

초등학생들의 화석에 대한 인식 조사

김덕호 · 홍승호[†]

(제주대학교)

Elementary Students' Perception Analysis on Fossil

Kim, Deok-Ho · Hong, Seung-Ho[†]

(Jeju National University)

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the perception on fossil in elementary science 'Earth and Space' domain for elementary school students. For this purpose, the fossil perception inventory was developed. And the fossil perception was examined for random sampling of 5th and 6th grade 635 students. As a result, students chosen incorrect answer of the average 30.8% for questions of fossil perception. Over the average rate of incorrect answers in 20 questions were 8 questions(3 in the definitions for fossil, 2 in the creation of fossil, 2 in the fossil, sedimentary, stratum, 1 in the understanding for fossil). When the results were analyzed by residence and grade, there were significant differences in 7 questions between students in urban and rural areas, and between 5th and 6th students, there were important contrasts in 4 questions. The data that understanding of elementary students fossil can be provided for form the basis planning the teaching method to correct student's scientific concepts in elementary school. The results are also contributed to find an effective way for modify misconceptions of fossils to the scientific concepts.

Key words : elementary school student, fossil, scientific conceptions, perception

I. 서 론

화석은 과거 지질시대에 형성된 퇴적층의 선후 관계를 밝히고 퇴적 당시 환경을 복원하는데 유용하기 때문에 지구의 역사를 설명해 주는 중요한 역할을 할 뿐만 아니라, 생물의 진화를 연구하는데 있어서도 오랫동안 관심의 대상이 되어 왔다(황구근 등, 2009). 즉, 지구의 시·공간적 역사를 이해하기 위해서는 화석을 통한 고생물학적 접근이 필요하며(김송철 등, 2005), 화석은 재현할 수 없는 생명의 기원에 대하여 과학적으로 연구할 수 있는 중요한 증거 자료이다(장윤희, 2010). 그러므로 화석에 대한 이해는 지구 역사 연구에서 매우 중요하며, 과학사 그 자체라고 할 수 있다(양승영, 1998).

2007 개정 초등과학 교육과정 4학년 2학기 '지층

과 화석' 단원은 지형이 어떻게 생성되었는지를 이해하기 위한 기초과정과 화석을 통해 과거의 흔적을 추측하고, 화석이 갖는 의미를 이해하는 활동을 다룬다. 화석은 인간이 경험하지 못했던 과거에 대한 많은 정보를 제공해 줄 뿐만 아니라, 멸종된 다양한 생명체의 증거이기 때문에 초등과학 영역에서 다루고 있는 다른 주제에 비해 특히 학생들의 흥미와 호기심을 높일 수 있다(김선희, 2008).

학교 교육과정에서도 학생들의 흥미와 관심을 고려하여 화석 관련 내용이 초·중·고등학교의 교과서에 학교급별 수준에 맞게 포함되어 있기 때문에, 학습 동기를 부여하는데 좋은 자료가 되고 있다(김정률 등, 1999).

우리는 화석을 통해 생물의 진화 과정, 당시의 환경, 지질 상태, 기후 조건 등을 유추할 수 있다.

초등과학 ‘지층과 화석’ 단원 중에 화석 관련 내용은 학생들이 화석의 생성 과정과 특성을 이해할 수 있도록 구성되어 있다. 그러나 초등학생들은 인지 발달 수준에서 구체적 조작기이므로 주로 자신의 경험을 통하여 자연 현상을 인식하기 때문에, 교육과정의 내용만으로 학생들에게 과학 개념을 이해시키는 것은 매우 어려운 일이다(반미연, 2009). 수업시간에 화석 표본을 통해 화석의 특성을 살펴볼 수는 있으나, 단순히 현재와 지질시대를 관련짓는 활동은 초등학생들에게 화석에 대한 오개념을 형성시킬 수 있다. 그리고 초등학교 때 형성된 오개념은 지속적으로 학습상황에서 개념틀로 작용하므로, 상급학교인 중·고등학교에 올라가도 교육과정내의 과학 개념을 터득하는 것을 방해한다(최영재 등, 2001). 장을희(2010)는 초등학교에서 이미 형성된 화석에 대한 편향된 지식은 상급학교에서 고치기란 무척 어렵기 때문에 이 시기에 올바른 개념을 심어주는 것은 매우 중요한 일이라고 하였다. 따라서 초등학교에서부터 오개념이 형성되지 않도록 해야 하고, 이미 형성된 오개념은 교정하는 것이 중요하다(김재현, 1997; Pines & West, 1983; Driver 등, 1985).

현재 학교에서의 과학 수업은 교과서에 수록된 화석 사진에 대한 의존율이 높은 편이므로 화석 관련 단원에서 제시되는 화석 사진들은 크기나 형태를 표현함에 있어서 특히 과학적인 구성은 중요하다(정철환 등, 2005). 그러나 화석은 멸종하고 사라진 생물의 흔적이 대부분으로, 그 형태나 크기는 오늘날의 생물과는 비교할 수 없는 것들이 많고, 그 중 일부는 현재의 종으로서 유지되고 있지만, 그 형태나 크기는 화석으로 보존된 것과 같다고 볼 수 없다(김선희, 2008). 화석 관련 단원은 실물 또는 야외에서 관찰을 통한 경험 학습이 바람직하나, 지역 실정, 한정된 수업시간 및 안전 문제 등 현실적으로 체험학습을 시도하기에 어려운 점이 있어 다른 학습 수단이 요구되는 것이다(서승조와 손창익, 2000).

그리고 초등교사는 학생들이 가지고 있는 오개념을 알지 못한 채 과학 수업을 하게 되면 현재 학습 효과가 떨어지기 때문에 학생들의 오개념을 파악하고 있어야 한다(한인수 등, 2001). 수업 계획 단계에서 교사는 학생들의 선개념을 파악하여 수업전략에 체계적으로 사용해야 한다(홍승호, 2009). 왜냐하면 앞으로 배울 지식과 선개념의 상호작용

결과로 인해 학습자의 개념이 수정되거나 변화되기 때문이다(Pines & West, 1986). 또한, Carlsson(2002)은 교사들이 현상을 이해하는 방식이 학생들의 학습에 있어서 결정적인 영향을 준다는 점을 강조하였다. 이에 교사는 학생들의 오개념을 사전에 파악하고 교수·학습 계획을 학습자에 맞게 체계적으로 수립하여 학생들의 오개념을 줄이는데 도움을 주어야 한다.

하지만 지금까지 학생을 대상으로 실시한 화석에 대한 개념 연구는 매우 단편적으로 이루어져 왔다. 강연경(2012)은 초등학교 4학년을 대상으로 한 연구에서 탐구적 과학글쓰기 수업이 화석과 관련된 현재와 과거 환경의 관련성 및 시간적·공간적 변화에 대한 개념, 표준화석에 대한 생물의 진화 속도나 생존 기간에 대한 개념 및 거리의 공간적 개념을 이해하지 못하는 학생들에게 효과적이라고 하였다. 이창수 등(2004)은 초등학교 4학년을 대상으로 한 놀이 형태의 과학 수업이 지층과 화석 단원에 대한 학생들의 학업성취도에 미치는 영향을 연구하였는데, 비교집단의 학업성취도는 하락한 반면 실험집단의 학업성취도는 상승하여 놀이 학습이 학생들의 화석 개념을 이해하는데 효과적이었다. 성태기(2003)는 전통적인 수업보다 현장학습을 적용한 수업이 지층·화석 개념 형성 및 과학적 태도 신장에 효과적이라고 하였다. 즉, 실험실보다 자연 자체가 더 좋은 탐구의 장이 되어 학생들이 과학 개념을 바르게 이해하는데 영향을 미쳤다.

김윤정(2007)은 중학생을 대상으로 한 자연사 박물관을 활용한 중학교 지질 단원의 교육 프로그램 개발에 관한 연구에서 ‘지구의 역사와 화석이야기’ 활동지를 통해 자연사 박물관에서 활동할 수 있는 교육프로그램을 활용하여 학생들의 호기심을 유발하고 과학 개념을 확인하며, 지구과학에 대한 지속적인 관심을 가질 수 있다고 하였다. 황구근 등(2009)은 중학생을 대상으로 한 화석 형성 과정에 대한 이해 연구에서 많은 학생들이 초등학교 때 생긴 오개념이 중학교 3학년까지 유지되었고, 화석 형성 과정을 위한 효과적인 실험 과정이 설계되어야 한다고 하였다. 그리고 설문조사를 통해 나타난 화석에 대한 학생들의 오개념을 바탕으로 대체 실험 방법을 제시하여 학생들이 올바른 과학 개념을 학습할 수 있도록 하였다.

김송철 등(2005)은 고등학생을 대상으로 한 화석

학습에서의 오개념에 관한 연구에서 화석의 중요 가치인 고생대를 통한 당시 고환경 추정은 물론 화석이 되기 전 생물의 정확한 모습을 이해하기 위해서 화석 학습 시 화석 종류에 따른 적절한 영상 학습 자료, 실물자료의 적용이 필수라고 하였다. 학생들이 가지고 있는 화석에 대한 오개념의 구체적 예시를 제시하고, 실험반 학생들에게 영상자료를 투입한 후, 결과적으로 과학 개념을 갖게 하여 오개념을 교정할 수 있다고 하였다. 김정률 등(1999)은 지구과학 교사와 고등학생들의 화석에 대한 흥미도와 이해도에 관한 연구에서 화석에 대한 지구과학 교사의 흥미도와 이해도는 고등학생의 흥미도와 이해도와 긍정적인 상관관계가 있다고 하였다. 화석 문항에 대한 정답의 비율이 지구과학 교사는 44.4%, 고등학생은 20.0%로 낮았다는 결과를 통해 학교 현장에서 다양한 교수자료가 포함된 교수 방법의 향상이 필요하다고 하였다.

본 연구에서는 초등학교 5, 6학년을 대상으로 2007 개정 교육과정의 초등과학 ‘지구와 우주’ 영역에서 화석에 대한 인식을 알아보고자 하였다.

본 연구를 위해 선정한 내용은 구체적으로 다음과 같다.

첫째, 초등학생들의 화석에 대한 인식 수준과 오개념의 원인을 분석한다.

둘째, 지역 간 또는 학년 간 화석에 대한 인식 정도를 비교한다.

II. 연구 절차 및 방법

초등학생들의 화석에 대한 인식 연구의 구체적 인 절차는 그림 1과 같다.

먼저 화석에 대해서 실시된 선행 연구를 조사하였고, 2007 개정 교육과정의 초등과학 교과서에 제시되어 있는 ‘지층과 화석’ 단원의 학습 목표와 학습 용어도 함께 분석하였다. 이를 기초로 하여 화석 관련 검사 문항을 제작하였다. 검사 문항 제작 과정에서 교육대학 과학교육과 교수 1인, 박사과정 2인과 함께 문항을 수정·보완하였다. 또한 설문을 투입하기 전에 초등학생 24명을 대상으로 검사를 실시하여 검사 문항을 보완하였다. 그 후 무선 표집된 635명의 초등학생을 대상으로 화석에 대한 인식을 조사하였다. 초등학생들의 오답 이유 및 지역 간, 학년 간의 인식 차이를 검사 문항 제작에 참여

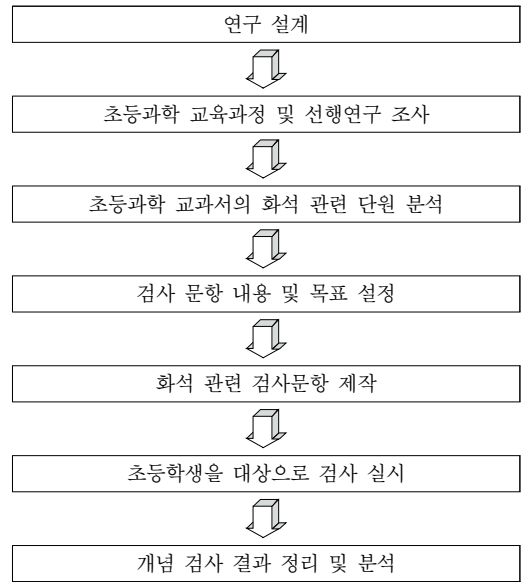


그림 1. 연구의 절차

한 전문가와 함께 분석하였다.

1. 관련 단원 분석

2007 개정 교육과정 초등과학에서 화석과 관련된 단원의 주요 내용은 표 1과 같다.

초등과학 교육과정의 ‘지구와 우주’ 영역에서 지질 관련 단원은 4학년 1, 2학기에만 제시되어 있고, 3, 5, 6학년에는 없다. 4학년에서도 화석과 직접적으로 관련 있는 단원은 4학년 2학기의 ‘지층과 화석’ 단원이다. 학생들은 이 단원에서 퇴적암, 지층, 화석의 생김새 및 생성과정 등에 대해서 학습하게 된다. 특히 이 단원에서는 본 연구와 관련된 화석에 대한 정의, 지층·암석과 화석과의 관계 그리고 화석에 대한 이해에 대해서 학습하게 된다. 또한,

표 1. 초등과학에서 화석과 관련된 단원의 주요 내용

학년 및 학기	단원명	단원의 주요 내용
4학년 2학기	지층과 화석	<ul style="list-style-type: none"> · 지층을 관찰하여 보기 · 지층은 어떻게 만들어지는지 알아보기 · 여러 가지 모양의 지층을 살펴보기 · 퇴적암을 관찰하여 보기 · 여러 가지 퇴적암을 알아보기 · 여러 가지 화석을 관찰하여 보기 · 화석은 어떻게 만들어지는지 알아보기 · 화석을 이용하여 연구해 보기 · 화석을 볼 수 있는 곳을 찾아가 보기

교육과정 내 관련 단원 분석을 통해 화석에 대한 주요 핵심 요소를 파악하고, 화석에 대한 내용을 근거로 인식 검사를 위한 문항을 제작하였다.

2. 화석에 대한 검사 도구의 개발

2007 개정 교육과정의 초등학교 4학년 과학교재(교과부, 2010a; 2010b; 2010c)를 분석하여 화석과 관련된 검사 문항을 제작하였다. 1차로 제작한 검사 문항에 대한 타당도를 파악하기 위하여 지질 영역 단원을 가르쳐 본 경험이 있는 교직경력 3~10년의 현직 초등학교 교사 13인에게 조사를 의뢰하였다. 타당도를 조사하기 위한 방법은 각 문항들이 검사할 내용과 목표에 적합한지를 Likert 5단계 척도로 평가하도록 하였으며, ‘매우 부적절’이나 ‘부적절’로 표시한 경우 바람직한 대안을 제시하도록 하여 문항을 수정·보완하였다. ‘매우 타당함’으로 표시하였을 경우를 100%로 보았을 때, 개발된 검사 문항의 타당도는 84.47%이었다. 사전 타당도 조사를 바탕으로 화석 관련 문항에 대한 의견을 수렴하

고, 계열성과 학습 요소를 고려하여 문항을 다시 수정·보완한 후, 20개의 검사 문항을 최종적으로 제작하였다(표 2).

검사 문항의 구성은 ‘화석에 대한 정의’ 6개 문항, ‘화석의 생성’과 ‘화석과 암석, 지층’ 각 4개 문항, ‘화석에 대한 이해’ 6개 문항으로 이루어졌다. 표 2 처럼 문항을 구성한 이유는 초등과학 4학년 2학기 ‘지층과 화석’ 단원에서 제시한 화석의 생성 과정, 의미, 일반적인 생각, 발견 장소 및 이용되는 사례를 학습할 수 있는 영역으로 분류하여 초등학교생들의 화석에 대한 인식 정도를 파악하기 위함이다.

3. 연구 대상

연구 대상은 J도내 초등학교 중 시지역의 1개교(도시형)와 읍지역의 4개교(농촌형)의 학생들을 무선 표집하였다. 도시형 학교는 2,500명 이상의 학생이 재학 중인 대규모 학교이므로 1개 학교만 선정하였고, 농촌형 학교는 1차 산업을 주로 하는 지역이기 때문에 학생 수가 적어 4개교를 선정하였다.

표 2. 화석과 관련된 검사 문항

영역	문항 번호	문항 내용	문항 타당도 (%)
화석에 대한 정의	1	석탄과 석유는 화석의 일종이다.	84.62
	2	얼음 속에서 나온 살아 있는 듯한 피부를 가진 메머드는 화석이다.	89.09
	3	이집트 피라미드 속에서 발견된 미라는 화석이 아니다.	86.67
	4	현재 살고 있는 고사리나 은행나무는 살아있는 화석이라고 할 수 있다.	88.33
	5	생물의 흔적만 남아 있어도 화석이 될 수 있다.	89.23
	6	석기 시대의 토기도 화석이다.	81.67
화석의 생성	7	생물체에 단단한 부분의 유무는 화석 형성에 영향을 주지 않는다.	86.67
	8	공룡 발자국은 공룡이 바위를 밟은 후에 생긴 것이다.	78.46
	9	물 속에서는 동물과 식물의 흔적이 지워질 수 있기 때문에 대부분의 화석은 육지에서만 생성된다.	83.64
	10	화석은 생성기간과 관계없이 만들어질 수 있다.	87.27
화석과 암석, 지층	11	화석은 퇴적암에서만 찾을 수 있다.	86.15
	12	1화석은 발견된 곳의 암석과 색깔이 같다.	78.33
	13	화석이 발견된 지층을 통해서 지층이 쌓인 순서를 알 수 있다.	86.67
	14	특정 화석을 통해 화석연료가 나오는 지층을 쉽게 찾을 수 있다.	84.62
화석에 대한 이해	15	바다생물 화석은 오늘날의 산에서는 발견되지 않는다.	86.67
	16	탄광에서도 화석을 관찰할 수 있다.	81.67
	17	현재 사막인 곳에서는 화석이 발견될 수 있다.	84.62
	18	공룡의 뼈와 발자국 화석을 통해 공룡의 피부색도 알 수 있다.	76.67
	19	화석을 통해 생물의 진화과정을 알 수 있다.	84.62
	20	수 만년 전의 대부분의 생물들은 화석으로 남아 있다.	84.00
평균			84.47

표 3. 표집 대상의 구성

(단위: 명)

투입학교 학년	H초등학교 (도시형)	D초등학교 (농촌형)	DS초등학교 (농촌형)	H초등학교 (농촌형)	S초등학교 (농촌형)	총계
5학년	185	50	8	62	10	315
6학년	185	47	13	61	14	320
총계	370	97	21	123	24	635

표집 대상은 ‘지층과 화석’ 단원을 이미 학습한 5, 6학년 학생들로 구성하였으며, 구체적인 내용은 표 3과 같다.

4. 설문 조사 및 통계 분석

무선 표집된 초등학교 5학년과 6학년 학생들에게 제작된 검사 문항을 투입하여 각 문항에 대해 정답과 오답 중 하나를 선택하게 한 후, 그렇게 생각한 이유를 구체적으로 작성하도록 하였다. 지역별, 학년별 화석에 대한 인식의 차이 정도를 파악하기 위하여 검사 문항별로 정답은 1점, 오답은 0점으로 하여 t-검정을 실시하였다. 집단 간 비교에 있어서 유의한 차이는 $p < 0.05$ 로 하였다. 본 연구에서는 초등학생들의 화석 검사 문항에 대한 이해 정도를 평정하기 위한 척도로 Marek(1986)의 과학 개념 검사 평정 척도를 활용하였다(표 4).

Marek(1986)의 분류 방법에 따라서 설문에 참여한 초등학생들의 응답 유형을 ‘완전한 이해’, ‘불완전한 이해’, ‘틀린 이해’, ‘무응답’ 4단계로 구분하였다. 비록 답지 선택에서 정답을 선택하였지만, 답변 선택에 대한 이유를 바르게 작성하지 못한 응답도 ‘불완전한 이해’로 분류하였다. 또한, 화석 문항에 대한 초등학생들의 오답 원인을 정리하여 문항 제작에 참여하였던 전문가들과 함께 논의하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 초등학생의 화석에 대한 인식 정도

무선 표집된 5학년 315명과 6학년 320명, 총 635

명을 대상으로 검사를 실시한 결과, 초등학생의 화석에 대한 오답률은 그림 2에 나타내었다.

초등학생들의 전체 검사 문항에 대한 평균 오답률은 30.8%로 나타났다. 20번 문항인 ‘수 만년 전의 대부분의 생물들은 화석으로 남아있다.’는 가장 높은 오답률(65.7%)을 보였다. 반면, 9번 문항인 ‘물속에서는 동물과 식물의 흔적이 지워질 수 있기 때문에 대부분의 화석은 육지에서만 생성된다.’는 가장 낮은 오답률(12.8%)을 보였는데, 이는 ‘흔적화석’에 대한 답변이 많아서 정답에 포함하였기 때문이다. 각 하위 영역별로 평균 이상의 오답률을 보인 문항 수는 ‘화석에 대한 정의’에서 3개 문항, ‘화석의 생성’ 및 ‘화석과 암석, 지층’에서 각각 2개 문항, ‘화석에 대한 이해’에서 1개 문항이다.

서동욱(2004)은 야외 지질 학습장의 퇴적암과 지질 구조에 대한 초등학생들의 관찰 및 가설 분석에 관한 연구에서 학생들은 지질 구조나 암석에 대한 오개념이 높다고 하였다. 이를 통해 초등학생들은

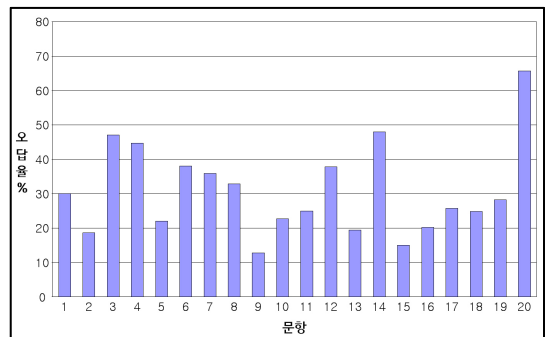


그림 2. 초등학생의 화석에 대한 오답률

표 4. 과학 개념 검사 평정 척도

평정 척도	평정기준
완전한 이해	학생의 진술이 개념을 올바르게 이해하고 있다.
불완전한 이해	학생의 진술이 개념을 완전 이해를 하고 있지는 않지만, 일부는 올바르게 이해하고 있다.
틀린 이해	학생의 진술이 어떤 과학 개념도 갖고 있지 않다.
무응답	학생의 응답이 ‘모르겠다.’이거나 응답하지 않은 경우

퇴적암 및 지질 구조와 관련성이 많은 화석에서도 상당한 오개념을 가지고 있다고 볼 수 있다. 그리고 송해선(2002)은 초등학교 학생들의 지층과 화석에 대한 이해도와 흥미도에 관한 연구에서 지층과 화석에 대한 이해도가 12점 만점에 8.05점으로 나타나, 중간 정도의 이해를 하고 있다고 하였다. 성유정(2013)은 지층과 화석 단원이 공간적·시간적 제약이 많아서 초등학생들이 오개념을 가지거나, 개념 형성에 어려움을 겪는 편이라고 하였다. 그리고 김윤정(2007)은 ‘지구와 우주’ 영역이 우리가 살고 있는 지구가 연구 대상이기 때문에, 학습에서 체험해 보고 느껴 보는 활동의 중요성이 강조되는 영역이지만, 학생들은 흔히 지구과학이 암기로 완성되는 과목이라고 생각하여 지루해 하고 어려워 한다고 하였다. 위와 같은 선행연구를 통해서 초등학생들에게 ‘지구와 우주’ 영역에 대한 개념 이해는 어려운 점이 있다고 할 수 있다.

다음은 화석 개념에 대한 초등학생의 응답물을 각 영역에서 응답률이 높은 순서로 재배열하여 분석하였다.

1) ‘화석에 대한 정의’ 영역

‘화석에 대한 정의’ 영역의 평균 응답률은 33.4%로 이는 전체 문항의 응답률보다 높았으며, 문항별로는 6개의 문항 중 3개의 문항에서 평균 응답률보다 높았다. 이는 성태기(2003)의 연구에서 초등학생들의 화석의 정의에 대한 이해가 낮다고 한 결과와 일치하였다. 구체적 내용은 표 5와 같다.

평균 이상의 응답률을 나타낸 문항에서 초등학생들이 응답을 선택한 이유를 보면, 3번 문항의 응답으로는 ‘미라도 옛날의 생물 흔적이기 때문에 화석이다.’라는 이유가 많았다. 이와 유사한 연구로는

강연경(2012)은 초등학교 4학년 학생들이 고인돌처럼 오래된 것을 화석으로 인식하는 오개념이 있다고 하였다. 이외에도 오답의 이유로 ‘미라도 퇴적물이 쌓여서 된 것이기 때문에’, ‘오랫동안 묻혀 있었기 때문에’, ‘미라는 굳어 있기 때문에’라는 소수의 답변도 있었다. 이는 화석이 지질시대에 생성되어 오랜 시간동안 퇴적되어야 한다는 과학 개념에 대해서 초등학생들의 인식 정도가 낮은 것으로 해석된다. 반면, 정답을 작성한 학생들은 ‘미라는 관 속이라는 사람이 만든 공간에 있었기 때문에’, ‘미라는 인공적으로 만들었기 때문에’라는 과학 개념을 가지고 있었다.

4번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘화석은 동물이 죽어 만들어지는 것이기 때문에’, ‘현재에도 살아있는 생물이기 때문에’라는 답변이 많았다. 이를 통해 초등학생들은 화석에 대하여 죽은 생물체의 흔적에만 강하게 집착하고 있음을 알 수 있다. 물론 초등학생에게는 다소 어려운 개념일 수도 있으나, 고사리나 은행나무와 같이 수 천에서 수 억만 년 동안이나 멸종되지 않고 종 보존력을 갖고 있는 생물도 현존하는 화석이라는 것을 이해시킬 필요가 있다. 한국지구과학회(2009)의 지구과학사전에 의하면 살아있는 화석은 아주 옛날에 나타나, 지금까지 생존하는 생물을 지칭하고 있다. 은행나무와 바퀴벌레를 그 예로 제시할 수 있는데, 은행나무는 중생대 쥐라기에, 바퀴벌레는 3억 년 전인 고생대 석탄기에 나타났다고 한다. 반면, 정답을 작성한 학생들은 ‘이미 화석이 된 다른 생물이 살았던 시기에 같이 살았기 때문에’, ‘옛날부터 지금까지 지구 환경에 적응해 살아가고 있는 생물이기 때문에’라는 과학 개념을 가지고 있었다.

6번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘땅 속에

표 5. ‘화석에 대한 정의’ 영역에 대한 응답률

영역	문항	문항 내용	오답자(명)	%
화석에 대한 정의	3*	이집트 피라미드 속에서 발견된 미라는 화석이 아니다.	299	47.1
	4*	현재 살고 있는 고사리나 은행나무는 살아있는 화석이라고 할 수 있다.	284	44.7
	6*	석기 시대의 토기도 화석이다.	241	38.0
	1	석탄과 석유는 화석의 일종이다.	191	30.1
	5	생물의 흔적만 남아 있어도 화석이 될 수 있다.	140	22.0
	2	얼음 속에서 나온 살아 있는 듯한 피부를 가진 매머드는 화석이다.	118	18.6
평균			212.17	33.4

* 평균 이상의 응답률을 나타낸 문항

서 발견되기 때문에’, ‘옛날 물건의 흔적이 남아있는 것이기 때문에’라는 답변이 많았다. 이것도 역시 강연경(2012)의 연구에서 초등학생들이 토기처럼 오래된 것을 화석으로 인식하는 오개념이 있다는 결과와 일치하였다.

성태기(2003)는 학생들은 화석의 정의에 대해서 학습을 하고 난 후에도 명확하게 화석이란 무엇인지에 대한 개념의 이해가 제대로 이루어지지 않았으며, 이는 화석의 생성에 대한 전체적인 이해가 부족하였기 때문이라고 하였다. 또한 서유정(2013)은 화석에서 ‘石’이란 글자로 인해 많은 학생들이 ‘화석은 모두 돌로 되어 있다.’는 오개념을 가지고 있다고 하였다. 따라서 장윤희(2010)가 제시한 것처럼 화석은 지질 시대에 존재했던 생물의 유해나 흔적이 퇴적암 속에서 발견되는 것으로 화석을 연구하면 그 당시의 생물에 대해 많은 것을 알 수 있다. 이런 이유로 화석은 생명의 역사 연구에 중요한 단서가 된다는 점을 학습 시 학생들에게 강조할 필요가 있다.

2) ‘화석의 생성’ 영역

‘화석의 생성’ 영역의 평균 오답률은 26.1%로 이는 전체 문항의 평균 오답률보다 낮았으며, 문항별로는 4개의 문항 중 2개의 문항에서 평균 오답률보다 높았다. 특히, 9번 문항에서는 12.8%의 낮은 오답률을 보였다. 구체적 내용은 표 6과 같다.

7번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘단단한 부분은 화석 형성에 영향을 주지 않기 때문에’, ‘단단한 부분도 시간이 지나면 사라지기 때문에’ 라는 답변이 많았다. 생물이 화석이 되기 위해서는 퇴적물 속에 신속하게 매몰될 것, 화석화 작용을 받을 것, 생물체에 단단한 부분이 있을 것 등의 특별한 조건이 있어야 한다. 이 조건들이 제대로 충족되지

않는다면 생물체가 화석이 될 확률이 낮은 것이다. 하지만 이 문항에 대한 오답률이 높다는 결과는 초등학생들이 화석의 생성 조건에 대한 이해가 부족하며, 막연한 추측에 의한 답변으로 볼 수 있다. 이는 학생들이 평소 식물 화석을 보면서 학습할 기회가 적었기 때문이라고 생각된다.

8번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘공룡이 바위를 밟아서 굳은 것이다.’, ‘공룡은 무겁기 때문에 바위를 밟으면 움푹 들어가기 때문에’ 라는 답변이 많았다. 비록 중학생들을 대상으로 한 연구이지만, 김선영(2007)은 공룡이나 공룡화석에 대한 지식이나 정보를 51.7%의 학생들은 TV나 영화 등의 영상 매체에서, 48.3%의 학생들은 책이나 신문, 교과서 등의 문자매체에서 얻는다고 하였다. 그리고 각종 매체를 통해 습득된 오개념은 쉽게 바뀌지 않는다고 하였다. 이를 통해 초등학생도 공룡에 대한 정보를 얻는 매체가 중학생과 큰 차이가 없을 것으로 생각되어 동일한 오개념이 생긴다고 볼 수 있다. 그리고 강연경(2012)은 초등학생을 대상으로 한 연구에서 TV 속 만화영화를 보면 거대한 공룡이나 동물이 지나갈 때 단단한 땅이 움푹 패이는 것으로 오인하고 있다고 하였다. 즉, 학습자의 선개념이 후속 학습에 부정적 또는 긍정적인 영향을 미칠 수 있으며, 대부분의 과학교과 영역에서 학습자의 나이에 관계없이 오개념이 지속적으로 나타나고 있다는 연구와 일치한다(Driver & Erkscon, 1983).

3) ‘화석과 암석, 지층’ 영역

‘화석과 관련된 암석이나 지층’ 영역의 평균 오답률은 32.6%로 전체 문항의 오답률보다 높았으며, 문항별로는 4개의 문항 중 2개의 문항에서 평균 오답률보다 높았다. 구체적 내용은 표 7과 같다.

14번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 ‘화석연

표 6. ‘화석의 생성’ 영역에 대한 오답률

영역	문항	문항 내용	오답자(명)	%
화석의 생성	7*	생물체에 단단한 부분의 유무는 화석 형성에 영향을 주지 않는다.	228	35.9
	8*	공룡 발자국은 공룡이 바위를 밟은 후에 생긴 것이다.	209	32.9
	10	화석은 생성기간과 관계없이 만들어질 수 있다.	144	22.7
	9	물 속에서는 동물과 식물의 흔적이 지워질 수 있기 때문에 대부분의 화석은 육지에서만 생성된다.	81	12.8
평균			160.50	26.1

* 평균 이상의 오답률을 나타낸 문항

표 7. '화석과 암석, 지층' 영역에 대한 오답률

영역	문항	문항 내용	오답자(명)	%
화석과 암석, 지층	14*	특정 화석을 통해 화석연료가 나오는 지층을 쉽게 찾을 수 있다.	305	48.0
	12*	화석은 발견된 곳의 암석과 색깔이 같다.	240	37.8
	11	화석은 퇴적암에서만 찾을 수 있다.	159	25.0
	13	화석이 발견된 지층을 통해서 지층이 쌓인 순서를 알 수 있다.	124	19.5
평균			207.00	32.6

* 평균 이상의 오답률을 나타낸 문항

료를 잘 발견할 수 있는 지층에서 특정한 화석이 발견되지 않을 수도 있기 때문에', '화석연료는 특정 화석과 아무런 관계가 없기 때문에' 라는 답변이 많았다. 이런 결과를 통해 석탄은 고사리 등의 식물로부터, 그리고 석유는 주로 동물의 시체 또는 해양의 플랑크톤으로부터 만들어지기 때문에 학생들은 특정화석과 화석연료를 연관 지어 생각할 수 능력이 부족하다는 것을 알 수 있다. Skinner와 Porter (2003)는 암석의 층 하나하나가 우리에게 지질학적으로 과거의 어느 한 시기, 지구 한 부분의 물리적 그리고 생물학적 특징에 관한 증거가 될 수 있다고 하였다. 하지만 성유정(2013)은 초등학생들이 아직 보이지 않는 것을 추리하는데 익숙하지 않다고 한 연구에서처럼 14번 문항도 이와 유사한 이유로 오답률이 높게 나온 것으로 생각된다.

12번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 '지층에 있는 화석은 오랜 시간이 지나면서 암석과 색깔이 같아지기 때문에', '대부분의 화석은 갈색이어서 암석 색깔과 비슷하기 때문에', '퇴적물이 쌓이면서 화석이 만들어지기 때문에' 라는 답변이 있었다. 화석은 주로 퇴적암에서 발견되지만, 퇴적암에서 발견되는 화석이 색깔까지 동일하지는 않다. 그 이유는 퇴적암과 화석이 생성되는 원인과 시기가 상이하기 때문이다. 퇴적암은 지표에 노출된 암석이 끊임없는 풍화와 침식 작용을 받아 생성된 물질이 이동하여 바다나 호수 및 강바닥에 쌓여 축적 작용을 받아서 된 암석이지만, 화석은 과거에 살았던 생물의 몸체나 흔적인 남아 있는 것으로 암석과는 구성 성분 자체가 다른 것이다(한국지구과학회, 1998). 따라서 초등학생들은 화석이 발견된 곳의 암석과 색깔이 같거나 다를 수 있음을 정확히 이해하지 못해 오답률이 높은 것으로 생각된다.

특히, 14번과 12번 문항에서 학생들이 '잘 모르겠다.'는 응답이 많아 화석과 암석, 지층에 대해서

해당 차시를 학습할 때, 교사의 체계적이고 자세한 설명이 요구된다.

양혜숙(2008)은 화석이라는 수단 하나만으로도 수백, 그리고 수천 km 떨어진 층들 사이의 '대비'가 가능하다고 한 것처럼 본 연구의 13번 문항에서도 초등학생들이 '대비'의 개념을 잘 인식하고 있었다. 또한, 장을희(2010)는 상하 지층 속에 들어 있는 화석군의 변천을 해석하면 지층의 생성 순서를 밝힐 수도 있다는 동물군 천이의 법칙을 적용할 수 있다고 하였다. 이는 어떤 생물도 화성암이 생성되는 고열상태에서 생존할 수 없기 때문에 화석과 연계된 암석은 다양한 종류 중에서 퇴적암만 다룬다고 한 것과 같은 맥락이다(양혜숙, 2008).

4) '화석에 대한 이해' 영역

'화석에 대한 이해' 영역의 평균 오답률은 30.0%로 전체 문항의 오답률보다 낮았으며, 문항별로는 6개의 문항 중 1개의 문항에서만 평균 오답률보다 높았다. 구체적인 내용은 표 8과 같다.

20번 문항에서 오답을 한 초등학생들은 '현재 생물의 흔적이 많이 남아 있기 때문에', '생물이 죽어 흙에 덮이면 화석이 되기 때문에', '화석이 되었지만 지층에 덮여 있어서 현재 발견만 못 한 것이기 때문에', '화석이 안 된 생물이 별로 없기 때문에' 라는 답변이 많았다. 화석은 대략 40억 년 전부터 1만년 전까지의 시기에 살던 생물의 유해나 흔적이 지층이나 암석에 남아 있는 것이다. 초등학생들은 이 시기가 매우 길고 그만큼 많은 생물들이 살았기 때문에, 대부분의 생물들이 화석으로 되었을 것이라는 오개념을 갖고 있었다. 하지만 대부분의 생물들은 죽으면 다른 동물에게 먹히거나 박테리아의 분해 작용으로 흔적 없이 사라져 버리기 때문에, 화석의 생성 조건을 충족하기가 매우 어렵다. 이런 이유로 생물 중에서 지극히 일부만 화석으로 남게

표 8. '화석에 대한 이해' 영역에 대한 응답률

영역	문항	문항 내용	오답자(명)	%
화석에 대한 이해	20*	수 만년 전의 대부분의 생물들은 화석으로 남아 있다.	417	65.7
	19	화석을 통해 생물의 진화과정을 알 수 있다.	179	28.2
	17	현재 사막인 곳에서는 화석이 발견될 수 있다.	164	25.8
	18	공룡의 뼈와 발자국 화석을 통해 공룡의 피부색도 알 수 있다.	158	24.9
	16	탄광에서도 화석을 관찰할 수 있다.	128	20.2
	15	바다생물 화석은 현재 산에서는 발견할 수 없다.	96	15.1
평균			190.33	30.0

* 평균 이상의 응답률을 나타낸 문항

되는 것이다.

지구과학의 특성상 탐구활동 과정에서 실물을 대상으로 하기에는 어려움이 많아, 모형이나 시각자료를 많이 사용하게 된다(심규철 등, 2007). 하지만 초등학교 과학에서의 지질 관련 단원은 학교 현장에서 사진 자료 및 동영상 자료 등을 통하여 간접적인 체험을 할 수 있지만, 실제적인 야외 체험 활동을 통한 수업은 이루어지기 어려운 실정이다. 이런 이유 때문에 김환철(2011)은 일부 학생들이 지질 단원에 대해서 이론적이고 한정적인 사고를 갖게 된다고 하였다.

비록 중학생을 대상으로 하였지만 김선영(2007)의 연구에서 암석 및 화석 관련 단원에 대한 흥미도가 50% 이하로 나타났다. 그 이유로는 암석과 화석 관련 단원에서 암기해야 할 부분이 많기 때문이라고 하였다. 이 연구를 통해 학교 현장에서 초등학생들과 화석에 대한 개념 학습을 할 때 좀 더 효과적인 결과를 얻기 위해서는 암기 위주가 아니라, 체험 위주로 학습해야 함을 알 수 있다.

2. 지역에 따른 초등학생들의 화석 인식 정도

각 문항에 대해서 도시학생 370명과 농촌학생 265명의 응답률을 비교한 결과를 그림 3에 제시하였다.

전체 문항에 대한 도시 학생과 농촌 학생 간의 평균 응답률은 29.1%와 33.0%로 유의한 차이는 보이지 않았다. 따라서 전체적으로 도시 학생과 농촌 학생 간의 화석에 대한 인식 정도는 비슷하다고 볼 수 있다. 반면에 송해선(2002)의 연구에서는 도시 지역의 학생들이 시골 지역의 학생보다 더 높은 이해를 하고 있다는 결과와는 일치하지 않았다. 문항별로 응답률을 분석한 결과, 도시 지역과 농촌 지

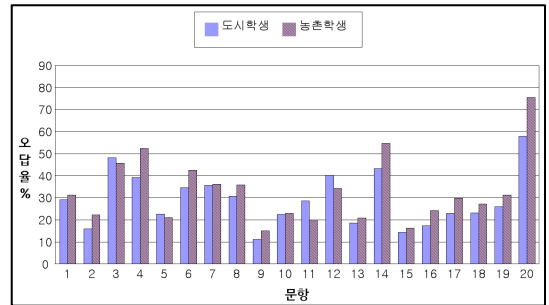


그림 3. 도시 학생과 농촌 학생 간의 응답률

표 9. 지역 간 유의한 차이를 보인 문항

문항	지역	N	M	SD	t	유의확률
2	도시	370	.8405	.36660	2.022	.044*
	농촌	265	.7774	.41681		
4	도시	370	.6081	.48883	3.339	.001**
	농촌	265	.4755	.50034		
6	도시	370	.6541	.47632	2.064	.039*
	농촌	265	.5736	.49549		
11	도시	370	.7135	.45273	-2.489	.013*
	농촌	265	.8000	.40076		
14	도시	370	.5676	.49608	2.868	.004**
	농촌	265	.4528	.49871		
16	도시	370	.8270	.37874	2.127	.034*
	농촌	265	.7585	.42881		
20	도시	370	.4135	.49313	4.464	.000***
	농촌	265	.2453	.43107		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

역 학생들 사이에 7개 문항에서 유의한 차이가 나타났다(표 9).

농촌 학생이 도시 학생보다 유의하게 높은 응답률을 나타낸 문항은 2번 ‘얼음 속에서 나온 살아 있

는 듯한 피부를 가진 메머드는 화석이다.’, 4번 ‘현재 살고 있는 고사리나 은행나무는 살아있는 화석이라고 할 수 있다.’, 6번 ‘석기 시대의 토기도 화석이다.’, 14번 ‘특정 화석을 통해 화석연료가 나오는 지층을 쉽게 찾을 수 있다.’, 16번 ‘탄광에서도 화석을 관찰할 수 있다.’, 20번 ‘수 만 년 전의 대부분의 생물들은 화석으로 남아 있다.’이다. 반면, 도시 학생이 농촌 학생보다 유의하게 높은 오답률을 나타낸 문항은 1개 문항으로 그 내용은 11번 ‘화석은 퇴적암에서만 찾을 수 있다.’이다.

송해선(2002)의 초등학교 학생들의 지층과 화석에 대한 이해도와 흥미도에 관한 연구에서 시골 지역의 학생들이 도시 지역의 학생들보다 지층과 화석에 대한 흥미도가 더 높았다는 결과가 있다. 하지만 이해도와 흥미도 사이에는 큰 상관관계는 없었고, 지역을 떠나 지층이나 화석에 대한 현장 학습 경험이 있는 학생들이 경험이 없는 학생들보다 이해도가 높았으며, 흥미도는 현장 학습 경험이 없는 학생들이 높았다고 하였다.

3. 학년에 따른 초등학생들의 화석 인식 정도

초등학교 5학년 학생 315명과 6학년 학생 320명의 오답률을 비교한 결과를 그림 4에 제시하였다.

전체 문항에 대한 5학년 학생과 6학년 학생 간의 평균 오답률은 30.2%와 31.3%로 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 전체적으로 5학년 학생과 6학년 학생 간의 화석에 대한 인식 정도는 비슷하다고 볼 수 있다. 그러나 문항별로 오답률을 분석한 결과, 5학년 학생과 6학년 학생 사이에 4개 문항에서 유의한 차이가 나타났다(표 10).

6학년 학생이 5학년 학생보다 유의하게 높은 오답률을 나타낸 문항은 2번 ‘얼음 속에서 나온 살아있는 듯한 피부를 가진 메머드는 화석이다.’와 18번 ‘공룡의 뼈와 발자국 화석을 통해 공룡의 피부색도 알 수 있다.’이다. 반면, 5학년 학생이 6학년 학생보다 유의하게 높은 오답률을 나타낸 문항은 4번 ‘현재 살고 있는 고사리나 은행나무는 살아있는 화석이라고 할 수 있다.’와 13번 ‘화석이 발견된 지층을 통해서 지층이 쌓인 순서를 알 수 있다.’이다.

5학년에서 2개 문항, 6학년에서 2개 문항이 유의하게 높은 오답률을 나타냈지만, 학년별 경향성은 특별히 나타나지 않았다. 본 연구에서 실시한 화석 관련 내용은 교육과정상 4학년에서만 학습하

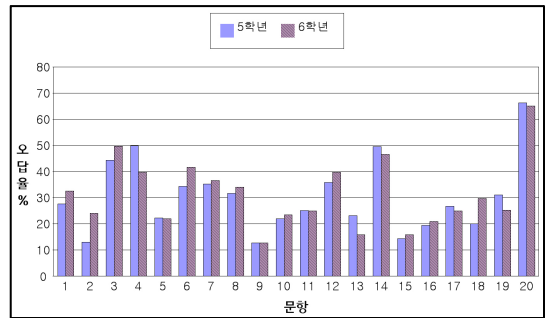


그림 4. 5학년과 6학년 학생 간의 오답률

표 10. 학년 간 유의한 차이를 보인 문항

문항	지역	N	M	SD	t	유의확률
2	5학년	315	.8698	.33701	3.609	.000***
	6학년	320	.7594	.42813		
4	5학년	315	.5016	.50079	-2.582	.010*
	6학년	320	.6031	.49002		
13	5학년	315	.7683	.42262	-2.306	.021*
	6학년	320	.8406	.36660		
18	5학년	315	.8000	.40064	2.837	.005**
	6학년	320	.7031	.45760		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

기 때문에 배운 후에 잊혀진 정도를 학년별로 분석하기에는 무리가 있으며, 그 결과도 크게 유의하지 않은 것으로 생각된다.

본 연구는 초등과학 ‘지구와 우주’ 영역의 ‘지층과 화석’ 단원에 대해서 특정 지역의 무선 표집된 초등학생들을 대상으로 하였다. 이 때문에 우리나라 전체 초등학생들의 화석에 대한 인식 정도로 보거나, 화석에 대한 전반적인 개념으로 일반화하기에는 제한점이 있다.

IV. 결론 및 제언

화석 연구를 통해 우리는 지구의 역사를 알 수 있다. 현재 화석의 모습과 다름없이 생존하고 있거나, 생존하지 않는 생명체의 흔적을 관찰하고 탐구하는 과정을 통해 학생들의 탐구심과 호기심이 개발되는 것이다. 또한, 화석은 과거 지구상에 살던 생물들이 어떤 모습이었는가를 보여주는 것이므로, 생명의 기원에 대해 판단할 수 있는 분명하고도 과학적인 증거자료가 된다. 이런 이유 때문에 본 연구는 중요한 의미를 지녔다고 할 수 있다.

본 연구는 화석에 대한 검사 문항을 개발하여 총 635명의 초등학생을 대상으로 인식 정도를 알아보았다. 그 결과, 초등학생들의 화석에 대한 오개념은 적지 않게 나타났다. 화석에 대한 20개 문항의 평균 오답률은 30.8%이었고, 8개의 문항에서 평균 이상의 오답률을 나타냈다. 또한 도시와 농촌 학생 간에는 7개 문항, 5학년과 6학년 학생 간에는 4개 문항에서 유의미한 차이를 보였다. 따라서 초등학생들이 체계적으로 화석에 대해서 학습할 수 있도록 다음과 같은 점이 고려되어야 한다.

첫째, 교사는 교육과정에 대한 충분한 연구를 통해 초등학생들의 화석에 대한 이해 수준과 오개념의 원인을 잘 파악하고, 이를 바르게 교정하도록 지원해야 한다.

둘째, 학교현장에서는 화석과 관련된 학생 주도적인 실험 학습과 현장체험 학습을 실시하여 화석에 대한 효율적인 학습이 이루어지도록 적극적으로 지원해야 한다.

본 연구의 결과는 특정 지역의 일부 초등학생들을 대상으로 한 연구이기는 하지만, 화석에 대한 인식 정도 파악 및 오개념을 효율적으로 교정할 수 있는 방안을 모색하는데 기초 자료로 제공될 수 있을 것이다. 그러나 아직까지도 초등학생들을 대상으로 한 화석에 대한 인식 연구는 거의 이루어지지 않은 실정이므로 다른 지역에서도 더 많은 학생들을 대상으로 한 연구가 요구된다.

참고문헌

강연경(2012). 탐구적 과학글쓰기 수업이 초등학생의 화석에 대한 개념 형성 및 과학 학습 동기에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
 교육과학기술부(2010a). 초등학교 교사용 지도서 과학 4-2. (주) 금성출판사.
 교육과학기술부(2010b). 초등학교 과학 4-2. (주) 금성출판사.
 교육과학기술부(2010c). 초등학교 실험관찰 4-2. (주) 금성출판사.
 권성기, 이재호(2004). 전기와 자기 개념 간의 근접도에 대한 초등학생의 학년별 변화. 초등과학교육, 23(3), 199-207.
 김선영(2007). 한국의 중생대 백악기층에 분포하는 공룡 화석유적: 산상 및 자연사 교육자료로서의 활용. 경북대학교 교육대학원 석사학위논문.

김선희(2008). 교육과정에 따른 초등과학 화석 관련 단원 삽화 분석. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
 김송철, 고영구, 윤석태, 오강호(2005). 화석학습에서의 오개념에 관한 연구. 전남대학교 과학교육연구지, 29(1), 15-24.
 김윤정(2007). 자연사 박물관을 활용한 중학교 지질단원의 교육 프로그램 개발. 연세대학교 교육대학원 석사학위논문.
 김재현(1997). 식물의 구조와 기능에 관한 초등학생들의 개념 조사. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
 김정률, 이정선(1999). 지구과학교사와 고등학생들의 화석에 대한 흥미도와 이해도에 관한 연구. 한국지구과학회지, 20(2), 143-150.
 김환철(2011). 초등학교 현장체험학습 자료로서 해남우항리 공룡화석지 활용 방안. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
 반미연(2009). 과학 글쓰기에 나타난 화석에 대한 초등학생들의 선행개념 및 오개념. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
 서동욱(2004). 야외 지질 학습장의 퇴적암과 지질 구조에 대한 초등학생들의 관찰 및 가설 분석. 한국지구과학회지, 25(7), 586-594.
 서승조, 손창익(2000). 멀티미디어 PC를 활용한 ‘지층과 화석’ 단원 자료 개발. 초등과학교육, 10, 185-213.
 성유정(2013). 증강현실을 적용한 수업이 초등학생들의 개념이해와 흥미도에 미치는 영향. 한양대학교 교육대학원 석사학위논문.
 성태기(2003). 초등학교 4학년 지층·화석 단원의 현장 학습이 과학개념 형성 및 과학적 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
 송해선(2002). 초등학교 학생들의 지층과 화석에 대한 이해도와 흥미도. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
 심규철, 박종석, 박상우, 신명경(2007). 초등 교과서에서 제시된 과학 탐구 활동의 분석. 초등과학교육, 26(1), 24-31.
 양승영(1998). 교재로서의 화석표본. 한국지구과학회지, 19(5), 495-504.
 양혜숙(2008). 창조와 진화 모델에 기초한 초등 4학년 ‘지층과 화석’ 단원의 수업자료 개발 및 응용. 한동대학교 교육대학원 석사학위논문.
 이창수, 여상인(2004). 놀이를 통한 지층과 화석 단원 지도가 아동들의 과학에 대한 태도와 학업 성취도에 미치는 영향. 과학교육논총 16, 207-224.
 이하영, 백광호, 최덕근(1992). 고생물학. 우성문화사.
 장울희(2010). 화석박물관을 활용한 초등 4학년 화석 단원의 재해석 지도 방안 - 경보 화석박물관을 중심으로. 한동대학교 교육대학원 석사학위논문.

- 정철환, 문병찬, 김해경(2005). 제7차 교육과정 지구과학 관련 교과서에서의 화석사진에 대한 산출지역 및 척도 표기 분석. *한국지구과학회지*, 26(6), 477-488.
- 조부경, 고영미, 김호남, 백성혜, 박재원, 박진옥, 임명혁(2002). 증발과 증발 조건에 관한 활동에서 유·초·중학교 학생들의 개념 유형 및 학년별 경향성에 관한 연구. *한국과학교육학회지*, 22(2), 286-298.
- 최영재, 이용복, 구덕길, 고영신, 권치순, 배영부, 김재영, 하병권(2001). *초등과학교육*. 형성출판사.
- 한국지구과학회(1998). *지구과학개론*. 교학연구사.
- 한국지구과학회(2009). *지구과학사전*. 북스힐.
- 한국창조과학회(2004). *기원과학*. 두란노.
- 한인수, 권난주, 권재술(2001). 인지갈등 유발 수업에서 오개념에 대한 확신도가 개념 변화에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 22(2), 689-696.
- 홍승호(2009). 초등학생들의 환경오염 개념에 대한 인식 수준 연구. *환경교육*, 22(3), 63-71.
- 황구근, 조규성, 허민(2009). 화석 형성 과정에 대한 중학생들의 이해. *한국지구과학회지*, 30(3), 305-316.
- Carlsson, B. (2002). Ecological understanding 1: ways of experiencing photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 24(7), 681-699.
- Driver, R. & Erkcson, G. (1983). Theories-in-action, some theoretical empirical issues in the study of student's conceptual frameworks in science. *Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes, England; Open University Press.
- Marek, E. A. (1986). The development of scientific attitudes. *The Science Teacher*, 53(9), 32-35.
- Pines, A. L. & West, L. H. T. (1983). A framework for conceptual change with special reference to misconceptions. In H. Helm and J. D. Novak (Eds), *Proceeding of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*, pp. 47-66.
- Pines, A. L. & West, L. H. T. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a source-of-knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
- Skinner, B. J. & Porter, S. C. (2003). *생동하는 지구(박수인 외 8인 역)*. 시그마프레스.