

## 초등교사의 생물의 적응에 관한 수업에서 나타난 교수실행 사례 연구 -교사용 지도서와 교사의 진화 개념 이해 및 신념의 영향을 중심으로-

임미리<sup>1</sup>, 차희영<sup>2\*</sup>, 신길우<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>동화초등학교, <sup>2</sup>한국교원대학교

### Case Study on Teaching Practice for Biological Adaptation of Elementary School Teachers: Focus on the Influence of Teacher's Guide and Teachers' Understanding and Belief of Biological Evolution

Mili Lim<sup>1</sup>, Heeyoung Cha<sup>2\*</sup>, Gill Woo Shin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Donghwa Elementary school, <sup>2</sup>Korea National University of Education

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 2 September 2022

Received in revised form

5 October 2022

25 October 2022

17 November 2022

20 December 2022

Accepted 26 December 2022

##### Keywords:

Biological adaptation,  
Alternative concept, Biological  
evolution concept, Biological  
evolution belief

#### ABSTRACT

In this study, we examine whether the description of the elementary science curriculum guide, the concept of evolution, and the beliefs of teachers affect the teaching practice in classes related to adaptation of elementary school teachers. First, we examined the alternative concept among the sentences described in the bio-adaptation-related unit of the 2009 Elementary Science Curriculum Teacher's Guide and identified the effects of this description on the teaching practice of elementary school teachers. Next, six elementary school teachers were classified according to the results of the evolutionary concept test paper and the evolutionary belief test paper, and based on the class recording data and interview data, whether there is a difference in teaching execution. As a result, it was confirmed that there were a total of 18 descriptions corresponding to the concept of evolutionary alternatives in the analysis of instruction descriptions, and that these descriptions influenced elementary school teachers' adaptation concepts and teaching practice. Next, the group with high and low levels of evolution differ in the areas of "recognition of importance in the unit, distinction between adaptation concepts in the general sense and adaptation concepts in the biological sense, errors in the class," and "recognition of evolutionary education needs in the elementary curriculum." This study is meaningful in that it qualitatively confirms the research on the evolution concept of elementary school teachers, which has been approached quantitatively, and in-depth, confirms how the description, evolution concepts, and evolutionary beliefs affect elementary school teachers' biological adaptation concepts.

## 1. 서론

교실 수업의 핵심은 교사의 수업 전문성에서 비롯되며(Park, 2003; Duffee & Aikenhead, 1992), 교사는 수업의 질을 결정하는 결정권자이므로 수업 주제에 대한 교사의 이해와 신념은 수업 방식이나 커리큘럼 결정에 큰 영향을 준다(Grossman, 1989; Shulman, 1986).

Shulman(1987)은 교사의 수업 전문성에 관한 지식을 교수내용지식(Pedagogical Content Knowledge)이라 했는데, 교수내용지식은 교과내용지식이나 교육학 지식과는 구별되는 지식으로 교수하고자 하는 내용, 학생, 학교 상황, 교수법, 교육과정 등 가르치고자 하는 상황 안에서의 교수 학습에 관계하는 모든 지식을 포함한다(Park, 2003). 교수내용지식은 가르치는 내용과 상황에 따라 달라지므로, 주제별, 상황별 교사의 교수내용지식에 관한 연구가 필요하다(Magnusson et al., 1999).

지식과 함께 교사의 신념은 교수활동에 결정적 영향을 미친다(Melesky, 1996). 교사 신념은 교사가 가르칠 교과, 교수 방법, 교수

내용을 결정짓는 암묵적인 가정이며(Kagan, 1992), 교육과정의 내용은 교사의 해석을 통해 학생들에게 전달되므로 교사의 신념은 교사의 실제에 영향을 미치는 주요한 원인이 될 수 있다(Nott & Wellington, 1996). 특히 과학 교사들이 지니는 신념은 실제 수업에서 교수 학습과 관련된 의사결정에 매우 중요한 역할을 하며 성공적인 교수 실행에 필요한 결정적 요인이 될 수 있으므로(Kim & Kim, 2000) 교사의 신념이 교수 실행에 미치는 영향에 대한 연구 또한 필요하다.

진화론은 생명현상을 설명하는 출발점으로 생물학의 전 영역을 이해하는 기초가 되며, 다양한 생명현상을 일반화할 수 있는 생물학의 궁극적인 체계이므로 생물교육에서 진화론에 대한 이해는 매우 중요하다(Ha, Cha & Ku, 2010; Futuyama, 2004; Dobzansky, 1973). 이러한 진화의 중요성에도 불구하고 많은 진화 오개념 연구 결과를 보면 학생부터 교사에 이르기까지 목적론적, 내부의지, 용불용설에 대한 강한 오개념을 가지는 것으로 나타났으며(Oh, 2006; Ha & Cha, 2006; Lee, 2004), 특히 초등학교 때부터 형성된 오개념은 대체로 학년이 높아질수록 고착되어 성인이 되어서도 교정되지 않는다고 한다

\* 본 논문은 임미리의 2018년도 석사학위논문 데이터 활용하여 재구성하였음.

교신저자 : 차희영 (hycha@knu.ac.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2022.42.6.567>

(Lee, 2004; Bishop & Anderson, 1990).

생물의 적응 개념과 관련한 연구에서는 초등학교 5-6학년 학생들의 생물학적 적응 개념을 조사한 연구에서 어려운 용어나 개념이 요구되는 부분에서 학생들에게 오개념이 나타났으며 이는 교육과정상의 학습이 아닌 교사의 부수적 설명에 의한 것임을 밝혔다(Lee & Shim, 2004). 초등학교생들 진화 관련 개념에 대해 높은 비율로 오개념을 가지고 있고, 이는 학습 방해 요인으로도 작용한다는 연구 결과가 지속적으로 제시되고 있지만, 진화 개념이 초등교육과정에 직접적으로 나타나지 않는다는 이유로 초등학교급을 대상으로 한 진화 교육 연구는 활발히 이루어지지 않고 있다. 하지만 초등교육과정에서도 진화의 중요 개념 중 하나인 ‘적응’ 개념이 다루어지며, 이것이 반복 심화되어 중등 교육과정의 변이, 자연선택, 개체군 내 개체 분포의 변화, 변이의 유전, 대진화와 같은 개념과 나선형 교육과정의 틀 속에서 연결되고 있다(Kwon & Cha, 2015; Woo & Cha, 2013; 교육과학기술부, 2011). 한 번 형성된 오개념은 교정이 어렵다는 과학개념의 특성상, 진화와 관련된 적응 개념을 학습하는 초등학교생이 개념을 형성하는 과정에서 오개념을 유발하는 원인을 찾아 개선 방안을 모색할 필요가 있다.

교육과정이란 학교 교육을 통해 교육목표를 어떤 교육 내용과 방법, 평가를 통해 성취하게 할 것인가를 제시한 공통적, 일반적 기준이다(Jin, Seo, Kim & Lee, 2007; Lee & Im, 2016). 우리나라 초등과학에서는 국가수준의 교육과정에 기반한 국정교과서를 사용하므로, 교과서와 교사용 지도서는 교실 수업에서 큰 역할을 한다. 초등교사의 과학 교사용 지도서 활용 실태와 관련된 선행 연구를 살펴봤을 때 지도서가 수업에 도움이 된다는 인식이 높으며, 교사용 지도서를 통해 배경지식을 습득하는 부분에서 높은 활용도를 보이며, 또한 이를 통해 과학 지식, 과학 탐구 내용을 파악하는데 많은 도움을 받은 것으로 나타났다(Han & No, 2003; Kwon & Park, 2010; Jang, Jeong & Kim, 2011). 따라서 초등과학 교사용 지도서에 나타난 적응 개념 관련 서술과 교사의 교수 실행 간에 연관이 있는가에 대해 구체적으로 알아볼 필요가 있다.

교사의 학습 내용에 관한 이해 및 관심 정도는 그 교사의 수업에 영향을 미친다(Smith, 2010). 진화의 중요성을 인식하고 있는 교사일수록 수업 중 진화 주요 개념의 활용도가 높으며 본인의 수업에서

나타난 오개념을 인지하고 오개념이 나타난 원인을 설명할 수 있다(Ko, Cha & Lim, 2017). 또한 교사의 진화에 대한 수용성은 생물 교사가 진화의 통합적 역할을 인지하고 수업에 적용하는데 영향을 준다(Lee & Cha, 2011). 하지만 이와 관련된 대부분의 연구가 중등 현장을 대상으로 하며 중등 교사의 교수실행을 살펴보는데 치중해 있으므로, 초등교사들의 진화 개념과 진화 신념의 차이가 적응 관련 교수실행에 미치는 영향에 대해 알아보는 것은 의미있는 연구가 될 것이다. 여기서 교수 실행은 수업에서 관찰되는 교수자의 활동 및 교수 태도, 교수 전략, 교사의 수업 내용에 대한 인식을 포함한다.

이러한 맥락으로 본 연구에서는 초등과학 교사용 지도서의 적응 관련 서술, 교사의 진화 개념, 교사의 진화 신념에 따른 생물의 적응 수업에서 교수실행의 차이를 알아보고자 한다.

## II. 연구방법

본 연구의 목적은 초등교사의 생물의 적응 수업에 영향을 미치는 요인을 지도서 서술, 진화 개념 및 신념으로 규정하고 이에 따른 초등교사의 교수실행의 차이를 알아보는 것이다. 이를 위한 연구절차는 Figure 1과 같다.

### 1. 연구대상

#### 가. 교사용 지도서

초등과학 교사용 지도서에 나타나는 적응 개념 서술 분석을 위한 교사용 지도서 선정 방식은 다음과 같다. 2009 개정 교육과정에서 생물의 적응 관련 개념은 3학년 2학기 1단원 ‘동물의 생활’을 시작으로 4학년 2학기 1단원 ‘식물의 생활’, 6학년 1학기 2단원 ‘생물과 환경’을 지나 중학교 3학년의 ‘유전과 진화’, 고등학교 생명과학II ‘생물의 진화’와 연계된다. 자료수집 당시 2017년에는 2015 개정 교육과정의 교사용 지도서가 출간되지 않아 2009 개정 교육과정 교사용 지도서를 분석 대상으로 하였다.

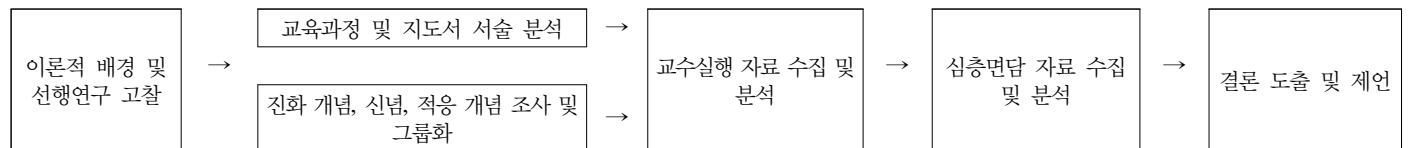


Figure 1. Research procedure

Table 1. Teacher's information (Lim, 2018)

교사	A	B	C	D	E	F
성별	여	여	여	남	남	남
경력	5년	6년	8년	11년	8년	10년
종교	불교	무교	무교	개신교	개신교	무교
수업 학년	3학년	4학년	4학년	4학년	6학년	6학년
생명과학II 학습여부	○	○	○	○	○	○
진화 개념	12	20	14	6	12	20
진화 신념	72	51	38	29	47	66

나. 교사

연구 목적에 따라 적응 개념을 다루는 단원을 지도한 경험이 있는 교사들 중 경력(5년 이상), 수업 학년, 수업 제공 가능 여부, 심층 면담 가능 여부 등을 고려하여 여섯 명의 교사를 목적 표집하였다. 검사지와 면담을 통한 추가 정보를 확인했으며, 표집 대상에 대한 정보는 Table 1과 같다.

2. 검사도구

가. 진화 개념 검사지

Anderson이 2002년 개발한 CINS(Conceptual Inventory of Natural Selection)는 가장 공신력이 높은 자연선택 검사지로(Smith, 2010) 자연선택 이론에 대한 20개의 선다형 문항으로 이뤄져 있다. 핀치새, 구과, 물고기, 도마뱀의 진화과정을 제시하며 각각의 개념요인을 묻는 형태로 구성되었으며 변이, 변이의 기원, 종의 기원, 유전성, 과잉 생산, 개체군 안정, 제한된 자원, 경쟁, 차등적 생존, 개체군 변화의 10개 개념 요소로 구성되어 있다(Park & Cha, 2017). 문항 당 1점으로 20점 만점에 가까울수록 자연선택 이론에 대한 과학적 개념을 가진 것으로 해석한다. 본 검사 결과를 바탕으로 교사의 진화 개념 차이에 따른 교수 실행을 분석하였다.

나. 적응 개념 검사지

연구 대상의 적응 개념 검사를 위해, 자연선택에 관한 지필형 문항

인 Nehm & Reily(2007)의 ORI(Open-Response Instrument easy questions)를 수정해 조지선(2014)이 개발한 ‘경쟁과 적응에 대한 생물학적 용어 검사지’를 수정해 사용하였다. 본 연구에서는 조지선(2014)의 검사지 중 적응 개념의 일반적 의미와 과학적 의미를 묻는 문항, 자연선택과의 관계와 관련된 문항을 사용하였으며 협의를 통해 적응이 일어나는 과정에 대해 묻는 문항을 추가하였다. 본 검사지는 생물교육전문가 1인, 박사과정 2인, 석사과정 4인의 협의를 통해 타당성 및 가독성을 검사하였다. 본 검사 결과를 바탕으로 교사의 생물학적 적응 개념에 대한 인식을 분석하였다.

다. 진화 신념 검사지

연구 대상의 진화론과 창조론에 대한 태도를 구분하기 위해 Brian Alters(2002)의 문항을 토대로 Imgram & Nelson(2006)이 개발한 것을 Winslow(2008)가 수정한 검사지를 사용했다. 절대로 그렇다(창조 신념, 0점)부터 절대로 아니다(진화 신념, 6점)까지 7단계 리커트척도로 답변하도록 되어 있으며(역질문 1문항 제외) 0점에 가까울수록 창조 신념이 높고, 만점인 72점에 가까울수록 진화 신념이 높은 것으로 해석한다. 본 검사 결과를 바탕으로 교사의 신념 개념 차이에 따른 교수 실행을 분석하였다.

라. 면담계획서

수업에서 나타난 교사 발화를 심층적으로 분석하기 위해 Lee & Cha(2011)의 ‘생물학에서 진화론의 역할에 대한 인식 조사’ 연구에 사용한 면담구상지를 참고하여 면담계획서를 개발했다. 면담계획서

Table 2. Interview protocol used in the study

범주	영역	세부 질문 내용
진화 이해	‘진화’ 개념의 이해 및 중요성 인식	· 진화에 대해 얼마나 알고 있다고 생각하는가?
		· 초등교육과정에 진화 개념이 지도되고 있다고 생각하는가?(언제부터, 어떤 식으로)
	‘적응’ 개념의 이해	· 초등교육과정에서 진화 개념을 지도해야한다고 생각하는가? (맞다면, 아니라면) 이유는?
		· 수업 중 ‘진화’를 언급한 사실을 알고 있는가? 언급한 이유는?
생물의 적응 수업 설계 및 실제	교육과정 이해	· 일반적으로 사용되는 ‘적응’ 개념의 정의를 내려보고 단어를 포함하여 예시 문장을 만들어 보시오
		· 생물학적 의미의 ‘적응’ 개념의 정의를 내려보고 단어를 포함하여 예시 문장을 만들어 보시오
	수업 실제	· 학생들에게 생물학적 의미의 ‘적응’ 개념에서 오개념이 생기지 않게 하기 위해 노력을 했는가? 어떠한 노력을 했는가?
		· ‘적응’ 개념을 다루는 단원의 연계성에 대하여 이해하고 있는가?
		· 단원의 연계성을 염두하여 수업을 설계하였는가?
		· 수업 준비 시 주로 활용한 자료는 무엇인가?
	진화 오개념	· 본 차시 수업의 중요도는 어느 정도라고 생각하는가?
		· 성취수준 달성을 위해 수업에 할애한 시간이 적절했다고 보는가?(충분했다, 부족했다)
		· 수업을 설계하며 특히 고려한 점은 무엇인가?
		· 수업을 진행하며 어려웠던 점은 무엇인가?
전반적 인식	종교적 믿음과 진화 수업의 관계	· 본인의 수업에서 나타난 진화 개념의 오류를 인지하고 있는가?
		· 본인의 오개념이 생기는 데 영향을 준 요인은 무엇인가?
		· 오개념을 개선하려면 어떻게 해야 하는가?
		· 종교가 있는가?
		· 종교가 수업 준비와 수업 상황에 영향을 주고 있는가?
		· 학생들이 공부할 때 각자의 종교가 학습에 영향을 준다고 생각하는가?

를 기초로 면담을 실시하고, 면담 대상자의 답변에 따라 추가적인 질문이 이루어졌다. 개발된 면담 계획서는 생물교육전문가 1인, 박사과정 2인, 석사과정 4인의 협의를 통해 타당성을 검사하였다(Table 2).

### 3. 자료분석

#### 가. 교사용 지도서

교사용 지도서에서 생물의 적응 개념이 나타난 단원과 차시의 흐름을 확인하였고 지도서에 있는 적응 개념 관련 서술은 문장단위로 나누어 분석했다. Ha & Cha(2006), Jung & Kim(2009), Nehm et al(2010), Ko, Cha & Lim(2017)의 연구를 참고해 다섯 가지 진화 대안개념(Table 3)을 선정하고, 이를 바탕으로 지도서 서술을 확인했다. 추출된 서술의 대안개념 여부는 생물교육전문가 1인, 박사과정 2인, 석사과정 4인과의 협의를 통해 확인하였다.

#### 나. 수업

연구 대상 교사들의 수업을 녹화하고 수업 중 발언을 모두 전사한

뒤 의미 단위로 구분하였다. 이 자료를 교사용 지도서에 나타난 적응 관련 개념 서술과 비교하여 지도서의 서술이 교수실행에 영향을 미치는지 분석하였다. 또한 교사 별 진화 개념, 진화 신념 수준이 교수실행에 영향을 미치는지 확인하기 위해 수업 계획서와 함께 그룹별 특징이 나타나는 부분을 발췌하여 분석하였다. 분석 결과는 생물교육 전문가 1인과 타당성을 검토하였다.

#### 다. 면담

면담 계획서를 토대로 진행된 면담의 전 과정을 녹화하고 전사하였다. 응답을 면담 계획서의 영역별로 나누어 응답 특징을 정리했으며 이를 기반으로 교수실행 자료에서 나타난 응답 특징을 검토하였다. 분석된 내용의 범주 구별에 대한 타당성은 생물교육 전문가 1인, 박사과정 2인, 석사과정 4인과 협의하여 검토하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 교사용 지도서 내의 생물의 적응 개념 관련 서술이 초등 교사의 교수실행에 미친 영향

##### 가. 교사용 지도서 내의 생물의 적응에 관한 대안개념

교사용 지도서에 나타난 적응 개념 관련 서술 중 대안개념이 있는지 확인하기 위해, 선행 연구를 토대로 추출한 5가지 진화 대안개념을 해당하는 서술을 분석하였다. 초등과학 교사용 지도서의 적응 관련 개념 서술 중 대안개념으로 목적론적 서술과 용불용설적 서술이 나타났다(Table 4, 5).

Table 3. Alternative concepts related to biological evolution (Lim, 2018)

대안개념들	설명
용불용설	사용하는 기관은 점점 발달하고 사용하지 않으면 퇴화한다.
목적론적	어떤 기관이 특정 기능을 수행하기 위해 필요한 기능이기 때문에 생겼다.
예정된 방향	생물 진화가 어떤 목표를 가지고 있다.
창조론적	만물은 신이 신의 의지로 생명체를 창조하였다.
내부의지	생명체가 가진 내적 의지가 기관의 발달을 가져온다.

Table 4. Teleological Perspectives on the Adaptation of Organisms as Described in the Teacher's Guide (Ministry of Education and Science, 2011)

단원	생물의 적응에 관한 목적론적 관점
3-2-1. 특이한 환경에 사는 동물의 생김새와 생활방식을 알아봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물의 기관이 날기에 적합한 구조로 변형되었다.(중단원 도입, 배경지식, 211쪽)</li> <li>· 새는 무게를 줄이기 위하여 몸의 많은 부분을 생략하였다. (중단원 도입, 배경지식, 211쪽)</li> <li>· 동굴은 먹이가 부족하기 때문에 호흡과 생리 대사를 느리게 하여 적은 양의 먹이로도 살아갈 수 있도록 적응하였다.(9차시, 참고자료, 237쪽)</li> <li>· 새는 깃털로 몸의 돌출부를 감싸서 외부 형태를 유선형으로 만들어 공기 저항을 최소로 하며(중단원 도입, 배경지식, 211쪽)</li> </ul>
4-2-1. 특이한 환경에 사는 식물의 특징을 알아봅시다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물을 잘 흡수하기 위하여 긴 뿌리가 있습니다.(9차시, 활동2, 225쪽)</li> <li>· 물의 증발을 줄이기 위하여 작거나 뾰족한 잎이 있다.(9차시, 활동2, 225쪽)</li> <li>· 물을 저장하기 위하여 굵은 줄기가 있습니다.(9차시, 활동2, 225쪽)</li> <li>· 부족한 수분을 흡수하기 위하여 뿌리가 땅속 깊이 뻗어 있으며(9차시, 활동4, 227쪽)</li> <li>· 잎이 가시 모양으로 변하여 물의 증발을 줄일 수 있습니다(9차시, 활동3, 226쪽).</li> <li>· 사막에 사는 선인장은 물의 증발을 줄이기 위하여 잎이 작거나 뾰족한 가시 모양으로 변하였고(9차시, 정리, 227쪽)</li> <li>· 줄기는 물을 저장하기 위하여 굵으며 두꺼운 껍질로 싸여 있다.(9차시, 정리, 227쪽)</li> </ul>
6-1-2. 생물은 환경에 어떻게 적응하며 살아갈까요	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 독수리는 고기를 찢어 먹기 위하여 부리가 튼튼하고 끝이 갈고리처럼 휘어지게 발달하였습니다.(6차시, 들어가기, 265쪽)</li> <li>· 공새는 나무의 꺾나 열매를 쪼아 먹기 쉽도록 부리가 짧고 뾰족하게 발달하였습니다.(6차시, 들어가기, 265쪽)</li> <li>· 왜가리는 물에 머리를 넣지 않고 물속의 새우, 물고기 등의 먹이를 잡아먹기 위하여 부리가 가늘고 길게 발달하였습니다.(6차시, 들어가기, 265쪽)</li> <li>· 더운 사막에 사는 사막여우는 더위를 이겨내기 위하여 적당히 마른 몸을 가지고 있으며 귀가 커서 몸속의 열을 많이 방출합니다.(6차시, 활동1, 265쪽)</li> <li>· 추운 북극에 사는 북극여우는 추위에 견딜 수 있도록 몸에 지방층이 두껍고 귀가 작아서 불필요한 열의 손실을 줄일 수 있습니다.(6차시, 활동1, 265쪽)</li> <li>· 물속에 사는 물고기는 물의 저항을 덜 받아 헤엄치기 편리하도록 몸의 모양이 유선형으로 발달하였다.(6차시, 참고자료, 267쪽)</li> </ul>

Table 5. Theory of use and disuse on Adaptation of Organism as Described in the Teacher's guide (Ministry of Education and Science, 2011)

단원, 차시	생물의 적응에 관한 용불용설적 관점
3-2-1. 특이한 환경에 사는 동물의 생김새와 생활방식을 알아봅시다.	· 빛이 없어 앞을 볼 수 없기 때문에 눈은 퇴화하고 촉각이나 후각 등 다른 감각은 매우 발달하였다.(9차시, 참고자료, 237쪽)

Table 6. Comparison of alternative concepts described in the teacher's guide and teacher's speech in class

요소	지도서 서술(대안개념)	교사 발화
3-2-1 동물의 생활	· 빛이 없어 앞을 볼 수 없기 때문에 눈은 퇴화하고 촉각이나 후각 등 다른 감각은 매우 발달하였다. (9차시, 참고자료, 237p)	· A교사: 동굴은 어두컴컴하다고 했죠. 눈을 감아도 떠도 컴컴하다면 굳이 눈을 뜨고 있을 필요가 있겠어요? 없겠지요. 그래서 굳이 눈을 뜰 필요가 없어서 눈의 기능이 약해져있네요.
4-2-1 식물의 생활	· 물을 잘 흡수하기 위하여 긴 뿌리가 있습니다. (9차시, 활동2, 225P) · 부족한 수분을 흡수하기 위하여 뿌리가 땅속 깊이 뻗어 있으며(9차시, 활동4, 227P)	· C교사: 우물을 만들려면 땅속 물이 나올 때까지 땅을 파죠 그럼 선인장은 물을 얻기 위해서 어떻게 할거 같아? 학생: 물이 나올때까지... C교사: 그래요 선인장도 물을 잘 흡수하기 위해서 긴 뿌리를 가지고 있어요.
	· 물의 증발을 줄이기 위하여 작거나 뾰족한 잎이 있다.(9차시, 활동 2, 225P) · 잎이 가지 모양으로 변하여 물의 증발을 줄일 수 있습니다(9차시, 활동3, 226P)	· C교사: 왜 가시로만 있을 수 밖에 없을까? 물이 빠져나가지 않게 하기 위해서겠죠. 학생: 사막에 물이 없으니까 물을 아끼려고 잎이 작은 것 같습니다 C교사: 그렇죠
6-1-2 생물과 환경	· 물을 저장하기 위하여 굽은 줄기가 있습니다. (9차시, 활동2, 225P) · 줄기는 물을 저장하기 위하여 굽으며 두꺼운 껍질로 싸여 있다. (9차시, 정리, 227P)	· C교사: 저렇게 줄기가 통통한 이유가 뭬? 학생: 물을 저장하려고 C교사: 그렇죠
	· 독수리는 고기를 찢어 먹기 위하여 부리가 튼튼하고 끝이 갈고리 처럼 휘어지게 발달하였습니다.(6차시, 들어가기, 265p)	· E교사: 이 부리는 왜 이렇게 생겼을까? 학생: 고기를 뜯어먹어야하니까 독수리 부리가 날카로운 수밖에 없고 E교사: 맞죠
	· 콩새는 나무의 씨나 열매를 쪼아 먹기 쉽도록 부리가 짧고 뾰족하게 발달하였습니다.(6차시, 들어가기, 265p)	· E교사: 이 부리는 왜 이렇게 생겼을까? 학생: 콩새는 열매를 먹기 때문에 굳이 날카로운 필요가 없어서 뚱뚱해요 E교사: 그렇죠
6-1-2 생물과 환경	· 왜가리는 물에 머리를 넣지 않고 물속의 새우, 물고기 등의 먹이를 잡아먹기 위하여 부리가 가늘고 길게 발달하였습니다. (6차시, 들어가기, 265p)	· E교사: 이 부리는 왜 이렇게 생겼을까? 학생: 물고기를 쉽게 잡기 위해서 왜가리의 부리가 긴 것 같아요 E교사: 잘했습니다
	· 더운 사막에 사는 사막여우는 더위를 이겨내기 위하여 적당히 마른 몸을 가지고 있으며 귀가 커서 몸속의 열을 많이 방출합니다.(6차시, 활동1, 265p)	· E교사: 사막여우는 몸에 있는 열을 많이 방출하기 위해서 귀가 크고 몸이 마른편이고
	· 추운 북극에 사는 북극여우는 추위에 견딜 수 있도록 몸에 지방층이 두껍고 귀가 작아서 불필요한 열의 손실을 줄일 수 있습니다.(6차시, 활동1, 265p)	· E교사: 북극여우는 귀가 작은 이유는 열을 최대한 방출시키지 않기 위해서고 통통한 이유는 열을 보존하기 위해서예요

교사용 지도서의 적응 개념 관련 서술 중 진화 대안개념에 해당하는 오류는 3개 단원에 걸쳐 총 18건 발견되었으며, 특히 생물의 특징을 환경의 특징에 연결시켜 '무엇하기 위해~되었다' 라고 서술하는 목적론적 표현이 많았다. 결과가 원인에 선행하는 목적론적 표현은 현상에 대한 기능적 기술일 뿐 생명의 특성을 설명하는 궁극적 원인에 대한 설명이 되지 못한다(Ha, Lee & Cha, 2006). 또한 자연선택에 대한 이해를 방해하며 과학 개념이 부족한 학생들에게 쉬운 후퇴(fall-back)의 빌미를 제공한다(Moore et al., 2002).

나. 교사용 지도서 내의 생물의 적응에 관한 대안개념과 교수 실행 비교

지도서의 서술이 교사의 수업에 미친 영향을 알아보기 위해 지도서의 목적론적, 용불용설과 관련된 서술 오류와 교수 발화를 비교하였다(Table 6). 연구 대상 교사 6인 중 A, C, E 교사의 수업에서 지도서

서술과 유사한 대안개념적 발화가 나타났다.

지도서 서술이 교사의 교수실행에 미치는 영향을 알아보기 위해 해당 교사가 지도서를 평소에 얼마나 참고하는가를 확인하였다. 다음은 여섯 교사의 평소 과학지도서 활용도이다(Table 7).

분석 결과, 아래와 같이 A교사, C교사, E교사는 수업 중 발화에서 지도서의 목적론적 서술과 같은 대안개념들이 나타났다.

Table 7. Information from the guidebook referenced by the research subject teacher

교사	경력	수업 학년	평소 지도서 참고	본 차시 지도서 참고
A	5	3학년	많이 참고함	자세히 읽음
B	6	4학년	많이 참고함	자세히 읽음
C	8	4학년	많이 참고함	자세히 읽음
D	11	4학년	잘 보지 않음	필요할 때마다 읽음
E	8	6학년	많이 참고함	자세히 읽음
F	10	6학년	수업 시간 전 잠깐 봄	훑어봄

<A교사 면담> 사막여우의 귀는 열을 발산하기 위해 커졌다고(지도서에 나왔잖아... 환경에 적응해 동물의 몸이 점점 바뀌는 것... 아니야?

<C교사 면담> (사막에 사는 식물의 뿌리는) 물이 부족한 환경에서 물을 얻기 위해 뿌리를 길게 내린.. 방향성으로 봐야하지 않을까? 지도서에도 그렇게 나온 것 같은데.. 그리고 서술 자체가 환경을 먼저 설명하고 그 환경을 식물의 특징과 관련짓잖아, 환경에 적응하기 위해 변해왔다는 것을 설명하기 위함이 아닐까?

세 교사는 평소 과학 지도서를 많이 참고한다고 응답하였으며, 교사의 발화와 지도서의 서술이 매우 유사한 점, 후속 면담에서 본인의 오류를 지도서의 오류와 연관지어 해석한 점을 보아 지도서의 서술이 교사의 수업 실행에 영향을 주었다고 해석할 수 있다.

**2. 초등교사의 진화 개념 정확도 차이에 따른 생물의 적응 교수 실행 분석**

초등교사 6인의 진화 개념의 정확도에 따른 적응 수업에서의 교수 실행 차이를 알아보기 위해, 진화 개념 검사 결과에 따라 개념 상위 그룹(F교사 20점, B교사 20점)과 개념 하위 그룹(A교사 12점, C교사 14점, D교사 11점, E교사 8점)으로 구분하였다.

**가. 초등 교사의 진화 개념 정확도 차이에 따른 적응관련 수업의 중요성 인식 분석 결과**

적응 개념이 포함된 수업 차시의 중요성에 대한 인식에 대해 개념 상위 그룹 교사들은 모두 중요하다고 답변했다. 그 이유로 F교사는 적응 관련 오개념이 쉽게 형성될 수 있으므로 중요하게 다루어야 한다고 밝혔고, B교사는 아래와 같이 앞 차시의 개념을 환경과 생물의 관계로 정리하는 부분이므로 중요하다고 밝혔다. 또한 두 교사 모두 생명의 특성을 설명하기 위해 적응 개념이 포함된 수업 차시가 중요하다고 인식하고 있었다.

<B교사 면담> 난 꽤 높다고 생각해 왜냐면 결국에 지금 이 단원 구성이 환경에 따라 다른 생물이 산다는 것을 보여준다는 거거든. 환경과 생물의 관계가 꽤 중요하지! 이게 어떻게 보면 약간 귀납적인거 같아. 앞에 다양한 예를 보여주고 9차시에서 정리를 하고 있다고 생각하거든. 어떻게 보면 9차시가 가장 중요하지. 정리하고 있다... 앞의 나온 개념을 종합하는...

개념 하위 그룹에서는 A, E 교사는 적응 개념이 포함된 수업 차시가 중요하다고 답변하였으나 C, D 교사는 중요하지 않다고 답변하였다. 그러나 A, E 교사는 구체적인 이유에 대한 설명이 없이 ‘중요하다’라는 표현만 나타냈다. 또한 중요하지 않다고 답변한 C, D 교사는 아래와 같이 그 이유로 수업했던 단원에서 적응보다는 관찰과 분류가 더 우선인 개념이며, 단원 목표를 기준으로 볼 때는 적응 관련 차시의 필요성이 낮다고 설명했다.

<C교사 면담> 이 단원에서 어떤 점이 중요했는지... 관찰 분류가 우선이고 생김새 관찰 후 적응이 나오니까 관찰을 70 적응을 30으로 둘거 같애.

<D교사 면담> 15%정도? 전체적 목표에 볼 때 비중이 없어 생물이 사는 곳에 대해 설명하는데 이게 좀 생똥맞은 차시 같거든... 여러 장소를 한 번에 설명하고 끝나지 적응하고 진화와 관련된다고 생각되지 않아. ‘다양하다’에 초점 맞춰서.... 여기서 적응적 진화적 관점 설명하려고 하면 말이 길어지고 수업방향 틀어질 것 같애

두 그룹은 적응 개념이 포함된 차시를 실제로 수업할 때 할애한 시간에서도 차이를 보였다. 개념 상위그룹에서는 수업을 재구성하여 B교사는 68분, F교사는 61분을 할애하였으며, 개념 하위그룹은 활동 내용 일부를 생략, 요약하거나 과제로 제시하며 A교사 39분, C교사 41분, D교사 37분, E교사 35분 간 진행했다. 6명의 교사 모두 학습내용이 1차시(40분)로는 부족하다는 점을 인지하였으나, 수업 재구성을 통한 시간 조절은 개념 상위그룹에서만 이루어졌다.

**나. 초등 교사의 진화 개념 정확도 차이에 따른 적응의 정의와 예시 응답 분석 결과**

생물학에서의 적응은 일상생활 안에서 우리가 흔히 겪는 적응, 즉 한 개체가 새로운 환경에 점점 익숙해지는 과정과는 다르다(Choi, 2012; Jo et al., 2016). 적응 개념과 같이 과학적 지식과 일상적 지식이 혼합된 개념을 교사들이 생명 영역 수업에서 주의 없이 사용하면, 학생들에게 과학적 개념에 대한 혼란을 주는 원인이 될 수 있으므로 (Cummins, 1994) 주의가 필요하다. 연구 대상 교사 6명이 내린 생물학적 의미의 적응의 정의와 예시가 진화 개념 상·하위 그룹별로 차이가 있는지 살펴보았다. 교사들이 응답한 정의와 예시는 Table 8과 같다.

개념 상위그룹에서는 ‘개체군’, ‘과정’의 의미를 포함한 정의를 내렸으며 이에 적절한 생물학적 의미의 적응의 예시를 들었다. 개념

**Table 8. Definition and Examples of Elementary Teachers’ Biological Adaptation according to Evolution Concept Accuracy**

그룹	교사	생물학적 적응의 정의	예시	비 과학적 예시 여부
개념 상위 그룹	F교사	오랜 시간에 걸쳐 생존과 번식을 통한 개체군의 변화	선인장의 가시는 사막이라는 더운 환경에서 수분의 증발량을 줄여 준다. 철새의 이동	X
	B교사	생물이 오랜 시간을 통해 특정 환경에 종 번식을 통해 맞추어 사는 것	환경에 따라 새의 부리가 다른 것, 북극곰의 몸의 크기가 다른 것	X
	C교사	생물이 살고 있는 환경에 맞게 생김새가 달라지는 것	추위를 견디기 위하여 추운 지방의 사람들의 피하지방이 두꺼움	○
개념 하위 그룹	A교사	환경에 잘 살아남도록 변화	수분을 증발시키지 않기 위하여 선인장의 잎이 가시로 변함	○
	E교사	생물체가 환경에 맞추어 변해감	사막여우는 더운 환경에 적응하기 위하여 귀가 커졌다	○
	D교사	세대를 거치 환경에 부딪히는 애들은 죽고 환경에 적합한 애들만 살아남음	사막여우가 더운 환경에 적응하기 위하여 귀가 커짐	○

하위그룹에서는 모두 일상적 의미의 적응에 해당하는 표현을 사용하여 적응을 정의하였으며 예시로는 목적론적 표현인 ‘추위를 견디기 위하여’, ‘더운 환경에 적응하기 위하여’와 같은 표현이 나타났다.

생물학적 의미의 적응에 대한 정의는 6학년 과학 수업에서 처음으로 나타난다. 하지만 3학년 교과서와 지도서에서부터 ‘적응’이라는 용어가 등장하며, 수업에서 교사의 언급에서 나타나는 경우도 있었다. 교사들의 수업에서 생물학적 의미의 적응과 일상적 의미의 적응을 구분하였는지 확인해 본 결과, 상위 그룹의 F교사는 생물학적 의미의 적응에서 ‘오랜 시간’을 언급하며 ‘단기간에 익숙해짐’의 의미가 담긴 일상적 의미의 적응과 구분함으로써 학생들이 시간과 관련된 오개념을 형성하지 않도록 하였다. B교사는 생물학적 의미의 적응과 일상적 의미의 적응을 구분하지 않고, 흔히 겪는 낯선 환경에서의 일상적 적응을 예로 들며 적응 개념을 설명하였다. B교사는 면담에서 자신은 생물학적 의미의 적응과 일상적 의미의 적응의 차이를 알고 있지만, 이 내용이 4학년 학생들의 수준에는 맞지 않다고 판단하여 두 의미를 구분하지 않았다고 했다.

하위그룹의 교사들은 모두 생물학적 의미의 적응과 일상적 의미의 적응을 구분하지 않고 수업을 진행하였다. C교사는 사는 곳을 옮기면 모양이 바뀌는 것을 적응이라고 설명함으로써 적응을 일상적 의미로 접근하여 적응의 주체를 개체로 혼동할 수 있는 여지를 주었다. 하위 그룹의 A교사와 D교사는 ‘적응’이라는 용어와 정의에 대한 설명이 없었다.

일상적 의미의 적응 개념에는 목적, 의도가 포함되어 있어 과학에서 다루는 생물학적 의미의 적응과 구분된다. 언어의 해석은 이전에 형성된 맥락에 의존하므로(언어의 가소성), 생물학적 개념을 일상적 행위에 비유하는 것은 본래 의미를 왜곡할 수 있다(Smith, 2010; Moore et al., 2002).

#### 다. 초등 교사의 진화 개념 정확도 차이에 따른 적응과 진화의 관련성에 대한 인식 분석 결과

초등과학 교육과정에서 ‘적응’ 개념은 ‘3-2-1. 동물의 생활’ 단원과, ‘4-2-1. 식물의 생활’ 단원, 그리고 ‘6-1-2. 생물과 환경’ 단원에 언급되어 있다. 개념 상위그룹과 하위그룹 모두 초등교육과정에서 적응 개념이 언급되는 단원을 인지하고 있었다. 하지만 적응 개념을 지도해야 할 부분을 특정 차시에 한정해야 하는지 또는 단원 전체에서 포괄적으로 지도해야 하는지에 대해서는 진화개념 상·하위 그룹별로 차이를 보였다. 개념 상위그룹에서는 해당 차시를 포함한 단원 전체에서 적응 개념을 다루어야 한다고 하였으며, 개념 하위그룹에서는 적응 개념이 포함된 특정 차시에서만 적응 개념을 다루어야 한다고 하는 차이가 나타났다.

초등 교육에서 진화 개념이 지도될 수 있다고 보는가에 대한 질문에 대한 답변에서도 그룹별 차이가 나타났다. 개념 상위그룹에서는 초등 교육에서 진화 개념이 지도될 수 있다고 보았는데, 그 중 특히 F교사는 아래와 같이 진화 개념이 생명과 관련된 단원에서 전반적으로 연관이 있다며 진화론의 생물학에서 통합적 역할을 인지하는 모습을 보였다.

<F교사 면담> 생명영역에서... 진화 개념을 오개념이 생기지 않도록 제

대로 가르쳐야한다고 생각해서... 이게 앞으로 배울 내용에 영향을 주니까, 적응도 진화의 과정이니까, 의식적으로 ‘(대상의)특징이 환경에 유리해서 생존하고... 번식해서 현재의 모습이 되었다.’ 식의 설명을 했다. 학생들이 목적론적이나 개체의 변화 쪽으로 생각하지 않도록 신경 쓰면서 수업을 한 것 같아.

진화론은 그 자체로 생물학의 한 연구 분야이자 생물학 전분야에서 생명현상을 이해하는 통합적 역할을 한다(Sober, 1993). 진화론의 통합적 역할에 대해 인식할수록 진화의 중요도를 높게 평가하므로(Lee & Cha, 2011), 이러한 점이 F교사가 진화의 중요성을 높게 평가하는데 영향을 주었다고 볼 수 있다.

하위 그룹 교사들은 아래 면담 내용과 같이 초등 교육과정에 제시된 적응 개념이 진화 개념과 관련이 있다고는 생각하나, 초등 교육 내에서 진화에 대한 교육이 이루어지지 않는다고 보았다.

<C교사 면담> 적응과 진화가 관련이 되어 있는 것 같은데...구체적으로 어떻게 연결되는지는 모르겠어

<E교사 면담> 적응과 진화가 관련은 있지... 하지만 초등교육과정에선... 진화를.. 다룬다고 하기에는 뭔가 좀 부족한 것 같아

진화를 이해하는데 필요한 주요 개념에 적응이 포함되며(Smith, 2010; Anderson, Fisher & Norman, 2002; Kwon & Cha, 2015), 초등 교육과정에서 다루지는 적응 개념은 반복 심화되며 중등교육과정의 변이, 자연선택, 개체군 내 개체 분포의 변화, 변이의 유전, 대진화와 같은 개념과 연결된다. 수업에서 진화 개념 자체를 언급하지 않더라도, 상위 개념인 진화를 고려하여 적응 개념을 지도하는 것만으로도 학생의 오개념 형성을 줄일 수 있으며, 학생들이 추후 중등교육과정에서 학습하게 될 진화 개념과 적응을 자연스럽게 연결하는 데 도움을 줄 수 있다.

#### 라. 초등 교사의 진화 개념 정확도 차이에 따른 진화 관련 대안 개념 분석 결과

교사들의 수업에서 진화 관련 대안개념이 나타나는지 여부를 살펴보고, 수업 자료와 면담 내용을 바탕으로 적응 개념 설명 방식의 특성과 진화 관련 대안개념의 유형 및 원인을 진화개념 상·하위 그룹별로 분석하였다.

개념 상위그룹 교사들의 수업에서는 진화 관련 대안개념이 발견되지 않았으나 두 교사의 설명방식은 차이가 있었다. 상위그룹의 F교사는 ‘환경에 유리한 특징이 생존 및 번식에 유리하여 현재의 모습이 되었다’는 메커니즘을 반복적으로 설명하는 모습을 보였다. F교사는 대학원에서 진화에 대해 연구한 경험이 이러한 메커니즘을 통한 설명에 영향을 주었다고 밝혔다.

상위그룹의 B교사는 ‘특이한 환경에 사는 식물의 특징을 알아보자.’라는 학습목표와 4학년 학생들의 수준에 중점을 두고, ‘이러한 특징을 가졌을 때 특정 환경에서 유리한 점이 뭘까?’ 라는 형태의 질문으로 수업을 이끌며 목적론적 설명이 나오지 않도록 유의했다.

개념 상위그룹에서는 진화 관련 대안개념이 나타나지 않았을 뿐 아니라, 사전에 학생의 목적론적 오개념을 고려한 수업을 설계하였다. 학습에서 선개념은 학습자가 학습한 내용을 이해하는 체계의 역할을



Table 9. Alternative concepts of teachers mentioned in class

구분	교사	수업 과정에서 언급된 교사의 대안개념
목적론적 대안개념	A교사	여러분 콧구멍 열고 닫을 수 있어요? 없지요, 낙타는 모래바람이 콧구멍 안으로 들어가는 것을 막기 위해서 자신이 콧구멍에다가 근육이 더 생겨서 콧구멍이 닫고 열 수 있게 적응을 했다고 해요.
	C 교사	뿌리가 땅 속 깊숙이 자라기도 해요. 뭘 견디기 위해서일까? (바람). 그렇죠. 이 높은 산의 식물들은 온도 뿐 아니라 강한 바람에 견디기 위해 저렇게 변하게 되었어요
	E교사	사막여우는 귀가 크고 몸집이 작아요. 더운 곳이나 추운곳에서 살면 왜 이런 특징이 나타날까요? (더운 곳에서는 몸에 있는 열을 많이 방출하려고 귀가 크고 몸이 마른편이고 추운 곳의 북극여우는 털이 없고 몸이 마르면 체온을 유지할 수 없어서 털이 많고 귀가 작은 것 같아요) 네. 거의 다 말했어요 근데 한 가지 귀가 작고 통통한 이유를 조금만 더 보충하면? (북극여우의 귀가 작은 이유는 열을 최대한 방출시키지 않기 위해서이고 사막여우 귀가 통통한 이유는 열을 보존하기 위해서예요). 열을 보존하기 위해 몸에 있는 것은 무엇일까?(털) 털이나? (지방) 맞아요
내부의지적 대안개념	A교사	낙타가 사막에 살다보니깐 이 환경이 이래서 나 같이 짧은 눈썹보다는 너 같이 긴 눈썹이 편하겠단 깨달았겠지, 그리고 사막에 먹이를 찾으러 돌아다니다 보니 나 같이 작은 발보다는 넓직한 발이 더 편하다고 깨달았겠지
	C 교사	왜 줄기가 굵고 키도 작을까 뭐가 영향을 끼친걸까?(바람이 강한테 덜 쓰러져요) 그쵸 작으면 흔들릴 것도 없이 흔들이는 정도가 달라지지 그래서 길지 않고, 바람이 계속 불면 어쩔 거야? 안 날 아가려고 하겠쵸 안 날아가려면? 땅을 잡는 거야 뿌리로.. 그래서 기어가듯이 줄기가 자라거나 / 그리고 바람이 계속 불어 줄기가 옆으로 자라기도 합니다.

하드로(Jo, 1988) 효과적 학습이 이뤄지기 위해서는 학습자의 현재 개념상황을 정확히 이해하는 것이 필요하며(Ausubel et al., 1978), 교사는 학생들의 대안개념을 알고 인식해 수업에서 긍정적 방향으로 다룰 수 있어야 한다(Wood-Robinson, 1994). 개념 상위 그룹 교사들은 학생들의 오개념과 수업으로 인해 발생할 수 있는 오개념에 대해 충분히 고민함으로써 실제 수업에서 오개념이 드러나지 않도록 하는데 영향을 준 것으로 보인다. 그러나 개념 하위그룹에서는 Table 9와 같이 목적론적, 내부의지적 대안개념이 주로 나타났다.

제시된 대안개념 외에 ‘사막 모래에 발이 빠지지 않도록 하기 위해 발이 넓어졌다’, ‘모래바람이 들어가지 않도록 귀를 여닫을 수 있도록 바뀌었다’, ‘부엉이는 밤에도 잘 보기 위해 눈이 커졌고 비둘기는 낮에 다니므로 눈이 클 필요가 없어 작아졌다.’등 교과서에 제시된 동식물의 사례와 관련된 대안개념들이 확인되었으며 A, C, E교사의 수업의 경우 평균 1차시 당 적게는 8건에서 많게는 16건의 대안개념이 포함된 발화가 관찰되었다.

학생들은 발달을 위해서는 스스로의 노력이 필요하다는 인간의 경험을 바탕으로 개별 종이 점진적 변화를 거쳐 환경에 스스로 적응한다고 인식하여(Anderson & Wallin, 2006) 진화를 목적지향과정으로 이해하기 쉽다. 교사의 목적론적 설명은 학생의 목적론적 오개념을 고착화 할 수 있고, 나아가 중등교육과정에서 학습할 진화 개념에 대한 이해를 방해하므로 주의가 필요하다.

D교사는 하위그룹의 다른 교사와 달리 수업에서 목적론적, 내부의지적 오개념이 나타나지 않았으나, 면담에서 ‘바오밥나무 처럼 키가 큰 나무들은 빛을 많이 받기 위해 스스로 키를 키웠다는 말을 들었다. 즉 환경에 살기 위한 의지가 나무를 변화시켰다, 이런 식으로 생각할

수 있을 거 같애.’라며 적응을 목적론적, 내부의지적 관점으로 생각하고 있음을 보였다.

하위그룹 중 C교사는 ‘물을 얻기 위해 우물을 파는 것처럼 선인장도 물을 얻기 위해 뿌리를 길게 변화시켰다’고 설명하는 목적성과 의지가 반영된 비유적 표현을 사용하였다. 교사는 학생들에게는 친숙하지 않은 생물학적 적응 및 진화 개념을 설명하기 위해 은유와 비유를 사용한다. 하지만 초보자는 둘을 구분하지 못해 개념 혼란을 일으킬 수 있으므로(Moore et al., 2002) 주의가 필요하다.

3. 초등교사의 진화 신념 차이에 따른 생물의 적응 교수 실행 분석

교육과정의 실행에서 교사의 신념은 지식보다 더 큰 영향을 미치는 경우가 있으며, 특히 생명현상을 다루는 수업에서 진화 신념의 영향은 매우 크게 나타난다(Spillance, 2000). 진화 신념 그룹은 진화 신념 검사 결과와 진화 수용에 따른 지식구조의 차이를 알아본 Rutledge(2002)의 연구를 바탕으로 수용그룹, 미정그룹, 비수용 그룹으로 구분했다(Table 10).

가. 초등교사의 진화 신념 차이에 따른 진화 개념 지도의 필요성 인식 분석 결과

초등교육과정에서의 진화 개념 지도의 필요성에 대하여 수용그룹에서는 필요하다는 의견을 보였으며, 미정그룹에서는 타 이론과 함께 다루어야 할 필요가 있다고 밝혔다. 비수용그룹에서는 진화 개념은 지도할 필요가 없다고 밝혔다.

Table 10. Classification of groups according to evolutionary beliefs (Lim, 2018)

교사	수용 그룹		미정 그룹		비수용 그룹	
	A교사	F교사	B교사	E교사	C교사	D교사
진화 신념 점수	72	66	51	47	38	29
Rutledge(2002) 연구의 그룹별 진화에 대한 인식 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 진화가 새로운 종의 기원을 이끔</li> <li>· 진화를 잘 뒷받침 된 과학적 설명으로 인식</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 진화론과 창조론 모두 동등하게 유효한 아이디어로 표현</li> <li>· 뒷받침하는 증거가 약하므로 진화론이 단지 이론이라고 생각</li> <li>· 진화론과 창조론의 논쟁 측면의 지식 구조를 가짐</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 진화론을 과학적으로 낮은 지위를 가진 설명으로 인식</li> <li>· 진화 과정에 대한 피상적 지식구조를 가짐</li> <li>· 종교적 견해로 인해 혼란스러움</li> </ul>	



수용그룹의 교사 두 명은 모두 오개념 예방을 위해 진화 개념 지도가 필요하다는 의견이었다. A교사는 학생들의 진화 관련 오개념이 추후 학습까지 이어지지 않도록 예방하는 차원에서 초등교육과정 내 진화교육이 필요하다고 하였다. F교사는 진화 개념 지도를 통해 목적론적 오개념이 형성되지 않도록 해야 할 필요가 있다고 하였다. 또한 두 교사 모두 진화 개념은 3, 4학년보다는 6학년 수준에 더 적합하다는 의견이었다.

초등교육과정에서 진화를 가르치는 것에 대한 선행연구를 살펴보면 외국에서는 활동 위주의 커리큘럼을 통해 학생들의 생물계 관련 개념의 이해를 높이고 진화에 대한 부정적 감정과 오해를 낮춰 기본적인 진화 메커니즘 형성에 효과를 줄 수 있다는 연구가 있었다(Campos & Sapinto, 2013). 우리나라에서는 초등 6학년 영재학생을 대상으로 자연선택 개념을 논변활동을 통해 지도함으로써 학생들이 목적론적 설명보다 생명현상을 과정 중심으로 이해하도록 한 경우가 보고된 바 있다(Park & Cha, 2017). 하지만 두 연구 모두 8차시 이상으로 구성되었다는 점으로 볼 때 현재의 초등과학 교육과정에 바로 적용되기는 어렵다고 본다.

미정그룹에서는 진화와 타 이론을 함께 다루어야 한다고 하였다. 특히 B교사는 진화에 대한 증거 부족 및 과학의 본성을 근거로 들며 진화론과 함께 다룰 이론으로 지적설계론을 언급했다.

<B교사 면담> 어떻게 보면 진화도 이론일 뿐이잖아... 자연선택설도 약간 오개념이라고 생각하거든, 사실 진화를 설이라고 생각하니까... 물론 증거가 있긴 있지만 이게 완벽히 우리를 설명한다고 생각하지 않거든, 그래서 진화만 설명하는 것은 좀 부족하게 아닌가 싶어. 진화의 증거라 하는 것들... 화석 같은 것들 있잖아 근데 그게 유일한 정답이라 생각하는 것은 문제가 있고... 유일한 정답이라 믿는 것은 과학의 성격에도 맞지 않는 거고 과학은 관점에 따라 변할 수 있는 거고 그런 의미에서 가르쳐야... 나는 창조론을 잘 몰랐는데 창조론도 다양한 종류가 있다고 들었는데 그 중에 지적 설계론? 그런 거는 설명해 줄 필요가 있다고 생각해. 이게 신의 존재를 인정하는 거긴 한데... 근데 이 안에 진화도 포함이 되어 있어! 물론 나는 종교 갖는 사람은 아닌데...

B교사가 언급한 지적설계론은 자연현상, 특히 생체시스템에 각인된 흔적을 경험적, 논리적으로 검출하는 것으로 창조론의 새로운 대안으로 제시되고 있으나 이 역시 과학으로 인정될 수 없는 이론이다(Ha, 2007). 진화 지식보다 과학의 본성이 진화 수용에 더 큰 영향을 준다고 한다(Ha, 2016). B교사의 면담 내용을 분석했을 때 B교사는 진화 개념에 비해 과학의 본성에 대한 이해는 낮은 경우이므로, 이러한 점이 진화 수용에 영향을 준 것으로 볼 수 있다.

비수용그룹에서는 초등교육과정에서 진화 개념을 가르칠 필요가 없다는 의견을 보였다. 그 근거로 아래와 같이 ‘진화에 대한 증거 불충분, 진화 개념의 어려움, 진화 개념의 중요성 부족’을 들었다. 특히 D교사는 중등교육과정에서 진화 개념을 가르칠 때 창조론도 함께 가르쳐야 한다고 주장했다.

<C교사 면담> 굳이.. 내가 이해하기에도 진화와 용불용설 구분이 안 돼. 쉬운 개념이었다면 어느 정도 알고 있었을 텐데 이해 못하고 있다는 것은 어렵다는 것이고... 또 중요성도 떨어진다고 보여.

<D교사 면담> 교육과정에 제시가 된다면 가르쳐야겠지 중학교에서처럼... 근데 초등학교에서는 가르칠 필요가 없을 거 같애. 3, 4학년에서는

특징을 강조해서 다양성을 알게 하는 쪽으로만... 진화론도 아직 확실히 증거가 없는 이론인거잖아... 중학교에서도 이걸 진화론적 입장이고 아직까지 과학자들이 많이 연구하고 있다, 창조론을 연구하는 학자들도 있고 지금은 진화론을 연구하는 과학자의 입장의 학설을 배웠다 생각해라... 이렇게 가르치는게 맞는 거 같애.

창조론은 ‘생물은 하나님이 창조하신 신물이며 변하지 않는다’는 설명을 바탕으로 한다. 생물철학자인 Michael Ruse는 과학함이 입증되려면 다음과 같은 다섯 가지 요건을 만족해야 한다고 했다. 첫째 맹목적이며 변하지 않는 자연의 규칙성에 기초한다는 것, 둘째 자연법칙으로 설명이 가능해야 한다는 것, 셋째 경험적 실재에 비추어 검증 가능해야 한다는 것, 넷째, 반증할 수 있어야 한다는 것, 다섯째 감정적이어야 한다는 것이다(Ha, 2007; Park, 2000). 따라서 창조론은 과학의 요건을 충족시키지 못할 뿐 아니라, 종교적 신념을 기초로 하므로 국가교육과정에 포함되는 것은 옳지 않다.

#### 나. 초등교사의 진화 신념 차이에 따른 진화 관련 본인의 오개념 수용 여부 분석 결과

진화 관련 대안개념을 포함한 수업을 한 A, E, D 교사에게 해당 부분의 발화가 담긴 수업 전사 자료를 제시하여 본인의 오류를 확인하게 하였다. 각자에게 본인의 수업에서 나타난 대안개념과 진화적 관점의 수정된 개념을 함께 제시하였으며 둘을 비교해 자신의 오개념을 인정하고 수용하는 과정에서 교사의 수업 진화 신념 그룹 별로 차이가 나타났다.

수용그룹의 A교사는 아래와 같이 대안개념을 이용해 설명한 원인을 찾으며 반성하는 모습을 보였다. 면담에서 진화에서의 집단주의 의미를 잊고 있었으며, 자연선택 개념을 학습한 경험이 있음에도 머릿속에 목적론적 설명이 각인되어 있던 점이 원인으로 보인다고 밝혔다.

##### <A교사 수업장면>

A교사: 다시 환경에 적응해야겠지, 몸이 하루아침에 바뀔 수 있어?

학생: 몇년?, 백년? 백 만년?

A교사: 백 만년이 걸릴 수도 있어 위에 올라가려면 또 다시 백 만년이라는 시간이 걸려 몸이 바뀌어야겠지

학생: 그 전에 바이퍼피시(심해물고기)가 죽을 거 같은데요.

A교사: (넘어감)

<A교사 면담> (학생이 적응을 개체의 변화로 생각한 부분을 오류로 인지하지 않은 점에 대해) 전혀 몰랐어... 시간의 개념을 주입시켜주고 싶었는데 거기서 집단 의미를 나도 잊고 있었던 것 같애. 나도 모르게 집단(개념)을 잊고 있었던 거구나.

미정그룹의 E교사는 아래와 같이 본인이 대안개념을 가지고 있음을 인정했으나, 목적론적 설명이 크게 문제가 없다고 생각하며 수용 및 개선에 미온적인 반응을 보였다.

##### <E교사 수업장면>

E교사: 왜가리의 부리는 왜 이렇게 생겼을까요?

학생: 물속에 있는 물고기를 먹으려면 부리가 커야할 것 같아요

E교사: 물고기는 물속에 있죠. 물속에 있는 것을 잡아먹으면서 숨 쉬는

것에 지장을 받지 않으려면 부리가 길어야겠다. 잘했어요!

<E교사 면담> 목적론적 생각과 자연선택설이 머릿속에 섞여 있어서... 사실 목적론적 설명이 크게 문제가 없다고 생각이 들기도 하고... 애들한테는 잘못 설명한 것 같네...

비수용그룹의 C교사는 아래와 같이 교사의 대안개념이 학생의 오개념 형성에 영향을 미친다면, 초등교육에서 적응 개념을 아예 가르치지 말아야 한다는 주장을 하며 본인의 오류에 대한 거부 반응을 보였다.

<C교사 수업장면>

C교사: 비가 잘 안 올 때 물이 필요하면 어떻게 했죠? 옛날에?...우물을 파죠! 우물은 어떻게 생기는데?

학생: 땅속에...

C교사: 물이 나올 때까지 땅을 파죠. 그럼 선인장도 물을 얻기 위해 어떻게 할 거 같아?...뿌리가 깊숙이 들어갈 수밖에 없겠죠. 뭐 하려고?

학생: 물을 먹으려고.

C교사: 그래요. 물을 잘 흡수하기 위해서 선인장도 긴 뿌리를 가지고 있어요.

<C교사 면담> 적응을 굳이 지금 안 가르쳐도 되지 않을까? 적응의 바탕이 되는 유전적인 것이나 돌연변이를 가르치기 어려운거라면... 그래서 오개념 밖에 심어줄 수 없는 수업이라면... 이 단원에 나오는 들에 사는 식물에서 초본과 목본에서 적응이 나올게 뭐있어. 지가 살아서 사는 건데... 그러다 보니 마지막 차시에서만 적응이 중요하게 되는 거지... 관찰과 분류까지만 가르치면 되지...오개념을 심어줄 바에는 다양성을 언급하는 정도로 마치면 좋지 않을까?

IV. 결론 및 제언

본 연구는 초등과학 교사용 지도서의 적응 관련 서술, 교사의 진화 개념, 교사의 진화 신념에 따라 생물의 적응 수업에서 교수실행에 차이가 나타나는지 알아보았다. 먼저 초등교사용 지도서 내의 적응 개념 관련 서술을 분석하여 오류가 나타난 부분을 확인하고 이러한 서술이 초등교사의 적응 개념 교수실행에 미친 영향을 알아보았다. 다음으로 6명의 초등교사를 진화 개념, 진화 신념 수준에 따라 그룹화하고 교수실행의 차이를 알아보았다. 본 연구의 결론 및 제언은 다음과 같다.

첫째, 초등과학교육과정 교사용 지도서에는 총 18건의 적응 관련 대안개념이 나타났다. 지도서에 서술된 목적론적, 용불용설적 대안개념과 교사의 발화가 유사한 점, 후속 면담에서 공통적으로 수업 오류

에 대한 원인으로 지도서의 서술을 교사들이 직접 언급한 점을 통해 지도서의 적응 개념 관련 서술이 교사의 수업실행에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 초등교사는 수업 설계 시 지도서 활용도가 높은 편이므로 오개념이 포함되어서는 안된다. 교사용 지도서의 대안개념 서술은 수정되어야 하며, 지도서 내에 목적론적 설명이 잘못된 이유와 자연선택 개념을 제시하여 교사의 수업 중에 오류가 발생하지 않도록 예방하여야 할 것이다.

둘째, 초등교사의 진화 개념 수준에 따라 교수실행에서 차이가 나타남을 확인하였다. 개념 상위 그룹과 하위 그룹에서는 적응 개념이 나타난 차시의 중요성 인식과, 수업 재구성 여부에서 차이가 있었다. 또한 두 그룹에서는 생물학적 의미의 적응 개념과 일반적 의미의 적응 개념의 구분에서 차이를 보였다. 개념 상위 그룹에서는 생물학적 의미를 일반적 의미와 구분하여 오류가 나타나지 않도록 수업을 진행하였고, 하위 그룹에서는 일반적 의미의 적응 개념을 사용하여 수업을 진행하는 모습을 보였다. 두 그룹은 적응과 진화의 관련성 인식에서도 차이를 보였는데, 개념 상위 그룹에서는 적응과 진화는 연결된 개념이며 생명과학 전 분야에서 다루어지는 개념임을 인식하고 있는 반면 하위 그룹에서는 적응과 진화를 분리하여 생각하는 모습을 보였다. 마지막으로 수업 중 오류 여부에서도 차이가 있었다. 개념 상위 그룹의 수업 중에는 진화 대안개념에 해당하는 오류가 나타나지 않았으나, 하위 그룹의 수업에서는 목적론적, 내부의지적 대안개념과 목적성과 의지가 반영된 비유적 표현이 나타났다.

셋째, 진화 신념 검사와 선행연구를 기초로 수용 그룹, 미정 그룹, 비수용 그룹으로 구분하여 교수실행의 차이를 살펴본 결과 초등교사의 진화 신념 수준에 따라 교수실행에서 차이가 나타남을 확인하였다. 먼저 초등교육과정 내 진화 개념 지도의 필요성에 대해 수용 그룹은 오개념 예방을 위해 필요하다는 의견을 보였고, 미정 그룹에서는 창조론과 같은 타 이론과 함께 가르쳐야 한다는 의견이 있었다. 비수용 그룹은 진화 개념을 가르치는 것을 반대하며 그 이유로 개념이 어렵다는 점, 중요성이 부족하다는 점, 진화의 증거가 불충분하다는 점을 들었다. 다음으로 수업에서 나타나는 오류에 대한 반응에서도 차이가 있었는데, 수용 그룹은 자신의 오류를 수용하고 과학적 개념을 받아들이는 모습을 보였고 미정 그룹은 자신의 오류는 인정하나 수용 및 개선 부분에서는 미온적인 반응이었다. 비수용 그룹은 오류를 인정하기보다는 적응 개념 자체를 초등교육과정에서 제외시켜야한다는 반응을 보였다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 초등교사의 생물의 적응에 관한 교수실행에 영향을 주는 요인이 학생 오개념 형성으로 이어지는 과정을 모형화하였다(Figure 1).

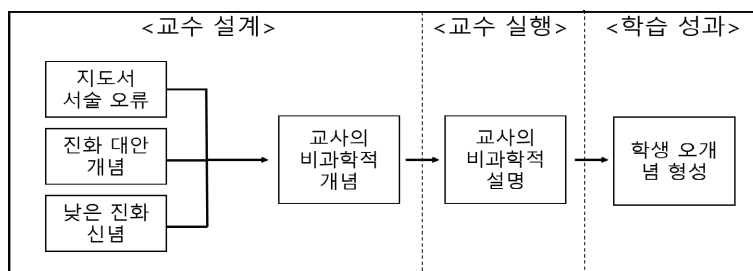


Figure 2. Process of non-scientific teaching practices and misconceptions about adaptation of living things

이러한 연구 결과에 따른 본 연구의 제언은 다음과 같다.

첫째, 초등과학 교육과정 교사용 지도서의 생물학적 적응 개념은 진화적 관점이 바탕이 되어야 함에도 불구하고 반영되지 않았다. 생물의 적응 관련 차시에 참고자료 형태로 자연선택 개념에 대한 설명이나 목적론적 설명의 오류를 지적하는 부분이 포함되는 등, 교사용 지도서가 생명현상을 통합하는 중심원리인 진화를 중심으로 제작된다면 교사들은 개념의 나열에만 국한되지 않은 통합적 관점에서의 생명과학 수업이 가능해질 것이다. 또한 이러한 수업은 학생들의 진화 관련 오개념 형성을 예방하고, 중등교육과정으로 이어지는 상위 개념과의 연계를 쉽게 하는데 기여할 수 있다.

둘째, 수업 중에 나타나는 초등교사의 진화 관련 오개념은 추후 학생들이 중등교육과정에서 진화 개념을 학습하는 데 있어 방해 요인이 될 수 있다. 이에 초등교사를 대상으로 진화 오개념을 수정할 수 있는 프로그램의 개발이 필요하다. 특히 초등교사의 진화 개념 및 신념에 따라 수업 중 오류, 오류에 대한 인식 등에서 차이가 있었으므로 교사 별 진화 개념 및 신념에 따른 맞춤형 진화 교육 프로그램이 개발되어야 할 것이다.

## 국문요약

본 연구에서는 초등과학 교육과정 지도서의 생물의 적응 관련 서술, 교사의 진화 개념 및 신념이 초등교사의 생물의 적응 관련 교수실행에 영향을 미치는지 살펴보았다. 먼저 2009 초등과학 교육과정 교사용 지도서 중 생물의 적응 관련 단원에 서술된 문장 중 대안개념을 살펴보고 이러한 서술이 교사의 교수실행에 준 영향을 파악하였다. 다음으로 초등교사 6명을 진화 개념 검사지와 진화 신념 검사지 결과에 따라 그룹을 구분하고, 수업 녹음 자료와 면담 자료 등을 바탕으로 교수실행에 차이가 있는지 알아보았다. 연구 결과, 지도서 서술 분석에서 진화 대안개념에 해당하는 서술은 총 18건이었고, 이러한 서술이 교사의 적응 개념과 교수실행에 영향을 주었음을 확인하였다. 다음으로 진화 개념 수준이 높은 그룹과 낮은 그룹은 ‘적응 개념이 나타난 차시의 중요성 인식’, ‘생물학적 의미의 적응 개념과 일반적 의미의 적응 개념 구분’, 그리고 ‘적응과 진화의 관련성 인식, 수업 중 적응 관련 오류 여부’ 부분에서 차이가 나타났고, 진화 신념에 차이를 보이는 수용 그룹, 미정 그룹, 비수용 그룹에 따라 ‘초등교육과정 내 진화 교육 필요성의 인식, 수업에서 나타나는 본인의 오류에 대한 반응’ 부분에서 차이를 보였다. 본 연구는 초등교사의 진화 개념 연구를 질적으로 확인하고, 지도서의 서술 오류와 진화 개념 및 신념이 초등교사의 생물학적 적응 개념 교수실행에 미치는 영향에 대해 심층적으로 확인했다는 데 의의가 있다.

**주제어** : 생물의 적응, 대안개념, 생물의 진화 개념, 생물의 진화 신념

## References

Andersson, B. & Wallin, A. (2006). On developing content oriented theories taking biological evolution as an example. *International Journal of Science Education*, 28(6), 673-695.

Ausubel, D. P. (1978). In defense of advance organizers: A reply to the critics. *Review of Educational Research*, 48(2), 251-257.

Bishop, B. A. & Anderson, C. W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of research in science*

teaching, 27(5), 415-427.

Campos, R. & Sa-Pinto, A. (2013). Early evolution of evolutionary thinking: teaching biological evolution in elementary schools. *Evolution: Education and Outreach*, 6(1), 25.

Chl, J. (2012). *Darwinian Intelligence : Darwin's Wisdom for the Age of Empathy*. Seoul: Science books.

Cho, H. (1988). Theoretical Background of Science Curriculum and Teaching/Learning. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 8(2), 59-64.

Cho, J. (2014). Pre-service Biology Teachers' Perspectives About Biological Meanings of Competition and Adaptation. Thesis for Master Degrees of Graduate School in Korea National University of Education.

Cummins, L., Demastes, S. & Hafner, S. (1994). Evolution: Biological education's under-researched unifying theme. *Journal for Research in Science Teaching*, 31, 445-448.

Grossman, P. (1989). Learning to teach without teacher education. *Teachers College Record*, 91, 191-208.

Ha, M. (2007). Development of Evolution Lesson Strategies through Affective Analysis of Conversational Concepts. Thesis for Master Degrees of Graduate School in Korea National University of Education.

Ha, M. (2016). Mediating Effect of Understanding of Nature of Science and Acceptance of Evolution in the Relationship between In-service Biology Teachers' Religiosity and the Attitude toward Teaching Evolution/Creation. *Biology Education*, 44(3), 427-435.

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.

Ha, M., Cha, H. (2006). Analysis of Mis-conceptualizations regarding Evolution Originating from TV Animation and Science Books for Children. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(4), 352-362.

Ha, M., Lee, J. & Cha, H. (2006). A Cross-Sectional Study of Students' Conceptions on Evolution and Characteristics of Concept Connation Formation about It in Terms of the Subjects: Human, Animals and Plants. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(7), 813-825.

Han, K., No, S. (2003). An Analysis on the Utilization of Teacher's Guides for Science in Elementary School. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 22(1), 51-64.

Imgram, E. L. & Nelson, C. E. (2006). Relationship between achievement and sStudents' Acceptance of evolution or creation in an upper-level evolution course. *Journal of research in science teaching*, 43(1), 7-24.

Jang, W. (2014). Research on the preconceptual type and the cause of conceptual formation of biological adaptation in 5th grade elementary school student. Thesis for Master Degrees of Graduate School in Korea National University of Education.

Jeong, W. (1993). A study on the misconception of biology in high school students in Korea. Thesis for Doctor Degrees of Graduate School in Seoul National University.

Jin, J., Seo, J., Kim, K. & Lee, N. (2007). A study on the evaluation of textbooks for textbooks (1), focusing on the establishment of a quality management system. Korea Institute of Curriculum and Evaluation. RRC-2007-5.

Jung, J., Kim, H. (2009). High School Students' Argumentative and Conceptual Aspects in Evolutionary Explanation Constructed Based on Evidences of Textbook. *Biology Education*, 37(4), 526-542.

Kagan, D. (1992). Implications of research on teacher belief. *Educational Psychologist*, 27, 65-90.

Kim, H., Kim, D. (1999). The Relationship of Learning strategies and Beliefs about Science and School Science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 18(2), 119-130.

Ko, Y., Cha, H. & Lim, M. (2017). Case Study of Teaching Practices of Biology Teachers with and without Research Experience in Evolution Education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(4), 747-761.

Kwon J., & Cha, H. (2015). Analyzing the Effect of Argumentation Program for Improving Teachers' Conceptions of Evolution. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(4), 691-707.

Lee, M., Lee, K. (2008). Inservice and Preservice Science Teachers' Perception of Evolution and Evolution Class. *Biology Education*, 36(4), 587-599.

Lee, S., Cha, H. (2011). Science Teachers's Perception of the Role of Evolution Theory in Biology. *Biology Education*, 39(2), 181-195.

Lee, Y., Shim, M. (2004). A Study of Elementary Students' Concepts on Biological Adaptation. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 23(2), 101-109.

Lim, M. (2018). Case Study on Teaching Practice for Biological Adaptation

- in Elementary School Science. Thesis for Master Degrees of Graduate School in Korea National University of Education.
- Magnusson, S., Krajcik J. & Borco, H. (1999). Natural, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching, Kluwer Academic Publishers, 4, 95-132.
- Ministry of Education and Science (2011). National Curriculum of Science. Ministry of Education and Science Notice 2011-361.
- Moore, R., Mitchell, G., Bally, R., Inglis, M., Day, J. & Jacobs, D. (2002). Undergraduates' understanding of evolution: Ascriptions of agency as a problem for student learning. *Journal of Biological Education*, 36(2), 65-70.
- Nehm, R. H., Ha, M., Rector, M., Opfer, J., Perrin, L., Ridgway, J. & Mollohan, K. (2010). Scoring guide for the open response instrument(ORI) and evolutionary gain and loss test(EGALT). Technical Report of National Science Foundation REESE Project 0909999, 1-40.
- Oh, S. (2006). Analysis of elementary school student and teachers' evolution concepts based on science history. Thesis for Master Degrees of Graduate School in Korea National University of Education.
- Park, C., Cha, H. (2017). Analysis of Epistemic Considerations and Scientific Argumentation Level in Argumentation to Conceptualize the Concept of Natural Selection of Science-Gifted Elementary Students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(4), 565-575.
- Park, S. (2003). The Development of PCK (Pedagogical Content Knowledge) Instrument in Science Teaching for Elementary School Teachers. *The Journal of Korean Teacher Education*, 20(1), 105-134.
- Rutledge, M. L. & Mitchell, M. A. (2002). High school biology teachers' knowledge structure, aAcceptance & teaching of evolution. *The American Biology Teachers*, 64(1), 21-28.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new regorn. *Harvard Education Review*, 57(1), 1-22.
- Smith, M. U. (2010). Current status of research in teaching and learning evolution: I.Philosophical/Epistemological issues. *Science and Education*, 19(6-8), 523-538.
- Smith, M. U. (2010). Current status of research in teaching and learning evolution: I.Philosophical/Epistemological issues. *Science and Education*, 19(6-8), 523-538.
- Sober, E. (1993). *The nature of selection: Evolutionary theory in philosophical focus*. University of Chicago Press.
- Spillane, J. P. (2000). A fifth-grade teacher's reconstruction of mathematics and literacy teaching: Exploring interactions among identity, learning, and subject matter. *The Elementary School Journal*, 100(4), 307-330.
- Winslow, M. W. (2008). Evolution and personal religious belief: christian university biology-related majors' search for reconciliation. Unpublished doctoral dissertation, Kansas State University, Kansas.
- Wood-Robinson, C. (1994). Young people's ideas about inheritance and evolution. *Science Education*, 24, 29-47.

### 저자정보

임미리(동화초등학교 교사)  
차희영(한국교원대학교 교수)  
신길우(한국교원대학교 대학원생)