

⑦ 생명 탄생의 서곡 : 우주 공간에서의 분자 진화

생명체 이전의 분자단계에서도 진화 메커니즘 발견

글 | 강 현 _ 서울대학교 화학부 교수 surfion@snu.ac.kr

태초에 광활한 우주에 넓게 퍼져 있던 원자 및 분자들은 서서히 한 곳으로 집결하여 40억년 전에 태양계와 지구를 형성하였다. 그리고 이후로도 원시 지구에는 수많은 분자들이 외계로부터 전달되었다. 우리가 마시는 한 잔의 물 속에는 이처럼 머나먼 별에서부터 아주 오랜 여정을 거쳐 지구로 운반되어 온 물 분자들이 약 80% 가량 될 것으로 추정한다. 최근의 과학적 연구가 밝힌 결과에 따르면, 외계에서 도입된 분자들 중에는 생명체의 기본 물질인 아미노산처럼 상당히 복잡한 구조를 가진 분자들도 있다. 이러한 분자들은 우주 공간 여행 중에 오랜 화학적 변환과정을 거쳐 점차 복잡한 분자로 진화되었으며, 이들이 지구상에 생명의 씨앗을 잉태시키는 데에 중요하게 기여하였을 가능성이 제시되고 있다.

생명의 기원에 대한 과학적 접근

‘지구상에 최초의 생명체가 어떻게 나타나게 되었는가?’ 라는 질문은 과학자가 아니더라도 인간이라면 누구나 한번쯤은 궁금하게 여길 수 있는 문제이다. 이는 생물체 탄생 이전의 상황에 관한 질문이므로 과학적으로 생물학보다는 화학이나 물리학의 관심 영역에 속한다고 할 수 있다. 생명의 기원을 과학적으로 탐구하는 것은 일부 사람들, 특히 하나님의 창조설을 믿는 사람들에게는 종교에 대한 도전이라고 여겨질 수 있다. 굳이 신앙인이 아니더라도 이러한 과학적 추구가 인간의 존엄성을 훼손시킬 것이라고 기분 나쁘게 생각할 수도 있다. 그러나, 역설적으로 이러한 사람들의 내면적 심리를 추리해보면, 과학적 접근이 궁극적으로 생명의 기원을 밝힐 수

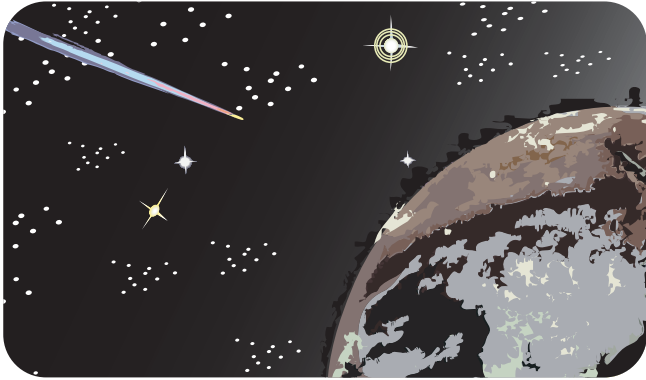
있다고 믿는 것을 알 수 있다. 생명의 기원은 신성하고 두려운 영역이기에 인간이 이 문제를 너무 깊이 추구해서는 안 된다는 것이다. 하지만 이는 매우 편협한 시각이다.

인간이 지적 호기심을 가질 수 있는 영역을 인위적으로 제한하는 것이야말로 인류의 발전에 심각한 피해를 줄 수 있음을 우리는 역사를 통해 배워왔다. 갈릴레오의 지동설과 종교와의 갈등, 그리고 다윈의 진화론도 이러한 과정을 겪으며 발전되었다. 중요한 것은, 인간의 정신 활동은 자유로워야 한다는 것이다. 이는 과학적 탐구에 있어서도 마찬가지이다. 어떤 민감한 사안들은 인류가 책임 있고 주의 깊게 다루는 것이 필요하다.

생명의 기원에 대한 과학적 접근은 인간의 존엄성을 깎는 일이 아니라, 우리를 더욱 진솔하고 겸허하게 성찰하려는 노력이다. 현대과학의 발전과정에서 알 수 있는 것처럼, 생명 현상을 과학적으로 이해하는 것은 인류의 지적 시야와 이해를 높일지언정, 인간 개인의 삶에 대한 질문과는 별개이다. 아무튼 인생이란 애증으로 점철된 여정이며, 과학적 이해와는 영원히 평행선을 긋는 명제일 것이다.

생명의 화학적 기원 밝히는 가설들

지구 상에 최초의 생명체가 탄생한 것은 지구가 생성된 이후 최소한 10억년이 지난 시점, 즉 지금부터 35억년 전 이후일 것으로 추정된다. 러시아의 생물화학자인 오파린은 당시 지구의 대기는 지금과는 상당히 다른 조성을 가졌을 것이며, 환원성 기체들, 즉 암모니



아, 메탄, 수소, 물 분자 등이 주성분이었을 것으로 추정했다. 이러한 원시 대기에 번개와 같은 외부 에너지의 주입에 의해 간단한 유기분자들이 생성되었을 것이라고 주장했다.

이러한 가설을 점검하는 실험은 1950년대에 미국 시카고 대학의 유레이와 밀러에 의해 행해졌다. 이들은 원시 대기를 모방한 기체들을 용기에 담고 방전을 일으킨 후, 상당량의 아미노산이 용기 내에 생성되었음을 관찰하였다. 이 실험은 생명 현상에 중요한 역할을 하는 유기분자들이 무기물만으로 이루어진 척박한 환경으로부터 생성될 수 있음을 보여주는 것이다. 이 결과는 곧바로 세계적 주목을 받으며, 생명 탄생의 신비를 푸는 열쇠를 제공하였다고 평가되었다. 그러나 현재 유레이-밀러 실험에 대한 해석은 예전과는 사뭇 다르다. 원시 대기에는 이들이 가정했던 것처럼 환원성 기체뿐 아니라 상당량의 산화성 기체(예, 산화탄소 및 산화질소)가 있었을 것으로 추정한다. 이 상황에서 외부 에너지가 가해지면 유기 분자들은 타서 재로 변해 버리므로, 아미노산과 같은 복잡한 분자가 생성될 가능성은 매우 낮다. 이 밖에도 매우 다양한 가설들이 생명체가 지구 상에서 탄생되었을 가능성을 주장하고 있지만, 아직 설득력 있는 설명은 되지 못하고 있다. 이에 따라, 대안으로서 외계로부터의 생명의 기원이 제시되어 왔다. 여기에도 역시 다양한 가설들이 존재한다. 어떤 과학자들은 살아있는 생명체가 지구로 전달되었을 가능성, 예를 들면 원시적인 박테리아 등이 우주의 먼지에 붙어 지구로 날아왔을 가능성 등을 제시한 경우도 있다. 아레니우스 등이 주장한 외계생명체 유입설은 과학적 논리의 뒷받침이 심히 결여된 공상과학 수준의 가설이므로 논외로 친다.

최근에 천체 분자의 관측이 적외선 망원경을 사용하여 상당한 정밀도로 가능하게 됨에 따라, 광활한 우주 공간에는 다양한 종류의 분자들이 존재함이 밝혀지고 있다. 또한, 지구에 떨어진 운석의 성분을 분석하였을 때, 다양한 유기분자들이 운석 내부에서 발견되

었다. 특히, 1969년에 호주의 머치슨 지역에 떨어진 운석에서는 70가지가 넘는 아미노산이 발견되었다. 지질학적 탐사에 의하면, 운석이 다량으로 지구에 충돌한 지질학적 시기(백악기-제3기 경계)의 지층에서 현재 생태계에 존재하는 아미노산과는 사뭇 다른 종류의 아미노산들이 발견된다는 보고도 있다.

운석의 충돌이 지구의 환경을 결정적으로 변화시켰을 가능성은 공통 멸종의 가설 등과 연계되어 점차 신빙성을 얻고 있다. 현재 많은 지질학자들이 운석 충돌에 의해 상당량의 유기분자들이 지구로 도입되었으리라는 설명에 동의하며, 이 분자들이 원시 지구에서의 생명체 탄생에 기여하였을 것이라 추정한다.

우주 공간에서 다양한 분자들 생성·변환

그렇다면 어떻게 다양한 분자들이 우주 공간에서 생성되고 변환되어 왔을까? 이 문제는 천문학과 화학을 결합시켜 풀어나가야 할 연구과제이며, 이러한 융합연구분야를 천체화학이라 부른다. 천체화학 연구에서 천문학자들은 성간 물질, 혜성의 꼬리, 태양계의 행성 대기 등에서 다양한 분자들의 존재 여부를 관측한다. 그리고 화학자들은 이 분자들이 생성되었을 천문학적 조건과 유사한 환경을 실험실에서 구현하고, 실험장치 내에서 진행되는 화학반응들을 정밀한 분광학적 방법들을 동원하여 연구한다. 최근에 얻어지고 있는 실험실 연구결과들에 따르면 아미노산 분자의 생성이 성간 물질 또는 태양계의 운석 조건에서 가능한 것으로 나타난다. 또한 이러한 분자들이 우주 공간의 척박한 환경에서 살아남기 위해 화학반응 단계에서부터 선택적 진화 메커니즘을 거쳤을 가능성이 제시된다.

생명의 과학적 기원을 찾는 일은 매우 어렵고 아마도 불가능할지 모르지만 인류에게 원천적으로 흥미 있는 연구 대상임에 틀림없다. 현재까지 과학자들이 이루어낸 결과는 아직 단편적인 지식들의 축적에 불과하다. 하지만, 이 과정에서 생명체 이전의 분자적 단계에서 이루어지는 진화 메커니즘이 발견되는 것은 매우 흥미 있는 일이다. 생명의 화학적 기원에 대한 의문은 과학적이면서 동시에 철학적이기도 하다. 과학적으로 볼 때 인간은 분자의 집합체이며 따라서 생각하는 분자이다. 그렇다면 생명의 기원을 찾는 일은 분자가 분자 자신을 추적하는 철학적으로도 역설적인 상황인 것이다. ⑤



글쓴이는 캘리포니아공과대에서 박사학위를 받았다. 얼음 및 물의 표면에서 일어나는 현상에 많은 관심을 가지고 있으며, 2005년에는 얼음 표면의 화학과정을 직접 확인하기 위해 북극의 다산 연구기지를 방문하여 현장 연구를 수행하기도 하였다.