

엔트로피의 법칙

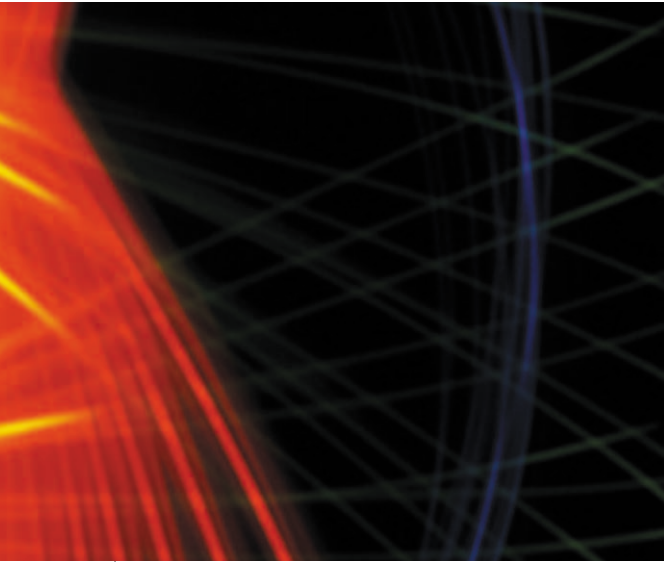
글 | 김수병 (한겨레21 기자)



독일 사람들이 담배를 피울 때 몇 사람이 모여 성냥 불을 붙인다는 이야기를 유년기에 ‘절약정신’으로 들었던 기억이 있다. 당시 담배를 피우지 않으면 될 것을 쓸 데 없이 수고를 한다고 생각했다. 그런데 지금 성냥을 이용해 담배를 피우는 모습을 떠올리며 ‘엔트로피(Entropy)의 법칙’을 생각한다. 누군가가 가느다란 나무 끝에 있는 황에 불을 붙이는 순간 나무와 황의 효용성은 사라지고 만다. 물론 담배에 불을 붙였을 것이다. 이 순간 탄소와 수소 산소 등의 형태로 공기 중에 올라다가 자연계 어딘가로 사라지고 만다. 황이라는 높은 에너지원이 쓸모없는 에너지로 바뀌는 셈이다.

여기에서 엔트로피의 실체가 드러나게 된다. 황은 미량 원소로 환원되면서 낮은 에너지원이 된다. 한번 담배 불을 붙인 대가로 완전한 에너지 손실에 이르는 셈이다. 이 같은 에너지 손실은 자연계의 전 영역에 걸쳐 진행된다. 거의 모든 것이 열을 증가시키는 구실을 하면서 사용 불가능한 에너지량을 높이는 것이다. 즉 일을 할 수 없는 에너지로서 엔트로피를 증가시킨다는 말이다. 이는 가능한 에너지원이 줄어들었다는 의미이기도 하다. 지구상에서 엔트로피의 증가가 가속화되고 다른 에너지원을 찾지 못한다면 언젠가는 인류의 생존마저 위태로울게 틀림없다.

이런 엔트로피의 개념은 독일의 클라우지우스가 1850년 처음으로 도입했다. 물론 어느 날 갑자기 단박에 깨달은 것은 아니다. 이전에 톰슨은 열 흐름의 방향성에 대한 법칙 즉, 공중으로 퍼진 열이 다시 저절로 모아지는 일은 일어나지 않는다는 내용을 포함한 열역학 제2법칙을 내놓았다. 이것이 불충분하다고 여긴 클라우지우스는 완전하게 정리된 수학적 표현을 찾다가 엔트로피라는 개념으로 열역학 제2법칙을 정립했다. 여기에 볼츠만이 엔트로피가 수학적 확률로 표현될 수 있다는 사실을 밝혀내면서 엔트로피 법칙이 더욱 풍부해져 통계역학적으로 정식화됐다.



우주에서 저절로 일어나는 변화는 반드시 우주의 엔트로피가 늘어나는 방향으로만 진행되기 마련이다. 물질을 구성하는 입자들의 양자상태가 거대한 무질서 속에서 분산되는 과정을 거쳐야 하기 때문이다. 이런 해석에 따라 엔트로피는 문명을 해석하는 도구로 쓰이고 있다. 예컨대 새로운 기업 문화를 도입할 때 자기 혁신을 이루기보다 모델이 되는 기업의 것을 그대로 적용하려 한다면 엄청난 혼란을 겪으며 에너지 소모를 일으킨다는 것이다. 그 엔트로피 속에서 자기 혁신의 방향을 잃고 엄청난 재앙을 일으킬 수 있다는 해석에까지 이어지기도 한다.

미래 학자들은 엔트로피를 이용해 현대문명을 분석하기도 한다. 엔트로피 법칙에 의거해 역사를 바라본다면 역사는 유용한 에너지를 소모하는 과정으로 끝내는 엔트로피가 최고점에 이르는 분수령에서 붕괴되고 만다는 것이다. 이에 따르면 시대가 바뀌고 경제사회적 격변이 일어나는 것은 에너지원의 변화 때문에 생긴다고 할 수 있다. 첨단 기술로 현존하는 에너지원을 유지하려고 하는 것도 파국을 맞을 수밖에 없다. 새로운 기술은 언제나 더 많은 에너지를 소모하는 방향으로 인류의 삶을 이끌기 때문이다. 인간이 삶의 방식을 근본적으로 바꾸지 않을 수 없는 이유가 여기에 있다.

이런 엔트로피 법칙이 광범위하게 적용되는 것에 이의를 제기하는 학자들도 있다. 언제나 엔트로피가

증가하는 것은 아니라는 이유에서다. 예컨대 액체의 물이 얼어 얼음이 되는 과정에서 엔트로피가 줄어든다. 온도 변화에 따라 저절로 어는 과정에는 에너지 소모가 일어나지 않는 것이다. 그래서 어떤 학자들은 물질과 에너지의 출입이 가능한 ‘열린계’에서는 엔트로피의 증가가 일어나야 할 열역학적 이유가 없다고 주장한다. 모든 영역에서 엔트로피 법칙이 적용되는 것은 아니며, 인류의 삶과 문명이 반드시 종말로 이어지지 않는다는 것이다.

그럼에도 엔트로피의 증가를 무시하기는 어려울 듯하다. 무분별한 에너지 사용으로 말미암은 엔트로피의 증가가 현실적인 문제로 다가오기 때문이다. 하지만 인간의 생존에 이바지하고 있는 에너지 환경을 변화시키는 것은 컴퓨터를 업그레이드하는 것처럼 쉬운 일이 아니다. 어쩌면 엔트로피의 법칙은 인간에게 느리게 사는 삶을 권유하고 있는지도 모른다. 더디게 살면서 에너지 사용을 늦추는 것 혹은 재생 가능한 에너지로서 자연계의 에너지를 보호할 것을 요구한다는 말이다. 이것이 쉬운 일은 아니지만 못할 일도 아니다. 인간이 불편을 감수하기로 마음을 먹는다면 얼마든지 할 수 있다. **TTA**

