<쟁점>

생명과학과 철학의 만남:
생명과학철학(Philosophy of Biology)의 주요쟁점들

유선경

“기린은 왜 목이 길까?” “그거야 기린은 그 긴 목을 이용해 높은 나무의 맛있는 잎이나 열매를 따 먹기 위해서지.” 아이들의 동화에나 나올 법한 이 설명은 사실 기원전 4세기 아리스토텔레스가 ‘목적(telos)론적’ 설명을 자연세계에 도입한 이후 사람들이 흔히 사용하던 설명이었다. 기린이 왜 목이 긴지는 긴 목의 형질(trait)이 가지고 있는 목적으로 설명된다고 믿었다. 생명체의 형질은 내재된 고유의 목적을 가지고 있으며, 그것들의 완벽한 발현이 생명체의 생존과 번식에 직결된다고 보았다. 따라서 기린의 긴 목은 대부분의 다른 동물들이 닿지 못하는 높은 나무에서 기린이 마음껏 영양을 섭취할 수 있게 해 주어 결국은 다른 동물들보다 기린의 생존율을 높인다고 설명했다. 이러한 목적론적 설명은 19세기 중반까지 생명현상을 설명하는 기본 틀로 자리를 잡아 왔다. 그러나 1859년 찰스 다윈이 그의 저서 『종의 기원』에서 주장한 진화론은 생명현상을 설명하는 우리의 시각과 방법론을 완전히 바꾸었다. 생명체의 형질 안에 신비롭게 내재되어 있다던 목적(telos)은 다윈의 진화론에 의해 사라진다. 다윈은 형질과 환경의 상호작용인 ‘자연선택(natural selection)’이론을 통해 생명체는 왜 그러그러한 형질을 가지는지, 또 왜 그러한 형질이 여러 세대를 통해 계속 발현되는지를 인과적이고 기계론적으로 설명한다. “기린은 왜 목이 길까?”라는 질문은 이제 “기린의 긴 목은 유전적 형질이어서, 먼저 긴 목을 가진 기린들이 태어나면 이런 긴 목을 가진 기린들이 대부분 긴 목을 가진 새끼들을 낳았고, 이 긴 목을 가진 기린 새끼들은 기린들이 서식하는 환경에서 목이 짧은 기린들보다 더 오래 생존하며 더 많이 목이 긴 새끼들을 낳고, 결국은 제한된 환경에서 목이 긴 기린의 수가 늘며, 여러 세대 후에는 목이 긴 기린들만이 남게 되었기에 현재의 기린은 목이 길다”라고 답하게 되었다. 진화론은 이렇게 생명현상을 인과적이고 기계론적으로 설명하기 시작해 생명과학을 물리학이나 화학과 같은 과학의 반열에 올려놓았다.

이렇게 성공적인 다윈의 진화론이지만 그것에 이론적 문제들이 없는 것은 아니다. 진화론의 이론적 구조와 특성, 진화론과 생명과학 안에서의 다른 이론들과의 관계, 진화론과 물리학이나 화학과 같은 다른 과학체계에서 통용되는 이론들과의 관계, 그리고 생명과학이론들 안에서 쓰이는 개념의 분석 등과 같은 많은 문제점들이 있다. 이러한 형이상학적 인식론적 문제들에 대한 연구는 생명현상을 경험적으로 연구하는 생명과학자들의 실험 및 관찰의 주제가 될 수는 없다. 이것들은 철학자들이 선험적으로 다루어야 할 철학의 문제들이다. 다시 말해, 이 문제들은 생명현상을 경험적으로 연구하는 생명과학에 기초한 선험적인 연구 주제들인 생명과학철학의 문제들이다. 본고는 이러한 생명과학철학의 주요 쟁점들 중 네 가지를 살펴보는 것을 목표로 한다.

1. 다윈의 진화론에 대한 오해들

1859년 다윈의 『종의 기원』이 출판된 첫날 매진된 이후부터 사람들은 끊임없이 진화론에 대해

이야기해 왔고, 현재 우리는 그의 진화론을 잘 안다고 믿고 있다. 널리 알려진 대로, 다윈은 그의 『종의 기원』에서 '생명의 나무(tree of life)'와 '자연선택'이라는 혁명적인 두 이론을 제시하며 다른 이들의 유사한 가설들로부터 그의 진화론을 구분 짓는다. 다윈의 '생명의 나무'란 지구에 있는 모든 생명체는 공통의 조상으로부터 유래해 여러 다른 종들이 마치 한 나무에 여러 가지들이 자라듯 진화하며, 어떤 종들은 멸종하고 다른 종들은 계속 그들의 세대를 이어간다는 주장이다. 그의 두 번째 이론인 자연선택론은 생명체들이 끊임없는 물리적 변이와 환경과의 상호작용을 통해 적응하고 진화한다는 주장이다.

실은 다윈 이전에도 많은 이들이 여러 다른 형태의 진화론을 이야기했다. 그리고 철학자들은 '진화'라는 개념이 너무 많은 뜻을 포함하게 되었다고 염려한다. 그래서 다윈의 이론을 이전의 가설들로부터 구분하면서 진화론에 대한 오해를 불식하는 작업이 필요하겠다. 진화론에 대한 네 가지 오해를 풀어보자.

첫째, 그의 진화론에는 '향상'이나 '발전'이라는 개념이 있다? 다윈은 그의 진화론에서 진화의 방향은 생명체들이 고등화되고 더욱 세련되어지는 것과는 아무 상관없이 진행된다고 말한다. 생명현상인 진화는 우리의 가치판단과 아무 상관이 없다. 자연은 우리에게 어느 생명체가 고등하고 어느 생명체는 열등하다고 말하지 않는다. 생명체들이 원시적인 형태에서 고등해지고 완벽해지는 쪽으로 진화할 것이라는 생각은 우리의 잘못된 바람이다. 둘째, 자연선택에서 '선택'이란 보다 완벽한 생명체들을 선택하는 자연의 '의지가 담긴 선택'이다? 모든 생명체들은 끊임없는 무작위 물리적 변이를 통해 변하고, 그들이 있는 특정한 환경은 마치 모래무지에서 체(sieve)로 모래와 돌을 골라 가르듯, 또는 여과지로 커피가루를 거르고 커피 물을 여과하듯, 생명체들을 '여과'하여 어떤 생명체들은 그 한정된 환경에 적응하여 살아남게 되고 다른 생명체들은 죽게 된다. 따라서 자연선택에서 '선택'을 순수하게 물리적인 '여과'로 생각하면 다윈의 뜻에 가까울 것 같다. 셋째, 자연선택에 의한 진화는 무작위로 일어나는 무질서한 자연현상이다? 모든 생명체들은 환경과는 상관없이 끊임없는 무작위 물리적 변이를 통해 변하나, 이러한 생명체들은 그들의 특정한 환경의 '여과과정'을 통해 각각 다른 생존율과 번식력을 가지게 된다. 만약 자연선택과정이 순전히 무작위 현상이라면 모든 생명체들은 동일한 확률의 생존율과 번식가능성을 가져야한다. 그러나 사실 생명체들은 자연선택과정을 거쳐 차별화된 생존율과 번식가능성을 가진다. 따라서 자연선택에 의한 진화는 무작위로 일어나는 무질서한 비결정론적인 자연현상이 아니다. 넷째, 다윈의 진화론은 실험과 관찰이 불가능하므로 검증이 불가능한 비과학적 이론이다?[1] 어떤 이론이 진정한 과학이론이라면 경험적인 관찰이나 실험으로 검증 가능해야 한다. 그렇지 않다면 그 이론은 과학이 아닌 형이상학적 이론에 불과하다. 케틀웰(Kettlewell)이 제시한 영국 산업화 지역에서 백색 후추나방보다 흑색 후추나방들의 수가 증가하는 현상은 다윈의 자연선택 진화론을 지지하는 첫 번째 증거였다. 그 이후 세포분자생물학의 실험결과들이 다윈의 진화론이 관찰과 실험이 가능한 과학이론임을 증명하게 된다. 약물을 장기간 투여하면 약물이 투여된 특정한 환경에서 점점 많은 세포들이 그 약물에 대한 저항력을 갖게 되는 현상은 다윈의 자연선택 진화론을 지지하는 강력한 예가 된다. 세포분자생물학의 발전에 힘입어 다윈의 진화론은 이제 그저 '귀에 걸면 귀걸이 코에 걸면 코걸이 같은 이야기(just so stories)'[2]가 아닌, 관찰과 실험으로 검증가능한 과학적인 이론이 되었다.

지금까지 진화론에 대한 오해들이 해명되었으면, 이제 생명과학이 지닌 철학적 문제들을 본격

적으로 논의해 보겠다.

2. 본질주의에 대한 진화론의 반대와 종(Species)의 개념

아리스토텔레스는 '무엇을 무엇이게끔 해주는 것, 이것 없이는 무엇이 무엇일 수 없는 것(that without which something is not itself),' 즉 본질(essence)의 개념을 도입해 자연세계를 설명했다. 그리고 사람들은 모든 생명체 안에 그것을 그것이게 해주는 불변의 본질적 속성이 있다고 굳게 믿어왔다. 지구상의 모든 종은 각각 변하지 않는 본질을 가지고 있고, 이 본질이 그 종을 그것이게끔 규정해주며 다른 종과 구분지어 준다. 비록 다윈 이전의 많은 이들이 진화의 개념을 생각했지만 이러한 본질주의에 입각한 종의 개념에 대해서는 아무도 의심을 품지 않았다. 그러나 다윈은『종의 기원』에서 제시한 생명의 나무라는 논지로 이전의 종의 개념과 기원전 4세기부터 자리 잡고 있던 본질주의에 반기를 든다. 다윈에 의하면 종은 다른 종으로 변형(transmutation) 되기도 하고 두 개 이상으로 분열되기도 하며, 또 때로는 사멸되기도 한다. 다윈의 종의 개념은 종을 그것이게끔 해주는 불변하는 본질의 존재 자체에 의문을 던지게 한다. 종의 본질이 없다면 진정 종이란 있는 것인가? 본질이 없다면 유형(type, kind)으로서의 종의 존재가 불가능하다. 그렇다면 우리는 종을 어떻게 이해해야 하나?
종의 개념에 대한 논의는 20세기에 들어와 메이어(Mayr)가 제시한 '짝 인지 시스템'으로 시작된다. 메이어는 종을 잠재적 이종교배가능성을 통해 이해한다. 같은 종이란 신체적으로 유사한 집단이 아닌, 인과적 또 역사적으로 교배가능성이 있는 집단이다. 그러나 메이어의 정의도 그리 많은 것을 설명하지 못한다. 과연 어느 진화과정 선상에서 이런 이종교배가 가능한가, 또 우리는 어떻게 다른 두 생명집단이 잠재적인 교배가능성을 가진다고 알 수 있을까? 메이어 이후 여러 학자들이 각기 종에 대한 다른 개념들을 제시하며 종을 생태학적으로 동일한 활동영역(niche)을 갖는 집단으로 규정하는가 하면, 헐(Hull)은 종은 공간과 시간의 제약에서 벗어난 불변하는 존재가 아닌 환경과 진화과정의 긴 시간에 영향을 받는 역사적으로 존속하는 개별자라고 주장한다. 메이어의 잠재적 교배가능성에 초점을 맞춘 종의 정의나 헐의 진화적 개념은 우리가 흔히 받아들이던 형태상의 유사성에 의거한 종의 정의에 대비된다. 겉으로 나타나는 형태상 그리고 행동학상의 유사성으로 종을 정의하는 것은 당연히 문제가 있다. 하지만 잠재적 교배가능성과 진화적 의미에만 초점을 맞춘 종의 개념도 그리 만족스럽지는 않다. 최근 분자차원에서 이루어지고 있는 유전학은 유전자의 유사성에 기초한 종의 개념을 새롭게 암시하고 있다. 유전자의 구조와 단백질의 배열도를 비교하여 동일종을 구분하고, 타종 간의 계통발생 차이를 측정한다. 분자유전학이 가능하기 전 사람들은 인간이 침팬지보다 고릴라에 계통발생적으로 가까울 것이라 생각했으나 분자유전학은 유전자와 단백질의 비교로 약 오백만년 전에 인간이 침팬지에서 분화되었다고 보고한다. 이렇게 분자생물학적 관찰을 통해 종에 대한 우리의 이해가 바뀌어 가고 있다.

3. 기능(function)과 생명과학적 설명

서문에서 잠깐 소개했듯이, 다윈 이전에는 아리스토텔레스가 시작한 목적론적 방법으로 생명과

학현상을 이해하며 모든 생명체의 발생과정을 생명체들에 내재되어 있는 목적으로 설명했다. 올챙이가 왜 그러그러하게 커 가는지에 대한 물음은 '올챙이가 개구리로 커가기 위해서'라는 올챙이가 가지고 있는 목적으로 설명했다. 그런데 이러한 목적론적 설명은 올챙이가 후에 개구리로 발생할 미래의 사건으로 현재의 올챙이의 특성을 설명한다. 이런 종류의 설명은 우리가 받아들이고 있는 올바른 인과관계인, 현재의 사건이 이후의 사건을 인과적으로 초래한다는 설명방향에 역행하는 역행 인과관계 (backward causation)에 근거한 설명이다. 이런 역행 인과관계로의 설명은 올바른 과학적 설명이 아니다.

다윈은 생명현상을 설명하기 위해 목적의 개념을 생물적 기능(biological function)의 개념으로 대체하며, 비과학적이던 목적론적 설명형태를 자연주의적(naturalistic)이며 물질주의적(materialist)인 기능적 설명체계로 바꾸기 시작한다. 예를 들어, 독수리가 왜 큰 날개를 가졌는지를 독수리의 날개가 갖고 있는 기능으로 설명한다. 즉 이 기능으로 독수리가 어떻게 물질주의적인 자연선택의 과정을 통해 그러한 구조의 날개를 갖게 되었는지를 인과적으로 설명한다. 그리고 독수리 날개의 기능은 독수리 날개를 정의한다. 날개가 무엇이지는 날개를 구성하는 물질이나 날개의 구조가 아닌, 날개가 갖는 기능으로 정의되고 설명된다. 기능에 근거한 정의는 단지 날개에만 적용되는 것이 아니다. 크게는 생체의 형질, 생체기관, 생체조직, 작게는 세포, 단백질, 그리고 유전자에 걸쳐 많은 자연물들이 기능으로 정의되고 설명된다.[3] 이렇게 많은 현상들이 기능으로 정의되고 설명되는 것은 생명과학적 설명이 가진 독특한 형태이다.

다윈의 진화론 이후 목적론과 의인화된 의지(intention)를 완전히 제거한 채 과연 어떻게 기능을 정의할 수 있는가에 대해 끊임없이 논쟁이 오고갔다. 목적과 의지라는 개념은 우리의 언어체계에, 특히 생명과학자들이 사용하는 언어체계에 너무나 오랫동안 뿌리 깊게 자리 잡고 있어서 사용하는 단어가 기능에 해당하는 단어로 바뀐다 해도 목적과 의지라는 의미는 그리 쉽게 없어지지 않는다. 1970년대에 라이트(Wright)와 커민스(Cummins)가 제안한 기능에 대한 상이한 정의들로 생물적 기능에 대한 첨예한 논쟁이 시작된다. 라이트는 기능이 나타날 때의 과거의 상황(historical circumstances)에 초점을 맞추며 생물적 기능을 이해한다. 형질의 기능은 그 형질이 존재하는 이유이며, 다시 말해, 그 형질을 갖는 생명체가 자연 선택된 이유이며 또 과거의 그 자연선택 과정의 결과이기도 하다. 예를 들어, 피를 펌프하는 기능은 심장의 기능이다. 과거 이 기능을 지닌 심장을 갖고 있던 척추동물들이 자연선택 되었기에 피를 펌프하는 기능은 심장을 현재 존재하게 하는 진화상의 이유이며 동시에 자연선택의 결과이다. 한편 커민스는 생물적 기능의 정의를 현재의 인과적 역할로 이해한다. 형질의 기능은 한 생명체가 스스로 지니고 있는 능력(nested capacity)을 발휘하는데 기여한다. 독수리 날개의 기능은 독수리의 비행능력에 지대한 영향을 미치는 비상력과 추진력이다. 이러한 기능은 독수리의 성공적인 비행에 인과적 역할을 하며 독수리가 왜 성공적으로 비행할 수 있는지를 설명한다.

라이트와 커민스의 상이한 정의에 대해 많은 문제들이 논의되었다. 밀리칸(Milikan)은 생물적 기능을 오로지 현재의 인과적 역할로 이해하는 커민스의 정의에 반대한다. 커민스의 정의에 의하면 기능을 가지는 모든 형질은 그 기능을 수행해야 한다. 그렇다면 질병으로 상한 심장의 기능을 어떻게 이해해야 하나? 커민스의 기능의 정의에 따르면 피를 펌프하는 기능을 가지는 모든 심장은 그 기능을 수행해야 한다. 그러나 질병으로 상한 심장은 피를 생체의 곳곳에 보내는 펌프기능을 수행하지 못한다. 그렇다면 질병으로 상한 심장의 기능은 건강한 심장의 기능과 달

라야 하나? 밀리칸은 커민스의 정의는 우리에게 올바른 기능(proper function)과 단순한 결과의 차이를 보여주지 못하기에 문제가 있다고 주장한다. 질병으로 상한 심장의 진정한 기능은 과거의 자연선택과정을 거친 심장의 기능인 피를 펌프하는 것이고, 질병으로 인한 그 기능의 상실은 질병으로 상한 심장의 단순한 결과이다. 한편 커민스의 정의를 옹호하는 사람들은 라이트가 제시한 기능은 모호하다고 비판한다. 동일한 기능을 가진 형질이 언제나 동일한 선택과정을 거친 것은 아니라는 것이다. 모든 날개가 모두 비슷한 구조를 지녔다고 이것들이 모두 같은 진화과정을 거친 것은 아니다. 상동(homology)형질은 사람의 다섯 손가락 구조와 박쥐의 다섯 손가락 구조의 날개처럼 동일한 진화상의 기원으로 비롯된 동일한 형질이다. 한편 동류(homoplasy)형질은 박쥐의 눈과 오징어의 눈과 같이 진화상의 기원은 동일하지 않으나 형질이 동일하다. 사람의 다섯 손가락과 박쥐의 날개는 계통발생상 동일 형질이지만 각각 다른 기능을 가지며, 박쥐의 눈과 오징어의 눈은 계통발생상 상이 형질이나 같은 기능을 갖는다. 동일한 기능을 갖는 형질이 모두 동일한 진화상의 기원에서 비롯된 형질은 아니며, 계통발생상 동일 형질이 아니어도 동일한 기능을 지닐 수 있다. 라이트가 제시한 기능의 개념은 상동형질과 동류형질의 구분없이 동일한 기능을 가진 형질은 모두 동일한 계통발생과정을 거친다고 전제하는데 문제가 있다. 그러나 최근 분자생물학의 실험결과는 그리 쉽게 커민스를 옹호하는 진영에게 찬성표를 던지지 않는다. 척추동물의 눈의 발생에 관여하는 중요한 유전자인 팩스(PAX-6)유전자가 오징어의 눈의 발생에도 동일한 기능을 한다는 보고는 동류형질이라고 믿었던 여러 형태의 눈이 사실은 진화상의 기원을 공유하고 있고 더 나아가 상동형질과 동류형질의 구분이 무의미함을 암시한다. 그러나 이것으로 라이트의 주장이 전적으로 옳다는 이야기는 아닌 것 같다. 커민스가 제시한 인과적 역할로서의 기능은 비록 진화발생의 역사상 기능에 대한 이렇다 할 이야기를 해 주지는 못하나 현재 진행되고 있는 세포분자생물학 연구분야에서는 없어서는 안 될 개념이다. 세포, 단백질, 그리고 유전자들에 대한 분자생물학의 연구는 이들의 구조적 특성과 더불어 현재의 기능을 고찰하는 것이기에 인과적 역할로서 이해하는 기능의 개념을 빼고 진화발생의 역사과정의 개념으로만 기능을 이해하는 것은 부족하다고 생각한다. 논쟁은 계속되고 있다.

4. 유전자

다윈이 그의 자연선택이론에 유전형질과 유전성의 개념을 도입한 이후, 진화의 과정은 여느 형질이 아닌 유전형질의 자연선택 과정으로 이루어진다고 이해되기 시작했다. 그렇다면 형질을 유전형질이게 만드는 것은 무엇인가? 이 질문에 대한 대답의 실마리는 1865년 멘델에서 찾을 수 있다. 멘델의 실험은 유전성이라는 비물질적이라고 생각되던 어떤 것에 단순한 수학적 방법을 도입해 유전성을 측정가능한 물질적인 것으로 환원시켰다. 그는 콩깍지의 형질들을 단순하게 네 가지로 구분하여 몇 세대에 걸친 이 형질들의 발현을 관찰하고 측정했다. 이 콩깍지 실험에서 그는 어떤 무엇인가가 있어서 그것이 유전형질을 다음 세대로 전달하게 하는 인과적 역할을 한다고 믿고 이것을 인자(factor)라고 불렀다. 그 이후 멘델의 '유전인자'는 '유전자(gene)'로 명칭되었고,[4] 그것이 가지는 세 가지 기능적인 속성들이 제안됐다. 어떤 것이 유전자라면 자기복제(self-replication) 기능이 있어야 하며, 변이(mutation)해야 하며, 생명체의 발생과 기

능에 관여할 것들을 만들어야 한다. 이후의 작업은 이러한 유전자가 지시하는 지시대상을 찾는 일이었다. 주지하듯이 1952년 이중나선형 구조로 이루어진 DNA 분자들의 연속적 배열이 밝혀지고, 우리는 드디어 유전자 개념의 지시대상이 DNA임을 굳게 믿기 시작했다. 이 발견은 우리에게 모든 유전자는 각각의 특정한 DNA 분자들의 배열에 일대일로 대응하고 DNA 분자들의 배열은 위에서 언급한 세 가지 기능을 수행한다고 암시했다. 그러나 분자생물학의 실험방법이 더욱 세분화될수록 '유전자는 DNA'라는 동일명제에 부합되지 않는 변칙적인 예들이 나타나기 시작했다. 예를 들어, 레트로바이러스는 DNA가 아닌 RNA가 유전자로서의 세 가지 속성을 지닌다. 이 예는 '유전자는 반듯이 DNA'라고 믿던 우리의 확신에 의문을 던지게 한다. 한편, 한 유전자가 한 DNA 분자들의 다발에 일대일로 대응된다는 것은 한 유전자에 해당되는 DNA 분자들의 다발이 명확히 구분된다는 것을 전제로 한다. 그러나 만약 이 전제에 문제가 있다면 즉 한 유전자에 해당되는 DNA 분자들의 경계를 구분할 수 없다면 그 유전자의 DNA 분자들을 찾지 못하는 것이며, 결국 유전자 개념의 지시대상을 잃어버리게 되는 것이다. 분자생물학의 실험결과에 의하면 DNA 분자들은 다른 DNA 분자들의 복제에 관여하고, 또 그것들에 영향 받는 등 DNA 분자선상에서 일어나는 많은 현상들로 인해 한 유전자에 해당하는 DNA 분자들의 다발의 경계를 명확히 구분하기란 거의 불가능하다. 결국 이러한 많은 변칙적인 예들의 등장으로 우리는 이제 '유전자는 DNA'라는 동일명제를 포기하고 유전자의 지시대상을 다시 찾아야 하거나 또는 지시대상이 없는 개념이라면 유전자의 개념을 완전히 포기해야만 할지도 모른다.[5] 그러나 대부분의 생명과학철학자들은 유전자의 개념을 포기하는 것은 시기상조라 믿으며, 그 대신 여러 가능한 유전자의 지시대상들을 제안하고 있다.[6] 또 한편으로는 예전에 제시한 유전자의 세 가지 기능적인 속성들이 발생 및 진화과정에서 유전자가 하는 역할을 반영하지 못하므로 유전자의 개념을 수정해야 하고, 또 그에 따른 새로운 지시대상을 찾아야 한다고 제안하고 있다.[7] 분자생물학의 발전과 연구 실험결과로 인해 유전자는 지시대상의 변화(referential change)를 겪게 되었으며, 더불어 개념상의 변화(conceptual change)도 겪고 있다.

맺음말

다윈의 진화론을 시작으로 최근에 한창 논의되고 있는 유전자의 개념에 이르기까지 생명과학철학의 주제와 문제점들은 그 범위가 방대하며 논쟁이 흥미롭다. 다윈의 진화론은 생명현상을 설명하는 과학자들의 시선을 물질세계로 돌리게 했고, 1950년대 분자생물학의 시작은 생명과학자들의 연구방향과 방법을 근본적으로 변화시켰다. 분자생물학의 발전은 다윈의 진화론과 그로부터 파생된 이론들이 실험가능하고 검증 및 반증이 가능한 과학이론임을 더 분명히 입증했다. 한 생명체나 커다란 형질에 초점을 맞춰 설명하던 진화나 유전현상들은 분자선상에서 행해진 실험결과에 의해 본격적으로 검증되며 수정되고 있다. 이것은 진화나 유전현상에 대한 설명과 그 개념들이 분자생물학에 기초한 설명과 개념들로 환원되어 검증되고 있음을 암시한다. 필자는 생명과학이론들이 검증 및 반증가능한 진정한 과학성을 갖추기 위해서는 그것들이 분자생물학으로 환원되어야 한다고 생각한다. 만약 이러한 이론적 환원에 반대한다면 최소한 그 이론들이 제시하는 개별적 생물학적 설명이 분자생물학에 기초한 설명으로 환원되는 '설명적 환원'이라도 인정해야 한다고 본다.

유선경
미국 미네소타주립대학 철학과 교수. 미국 듀크대학 철학박사. 서울대학 동물학과(현 분자생물학과) 및 동 대학원 졸업, 분자생물학 석사.
논문: "Who's Afraid of Gory Details?," "Reduction and Progress in Biology," "What's Wrong with the Layered Model in Biology" 외 생물학 분야 논문 다수.

---

1) 엄밀히 말하자면 철학적으로는 검증가능성이 아니라 반증가능성이 어떤 이론의 과학성을 구분해 주는 적절한 기준이다.
2) 이 'just so stories'는 굴드(Gould)와 르원틴(Lewontin)이 진화를 자연선택으로 인한 적응(adaptation)으로 완벽히 설명할 수 있다고 믿는 적응주의론(adaptationism)을 비판할 때 쓴 표현이며, 이 '귀에 걸면 귀걸이 코에 걸면 코걸이 같은 이야기'는 1902년 영국 작가 키플링(Kipling)의 동화 *The Just so Stories for Little Children*에서 유래한다. 이 책의 주제는 동물들이 인간이나 신들의 행위에 의해 특이한 형질들을 갖게 되었다는 '믿거나 말거나 한 이야기'다.
3) 생물적 기능은 자연선택의 과정을 거친 결과물이기에 인위적인(artificial) 기능과 구분된다.
4) 1909년 조한슨(Johannsen)이 두 가지 종류의 변이를 설명하기 위해 유전자형(genotype)과 표현형(phenotype)의 구분을 도입하며 멘델의 '유전인자'를 '유전자(gene)'로 바꾸어 부르기 시작한다. 다행히 한글로는 '유전인자'와 '유전자'의 의미가 그리 크게 차이나지 않지만 영어로는 멘델의 'inheritable factor'의 의미가 완전히 새로운 용어인 'gene'에 자동으로 '유전'된다고 보기 힘들다.
5) 이블린 켈러(Evelyn Fox Keller)는 18세기 과학 학계에서 사라진 플로지스톤(Phlogiston)의 개념과 같이 유전자의 개념도 제거돼야 한다고 주장한다.
6) 유전자 발현에 영향을 미치는 모든 분자들의 진행과정(molecular process)이나 메커니즘이 최근에 제안된 유전자의 지시대상들이다.
7) 그리피스(Griffiths)는 발생시스템이 새로운 발생유전적 유전자 개념의 지시대상이라고 주장한다.