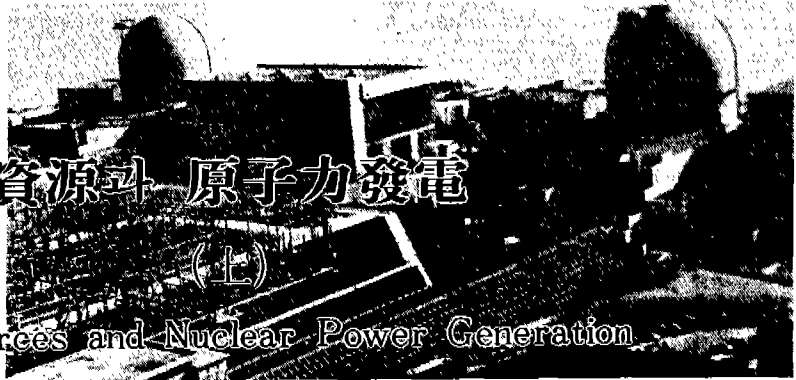


에너지資源과 原子力發電

(上)

Energy Resources and Nuclear Power Generation

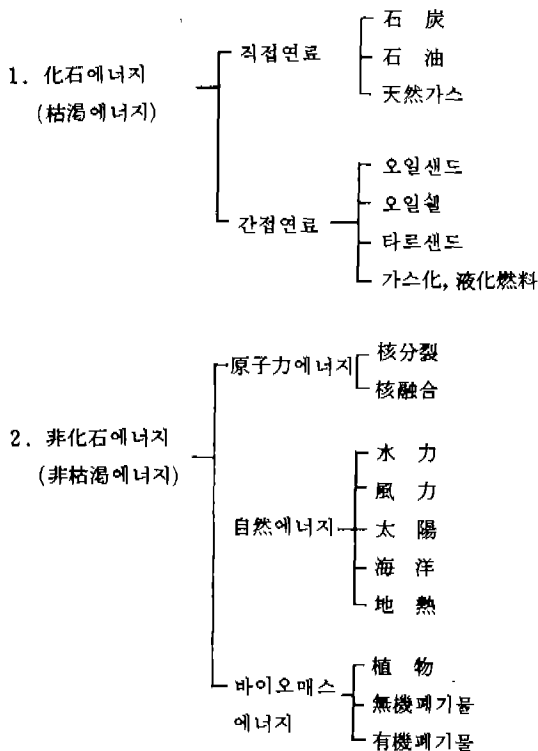


1. 세계의 에너지資源

1.1 에너지資源의 종류

에너지源을 다양화하여 이용한다는 것은 우리가 오늘날 당면하고 있는 커다란 과제의 하나이다.

먼저 우리가 이용할 수 있는 에너지源의 종류를 들면 그림 1 과 같다.



〈그림-1〉 에너지源의 종류

이 가운데 바람직한 에너지源은

(1) 資源賦存量 (2) 供給安定性 (3) 經濟性 (4) 確立된 技術등의 조건을 만족하는 것이어야만 한다. 현재 우리가 쓰고 있는 에너지源은 石油, 石炭, 가스 와 같은 化石에너지와 核分裂에너지를 이용하는 原子力이다.

化石에너지는 그대로 태워서 이용하는 것과 (1차 에너지) 電氣, 가스처럼 사용하기에 보다 편리하게 변환시켜 이용하는 것이 있다 (2차에너지). 그러나 이들 化石資源은 궁극적으로는 모두 熱에너지로서 없어지는 것이며 또한 이들 資源은 한정된 양으로 점차 枯渴되는 資源消費型 에너지라는데 문제가 있다.

原子力에너지 역시 枯渴되는 資源에 속하지만 高速增殖爐의 활용으로 이용기간을 엄청나게 늘릴 수 있을 뿐만아니라 核融合에너지로의 길이 열리게 되면 거의 무한에 가까운 非枯渴에너지源이 될 것이다.

또한 아직 실용화되지는 못하고 있지만 太陽에너지, 地熱, 風力등의 自然에너지 등으로 구성되는 非化石에너지는 再生가능한 깨끗한 에너지로서 거의 枯渴되지 않는 무한한 資源이라 하겠다.

1.2 에너지資源의 現況

현재 세계에서 이용되고 있는 에너지源은 크게 石油, 石炭, 原子力, 가스, 新再生에너지 (대규모 수력발전, 태양열 이용, 石炭가스화 및 液化 등) 등으로 나눌 수 있으며, 지금까지 알려지고 있는 세계 에너지源 賦存量은 표 1과 같다.

에너지源別 需給은 각 에너지源이 갖는 공급측면

〈표-1〉 세계에너지 資源賦存量

区 分	石 油	石 炭	天然가스	우 라 늄	新再生에너지 中 化石燃料 (타르센드, 오 일물, 오일센 드)
窮極埋藏量	1.4兆~ 3.1兆배럴	10兆톤	295兆~ 340兆m ³	9.7~24.4 百萬톤	
確認埋藏量(R)	6,693億배럴	6,870億톤	90兆m ³	2,860千톤	4,100億톤
OECD	8.9%	46.6%	14.8%	59.9%	97.6%
OPEC	64.5%	0.2%	31.4%	10.6%	
共 産 圏	12.6%	38.6%	42.0%	0.3%	1.4
開 發 圏	14.0%	14.6%	11.8%	23.2%	1.0
生 産 量(P) (1983年)	207.5億배럴	40億톤	1.56兆m ³	36,426萬	小 量
可 採 期 間 (R/P)	32.3年	171.8年	57.7年	78.5年	

〈“2000년을 향한 장기에너지전망과 전략” 동력자원부 1985. 2〉

의 여건과 수요면의 여건 및 代替관계에 있는 他에너지와의 需給에 영향을 받는다. 이러한 제반 여건 중 공급측면의 여건, 특히 자원의 물리적인 한계가 세계적인 관심의 초점이 되고 있다. 대체적으로 현재의 主宗에너지源인 石油의 可採期間이 石炭, 核燃料인 우라늄과 天然가스 등 代替에너지源의 可採期間에 비하여 짧은 것으로 알려져 있어 이들 代替에너지源의 利用이 활발히 전개될 것으로 전망된다. 여기서 유념해야 할 사실은 資源別可採期間에 너무 큰 의미를 부여할 필요는 없겠지만 可採期間이 상대적으로 짧은 경우는 긴 경우에 비하여 限界鑛山이 개발된다는 것을 뜻하며, 이는 그만큼 價格上昇의 가능성이 높다는 것을 시사하는 것이라 하겠다.

◇ 石 油

石油은 主宗에너지源으로서 현재 전세계에너지需의 40%, 자유세계 에너지需의 47%를 차지하고 있다. 石油은 內燃機關의 발달로 시작된 流体革命을 통하여 石炭을 代替하기 시작하여 2次大戰後 세계경제의 급성장을 배경으로 主宗에너지로 등장하였다.

그러나 1970년대에 이르러 OPEC에 의한 생산 및

價格統制가 진행되어 가격 및 공급면에서의 利點을 상실해 가고 있다. 게다가 지난 石油波動期중에 심어진 석유공급에 따른 불안의식이 작용하여 石油消費國의 石油代替 노력은 계속 지속될 것으로 전망된다.

세계의 確認埋藏量은 6,693億배럴로 알려져 있으며 이는 現生産量 基準으로 약 32년을 供給할 수 있는 양에 해당된다. 그러나 공급측면에서 문제가 되는 것은 약 65%가 政治, 經濟적으로 불안정한 OPEC지역에 편재되어 있다는 점이다. 앞으로 세계石油需給에 있어서 공급을 증가시킬 수 있는 여력은 OPEC내에서도 世界確認埋藏量의 55%, OPEC內埋藏量의 85%를 차지하고 있는 中東產油地域이 될 것으로 보인다.

앞으로 石油需費는 점증될 것이나 그 增加率は 크게 둔화될 것으로 전망된다. 石油需費의 증가요인은 輸送部門의 內燃機關, 産業部門의 石油化學工業 등 石油을 필수로 하는 부문의 석유수요가 증가될 것이라는 점에서 찾을 수 있다.

그러나 石油需給문제는 6年 이상을 끌어오는 이란·이라크戰 이외에도 많은 不安定 要因을 내포하고 있다. 레바논을 무대로 한 이스라엘과 시리아의 대치 역시 제3의 아랍·이스라엘 전쟁을 유발시킬 우려가 있으며 回教 教派間의 대립, 保守勢力과 改革勢力의 대립 등 政治·社會的인 不安要因이 상존하고 있다.

◇ 石 炭

石油이전 시대의 主宗에너지였던 石炭은 그 賦存量이 石油에 비하여 방대하고 세계적으로 광범위하게 부존되어 있을 뿐만 아니라 單位熱量當 價格이 石油보다 저렴하여 石油波動이후 유력한 石油代替源으로 평가되고 있다. 熱源으로서 뿐만 아니라 直接 石油代용으로 사용할 수 있도록 하는 液化, 가스화 등 新利用技術과 公害防止技術의 연구개발 노력도 활발히 진행되고 있다.

세계의 石炭確認埋藏量은 6,870억톤으로 賦存量은 OECD와 共産圏이 85%를 차지하고 있으며 可採期間은 171년 정도로 예상된다. 앞으로 세계 석

탄생산의 54%를 차지하고 있는 미국, 소련, 중공이 대량 생산국이 될 것이며 남아프리카와 호주도 主生産國으로 부상할 것으로 전망된다. 石炭需要는 石油의 代替에너지로서 꾸준히 증가할 것으로 보이거나 앞서서도 언급했듯이 石炭 역시 賦存量의 지역적 偏在에 따라 資源武器化할 가능성을 항상 안고 있다. 뿐만 아니라 독일, 미국, 캐나다 등지에서는 석탄의 CO, SOx, NOx 등으로 인한 大氣汚染, 酸性雨에 의한 삼림, 농작물의 피해, 호수, 하천, 지하수의 오염 등이 심각히 대두되고 있어 環境 汚染防止對策이 시급하다 하겠다.

◇ 天然가스

天然가스는 確認埋藏量이 石油에 못지 않다. 천연가스의 地域的 分布는 中東占有率이 26%로 낮은 반면 共産圈의 占有率이 높다.

그러나 현재 使用比重이 낮고 低公害 에너지라는 利點과 石油를 쉽게 代替할 수 있다는 利點 때문에 앞으로 當분간은 수요가 크게 증가할 것으로 보인다.

세계의 天然가스 埋藏量은 共産圈과 OPEC가 70%를 차지하나 石油보다는 地域的 偏在가 심하지 않고 가스開發量이 石油開發量을 능가하고 있다. 天然가스 공급은 미국, 소련, 네델란드, 알제리, 인도네시아 등이 주축을 이룰 전망이며, 西유럽은 소련, 네델란드, 알제리 등으로부터 공급받고 東南아시아는 인도네시아로 부터 주로 供給받게 될 것이다.

현재 세계 1차에너지의 需要중 天然가스 占有率은 약 19%이나 先進諸國에서의 需要 比重은 미국 27%, 西歐 14%, 일본은 7%로 그 차이가 크다. 天然가스 상태로 공급받는 나라에서는 낮은 가격때문에 소비량이 많은 반면 LNG상태로 공급받는 나라에서는 도입에 많은 비용이 추가되기 때문에 소비가 적다. 저렴한 液化技術이 발달되지 않는 한, 앞으로도 LNG상태로 수입하는 국가에서는 수요가 완만히 증가할 것이다.

天然가스가 石油에 비해 地域的 偏在가 덜하다고 하지만 共産圈의 占有率이 높아 東西 冷戰 등의 政治·經濟的 문제로 資源武器化할 가능성은 상존하

며 가격면에서도 현재 原油價格과 等價水準에서 連動되고 있기 때문에 不安定要因은 石油와 별 차이가 없다고 하겠다.

◇ 原子力

原子力에너지는 1950년대말 부터 發電部門에 응용되어 1986년 6월말 현재 세계 26개국에서 365基(시설용량: 약 2억 6천만KW)의 原子力發電所가 運轉중이며 163基(시설용량: 1억 5천만KW)가 建設중에 있다. 原子力에너지의 燃料인 우라늄은 地殼에 약 4 ppm정도(原鑛 1톤당 우라늄 4그램), 海水에 약 3 ppb(바다물 1000톤당 우라늄 3그램)정도 함유되어 있다(표 2 참조).

〈표-2〉 우라늄資源 및 含量

資 源	平均品位 (PPM)	總量 (Ton-U)
U-ORES	350~5,000	4 ~ 5 × 10 ⁶
Phosphates	100~200	5 ~ 10 × 10 ⁶
Bauxite	8 ~ 12	0.09~0.1 × 10 ⁶
Lignite	0.1~1	0.15 × 1.5 × 10 ⁶
Manganese nodules	4 ~ 7	10~14 × 10 ⁶
Granite	4	4 × 10 ⁶
Shelf Sediments	1~4	3 ~ 4 × 10 ¹¹
Sea Water	0.003	4.5 × 10 ⁶

그러나 현재의 국제 우라늄 거래가격 면에서 고려할 때 우라늄 原鑛으로서 가치가 있는 것은 약 0.1~0.15% (原鑛 1톤당 우라늄 1~1.5kg) 이상의 우라늄이 포함되어 있는 原鑛이어야 한다.

이렇게 경제적으로 우수한 原鑛에 賦存되어 있는 우라늄의 確認埋藏量은 약 286만톤으로 알려져 있으며 현 세계수요의 약 78년분에 해당한다. 우라늄 자원의 분포를 보면 대체적으로 北美, 아프리카 일부 및 호주 등에 양질의 우라늄鑛이 散在해 있으며 그 밖의 지역에는 소량 또는 低品位우라늄이 分布하고 있다.

우라늄資源도 石油, 石炭 등의 化石에너지資源과

마찬가지로 지하에 매장되어 있는 양이 한정되어 있으므로 현재의 우라늄 소비량으로 본다면 70~80년 후에는 資源 부족현상이 도래할 것으로 보는 견해가 많다. 그러나 프랑스 등 先進國에서 開發完了하여 實證段階에 들어간 高速增殖爐가 實用化 된다면 使用後核燃料의 再處理를 통하여 60배 가까운 우라늄資源의 再活用이 가능하게 된다. 또한 地下資源이 고갈되어감에 따라 가격이 상승하게 되면 우라늄 低品位鑛도 경제성이 있게될 뿐만아니라 海水中에는 극히 미량(3 ppb)의 우라늄이 존재하지만 海水의 절대량(1.4×10^{17} 톤)이 엄청나기 때문에 존재하는 우라늄의 총량은 45억톤으로 추정된다. 이 수치는 지하에 매장되어 있는 可用우라늄資源의 약 1,000배에 해당되는 것으로 資源의 고갈을 걱정할 필요가 없다고 할 수 있다.

◇ 新再生에너지 및 기타

이 분야의 에너지는 기존에너지 범주에 속하는 水力외에 太陽熱 등 自然에너지, 核融合에너지, 化石燃料을 기초로 한 石油代替에너지, 水素에너지 등을 포함한다. 이들은 石油, 石炭 등 化石燃料과 核燃料이 고갈될 경우에 세계문명을 지탱할 에너지源으로서 관련 利用技術의 進展相은 세계적으로 비상한 관심을 끌고 있다. 현재는 太陽에너지, 風力 등 극히 일부가 初期實用化 단계에 있고 대부분 實驗段階 내지는 學術的 研究段階에 머무르고 있다.

그러나 현재 新再生에너지는 새로운 文明과 산업을 창조하는 이상적인 에너지供給手段으로 간주되고 있으므로 미래의 供給比重을 현재의 기술수준만으로 평가할 수는 없다고 하겠다.

(自然에너지)

太陽에너지, 風力, 潮力, 小水力, 海洋에너지 등 自然에너지는 非枯渴性 에너지로서 동시에 公害發生이 全無한 점 등의 利點을 가지고 있다. 특히 太陽에너지는 전세계적으로 가장 實用化되고 있으며 21세기에는 主要 에너지源으로 부상될 것이 기대된다. 현재의 이용실태는 주로 給湯施設 등 熱源利用이 위주이나 高效率 太陽電池의 개발을 중심으로 太陽光發電기술이 진전되고 있다. 風力, 潮力 역시

발전용으로 실용단계에 있으나 이용가능지역이 제한되어 있어 淸淨한 역할을 기대하기 어렵다.

(石油代替에너지)

石炭液化 및 가스화, 알콜燃料, 오일셸, 오일샌드 타르샌드 등 石油代替에너지의 實用화를 목표로 미국, 일본, 西유럽諸國 등에서 연구개발 노력이 진행되고 있다. 生産原價가 石油價格보다 높아 實用화가 지연되고 있으나 石油價格의 상승으로 경제성이 있게될 今世紀末경에는 실용단계에 이를 것으로 전망된다.

(核融合에너지 및 水素에너지)

核融合技術이 實用화 될 경우에는 半永久的인 에너지공급이 가능하므로 인류는 에너지제약으로 부터 해방될 것으로 기대된다. 이미 학술적인 研究段階를 거쳐 實用화를 위한 실험이 진행되고 있으나 본격적인 實用화는 21세기 후반에 가서야 이루어질 것으로 전망된다.

2. 우리나라의 에너지事情

우리나라는 1962년에 經濟社會發展 5 個年 計劃이 시작된 이래로 高度成長을 거듭하여 進통적인 農業社會로부터 製造業部門이 중심을 이루는 産業社會로 변모하였다. 이와함께 經濟成長과 産業化의 原動力인 에너지의 消費는 꾸준히 증가하여 왔다. 그러나 우리나라는 에너지賦存資源이 빈약한 관계로 에너지공급의 海外依存度가 높아지고 특히 全量 수입에 의존하는 石油依存度가 높아짐으로써 지난 1970년대의 石油波動期에 많은 어려움을 겪었다.

또한 앞으로도 海外依存度는 계속 높아질 전망이다. 반면에 이미 앞에서 살펴본 바와 같이 세계의 에너지情勢는 불확실성을 내포하고 있다.

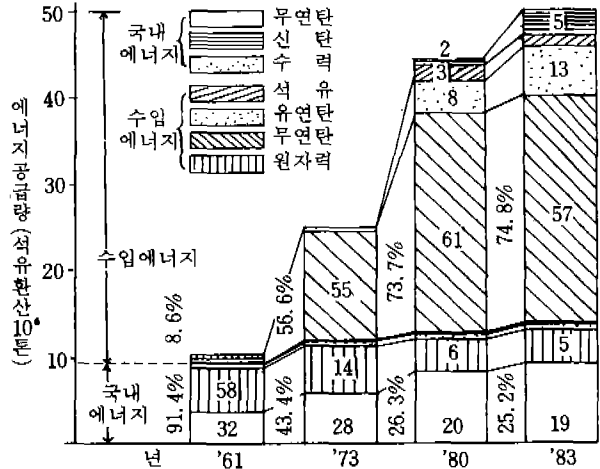
우리나라의 國民總生産中 1차에너지가 차지하는 비중은 表3에서 보는 바와 같이 2차石油波動 이후 급격히 증가하여 11~13%를 점유하고 있다. 또한 국가 總輸入額中 에너지輸入額의 비중은 2차石油波動 이후 급격히 증가했다가 약간 감소추세에 있긴 하지만 23~25% 수준이다(表4 참조).

〈표-3〉 국민총생산액 중 에너지비중

년도	국민총생산액 (백만US\$)	1차에너지금액 (백만US\$)	비율 (%)	비고
1978	51,960	3,107	6.0	
1979	62,374	4,927	7.9	2차석유파동
1980	61,203	8,037	13.1	
1981	67,191	9,373	13.9	
1982	70,797	9,052	12.8	
1983	75,108	8,625	11.5	

(자료: 에너지통계연보, 1985. 동자부)

〈그림-2〉 국가에너지공급현황



〈표-4〉 국가 총수입액중 에너지 수입액의 비중

년도	총 수입액 (백만US\$)	1차에너지수입액 (백만US\$)	비율 (%)	비고
1978	14,972	2,407	16.1	
1979	20,339	3,728	18.3	2차석유파동
1980	22,292	6,589	29.6	
1981	26,131	7,852	30.0	
1982	24,251	7,528	31.0	
1983	26,192	7,087	27.1	
1984	30,631	7,252	23.7	

(자료: 연합연감, 1985. 연합통신)

〈표-5〉 국내 에너지 부존자원

구분	단위	매장량	경제적 가채량	가채연수	비고
무연탄	억톤	15	6	약30년	• 연간 약 2천만톤 채탄 • 채탄여건 계속 악화
수력	MW	3,000	2,000	-	• 1,223MW 기계발
우라늄(정련)	만톤	5	-	-	• 저품위광
조력	MW	1,700	-	-	

국가 에너지供給面에서 보면 경제사정이 미약했던 1961년에는 수입에너지 依存度가 8.6%에 불과했지만 經濟成長과 더불어 에너지의 海外依存度는 점점 심화되어 현재는 75% 이상이 되고 있다(그림 2 참조).

또한 우리나라의 에너지資源의 賦存現況을 보면 석탄의 경우 15억톤 가량되지만 이는 열량이 낮은 무연탄으로 産業用이나 發電用으로는 거의 쓸모가 없을 뿐만아니라 채탄 여건이 계속 악화되고 있는 실정이다. 수력자원의 경우 역시 미미한 실정이고 우라늄資源은 현재 경제성이 없는 低品位鑛(약0.04% 이하의 함유량)으로 우라늄埋藏量은 약 5만톤(精鍊) 정도로 추산된다(표5 참조).

이와같이 우리나라는 에너지의 賦存資源이 거의 없는 실정에서 經濟成長을 지속해야 하는 어려움에 처해 있어 만성적인 國際收支의 赤字를 가져와 세계의 主要債務國이 되게 하는 커다란 요인이 되고 있다.

〈다음호에 계속〉