예비 지구과학교사들의 선행지식과 개발 절차가 교수학습 자료에 미치는 영향: 교정에 적용할 수 있는 자료를 중심으로

정 덕 호*

전북대학교 과학교육학부 · 과학영재교육원, 561-756, 전주시 덕진구 덕진동 664-14

The Effects of Prior Knowledge and Development Procedure to Teaching Materials Developed by the Pre-service Earth Science Teachers-Focused on the Teaching Materials in the Schoolyard

Duk-Ho Chung*

Division of Science Education, Science Education Institute for the Gifted, Chonbuk National University, Jeonbuk 561-756, Korea

Abstract: This study is to search the problems of schoolyard teaching material developed by pre-service earth science teachers and the critical factors affecting material making. The 258 schoolyard teaching materials was collected from 54 pre-service earth science teachers (male: 18, female: 36) major in Earth Science Education in Jeonju, Korea. The schoolyard teaching materials was greatly influenced by making process type of it and the prior knowledge of pre-service earth science teachers. As schoolyard preference exploratory type rely on their prior knowledge to develop the schoolyard teaching materials, they made use of the limited concepts like fault in material making. But the concept preference exploratory type made use of concepts not accessible to majority of pre-service earth science teachers because they selected a concept from the earth science textbook first of all. The pre-service earth science teachers having wrong prior knowledge selected inappropriate resources, as well as fell into the error of concept connecting. The pre-service earth science teachers having right prior knowledge partly considered only shape of resources, but had a disregard for formation process of it in material making. Accordingly, we need to reflect richly Geological Field Trip and Solid Earth Science to curriculum for earth science teacher education. And we have to educate pre-service earth science teachers to create holistic concept on the geological subject matter knowledge, field based teaching and learning strategy, material making process.

Keywords: pre-service earth science teacher, schoolyard teaching material, prior knowledge, subject matter knowledge

요 약: 본 연구는 예비 지구과학교사들이 개발한 교정 교수학습자료의 문제점과 개발 과정에 영향을 주는 요소를 찾는 것이다. 이를 위해 전라북도에 소재하는 사범대학 과학교육학부(지구과학전공)에 재학 중인 54명(남자 18명, 여자 36명)으로부터 258개의 교정 교수학습자료를 수집하였다. 이를 분석한 결과 교정 교수학습자료는 개발하는 절차와 예비 지구과학교사들의 선행 지식에 의해 영향을 받고 있었다. 교정 탐색 우선형은 이미 형성된 선행 지식 범위 내에서 자료를 개발하기 때문에 이들이 개발한 자료는 교육과정의 특정 영역에 편중되어 있다. 이에 비해 개념 탐색 우선형은 대부분의 예비 지구과학교사들이 접근하지 못한 영역의 자료를 개발하였다. 올바른 선행 지식을 형성하지 못한 예비 지구과학교사들은 잘못된 소재를 선택할 뿐 아니라 개념 연결에서도 오류를 범하고 있다. 또한, 대부분의 예비 지구과학교사들이 지질현상에 대한 과학개념을 형성하고 있다고 하더라도 생성과정을 무시하고 소재의 형태만을 주로 고려하고 있다. 그러므로 지질조사 및 고체지구과학 분야에 대한 충분한 학습이 가능하도록 지구과학교사 양성 교육과정에 충실히 반영해야 하며, 이를 바탕으로 예비 지구과학교사들의 지질학적 내용지식, 야외 교수학습 전략, 자료개발 절차 등이 하나의 통합적인 개념으로 형성될 수 있도록 지도할 필요가 있다.

주요어: 예비 지구과학교사, 교정 교수학습자료, 선행지식, 내용지식

*Corresponding author: earthchung@jbnu.ac.kr

Tel: +82-63-270-3631

Fax: +82-63-270-3604

서론

야외지질학습은 교실에서 경험할 수 없는 물질과 현상을 관찰하고 직접 경험할 수 있는 기회를 제공할 수 있어서 매우 중요하다(Orion, 1989). 또한 체험활동으로서 교실에서 학습한 내용의 구체적인 예를 제공하여 교육과정을 촉진시키는데 중요한 요소로 인식되고 있다. 일반적으로 야외 활동은 교실 활동보다 학생들의 경험과 훨씬 더 밀접히 관련되어 있기 때문에 보다 의미가 있을 수 있다. 야외학습 중에서 얻은 경험은 학생들이 그가 관찰한 것에 대해 읽도록 동기화시키고, 교과서와 자연조건에서의 실제적 경험 사이의 차이를 연결해 주는 다리를 제공해 줄 수 있다(홍정수와 장남기, 1997).

Riban and Kobal(1971)은 야외 활동 경험은 학생들에게 과학 탐구 방법을 가르치는데 매우 효과적인 교육 방법이라고 주장하였고, McNamara(1971)는 야외 활동이 자연에 대한 학생들의 욕구를 향상시키고 지능이 낮은 학생들에게 비판적인 사고력을 높여준다고 주장하였다. 또한 야외지질학습은 실제 다양한 상황을 입체적으로 관찰하고, 학습함으로써 교실 수업에서 갖게 되는 학생들의 오개념을 과학개념으로 변환하는데 효과적이라고 보았다(Manner, 1995).

이러한 중요성 때문에 제6차 교육과정 시행 이후 야외 학습이 강조되어 지금까지 여러 곳에서 야외지질 학습장 및 학습 자료가 개발되어 활용되고 있다. 초임 지구과학 교사들은 지구과학에서 야외지질 학습이 중요하다고 인식하고 있고, 야외지질학습은 교실 수업보다 학습효과가 높기 때문에 과학이나 지구과학을 배우는 학생들에게 필요하다고 인식하고 있었다(권홍진과 김찬중, 2007).

이러한 필요성에도 불구하고 실제적인 야외 지질학습은 입시위주의 교육환경이라는 장벽에 가로막혀 제대로 이루어지지 않고 있다. 홍정수와 장남기(1997)에 따르면 야외 활동이 제대로 이루어지지 않는 이유는 야외 활동에 관한 정보가 부족하거나 활동 내용의 빈약, 교사 자신의 지도 방법에 대한 미숙과 의지 부족, 학생의 참여의지 부족 등이 요인이 되며, 예산 부족이나 학교 관리자의 인식 부족 부분도 간과할 수 없는 수치로 보고한 바 있다.

야외 학습을 위한 적절한 장소는 먼저 학습 주제나 목표와 부합되는 곳이어야 하며, 지리적으로 가깝고 안전한 곳이어야 한다(이선경 외, 2008). 그러나

실제 활용되는 야외활동 장소의 현황을 보면 도서 및 해안(50%), 삼림(17%), 계곡(17%), 학교 주변의 초지(17%) 순으로 학교 주변의 이용률이 매우 낮다(홍정수와 장남기, 1997). 이는 야외지질학습을 지질구조가 잘 나타나는 지역을 중심으로 야외지질 학습장이 개발되고 활용되다 보니 먼 거리를 이동하게 되어 예산부족의 문제나 안전사고 위험으로 인해 학부모 및 학교 관리자의 동의를 얻지 못하기 때문이다. 특히 도시화가 진행되면서 지질 자연 환경과 접촉하기 힘든 도시 지역에서는 자연과 접할 수 있는 기회가 줄어들고 있어 그 문제의 심각성은 더욱 증대되고 있다(Birnbaum, 2004). 그런데 교사가 교정과 같은 공간에서 지구과학 수업을 하면 학생들의 선행경험을 제공할 뿐 아니라 의미 있는 수업을 진행할 수 있고(Novak and Gowin, 1984), 실제 야외지질학습에서 발생하는 시간, 경비, 교육과정과의 연결 등의 장애요인을 극복할 수 있다(Kean and Enoh, 2001). 특히 도심지역의 인공구조물은 지구과학교육에서 훌륭한 자료로 활용할 수 있고(Endreny and Siegel, 2009) 학생들은 야외지질학습에 대해 익숙해짐으로써 실제 노두 앞에서 학습에 대한 부담감을 덜 느끼게 되기 때문에 학생들이 대부분의 시간을 보내고 있는 교정(schoolyard)이라는 공간을 야외학습장으로 활용하기 위한 자세하고 효과적인 지구과학 교수전략이 필요하다(Wetzel, 2002). 그럼에도 불구하고 학교로부터 멀리 떨어진 지역에서 지질학습장을 개발하고 적용한 선행연구(강지현, 2002; 노병섭 외, 2009; 맹승호와 위수민, 2005; 박진홍, 2001; 박진홍 외, 2000; 전영호 외, 2007; 조규성 외, 2002; 최영산, 2001)는 많지만 교정에서 활용할 수 있는 지구과학 교수학습자료의 개발은 거의 찾아보기가 힘들다.

따라서, 본 연구에서는 예비 지구과학교사들에게 교정 교수학습자료를 개발하도록 하고, 이를 일선 학교에서 실제 활용하였을 때 발생하는 문제점을 발견하고 그 대안을 찾고자함이다. 이를 위해 이를 위해 예비 지구과학교사들이 개발한 교정 교수학습자료는 어떤 문제점이 있는지를 분석하고 학습자료를 개발하는 과정에 영향을 미치는 요소는 무엇인지 분석하였다.

연구방법

연구 대상

본 연구는 전라북도에 소재하는 사범대학 과학교육

학부(지구과학전공)에 재학 중인 54명(남자 18명, 여자 36명)을 대상으로 하였다. 많은 자료의 확보를 위하여 3년에 걸쳐 자료를 수집하였는데 2008년 3월, 2009년 3월, 2010년 3월에 각각 19명, 18명, 17명의 자료를 수집하였다. 이들 예비 지구과학교사들은 모두 일반지구과학, 고체지구과학개론, 광물학개론을 수강한 3학년 학생들이다. 일반지구과학에서 고체지구과학에 관련된 내용의 강좌는 8주(32시간)동안 운영되었고, 고체지구과학개론과 광물학개론의 강좌는 각각 15주 60시간씩 운영되었다. 그러나 연구대상의 예비 지구과학교사들은 야외지질학습에 관련된 강좌는 수강하지 않았다.

이들 예비 지구과학교사들 중에서 9명(16.7%)은 고등학교에서 ‘과학’만 이수하였고, 31명(57.4%)은 ‘과학’과 ‘지구과학 I’을 이수하였다. 또, 14명(25.9%)은 ‘과학’, ‘지구과학 I’, ‘지구과학 II’을 고등학교에서 이수하였다. 야외지질학습에 대한 인식을 알아보기 위한 사전 설문조사에서 46명(85.2%)의 예비 지구과학교사들이 지질학습장이란 단어를 들어보았으나 그 의미를 잘 모른다고 응답하였다. 또한 대부분이 야외지질학습에 대한 경험은 없었지만 지구과학 교육과정에서 야외지질학습이 필요하다고 인식하였고, 만약 지구과학교사가 되었을 때 야외지질학습을 전개할 의향이 있다고 응답하였다.

자료 수집 및 절차

지구과학 예비 지구과학교사들이 개발한 교정 교수학습자료의 탐색을 위한 절차는 다음과 같다.

첫째, 연구대상의 특성을 이해하기 위해 사전 설문조사를 실시하였다. 설문내용은 고등학교에서 이수한 지구과학 관련교과 수준, 지질학습장에 대한 인식, 야외지질학습 경험, 야외지질학습의 필요성에 대한 인식, 야외지질학습의 효과와 향후 지구과학교사가 되었을 때 의향 등으로 구성되었다.

둘째, 연구 대상이 고체지구과학개론과 광물학 강좌를 수강하였지만 야외지질학습과 교재연구에 대한 강좌를 수강하지 않았기 때문에 교정 교수학습자료를 개발하기에 앞서 오리엔테이션을 실시하였다. 오리엔테이션에서는 야외지질학습과 교재개발에 대한 일반적인 사항을 강의를 통해 안내한 후 자료의 형식(Fig. 1)과 개발 조건을 제시하였다. 자료 개발은 교정에서 관찰 가능한 현상, 실제 자연에서 관찰 가능한 현상, 중등 교육과정과의 연관성, 관련 개념, 자료에 대한 해설을 작성하도록 하였다. 교정에서 관찰 가능한 현상은 연구대상이 재학 중인 캠퍼스 내에서 찾도록 한정하였고, 학교 건물, 인공구조물, 자연석, 조경석, 암석원 등 교정에서 관찰 가능한 모든 것을 활용하되 반드시 사진을 촬영하여 제출하도록 하였다. 그리고 실제 자연에서 관찰 가능한 현상과 비교

교정에서 관찰 가능한 현상		실제 자연에서 관찰 가능한 현상	
교육과정과의 연관	▪ 8학년 VI. 지구의 역사와 지각변동 4. 과거의 생물 ▪ 12학년 V. 지질조사와 우리나라의 지질 1. 지질시대		
관련 개념	흔적 화석		
자료 해설	<출처:		

Fig. 1. Sample of schoolyard teaching material to guide pre-service earth science teachers in orientation.

할 수 있도록 연구자가 소장하고 있는 사진자료들을 제공하였다. 사진 자료가 없는 경우에는 인터넷에서 검색하여 활용하되 출처를 표시하도록 지도하였다. 자료의 해설은 연구 대상의 사고가 고정될 수 있는 위험이 있어 예시로 제시하지 않고 자유롭게 작성하도록 하였다.

셋째, 54명의 예비 지구과학교사들은 개별활동을 통해 1인당 3개 이상씩 총 258개를 교수학습자료를 개발하였다. 또, 예비 지구과학교사들이 개발한 교수 학습자료의 이해를 위해 자료 개발의 의도와 자료의 해설에 관해 발표하도록 하였다. 발표하는 과정에서 상황에 따라 추가적인 질문을 통해 예비 지구과학교사들이 인식하고 있는 선행지식을 파악하였다.

넷째, 자료분석은 예비 지구과학교사들이 활용한 개념, 자료 개발의 적절성을 분석하였다. 예비 지구과학교사들이 활용한 개념은 제2차 교육과정 지구과학 I 과 지구과학 II에 포함되는 개념에 따라 분류하였다. 그리고 개발된 자료의 적절성은 자연 현상의

생성과정과 형태를 잘 표현하고 있는지의 여부와 자료의 해설에 나타나는 예비 지구과학교사들의 선행 지식이 자료개발에 미치는 영향 등을 분석하였다. 이때 지구과학교육 전공 교수 1인과 지구과학교육 전공 박사과정 대학원생 3명이 연구자의 분석 자료를 검토함으로써 분석에 대한 타당성을 확보하였다.

연구 결과 및 논의

교수학습자료 개발에 활용한 개념 및 개발 절차 분석

예비 지구과학교사들은 교수 자료의 개발에 76개의 개념을 활용하여 총 258개의 자료를 개발하였다 (Table 1).

관구조론에 관련된 것을 포함하여 지구과학 II에 해당하는 자료가 217개, 지구과학 I에 해당하는 자료가 41개로 지구과학 I에 비해 지구과학 II에 해당하는 개념을 예비 지구과학교사들은 주로 활용하였다.

Table 1. Classified concept of schoolyard teaching materials developed by pre-service earth science teachers

교과	대단원	중단원	내용	빈도(수)			
				개념	자료	소계	합계
지구과학 II	지구의 구조와 지각물질	지각의 구조	지구의 내부구조(지진파)	1	2	2	4
			지구의 중력장				
			지구의 자기장				
		지각의 물질	조암 광물	1	2	2	
			암석의 생성과정과 특징				
	지구의 변동과 역사	지구의 변동	지구내부 에너지			183	213
			조륙운동과 지각평형설	3	8		
			판구조론	11	40		
			지각변동	4	8		
			지질구조	27	127		
		지구의 역사	지사학의 주요 원리와 적용	1	3	3	
			상대연령과 절대연령 화석				
			지질시대				
		우리나라의 지질	지질조사와 지질도			27	
			우리나라의 암석	11	17		
			우리나라의 화석	5	10		
한반도의 형성							
지구과학 I	생동하는 지구	고체 지구의 변화	지진화산과 판구조론*			41	41
			풍화 작용	11	40		
			사태				
			지질 재해의 피해와 대응책	1	1		

*판구조론에 관련된 자료는 지구과학 II의 판구조론에 포함

특히, 지질구조에 관련된 자료의 빈도수가 많았는데, 27개의 개념을 활용하여 127개의 자료를 개발하였다. 이들 중에서 정단층과 역단층을 포함하여 단층에 관련된 것이 24개로 가장 많았다. 그리고 관입에 관련된 것은 20개, 습곡과 건열에 관련된 것은 각각 19개, 층리에 관련된 것은 14개, 부정합에 관련된 것은 13개였다. 또, 판구조론에 관련되어서는 11개의 개념을 활용하여 40개의 자료를 개발하였고, 지구과학 I에 해당하는 풍화침식작용에 관련되어 11개의 개념을 활용하여 40개의 자료를 개발하였다. 풍화침식작용에 관련된 자료 중에서는 기계적 풍화에 대한 자료가 16개로 가장 많았다. 그러나 광물에 대한 자료는 1개의 개념을 활용하여 2개의 자료, 암석에 관련되어서는 11개의 개념을 활용하여 17개, 화석에 관련되어서는 5개의 개념을 활용하여 10개의 자료를 개발하여 지질구조에 비해 상대적으로 빈도수가 적었다. 즉, 예비 지구과학교사들이 자료 개발에 활용한 개념은 특정 영역에 편중되어 있고, 이는 자료 개발의 절차와 관계있는 것으로 판단된다.

교정 탐색 우선형: 자료를 개발하기 위하여 친구와 같이 학교에 조성된 조경석, 도로, 건물에 사용된 암석 등을 관찰한 후 교수학습자료로 활용 가능한 것을 촬영하였습니다. 그리고 실험실에 돌아와 교육과정과 관련성을 찾고, 자료에 대한 해설을 작성하였습니다(윤O경).

개념 탐색 우선 A형: 먼저 교과서를 분석하여 자료 개발에 필요한 개념을 찾아보았습니다. 그리고 난 후 학교를 돌아다니며 자료 개발에 적용할 수 있는 것들을 찾아 보았습니다. 그런데 찾고자하는 것을 쉽게 찾을 수 없어서 계획한 것과는 다르지만 이전에 보았던 것을 사진찍었습니다. 마지막으로 실험실에 돌아와 자료를 제작하였습니다(김O미).

개념 탐색 우선 B형: 고등학교 1학년 물질과 관련된 단원에서 화학 선생님이 석회암 동굴에서의 화학반응을 설명하면서 다리 밑에서도 같은 현상을 관찰할 수 있다고 하셨습니다. 그런데 이것은 지구과학시간에도 활용할 수 있을 것 같아서 교정을 답사하면서 중유석의 형성과정과 비슷한 것을 찾아 자료 개발에 활용하였습니다(한O민).

예비 지구과학교사들이 교수 자료를 개발하는 유형은 교정 탐색 우선형과 개념 탐색 우선형 두 가지 유형으로 분류할 수 있었다. 교정 탐색 우선형은 사전 계획을 수립하지 않고 학교 교정을 배회하다가 예비 지구과학교사들이 가지고 있는 선행지식에 합당한 현상을 발견하면 이를 교수학습자료로 개발하는

유형이다. 대부분의 예비 지구과학교사들이 교정 탐색 우선형에 해당되며, 이들이 개발한 자료는 선행지식의 범위 내에서 개발되기 때문에 선행지식이 없거나 오류가 있을 때 선행지식이 그대로 자료 개발에 적용되어 나타나고 있다(Fig. 2-A). 윤O경의 경우 실제 자연에서 관찰 가능한 현상과 자료 해설은 정확하게 제시하고 있지만 교정에서 관찰 가능한 현상을 적절하지 못한 자료를 제시하고 있다. 즉, 부정합은 퇴적암층에서 관찰이 가능한 지질구조인데도 불구하고 관입에 의해 형성된 변성암과 화성암의 경계를 부정합면으로 표현하고 있다. 이는 윤O경이 부정합면은 불연속적이며 모든 암석에서 관찰 가능한 현상이라는 선행지식을 형성하고 있기 때문이다. 또, 교정 탐색 우선형의 예비 지구과학교사들은 익숙한 개념을 활용하여 자료를 개발하기 때문에 특정 영역의 자료 개발에 편중되어 있다. 즉, 단층, 관입, 부정합, 층리 등과 같은 지질 구조에 관련된 자료가 대부분을 차지하고 있다. 개념 탐색 우선형은 교과서를 분석하여 수업에 활용할 수 있는 개념을 먼저 선정하고 그 개념을 적용할 수 있는 교정에서의 현상들을 찾아 자료로 개발하는 유형이다. 개념 탐색 우선형은 두 유형으로 분류할 수 있는데, 하나(A형)는 교과서를 분석하여 자료로 활용할 개념을 먼저 선정하고 교정을 답사하는 도중에 교정 탐색 우선형의 예비 지구과학교사들과 같은 활동을 함으로써 그들과 같은 산출물을 개발하는 경우이다. 반면 다른 하나(B형)는 선행지식으로서 교육과정에 포함된 개념을 정확하게 인식하고 있어서 처음에 의도했던 교수학습자료를 산출하는 경우이다(Fig. 2-B). 한O민은 실제 자연에서 관찰 가능한 현상에 일치하는 자료해설을 제시하고 있으며, 실제 자연 현상의 생성과정과 형태를 설명하기에 적절한 자료를 교정에서 관찰 가능한 현상으로 제시하고 있다. 이런 개념 탐색 B형의 성향을 보이는 예비 지구과학교사들은 전체 5.6%(3명)에 불과하지만 이들이 개발한 자료는 대부분의 예비 지구과학교사들이 접근하지 못한 영역에서 실제 자연에서 관찰할 수 있는 현상을 설명하기에 적절한 자료를 개발하였다.

지구과학 예비교사들이 개발한 교정학습 자료

학교나 도시 환경에서 관찰할 수 있는 많은 지질 자료들은 자연환경과는 다르기 때문에 이를 지구과학 수업에 적용한다는 것은 학생들에게 오개념을 형성시

Fig. 2. schoolyard teaching materials developed by pre-service earth science teachers (A: schoolyard teaching materials developed by schoolyard preference exploratory type, B: schoolyard teaching materials developed by concept preference exploratory type B).

킬 수 있다는 인식이 널리 퍼져 있다(Harnik and Ross, 2004). 그러므로 교정에서의 현상들을 지구과학 학습자료로 활용하기 위해서는 자연 현상을 충분히 설명할 수 있도록 재구성할 필요가 있다. 본 연구에서 예비 지구과학교사들이 개발한 자료들을 살펴보면, 자연에서 관찰할 수 있는 지질 현상들의 생성과정과 형태를 모두 설명할 수 있어 학생들의 과학개념 형성에 적절한 것, 자연 현상과 형태는 유사하지만 생성과정을 설명하지 못하여 교수학습자료로 활용하였을 때 오개념이 형성될 수 있는 것, 예비 지구과학교사들의 이 과학개념을 잘못 인식하여 자연 현상을 설명하기에 부적절한 것으로 나누어 볼 수 있다(Table 2). 예비 지구과학교사들이 개발한 258개 중에서 70.5%에 해당하는 182개의 자료는 생성과정과는 무관하게 그 형태만을 고려하여 개발되었고, 10.9%에 해당하는 28개의 자료는 예비 지구과학교사들이 개념을 잘못 인식하여 지구과학 수업에 활용하기에 부적절하였다. 그리고 18.6%에 해당하는 48개만이 자연에서 관찰할 수 있는 지질 현상을 적절하게 설명할 수 있는 자료였다.

생성과정을 고려하지 않은 교정학습자료

대부분의 예비 지구과학교사들은 교수학습자료를

개발하는 과정에서 지질 현상에 대한 정확한 과학개념을 인식하고도 교정에서 관찰할 수 있는 소재의 형태만을 고려하고 생성과정은 고려하지 않는 것으로 나타났다(Fig. 3).

경사부정합: 경사져서 쌓여 있는 지층 위로 평행한 층이 쌓인 모습과 유사하다. 실제 부정합에서는 부정합면을 기준으로 시간적 간격이 크다(3-A).

관입: 관입의 법칙으로 기존의 암석에 마그마가 관입하면서 새로운 암석이 생성되었다(3-B).

종유: 위에서 아래로 자라는 모양이 유사하다. 종유석은 지하수의 작용으로 생성된다(3-C).

화성암의 결정 구조: 고온에서 천천히 굳힌 바닥의 돌은 결정의 크기가 큰 조립질이다. 화성암 중 심성암은 지하 내부의 깊은 곳에서 화성암은 지표 부근에서 자연적으로 만들어졌다(3-D).

3-A는 자료 해설에서 경사를 이루고 있는 지층이 먼저 형성된 후 평행한 지층이 나중에 형성되었고, 이들 두 지층 사이에는 시간적 간격이 존재한다고 인식하고 있다. 즉, 경사부정합의 형태와 생성과정에 대한 과학개념을 정확하게 인식하고 있다. 그러나 이 예비 지구과학교사가 제시한 교정에서 관찰 가능한

Table 2. Type of schoolyard teaching materials developed by pre-service earth science teachers

구분	빈도	비율(%)
형태는 유사하지만 생성과정이 다른 자료	182	70.5
잘못된 개념의 인식으로 개발된 자료	28	10.9
생성 과정과 형태가 자연현상과 유사한 자료	48	18.6

교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상	교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상
교육과정과의 연관	• 중2 6-5 지층은 왜 휘어지거나 끊어질까	교육과정과의 연관	• 8학년 VI. 지구의 역사와 지각변동-지층과 화석
관련 개념	부정합	관련 개념	관입
자료 해설	경사져서 쌓여 있는 지층 위로 평행한 층이 쌓인 모습과 유사하다. 실제 부정합에서는 부정합면을 기준으로 시간적 간격이 크다.	자료 해설	관입의 법칙으로 기존의 암석에 마그마가 관입하면서 새로운 암석이 생성되었다.

(A) (B)

교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상	교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상
교육과정과의 연관	• 중1 5-3 지표의 변화	교육과정과의 연관	• 중1 1. 지각의 물질과 지표의 변화 - 화성암
관련 개념	종유석	관련 개념	화성암의 광물 결정 크기
자료 해설	위에서 아래로 자라는 모양이 유사하다. 종유석은 지하수의 작용으로 생성된다.	자료 해설	고온에서 천천히 굳은 바닥의 돌은 결정의 크기가 큰 조립질이다. 화성암 중 심성암은 지하 내부의 깊은 곳에서 화산암은 지표 부근에서 자연적으로 만들어졌다.

(C) (D)

Fig. 3. The schoolyard teaching materials considered only shape of resources developed by the pre-service earth science teachers having right prior knowledge partly (A: clinounconformity, B: intrusion, C: stalactite, D: granite).

현상은 배수로가 먼저 만들어지고 블록이 나중에 만들어졌기 때문에 생성과정이 경사부정합과 정반대임에도 불구하고 형태가 유사하다는 이유로 경사부정합을 설명하고 있다. 3-B는 자료 해설에서 관입에 대한 과학개념을 인식하고 있다. 그러나 제시된 자료는 암석의 표면에 국한되는 빗물의 흔적임에도 불구하고 그 형태가 교과서에 제시되고 있는 마그마의 관입형태와 유사하기 때문에 관입의 개념을 설명하고 있어 관입의 공간구조를 설명하기에 불충분하다. 3-C의 자료는 지하수의 화학작용에 의해 형성된 종유석을 표현하고 있다. 이 예비 지구과학교사는 위에서 아래 방향으로 성장하는 종유석의 생성과정을 일부 수용하고 있지만, 종유석이 생성되기 위한 화학반응을 고려하고 있지는 않다. 3-D의 자료는 생성과정을 무시하고 형태만을 고려하여 교수학습자료를 개발하였다. 이 예비 지구과학교사가 제시한 자료해설에서는 심성

암의 생성과정을 설명하면서 냉각속도의 개념을 도출하고 있지만 교정에서 관찰 가능한 현상의 소재는 냉각속도와는 무관한 콘크리트 교실 바닥을 제시하고 있다. 즉, 대부분의 예비 지구과학교사들은 교정학습자료를 개발하는 과정에서 지질현상에 대한 과학개념을 형성하고 있다고 하더라도 소재의 형태만을 주로 고려하고 있다. 그렇기 때문에 자연에서 관찰할 수 있는 지질 현상과는 생성과정이 정반대인 것, 생성과정을 일부 수용하는 것, 생성과정과는 무관한 것을 활용하여 교정학습자료를 개발하고 있다. 이런 결과는 개념이 인지구조 속에 단독으로 존재하는 것이 아니라 지식 체계를 형성하는 개념이 상호 관련을 맺고 있어 어느 특정한 단일 개념에 대한 이해가 정확하더라도 다른 여러 개념들이 잘못된 경우는 표적 개념 이해에 지장을 주기 때문이다(김찬종과 이조옥, 1996). 즉 이들은 지질현상에 대한 개념은 과학개념

을 형성하고 있지만 생성과정에 대한 개념은 인지하고 있지 않거나 잘못된 개념을 형성하고 있기 때문이다. 이는 오개념을 과학개념으로 변화시키고(Manner, 1995), 자연환경에 대한 지식을 야외에서 통합하고자(정남식, 1994)하는 야외학습의 의도를 저해할 뿐만 아니라 학생들에게 또 다른 오개념을 형성시킬 수 있다(Harnik and Ross, 2004). 그러므로 교정교수학습 자료를 개발하는 과정에서 하나의 지질 현상에 관련된 여러 개념들을 종합적으로 검토하는 접근이 필요하다.

잘못된 개념 형성으로 개발된 교정학습자료

잘못된 개념을 형성하고 있는 예비 지구과학교사들은 교정학습자료를 개발하는 과정에서 잘못된 소재를 선택할 뿐 아니라 개념 연결에서도 오류를 범하고 있다(Fig. 4).

습곡작용과 부정합: 변성작용을 받은 암석으로 추정되는데 자세히 들여다보면 습곡작용을 받은 흔적이 보이고 사이에 부정합이 보인다(4-A).

건열: 모두 표면에 균열이 생겼다(4-B).

판의 운동: 판의 운동으로 인해 지각 등 암석이 갈라지는 현상(4-C).

단층: 단층의 모양과 관련 개념을 학습할 수 있다(4-D).

융기와 침강: 땅이 기준면에 대하여 상대적으로 높다. 실제 융기와는 다르게 교정에서 관찰한 모양은 인위적으로 높게 만들어 놓은 것이다(4-E).

시상화석: 고생대부터 살아온 석송류 식물로 고생대 환경을 알려준다(4-F).

4-A 예비 지구과학교사는 습곡과 부정합, 변성작용에 의한 엽리구조의 개념을 정확하게 인식하지 못하고 있다. 퇴적암에서의 습곡과 부정합은 지층이 생성된 이후 지각 변동에 의해 지질구조가 변화했기 때문에 시간적으로 동시에 생성된 변성암에서 엽리구조와 동일시하는 것은 잘못된 개념을 형성하고 있는 것이다. 이러한 잘못된 개념을 형성함으로써 4-A는 변성암에서 관찰할 수 있는 엽리구조를 습곡구조의 개념과 연결하여 교수학습자료를 개발하였다. 4-B는 암석의 틈으로 생기는 절리(joint)를 건조한 환경에서 수분의 증발로 인해 생긴 건열과 동일한 것으로 잘못 이해하고 있다. 따라서 교정에서 관찰 가능한 현

상과 실제 자연에서 관찰 가능한 현상의 생성과정이 전혀 다름에도 불구하고 두 자료를 통해 건열을 설명하고 있다. 4-C는 해령에서 두 판이 서로 멀어지면서 빈 공간이 형성되기 때문에 지각이나 암석이 갈라진다고 인식하고 있다. 즉, 발산형 경계인 해령에서 새로운 지각이 생성된다는 것을 인식하지 못하고 있기 때문에 건물 벽이 갈라져 틈이 생긴 자료를 해령과 연관지어 제시하고 있다. 4-D 예비 지구과학교사가 제시하는 실제 자연에서 관찰 가능한 현상은 정단층을 제시하고 있지만 교정학습자료는 정단층을 설명할 수 없다. 4-D는 단층면의 기울기 방향을 통해 정단층의 개념과 연결하고 있지만 실제 단층은 두 지층의 상대적인 운동 방향을 통해 정의되는 것이므로 단층면의 경사방향만으로 정단층과 역단층을 구별할 수는 없다. 4-E는 융기 지형의 개념을 기준면에 상대적으로 높은 지형으로 인식하고 있기 때문에 차별침식으로 돌출된 것을 융기 지형 자료로 제시하고 있다. 4-F는 시상화석을 지질시대의 생물이 지층에 기록된 것으로 그 시대의 환경을 유추할 수 있는 지질 현상으로 이해하지 못하고 현생생물을 시상화석으로 이해하고 있다.

예비 지구과학교사들이 잘못된 개념을 인식함으로써 개발된 교정학습자료는 과학개념을 설명하기에는 부적절한 소재를 활용하고 있다. 이런 부적절한 자료의 사용은 학생들의 선행지식이 인지구조에 강하게 연결되지 않은 경우에는 교사의 잘못된 개념이 학생들에게 그대로 전달될 우려가 있다(Gilbert et al., 1982).

생성과정과 형태가 자연현상과 일치하는 교정학습자료

생성과정과 형태가 자연현상을 설명하기에 적절한 자료는 Fig. 5와 같고, 이들의 자료 해설은 다음과 같다.

건열: 이토가 물 아래에 쌓인 뒤에 물이 말라버리면 생기는 것으로, 석호, 호소 주변, 하구 등에서 흔히 볼 수 있다. 이와 같은 것은 침식당하기 쉬우므로 지층으로 남아 있기가 어려운데, 드물게 건열 위를 곧바로 사질퇴적물 등이 덮은 경우, 그 사질암층의 하면에 다각형의 무늬로 남기도 한다(5-A).

선상지: 모래가 바람이나 유수를 타고 흘러온 모양과 유사함. 하천의 경사가 급한 곳에서 유수가 흐르다가 완만한 지형에 도달하면 유속이 감소되어 퇴적이 일어남(5-B).

교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상	교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상
교육과정과의 연관	• 중2 6. 지구의 역사와 지각변동-습곡과 단층	교육과정과의 연관	• 8학년 6. 지구의 역사와 지각변동 - 지층
관련 개념	습곡, 부정합	관련 개념	건열
자료 해설	변성작용을 받은 암석으로 추정되는데 자세히 들여다보면 습곡작용을 받은 흔적이 보이고 사이에 부정합이 보인다.	자료 해설	모두 표면에 균열이 생겼다.

(A) (B)

교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상	교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상
교육과정과의 연관	• 고2 5-1 판의 경계와 지각변동	교육과정과의 연관	• 12학년 I. 지구의 물질과 지각변동 - 지각변동
관련 개념	해령	관련 개념	단층
자료 해설	판의 운동으로 인해 지각 등 암석이 갈라지는 현상	자료 해설	단층의 모양과 관련 개념을 학습할 수 있다.

(C) (D)

교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상	교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상
교육과정과의 연관	• 8학년 VI. 지구의 역사와 지각변동-용기와 침강	교육과정과의 연관	• 11학년 I. 하나뿐인 지구 - 지구환경의 변화
관련 개념	용기와 침강	관련 개념	시상화석
자료 해설	땅이 기준면에 대하여 상대적으로 높다. 실제 용기와는 다르게 교정에서 관찰한 모양은 인위적으로 높게 만들어 놓은 것이다.	자료 해설	고생대부터 살아온 석송류 식물로 고생대 환경을 알려준다.

(E) (F)

Fig. 4. The schoolyard teaching materials developed by pre-service earth science teachers having wrong prior knowledge (A: fold and unconformity, B: mud crack, C: oceanic ridge, D: normal fault, E: uplift and sink, F: facies fossil).

관입: 원래 존재했던 암석을 마그마가 뚫고 들어가므로 관입한 암석이 관입당한 암석보다 나중에 형성되었다. 이를 이용하면 지층의 생성순서를 알 수 있다(5-C).

변성암: 압력에 의한 변성작용으로 편리 또는 편마구조를 관찰할 수 있다(5-D).

역암: 콘크리트는 자갈과 모래, 시멘트, 그리고 물과 혼합하여

만든다. 이는 역암이 형성되는 과정과 일치한다. 콘크리트에서 시멘트는 역들을 결합시키는 교결제로 작용한다(5-E).

흔적화석: 고화되지 않은 곳에 생물체가 접촉하여 생성된 것이다. 발자국의 크기를 통해 생물체의 무게 및 크기를 유추할 수 있다(5-F).

생성과정과 형태가 자연현상과 일치하는 교정 학습

교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상	교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상
교육과정과의 연관	• 8학년 VI. 지구의 역사와 지각변동-지층	교육과정과의 연관	• 중1, 지각의 물질-지표의 평탄화 작용
관련 개념	건열	관련 개념	퇴적분지-선상지
자료 해설	이토가 물 아래에 쌓인 뒤에 물이 말라버리면 생기는 것으로, 석호, 호소 주변, 하구 등에서 흔히 볼 수 있다. 이와 같은 것은 침식당하기 쉬우므로 지층으로 남아 있기가 어려운데, 드물게 건열 위를 곧바로 사질퇴적물 등이 덮은 경우, 그 사질암층의 하면에 다각형의 무늬로 남기도 한다.	자료 해설	모래가 바람이나 유수를 타고 흘러온 모양과 유사함. 하천의 경사가 급한 곳에서 유수가 흐르다가 완만한 지형에 도달하면 유속이 감소되어 퇴적이 일어남

(A) (B)

교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상	교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상
교육과정과의 연관	• 중학교 2학년 '지구의 역사와 지각변동'-관입	교육과정과의 연관	• 12학년 1.지구의 물질과 지각변동 - 암석
관련 개념	관입	관련 개념	변성암
자료 해설	원래 존재했던 암석을 마그마가 뚫고 들어가므로 관입한 암석이 관입당한 암석보다 나중에 형성되었다. 이를 이용하면 지층의 생성순서를 알 수 있다.	자료 해설	암력에 의한 변성작용으로 편리 또는 편마구조를 관찰할 수 있다.

(C) (D)

교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상	교정에서 관찰 가능한 현상	실제 자연에서 관찰 가능한 현상
교육과정과의 연관	• 12학년 1.지구의 물질과 지각변동 - 암석	교육과정과의 연관	• 8학년 VI. 지구의 역사와 지각 변동-과거의 생물
관련 개념	역암	관련 개념	흔적 화석
자료 해설	콘크리트는 자갈과 모래, 시멘트, 그리고 물과 혼합하여 만든다. 이는 역암이 형성되는 과정과 일치한다. 콘크리트에서 시멘트는 역들을 결합시키는 교결제로 작용한다.	자료 해설	고화되지 않은 곳에 생물체가 접촉하여 생성된 것이다. 발자국의 크기를 통해 생물체의 무게 및 크기를 유추할 수 있다.

(E) (F)

Fig. 5. The schoolyard teaching materials developed by pre-service earth science teachers having right prior knowledge (A: mud crack, B: fan, C: intrusion, D: metamorphic rock, E: conglomerate, F: trace fossil).

자료들의 공통점은 예비 지구과학교사들이 인식하고 있는 지질현상에 대한 선행개념이 형태적인 측면뿐만 아니라 그들의 생성과정에 대해서도 과학개념을 형성

하고 있다는 것이다. 그리고 이들은 자연에서 생성되는 과정이 일치하지만 그 규모가 축소된 것(Fig. 5-A, Fig. 5-B), 조경석과 같이 자연에서 생성된 것의

일부를 교정에 옮겨놓은 것(Fig. 5-C, Fig. 5-D), 인공구조물이지만 자연에서의 생성과정과 동일한 것(Fig. 5-E, Fig. 5-F)을 소재로 선택하고 있다. 그러므로 교사가 정확한 과학개념을 가지고 교정에 흔히 볼 수 있는 작은 규모의 지질현상, 조경석, 인공구조물을 적절하게 이용하면 실제 야외지질학습을 위한 학생들의 사전 경험을 제공할 수 있을 뿐 아니라 의미 있는 지구과학 수업을 진행할 수 있다(Barstow and Yazijian, 2004; Norvak and Gowin, 1984).

결 론

본 연구는 사범대학 과학교육학부에 재학 중인 54명 예비 지구과학교사들이 개발한 교정에서의 교수학습자료 분석을 통하여 교정 교수학습자료 개발의 문제점을 발견하고 그 대안을 찾고자함이다. 이를 위하여 예비 지구과학교사들이 76개의 개념을 활용하여 개발한 258개의 교정 교수학습자료가 수집되었다. 이를 분석한 결과 교정 교수학습자료는 개발하는 절차와 예비 지구과학교사들의 선행 지식에 의해 영향을 받고 있었다.

예비 지구과학교사들이 자료 개발에 대한 계획을 수립하지 않는 경우에는 이미 형성된 선행 지식 범위 내에서 자료를 개발하기 때문에 이들이 개발한 자료는 단층, 판입, 부정합, 층리 등 교육과정의 특정 영역에 편중되어 있다. 이에 비해 교과서를 분석하여 수업에 활용할 수 있는 개념을 먼저 선정하고 그 개념을 설명할 수 있는 소재들을 찾아 자료로 개발하는 경우에는 대부분의 예비 지구과학교사들이 접근하지 못한 영역의 자료를 개발할 뿐 아니라 실제 자연현상을 설명하기에 적절한 자료를 개발하였다. 그리고 지질현상에 대한 과학개념을 형성하지 못한 예비 지구과학교사들은 교정 학습자료를 개발하는 과정에서 잘못된 소재를 선택할 뿐 아니라 개념 연결에서도 오류를 범하고 있다. 또한, 대부분의 예비 지구과학교사들이 지질현상에 대한 과학개념을 형성하고 있다고 하더라도 생성과정을 무시하고 소재의 형태만을 주로 고려하고 있다. 따라서 이들이 개발한 교정 학습자료는 오개념을 과학개념으로 변화시키고, 자연환경에 대한 지식을 야외에서 통합하고자하는 야외학습의 의도를 저해할 뿐만 아니라 학생들에게 또 다른 오개념을 형성시킬 수 있다. 특히 학생들의 선행지식이 인지구조에 강하게 연결되지 않은 경우에는 교사

의 잘못된 개념이 학생들에게 그대로 전달될 우려가 있다. 그러나 예비교사들이 개발한 48개의 자료는 생성과정과 형태적 측면에서 자연에서 관찰할 수 있는 지질 현상을 적절하게 표현하고 있는데, 이들이 선택한 소재는 자연에서 생성되는 과정과 일치하지만 그 규모가 축소된 것, 조경석과 같이 자연에서 생성된 것의 일부를 교정에 옮겨놓은 것, 인공구조물이지만 자연에서의 생성과정과 동일한 것이다.

그러므로 지질조사 및 고체지구과학 분야에 대한 충분한 학습이 가능하도록 예비 지구과학교사 양성교육과정에 충실히 반영해야 하며, 이를 바탕으로 예비 지구과학교사들의 지질학적 내용지식, 야외 교수학습 전략, 자료개발 절차 등이 하나의 체계적인 개념으로 형성될 수 있도록 지도할 필요가 있다. 뿐만 아니라 교정에서 관찰할 수 있는 지질 현상, 인공구조물이 지구과학 교육을 위한 훌륭한 자료로 활용될 수 있음에도 불구하고 교육적 제한을 받는 자연현상에만 의존하려는 인식을 먼저 탈피할 필요가 있다.

이 연구는 예비 지구과학교사들이 개발한 교정 교수학습자료를 통해 개발 과정에 영향을 미치는 요소와 그 문제점을 탐색한 것으로 지구과학교사들이 교수학습자료를 개발할 때 고려해야할 기초 자료로서 그 의미가 있다. 앞으로 이러한 분석 결과를 바탕으로 더 많은 교정 교수학습자료를 개발하여 현장에 적용함으로써 그 효과성을 검증하는 후속연구가 이루어진다면 우리 주변과 일상 생활에서 발생하는 소재로 구성된 지구과학 수업을 더욱 흥미롭게 실시할 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

이 논문은 2009년도 전북대학교 연구기반 조성비 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- 강지현, 2002, 야외 학습 모듈을 이용한 제주도 송악산 일대 야외학습장 개발. 한국교원대학교 석사학위논문, 142 p.
- 권진홍, 김찬중, 2007, 야외지질학습장에 대한 초임지구과학 교사의 인식. 한국지구과학회지, 28, 14-23.
- 이선경, 신명경, 김찬중, 2008, 과학탐구공동체 제안을 위한 사회과학적 학습 자료로서 자연사박물관전시의 교육적 잠재성 탐색: 지진 주제를 중심으로. 한국지구과학회지, 29, 506-519.

- 김찬중, 이조옥, 1996, 달의 위상 변화와 빛에 대한 중등학교 학생들의 개념 사이의 관계. 한국지구과학회지, 17, 8-21.
- 노병섭, 양우현, 조규성, 2009, 전북 마이산 일대의 야외지질 교수학습자료 개발 및 초등 교사들의 반응. 한국지구과학회지, 30, 869-882.
- 맹승호, 위수민, 2005, 경기도 시화호 탄도 해안과 한염 지역의 야외 지질 답사 수업모형에 대한 질적 분석. 한국지구과학회지, 26, 9-29.
- 박진홍, 2001, 야외 지질 학습장에서 고등학교 학생들의 암석과 지질구조 동정 과정 분석. 한국교원대학교 박사학위논문, 167 p.
- 박진홍, 정진우, 조규성, 이병주, 2000, 중고등학생을 위한 야외 지질 학습장 개발 및 야외 활동 지도 방안. 한국지구과학회지, 21, 13-21.
- 전영호, 권홍진, 최변각, 박정웅, 김찬중, 2007, 지구과학 교사 연구 모임 참여 교사의 야외 지질 학습 지도에 대한 인식과 실행에 대한 사례 연구. 한국지구과학회지, 28, 684-696.
- 정남식, 1994, 야외학습을 통한 학생들의 개념 변화. 과학교육, 352, 52-58.
- 조규성, 변홍룡, 김정빈, 2002, 야외 지질 학습장의 개발과 활용에 따른 학생들의 과학에 대한 정의적 영역과 학업성취에 미치는 효과. 한국지구과학회지, 23, 649-658.
- 홍정수, 장남기, 1997, 중등학교 과학과 야외활동의 실태 및 개선방안. 한국과학교육학회지, 17, 85-92.
- Barstow, D. and Yazijian, H., 2004, Placing urban schools as the forefront of the revolution in earth science education. Journal of Geoscience Education, 55, 416-419.
- Birnbaum, S., 2004, Overcoming the limitations of an urban setting through field-based earth systems inquiry. Journal of Geoscience Education, 52, 407-410.
- Endreny, A. and Siegel, D.I., 2009, Investigating earth science in urban schoolyards. Journal of Geoscience Education, 58, 191-195.
- Gilbert, J.K., Osborne, R.J., and Fensham, P.J., 1982, Children's science and its consequences for teaching. Science Education, 66, 623-633.
- Harnik, P.G. and Ross, R.M., 2004, Models of inquiry-based science outreach to urban schools. Journal of Geoscience Education, 52, 420-428.
- Kean, W. and Enochs, L., 2001, Urban field geology for K-8 teachers. Journal of Geoscience Education, 49, 358-363.
- Manner, B.M., 1995, Field studies benefit students and teachers. Journal of Geological Education, 43, 128-131.
- McNamara, E.S., 1971, A Comparison of the learning behaviors of eighth and ninth grade ESCP earth science students; One half experiencing laboratory investigations in the indoor environment, the other half experiencing laboratory investigations in the outdoor environment. The Pennsylvania State University, 362 p.
- Novak, J.D. and Gowin, D.B., 1984, Learning how to learn. Cambridge university press, NY, USA, 199 p.
- Orion, N., 1989, Development of a High-School geology course based on field trips. Journal of Geological Education, 37, 13-17.
- Riban, D.M. and Kobal, D.B., 1971, An investigation of the effect of a field studies in science on the learning of the methodology of science. Science Education, 55, 291-294.
- Wetzel, L., 2002, Building Stones as Resources for student research. Journal of Geoscience Education, 50, 404-409.

2011년 2월 8일 접수
2011년 2월 16일 수정원고 접수
2011년 2월 17일 채택