서귀포 화석층에 대한 초등학생들의 남녀간 관찰, 예상, 추리 능력 비교 분석

김대성 · 홍승호†
(서귀포초등학교) · (제주대학교)†

Comparative Analysis of Observing, Predicting and Inferring Ability between the Male and Female Groups of Elementary School Students for Seogwipo Fossil Formation

Kim, Dae-Sung · Hong, Seung-Ho†
(Seogwipo Elementary School) · (Jeju National University)†

ABSTRACT

As one of the casting plans to improve the scientific inquiry ability of the students, the aims of this study are to develop and apply a basic inquiry program for the inquiry subject of Seogwipo fossil formation, and analyze the basis inquiry ability of the students to show in the inquiry activity process actually. The results obtained in 5th grade 48 elementary school students of Seogwipo-city are as follows; Students executed observing activity using an appropriate senses such as senses of vision and touch, and showed the tendency which tries to observe the form overall rather than the partial form of the fossil formation. But the ability to utilize appropriately for predicting and inferring with the facts which could depend on observing activity was low. And we found out that the misconceptions influence on inquiry activity. Therefore, to help understanding deeper for the students' basic inquiry element, it is thought that a study of the various educational guidance ways is necessary to this. The teachers also have to study the various ways to induce the scientific conception through the application of proper teaching-learning for correction of misconceptions because misconceptions have an influence on inquiry activity together. If various inquiry programs considering the regional-specific characteristics are developed to cause students' interest, students would come to participate in inquiry activity aggressively a little more.

Key words : basic inquiry process, Seogwipo fossil formation, inquiry program, scientific inquiry ability

I. 서 론

현대 사회는 과학과 과학 기술의 발전으로 인하여 과거에 비해 사회의 모습 및 교육 환경이 시시각각 다르게 변화하고 있으며, 그에 따른 과학적 지식의 양이 빠른 속도로 증가하고 있다. 이에 따라 수많은 과학적 지식을 학생들에게 가르침에 있어 주입식 교육이 아닌 과학의 기본 개념과 그 개념 체계를 밝혀 가는 과학 탐구 과정을 학습하여 미래에 다가올 새로운 문제를 과학적으로 해결할 수 있도록 과학 탐구 능력을 향상시키는 것이 중요하다고 할 수 있다(오상관, 1994).

초등학교 과학 교육은 미래의 과학자를 기르기 위한 교육이 아니라 과학적 소양을 함양하는 교육으로 과학 탐구 능력 향상에 중점을 두고 있다. 이에 따라 우리나라에서도 제 3차 교육과정에서부터 과학과 교육 목표에 '과학적 탐구 방법을 체득시켜 자연의 규칙성을 발견하는 능력과 태도를 기른다.'라

2010.6.15(접 수), 2010.7.19(1심 통과), 2011.3.31(2심 통과), 2011.4.10(최종 통과)
E-mail: shong@jejunu.ac.kr(홍승호)

고 명시함으로써 과학적 탐구를 강조하기 시작하였으며(문교부, 1973), 이후 교육과정에서부터 현행 교육과정에 이르기까지 과학 탐구는 꾸준히 강조되어 왔다. 제 7차 교육과정에서는 과학 교과의 내용을 지식과 탐구 영역으로 구분하고, 탐구 영역은 탐구 활동과 탐구 과정으로, 탐구 과정은 기초 탐구 과정과 통합 탐구 과정으로 세분하여 안내하였다(교육부, 1997). 더 나아가 2007년 개정 교육 과정에서는 교과서의 내용에서 별도로 탐구 과정을 구성하였고, '자유 탐구'를 신설하여 학생들의 과학적 탐구 능력을 강조하고 있다(교육부, 2007a).

한편, 탐구 과정 중 기초 탐구 과정에 속하는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리는 과학 탐구 활동에 있어서 전반적으로 활용도가 높을 뿐만 아니라 초등학생들이 과학 탐구를 이해하는데 있어서도 매우 유용하게 쓰이고 있다. 예상이나 추리 활동이 효과적으로 이루어지기 위해서는 정확하고 다양한 관찰 활동이 선행되어야 하며, 관찰한 내용이 관찰자의 선경험이나 선지식과 연결시키는 과정이 중요하다. 이 중에서 관찰이나 측정 활동은 인간의 오감에 의한 구체적이고 객관적인 사실에 대한 자료 수집으로서의 특징이 강한 반면에, 예상과 추리 활동은 앞서 관찰된 여러 가지 사실들에 관련된 연구자의 주관적인 경험과 선지식을 조합시켜 인과 관계 및 전후 사실 관계를 추측해 보는 것으로서 학생들의 과학적인 사고 능력과 과학적 방법의 이해가 필수적으로 요구된다고 볼 수 있다.

그럼에도 불구하고 과학 교육과 관련된 여러 연구에서는 현재 학교에서 이루어지고 있는 탐구 활동 및 탐구 교육에 대해서 만족스럽지 못함을 나타내고 있으며, 그 원인으로는 일선에서 과학의 최종 산물인 과학 지식을 학생들에게 안내하고, 실험 활동을 통해 그 결과를 확인하는 수업이 주를 이룸으로써, 학생들이 탐구 과정에 대한 학습을 제대로 이루지 못하는 측면이 지적된다(Bell *et al.,* 2003; Germann *et al.,* 1996; 김희경 등, 2007).

지금까지 기초 탐구 요소를 주제로 한 연구들이 다양하게 보고되었으며, 그 주제들은 과학 교육(김선복, 2000; 김희령, 2005; 이혜원 등, 2005; 김명숙, 2007; 김희경 등, 2007; 송명성, 2008), 생명 영역(예성옥, 1999; 한광래, 2003; 김진영과 김효남, 2003; 박명희 등, 2005; 최현동 등, 2005; 김상영과 송남희, 2007; 이정경 등, 2008) 및 지구과학 영역(서동욱, 2004; 문병찬 등, 2009)에 대한 것이다. 이 가운데 초등학생들을 대상으로 하면서 본 연구와도 관련되는 지구 영역의 연구 내용을 요약하면 다음과 같다.

서동욱(2004)은 야외 지질 학습장을 이용한 탐구 활동 연구에서 지질 학습의 특성상 초등학생들은 대부분 시각에 의존하여 관찰하였으며, 퇴적 지층의 암석 관찰 사례수가 많았다고 하였다. 그리고 학생들은 지질 구조나 암석에 대한 오개념을 많이 가지고 있었으며, 이를 효과적으로 바르게 지도할 수 있는 후속 연구가 필요하다고 하였다.

문병찬 등(2009)은 지층에 대한 탐구 활동에서 학생들이 관찰의 개념과 적용 방법에 있어서는 비교적 높은 이해를 하고 있으나, 관찰로 얻은 지식을 다른 탐구 활동과 연계시키는 능력은 낮다고 하였다. 따라서 초등학생들의 효과적인 탐구 활동을 위해 관찰로 얻어진 과학적 사실들이 또 다른 탐구 과정에 효과적으로 사용할 수 있는 학습이 이루어질 수 있도록 교육하는 것이 필요하다고 하였다.

그러나 타 영역에 비해 지구 영역의 탐구 활동 능력을 연구한 예는 드문 편이다. 제주도는 신생대 플라이오세 후기에서 플라이스토세 전기에 걸쳐 여러 번의 화산 폭발에 의해 형성되었으며, 두꺼운 현무암질 용암류와 수많은 기생 화산들, 그리고 약간의 퇴적암층으로 이루어져 있다(원종관, 1976; Lee, 1982; 윤상규 등, 1987).

제주도 남쪽 연안에 분포하는 서귀포층 화석지는 신생대 제4기초(약 100만년 전)인 제주도 형성 초기 단계에 퇴적된 약 60 m 가량의 해양 퇴적층으로 플라이오세의 현무암을 기반암으로 하고 있으며, 플라이스토세의 하와이아이트(hawaiite)에 의해 덮여 있다(이문원 등, 1994). 서귀포 퇴적층은 서귀포항과 천지연 폭포의 서쪽 절벽 상에 약 1 km에 걸쳐 노출되어 있으며(그림 1), 우리나라에서 화석지로는 처음으로 천연기념물 제195호로 지정된 곳으로 패류 화석을 비롯하여 다양한 해양생물 화석들이 산출된다. 여러 연구에 의하면 연체동물(패류) 화석뿐만 아니라 유공충, 개형충, 완족류, 산호, 고래 뼈, 상어 이빨, 생물 흔적 화석 등이 발견되었다(Yokoyama, 1923; Haraguchi, 1931; 김봉균, 1972; 강소라 등, 1999).

이러한 다양한 지질 및 생물 화석 조건을 가진 서귀포 화석층은 충분히 과학 학습 주제로서 탐구 능력을 알아보는 대상이 되며, 지역에 살고 있는 학생들에게 중요한 학습장이 된다. 이를 통하여 화산

그림 1. 서귀포 화석층의 일부 모습

활동이 있었던 제주도의 지질 특이성과 고해양 환경을 연구하는데 있어서 매우 중요한 위치를 점하고 있는 서귀포 화석층에 대해 초등학생들이 탐구 활동을 하면서 나타나는 기초 탐구 요소의 각각의 특징과 상호 관련성을 분석하여 실제 과학 탐구 학습 시에 기초 자료로 활용하는 것은 의미가 있다.

이에 본 연구는 학생들의 탐구 능력을 향상시키기 위한 방안의 하나로 서귀포 화석층을 탐구 대상으로 하여 기초 탐구 과정 프로그램을 개발하고, 탐구 활동을 경험하여 나타나는 학생들의 관찰, 예상, 추리 탐구 능력을 알아보고 성별 간에도 차이를 보이는지를 분석하는데 목적이 있다. 이를 통해 학생들의 탐구 과정에 대한 각각의 특성을 파악하여 기초 탐구 과정의 학습을 위한 자료로 제공하고자 하였다. 또한, 지역에 살고 있는 학생들을 위하여 지역 특이적 학습 소재를 이용한 탐구 능력을 평가할 수 있는 자료를 개발하는데도 그 목적이 있다. 하지만 본 연구의 제한점으로는 첫째, 연구 대상을 표집하는 데 있어 제주특별자치도 소재 S초등학교 5학년 2개 반만을 대상으로 하였기 때문에 우리나라 전체 지역의 초등학생으로 일반화하는 데에는 한계가 있다. 둘째, 탐구 대상을 서귀포 화석층으로 제한함으로써 탐구 대상이 바뀌게 되면 연구 결과의 차이가 발생할 수 있다.

II. 연구 절차 및 방법

1. 연구 절차

학생들의 기초 탐구 과정의 특징을 알아보기 위한 자료 수집 및 자료 분석 절차는 다음과 같다.

본 연구를 진행하기에 앞서 먼저 패류 화석층 및 기초 탐구 과정에 대한 선행 연구를 조사하였다. 사전 학습 및 탐구 활동 프로그램 작성을 위해 초등과학의 지층과 화석 관련 단원을 분석하였으며(교육부, 2007b), 분석한 내용을 토대로 기초 탐구 과정의 전반적인 이해 및 안내를 돕기 위한 사전 교육용 자료를 제작하였다. 사전 학습은 서귀포 화석층의 실제 탐구 활동 수업에 앞서 학생들에게 효과적으로 기초 탐구 과정에 대한 이해를 돕기 위해 관찰, 예상, 추리 영역을 주제로 수업을 진행하였다. 이렇게 하여 총 3차시에 걸친 수업에서 관찰, 예상, 추리의 사전 학습 자료가 사용되었으며, 그 중 추리에 대한 사전 학습 자료의 예를 〈부록 1〉에 제시하였다.

또한 실제 서귀포 화석층을 관찰하며 사용할 탐구 활동 자료를 제작하여 탐구 수업에 활용하였다(〈부록 2〉). 사전 학습이 이루어진 다음날 약 2시간 정도 서귀포 화석층에서 탐구 활동이 진행되었다.

2. 연구 방법

사전 교육용 자료와 탐구 활동 자료는 지질학 전문가 1인과 과학 교육 전문가 1인, 석사과정에서 초등과학교육을 전공하는 교사 6명이 개발 과정에 도움을 주었다. 자료를 개발하기 위해 우선 서귀포 화석층을 실제 답사하여 초등과학의 지층 및 화석과 관련되는 탐구 활동 요소를 고려하였다. 사전 학습을 위한 자료의 개발은 관찰, 예상, 추리 수업을 위하여 학생들에게 기초 탐구 과정 요소의 정의에 대한 내용으로 이루어지도록 하였고, 이에 대한 이해를 돕기 위해 관찰, 예상, 추리 활동과 관련 있는 생활 속의 예시 자료를 사용하였다. 그리고 탐구 활동을 진행할 장소인 서귀포 화석층에 대한 사진 자료를 제시하여 각각의 사진 자료를 보고 생각해 볼 수 있는 관찰, 예상 추리 문항을 설정하여 학생들에게 해결하도록 하였다.

그리고 탐구 활동을 위한 자료의 개발은 학생들이 직접 화석층을 관찰하고 체험하면서 실제 화석층의 모습, 조개 화석의 모양 및 색깔, 화석이 박혀있는 암석의 특성 등 자신이 관찰한 내용을 다양하게 관찰 학습지에 기입하도록 하였고, 그 내용을 참고하여 예상 및 추리 학습지를 해결하도록 하였다. 이렇게 하여 학생들이 기록한 탐구 활동지에서 관찰, 예상, 추리 탐구 과정에 대한 학생들의 답변 내용을 분석하여 각각의 영역별 특징을 도출하였다. 학생들의 응답 내용을 분석하기 위해 기준이 되는

과학자 수준의 분석틀 내용의 예시들을 각 영역별로 작성하였다(표 1). 또한 남학생과 여학생 간의 답변 빈도수를 카이검정을 이용하여 유의성을 알아보았다.

3. 연구 참여자

본 연구의 참여자는 4학년에서 지층과 화석 관련 단원을 이미 학습한 제주특별자치도 서귀포시의 S 초등학교 5학년 2개 학급을 선정하였다. 연구에 참여한 학생은 총 48명으로 남학생 24명, 여학생 24명으로 구성하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 관찰 활동

서귀포 화석층의 관찰 활동에 대한 관찰 수는 표 2와 같다. 총 174개의 관찰 결과로 기술하였으며, 서로 다른 학생들 간 내용이 중복되었다고 하더라도 이를 각각 다른 관찰 결과로 인정하여 전체 관찰 수를 구한 값이다. 관찰 결과를 분석함에 있어 오감의 사용 빈도와 각각의 감각 사용수에 대한 특징 및 학생들의 전반적인 관찰 방법에 있어서 주목할 수 있는 사실 등의 분석틀을 가지고 연구하였다. 야외에서 관찰한 값이기 때문에 학생들은 대체적으로 시각을 활용한 관찰이 많았으나 조개 화석을 만져보거나 냄새를 맡는 등의 촉각과 후각을 사용하는 경우도 있었다. 남학생의 관찰 수는 98개이고, 여학생은 76개로서 남학생이 시각, 후각, 청각에서 여학생보다 많은 관찰을 하고 있었으나, 촉각에서는 여학생이 근소하지만 더 많은 관찰을 하고 있었다. 관찰 대상의 특성상 미각을 이용하여 관찰을 할 수 있는 대상이 아니기 때문에 미각을 사용한 학생은 없었다.

표 2. 관찰 수 및 활용한 감각 기관

성별 (학생수)	관찰 수	사용한 감각				
		시각	후각	미각	청각	촉각
남학생(24)	98	64	8		3	23
여학생(24)	76	44	3		1	28
계(48)	174	108	11		4	51

학생들의 관찰 활동에서 나타난 또 하나의 특징은 서귀포 화석층의 부분적인 모습을 관찰하는 경우도 있었지만 그보다 전체적으로 어우러진 모습을 관찰하려는 경향이 높았다(표 3). '지층의 두께가 얇은 것도 있고 두꺼운 것도 있다', '조개나 돌들이 지층에 많이 박혀 있다'와 같은 관찰 결과처럼, 패류 화석층을 이루고 있는 각각의 조개 화석의 모양, 특징, 이루고 있는 물질의 종류 등의 관찰보다 패류 화석층의 전체적인 특징에 대한 관찰 경향이 두드러짐을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 강은미 등(2006)에 의해 제시된 초등학교 6학년 학생들의 관찰 특성과도 유사하다. 이들의 연구에 의하면 6학년 학생들에 의해 얻어진 총 404개의 관찰 수 중 전체

표 1. 서귀포 화석층에 대한 과학자 수준의 분석틀의 예

영역	분석 기준의 예시
관찰	· 바닷속에서 살았던 조개를 비롯한 여러 생물 화석들이 현재는 육상의 해안 절벽의 지층 속에서 발견된다. · 화석이 많이 포함되어 있는 층과 화석이 없는 층이 번갈아 나타난다. 즉, 해수면이 변동하여 퇴적 장소에 따라 쌓이는 화석의 종류가 다르다. 한류종과 난류종 화석들이 나타난다. · 멸종된 북륙가리비와 같은 화석종이 나온다. 이는 당시 신생대 제4기초의 동북아시아의 고환경을 밝혀주는 과학적 증거가 된다.
예상	· 서귀포층은 동북아시아의 고환경을 밝힐 수 있는 장소이므로, 앞으로 제주도 주변이 어떻게 변할 것인지를 예상할 수 있다. · 화석층은 해안 절벽과 접하고 있어서 조금씩 침식되고 있으며, 연약층인 퇴적암이 붕괴되어 바다로 사라질 것으로 예상되고 있다.
추리	· 오랜 시간 동안에 화석화되어 지층 속에 박히고 지층이 융기하여 현재 위치에 있을 것이다. · 연체동물 화석은 88%가 현생종이고, 12%만이 화석종이다. 또한 한류종과 난류종이 공존하고 있다. 현생종의 생태학적 정보를 고려할 때 서귀포층은 대체적으로 따뜻한 바다에서 만들어졌으나, 빙하성 해수면 변동을 반영하여 일시적으로 한류성 종이 남하하는 길목이었을 것이다. · 각 층마다 화석이 다른 이유는 퇴적 장소의 수심이 다르기 때문에 바다 밑바닥의 퇴적물 종류와 관련하여 조개의 종류가 다를 수 있다.

표 3. 관찰 내용에서 화석층 전체와 부분에 대한 관찰 수

전체 관찰의 예		부분 관찰의 예
· 지층의 두께가 얇은 것도 있고 두꺼운 것도 있다. · 화석의 크기가 큰 것도 있고 작은 것도 있다. · 주위에 모래가 많다. · 조개나 돌들이 지층에 많이 박혀 있다. · 지층의 표면이 울퉁불퉁한 모양이다. · 지층의 색이 갈색, 검은색 등 각각 다른 색이다. · 지층의 조개의 모양이 전부 다르다. · 다양한 조개 화석들이 지층에 있다. 등.		· 조개 껍데기 화석이 단단하다 · 조개 화석이 깨져 있다. · 조개 표면이 매끄럽다. · 어떤 조개에는 줄무늬가 있다. · 조개 화석의 깨진 부분이 날카롭다. · 조개 화석에서 바다 냄새가 난다. · 가장 큰 조개 화석은 15 cm 정도이다. 등.
관찰수	102	60
전체 관찰과 부분 관찰 혼합의 예		
· 지층에 조개 화석들이 무더기로 박혀 있다. · 지층의 색깔은 갈색인데, 조개 색깔은 흰색이 많다. · 각각의 조개의 모양은 비슷하나, 어떤 것은 줄무늬가 있고, 어떤 것은 무늬가 없었다. 등.		
관찰수	12	계 174

에 대한 관찰 수는 321개(79%), 부분에 대한 관찰 수는 83개(21%)로 나타났으며, 초등학생은 관찰 대상이 부분에 대한 관찰보다는 전체적인 모습에 대한 특징을 관찰하려는 경향이 높음을 제시하였다.

그러나 색깔이라든지 조개 화석의 모양을 관찰한 결과에서 알 수 있듯이 몇몇의 학생들은 전체적인 패류 화석층의 관찰 결과에서 그치는 게 아니라 더 나아가 그 안에 포함되어 있는 부분적인 조개 화석의 특징들을 관찰하여 그 결과를 기술하고 있었다. 예로 '지층에 조개 화석들이 무더기로 박혀 있다'거나 '각각의 조개의 모양은 비슷하나 어떤 것은 줄무늬가 있고 어떤 것은 무늬가 없었다'라고 기술한 학생의 관찰 결과를 보면 패류 화석층의 전체적인 모습을 관찰함과 동시에 각각의 조개에 대한 관찰을 하여 그 특징을 서술하고 있음을 알 수 있다.

과학에서 관찰은 대상에 대한 관찰 목적에 따라 달라지며, 관찰 방법은 목적에 맞게 상호 보완적으로 다양하게 쓰여질 수 있다. 그러나 위에서도 알 수 있듯이 학생들은 관찰 활동을 함에 있어 어느 한쪽의 방법으로만 치우쳐 사용하려는 경향을 발견할 수 있었다. 따라서 과학을 배우는 학생들에게 과학적 탐구 능력을 길러주기 위해 다양한 관찰 방법이 있음을 여러 관찰 학습을 통해 학생들에게 안내하면서 지나치기 쉬운 작은 특징에 대한 관찰이 복잡한 과학적 원리를 해석하고 풀이하는 데 결정적인 단서가 될 수도 있음을 학생들에게 알려주는 것이 필요할 것으로 보인다.

2. 예상 활동

예상 활동에서는 학생들이 관찰한 사실들을 예상 활동에 얼마나 관련지어 생각해 보고 있는지, 그리고 예상 활동에 있어서 학생들의 경험과 선지식 등이 어떠한 영향을 끼치고 있는지 그 특징을 살펴보았다.

패류 화석의 미래 모습에 대한 예상에서는 침식 또는 풍화 작용과 관련지어 대답한 학생이 남학생 37.8%, 여학생 60.8%이었다(표 4). 생물의 부패와 관련지어 '썩을 것 같다'라고 대답한 학생도 있었는데, 이는 잘못된 오개념에 기인한 것으로 보인다. 이와 유사한 사례로 서동욱(2004)이 보고한 지질 구조나 암석에 대해 초등학생들이 오개념을 많이 가지고 있었다는 결과에서도 비슷한 경향을 나타내었다. 그

표 4. 패류 화석의 미래 모습 예상 항목에 대한 성별 분석

예상 항목	남학생		여학생	
	예상 수	빈도 (%)	예상 수	빈도 (%)
· 파도나 바람에 의해서 부서질 것이다.	1	6.3	9	39.1
· 누렇게 썩을 것이다.	3	18.6	1	4.4
· 솟아올라 땅 위에 있을 것이다.	4	25.0	5	21.7
· 다 흩어져서 없어질 것이다.	5	31.5	5	21.7
· 화석이 더 많아질 것이다.	3	18.6	3	13.1
계	16	100	23	100

외에도 지각의 침강·융기와 관련하여 '솟아올라 땅 위에 있을 것이다'라든지 '화석의 개체수가 늘어날 것 같다'고 응답한 학생도 있었다.

패류 화석의 미래 모습에 대하여 예상에 사용된 학생들의 관찰 사실 활용도를 표 5에 제시하였다. 올바른 예상의 결과로 인정되지 않는 34개의 예상수를 제외하였을 때, 학생들은 예상보다는 관찰 활동을 활발하게 하는 것으로 나타났고, 예상 활동의 대부분은 관찰 활동과 연계하여 자신이 관찰한 패류 화석층의 특징들을 예상과 결부시키려는 경향이 높았다. 학생들은 깨져 있는 조개의 모습이라든지 또는 패류 화석을 만졌을 때 쉽게 부서지는 것을 관찰하고, 그것을 풍화·침식 작용과 관련지어 과학적으로 예상하였다. 그러나 제외한 34개의 예상수를 포함하였을 때 대부분의 예상들은 '1만년 후에 이 화석들은 모두 사라질 것이다' 과 같은 예상처럼 패류 화석의 미래 보습을 예상해 보면서 실제로 왜 그렇게 될 것인지의 합리적인 근거를 덧붙이지 못하고 있었다.

예상 활동에 필요한 보편적으로 옳다고 증명되어진 여러 가지 과학적 지식 및 선경험을 바탕으로 한 학생들의 예상 수를 살펴보면, 답변의 대부분들이 과학적인 예상으로 판단되었다(표 6). 여기서의 과학적 지식 및 선경험이라 함은 물이나 바람에 의한 침식 또는 풍화 작용, 화석의 생성 원리를 지칭하는 것으로 한다. 학생들은 1만년 후 패류 화석들의 미래 모습에 대해 남학생은 전체 16개의 예상 수 중에서 10개의 예상을 과학적으로 예상하였고, 여학생은 전체 23개의 예상 수에서 19개의 예상이 과학적인 것으로 판단되어 남녀 학생 평균 72.6%의 높은 과학적 예상이 이루어진 것으로 나타났다.

표 5. 패류 화석의 미래 모습 예상에 사용된 학생들의 관찰 사실 활용도

성별 (학생수)	관찰 수	예상 수*	예상 활동에 활용된 관찰 수	관찰과 예상 활동 간 관계성(%)
남학생(24)	98	16	15	93.8
여학생(24)	76	23	17	73.9
계(48)	174	39	32	83.9

* 올바른 예상의 결과로 인정되지 않은 예상수 34개는 제외함.

표 6. 패류 화석의 미래 모습 예상 항목에 대한 과학적 비율

성별	총 예상 수	과학적 예상 수	빈도(%)
남학생(24)	16	10	62.5
여학생(24)	23	19	82.6
계(48)	39	29	72.6

공통적인 경향성 등을 근거로 과거라든지 미래의 일을 추측해 보는 예상 활동은 객관적인 과학적 사실이 뒷받침되지 않으면 불확실한 추측이 될 수 밖에 없다. 과학적 사실은 정확한 관찰 활동의 결과적인 산물이므로 예상 활동이 제대로 이루어지려면 먼저 관찰 활동을 통해 보편적으로 참이라고 여겨지는 객관적인 결과를 얻어 그것들을 토대로 예상 활동이 이루어져야 함을 학생들에게 지도해야 할 것으로 생각된다.

3. 추리 활동

추리 활동의 특성상 관찰 내용을 자신의 경험과 선지식으로 관련지어 그 인과 관계를 생각해 보는 것이므로 여기에서는 학생들이 관찰 내용 중 얼마나 많은 관찰 내용이 추리 활동에 사용되는지 그 빈도수를 파악해 보고 그와 관련하여 관찰과 추리 사이의 연관성을 생각해 보았다. 더불어 추리한 내용이 관찰 사실을 사용하였다면 얼마나 논리적으로 그 인과 관계를 유추해 보았는지, 그리고 관찰 내용을 사용하지 않고 추리를 하였다면 무엇에 근거하여 그러한 추리를 하였는지 분석하였다.

추리를 어떤 일이 일어난 이유를 생각해 보는 것으로 정의할 때, 패류 화석이 있었던 장소를 추리해 보는 문제에 거의 대부분의 학생들이 '바다 속'이라고 답하였다(표 7). 조개라는 생물의 서식지가 바다임을 학생들은 선지식으로 알고 있기 때문으로 풀이된다. 그러나 어떤 학생은 '조개의 종류는 다양해서 생활하는 장소가 바닷가 해변'이라든지 또는 '갯벌 같은 곳에 살 것 같다'라는 추리도 있었다. 흥미롭게도 남학생 중에 '산'이라고 응답한 학생도 5명이나 있었는데, 조개가 지층에 파묻혀 올라온 광경을 보고 '조개의 서식지가 산이었을 것이다'라고 추리한 것이다.

학생들은 조개 화석이 있었던 장소에 대한 추리 활동에서 표 8에서처럼 전체 관찰 수 대비 추리 활동에 사용된 관찰 수를 놓고 해석하였을 때, 평균 56.3%로 관찰 결과를 비교적 많이 활용하지 않았음을 알 수 있었다. 학생들의 대부분은 '조개는 바다

표 7. 패류 화석이 있던 장소 추리에 대한 성별 분석

성별	바다 속	바닷가 해변	모래사장	갯벌	강	산	계
남학생	17	1	1	0	0	5	24
빈도(%)	70.8	4.2	4.2	0	0	20.8	100
여학생	16	4	1	2	1	0	24
빈도(%)	66.7	16.6	4.2	8.3	4.2	0	100
계	33	5	2	2	1	5	48
전체 빈도수	68.7	10.4	4.2	4.2	2.1	10.4	100

표 8. 패류 화석이 있었던 장소 추리에 사용된 학생들의 관찰 사실 활용도

성별 (학생수)	관찰 수	추리 수*	추리 활동에 활용된 관찰 수	관찰과 추리 활동 간 관계성(%)
남학생(24)	98	24	18	75.0
여학생(24)	76	24	9	37.5
계(48)	174	48	8	56.3

*올바른 추리의 결과로 인정되지 않은 추리 수 21개는 제외함.

표 9. 패류 화석이 있었던 장소 추리 결과에 대한 과학적 비율

성별	총 추리 수	과학적 추리 수	빈도(%)
남학생(24)	24	19	79.2
여학생(24)	24	21	87.5
계(48)	48	40	83.4

에 산다'라는 선개념을 가지고 있기 때문에 구태여 관찰 결과를 사용하지 않더라도 문제를 해결할 수 있었기 때문으로 해석된다. 그러나 추리 활동에 자신의 관찰 결과를 사용한 학생들의 대부분은 조개 자체의 서식지에 주목하기보다는 조개 화석이 박혀 있는 지층을 이루고 있는 물질에 주목하고 있었다. 학생들이 응답한 것 가운데 몇 가지를 들어보면, '지층에 모래가 많이 있어서 조개 화석이 있던 곳은 모래사장일 것 같다', '갯벌 같다. 왜냐하면 조개 무더기 위에 진흙 같은 것이 많이 있기 때문이다'와 같이 패류 화석과 동일한 층에 있고 같이 지층을 이루고 있는 물질을 분석하여 과거 패류 화석이 있었던 곳을 추리하고 있었다. 한편, 성별 간의 패류 화석이 있었던 장소에 대한 추리 활동에 활용된 관찰 수는 남학생이 여학생보다 유의하게 높았다(p<.01). 이는 관찰 수에서도 알 수 있듯이 남학생이 여학생보다 야외에서의 탐구 활동에 적극적임을 나타내며, 관찰 결과를 가지고 추리하는 과정에도 활용하는 경향이 높다고 할 수 있다.

지층의 각 층마다 다른 종류의 화석이 발견되는 이유를 추리해 보는 질문에 대해서는 연구에 참여한 48명의 학생들의 추리 중에서 옳은 추리로 여겨지는 총 추리 수는 40개였다(표 9). 그러나 남학생과 여학생 간의 패류 화석이 있었던 장소에 대한 추리 결과는 유의한 차이가 없었다.

한편, 허원혁(1994)은 서귀포 패류 화석층의 퇴적된 환경이 해빈 또는 해안 환경으로 추정된다고 하였으며, 유환수 등(1987)은 서귀포층이 따뜻하고 얕은 바다 환경에서 퇴적되었다고 하였다. 학생들이 추리한 패류 화석이 있었던 장소에 대한 과학적 비율을 위 연구를 포함한 많은 지질학자들의 연구 결과를 근거로 판단해 보았을 때, 전체 추리수의 83.4%에 해당하는 추리가 과학적인 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 관찰 결과를 추리 활동에 사용한 학생이 적음에도 불구하고, 학생들이 추리 활동에 사용한 선지식이 과학적으로 타당한 것이었기 때문으로 해석된다.

패류 화석층의 생성 장소를 근거로 추리한 내용을 분석해 보면 패류 화석층의 생성 장소, 생성 시기, 생물의 다양성 등의 근거를 가지고 추리를 하고 있었는데(표 10), 단순히 전체 추리 수만을 놓고 해석하였을 때 비록 통계적인 유의성은 없었지만 남학생이 여학생에 비해 좀 더 많은 추리를 하였다.

생성 장소를 근거로 추리한 비율은 남학생 60.9%, 여학생 58.7%였고, 생성 시기를 근거로 추리한 비율은 남학생 13.0%, 여학생 11.8%였다. 그리고 생물의 다양성을 근거로 추리한 비율은 남학생 26.1%, 여학생 17.7%였다. 지층에 나타난 패류 화석 종류의

표 10. 각 층 화석 종류의 다양성 추리 항목에 대한 성별 응답 수 및 빈도

영역	추리 항목	남학생		여학생	
		추리 수	빈도(%)	추리 수	빈도(%)
화석층의 생성 장소	· 지층이 쌓이는 곳이 달라서	2	8.7	2	11.8
	· 자연 환경이 다르기 때문에	4	17.4	1	5.9
	· 환경과 지역이 달라서	2	8.7	0	0
	· 있었던 장소가 각각 다르기 때문에	2	8.7	3	17.6
	· 묻힌 장소가 달라서	4	17.4	4	23.4
생성 시기	· 화석으로 변한 시기가 달라서	0	0	2	11.8
	· 각각 지층이 쌓이는 시대가 다르기 때문에	2	8.7	1	5.9
	· 시대가 다르기 때문에	1	4.3	1	5.9
생물의 다양성	· 층이 쌓일 때마다 다른 생물이 묻히기 때문에	2	8.7	0	0
	· 조개들의 종류가 다양하기 때문에	2	8.7	2	11.8
	· 바다에는 생물이 많이 살았기 때문에	2	8.7	1	5.9
계		23	100	17	100

다양성은 지층이 쌓인 시기와 그 시대의 생물의 다양함에 기인하므로 여기서의 과학적 추리는 지층의 생성 시기와 생물의 다양성을 근거로 추리한 것으로 인정하였다. 따라서 학생들의 각 층 화석 종류의 다양성에 대한 추리 능력은 양호한 것으로 판단할 수 있으며, 비교적 자세히 이해하고 있는 것을 알 수 있다.

패류 화석층 관찰을 통해 얻어낸 사실들이 추리 활동에 얼마나 활용되고 있는지를 알아보았다. 표 11에서와 같이 남학생의 경우 관찰을 통해 얻은 사실은 91개였으나, 이 중 추리 활동에서 사용한 관찰 사실은 23개였다. 여학생의 경우에도 71개의 관찰 사실 중 17개의 관찰 사실만을 추리 활동에 사용하여 남학생과 여학생 간의 각 층 화석 종류의 다양성 추리 결과는 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 많은 학생들이 오감을 통해 얻어진 관찰 사실들에 대해 인과 관계의 호기심이 크지 않음을 시사해준다.

그러나 실제 추리 활동에서 얻은 결과를 가지고 추리 활동에 사용된 관찰 수와 비교했을 때 78.2%의 비율을 나타내어, 학생들이 추리를 할 때는 관찰 결과를 비교적 높은 빈도로 사용하고 있음을 알 수 있었다.

전체 학생의 추리 수 중에서 과학적 추리로 인정되는 것은 남학생 9개, 여학생 7개로 전체 추리 수의 각각 39.1%, 41.2%의 비율이 과학적 추리에 해당하였으며(표 12), 성별 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

추리는 관찰과 선경험의 조합에서 나오는 것으로 학생들이 정확한 관찰을 했음에도 불구하고 추리 결과에서 차이가 나는 것은 추리의 또 다른 요소인 선경험에서 발생되는 차이에서 그 원인을 찾을 수 있겠다. 결과적으로 학생들의 추리 활동에서 사용된 오개념이 작용됨으로써, 비과학적인 추리가 도출되었다고 판단된다.

표 11. 각 층 화석 종류의 다양성 추리에 사용된 학생들의 관찰 사실 활용도

성별 (학생수)	관찰 수	추리 수	추리 활동에 활용된 관찰 수	관찰과 추리 활동 간 관계성(%)
남학생(24)	98	23	17	73.9
여학생(24)	76	17	14	82.4
계(48)	174	40	31	78.2

표 12. 각 층 화석 종류의 다양성 추리 결과에 대한 과학적 비율

성별	총 추리 수	과학적 추리 수	빈도(%)
남학생(24)	23	9	39.1
여학생(24)	17	7	41.2
계 (48)	40	16	40.2

IV. 결론 및 제언

본 연구는 학생들의 과학 탐구 능력을 알아보기 위하여 서귀포 화석층의 탐구 활동을 통한 기초 탐구 과정 요소의 특성을 파악하고, 그에 따른 기초 탐구 과정의 학습 향상을 위한 자료를 얻고자 하였다. 본 연구의 결과를 토대로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 관찰 활동에서는 남학생이 여학생보다 탐구 대상에 대해 관찰수가 높았으나, 두 그룹 모두 시각과 촉각 등 적절한 감각 기관을 사용하여 수행하였으며, 관찰 대상의 부분적인 모습보다는 전체적인 모습을 관찰하려는 경향이 높음을 알 수 있었다.

둘째, 예상과 추리에 대한 과학적 비율은 여학생이 남학생보다 높은 것으로 나타났다.

셋째, 일부의 추리 항목을 제외하고 관찰 활동을 통해 얻은 관찰 결과를 예상과 추리에 적절히 활용하는 능력은 높았다.

넷째, 학생들이 관찰한 내용이 실제 보편적인 과학적 사실과 크게 다르지 않음에도 불구하고 사실과 다른 탐구 활동 결과가 나온 것은 오개념이 학생들의 탐구 활동에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

이에 후속 연구를 위하여 몇 가지 제언하려고 한다.

첫째, 여러 가지 탐구 과정 요소를 사용하여 초등학생들에게 과학적 탐구를 적용함에 있어 각각의 영역 중 어느 한 부분으로 치우침이 없이 다양한 방향으로의 사고 전환을 유도하기 위한 지도가 필요하다.

둘째, 기초 탐구 과정 요소의 적절한 조합을 통한 탐구 학습 프로그램을 개발하여 학생들에게 각각의 탐구 과정 요소 간에 서로 영향을 미치고 있다는 사실을 지도해야 한다.

셋째, 탐구 활동 중에 학생들이 가지고 있는 선지식 중 오개념의 영향을 최소화하기 위한 방안을 연구해 볼 필요가 있다.

넷째, 본 연구의 서귀포 화석층처럼 지역적 특성에 맞는 탐구 대상을 선정하여 다양한 탐구 학습 프로그램을 개발한다면 좀 더 학생들이 흥미를 갖고 탐구 활동에 참여할 수 있을 것이다.

참고문헌

강소라, 정규귀, 윤선(1999). 제주도 서귀포층의 저서성 유공충 화석군집. 고생물학회지, 15(1), 95-108.

강은미, 신동훈, 권용주(2006). 과학 지식 생성학습을 통한 초등학생들의 가설 지식 생성 능력의 발달. 초등과학교육, 25(3), 257-270.

교육부(1997). 제 7차 과학과 교육과정, 교육부 고시 제1997-15호. 서울: 교육부.

교육부(2007a). 제 7차 과학과 개정교육과정, 교육부 고시 제2007-79호. 서울: 교육부.

교육부(2007b). 초등학교 과학과 3학년 2학기, 4학년 1학기, 4학년 2학기, 5학년 1학기, 5학년 2학기, 6학년 1학기 교사용 지도서. 서울: 대한 교과서 주식회사.

김명숙(2007). 제7차 교육과정 초등학교 과학 교과서의 탐구 과정 요소별 유형 분석: 기초 탐구 과정을 중심으로. 춘천교육대학교 석사학위논문.

김봉균(1972). 서귀포층의 층서 및 고생물학적 연구. 손치무교수송수기념논문집, 169-187.

김상영, 송남희(2007). 식물 이름에 대한 초등학생들의 인지도와 그들이 사용하는 식물 분류 기준. 초등과학교육, 26(1), 41-48.

김선복(2000). 관찰, 분류, 측정 훈련이 초등학생의 과학 탐구능력과 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.

김진영, 김효남(2003). 문화기술적 방법에 의한 초등학교 3학년 학생들의 식물 관찰 능력 조사. 청람과학교육연구논총, 13(1), 140-160.

김희경, 박보화, 이봉우(2007). 우리나라 과학 교과서에 나타난 기초 탐구 과정 분석: 분류, 예상 및 추리 탐구 요소를 중심으로. 초등과학교육, 26(5), 499-508.

김희령(2005). 제7차 교육과정에 따른 초·중학교 과학 교과서의 과학 탐구 과정과 학생들의 과학 탐구 능력 분석: 초등학교 5학년, 중학교 2학년 학생을 중심으로. 이화여자대학교 석사학위논문.

문교부(1973). 과학과 교육과정(제3차 교육과정). 서울: 문교부.

문병찬, 이경학, 김해경(2009). 지층에 대한 탐구 활동에서 초등영재 학생들의 관찰 및 추리 특성. 초등과학교육, 28(4), 476-486.

박명희, 박윤복, 권용주(2005). 초등학생들의 어항 관찰 활동에서 나타나는 관찰의 유형과 그 변화. 초등과학교육, 24(4), 345-350.

서동욱(2004). 야외 지질 학습장의 퇴적암과 지질 구조에 대한 초등학생들의 관찰 및 가설 분석. 한국지구과학회지, 25(7), 586-594.

송명성(2008). 초등학교 6학년 학생의 관찰 유형에 대한 연구. 전주교육대학교 석사학위논문.

예성옥(1999). 초등학생들의 분류 수행 능력. 한국교원대학교 석사학위논문.

오상관(1994). 국민학생의 논리적 사고력과 과학 탐구 능력과의 관계. 한국교원대학교 석사학위논문.

원종관(1976). 제주도의 화산암류에 대한 암석 화학적인

연구. 지질학회지, 12, 207-226.
유환수, 고영구, 김주용(1987). 제주 서귀포층에 산출되는 초미화석에 관한 연구. 고생물학회지, 3(2), 108-121.
윤상규, 한대석, 이동영(1987). 제주도 남부지역의 제4기 지질조사 연구. 동력자원연구소, KR-86-2-(B)-2.
이문원, 원종관, 이동영, 박계헌, 김문섭(1994). 제주도 남사면 화산암류의 화산층서 및 암석학적 연구. 지질학회지, 30, 521-541.
이정경, 하민수, 차희영(2008). 분류 과제 제시 형태에 따른 초등학생들의 잎 분류 행동 차이. 초등과학교육, 27(3), 287-295.
이혜원, 양일호, 조현준(2005). 초·중학생의 관찰, 예상, 가설의 이해. 초등과학교육, 24(3), 236-241.
최현동, 양일호, 권치순(2005). 초등학생 분류능력 발달의 경향성. 초등과학교육, 24(3), 281-291.
한광래(2003). 메뚜기를 이용한 초등학교 학생들의 관찰 능력 조사. 초등과학교육, 22(1), 121-129.
허원혁(1994). 제주도 서귀포층의 생흔화석과 퇴적환경에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.
Bell, R. L., Blaer, L. M., Crawford, B. A. & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of science apprentice ship program on high school students' understanding of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*, 487-509.
Germann, P. J., Haskins, S. & Auls, S. (1996). Analysis ognine high school biology laboratory manuals: Promoting scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, *33*, 475-499.
Haraguchi, K. (1931). Geology of Cheju island. *Bulletin of Geololgical Survey of Korea, 10,* 1-34.
Lee, M. W. (1982). Petrology and geochemistry of Jeju volcanic island, Korea. *Science Report Tohoku University, 3(15),* 177-256.
Yokoyama, M. (1923). On some fossil shells from the island of Saishu in the strait of Tsushima. *Tokyo Imperial University Journal of College Science, 44,* 1-9.

<부록 1> 추리에 대한 사전 교육용 자료

학습 주제	기초 탐구 과정 중 '추리' 요소		
학습 목표	주변 현상이나 사물을 관찰하고 난 후 이를 근거로 추리를 할 수 있다.		
학습 요소	교수 - 학습 활동	시간	자료 및 유의점
동기 유발	◎ 동기 유발 ▶ 두 동물 발자국 그림을 보고 추리해 보자.	3'	※동영상 자료
학습 문제 안내	◎ 학습 목표 안내 주변 현상이나 사물을 관찰하고 난 후 이를 근거로 추리를 할 수 있다.	1'	※ppt 자료
학습 활동 안내	◎ 학습 활동 안내 활동 1. 추리의 의미 알기 활동 2. 여러 상황에서의 추리 연습 활동 3. 조개 화석 관찰하고 추리하기	1'	
학습 활동 전개	◎ 추리의 의미 알기 ▶ 추리의 뜻을 알아보자. - 추리 : 일어난 어떤 현상이나 사건에 대해 설명하거나 해석하는 것 ◎ 여러 상황에서의 추리 연습 ▶ 옆집에서 두 사람이 TV를 집밖으로 옮기고 있습니다. 이를 보고 어떤 추리를 할 수 있을까요? - TV가 못쓰게 돼서 버리는 것이다. - 도둑이 TV를 훔치는 것이다. - 기술자가 TV를 고치려고 가져가는 것이다. - 이웃집 사람이 집주인에게 TV를 사서 가져가는 것이다. 등 ▶ 동전의 원래 색깔이 구리색인데, 한쪽 면은 푸르스름하게 변했습니다. 그 이유를 추리해 보세요. - 한쪽 면에 곰팡이가 끼었을 것이다. - 푸르스름한 면이 오랫동안 물에 잠겨 물때가 낀 것이다. - 어떤 화학 약품으로 인해 변색이 된 것이다. 등 ◎ 조개 화석 사진 관찰하고 추리하기 ▶ 다음의 조개 화석들이 어떤 과정으로 생성되어 우리 눈에 보이게 되었을까? - 조개 무리가 모여서 화석이 된 것으로 보아 사람이 먹다 한 곳에 버린 것이다. - 깨진 조개는 화석으로 변하면서 압력을 받아 깨진 것이다. - 원래는 바다였는데 지각 변동으로 땅이 솟아올라 조개 화석이 우리 눈에 보이는 것이다. 등.	5' 15' 10'	※ppt 자료 ※학생들의 다양한 반응을 유도한다. ※학습지
학습 정리	◎ 학습 정리 ▶ 추리는 어떻게 하는 것인가?	5'	

<부록 2> 탐구 활동용 기초 탐구 과정 학습지

서귀포 화석층 탐구 학습지

5 학년 ( )반 이름 : ( )

탐구 주제	서귀포 화석층을 찾아서
탐구활동개요	화석층의 특징을 관찰한 후 예상, 추리해 보기
탐구 자료 (준비물)	활동지, 필기도구, 돋보기
활동 내용에 따라 창의적으로 생각하고 탐구해 봅시다.	
관찰 활동 : 실제 서귀포 화석층을 보고 관찰할 수 있는 여러 가지 특징들을 써 봅시다.	
예상 활동 : 앞으로 1만년 후에 이 화석들은 어떻게 변할지 예상하여 써 봅시다.	
추리 활동 : ① 화석이 있었던 곳은 과거에 어떤 장소였을지 추리하여 써 봅시다.	
.	
추리 활동 : ② 지층의 각 층마다 보이는 화석의 종류가 다른 이유를 자유롭게 추리하여 써 보세요.	
활동 후 알게 된 점 및 느낀 점	