-438/2005, 2005
2. IAEA, "Innovative Waste Treatment and Conditioning Technologies at Nuclear Power Plants", IAEA-TECDOC-1504, International Atomic Energy Agency, 2006