

반상조직에 대한 초임 지구과학교사들의 인식

김용환¹ · 정덕호² · 조규성¹ · 최진아¹ · 박경진^{1*}

¹전북대학교 과학교육학부/융합과학연구소, 561-756, 전주시 덕진구 백제대로 567

²전북대학교 과학영재교육원, 561-756, 전북 전주시 덕진구 백제대로 567

A Perception of Beginning Earth Science Teachers on Porphyritic Texture

Yong-Hwan Kim¹, Duk-Ho Chung², Kyu-Seong Cho¹,
Jina Choi¹, and Kyeong-Jin Park^{1*}

¹Division of Science Education/Institute of Fusion Science, Chonbuk National University,
Jeonbuk 561-756, Korea

²Science Education Institute for the Gifted, Chonbuk National University, Jeonbuk 561-756, Korea

Abstract: This study is to explore the Pedagogical Content Knowledge of beginning earth science teachers about the porphyritic texture of igneous rocks, and to suggest the teaching device that can prevent a trial and error of students in earth science instruction. We developed an interview guideline concerned with basic perception on the porphyritic texture, formation condition and formation process of porphyritic rocks, teaching and learning on porphyritic rocks for it. And data was collected from 5 beginning earth science teachers (3 high schools, 2 middle schools) through a group discussion method. In result, despite the porphyritic texture can be found at hypabyssal rocks as well as volcano rocks and plutonic rocks, most beginning earth science teachers cognized that it could be found at hypabyssal rocks only by focusing the formation depth of hypabyssal rocks. Also, the formation of porphyritic texture should be considered the factors such as cooling rate, nucleation density, growth rate, growth time, etc. However they mainly reflected the formation temperature and growth rate as it's parameter. Participants have wrongly perceived that a phenocryst necessarily differs from a groundmass on chemical composition. And they are inclined to discriminate phenocryst from groundmass through their chemical differences, instead of grain size.

Keywords: porphyritic texture, pedagogical content knowledge, perception of beginning science teacher

요약: 본 연구의 목적은 화성암의 반상조직에 대한 초임 지구과학교사들의 내용교수지식을 확인하고, 지구과학 수업에서 학생들의 시행착오를 방지할 수 있는 교수 방안을 제안하기 위한 것이다. 이를 위하여 반상조직에 대한 기본인식, 생성조건 및 생성과정, 교수-학습지도에 관한 인터뷰 가이드를 구성하였고, 초임 지구과학교사 5명(고등학교 3명, 중학교 2명)을 대상으로 개방적 토론회 면담을 실시하였다. 반상조직에 대한 초임 지구과학교사들의 인식을 분석한 결과는 다음과 같다. 반상조직이 모든 화성암에서 발견됨에도 불구하고 대부분의 초임 지구과학교사들은 산출상태에 집중하여 화산암과 심성암에서는 반상조직이 발견될 수 없다고 인식하고 있다. 반상조직의 생성 변수로서 냉각 속도, 핵형성 밀도, 성장속도, 성장기간 등의 요인이 고려되어야 하지만, 초임 지구과학교사들은 생성 온도와 냉각속도 등의 요인을 주로 생성 변수로서 인식하고 있다. 반상조직은 반정과 석기의 상대적인 결정의 크기나 입도를 고려하는 것이 바람직하지만 성분의 차이로 구별하려는 경향이 있다. 그리고 초임 지구과학 교사들은 보웬의 반응계열과 연관지어 각 반정과 석기의 성분이 반드시 다를 것이라고 인식하고 있다.

주요어: 반상조직, 교수내용지식, 초임교사 인식

*Corresponding author: ramsespark@jbnu.ac.kr

Tel: +82-10-4136-4409

Fax: +82-63-270-2802

서론

21세기는 새로운 사회적 환경 변화에 따라 지식의 양이 급속히 증가하고 있어 새로운 것을 알고자 하는 학습자의 기대와 요구가 더욱 커지고 있다. 이러한 학습자의 요구를 충족시키기 위해서는 다양한 교재나 교육과정을 통해서도 이루어질 수 있지만 교사에 의해 제시되는 풍부한 경험을 통해 가능하다(Darling-Hammon, 1995). 그렇기 때문에 교사들은 다른 전문직 종사자와 비슷하게 자기의 분야에 대한 전문성 함양이 무엇보다 중요하다. 교사에게 요구되는 전문성에는 학생지도, 업무처리, 행사 준비 등 여러 영역들이 있지만 가장 요구되는 전문성의 영역은 교과내용을 얼마나 잘 가르치느냐와 관련된 것이다(곽영순, 2009). 이것은 교사가 얼마나 많은 내용지식(Content Knowledge)을 알고 있는지와 별개로 교사가 알고 있는 내용지식을 학생들이 이해하기 쉬운 형태로 변형하여 가르칠 수 있느냐와 관련된 문제라 할 수 있다. 이처럼 학습을 촉진시키려는 상황에서 내용지식에 대한 교사의 해석과 변형을 교수내용지식(Pedagogical Content Knowledge)이라 한다(van Driel et al., 1998). 이러한 교수내용지식은 실제적인 교수 상황에서 교과내용에 대한 지속적인 사용에 의해 증진될 수 있지만(Lederman et al., 1994), 교과내용에 대한 개념적 지식이 충분히 형성되기 전까지는 발달하지 않는 경향이 있다(Smith and Neale, 1991).

초임 중등과학교사를 대상으로 과학 교수에 대한 인식을 알아본 연구 결과에 따르면, 초임교사라면 과학적 지식이나 내용을 대학에서 배운지 얼마 되지 않았기 때문에 가장 정확하게 알고 있을 것으로 예상되지만 실제로 그렇지 않은 결과가 나타났다(박현주, 2005). 이러한 부정확한 과학지식은 교수경험이 짧은 초임교사의 교수내용지식의 발달을 저해한다(Carter, 1990). 뿐만 아니라 초임교사들은 수업에 활용할 수 있는 학습 자료가 부족할 뿐 아니라 과도한 업무로 인해 자신의 수업에 대한 반성적 사고를 할 수 있는 시간적 여유가 적어 수업 불안을 느끼는 정도가 매우 크다. 이러한 불안을 극복하기 위해 초임 교사들은 주로 인터넷 정보를 검색하거나 동료 교사의 도움을 받기도 하지만 이마저도 매우 제한적이기 때문에 초임교사들은 주로 교과서에 제시된 이론 중심의 수업을 진행하는 것으로 나타났다(박현주, 2005; 전화영 외, 2009).

학교교육에서 교과서는 교수내용지식이 충분히 발달하지 못한 초임 교사에게 매우 중요한 학습 자료로 활용된다. 이러한 교과서의 중요성으로 볼 때, 교과서의 개념 진술이 과학적이어야 하고, 학생들에게 효과적으로 이해시킬 수 있도록 구성되어야 함에도 불구하고 일부 부정확한 내용이 교사들의 교수-학습 지도를 어렵게 하는 요인이 된다(국동식, 2002). 특히, 화성암의 조직을 나타내는 용어 중 반상조직은 생성 환경과 생성조건에 따라 반심성암뿐 아니라 다양한 장소에서 산출될 수 있음에도 불구하고 일부 교과서에서는 반심성암만의 특징으로 소개하는 등 반상조직에 대한 용어 설명의 부정확성으로 인해 많은 오개념을 유발할 수 있다. 실례로 예비과학교사의 화성암 육안분류 능력에 대한 연구에서는 반상조직을 세립질과 조립질의 중간 크기에 해당하는 암석 조직으로 잘못 이해하고 있다고 지적하였으며(문병찬 외, 2005), 고등학교 교과서의 화성암 조직에 대한 용어를 분석한 연구에서는 반상조직에서 관찰되는 반정이 화산암과 반심성암에서 모두 볼 수 있음에도 불구하고 반정이 반심성암의 특징만으로 잘못 기술되어 있다고 하였다(고정선 외, 2008). 교과서의 이러한 문제는 교과서의 이론 중심으로 강의를 진행하는 초임 교사에게는 매우 혼란스러운 일이 아닐 수 없으며, 교과서의 잘못된 내용이 초임교사의 교수내용지식 형성에 영향을 미칠 것이다.

따라서 본 연구에서는 화성암의 반상조직에 대한 고등학교 지구과학 교과서 내용을 분석하여 부정확한 내용을 확인하고 이것이 초임교사의 반상조직에 대한 인식에 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 이를 위해 경력 5년 미만의 초임 지구과학 교사들을 대상으로 반상조직에 대한 기본 인식, 생성조건 및 생성과정과 교수-학습지도를 알아보기 위한 인터뷰 가이드를 제작한 후 개방적 토론식 면담을 실시하였다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 초임교사들이 반상조직을 효과적으로 가르칠 수 있는 방안을 제시하고자 하였다. 이에 본 연구에서의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초임 지구과학교사들은 반상조직에 대한 기본인식은 어떠한가?

둘째, 초임 지구과학교사들은 반상조직의 생성조건 및 생성과정을 어떻게 인식하고 있는가?

셋째, 초임 지구과학교사들은 반상조직을 어떻게 지도하고 있는가?

넷째, 반상조직을 학생들에게 효과적으로 교수-학습하기 위한 방안은 무엇이 있는가?

연구 방법 및 절차

연구 참여자

본 연구에서는 화성암의 반상조직에 대한 초임 지구과학교사들의 인식을 알아보기 위하여 교직 경력 5년 이내의 지구과학 교사 5명을 대상으로 진행하였다. 3명의 교사는 고등학교에서 근무하고 있으며 이 중 2명은 지구과학 II를 교수한 경험이 있으나 1명은 지구과학 I만을 교수한 경험을 가지고 있었다. 중학교에서 근무 중인 교사는 2명이나 이 중 1명은 3년 동안 고등학교에서 근무한 후 중학교로 근무지를 이동하여 고등학교의 교육과정에 대한 이해가 높았다. 이들 중 2명은 대학원에 진학하여 석사학위를 취득하였거나 과정 중에 있으며 나머지 3명은 대학원에서 수학한 경험이 없었다. 참여 교사의 대부분 전라북도 군, 읍·면 소재의 소규모 학교에서 근무하고 있으며, 학교 내에 다른 지구과학 교사가 없어 교과 내용에 대한 어려움이 생길 때 경력 교사의 도움을 받기 어려운 상황에 있으며, 교사 임용 후 전공과 관련한 별도의 교육 프로그램에 참여한 경험이 없었다. 이러한 교사의 환경적 특성 때문에 반상조직에 대한 초임 지구과학교사들의 인식에 영향을 미칠 외부 요인이 적어 이들을 연구 참여자로 선정하였다. 응답한 교사들의 구성 특성은 Table 1에 제시하였다.

연구 절차

본 연구를 위하여 먼저 반상조직의 정의와 반상조직에 대한 어떤 오개념이 있는지 알아보기 위해 선행 연구를 분석하였다. 분석 결과 반상조직을 증립질의 입자 크기를 가진 조직으로 잘못 인식하고 있었다(문병찬 외, 2005). 이러한 결과는 화성암의 산출

상태를 나타낸 교과서의 그림에서 세립질이나 유리질을 가지는 화산암은 지표 부근에서, 큰 결정을 가진 조립질의 심성암은 지하 심부에서 주로 생성된다는 인식으로부터 비롯된 것이다. 뿐만 아니라 반상조직은 반심성암뿐 아니라 화산암에서도 흔히 관찰되는 특징이지만 7차 교육과정 총 6종의 지구과학 II 교과서 중 4종의 교과서에서 반상조직을 반심성암의 특징으로만 기술하고 있다(고정선 외, 2008). 반상조직은 생성환경과 조건에 따라 다양한 형태로 나타날 수 있을 뿐 아니라 다양한 화성암 생성과정을 이해할 수 있는 중요한 개념이라 할 수 있다. 그러나 정확한 개념을 제시해 주어야 할 교과서조차 반상조직에 대한 정확한 개념을 제시하지 못하여 학생 뿐 아니라 교사에게도 혼란을 주고 있다.

본 연구에 앞서 교과서에 제시된 화성암의 산출상태를 나타낸 그림에서 반상조직이 주로 나타나는 장소는 어디인지를 물어 본 결과 대부분의 교사들이 암맥, 암상, 병반과 같은 장소에서 나타날 것이라고 답하였다. 이러한 응답이 반상조직에 대한 어떤 인식으로부터 온 것인지 알아보기 위해 초임 지구과학교사들은 반상조직을 어떻게 이해하고 있는지를 알아보기 위한 인터뷰 가이드를 구성하였다. 본 연구에 참여한 교사들은 연구자의 진행 하에 준비된 인터뷰 가이드를 바탕으로 자유로운 분위기에서 상호 의견을 교환할 수 있도록 개방적 토론편 면담을 실시하였다. 면담은 약 2시간 정도 진행하였으며 그 내용을 녹음하고 전사하였다.

본 연구의 주된 분석 자료는 면담 내용을 전사한 자료로 이를 각각 반상조직은 어떤 암석에서 나타날 수 있는지, 반상조직의 정의는 어떻게 인식하고 있는지, 반상조직의 생성과정과 생성조건은 어떻게 인식하고 있는지에 대해 주제별로 코딩하여 연구 목적과 관련된 내용을 추출하였다. 또한, 초임 지구과학교사들의 대화 내용에 대한 진술이 모호한 경우 연구 참여자에게 보충 질문을 실시하였다. 면담은 토론 형식을 띠고 교사들 간의 질의응답, 의견 교환이 이루어졌기 때문에 동료 교사와의 대화를 통해 반상조직에 대한 인식이 어떻게 변화하였는지 알아보았고, 분위기나 대화 흐름을 정확하게 파악하고자 반복하여 분석하였다. 분석한 자료를 토대로 연구에 함께 참여한 3인이 분석 결과에 대한 세미나를 진행하여 협의와 검토 과정을 거쳐 연구 참여 교사의 인식을 추출하고 범주화하는 작업을 수행하였다.

Table 1. Background information of teachers participated

구분	성별	교직경력 (년)	지구과학 교수경력 (년)	학력	근무 형태	
					소재	유형
A	여	1	1	학사	시	고등
B	남	2	2	석사과정	군	고등
C	여	4	.	석사	읍·면	중등
D	남	2	.	학사	읍·면	고등
E	남	3	.	학사	읍·면	중등

인터뷰 가이드 개발

초임 지구과학교사들을 대상으로 면담을 실시하기 위해 인터뷰 가이드를 개발하였다. 인터뷰 가이드는 지질학 전공 교수 1인의 조언을 통해 예비 인터뷰 가이드를 제작하였으며, 그 후 지구과학교육 전공자 3인과의 협의를 통해 수정 보완하였다. 제작된 인터뷰 가이드는 반상조직에 대한 초임 교사들의 인식을 이끌어 내기 위하여 크게 반상조직에 대한 기본인식, 생성과정에 대한 인식, 교수-학습지도 방법 등 세 가지 영역으로 구분된 문항으로 구성되었으며, 이에 대한 자세한 내용은 Fig. 1에 제시하였다. 일반적으로 반상조직을 반심성암의 특징으로만 이해하는 경우가 많지만 실제 반상조직은 화산암에서도 흔히 발견되는 조직이다. 이에 초임 지구과학교사들은 반상조직을 반심성암의 특징으로만 이해하고 있는지, 화산암에서도 산출 가능한 특징으로 이해하고 있는지를 알아보기 위해 ‘어떤 암석에 반상조직이 나타나면 화산암이라 할 수 있습니까?’라는 문항을 제시하였다. 이러한 문항에 대한 정확한 분석은 반상조직을 정확히 이해하고 있는나와 관련 있기 때문에 ‘반상조직이란 무엇입니까?’라는 반상조직에 대한 정의를 묻는 문항을 통해 반상조직의 핵심적인 개념을 무엇으로 이해하고 있는지를 묻는 문항을 제시하였다. 그 후, 반상조직의 특징이라 할 수 있는 반정이 화산암과 반심성암에서 모두 가질 수 있는지 묻는 문항을 통해 면담동안 반상조직에 대한 인식이 변화하였는지 확인하고자 하였다. 반상조직은 생성환경과 생성조건에 따라 다양한 형태로 나타날 수 있기 때문에 반상조직의 특징이라 할 수 있는 반정과 석기도 다양한 조건에서 생성될 수 있다. 이에 ‘반정과 석기는 어떤 조건에서

생성될 수 있습니까?’와 ‘반상조직은 어떤 형상과정을 통해 생성되니까?’라는 문항을 통해 반상조직의 생성과정에 대한 면담 문항 제시하였다. 또한 ‘반상조직은 어떤 암석에서 나타날 수 있습니까?’라는 문항을 제시하여 면담동안 반상조직에 대한 인식이 변화하였는지 확인하고자 하였다. 마지막으로 실제 일선 학교에서 초임 지구과학교사로서 반상조직을 어떻게 가르치는지 알아보기 위하여 ‘반상조직을 어떻게 지도하고 있습니까?’와 ‘반상조직을 지도함에 있어 어떤 어려움이 있습니까?’라는 문항을 통해 반상조직을 교수-학습지도하는 과정에서 반상조직의 어떤 점을 어려워하는지 알아보기 위한 문항을 제시하였다.

연구 결과 및 논의

반상조직에 대한 기본 인식

반상조직에 대한 초임 지구과학교사들의 인식을 알아보기에 앞서 고등학교 지구과학 II 교과서(경제복 외, 2006; 김희수 외, 2006; 우종욱 외, 2006; 이규석 외, 2006; 이문원 외, 2006; 허창희 외, 2006)를 분석하여 반상조직에 대한 설명에서 어떤 문제점이 있는지 확인하였다. 반상조직은 반심성암뿐 아니라 화산암에서도 흔히 관찰할 수 있는 조직이지만 교과서 분석 결과 2종의 교과서만 반상조직을 화산암과 반심성암에서 관찰할 수 있는 특징이라고 기술한 반면, 4종의 교과서는 반심성암에서만 관찰할 수 있다고 하였다(고정선 외, 2008). 이러한 문제는 교과서에 나와 있는 이론 중심의 수업을 진행하는 초임교사들에게 매우 큰 혼란을 일으킬 수 있다.

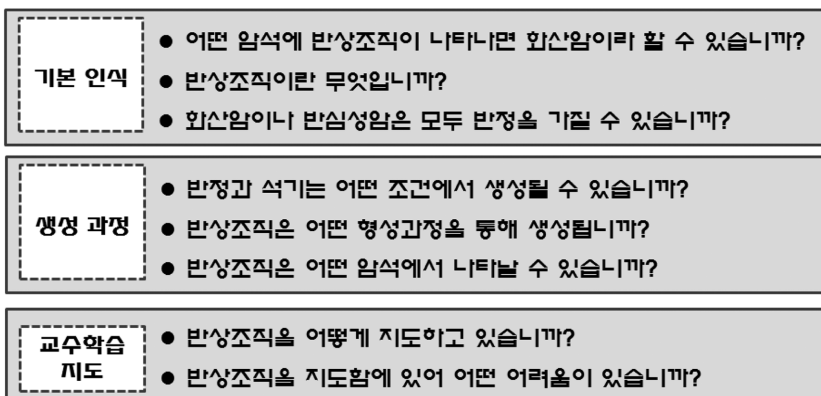


Fig. 1. Configuring an interview questions for porphyritic textures.

교과서별로 반상조직의 특징을 다르게 기술하고 있는 상황에서 교수내용지식이 완전하게 발달하지 않은 초임 지구과학교사들은 반상조직에 대해 어떤 인식을 가지고 있는지 알아보기 위하여 ‘어떤 암석에 반상조직이 나타나면 이것을 화산암이라 할 수 있습니까?’라는 주제를 제시하고 면담을 통해 참여 교사들의 인식을 알아보았다. 반상조직은 일반적으로 2단계의 냉각과정에 의해 형성되는 것으로 초기의 느린 냉각으로 인해 반정이 정출되고, 그 후 화산분출에 따른 급격한 과냉각으로 석기가 형성된다. 반상조직의 가장 큰 특징은 반정과 석기의 상대적인 결정의 크기 차이로 할 수 있으며, 석기는 생성 환경에 따라 다양한 크기로 나타날 수 있다(정지곤과 이종만, 2000). 따라서 반상조직은 심성암에서부터 화산암에 이르기까지 모두 나타날 수 있으나 대부분의 초임 교사들은 개인별로 이유에 대해 차이는 있었지만 ‘어떤 암석에 반상조직이 나타나면 화산암이라고 할 수 없다’고 반응하였다.

- A: 우리가 고등학교 때 화성암 나오면 조직 관련해서 화산암, 심성암 분류하고 난 뒤에 반상조직을 따로 해서 반심성암으로 분류해주니까 여기서 반상조직이 나타나면 화산암이라고 얘기 할 수는 없을 것 같아요. 애들(학생들) 교육과정 상에서 보면 그거(반상조직)는 반심성암으로 분류가 되어 있기 때문에 저런 주제가 맞다 볼 수 없는 것 같아요.
- B: 반상조직이 나타나면 화산암이라고 했는데 극단적으로(화성암을) 2가지로 나누냐, 3가지로 나누냐 그 차이인 것 같고요. 2가지로 나누면 저 말이 맞지만, 세 가지로 더 세분하면 잘못됐다고 할 수 있을 것 같아요. 이걸 인위적으로(화성암을) 나누니까 저 말이 문제가 되는 것 같은데요.
- C: (학생들이) 화산암은 적은 결정으로 이루어지고 반상조직이란 건 큰 결정이 있는 건데 반상조직이 화산암에서 나타날 수 있다고 의문을 제기할 것 같아요. 그렇기 때문에 오히려 (반상조직을) 반심성암 쪽으로 얘기하는 게 훨씬 더 나을 것 같아요. 화산암이라고 얘기를 하면 아이들이 쉽게 받아들이지는 못할 것 같아요.
- D: 전에 시험 문제에서 봐서 반상조직이 화산암에서도 나타난다는 것을 알고 있는데요. 근데 반정을 이루고 있는 그 성분이 무엇이나에 따라서 달라진다고 생각하거든요. 반상조직이 나타난다고 해서 화산암이라고 얘기하기는 참 애매모호 하지 않나 생각이 들어요.
- E: 화산암하면 우리들이 많이 이야기 하는 게 빨리 냉각되서 입자의 크기가 작은 거라고 생각하고, 반상조직은 좀더 큰 애들도 있는데 이걸 화산암이라고 하는 건 맞지 않은 것 같아요.

A교사와 B교사는 반상조직이 다른 암석에서도 나타날 수 있을 것이라고 막연하게 생각하고 있었지만 그렇게 생각한 이유에 대해서는 차이를 보였다. A교사는 반상조직이 다른 암석에서도 나타날 수 있지만 교과서에서 반상조직을 반심성암의 특징으로 설명하기 때문에 반상조직이 나타난 암석을 화산암이라 할 수 없다고 생각하였다. 즉, 반상조직이란 큰 결정과 미세한 입자로 구성되어 있는 반면, 화산암은 미세한 입자로만 구성되어 있기 때문에 반상조직이 나타나면 화산암이 될 수 없다고 인식하였다. B교사는 화산암, 반심성암, 심성암을 두 가지로 분류할 때 화산암과 반심성암을 같은 범주로 인식하여 주어진 주제에 대해 옳다고 생각하였지만, 3가지 기준으로 나누면 반심성암을 하나의 범주로 나눌 수 있기 때문에 주제가 잘못되었다고 인식하고 있었다. 이는 반상조직이 모든 암석에서 관찰될 수 있는 특징임에도 불구하고 반심성암에서만 보이는 특징이라는 잘못된 인식에서 비롯된 것으로 볼 수 있다. 또한, D교사도 과거의 경험을 통해 반상조직이 화산암에서 관찰 가능하다는 것을 이해하고 있었다. 그러나 이유가 화성암의 생성 과정이 아닌 반정과 석기의 성분 차이 때문으로 생각하여 올바른 인식을 가지고 있지 못하였다. 실제로 동일 성분 마그마에서 나타나는 반상조직은 산출형태에 따라 성분 차이가 크지 않으며, 성분 차이보다는 반정과 석기의 입도나 상대적인 결정의 크기나 입도를 고려하는 것이 바람직하다. 반면, C교사와 E교사는 화산암의 결정은 작지만 반상조직에서 나오는 결정은 크기 때문에 반상조직은 화산암에서 나타나지 않는다고 인식하고 있다. 이는 석기가 화산암과 같이 거의 육안으로 구별할 수 없는 광물 입자로 구성되어 있을 것이라는 잘못된 추론으로부터 나타난 결과이다. 그러나 반상조직은 반정과 석기의 상대적 결정 크기 차이에 의해 구분되는 것으로 화산암에서 생성 조건에 따라 큰 결정이 생길 수 있기 때문에 잘못된 인식을 가지고 있다고 할 수 있다. 분석 결과 고등학교에서 근무 중인 A, B, D교사는 화산암에서도 반상조직이 나타날 수는 있으나 정확한 이유를 들지 못하였다. 이들 중 반상조직을 학습내용으로 포함하고 있는 지구과학 II를 교수한 경험이 없는 D교사는 반상조직을 상대적인 입자의 크기에 따라 구별해야 함에도 불구하고 성분의 차이에 기초하여 구분하려는 잘못된 인식을 가지고 있었다. 반면, 화성암을 화산

암과 관입암으로만 구분하여 가르치는 중학교에서 근무하는 C, E교사는 화산암에서는 반상조직이 나타나지 않는다는 잘못된 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다. 초임 지구과학교사들의 반상조직에 대한 기본 인식을 조금 더 알아보기 위해 심성암에서 반상조직이 나타날 수 있는지에 대해 추가 질문을 통해 면담을 실시하였다.

- C: 근데 우리가 심성암에서 반상조직은 얘기를 하나요? 기억이 안나...
- D: 심성암은 보통 입상 조직을 얘기를 하잖아요.
- C: 보통 반상조직은 (심성암에서) 얘기를 안 하잖아요. 심성암은 이미 굉장히 오랜 시간동안에 굳었기 때문에 큰 조직이 나타나는 것이기 때문에 석영이 반정이 되는 경우는 거의 없을 것 같아요. 왜냐하면 반정이라는 게 주변에 세립질이 있는 상태인데 석영이 그렇게 결정이 커진다는 것은 굉장히 오랜 시간 동안에 굳었기 때문에 생기는 거라 세립질이라 할 수 없을 것 같은 생각이 들어요.
- D: 심성암에서는 반상조직이.. 아닐... 것 같은데.
- C: 우리가 반상조직이라는 것은 대부분의 석기질에서 확연하게 드러나는 반정을 보고 우리가 그것을 반상조직이라고 부르는 거잖아요. 근데 심성암에서 과연 우리가 대부분이 석기라고 부를 수 있는 세립질이 나타나느냐. 웬지 안 나타날 것 같은데... 심성암에서는...
- D: 응.. 심성암에서는...(안 나타날 것 같다)

대부분의 교사들은 심성암에서도 반상조직이 나타나지 않을 것이라고 인식하였다. D교사는 심성암이 가지는 입상 조직이라는 것에 집중하여 직관적으로 심성암에서는 반상조직이 나타나지 않을 것이라고 생각하였다. C교사는 후기에 정출되는 석영과 같은 광물이 큰 결정으로 성장한 것으로 심성암에서는 반상조직을 관찰할 수 없을 것이라고 생각하였다. 이는 화성암이 보웬의 반응계열에 의해 정출되며 석기는 육안으로 구별할 수 없는 매우 작은 물질로 이루어져 있을 것이라는 인식에서 비롯된 것으로 판단된다. 즉, 대부분의 교사들은 심성암의 조직 특성이 광물 입자가 크고 비교적 고른 입상 조직 또는 조립질 조직으로 구성되어 있기 때문에 입자의 크기가 매우 작은 석기는 나타날 수 없다고 인식하였다. 연구 참여 교사들이 '반상조직은 화산암과 심성암에서는 나타나지 않는다'고 생각하는 것은 이들이 반상조직에 대해 어떻게 이해하고 있는지와 깊은 관련이 있다. 이를 확인하기 위해 연구 참여 교사들이 생각하는 반상조직은 어떤 특징을 의미하는지 면담을 통해 알

아보았다.

- A: 반상조직이라고 하는 것은 반정이 있고 그 주변에 석기가 둘러싸여 있을 때를 얘기하는데 이 반정이라는 것은 입자가 큰 형태, 석기는 세립질이나 작은 이런 조직을 의미하죠.
- B: 큰 놈에 짜깁한(작은) 것이 있는 것...
- C: 반정이라 석기로 이뤄진 건데 쉽게 얘기를 하면 석기는 입자가 거의 보이지 않고 반정은 우리가 육안으로 볼 수 있는 확연한 (입자) 차이를 보이는 것을 반상조직이라고 얘기할 수 있을 것 같아요.
- D: 보웬의 반응계열을 보면 정출되는 순서가 있잖아요. 그것처럼 냉각되는 과정 중에서 먼저 정출되는 광물들이 온도가 높을 때 자기들끼리 결합을 해서 입자가 커진 상태에서 석어 입자가 큰 녀석들을 반정이라 하고 정출 순서가 제일 마지막에 있는 석영이나 장석같이 낮은 온도에서 정출되는 결정은 제대로 성장하지 못해 큰 결정을 에워싸고 있는 석기라는 작은 입자들을 이루는... 이렇게 반정과 석기로 이루어진 것을 반상조직이라고 하는 것 같아요.
- E: 반정과 반정 주위에 있는 석기들로 이루어진 조직이라고 공부를 해왔었고 알고 있는데...

대부분의 교사들이 반상조직을 교과서에서 제시한 정의와 유사하게 반정과 석기로 구성되어 있는 조직으로 이해하고 있었다. 이들은 반정은 육안으로 관찰할 수 있는 큰 결정을 의미하고 석기는 반정을 둘러싸고 있는 입자가 거의 보이지 않는 것으로 인식하고 있었다. 그러나 반상조직은 기질부인 석기가 현정질인 경우와 비현정질인 경우 모두 가능하다. 반상조직은 암석의 나머지를 구성하는 광물들보다 크기에 있어 현저하게 큰 하나 또는 그 이상의 광물 종을 가지는 상대적인 결정의 크기로 정해지는 조직으로 형성되는 조건에 따라 기질부인 석기가 결정질로 구성될 수 있음에도 불구하고 연구 참여자들은 석기가 모두 비현정질일 것이라는 잘못된 인식을 가지고 있었다. 이러한 인식 때문에 일반적인 화산암과 심성암의 형성과정에 비추어 볼 때 화산암과 심성암에서는 반상조직을 관찰할 수 없다고 인식하였다. 그러나 일부 교사는 반상조직을 반정과 석기의 상대적인 결정의 크기가 아닌 화학 성분의 차이로 구별하려는 경향이 있었다.

- C: 그러면 D선생님이 말한 것처럼 반정은 고온에서 정출되는 암석들이 대부분이예요? 석기는 다 석영과 K-장석이 대부분일까요?
- D: 아니, 아까 현무암 같은 경우에서도 반상조직이 나타날 수

있다고 했는데 그때 반정을 이루고 있는 것은...

- C: 그러면 뭐 감람석?
 D: 아니지. 감람석 같은 경우에는 미리 정출이 다 되고 마지막에 정출될 때 현무암 계통에서 반상조직이 나올 수 있는 경우에는 그 반정이 다르다는 이야기지. 성분이 이미 빠져나가고 그 다음 감람석 빠지고 휘석 빠지고 그 다음 녀석 각섬석이나 휘석 같은 애들이 반정을 이루고.
 C: 그럼 석기는?
 D: 석기는 석영이나 그 밖의 작은 것들이 이루지 않을까.
 E: 반정하고 석기가 성분이 많이 달라야 하나요?
 C: 비슷할 수는 없어요?
 D: 아니, 어디까지나 나의 생각이니깐. 반드시 이거 무기명으로 해주세요. 강력한 오개념을 내가 심어주는 것일 수도 있잖아. 안 되는데...
 C: 그니까 반정과 그림 석기는 항상 이렇게 제일 나중에 나오는 것만이 되는 건가.
 A: 반정이라고 해서 고온광물만 되고 석기라고 또 저온광물만 되는 건 아닐 것 같다는 생각이 (드네.) 그리고 똑같은 성분일 수는 없겠지만.
 B: 비슷한 성분일 수도 있고 약간 다를 수도 있고 항상 석기가...

C교사와 E교사는 반정과 석기에 대한 성분은 알지 못하였으나 반정과 석기의 성분차이에 주목하고 있었다. D교사는 보웬의 반응계열에 주목하여 현무암에서 생성될 수 있는 반정을 설명하였다. 보통 현무암질 마그마에서 산출되는 반정은 사장석, 휘석, 감람석 중 한 가지 이상의 광물로 구성되기 때문에 휘석, 각섬석이 반정을 이룬다는 것은 올바른 인식이지만, 감람석을 제외해야 한다고 잘못된 인식을 하고 있었다. 또한 자신의 발언이 다른 교사들에게 미칠 부정적 영향에 대해서 고민하는 모습에서 자신이 이해한 부분에 대한 확신이 높지 않았다. C교사는 보웬의 반응계열 중에서 제일 마지막에 정출되는 광물만이 석기를 형성할 수 있는지에 대해서도 의문을 가졌다. A교사는 반상조직은 냉각속도 차이에 의해서 형성되는 경우도 있기 때문에 반드시 고온의 광물만이 반정이 되는 것은 아니며, 반정과 석기가 같은 성분일 수 없을 것이라고 인식하였다. 반면, B교사는 반정과 석기의 성분이 다를 수도 있지만 비슷한 성분을 가질 수도 있다는 상반된 인식을 가지고 있었다. Lofgren(1983)에 따르면, 실리카의 함량이 낮은 용액의 단일냉각과정을 통하여 액상선 광물이 어떤 온도 범위에 걸쳐서 단독으로 정출하는 경우 입자의 크기가

가 다른 두 가지로 성장이 가능함을 연구하여 반정을 이루는 광물이 석기에도 포함될 수 있다고 하였다. 따라서 반정과 석기의 성분차이에 대해서 A교사가 잘못된 인식을 하고 있음을 알 수 있다.

반상조직의 생성과정과 생성조건에 대한 인식

반상조직의 생성과정과 생성조건에 대한 초임 지구과학교사들의 인식을 알아보기 위해 토론회 면담을 유도하였다. 연구에 참여한 교사들은 반상조직의 생성 조건으로 온도와 냉각 속도 차이를 주요 요인으로 인식하고 있었다. 그러나 E교사는 광물의 농도와 분포에 따라 반상조직이 형성될 수 있을 것이라 인식하였으나 이에 대한 구체적인 설명은 하지 못하였다.

- A: 저는 생각해보면 결국은 냉각 속도 차이에 의해서 만들어지는 게 아닌가 싶어요.
 D: 반상조직 같은 경우에는 급격한 성분 변화가 나타나는 거 같아요. 그니까 결과적으로 봤을 때, 냉각속도에 의해서 급격하게 식었을 때 분출했을 때 나타날 수 있을 거 같아요.
 E: 지금 논의의 중점이 냉각속도, 온도에 포커스를 맞추고 있는데요. 아니면 이렇게 주변에서 봤을 때 밀집된 농도 차이로 인한 이런 것도 생각을 해봐야 되는 건가요? 분포도에 따라서 많이 모여 있는 애들과 조금 모여 있는 애들에 따라서도 뭔가 달라질 수도 있지 않을까요?

연구 참여 교사들은 반상조직의 형성 조건으로 주로 생성 온도와 냉각 속도 등을 주요 변수로 인식하고 있다. 그러나 반상조직과 같이 입자의 크기가 일정하지 않은 조직의 형성은 냉각속도 뿐 아니라 핵형성 밀도, 광물 특유의 성장속도와 성장 기간 등과 같이 입도에 영향을 주는 요인을 고려해야 한다. Swanson(1977)에 따르면, 반상조직을 형성하는 여러 변수 중 생성되는 결정의 크기는 냉각 속도의 함수로만 쉽게 생각할 수 있으나 실제 핵형성의 속도와 그에 따른 밀도가 주요 요인으로 작용한다고 지적한 바 있다. 따라서 반상조직의 생성 조건을 냉각 속도 뿐만 아니라 고려한 연구 참여자들의 인식은 단편적인 부분만을 고려한 것으로 생각된다. 초임 지구과학교사들의 이러한 인식은 흔히 마그마의 산출 상태에 따라 냉각속도가 달라진다는 교과서에서 제시하는 개념 수준에서 그친 것이다. 반상조직이 형성되는 과정에 대해서도 연구 참여 교사마다 인식의 차이가 있었다.

- A: 깊이 있는 곳에서 있어야 반상조직이 될 수 있을 것 같은데요.
- D: 적어도 제가 볼 때는 저반은 안 될 것 같아요. 왜냐면 저반 상태라면 반정을 이루는 광물하고 석기를 이룰 수 있는 광물들이 모두 다 정출이 되서 결정이 커질 것 같아요.
- B: 그니까 이게 분출된 것도 아니고 챔버도 아니고.
- D: 밑에서는 도저히 안 돼. 적당히 올라와야 돼. 그 밑은 반정이 정출될 수 있는 온도 반정을 이룰 수 있는 고온의 광물의 녀석들은 정출이 되고 석기는 아직 정출되지 않을 정도의 온도. 딱 애매모호한 곳에서 만들어질 것 같은데...

A교사는 반상조직이 형성되기 위한 생성 조건은 어느 정도 깊은 곳에 있어야 한다고 인식하였다. 그러나 B교사와 D교사는 마그마의 이동에 따른 냉각 속도 차이로 인해 반상조직이 생길 수 있다고 생각하여 지하 심부에서는 반상조직이 생성될 수 없다고 인식하고 있다. 특히, D교사는 심성암이 형성되는 저반에서는 모든 광물들이 천천히 정출되어 큰 결정이 될 것이라 예상하여 반상조직은 생성될 수 없으며, 석기가 생성될 만큼 온도가 낮아지려면 마그마가 상승해야하기 때문에 깊은 곳에서는 생길 수 없다고 인식하고 있다. B교사도 분출이나 마그마 심부는 반상조직의 생성 조건이 아니라고 인식하고 있다.

반상조직이 생성되는 과정과 생성조건에 대한 인식을 알아보기 위한 면담에서 중학교에 근무하는 C교사와 E교사는 토론 참여에 소극적인 모습을 보였으며, 비교적 토론에 적극적으로 참여한 A, B, D교사도 반상조직의 생성과정과 조건에 대한 인식이 대부분 교과서에서 제시한 개념 수준을 크게 벗어나지 못하였다. 이러한 결과는 연구 참여교사들이 대학 졸업한 후 전공에 대한 학습할 기회가 적기 때문에 나타날 수 있으나 주로 교과서에서 제시한 수준만을 가르침으로써 심화된 사고를 할 기회가 적었기 때문으로 생각된다. 이러한 문제 때문에 초·중·고등학교 교사들은 크게 두 가지 측면에서 잘못된 인식을 가지고 있는 것으로 확인되었다. 첫째, 반상조직이라 하면 반정과 석기의 상대적인 결정의 크기나 입도를 고려해야 하는 것으로 석기가 현정질이나 비현정질로 모두 나타날 수 있음에도 불구하고 교사들은 반정은 결정의 크기가 큰 것, 석기는 결정의 크기를 구별할 수 없는 매우 작은 것으로 인식하였다. 그래서 모든 결정의 크기가 크게 산출되는 심성암에서는 반상조직이 나타나지 않을 것이라고 생각하였다. 둘째, 반상조직을 생성하는 주요 변수는 냉각 속도, 핵형성 밀

도, 성장 속도 등이 있는데 냉각 속도만을 주요 변수로 생각하여 마그마가 냉각되는 과정에서 냉각 속도에 차이가 발생하는 암맥이나 암상과 같은 장소에서만 반상조직이 생길 수 있다고 생각하였다.

그러나 교사들은 자유롭게 의견을 주고받는 토론식 면담이 진행되면서 화산암이나 심성암에서도 반상조직이 나타날 수 있다는 갈등 상황이 조성되면서 면담 초기 화산암에서는 반상조직이 나타날 수 없다고 생각한 것과 달리, 면담 후반부에서는 화산암과 심성암에서도 반상조직이 나타날 수 있다고 인식의 변화가 이루어졌다. 하지만, 이러한 현상은 일반적인 경우가 아닌 매우 예외적인 상황 하에서 가능할 것으로 인식하여 반상조직의 본질적 특성을 이해하지 못한 상태에서 얻어진 변화라 할 수 있다.

- D: 제 생각은 평균적인 것 같아요. 분명히 저도(반상조직이 화산암이나 반심성암에서도) 나타날 수도 있거든요. 근데 이게 일반적인 게 아니고 예외적인 것이기 때문에 무시를 하는 것 같아요. 사실 화산암도 시험 문제를 보지 않았으면 아마 반상조직 안 나타난다고 했을 것 같아요. 심성암에서도 일반적인 게 아니니까 나타나지 않는다고 얘기를 하는 것 같고요. 일반적인 거라면 화산암은 반상조직은 가질 수 없다는 게 일반적인 것 같아요.

D교사를 비롯한 여러 교사들은 화산암이나 심성암에서 보이는 반상조직은 매우 예외적인 상황에서 생길 수 있기 때문에 일반적인 현상은 아니라고 인식하였다. 그러나, 결정의 핵화작용과 성장에서 대부분의 마그마는 관입과 분출하는 과정에서 반정을 운반하게 되며, 이러한 결정들은 대부분 온도나 압력의 감소, 마그마 휘발성 성분의 소실과 같은 조건 변화로 인해 상승하는 액체상으로부터 정출되기 때문에 반상조직은 반심성암뿐 아니라 화산암과 반심성암에서도 발견될 수 있다(Hibbard, 1995; Philpotts, 2003). 따라서 화산암이나 심성암에서 보이는 반상조직이 매우 예외적이라고 생각하는 인식은 잘못된 것이라 할 수 있다.

반상조직의 교수-학습지도

검인정된 제 7차 교육과정의 총 6종 지구과학 II 교과서의 반상조직에 대한 부분을 분석해 보면 4종의 교과서는 반심성암에서 관찰할 수 있는 특징으로 소개한 반면, 나머지 2종의 교과서는 화산암과 반심성암에서 관찰할 수 있는 특징으로 제시하여 학습자

뿐만 아니라 교사에게도 혼란을 가중시키고 있다(고정선 외, 2008). 이는 교수 경험이 짧은 초임 교사에게는 무엇보다 어려운 상황일 것이다. 그래서 교수 경험이 짧은 연구 참여 교사들은 어떤 방식으로 반상조직을 교수하고 있는지 면담을 통해 알아보았다. 대부분의 교사들은 반상조직이 화산암에서 나타날 수 있다는 것을 매우 예외적인 경우로 인식하고 있기 때문에 반상조직은 반심성암의 특징적인 조직이라고 가르칠 것이라고 하였다.

연구자: 우리가 6개 출판사의 교과서를 분석해 봤는데, 4개의 교과서는 반상조직을 반심성암에서 나타낸다고 얘기하고 있고, 나머지 2개의 교과서는 화산암과 반심성암에서 볼 수 있다고 하는데, 만약 이런 상황이라면 선생님이라면 반상조직을 어떻게 가르치실 건가요?

D: 그렇다면, 화산암에서도 반상조직이 나타날 수 있다고 얘기를 해야죠. 그치만 학생들에게 시험에서는 이렇게 답하면 안 된다고 분명히 얘기를 하죠. (...중략...) 왜냐하면 화산암에서도 반상조직이 나타나지만 안 나타나는 경우가 더 많으니까 화산암의 특징적인 조직은 아니라고 얘기를 할 것 같아요.

A: 그니까 그렇게 모호한 경우에는 하나로 통일을 해서 얘기해 줘야 하잖아요. 그럴 때 저라면 화산암에서도 반상조직이 나타날 수 있지만 너는 수능을 봐야 하기 때문에 '반상조직은 반심성암이다' 라고 생각해야 한다고 얘기를 해 줘야죠.

연구자: 그 이유가 바로 수능시험 때문에 그런다는 거죠?

A: 아무래도.

B: 그리고 교과서에는 주로 반상조직이 반심성암에서 나타난다고 쓰여 있으니깐 그렇게 얘기할 수밖에 없죠. 애들은 교사보다는 교과서를 더 믿으니까.

연구 참여교사들은 연구자가 교과서를 분석한 결과 4종의 교과서는 반상조직을 반심성암에서 나타낸다고 하고, 나머지 2종의 교과서는 화산암과 반심성암에서 나타난다는 결과를 얘기할 때 혼란스러워 했다. 교사들은 토론식 면담을 통해 화산암에서도 반상조직이 나타날 수 있다는 것을 이해하였지만 반상조직은 반심성암에서 관찰할 수 있는 특징이라고 가르칠 것이라고 얘기하였다. 이는 반상조직의 개념이 모호하기 때문에 시험문제가 출제될 가능성은 적지만 혹시 출제가 되더라도 학생들의 혼란을 없애기 위해 반상조직은 반심성암에서 나타나는 특징이라고 답할 수밖에 없다고 하였다. 또한, 현재 교사들이 사용하고 있는 교과서에는 반상조직을 반심성암의 특징으로 기술되

어 있기 때문에 그렇게 가르칠 수밖에 없다고 하였다. 그렇지만 교수 학습에 교과서가 미치는 영향력이 큰 것을 감안할 때 반드시 교과서 별로 다른 내용을 일치시키는 보완이 필요하다고 강조하였다. 이러한 결과는 고정선 외(2008)에 의해 수행된 연구에서 반심성암이 반상조직을 특징적으로 나타낸다고 기술하기에는 적절하지 않기 때문에 반심성암에 대한 분류 및 조직을 교육과정에서 삭제하도록 제안한 연구 결과와 맥락을 같이 한다고 볼 수 있다.

반상조직에 대한 효과적인 교수-학습지도 방안

반상조직에 대한 초임 지구과학교사들의 인식을 알아본 결과 이들은 반상조직은 반심성암에서만 나타나는 특징적인 조직으로 이해하고 있었으며, 만약 반상조직이 화산암이나 심성암에서 나타날 수 있더라도 이는 매우 예외적인 경우라고 인식하였다. 그리고 반상조직을 반정과 석기로 구성된 조직으로 이해하고 있었지만 반정과 석기의 특징에 대해서는 잘못된 인식을 가지고 있었다.

B: 반상조직은 반정이랑 석기로 이루어져 있고 석기는 세립질이나 유리질 조직으로 이루어져 있지요.

C: 반상조직의 정의에서 석기는 유리질, 세립질로 이뤄졌기 때문에 그럼 우리가 육안으로 볼 수 없는 거잖아요.

E: 석기의 특징은 유리질, 세립질로 나타난다는 거죠.

분석 결과 대부분의 연구 참여교사들은 반정이 입자의 크기가 큰 결정, 석기는 결정의 크기가 매우 작아 육안으로 구별할 수 없는 유리질이나 세립질 조직으로 이해하고 있었다. 연구 참여교사들이 이러한 인식을 가지게 된 이유는 화산암의 조직을 설명하는 교과서와 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 보인다. 대부분의 교과서에서 화산암의 특성을 얘기할 때 '결정이 미세한 세립질이나 결정의 거의 없는 유리질'로 구성되어 있다고 설명하고 있으며, 반심성암의 특성을 '미세한 광물입자들로 된 바탕인 석기 속에 큰 결정인 반정이 들어 있는 반상조직'으로 설명하고 있다. 이러한 설명은 잘못되었다고 말할 수는 없으나 해석에 따라 혼란을 줄 수 있다. 즉, 화산암이 미세한 세립질의 결정으로 구성되어 있다는 설명에 이어서 반상조직에서 나타나는 석기 또한 미세한 광물입자로 구성되어 있다고 설명하여 마치 석기를 구성하고 있는 입자는 화산암을 구성하는 입자처럼 크기가 매우 작거나 유리질로 구성되어 있다고 인식할

수 있다. 그러나 반상조직을 구성하는 반정과 석기는 결정의 상대적인 크기에 따라 구분하는 것으로 석기도 경우에 따라서는 반정보다는 상대적으로 크기가 작지만 충분히 조립질과 같은 큰 입자로 나타날 수 있음에도 불구하고 화산암과 같이 결정의 크기가 미세한 세립질이나 유리질로만 나타날 거라는 오해를 줄 수 있다. 따라서, 반상조직에 대한 효과적인 교수-학습지도를 위해서는 반정과 석기의 상대적인 결정 크기를 강조하여 반정보다는 상대적으로 입자의 크기가 작지만 석기도 입자의 크기가 큰 형태로 나타날 수 있다는 것을 분명히 지도해야 할 필요가 있겠다.

결론 및 제언

본 연구에서는 반상조직에 대한 개념이 교과서별로 상이한 상황에서 이를 학생들에게 가르치는 입장인 교사들은 반상조직에 대해 어떤 인식을 가지고 있는지 알아보고자 하였다. 이를 위하여 교수 경험이 짧은 경력 5년 미만의 초임 지구과학교사 5명을 선정하여 개방적 토론회 면담을 통해 반상조직에 대해 어떤 인식을 가지고 있는지 알아보았다. 분석 결과, 교사에 따라 다소간의 차이는 있었으나 대부분의 교사들은 반상조직은 반심성암에서 나타나는 특징적인 조직이라고 인식하고 있었다. 이러한 인식은 초임 지구과학교사들이 가지는 반상조직에 대한 개념 이해 및 교수경험과 깊은 관련이 있었다. 고등학교에서 근무하는 교사 A, B, D는 반상조직이 반심성암뿐 아니라 화산암에서도 관찰될 수는 있으나 이는 매우 예외적인 상황으로 생각하였다. 그리고 반상조직을 학습내용으로 포함하고 있는 지구과학 II를 가르친 경험이 있는 A, B교사들은 반정과 석기를 입자의 크기에 따라 구분하는 것으로 이해하고 있었으나 지구과학 II 교수 경험이 없는 D교사는 성분의 차이로 구분하려는 경향이 있었다. 반면 중학교에서 근무하여 반상조직을 가르친 경험이 없는 C, E교사는 반상조직은 반심성암에서만 나타나는 특징으로 이해하고 있었다.

대부분의 초임 지구과학교사들은 반상조직을 반정과 석기로 구성되어 있는 조직으로 이해하고 있었으며, 반정은 육안으로 관찰할 수 있는 큰 결정을 의미하고, 석기는 반정을 둘러싸고 있는 결정의 크기가 거의 보이지 않은 것으로 인식하고 있었다. 따라서 지표로 분출하여 급속히 식은 화산암은 대부분 입자

의 크기가 작은 유리질로 이루어져 있기 때문에 반상조직을 관찰할 수 없으며, 반대로 심성암은 지하 심부에서 천천히 식어 결정의 크기가 모두 크기 때문에 결정의 크기가 작은 석기가 없어 반상조직이 나타날 수 없다고 생각하였다. 이러한 인식은 화산암의 조직을 설명하는 교과서와 밀접한 관련이 있었다. 즉, 화산암을 미세한 세립질의 결정이나 결정이 거의 없는 유리질로 구성되어 있다는 설명에 이어 반심성암을 미세한 광물 입자들로 된 바탕인 석기 속에 큰 결정인 반정이 들어 있는 반상조직이라 설명하여 화산암의 조직과 반심성암의 석기가 비슷한 특성을 가지는 것으로 인식하기 때문이다. 그러나 반상조직은 암석의 나머지를 구성하는 광물들보다 크기에 있어 현저하게 큰 하나 또는 그 이상의 광물 종을 가지는 상대적인 결정의 크기로 정해지는 조직으로 형성되는 조건에 따라 기질부인 석기가 반정보다는 상대적으로 크기가 작지만 충분히 조립질과 같은 큰 입자로 나타날 수 있다. 또한, 반상조직을 반정과 석기의 상대적인 결정의 크기나 입도를 고려하는 것이 바람직함에도 불구하고 화학 성분의 차이로 구별하려는 경향이 있었다.

그리고 반상조직을 생성하는 주요 요인이 냉각속도, 핵형성 밀도, 성장 속도 등이 있는데 연구 참여 교사 A, B, D는 냉각 속도만을 주요 변수로 인식하여 마그마가 냉각되는 과정에서 냉각 속도에 차이가 있는 곳에서만 반상조직이 생길 수 있다는 교과서에서 제시한 개념 수준을 크게 벗어나지 못하였다. 반면, C교사와 E교사는 반상조직의 생성과정의 요인을 묻는 토론 참여에 소극적인 모습을 보여 상대적으로 낮은 이해 수준을 보였다.

이처럼 초임 지구과학교사들은 반상조직에 대한 이해 정도가 대부분 교과서에 제시한 개념 수준에 그치고 있었으며 여러 부분에서 잘못된 인식을 가지고 있었다. 이러한 초임 지구과학교사들이 잘못된 인식을 갖게 되는 원인은 여러 가지가 있겠지만 크게 세 가지를 들 수 있다. 먼저, 초임 지구과학교사들은 교수경력이 짧아 자신이 가지고 있는 교과내용지식을 교수 목적에 맞게 적절하게 조직할 수 있는 교수 경험의 부족이 첫 번째 원인으로 생각할 수 있다. 실제로 본 연구에 참여한 교사 중 반상조직을 다루는 지구과학 II를 교수한 경험을 가진 교사가 2명에 불과하였다. 그러나 이들도 가르친 경력이 1-2년 정도 밖에 되지 않아 수업에 활용할 수 있는 학습자료가 부

족할 뿐 아니라 자신이 가지고 있는 교과내용지식을 교수목적에 맞게 조직할 수 있는 경험이 부족하기 때문인 것으로 생각된다. 둘째, 지속적인 교육지원 프로그램 부재를 들 수 있다. 실제 연구 참여교사들은 반상조직의 생성과정에 영향을 미치는 요인이 냉각속도 뿐만 아니라 핵형성 밀도, 광물 특유의 성장속도와 성장 기간 등이 영향을 미친다는 것을 학습하였으나 대학 졸업 후 전공에 대한 지속적인 공부시간이 부족했기 때문에 쉽게 잊어버리게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 교사 스스로 지속적인 교재 연구를 통해 해결해 나갈 수 있으나 무엇보다도 동일 교과의 경력교사의 도움이 가장 효과적일 것이다. 이를 위해 초임 지구과학교사와 경력교사와 서로 연결해 주는 멘토링과 같은 지원 프로그램이 마련되어야 할 것이다. 뿐만 아니라 과학 기술의 발달에 따라 과학 교사들이 새로운 정보를 얻을 수 있는 재교육 프로그램과 같은 교사 지원 시스템의 마련이 필요할 것이다. 셋째, 교과서의 서술 형태도 초임 지구과학교사의 잘못된 인식을 가지게 하는 주요 요인이라 할 수 있다. 본 연구에서 논의했던 반상조직과 같이 검인정된 교과서의 내용이 서로 다르거나 용어의 부정확성과 같은 문제점이 많이 지적되고 있다. 또한 교과서에 제시된 반상조직에 대한 설명에서 반상조직을 이루고 있는 석기가 화산암의 조직과 비슷한 것으로 오해할 소지가 있어 반상조직의 특성을 정확히 이해하는데 어려움을 준다. 따라서, 반상조직에 대한 효과적인 지도를 위해서는 반정과 석기의 상대적인 결정 크기를 강조하여 지도해야 할 것이다.

감사의 글

본 연구의 질적 향상을 위해 많은 조언을 해주신 익명의 심사위원 두 분께 깊은 감사를 드립니다. 본 연구를 공동 수행한 최진이는 전북대학교 대학원생 장학금 지원 프로그램의 수혜자로서 전북대학교에 깊이 감사드립니다.

참고문헌

경재복, 윤일희, 이경훈, 김기룡, 황원기, 이기영, 2006, 지구과학 II. 중앙교육진흥연구소, 서울, 347 p.

- 고정선, 윤성효, 한종수, 2008, 고등학교 지구과학 II 교과서에서 화성암의 조직에 대한 용어 분석. 한국지구과학회지, 29, 305-314.
- 국동식, 2002, 온실효과에 대한 고등학교 공동과학교과서 분석. 한국지구과학회지, 23, 455-460.
- 곽영순, 2009, 중등 초임 과학교사의 수업 전문성 개발 실태 분석. 한국지구과학회지, 30, 354-365.
- 김희수, 정남식, 신동언, 박정웅, 이정식, 한홍열, 박용선, 2006, 지구과학 II. 천재교육, 서울, 368p.
- 문병찬, 정진우, 정철환, 2005, 예비과학교사들의 화성암 육안분류 능력. 한국지구과학회지, 26, 630-639.
- 박현주, 2005, 초임 중등과학 교사의 과학교수에 대한 인식과 전문성 발달. 한국과학교육학회지, 25, 421-430.
- 우종욱, 정진우, 위수민, 임정환, 홍성일, 이석형, 2006, 지구과학 II. 교학사, 서울, 304 p.
- 이규석, 이창진, 김정률, 이용준, 강진철, 김재현, 2006, 지구과학 II. 대한교과서, 서울, 351 p.
- 이문원, 전성용, 권석민, 진만식, 신석주, 임부철, 2006, 지구과학 II. 금성출판사, 서울, 391 p.
- 전화영, 유미현, 홍훈기, 박은이, 2009, 초임 중등과학교사의 수업 불안 실태 및 전문성 발달 노력에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 29, 68-78.
- 정지근, 이종만 역, 2000, 화성암석학. 시그마프레스, 서울, 390 p.
- 허창희, 박병훈, 정성표, 김병국, 2006, 지구과학 II. 지학사, 서울, 335 p.
- Carter, K., 1990, Teachers' knowledge and learning to teach. In Houston, W.R. (eds.), handbook of research on teacher education. NY, USA, 709-723.
- Darling-Hammond, L., 1995, Changing conceptions of teaching and teacher development. Teacher Education Quarterly, 22, 9-26.
- Hibbard, M.J., 1995, Petrography to petrogenesis. Prentice Hall, NJ, USA, 587 p.
- Lederman, N.G., Gess-Newsome, J., and Latz, M.S., 1994, The nature and development of preservice science teachers' conceptions of subject matter and pedagogy. Journal of Research in Science Teaching, 31, 129-146.
- Lofgren, G.E., 1983, Effect of heterogeneous nucleation on basaltic textures: A Dynamic crystallization study. Journal of Petrography, 24, 229-255.
- Philpotts, A.R., 2003, Petrography of Igneous and Metamorphic Rocks. Waveland, USA, 192 p.
- Smith, D.C. and Neale, D.C., 1991, The construction of subject-matter knowledge in primary science teachers. Teaching and Teacher Education, 5, 1-20.
- Swanson, S.E., 1977, Relation of nucleation and crystal growth rate to the development of granitic textures. America Mineralogist, 62, 966-978.

2011년 11월 17일 접수

2011년 12월 14일 수정원고 접수

2011년 12월 18일 채택