

石油代替에너지의 장기전망

이 자료는 黃鎬升 석유회부회장이 지난 4월 26일부터 5월 1일까지 美國 휴스턴市에서 열린 제12차 世界石油會議에 참석, 입수한 발표 자료를 번역한 것이다. (편집자 주)

과거 20여년 동안 石油는 에너지의 주종을 이루어 왔다. 1973년도에의 경우 세계 전체에너지 소비중 60% 정도가 석유였으며, 1,2차 석유파동으로 가격이 종전의 10배 이상 인상된 1985년도에도 세계 에너지 소비량 중 석유가 여전히 54%를 차지하고 있는 실정이다.

그러나 잊어서는 안될 점은, 석유 및 가스가 무진장한 資源은 아니라는 사실이다. 최근 WEC (세계에너지협의회)가 발표한 자료에 따르면, 세계의 석유소비 증가율이 현재보다 완만해 지리라는 것을 염두에 두더라도, 2020년경에는 세계의 석유 및 가스가 고갈되리라 예측하고 있다.

이러한 사정을 고려해 볼 때 적응할 여유가 있고 또한 가격과 고갈에 대한 불안한 징후가 나타나고 있는 현시점에서, 석유 및 가스가 고갈되어버린 이후의 상황에 대한 대비책을 강구해 보는 것도 결코時機尙早는 아닐 것이다. 따라서 여기서는 석유 및 가스를 대체할 수 있는 재생가능한 1차에너지와 석탄, 우라늄 등을 고찰하기로 한다.

1차 석유파동 이후 WEC는 에너지문제에 관한 지속적인 연구를 수행해 왔다. 그 중 최근의 업적은 1986년 10월 칸느에서 13차 세계에너지회의가 개최되기 직전 발표된 「세계 에너지 자원문제」라는 제목의 보고서이다. 이

보고서는 2060년까지의 에너지賦存量과 소비량과의 관계를 다루고 있다. 대체에너지에 관한 總體的인 견해를 제시하기 위해 本稿에서는 上記 보고서의 결론을 인용하기로 한다. 우선 WEC 보고서의 방법론을 간단히 살펴본 후 에너지 소비형태, 재생가능한 에너지의 역할 및 석탄과 우라늄에 대해 언급하고자 한다.

I. WEC 보고서의 方法論

WEC 보고서는 2가지의 사실에 근거를 두고 있다.

우선 소비추세를 추정하는 데는 印度에서 개최된 바 있는 12차 세계에너지회의에서 발표된 2000년과 2020년까지의 소비증가 예측을 이용했는데, 이 예측은 2개의 시나리오 즉, 고도경제성장과 적절한 경제성장을 가정하고 있다.

또한 이 예측은 세계 주요 지역별로 행해졌으며, 에너지 종류는 석탄, 석유, 천연가스, 원자력, 水力, 新에너지 및 비상업 에너지 등 7가지를 들고 있다. 이와 같은 요건들이 2040년과 2060년까지의 예측에도 準用되었으며, 여기에 더하여 1980년부터 제로성장을 가정한 예측도 이용되었다. 따라서 이 보고서는 매우 장기적인 예측을 시도한 것이 아니라 신빙성 있는 자료를 이용하여 어느정도까지 확실하게 예측할 수 있는가를 탐구한 것이다.

두번째로 자원부존량은 칸느에서 개최된 13차 세계에너지회의에서 발표된 자료를 기초로 하고 있다. 즉, 현재의 탐사기술과 에너지의 경제성 등을 총체적으로 반영하였으며, 數値들은 상대적인 指數로서의 역할을 하고 있

다.

매장량에 대한 소비량은 1985~2000, 2000~2020, 2020~2040, 2040~2060으로 시대적인 구분을 하였으며, 에너지는 석탄, 석유, 천연가스 및 우라늄으로 구분하였고, 지역은 西方 선진국, 공산선진국, 고도성장 제3세계, 과도기의 제3세계, 아시아 공산국가, 자본주의경제 제3세계, 아시아 공산국가, 자본주의경제 제3세계, 北半球, 南半球, 자유세계, 공산권, 세계전체 등과 같이 11개 지역으로 나누어 고찰하였으며, 시나리오는 高度성장, 적정성장, 低성장의 3가지를 이용하였다. 연구의 목적은 에너지源, 지역, 발전정도, 시기에 따라 문제점을 해소시키는데 있다. 여기에서 말하는 「문제점」이란 1985년 이후의 소비총계가 매장량 총계를 상회할 때 그 지역에 따라 지역에 비로소 발생하는 것으로 이해될 수 있다.

II. 소비예측

〈표-1〉은 적정경제성장을 전제로 한 세계 전체의 에너지소비량 예측을 보여주고 있다.

〈표 1〉 세계에너지 소비전망(적정경제성장의 경우)

(단위 : Gtoe)

구 분	1960	1980	1985	2000	2020	2040	2060
석 유	1.2	3.1	2.8	3.4	3.2	2.9	2.3
천 연 가 스	0.4	1.3	1.4	1.9	2.6	3.0	3.4
석 탄	1.3	1.8	2.1	2.9	4.6	5.8	7.0
원 자 력	-	0.2	0.3	0.8	1.7	2.3	2.8
재생가능에너지	0.7	1.1	1.2	2.1	3.0	4.0	5.2
합 계	3.5	7.5	7.8	11.1	15.1	18.0	20.7
에너지소비절약	-	0.5	1.2	2.3	4.8	8.8	12.0

여기에서 소비란 개념에는 상업용, 비상업용, 병커링 및 에너지용 이외의 소비도 포함한다.

〈표-3〉 석탄, 석유, 천연가스 및 우라늄 추정매장량

(단위 : Gtoe)

구 분	석 탄		석 유				천 연 가 스		우 라 뇨			
			원		유							
	PR	AR	PR	AR	SR	PR	AR	PR	AR	SR		
매장량	650	2700	95	35	180	15	305	75	155	25	30	105

註 : PR: Proven Reserves, AR: Additional Reserves, SR: Speculative Reserves

따라서 이 전망에 따르면 1985년의 경우 에너지 소비는 8Gtoe(註: 1Gtoe=10⁹ton)에 이르며, 2060년에는 20Gtoe를 소비하게 된다. 소비증가율은 둔화되어 1960년에서 1980년 사이 연4%가 증가된 데 비해 1985년에서 2000년 사이에는 연2.4%가 증가되며, 2000년에서 2060년 사이에는 연0.7%가 증가될 것임을 보여주고 있다. 또한 개인당 소비 증가율은 단지 0.3%를 기록할 것으로 예상되고 있다. 세계 소비량 전망을 비율로 나타내면 〈표-2〉와 같다.

〈표-2〉 세계 에너지소비전망

(단위 : %)

구 분	1960	1980	1985	2000	2020	2040	2060	
탄 화 수 소	45	58	54	48	38	33	27	
대 체 에 너 지	55	42	46	52	62	67	73	
대 체 에 너 지	석 탄	36	25	27	27	30	32	34
	원 자 력	-	2	4	7	12	13	14
	재생가능에너지	19	15	15	18	20	22	25
	에너지소비절약	-	6	13	17	24	33	37

III. 에너지 매장량

에너지 매장량 중 석탄, 석유, 천연가스 및 우라늄에 관한 것이 〈표-3〉에 나타나 있다.

IV. 재생가능에너지

예측기간 중 재생가능 에너지는 〈표-2〉에서 보는 바와 같이 석탄에 이어 두번째로 석유를 대체할 것으로 간주되고 있다. 재생가능 에너지의 소비는 급속히 증가하

여 전체 에너지 소비중 15%에서 25%를 차지할 것으로 예상된다. 그러나 <표-2>에서 보는 바와 같이 대체에너지 중 재생가능 에너지의 소비량이 일정한 편이므로 상대적으로 중요성은 변화할 수 있음을 시사해 주고 있다.

1. 水力

水力에너지의 소비는 1985년 0.4Gtoe에서 2060년에는 2Gtoe로 증가되며, 특히 제3세계에서의 수력에너지 생산이 괄목할만 하여 1985년 세계水力에너지생산의 30%에서 2060년에는 60%로 늘어날 전망이다.

2. 新에너지源

新에너지源은 태양열, 地熱, 風力, 海洋熱 등을 포함하여, 바이오매스, 핵융합 또는 未知의 여러 에너지源들도 포함하는 개념이다. 전반적으로 볼 때 이 新에너지는 상당한 소비전망이 예상된다. 1985년 소비량이 20Mtoe에서 2000년에는 300Mtoe로 늘어나며, 2020년에는 800Mtoe로 증가되어 2060년에는 2.5Gtoe가 될 것으로 보인다. 즉, 2060년경에는 新에너지가 현재의 석유소비량에 이르게 됨을 의미한다. 이러한 대폭적인 伸張예상은 에너지분야에 내재하고 있는 未知의 요소와 현대과학의 눈부신 가능성에 기반을 두고 있다.

3. 非商業性 에너지

非商業性에너지는 薪炭, 動物의 遺骸, 채소류 등의 미하며, 현재 제3세계에서 세계 전체 新에너지 소비량의 85%정도를 소비하고 있다. 이 에너지는 에너지 전체 소비량 중에서 차지하는 비율은 감소하지만 절대적인 물량은 1985년 0.8Gtoe에서 2020년에는 1Gtoe로 증가하였다가, 2060년에는 다시 현재 수준으로 감소될 것이 예상된다.

현재 세계 인구의 절반가량을 차지하는 과도기의 제3세계 국가들에서 이러한 非商業性 에너지는 전체 에너지소비의 40%를 차지하고 있으며, 2020년경에는 30%를 차지할 것으로 예상된다.

제3세계 국가들이 薪炭을 구하기가 점점 힘들어지는 사실은 常識이며, 계속적인 벌목은 산림을 황폐화시켜 생태계에 악영향을 끼칠 우려도 다분히 있다.

이러한 연유로 非商業性 에너지의 생산은 현저히 제약된다는 假定下에 전망이 이루어졌다. 세계 에너지소비가 漸增하리라 예상하면, 非商業性에너지의 감소분만큼 상업성에너지의 소비는 증가한다는 論理가 성립된다. 따라서 과도기의 제3세계 국가에서 석유 및 가스에 대한 소비가 증가되면 석유는 예상보다 20년 앞당겨진 2040년경에 고갈될 것이며, 천연가스는 예상보다 10년 앞선 2025년경에 고갈될 전망이다 따라서 그 지역의 薪炭이 부족할 경우 발생할 세계 전체의 에너지 위기를 실감할 수 있다.

V. 석탄

석탄의 소비는 꾸준히 증가하여 1985년 소비량이 2Gtoe에서 2060년에는 7Gtoe가 될 것으로 예상된다.

이러한 소비증가는 매장량과 비교해 볼 때 별 문제가 없어 보인다. 석탄소비가 급격히 증가하여 2040년이 지나면 부족이 예상되는 제3세계를 제외하면 기타 지역에서는 소비량이 확인 매장량에 미치지 못한다.

그러나 이와 같이 외관상 물량적으로 볼 때 어려움은 없으나, 석탄의 수송, 허부구조, 사용의 용이함, 환경문제, 원가 등의 요건들로 인해 시장성 및 석유와 가스를 대체하는 데 상당한 제약이 뒤따르게 된다. 특히 석탄을 전기나 합성탄화수소 등으로 전환하여 경제성을 갖고 사용가능한 경우 석탄의 소비증가는 더욱 박차가 가해질 것이다.

여러가지 이유와 더불어 酸性雨, 異常氣溫, 이산화탄소와 질소배출 등과 같은 환경오염문제 때문에 대부분의 지역에서는 석유, 가스 및 석탄의 소비가 2.5Gtoe를 초과하기 힘들리라는 예측도 가능하다.

이러한 한계를 인정한다면 西歐와 東歐 선진제국의 에너지 소비증가는 새로운 형태의 에너지, 水力, 原子力의 생산을 촉진시키게 될 것이다.

VI. 原子力

原子力의 소비는 점진적으로 증가될 것으로 예상된다. 세계 에너지 소비 중 原子力이 차지하는 비율은 1985년 4%에서 2000년에는 7%로 신장되며, 2020년과 2060년에는 각각 12%와 14%가 될 것이다. 2060년경 선진 제

국에서는 그 비율이 20%에 육박할 가능성도 있다. 따라서 세계 에너지시장은 原子力에 의해 지배될 가능성이 희박하다고 볼 수 있다.

그러나 우리나라의 매장량을 볼 때 현재의 원자로가 이용될 경우 2015년경에는 확인 매장량이 고갈될 것이며, 추가매장량도 2030년경에는 소진될 것으로 보인다. 2030년 이후에는 불확실한 추정매장량에 의존할 수 밖에 없다. 우리나라의 확인 및 추가매장량은 <표-3>에서 보는 바와 같이 석유매장량의 절반밖에 되지 않는다.

이러한 사정을 감안해 볼 때 우리나라 절약적인 새로운 原子爐가 개발되었을 경우를 생각해 보는 것도 중요하다. 중간침투 原子爐를 이용할 경우 우리나라의 매장량은 15년정도 소비가 연장될 것이며, 극대침투 原子爐를 이용할 경우 35년 내지 50년 정도 연장될 것이다. 만약 도울을 이용할 수 있는 增殖 原子爐가 개발된다면 또 10-30년정도 연장될 것이다.

原子力의 생산누계는 현재의 原子爐를 이용할 경우 석유 매장량의 1.5~2배에 달할 것이며, 중간침투 原子爐를 이용할 경우 2~3배, 극대침투 原子爐를 사용할 경우 3~5배에 달할 것이다.

이와는 달리 체르노빌原電 사고가 발생했을 당시, 1990년경에는 원자력생산감축에 대한 합의가 전반적으로 이루어져야겠다는 생각에서, 2000년에는 원자력생산을 50% 감축시키고 2020년에는 90%, 그 이후에는 원자력을 완전히 제거해야 하겠다는 제안이 검토된바 있다.

만일 原子力이 완전히 제거된다면 석유와 가스의 대체에너지로는 석탄이 가장 유력시 되며, 따라서 석탄은 2060년경 1000억톤 가량 추가적으로 소비될 것이다. 이럴 경우 西歐 제국들은 예상보다 10여년 정도 빨리 석탄

이 고갈될 것이다.

이러한 에너지소비 패턴의 변화가 물리적으로 가능하지만, 그에 수반되는 비용은 쉽사리 결정할 수 없다.

VII. 結論

에너지의 장기전망을 하는데 있어서 결론적으로 도출될 수 있는 것은, 우선 석유 및 가스가 당분간 세계 에너지 수요를 충족시키는데 중요한 역할을 지속할 것이라는 사실이다. 특히 새로운 대체에너지의 개발이 여의치 못한 제3세계국가들의 경우는 더욱 그러하다.

둘째로는 현재 매장량 규모로 볼 때 석탄이 석유 및 가스의 대체에너지로 가장 유망하다는 사실이다. 재생가능에너지의 경우 가능성이 불확실하며 가능하더라도 점진적인 것이다. 또한 原子力의 경우에는 현재의 原子爐가 增殖 원자로로 대체되면 대체에너지로서의 역할이 확실하지만, 그러기에는 상당한 시간이 소요될 것이다.

여기서 주의해야 할 사실은, 단기적으로 에너지전망을 분석해 볼 때 에너지자원이 충분하다는 환상에 빠질 수 있다는 것이다. 그러나 2000년이 넘어서면 에너지문제는 상당히 심각해질 전망이다. 따라서 현재의 안일함에 취하지 말고 미래를 준비한다는 일념으로 경제의 고삐를 늦춰서는 안된다.

마지막으로 점점 고갈되고 있는 전통적인 에너지를 소비함으로써, 제3세계국가들이 오늘날 심각한 에너지문제에 직면하고 있다는 사실을 잊어서는 안된다. 바로 이러한 문제가 실질적인 에너지위기이며, 장래의 심각한 에너지문제에 처하지 않도록 미리 준비를 서두르는 것이 오늘날 에너지정책의 최우선 과제가 되어야 할 것이다.☐

말로하는 절약보다
한등끄는 손길먼저