

【논문】

## 다윈 진화론의 발견법

－ 변형재구성과 공통인과－

박미라\* · 양경은\*\*

【주제분류】 과학철학, 과학방법론

【주요어】 다윈 진화론, 발견법, 변형재구성, 공통인과, 라카토슈 연구프로그램

【요약문】 본 논문은 다윈의 초기 아이디어가 정교화되면서 진화론으로 변모하는 과정을 발견법의 요소를 통해 고찰한다. 다윈이 사용한 발견법은 코헨에 의해 제안된 선행하는 과학이론의 변형재구성의 과정과 안센이 제시한 공통인과적 요소를 발견하는 과정으로 집약될 수 있다. 본 논문에서는 다윈 진화론의 발견 과정을 라카토슈 연구프로그램의 구성요소로 합리적으로 재구성한다. 이렇게 재구성된 결과를 토대로 다윈 진화론의 발견과정을 과학이론의 발견법의 요소인 변형재구성과 공통인과의 관점에서 분석할 것이다.

---

\* 제1저자.

\*\* 교신저자.

## 1. 서론

본 논문은 다윈의 초기 아이디어가 정교화되면서 진화론으로 변모하는 과정을 발견법의 요소를 통해 고찰한다. 다윈이 사용한 발견법은 선행하는 과학이론의 변형재구성의 과정 그리고 과학이론의 공통인과적 요소를 발견하는 과정으로 집약될 수 있다.

본 논문에서 과학이론의 발견법의 첫 번째 요소로 주목하는 변형재구성은 이론의 겉모습, 내용적 특성, 구조가 바뀌는 것으로 정의된다(Cohen 1980). 선행개념을 정교화하거나 개념을 확장 적용하는 경우는 변형되었다 할 수 있고 선행개념의 형식적 부분은 유지한 채 개념들 간의 연관관계가 달라지는 경우는 재구성으로 정의될 수 있다(ibid., pp. 110-111). 발견법의 두 번째 요소는 공통인과(Common-Cause)이다. 얀센(Janssen 2002)이 제시하는 공통인과 개념은 공통인과설명(Common-Causal-Explanation)과 공통근원추론(Common-Origin-Inference)이 합쳐진 개념이다(Janssen 2002, pp. 492-5). 공통인과설명은 새먼(Salmon 1984)과 카트라이트(Cartwright 1989)의 인과와 인과역량의 개념을 토대로 사례분석에 사용하였다. 공통근원추론은 하먼(Harman)이 처음 도입한 최선의 설명으로의 추론(Inference to the Best Explanation)과 뉴턴(Newton 1689)과 휴얼(Whewell 1840)의 통합적 설명의 개념이 합쳐진 것이다. 여기서 최선의 설명으로의 추론은 카트라이트가 인과적인 문맥으로 계승한 ‘최선의 원인으로의 추론’(IBC: Inference to the Best Cause)개념을 준용하였다. 통합의 경우는 뉴턴의 추론규칙인 ‘현상들을 설명하기에 충분한 진짜 원인인 하나의 같은 원인으로 설명’을 사용한다. 따라서 공통인과를 구성하는 세가지 요소는 ‘인과’, ‘최선의 설명으로의 추론’, ‘통합적 설명’으로 집약될 수 있다.

본 논문에서는 다윈 진화론의 발견 과정을 라카토슈 연구프로그램의 구성요소로 재구성한다. 이렇게 재구성된 결과를 토대로 다윈 진화론의 발견 과정을 과학이론의 발견법의 요소인 변형재구성과 공통인과를 구성하는 요소들의 관점에서 분석할 것이다.

## 2. 라카토슈 연구프로그램 방법론에 의한 다윈 진화론 분석

다윈 진화론의 발견 과정은 라카토슈 연구프로그램 방법론으로 재구성하면 견고한 핵을 선정하고 보호대 설정을 통해 보강해 나가는 과정으로 이해할 수 있다. 이 과정은 다윈이 진화론에서 핵심 아이디어를 바탕으로 견고한 핵을 설정하고, 핵이 미처 설명하지 못하는 세부적인 내용을 보강 설명하는 가설들을 보호대로 설정하면서 이론을 보충해 나가는 긍정적 발견법의 과정이라 할 수 있다. 따라서 다윈 진화론의 형성을 연대기적 순서에 따라 분석하기보다는 라카토슈 방법론에 따라 이론의 발전과정을 합리적으로 재구성할 것이다.

‘모든 생명현상은 진화라는 자연법칙을 따른다’와 ‘진화는 유전, 변이, 자연선택의 메커니즘에 의해 설명할 수 있다’는 것이 다윈 진화론의 핵심 아이디어로 두 개의 견고한 핵이다. 이 연구프로그램은 다윈의 가장 기본적인 아이디어를 견고한 핵으로 지정함으로써 견고한 핵을 반증하지 않는다는 라카토슈 연구프로그램의 부정적 발견법을 준수하며 이론이 긍정적 발견법에 의해 보강 확립되어 가는 과정이다.

### 1) 견고한 핵 1

라카토슈는 “모든 과학적 연구 프로그램들은 그것들의 견고한 핵에 의해 특징지어질 수 있다”고 기술한다(Lakatos 1970, p. 86). 다윈 진화론의 핵심 원리인 첫 번째 견고한 핵은 생명 현상을 설명하는데 있어서 자연법칙 적용의 중요성을 강조한다. 생물의 적응과 종의 다양성을 설명하려는 다윈 진화론의 핵심 가정들은 자연법칙을 기초로 하고 있다. 종의 기원과 변화를 설명하는 다윈 진화론의 모든 내용들은 자연법칙이라는 가정을 공유한다.

진화론의 발달과정을 잘 볼 수 있는 다윈의 연구 노트에는 생명현상을 이해하기 위해 자연 법칙의 중요함을 다음과 같이 표현하고 있다.

우주가 법칙의 지배를 받으며 자연선택 법칙을 통한 종의 변형이 그저 법칙들 중 하나이다..... 대부분 사람들이 뉴턴의 기본법칙을 선호하면서 왜 생물학에서만은 설명하는 것이 비판되는가?..... 이해할 수 없다. 물리법칙이 신의 특권을 침해한 것일까?..... 나는 창조주가 행성들의 궤도보다 생물 종의 구성에 좀 더 개입한다고는 믿을 수 없다(Darwin 1838-1859; Ruse 2010에서 재인용).

다윈은 물리현상이 ‘중력법칙’에 의해 설명되는 것처럼 생명현상도 ‘자연선택’이라는 자연법칙으로 설명되어야함을 언급한다.(Darwin 1859, p. 97). 로젠버그(Rosenberg)에 의하면 다윈 진화론이 과학사에서 성취한 가장 중요한 업적은 목적론에 기반한 아리스토텔레스 생물학에서 인과론, 즉 자연법칙에 근거한 생물학으로 변화시켰다는 것이다(Rosenberg 1985). 이러한 다윈 자신의 표현과 주석가들의 평가에서 견고한 핵 1의 진화라는 자연법칙은 생물현상을 설명하는 핵심적 원리임을 파악할 수 있다.

## 2) 견고한 핵 2

앞서 언급했듯이 견고한 핵은 이론의 핵심적인 원리다. 다윈 진화론은 유전, 변이, 자연선택이라는 인과 메커니즘을 견고한 핵으로 지정한다.

나는 인간에게 유용한 ‘변이’가 다수 발생한 것과 마찬가지로 각각의 생물 자신의 번영을 위해 유용한 변이가 일어나지 않는다면, 그것만큼 이상한 일은 없다고 생각한다. 그러나 만일 어떤 생물에 있어서 유용한 변이가 일어난다고 하면, 이러한 형질을 가진 개체는 틀림없이 생존경쟁에서 보존되는 가장 좋은 기회를 얻게 될 것이다. 그리고 ‘유전’의 강력한 원리에 따라, 그들 개체는 똑같은 형질을 가진 자손을 생산하는 경향을 나타내게 된다. 이러한 보존의 원리 또는 적자생존의 원칙을 나는 ‘자연선택’이라고 명명했다(Darwin 1859, pp. 126-7).

다윈의 자연선택에 의한 진화론은 다섯 가지 근본적 특징으로 구성된다(Lennox 1992, p. 271). 첫째, 생명체 개체군의 구성분포는 조상과 후손을 연결시키는 자연사의 산물이다. 둘째, 개체군의 구성원은 그들의 형질을 조상에서 후손으로 물려준다. 셋째, 개체군은 유전형질에 관련해서 다양하다,

넷째, 개체군의 기하급수적 성장으로 구성원들은 한정된 자원으로 경쟁한다. 다섯째, 개체군이 처한 환경은 무한정 복잡하고 계속 변화한다. 이러한 다섯 가지 근본적 특징들은 유전, 변이, 생존경쟁에 의한 적응이라는 세 가지 요소로 요약될 수 있다(Waters 2006, p. 119). 다윈은 인공교배에서처럼 자연 상태에서도 확실히 존재하는 ‘자연선택’을 그의 진화론의 핵심 요소로 다룬다(ibid., p. 120). 자연선택이 작동하여 새로운 종의 출현이라는 결과를 만들기 위해서는 ‘변이’라는 재료와 이를 보존하는 ‘유전’이 있어야 한다(Olby 2009, p. 33).

워터스(Waters)는 『종의 기원』의 논증에 포함된 핵심적 아이디어를 ‘자연선택’이라고 기술한다(Waters 2006, p. 117). 다윈은 『종의 기원』4장에서 자연선택을 진화의 핵심 메커니즘으로 소개한다.

변이와 관련해서 생존경쟁은 어떻게 일어나는 걸까? ..... 쓸모가 되는 다른 변이들이 수많은 대를 이어 오면서 나타날[유전] 때가 있으리라는 것이 말이 안 된다고 생각할 수 있을까? 만일 그런 일이 정말 일어난다면 제아무리 미미하더라도 다른 개체보다 우월한 이점을 가지는 개체들이 생존해서 제 새끼를 낳을 최고의 기회를 갖게 될 것임을 의심할 수 있을까? 반면 제아무리 조금이라도 해가 되는 변이는 어김없이 사라질 것임이 확실하다고 느낄 수 있을 것이다. 이렇게 유리한 변이는 보존하고 해로운 변이는 버리는 것을 자연선택이라 부른다(Darwin 1859, pp. 80-1).

다윈이 후커(J. D. Hooker)에게 보낸 편지에서도 『종의 기원』의 근본원리(key stone)는 ‘자연선택’이라고 언급한다(Kohn 2009, p. 87). 리들리(Ridley)는 “다윈은 자연선택이 창조적 힘을 가지고 어떻게 작용하는지를 이해했으며, 이것으로 생물의 모든 진화를 설명했다”고 언급한다(Ridley 2007, p. 18). 루스는 “다윈은 자연선택을 참원인(Vera Causa)으로 설명하려고 노력했다..... 자연선택의 진화 메커니즘으로 생물학의 모든 영역이 연결되어 있다는 것을 설명했다”고 기술한다(Ruse 2010, p. 232). 이렇게 자연선택은 다윈 진화론의 핵심원리의 기능을 하고 있다.

진화론에서 자연선택 개념이 중요함에도 불구하고 자연선택만으로는 진화를 충분히 설명할 수 없다. 선택은 변이가 없는 동일한 개체들 사이에서

는 의미가 없기 때문이다. 이러한 ‘변이’개념의 중요성은 『종의 기원』의 기본구조에서 볼 수 있다. 1장 ‘사육과 재배에서 발생하는 변이’, 2장 ‘자연 상태에서 발생하는 변이’, 5장 ‘변이의 법칙’의 세 개의 장에서 집생물과 자연생물들에서 나타나는 변이와 그 법칙에 관해 설명하고 있다. 『종의 기원』에서 변이만큼 독립적으로 많이 다루는 주제는 없다(Olby 2009, p. 33). 호지(Hodge)에 따르면 “변이에 관한 장은 다윈 진화론의 참원인으로서 변이의 설명력, 역량(competence), 존재감(existence)을 나타내기 위한 다윈의 의도”라고 언급하며 변이의 중요성을 강조한다(Hodge 1977, p. 173).

변이가 독립적으로 다루어지긴 하지만 변이개념은 유전을 전제로 하고 있다. 변이는 ‘유전에 의해’ 후손에게 전달되고 개체군의 구성비를 바꾸게 된다. 『종의 기원』에서 유전은 독립된 장으로 설명되지는 않지만 변이에 관한 세 개의 장 모두에서 다루어지고 있다(Olby 2009, p. 33). 다윈은 생물 진화의 원인은 유전적 과정에 의해 이해되어야 한다고 강조한다.

유전을 지배하는 규칙은 대부분 알려져 있지 않지만..... [유전은] 우리에게 상당히 중요한 사실이다. .... 유전병은 이 규칙이 더 넓은 범위에 적용된다는 것..... 나는 이 규칙이 발생학의 법칙들을 설명하는데 ‘가장 중요하다고 확신’하고 있다(Darwin 1859, pp. 13-4).

이렇게 유전과 변이개념이 자연선택과 유기적으로 연관되어 다윈 진화론의 견고한 핵을 이룬다. 다윈은 유전, 변이, 자연선택이라는 설명항으로 적응과 생명의 다양성, 즉 적응방산의 원리를 설명하고 있다(Ridley 2007).

### 3) 보호대 설정

보호대는 견고한 핵을 지탱하여 그 기능을 보조하는 이론의 보조가설이다(Lakatos 1970, p. 181). 견고한 핵이 이론의 핵심 명제로서 반증되지 않는 것과는 달리 보호대는 변칙사례가 나타났을 때 핵을 보호하기 위해 변경되거나 수정될 수 있다. 다윈 진화론에서 보호대는 세가지로 구성된다. 첫 번째 보호대는 진화는 목적론이 아닌 ‘무작위적’ 과정에 근거한 인과론이

란 보조설명을 제시한다. 두 번째는 유전과 변이에 대한 인과 메커니즘은 미시적 관점에서는 아직은 미확정적이다. 세 번째는 의식 없는 환경의 자연 선택 메커니즘뿐만 아니라 상대방 성(sex)의 의식적 선택에 의한 성선택 메커니즘으로도 진화를 설명할 수 있다.

### (1) 보호대 1의 설정

보호대 1은 모든 생물은 진화라는 자연법칙에 의해 설명된다는 첫 번째 견고한 핵에 대한 보조설명이다. 다윈은 견고한 핵인 자연법칙의 ‘무작위적’ 인과적 속성에 대한 보호대를 제시한다.

다윈 진화론의 경쟁가설인 지적 설계론은 자연선택이 ‘무작위적’이기 때문에 복잡한 유기체는 만들어 질 수 없음을 핵에 대한 반증사례로 제시한다. 하지만 변이가 목적없이 무작위적이지만 자연선택이라는 인과적 기제와 합치지면 특정 변이가 유전된 유기체의 비율이 개체군 내에서 증가한다. 따라서 수많은 세대를 거치면서 의식적 과정이 수반되지 않은 자연선택의 결과가 축적되면 눈과 같이 복잡한 기관도 만들어질 수 있다. 루스는 자연선택이 기회주의적이고 당장의 필요성 때문에 작동한다고 언급한다(Ruse 2010, p. 358). 도킨스(Dawkins)가 비유하고 있는 것처럼 지성적 설계자가 아닌 눈먼 시계공에 의해서도 정교한 눈과 같은 기관이 진화될 수 있다(Dawkins 1976). 다윈은 진화론에 대한 반증, 즉 목적론의 도전을 극복하기 위해 유전, 변이, 자연선택이라는 자연법칙(견고한 핵 1, 2)이 ‘무목적적’이라는 보조가설을 부가한다.

### (2) 보호대 2의 설정

미시적 수준에서 유전과 변이에 대한 인과 메커니즘은 아직은 미확정적이라는 두 번째 보호대는 유전, 변이, 자연선택이라는 견고한 핵 2에 대한 보조가설이다. 다윈은 유전과 변이에 대한 확정적 가설 대신 임시적 유전자설을 제안한다(Lennox 1992, p. 273; Endersby 2006, p. 117). 보호대가 경쟁가설의 반증 시도에 대비한 견고한 핵을 완충하는 보조가설이라는 점에서 다윈이 제안한 잠정적 유전자설 또한 보호대로 분석된다.

전혀 알려지지 않거나 어렵듯이 알려져 있는 변이의 법칙은 무한히 복잡하고 다양하다. .... 유전을 지배하는 규칙은 대부분 알려져 있지 않다. .... 나는 지금까지 이따금 변이는 우연한 기회에 의해 이루어지는 것처럼 설명해 왔다. 물론 이것은 정확한 표현이라고는 할 수 없지만 특수한 변이의 원인에 관한 우리의 무지를 승인하는데 도움이 된다(Darwin 1859, pp. 12-3, p. 131).

이러한 보조가설에도 불구하고 진화론은 플리밍 젠킨(Flemming Jenkin)의 ‘혼합과 희석효과’라는 반증에 직면하게 된다. 젠킨은 다윈의 혼합유전자설이 작은 변이에 작동하는 자연선택과 합쳐지면 선택적 이점이 뚜렷한 특성조차 진화에 영향력은 거의 없다고 비판한다(Jenkin 1867, pp. 312-20; Lennox 1992, p. 274에서 재인용).<sup>1)</sup>

젠킨의 반증 도전에 직면한 다윈 진화론을 구제한 것은 멘델의 유전학이었다. 멘델은 유전입자들이 분리될 수 없는 입자처럼 행동한다는 것과 교잡의 과정 중에 섞이거나 희석되지 않는다는 독립의 법칙을 제안한다(Orel 2008). 결과적으로 멘델의 유전법칙은 다윈 진화론의 견고한 핵 2를 보조하는 보호대 역할을 한다. 멘델의 유전학 또한 이후의 DNA연구에 의해 메커니즘이 밝혀지기 전까지는 분자 유전학적 구조가 미확정적인 보조가설이었다.

### (3) 보호대 3의 설정

다윈 진화론의 세 번째 보호대는 성선택 가설이다. 자연선택개념 만으로는 설명 불가능한 공작의 꼬리와 같은 변칙사례들이 발견됨에 따라 견고한 핵인 자연선택을 보완하기 위해 다윈은 성선택 메커니즘이라는 보조 가설을 제시한다.

“나는 공작의 꼬리를 볼 때마다 머리가 아프다. 자연선택으로 그런 과장되고 쓸모없는 특징을 도저히 설명할 길이 없다”라는 대목은 반증사례에 직면한 다윈의 당황스러움을 표현한다(Enderby 2006, p. 82). 이를 해결하

1) 다윈의 혼합유전자설은 부모 각각의 서로 다른 특징이 그들 후손에게는 혼합되어 부모의 중간형태가 된다고 가정한다. 예컨대 달리는 속도에서 날쌔게 달리는 수컷과 느린 암컷 사이에 새끼는 중간 정도의 속도로 나타나는 것이다.



고자 『인간의 유래』 제 2부에 제시된 성선택 가설은 반증에 대한 완충역할을 하는 보호대로 기능한다(Darwin 1871).

다윈은 자연선택이론이 형성되는 단계에서 가축세계와 자연세계의 유비의 중요성을 확신한 후에 그 유비를 의식에 기반하지 않는 자연선택과는 다른 방식으로 전개한다. 이 과정에서 보조적인 메커니즘으로 반대편 성에 의한 의식적 성선택 가설을 제안한다(Ruse 2010, p. 285). 그는 가축생물의 이차 성징을 키우는 육종사처럼 자연에서도 상대방 성의 의식적 선택 때문에 공작의 꼬리와 같은 자연선택에 의해 설명될 수 없는 특징이 진화될 수 있다고 설명한다. 보호대가 변칙사례들에 직면했을 때 견고한 핵을 보호하는 보조설명이라는 점에서 성선택 가설은 자연선택을 보완하는 보호대로 분석될 수 있다.

#### 4) 부정적 발견법

라카토슈 방법론의 부정적 발견법은 견고한 핵에 대한 반증을 시도하는 것을 금지한다(Lakatos 1970, p. 86). 다윈 진화론은 반증을 시도하는 변칙사례에 직면했음에도 견고한 핵을 수정하지 않는 부정적 발견법의 지침을 잘 따르고 있다. 이에 대한 전형적인 사례는 불완전한 화석기록을 들 수 있다.

다윈시대부터 지금까지 진화의 속도에 대해 치열한 논쟁이 있는데 그 이유는 지질학적 화석기록은 점진적인 변화뿐 아니라 급격한 변화에 대해서도 증거를 제공하는 듯 보이기 때문이다. 하지만 ‘지질학적 기록의 불완전성’을 이유로 점진적인 자연선택이라는 견고한 핵을 수정하지 않는다(Darwin 1859, p. 90). 또한 지구나이에 대한 물리학자 톰슨(Thomson)의 반증사례에 직면한 다윈은 ‘자기 생각을 깨끗하게 고수’하고 언젠가는 자신의 이론에 맞는 충분한 시간이 발견되기를 기대하면서 견고한 핵을 유지하고 있다(Thomson 1869; Ruse 2010, p. 370에서 재인용; Darwin 1959, p. 728). 지구나이를 둘러싸고 수십년 동안 이어진 논쟁은 20세기 초에 방사능에 의한 연구에 의해 해결되었다. 방사능 측정 방법에 의해 추정된 지구 나이는 다윈의 점진적인 자연선택이론을 입증한다(Browne 2010, pp. 507-8).

## 5) 긍정적 발견법

라카토슈에 의하면 긍정적 발견법은 ‘반증 가능한’ 보호대를 어떻게 수정하고 정교화할 것인가를 명확하게 설명하는 지시사항이다(Lakatos 1970, p. 90). 다윈 진화론은 보호대를 세분화, 수정, 분리 적용하는 세 가지 방식으로 긍정적 발견법을 준수하고 있다.

첫째, 다윈 진화론의 경쟁가설인 지적 설계론은 진화론에 대한 반증사례로 시각기관과 같은 복잡한 유기체의 구조를 들고 있다. 그들은 자연선택이 ‘무작위적’이기 때문에 이러한 복잡한 기관이 만들어 지는 것은 불가능하다고 주장한다. 이에 대응하여 다윈의 진화론은 무목적적 자연법칙이라는 첫 번째 보호대를 세분화하는 방식으로 정교화한다. 즉 변이는 무작위적이거나 변이들 중 자연선택은 의식적 과정은 아니지만 방향성을 수반한다는 보조가설로 세분화한다(Sober 2004, p. 75). 자연선택과정에 의해서 무작위적 변이과정은 개체군의 분포를 특정한 방향으로 변화시킨다.

둘째, 젠킨의 ‘혼합과 희석효과’라는 반증사례에 직면했을 때, 다윈 진화론을 계승하는 신종합설은 두 번째 보호대인 임시적 혼합유전자설을 멘델의 법칙을 이용하여 수정한다(Jenkin 1867; Hull 1973, pp. 303-50에서 재인용). 여기서 다윈의 진화론은 유전물질이 액체처럼 혼합되는 것이 아니라 입자처럼 행동하여 자연선택된 변이가 희석되지 않고 세대를 거치면서 누적될 수 있다고 보호대를 수정한다.

셋째, 다윈은 자연선택이 생물진화의 중요한 원인이지만 유일한 원인은 아니라고 생각한다(Darwin 1871). 이 관점으로부터 생존과 관련 없어 보이는 생물체의 일부 특징은 의식 있는 상대방 성의 선택에 의해 진화되었다는 보호대로 정교화가 가능해졌다. 따라서 진화의 메커니즘을 사안에 따라 분리해서 적용하는 것이다.

요약하면 다윈 진화론의 발달과정은 보호대를 세분화, 수정, 분리 적용하는 긍정적 발견법을 준수하고 있다.

## 6) 참신한 예측

특정 연구 프로그램이 전진하는 연구프로그램인지 평가하는 기준은 지속적으로 참신한 예측에 성공하는가에 따른다(Chalmers 2003, p. 193). 참신한 예측은 그 당시의 배경 지식에 나타나 있지 않거나, 배경 지식이 배제하고 있는 현상을 설명하는 것이다(ibid., p. 197).

다윈 진화론은 현대로 이어지면서 다양한 참신한 예측을 제시하고 있다. 예를 들어 동물행동학에서 이타적 행동은 신중합설의 발전으로 참신한 예측이 가능하다. 또 항생제에 대한 저항력은 다윈 진화론과 현대 세포학으로 설명과 예측이 가능하다. 그리고 과시행동, 소비욕, 창의성과 같은 생존상의 가치가 결여된 인간의 행동과 심리는 성선택이라는 보조가설로 설명할 수 있다(Miller 2004, pp. 66-7). 다윈주의자의 불완전한 화석기록에 대한 설명은 참신한 예측의 또 다른 사례이다. 고생물학자 굴드(Gould)는 화석이 형성되는 것보다 더 짧은 시간 안에 일어나는 종의 분화메커니즘을 제시하면서 진화론 내에서 화석의 불연속성 문제를 해결한다(Gould 2012, pp. 1-3). 이러한 굴드의 노력은 참신한 예측으로 평가될 뿐만 아니라 중간단계 화석의 문제만 해결하는 것에 그치지 않고 종의 멸종과 분화에 대한 새로운 사실들을 예측하는 데도 이용된다. 라카토슈는 어떤 연구 프로그램이 ‘진보적’인 것이 되려면 기존에 알려진 현상들에 대한 설명에만 성공하는데 그치지 않고, 세련된 예측까지 내놓아야 ‘진보적’이라고 제안한다(Lakatos 1970). 따라서 라카토슈 방법론의 관점으로 다윈 진화론을 평가하면 여러 가지 참신한 예측을 제시하는 진보적인 프로그램이라고 할 수 있다.

## 3. 다윈 진화론 연구프로그램의 변형재구성과 공통인과요소 분석

다윈의 진화론은 관찰한 현상으로부터 단순히 유도해낸 생각이 아니며, 이전 과학자들과 사상가들의 생각을 변형재구성하는 과정을 통하여 완성

된다(Mayr, 1998; Quammen, 2008; Sober 2004; Browne 2010). 다윈의 이런 변형재구성 과정은 자연선택을 중심으로 한 공통인과 요소에 도달하기 위한 과정으로 볼 수 있다. 앞 절에서는 다윈 진화론의 발전 과정을 라카토슈 연구프로그램의 구성요소로 분석하여 이론의 견고한 핵과 보호대가 선정되는 과정으로 구분하여 서술하였다. 이것을 바탕으로 본 절에서는 다윈의 진화론을 형성하는데 영향을 미친 발견법의 요소인 변형재구성과 공통인과 요소를 분석할 것이다.

## 1) 다윈 진화론의 견고한 핵 1의 변형재구성과 공통인과

### (1) 견고한 핵 1의 변형재구성

다윈 진화론의 첫 번째 견고한 핵은 “모든 생물은 진화라는 자연법칙을 따른다”는 것이다. 본 절에서는 첫 번째 견고한 핵의 형성에 영향을 미친 과학방법론을 변형재구성의 요소로 분석한다. 다윈은 허셜(Herschel)과 휴얼의 귀납법을 재구성한 가설연역법을 자신의 방법론으로 사용한다.

허셜(Hull)은 다윈을 진정한 빅토리아시대의 귀납주의 계승자로 평가한다. 다윈은 자신이 그 시대 과학철학자들이 제안한 귀납논리를 이용했다고 생각했다(Hull 2003, p. 184).<sup>2)</sup> 그는 실증적 사실만이 참인 지식을 가져올 수 있다고 한 콩트의 관점에 따라 자연선택이론을 지지할 수 있는 다양한 영역의 수많은 자료를 모은다(Hull 2003, p. 183; Desmond and Moore 2009, pp. 437-8).<sup>3)</sup> 다윈은 이론을 전문 과학자들의 형식으로 제시하는 것이 필수적이라 생각했다. 그 형식은 허셜과 휴얼이 제시한 지침이다.

2) 다윈은 허셜의 저서 『자연철학 연구에 관한 예비 논의』, 휴얼의 저서 『귀납과학의 역사』, 『귀납과학의 철학』 등에 영향을 받았다.

3) 귀납법을 준용하여 생물현상의 법칙을 발견하고자 했음을 다윈은 자서전에서 밝히고 있다. “내가 영국으로 돌아간 후(비글호 항해가 끝난 후 1836년에), 지질학에서 라이엘의 예들을 따라, 그리고 사육과 자연상태에서 동물과 식물의 변이가 어떤 방식으로든 일어난 사실들을 수집함으로써, 어떤 생각의 실마리가 전체 주제들에게 던져졌다. 나의 첫 번째 노트는 1837년에 열렸다. 나는 ‘베이컨의 원리’에 대하여 연구하였고, 그리고 특정 이론을 설정하지 않은 채로 숙련된 사육자나 정원사들과 대화를 나누거나, 조사들을 수집하거나, 광범위한 독서에 의해서 특별히 사육된 동물의 생산성과 ‘관련된 전체 사실들을 수집’하였다”(Barlow 1958, p. 119).

하지만 허셜과 휴얼은 다윈 진화론을 비판하면서 다윈이 귀납적 방법을 엄격히 따르지 못하며 귀납적 기초가 불완전하다고 평가한다(Hull 2003, p. 186).<sup>4)</sup>

다윈은 자연에서 다른 종으로 진화하는 단 하나의 종의 예도 인용할 수 없다. .... 그는 진화를 결코 목격하지 않았다. .... 진화의 과정이 다윈이 생각하는 것만큼 오래 끈다면 다른 종으로 진화하는 것을 결코 못 볼 것이다. 그렇기 때문에 그의 이론의 귀납적 기초는 영원히 불완전하게 남게 될 것이다(Hull 2003, p. 189).

다윈은 자신이 귀납적 방법을 따른다고 표현하지만 실제로 사용한 방법은 가설연역체계이다. 그는 『산호초의 구조와 분포』의 산호초에 대한 분석에서 인과적 공리들로부터 현상들이 추론되는 과정을 보여주었고 이 과정을 연역이라고 기술하고 있다(Darwin 1910, p. 105; Ruse 2010, p. 111에서 재인용). 밀(Mill)은 『논리학의 체계』에서 다윈 진화론이 귀납적 방법이 아닌 가설적 방법을 사용한다고 지적한다(Hull 2003, p. 191). 그리고 “귀납의 규칙들은 증명의 조건들과 관련 있다. 다윈은 결코 자기학설이 증명된 것처럼 말한 적이 없다”라 덧붙인다(Mill 1875, p. 19; Hull 2003, p. 191에서 재인용) 소비 또한 생명의 다양성의 주된 원인으로서 자연선택은 역사적 가설이라고 지적한다(Sober 2004, p. 144).

따라서 다윈은 그 시대 과학방법론의 표준인 허셜과 휴얼의 귀납적 방법을 추구했지만, 밀, 휴얼, 허셜의 다윈 방법론 평가로 볼 때 그는 허셜과 휴얼이 주장하는 귀납적 방법을 재구성해서 가설연역적 방법을 사용했다.

## (2) 견고한 핵 1의 공통인과

다윈 진화론의 견고한 핵 1의 자연법칙은 허셜의 참원인(Vera Causa)을 바탕으로 한 인과적 요소가 포함된다. 또한 최선의 설명으로의 추론을 사용하여 참원인의 타당성을 주장하며 자연법칙에서 하나의 원인으로 많은 현

4) 세지윅은 다윈이 “베이컨식 귀납이 아니다. .... 참된 귀납의 방법을 내다 버렸다”고 기술한다(F. Darwin 1887 p. 248; Ruse 2010, p. 395). 보올러도 다윈의 방법론은 전형적인 귀납법이 아니라고 평가한다(Bowler 1999, p. 105).

상을 통합적으로 설명하고자 했다. 따라서 견고한 핵 1은 공통인과의 요소인 인과, 최선의 설명으로의 추론, 통합적 설명의 3가지 요소를 모두 가지고 있다.

#### a. 인과

다윈의 『종의 기원』 1장(사육과 재배에서 발생하는 변이)은 인공교배를 설명하면서 시작한다. 호지(Hodge)에 의하면 그 이유는 다윈이 동시대의 허셜이 설정한 과학방법론에 따라 진화론의 논증을 구성하기 위해서였다는 것이다(Hodge 1977, p. 255). 허셜은 과학의 가장 좋은 방법은 참원인을 제시하는 것이고, 이를 위해 참원인 설정의 3가지 조건을 만족해야 된다고 기술한다. 첫 번째는 원인의 존재를 논증하고, 두 번째는 원인에 의한 효과를 설명할 때, 그 원인의 타당성을 논증하고, 마지막으로 효과에 대한 원인의 설명력을 원인의 존재와 타당성과는 독립적으로 입증해야 한다(Waters 2006, p. 120). 다윈의 『종의 기원』 1장의 인공교배에 대한 설명은 참원인 설정의 세 가지 조건을 만족한다(Hull 2003 pp. 173-96). 다윈은 자연선택의 존재를 주장하는 방법으로 인공교배를 사용하고 자연선택의 타당성을 주장하기 위해 인공교배와 자연선택 사이의 유추를 사용한다. 그리고 『종의 기원』 후반부(5장, 10장-13장)에서 다양한 생명현상을 자연선택이라는 원인으로 규명함으로써 그 존재와 타당성과는 독립적으로 자연선택의 설명력을 입증한다(Waters 2006, pp. 120-1). 따라서 『종의 기원』의 논증 구조는 허셜의 참원인 조건인 존재, 타당성, 설명력을 모두 만족하고 있다(ibid., p. 121).<sup>5)</sup>

다윈은 종의 기원의 참원인 모델로 라이엘(Lyell)의 현재와 과거의 자연 현상은 동일한 원인에 의해 발생한다는 동일과정설을 사용한다(Radick 2009, p. 163; Ruse 2010, p. 90; Bowler 1999, p. 104).<sup>6)</sup> 다윈이 멜서스 이

5) 다윈은 『종의 기원』 전체를 ‘하나의 긴 논증(One Long Argument)’으로 구성했으며 그의 저서에서 논증 구조의 중요성을 강조한다(Darwin 1859, p. 459).

6) 다윈과 라이엘은 라마르크의 이론을 수용하지 않았다. 라이엘은 라마르크가 참원인을 바탕으로 그의 이론을 논증하지 않았기 때문이라고 언급한다(Ruse 2010, p. 143). 이러한 측면에서도 다윈은 라이엘의 이론과 방법론을 계승하여 재구성하고 있음을 알

론을 수용한 이유도 멜서스 이론이 인구증가와 경쟁의 격화라는 참원인을 기반으로 하는 이론임을 인식했기 때문이다(Radick 2009, p. 163; Ruse 2010; Bowler 1999, p. 105). 따라서 다윈 진화론의 견고한 핵 1은 허설의 참원인을 중심으로 다윈의 진화론을 구성한다는 점에서 공통인과의 인과 요소를 포함한다.

#### b. 최선의 설명으로의 추론

인공교배와 자연선택 간의 유비를 통해서 원인의 타당성을 주장하는 다윈은 최선의 설명으로의 추론을 사용하고 있다.

다윈과 동일한 방법론을 따르는 홉킨스(Hopkins)는 다윈의 진화론의 경우 화석기록과 같은 현상적 사실은 자연선택으로부터 연역되지 않는다고 주장한다(Hopkins 1860; Ruse 2010, p. 395에서 재인용). 다윈은 자연선택으로 현상적 사실들이 발생했음을 증명하기보다는 고작 자연선택으로 발생할 수도 있음을 보여준 것뿐이라고 홉킨스는 평가한다. 실제로 다윈은 연역적으로 엄밀하게 증명한 것이 거의 없다(Ruse 2010, pp. 395-6). 그는 자연선택이론이 가설적이라는 비판을 인정하지만 이 개념이 육종사에 의한 인공교배와의 유비를 통해 개연성 있게 만들어졌다고 주장한다(Hull 2003, p. 185). 다윈은 육종사가 인공교배에 의해 짧은 시기에 가축생물의 큰 변화를 일으킨다는 점을 설명한 후 유비의 방법을 이용하여 자연의 선택으로 설명영역을 전이한다. 그리고 자연은 더욱 긴 시간에 걸쳐 더 많은 변화를 일으킨다고 주장한다(ibid., p. 187).

최선의 설명으로의 추론은 충분한 증거가 없을 때 과학자들의 논증을 돕는다. 자연선택과 같이 관찰하기 어려운 개념은 유비 혹은 유추를 이용하여 증명될 수 있다. 허설은 “만일 두 현상사이에 유비관계가..... 명확하고 한 쪽 원인이..... 명백하다면 비록 그 자체로는..... 명백하지 않더라도 다른 쪽 또한 그와 유비적인 원인이 작용하고 있다”고 인정한다(Herschel 1831, p. 149; Ruse 2010, p. 104에서 재인용). 이것은 유비를 통해 관찰 불가능한 현상의 원인을 타당하다고 주장하는 방법이며 다윈은 인공교배를 사용하

---

수 있다.

여 이 방법을 따르고 있다. 여기서 다윈은 진화라는 자연법칙으로 경험적으로 증명할 수 없지만 유비를 이용해 최선의 설명으로의 추론을 사용한다.

### c. 통합적 설명

다윈은 허셜의 참원인에 근거한 설명뿐 아니라 휴얼의 통합적 설명도 사용하고 있다(Enderby 2006, p. 86). 휴얼에게는 겉보기에 유사성이 없는 다양한 현상들을 하나의 원인으로 설명하는 것이 과학적 탐구방법의 핵심이다. 다윈은 완성된 진화이론을 발표할 때 이론의 통합적 설명력을 강조한다(Ruse 2010, p. 303). 그는 『종의 기원』 후반부(5장, 10장-13장)에서 발생학에서 생물의 지리학적 분포에 이르기까지 다양한 생명현상들을 유전, 변이, 자연선택이라는 법칙으로 설명하는 생명현상의 연관성을 포착한다.

## 2) 다윈 진화론의 견고한 핵 2의 변형재구성과 공통인과

### (1) 핵 2 유전의 변형재구성

다윈은 다윈 이전의 유전개념을 변이와 자연선택이라는 진화를 구성하는 다른 요소들과 유기적으로 연결시켜 자신의 유전개념으로 재구성한다.

대부분의 생물체의 특징이 후손에게 전달된다는 유전개념은 다윈 이전에도 존재했다. 이래즈머즈 다윈(Erasmus Darwin, 이하 이래즈머즈)이 제시한 유전 메커니즘은 한 세대의 유용한 형질이 다음 세대로 전해지는 ‘획득 형질의 유전’이다(Browne 2010, p. 91).<sup>7)</sup>

모든 온혈동물은 하나의 살아 있는 필라멘트에서 비롯되었다. 아주 근본적 동물성 즉 새로운 속성들을 수반하고 있는 새로운 기관들을 획득하는 능력을 갖추고 있는 필라멘트는 의지, 자극, 감각, 연합에 의해 방향이 결정되어 있다. 따라서 이 필라멘트는 계속 진보하는 능력과 생식에 의해 진보한 것을 영원히 대대손손 후대에 전하는 능력을 지니고 있었노라(Erasmus Darwin 1794, p. 505; Browne 2010, p. 169에서 재인용).

7) 자연의 비밀을 알려는 젊은 다윈에게 조부의 저서 『주노미아』와 『동물 생리학』에 ‘감탄했다’라 언급한다(Browne 2010, pp. 169-70). 다윈에게 이래즈머즈의 진화개념은 진화적 사고의 출발점 역할을 하게 되었다(Quammen 2008, p. 33).



여기서 ‘필라멘트가 속성들을 수반’, ‘획득하는 능력’, ‘방향이 결정되어 있다’, ‘후대에 전하는 능력’ 등은 원시적 유전개념이다. 이래즈머즈는 모든 온혈동물들은 ‘자신의 타고난 활동을 통해 계속 개선해나가는 능력’을 지니고 있으며 개선된 속성을 부모로부터 자손에게 전달될 수 있다는 획득형질 유전을 주장했다(Browne 2010, p. 91). 그 외에도 이래즈머즈는 “까마귀 떼는 사람이 충을 들고 있을 때 더 위험하다는 사실을 분명히 식별한다”고 언급함으로써 ‘후천적 본능’의 유전성에 관심을 기울였다(Erasmus 1794, Browne 2010에서 재인용). 다윈은 획득형질과 진보에 바탕을 둔 유전개념을 진화를 구성하는 다른 요소인 변이, 자연선택과 연관된 무목적적 유전개념으로 변형재구성한다.

## (2) 핵 2 변이의 변형재구성

다윈은 이래즈머즈와 라마르크의 진보에 바탕을 둔 변이개념을 변형재구성하여 방향성이 없는 다양성 증가에 기초를 둔 변이개념에 도달한다(Desmond and Moore 2009, pp. 385-7; Bowler 1999, p. 149).

다윈의 변이개념은 진화개념을 발전시키는 초기단계에서 이래즈머즈와 라마르크의 진보를 바탕으로 한 진화개념과 연관되어있다(Browne 2010, p. 168). 이런 판단을 하게 된 결정적 계기는 조류학자 존 굴드(John Gould)의 분석을 통해 다윈이 갈라파고스섬의 핀치새들은 진화의 산물이라고 생각한 결과이다(Bowler 1999, pp. 105-6).<sup>8)</sup>

하지만 자연선택을 통한 진화에 대한 사고가 엄밀해지면서 진보의 원인이 되는 변이개념은 방향성이 없는 다양성 증가의 원인이 되는 변이개념으로 변형재구성된다. 다윈에 의하면 생명은 단 한 차례 생겨나 오랜 세월동안 가지를 치며 끊임없이 성장하지만 라마르크식으로 사다리를 타고 진보하지는 않는다(Desmond and Moore 2009, p. 493).

8) 존 굴드는 다윈이 서로 다른 종이라고 생각했던 갈라파고스의 흩어진 여러 섬의 핀치새들은 모두 ‘완전히 새로운 분류군을 이루는’ 동일한 핀치종이라는 것을 밝혔다. 이러한 확신을 통해 다윈은 진화론자가 되었다(Grinnell 1974, p. 262).

나는 갈라파고스섬의 생물분포에 놀랐습니다. .... 이제 나는 종은 불변하는 것이 아니라는 사실을 거의 확신하게 되었습니다(마치 살인을 고백하는 기분입니다). ‘진보의 경향’, ‘동물의 둔한 의지로부터 변환’ 등에 대한 라마르크의 터무니없는 생각을 나로서는 도저히 동의할 수 없어요. 하지만 내 결론이 라마르크의 생각과 크게 다르지는 않습니다. 그럼에도 내가 내린 결론에서 변화의 방법[변이의 법칙]은 라마르크의 생각과는 완전히 다르지요 (후쿠에게 보낸 편지에서, Darwin 1844; Burkhart 2011, pp. 204-5).

### (3) 핵 2 자연선택의 변형재구성

다윈의 자연선택개념의 형성에서 라이엘과 멜서스의 생존경쟁과 멸종개념의 영향은 매우 중요하다.

그는 레너드 호너(Leonard Horner)에게 보낸 편지에 ‘『종의 기원』의 절반은 라이엘의 머리에서 나온 것’이라고 표현할 정도로 라이엘의 이론은 다윈이 생물진화에 대한 영감을 얻는데 직접적인 영향을 미쳤다(Burkhart 2011, p. 209; Desmond and Moore, 2009; Ruse, 2010).<sup>9)</sup> 연구대상의 측면에서 라이엘 이론의 지구환경 영역은 다윈이론의 생물영역으로 전이되었으며 내용적 측면에서도 라이엘의 동일과정설은 종에 관한 다윈의 생각에 결정적인 영향을 주었다(Bowler 1999, p. 104; Miller 1995, p. 92).<sup>10)</sup> 이러한 영향관계에도 불구하고 다윈의 자연선택 개념은 라이엘의 생존경쟁 개념을 변형재구성한 결과이다.

생존경쟁과 멸종개념에서 다윈과 라이엘의 차이점은 다음 두 가지점에서 명확하다. 첫 번째는 라이엘의 멸종에 초점을 둔 생존경쟁을 다윈은 살아남은 개체들 간의 생존경쟁으로 재구성한다. 다윈은 멸종한 종뿐만 아니라 살아남은 종에 무슨 일이 일어났는가에 초점을 둔다(Lyell 1832, p. 131, 150; Ruse 2010, p. 136에서 재인용).<sup>11)</sup> 특히 변이가 전달되어 자손을 번식

9) 다윈은 라이엘의 『지질학의 원리』에 대해 한사람의 생각을 완전히 바꾸어 놓을 만하고 자신이 라이엘의 시각을 벗어나지 못한다고 언급한다(1844년 Darwin이 Horner에게 쓴 편지에서).

10) 다윈이 생물진화에서 라이엘을 계승하고 있는 측면은 다수 있다. 라이엘과 다윈에게 생물기원 문제는 종의 기원문제와 같다. 그리고 라이엘은 새 종이 출현하는데 역사적 진보란 없다고 기술하며 라마르크를 비판한다(Ruse 2010, pp. 131-3).

11) 라이엘은 생물들이 개체수 압력으로 생존경쟁에 내몰린다고 지적하면서 어떤 생물이 우세해지면 다른 종들은 멸종될 수 있다고 결론 내렸다(Lyell 1832, p. 131, 150).

시키는 개체들에 초점을 두어 자연선택이론을 발달시킨다.<sup>12)</sup> 두 번째는 라이엘이 환경변화만을 멸종의 원인으로 보는 것을 다윈은 환경변화 없이도 멸종이 가능한 것으로 확장 재구성한다(Radick 2009, pp. 151-70). 비글호 탐사 경험과 멜서스 『인구론』의 독서를 통해 생존경쟁을 새롭게 인식한 다윈은 환경 변화가 아주 적음에도 불구하고 몇몇 종간의 상호작용이 다른 종을 소멸시키는 원인이 된다는 것을 포착한다. “가까운 과거에 환경변화가 거의 없는데도 왜 이 수많은 동물들이 멸종했을까?”라며 라이엘 이론에 대해 의문을 제기한다(Desmond and Moore 2009, p. 387).

다윈의 자연선택은 멜서스의 연구를 통해 명확해진다(Desmond and Moore 2009; Ridley 2007, p. 33). 그의 연구 노트에는 ‘종의 전쟁’을 멜서스만큼 강력하게 표현한 사람은 없다고 언급하고 있다(Herbert 1972, pp. 214-7; Bowler 1999, p. 111). 멜서스 『인구론』독서를 통하여 다윈은 ‘강력한 인구압력’이 생명을 최상의 상태로 유지시킨다는 것을 깨닫게 된다.<sup>13)</sup> 허버트(Herbert)는 멜서스가 매개가 되어 라이엘의 이론이 변형재구성되었다는 측면에서 라딕과 비슷한 견해를 가진다(Herbert 1971, pp. 209-17). 그리고 멜서스의 역할은 다윈 이론에 요소를 첨가하거나 개체 성장의 수학적 법칙을 제공한 것이라기보다는 다윈에게 무한경쟁으로 모는 자연환경(포식자, 기아, 자연재해)에 집중하도록 하면서, 라이엘의 종간경쟁개념을 종내경쟁개념으로 변형하게 다윈을 이끌었다고 허버트는 주장한다.

보르짐머(Vorzimmer)는 다윈 진화론에서 멜서스 이론의 중요성에 대해 논하면서 사람 사이의 경쟁에 집중했던 멜서스의 이론은 다윈이 생명체의 개체군 내에서 일어나는 경쟁과 변이를 인식하도록 했다고 평한다(Vorzimmer

12) 다윈은 특히 생존경쟁의 측면에서 생물세계를 라이엘 방식으로 보고 있지만 이를 재구성된 관점에서 보고 있는 것이다(Ruse 2010, p. 277).

13) 다윈은 멜서스의 『인구론』을 재미로 읽었다고 주장하지만 1838년 경 다윈의 관심을 고려해 볼 때 그는 인구통계에 대한 정보를 찾았을 뿐만 아니라 개체의 변이, 평균, 우연에 관한 연구를 철저히 추구했다(Browne 2010, p. 707). 보울러 또한 다윈은 멜서스의 인구론을 진화론의 정립을 위한 체계적인 독서 계획에 따라 읽었다고 언급한다(Bowler 1999, p. 111). 멜서스 독서의 영향으로 라마르크나 격변론자와 달리 라이엘 주의자 다윈에게 생존경쟁에 의한 적응은 힘과 긴장이 가득한 결정적이고 역동적인 문제이다(Ruse 2010, pp. 276-7).

1969). 리들리는 다윈이 “한 개체군내의 경쟁이 종 사이 경쟁보다 더 심하다는 것을 이해한 유일한 사람”이라 평가한다. 그리고 뉘서스의 이론을 모든 생물체에 확장시켜 적용했다고 주장한다(Ridley 2007, p. 32). 이러한 리들리의 분석은 앞선 라디, 허버트, 보르짐머의 견해와 같은 맥락에 있다.

요약하면 다윈은 이전 진화론의 생존경쟁의 초점과 단위, 멸종의 원인 개념을 변형재구성하여 살아남은 개체에 초점을 둔 종내 생존경쟁, 환경변화 없이도 일어나는 멸종을 중심으로 한 자연선택개념으로 진화론을 발전시켰다.

#### (4) 핵 2 유전의 공통인과

다윈은 인과적 요소를 포함하는 임시적 유전자설을 제시하며 미시적 메커니즘은 미확정적인 자신의 유전자설이 대안가설보다는 최선의 설명임을 주장한다. 그리고 넓은 범위에 적용되는 유전의 원리로 유기체의 다양한 특성을 통합적으로 설명하고자 한다. 따라서 다윈 유전 원리의 발달과정은 공통인과 요소를 모두 포함하고 있다.

##### a. 인과

다윈이 제안한 임시적 유전자설에 근거한 범생론은 인과적 가설을 포함하고 있다. 다윈은 이 이론으로 유전에 관한 많은 현상들을 설명해 낼 수 있다고 생각했다. 그러나 범생론에 기반한 혼합유전에 대해서 그가 무조건적으로 믿었던 것은 아니다(Ruse 2010, p. 354). 다윈은 현상수준에서는 유전 물질이 액체처럼 혼합될 수 있지만 인과적 수준에서는 유전물질이 입자처럼 행동해 혼합되지 않는다고 생각했다.

이후에 포기된 범생론의 제안은 다윈의 과학 방법론적 견해에 기반한다. 그 견해는 허설과 휴얼의 방법론으로 이론을 형식적 부분과 인과적 부분으로 나누고, 후자가 포함되어야 최고의 이론이라는 관점이다(Ruse 2010, p. 390).<sup>14)</sup> 다윈은 인과적 가설로서 임시적 유전자설의 제안을 그의 중요한

14) 허설과 휴얼은 이론을 형식적 또는 경험적 부분 그리고 인과적 혹은 물리적 부분으로 나누고, 뒤에 것이 들어가야 최고 이론이라 언급한다(Ruse 2010, p. 391).

과학방법론적 요소라고 생각했다.

#### b. 최선의 설명으로의 추론

다윈의 인과적 가설인 범생론은 뉴턴의 중력에 대한 미시적 가설과 과학 방법론적으로 동일한 역할을 한다. 다윈의 이론 발전단계에서 어느 정도 고려된 미시적 가설은 최종이론에서는 인과역량에 의한 인과적 설명으로 대체된다. 그는 『종의 기원』에서 미시적인 유전의 메커니즘은 알 수 없지만 유전하는 것이 규칙적이고 그렇지 않은 것은 비정상적이라고 기술하고 있다.

백반증, 상어피부, 다모증 등이 동일가족 구성원에 나타난다는 것은 누구나 알고 있다. 기묘하고 희귀한 구조의 편차가 정말 유전하는 것이라면 그 다지 기묘하지 않고 일반적인 편차도 유전되는 것으로 인정해도 무방할 것이다. 문제를 전체적으로 볼 때 아마도 어떤 성질이든 유전하는 것이 규칙적이고 유전하지 않는 것은 비정상이라고 보는 것이 올바른 방법이다 (Darwin 1859, p. 13).

다윈은 미시적 메커니즘이 미확정적인 자신의 유전자설은 유전되지 않는다는 대안가설보다는 최선임을 주장한다. 위 대목은 직접 관찰이 불가능한 대상에 대하여 경험적으로 옳다고 증명할 수 없지만 현상들에 대해 최선의 설명을 제공하기 때문에 그 원인이 진리라고 주장하는 경우에 해당되므로 다윈이 최선의 설명으로의 추론을 사용했다고 분석된다.

#### c. 통합적 설명

다윈은 『종의 기원』1장에서 변이가 유전된다는 것을 설명하면서 유전의 규칙이 넓은 범위에 적용된다는 것을 강조한다.

유전병이나 그 밖의 사실들은 이 규칙이 더 넓은 범위에 적용된다는 것 또 어떤 특질이 특별한 시기에 반드시 나타나는 이유가 없는 경우에도, 자손에서 처음 부모에 나타났던 것과 같은 시기에 나타나는 경향을 보여준다는 것을 믿게 해준다. 나는 이 규칙이 발생학의 법칙들을 설명하는데 가장 중요하다고 확신하고 있다(Darwin 1859, pp. 13-4).

이 언급은 다윈이 ‘넓은 범위에 적용’되는 유전법칙의 통합적 설명력을

파악하는 대목이다. 다윈의 연구 노트에는 ‘생각’은 유전되며 생각이 뇌구조의 일부이고 인간의 본능과 욕망은 진화적 유전의 산물이라고 적고 있다 (Kohn 1989, pp. 224-25; Desmond & Moore 2009, p. 420에서 재인용). 진화가 등뼈의 모양과 같은 신체의 모든 특성뿐만 아니라 습성, 본능, 느낌, 양심, 도덕성과 같은 마음의 모든 특징을 설명해 준다고 생각했다(Darwin 1871).

이러한 다윈의 생각은 유기체의 외형적 특성의 유전을 정신활동과 같은 다른 상황에 적용하여 통합적으로 설명하려는 노력의 일환이다. 그는 유전의 원리로 유기체의 다양한 특성을 연결하고 있다.

#### (5) 핵 2 변이의 공통인과

다윈은 라마르크의 변이개념과는 차별적인 인과적 원인을 제시하려고 시도하며 변이의 법칙을 발견하기 위해 유비를 이용한 최선의 설명으로의 추론을 사용한다. 그리고 변이개념과 진화론을 구성하는 다른 요소와 연결고리를 찾는 통합적 작업을 수행한다. 따라서 다윈의 변이개념 발달과정에서 공통인과의 요소를 모두 찾을 수 있다.

##### a. 인과

다윈은 라마르크의 변이개념을 부분적으로 수용하지만 그의 획득형질에 의한 변이개념과는 차별적인 인과적 원인을 제시한다.

다윈은 가축생물의 사례에서 변이의 원인은 생물이 직면한 환경조건이라 이해하고 “가장 흔한 변이의 원인은 아마도 임신 전에 환경에 의해 영향 받은 암컷과 수컷의 생식기관”이라고 생각했다(Darwin 1859, p. 8). 이로부터 다윈은 ‘환경의 간접적 작용(indirect action of the environment)’가설을 제안하는데, 이 가설은 환경은 부모세대에 변형을 직접 일으키는 것이 아니라 환경이 부모의 생식기관에 작동하여 변이를 만들고 다음 후손에 이 변이가 나타난다는 것이다. 이러한 다윈의 변이개념은 라마르크의 개념과 다르다. 라마르크에 의하면 환경이나 습관이 생물에 ‘직접’ 작용하여 부모 세대에 이미 변이가 나타나고 후손에게 전달된다(Olby 2009, pp. 34-5).

다윈은 라마르크의 변이개념과 자신의 개념을 차별화시키는 과정에서 변이와 유전사이의 이전 진화이론과는 다른 종류의 인과적 고리에 대한 가설을 세운다.

#### b. 최선의 설명으로의 추론

다윈은 『종의 기원』 머리말에서 변이의 미시적 과정은 알 수 없지만 인공 교배는 변이에 관한 중요한 지식을 제공해 준다고 언급한다.

[자연상태에서 생물의] 변화와 상호적응의 방법에 대해 명확하게 통찰하는 것이 매우 중요하다. 나는 가축과 재배식물에 대해 면밀하게 연구함으로써 전혀 알려져 있지 않은 이 문제를 해명하는 데 절호의 기회를 얻을 수 있었다. 이 경우와 함께 다른 복잡한 문제의 경우에도 나는 언제나 사육과 재배의 과정에서 발생하는 변이에 관한 지식이 아무리 불완전한 것이라 해도 가장 훌륭하고 가장 안전한 열쇠를 제공해준다는 것을 알았다(Darwin 1859, p. 4).

유비를 이용해서 가설을 발견하거나 타당성을 주장하는 경우를 최선의 설명으로의 추론의 한 종류로 분류한다. 위의 대목과 『종의 기원』 1장과 4장에서 인공교배와 자연선택 간의 유비를 강조하는 것은 다윈이 변이의 법칙을 발견하기 위해 유비를 이용한 최선의 설명으로의 추론을 사용한 것이다.

다윈은 『종의 기원』 2장 ‘자연 상태에서 발생하는 변이’를 요약하면서 다음과 같이 언급한다.

변종은 종과 똑같은 일반적 형질을 갖고 있다. 왜냐면 변종은 종과 구별되지 않기 때문이다. .... 만일 종이 이전에 변종으로 존재하다가 그렇게 변한 것이라면, 우리는 그 닳은 점을 이해할 수 있으나 만일 종이 개별적으로 창조된 것이라면 이와 같이 닳은 이유를 전혀 설명할 수 없다. .... 이와 같이 하여 이 세상의 모든 생물은 어떤 집단에서 그 하위 집단으로 분할되어 가는 것이다(Darwin 1859, pp. 58-9).

위 대목에서 다윈은 경쟁가설인 창조론에서는 종과 변종이 닳은 이유를 설명할 수 없다고 주장한다.<sup>15)</sup> 반면 자신의 진화론은 그 닳은 이유를 미시

적 수준에서는 설명할 수 없지만 개별적으로 창조되었다는 가설보다는 그럴듯하게 설명하기에 그의 가설이 타당하다고 주장하는 것이다(Hull 1973, p. 340; Olby 2009, p. 37). 이러한 다윈의 논증은 직접 관찰이 불가능한 대상에 대하여 경험적으로 직접 증명할 수는 없지만 현상들에 대해 다른 경쟁 이론보다 최선의 설명을 제공하기 때문에 타당하다고 주장하는 경우에 해당하므로 최선의 설명으로의 추론으로 분석될 수 있다.

### c. 통합적 설명

다윈은 새로운 변이, 변이가 대물림되는 방식, 변이와 적응관계에 대한 연결고리를 찾는다. 이러한 탐구과정은 휴얼이 통합적 설명으로 정의하는 설명의 공통기반을 만들기 위해 분야를 가로지르는 사실들과 사실들에 기반한 이론을 연결함으로써 지식을 통합하는 과정으로 분석될 수 있다 (Whewall 1839).

1838년 다윈의 연구노트에는 환경조건들 때문에 변이가 일어난다고 기록되어 있다(Ruse 2010, p. 286). 환경에 대한 관점을 라이엘과 공유한 다윈은 갈라파고스 섬의 생물처럼 격리된 생물들도 적응력이 증가함을 인식하고 이 문제를 해결하고자 한다.

종간 ‘변이’를 믿고 지리적 분포를 기준으로 무리짓기를 믿게 되면 우리는 변이의 원인을 찾아 나서게 된다. .... 어떻게 하면 새 변이를 생물 적응 사실과 ‘연결’할까? 부모의 바램이 자식에게서 무슨 변화를 낳을 수 있을까? 만일 그렇다면 부모자식사이로 종의 적응이 설명될까?[다윈의 B노트에서] (de Beer et al. 1960-1967, p. 219, p. 227; Ruse 2010, p. 287에서 재인용).

그는 인공교배에서 유용한 작은 변이들을 육종사가 선택하면 잘 적응된 가축을 생산할 수 있다는 이해를 바탕으로 자연상태에서 생물의 적응을 설명하기 위해 변이, 습관, 유전개념들 간의 연결점을 찾고자 했다(Darwin and Seward 1903, p. 118; Ruse 2010, p. 288에서 재인용). 다윈이 변이개

15) 이러한 내용에 대해 다윈진화론의 비판자 켄킨은 창조론에서 현상을 설명 못하는 것은 ‘증거가 없기 때문이고 무지의 고백’이라고 대응한다(Olby 2009, p. 38).



념과 진화론을 구성하는 다른 요소와 연결고리를 찾는 과정에서 통합적 요소를 읽을 수 있다.

#### (6) 핵 2 자연선택의 공통인과

다윈은 자연선택을 진화의 참원인으로 설정하고, 이를 논증하기 위해 육종사의 인공교배와 자연선택과의 유비를 이용해서 최선의 설명으로의 추론을 사용한다. 그리고 다양한 생명현상을 자연선택 개념에 포섭시켜 통합적으로 설명한다. 따라서 다윈이 자연선택개념을 발견하는 과정은 인과, 최선의 설명으로의 추론, 통합적 설명이라는 공통인과 요소를 모두 포함하고 있다.

##### a. 인과

다윈은 『종의 기원』3장 ‘생존경쟁’에서 “자연선택은 언제든지 작동할 준비가 되어 있는 에너지원(natural selection is a power ready for action)”이라고 표현한다.

인간이 선택에 의해 확실하게 놀라운 결과를 얻을 수 있다는 것을 알고 있다. 인간은 작지만 유용한 변이를 축적함으로써..... 생물을 우리에게 필요한 방향으로 변화시킬 수 있다. 하지만 자연선택은 언제든지 ‘작동할 준비가 되어 있는 에너지원’이다. 자연작품들이 예술 작품들과는 비교되지 않을 정도로 훌륭하듯이 자연선택의 힘은 인간의 미약한 노력과 비교되지 않을 정도로 우수하다(Darwin, 1859, pp. 61-2).

작동하는 에너지원이라는 다윈의 표현은 자연선택의 원동력이 카트라이트의 인과역량에 기반함을 나타낸다.

다윈은 자연선택이 참원인(Vera Causa)으로서 가설적인 인과 과정이며 동일한 종류의 효과를 만들 수 있다는 점을 밀의 저작에서 인용한다(Darwin 1860; Hull 2003, p. 191에서 재인용). 허셜의 과학방법론에 근거하는 다윈은 설명의 핵심은 참원인을 제공하는 것이며 참원인의 본질은 ‘힘’, 즉 인과역량이라고 기술한다. 뮐서스의 인구압이라는 힘에 의한 무한 경쟁과 생물세계의 자연선택이라는 힘에 의한 선택압 간의 다윈의 유비추

론은 두 이론의 참원인을 매개로 고안되었다(Ruse 2004, p. 297; Hull 2003, p. 185).

b. 최선의 설명으로의 추론

자연선택 개념의 설명력과 인공교배와 자연선택 간의 유비를 통해서 진화론의 타당성을 주장하는 다윈의 방법론은 최선의 설명으로의 추론을 사용한 것이다.

가축생물도 종과 정확히 똑같은 수단으로 만들어진다는 것이 내 이론에서 아름다운 부분이다..... 변종은 두 가지 방식으로 만들어진다. 종 전체가 동일한 영향에 종속될 때에는 국지적 변종. 지역을 바꾸면 이런 일이 일어날 것이다. 그러나 그레이하운드와 파우더 비둘기는 그렇게 해서 나온 것이 아니라 혼련, 교잡, 순수혈통을 유지하는 방법으로 만들어진다. 자연에도 이것과 유비적인 과정이 있을까? 만일 있다면 자연은 근사한 결과물을 만들어 낼 수 있을 터..... 여기 내 이론을 내놓는다. 더 없이 참된 이론이다 (Darwin E노트 1838, p. 71, p. 118; Ruse 2010, p. 299에서 재인용).

자연선택의 확증에 관한 논란이 있었지만 인공교배의 유비가 자연선택의 강력한 증거라고 생각한 다윈은 자신의 이론이 본질적으로 증명되었다고 확신한다(Ruse 2010, p. 453). 자연선택 이론이 형성되는 과정을 유추에 근거한 귀추적 관점에서 보면 다음과 같이 이해될 수 있다. 다윈은 새로운 가축품종들이 육종사의 인위적인 선택을 통해 생겨난다는 것을 인식하고 ‘자연중’이 가축생물의 ‘품종’과 유사하며 종의 출현이 일종의 선택을 통해 생겨난다는 가설에 도달하게 된다(Thagard 1988; Ridley 2007).<sup>16)</sup> 인공교배의 유비는 유추에 근거한 귀추법으로 최선의 설명으로의 추론 사례 중 하나이다.

다윈은 최고의 증거는 경험에 의한 직접적 증거보다는 설명력에 근거한다고 주장한다(Darwin, F. and Seward, A. C. 1903, p. 184; Ruse 2010, p.

16) 다윈은 자신의 이론을 빛 파동이론과 비교하면서 타당성을 주장한다. 소리가 파동이라는 가설이 성공적으로 설명되었으므로 빛이 파동이라는 가설도 타당성을 가지는 유추적 귀추방법이다. 빛 파동이론도 빛의 전파나 반사는 소리의 전파나 반사와 유추관계에 있다는 유추적 귀추법으로 타당성을 주장할 수 있다.

391에서 재인용).

솔직히 말하면 난점들과 반론들은 대단하다. 하지만 이론이 잘못 되었는데도 그처럼 많은 부류의 사실들을 설명해 내리라고는 믿을 수 없다.(Darwin, F. 1887, p. 455; Ruse 2010, p. 391에서 재인용)

이렇게 다윈은 직접적 경험 증거에 의해서 이론이 참임을 증명할 수 없지만 현상들에 대해 최선의 인과적 설명을 제공한다는 점에서 그 정당성을 주장한다.

### c. 통합적 설명

다윈의 자연선택개념과 이를 논증하는 방법론은 통합적 요소가 포함된다. 그는 통합적 설명의 원리에 따라 더 많은 현상을 단일한 원인으로 설명할수록 이론이 더욱 타당하다고 생각했다.

『종의 기원』5장, 그리고 10장에서 13장까지는 겉보기에 유사성이 없는 다양한 현상들이 하나의 원인으로 설명되어 서로 연결되어 있음을 보이고자 한다(Enderby 2006, pp. 81-2; Lennox 1992, pp. 271-2).

자연선택이 실제로 자연계에서 다양한 종류의 생물을 변화시키고 수많은 조건과 토지에 적응시키는 데 그러한 작용을 했는지의 여부는 뒤에 나오는 여러 장에서 얘기할 증명의 과정과 비교고찰을 통해 판정되지 않으면 안된다(Darwin 1859, p. 127).

자연선택이 “다양한 종류의 생물을 변화시키고 수많은 조건과 토지에 적응되는 데 작용한다”는 표현에서 휴얼의 통합적 설명에 대한 정의인 설명의 공통기반을 만들기 위해 분야를 가로지르는 사실들을 연결함으로써 지식을 통합하는 다윈의 의도를 볼 수 있다.

1842년 『종의 기원』초안을 저술할 때 다윈은 행동학, 고생물학, 생물지리학, 해부학, 계통분류학, 발생학 등에 제시한 설명들에서 자연선택을 적용할 수 있는 방법을 보이려고 노력했다. 그는 이론에서 필수적인 통합적 설명을 바탕으로 생물현상의 다양한 영역이 자연선택이라는 단일한 메커

니즘으로 연결되어 있음을 보이려고 했다(Ruse 2010, p. 303). 리들리 또한 다윈은 자연선택이 모든 생물체의 적응구조와 생물의 다양성을 충분히 설명할 수 있음을 증명하고자 했다고 평가한다(Ridley 2007, p. 32).

#### 4. 결론

다윈 진화론을 라카토슈 연구프로그램 방법론으로 분석한 결과에서 다윈 진화론 발견과정은 진화론의 견고한 핵을 채택하고 보호대 설정을 통해 보완해가는 과정으로 파악할 수 있다. 이 과정은 다윈이 자신의 이론에서 주요 핵심 아이디어를 기초로 견고한 핵을 설정하고, 핵이 설명하지 못하는 세부적인 사항을 보완하여 설명하는 가설들을 보호대로 설정하면서 이론을 보강 진행해 나가는 긍정적 발견법의 과정이다. 그리고 다윈의 가장 기본적 아이디어를 견고한 핵으로 선정함으로써 견고한 핵을 반증하지 않는다는 부정적 발견법의 지침을 따르며 이론이 보강 확립되는 과정으로 분석된다.

다윈 진화론을 변형재구성으로 분석한 결과에서 다윈은 라이엘과 라마르크의 생존경쟁의 초점과 단위, 멸종의 원인개념을 변형재구성하여 살아남은 개체에 초점을 둔 종내 생존경쟁, 환경변화 없이도 일어나는 멸종을 중심으로 한 자연선택개념에 도달한다. 이 과정에서 매개체 역할을 한 것은 멜서스 독서를 통한 다윈의 종내 경쟁에 대한 중요성의 인식이었다. 다윈 진화론에서 다윈은 자연선택을 진화의 ‘참원인(Vera Causa)’으로 설정하고, 이를 논증하기 위해 인공교배와의 유비를 이용해서 최선의 설명으로의 추론을 사용한다. 그리고 자연선택이라는 ‘참원인’으로 많은 생명현상을 통합적으로 설명함으로써 자연선택개념을 제시한다. 다윈 진화론에서 공통인과 요소인 자연선택을 중심으로 진화론을 구성하는 다른 요소와 연결 시킴으로써 다윈은 자신의 진화론을 통합한다.

다윈의 사례를 과학이론 발견법의 요소인 변형재구성과 공통인과의 요소로 분석한 결과 위대한 과학자의 뛰어난 업적은 앞선 이론들의 변형재구

성 관점으로 해석될 수 있었다. 그리고 과학이론의 발전에서 점진적 변화와 동시에 혁명적 변화를 모두 담아내는 라카토슈 연구프로그램의 관점에 따라 과학이론의 발전이 점진적인 선행이론의 변형재구성을 통해 이루어짐을 확인할 수 있었다. 그와 동시에 다윈의 통찰력이 돋보이는 과학이론의 견고한 핵인 공통인과적 요소의 발견으로 이론이 도약적으로 발달한다는 것 또한 분석을 통해 파악할 수 있었다. 이러한 분석을 통해 두 가지 발견법의 요소가 유기적으로 연결되어 변형재구성의 궁극적 목표가 이론의 공통인과를 추출하는 과정으로 집약될 수 있으며 공통인과를 추출하기 위해서는 기존개념의 변형재구성이 필수적임을 확인할 수 있다.

투 고 일: 2015. 10. 27  
심사완료일: 2015. 11. 16  
계재확정일: 2015. 11. 17

박미라 · 양경은  
내성고등학교 · 한국교원대학교

## 참고문헌

- Barlow, N. ed.(1958). The autobiography of Charles Darwin 1809-1882. With Original Omissions Restored. London: Collins.
- Bowler, P. J.(1990). Charles Darwin: The Man and His Influence. Cambridge University Press. 한국동물학회 역(1999). 찰스 다윈. 전파과학사.
- Browne, J.(1995). Charles Darwin: Voyaging. Alfred a Knopf, Inc. 임종기 역(2010a). 찰스 다윈 평전 1 : 종의 수수께끼를 찾아 위대한 항해를 시작하다 1809~1858 출생에서 비글호 항해까지. 서울: 김영사.
- Browne, J.(2002). Charles Darwin: The Power of Place. Alfred a Knopf, Inc. 이경아 역(2010b). 찰스 다윈 평전 2: 나는 멸종하지 않을 것이다 1859~1882 《종의 기원》 출간에서 말년까지. 서울: 김영사.
- Burkhart, F., ed.(1996). Origins : selected letters of Charles Darwin, 1822-1859. Cambridge University Press. 김학영 역(2011). 찰스 다윈 서간집 기원 : 진화론을 낳은 위대한 지적 모험 1822~1859. 파주: 살림.
- Butts, R.E.(1968). William Whewell's Theory of Scientific Method. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Cartwright, N.(1989). Natures capacities and their measurement. Oxford Clarendon Press.
- Chalmers, A. F.(1999). What is this thing called Science? (3th ed.). University of Queensland Press. 신중섭, 이상원 역(2003). 과학이란 무엇인가?. 서울: 서광사.
- Cohen, I. B.(1980). The Newtonian revolution : with illustrations of the transformation of scientific ideas. New York : Cambridge University Press.

- Gould, S. J.(1987). Time's arrow, time's cycle : myth and metaphor in the discovery of geological time. Harvard University Press.  
이철우 역(2012). 시간의 화살 시간의 순환: 지질학적 시간의 발견에서 신화와 은유. 서울 : 아카넷.
- Darwin, E.(1794). Zoonomia. the law of organic life.(2). London.
- Darwin, F.(1887). The life and letters of charles Darwin. including an autobiographical chapter London: Murray.
- Darwin, F., and Seward, A.C.(1903). More letters of charles Darwin. London: Murray.
- Darwin, R. C.(1859). The Origin Of Species by means of natural selection. varioum text, ed. M. Peckham. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Darwin, R. C.(1859). On The Origin Of Species. Harvard University Press. 송철용 역(2009). 종의 기원. 동서문화사.
- Darwin, R. C.(1871). The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex. Jone Murray Albermarle Street. London. 김관선 역 (2006). 인간의 유래. 파주 : 한길사.
- Darwin, R. C.(1910). Coral Reefs: Volcanics Islanda; South America Geology. London: Murray.
- Dawkins, R.(1976). The Selfish Gene. Oxford University Press. 홍영남, 이상임 역(2010). 이기적 유전자. 서울: 을유문화사.
- Dawkins, R.(1986). The blind watchmaker. Longman.
- Desmond, A. & Moore, J.(1991). Darwin: The Life of a Tormented Evolutionist. W. W. Norton & Company, Inc. 김명주 역(2009). 다윈평전: 고뇌하는 진화론자의 초상. 서울: 뿌리와이파리.
- Endersby. J.(2009). Darwin on generation, pangensis and sexual selection In The Cambridge Companion to Darwin, edited by J. Hodge and G. 69- Cambridge University Press.
- Harrison, J. F. C.(1971). The Early Victorians 1823-1851. London:

Weidenfeld and Nicolson.

- Herbert, S.(1971). 'Darwin, Malthus, and selection'. *Journal of the History of Biology*. 4. 209-217.
- Herschel, W.(1831). *Preliminary Discourse on the Study of natural philosophy*. London: longman, Rees, Ome, Brown, and Green.
- Hodge, M. J. S. (1977). *The Structure and Strategy of Darwin's Argument*. *British Journal for the History of Science* 10. 237-746.
- Hodge, M. J., Radick, G.(2009). *The Cambridge companion to Darwin*. Cambridge ; New York : Cambridge University Press.
- Hull, D. (1973). *Darwin and his critics*. Cambridge Harvard University Press.
- Hull, D. L.(2003). Darwin's science and Victorian philosophy of science. In *The Cambridge Companion to Darwin*, edited by J. Hodge and G. Radick, 173-196. Cambridge University Press.
- Janssen, M.(2002). COI Stories: Explanation and Evidence in the History of Science. *Perspectives on Science*. 10(4). pp. 457-522.
- Jenkin, F.(1867). Review Of *On The Origin Of Species*. North British Review. By Charles Darwin. In Hull, 303-350.
- Kohn, D.(1989). Darwin' Ambiguity : the Secularization of Biological Meaning *BJHS*, 22, 215-39.
- Kohn, D.(2009). Darwin' Keystone: The Principle of Divergence. In *The Cambridge companion to the "Origin of species*, edited by Ruse, M. Richards R. J. Cambridge University Press.
- Lakatos, I. & Musgrave, A.(1970). *Criticism and The Growth of Knowledge*. Cambridge University Press.
- Lakatos, I.(1978). *The Methodology of Scientific Research Programmes*. Cambridge University Press. ed. Worrall, J. & Currie, G. C. 신중섭 역(2002). *과학적 연구 프로그램의 방법론*. 서울: 아카넷.



- Lennox J.(1992). Philosophy of Biology. In Introduction To the Philosophy Of Science. by Members of the Department of the History & Philosophy of Science of the University of Pittsburgh. 269-309. Prentice-Hall, Inc.
- Lyell, C.(1832). Principles of Geology. 1st ed. London: John Murray.
- Malthus, T. R.(1826). an essay on the principle of population. 6th ed. London.
- Mill. J. S. (1872). System Of Logic. 8Th Ed. London: Longmans, Green, Reader, And Dyer.
- Miller, G.(2001). The Mating Mind: How Sexual Choice Shaped the Evolution of Human Nature Paperback. 김명주 역(2004). 연애. 동녘 사이언스.
- Newton-Smith, W. H. (1983). The Rationality of Science. Routledge. 대우학술총서 번역(1998). 과학의 합리성. 민음사.
- Olby, R.(2009). Variation and Inheritance. In The Cambridge companion to the “Origin of species, edited by Ruse, M. Richards R. J. 30-46. Cambridge University Press.
- Radick, G.(2009). Is the theory of natural selection independent of its history? In The Cambridge Companion to Darwin, edited by J. Hodge and G. Radick, 147-172. Cambridge University Press.
- Ridley, M.(2005). How to read Darwin. 김관선 역(2007). How to read 다윈. 서울 : 웅진씽크빅.
- Rosenberg, A.(1985). The Structure of Biological Science. Cambridge University Press.
- Ruse, M.(1979/1999). The Darwinian Revolution: Science Red in Tooth and Claw (2nd ed.). University of Chicago Press. 류운 역(2010). 진화의 탄생. 서울: 바다출판사.
- Ruse, M. & Richards, R. J.(2009). The Cambridge companion to the “Origin of species”. Cambridge ; New York : Cambridge

University Press.

Salmon, W.C.(1984). *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton: Princeton University Press.

Sober, E.(2000). *Philosophy of Biology*. Westview Press. 민찬홍 역  
(2004). *생물학의 철학*. 서울: 철학과 현실사.

Vorzimmer, P.(1969). Darwin, malthus, and the theory of natural selection. *J. Hist. Ideas* 527-542.

Waters, K.(2006) The Arguments in the Origin of Species. In *The Cambridge Companion to Darwin*, edited by J. Hodge and G. Radick, 116-139. Cambridge University Press.

Whewall, W.(1840). *Philosophy of Indutive Science*. London: Parker.

## ABSTRACT

Darwin's Discovery of Evolution  
– Transformation/Synthesis and Common Cause

Park, Mi-Ra

Yang, Kyoung-Eun

The aim of this essay is to identify elements of methodologies to investigate the development of Darwinian evolutionary theory. This methodology involves the transformation and synthesis of preceding theories and the discovery of common causes. My essay attempts to confirm my assertion by analyzing historical case of Darwin's discovery of his evolutionary theory. This study consists of two parts. First, Lakatosian research program has been applied in order to analyze each case. Second, the aforementioned methodologies of discovery are distilled from the case study. The elements of the method of discovery consists of the transformation of preceding theories and the identification of common causes in the formation of the research program's hard cores and protective belts. Darwinian transform their predecessors' concepts in order to identify appropriate common causes in the scientific theory. These transformed theoretical concepts can be synthesized with elements of common causes, providing a foundation of Darwinian evolutionary theory.

**Keywords:** Darwinian evolutionary theory; Transformation/Synthesis; Common Cause; Lakatosian Research Program