

## 생물학에서 진화론의 역할에 대한 인식 향상을 위한 교사교육 프로그램의 개발 및 적용

이순남<sup>1</sup>, 차희영<sup>2\*</sup>, 장경애<sup>2</sup>

<sup>1</sup>금천고등학교, <sup>2</sup>한국교원대학교

### Development and Application of Teacher Education Programs to Promote Evolutionary Theory as a Unifying Theory in Biolog

Sun Nam Lee<sup>1</sup>, Heeyoung Cha<sup>2\*</sup>, Kyeong Ae Jang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Keumcheon High School, <sup>2</sup>Korea National University of Education

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 10 November 2014

Received in revised form

21 December 2014

Accepted 26 December 2014

##### Keywords:

evolution,  
unifying theory in biology,  
teacher education program

#### ABSTRACT

Many biologists and various educational associations define evolution as a unifying theme as well as a central idea in biology. In this study, teacher education programs were developed as 18-hour courses on understanding the unified role and significance of evolution in biology, and their effectiveness was tested. As factors for the program content, enhancement of the acceptance of evolution, reinforcement of the conception of evolutionary theory, and recognizing and practicing evolution as the unifying nature of evolution were considered. Hands-on activities, self- and peer-evaluation, and projects based on the small teams including frequent questioning and feedback by instructors were considered methodological factors. Six in-service biology teachers and seven pre-service teachers took part in the programs of the graduate school of H university to testing their effectiveness. They were effective in improving the acceptance of evolution, the understanding of evolutionary mechanism, the perception on the unified role of evolution. The programs also induced a positive change in self-evaluation for knowledge of evolution and perception on importance of evolution in biology. Subsequent studies on whether the changed perceptions of the teachers who participated in the programs reflect on their biology classes in secondary schools after finishing the graduate program are required.

## 1. 서론

많은 학자들은 진화는 생물학에서 여러 단일 개념을 통합 시켜주는 중요한 아이디어라고 언급하며 생물학에서 진화의 통합적 역할과 그 중요성에 대해 강조해 왔다. Ha, Cha, & Ku(2010)가 2010년 미국 진화학회에 발표된 논문 1,500여 편을 분석하여, 유전학에서부터 생태학까지 망라하고 있다고 보고했는데, 이는 진화가 생명과학 영역에서 통합적 사고를 위한 틀이라는 점을 실증적으로 증명해주고 있다. 또한 미국의 AAAS나 NRC에서 제공하는 생물 교육 기준에는 생물학을 통합하는 개념으로 진화를 중요하게 다뤄야 한다고 피력할 뿐만 아니라 많은 연구들은 생물학에서 진화의 통합적 관점의 중요성을 강조하고 있다(AAAS, 1989; 1993; Fredrick *et al.*, 1994; Gess-Newsome, & Lederman, 1993; Gess-Newsome, 1994; NRC, 1996; 2011; Rutledge, & Warden, 2000; Schamann, & Harris, 1992).

그러나, 국내 중·고등학교 교육과정을 분석한 연구들을 보면, 우리나라는 생물의 진화를 생명과학 내용 중 일부 소단원 등에 한정해서 다루고 있을 뿐 생명현상을 통합적으로 설명하는 이론으로 다루고 있지 않다(Kim & Chang, 2002; Lee & Cha, 2011)고 한다. 그러나 고등학교 생명과학 관련 교과서를 분석한 연구결과와는 달리, Ha,

Cha, & Ku(2010)는 대학에서 사용하고 있는 생물학 교재들은 진화를 생물학을 통합하는 관점으로 반영하고 있었으며 교재 전체 내용 구성에 진화적인 원리가 반영되어 있다고 보고한 바 있다.

진화의 통합적 관점을 생물 교육에서 실현하기 위해서는 일차적으로는 진화의 통합적 관점이 반영된 교육과정과 교과서를 준비해야 한다. 이 방안이 최선이라면, 앞서 생물학을 진화라는 통합적 관점으로 반영하고 있다고 보고된 기존의 대학 교재로 교육을 받은 현직 교사들이 진화론을 생물학을 통합하는 이론으로서의 관점을 갖고 있어야 할 것이다. 그러나, Lee (2012)에 의하면, 우리나라 생물 교사들의 약 절반은 이러한 진화의 통합적 역할을 인지하지 못하고 있다고 한다. 이렇듯이 현재 과학교사들이 진화의 통합적 역할을 인식하고 있지 않다면, 중등 생물 교육에서는 진화론의 통합적 관점이 고려된 교육과정이나 교과서의 준비만으로는 그 목적을 달성하기 어려울 것이다.

우리나라는 약 55년 동안 아홉 번의 전면적인 교육과정 및 교과서 개정 과정을 거쳤으며, 국제적인 교육 사조의 변화와 국가 통치 이념의 변화를 담아내기 위한 새로운 교육과정 준비가 한창이지만, 실제 교육 현장에서는 국가가 주도해서 마련한 새 교육과정이 성공적으로 교육 현장에서 실행이 되는 것은 결코 쉬운 일은 아니었음을 우리는 경험을 통해 잘 알고 있다. 계획된 교육과정과 실제 가르쳐지는 것들과는 차이

\* 교신저자 : 차희영 (hycha@knue.ac.kr)

\*\*본 논문은 이순남의 2012년도 석사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.  
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.8.0767>

가 있을 수 있는데, 이러한 차이에 가장 큰 영향을 주는 변인 중 하나가 ‘교사’라는 주장은 많다(Darling-Hammond & Bransford, 2005; Fullan, 1991; Gross, 1979; McNeil, 2003; McLaughlin, 1978).

Carter(1990)는 교사가 교실 상황과 관련하여 획득하고 있거나 또는 목적을 가지고 교육 행위를 하고자 할 때 경험하게 되는 실제적인 지식인 교사의 ‘실천적 지식(PK)’에 대해 언급 하면서 이를 ‘교사가 개인의 경험을 통하여 형성한 것들이 교수학습 실제에서 드러나는 암묵적이고 총체적인 의미의 지식으로 교사 개인의 가치와 신념이 교과 내용과 통합되어 나타나는 지식’이라고 정의했다. 교사의 지식은 교사의 주어진 교수 상황을 해석하고 전문적인 의사결정 과정을 통해 이루어지는 교수행위와 깊은 관련이 있다. 따라서 교사가 교수학습과 관련하여 내리는 결정은 자신이 기존에 습득한 지식들을 특정한 교수 상황의 요구에 맞도록 교사 나름대로 재구성하는 또 다른 형태의 지식에 근거하고 있다. 교사는 교실 수업 질을 결정하는 데 중요한 역할을 하고, 전문적이고 책임있는 교수 활동과 커리큘럼을 결정하는데 주도적인 역할을 하며, 수업 주제에 대한 교사의 개인적인 이해와 견해가 학교 수업 방식이나 교과별 커리큘럼을 결정하는 데 결정적인 영향을 준다(Grossman, 1989; Hashweh, 1987; Shulman, 1986; Wilson, Shulman, & Richert, 1987). 일반적으로 수업의 질은 결코 교사의 질을 뛰어넘지 못하는 것이다. 그러므로 생물교육에서 진화의 통합적 관점을 학생이 갖도록 하고자 한다면, 가장 먼저 고려되어야 할 요소는 생물 교사가 진화에 대한 통합적 관점을 인식하고 이를 수업에 적용할 수 있는 실천적 지식을 배양할 수 있는 교사교육 프로그램을 마련하여 교사 전문성을 신장시켜야 한다고 본다.

기존의 진화 관련 선행연구를 살펴보면, 진화 기작에 관한 오개념 연구들이나 교육과정과 교과서 연구에 국한된 경향이 있었는데, 이러한 교육과정과 교과서 관련 연구 또한 ‘진화의 통합적 관점’에서 진행되었던 연구는 드물었다. 이에 본 연구에서는 교사들이 생물학을 통합하는 역할을 진화론이 하고 있음을 인식할 수 있게 하는 과정에 초점을 두고자 한다.

좋은 교사를 만난 학생들은 그들의 사회 경제적 배경과는 상관없이 학생들의 학업 성취 결과에 긍정적인 변화를 가져온다고 한다(ECS, 2000; Wenglinsky, 2000). 학생들에게 직접적인 영향을 미치는 교사교육 프로그램은 보통 사범대학에서 실시하는 교사 양성 과정부터 현직 교사들의 전문성 향상을 위한 교사 연수를 통해 이루어지고 있는데, 이러한 교사교육의 핵심은 ‘성찰적 실천력 함양’에 있다. 교사의 실천적 지식을 탐구한 Kim(2009)은 ‘말’로 하는 교사 교육은 이미지, 실천적 원리, 실천의 규칙을 형성하는데 강력한 영향을 미칠 수 없다고 하였다. 그는 예비교사교육부터 실천의 규칙을 형성할 충분한 경험 위주의 교육이 주어져야 하고, 직전 교사교육과 현직 교사 연수 과정 또한 교과별 단위별 실천의 규칙에 중점을 뒤 이미지와 교과별 단위별 실천적 원리에 철저하게 부합되어야 한다고 하였다. 교사교육프로그램이 실천 학습이 되기 위해서는 학습자가 실제적 문제를 선정하고 실제 적용이 가능한 실천력을 강화하여야 한다. 저널쓰기, 수업 경험 보고서, 성찰일지, 자서전적 글쓰기를 도입하고, 이러한 자기 성찰 자료를 중심으로 참여자 간의 대화와 토론을 유도함으로써 성찰 경험을 공유하도록 하는 것은 질문과 성찰을 통한 문제 해결력을 강화하기 위한 방법으로 효과적이다(Hur, 2007).

개인적인 차원에서 이루어지는 성찰의 한계를 극복하기 위하여 팀

구성을 통한 협력적 학습도 경험을 공유하는데 도움을 줄 수 있다(Song, 2003; Ahn, 2006; Cho & Kim, 2000). Han(2010)은 모든 교사에게 교직에 처음 입문하는 초임 교사시기에 동료나 선배 교사가 멘토링, 수업컨설팅, 수업 비평, 수업 장학 등의 형태로 도움을 주는 방법이 효과적이라고 하였다. 교사교육의 실천과 성찰을 강조한 Shaw & Cliatt(1986)도 교사에게 지식을 제공하고 그 지식을 적용하고 평가할 수 있게 하는 과정은 인지적 측면에서 파지에 도움이 될 뿐 만 아니라 정의적 측면에도 도움이 된다고 하였다.

구성주의 기반 교사교육 모형을 탐색한 Kim(2005)에 의하면 교사교육의 목표는 현실 맥락에 적합한 지식으로 구성되어야 한다고 한다. 교사교육에서 가르칠 내용은 학교 현장과 분리된 것이어서는 안 되며, 교사들은 교사교육을 통해 실제 현장에 나가서 사용할 ‘실제적인 지식’을 구성해야만 그 내용이 매 수업마다 학습자들의 필요에 따라 교육 내용을 구성할 수 있게 된다고 한다. 이렇게 하여야 결과적으로 자기주도적 학습과 협동학습으로 수업이 진행이 되며, 과정 평가, 질적 평가, 수행 평가, 자기 평가 등으로 자기 학습을 점검할 수 있게 된다. 그밖에도 그는 구성주의 교사교육 모형을 제시하면서, 교사교육프로그램을 구성할 때, 과학 교사들이 교사교육과정을 통해서 필요로 하는 요소가 충족될 수 있도록 구성되어야 할 한다고 하였다. 과학 교사를 대상으로 조사한 Kwak(2006)의 자료를 살펴보니, 우리나라 현장 과학 교사들은 학교급이나 전공영역에는 무관하게 많은 교사들이 과학에 대한 학생들의 흥미나 관심을 높일 수 있는 교수 학습 방법을 익히길 원했다. 또한, 그의 연구에 따르면 이런 요구는 미국의 경우에도 예외가 아니어서 상당수의 과학 교사들이 과학 내용 영역은 물론 교수법과 관련한 현직 연수를 필요로 하고 있다고도 하였다.

이상의 선행 연구를 통해 살펴 본 바에 따르면, 성공적인 교사교육 프로그램을 개발하기 위해서는 현장 활용도가 높은 자료, 실제 프로그램 참가자를 사전 조사하여 그들이 필요로 하는 요소를 반영한 내용으로 구성해야 할 것이며, 이를 체험 위주, 활동위주, 팀별 과제 해결 과정의 방식을 도입하여 제공해야 한다. 또한 프로그램 진행에 있어서 자기 성찰 보고서와 동료평가를 수시로 도입하고, 질문과 피드백이 원활히 이루어질 수 있도록 안내해야 한다. 따라서 본 연구에서는 생물학에서 진화의 통합적 역할에 관한 교사 인식 조사 및 실제 수업 분석과 교사 인식 변화 결과를 반영하여 생물학에서 진화의 통합적 역할에 대한 인식을 향상시키기 위한 교사교육프로그램을 개발하고, 개발된 교사교육프로그램의 효과를 확인하였다. 이러한 연구는 생물 교사의 전문성을 향상시킬 것이고, 이는 현장에서 직접 교육을 담당하는 교사로부터 진화의 통합적 관점이 교육과정과 교과서에 반영되어야 한다는 목소리를 담은 교육과정과 교과서 개편으로 이어지게 하는 데 견인차 역할을 하게 될 것이다.

## II. 연구 방법

이 연구에서는 진화의 통합적 역할이 반영된 생명과학 수업이 교육 현장에서 실천되기 위한 기반을 마련하게 하기 위해 다음과 같은 연구 방법으로 생물학에서 진화의 통합적 역할에 관한 교사의 인식을 향상시키기 위한 교사교육프로그램을 개발하여 교사교육 프로그램에 적용한 후 효과를 알아보았다.

## 1. 프로그램 개발

### 가. 프로그램 개발을 위한 내용 요소 추출

Dobzansky(1973)는 ‘생물학에서 진화적 관점을 배제하면 어떤 것도 이해될 수 없다.’라는 서술로 생물학에서 진화의 중요성을 강조하였다. 하지만 우리나라 생물 교사들의 약 절반만이 진화의 통합적 역할을 인식하고 있다(Lee & Cha, 2011). 이로써 진화의 통합적 역할을 이해하는 교사들과 그렇지 않은 교사들 사이에는 어떤 차이점이 존재할 수 있으며, 그러한 차이점을 좁힐 수 있는 내용 요소들이 교사교육 프로그램에 반영된다면, 진화의 통합적 역할에 대한 교사의 인식을 향상시키는데 도움이 될 것임을 감지할 수 있다. 이를 위해 현직 생명과학 담당 교사들을 대상으로 설문지와 검사지를 투입하고, 각 설문 및 검사지의 결과를 진화의 통합성을 인식하고 있는 교사와 그렇지 않은 교사로 구분하여 두 그룹 사이에 차이가 있는 요소를 추출하여 프로그램 내용 요소로 구성하였다. Lee & Cha(2011)에 따르면, 두 그룹은 진화 개념 이해, 특히 진화 기작의 이해와 진화 수용 정도에 유의미한 차이가 나타났기에 진화의 통합적 역할에 대한 인식을 향상시키기 위한 교사교육프로그램은 크게 진화 개념 강화와 진화 수용 향상, 진화의 통합성 인식 및 실천을 위한 과정을 내용 요소로 대변주화 하였다. 또한 구체적인 내용 구성을 위한 수업 주제 역시도 진화의 통합성을 인지하지 못하고 이를 수업에 실천하지 못하는 교사들이 자유응답형 답변 및 면접 결과에서 나타난 진화에 관한 오개념을 교정할 수 있는 내용들로 구성하였다.

또한 구성주의 교사교육사조를 반영하여 실제 교사교육프로그램을 받을 13명의 연구 대상 교사들을 사전 면담하여 그들이 가지고 있는 진화에 관한 초기 개념 및 신념 상태를 확인하고, 그들의 오개념을 교정하기 위해 그들이 요구하는 요소들을 원인으로 처방할 수 있는 내용 요소들을 프로그램 초안에 대폭 추가·재구성하여 프로그램 내용을 구체화하였다. 프로그램 진행되는 과정에서 참여 교사들의 요구와 필요를 받아들여 보완해 가면서 최종 프로그램을 수정·보완하였다. 그 결과 최종 프로그램은 ‘진화 수용 향상’, ‘진화 개념 강화’, ‘진화의 통합성 인식 및 실천’의 3단계로 구성했다.

### 나. 프로그램 개발을 위한 방법 요소 추출

교사교육프로그램의 방법 요소는 Table 1에 나열된 교육과정 실행과 교사교육에 관한 문헌들을 통하여 추출하였다. 그 문헌들을 분석하여 교사교육프로그램의 방법 요소를 교육현장 실천성, 체험 및 활동, 자기성찰과 동료평가, 팀별과제 해결, 원활한 질문과 피드백으로 정리하였다. 교사교육 프로그램은 교육현장에서의 실천성 측면에서 교사들이 직접 체험하고 적용할 수 있는 활동 위주의 과정으로 제공되어야만 하고, 이러한 과정에 자기 성찰과 동료 평가 과정이 첨가되어 지식과 적용 측면에서 오류가 수정·보완된 실제적 방법으로 구성해야 한다. 즉, 프로그램은 체험위주, 활동위주, 팀별과제 해결 방식 등과 같은 형태로 구성했으며, 프로그램 진행에 있어서는 자기 성찰 보고서와 동료평가를 수시로 도입하고, 질문과 피드백이 원활히 이루어질 수 있도록 안내하였다.

Table 1. Literatures for investigating methodological factors of the programs

Literature Themes	Authors (Year published)
Research on the status of secondary school science teaching	Kwak (2006)
Co-teaching with in-service teacher: Teacher education method for beginning science teacher	Han (2010)
An exploration on the model of constructivist teacher education	Kim (2005)
Change of the teachers' in-service education through induction of action learning	Hur (2007)
Reforming student teaching toward a closer theory-practice interaction	Song (2003)
A case study on integrating theory into practice in an early childhood teacher education course	Cho & Kim (2000)
Teachers' theories concerning curriculum implementation: Inquiry on teachers' practical knowledge by mixed research methodology	Kim (2009)
A model for training teacher to encourage thinking in young children	Shaw & Cliatt (1986)

## 2. 프로그램의 적용

### 가. 교사교육프로그램의 내용 타당도

교사교육프로그램은 연구자와 생물 교육 전문가 1인, 그리고 ‘진화’ 관련 연구 주제로 학위과정에 있는 생물교육 전공 석·박사 과정 대학원생 4인의 지속적인 세미나를 통해 R&D 과정을 거쳐서 개발하였다. 최종 교사교육프로그램에 대한 생물 교육 전문가 1인과 석·박사 과정 대학원생 4인의 평균 타당도는 ‘매우 그렇다’를 100점, ‘그렇다’를 75점, ‘보통이다’를 50점, ‘그렇지 않다’를 25점, ‘매우 그렇지 않다’를 0점으로 하였을 때, 92.5점이었다.

### 나. 연구 대상

이 연구의 대상은 K대학교 대학원에서 ‘생물교육이론과 실제’란 강좌를 수강하는 현직 생물교사 6인과 예비 생물교사 7인을 대상으로 하였다. 실험 집단 교사들은 연구의 목적과 의무, 권리를 명시한 연구 참여 동의서에 동의를 하였고, 개발된 교사교육프로그램에 6주간 참가하였다. 연구에 참여한 현직교사의 교직경력과 종교, 그리고 예비교사의 전공과 종교 등에 관한 구체적인 배경은 Table 2와 같다.

### 다. 검사도구

개념 검사 도구는 두 종류가 사용되었다. Rutledge & Warden(2000)은 현직 고등학교 생물 교사를 대상으로 진화론에 관한 교사들의 이해를 측정하기 위해 Johnson(1985)의 검사지를 수정하여 선택형 21문항의 개념 검사 도구를 제작하였다. 그 검사 도구를 구성하는 21개의 질문은 자연선택, 멸종과정, 상동기관, 상사기관, 공진화, 수렴진화, 중간형, 적응방산, 종형성, 진화 속도, 화석증거, 생물지리학, 환경 변화, 유전적 다양성, 생식 성공 등의 개념을 포함하고 있었는데, 그 중 ‘지구의 나이’를 묻는 문항은 단순 암기에 의한 답을 요구하는 문항이었으므로 제외했고, 나머지 20문항만 이 연구에서 사용하였다. 이 연

Table 2. Career years, majors in university and religions of the research subjects

Identification of the teachers	Career years			religion	
	middle school	high school	total		
in-service teachers	I	21.8	0.0	21.8	catholic
	J	0.0	15.0	15.0	catholic
	K	9.5	4.5	14.0	catholic
	N	14.6	7.0	14.6	protestant
	O	4.0	0.0	4.0	protestant
	P	0.0	7.0	7.0	no religion
pre-service teachers	majors in university				
	A	biology			protestant
	B	biological engineering			protestant
	C	biological science			no religion
	D	biology			catholic
	E	biological science			no religion
	D	chemistry science(double majored in biological education)			no religion
G	biological science			protestant	

구에서 사용된 20문항의 내적 신뢰도(Cronbach's Alpha)는 0.670이었다. 이 검사지는 교사들의 초기 진화 개념 상태를 파악하기 위해 사전에만 사용하였다.

추가로 투입된 개념 검사지는 진화 기작에 관한 개념을 측정하는 검사지였다. Ha(2007)의 선택형 검사지 중 동물, 식물, 인간을 소재로 한 문항 중에 사전 사후에 3문항씩 사용하기 위해 6문항을 선택하여 선택지를 제외하고 자유응답형으로 답을 할 수 있도록 변형하여 사용하였다. 생물교육학자 1인으로부터 투입 타당성을 검토 받은 후 사전 사후에 사용하였다.

프로그램 적용 전·후에 연구대상의 진화 신념 변화를 알아보기 위해 Winslow(2008)의 검사지를 사용하였다. 이 연구에서 수집된 진화신념 검사 결과의 내적 신뢰도(Cronbach's Alpha)는 사전 0.894, 사후 0.934였다.

Gess-Newsome & Lederman(1993)은 예비 생물 교사를 대상으로 그들이 갖고 있는 생물학과 생물 교과에 대한 이미지를 다이어그램과 자유응답형 질문지로 구성된 검사도구를 조사하였고, 다음 해인 1994년에 Gess-Newsome은 동일한 검사도구를 사용하여 현직 생물 교사의 생물학에서의 진화의 위치에 관한 이미지를 조사하였다. 본 연구에서는 이들이 사용했던 검사 도구를 번역하여 생물교육학자 1인이 검토하여 재구성함으로써 교사의 생물학과 생물교과 구조 검사를 위한 초안을 마련하였다. 이 검사지의 초안은 1인의 생물교육학자와 2인의 생물 교육 박사과정 대학원생이 1차로 타당도를 측정하였는데, ‘매우 그렇다’ 100점, ‘그렇다’ 75점, ‘보통이다’ 50점, ‘그렇지 않다’ 25점, ‘매우 그렇지 않다’를 0점으로 했을 때 83.3점이었다. 이 때 검토 의견을 수렴하여 문항을 재수정한 후 최종 수정한 뒤 한 번 더 타당도를 검토하였는데, 97.2점이었다.

한편, 개발된 프로그램 자체에 대한 교사들의 인식을 조사하기 위해 설문지도 개발하였다. 교육과정 실행에 영향을 주는 요인, 생물학에서의 통합 개념, 진화 지식 자기 평가, 진화 수업을 받은 경험, 진화의 중요성 인식, 진화의 통합성 인식, 진화 수업과 종교성 등의 범주를 측정하기 위한 설문지로 사전 사후에 질문한 내용이 동일하지는 않았으며, 개발된 구체적인 문항은 Table 3과 같다. 사전 설문 문항은 사후 변화 확인을 필요로 하지 않는 질문이 추가되어 사후 설문 문항보다

Table 3. Questionnaire contents developed for identifying application effect for the teacher program developed in this research

Questions included in the questionnaire	Response type	Application	
		Before	After
• What do you think of the factors that must be affected for you to determine instructional value and knowledge in biology class?	rank order	included	not included
• Do you have a concept unifying biological content? If it exists, what is it? and why do you think so?	multiple choice, free response	included	included
• Estimate yourself for the level of professional knowledge about biological evolution.	multiple choice	included	included
• Compare evolution lesson between you had learned in the past as a student and you teach now as a teacher .	multiple choice, free response	included	not included
• Compare evolution lesson between you had learned in your secondary school and in your university.	multiple choice, free response	included	not included
• Do you think evolution concept is important in biology lesson?	multiple choice	included	included
• If you can compare it with other units in biology lesson, please make a rank order for the importance of evolution unit?	rank order	included	included
• Do you think of evolution as an unifying theory in current biology textbooks (or curriculum)?	multiple choice	included	included
• How do you as a teacher think of evolution theory should be treated in biology textbooks(or curriculum)?	multiple choice	included	included
• Do you recognize evolution concept as a theory unifying biology discipline? Why do you respond so?	multiple choice, free response	included	included
• Do you have an experience that you teach evolution concept in other units which is not constructed by evolution contents?	multiple choice	included	included
• If you have an experience that you teach evolution concept in other units which is not constructed by evolution contents, what is the case? If not, why?	free response	included	included
• Do you think teachers' religion affect their evolution teaching?	multiple choice	included	included
• Does student' religion affect your evolution teaching?	multiple choice	included	not included
• Do you think students' religion affect their evolution learning?	multiple choice	included	not included
• How do you teach the students who have difficulty for evolution lesson by religion?	free response	included	included

5문항이 더 많았고, 사전 설문 문항의 질문 내용을 약간 변형하여 사후에 질문해야 하는 경우도 있었다. 설문은 1인의 생물교육학자와 2인의 생물교육 박사 과정 대학원생에게 1차 타당도 검사를 받은 후 의견을 수렴하여 문항을 수정하였다. 수정한 검사지의 2차 타당도는 ‘매우 그렇다’ 100점, ‘그렇다’ 75점, ‘보통이다’ 50점, ‘그렇지 않다’ 25점, ‘매우 그렇지 않다’를 0점으로 했을 때, 사전 99.2점, 사후 99.1점이었다.

Hur(2007)는 교사교육프로그램에서 실천 학습을 위해서는 교사가 실제적 문제를 선정하고 실제 상황에 적용해 봄으로써 실천력을 강화하여야 한다고 하였다. 이를 위한 방법으로 저널쓰기, 수업 경험 보고서, 성찰일지, 자서전적 글쓰기를 도입하고, 이러한 자기 성찰 자료를

중심으로 참여자간의 대화와 토론을 유도함으로써 성찰 경험을 공유하도록 하는 것이 효과적이라고 제안하였다. 이러한 방식들은 비단 교사교육프로그램에서의 실천력 향상을 위해 필요할 뿐만 아니라 교사교육프로그램이 진행되는 과정에서 교사의 지식 및 인식의 변화를 추적·확인할 수 있는 검사지로 활용될 수 있다고 보았다. 수업경험 자기저널은 자유로운 형식으로 기술하는 것이 좋으나, 백지를 제공했을 때 어떤 내용을 써야할지 난감해 할 것을 고려하여, 이 연구에서는 ‘새롭게 알게 된 것’, ‘느낀 것’, ‘의문사항’의 세 가지 항목을 제시하여 자기저널을 쓰게 하였다.

프로그램에 참여한 교사들의 사전 면담은 사전 설문지와 통합성 검사지를 작성하게 한 후 이루어졌다. 사전 면담의 내용은 교사가 작성한 사전 설문지의 응답을 기초로 그러한 응답을 한 배경이나 이유들을 구체적으로 확인하는 내용이었다. 또한 통합성 검사지의 의도를 면담에서 연구자가 부연 설명하고, 프로그램 참여 교사들이 그린 그림에 대한 이미지 구체화를 위한 추가적인 질문도 하였다. 사후 면담은 프로그램의 평가, 생물 진화의 개념 변화, 생물 진화의 수용 변화, 생물 진화의 통합성에 대한 인식 및 실천의지 변화 그리고 사전-사후 검사지 결과를 근거로 한 부연 질문 등의 항목으로 구성된 반구조화 된 면담 계획서를 마련하여 진행하였다.

#### 라. 프로그램 투입 과정

프로그램 효과를 알아보기 위해 단일 집단 사전 사후 검사 설계 방법을 통해 프로그램을 투입하였다. 프로그램에 투입 전 교사들은 진화 신념 검사지, 진화 개념 검사지, 진화의 통합성 검사지, 설문 등에 답을 했고, 면담에 응했다. 주당 3시간 6주, 18시간의 과정이 끝난 후 교사들은 다시 진화 신념 검사지, 진화 기작 개념 검사지, 진화의 통합성 검사지와 설문에 답했다. 사후 검사지를 분석한 후 사전-사후의 변화를 확인하였고, 2주간에 걸쳐 사후 면담을 실시하였다.

### 3. 프로그램의 결과 분석

#### 가. 진화 개념 변화

프로그램에 참여했던 교사에게 투입되었던 개념 검사 결과는 문항당 1점을 부여하여 점수는 0점-20점까지 분포한다. Rutledge & Warden(2000)의 연구에서 미국의 고등학교 생물 교사에게 적용된 21 문항에 대한 평균 점수와 본 연구에서 20문항에 대한 평균 점수는 100점 만점으로 환산하여 비교하였다. 사전-사후 진화 기작에 대한 이해는 자유 응답형으로 변형한 Ha(2007)의 검사지를 통해 확인하였다. 생물의 특정 형질이 나타난 이유에 대한 실험 집단 교사들의 답변을 연구자 1인과 생물교육을 전공하는 석·박사 과정의 대학원생 2인이 과학적 진화 기작 개념인 ‘돌연변이 후 자연선택’, 종교적 신념이 반영된 ‘창조론’, 일반적인 진화 기작에 관한 오개념인 ‘목적론’, ‘내부의지설’, ‘용불용설’ 5가지를 기준으로 코딩하여 분석하였다. 검사도구 신뢰도인 3인 채점자 일치도(ICC)는 사전검사결과에서 0.986, 사후 검사결과에서 0.945였다. 또한 진화 개념 변화를 반구조화 된 면담 전사 내용과 6주간의 자기저널 내용을 귀납적으로 정리하여 개념 검사지 결과와 함께 종합적으로 분석·판단하였다.

#### 나. 진화 신념 변화

사전-사후 진화 신념 변화는 7단계 리커트 척도로 구성된 Winslow (2008) 검사지를 점수화하여 확인하였다. 13명의 연구대상의 진화 신념 점수는 비정규집단의 특성을 보였으므로 SPSS 16.0을 사용하여 비모수 검정인 Wilcoxon Signed Ranks Test를 실시하여 사전-사후 검정을 하였다. 또한 반구조화 된 면담 전사 내용과 6주간의 자기 저널에서 나타난 질적인 신념 변화는 귀납적으로 정리하여 신념 검사지 결과와 함께 종합적으로 분석·판단하였다.

#### 다. 진화의 통합성 인식 변화

사전-사후 진화의 통합성 변화는 수정·보완한 Gess-Newsome의 검사지와 설문지, 반구조화 면담, 6주간의 자기 저널에서 나타난 통합성의 변화를 종합적으로 분석하여 판단하였다. 수정된 Gess-Newsome의 검사지에 나타난 교사들의 ‘생물학 구조’ 및 ‘생물 교과와 구조’는 연구자 1인과 생물교육전공 석·박사 과정의 대학원생 2인이 연구자가 제공한 분석틀을 기준으로 분류 코딩하였다. 제공된 분석틀은 연구자가 Gess-Newsome(1994)의 연구 결과 분석을 기초로 하여 개발한 것으로 ‘생물학(생물 교과)을 통합하는 개념으로 진화’, ‘생물학(생물교과)의 일부로서 진화’, ‘진화는 포함되지 않음’, ‘생명의 다양성을 설명하는 불확실한 가설 중 하나’, ‘기타’의 분류 기준을 포함한다. 검사도구 신뢰도 지표는 3인 채점자 일치도(ICC)로 확인하였는데, 사전은 97.1, 사후는 98.8이었다.

설문 문항 중 6문항은 진화의 통합성 인식 및 실천에 관한 질문이었다. 이 중 5단계, 3단계 척도 선택지로 구성된 두 문항은 비모수 사전-사후 검정인 Wilcoxon Signed Ranks Test를 실시하였고, 자유응답형 두 문항과 선택형 두 문항은 면담 전사내용, 6주간의 자기 저널과 함께 귀납적으로 정리하여 사전-사후 진화의 통합적 역할에 대한 인식 변화를 확인하였다.

#### 라. 그 밖의 프로그램의 효과 분석

설문 중 진화의 절대적·상대적 중요성 인식, 진화지식 자기 전문성 평가, 진화 수업에서의 종교적 영향 등은 Wilcoxon Signed Ranks Test를 통해 사전-사후 검정을 하였으며, 추가적으로 면담 전사 자료와 6주간의 자기 저널 내용은 귀납적으로 정리·분석하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

생물학을 통합하는 이론으로서 진화론의 역할을 강조한 교사교육 프로그램을 개발하고 적용한 결과는 다음과 같다.

#### 1. 개발된 프로그램

교사교육 프로그램을 개발하기 위해 먼저 현직·예비 교사를 대상으로 인식 조사 및 면담을 실시한 결과 진화의 통합적 역할을 명시적으로 제시해야 할 필요가 나타났을 뿐만 아니라, 진화 개념과 진화 신념의 변화를 유도하는 과정도 필수적으로 포함시켜야 했다. 프로그램의

Table 4. Outline of the programs developed by the three steps

Content factors	Contents themes	Instructional method	Practical factors	Class hours
enhancement of evolution acceptance	creationism and nature of science(NOS)	discussion & lecture	discussion	1
	critical questions for evolutionary theory	lecture	-	2
strengthen of evolution conception	Activities for understanding evolution	inquiry activities	inquiry activities	3
	Textbook study for evolution	theoretical study presentation	presentation	6
recognizing and practicing evolution as unifying nature of evolution	Evolutionary respect revealed during analyzing biology lessons	lecture & presentation	presentation	2
	Examples of developing instructional materials reflected on the natures as an unifying theory of evolution in biology	suggestion example materials	-	1
	Evaluation of the development of instructional materials reflected on the natures as an unifying theory of evolution in biology	presentation	presentation	3

18

Table 5. Elaboration of the classes for enhancing recognition and practice that evolution unifies biology

Class themes	Lesson units	Instructional materials
Evolutionary respect revealed during analyzing biology lessons	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ultimate causation and proximal causation</li> </ul>	- Power point material
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evolutionary respect included in biology classes</li> </ul>	- Interview with biology teacher after biology class - Class analysis reflected on evolutionary respect(Group project)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unifying role in biology of evolution</li> </ul>	- Papers included an unifying role in biology of evolution - National curriculum included an unifying role in biology of evolution from some country
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Condition of evolution education in Korea</li> </ul>	- questioning and interview transcript of the subjects - Papers analyzing Korea National Curriculum
Examples of developing instructional materials reflected on the natures as an unifying theory of evolution in biology	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reading material</li> </ul>	- Cell membrane
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disease and evolution</li> </ul>	- Type I diabetes, pneumonia, AIDS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thinking with evolutionary respect</li> </ul>	- Cleavage
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Example of evolution discovered in everyday life</li> </ul>	- Milk diet and diarrhea of Adults
Evaluation of the development of instructional materials reflected on the natures as an unifying theory of evolution in biology	<ul style="list-style-type: none"> <li>Material development and peer evaluation</li> </ul>	- Evolution instructional materials developed by subjects

내용 요소는 ‘진화 수용 향상’, ‘진화 개념 강화’, ‘진화의 통합성 인식 및 실천 향상’ 의 세 단계로 구성하였다. 방법적으로는 프로그램은 교사들이 직접 체험하고 적용할 수 있는 활동 위주의 과정으로 구성하고 여기에 자기 성찰과 동료 평가 과정을 포함시켰다. 이러한 과정은 교사교육프로그램을 통해 획득된 교사 지식의 오류를 점검할 수 있으며, 이러한 지식을 수업에 적용하는 할 때 발생하는 오류를 수정·보완할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 이를 고려하여 단계마다 하나 이상의 교수 실천 요소를 포함시켰다(Table 4). 교수교육 자료로 사용한 예시들은 교사들이 학교 현장으로 돌아갔을 때 중·고등학교 학생에게 바로 사용할 수 있는 수준의 소재를 사용하였다.

진화의 통합적 역할 인식 및 실천 향상 과정은 본 프로그램의 궁극적 목적을 반영하는 핵심 과정이다. 진화의 통합적 역할에 대한 이해는 마지막 3차시에 집중되어 있기는 하지만, 앞서 수행되는 진화 수용 향상 과정과 진화 개념 향상 과정에서도 프로그램이 진행됨에 따라 여러 번의 인지갈등을 경험하고, 진화의 통합적 역할을 서서히 인지할 수 있게 할 내용들을 포함시켰다. 첫 번째 소그룹 활동에서는 생물학에서의 두 가지 인과적 설명인 궁극인과와 근접인과에 대한 설명을 시작으로 임의의 실제 생명과학 수업 녹화 자료에서 드러난 진화의 통합적 관점을 안내하고, 이와 같은 방식으로 피험자들이 여러 생물 수업에서 진화의 통합적 관점을 찾고 발표하는 과정을 두었다. 이를 통해 교사는 진화가 생명과학 수업에 암시적이기는 하지만 전반적으로 적용되어 있음을 알게 하였다. 이어서 진화의 통합적 관점을 강조하는 논문과 여러 나라의 교육과정을 소개하고, 동시에 우리나라의 진화 교육의

실태를 비교함으로써 교사 스스로 우리나라 진화 교육의 방향을 고민해볼 수 있도록 구성하였다. 두 번째 소그룹 활동은 진화의 통합적 역할을 반영한 교육 자료 개발의 사례를 몇 가지 제시하고 이를 평가함으로써 진화의 통합적 관점이 반영된 수업 자료가 학생의 생명과학에 대한 흥미와 이해를 도울 수 있음을 깨닫게 하는 과정으로 구성하였다. 세 번째 소그룹 활동은 진화의 통합적 역할을 반영한 교육 자료를 교사 개개인이 개발하고, 개발된 자료를 동료평가를 통해 점검받을 수 있는 시간을 안내함으로써 교사교육프로그램 이후 현장 실천력을 향상시킬 수 있는 과정으로 구성하였다(Table 5).

## 2. 프로그램의 적용 효과 분석 결과

개발된 프로그램은 교사의 진화 개념, 진화 신념, 진화의 통합성 인식 등에서 유의미한 향상효과가 있음이 확인되었다.

### 가. 생물 진화 개념 변화

진화가 생물학을 통합하는 역할을 하는 만큼 그 개념의 범위는 매우 방대하다. 그렇기에 진화의 통합적 역할에 대한 교사의 인식을 향상시키기 위한 목적을 가진 본 프로그램의 경우는 전반적인 진화 지식의 변화를 확인하기보다는 진화의 통합적 역할을 생명과학 수업에 반영할 때 필수적인 개념인 진화 기작에 대한 개념을 교정하는 내용으로 구성하였다.

교사들은 사전에는 생물이 특정 형질을 가지게 된 이유를 대부분 목적론적으로 설명하였다. 또한 동물의 경우는 목적론과 더불어 용불용설적 설명, 사람의 경우는 창조론적 설명이 일부 포함되어 있는 것이 특징이었다. 하지만 프로그램을 경험한 후에는 대부분의 교사들이 돌연변이 후 자연선택 개념으로 생물의 특징을 설명한 것을 확인할 수 있었다.

‘돌연변이 후 자연선택’이라는 진화 기작에 대한 명확한 이해는 전체 프로그램을 다 마친 후 실시한 면담에서도 교사들이 분명하게 인지하게 되었다고 언급한 부분이다. 특히 교사들은 ‘돌연변이 후 자연선택’이라는 진화 기작을 지식적인 측면으로 알고 있었지만, 설명은 무의식적으로 목적론으로 하고 있음을 깨달았다. 교사들은 프로그램을 통해 이러한 목적론적 설명이 갖고 있는 오류를 인지하고 이를 과학적 설명으로 교정하여 학생들에게 제공해야 하는 것에 동의하였다.

현직 교사: 용불용설, 애들한테 그건 아니다 라고 얘기를 하면서 나도 어느샌가 그런 식으로 생각을 하거나, 그 다음에 목적론, 아~이런 것을 목적론이라 표현을 하고 있었구나. ‘모모를 위하여’ 이런 식으로 생각했던 게 잘못된 생각이구나. 이런 것들을 많이 배웠어요. - (중략) - 진화적 관점에서 수업을 할 때 또 하나의 오류(목적론, 내부의지 등)를 범할 수 있으므로 정확한 진화 의미를 알고 문장을 구성해야 할 것 같아요.

비록 프로그램이 개념 향상 수준에서는 진화기작을 이해하는 것에 초점을 두었으나, 결과적으로 피험자들은 진화기작에 대한 이해가 향상된 것뿐만 아니라 진화의 정의 및 증거 등 전반적인 진화 개념을 명확히 정립하는 것에도 도움이 되었다고 밝혔다.

예비 교사 E: 예비교사 입장에서는 확실히 개념을 잘 몰랐던 사람들도 있었을 거예요. 저도 그랬고. 진화라는 것이 어떤 거다. 어떻게 가르쳐야 한다. 이런 걸 잘 모르잖아요. 나중에는 가르쳐줄 때, 잘못 말을 안 하겠죠. ‘이런 게 진화다.’라고 말할 때는 확실히 말할 수 있을 것 같고요.

예비 교사 F: 프로그램에서 좋았던 것은 (진화에 대해) 많이 알게 돼서 좋았어요. 진화의 내용이라던가 아니면 실생활에서 지금 실제로 일어나고 있구나. 그리고 확실하게 개념을 잡았잖아요. 진화가 개체군을 대상으로 하고, 이런 식으로 진화의 정의에 대한 내용이 확실하게 들어갔고, 그 다음에 진화의 매커니즘, 모 그런 것들이 확실해졌기 때문에 애매하게 알고 있었던 것이 확실해져서 - (중략) - 1~2차시 수업 내용에서 정의라던가 아니면 진화의 증거 같은 것을 제시해주실 때, HIV 라든가 이런 거 접하면서 확실하게 개념이 선거죠.

이러한 전반적인 진화 개념에 대한 이해와 더불어 교사들은 본인이 진화에 대해서 잘 모르고 있었음을 자각하며, 진화를 더 알고 싶다고 생각하기 시작했다. 이는 미래적 관점에서 교사가 진화 지식을 향상시킬 수 있는 밑거름을 마련한 프로그램이었다고 할 수 있다.

나. 생물 진화 신념 변화

프로그램이 연구 대상 교사들의 생물 진화 수용에 미치는 효과를 확인하기 위하여 사전, 사후에 Winslow(2008)의 진화-창조 신념 검사

Table 6. Wilcoxon Signed Ranks Test for acceptance of evolutionary theory

After-Before	Ranks			Test statistics	
	N	Mean rank	Sum of ranks	Z	Sig.(2-tailed)
Negative Ranks	1(a)	1.50	1.50	-3.078	0.002 (d)
Positive Ranks	12(b)	7.46	89.50		
Ties	0(c)				
Total	13				

a. after<before, b. after>before, c. after=before, d. Based on negative ranks

Table 7. Individual change of the acceptance of evolution (Range of the score: -36~36)

Teacher Group	Scores before the program	Scores after the program	Difference of the scores	
in-service teachers	I	8	28	20
	J	29	34	5
	K	-12	36	48
	N	6	24	18
	O	-5	-6	-1
	P	20	26	6
pre-service teachers	A	1	2	1
	B	10	28	18
	C	16	26	10
	D	9	34	25
	E	12	18	6
	F	27	29	2
	G	0	27	27

지를 투입한 결과 Table 6과 같이 사전·사후에 진화 신념에 유의미한 변화가 나타났다. 개별 피험자 수준에서 살펴보았을 때도, 13명의 피험자 중 12명의 피험자가 사후 진화 수용이 향상되었다(Table 7). 특히 사전에 창조 신념이 가장 강했던 K교사는 프로그램 투입 후 극적으로 진화 신념이 강화된 것도 확인할 수 있었다. K교사는 첫 주의 진화 수용 향상 과정을 마친 후 프로그램에 대한 자기저널에 “강의에서 제시한 예들을 보면서 진화를 이해하고 수용하는데 도움이 되었다. 또한 창조론에 대한 생각은 나의 종교적 신념일 뿐 과학과 관련하여 생각하지 않게 되었다.”라고 적은 것으로 보아 프로그램 초기부터 진화에 대한 수용이 빠르게 변화되었음을 확인할 수 있었다.

또한 면담에서 교사들은 특히 프로그램 후 진화의 불확실성에 대한 해소가 많이 되었다고 했다. 진화의 증거로 많이 제시되어 온 화석의 증거들은 오랜 시간에 걸친 진화를 설명하기에는 너무나 불연속적이고, 비교해부학상의 증거들은 끼워 맞추기식 설명에 불과하고, 다른 증거들도 모두 현실적으로 체감하기 어려운 것들이라서 진화가 실제적이고 과학적이라고 생각하기 어려웠지만 개발된 프로그램에서 제시된 HIV, 폐렴균과 같은 병원균의 진화들은 실제적인 소진화의 증거라고 생각했으며, 색깔표를 이용한 종분과 과정에 대한 설명이나 DNA 증거의 강력함을 과학 독후감 표절과 비교한 설명들은 진화의 과학적 타당성에 대한 이해를 도왔다고 했다. 더불어 진화에 관한 기존의 의심들을 해소시켜주는 첫 시간의 활동과 강의가 이후에 진행되는 프로그램들 좀 더 쉽게 받아들일 수 있는 계기가 되었음을 면담을 통해 확인할 수 있었다.

예비 교사 G: 저는 그렇게 생각(진화가 과학적으로 믿음만한 것이다) 안한 게 증거가 많이 부족하다고 이런 생각도 많이 했구요. 색깔 변화를 통해서

중간의 그런 종들이 나타나지 않는 거, 그런 걸 설명해주셨잖아요. 그게 바로 의문점이었거든요. 그럼 중간 화석은 없을까? 그런 거였는데 첫 번째 시간에 갖고 있던 의문점들이 사실 많이 해결되었던 것 같아요. 그래서 다음 프로그램 같은, 이어지는 프로그램들이 더 쉽게 받아들여진 게 첫 번째 의문점을 해결해주니까 그렇게 된 것 같아요.

현직 교사 O: 저도 우선은 크게 시간적인 연대 흐름이 많이 지나야 진화가 일어난다고만 생각했던 것이 훨씬 강했거든요. 실제 그 과정에서 제가 받은 진화 내용과 그런 단원에서 그랬으니까요. 그런데 수업을 통해서 받아본 것은 되게 실제적이었고 더 확 와 닿고, 작은 세포 안에서 또 그런 것들이 일어나니까 진화라고 하는 걸 더 이해할 수 있는 것 같아요.

예비 교사 E: 진화는 그냥 막연했어요. 정말로. 그냥 제 주변에 없는 얘기 같고, 말 그대로 예전에는 개념 자체도 확실히 있었던 것도 아니었는데, 이제는 진화도, 아까 그 질병같은 것은 우리 주변에 있는 일들이잖아요.

그 이외에도 교사들이 진화를 수용하는데 도움을 준 내용은 ‘생물 진화와 생명의 기원의 분리’였다. 프로그램 투입 전 실시한 사전 면담에서 교사들은 ‘생명의 기원’ 부분은 불확실하며, 증거를 기반으로 하지 않는 가설에 불과하기에 진화론도 그 연장선에서 불확실한 가설에 불과하다고 몽뚱그려 생각하고 있었다. 그러나 프로그램에서 생물 진화의 범위를 명확히 함으로써 교사들은 생물진화와 생명의 기원을 분리하였고, 그러한 과정은 생물 진화에 대한 과학적 수용을 향상시키는 데 도움이 되었다.

현직 교사 P: 앞부분에 화학진화를 같이 다루는 그 부분이 사실상 진화론의 가장 크게 설명할 수 없는 부분 중에 하나였거든요. 무에서 유가 창조되는 거. 그 부분을 진화론에서 빼는 것이 가장 크게 얻은 것이 아닐까 싶어요.

예비 교사 E: 이전에는 화학적 진화도 포함해서 그 부분을 설명할 수 없다고 생각해서 불확실하다고 말씀드렸을 텐데, 지금은 화학적 진화를 포함하지 않는다는 것을 알았으니까 그 이외의 부분에 대해서는 설명 가능하잖아요. 그래서 좀 더 진화에 관심을 갖고 공부를 해야겠다는 생각이 들어요.

하지만 교사들의 사고는 기존에 제시된 교육과정과 교과서 구조에 영향을 받고 있기에, ‘생물의 기원’이 생물 진화의 영역이 아니라면 이것을 어디에서 설명해야 하는지에 대한 의문은 여전히 남아있었다.

예비 교사 G: 아직도 의문이 있는게 그러면 생명의 기원에 대해서는 어떻게 설명을 해야 될까? 이게 화학진화긴 하지만 교과서에서 안 다루지는 건 아니잖아요. 그러면 생명의 기원 그 부분에 대해서는 어떻게 설명해야 될 것인가 그게 좀 의문이에요.

예비 교사 A: 저는 기존에 생명의 기원이라는 부분이 진화에 들어간다고 배웠는데, ‘아 이렇게 해서 저렇게 해서 진화되어 지는구나!’ 했는데, 그 부분이 아니라고 하니까. ‘있는 것에서 딱 진화가 된다.’ 했는데, 이거 앞에 부분이 설명이 제 스스로가 안되니까..

‘생명의 기원’은 분명 과학의 영역에서 다루야 할 부분인 것은 동의

Table 8. Wilcoxon Signed Ranks Test for the recognition and practice of evolution as a unifying theory in biology

After - Before	Ranks			Test statistics	
	N	Mean rank	Sum of ranks	Z	Sig. (2-tailed)
Negative Ranks	1(a)	4.00	4.00	-2.111	0.035(d)
Positive Ranks	7(b)	4.57	32.00		
Ties	5(c)				
Total	13				

a. after<before, b. after>before, c. after=before, d. Based on negative ranks

하지만, 이것이 과연 다른 과학 영역이 아닌 생명과학 분야에서 다루어야 하는 것인지, 혹은 생명과학 영역에서 다룬다면 지금과 같이 진화 단원에 함께 제시되어야 할지에 대한 연구가 더 필요한 분야다. 현재와 같이 생명의 기원과 진화를 하나의 단원으로 구성하여 제시하는 방식은 연구에서 확인된 것처럼 생물학의 중요한 이론인 진화론의 과학적 타당성까지 의심하는 결과를 가져왔기 때문이다.

한편, 진화 교육은 종교적 입장인 창조론과의 대립이 장애로 작용하는 경우가 많다고 보고되어 왔기에 본 프로그램에서는 과학의 본성 측면에서 진화론과 창조론을 바라보는 과정을 안배했다. 교사들은 이러한 과정을 통해 진화론을 수용하는 것이 자신의 종교적 신념과 상치되는 것이 아니며, 과학과 종교를 분리하여 인식함으로써 생물학에서 진화의 중요성에 대한 인식을 제고하는 효과가 나타났다.

다. 생물 진화의 통합적 역할 인식 및 현장 실천 의지 변화

이 프로그램은 ‘진화가 생물학을 통합하는 역할을 한다.’는 것을 교사가 인식하고, 이러한 관점에서 생명과학 수업을 진행할 수 있도록 교사의 인식을 향상시키기 위해 개발한 것이다. 이를 위해 프로그램에 참여한 교사들이 진화의 통합적 역할 인식 및 수업 실천 의지 측면에서 어떤 점에서 달라졌는지 다양한 방법으로 확인하였다. 우선 설문문을 통해 교사들이 진화가 진화 단위 이외의 다른 단원에서 생명 현상을 설명할 때 사용할 수 있는 개념이라고 생각하는지를 조사하였는데, 프로그램 후 전체적으로 동의하는 방향으로 유의미하게 변화되었다 (Table 8).

이러한 변화는 주로 프로그램이 3주차에 접어들면서 진화의 통합적 역할을 서서히 인식하고 있음을 교사들이 쓴 자기 저널을 통해서 확인할 수 있었다. 약 절반의 교사들이 3주차 프로그램을 마친 후 쓴 자기 저널에서 진화의 통합성을 언급하였으며, 나머지 절반의 교사들도 4주차 프로그램을 마친 후 쓴 자기 저널에서 진화가 생물학의 기초 개념이며, 모든 생물학의 영역에서 생명현상을 완전하게 이해하기 위해서는 필수적으로 진화 개념을 도입해야 할 것 같다고 서술하고 있었다.

교사들의 이러한 관점 변화를 한눈에 확인할 수 있는 자료가 생물학의 구조 및 생물 교과의 구조를 그림으로 표현한 검사지이다. 사전, 사후 교사들이 그린 생물학의 구조를 3명의 대학원생이 ‘통합 개념’, ‘일부분’, ‘미포함’, ‘무응답’으로 코딩하여 분석하였는데, 사전의 경우는 100% 코딩이 일치하였고, 사후의 경우는 13명의 교사 중 12명의 검사지의 코딩은 일치하였으나, 1명의 검사지에 대해서 2명의 대학원생은 진화를 통합 개념으로 다룬다고 코딩했고, 1명의 대학원생은 진화를 일부분으로 다루고 있다고 코딩하였다. 이 경우를 진화를 통합



Table 9. Role of evolution in biology as one of science area and as one of curriculum disciplines (Unit : the number of teachers)

	Biology as a science		Biology as a curriculum	
	before the program	after the program	before the program	after the program
unifying concept in biology	4	9	3	9
an unit of biology	2	3	2	1
not included in biology	6	1	6	2
no response	1	0	2	1
total	13	13	13	13

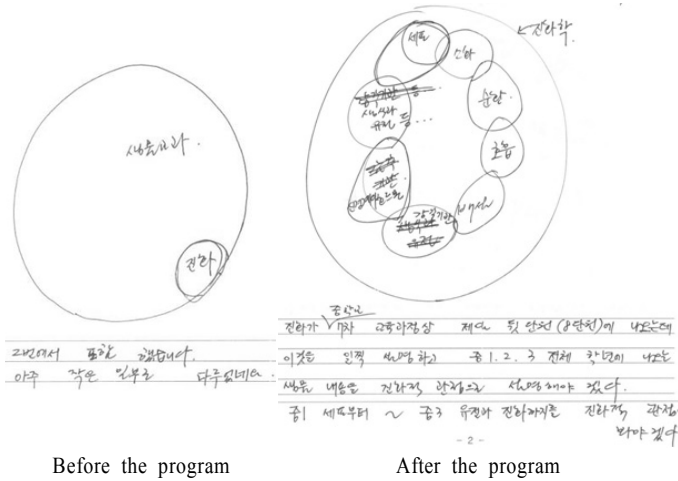


Figure 1. The diagram of biology in school curriculum drawn by teacher K

개념으로 다루고 있는 다이어그램이라고 분류했을 때의 결과는 Table 9와 같다.

생물학의 구조와 생명과학 교과 구조 모두에서 사전에는 각각 4명, 3명만이 진화를 통합 개념으로 나타냈으나, 사후에는 13명의 교사 중 9명이 진화를 통합 개념으로 그리고 있는 것으로 분석되었다. Figure 1은 K교사의 생명과학 교과 구조의 사전-사후 변화를 분명하게 보여준다. K교사는 프로그램을 경험하기 전에는 진화가 불확실한 가설에 불과하기 때문에 진화 지식을 평가하는 것조차 부적절하다고 생각했다. 그러나 프로그램이 종료된 후 이루어진 면담에서 K교사는 진화의 통합적 역할을 분명히 인식하게 되었으며, 앞으로 생명과학 수업은 이러한 관점에서 진행되어야 하기에 진화에 대한 공부가 필요할 것 같다고 하였다. 프로그램에 참여한 교사들의 상당수가 K교사와 의견을 같이 하고 있었다.

이와 같은 진화의 통합성 실천에 대한 긍정적인 변화 이유는 P교사의 면담을 통해 확인할 수 있다. P교사는 프로그램 이전에도 진화의 통합적 역할을 인식하고 있었으며, 이를 생명과학 수업에서 종종 언급하고 있었던 교사였다.

현직 교사 P: 구체적으로 적용하는 법을 생각해보게 됐다고 할까요. 아~이걸 이런 식으로 적용할 수 있겠구나. 그런 걸 느낄 수 있었어요. 그 전에 하지 않았던 영역에서도 시도를 할 수 있을 것 같아요. 아무래도 적용할 수 있는 영역을 넓혔다고 그래야 하나. 그런 것 같아요. 실제로 적용할 수 있는 예시들을 제시해주셨으니까 그런 것도 도움이 됐고요.

P교사는 진화의 통합적 역할을 인식하고 이러한 관점에서 수업을 진행하고자 하는 의지는 있었으나, 구체적인 실천 방법에 대해서는 갈증을 느끼고 있었는데, 개발된 프로그램이 이를 해결하는데 도움을 주었던 것이다.

한편, 생물학의 여러 영역에서 진화적 관점으로 생명현상을 설명하는 것이 학생의 흥미와 이해를 높여줄 수 있다는 생각에 진화의 통합적 역할을 생물 수업에 적극 반영하겠다는 의견도 있었다.

현직 교사 J: 생물 자체에 대해서 이해하는데, 그러니까 되게 근본적인 본질을 이해하는데 도움이 되는 것 같아요. 애들도 흥미를 많이 느낄 것 같아요. 단순하게 어떤 현상 자체만을 얘기해주는 것보다, 왜 그런 현상들이 나타나는지를 거슬러 올라가서 쪽 얘기를 해주면, 애들이 참 흥미롭게 생각할 것 같아요. 하나하나 개개의 현상을 외우고 그러는 것이 아니라 종합적으로 좀 재미있었어요.

예비 교사 F: 애들한테 설명하기 편하잖아요. 어떤 단원이든 그러니까 시험을 보더라도 각 단원의 내용을 이해를 해야 되는데, 그 내용을 이해하는데 (애진화)가 설명을 참 잘해주잖아요. 이해할 수 있는 부분으로써, 통합성이 생긴 거 같아요. 어떻게 생각하면, 애들한테 한 입 한 입 떼어서 먹이던 것을 덩어리로 만들어서 줄 수 있는 게 생긴 거죠. -(중략) 사전에는 그러한 생각이 없었던 거죠. 근데 뭉뚱그려 이해해야지만 시험은 잘 볼 수 있지 않나요? 통합해서 설명하면 이제 각 모든 생명현상을 설명하기 편해지고, 이해하기 편해지니까.

이상의 결과들은 프로그램이 생명현상을 진화적 관점으로 통합하여 수업하는 것이 생물을 이해하는데 유용하며, 그러한 관점을 생물 수업에 도입할 필요가 있음을 교사가 깨닫는데 도움을 준 것 뿐 만 아니라 이를 실천하기 위한 구체적인 아이디어를 이 프로그램이 제공했음을 입증한 것이다.

라. 그 밖의 개발된 프로그램의 효과

사전 교사 인식 조사 결과는 교사들이 개별 개념으로서 진화는 생물 교과의 중요 개념 중에 하나라고 판단했으나, 생물 교과의 다른 단원과 비교했을 때는 진화와 생물의 다양성 단원의 상대적인 중요도는 낮게 평가하는 경향이 있었다. 이와 같은 교사들의 인식은 기존의 교육과정과 평가에서 진화를 그 중요성에 상응하는 방식으로 다루지 않았기 때문이라는 이유와 더불어 교사들이 생물학을 통합하는 진화의 역할을 인지하지 못하였기 때문이다(Lee & Cha, 2011).

진화의 통합적 역할 인식과 진화의 중요성 평가 사이의 관계는 개발된 프로그램의 효과에서도 확인할 수 있다. 개발된 프로그램을 경험한 교사들은 앞서 살펴본 것과 같이 사후에 진화의 통합적 역할에 대한 인식이 유의미하게 향상되었는데, 이들은 이와 동시에 진화의 절대적 중요성 인식 및 진화 단원의 상대적 중요도 순위 평가에서도 유의미하게 향상된 변화를 보였다(Table 10).

이러한 인식 변화는 곧 진화에 대한 관심으로 이어졌다. 교사들은 프로그램 진행 중에도 진화와 관련한 교양도서 및 연구 논문을 자발적으로 찾아보기 시작했고, 일상생활에서도 진화적인 관점으로 생각하게 되었다고 한다. 한 교사는 즐려서 눈꺼풀이 감기는 와중에 자신의

Table 10. Wilcoxon Signed Ranks Test for recognition on relative and absolute importance of evolution

After - Before	Ranks			Test statistics	
	N	Mean rank	Sum of ranks	Z	Sig. (2-tailed)
absolute importance	Negative Ranks	0(a)	0.00	-2.636	0.008 (d)
	Positive Ranks	8(b)	4.50		
	Ties	5(c)			
	Total	13			
relative importance	Negative Ranks	10(a)	64.00	-2.078	0.005 (d)
	Positive Ranks	1(b)	2.00		
	Ties	2(c)			
	Total	13			

a. after<before, b. after>before, c. after=before, d. Based on negative ranks

Table 11. Wilcoxon Signed Ranks Test for evaluating self-profession about the knowledge of evolution

After - Before	Ranks			Test statistics	
	N	Mean rank	Sum of ranks	Z	Sig. (2-tailed)
Negative Ranks	1(a)	6.00	6.00	-2.782	0.005(d)
Positive Ranks	12(b)	7.08	85.00		
Ties	0(c)				
Total	13				

a. after<before, b. after>before, c. after=before, d. Based on negative ranks

속눈썹을 느끼게 됐고, 거기서부터 생각이 출발하여 최근 아이들이 속눈썹이 길어지는 이유를 목적론이 아닌 자연선택의 관점에서 생각해 보게 되었다는 에피소드를 소개하기도 했다.

진화의 절대적, 상대적 중요성 인식 변화와 더불어 또 한 가지 고무적인 효과는 교사들이 자신의 진화 지식에 대한 자신감이 향상되었다는 것이다(Table 11).

프로그램 전 교사들은 진화 지식 전문성 자기 평가에서 10점 만점 중에 평균 3.9점을 부여했다. 그들은 중 고등학교 학창시절뿐만 아니라 대학의 학부수업에서도 진화에 대한 전문적인 교육을 받아본 경험이 없고, 개인적으로도 진화에 대한 관심이 없어서 진화에 대해서 알고 있는 것이 거의 없다고 하였다. 학생들에게 제공되는 수업 수준은 교사의 지식수준을 능가할 수 없다. 교사들이 진화 영역에 대해 약한 자신감을 갖고 있다는 것은 결국 진화 영역의 수업이 그 중요성에 상응하는 방식으로 제공되지 못할 것을 예상할 수 있다. 결국 교사의 진화에 대한 낮은 자신감은 학습자로서 부족했던 진화 학습 경험을 자신의 학생들에게도 반복해서 제공하는 악순환의 고리를 불러온다.

프로그램에 참여하였던 교사 13명 중 9명은 중 고등학교 학창시절과 대학 시절의 진화 수업에 차이는 없었으며, 자신의 중 고등학교 학창시절과 현직 교사로서 혹은 예비교사로 학생들에게 제공할 진화 수업에도 차이가 없다고 사전 설문에서 답하였다. 그렇기에 교사들이 사후에 진화 지식 자기 전문성 평가에서 유의미한 향상을 보여준 것은 앞서 언급했던 진화에 대해 부족한 학습(learning)과 준비없이 소홀히 진행되는 교수(teaching) 사이의 악순환을 끊을 수 있는 가능성을 이 연구에서 개발된 프로그램은 해소시켜 줄 수 있었다고 해석된다.

### 3. 연구 결과가 과학교육에 주는 의미

생물은 대상 중심 학문이다. 다양한 생물들이 서로 다른 환경에서 각각 고유한 방식의 생명현상을 나타내는 가운데, 학생들은 물리나 화학과는 다르게 생명과학의 경우는 별개의 지식들을 암기를 통해서 학습해야만 된다고 생각한다. 이는 생물 교육계에서 학생들에게 생물학을 통합적 관점에서 이해시킬 수 있는 틀을 제공하지 못했기 때문이다.

다양한 생물들은 저마다 고유한 생명현상을 나타내고는 있지만, 생물학이라는 학문이 형성될 수 있었던 것은 이렇게 다양한 생물들이 진화의 산물이라는 이론이 수반되었기 때문이다. 현대 생물학은 생명체가 나타내는 모든 생명현상을 진화적 관점에서 추론해 왔다. 우리는 병원균의 연구, 생물자원의 연구, 생물 환경의 연구 등 대부분의 생물학 연구를 진행할 때 진화적 관점에서 수행하고 있다. 이처럼 생물학 전반의 지식을 이해하고 사용하는데, 진화는 생물학을 바라보는 통합적 사고 및 탐구의 틀 역할을 한다.

이 연구는 국내 교사 교육을 위한 프로그램을 개발하기 위해 진화의 통합적 역할 인식을 강조한 첫 시도라는 점에서 의미가 있다. 개발된 프로그램은 현직 과학 교사 연수나, 예비 생물 양성 과정에서 활용될 수 있고, 이러한 과정을 통해 생물 교사들이 진화의 통합적 역할을 인식할 수 있음이 이 연구 결과 확인되었다. 교사들은 프로그램을 통해 생물학을 통합적으로 설명하는 진화론의 역할을 인식할 수 있었고, 그 관점이 잘 반영된 자료를 개발할 수 있는 능력이 생겼으며, 이런 수업을 시행함으로써 학생들에게 생물을 바라보는 통합적인 틀을 안내할 능력까지 갖추게 되었다. 연구자가 의도하는 이러한 일련의 과정들이 성공적으로 안착이 된다면, 학생들은 생명과학을 단순한 암기와 목이 아닌 진화적 관점에서 통합적으로 이해할 수 있을 것이고, 생명과학에 대한 흥미와 관심은 현대 생물학의 발달을 충분히 반영할 수준만큼 증가할 수 있을 것이다. 이는 궁극적으로는 생물 교육의 궁극적인 목표 중 하나인 생물학적 소양을 갖춘 인재 양성에 도움을 줄 수 있을 것이라 생각한다.

### IV. 결론 및 제언

본 연구는 진화가 생명과학의 전 영역에서 생명현상의 이해를 돕는 통합적인 틀이며, 중등 생명과학 수업은 진화를 중심으로 긴밀히 연계되어 학생들에게 제공되어야 한다는 것을 전제로 두고 있다. 이러한 교육 목적을 달성하기 위해서는 무엇보다도 교사가 진화의 중요성과 가치를 분명히 인식하는 것이 필요하기에 생물학에서 진화의 역할에 대한 교사의 인식을 향상시키기 위한 교사교육프로그램을 개발하고 그 효과를 확인하였다.

이 연구에서 개발된 교사교육프로그램은 진화의 가치를 반영한 생명과학 수업이 진행되기 위한 발판인 교사의 인식 변화에 효과적이었다. 프로그램을 경험한 교사들은 진화의 과학적 타당성에 대한 의심을 버리게 됐고, 진화를 과학 지식으로서 수용하였다. 또한 과학적으로 진화 기작을 설명할 수 있는 능력을 갖추게 되었으며, 전반적인 진화 지식의 향상 및 진화에 대한 관심 증가는 교사가 진화 지식에 대한 자신감을 가질 수 있게 하였다. 교사들은 진화가 갖는 생물학에서의 중요성과 통합적 역할에 대해 분명하게 인지하고, 이러한 관점으로 생명과학 수업을 진행하는 것이 학생들의 흥미와 이해를 돕는 방식이

라는 것에 동의하게 되었다.

개발된 교사교육프로그램은 교사들이 생물학에서 진화가 차지하는 가치 및 역할을 인지하고, 이를 반영하여 생명과학 수업을 진행할 수 있는 역량을 향상시키는데도 효과적이다. 하지만 교사교육프로그램을 통해 진화의 통합적 역할을 인지하고 이를 수업에 반영하겠다는 실천 의지를 보인 교사들이 실제로 학교 현장에 돌아갔을 때, 이를 효과적으로 반영하고 있는지에 대한 추적 연구가 동반되어야만 프로그램의 진정한 효과를 확인할 수 있을 것이다. 아울러 이 연구에서 진행되었던 교사교육 과정은 일회적이었기에 교실 수업을 변화시키기 위해서는 지속적으로 교사의 요구를 충족시킬 수 있는 콘텐츠를 개발하여 제공해야 할 필요성도 제안한다.

한편, 우리나라는 국가 수준의 교육과정의 존재하고, 이를 중심으로 학교 현장에서의 교육방향이 결정되는 구조이기 때문에 교사의 인식 및 신념의 변화가 수업에 직접 반영되는 것에는 어려움이 있다. 그러므로 진화를 중심으로 생물학을 통합하는 방향으로 생물 교육이 실천되기 위해서는 이를 명시적으로 제시하는 교사교육 과정뿐만 아니라 교육과정 및 교과서의 변화가 함께 이루어져야 한다. 교육과정에서의 진화의 위상에 대한 변화는 교과서에서 진화가 다루어지는 방식의 변화를 가져올 것이고, 이는 진화의 통합성을 인식한 교사들이 이를 수업에 잘 반영할 수 있는 지지기반이 될 수 있을 것이다.

## 국문요약

많은 생물학자들은 진화론이 생물학에서 중심적이고 가장 강력한 이론임을 주장해 왔다. 이에 본 연구는 진화론의 생물학을 통합하는 역할에 대한 인식을 향상시키기 위한 교사교육프로그램을 개발하고 그 효과를 확인하였다. 교사교육프로그램의 내용 요소는 '진화 수용 향상', '진화 개념 강화', '진화의 통합성 인식 및 실천'의 3단계로 구성하였고, 방법 요소는 교육현장 실천성, 체험 및 활동, 자기성찰과 동료 평가, 팀별과제 해결, 원활한 질문과 피드백으로 하여 총 6주(18시간)용 프로그램을 개발하였다. 개발한 프로그램의 효과를 검증하기 위해 H대학교 대학원생인 현직 생물교사 6인과 예비 생물교사 7인을 대상으로 교사교육을 진행하였고, 단일 집단 사전 사후 검사 설계 방법을 사용해 효과를 검증하였다. 그 결과 개발된 교사교육프로그램은 진화의 가치를 반영한 생명과학 수업이 진행되기 위한 발판인 교사의 인식 변화에 효과적임을 알 수 있었다. 프로그램을 경험한 교사들은 진화의 과학적 타당성에 대한 의심을 버리게 됐고, 진화를 과학 지식으로서 수용하였다. 또한 과학적으로 진화 기작을 설명할 수 있는 능력을 갖추게 되었으며, 전반적인 진화 지식의 향상 및 진화에 대한 관심 증가는 교사가 진화 지식에 대한 자신감을 가질 수 있게 하였다. 교사들은 진화가 갖는 생물학에서의 중요성과 통합적 역할에 대해 분명하게 인지하고, 이러한 관점으로 생명과학 수업을 진행하는 것이 학생들의 흥미와 이해를 돕는 방식이라는 것에 동의하게 되었다. 교사교육프로그램을 통해 진화의 통합적 역할을 인지하고 이를 수업에 반영하겠다는 실천의지를 보인 교사들이 실제로 학교 현장에 돌아갔을 때, 이를 효과적으로 반영하고 있는지에 대한 연구가 후속될 필요가 있다.

**주제어 :** 진화, 생물학을 통합하는 이론, 교사교육프로그램

## References

- AAAS. (1989). Project 2061: Biological and health science. Washington, D.C. : American Association for the Advancement of Science.
- AAAS. (1993). Benchmarks for science literacy: A Project 2061 report. New York: Oxford University Press.
- Ahn, D. Y. (2006). A case study on the institutionalization of reflection in action learning. *Journal of Lifelong Education*, 12(4), 253-277.
- Carter, K. (1990). Teachers's knowledge and learning to teach. In W. R. Houston(Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education*, 291-310. New York : Macmillan.
- Cho, B. K., & Kim, J. W. (2000). A case study on integrating theory into practice in an early childhood teacher education course. *International Journal of Early Childhood Education*, 20(1), 139-162.
- Darling-Hammond, L. & Bransford, J. (2005). *Preparing teachers for a changing world*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, 35(3), 125-129.
- Education Commission of the States.(2000). *Comprehensive school reform: Five lessons from the field*. Denver: Author.
- Frederick, A., Swarts, O., Roger A., Frank J. (1994), Evolution in secondary school biology textbook of the PRC, the USA, and the Latter Stages of the USSR. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(5), 475-505.
- Fullan, M. G. (1991). *The new meaning of educational change*(2nd ed.). New York: Teachers College Press.
- Gess-Newsome, J., & Lederman, N. (1993). Pre-service biology teachers' knowledge structures as a function of professional teacher education: A year-long assessment. *Science Education*, 77(1), 24-45.
- Gess-Newsome, J. (1994). Teachers' views of the role of evolution in the structure of biology. ERIC Database, ED368573.
- Gross, N. (1979). Basic issues in the management of educational change efforts. In R. E. Herriott & N. Gross (Eds.), *The dynamics of planned educational change*. Berkeley: McCutchan.
- Grossman, P. (1989). Learning to teach without teacher education. *Teachers College Record*, 91, 191-208.
- Ha, M. (2007). Development of the instructional strategies of evolution based on the cross-sectional analysis of evolution conception (Master's thesis, Korea National University of Education).
- Ha, M., Cha, H., & Ku, S. (2010). A study of conceptions, interest and acceptance of evolution, and religiosity between biology majors and non-majors in colleges. *Biology Education*, 38(3), 467-475.
- Han, J. Y. (2010). Coteaching with in-service teacher: Teacher education method for beginning science teacher. *Teacher Education Research*, 49(3), 241-255.
- Hashweh, M. Z. (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching and Teacher Education*, 3(2), 109-120.
- Hur, Y. J. (2007). Change of the teachers' in-service education through induction of action learning. *The Journal of Curriculum Studies*, 25(4), 207-228.
- Johnson, R. L. (1985). The Acceptance of evolutionary theory by biology majors in colleges of the west north central states. Doctoral dissertation, University of Northern Colorado, Greeley.
- Kim, B. C. (2005). An exploration on the model of constructivist teacher education. *Journal of Education Development*, 21(2), 79-102.
- Kim, D. J. (2009). Teachers' theories concerning curriculum implementation: Inquiry on teachers' practical knowledge by mixed research methodology. *The Journal of Curriculum Studies*, 27(3), 127-57.
- Kim, H. H., & Chang, N. K. (2002). Analysis of evolutionary content in high school biology textbook. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 30(2), 114-125.
- Kwak, Y. (2006). Research on the status of secondary school science teaching. *The Journal of Yeolin Education*, 14(1), 215-232.
- Lee, S. (2012). Development of a teacher education program for improving teachers' perception about the unified role of evolution in biology (Master's thesis, Korea National University of Education).

- Lee, S., & Cha, H. (2011). Science teachers's perception of the role of evolution theory in biology. *Biology Education*, 39(2), 181-195.
- McLaughlin, M. W & Marsh, D. D. (1978). Staff development and school change. *Teacher College Record*, 80(1), 69-94.
- McNeil, J. D. (2003). *Curriculum: the teacher's initiative*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education Merrill Prentice Hall.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2011). *A Framework for K-12 science education: Practices, cross-cutting concepts, and core idea*. The National Academies Press at [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=13165](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13165).
- Rutledge, M. L., & Warden, M. A.(2000). Evolutionary theory, the nature of science & high school biology teachers: Critical relationships. *The American Biology Teacher*, 62(1), 23-31.
- Scharmann, L. C., & Harris, W. M. (1992) Teaching evolution: Understanding and applying the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 375-388.
- Shaw, J. M. & Cliatt, M. P. (1986). A model for training teacher to encourage thinking in young children. *Journal of Creative Behavior*, 20(2), 81-87.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Song, U. G. (2003). Reforming student teaching toward a closer theory-practice interaction. *The Journal of the Korean Association of Geographic and Environmental Education*, 11(3), 101-117.
- Wenglinsky, H. (2000). *How teaching matters: bringing the classroom back into discussions of teacher quality*. Princeton, N.J.: Educational Testing Service.
- Wilson, S. M., Shulman, L. S., & Richert, A. E. (1987). 150 different ways of knowledge; Representations of knowledge in teaching. In J. Calderhead(Ed.), *Exploring Teacher's Thinking*(pp. 104-124). Eastbourne, UK: Cassell.
- Winslow, M. W. (2008). *Evolution and personal religious belief: Christian biology-related majors' search for reconciliation at a christian university*. Unpublished doctoral dissertation, Kansas State University, Kansas.