변산반도 격포 적벽강 일대 야외지질 학습자료 개발 및 적용

조규성¹ · 양우현¹ · 신순선² · 오재명³ · 정덕호^{1,*}

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

²군산여자고등학교, 573-060, 전라북도 군산시 월명1길 16

³전주솔빛중학교, 561-818, 전라북도 전주시 덕진구 솔내6길 33

Development and Application of Teaching Materials for Geological Fieldwork in Jeokbyeokgang Area, Gyeokpo, Byeonsan, Korea

Kyu-Seong Cho¹, Woo-Hun Ryang¹, Sun-Seon Shin²,
Jae-Myeong Oh³, and Duk-Ho Chung^{1,*}

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

²Gunsan Gulls High School, Gunsan, Jeonbuk 570-910, Korea

³Solbit Middle School, Jeonju, Jeonbuk 561-810, Korea

Abstract: This study is to develop teaching materials for the geological fieldwork of Jeokbyeokgang area located in the national park of the Byeonsan-bando National Park, Buangun, Jeonbuk, Korea. The developed teaching materials are used in middle school science to effectively teach the fieldwork of the area. The sedimentary succession of Jeokbyeokgang area in the Cretaceous age, Mesozoic, represents the large-scale and distinctive sedimentary structures on sea cliffs, which are worth developing as teaching materials for the earth science fieldwork. The area of Jeokbyeokgang also comprises various geological structures related to the advanced learning programs as well as those within the curriculum of earth science in middle school level. A five-step fieldwork model was applied to 20 students in middle school earth science. This study quantitatively analyzed students' responses to the process of the fieldwork activity. Results indicated that the fieldwork activity using the developed teaching materials was effective in helping the students to improve their self-directed learning and practical understanding of earth science.

Keywords: teaching materials for geological fieldwork, Jeokbyeokgang, Gyeokpo, national park of the Byeonsan Peninsula

요약: 이 연구는 전북 부안군 변산반도 국립공원 내 적벽강 지역의 야외지질 학습자료를 개발하려는 것이다. 또한 이를 중학교 학생들을 대상으로 교육적 효과를 최대화하기 위해 적용하였다. 적벽강 지역의 중생대 백악기 퇴적층은 해안 절벽에 형성된 큰 규모의 뚜렷한 퇴적구조와 암석을 관찰할 수 있어 지구과학 교과 야외학습 자료로 개발할 만한 가치가 있다. 또한 이 지역은 중등 과학과 교과과정의 일반적 내용, 심화학습 프로그램과 관련된 다양한 지질구조를 관찰할 수 있다. 5단계 야외학습 모델이 중학교 지구과학 수업에서 20명에게 적용되었다. 이 연구는 야외학습 과정에 따른 학생들의 반응을 분석하였다. 결과적으로 개발한 학습자료를 이용한 야외지질학습은 학생들의 과학에 대한 정의적 인식을 높였고 학습 활동에 긍정적 효과가 있었다.

주요어: 야외지질 학습자료, 적벽강, 격포, 변산반도 국립공원

*Corresponding author: earthchung@jbnu.ac.kr

Tel: +82-63-270-3631

Fax: +82-63-270-2802

서론

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2009 개정 교육과정의 과학과 교육의 목표는 “자연현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 해결할 줄 아는 과학적 소양을 기른다.”고 되어 있

다. 이러한 교육 목표에 맞는 자연현상을 실생활에서 직접 체험할 수 있는 탐구학습의 장이 야외학습장이다. 특히 지구과학은 자연현상의 관찰과 조사를 기초로 한 학문으로 초등학교 때부터 많은 지질현상들을 학습해 왔지만 대부분 교실에서 이루어진 수업으로 실제 자연을 관찰하여 이론적인 내용과 연결시키는 교육을 하지 못했다. 즉 직접적인 관찰 없이 교실에서의 지식 전달만을 강조하는 수업으로는 우리 주변의 많은 자연현상을 과학적으로 이해하지 못할 뿐 아니라 암석이나 지질구조의 생성 원인에 대한 창의적인 아이디어를 창출해 낼 수가 없다.

전북 부안군 변산면 죽막리 적벽강 부근은 우리나라 중생대 백악기 격포 분지의 일부로 퇴적학적 분지 해석 및 다양한 지질학적 현상을 관찰하기에 유리한 조건을 가지고 있으며 지구조 운동을 해석하고 학습하기에 좋은 곳이다. 이곳은 자연 경관이 빼어나 관광지로 유명하지만 지구과학적인 학습요소가 풍부하여 일찍이 자연학습장으로 개발하려는 시도가 있어 왔다. Chun and Kim(1995), Kim(1993), Kim(2000)에 의한 퇴적학적 연구와 Choi et al.(2001)에 의한 암석학적 연구가 있고 이곳의 교육적 가치를 확인하고 야외지질학습장으로 개발하는 노력이 수행되었다(Cho et al., 2002; Park et al., 2007, 2009). 또한 교육청과 연계한 교사 연수 프로그램과 과학영재교육원의 자연 탐구활동 학습장으로 자주 이용되고 있다.

따라서 본 연구에서는 초·중·고등학교 학생들이 지구과학 학습을 할 수 있는 다양한 지질학적 특징을 가지고 있는 적벽강 일대에 대한 야외지질 학습자료를 개발하고 중학생들을 대상으로 현장 교육에 적용해 봄으로써 학생들의 과학과 관련된 태도 등의 반응을 알아보았다.

연구 방법

연구대상 및 절차

본 연구 지역인 전북 부안군 변산면 적벽강 일대는 한반도 남서부에 위치하며 북동-남서 방향으로 발달한 주향이동 단층시스템을 따라 발생한 중생대 백악기의 육성기원 퇴적분지이다(Kim, 1993). 격포분지의 암석은 하부로부터 화강암, 안산암류가 주로 분포하며 중부는 주로 퇴적암류로 구성된 격포리층이 분포하고 최상부는 유문암 및 유문암질 응회암으로 구성되는 등 다양한 암석이 분포한다(Chun and Lee,

1991). 뿐만 아니라 주상절리, 돌개구멍, 층내 교란구조 등 다양한 지질구조가 존재하기 때문에 야외지질 학습자료로 매우 활용가치가 높다. 따라서 본 연구에서는 이러한 다양한 지질학습 요소가 존재하는 적벽강 일대를 중심으로 학생에게 적용 가능한 야외지질 학습자료를 개발하고 이를 적용해 봄으로써 그 교육적 효과를 알아보기 위한 것이다. 이를 위하여 먼저 전라북도 전주시 소재 중학교 2학년 두 학급을 연구 대상으로 선정하여 사전 검사를 실시하였다. 그리고 야외지질학습의 교육적 효과를 알아보기 위해 두 학급 중에서 통제집단은 강의 및 실험실 활동 등의 전통적 설명식 수업을 실시하였으며, 실험집단은 강의와 실험실 활동을 한 후 적벽강 일대에서 야외지질 학습을 수행하였다. 마지막으로 야외지질학습 후 사전 검사와 동일한 문항으로 사후 검사를 실시하여 사전 검사와 사후 검사 결과를 비교함으로써 야외지질학습의 교육적 효과를 검증하였다. 사전 검사와 사후 검사로는 과학과 관련된 정의적 영역인 과학에 관한 인식, 과학에 대한 흥미, 과학적 태도에 대한 평가지로 Kim et al.(1998)가 개발한 48개 문항의 검사지를 사용하였으며, 검사도구의 신뢰도는 0.83-0.86의 범위를 갖는다. 또 학업 성취도 검사지를 개발하여 지구과학 교사 3명에게 타당도를 검증받아 사용하였고, dBSTAT 4.1 통계 프로그램으로 결과를 분석하여 처리하였다.

교육과정 분석

적벽강 일대 조간대의 야외지질학습과 관련된 2009개정 과학과 교육과정의 중학교, 고등학교 교과서 내용을 분석하고 그 중 야외지질학습과 관련된 내용을 학습 자료로 선정하였다.

학습자료 개발을 위한 문헌 분석

야외지질 학습자료를 개발하기 위해 연구지역의 지질학과 관련된 내용(Kim et al., 1999, Kim, 2000, Choi et al., 2001)과 야외학습을 위한 야외학습장 자료개발(Park et al., 2000; Kang, 2002), 야외학습장 자료개발과 적용(Orion and Hofstein, 1994; Munn et al., 1995; Huntoon et al., 2001; Cho et al., 2002; Lee and Cheong, 2005), 야외학습에 대한 모형 개발과 적용(Orion, 1989, 1993; Maeng and Wee, 2005; Park et al., 2007, 2009)의 사례를 조사하여 정리하였다.

Table 1. Curriculum related to geological fieldwork, Gyokpori area (Ministry of Education, Science and Technology, 2011)

Curriculum	Unit	Learning contents
Middle School (1-3)	Mineral and rocks	Mineral and rocks
Earth science (11)	Beautiful Korea	Geological site in Korea
Earth science (12)	Material of the crust	Mineral and rocks
	Geology of Korea	Rocks in Korea

Fig. 1. 5-step teaching model of field class (modified after Park et al., 2007, 2009).

야외지질학습 자료 개발

교육과정을 분석한 내용을 토대로 연구지역인 격포 적벽강 일대에서 야외지질 학습자료로 가능한 학습 장소를 선정하였다. 본 연구에서는 채석강과 봉화봉 일대의 야외학습장에서 적용한 모형(Park et al., 2007, 2009)을 기반으로 중학생을 대상으로 학습자료를 개발하여 적용하였다(Fig. 1). 선정된 학습 장소에서 학생들이 탐구하는데 도움을 줄 수 있는 안내 자료와 학생들이 관찰과 기록을 하거나 측정할 수 있는 내용들을 기록할 수 있는 학습지를 개발하였다.

학습자료의 타당도 검증

본 연구를 위하여 적벽강 일대에서 관찰할 수 있는 다양한 야외지질학습 요소 중 학생들의 수준에 맞게 적용 가능하거나 학생들의 지적 호기심을 자극할 수 있는 학습 주제를 선정하여 학습자료를 개발하였다. 이렇게 개발된 자료는 학습자료의 타당도 검증을 위해 지질학 박사 2명, 과학교육학 박사 3명과 협의를 통해 내용의 적절성에 대한 수정 및 보완이 이루어졌으며, 현직 교사로 재직 중인 과학교육전공 석사과정 3명과 함께 토의 과정을 거쳐 야외지질 학습자료에 대한 교육과정과의 적절성 여부에 대한 협의 과정을 수행하였다. 이런 과정을 거쳐 문제로 지적된 사항에 대해서는 연구에 참여한 전문가와의 토

의를 통해 수정 보완하였다.

현장 적용 및 분석

본 연구에서 개발된 학습자료를 활용하여 야외지질 학습을 적용할 수 있는 학습 시기는 계절적 영향은 크게 없으나 겨울은 추위 등 환경 여건이 불리하기 때문에 주로 봄, 여름, 가을에 실시하는 것이 효과적이다. 다만 본 연구지역이 해안가에 위치해 있기 때문에 사전에 철저한 계획을 수립하여 썰물 시기에 맞춰 탐사활동을 할 필요가 있다.

본 연구에 참여한 학생들은 8학년으로 이미 7학년 때 ‘지각의 물질과 변화’ 단원에서 야외지질학습과 관련된 내용을 학습한 바 있으나, 학습 후 많은 시간이 경과하여 야외지질학습 관련된 지식이 많이 부족하였다. 또한 연구에 참여한 학생들은 대부분 야외지질학습에 대한 경험이 없어 Orion(1989)이 주장한 ‘생소한 경험공간(novelty space)’이 커서 야외지질학습에 어려움이 있을 것으로 판단하였다. 따라서 야외지질학습의 효과를 극대화하기 위해 답사 지역의 위치 및 주요 학습내용에 대해 설명해 주는 시간을 가졌다. 또한 대부분의 학생들이 야외지질학습에 대한 경험이 없어 야외지질학습 동안의 준비물, 유의사항을 공유하는 시간을 가졌으며, 학생 주도의 창의적 체험 학습을 위하여 사전 과제를 부여하여 기초지식을 습득하게 하였다. 실제 야외지질학습은 주로 창의적 재량 활동의 일환으로 과학과 자기 주도적 학습시간을 활용하여 수행하였다.

야외지질학습은 5-6명의 소집단 모둠을 편성하여 학생 스스로 노두를 직접 관찰하고 사진촬영 및 스케치를 하여 자료를 수집하였다. 이렇게 수집된 자료를 활용하여 노두의 생성과정 및 특징에 대한 활발한 토론이 이루어질 수 있도록 지도하였다. 또한 모둠별로 토의된 내용을 정리하여 전체에게 발표하는 시간을 거쳐 야외지질학습을 통해 학습된 내용을 정리하고 발표하도록 하였다. 특히 야외지질학습을 할 때에는 전반적인 퇴적층을 관찰하여 퇴적층의 상부와 하부를

구별해 볼 수 있도록 지도하였으며 또한 격포리층 퇴적물의 색상과 입도를 가지고 퇴적암을 구분해 볼 수 있도록 하였다. 그리고 적벽강 일대에서 관찰할 수 있는 단층과 습곡 등을 찾아보고 지질구조에 대한 이름 짓기, 구조의 특징을 분류하게 하였다.

연구 결과 및 토의

야외지질학습장 안내 및 적용

위치와 자연 환경

본 연구지역인 적벽강 일대는 행정구역상 전라북도 부안군에 위치하며 부안에서 남서 방향의 해안도로를 따라 약 30여 km 떨어진 곳에 위치해 있다. 이 곳은 수 만권의 책을 쌓아 놓은 듯한 해안 절벽으로 유명한 채석강과 적벽강이 있어 자연 경관이 빼어나고, 희귀 동식물의 서식지 및 자연생태계가 잘 보존되어 있어 생태관광지의 요건과 학술적 가치가 높은 곳으로 많은 사람들이 즐겨 찾는 서해안의 유명한 대표적 관광지이다. 또한 중생대 백악기에 주향이동단층 작용에 의해 형성된 격포분지에 해당하는 곳으로 해안선을 따라 수십 미터 높이의 해안 절벽에 퇴적층이 매우 잘 발달되어 있어 암석이 형성된 지층의 역사, 즉 퇴적 환경과 퇴적 과정이 절벽에 입체적으로 드러난다는 점에서 지구과학적으로 매우 재미있고 유익한 장소라 할 수 있다. 해안 지형상으로 바다 쪽으로 불룩하게 튀어나온 닭이봉과 적벽강의 양쪽 곳 안으로 오목하게 들어간 곳에 해변환경이 형성되어 있다. 양쪽 곳의 암반은 암반 조간대 환경을 구성하며, 암반 조간대에서 관찰할 수 있는 해양 생물은 특징적인 생태 분포상을 보이며 모래 조간대 환경의 특징을 보이는 곳은 다양한 크기의 모래 입자와 일부 자갈을 관찰할 수 있다.

지질 개요

본 연구지역인 적벽강 일대는 전라북도 부안군 변산면 격포리에 위치한 쇄설성 퇴적층으로 공식적으로 격포리층으로 불린다. 격포리층은 한반도의 중앙 남서 부분에 위치하며, 북동-남서 방향의 주향이동단층 시스템을 따라 발생한 백악기의 비해양성 분지이다. 이러한 북동-남서 방향의 주향이동단층 시스템을 공주단층 시스템이라 하는데, 이 단층대를 따라 단층계 지역이 함몰되면서 풍암, 음성, 공주, 부여, 격포 분지 등이 생성되었다. 이러한 분지 중 격포분지는

Fig. 2. Distribution of Cretaceous sedimentary sequences and fault systems in the Korean Peninsula, and an arrow marks the location of the Gyokpo Basin (Kim, 2000).

공주 단층계의 남서쪽 확장부의 끝자락에 위치하고 있다. 이 단층대는 그 방향성을 가지고 볼 때 중국까지 연결되어 있는 것으로 알려져 있다(Chun and Lee, 1991; Cho et al., 2002). 격포 분지는 하부로부터 안산암류 내지 유문암류가 분포하며, 중부에는 주로 퇴적암류로 구성된 격포리층(각력암 층위 포함)이 대부분이고, 최상부에는 유문암 및 유문암질 응회암의 순으로 구성되어 있어(Chun and Lee, 1991) 화성암, 퇴적암, 변성암을 모두 관찰할 수 있는 곳이다.

적벽강 일대의 격포리층은 후기 유문암질 암에 의해 분출 및 관입되었는데 이 유문암질암은 주상절리가 발달한 1-30 m 두께의 하부 유문암과 유상구조를 보이는 상부 유문암으로 구분된다. 하부 유문암은 수성환경에서 분출된 것이며, 높은 유동성을 가진 상부 유문암은 육상 환경에서 분출한 것이다. 하부 유문암과 격포리층 사이에서 페퍼라이트(peperite) 층이 형성되었으며 유문암의 관입에 따른 부분적인 수증기 폭발 내지는 수증기-마그마 분출과 관련된 것으로 보고 있다(Kim et al., 1999; Kim, 2000; Choi et al., 2001).

격포분지에는 선캄브리아기 편마암과 백악기의 석영 문조나이트가 기반암을 이루고 화산 쇄설물이 풍부한 쇄설성 퇴적층인 격포리층이 존재한다. 그 밑에는 현무암질이나 안산암질의 유입과 응회암으로 된 화산 복합체가 놓여 있으며, 위로는 산성의 화산 분출물이 놓여 있다. 따라서 산성, 중성, 염기성을 포함

Fig. 3. Geological map of the Jeokbyeokgang area, Gyeokpo (after Kim, 2000). The numerals in a circle indicate the localities of observation sites in the study area.

하는 관입암은 최하부층, 분지를 채우는 퇴적층, 그리고 분출암 등이 다양하게 분포한다는 것을 알 수 있다. 층서학적 연구에 의하면 배후 지역의 화산 활동이 분지 생성 시기와 종결 시에는 강했지만 격포리층의 상부 쇄설물이 주로 퇴적될 시기는 조용했다는 것을 암시한다. 약 500 m 두께의 지층은 두 개의 상부-세립화 퇴적층으로 구성된다. 즉, 하부의 거력질 퇴적층은 선상지성 삼각주의 퇴적물을 대표하며, 반면에 상부에는 호수 환경에서의 저탁류에 의한 퇴적 작용을 암시하는 상부-세립화 퇴적층으로 이루어져 있다(Kim et al., 1999; Kim 2000). 가장 최상부에 놓여 있는 격포리층의 흑색 세일에는 페퍼라이트를 가진 유문암류가 존재하고, 전체암석 K-Ar 연대 측정법에 의해 83.5 ± 2.4 백만 년으로 추정되었다. 이 연대는 격포리층의 상한선을 결정시켜주는 반면, 석영 몬조나이트는 K-Ar 연대 측정에 의해 128.0 ± 3.0 백만 년이라는 하한선을 제공한다. 그러므로 격포 분지는 중생대 백악기 중기에 발달되었으며, 그 시기는 Barremian-Santonian에 해당하는 것으로 알려져 있다(Kim, 2000).

각 관찰 지점 별 지질 학습 내용 및 적용

본 연구지역인 전북 부안군 변산반도 적벽강 일대는 다양한 지질학습 요소가 존재하여 야외지질학습 자료로 활용하기에 매우 적합한 곳이다. 여러 학습요소 중 본 연구를 위해 적용한 관찰지점은 총 6곳이며, 이에 대한 세부적인 위치는 Fig. 4와 같다.

관찰지점 1: 페퍼라이트, 유문암, 주상절리, 해식애, 돌개구멍

적벽강에 위치한 수정당 아래쪽으로 내려오면 왼쪽으로 붉은 색의 페퍼라이트(peperite)에 이토(mud)가 끼어 있는 모습이 많이 관찰된다. 페퍼라이트는 마치 역암처럼 보이지만 이것은 물기가 많고 아직 고화되지 않은 퇴적물에 뜨거운 용암이 급격하게 덮이거나 관입해 들어올 때 퇴적물 속의 수분이 고열로 인해 급격히 끓어오르면서 수증기의 폭발이 일어나 이질적인 두 물질(퇴적물과 용암)이 뒤섞여 만들어진 것이다. 이러한 과정에서 용암과 퇴적물의 불규칙한 덩어리들이 함께 굳어지면서 만들어진 각력암과 비슷한 퇴적암을 페퍼라이트라고 한다(Fig. 5a). 즉, 미 고화

Fig. 4. Location of the study area and learning sites.

된 퇴적물에 유문암질 마그마가 관입하여 끓어오른 층이 적색의 페퍼라이트인 것이다(Choi et al., 2001).

적벽강 위쪽 사자바위 앞으로 가다보면 해식동굴 맞은편 바닥에 울퉁불퉁한 바닥을 볼 수 있다. 움푹한 작은 구멍이 안에는 자갈이 들어 있기도 한데, 파도에 의해 자갈이 바닥을 둥글게 파이게 하여 만들어진 돌개구멍(pothole)이다(Fig. 5b). 일반적으로 돌개구멍이란 하천 침식작용 가운데 마식작용에 의해 하상 기반암에 형성된 항아리 모양의 구멍을 일컫는 것으로 주로 급류를 이루는 곳이나 폭포 바로 밑에 형성된 와지(窪地)로서 구혈(軀血)이라고도 한다. 하천에 의해 운반되던 모래, 자갈 등이 하상의 와지에 들어가 와류와 함께 선회하면서 기반암을 마모시켜 발달하는 것으로서 주로 조직이 균질한 화강암과 같은 암석에서 잘 발달한다. 해안에서 파도의 작용으로 만들어진 포트홀을 마린 포트홀(marine pothole)이라고 한다. 전형적으로 발달한 돌개구멍은 구멍의 폭에 비해 깊이가 깊은 항아리 모양을 이루는 것이 보통이다. 서로 이웃한 돌개구멍이 침식의 진행으로 서로 만나게 되면 결국 파식대는 낮아지게 되며 이것이 침식을 촉진시키는 원동력이 된다.

해식애가 파랑의 침식을 받아 후퇴할 때 차별침식의 결과로 암석의 약한 부분이 깎여 형성된 동굴로 대부분 해식애의 기저부에 발달하며, 폭에 비하여 높

이가 높은 것이 많다. 대표적인 해안 침식지형의 하나로 산지를 끼고 있는 암석해안에 많이 발달하며, 해식동굴은 과거의 해수면과 관련된 지형이기 때문에 구 해수면의 고도를 확인하는 지표로도 이용된다(Fig. 5c).

또한 페퍼라이트 상부에는 유문암이 놓이는데 이 유문암에서 잘 발달된 주상절리를 관찰할 수 있다. 절리(joint)는 주위 압력이 감소함에 따라 암석이 팽창하면서 생기거나 암석이 냉각함에 따라 수축해서 발생하는데 이곳의 주상절리는 후자에 속한다(Choi et al., 2001). 용암의 평탄면이 동시에 냉각될 경우에 용암의 표면에 수축 중심점들이 생긴다. 이같이 등간격으로 배열된 중심점을 향하여 수축이 일어날 때 각 중심점 사이의 중앙부에서는 양쪽으로 직각 방향의 틈이 발생하며 이 틈이 상호 교차되어 육각형의 절리가 발달하게 된다. 또한 적벽강 위쪽으로 해안절벽과 해식동굴을 가까이서 관찰할 수 있다(Fig. 5d).

관찰지점 2: 말린 층리구조, 층리 및 파식대

적벽강에 도착하여 계단을 내려가면 바로 우측에서 말린 층리구조를 관찰할 수 있다. 측면이 수평에 가깝게 놓여있는 습곡과 유사하게 보이며 외견상 지층은 거의 수평으로 놓여있으나 한쪽 날개의 지층은 완전히 역전되어 있다(Fig. 6a). 이러한 퇴적구조는 퇴적 동시성 구조로 아직 굳어지지 않은 퇴적층이

Fig. 5. Peperite (A), column fault (B), marine cave (C), and marine pothole (D) in Jeokbyeokgang area.

외부 충격으로 함몰되거나 사면을 따라 미끄러지면서 퇴적층의 일부가 접히거나 끊어져 비슷한 구조를 형성하기도 한다. 이렇게 퇴적이 진행되는 도중에 형성된 습곡과 단층 같은 형태의 변형을 퇴적 동시성 변형(contemporaneous deformation)이라 한다.

층리(bedding)는 1 cm보다 얇으면 엽층(laminae)이라 하고 1 cm 이상이면 단위층(bed)이라 한다. 엽층들이 여러 겹 모여 1 cm 이상이 되면 다시 층이 될 수 있으며, 층인 경우는 횡적으로 연결이 비교적 잘되어야 하는데 이를 연장성이라고 한다. 또한 이들 층을 이루고 있는 입자들의 크기를 가지고 대략적으로 퇴적암을 구분할 수 있다. 퇴적암을 입자의 크기로만 분류할 수는 없으나 대체로 크기로 분류하면 이암, 실트암, 사암, 역암으로 나눌 수 있다. 따라서 맨 아래는 입자의 크기로 보아 역암이라 할 수 있고 가운데는 이암이나 셰일, 그리고 그 위는 사암이 쌓여 있다. 이는 격포리층의 특징이기도 하다. 다시 말하면 엽층이 발달된 이암층과 사암층이 반복되어 나타나며, 역암, 사암, 셰일, 실트암으로 구성된 다양한 층리가 해안선을 따라 잘 발달되어 있다(Fig. 6b). 이암의 엽층을 통해서 볼 때 엽층이 형성되려면 이질 퇴적물을 함유한 물이 조용하고 잔잔한 곳에서 평행하게 쌓여야 한다는 것을 암시하기 때문에 안정한 수계 하에서 생성되었다는 것을 유추할 수 있다. 따라서

엽층화된 이암이 있는 것으로 보아 퇴적 당시 격포 분지의 퇴적환경은 크고 깊은 호수일 것으로 해석된다. 또한 이곳의 셰일 층에서는 퇴적 동시성 구조인 층내 교란구조를 관찰할 수 있다(Fig. 6c).

암석 해안에서 육지의 기반암이 파식을 받아 후퇴할 때, 해식에 밑에 형성되는 평평한 침식면을 파식대라고 한다. 해식의 후퇴에 따라 파식대가 성장하는데, 이는 단순히 파식작용만으로 형성되는 것이 아니고 풍화작용이 파식작용을 도와주는 경우가 많다. 파식대는 해식의 기저부에서 시작되어 저조위 밑으로 연장되며 서해안처럼 조차가 큰 해안에서는 썰물 때 파식대가 전부 노출되는 것이 보통이다. 기반암의 침식면인 파식대는 경사가 완만하게 바다 쪽으로 기울어져 있다(Fig. 6d). 파식대의 경사는 1-5° 정도인데 조차가 큰 해안에서 가파르고 조차가 작은 해안에서는 거의 수평적인 파식대가 형성된 것이다. 이때 주변의 모래나 자갈과 같은 퇴적물들이 파랑과 함께 파식대의 표면을 연마하는 과정에서 주요한 역할을 담당하게 된다.

관찰지점 3: 방해석 맥, 연흔, 정단층, 역단층, 주향이동 단층

셰일층 사이로 방해석 맥이 흰색 띠를 이루며 끼어있는 것을 관찰할 수 있다. 주로 바닷물에서 탄산

Fig. 6. Convolute structure (A, C), stratification (B) and wave-cut platform (D) in Jeokbyeokgang area.

염 물질이 침전되어 채워져 있다가 이온 상태인 CaO 와 CO_2 가 물이 증발하면서 결합하여 생긴 방해석 맥이라고 할 수 있다. 묽은 염산에 반응하기 때문에 석영 맥과 쉽게 구별할 수 있다. 이외에 빈 공간을 유용광물이 채우는 경우 광맥이 될 수 있다.

바다 쪽으로 연흔이 관찰된다. 중생대 백악기에 형성되어 굳은 이암 내에 보존된 연흔을 관찰하고, 주변 모래사장에 형성된 현생 연흔과 비교하며 1억년의 시간 여행을 하는 것은 매우 흥미롭다.

단층구조는 습곡과 마찬가지로 심하게 변형작용을 받은 조산대 내에서 흔히 볼 수 있는데 이곳에서는 교과서에 나오는 정단층과 역단층, 주향이동단층을 모두 관찰할 수 있다. 여기서 정단층이란 장력에 의해 상반이 하강한 경우이고 역단층은 압축력이 작용하여 상반이 위로 올라간 경우이다. 또한 주향이동단층은 단층면의 주향 방향으로 변위가 일어난 경우인데 이곳의 주향이동단층은 좌수향 이동단층으로 확인되었다. 단층면에 대하여도 성층면과 같이 그 주향과 경사를 측정할 수 있다. 이곳에서 단층면의 주향과 경사를 측정하는 탐구 활동을 할 수 있고, 이런 여러 가지 단층이 생길 수 있는 지각변동의 상황을 유추해 보게 할 수 있다.

관찰지점 4: 해변 환경, 지류 흔적

파도가 밀려오고 쓸려 내려가면서 해변 모래 표층에 남기는 자국을 관찰할 수 있는데 파도가 밀려오면서 형성되는 자국을 스위시(*swash*), 밀려온 물이 중력 작용에 의해 경사진 직각방향으로 쓸려 내려가며 형성한 자국을 백워시(*backwash*)라 한다. 또한 해변 모래층 위에 한 방향으로 물이 계속 흐를 때 마치 하천모양으로 다양한 형태의 작은 규모의 제방이나 사주 등이 나무줄기 모양으로 나타나는데 이를 지류 흔적(*rill mark*)이라 한다. 이곳에서 해변 환경에 대한 탐구 활동이 가능하다.

관찰지점 5: 죽막리 역암(문조나이트 역)

이곳은 모래사장 해변을 지나서 관찰할 수 있는 지점으로 대단히 큰 자갈을 많이 포함하는 역암이 분포한다. 큰 자갈뿐만 아니라 다양한 크기의 역들이 함께 분포하고 있어 분급이 대단히 불량하다. 이를 통해 초기단계의 선상지 환경에서 퇴적되었음을 유추할 수 있다. 이 일대를 이루는 역은 여러 종의 암석이 있지만 대부분 문조나이트로 구성되어 있다. 여기서 문조나이트란 K-장석을 많이 포함하는 중성의 심성암을 의미한다. 진입로에 가까울수록 문조나이트

Fig. 7. Calcite vein (A) and ripple mark (B) in Jeokbyeokgang area.

Fig. 8. Normal-slip fault (A), reversed-slip fault (B), and strike-slip fault (C) in Jeokbyeokgang area.

Fig. 9. Beach (A) and rill mark (B) in Jeokbyeokgang area.

역이 많이 나온다.

관찰지점 6: 화강암

화강암은 죽막리의 북동쪽에 분포하며 유백색의 조립 및 중립질 암석으로 3 cm 크기의 장방형의 알칼리 장석과 석영을 반정으로 반상조직을 보인다. 사장석, 정장석, 미사장석, 페사이트(perthite), 석영, 흑운모가 주성분을 이루며, 각섬석, 저어콘, 스피넬(sphene), 불투명광물, 인회석 등의 부성분 광물로 구성되어 있다. 격포분지의 격포리층 최하부의 기반암인 화강암과 석영 몬조나이트는 K-Ar연대측정에 의하면 128.0

±3.0백만년을 하한선으로 중생대 백악기에 형성되었음을 보여 준다(KIER, 1981; Choi et al., 2001).

적응에 따른 학생 반응

아외지질학습장을 활용하여 학습한 학생들의 태도

전주시내 중학교 2학년에서 통제집단과 실험집단 각 1개 학급, 각 20명을 선정하여 3월에 사전 검사를 실시하였고, 5월에 사후 검사를 실시하였다. 검사지는 48문항으로 구성되어 있으며, 과학에 관한 인식의 Cronbach α 계수는 0.83이고, 과학에 대한 흥미의 Cronbach α 계수는 0.88이며, 과학적 태도의 Cronbach

Fig. 10. Jukmakri conglomerate (A) and monzonite gravel (B) in Jeokbyeokgang area.

Fig. 11. Granite in Jeokbyeokgang area.

α 계수는 0.92이다. 리커트(Likert) 5점 척도를 사용하여 ‘과학에 관한 인식’, ‘과학에 대한 흥미’, ‘과학적 태도’의 영역을 조사하였으며(Table 2), 평가지의 문항은 리커트 척도가 높을수록 긍정적으로 해석할 수 있도록 결과를 도출하였다. 리커트 척도 결과를 보면 3개의 평가 영역별로 통제집단과 실험집단 모두 전체적인 리커트 척도의 평균 점수가 전반적으로 향상된 결과를 보였으나 통제집단과 실험집단의 평가 영역별 리커트 척도 변화는 실험집단이 다소 높은 결과를 보였다.

과학과 관련된 정의적 영역에 해당하는 과학에 대한 인식, 과학에 대한 흥미, 과학적 태도를 분석한 결과 통제집단과 실험집단 모두 사전 검사에 비해 사후 검사에서 평균값이 향상된 결과를 보였다. 그러나 통제 집단에서의 변화는 유의미한 차이를 보이지 않았으나 실험집단에서는 과학에 대한 인식과 과학에 대한 흥미 영역에서 유의미한 차이($p < .05$)를 보였다. 이러한 결과는 야외지질 학습자료를 활용하여 야외지질학습을 반복 실시함으로써 과학에 대한 관심과 학습하고 싶은 동기를 유발시키는 긍정적인 영향을 주었다고 생각된다. 그러나 과학적 태도는 유의한 차이를 보이지 않았는데, 그 이유는 3개월간의 비교적 짧은 기간으로는 과학적 태도의 변화에는 부족하다고 판단되어서 좀 더 많은 기간 동안 지속적인 자극이 필요하다고 생각된다.

야외지질학습에 대한 학생들의 반응 분석

이번 2차에 걸쳐서 실험집단 40명이 참여한 야외지질학습에 대한 학생들의 반응 조사 결과는 Table 3과 같다.

1번 문항에서 ‘매우 그렇다’와 ‘그렇다’의 긍정적인 답변이 82.5%이고, 2번 문항에서 ‘매우 그렇다’와 ‘그렇다’의 긍정적인 답변이 87.5%이며, 3번 문항에서

Table 2. Result of the affective domain evaluation in science (N=40)

Subcategories	Groups	N	Before		After		p
			M	SD	M	SD	
Cognition about science	Control	20	3.35	.93	3.50	1.00	.627
	Experience	20	3.30	.73	3.80	.70	.033*
Interest about science	Control	20	3.20	.83	3.30	.80	.701
	Experience	20	3.05	.76	3.65	.67	.012*
Science attitudes	Control	20	3.25	.79	3.30	.80	.843
	Experience	20	3.20	.77	3.45	.69	.284

Table 3. The reaction of the students about the geological fieldwork (N=40)

Contents	Response (%)				
	Strong affirmation	affirmation	Just so	Refusal	Strong refusal
1. Did you receive help to improve the geologic fieldwork skill by the teaching materials for geological fieldwork?	30.0	52.5	17.5	0	0
2. Did you receive help to form the concept about the geologic structures by the geological fieldwork?	25.0	62.5	10.0	2.5	0
3. Did you receive help to improve the achievement by the teaching materials for geological fieldwork?	30.0	47.5	17.5	5.0	0

‘매우 그렇다’와 ‘그렇다’의 긍정적인 답변이 77.5%인 것은 2차에 걸쳐 실시된 야외지질학습 활동으로 학생들의 반응이 긍정적으로 변하였고, 과학적인 탐구 태도가 실험집단 학생들 사이에 많이 확산되었음을 알 수 있었다.

결론 및 제언

야외 현장학습의 필요성은 현장 교사들이 누구나 잘 알고 있지만 현실적으로 마땅한 현장학습장이 개발이 되어있지 않거나 잘 알지 못하고, 학생을 이동시키는 필요한 교통수단이나 지원의 문제가 따른다. 본 연구에서의 부안 적벽강 부근은 아름다운 환경과 더불어 지질단원의 효과적인 학습을 위한 야외지질 학습자료로서 퇴적암과 화성암, 변성암을 다양하게 관찰 할 수 있고, 다양한 지질구조를 살펴볼 수 있는 야외지질학습장이라 할 수 있다.

중학교 2학년 학생들을 대상으로 이곳에서 야외지질학습을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, ‘과학에 관한 인식’과 ‘과학에 대한 흥미’ 및 ‘과학적 태도’에 대하여 사전검사와 사후 검사를 실시하여 리커트 5점 척도로 분석을 하여 비교해 본 결과 통제 집단과 실험집단의 평가 영역별 리커트 척도 변화점수는 실험집단이 통제집단에 비하여 실험 처치 후 더 긍정적인 변화를 가지게 되었음을 알 수 있다. 이것으로 야외지질학습을 통한 관찰력의 배양은 자연에 대한 흥미와 호기심을 유발시킬 수 있고, 자연 사물에 대한 관심이 증대됨으로써 학생의 과학과 관련된 정의적 영역의 변화를 가져왔다고 볼 수 있다. 둘째, 야외지질학습에 대한 학생들의 반응을 조사한 결과 긍정적인 답변이 77.5%-87.5%였다. 이를 통해 2차에 걸쳐 실시된 야외지질학습 활동으로 학생들의 학습태도가 긍정적으로 변하였고, 과학적인 탐구 태도가

실험 집단 학생들 사이에 많이 확산되었음을 알 수 있다.

야외지질학습이 학습자의 과학과 관련된 정의적 영역인 과학에 관한 인식, 과학에 대한 흥미, 과학적 태도와 학업 성취도에 영향을 준다면, 과학지식을 강조하는 교실 수업보다는 긍정적인 과학관련 태도의 변화를 갖도록 하는 수업의 전개가 바람직하다고 생각된다. 따라서 과학관련 태도를 긍정적으로 향상시키는 데 도움이 되는 우리 고장 주변의 자연 생태 학습장 개발이 활발히 이루어 질 수 있도록 많은 지원과 홍보가 필요하며, 과학교과의 야외학습장이 지역의 특징을 살려 다양하게 개발되고 생물, 물리, 화학 교과와 통합적으로 이루어진다면 더욱 효과적인 과학 교육이 이루어질 것으로 기대된다.

참고문헌

- Cho, K.S., Ryang, W.H., Lee, B.J., Noh, B.S., and Park, E.S., 2002, The Earth is my friend. Korean Earth Science Society, Earth Science Series 14, Seoul, Korea, 63 p. (in Korean)
- Choi, S.W., Lee, Y.E., Park, K.H., and Lee, C.H., 2001, Occurrences and formation model of peperite in the Jugmagri Area, Byeonsan Peninsula, Korea. Journal of the Geological Society of Korea, 37, 297-308.
- Chun, S.S. and Kim, S.B., 1995, The Cretaceous Kyokpori Formation, SW Korea: Sublacustrine steep-sloped delta facies. Journal of Geological Society of Korea, 31, 215-236.
- Chun, S.S. and Lee, H.J., 1991, Basin analysis of the Crtaceous sediment basins : Depositional environments and depositional mechanisms of the Kyokpo Basin. Korea ocean research and development institute, BSPE 00233-348-5, 131 p.
- 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, 235-248.
- Kang, J.H., 2002, A development of field geology course in Mt. Songak area, Jeju Island by using field geology module. Graduate School of Education, Korea National University of Education, 142 p. (in Korean)
- KIER (Korea Institute of Energy and Resources), 1981, Report on stability of proposed site for a nuclear power plant (Buan Site), Korea Institute of Energy and Resources, Seoul.
- Kim, H.N., Chung, W.H., and Jeong, J.W., 1998, National assessment system development of science-related affective domain. Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 18, 357-370.(in Korean)
- Kim, S.B., 1993, Bouldery deposits in the lowermost part of Kyokpori formation, SW Korea: Suaqueous cohesionless debris flows and gravity falls on steep slope. Graduate School, Seoul National University, 120 p.(in Korean)
- Kim, S.B., 2000, Sedimentary processes and environments of the Kyokpori Formation (Cretaceous), SW Korea. Ph.D. Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea, 200 p.
- Kim, S.B., Chough, S.K., and Chun, S.S., 1999, Sedimentary facies and environments of the Cretaceous Kyokpori Formation, southwest Korea. KSRG Field Trip Guide Book, 71 p.
- Lee, C.J. and Cheong, S.W., 2005, Development of learning place for geologic field survey around the Duta Mountain, Chungbuk, Korea. Journal of Korean Earth Science Society, 26, 41-57. (in Korean)
- 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 Shiwha Lake in Kyounggido. Journal of Korean Earth Science Society, 26, 9-27. (in Korean)
- Ministry of Education, Science and Technology, 2011, Science curriculum. Notification No. 2011-361 of the Ministry of Education, Science and Technology, 2 p. (in Korean)
- Munn, B.J., Tracy, R.J., and Jenks, P.J., 1995, A collaborative approach to petrology field trips. Journal of Geoscience Education, 43, 381-384.
- 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.
- Orion, N. and Hofstein, A., 1994, Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. Journal of Research in Science Teaching, 40, 1097-1119.
- Park, J.H., Jeong, J.W., Cho, K.S., and Lee, B.J., 2000, Development of geological field courses and field activities for secondary school students. Journal of Korean Earth Science Society, 21, 13-21. (in Korean)
- Park, J.M., Cho, K.S., Ryang, W.H., and Kim, S.B., 2009, Development and application of teaching materials for geological fieldwork in the Area of Bongwhabong, Buan-gun, Jeonbuk, Korea. Journal of Korean Earth Science Society, 30, 883-896. (in Korean)
- Park, J.M., Ryang, W.H., and Cho, K.S., 2007, Development and application of teaching aids for geological fieldwork based on Chaeseokgang area, Buan-gun, Jeonbuk, Korea. Journal of Korean Earth Science Society, 28, 747-761. (in Korean)

2012년 11월 20일 접수
2012년 12월 13일 수정원고 접수
2012년 12월 18일 채택

<Appendix>

야외지질답사 탐구활동 보고서

일 시	20 년 월 일	장 소	
소 속		성 명

1-1. 사진 A와 같은 암석은 무엇인지 쓰고 어떻게 생성되는지 설명하시오.

1-2. 사진 B와 같은 지질구조를 주상절리라고 한다. 적벽강에서 주상절리를 보이는 암석이 무엇인지 쓰고 이러한 구조의 형성 원인을 설명하시오.

1-3. 적벽강 부근에는 그림 C, D와 같이 여러 형태의 단층을 관찰할 수 있다. 현장에서 직접 단층을 찾고 이를 간단히 스케치 한 후 단층의 종류를 구분해보고 그렇게 생각한 이유를 기술하시오.

이유:

이유:

1-4. 사암과 셰일이 호층구조를 이루고 있는 이유와 각 퇴적물의 두께가 다른 이유를 설명하시오.

1-5. 적벽강 부근에는 암석을 뚫고있는 맥(vein)을 관찰할 수 있다. 맥(vein)과 암맥(dyke)의 차이점이 무엇인지 생성 원인과 관련지어 설명하시오.

1-6. 이러한 특징들을 바탕으로 격포분지가 어떻게 형성되었을지 생각해 보자.