



에너지와 원자력 그리고 엔트로피

이 광 영
과학평론가

「에」너지란 무엇일까? 에너지란 '일을 할 수 있는 능력(capacity)'이다.

중력에 의해 나타나는 「위치(位置) 에너지」에서 「운동(運動) 에너지」, 「열(熱) 에너지」, 「탄성(彈性) 에너지」, 「전기(電氣) 에너지」, 「복사(輻射) 에너지」, 「화학(化學) 에너지」, 「원자력(原子力) 에너지」는 물론 질량(質量)도 에너지의 한 형태이다.

이들 에너지는 형태를 서로 바꿀 수 있는 특징을 지니고 있다.

높은 곳에 있는 물의 위치 에너지는 밀으로 떨어질 때 운동 에너지로 변하며, 운동 에너지는 다시 발전기를 돌려 전기 에너지로 바뀌어 간다. 또 전기 에너지는 전동기를 통해서 운동 에너지로 바뀌며, 전열 기구나 전구를 통해서 열 에너지와 빛 에너지로 바뀌어 간다.

에너지를 말할 때 우리는 두 가지 점을 생각하게 된다.

첫 번째, 에너지는 절대로 만들 수 없을 뿐 아니라 없앨 수도 없다는 것이다. 우주 전체의 에너지 양은 항상 일정하다는 것이다.

높은 곳에 있는 물이 떨어져 전기를 만들고 전기가 열과 빛 에너지로 형태가 바뀌어 갈 수는 있지만 전체 양에서는 조금도 변화가 없다는 것이다. 물리학에서는 이를 「열역학 제1법칙」으로 설명하고 있다. 이론바 「에너지 보존 법칙」이다.

석유를 태운다고 하자. 석유가 가지고 있던 에너지는

비록 불에 타 그 형태가 없어졌지만 후에 생겨난 열과 배기 가스 등에 포함된 에너지를 합하면 석유가 원래 가지고 있던 에너지와 같다다는 것이다.

세상에 열역학 제1법칙만 있다면 우리는 에너지 위기란 말을 모르고 살 수 있을 것이다. 에너지가 항상 일정하게 보존되는 데다, 에너지 형태를 필요에 따라 마음대로 바꿔 쓸 수 있게 되기 때문이다.

그러나 그렇지 못하다. 실제로 지상의 석유와 석탄 등 에너지 자원이 점점 사라져 가고 있다. 이유는 무엇일까? 이것이 두 번째 생각해야 할 문제이다.

우리는 같은 에너지 양이라도 이들이 지난 에너지는 일을 시키기 위해 일단 사용하고 나면 외부에서 에너지를 공급하지 않고는 절대로 원 상태로 되돌릴 수 없다는 것을 경험을 통해 알고 있다.

초나 석유 같은 것을 태워 보면 이같은 사실을 누구나 쉽게 이해할 수 있다. 초와 석유를 태운 후 이때 생겨난 열과 탄산 가스 그리고 수증기 등을 모두 모아 원 상태의 초나 석유로 되돌릴 수 있을까? 불가능하다.

이같은 일은 기술이 발전되지 않아서가 아니다. 화학 공업이 아무리 발전해도 이루어질 수 없다.

에너지 형태 변형이 비교적 쉬운 위치 에너지를 이용해서 전기 에너지를 만드는 일을 예로 하나 더 들어 보자.

높은 곳에서 떨어지는 물의 힘을 이용해서 전기를 만들 수는 있지만 이때 만들어진 전기만 가지고 이 전기를 만들기 위해 사용했던 물을 몽땅 원래의 위치로 되돌

릴 수는 없다. 이유가 무엇일까?

본디 에너지는 자유로이 그 형태를 바꾸어 갈 수 있어도, 사람이 이들이 지닌 에너지를 일을 시키기 위해 두 번 다시 쓸 수 없는 특성을 지니고 있다. 물리학에서는 이를 「열역학 제2법칙」 또는 「엔트로피(entropy) 증가 법칙」으로 설명하고 있다.

이 법칙이 설명하고 있는 것은 에너지란 자유로이 형태를 바꾸어 갈 수 있지만 그때마다 반드시 어떤 대가를 치르지 않으면 안된다는 것이다.

이 대가란 석유에서 보듯이 본래 가지고 있던 일을 할 수 있는 능력을 포기하는 것이다.

열역학에서 이러한 일로 변환시킬 수 없는 양을 엔트로피로 정의하고 있다. 다시 말해서 엔트로피는 에너지를 변환시킬 때마다 발생하며 그 총량은 증가한다는 이야기다.

우리는 여기에서 중요한 사실을 발견하게 된다. 에너지는 열량이 비록 같다 하더라도 보다 많은 일을 할 수 있는 엔트로피가 작은 것과 반대로 엔트로피가 큰 질이 나쁜 것이 있다는 것이다. 그리고 질이 좋은 에너지라도 형태를 바꾸어 주면 엔트로피가 증가해서 에너지의 질이 나빠진다는 것이다.

엔트로피 차원에서 볼 때 석유는 석탄보다, 석탄은 목탄보다 수치가 적어 에너지 잠재력에서 화석 연료 가운데서는 석유가 가장 좋은 에너지원으로 볼 수 있다. 그러나 우라늄-235와 같은 핵연료는 화석 연료와는 비교가 되지 않을 정도로 엔트로피가 낮은 에너지원이다.

엔트로피 증가 법칙은 물리학자 사이에서는 현재 알려지고 있는 어느 법칙보다 더 확실한 것으로, 우주 탄생 이후 우주 종말에 이르기까지 절대 변하지 않는 법칙으로 받아들여지고 있다.

열역학 제2법칙, 즉 엔트로피 증가 법칙은 우리에게 많은 것을 말해주고 있다.

생물은 반드시 죽어야 하고 우주는 종국에 가서는 아무 짹에도 쓸모 없는 쓰레기 더미가 된다든지 독재 국가

는 오래 가지 못하고 망할 수밖에 없다는 등 자연 현상에서의 미래 예측은 물론, 철학에서 사회 현상을 설명하는 일에 이르기까지 광범위하게 응용되고 있다.

에너지의 변화는 곧 우리의 생명 활동이기도 하다. 생명 활동은 에너지 변화를 통해서 이루어진다. 따라서 지구상의 모든 생명체의 생명 활동은 모두 엔트로피의 개념을 통해서 설명이 가능하다.

요즘 생태학(生態學)이 큰 발전을 거듭하고 있다. 최신 생태학은 생물 사이의 조화를 에너지 교환의 조화로 보는 경향이 있다. 세상엔 사람을 포함한 지상의 모든 생물이 에너지라는 점에서 독립해서 살아갈 수 있는 것은 하나도 없다.

엔트로피 개념을 에너지 차원으로 확대해 보자. 지구가 가지고 있는 에너지 차원은 어느 것이고 이용하려면 엔트로피의 증가를 감수해야 한다. 다시 말해서 낮은 엔트로피를 갖는 자원만이 에너지로 이용될 수 있다는 것이다.

여기에는 석유와 석탄에서 수력(水力)·풍력(風力)·조력(潮力)·파력(波力)은 물론, 하이테크 에너지로 불리는 원자력도 예외가 아니다.

우리는 여기에서 현명한 판단과 선택의 필요성을 절감하게 된다.

크게 늘어나는 에너지 수요에 대해 계속 석유와 같은 화석 연료를 사용하는 정책으로 일관할 것인가 하는 것이다.

석유와 석탄·천연 가스는 수십억년이란 오랜 역사를 통해서 지구가 태양의 에너지를 받아 저축해온 귀중한 에너지원이다. 이들 자원은 각종 화학 제품을 만드는 일에서 인류의 먹거리 문제를 해결하는 일에 있어서도 대단히 중요하다.

이같이 중요한 자원을 계속 태워서 없앨 것인가? 이는 인류의 미래를 위해서 지금부터 아껴야 할 자원이다.

원자력 에너지 개발은 이런 면에서도 대단히 중요하다 하겠다. ☺