

# 代替 에너지의 開發 現況과 問題點

(上)



辛 基 祚

韓國原子力技術(株)

## I. 序 論

에너지는 우리 日常生活 뿐만아니라 生産活動에 있어서도 重要的 基本 要素이므로, 무엇보다도 이의 安定的 確保가 先行되어야만, 國民生活과 國家 經濟, 나아가서는 世界 經濟의 安定的인 維持 및 發展이 期約되는 것이다.

그런데 昨今에 들어 와서는 大量 에너지 消費 國인 先進國들 뿐만아니라, 다른 개발 途上國들 까지도 産業 活動에 拍車를 加하게 됨으로써 에너지 消費의 急增을 加速化하고 있다. 또 雪上加霜으로 世界 에너지의 主宗인 石油 資源의 武器化 現象까지 빚고 있는 實情이다.

이러한 世界的인 추이는 앞으로도 繼續되어, 멀지 않은 장래에 化石 燃料(특히 石油) 資源의 고갈을 招來할 것이다. 따라서 劃期的인 대체 에너지의 개발이 시급한 問題로 대두되고 있다.

우리 나라도 지난 1960年代 이후 急速한 經濟 成長과 더불어, 에너지의 消費가 급격히 增大하였으며, 앞으로도 經濟 成長은 持續的으로 이룩해야 되므로 에너지 소비의 增加는 불가피한 것이다. 그런데 우리 나라의 에너지 資源은 극히 貧弱하여, 大部分 外國에 依存하고 있는 實情이다.

이와같은 艱박한 國內, 外的 에너지 事情에의 對備策의 일환으로, 에너지 資源의 現況과 國內 에너지 需給 計劃 등을 토대로 대체 에너지의 開發과 그 問題點 등을 살펴 보고자 한다.

## II. 에너지 資源의 現況과 展望

現在까지의 에너지에는 太陽 에너지나 水力 또는 潮力처럼 直接 혹은 저장 형태로 利用하는 것과, 한 번 利用으로 소멸되는 化石 燃料, 高度의 技術을 要하는 核分裂 혹은 핵융합에 의한 핵반응 에너지 등이 있다.

이 중에서 初期 主에너지源인 나무, 목탄, 水力, 風力 등은 19世紀말에 급격히 그 比重이 줄고, 그 代身에 石炭, 石油 및 天然 가스의 使用이 급증했다. 그리고 今世紀 잔여 期間中에는 核分裂 에너지에 對한 依存이 높아 가고 있다.

그런데 太陽에너지, 風力, 地熱, 핵융합 에너지

지 등은 今世紀 안에 本格的인 利用이 不可能할 것으로 생각되며, 水力이나 潮力은 地域에 따라 重要한 資源이지만 차지하는 全体 에너지 比重은 높지 않을 것이다.

그래서 結局, 使用이 편리한 石油나 天然가스의 利用이 急增하게 될 것이며, 다른 대체 에너지가 나타나지 않는 限, 다음 世紀 初에는 이러한 化石 燃料의 심각한 高갈 상태를 招來할 것으로 展望된다.

石炭 資源은, 石油나 天然 가스보다 百年 以上 더 오래 갈 수 있으나 만약 石油나 천연 가스의 대체 에너지 資源으로 利用된다면, 이것 역시 훨씬 빨리 고갈되고 말 것이다.

그리고 그 이용도가 점점증하고 있는 核에너지 資源도 現在의 非增殖爐型 核分裂에너지 利用을 繼續한다면 멀지 않아 우라늄 資源의 고갈을 초래할 것이다. 그러나 이 核에너지 資源은 增殖爐型 核分裂 에너지의 利用 補給으로 現 資源의 60倍로 增加 利用이 可能하며, 그 보다도 賦存 資源이 풍부한 토리움의 利用이 실용 可能해지면, 核分裂 에너지는 全体 化石燃料의 合보다 더 많은 에너지의 資源이 될 것이다.

## 가. 世界 에너지 資源 賦存量

### (1) 石 油

石油은 약 2兆 배럴 정도 賦存되어 있을 것으로 豫測되며, 其中 約 1兆배럴 정도가 이미 發見 및 生産되고 있으며 나머지 1兆배럴 정도가 未發見 상태로 남아 있는데, 점차 自然條件이 악화되어가므로 개발 可能性이 자꾸 줄어드는 實情이다. 또한, 石油 確認매장량 中 約 56%가 中東 地域에 부존되어 있어 資源의 편재성이 심하다. 世界의 石油 生産量은 日産 6,300萬 배럴인데, 이 중 OPEC 諸國이 約 50%를 占有하고 있다.

1970年代의 世界 石油 生産量은 年平均 4.1%의 증가율을 나타냈으며 이는 消費 증가율과 비슷한 추이를 보이고 있으나, 후반기에 들어와서는 消費 증가율이 약간 앞서기 始作했으므로, 적극적인 대체에너지 정책이나 消費 절약이 없는 限 數年內에 石油 供給에 甚한 부족 현상이

展望된다.

〈표·1〉 世界의 石油 確認 매장량 단위:千배럴

國 別	OGJ (1980. 1. 1)	World Oil (1980. 8. 15)	비 고
아시아태평양	19,355,200	18,908,893	OGJ : Oil & Gas Journal
西 歐	23,776,400	14,075,488	
中 東	361,947,300	360,491,719	
아 프 리 카	57,072,100	57,360,901	
美 洲 (自由世界)	89,772,500 (551,623,500)	94,539,744 (545,417,410)	
共 産 圈	90,000,000	80,434,805	
世界 全体	641,623,500	625,822,215	

〈표·2〉 世界의 石油 推定 매장량(1977)

단위: 10億배럴

地 域	소련	中東	北美	아프리카	南美	유럽	기타	合計
매장량	590	350	210	200	180	150	150	1,830

資料: Energy (1980. 5)

〈표·3〉 年代別 石油의 發見, 生産, 매장량 및 가채년수

區 分	1975	1980	1985	1990	1995	2000
5年間發見量 (10億배럴)	—	192	163	142	112	96
生 産 量 (總: 10億배럴)	20.7	25.6	30.7	34.1	34.4	33.2
(日産: 百만배럴/日)	56.6	70.2	84.3	93.2	94.4	91.0
매 장 량 (10億배럴)	666	721	752	732	674	603
가채년수(매장량/年산량)	32.2	28.2	24.5	21.4	19.6	18.1

資料: 1980年代의 에너지와 世界經濟(WEIS보고서)

### (2) 天然가스

自然狀態에서 氣體나 액체 狀態로 存在하고 있는 天然가스는, 石油 채취시에 함께 產出되는 경우가 대부분이나 아직까지 경제성 때문에 소각시키는 量이 利用하는 量보다 훨씬 더 많았다. 그러나 世界的인 에너지 資源 問題가 高潮됨에 따라 外面 당하고 있던 天然가스가 石油의 대체 물로써 그 역할이 높게 評價되어 이의 活用이 增大하는 추세에 있다.

그러나 이의 대규모 利用에 따르는 莫大한 施設投資가 병행되어야 하므로 短期間內에 天然

가스의 需要가 급격히 增加할 것으로 展望되지는 않는다. 現在까지의 천연가스 確認 매장량은  $25 \times 10^{14} \text{ft}^3$ 이며, 이것 역시 石油와 함께 中東地域에 많은 量이 賦存되어 있다.

또 천연가스의 年平均 需要 增加는 2000년까지 約 3.3%로 展望하고 있으며 대체적으로 需給上의 불균형은 있을 것 같지 않다.

우리 나라도 에너지 多邊化의 일환으로 천연가스를 利用한 發電 및 都市가스의 利用이 점차 增加할 것으로 期待된다.

서 石炭이 각광을 받기 始作하고 있다.

石炭은 매장량 面에서도 石油의 約 5배에 達하고 있기 때문에, 취급상의 不便과 환경 문제만 극복하면, 그 需要는 急速히 늘어날 것이 確實하다.

그리고 IEA나 OECD諸國들이, 石炭 利用에 적극적인 정책을 取하고 있어 石炭 産業이 活氣를 띠고 있고, 交易量도 增加 추세에 있다. 또 現在의 石炭生産 規模는, 年間 約 27억톤 이지만, 2,000년까지는 年 4.5%씩 生産이 增大될 것으로 展望하고 있다.

〈표·4〉 天然가스 確認매장량

단위 :  $10^9 \text{ft}^3$

國 別	OGJ(1980.1.1)	World Oil	
		H·C	B·C
아시아, 태평양	128,185	159,824	
西 歐	135,376	123,330	
中 東	740,330	650,858	
아 프 리 카	210,350	191,518	
美 洲	424,000	434,310	
(自由世界)	(1,638,241)	(1,578,040)	
共 産 圈	935,000	960,334	
世界全体	2,573,241	2,538,374	

〈표·5〉 天然가스 生産 추이

단위 : 10億 $\text{ft}^3$

年 度	1975	1976	1977	1978	1979
生産量	47,478	50,407	53,883	53,779	57,164

資料 : International Petroleum Encyclopedia (1980)

〈표·6〉 天然가스 消費 추이 및 展望

단위 :  $10^9 \text{m}^3$

年 度	1970	1975	1978	1985	1990
消費量	11,150	12,934	14,477	18,057	21,466

資料 : B·P社

### (3) 石 炭

石油가 1980年代에 供給不足 現狀을 초래하리라는 展望에 따라, 世界는 가장 손쉬운 代替 에너지源인 石炭으로 눈을 돌리게 되고, 따라

〈표·7〉 石炭 매장량

단위 : 百만톤

國 別	매 장 량		가체매장량		備 考
	H·C	B·C	H·C	B·C	
아프리카	172,714	190	34,033	90	H·C:Hard
美 洲	1,311,331	1,408,788	126,839	70,891	Coal
아 시 아	5,494,025	887,127	219,226	29,591	B·C: Brown Coal
大 洋 洲	213,890	49,034	18,164	9,333	매장량 : 지질학적
유 럽 주	535,664	53,741	95,010	33,752	자원량
世界全体					가체매장량
	7,727,624	2,398,880	493,272	143,657	량 : 기술적, 경제적
	10,126,504		639,929		적으로 채탄가능량

資料 : WEC, 1977년

〈표·8〉 OECD의 石炭需要展望

단위 : 百만톤

年 度	1977	1985		2000	
		case-A	case-B	case-A	case-B
需要量	990	1,235	1,370	2,000	3,025

資料 : WOCOL

case-A : 1977~2000년의 石炭需要증가율—1.75%  
case-B : " " " 2.5%

〈표·9〉 石炭의 生産展望

國 別	生 産 (mtce / 年)	
	1977年	2000年
OECD총계	964	2,813
其他世界	1,485	3,965
世界全体	2,450	6,780

資料 : WEC와 WOCOL 보고서

(4) 油頁岩 및 瀝靑砂 (Oil Shale & Tar Sand)

Oil Shale과 Tar Sand는 世界的으로 石油에 버금가는 量이 賦存되어 있으나, 이들로부터 石油을 추출하기 위한 費用과 廢石의 處理問題, 그리고 公害 問題等으로 아직 本格的인 개발이 보류되고 있으나 油價의 변동에 따라 조만간 개발이 活發해질 것으로 展望된다.

UNESCO 제 5차 天然資源위원회 자료(1977. 5)에 따르면, 噸당 10갈론 以上の 原油를 産出하는 油頁岩 광상에 대한 추정 매장량은 대략  $3 \times 10^{12}$  배럴이다. 또 Oil & Gas Journal(1978. 10)에 따르면 Tar Sand의 賦存量은  $2 \times 10^{14}$  배럴이 매장되어 있으며, 이들은 주로 캐나다를 비롯한 베네주엘라 등 美洲에 많이 분포되어 있다.

(5) 核 에너지資源

核 에너지資源에는, 現在 原子力 發電에 使用되는 우라늄과 核분열 에너지로서 利用이 可能한 토리움이 있다. 그런데 現在, 에너지로 利用되고 있는 우라늄의 매장량 중에서 經濟性이 맞는 \$30/lb 以下까지 우라늄은 約 240만톤 정도이다. 한편 近來에 석유의 代替에너지로 原子力 發電이 각광을 받게되어, 우라늄의 消費 增加 추세는 급격할 것으로 展望되며, 이런 추세로 나간다면 우라늄 資源도 數年內에 고갈되고 말 것이다. 그러나 거의 개발이 完成 단계에 있는 고속 증식로의 보급으로 現在의 우라늄資源을 60배로 늘려서 利用이 可能하게 되므로 장차 획기적인 代替에너지源으로서 일익을 담당하게 될 것이다.

또 우라늄 資源도 그 分布의 편재성이 두드러져서, 美國, 캐나다를 비롯한 5개국이 全世界 우라늄 資源의 78%를 占有하고 있다.

토륨은 아직까지 기술상의 문제로, 核에너지로 利用되지 않고 있으나 증식로의 개발 등으로 장차 에너지源으로서 利用이 可能하므로, 각국의 개발 活動이 활발해지고 있는 추세이다.

〈표·10〉 우라늄 매장량

단위 : U.O. 千톤

國 別	\$30 / lb	\$50 / lb
北 美	979	1,269
아 프 리 카	769	984
유 럽	87	462
호 주	380	390
아 시 아	52.4	58.4
南 美	126	126
합 계	2,393.4	3289.4

資料 : Energy 註 : 1979年度 DOE 資料임.

〈표·11〉 토륨 매장량

단위 : 千S/T

國 別	매 장 량	잠 재 량	계
北 美	370	600	970
아 프 리 카	40	60	100
유 럽	40	80	120
호 주	40	100	140
아 시 아	220	280	500
南 美	70	120	190
합 계	780	1,240	2,020

資料 : Mineral Facts & Problems(1975)

〈표·12〉 年間 우라늄 所要量

단위 : 千톤U

區 分	1980		2000		2025	
	최저	최대	최저	최대	최저	최대
경 수 로	28	32	120~135	175~200	190~260	430~590
중 수 로	28	32	115	170	160~220	360~480
경수로(Pu계순환)	28	32	85~95	125~140	140~180	320~420
중수로( " )	28	32	110~115	160~175	130	290
대형 FBR	28	32	100	145	50~70	50~240
합 계	140					

資料 : ENERGY(1980. 8), 註 : INFCE, WGI 보고서에 轉제

〈표·13〉 토륨 需要展望

단위 : S/T

區分	1973	2000年度 수요범위		가 능 수 요		년평균증가율 (%)
		최저	최고	1985	2000	
美國	90	450	3150	150	1100	9.7
기타	150	600	6000	200	2000	10.1
(계)	240	1050	9150	350	3100	9.9

資料 : Mineral Facts & Problems(1975)

〈表·14〉 世界 水力資源 賦存量

地 域	賦 存 量(a)		既 開 發 容 積(b)		開 發 比(b/a)
	MW	GWh/年	MW	GWh/年	%
아 프 리 카	437,104	2,019,934	8,154	30,168	1.5
아 시 아	684,337	2,638,169	47,118	198,433	7.5
유 럽	215,407	722,368	103,998	382,317	52.9
蘇 聯	269,000	1,095,000	31,500	123,000	11.2
北 美 洲	330,455	1,487,847	90,210	453,334	30.5
南 美 洲	288,289	1,637,031	18,773	91,415	5.6
大 洋 洲	36,515	202,071	7,609	28,897	14.3
世 界 總 計	2,261,107	9,802,420	307,362	1,307,564	13.3

資料：W.E.C., Survey of Energy Resources, 1974

(6) 水力 資源

水力資源의 世界的인 賦存量은, 年間 約 9兆 8千億kWh의 電力量에 達하며, 이 가운데 13.3%인 1兆 3千億kWh가 이미 開發 利用되고 있는 실정이다.

나. 國內 에너지 資源

우리 나라는 에너지 資源이 극히 貧弱한 便이며, 에너지 源의 主宗을 이루는 石油은 全量 海外에 依存하고, 代替에너지의 核燃料도 全部 수입에 依存하고 있는 形便인데, 國內 에너지 資源의 大部分을 차지하는 무연탄은 國內 에너지 消費量의 절반도 充當하지 못하고 있다.

장차 利用이 기대되는 資源으로는, 西海岸의 潮力資源과 부존 우라늄 및 토륨을 들 수 있으며, 기타 太陽에너지, 風力, 소수력 等도 開發의 餘지가 많이 있다.

(1) 石炭 資源

石炭은 國內 에너지資源 가운데 가장 重要한 供給源으로 그 大部分이 無연탄이며, 약간의 갈탄과 이탄층이 賦存되어 있다.

無연탄의 總매장량은 15억 2천만톤이고, 가채 매장량은 6억 5천만톤으로 評價되었다. 그러나 우리나라에는 아직도 정밀 탐사가 되지 않은 地域이 많아 새로운 탄층이 發見될 展望이 있다.

〈丑·15〉 石 炭 (單位：千噸)

源 別	可 採 埋 藏 量	總埋藏量
無 煙 炭 <sup>1</sup>	653,058	1,521,529
泥 炭 <sup>2</sup>	110,652(可採率30%基準)	368,804

資料：1. 鑛業振興公社, 國立地質鑛物研究所, 1976.2  
2. 科學技術處, 泥炭資源의 多目的活用에 關한 研究, 1974

(2) 水力, 潮力

水力資源은 國內 에너지 需要量의 1.5% 밖에 充足시키지 못하나, 에너지 資源이 不足한 우리나라로서는 重要한 資源이다.

건설부에 따르면, 國內 水力資源 부존량은 3백만kW에 달하며, 年間 約 76億kWh의 電力을 生産할 수 있다.

또 소수력資源은 約60만kW로서 年間 約30億kWh의 電力을 生産할 수 있다. 한편 西海岸 일대에 世界的으로 有望한 潮力 發電·개발 대상 地域이 있어, 여기에서 利用 可能한 總 包藏 潮力은 133億kWh에 상당한 것으로 推定된다.

(3) 核 에너지 資源

우리나라의 우라늄 資源은 1955年 이래 1975年까지 沃川系 地域에서 確認된 資源이 精鑛으로 約 3,400톤에 달하는 것으로 알려졌다.

우라늄 광석의 品位는 U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>이 0.045% 정도이며, 現在 經濟적 開發 限界인 0.1%에 比하면

〈丑·16〉 水 力

水 系 別		賦 存 量 <sup>1)</sup>		既 開 發 容 量	
		千·kW <sup>2)</sup>	百萬kWH/年	千·kW	百萬kWH/年
大 水 力	漢 江	2,072.7	5,031.2	572.8	1,650.3
	洛 東 江	431.8	1,109.8	102.6	194.0
	錦 江	303.3	877.2	—	—
	蟾 津 江	121.1	412.7	34.5	182.4
	其 他	83.5	217.6	1.2	4.4
	計	3,012.4	7,648.5	711.1	2,031.1
小 水 力		582.5	2,936.5	0.45 <sup>3)</sup>	—
合 計		3,594.9	10,585.0	711.55	2,031.1

註：(1) 技術的 包藏水力量임.

(2) 發電力은 5時間尖頭發電을 基準으로 한 設備容量임.

(3) 江原道 橫城郡 安興面에 450kW規模의 示範小水力發電所를 韓電에서 建設推進中에 있음.

資料：：建設部, 包藏水力調查報告書, 1974. 12

科學技術處, 小水力發電立地調査, 1974. 12

〈丑·17〉 潮 力

(單位：百萬kWH)

優先順位	地 域	理論的包藏潮力量	技術的包藏潮力量
1	加露林灣	7,487	1,572
2	淺水灣	24,829	5,214
3	瑞山灣	4,462	937
4	安興灣	1,671	351
5	南陽灣	3,381	710
6	始興灣	4,595	965
7	仁川灣	15,033	3,157
	計	61,418	13,266

資料：科學技術處, 潮力發電 基礎調査에 關한 研究, 1974. 12

크게 떨어져 있고 있으나, 국제 우라늄 가격의 상승 추세로 보아 곧 經濟性이 있을 것으로 展望된다.

또한 토륨 資源은 現在까지 確認된 精鑛이 約 15,000톤으로 알려져 있다. 앞으로 토륨을 利用하는 원자료가 개발되면, 새로운 國內 에너지 源으로 期待되는 有望한 資源이다. 앞으로 國內 탐사 技術의 開發로 核에너지 資源의 확인 매장량이 증가할 것으로 기대된다.

〈丑·18〉 核燃料 부존현황

(單位：屯)

源 別	發 見 鑛 量	
	原 鑛 石	精 鑛
우라늄(大山—槐山)	8,000,000	3,400(U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )
토륨(忠南, 湖南)	300,000	15,000(ThO <sub>2</sub> )

資料：國立地質鑛物研究所, 韓國原子力研究所, 1976

