

放射性廢棄物管理 現況과 動向

*The Present Status and Future Trend of
Radioactive Waste Management in Japan*

永倉 正 <(財)電力中央研究所 理事>

1. 概 要

1984年 現在 日本의 原子力發電施設容量은 運轉中인 27基의 原子爐에서 1천9백7십만KW이며, 이는 세계에서 네번째이다. 그리고 1990년에는 3천4백만KW, 2000년에는 6천2백만KW 로 더욱 증가될 것으로 예상된다.

日本에서 原子力發電의 순조로운 發展을 촉진하기 위한 중요한 과제의 하나는 - 政府와 電力會社間의 협력으로 수행되어야 할 - 核燃料週期의 確立이다. 특히, 放射性廢棄物管理를 포함한 Back-end對策이 긴급히 필요한 과제이다.

2. 核燃料週期確立에 대한 基本戰略

外國과는 독립적으로 自體核燃料週期를 確立하는 것이 日本의 基本政策이다.

核燃料週期 Front-end分野의 核心인 우라늄 濃縮에 대해서 日本은 에너지保障의 견지에서 國內 가동계획을 추구하고 있으며 Back-end 核燃料週期에 대해서는 우라늄資源의 효율적인 이용을 목적으로 使用後核燃料를 再處理하여 회수된 減損우라늄과 플루토늄을 다시 리사이클시키는 것이 政府의 基本政策이다.

이 目的을 위하여 動力爐·核燃料開發事業團의 東海再處理工場이 필요한 技術의 確立을 위해서 노력해 왔다. 此外에 이 經驗과 外國技術의 利用 및 日本內 民間産業體의 技術能力 축적

에 의해서 현재 日本原燃서비스(株)가 大規模商用再處理工場 開發計劃을 進행중에 있다.

日本內 獨自의 核燃料週期確立을 위한 開發計劃의 실현은 「核燃料週期베이스 概念」에 의해서 Aomori縣의 Shimokita敷地에서 具體化되었다.

3. 백엔드對策의 現況과 傾向

(1) 백엔드對策의 概要

核燃料週期の 백엔드對策中에서 가장 시급한 問題는 原子力發電所에서 發生되는 大量의 低레벨放射性廢棄物의 處分이다. 現在 原子爐敷地에 貯藏된 低레벨放射性廢棄物의 量은 200ℓ 드럼으로 약370,000드럼에 달하고 있으며, 계속 증가하는 低레벨廢棄物에 대처하기 위한 확고한 方法으로 電力會社들은 Shimokita敷地에다 低레벨廢棄物의 長期中央集中貯藏과 궁극적으로는 最終(陸地)處分の 계획을 적극적으로 추진하고 있다. 그 施設은 1991년경에 조업을 시작할 것이다. 이 事業의 첫단계로 100만 드럼을 저장할 수 있는 施設의 建設이 준비중에 있는데 그 施設의 최종적인 목표는 300만 드럼으로 計劃하고 있다.

使用後核燃料再處理에 대해서는 1년에 800 톤을 處理할 수 있는 全規模工場을 같은 Shimokita 敷地에 건설하려는 계획이 進행되고 있다. 이 再處理工場이 建設되어 조업을 시작하기 까지는

(1995년경) 오랜 기간이 걸리기 때문에, 약 3,200 톤의 使用後核燃料가 再處理를 위하여 프랑스의 COGEMA 및 영국의 BNFL 再處理工場으로 보내질 것이다.

海外的 再處理에서 低·中·高레벨再處理廢棄物이 1990년 이후에 반환되어 올 것이다. 반환되어 오는 이 廢棄物은 電力會社들에 의해서 안전하게 運送되고 貯藏되어야 한다. 이 廢棄物을 받아들여 貯藏하는 施設이 Shimokita敷地에 再處理工場과 함께 건설될 것이다.

(2) 原子力發電所廢棄物對策

1) 廢棄物處理

原子力發電所에 貯藏되어 있는 廢棄物은 시멘트나 아스팔트 또는 기타 固化體들을 사용하여 드럼속에 均質하게 固化시킨 濃縮된 液體廢棄物, 사용한 이온교환수지 등의 포장물이다.

BWR發電所에서는 濃縮液體廢棄物의 시멘트 固化가 주로 施行되고 있다. 최근에는 減容을 위하여 플라스틱을 이용하는 固化方法을 개발하기 위한 研究開發의 노력을 경주해 왔는데, 그 技術은 현재 發電所에 의해 채택되고 있다.

PWR發電所는 濃縮液體廢棄物만을 固化하고 있다. 초기에는 시멘트 固化가 지배적이었으나, 최근에는 아스팔트 固化가 더 좋은 減容比率 때문에 많은 發電所에서 채택되고 있다.

BWR 및 PWR發電所에서 사용되는 모든 固化技術과 固化包藏에 대해서 均質性, 強度 등과 같은 處分에 필요한 包藏의 健全성이 입증되었다. 包藏物은 바다 또는 육지에 처분할 수 있도록 만들어 진다.

이들 廢棄物외에도 可燃性廢棄物을 처리하기 위하여 燒却에 의한 減容이 점점 증가적으로 이용되어 왔다. 非可燃性의 雜廢棄物은 드럼에 貯藏된다. 原子爐敷地에 貯藏되는 量을 줄이기 위하여 減容에 대한 노력이 계속 기울어져 왔다. 그러한 방법중에는 濃縮液體廢棄物의 粉末化 및 顆粒化, 사용한 이온교환수지 및 필터 슬러지의

酸分解, 非可燃性 雜廢棄物의 溶解 및 壓縮 등이 포함된다. 또한 固化處理의 과정과 減容處理된 廢棄物의 運送 및 貯藏容器에 관한 開發研究가 進行되고 있다.

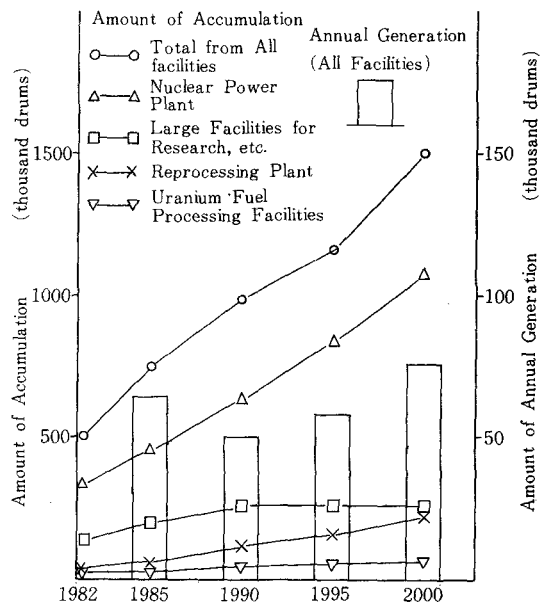
2) 廢棄物處分

原子力發電所에서 나오는 廢棄物의 處分에 대해서는 陸地 및 海洋處分을 並行하여 수행하는 것이 政府의 政策이다.

海洋處分에 대해서는 處分後 廢棄物包藏의 健全성과 安全性評價에 대한 實証을 완료함으로써, 政府는 海洋處分의 安全性을 확립했다. 그러나 海洋處分에 대한 세부사항의 國際的 技術檢討가 進行중이기 때문에 그 실행은 잠시 연기되고 있다. 日本은 國際的 檢討의 結果를 주시하며 國內과 海外的 同의를 얻어서 海洋處分을 시행하려고 한다.

陸地處分에 대해서는 현재 電力會社들이 Shimokita敷地에 低레벨廢棄物貯藏施設을 建設하려는 計劃을 적극적으로 추진하고 있다. 施設의 基本的인 사고방식은 低레벨廢棄物을 일정한 期間동안 콘크리트 피트에다 貯藏하였다가 그후

<그림 1> 低準位廢棄物量予測(2001 드럼換算)



處分으로 전환한다는 것이다. 이 목적을 위하여 CRIEPI와 JAERI를 포함한 여러 기구에서 處分の 安全性評價에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

(3) 再處理廢棄物對策

日本과 海外에서 再處理된 放射性廢棄物은 放射能레벨이 높은 高레벨放射性廢棄物과 放射能은 낮지만 超우라늄核種으로 汚染된 中·低레벨放射性廢棄物로 分類할 수 있다. 이들 廢棄物을 處理, 貯藏 및 處分하는 技術의 확립은 시급히 필요한 과제이며, 그 研究開發活動은 政府와 産業體의 공동 노력으로 추진되어 왔다.

日本에서는 高레벨液體廢棄物은 硼素化珪酸鹽(borosilicate) 유리를 사용하여 안정된 형태로 固化시켜서 스테인레스스틸캐니스터 속에다 밀봉한다. 그 다음 그 캐니스터는 處분에 적당한 조건에 도달할때까지 冷却시키기 위해서 貯藏된다. 基本政策은 앞으로 이 貯藏된 廢棄物을 處分하는 것이다.

이 목적을 위해서 JAERI는 실제로 液體廢棄物을 사용하여 유리固化物의 物理的 特性 및 溶解性을 評價하는 安全性研究를 수행하여 왔으며, 動力爐·核燃料開發事業團(PNC)은 國內의 再處理에서 나오는 高레벨廢棄物의 固化, 貯藏 및 陸地處분에 대한 技術의 開發과 實證研究를 수행하여 왔다.

한편, 電力會社를 포함한 民間産業體들은 海外의 再處理工場에서 반환되어 오는 廢棄物에 對處하는 方法에 대한 연구를 하였다. 반환되어 질 固化廢棄物에 대한 잠정적인 사양서가 프랑스와 영국에 의해 제시되었다. 電力會社와 CRIEPI는 政府로부터 이 사양서의 승인을 받기 위한 준비작업으로 高레벨유리화廢棄物과 中·低레벨시멘트固化廢棄物 및 아스팔트固化廢棄物의 健全성에 관한 研究·開發活動과 더불어 이들 廢棄物의 運送, 收納 및 貯藏施設에 대해서도 적극적으로 연구·개발을 수행하여 왔다. 또한 이들

연구의 결과는 電力會社가 계획중인 再處理工場에서의 安全한 廢棄物處理와 處理廢棄物의 處分을 確立하는데 반영될 것이다.

그외에 使用後核燃料對策의 광범한 技術選擇 基盤을 확보한다는 견지에서, 水槽를 포함한 乾式 貯藏技術의 연구도 진행되고 있다.

(4) 未使用 및 使用後核燃料의 運送

未使用 및 使用後核燃料의 運送은 核燃料週期를 活性化하는 血管이며 또한 安全性保障은 日本의 중요한 과제이다.

日本은 UO_2 , UF_6 , 未使用 및 使用後核燃料의 運送에 대한 많은 경험을 이미 축적하고 있다. 使用後核燃料 뿐만 아니라 未使用核燃料을 포함한 核燃料運送容器的 設計研究 및 生産이 적극적으로 추진되어 왔다. 약 80가지의 設計가 政府의 승인을 받았으며, 그 設計에 의한 8,500개의 容器가 사용되고 있다.

프랑스와 영국에서 부터 일본으로 반환되어 오게 되어 있는 再處理廢棄物의 운송에 관해서는 高레벨유리화廢棄物運送容器와 여러가지 다른 廢棄物의 運送容器 및 컨테이너에 대한 開發研究가 진행중이다.

未使用 및 使用後核燃料의 運送은 여러 면에서 國際的 運送을 포함한다. 따라서 「放射性物質의 安全輸送을 위한 IAEA 規測」이 제정되었다. 日本은 國內法과 規定에 그 規測을 반영시키고, 國際적으로 어떤 기여를 하기 위해 技術基準, 安全性評價 등에 관한 專門家 會合에 참여하는데 적극성을 보여왔다.

끝으로, 放射性廢棄物管理는 日本에서 核燃料週期를 完結시키기 위하여 政府와 産業體 모두가 온 힘을 기울여 주의깊게 計劃되고 實行되어야 하며, 그 외에 현재 뿐만 아니라 앞으로도 관련된 외국 전문가들과 國際協力을 통하여 이 分野의 情報과 知識을 交換하는 것도 매우 중요하다.