

日本에서의 高準位廢棄物 對策



再處理工場에서 使用後核燃料에서 排出되는 高準位放射性廢棄物의 最終處分問題는 原子力政策에서 마지막으로 남겨진 중요한 課題이다. 이에 대해서 日本原子力委員會 放射性廢棄物對策專門會는 장기간의 검토후 1984年 8月과 1985年 10月に 大體的인 윤곽이 제시된 報告書를 정리하였다. 그후 이 計劃에 따라 구체적인 施策을 어떻게 추진할 것인가에 대해서 重點的으로 論議되었는데 최근 앞으로의 施策 전개방향이 조금씩 밝혀지고 있다. 더 검토되어야 할 과제도 있겠으나 다음은 高準位放射性廢棄物 최종처분에 관한 일본의 최근 動向과 關聯新技術의 소개이다.



1. 地層處分の 開發

高準位放射性廢棄物의 최종적인 처분방법으로 는 地下 수백미터의 깊은 地層中에 玻璃固化 體로 처분하는 소위 「地層處分」을 행하는 것이 基本方針으로 되어있다.

일본에서 지층처분을 실현시키기 위해서는 앞으로 長期間에 걸친 開發프로젝트를 추진해나갈 필요가 있다. 구체적으로는 우선 일본의 地質環境에 對應한 지층처분시스템 (人工배리어와 天然 배리어로 구성되는 多重배리어시스템)의 개발 등에 관한 연구개발을 행하여 地層處分技術의 확립을 도모하는 것이 필요하며, 한편으로는 구체적인 地點에서 보오링 등의 현지조사를 하여 그 지점의 지질환경 등이 處分場으로 적당인가 여부를 평가하여 처분장의 立地場所를 결정해나갈 필요가 있다.

이 기술확립을 위한 연구개발과 처분장의 立地를 위한 現地調査와는 상호관련이 있기는 하나 그 내용, 實施方法은 크게 異質의 일이라고 생각된다. 그래서 이들의 구체적인 추진방법에 대해서는 이 두가지를 어느 정도 分離하여 각각의 特質에 맞춘 추진방책을 실시해 나가는 것이

현실적이라는 의견이 대두되고 있다.

따라서 지층처분의 제 2단계 개발프로젝트에 대해서는 그 내용을 ①地層處分技術의 확립을 목표로 한 연구개발과 ②處分豫定地의 선정을 목표로 한 조사로 나누어서 이들을 어느 정도 독립된 것으로하여 並行的으로 추진해서 제2단계 마무리 과정에서 이들의 성과를 통합, 分處 豫定地를 선정한다는 추진방법이 현실적이라고 생각하고 있다.

2. 研究開發의 推進

당면한 제 2단계의 연구개발은 日本原子力委員會의 放射性廢棄物對策專門會가 1984年 8월에 정리한 보고서에서 研究開發 項目의 概要 등이 제시되었다.

日本科學技術廳 原子力局의 「高準位放射性廢棄物地層處分推進檢討會」에서는 더욱 구체적인 연구개발의 추진방법에 대해서 검토하고 이 검토를 토대로 原子局에서 1986年 11월에 제 2단계 거의 前半에 상당하는 1987년도 부터 1991년도 까지를 대상으로한 「地層處分研究 5 年計劃」을 정리했다.

이 5개년 계획에서는 表 1에 표시된 15개 항목의 研究開發課題의 연구목적, 연구내용, 담당연구기관 등이 포함되어 있으며, 그 상호관계는 그림 1과 같다.

또 이 5개년 계획에서는 다음의 8개 항목이 당면의 重點事項으로 되어있다.

- ① 地層處分の 長期的 信賴性에 관한 기본적인 思考方式의 확립.
- ② 地層處分시스템의 기본적인 仕様の 明確化
- ③ 原位置試驗의 추진.
- ④ 大型研究施設의 건설.
- ⑤ 사이트特性調査技術開發의 추진.
- ⑥ 내츄럴·아날로그의 活用.
- ⑦ 基礎적인 데이터·베이스의 정비.
- ⑧ 國際協力の 추진.

또한 이 5개년 계획에서는 日本動力爐·核燃

料開發事業團, 日本原子力研究所, 地質研究所 등의 역할분담에 대한 사고방식도 제시되고 있는데 이중 日本原子力研究所의 역할로는 종래의 安全性評價를 위한 연구외에 核種移行에 관한 데이터·베이스의 정비 등 기초연구도 包含된 것이 주목된다. 이와 같이 지층처분의 연구개발은 단순히 日本動力爐·核燃料開發事業團 뿐만 아니라 日本原子力研究所 등 관계기관이 총력을 기울여서 추진하는 것이며, 관련 연구개발기관의 有機的인 관계를 확보하고 연구개발 전체의 종합조정의 임무를 하고 있는 日本科學技術廳의 책임도 한층 더 무거워졌다고 할 수 있다.

3. 現地調査의 推進方法

第2段階에서는 以上の 연구개발과 병행해서 處分豫定地の 선정을 목표로 전국적 視野에서 조사를 실시해 나갈 필요가 있다. 이것은 日本動力爐·核燃料開發事業團의 임무로 되어 있는데, 이 사업단은 현재 문헌조사 등에 의해 지층처분의 관점에서 전국적인 지질환경 등의 데이터·베이스 정비를 추진하고 있다. 앞으로는 구체적인 地點에서 物理探査, 보조링조사 등 현지 조사를 행할 예정이나 이 현지조사의 실시에 있어서는 신중하게 준비를 갖춘 다음에 착수해야 한다는 의견이 높다.

이를 위해 「高單位放射性廢棄物地層處分推進檢討會」에서는 현재 일본의 處分地 地質環境에서 요구되는 기본적인 조건이 무엇인가에 대한 기술적인 검토를 추진하고 있다. 여기서 검토되고 있는 기본적인 조건은 앞으로 日本動力爐·核燃料開發事業團이 구체적인 調査地點을 전국에서 선정하여 그 地點에서의 조사내용을 설정하고 조사결과를 평가할때 가이드·라인이 될 것이다.

또 이와 같은 현지조사는 그 조사결과가 양호하다면 그 조사지점이 처분장이 될 가능성이 있음을 전제한 것이므로 이와 같은 조사의 실시에 있어서는 미리 처분장의 立地를 원활하게 추

〈表 1〉 5개년 계획에서의 研究開發課題總表

1. 지층처분의 장기적 신뢰성에 관한 기본적인 사고방식의 검토
2. 지층처분시스템의 개발
① 지층처분시스템의 설계연구
② 인공배리어시스템의 개발
③ 처분시설의 건설·조업·폐쇄기술의 개발
④ 지층처분시스템의 경제성 평가
3. 사이트특성 조사기술의 개발
4. 지층처분의 안전성 평가를 위한 시험연구
① 지층처분시스템의 종합안전성 평가방법의 개발
② 각 시스템의 성능평가에 관한 연구
5. 지층처분에 관한 기초시험연구
⑤ 지층처분의 안전성 및 신뢰성에 관한 기초 시험연구
② 핵종의 이행특성에 관한 연구
③ 일본의 지질환경특성에 관한 연구
6. 관련기술에 관한 시험연구
① TRU 폐기물의 처분에 관한 연구
② 고준위방사성폐기물의 핵종분리기술, 핵종 변환기술 등에 관한 연구
③ 해양저하처분기술의 연구
④ 신고화기술의 연구

진해 나가기 위한 각종 方策에 대해서 어느 정도 구체적으로 검토해 두는 것이 필요하다고 생각되고 있다.

4. 處分費用確保方策의 檢討

高準位放射性廢棄物의 처분에 대해서는 政府가 책임을 지는데, 처분을 위한 비용은 發生者가 부담하기로 되어 있다. 또한 高準位방사성폐기물의 發生時點, 즉 原子力發電을 실시하는 시점과 실제로 처분을 하는 시점 사이에는 오랜 기간이 있으므로 世代사이의 부담의 公平 등의 관점에서 처분을 위한 비용은 發電時點에서 확보하는 것이 필요하다고 되어있다.

이 處分費用의 確保方策으로는 再處理料金과 같이 電氣料金中에 포함시켜서 電力會社의 내부에 積立하는 方法, 미국에서와 같이 原子力發電 電力量에 따라서 政府가 일정한 額을 징수하여 政府의 基金으로 積立하는 方法 등이 고려되고 있다.

이 具體策에 대비해서 日本總合에너지調查會 原子力會에서 검토가 시작되었으며, 한편 日本 原子力委員會에서도 原子力開發利用長期計劃改

定作業의 일환으로 검토가 추진되고 있다.

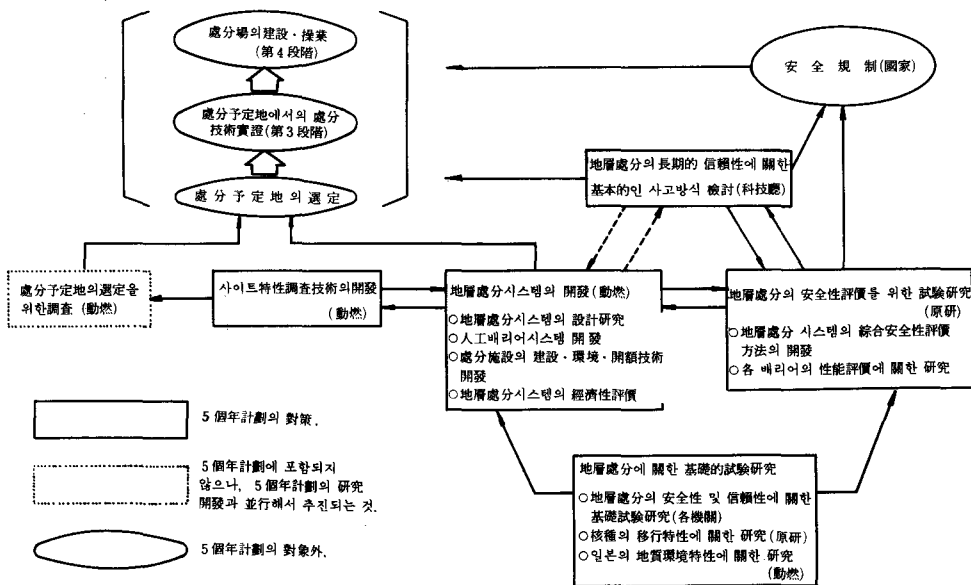
5. TRU廢棄物處分과의 關係

TRU廢棄物은 再處理工場, 플루토늄取扱施設 등에서 발생하며 放射線的으로는 低準位이나 대단히 수명이 긴 TRU核種(超우라늄核種)을 포함한 것이다. 따라서 TRU 폐기물은 현재 계획되고 있는 低準位방사성폐기물의 地中處分과 같은 방법으로는 처분할 수 없다고 생각되고 있다.

TRU 폐기물의 최종적인 처분방법에 대해서는 앞으로 연구개발을 추진하여 구체적으로 검토해 나갈 필요가 있으나, 高準位방사성폐기물도 천년쯤 지나면 短壽命核種의 放射能은 거의 消滅하여 주로 TRU 핵종이 남아 일종의 TRU 폐기물이 된다는 것과 여러 외국에서는 처분후의 超長期의 安全評價. 관점에서 高準位방사성 폐기물과 TRU 폐기물을 같은 방법으로 처분한다는 방법도 있음을 참고로 해서 일본으로서의 처분방법을 검토해 나가기로 하고 있다.

또 앞으로 10년간 일본에서 TRU 폐기물의 주요한 發生源은 日本動力爐·核燃料開發事業團의 東海事業所 再處理施設과 플루토늄 取扱施設에

(그림 1) 研究開發課題의 相互關係



한정되고 있다. 이로 인해 이 事業團은 일본에서 TRU 폐기물 처분의 선구자가 되어 처분 기술을 개발하고 처분 방법을 확립해야 한다는 의견이 강하다.

6. 高準位放射性廢棄物의 有効利用 研究

使用後核燃料를 再處理해서 우라늄과 플루토늄을 回收한 후에 남는 高準位放射性廢液은 일괄해서 글래스固化하여 최종적으로 地層處分하기로 되어있는데 이 高準位 방사성 폐액의 함유물을 분석해보면 ruthenium, rhodium, palladium이라고 하는 白金族 金屬과 각종의 방사성 동위원소 등 이용가능한 물질이 적지않게 포함되어 있다. 이와 같은 有用物質을 分離·回收할 수 있다면 종전에는 폐기물인 것이 資源으로 再生되어 결과적으로 최종처분을 해야하는 폐기물의 量을 감소시키게 된다.

日本原子力研究所에서는 과거 10년 이상 高準位 방사성 폐기물 최종처분의 효율성 향상이라는 관점에서 高준위 방사성 폐액에 포함되는 核種의 群分離 및 群分離된 TRU 핵종의 消滅處理에 관한 기초연구를 추진해 왔다. 이와 같은 기초연구의 성과를 기반으로 日本科學技術廳에서는 1987년도 부터 高준위 방사성 폐기물의 유효이용을 위한 연구개발 등을, 폐기물을 有用物로 再生한다는 의미도 포함시켜서 「Phoenix Project」로 추진해 나갈 방침이다.

使用後核燃料는 原子力發電에서 귀중한 副産物로서 종래에는 우라늄과 플루토늄을 회수하는데에만 그쳤던 再處理技術을 더한층 진보시켜서 使用後核燃料中에 포함되어 있는 有用物質을 모두 利用하는 것을 목표로 하는 기술개발을 추진하는 것이 資源이 적은 일본이 세계에 앞서서 해야할 과제라고 생각하고 있으며, 日本型 高度化再處理技術의 개발로 위치를 확보하여야 한다고 생각하고 있다.

물론 이 기술은 아직 기초적인 연구 단계이며 그 실용화를 위해서는 高準位 방사성 폐액의 처리

에 따른 2次 廢棄物의 發生量 抑制, 再利用의 경제성 달성 등 해결해야할 과제가 많다. 앞으로 長期的인 연구가 필요하다고 생각된다.

7. 地底綜合開發構想

高準位放射性廢棄物의 處分施設은 깊이가 수백미터에서 경우에 따라서는 천미터 정도의 安定된 地層 또는 岩體에 건설되며, 操業期間도 수십년에서 경우에 따라서는 백년에 걸치는 것도 고려되고 있다. 建設·操業의 狀況은 통상의 鑛山作業에 유사할 것이나, 이 시설은 일본으로서는 前例가 없었던 것이며 대량의 방사성 물질을 취급한다는 점 등에서 안전관리가 철저한 最尖端의 科學技術을 驅使한 시설이 될 것으로 예상된다. 또 이 시설에서는 장기간에 걸쳐 많은 연구자·기술자가 일하게 될 것이다. 이와 같은 관점에 의해서 高준위 방사성 폐기물의 處分場은 「原子力鑛山」 또는 「hitec鑛山」이라고 불리고 있다.

이와 같은 多額의 投資에 의해 건설되는 高度의 지하시설과 이에 관련된 기술을 단순히 高준위 방사성 폐기물의 처분에만 사용할 것이 아니라 地球科學 등의 學術研究와 地下空間利用의 기술 개발 등 다목적으로 활용해나가야 한다는 議論도 이루어지고 있다. 예를 들면 處分場의 立坑을 이용해서 無重力落下實驗施設을 건설하여 無重力상태에서의 材料合成實驗 등을 하자는 구상이 있다. 또 地下에서는 光, 音, 振動, 먼지, 微生物 등의 관리가 용이하므로 지상에서는 실현할 수 없는 大規模精密管理空間을 실현시켜 精密測定이 따르는 연구나 精密加工을 하는 공업을 지하에서 할 수 없을까하는 제안도 있다.

高準位放射性廢棄物의 處分施設을 이와 같은 地下利用에 관련된 科學技術연구를 위해 적극적으로 활용하고 지하개발을 추진하려는 구상을 「地下綜合開發構想」 또는 「지오토피어計劃」이라고 하며, 앞으로 그 구체적인 내용에 대해서 일본과학기술청이 중심이 되어 검토할 예정이다.