

‘화산 활동 모형 만들기’ 실험에 대한 초등 교사의 인식

이 규 호*

경인교육대학교 과학교육과, 21044, 인천광역시 계양구 계산로 62

Elementary Teachers' Perceptions on the Experiment of Making a Model of Volcanic Activity

Gyuhoo Lee*

Department of Science Education, Gyeongin National University of Education, Incheon 21044, Korea

Abstract: The purpose of this study was to explore the elementary school teachers' perceptions about making a model of volcanic activity. Thirty elementary teachers participated in the study after they in which they conducted the experiment of "Making a Model of Volcanic activity". A questionnaire was used to investigate how the teachers understood the strengths and weaknesses of the experiment in terms of the goals of school science inquiry. The results showed that 50-60% of the teachers were able to conduct the experiment as guided in the textbook regardless of their career or area of concentration. The teachers perceived that the experiment of current textbook was safe and useful for students to develop their creativity. However, they pointed out three major weaknesses of the textbook experiment: First, the textbook experiment does not clearly present the main purpose of the activity. Second, it does not appropriately reflect the natural volcanic activity. Third, it is a merely simple craft activity. In addition, the teachers agreed that the main goals of school science inquiry are the application of scientific knowledge, development of inquiry skills and cultivation of student's curiosity. However, the teachers perceived that the experiment of current textbook did not meet these three goals. They suggest that the experiment reflect the nature of real volcanic activities.

Keywords: teachers' perceptions, making volcanic activity model, the goal of school science inquiry, reality.

요약: 본 연구의 목적은 화산 활동 모형 만들기 실험에 대한 초등 교사들의 인식을 분석하는 것이다. 이에 ‘화산 활동 모형 만들기’ 실험으로 실제 수업을 진행한 경험이 있는 30명의 초등 교사들에게 설문지를 통해 교사들이 생각하는 학교 과학 탐구의 목표를 바탕으로 해당 실험에 가진 장점과 개선점을 알아보았다. 결과에 의하면, 교사의 50-60%가 경력이나 근무 지역에 관계없이 교과서 화산 모형 만들기 실험으로 수업을 진행하였다. 교사들이 언급한 현재 교과서 화산 모형 만들기 실험의 장점은 안전하고 학생들의 창의성에 개발에 유용하다는 것이었다. 반면, 교사들은 현재 교과서 화산 모형 만들기 실험의 문제점으로 현재 교과서 화산 모형 만들기 실험은 이 수업이 추구해야 하는 본질과 괴리가 있으며 실제 화산 활동 모습과도 다르고 단순한 만들기 활동에 한정되고 있다는 점을 제시하였다. 탐구의 특성에 근거해서 분석해 본 교사가 생각하는 학교 과학 탐구의 주요 목표는 과학적 지식 적용, 탐구 능력 개발 및 학생 호기심 함양이었다. 이러한 목표에 비추어 볼 때 현재의 교과서 화산 모형 만들기 실험은 세 가지 모두를 충족하지 않고 있다. 그리고 교사들은 모형 실험은 실제성을 충족해야만 한다고 강조하였다.

주요어: 교사의 인식, 화산 활동 모형 만들기, 학교 과학 탐구의 목표, 실제성

서론

*Corresponding author: ghlee@ginue.ac.kr
Tel: +82-32-540-1241

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

과학 교육의 목표에 대해 현재의 교육과정은 “자연 현상과 사물에 대하여 호기심과 흥미를 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다.”고 명시

하고 있다(Minister of Education, 2015). 이를 위해 다양한 탐구 중심의 학습을 요구하고 있다. 이렇게 교육과정 상에서 과학 탐구를 강조해 온 것은 제 3차 교육과정 이후 현재까지 이어지고 있다(Park and Kim, 2007).

교사들은 과학 탐구를 통해서 탐구 기능뿐만 아니라 과학적 태도와 성취도에서도 향상을 할 수 있을 것으로 생각하고 있다(Mao and Chang, 1998). 이러한 과학 탐구가 실제 교육 현장에서 제대로 실행되기 위해서는 교사의 역할이 무엇보다도 중요하기 때문에 탐구에 대한 교사의 인식이 어떠한가 하는 연구가 여러 연구자들에 의해 이루어져왔다(Park et al., 2004; Park and Kim, 2007; Kang et al., 2008; Park, 2010; Lee et al., 2011; Yoon et al., 2011; Cho and Baek, 2015).

초등 교사들은 과학자 활동과 학교 과학 실험이 목적과 과정 측면에서 차이가 있다고 생각한다(Lee et al., 2011). 특히 초등학교에서는 실험 경험을 통해 동기 유발, 호기심, 민감성을 발달시키는 것을 목표로 해야 한다고 생각하고 있다(Lee et al., 2011). 반면 중등 교사들은 탐구 활동에서 학생들의 사고 측면을 강조하는 경향이 있다(Yoon et al., 2011). 물론 중등 교사들도 실제 수업에서는 과학적 사고를 기르는 활동으로만 생각하지 않고 조작적 활동에 대한 정보 제공자, 문제 해결자 역할을 수행하고 있다(Park, 2010). 또한 과학의 흥미를 높이는 것도 중요하게 생각하고 있다. 그러나 실제 현장에서는 다양한 요인들로 인해 탐구 학습의 실행에 어려움을 겪고 있는 것으로 파악되었다(Park et al., 2004). 그 결과 교사들은 탐구 수업 설계를 할 때 학습과 흥미 중 어디에 중점을 두어야 할 지에 대한 고민을 가지고 있다(Cho and Baek, 2015). 기존의 이러한 탐구 수업에 대한 교사의 인식 연구들을 통해 교사들이 탐구 수업을 어떻게 생각하고 있는지에 대해 이해할 수 있었지만 실제 수업에서의 실행에 대한 담론을 진행하는데 있어서는 일반적인 인식 연구만으로는 한계가 있다. 학교 현장에서 구체적인 수업 설계는 각 수업에서 어떠한 주제 혹은 소재를 대상으로 다루는 지에 따라라도 영향을 받을 수 있을 것이다.

학교 현장에서 탐구 수업을 수행하기 위한 방법 중 하나는 모델을 활용하는 것이다(Oh et al., 2007; Kang, 2017; Cho and Nam, 2017). 학생들이 직접 경험하기 어려운 현상이나 과정을 모형으로 설명하면

과학 개념 접근에 흥미가 높으며, 개념 이해에도 효과적이다(Kim and Kim, 2007; Kim and Kim, 2009; Grosslight et al., 1991).

과학을 가르치고 배우는 상황에서 모델에 관한 인식은 중요하다(Oh, 2009). 과학에서 모델을 사용하는 목적에 대해 예비 초등교사들은 주로 대상을 가시화, 단순화, 명료화하기 위한 것이라 생각하지만(Oh, 2009), 과학교육 연구자들은 모델을 과학의 본성을 이해하는데도 활용할 수 있고(An and Kim, 2011) 과학 탐구과정에서 모델이 핵심적인 역할을 수행할 수 있다고(Kang, 2017) 생각한다.

초등학교에서 물리, 화학, 생명과학, 그리고 지구과학 분야는 과학이라는 하나의 과목으로 다루어지고 있다. 이 네 분야가 과학의 속성 측면에서 공유하고 있는 부분이 매우 많기는 하지만 각각의 학문 분야에 따라서 조금씩 다른 특성을 가지고 있는 것도 사실이다. 특히 지구과학의 경우 탐구 대상이 거대한 시공간적 규모를 지닌 경우가 많으며 통제가 불가능할 경우가 많다(Kim, 2002). 그렇기 때문에 지구과학의 탐구 대상을 실험실 내에서 탐구하는 것이 매우 어려울 경우가 많다(Lee and Kwon, 2010). 이런 이유로 지구과학 분야에서는 모델을 활용한 수업이 적용되는 경우가 많고, 또한 모델과 관련된 여러 연구들이 진행되었다(Gilbert et al., 1998; Gorbett, 2000; Oh et al., 2007). 그리고 1989년부터 2016년까지의 모델과 모델링 관련 국내 과학교육 연구 동향 분석에서도 지구과학 분야의 연구가 가장 많았던 것(Cho and Nam, 2017)처럼 모델은 특히 지구과학 분야에서 중요하게 다루어지고 있다고 하겠다.

화산은 전형적인 지구과학 탐구 대상의 특징을 지니고 있는데, 초등학교에서는 이와 관련된 내용을 모형을 활용해 수업하도록 제시되어 있다. ‘화산 활동 모형 만들기’는 현재 4학년 1학기 ‘화산과 지진’ 단원에 포함된 활동으로 이 단원의 전체 내용은 ‘화산 분출, 화산 모양, 화산 활동에 의한 암석, 화산 활동의 영향’으로 구성되어 있다(Lim, 2015). 그동안 교육과정에 따라 제시된 화산 활동 모형 만들기 실험 들은 Table 1과 같다.

제 4차 교육과정에서부터 제 7차 교육과정까지 화산 활동 모형 만들기는 중크롬산 암모늄을 활용한 폭발 실험이었다. 제 7차 교육과정에서 심지가 될 형질을 사용하는 부분이 추가된 것을 제외했을 때, 해당 교육과정 기간 중에는 모래의 양의 차이가 있었

Table 1. Experiments of a making volcanic activity model according to curriculum

교육과정 차 수	실험 내용
제 4차 교육과정	중크롬산 암모늄을 활용한 화산 폭발 실험
제 5차 교육과정	중크롬산 암모늄을 활용한 화산 폭발 실험
제 6차 교육과정	중크롬산 암모늄을 활용한 화산 폭발 실험
제 7차 교육과정	중크롬산 암모늄을 활용한 화산 폭발 실험 베이킹 파우더 등을 활용한 화산 분출 실험
2007 개정 교육과정	화산 사진보고 화산 활동 모형 만들기
2009 개정 교육과정	화산 사진보고 화산 활동 모형 만들기
2015 개정 교육과정	마시멜로를 활용한 화산 분출 실험 ¹⁾

¹⁾2018년 8월에 2015 개정 교육과정의 새로운 교과서가 제작 배포되었으나 현직 교사 대상으로 본 연구를 진행한 시점에서는 새로운 교과서가 학교 현장에서 사용되지 않았기 때문에 2009 개정 교육과정까지의 탐구활동만으로 연구를 진행하였다.

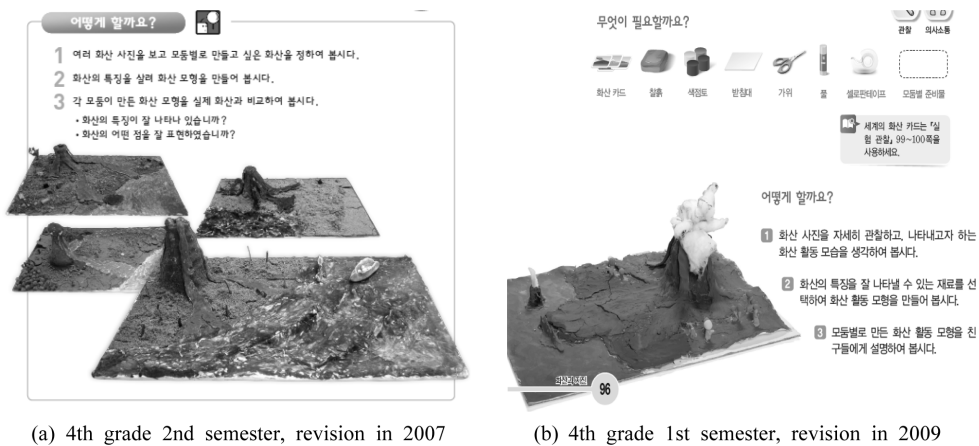


Fig. 1. Experiments of making a volcanic activity model of recent textbooks.

을 뿐 실험 과정이 거의 같았다(Minister of Education, 1983; Minister of Education, 1990; Minister of Education, 1997; Ministry of Education & Human Resources Development, 2002). 제 7차 교육과정에서는 ‘이런 실험도 있어요’라는 단락에서 베이킹 파우더, 소다, 액체 세제를 사용한 분출형 화산 모형 만들기 실험도 함께 제시되었다(Ministry of Education & Human Resources Development, 2002). 하지만 2007 개정 교육과정부터는 화산 사진을 보고 찰흙, 고무찰흙이나 색점토 등을 활용한 화산 활동 모형 만들기 활동으로 대체가 되었다(Fig. 1)(Ministry of Education, Science and Technology, 2010; Minister of Education, 2014). 기존의 중크롬산 암모늄을 사용한 실험은 안전상의 문제로 인해 교과서에 빠지게 되었지만 탐구 활동이 바뀌게 된 이유를 교사용 지도서에서는 설명이 되지 않았다. 화산과 관련된 탐구 활동들은 주로 관찰활동이 주를 이루고 있고 그것도 사진을 활용한 경우가 대부분이다(Lim, 2015).

이 차시의 성취기준은 ‘화산 활동 모형을 만들고, 화산이 분출할 때 나오는 여러 가지 물질을 설명할 수 있다’이며 Lee et al.(2013)은 이 성취기준이 화산 활동에 대한 필수적인 증핵 개념 요소를 다루고 있으며, 탐구 능력 함양을 위한 요소를 포함하고 있으므로 2009 개정 교육과정의 핵심 성취기준으로 선정하였다. 또한 이 성취기준에 나오는 여러 가지 화산 분출물 중 하나인 용암은 식어서 화산암이 되므로 바로 다음의 성취기준인 ‘화성암의 정의를 알고, 그 생성 과정을 설명할 수 있다’와도 매우 밀접한 관계가 있다. 하지만 화산 내부에서 마그마 활동과 분출 과정에 대해서는 예비 지구과학 교사들조차 낮은 이해도를 보이고 있다(Kim et al., 2011). 예비 초등 교사들의 경우는 화산과 함께 지진의 발생 원인에 대한 개념 또한 확고하지 못한 상태이며, 이와 관련된 오개념들이 초중학교에서 발생하고 있다(Kang, 2013). 실제 초등학생들은 ‘화산 안에 있는 불이 점점 뜨거워져서 폭발하는 것’ 혹은 ‘지구의 온도가 올

라가기 때문에 폭발하는 것'과 같이 화산 발생 원인에 대한 오개념을 지니고 있으며 그 비율은 과학적 개념의 2배에 달하고 있다(Ban, 2009).

이에 많은 연구자들이 초등학교생들의 화산에 대한 이해를 높이기 위한 연구를 수행하였고, 그 방법에는 개념도(Jung et al., 2003), 설명적 그림(Park, 2011), 화산 영화(Kim, 2005), 인터넷(Lee, 2007), 화산 분출 동영상(Choi, 2016)을 활용한 경우들이 있다. 하지만 개념도나 설명적 그림을 활용한 연구들은 전체적인 학습 효과를 알아보는 연구여서 현장 교사들이 해당 연구 결과를 개별 차시에서 어떻게 적용할지에 대한 구체적인 지침이 부족한 상황이며 화산 영화나 인터넷을 활용한 연구의 경우 화산의 발생 혹은 활동 원인에 대한 개념에서는 개선 효과가 있었으나 초등학교 학교 현장에서 중요하게 생각하는 조작적 활동이 빠져있는 문제가 있다. Lim and Kim(2017)의 연구에서는 화산 활동 모형 만들기 실험으로 마시멜로를 활용한 실험을 제안하며 실험 개선을 시도하였지만 목적 자체가 실험 개선이라기보다는 '지속가능발전 교육'을 적용하기 위한 하나의 수단으로 활용한 면이 있다.

최근의 모델 관련 국내 연구의 대부분은 학생을 대상으로 진행되었고 약 10% 정도만 현직 교사를 대상으로 이루어졌다(Cho and Nam, 2017). 본 연구에서는 현직 초등학교 교사들을 대상으로 지구과학의 탐구 대상의 특징을 잘 가지고 있는 '화산'이라는 주제와 이러한 탐구 대상을 학교 현장에서 다루는 방식인 '모형'이라는 방법이 함께 녹아 있는 '화산 활동 모형 만들기'라는 실험이 어떻게 학교 현장에서

수행되고 있는지 현황과 함께 현재 실험의 장점과 개선점을 알아보고 향후 관련 탐구활동 개발의 기초를 마련해 보고자 한다.

연구 방법

분석 대상 및 검사 도구

본 연구는 2017학년도에 인천광역시 2개교, 경기도 7개교에 근무하는 초등교사 30명을 대상으로 한 설문 조사를 토대로 이루어졌으며 설문 조사가 이루어진 시기에는 2009 개정 교육과정이 시행되는 시기였다. 설문에 응답한 교사들은 모두 설문 조사가 이루어지는 때에 실제 해당 차시 수업을 진행했던 상태였다. 설문 조사지는 대학원 석사 학생들과의 수업 중에 나온 의견을 중심으로 제작되었으며 지구과학 교육을 전공한 1인을 포함한 과학교육 전공 박사 2인으로부터 설문 내용에 대한 내용의 타당성을 검토 받았다. 전담 교사 여부, 교직 경력, 근무 지역과 같은 교사의 배경에 관한 질문 3가지와 함께 '화산 활동 모형 만들기'와 관련한 질문 7가지로 구성되었으며 3개의 문항은 하위 문항을 포함하여 제작되었다. 설문 문항은 Table 2와 같다.

1번 문항은 현재의 교과서에 제시된 실험을 수행하는지 여부를 묻는 질문으로 이 질문에 대한 선택 여부에 따라 2번 문항이나 3번 문항을 선택하도록 하였다. 전체 문항 중 1번 문항과 7-1번은 두 개 중 하나를 선택하는 질문으로 3-1번과 3-2번은 여러 선택지 중 하나를 고르는 선택형 문항으로 구성되었고 나머지 문항들은 자유롭게 서술하도록 하였다.

Table 2. Questionnaire contents used in this research

문항 번호	질문 내용	문항 형식
1	올해 선생님께서는 교과서에 제시된 실험으로 수업을 진행하셨나요?	선택형
2-1	현재 교과서대로 수업을 진행하신 이유는 무엇입니까?	서술형
2-2	현재 교과서 실험의 장점과 개선점은 각각 무엇이라고 생각하십니까?	서술형
3-1	현재 교과서대로 수업을 하시지 않으셨다면 어떤 활동으로 수업을 진행하셨나요?	선다형
3-2	선생님은 어떤 경로로 그 실험을 알게 되셨나요?	선다형
3-3	교과서가 아닌 선택한 실험을 수업 시간에 활용하신 이유는 무엇인가요?	서술형
3-4	선택하신 실험의 장점과 보완했으면 하는 점은 각각 무엇입니까?	서술형
4	과학에서 탐구(실험 포함)를 수행하는 이유는 무엇이라고 생각하시나요?	서술형
5	초등학교 과학에서 탐구(실험 포함)를 수행하는 이유는 무엇이라고 생각하시나요?	서술형
6	초등학교 과학에서의 탐구 수행 목적에 기반하였을 때 현재 교과서에 제시된 화산 모형 관련 실험의 문제점은 무엇이라고 생각하시나요?	서술형
7-1	선생님은 'VR (Virtual reality), AR (Augmented Reality)을 활용한 실험'과 '직접 해보는(Hands on) 실험' 중 어떤 형태의 실험을 선호하시나요?	선택형
7-2	그 이유는 무엇인가요?	서술형

Table 3. Variables of participants; N(%)

역할	교사 수	경력	교사 수	지역	교사 수
담임	27(90.0)	5년 미만	27(90.0)	대도시	7(23.3)
과학 전담	3(10.0)	5년 이상	2(6.7)	중소도시	16(53.3)
				읍면지역	6(20.0)
결측 값	0(0.0)	결측 값	1(3.3)	결측 값	1(3.3)
전체	30(100.0)				

Table 4. Characteristics of inquiry teaching: teacher perspectives (Yoon et al., 2011)

	탐구의 특성	의미
탐구의 측면 (Aspects of inquiry)	탐구 능력(Inquiry skills) 가설 검증(Hypothesis testing) 공유하기(Sharing)	학생들은 관찰, 분류, 측정 등을 포함한 데이터 수집 과정에 참여합니다. 학생들은 가설을 세우고 테스트합니다. 학생들은 자신의 과정과 결과를 발표/토론합니다.
학생 중심 (Student-centered)	자기 주도성(Student self-direction) 사고하기(Student thinking) 학생들의 호기심(Student curiosity)	학생들은 탐구 과정을 시작하거나 적극적으로 참여해야 합니다. 탐구는 학생들을 생각하게 만듭니다. 탐구는 학생의 흥미 그리고/또는 호기심을 촉발시킵니다.
과제의 본성 (Nature of task)	지식의 적용(Knowledge application) 문제 해결(Problem solving) 열린 결과(Open-ended)	자신의 지식을 새로운 맥락에 적용하여 설명합니다. 문제에 대한 답을 찾기. 결과는 사전에 결정되어서는 안됩니다. 다양한 방법과 답변이 허용되어 야합니다.

자료 수집 및 분석

설문에 응답한 30명의 교사들의 배경은 Table 3과 같다.

설문에 응한 총 30명의 교사 중 3명의 교사만 과학 전담 교사였으며 5년 이상 경력을 가진 교사의 수는 2명이었다. 상대적으로 과학 전담 교사의 수가 매우 적고 경력 5년 이상의 경력 교사 수도 매우 적었기 때문에 역할과 경력에 따른 교차 분석은 실시하지 않았다. 근무 지역에 따라서 교과서 제시 실험을 하는지 여부에 대한 분석은 교차 분석을 실시하였고 분석에는 IBM SPSS Statistics ver. 25를 이용하였다.

교사들이 과학에서 탐구 수행을 하는 이유와 초등 학교 과학에서 탐구를 수행하는 이유에 대한 서술형 답변에 대한 분석은 Yoon et al.(2011)의 연구에서 제안한 분석틀(Table 4)을 활용하였다. 지구과학 분야의 모형실험이 갖추어야 할 요소는 탐구가 지향하는 목표를 바탕으로 파악될 수 있을 것이며 탐구가 지향하는 목표는 탐구가 가지는 특성으로 파악할 수 있을 것이다. 이 분석틀은 응답자의 직접적인 발언을 질적 방법으로 분석하면서 이 표의 각 특성들은 인식할 수 있는 모든 기능을 포함할 수 있도록 만든 포괄적인 목록으로부터 공통된 속성을 기반으로 그룹화 시켜서 만든 것으로 다양한 특성을 고려하였기에

본 연구에서는 교사들의 답변 분석에 효과가 있을 것으로 판단하여 사용하였다.

분석하는 과정에서 한 명의 교사 답변에 여러 가지의 의미가 함께 진술되었을 때는 각각의 의미를 나누어서 각각 하나의 특성으로 구분한 다음 빈도 계산을 하였다. 실제 분석에서는 예를 들어 4번 교사가 4번 문항에 대해 ‘개념을 좀 더 쉽게 학습하기 위해, 실제로 경험하는 것이 중요해서’라고 답하였고 5번 문항에 대해 ‘학생들의 흥미 유발, 과학 수업에 재미를 갖게 하려고 경험을 통한 학습’이라는 답변을 하였을 때, 4번 문항에 대해서는 ‘개념 학습, 실제 경험→지식의 적용’, 5번 문항에 대해서는 ‘흥미 유발, 재미를 위한 경험→학생의 호기심’과 같은 방식으로 교사의 답변을 분류하였다. 분석에는 연구자를 포함하여 석사과정 대학원생 2명이 개별적으로 주요어가 갖는 의미를 기준으로 하여 분류하였으며 분석자간 일치도는 Table 5와 같다.

분석 결과 일치하지 않은 경우는 주로 한 교사의

Table 5. Agreement between analysts for item 4 and 5

	문항 4	문항 5
연구자-대학원생 A	90.0%	86.7%
연구자-대학원생 B	86.7%	83.3%
전원 일치	80.0%	76.7%

진술을 어떤 분석자는 2개의 특성으로 분류하였고 또 어떤 분석자는 3개의 특성으로 분류한 경우였다. 1가지로 분류한 경우는 약 94% 이상 일치하였다. 일치하지 않은 교사의 진술은 3명의 합의를 거쳐서 최종적으로 특성 분류를 하였다. 합의 하는 과정에서 진술의 핵심 내용에 해당하는 탐구 특성이 없을 경우는 '기타'로 분류하였다.

연구 결과 및 논의

화산 활동 모형 만들기 실험의 현황

초등학교 4학년 '화산과 지진' 단원을 지도한 경험에 있는 교사들을 대상으로 '화산 활동 모형 만들기' 차시 수업에서 어떤 실험으로 수업을 진행하였는지 설문을 수행하였다. 역할 및 경력에 따라 교과서에 제시된 실험을 실시하였는지 여부에 대한 결과는 각각 Table 6, 7과 같다.

Table 6에 따르면 담임교사의 55.6%, 과학 전담 교사의 66.7%가 교과서에서 제시된 실험으로 수업을 진행하고 있으며 역할에 따른 두 집단 간의 통계적 차이에 대한 논의는 무의미 한 상태이다. 교직 경력에 따라 어떤 양상이 나타나는지를 알아본 Table 7에 의하면 5년 미만의 경력을 가진 교사의 경우는 27명 중 15명인 55.6%가 교과서에 제시된 실험으로 수업을 진행하였고, 5년 이상의 경력을 가진 교사는 2명 중 2명 모두 교과서에 제시된 실험으로 수업을 진행하였다. 비율적으로는 경력이 적은 교사들이 교과서 외의 실험을 더 많이 시도하는 것으로 보이지만 5년 이상 경력의 교사 수가 매우 적어 두 집단을 서로 비교하는 것은 적절하지 않은 것으로 생각된다.

근무하고 있는 지역에 따라 교과서에 제시된 실험을 실시하였는지 여부에 대한 결과는 다음과 같다 (Table 8).

근무하고 있는 지역에 있어서는 대도시 교사 7명 중 4명인 57.1%, 중소도시 16명 중 9명인 56.3%, 읍면 지역 6명 중 3명인 50.0%로 크게 차이가 없었다. 통계적으로도 세 집단의 교차 분석 결과에 의한 p값은 0.959로 유의미한 차이가 없는 것으로 파악되었다. 따라서 교과서에 제시된 실험으로 수업을 진행하는 지역에 관계없이 50-60% 정도가 되는 것으로 생각된다.

Table 6. Cross-analysis results between the role and the type of experiment performed; N(%)

		교과서 실험	대체 실험	전체
역할	담임교사	15(55.6)	12(44.4)	27
	과학 전담 교사	2(66.7)	1(33.3)	3
전체		17(56.7)	13(43.3)	30

Table 7. Cross-analysis results between the career and the type of experiment performed; N(%)

		교과서 실험	대체 실험	전체
경력	5년 미만	15(55.6)	12(44.4)	27
	5년 이상	2(100.0)	0(00.0)	2
전체		17(56.7)	13 ¹⁾ (43.3)	30

¹⁾경력을 체크하지 않은 1명의 교사는 대체 실험으로 수업을 진행하였음.

Table 8. Cross-analysis results between the working area and the type of experiment performed; N(%)

		교과서 실험	대체 실험	전체	p 값
지역	대도시	4(57.1)	3(42.9)	7	0.959
	중소도시	9(56.3)	7(43.8)	16	
	읍면	3(50.0)	3(50.0)	6	
전체		17 ¹⁾ (56.7)	13(43.3)	30	

¹⁾지역을 체크하지 않은 1명의 교사는 제시된 실험으로 수업을 진행하였음.

1) 교과서 실험으로 수업을 진행한 교사들의 생각 교과서에 제시된 실험을 하는 교사들을 대상으로 현행 교과서대로 수업을 진행한 이유에 대한(문항 2-1) 교사들의 답변들은 Table 9와 같다.

교사들은 대부분 실험 수행에 있어서의 안전과 실험 준비와 관련된 이유로 교과서대로 수업을 진행하였다. 과거 교과서에 제시되었던 중크롬산 암모늄을 이용한 폭발 실험이 안전 문제로 인해 교과서에서 빠지게 되었던 일이 있었던 만큼 교사들은 안전 때문에 교과서에 제시된 실험을 그대로 사용하고 있는 것으로 확인되었다.

현재 교과서 제시 실험으로 수업을 진행한 교사들이 제시한 교과서 실험의 장점과 문제점(문항 2-2)에 관한 핵심 용어는 각각 Table 10과 같다.

앞의 질문에 대한 답변에서도 나타났듯이 현재 교과서 실험의 가장 큰 장점은 안전성이라고 하겠다. 또한 학생들이 자유롭게 모형을 꾸밀 수 있는 만큼 학생들의 창의성을 키워줄 수 있다고도 생각하고 있

Table 9. Reason for using the current textbook experiment

답변 유형	빈도 수	답변의 예
안전과 관련된 이유	9	- 안전하게 할 수 있음 - 화산 실험의 위험성으로 인해서
실험 준비와 관련된 이유	8	- 학교에 준비가 되어 있어서 - 쉽게 구할 수 있는 재료로 제작 가능하여서
학생의 이해 수준과 관련된 이유	3	- 아이들이 쉽게 이해하므로
무응답	2	
계	21	

Table 10. Advantages and improvements of the current textbook experiment

장점		개선할 부분	
핵심 용어	빈도 수	핵심 용어	빈도수
안전성	8	수업 본질과 어긋남	7
창의성 신장	5	실제와 차이가 있음	6
쉬움	3	만들기 위주임(미술)	6
이해가 용이함	3	흥미도 낮음	2
준비가 용이함	3	생성물 표현의 어려움	1
흥미	2	창의성 결여	1
교과 연계 가능	1	주도성 상실	1

다. 다만 창의성 신장을 장점으로 삼은 교사 중 1명만이 창의성 신장을 목적으로 현재 교과서 실험을 수행한다고 답변하였고 나머지 4명의 교사는 창의성을 신장시킬 수는 있지만 현재 교과서 실험을 수업에 활용하는 이유로는 그러한 장점을 언급하지는 않았다. 전반적으로 준비, 실험 수행, 학생의 이해 등과 같이 실험을 수행하는데 쉽다는 것이 현재 교과서 실험의 장점으로 제시되었다. 다루어야 할 내용이 많은 과학 실험들 중에서 쉽다는 것은 무시할 수 없는 중요한 장점일 수 있다는 점을 교사들의 답변을 토대로 확인할 수 있었다. 반면 현재 교과서 실험의 개선점과 관련한 의견에서는 현재 교과서 실험이 수업 본질과 어긋난다는 의견이 가장 많았다. 2009 개정 교육과정에서 이 차시의 성취기준은 ‘화산 활동 모형을 만들고, 화산이 분출할 때에 나오는 여러 가지 물질을 설명할 수 있다’이다(Lee et al., 2013). 현재의 화산 활동 모형 만들기 실험은 성취기준과 비교했을 때 적절한 탐구 활동이라고 할 수 있겠지만 교사들이 생각하는 수업의 본질은 성취기준과는 다소 차이가 있는 것으로 생각되며 현재 교과서의 실험으로는 화산이 만들어지는 과정을 알 수가 없으며 실험 영역하고는 거리가 먼 것 같다는 의견들을 제시한 것으로 보아 교사들은 이 차시의 탐구활동을 통해 화산 생성 과정까지 다룰 수 있어야 한다고 생각하는

것으로 보인다. 그 다음으로 교사들이 많이 언급한 부분은 실제와 모형이 많은 차이점을 지니고 있다는 점이었다. 실제 화산 활동을 그대로 실험실에서 재현하는 것은 불가능하기 때문에 필연적으로 모형실험으로 수업을 진행할 수밖에 없다는 것은 지구과학 실험이 갖는 한계라고 하겠다(Lee and Kwon, 2010). 따라서 현재 교과서 실험 또한 실제와 차이가 존재할 수밖에 없지만 교사들은 개선되어야 할 중요한 문제점으로 생각하고 있다. 또한 현재 실험은 정적 모델(Oh et al., 2007)을 활용하고 있는 모형이어서 단순 만들기 활동으로 치우치기 쉽다는 점을 공동으로 지적하고 있다. 이러한 부분은 과학과 미술과의 연계 활동으로 생각하면 장점이 될 수도 있겠지만 현재 교과서 실험은 과학보다는 미술에 무게 중심이 실린 것처럼 보인다는 것이 교사들의 공통된 의견이다.

2) 교과서 외 실험으로 수업을 진행한 교사들의 생각 교과서에 제시되지 않은 새로운 실험으로 수업을 진행한 13명의 교사들의 선택 실험 및 출처는 Table 11과 같다.

어떤 대체 실험을 하였는지에 대한 질문에(문항 3-1) 13명의 교사 중 5명의 교사는 탄산수소나트륨과 식초를 활용한 실험을, 각각 3명의 교사는 화산활동 모형 전개도를 활용한 실험과 마시멜로우, 탄산수소

Table 11. Cross-analysis results between the type and source of alternative experiment: N(%)

	출처			전체	
	신문 잡지 등 대중 매체	동료 교사	개인적인 인터넷 조사		
대체실험	탄산수소나트륨과 식초 활용 실험	1(20.0)	2(40.0)	2(40.0)	5
	화산활동 모형 전개도 활용 실험	0(0.0)	0(0.0)	3(100.0)	3
	디지털 교과서, 유튜브 동영상 활용 실험	0(0.0)	0(0.0)	2(100.0)	2
	기타 실험(마시멜로우 활용 실험)	0(0.0)	2(66.7)	1(33.3)	3
전체	1(7.7)	4(30.8)	8(61.5)	13	

나트륨과 구연산을 활용한 실험을, 그리고 2명의 교사는 디지털 교과서, 유튜브 동영상을 활용한 실험으로 수업을 진행하였다고 진술하였다. 해당 대체 실험을 알게 된 경로로는(문항 3-2) 개인적인 인터넷 조사를 통해 알게 되었다는 교사가 13명 중 8명으로 가장 많았다. 그리고 그 절반의 교사는 동료 교사로부터 해당 대체 실험을 소개 받은 것으로 나왔다. 해당 질문에 대한 선택지로 제시된 교사용 지도서나 대학 및 대학원과 같은 정규 교육과정, 그리고 과학 관련 연수 자료에서 대체 실험을 소개받았다고 응답한 경우는 한 건도 없었다. 설문에 응답한 교사들의 90% 이상이 경력 5년 미만이었기 때문에 아직 관련 연수를 받지 못했거나 대학원 진학이 이루어지지 못한 경우가 있을 가능성이 있지만 적어도 현행 교과서 실험을 대체하고 싶은 교사들에게 적절한 대안을 교육기관에서 마련해 주지 못하고 있는 것으로 생각된다.

교사들이 대체 실험을 선택하게 된 이유에(문항 3-3) 대한 답변은 다음과 같다(Table 12).

다양한 의견들 중 ‘성취기준 고려’, ‘화산 폭발 원리 파악 목적’, ‘화산 내부 파악 목적’과 같이 내용 지식과 관련된 의견들이 모두 7건으로 가장 높은 비율을 차지하였다. ‘학생의 흥미’나 ‘학생들 노력에 걸맞는 활동’과 같이 학생을 고려한 이유는 3건이었고, ‘기존 실험이 미술 수업 같아서’라는 의견도 2건이 나왔다. 현재 교과서 실험으로 수업을 진행한 교사들은 현재의 교과서 실험의 개선점으로 ‘수업의 본질과 어긋난다’는 의견이 가장 많았다(Table 10). 교사들의 수업의 본질을 언급할 때는 크게 두 가지 종류가 있었는데 그 중 한 가지는 ‘실험 목적에 맞지 않는다’는 식의 의견과 ‘화산 생성 과정과 연결시키기 어렵다’는 식의 의견이 그것이다. 내용 지식과 관련한 부분은 현재 교과서 실험으로 수업을 진행한 교사나 대체 실험으로 수업을 진행한 교사나 모두 현재 실험이 가지고 있는 문제점이라고 판단하고 있었다. 따라서 내용 지식 부분도 연계시킬 수 있는 새로운 화산 활동 모형 만들기 실험이 교사들에게 제시될 필요가 있다고 생각된다.

Table 12. Reason for choosing alternative experiment

선택 이유	빈도 수
성취기준 고려	3
화산 폭발 원리 파악 목적	2
화산 내부 파악 목적	2
실제의 느낌을 살리기 위해	2
수월하게 할 수 있어서	2
기존 실험이 미술 수업 같아서	2
흥미 고려	2
학생들 노력에 걸맞는 활동	1
현재 실험 보완	1

대체 실험을 선택한 교사들이 자신들이 택한 실험이 가지는 장점과 또 그 실험이 가지고 있는 개선해야 할 부분(문항 3-4)으로 제시한 의견은 Table 13과 같다.

대부분의 교사들은 대체 실험이 학생들의 흥미를 이끌어내기에 적합하다고 생각하였다. 현재 교과서에 있는 실험은 화산 사진을 보고 화산의 특징을 잘 나타낼 수 있도록 외형적인 화산 활동 모형을 만들도록 구성되어 있다(Fig. 1). 때문에 모둠별로 다양한 모형이 만들어질 수 있지만 모두 외형에 초점이 맞춰진 정적인 모델이다. 이에 반해 마시멜로우, 탄산수소나트륨, 구연산을 활용한 실험과 탄산수소나트륨, 식초를 활용한 실험은 모두 산과 염기가 만나면서 물과 이산화탄소가 발생하는 화학 반응을 이용한 실험으로 화학 반응에 의해 기존에 없었던 물과 이산화탄소가 생기면서 거품이 넘쳐흐르도록 만든 동적인 모델이다. 따라서 학생들이 흥미를 가지고 실험에 임할 수 있다. 또한 액체가 흐르는 모습을 통해서 실제 용암이 흘러내리는 듯한 효과를 볼 수 있기 때문에

Table 13. Advantages and improvements of selected alternative experiment

장점		개선할 부분	
핵심 용어	빈도 수	핵심 용어	빈도수
흥미	6	작동성(움직임, 폭발 등)	3
실제감	4	실제성 부족	3
내부 모습 파악 가능	2	자료 부족	2
안전성	2	오개념	1
용이성	2	타 과목과 융합의 필요성	1
이해도	1	학습에 도움이 되는 활동 없음	1
			2

실제감을 느낄 수 있는 장점을 포함하고 있다. 디지털 교과서나 유튜브 동영상 등의 동영상으로 수업을 진행한 교사들 또한 학생들의 흥미를 장점으로 내세웠다. 화산활동 모형 전개도를 활용한 실험을 한 교사들의 경우 주로 내부 모습을 파악할 수 있다거나 학생들이 짧은 시간 안에 수월하게 제작할 수 있다는 장점을 내세웠다.

그러나 대체 실험들도 여러 개선점을 가지고 있다고 판단하였는데 대체 실험들도 폭발 현상을 보여줄 수 없다거나 마그마의 이동을 보여줄 수 없으며 실제 화산 활동과 괴리가 있다고 주장하였다. 또한 화산 폭발과 관련된 이론 부분과 관련하여 학생들이 한 질문에 답하기가 매우 어려웠으며 해당 활동으로 학생들이 화산에 대한 이해가 높아졌는지에 대한 의구심 또한 제기하였다. 그리고 한 교사의 경우 해당 실험으로 인해 학생들에게 화산에 대한 오개념이 심어지지 않을까 걱정의 말을 남겨 놓기도 하였다. 이처럼 교사들이 생각하는 대체 실험들은 실제 화산 활동과 유사하여 화산에 대한 개념 형성에 도움을 줄 수 있는 실험이다. 그리고 간과할 수 없는 것이 교사들은 그 실험을 택할 때 학생들의 흥미를 매우 중요하게 고려하므로 현재 교과서 실험을 대체하는 실험은 내용상에도 문제가 없되 활동 자체도 흥미로울 필요가 있겠다.

교사들이 생각하는 탐구 수행 이유에 관한 인식

1) 탐구 수행의 이유에 관한 인식

교사들이 생각하는 과학에서의 탐구 수행의 목적(문항 4)에 대한 진술을 Yoon et al.(2011)의 틀을 이용하여 분석한 결과는 Table 14와 같다.

분석 결과 수업 참여에 관한 생각과 안전성 측면의 응답과 같이 기존의 분류 틀에 해당하지 않는 답변 2개를 포함해 43개의 답변이 나왔다. 교사들은 주

로 지식의 적용(32.6%), 탐구 능력(20.9%), 학생들의 호기심(16.3%), 가설 검증(14.0%) 때문이라고 생각하였다. 반면 공유하기, 사고하기, 문제 해결과 열린 결과와 관련한 목적은 상대적으로 거론하지 않았다.

학교 과학의 목적에 대한 교사들의 생각을 묻는 문항 5에 대한 교사들의 답변을 같은 방식으로 분석한 결과는 Table 15와 같다.

총 46개의 답변 중에서 가장 높은 빈도를 보이는 항목은 지식의 적용(43.5%), 탐구 능력(21.7%), 학생들의 호기심(21.7%)이었으며 이러한 경향은 탐구 능력(37.8%), 사고하기(15.9%) 등을 중요하게 생각한다고 한 Yoon et al.(2011)의 연구와는 다소 다른 결과를 보이고 있다. 학교에서의 탐구 목적에 대한 교사들의 의견은 과학자들은 탐구를 왜 수행하는가에 관한 질문에 대한 답변과 유사한 경향을 보이고 있다. 심지어는 9명의 교사는 문항 4와 문항 5에 대한 답변을 동일하게 하였다. 이와는 반대로 또 상당수의 교사들은 과학자들의 탐구 목적과 학교에서의 탐구를 구별 짓고 있는데(Lee et al., 2011) 일반적인 탐구에서 강조되던 가설 검증에 관한 의견이 학교에서의 탐구에서는 현저히 빈도가 떨어지고 있음을 확인할 수 있다. 또한 학생의 흥미를 목적으로 해야 한다는 의견도 많아졌으며, 지식의 적용이 목적이라는 의견도 훨씬 증가하였다.

2) 탐구 수행 목적에 기반한 화산 활동 모형 만들기 실험의 문제점

화산 활동 모형 만들기 실험과 관련된 교사들의 생각과 비교해 볼 때, 교사들이 실험을 선택할 때의 중요 포인트인 학생들의 흥미와 관련 이론 부분은 비슷하게 강조되고 있었던 반면 학교 탐구에서 강조되던 탐구 기능 부분은 화산 활동 모형 만들기 실험에서는 중요하게 고려되지 않았고 실제성과 관련된

Table 14. The purpose of the science inquiry thought by the teachers classified based on the characteristics of inquiry

	탐구의 특성	진술한 교사의 일련 번호	응답수
탐구의 측면 (Aspects of inquiry)	탐구 능력(Inquiry skills)	8 ¹⁾ , 11, 13, 14, 15, 17, 21, 23, 28	9(4/5)
	가설 검증(Hypothesis testing)	1, 3, 12, 19, 20, 26	6(2/4)
	공유하기(Sharing)		0
학생 중심 (Student-centered)	자기 주도성(Student self-direction)	5, 10	2(2/0)
	사고하기(Student thinking)	23	1(0/1)
	학생들의 호기심(Student curiosity)	2, 7, 10, 15, 17, 18, 23	7(4/3)
과제의 본성 (Nature of task)	지식의 적용(Knowledge application)	4, 6, 9, 10, 14, 15, 16, 18, 22, 25, 26, 27, 29, 30	14(10/4)
	문제 해결(Problem solving)	15	1(0/1)
	열린 결과(Open-ended)	17	1(1/0)
	기타	21, 24	2(0/2)
	계		43(23/20)

¹⁾밑줄이 그인 번호는 대체 실험을 선택한 교사를 의미함.

Table 15. The purpose of the school science inquiry thought by the teachers classified based on the characteristics of inquiry

	탐구의 특성	진술한 교사의 일련 번호	응답수
탐구의 측면 (Aspects of inquiry)	탐구 능력(Inquiry skills)	2, 11 ¹⁾ , 14, 15, 17, 22, 23, 24, 25, 26	10(3/7)
	가설 검증(Hypothesis testing)	12	1(0/1)
	공유하기(Sharing)		0
학생 중심 (Student-centered)	자기 주도성(Student self-direction)	5, 10	2(2/0)
	사고하기(Student thinking)	17, 30	2(1/1)
	학생들의 호기심(Student curiosity)	4, 7, 10, 11, 15, 21, 22, 23, 24, 29	10(5/5)
과제의 본성 (Nature of task)	지식의 적용(Knowledge application)	1, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 27, 28, 30	20(12/8)
	문제 해결(Problem solving)	15	1(0/1)
	열린 결과(Open-ended)		0
	계		46(23/23)

¹⁾밑줄이 그인 번호는 대체 실험을 선택한 교사를 의미함.

사항이 더 중요하게 여겨졌다. 이는 지구과학에서의 탐구 활동이 타 과학 영역에서의 탐구 활동과 다소 다른 부분이 있기 때문으로 생각된다. 교사들의 생각을 종합해 볼 때 화산 활동 모형 만들기 실험과 같은 지구과학 영역에서의 모형실험을 도입할 때는 과학 이론으로 설명 가능한 실제와 유사한 모형이면서도 학생들의 흥미를 유도할 수 있어야 한다는 점이다. 이는 화산 활동 모형 만들기 실험의 문제점에 대한 문항 6에 대한 교사들의 답변에서도 확인할 수 있었다(Table 16).

의견의 제시하지 않은 2명의 교사를 제외한 28명의 교사들은 총 38건의 의견을 제시하였다. 그 중 가장 빈도수가 높은 의견은 현재의 실험이 ‘탐구 과정이 아닌 단순한 만들기 미술 수업이라고 생각됨’, ‘단순한 미술 활동과 큰 차이가 없어 화산 발생에 대한 이해가 잘 되지 않는다.’와 같은 ‘단순 만들기 혹은

미술 활동에 그침’과 ‘화산 폭발의 원리를 함유하고 있지 못함’, ‘화산의 원리를 직접 체험하고 느끼기엔 부족함이 많음’과 같이 ‘원리 설명 부족’이라는 의견이다. 현재 교과서 실험은 화산 사진을 보고 화산의 특징을 잘 묘사하는 화산 활동 모형을 만드는 활동이기 때문에 ‘왜’ 혹은 ‘어떻게’라는 질문은 제시하지 않고 있다. 그렇기 때문에 원리 설명이 부족해 질 수밖에 없으며 원리 설명이 부족하다 보니 관련 활동이 과학 활동인지에 대한 의구심이 든다고 하겠다. 이러한 의견들은 ‘지식의 적용’과 ‘탐구 기능’과 관련되는 내용으로 볼 수 있다. 그와 함께 사진을 보고 만들었다고 해도 여전히 실제 화산 폭발이 일어나는 과정을 묘사할 수 없기 때문에 실제성 또한 부족하고 외관에만 집중된 모형일 수밖에 없다고 생각하고 있었다. 이러한 의견들은 탐구의 특성에 따른 분류에서는 적확하게 일치하는 항목이 없다. 그리고 초등학교

Table 16. Problems on the experiment of making a volcanic activity model that the teacher is thinking

의견	탐구 특성	진술한 교사의 일련 번호	응답수
단순 만들기 혹은 미술 활동에 그침	탐구 능력	3, 8, 10, 13, 16, 18, 19, 23, 25, 29	10
원리 설명 부족	지식의 적용	5, 6, 10, 12, 15, 18, 19, 20, 26, 27	10
외관 관찰에 그침	탐구 능력	1, 9, 20, 21, 27, 28	6
실제성 부족	지식의 적용	7, 11, 17, 21	4
호기심, 흥미를 자극하지 못함	학생들의 호기심	2, 7, 22, 24	4
기타		10, 13, 14, 22	4
계			38

생들의 활동에서 중요하게 생각하는 호기심, 흥미 (Lee et al., 2011)조차 자극하지 못하고 있다고 판단하고 있다. 이러한 내용은 ‘학생들의 호기심’과 관련된 내용이며 교사들의 의견을 바탕으로 할 때 현재의 화산 활동 모형 활동 실험은 새로운 동적 모형 실험으로 대체될 필요가 있다고 판단된다.

하지만 교사들은 실제성을 살리기 위해 혹은 외관뿐만 아니라 내부 관련 관찰도 할 수 있도록 VR 혹은 AR을 활용한 실험을 선택하기 보다는 학생들이 직접 해 볼 수 있는 실험을 선호하고 있었다. VR 혹은 AR을 활용한 실험과 직접 해보는 실험 중 어떤 실험을 선호하는가 하는 질문에 대해(문항 7-1) 전체 30명 90%의 교사들이 직접 해보는 실험을 선택하였다. 교사들은 직접 해 보는 실험이어야만 학생들이 좀 더 흥미를 가질 수 있으며 체험 속에서 더 많은 것을 배울 뿐만 아니라 관련 개념을 더 오래 파악할 수 있다고 생각하고 있었다.

결론 및 제언

연구 결과 교사들은 근무 지역에 관계없이 50-60% 정도 교사가 교과서에 제시된 실험으로 수업을 진행하고 있었다.

교과서에 제시된 실험으로 수업을 진행하는 교사들은 현재 실험의 장점으로 안전성을 가장 많이 거론하였으며 창의성 신장에도 도움을 준다고 하였다. 반면 개선할 부분으로는 현재의 실험이 수업 본질과는 다소 괴리가 있으며 모형이 실제와도 차이가 있고 단순 만들기 활동에 그치는 경우가 많다고 지적하였다.

대체 실험으로 수업을 진행하는 교사들은 성취기준, 화산 폭발의 원리, 화산 내부 파악 등과 같은 내용 지식과 관련된 이유로 인해 교과서 실험이 아닌 새로운 실험으로 수업을 진행한다고 하였다. 교사들은 주로 개인적인 인터넷 조사를 통해 해당 실험을

알게 되었는데 교사용 지도서나 대학 및 대학원과 같은 정규 교육과정이나 과학 관련 연수에서 도움을 받은 경우는 한 명도 없었다. 교사들은 대체 실험이 학생들의 흥미를 높일 수 있는 것이 가장 큰 장점이라고 생각하고 있었으며 움직임 등을 표현할 수 있어 교과서 실험보다는 실제감이 더 있는 것으로 생각하였다. 하지만 여전히 작동성의 문제와 실제감 부족이 개선되어야 할 것으로 생각하며 실험을 통해 오개념이 형성될까 우려하는 목소리도 있었다.

교사들이 생각하는 과학 탐구의 목적은 주로 지식의 적용과 탐구 능력 향상이었다. 이는 학교 과학 탐구에 있어서도 비슷한 생각이었다. 다만 일반적인 과학 탐구에서는 학생들의 호기심과 함께 가설 검증이 중요한 목적이었으나 학교 과학 탐구에서는 가설 검증은 중요하게 생각하지 않고 지식의 적용에 좀 더 많은 교사들이 공감하는 경향을 보였다.

학교 과학 탐구의 목적에 기반한 교과서 화산 활동 모형 만들기 실험의 문제점에 대한 의견 또한 학교 과학 탐구에서의 목적과 유사한 경향을 보였다. 대부분의 교사들은 원리 설명에 부족함을 느꼈으며 만들기 과정이 탐구 기능을 익히는데 도움이 되지 않고 있으며 학생들의 호기심이나 흥미를 자극하지 못하고 있다고 하였다. 다시 말해 교과서 실험을 포함해서 현재 알려진 여러 화산 활동 모형 만들기 실험은 교사들이 중요하게 생각하는 학교 탐구의 목적에 부합하지 못하고 있다는 것이다. 또한 화산 활동 모형 만들기와 관련하여 교사들이 언급한 중요한 문제는 실험이 외관 관찰에 그치고 있고 실제성이 부족하다는 것이다. 실제와 비슷한 모형은 모형에서 나타난 현상을 통해 원리를 생각해 볼 수 있으므로 적어도 추론이라는 탐구 기능을 신장시킬 수 있을 것이다. 그러므로 실제성을 높이는 것은 탐구 기능을 신장 시키는 데에도 효과가 있다고 하겠다.

결론적으로 말해 교사들은 현재 교과서 실험과 대

체 실험 등에 여전히 개선해야할 부분이 많다고 말하고 있다. 새로운 실험은 학교 과학 탐구에서 중요하게 생각하는 지식적 측면, 탐구적 측면을 모두 충족시킬 필요가 있으며 더불어 실제 현상과 유사함이 바탕이 되는 동적 모형실험이어야 하겠다. 이러한 동적 모형실험은 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 가능성이 정적 모형보다 더 높을 수 있을 것이다.

교사용 지도서나 과학 관련 연수를 포함한 여러 교육이 현장 교사의 요구를 충족시키고 있지 못하다는 사실 또한 앞으로 개선이 필요한 부분이라 하겠다.

향후 교사들이 필요로 하는 부분이 고려된 새로운 화산 활동 모형 만들기 실험이 개발될 필요가 있으며 이러한 실험이 개발된 이후 여러 교육을 통해 효과적으로 활용할 수 있도록 지원할 수 있어야 하겠다.

References

- An, Y-L. and Kim, H-J., 2011. Recognition of the Nature of Science by Preservice Science Teachers on the Basis of the Atomic Model. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(4), 539-556. (in Korean)
- Ban, M., 2009, Preconceptions and Misconceptions of Elementary School Students on Volcanoes Shown in Science Writing. Unpublished M. S. thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea. 50 p. (in Korean)
- Cho, H.S. and Nam, J., 2017. Analysis of Trends of Model and Modeling-Related Research in Science Education in Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(4), 539-552. (in Korean)
- Cho, S. and Baek, J., 2015, A Case Study on the Inquiry Guidance Experiences of Pre-Service Science Teachers: Resolving the Dilemmas between Cognition and Practice of Inquiry. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(4), 573-584. (in Korean)
- Choi, Y-Y., 2016, Development of a Digital Textbook on 'Volcanoes and Earthquakes' for 4th Grade Students. Unpublished M. S. thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea. 59 p. (in Korean)
- Gilbert, J., Boulter, C., and Rutherford, M., 1998, Models in Explanations, Part 1; Horses for Courses, *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.
- Gobert, D.J., 2000, A typology of causal models for plate tectonics: Inferential power and barriers to understanding, *International Journal of Science Education*, 22(9), 937-977.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C. L., 1991. Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Jung, J-G., Sung, S-H., Wee, S-M. and Jeong, J-W., 2003, The Effects of Utilizing Concept Map to Promote the Understanding the Concept of Volcano in the Elementary Science Education. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 24(7), 614-624. (in Korean)
- Kang, N-H., 2017. Korean Teachers' Conceptions of Models and Modeling in Science and Science Teaching. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(1), 143-154. (in Korean)
- Kang, N-H, Orgill, M., and Crippen, K., 2008, Understanding Teachers' Conceptions of Classroom Inquiry with a Teaching Scenario Survey Instrument. *Journal of Science Teacher Education*, 19(4), 1573-1847.
- Kang, Y.H., 2013, Qualitative Research on the Cause of Volcanoes and Earthquakes for the Elementary Preservice Teachers. Unpublished M. S. thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea. 78 p. (in Korean)
- Kim, C-J., 2002, Inference Frequently used in Earth Science. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 23, 183-193.
- Kim, H-B., Jeong, J-W. and Ryu, C-R., 2011, Pre-service Earth Science Teachers Understanding about Volcanoes. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 32(7), 871-880. (in Korean)
- Kim, H.J., 2005, The Effects of Instruction Using Volcanic Activity Films to the Scientific Conceptual Change. Unpublished M. S. thesis, Seoul National University of Education, Seoul, Korea. 73 p. (in Korean)
- Kim, M.Y. and Kim, H.B., 2007. A Multidimensional Analysis of Conceptual Change for Blood Circulation in Model-based Instruction. *BIOLOGY EDUCATION*, 35(3), 407-424. (in Korean)
- Kim, M.Y. and Kim, H.B., 2009. Analysis of the Types of Scientific Models in the Life Domain of Science Textbooks. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 29(4), 423-436. (in Korean)
- Lee, G and Kwon, B-D., 2010, Reasoning-Based Inquiry Model Embedded in Earth Science Phenomena. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 31(2), 185-202. (in Korean)
- Lee, M.K., Sim, J., Kim, D.Y., Ku, J.O., Kim, H.J., Choi, B.S., Kim, J.U., Min, K.N., Bea, Y.H., and Kim, Y.G., 2013, A Study on Developing in Core Achievement Standards based on the 2009 National Curriculum Revision of Science for Elementary and Middle School. Korea Institute for Curriculum and Evaluation, CRC 2013-9, 249 p. (in Korean)
- Lee, N.Y., 2007, The Effect of Internet Use as Science

- Teaching Assistance Materials on “Volcanoes and Rocks” in Elementary School. Unpublished M. S. thesis, Seoul National University of Education, Seoul, Korea. 114 p. (in Korean)
- Lee, S-K., Lee, G-H. and Shin, M-K., 2011, Exploring Elementary Teachers’ Epistemological Understandings of School Science Lab Practices. *The Journal of Korean Teacher Education*, 28(2), 21-49. (in Korean)
- Lim, S-M., 2015, An Analysis of Concepts and Inquiry Activities Related to the ‘Earth Science’ Area in the South Korean Elementary School Textbooks to the Current and A Study on the Improvement of Future Textbook. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 34(3), 288-296. (in Korean)
- Lim, S-M. and Kim, S., 2017, Development and Effects Analysis of a Elementary School Scientific Inquiry Learning Module in a View of ESD: Focusing on ‘Volcano and Earthquake’ Unit. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 7(4), 603-613. (in Korean)
- Mao, S., and Chang, C., 1998, Impacts of an Inquiry Teaching Method on Earth Science Students’ Learning Outcomes and Attitudes at the Secondary School Level. *Proceedings of the National Science Council Part D: Mathematics, Science, and Technology Education*, 8(3), 93-101.
- Minister of Education, 1983, Nature 6-1. National Textbook Corporation. 128 p.
- Minister of Education, 1990, Nature 6-1. National Textbook Corporation. 128 p.
- Minister of Education, 1997, Nature 6-1. National Textbook Corporation. 128 p.
- Minister of Education, 2014, Science 4-1. Mirae N Corporation. 156 p.
- Minister of Education, 2015, 2015 Revised Curriculum Science. Seoul: Ministry of Education. 278 p.
- Ministry of Education & Human Resources Development, 2002, Science 5-2. Korea Textbook Corporation. 88 p.
- Ministry of Education, Science and Technology, 2010, Science 4-2. Kumsung Publishing Corporation. 16 p.
- Oh, P.S., 2009, Preservice Elementary Teachers’ Perceptions on Models Used in Science and Science Education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 450-466. (in Korean)
- Oh, P.S., Jon, W.S. and Yoo, J.M., 2007, Analysis of Scientific Models in the Earth Domain of the 10th Grade Science Textbooks. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 31(2), 185-202. (in Korean)
- Park, G-N. and Kim, Y., 2007, Analysis of Difference between Preferences and Practice about Science Teachers’ Inquiry Based Instruction. *Journal of Science Education*, 31(1), 1-10. (in Korean)
- Park, J.H., Kim, J.Y. and Park, Y.R., 2004, Secondary School Science Teachers’ Perceptions of Inquiry Learning. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 25(8), 731-738. (in Korean)
- Park, K-K., 2011, Effects of Lessons with the Explanatory Diagram on the Academic Achievement and Scientific Attitude. Unpublished M. S. thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea. 68 p. (in Korean)
- Park, Y-S., 2010, Secondary Beginning Teachers’ Views of Scientific Inquiry: With the View of Hands-on, Minds-on, and Hearts-on. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 31(7), 789-812.
- Yoon, H-G, Kang, N-H, and Kim, M., 2011, Elementary Teachers’ Conceptions of Science Inquiry Teaching: Cases of South Korea, Singapore and the United States. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 574-588. (in Korean)

Manuscript received: August 27, 2018

Revised manuscript received: October 1, 2018

Manuscript accepted: December 20, 2018