

에너지와 環境

盧 在 植

〈韓國原子力安全技術院 責任研究員〉

1. 머 리 말

인류역사를 되돌아 볼때 에너지 만큼 우리 인류에게 필수불가결한 기본요소도 없을 것으로 본다. 흔히 에너지 이용 정도를 인간 기본 욕구에 대한 충족의 척도로 간주하여 왔을 뿐만 아니라 인간의 평균수명 연장과 생활의 질을 향상시키기 위해서도 에너지는 필수불가결의 존재가 되어 왔다. 또 경제성장과 농업 그리고 공업분야에서의 기술개발을 위해서도 실질적으로 긴요한 것이었으며, 공업화·도시화 과정을 뒷받침하기 위해서도 에너지는 필요불가결의 요소로 존재하여 왔다. 그리하여 오늘날 우리들 현대기술사회인들이 한해에 소비하고 있는 1인당 평균 에너지는 기원전 100만 년경의 원시인보다 약 100배 더 많은 에너지를 사용하고 있는 것이 엄연한 사실이다. 즉, 공업국인 경우 연평균 150 내지 300gigajoules(5 내지 10 kilowatt-year)의 에너지를 소비하고 있다.

전세계 1인당 평균 연간 에너지 소비량은 특히 세계 2차대전 종식후 급증하였는데 가령, 1950년대에 약 1톤(석탄환산)이었던 것이 1970년 초반에는 이 값의 약 2배로 증가하였으며, 1975년을 기준으로 할때 금년까지는 약 58%(연평균 1.2% 증가율) 만큼 증가할 것으로 추정되고 있다.

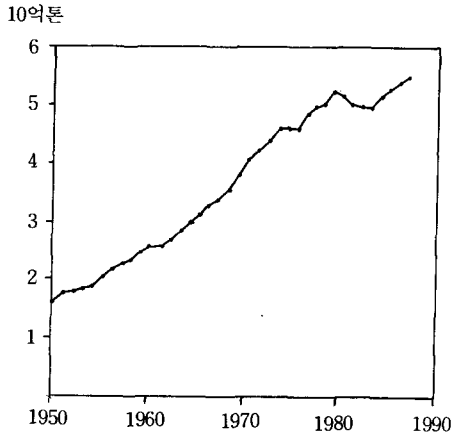
그러나 에너지를 많이 사용하게 되면 우리들의 물질생활은 에너지를 소비한 만큼 풍요롭게 될 것이지만, 한편으로는 환경에 대해서 좋지 않은 결과를 유발하기 마련이라는 것도 잊어서는 안된다. 특히, 이미 사용한 에너지의 대부분이 석탄·석유 등 슬한 대기오염물을 방출하는 화석연료였기 때문에 공간 부피가 $5 \times 10^{18} \text{ m}^3$ 밖에 안되는 지구대기의 오염을 가속시켜 온 것이 사실이고, 또 산림·바닷물을 포함한 자연생태계도 파괴하여 왔다. 이것을 결코 잊어서는 안될 것이다.

2. 에너지利用·開發에 따른 환경 파괴의 例

가. 大氣圈으로의 탄산가스 放出量 地球氣溫의 溫暖化

최근 125년간 화석연료 연소과정에서 대기내로 방출된 탄산가스의 총량은 140×10^{10} 톤(연평균 11.2억톤 꼴)에 불과했었지만, 1950년에는 연간 16억톤, 그리고 1987년도에는 연간 54억톤에 달하고 있다(그림1).

따라서 지구기온의 상승을 염려하는 우리들의 입장을 동조해 주고도 남음이 있을 것이다. 실제로 최근 100년간 전지구 평균 기온이 0.5°C 만큼



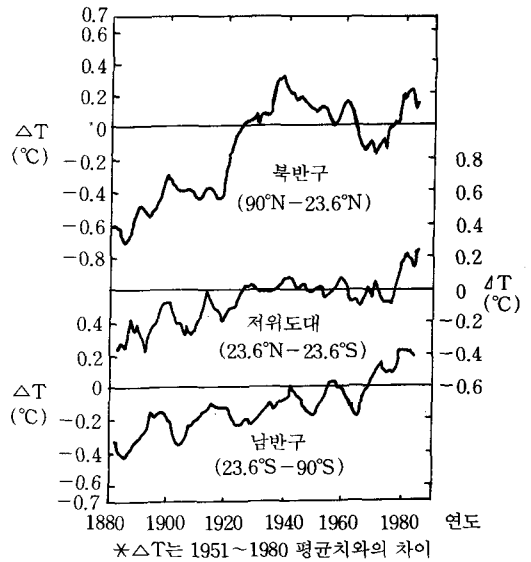
〈그림 1〉 화석연료 연소시 방출되는 탄산가스 (1950~1987)

상승한 것으로 관측되고 있다 (그림 2).

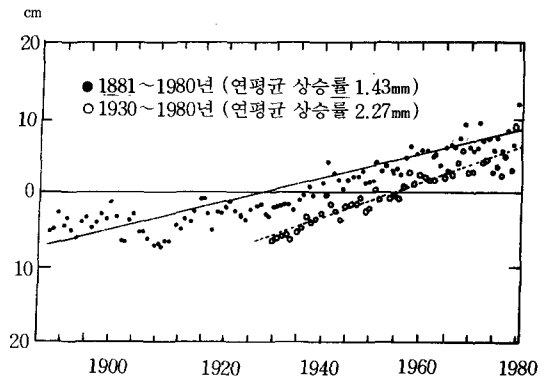
한편 현재와 비슷한 증가율 (연간 2.59%)로 앞으로도 석탄 연소량이 지속되고 또 대기내에 방출될 탄산가스의 절반이 대기권에 잔류한다고 가정한다면, 산업혁명 이전의 농도 보다 각각 30% 및 100% 만큼 더 많아지리라고 추정되는 2000년과 2030년에는 전지구의 평균 기온이 각각 1°C 및 3°C (1.5° 내지 4.5°C) 만큼 상승할 것이라는 Villach 회의(1985년 10월) 결과가 아직도 유효한 이 분야 전문가의 일치된 견해이다.

또 지구대기의 평균 기온이 상승하게 되면 바닷물의 수온도 상승하여 열팽창함으로써 평균 해면수위가 20cm 내지 140cm 만큼 상승할 것이라는 데, 이 만큼의 변화가 실제로 나타남으로써 미치게 될 영향 또한 엄청난 것이 될 것으로 본다.

즉, 전 세계 인구의 약 3분의 1이 해안선에서 불과 60km 이내인 지역내에 살고 있기 때문에 해면수위가 1m 만큼 상승하더라도 인간 거주 양상에 미치는 영향은 매우 클 것으로 예상된다. 그런데 지금까지 관측된 평균 해면수위의 상승 현상은 연평균 1.43mm 내지 2.27mm (100년에 14.3cm 내지 22.7cm 꼴)인 바 이 또한 안심할 수 없는 미래의 환경과파 요인이 될 것이 분명하다 (그림 3).

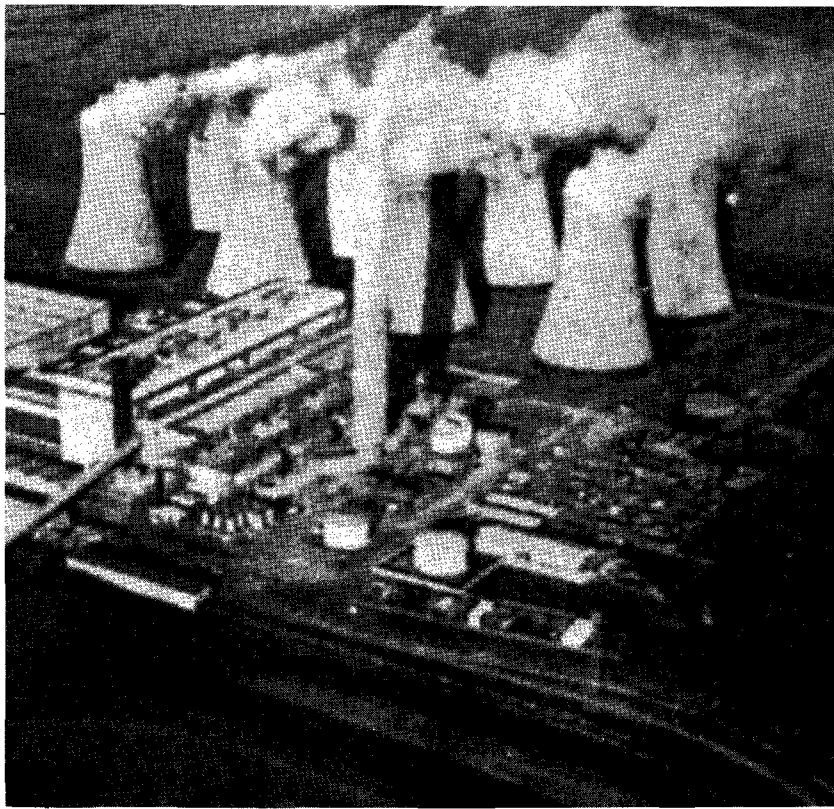


〈그림 2〉 연평균 지표기온의 경시적 변화 (1880~1985)



〈그림 3〉 세계각지 (6개지점)에서의 연평균 해면수위의 상승경향

나. 大氣內 황분의 증가와 강수물의 산성화
에너지원으로써 화석연료 (특히 석탄)를 연소시키면 대기내 황산화물의 농도가 증가하게 되며, 이것이 곧 강수물 (비, 눈, 우박 등)의 산성화 원인이 된다. 가령 1950년대 중반의 대기내 황성분의 농도와 비교해 볼때 약 20년뒤인 1970년대 전반에는 유럽 전역에서 50%, 그리고 중부유럽과



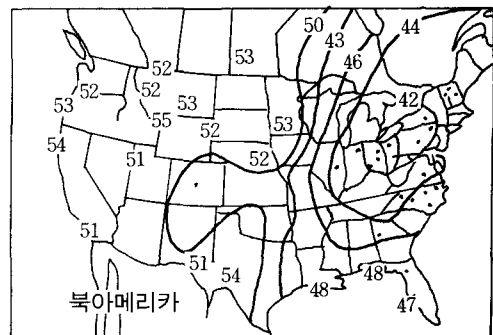
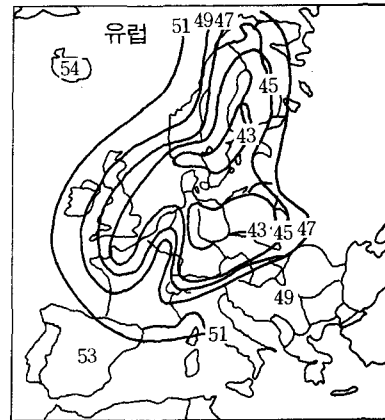
남부 스칸디나비아반도에서 2배 만큼 증가하였으며, 이로 인한 피해 또한 매우 심각하다.

가령 철도가 산성비의 세례를 받아 부식됨으로써 기차의 운행속력을 시속 40km 이내로 감소시켜야 했던 폴란드에서의 피해, 호수의 물고기류가 멸종된 노르웨이 남부와 미국 동북부 지방에서의 생태학적 참변을 비롯해서 나무 (특히 침엽수)의 50% 이상이 고사된 서독, 네덜란드 및 스위스에서의 산성비 피해라든가, 자산으로서의 가치가 큰 생산시설이나 구조물 그리고 고고학적 유물이나 사적까지 부식시킴으로써 막대한 미적·경제적 손실을 빚고 있다.

그림4는 1985년도에 유럽과 미국 북동부에 내린 강수물의 등산성도선을 보여주고 있는데, 해를 거듭할 수록 산성도가 강해지고 있음은 물론 그 강수역도 확대되고 있음을 알 수 있다. 그런데 이와 같은 현상이 우리나라 도시지역에서도 나타나고 있음을 부연해 두는 바이다.

다. 해양오염

지구표면의 약 70%를 차지하는 바다는 지구상의 물순환과 기후 등에 절대적으로 큰 영향을 미



〈그림 4〉 1985년도 강수물의 산성도 (pH단위)

치고 있는 거대한 존재일 뿐만 아니라 연간 1억톤에 가까운 물고기를 공급하는 우리 인류의 식량보고이기도 하다.

해양오염의 주된 원인중 가장 명백한 것이 곧 에너지원으로 사용되는 석유류를 운반하는 유조선에 의한 유류오염이다. 이와 같은 바닷물의 유류에 의한 오염은 산유국 항구와 수입국 항구를 잇는 유조선의 항로에 따라 뚜렷이 나타나고 있는데 (그림5 참조), '70년대만 하더라도 바다에 뿌려진 유류 총량이 무려 연간 1,200만톤에 달함으로써 세계 도처에서 바닷물의 유류오염으로 말이 많았다. 그러나 안전성 기술과 유조선에 대한 청소기술이 발달됨으로써 최근 10년간은 한해 유출량을 160만톤 정도로 줄일 수 있게 되었다.

유류에 의한 바닷물의 오염이 미치는 영향은 매우 다양하다.

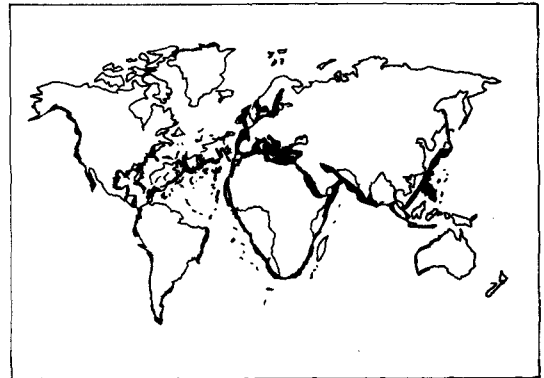
첫째 : 해면에 떠 있는 유막의 면적이 넓어질수록 해면에서의 수분 증발에 의한 잠열의 이동이 저지됨으로써 표층 해수의 수온을 상승케 하여 지구규모의 기후변동까지 일으키게 할 수 있으며, 바다와 대기간의 탄산가스 교환도 저지된다.

둘째 : 각종 해조와 어패류를 폐사시킬 뿐만 아니라 여가선용이나 관광사업에 큰 타격을 준다.

라. 대형 수력발전과 환경파괴

대형 수력발전계획이 유발한 2차적인 환경피해로서 유명한 경우가 곧 이집트의 나일강 증류에 있던 기존 아스완댐 남쪽에 건설한 Aswan High Dam의 경우이다. 이 댐은 막대한 공사비와 9개년 소요된 사상최대의 대공사였는 바 당초의 목표는 농지의 30% 확장, 연간 80억KWH의 전력 생산, 국민소득 20% 증대 등 너무나 거창한 다목적 개발계획이었다.

그러나 완공된 다음의 아스완 하이댐은 나일강 계곡의 비옥도를 오히려 저하시켰다든가, 흡혈보균성 달팽이가 번식하기에 적합한 생물환경을 조성한 것 등 나일강 수계 하류유역에 엄청난 자연환경의 파괴와 환경변질을 유발함으로써 신랄한



<그림 5> 1980년대초 유막이 발견된 해역의 분포

재평가를 받지 않을 수 없게 된 것이다.

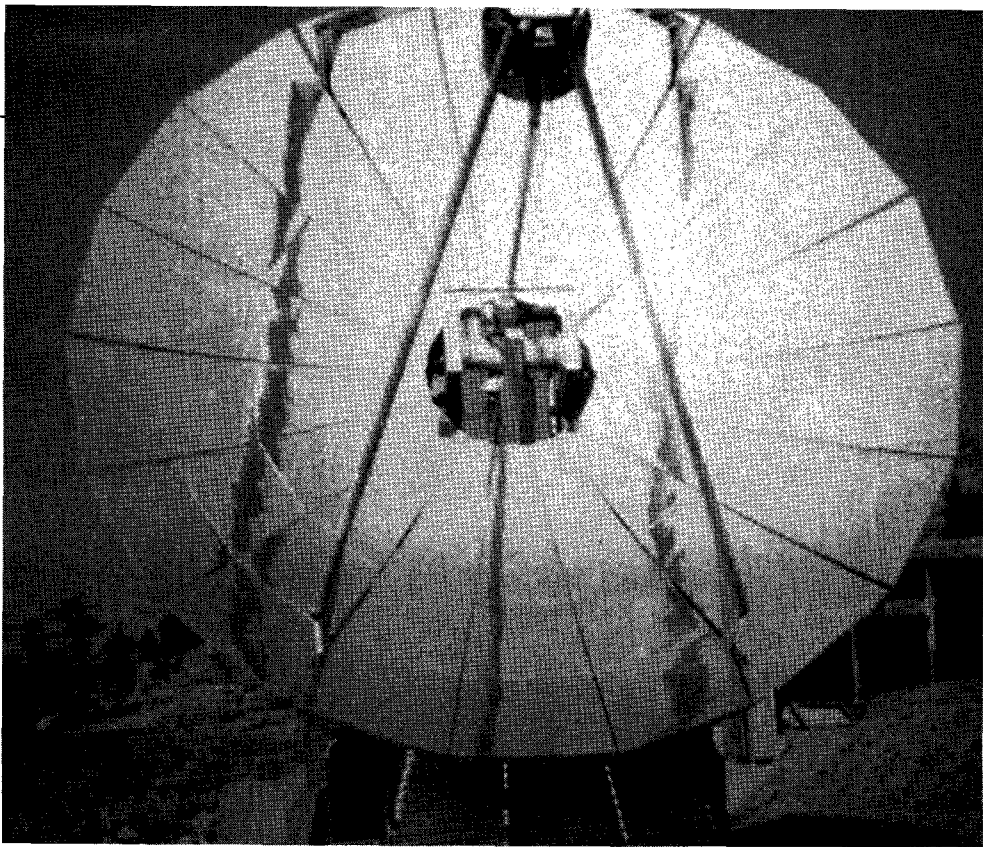
마. 화력발전소

환경문제와 결부시켜서 고찰해 볼때 화력발전소만 계속 증설한다면 연료 저장 및 수송과정에서의 화재발생 위험성도 있거니와 연소시의 산소 대량 소모 및 탄산가스 등 대기오염물질의 대량 방출이 수반된다. 즉, 100만KW용량의 화력 발전시설로 1년간 발전할 경우 석탄인 경우에는 14만톤 이상의 대기오염물과 1천톤 이상의 폐수 그리고 36만톤 이상의 재가 방출되며, 유류전소 발전시에는 13만톤 이상의 대기오염물과 1억4천만톤 이상 (정유과정에서 배출되는 부분 포함)의 폐수가 배출됨으로써 우리 환경을 가해하고 있다는 사실을 잊어서는 안된다.

또 100만KWe용량인 석탄발전인 경우 채탄시의 지표파괴 면적만도 36km² (심층채탄시) 내지 56.7km² (노천굴시)이나 되며, 이에 더하여 석탄 가공공장, 수송로, 발전소, 송전소 (68km²) 등에 소요되는 120km²까지 합한다면 150km² 내지 180km²에 달하는 지구 표면적의 소요되기도 한다.

3. 맺 는 말

세계 에너지의 약 80%를 공급하고 있는 화석 연료가 미치는 환경파괴를 방지하기 위한 여려가



지 대담한 발상이 제시된 바 있다. 그러나 오늘날 현재 우리가 시도할 수 있는 가장 분명한 해결방안을 요약한다면 화석연료의 연소량 감축과 깨끗한 대체에너지의 개발 및 그 이용의 극대화 그리고 에너지효율의 향상 등에 초점이 맞추어 질 것 같다. 즉, 오늘날 활용 가능한 모든 에너지 보전 수단을 총 동원시킨다면 연간 54억톤에 달하는 현재의 탄산가스 방출량을 10년 내에 10억톤 수준으로 감소시킴으로써 기온의 온난화 현상을 막을 수 있다는 주장이다.

또 에너지효율 향상 노력과 관련 1980년대 전반기에 OECD회원국은 1차에너지 소비량을 1%나 감소시키는데 성공하였는 바, 그것이 주로 에너지효율의 향상 노력에 연유된 것임이 밝혀져 있다. 우리는 이 사실에 큰 공감을 느끼지 않을 수 없다.

그러나 미래에 닥칠 에너지 부족을 인정하는 한편 수력발전, 해양에너지(파력 및 조력발전, 해양열 에너지변환 등), 바이오매스, 지열에너지, 태양에너지 및 풍력발전 등 이른바 재생가능한 대체에너지 개발에 모든 힘을 모아야 할 것이다.

그러나 이중 어느 것도 대형 공급원으로 실용화 되지는 못하고 있다는 사실이 안타깝다. 이점 당분간은 특히 에너지자원 빈곤국에서는 오늘날 실용화된 유일한 대형 에너지공급수단인 원자력발전에 크게 의존하지 않을 수 없다는 결론인데, 원자력발전은 엄격히 관리해야 할 이른바 인공방사성물질이라는 부산물과 불가피하게 연계되어 있기 때문에 원자력발전사업을 개발·이용함에 있어서는 안전성 확보가 무엇보다도 선결되어야 할 전제조건임을 중요시 해야 한다고 본다.

끝으로 이른바 토론토 정상회의 (1988년 6월)를 시발로 해서 노르드베이크선언 (1989년 11월)에 이르기까지 최근 2년 동안의 격변하는 국제정치, 외교무대에서 논의된 지구환경문제와 미래의 에너지원과 관련해서 이제는 우리나라도 구체적 대책방안 수립을 위한 정책목표나 시나리오의 제시, 각 대책의 비용효과, 사회·경제에 미치는 충격, 기술적, 정치적, 제도적 측면에서 다룬 실시가능성에 대한 분석 등 전략 (또는 정책) 과학적 연구에 대한 관심과 노력이 요청된다는 점을 강조해 두는 바이다.