

# 에너지需給 現況 및 展望

韓電 理事 金 鍾 珠

## 1. 世界의 에너지事情

現在 世界의 埋藏되어 있는 化石燃料은 5,300 KCal/Kg 石炭換算으로 大略 4兆噸 乃至 5兆噸으로 推定된다. 이를 現在의 人口增加率과 에너지需要增加趨勢를 함께 考慮하여 본다면 앞으로 約 50年 乃至 100年間의 使用量에 不過하다고 생각된다. 이것은 勿論 量的 考察에 依한 것이지만 上記 期間中의 後半期에 있어서는 價格이 大端히 높아질 것이 豫想되므로 經濟的 見地에서 본다면 에너지源으로서의 價値는 매우 疑心스러운 것이 된다. 化石燃料 以外에 太陽熱, 地熱, 風熱, 潮力 等이 오래前부터 論議되긴 했으나 人類가 必要로하는 充分한 에너지源이 될 수 있는 展望은 거의 없고 設使 可能하다 하더라도 그 分布가 地域의 限로 限定되어 있는 形便이다.

美國 AEC의 要請으로 全世界의 에너지需給問題에 關하여 調查發表된 Putnam報告에 依하면 1951年부터 2050년까지의 100年間에 1人當 에너지需用增加率을 年間 3%, 2050年의 人口를 60億으로 본 경우를 最低의 需用으로 하고 1人當 에너지需用增加率을 5%, 2050年의 人口를 80億으로 본 경우를 最高의 需用으로 한다면 上記 100年間의 總 에너지는 72~487Q에 達할 것으로 推定하고 있다.

(1Q=10<sup>18</sup>BTU, 5,300KCal/Kg 石炭換算으로 約 480億噸에 該當함. \*附錄(1))

이를 充足시키기 爲하여 化石燃料과 水力, 風力, 潮力 및 地熱 等 모든 在來式 에너지源을 總動員한다 하더라도 現在의 에너지價格의 2倍 以下로 供給할 수 있는 量은 32Q 乃至 37Q로서 需要下限의 半에도 未達된다는 것이다. 따라서 將次의 에너지供給을 爲해서는 不可不. 새로운 資源의 開發에 보다는 많은 努力과 投資를 傾注해야 된다는 것이다.

한편 同 Putnam報告書에 依하면 上記 100年間에 575Q의 에너지를 供給할 수 있는 多量의 油과 煤과 托륨의 埋藏量이 散在하여 있으므로 原子力을 利用한다면 最大 推定需要量도 能히 充足시킬 수 있다는 것이다. 이런 點에서 原子力이 새로운 에너지源

으로서 脚光을 받을 수 있다고 同 報告書는 結論짓고 있다.

또 하나의 다른 資料로서 1962年 11月에 美國 AEC가 大統領에게 提出한 報告書에 依하면 現在 美國內에 散在한 에너지埋藏量은 30~130Q로 推定되고 이中 6Q만이 現在의 價格으로 生産될 수 있을 것이라고 한다.

이와 같은 世界 에너지의 現況으로 보아 原子力은 現今의 核分裂과 將來의 核融合으로 未來의 에너지問題 解決에 있어 絶對的인 存在가 될 것으로 展望된다고 하겠다.

## 2. 韓國의 에너지問題의 特殊性

以上에서 世界의 에너지事情을 略述하였거니와 韓國은 에너지에 關한 限 더욱 緊迫한 位置에 놓여 있다고 하겠다.

過去 10年間 韓國의 에너지需要는 年平均 6.5% 增加되어 왔으며 商工部의 에너지需給對策委員會가 1966年에 發表한 바에 依하면 向後 10年間(1967~76年)에도 에너지需要增加率은 年平均 6.5%를 維持할 展望인 바 이를 充足시키기 爲하여 國內 唯一의 化石燃料인 無煙炭의 生産을 極大化한다 하더라도 年間生産量이 需要에 未及할 뿐 아니라 可採埋藏量 亦是 制限되어 있어 그 依存可能期間은 앞으로 約 30年間으로 限定될 것으로 보인다.

한편 水力資源 또한 豊富치 못하여 尖頭用으로 開發한다 하더라도 龐大한 에너지 需要成長에 對應함에 있어 그다지 크게 期待할 수 없다. 그리고 原始燃料로서의 薪炭供給도 앞으로는 에너지로서의 價値를 漸次 喪失하게 될 것이다.

다시말하여 水力을 最大限으로 利用한다 하더라도 우리나라의 包藏水力은 183萬Kw(漢江系 130萬 Kw, 洛東江系 28萬Kw, 其他 25萬Kw)에 不過한 것이며 國內石炭을 每年 1,600萬噸 採掘可能한 것으로 計算해도 20年後인 1985年의 總 에너지消費 中國內 燃料資源이 占하는 比率은 不過 24%, 今世紀末인 2000년에는 10% 밖에는 안되어 輸入에너지에 對한 依存度는 絶對的인 것이 될 것으로 展望되는

것이다(表-1).

뿐만 아니라 더욱 深刻한 問題는 石炭埋藏量도 今世紀末에는 거의 枯竭되어 버리라는 展望이다. 따라서 우리나라의 에너지는 今後 急進的으로 輸入 에너지에 依存하게 되리라는 것이 거의 公認된 結論인 것이다. 에너지産業의 窮極의 目的이 高度의 經濟成長의 達成과 國民生活水準의 向上에 있음을 勘案할 때 에너지供給은 첫째 低廉하고 둘째 供給上 安定性和 確實성이 있어야 될 것은 다시 말할 必要도 없다. 이제 이 두 要件을 念頭에 두고 輸入하여야 될 에너지를 考察해 보기로 한다.

輸入에너지로서는 石油과 原子力이 對象이 될 것인 바 首先 모든 輸入에너지를 石油로 하는 경우를 假定해 보기로 한다.

石油의 경우 輸入하여야 될 量은 莫大한 것이 되어 輸送과 貯藏에 많은 設備을 要할 뿐 아니라 石油은 原子力보다 燃料費面에서 高價이므로 外資의 負擔이 커진다는 缺點이 있다. 뿐만 아니라 지난 中東戰爭 때에 經驗한 바와 같이 石油의 輸入에는 國際情勢의 變動에 따라 供給面에서 不安한 要素를 內包하고 있다. 또한 石油의 國際市場價格이 變動되는 경우 全的으로 이에만 依存하고 있다면 國內産業界에 미치게 될 影響이 적지않을 것도 쉽게 豫想된다.

한마디로 韓國이 輸入에너지源을 石油에만 置重함은 至極히 危險하고 不利한 일이라고 생각된다. 石油은 單只 熱에너지源일 뿐만 아니라 石油化學, 自動車 等에도 많은 需要가 있고 特히 石油化學工業은 將次 韓國에서도 活潑해질 것이 豫想되느니만큼 이를 다만 熱源으로서 燃焼시켜 버린다는 것은 再考할만한 일이라 하겠다.

以上으로부터 韓國에서의 緊迫한 에너지問題는 將次 原子力의 利用으로 解決하는 方向으로 나가야만 된다는 것은 自明의 結論이라고 하겠다. 原子力은 經濟的으로도 石油보다 低廉하고 燃料의 輸送, 貯藏 等에 있어서는 比較가 되지 않을 程度로 優秀한 利點을 가지고 있어 所要 外貨도 節減된다는 것은 이미 周知의 事實이 되고 있다. 이제 原子力의 早速한 開發이 不可避한 理由를 좀더 詳述하고자 한다.

### 3. 原子力 開發의 意義

앞서 에너지는 低廉하고 供給上 確實성이 保障되어야 한다고 말했거나 이와 이런 點으로 미루어 보

라도 輸入하는 에너지를 石油에만 依存함은 賢明치 못한 處事이며 多元化함이 絶對로 必要한 것이다. 더구나 다음과 같은 여러가지 要因을 考察할 때 原子力의 導入이 早速히 이루어져야 된다는 結論이 나오는 것이다.

#### (1) 經濟性

一般的으로 原子力發電所는 初期投資費가 在來式 火力發電所보다 높은 反面에 核燃料費는 石炭이나 石油보다 훨씬 低廉한 것이 그 特徵이다. 또한 原子力發電所에서는 單位容量의 大小에 關係없이 廢棄物處理施設, 核裝備, 燃料取扱裝置, 放射能測定裝置 및 用地 等이 거의 一定하게 所要되므로 小容量인 경우에는 原子力의 發電原價가 비싸지만 大容量化함에 따라 原子力의 經濟性이 크게 優越해지는 것이 또한 그 特徵이다.

現在 美國의 例를 보면 400~500Mwe 以上の 單位容量에 있어서는 原子力이 在來式 火力보다 低廉한 것으로 이미 認定되고 있다. 原子力과 火力의 發電原價를 比較하고 그 經濟性을 檢討하기 爲하여 外國의 例를 表-2에 引用한다. 表-2에 依하면 現在の 重油火力發電에서는 熱效率이 거의 限界點에 到達하여 있으므로 비록 單位出力이 커진다 해도 燃料費는 別로 低減되지 않고 約 4mill/Kwh 程度로 固定되어 있다. 한편 動力爐에서는 大容量化에 따른 建設費가 火力보다 더 急激히 節減되는 以外에도 原子力의 技術開發이 今後에도 크게 進歩될 것이므로 이에 따라 原子力의 優越性은 더욱 뚜렷해질 것이 豫想된다.

#### (2) 燃料 貯藏

石油의 경우 非常時에 對備하여 普通 2個月分의 貯藏을 必要로 하는 것이 常例인데 우리나라는 韓美石油協定에 따라 50日分을 貯藏토록 하고 있다 (但 軍事用은 除外).

假令 西紀 2000년에 輸入하여야 될 에너지(石炭換算으로 184,500,000噸)를 全部 石油로 導入한다고 假定하면 6億6千萬 bbl.이 되므로 約 1億1千萬 bbl.의 貯藏設備을 恒常 保有해야 된다는 計算이 나온다. 이것은 平均 20萬 bbl.의 貯油槽 550基를 貯藏目的으로 建設하지 않으면 안된다는 말이 된다. 換言하면 1基當 建設資材費를 約 20萬弗로 보고 貯油目的을 爲해서 最小限 1億弗 以上の 貯油設備을 保有해야 된다는 것이다. 原子力인 경우에는 이와 같은 龐大한 貯藏設備을 必要로 하지 않는다.

### (3) 燃料 輸送

石油은 貯藏問題에 있어서도 不利하였거니와 輸送面에서도 深刻한 問題가 提起된다. 西紀 2000年度에 所要되는 輸入에너지를 石油로 導入한다면 6億 6千萬 bbl.이 頂은<sup>2</sup>위에서 말했거니와 이는 重量으로 9,500萬噸에 該當한다. 이 重量은 現在 우리나라 港灣의 總 荷役能力(1,400萬噸/年)의 約 7倍에 該當하며 最大港인 釜山港의 荷役能力(500萬噸/年)의 19倍에 該當한다. 따라서 港灣施設의 擴張이 急先務로 提起되어 莫大한 資金이 所要될 뿐 아니라 萬一이들을 全部 中東地域의 Kuwait 나 Iran 으로부터 輸入할 경우 一倂當年에 8往復한다고 치고 5萬噸級 油槽船 240隻이 있어야 된다는 結論이 나온다. 이와 같은 많은 數의 油槽船을 全部 所有한다는 것은 想像도 못할 일이므로 外貨에 依한 運賃支拂은 莫大한 額數에 達하게 될 것이다. 그리고 內陸輸送에 있어서도 亦是 莫大한 經費와 陰路가 따를 것이다.

그러나 假令 이것을 全部 原子力으로 代替하는 경우에는 이러한 問題는 簡單히 解決되고 만다. 即 現在의 輕水爐 燃料로서 使用되는 濃縮우라늄(2.5%)은 1噸으로 石油 約 5萬噸 \* 附錄(2)에 匹敵하는 熱 에너지를 發生하므로 石油 9,500萬噸은 1,900噸의 우라늄으로 代置된다. 即 量的으로만 말한다면 小型船舶 1隻이면 充分하다는 結論이다. 더욱이 原子力發電은 將次 開發될 增殖爐가 完成되면 所要 우라늄은 約 100分の 1로 減少되어 20噸 程度면 充分하게 된다. 即 天然우라늄 20噸으로 石油 9,500萬噸을 代置할 수 있게 될 時期가 온다는 것이다.

### (4) 外貨 負擔

外貨負擔에 關係서는 여러가지 計算 方法이 考慮될 수 있으나 現在의 우라늄價格(\$8/Lb-U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)이 2倍로 上昇한다고 해도 石油에 比하면 僅少한 外貨負擔에 不適當하다.

表-3에 石油을 導入하는 경우와 原子力을 導入하는 경우에 支拂하여야 될 外貨의 負擔額을 比較한다. 同表에서 볼 수 있는 바와 같이 우라늄의 값은 매우 적은 것이며 設令 核燃料의 加工費를 包含시킨다고 해도 燃料로 因한 外貨의 負擔은 石油의 切半 程度 밖에는 되지 않는다.

以上에서 原子力發電 開發의 意義와 必然性을 여러 方面으로 考察하였거니와 現在 에너지 總消費量 중에서 10%를 占有하는데 不適當 電力도 앞으로는 漸次 良質의 에너지로서 需要가 急增될 것이 確實

視되므로 이에 따라 原子力의 導入은 一層 妥當性을 갖게 될 것으로 생각된다.

## 4. 發電設備의 推移

以上에서 西紀 2000년까지의 超長期間에 걸친 우리나라의 에너지需給事情을 展望하였거니와 아래에서 電氣에너지의 占有率은 얼마나 될 것이며 發電設備은 어떻게 되어갈 것인지를 考察하고자 한다.

表-4는 總 에너지需要量에 對한 電力에너지의 占有率의 漸進的인 增大現象을 보여주는 西紀 2000년까지의 電力에너지 需給展望表이다.

表-4에 주어진 電力需要를 充足시키기 爲하여 開發될 電力設備에 對하여 다음과 같은 點을 考慮하였다. 即 最大電力需要(Peak Demand) 增加率을

1971—80	11.0%
1981—85	9.4%
1986—90	8.1%
1991—95	7.2%
1996—2000	6.5%

로 보고 이를 充足시키기 爲한 所要 系統施設容量으로서 豫備設備 約 10%를 勘案하여 最大電力需要의 110%로 決定하였다. 또한 原子力設備의 增加가 必然的임을 考慮하여 漸進的으로 原子力의 比重을 크게 하였으며 新規開發은 非單 需要成長에 對해서 뿐만 아니라 老朽施設의 廢鎖도 아울러 勘案하였다.

以上과 같은 前提下에 原子力의 導入을

1976년까지 約 1,000 Mw

1977—80 (需要增+廢鎖火力)×50%

1981—85 ( " )×55%

1986—90 ( " )×65%

1991—95 ( " )×85%

1996—2000 ( " )×95%

로 定한다면 表-5에 보인 바와 같이 原子力發電設備의 占有率은 1980년에 約 28%, 1990년에 約 46.5%, 西紀 2000년에는 約 71.5%로 되어 原子力의 比重은 大幅的으로 增大한다. 參考로 美國에 있어서는 이미 1966년에 發注된 發電所의 切半이 原子力이란 段階에 이르고 있음을 附言한다.

## 5. 結 論

(1) 韓國의 經濟開發이 急速度로 進展되고 있어 이에 따른 에너지需要의 急增으로 國內의 에너지資源을 最大限으로 利用한다 하더라도 輸入에너지

의 增加는 不可避하여 1980년에는 66%, 2000년에는 勿論 90%의 에너지를 海外로부터 輸入하지 않을 수 없게 될 것이다.

(2) 이와 같은 莫大한 量의 에너지를 例컨대 石油로 輸入한다면 많은 外貨가 所要될 뿐 아니라 貯藏 및 輸送 等 問題에도 큰 難點이 있고 또한 國際

情勢가 不安定한 경우 에너지供給面에서 重大한 蹉跌이 생길 要因이 內包되어 있으므로 다른 에너지源의 開發이 不可避하게 된다.

(3) 原子力은 上記 諸要件을 充足시킬 수 있는 最上의 에너지源으로서 이의 積極的인 導入이 크게 要請된다고 하겠다.

<表-1>

韓國의 總에너지 需給展望

(單位: 石炭 千噸)

	1966	1971	1976	1980	1985	1990	1995	2000
總에너지 需要	24,790	33,660	46,740	60,300	82,300	112,400	152,000	205,000
國內에너지에 依한 供給	21,116	22,480	21,890	20,250	20,050	20,200	20,150	20,500
無煙炭	11,753	15,030	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000
水力	663	850	1,430	2,250	3,050	3,700	4,150	4,500
薪炭	8,700	6,600	4,460	2,000	1,000	500	—	—
國內에너지 比率 (%)	85.2	66.8	46.8	33.7	24.4	17.9	13.2	10.0
輸入에너지에 依한 供給	3,674	11,180	24,850	40,050	62,250	92,200	131,850	184,500
輸入에너지 比率 (%)	14.8	33.2	53.2	66.3	75.6	82.1	86.8	90.0

[備考] (1) 에너지 增加率(年平均) 1966~1980 6.5% 1981~1990 6.3% 1991~2000 6.1%  
 (2) 換算石炭은 5,300 KCal/kg 基準.

<表-2>

重油火力和 原子力發電의 原價比較

	發電所名	出力(Mw)	發電原價 (Mill/Kwh)	燃料費 (Mill/Kwh)	參 考 (%)	
					資本比率	負荷率
重油火力	A	175	7.26	4.12	—	70
	B	350	6.78	4.03	14*	70
	C	600	6.50	3.97	14*	70
原子力 (LWR)	敦 賀	311	7.26	2.31	9*	80
	San Onofre	429	6.39	2.00	13*	80*
	Oyster Creek	640	3.78	1.61	11.88	88
	Dresden II	793	5.0 以下	—	—	—
	Indian Point	870	3.8 以下	—	—	—
	TVA	2×1,065	2.38 以下	1.25	5.7	85

[資料] “原子動力爐의 開發에 關하여” (青木均一) \*推定值

<表-3>

外貨負擔 比較表

	1974~1980	1981~1985	1986~1990	1991~1995	1996~2000
油專燒일 경우					
發電累計(Gwh)	218,000	489,000	894,000	1,479,000	2,289,000
石油累計(1,000KJ)*	64,000	145,000	265,000	438,000	678,000
外貨(百萬弗)**	860	1,930	3,530	5,840	9,030
原子力일 경우					
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 累計(噸)***	1,780	4,530	9,700	16,350	26,300
外貨(百萬弗)					
\$ 8/Lb·U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	32	81	174	293	471
\$ 16/Lb·U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	64	162	348	586	942

[註] \*石油所要量은 0.296l/Kwh 基準(30%의 平均 eff. 加味). \*\*原油輸入價格(蔚山) \$13.33/KJ 基準.  
 \*\*\*所要 Uranium 量은 Union Carbide Corp. (USA)의 J.A. Lane氏 研究結果에서 LWR部分에 對한 것을 利用.  
 \*(附錄(3) 參照)

<表-4>

電力에너지 需給展望表

(單位: Gwh)

	1966	1971	1976	1980	1985	1990	1995	2000
總發電量*	3,886	13,380	27,194	41,200	63,100	93,100	133,000	181,600
(石炭換算 1,000噸)**	(2,123)	(6,913)	(12,855)	(19,500)	(29,870)	(44,100)	(62,200)	(86,000)
總에너지에 對한 電力 에너지의 比率(%)	10.6	20.5	27.5	32.4	36.3	39.2	40.9	42.0
純發電量	3,673	12,644	25,698	38,934	59,630	87,980	125,690	170,600
販賣量	3,008	11,000	23,000	35,200	55,200	81,600	116,500	158,500
送配電損失(%)	18.1	13.0	10.5	9.6	7.5	7.3	7.3	7.1

[註] \*電力增加率(年平均)을 다음과 같이 보았음.  
 1977~80 11.3%, 1981~85 9.5%, 1986~90 8.2%  
 1991~95 7.3%, 1996~2000 6.5%  
 \*\*1Mwh=0.473噸(石炭 5,300 KCal/kg과 33.3%의 熱效率 基準)

<表-5>

電力需要와 原子力發電設備

	1966	1971	1976	1980	1985	1990	1995	2000
最大電力需要(Mw)	697	2,314	4,703	7,110	11,160	16,510	23,350	31,850
總施設容量(Mw)	769	2,907	5,535	8,170	12,280	18,160	25,700	35,000
廢鎖容量(Mw)	—	—	23	130	—	100	298	1,360
廢鎖累計(Mw)	—	—	23	153	153	253	551	1,911
所要開發容量(Mw)	—	2,138	2,651	2,765	4,110	5,980	7,838	10,660
原子力(Mw)	—	—	1,000	1,300	2,250	3,900	6,600	10,000
在來式(Mw)	—	2,138	1,651	1,465	1,860	2,080	1,238	660
原子力容量累計(Mw)	—	—	1,000	2,300	4,550	8,450	15,050	25,050
原子力容量比率(%)	—	—	18.1	28.2	37.0	46.5	58.5	71.5
原子力發電量(Gwh)	—	—	7,000	15,300	29,870	54,700	94,800	153,300

附錄(1)

1Q=10<sup>18</sup>BTU  
 1BTU=0.252 KCal 이므로  
 5,300 KCal/Kg 石炭으로 換算하면  
 $1Q = \frac{0.252 \text{ KCal} \times 10^{18}}{5,300,000 \text{ KCal/ton}} = 48 \times 10^9 \text{ ton}$

附錄(2)

2.5% 濃縮우라늄 1g의 原子數는  
 $\frac{0.025 \times 6.023 \times 10^{23}}{235}$  이고 核分裂時의 平均 에너지는 200 Mev 이므로 1g의 2.5% 濃縮우라늄의 總 에너지는  
 $200 \text{ Mev} \times 1.6 \times 10^{-13} \times \frac{0.025 \times 6.023 \times 10^{23}}{235} \times 0.24 \text{ Cal}$   
 $= 4.92 \times 10^8 \text{ Cal} = 4.92 \times 10^5 \text{ KCal}$   
 한편 石油의 熱量은 143,000 BTU/Gal 이고  
 1 Gal=3.785 l 이므로

石油 1 cc의 發熱量은 9.55 KCal/cc  
 石油의 比重을 0.9로 보면  
 $9.55 \text{ KCal/cc} \times \frac{1}{0.9} \frac{\text{cc}}{\text{g}} = 10.06 \text{ KCal/g}$   
 따라서 같은 重量에 對한 2.5% 濃縮우라늄의 石油對熱量은  
 $\frac{4.92 \times 10^5}{10.06} = 46,500 \approx 50,000 \text{ 倍}$

附錄(3)

所要 우라늄量 試算에는 美國 Union Carbide Corp.의 J.A. Lane 氏가 AEC의 委囑으로 行한 研究結果를 利用하여 計算하였음.

區分	Specific Inventory (Tons/1,000Mwe)		Annual Consumption at 80% Load Factor (Tons/1,000Mwe)	
	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	ThO <sub>2</sub>	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	ThO <sub>2</sub>
原子爐				
LWR	446	—	120	—
HJGR	590	85	21.5	0.72