

에너지의 現狀과 將來

이 資料는 최근 에너지問題 전문가인 K·A·V·마크레르씨(셀
인터내셔널)가 日本에서 행한 에너지문제展望에 관한 강연내용
을 정리해 옮긴 것이다. 〈編輯者註〉

세계의 에너지 情勢가 다시 사람들의 관심을 모
오고 있다. 이번에는 石油의 현실적 부족이라던가
장래의 부족에 대한 염려때문이 아니고, 적어도 당
분간 供給過剩이 계속될 것이라는 이유 때문이다.
그러나 에너지 事情은 매우 변하기 쉽고, 현실점
에서 장래를 예측하는 것은 매우 곤란하다.

이 글에서는 세계의 장래 에너지 展望에 대해 그
基本的인 골격을 간단히 설명하는 것과 함께, 거
기에 작용하는 여러가지 力学關係에 대해서 고찰하려
한다.

1. 中東地域 偏在에 따른 問題

第2次世界大戰 이후, 共產圈諸國을 제외한 세
계의 經濟成長은 값싼 大量的의 에너지에 의해 뒷받
침되어 왔다. 특히 石油은 가장 중요하면서 싼 에
너지源으로써, 石油生産은 이 期間中에 급속히 증
가하였다. 예를 들면 60년에는 하루 약 2,000만배
럴을 생산하던 것이 72년에는 하루 약 4,500만배
럴로 增加하였다.

그 후, 73년부터 74년에 걸쳐 第1次 石油危機가
발생했다. 需要의 대폭적인 增加와 中東의 政治
의 危機에 의해 生産國은 OPEC(石油輸出國機構)를
통하여 값싼 石油時代는 끝났다고 言明하는데까지
이르렀다. 供給은 궁핍해지고 價格은 急上昇하였다.
그 후 이란의 供給中斷으로 價格은 더욱 뛰었고,
선방세계는 이것이 단순한 일시적인 혼란이 아니
라는 것을 통감하였다. 第1次 石油危機는 그 후,

여러 해에 걸친 石油供給과 코스트上昇의 압박의
시작이었다.

이 傾向은 81년 중반까지 계속되었다. 이때가 되
면 石油의 高價格때문에 그 需要는 간접적으로는
세계 經濟活動의 下降에 의해서, 직접적으로는 省
에너지의 進展과 에너지效率의 上昇에 의해 減退하
기에 이르렀다.

73년 세계의 平均石油價格은 배럴당 약 3달러였
지만, 74년에는 그것이 단번에 약 10달러까지 뛰어
올랐다. 81년에는 약 34달러로 되었다. 현재 이 價
격은 약간 내려 약 33달러로 되어 있다.

최근의 이러한 石油動向은 과연 에너지의 長期
供給에 관한 우리들의 見解에 영향을 미칠까? 우선
먼저 많은 사람들이 관심을 가지고 있는 基本的인
문제, 즉 세계의 에너지 供給은 枯竭되어가는 것은
아닐까하는 문제부터 다루어 보자.

의외라고 생각될지도 모르겠지만, 그렇지 않다.
에너지 供給은 長期에 걸쳐 없어져 버리는 것은 아
니라고 하는 것이 나의 생각이다. 현재의 에너지
埋藏量을 고찰해 보면, 主要化石燃料인 石油, 石炭,
가스, 타르샌드, 오일셰일의 推定埋藏量은 막대하
다. 지금까지 생산된 세계의 石油와 가스량은 推定
埋藏量의 20% 이하이다. 또 현재까지 소비된 세계
의 石炭량은 推定埋藏量의 1.5% 밖에 안된다. 타
르샌드와 오일셰일은 거의 손이 미치지 않고 있다.
이렇게 말하면『그러면 하등 염려할 것이 없지 않는
가』고 質問할지도 모른다. 그러나 問題는 세계의

石油埋藏量の 대부분이 消費量이 적은 中東地域에 偏在되어 있고, 연료를 필요로 하는 대규모 消費市場과 멀리 떨어져 있다는 점이다.

石油供給 전망에 있어서 가장 결정적인 要因은 産油國, 특히 OPEC 産油國들이 各國의 財政事情을 고려하여 어느 정도의 石油輸出을 원하는가 하는 것이다. 그 輸出 수준은 나라에 따라 다르다.

石油 매장량이 많은 나라들 중에는 国内用 石油을 거의 필요로 하지 않는 나라도 있다. 따라서 이들 나라들은 輸出用 石油生産量이 필요로 하는 財政資金의 額數에 따라 결정된다고 하더라도 놀라운 것은 아니다. 이러한 나라들 가운데는 石油의 收入으로 국민이 필요로 하는 學校, 病院, 집, 도로를

건설할 수 있고, 그 뿐만 아니라 많은 돈을 남기는 나라도 있다. 石油價格이 상승할 때 특히 그러하다. 이러한 나라가 通貨價値의 저하를 생각하여 西歐諸國의 通貨에 剩餘資金을 投資하기를 꺼리는 것은 놀라운 것이 아니다. 이러한 나라는 石油를 그대로 地下에 남겨두고 싶어 한다. 그렇게 되면 후손들이 이것을 使用할 수 있고, 또 세계의 에너지 價格이 올라감에 따라 石油의 價値가 오를 것이라고 생각하기 때문이다.

이에 반하여 人口가 많은 高消費國이라고 해야 할 그 밖의 産油國은 低消費國보다는 훨씬 많은 多額의 投資를 필요로 하고 工業化를 착수하는데 있어서 石油收入의 증가에 큰 기대를 걸고 있고 生産

〈表1〉 2000년까지의 세계에너지 展望 (共產圈을 除外)

	1980	1986	1990	2000
低成長 시나리오				
* 世界的 GNP 年世均成長率% (共產圈을 除外)	2.1%	1.75%	2.75%	2.50%
世界에 너지需要 (石油換算 100萬b/d)	93.8	98.3	106.6	133.7
高成長 시나리오				
世界的 GNP 年平均成長率% (共產圈을 除外)	2.1%	3%	3.25%	3.25%
世界에 너지需要 (石油換算 100萬b/d)	93.8	106.3	117.1	149.2
** 에 너지需要理論值				
低成長 시나리오 (石油換算 100萬b/d)			116.2	148.7
高成長 시나리오 (石油換算 100萬b/d)			127.5	175.5

註) * 1986, 1990 및 2000년의 項에 표시된 成長率은 각각 1980~86, 1986~90, 1990~2000年 사이의 平均成長率을 표시함.

** 1980年の 에 너지集約度가 當該期間中에도 계속될 것을 가정 하였음.

〈表2〉 世界的 2000년까지의 에너지 展望 (共產圈을 除外)

低 成 長 시 나 리 오	1980	1985	1990	2000
A. GNP 實質成長率(%)	2.1	1.25*	2.75*	2.5*
B. 에 너지 (石油換算 100萬b/d)	93.8	96.0	106.6	133.7
石 油	48.6	46.0	50.2	59.6
가 스	17.1	17.5	18.6	22.8
石 炭	17.4	19.2	21.4	29.3
原 子 力	2.9	4.7	6.6	9.1
水力/ 其他	7.8	8.6	9.8	12.9
C. ** 에 너지需要理論值 (石油換算 100萬b/d)			116.2	148.7
D. 節 約 (C-B)			9.6	15.0

註) * 1980~85年, 1986~1990年, 및 1990~2000年の 平均伸長率 (%)

** 에 너지 消費理論值는 GNP對 에 너지-比率을 1980年の 水準에 固定한다고 假定한 경우의 消費量을 표시함

을 制限할 여지가 별로 없다. 이러한 나라들 가운데는 石油價格이 낮을 때에도 高生産을 계속하려는 나라도 있다. 그럼에도 불구하고 이란事態에서 알 수 있듯이 급속한 近代化는 그 미치는 영향이 매우 크다. 近代化를 위해서는 신중한 접근이 바람직하다.

그러면 石油의 長期供給 展望은 어떠한가? 産油國政府가 안고 있는 諸問題나 政治的인 돌발사건의 위험성이 극히 높다는 것을 생각하면 共產國을 제외한 세계의 石油供給이 5~6년 사이에 하루 5,000 萬배럴(79년의 생산량)을 넘을 것이라고 생각하는 것은 잘못이다. 2000년頃에는 그것이 6,000 萬 배럴 정도로 증가할지 모르지만, 中東 이외의 지역에서의 供給은 증가할 것이고 北海와 멕시코와 같은 새로운 供給源이 중요하게 되고 있다. 그러나 이들 供給源은 中東에 비하여 앞으로는 규모는 작고, 기껏 老朽化한 油田을 피하기 어렵고, 生産低下를 비교적 長期에 걸쳐 相殺하는 정도 밖에 안될 것이다. 그 밖의 많은 새로운 供給源은 費用이 높고 기술적으로 生産이 어려울 것이다.

2. 低成長시나리오

그럼에도 불구하고 앞으로 20년 이상은 石油가 계속 세계 에너지 供給의 대부분을 차지할 것이다. 그러면 이 石油와 다른 에너지 供給과의 관계는 어떠한 할까? 우선 하나의 시나리오를 보자. 이것은 앞으로 20年間에 經濟成長率을 1.5%~2.5%로 상정하고 그것에 의거해 에너지 需要를 展望한 것이다. 이 경제전망은 제법 悲觀的인 것 모르지만, 이 시나리오에서 필요로 하는 에너지 供給의 확보조차 곤란하다면 더 높은 經濟成長을 이루는 어려움은 얼마나 큰 것일까? 게다가 이 시나리오에는 에너지 節約과 에너지 效率의 향상에 의한 영향을 어느 정도 예상하고 있다. 이 시나리오의 81년의 에너지 사용과 經濟活動과의 比較는 잠정적인 것이지만, 최근의 확정에 의하면 과거 2年間에 걸쳐 經濟活動에 대한 에너지 使用比率은 대폭 감소하고 있다. 81年の OECD 전체의 평균 國民總生産은 79년에 비하여 약 2.5% 증가하였다고 생각되지만, 1차 에너지의 需要量은 6% 이상이나 감소한 것이다. 石油 消費量만으로도 실로 14% 감소하였고, 그 가운데 工業用과 電力用的 重油가 가장 심각한 영향을 끼쳤다.

따라서 製造工業生産高에서 차지하는 重工業의 비율 低下에 의한 經濟構造의 변화와 에너지 集約産業이 불황기의 全産業 평균보다도 제법 낮은 수준에서 稼動되고 있다고 하는 사실로부터 에너지 需要의 低下는 전부터 예상하여 왔던 것이지만, 그것과 함께 消費者의 節約態度나 에너지 使用率의 向上이 이제 중대한 영향을 미치기 시작하였다. 에너지를 생산하는 것보다 에너지를 절약하는 것이 더 經濟的이고, 消費者에 의한 절약은 지금까지의 예측보다 훨씬 큰 것으로 될 것이기 때문이다.

제 1차 오일쇼크 이후 消費者들은 잠시 궁핍생활을 참아야 하였지만 당시는 아직 石油의 供給不足이 분명한 사실이고, 이러한 사태가 또 일어날 가능성이 있다고는 생각지 않았다. 그러나 이란·이라크전쟁에 의한 제2차오일쇼크가 일어나자 消費者

〈表3〉 代替에너지 開發에 필요한 投資費用 (推定)

	石油換算b/d당 1981년의 美달러價
1. 熱 에너지	
既存石油 (中東)	1,000~ 3,000
既存石油 (北海)	4,000~25,000
高費用石油 (三次回收, 北極圈)	12,000~30,000
國內炭 (美國)	2,000~ 6,000
輸入炭 (北西유럽)	7,000~27,000
國內炭 (北西유럽)	10,000~35,000
오일세일, 오일샌드 및 重質油	30,000~70,000
LNG*(유럽, 日本, 美國)	30,000~35,000
石炭으로부터의 中熱量가스 (北西유럽)	40,000~55,000
石炭으로부터의 合成天然가스** (美國)	50,000~80,000
輸入炭으로부터의 合成天然가스 (北西유럽)	60,000~90,000
石炭의 液化 (美國)	50,000~90,000
輸入炭의 液化 (北西유럽)	60,000~100,000
바이오메스로부터의 液化	30,000~110,000
2. 電力 (發電元所)	
資源別: 原子力	150,000~300,000
石炭 (炭炭投資費除外)	100,000~200,000
太陽光	500,000
	(現在 2,000,000+)
波力	1,500,000+
風力	2,000,000+

註) * 液化天然가스高熱量

** 合成天然가스高熱量

上記비용에는 精製, 備蓄, 輸送費用 및 最終消費者에의 配送 (可能な 地域에의) 費用은 포함되지 않았음.

들은 石油供給의 장래가 不安定하다고 생각하고, 이제 에너지節約에 대한 관심이 倍增하고 있다. 이밖에 에너지의 傾向은 최근 줄어들고 있다고 하더라도 OECD의 經濟活動에 대한 에너지 使用比率는 80年代 중반까지 73년의 4분의3 이하로 저하될 것이다. 重工業과 發電所에는 石炭, 輕工業에는 電氣와 가스에 의한 代替가 촉진되어 GDP(國內總生産) 당 세계의 石油消費量은 73년 수준의 60~70% 정도로 저하될 것이다.

이와같은 經濟面과 에너지面에서의 效率志向을 생각하면, 앞으로 20년간의 세계 에너지需要의 증가는 年間 2~2.5% 정도의 낮은 것이 될 것이다. 그러면 石油 이외의 다른 에너지 供給으로부터 우리들은 어떠한 貢獻을 기대할 수 있을까?

가스資源은 확실히 세계 에너지供給에 중요한 역할을 할 것인데, 이미 알고 있는 埋藏量의 대부분은 역시 中東에 존재하며, 가스輸送은 극히 곤란하고 費用이 많이 든다. 이 사실만으로도 장래의 새로운 가스資源의 開發速度가 억제될 우려가 있다. 장래의 에너지需要를 충족시키기 위해서는 2000년까지 石炭을 대규모로 개발할 필요가 있다. 거대한 新炭蘊을 개발하여 생산하지 않으면 안된다. 그러나 이러한 炭蘊의 개발은 그 賦存地에 따라 6년 또는 그 이상도 걸릴 것이다. 예를 들면 美國 및 濠洲의 많은 新炭蘊은 그 消費地로부터 떨어져 있어 石炭을 발전소, 공장, 輸出港에 운반 하는데 새로운 기초적 諸施設의 정비를 필요로 한다.

石炭輸入국이 석탄연소장치(發電所等)를 설치하여 필요한 기초적 諸施設을 개발하는데 필요한 시간도 대단히 길다.

原子力の 개발에 관해서는 많은 사람들이 原子力發電所의 설치에 不安減을 가지는 것은 무리가 아니다. 이들은 후손들의 장래와 환경보존에 대하여 깊은 우려를 나타내고 있다.

그러나 만약 그러한 사람들이 原子力을 사용하지 않으면 어떻게 될까, 그 결과로서 예상되는 에너지의 使用制限, 經濟成長의 저하, 失業의 증가등을 충분히 인식하면 이것이 훨씬 더 염려스러운 것이 될 것이다. 잊어서는 안될 것은 原子力産業의 安全記錄은 다른 工業化에 비해 훨씬 양호하다는 것이다. 하지만 原子力産業은 그 성격상 超安全이 필요하고 그것에 대한 노력이 이루어져야 할 것이다.

나의 長期에너지시나리오가 충족되기 위해서는 原子力은 2000년까지 現在의 약 4배를 필요로 한다. 이것은 400~500개의 原子力發電所의 건설을 의미한다. 공산권국가 이외의 세계에서 현재 건설중인 것은 2백 15개 밖에 되지 않는다. 原子力發電所를 설치하는데는 企劃에서 建設까지 최고 10년을 필요로 한다. 認可나 공청회 혹은 原子力産業이 안고 있는 기술적인 設計上, 建設上의 배려등의 諸問題를 고려하면 이 線까지의 개발은 달성될 것 같지 않다.

그리고 수력발전, 風力, 太陽熱, 潮力에너지 등의 代替에너지는 가까운 장래에 에너지 供給에 대해 큰 영향을 미칠지도 모른다. 水力발전은 조건이 맞아 이미 유효한 貢獻을 하고 있지만, 潮力에너지, 太陽에너지, 風力에너지에 관한 문제는 太陽이 비치지 않을 때나 바람이 불지 않을 때에 에너지를 저장할 수 있는 經濟的 배터리(battery)가 없다.

사탕수수에서 알콜을, 植物油에서 디젤燃料를 제조 하는등, 바이오매스의 개발이 행하여지고 있다. 이들은 일부 나라에서 중요한 공헌을 할지도 모르지만 앞으로 세계에너지 事情에 큰 공헌을 하리라는 것은 기대하기 어렵다. 불행히도 이러한 새로운 에너지源은 비싼 코스트로 밖에 생산할 수 없는 실정이다.

3. 높은 投資額

90년까지는 세계 石油의 90%가 기존의 油田으로부터 생산될 것이다. 그 후, 이 비율은 낮아지겠지만, 이전의 예측보다는 완만할 것이다. 量的으로는 이것으로부터 생산의 대부분을 여전히 低價格石油과 中價格石油이 차지하겠지만, 그것보다도 높은 비용으로 追加供給의 필요성이 증대하면 生産單位당 投資額은 크게 상승할 수 밖에 없을 것이다. 이것을 설명하기 위하여 다음에 投資額의 概略을 설명하여 보자.

低價格石油-이 대부분은 계속하여 中東과 멕시코를 비롯한 다른 라틴아메리카에서 공급될 것이다. 그리고 그 대부분은 계속 産油國 政府의 통제하에 있을 것이다. 이 石油의 평균投資額은 生産能力 하루 1배럴당 약 3,000달러이다.

中價格石油-이것은 北海와 같은 지역으로부터

供給될 것이다. 이 石油에는 유럽과 美國에 있는 비교적 적은 海低油田과 복잡한 地層構造의 深部掘削, 그 외의 많은 새로운 프로젝트의 石油이 포함된다. 이 石油의 平均投資額은 生産能力 하루 1배럴당 약 9,000달러이다.

高價格石油-세계의 生産量에서 차지하는 高價格原油의 비율은 앞으로 계속 증대하여 갈 것이다. 이러한 石油은 3차回收와 타르샌드 및 北極과 같은 불리하고 먼 지역으로부터 供給될 것이다. 이 경우 平均投資額은 生産能力 하루 1배럴당 약 1万 8,000달러로 예상된다. 이 分野야말로 국제석유회사가 專門技術과 필요로 하는 거대한 資金의 調達能力을 가지고 중요한 역할을 하지 않으면 안되는 分野이다. 따라서 앞으로 20년 이내에 石油 總生産量이 감소하기 시작하더라도, 石油의 探鉞開發計劃이 후퇴하지 않을 것이다.

이들 費用은 81년의 物價로 표시되었고 장래의 物價上昇을 전혀 고려하지 않은 것을 강조하여 둘 필요가 있다. 다른 에너지비용은 石油비용과 비교하면 어떠할까?

현재 石炭價는 싸다. 특히 적극적인 개발이 기대되는 美國에 있어서 그러하다. 한편 西歐에서 생산되는 石炭은 地質的인 이유도 있어 제법 비싸다.

(表4) 에너지節約推定値(OECD)
1973年の消費実績으로부터의減少率%

	技術的可能値	1980	予 想 値	
			1990	2000
自家用車	47-58	7	26-35	42-57
産業部門	40-65	20	30-37	37-47
民生部門	39-68	14	28-35	40-54

따라서 石炭은 주요생산국과 西歐와의 사이에 대규모적인 貿易이 행해질 것이다. 國內의 가스供給이 今世紀末까지 부족한 美國에서는 石炭의 가스化와 液化가 더욱 중요해질 것이다. 石炭液化는 가스화보다 비용이 더 들지만, 장기적으로는 중요한 것으로 될 것이다.

液化天然가스는 현재까지 아직 量은 적지만 급속하게 성장하고 있다. 그러나 이것도 資本비용은 대단히 큰 것으로 될 것이다.

原子力은 완전히 상업화되어 있다. 그러나 필요한 數만큼의 原子爐를 건설하는데에는 巨額의 비용이 들 것이다.

美國 및 캐나다에서 타르샌드 또는 오일세일을 企業化하는데는 점점 더 많은 비용이 들어 中價格 石油投資額의 10배로 될 것이다. 太陽에너지, 風力, 潮力과 같은 새로운 代替에너지는 모두 그것보다 훨씬 비싸다. 이상을 요약하여 보면 장래 세계에 에너지 事情에 중요한 要因은 다음과 같다.

(1) 石油供給이 앞으로 20년 정도는 여전히 지배적인 역할을 할 것이다. 특히 輸送用燃料로서 그러하다. 또 石油의 供給은 계속하여 정치적 動盪 사태의 영향을 받기 쉬울 것이다.

(2) 經濟成長率의 低下와 에너지 使用效率의 향상에 의해 에너지需要는 감소할 것이지만, 代替에너지 개발은 계속 추진되지 않으면 안된다.

(3) 이들 代替에너지의 대부분은 매우 비싸고 복잡하다. 일시적인 石油價格의 低落으로 代替에너지에의 投資意欲이 둔화된다든지 消費者의 에너지節約의 熱意도 식을지 모른다. 그러나 만약 현재의 石油價格의 低落傾向이 계속되더라도 그것이 60년대의 싼 에너지에로 되돌아갈 징조는 보이지 않는다.*

職務에는 本分을, 生活에는 分수를