

日本放射性廢棄物處理處分方策

原子力委・對策專門部會中間報告

具體的인 戰略을 再構築

日本 原子力委員會의 放射性廢棄物對策專門部會는 8월 7일 「放射性廢棄物處理處分方策에 관하여」라는 중간보고서를 정리하여 동 위원회에 제출했다. 1982년 6월의 原子力開發利用長期計劃에서의 기본방침에 따라 放射性廢棄物處理處分對策의 구체적인 전략의 바람직한 방법을 재구축한 것이다.

이에 의하면, 먼저 당면 과제인 低레벨방사성폐기물대책에 관해서는 「방사능레벨에 따라서 低, 極低, 一般의 세종류로 나누어서 관리를 한다」는 사고방식을 제시하는 동시에 高레벨폐기물대책에 대해서는 「2000년 경까지 處分技術을 實證한다」고 종래보다 加速化시켜서 그早期實現에 官民이 총력을 기울여서 종사함의 중요성을 강조하고 있다.

이번 보고에서 먼저 焦點이 되는 것은 원자력발전소에서 발생하는 폐기물은 모두 一括해서 관리한다는 종래의 방침을 分別管理의 방침으로 하였다는 점이다. 구체적으로는 低레벨방사성폐기물을 방사능레벨에 따라 “低”, “極低”, “一般”的 세종류로 분류하고 각각의 방사능레벨에 적합한 處分을 한다는 방침이다.

이것은 현재 一括해서 저장하고 있는 低레벨방사성폐기물 중에는 極히 방사능레벨이 낮은 것들도 포함되어 있으므로 이들에 대해서는 비교적 레벨이 높은 것과는 별도 취급하여 그 방사능레벨에 따라서 管理를 輕減시키려는 것이다.

구체적인 관리의 경감방법에 대해서는 먼저 「特別區分值」에 의해 極低레벨방사성폐기물로 분류된 것은 「未加工트렌치에 그대로 매설하는 것이 고려된다」고 하고 다시 「一般區分值」에 의해 「방사성폐기물로 취급할 필요가 없는」 것으로 판단된 것은 原子爐 등 규제법의 대상에서 벗어나게 하고 일반폐기물이나 산업폐기물과, 같이 취급한다라는 방향을 내놓고 있다.

또 「特別區分值」에 의해 低레벨방사성폐기물로 분류된 것의 陸地處分에 대해서는 「방사능레벨의 減衰에 따라 그때마다 안전평가를 행하여 단계적으로 관리를 경감한다」는 사고방식을 도입하여 최종적으로 거의 방사능이 없어진 단계에서는 「관리를 필요로 하지 않는 상태로 移行한다」는 방향을 제시하고 있다.

또한 原子爐의 해체에 따라 발생하는 콘크리트류 등의 極低레벨폐기물에 대해서는 「人間의 방사성물질로의 직접적 관여를 방지한다」고 하는 조건으로 「새로운 발전소 건설을 위한 토지조성시의 매립재료 등으로 이용할 것이 고려된다」고 하여 再利用의 길을 열어 놓았다.

이번 보고에서 언급된 「特別區分值」, 「一般區分值」의 구체적인 數值의 설정에 대해서는, 「원자력안전위원회에서 심의가 추진되고 있으며, 그 심의의 방향에 따라 對處한다」고 하고 있다.

한편, 使用後核燃料의 재처리에 의해서 발생하는 高레벨방사성폐기물 처리처분대책에 대

해서는 「종래 방침대로 글래스固化하여 地層處分을 한다」는 既定路線을 재확인하면서도 그 일정에 대해서는 「2000년 경에 處分技術의 實證을 목표로 한다」고 종래보다 加速化시켜서 그 실현을 위해 官民이 전력을 다 할 필요가 있다고 강조하고 있다.

또한 구체적인 저장, 처분구상에 대해서는 「冷却을 위해 30년에서 50년간 저장한 후 지하 수백미터 이상의 깊은 지층에 처분한다」고 목표를 명확화하고 처분예정지에 대해서는 1995년까지 선정한다」는 방향을 제시하고 있다.

高레 벨방사성폐기물처리처분의 實施主体에 대해서는 「動燃이 중심이 되어서 행한다」고 처음으로 명기하고 당면 과제인 固化處理技術의 實證에 대해서는 「固化플랜트의 建設, 運轉을 통해서 1990년대 전반에 實證한다」고 하였으며, 超우라늄원소(TRU) 폐기물대책에 대해서도 구체적인 방향을 제시하여 「관계기관의 긴밀한 협조하에 處理處分의 실시를 위한 연구개발을 하여 처리처분의 구체화를 도모한다」는 방침을 내놓고 있다. 이 專門部會의 최종보고서는 금년 말이 될 것 같다.

廢棄物 ベレル

貯藏處分에서 處分으로 放射能레벨에 따라 分別

◇ 放射能레벨에 의한 區分

低레 벨방사성폐기물로서 原子力發電所 등의 부지내 시설에 저장되어 있는 固體狀態의 방사성폐기물은 현재의 법령으로는 방사성폐기물의 방사능레벨에 대한 구분이 없기 때문에 극히 방사능레벨이 낮은 것까지도 방사성폐기물로 취급되고 있다. 또 저장기간 중에 減衰에 의해 방사능레벨이 내려가는 것 이외에도 장차 原子爐 등의 해체에 의해 발생되는 폐기물을 고려했을 때 방사능레벨이 극히 낮은 폐기물뿐만 아니라

방사성이라고는 하지만 실질적으로는 인정하기 어려운 폐기물이 多量으로 발생될 것이 예상된다.

따라서 앞으로의 방사성폐기물의 處理處分對策을 강구하는데 있어서는 이와 같은 상황을 감안하여 방사능레벨에 따른 보다 합리적인 대책을 정할 필요가 있다. 이를 위해서는 低레벨방사성폐기물과 極低레벨방사성폐기물을 구분하는 「一般區分值」의 개념을 설정할 필요가 있다. 이때 각 구분치는 방사성물질의 농도 등으로 나타내는 것이 실제적이다.

◇ 低레 벌放射性廢棄物

〈陸地處分의 概念〉 低레 벌방사성폐기물의 陸地處分은 인간의 폐기물로의 접근, 관여가 가능하다는 점에서 海洋處分과 큰 차이가 있다. 이를 위해 육지처분에서는 방사성폐기물에 포함되어 있는 방사능이 시간의 경과에 따라 減衰하여 인간환경으로의 영향이 충분히 輕減될 동안 固體化, 피트 등의 人工배리어와 토양 등의 天然배리어를 조합시켜 방사능레벨에 따른 관리를 행함으로서 방사성폐기물을 안전하게 인간 환경에서부터 격리하는 것을 기본적인 사고방식으로 한다.

폐기물 반입후 관리의 시간적 흐름은 기본적으로는 다음과 같다.

(I) 人工배리어에 의해 방사성물질의 외부로의 누출을 방지하며 所要의 관측, 측정(순시점검, 시설의 모니터링 등)에 의해 누출이 없다는 것을 확인하는 단계.

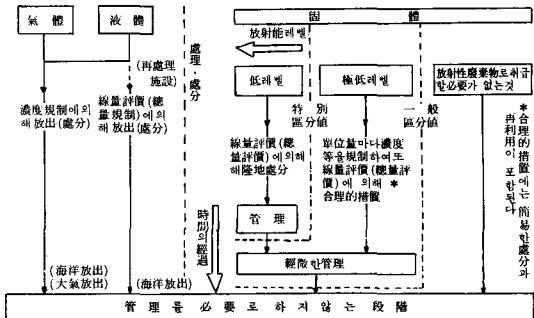
(II) 人工배리어 및 天然배리어에 의해 방사성물질의 移行을 방지하고 所要의 관측, 측정(주변환경의 모니터링 등)에 의해 안전하다는 것을 확인하는 단계.

(III) 주로 인간의 特定의 행위를 금지 또는 제약하는 管理만을 행하는 단계.

(IV) 관리를 필요로 하지 않는 단계.

이중에서 (I)은 인공배리어의 閉込機能으로

〈表1〉低レベル放射性廃棄物處分(陸地處分)



서 방사성물질을 배리어 밖으로 누출시키지 않는 단계(저장단계)이며 주로 天然배리어에 대한 평가를 행하여 안전성을 확인한 후 그대로 처분단계에 이르기까지를 의미하며 原子力發電所 등에서 현재 행하고 있는 저장에 對해 「最終貯藏」이라고 할 수 있다.

또 (II)에 대해서는 人工배리어의 劣化를 고려한 것으로서 토양 등 天然배리어의 방사성물질이행 지연효과를 적정하게 평가함으로서 안전성을 확보할 수 있는 단계이며 이 단계부터 「處分」의 단계에 들어 간다. 그리고 이상의 관리는 安全性이 확인되면 (I)의 단계를 생략하고 (II)의 단계부터 개시하는 것이 가능하다.

〈最終貯藏 및 處分方法〉 최종저장 및 처분의 구체적 방법으로는 低레벨방사성폐기물을 安定한 형태로 收納한 드럼 등을 콘크리트 피트 등에 넣고 모래 등의 充填材를 주입한 후 뚜껑을 하고 흙으로 덮는 방법이 대표적이다.

또, 같은 배리어기능을 확보할 수 있을 경우에는 廢坑 등의 地下空洞을 이용하는 것도 유효하다고 생각된다. 그리고 사이트에 반입되는 廃棄物에 대해서는 單位量當의 농도뿐만 아니라 當該사이트의 여러가지 조건에 따르는 평가모델을 확립하고 반입 가능한 방사성물질의 放射能總量(취리)의 평가를 행할 필요가 있다.

〈管理의 바람직한 方法〉 低레벨방사성폐기물의 관리에 있어서는 폐기물 반입시에, 예를 들

면 폐기물의 數, 形狀, 放射線레벨 등을 확인한 후 방사성붕괴에 의한 방사능의 저감에 對應하여 다음과 같이 단계적으로 관리내용의 경감을 도모하는 것이 합리적이다.

(I) 최종저장의 단계는 固化體, 퍼트 등 人工배리어의 健全性을 유지하고 인공배리어에 의해서 방사성물질의 閉込을 행한다. 이 단계에서는 인공배리어의 閉込機能이 유지되고 있는 것을 퍼트 등의 모니터링 등에 의해 확인함과 함께 그 기능의 저하가 인정되었을 때는 修復을 행한다.

(II) 다음 단계로의 移行에 대해서는 인공배리어의 劣化를 고려해서 주로 천연배리어에 대한 安全評價를 행하여 안전을 확인한 후 행한다. 이 단계에서는 인공배리어와 천연배리어의 조합에 의해서 안전성을 유지한다. 즉, 人工배리어의 劣化에 의해서 방사성물질의 누출이 발생하여도 天然배리어의 기능에 의해서 인간환경으로의 이행을 방지하고 또 주변환경에서 지하수 등을 모니터링하여 안전하다는 것을 확인한다.

(III) 방사능레벨이 다시 저감한 단계에서는 人間이 침입하여 방사성폐기물과 직접 접촉하는 것을 방지하기 위해 주로 특정의 행위를 금지 또는 제약하는 관리만을 행한다(경미한 관리의 단계). 그리고 이 관리의 정도는 一般公衆의 출입제한에서 사용목적의 제약, 제3자로의 양도 행위를 제한하는 등 단계적으로 경감시킨다.

(IV) 최종적으로는 관리를 必要로 하지 않는다. 그리고 이상의 관리의 輕減化는 사이트의 일정구역마다 행할 것이 고려된다.

廢極
棄
物低

管理의 輕減可能토록
未加工트렌치에 埋設

◇ 極低레벨放射性廃棄物

〈處分 및 再利用의 概念〉 極低레벨방사성폐

기물은 앞으로의 原子爐解體 등을 고려하면 그 발생량이 비약적으로 증대할 것이 예상되는데 그 방사능레벨은 극히 낮다. 따라서 低れ벨방사성폐기물에 비해 간단한 處分을 하여 처분의 개시부터 低れ벨방사성폐기물에 의한 경미한 관리를 하더라도 충분히 安全性을 확보할 수 있을 것이며 또 일정한 조건하에서 再利用의 방도를 열어주는 것이 합리적이고, 경제성의 면에서도 매우 중요하다.

〈具體的의 取扱方法〉

(1) 簡單한 處分

구체적인 처분의 대표적인例로서 콘크리트조각 등을 가공하지 않은 트렌치에 그대로 매설하는 것이 고려된다. 이때의 處分場은 경제성 등의 관점에서 低れ벨방사성폐기물의 경우와는 별개의 장소로 하는 것이 고려된다. 또 陸地處分 이외의 처분방법으로 可燃性物質에 대해서는 簡易燒却爐에 의한 소각처분이 고려된다. 그리고 極低れ벨방사성폐기물의 처분에 대해서도 個別사이트의 조건을 고려한 평가모델을 확립하여 반입 가능한 방사성폐기물의 放射能總量을 평가하는 것으로 한다.

(2) 再利用

極低れ벨방사성폐기물은 용도를 한정하는 등

처분의 경우와 같은 정도로 인간의 관여를 방지하기 위한 일정한 조건을 붙여서 再利用의 방도를 여는 것이 가능하다. 구체적인 이용방법으로는 콘크리트類는 토지조성시에 매립재로 또 금속배관류 등은 資材, 素材 등으로의 재이용이 고려된다.

〈輕微한 管理의 바람직한 方法〉 極低れ벨폐기물의 관리에 있어서는 다음과 같이 처분 개시 시부터 「輕微한 管理」만을 하는 것이 합리적이다.

(I) 간단한 처분을 전제로한 安全評價를 행하여 안전하다는 것을 확인한다.

(II) 방사성폐기물을 處分場에 반입할 때 量, 放射線레벨 등을 확인한다.

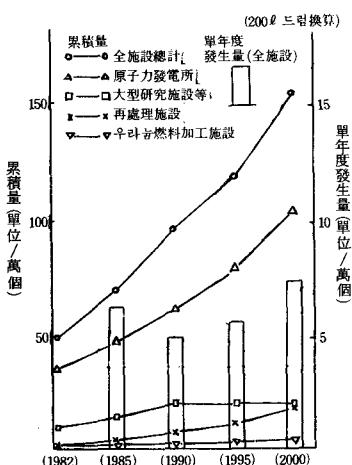
(III) 처분장에 사람이 침입하여 방사성물질에 직접 접촉하는 것을 방지하기 위해서 주로 특정의 행위를 금지 혹은 제약하는 관리만을 행한다. 그리고 그 관리의 정도는 단계적으로 경감시킨다.

(IV) 최종적으로 관리를 必要로 하지 않는다.

◇ 放射性廢棄物로 取扱할 필요가 없는 것

一般區分值를 하회하는 폐기물은 극히 약간의 방사능을 가진 것으로서 그것은 인간환경으로의 방사선에 의한 영향을 전혀 고려할 필요가

〈表2〉 低れ벨放射性廢棄物發生量豫測



〈表3〉 地層處分技術開發

項目	年 度	(1980)	(1985)	(1990)	(1995)	(2000)	(2005)
(1) 有効な地層의選定							
① 地層에關한調査研究							
② 人工 배리어開拓研究							
③ 地層處分시스템研究							
④ 総合評價							
⑤ 有効な地層의選定							
(2) 處分豫定地의選定							
① 廣域調査							
② 精密調査							
③ 深地層試驗							
④ 環境工學試驗							
⑤ 地層處分시스템開發							
⑥ 處分豫定地의選定							
(3) 模擬固化에의한 處分技術의實證							
(4) 實固化體處分							
安全評價에關한研究							
① 事象解折							
② 安全性評價모델의作成							
③ 安全性評價에이터의蓄積							
④ 地層處分의綜合安全性評價							
⑤ フィ드モニ터링시스템의開發							

없는 것들이며 방사성폐기물로의 취급을 필요로 하지 않는 것이다.

◇ 앞으로의 課題

「區分值」에 대해서는 原子力安全委員會에서의 심의의 방향에 따라 對處한다.

廢高
棄物
貝列
物貝

2000年에 技術實證 處分은 動燃이 中心

◇ 基本的인 思考方式

使用後核燃料의 재처리에 의해 발생하는 高레 벨방사성폐기물은 發生量 자체는 적지만 매우 높은 방사능을 가지며 또 長半減期核種도 포함하므로 그 방사능이 경감될때까지 長期間에 걸쳐 인간환경에서 부터 격리시킬 필요가 있다. 이를 위해 안정된 형태로 固化하여 적합한 상태가 될때까지 냉각을 위해 저장을 한후 地層에 처분하는 것을 기본방침으로 한다. 이 기본방침의 구체화를 위해서는 國家重要 프로젝트로 정부 및 민간이 총력을 기울여야 한다.

또한 일본의 高레 벨방사성폐기물 처리처분실시의 구체화 및 이에 관한 연구개발의 추진에 대해서는 官民研究機關의 협력하에 動力爐·核燃料開發事業團이 중심적인 역할을 담당한다. 안전성 평가연구 및 관련 신기술개발에 있어서는 原子力研究所가 담당하며 주체적 역할을 맡는다. 그 외의 다른 연구기관에서의 관련 연구 개발에 대해서도 有機的인 연휴하에 추진을 도모하는 것으로 한다.

◇ 高레 벨放射性廢棄物의 글래스固化處理·貯藏 등

〈글래스固化處理〉 原研·動燃을 중심으로 한 연구개발의 진전에 따라 硼硅酸글래스固化는 고화처리기술의主流로서의 지위를 확립할 것으로 평가된다. 따라서 고화처리 및 저장에 대해서는 종래의 방침대로 硼硅酸글래스에 의한 글래스固

化에 最重點을 두는 것으로 하며 연구성과를 集大成하여 動燃에서의 固화플랜트의 건설·운전을 통해 1990년대 전반을 목표로 處理技術의 실증을 도모하기로 한다.

또 이 연구개발성과에 대해서는 반환폐기물의 사양 검토 및 민간재처리업자가 행하는 固化處理로의 활용을 도모하는 것으로 한다.

〈貯藏 등〉 글래스固化體는 거기에 포함된 방사성핵종의 봉괴열이 深地層의 岩盤에 주는 영향을 완화시키기 위해서 사용후핵연료로 原子爐에서 꺼내진후 再處理를 거쳐 글래스固化되어 深地層으로 반입될때까지 30년에서 50년간 정도 냉각을 위해 저장된다. 貯藏技術에 대해서는 지금까지 순조로운 진척을 보이고 있으며 앞으로는 實用化를 위해 除熱對策 등을 중심으로 热 등의 이용 가능성도 포함해서 종래부터의 연구개발을 한층 더 추진한다.

動燃에서는 固화플랜트의 건설과 함께 1992년 조업개시를 목표로 저장플랜트를 건설한다. 한편, 原研에서는 앞으로의 處分에 대비하여 캐니스터 등에 관한 안정성 평가와 그 手法에 대해 연구개발을 행한다. 또한 動燃의 저장플랜트 및 電氣事業者가 위탁하고 있는 海外再處理에 따른 반환폐기물에 대비하여 민간에서 조기에 주송체제의 정비를 행함과 동시에 아울러 반환에 따르는 受入體制, 시설의 정비를 행하기로 한다.

〈新固化方式〉 당면하고 있는 長期安定性 및 高溫領域에서의 핵종의 耐浸出性에서 보다 우수하다고 기대되는 Synrock 固化法에 대해 原研을 중심으로 호주와 研究協力を 추진하며 기타 세라믹고화법 등에 대해서도 각 연구기관에서 조사연구를 계속한다.

〈群分離〉 長半減期 核種을 분리하는 群分離技術은 高레 벨방사성폐기물관리의 합리화, 發生量의 저감, 자원의 유효이용 등에 관한 장래 기술이며 당면으로 原研 등에서 기초연구를 행

하기로 한다.

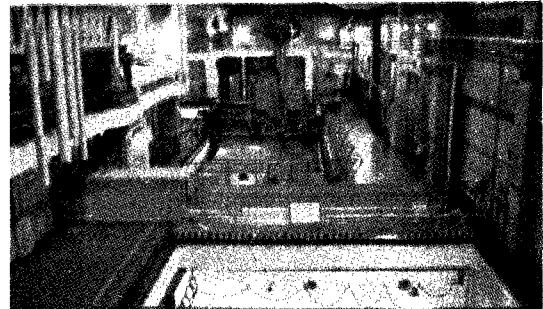
◇ 高レベリ放射性廢棄物處分對策

〈地層處分〉 高레벨방사성폐기물의 처리에 대해서는 종래의 방침대로 地層處分에 따를 것으로 하고 지하 수백미터 이상의 깊은 지층중에 처분하며 天然배리어와 人工배리어를 조합시킨 多重배리어에 의한 것을 기본개념으로 한다. 지층처분에 관한 연구개발순서에 대해서는 먼저의 報告에서는 개발단계를 ①가능성있는 지층의 조사, ②유효한 지층의 조사, ③模擬고화체 현지시험, ④實固化体 현지시험, ⑤시험적 처분 등 5단계로 구분하고 있었는데, 이번 보고에서는 有効한 지층의 조사를 시작하는데 있어서 제2단계 이후에 대해 재검토를 하여 이미 끝난 제1단계도 포함해서 다음과 같은 4단계의 개발순서를 채택하기로 했다.

즉, 전번 보고서에서는 제2단계(유효한 지층의 조사) 종료시에 試驗地의 선정을 행하기로 되어 있었으나 이 試驗地는 그후의 연구개발 결과가 양호하면 處分地가 될 수 있는 것으로 이번에 검토결과의 개념을 보다 명확히 하여 제2단계가 끝날때는 처분예정지의 선정을 행하는 것으로 하였다. 또 전번 보고의 제3단계(모의고화체 현지시험)는 폴드시험뿐만 아니라 短半減期의 방사성물질을 사용하는 시험도 행하여 처분기술의 실증을 도모하는 것으로 한다. 제4단계인 實固化体 현지시험은 제5단계인 시험적 처분과의 차이를 발견하기가 어려우므로 이번 보고서에서는 兩者를 정리해서 제4단계로 하기로 했다.

이번에 새로 책정된 제2단계 이후의 구체적 내용은 다음과 같다.

(I) 제2단계 「處分豫定地의 선정」 제2단계에서는 제1단계의 天然배리어 및 人工배리어에 관한 연구, 지층 처분시스템연구를 발전적으로 계획한다. 아울러 복수지점에서 물리탐사 등의 地表踏査를 중심으로 하는 擴域調査를 행



〈Fuel Receiving Area, Tokai-Mura〉

하여 후보지점을 선정, 정밀조사를 행함과 함께 深地層試驗場을 설치하여 深地層에서의 천연배리어 및 인공배리어의 시험을 행해서 처분예정지의 선정자료로 한다.

地上에서는 深地層의 조건을 模擬한 환경공학 시험시설에서 각 지점에서 채취한 샘플에 대해 Hot시험을 행하여 또 이들에 대해서는 다음 단계 이후에도 계속 시험을 하여 所要의 방법, 평가데이터의 축적· 解析을 행한다. 이들의 종합 평가 결과, 처분예정지를 선정함과 함께 제3단계에 필요한 개발방법을 策定한다.

(II) 제3단계 「模擬固化体에 의한 處分技術의 實證」 제3단계에서는 제2단계에서 선정된 처분예정지에서 그때까지의 연구개발성과를 기초로 하여 深地層에서 모의고화체를 사용한 천연배리어에 관한 시험연구와 관련기술개발을 하며 또한 深地層에서 短半減期의 방사성물질을 사용한 시험을 행하는 외에 深地層試驗場 등에서 병행하여 수행되는 연구결과, 기술개발의 성과 등을 포함해서 종합적으로 처분기술 및 처분시스템을 實證한다.

(III) 제4단계 「實固化体處分」 제4단계에서는 점점 個數를 증가하여 實固化体를 深地層으로 반입한다. 처음에는 제3단계까지의 종합적인 연구성과를 기초로 회수의 가능성을 유지하면서 인간환경으로의 영향이 없다는 것을 모니터링에 의해 확인하는 단계로 최종저장을 행하며, 계속해서 보완적인 기술개발을 행하여 최

종적으로 폐쇄처분으로 이행한다.

그리고 제2단계에서의 처분예정지 선정기간은 사회적인 정세여건에 따라서 상당한 폭이 필요할 것이며 이에 따라 제3단계, 제4단계의 개시시간도 크게 변동할 수 있을 것이다. 또 실固화체의 상당량이 냉각기간을 경과하여 처분가능하게 되는 기간의 예측에 대해서도 폭이 있는데 2000년 경에 처분기술의 實證을 행하는 것을 목표로 개발을 추진하기로 한다.

〈海洋底下處分〉 經濟協力機構·原子力機關(O-ECD·NEA) 등 국제협력의 관점에서 관련연구 등에 대해 정보교환을 중심으로 하는 조사, 연구를 原研에서 추진하는 것으로 한다.

〈消滅處理技術〉 超우라늄원소를 短半減期核種으로 변환하는 소멸처리처분기술에 대해서는 高레벨방사성폐기물 등의 처분에 관한 장래기술이며 原研 등에서 기초연구를 행한다.

T
R
U
廢棄物

減容하여 固化, 處分 官民分担은 앞으로 檢討

◇ TRU廢棄物의 處理·處分對策

우라늄원소를 포함한 TRU폐기물은 방사선 레벨도 낮고 發熱量도 적으나 長半減期인 알파 방사성핵종을 포함하고 있으며 또한 방사성폐기물의 性狀도 다양하여 종류도 많아 高레벨방사성폐기물에 대해 20배정도로 發生量이 많다는 특징을 가지고 있다. 그러나 이 TRU廢棄物은 현재 발생량, 발생장소가 한정되어 있고 충분히 저장할 수 있으나 앞으로 民間再處理工場의 운전, 플루토늄의 연료이용이 본격화됨에 따라 발생량의 증가가 전망되어 處理處分對策이 필요하다.

따라서 β , γ 폐기물과 分別管理한 다음에 除染·減容등에 의해 폐기물의 양을 저감화하고 방사선레벨 등 그 性狀에 알맞는 또한 장기간



(Nuclear Fuel Shear, Tokai-Mura)

인간환경으로 부터의 격리에 적합한 형태로 하여 내부피폭을 고려해서 처분한다.

處分의 형태로는 低레벨방사성폐기물의 육지 처분에 대해서는 浅地中으로의 처분 또 高레벨 방사성폐기물에 대해서는 深地層處分이 기본방침으로 되어 있으나 TRU에 대해서는 그 특성을 감안하여 低레벨방사성폐기물보다는 깊게, 高레벨폐기물보다는 얕은 지층으로의 처분이 고려된다. TRU폐기물에 대해서는 高레벨방사성폐기물에 관한 연구개발 등의 성과를 감안하면서 動燃이 발생자의 입장에서 주로 發生量의低減, 減容 등에 관한 연구개발을 하며 原研은 안전성연구 및 새로운 기술개발의 관점에서 주로 처리기술개발의 高度化處分시스템 등의 연구개발을 행하는 것으로 한다.

◇ 國際協力

국제협력에 관해서는 原子力利用을 추진하는 각국 공통의 課題에 대해 협력하여 해결을 도모하는 관점에서 2국간 및 다국간 연구협력을 적극적으로 추진하는 것으로 한다.

◇ 퍼브릭어센턴스(PA)

정부 등에 의한 홍보활동의 가일층 충실, 電源3法 등의 적극적 활용 등을 도모하기로 한다.

◇ 앞으로의 課題

반한폐기물대책, 高레벨방사성폐기물의 처리처분에 관한 政府와 民間의 구체적 역할의 분담 등에 대해서는 금년말 경까지를 목표로 검토를 행한다.

高温ガス爐 開發의 海外動向

美國의 OTA報告書 등을 계기로 海外의 發電用 原子爐의 開發方向에 새로운 움직임이 있다. 그 중에서도 高溫ガス爐에 대한 西獨, 美國, 日本 등에서의 開發動向을 紹介한다.

1. 西 獨

서독은 1967년 이후 Jülich研究所에서 AVR의 운전을 계속하여 상당한 성공을 거두고 있으며 이어서 건설된 原子爐 THTR (300MWe)도 安全規制上の 요구가 자주 강화되어서 設計變更(특히, 安全設計의 강화)이 여러번 이루어져서建設工期의 대폭 지역과 建設費의 상승을 초래했으나 1983年 가을에 初臨界를 달성했다. 이들 두 爐型은 모두 페블베드爐로서 球狀燃料要素를 사용하는 매우 독창적인 爐型이다.

AVR에서는 出口ガス溫度를 950°C 까지 상승하는데 성공하여 출구ガ스온도의 高溫化로 장래 원자력에너지의 高溫利用(原子力製鐵 등) 방향의 용도확대를 指向했던 것으로 생각된다. 최근 서독이 개발하고 있는 HTR-500 (500MWe) 및 MRS (Modular Reactor System)에서는 가스出口溫度를 720°C 정도로 그다지 高溫을 목표로 하지 않고 확립된 기술에 따르는 爐型으로 가까운 장래에 實用化를 꾀하고 있다.

그 이유는 서독연방정부의 高溫ガス爐開發에 대한 出資가 중지되었기 때문에 프로젝트의 추진을 위해서는 가까운 장래에 需要의 전망이 있는 것으로 의존할 수 밖에 없는 事情이기 때문이다.

그런데 HTR-500을 가까운 장래에 實用化하기 위해서는 HTR-500이 PWR-1300 (KWU社의

1,300MWe PWR)과 경제적으로 거의 경쟁할 수 있는 것이 大前提가 된다. 최근 서독에서는 電力需要의 신장부진경향으로 1,300MWe(PWR)는 너무 大容量이고 오히려 500MWe정도가 타당하다는 견해도 있어서 경제성이 실현되면 早期에 HTR-500의 수요가 기대될 것이다.

따라서, HTR-500과 MRS실용화의 최대문제는 어떻게 小容量인 高溫ガス爐의 경제성을 높이는가 하는 점이다.

이점에 관해서 서독의 담당자들은 HTR-500과 같은 페블베드爐는 고유의 안전성이 크다 (예를 들면, 냉각계통이 정지하더라도 연료용융에는 도달하지 않는다)는 것이 AVR 등에서 실증되고 있으므로 이 특징을 최대한으로 활용하려는 것이다.

플랜트설계 및 운전관리 등을 대폭적으로合理화하여 코스트다운을 시킬 계획이다. 예를 들면 ①原子爐 1次冷却系統을 포함해서 non-safety grade의 기기를 대폭증가, ②運轉員의 數를 감소시킴과 함께 운전원자격도 완화(예를 들면, 화력발전소 정도), ③사용기간증감사도 최소, ④도시근교의 立地를 도모하여 송전코스트를 저감시킨다 등 여러가지의 가능성을 검토하고 있는 것 같다.

이들이 모두 實現되면 상당히 코스트다운이 될 것이며 500MWe의 容量으로 PWR-1300과

경제적으로 거의 경쟁할 수 있게 될 것이다.

다만, 이 실현을 위해서는 규제당국이 페블베드爐의 고유의 안전성을 어떻게 평가하여 어떤 판단을 내릴 것인가 하는 licensability의 문제가 남아 있으나, 이 문제가 본격적으로 議論되면 원자력안전문제에 대해서 큰 영향을 미치게 될 것은 명백하다.

2. 美 國

美國에서의 高溫가스爐 開發은 DOE의 주도 하에 고온가스로 개발의 지원과 추진을 목적으로 설립된 Utility User Group인 GCRA와 Peach Bottom 實驗爐, Fort St. Vrain原型爐를 건설한 GAT社를 주체로 추진되고 있으며 그외에 GE社와 Bechtel社도 참가하고 있다. 미국에서 도 1983년 이후 高溫가스爐에 대한 관심이 상당히 높아지고 있다.

그 이유는 ①高速原型爐 크린치리버프로젝트의 중지에 따라 DOE 등이 그것을 대체할 수 있는 프로젝트로 고온가스로를 주목하기 시작, ②1984년 2월 議會技術評價局(OTA)이 하원 과학기술위원회에 제출한 “不確實性時代의 原子力”이라는 보고서가 과학기술위원회에서 높이 평가되어 의회주도형식으로 DOE가 고온가스로 개발의 재검토를 시작했다는 것 등에 의한다.

또 미국에도 中小電力會社가 많다는 점, 전력 수요의 신장부진으로 전력회사는 400~600MWe 정도의 中型爐에 흥미를 나타낸 바가 많다는 점 등에서 DOE도 이정도 규모의 용량을 고려하고 있으며 modular型(球狀燃料要素)과 prism 연료형 兩爐型을 검토하고 있으나 고유의 안전성이 높은 modular型에 관심이 높은 것 같다.

또한 高溫가스爐에 대한 수요를 조사한 결과, 400~600MWe의 中型爐(코스트가 大型輕水爐와 같은 정도) 이외에 멕시코灣海岸地方을 중심으로 값이 싼 프로세스 스팀의 수요가 많음이 (코스트가 化石燃料와 경쟁할 수 있는) 명백해

졌다. 한편, 高溫프로세스熱의 수요는 2000년대가 되더라도 크게 기대 할 수가 없기 때문에 당면으로 출구온도 750°C 정도, 용량 400~600 MWe 정도의 中型爐를 대상으로 개발하려는 움직임이다.

이 경우 물론 서독과 같은 생각으로 高溫가스爐(특히 modular型) 고유의 안전성을 최대한으로 활용하여 플랜트의 설계, 운전관리 등의 대폭적인 합리화를 도모하려고 한다.

3. 日 本

일본에서의 高溫가스爐 開發은 日本原子力研究所에서 1969년 이후 계속되고 있다. 과거 십수 년간에 걸쳐 爐物理, 計測, 燃料, 材料, 構造強度, 耐震設計 등 각 분야의 기초연구, 개발연구를 축적함과 함께 設計研究도 고온가스실험로의 실현을 목표로 概念設計부터 시작하여 세부 설계에 이르기까지 여러번 검토가 이루어져서 많은 실적을 올리고 있다. 특히 최근 완성된 大型高溫He流動試驗裝置 HENDEL 등은 세계적인 장치이며 고온가스실험로의 건설을 위해 칙실하게 진전하고 있는 실정이다.

그런데 일본의 高溫가스爐 開發은 출구온도 1,000°C 또는 거기에 가까운 정도를 목표로 한 超高溫가스爐(VHTR)이며 이를 위해 고온금속 재료, 연료요소, 흑연재료 등 고온재료의 개발에 큰 노력을 기울이고 있다.

그리고 1973년부터 1980년에 걸쳐서 行海진 通產省工業技術院의 대형프로젝트 「高溫環形 가스利用에 위한 直接製鐵技術의 연구개발」 제 1기계획은 高溫가스爐의 원자력제철로의 이용을 목적으로 고온재료와 중간열교환기를 위시한 각종 要素技術의 개발을 행하였는데 所期의 목적을 달성하여, 얻어진 성과는 日原研에 인계되고 있다.

그런데 고온가스로에 대한 일본의 개발목표와 최근의 서독, 미국의 개발방법을 비교할 때

크게 다른 점은 일본이 장기적인 목표를 세워超高温ガス爐의 개발을 목표로 하고 있는데 비해 서독 및 미국은 needs先行形으로 750°C 정도의 출구온도로發電 또는 프로세스 스텁으로 가까운 장래에 있어서 실용을 기하고자 하는 점에 있다.

물론, 높은 목표를 세우고 장기적으로 개발

의 노력을 계속하는 것이 기술개발의 理想이며 거기서 얻어진 여러가지 새로운 기술의 파급효과도 클 것이다. 그러나 반면 여기에 비례하여 곤란도 예측될 것이므로 특히 서독, 미국에서의 고온가스로 실용화가 수년내에 계획대로 진행되면 일본의 開發計劃에도 상당히 영향을 미칠 것으로 예상된다.

第2世代의 美國增殖爐計劃

本質的인 安全性과 經済性 要求

美國에너지省(DOE)의 第2世代 高速增殖爐(FBR)의 설계연구예산 1,500만달러 획득을 둘러싸고 GE社, WH社, RI社, S & W社 등 4個社가 新型FBR의 概念을 發表했다.

다음은 RI社와 S & W社의 概念이다(GE社, WH社의 概念은 前號에서 既紹介).

RI社의 新型 FBR概念

RI社 신형FBR(SAFR) 개념의 특징은 하나의 유니트를 대단히 小型(전기출력 33만kW)으로 標準化하여 전력수요에 적합하게 유니트의 추가가 가능하다는 것이다. RI社의 이번 개념 설계는 벡텔그룹, CE, 아르곤국립연구소 등의 원조로 이루어졌다.

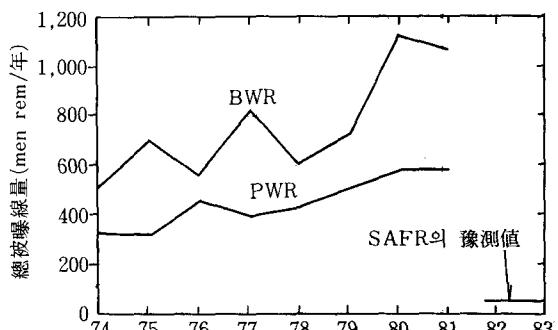
同社의 개념은 GE社와 WH社의 개념과 공통되는 점이 많은데, 첫째는 콤팩트하고 단순한 設計라는 것과 둘째는 原子爐의 제조가 工場內에서 가능하여 사이트까지 수송할 수 있다는 점, 세번째는 使用後核燃料의 재처리와 새로운 燃料製造를 위한 여러 設備가 같은 사이트內에 있다는 것, 네번째는 그림 1에서와 같이 輕水爐에 비해 작업원의 피폭선량이 낮다는 점 등이다.

한편 크게 다른 점은 各社 原子爐의 容量인데

WH社가 100만 kW급, GE社가 11만 kW급의 原子爐를 제의하고 있는데 반해 RI社는 그 중간정도인 33만kW를 제안하고 있다. 그 이유는 低우라늄가격, 높은 금리, 전력수요의 低迷, PA의 不確實함 등 原子力市場을 둘러싼 분위기를 전제로 고려하였을 경우 ①工場內 製作에 의해 경제성이 얻어진다, ②투자리스크를 제한할 수 있다, ③電力需要에 대응한 容量의 조정이 가능하다 등의 利點이 있다고 한다.

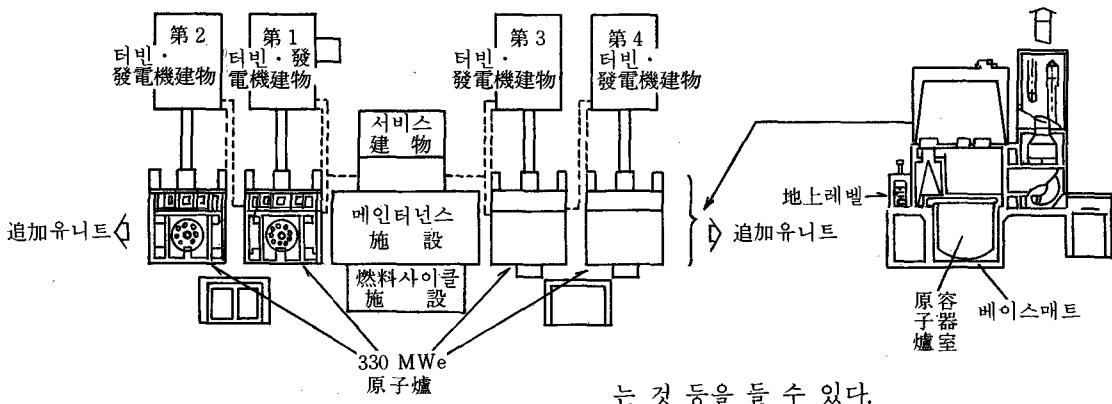
그림2는 標準유니트를 4基 연결시킨 132만 kW의 發電所로서 使用後核燃料의 再處理施設, 새로운 연료집합체제조의 가공시설 등 연

〈그림 1〉 被曝線量의 比較



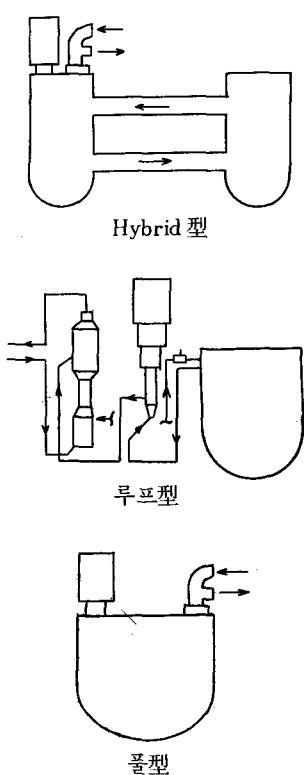
(作業員의 被曝線量은 輕水爐와 比較하여 적다)

〈그림 2〉 RI社 新型FBR概念圖



는 것 등을 들 수 있다.

〈그림 3〉 各型의 比較



료사이클시설이 함께 배치되어 있다. 各 原子爐에는 專用의 터빈, 발전기가 설치되어 있으며 서비스建物, 制御建物, 메인テナス시설 등은 공통이다. 특징적인 것은 耐震性의 관점에서 免震構造를 사용한 것과 봉괴열체거성능이 높다

S&W社의 新型FBR概念

S&W社가 제안한 新型FBR概念의 특징은 GE, WH, RI 3社가 풀형인데 대해 루프형과 풀형의 장점을 결합시킨 Hybrid(混成)型이라는 점이다.

루프형 FBR은 일반적으로 메인테나스가 용이하며 原子爐上部構造가 그다지 복잡하지 않으며 爐容器 自体도 적어, 제작이 간단하다는 利點이 있다.

한편, 풀형 FBR은 중간열교환기가 爐容器內에 있기 때문에 原子爐容器가 크며 원자로상부 구조도 복잡하나 복잡한 배관루프가 없으므로 대량의 파이프支持材를 必要로 하지 않는다. 중간열교환기 專用의 장소도 필요없으며 原子爐格納容器建物을 小型화할 수 있는 가능성을 갖는 長點이 있다.

S&W社의 Hybrid型 FBR은 爐心을 수용하는 소형의 원자로용기에 펌프나 중간열교환기를 수납하는 하나 이상의 용기가 연결된다. 이에 의해서 루프형과 풀형의 利點을 함께 가지며 爐容器의 小型화와 원자로상부구조의 간략화가 도모된다고 한다.

同社의 분석에 의하면 건설기간이 루프형 57.5개월, 풀형 56개월인데 대해 Hybrid형은 48개월이면 가능하다고 한다.

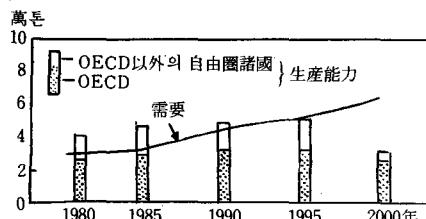
原子力發電과 核燃料需給

OECD・NEA 報告書에서

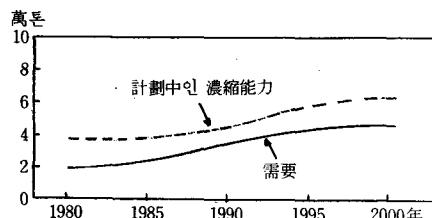
經濟協力開發機構・原子力機關(OECD・NEA)은 최근 OECD加盟國에서의 「원자력발전과 핵연료사이클」1983年版을 발표했다. 이것은 NEA가 OECD加盟國에서의 原子力計劃을 조사하여 OECD全體의 原子力發電의 將來動向과 핵연료사이클 수급을 예측한 것이다.

이에 의하면 핵연료사이클에서는 濃縮・再處理 다같이 수급의 안정성이 장기적으로 유지될 것으로 전망되나 天然우라늄은 1995年경부터

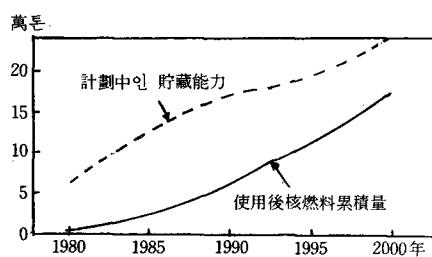
〈그림 1〉 天然우라늄의 需要와 供給



〈그림 2〉 濃縮役務의 需要와 供給



〈그림 3〉 使用後 核燃料의 累積量과 貯藏能力



값이 쌓 資源의 추격을 받을 것으로 예측된다. 原子力發電에 대해서는 프랑스와 같이 2000年에는 全電力의 83%를 原子力이 占하는 國家도 있으나 OECD全體로는 1990年경부터 신장이 둔화될 것으로 예견된다.

그림 1~3에 2000년까지 OECD 域內에서의 각종 핵연료사이클要素의 수급예측을 나타냈다. 1kg당 130달러이하로 채굴이 가능한 天然우라늄은 1985년까지 自由世界에서의 생산능력이 OECD域內의 需要를 상당히 입회하나 1990년에는 타이트하게 되고 1995년에는 수급균형이 逆轉하여 새 資源開發이나 FBR의 導入이必要하게 된다.

또한 그림2, 3에서 알 수 있듯이 OECD 域

〈表 1〉 自由圈에서의 天然우라늄生産能力豫測

(單位 : 톤)

	1982 (實績)	1983 (實績)	1985	1990	1995	2000
호 주	4,422	3,218	3,800	2,500	2,500	2,500
벨 기 에	40	40	40	40	40	-
카 나 다	8,075	7,200	11,500	12,100	9,900	6,800
프 랑 스	2,859	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900
西 獨	40	40	40	40	-	-
이 탈 리 아	0	0	0	0	238	238
日 本	30	7	9	9	-	-
포 르 투 칼	113	104	115	170	170	170
스 페 인	150	205	205	705	945	945
美 國	10,331	7,900	10,400	12,200	14,000	10,800
OECD合計	26,100	22,600	30,000	31,700	31,700	25,400
기 타自由圈	15,300	14,600	17,600	18,600	19,700	11,800
自由圈合計	41,400	37,200	47,600	50,300	51,400	37,200

〈表2〉 OECD諸國에서의 濃縮能力의豫測

	1982	1983	1985	1990	1995	2000
프랑스(d)	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800
西獨, 네덜란드	850	1,150	1,650	3,000	4,500	6,000
英國(c)	50	50	50	250	1,000	3,000
日本(c)	27,200	27,200	27,300	27,300	27,300	27,300
美國(d)	0	0	0	3,800	13,200	13,200
OECD合計	38,900	39,200	39,800	45,100	56,800	60,300

〈表3〉 再處理能力의豫測

	燃料타입	1982	1983	1985	1990	1995	2000
벨기에	輕水爐	-	-	-	30	120	120
프랑스	輕水爐	154	220	250	1,100	1,600	1,600
	가스爐	483	300	500	500	500	500
	高速爐	1.6	1.6	5	5	5	50
西獨	輕水爐	16	16	16	16	350	350
日本	輕水爐	210	210	210	210	1,410	1,410
	高速爐	-	-	-	-	12	12
英國	輕水爐	-	-	-	1,200	1,200	1,200
	가스爐	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
OECD合計		2,370	2,250	2,480	4,570	6,700	6,740

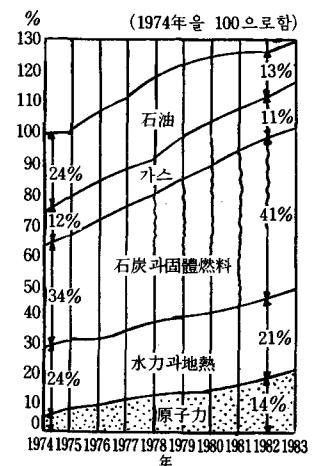
내에서의 농축능력과 使用後核燃料의 저장능력은 수요를 상당히 상회한다. 그러나 이 능력은 세계적으로 매우 偏在되어 있으며, 특히 국제시장이 형성되어 있지 않은 사용후핵연료저장에 대해서는 중요한 점이다.

英國, 벨기에, 네덜란드, 스위스 등에서는 2000년에 가서는 1982년부터의 累積發生量이 저장능력을 상회하기 때문에 再處理의 대폭적인導入이나 저장시설의 증강이 必要하다.

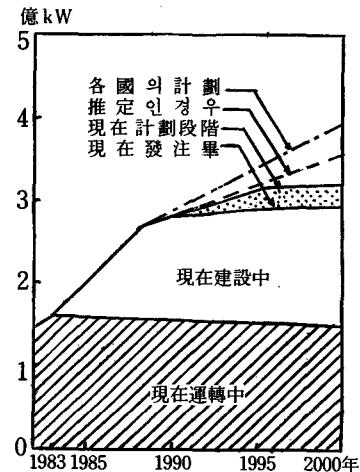
表1~3에 2000년까지 OECD加盟國 각국別 천연우라늄생산량, 농축능력, 재처리능력 각각의 예측을 나타내었다. OECD域內의 우라늄生産量은 1990~1995년을 피크로, 自由世界全體도 1995년을 피크로 하여 그후 감소될 전망이다.

表3에 나타나 있는 再處理工場이 순조롭게

〈그림4〉 OECD域內에서의 燃料別發電비율



〈그림5〉 容量의豫測

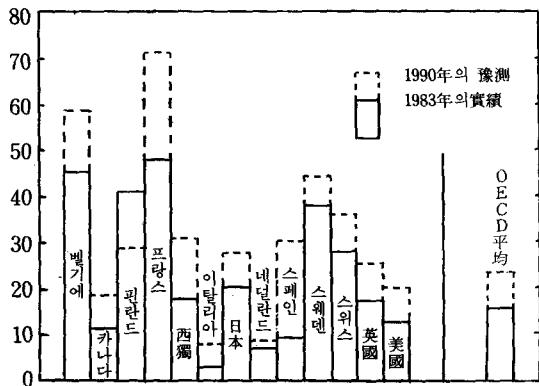


運轉되면 앞으로 사실상 재처리를 하지 않는國家를 제외한 OECD加盟國에서의 사용후핵연료발생량은 同域內에서의 再處理能力과 거의 균형을 유지할 것이다. 그러나 재처리규모와 그 도입시기의 재검토가 수행되기도 하기 때문에 長期的으로는 불안정한 要素가 남아있다.

그림4에 석유쇼크 이후 1974년부터 1983년까지의 全發電力量과 이에 占하는 原子力의 비율변화를 1973년을 100으로 하여 나타내었다. 石油火力의 감소가 현저한 대신 原子力과 石炭이 크게 신장하고 있다.

또 그림6에는 OECD原子力發電國에서 全發電力量에서 占하는 原子力의 비율을 1983년의

〈그림 6〉 OECD諸國에서 原子力이 全發電量에 占하는 비율



實績과 1990년의 예측으로 나타내었다. OECD

域内에서 1983년에 設備容量의 11.3%, 發電電力量의 15.8%를 占한 原子力은 1990년에는 각각 16.7%, 23%가 되리라고 預測된다. 특히, 프랑스에서는 1990년에 發電電力量의 71.5%를 原子力에 의존할 預測이며 2000년에는 82.9%가 될 전망이다.

OECD域内에서의 앞으로의 原子力開發은 現재 건설중인 많은 原子力發電所가 1980년대 말에 運轉을 시작하고, 그후의 신장은 둔화될 것 같다. 各國은 그림5의 가장 윗선과 같이 활발한 開發을 계속할 의향을 나타내고 있으나 現재의 發注狀況을 추정하면 두번째의 선이 최대가 될 가능성이 강하다.

NEA, 海洋底處分報告書發表

有望한 5個 地點을 指摘

經濟協力開發機構·原子力機關(OECD·NEA)은 高레벨放射性廢棄物의 海洋處分'이란 보고서를 발표하였다. 이 보고서는 이와 같은 處分에 有望한 사이트로 5개 지점을 선정하여 處分方法과 安全性에 관한 기본적인 사고방식을 제시하는 한편 이와 같은 處分方法을 실시하기 위한 기준 조약 등의 재검토를 포함하여 새로운 國際的 컨센서스와 處分을 위한 國際的 監視·規制의 조직이 必要하다고 하였다.

이 보고서는 NEA의 방사성폐기물관리위원회 하부조직인 海洋底워킹그룹에 의한 것인데 참가국은 카나다, 서독, 프랑스, 일본, 네덜란드, 스위스, 영국, 미국, EC위원회 등이고 벨기에와 이탈리아가 옵서버로 참가했다.

이 그룹은 高레벨폐기물의 海洋底處分의 기술적측면으로 ① 處分에 적합한 사이트, ② 處分方法, ③ 安全性 등 세가지 점을 검토하였으

며 또한 處分을 행함에 있어서의 法·制度의側面도 검토하였다.

사이트로는 海底가 安定되고 또한 豫見可能할 것, 海底堆積物이 방사성핵종의 누설에 대해 有効한 배리어로서 작용할 것 등이 요구된다.

이 그룹은 태평양의 5개소, 대서양의 15개소를 조사한 결과 북태평양 3개소와 북대서양 2개소가 보다 상세한 조사의 대상이 될 지점이라고 지적하였다.

한편, 處分方法에 대해서는 廢棄物을 담은 캐니스터를 자유낙하시켜서 자체 누게로 海底堆積物中에 매설시키는 「自由落下貫通方式」과 미리 海底에 드릴로 구멍을 뚫어 거기에 廢棄物 캐니스터를 매설하는 「드릴坑方式」 등 두가지 방식을 기초로 하는 積水종의 방법을 검토했다.

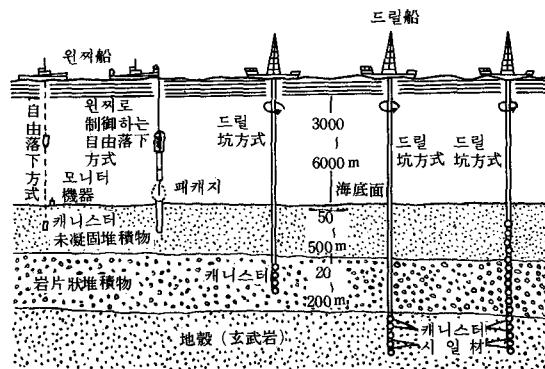
그 결과 자유낙하방식에서도 캐니스터의 중

량이 충분하면, 모델解析에 의하여 地下 90m 까지 가라앉음을 알게 되었다. 한편, 經濟性에서는 자유낙하방식이 가장 싸며 드릴坑方式이 비쌈도 알게 되었다.

人工배리어로서의 캐니스터에는 티탄과 같이 耐부식성이 우수한 얇은 금속을 사용하거나 軟鋼과 같이 값이싼 금속을 두껍게 사용하는 등 방법의 차이는 있으나 이들에 의해 2~3백년 동안 방사성물질의 浸出을 막을 수 있다고 한다.

이와 같이 이 報告書는 主된 배리어를 海底의 堆積層으로 하고 있다. 이 그룹은 廢棄物이 방출하는 熱에 의해 퇴적물의 영향, 캐니스터에서부터의 浸出率과 퇴적물중에서의 방사성 핵종의 확산율 등을 검토하고 이것들에서부터의 인간환경으로의 영향을 고려한 결과 해저퇴적물이 가장 효과적인 배리어이며 이 구성물의 차이들이 캐니스터, 廢棄物의 형태 등에 의해 보다 큰 영향을 준다는 것이 판명되었다.

한편, 이 보고서는 高麗 벨페기물 海洋底處分計劃에 널리 받아들여지며 또한 기능을 발휘할 수 있는 國際的 行政·規制機關을 조직하는 것



이 필요하다고 하였다. 이를 위한 국제적 조직에는 ① 해양오염의 방지에 관한 조약을 개정하여 이를 감시·규제체제로 사용한다, ② 전적으로 새로운 국제조약을 작성한다, ③ 海洋法會議의 조직을 사용한다 등 세가지 방법을 제시하고 있다.

또한 이 보고서는 어느 방법을 택하더라도 강력한 安全·實施規準이나 국제적 모니터링시스템의 설립이 必要하다고 하면서 海洋底處分을 위해 방사성폐기물의 수송, 보험, 처분 등의 면에서 현재의 국제조약이나 코드를 재검토할 필요가 있다고 하였다.

日本PWR改良標準化1號 運開

信賴性, 効率化 등을 追求

지난 7월 4일 商業運轉을 開始한 日本九州電力의 川内原子力發電所 1號機는 玄海1·2號機에 이은 同社 세번째의 原子力發電所이다. 同機는 「日本型 原子力發電所」를 목표로 通產省, 電力, 메이커 등 三者가 추진한 제1차개량표준화모델 플랜트의 加壓水型 第1호이다.

川内地點 特有의 대책을 포함하여 여러가지 최신설계를 받아들인 川内1號機를 개량표준화의 관점에서 살펴보면 다음과 같다.

17×17, 9그리드燃料의 採用

종래의 3루프형에서는 15×15, 7그리드燃料가 사용되고 있었는데, 연료집합체의 길이와 폭을 바꾸지 않고 연료봉의 직경을 작게하여 배열수를 증가시켰으며 또한 그리드의 數를 9로 한 17×17, 9그리드燃料를 채용하였다.

이로 인해 热水力性能의 향상 및 연료부의 흡이나 손상을 방지하여 信賴性의 향상을 기대할 수 있다.

티탄管復水器의 採用

川内 特有의 漂砂에 의한 復水器冷却管의 부식문제에 대한 근본적인 대책으로서 全티탄管復水器를 채택하여 信賴性의 향상을 도모하였다.

500KV 가스絕緣開閉裝置(GIS)의 採用

從來型 屋内開閉所와 비교하여 500KV開閉所를 구성하는 기기는 높은 신뢰성, 용이한 運用性 및 보수성이 훌륭한 500GIS를 채택하였으며 또한 종합적인 신뢰성을 향상시키기 위하여 複母線方式을 채택하여 신뢰성의 제고를 도모하였다.

全靜止型原子爐保護裝置의 採用

종래의 電磁릴레이式 原子爐保護裝置를 대체하는 全靜止型원자로보호장치로서 多重性, 獨立性, 페일세이프, 운전중 시험가능한 原子爐保護系에 필요한 조건을 만족하는 장치이며 신뢰성의 향상을 도모하였다.

1次系統補機操作의 自動化시스템 採用

補機의 自動化중 시くん설制御部分 뿐만아니라 피드백제御에도 마이크로컴퓨터를 채용하고 또 CRT(브라운관)表示裝置를併用함으로서 집중적인 감시를 가능하게 하여 신뢰성의 향상을 기대할 수 있게 되었다.

改良型蒸氣發生器의 採用

直管狀態에서의 热處理方法 改良 및 小徑曲管部의 응력제거를 행하여 SCC의 발생률을 저감을 도모하였다.

大型原子爐 格納容器의 採用

第1, 2次 改良標準화계획의 일환으로 대형원자로격납용기를 채용함으로서 종전의 3루프에 비해 機器分解스페이스가 약 6% 넓어져서 운전보수성의 향상이 기대된다.

2系列方式燃料検査裝置의 採用

종래의 플랜트와는 달리 燃料検査専用피트를 新設하였고 또 검사장치를 1系列에서 2系列로 증강하여 연료검사의 단축 및 作業者의 피폭저감을 기대할 수 있게 되었다.

一體吊上型原子爐容器뚜껑의 採用

一體吊上型原子爐容器뚜껑의 채용에 의해 종전의 뚜껑 着脫에 2주간이 소요되던 것을 그 기간을 20~30% 정도로 단축하려는 것이 가능하여 겼으며 피폭저감을 기대할 수 있게 되었다.

川内1號機의 特徵

日本 通産省은 1975년부터 日本型 原子力發電所의 開發을 목표로 原子力發電改良標準化調査委員會를 설치해서 검토를 진행하여 왔다. 제1차 개량표준화계획은 1977년에, 제2차 개량표준화계획은 1980년까지 이미 검토를 끝냈다.

일본 통산성이 일련의 개량표준화계획에서 목표로 삼은 것은 海外에서 부터의 도입기술에서 시작한 原子力發電技術의 定着化와 國產化에 의한 技術의 향상이다.

제1차 개량표준화에서 일본 통산성이 세운 세 가지 항목은 ① 信賴性 및 稼動率의 향상, ② 定檢日數의 단축, ③ 종업원의 피폭저감 등 이었다.

제2차 개량표준화에서는 機器나 시스템의 新銳化에 對應하면서 앞의 세가지 항목을 진전시키는 것이었다.

다음은 同機의 특징을 개량표준화계획에 비추어 본 것이다.

第1次 改良標準化案에서의 反映事項

〈信賴性向上〉

신뢰성향상의 관점에서는 ① 原子爐容器뚜껑의 개선, ② 연료취급설비의 개선, ③ 계측제어장치의 自動化, ④ 벨브류의 개량, ⑤ 펌프류의 개량, ⑥ 샘플채취방식, ⑦ 가동기간증검사(ISI)의 自動化, ⑧ 방출방사능의 저감대책, ⑨ 증기발생기의 전열관 검사의 개량 등이다.

〈作業性의 向上〉

작업성의 관점에서는 格納容器 확대화와 주요 기기 배치의 개선(증기발생기 주변의 작업스페이스 확보와 접근성의 향상, 증기발생기 주변의

크린하우스 스페이스 확보, 보수용 배기덕트의
常設化, 격납용기 내부적경의 확대)을 하고 있다.

第2次 改良標準化에서의 反映事項

〈機器의 信賴性向上〉

① 燃料棒 휨에 대한 종합검토, ② 증기발생
기의 전열관 재료의 조사개발, ③ 증기발생기의
덴팅對策

〈메인더넌스의 的確화와 從業員의 被曝低減〉

① 原子爐容器뚜껑 一體化 構造物의 개발, ②
증기발생기 水室内 作業用 매니폴레이터장치 및
搭載裝置의 개발, ③ 증기발생기 수실용 노즐뚜

경의 개량, ④ 연료검사용 시스템의 개량, ⑤
ISI기기의 自動化, ⑥ 低壓用 最適漏洩밸브

〈運轉面의 改良〉

CRT(브라운管)를 사용한 監視表示시스템의
채용에 의한 운전조작성의 개량

送電 現況

川内1號機는 현재 50만볼트의 高壓으로 약300km 떨어진 北九州의 대소비지로 送電中인데, 도
중에서 22만볼트로 減壓해서 送電하고 있다. 내
년 봄까지는 電線50만볼트로 變更 漢定이다.

擴大되는 原子力熱供給計劃

民生・產業用熱源으로 最適

原子力지역난방계획이 공산권에서 본격화되
어 가고 있다. 금년 4월에 개최된 코메콘(東歐經濟相互援助會議)의 원자력조정위원회는 공정관
리, 벨브문제와 함께 지역난방을 重要議題로 하
였다.

이 報告書에 의하면 각국의 長期的인 居住·
產業用 熱需要를 충당하는데 原子力이 가장 경
제적이라고 평가되었고, 지역난방爐에 관한 각
국의 專業化와 상호공급협정(~2000年)을 1985
년까지 체결하기로 하였다.

소련과 東歐6個國은 化石燃料(消費)의 20~25
%를 發電에, 發電電力의 40%이상을 熱生產에
사용하고 있다. 따라서 이것을 原子力으로 대
체함으로서 화석연료를 보존하며 아울러 환경
보호의 향상을 도모하는 것이 목표다. 코메콘의
試算으로는 백만KW의 熱供給專用爐로 40만명
인 도시의 蒸氣需要를 충당하고 年間 90만톤의
原油를 절약할 수 있다.

소련은 현재 난방수요의 55%(都市의 2/3를
포함)를 火力·原子力發電所의 대규모 지역난

방시스템이 담당하고 있다. 원자력난방의 제1호
는 Beloyarsk이고 그후 Kursk, Novo Voronezh,
Kola, Chernobyl이 가까운 주택, 工場에 热水
를 供給하고 있다.

新型의 백만KW爐에서는 열공급능력이 초기
의 4배가 되었으며 Odessa에 建設中인 兩用爐
(백만KW, 發電 90만KW, 2基)에서는 열공급량
이 다시 4배이상 증가된다. Odessa의 지역난
방시스템은 페크용 화력도 갖추고 年間 4백만
톤의 원유를 절약한다.

체코, 불가리아, 동독에서도 계획이 구체화되
고 있다. 체코는 기존의 44만KW爐를 热供給으
로 개조와 50만KW專用爐(Dukovany)의 建設을
계획하고 있으며 불가리아도 化石燃料의 부족으
로 열수요의 규모에 맞추어서 10~30만KW 급
專用爐를 고려하고 있다.

공산권의 原子力發電計劃은 原子力發電·熱供
給計劃으로 변해가고 있다. 그것은 化石燃料保
存을 위한 에너지계획의 가장 중요한 과제가 되
고 있다.

原子力施設의 軍事攻擊禁止問題

原子力平和利用施設에 군사공격을 가하는 것을 금지시키는 國際條約을 만들 수는 없을까? 이것은 쥬네브軍縮會議에 참가하는 40개국이 5년이상을 소비하면서 議論하고 있는 과제의 하나이다. 實際에 있어서는 정치적, 법률적, 기술적으로 어려운 문제가 많고, 특히 다른 군축 문제와 관련되어 빠른 해결을 바랄 수 없는 것이 現實이기는 하나 原子力平和利用에 관심을 갖고 있는 나라들 사이에는 어떠한 좋은妥協點을 발견하기 위해서 금년에도 계속 노력을 하고 있다.

1. 軍縮과 原子力

쥬네브의 군축회의에는 40개국이 참가하고 있다. 서방측 10개국, 사회주의국가 8개국, 비동맹 / 중립 21개국 그외에 中共이다. 核武器保有國 5個國에 加해서 군축과 관련되는 거의 대부분의 국가가 포함되어 있으며 매년 2월초부터 4월말까지의 춘계회의와 6월초부터 8월말까지의 하계회의로 나누어지며 8월말에는 1년동안의 활동내용을 正式報告書로 UN總會에 제출하기 위한 작업이 행하여지는데 이 보고서와 매주 2회 열리는 本會議의 내용만이 공개된다.

그외의 기간에는 軍縮大使들은 年2回 3개월 뉴욕에 출장가서 UN의 군축관계회의에 출석한다든가, 軍縮條約의 재검토회의 등에 참석하며 6개월의 會期동안에는 本會議외에 다음과 같은 小委員會가 설치되어 最盛期에는 1주일에 20회에 가까운 회의가 열린다.

(i) 核實驗禁止小委員會

- (ii) 核戰爭防止에 關한 小委員會
- (iii) 非核保有國의 安全保障에 關한 小委員會
- (iv) 放射能武器禁止小委員會
- (v) 包括的 軍縮計劃에 關한 小委員會
- (vi) 宇宙空間平和利用에 關한 小委員會
- (vii) 化學武器禁止小委員會

이들 소위원회는 常時 成立되는 것이 아니고 東西關係의 긴장정도에 따라 많은 막후교섭이 이루어진다. 소위원회 심의가 비공개인 것은 軍縮會議가 「유일한 다국간 군축교섭기관」으로서 조약교섭을 행하는 것을 목적으로 하고 있는 사정 때문이다. 40개의 주권국을 대표하는 特命全權大使들이 의논하는 것이므로 중거리미사일교섭(INF)이나 전략핵무기교섭(START) 등의 영향을 받아 정치적인 의미가 많으며 기술적인 내용을 취급할 경우도 많다.

이 경우 각국은 技術專門家를 파견한다든가하여 처리하게 되는데 때로는 내용이 최신의 무기기술과 관련될 때도 있어서 40개국 모두가 技術問題에 능통하고 있는 것이 아니므로 대단히 어려워지는 경우도 있다. 예를 들면, 核軍縮에 관해서는 핵무기에는 어떤 종류가 있는지는 당연한 지식으로前提條件이 되지만 핵실험금지에 대해서는 지하실험의 지진탐지 등과 같은 조건에서 행해지는가가 중심적인 과제이며, 이를 위한 전문가그룹이 常設되어 금년 가을에 이십수개국이 참가하여 지진데이터 대규모실험이 행해진다.

각국의 지진관측소에서 부터의 데이터 送受信네트워크로(세계기상기구의 시스템을 利用) 어느정도 기능을 잘 발휘하는가, 地球規模로 집

약된 表面波, 深層波 등의 데이터에서 매그니튜드로 어느정도 소규모의 지하현상을 탐지하고 또한 自然地震과 地下核實驗의 구별이 가능한가 등을 탐지하게 된다.

이 쥬네브의 軍縮交涉은 1958년에 核實驗探知技術에 대해 미·소가 회의를 시작한데에서부터 발단했다. 1963년에 部分核實驗禁止條約(대기권내, 우주, 海中에서의 실험금지)을 작성하여 1969년에 NPT를 성립시킨 이외에 核에 관한 다국간조약으로는 宇宙天體에 핵무기를 설치하지 않는 조약, 海底에 핵무기를 보유하는 것을 금지하는 조약 등 여러가지가 있으며 이들의 심의를 통해서 군축회의도 10개국, 18개국, 26개국, 40개국으로 會員國이 증가되었다.

核軍縮과 平和利用의 관계가 裏腹의 상태에 있다는 것은 NPT의 경우에서 명백해졌다. 이 조약은 핵무기, 핵폭발장치의 제조, 소유(및 이전)를 5개의 核武器國으로 한정하고 그외의 나라에 대해서는 국제원자력기구(IAEA)의 保障措置를 받게하는 동시에(第3條), 加盟國에 대해서 原子力平和利用을 추진하는 권리를 보장하고 있다.(第4條). 또 핵무기보유국은 성실하게 핵군축교섭을 추진하여야 한다는 조항도 있다(第6條).

동시에 하나의 難題는 NPT 제5조에 언급되어 있는 핵폭발평화이용(PNE)의 취급이며 미국이나 소련이 Plowshare 등의 명분으로 運河建設이나 지하자원개발에 핵폭발을 이용하려던 시기가 있었던 만큼 이 기술을 어떻게 취급하는가는 핵실험금지의 의론에서 지금까지 끌어온 까다로운 과제가 되어 있다.

또 1985년 여름에 第3回 NPT 再檢討會議가 쥬네브에서 열리게 되어 있어 금년 4월부터 이미 준비가 시작되고 있는데 군축회의가 순조롭게 진행되고 있지 않는데다가 「平和利用推進의 權利」가 과연 충분히 보호되고 있는가 여부가 농축우라늄과 풀루토늄, 사용후핵연료의 移轉

에 관한 국제적 제약의 現況과 관련되어 문제 가 대두될 전망이다.

2. 放射能武器란 무엇인가?

이상과 같은 背景을 기초로 「放射能武器禁止小委員會」가 어떤 일을 하는가를 소개하고자 한다. 이 주제는 軍縮會議 議題에서 「새로운 대량 살육무기의 금지」 항목에 속하며 1979년 7월에 미소 양국이 공동체안형식으로 조약의 초안을 제기하였다. 즉, 多量의 방사성물질을 적에 대해 살포하는 것을 금지하는 것으로서 생물무기나 화학무기의 금지와 같다.

다만, 방사능무기라는 것이 現存하고 있는 것 이 아니며 또 大量의 방사성물질을 폭탄이나 미사일탄두에 장전하는 것이 과연 取扱可能한 것인가에 대해 實際問題로서 의문도 있어서 事前의豫防措置라고 할 수 있다.

이에 대해 核武器 그 자체는 명백한 現實이며 또한 大量으로 實在하고 있어서 그 위협이 훨씬 크다는 것이 확실하므로 방사능무기라고 하는 가공의 존재에 대해 條約의 성립협의를 한다는 것은 核保有國이 핵군축을 진심으로 추진하고 있지 않는 現實을 기만하려 하는 것이라 는 비판도 있다.

放射性物質을 撒布하는 무기를 제작한다든가, 사용해서는 안된다고 간단히 말하지만 실제로는 복잡하다.

a. 방사능이 있는 것은 주지의 사실이므로 어떤 레벨 이상을 금지의 대상으로 하는가, 半減期으로 좋은가, 半減期도 고려에 넣는가.

b. 高레벨放射性廢棄物을 어떤 형태로든 보유하고 있는 國家는 많다. 이것이 방사능무기가 될 수 있는가 여부는 그 나라가 이것을 어떤 형태로 폭탄이나 미사일탄두에 장전할 것을 고려하고 있는가에 달려있다. 즉, 當事國의 「意圖」가 문제가 되는 것이며 平和利用의 圓滑한

추진을 방해할 염려는 없는 것인가.

c. 핵무기 그 자체가 放射線, 热線, 衝擊波 이외에 다량의 방사성물질을 撒布한다. 핵무기와 방사능무기는 어떻게 구별하는가, '다량의 방사성물질을 무기라는 형태로 취급이 가능한 것인가.'

d. 방사성물질을 撒布한다는 의미에서는 지상에 있는 原子力施設에 군사공격을 가해서 파괴하는 편이 보다 효과가 클지도 모른다. 따라서 원자력시설에 대한 攻擊禁止를 조약속에 포함시켜야 하지 않을까.

e. 금지조약인 이상 당연히 위반의 有無에 관한 검토가 필요할 것이다. 上記 a, b, c, d와 같은 사정을 고려했을 때 어떻게 유효한 檢證措置를 규정하는가, 立會查察은 어떻게 실시할 것인가.

f. 핵무기보유국이 核軍縮을 정직하게 그리고 성실하게 추진하지 않음으로서 오늘날과 같은 핵무기시대가 도래하였음을 고려할 때 방사능무기금지와 같은 2차적인 문제의 前題로 진실된 핵군축교섭의 노력을 먼저 서약해야 할 것이다.

3. 原子力施設攻撃禁止

原子力發電에 관심을 가지고 있는 나라들이 많은데 1981년에 이스라엘機가 이라크의 타무즈 1호 실험로를 폭격하여 파괴한 사례도 있어서 대상에 대해서는 특히 비동맹, 중립 여러나라의 관심이 깊다.

한편, 先進國中에는 공격금지는 戰時法規의 문제로서 군축교섭과는 관련성이 적다는 이유를 들어 깊이 관련하는 것을 회피하는 경향을 나타내는 나라도 있다. 또 엄중한 格納容器를 갖춘 原子爐가 주체인 나라들과 격납용기가 없는 원자로를 많이 보유하고 있는 나라 사이의 미묘한 태도 차이에도 흥미가 깊다.

원자력발전소에 관해서는 쥐네브議定書(1949년의 쥐네브조약에 追加議定書로서 정해진 것)에 다음과 같은 규정이 이미 존재하고 있다.

「댐이나 원자력발전소와 같이 위험한 힘(Force)을 内在하고 있는 시설에 대해서는 그와 같은 힘(Force)이 많은 人口에 손해를 입하는 결과가 되는 (軍事)공격을 행해서는 안된다. 이와 같은 시설이 軍事行動에 직접, 항상 중요한 공헌을 하고 있으며 이것을 공격하는 이외에는 이와 같은 군사행동을 정지시킬 有効한 수단이 없을 경우는 예외로 한다.」

먼저 이 議定書를 각국이 批准하고 發効시킨 후에 이 문제를 다시 협의하는 것이 성과가 있을 것이라는 의견도 있으나 의정서의 표현이 상당히 애매하고 또한 원자력발전소에 한정하고 있는 데도 문제가 있다. 좀 더 확실한 형태로,例를 듣다면 다른 原子爐, 풀루토늄 取扱施設, 高레벨폐기물이나 사용후핵연료의 저장시설, 기타 多量放射線源도 보호의 대상으로 포함시켜야 한다는 의견이 강해서 대상의 범위에 대해서 논의가 시작되었는데 어려운 점이 많다.

a. 군사공격이란 通常武器에 의한 공격인가, 핵공격도 포함시킬 것인가.

b. 대상을 평화이용시설에 한정시킬 것인가, 핵무기관련시설도 포함시킬 것인가. 또 兩者的 구별은 어떻게 하는가.例를 들면, 원자력발전소 내에 地對空미사일을 설치하여 방호하고 있을 때는 어떻게 하는가.

c. 아무리 작은 시설이라도 공격의 대상으로 해서는 안된다고 하면 방사성동위원소를 사용하고 있는 공장이나 연구소 등이 모두 포함되어 실질적으로 도시나 산업의 공격금지와 함께 된다. 각종 시설에 대해서 下限을 설정하는 것이 「대량살육무기의 금지」라는 主旨에서 적당할 것이다.

d. 이와 같이 하여 합의된 공격금지대상은 어떠한 형태로든 국제적으로 등록되고 標識를 붙

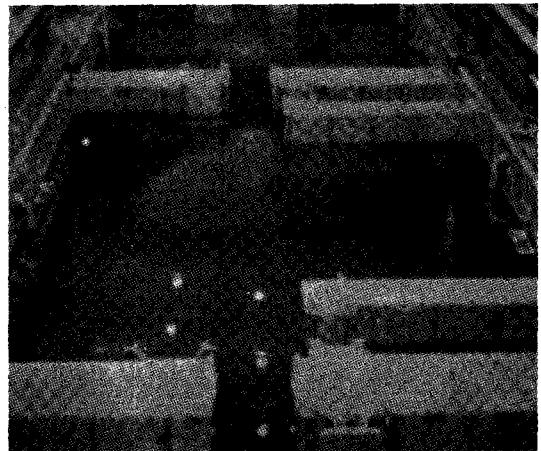
이며 또한 登錄內容이 사실임이 檢證되어야 할 것이다.

a에 대해서는 핵공격시 핵무기 자체가 다량의 방사성물질을 敷布하므로 통상무기에 한하는 것이 좋을 것이라는 것이 일반적인 견해인 것 같다. 그러나 現實로는 0.1Kiloton이라는 소형전술핵무기도 존재하므로 반드시 明快한 것이 되지 못한다. 오히려 핵공격을 관련시키면 「核攻撃禁止」, 「핵무기사용금지」라고 하는 동서핵군축에 관한 문제와 연관된다.

4. 平和利用施設의 問題

일본은 논의의 범위를 평화이용시설에 한정시키고 그것도 「IAEA保障措置를 받고 있는 것」으로 규정하는 것이主旨를 가장 잘 반영하는 것이라고 하고 있다. 그러나 평화이용에서도 IAEA보조장치가 적용되지 않는 시설을 가지고 있는 나라가 많으며 이들은 공격해도 무관한가 하는 문제가 있다. 더구나 쥐네브軍縮會議는 40개국 전원일치가 원칙이므로 타협을 도모하지 않는 이상 교섭은 진전되지 않을 것이다. 즉, 이 조약을 하나의 계기로 하여 全世界의 국가들을 NPT에 참가시키고 모든 원자력시설을 IAEA보장조치하에 두는 것은 군축교섭의 테크닉으로 부적당하다는 판단이다.

여기서 문제가 되는 것은 平和利用과 軍事利用의 정의이다. 핵무기제조에 관여하는 시설이 군사이용임은 당연하나 실제로는 우라늄濃縮工場, 再處理工場과 같이 양쪽의 목적으로 사용되고 있는 설비가 미국, 영국, 프랑스 등에 존재하고 있다. 또한 플루토늄生産과 發電 두 가지 목적으로 사용되는 原子爐는 어떻게 할 것인가 또는 發電爐의 사용후핵연료에서 플루토늄을 분리하여 軍事用으로 사용할 경우도 문제가 될 것이며 원자력발전소의 전력이 送電網에 보내져서 군수공장에서 사용되는 것도 고려하



〈使用後核燃料貯藏槽 施設〉

여야 한다.

이와 같은 관점에서는 몇개의 나라에 있는 원자로, 재처리시설, 농축파일로트플랜트 등이 IAEA查察의 대상이 되고 있지 않는 것도 핵무기계획과의 관련이 거론되어야 하며 이들을 공격금지의 대상에서 제외시키는 것은 當事國이 반대할 것은 자명하다.

國際間의 약속으로 조약을 만드는 이상 여러 가지의 경우에 대해 검토가 필요하므로 원자력 시설방호를 위한 地對空미사일은 어떻게 할 것인가 하는 점으로서 목표가 빗나가서 원자로에 명중하였을 때는 어떻게 될 것인가. 攻擊禁止란 시설의 건조물중 특정의 것에만 관하는 것인가, 아니면 부지전체에 미치는 것인가 또는 그 부지를 일종의 聖地로서 군사목적에 이용하지 않는다는 보증이 있는가라는 문제와도 연결된다.

5. 大量殺戮武器

금지대상을 어떻게 하는가, 즉 下限을 어디에 두는가를 고려함에 있어서 하나의 기준은 放射性物質의 인벤토리가 얼마만큼 있는가라는 점이다. 그러나 하나의 原子爐에서도 스타트업 직후, 연료교환직후, 통상운전중에 따라 分裂生成物의 인베토리가 다르다. 따라서 열출력 1만

KW이상의 原子爐로 결정하면 「9,000KW는 문제가 되지 않는가」, 「1만KW이상이라도 放射性物質은 작은 원자로보다 많을 수가 있다」는 등의 議論도 나온다. 결국 이것은 「대량살육이란 무엇인가」라는 定量的으로 국제적인 규정이 없는 문제가 되며 몇십만夸리이상의 線源을 갖고 있는 照射施設에 대해서도 마찬가지다.

결국 방사성물질의 종류, 반감기, 플루토늄과 같이 고유의 毒性과 α 線을 고려할 것인가, 요오드와 같이 인체에 흡수되는 것을 대상으로 할 것인가, 불활성가스와 같이 一過性인 것인가에 따라 달라지는 것은 通常의 안전평가, 사고분석과 같다. 그러나 국제조약에 이와 같은 세밀한 기술부속서를 첨가할 수 없으므로 적당한 선에서 타협을 해야만 하나 다른 군축분야의 命題와도 밀접하게 관련되므로 더욱 어려워진다. 그 외에 방사선이 人體에 미치는 영향, 汚染으로 인해 일상생활이 정상대로 영위될 수 없는 효과 등을 加하면 끝없는 論爭이 된다. 또한 放射性物質의 인벤트리를 대기중에 방출하는 에너지가 있으며 그것을 확산시키는 氣象條件이 수반되어야 한다.

通常武器에 의한 공격은 고성능폭탄이나 미사일을 사용하더라도 内藏된 에너지는 고작 TNT로 해서 數ton이 한계이므로 이로 인해 飛散되는 방사성물질의 반경은 극히 한정되어 대량살육 효과가 되지 못한다. 시설 그 자체가 多量의 에너지를 内藏하고 있다든가 혹은 플루토늄 취급 시설에 화재가 발생하여 다량의 산화플루토늄이 필터를 빠져나와 외부로 누출된다고 하는 시나리오를 설정해 두어야 할 것이다.

通常의 事故解析, 안전심사에서 사용하는 것과 같은 방법으로 군사공격의 경우 원자로격납용기에 貫通坑을 뚫어 압력용기에 크랙이 생기게 하며 비상전원이 파괴되고 중앙제어실의 人員이 모두 죽었다고 하는 실제로는 불가능한 조건을 시나리오로 에스컬레이트시키는 것이 이

론적으로는 가능한 만큼 조처하기가 곤란하다. 결국은 시설설계의 특색과 군사공격형태의 사이에서 가능한한 無限의 組合속에서 최악의 조건을 선택해 나가게 된다.

原子爐에 한하지 않고 플루토늄燃料에 의한 臨界實驗裝置, 사용후핵연료나 高레벨폐기물의 저장소, 경우에 따라서는 未照射우라늄에 의한 중금속장애만을 고려하더라도 같으며, 핵융합 실험장치에 이르러서는 어떤 조건으로 가정할지 조차 알 수 없는 부분이 있다. 그리고 아이로니칼하게도 일반적으로 생각되는 정도의 공격에서는 주변주민에 放射能의 피해가 거의 미치지 않는다는 결론이 나오면 공격금지의 主旨와 미묘하게 되고, 原子爐가 폭발한다는 非現實的인 시나리오를 설정하면 원자력이 그렇게 위험한 것인가 하는 印象만을 주게 되어 아무런 이득을 얻지 못한다는 모순된 命題이다.

6. 問題의 方向

방사능을 다량으로 撒布함으로서 人口에 손해를 주는 것을 금지하려는 지극히 좋은 발상을 출발점으로 하면서도 이것을 하나의 국제조약으로 모두가 납득하는 것으로 성립시키는 데에는 上記에서와 같이 의문점이 차례로 생겨서 감당을 못하게 되는 상태가 된다. 그외에 공격금지 대상이 항상 올바르게 國際的으로 등록이 되어 있는가를 검토하게 된다면 문제는 한층 더 혼란해진다.

따라서 당분간은 구체적인 數字나 設計를 엄밀히 규정하는 시도는 하지 않고 원자력산업의 건전한 상식의 범위에서 타당하다고 생각되는 형태로 공격금지의 實施方策을 정하도록 관계자를 설득하여야 한다. 이와 같은 형태로 어떻게 하든 문제를 처리해 나가지 않으면 방사능무기와 원자력시설공격금지의 論議는 아무런 성과도 거두지 못하게 될 우려가 있다.