중 · 고등학생을 위한 야외 지질 학습장 개발 및 야외 활동 지도 방안

박 진 홍[1] · 정 진 우[2] · 조 규 성[3] · 이 병 주[4]
전북과학고등학교[1]
한국교원대학교 지구과학교육과[2]
전북대학교 지구과학교육과[3]
영생고등학교[4]

Development of Geological Field Courses and Field Activities for Secondary School Students

Jin-Hong Park[1] · Jin-Woo Jeong[2] · Kyu-Seong Cho[3] · Byeong-Joo Lee[4]
[1]Chonbuk Science High School, Iksan, Chonbuk 570-910, Korea
[2]Department of Earth Science Education, Korea National University of Education, Cheongwon, Chunbuk 363-791, Korea
[3]Department of Earth Science Education, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea
[4]Youngsang High School, Chonju 560-290, Korea

Abstract: In spite of the benefits of field studies, field surveys have not well performed in secondary school. Although many field sites have been developed lately, most field guidebooks describe the geological formations at the outcrops professionally so they can not be used by secondary school students. It is necessary to develop the field study program with which earth science teachers can do field activities easily rather than the one of a highly technical nature. The purpose of this study is to develope a secondary school geology course and to help earth science teachers practice it by providing the efficient teaching methods for the field study

Key words: field study, seondary school, field geology course

요 약: 야외 학습의 많은 이점에도 불구하고, 중 · 고등학교에서는 야외 지질 활동이 잘 이루어지지 않고 있다. 최근에 지질 답사 지역이 많이 개발되고 있으나, 대부분 지질학적 층서에 관한 서술적 설명으로 기재되어 있어 중 · 고등학생들에게 적합하지 않다. 따라서 전문적인 내용보다는 지구과학 교사가 손쉽게 학생들을 데리고 야외로 나갈 수 있는 야외 학습 프로그램이 필요한 실정이다. 본 연구는 중 · 고등학생을 위한 야외 지질 학습장을 개발하고 이를 효과적으로 수행할 수 있는 교수 학습 전략을 제시하여 일선 지구과학 교사들에게 도움을 주고자 한다.

주요어: 야외 학습, 중 · 고등학교, 야외지질학습장

서 론

지구과학의 대상은 그 시간과 공간이 광범위하다. 그래서 어떤 현상이나 사물에 대하여 학생들과 함께 알아보고자 할 때, 교수-학습되고 있는 내용이 추상적이어서 개념을 쉽게 파악하는 데 어려움이 많다. 물론 그 원리를 알아 볼 수 있는 여러 가지 실험 방법이나 모형들이 제시되어 있기는 하지만, 어떤 것의 경우에는 학생들에게 자칫 실제 자연현상을 이해하는 데 혼란을 주는 경우도 있다. 특히 지질학 분야에서 실험실에 있는 조그마한 암석 샘플이나 지질구조 모형, 화석 모형들만을 가지고 실험하는 방법으로는 오랜 시간과 넓은 공간에 걸쳐 일어나는 실재(real) 지질학적 과정들을 이해하기 어렵다.

야외 지질 답사는 학생들에게 교실에서 다룰 수 없는 물질과 현상을 직접 관찰하고 경험하는 기회를 제공함으로써 정의적인 측면에서 학습에 대한 보다 많은 관심과 즐거움을 제공하여 학습동기를 부여해 주고, 야외 활동이 조별로 행해질 경우 협동학습이 잘 이루어진다(Kern and Carpenter, 1984; Mckenzie *et al*, 1986). 인지적인 측면에서는 야외에서 자료를 수집하고 분석함으로써 탐구기능을 향상시키고, 관찰한 내용을 개념과 연결시킴으로써 학생들의 이해를 강화시킨다(Folkomer, 1981; Zielinski, 1987). 또한, 교사들에게는 교실과 실험실 이외에 또 하나의 새로운 교육의 장소를 제공하며, 학생들의 오개념을 치료하는데 효과적이다(Pederson, 1978; Manner, 1995).

따라서 야외 답사는 지구과학의 지질분야뿐만 아니라 지구과학 교육에 있어서 기본적으로 요구되는 사항이다. 그러나 학교 현장에서는 대부분의 지질 분야의 수업이 교실과 실험실에서 이루어지고 있다. 이와 같이 야외 지질 답사가 잘 이루어지지 않고 있는 이유는 입시제도, 과밀 학급, 학교 관리자의 이해 부족 등의 구조적인 문제와 야외 활동과 관련된 자료의 부족과 지구과학 교사들이 야외 활동을 지도하는 방법이 미숙하기 때문에 꺼려하고 있다(홍정수 · 장남기, 1997; Lock, 1998).

최근에 지질 답사 지역이 많이 개발되고 있으나, 대부분 지질 층서에 관한 서술적 설명으로 기재되어 있어서 중 · 고등학생들에게는 적합하지 않다(Folkomer, 1981). 그러므로 전문적인 내용보다는 지구과학 교사가 손쉽게 학생들을 데리고 야외로 나갈 수 있는 야외 학습 프로그램이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 중 · 고등학생을 위한 야외 지질 학습장을 개발하고 이를 효과적으로 수행할 수 있는 교수학습 전략을 제시하여 일선 지구과학 교사들에게 도움을 주는 데 목적이 있다.

야외 지질 학습장 소개

본 지질 답사 지역은 전주시에서 남원방향으로 7km 떨어진 완주군 상관면 신리 어두저수지 일대로 진안 분지의 일부분에 해당한다. 백악기 동안 동북아시아에서 광범위하게 지각의 융기가 있었고, 한반도에도 곳곳에 육성 퇴적 분지들이 형성되었다. 진안분지는 전주, 완주, 임실, 진안 일대에 걸쳐서 길이 약 32km, 너비 약 18km, 면적이 약 580km^{2}인 사다리꼴 형태로 분포되어 있으며, 본 조사지역은 진안 분지의 북서쪽 경계에 가까운 지역에 위치한다. 진안분지는 화산암편을 포함하는 다양한 쇄설성 퇴적암으로 구성되어 있다. 1차 퇴적 활동 시기의 분지 퇴적물은 분지의 가장자리를 따라 노출되어 있고, 퇴적층의 경사가 완만한 분지 내부와는 달리 경사가 심하고 습곡 구조가 나타나며 화산활동을 받지 않았다. 진안층군은 만덕산층, 달길층, 산수동층, 마이산 역암층으로 구분되는데 본 지역은 산수동층에 해당된다(이영엽, 1999).

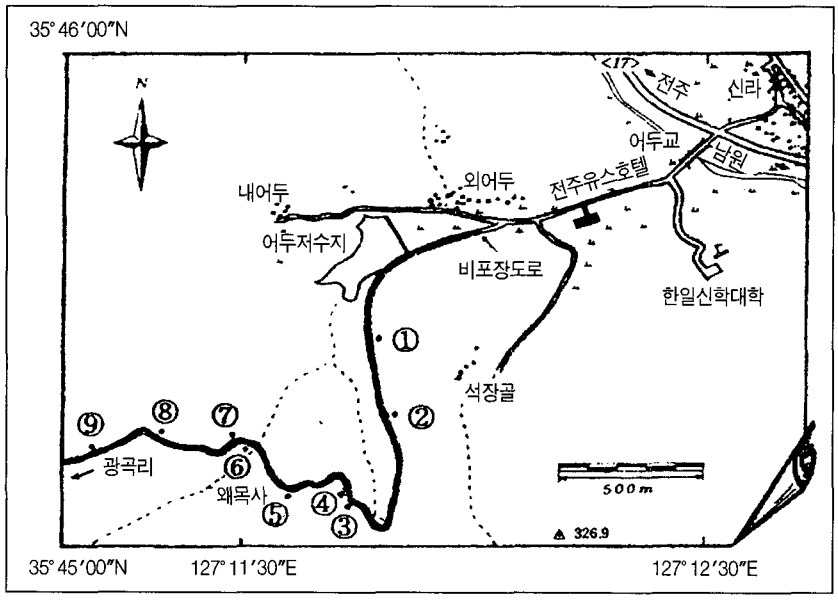


그림 1. 야외 지질 학습장.

본 야외 지질학습장의 특징은 새로 도로를 내기 위하여 최근에 드러낸 노두로 암석들이 신선하고 다양한 지질구조와 퇴적구조가 좁은 지역에 밀집되어 있다. 야외 답사 거리가 약 1.5km 밖에 되지

않아 야외 조사 활동을 하는데 약 1시간 내지 1.5시간의 적은 시간이 소요된다. 또한 도시 근교에 위치함으로써 도시의 많은 학교들이 특별활동시간이나 현장체험학습 시간을 이용하여 야외 조사 활동을 할 수 있는 최적의 야외 학습 장소이다.

각 관찰지점별 야외 학습 내용

관찰지점 ①: 어두저수지에서 약 300m 떨어진 곳에 발달한 노두이다. 흑색 세일과 담회색 사암이 N70°E의 주향과 60°SE의 경사를 가지고 서로 호층을 이루어 분포하고 있다. 특히, 노두의 중간 부분에 있는 두께 약 10m 정도의 사암층에서는 약간 어둡게 보이는 여러 겹의 점이층리를 관찰할 수 있다. 점이층리의 하부층은 직경 약 3~5mm 정도의 잔 자갈이 주를 이루고, 상부층으로 가면서 점차 입자의 크기가 작아져서 직경 0.1mm 이하의 미사암으로 점이적으로 변화하는 모습을 확실히 볼 수 있다. 이러한 구조가 3번 반복되어 나타나므로 점이층리의 형성과정을 설명할 수 있는 전형적인 장소이고, 점이층리를 이용하여 이 지점 전체의 지층 선후관계를 따져 볼 수 있다.

관찰지점 ②: 지점 ①로부터 약 200m 떨어진 곳에 습곡 구조가 잘 발달되어 있다. 노두가 습곡축에 대하여 거의 직각으로 노출되어 있고, 습곡축을 경계로 양 날개의 폭이 6~7m 내외의 작은 규모의 습곡이기 때문에 학생들이 습곡구조를 한 눈에 볼 수 있다. 습곡축의 양쪽 면에서 지층의 주향과 경사를 측정하여 기록하게 하면 지질도에서 습곡의 구조를 이해하는데 도움을 줄 수 있다. 이러한 소규모의 습곡이 연이어 2개가 발달해 있기 때문에 배사와 향사 구조를 학습하는 데에도 좋은 자료가 된다.

관찰지점 ③: 지점 ②로부터 약 300m 정도 가면 층리면이 부분적으로 심하게 교란되어 있는 convolution 구조를 볼 수 있다. 이러한 구조는 퇴적물이 급격히 퇴적되면서 소성변형을 받은 퇴적 동시성 구조이다. 이러한 구조가 주변에 여러 개 나타나는 것으로 보아 이 지점은 퇴적 분지의 가장자리였고, 퇴적물이 수중에서 저탁류의 형태로 급격히 밀려 내려와 빠르게 퇴적된 곳이라 추정할 수 있다. 여기서는 습곡과 퇴적동시성 구조의 차이를 학습할 수 있는 좋은 장소이다.

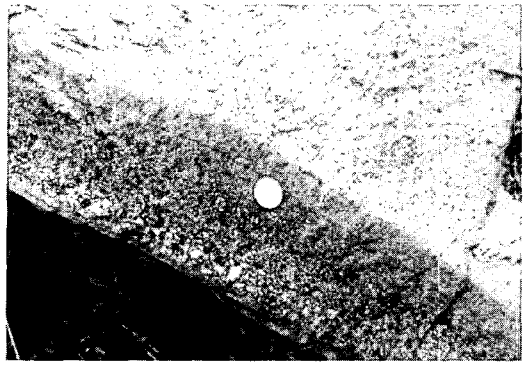
관찰지점 ④: 지점 ③의 바로 옆에 횡와 습곡이 나타난다. 사암, 세일, 역암의 층이 엿가락처럼 휘어서 습곡축이 지표면과 거의 평행하게 드러누워 있는 모습은 본 답사 지역의 백미라 할 만한 멋진 모습을 연출하고 있다. 더군다나 습곡축에 거의 직각방향으로 노두가 노출되어 있기 때문에 습곡축을 경계로 상하로 중복되어 나타나는 층리면을 직접 확인할 수 있고, 습곡축을 감싸고 도는 층리면의 일부분이 노출되어 있어서 횡와습곡의 모습을 더욱 생생하게 볼 수 있다. 또한 역암층에 점이층리가 있어서 지층의 역전을 설명할 수 있고, 무엇보다도 학생들에게 자연의 위대한 힘을 직접 느끼게 할 수 있는 장소이다.

관찰지점 ⑤: 지점 ④로부터 약 200m 더 가면 또 하나의 습곡구조가 나타난다. 이 습곡은 양 날개 사이의 폭이 20m 정도이며, 전형적인 정습곡이다. 특히 습곡축을 따라 균열이 있어서 마치 습곡축에 일부러 선을 그어 놓은 것처럼 습곡축을 쉽게 알아 볼 수 있다.

관찰지점 ⑥: 지점 ⑤로부터 150m 정도 가면 남쪽 도로변에 검정색의 세일층이 평행하게 나타나는데, 이 세일층에 수직으로 방해석맥이 절리면을 따라 노출되어 있다. 절벽을 2m 정도 올라가서 가까이 관찰해보면 무색의 투명한 방해석 결정을 볼 수 있다. 이 결정을 채취해서 글씨 위에 놓으면 복굴절 현상을 일으킨다. 얼핏 석영맥같이 보이기 때문에 염산과의 반응, 망치와의 굳기 비교 등을 통해서 석영과 방해석을 구분하는 탐구활동을 하기에 적합한 곳이다.

관찰지점 ⑦: 지점 ⑥에서 50m 정도 떨어진 곳으로 도로를 내면서 층리의 주향 방향과 평행하게 노두를 노출시켰기 때문에 넓은 층리면이 뚜렷하게 나타난다. 따라서 학생들이 클리노미터를 사용하여 직접 주향과 경사를 측정해 볼 수 있는 장소이다. 도로 반대편에는 층리의 단면이 노출되어 있고, 특히 도로가 심하게 굽어 있어서 도로의 양면을 동시에 볼 수 있는 3차원의 장소이다. 그래서 학생들이 지층의 구조를 입체적으로 파악할 수 있어 공간 지각 능력을 향상시킬 수 있는 학습 장소이다.

관찰지점 ⑧: 재를 넘어 구이 방향으로 약 200m 가면 역단층을 발견할 수 있다. 단층면이 선명하게 나타나며, 상반이 횡압력을 받아 45cm 정도 위쪽으로 이동

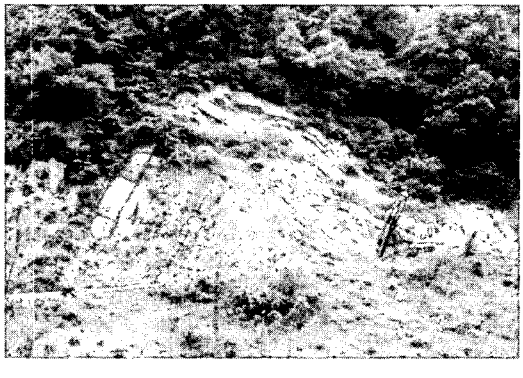


관찰지점 ① : 점이층리(왼쪽), 점이층리가 사암의 어두운 부분에 여러 번 나타남(오른쪽)

관찰지점 ② : 쌍습곡

관찰지점 ③ : 콘벌루션 구조

관찰지점 ④ : 횡와습곡



관찰지점 ⑤ : 정습곡

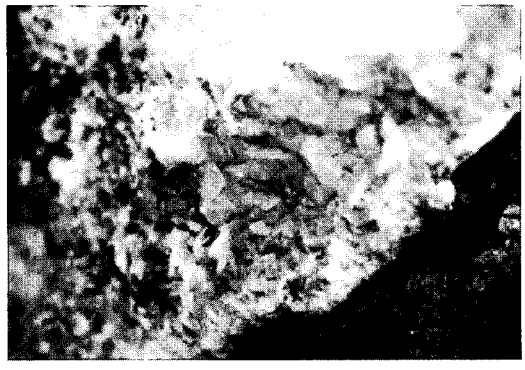
그림 2. 각 관찰지점별 학습요소.

했다.

야외 학습의 교수 학습 전략

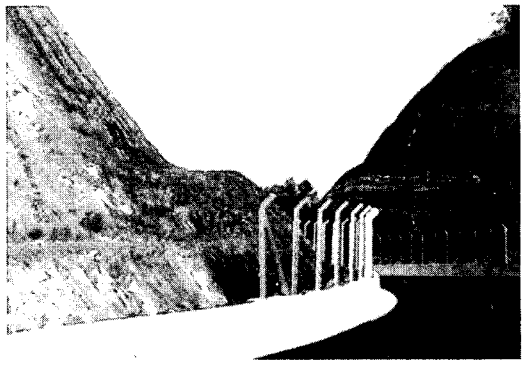
교사가 과학 교과에서 야외학습을 포함시키려면, 교육과정을 검토하여 어떠한 야외 경험이 그 교과와 직접적으로 관련되는가를 결정해야 한다. 야외수업은 계획하고 실시하는 데 많은 시간이 요구되므로, 교육과정의 목표와 내용에 기초하여 선정해야 한다(김찬종 외, 1999). 본 야외 지질학습장에서 다뤄지는 야외학습 내용과 관련된 중 · 고등학교 과학 교과 단원은 표 1과

관찰지점 ⑥ : 방해석맥(왼쪽)

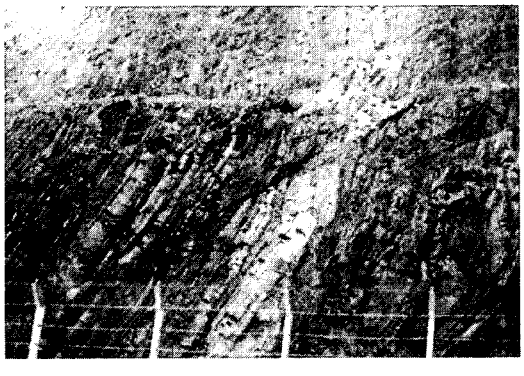


방해석 결정 근접사진(오른쪽)

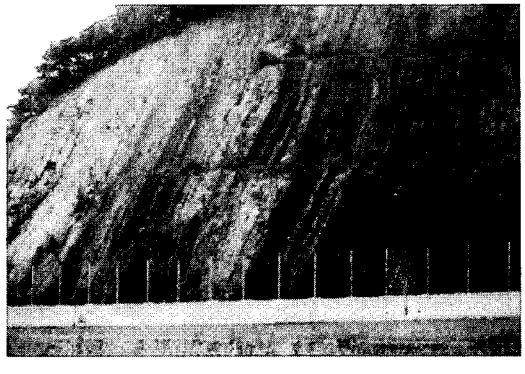
관찰지점 ⑦ : 검은 셰일층(왼쪽)



셰일층 측면모습(오른쪽)



관찰지점 ⑧ : 역단층



관찰지점 ⑨ : 정단층

그림 2. 계속.

같다.

야외에서 학생들의 학습능력은 야외학습에 필요한 사전 지식, 사전 야외학습 경험 및 답사 지역과의 친숙도에 의해 영향을 받으며(그림 3), 이 세 요소로 구성되는 새로운 경험의 공간(novelty space)이 큰 학생일수록 야외에서 학습과제를 수행하는데 어려움이 있다(Orion, 1989). 그러므로 야외 답사를 하기 전에 새로운 경험의 공간을 줄인다면, 야외 학습의 효율성을 높일 수 있다. 새로운 경험 공간의 세 요소 중에서 사전 지식은 교실에서 직접 영향을 받을 수 있으며, 나머지 두 요소는 교실에서 간접적으로 다루어질 수 있다. 사전 지식은 야외 답사 전에 교실에서 야외 답사 시 할당된 과제를 해결하는데 필요한 기본적인 개념과 기능을 학습하고, 야외 답사 지역에 대한 친숙도는 답사지역의 슬라이드, 지형도, 항공사진 등을 이용하여 높일 수 있다. 야외 학습 경험이 부족한 학생에게는 야외 답사의 총 길이, 각 학습 장소의 특징 및 활동 시간, 예상되는 날씨 등의 답사 지역 상황을 사전에 상세히 설명해 줌으로써 심리적으로 안정시킬 수 있다.

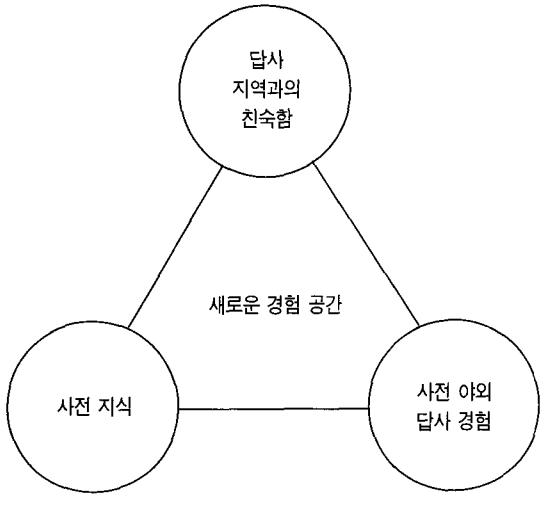


그림 3. 야외 학습 능력에 영향을 미치는 요인.

따라서 야외 학습의 구조는 교실 수업에서부터 시작되어야 하며, 준비 단계, 야외 답사, 요약 단계의 3단계로 나눌 수 있다(Orion, 1994). 각 단계는 위계적으로 되어 있으며, 다음 단계의 가교 역할을 한다. 즉, 준비 단계는 야외학습의 선행조직자 역할을 하며, 야외 답사 중 관찰되는 현상은 보다 추상적인 내용의 선행조직자 역할을 한다.

본 지질 답사지역을 대상으로 야외 학습의 교수전략을 세워보면 그림 4와 같다. 준비 단계는 교실에서 퇴적암에 나타나는 지질구조와 퇴적구조에 대해 학습하고, 야외에 나가 지질 답사 지역에 나타나는 암석 및 지질 구조를 관찰한 후, 다시 교실에서 지질 답사 지역

표 1. 야외학습 내용과 관련된 중 · 고등학교 과학 교과 단원.

	단원명	학습내용	관찰지점
중학교	1. 지각의 구성물질	· 광물, 광물의 감별 · 퇴적암, 퇴적암 분류	⑤ ①, ⑦
	2. 지표의 변화와 지각변동	· 지층, 층리와 층리면 · 습곡 · 단층	①, ⑦ ②, ④, ⑤ ⑧, ⑨
고등학교	1. 지각의 물질	· 광물, 광물의 감별, 굳기, 단굴절과 복굴절, 이방체광물 · 퇴적암 분류 · 퇴적암의 구조, 점이층리	⑤ ①, ⑦ ⑤
	2. 지표의 변화와 지각변동	· 지층, 층리와 층리면 · 습곡과 단층의 종류 · 절리, 암맥	①, ⑦ ②, ⑤, ⑧ ⑥
	3. 지질 조사	· 주향과 경사측정 · 지질도 작성 · 지질주상도 작성 · 지층의 두께 구하기	⑦ ①, ⑦ ⑦ ⑦
	4. 우리 나라의 지질	· 경상누층군 · 육성층과 해성층	전 관찰 지점

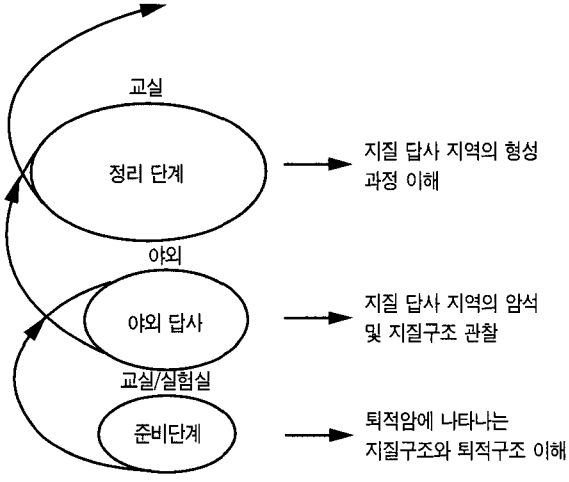


그림 4. 야외 학습 구조.

의 형성과정에 대해 토론을 한다. 이러한 학습 전략에 따라 실제 수업한 내용과 야외활동 내용을 각 단계별로 제시하면 다음과 같다.

1) 준비 단계

사전 학습으로 야외 조사에 필요한 기본적인 개념을 다룬다. 이를 위해서는 광물, 암석, 화석, 토양의 감별이나 주향과 경사의 측정 등과 같은 구체적 활동이 실험실에서 선행되어야 한다. 본 야외 지질 학습장은 육성 퇴적암 층으로 다양한 지질구조가 나타난다. 따라서 실험실에서 퇴적암 표본으로 퇴적암을 분류해 보고, 퇴적구조의 생성환경과 단층, 습곡, 절리 등의 지질구조에 대해 학습한다.

2) 야외 조사 활동

야외 현장에서는 먼저 학생들에게 관찰지점에 나타나는 여러 가지 특징들과 주위 사항에 대해 간단히 소개를 한다. 그리고 활동에 알맞은 인원으로 조를 편성한 후, 활동지에 따라 활동을 하게 한다. 각 관찰 지점에서 교사는 학생들의 활동에서 제시되는 의문에 조언을 한다.

각 지점에서의 학습 과제는 두 가지 형태로 제시된다. 하나는 학생들이 각 지점에서 암석과 광물 분류 같은 탐구 활동을 하도록 하며 그들이 관찰한 것을 그리도록 한다. 예를 들면, "이 지층들은 어떤 암석들로 구성되었나?", "점이층리를 찾아 관찰하고 스케치하시오" 같은 질문을 하고, 활동지에는 학생들이 관찰한 것을 적을 공간과 스케치할 수 있는 충분한 공간을 주어야 한다. 표 2에서는 지면관계상 여백을 두지 않았다. 두 번째 과제는 학생들이 발견한 것들에 대해서 학생들이 설명할 수 있도록 더 구체적이고 심화된 질문을 한다. 예를 들면, 습곡 관찰 지점에서는 다음과 같은 질문을 한다. "저렇게 단단한 지층이 어떻게 휠 수 있을까?", "어떤 지층이 가장 오래된 것이고 가장 젊은 층인가?".

3) 정리단계

야외에서 제기된 질문들에 대한 논의는 야외 답사 후 교실에서 이루어진다. 지질 답사 지역에서 관찰하고 조사한 내용을 각 조별로 발표하고, 서로 토론을 하도록 한다. 교사는 지질 답사 지역의 지질 구조와 퇴적구조로부터 퇴적 분지의 형성 과정을 추론할 수 있도록 도와준다. 이 때에 교사는 그 지역의 지질학적 과정과 단면을 재구성한 그림을 보여주면 효과적이다.

결론 및 제언

제7차 교육과정에서는 과정 중심의 탐구학습과 현장체험학습을 강조하고 있다. 그러나 현실적으로 야외 지질 활동을 수행하는 데는 많은 어려움이 있다. 지질 답사에 소요되는 많은 시간을 줄이고 수송문제 등을 해결하기 위해서는 지질 답사지가 학교와 가까워야 한다. 그러기 위해서는 지구과학 교사가 학생들을 이끌고 손쉽게 야외 지질 답사를 할 수 있는 지역 단위의 야외 지질학습장 개발이 요구된다.

새로 개발된 야외 지질학습장은 전주시 근교에 위치한 완주군 상관면과 구이면 일대로 신선한 노두가 도로변에 잘 발달되어 있고, 도시 근교에 위치하여 접근하기 편리하다. 야외학습장의 범위는 1.5km 이내이며 9곳의 관찰장소로 구성되어 있다. 이 좁은 지역에 중 · 고등학교에서 다루는 지질 단원의 주요한 내용을 많이 포함하고 있어서 야외 지질 학습장으로 적합한 곳이다.

야외 지질답사는 교실과 실험실의 준비 단계부터 시작되어야 한다. 본 연구에서는 야외 학습의 교수 전략으로 3단계(준비 단계, 야외 답사, 정리 단계)의 야외 학습 모형을 제시하였다. 각 단계는 다른 환경에서 이루어지며, 하위 단계는 다음 단계의 선행조직자 역할을 한다. 야외 답사는 본 학습 모형에서 핵심을 이루며, 야

표 2. 야외답사보고서 작성 양식.

조		학번		성명		일시		날씨	
주제	퇴적암에 나타나는 지질구조와 퇴적구조 관찰								
장소	전북 완주군 상관면 어두저수지 부근					준비물	지형도, 카메라, 줄자, 돋보기, 클리노미터, 관찰기록지, 염산		
학습목표	퇴적암에 나타나는 지질구조와 퇴적구조를 관찰하고 그 종류를 구별할 수 있다.								
유의사항	· 자연 환경을 훼손하지 않도록 주의한다. · 절벽 아래에서는 굴러 떨어지는 돌이 없는지 미리 살핀다. · 사진을 찍을 때에는 크기를 알 수 있는 물체를 같이 놓고 찍는다. · 관찰한 내용은 반드시 현장에서 기록한다.								
관찰지점	학습 과제								
①번 지점	1. 점이층리 구조를 찾아 관찰하고 스케치하시오. 2. 지층의 상하를 표시하시오. 3. 점이층리가 반복되어 나타나는 데 이 지역은 어떤 환경에서 퇴적되었겠는가?								
②번 지점	1. 습곡구조를 그리고 배사, 향사, 축면, 윙 등의 명칭을 기입하시오. 2. 어떤 힘이 작용했을까?								
③번 지점	1. 층리면이 부분적으로 심하게 교란된 변형구조를 찾아 관찰하고 스케치하시오. 2. 습곡과 다른 점은 무엇인가? 3. 어떤 환경에서 이런 구조가 형성되었을까?								
④번 지점	1. 습곡 구조를 관찰하고 스케치하시오. 2. 축면과 수평면이 이루는 각도는 얼마인가? 3. 어떤 종류의 습곡인가? 4. 어떻게 거대한 지층이 휠 수 있을까?								
⑤번 지점	1. 어떤 종류의 습곡인가? 2. 어떤 종류의 암석들로 구성되어 있는가? 3. 지층의 생성 순서를 표시하시오.								
⑥번 지점	1. 세일층에 절리면을 따라 수직으로 나타나는 흰색의 암맥을 관찰하시오. 2. 묽은 염산과의 반응은 어떠한가? 3. 망치를 이용하여 광물의 상대적 굳기를 알아보자. 4. 이 흰색 광물은 무엇일까?								
⑦번 지점	1. 세일층의 주향과 경사는 얼마인가? 2. 측정한 주향, 경사를 지형도에 기호로 표시하시오. 3. 도로 양쪽의 세일층이 다르게 보이는 이유는 무엇일까?								
⑧번 지점	1. 단층 주변을 자세히 관찰하여 같은 종류의 암석끼리 연결해 보시오. 2. 지층이 처음 형성될 당시의 모습을 그려보시오. 3. 단층 구조에서 각 부분의 명칭을 밝히고 단층의 종류를 말하시오. 4. 어떤 종류의 힘이 작용했는가?								
⑨번 지점	1. 단층 주변을 자세히 관찰하여 같은 종류의 암석끼리 연결해 보시오. 2. 어떤 종류의 단층인가?. 3. 어떤 종류의 힘이 작용했는가?								

외 답사의 탐구과정이 교실수업에서 종합, 발전되도록 연계지도가 잘 이루어져야 한다.

끝으로, 안타까운 것은 도로 공사를 하면서 드러난 노두를 미관과 안전을 위하여 잔디 등으로 덮어 버리는 경향이 있어서 이 훌륭한 학습장이 얼마나 오랫동안 보존될 수 있을까 하는 점이다. 그래서 이러한 장소는 책임 있는 기관에서 안전시설물이나 안내문을 보강하여 "지질학습장"으로 지정하도록 다같이 노력해야 할 것

이다.

참고문헌

김찬종, 채동현, 임채성, 1999, 과학교육학개론. 북스힐, 322-327.

이영엽, 1999, 백악기 진안분지 상승에너지. 한국지구과학회지, 20(4), 437-443.

홍정수, 장남기, 1997, 중등학교 과학과 야외활동의 실태 및 개선 방안. 한국과학교육학회지, 17(1), 85-92.

Folkomer, T.H., 1981, Comparison of three methods of teaching geology in junior high school. Journal of Geological Education, 29, 74-75.

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.

Lock, R., 1998, Fieldwork in the life sciences. International Journal of Science Education, 20, 633-642.

Manner, B.M., 1995, Field studies benefit students and teachers. Journal of Geological Education, 43, 128-131.

Mckenzie, G.D., Utgard, R.O. and Lisowski, M., 1986, The importance of field trips. Journal of College Science Teaching, 16, 17-20.

Orion, N., 1989, Development of a high-school geology course based on field trips. Journal of Geological Education, 37, 13-17.

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, 31(10), 1097-1119.

Pederson, D.T., 1978, Effectiveness of field trips in teaching groundwater concepts. Journal of Geological Education, 27, 11-12.

Zielinski, E.J., 1987, So you want to take a field trip? ED 299 079.

1999년 12월 8일 원고 접수