

# 학교 밖 과학 활동을 위한 산지천 과학탐방 자료 개발

강 정 우\* · 이 동 건\*\*

목	차
I. 서론	III. 결과 및 논의
II. 연구 과정	참고문헌

## I. 서론

### 1. 과학탐방 연구의 필요성

교과서를 중심으로 이루어지는 과학 실험실 수업에서 학생들에게 학생 중심의 개방적 탐구를 허용하더라도, 실험 결과의 이용이 결국 교과서에 제시된 과학 공식이나 법칙으로 귀결된다면 개방적 탐구 활동에서의 탐구결과는 이미 예정된 것이다. 학교 실험 활동에서의 탐구결과가 예정된 것이라면 학생들이 어떻게 실제로 과학자와 같은 탐구경험을 가질 수 있겠는가? 학교 과학학습에서 이루어지는 수업이 교과 과정에서 제시한 내용영역을 모두 가르쳐야 하고, 인지적 과정적 학습목표와 이에 따른 성취 기준을 갖는 한, 학생들은 정해진 답을 찾고, 답을 찾는 즉시 모든 문제가 해결되어 마치 과학자와 같은 결론에 도달한 것처럼 생각되는 수렴적 학습은 피할 수가 없을 것이다.

뿐만 아니라, 과학교육은 자연의 탐구 활동을 통한 산 교육이어야 함에도 불구하고 우리의 교육은 자연과 격리된 교과서 위주, 지식 위주의 과학교육으로 이루어져 왔다. 과학적인 개념을 이해하는 것은 결국 박종원 등(1998)이 지적한 바와 같이 이상적인 상황으로

\* 제주대학교 사범대학 과학교육과 교수

\*\* 제주대학교 교육대학원 물리교육전공

구조화한 과학 개념에 친숙해지는 것이라 하겠다. 또한 변인의 설정 및 변인 통제와 같은 과학적인 과정을 이해하고 적용한다는 것은 일상적인 상황이 갖는 무수히 많은 변인들 중 불필요하거나 그다지 큰 영향을 미치지 않을 것이라고 생각되는 변인들에 대한 무시나 제거과정을 통해 이루어지는 과학자들의 복잡한 변인 통제 기능을 이해하는 것이다.

이런 이유로, 학교 실험실에서 이상화된 과학을 배운 학생들이 교육과정에서 밝힌 바와 같이 자연 현상을 설명하는 데 기본적인 과학지식과 탐구 기능을 적용하는 것은 어려울 것이다. 왜냐하면 자연 현상은 이상화된 상태가 아니라 일상 상황이고, 학생들이 배운 지식은 이상화된 지식이기 때문이다. 따라서 자연 현상을 설명하기 전에 이상화된 지식을 일상생활에 적용해 보는 과학 학습의 기회가 필요한 것이다.

과학을 학습한 학생들 대부분이 학교에서 배우는 과학을 일상생활에 적용하는데 어려움을 느끼는 이유 중의 한 가지는 사회와 자연 현상에서 벌어지고 있는 일이 학교에서 배우는 과학 개념이나 법칙 하나 만으로는 이해하기 어렵고, 또한 학생들이 갖고 있는 과학지식을 정규 과학시간을 제외한 곳에서 적용시켰을 때 어려움이 많기 때문이다. 이러한 어려움을 해결하는 하나의 방법은 복잡한 자연현상과 사회나 문화재에 관련된 모든 과학개념을 일상생활 속에서 되도록 많이 적용할 수 있는 기회를 주는 것이다.

최근 국내에서는 상황물리(COPHY : COntextual PHYsics : 재미있고 유익한 콘텍스트가 풍부한 그래서 물리학습의 경험이 학습자에게 보다 긍정적인 것으로 다가갈 수 있는 물리)적 정신에 기초하여 다양한 형태의 물리 교수·학습 방안들을 탐색하고 구현하기 위한 연구·개발 활동이 진행되고 있다. 서울대학교 명예교수인 박승재 과학문화교육연구소장을 중심으로 ‘한국 역사 속 과학탐방 교육’ 운동이 최근 몇 년 동안 매우 활발하게 전개되고 있다. 문화유적지를 직접 방문하여 다양한 탐방 및 탐구 활동을 통해 우리의 전통 문화와 역사 속에 숨겨진 물리학적(과학적) 원리와 조상의 지혜를 찾아보고 경험하는 것이 그 주된 목표이다. 이곳을 중심으로 최근 몇 년 동안 개발된 물리(과학)학습용 교육자료집들이 점차 학교 현장을 중심으로 전국적으로 확산되고 있다. 한국 역사 속 과학탐방 교육에 관한 연구는 수원 화성 과학탐방(최재혁, 1999), 영릉 과학탐방(이정원, 1999)과 진주성 과학탐방(이기훈, 2000) 이래 많은 연구가 심층적으로 이루어지고 있고, 2002년 월드컵의 열기를 과학교육에 담아내기 위해 ‘월드컵 경기장 과학탐방’ 시리즈를 발간하기도 하였다.

관광지가 많은 제주도의 독특한 자연 환경과 문화재에는 과학적 원리가 내재돼 있다. 이들 관광지를 과학의 틀로 서로 연결시키면, 심층적인 과학탐방이 가능하다. 지금까지 제주도내 학생들이나 육지부 학생들은 수학여행 때나 혹은 관광 시에 자연 경관만을 훑어보는 것으로 탐방을 끝내고 만다. 그럼으로 인해 학교에서 배운 과학 지식을 실생활에 접목시키지 못하고 과학을 어렵게만 생각한다. 더군다나 과학과 실생활은 서로 무관하다는 생각까지 하게 된다. 따라서 제주도의 자연과 문화 속에서의 다양한 탐구활동을 통해 그 속에 숨겨진 과학적 원리와 조상의 지혜를 찾아보고 경험함으로써 과학학습을 더욱 흥미롭게 하기 위한 제주도 과학탐방 교육이 필요하다.

## 2. 연구의 목적

과학의 기본 개념을 이해하고 과학적 탐구 능력을 배양하며, 과학에 대한 흥미와 호기심, 과학학습 동기 유발 및 과학적 태도를 증진시켜야 하는 과학교육의 목표에 부합되고, 제7차 과학과 교육과정에서 더욱 강조되고 있는 실생활과의 관련된 학습이 학교 과학학습 영역으로 이루어지기 위해서는, 학교 과학교육은 통합과학적으로 실생활과 과학을 연계한 과학탐방 교육으로 이루어져야 하고, 학교 밖 과학 활동으로 교수·학습할 수 있는 다양한 프로그램이 초·중등학교 교육과정에 맞게 구성되어야 한다. 이러한 프로그램의 일환으로 제주의 자연과 문화 속에서 학생들이 쉽게 접근할 수 있는 과학 탐방지와 개방적인 탐구활동을 통합과학적으로 할 수 있는 과학 탐방자료 및 지도방법 등이 과학교사들이 쉽게 이용할 수 있도록 하여야만 한다.

제주 자연 속 과학탐방 교육은 제주도 폭포, 도깨비 도로, 제주민속자연사 박물관, 탐라목석원 등의 과학탐방 자료가 강정우 교수를 중심으로 한 제주대학교 과학탐방교육연구실에서 초안이 개발되고 일부 학생들과 교사 대상의 과학탐방이 실시된 바 있다. 또한, 출판된 제주월드컵경기장 과학탐방 자료집(강정우·김형준, 2002)과 제주민속마을(고영립, 2002), 제주도 동굴(장현수, 2002) 과학탐방에 관하여 보고된 연구 결과도 있다. 그러나 이에 대한 종합적이고 심층적인 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 시급히 과학교육과정에 근거하여 학교 교육의 일환으로 과학탐방 교육을 실시하기 위한 심층적인 연구가 있어야 한다.

그래서 본 연구에서는 통합과학적으로 교수·학습할 수 있는 탐방지로 복원된 산지천을 선정한 다음, 과학탐방 자료와 활동을 연구·개발하고 과학탐방 활동지를 제작하여 중학생 대상의 과학탐방을 직접 실시한다. 그런 다음 그 결과를 반영한 과학탐방 자료집을 수준별로 재미있게 과학뿐만 아니라 다른 교과목에도 연계하여 활용할 수 있도록 제작해 보려고 한다. 즉, 정규 과학 수업과 연계가 가능하며 중등학생들의 개방적 탐구활동을 할 수 있는 산지천 과학탐방 자료집을 연구 개발하는 것이 본 연구의 목적이다.

## II. 연구 과정

### 1. 탐방지의 선정

과학개념을 주변의 자연 환경과 연계시켜 교수·학습함으로써, 학생들이 어렵게만 느끼는 과학 교과 학습 동기를 증진시킬 수 있는 학교 밖 과학 활동을 위해 제주시 중심을 가로질러 흐르고 있는 산지천을 과학탐방지로 선정하였다.

통합과학교육의 장소로서 산지천은 적합한 장소라 할 수 있다. 최근에 산지천이 생태 복원되면서 여러 시설물들이 복원되었거나 새롭게 만들어졌다. 그 속에서 과학적인 요소를 찾아 수렴적이고 발산적으로 탐구과제 해결이 이루어진다면 학생들은 과학 교과에 재

미를 느끼고 흥미를 가질 수 있을 것이다.

학생들은 산지천의 시설물 중 음악분수와 벽천분수를 통해서 압력이라든가 빛의 반사와 굴절 같은 개념을 학교 수업과 비교해 보면서 생각해 볼 수 있을 것이고, 나무다리와 돌다리를 직접 보고 탐방함으로써 아치구조의 원리를 이해하는데 도움이 될 수 있다. 또한, 산지천의 수질과 용천수의 특징, 서식하고 있는 어류를 통해 제주의 자연 환경 학습에도 도움을 줄 수 있을 것이다. 더불어 조천석과 경천암, 중국 피난어선 모형(해상호) 등을 통해서 제주의 역사와 조상들의 삶을 들여다 볼 수 있는 탐방지라 할 수 있다.

이렇듯 산지천은 과학적인 측면과 역사적인 측면이 모두 갖춰져 있어 제주 자연 속 과학탐방의 목적에 알맞은 장소라 할 수 있다.

## 2. 연구 기간과 자료 개발 방법

산지천 과학탐방 자료집 초안은 '과학탐방 자료의 개발 원칙'(한국과학교육단체총연합회, 1998)의 이론적 근거에 의거하여 2003년 1월부터 10월 사이에 개발하였다. 그런 다음, 이에 대한 효과를 알아보기 위하여 실제 과학탐방 활동을 2003년 11월 15일 오후 2시부터 4시까지 2시간에 걸쳐 희망 학생 대상으로 실시하였다.

과학탐방의 대상은 제주도 제주시에 위치한 남녀 공학 중학교 3학년 과학반 학생과 일부 지원 학생을 대상으로 하였다. 과학탐방을 한 학생은 남학생 13명과 여학생 4명으로 총 17명이다. 그중 탐방 후 설문에 응답한 학생은 17명 모두였던 반면에 탐방 활동지는 10명의 학생들만이 작성·제출하였다.

실제 과학탐방은 <표 II-1>과 같이 수행하였다. 표에서 나타내는 교사의 역할은 본 연구자가 직접 하였다. 이와 같은 방법으로 초안 자료집에 의해 수행한 과학탐방 활동의 결과를 분석하여 학교 밖 과학 활동을 위한 산지천 과학탐방 자료집을 연구·개발하였다.

학생들의 산지천 과학탐방 활동은 학생들이 직접 작성한 과학탐방 활동지와 설문지 및 연구자의 관찰을 토대로 자료의 적절성과 탐방의 인식, 흥미 등을 중심으로 분석하여 그 결과를 최종 과학탐방 자료집에 반영하였다.

<표 II-1> 산지천 과학탐방 활동 지도

활동단계	내용	교사	학생	비고
탐방 전 활동	탐방지 소개, 탐방 목적과 탐방일정, 위치, 교통, 준비물안내	비디오와 유인물을 통한 사전 안내와 준비	유의점 및 준비사항 숙지	탐방 안내문 사전 유인물
탐방 활동	탐방순서	탐방순서 안내	주의 집중	탐방 자료집, 탐방 활동지 현장 기록물, 설문지
	전개	분수, 조천석, 다리, 수중보, 용천수, 해상호	현장 기록, 학생활동 관찰	
	정리	과학탐방에 대한 설문	관찰	설문지 작성
탐방 후 활동	탐방 평가	관찰 및 분석	활동지 작성	탐방기, 감상문

### 3. 연구 절차

본 연구의 전체적인 과정을 항목화하면 다음과 같다.

첫째, 제주 자연 속 과학탐방 활동에 적합한 하나의 탐방지를 제주시 중심을 가로지르는 산지천을 선정하였다.

둘째, 탐방지를 사전에 탐사하고 관련 문헌연구 및 각종 보조 자료를 수집하였다.

셋째, 중학교 교과 과정을 분석하여 학교 수업과 유기적으로 연계가능한 산지천 과학탐방 자료집을 개발하였다.

넷째, 산지천 과학탐방 자료집은 “산지천 탐방을 하기 전에”, “자연형 경관 하천으로 생태 복원한 산지천 탐방”, “산지천 탐방을 하고 나서”의 세 단계로 구성하였고, 산지천의 각 장소별로 기본적인 설명을 제시하였으며 기초적인 탐구 활동을 할 수 있게 문제를 제시하였다.

다섯째, 탐방활동 지원 학생을 모집하여 탐방 사전 안내 및 관련 동영상을 시청한 후 과학탐방을 실시하였다.

여섯째, 탐방이 끝난 직후에는 과학탐방 활동에 대한 흥미도 조사를 설문지를 통해 하였으며, 활동지를 과제로 제시하여 열흘 뒤에 수합하였다.

마지막으로 산지천 과학탐방 활동을 통해 얻은 학생들의 활동 자료 즉, 탐방자료, 탐방 후 설문지, 탐방 후 활동지를 분석하여 개발된 과학탐방 자료집을 수정·보완하였다.

## Ⅲ. 결과 및 논의

과학수업과 연계 가능하고, 역사적 유물 속에서의 과학적 원리를 탐구할 수 있는 과학탐방이 되려면 자료 구성 시에 학교 교육과정을 고려해야한다.

### 1. 탐구활동과 연계 지도할 수 있는 중등과학 교육과정

과학탐방 자료가 어떤 교과, 어느 단원과 연계되어 있으며, 학년에 따라 어느 정도의 수준까지 다루는 것이 좋은지에 대한 안내가 되어 있다면, 학교 교실에서도 충분히 활용 할 수 있을 것이다. 또한 이를 지도하는 교사들은 자연스럽게 학년간의 종적·횡적 계열성이나 통합성을 유지할 수 있고, 다른 교과와의 연계성을 고려할 수 있을 것이다. 복원된 산지천에서 개방적 탐구활동이 가능하다고 사료되는 중등학교(7~10학년) 과학 교과서의 단원명을 중단원까지 추출해보면 다음의 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 III-1> 산지천 과학탐구 활동과 관련되는 과학 교과서 단원 명

학년	대단원	중단원
중1 (7학년)	2.빛 3.지각의 물질 5.분자의 운동 7.상태변화와 에너지 10.힘 11.해수의 성분과 운동 12.파동	2-1.빛의 반사와 굴절, 2-2.빛의 분산과 합성 3-2.암석, 3-3.지표의 변화 5-2.기체의 압력과 부피 7-1.상태 변화와 열에너지 10-1.여러 가지 힘 11-1.바닷물의 성분, 11-2.바닷물의 운동 12-1.파동의 발생, 12-3.파동의 반사와 굴절
중2 (8학년)	1.여러 가지 운동 2.물질의 특성 4.식물의 구조와 기능 6.지구의 역사와 지각변동 7.전기	1-1.물체의 운동, 1-2.힘을 받지 않는 물체의 운동 2-2.용해도, 2-3.밀도 4-3.잎, 4-4.꽃과 열매 6-4.움직이는 대륙 7-3.전압과 전기저항
중3 (9학년)	1.생식과 발생 2.일과 에너지 4.물의 순환과 날씨변화 6.전류의 작용	1-2.생식 2-1.일, 2-2.역학적 에너지 4-2.구름과 강수 6-1.전기에너지
고1 (10학년)	II.에너지 III.물질 IV.생명	4.힘과 에너지, 5.전기에너지 8.전해질과 용액 18.생물농축

## 2. 과학탐방 자료의 연구·개발

과학탐방은 단순히 과학적인 내용만을 탐구하는 것이 아니라 범교과적으로 역사적, 지리적, 민속학적인 탐방을 포함한 것이며, 또한 수렴적·발산적 탐구의 장, 문화적 맥락을 중시한 과학 활동, 수준별 탐구의 접근 등 과학 교육의 장으로서 다양한 가능성이 포함되어야 한다. 특히, 수준별 교육과정이 도입된 7차 교육과정에서는 심화·보충형 교재로서 사용할 수 있도록 과학탐방 자료집을 개발하여야 한다. 그렇게 하려면, 현재의 중학교와 고등학교 1학년(7~10학년) 과학수업에서 교수·학습하는 단원 내용(<표 III-1> 참조)을 활용한 자료 구성이 의미 있을 것이다. 뿐만 아니라, 학교 밖 과학 활동 프로그램으로 개발된 자료가 학생들에게 적합한지가 더 중요하다고 할 수 있다. 초등학생이면 초등학생 수준에 맞게, 중학생이면 중학생 수준에 맞는 과학탐방 자료집의 구성과 탐구 문제의 제시 방법이 필요하다. 그래서 본 연구에서는 중학교 3학년 학생이면 창의적이고 수준별로 수행할 수 있는 자료를 개발하려고 하였다. 그렇게 하면 일반 대중용으로도 사용 가능하기 때문이다.

개발된 산지천 과학탐방 자료집은 재미있고 흥미 있는 주제로서 자기 주도적으로 개방적 탐구 활동을 할 수 있게 개발하였다. 탐방 자료는 “산지천 탐방을 하기 전에”, “자연형

경관 하천으로 생태 복원한 산지천 탐방”, “산지천 탐방을 하고 나서”의 세 단계로 구성하였고, 수렴적 과제에서 발산적 과제까지의 개방적 탐구활동으로 구성되도록 하였으며 산지천 각 장소별로 적합한 탐구활동 과제를 제시하였다.

### 1) 과학탐방 자료집 초안

과학탐방 자료집의 내용은 중등학교의 과학 교과목 즉, 중학교 1, 2, 3학년과 고등학교 1학년의 과학 교과목 교육과정과 연계 가능하도록 <그림 III-1>과 같은 순서로 선정·조직하였다. 또한, 과학탐방 자료집의 전체 내용을 보면 아래의 <표 III-2>와 같이 학습 주제와 자료의 내용, 활동 내용, 탐구 활동과정으로 요약할 수 있다.

<b>차 례</b>	
감사와 요청의 말씀	2
<b>첫째, 산지천 탐방을 하기 전에</b>	<b>4</b>
가. 산지천은 어떤 하천일까?	4
나. 새롭게 태어난 산지천이 있기까지	6
다. 산지천은 어디에서부터 시작될까?	9
라. 과학탐방의 준비와 주의 사항	13
<b>둘째, 자연형 경관 하천으로 생태복원한 산지천 탐방</b>	<b>14</b>
첫 번째 마당 : 제주도 하천 특성과 물 문화	14
(건천의 특성, 용천수의 이용, 산지천 홍수와 조천석)	
두 번째 마당 : 산지천의 수질과 어류	21
(산지천으로 유입되는 물의 원천과 수질상태, 서식 어류)	
세 번째 마당 : 산지포구와 배	35
(산지포구, 전시된 모형 배, 배가 뜨고 가는 원리)	
네 번째 마당 : 생태 복원한 산지천의 시설물	51
(수중보와 수문, 다리, 조경수, 야간조명 시설)	
다섯 번째 마당 : 산지천 분수 시설과 작동원리	64
(벽천분수, 음악분수)	
<b>셋째, 산지천 탐방을 하고 나서</b>	<b>77</b>
가. 하천 정비는 도시 환경에 어떤 영향을 줄까?	77
나. 산지천을 문화관광 상품으로 조성할 수는 없을까?	82
다. 어떻게 하면 산지천이 오염되지 않을까?	84
라. 제주도의 물 부족 문제는 어떻게 해결해야 할까?	87
산지천 찾아 가는 길	92

<그림 III-1> 과학탐방 자료집의 구성 순서

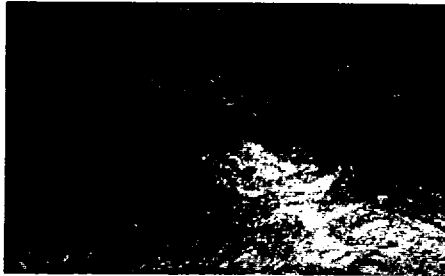
<표 III-2> 산지천 과학탐방 자료집의 구성 내용

쪽	학습 주제	주요 자료 내용 및 활동 내용	활동요소
1	표지	• 표지 살펴보기	
2	감사와 요청의 말씀	• 읽어보기	
3	차례	• 차례 살펴보기	
4-12	탐방지의 사전 탐사	• 산지천의 특징 알아보기	조사
13	탐방 준비와 유의사항	• 탐방 준비물 점검과 유의사항 준수하기	조사
14-20	제주도 하천 특성과 물 문화	• 건천의 특성, 용천수의 이용, 산지천의 홍수와 조천석 알아보기	조사
21-34	산지천의 수질과 어류	• 산지천으로 유입되는 물의 원천과 수질상태 및 서식 어류 관찰하기	관찰
35-50	산지포구와 배	• 해상호 탐방, 배가 뜨고 가는 원리 알기	조사
51-63	생태 복원한 산지천의 시설물	• 수중보와 수문, 다리, 조경수, 야간조명 시설 관찰하기	관찰
64-76	분수 시설과 작동원리	• 벽천분수, 음악분수의 원리 알아보기	조사
77-81	하천 정비	• 하천 정비가 도시 환경에 미치는 영향	추리
82-84	관광 상품으로 조성	• 산지천을 문화관광 상품으로의 조성 방법	조사
84-86	산지천의 오염	• 산지천이 오염되지 않게 하기 위한 방법	추리
87-90	물 부족 문제	• 제주도의 물 부족 문제 해결 방법	추리
91	산지천의 개요	• 산지천의 위치, 사업량	
92	찾아가는 길	• 교통 및 음악분수 가동시간 안내	
93	연구·개발자	• 연구·개발자 소개	
94	표지	• 제주도 지도	

<표 III-2>를 보는 바와 같이 개발된 산지천 과학탐방 자료집은 학교에서 학습한 단원과 연계할 수 있도록 사진 및 그림 자료를 쪽 당 하나 이상씩을 삽입하여 재미있게 학생 주도적으로 과학 탐방 활동을 할 수 있도록 총 94쪽으로 구성하였다. 탐방 자료집의 수록된 개방적 과학탐구 활동의 한 예를 제시하면, 다음의 <그림 III-2>와 같다. 그리고 산지천 과학탐방 자료집의 각 단계 중에서 대표적인 내용은 <부록>에 제시하였다.



산지천에는 금산수원지에서 물이 유입되고, 동문공설시장 공사 중 발견된 지하수도 유입되고 있다고 한다. 또한, 제주시에서는 현재 3백mm관 3개를 통해 시간대별로 30분씩만 산지천 물을 전기로 끌어올려 벽천분수 용도로 사용하고 있다.



산지천의 유수관

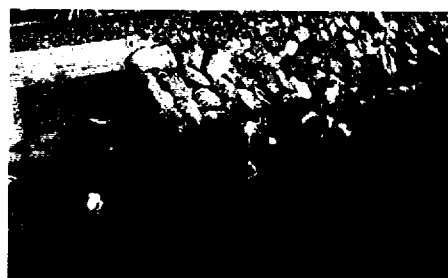


산지천 목교 옆에 있는 우수관

산지천의 현재 물은 어디에서 온 것일까? 하류의 물을 강제로 끌어온 것인가? 동쪽 산지천변에 그림과 같은 관과 물이 나오는 유입구가 있다. 이곳에서 금산수원지 물과 지하의 용천수가 나오는 것일까? 산지천의 물이 그 곳에서 온 물이라면, 상당한 거리인데 어떤 방법으로 물이 유입되고 있을까? 얼마나 많은 양 이기에 산지천의 물을 충당하는가? 유입된 물이 고갈되지 않을까? 다른 곳의 물, 원천이 다른 물은 없을까? 또한, 생활하수나 빗물은 없을까? 오직 용천수뿐일까?



동쪽 산지천변에 있는 유수관



산지천 댐터 자리에서의 탐방 모습

산지천을 따라 있었던 "가락꽃물, 노리물, 산지물, 지장깍물"들은 어디에서 나오는 용천수일까? 지금은 나오지 않는 것일까? 다른 용도로 사용하고 있을까? 지하수를 이용하여 남수각에서부터 형성 물이 흐르는 생태하천으로 산지천을 만들려면 어떻게 해야 할까? 구체적으로 가능한 방안과 경제적인 면을 조사해보자.

<그림 III-2> 산지천에서의 개방적 탐구활동의 예

## 2) 과학탐방 자료와 정규 수업과의 관련성

과학을 재미있게 학습동기를 일으킬 수 있는 수업으로 전환할 수 있도록 하기 위해서 연구·개발한 산지천 과학탐방 자료집의 탐방 활동 과제를 수준별로 분류한 것을 탐방장소별로 비교해보면, <표 III-3>~<표 III-9>와 같고, 중등학교(7~10학년) 과학교과 내용과 관련시켜 각 학년 중단원별로 좀더 구체적으로 알아보면 다음의 <표 III-10>~<표 III-13>과 같다.

여기서 「가」형 질문은 모든 학생들이 쉽고 재미있다고 판단되는 탐구 과제이며, 「다」형 질문은 그래도 과학에 친숙하고 수준 높은 학생들이 창의적으로 확산적 과학탐구를 할 수 있는 탐구과제로서 제시한 것이다. 그리고 「나」형 질문은 비교적 보통 수준의 개방적 탐구 과제라고 할 수 있다.

<표 III-3> 자료집 '산지천 탐방을 가기 전에'의 질문 유형

탐구 과제	유형	교육과정
동굴에서 생활하는 박쥐는 어두운 곳에서 어떻게 날 수 있을까? 박쥐가 날아가는 것과 같은 원리를 이용한 장치에는 어떤 것들이 있을까?	가	7-12.3. 파동의 반사와 굴절
꽃은 어떻게 생길까? 그리고 열매는 꽃의 어떤 부분이 변하여 만들어질까?	나	8-4.4. 꽃과 열매
절리에는 어떤 종류가 있는가? 종류별 형성과정과 그 차이점을 비교해 보자. 지층에 가해지는 힘이 한계를 넘으면, 틈이 생기고 그 틈을 경계로 서로 어긋난 것을 단층이라 한다. 이와 같은 단층은 절리와는 어떤 차이가 있을까?	나	8-6.2. 지각변동
암수딴그루(자동이주)에 속하는 나무에는 어떤 것들이 있을까?	나	9-1.2. 생식

<표 III-4> 자료집 '제주도 하천 특성과 물 문화'의 질문 유형

탐구 과제	유형	교육과정
암석은 어떻게 만들어 질까? 대부분의 화산암은 어떤 특성의 암석일까?	나	7-3.2. 암석
여름철 용천수의 온도가 주위보다 낮은 이유는 무엇일까?	다	7-7.1. 상태변화와 열에너지

<표 III-5> 자료집 '산지천의 수질과 어류'의 질문 유형

탐구 과제	유형	교육과정
왜 내륙 쪽에 분포하는 용천수들은 조면암류 분포지역에 많이 분포하고 있는가? 그 물리적 특성을 조사해보자. 그리고 현무암과 조면암은 어떻게 다른가?	가	7-3.2. 암석
물 - 암석 상호반응은 구체적으로 어떤 것일까?	다	7-3.3. 지표의 변화
중력 때문에 물은 밑으로만 흘러야 하지 않을까? 그럼에도 불구하고 땅속을 흐르던 물이 어떻게 지표면 위로 나오는 것일까?	나	7-5.3. 기체의 압력과 부피
물은 지역마다 그 물 맛이 다르다. 그리고 물의 온도에 따라서도 물맛이 다르다고 한다. 왜 그럴까?	가	8-2.2. 용해도
현재의 제주도 형성은 4단계의 화산활동에 의해 이루어졌다고 하는데, 각 단계별 화산활동을 조사해보자. 또한, 이때의 용암은 어떤 특성을 갖고 있었을까?	나	8-6.2. 지각변동
강우조성에 가장 알맞은 자연수 주요 성분의 농도는 얼마일까?	다	9-4.2. 구름과 강수
이온은 어떤 과정을 거쳐 형성되는가? 또한, 이온 검출의 원리를 설명해보자. 염소이온(Cl <sup>-</sup> )은 음이온으로서 해수 중에 약 19,000ppm이 포함되어 있고, 강수에도 염소이온은 포함되어 있다. 미국의 경우 내륙지방에 내리는 강수에는 평균 1ppm의 농도를 나타내나, 해안 부근지역에서는 약 6ppm이 포함되어 있는 것으로 알려져 있다. 그렇다면, 지하수 중의 염분농도가 높을 수 있는 원인은 무엇일까?	다	10-III.8. 전해질과 용액
어떤 물질이 먹이 연쇄를 따라 점점 농축되는 현상을 '생물 농축' 이라고 한다. 생물 농축은 어떤 과정을 따라 일어나는가? 그리고 사람에게도 오염물질에 의한 생물 농축현상이 일어날까?	다	IV-18. 생물농축

<표 III-6> 자료집 '산지포구와 배'의 질문 유형

탐구 과제	유형	교육과정
사람이 노를 저으면 배가 앞으로 나아가는 이유를 과학적 원리로 설명해보자.	가	7-10.1. 여러 가지 힘
뱃머리가 뾰족하면 물결이 저항을 적게 받는 이유를 과학적으로 설명해보자.	나	
현재 중국 피난선 모형이 전시된 지점의 산지천은 만조 시 수심이 2m가 된다고 한다. 이 정도의 수심이면 어느 정도의 배가 들어올 수 있을까? 용진교 북쪽과 서쪽 지역은 과거의 바다였다고 한다. 매립으로 인해 만조 시 옛날의 수심과는 차이가 없을까?	나	7-11.2. 바닷물의 운동

탐구 과제	유형	교육과정
잔잔한 수면에 돌을 떨어뜨렸을 때 생기는 파도는 어떤 파동인가?	가	7-12.1. 파동의 발생
물의 저항을 줄이기 위한 거북선의 구조는 어떻게 만들어졌을까? 배의 1층과 3층 의 흔들림 정도는 같을까? 다르다면 그 이유는 무엇일까? 그렇다면, '멀미'는 왜 발생하는가? 또한, 배의 발전사는 저항을 줄이기 위한 과정이라고 할 수 있다. 저항을 줄이기 위하여 구조를 어떻게 만들었을까?	가 나	8-1.1. 물체의 운동
원래의 운동 상태를 계속유지하려는 물체의 성질은 질량과 관련이 있을까? 선박과 마찬가지로 자동차도 전속력으로 움직이다가 엔진을 정지시키면 그 자리에 정지하지는 않는다. 왜 그럴까? 그 이유를 과학적으로 설명해보자.	가	8-1.2. 힘을 받지 않는 물체의 운동
아르키메데스가 하였던 방법과 같이 실험을 해보았을 때, 순금 왕관은 어느 것인가? 왜 선택한 왕관이 진짜라고 보는가? 그 이유를 설명해보자. 물체가 물 속에 잠길 때 그 물체의 무게는 왜 가벼워지는가? 또한, 부력과 밀도는 관련이 있을까? 왜 밀도가 작으면, 물체가 뜨고 밀도가 크면 물체가 가라앉는지 그 이유를 설명해보자. 배에 작용하는 부력의 크기를 배가 잠기면서 올라오는 물의 양으로 나타내면 어떻게 되겠는가? 첫덩어리는 물에 잠기지만 쇠로 만든 배는 물위에 뜬다. 그 림을 참고하여 배가 물위에 뜨는 원리를 설명해보자. 호수의 물이 아래로부터 얼지 않고 위에서부터 어는 이유를 밀도와 관련시켜 서 설명해보자. 현대의 배는 대형화되고 있다. 어떤 장점이 있기에 큰 배를 만들려고 할까? 단점은 없을까? 커다란 배인 항공모함에서는 어떻게 비행기가 뜨고 내릴 수 있을까? 물고기의 무게는 부레의 크기와 관련이 있을까? 물고기가 물속에서 앞으로 나갈 수 있는 이유는 무엇일까? 물고기들은 죽으면 배를 드러내고 떠오르는 이유는 무엇인가? 그런데, 물고기의 부레와 같은 작용을 하는 기관이 인체에도 있을까? 있다면, 사람의 몸이 공중에 뜨지 않는 이유는 무엇인가?	가 나 다	8-2.3. 밀도
외륜 수차를 이용한 기선은 열에너지가 어떻게 변하여 배를 나아가게 하는 힘이 생기는 것일까? 어떤 단점이 있었기에 외륜 수차를 이용한 기선은 많이 사용되지 않았을까?	나	9-2.1. 일
배에 작용한 힘(F)과 배의 질량(M) 그리고 회전반경 (R)사이의 관계를 나타내보자. 단진자의 오른쪽 추가 왼쪽으로 갔다가 다시 제자리로 돌아오는 시간은 얼마일까? 계산해보자.	다	9-2.3. 역학적 에너지

<표 III-7> 자료집 '생태 복원한 산지천의 시설물'의 질문 유형

탐구 과제	유형	교육과정
조명기구의 빛이 반사될 때, 반사면이 매끄러운 경우와 거칠 경우의 반사 모양은 어떻게 되겠는가?	다	7-2.1. 빛의 반사와 굴절
동문교 난간시설을 어떤 암석으로 만들었을까? 또 이 돌의 특성은 무엇일까?	가	7-3.2. 암석
<p>나무다리는 가운데 교량이 없는데, 다리의 하중을 어떻게 지탱하고 있을까?</p> <p>돌다리는 무거운 돌을 어떻게 쌓았기에 무너지지 않을까? 접착제로 붙였을까?</p> <p>복성교를 이루는 돌 한 개당 무게는 얼마나 될까? 이 돌은 어떤 종류의 암석인가?</p> <p>복성교를 가운데 교량 없이 옛날의 홍예교처럼 돌다리를 만들 수는 없었을까?</p> <p>만약, 이맷돌이 빠져 나가면 홍예교는 어떻게 될까? 과학적으로 설명해보자.</p> <p>추력은 돌의 종류에는 관계없을까? 복성교는 차량통행이 가능토록 만든 왕복 2차선 다리이다. 가운데 교량 없이 돌다리를 만들 수는 없을까? 그리고 오른쪽 그림과 같은 다리의 명판을 참조하여 복성교의 추력을 계산해보자.</p> <p>주변에서 볼 수 있는 아치구조형 건축물을 찾아서 축벽의 존재여부를 알아보자.</p> <p>나무면 위를 걸을 때와 콘크리트면 위를 걸을 때의 차이점은 무엇일까? 단순히 감촉적인 것에 불과할까? 그런데, 보도하중 500kg/m<sup>2</sup>의 의미는 무엇인가?</p>	<p>나</p> <p>다</p>	7-10.1. 여러 가지 힘
<p>산지천에는 만조 시 바닷물이 어디까지 들어올까? 복개 공사 이전 옛날의 산지천과 비교해 보면 어떻게 되겠는가? 그리고 파도는 왜 생기는가?</p> <p>만조 시의 수심은 얼마나 상승할까?</p> <p>서귀포 앞 바다 서견도의 '바다 갈라짐 현상'은 왜 생길까? 다른 곳은 없는가?</p>	<p>가</p> <p>나</p>	7-11.2. 바닷물의 운동
쌍떡잎식물과 외떡잎식물은 어떻게 구분하는가? 일백의 뺨은 모양을 보고 구별할 수 있겠는가? 그리고 속씨식물과 겉씨식물의 차이점은 무엇일까?	나	7-4.3. 잎
산지천변 곳곳에서 '가로등 무선 원격점멸기'라고 표시된 커다란 상자를 볼 수 있을 것이다. 이 상자의 역할과 기능 및 원리에 대해서 알아보자.	가	8-7.3. 전압과 전기저항
<p>전등의 불을 밝히는 원리는 무엇인가? 그리고 수변등과 열주등은 어떤 형태의 조명시설인지 조사해보자.</p> <p>산지천 야간조명 시설의 시간당 전력소모량은 어느 정도 될까? 어떻게 하면 계산할 수 있을까? 직접 계산해보자.</p>	다	10-II.5. 전기 에너지

<표 III-8> 자료집 '산지천 분수 시설과 작동원리'의 질문 유형

탐구 과제	유형	교육과정
<p>화려한 음악분수의 야간조명을 볼 수 있는 것은 빛의 어떤 성질에 의한 것인가? 또한, 빛이 물속에서 공기 중으로 나올 때 굴절각은 입사각과 왜 다른가?</p> <p>조명등이 어느 정도의 깊이에 있을 때 분수의 아름다운 효과를 최대로 발휘할 수 있을까? 분수를 구성하는 또 다른 자재에는 어떤 것들이 있는지 알아보자.</p> <p>121개의 물기둥에서 어떻게 340가지의 수중등 불빛을 연출할 수 있을까?</p>	<p>나</p> <p>다</p>	7-2.1. 빛의 반사와 굴절
<p>산지천 벽천분수 위에 있는 사각형의 뚜껑은 무엇일까? 필요 시설물은 어떻게 하였을까? 또한, 펌프로 어떻게 물을 끌어 올리는지 직접 조사해보자.</p> <p>어떤 노즐에서의 물줄기가 가장 높이 올라갈까? 각각의 이유를 설명해보자.</p> <p>노즐의 윗부분을 보고 분수의 형태를 알 수 있을 것이다. 세 가지 노즐들이 만드는 분수의 형태는 각각 어떤 형태일까? 각각의 노즐들은 어떤 과학적 원리를 이용하였을까?</p> <p>마이크로 슈터 노즐의 공기 압력은 어떻게 조절할 수 있을까?</p> <p>음악이 있는 쇼와 음악이 없는 쇼가 있을 때 분수의 물줄기 높이는 달라질까? 그리고 물줄기를 가장 높게 뿜어내기 위해서는 어떻게 해야 할까?</p>	<p>가</p> <p>나</p> <p>다</p>	7-5.2. 기체의 압력과 부피
<p>우리 생활 주변에서 주파수를 사용한 것을 찾는다면, 어떤 것들이 있을까?</p> <p>주파수만 같으면 모든 음은 똑같이 들리고 똑같이 느낄 수 있는가?</p>	<p>다</p> <p>나</p>	7-12.1. 파동의 발생
<p>'자동수질정화시스템'과 '원격감시제어'는 어떻게 이루어질까? 공기 동력식 음악분수대는 다른 음악분수와 어떻게 다를까? 음악분수대 구성에서 '동기장치'와 '전자판'이 하는 역할은 무엇일까? 아울러 어떤 과학적 원리에 의해 작동하는지 알아보자.</p> <p>주파수, 물 높이, 조명 등을 자동제어하는 '에니메이션 콘트롤러'는 어떻게 작동될까? 또한, 산지천 음악분수의 유지관리는 어떻게 하고 있는지 조사해보자.</p>	<p>가</p> <p>나</p> <p>다</p>	8-7.3. 전압과 전기저항
<p>산지천 음악분수는 물의 속도에너지를 어떻게 조절하고 있으며 또한 어떤 노즐을 사용하고 있을까? 그리고 주파수는 무엇을 말하는 것일까?</p>	<p>다</p>	9-2.3. 역학적 에너지

<표 III-9> 자료집 '산지천 탐방을 하고 나서'의 질문 유형

탐구 과제	유형	교육과정
대부분의 제주도 농가에서는 농업용수로 지하수를 사용하고 있다. 지하수 대신에 용천수를 사용할 수는 없을까? 사용한다면 장·단점은 무엇일까?	나	7-3.3. 지표의 변화
땅 위에 있는 물이 땅 속으로 스며들지 못하게 하는 방법은 없을까? 비가 올 때, 집에서 빗물을 모을 수 있는 방법은 없을까? 어떻게 하면 될까? 옛날의 제주 사람들은 부족한 물을 모으기 위해서 어떻게 하였을까?	가	7-11.1. 해수의 성분

개방적 탐구 질문을 이상과 같이 수준별로 하게 되면, 과학을 기피하는 학생들도 자연스럽게 제주의 자연과 문화적 상황에서 과학적 원리를 깨우칠 수 있고, 학교에서 공부한 내용을 이용한 실생활의 문제해결이면 학생들은 더욱 재미있어 할 것이다. 여기에 제시한 수준별 질문 유형은 연구자의 판단에 기인한 것이고, 같은 질문이라도 개인에 따라서는 다르게 느낄 수 있다. 그러므로 이에 대한 현장 연구가 있어야 할 것이다. 본 연구에서는 시범적으로 실시한 중학생 대상의 과학탐방에서 그 반응을 고찰해 보겠다.

<표 III-10> 과학탐방 자료집의 중학교 1학년 과학 교과서 관련 내용

중단원	자료집 쪽수	탐방 활동 과제
2-1. 빛의 분산과 합성	68	주파수만 같으면 모든 음은 똑같이 들리고 똑같이 느낄 수 있는가? 화려한 음악분수의 야간조명을 볼 수 있는 것은 빛의 어떤 성질에 의한 것인가? 또한, 빛이 물속에서 공기 중으로 나올 때 굴절각은 입사각과 왜 다른가?
3-2. 암석	16	암석은 어떻게 만들어질까? 또 제주도 화산암의 대부분은 어떤 특성의 암석일까?
	23	왜 내륙 쪽에 분포하는 용천수들은 조면암류 분포지역에 많이 분포하고 있는가? 그 물리적 특성을 조사해 보자. 그리고 현무암과 조면암은 어떻게 다른가?
3-3. 지표의 변화	26	물-암석 상호반응은 구체적으로 어떤 것일까?
5-2. 기체의 압력과 부피	70	각각의 노즐들은 어떤 과학적 원리를 이용하였을까? 어떤 노즐에서의 물줄기가 가장 높이 올라갈까? 각각의 이유를 설명해 보자. 노즐의 윗부분을 보고 분수의 형태를 알 수 있을 것이다. 세 가지 노즐들이 만드는 분수의 형태는 각각 어떤 형태일까?
7-1. 상태 변화와 에너지	18	여름철 용천수의 온도가 주위보다 낮은 이유는 무엇일까?

중단원	자료집 쪽수	탐방 활동 과제
10-1. 여러 가지 힘	22	중력 때문에 물은 밑으로만 흘러야 하지 않을까? 땅속을 흐르던 물이 어떻게 지표면 위로 나오는 것일까?
	56	무거운 돌을 어떻게 쌓았기에 무너지지 않을까? 접촉제로 붙었을까? 또한, 돌 한 개당 무게는 얼마나 될까?
	59	나무다리는 가운데 교량이 없는데, 다리의 하중을 어떻게 지탱하고 있을까?
11-1. 바닷물의 성분	27	염소이온은 음이온으로서 해수 중에 약 19,000ppm이 포함되어 있고, 강수에도 염소이온은 포함되어 있다. 그렇다면, 지하수 중의 염분농도가 높을 수 있는 원인은 무엇일까?
11-2. 바닷물의 운동	42	현재 중국 피난선 모형이 전시된 지점의 산지천은 만조 시 수심이 2m가 된다고 한다. 이정도의 수심이면 어느 정도의 배가 들어올 수 있을까?
12-1. 파동의 발생	46	잔잔한 수면에 돌을 떨어뜨렸을 때 생기는 파도는 어떤 파동인가?
12-3. 파동의 반사와 굴절	11	동굴에서 생활하는 박쥐는 어두운 곳에서 어떻게 날 수 있을까? 박쥐가 날아가는 것과 같은 원리를 이용한 장치에는 어떤 것들이 있을까?

<표 III-11> 과학탐방 자료집의 중학교 2학년 과학 교과서 관련 내용

중단원	자료집 쪽수	탐방 활동 과제
1-1. 물체의 운동	46	배의 1층과 3층의 흔들림 정도는 같을까? 다르다면 그 이유는 무엇일까? 그렇다면, '멀미'는 왜 발생하는가? 또한, 배의 발전사는 저항을 줄이기 위한 과정이라고 할 수 있다. 저항을 줄이기 위하여 구조를 어떻게 만들었을까?
1-2. 힘을 받지 않는 물체의 운동	49	원래의 운동 상태를 계속 유지하려는 물체의 성질은 질량과 관련이 있을까? 선박과 마찬가지로 자동차도 전속력으로 움직이다가 엔진을 정지시키면 그 자리에 정지하지는 않는다. 왜 그럴까? 그 이유를 과학적으로 설명해 보자.
2-2. 용해도	32	물은 지역마다 그 물 맛이 다르다. 그리고 물의 온도에 따라서도 물맛이 다르다고 한다. 왜 그럴까?
2-3. 밀도	43-45	물체가 물 속에 잠길 때 그 물체의 무게는 왜 가벼워지는가? 또한, 부력과 밀도는 관련이 있을까? 왜 밀도가 작으면, 물체가 뜨고 밀도가 크면 물체가 가라앉는지 그 이유를 설명해 보자. 호수의 물이 아래로부터 얼지 않고 위에서부터 어는 이유를 밀도와 관련시켜 설명해 보자. 첫덩어리는 물에 잠기지만 쇠로 만든 배는 물위에 뜬다. 그림을 참고하여 배가 물위에 뜨는 원리를 설명해 보자. 아르키메데스가 하였던 방법과 같이 실험을 해 보았을 때, 순금 왕관은 어느 것인가?



중단원	자료집 쪽수	탐방 활동 과제
4-3. 잎	62	쌍떡잎식물과 외떡잎식물은 어떻게 구분하는가? 일맥의 뽕은 모양을 보고 구별할 수 있겠는가? 그리고 속씨식물과 겉씨식물의 차이점은 무엇일까?
4-4. 꽃과 열매	11	꽃은 어떻게 생길까? 그리고 열매는 꽃의 어떤 부분이 변하여 만들어질까?
6-2. 지각 변동	12	지층에 가해지는 힘이 한계를 넘으면, 틈이 생기고 그 틈을 경계로 서로 어긋난 것을 단층이라 한다. 이와 같은 단층은 절리와는 어떤 차이가 있을까?
	21	현재의 제주도 형성은 4단계의 화산활동에 의해 이루어졌다고 하는데, 각 단계별 화산활동을 조사해보자. 또한, 이때의 용암은 어떤 특성을 갖고 있었을까?
6-4. 움직이는 대륙	34	제주도와 한반도가 연결되었다면, 어떻게 연결되었을까?
7-3. 전압과 전기저항	73	'자동수질정화시스템'과 '원격감시제어'는 어떻게 이루어질까? 공기 동력식 음악분수대는 다른 음악분수와 어떻게 다를까?

<표 III-12> 과학탐방 자료집의 중학교 3학년 과학 교과서 관련 내용

중단원	자료집 쪽수	탐방 활동 과제
1-2. 생식	11	대체로 식물의 경우 암꽃과 수꽃이 같은 나무에 있는 경우(자웅동주)가 일반적이며 서로 다른 나무에서 피는 경우(자웅이주)는 드물지만, 왕벚나무는 암수딴그루(자웅이주)에 속하는 나무이다. 암수딴그루(자웅이주)에 속하는 나무에는 어떤 것들이 있을까?
2-1. 일	47	외륜 수차를 이용한 기선은 열에너지가 어떻게 변하여 배를 나아가게 하는 힘이 생기는 것일까?
2-3. 역학적 에너지	50	단진자의 오른쪽 추가 왼쪽으로 갔다가 다시 제자리로 돌아오는 시간은 얼마일까? 계산해 보자.
4-2. 구름과 강수	26	강우조성에 가장 알맞은 농도는 얼마일까?
6-1. 전기 에너지	63	산지천변 곳곳에서 '가로등 무선 원격점멸기'라고 표시된 커다란 상자를 볼 수 있을 것이다. 이 상자의 역할과 기능 및 원리에 대해서 알아보자.

<표 III-13> 과학 탐방 자료집의 고등학교 1학년 과학 교과서 관련 내용

중단원	자료집 쪽수	탐방 활동 과제
II-4. 힘과 에너지	38	벋머리가 뽀족하면 물결이 저항을 적게 받는 이유를 과학적으로 설명해 보자. 사람이 노를 저으면 배가 앞으로 나아가는 이유를 과학적 원리로 설명해 보자.
II-5. 전기에너지	63	전등의 불을 밝히는 원리는 무엇인가? 그리고 수변등과 열주등은 어떤 형태의 조명시설인지 조사해 보자. 또한, 산지천 야간 조명 시설의 시간당 전력소모량은 어느 정도 될까? 어떻게 하면 계산할 수 있을까? 직접 계산해 보자.
III-8. 전해질과 용액	26	이온은 어떤 과정을 거쳐 형성되는가? 또한, 이온 검출의 원리를 설명해 보자.
IV-18. 생물농축	30	어떤 물질이 먹이 연쇄를 따라 점점 농축되는 현상을 '생물 농축'이라고 한다. 생물 농축은 어떤 과정을 따라 일어나는가? 그리고 사람에게도 오염물질에 의한 생물 농축현상이 일어날까?

### 3. 과학탐방 실시 결과

학교 교육과정과 연계하여 학습가능하며, 개방적 탐구활동을 할 수 있게 개발한 산지천 과학탐방 자료에 대한 중학생들의 반응을 알아보기 위하여 제주시내 중학교 3학년 남·여 학생 중 희망학생을 대상으로 과학탐방을 실시하였다.

산지천 과학탐방은 야외에서의 과학 탐구 활동에 알맞게 학교에서의 사전 준비 활동과 현지 탐방 활동, 그리고 탐방 후 활동의 세 단계로 구성하였다.

사전 준비 활동은 학생들에게 장소에 대한 생소함을 줄여 주는 등 야외 학습에서 소홀하기 쉬운 부분이나 탐방을 통해 원하는 목적을 달성하기 위해서 필요하였다. 학생들이 미리 산지천 관련 동영상 시청함으로써 장소에 대한 생소함과 흥미를 유발시키기 위한 노력을 하였고, 탐방 자료를 미리 나눠 주어 자료의 전체적인 내용을 살펴볼게 함으로써 자신들이 방문할 장소에 대한 배경지식을 준비하도록 하였다. 또한, 모이는 장소가 시내 중심가이므로 안전사고에 유의하도록 하였다. 이러한 사전활동은 현직 중학교 과학교사가 수행하였으며, 본 연구자는 사전 준비활동을 제외한, 탐방활동과 탐방 후 활동을 지도하였다.

현지 탐방 활동에서는 학생들에게 제주 역사와 문화에서의 산지천의 역할과 복개공사 및 복원하게 된 배경에 대한 소개를 한 뒤, 각 장소별로 적합한 과제를 제시하였다. 과제 제시와 해결 방법은 문화재의 역사 및 사회적 배경 소개, 과학 탐구 문제 제시, 과학 탐

구의 필요성 제시, 학생들의 토론, 그리고 마무리 순으로 진행되었다.

탐방 후 활동에서는 학생들에게 산지천 과학 탐방에 대한 설문지를 나누어 주어 과학 탐방에 대한 시사점을 찾고자 하였다. 또한 개별적으로 탐방 활동지를 작성하게 함으로써 산지천 탐방 활동을 통한 중학생들의 탐구 경향과 흥미 정도를 탐색해 보고, 질문의 난의 도도 알아보려고 하였다. 그 결과를 정리하여 알아보면 다음과 같다.

### 1) 산지천 과학탐방의 일정

산지천 과학탐방은 학교에서의 탐방 전 활동(탐방 장소에 대한 정보 찾기 및 탐방 준비와 유의사항 숙지)과 현지에서의 탐방 활동(산지천 방문에서 한 모든 활동) 그리고 탐방 후 활동(설문지, 활동지 작성)의 세 단계로 이루어졌는데, 아래의 <표 III-14>는 시간 별로 나누어서 나타낸 구체적인 일정이다.

<표 III-14> 산지천 과학탐방의 구체적 일정 (2003년 11월 15일 토요일)

단계	시 간		내 용
탐방 전 활동	과학탐방 안내 (20분)	14:00~14:20(20분)	• 산지천 소개 • 탐방 활동 일정 소개
탐방 활동	과학탐방 활동 (1시간20분)	14:20~15:00(30분)	• 음악분수, 벽천분수 탐방
		15:00~15:20(20분)	• 조천석, 다리 탐방
		15:20~15:40(10분)	• 용천수의 특징
		15:40~16:00(20분)	• 해상호 탐방
탐방 후 활동	탐방 후 활동 안내 (20분)	16:00~16:20(20분)	• 설문지 및 활동지 안내

### 2) 학생들의 반응

#### (1) 과학탐방에 대한 흥미도 분석

탐방 전 활동으로 시청한 “제주의 새로운 명소, 산지천이 뜬다.” 이라는 한국방송 제작의 동영상 외에 학생들은 과학탐방 활동을 수행한 후 “시민의 품으로 돌아온 생태하천 산지천” 이라는 동영상을 중국 피난선 전시관에서 시청하였다. 그런 다음 아래와 같은 문항의 설문지에 응답토록 하여 산지천 과학탐방에 대한 학생들의 흥미도를 알아보았다.

- ① 산지천을 과학적으로 탐방한 활동은 흥미로웠는가?
- ② 산지천 과학탐방 중에 흥미로운 주제 순으로 번호를 적으시오.
- ③ 탐방지를 돌면서 생태복원한 산지천 속의 과학을 정답 없이 스스로 알아서 탐구하는 것은 재미있는가?

- ④ 하나의 주제를 가지고 여러 시간동안 스스로의 힘으로 집중 탐구하는 것은 재미 있는가?
- ⑤ 비슷한 종류의 현지 탐방 활동 기회가 주어진다면 도전하여 자신의 능력껏 탐구 해보고 싶은 생각이 드는가?
- ⑥ 산지천 외의 다른 것에 대한 비슷한 종류의 집중 탐구 활동에 도전하여 자신의 능력껏 탐구해보고 싶은 생각이 드는가?
- ⑦ 평소 학교 실험실에서의 탐구 활동은 열심히 몰두하여 하였는가?
- ⑧ 평소 학교 실험실에서의 탐구 활동 때 정해진 답이 없는 문제를 해결하려고 하거나, 그러한 문제를 스스로 만들어 내거나, 새로운 방법으로 해결하려고 하였는가?
- ⑨ 산지천에서의 현지 탐방은 열심히 몰두하여 하였는가?
- ⑩ 산지천에서의 현지 탐방 때 정해진 답이 없는 문제를 해결하려고 하거나, 그러한 문제를 스스로 만들어 내거나, 새로운 방법으로 해결하려고 하였는가?

학생들이 응답한 설문지를 문항별로 분석해보면 다음과 같다.

“산지천을 과학적으로 탐방한 활동은 흥미로웠는가?”라는 첫 번째 질문에 응답한 결과는 <표 III-15>와 같다. 표에서 보는 바와 같이 모든 학생들이 긍정적인 반응을 보였다. 그 이유로는 “그냥 지나쳤던 산지천에 대해 많이 알게 돼서 흥미로웠다.”는 진술이 대부분이었다.

<표 III-15> 1번 문항에 대한 학생 반응

성별	구분	매우 흥미로웠다	흥미로웠다	보통이다	흥미 없었다.	전혀 흥미 없었다.	계
남	명	4	8	1	0	0	13
	백분율(%)	30.77	61.54	7.69	0.00	0.00	100.00
여	명	0	3	1	0	0	4
	백분율(%)	0.00	75.00	25.00	0.00	0.00	100.00
계	명	4	11	2	0	0	17
	백분율(%)	23.53	64.71	11.76	0.00	0.00	100.00

“산지천 과학탐방 중에 흥미로운 주제 순으로 적으시오.”라는 두 번째 질문에 응답한 결과는 <표 III-16>과 같다. 표에서 보는 바와 같이 탐방에 참가한 17명의 학생 중에 13명(남학생:9명, 여학생:4명)이 ‘음악분수’가 가장 흥미로운 주제였다고 하였고, 반면에 가장 흥미 없는 주제로는 ‘산지천의 수질’(4명)이라고 응답하였다.

<표 III-16> 2번 문항에 대한 학생 반응

주제	남학생(명)		여학생(명)	
	가장 흥미있음	가장 흥미없음	가장 흥미있음	가장 흥미없음
조천석	2	1	0	1
산지천의 물	0	1	0	0
산지천의 수질	0	4	0	0
산지천의 물고기	0	2	0	1
전시된 모형 배	1	0	0	1
수중보와 수문	0	1	0	1
돌다리와 나무다리	0	1	0	0
산책로와 조경수	0	1	0	0
벽천분수	1	0	0	0
음악분수	9	2	4	0
계	13	13	4	4

이러한 학생들의 반응은, 과학탐방이 처음이었지만, 산지천 과학탐방을 통해 학교 밖 과학 활동에 대한 새로운 관심 및 역사와 문화재를 재인식하였다는 것을 나타낸다고 하겠다. 그리고 대부분의 학생들이 음악분수에 많은 흥미를 보인 것은 과학탐방 과정에서 음악분수의 분수 쇼가 실제로 이루어졌기 때문일 것이다.

“탐방지를 돌면서 산지천 속의 과학을 정답 없이 스스로 알아서 탐구하는 것은 재미있는가?”라는 세 번째 질문에 응답 결과는 <표 III-17>과 같다. 표에서 보는 바와 같이 대부분의 학생들이 긍정적으로 대답하였다. 평소 학교 실험실에서와 같이 정해진 답을 찾아 실험하는 것 보다는 정해진 답이 없이 스스로 문제를 만들어 보거나, 새로운 방법으로 해결해보는 것이 과학교과에 흥미를 가질 것임을 알 수 있다.

<표 III-17> 3번 문항에 대한 학생 반응

성별	구분	매우 재미있다	재미있다	보통이다	재미없다	매우 재미없다	계
남	명	3	9	1	0	0	13
	백분율(%)	23.08	69.23	7.69	0.00	0.00	100.00
여	명	4	0	0	0	0	4
	백분율(%)	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
계	명	7	9	1	0	0	17
	백분율(%)	41.18	52.94	5.88	0.00	0.00	100.00

그러나, 학생들은 산지천 과학탐방 활동을 과학탐방이라기 보다는 사회 또는 역사탐방이라고 생각하는 경우가 많았다. 그 이유는 과학탐방 활동이 기본적으로 관찰, 분류, 측정, 추리 등의 탐구의 형태를 띠고는 있지만 구체적으로 학생들이 탐구라고 느끼는 실험과 같은 활동이 미흡하기 때문이라 할 수 있다.

“하나의 주제를 가지고 여러 시간 동안 스스로의 힘으로 집중 탐구하는 것은 재미있는가?”라는 네 번째 질문에 응답한 결과는 <표 III-18>과 같다. 그 이유 진술로 “재미있다”라고 응답한 학생이 12명(남학생:10명, 여학생:2명)이었고, 그 이유로는 “스스로 생각해 낸 것은 쉽게 잊혀지지 않는다.”라는 진술이었다.

<표 III-18> 4번 문항에 대한 학생 반응

성별	구분	매우 재미있다	재미있다	보통이다	재미없다	매우 재미없다	계
남	명	4	6	3	0	0	13
	백분율(%)	30.77	46.15	23.08	0.00	0.00	100.00
여	명	0	2	2	0	0	4
	백분율(%)	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	100.00
계	명	4	8	5	0	0	17
	백분율(%)	23.53	47.06	29.41	0.00	0.00	100.00

“비슷한 종류의 현지 탐방 활동 기회가 주어진다면 도전하여 자신의 능력껏 탐구해 보고 싶은 생각이 드는가?”라는 다섯 번째 질문에 응답한 결과는 <표 III-19>와 같다. 그 이유 진술로는 참가 학생 모두가 “여러 가지를 알 수 있을 것 같다.”, “재미있을 것 같다.”라는 이유에서 긍정적인 반응을 보였다.

<표 III-19> 5번 문항에 대한 학생 반응

성별	구분	도전해보고 싶다	도전할 마음이 조금 있다	보통이다	도전하기 싫다	전혀 도전하기 싫다	계
남	명	6	7	0	0	0	13
	백분율(%)	46.15	53.85	0.00	0.00	0.00	100.00
여	명	2	1	1	0	0	4
	백분율(%)	50.00	25.00	25.00	0.00	0.00	100.00
계	명	8	8	1	0	0	17
	백분율(%)	47.06	47.06	5.88	0.00	0.00	100.00

“산지천 외의 다른 것에 대한 비슷한 종류의 집중 탐구 활동에 도전하여 자신의 능력

껏 탐구해보고 싶은 생각이 드는가?”라는 여섯 번째 질문에 응답한 결과는 <표 III-20>과 같다. <표 III-20>을 보는 바와 같이 참가학생 대부분 도전할 마음이 있다고 하였다. 그 이유 진술로는 “재미있을 것 같아서”, “생활주변에 대해 다시 바라볼 수 있는 기회가 된다.”라고 하였다.

학생들은 기존의 관찰이나 견학 또는 관광 위주의 현장 학습보다 탐구 형식의 과학탐방에 큰 흥미를 보였으며, 학교에서 배운 내용을 다시 복습하는 기회가 된 점에 많은 의미를 부여했음을 알 수 있다.

<표 III-20> 6번 문항에 대한 학생 반응

성별	구분	도전해보고 싶다	도전할 마음이 조금 있다	보통이다	도전하기 싫다	전혀 도전하기 싫다	계
남	명	6	7	0	0	0	13
	백분율(%)	46.15	53.85	0.00	0.00	0.00	100.00
여	명	2	1	1	0	0	4
	백분율(%)	50.00	25.00	25.00	0.00	0.00	100.00
계	명	8	8	1	0	0	17
	백분율(%)	47.06	47.06	5.88	0.00	0.00	100.00

“평소 학교 실험실에서의 탐구 활동은 열심히 몰두하여 하였는가?”란 일곱 번째 질문에 응답한 결과는 <표 III-21>과 같다. <표 III-21>을 보는 바와 같이 탐방 학생 모두 긍정적으로 응답하였다. 그 이유로 진술로는 “내가 직접 실험을 하여 그 원리를 알았을 때 정말 신기하면서 재미있으므로”, “이론보다 실험이 더 재미있어서”라고 진술하였다.

<표 III-21> 7번 문항에 대한 학생 반응

성별	구분	매우 열심히 하였다	열심히 하였다	보통이다	별로 열심히 하지 않았다	전혀 열심히 하지 않았다	계
남	명	4	4	5	0	0	13
	백분율(%)	30.77	30.77	38.46	0.00	0.00	100.00
여	명	3	1	0	0	0	4
	백분율(%)	75.00	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
계	명	7	5	5	0	0	17
	백분율(%)	41.18	29.41	29.41	0.00	0.00	100.00

“평소 학교 실험실에서의 탐구 활동 때 정해진 답이 없는 문제를 해결하려고 하거나, 그러한 문제를 스스로 만들어 내거나, 새로운 방법으로 해결하려고 하였는가?”라는 여덟 번째 질문에 응답한 결과는 <표 III-22>에서 보는 바와 같이 긍정적으로 응답한 학생이 12명(남:11명, 여:1명)과 부정적으로 응답한 학생이 5명(남:2명, 여:3명)이었다. 그 이유 진술로 긍정적으로 대답한 학생은 “꼭 정해진 틀에서만 실험을 하는 것은 아니기 때문에”라고 응답하였고, 부정적으로 대답한 학생들은 “기회가 되지 않았다”라고 응답하였다.

<표 III-22> 8번 문항에 대한 학생 반응

성별	구분	매우 그러하다	그러하다	보통이다	별로 그렇지 않다	전혀 그렇지 않다	계
남	명	3	5	3	2	0	13
	백분율(%)	23.08	38.46	23.08	15.38	0.00	100.00
여	명	0	1	0	2	1	4
	백분율(%)	0.00	25.00	0.00	50.00	25.00	100.00
계	명	3	6	3	4	1	17
	백분율(%)	17.65	35.29	17.65	23.53	5.88	100.00

“산지천에서의 현지 탐방을 열심히 몰두하여 하였는가?”라는 아홉 번째 질문에 응답한 결과는 <표 III-23>과 같다. <표 III-23>을 보는 바와 같이 남학생 1명을 제외한 모든 학생들이 긍정적으로 응답하였다. 그 이유 진술로는 “옛날에 내가 보았던 것과 비교하면서”, “하나라도 더 배우기 위해서”, “흥미 있어서”라고 응답하였다. 부정적으로 응답한 학생은 이유를 진술하지 않았다.

<표 III-23> 9번 문항에 대한 학생 반응

성별	구분	매우 열심히 하였다	열심히 하였다	보통이다	별로 열심히 하지 않았다	전혀 열심히 하지 않았다	계
남	명	2	8	2	1	0	13
	백분율(%)	15.38	61.55	15.38	7.69	0.00	100.00
여	명	1	2	1	0	0	4
	백분율(%)	25.00	50.00	25.00	0.00	0.00	100.00
계	명	3	10	3	1	0	17
	백분율(%)	17.65	58.82	17.65	5.88	0.00	100.00

“산지천에서의 현지 탐방 때 정해진 답이 없는 문제를 해결하려고 하거나, 그러한 문제를 스스로 만들어 내거나, 새로운 방법으로 해결하려고 하였는가?”라는 열 번째 질문에



응답한 결과는 <표 III-24>와 같다.

<표 III-24> 10번 문항에 대한 학생 반응

성별	구분	매우 그러하다	그러하다	보통이다	별로 그렇지 않다	전혀 그렇지 않다	계
남	명	2	2	6	3	0	13
	백분율(%)	15.38	15.38	46.16	23.08	0.00	100.00
여	명	0	1	0	2	1	4
	백분율(%)	0.00	25.00	0.00	50.00	25.00	100.00
계	명	2	3	6	5	1	17
	백분율(%)	11.76	17.65	35.30	29.41	5.88	100.00

<표 III-24>를 보는 바와 같이 긍정적으로 응답한 학생이 11명(남:10명, 여:1명)과 부정적으로 응답한 학생이 6명(남:3명, 여:3명)으로 나타났다. 그 이유로 긍정적으로 응답한 학생들은 “웬지 모르게 문제가 잘 풀렸다”라고 하였고, 부정적으로 응답한 학생들은 “보는 것에만 바빠서 문제를 해결할 시간이 부족했다”라고 진술하였다.

지금까지 알아본 바와 같이 산지천 과학탐방에 대한 흥미도는 높게 나타났다. 이것은 학생들이 새롭게 접하는 탐구활동 때문이라고 할 수도 있을 것이다. 그렇다고 하더라도 과학에 대한 흥미유발은 되었다고 볼 수 있다. 그러므로 과학탐방과 같은 학교 밖 과학 활동에서 과학적 원리를 찾고 과학학습에 이용할 수 있도록 하는 확산적 탐구활동 과제 제시가 체계적이어야 한다. 그래서 학생들이 작성한 탐방 활동지를 분석하여 과학탐방교육에 대한 시사점을 얻으려고 한다.

#### (2) 탐방 활동지에 대한 분석

산지천 과학탐방 활동지는 중학교 1~3학년과 고등학교 1학년 교육과정에 포함된 개념을 알면 과학탐방을 통해 자기 주도적으로 해결할 수 있는 탐구과제들로 구성하였다.

과학탐방이 끝난 후 탐방 활동지를 10일 후에 수합하였는데, 탐방 참가 학생 17명 중 10명만이 활동지를 작성·제출하였다. 제출하지 못한 7명의 학생은 탐구 문제 해결에 어려움을 겪었기 때문에 작성하지 못했을 것으로 판단된다. 그러나 활동지를 제출한 10명의 학생들도 활동지의 탐구 문제를 절반 정도만 해결한 것으로 보아 탐방 활동지가 중학생들이 해결하기에는 어렵게 구성되었다고 볼 수 있다.

활동지를 제출한 학생의 활동 결과를 대표적인 과제에 대해 예시하면, 다음과 같다. 탐구 과제를 제대로 해결하지 못하는 것은 암기 위주의 학습형태로 인한 결과일 수도 있고, 중학생들이 해결하기에는 어려운 과제일 수도 있다. 어느 한쪽으로 예단할 수는 없을 것이다.

- ① **활동지 9번 과제**(제주도 용천수는 약알칼리성 지하수로서 세포의 산성화를 중화시켜 주고 노화를 방지하는 특성을 가지고 있고, 경도가 매우 낮은 저미네랄

물로서 부드럽고 맛이 좋다. 또한 물은 지역마다 그 물 맛이 다르고, 물의 온도에 따라서도 물맛이 다르다고 한다. 왜 그럴까?)에 관한 탐구 활동 내용

- 지층구조가 다공질 용암으로 형성되어 빗물이 지하로 침투하는 과정 중에 자정작용을 하게 되며, 특히 토질 중에 포함되어 있는 흑색화산회토는 정수제로 사용되는 활성탄과 비교해서 손색없는 강한 오염물질 흡착력을 보유하고 있어 청정 수질을 유지시켜주는데 지역마다 토질에 포함되어 있는 성분이나 수온이 다 다르므로 그 성분이 얼마나 녹아있는 것에 따라 맛이 다르므로 물맛이 다르다.(2명)
- 물맛에 영향을 끼치는 요인은 수온과 성분, 물을 구성하고 있는 미네랄성분, 순수한 물은 그다지 단맛이 나지 않는다. 물맛을 좋게 하는 성분으로는 칼슘, 칼륨 및 규산 등 세 가지 성분이 대표적이다. 이 중 칼슘이 너무 많이 포함되어 있으면 짠맛이 나지만 적당량 포함되어 있으면 좋은 맛을 내게 된다. 규산도 또한 물맛을 좋게 하는 성분 중 하나이다. 지역마다 수온도 다르고 성분도 다르기 때문에 물맛이 다르다.(2명)
- 지하수의 보존 형태와 용출지점의 위치에 따라 염소 이온의 농도가 큰 차이를 보이고 있어서(3명)
- 지역마다 물에 있는 성분이 조금씩 다르므로(2명)
- 이온의 양이 달라서(1명)

② 활동지 13번 과제(<그림 III-3> 참조)에 관한 탐구 활동 내용

- 중력에 의한 배의 무게(아래로 가라앉으려는 힘)와 물에 잠긴 부피에 해당하는 물의 무게가 평형을 이루기 때문에, 철로 만든 배가 가라앉지 않는 것은 배의 모양을 그릇처럼 해서 오목한 부분이 철 자체의 부피보다 물에 잠긴 부피를 크게 해주어 부력을 크게 하기 때문이다.(2명)
- 큰 배를 잘 띄우기 위해서는 물의 깊이보다 배의 형태가 중요하다. 하지만, 배의 바닥이 닿을 정도로 물이 얇다면, 배를 띄울 수 없는 것이다.(2명)
- 쇳덩어리의 양은 같더라도 쇳덩어리는 작으므로 부력도 작기 때문에 가라앉는다. 그러나 배는 크기 때문에 배가 받는 부력의 힘은 중력보다 강해서 물위에 뜨게 된다.(3명)
- 어떤 물체가 물속에 잠겨 있으면 윗면에서는 아래쪽으로 수압이 작용하고 아랫면에서는 위쪽으로 수압이 작용하여 좌우 양면에서도 수압이 서로 반대 방향으로 작용한다. 이때 아랫면에서 위쪽으로 작용하는 수압이 윗면에서 아래쪽으로 작용하는 수압보다 크고 이와 같이 물체 주위에 작용하는 모든 수압을 합한 힘이 위쪽으로 작용하는 부력이 된다.(1명)
- 물에 뜬 물체는 물의 잠긴 부분의 부피와 같은 양의 물을 밀어내고, 밀려난 물의 무게와 같은 크기의 부력을 받는다. 아르키메데스의 실험에 의하면 같은 무게의 금속으로 만든 왕관 2개중 속이 짝 찬 왕관보다 속이 비고 커다란 왕관이 물이 뜨는 것을 알 수 있다. 강철배도 속이 비어 있기 때문에 비어있는 부분을

포함하여 물에 잠긴 부분은 그 부피만큼 물을 밀어내므로 밀어낸 물의 부피의 무게가 전체 배의 무게보다 크므로 배가 뜨는 것이다.(1명)

- 아무리 무겁다 하더라도 물에 뜨고 가라앉고는 상관없다. 그냥 철판을 펴서 물에 넣으면 가라앉지만 그 안에 공간을 만들어 띄우면 물위에 뜨게 된다. 따라서 무게와는 상관없이 부력으로 뜨는 것이다.(1명)

학생들이 작성한 탐방 활동지 중 한 학생의 활동지를 <그림 III-3>에 제시하였다. 이 그림은 학생이 직접 해결한 탐방 활동지 7쪽의 탐구 과제를 보여주고 있다.

<그림 III-3>을 보는 바와 같이 탐방 활동지 7쪽의 내용은 “배가 물에 뜨는 원리를 설명하시오.”라는 부력의 문제와 “멀미는 왜 발생하는가?”하는 인체의 균형 감각에 대한 탐구 문제이다. 7쪽의 탐구 문제는 초등학교와 중학교 과정에서 배운 내용이거나 일상생활에서 흔히 생각할 수 있는 내용으로서 탐구 문제 해결이 잘 이루어졌다.

그리고 활동지 10쪽의 내용에 “무거운 돌을 어떻게 쌓았기에 무너지지 않을까?”라는 아치(Arch)구조의 원리를 탐구 문제로 제시하였다. 그 결과 대부분의 학생들이 탐구 문제 해결에 어려움을 겪었다. 그 이유로는 ‘추력’이라는 들어보지 못한 용어를 사용한 이유도 있었지만, 조금만 생각해 보면 해결 가능한 탐구 문제를 단순히 정답만 찾으려고 한 때문일 것이다.

13. 부력이란 물체가 잠길때 유체 속에 있는 정지된 물체가 유체로부터 받은 힘과 반대방향의 힘으로, 쉽게 말하면 물에 뜨려는 힘을 말한다. 배에 작용하는 부력의 크기를 배가 잠기면서 올라오는 물의 양으로 나타내면 어떻게 되겠는가? 첫번머리는 물에 잠기지만 위로 뜨는 배는 물위에 뜬다. 왜 그럴까? 배가 물위에 뜨는 원리를 설명해보자.

선박에 의한 배의 무게 (아래로 가라앉게 하는 힘)와 물이 강하게 보이며 반대방향으로 물의 무게가 밀어주는 힘이 때문이다.

한 마디로 배가 가라앉지 않는 것은 배의 무게를 극복해서 해서 인공적으로 배가 뜨게 하는 것이다. 물이 강하게 밀어준다. 물이 강하게 밀어준다. 물이 강하게 밀어준다.

14. 바다에서의 흔들림은 육지의 흔들림과는 다르다. 선박은 물의 표면장력과 부력을 이용하여 그 위에 떠 있는 것인데, 물 자체가 흔들림으로 인하여 선박이 직접적으로 흔들리고 있는 밑바닥의 물이 흔들리는 것이기 때문에 무게중심이 아래에 있는 선박은 파도의 움직임에 따라 그 정복면에 있는 선박의 밑바닥이 자체의 중심이동으로 흔들리며 선박은 추와 같은 움직임을 하게 된다. 배의 1층과 3층의 흔들림 정도는 같을까? 다르다면 그 이유는 무엇일까? 그렇다면, 멀미는 왜 발생하는가?

배, 항공기, 차 등을 타고 갈 때 일어나는 경우도 지극히 평범한 물의 흔들림 정도는 같을까? 배의 1층과 3층의 흔들림 정도는 같을까? 다르다면 그 이유는 무엇일까? 멀미는 왜 발생하는가?

배, 항공기, 차 등을 타고 갈 때 일어나는 경우도 지극히 평범한 물의 흔들림 정도는 같을까? 배의 1층과 3층의 흔들림 정도는 같을까? 다르다면 그 이유는 무엇일까? 멀미는 왜 발생하는가?

• 1층과 3층의 흔들림 정도는 다르다

<그림 III-3> 과학탐방 활동 시 탐구과제(부력)에 대한 중학생의 반응

#### 4. 과학탐방교육의 시사점

지금까지 고찰한 이상과 같은 결과들은 과학탐방 자료집이 다음과 같이 구성되어야 한다는 점을 시사하고 있다.

- 1) 개발된 자료는 중등학생들 뿐만 아니라 일반인과 교사들이 함께 사용할 수 있도록 만든 다목적용 이었다. 그러나 처음 의도했던 결과와는 다르게 중학생들이 대체적으로 개방적 탐구활동을 어려워하고 있으므로 탐방자료 구성을 초등학생용, 중학생용, 고등학생용 그리고 교사용으로 세분하고, 그 구성과 탐구과제의 수준을 달리하여 개발하여야 할 필요가 있다.
- 2) 과학탐방은 그 지도방법에도 세심한 주의를 필요로 하는데, 탐방 전 활동과 탐방 후 집중 과학탐구 활동이 미비하여 흥미를 반감시킨 것 같다. 그러므로 탐방자료 구성을 탐방 전 활동지, 과학탐방 안내서, 탐방 후 활동지로 나누어 개발하고 과학탐방을 시행하는 것이 바람직하다고 하겠다.
- 3) 현지 과학탐방 시, 교사의 안내와 설명에만 의존하여 개방적 탐구활동을 하도록 하는 것보다 탐방지에 적합하고 야외에서 간단하게 할 수 있는 실험활동, 예를 들면, MBL(Microcomputer Based Laboratory:컴퓨터기반과학실험)을 수반하여 과학탐방을 하는 것이 학생들의 창의성을 발휘할 수 있고 확산적 과학탐구 활동을 수준별로 할 수 있는 과학탐방 지도방법이 될 것이다. 이에 대한 체계적인 현장 연구가 있어야 하겠다.
- 4) 탐구활동 질문과 과제를 보다 더 쉽고 흥미 있게 구성할 필요가 있다. 예를 들면, 자료집 21, 44, 46쪽의 탐구활동으로 아래와 같은 것들을 제시하는 방법이 있을 수 있다. 더불어 같은 탐구활동이라도 흥미유발이 가능토록 하는 방법으로 제시하는 방안을 강구해야 하겠다.

- 산지천의 암석 중 주변 암석과 홀러온 암석을 구별할 수 있을까? 다르다면 그 종류를 조사해보자.
- 산지천 위쪽과 바다 쪽 암석의 차이를 조사해보자. 암석에 기생하는 생물, 이끼 등은 어떠한가?
- 용천수는 비누가 잘 풀릴까? 기름은 잘 닦아질까? 일반 수돗물과 바닷물에 비교했을 때는 어떻게 될까?
- 모든 동물은 호흡을 한다. 돌, 모래, 물, 나무, 교량, 등도 호흡을 해야 한다. 주위 여건이 어떻게 되어 호흡을 하며 생존할 수 있을까? 물이 소통하는 것도 호흡의 일종인데 산지천의 물은 어떻게 소통하고 있을까?
- 하천의 흐름은 보통 S자 형인데, 어째서 산지천은 다를까. 굴곡이 생긴다면 그곳의 특징은 무엇일까?
- 용진교 북쪽과 서쪽 지역은 옛날 바다였다고 한다. 바다였을 때는 초가집이 바로

바닷가까지 있었는데 지금은 파도가 쳐서 바닷가에 가까운 헛집은 피해를 본다고 한다. 이런 차이는 무엇인가?

- 누워 있으면 멀미증세가 가라앉는다. 왜 그럴까?
- 5) 학생들은 교실이나 실험실에서 하는 과학수업보다는 학교 밖에서의 과학 탐구활동을 선호하고, 실생활의 문제를 통합과학적으로 접근하기를 원한다고 할 수 있다. 이에 관한 학습지도 방법과 자료 개발은 지속되어야 할 것이다.
- 6) 과학탐방 자료도 항시 수정·보완하여 변화하는 학생들의 눈높이와 흥미유발이 가능토록 하여야 할 것이다.

## IV. 결 론

본 연구에서는 학교 수업에서 이루어지기 힘든 개방적 탐구활동을 학교 밖 과학 활동으로 할 수 있도록 하기 위해서, 중등학교 과학교육과정과 유기적으로 연계 가능하고 확산적 과학탐구 활동도 할 수 있는 산지천 과학탐방 자료집을 연구·개발하였다.

산지천 과학탐방 자료집(총 94쪽)은 제주 자연 속 과학탐방의 목적에 알맞게 수렴적 과제에서 발산적 과제로 구성되도록 하였고, 각 장소별 적합한 과제를 제시하였다. 과학탐방 자료집은 “산지천 탐방을 하기 전에”, “자연형 경관 하천으로 생태 복원한 산지천 탐방(제주도 하천 특성과 물 문화, 산지천의 수질과 어류, 산지포구와 배, 생태 복원한 산지천의 시설물, 산지천 분수 시설과 작동원리)”, “산지천 탐방을 하고 나서”의 세 단계로 구성하였다.

본 연구에서 연구·개발한 산지천 과학탐방 자료집의 대표적인 것을 <부록 1>~<부록 3>에 예시하였다.

중학교 3학년 17명 학생 대상으로 실시한 시범적인 과학탐방을 통해 학생들은 과학탐방에 대한 새로운 관심과 인식의 기회를 가질 수 있었고, 대부분의 학생들이 과학탐방 활동에 매우 긍정적인 태도를 보였다. 또한 학생들은 다른 과학탐방 활동 기회가 주어진다면 다시 한번 도전하고 싶다는 학생들이 많았다.

본 연구를 통해 개발된 산지천 과학탐방 자료집과 과학탐방 활동의 결과는 다음과 같다.

첫째, 개발된 탐구과제는 탐방 활동에 대해 흥미를 갖고 의욕적으로 탐방을 수행할 수 있도록 과학탐방 자료집에 제시된 설명이나 질문들이 학교 수업에서 배운 내용들과 유기적으로 연계 가능하도록 하였다(부록 참조).

둘째, 과학탐방에 대해서 학생들은 또 다른 기회가 주어진다면 다시 도전해 보고 싶다고 하고, 많은 흥미를 보이고 있으므로 과학탐방 자료를 수준별로 재미있게 구성하고 확산적 탐구활동을 연구·개발한다면 자기주도적인 과학학습이 가능할 것이다.

셋째, 중등학교 과학 교과서를 분석하여 탐방용 활동지를 개발하였다. 그러나 실제 탐

방 활동 시에 학생들은 탐구과제에 어려움을 겪는 경우도 있기 때문에 탐방에 참가한 학생들이 쉽게 문제해결이 가능하도록 탐구과제를 보다 재미있고 동기유발이 가능하도록 개발할 필요가 있다고 하겠다.

넷째, 자기 주도적으로 확산적 탐구활동을 하도록 하기 위해서는 과학탐방자료를 학교급과 학년별로 탐방 전 활동지, 과학탐방 안내서, 탐방 후 활동지로 나누어 개발하고 이에 맞는 과학탐방 지도 방법을 구안하여 시행하는 것이 바람직하다고 하겠다.

다섯째, 교사의 안내와 설명에만 의존하여 과학탐방을 하는 것보다 야외에서 간단하게 할 수 있는 MBL을 이용한 실험활동을 수반한 과학탐방을 하는 것이 흥미를 유발하면서 학생들의 창의성을 발휘할 수 있고 확산적 과학탐구 활동을 수준별로 할 수 있는 과학탐방 지도방법이 될 것이다. 이에 대한 체계적인 현장 연구가 있어야 하겠다.

## 참 고 문 헌

- 강정우(2002), 제주 자연 속 과학탐방 교육의 발전 방안, 제주도과학교육단체연합회.
- 강정우·김형준(2002), 제주월드컵경기장 과학탐방, 과학문화교육연구소.
- 고영림(2001), 제주도 민속마을 과학탐방을 통한 중학생들의 과학적 안목 형성, 제주대학교 석사학위논문.
- 교육부(1997), 중학교 과학과 교육과정, 교육부.
- 박승재(1998a), 한국 역사 속 과학탐방의 교육적 논의, 98과학교육자큰모임, 한국과학교육총연합회.
- 박승재(1998b), 한국 역사 속 과학탐방 보고서, 한국과학교육단체총연합회.
- 박종원·정병훈·권성기·송진웅(1998), 물리학에서 이론적 설명과 실험에 포함된 이상 조건에 대한 고등학생과 과학 교사의 이해 조사 I -이상화의 의미와 특성을 중심으로-, 한국과학교육학회지, 18(2).
- 송진웅(1997), 과학교육에서의 상황 관련 연구에 대한 개관과 분석, 한국과학교육학회지 17(3).
- 윤혜경(1998), 한국 역사 속 과학탐방의 실제 지도 방안, 98과학교육자큰모임, 한국과학교육총연합회.
- 윤혜경(1999), 확장적 과학 탐구 활동을 통한 중학생의 탐구 동기 변화 과정, 서울대학교 박사학위논문.
- 이기훈(2000), 진주성 과학탐방을 통한 중학생들의 문화재에 대한 개방적 탐구활동 분석, 서울대학교 석사학위논문.
- 이성목 외 11인(2002), 중학교 과학 1, 2, 3, 금성출판사.
- 이정원(1999), 영릉(英陵) 과학탐방을 통한 중학생들의 문화재에 대한 개방적 탐구 활동

분석, 서울대학교 석사학위논문.

장현수(2001), 제주도 동굴 과학탐방을 통한 중학생들의 과학 학습 동기 유발, 제주대학교 석사학위논문.

정덕희(2000), 초등학생을 위한 남산골 한옥마을 과학탐방 자료 개발, 한국교원대학교 석사학위논문.

정안호 외 9인(2002), 중학교 과학 1, 2, 3, 고등학교 과학, 교학사.

최승언 외(1998), 제7차 교육과정에 따른 '과학'교과의 통합적 운영모형 개발연구, 교육부 위탁 연구과제보고서.

최재혁(1999), 화성 과학탐방을 통한 문화재에 대한 과학적 안목 형성 지도, 서울대학교 석사학위논문.

최재혁·박승재(1998), 화성 과학탐방, 과학문화교육연구회.

<부록 1>

산지천 과학탐방 자료집 4쪽

첫째, 산지천 탐방을 하기 전에

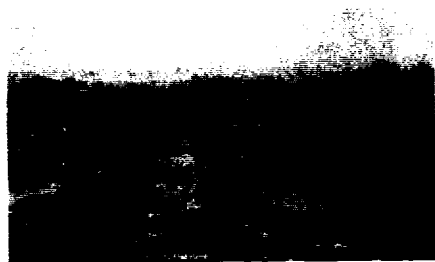
가. 산지천은 어떤 하천일까?

산지천은 제주역사와 문화의 발상지라고 할 수 있다. 세계의 모든 문명이 강변에서 생겼듯이 제주도 역시 산지천을 중심으로 잉태·발전해 왔기 때문이다. 제주시가 관내 주요 유적지에 대한 표석 세우기 운동을 벌여 모두 85개의 표석을 설치할 때, 약 80~90%에 해당하는 표석이 산지천 반경 2~3백여m에 세워진 것은 산지천이 매우 중요한 하천이었음을 보여주고 있다. 산지천의 주요 문화유적지로는 홍예교, 북수구, 남수구, 지주암과 조천석 그리고 제주성의 중인문 등이 있다.



건입포구를 나타내는 표석

탐라가 개벽한 이래 지금의 제주시 1도동, 2도동, 3도동 지역은 제주도의 중심지로서의 역할을 수행해 왔다. 그 중심에는 '목관야'가 있었는데, 이는 산지천이 있어 가능하였다. 즉, 산지천의 물은 주민들이 마시고 사용하는데 충분한 양이었고, 건천이 대부분인 제주도에서 몇 개 안되는 사시사철 물이 흐르는 하천이었다.



산지천의 세월(물이 적을때만 나타나는 다리))



여름철 산지천 하구의 옛 모습

산지천이 '제주역사와 문화의 발상지'라고 하는 이유를 구체적으로 알아보자. 제주도에서 사시사철 물이 흐르는 하천에는 어떤 것들이 있을까?

생명수인 산지천에 대한 제주 옛사람들의 관심은 특별하였다. 당초 제주성은 산지천(가락천) 동쪽의 험한 지형지세 때문에 산지천을 성밖에 두고 쌓았었다. 그러나 왜적의 침입과 같은 유사시 생명수를 성밖에 두는 것은 전략상 매우 위험한 일



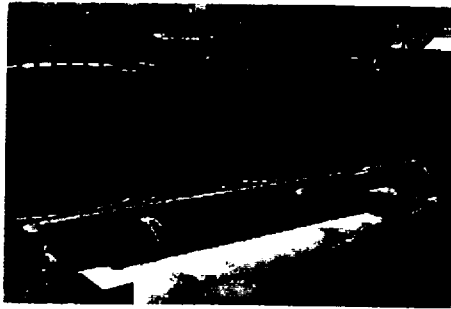
<부록 2>

## 산지천 과학탐방 자료집 51쪽

### 네 번째 마당 : 생태 복원한 산지천의 시설물

#### 가) 수중보와 수문은 왜 설치하였을까?

옛날의 산지천에는 아치 형태의 홍예교가 있었다. 여기서 많은 사람들이 낚시를 즐겼으며, 아울러 철새들도 찾아와 아름다운 정경을 이루었다고 한다. 그리고 수량이 풍부하고 깨끗한 산지물은 음용수로 이용하고 빨래와 목욕을 즐기는 등 제주성내(시내)에서 자란 사람들은 아직도 산지천의 향수를 간직하고 있다.



북성교 북쪽에 있는 낙차보(수중보)



산지천의 수문

복원할 때는 산지천의 옛 향수가 되살아날 수 있도록 하기 위해 하천 바닥에 퇴적된 토사를 걷어내고 용진교 부근에 수중보를 설치하여 밀물 때는 바닷물이 산지교까지 들어올 수 있도록 하고, 산지교 부근에 다시 수중보를 설치하여 주변에서 용출되는 용천수를 동문교까지 담수시켜 항상 물이 흐르는 하천으로 만들었다.

생태 복원할 때 보니까 산지천 바닥은 동문교 근처는 암반이고, 용진교 근처는 뿔로 이루어 졌다고 한다. 이 두 곳 중에서 어떤 곳이 지하로 물을 잘 흡수할까?

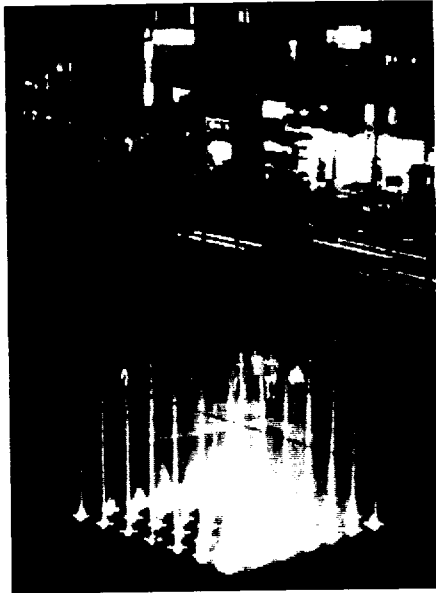
양측 하천변은 자연석을 이용하여 주변과 조화되게 쌓고, 4개소의 일정구간은 계단 형태로 쌓아 스탠드로 활용할 수 있도록 하며, 수면 높이와 맞추어 1m 정도의 단을 만들어 사람들이 걸어 다닐 수 있는 보행공간도 조성되었다.

이제 산지천은 본격적인 탈바꿈을 하여 우리나라에서 처음으로 하천을 옛 모습으로 되살리고 맑은 물이 흐르고 각종 물고기가 서식하는 하천으로 변하였다. 하천 바닥에서부터 양쪽 하천변을 천혜의 제주 자연석을 이용한 돌로 쌓아 최대한

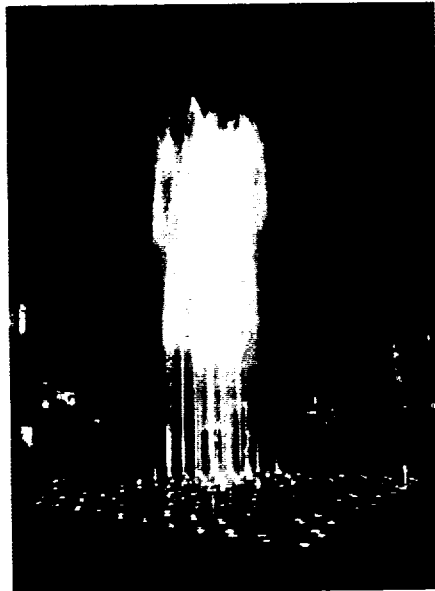
<부록 3>

### 산지천 과학탐방 자료집 76쪽

산지천 음악분수는 121개의 물기둥이 340가지의 화려한 칼라 수중등 불빛과 함께 최고 33미터까지 물줄기를 뿜어내며 장관을 연출한다. 가동시간은 하절기(4월~8월)와 동절기(9월~11월)에 따라 약간의 차이는 있지만, 매시간 정시에 낮에는 하루 4~5번 매회 22분간 음악 없는 분수쇼, 저녁에는 하루 3번 20분간 음악쇼 및 11분간 분수쇼를 하며, 풍속 12m/s 이상일 때와 우천 시에는 가동을 중지한다.



산지천 음악분수의 연출모습 1



산지천 음악분수의 연출모습 2

음악이 있는 쇼와 음악이 없는 쇼가 있을 때 분수의 물줄기 높이는 달라질까?  
그리고 물줄기를 가장 높게 뿜어내기 위해서는 어떻게 해야 할까?

우리 생활 주변에서 주파수를 사용한 것을 찾는다면, 어떤 것들이 있을까?  
음악소리를 주파수별로 나눈 다음, 어떻게 물의 색깔과 높이를 결정해서 음악  
분수를 뿜어낼까?

121개의 물기둥에서 어떻게 340가지의 수중등 불빛을 연출할 수 있을까?  
음원에서부터 들리는 음악소리는 가까이 있으면 크게 들리고, 멀리 떨어져 있  
으면 작게 들린다. 이 현상을 과학적으로 설명해보자.