

# 과학적 탐구활동에서 나타난 초등학생들의 화강암 관찰결과의 특징과 타당성 연구

문 병 찬

광주교육대학교

## The Study of the Characteristics and the Proprieties of the Granite Observing Results in the Elementary Students' Scientific Inquiry Activities

Moon Byoung-chan

Gwangju National University of Education

### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the characteristics and proprieties of the granite observing results in the 4th grades elementary students' scientific inquiry activities. For this, the 4th, 94 students participated in granite observing activity which had objects to collecting applicable scientific facts for the distinguishing granite among the volcanic rocks. Following are the study results. First, the 829s of total results (879s) were admitted as the facts, but the rest, 50s were not the facts but the inference results. Second, the 542s results which were related to the shape, weigh, size, smell, sound, and touch (feeling) containing glittering of the rock specimen were the useless for the inquiry objects. And only the 85s results were the scientific facts which were deserved the admitting propriety for the inquiry objects. Third, the 185s results which were targeting to the particles (minerals) on the rock specimen were the admitting facts, but the 163s facts which were related to color, size and shape of the particles were deserved as admitting propriety for the inquiry objects. Consequently, the focusing on the proprieties of the granite observing results in the elementary students' scientific inquiry activities, only the 248 results (28.2%) of the total 879s were the admitting proprieties as the meaningful scientific facts in the scientific inquiry activities.

**Key words** : granite observing activity, scientific inquiry, volcanic rock

## I. 서 론

과학적 탐구는 과학자들이 자연현상과 자연사물의 세계를 조사하고, 과학지식을 생성하거나 이용하여 자연을 이해하기 위해 수행하는 전문적 활동이다(Chiappetta & Koballa, 2006, Gallagher, 2007). 과학 교육적 맥락에서 과학적 탐구는 과학적 조사를 설계하고 수행할 수 있는 능력, 그리고 과학적 탐구의 본성에 관한 이해와 조사를 통해 과학적 개념을 획득하게 하는 교수-학습의 전략을 포함한 넓은 의미로 해석되기도 한다(2000; 이봉우와 김희경, 2007).

과학적 탐구에서 중요하게 다루어지는 관찰은 측정(measure)과 더불어 과학적 사실(fact)을 수집하는 유용한 탐구요소이다. 따라서 관찰로 얻어진 과학적 사실은 직접 관찰할 수 있어야 하고, 관찰을 통해 언제라도 검증할 수 있는 특성을 지니고 있다(Chiappetta & Koballa, 2006). 관찰은 탐구활동에서 과학적 사실을 수집하는 도구적 가치 외에도, 과학 교육적 측면에서 학생들이 주변에 대한 호기심 유발, 의문생성, 사고활동, 정서소통(forming interpretations) 등에 긍정적인 영향을 주는 것으로 알려져 있을 뿐만 아니라 학생들을 심화된 탐구로 이끌게 하고, 추

\* 교신저자 : 문병찬(mbc@gnue.ac.kr)

2013.7.28.(접수) 2013.8.21.(1심통과) 2013.8.26.(최종통과)

이 논문은 2010년도 광주교육대학교 학술연구비 지원에 의한 것임

리, 의사소통, 예상, 측정, 분류 등 다른 탐구요소의 활용능력을 향상시키는데도 효과가 있다(Funk, et al., 1979).

위와 같이 과학적 관찰활동이 지니고 있는 중요성과 유용성에 근거하여, 과학적 관찰활동은 탐구의 출발점임과 동시에 과학 교육활동에서 가장 기본적인 핵심적인 활동으로 인정되고 있으며, 과학교육 분야에서도 관찰에 관한 많은 연구들이 이루어져 왔다(Harlen, 2000; Macro & McFall, 2004; 양일호 등, 2010; 문병찬 등, 2009; 이해원 등, 2012; 이상균, 2012; 이시은과 최선영, 2013). 그러나 권용주 등(2005)은 관찰에 대한 많은 선행연구들이 주로 과학 교육적 관점에서 관찰활동의 중요성을 강조하기 위한 연구, 관찰능력을 측정하여 기술하는 연구, 관찰의 유형을 한두 가지 관점에서 분류한 뒤 관찰의 실태를 파악하는 연구 등에 치중된 경향이 있었고, 이는 학교의 과학교육을 통해 학생들의 관찰능력이 효과적으로 개발되지 못한 결과에 영향을 주었으며(박운자 등, 2001; Haslam & Gunstone, 1996; Haury, 2002), 따라서 구체적인 교수·학습 전략 수립에 바탕이 되는 관찰유형의 체계화를 위한 경험적인 연구의 필요성을 제안하고 관찰대상과 방법 그리고 하위영역에서 단수와 복수, 시간독립과 의존, 감각, 조작, 정량화 등을 기준으로 한 체계화된 관찰유형의 틀을 제시하였다.

반면, 이시은과 최선영(2013)은 초등학생들의 관찰능력이 낮은 원인의 하나로서, 신동훈(2006)의 교사의 시각관찰에 치중된 교수법과 교육과정 및 교과의 구성적 문제를 언급하고, 이를 해결하기 위한 방안으로 다중지능 요소별 관찰전략을 활용한 관찰수업을 제안하였다. 이해원 등(2013)은 관찰이 과학탐구기능의 가장 기본적인 요소로 인식되어 많은 과학 활동에서 다루어지고 있기는 하나, 다른 탐구기능에 비해 다소 소홀이 다루어지는 경향과 교사의 안내에 의한 관찰활동이 주로 이루어져 있어서 보다 더 발전적인 관찰 과정으로 발전시키지 못한다는 문제점이 있음(Sheppard, 1991)을 주장하고, 이를 해결하기 위한 방안으로서 명시적이고 반성적인 교수·학습전략을 제안하였다. 그러나 관찰에 대한 많은 선행 연구들에서 우리나라 학생들의 관찰능력이 낮음을 문제로 제기하고, 이를 효과적으로 개선할 수 있는 방안들을 제안하고 있지만 학생들의 관찰결과에 대한 과학적 사실로서의 타당성과

신뢰성에 관련된 연구는 거의 이루어지지 않았다.

한편, 과학교육은 넓은 의미로 과학에 관한 지식과 태도의 교육, 또는 현상을 과학적으로 관찰하여 처리할 능력을 양성하는 교육이며, 좁은 의미로는 과학지식과 과학적 방법의 이해에 목적을 둔 교육, 즉 자연현상을 과학적으로 관찰하여 얻은 원리와 법칙을 이해함으로써 일상적인 생활과 행동에서 바람직한 방향으로의 변화를 기대하는 교육으로 정의된다(서울대학교 교육연구소, 1994; 조희형 등, 2009). 또한 그 의미에 관계없이 과학의 내용과 과정을 교육의 목적에 연결시키는 기능을 수행한다(Bybee, 1993; 조희형 등, 2009). 위 맥락에 근거하여 과학교육의 본성을 응용과학적 관점에 중점을 두고, 과학적 문제해결을 위한 일련의 과정을 탐구활동이라고 하면 탐구요소로서 사실을 수집하는 유용한 도구인 관찰의 능력측정의 기준에서 관찰결과에 대한 과학적 타당성과 신뢰성은 매우 중요한 요소이다. 예컨대 과학 교육적 맥락에서 과학적 문제해결을 위한 관찰활동을 통해 학생들이 수집한 사실들이 로 정량·정성적으로 양적조화를 이루었고, 관찰활동에서 오감각을 모두 사용하여 수집한 과학적 사실들이 문제해결에 과학적 타당성과 신뢰성을 확보하지 못한다면, 학생의 관찰활동은 과학적 탐구활동에서 큰 의미가 없기 때문이다. 따라서 학생들의 관찰활동 및 관찰교육에서 관찰활동 자체의 형식적 정당성과 체계성 및 오감각의 적절한 사용여부 등에 대한 관찰개념 못지않게, 과학적 문제해결을 위한 합목적성에 따른 과학적 사실(fact)의 타당성과 신뢰성의 중요성을 인식시켜야 할 필요성이 제안된다.

문병찬 등(2009)은 ‘지층에 대한 탐구활동에서 초등영재 학생들의 관찰 및 추리특성’의 연구에서, 학생들이 지층을 관찰하고, 지층형성에 대한 추리를 하는 탐구활동 중, 과학적 문제해결을 위해 관찰활동으로 수집한 119개의 결과 중에서, 39개(32%)만이 추리에 사용됨으로써 학생들이 관찰활동으로 수집한 사실들에 대한 탐구활동에서의 비효율적 측면을 지적하였다. 이봉우와 김희경(2007)은 ‘외국 과학교육과정의 관찰과 측정 기준 분석’ 연구에서 영국, 미국, 일본이 교육과정에서 관찰에 대한 기준으로 설정한 공통적 내용 중 첫 번째로 관찰결과의 정확성에 큰 비중이 있음을 제시함으로써 관찰활동의 형식적 정당성에 못지않게 관찰결과의 타당성과 신

뢰성의 중요함을 강조 하였다. 따라서 본 연구에서는 학생들에게 과학적 문제해결을 위한 목적적 관찰을 제안하고, 학생들이 문제해결을 위해 수집한 관찰결과를 분석하여 학생들이 관찰결과로 수집한 내용들의 특징을 통해 과학적 문제해결 적 관점에서 과학적 사실의 타당성을 알아보고자 하였다. 관찰결과의 정확성은 타당성과 신뢰성의 개념 모두를 포함하지만, 초등학교 4학년을 대상으로 이루어진 본 연구에서는 과학적 사실이 신뢰성을 논하기 전에 우선적으로 타당성을 갖추어야 한다는 전제에서 과학적 사실에 대한 타당성을 알아보는데 연구의 목표를 두었다. 본 연구를 통해 우리나라 초등학생들의 과학적 탐구능력, 특히 관찰능력을 신장시키기 위한 과학수업의 교수-학습전략 개발연구에 기초자료를 제공하는 것이 연구의 목적이다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

이 연구를 위해 G광역시 소재 M초등학교 3개 반 94명의 4학년 학생들을 대상으로 하였다. 연구에 참여한 초등학생들은 연구가 이루어지기 일주일 전에 학교의 과학수업에서 지구와 우주영역인 『화산과 지진』 단원을 통해 화강암과 현무암을 개념학습하고, 암석표본들을 실제로 관찰한 경험을 가지고 있다. ‘화산과 지진’ 단원은 총 10차시로 이루어져 있으며, 4차시 학습내용은 학습목표인 “화산 활동에 의해 만들어진 암석은 무엇일까요?”를 달성하기 위해 화강암과 현무암을 각각 관찰하고 공통점과 차이점을 비교하는 활동을 하였다.

### 2. 연구방법

이 연구는 화강암표본을 관찰하여 화성암인 다른 암석들과 구분하는데 사용될 수 있는 과학적 사실들을 수집하는 것이다. 따라서 연구에 참여한 학생 개인별로 화강암 표본 1개, 송곳, 돋보기와 함께 관

찰활동지를 제공하였다(부록 1). 관찰활동지는 10개의 칸으로 나누었으며 각각의 칸은 그림과 글을 적을 수 있는 충분한 공간으로 구성하였다. 암석표본은 과학상사에서 구입한 것으로, 우리나라 초등학교에서 과학수업시간에 일반적으로 사용하는 화강암 표본이다. 학생들에게 제공된 관찰활동은 각각 1개 학급씩 다른 시간을 배정하였으며 관찰시간은 30분으로 제한하였다. 수집된 관찰결과는 암석을 전공한 과학교육전문가와 관찰활동을 수행한 3명의 교사가 공동으로 분석을 수행하였으며, 분석방법은 학생들이 작성한 각각의 관찰내용이 추리 또는 과학적 사실 그리고 하위영역에서 암석표본 또는 알갱이(광물) 중 어느 곳에 속하는지를 과학교육전문가가 결정하여 그 결과를 발표하고, 발표한 분류결과에 대해 3인의 교사들이 상호 토론하여 모두가 인정하면 확정하는 방법을 사용하였다. 이후, 결정된 분류군의 관찰결과의 내용이 각각 모양, 무게 등 어느 영역에 속하는지를 4인이 함께 논의하여 그 결과가 일치되면 최종결과로 확정하였다. 관찰결과를 분석함에 있어서 학생들이 관찰결과로 기술한 내용의 전체 문맥과 특징적인 단어에 중심을 두었다.

## III. 결과 및 논의

### 1. 화강암 관찰결과의 내용적 분류

학생들이 화강암 표본을 관찰하고 그 결과로 기술한 관찰결과의 내용적 특징에 따른 분류결과는 다음과 같다(표 1). 학생들이 관찰결과로 제시한 내용은 총 879 개였으며, 이중 관찰로 얻은 사실(fact)의 수준을 벗어나, 자신이 관찰로 얻은 사실을 선 개념과 조합하여 추리한 결과는 50개였다.

총 879개 중 50개는 5%에 해당되며, 위 결과는 연구에 참여한 대부분의 학생들이 탐구요소로서 관찰이 과학적 사실을 수집하는 도구적 기능이라는 것을 이해하고 있는 것으로 볼 수 있다. 학생들이 작성한 추리결과의 내용적 측면을 구체적으로 살펴

표 1. 화강암 관찰결과의 내용적 분류

(단위: 개)

분류	암석표본								알갱이(광물)					추리	총계	
	모양	무게	크기	색깔	촉각	후각	청각	기타	소계	모양	크기	색깔	분포			소계
개수	158	31	10	164	215	44	5	17	644	7	57	99	22	185	50	879

표 2. 추리결과 특성

분류	내 용	개수
구성 요소	알갱이가 많이 붙어서 만들어진 것 같다. 알갱이가 모여서 만들어진 것 같다. 작은 돌로 이루어져 있는 것 같다. 알갱이들은 조개껍데기나 소라껍데기로 이루어진 것 같다. 마그마가 굳어져서(나와서, 에서, 로) 만들어진 것 같다. 화산분출물 중의 하나인 것 같다 등등.	23
암석 이름	화강암이다(인 것 같다) 등등.	7
생성 과정	자연재해로 생긴 돌이다. 산이나 바위에서 깬 것 같다. 천천히 굳은 것 같다. 화산활동에 의해 만들어졌다 등등.	7
기타	단단해서 구멍이 없다. 암석 중에 제일 단단한 것 같다. 화강암은 아무데서나 볼 수 있다. 잘 깨지지 않을 것 같다. 금이 간 것 같다 등등.	13
합 계		50

보면, 학생들은 화강암 표본을 관찰할 때 표본의 구성요소와 암석이름, 생성과정에 관계된 선 개념들이 우세하였다(표 2).

학생들의 관찰 결과 중 사실에 해당되는 내용들 중 암석표본을 관찰대상의 전체로 인식하고 표본에 대한 사실들을 기록한 내용을 분석해 본 결과, 학생들에게 제공된 관찰기록용지에서 암석표본이 화산활동에 의해 만들어진 암석이라는 것과 관찰활동을 통해 화성암 중 어떤 암석인지를 알아보기 위한 과학적 문제해결에 관찰 목적이 있음을 전제하였음에도 불구하고, 표본자체의 모양, 무게, 크기, 촉각, 후각, 청각에 대한 관찰결과가 480개 기술되었다. 이는 화산활동으로 만들어진 암석들을 육안으로 관찰하여 세부적인 암석으로 구분하는데 있어서 화산활동으로 만들어진 모든 암석표본에서 나타날 수 있는 공통적인 속성을 과학적 사실로 수집한 경우에 해당한다. 지구과학교육의 범주에서 다루어지고 있는 화성암의 육안관찰을 통한 분류개념에 근거해 볼 때, 화강암과 현무암은 암석이 지니고 있는 성분과 조직이 분류기준이고, 성분은 색깔, 조직은 암석을 구성하는 광물(알갱이)의 크기를 기준으로 한다. 물론, ‘화산과 지진’ 단원에서 초등학생들이 학습한 내용은 화성암류를 육안으로 관찰하여 세부적으로 분류할 수 있는 수준까지 다루고 있지는 않는다. 그러나 단원의 4/10차시에서 『화강암과 현무암의 생성과정을 이해하고, 화강암과 현무암을 구분할 수 있다』를 학습목표로 설정하고, 학습목표달성을 위해 화강암과 현무암의 특징관찰하기와 화강암과 현무암의 같은 점과 다른 점을 찾아보는 학습내용이 구성되어 있다(교육과학기술부, 2010). 따라서 ‘화산과 지진’을 학습한 학생들은 암석의 공통적 속성과

인간의 감각에 의존한 관찰의 수준에서 과학적으로 인정될 만한 사실(fact)이 무엇인지에 대한 기본개념은 학습효과로 달성해야 한다고 판단된다. 왜냐하면, 학습활동에서 화강암과 현무암을 관찰하고 공통점과 차이점을 분류하는 것은 관찰활동이 과학적 문제해결을 위한 과학적 사실을 수집하는 유용한 도구임을 이해시키는 것 또한 학습목표에 포함되어 있다고 생각되기 때문이다.

## 2. 암석표본에 대한 관찰결과

화강암표본에 대한 관찰 결과 인 644개 중 ‘모양’에 대한 내용을 구체적으로 살펴보면, 형태와 상태, 무늬가 주를 이룬다(표 3). 그 중에서도 상태에 대한 관찰결과가 가장 많이 나타났다. 형태에서는 암석표본의 뾰족함, 모서리 등의 단어가 우세하였다. 상태에서는 표본의 표면에서 관찰되는 구멍의 유무, 울퉁불퉁, 부분적으로 깨지거나 잘려나간 상태 등에 관계된 내용이 주를 이루었으며, 무늬와 관련된 내용으로는 줄과 점에 대한 것이 대부분이었다. 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 것이다. 맞으면 아프게 생겼다 등 내용적으로 형태, 상태, 무늬에 포함시킬 수 없는 내용은 기타로 분류하였다.

학생들이 화강암 표본을 관찰하고, 화성암류 중 어떤 암석인지에 대한 문제 해결을 위해 표본자체에 대한 형태, 상태에 관련된 사실은 과학적 탐구활동을 위한 자료의 타당성 측면에서 의미가 없다고 판단된다. 왜냐하면, 암석의 모양과 상태는 화성암류를 동정하여 하위암석으로 분류하는데 과학적 자료로서 역할하지 못하며, 학생들에게 제공된 화강암 표본 또한 그 모양과 상태에서는 화강암의 속성이

표 3. 암석표본 모양에 대한 관찰결과

분류	내 용	개수
형태	가운데가 벽처럼 네모인 데가 있다. 끝부분이 약간 날카롭다 끝이 뾰족하다. 날카로운 모서리가 있다. 네모처럼 된 부분도 있다. 몇몇 부분이 뾰족하다. 모서리, 맨 끝이 뾰족하다. 모서리가 날카롭고 꼭지점은 뾰족하다. 새 모양이다. 사다리꼴이다. 산 같다. 산방산처럼 생겼다. 산처럼 올라 온데도 많다. 조금 세모처럼 되어 있는 데가 있다. 모양이 특이하다. 각진 부분이 많다. 지점이 대부분 뾰족 하지 만 가장 위쪽에 있는 것은 다른 것보다 뾰족하다. 둥글거나 세모나지 않고 네모모양이다. 모서리가 많고 각도 많다. 바닥이 평평하다. 약간 둥글다. 바닥이 평평하지 않다. 모서리가 많다. 여러 면으로 세울 수 있다. 기울어져 있다. 파도모양이다 등등.	68
상태	구멍이 많다. 구멍이 작게 조금씩 있는 것 같다. 구멍이 없다. 돋보기로 보면 구멍이 뚫린 것처럼 보인다. 돌을 보니 구멍, 틈이 없다. 모 몇 곳이 깨진 부분이 있다. 부서져있는 부분이 있다. 부서진 흉터가 있다. 약간 패인 곳이 있다. 울퉁불퉁하다. 갈려진 부분이 있다. 층이 있다. 튀어나온 부분도 있지만 파인부분도 조금 있다. 패인 부분이 있다. 한쪽으로만 깨진다. 모양이 파여 있는 곳이 있다. 흠이 묻은 부분이 있다. 있다. 갈라져 있는 것 같다. 구멍이 살짝살짝 뚫려있다. 살짝 금이 가있다. 살짝 이 물질이 있다 등등.	70
무늬	모양이 검은색 줄무늬가 있다. 층이 있다, 검은 무늬가 있다. 곳곳에 검은 점이 있다. 하얀 부분이 있다. 줄이 있다. 금이 간 것 같이 선이 있다. 가끔씩 진한 선이 조금씩 보인다. 점이 많이 나있다 등등.	10
기타	우리주변에서 흔히 볼 수 있는 것이다. 맞으면 아프게 생겼다 등등.	10
합 계		158

반영된 어떤 과학적 사실도 존재하지 않는다. 그럼에도 불구하고, 암석표본의 형태와 상태에 관련된 사실로 138개를 수집한 경우는 화산활동에 의해 만들어지는 암석에 대한 기본적 과학개념이 형성되지 못한 것으로 해석할 수 있다. 또한 상태에 대한 많은 학생들의 관찰결과에서 ‘구멍’이 나타난다. 제공된 화강암 표면에는 구멍이 뚫려 있지 않았음에도 많은 학생들의 관찰결과에서 표면에 구멍이 있거나 구멍이 뚫려 있다는 내용이 진술되었다. 위 원인으로 과학수업에서 경험한 학습내용이 기억되어 학생들의 관찰활동에 영향을 준 것으로 해석된다. 과학수업에서 화강암과 현무암을 동시에 관찰하고, 실험관찰에 그 결과를 기술하는 활동에서 현무암의 특징으로 ‘겉 표면에 구멍이 뚫려 있다’를 기술한 학생들은 실제 화강암의 표면에서 관찰 되지 않는 ‘구멍’을 기술할 수 있는 가능성을 생각해 볼 수 있기 때문이다.

그러나 ‘무늬’는 학생들의 관찰결과의 내용을 보다 세부적으로 분석해 볼 필요가 있다. 왜냐하면, 연구대상이 자신의 관찰결과를 글로 표현하는데 충분한 수준에 도달하지 못한 초등학교 4학년임을 감안할 때, 암석 표면에서 관찰된 광물입자의 정보를 서술할 것일 수 있기 때문이다. 이런 맥락에서 학생들이 기술한 암석표본 자체에 대한 무늬의 사실들은 내용에 따라서 타당할 수 있다고 보여 진다.

예컨대, 학생의 진술에서 “점이 많이 나 있다” “검은 무늬가 있다” “곳곳에 검은 점이 있다” 등은 학교과학수업에서 화강암과 현무암에 대한 학습을 통해 암석의 분류기준인 알갱이(광물)에 대한 개념형성의 결과로 나타날 수 있기 때문이다.

다음으로 암석표본에 대한 색깔에 관계된 내용으로 제시한 관찰결과를 살펴보면, 색이 포함된 내용이 76개 인데 반해서 반짝인다고 관련된 내용이 79개가 나타났다. 암석에서 보여 지는 밝고 어두운 개념인 명암과 관련된 내용은 9개이다(표 4).

학생들이 수집한 암석표본의 색깔에 대한 관찰결과의 내용을 보다 세밀하게 분석해 보면, 학생들은 자연사물에 대한 관찰 활동에서 실제로 관찰하는 대상에 대한 과학적 사실수집에 집중하기 보다는 학교 과학수업에서 학습한 학습내용의 기억이 관찰 과정에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 예컨대, 학생들에게 제공된 화강암은 석영과 장석 그리고 흑운모를 주요 구성광물로 한다. 따라서 암석표본 자체에 대한 색깔을 시각적으로 수집하였다면 회색의 단일색깔로 관찰되지는 않는다. 그럼에도 불구하고 많은 학생들이 화강암을 관찰한 결과에 대해 ‘색깔이 회색이다’고 기술하였다. 실제 화강암에서 회색은 투명한 석영입자가 장석과 흑운모 그리고 알갱이들을 단단한 암석으로 굳히는데 역할 하는 기질(matrix)로 인해 빛이 통과하지 못함으로써

표 4. 관찰결과 중 암석표본 색깔에 대한 관찰결과

분류	내 용	개수
색깔	색깔은 거의 회색이고 하얀 부분들도 있다. 색깔은 회색이다. 검은색이 조금 있다. 색깔이 대체로 회색이다. 색깔이 밝은 회색의 빛깔을 낸다. 색깔이 은색깔이다. 색깔이 회색에 가까운 검은색이다. 색깔이 흰색이 조금 있다. 색은 회색과 검은색이다. 색이 섞여있다 등등.	76
명암	색깔이 밝다. 색이 밝고 어두운 색이 있다. 색이 밝은 색이다. 색이 어둡다. 전체적으로 밝다 등등.	9
반짝 거림	빛에 비추면 빛이 난다. 반짝거리는 부분들이 있다. 반짝 거린다 반짝반짝하다. 표면이 반짝거린다. 번쩍 번쩍거린다. 빛난다 등등.	79
합 계		164

나타내는 색이다. 왜 많은 학생들이 여러 가지 색들이 혼합되어 관찰되는 화강암 표본에 대해 ‘회색이다’고 기술하였는지에 대한 원인으로서 『화산과 지진』 단원에서의 학습내용과의 관계를 생각해 볼 수 있다. 위 단원에서의 학습내용은 학생들이 화강암과 현무암을 관찰하고, 색깔, 알갱이의 크기, 촉감, 기타 항목에 대해 화강암과 현무암을 구분하여 그 결과를 실험관찰 교과서에 기록하도록 구성되어 있으며, 위 학습활동을 지도하는데 교사들이 참고하는 교사지도서에서는 적절한 정답으로서 화강암은 회색, 현무암은 검은색으로 나타내고 있기 때문이다.

색깔과 관련하여 반짝거린다는 진술이 79개였다. ‘반짝 거린다’를 색깔에 포함시킬 수 있는지에 대한 과학적 근거가 없을 뿐 만 아니라 교사지도서(교육과학기술부, 2010)에서도 색깔과 촉감, 알갱이의 크기와 별도로 구분하여 기타항목에 포함시키고 있다. 그러나 본 연구는 문제해결을 위한 학생들의 관찰결과의 과학적 사실수준에 대한 타당성을 분석하는데 중심을 두었으므로 ‘반짝 인다’는 시각적 사실이고, 초등학교 4학년 수준을 감안하여 분류상 색깔에 포함하였다.

많은 학생들은 화강암 표본에 대한 관찰결과로 ‘반짝 인다’를 관찰결과로 기술하였다. 그러나 암석표본의 반짝임의 여부는 화성암 분류 기준으로 적용하기 위한 과학적 사실로서 타당하지 않다. 물론, 변성암으로 범위를 확대하면 열 변성을 받은 암석의 표면에 광택이 생성될 수 있으므로 모든 암석의 육안감정에서 반짝임이 의미 없는 자료라는 것은 아니다. 다만 화강암과 현무암 특징을 학습한 4학년 학생들을 대상으로 화강암 표본을 통해 그 특징을 과학적 사실로 수집하는 본 탐구활동에서 반짝임은 과학적 사실로서 타당성을 인정할 수 없다는 것이다. 많은 학생들이 과학적으로 타당하지 않은 사실

을 과학적 문제해결을 위한 과학적 사실로 제시한 원인 중 하나로 색깔과 동일하게 학교에서의 학습내용을 생각해 볼 수 있다. 이미 언급한 교사지도서의 내용에서 화강암은 ‘알갱이가 반짝 거린다’를 특징으로 제시하였다. 위 내용을 학습한 학생들의 경우, 알갱이의 반짝임이 기억되었다가 실제 화강암의 관찰활동에서 암석표본에 대해 기억된 ‘반짝임’이 영향을 줄 수 있는 가능성이 있기 때문이다.

암석표본에 대한 관찰결과 중 무게, 크기, 후각, 청각에 대한 사실들이 59개 진술되었다(표 5). 그 중 후각에 대한 사실이 44개로 매우 많았다. 학생들이 수집한 암석표본에 대한 무게, 크기, 후각과 청각에 대한 사실은 주어진 문제해결을 위한 과학적 사실로서 타당하지 않다. 특별하게 ‘무게’는 화성암의 구성성분 중 금속성분의 상대적 함량차이로 현무암과 같이 어두운 색의 광물들이 많이 포함된 염기성계열 암석이 산성계열 암석에 비해 다소 무겁다. 그러나 이는 표본의 크기 등 변인통제가 이루어진 후, 서로 다른 암석의 상대적 비교 관찰에서 무게를 측정하는 기구를 통해 수집된 과학적 사실일 경우 인정 될 수 있다. 따라서 본 연구의 대상과 내용에 근거해 볼 때 학생들이 수집한 무게에 대한 사실은 과학적 문제해결에서 자료의 타당성이 없다고 볼 수 있다.

학생들이 관찰결과로 기술 한 내용 중, 촉감에 의존한 내용이 특히 우세하였다. 644개 중 215개가 촉감(느낌)에 의한 결과이다(표 6). 위와 같은 결과는 ‘화산과 지진’ 단원에서 다루어지는 학습내용 중 화강암과 현무암의 관찰에서 색깔, 알갱이의 크기, 촉감 등의 특징을 관찰하도록 되어 있으므로 이 내용을 학습한 학생들로서는 매우 당연한 관찰결과로 인정된다. 그러나 화성암류에 대한 과학적 개념에서 촉감과 관련 된 관찰 사실들이 다른 화성암으로부

**표 5.** 관찰결과 중 암석표본 무게, 크기, 후각, 청각에 대한 관찰 결과

분류	내 용	개수
무게	무겁다 또는 꽤 무겁다. 가볍다. 등 등.	31
크기	길이가 짧다. 크기가 손 주먹만 하다. 크기는 크다. 크기는 작다. 크기는 내 손안에 다 들어올 정도이다. 내손바닥보다 조금 작다. 내 손바닥을 기준으로 1/2만하다. 크기는 적당하다. 크기가 중간크기이다. 크기는 보통이다.	10
후각	냄새가 나지 않는다. 냄새가 조금난다. 냄새는 그저 그렇다. 이상한 냄새가 난다. 냄새가 조금난다. 냄새는 가스냄새가 좀 있다. 냄새는 시큼하다(거의 나지 않는다). 별로 냄새가 좋지 않다. 식초냄새가 난다. 냄새가 동전냄새가 난다. 철 녹슨 냄새가 난다 등등.	44
청각	송곳으로 긁으면 킁킁 소리가 난다. 긁으면 이상한 소리가 난다. 두드리면 단단한 소리가 난다. 마치 돌처럼 책상에 두드렸을 때 딱딱 소리가 난다. 송곳으로 긁으면 소리가 다르다	5
합 계		59

**표 6.** 암석표본의 ‘촉감’ 관찰결과

분류	내 용	개수
상태 (까칠, 까끌)	촉감이 거칠 거린다. 촉감이 거칠거칠하다. 촉감이 거칠거칠한 느낌이다. 촉감이 꺼끌꺼끌하다. 표면이 많이 거칠지 않다. 걸 부분이 거칠다. 감촉이 거친 부분과 매끄러운 부분이 있다. 맨들 맨들하다. 매끈매끈한 부분이 있다 등등.	106
강도 (딱딱, 매끈),	단단하다. 딱딱하다. 부드럽다. 잘 깨지지 않는다 등등.	76
기타	만지면 알갱이가 붙는다. 돌을 떨어뜨리니 가루가 생겼다. 만지면 흙 만지는 기분이다. 긁으면 가루가 생긴다. 갈면 가루가 나온다. 만지면 느낌이 이상하다 등등.	33
합 계		215

터 화강암을 구분하는 과학적 문제해결에 타당한 자료로 인정될 수는 없다고 판단된다. 위의 내용을 다루고 있는 교사지도서에서는 화강암과 현무암의 촉감에 의한 공통적인 관찰사실의 예로 ‘거칠거칠하다’를 제시하고 있다. 물론, 과학 교육적 맥락에서 학생들에게 관찰활동 중 촉감관찰 개념을 교육하기 위한 목적에서 교사지도서의 구성과 내용이 위와 같이 이루어졌다는 것에 동의할 수 있다. 그러나 탐구요소로서 관찰활동은 과학적 문제해결을 위한 탐구활동에서 객관적인 과학적 사실을 수집하는 유용한 도구이다. 위 맥락에서 학생들이 화성암류 관찰활동에서 감각에 의존한 촉감의 관찰결과를 문제해결을 위한 과학적 사실로 인식하게 되는 부정적 효과를 무시할 수는 없다고 생각한다. 위에서 제시한 학생들의 관찰결과 중 화강암 표본을 관찰대상의 전체범위로 인식한 내용적 특징을 분석하여 주어진 과학적 문제해결을 위한 타당성의 관점에서 살펴 볼 때, 암석표본의 색깔에 관계된 관찰내용, 164개가 우선 과학적으로 인정할 만한 타당성을 확

보한 것으로 볼 수 있다. 그러나 색깔에 대한 내용에서 과학적으로 엄격한 기준을 적용하면 ‘반짝거림’에 해당하는 79개의 내용은 색깔에 대한 과학적 사실로 적절하지 않다.

따라서 암석표본을 관찰대상의 전체범위로 인식한 관찰결과 중 화강암을 다른 화성암으로부터 구분하기 위한 탐구활동의 목적에 비추어 볼 때, 탐구 문제 해결에서 사용될 수 있는 과학적 사실로서 타당성을 확보한 내용은 85개로 볼 수 있다.

### 3. 알갱이(광물)에 대한 관찰결과

학생들의 화강암표본에 대한 관찰결과 중 알갱이(광물)에 대한 내용은 전체 879개 관찰내용 중 185개(21%)였다. 이 중, 알갱이의 색깔에 대한 내용이 99개로 가장 많았다(표 7). 알갱이(광물)의 크기에 대한 관찰내용은 57개 이다. 화성암류 중 화강암에 대한 육안관찰을 통해 연구에서 제안된 과학적 문제해결을 위해서는 알갱이(광물)의 색깔과 크기 그리고 조립질인 경우 모양에 대한 과학적 사실들이

표 7. 관찰결과 중 알갱이(광물)에 대한 관찰 결과

분류	내 용	개수
모양	알갱이 모양이 여러 가지다. 알갱이 모양이 일정하지 않고 다양하다. 알갱이 모양이 일정하지 않다. 알갱이 모양이 다양하다. 알갱이 모양이 별 모양이다. 알갱이 모양이 제각각이다	7
크기	알갱이 크기가 모래알 정도의 크기다. 알갱이 크기가 비교적 크다. 알갱이 크기가 크다. 알갱이 크기가 작다. 알갱이 크기가 잘 보인다. 알갱이 크기가 크고 작은 것들로 이루어져 있다. 크기가 큰 알갱이가 박혀있다. 알갱이 크기가 여러 가지다. 알갱이 크기가 다양하다. 알갱이 크기가 커서 잘 보인다. 알갱이 크기가 각각 다르다. 알갱이 크기가 모래보다 더 작다. 알갱이 크기가 보통이다 등등.	57
색깔	알갱이 색깔이 3가지이다(흰색, 검은색, 회색). 알갱이 색깔이 검은 것도 보인다. 검은 알갱이가 있다. 검은 알갱이와 하얀 알갱이, 회색알갱이가 섞여있다. 알갱이 색깔이 검은 알갱이가 있다. 알갱이 색깔이 검은색 점이 많이 있다. 알갱이 색깔이 검은색 점이 있다. 알갱이 색깔이 검은색, 하얀색, 투명한 것들이 섞여있다. 알갱이 색깔이 검은색과 하얀색이 섞여있다. 알갱이 색깔이 검은색이 많이 있다. 알갱이 색깔이 검은색이다. 알갱이 색깔이 검은 자갈과 회색자갈이 보인다. 알갱이 색깔이 다양하다. 알갱이 색깔이 대부분 검은색이다. 알갱이 색깔이 하얀색 돌이 많다 등등.	99
분포	알갱이들로 이루어져 있다. 여러 가지 알갱이들로 이루어져 있다. 알갱이 분포가 많다. 여러 알갱이들이 뭉쳤다. 여러 가지 알갱이가 섞여 있다. 알갱이들이 유리 같은 게 있다. 점 같은 게 박혀있다. 알갱이들이 많다. 알갱이들이 적다. 알갱이들이 있다. 알갱이들이 잘 떼어지지 않는다. 등등.	22
합 계		185

유의미한 타당성을 갖는다. 따라서 학생들의 화강암 표본 관찰결과 중, 알갱이(광물)에 관계된 내용 중에서 색깔과 크기 그리고 모양에 대한 내용인 163개를 타당한 것으로 볼 수 있다.

지금까지 학생들이 화강암을 관찰하고 그 결과로 나타낸 총 879개의 결과를 내용에 따라 829개의 사실(Fact)과 50개의 추리로 구분하고, 내용 각각에 대한 특징을 분석하였다. 분석결과, 화강암을 다른 화성암으로부터 구분하는데 유용하게 사용될 수 있는 과학적 사실은 암석표본에 대한 색깔(76개), 알갱이(광물) 크기(57개), 알갱이(광물) 색깔(99개), 알갱이(광물) 모양(7개)에 관련 된 내용인 248개이다. 이는 학생들이 관찰결과로 수집한 총 879개에 대한 28.2%에 해당하며, 위 결과는 본 연구에 참여한 학생들의 경우 문제해결을 위한 탐구활동에서 관찰을 통해 유용하게 사용될 과학적 사실들을 수집하는 능력이 낮다고 볼 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

과학탐구활동 및 과학교육에서 관찰이 중요하다는 것은 이미 많은 선행연구의 결과들에서 충분히 제시되었고, 위 결과에 대해 대부분의 과학교육학자들 또한 이견은 없다고 보여 진다. 그러나 과학탐구활동에서 초등학생들에게 관찰을 교육하는데 있어

서 관찰의 특성 중 우선 강조되어 교육시켜야 할 핵심내용이 무엇인지에 대해서는 과학교육학자들에 따라 다소 차이가 있는 듯하다. 예컨대, 관찰활동에서 오감각 사용의 중요성을 강조한 관찰 활동적 측면(김정길과 김해경, 1991; 송판섭과 한광래, 1995), 관찰활동의 유형을 강조한 관찰의 체계성 측면(박종원과 김익균, 1999; 권용주 등, 2005), 관찰방법에 대한 명시적 교육을 강조한 관찰 교육적 측면(이혜원 등, 2012) 등을 위의 근거로 들 수 있다. 그러나 과학적 사실을 수집하는 탐구요소로서 관찰이 지닌 탐구기능(도구)적 측면을 고려해 볼 때, 학생들에게 관찰활동에서 필요로 하는 오감각의 사용방법, 관찰활동의 체계성, 관찰방법의 효율성 외에도 학생들이 수집한 과학적 사실들이 탐구문제 해결에서 얼마나 유용하게 사용될 수 있는 것인지에 대한 관찰결과 의 질적 중요성을 교육으로서 인식시키는 것 또한 학생들의 관찰능력신장에서 매우 중요하다고 생각 한다. 관찰결과의 유용성은 관찰결과의 타당성과 신뢰성으로 평가 된다. 이에 초등학교 4학년 학생들을 대상으로 탐구문제해결을 위한 관찰활동에서 수집한 관찰결과에 대해 그 특징과 유용성 측면을 조사 해 보았다. 본 연구결과에 근거하여 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

초등학교 4학년 학생들이 수집한 관찰결과들은 특정한 과학적 문제해결을 위해 유용한 과학적 사



실들을 수집해야 된다는 관점에서는 질적 측면의 유용성이 낮게 나타났다. 반면, 한 학생 당 평균 9개의 관찰결과를 수집하였으므로 양적측면에서는 충분한 결과가 나타났다. 특히 학생들이 수집한 관찰결과의 유용성에서 과학적 자료로 역할하기 위한 타당성 확보에서 그 비율이 낮다는 것은 학생들의 관찰활동의 비효율적 관점에서 시사점이 크다. 화산 활동이라는 동일한 과정으로 만들어진 암석 들 중 화강암을 구분할 수 있는 특징을 과학적 사실로 수집하는 과학적 탐구활동에서 암석표본 자체에 대한 모양과 크기, 후각, 청각, 촉각 등에 관련된 내용들은 학생들이 암석 및 암석분류 등에 대한 기본개념이 형성되어 있지 않음으로써, 과학적 문제해결을 위한 관찰활동에서 어떤 과학적 사실들을 관찰해야 하는지에 대해 명확한 개념이 확립되어 있지 않음을 의미한다.

한편, 실제 관찰대상으로 주어진 표본에서 나타나는 사실과 달리 학생들이 관찰결과로 수집한 많은 내용들은 해당 단원의 교사지도서에서 정답으로 제시하고 있는 관찰결과의 내용과 일반적으로 일치하는 경우가 많았다. 이는 초등학교 과학수업에서 학습활동으로 이루어지는 자연사물에 대한 관찰활동이 학생들 스스로의 감각에 의존하여 새롭고 다양한 과학적 사실들을 수집하는데 집중되기 보다는 교사의 안내에 따라 자연사물의 특성을 확인함으로써 획일적인 개념으로 강화되어지고 있음을 추론해 볼 수 있다.

본 연구를 통해 학교 과학수업을 통한 관찰교육 및 관찰활동에서 주어진 문제해결에서 유용하게 사용될 수 있는 과학적 사실들을 학생들이 수집할 수 있도록 교수-학습하는 방안을 제안한다. 또한 관찰활동으로 얻어진 다양한 사실들은 학생들의 선 개념에 대한 인지갈등을 유발하고, 새로운 과학적 탐구를 위한 의문을 생성하는데 긍정적 영향을 미친다. 따라서 과학수업에서 이루어지는 관찰활동이 이미 형성된 자연사물에 대한 과학적 개념의 특징을 확인하거나 또는 관찰을 통해 사물에 대한 학생들의 선 개념을 더욱 견고하게 하는 차원을 넘어 학생들의 입장에서 자연사물에 대한 새로운 과학적 사실들이 수집될 수 있도록 안내하고 격려하는 교수 학습방안을 제안한다.

## 참 고 문 헌

권용주, 정진수, 강민정, 박윤복 (2005). 생명현상에 대한 초·중등 과학교사의 관찰에서 나타난 과학적 관찰의 유형. *한국과학교육학회지*, 25(3), p. 431-439.

김정길, 김해경 (1991). 초등학교 학생들의 관찰능력에 관한 연구 (I) -반성화강암과 역암의 관찰에 대하여-. *초등과학교육*, 10(2), 175-182.

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

박윤자, 한광래, 고한중 (2001). 초등학교 학생들의 동백 잎에 관찰 능력. *과학교육연구 논문집*, 23, p.23-38.

박종원, 김익균(1999). 과학적 관찰의 의미와 탐구과정에서 학생들의 관찰 행동 분석. *한국과학교육학회지*. 19(3), 487-500.

서울대학교 교육연구소 (1994). *교육용어사전*. 하우

송관섭, 한광래 (1995). 촛불 실험을 이용한 초등학교(3-6학년) 아동들의 관찰능력 분석. *초등과학교육*, 14(1), 73-84.

신동훈, 신정주, 권용주(2006). 생명현상에 관한 초등학교 관찰 수업의 과정과 관찰 유형 분석. *초등과학교육*, 25(4), 339-351).

양일호, 이순주, 김은애, 이소리, 권석원 (2010). 인지양식에 따른 관찰 특성 분석: MEG 연구. *한국과학교육학회지*, 30(8). p. 1097-1109.

이봉우, 김희경 (2007). 외국 과학교육과정의 관찰과 측정 기준 분석. *초등과학교육*, 26(1), p. 87-96.

이상균 (2012) 초등학교 교사들의 과학적 탐구 및 지도방법에 관한 신념 연구. *대한지구과학 학회지*, 5(2), p. 213-223.

이시은, 최선영 (2013) 초등과학수업에서 다중지능 요소별 관찰전략을 활용한 관찰학습이 학생의 관찰능력, 성취도 및 과학적 태도에 미치는 효과. *한국과학교육연구지*, 37(1), p. 1-10.

이혜원, 민병미, 손연아 (2012). 초등학생의 과학탐구기능 향상을 위한 명시적이고 반성적인 교수·학습전략 개발 및 적용 -관찰과 분류를 중심으로-. *한국과학교육학회지*, 32(1).

조희형, 김희경, 윤희숙, 이기영 (2009). 과학교육의 이론과 실제. *교육과학사*, 경기도.

Bybee, R. W. (1993). *Reforming science education: Social perspectives & personal reflections*. New York: Teachers College Press.

Chiappetta, E. L. & Koballa, T. R. (2006). *Science instruction in the middle and secondary school*. 5th ed. Upper Saddle River, New Jersey; Merrill.

Funk, H. J., Okey, J. R., Fiel, R. L., Jaus, H. H., & Sprague, C. S.(1979). *Learning Science Process Skills*. Kendall/Hunt Publishing Co. America.

Gallagher, J. J. (2007). *Teaching science for understanding; A practical guide for middle and high school teachers*. Upper Saddle River, New Jersey; Merrill.

Harlen, W. (2000). *the teaching of science in primary schools*. London: David Fulton.

- Haslam, F. & Gunstone, R. (1996). Observation in Science classes: Students beliefs about its nature and purpose. ED 396 909.
- Haurry, D. L. (2002). Fundamental skills in science Observation. ED 478 714.
- Macro, C. & McFall, D. (2004). Questions and questioning: Working with young children. Primary Science Review, 83, 4-6.
- National Research Council (2000). Inquiry and the National Science Education Standards. Washington, D. C., USA: National Academy Press.
- Sheppard, C. N. (1991). The Observation competence of Grade Six Science Students. Canada: Memorial University of Newfoundland.

**부록 1.** 관찰활동지

<p><b>탐구문제:</b> 마그마(용암)는 화산활동을 통해 여러 가지 종류의 암석들을 만들어 냅니다. 여러분에게 제공된 이 암석도 마그마(용암)가 만들어낸 암석들 중 하나입니다. 우리는 이 암석표본을 관찰하여 마그마가 만든 다른 암석과 구분되는 특징을 알아보려고 합니다. 이 탐구문제를 해결하기 위해 여러분들이 이 암석을 관찰하고, 그 특징을 찾아 결과들을 적어주세요</p>	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	