

혼돈으로부터의 질서

일리아 프리고진, 이사벨 스텐저스 지음, 신국조 옮김, 자유아카데미, 2011

글 이덕환(서강대 과학커뮤니케이션 교수, 과학독서아카데미 회장)

우리가 세상의 모든 섭리를 모두 알아냈다고 거들먹대던 때가 있었다. 무엇이거나 충분히 작은 조각으로 나눠 분석하면 과거의 역사에서부터 먼 미래의 운명까지 모든 것을 알아낼 수 있다고 굳게 믿었다. 주의 환경의 무작위적인 영향은 무시해버렸다. 그래서 세상은 확실한 자연법칙에 의한 필연(必然)에 의해 움직인다고 확신을 했다. 우리가 일상적으로 경험하는 우연(偶然)은 크게 관심을 가질 이유가 없는 예외적인 현상이라고 보았다. 생명을 비롯한 자연과 일상의 가장 중요하면서도 혼란 현상은 과학으로 설명할 수 있는 대상이 아닌 것처럼 애써 외면해 버렸다.

비평형 열역학에서 ‘소산(消散) 구조’의 개념을 정립한 공로로 1977년 노벨 화학상을 수상한 일리아 프리고진이 전혀 다른 세상을 열어주었다. ‘열역학의 시인’으로 알려지기도 한 프리고진은 그동안 일시적이고 잠정적이고 예외적인 현상일 뿐이라는 이유로 철저하게 외면해왔던 ‘비평형’ 상태를 주목했다. 자연은 변화와 무질서로 상징되는 ‘비평형’으로 가득 채워진 열린 계라는 것이다. 모든 것이 질서와 안정을 뜻하는 ‘평형’의 언어로 설명하고 이해할 수 있을 것이라는 기존의 인식을 정면으로 거부한 놀라운 통찰력이었다.

새로운 통찰력이 가져다 준 결론은 상상을 넘어서는 것이었다. 평형 이론에서는 무의미한 잡음이라고 여겼던 ‘요동’(搖動)이 사실은 절대 무시할 수 없는 자연 변화의 원동력이 될 수도 있다는 것이다. 결과가 원인에 비선형적으로 비례하는 경우에는 작은 요동이 ‘양의 되먹임’에 의해 급격하고 엄청난 수준으로 증폭될 수 있다. 그런 비선형, 비평형 계에서는 상태의 변화를 온전하게 예측하는 일이 원천적으로 불가능하게 된다. 초기의 조건에 극도로 민감한 특성을 나타내고, 기존의 질서가 순식간에 파괴되어 버리기도 한다. ‘분기점’이라는 혁명적 순간에는 어떤 예측도 불가능하다. 평형의 핵심인 필연은 의미를 완전히 상실해버리면서 훨씬 더 높은 차원의 질서를 가진 소산 구조가 등장할 수도 있다. 심지어 완전한 혼돈의 상황에서 자생적 조직화가 일어나기도 한다. 자연이 평형 열역학에서 강조하는 암울한 ‘열적 죽음’을 향해 일방적으로 행진을 하고 있는 것이 아닐 수도 있다는 뜻이다.

‘시간’에 대한 프리고진의 인식도 유별나다. 사실 시간에 대한 우리의 인식은 온

전하게 개인의 경험에서 비롯되는 주관적 개념이다. 과학에서의 시간에 대한 인식도 혼란스럽기는 마찬가지다. 뉴턴의 고전물리학에서 시간은 대칭적이고 가역적이다. 시간은 일반적으로 미래를 향해 흐르지만, 시간에 대해 가역적인 자연 법칙에서는 과거로 거슬러 올라가는 일도 가능하다. 그러나 엔트로피를 기반으로 하는 열역학에서 시간은 언제나 무질서를 향한 방향성을 갖는다. 에딩턴의 ‘시간의 화살’이 바로 그런 뜻이다. 그러나 생명의 진화는 시간의 화살을 역행하여 더 높은 수준의 조직화를 추구한다.

프리고진은 시간에 대한 거대한 ‘종합’을 제시한다. 닫힌 계에서 충분히 긴 시간을 살펴보는 경우에 시간은 대칭적이고 가역적이다. 그러나 비평형, 비선형 상태의 열린 계에서 시간은 전혀 다른 특성을 나타낸다. 비가역적인 시간의 화살이 상징하는 예외적 사건들이 일상화된다. 시간의 흐름이 질서를 무너뜨리기도 하지만, 예측할 수 없는 우연에 의해 전혀 새로운 질서가 나타나기도 한다.

프리고진이 제시한 새로운 우주관의 핵심은 계가 평형에서 멀리 떨어지는 경우에 요동에 의해 나타나는 분기점이다. 평형의 상태에서는 우리가 수많은 경험을 통해 확인했듯이 필연을 강요하는 결정론적 우주관이 적용된다. 그러나 분기점에서는 상황이 달라진다. 아무 것도 예측할 수 없는 완벽한 우연이 모든 것을 지배한다. 다음 순간에 계의 상태가 어떤 상태로 변화할 것인지에 대해서는 어느 누구도 알아낼 수 없다는 것이다. 우리가 과학에서의 예측 능력을 잃어버렸다고 절망할 이유는 없다. 우연의 중요성을 인식하게 된 것도 엄청난 성과이기 때문이다. 세상은 우연으로 가득 채워져 있기 때문에 아름다운 것이다.