



# 에너지와 환경

## 1. 머릿말

인류 역사를 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 건강과 생활의 질을 향상시키기 위해서도 에너지는 필수불가결의 존재가 되어 왔다. 또 경제 성장과 농업 그리고 공업 분야에서의 기술개발을 위해서도 실질적으로 긴요한 것이었으며 공업화, 도시화 과정을 뒷받침하기 위해서도 에너지는 필요 불가결의 요소로 존재하여 왔다. 그리하여 오늘날 우리들 현대 기술사회인들이 한해에 소비하고 있는 1인당 평균 에너지는 기원전 100만년경의 원시인보다 약 100배 더 많은 에너지를 사용하고 있는 것이 엄연한 사실이다. 즉 공업국인 경우 연평균 150내지 300gigajoules (5내지 10 kilowatt-year)의 에너지를 소비하고 있다. 전세계 1인당 평균 연간 에너지 소비량은 특히 세계2차대전 종식후 급증하였는데 가령, 1950년대에 1,001kg(석탄환산)이었던 것이 1973년 초반에는 이 값의 약 2배인 2,074kg으로 증가 하였으며 1975년을 기준으로 할 때 금년까지는 약 58%(연평균 1.2%증가율)만큼 증가할 것으로 추정되고 있다.

그러나 에너지를 많이 사용하게 되면 최소한 우리들의 물질생활이 에너지를 소비한 만큼 풍요롭



노재식/ 본지 편집위원, 본협회 부회장  
한국에너지연구소 수석전문위원

게 될 것이지만 한편으로는 환경에 대해서 좋지 않은 결과를 유발하기 마련이라는 것도 잊어서는 안 된다. 특히 이미 사용한 에너지의 대부분이 석탄, 석유 등 슬한 대기오염물을 방출하는 화석연료였기 때문에 공간부피가  $5 \times 10^{18} \text{m}^3$ 밖에 안되는 지구 대기가 가속적으로 오염되어 온 것이 사실이고 또 산림, 바닷물을 포함한 자연 생태계까지도 파괴하여 왔다는 것을 결코 잊어서는 안 될 것이다.

## 2. 에너지 이용, 개발에 따른 환경파괴의 예

가. 대기권으로의 탄산가스 방출량 증가와 지구 기온의 온난화

지난 125년간 화석연료 연소과정에서 대기내로 방출된 탄산가스의 총량은  $140 \times 10^9$ 톤(연평균 11.2억톤 꼴)<sup>1)</sup>에 불과했지만 1950년에는 연간 16억톤 그리고 1988년도에는 연간 56억톤에 달하고 있다. (그림1)<sup>2)</sup>

10 억 톤

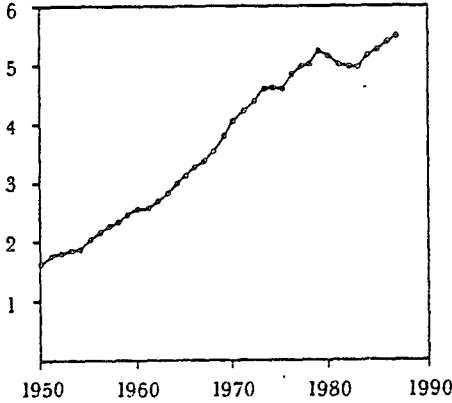


그림 1 : 화석연료 연소시 방출되는 탄산가스 (1950-87)

그 결과 대기내 탄산가스의 농도가 산업혁명 이전의 농도(270-275ppm)보다 약 25% 만큼 더 높은 351ppm(1988년도 Mauna Loa)으로 증가하였는데 이 값은 매년 1.4ppm(또는 0.4%)씩 증가하고 있음을 뜻한다.<sup>3)</sup> 따라서 지구기온의 상승을 염려하는 우리들의 입장을 동조 해주기도 남음이 있을것이다. 실지 최근 100년간 전지구 평균 기온이 0.3C 내지 0.7C(평균 0.5C)만큼 상승한 것으로 관측되고 있다(그림2)<sup>4)</sup>. 이와같은 현상은 우리나라에서도 나타나고 있다. 가령 서울인 경우 지난 78년간(1911-1988)의 연평균 기온, 일최고 기온의 연평균치 및 일최저 기온의 연평균치가 각각 100년마다 1.5C, 0.6C 및 3.4C만큼씩 상승하는 경향을 유지하고 있다. (그림 3)<sup>5)</sup>

한편 현재와 비슷한 증가율(연간 2.5%)<sup>6)</sup>로 앞으로 석탄 연소량이 지속되고 또 대기내에 방출된 탄산가스의 절반이 대기권에 잔류한다고 가정 한다면 산업혁명 이전의 농도보다 각각 30% 및 100%만큼 더 많아 지리라고 추정되는 2000년과 2030년에는 전지구의 평균 기온이 각각 1C 및 3C(1.5C 내지 4.5C)만큼 상승할것이라는 villach 회의 (1985년 10월) 결과가 아직도

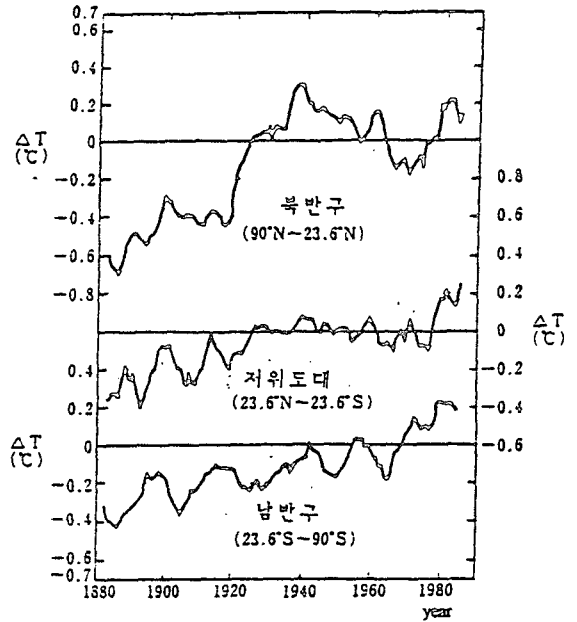


그림 2 : 연평균 지표기온의 경시적 변화(1880-1985)

유효한 이 분야 전문가의 일치된 견해이다.<sup>8)</sup>

또 지구대기의 평균 기온이 상승하게 되면 바닷물의 수온도 상승하여 열팽창함으로써 평균 해면 수위가 1m(20cm 및 140cm)만큼 상승될 것이라는 데 이만큼의 변화가 실지 나타나게 될 경우 받게될 영향 또한 엄청난 것이 될 것으로 본다. 즉 전세계 인구의 약 3분의1이 해안에서 불과 60km 이내인 지역내에 살고있기 때문에 해면 수위가 1m만큼 상승할 경우 인간 거주양상에 미치는 영향은 매우 클 것으로 예상된다. 그런데 지금까지 관측된 평균 해면 수위의 상승 현상은 연평균 1.43mm(1981-1980) 내지

2.27mm(1930-1980) 즉 100년에 14.3cm 내지 22.7cm 꼴 인바 특히 최근 50년간의 해면수위 상승율이 지난 100년간의 상승율보다 약 1.6배로 급증하고 있기 때문에 이또한 안심할 수 없는 미래의 환경파괴요인이 될것이 분명하다.<sup>9)</sup>

## 나. 대기내 황성분의 증가와 강수물의 산성화

에너지원으로써 화석연료(특히 석탄)를 연소시키면 대기내 황산화물의 농도가 증가하게 되며 이것이 곧 강수물(비, 눈, 우박등)의 산성화 원인이 된다. 가령 19

50년대 중반의 대기내 황성분의 농도와 비교해 볼때 약 20년뒤인 1970년대 전반에는 유럽 전역에서 50% 그리고 중부유럽과 남부 Scandinavia반도에서 2배만 큼 증가하였으며 이로인한 피해 또한 매우 심각하다. 즉 철로가 산성비의 세례를 받고 부식 됨으로써 기차의 운행속력을 시속 40km 이내로 감속 시켜야 했던 Poland에서의 피해, 호수의 물고기류가 멸종된 Norway 남부와 미국 북동부 지방에서의 생태학적 참변을 비롯해서 나무(특히 침엽수)의 50%이상을 고사시킨 서독, Netherland 및 Swiss에서의 산성비 피해라든가 자산으로서의 가치가 큰 생산시설이나 구조물 그리고 고고학적 유물이나 사적까지 부식시킴으로써 막대한 미적, 경제적 손실을 빚고 있다.<sup>10)</sup>

그림3은 1985년도에 유럽과 미국 북동부에 내린 강수물의 무산성도선을 보여주고 있는데 해가 거듭 될수록 산성도가 강해지고 있음은 물론 그 강수성도 확대 되고 있음을 알 수 있다. 그런데 이와같은 현상이 우리

나라 도시역에서도 나타나고 있음을 부언해 두는 바이다.

#### 다. 해양오염

지구표면의 약 70%를 차지하는 바다는 지구상의 물 순환과 기후등에 결정적으로 큰 영향을 미치고 있는 거대한 수체공간일 뿐만 아니라 연간 1억톤에 가까운 물고기를 식량원으로 공급하는 우리 인류의 식량보고이기도 하다. 바로 이처럼 중요한 바다를 오염 시키는 주된 원인중 가장 명백한것이 곧 에너지원으로 사용되는 석유류를 운반하는 유조선에 의한 유류오염이다. 이와같은 바닷물의 유류에 의한 오염은 산유국항구와 수입국항구를 잇는 유조선의 항로에 따라 뚜렷이 나타나고 있는데,<sup>11)</sup> 70년대만 하더라도 바다에 뿌려진 유류총량이 무려 연간 1200만톤에 달함으로써 세계도처에서 바닷물의 유류오염으로 말이 많았다. 그러나 안전성 기술과 유조선에 대한 청정 기술이 발달됨으로써 최근 10년간은 한해 유출량을 160만톤정도로 줄일수 있게 되었다.<sup>12)</sup>

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 상승케하여 지구규모의 기후 변동까지 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 Egypt의 Nile강 중류에 있던 기존 Aswan 댐 남쪽에 건설한 Aswan High Dam의 경우이다. 이 댐은 막대한 공사비와 9개년이 소요된 사상최대의 대공사였는바 당초의 목표는 농지의 30%확장, 연간 80억 KWH의 전력생산, 국민소득 20%증대등너무나 거창한 다목적 개발계획이었다. 그러나 완공된 다음의 Aswan High 댐은 Nile강 계곡의 비옥도를 오히려 저하시켰을 뿐만 아니라 흙철보균성 달팽이가 번식하기에 적합한 생물 환경을 조성한것 또 역류한 바닷물이

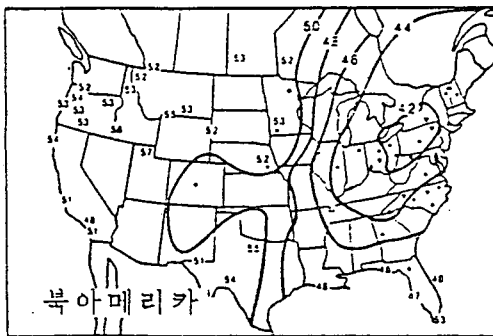
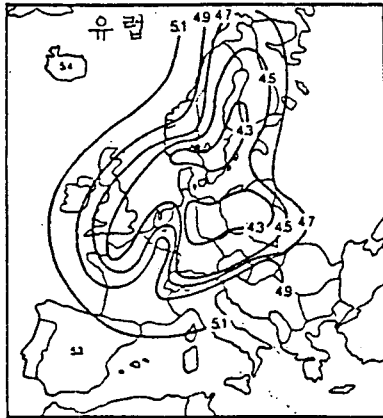


그림 3 : 1985년 강수물의 산성도 (PH단위)

지하수 통로를 거쳐 침투함으로써 고대 Egypt 문명을 상징하는 여러 유적의 도계를 유발하는 등 Nile강 수계 하류 유역에서 엄청난 자연환경 파괴와 환경변질을 유발함으로써 신랄한 재평가를 받지 않을 수 없게 된 것이다.<sup>13)</sup>

#### 마. 화력발전소

환경문제와 결부시켜서 고찰해 볼때 화력발전소를 계속 증설한다면 연료저장 및 수송과정에서의 화재발생 위험성도 크거니와 연소시의 산소 대량소모 및 탄산가스등 대기 오염물질의 대량 방출이 수반된다. 즉 100만 kw의용량의 화력발전시설로 1년간 발전 할 경우 석탄인 경우에는 14만톤 이상의 대기오염물질과 1천톤 이상의 폐수 그리고 36만톤 이상의 회가 방출되며, 유류전소 발전시에는 7만톤 이상의 대기오염물질과 1억4천만톤 이상(정유 과정에서 배출되는 부분포함)의 폐수 및 9천톤의 회가 배출됨으로써 우리 환경을 가해하고 있다는 사실을 잊어서는 안된다. 그러나 천연가스인 경우에는 질소산화물 : 2만톤, 황산화물 : 20만톤, 입자상물질 : 510만톤, 탄화수소 : 34만톤 등 파격적으로 적은 양의 대기오염 물질만 배출할 뿐이다.

또 100만 kwe 용량인 석탄발전인 경우에는 채탄지의 지표파괴 면적만도 36km<sup>2</sup>(심층채탄시) 내지 56.7km<sup>2</sup>(노천굴시) 이나 되며 이에 더하여 석탄가공공장, 수송로, 발전소, 송전소(68km<sup>2</sup>) 등에 소요되는 120km<sup>2</sup>까지 합한다면 150km<sup>2</sup>내지 180km<sup>2</sup>에 달하는 지표면적이 소요되기도 한다.<sup>14)</sup> 참고로 석탄전소 발전소인 경우 원자력발전소 보다 약 2배에 달하는 부지가 소요된다 함을 알아 두기 바란다.

#### 바. 원자력 발전

최근 전력원으로서 핵에너지가 널리 이용되고 있다. 우리나라도 전력생산의 50%이상을 원자력발전에 의존하고 있는 오늘날인데 1989년말 현재 전세계 27개국에서 434기의 원자력발전로가 전세계 전력의 17%를 생산, 공급하고 있다.<sup>15)</sup> 핵에너지의 개발, 이용을 안전하게 관리할 수 있게하기 위하여 국제 원자력기구가 공식적인 안전기준과 지침을 마련하고 있다. 그러나 원자력발전이 수반되는 문제점은 Windscale (1957년 10월)에서의 Iodine131 누출사고나 소련의 Chernobyl

원전사고(1986년 4월)등을 통해서 확인할 수 있었던 바와 같이 사고로 인한 방사능오염과 원자로폐로를 포함한 방사성폐기물의 안전취급 및 안전처분 등과 연계된다는 사실이다.

### 사. 가정용 및 산업용에너지와 대기오염

오늘날의 기술사회를 구성하는 선진공업국 국민 1인당 연간에너지 소비량이 약 340 Gigajoules정도임을 보여주고 있는데 이중 가정용과 각종 service(이 속에는 교육, 무역, 사무실 업무용 에너지가 들어 있다)에 쓰이는 에너지와 수송용이 각각 28%정도이고, 공업과 농업 등 산업용이 약 40%를 차지하고 있다. 그런데 서울인 경우 최근 각종 환경지표가 급증함에 따라 대기오염물 방출량 또한 급증함으로써 각종 환경파괴 요인이 되고있다. 가령 총 배출량이 17.7만톤/년에 달하는 이황산가스의 경우 약 73.3%(58.8는 연탄 연소 과정에서 비롯된다)가 연탄 B-C유를 연료로하는 난방등 각종 열공급시설에서 방출되고 있으며, 나머지는 산업시설 : 18.6%, 수송수단 : 6.2% 그리고 발전시설 : 3.7%등의 배출량 분포를 보이고 있다.

한편 부유분진은 약 90%가 공장및 건설현장에서 방출되며 질소산화물과 탄화수소의 70%정도가 자동차에서 방출되고 있음이 확인되고 있다. 그리하여 일평균미 이상의 열공급시설에서의 천연가스 사용 확대를 의무화 하도록 시도하게 되었고 저오염 자동차의 생산, 보급, 확대등 서울권 대기오염 개선대책을 수립하기에 이른 것이다.

따라서 환경파괴를 극소화 할 수 있는 깨끗한 에너지의 선택과 연구, 개발 및 그 이용 극대화에 노력하지 않을 수 없으리라고 보는데 에너지 투입계수 참작한 산업의 구조적 개선에도 슬기를 모아야할 것으로 본다.

### 3. 맺는말

세계 에너지의 약 75%를 공급하고 있는 화석연료가 미치는 환경파괴를 방지하기 위한 여러가지 대담한 발상이 제시된바 있다. 그러나 오늘날 현재 우리가 시도할 수 있는 가장 분명한 해결방안을 요약한다면 화석연료의 연소량 감축과 천연가스 처럼 탄산가스의 상대

적 농도가 적은 화석연료의 이용확대 등 깨끗한 대체 에너지의 개발 및 그 이용의 극대화 그리고 에너지 효율의 향상등에 초점이 맞추어 질 것 같다. 즉 오늘날 활용가능한 모든 에너지 보전 수단을 총동원 시킨다면 연간 56억톤에 달하는 현재의 탄산가스 방출량을 10년 내에 10억톤 수준으로 감소 시킴으로써 지구기온의 온난화 현상을 막을 수 있다는 주장이다.

또 에너지 효율 향상 노력과 관련해서 OECD회원국은 1980년대 전반기에 1차에너지 소비량을 15만㎤ 감소시키는데 성공하였다는바 그것이 주로 에너지 효율의 향상 노력에 연유된 것임이 밝혀져 있다. 우리는 이 사실에 큰 공감을 느끼지 않을 수 없다. 또 질소산화물과 황산화물에 대한 규제와 그 방출량 억제에 도움이 되는 첨단기술의 개발과 도입에도 역점을 두어야 할 것이다.

그러나 미래에 닥칠 재래식 에너지 공급원의 부족을 인정하는 한편 수력발전, 해양에너지 (파력 및 조력발전, 해양 열 에너지 변환 등), Biomass, 지열에너지, 태양에너지 및 풍력발전 등 이른바 재생가능한 대체에너지 개발에 모든 힘을 모아야 할 것이다.

다만 이중 어느것도 대형 집중 공급 system원으로서 실용화 되지는 못하고 있으며 금세기내에는 뚜렷한 기여를 하리라고 볼 수없다는 사실이 안타깝다. 이점 당분간은 특히 에너지 자원 빈곤국에서는 오늘날 실용화된 유일한 대형 에너지 집중 공급 수단인 원자력발전에 크게 의존하지 않을 수 없다는 결론인데 원자력발전은 엄격히 관리해야 할 이른바 인공방사성 물질이라는 부유물과 불가피하게 연계되어 있기 때문에 원자력발전 사업을 개발 이용함에 있어서는 안전성 확보가 무엇보다도 선결 되어야 할 전제조건임을 중요시 해야 한다고 본다.

끝으로 이른바 변화하는 대기에 관한 Toronto 정상회의(1988년 6월)를 시발로해서 경제선언의 3분의 1을 환경문제에 할애한 Arch 정상회의(1989년 7월)를 거쳐 Noordwijk 선언(1989년 11월)에 이르기 까지 최근 2년 동안의 급변하는 국방정치, 외교 무대에서 논의된 지구환경문제와 미래의 에너지원과 관련해서 이제 우리나라도 구체적 대책방안 수립을 위한 정책 목표나 Senario의 제시, 각 대책의 비용효과, 사회, 경제

에 미치는 충격, 기술적, 정치적, 제도적 측면에서 다룬 실시가능성에 대한 분석등 전략(또는 정책)과학적 연구에 대한 관심과 노력이 그 어느때 보다도 강하게 요청된다는 점을 강조해 두는 바이다.\*

## 인용 문헌

- 1) Earthscan (1982) : "Stockholm Plus Ten", Presented at NGOs Symposium on Environment and the Future, Nairobi, Kenya, May 3-12 1982, p. 25
- 2) WRI (1986) : World Resources 1986, p. 318
- 3) UNEP, WRI (1989) : Background Paper, Global Warming, An Assessment of Its Scientific Basis, Its Likely Impacts, and Potential Response Strategies. Table 1.
- 4) Ramanathan, V. et al (1985) : Trace Gas Trends and Their Potential Role in Climate Change, J. Geophys. Res., 90 : 5547-5566
- 5) Bolin B. et al (1986) : The Greenhouse Effect, Climatic Change, and Ecosystems : A Synthesis of Present Knowledge (Paris : Scientific Committee on Problems of the Environment, Forthcoming, 1986). Chapt. 1
- 6) 노 재식 (1990) : 미발간 (대한민국 학술원 논문 집자연과학편제19집 (p. 31-110) 에게제된 필자의 논문 "우리나라 도시기후의 변화과열" 환희바람)
- 7) Marland, G and R. M Rotty (1984) : Carbon Dioxide Emission from Fossil Fuels : A Procedures for Estimation and Results for 1950-1982, Tellus, 36 B : 232-261
- 8) Bolin, B. (1986) : "Greenhouses, Gases and Climate Change-Report from Villach", the Annual Report of the World Resources Institute, 1986, p. 19
- 9) Barnett, (1984) : "The Estimation of Global Sea Level Change : A Problem of Uniqueness, J. Geophys. Rev., : 89, C5 :

7980-7988

- 10) Brown L. R., and C. Flavin (1988) : the Earth's Vital Signs, State of the World 1988, A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society, p. 14
- 11) UNEP (1987) : "The Greenhouse Gases", UNEP/GEMS Environmental Library No. 1, p. 22
- 12) OECD (1985) : The state of the Environment

1985, published by OECD, p. 76

- 13) CEQ (1970) : "Environmental Quality", The First Annual Report of the Council on Environmental Quality, Transmitted to the Congress, Aug. 1970, p. 7
- 14) ORAU (1975) : "Energy and the Environment", Oak Ridge Associated Univ., p. 9
- 15) JAIF (1990) : 원자력산업신문, No. 1524, p. 3

회

고

각 회원사에서 일어나고 있는 일들, 연구·개발현황, 공지사항, 제언 그리고 시·수필 등을 200자원 고지에 적어 보내주시면 본지에 선별·게재하고 게재된 원고는 소정의 고료를 드립니다. 단, 보내 주신 원고는 일체 반환치 않습니다.

보내실곳 : 서울시 중구 남대문로 4가 45 상공회의소 1221호  
(사) 환경보전협회 홍보부  
T E L : 753 - 7640, 7669