화성암 지역의 야외지질학습장 개발 및 적용

김화성^{1,*} · 함호식² · 이문원³

¹태백기계공업고등학교, 235-100, 강원도 태백시 평화길 8-24

²철원중학교, 269-824, 강원도 철원군 철원읍 금화로 251번 안길 12

³강원대학교 사범대학 과학교육학부, 200-701, 강원도 춘천시 강원대학길 1

Development and Application of Geological Field Study Sites in the Area of Igneous Rocks

Hwa Sung Kim^{1,*}, Ho Shik Ham², and Moon Won Lee³

¹Taebaek Mechanical Technical High School, Gangwon 235-100, Korea

²Cheorwon Middle School, Gangwon 269-824, Korea

³Division of Science Education, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

Abstract: The purpose of this study was to develop geological field study sites for learning topography and geology of the area with igneous rocks, specifically in Duibaejae volcanic edifice and Seonang-bawi that were distributed in Goseong-gun, Gangwon-do area. As a follow up, we conducted a study to examine the effect of the study sites when applied to high school freshmen Earth science course. The study proceeded based on the Orion's model in the order of preparatory unit, field trip, and summary unit. The geological field study sites were developed based on the geological study elements presented in the Korean Earth science curriculum. Before the field trip, students simply memorized factual knowledge on minerals, rocks and etc., and showed very low level of understanding on the formation process of the region that was distributed with granite and basalt. Especially, their understanding showed that granite and basalt were formed from the same magma at the same time. After the field trip, they increased in-depth level of understanding about minerals, rocks, and geological structures, but were not able to explain the topographical characteristics of the two rocks because they did not recognize the times of the creation of granite and basalt. The reason is that they have learned the simple concept of the process of forming granite and basalt in their middle school, but that they have not learned the meaning of the difference between two the geological eras when each of the two rocks, granite and basalt, were formed.

Keywords: igneous rock, geological field study sites, Duibaejae volcanic edifice, Seonang-bawi

요 약: 이 연구는 강원도 고성군 지역에 분포하는 뒤펀재 화산체와 서낭바위를 대상으로 화성암 지역의 지형과 지질 학습을 위한 야외지질학습장을 개발하는 것이다. 그리고 고등학교 1학년을 대상으로 그 교육적 효과를 알아보았다. 연구절차는 Orion의 모형에 근거하여 준비 단계, 야외학습 단계 및 정리 단계 순이며, 교육과정에 제시된 지질학습 요소를 바탕으로 야외지질학습장을 개발하였다. 야외학습 전에 학생들은 광물, 암석 등에 대하여 단순히 암기하고 있으며, 화강암과 현무암이 분포하는 지형의 형성과정에 대한 이해도는 매우 낮았다. 특히, 화강암과 현무암이 한 마그마에서 동시에 형성되는 것으로 이해하고 있다. 야외학습 후, 학생들은 광물, 암석 및 지질구조 등에 대한 단순한 지식은 학습이 잘 되었으나, 화강암과 현무암의 생성시기를 인식하지 못하여, 두 암석의 지형적 특성을 제대로 설명하지 못하였다.

*Corresponding author: mars2000@chol.com

Tel: +82-17-211-9896

Fax: +82-33-250-6731

그 이유는 중학교에서 화강암과 현무암의 생성과정에 대한 단순한 개념은 학습하였으나, 두 암석이 생성되는 지질시대 차이에 대한 의미는 학습하지 않았기 때문인 것으로 해석된다.

주요어: 화성암, 야외지질학습장, 뒤배재 화산체, 서낭바위

서론

초·중등 교육과정에서 시·공간 규모가 큰 범위 내에서 일어나는 지형의 변화와 지질 현상 등의 학습 목표를 효과적으로 달성하는데 어려움이 많다. 지질 관련 내용은 일반적으로 교실 내에서 이루어지며, 여러 가지 모형이나 표본 및 지형-지질과 관련된 여러 요인을 단순화하여 간단한 실험을 하기도 한다. 그러나 교실이나 실험실 수업에서 사용된 여러 모형이나 표본 또는 조건화 된 실험 등은 오히려 실제 자연현상을 이해시키는데 혼란을 주기도 한다(Kim, 2000; Park et al., 2000; Park, 2001). 이러한 교실수업의 문제점을 보완하는 방안으로 야외학습이 제안되기도 한다. 야외학습은 큰 규모의 시·공간 안에서 일어나는 자연현상을 학습하는데 효과적이며, 교실수업에서 학습된 오개념을 교정하거나 학습동기를 유발시켜 정의적 영역과 탐구력을 향상시키는 것으로 알려져 있다(Kern and Carpenter, 1984; Kim et al., 1994; Manner, 1995; Cho et al., 2012). 야외지질학습에 대한 연구는 야외학습의 모형개발, 야외학습장 개발, 야외학습 후의 효과 및 야외학습에 대한 교사와 학생들의 인식 등 여러 측면에서 수행되어 왔다(Chon, 1996; Kim, 2000; Park et al., 2000; Choi, 2001; Cho et al., 2002; Park, 2003; Jee, 2004; Maeng and Wee, 2005; Yun et al., 2005; Kwon and Kim, 2007; Cho et al., 2012).

야외학습에서 학습자의 학습능력은 그 지역에 대한 친숙도와 학습지역에 관한 사전지식 및 이전의 야외경험 등에 따라 영향을 받는다(Falk et al., 1978; Falk and Balling, 1982; Orion, 1989). Orion(1993)은 다단계의 야외학습장 개발모형을 제시한 바 있으며, 준비 단계, 야외학습 단계, 정리 단계를 거쳐 교육과정과 야외학습을 통합하는 것을 강조하고 있다. 즉 Orion의 야외지질학습 모형은 교육과정 중시의 모형이라고 말할 수 있다. 한편 Maeng and Wee(2005)는 Orion(1993)의 교육과정 중심의 야외학습모형을 비롯해서 Huntoon et al.(2001)의 현장 탐구 학습모형, Munn et al.(1995)의 야외지질 답사의 협동 학습적

접근 모형 등 여러 모형을 종합한 또 다른 야외지질 학습 모형으로 지질노두에서 학생들이 야외학습의 주제와 학습목표를 인지하고, 제시된 통합문제를 스스로 해결하도록 하는 것을 강조하고 있다. 즉, 이 모형은 지질노두 중시의 모형이라고 말할 수 있다.

이와 같이 야외지질학습 모형은 교육과정 중시와 지질노두 중시의 것으로 구분할 수 있다. 지질노두 중시 모형은 소규모로 이루어진 동아리 활동이나 소규모 학급에서 학생수준이 비슷한 경우에 적합할 것이다. 한편 한 학급이 여러 수준으로 이루어져 있고, 학생수가 많은 경우와 지질학습에 대한 준비가 없는 상태에는 Orion의 모형이 더 적합할 것으로 판단된다.

2009 개정 과학과 교육과정에 따라 개발된 2종의 지구과학 I 교과서에는 한반도의 지형과 지질의 특성 및 형성과정을 학습하기 위하여 ‘아름다운 한반도’ 단원이 있다. 이 단원은 전국의 여러 지질명소를 소개하고, 이 지질명소들의 지형 및 지질의 특성을 이해하고 심미적으로 감상하는데 학습목표를 두고 있다. 이 단원에 소개된 지질명소의 대부분은 화성암이 분포하는 지역이다. 따라서 이 단원의 학습목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 화성암 분포지역에 대한 야외지질학습장 및 학습 자료가 요구된다. 그런데 야외지질학습과 관련된 선행연구는 대부분이 퇴적암과 변성암 분포 지역이며, 화성암 지역은 매우 적다.

강원도 고성 지역에는 신생대 현무암과 중생대 화강암이 근접해서 분포한다. 그리고 이 지역에는 ‘아름다운 한반도’ 단원의 학습내용 중, 화성암과 관련된 지형 및 지질 특징을 학습할 수 있는 노두가 잘 발달되어 있다. 또한 현무암과 화강암에 발달한 다양한 지형은 한반도의 지형을 심미적으로 감상하는데 큰 도움이 될 것이다. 따라서 이 연구는 야외학습장 개발의 여러 모형 중, 교육과정을 중시한 Orion(1993)의 모형을 토대로 2009 지구과학 I 개정 교과서에 추가된 ‘아름다운 한반도’ 단원의 학습목표를 효과적으로 달성하기 위한 야외지질학습장을 개발하고, 고등학교 1학년 학생을 대상으로 야외지질학습이 시·공간적인 차원에서 지형 및 지질의 특성을 학습할 수 있는 교육적 효과를 알아보는 데 있다.

연구절차 및 방법

Orion(1993)이 제시한 야외학습장 개발모형은 준비 단계, 야외학습 단계, 정리 단계로 구분되고, 각 단계를 토대로 노두 및 이동경로를 계획하고, 학생 활동지를 개발한다. 그리고 야외지질학습을 실시하고, 야외학습과 교과과정을 통합하는 단계를 거친다. 야외지질학습장은 Table 1과 같은 절차로 개발하였고, 각 단계에서 고등학교 1학년(21명)을 대상으로 교육적 효과를 알아보았다.

준비 단계

이 단계에서는 교과서분석, 야외학습 전 설문, 지질노두 선정과 활동지 제작 및 야외학습장 소개 등 야외학습을 위한 준비를 한다. 교과서분석은 지구과학 I 단원인 ‘아름다운 한반도’의 내용 및 학습목표를 분석하여, 야외지질학습장 개발을 위한 학습요소를 추출한다. 그리고 야외학습 전 설문을 통해 이 단원의 학습과 야외지질학습을 위한 학생들의 준비도를 알아보았다. 야외학습 전 설문 내용은 ‘아름다운 한반도’ 단원에 소개된 화성암 지형을 이해하는데 기초 지식이 되는 내용으로 중학교에서 학습한 내용과 지구과학 I 수준의 개념으로 작성하였다. 예로, 학생들의 지식 정도를 알아보기 위하여, 중학교에서 배운 화강암과 현무암의 암상차이, 광물 및 두 암석이 생

성되는 위치 등의 내용으로 구성하였다. 또한 학생들의 암석, 광물, 자연 등에 대한 학생들의 인식을 알아보는 설문을 하였다. 개발된 야외학습 전 설문의 타당성은 과학교육 전문가 1명과 지구과학 교사 3명에게 의뢰하였다.

교과서와 야외학습 전 설문 분석을 근거로 지질노두를 선정하고, 각 노두에서 학습할 활동지를 제작한다. 그리고 학생들의 야외학습 능력을 높이기 위하여 사전수업을 교실에서 3시간 실시하였다. 사전 수업 내용은 야외학습 지역에 대한 친숙도 등을 높이기 위하여 탐사지역의 일반지질과 지형 등에 대한 안내를 하였다. 그리고 마그마 특성에 따른 화산활동 양상 및 화강암과 현무암의 특징과 차이 등을 수업하였다. 특히 화강암 지형과 현무암 지형의 차이에 대해서 서로 토론하고 발표하는 기회를 제공하였다. 또한 자연을 심미적인 관점에서 감상하고 표현하는 정도를 알아보기 위하여, 야외답사 지역의 사진을 보여 주고 학생들의 반응을 알아보았다.

야외학습 단계

각 노두에서 21명의 학생은 4인 1조로, 2명의 교사의 안내를 받으며 약 6시간 동안 야외학습을 수행한다.

정리 단계

야외학습 후, 설문을 통하여 야외지질학습 실시에 따른 지적인 측면과 시·공간적인 차원에서의 지형 및 지질의 특성에 대한 교육적 효과를 분석하였다. 야외학습 후 설문 내용은 야외학습 전 설문의 내용과 거의 동일하게 작성하여, 야외학습에 따른 지식의 변화와 이해도를 알아보았다. 또한 암석, 광물, 야외학습 등에 대한 학생들의 반응을 설문하여 인식 변화를 알아보았다. 개발된 야외학습 후 설문의 타당성은 과학교육 전문가 1명과 지구과학 교사 3명에게 의뢰하였다. 그리고 야외학습을 통해 교정되지 않은 개념에 대한 보충학습을 실시한다.

연구결과

교과서 분석

Orion 모형의 준비 단계 일환으로 2종의 지구과학 I 개정 교과서를 분석하였다. 교과서 분석에서 추출된 학습요소는 야외학습장 개발과 야외학습의 학습목

Table 1. The procedure of research

표를 설정하는 데 기초자료를 제공한다. 교과서 분석은 ‘아름다운 한반도’ 단원의 내용 중 화성암에 국한하여 학습목표, 학습내용, 탐구활동의 3가지 관점으로 분석하였다.

A 교과서의 ‘아름다운 한반도’ 단원의 학습목표는, ‘1) 한반도의 유명 관광지에서 볼 수 있는 지형과 지질학적 현상을 이해한다. 2) 한반도의 대표적인 아름다운 지형을 심미적 관점에서 감상하고 소중함을 인식하며, 다양한 방법으로 표현할 수 있다’이다. 이 단원은 ‘한반도의 지질과 지형’ 및 ‘한반도 지질명소’ 등 2개의 소단원으로 구성되어 있다. 이 중 ‘한반도 지질과 지형’의 소단원은 변산도의 격포 해안지형과 지질의 특징 및 카르스트 지형, 해안지형, 화산지형으로 이루어져 있다. 그리고 ‘한반도의 지질명소’는 우리 고장과 우리나라의 지질명소 및 이와 관련된 예술 작품을 조사하는 내용으로 구성되어 있다. 이 교과서는 변산반도의 격포 해안을 비롯하여 총 14곳의 지질명소를 소개하고 있다. 이들 지질명소 중, 화성암과 관련된 지형은 9곳으로 울릉도, 독도, 백두산, 철원지역, 설악산, 북한산, 한라산, 지리산, 백령도이다. 그리고 이러한 지질명소에서 화산암 분포지역의 지형과 화강암 분포지역의 지형을 소개하면서 화강암과 현무암의 분포와 지형 모습, 화강암의 풍화, 절리, 침식, 용암 등을 학습내용으로 제시한다. 탐구활동은 관찰, 조사, 자료해석의 형태로 이루어지며, 관찰에서는 특정 지역의 지질구조 사진을 보고 그 형성과정을 해결하는 활동이다. 조사는 우리 고장의 지질명소를 조사하여 안내판을 만드는 활동을 한다. 자료해석은 아름다운 지형을 표현한 조상들의 그림이나 글을 해석하는 형태로 이루어졌다.

B 교과서의 ‘아름다운 한반도’ 단원의 학습목표는 ‘1) 한반도의 대표적인 관광지에서 나타나는 지층의 지질학적 형성과정을 이해한다. 2) 한반도의 대표적인 관광지 중 화성암, 변성암, 퇴적암과 그 지형의

지질학적 형성 과정을 이해한다. 3) 학생 활동을 통해 지역의 대표 지형의 지질학적 형성과정, 암석의 종류 및 특징을 이해하고 소개한다. 4) 한반도 지형의 대표적인 아름다움을 심미적인 관점에서 감상하고 다양한 방법으로 표현한다’이다. B 교과서는 ‘아름다운 한반도’ 단원이 ‘한반도의 지질명소’, ‘마그마가 만든 암석과 지형’, ‘열과 압력이 만든 암석과 지형’, ‘쌓이고 깎여서 만들어진 암석과 지형’, ‘우리 지역의 대표적인 지형’ 및 ‘한반도 지형의 심미적 감상’ 등 6개 소단원으로 구성되어 있다. 이 교과서에서는 한반도 지질명소를 총 28곳 소개하고 있다. 이 중에서 화성암과 관련이 있는 지질명소는 8곳이다. 예로, 북한산을 오랜 풍화와 침식으로 화강암의 융기에 의한 지형발달 과정의 학습내용을 소개한다. 특히 울릉도, 독도 화산체와 제주도, 백두산, 한탄강 등의 지질명소에서 마그마의 생성 깊이와 종류에 따른 화산활동 양상과 지형의 차이 및 지질구조 등을 학습하도록 하고 있다. 탐구활동은 백두산의 형성과정과 현재의 모습을 지질학적 과정으로 알아보는 내용이 있다. 그리고 우리 지역의 대표적인 지형 관광 안내판 만들기 및 아름다움을 표현한 예술 작품을 찾아 작품을 분석하는 활동도 있다.

Table 2는 분석한 2종 교과서에서, 화성암이 분포하는 지역의 지형 및 지질학습을 위한 학습목표와 과학적 개념을 정리한 것이다. 또한 교과서에 실린 지질명소는 대부분이 화강암이나 현무암이 분포하는 지역이며, 마그마와 용암 등과 관련시켜 이러한 지형의 형성과정과 지질 특징을 다루고 있다. 이 단원을 학습하는 고등학교 1학년 학생들은 초등학교 3학년의 지표의 변화, 4학년의 화산과 지진 단원 및 중학교 2학년의 지구계와 지권의 변화 단원에서, ‘아름다운 한반도’의 단원을 학습하는데 필요한 선수학습이 이루어진 상태이다. 예로, 흙의 생성과정, 화산활동, 화성암 생성과정 등에 대한 학습이 이루어졌다. 그러

Table 2. Analyzed learning objective and scientific concept

textbook	learning objective	scientific concept
A	• will be able to explain characteristics and formation process of the granite distribution terrain	weathering, erosion process, igneous, tholoide, Cenozoic Era, lava plateau, columnar joint, olivine, basalt, uplift, aspite, viscosity, phreatic volcanic eruption, lava cave, tafoni, joint
	• will be able to explain characteristics and formation process of the basalt distribution terrain	weathering, mineral, magma chamber, igneous, volcanic rocks, basalt, columnar joint, plutonic rocks, granite dome
B	• will be able to explain the difference between the terrain of granite and basalt distribution	SiO ₂ content and viscosity, magma intrusion, magma contact, tafoni, volcanic bomb

2. 화성암의 생성과정 *물통병등이다.*

위의 (가), (나) 화성암이 만들어진 과정을 설명해 보자.

Fig. 1. Response of student about formation of the granite and basalt.

나 학생들은 이러한 선수학습을 통해서 광물, 암석 및 지구 전체 규모의 지질현상에 대한 지식을 학습 하였으나, 지질노두에서 긴 시간과 큰 공간에서 이루어진 지형 및 지질의 특징을 설명하는 학습은 이루어지지 않았다. 따라서 개정 교과서의 학습목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 교실수업 외 야외에서의 학습이 요구된다.

야외학습 전 설문 및 분석

야외학습장을 개발하기 위하여, 교과서 분석 외 고등학교 1학년 학생들의 준비도를 설문을 통하여 조사하였다. 야외학습 전 설문과 분석과정은 ‘아름다운 한반도’ 단원 내용을 야외에서 효과적으로 학습하기 위하여 기초자료를 얻는 준비 단계에 속한다. 특히 야외학습 전 설문은 학생들의 오개념을 파악하고, 이를 교정하기 위한 적절한 노두를 선정하는데 활용한다.

화강암과 현무암의 야외사진 및 편광현미경 사진을 보여주고, 두 암석의 조직 차이를 답하도록 하였다. 15명의 학생이 두 암석의 차이를 암석의 색, 입자의 크기 또는 기공 유무로 설명하고, 1명만이 흑운모, 장석 등의 구체적 광물을 언급하며 설명하였다. 학생들은 화강암과 현무암의 차이를 잘 인식하고 있었으나 정확한 광물명을 제시하지는 못하였다. 특히 18명은 암석 표본을 이용하여 광물을 구분한 경험이 없으며,

현무암과 화강암을 직접 비교하고 차이를 관찰한 경험이 없다. 편광현미경의 박편사진을 보면서 학생들은 화강암과 현무암을 광물 입자 크기로 비교하였다. 그러나 조립질과 세립질이 만들어지는 이유와 두 암석의 생성환경에 대한 설명은 하지 못하고 있다.

화강암과 현무암이 생성되는 과정을 그림과 함께 설명해 보도록 하였을 때, 17명의 학생이 화강암은 명승에서 현무암은 지표에서 생성된다고 하였다(Fig. 1). 이중 13명은 두 암석이 한 마그마에서 동시에 형성되는 것으로 표현하였고, 4명은 화강암이 화산폭발 없이 지구 심부에서 생성된다고 답하였다. 나머지 4명은 그림으로 설명하지 못하였다. 이와 같이 대부분의 학생들이 화강암과 현무암이 생성되는 장소가 다른 것을 인지하고 있으나, 대부분의 학생은 두 암석이 동일 마그마에서 동시에 형성되는 것으로 인식하고 있다. 또한 광물, 암석, 암석의 풍화작용 및 지각 변동에 대한 설문에서 대부분의 학생들이 광물과 암석은 단순히 암기해야 할 대상으로 생각하고 있었다.

야외학습장 개발

교과서 분석 자료와 야외학습 전 설문 분석 내용을 바탕으로 야외학습장을 개발하였다. 야외지질학습 장소는 강원도 고성군 죽왕면 오호리에 위치하는 뒤편 화산체와 서낭바위 일대이다(Fig. 2a).

Fig. 2. (a) A geological map of the Goseong area, showing the location of the Duibaejae volcanic edifice and Seonang-bawi, (b) the location of outcrops at Seonang-bawi, and (c) the location of outcrops at Duibaejae volcanic edifice.

서낭바위 일대와 뒤편재 화산체의 지질개요

서낭바위 일대: 강원도 오호리의 송지호 해변에는 기이한 형태의 서낭바위가 있다. 이 지역의 기반암은 선캄브리아시대의 경기 변성암복합체를 관입하는 중생대 백악기 화강암류와 규장암맥이 대규모로 함께 산출된다. 화강암은 주 구성 광물이 석영, 알칼리장석, 사장석, 흑운모이고, 알칼리장석 반정 조직을 보인다. 규장암맥은 미립의 석영, 사장석, 알칼리 장석, 견운모, 불투명 광물과 2차 광물인 방해석으로 구성되어 있으며, 드물게 사장석 반정이 나타난다. 화강암류의 연대는 약 88 Ma(Kim et al., 2010) 이고, 화강암체를 관입한 규장암맥의 K-Ar 전암 연령은 83 ± 3 Ma 이다(Kim et al., 2010).

뒤편재 화산체: 강원도 고성 지역에는 현무암으로 이루어진 크고 작은 화산체가 8개 분포한다. 여러 화산체 중에서, 오봉리에는 뒤편재, 갈미봉, 166 m 고지, 102 m 고지, 오음산, 249 m 고지 화산체가 타원형으로 밀집되어 분포하고 있다. 그리고 북서쪽 방향

에 고성산 화산체와 남쪽의 운봉산 화산체가 단독으로 분포한다. 뒤편재 화산체를 비롯하여 오봉리에 밀집된 6개의 화산체를 오봉리 화산체군이라 불리기도 한다(Kim et al., 2012). 뒤편재 화산체는 기반암인 화강암 위에 화성쇄설층, 신생대 현무암으로 이루어진 플러그 돔이다. 또한 현무암내에는 맨틀암과 지각 기원의 반려암 및 화강암이 포획되어 있다. 그리고 거정의 감람석, 사장석, 휘석 등의 포획광물이 잘 관찰된다. 이러한 포획암과 포획광물은 맨틀암석의 구성 성분과 맨틀 내에서의 지화학적 과정에 대한 정보를 제공하기에 학술적으로 매우 가치가 있다.

두 지역의 지질노동 및 야외학습 내용

서낭바위 일대와 뒤편재 화산체의 관찰 노동는 Figs. 2b and 2c와 같다.

서낭바위 관찰 노동 1: 화강암의 구성 광물 및 조직, 암석의 풍화과정, 박리작용

서낭바위 일대의 화강암은 조립질로 육안으로 주

Fig. 3. (a) The surface of granite is bumpy due to the extent of weathering between composed minerals, (b) feldspar phenocrysts exit from the surface of granite and form a large sand, (c) view of the waterfront, and (d) fine-grained quartz sand as weathering of granite.

Fig. 4. (a) Intrusive felsite dike in granite. (b) Intrusive felsite dike in granite. Granite was relatively more weathering compared to felsite dike (A region). (c) Seonang-bawi composed of granite and felsite. (d) Joint and tor developed inside of granite.

구성 광물인 장석반정, 석영, 흑운모를 쉽게 관찰할 수 있다. 특히 이 지점은 현무암과 화강암의 구성 광물과 조직의 차이를 효과적으로 비교할 수 있는 곳이다. 화강암의 표면은 광물간의 차별 풍화침식에 따라 요철이 심하다. 화강암 노두에서 모래사장 쪽으로 가면서 광물의 크기가 작아지는 것을 관찰할 수 있다. 이 지점에서는 화강암이 풍화되어 세립의 모래로 되는 과정을 관찰하면서, 석영과 장석의 풍화 저항도를 비교 설명할 수 있다(Fig. 3). 또한 화강암을 이루

고 있는 장석이 점토광물로 변할 때, 부피가 팽창하여 일어나는 박리작용을 관찰할 수 있다.

서낭바위 관찰 노두 2: 관입구조, 타포니

화강암을 관입한 규장암맥이 대규모로 분포하여, 두 암석의 생성시기를 상대적으로 비교할 수 있다(Figs. 4a and 4b). 화강암에는 직경이 수 cm~수십 cm 크기의 구멍이 있다. 이것은 암석 물질이 풍화·침식작용에 의해 제거되어 발달한 구멍이며, 타포니

Fig. 5. (a) View of the Duibaegjae volcanic edifice. (b) Boundary of the basement and basalt. (c) Pyroxene and olivine xenocryst in basalt. (d) Showing the polygon cross section of columnar joint. (e) Pyroclastic deposit composed scoria fragment and granite fragment. (f) Talus in Duibaegjae slope. Py=pyroxene, Ol=olivine, G=granite fragment, S=scoria fragment

또는 풍화혈이라고 한다. 타포니는 일반적으로 조립 내지 중립의 결정질 암석에서 수십 cm-수 m 정도의 타원형 또는 구형 등으로 발달한다. 이 지역의 타포니는 해수의 소금 결정과 파도의 영향으로 만들어진 것으로 설명할 수 있다.

서낭바위 관찰 노두 3: 차별침식 작용, 토르

서낭바위의 머리 부분은 화강암, 잘록한 허리 부분은 규장암맥 그리고 하부는 화강암으로 이루어졌다 (Fig. 4c). 허리 부분의 규장암맥은 머리와 하부의 화강암을 관입한 것이며, 서낭 바위는 화강암과 규장암맥 사이의 풍화침식 정도가 달라 형성된 것이다. 규장암맥은 화강암에 비해서 조직이 더욱 치밀하다. 그러나 절리가 더 많이 발달하여 절리를 따라 침식작용이 더 활발하게 일어난 것으로 설명할 수 있다.

화강암체 위에 신선한 암석 덩어리가 Fig. 4d와 같이 놓여 있는 것을 토르라고 한다. 이 용어는 영국의 남서 콘월반도의 다탄무어(Dartmoor)지방에서 탐이란 의미로 부쳐진 이름으로, 지하에서 화강암체를 누르던 힘이 제거되면서 여러 방향으로 절리가 발달하고,

절리를 따라 침식·풍화작용이 진행되어 토르가 형성된다.

뒤배재 관찰 노두 1: 화강암과 현무암의 경계

이 지점에서는 서낭바위 일대에서 관찰한 화강암과 뒤배재 화산체의 현무암이 직접 접하여 산출되는 노두를 관찰할 수 있다(Figs. 5a and 5b). 이 노두에서 중생대의 화강암 위에 신생대의 현무암이 놓여있는 것을 보면서, 두 암석층 사이의 큰 시간적인 간극이 있는 것을 학습할 수 있다. 더 나아가 서낭바위 일대에서 관찰한 화강암 지형을 만든 후, 신생대의 화산활동으로 화산분출물이 덮은 과정을 이야기와 그림을 통해 설명하는 학습을 할 수 있다. 이러한 활동을 통해 화강암과 현무암이 한 마그마에서 단지 생성되는 깊이에 따라 만들어지는 것이 아니라, 두 암석이 다른 시기에 각각의 마그마에서 형성된 것을 인식할 수 있다.

뒤배재 관찰 노두 2: 포획광물

현무암 내에는 맨틀암과 지각기원의 반려암과 화강

Fig. 6. Responses of students on the formation process of igneous terrain. (a) Students equated the time of the creation of the basalt and granite, and explained they were formed from the same magma. (b) Students explained the formation process of basalt distribution terrain by applying the concept of temporal and spatial description well.

암류 및 거정의 감람석, 휘석, 사장석 등의 포획광물이 잘 관찰된다(Fig. 5c). 이러한 맨틀포획암은 지구 내부 물질을 학습하는 좋은 기회가 된다. 또한 현무암 내의 각진 형태의 포획광물 등은 화산활동이 폭발적이었으며, 마그마가 빠르게 상승한 것을 유추할 수 있는 자료가 된다.

뒤배재 관찰 노두 3, 4: 주상절리, 플러그 돔

뒤배재 정상부와 중턱에는 현무암질 용암이 수축할 때 만들어진 주상절리를 관찰할 수 있다(Fig. 5d). 그리고 화산체의 전체적인 모양을 보면서, 화산체의 형성과정을 토의할 수 있다. 이 화산체는 현무암이 돔 형태를 이룬 후, 오랜 시간 동안 삭박작용으로 원지형이 파괴되어 오늘날과 같은 플러그 돔 형태로 바뀌었다고 설명하고 있다(Kim et al., 2012).

뒤배재 관찰 노두 5, 6: 화성쇄설층, 테일러스

이 노두는 현무암층과 화성쇄설층을 이루는 물질을 비교하면서 화산이 활동할 때, 분출되는 용암, 가스

등의 물질을 유추하고 화산활동 양상을 학습하는데 효과적인 곳이다. 화성쇄설층의 기질에는 기반암 기원으로 추정되는 석영, 장석, 화강암편 및 화산분출물인 용암 암편과 스코리아 암편이 관찰된다(Fig. 5e). 이는 화산활동 초기에 화산활동 양상이 매우 폭발적이었음을 의미한다. 그리고 뒤배재 화산체 산사면에는 현무암편이 절리를 따라 떨어져 나오면서 만들어진 테일러스가 발달되어 있다(Fig. 5f). 테일러스의 관찰을 통해 현무암의 지형이 바뀌는 과정을 학습할 수 있다.

야외학습 후 설문 분석

화성암 지형 및 지질의 특성에 대한 학습효과를 알아보고자 야외학습 후 설문을 실시하였다. 그리고 분석된 내용을 바탕으로 야외학습으로 교정되지 않은 개념에 대한 보충학습을 실시한다.

야외학습 후 설문은 화강암과 현무암의 접사사진을 제시하고, 두 암석을 구성하는 광물과 조직이 서로 다른 이유를 답하도록 하였다. 이와 같은 질문에 야

Fig. 7. (a) Foreground and sketch of granite showing intrusive structures and joints. (b) Foreground and sketch of intrusive structures and Seonang-bawi.

외학습 전에는 1명만이 암석의 구성 광물에 대해서 언급하였으나, 야외학습 후에는 모든 학생이 답하였다. 그리고 현무암과 화강암의 입자 크기가 다른 이유를 생성위치와 냉각속도를 관련지어 설명하였다. 특히 한 학생은 면담에서 야외활동 후에는 암석 사진만으로도 화강암과 현무암의 차이를 쉽게 구분할 수 있고 여러 지질구조를 이해하는데 도움이 되었다고 말하였다. 이러한 반응은 야외학습이 화강암과 현무암을 서로 비교하면서 관찰할 수 있는 기회를 제공하여, 두 암석의 생성과정과 지형의 특징을 이해하는데 매우 효과적인 것으로 해석된다.

화성암 지형의 형성과정에 대한 이해도를 알아보기 위해서 뒤배재 화산체와 유사한 운봉산 화산체의 단면 자료를 주고, 화산체가 형성되는 과정을 그림과 함께 설명하도록 하였다. 설문에서 그림과 함께 응답한 학생은 21명 중 7명이다. 그런데 7명 중 6명은 야외학습 전과 같이 화강암과 현무암이 한 마그마에서 동시에 형성되며(Fig. 6a), 단지 깊이에서 따라 두 암석이 다르게 형성되는 것으로 이해하고 있다. 그리고 1명만이 화강암과 현무암의 생성과정을 시간과 공간을 고려하여 용암과 마그마를 구분하고, 관입, 분출 등의 용어를 사용하여 설명하였다(Fig. 6b).

심미적인 관점에서 자연을 감상하고 표현하는 능력을 확인하기 위하여, 화강암체에 발달한 관입구조와 절리 및 서낭바위를 스케치한 자료를 사진과 함께 보여주었다(Fig. 7). 야외학습 전에는 학생들은 서낭바위에서 관찰되는 관입구조, 절리의 형성 및 서낭바위의 형태에 대해서 전혀 설명하지 못하였다. 그러나

야외학습 후에는 관입구조와 여러 방향의 절리 등이 형성되는 과정을 잘 설명하였다. 특히 서낭바위가 형성되는 과정을 화강암과 규장암맥 간의 차별적인 침식으로 잘 설명하였다. 이는 야외지질학습이 학생들에게 지형 및 지질의 특성을 심미적인 관점에서 감상하고, 종합적이고 논리적으로 해석할 수 있는 능력을 키우는데 도움이 되는 것으로 판단된다.

결론 및 논의

중·고등학교에서 지질관련 학습의 목표를 원활히 달성하기 위해서는 야외지질학습이 필요하다. 그런데 교육현장에서 교사들은 야외학습 경험부족, 야외학습 장소 및 자료부족, 학생 수 과다에 의한 통솔의 어려움 및 학교행정에서의 이해부족 등 여러 문제점을 제시하며(Orion, 1993; Oh et al., 1999; Kwon and Kim, 2007), 야외지질학습의 어려움을 말하고 있다. 야외지질학습은 여러 형태로 이루어지고 있으며, 각 모형이 강조하는 활동에 따라 교육과정 중시의 모형(Orion, 1993)과 지질노두 중시 모형(Maeng and Wee, 2005)으로 구분할 수 있다. 한 학급의 많은 학생 수와 학생수준의 다양성을 고려하면, 야외지질학습에서 교육과정 중시의 모형이 더 적합한 것으로 판단된다. 이 연구에서는 2009 개정 교육과정에 따라 개발된 지구과학 I의 ‘아름다운 한반도’ 단원에서 화성암이 분포하는 지역의 지형과 지질의 특성을 효과적으로 학습하기 위한 야외지질학습장을 개발하였다. 야외지질학습장은 교육과정 중시의 모형(Orion, 1993)

을 근거로 준비 단계, 야외학습 단계, 정리 단계 순으로 중생대 화강암과 신생대 현무암이 인접해 분포하는 지역에서 총 10개의 노두를 선정하여 개발하였다. 21명의 학생을 대상으로 선정된 지질노두가 교육과정에서 제시하는 지질학습요소가 제대로 반영되었는지를 알아보았다.

야외학습 전 설문에서 대부분의 학생들은 화강암과 현무암을 단지 입자 크기로 구분하고 있으며, 두 암석이 한 마그마에서 동시에 형성되는 것으로 인식하고 있다. 이는 중학교 2학년까지의 학습에서 실제로 화강암과 현무암이 서로 다른 시기에 형성되는 것을 학습하지 않았기 때문인 것으로 해석된다. 야외학습 전 교실에서 3시간 정도 화강암과 현무암의 암상차이, 광물 등을 사전수업을 실시하고, 야외답사 지역을 사전에 안내하였다. 그리고 야외학습을 실시하였다.

야외학습 후 학생들은 광물, 암석 및 지질구조 등에 대한 단순한 지식은 잘 학습이 되었다. 그러나 대부분의 학생들이 Fig. 6a와 같이 화강암과 현무암이 서로 다른 깊이에서 형성되는 것으로 답하였으나, 여전히 두 암석이 한 마그마에서 함께 생성되는 것으로 표현하였다. 즉 야외학습 후에도 학생들은 큰 규모의 시·공간적인 개념을 적용하여 화강암과 현무암의 생성과정과 지형의 변화를 잘 설명하지 못하고 있다. 단지 1명만이 Fig. 6b와 같이 화강암과 현무암이 서로 다른 깊이와 생성시기가 다른 것으로 인식하였다. 이와 같이 야외학습 후에도 학생들이 화강암과 현무암의 생성과정 및 지형 변화에 대한 개념이 바르게 형성되지 않은 이유는 다음과 같이 들 수 있다. 한 이유는 중학교에서 학습한 심성암과 분출암의 형성에 대한 개념이다. 중학교에서 두 암석을 구분하는 학습에서 간단한 실험을 통해서 광물의 크기가 다르게 만들어지는 활동을 한다. 그리고 한 마그마가 상승할 때, 깊은 곳에서는 심성암, 지표에서는 분출암이 형성되는 그림도 함께 제시되고 있다. 이러한 학습을 통해서 학생들은 두 암석이 한 마그마에서 동시에 형성되는 개념이 정착된 것으로 해석된다. 그리고 이 연구에서 이와 같이 그릇된 개념은 야외학습을 통해서도 쉽게 교정되지 않는 것이 확인되고 있다. 다른 이유로는 야외학습 과정에서 그 원인을 찾을 수 있다. 학생들은 이번 야외지질학습에서 신생대 현무암의 노두를 먼저 관찰하고, 후에 중생대 화강암의 노두를 답사하였다. 학생들은 야외지질학습에서 가장 먼저 현무암과 화강암이 직접 접하는 경계

의 노두를 만났다. 이 노두에서 학생들은 중학교에서 학습된 개념으로 노두를 관찰한 것으로 판단된다. 따라서 화강암과 현무암이 접하는 노두는 학생들이 중학교에서 학습한 개념을 더욱더 강화시킨 것으로 판단된다. 원래 이 노두를 학생들에게 소개한 이유는 생성시기가 다른 두 암석을 동시에 관찰함으로써 화강암과 현무암의 지질학적 특징을 설명하는데 도움을 주려 한 것이다. 그러나 이 노두는 원래의 취지와는 다른 결과를 가져왔다. 따라서 이 노두를 학생들에게 소개할 때는 중생대 화강암과 신생대 현무암의 지질시대 정보를 제공하고, 그 의미를 강조하여야 할 것이다. 또는 중생대 화강암이 분포하는 서낭바위 일대를 먼저 답사하고, 후에 신생대 현무암 지역인 뒤편재를 답사한 후, 이 노두를 종합적으로 정리하는 장소로 활용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문의 세심한 검토와 심사 및 좋은 지적을 해주신 전북대학교 조규성 교수와 익명의 심사위원께 깊은 감사를 드립니다. 이 연구는 지식경제부 ‘5+2 광역경제권 연계 사업’의 일환으로 시행중인 ‘DMZ 인접지역의 커뮤니티 비즈니스형 지질공원 사업’의 재원으로 시행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

- Cho, K.S., Byeon, H.Y., and Kim, C.B., 2002, Development of Geological Field Courses and the Effect of Field Study on the Affective Domain in Science and on Achievement of Students. Journal of the Korean Earth Science Society, 23, 649-658. (in Korea)
- Cho, K.S., Ryang, W.H., Shin, S.S., Oh, J.M., and Chung, D.H., 2012, Development and Application of Teaching Materials for Geological Fieldwork in Jeokbyeokgang Area, Gyeokpo, Byeonsan, Korea. Journal of the Korean Earth Science Society, 33, 658-671. (in Korea)
- Choi, Y.S., 2001, Certification of Learning Sites for Field Geology in Kwangju area and Its Application in Middle School, the degree of Master of Education, Korea National University of Education, Chungbuk, Korea, 82 p. (in Korea)
- Chon, Y.H., 1996, Development of Learning Materials in Field Geology and Their Applications in Yeongdong Area, Chungbuk, the degree of Master of Education, Korea National University of Education, Chungbuk, Korea, 104 p. (in Korea)

- Falk, J.H. and Balling, J.D., 1982, The field trip milieu: Learning and behavior as a function of contextual events. *Journal of Education Research*, 76, 22-28.
- Falk, J.H., Martin, W.W., and Balling, J.D., 1978, The novel field trip phenomenon: Adjustment to novel settings interferes with task learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15, 127-134.
- Huntoon, J.E., Bluth, G.J.S., and Kennedy, W.A., 2001, Measuring the Effects of a Research-Based Field Experience on Undergraduates and K-12 Teachers, *Journal of Geoscience Education*, 49(3), 235-248.
- Jee, H.S., 2004, Development of field study program in Kyokpo area and study of student's response, Korea National University of Education, the degree of Master of Education, 84p (in Korea)
- Kern, E.L. and Carpenter, J.R., 1984, Enhancement of student values, interests and attitudes in earth science through a field-oriented approach. *Journal of Geological Education*, 32, 299-305.
- Kim, H.G., Kim, J.K., and Jang, B.Z., 1994, A study on the Field Learning in Elementary School, The Korean Society of Elementary Science Education, 13, 195-205. (in Korea)
- Kim, H.S., Kil, Y.W., and Lee, M.W., 2012, The Formation of the Cenozoic Volcanic Edifice in the Goseong-Ganseong Area, Gangwondo, Korea. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 33, 627-636. (in Korea)
- Kim, J.S., 2000, Analysis of the Practical Status of the Outdoor Learning Activity Related to Earth Science Units in Elementary Science Education, the degree of Master of Education, Korea National University of Education, Chungbuk, Korea, 78 p. (in Korea)
- Kim, Y.B., Chwae, U.C., and Hwang, S.K., 2010, Geological report of the Changamjeom sheet. Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 80 p. (in Korea)
- Kwon, H.J. and Kim, C.J., 2007, Beginning Earth Science Teachers' Perceptions about Learning in Geologic Field Trip. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 28, 14-23. (in Korea)
- Maeng, S.H. and Wee, S.M., 2005, A Qualitative Analysis on a Geological Field Excursion Teaching Model on Tando Coast and Hanyom Area at Shiwaha Lake In Kyounggido, *Journal of the Korean Earth Science Society*, 26, 9-29. (in Korea)
- Manner, B.M., 1995, Field studies benefit students and teachers. *Journal of Geological Education*, 43, 128-131.
- Munn, B.J., Tracy, R.J., and Jenks, P.J., 1995, A Collaborative Approach to Petrology Field Trips. *Journal of Geological Education*, 43, 381-384.
- Oh, K.J., Jo, K.H., and P, S.J., 1999, Teachers' Perception about Science Field Trip to Korean Historical Sites. The Korean Association for Science Education, 19, 461-470. (in Korea)
- Orion, N., 1989, Development of a high-school geology course based on field trips. *Journal of Geological Education*, 37, 13-17.
- Orion, N., 1993, A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics*, 93, 325-331.
- Park, J.H., 2001, An Analysis of High School Students' Identification Processes of the Rocks and Geological Structures in a Geologic Field Course, the degree of Doctor of Philosophy in Education, Korea National University of Education, Chungbuk, Korea, 167 p. (in Korea)
- Park, J.H., Jeong, J.H., Cho, K.S., and Lee, B.J., 2000, Development of Geological Field Courses and Field Activities for Secondary School Students, *Journal of the Korean Earth Science Society*, 21, 13-21. (in Korea)
- Park, S.H., 2003, A Study on the Recognition and Attitude of Earth Science Teachers and High School Students about the Field Work of Earth Science, the degree of Master of Education, Korea National University of Education, Chungbuk, Korea, 86p. (in Korea)
- Yun, S.H., Jang, J.I., and Koh, J.S., 2005, A Study of the Learning Effects by the Self-Directed Field Study of High School Students, *Journal of the Korean Earth Science Society*, 26, 611-623. (in Korea)

2013년 3월 22일 접수
2013년 4월 16일 수정원고 접수
2013년 5월 15일 채택