

현대 생물학의 母胎 DNA

인류는 태고적부터 '생명이 무엇인가' 하는 문제를 생각해왔다.

생물학의 궁극적 목표인 이 문제는 오래되었으면서도 지금도 인류의 최대 관심사이다.

생명의 본질을 해명하는 지름길의 하나는 생명현상의 가장 현저한 특징이라고 할 수 있는 유전현상을 물질론적으로 밝히는 일이다. 20세기 생물학은 바로 이 유전의 실상을 규명하는 과정이었으며 그 주역이 바로 DNA라는 물질이다.

생명이란 무엇인가? 인류는 오랜 옛날부터 이 문제를 생각해왔다. 먼 태고적 인류가 사교의 능력을 지니게 되면서 제일 먼저 생각하게 된 것이 생명의 본질에 관한 것이 아니었을까? 이유는 지금도 전혀 밝혀져 있지 않지만 사람에게는(그리고 아마 모든 동물에게도) 본능적으로 죽음에 대한 공포감이 있다. 이 본능적 공포감이 생명에 대한 신비감을 낳았고 그것이 또한 생명의 존엄성이라는 개념을 낳으면서 인류는 생명이 무엇인가 하는 문제를 줄곧 생각해왔다. 생물학의 궁극적 목표인 이 문제는 이토록 오래고도 또한 현재도 새로운 인류 최대관심사이다. 이렇게 보면 생물학은 인류의 학문 가운데 가장 그 역사가 오랜 학문이라고 할 수 있다.

생명에 대한 신비감과 죽음에 대한 공포감은 인류 역사의 초기에 종교를 낳았고, 이 종교는 생명의 본질을 신에게 위탁하였다. 소위 생기론(生氣論)이라고 불리우는 이 신앙은 생명이라는 것은 인간의 힘으로는 인식 또는 파악할 수 없는 비물질적인 힘, 즉 생기력(vital force)이 신에 의하여



河斗鳳
(서울대 명예교수)

생물체 안에 불어넣어진 것이라고 하였다. 현대생물학의 역사는 이 생기론과 이를 부정하는 생명물질론 또는 기계론(機械論)의 투쟁사였다고 할 수 있고, 또 생기론이 기계론에 의하여 인간의 지식체계에서 추방되어간 역사였다고 할 수 있다. 이와 같이 인간의 가장 큰 지적 관심사를 다루는, 그리고 가장 오래된 생물학이 생기론에서 벗어나 생명의 본질 깊숙이 물질론적으로 접근할 수 있게 된 것은 겨우 20세기에 들어와서의 일이다.

어느날 갑작스런 등장은 아니다

생명의 본질을 해명하는 첩경의 하나는 생명현상의 가장 현저한 특징이라고 할 수 있는 유전현상을 물질론적으로 밝히는 일이다. 20세기 생물학은 바로 이 유전의 기작(機作)을 밝히는 과정이었다고도 할 수 있다. 그리고 그 기작의 주역이 바로 DNA라는 물질이다. 따라서 기계론과 분자생물학으로 대표되는 현대생물학은 DNA를 빼놓고는 논할 수 없다. 현대생물학의 뿌리라고 할 수 있는

이 DNA가 발견되고 또 그 기능이 밝혀진 것은 겨우 20세기 초엽의 일이다. 그러나 DNA는 어느 날 갑자기 어떤 비약적인 사고(思考)에 의하여 갑자기 나타난 것이 아니고, 19세기까지 고전생물학이 무수히 많은 관찰과 기록과 실험을 거쳐 생명현상을 면밀히 탐구해 온 결과이다.

모든 영역의 과학이 다 그러하듯 생물학도 물리학이나 화학의 발달없이 전진할 수 없었다. 그래서 이들이 충분한 연구도구를 제공해주기 시작한 18세기 말엽까지 생물학은 주로 자연사(自然史) 또는 박물학의 범주를 벗어나지 못하여 각양 각색의 생명현상을 관찰하여 기록하고, 또 그 형태나 생활사 등을 지표로 하여 수많은 동식물을 분류 명명(命名)하는 것이 그 일의 전부였다. 그리고 그 목표로 하는 생명의 본질에 관해서는 사실상 관심을 두지 아니하였다. 생명의 본질은 바로 신 또는 창조주의 힘인 것이므로 그것을 인간의 힘으로 인식하고 파악한다는 것은 있을 수도 없고 그럴 필요도 없었던 것이다. 또 생명현상이라는 것이 너무도 복잡미묘하기 때문에 그것을 물질론적으로 분석하고 해석할 수단을 지니고 있지 못하였다.

반면 의학은 질병과 상처의 치유를 위하여 일찍부터 경험론적으로 발달해 오면서 점차 실험적 의학으로 발전되어 왔다. 예컨대 로마시대의 Galen(131~200)은 최초의 실험생리학자라고 일컬어지고 있는데, 근육은 신경의 자극에 의하여 수축한다는 사실과 동맥과 정맥은 연결되어 있다는 사실을 이미 알아내었다. 그러나 그는 여러 가지 종류의 생기(pneuma)가 몸의 여러 부분에 스며들어 있다고 생각하고 있었다고 한다. 그의 권위는 암흑시대를 거쳐 15세기경까지 유지되어 왔다고 전해진다. Galen의 고대인체생리학에 이어 16세기 중엽에는 베사리우스(Vesalius)에 의하여 인체해부학이 집대성되고, 17세기 중엽에는 하아비(Harvey)에 의하여 혈액순환이 발견되면서 해

부학과 생리학이 급속히 발달하기 시작하였고 이들이 생물학의 발달에도 크게 공헌하게 되었다.

1635년 훅(Hooke)에 의한 세포벽의 현미경 관찰은 생물학의 시야를 수십배로 넓히고 깊게하는 획기적인 사건이었다. 현미경은 1590년에 이미 얀센(Janssen)에 의하여 발명되어 각종 관찰에 쓰이고 있었으나 이것을 생물체의 관찰에 도입한 것은 훅 때의 일이다. 그러나 생물의 세포설이 확립된 것은 그로부터 훨씬 뒤인 19세기 초에 이르러서였다. 훅 이후 현미경은 개량에 개량을 거듭하여 세포내 각종 미세구조와 세포분열의 과정 등이 소상히 밝혀졌다. 그리고 전자현미경의 발명으로 세포의 형태학적 연구는 미세(微細)의 극에 달한 듯한 감을 주었다. 세포의 발견, 그리고 뒤이은 염색체의 발견은 DNA탄생의 공간적 배지(培地)를 마련한 것이라고 할 수 있다.

멘델 유전법칙이 기능적 토대 마련

세포설이 DNA 발견의 형태학적 배지를 마련한 것이라면 멘델(Mendel)의 유전법칙의 발견은 그 기능적 배지를 제공한 것이라고 할 수 있다. 1860년대에 멘델이 발견한 유전의 기본법칙은 1900년에 와서 비로소 재확인되었는데, 이때부터 약 40년동안에 생물의 유전을 지배하는 크고 작은 각종 법칙이 극명하게 밝혀졌다. 이 유전학에서 주목할 일은 종래 기재 위주였던 생물학에 계량적 개념과 통계기법이 도입된 것이었다. 따라서 유전학은 정밀한 그리고 이론의 바탕 위에서 가정과 예측이 성립되는 실험과학으로 발전하게 되었다. 그러나 이것으로 유전의 신비가 풀리는 것은 아니었다. 이때까지의 유전학 연구에서는 시종일관 유전인자(遺傳因子)라고 하는 가상적인 인자의 존재가 가정되어 있었다. 이 존재의 가정하에서만 모든 유전현상이 설명될 수 있었기 때문에 그 존재에 대해서는 의문의 여지가 없었으나 그 실체에 관해서는 아무 것도 아는 바가 없었기 때문이다.

DNA가 현대생물학의 뿌리를 이루기 위해서는 또 다른 한 측면으로부터의 배지가 마련될 때를 기다려야 했다. 그 배지는 생화학으로부터 주로 제공되었다. 앞에서 말한 바와 같이 고전생물학은 복잡미묘하기 짝이 없는 생물체를 물질론적으로 분석할 수단을 갖지 못하였었다. 반면, 생물체가 아닌 무생물을 연구대상으로 삼는 물리학이나 화학은 그 대상의 단순성으로 말미암아 물질분석의 수단을 고도로 발달시키고, 이로써 물성과 화학반응에 대한 고도의 지식을 18세기 초에 이미 축적해놓고 있었다. 이 화학적 방법론이 서서히 생물학에 도입되기 시작하여 18세기 후엽에 이미 라보아저(Lavoisier)는 무생물계의 연소(燃燒)와 생체내의 호흡이 본질적으로 동일한 현상이고 생체에너지의 근원이 체내의 연소열(燃燒熱)임을 밝혔고, 또 프리스트리(Priestley)는 녹색식물에서 산소가 발생함을 밝혔다. 녹색식물 광합성의 생화학적 연구의 효시라고 할 수 있다. 모두가 기계론에 강력한 근거를 제공하는 결과가 되었다.

기계론의 보다 확고한 기반은 19세기 초반의 벨러(Wohler)에 의한 요소(尿素) 합성으로 구축되었다. 벨러는 1828년 사안산암모니움으로부터 요소를 합성함으로써 유기물의 생체외합성에 처음으로 성공하였다. 이것은 생물계와 무생물계 사이에 화학적으로 근본적인 차이가 없다는 것을 강력히 시사하는 것이었다. 이무렵부터 생화학자들은 생체내의 유기물을 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산의 네가지로 분류하고 있었다. 그리고 그들의 화학적 성질들도 상세히 밝혀내고 있었다. 그 중에서 가장 늦게 추출분리된 것이 핵산인데 1870년경의 일이다. 이렇게 하여 유전의 신비를 풀어줄 두 주역 물질인 단백질과 핵산(DNA와 RNA)이 드디어 등장하였다. 그러나 이들의 유전에 있어서의 역할은 20세기에 들어와서 비로소 밝혀지게 된다. 분자생물학이라는 말과 사실상 동의어(同義語)인 현대생물학은 이래서 20세기부터 시작된 것이라고

할 수 있다.

DNA를 현대생물학의 주역으로 등장시키는 데 빼놓을 수 없는 또 하나의 토양은 미생물학의 발달에서 제공되었다. 17세기 현미경이 발명된 후 여러 가지 종류의 미생물들이 관찰되고 있었으나 현대미생물학의 기초를 다진 이는 19세기 후반의 파스퇴르(Pasteur)이다. 그는 인간의 많은 질병이 세균에서 온다는 것을 증명하였고, 또 오늘날의 면역학의 기초를 다졌다. 파스퇴르는 당시 일반적으로 신봉되고 있던 생물의 자연발생설을 실험으로 부정하고 ‘모든 생물은 생물에서 온다’는 생물연속설을 확립한 것으로 더 유명한데, 이 연속설은 ‘그러면 최초의 생물은 어디에서 온 것인가?’ 하는 의문, 즉 생명의 기원론(起源論)을 대두시켰다. 이것은 또한 동시대의 다윈(Darwin)에 의한 진화론과도 관련되어 생명의 기원에 관한 많은 연구를 그 후 유발시켰다.

파스퇴르 미생물학 큰 공헌

파스퇴르에 의하여 기초가 마련된 미생물학은 의학, 농학, 식품공학 등과의 밀접한 연관성에 힘입어 19세기에 비약적인 발전을 거듭하였고, 20세기에 들어와서는 유전학 연구에 가장 큰 공헌을 하게 되었다. 특히 대장균은 현대유전학의 연구와 유전공학에서 빼놓을 수 없는 재료가 되었다. 이와 같은 배경으로 유전이 일어나는 곳(염색체), 그 방법(각종 유전법칙), 유전을 담당하는 물질(단백질, 핵산), 그리고 유전의 기작을 연구하는데 적합한 재료(미생물) 등이 이제 모두 갖추어진 20세기 중엽에 이르러 드디어 DNA의 역할이 밝혀지게 되고, 또 생명의 신비를 기계론적으로 밝히는 계기도 마련되었다. 뿐만 아니라 DNA의 발견은 유전공학 또는 좀더 폭을 넓혀 생명공학의 탄생을 초래하여 21세기를 생명과학과 생명공학의 시대로 이끌 준비가 완료되었다. ⑤7

(다음 호에 계속)