

## 에너지와 환경은 하나의 문제

박 원 훈

KIST 환경복지기술연구단장

21세기에 인류가 당면한 문제는 둘로 요약할 수 있지 않을까 한다. 첫째는 인구문제이고 둘째는 많은 인구가 살기 위해 별리는 경제활동에 필연적으로 부수되는 에너지·환경문제이다. 인구문제는 생명의 존엄성에 관한 것이라 에너지 공학의 차원과는 별개의 것임으로 논외로 하고 에너지·환경문제의 본질을 분석코자 한다.

우선 에너지 문제는 광의로 자원문제까지를 내포한다. 미시세계에서 아인슈타인의 유명한 공식  $E=mc^2$  즉 에너지는 질량에다 광속의 제곱을 곱한 것과 같다는 이론이 성립함은 우리 모두 알고 있다. 거시세계에서도 이 공식이 등식으로 적용되지는 않지만  $E \propto m$  즉 에너지와 질량(자원)은 비례한다는 관계는 대의적으로 성립된다. 비례상수가  $c^2$ 이 아니고 경우에 따라 다를 뿐이다.

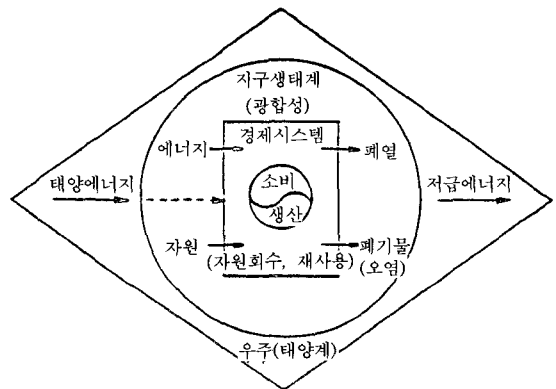
우주의 모든 것은 태초 무한량의 질량인 동시에 에너지의 대폭발(Big Bang)로부터 시작하였으며 태양계와 지구무기체의 생성도 이의 한 결과이며 이를 지구의 에너지 및 자원의 초기조건이라고도 할 수 있다. 이후부터 지구자체의 변화 및 지구상 생명체의 진화과정은 지구로 투입되는 유일한 에너지원인 태양에너지에 의존케 된다.

태양에너지에 의한 광합성을 중심으로 지구 생태계가 진화되어 왔음으로 태양에너지가 생명유지의 근원이요 또 먹이사슬을 유지하는 근본이다. 현대 문명의 에너지원인 화석연료도 고대 생물체의 주검의 잔해임으로 태양에너지의 한 에너지저장 형태에 불과한 것이다. 그리고 지금도 지구생명은 태양에너지가 없으면 끊어지고 만다. 흔히 이런 원료를 써서 이만한 동력을 들여 이것을 만들었읍니다 하는데 원료와 동력은 측정단위는 다르지만 원료가 되기까지의 에너지 투입량을 복잡은 하지만 원칙적으로 계산할 수 있음으로 에너지와 자원은 같은

내용이라고 할 수 있다.

그러면 환경문제는 무엇인가? 인류는 생산과 소비활동으로 구분되는 삶의 유지활동 즉 경제생활에서 에너지/자원을 주위환경 즉 자연에서 채취하여 쓰고, 남은 것은 자연으로 되돌리는데, 저급에너지, 저급자원(폐기물, 오염물)의 형태가 된다. 자연생태계가 이같은 에너지/자원의 순환량을 포용할 수 있는 자정능력의 한계를 넘어서게 되면 환경문제가 발생한다. 물론 살아있는 생태계는 새로운 평형점을 찾아 균형을 찾겠지만 변화속도에 순응할 수 없는 생물은 멸망하기 마련이다. 오늘의 지구환경문제, 즉 오존층파괴, 지구온난화, 산성비 등이 인류문명에 경종을 울리는 것은 이 자연의 변화속도를 인간의 유전자가 따라가지 못하기 때문이라고 할 수 있다.

여기서 지적하고 싶은 것은 에너지와 환경은 인과관계에 있다는 사실이다. 환경문제 해결의 열쇠는 에너지/자원을 어떻게 쓰느냐에 달려 있는 것이다. 따라서 에너지 문제와 환경문제는 하나의 문제라고 할 수 있으며 환경보전의 첩경은 에너지절약과 에너지 사용의 효율화가 된다.



물론 경제에 있어 에너지와 환경의 중요성과 서로의 강한 혼연성을 강조해온지는 오래되며, 흔히 에너지(Energy), 환경(Environment), 경제(Economy)의 영어 첫머리자를 모아 3E 또는 E<sup>3</sup>로 표현하고 있다.

그러나 3E의 연계성, 중요성을 정신적으로 강조하는 것으로만 그쳐서는 안된다. 이제는 이의 정량적인 응변이 필요한 때이며 이 응변술의 하나로 전에너지주기분석법(TECA, Total Energy Cycle Analysis)을 적극 활용해야 할 것이다.

본래 여러 에너지 대책의 영향을 상대적으로 비교 평가하는 효율적 방법으로서 TFCA(Total Fuel Cycle Analysis)가 이용되어 왔다. TFCA는 주어진 에너지원이 에너지를 공급하는 총 과정에서 파생되는 비용을 체계적으로 분석하는 방법인데 에너지 대책의 사회적 비용을 정성화, 정량화하는데 “요람에서 무덤(cradle to grave)”의 전 주기에 걸친 환경영향과 환경비용을 고려하고 있다. 여기에서 연료주기란 에너지원의 채굴, 운송, 처리공정, 제조, 분배, 폐기물관리 또는 폐기처분으로 구분할 수 있다.

TFCA의 적용대상을 모든 에너지/자원/환경 기술

에도 확대적용하기 위하여 이를 TE<sup>3</sup>CA(Total E<sup>3</sup> Cycle Analysis)라고 개명할 수도 있다. 여기서 E<sup>3</sup> 주기는 원료조달 및 건설, 생산, 소비, 폐기물관리의 4단계로 구분할 수 있다.

TE<sup>3</sup>CA는 에너지/환경의 외부효과를 내재화시키는 한 수단이다. 이의 실제수행은 굉장히 복잡한 작업으로서 현 단계에서는 과학임과 동시에 한 예술이라고 해도 과언이 아니다. 과학적인 정보부족이 외부효과를 정량화하는데 가장 큰 애로점이 되고 있다. 한 예로서 대기중 미량 독성물질에 만성적으로 노출되는 경우에 건강에 미치는 위해성 평가 같은 것은 지금에야 비로소 연구가 시작되는 분야이다. TE<sup>3</sup>CA를 적용한 연구결과에 대해서는 정량적 자료의 부족으로 주관성이 개재되어 앞으로 계속 논란의 대상이 될 것은 분명하나 외부효과를 명시화했다는데서 크게 환영을 받고 있으며 미국, 캐나다, 독일은 물론 동구권과 일부 개발도상국에서도 이용되고 있다. TE<sup>3</sup>CA와 같은 과학적 분석방법이 초기적인 형태로서라도 한국에도 하루속히 정착되어 환경영향평가의 정량적 도구로 사용될 수 있도록 정책적으로 추진되어야 할 것이다.