

## 에너지危機의 本質

-에너지위기 극복의 지혜를 위하여-



金明子

〈淑明女大 理科大學長〉

에너지 문제는 단순히 기름값이 오르는 것을 걱정하기에는 그 성격이 너무 심각하다. 비단 이번의 중동사태 때문이라서가 아니라, 최근의 에너지위기의 심화는 그 어느 누구도 예외일 수 없는 에너지 사용에 대해서 우리가 갖고 있는 관념에 대한 각성을 요구하고 있다.

에너지를 다루는 보다 근본적인 자세는 우리가 사용하고 있는 에너지원에 대해 무엇이 왜 문제가 되는지를 파악하는 것에 기초해야 할 것이며, 에너지 위기 극복의 지혜는 에너지 위기의 본질을 이해하는 데서 출발해야 할 것이다.

이 토론에서는 당면 에너지 문제의 성격을 일반적인 수준에서 간략히 개관하되, 고도 산업 사회에서는 에너지 문제에 관한 해결이 어떤 방식으로 접근해야 할 것인가에 연결하고자 한다.

에너지를 다루는 보다 근본적인 자세는 우리가 사용하고 있는 에너지원에 대해 무엇이 왜 문제가 되는지를 파악하는 것에 기초해야 할 것이며, 에너지 위기 극복의 지혜는 에너지 위기의 본질을 이해하는 데서 출발해야 할 것이다.

이 토론에서는 당면 에너지 문제의 성격을 일반적인 수준에서 간략히 개관하되, 고도 산업

사회에서는 에너지 문제에 관한 해결이 어떤 방식으로 접근해야 할 것인가에 연결하고자 한다.

에너지 위기의 극복은 에너지에 관련된 정책 수행에 못지 않게 일반 대중의 에너지에 관한 의식에 크게 의존하는 바 있어 에너지 환경에 관한 이해와 계몽이 중요하다고 생각되기 때문이다.

프로메테우스에 의해 하늘에서 불이 훔쳐진 이래, 고대로부터 불과열에 대한 인류의 관심은 지대한 것이었다. 그러나, 역사적으로는 열의 운동에 관한 이론이 체제를 갖추게 되는 19세기 중반에 이르러서야, 자연에 내재하는 통일적인 원리로서 에너지(영국의 William Thomson에 의해 최초로 사용된 용어임) 개념이 성립된다.

나아가서, 우주의 에너지는 일정해서 결코 창조되거나 소멸될 수 없다는 자연의 섭리 즉 “열역학 제 1법칙”과 우주의 엔트로피는 항상 증가한다(즉 사용가능한 에너지는 계속 줄어들고 있다)는 자연계의 변화의 방향성을 규정한 “열역학 제 2법칙”을 발견하기에 이른다. 이렇듯이 에너지가 물리학의 기본개념이 된 이후, 에너지 만큼 국제적인 용어를 볼 수 없으리 만큼 우리

생활속에 보편화됐다.

지구상의 에너지 자원이라 하면, 나무를 비롯하여 석탄, 기름, 가스, 핵연료, 그리고 수력, 태양열, 지열, 풍력, 조력 등을 꼽는다. 에너지원의 확보와 사용은 정도의 차이가 있을 뿐, 세계 모든 나라가 고도의 산업화를 추구하는 한 공통된 문제가 되고 있다. 현재로는 산업사회의 선진화에 비례하여 화석연료(석탄, 석유, 천연가스)와 원자력에 의존하는 경향이 큰 것이 특징이다.

에너지 자원 가운데, 수력, 생체자원(나무), 태양열, 지역, 풍력, 조력, 해양열 등은 재생 에너지(renewable energy)라 분류되며 환경오염이나 안전성의 차원에서 바람직한 에너지원이라 하겠으나, 아직 우리의 안전성의 차원에서 바람직한 에너지원이라 하겠으나, 아직 우리의 일상생활에 널리 보급되리 만큼 실용화 단계에 들지 못하고 있다. 현재 활용되는 재생 에너지 자원은 주로 수력발전과 목재연료인데, 수력발전은 전세계 발전량의 20%를 차지한다.

우리의 옛 생활에서 “땀감”이 주로 나무를 가리켰듯이, 역사상 서구문명의 에너지원도 중세에 이르기까지는 거의 나무에 의존하고 있었다. 그러나 17세기 초엽 나무 에너지 위기가 고조되면서, 영국에서는 1700년 경부터 캐고 가공하기가 훨씬 힘든 “까만 돌”(석탄)로 대체하게 된다.

“귀족들의 방까지도 더러운 석탄으로 불을 때야 하다니...” 라고 탄식하면서, 그 이전에도 석탄이 더러 쓰이기는 했으나, 나무보다 훨씬 심한 오염 때문에 제대로 연료 취급을 받지 못했다.

예컨대 1273년 런던에서 석탄 사용이 금지됐다가, 1306년 에드워드 1세의 포고를 어겨 “sea-coal”을 땀 죄값으로 처형까지 당했다든가, 엘리자베드 1세도 1578년 “석탄의 냄새와 연기가 역겹다”며 사용금지를 재천명했다는 등의 석탄 에피소드는 산림자원의 고갈로 인해 마지 못해 새로운 에너지원으로 옮겨가는 에너지역사의 한 과정을 보여준다. 물론 오염이라는 대가와 더불어 비싼 채굴비를 감수하면서였다.

그런데 현재 당면한 에너지 위기는 자원의 고갈만이 문제가 아니라 그 까다로움이 있다. 20세기 산업사회의 주요 에너지원인 화석연료와 핵에너지의 사용에서는 환경오염과 안전성이라는 이슈가 걸림돌이 되기 때문이다.

우리나라에서도 사회현실 비판운동의 구체적 쟁점으로서 공해추방이나 원전건설 반대가 자주 거론되고 있으나, 이 두 가지는 서로 얽힌 까닭으로 해서 두 가지를 동시에 만족시키기가 거의 불가능하다는 데 사안의 어려움이 있다 하겠다.

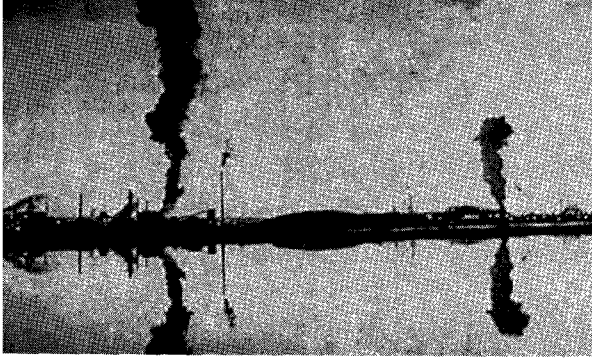
환경문제에 있어 '80년대 말의 시점에서 전지구적으로 심각한 양상으로 변지는 것은 인구폭발을 비롯하여 온실효과, 오존층의 파괴, 산성비, 기상이변, 산림의 황폐화라고 규정된다. 그리고, 이들 문제의 주범이 화석연료라는 사실은 오래 전부터 잘 알려져 왔다.

산성비의 현상이 문헌에 처음으로 언급된 것은 1872년 영국에서 발간된 *The Beginning of a Chemical Climatology* 였으나, 20세기 후반에 들어서는 독일 Ruhr Valley부근의 비가 자주 pH 2.8을 나타내듯이 대부분의 산업국가의 공단이나 대도시 지역은 극심한 양상의 산성비를 겪고 있다.

산성비의 원흉은 화석연료의 연소에서 방출되는 황산화물과 질소산화물이다. 석유에는 그 질에 따라 0.5-2%, 석탄에는 0.2-7% 정도의 황이 들어 있는데, 황산화물은 대부분 화력발전소, 공장, 가정의 석탄 사용에 배출되며, 질소산화물의 주요배출원도 자동차, 공장, 화력발전소, 가정난방으로 추정된다.

위에서 말한 황과 질소의 산화물을 비롯하여 일산화탄소, 탄화수소, 분진은 대기오염의 다섯 가지 일차오염물질로 분류된다. 이 중 일산화탄소와 탄화수소의 주요 출처는 자동차이나, 분진(0.1-20 마이크로미터 크기의 미립자)은 화력발전소나 공장에서 다량 배출된다.

분진은 다른 오염물질과 복합적으로 작용하여 생태계(인체의 경우 호흡기침투 등)와 건축물에까지 심각한 피해를 입히는데, 미량의 맹독성 중금속 오염을 수반하는 것이 특히 문제가



된다. 이들 대기 오염물이 복합적으로 일으키는 연무현상은 스모그(smoke와 fog의 합성어)라 불리우는데, 런던형(황화 스모그로서 분진과 황산화물이 주원인)과 로스엔젤레스형(광화학적 스모그로서 자동차 배기가체가 주원인)의 두가지로 분류된다.

20세기에 들어서는 환경오염으로 인한 대형 사건이 여러번 일어났다. 그 중 '30년 벨기에의 Meuse 계곡 사건, '40년대 미국 펜실바니아 Donora 계곡 사건 등은 화력발전소, 황산공장, 비료공장, 제련소 등이 내뿜은 대기오염물과 기온반전의 상태가 겹쳐 일어났고, '52년과 '56년에 각각 4천명과 천명 이상의 사망자를 낸 악명 높은 런던 스모그는 런던 근처의 석탄 화력발전소와 가정의 석탄난방이 대기오염이 주범이었던 것으로 밝혀졌다.

'80년대 들어 심각하게 논의되는 오존층의 파괴에도 Freon등의 유기화합물과 화석연료의 연소에서 배출되는 산화질소가 관여한다. 예컨대 남극대륙의 Halley만 상공의 오존층은 '77년부터 '84년 사이에 40% 정도 감소했는데, 오존층의 파괴는 지구에 내려 쬐는 해로운 자외선의 양을 늘려 생태계에 심각한 피해를 줄 것이 우려된다.

온실효과 또한 화석연료 사용의 급증으로 인한 이산화탄소의 영향으로서, 예컨대 "지구물리학 연구위원회"의 보고에 의하면 계속되는 이산화탄소의 증가가 기상이변을 가속시키리라 예측하고 있다. 현재의 추세로는 2050년에 이르러 지표의 온도가 섭씨 1.5-4.5도 상승되어 해면의 수위가 1.4-2.0미터 상승되고, 그 결과 농경지의 침수로 인한 식량작물의 급격한 감소를 겪게 되리라 예상한다.

그러므로, 오늘날의 에너지 문제는 단순히 화석연료 에너지원의 고갈(35년 정도 더 버틸 것이라는 확실 등 추측이 구구한 상태)로 인한 확

보의 어려움(1995년, 전 세계는 페르샤만 연안 산유국과 OPEC 회원국의 원유 공급량에 45-60% 의존케 되리라 예상)과 가격양등의 차원에 그치는 것이 아니라, 인간의 건강과 나아가서 생태계 질서의 보존을 위협하는 심각한 국면으로 번져 화석연료의 사용으로 인한 환경 문제가 시급한 국면으로 번져 화석연료의 사용으로 인한 환경문제가 시급한 대책을 끝없는 경제성장의 욕구는 필연적으로 막대한 양의 에너지를 요구하고 있으므로, 에너지 문제의 해결은 중차대한 과제가 아닐 수 없다.

최근의 에너지 환경을 살펴볼때, 고갈돼 가는 화석연료의 대신 급속한 증가일로의 에너지 수요를 충족시키는 대체 에너지원으로서 원자력 에너지가 가장 현실적인 대안으로 등장하고 있었다. 예컨대, '79년 "원자력 및 대체 에너지 시스템 위원회"의 평가에 의하면, 각종 에너지 생산기술의 영향과 위험성을 분석한 결과에서 전력발전의 경우 석탄 화력발전에는 따르는 부작용이 가장 크며, 석유 및 원자력 발전은 그에 비해 안전하고, 천연가스를 쓰는 방법이 가장 바람직한 것으로 나타났다.

원전의 긍정적 측면으로서, 경제성에 있어 원전의 단가는 한국의 경우 27.4원/kWh('87년 기준)인데 비해, 석유 화력발전의 단가는 112.4원/kWh로서 훨씬 비싸다. 물론 원자력 발전의 시설비용은 화력발전의 경우보다 훨씬 높은 것이 사실이지만, 화력발전에 대해 탈황시설을 의무화한다고 할 때 시설비용의 차이는 대폭 줄어든다.

실제로 화석연료의 공급이 원활치 못한 국가들은 원자력 발전에 크게 의존하는 경향이다. 좁은 국토에 인구가 많고 부존자원이 한정된 나라에서 원전 의존도는 크게 나타난다. 전체 발전량에 대해 원전 비율이 큰 나라의 순서로 보면('87년 기준), 프랑스 70%, 한국53%, 대만 49%, 스웨덴45%, 서독31%, 일본27%, 영국과 미국이 약 18%, 소련11%이다.

발전용량으로 보면 '86년 미국이 90.5GW, 프랑스 37.5GW, 소련27.8GW등의 순위로 나타난다. '86년 현재 가동중인 원자력발전소는 세계

30개국에서 370기이며, 150기가 건설 중, 100기 이상이 건설계획 단계에 있다.

최초의 원자력 발전이 '57년 미국 펜실바니아 주의 Shipping-port에서 시작된 이래, '70년대 까지만 해도 원자력에너지는 값싸고 오염의 위험없는 에너지원이라 여겨졌다. 그러나 드리마일 사고에 이은 체르노빌 원전 사고는 안전성에 관한 경각심을 크게 자극시켰고, 세계적으로 원전건설의 열기에 찬물을 끼얹은 형국이다. 체르노빌 원전사고(31명 사망, 만8천명 부상)는 방사능 유출에 따르는 재난의 심각성을 현실로 부각시킨 최악의 사고였다.

인로 인해 원전에 대한 사람들의 반응이 어떻게 달라졌는가 예를들면, 1986년 미국 ABC 방송국이 실시한 여론조사에서 국민의 20%만이 원전을 더 건설하는데 찬성함으로써(80%는 반대), 이전 1975년 조사에서 65%가 찬성했던(20%는 반대)것과 엄청난 차이를 보였다.

원자력에너지의 사용에 있어서는 언제 어느 곳에서 어떤 이유(실수, 고의 또는 천재지변)로 발생할는지 모르는 방사능 유출사고가 치명적이고 사회·정치·경제적으로 엄청난 재난이라는데 문제의 어려움이 있다. 그 위험성을 극소화하는 것이 원자력에너지 이용의 열쇠이다. 그리고, 방사성 폐기물의 처리와 우라늄광의 광원, 원자력발전소의 종사자들의 안전을 도모할 수 있는 방법도 철저한 대책을 필요로 한다. 현재로서 핵분열 에너지의 안전성을 증진시키기 위한 과실허용 컴퓨터, 정밀 감지기, 로봇트 공학 등의 연구가 진행되고 있으나, 아직은 이상적인 대책이 마련됐다고 보기 어렵다.

1990년도 세계의 원전 동향은 어떠한가? 지난 4월 세계 20개국 관계자가 참가한 일본원자력산업회의의 년차대회에서 언급된 내용 가운데 몇가지를 추려본다.

미국은 다른 나라보다 원전 운영비가 2배 가량 비싼데, 그 까닭은 환경문제에 대한 비용과 부대적인 시설투자비용에 기인되며, 이번에 대기정화법안을 제정한 것은 앞으로 원전쪽에 유리하게 작용하리라는 분석이다.

프랑스는 현재 발전량이 10%를 영국·이태

리·스위스에 수출하고 있는데 더욱 다변화될 추세이고, 원자력청의 조직개편으로 새로운 모델 개발 우라늄 농축, 폐기물 처리, 폐로 문제 등의 산적된 연구과제를 효과적으로 추진토록 조치하였다.

한편 소련은 원자력의 안전문제를 신속·엄격하게 관리할 수 있도록 원자력관련 행정조직을 개편하여 원자력발전성과 기계공업성을 통합하였고, 민간단체로 소련원자력협회를 발족시켰다.

앞에서 본 논의에서 들어나듯이 우리는 지금 화석연료와 원자력에너지 사이에서 그 어느 것도 무리없이 밀고 나가기가 어려운 상황에 처해 있다. 그리고 무한한 에너지원이 될 수 있을 핵융합이나 재생 에너지 같은 제3의 주요 에너지원이 실용화되기에는 아직도 많은 기초연구를 위한 투자와 시간을 필요로 한다.

이러한 에너지 환경 속에 사는 사람들의 생각은 에너지 현실을 얼마만큼 이해하고 있는가? 세계에서 가장 많은 에너지를 소모하는 미국인의 기준에 의하면, 그들의 할아버지 세대는 한 사람이 하루에 110kW, 아버지 세대는 하루에 150kW를 썼으나, 그들 세대는 250kW라야 하루를 살고, 그들의 아이들 세대는 하루에 350kW를 쓰면서도 성이 차지 않을 것이라고 내다본다.

에너지의 소비량에 비례해서 사람의 능력이 향상되고 정신적·물질적 생활이 풍요로워지는가? 에너지를 비롯한 물질적 풍요가 사회를 어떻게 변화시키고 있는가에 대해서는 그 부정적 측면을 결코 외면할 수 없는 상황이라 생각된다.

에너지 위기 극복의 지혜라고 한다면, 사람마다 적정량의 에너지 범위에서 생활하는 것을 익히고, 그럼으로써 제한된 화석연료 자원을 에너지로 태우는 대신, 보다 효율적인 생산품의 원료로 할애하며 동시에 환경을 덜 오염시키는 일에 기여할 수 있다는 사실을 인식하는 일이라 여겨지며, 이러한 지혜가 그 어느 때보다도 절실히 요구되는 에너지의 전환기에 처했다고 생각된다.