전북 부안군 봉화봉 일대의 야외지질 학습자료 개발 및 적용

박재문¹ · 양우현^{2,*} · 조규성² · 김승범³

¹전북과학고등학교, 507-910, 전북 익산시 금마면 용순리 210

²전북대학교 과학교육학부/과학교육연구소/융합과학연구소, 561-756, 전북 전주시 덕진구 덕진동 664-14

³한국석유공사 탐사사업처 국내팀, 431-711, 경기도 안양시 동안구 관양동 1588-14

Development and Application of Teaching Materials for Geological Fieldwork in the Area of Bongwhabong, Buan-gun, Jeonbuk, Korea

Jae-Moon Park¹, Woo-Hun Ryang^{2,*}, Kyu-Seong Cho², and Seung Bum Kim³

¹Chonbuk Science High School, Jeonbuk 570-910, Korea

²Division of Science Education/Institution of Science Education/Institution of Fusion Science,
Chonbuk National University, Jeonbuk 561-756, Korea

³Domestic Exploration Team, Korea National Oil Corporation, Gyeonggi 431-711, Korea

Abstract: This study is to develop teaching materials for geological fieldwork around Bongwhabong area in the national park of the Byeonsan Peninsula, Buan-gun, Jeonbuk. The developed materials are applied in the geological fieldwork of science high school students to maximize the effects of use. The sedimentary succession of the Bongwhabong area in the Cretaceous age, Mesozoic, represents large-scale and distinctive sedimentary structures on the sea cliffs, which are utilized as teaching materials for earth science fieldwork. The area of Bongwhabong also comprises various geological structures related to advanced learning programs as well as those within the curriculum of high school earth science. A five-step fieldwork model was applied to 15 students in clubs related to earth science in a science high school. This study used a qualitative methodology to analyze students' responses that were gathered about the process of fieldwork. During the activity, a qualitative analysis was carried out by using discussions and interviews both with the students and the teacher. Results indicated that the fieldwork activity using teaching materials was effective in helping the students improve their self-directed learning and practical understanding of earth science.

Keywords: teaching materials for geological fieldwork, Bongwhabong, Byeonsan Peninsula, sedimentary succession in the Cretaceous age

요 약: 이 연구는 전북 부안군 변산반도 국립공원 내 봉화봉 지역의 야외지질 학습 자료를 개발하려는 것이다. 또한 이를 과학고 학생들을 대상으로 교육적 효과를 최대화하려고 적용하였다. 봉화봉 지역의 중생대 백악기 퇴적층은 해안 절벽에 형성된 큰 규모의 뚜렷한 퇴적구조를 관찰할 수 있어 지구과학 교과 야외학습 자료를 개발할 만한 가치가 있다. 이 지역은 또한 중등교육 교과과정의 일반적 내용과 심화학습 프로그램과 관련된 다양한 지질구조를 관찰할 수 있다. 5 단계 야외학습 모델이 과학고등학교 지구과학 관련 동아리 학생 15명에게 적용되었다. 이 연구는 야외학습 과정에 따른 학생들의 반응을 질적 분석하였다. 활동 과정에서 질적 분석 연구는 학생과 교사와의 토론과 면접을 통해 수행되었다. 결과적으로 학습자료를 이용한 야외 탐사활동은 자기주도적 학습능력과 지구과학의 실제적인 학습이해를 증진시키는데 효과적이었다.

주요어: 야외지질 학습자료, 봉화봉, 변산반도, 백악기 퇴적층

*Corresponding author: ryang@jbnu.ac.kr

Tel: 82-63-270-2790

Fax: 82-63-270-2802

서 론

지구과학은 우리 생활의 터전인 지구와 지구를 둘러싸고 있는 우주에서 일어나는 여러 자연현상을 종합적으로 탐구하는 학문이다(조규성 외, 2002a). 그 중 지질학 분야의 야외학습은 교실에서 경험할 수 없는 큰 규모의 자연현상을 관찰하고 직접 경험할 수 있어 매우 유용하다(맹승호와 위수민, 2005). 제 7차 교육과정은 현장 체험 학습을 강조하여 학생들이 야외환경을 통하여 자연현상과 사물에 대한 흥미와 호기심을 가지고 과학의 지식 체계를 이해하여 탐구 방법을 습득하여 올바른 자연관을 갖는 것을 목표로 한다. 최근 야외학습장 연구는 야외학습의 중요성을 인식하여 야외학습장의 자료를 개발하고 학생들에게 적용한 다양한 사례가 있다(Orion, 1989, 1993; Orion and Hofstein, 1994; Munn et al., 1995; Lock, 1998; Huntoon et al., 2001; Kean and Enochs, 2001; 조규성 외, 2002a; 맹승호, 2004; 맹승호와 위수민, 2005; 이창진과 정상원, 2005; 지호선, 2004; 박재문 외, 2007).

야외학습은 학교 현장에서 동아리 중심으로 실시하는 사례가 늘어나고 있다(조규성 외, 2002; 박재문 외, 2007). 체험학습을 통한 야외학습활동을 활성화시키기 위해서는 국립공원과 같은 잘 알려진 장소에서 야외학습 자료를 개발하고 보급하여 현장에서 체험활동이나 동아리활동을 진행하는 것이 효과적이다(박재문 외, 2007). 이 연구의 야외학습장은 중생대 백악기 격포리층 봉화봉의 암반 조간대 지역이며, 격포분지의 남쪽에 위치한다. 이 학습장에서는 격포 분지의 다양한 퇴적구조 및 공룡발자국 화석을 관찰할 수 있으므로 교과 관련 내용을 이해하는데 도움이 된다. 한편 조립질 퇴적암의 퇴적학적 특징 중 일부는 중등교육 교과과정에 심화된 내용을 포함하고 있어, 이 부분은 과학고 학생들이나 일반고 학생들의 심화과정으로 적용할 수 있다.

교실에서 교과내용을 학습하는 것도 중요하지만 학습한 내용을 야외학습장에서 적용하여 분석하는 것이 매우 필요하다고 생각된다. 이 연구의 목표는 과학고 학생들이 야외활동을 통하여 야외학습장 내용을 얼마나 이해하였는지를 면담을 통하여 알아보는 것이다. 이를 위해 다음과 같은 주요 과제를 중심으로 연구를 진행하였다. 첫째, 연구지역에서 고등학생들이 학습할 수 있는 지구과학 교과과 내용은 무엇이 있는

가? 둘째, 연구지역에서 학생들이 야외지질학습 후 학습내용에 대한 이해도는 향상되었는가?

이 연구를 수행하기 위해, 학습자료의 개발은 격포 분지의 기존 연구 자료(Chun and Kim, 1995; Kim et al., 1999, 2003; Kim, 2000; 김정률, 2003; 지호선, 2004; 박재문 외, 2007)를 참조하여 교사가 재구성한 학습내용을 학생들에게 학습자료로 제공하였다. 또한 제공된 학습자료를 바탕으로 학생들이 스스로 탐구활동 목표와 탐구과정을 설계하도록 하였고, 교사는 그 과정을 점검하였다. 교사는 야외활동 과정에서 학생들에게 퇴적환경을 이해시켰고, 탐구활동일지에 특징적인 지질구조를 스케치하도록 하였다. 또한 교과 과정을 넘는 심화내용은 토의 과정을 통하여 이해할 수 있도록 하였다. 이러한 과정을 통한 학생들의 야외학습과 활동에 대해 개별 면담을 수행하고 탐구 활동지를 작성하였고, 이를 이용해 학생들이 야외지질 탐사 내용을 얼마나 이해하였으며, 학생들에게 얼마나 효과적인 활동이었는지를 분석하였다.

연구방법

연구대상자 선정 및 절차

연구 대상자 선정은 전라북도 소재 과학고 1학년 지구과학 관련 동아리 학생 15명을 야외활동 대상으로 선정하였다. 야외 활동은 2007년 10월에 1차로 실시하였으며 2008년 1월에 2차 탐사활동을 실시하였다. 연구 절차는 연구지역의 학습자료를 개발하여 동아리 학생들에게 적용하고 분석한 다음 과정과 같다(Fig. 1).

Fig. 1. The procedure of this research.

교육과정 분석

봉화봉 일대 조간대의 야외학습과 관련된 7차 교육과정의 중학교, 일반고등학교, 과학고등학교 교과서 내용을 분석하고, 이 조간대에서 교과와 관련이 있어 탐구학습을 실시할 수 있는 내용을 학습자료로 개발하였다.

학습자료 개발을 위한 문헌 연구

야외지질 학습자료를 개발하기 위해 연구지역의 지질학과 관련된 내용(Kim, 2000)과 야외학습을 위한 야외학습장 자료개발(박진홍 외, 2000; 강지현, 2002; 유재환, 2002; 지호선, 2004), 야외학습장 자료개발과 적용(Orion and Hofstein, 1994; Munn et al., 1995; Huntoon et al., 2001; 조규성 외, 2002b; 이창진과 정상원, 2005), 야외학습에 대한 모형 개발과 적용(Orion, 1989, 1993; 맹승호와 위수민, 2005; 박재문 외, 2007)의 사례를 조사하여 야외학습 개발에 필요한 연구절차와 연구방법 및 연구결과의 내용을 분석하였다.

야외지질 학습자료 개발

연구지역인 격포 봉화봉 일대 조간대에서 교육과정을 분석한 내용을 토대로 야외지질 학습자료로 가능한 학습 장소를 선정하였다. 본 연구에서는 채석강 일대의 야외학습장에서 적용한 모형(박재문 외, 2007)을 근간으로 하여 소집단 동아리 학생을 대상으로 학습자료를 개발하여 적용하였다(Fig. 2). 야외에서 암석과 지층 및 화석에 관련된 내용을 지구과학 교육과 박사와 과학교육석사 5명의 토의를 거쳐 학습자료를 검토하였다. 개발한 내용은 학습장에서 학생들이 관찰한 내용이나 측정된 결과를 기록할 수 있는 야외관찰 보고서를 만들어서 사용 하였다.

Fig. 2. 5-step teaching model of field class (modified after Park et al., 2007).

학습자료의 타당도 검증

본 연구 지역에서 학습자료를 개발하여 분석한 결과를 지질학 박사 1명, 과학교육박사 2명, 과학교육 석사 2명과 함께 토의 과정을 거쳐 교육과정내용과 심화내용이 학생들의 지도에 타당성이 있는지를 검증하였다.

현장 적용 및 질적 분석

본 연구에서는 교사가 안내해준 내용을 토대로 동아리 학생들이 활동목표를 설정하고 활동한 내용들을 기록하는 방법으로 야외학습을 진행한다. 안내단계에서는 교사가 야외학습장의 지질학적 학습내용을 안내하고 야외활동에서 활동할 내용과 필요한 학습자료를 점검한다. 탐구활동 목표설정단계에서는 교사가 안내해준 내용을 바탕으로 학습목표와 야외학습 활동할 내용을 스스로 설정하는 단계이다. 필요한 경우는 교사가 도움을 준다. 이 단계에서 서로의 의견을 제시하는 과정에서 탐구능력과 설계능력이 신장될 수 있도록 지도해야 한다. 개괄 탐구활동단계에서는 탐구활동 이전에 인접한 지역의 채석강과 적벽강을 탐사 활동한 후 봉화봉 일대에서 야외 탐사활동을 한다. 안내단계에서 제시한 내용을 이해하기 위해 전체적인 지질학적 내용을 파악한다. 탐구활동 과정에서는 탐구일지에 세부사항을 기록한다. 탐구활동 과정에서 탐구지역이 시간적 제한이 따르는 조간대 환경임을 고려하여 탐구활동 자료가 집중되어 있는 좁은 지역을 선택하였다. 또한 일부 심화내용의 경우 집중 탐구활동 단계에서 활동하기 위해 관련 자료를 수집한다. 집중 탐구활동단계에서는 구체적인 활동을 하는 단계이다. 관찰한 내용을 스케치하거나 특징적인 내용을 기록하고 해석하기 어려운 부분은 참고문헌 등을 이용하거나 지도교사의 도움을 받아 해결한다. 요약 및 발표단계에서는 동아리 활동시간에 활동내용을 요약 정리해서 소집단별 재량활동 시간에 활동내용을 발표한다.

야외활동에 적용하는 단계별 과정에서 활동 내용을 분석하고 토론 진행을 지도한다. 학습효과를 알아보기 위한 분석은 야외활동에 참여한 학생의 수가 적기 때문에 정량적 분석을 수행하기 어렵다. 대신 개별 심층 면담을 통한 다양한 의견과 야외 활동지를 통해 야외학습 모델의 단계별 활동에 대해 질적 분석을 한다.

퇴적층과 퇴적분지 개요

격포리층

중생대 백악기 격포리층은 육성기원 퇴적층이며, 격포분지는 소규모 퇴적분지로서 NE-SW 방향의 주향 이동 공주단층계의 남서쪽 끝에 위치하고 있다 (Fig. 3). 분지 기반암은 선캄브리아기 편마암과 백악기 몬조니암으로 구성되며, 격포리층은 화산쇄설물이 풍부한 역암, 사암, 이암 등을 포함한다. 격포리층은 13개의 퇴적상으로 구성된다(Kim et al., 2003). (1) 응회암층(퇴적상 T): 세립질 화산재가 대부분이고 색깔은 녹회색 또는 밝은 흰색이다. (2) 희미한 층리를 보이는 각력암층(퇴적상 Bb): 수 m 두께를 보이며 대부분 층리를 보이지 않는다. 입자는 조립질 모래와 거력의 혼합 쇄설물로 대부분 자갈 크기이며, 구형도는 아각형에서 각형을 이루고 있다. (3) 판상 역암-역질 사암층(퇴적상 Gt): 일반적으로 중간정도의 두께이나 약간 얇거나 두껍기도 하다. 층리는 측면으로 연장성이 좋거나 세로로 켜기모양을 하기도 한다. 입자는 대부분 거력 크기이고, 일부는 다양한 크기의 혼합물로 구성된다. (4) 렌즈상 역암-역질 사암층(퇴적상 GI): 너비는 수십 cm에서 수 m로 변화하며, 높이는 수십 cm에서 수 m이다. 입자의 구형도는 아각형이 우세하다. (5) 판형, 렌즈상 및 포켓형 역암층(퇴적상 Gs): 두께는 상대적으로 두껍고 자갈이 풍부한 층과 모래가 풍부한 층이 교호한다. 역 입자는 층리에 수평으로 쌓였다. (6) 층상 역암/사암 호층(퇴적상 GSb): 입자의 크기와 양이 갑자기 감소하고 역암 층리 위로 돌출하는 역들이 흔히 나타난다. (7) 정점이 층리 역암/사암 호층(퇴적상 GSg): 하부의 정점이 층리를 보이는 또는 점이층리를 보이지 않는 역암층으로부터 상부의 정점이 층리를 보이는 사암층으로 점진적인 변화가 있다. (8) 중간-두꺼운 사암층(퇴적상 Sb): 5 m 이상의 두께로 나타나며, 구조를 보이지 않거나, 정점이, 역점이 엷층리 또는 층리를 보인다. (9) 엷리 또는 박층 사암층(퇴적상 SI): 세립질에서 조립질 사암 입자크기의 분급이 양호하며, 흔히 층에 비해 크기가 큰 역 또는 거력을 포함한다. (10) 두꺼운 층리와 점이층리를 보이는 사암/이암 호층(퇴적상 GMg): 사암층으로부터 이암층으로 전반적인 정점이 분포를 보인다. (11) 엷층-박층의 사암/이암 호층(퇴적상 SMI): 정점이층리 또는 점이층리를 보이지 않는 하부 사암층과 상부 세립질 엷층리 이암이 두

Fig. 3. Geological map of the Kyokpori Bongwhabong area (Kim et al., 2003). Parallel-hatching patches show the Kyokpori Formation in the Kyokpo Basin. Inset represents distribution of Cretaceous sedimentary sequences and fault systems in the Korean Peninsula, and an arrow marks the location of the Kyokpo Basin. The numerals in a circle indicate the location of observation sites in the study area.

러한 경계를 보이며 호층을 이룬다. (12) 균질한 이암층(퇴적상 Mh): 구조가 없으며, 암회색에서 검정색이며, 식물 파편과 흔적 화석을 포함한다. (13) 엷층리 이암(퇴적상 MI): 명회색-암회색을 보이며, 연흔구조가 있고 식물 파편을 포함한다.

퇴적상 Bb와 Gt는 무점착성 암편류, 퇴적상 Gs는 암편사태, 퇴적상 GSb와 GSg는 하부 암편류/견인밀층과 상부 난류로 구성된 이중 수류, 퇴적상 Sb와 SI는 고농도 저탁류, 퇴적상 SMI과 SMg는 저농도 저탁류에 의해서 퇴적된 것으로 해석된다. 퇴적상 GI는 대규모 홍수 퇴적물로 해석되며, 세립질 퇴적상 MI과 Mh는 부유퇴적이나 세립질 저탁류에 의해 퇴적된 것으로 해석되며, 응회암 퇴적상 T는 배후지의 간헐적 화산활동을 지시한다(Kim et al., 2003). 13개의 퇴적상은 8개의 퇴적환경으로 구성된다(Kim et al., 2003): (I) 수중사면(subaqueous talus); (II) 삼각주 평원(delta plain); (III) 대규모 급경사 삼각주사면(steep-gradient delta); (IV) 삼각주사면 기저와 전삼각주(base of delta slope to prodelta); (V) 소규모 길버트

Fig. 4. Basin-filling model for the development of sedimentary facies, distribution of facies association, and stratigraphic architecture of the Kyokpori Formation (Kim et al., 2003). 1. Goonghang volcanoclastic delta system; 2. Bonghwabong gravelly delta system; 2-1. delta plain (FA II); 2-2. delta slope (FA III); 2-3. prodelta (FA IV); 2-4. nested Gilbert-type delta (FA V); 3. south Jukmak sandy subaqueous fan system (FA VII); 4. north Jukmak subaqueous breccia talus system (FA I); 5. basin plain (FA VIII); 6. Dakibong delta-lobe assemblage (FA VI); 7. Jokbyukgang delta-lobe assemblage (FA VI). QM, quartz monzonite; VC, volcanic complex. Light-shaded arrows denote the strike-slip direction of the bounding faults and solid arrows the dip-slip direction. Size of the arrows represents the relative magnitude of displacement of the faults (Kim et al., 2003). In the stage A, a solid rectangle shows a filling stage of this study area, accumulating largely coarse-grained and partly fine-grained sediments in a relatively gentle slope near the hangingwall in south upland rather than that of the footwall in north.

형 삼각주(small-scale nested Gilbert-type delta); (VI) 소규모 삼각주 로브(small-scale delta-lobe); (VII) 수중 선상지(subaqueous fan); (VIII) 분지평원(basin plain).

연구지역인 격포리층 하부인 봉화봉 해안은 역암과 역질 사암이 우세하다. 하부층은 점이층리 또는 층상을 보이며 10 m 이내에서 퇴적상이 흔히 변한다. 분지평원과 소규모 길버트형 삼각주, 삼각주사면 기저와 전삼각주를 관찰하고 야외활동을 할 수 있는 곳이다. 봉화봉 일대의 층서는 하부로부터 삼각주사면 기저와 전삼각주, 대규모 급경사 삼각주사면, 삼각주평원, 소규모 길버트형 삼각주, 삼각주사면 기저와 전삼각주, 분지평원, 삼각주사면 기저와 전삼각주, 분지평원, 소규모 삼각주 로브, 분지평원의 퇴적환경이 반복해서 나타난다(Kim et al., 2003).

격포분지 진화 모델

격포분지 진화와 봉화봉 일대의 퇴적환경 변화를

설명하는 3단계 모델은 다음과 같다(Kim et al., 2003; Fig. 4). 첫째 단계에서는 봉화봉 일대 분지 기반암 위로 각형/아각형 조립질 퇴적물이 북쪽 호수 환경으로 전진 퇴적하며 두껍게 쌓였다(A in Fig. 4). 둘째 단계에서는 봉화봉 지역에서 호수가 발달하며 수중의 큰 규모의 삼각주 퇴적계 상류 방향에서 작은 규모의 길버트형 삼각주가 형성되었다(B in Fig. 4). 셋째 단계에서는 하부 퇴적계의 최상부를 구성하는 사질 암회색 셰일층을 덮는 삼각주 로브 퇴적층이 형성되었다(C in Fig. 4). 본 연구지역은 Fig. 4의 사각형으로 표시된 퇴적환경에 주로 해당한다.

야외지질 학습장 안내 및 적용

탐구활동 지역인 봉화봉 지역의 암반 조간대는 변산반도 국립공원 내 격포항 남쪽 방파제 근처에 위치한다. 야외탐사 활동순서는 학습장으로 진입 조건을 고려하면 지질도(Fig. 3)의 번호순서대로 탐사활동

을 진행한다. 이 지역은 수십 m 높이의 해안 절벽으로 노출된 퇴적층이 봉화봉 해안선을 따라 잘 발달해 있다. 암반 조건대는 암회색 셰일, 사질셰일, 역암층으로 구성된다. 이 지역 퇴적층의 특징은 격포 분지의 퇴적환경과 퇴적분지 형성과정을 이해하는데 중요하다. 이 학습장에서 중·고등학교 교과 내용의 지질 단원 중 지구의 역사, 암석과 퇴적구조 및 화석관찰 등의 체험학습을 할 수 있다.

이 학습장에서 야외학습을 통해 퇴적암의 특징과 역을 구성하는 기반암 암석의 종류를 조사하고, 지층의 구조를 통한 생성과정을 유추함으로써 격포 분지의 퇴적환경을 이해할 수 있다. 또한 공룡 발자국 화석을 관찰하고, 이와 관련된 다양한 탐구활동을 수행하여 중생대 지층의 특성을 이해할 수 있다. 봉화봉 조건대에서 학습 자료를 개발하여 지구과학 수업에 활용하기 위해 제 7차 교육과정을 분석하였다. 중·고등학교 교육과정에서는 지각의 물질, 지구의 역사와 지각변동작용, 지질조사와 우리나라의 지질에 관련된 것이다(Table 1). 이 학습장의 관찰내용 중 일부는 중·고등학교 교육과정에 포함된 일반적 내용인 반면, 일부는 심화내용을 포함하는 곳이 있으므로 과학고 학생이나 일반고 상위 학생들의 심화자료로 활용하면 유용할 것이다.

관찰지점 1: 길버트형 삼각주(35°37'12.1"N, 126°28'05.2"E)

학습장 내용: 길버트형 삼각주는 표면층(topset), 전면층(foreset), 기저층(bottomset)의 세 부분이 특징적으로 잘 나타나는 삼각주이다(Fig. 5). 표면층의 특징은 역암과 역질 사암이 하도구조를 이루며 역암이 작은 언덕을 형성하며 폭넓게 분포한다. 전면층의 층

리는 10-30°의 경사를 이루고 있으며, 길이는 2-6 m 정도이다(Fig. 5). 암상은 역암이 우세하며, 판상과 렌즈형의 역암층, 분급된 역암/사암의 교호층 사이에 사암과 이암이 채워져 있다. 기저층의 층서는 분급되거나 역질/사암 호층을 이루며 사암과 이암이 협재되어 있다(Fig. 5). 이 지점에서 큰 규모의 길버트형 삼각주는 개별 층의 두께가 50-60 cm인 여러 개 지층으로 중첩되어 삼각주의 높이가 5 m 이상이고 길이는 25 m 이상으로 나타난다.

탐구활동과 지도내용: 이 관찰 지점의 주제인 길버트형 삼각주는 교과내용에 포함되지 않기 때문에 교과내용인 사층리 개념을 이해시킨 후 길버트형 삼각주 개념을 이해하도록 지도해야 한다. 이 삼각주의 형태가 호수면 아래에서 퇴적물이 퇴적 당시의 사층리와 경사방향을 유지하고 있다는 점을 이해시켜야 한다. 사층리는 중립과 조립의 사질 퇴적물과 역암층에서 주로 형성되는데, 관찰 지점의 길버트형 삼각주의 사층리에서는 역을 많이 포함한다. 전면층은 점이층리를 보이며, 각각의 전면층 하부에 조립의 역들이 밀집되어 있다.

길버트형 삼각주에서 사층리 경계면의 경사방향은 사층의 경사방향과 관련하여 중요한 정보를 제공한다. 이 지점에서 길버트형 삼각주의 형성과정을 이해하면 형성 당시 수류의 흐름 방향을 추정하는 학습활동을 수행할 수 있다. 연구지역의 삼각주 퇴적물의 방향은 크게 세 방향으로 나눌 수 있는데, 크게 북쪽, 남동쪽, 북동쪽 방향으로 퇴적물의 흐름이 있었다(Kim et al., 2003). 이와 관련하여 퇴적층이 어느 쪽에서 어느 쪽 방향으로 성장하였는지를 학생들이 탐구활동을 통하여 알아낼 수 있도록 지도한다. 또한

Table 1. Curriculum related to geological fieldwork, Kyokpori Bongwhabong area (Ministry of education and human resources development, 2001)

Curriculum (School year)	Unit	Learning contents	Reference
Science (7)	Material of the crust	Mineral and rocks	
Science (8)	History of the earth and diastrophism	Geological stratum and fossils	
Science (10)	Earth	Subtle motion of the earth	
Earth science (11)	Only earth	Diastrophism	
Earth science (12)	Material of the crust and diastrophism Geological survey and geology of the Korea	Mineral and rocks Geologic age	
Advanced Earth Science	Structural material of the crust	Mineral and rocks	For the use of science high school students
	Change of the earth surface	Topographic change Geologic age	
	History of the earth	Geology of the Korea	

그 탐구결과를 학생들이 발표하도록 한다. 지도교사는 관찰지점에서 길버트형 삼각주가 형성되었고 전면층이 전진 퇴적되면서 사층리가 형성되었음을 설명해 주어야 한다. 이 지층은 지각 변동을 받아서 경사져 있는 것이 아니라 퇴적 당시의 호수 환경에서 형성된 퇴적층이며 하천에서 볼 수 있는 사층리와도 다르다는 것을 지도해야 한다. 또한 당시 격포 분지의 호수면이 안정적이고 충분히 깊은 경우, 육상에서 호수로 퇴적물이 계속 운반되어 채워지면서 길버트형 삼각주가 호수 방향으로 전진 퇴적하면서 형성될 수 있음을 설명해 준다. 길버트형 삼각주가 다수 나타나는 것으로 보아 퇴적물이 여러 차례 전진 퇴적되었음을 설명해 준다.

관찰지점 2: 공룡발자국(35°37'12.2"N, 126°28'03.3"E)

학습장 내용: 관찰지점은 해식대지에 암회색 세일층에서 공룡 발자국 화석이 발견된다(김정률, 2003; Fig. 6). 암회색 세일층 위에는 사질 세일과 역암층이 존재한다. 관찰지점 2 지층준에서 수 십 개의 용각류로 추정되는 공룡발자국 화석이 발견된다. 제 1지층 준에서는 공룡발자국임을 인지할 수 있지만 뚜렷한 보행렬은 나타나지 않는다. 제 2지층준의 제 1보행렬에서는 6개의 발자국형태가 원형 또는 타원형이고 발가락 자국은 구별 할 수 없다. 그러나 제 2지층준에서는 가장 많은 발자국이 남아있어 보행렬을 연구하기에 적당한 지층준이고 탄화된 식물 화석도 발견된다(김정률, 2003; 김정수 외, 2006).

탐구활동과 지도내용: 이 관찰지점에서는 보행렬을 관찰하여 앞발자국과 뒷발자국을 구별하게 한다. 발자국 형태가 정확하지 않은 것으로 보아 물을 많이 포함한 점토 위를 보행한 것으로 추정이 되지만 발자국 형태로 보아 어떤 종류의 공룡인지를 조사하게 지도한다. 발자국의 족장과 족폭, 보폭 및 보행 폭을 측정하여 공룡의 골반까지의 높이와 보행 속도를 계산하여 볼 수 있고 공룡의 크기를 짐작할 수 있다. 이러한 과정을 갯벌에서 학생이 보행 실험으로 재현하여 볼 수 있다. 발자국 깊이, 점토의 수분 함량에 따라 발자국 모양을 비교하여 보면 발자국 생성당시 토양환경을 예측할 수 있다. 또한 현장에서 석고를 이용하여 캐스트를 만들어 학교 실험실에서 다양한 추론이 가능하다.

관찰지점 3: 깎고 메우기(35°37'11.5"N, 126°28'05.5"E)

학습장 내용: 하부에 암회색 세일층이 있고, 이 층과 불규칙하지만 뚜렷한 경계로 상부에 역질 사암과 역암층이 존재한다. 형성 당시 비교적 부드러운 호수 진흙 퇴적층을 홍수와 같은 모래와 자갈을 포함한 급격한 흐름의 유수에 의해 세립질 퇴적층이 깎인 후 조립질 퇴적물이 채워진 것으로 해석된다. 이러한 깎고 메운 퇴적층의 형태가 현재와 같은 암회색 세일층 상부 또는 사이로 역질 사암과 역암이 세일층을 덮고 메운 형태를 나타낸다(Fig. 7). 메운 역암층의 특징은 분급이 매우 불량한 것으로 보아 급격한 흐름으로 채워진 것으로 판단할 수 있다.

탐구활동과 지도내용: 이 학습장에서는 하부 퇴적된 암회색 진흙층을 깎으면서 소규모의 역암 하도가 형성되는 과정과 그 상부로 역암층이 덮는 퇴적과정을 이해하여야 한다. 당시 암회색 진흙층을 깎기 위해서 퇴적물을 포함한 유수 흐름의 세기가 어떠했는지, 당시 진흙층의 고화 정도는 어느 정도였는지를 판단하도록 한다. 깎고 메운 지층에서 하부의 세일층과 상부의 역암층은 깎임과 동시에 쌓였는지, 오랜 시간을 두고 쌓였는지를 지도해야 한다. 30여 m 떨어진 해안 절벽에도 큰 규모의 하도구조 단면을 관찰할 수 있는데, 일반적인 현생 하도의 3차원적 형상과 고생 퇴적층 내에 보존되어 2차원 단면으로 관찰되는 하도의 형태를 공간적으로 설명할 필요가 있다.

관찰지점 4: 호층구조와 퇴적암 종류(35°37'10.4"N, 126°28'05.2"E)

학습장 내용: 길버트형 삼각주가 나타나는 지역에서 남쪽으로 약 100 m 정도 떨어진 해안절벽에서 사암층과 역암층이 반복하여 나타나는 호층을 관찰할 수 있다. 역의 크기는 수 cm에서 수십 cm로 다양하게 나타난다. 원마도는 불량하며 수평방향으로 입자들이 퇴적되어 있다. 이 지점에서는 세일과 사암 및 역암이 나타난다. 역암을 이루는 역의 성분은 두가지로 기반암인 몬조니암과 화산암으로 단순하게 구성되어 있으며, 역의 원마도는 대체로 불량하다. 이를 근거해 이 퇴적물의 공급지인 배후지가 가깝고 상대적으로 좁았음을 추론할 수 있고, 화산암 역의 존재는 주변에서 화산활동이 있었음을 알려 준다.

Fig. 5. Photograph of small-scale Gilbert-type delta showing tripartite geometry of topset, foreset, and bottomset strata. Scale for a person.

Fig. 6. (a) Measurement of the dinosaur pace. (b) Line drawing of the dinosaur tracks.

탐구활동과 지도내용: 이 관찰지점에서는 비교적 연장성이 좋은 층리 구조를 보여주고 있다. 이 지점에서 관찰 할 수 있는 퇴적암 내 역의 성분과 원마도 등의 특징을 말하도록 한다. 연장성이 좋은 퇴적층의 특징과 퇴적구조를 자세히 관찰하여 어떤 퇴적환경에서 형성되었는지를 알아내도록 하고 역의 종류가 다양하지 않는 이유가 무엇인지 학생들이 판단할 수

Fig. 7. Photograph of cut and fill structure. White line indicates cut and fill boundary. Scale for two persons.

Fig. 8. (a) Photograph of alternated strata. Scale for a person. (b) Detailed photographs in the boxed area of Fig. 8. (a). Alternated beds of shale, sandstone, and conglomerate.

있도록 지도한다.

관찰지점 5: 응회암 관찰(35°36'9.1"N, 126°28'32.0"E)

학습장 내용: 관찰지점은 응회암이 넓은 면적에 수 m의 두께로 쌓여 있다. 육안으로 관찰되는 입자의 크기는 매우 작으며 일부는 수 mm의 파편을 포함한다. 밀도는 작아 가볍고 색은 전체적으로 회색을 띤다.

Table 2. Major element composition of the tuff (in wt %)

Sample	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	LOI	Total
Tuff	11.02	0.20	0.56	3.26	0.26	0.54	3.66	0.02	78.74	0.12	0.93	99.80

(Unit: wt. %, Fe₂O₃: Total Fe, LOI: loss on ignition)**Table 3.** K-Ar whole-rock ages of the tuff

	K (wt. %)	delta K	⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ ccSTP/g)	UNCERTAINTY	³⁶ Ar (10 ⁻¹⁰ ccSTP/g)	UNCERTAINTY	Age (Ma)	delta T	Air (%)
Tuff	2.735	0.0547	806.11	0.68	18.98	0.04	74.37	1.46	6.50

이 지역 응회암은 학생들이 직접 시료를 채취하였고, 주성분 원소 화학분석과 절대연대측정 결과를 얻었다. 화학분석은 X-선 형광분석법(PHILIPS PW2004)을 이용하여 주성분 원소를 분석하였고(Table 2), 시료분석은 교사의 지도 아래 학생들이 시료의 전처리를 한 후 한국기초과학지원연구원에 의뢰하였다. 연대측정은 전처리 후 한국기초과학지원연구원에 의뢰하여 K-Ar 전압 절대연대측정(Static Vacuum Mass Spectrometer: VG5400 Micromass)을 실시하였다(Table 3).

탐구활동과 지도내용: 응회암이 넓게 분포하고 있다는 것은 분지 형성 당시 화산활동이 주변에서 활발했었다는 증거이다. 화산암의 분포와 두께를 통하여 인근 지역에서 얼마나 큰 규모의 화산활동이 있었는가를 판단하도록 지도한다. 또 시료의 화학분석과 절대연대분석을 통하여 응회암의 암석학적 특성과 생성 시기를 알도록 지도한다.

이 내용은 일반 학생들의 경우, 탐구활동 과정에서 화학분석 및 절대연대 측정에 관련된 활동을 진행하기 어렵기 때문에 화학분석과 절대연대 측정방법의 원리와 실험 결과의 의미에 대해 설명해 주는 방법으로 야외활동을 진행한다. 이 내용은 지구과학 단원의 암석과 광물, 암석의 절대연령, 우리나라의 지질 단원을 이해하는데 도움이 되므로 교사는 자세하게 설명해 주어야 한다.

적용에 따른 연구 결과

본 연구는 변산반도 국립공원 내 봉화봉 일대에서 야외지질 학습 자료를 개발하여 소집단 동아리 학생들에게 적용하였다. 7차 교육과정에서는 현장체험학습을 강조하고 있다. 지구과학 I, II 교과에서 암석의

종류, 암석을 구성하는 광물, 주향·경사측정, 지질도 해석 내용이 야외학습에 도움을 준다. 야외 학습이 정규교육 과정에 완전히 편성되지 못하고 주로 동아리 활동이나 과학행사가 있을 때 이루어지는 경우가 대부분이다. 기존 연구 사례 중에서 Orion(1989, 1993)은 교과 중심의 야외학습 내용을 설정하고 지질 학습 프로그램을 개발하여 교과서의 지질현상을 주로 강조하였다. 이 연구지역의 학습내용 중 일부는 고등학교 교과내용에서 일부 심화과정을 포함하고 있어 학생 스스로 해결하기 어려운 내용이 있다. 이러한 내용은 교사가 자세히 내용을 안내하여 학생들의 심화과정의 탐구활동에 도움을 주었다. 학생들의 문제 접근은 교과내용과 관련짓게 하고 심화내용은 교사의 안내에 따라 활동하도록 하였다. 지도교사는 야외학습 모형 단계별로 면담과 지도를 통해서 학생들의 탐구 설계 능력과 탐구 능력의 신장에 도움을 주었다. 야외활동 모형의 단계별 적용 사례에 대한 질적 분석 결과는 다음과 같다.

안내 단계

학생들이 교과내용으로 암석과 광물 및 지질구조에 대하여 학습했지만, 실제 야외활동을 한 경험이 거의 없기 때문에 탐사활동이 수행되는 격포리층과 격포 분지에 대하여 전반적인 이해가 필요한 단계이다. 교사가 전체적인 안내과정을 통하여 분지형성과 진화과정 및 퇴적암의 층서, 퇴적암 분포를 이해할 수 있도록 하였다. 이 단계는 학생들이 야외에서 어떤 활동을 할 것인가에 대한 전체적인 방향을 제시해 주었다. 교과 내용이 심화된 일부 내용은 학생들이 쉽게 이해하지 못한 경우도 있었다. 야외학습을 진행할 때 학생들에게 야외활동 절차를 인식시켰다는데 중요한 의미가 있었다.

“야외활동은 어느 날 몇 시에 어느 장소로 야외 활

동이 있으니 야외활동 차림으로 메모장과 펜 그리고 사진기 등을 준비해서 야외활동을 할 것으로 생각하였는데 탐사활동이 이루어질 장소의 지질학적 배경을 안내해주니 야외활동은 이렇게 한다는 것을 알게 되었네요.”(학생 K와의 면담 중에서)

“야외활동 장소가 국립공원인 변산반도이어서 흥미가 있을 것 같고 활동장소의 특징적인 것을 잘 이해해서 변산반도에 갈 기회가 있으면 다른 사람들에게 설명해주고 싶습니다.”(학생 C와의 면담 중에서)

“선생님께서 설명하신 내용 중에서 분지는 대구, 남원처럼 지형이 움푹 파진 지형으로만 알았는데 지형적 분지와 지질학적 분지의 차이점을 알게 되어 지질학 분야의 이해에 도움이 되었습니다.”(학생 D와의 면담 중에서)

“야외활동 장소를 왜 격포항 주변으로 정했는지를 알겠네요. 처음 탐사활동 장소를 격포라고 말씀하실 때 국립공원이라 관광하기 좋은 곳이라고만 생각했는데 해안이라 해수에 의한 침식작용으로 지층의 층서를 뚜렷하게 볼 수 있는 장소이기 때문이었군요! 미륵산 사계동행 산행을 할 때 화강암의 일부분 노두에 나타나고 토양으로 덮여 있어 내부가 어떻게 되었는지 알 수 없었던 경험이 있어서요.”(학생 F와 면담 중에서)

탐구활동 목표 설정 단계

교사가 안내한 내용을 토대로 학생들은 탐사지역의 지질학적 내용을 파악하고 앞으로 탐구해야 할 내용을 설정하였다. 예를 들면 격포 봉화봉 일대의 지질구조, 지질층서, 화석, 역의 특징을 설명한 내용을 기초로 학생들이 탐구해야 할 내용을 스스로 설계하였다. 설계과정에서 교과내용에 포함되지 않은 내용은 참고문헌을 조사하거나 교사의 도움을 얻어 해결하도록 하였다. 그럼에도 불구하고 이러한 지질학적 내용들이 각기 다른 특징을 보이는 다양한 양상으로 나타나므로 현장에서 학생들이 관찰하고 해석하는데 어려움이 있다. 기본적인 야외활동인 주향, 경사의 측정과 방위 결정 등의 내용은 실험실에서 먼저 실습하였다.

“이 연구지역에서 발견되는 공룡 발자국의 크기로 보아 어떤 공룡이 활동하였을까? 그리고 이동속도는 어떻게 측정할 수 있을까?”(교사의 질문 내용)

“공룡 발자국 화석이 있는 곳에서 발자국의 족폭과 보폭을 측정하면 공룡의 크기와 종류를 알아낼 수

있겠네요!”(교사의 질의에 C학생의 답변 중에서)

“길버트형 삼각주 자료에서 우리가 탐구해야 할 것은 사진에서 나타난 것처럼 경사가 어느 정도 있는 것으로 보아 탐사지역에 가면 쉽게 찾을 수 있을 것 같아요. 이 지점에서는 경사진 각도는 얼마이고, 암석의 종류는 무엇으로 구성되어 있는가를 조사하면 될 것 같고 주향과 경사를 측정할 수 있을 것 같아요.”(교사의 질의에 E학생의 답변 중에서)

“선생님께서 안내해주신 깎고 메운 사진에서 하층은 입자가 작은 이암 정도인 것 같이 보이고 상층은 확실치 역암층인 것 같은데 사진으로만 보면 보통 층리와 차이가 없어 보이는데 어떤 내용으로 탐구 설계 할지 어려움이 있고 어려운 내용이어서 잘 할 수 있을지 걱정이 따르네요.”(학생 D와 면담 중에서)

개괄 탐구 단계(1차 탐사활동)

이 단계는 1차 탐사활동 단계에 해당된다. 관찰 내용이 비교적 해석이 어려운 심화내용이므로 학생들은 교사가 안내해준 설명과 참고문헌 등을 이용하여 스스로 해결하도록 하였다. 이 단계는 본 논문의 관찰 지점을 포함하여 채석강과 적벽강 지역의 주요관찰 지점을 탐사하였다. 이러한 개괄적 탐사활동이 격포리층과 격포 분지의 형성과정을 이해하는데 도움을 주었다. 학생들이 봉화봉 지역은 채석강 지역보다 지질구조나 지질학적 현상이 심화된 부분이 많아 이해하는데 어려움이 있었다. 교사는 가능한 답을 주지 않으려고 노력하였고 학생 스스로 탐사활동을 하도록 유도하였다. 관찰내용을 탐구 활동지를 이용하여 기록한 다음 집중 탐구 단계의 자료로 활용할 수 있도록 하였다.

“선생님께서 안내과정에서 길버트형 삼각주를 안내해 주셨는데 이 지역에서 해안절벽에 두드러지게 나타나 쉽게 찾아볼 수 있고 지층이 많이 경사져 있는 것으로 보아 지층이 경사가 있는 곳에서 쏟아져 내려온 것 같은데, 이것이 일반 사층리와 구별되는 차이점과 연결되는 상하 퇴적층 역암이 수평으로 놓여 있는 이유를 설명하기 어렵네요.”(학생 G와 면담 중에서)

“야외탐사활동 이전에 자료를 수집하고 선행 연구조사를 하여 탐사활동 장소에 대하여 이 지역의 특징을 알고 탐사활동 하니 분지 지형이라는 것을 알았지 그렇지 않으면 분지인지 알기 어렵겠네요.”(학생 B와의 면담 중에서)

교육과정은 화석에 대한 일반적 개념을 설명하는 내용만을 다루고 있다. 실제 야외 활동에서 학생들이 어떻게 화석에 접근할 것인지에 대해서 교사의 지도가 필요하다.

“이곳의 공룡 발자국 화석은 길이가 대부분 30 cm 이상이 되는 것으로 보아 몸집이 큰 초식 공룡인 것으로 보입니다. 탐사활동 이전에 어떤 공룡이 있었으며, 특징은 무엇이고 생활상은 어떠했는가를 미리 학습했으면 이곳의 탐사활동에서 많은 내용을 습득했을 것 같은데 아쉬움이 있네요.”(학생 G와 면담 중에서)

학생들이 격포리층과 격포분지 내용을 전체적으로 이해하기 위해서는 교사의 지도가 필요하였다.

집중 탐구 단계(2차 탐사활동)

이 단계는 2차 탐구활동 단계로 1차 활동의 개괄적 탐구활동이 보다 더 구체적인 탐구활동으로 이루어진다. 1차 탐구과정에서 개괄적으로 활동한 내용을 구체적으로 탐구하였다. 구체적으로 관찰한 내용을 스케치하고 활동지에 기록하였으며 지질학과 퇴적학적 내용을 문답하거나 토의하는 과정으로 진행하였다.

“길버트형 삼각주에서 주향 경사와 암상을 조사하고자 하였습니다. 주향과 경사는 측정하기가 곤란하나 암상은 파악하였습니다. 표면층, 전면층, 기저층을 구별할 수 있었고 각각의 암석의 종류를 알 수 있으나 야외현장에서 일반 사층리와는 어떤 차이가 있는지를 구별하기 힘들 것 같네요.”(학생 A와의 면담 중에서)

탐사활동 내용에서 학생들이 추측에 의해 결과를 얻는 과정을 지양하고, 학생들이 직접 관찰과 측정값에 의한 결과를 얻을 수 있는 활동을 개발하고 지향하는 것이 중요하다.

“공룡 발자국 화석이 있는 곳에서 발자국의 형태로 보아 초식동물인 것 같고 발자국 모양에 따라 보행 방향을 알아내고, 발자국 크기와 보폭에 따라 몇 번을 보행했는지를 알아내기 위해 자세히 스케치 하였습니다.”(학생 C와의 질문 중에서)

탐사활동 과정에서 석고를 이용하여 발자국의 캐스트를 만들어 실험실에 가져가 탐사활동을 하지 않은 학생들이 참고가 될 수 있도록 하였다.

요약 및 발표 단계

이 단계에서는 1차 탐사 활동한 내용과 2차 탐사 활동한 내용들의 자료를 모아서 동아리반 활동시간에 정리하였고 소그룹별 활동인 재량활동시간에 정리한

Fig. 9. Indoor class of presentation on the fieldwork.

내용을 발표하였다. 탐사지역의 내용이 포함된 일반적 내용인 반면, 일부는 심화내용을 포함하는 곳이 있으므로 새로운 퇴적구조와 현상에 대한 이해를 하는데 도움이 되었다는 학생들이 많았다.

“1차 탐사활동에서는 길버트형 삼각주 구조와 일반적인 사층리 퇴적구조와의 차이점에 대하여 잘 이해가 안 되었는데, 2차 탐사에서 주변 지층과의 관계를 살펴보고 주향과 경사측정에서 층리면을 정하기 어려웠지만 값을 측정하고 퇴적암 역의 종류와 층서를 조사하여 보니 이해를 하는데 많은 도움이 되었습니다.”(학생 H와의 면담 중에서)

“깎고 메운 구조는 어떤 환경에서 생성되었을까요?”(교사의 질문 내용)

“깎고 메운 구조에서는 갑작스런 홍수로 수로가 생긴 장소에서 생성되었을 것 같은데 정확히는 모르겠습니다.”(학생 D의 답변 중에서)

“교과서에 있는 내용을 실제 자연환경에 적용하려 하니 많은 어려움이 있었지만, 토론과 질문 과정을 통해서 새로운 개념에 대한 이해가 되었으며 관찰하는 폭이 넓어졌습니다.”(학생 B와의 면담 중에서)

조원을 편성할 때에는 가급적 지질학 분야에 관심이 높은 학생이 각 조에 한 명 이상씩 포함되도록 교사가 조원을 편성하여 토론이나 발표 과정에서 주도적인 활동을 할 수 있도록 해야 한다.

“토론에 익숙해 있는 저희들은 자유롭게 토론을 하였습니다. 관찰 내용을 발표해야 하는데 심화내용이 많아 어려웠지만 지질학에 대해 많이 알고 있는 조원이 있어 발표하는데 도움이 된 것 같습니다.”(학생 D와의 면담 중에서)

결론 및 제언

전라북도 변산반도 국립공원인 봉화봉 일대에서 고등학교 지구과학 I, II 교과 중 일부인 지각의 물질과 지각변동작용, 지질조사와 우리나라의 지질 단원 내용을 학습할 수 있는 야외학습자료를 개발하였다. 개발한 학습자료를 이용하여 야외 탐구활동을 한 학생들이 야외학습장의 내용을 얼마나 이해하였는지를 면담을 통하여 알아보았다. 이 지역에서 학습자료 개발은 퇴적구조, 생흔 화석, 암석의 특징에 대한 5개 관찰지점에서 공통발자국 화석과 퇴적구조 및 암석관찰 등을 중심으로 탐사활동을 실시하였다. 개발된 자료는 기존의 야외지질학습의 연구사례를 참조하여 야외 활동 안내, 탐구활동 목표설정, 개괄탐구활동, 집중탐구활동, 요약 및 발표의 5단계 학습모형을 적용하였다. 5단계의 탐사활동 단계를 적용하여 질적 분석한 결과를 정리하면 다음과 같다. 야외활동의 안내에서 야외활동의 주안점과 지질학적 내용을 이해하는데 도움이 되었다. 교사의 자료제시와 실험실에서 선행 실험을 하였거나 오회암의 화학분석과 절대연대 측정을 위한 시료 준비 등이 탐사활동의 전체적인 이해를 하는데 효과적이었다. 또한 이는 다양하고 복잡한 깎고메우기 구조와 길버트형 삼각주 등을 이해하는데 도움이 되었으며, 학생들은 탐사활동과정에서 교과서를 통해 직접 배우지 않은 내용들을 교사의 도움이 없이 토의를 통하여 해결하려는 노력을 보였다. 탐사활동과정에서 특징적인 내용을 기록하거나 스케치하여 중요한 내용들을 요약하는 능력이 신장되었다. 야외학습 모형을 과학고 소집단 동아리 학생들에게 적용한 결과, 학생들의 야외학습에 대한 관심과 인식에 긍정적 변화를 준 것으로 판단된다. 학생들은 야외학습하면 단순히 현장체험 학습정도로 가볍게 인식해 왔던 한계를 넘어 야외활동에 깊은 관심과 흥미를 갖게 되었다.

학교 현장에서 야외학습을 실시하고자 하면 많은 어려운 점이 따른다. 이러한 문제를 극복하기 위해서는 교사들의 적극적인 학습자료 개발과 학습동기를 유발할 수 있는 학습장 선정이 중요하다. 즉 효과적인 야외학습을 위해서는 학생들이 친숙하며 흥미를 유발할 수 있는 국립공원, 도립공원 또는 잘 알려진 관광지과 같은 야외환경에서 학습자료를 개발하여 지도하는 것이 필요하다. 또한 본 연구에서 적용한 5단계 학습모형의 예와 같이 야외 학습지역의 내용에

따른 학습자료를 학습모형의 각 과정에 따라 개발하고 수업을 준비하는 노력이 중요하다.

사 사

논문심사와 함께 논문의 부족한 부분을 세심하게 지적해 주신 익명의 세 분 심사자께 감사드립니다. 야외와 실내에서 함께 조사와 토론을 해 주신 노병섭, 소광석 선생님께 감사드립니다. 전북지역 야외학습장 자료개발을 위해 도움을 주신 전라북도교육청과 전북대학교 과학교육연구소 안병준 교수님께 감사드립니다.

참고문헌

- 강지현, 2002, 야외 학습 모듈을 이용한 제주도 송악산 일대 야외 학습장 개발. 한국교원대학교 석사논문, 142 p.
- 교육인적자원부, 2001, 고등학교 교육과정 해설: 6 과학. 대한교과서, 서울, 244 p.
- 김경수, 김정률, 김삼향, 2006, 전라북도 부안군 중생대 백악기 격포리층에서 산출되는 공통발자국 화석. 한국지구과학회 2006년 추계학술발표회, 114.
- 김정률, 2003, 전라북도 부안군 격포리층에서 산출되는 공통발자국 화석에 대한 연구. 2003년도 창의적 사사연구 결과보고서(지구과학), 한국과학재단, 83-105.
- 맹승호, 2004, 야외 지질 학습 수업모형에 관한 고찰. 함께 하는 지구과학 교육, 3, 55-64.
- 맹승호, 위수민, 2005, 경기도 시화호 탄도 해안과 한염 지역이 야외 지질 답사 수업모형에 대한 질적 분석. 한국지구과학회지, 26, 9-27.
- 박재문, 양우현, 조규성, 2007, 전북 부안군 채석강 일대의 야외지질 학습자료 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 28, 747-761.
- 박진홍, 정진우, 조규성, 이병주, 2000, 중·고등학생을 위한 야외지질학습장 개발 및 야외활동 지도 방안. 한국지구과학회지, 21, 13-21.
- 유재환, 2002, 충북 단양 지역의 야외 학습장 개발과 이를 적용한 태도 변화에 대한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문, 94 p.
- 이창진, 정상원, 2005, 충북 괴산군 두타산 일대의 야외지질조사 학습장 개발. 한국지구과학회지, 26, 41-57.
- 조규성, 변홍룡, 김정빈, 2002, 야외 지질 학습장의 개발과 활용에 따른 학생들의 과학에 대한 정의적 영역과 학업성취에 미치는 효과. 한국지구과학회지, 23, 649-658.
- 조규성, 양우현, 이병주, 노병섭, 박은석, 2002, 지구는 내 친구. 한국지구과학회, 지구과학시리즈 14, 서울, 63 p.
- 지호선, 2004, 격포 지역의 야외학습 프로그램 개발과 학생들의 반응 연구. 한국교원대학교 석사논문, 84 p.
- 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.
- 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.
- Kean, W.F. and Enochs, L.G., 2001, Urban field geology for K-8 teachers. *Journal of Geoscience Education*, 49, 358-363.
- 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.
- Kim, S.B., Chough, S.K., and Chun, S.S., 2003, Tectonic controls on spatio-temporal development of depositional systems and generation of fining-upward basin fills in a strike-slip setting: Kyokpori Formation (Cretaceous), south-west Korea. *Sedimentology*, 50, 639-665.
- Lock, R., 1998, Fieldwork in the life science. *International Journal of Science Education*, 20, 663-642.
- 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.

2009년 9월 24일 접수
2009년 11월 18일 수정원고 접수
2009년 12월 17일 채택

Appendix 1. Field report of cut and fill structure, made by a group of students

야외 탐구 활동 일지				
탐구활동주제 : 깎고 머위에 대한 탐구활동			2008 년 1 월 12 일	
탐구조원 : 이 [] 장 [] 오 [] 강 []			기온	2°C
			날씨	맑음
탐구활동목표	<ul style="list-style-type: none"> • 탐구 지역에서 깎고 머위 구조를 찾아본다. • 깎고 머위 구조 생성 과정을 알아본다. 			
준비물	GPS, 사진기, 자갈양지, 탐구 활동지 등			
주의할 점	<ul style="list-style-type: none"> • 조석 시간을 살펴가며 탐사 활동에 임한다. • 해안 권역으로부터 낙석을 조심한다. 			
관찰내용 과 특징	<ul style="list-style-type: none"> • 하층에 암 석의 세력층이 토적되었다. • 상층은 막암이 토적되었다. • 세력층이 뜯겨져 나가고 물이 흐른 흔적이 있다. • 뜯겨져 나간 곳에 자갈이 채워져 있음. 			
질문 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 깎고 머위는 어떤 조건에서 만들어지며 지질학에서 어떤 의미를 갖는가요? 			
알게 된 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 깎고 머위는 급류에 의해 하층이 깎인 자리에 그 자리에 다른 토적물이 토적되어 형성된다. 			