

放射性廢棄物管理의 國家政策

林 珞 圭 <科學技術處 原子力常任委員>

1. 序 論

1960년대 초 우리나라에서 原子力利用研究가 현 韓國에너지研究所를 중심으로 싹트기 시작한 이후 1962년에는 최초로 研究用原子爐가 導入되어 稼動을 시작함으로써 人工 放射性物質이 大量으로 생산되고 이를 사용한 研究가 활발해짐에 따라 放射性廢棄物이 발생하기 시작했다.

그후 石油에너지에 대한 代替에너지 開發의 필요성에 따라 原子力發電所가 도입되었고 1978년에 古里의 原子力發電所가 商業發電을 개시함에 따라 본격적으로 多種, 多量의 放射性廢棄物이 발생하게 되었다. 앞으로의 放射性廢棄物의 發生源은 原子力發電所의 稼動機數의 增加와 醫療機關을 포함하는 民間産業體에서 사용되는 放射性物質의 增大와 더불어 그 發生量도 급격히 增加될 추세다.

이러한 放射性廢棄物에 대한 대책으로 原子力利用開發計劃과 併行한 체계적인 放射性廢棄物 綜合管理體制의 確立이 必要하다. 放射性廢棄物에 대한 종합적이고 효과적인 관리대책을 樹立하기 위해서는 세계 各國의 管理政策과 經驗을 바탕으로 우리나라의 실정에 맞는 國家的 次元의 長期對策을 수립하고 추진하여야 할 것이다.

2. 海外의 放射性廢棄物管理 政策概要

가. 美 國

中·低準位廢棄物管理를 위하여 1980년 低準

位廢棄物政策法이 제정되었고, 同 法規程에 의하여 각 州政府가 廢棄物處分을 위해 필요한 敷地를 제공할 책임을 지도록 하고 廢棄物은 지역적기준에 맞도록 가장 안전하고 效果的으로 管理되어야 함을 規定하였다. 현재 陸地處分및 海洋處分을 기본정책으로 하고 있으며 주로 州政府와 民間廢棄物會社間的 협정에 의하여 政府所有地에 最終處分하여 100~500년정도 管理하도록 하고 있다.

高準位廢棄物에 대해서는 1982年 高準位廢棄物政策法이 제정되었는데, 동 법에 의하면 原子力事業者는 原子力發電所에서 발생하는 使用後核燃料에 대한 貯藏管理의 責任은 있으나 最終處分에 관한 책임은 國家가 지도록 規定하고 있다.

이를 위하여 原子力事業者는 電力收入의 일부(KWh當 1mil)을 積立하여 基金을 조성, 高準位廢棄物管理財源에 充당하도록 하고 있다.

나. 프랑스

프랑스는 政府機關으로서 廢棄物管理廳(AN-DRA)을 설립하여 廢棄物管理業務를 擔當케 하고 있으며, 동 機關의 設立法에 政府機關만이 현재와 미래에 廢棄物管理業務를 수행하도록 명문화하고 있다. 동 기관의 임무는 廢棄物政策立案, 廢棄物包裝, 廢棄物輸送 및 引受, 永久處分, 處分場運營 등을 포함하며 廢棄物發生者는 A-NDRA에서 規定한 仕樣에 맞게 處分할 廢棄物을 만들어야 한다. 中·低準位廢棄物은 陸地處

분 및 海洋處分을 기본정책으로 하고 있으며 陸地內에 地中埋沒方式으로 處分하여 300년 정도 處分場運營 및 環境監視를 하고 있다.

長期的인 觀點에서 高準位廢棄物의 管理에 관한 研究도 수행중이며 高準位廢棄物試驗研究施設을 運營중에 있다. ANDRA가 廢棄物管理를 위한 財源이 부족한 경우에는 電力事業者가 事前積立金을 出捐하기도 한다.

다. 스위스

스위스의 廢棄物管理政策은 原子力法에 강하게 반영되어 왔으며, 동 法에는 廢棄物發生者가 廢棄物의 最終處分이 保障된때만 建設할 수 있도록 규정하고 있다.

이와 같은 법적인 요구사항을 해결하기 위해 電力事業者 등이 協力하여 1972년에 廢棄物管理機構(NAGRA)를 組織하여 財源을 造成하고 있다. 同 機構는 스위스에서 發生되는 廢棄

物의 最終處分場選定, 中間貯藏施設確保, 使用後核燃料 再處理業務 등을 關望하고 있으며 最終處分에 관한 계획을 政府에 제출하도록 義務化되어 있다. 스위스는 國土가 좁고 4面이 육지로 둘러싸여 있어 最終處分은 地下에 할 計劃을 推進하고 있다.

라. 日 本

日本은 放射性物質에 의한 國土汚染을 最小化하기 위하여 發生된 廢棄物은 嚴格히 포장토록 하고 있으며 1976년 原子力環境管理센터를 設立하여 廢棄物管理를 擔當하게 하고 處分할 廢棄物에 대한 檢査業務를 수행토록 하고 있다.

과거에는 中·低準位廢棄物의 경우 海洋處分을 원칙으로 하였으나 各國의 여론에 부딪치자 현재는 陸地處分을 위한 政策을 立案中이다. 使用後核燃料는 國家에 管理의 責任을 賦餘하도록 基本方向을 確定하였으며 原電數地 外部에 長

〈表 1〉 世界 中·低準位放射性廢棄物管理 現況

內容	國別	美 國	프 랑 스	영 국	대 만
1. 規制法		低準位 放射性 廢棄物 政策法(1980)	原子力法의 特別法은 없음	海洋投棄法(1974) 放射性物質法(1960)	原子力法
2. 管理實施 主體 및 機能		○各州(最終聯邦政府) 및 商用廢棄物 處分會社 ○州政府和 廢棄物 處分會社間의 協定에 依해 政府所有土地에 最終處分	○ANDRA(放射性廢棄物管理廳) ○處分場選定建設, 運營 및 處分實施 ○研究開發	○NIREX(原子力産業 放射性 廢棄物 管理 機關) ○處分場選定, 建設 및 安全性 評價	○放射性廢棄物管理處 ○處分場選定建設 運營 및 處分實施 ○研究機關
3. 處分基本 政策및 處分場		○陸地處分(淺部) 및 海洋 處分 併行하고 臨時貯藏은 可能限한 적게함 ○3個商用處分場運轉中 및 8個計劃中	○陸地處分(淺部) 및 一部 海洋處分 臨時 貯藏은 可能한 限 적게함 ○1個處分場運轉中 및 1개계획중	○陸地處分(淺部) 및 海洋處分 ○1個處分場運轉 및 1개계획중	○도시地方處分 ○1個處分場運轉中 原子力委員會
4. 安全規制 및 監督		NRC(核規制委員會) EPA(環境保護廳)	SCSIN(中央核施設 安全局) IPSN(核防護研究所)	DOE(環境省)	
5. 處分費用 負擔및 確 保方法		○廢棄物發生者가 處分時 300億원 負擔 ○處分場建設費用 300億원	○廢棄物發生者가 處分時 12萬원 負擔	○廢棄物發生者가 處分時 2萬원 負擔	廢棄物發生者가 24萬원 負擔 ○處分場建設費用 200億원

〈表 2〉 各國의 放射性廢棄物管理機關 및 處分政策

國 別	廢棄物管理機關	發足 年度	中·低單位		高單位	
			海洋	陸地	研究 施設	陸地
영 國	NIRES(委員會)	1982	○	◎	()	()
스위스	ANDRA(官廳)	1979	()	◎	()	()
스웨덴	SKBF/KBS(會社)	1972	()	()	○	()
벨기에	ONDRAF(會社)	1980	○	()	()	()
스위스	NAGRA(組合)	1972	○	()	○	()
영 國	DOE(官廳)와 洲政府	1980	()	◎	◎	()
캐나다	AECL(研究所)와 洲政府	1978		○	()	()
서 독	PTB(研究所)와 洲政府	1976		○	○	()
일 本	原子力環境整備센터 (法人)	1986	()	()	()	()
대 만	放射性廢棄物管理處 (官廳)	1971		○		

期貯藏하는 방안을 檢討中이다. 또한 高準位廢棄物 永久處分을 위한 試驗施設을 건설·운영중에 있다.

마. 대 만

原子力發電所의 運轉稼動增大에 따라 放射性廢棄物의 嚴格한 規制를 위하여 立法院의 法條項에서 原子力委員會 산하에 放射性廢棄物管理處를 設립하여 廢棄物管理에 대한 責任을 賦與하고 있다.

同 機構는 廢棄物研究, 管理監督, 檢査, 處理技術開發, 安全基準開發, 遮蔽研究 등을 수행하고 있으며 國家의 要請에 따라 廢棄物의 관리정책을 立案하고 政策方向을 提示한다. 陸地에서 떨어져 있는 島嶼에 最終處分場을 建設하여 國內에서 發生되는 各種 廢棄物을 輸送, 永久處分하여 管理하고 있다.

3. 우리나라 放射性廢棄物管理現況

가. 發生現況 및 展望

우리나라의 放射性廢棄物은 原子力發電所뿐 아니라 核週期事業機關, 病院, 研究機關 등에서 발생되고 있으나 대부분이 原子力發電所에서 발생되고 있다. 특히 1978년 原電商業稼動 이후 多量의 放射性廢棄物이 계속 발생, 累積

〈表 3〉 各國의 廢棄物管理機關 및 處分費用負擔

區分 國別	廢棄物管理機關	處分費用負擔
美 國	DOE(官廳)와 州政府	廢棄物發生者가 民營 혹은 國營處分場에 處 分하며 드림당 9~12 萬원 負擔
프랑스	ANDRA(官廳)	廢棄物發生者가 4~12 만원 범위내에서 AN- DRA의 재정을 감안하 여 결정된 額數를 負擔. 必要에 따라 電力事業 者가 事前 出捐
영 國	NIREX(委員會)	廢棄物發生者가 處分時 드림當 2만원 정도를 負擔
대 만	放射性廢棄物管 理處(官廳)	廢棄物發生者가 處分 時 드림당 24만원 정 도를 부담
스웨덴	SKBF/KBS (會社)	廢棄物發生者가 處分 時 드림당 25만원 정 도를 부담

〈表 4〉 廢棄物 및 使用後核燃料 發生量推定

區分 \ 年度	'83	'86	'91	'96	'2000
中·低準位廢 棄物(200ℓ드림)	6,043	27,000	190,000	260,000	45,000
使用後核燃料 (t)	94	584	2,104	4,579	7,333

※ 2000년까지 總原電 20기가 稼動된다고 볼 경우

되고 있으며, 今後 稼動機數의 增大에 따른 廢棄物 發生量의 급증이 豫想된다. 表4는 中·低準位廢棄物 및 使用後 核燃料의 發生量推定을 나타내고 있다.

나. 處理現況

放射性廢棄物은 氣體, 固體, 液體形態別로 처리과정의 다르며, 發電所系統에서 發生되는 各種 放射性氣體는 氣體減衰탱크에서 최소 45일

腐蝕하여 廢液漏洩로 貯藏庫가 汚染되고 있으며, 이는 包裝容器를 개선하고 腐蝕된 드럼을 再包裝하는 등 改善策이 필요한 실정이다. 또한 이를 根本적으로 해결하기 위해서는 永久處分場을 개설하여 현재 臨時貯藏中인 廢棄物을 永久處分場에 最終處分하는 것이 바람직하다. 研究機關 등에서 발생하는 廢棄物도 현재 그 量은 미미하나 自體施設에서 保管하고 있어 앞으로 이에 대한 處分問題가 대두될 것으로 예상된다.

따라서 현재 廢棄物發生의 多樣化와 散在問題를 해결하기 위하여 國家的 次元의 綜合的 管理方法의 제시가 요구된다 하겠다. 使用後核燃料은 재처리를 하지 않을 경우 放射能 減衰에 수백만년이 소요되며 따라서 반영구적인 管理의 대상이 된다. 따라서 使用後核燃料의 再活用 可能性을 檢討하고 國內外的 制반여건을 고려하여 장기적인 관점에서 이의 永久處分 方案을 決定하는 것이 必要하다.

다만, 現 號機別 貯藏能力 限界를 考慮하여 既存 貯藏能力을 擴大하거나 中間貯藏施設을 確保하는 方法 등이 早速히 確立되어야 한다.

4. 放射性 廢棄物管理對策 基本方向

가. 中·低準位放射性廢棄物對策 方向

1) 放射性廢棄物은 陸地處分을 原則으로 함 (추후 海洋處分도 考慮할 수 있다).

2) 永久處分物은 集中式으로 건설·運營함.

3) 廢棄物은 綜合管理를 原則으로 하여 發生者와 分離되는 專擔機構를 設置 育成함.

4) 永久處분에 필요한 費用은 廢棄物發生者가 負擔함.

나. 高準位 放射性廢棄物(使用後核燃料)管理 對策方向

現 號機別 貯藏能力擴大 및 中間貯藏施設 確保方案 등을 1984년 말까지 樹立함.

以上에서 제시된 基本方向에 대하여 간단히 설명하고자 한다.

첫째, 中·低準位 放射性廢棄物에 대하여 陸地處分을 原則으로 한 점은 우리나라는 좁은 국토와 賦存資源의 부족으로 原子力에너지의 利用이 相對적으로 增大되고 있기 때문에 우리와 實情이 유사한 日本이나 유럽의 原子力發電國에서 實施되고 있는 放射性廢棄物管理政策方向을 參考로 하는 것이 바람직하다.

또 중요한 점은 陸地處分은 그 安全性이 실증되어 있고 美國을 비롯한 대부분의 原子力發電國에서도 실시되고 있다. 다만 陸地處分에서 현재 경제성이나 안전성 확보상에서의 Public Acceptance가 문제다. 핵알레르기와 反핵운동의 확산에 따른 일반대중의 이해를 어떻게 說得시켜야 되느냐가 先進原子力産業國이 처해 있는 입장이다.

追後 海洋處分을 고려에 넣은 점은 1967년 OECD加盟國이 試驗적으로 海洋處分을 실시한 이래 매년 海洋處分을 實施해 왔으나 현재는 國際적으로 海洋處分の 安全性問題와 政治的인 問

〈表 8〉 處分方法의 經濟性比較 (單位: 千원/드럼)

處分方法	國內處分單價	外國處分單價	
地 中 埋 沒	37	45	미 국
콘 크 리 트	244	242	대 만
構 造 物	105	196	일 본
岩 層 處 分	423	253	스 웨 덴

〈表 9〉 總發電費中 處分費用의 構成比率 (中·低準位)

區 分	原子力發電生產額 ('85-'91)		廢棄物處分費 構成比率(327.5億원 造成)
	總發電量	生產額	
發電單價基準 (古里 2號機 35.64원/kWh)	198×10 ⁹ kWh	7.06 兆원	0.46%
發電販賣額基準('83年末 68.96원/kWh)	198×10 ⁹ kWh	13.6 兆원	0.24%

제 등으로 각국이 海洋處分을 중지하고 있는 실정이다.

따라서 이러한 문제들이 해결되면 海洋處分을再開할 것으로豫想되므로 우리나라도 海洋處分을肯定的으로考慮해야 될 것이다.

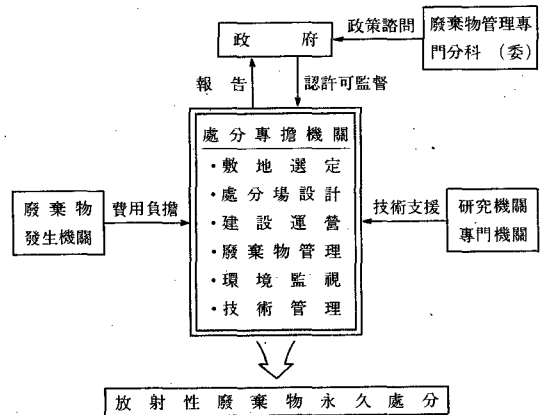
둘째, 永久處分場은 집중식으로 건설·運營되어야 한다는 점은 우리나라와 같이 國土의面積은 적은 데다 放射性廢棄物發生量의大部分을 차지하고 있는 原子力發電所의位置가 3面의海岸에 분산되어 있다. 생각하기에 따라서는 현재 각發電所敷地內에 설치되어 있는 放射性廢棄物貯藏庫에서 가까운 거리마다 分散하여 處分場을 建設하면 廢棄物의 輸送이나 安全性確保, 管理面에서 용이하며 經濟的일 것이라고 判斷될 수도 있다.

그러나 다른 一面에서 볼때 현 原子力發電所敷地內나 敷地로 부터 近距離에 있는 地質構造를 볼 때 硬岩層地質로 粘土層地質과 비교할 때 處分場의 建設費가 월등히 증가한다. 또한 處分場이 分散됨으로써 集中式에 비하여 廢棄物로 인한 環境의 汚染源이 散在되어 國土가 좁은 나라로서는 불리하다.

處分場立地 選定에 대한 Public Acceptance를考慮하고 國土의 效率의인 利用을 위하여 最終處分場數를 最小化하도록 政策을 세우고 있다. 敷地의 規模도 20만평(處分場建設: 2.5만평, 緩衝地帶設置: 17만5천평)程度면 2000년까지 建設되는 原子力發電所의 廢棄物은 全部 受容할 수 있다.

셋째, 廢棄物의 綜合管理를 위한 發生者와 分離된 專擔機構의 設置問題이다. 우리나라의 여건을考慮할 때 두가지의 管理方案을 생각할 수 있다. 即, 廢棄物發生者(原電事業者)가 廢棄物處分에 관한 處分場의 建設, 運營, 管理 등 모든 事業을 管掌하는 方法과 發生者의 出資로 發生者와 分離된 專擔機構로 하여금 事業을 管掌하도록 하는 方法이 있다.

〈表10〉 放射性廢棄物管理體制(案)



〈表11〉 永久處分場建設 所要豫算推定

區 分	金 額
○處分場建設費	79.5 億원
○處分場運營	248億원(年間 9.5億원)
計	327.5 億원

이 두가지 方法에 대한 比較는 생각하는 角度에 따라 長·短點이 提示될 수 있다고 본다. 그러나 事業者가 直接 管掌하게 되는 경우에는 다음과 같은 몇가지 問題點을 內包하고 있다. 즉, 國民에 대한 廢棄物管理의 信賴性保障이나 國民과 環境에 대한 安全性確保와 事業에 대한 經濟性中 그 우선순위가 經濟性으로 기울기 쉽다. 또한 原子力發電所의 壽命은 30~40년이지만 여기에서 發生된 放射性廢棄物은 最小限 300년이상 安全하게 管理되어야 하며 高準位放射性廢棄物의 경우는 수천년의 管理가 必要하다. 新羅의 古墳이 千여년간 모습을 維持해온 것은 持續的인 管理가 있었기 때문이다.

大部分의 原子力發電國에서의 廢棄物管理機構를 보면 廢棄物發生者는 原子力發電量의 一定比率에 해당하는 金額을 출자하여 廢棄物專擔機構가 廢棄物管理事業을 專擔하고 있다. 廢棄物專擔事業이라 함은 中·低準位廢棄物을 包含하여 高準位廢棄物, 使用後 핵연료, 發電所의 廢爐까지도 확대되기 때문에 長期的 原子力事業推

進에는 이 분야의 專擔機構의 必要性이 要請된다.

우리나라의 廢棄物綜合管理對策에는 原電廢棄物에 한정되는 것이 아니고 産業界, 研究機關, 病院 등에서 發生되는 廢棄物의 管理도 包含되어 있음을 添言한다.

넷째, 永久處分에 대한 비용의 發生者 負擔問題로 原子力利用開發에서 발생되는 放射性廢棄物이 環境을 汚染시키지 않고 安全性이 確保, 維持될 수 있도록 하는데 所要되는 經費는 汚染源을 發生시킨 者에 屬한다고 본다. 즉, "Polluter pay"의 原則이다.

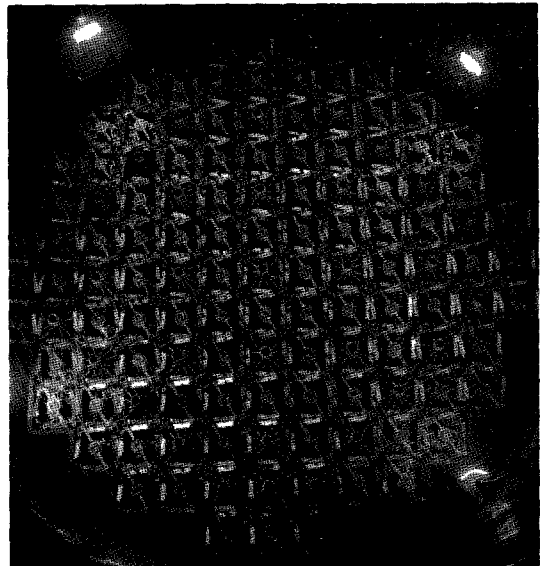
이 問題는 比단 原子力事業에 限定되는 것이 아니고 다른 一般産業에서도 적용되고 있다. 다만 負擔額의 範圍와 方法은 各國의 實情에 따라 다르다. 다른 나라의 例를 보면 電力事業者의 경우 原子力發電量當 一定率을 割當하고 있다. 發電量當(kWh)1.5mil에서 0.3mil 범위로 되어 있으나 通常 1mil정도를 割當해서 이 財源으로 廢棄物處分, 使用後核燃料의 再處理 또는 長期貯藏, 發電所의 廢爐費用, 廢棄物 關聯 研究費用 등에 充당되고 있다.

끝으로 高準位放射性廢棄物(使用後核燃料)의 管理對策에 대하여는 現 發電所 號機別 貯藏能力이 10년으로 되어 있어 不遠 닥쳐올 貯藏能力限界를 考慮할 때 이에 對處하는 政策方向이 早速히 수립되어야 할 것이다.

政府는 그동안 使用後核燃料에 대한 對策方案을 長期的인 觀點에서 國內外的 諸般與件을 勘案하여 檢討를 繼續하고 있으므로 今年末까지는 基本方向이 設定될 展望이다.

5. 結 論

原子力事業을 하는 나라에서는 量의 多少를 불문하고 放射性廢棄物의 發生을 회피할 方法은 없다. 다만 發生된 廢棄物로 因하여 國民과 環境에 미치는 影響이 없다는 確信을 保障받을



〈古里1號機에 裝填된 核燃料〉

수 있도록, 다시 말해서 國民에게 주는 信賴度 向上과 安定을 주려면 放射性廢棄物處分에 對 처하는 國家的 政策의 意志가 明白해야 될 것이다.

現在까지의 研究·開發結果로 보아 安全性 評價面에서 人體나 環境에 주는 影響을 考慮, 中·低準位放射性廢棄物의 處分은 큰 問題點없이 解決되고 있다고 본다. 그러나 高準位放射性廢棄物의 最終處理分問題는 아직도 未解決問題가 많으며 技術的 安全性, 經濟性 등에 關하여 繼續的인 研究가 進行되고 있다.

放射性廢棄物의 處理·處分은 發生時부터 處理, 包裝, 運送, 環境監視 등의 全過程이 包含되므로 原子力開發의 初期段階부터 系統最適化를 위한 對策樹立이 要請된다. 이러한 觀點에서 볼 때 本稿에서 提示된 管理對策은 基本政策方向을 表示한 것에 不過하고 앞으로 이를 바탕으로 政府, 事業者, 研究機關 등의 積極的인 協동으로 對策樹立 및 施行에 參與해야 할 것이다. 다만 現 時點에서의 이익만을 追求할 것이 아니라 子孫萬代의 利益과 環境保護라는 兩面을 考慮하여 推進되어야 할 것이다.