

진화 교육에 관한 최근의 연구 동향 분석

이순남*

서울신림고등학교

A Review on Recent trend about the education of evolution

Lee Sun Nam*

Sillim High School

<ABSTRACT>

The purpose of this study is to make sure Korean evolution education's direction by reviewing cause, sort and improvement method about misconception of evolution in recently published American research papers about evolution

The cause about misconception of evolution causes regular biology classes is that preservice students can't have corrected their misconceptions because professors have not acquainted with their alternative concept. Therefore, if they become teachers, they have included creationism in biology classes not for understanding nature of science or reject Darwinian evolution in biology classes for the non-scientific beliefs associated with their religion. Also Teachers don't understand evolution as unifying theme in biology and aren't aware of importance of evolution, so they don't take time, effort enough to teach Darwinian evolution.

The cause of misconception is not only teacher but also textbook. Textbook contains evolution as simple knowledge, but not as unifying theme in biology. And it emphasizes microevolution than macroevolution, so students have many misconception about macroevolution

Because of these cause, students regard the theory of evolution as theory with weak evidence. Even though they accept the theory of evolution, they think that unit of evolution is not population but individuals and human has not evolved. And students think principle of evolution as 'Use and Disuse' or 'Goal-directed'

* 교신저자 e-mail: solijoy@hanmail.net

America has studied the ideal time to learn the theory of evolution and has tired inquiry-based learning for decreasing misconception. Korea also has studied education of evolution and is aware of evolution as an important concept. But actually the importance doesn't apply to regular curriculum and preservice student curriculum. Therefore follow-up study needs how to apply them in a field research.

keywords: evolution education, misconception, biology, explanation of evolution, cause of misconception, inquiry, textbook, biological teacher

I. 서론

진화는 현대 생물학의 모든 영역에서 이해의 기초가 되어 학생들이 생명 현상을 논리적으로 사고할 수 있게 해주고, 생물 개념을 통합적으로 이해할 수 있게 해 주며, 과학의 본성을 인식하게 할 수 있는 생물학의 중심 개념이다.(Kennedy et al. 1998; Rutledge & Mitchell, 2002; Rutledge & Warden, 2002; Dobzhansky, 1973) 그럼에도 불구하고 미국에서는 진화론과 종교와의 개념적 갈등으로 인한 대중과 성직자, 교육자 등 모든 범위의 학습자에게는 무수한 대안 개념들이 존재하며, 진화를 수용하고 이해하는 수준이 낮은 특징이 있다. (e.g., Bishop & Anderson, 1990; Brooks, 2001; Brumby, 1984; Clough & Wood-Robinson, 1985; Dagher & BouJaoude, 1997; Demastes, Settlage, & Good, 1995; Grose & Simpson, 1982; Nehm & Reilly, 2007; Nehm & Schonfeld, 2007; Newport, 2004; Sinatra, Southerland, McConaughy, & Demastes, 2003; Zimmerman, 1987) 마찬가지로 우리 교육의 현실에서도 진화 개념은 오랫동안 과학과 종교 간의 갈등 속에서 ‘진화론’이 아니라 ‘진화 가설’로 받아들여지고 있는 측면이 많으며, 단지 ‘시험을 위한 개념’으로써만 인식되어 과학적 이론과 일상 생활 속 이론이 분리되는 모순을 겪고 있다. 더군다나 진화의 일부 핵심 개념은 비직관적인 특징이 있으며, 또한 진화의 많은 개념은 비정규 교육과정에서 형성되어 고착된 선개념이 많아 특히 오개념이 많이 드러나는 영역이다. (Settlage, 1994; Brumby, 1984; 이미숙 등, 2004; 이미숙 등, 2005; 이미숙과 이길재, 2006; 하민수와 차희영, 2006)

이에 본 연구는 생물학에서 진화 교육이 큰 쟁점이 되고 있는 미국의 연구 문헌을 조사하여 학생들이 오개념을 가지게 되는 근원과 대표적인 오개념 및 이를 교정하기 위한 방법 측면에서 고찰하여 한국의 진화 교육의 나아갈 방향을 모색하고자 한다.

II. 연구 방법

최근의 미국 진화 교육을 중심으로 고찰하기 위하여 ‘evolution’과 ‘misconception’을 키워드로 하여 2005년 이후에 발표된 연구 논문을 1차 검색하였다. 결과의 신뢰성을 위하여 SCI 또는 SSCI에 등재된 저널 중에서 ‘오개념의 원인 밝히기’, ‘오개념 찾아내기’, ‘오개념 개선하기’의 내용을 다룬 논

문을 선별하여 각각의 논문에서 주제에 관한 서로 다른 측면을 조명한 논문 5편을 2차 선택하여 3가지 주제 측면에서 정리한 후, 선택한 5편의 문헌에서 나타난 references 목록 중에서 2000년 전후의 최근 것을 중심으로 추가적인 문헌 분석을 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 학생들이 진화에 관한 오개념을 갖게 되는 원인은 무엇일까?

학생들이 생물 개념을 형성하는 과정은 크게 공식적인 교육기관을 통한 학습 과정과 일상생활 속에서 경험하게 되는 여러 비공식적 학습과정을 통해 이루어진다. 그러므로 이러한 과정에서 개념 형성에 관여하는 것이 무엇인지를 고려한다면 오개념을 갖게 되는 원인도 파악할 수 있을 것이다. 공식적인 교육기관에서는 생물교과서와 생물교사가 학생들의 개념 형성에 지대한 영향을 미치는 요소들로서 작용을 하며, 비공식적 학습 과정에서는 사회적, 정치적, 종교적 맥락 속에서 형성된 사회적 분위기와 그것이 반영된 여러 매체를 통해 학생들의 인지수준에 적합한 형태로 지식이 형성된다. 특히 본 연구의 주제인 ‘진화’의 개념과 관련된 오개념은 ‘종교적 맥락’의 고려가 정규 교육과정과 비정규 교육과정에 모두 큰 영향을 주는 요인으로 작용한다.

학생들의 학습에 실제로 가장 큰 영향을 주는 것은 교사이다. 교사는 교과서 속에 나열된 지식과 개념을 가공 없이 주입하는 지식의 단순 전달자가 아니라, 내용을 재구성하고 학생의 인지구조와 오개념을 파악하여 개념에 따른 다양한 교수학습 방법을 적용함으로써 학생이 정확한 과학적 개념을 수용할 수 있게 해주는 지적 조력자이자 교수학습 전문가이다. 또한 학생들도 교사를 지적 권위자로 인정하는 경향이 있어 교사의 입을 통해 형성된 지식을 진리로 생각하는 경우가 많다. 그러므로 교사가 과학의 본성(Nature of Science)과 진화론의 개념을 정확하게 이해하지 못하고 있거나 교사의 세계관이나 종교관이 과학 학습에 영향을 준다면 학생들의 오개념을 새롭게 형성하거나 기존 오개념을 더욱 강화시키는 결과를 가져올 수 있다.

최근 미국에서는 생물 수업에서 다윈의 진화론만을 가르치는 것이 옳은 것이라는 법적인 해석이 늘어나고 있어 창조론은 생물 교육과정에서 밀려나고 있다. 이러한 분위기에 생물학자들은 환호하고 있으나 실제로 학교현장에서도 이것이 반영되어, 창조론을 배우지 않고 있거나 생물의 다양성을 해석하는 수단으로 창조론의 영향력이 정말로 사라지고 있을까? Randy와 Sehoya는 이러한 부분에 의문을 갖고 정규 생물 수업에서 창조주의가 얼마나 큰 영향력이 있는가를 Minnesota 대학 Twin Cities 캠퍼스의 생물 전공학생과 생물을 전공하지 않는 학생을 대상으로 조사한 결과, 전공에 상관 없이 약 2/3만 고등학교 시절 창조론은 제외하고 진화론만 배웠고, 나머지는 창조론과 진화론을 모두 배우거나 혹은 모두 배우지 않았고, 심지어는 창조론만 배운 경우도 있었다. (Randy, Sehoya. 2009) 미국의 지난 10년간의 과학교육 개혁, 주 단위 교육 기준, 그리고 많은 전문적 기관이 창조론은 종교일 뿐 과학이 아니라고 주장했음에도 불구하고 많은 생물 교사는 그들의 종교적 믿음 때문에 비과학을 선택하고 과학적 이론을 버린 것이다.

더욱 우려되는 점은 <Table 1>에서 확인할 수 있듯이 생물 전공자와 생물 비전공자의 진화에 대한 관점이 크게 다르지 않으며 생물전공자도 모순된 믿음을 많이 가지고 있다는 점이다. ‘인간도

오랜 시간에 걸쳐 발생한 진화의 산물이다’라는 진술에 동의하지 않는 약 30% 학생들의 진화에 관여한 오개념(‘인간은 진화의 산물이 아니다’라는 믿음)은 대학 생물 수업 과정에서 많이 수정되고 바뀌겠지만, 일부는 바뀌지 않고 심지어 생물교사로서 그러한 믿음을 지속시키고 생물수업에 반영하여 진화에 관한 학생의 오개념 형성에 영향을 준다.

<표 1> Responses of biology majors and non-majors to the MATE instrument. Numbers in the are percentages of students who agreed with each statment. (Moore & Cotner(2009))

	MAJORS	NON-MAJORS
My high school biology course included ...		
evolution but not creationism.	68	65
creationism but not evolution.	3	2
evolution and creationism.	16	21
neither evolution nor creationism.	13	12
Modern organisms are the product of evolutionary processes that have occurred over millions of years.	87	78
Humans are the product of evolutionary processes that have occurred over millions of years.	72	73
The theory of evolution cannot be correct since it disagrees with the Biblical account of creation.	14	11
With few exceptions, organisms on Earth came into existence at about the same time.	17	21
The age of the Earth is at least four billion years.	59	64
Evolution is a scientifically valid idea.	68	70

이러한 학생과 교사 사이에 꼬리를 물고 나타나는 ‘과학적 지식과 종교적 믿음 사이의 갈등’은 과학적 지식을 습득하는 과정에서 단지 정보를 수집할 뿐 지식이 만들어지는 의미 있는 경험에 교사와 학생 모두 노출된 적이 없기 때문이다. 과학 이론은 그것을 지지하는 충분한 증거의 축적을 통해서 이루어진다. 이러한 과학의 본성에 기반을 둔 학습으로 진화를 이해할 수 있도록 탐구 중심, 토론 중심으로 교과서가 구성되어 있지 않아 학생들은 과학자들이 생물의 다양성을 지지하는 최적의 설명이 자연선택을 통한 진화라고 생각하는 이유를 이해하지 못하고 ‘진화론은 단지 이론 뿐이다’라고 생각한다. 즉 ‘진화론’을 과학으로 받아들이지 않고, ‘창조론’과 마찬가지로 증명될 수 없는 하나의 ‘가설’로서 받아들인다. (Erin, Kanesa . 2009)

구성주의 관점에서 보면 대학교수들의 1/3이상이 학생의 진화에 관한 배경에 대해 무지한 것도 한 원인이 될 수 있다. 조사에 의하면 교수들은 학생이 고등학교 시절 창조주의에 노출된 정도가 거의 없다고 생각한다. (Lydia. 2009) 이러한 잘못된 선개념에 대한 이해 부족은 예비교사의 오개념이 수정되지 않고 오히려 더욱 고착화되는 결과를 가져오게 된다.

진화론이 생물학에서 차지하는 중요성에 대한 인식 부족도 교사가 학생에게 진화에 관한 정확한

개념 형성을 위해 충분한 시간과 노력을 할애하지 않도록 만들었다. 조사에 의하면 고등학교 교사의 오직 1/4만이 생물 수업에서 주제를 통합하는 수단으로 진화를 사용한다. (Berkman, Pacheco & Plutzer, 2008) 비슷한 예로 54명으로 구성된 교사 집단을 대상으로 한 조사에 의하면 교사들은 최근의 생물학 39주제 중에서 28 주제만 생물 수업에 중요하다고 선정 하였고, 교사들 중 1/5 이상은 그 28 주제 중 하나에 진화를 포함하지 않았다. (Eileen, 2007)

비슷한 맥락에서 소진화 과정을 강조한 결과 교사와 학생 모두 대진화와 종분화에 대한 이해가 부족하게 되었다. (Erin, Kanesa, 2009) 진화 생물학은 넓게는 두개의 원리로 나누어지는데, 개체군 내에서 형질 분포가 상대적으로 짧은 기간 동안 어떻게 바뀌는지 이해하는 소진화와 새로운 분류군이 오랜 시간에 걸쳐 어떻게 발생하는지를 이해하는 대진화이다. 교과서 속에서 소진화는 그 중요성과 비중이 비교적 강조되었으나 대진화는 화석발견, 종분화, 종사이의 유연관계 같은 주제들이 많은 미디어에 관심을 받는 영역임에도 불구하고 교과서에서 비중 있게 다뤄지지 않는다. 뿐만 아니라 생물 교육학 측면에서도 소진화에 관해서는 많은 오개념 사례들이 연구되고, 오개념의 종류를 분류해왔으며 오개념을 수정하기 위한 많은 시도들이 있었으나(e.g., Greene, 1990; Ferrari & Chi, 1998; Lawson & Thompson, 1998; Anderson, Fisher & Norman, 2002) 대진화는 그런 관심을 거의 받지 않았다.

2. 진화에 관한 학생들의 오개념은 무엇일까?

위에서 언급한 것처럼 소진화 과정에 관한 오개념 사례들은 지금까지 많이 연구되어 왔다. 연구자는 오개념 연구 문헌에서 언급된 학생들의 진화 관련 오개념을 ‘진화의 대상’, ‘진화의 원동력’, ‘진화의 해석’ 이라는 3가지 측면에서 분류하려고 한다.

1) 진화의 대상에 관한 오개념

Jennifer와 Pamela(2007)의 연구에서 모집단 학생들에게 진화론에 대한 설명을 요구했을 때 일부의 학생은 “진화는 모든 생물에게 나타나지만 인간은 신이 창조했다.”라고 대답하거나 “신이 원숭이를 만들었고, 많은 시간이 흐른 후에 원숭이는 인간이 되었다.”라고 대답했다. 이는 앞서서 언급한 오개념의 형성 원인에서 알 수 있듯이 진화론과 창조론 사이에서 학생들이 개념의 충돌을 일으키고 있거나 진화를 성장이나 개선의 의미로 생각하여 인간중심적인 사고의 영향으로 인간은 진화적으로 완벽한 형질이므로 진화하지 않는다고 생각하고 있음을 알 수 있다.

또한 학생들은 자연선택이 적용되는 단위가 개체라고 생각하는 경향이 있다. Jennifer, Pamela(2007)의 연구에서 진화를 묘사함에 있어서 학생들은 ‘적응’을 언급했는데, 이들의 대부분은 개체군이 아니라 개체가 환경에 적응한다고 하였다. 이는 학생들이 자연선택을 설명할 때 종(혹은 개체군)과 개체 사이의 구분을 명확하게 하지 못하기 때문이다. 이러한 이유는 선행 연구를 통해 충분히 확인되었는데, 교사가 학생에게 자연선택을 설명할 때 분명한 구분 없이 유기체의 수준을 종에서부터 유전자 범위까지 바꿀 때 도입된다. (Andersson & Wallin, 2006) 이것은 아마도 소진화로 부터 대진화로의 도약이 학생의 인지수준에는 너무나 큰 다리 놓기 과정인 것 같다.

2) 진화의 원동력에 관한 오개념

Erin, Kanesa (2009)의 연구에서 “개체의 변화는 무엇 때문에 야기되는가?” 라는 질문에 과반수가

오개념을 나타냈다. 학생들은 ‘개체는 자신의 일부를 바꾸는 방법을 배워서’, ‘개체는 자신의 일부를 잃어버려서’, ‘개체는 오랜 시간에 걸쳐 자신의 몸을 바꿔서’라는 대답을 했는데 이는 ‘개체가 환경 변화에 적극적으로 반응하여 형질을 변화시키는 내재적인 힘’이 있다는 생각이 기저에 깔려 있는 답변이다. 이는 다윈의 진화론 이전에 진화를 설명했던 라마르크적 사고로서, Erin & Kanasa(2009)의 연구에서 오개념 수정을 위한 탐구적 수업 방법을 적용한 이후에도 학생들의 이러한 오개념은 다른 오개념과는 다르게 크게 변하지 않았다. 학생들은 진화가 돌연변이에 의한 변화라는 개념을 획득하긴 했지만 여전히 ‘환경 변화에 대해 직접적으로 개체가 돌연변이 되는 능력이 있다’라고 대답함으로써 라마르크적 사고가 매우 견고한 오개념인 것이 확인되었다.

Jennifer, Pamela(2007)의 연구에서 학생들의 약 1/5은 진화를 설명할 때 ‘생존 적합성’을 언급했는데, 이들 중 아무도 ‘적합성’이 ‘생식’에 관계된 것이라는 이해를 보여주지는 않았다. 오히려 그들은 간접적으로 힘과 스피드 같은 ‘물리적 적합성’을 진화과정의 성공을 암시하는 열쇠인 것처럼 표현했다.

3) 진화론에 관한 해석상의 오개념

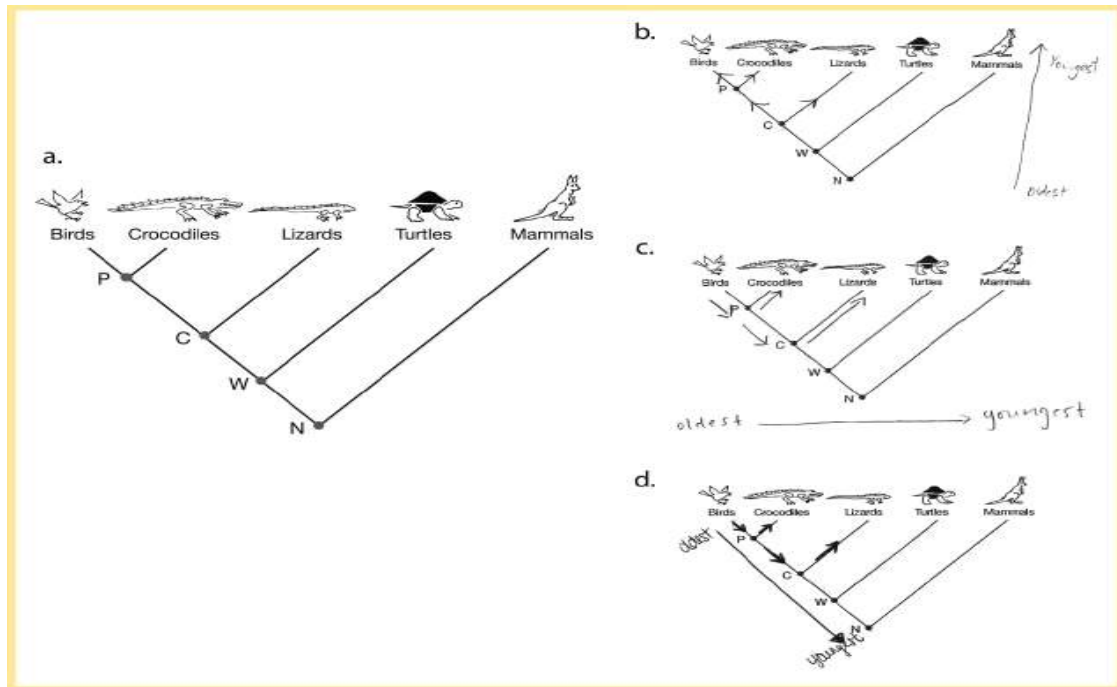
“나는 진화론을 믿는다. 하지만 지금은 왜 진화가 일어나지 않는지 궁금하다.” Jennifer, Pamela(2007)의 연구에서 일부 학생은 진화론에 관한 의심을 이렇게 표현했다. 진화가 수십, 수천만 년 이상의 오랜 시간에 걸쳐 일어났으며 항상 같은 방향으로 형질이 변하는 것은 아니라는 사실을 이해하지 못할뿐더러 ‘진화는 인간이 원숭이로부터 발생했다는 것이다’라는 오개념(인간은 원숭이로부터 진화한 것이 아니라 인간과 원숭이는 공통조상을 갖고 있는 것이다.)을 갖고 지금의 원숭이는 왜 사람이 되지 않느냐고 반문을 한다.

또한 많은 학생들은 진화를 ‘논쟁의 대상’, ‘증거가 빈약한 이론’이라고 말한다. 한 학생은 창조론과 진화론을 같은 선상에 두며 “진화 연구에는 많은 구멍이 있다. 진화가 과거에 대한 과학적 가정을 만드는 것이나 종교나 영적 믿음을 기초로 하여 만들어진 창조론과 별반 다르지 않다.”라고 요약했다. 본 연구자는 이러한 오개념이 앞서 진술한 종교적 믿음과 더불어 탐구와 토론 과정 없이 이루어지는 진화교육으로 인해 진화가 단순히 ‘가설’로서 학생들에게 받아들여지고 있다고 판단된다.

하지만 본 연구자의 예상과는 다르게, 상당히 많은 학생들이 갖고 있을 것이라고 기대한 ‘지적 디자인(intelligent design)’또는 그것과 닮은 어떤 다른 생각을 묘사한 학생이 Jennifer, Pamela(2007)의 연구에서는 없었기에 이러한 패러다임이 대중문화 또는 교육에 깊이 침투되지는 않은 것 같다.

위 3가지 오개념 분류와는 별도로 계통수에 관한 오개념 조사도 있었다. Eli, Judy, Jon, Joel(2007)는 대학 수준의 진화 생물학을 가르치기 위한 시뮬레이션 실험 소프트웨어인 EvoBeaker를 만드는 과정 속에서 ‘계통수(Evolutionary Trees)’에 관한 대학생들의 오개념을 확인했는데, 이 역시도 학생들의 대진화 이해 부족에서 기인한 것으로 보인다. 학생들은 계통수 해석에서 4개의 일반적인 오개념을 나타냈는데 그 중 하나는 부정확한 시간 맵핑(Mapping)이다. (Figure 1) 학생들은 계통수에서 위에서 아래쪽으로(즉 위에 있는 종이 오래된 종 혹은 아래쪽 종의 공통 조상으로 인식한다.) 혹은 왼쪽에서 오른쪽으로(즉 왼쪽에 있는 종이 오래된 종 혹은 고정된 것으로 오른쪽에 있는 다른 종들의 공통조상으로 인식한다.)진화가 진행된다고 생각했다. 이와 더불어 학생들은 종사이의 유연관계에 대한 인식도 가지 끝에서 수평적으로 가까운 종이 유연관계가 가깝다거나 종과 종 사이에 마디의 개수를 세어 유연관계를 예상하기도 했다. 또한 계통수에서 아래에서부터 하나의 직선으로 쪽뻗어있는 선의 말단 종은 형질이 변하지 않고 진화된 종으로 그 선으로부터 가지를 친 다른 종들

의 조상이라고 해석했다.



<그림 1> Students conception of time on an evolutionary tree.

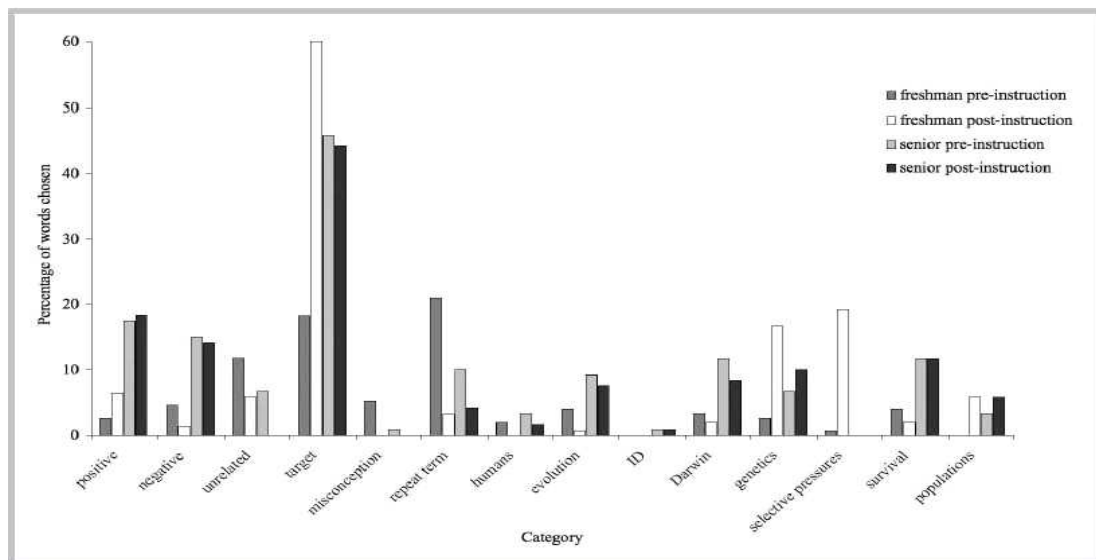
(a) An evolutionary tree that we presented to students to use for several of the test questions. Students were asked to draw arrows showing the direction of time on the tree from oldest to youngest, and the direction time moves between four particular nodes. (b) One student's correct answers. (c) This student incorrectly shows time going left to right rather than bottom to top. (d) This student incorrectly shows time going top to bottom. Both students in (c) and (d) show time going from the left-most tip of the tree(birds)down to the first common ancestor(P) and then back up to the next tip over(crocodiles), as if birds evolved into crocodiles. (Meir, Perry, Herron & Kingsolver(2007))

3. 진화에 관한 학생들의 오개념을 개선하는 방법은 무엇일까?

구성주의적 입장에서 보면 학생들은 교사에게 과학적 개념을 배우기 이전에 각자의 경험을 통해서 선개념이 형성되고, 이 선개념이 과학적 개념과 일치하지 않을 때 오개념으로 인지구조 속에 자리 잡는다고 하였다. 또한 이 오개념은 매우 단단하게 인지구조 속에 자리 잡아 학습을 통해서도 쉽게 교정이 되지 않는다고 한다. Erin, Kanesa(2009)가 탐구 학습을 통한 진화에 관한 오개념 개선을 시도한 연구 결과를 보면 진화 교육을 받은 경험이 있는 생물학 과정 학생(12학년)으로 이루어진 그룹과 진화 교육을 받은 경험이 없는 해양 과학 과정 학생(일반 과학 과정, 9학년)으로 구성된 두 그룹 모두 탐구학습 기반의 수업을 받은 후 자연선택에 대한 태도와 옳은 과학적 개념 형성 및 오개념 개선에 효과를 나타냈으나 생물학 과정 학생(12학년)보다 해양 과학 과정 학생(9학년)에게서 그 교육적 효과가 더 크게 나타났다. (Figure 2, Figure3) 이것은 탐구를 기반으로 한 진화 수업

이 진행한다 할지라도 잘못된 선개념이 강화되지 않은 시기를 진화의 학습 시기로 고려하는 것이 오개념의 수정이나 자연 선택에 대한 긍정적인 태도를 더 쉽게 수용을 할 수 있다는 가능성을 보여주는 하나의 보고가 된다. 물론 진화를 이해하기 위해서는 생물학적 이론의 기초 개념을 학생이 이해할 수 있어야만 하므로 진화 학습의 시기를 결정하는 문제는 진화이론을 이해할 수 있는 생물학적 기초개념이 충분히 학습될 수 있으며 동시에 오개념 형성이 덜 이루어지는 시점이 언제인가에 대한 논의는 더 필요할 것으로 보인다.

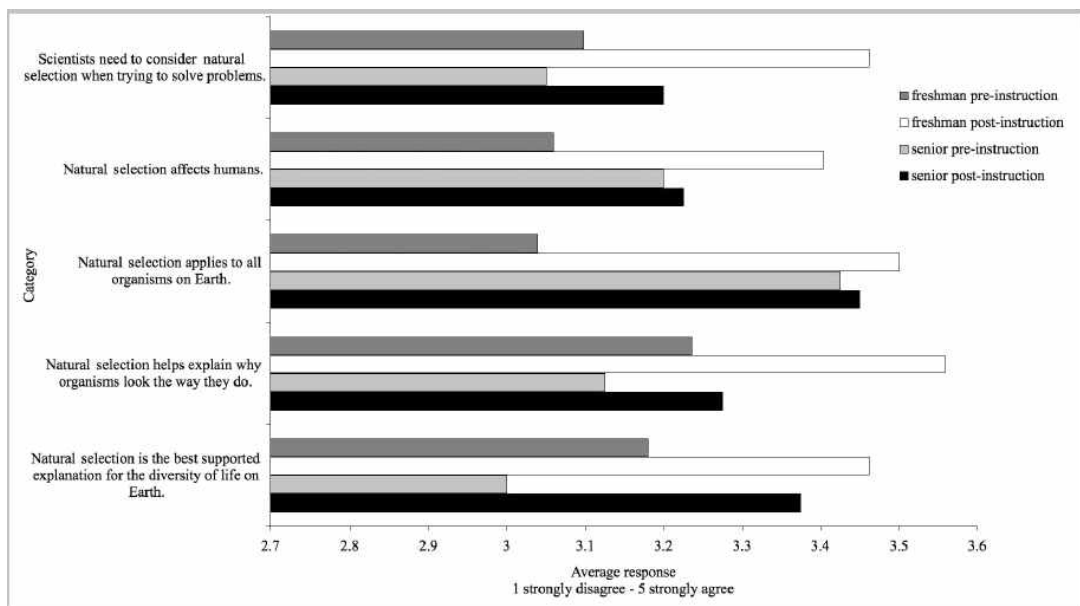
Erin, Kanesa(2009)의 연구에서 앞서 언급한 것처럼 9학년과 12학년 사이에 학습효과의 차이는 분명 존재했지만 두 그룹 모두 진화의 과학적 개념 획득과 태도 변화 측면에서는 성공적 결과를 나타냈다. (Figure 2 , Figure3) 이들이 주로 사용한 교수학습 방법은 실험실 활동, 시뮬레이션, 토론과 자료 해석, 견학, 실습 등의 방법이었다. 실험실 활동은 단순히 학생들이 이미 소개된 개념들을 증명하는 차원으로 접근하지 하지 않고, 학생 스스로 개념을 발견할 수 있도록 질문을 유도하고 답을 찾아가는 형태로 고안 설계되었다. 시뮬레이션은 학생이 데이터가 의미하는 것이 무엇인지 토론하고 해석하여 다양한 결과를 생산할 수 있도록 유도했다. 두 활동 모두 학생들이 직접적으로 경험할 수 있고 현실 세계의 예들과 연결될 수 있는 소재를 중심으로 구성했고 활동의 과정은 결론을 이끌어내기 위해 증거를 사용하는 것을 강조했다. 이러한 탐구학습은 다윈(과학자)이 한 것과 같은 유사한 과정과 방법을 제공하였고 이를 이용하여 학생 스스로 과학자가 되어 이론을 세울 수 있도록 접근하였다. 이처럼 학생들이 직접 체험하고 스스로 이론을 세움으로서 진화론이 단순히 정보의 수집 결과가 아니라 논리적인 이론으로서 학생들의 인지구조 속에 자리 잡을 수 있는 기회를 제공하는 것은 진화에 관한 개념을 수용할 수 있고 기존의 오개념을 수정할 수 있는 방법으로 제시될 수 있다.



<그림 2> Percentage of word types recorded by freshmen and seniors before and after instruction. Note percentages total more than 100% due to overlap in categories (e.g., words like population or selective pressure also represent target concepts.)(Baumgartner & Duncan, 2009)

또 다른 학습 방법으로 제시 될 수 있는 것이 진화를 가르치는 문제를 둘러싼 최근의 논쟁을 적극적으로 활용하는 방법이다. 진화론은 기초적이고 기본적인 논리를 바탕으로 하고 있는 이론이고 이러한 논리를 발전시킬 때 사실에 적합하지 않은 설명은 비판하거나 제거해야 한다. 이러한 과학적 방법의 적용은 자연이 환경에 적당히 적응하지 못하는 형질을 제거하는 진화 그 자체의 과정과 비슷하다는 것을 깨달으면서 진화론과 대립되는 여러 가지 이론은 증거와 근거가 부족하므로 제거 될 것이고, 진화론을 과학적 이론으로 받아들여지게 될 것이다. (Jennife, Pamela. 2007) 토론은 3명~6 명의 이질적 그룹(성별, 인종 등이 다양한)에서 가장 효과가 있는데, 이러한 소규모 토론을 통해 자신의 의견과 근거를 나누는 과정에서 선개념에 도전하는 많은 인식적 불일치를 경험하게 될 것이고, 이 과정을 통하여 과학적 개념이 인지적 갈등을 해소해 줄 수 있는 이론이라는 것을 체험하게 된다. 다만 이러한 접근 방법이 이점이 있다고 극찬할지라도 그러한 수업에는 시간이 많이 걸리기 때문에 어려움이 많다. 하지만 진화는 생물학의 중심개념으로 인간 생리학부터 생태학, 식물학, 해부학, 유전학, 자연사를 포함하는 넓은 주제 범위에서 진화를 적용시킬 수 있으므로 진화론을 위한 특별히 안배된 토론 시간이 많이 필요한 것은 아니다.

토론 중심 수업에는 한 가지 보너스가 더 있다. 학생들이 진화에 관한 회의론을 보이는 것은 분명하게 그들의 종교적 시각과 관계가 있는데 이러한 관점을 무시하고 경솔하게 진화 학습을 밀고 나가는 것은 구성주의 학습에 대해 우리가 알고 있는 모든 것을 날려버리는 것이고 학생의 학습 과정을 심각하게 훼손 놓는 것이다. 하지만 학생의 실체에 관한 다양한 인식과 이해(다른 말로 하면 그들의 다양한 세계관)와 관련된 문제가 토론의 중심이 되는 것은 단순히 과학 개념을 명확하게 하는 것뿐만 아니라 학생의 지적인 성장과 발전에 영향을 주는 더 넓은 철학적 고민으로 진화론을 다룰 수 있다는 점이다. (effrey and Deborah , Section .2007)



<그림 3> Attitude change in freshmen and seniors before and after instruction (Baumgartner & Duncan, 2009)

IV. 결론 및 논의

본 연구를 통해 학생들의 진화 관련 오개념들은 비정규교육과정 못지않게 정규교육과정에서 생물 교사와 생물 교과서에 의해 강화될 수 있음을 확인할 수 있었다. 생물 교사가 진화를 생물학의 중요한 주제라고 생각하지 않거나 혹은 중요하다고 생각하더라도 진화를 생물학의 전 영역을 통합하는 이론으로 받아들이지 않아 진화를 가르치기 위한 충분한 시간과 다양한 교수 방법, 진화에 대한 학생들의 선개념에 대한 이해가 부족하게 되었다. 또한 과학의 본성을 이해하지 못하고, 종교를 과학에 끌어들이는 오류를 범함으로써 학생들의 오개념을 강화시키거나 정규 교육과정을 통한 오개념 교정의 기회가 박탈되었다.

또한 교사들은 교과서를 기본으로 하여 수업을 하기 때문에 이러한 교사들의 진화에 대한 이해 부족은 교과서에서 진화를 다루는 방법과 비중에 의해서도 영향을 받았음을 확인할 수 있었다.

진화에 관한 미국 교육의 쟁점들은 우리나라 교육 현실에서도 표면화 되지 않았을 뿐이지 비슷하게 나타날 것으로 예상이 된다. 비록 우리나라의 경우는 ‘대학 수학 능력 시험’이라는 것이 있어서 공식적으로 진화론의 이론적인 부분에 대한 학습은 분명히 이루어지겠지만 그것에 접근하는 방식에 있어서는 교사의 종교관이 영향을 줄 수도 있을 것이다. 이를테면 소위 검증될 수 없는 비과학적 개념인 ‘지적 디자인(intelligent design)’이란 생각으로 진화의 기본 개념은 교묘히 손상 입히지 않으면서 종교를 과학 교육에 끌어들이는 접근이 그것이다. 생물 교사는 학생이 과학의 본성과 과학적인 개념을 이해할 수 있도록 돕는 역할을 해야만 하지만 오히려 생물교사로 인하여 학생들이 새로운 오개념을 형성하거나 기존의 오개념을 더욱 강하게 고착화시키기도 한다.

현재 우리나라에서도 진화 교육에 관한 연구가 진행되고 있으며, 한국 생물교사의 진화론과 생물의 다양성에 관한 중요성에 대한 인식 여부, 생물 교사의 진화론에 대한 오개념 파악, 학교 현장에서 진화론을 수업할 때 접근 방식(진화론, 창조론, 지적설계론 등), 학생들의 진화 오개념과 이를 개선시키는 수업방법, 진화에 관한 교과서 분석 등에 관한 다수의 연구 논문들이 있다.

하지만 이러한 연구들이 실제로 학교 현장의 진화 교육의 방향성과 비중 변화에는 큰 영향을 주지 못하고 있으며, 심지어 5차 교육과정 이후 그 비중이 점차 감소하고 있는 것이 현실이다.(김학현, 장남기, 2002) 그러므로 이제는 이러한 연구를 근거로 하여 예비교사 양성 교육과정 및 현장 교사의 재교육 교사 연수 설계가 이루어져야 할 것이며, 생물 교육과정과 생물교과서에서 진화에 대한 관점 변화에 대한 논의가 필요할 것이다.

* * * * *

국문 요약

이 연구의 목적은 한국의 진화 교육의 나아갈 방향을 모색하기 위하여 생물학에서 진화 교육이 큰 쟁점이 되고 있는 미국의 최근 진화 관련 연구 문헌을 분석하여 오개념의 원인과 종류, 오개념

개선 방법 측면에서 정리하여 이를 바탕으로 하여 한국의 진화 교육의 나아갈 방향을 확인해보고자 함이다.

정규교육과정에서 확인할 수 있는 진화 관련 오개념의 원인은 대학 교수들이 예비교사가 갖고 있는 선개념에 대한 이해가 부족하여 예비교사 양성 과정에서 오개념이 수정되지 못하고, 이러한 과정을 거친 교사는 과학의 본성에 대한 이해가 부족하게 되어 창조론을 과학 수업에서 다루거나, 교사의 종교적 신념으로 인하여 진화론을 부정하는 수업을 통해 발생될 수 있다. 또한 교사가 진화론이 생물학 전반에 차지하는 중요성과 통합성에 관한 인식이 부족하여 진화론 수업에 많은 시간과 노력을 할애하지 않는 것도 학생들의 오개념이 수정되지 못하는 원인이 될 수 있다. 이는 교사뿐만 아니라 생물교과서도 진화에 관한 오개념 생성에 영향을 주었는데, 진화를 통합 지식으로서 생물 교과서에서 다루는 것이 아니라 단순한 지식 나열식으로 다루고, 소진화에 비해 대진화의 중요성을 덜 강조함으로써 학생들은 대진화에 대한 오개념을 많이 갖게 되었다.

이러한 교사와 교과서의 영향으로 인하여 학생들은 진화론이 창조론과 마찬가지로 근거가 부족한 이론으로 생각하거나 진화론을 지지한다고 할지라도 진화대상에서 인간은 예외로 하거나 진화의 단위가 개체라고 생각하는 오개념을 갖고 있음을 확인할 수 있었다. 그밖에도 진화의 원동력에 대해서도 목적론적 사고나 용불용설적 사고, 내부 의지적 사고가 매우 견고하게 자리 잡고 있으며, 진화와 생물의 다양성을 다루는 계통수를 해석 측면에서도 다양한 오개념을 나타냈다.

미국의 진화교육은 이러한 다양한 오개념을 개선하기 위하여 진화 학습이 효과적으로 이루어지는 시기에 관한 연구와 견학, 실습, 시뮬레이션, 토론과 자료해석 등 탐구학습 기반의 수업이 진화에 관한 오개념 개선에 큰 효과가 있음을 확인하는 연구를 통해 진화 교육에 대한 적극적인 변화를 시도하고 있다.

현재 우리나라에서도 진화 교육에 관한 많은 연구가 이루어져 진화가 생물학의 중요한 개념이라는 것은 인지하고 있지만 실제 정규교육과정과 예비교사 양성과정에서 그 중요성이 반영되고 있지 않은 현실이다. 따라서 본 연구에서 분석한 미국의 진화 교육을 참고하여 앞으로 더 활발한 진화교육 연구와 더불어 이를 현장에 적용하는 다양한 방법에 관한 논의가 이루어져야 할 것이다.

주요어: 진화 교육, 오개념, 생물교과, 진화 설명, 오개념의 원인, 탐구, 교과서, 생물 교사

참고문헌

- 김학현, 장남기(2002). 고등학교 생물교육과정에서의 진화내용 분석. 한국생물교육학회지 30(2), 114-125
- 이미숙, 동효관, 신영준, 김경호, 이길재(2004). 예비초등교사들의 진화 현상 설명에 관한 연구. 한국생물교육학회지, 32(4), 360-369
- 이미숙, 오세평, 이길재(2005). 과학사적 진화 개념 발달 단계에 기초한 초등학생들의 진화개념 분석. 한국초등과학교육학회지, 24(2), 145-159
- 이미숙, 이길재(2006). 과학사에 근거한 학생들의 진화 개념 분석. 한국과학교육학회지, 24(2), 145-159
- 하민수, 차희영(2006). TV 만화와 아동 도서에 의한 진화의 오개념 분석. 한국초등과학교육학

- 회지, 25(4), 352-362
- Anderson, B & Wallin, A(2006). On developing content-oriented theories, taking biological evolution as an example. *International Journal of Science Education*, 28(6), 679-695
- Anderson, D, Fisher, K & Norman, G(2002). Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 952-978
- Berkman, M.B, Pacheco, J.S & Plutzer, E (2008). Evolution and Creationism in America's classrooms : A national portrait. *PLoS Biology* 6(5) : e124doi:10.1371/journal.pbio.00601224
- Brooks, D.J. (2001). *Substantial numbers of Americans continue to doubt evolution as explanation for origin of humans*. (March 5, 2001) Available online at <http://www.gallup.com/poll/releases/pr010305.asp>.
- Brumby, M. (1984). Alternative conceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68, 493-503.
- Clough, E.E., & Wood-Robinson, C. (1985). How secondary students interpret instances of biological adaptation. *Journal of Biological Education*, 19, 125-130.
- Dagher, Z.R., & BouJaoude, S. (1997). Scientific views and religious beliefs of college students: The case of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 429-445.
- Demastes, S.S., Settlage, J., & Good, R.G. (1995). Students' conceptions of natural selection and its role in evolution: Cases of replication and comparison. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 535-550.
- Dohzhansky, T(1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology teachers*, 35(3) 125-129
- Eli Meir, Judy Perry, Jon C. Herron, Joel Kingsolver(2007). College Students' Misconceptions About Evolutionary Trees. *The American Biology Teacher*, Online Publication, September 2007, 71-76
- Erin Baumgartner, Kanesa Duncan(2009). Evolution of Student's Idea About Natural Selection Through a Constructivist Framework. *The American Biology Teacher*, Volume 71, NO.4, April 2009, 218-227
- Ferrari, M. & Chi, M. T. H (1998). The nature naive explanations of natural selection.
- Green, E. D. (1990). The logic of university students' misunderstanding of natural selection. *Journal of Research Science Teaching*, 27, 875-885.
- Grose, E.C., & Simpson, R.D. (1982). Attitude of introductory college biology students toward evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 15-4.
- Jeffrey W. Bloom and Deborah Trumbull, Section Coeditors(2007). Teaching the Theory of Evolution in Social, Intellectual, and Pedagogical Context. *Science Education*, DOI 10.1002/sce, 665-677
- Jennifer R. Robbins, Pamela Roy(2007). The Natural Selection: Identifying & Correcting Non-Science Student Preconceptions Through an Inquiry-Based, Critical Approach to Evolution. *The American Biology Teacher*, Volume 69, NO.8 October 2007, 460-466

- Kennedy, D., Moore, J., Alberts, B., Scott, E., Ezell, D., Singer, M., Goldsmith, T., Smith, M., Hazen, R., Suiter, M., Lederman, N., & Wood, R. McInerney, J. (1998). *Teaching about evolution and the nature of science*. Washington, DC: National Academy Press
- Lawson, A & Thompson, L (1998). Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetic and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 733-746
- Nehm, R.H., & Reilly, L. (2007). Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection. *Bioscience*, 57, 263-72.
- Nehm, R.H., & Schonfeld, I.S. (2007). Does increasing biology teacher knowledge about evolution and the nature of science lead to greater advocacy for teaching evolution in schools. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 693-94.
- Newport, F. (2004). *Third of Americans Say Evidence Has Supported Darwin's Evolution Theory; Almost half of Americans believe God created humans 10,000 years ago*. Gallup Organization, November 19.
- Randy Moore, Sehoya Cotner (2009). Rejecting Darwin: The Occurrence & Impact of Creationism in High School Biology Classrooms. *The American Biology Teacher*, Online Publication, Volume 71, NO. 2 February 2009, 1-4
- Rutledge, M. L., & Mitchell, M. A. (2002). Knowledge structure, acceptance and teaching of evolution. *The American Biology teachers*, 64(1) 21-28
- Rutledge, M. L., & Warden, M. A. (2002) Evolutionary theory, the nature of science and high school biology teachers : critical relationships. *The American Biology teachers*, 62(1) 23-30
- Southerland, S., & Sinatra, G. (2003). Learning about biological evolution: A special case of intentional conceptual change. Chapter 11. In: G. Sinatra & P.R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zimmerman, M. (1987). The evolution-creation controversy: Opinions of Ohio high school biology teachers. *Ohio Journal of Science*, 87(4), 115-25.