

# 서건도 일대의 야외지질학습장 개발

송 시 태 \*

## I. 서 론

지구과학은 우리가 살고 있는 지구를 대상으로 자연현상을 탐구하는 학문이다. 따라서 지구과학 학습에서는 자연환경을 직접 경험하고 관찰할 수 있는 야외현장 학습이 매우 중요하다. 야외현장학습은 교육철학과 교육심리학에 뿌리를 두고 있는데, 루소(1712~1778)는 자연을 대상으로 한 교수-학습 방법을 강조하였고 듀이(1859~1952)는 행하면서 학습해야 한다는 실제적인 경험을 강조하였다.

Robert(1985)는 야외에서 지질구조와 조성을 관찰하고 이와 관련된 현상을 쉽게 학습할 수 있고, 야외 지질조사를 통하여 추정된 것을 곧바로 검증할 수 있으며, 야외에서 나타나는 여러 가지 지질현상을 관찰하고 그 성인을 추리할 수 있다는 점에서 야외지질조사가 실내수업보다 더 효과가 있다는 점을 지적하였다.

Kern & Carpenter(1984)와 Mckenter *et al.*(1986)은 야외에서 이루어지는 학습은 교실에서 다룰 수 없는 물질과 현상을 직접 관찰하고 경험하는 기회를 제공함으로써 학생들로 하여금 정의적인 측면에서 학습에 대한 관심과 즐거움을 크게 하며, 학습 동기와 협동 학습을 원활히 이루어지게 한다고 하였다.

이러한 야외현장학습에 대한 장점 때문에 국내에서도 야외학습프로그램 개발과 적용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 바, 그 몇몇을 살펴보면 대구일대의 야외지질실습 코스 개발(정원우·서승조, 1984), 경남 진주 성지공원 일대의 지질 분야 현장 교육 자료 활용과 응용(서승조, 1990), 강원도 영월-단양 지역에 대한 지질 답사서(한국지구과학회, 1999), 경기도 안면도 및 천수만 지역에 대한 지질 답사서(한국지구과학회, 2000), 제주도 일대에 대한 지질답사

\* 서귀포고등학교 교사  
제주대학교 교육과학연구소 연구원

서(한국지구과학회, 2001), 변산반도 일대의 지질답사서(한국지구과학회, 2002) 등이 있다.

우리나라의 제4기 화산활동지역으로 제주도의 수성화산체(hydromagmatic volcano)인 응회환(tuff ring)과 응회구(tuff cone)는 제주도의 중요한 자원임과 동시에 자연학습장이다. 하지만 현실적으로 야외지질학습을 수행하는데는 많은 어려움이 따른다. 여러 가지 어려움 중 가장 큰 문제가 개발되어진 야외지질학습장의 부족, 교수-학습 보조물과 교수-학습 학습지의 미흡이다. 따라서 본 연구에서는 제주도에 산재되어 있는 관광명소 중 야외지질학습장으로 알맞은 “바다갈라짐 현상”이 발생하는 수성화산체인 서건도를 야외지질학습장으로 선택하여 야외지질 교수-학습 보조물과 교수-학습 학습지를 개발하여 일선학교 현장에 보급하는데 그 목적이 있다.

## II. 연구방법 및 내용

### 1. 야외지질학습장 선정

야외지질학습장 선정시 Orion(1993)에 의해 제시된 기준인, 명확한 노두·교사나 학생들이 쉽게 찾을 수 있는 장소 그리고 충분한 공간이 확보되어야 한다는 것을 중시하였다.

위의 기준에 따라 교육과정 상에 제시된 학습 개념을 교과서적으로 보여주고 있는 노두를 포함하고 있으며, 지구과학적으로 쉽게 관찰할 수 있는 지질구조를 가지고 있어 지사학의 5대 법칙인 동일과정의 법칙, 지층누중의 법칙, 부정합의 법칙, 관입의 법칙, 동물군 천이의 법칙(화석의 법칙)중 3가지 이상을 설명할 수

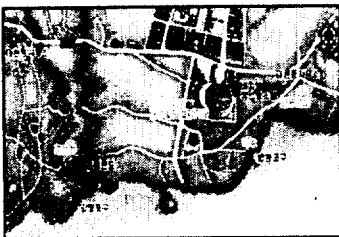


그림 1. 서건도의 위치도

있는 장소인 서귀포 신시가지 제주월드컵경기장 북쪽 해안에 해저지형의 영향으로 조석의 저조시(低潮時)에 주위보다 높은 해저지형이 해상으로 노출되어 마치 바다를 양쪽으로 갈라놓은 것 같아 보이는 ‘바다갈라짐 현상’이 발생하는 수성화산체 ‘서건도(犀建島)’를 대상으로 선정하였다(그림 1).

## 2. 학습지점 선정 및 교수-학습내용

### (1) 학습지점 선정

야외지질학습 지점은 학습동기와 협동학습을 원활히 수행할 수 있도록 공간 확보가 되어 있고 교과서적인 노두가 잘 나타난 7개의 지점(㉑~㉗, 그림 2)을 선정하였으며, 각 지점에서의 관찰요소는 표 1과 같다.

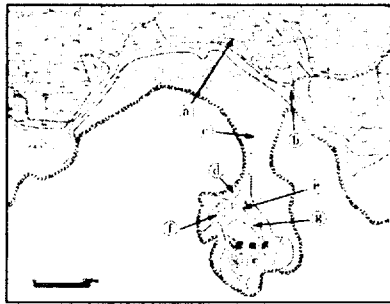


그림 2. 야외지질학습 지점도

표 1. 각 학습지점에서의 관찰요소

지점	관찰요소
㉑	층리, 사층리, 부정합, 역질사암, 역암, 원마도
㉒	바다갈라짐 현상, 육계사주, 육계도, 암석해안의 특징, 역암, 원마도
㉓	사구, 파식대지, 패사
㉔	파식절벽, 파식와, 포획암, 부정합, 탄낭구조
㉕	부정합, 역암의 풍화, 역질지지역암, 기질지지역암, 원마도
㉖	층리, 사층리, 단층, 포획암, 탄낭구조, 포트홀
㉗	단층, 관입암, 접촉변성작용

### (2) 교수-학습내용

제주도는 한반도와 일본열도사이에 있는 대한해협-쓰시마해협의 남서쪽에 위치하고 있다.

제주도의 기반암은 화산쇄설암류와 화강암으로 구성되어 있으며, 해수면하 약 250~300m에 분포하고 있다(고기원, 1997). 화산쇄설암류는 화산성 사암 및 이

암, 석영조면암질 용결용회암과 화산력용회암 등으로 이루어져 있다. 화강암의 연대는 58.14Ma(안건상 외 2인, 1995; Ma=백만년)이고, 화산쇄설암류는 한반도 남부의 백악기의 유천층군 혹은 에오세의 왕산층에 대비될 것으로 추정된다.

U층(고기원, 1997; 윤선의 2인, 1995)은 제주도 서귀포층의 하부에 전반적으로 분포하고 있으며 지표에서는 확인할 수 없고 단지 시추코아에 의해서만 확인할 수 있다. 이 층은 석영과 장석을 포함한 세립질사암과 실트질사암으로 구성되어 있으며 교결되어 있지 않다. 이 층에서는 아직 화석이 발견되지 않았다. U층은 제주도의 기반암을 직접 피복하고 있으며, 층의 두께는 평균 150m 정도이다.

서귀포층(原口九萬, 1931)은 서귀포시 천지연폭포 남측 해안을 따라 높이 약 30m, 연장 1km 규모로 분포하고 있으나 지하에는 북촌-표선선의 서쪽지역의 해발표고 400m 이하의 지역에 광범위하게 분포하고 있음이 확인되었다(고기원, 1997). 서귀포층은 역질사암, 사암, 사질이암, 이암 및 유리질쇄설암(hyaloclastite)을 함유한 해양퇴적물로 구성되었으며, 그 두께는 평균 100m 정도이다. 서귀포층은 제주도의 전기화산활동과 후기화산활동을 구분하는 중요한 지층으로 서귀포층에는 성계, 완족류, 유공층, 개형층, 석회질초미화석등을 다량으로 포함하고 있다. 서귀포층은 초미화석대(1.88~0.46Ma)에 속하며 플라이오세 최후기에서 플라이스토세 중기에 걸치는 지층이다(Yi et al., 1998).

현재 제주도의 지표면은 주로 제3기말 플라이오세로부터 제4기 플라이스토세의 화산활동에 의하여 분출된 알카리현무암인 현무암질 용암류로 구성되어 있으며, 소량의 화산성쇄설암으로 구성되어 있다(윤선의 2인, 1995; 송시대, 2000; Yoon et al., 2001; 송시대·윤선, 2002).

야외지질학습장은 해저지형의 영향으로 조석의 저조시에 주위보다 높은 해저지형이 해상으로 노출되어 마치 바다를 양쪽으로 갈라 놓은 것 같아 보이는 자연현상으로 우리나라 남서해안과 같이 해저지형이 복잡하고 조차가 큰 지역에서 볼 수 있는 "바다갈라짐 현상"이 일어나는 곳이다. 바다갈라짐 현상이 발생하는 서견도를 방문하기 위해서는 국립해양조사원 홈페이지에 서견도의 바다갈라짐 시간이 월별 및 일별로 시간이 표출(<http://www.nori.go.kr>)되고 있음으로 이를 활용하는 것이 바람직하다.

서견도 북서방향의 해안변 노두에는 주층리에 비스듬하게 층리가 발달된 역질사암으로 이루어진 사층리와 사층리의 상·하부에 역암층이 분포하고 있다. 이층

은 약 3m의 두께로 노출되어 있으나 정확한 두께를 확인할 길이 없으며 현재 농경지로 이용되고 있는 지역이다. 이 지점의 사층리에는 입자의 크기가 대부분 2mm 이하의 크기로 되어 있으며 2mm 이상으로 된 소량의 역암이 분포하는 역질사암이 분포하고 있다. 또한 상·하부에 분포하는 역(礫)역의 크기는 주로 2~15cm 이고 원마도가 매우 좋은 장식휘석현무암과 조면암으로 이루어져 있다(그림 3).

서건도 야외지질학습장은 해식에 의해 형성된 파식대의 굴곡으로 인하여 간조시에 주위보다 높은 해저지형이 대기로 노출되어 마치 바다를 양쪽으로 갈라놓은 것 같이 보이는 “바다갈라짐 현상”이 일어나는 육계도이며, 해안선 부근은 원마도가 매우 좋은 역으로 구성된 역질해안을 이루고 있다(그림 4).



그림 3. 관찰지점 ㉑의 모습



그림 4. 관찰지점 ㉒의 모습



그림 5. 관찰지점 ㉓의 모습



그림 6. 관찰지점 ㉔의 모습

해식애(海蝕崖) 하부에 만들어진 파식대의 지형이 평탄하게 깎이지 않아 굴곡됨으로 인하여 조석간만의 현상이 일어날 때 저조시에 파식대의 높은 지형이 바다갈라짐 현상을 일으키고 있다. 파식대(波蝕臺)가 존재하는 이 지점에 서건도 옹회암이 분포하고 있음을 확인할 수 있으며, 흰색으로 보이는 부분은 패사가 퇴적되고 있는 부분이다(그림 5).

대천동 일대의 화산층서를 살펴보면, 천해를 뚫고 상승하던 마그마가 서건도의 남동쪽 바다에서 물과 접촉하면서 화산분출이 일어나 화쇄난류에 의해 옹회암이 퇴적되면서 화산체가 성장하여 제주 본토와 연결되었다. 화산활동 이후에 한라산체의 남사면에서 흘러 내려온 역암층이 현재의 서건도 상부에 부정합으로 퇴적되었다. 현재 서건도의 남동쪽에 관입암이 관입되고 파랑에 의한 침식작용으로 인해 해식애를 형성하였다(그림 6).

서건도 옹회암층 상위에 부정합으로 놓여 있는 역암층은 약 3m의 두께로 노출되어 있고 매우 둥근 조면암을 비롯하여 조면암질안산암 및 장식휘석현무암류들로 이루어져 있으며 퇴적층의 색은 갈색에서 황갈색을 띠고 있다. 역암층을 구성하는 역들은 원마도가 매우 좋은 3~30cm 크기로 역지저 혹은 기질지저 배열을 보여 줄 뿐만 아니라 조면암 역이 심하게 풍화되어 있다. 역암층의 기질이 세립질의 점토질로 이루어져 있다는 것은 현재와 같은 서건도의 연안환경하에서 퇴적되었다기 보다 하상환경(河床環境)에서 퇴적된 것으로 해석된다(그림 7).

수성화산체들은 육상 혹은 천해의 환경에서 마그마가 분출할 때, 마그마가 물과 접촉함으로써 물의 급속한 팽창으로 폭발을 일으켜 옹회암을 만들어내게 된다. 제주도 현무암질 옹회암 및 옹회구의 퇴적기구에 관한 연구에서 깊은 폭발심도를 가진 옹회암이 주로 화쇄난류에 의해 퇴적되는 반면, 얇은 폭발심도를 갖는 옹회구는 수지상의 쇄설물 제트입자류 그리고 재동작용에 의해 주로 퇴적되는 것으로 제시하였는 바(손영관, 1992) 서건도 옹회암은 퇴적층의 경사가 완만한 옹회암에 해당된다.

서건도 옹회암은 현무암질 유리질옹회암으로 이루어져 있다. 황갈색 내지 갈색을 띠며 주로 소량의 화산회, 화산력 그리고 화산암피로 구성되어 있다. 조립질 화산력과 화산암피는 세립질의 침상장석감람석현무암과 조면암이며, 5mm 크기의 사장석 반정이 함유된 장식휘석현무암으로 되어있다. 현무암질 화산력은 대부분 다공질로 구성되어 있고, 역의 가장자리는 흑색의 불투명한 유리질 내지는 황갈색의 림(rim)을 형성하고 있다. 화산력 크기의 각력상 조면암, 만곡된 층리를 갖

는 퇴적암 그리고 서귀포층이 포획되어 역으로 산출된다. 조립질 화산회는 대부분 세립내지는 조립의 석영으로 구성되어 있으며, 대부분의 현무암편은 회갈색으로 변질되어 있다. 응회암은 수cm 두께의 단위층을 형성하여 완만한 경사를 보이며 부분적으로 저각도의 사층리와 밀립작용에 의해 층이 만곡되어 있을 뿐만 아니라 역점이 층리를 보여주기도 한다. 응회암의 층리는 수성화산활동기간 중에 발생한 단층 작용에 의해 연속성이 단절되기도 한다. 단층의 발달 양상은 매우 다양하며, 단층을 경계로 층리의 주향과 경사는 급변하고 있다(그림 8).



그림 7. 관찰지점 ㉔의 모습



그림 8. 관찰지점 ①의 모습

관입암맥(sill dyke)은 서건도의 북서쪽에 분포하며 규모는 폭이 20~35cm 정도, 길이가 13m, 높이가 약 5m로 분포하는데, 상부 약 1.5m는 쇠설성암맥(clastic dyke)으로 변화되어 있는 것이 특징이다. 이 관입암맥은 암색이 검은색이고 외부에서 내부로 갈수록 최대 20mm, 평균 4mm의 크기를 갖는 기공의 크기가 커질뿐만 아니라 기공이 신장된 방향도 하부에서 상부로 향하고 있다(그림 9). 관입암의 양쪽 경계부분은 심하게 파쇄되었으며 열변질을 받아 탈색되어 있다. 서건도 응회암을 관입한 관입암은 최대 14mm의 장식 반정을 포함하는 장식현무암이다.



그림 9. 관찰지점 ㉔의 모습

### 3. 교수-학습 학습지 개발

“바다갈림 현상”이 발생하는 수성화산체인 서건도 야외지질학습장(그림 2)에서 활동할 수 있는 교수-학습 학습지의 개발은 학생들의 창의성에 의한 산출물을 얻어내기 위한 문항을 다음과 같이 개발하였다.

1. 관찰지점 ㉓와 ㉔ 지점을 관찰하고 층리와 사층리 그리고 점이층리가 만들어지는 과정을 그림으로 그리고 설명해보자. 또한, 퇴적물 입자의 크기에 따른 퇴적암의 명칭을 알아보자. 이 지점은 지사학의 5대 법칙 중 어느 법칙에 해당하는지를 설명하여라.
2. 관찰지점 ㉕와 ㉖ 지점을 관찰하고 육계도가 만들어지는 과정을 그림으로 그리고 설명해보자. 이 지점은 지사학의 5대 법칙 중 어느 법칙에 해당하는지를 설명하여라.
3. 관찰지점 ㉗와 ㉘ 지점을 관찰하고 부정합이 만들어지는 과정을 그림으로 그리고 설명해보자. 이 지점은 지사학의 5대 법칙 중 어느 법칙에 해당하는지를 설명하여라.
4. 관찰지점 ㉙와 ㉚ 지점을 관찰하고 해식애가 만들어지는 과정을 그림으로 그리고 설명해보자. 이 지점은 지사학의 5대 법칙 중 어느 법칙에 해당하는지를 설명하여라.
5. 관찰지점 ㉛ 지점에서 포트홀을 관찰하고 포트홀이 만들어지는 과정을 그림으로 그리고 설명해보자. 이 지점은 지사학의 5대 법칙 중 어느 법칙에 해당하는지를 설명하여라.
6. 관찰지점 ㉜ 지점을 관찰하고 관입암과 관입당한 암석의 특징을 그림으로 그리고 설명해보자. 이 지점은 지사학의 5대 법칙 중 어느 법칙에 해당하는지를 설명하여라.
7. 서건도 야외지질학습장을 관찰한 소감을 적어보자.

### Ⅲ. 연구결과 및 토의

본 연구의 목적은 7차 교육과정에서 요구하는 지역·학교·개인 수준의 다양성을 동시에 추구하고, 학습자의 자율성과 창의성을 신장하기 위한 학생 중심



의 교육과 시대가 요구하는 탐구학습이 효과적으로 이루어질 수 있도록 야외 학습을 개발하는 모듈을 이용하여 지구과학 지질 분야의 야외학습을 위한 교수-학습 보조물과 교수-학습 학습지를 개발하고, 여러 여건에 의해 활발하게 시행되지 못하고 있는 야외 학습을 준비하는 교사들에게 주변 환경을 적절히 활용하여 교수-학습이 이루어지도록 하는 하나의 교수-학습 방법을 제시하고자 하였다.

본 연구논문과 같은 방법으로 제주도의 지역적 특성을 살려 다양한 교수-학습 보조물과 교수-학습 학습지를 개발하여 보급한다면, 관광지를 학습의 장으로 연결시킴으로써 제주도내 학생은 물론, 단순한 관광 목적으로 이루어지고 있는 내륙 학생들의 수학여행이 실제적인 수학여행으로써의 목적을 달성할 수 있어 제주도에 대한 다른 시각을 심어줄 수 있는 계기가 될 것이다.

현장에서 설명하고 확인할 수 있는 교수-학습 보조물과 교수-학습 학습지를 개발하여 2000~2002년 제주과학교 학생들의 탐사활동에 투여한 결과 학습동기와 협동학습이 매우 원활하게 이루어 졌으며 실내수업보다 더 좋은 효과가 있었다.

#### IV. 결 론

2002학년도부터 도입된 고등학교 제7차 교육과정에서는 탐구학습과 현장학습을 강조하고 있다. 그러나 실제 교육 현장에서는 야외실습을 비롯한 현장학습을 수행하는 데는 극복해야 할 어려움이 많이 뒤따르고 있는 실정이다. 야외 지질학습장의 선정, 야외학습 내용, 각 지역 야외지질학습장의 교수-학습 보조물의 부재, 교수-학습 보조물인 학습지의 부재 등으로 인하여 야외학습을 실시할 엄두를 내지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서 개발되어진 교수-학습 보조물과 교수-학습 학습지를 통하여 학습자는 다음과 같은 내용을 학습할 수 있다. 첫째, 실제 야외조사를 위한 준비단계의 역할은 물론 학습자로 하여금 학습동기 유발과 실제 야외학습 상황에서 자연현상을 이해하고 개념화 할 수 있다. 둘째, 야외학습을 할 때 필요한 기본적인 지식을 습득할 수 있다. 셋째, 학습자는 조별 탐구활동을 통하

여 야외학습 과정에서 중요한 사회적 의사소통 기술을 발전시켜 협동적으로 일할 수 있다는 점이다. 따라서, 야외지질학습장을 개발하고 야외학습에 필요한 교수-학습 보조물을 학생들로 하여금 학습하게 함으로써 실제 야외학습을 수행하는데 있어서 최대의 학습효과를 가져올 수 있으리라 여겨진다.

### 참 고 문 헌

- 고기원. 1997. 제주도 지하수의 부존특성과 서귀포층의 수문지질학적 관련성, 부산대학교 박사학위논문, 325p.
- 서승조, 1990. 진주 성지공원 일대의 지질-지질분야 현장교육자료 활용에 관련 하여, 진주교대 과학교육연구. 16, 1-20.
- 송시대. 2000. 제주도 암괴상 아아용암류의 분포 및 암질에 관한 연구. 부산대학교 박사학위 논문. 118p.
- 송시대, 윤선, 2002. 제주도 꽃자왈지대의 용암 No. 1. 조천-함덕 꽃자왈지대, 지질학회지, 38(3), 377-389.
- 안건상, 이현구, 임형철, 1995. 제주도에서 산출되는 화강암에 관한 연구, 자원 환경지질, 28(5), 513-519.
- 윤선, 고기원, 김인탁, 1995. 제주도 형성사. 제주도지 제98호, 148-164.
- 정원우, 서승조, 1984. 대구 근교의 야외지질 실습코스( I ), 경북대학교 논문집, 37, 419-425.
- 한국지구과학회, 1999. 영월-단양 지역의 지질. 한국과학기술단체총연합회 대중 화사업 1, 120p.
- 한국지구과학회, 2000. 안면도 및 천수만 지역의 지질. 한국과학기술단체총연합 회 대중화사업 2, 111p.
- 한국지구과학회, 2001. 제주도로 떠나는 자연사 여행. 한국과학기술단체총연합 회 대중화사업 3, 133p.
- 한국지구과학회, 2002. 지구는 내 친구(여름 바닷가에서 해변, 암석, 별과의 대 화). 한국과학기술단체총연합회 대중화사업 4, 66p.
- 原口九萬, 1931. 濟州島の地質. 朝鮮總督府 地質調査所, 朝鮮地質調査要報 10

(1), 1-34.

- Kern, E. L. & 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.
- Mckenzie. G., Utgard, R., and Lisowski, M., 1986. The importance of field trip, *Journal of College Science Teaching*, 16, 17-20.
- Robert R. Compton, 1985. *Geology in the Field*. John Wiley & Sons, 398p.
- Sohn, Y. K., 1992. Depositional models of basaltic tuff rings and tuff cones in Cheju Island, Korea. Ph. D., Seoul National University, Seoul, 210p.
- 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.
- Yi, S., Yun, H. and Yoon, S., 1998. Calcareous nannoplankton from the Seoguiipo Formation of Cheju Island, Korea and its paleoceanographic implications. *Paleontological Society of Japan, Paleontological Research*, 2(4), 253~265.
- Yoon, S., 1997. Miocene-Pleistocene volcanism and tectonics in southern Korea and their relationship to the opening of the Japan Sea. *Tectonophysics*, 281, 53-70.
- Yoon, S., Jung, C.Y., Song, S.T. and Yang, K.H., 2001. Volcanic debris-avalanche and epiclastic deposits in the Seongeup area, Jeju Island, Korea. *Geosciences Journal*, 5, 47-55.