

〈해설〉 우리나라 電力事業에 있어서 原子力 發電의 展望

— 西紀 2000年을 내다보며 —

金 鍾 珠

韓 國 電 力

(1974년 6월 13일 접수)

I. 電力需要 展望

1) 電力需要의 繼續인 增加

生産水準의 向上과 더불어 使用에 가장 便利한 電力의 需要는 繼續으로 增加하는 趨勢에 있는 것이 世界的인 傾向이며 우리나라는 特히 經濟開發의 成功에 힘입은 工業用 需要의 急激한 增加와 國民所得 增大에 따른 家庭用 電力使用의 急増, 農村電化事業의 成功的인 擴大等으로 세계에서 그 類例를 볼 수 없을 만큼 빠른 速度로 增加하여 왔다. 이 趨勢는 將來에도 繼續될 것으로 豫想되며 (그림 1) 및 (表 1)에서와 같이 1972—1976年 15.3%, 1977—1981年 16.1%, 1982—1986年 10.8%로 推定되고 있다. 여기에 筆者가 1987—2000年 14年間 平均 電力需要 成長率을 10%로 想定하여본 結果로 最大電力需要가 2000년에 5,140萬 kw로 되었다. 이것은 1974年 最大 電力需要 287萬 kw의 約 18배에 該當하며 같은 26年間 即 1948年—1974年間의 成長 約 26배에 比하면 큰것도 아니나, 特別한 事情變化가 —統一

그림 1. 우리나라 電力需要曲線

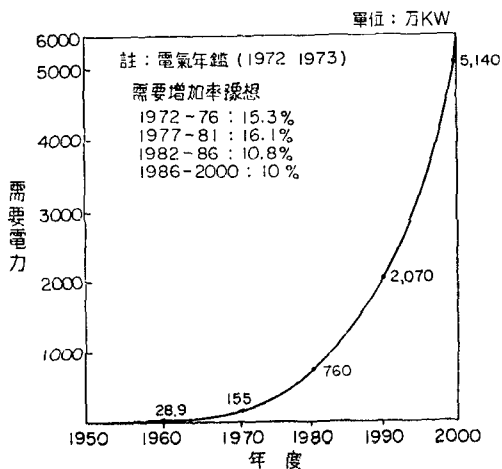


表 1. 우리나라 電力需要推定值

(單位: MW)

年度	1974	1981	1986	1993	2000
內譯					
施設容量	4,721	9,971	16,416	30,826	61,651
可能出力	4,311	9,083	15,225	29,318	58,566
最大電力需要	2,873	7,738	12,844	25,688	51,376
豫備電力 (率—%)	1,438 (50.1%)	1,045 (17.4%)	2,381 (18.5%)	3,670 (14%)	7,190 (14%)

註: □ 作成者推定值

이 되든지, 戰爭이 發生하던지 등 — 없다면 筆者의 생각으로는 西紀 2000년에 있어서의 最大 電力需要 5140萬 kw는 적어도 $\pm 10\%$ 의 誤差範圍內로 맞을 것이라고 생각한다. 換言하면 4,600萬kw—5,600萬kw로 될 것으로 豫想된다.

2) 源別 發電設備

二次에너지인 電力의 需要가 前述한바와 같이 크게 늘어 그 最大 電力需要는 1974年 287萬kw, 1981年 774萬kw, 1986年 1,284萬kw 그리고 2000년에는 5,138萬kw로 豫想되고 있다. 이렇게 急激히 增大하는 電力需要를 充足시키기 爲하여 一次에너지源의 形便을 檢討하여야 하겠다. 에너지源의 國內資源으로는 無煙炭과 水力, 그리고 潮力資源이 商用化 될 수 있는 것들이다. 이밖에 風力, 太陽熱등도 생각할 수 있겠으나 將來에 期待할 對象으로 남겨두고 여기서는 大勢에 影響을 주지도 못할 것으로 看做, 一旦 水力, 石炭 및 潮力에 關해서만 생각해 보기로 하자. 水力은 從來 經濟的으로 開發可能한 水力發電力을 200萬kw程度로 보아 왔으나 油類價引上으로 因한 相對的인 水力開發의 經濟性 有利, 多目的開發로 因한 經濟性 提高等を 勘案하여 310萬kw程度는 開發 可能한 것으로 볼 수 있다. 여기에 電力에너지

의 생산에는 도움이 되지 않지만 最大 電力供給에는 役割을 할 수 있는 揚水發電 約 300萬kw의 開發이 可能하다고 보아 2000년에는 水力 610萬kw가 開發되는 것으로 보았다. 이것은 全體 施設容量 6,165萬kw의 約 10%에 該當한다.

다음 無煙炭은 그 可採埋藏量이 從來 約 5億屯으로 보았으나 이것도 油類價 上昇으로 約 倍인 10億屯은 될 것으로 볼 수 있을 것이다. 그러나 年間 生産量은 漸漸 深部 採掘을 해야하는 生産 過程上의 制約, 生産地에서 需要地까지의 輸送 陸路等으로 約 2,000萬屯으로 限定될 것이라는 것이 專門家들의 共通된 意見이다. 요즈음(昨年, 今年) 石炭의 民需가 크게 增加하여 發電用으로 割愛할 수 있는 量은 100萬屯 以內에 머무를 수 밖에 없었다는 事情을 勘案하면, 또 油類價는 앞으로 現價格보다 下落하지는 않을 것으로 보고 또 生活水準의 向上으로 家庭用으로도 不便한 燃料인 石炭의 需要가 減退할 것으로 보더라도 2000년에 가서 發電用으로 割愛될 수 있는 石炭의 量은 約 300萬屯을 넘지 못할 것으로 보았다.

施設容量 6,165萬kw의 90%가 火力과 原子力으로 充當되어야 하고 原子力이 火力에 比하여 有利한 點이 많지만 그렇다고 앞으로 建設하는 全 發電施設을 原子力에만 依存할 수 없는 여러가지 事情 即 原子力은 火力에 比하여 建設工期가 너무 길고, 初期投資가 많아 資金調達이 어려운 點, 그보다도 더 重要한 것은 原子力은 아직 商用 大型爐가 壽命期間 30年の 運轉經驗을 갖지 못했다는 點, 廢棄物 處理問題의 未解決 등을 감안하여 2000년에 있어서의 原子力 構成比를 60%, 나머지 30%를 從來의 火力으로 推定하여 보았다.

한편 潮力發電의 有利한 地點이 西海岸에 많으며 그 包藏潮力도 過去의 300萬kw 說에서 近來에는 大規模로 4,000萬kw 說까지 나오고 있다. 勿論 두가지가 다 可能할 것이나 要는 經濟性 問題라고 생각된다. 經濟性이 있다고 主張하는 側은 建設費를 kw當 500弗以下로 보고, 아직은 經濟性이 없다고 主張하는 側은 그것을 1,000弗以上으로 推定하고 있다. 그러나 確實한 基礎調査가 없는 現段階에서는 어느 主張이 옳다고 할 수 없으며 相當히 長期間(5~10年) 着實하게 基礎調査를 한 후 그 結果에 依해서 判斷해야 할 것이다.

一段 여기에서는 考慮하지 않았으나 開發價値가 認定되면 在來火力의 一部와 代替되어야 할 것이다. (萬若 그 開發規模가 몇 千萬 kw로 된다면 이야기는 相當히 달라지겠지만)

勿論 26年後의 일이고 그동안 豫期치 않은 어떠한 政治的, 經濟的인 事態가 있을지 누구도 豫測할 수 없는

表-2. 우리나라 源別發電設備

源別	年度	1974	1976	1981	1986	1993	2000
		萬kw	萬kw	萬kw	萬kw	萬kw	萬kw
水力	萬kw	62	71.5	207	276	463	610
	%	13.2	12.5	20.9	16.8	15	10
原子力	萬kw	—	59.5	240	660	1,540	3,700
	%	—	10.4	24.0	40.2	50	60
火力	萬kw	410	440	550	710	1,080	1,840
	%	86.8	77.1	55.1	43.0	35	30
計	萬kw	472	571	997	1,640	3,083	6,165
	%	100	100	100	100	100	100

註: □ 作成者推定值

形便을 勘案하면 西紀 2000년에 있어서 發電施設의 源別 構成比를 미리 推定한다는 것은 正確을 期할 수는 없으나 現在 知識으로 最善의 豫想을 하여 電力事業의 將來를 判斷하는 資料로 삼는다는 것은 意義가 있는 것으로 생각한다. 우리나라 源別 發電設備의 西紀 2000년까지의 推定值 및 構成比는 (表 2)와 같다.

3) 世界 原子力發電 建設計劃想定

西紀 2000年 까지의 需要想定, 發電所 源別 構成比 推定案은 先進各國에서 하고 있으며 지난 1973年 6月 15日字 Electrical Week 誌에 發表된 世界 主要地域의 全體 施設容量과 그중 原子力이 차지하는 比重은 (表 3)과 같다. 여기에서 보는 바와 같이 美國에 있어서 原子力의 構成比가 1970年 1.8%, 1975年 10.5%, 1980年 30.5%, 1985年 42.1% 그리고 2000년에는 75.5%로 豫測되고 있다. 한편 世界全體를 보면 1970年 1.65%, 1980年 13.6%, 1990年 30%, 그리고 2000년에는 46%로 되어 있다. 우리나라의 境遇 西紀 2000년에 있어서의 原子力 構成比를 世界 平均 46% 보다 높은 60%로 본것은 너무 높다고 評할 수도 있겠으나, 一次에너지의 輸入 依存度가 1981년에 이미 60%를 넘을 것이라는 點 燃料費에 있어서 核燃料費가 油類專燒 火力 燃料費의 6分之1에 不過하다는 點, 輸送과 貯藏에 있어서도 核燃料가 越等하게 優秀하다는 點等を 勘案하면 그 程度의

表 3 世界原子力發電建設計劃想定表

(單位: 1,000MW)

國 家	區 分	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
美 國	原 子 力	6.5	55	135	280	505	850	1380
		1.8%	10.5%	19%	30.5%	42.1%	57.3%	75.5%
	計	360	503	711	917	1,200	1,480	1,830
西 歐 地 域	原 子 力	8.8	27	75	180	340	570	900
		2.95%	6.9%	14.6%	26%	37.8%	47.6%	58.9%
	計	296	390	515	692	900	1,195	1530
東歐 및 共産아시아	原 子 力	15	8	38	97	200	360	600
	計	260	360	500	685	900	1,200	1,580
其 他 地 域	原 子 力	2	18	63	130	220	360	550
	計	225	365	560	840	1,225	1,780	2,470
世 界 合 計	原 子 力	18.8	108*	311	687	1,265	2,140	3,430
		1.65%	6.67%	13.6%	22%	30%	38%	46%
	計	1,141	1,618	2,286	3,134	4,225	5,655	7,410

註: Electrical Week 1973. 6. 15

表 4. 經濟性比較 (1968年)

區 分	PWR	BWR	AGR	火 力
施設容量(KWN)	479,412	524,778	645,811	505,677
總建設費(1,000\$)	110,196	112,119	138,797	67,172
建設單價(\$/KWN)	230	214	215	133
送電端發電原價(mills/kwh)	6.301	5.850	5.551	6.520

註: 原子力發電所 建設을 爲한 妥當性 報告書
(Buns and Rue 1968. 10. 15)

原子力 比重은 결코 過多하지 않다고 생각된다.

Ⅱ. 原子力發電의 經濟性

1) 發電原價面에서

앞으로 發電用 一次에너지는 먼저 國內資源인 水力, 石炭, 潮力을 가능한 限 開發 活用하고 그래도 全體의 60%가 넘을 것으로 推定되는 輸入에너지 中에서 原子力에너지 開發에 嚴重해야 하겠다는 것이 지금까지의 이야기 줄거리였다. 原子力에 注力해야 하겠다는 理由들 中에서 가장 重要한 것이 그 經濟性이다.

1968年 原子力發電의 經濟性을 檢討하기 爲하여 美國 技術用役會社인 Burns and Roe社에 用役을 준 일이 있다. 그 報告에 依하면 (表 4)에서 보는 바와 같이 建設費에 있어서는 原子力이 kw當 214弗 乃至 230弗인데 反하여 火力은 133弗로 原子力의 約 60%로 低廉하나 燃料費가 原子力이 火力의 約半 程度로 싸기 때문에 送電端 發電原價는 原子力이 5.551—6.301 mills/kwh인 데 比하여 火力은 6.520 mills/kwh로 原子力이 有利한 것으로 報告되었다. 그러나 이 程度의 差異로 原子力의 經濟性이 火力에 比하여 有利하다고 結論짓기는 어렵기 때문에 一步 양보하여 經濟性 面에서는 같다고 보더라도 將來 原子力이 더욱 有利해 질 展望이 보이고 언젠가는 原子力發電에 발을 내딛어야 한다고 判斷하여 595,000kw級の 古里原子力 1號機가 着手된 것이다.

그 後 事態는 크게 變했다. 火力發電用 Bunker C油 값이 從前 바렐當 3.23弗 하던 것이 1974年 4月 8日에 10.56弗로 約 3倍나 暴騰하였다. 1974年 4月 以後 Bunker C油 값을 基準한 1976年 竣工豫定인 原子力 및 火力發電所의 發電原價 比較는 (表 5)와 같이 固定費는 原子力 7.454 mills/kwh, 火力 3.324 mills/kwh로 原子力쪽이 火力의 2.2倍로 크나 燃料費에 있어서는 原子力 2.5 mills/kwh, 火力 14.78 mills/kwh로 原子力이

表 5. 經濟性比較 (1976年)

		1974. 4.			
區 分		原子力(輕水爐)		火力(油專燒)	
出 力		595 MWG		600 MWN	
建 設 單 價		385 \$/KWG		181\$/KWN	
發 電 所 利 用 率		80%		80%	
年 間 固 定 費 率		12.87%		12.87%	
推 定 發 電 單 價 mills kwh (net)	固 定 費	7.454	71.4%	3.324	17.9%
	燃 料 費	2.5	23.7%	14.78	79.8%
	運 轉 維 持 費	0.464	4.4%	0.426	2.3%
	核 保 險 費	0.052	0.5%		—
	計	10.470 4원19전	100%	18.53 7원42전	100%

註：原子力 1976年 竣工基準

火 力 現油價基準 (1974.4.8 以後)

原子力總建設費

發電所分 \$ 228,901,611

初期裝填核燃料 \$ 19,810,130

計 \$ 248,711,741

火力の約 6分之 1 밖에 되지 않아 發電原價는 原子力 10.470 mills/kwh (4원 19전), 火力 18.53 mills/kwh (7원 42전)으로 火力이 約 80%나 原子力보다 비싸다는 結論이다. 이 表에서 알 수 있는바와 같이 原子力은 燃料費가 火力에 比하여 約 6分之 1로 싸기 때문에 原子力發電所는 電力系統의 基底負荷를 擔當케 하고 技術的으로 可能한 限 높은 稼動率로 運轉하는 것이 바람직하다. 가령 技術的으로 可能한 稼動率이 90%라고 할 때 電力系統 全體의 年間 負荷率은 約 60%에 不過하므로 原子力을 90%의 稼動率로 運轉하러면 餘他 發電所는 60% 負荷 以下로 稼動될 수 밖에 없다. 即 餘他 發電所의 經濟運轉이 희생되어야 한다. 勿論 그 희생을 勘案하더라도 原子力은 90%의 稼動率로 運轉하는 것이 綜合的으로 經濟的이다. 그러나 餘他 發電所의 稼動率을 희생시키지 않고 原子力發電所의 그것을 90%로 維持하는 方法도 있다. 그 方法은 原子力發電所와 揚水發電所를 調和시켜 같이 開發하는 것이다.

電力需要는 하루 24時間 동안 相當한 變動幅을 가지고 時時刻刻 달라진다. 널리 알려진 바와 같이 電力은 貯藏할 수 없기 때문에 (大量으로는) 그때 그때 需要에 따라 發電量이 調節되어야 한다. 例를 들면 1974年 5月 15日 水曜日 24時間의 電力需要 變動曲線은 (그림 2)와

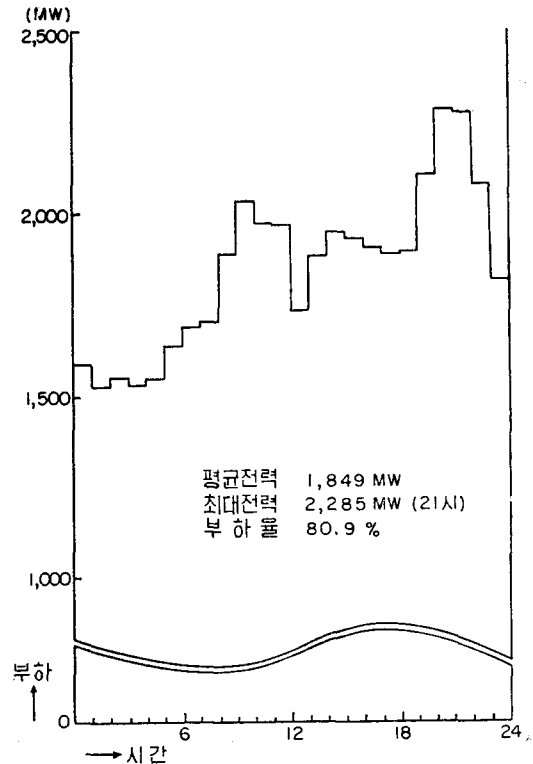


그림 2. 74. 5. 15 (수) 시간별분하곡선

같다. 需要에 比해 原子力發電이 남을 때 그남는 電力으로 揚水發電所의 水車를 펌프로 逆利用 揚水하고 揚水된 물로 電氣가 모자랄 때 發電하면 된다. 一例로 原子力 60萬kw와 揚水 30萬kw를 同時에 開發하여 90萬kw의 한個 發電所처럼 系統에 기여하는 境遇, 深夜에 餘他 發電所는 從前과 같이 運轉하고 남는 負荷가 30萬kw밖에 없을 境遇 原子力發電所는 60萬kw로 全出力을 내고 남는 30萬kw는 揚水發電所로 送電되어 揚水發電所의 水車が 펌프로서 作用, 上池에 揚水해두었다가 原子力一揚水 調和된 1個發電所에 90萬kw의 負荷가 걸릴 때는 原子力에서 60萬kw, 揚水發電所에서 이미 揚水된 물을 낮은 곳으로 落下시킴으로써 30萬kw 發電하여 系統 需要에 應하러면 된다. 이때 揚水發電所의 運轉效率은 約 65% (揚水에 所要된 電力量의 65% 밖에 揚水된 물로 發電할 수 없다.)에 不過하나, 原子力一揚水의 容비 開發은 實 有利한 開發方式이 될 것이다.

한편 油類波動 以後 美國 原子力委員會가 最近 發表한 "原子力産業—1973"에서 原子力, 石炭, 石油使用 火力發電所의 發電原價 比較에 依하면 (表 6)에서 보는 바와 같이 1981年 竣工基準 (1,000MWe 級)으로 原子力

表 6. 經濟性比較 (1981年)

區 分	原 子 力	石 炭	石 油
出 力	1000MWe	1000MWe	1000MWe
建 設 單 價	544\$/KWe	508\$/KWe	374\$/KWe
發電所利用率	80%	80%	80%
年間固定費率	15%	15%	15%
推 定 發電單價	固 定 費	11.70	10.90
	燃 料 費	2.50	5.50
	運轉維持費	1.00	1.60
mills/kwh	計	15.20 6원 8전	18.00 7원 20전
			33.40 13원 36전

註: ① 固定費 5%/年 上昇考慮

② 石炭 石油價 5%/年 上昇考慮

③ 1981年 竣工基準

④ 原子力産業—1973 美國原子力委員會發表
日本原子力産業新聞—1974. 4. 4

15.2 mills/kwh, 石炭 18.0 mills/kwh, 石油 33.40 mills/kwh로 亦是 石油火力 發電原價는 原子力의 約 2 倍가 된다. 特히 燃料費에 있어서는 原子力 2.5 mills/kwh에 비해 石油火力은 24.6 mills/kwh로 原子力發電 燃料費의 約 10倍가 되는 엄청난 差異를 보여주고 있다

最近 數年間に 發電所 建設費는 原子力, 火力 할 것 없이 계속 上昇하고 있다. 그 重要한 要因을 살펴보면 다음과 같다.

- A. 에너지 波動으로 인한 物價上昇
- B. 技能工 勞賃上昇
- C. 安全性의 強化에서 오는 經費追加
- D. 環境保護 基準의 強化

(a) 放射能의 Near-Zero Release로 인한 建設費 增加

PWR: 2~4 \$/kw

BWR: 5~8 \$/kw

(b) 從來에는 없었던 SO₂ 除去設備 追加로 인한 建設費 增加(在來式 火力의 境遇): 19~38 \$/kw

(c) 熱汚染公害(Thermal Pollution)를 막기 위한 冷却塔 設置時의 建設費 增加

原 子 力: 4~25 \$/kw

在來火力: 3~15 \$/kw

E 90% 以上の 稼動率 達成을 위한 品質保證 및 設

計의 完壁

2) 燃料의 貯藏과 輸送

燃料의 貯藏과 輸送에 있어서는 在來式 火力의 燃料인 石炭이나 石油에 比하여 原子力의 核燃料는 比較가 안될 만큼 簡便하고 經費도 적게 든다. 더구나 지난 겨울 겪은 경험으로 燃料의 最少限 2~3個月分의 備蓄이 얼마나 切實하게 必要한가를 實感하였다. 좀 더 具體的으로 살펴보면 먼저 貯藏面에 있어 西紀 2000년에 所要되는 電力生産量中 水力에서 發電되는 分을 除外하고 石炭은 發電用으로 300萬屯만 使用하고 나머지 全發電量을 石油火力으로 充當한다고 假定한 경우 年間 石油總所要量은 4億 5千200萬바렐에 達하고 2個月分 7,500萬바렐만 貯藏한다 하더라도 貯油施設 建設에 約 4億弗이 所要된다. 이에 反해 核燃料인 경우 年間 約 1,340ton에 該當하며 原子爐 自體가 貯藏施設 役割을 하므로 따로 貯藏施設을 할 必要가 없다. 또 燃料의 輸送問題를 생각해 보면 年間 石油 輸入所要量(發電用) 4億 5千200萬바렐(6,700萬屯)을 輸送하려면 20萬屯級 油槽船 40餘隻이 約 8往復은 해야 하며 現在 全國 港灣의 荷役能力이 大幅 增加되지 않으면 안될 程度다. 이에 反하여 核燃料인 경우 2,000 乃至 3,000屯級の 船舶 一隻이면 充分하다.

3) 에너지(燃料) 需給面에서 본 原子力

또 다른 側面에서 보기 위하여 에너지의 供給壽命이

表 7. 全世界에너지資源埋藏量

區 分	埋 藏 量
石 炭	190Q 7.6 兆 ton
石 油	9Q 3,500 億 ton
天然가스	6Q 2,330 //
우라늄 (U ₃ O ₈)	0.7Q 約 100萬ton—\$ 20/kg以下 石炭換算 (利用效率 1%) 約 300億 ton
	4.5Q 約 600萬 ton—\$200/kg 以下(地上) 石炭換算 (利用效率 1%) 約 1,800億 ton

註: 1Q—石炭 400億 ton 相當

1ton 우라늄—300萬ton 石炭 (6,000Kcal)

原子力工業 1973. 6

라는 側面에서 概觀하면 (表 7)에서 보는 바와 같이 全世界에너지源 埋藏量은 石炭이 190 Q (Q:石炭 400億屯相當), 即 7.6兆屯, 石油 9Q, 天然가스 6Q로 化石燃料中에서는 石炭이 越等히 많은 埋藏量을 갖고 있다. 한편 우라늄은 探掘費 \$20/kg以下の 것이 約 100萬屯, 이것을 利用効率 1%로 보면 石炭換算 約 300億屯, 0.7Q에 該當한다. 그러나 探掘費 \$200/kg까지 본다면 地上에서 約 600萬屯까지는 얻을 수 있으며 45Q에 該當한다. 그러나 kg當 200\$까지 쓸 수 있다면 海水中の 우라늄도 抽出할 수 있기 때문에 核燃料의 利用効率을 現在의 1%에서 10%以上으로 높일수만 있다면 kg當 200\$까지도 採算이 맞게 되어 無盡藏의 燃料을 海水中에서 얻을 수 있다. (이것은 高速增殖爐에서 可能하다) 한편 全世界年間 有効에너지 需要想定에 따르면 1968年 0.1Q, 2000年 0.45Q, 2030年 1.4Q로 推定되고 있다. 高速增殖爐가 實用化되면 우라늄의 利用效率이 現在의 1%에서 50~75%까지 大巾 改善되므로 kg當 20\$以下の 우라늄 埋藏量도 35Q 200\$/kg까지 보면 225Q, 即 50倍로 늘 것이며 그것보다도 kg當 20\$의 50倍인 1,000\$까지도 採算이 맞게 되어 海水中 우라늄도 抽出할 수 있게 되어 核燃料의 供給壽命은 限界가 없게될 것이다. 現在 佛蘭西에서는 250MW級の 原型爐(FBR)가 2個月前에 運轉을 開始했고 佛蘭西, 獨逸, 伊太利 등이 合作하여 商業增殖爐會社를 設立, 1,200MW級の 商業爐(Super Phenix)를 1979年 運轉開始 目標로 建設을 推進하고 있다. 한편 美國에서도 1972년에 USAEC,

Commonwealth Edison, TVA가 合作하여 Oak Ridge 近處에 40萬kw級の 實證爐를 建設하고 있다. 其他 英國, 朝鮮, 日本等地에서도 競爭의으로 開發하고 있으므로 1980年代 後半, 늦어도 1990年代 初半에는 商用 大型 高速增殖爐가 普及될 것으로 展望된다.

4) 核燃料 需給展望

A. 世界우라늄 資源

世界 우라늄資源의 分布를 보면 (表 8)과 같이 確認埋藏量 U_3O_8 1b當 10\$ 以下の 것이 全體 112.6萬屯中 美國 33.7萬屯, 남아연방 26.3萬屯, 캐나다 24.1萬屯 등으로 大部分을 차지하고 있으며 그 다음 호주, 프랑스 등으로 分布되어 있다. 우리나라에도 低品位의 것이 若干 있으나 크게 期待할바는 못된다. U_3O_8 1b當 10~15\$ 사이에 있는 確認埋藏量은 全體 884,000屯이며 이 경우에도 그中 美國이 183,000屯, 남아연방 80,600屯, 캐나다 158,000屯 등으로 이 세나라가 全體의 約 50%를 占하고 있다.

B. 우리나라의 우라늄 原礦(U_3O_8)所要量

1986년까지 9基의 原子力發發電所를 建設할 境遇 1976~1986年 11年間 年度別 U_3O_8 所要量은 (表 9)와 같다. 여기서 알 수 있는 바와 같이 1976年 111屯, 1981年 900屯, 1986年 1,360屯 등으로 每年 그 所要量이 急増하며 11年間 累計 所要量은 9,377屯으로 이만한 量을 經濟的으로 有利한 條件으로 確保하는 問題가 大端히 重要하다. 우리나라에서도 關係機關 即 韓電, 商工部,

表 8. 世界 우라늄 資源

1973.1.

區 分 國 別	10\$/1b U_3O_8 以下 ¹⁾				10\$~15\$/1b U_3O_8			
	確 認 埋 藏 量		推 定 埋 藏 量		確 認 埋 藏 量		推 定 埋 藏 量	
	10^3 ton U	10^3 S ton U_3O_8	10^3 ton U	10^3 S ton U_3O_8	10^3 ton U	10^3 S ton U_3O_8	10^3 ton U	10^3 S ton U_3O_8
美 國	259	337	538 ²⁾	700	141	183	231	300
남 아 연 방	202	263	8	10.4	62	80.6	26	33.8
캐 나 다	185	241	190	247	122	158	219	284
호 주	71	92	78.5	102	29.5	38.3	29	38
니 제 르	40	52	20	26	10	13	10	13
불 란 서	36.6	47.5	24.3	31.5	20	26	25	32.5
가 봉	20	26	5	6.5	—	—	5	6.5
기 타	52.4	67.5	52.2	67.6	299.5	385.1	87	113.2
合 計	866	1,126	916	1,191	680	884	632	821

註: ① \$42.22/ounce gold

② 副產物 70,000 ton 追加

Uranium Resources Production and Demand (IAEA 1973.8)

表 9. 우리나라 原鑛所要量

(單位: ton U₃O₈)

年	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982 ¹⁾	1983 ¹⁾	1984	1985	1986	計
# 1	111	111	111	86	87	86	85	104	104	104	104	1,093
# 2		252		124		123	123	119	124	125	125	1,115
# 3				175	106	100	100	100	100	100	100	881
# 4					175	106	100	100	100	100	100	781
# 5					325	160	160	196	160	165	166	1,332
# 6						325	160	196	196	160	165	1,202
# 7							325	197	196	196	160	1,074
# 8								365	197	196	196	954
# 9									455	246	244	945
計	111	363	111	285	693	900	1,053	1,377	1,632	1,392	1,360	9,377

註: ① Enrichment Tail

82년까지 0.2%

83년까지 0.3%

② #1, #2——濃縮契約에 依據

③ #3——技術仕様書에 依據

④ #3 #4 除外 輕水爐

⑤ #5—#9 直線的인 增加假定

科學技術處 등이 이 方面에 힘을 기울여야 할 時期가 왔다고 생각한다.

C. 自由世界の 濃縮設備

現在 우리나라 濃縮事業을 하고 있는 나라는 自由世界에서 美國 뿐이며, 美國 原子力委員會는 3개의 氣體擴散式濃縮工場을 保有하고 自國의 需要者 및 他國과 濃縮우리늄 使用時點 8年前에 濃縮契約을 締結하고 契約金을 미리 支拂해야 하는 등의 不便을 需要者에게 주고 있으며 또한 安定供給에 對한 展望도 不透明한 바 있다. 한편 西歐 共同體는 佛蘭西가 主動이 되어 氣體擴散式 우리나라 濃縮工場(EURODIF)의 共同建設을 積極推進하고 있다. 이 濃縮工場은 佛蘭西(47.5%), 伊太利(22.5%), 스웨덴, 벨기에, 스페인(各 10%)의 5個 株主國家로 構成되어 있으며 이중에 現在 1979년까지의 濃縮우리늄 需要量을 確保하고 있는 것은 佛蘭西 뿐이며 確保한 量의 大部分은 鈾련과의 契約에 依한 것이다 그리고 英國, 荷蘭, 獨逸 合作의 URENCO는 遠心分離式 濃縮에 置重하리라는 展望이다. 이 밖에 鈾련은 濃縮施設의 容量은 알 수 없으나 自國의 需要를 充足하고 海外販賣에 나서 이미 佛蘭西, 西獨과 濃縮契約을 締結한 것으로 알려졌으며 (73年 10月), 日本, 스웨덴 等地에서 購入을 希望하고 있는 것으로 알려졌다. 그리고 머지 않은 將來에 日本, 남아연방 및 호주에서도 濃縮施設을 建設하여 自國의 需要에 應하고 나아가서는 世

表 10. 自由世界の 濃縮設備

(單位: 百萬 ton swu)

年度	1974	1980	1985	備 考
USAEC	12.7	23.5	27.7	氣體擴散法
EUROOIF	0.2	3.5	9.0	//
URENCO	0.05	2—3	10.0	遠心分離法
小 計	19.75	29—30	46.7	
日 本	1980年代末까지 自給豫定 2—3백만 ton swu			
남 아 연 방	Nozzle方法 대단위 공장개발 검토중			

註: URANIUM Resources Production and Demand (IAEA—1973.8)

界市場에 供給할 計劃으로 있어 濃縮우리늄의 供給展望도 現在보다는 좋아질 것으로 豫想된다. 自由世界の 濃縮設備 現況과 計劃은 (表 10)과 같다.

Ⅲ. 原子力發電의 方向

原子力發電事業은 그 規模가 방대하다. 發電所 一基에 建設費 2億 5,000萬弗만 보더라도 九基에 22億5,000

表 11. 各爐型의 長短點 및 開發趨勢

區 分	長 點	短 點	開 發 趨 勢
PWR	1. 二重 Cycle 2. 高燃焼度 (33,000 MWD/MTU) 3. 良好한 負荷特性	1. 燃料濃縮必要 2. 壓力容器必要 3. 낮은 蒸氣條件 (920 psia, 510°F) 4. 長期的 燃料 交替期間 (約 30日/年)	1. 蒸氣條件改善 (過熱蒸氣) 2. 建設費低下 (標準化 및 大型化) 3. 短期間의 燃料 交替方法 開發 (WH社)
BWR	1. 單一 Cycle로 S/G 不必要 2. 小容量이면 自然循環可能 3. 高燃焼度 (27,500 MWD/MTU) 4. 良好한 負荷特性	1. ~4 PWR과 同 2. 放射能 汚染의 可能性 有 3. 完全한 格納必要	1~2 PWR과 同
AGR	1. 낮은 運轉壓力 (560 psia) 2. 負荷時燃料交替 3. 過熱蒸氣條件	1. 燃料濃縮必要 2. 黑鉛의 技術開發未熟	
GCR	1. 낮은 運轉壓力 2. 天然우라늄使用	1. 高資本費 2. 急激한 負荷 變動에 不適	1. 開發限界에 到達
HWR	1. 天然우라늄使用 2. 負荷時燃料交替 3. 機器의 國產化 容易 (PWR對比)	1. 現場組立部分多 2. 高價의 重水 및 重水漏出 (80\$/kg) 3. 낮은 蒸氣條件	1. 燃焼度 增大 2. 熱效率 增大 (有機物冷却材)
HTGR	1. 高熱效率 (41%) 2. 高燃焼度 3. 環境汚染少	1. 高價의 冷却材 (He, 重水) 2. 高濃縮燃料	1. Thermal Converter로 開發
FBR	1. 高增殖率 2. 高燃焼度 3. 高熱效率 4. 運轉停止時 低放射能 (GCFBR, SCFBR) 5. 非常冷却容易 (LMFBR)	1. 燃料濃縮必要 2. 原子爐停止時 維持補修困難 (LMFBR) 3. 系統停止時 冷却材加熱必要 (LMFBR) 4. 非常冷却困難 (GCFBR, SCFBR)	1. 1985年頃以後 商業運轉開始 豫定

萬弗, 원貨로 9,000億원이라는 天文學的인 數字이다. 勿論 建設費外에도 核燃料費, 其他 運營費等 莫大한 費用이 所要될 것이다. 또 原子力事業 全體속에 比重이 가장 큰 發電이라는 觀點에서도 보아야 할 것이다. 이 방대하고 重要한 事業을 해야 한다는 것은 우리나라가 工業化를 指向하는 限 不可避하다. 우리는 이제 그 事業을 겨우 始作한 時點에 있다. 이 時期가 가장 重要하다. 올바른 方向을 지금 設定해야 하기 때문이다. 方向 設定에 가장 重要한 當面 決定事項은 1) 發電用 動力爐의 爐型 選定, 2) 核燃料 原礦의 確保問題, 3) 核燃料 加工 乃至 再處理工場의 國內建設 與否問題— 그 規模;

數地, 他關聯產業과의 關係, 4) 科學者, 技術者等 關聯人員의 訓練 및 確保問題等이다.

各種 爐型의 長短點을 比較한 表가 (表 11)이다. 各 各 그 長點과 短點이 있으나 여기서 어떠한 結論을 낼 생각은 없으며 다만 여기서는 그 問題의 重要性만 提起해 두고 國內의 關係專門家들이 모여 時間을 가지고 充分히 檢討해야 할 것이다. 다만 여기서 指摘하고 싶은 것은 우리나라의 特殊事情을 잘 勘案해야 할 것이라는 點이다. 例를 들면 우리나라는 電力料金이 比較的 비싼 나라이기 때문에 電力이 그 原價의 大部分을 차지하는 濃縮施設 및 重水工場을 우리나라에 建設할 생각은 할

수 없다. 外國 —그것도 極히 限定된 國家로 부터— 으로부터 輸入하여야 할 事情은 濃縮우라늄이나 重水에서나 大同小異하다. 같은 60萬 kw級の 原子力發電所인 境遇 輕水爐(例 古里 1號機)에 所要되는 初期裝填用 濃縮우라늄 價格이 約 2,000萬弗인데 比해, 重水爐에 所要되는 初期裝填用 重水價格 約 6,000萬弗外에 天然우라늄 價格 約 650萬弗, 合計 6,650萬弗이라는 點은 輕視할 수 없는 事實이다. 한편 平衡狀態에서의 輕水爐에서 每年 裝填해야 하는 濃縮우라늄의 價格(約 700萬弗)과 重水爐에서 每日 補充해야 하는 重水 및 裝填해야 하는 天然우라늄의 年間價格(約 700萬弗)을 比較해 보면 거의 差異가 없으나 發電原價에서 차지하는 燃料費에 있어서는 重水爐가 天然우라늄을 使用하고 또한 原子爐속 에 항상 裝填되어 있어야 할 燃料在庫額은 輕水爐의 境遇 約 2,000萬弗인데 反해 約 700萬弗에 不過하므로 이 期間동안의 利子 및 其他要因 등으로 1980年 竣工豫定인 重水爐의 燃料費는 1.7 mills/kwh이고 輕水爐의 그것은 3.4 mills/kwh 정도 될 것으로 豫想되어 약 2分之 1 低廉하다.

詳細한 比較는 (表 11)을 보면 알겠지만 우리로서는 于先 우리 自體가 새로운 型 또는 既存型을 開發하여 世界市場에서 經濟大國들과 競爭할 것인가? 또는 原子爐에 關한 限 既存型 中 가장 우리事情에 有利한 型을 擇해서 外國에서 導入하고 部分的으로 國產化를 試圖할 것인가 하는 問題가 技術者 뿐만 아니라 經濟專門家, 政策樹立者와의 共同 研究에 依해서 決定되어야 할 것이다. 前述한 바와 같이 爐型選定이 大端히 重要하며 爐型選定에는 이러한 政策的인 決定이 先行되어야 할 것이다.

表 12. 各爐型別設備現況 (MW_e)

1972. 12. 1 現在

爐 型	商業運轉	建設計劃	合 計	占有率(%)
PWR	9,275	107,695	116,970	52.7%
BWR	10,759	59,101	69,860	31.5%
GCR	8,274	0	8,274	3.7%
AGR	35	6,250	6,285	2.8%
HWR	2,463	4,426	6,889	3.1%
HTGR	40	5,990	6,030	2.7%
LGR	894	4,000	4,894	22%
FBR	422	1,154	1,576	0.8%
GR	800	0	800	0.4%
HWGCR	100	0	100	—
合 計	33,062	188,616	221,678	100%

註: Nuclear Power (1973—2000)

當面한 爐型選定에 있어서 韓電이 電力生産供給業體로서 發電原價, 經濟性 等 韓電의인 次元에서 決定할 것인가? 그밖에 原子力産業의 育成, 其他 國家의인 次元에서 決定될 것인가? 의 原則부터가 重要한 問題라고 생각된다.

參考로 1972年 12月 1日 現在의 各爐型別, 商業運轉中인 것과 建設中인 것들의 容量과 그 占有率을 (表 12)에 보였다. 여기에서 보면 PWR, BWR 두가지 型的

表 13. 各爐型別 推定發電設備

(單位: GWe)

區 分	Magnox ¹⁾	AGR ¹⁾	FBR	HWR	HTR	PWR ²⁾	BWR ²⁾	TOTAL
1970	5			1		4.8	3.2	14
1975	7	4.3		4		49.0	32.7	97
1980	2.6% 7	2.2% 6	0.37% 1.0	4.1% 11	0.74% 2	54% 146.0	36% 97	100% 270
1985	7	6	5	23	10	317	212	580
1990	0.6% 7	0.6% 6	3.7% 40	4% 43	3.7% 40	52.4% 563	35% 376	100% 1,075

註: ① Magnox, AGR의 容量은 同一

② PWR: BWR=3:2

(URANIUM Resources Production and Demand) IAEA, 1973.8

輕水爐가 全體의 84%를 占하고 있다. 또 IAEA (國際原子力機構)에서 우라늄 原礦의 需給展望을 세우기 爲하여 1973年 8月 發表한 報告書에 依하면 1990년까지의 爐型別 施設展望에 있어서도 亦是 輕水爐가 87%를 차지하고 있음은 注目할 만한 事實이다.

Ⅳ. 結 論

以上에서 檢討한 內容을 綜合하여 結論을 내려 보면

1) 電力需要는 繼續 增加할 것으로 豫想되며

A. 西紀 2000년에 있어서의 最大需要는 무려 5,000萬kw로 豫想되며

B. 必要한 施設容量은 約 14%의 豫備施設을 合하여 6,000萬kw가 될 것이다.

2) 앞으로 電源開發에 있어서는 原子力에 注力하지 않을 수 없으며 그 理由로는

A. 經濟性이 有利하며, 燃料의 供給을 多元化할 수 있고

B. 核燃料가 貯藏 및 輸送에 있어서 化石燃料에 比하여 越等히 有利하기 때문이다.

또한 西紀 2000년에 가서는 全體 施設容量 6,000萬kw

의 約 60%에 該當하는 3,600萬kw의 原子力發電施設을 갖게 될 것이 豫想되므로 原子力事業推進의 球心體로써

3) 原子力事業 綜合審議會(假稱)의 構成이 必要할 것이다.

前述한 바와 같이 原子力發電(事業)의 初期 開發方向 設定이 大端히 重要하다. 이 綜合審議會의 任務로는

A. 原子力 開發方向(政策)의 提示

B. 具體的 施行計劃의 審議

a. 爐型選定

b. 核燃料 確保方案 等 (原礦, 濃縮, 再處理)

C. 人力確保計劃

科學者, 技術者의 底邊擴大를 爲한 年度別 需給計劃

D. 原子力 關聯産業의 開發 및 育成

a. 核燃料 加工工場 建設

b. 核燃料 再處理工場의 建設 그 規模, 建設時期, 敷地選定 等

E. 廢棄物 處理計劃

長期的이고 根本的인 方向決定, 여기에도 相當히 長期間에 걸친 調査, 研究, 資料蒐集, 經濟, 社會의 配慮등이 先行되어야 할 것이다.