

<해설>

우리나라의 核燃料週期 檢討*

鄭 昌 炫

서울대학교 工科大学

金 震 洙

韓國原子力研究所

(접수 1978. 3. 3)

I. 序 論

1973年末의 油類波動 以來로 世界各國의 原子力發電 所建設計劃은 크게 增加趨勢를 보였으며 이에 따른 核燃料의 需要量도 급격하게 增加되고 있다. 우리나라 역시 過去 1960年代 中半期까지는 石炭이 主要한 에너지源으로 사용되었으나 1960年代末부터 輸入石油가 主要 에너지源으로 부각되어 왔다. 그러나 이 石油에너지는 價格과 需給의 不安定 및 重化學工業의 原料로서의 用途 增加로 말미암아 2000年代까지는 石油代替에너지로서 原子力과 有煙炭이 主要한 役割을 할 것으로 判단되고 있다. 따라서 우리나라에서도 原子力發電所의 建設을 積極 推進하게 되었으며 이에 따른 核燃料管理와 安定 確保가 매우 중요한 當面課題로 되어 있다. 더구나 최근의 美國 카아터大統領의 再處理禁止措置로 全世界의 核燃料週期全般에 대한 再檢討가 要求되고 있다.

이러한 狀況下에서 本 論文에서는 核燃料週期成分들, 즉 富集原燃料, 變換, 濃縮, 加工, 再處理 및 貯藏 등에 대한 爐心外核燃料管理의 爐心內核燃料管理의 現況과 展望 및 이에 대처할 우리나라의 자세 등에 대해 檢討해 보고자 한다.

I-1. 核燃料週期

核燃料은 石油나 石炭 등의 化石燃料와는 달리 그 製作過程이 복잡하고 製作所要期間도 길다. 또한 原子爐 內에서 燃燒한 후에도 既使用燃料은 殘存價値가 있으므로 再處理過程을 거쳐 타다남은 殘存우라늄 및 燃燒過程에서 生成된 플루토늄 등을 회수하여 다시 사용해야

* 본 보고서는 필자 중 一人(鄭昌炫)이 科學技術處 一級 研究員(계약직)으로서 제출한 보고서의 일부임.

하는 바 이러한 一連의 製作過程, 爐內燃燒過程 및 燃燒後 再處理 및 回收過程을 통틀어 核燃料은 하나의 週期를 이룬다.

그림 1의 (A-1)은 이제까지의 輕水型原子爐의 典型的인 核週기로 原燃料購入, 變換, 濃縮 및 成型加工段階를 거쳐 原子爐에서 연소된 후, 이미 燃燒된 燃料은 재처리 단계에서 富集과 플루토늄으로 분리하여 플루토늄은 販賣 혹은 저장하고, 富集은 再變換段階를 거쳐 燃料로서 재사용하는 週期이다. 그림 1의 (A-2)는 再處理過程에서 분리된 플루토늄을 天然 혹은 減損富集(Depleted uranium)과 혼합하여 燃料로서 사용하는 플루토늄 再循環(Plutonium recycle) 核週期로서 가장 經濟性이 높다고 알려져 왔다. 그러나 美國 카아터大統

표 1. 核燃料週期 Processing 期間

단위: 月

項 目	初期 爐 心		交替 爐 心	
	LWR	PHWR	LWR	PHWR
U ₃ O ₈ →變換工場	6	6	6	6
變 換	4	4	4	4
濃 縮	3	—	3	—
成型 加工	10	15	6	15
輸 送	3	3	3	3
現場 貯藏*	8	8	2	2
燃 燒	15~39	~5	36	~12
冷 却**	4	4	4	4
輸 送	3	3	3	3
再 處 理 (再變換包含)	8	8	8	8

註 *試運轉期間 포함.

**최근 24個月 要求傾向이 있음.

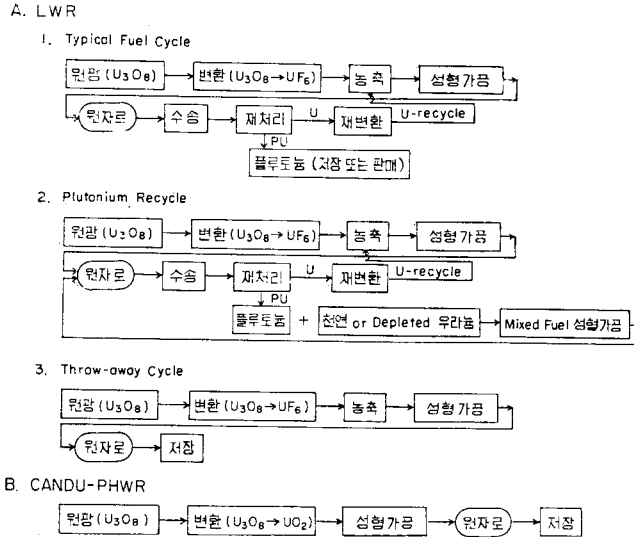


그림 1. 핵연료주기

領 再處理抑制措置로 말미암아 그림 1의 (A-3)와 같이 燃燒된 후 나오는 核燃料을 다시 사용하지 않고 長期貯藏 내지 永久處理하는 Once-through(혹은 Throw-away) 核週기로 現在 狀況으로서는 우리나라가 취할 수 밖에 없는 週期이다. 그림 1의 (B)는 加壓重水型原子爐(Pressurized heavy water reactor; PHWR)의 核週기로써 核燃料은 天然우라늄을 사용하기 때문에 輕水型核週기와는 달리 濃縮過程이 필요없다. 또한 PHWR의 경우는 사용된 후 나오는 核燃料은 濃縮도가 낮고 燃燒度도 적으므로 원래부터 再處理過程이 없는 Once-through 週기가 PHWR의 典型的인 週期이다.

核週期는 여러 가지 工程을 포함하고 있다. 표 1은 전형적인 核週期成分들의 Processing 期間으로 어떤 工程의 Time schedule 에 차질이 생기면 이는 全體核週기에 영향을 미치므로 在來式燃料 보다 工程 lead/lag time 에 많은 관심을 두어야 된다.

[-2. 原子力發電所建設計劃

現在 國內 에너지 資源은 크게 두 種類, 즉 石炭과 水力發電으로 구분할 수 있는데 이들 에너지 資源은 한정되어 있고 새로운 資源이 開發되거나 發見된 展望은 밝지 못하다. 이에 반하여 최근의 급속한 經濟性長에 따른 에너지 需要는 比例的으로 急増하고 있기 때문에 國內 에너지소비는 주로 輸入에너지에 크게 依存하고 있는 實情이다.

1961년부터 現在까지의 電力需要增加率은 年平均 20.9%에 달하였으며 1976年度の 에너지 輸入依存度는 50%

를 상회하고 있다. 2000년의 電力에너지 需要는 84×10^{13} kcal로 增加될 것으로 豫想되며 이중 50% 이상에 해당하는 59×10^{13} kcal의 에너지를 原子力發電에 依存하게 될 것으로 본다.

長期原子力發電所 建設計劃에 관해서 과거 몇 차례의 研究가 있었다. 1974年度에 發表된 韓國原子力研究所와 美國의 Kaiser Engineers and Constructors 會社와의 共同研究에서는 古里1,2號機, 月城1號機 이후 거의 每年 900~1200 MWe의 原子力發電所를 건설하여 2000년까지는 總 25機, 25,200 MWe 出力의 原子力發電所를 建設토록 되어 있다. 이어 1975年度 韓國原子力研究所의 原子力發電系統研究에서는 2000년까지 總 22機, 22,924 MWe 出力의 原子力發電所建設을 建議한 바 있다. 한편 未發表資料이지만 최근의 韓國原子力研究所 및 開發院의 共同研究結果는 표 2에서와 같이 위 結果들 보다 10여기가 불어난 35機, 37,924 MWe 原子力發電所建設을 제안하고 있다. 이후 核週期檢討에 필요한 原子力發電所建設計劃은 표 2의 資料를 근거로 계산한다.

II. 核燃料週期檢討

II-1. 우라늄 原鑛

표 2의 原子力發電所建設計劃을 기준으로 하여 2000년까지의 우리나라의 우라늄原鑛所要量은 약 8.4萬 STU_3O_8 으로 豫定되어 開發途上國으로서는 大需要이다. 따라서 原子力發電에 차질없는 核燃料確保를 위해 國策

표 2. 長期原子力電源開發計劃 및 建設計劃

年 度	1977	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
新規容量(MWe)×기수	595×1 P							679×1 C	650×1 P		900×2 2P
總 容 量(MWe)	595	595	595	595	595	595	595	1274	1924	1924	3724
年 度	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993				
新規容量(MWe)×기수	900×1		900×2		900×3		1200×3		1200×2		
總 容 量(MWe)	4624	4624	6424	6424	9124	12724	15124				
Case 2	C		P+C		P+2C		P+2C		P+C		
Case 3	P		P+C		P+2C		P+2C		P+C		
Case 4	P		P+C		2P+C		2P+C		P+C		
年 度	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000				
新規容量(MWe)×기수	1200×3	1200×3	1200×2	1200×3	1200×4	1200×1	1200×3				
總 容 量(MWe)	18724	22324	24724	28324	33124	34324	37924				
Case 2	P+2C	P+2C	2C	P+2C	P+3C	C	P+2C				
Case 3	P+2C	P+2C	P+C	2P+C	2P+2C	P	P+2C				
Case 4	2P+C	2P+C	2P	2P+C	3P+C	P	2P+C				

주 : 1. P=PWR, C=CANDU PHWR
 2. Case 1: CANDU=100% (古里 1, 2, 3, 4호기 제외) Case 2: PWR=30%, CANDU=70%
 Case 3: PWR=50%, CANDU=50% Case 4: PWR=70%, CANDU=30%
 Case 5: PWR=100%

的인 노력과 적극적이고 원시안적인 確保策이 강구되어야 한다.

IAEA 와 OECD 의 共同研究에 의하면 現在까지 探鑛된 自由世界の 우라늄매장량은 $30/lbU_3O_8$ 이하로 채광할 수 있는 確認埋藏量이 약 156萬tonne 으로 이 量은 대략 2000년까지의 自由世界の 需要를 充足할 수 있다고 展望된다. $30\sim 50/lbU_3O_8$ 으로 채광할 수 있는 確認埋藏量은 54萬tonne 이다. 이 외에 $50/lbU_3O_8$ 이하의 推定埋藏量이 220萬tonne 이 있다고 보고되고 있어 資源面에서는 아직도 相當한 여유가 있다고 보인다. 그러나 우라늄 生産能力面에 본다면 現在能力은 33,000 tonne/year 에 불과하며 1985년까지는 90,000 tonne/year 로 확장되리라 보이지만 적극적인 신규 채광투자가 활발하게 이루어지지 않는 한 우라늄 原鑛需給에 차질이 예상된다. 따라서 최근 先進國의 電力會社들은 과거 長期供給契約에 의존하던 우라늄 原鑛確保 전략을 우라늄 鑛山開發에 직접 참여하여 보다 안정된 核燃料確保를 시도하고 있다.

여기서 우리나라에서 취해야 할 우라늄 原鑛確保方案을 살펴 보기로 하자.

우라늄 購入方法으로는 短期購入 및 長期購入을 생각할 수 있다. 原子爐供給者를 포함, 우라늄 探鑛, 生産

표 3. 원광 소요량(ST U_3O_8)

		Scena-rio 1	Scena-rio 2	Scena-rio 3	Scena-rio 4	Scena-rio 5
75	연간	311	311	311	311	311
	누적	1051	1051	1051	1051	1051
80	연간	248	248	248	248	248
	누적	1051	1051	1051	1051	1051
85	연간	897	897	745	745	745
	누적	4705	4705	4890	4890	4890
90	연간	2708	3023	2854	2888	3023
	누적	12892	15065	15647	15886	17089
95	연간	5789	6284	6655	7274	7769
	누적	35220	39382	41448	43218	46379
2000	연간	6529	6912	7171	7430	7813
	누적	67328	73239	75639	79468	84408

주 : tails assay : 0.2 w/o

자가 우라늄의 主供給者가 되지만 최근 原鑛價格의 급격한 상승에 따라 原子爐供給者로부터의 우라늄 購入은 점점 어려워 가는 실정이다.

또 다른 방법으로는 地下埋藏量을 購入하여 직접 후

은 鑛山會社와 공동으로 生産하는 방법도 先進國에서 고려되고 있다.

II-1-1. 短期購入

우라늄 原鑛의 所要時期에 1年 혹은 2年分의 所要量을 去來市場으로부터 購入하는 방식으로 所要量判斷은 비교적 정확하나 供給時期가 촉박하므로 불리한 契約을 체결할 가능성이 있다. 현재 우라늄 市場에서 이루어지는 유일한 方法이지만 原鑛의 安定確保面에서는 바람직하지 못하다.

II-1-2. 長期購入

많은 海外發電會社들이 채택하고 있는 방법으로 10年 내지 15년 長期所要量을 일괄하여 확보하는 방법으로서 原鑛의 安定確保를 위해 바람직하나 所要時期 및 所要量 예측에 차질이 생길 가능성이 있으므로 契約締結時 物量이나 引渡時期上의 融通性を 요한다.

최근 各國의 우라늄 原鑛購入率이 증가되고 있는데, 예를 들면 美國은 0.3 tonne U_3O_8 /MWe에서 2.0 tonne U_3O_8 /MWe로 購入確保量이 증가되고 있으며 平均 0.9 tonne U_3O_8 /MWe을 購入하는 실정이다. 한편 日本은 5.7 tonne U_3O_8 /MWs 量을 確保코자 하며 이는 發電所 全壽命期間에 소요되는 量이다.

II-1-3. 海外資源開發

國內 우라늄 資源이 부족한 先進國에서는 아프리카, 오스트랄리아, 캐나다 등 資源保有國의 探鑛活動에 참여하고 있다. 海外資源開發을 위해 西獨은 成功拂方式의 融資方法을 채택, 金融支援 태세를 강화하고 海外資源開發에 적극적으로 참여하고 있다. 1967~1968년에 Urangesell Schaft 社와 Uranerzbergbau 社를 설립, Niger, 美國, 캐나다 등의 探鑛에 참가하여 Niger의 Somair 鑛口, 캐나다의 Saskatchewan州 Rabbit lake 등지의 生産품을 輸入할 예정이다.

日本에도 1956年 原子力燃料公社를 설립하여 探鑛技術開發과 國內探査를 동시에 개시하였다. 國內探査를 끝낸 日本은 1966年에서 1969年에 걸쳐 캐나다, 美國 및 中南美諸國과 Niger를 中心으로 한 아프리카 地域에 資源調查團을 파견하여 우라늄 資源實態 및 그와 관련된 情報를 수집하였으며, 1971年 海外 우라늄 開發公社를 설립하여 Niger와 캐나다의 British, Columbia州 및 오스트랄리아 南오스트랄州 등을 탐사, 南오스트랄리아州를 有望地域으로 선정하였다. 1975年度에는 아프리카 마리地區의 탐광을 계획하고 있다.

이외에도 이태리, 불랄서, 영국 등도 海外探鑛에 적

극 진출하고 있다.

II-1-4. 國內資源開發

우리나라에서 우라늄 鑛物資源에 대한 探査를 시작한 것은 1955년부터이다. 1955~1958년에 堆積岩地層에 대한 G.M. Counter를 사용한 1次 野外調查가 실시되었다. 그 후 10年동안 探査活動이 中斷狀態에 있다가 1967~1968年 Carbon Scintillation Counter와 車輛을 이용하여 國道 연변의 조사가 실시되었다.

1969년부터 현재까지 忠南北一帶의 有望地域에 대한 精密調查가 실시되고 있으며 同期間中 日本 動力爐, 核燃料開發事業團과 3次에 걸친 技術協力에 의한 共同探査도 실시된 바 있다. 1970~1973年度에 忠北槐山地區 有望地域 2 km² 內의 26 孔 2,720 m를 試鑛하였고 1974년에는 大田地區 5 孔 750 m, 1975년도 大田地區 5 孔 850 m가 試鑛되고 1976~1977년에는 미원地區를, 1978년에는 槐山地區의 探部試鑛를 계획하고 있다.

지금까지 확인된 우라늄광석은 0.045%의 低品位로서, 國立地質鑛物研究所의 1974年末의 資料에 의하면 yellow cake 探鑛費는 \$20~30/lb U_3O_8 으로 추산하고 있다.

비록 국내 우라늄 探鑛開發機關의 分析結果가 국내 우라늄 探鑛에 經濟성이 있는 것으로 평가하고 있지만 物量面에서 國內資源埋藏量이 國內需要에 비하여 극히 小量이며, 또 아직 經濟性도 의문이므로 國內資源生産은 高速增殖爐의 出現으로 우라늄 利用率이 높아져 低品位의 原鑛探鑛의 經濟성이 충분히 입증될 때까지 보류하는 것이 바람직하다. 그러나 國內資源의 埋藏量을 정확히 확인하기 위한 계속적인 探査와 試鑛分析이 필요하며 1980年代 후반 이후 Pilot milling plant를 건설하여 우라늄 精鍊技術을 開發, 습득하는 것은 바람직하다.

지금까지는 우라늄의 確保方案에 대해서 一般的인 방법을 살펴 보았으며 이제는 실제 우라늄 原鑛購入契約時의 特性을 간략하게 살펴 보기로 한다. 우라늄 購買契約時 반드시 고려해야 할 사항으로는 引渡時期, 價格, 供給範圍, 量과 Schedule의 융통성 및 代金支拂方法 등이 있다.

引渡時期別로 볼 때, 短期引渡는 短期購入方法과 같이 비교적 小量을 2-3년에 걸쳐 引渡하고, 長期引渡는 많은 量을 10年 以上에 걸쳐 引渡하는 方法이다. 購買者의 立場에서 볼 때 短期引渡는 우라늄 原鑛을 市場價格대로 살 수 있으며 市場條件에 따라 적절한 量을 조절하여 살 수 있다는 利點이 있는 반면 供給時期가 촉박하므로 어떤 時期에서는 購買를 못한다든가 不利한 契約으로 購買할 우려가 있다. 長期引渡는 原鑛을 비교

적 안정하게 供給받는다는 점에서 좋으나 간혹 市場價格 보다 높은 價格으로 購買할 우려도 상당히 있다. 현재 우라늄 供給者는 대부분 短期引渡方法을 택하고 있다. 그 主理由는 供給者가 현재로서는 충분한 資源을 갖고 있지 못하며, 장래의 우라늄 價格추이를 豫見하기 힘들고 또한 政府에서 우라늄 輸出制限措置를 취할지도 모르기 때문이다.

우라늄 價格을 定하는 方法은 대략 세 가지로서 Base price 에다 引渡時點까지의 上昇價格을 합하는 方法과, Calendar year 別로 價格을 固定하는 方法 및 契約은 지급하지만 價格은 引渡 2~3年前에 상호협약에 定하는 方法이었다. 現在로서는 어떤 契約方法이 有利한지를 말하기 힘들지만 대부분의 경우는 첫째 方法을 택하고, 두번째 方法은 長期契約에서는 거의 사용되지 않는다.

契約範圍, 즉 供給契約時의 Service範圍는 原鑛(U₃O₈)購買와 UF₆購買로 크게 分類되며 U₃O₈ 또는 UF₆의 Converter 또는 Enricher까지의 引渡時 Transportation 및 Freight 문제, Concentrates의 Sampling assay 와 Weighting 事項, Container 처리사항, 輸送時의 保險 및 稅金問題 등이 명시되어야 한다.

우라늄량 및 Schedule 은 現在 美國 DOE(Department of Energy)에서 우라늄 濃縮을 Fixed schedule 에 따른 Fixed quantity 로 契約할 것을 要求하므로 原

鑛購買契約時 Quantity 上的 융통성은 과거 보다 줄어들었다. 우라늄 代金支拂은 과거에는 一般的으로 引渡時에 支拂되었으나 現在는 契約時 상당한 몫의 代金을 支拂해야만 된다.

이 외에 표 1에서와 같이 우라늄 原鑛은 실제 原子爐에서 사용되기 약 2年前에 確保되어야 하며, 우라늄 契約에 必要한 時間도 대략 1년이 所要된다. 한편 우리나라의 資源을 開發하거나 海外的 資源을 開發할 때 資源의 精密探查에서 실제 生産까지는 약 8년이 所要된다는 것도 명심해야 할 것이다. 다시 말하여 우라늄 原鑛의 確保는 실제 사용시 훨씬 이전에 모든 對策이 강구되어야 함을 강조한다.

과거 우라늄 原鑛價格은 油類波動 以前에는 \$7~8/lb U₃O₈ 으로 거의 고정되어 왔으나 油類波動 以後에 급격이 上昇되었다. 다행히 昨年 年初부터 \$42/lbU₃O₈ 선에 머무르고 있다. 장차의 原鑛價格은 여러 사람들이 추정하고 있지만 油類波動과 같이 非正常的인 상황만 제외한다면 대략 年 3~6%로 上昇되리라 보고 있다.

II-2. 變 換

우라늄 原鑛, 즉 Yellowcake(U₃O₈)를 氣體擴散式의 濃縮施設이나 遠心分離式 濃縮施設에서 濃縮하기 위

표 4. 세계의 농축시설 현황

國 名	會 社 名	位 置	容 量 (百萬SWU)	運轉年度	濃縮方法	備 考							
美 國	DOE	Oak Ridge, Tenn.	17.2	1954	기체확산법	CIP, CUP 계획으로 27.7百萬SWU 용량증가(1984년 완료 예정)							
		Paducah, KY.		1954	"								
		Portsmouth, Ohio		1956	"								
	UEA	未 定	9	1983 (추진중)	기체확산법	Bethel, Good Year Tire & Rubber 合作추진							
	Exxon Nuclear	未 定	1	1981-82 (추진중)	원심분리법	3百萬SWU/年 증설예정							
소 련	Techsnab Export Siberia	Siberia	7(추정)	운 전 중	기체확산법	自由世界에 約 3百萬SWU/年 공급능력이 있는 것으로 알려짐							
							英·和·西 獨	URENCO	Amelo(和) Capenhurst(英)	1	1980 (건설중)	원심분리법	1990年 10百萬SWU/年 증설 예정
								佛·伊·스페인 벨기에	EURODIF	Tricastin(佛)	2.4	1978 (건설중)	기체확산법
加 南 阿 爾 방	CANADIF			추진중	"								
日 本 호 주			1	1984 (추진중)	Nozzle 식 원심분리법								

해서는 氣體形態인 UF₆로 變換해야 되는데 이 段階가 變換過程이다.

현재 自由世界에서 運轉 중인 變換施設의 總容量은 48,300 MTU/year 으로서 當분간 世界需要에 비해 供給力은 충분하다. 그러나 原子力發電需要의 계속적인 증가추세에다 美國 濃縮工場의 廢棄濃縮度 引上計劃 등으로 同變換需要는 계속 增加하게 되어 1977年 運轉目標로 추진중인 Kerr MacGee 의 5,000 MTU/year 容量의 增設이 계획대로 稼動된다 하더라도 1979年 이후 2年마다 5,000 MTU/year 規模의 新規設備를 요한다.

變換費는 지난 에너지波動 후에도 \$3.0~3.5/kgU 線의 안정된 價格構造를 지속하고 있다. 한국원자력연구소와 Kaiser 會社와의 共同研究報告書에 의하면 變換費는 需要增加와 世界的인 인플레이의 영향으로 年 3% 정도 인상될 것이 예상되고 있다.

현재 우리 나라의 입장으로서는

1. 현재 世界の 變換供給力은 충분하다고 판단되므로 그 確保方案은 競爭入札에 의한 長期契約締結을 추진함이 바람직하며,
2. 變換工場의 施設投資費는 크지 않으므로 技術導入이 가능하다면 變換施設의 國産化는 어려운 일이 아니다. 그러나 輕水爐燃料의 경우 海外에서 우리들 原鑛을 구입하여 國內變換施設에서 變換한 후 다시 海外濃縮施設로 再輸出하는 번거로움이 있으므로 가까운 시기에 國內變換工場을 設置할 필요는 없다고 본다.

II-3. 濃 縮

天然 우라늄의 核分裂性同位元素인 U-235의 含量은 0.711w/o 에 불과하며 나머지는 U-238이다. 輕水를 감속제로 사용하는 輕水爐나 흑연을 감속제로 사용하는 高漫가스冷却爐에서는 濃縮된 우라늄을 核燃料로 사용하는데, 輕水爐의 경우 약 3w/o, 高漫가스冷却爐는 약 93w/o의 高濃縮度를 요한다.

濃縮方法으로서는 氣體擴散法(Gaseous Diffusion Method), 遠心分離法(Ultra-Centri fugal Method), Becker's Nozzle 法 및 Laser 를 利用한 方法 등이 있으나 현재 氣體擴散法만이 技術적으로 實證되고 商業稼動되고 있다. 遠心分離法은 Pilot Plant 단계를 벗어나 商業的 生産段階로 轉換중이며, Laser 法 등은 實驗室段階를 벗어나지 못하고 있다.

自由世界에서 商業運轉 중인 濃縮設備는 美國에너지研究開發處의 세 濃縮工場 뿐이다. 그의 一部西方國家들이 소련으로부터 약간의 濃縮設備를 제공받고 있는 실정으로 油類波動 이후 현저하게 증기된 原子力需要에 부응키 위한 濃縮供給力確保가 原子力産業의 큰 과제

표 5. 농축 소요량(MT SWU)

		Scena- rio 1	Scena- rio 2	Scena- rio 3	Scena- rio 4	Scena- rio 5
75	연간					
	누적	179	179	179	179	179
80	연간	76	76	76	76	76
	누적	407	407	407	407	407
85	연간	159	159	159	450	450
	누적	1745	1745	2036	2063	2063
90	연간	387	889	1391	1391	1893
	누적	3580	4878	6013	6304	7502
95	연간	387	1611	2265	2683	3907
	누적	5615	11025	14114	16595	22005
2009	연간	387	1679	2551	3427	4702
	누적	7550	19132	26512	33170	33718

주 : tails assay=0.2 w/o

로 매두되고 있다.

美國 에너지研究開發處는 1973年 5月 所要契約(Requirement type contract) 方式을 지양하고 濃縮우라늄 初期 所要時間 8年前에 契約을 체결하는 長期固定契約(Long-term fixed commitment type contract) 方式으로 전환하고 그 契約條件을 엄격히 하였다.

중요한 契約條件을 간추리면

1. 濃縮우라늄 所要時期 8年前 一發電所商業運轉 10年前一 契約締結
2. 發電所契約容量의 200 MWe 범위로 上下限認定
3. 發電所容量 上限線(MWe)×\$3,300의 着毛金을 契約年度부터 3年間 均等支拂
4. 初期 10年分の 濃縮時期 및 濃縮作業量을 確定하고 發電所建設許可가 지연됐을 때 初期爐心을 제외한 交替燃料의 濃縮日程을 建設許可 지연만큼 年單位로 調整許用
5. 解約時에는 美聯邦告示로 결정된 基準에 따른 解約金 支拂

그러나 最近의 情報에 의하면 美國의 에너지研究開發處에서는 현재의 濃縮作業量이나 契約時期 등에서 엄격한 條件이 완화된 새로운 變動長期固定契約方法(Adjustable long-term fixed commitment type contract) 을 고려하고 있다.

또한 美國 에너지研究開發處에서는 1982年 4月 30日 이전 初期 濃縮우라늄이 所要되는 濃縮契約申請量이 濃縮供給量(擴張計劃分 포함)을 훨씬 초과하여 새로운 濃縮施設의 建設이 불가피하게 되었다. 그에 따라 에너지

研究開發處에서는 政府主導의 第4 濃縮工場建設을 검토함과 아울러 지금까지 비밀로 취급하던 氣體擴散式 濃縮技術을 民間에 公開, 民營濃縮工場建設을 강력히 추진하게 되었다.

현재의 世界濃縮施設現況은 표 4와 같다. 표에서 알 수 있는 바와 같이 현재 稼動中인 것은 美國의 3개 工場과 소련 뿐이며 全體需要量에 비해서 供給能力이 부족한 것으로 예견되고 있다.

현재까지 우리 나라의 濃縮關係는 美國에 전적으로 의존하였다. 다행히 古里 1,2號機 및 原子力 5,6號機에 대해서는 發電所全壽命期間에 걸쳐 美國과 長期固定契約를 체결하였지만 우리 나라에서 2000년까지 소요되는 누적소요량이 표 5에서 보는 바와 같이 가장 確率이 높은 Scenario 4의 경우 33,170 MTSWU에 이르므로 장차의 濃縮所要確保도 문제점으로 되고 있다.

濃縮工場을 우리 나라에서 建設하자면 엄청난 資本이 필요하므로 國內建設은 가까운 장래에는 實現可能性이 없는 것으로 보아야 할 것이다. 따라서 이 濃縮量確保를 위해서는 우선 다음과 같은 조치가 필요할 것으로 본다.

1. 프랑스가 추진하는 濃縮計劃인 EURODIF 와 CO-REDIF 및 英國, 西獨, 荷蘭의 3國이 추진하는 원심분리방식의 URENCO 計劃에도 장차 부단한 교섭을 통해 濃縮供給源의 多元化를 기하는 것이 濃縮供給源을 분산하는 의미에서 바람직하다.

2. 보다 長期的인 觀點에서 개발도상국들이 구상해야 할 것은 이러한 先進國으로부터 供給中斷이라는 최악의 사태를 감안하여 多國間濃縮技術에 관한 共同研究를 추진해야 할 것으로 본다.

3. 가능한 한 濃縮所要量을 줄이기 위해 世界의 濃縮需給狀況을 면밀히 검토하여 原子力發電所建設時 濃縮施設이 필요없는 CANDU型 重水爐를 도입하는 것도 한 방법이 될 수 있다. 그러나 이러한 爐型選定問題는 濃縮 이외에 다른 여러 문제와 複合的으로 다루어 판단되어야 한다.

4. 輕水型原子爐의 경우, 원자로에서 연소과정을 거쳐 나온 우라늄과 플루토늄을 다시 사용하는 U-recycle 혹은 Pu-recycle 核燃料週期體制를 추진하는 것이다. 참고로 우라늄만을 재사용하는 경우는 濃縮所要量이 약 15%, 플루토늄도 함께 사용하는 경우는 약 30% 정도 절감된다.

미국 에너지 研究開發處의 濃縮價格은 1962년에는 \$37.29/kg-SWU 이었으나 平均年 7%로 상승하여 현재는 \$62.25/kg-SWU 로서 半年마다 2% 정도 상승하리라 한다. 그러나 앞으로 가능한 미국의 民間工場이나

유럽의 濃縮工場의 濃縮서비스價格은 이 보다 훨씬 높은 \$100kg/SWU 이상이 되리라고 본다.

I-4. 成型加工

輕水爐의 成型加工은 濃縮 UF_2 를 UO_2 粉末로 變換하는 과정과 UO_2 粉末은 燒結→壓縮→pellet→核燃料棒→核燃料集合體로 만드는 과정으로 나눌 수 있다. 重水爐의 경우는 U_3O_8 을 天然 UO_2 로 變換하는 과정과 天然 UO_2 를 核燃料集合體로 만드는 과정을 생각할 수 있다.

현재의 世界成型加工供給力에는 여유가 있으므로 이 成型加工서비스를 받기는 별로 어렵지 않다. 또한 技術的인 면도 많이 알려져 있고, 成型加工費의 약 50%가 勞動賃金이므로 우리나라와 같은 개발도상국으로서 國產化가 바람직한 核週期成分이다.

重水爐의 경우 年產 100 MTU의 核燃料를 생산하면 700 MWe 급 原子爐의 核燃料를 공급할 수 있다. 또한 所要人員도 약 100명 정도이며 1 MTU/day 規模의 生産工場建設費는 變換工場과 加工工場을 합쳐 \$670만(1972年 價格)이 든다.

경수로는 低濃縮 우라늄을 연료로 사용하기 때문에 MWe 당 成型加工所要量이 重水爐에 비해 적어서 1 MTU/day 規模의 成型加工工場生産量으로 600 MWe 容量 10機 이상의 수요를 충족할 수 있다. 1 MTU/day 容量의 LWR 核燃料成型加工工場을 1日 3교대로 운전할 때 소요되는 人員은 약 350명으로 그 建設費는 \$1200만(1974 價格)이 소요된다.

우리나라 경우 이 成型加工確保策은

1. 世界供給力에 여유가 있으므로 所要時間에 입각 경쟁방식으로 契約를 추진하며,

2. 成型加工工場建設費가 他燃料産業에 비해 적게 소요되며 運轉費 중 人件費가 차지하는 비중이 크므로 우리나라와 같이 良質의 勞動力이 풍부한 나라에서는 國產化하기에 적합한 産業이다. 우선 Pilot plant를 건설하여 技術을 습득한 후 1980年代에 國產化를 추진함이 바람직하다.

마지막으로 成型加工은 全體核週期成分의 基準이 되므로 그 契約가 가장 복잡하며 중요하다. 따라서 成型加工契約時에 포함되어야 할 몇가지 사항을 언급한다.

1. 成型加工契約시에는 핵연료設計(Nuclear, Thermal-hydraulic and Mechanical design) 사항이 포함되어야 한다. 즉 U-235 濃縮度, 燃焼度 및 再處理工場에서의 적합성 등이 보장되어야 한다.

2. 核燃料가 原子爐內에서 規定된 燃焼期間동안 확실히 燃焼될 수 있다는 것을 보증해야만 되며,

3. 모든 다른 核週期成分의 lead/lag time은 이 成

型加工時點을 기준으로 계산되므로 成型加工時期를 확실히 해야 하며, Bid evaluation 에서도 加工量 뿐만 아니라 技術的 면도 충분히 검토되어야 한다. 좀 더 광의적으로 보면 發電所의 最終安定性報告書에 대한 보증은 成型加工業者가 해야 된다.

Ⅲ-5. 既使用 核燃料 貯藏

輕水型原子爐의 典型的인 核燃料週期는 原子爐內에 燃燒된 후 나온 既使用核燃料도 상당한 가치가 있으므로 이를 再處理하여 우라늄과 플루토늄을 分離, 回收하여 다시 使用하는 것이 원칙이지만 最近의 美國의 再處理中止措置와 再處理供給能力의 부족에 따라 既使用核燃料를 어떻게 貯藏, 處理하느냐가 當면한 艱難한 問題의 하나로 되고 있다.

우리나라에서 2000년까지 處理해야 할 既使用核燃料의 量을 原子力發電所建設計劃 Scenario 別로 보면 표과 같다. 重水爐의 既使用核燃料는 輕水爐의 4배나 되나 봉괴열이 적고 특히 浸漬問題는 고려할 필요조차 없으므로 貯藏은 필선 용이하다.

현재까지 알려진 既使用核燃料의 貯藏方法으로는 水冷式, 空冷式 및 Salt-mine 利用方法이 있다. 水冷式은 주로 發電所 부지내에 설치하며 空冷式은 中央集中管理가 원칙으로 發電所에서 약 5年間 貯藏한 燃料를 다시 貯藏하는 것이다. Salt-mine 을 이용한 貯藏법은 美國 Oak Ridge 연구소에서 研究된 것으로 核燃料를 Containter 에 넣어 Salt-mine 內에 貯藏하는 방법이다.

새로운 既使用核燃料貯藏曹를 建設하자면 많은 投資와 時間이 요구되므로 既存貯藏施設을 活用하여 貯藏능력을 擴張하는 方法의 하나로 Spent fuel rack 의 配列간격을 줄여 많은 核燃料를 貯藏할 수 있도록 하는 것이다. 이미 고리 1호기에 대해서는 韓國原子力研究所에서 既使用燃料貯藏曹 容量 4/3 cores 를 14/3 cores 로 늘이는 작업을 수행하였다.

그러나 아직은 既使用燃料貯藏問題의 解決方案은 초기 단계에 머물고 있어 貯藏에 소요되는 費用도 推산하지 못하고 있는 실정이다. 수개의 資料를 근거로 한 현재까지 알려진 貯藏비용은 \$50~250/kg-HM 로 보고 있다.

이러한 시점에서 우리가 취할 수 있는 方案은 대략 다음과 같다.

1. 既使用核燃料의 再處理는 1990年代 중반에나 實現될 전망이므로 앞으로 國內에 建設될 原子力發電所는 최소한 10年分의 既使用核燃料를 貯藏할 수 있도록 設計되어야 하며 가능한한 모든 原子爐의 貯藏조를 공동으로 사용토록 해야 한다. 古里 1號機는 燃料貯藏조 擴

표 6. 기사용 핵연료량(MT HM)

		Scena- rio 1	Scena- rio 2	Scena- rio 3	Scena- rio 4	Scena- rio 5	
80	PWR	연간	15	15	15	15	15
		누적	30	30	30	30	30
	CANDU	연간	—	—	—	—	—
		누적	—	—	—	—	—
85	PWR	연간	15	15	15	15	15
		누적	115	115	115	115	115
	CANDU	연간	87	87	87	87	87
		누적	174	174	174	174	174
90	PWR	연간	79	79	102	102	102
		누적	416	416	462	462	462
	CANDU	연간	438	319	203	203	87
		누적	1192	1063	725	725	609
95	PWR	연간	79	187	241	264	373
		누적	811	1088	1316	1380	1660
	CANDU	연간	2022	1324	1053	783	87
		누적	7631	5142	3650	3132	1044
2000	PWR	연간	79	311	458	605	837
		누적	1206	2395	3078	3661	4854
	CANDU	연간	4031	2870	1981	1247	87
		누적	24105	16447	12321	8621	1479

張事業이 進行 중에 있지만 古里 2號機도 현재의 貯藏조는 7/3 cores 分이므로 이를 확장해야 한다. 月成 1號機는 貯藏조용량이 10年分이므로 현재로서는 再設計나 增設의 必要性은 없다.

2. 우리나라 형편으로서는 核燃料의 安定確保上 일종의 에너지源인 既使用燃料를 반드시 再處理하여 다시 쓸 수 있게 해야 하며 永久貯藏을 생각할 수는 없다. 다시 말하여 U-recycle 이나 Pu-recycle 이 이루어지도록 적극 추진해야 한다. 즉 核供給國이 再處理中止 및 再處理技術禁輸措置를 해제하거나 核輸入國의 既使用燃

核를 再處理하여 플루토늄만 購入하는 政策을 수립토록 노력해야 된다.

3. 그의 Throw-away 核週期에서 우리나라의 利用度를 높이는 原子爐設計研究나 核燃料管理研究도 추진하는 것이 바람직하다.

Ⅱ-5. 輸送, 再處理 및 再變換

Ⅱ-5-1. 輸 送

核物質을 輸送하자면 특별한 포장과 취급이 요구되며 특히 既使用燃料의 경우는 그 條件이 엄격하여 특별히 設計된 cask 에 넣어 운반해야만 된다. 輸送은 대개 트럭, 철도 및 海上輸送으로 나누며 특수한 경우에 航空輸送도 고려된다. 우리 나라에서 核燃料를 美國이나 유럽에 수송하여 再處理한다고 가정하면 輸送費用은 대략 \$100/kgHM 以上이 될 것으로 본다.

국내에서 核燃料輸送施設을 갖추려면 우선 ① Cask 혹은 Container, ② 포장, 輸送(專用船舶 포함) 및 取扱施設, ③ 輸送關聯諸規程完備, ④ 保險 및 ⑤ 輸送에 따른 경호와 감독을 할 수 있는 諸條件을 갖추어야만 된다. 현재 이러한 條件을 갖춘 會社는 세계적으로 數個 會社 뿐이다.

Ⅱ-5-2. 再處理

原子爐에서 燃燒된 既使用核燃料는 既使用核燃料貯藏場에서 약 6개월간 냉각된 후 再處理工場에 輸送되어 殘存 우라늄과 플루토늄이 回收된다.

現在 美國에서는 稼動中인 再處理工場은 없으며 원래 NFS, GE, ASNS 및 Exxon Nuclear 등에서 再處理工場을 設立하기로 계획되었지만 再處理中止措置로 그 工事が 중단되었다. 영국의 BNFL에서는 400 ton/year 規模로 현재 稼動되고 있고 불란서의 CEA, 日本의 Tokaimura 工場 등이 있다. 즉 再處理供給能力은 절대 부족하여 미국의 再處理中止措置가 없었다 하더라도 우리나라는 1990년까지 再處理서비스를 받기 힘든 형편이었다.

再處理工法中 가장 널리 사용되는 方法은 Purex 法으로 tribual phosphate 물 용매로 하여 우라늄과 플루토늄을 분리한다. 再處理工場은 既使用燃料收受 및 저장施設, 燃料集合體機械의 分解施設, 再處理施設, 우라늄 및 플루토늄 선적시설, 核分裂生成物貯藏施設 등으로 되어 있고 Safe guard 및 高放射能處理가 가장 어려운 문제로 알려져 있다. 再處理施設建設費는 1500MT/year 규모일 때 약 \$6억이 소요될 것으로 보며 이 規模는 경수형원자로 50機에서 나오는 核燃料를 처리할 수 있다. 再處理費用은 과거에는 \$100/kg-HM 이하라고 알려져

왔지만 현재에 와서는 \$350/kg-HM 정도로 보는 것이 타당하다.

輕水型原子爐의 U-recycle 혹은 Pu-recycle 核週期는 Throw-away 週期에 비하여 經濟性, 폐기물 처리 및 우라늄 資源活用면엔 有利하나 先進核輸出國間의 再處理商用化 지연으로 世界的인 容量不足은 상당한 기간 동안 지속되리라 보며 특히 美國의 核非擴散優先政策으로 우리나라는 잠정적으로 Throw-away 週期를 채택해야 하는 것이 現實的 條件으로 예상된다.

그러나 長期的으로 볼 때 우리나라는 既使用核燃料의 長期貯藏으로 발생하는 經濟적 문제와 資源의 효율적 이용을 위하여 재처리가 불가피하게 될 것이 분명하다.

우리나라가 필요로 할 再處理 서비스는 美國 등 輸出國에서 供給받거나 인접 국가와 공동으로 再處理事業을 수행하여 해결해야만 된다. 우리나라는 使用核燃料 및 Hot waste 의 원거리수송, 回收 등을 감안하면 후자의 方法이 바람직하다. 따라서 우리나라는 Regional multinational venture 에 적극 참여토록 해야 하겠다.

Ⅱ-5-3. 再變換

再處理工場에서 回收된 우라늄은 UNH→UO₂ 로 再變換工場에서 變換한 후 다시 濃縮 혹은 成型加工工場을 거쳐 原子爐에 再使用된다.

現在 再變換工程은 需給面이나 技術的인 면에서 큰 문제가 없으며 再變換費用 역시 \$5/kg 정도로 全體 核週期上에 큰 몫을 차지하지 못하고 있다.

Ⅱ-6. Throw-away 核燃料週期の活用

앞에서도 부분적이거나 여러번 언급된 바와 같이 輕水爐의 基本設計概念이 既使用核燃料의 再活用に 있었음에도 불구하고 Throw-away 核週期가 우리나라에 심각한 問題로 되고 있다. 즉 再處理工程의 開發이나 商用化가 先進核輸出國間에 지연되고 있고, 自由世界各國의 再處理商用化가 적극적으로 추진된다 해도 再處理供給量은 계속하여 2000년까지 需要量에 못미칠 전망이며, 우리나라에게 再處理 서비스를 제공할 수 있는 가장 有力國家인 美國 자체에서 核非擴散最優先政策으로 再處理關聯事業을 보유하고 있어 Throw-away 核週期는 앞으로 20세기 말까지는 우리나라의 불가피한 現實로 여겨진다.

이러한 상황에서 우리나라는 다음과 같은 조치가 이루어져야 될 것으로 본다.

1. 2000년까지 총 35機의 原子力發電所를 稼動시킬 우리나라는 이미 確定된 5機 이후의 發電爐型을 Throw-away 機週期の 전제하에서 核燃料를 最大活用할 수 있

고 안정된 供給을 保障받는 조건으로 選定토록 해야 하며,

2. 爐型選定時, 현재 고려될 수 있는 爐型인 輕水爐와 重水爐의 混合比率 및 時期에 대해서 좀더 자세한 검토가 있어야 될 것이다.

3. 당분간 Throw-away 核週期를 전제로 輕水爐와 重水爐는 再處理를 할 수 없다고 보고 核燃料貯藏問題를 再考되어야 한다.

4. 또한 Throw-away 核週期를 최대한 利用할 수 있는 研究, 開發을 추진해야 하며,

5. 長期的으로 볼 때 Throw-away 核週期로는 에너지 問題解決이 어려우므로 Pu-recycle 核週期나 高速增殖爐의 등장이가 불가피해질 것이므로 이에 대비한 再處理, Pu-recycle 研究 및 高速增殖爐開發研究에 힘써야 된다.

II-7. 爐心管理

지금까지는 原子爐外部에서의 核燃料管理에 관한 사항이며, 爐心管理는 發電所稼動以後 原子爐의 爐心狀態를 파악하여 경제적이고 안전한 原子爐運轉을 지원하는 기술로서 原子力發電所를 건설, 운전하고 있는 각 회사에서 그에 대한 관심이 높아지고 있다. 美國을 비롯한 日本, 대만 등지에서는 發電會社 자체내에서 爐心管理能力를 배양하기 위한 노력을 계속하고 있으며 우리나라에서도 韓國原子力研究所와 韓國電力을 중심으로 研究되고 있긴 하나 이에 대한 보다 적극적인 연구개발이 필요하다.

爐心管理의 주요한 역할은 核燃料燃焼狀態를 파악하여 앞으로 일어날 일을 예측하고 그에 대처하며, 經濟的인 核燃料交替計劃과 原子爐運轉計劃을 수립하며, 現場으로부터의 測定值를 分析計算值와 規格化함으로써 보다 安全하며 經濟的인 운전을 할 수 있도록 技術的인 지원을 한다.

美國 등 原子爐供給會社와 가까운 거리에 있는 電力會社의 爐心管理 그룹은 대개 정상운전 중에 爐心分析을 위한 能力을 개발하는데 그치며 핵연료설계 등 깊은 분야의 개발에 크게 흥미를 갖지 못한다. 실제의 爐心內 관리문제는 原子爐 건설회사나 원자력관계 용역회사에 用役을 주어 解決하고 있다. 그러나 우리 나라와 같이 原子爐 건설회사와 먼 거리에 있어 事故時에 대처할 能力이 부족하고 그 解決方法을 原子爐 공급자로부터 입수하는 데는 많은 時間이 소요되므로 國內에서 깊은 爐心分析能力培養이 필요하다. 이러한 爐心分析能力은 原子爐 설계나 成型加工工場 건설운전時 技術적인 지원을 할 수 있다.

爐心管理는 수명의 人員이 相互 지원함으로써 可能하며 爐心管理 그룹의 人員선정과 훈련을 위하여 發電所 上業운전 4~5年前, 그에 소요되는 人的 構成을 마치고 적절한 훈련과 經驗을 쌓아야 한다.

II-8. 國際核燃料週期評價(INFCE, International Fuel Cycle Evaluation)

現在의 核燃料週期에 대한 世界各國의 現實的 代案을 提示하여 國際的으로 實踐possible한 政策을 마련코자 美國의 提議로 原子力輸出國과 輸入國으로 評價團을 조직하여 國際核燃料週期評價作業이 수행되고 있다. 먼저 1977年 10月末에 第1次 會議를 소집하여 作業方法과 범위를 確定하였다. 즉 核燃料週期評價를 8개의 전문분야로 나누어 實務作業만을 편성하고 作業期間을 2年以內, 경비는 참가국이 부담하며 國際原子力機構(IAEA)가 간사역할을 하게 되었다.

INFCE의 8개 전문분야는 다음과 같다.

1. Fuel and Heavy Water Availability
2. Enrichment Availability
3. Assurances of Long-term Supply of Technology, Fuel and Heavy Water and Services in the Interest of National Needs Consistent with Non-proliferation
4. Reprocessing, plutonium handling, Recycle
5. Fast Breeders
6. Spent Fuel Management
7. Waste Management and Disposal
8. Advanced Fuel Cycle and Reactor Concepts

우리나라도 이 INFCE에 적극 참가하기로 하여 제 8분과에서 Romania, USA와 함께 共同議長國으로 선출되었다. 현재 3개 分科에서는 연구테마를 가지고 직접 참여하고 나머지 分野에서는 情報수집을 하는 것으로 되어 있으나 具體的인 정보수집 방안이 미비한 것으로 알고 있다. 따라서 여기서는 이 INFCE 참여방안에 대해서 몇가지 事項을 檢討하며 건의하겠다.

1. 現在의 상황으로서는 우리나라는 Throw-away 核週期 밖에 채택할 수 없다고 보지만 우리의 立場으로서는 장래에는 반드시 再處理過程을 거치는 核週期體制가 되어야 하므로 第4分科(Reprocessing, Plutonium handling, Recycle)에 가장 적극적으로 참여해야 한다.

2. 조속한 시일내에 정보를 수집하는 방법을 구체적으로 만들어야 되며 특히 위의 第4分科에 대해 더욱 노력해야 되겠다.

3. 研究課題로 참가하지 않는 分科에 대해서도 評價

者들과 갖은 접촉으로 그들의 核週期評價結果報告書에 우리의 입장이 반영되도록 유도해야 하겠다.

4. 우리 나라가 共同議長國으로 되어 있는 第8分科를 원활하게 운영하기 위해 과학기술처, 한국원자력연구소 및 한국전력주식회사 등 관련기관에서 적극적으로 지원해야 하며 여러 여건이 가능하다면 第8分科에 대한 國際會議도 개최해 볼 수 있다.

5. 研究課題 수행을 위해 人員, 경비면에서 적극적인 지원으로 훌륭한 結果가 나오도록 세심한 노력이 필요하다.

Ⅲ. 結 論

原子力發電所의 發電單價中 核燃料費는 약 30%를 차지하며, 經費面에서는 建設費에 미치지 못하나 일단 發電所가 建設되어 發電을 시작하면 그 이후 原子力發電所에서 발생하는 거의 대부분의 問題는 核燃料管理門題로 安定된 核燃料供給과 그 管理가 原子力發電所를 계속 유지시키는 데에 關連이 있다.

資源이 부족한 우리 나라로서는 急增하는 電力需要에 대처하기 위해 原子力發電은 불가피하고 이 原子力發電所를 원활하게 유지토록 하는 核燃料管理에 대해서, 資源도 輸入해야 하고 再處理를 할 수 없는 불가피상황 등 우리 나라의 실정을 고려하여 검토해 보았고 다음과 같은 結論을 맺는다.

1. 核週期上의 여러 問題點中 가장 시급한 것은 安定된 우라늄 原鑛確保로서

가. 短期的으로는 國際 우라늄 原鑛市場狀況을 계속 파악하고 여러 가지 구입방법을 모색하여 재빠른 판단으로 購入, 確保토록 해야 하며,

나. 核燃料市場이 安定된 後에는 가능한한 10~15年의 所要分을 長期購入토록 해야 한다.

다. 그의 海外鑛山開發에도 投資하며, 國內資源은 유사시에 대비하여 사용할 수 있도록 대비해야 한다.

2. 國際核燃料評價作業에 좀더 적극적인 자세로 참여하고 특히 再處理, 플루토늄取扱 및 플루토늄 再循環技術에 대한 많은 정보를 수집하며 장차 재처리 過程을 통한 核週期體制가 되도록 유도해야겠다.

3. 既使用核燃料貯藏問題는 우선은 각 原子力發電所

마다 적어도 10여년간 저장할 수 있는 규모의 저장조를 갖도록 해야 되며 長期的으로 共同貯藏施設의 설치에도 노력해야 한다.

4. 核燃料週期分析 및 爐心管理研究에 적극적인 지원이 요청된다. 核燃料市場의 동태분석과 核燃料政策樹立에 정보를 제공해 줄 核週期分析研究 및 確保된 핵연료를 가장 경제적이고 안전하게 이용하는 核燃料爐心研究를 적극 지원해야 한다.

5. 濃縮 서어비스 확보에 노력해야 한다. 미국과의 적극적인 교섭으로 우라늄 농축 문제에 차질이 없도록 해야 하며 美國 이외의 다른 國家에서 濃縮供給을 받는 供給源의 多元化도 고려해야 겠다.

6. 이미 추진되고 있지만 成型加工 같은 經濟性이 있고 技術習得이 용이한 核週期成分은 國產化하도록 노력해야 한다.

참 고 문 헌

1. "원자력발전 계통연구", 한국원자력연구소(1975)
2. "원자력발전계통 및 원자력발전소 부지조사에 관한 연구", 한국원자력연구소(1974)
3. "Long-Range Nuclear Power Program Study for the Republic of Korea," Kaiser Engineers and Constructors(1974)
4. "Nuclear Fuel Management Workshop," Nuclear Utilities Services(1975)
5. "중수형발전로의 타당성검토", 한국원자력연구소(1978, 미발표)
6. J. Kostuik, "Future Uranium Supply and Demand," Energy Policy, Vol. 5, No. 2(1977)
7. "Nuclear Fuels Policy," the Atlantic Council of the United States(1976)
8. S.H. Chen and Yip, "Technical Justification of Heavy-water Power Reactor in a Developing Nation," Massachusetts Institute of Technology (1977)
9. "Final Safety Analysis Report of Kori Unit 1," Korea Electric Company(1976)