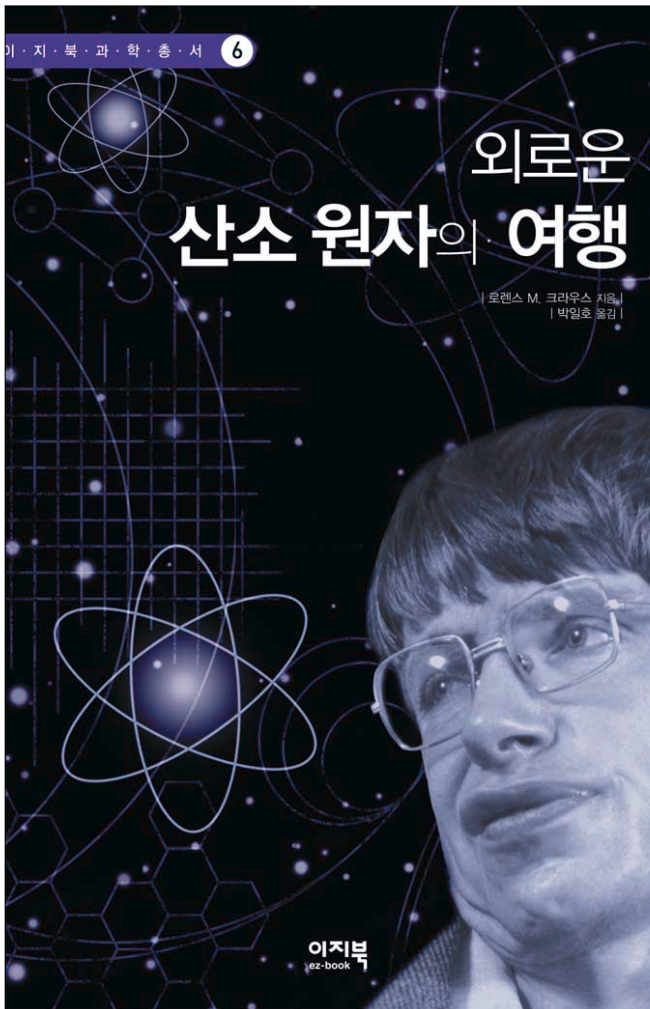


# 외로운 산소원자의 여행

로렌스 M. 크라우스 지음, 박일호 옮김, 이지북, 2005

글 | 이덕환 \_ 서강대 화학과 교수 duckhwan@sogang.ac.kr



우 리 인간은 도대체 누구이고, 어떻게 이 세상에 존재하게 되었으며, 우리에게 닥쳐올 운명은 어떤 것일까? 우리가 철학을 통해서 해결하려고 그렇게 애써왔던 가장 궁극적인 의문이다. 오늘날 우리는 그런 의문을 과학을 통해서 해결하려고 애를 쓰고 있다. 많은 것을 알아냈고, 지금도 많은 것들이 새로 밝혀지고 있다. 우리가 1천억 개의 별들로 이루어진 1천억 개의 은하가 존재하는 드넓고 광활한 우주에서 태양이라는 중간 규모의 '별'에 붙어있는 푸른 행성 '지구'에서 진화라는 힘들고 어려운 과정을 통해서 등장한 신비한 존재라는 사실을 알아낸 것도 과학의 중요한 성과다.

입자물리학과 천체물리학을 전공한 로렌스 크라우스는 더욱 심오한 방법으로 우리의 존재를 설명한다. 우주를 구성하고 있는 '원자'의 입장에서 우주와 생명과 인간을 이해하려는 것이 그의 목표다. 그 중에서도 생명 탄생의 핵심인 산소의 생성과 변환과 소멸을 통해 우주와 인간을 비롯한 수많은 생명의 역사와 궁극적인 운명을 밝혀보려는 것이 그의 독특한 노력이다. 지난 세기 동안 우주와 자연과 인간에 대한 우리의 인식을 통째로 바꿔놓은 물리학, 천문학, 화학, 생물학의 혁명이 그런 노력을 가능하게 만들었다.

이런 입장에서 살펴보면 우리는 그야말로 '별'의 자식이다. 137억 년 전의 빅뱅으로 시작된 우리의 우주는 생지옥처럼 폭발하는 별의 생성과 진화와 소멸을 거치면서 수소에서 우라늄에 이르는 수많은 원자들이 만들어졌다. 그런 원소들이 모여서 우주의 신비를 만들어내는 모든 물질들이 만들어졌다. 우주의 생성과 생명의 신비를 밝혀내려고 애를 쓰는 우리 자신도 예외가 아니다. 지금까지 밝

혀진 원소의 수는 110종에 이르지만 그 중에서도 지구상의 생명 현상에 특별히 중요한 역할을 하는 원소가 바로 산소다. 크라우스가 산소의 생성과 소멸의 과정을 통해 우주와 생명의 신비를 풀어보려는 것은 그런 이유 때문이다.

모든 것의 태초(太初)라고 할 수 있는 빅뱅이 일어났을 때는 너무 뜨거워서 우주는 광자(光子)가 지배하는 원시 수프였다. 전자와 양전자, 뉴트리노와 반(反)뉴트리노가 광자와 끊임없이 충돌하는 불투명한 상태였다. 우주의 급속한 팽창에 따른 냉각으로 입자들의 충돌 기회가 줄어들면서 입자들 사이의 열평형이 깨어지기 시작한 것이 우주 신비의 출발이었다. 가장 가벼운 수소와 헬륨이 생겨난 것이다. 모두가 빅뱅이 일어난 후 3분이 조금 넘는 동안에 일어난 급격한 변화였다.

그런 후에는 암흑의 시대가 찾아왔다. 거의 30만 년 동안 우주는 '어떤 특징도 가지지 않는 소립자와 가벼운 핵의 가스'로 가득 차 있었다. 우리가 오늘날 보는 우주와는 전혀 다르게 '건축 자재들은 있지만 건물이 존재하지 않는' 텅 빈 우주였다. 우주는 철의 끓는 점에 가까워져서 균등하게 백열(白熱)하는 상태가 되었다. "모든 곳이 태양과 같이 이글거리고, 존재하는 모든 것이 바로 하늘이었다!" 그러면서 중력(重力)이라는 새로운 종류의 힘이 완전한 모습을 드러내기 시작했다. 물질 덩어리들이 중력의 요구에 따라 모여 들기 시작했다.

그런 상태로 무려 1억 년을 암흑 속에 존재하던 우주에 떠돌던 가스 구름들이 거대한 별을 만들기 시작했고, 핵융합의 과정이 저절로 시작되었다. 그리고 수십 억 개의 태양이 한꺼번에 타오르는 것과는 같은 초신성 폭발이 끊임없이 터져 나오기 시작했다. 단 몇 주 만에 우리 태양이 지난 45억 년 동안에 쏟아내던 에너지를 방출해버린다. 그런 핵융합 과정에서 헬륨 다음으로 많이 생겨난 것이 바로 산소 원자다. 그밖에도 탄소, 질소, 네온, 규소, 마그네슘, 황, 철이 뒤를 이어 생겨났다. 이런 중간 크기의 원소들은 핵융합에 의한 거대한 충격파 속에서 중성자를 포획해서 순식간에 우라늄에 이르는 모든 천연 원소들을 만들어냈다. 그런 물질들이 죽어가던 별들을 둘러싸고 있는 성간 물질들 속으로 내던져졌고, 그것들이 다시 모여서 우리가 살고 있는 푸른 행성 지구가 만들어졌다. 약 50억 년 전에는 원래 초신성이 폭발했던 곳에서 100만 광년 이상까지 떨어진 곳에서 일어난 신비로운 역사적 사건이었다.

어렵게 만들어진 지구도 처음 10억 년 동안에는 아무 것도 살 수 없는 황무지에 불과했다. 그런 곳에 생명이 꿈틀거리기 시작한 것

은 35억 년 전부터였다. 극단적인 반응성을 가진 맹독성의 인(燐)이 4개의 산소 원자를 만나기 시작한 것이 그 시초였다. "가장 낮은 수준의 박테리아로부터 아인슈타인에 이르기까지 지금껏 발견된 살아있는 모든 것들은 생존을 위해 ATP(아데노신삼인산)라는 물질에 의존한다." 지구상의 모든 생명들이 필요한 곳에 에너지를 배분하는 유일한 방법이 바로 ATP를 이용하는 것이다. 최초의 생명은 자연에 존재하던 ATP를 모아서 활용했을 것이다. 그리고 결국은 자신의 몸 안에서 주변에 있는 에너지를 연료로 사용해 ATP를 합성할 수 있는 형태가 진화론적으로 더 유리한 상황에 놓이게 되었을 것이다. 자신의 존재를 궁금하게 여기는 지구상의 모든 생물은 그렇게 시작되었다.

불행하게도 지구의 푸르름은 영원히 계속될 수 없는 운명에 놓여있다. 우리 태양계를 구성하는 행성들의 움직임도 우리가 원하는 만큼 규칙적인 것은 아니다. 소행성과 운석의 충돌에 의한 대규모 멸종 사고도 쉽게 예측할 수 있는 것이다. 급격하게 진행되는 지구 온난화와 자원 고갈, 인구 폭발, 미신 등이 불타는 태양에서도 살아남았던 산소의 운명에도 영향을 줄 것이 분명하다. 영겁의 세월 동안 진화해온 지적 생명체의 생존 전략도 산소에 대한 우리의 요구를 바꿔놓을 수 있을 것이다.

그런 예측들은 모두가 불확실한 것이지만, 분명한 것도 있다. 앞으로 40억 년이 지나면 태양의 중심에 있는 수소 연료가 모두 헬륨으로 바뀌게 된다. 그런 태양은 자체의 열에 의해 부풀어 오르면서 붉게 타오르는 적색거성이 될 것이다. 지금의 화성 위치로 밀려난 지구에는 태양으로부터 쏟아져 나오는 온갖 잡동사니들의 집중 포화를 받게 될 것이고, 지구상의 산소도 결국은 그런 공격을 피하지 못하게 될 것이다. 지구에는 어떤 것도 남지 않을 것이고, 마지막 숨을 내쉬 사람의 흔적도 찾아볼 수 없게 될 것이다. ㉔

〈과학독서아카데미 추천 도서〉

1. 「해양개발의 현재와 미래」, 김용서 지음, 한국해양연구원, 2005
2. 「현대 우주론을 만든 위대한 발견들」, 찰스 세이프 지음, 안인희 옮김, 소소, 2005
3. 「골렘(과학의 뒷골목)」, 해리 콜린스, 트레버 핀치 지음, 이충형 옮김, 새물결, 2005
4. 「복제는 정말로 비윤리적인가」, 로렌 드고 지음, 김성희 옮김, 민음사, 2006
5. 「천재 (리처드 파인만의 삶과 과학)」, 제임스 글릭 지음, 황혁기 옮김, 승산, 2005