

환경의 권리에 대한 열역학적 증명



김덕진

엔테스 (EnTEs) 대표
entes@outlook.kr

1. 서론

먼저 환경의 권리는 존재하는가의 질문을 하고자 한다. 환경은 과거 45억년 동안 일을 하여 지구자원을 만들었고, 인간이 급격하게 발생시킨 오염을 정화하기 위해 현재 일을 하고 있고, 또한 미래 수만년 동안 일을 해야만 한다. 따라서 환경은 일에 대한 노동비를 인간으로부터 지급받을 권리가 있으나, 위 설명은 철학적 질문에 대한 철학적 답변일 뿐으로서 그 논쟁은 끝나지 않는다. 만약 공학적 법칙에 의해 환경의 권리가 증명되었다면, 인간은 환경에 노동비를 지불해야만 한다. 인간은 지구자원을 채굴하고 있는가 아니면 도굴하고 있는가의 질문을 한다. 환경의 권리가 없다면 인간은 채굴하고 있는 것이며, 환경의 권리가 있다면 인간은 도굴하고 있는 것이다. 지구환경이 점점 악화되는 이유는 인간이 지구자원을 도굴하고 있기 때문이며, 인간은 환경으로부터 지구자원을 구매해야 함을 주장한다.

Plant Technology



인류는 열공학에서 고효율 기술을 발전시켜야 할 자원절약의 의무, 경제학에서 전 세계적으로 합리적인 정책을 추진해야 할 인류발전의 의무, 환경학에서 환경의 권리를 지키는 환경보전의 의무를 수행해야 한다. 환경열경제학^[1]은 인간과 환경의 권리 및 의무를 증명하고 그 양을 계산하는 학문이다. 본 연구에서 환경의 권리는 인간의 권리와 같다는 것을 증명하고자 한다.

2. 환경열경제학의 제안

그림 1에는 환경열경제학의 융합 개념이 도시되어 있다. 열공학의 주된 목표는 시스템 해석의 정확성과 시스템 성능의 최대화를 구현하는 것이고, 경제학의 주된 목표는 합리적인 비용 책정과 이윤 추구의 최대화를 구현하는 것이며, 환경학의 주된 목표는 환경의 권리를 보호하며 이를 위해 인류의 노력이 필요하다는 것이다. 위 학문들을 상호 융합한 학문을 환경열경제학^[1]이라 칭하며, 본 학문의 목적은

열역학 법칙에 기반을 둔 정확한 해석으로부터 자원절약, 인류발전, 환경보전의 의무 및 권리를 증명하고 그 양을 계산하는 것이다. 열역학 제 2 법칙 즉 엔트로피 증가법칙은 만물을 설명할 수 있는 법칙이므로, 자원절약, 인류발전, 환경보전 역시 엔트로피 증가법칙으로부터 상호 융합될 수 있음을 제안한다. 본 학문의 핵심 단어는 Energy, Environment, Engineering, Economy이며, 첫 글자가 모두 E로 시작하므로, 본 학문의 로고는 그림 1과 같이 4E가 되며, EnTEs(엔테스)는 환경열경제학의 축약어이다.

3. 환경의 권리에 대한 열역학적 증명

열역학 제 1 법칙은 에너지의 총량은 결코 변하지 않는다는 에너지 보존 법칙으로서, 절대법칙이다. 그 에너지 보존 수식을 비용화하면 경제학적 수식이 되며, 일례로 다음과 같다.

- 100 = 40 + 60 [kJ] (1)
- 100 · 1 = 40 · 1 + 60 · 1 [원] (2)
- 100 · 1 = 40 · 5/2 + 60 · 0 [원] (3)
- 100 = 80 + 20 [kJ] (4)
- 100 · 1 = 80 · 1 + 20 · 1 [원] (5)

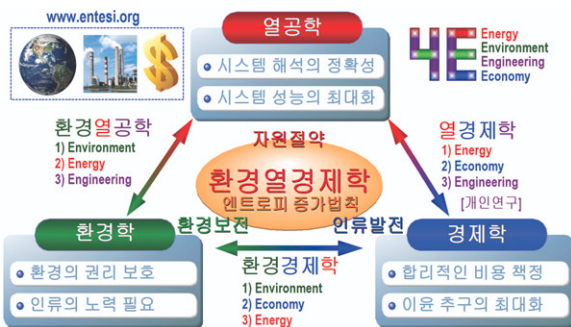
어떤 플랜트에서 화석에너지 100이 투입되어 인류발전에 공헌할 수 있는 유용에너지 40을 생산하고, 연돌

및 복수기 등에서 무용에너지 60이 환경으로 방출된다고 가정하면, 에너지 보존식은 식(1)이며, 절대적으로 성립하는 식이다. 양변에 똑같은 숫자를 곱하여도 수식은 성립한다는 초등학교 산수를 적용하면, 식(2)가 되며 절대적으로 성립하는 수식이다. 위 식은 채굴 또는 도굴로부터 100원의 경제가 창출되었고, 그중 40원은 인류발전에 공헌하였고, 60원은 환경으로 방출되었다고 해석된다. 즉 40원은 인간의 권리이며 60원은 환경의 권리라는 뜻이다. 그러나 상식적으로 연돌 및 복수기에서 환경으로 방출되는 가격은 0원임이 틀림없는 바, 환경의 권리 60원에 대한 의문이 발생한다. 그 의문에 대한 답은 식(3)과 같이 경제학의 정의로부터 찾을 수 있다.

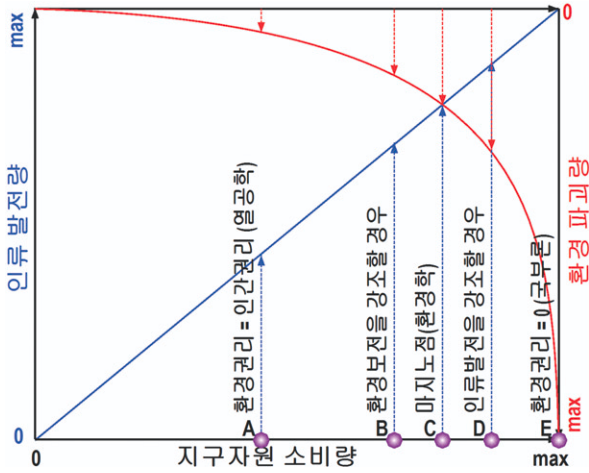
경제학의 원론은 아담 스미스의 “국부론” 즉 국가의 부를 추구하는 방법론에서 출발한다. 국부를 최대화하는 방법은 환경 자원을 국가로 흡수하는 것으로서, 식(3)과 같이 환경의 권리를 0으로 취급하면 국가의 부는 5/2로 최대화 된다. 그러나 이것은 식(1)의 양변에 동일한 숫자를 곱해야 한다는 초등학교 산수에 위배된다. 따라서 위 60원은 환경의 권리이며, 열역학 법칙과 초등학교 산수로부터 환경의 권리는 인간의 권리와 정확히 동일하다는 것이 증명된다. 경제학의 원론은 환경의 권리를 0으로 취급하는 것이다. 환경보전 정책이 경제 정책과 융합되어야 하는가의 질문을 한다. 환경보전 정책은 열공학과 융합되어 경제적으로 추진되어야 함을 주장한다.

식(1)의 에너지 보존식으로 부터 해석하면, 환경보전 비용은 60원이라는 매우 큰 값이 되므로 인류발전이 이루어지 않는다. 식(4)는 엔트로피 증가 법칙으로부터 파생된 엑서지 균형식에 의한 계산의 일례이며, 인류발전에 80원 및 환경보전에 20원을 투입하면 되므로, 정책적으로 인류발전과 환경보전을 동시에 접근할 수 있다.

에너지의 종류에는 열(Heat)과 일(Work)이 있다. 열역학 제 1 법칙은 에너지를 열로 해석하는 것이며, 열역학 제 2 법칙은 에너지를 일로 해석하는 것이다. 환경은 과거 수억년 동안 일을 하여 지구자원을 만들었으며, 인간 역시 일을 하여 인류발전을 도모하고 있고, 오염을 정화하기 위해서는 환경 및 인간 모두 일을 해야 한다. 따라서 에너지를 일로 해석하는 것이 올바른 접근법이다.



[그림 1] Concept of environmental thermoeconomics.



[그림 2] Compromise and Optimum point

다. 열역학 제 1 법칙인 에너지 보존식과 열역학 제 2 법칙인 엔트로피 균형식을 혼합하면, 엑서지 균형식이 유도된다. 엑서지(Exergy)는 주어진 상태가 환경상태로 변화하는 동안 얻을 수 있는 최대일로 정의되며, 100년 전부터 열역학적으로 증명되었고, 기계공학의 열역학 책 8 장 정도에 세부적으로 서술되어 있다.

위 설명을 수식으로 정리하면 다음과 같다.

$$E_F = E_P + E_L \quad [\text{kJ}] \quad (6)$$

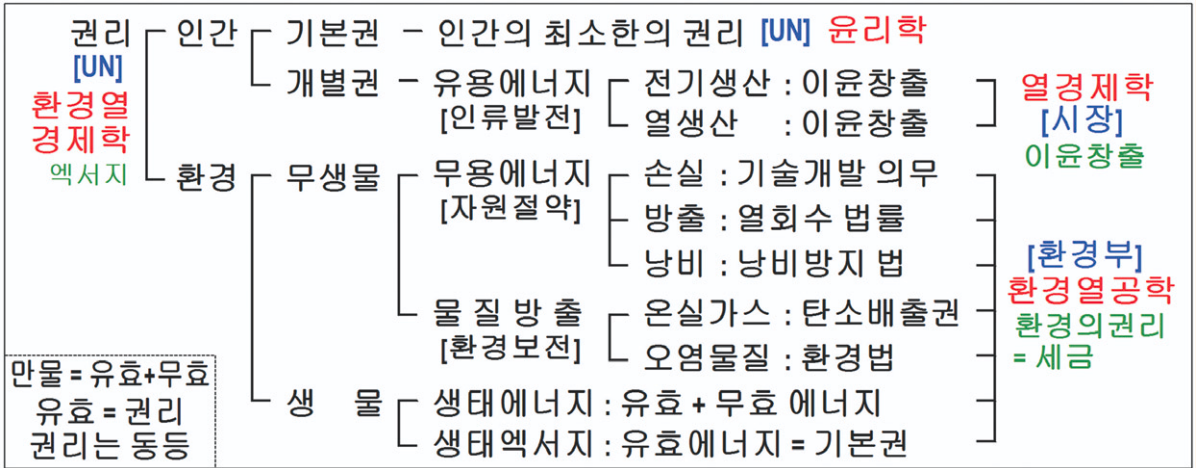
$$E_F \cdot C_A = E_P \cdot C_A + E_L \cdot C_A \quad [\text{원}] \quad (7)$$

$$Z = E_P \cdot C_Z \quad [\text{원}] \quad (8)$$

$$E_F \cdot C_F = E_P \cdot C_P + E_L \cdot C_A \quad [\text{원}] \quad (9)$$

식(6)은 열역학 절대법칙, 식(7)은 환경의 노동비, 식(8)은 인간의 투자비, 식(9)는 환경의 노동비와 인간의 투자비의 합이다. 식(6)에 열역학 제 1 법칙을 대입하면 에너지 균형식이며, 제 2 법칙을 대입하면 엑서지 균형식이다. E_F 는 연료에너지, E_P 는 인류발전에 공헌한 에너지, E_L 는 환경으로 방출 또는 손실된 에너지이다. 식(6)의 양변에 환경 권리 단가 C_A 를 곱하면 식(7)이 되며, 열역학적으로 환경의 권리는 인간의 권리와 정확히 동일해야 함이 증명된다. 식(7)과 식(8)을 합하면 식(9)가 되며, 결코 환경의 권리 C_A 는 0이 될 수 없음이 증명된다. 즉 C_A 가 0이면 국가의 부를 극대화하는 방법론이 되나, 엔트로피 증가법칙에 의해 수백년 후 지구는 멸망하게 된다. 인간이 환경의 권리를 지켜주지 않으면, 환경 역시 인간의 권리를 지켜주지 않음을 이해해야 한다.

위 수식으로부터 새로운 시각을 다양하게 창출할 수 있다. 국가의 부를 증대 시키는 방법은 C_A 가 0 이 아닌, E_L 즉 손실, 방출, 낭비를 최소화하는 것이다. 전 세계 정책은 손실, 방출, 낭비를 최소화하는 방향으로 추진되



[그림 3] Research range of environmental thermoeconomics.

어야 하며, 방출 감축의 대표적인 예는 탄소배출권 정책이다. 정부가 환경보전에 힘써야 하는 이유가 무엇인가에 대한 답을 찾을 수 있다. 식(9)에서 환경의 권리 $E_L \cdot C_A$ 를 정부가 세금으로 이미 걷고 있다는 것이다. 따라서 정부는 그 세금만큼 환경보전의 의무를 수행해야만 한다. 내가 기후변화 완화 및 환경보전에 힘써야만 하는 이유가 무엇인가에 대한 답 역시 식(7)로부터 찾을 수 있다. 환경의 권리가 0 이면, 나의 권리 역시 0 이기 때문이다. 기후변화완화 정책 추진이 왜 이렇게 어려운가에 대한 답 역시 찾을 수 있다. 기후변화를 완화해야 한다는 것은 전 인류가 동의하나, 그 정책 추진 방법론은 국부론인 식(3)이기 때문이다. 산업혁명 이후 200년 동안의 환경파괴에 대해 선진국이 절대적으로 책임진다면, 국가 구분 없이 식(7)이 환경보호 정책으로 추진될 것임을 이해할 수 있다. 환경정책은 인간의 권리가 아닌 환경의 권리를 보호하는 방향으로 추진되어야만 한다.

4. 환경법 제 0 조의 제안

환경법은 인간의 의무와 권리를 다루고 있다. 그러나 환경법은 인간 중심이 아닌 환경 중심으로 규정되어야 한다. 환경법 제 0 조로 환경은 인간과 동등한 법적 지위와 권리를 갖는다는 제안을 한다. 제 0 조는 변할 수 없는 진리를 뜻하며, 환경법 존재의 근원적 근거를 설명하고 있다. 환경법의 주체는 환경임이 자명하다. 환경의 권리에 대한 정의가 법률로 규정되어야 할 것이다.

5. 환경학자의 역할 및 책임

그림 2에는 자원절약, 인류발전, 환경보전의 관계가 도시되어 있다. 열공학은 A 점임을 증명하나, 국부론은 E 점이다. 국부론은 너무나 강력한 방법론이므로, 절대 법칙인 A 점조차도 E 점과 타협을 이루어야 하며, 그 마지점은 C 점이 된다. 즉 환경학자의 역할 및 책임은 C 점을 찾아야 한다는 것이며, 만약 환경학자가 이것을 포기한다면, 모든 국가 정책은 E 점을 향할 것이다.

지구자원 소비량의 단위는 질량이고, 인류발전의 단위는 기술이고, 환경변화의 단위는 오염이다. 지구자원

을 소비함으로써 얼마만큼의 Work 생산이 가능한지 열역학 제 2 법칙을 통해 계산할 수 있다. 인류발전에 투입된 Work 역시 제 2 법칙을 통해 계산된다. 파괴된 환경을 인위적으로 되돌리기 위해서는 인류가 Work를 투입해야 하며, 그 양 역시 제 2 법칙을 통해 계산된다. 따라서 Work의 관점으로 서로 다른 단위를 통합할 수 있으므로, 그림 2는 도시 및 계산된다.

6. 환경열경제학의 연구범위

그림 3에는 환경열경제학의 연구 범위가 도시되어 있다. 만물은 유효와 무효로 이루어져 있고, 유효가 권리이며, 권리는 모두 동등하다는 것이 본 학문의 원칙이다. 에너지일 경우 유효에너지는 엑서지로 계산되며, 생물일 경우 생물엑서지, 사회일 경우 사회엑서지, 예술일 경우 예술엑서지 등은 연구 개발 대상이다. 엑서지는 전기와 동급이며, 우리나라의 경우 공업용 전기단가는 사용료와 기본료의 합 약 100원/kWh이므로, 각 분야에서 개발된 엑서지량에 위 단가를 곱하면, 경제적 권리인 금액이 계산되어 진다. 개구리가 하루 100 cal의 열량을 소비하고, 개구리 효율이 20%라고 가정하면, 개구리의 기본권은 20 cal/day이다. 이 원리를 확장하면, 연못의 기본권이 계산되며, 더 확장하면 생태계의 기본권이 계산된다. 여기에 100원/kWh를 곱하면, 생태계의 하루당 금액 즉 가치가 계산된다. 위 예제를 이해하면, 그림 3의 계산 방법론을 이해할 수 있을 것이며, 탄소배출권의 가격 결정 방법론은 환경열경제학의 훌륭한 아이টে이 된다. 지구는 인간과 환경으로 구성되어 있다. 환경열경제학은 지구상에 존재하는 모든 것에 대한 권리를 계산하여 금액화 하는 것이다. 즉 본 학문은 지구상의 통합 학문이며, 만물을 설명할 수 있는 엔트로피 증가법칙의 구체화를 실현한다.

7. 결론

우리가 환경보전을 실천해야 함은 너무나 당연하다. 그러나 내가 환경을 보존해야 하는 이유가 무엇인가에 대한 답변은 쉽지 않다. 본 연구에서는 열역학 법칙으로부터 환경의 권리는 인간의 권리와 동일하다는 증명을

제시하였다. 즉 내가 환경을 지켜주지 않으면, 환경 역시 나의 권리를 지켜주지 않는다. 현재 전 세계적으로 탄소배출권 정책을 포함한 각종 환경정책이 추진되고 있다. 그 정책 추진의 궁극적 목표가 인간의 권리를 지키기 위해서인지 아니면 환경의 권리를 지키기 위해서인지 신중한 판단이 필요하다. 그 판단을 위해 본 연구에서 제시된 증거의 옳고 그름에 대한 열공학자들의 결정이 필요하다. 열공학에서 위 증거를 포기하면, 경제학적으로 환경의 권리는 0 이 되거나, 시장에서 흥정에 의해 결정될 수밖에 없다. 뉴턴 및 아인슈타인 등의 과학

자는 인류 미래의 등불을 밝혔으나, 위 판단은 인류의 미래를 결정할 것이다.

참고문헌

1. Kim, D. J., 2015, "Suggestion of Environmental Thermoeconomics," Proceedings of the Korea Institute of Plant Engineering & Construction, Conference, pp. 95~98. 