

초등학교 과학교과서에 제시된 탐구활동의 교수전략, 유형, 개념과의 연관성 분석 - 지구과학 영역을 중심으로 -

임성만

Analysis of Teaching Strategies, Types of Inquiry Activities and the Relationship between Inquiry Activities and Concepts Presented in Elementary School Science Textbooks - Focusing on Earth Science -

Lim, Sungman

ABSTRACT

This study was to analysis teaching strategies, types of inquiry activities and the relationship between science concepts and inquiry activities presented in science textbooks. As a result of the study, first, the inquiry-based teaching strategies presented in science textbooks were experiment, simulation, demonstration, and field study. Second, there were 53 inquiry activities presented in 8 units related to the earth science area of science textbooks, and the types of inquiry activities were experimental observation (EO) 18, mock activity (SA) 20, investigation discussion and presentation (IP). It was analyzed as 12, data interpretation (ID) 2, and express (EX) 1 piece. Third, the relationship between inquiry activities and science concepts presented in science textbooks was analyzed. As a result of the analysis, out of a total of 42 inquiry activities, 21 inquiry activities corresponded to EA (explicit activities), in which the result of inquiry activities was directly and explicitly linked to science concepts. And IA (implicit activities), which is an implicit inquiry activity in which science concepts must be inferred using the results of inquiry activities, were analyzed as 21. In particular, IA (implicit activities), which is an implicit inquiry activity, can be said to be the result of reflecting the characteristics of earth science areas where many simulated activities (SA) are used. This is considered to be a matter to be considered in the process of developing various elementary science textbooks in the future.

Key words: inquiry activity, teaching strategy, type of inquiry activities, science concepts, elementary school science textbook, earth science

I. 서 론

최근 교과서는 교육의 목적을 달성하기 위해서 이용되는 자료라기보다는 교과서를 가르치고 배우는 것 자체가 중요한 교육목적이 되고 있다(허숙, 2009). 그만큼 학교 현장에서 교과서가 갖는 역할은 지대하다고 할 수 있다(임성만, 2019). 실제 교과서

는 학년의 수준을 고려함과 동시에 교사가 교과를 가르치는 데 필요한 내용과 자료의 부족을 느끼지 않도록 개발된다(Ball & Feiman-Nemser, 1988; Yager, 1996). 또한 교과서는 국가에서 제시하는 교육과정의 내용을 충실히 반영하고 있으며, 여러 지역에서 사용할 수 있도록 다양한 상황을 고려하여 개발된다(Rillero, 2010).

과학 학습에 있어서도 많은 자료와 교재가 있지만, 교사들은 전통적으로 과학교과서에 의존해 왔다(Roseman *et al.*, 2001; Schwarz *et al.*, 2008). 과학 교과서는 교육과정에서 규정하고 있는 교수 내용과 탐구 기능을 안내하기 위해 과학교육에 사용하는 기본적인 자료이다(Hubisz, 2003; Leite, 1999; Stoffels, 2005). 이와 더불어 과학교과서는 교사의 교수·학습 전략이나 학습의 순서에 영향을 미침으로써 학습자의 이해에도 큰 영향을 미친다(Almendingen *et al.*, 2003; Chiappetta & Fillman, 2007; DiGiuseppe, 2014; Kesidou & Roseman, 2002; Mullis *et al.*, 2012; Stern & Roseman, 2004). 즉, 과학교과서에 대한 교수자인 교사의 의존도가 높으며, 학습자의 이해에 지대한 영향을 미치는 요소이므로 과학교과서의 내용 구성 및 집필은 매우 중요하다고 할 수 있다.

과학교과서는 앞서 서술한 바와 같이 과학 지식, 탐구활동, 과학관련 다양한 실생활 사례 등으로 구성되는데, 이렇게 다루어져야 할 내용의 한계는 국가 교육과정에 명시되어 있다. 다만 교육과정에서는 각 학교급별로 다뤄야 할 과학 지식, 즉 개념들은 ‘화산’, ‘화강암’, ‘현무암’과 같이 명시적으로 서술하고 있으나, 탐구활동에 대해서는 필수 탐구활동 주제만 제시되어 있을 뿐, 탐구활동에서 사용해야 할 구체적인 소재나 과정 등에 대해서는 명시적으로 제시되어 있지 않다. 이렇다보니, 교과서를 집필하는 과정에서 교육과정에 제시된 ‘탐구활동’을 구체화시키기 위해 적절한 소재나 구체적인 탐구 과정을 구성하게 된다.

탐구활동을 통해 학습자들은 지식을 구성하는 과정과 방법을 이해할 수 있고, 과학적 방법으로 우리 주변의 문제를 해결할 수 있으며, 과학적 소양을 신장할 수 있는 기회를 갖게 된다(Chinn & Malhotra, 2002; Hofstein, 2004; Wickman, 2004). 그러므로 교과서의 학습주제 및 개념과 관련된 구체적인 탐구활동을 어떻게 구성하느냐의 문제는 매우 중요하다고 할 수 있다. 특히 학생이 과학 개념을 이해하고 습득할 수 있도록 탐구활동은 전체적으로 과학 개념과의 연관되어 있어야 하며, 과학 개념에 따라 탐구활동의 속성은 달라져야 한다.

한편, 과학에서 지구과학 분야는 다른 분야에 비해 매우 긴 시간과 큰 공간을 다루고 있다. 더불어 지구과학과 관련된 실험들은 실험실 내에서 동일 실험 및 반복 실험이 다른 분야에 비해 불가능한

것이 많으며(임청환과 정진우, 1993), 다루고 있는 개념들이 추상적이고 직접 관측하기 어려운 것이 많다(김범기 등, 1996). 이러한 이유로 명전옥(2001)이 주장한 것처럼 학습자들은 학습 내용을 이해하는데 많은 어려움을 겪고 있으며, 오개념이 많이 나타나는 영역이기도 하다. 이러한 학습 이해의 어려움을 해소하기 위해 다른 영역에 비해 지구과학 분야에서는 개념 이해를 돕고 학습자의 흥미를 유발할 수 있는 탐구활동 구성이 더욱더 중요하다. 이에 본 연구에서는 현재 초등학교 과학교과서에 제시되어 있는 지구과학 분야의 탐구활동이 지구과학 개념과 어떤 연관성을 갖고 있으며, 그 연관성이 학습자의 개념 이해에 도움을 주는지 분석해보고자 한다.

임성만(2015)은 우리나라 역대 초등학교 교과서에서 다루어진 ‘지구과학’ 영역의 중심개념과 탐구활동 분석 및 차기 교과서 개선 방안 모색 연구에서 교육과정에서 다루어지는 지구과학 영역의 중심개념은 교육과정이 거듭되었지만, 거의 변화가 없었다고 보고하였다. 더불어 탐구활동에도 많은 변화가 없었다고 보고하였다. 지구과학에서 다루고 있는 개념이 거의 변하지 않았다는 것은 시대가 변함에 따라 중요하게 다루어지는 개념의 변화는 없다는 것으로 이해할 수 있으나, 다양한 매체가 생겨나고, 실험 준비물의 소재가 발달하고, 다양한 학습 활동이 개발되는 시대에 탐구활동의 변화가 없다는 것은 비판적인 시각에서 분석해 보지 않을 수 없다.

이번 연구는 과학을 모방하고 단순하게 경험하는 것이 과학에 대한 이해를 보장해 주지는 않는다(Sadler *et al.*, 2010; Schwartz *et al.*, 2004)는 관점에서 과학교과서에 제시된 지구과학과 관련된 탐구활동을 분석해 보고자 한다. 과학교과서에 제시된 탐구활동이 과학적인 개념을 이해시키고, 과학적인 탐구 기능을 경험시키기 위해 어떤 교수전략을 사용하고 있으며, 개념과 탐구활동 간의 연관성은 무엇인지 조사·분석해 보고자 한다. 이러한 과정과 결과는 앞으로 시대의 변천에 따라 새로운 교과서 개발 및 교육과정 개발에 시사점을 제공해줄 수 있으리라 생각한다. 이번 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등학교 지구과학 영역에 제시된 탐구활동은 어떠한 탐구 기반 교수전략과 탐구활동 유형

을 사용하고 있는가?

둘째, 초등학교 지구과학 영역에 제시된 탐구활동은 개념과 어떠한 연관성을 가지고 있는가?

II. 연구방법

1. 연구 대상

초등학교 과학교과서(교육부, 2019)는 3, 4, 5, 6학년 각 1, 2학기에 제시된 지구과학 영역의 단원을 대상으로 연구하였다. 구체적인 지구과학 단원은 Table 1과 같다.

초등학교 과학교과서에 제시된 지구과학 관련 단원은 총 8개로, 지질과 관련된 3개 단원, 천문과 관련된 4개 단원, 기상과 관련된 1개 단원이다. 8개 단원과 관련하여 교육과정에 제시된 성취기준과 탐구활동, 그리고 교과서에 제시된 탐구활동을 구체적인 분석 대상으로 하였다. 더불어 구체적으로 과학 개념과 탐구활동의 연관성을 분석하기 위해 현행 과학교과서의 단원 학습 체계 중 학습개념과 탐구활동이 제시되어 있는 ‘과학탐구’ 단계만 연구 대상으로 설정하였다.

2. 자료 분석

최근의 과학교과서는 탐구에 바탕을 두고 학습 내용을 구성하고 조직하고자 노력한다(Stoffels, 2005). 더불어 우리나라의 과학교과서는 다른 나라 교과서에 비해 탐구활동이 강조되어 있으며, 탐구활동이 학습의 대부분을 차지한다고 할 수 있다(임성만, 2018). 이러한 부분에서 이번 연구는 과학교과서에 제시된 탐구활동에 대해 분석하였다. 탐구활동 분

석의 관점은 두 가지였다. 첫 번째 관점은 과학교과서에 제시된 탐구활동이 과학적인 개념을 이해시키고, 과학적인 탐구 기능을 경험시키기 위해 어떤 교수전략을 사용하고 있는지에 대한 분석, 그리고 제시된 탐구활동의 유형을 분석하는 것이었다. 이를 위해 Shamsudin *et al.* (2013)의 연구에서도 밝힌 일반적인 5가지 탐구기반 교수 전략(Table 2)과 정수연과 장정호(2019)가 송신철과 심규철(2018)의 연구를 참조하여 개발한 탐구활동 유형 분석틀을 이용하였다(Table 3).

두 번째 분석 관점은 과학교과서에 제시된 개념과 탐구활동의 연관성을 분석하는 것이었다. 이를 위해 과학교과서 집필 경험이 있는 과학교육전문가 1인과 지구과학교육전문가 1인의 자문을 받아 분석관점을 설정하였다. 과학 개념과 탐구활동의 연관성의 초기 분석관점은 질적 연구방법 중 하나인 귀납적 범주화를 이용하여 분석하였는데, 교과서에 제시된 탐구활동을 반복적으로 훑어보면서 자료를 동일한 위계에 놓는 자료의 수평화를 먼저 실시하였다. 예컨대 과학교과서에 제시된 탐구활동과 과학 개념을 동일한 카드에 제시한 후 ‘퇴적암 관찰하기’와 같이 탐구활동의 결과가 곧 과학 개념인지, 아니면 ‘지층 모형 만들기’ 탐구활동과 같이 탐구활동의 결과를 이용해 과학 개념을 추리해야 하는지에 따라 과학 개념과 탐구활동의 연관성을

Table 2. Strategies of teaching science using an inquiry activity

탐구 기반 교수 전략	설명
Experiment	교실 내에서 이루어지는 조사활동의 핵심 과학적인 개념과 관련된 상황을 잘 관찰하고 개념과 연관시킬 수 있음
Simulation	역할놀이, 게임, 모델 구성 활동 체험학습의 한 형태 교사가 만든 가상의 세계에 들어가 경험하는 형태
Demonstration	구체적인 상황을 만들어 시연하는 활동 증거를 통해 무언가의 존재나 진실성을 증명해내는 활동
Field work	자연 환경에서 수행되는 학술 또는 기타 조사 연구 활동 관찰과 토론이 수반되는 활동
Project work	교사가 제공한 프로젝트에 집중하는 학습 전략 학생들이 집단으로 수행하는 활동 과학 지식을 실제 상황에 적용하게 하는 활동

Table 1. Elementary school earth science unit

학년/학기	단원
3학년	1학기 5. 지구의 모습
	2학기 3. 지표의 변화
4학년	1학기 2. 지층과 화석
	2학기 4. 화산과 지진
5학년	1학기 3. 태양계와 별
	2학기 3. 날씨와 우리 생활
6학년	1학기 2. 지구와 달의 운동
	2학기 2. 계절의 변화

Table 3. Type of inquiry activities (정수연과 장정호, 2019)

탐구활동 유형	설명
실험 관찰 (EO)	실험 과정을 거쳐 결과를 도출해야 되는 탐구 활동 또는 현미경이나 오감을 이용하여 직접 관찰을 하고, 관찰 내용이 활동의 결과가 되는 탐구
모의 활동 (SA)	구하기 어려운 실험 재료를 필요로 하거나, 실제 과정을 구현하기 어려운 경우, 모형을 이용한 활동 및 모의실험이나 역할극 등을 통한 탐구 활동(모형활용 활동)
조사 토의 및 발표 (IP)	과학적인 원리나 지식을 알기 위해 탐구활동 내용 외의 조사 활동을 한 것을 토대로 토의하는 과정을 필요로 하는 탐구
자료 해석 (ID)	표나 그래프 그리고 그림과 같은 주어진 자료를 토대로 해석을 통한 결과를 도출하는 탐구 활동
글쓰기 읽기 (RW)	과학을 소재로 하는 다양한 글을 잘 쓸 수 있도록 기초능력을 배양하는 쓰기 읽기 활동
표현하기 (EX)	학습 내용을 새로운 아이디어에 연결하여 그림이나 만화, 영화, 도표 등으로 표현하는 활동

분류하였다. 이러한 분류 자료를 바탕으로 범주화(Colaizzi, 1978; Huberman & Miles, 1994)하고, 범주화한 자료에 대해 전문가와 협의를 거쳐 체계화하였다. 탐구활동의 결과가 곧 과학 개념인 것은 과학 개념과 직접적이고 명시적으로 연결된다는 의미로 EA (explicit activities)로 코딩하였으며, 반대로 탐구활동의 결과를 이용해 과학 개념을 추리해야 하는 암묵적 탐구활동은 IA (implicit activities)로 코딩하였다.

III. 연구 결과

1. 과학교과서에 제시된 과학 개념과 탐구활동에 사용된 탐구 기반 교수전략 및 탐구활동 유형

탐구는 상황 진단, 문제 공식화, 실험 비평 및 대안 구별, 조사 계획, 추측 연구, 정보 검색, 모델 구성, 증거 및 표현을 사용하여 동료와의 토론 및 일관된 논증을 형성하는 의도적인 과정이다(Linn *et al.*, 2004). 특히 구성주의 학습 이론에 바탕을 둔 과학탐구활동은 여러 형태를 취할 수 있지만, 일반적으로 학생들이 실험과 실제적인 실제 경험을 통해 개념을 배우도록 요구한다(Suarez, 2011). 이러한 관점에서 과학교과서에 제시된 과학 개념과 탐구활동에 사용된 교수 전략과 탐구활동 유형을 분석해 보았다. Table 4와 5는 앞서 논의한 방향에 따라 초등학교 3~6학년 과학교과서에 제시된 개념과 탐구활동을 분석한 것이다.

먼저 과학교과서에 제시된 탐구활동을 알아보기 전에 교육과정에서는 어떻게 제시되어 있는지 확

인할 필요가 있다. Table 4와 5에서 보는 것과 같이 지구과학과 관련된 성취기준은 모두 27개였으며, 필수 탐구활동으로 제시된 것은 모두 23개였다. 지구과학 단원이 모두 8개 단원이기 때문에 성취기준은 평균 약 3.5개 정도이며, 탐구활동은 3개 정도 제시되었다고 할 수 있다. 이러한 결과는 다른 영역인 물리, 화학, 생물에서도 거의 비슷한 수준이다.

교육과정에 제시된 필수 탐구활동이 총 23개인 반면에 과학교과서에 제시된 탐구활동은 모두 53개였다. 53개의 탐구활동은 현행 과학교과서의 단원 체계에서 ‘재미있는 과학’과 STEAM 활동을 다루고 있는 ‘과학과 생활’을 제외한 ‘과학 탐구’에 해당하는 내용만 분석한 결과이다. 이러한 결과는 8개 단원으로 나누어서 보았을 때 단원당 7개 정도의 양이라고 할 수 있다. 특히 Table 5에서 보는 것과 같이 교과서에 제시된 탐구활동을 보면, ‘계절의 변화’ 단원의 탐구활동이 4개로 가장 적었다. 그 이유는 계절의 변화에 구성된 차시가 연차시, 즉 2차시로 구성된 차시들이 많고, 그에 따른 탐구활동의 내용이 많은 것이 이유라고 할 수 있다.

과학교과서에 제시된 탐구 기반 교수전략을 분석해 보면, 먼저 탐구활동 총 53개중 Experiment의 수가 33개로 가장 많았다. 그 다음으로 13개로 Simulation 13개, Demonstration 5개, Field Study 2개 순이었다. 그러나 교사가 제공한 프로젝트에 집중하는 학습 전략, 학생들이 집단으로 수행하는 활동, 과학 지식을 실제 상황에 적용하게 하는 활동을 의미하는 Project Work는 단 1개도 없었다.

과학교과서에 제시된 탐구 기반 교수전략 중 Experiment가 많은 부분을 차지하는 것은 실험 및 관찰, 조사활동이 용이하기 때문이기도 하다. 더불

Table 4. Inquiry teaching strategies and types of inquiry activities presented in science textbooks

학 학 단 년 기 원	차시	교육과정 성취 기준과의 관련성	교육과정에 제시된 탐구활동	실제 교과서에 제시된 탐구활동	탐구 기반 교수전략	탐구활동 유형
1	지구의 표면에서는 어떤 모습을 볼 수 있을까요?	지구 표면의 모습	스마트 기기를 활용하여 다양한 지구 표면의 모습 찾아보기	지구 표면의 모습 표현하기(스마트 기기로 검색)	Experiment	표현하기
	지구의 육지와 바다에는 어떤 특징이 있을까요?	육지와 비교하여 바다의 특징	육지와 바다의 면적 비교하기	육지와 바다의 특징 비교하기 - 육지와 바다의 넓이 비교하기 - 육지의 물맛과 바닷물 맛 이야기하기	Experiment	자료 해석
	지구의 공기는 어떤 역할을 할까요?	지구를 둘러싸고 있는 공기의 역할		공기를 느껴 보고 공기의 역할 알아보기	Experiment	실험 관찰
	지구는 어떤 모양일까요?	지구의 모양		마젤란 탐험대의 세계 일주 체험하기	Experiment	모의 활동
	달은 어떤 모습일까요?	달의 모양과 표면 및 환경 이해	달의 표면 관찰하기	달의 모습 관찰하기(스마트 기기 활용)	Simulation	조사 토의 및 발표
3	지구와 달은 어떻게 다를까요?			지구와 달의 모습 비교하기	Experiment	실험 관찰
	흙은 어떻게 만들어질까요?	흙의 생성 과정		지구와 달 모형 만들기	Experiment	모의 활동
	운동장 흙과 화단 흙은 어떻게 다를까요?	여러 장소의 흙 관찰하여 비교	[필수]장소에 따른 흙의 특징 조사하기	운동장 흙과 화단 흙 비교하기 - 운동장 흙과 화단 흙 관찰하기 - 운동장 흙과 화단 흙의 물 빠짐 비교하기	Experiment	실험 관찰
2	식물이 잘 자라는 흙의 특징 알아보기			식물이 잘 자라는 흙의 특징 알아보기	Experiment	실험 관찰
	흐르는 물은 지표층을 어떻게 변화시킬까요?		흙 언덕을 만들고 물을 흘려보낸 후, 깎이는 곳과 쌓이는 곳 관찰하기	흐르는 물에 의한 지표층의 모습 변화 관찰하기	Experiment	모의 활동
	강 주변의 모습을 알아볼까요?	강과 바닷가 지형의 특징을 흐르는 물과 바닷물의 작용과 관련짓기		강 주변의 모습 알아보기	Experiment	조사 토의 및 발표
	바닷가 주변의 모습을 알아볼까요?			바닷가 지형 분류하기	Experiment	조사 토의 및 발표
4	여러 가지 모양의 지층을 관찰해 볼까요?	여러 가지 지층 관찰		지층 관찰하기	Experiment	실험 관찰
	지층은 어떻게 만들어질까요?	지층의 형성 과정	지층이 쌓이는 순서 실험하기	지층 모형 만들기	Experiment	모의 활동

Table 4. Continued

학 학 단 년 기 원	차시	교육과정 성취 기준과의 관련성	교육과정에 제시된 탐구활동	실제 교과서에 제시된 탐구활동	탐구 기반 교수전략	탐구활동유 형
1 2 층 과 화 석	지층을 이루고 있는 암석을 관찰해 볼까요?	퇴적암을 알갱이의 크기에 따라 구분	퇴적암 관찰하기	퇴적암 관찰하기	Experiment	실험 관찰
	퇴적암은 어떤 과정을 거쳐 만들어질까요?	퇴적암이 만들어지는 과정		퇴적암 모형 만들기	Experiment	모의 활동
	여러 가지 화석을 관찰하고 분류해 볼까요?	화석 관찰	화석을 관찰하고 화석 모형 만들기	여러 가지 화석 관찰하기	Experiment	실험 관찰
	화석은 어떻게 만들어질까요?	화석의 생성 과정 이해		화석 모형 만들기	Experiment	모의 활동
	화석은 어디에 이용될까요?	지구의 과거 생물과 환경 추리		화석을 이용하여 생물의 모습과 환경 알아보기	Demonstration	조사 토의 및 발표
4 4. 화 산 과 지 진	화산이란 무엇일까요?			화산 관찰하기	Experiment	실험 관찰
	화산 활동으로 나오는 물질에는 어떤 것들이 있을까요?	화산활동으로 나오는 여러 가지 물질 설명	화산 활동 모형 만들기	화산 분출 모형실험하기	Experiment	모의 활동
	현무암과 화강암은 어떤 특징이 있을까요?	화성암의 생성 과정을 이해하고 화강암과 현무암의 특징 비교	화강암과 현무암 관찰하기	현무암과 화강암 비교하기	Experiment	실험 관찰
	화산 활동은 우리 생활에 어떤 영향을 줄까요?	화산 활동이 우리 생활에 미치는 영향 발표	화산과 지진 피해 사례 조사하기	화산 활동이 우리 생활에 주는 영향 조사하기	Demonstration	조사 토의 및 발표
	지진이 발생하는 까닭은 무엇일까요?	지진 발생의 원인을 이해		지진 발생 모형 실험하기	Experiment	모의 활동
5 1 3. 태 양 계 와 별	최근 발생한 지진 피해 사례에는 어떤 것이 있을까요?		화산과 지진 피해 사례 조사하기	지진 피해 사례 조사하기	Experiment	조사 토의 및 발표
	지진이 발생하면 어떻게 해야 할까요?	지진이 났을 때 안전하게 대처하는 방법 토의		지진이 발생했을 때 대처 방법 익히기	Simulation	모의 활동
	태양은 우리에게 어떤 영향을 미칠까요?	태양이 지구의 에너지원임을 이해		태양이 생물과 우리 생활에 미치는 영향 찾아보기	Demonstration	조사 토의 및 발표
	태양계에는 어떤 구성원이 있을까요?	태양계를 구성하는 태양과 행성 조사		태양계 행성의 특징 조사하기	Experiment	조사 토의 및 발표
	태양계 행성의 크기를 비교해 볼까요?		태양계 행성들의 상대적 크기와 거리 비교하기	태양계 행성의 크기 비교하기	Experiment	실험 관찰
	태양계 행성은 태양에서 얼마나 떨어져 있을까요?			태양에서 행성까지의 상대적인 거리 비교하기	Experiment	실험 관찰

Table 4. Continued

학 학 단 년 기 원	차시	교육과정 성취 기준과의 관련성	교육과정에 제시된 탐구활동	실제 교과서에 제시된 탐구활동	탐구 기반 교수전략	탐구활 동유형
1	3. 별과 별자리를 찾아볼까요?	별의 의미를 알고 대표적인 별자리 조사		별자리 관측하기	Simulation	실험 관찰
	밤하늘에서 북극성은 어떻게 찾을까요?	북쪽 하늘의 별자리를 이용하여 북극성 찾기	별자리를 이용한 방향 찾아보기	북쪽 밤하늘 별자리를 이용해 북극성 찾아보기	Simulation	모의 활동
	행성과 별은 어떤 점이 다를까요?		밤하늘에서 행성과 별의 관측상의 차이점 찾아보기	행성과 별의 차이점 알아보기	Simulation	조사 토의 및 발표
5	습도는 우리 생활에 어떤 영향을 미칠까요?	습도를 측정하고 습도가 우리 생활에 영향을 주는 사례 조사	건습구 온도계로 습도 측정하기	건습구 온도계로 습도 측정하기	Experiment	실험 관찰
	이슬과 안개는 어떻게 만들어질까요?	이슬, 안개, 구름의 공통점과 차이점을 이해	이슬, 안개 발생 실험하기	이슬과 안개 발생 실험하기	Experiment	모의 활동
	구름, 비, 눈은 어떻게 만들어질까요?	비와 눈이 내리는 과정 설명		구름 발생 실험하기	Experiment	모의 활동
	3. 고기압과 저기압은 무엇일까요?	고기압과 저기압이 무엇인지 이해		공기의 온도에 따른 공기의 무게 비교하기	Experiment	실험 관찰
	2. 지면과 수면의 온도는 하루 동안 어떻게 변할 까요?			모래와 물의 온도 변화 측정하기	Experiment	실험 관찰
생활	바람은 바닷가에서 낮과 밤에 어떻게 불까요?	바람이 부는 이유 설명	바람 발생에 대한 모형 실험하기	바람이 부는 방향 관찰하기	Experiment	모의 활동
6	우리나라의 계절별 날씨는 어떨까요?	계절별 날씨의 특징을 우리나라에 영향을 주는 공기의 성질과 관련짓기		계절별 날씨에 영향을 미치는 공기 덩어리의 성질 조사하기	Demonstration	조사 토의 및 발표
	날씨는 우리 생활에 어떤 영향을 미칠까요?			나만의 날씨 지수 만들기	Experiment	조사 토의 및 발표
	지구의 자전은 무엇일까요?			하루 동안의 지구의 움직임 알아보기	Simulation	모의 활동
	하루 동안 태양과 달의 위치는 어떻게 달라질까요?	하루 동안 태양과 달의 위치가 달라지는 것을 지구의 자전으로 설명	하루 동안 태양과 달의 위치 변화 관찰하기	하루 동안 달의 위치 변화 관측하기	Field Study	실험 관찰
6 1	2. 낮과 밤이 생기는 까닭은 무엇일까요?			낮과 밤이 생기는 까닭 알아보기	Simulation	모의 활동
	지구의 공전은 무엇일까요?			일 년 동안의 지구의 움직임 알아보기	Simulation	모의 활동
	계절에 따라 보이는 별자리가 달라지는 까닭은 무엇일까요?	계절에 따라 별자리가 달라진다는 것을 지구의 공전으로 설명	계절별 대표적인 별자리 찾아보기	계절에 따라 보이는 별자리가 달라지는 까닭 알아보기	Simulation	모의 활동
	여러 날 동안 달의 모양은 어떻게 달라질까요?	달의 모양과 위치가 주기적으로 바뀌는 것을 관찰	여러 날 동안 같은 시간에 보이는 달의 모양과 위치 관찰하기	달의 모양 변화 관찰하기	Field Study	실험 관찰
	여러 날 동안 달의 위치는 어떻게 달라질까요?			여러 날 동안 같은 시각, 같은 장소에서 달의 위치 관측하기	Field Study	실험 관찰

Table 4. Continued

학년	학기	차시	교육과정 성취 기준과의 관련성	교육과정에 제시된 탐구활동	실제 교과서에 제시된 탐구활동	탐구 기반 교수전략	탐구활동 유형
6	2	1	하루 동안 태양 고도, 그림자 길이, 기온은 서로 어떤 관계가 있을까요?	하루 동안 태양의 고도와 그림자의 길이, 기온 측정하기	하루 동안 태양 고도, 그림자 길이, 기온 측정하기	Field Study	조사 토의 및 발표
		2	계절에 따라 태양의 남중 고도와 낮의 길이는 어떻게 달라질까요?	계절에 따른 태양의 남중 고도, 낮과 밤의 길이, 기온 변화를 설명할 수 있다.	계절별 태양의 남중 고도, 낮과 밤의 길, 기온 자료 해석하기	Demonstration	자료 해석
		3	계절에 따라 기온이 달라지는 까닭은 무엇일까요?	계절 변화의 원인은 지구의 자전축이 기울어진 채 공전하기 때문임을 모형실험을 통해 설명할 수 있다.	지구의 자전축이 기울어진 경우와 아닌 경우, 계절별 남중 고도를 비교하는 모형 실험하기	Simulation	모의 활동
		4	계절의 변화가 생기는 까닭은 무엇일까요?	계절이 변화하는 원인 알아보기	Simulation	모의 활동	

Table 5. The frequency of inquiry teaching strategies and types of inquiry activities presented in science textbooks

학년	학기	단원	교육 과정			과학교과서										
			성취 기준수	탐구 활동수	탐구 활동수	탐구 기반 교수전략					탐구활동 유형					
						Ex	Si	De	FS	PW	EO	SA	IP	ID	RW	EX
3	1	5. 지구의 모습	4	3	7	6	1	0	0	0	2	2	1	1	0	1
	2	3. 지표의 변화	3	2	6	6	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0
4	1	2. 지층과 화석	3	3	7	6	0	1	0	0	3	3	1	0	0	0
	2	4. 화산과 지진	4	3	7	5	1	1	0	0	2	3	2	0	0	0
5	1	3. 태양계와 별	3	3	7	3	3	1	0	0	3	1	3	0	0	0
	2	3. 날씨와 우리 생활	4	3	8	7	0	1	0	0	3	3	2	0	0	0
6	1	2. 지구와 달의 운동	3	3	7	0	4	0	3	0	3	4	0	0	0	0
	2	2. 계절의 변화	3	3	4	0	2	1	1	0	0	2	1	1	0	0
합계			27	23	53	33	11	5	4	0	18	20	12	2	0	1

* 탐구 교수전략의 약어는 Ex=experiment, Si=simulation, De=demonstration, FS=field study, PW=project work를 의미함.

** 탐구활동 유형의 약어는 EO=실험관찰, SA=모의 활동, IP=조사 토의 및 발표, ID=자료 해석, RW=글쓰기 읽기, EX=표현하기를 의미함.

어 Simulation 13개의 결과는 지구과학의 특성이 반영된 결과라고 할 수 있다. 지구과학의 특성 상 실제 상황을 모의해서 하는 탐구활동이 많다. 이러한 관점에서 Simulation 탐구 기반 교수 전략이 많이 반영되었다고 할 수 있다. 특히 6학년 1학기의 ‘지구의 달의 운동’단원은 Simulation 탐구 기반 교수 전략이 과학 탐구 7차시 중 6차시에 이용되었다.

이번 연구에서 사용한 탐구 기반 교수전략의 분석 도구를 개발한 Shamsudin *et al.* (2013)은 구체적인 상황을 만들어 시연하는 활동과 증거를 통해 무언가의 존재나 진실성을 증명해내는 활동을 ‘Demonstration’ 탐구 기반 교수전략으로 구분하였다. 이러한 관점에서 ‘화석을 이용하여 생물의 모습과 환경 알아보기’와 같은 활동을 ‘Demonstration’ 교수전략

으로 분류하였다. 이런 관점으로 분석한 결과, 지구 과학 영역의 ‘과학 탐구’ 총 53차시 중 5차시가 이에 해당되었다. 많은 비중은 아니지만, 학생들에게 다양한 교수전략을 사용하는 것은 학생들의 경험을 풍부하게 하고, 탐구를 경험하게 하는 관점에서는 매우 긍정적이라고 할 수 있다. 다만, 과학의 특성상 학생들에게 증거를 통해 존재나 진실성을 증명해내는 활동은 과학의 본성과 관련된 활동으로 경험을 늘려주는 것이 좋다고 생각된다.

탐구 기반 교수전략 중 Field Study는 4차시 밖에 없었다. 지구과학의 영역 중 초등학교에서 다루고 있는 영역은 지질학, 기상학, 천문학으로 모두 Field Study가 가능하고, 강조되어야 할 영역들이다. 특히 지구과학 중 지질 분야는 오랜 시간 동안 변화해 온 것들은 연구대상으로 한다. 그러다보니, 시간적·공간적으로 큰 규모를 가지고 있기 때문에 지질학적 자연현상을 직접 관찰할 수 없다. 이러한 이유로 학생들은 개념 생성에 어려움을 겪게 된다 (Duschl & Smith, 2001; Kusnick, 2002; Wier *et al.*, 2000). 이러한 어려움을 조금이나마 줄여주기 위해서는 실험실 내에서의 학습보다는 자연환경을 이용하는 것이 좋다(서동욱, 2004; 한영욱과 심재윤, 2005; Caliskan, 2011; Ramasundaram *et al.*, 2005). 자연 그대로의 학습 장소에서 이루어지는 학습, 즉 Field Study(야외 학습 또는 현장 학습)는 실험실에서 사용하는 모형보다 직접적인 관찰 경험으로 학습 동기를 유발시킬 수 있으며, 다양하고 자발적인 관찰 활동을 촉진(이창진과 홍석의, 2003)할 수 있기 때문에 더욱더 권장해야 할 교수전략이다. 또 이와 더불어 외국에서는 Field Study는 Project Work와 병행하는 학습형태를 취한다. 그러나 이번 연구 결과를 보면 Project Work 교수전략을 사용한 차시는 없었다.

Project Work는 무엇보다도 학생들의 실제적인 학습을 도우며, 자율적인 환경 속에서 구성주의적 탐구가 가능한 교수전략이다(Thomas, 2000). 이러한 점에서 다양한 탐구기능은 물론 과학적 사고, 다양한 상호작용을 유도하는 교수전략이다. 국가 교육과정 및 국정 교과서를 채택하고 있는 우리나라의 실정에서 보면, Project Work는 매우 어려운 일일 수 있다. 하지만 임성만(2018)의 초등과학 교과서 지질 분야의 지역화 자료 개발의 필요성과 방향 연구에서도 보고한 바와 같이 우리나라 여건 상 지구과학

과 관련된 다양한 사이트가 존재하고, 교사의 교과서 재구성 능력을 고려하더라도 다른 영역보다도 지구과학 영역에서는 Project Work와 Field Study를 연계한 교수전략을 교과서에 적용해보는 것은 긍정적으로 검토해볼 필요가 있다고 여겨진다. 이러한 상황에서도 고무적인 부분은 지구와 달의 운동 단원에서 Field Study 3개가 있다는 것이다. 물론 학생들이 실제 관측활동을 하는 것은 여러 가지 여건상 어려운 일일 수는 있지만, 교과서에서 학생들의 실제적인 탐구활동을 유도하는 것은 매우 긍정적인 일이라 할 수 있다.

탐구는 매우 오랫동안 과학 교수-학습에서 강력하게 지지되었던 학습방법 중 하나이다(Constantinou *et al.*, 2018). 이러한 이유로 우리나라의 과학교과서에서도 탐구를 바탕으로 한 교육활동은 과학적 개념 이해뿐만 아니라, 과학적 탐구 능력, 태도, 기능, 그리고 과학적 소양 등을 함양하는 데 매우 중요한 부분으로 여겨지고 있다(교육부, 2015). 이러한 관점으로 이번 연구에서 과학교과서에 제시된 지구 과학 단원의 탐구활동의 유형을 조사한 결과, 지구 과학 단원에 해당하는 8개 단원의 총 탐구활동 수는 53개에서 실험관찰(EO)에 해당하는 탐구활동은 18개, 모의 활동(SA) 20개, 조사 토의 및 발표(IP) 12개, 자료 해석(ID) 2개, 표현하기(EX) 1개였다(Table 5). 그러나 글쓰기 읽기(RW)에 해당하는 탐구활동은 없는 것으로 분석되었다.

지구과학은 과학 영역의 특성상 실제 모습을 관찰하거나 재현하기가 어려운 활동으로 모형 실험 활동이 많은 부분을 차지한다(김범기 등, 1996). 이러한 특성이 이번 분석에서도 확인할 수 있었다. 실험 과정을 거쳐 결과를 도출해야 되는 탐구 활동 또는 오감을 이용하여 직접 관찰하는 탐구활동의 유형인 실험관찰(EO)이 탐구활동의 기본이라고 할 수 있지만, 이번 지구과학 영역을 대상으로 한 탐구활동 유형에서는 모의 활동(SA)이 20개로 가장 많았다. 모의 활동(SA)은 Table 3에서의 설명(구하기 어려운 실험 재료를 필요로 하거나, 실제 과정을 구현하기 어려운 경우, 모형을 이용한 활동 및 모의실험이나 역할극 등을 통한 탐구 활동)과 같이 모형을 이용한 실험을 포함하는 의미를 지니고 있다. 실험관찰(EO)에 해당하는 탐구활동은 18개로 그 다음이었다. 특히 모의 활동(SA)이 많은 단원은 6학년의 지구와 달의 운동과 계절의 변화 단원, 날

씨와 우리 생활 단원들이었다. 더불어 지질 관련 단원에서도 흙의 생성 과정이나 화석 모형 만들기 와 같은 탐구활동은 모의 활동(SA)으로 이루어지고 있었다. 지질과 관련된 단원인 3학년의 지표의 변화 단원의 ‘강 주변의 모습 알아보기’와 같은 Field Study의 교수 전략을 사용해야 하는 차시에서는 학교 현장의 여건 상 직접 Field Study가 이루어질 수 없어서 대부분 조사 토의 및 발표(IP)의 탐구활동으로 구성되어 있었다. 그래서 세 번째로 많은 13개의 탐구활동이 구성되어 있었다.

자료 해석(ID)에 해당하는 탐구활동은 단 2개뿐이었다. 하나는 육지와 바다의 면적을 비교하는 활동이었으며, 또 다른 하나는 계절별 태양의 남중 고도와 낮의 길이를 비교하는 활동이었다. 이밖에 ‘모래와 물의 온도 변화 측정하기’의 탐구활동이 포함된 차시에서는 탐구활동과 별개로 하루 동안의 육지와 바다의 온도변화 그래프를 제시하여 학생들의 탐구활동 결과와 비교해 보도록 구성한 차시는 있었다. 자료 해석과 관련된 탐구활동이 많지 않은 것은 직접 측정이 가능한 실험관찰(EO) 탐구활동의 구성과 다른 영역에 비해 측정하는 활동이 많지 않은 이유로 생각된다. 그런데 표현하기(EX)는 하나뿐이었으며, 글쓰기 읽기(RW) 탐구활동은 하나도 구성되어 있지 않았다. 다양한 탐구활동을 학생들에게 경험시키는 것은 매우 중요하다. 그럼에도 불구하고 분류된 다양한 탐구활동이 구성되어 있지 않다는 것은 교과서 구성이나 개발 시 점검해 봐야 할 내용으로 생각된다. 특히 과학을 소재로 하는 다양한 글을 잘 쓸 수 있도록 기초능력을 배양하는 쓰기 읽기 활동인 글쓰기 읽기(RW)는 최근 들어 우리나라(교육부, 2015)는 물론 여러 나라의 과학교육과정에서도 강조하고 있다. 글쓰기는 사고력 개발의 중요한 수단으로 학생들은 과학 글쓰기를 통해 학습내용에 대한 이해가 향상되며, 자신의 생각을 명료화하고 정교화할 수 있으며, 개념에 대하여 확실히 이해할 수 있다(Rivard, 1994). 더불어 김순식과 이용섭(2017)의 연구 결과에서도 알 수 있듯이 지구과학 영역과 관련된 과학글쓰기 활동은 학생들의 과학학습 동기뿐만 아니라, 과학적 태도 향상에도 긍정적이라는 것을 알 수 있다. 이러한 점에서 지구과학영역에서도 글쓰기 읽기(RW)와 관련된 탐구활동은 구성되어야 할 것이다.

탐구활동은 학생들이 역동적으로 참여하는 수업

중 하나이다(Anderson, 2002). 과학수업 내에서 이루어지는 탐구활동이 역동적으로 이루어지기 위해서는 탐구활동이 학생들의 인지 발달 단계에 맞는 적절한 활동 및 학생들의 흥미와 요구를 충족시킬 수 있는 다양한 활동이 구성되어야 한다.

2. 과학교과서에 제시된 과학 개념과 탐구활동의 연관성

탐구활동을 바탕으로 하는 학습의 핵심은 교사에 의해 제공되거나, 학생들이 탐구활동을 통해 수집한 데이터를 분석하여 하나 이상의 탐구 질문에 답변하도록 하는 것이다(Bell et al., 2005). 즉, 과학 교과서에 제시된 과학 개념을 습득하기 위해 탐구활동은 학생들에게 제공되는 것이며, 이 탐구활동은 학생들이 습득해야 할 과학 개념과 연관이 있어야 한다. 이러한 관점에서 이번 연구에서는 과학교과서에 제시되어 있는 과학 개념과 탐구활동의 연관성을 분석해 보았다. 이 연관성이라는 것은 사실 학생들에게 과학 개념을 가르치기 위해 타당한 탐구활동을 이용하였는지를 확인하는 것과 맥을 같이 한다고 할 수 있다. 하지만 타당성을 논하기 전에 탐구활동이 과학 개념과 어떠한 연관성을 지니고 있는지를 분석하는 것이 먼저일 것이다. 이러한 점에서 과학교과서에 제시된 과학 개념과 탐구활동의 연관성을 분석하기 위해 탐구활동의 결과가 곧 과학 개념으로 제시되는 것, 즉 탐구활동의 결과가 과학 개념과 직접적으로 연결되는지, 아니면 탐구활동의 결과를 이용해 과학 개념을 추리해야 하는지를 분석했다. 과학교과서에 제시된 과학 개념과 탐구활동의 연관성을 분석결과는 Table 6과 같다.

이번 연구인 과학 개념과 탐구활동의 연관성을 분석하는데 있어서 과학교과서에 제시된 개념은 과학교육과정에 제시된 ‘성취기준’에 명시된 과학 개념만을 분석하였다. 즉, 과학교육과정에 제시되어 있지 않은 과학 개념이나 그와 관련된 탐구활동은 배제하였다. 이 점은 앞으로 개발될 교과서가 과학교육과정에 바탕을 두고 개발되어질 것이라는 점을 고려한 것이다. 이러한 점에서 실제 교과서에 제시된 탐구활동 수와 성취기준과 관련된 탐구활동 수는 차이가 있었다. Table 4에서 볼 수 있듯이 과학교육과정에 제시된 성취기준과 관련 없이 구성된 차시도 많은 것을 확인할 수 있다. 이러한 탐구활동은 이번 연구의 분석대상에서 제외하였다.

Table 6. Relationship between inquiry activities and concepts presented in science textbooks

학년	학기	단원	탐구활동 수	성취기준과 관련된 탐구활동 수	EA (Explicit activities)	IA (Implicit activities)
3	1	5. 지구의 모습	7	5	3	2
	2	3. 지표의 변화	6	5	3	2
4	1	2. 지층과 화석	7	7	3	4
	2	4. 화산과 지진	7	5	3	2
5	1	3. 태양계와 별	7	6	3	3
	2	3. 날씨와 우리 생활	8	6	2	4
6	1	2. 지구와 달의 운동	7	4	3	1
	2	2. 계절의 변화	4	4	1	3
합계			53	42	21	21

이러한 결과로 이번 연구에서는 8개 단원에서 총 42개의 탐구활동이 개념과의 연관성 분석의 대상이 되었다. 42개의 탐구활동 중 탐구활동의 결과가 바로 과학 개념과 직접적이고 명시적으로 연결되는 EA (explicit activities)에 해당되는 탐구활동은 21개였다. 더불어 탐구활동의 결과를 이용해 과학 개념을 추리해야 하는 암묵적 탐구활동인 IA (implicit activities)도 21개였다.

세부적으로 확인해 보면, 지질과 관련된 단원인 지표의 변화 단원에서는 EA 3개, IA 2개였으며, 지층과 화석 단원에서는 EA 3개, IA 4개, 화산과 지진 단원에서는 EA 3개, IA 2개였다. 지표의 변화 단원에서는 탐구 유형 중 모의 활동(SA)에 해당되는 ‘흙이 만들어지는 과정 알아보기’ 탐구활동과 ‘흐르는 물에 의한 지표의 모습 변화 관찰하기’ 탐구활동이 IA로 분석되었다. 지층과 화석 단원에서는 지층, 퇴적암, 화석 만들기 활동과 더불어 ‘화석을 이용하여 생물의 모습과 환경 알아보기’ 탐구활동이 IA로 분석되었다. 화산과 지진 단원에서는 화산 분출 모형 실험과 지진 발생 모형 실험 탐구 활동이 IA로 분석되었다. 지질 단원에서는 지질 단원의 특성이라고 할 수 있는 모형 실험, 즉 모의 활동(SA)이 많은데, 이러한 활동은 탐구를 하고 난 결과를 통해 실제의 모습을 추리해야 하는 활동이므로 IA로 분류되었다.

지구의 모습, 태양계와 별, 지구와 달의 운동, 계절의 변화 단원이 해당하는 천문 관련 단원에서는 과학교육과정의 성취기준에 제시된 과학 개념과 관련된 탐구활동은 총 19개였으며, 그중 EA 10개, IA

9개에 해당했다. 지질 단원들과 유사하게 EA와 IA가 비슷한 비율이었다. 단원별로 확인해 보면, 지구의 모습 단원에서는 EA 3개, IA 2개, 태양계와 별 단원에서는 EA 3개, IA 3개, 지구와 달의 운동 단원에서는 EA 3개, IA 1개, 계절의 변화 단원에서는 EA 1개, IA 3개였다. 지구의 모습 단원에서는 앞서 서술한 것과 같이 ‘마젤란 탐험대의 세계 일주 체험하기’와 ‘공기를 느껴 보고 공기의 역할 알아보기’ 탐구활동이 IA로 코딩되었다. 나머지 천문 단원들은 지질 단원들과 같이 모의 활동(SA)에 해당되는 탐구활동이 IA로 분석되었는데, 특히 천문 단원은 지구의(본)를 활용하여 실제 실험을 대체하기 때문에 탐구활동의 결과를 통해 실제 천체 운동과 운동에 따른 현상을 추리하는 과정을 거칠 수밖에 없다. 천문 단원 중에서도 지구와 달의 운동 단원에서는 IA활동이 1개로 분석되었지만, 교육과정의 성취기준 외에 교과서에 구성된 탐구활동들은 모두 IA에 해당된다고 할 수 있다(예: ‘낮과 밤이 생기는 까닭 알아보기’ 탐구활동, ‘일 년 동안의 지구의 움직임 알아보기’ 탐구활동). 계절의 변화 단원은 교육과정의 성취기준과 관련된 탐구활동 4개 중 1개를 제외하고, 나머지 3개의 활동 모두가 IA에 해당되었다. 계절의 변화 원인을 탐구하는 단원으로 지구의를 이용한 모형 활동 결과를 가지고 추리해보는 활동으로 구성되어 있었기 때문이다.

초등학교에서 유일한 기상 관련 단원인 날씨와 우리 생활 단원에서는 교육과정 성취기준과 관련된 개념을 다루는 탐구활동은 6개였으며, 그중 2개는 EA, 4개는 IA에 해당되었다. IA에 해당하는 4개

의 탐구활동은 모두 이슬과 안개 발생, 구름 발생, 공기의 무게를 측정하는 비교하는 활동, 바람 발생 모형실험으로 모의 활동(SA)이었다.

분석한 결과, 탐구활동의 결과가 바로 과학 개념과 직접적이고 명시적으로 연결되는 EA (explicit activities)에 해당되는 탐구활동들은 주로 탐구 유형 중 실험 관찰(EO)과 조사 토의 및 발표(IP)에 해당되었으며, 탐구활동의 결과를 이용해 과학 개념을 추리해야 하는 암묵적 탐구활동인 IA (implicit activities)은 탐구 유형 중 모의 활동(SA)이 모두 이에 해당되었다. IA (implicit activities)에 해당되는 탐구 활동들은 학생들의 추리를 도와줄 수 있는 학생들 간의 상호작용 활동이 추가되어야 한다. 그럼으로써 학생들은 자신의 의견뿐만 아니라, 다른 사람의 의견을 들으며 추리를 정교화할 수 있다. 그러나 이번 연구를 통해 분석한 교과서에 제시된 IA에 해당하는 탐구활동에는 이어지는 토의나 토론과 같은 학생들 간의 상호작용 활동이 제시되어 있는 것이 드물었다. 다만 초등학생들의 인지 발달 단계를 고려했을 때, 모형실험, 즉 모의 활동과 실제 현상을 연결시키는데 어려움을 겪을 수 있다는 점을 고려할 필요는 있으리라 생각한다. 그러나 한편으로는 탐구활동들은 주로 개별적인 활동보다는 대부분 소그룹으로 진행(Marzano, 2007)된다는 것을 고려해 보면, 암묵적인 탐구활동인 IA에서 모의 활동을 한 후 학생들 간의 상호작용을 통한 실제 현상과의 비교활동이나 추리활동은 매우 중요하리라 생각된다. 학생들은 상호작용을 통해서 자신의 생각을 정교화함으로써 탐구활동 결과를 바탕으로 과학 개념을 추리할 수 있기 때문이다(박종윤 등, 2000). 이러한 관점은 앞으로 과학교과서 개발에 참고해야 할 부분으로 생각된다.

앞서도 서술한 바와 같이 지구과학 영역에서 다루는 개념들은 추상적이며, 직접 관측이 어려운 내용이 많다(김범기 등, 1996). 또 다른 영역에 비해 매우 긴 시간과 큰 공간을 다루고 있다. 이러한 이유로 많은 탐구활동이 교실 내에서 이루어지는 모형실험이 많다. 모형실험을 말 그대로 실제 자연 현상을 모형화한 실험을 진행한 후 그 결과를 바탕으로 실제 자연 현상을 추리하는 것이다. 이러한 추리가 동반되는 탐구활동은 이번 연구에서 IA로 분류하였다. IA는 실제를 얼마나 반영하였는지에 따라 과학 개념과의 연관성이 높거나 낮을 수 있다. 즉 실제와 유사하게 구성된 IA 탐구활동은 개념과의 연관성이 매우 높다고 할 수 있다. 이러한 측면을 예로 든다면, Fig. 1에서 볼 수 있는 ‘흐르는 물에 의한 지표의 모습 변화 관찰하기’와 ‘화산 분출 모형실험하기’와 같은 탐구활동이라고 할 수 있다. ‘흐르는 물에 의한 지표의 모습 변화 관찰하기’ 탐구활동은 실제 탐구활동 중 관찰하는 시간을 짧을 수 있으나, 흐르는 물에 의해 지표가 변화하는 모습이 규모만 작을 뿐이지 실제 현상과 매우 유사하기 때문이다. 더불어 ‘화산 분출 모형실험하기’ 활동도 실제 화산이 분출하기 전과 후의 모습을 실제와 같이 확인할 수 있어 학생들에게 흥미는 물론 과학 개념을 추리하고 생성하는데 많은 도움을 주는 적절한 탐구활동이라고 할 수 있다.

모형실험과 같은 IA 탐구활동은 일종의 비유 활동으로 분류될 수 있다. 과학에서는 비유는 친숙한 소재를 활용하여 과학 개념과 같이 형식적이고 추상적인 개념을 구체적이고 상상 가능한 형태로 시각화해 줄 수 있다(Orgill & Bodner, 2004). 이러한 의미에서 모형실험과 같은 IA 탐구활동을 과학 개념과 관련시켜 적절하게 구성한다면, 학생들의 과



Fig. 1. IA inquiry activities that are similar to reality

학 개념의 습득 및 과학 활동에 대한 흥미를 불러 일으킬 수 있으리라 생각한다. 그러나 반대로 김경순 등(2006)의 연구를 보면, 비유를 통해 학생들이 오개념을 형성할 수 있다는 보고도 있다. 이 연구에서는 형태의 유사성이나 어떤 한 속성만을 강조하는 것과 같이 비유물을 선택할 때 비공유 속성에 대한 설명이 필요함(김경순 등, 2006)을 보고하였다. 즉, 실제 과학 현상과 유사하게 실험을 구성한 탐구 활동들이 실제 과학 현상과 공유되는 부분은 무엇이고, 비공유되는 무엇인가를 학생들이 인지하지 못하면 차칫 학생들이 오개념을 가질 수 있다는 것이다. 다시 말하면, 모형실험과 같은 IA 탐구활동을 구성할 때는 과학 개념과 탐구활동의 연관성을 다각적인 방향에서 고려해야 한다는 것이다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 과학교과서에 제시된 탐구활동이 과학적인 개념을 이해시키고, 과학적인 탐구 기능을 경험시키기 위해 어떤 교수전략을 사용하고 있으며, 탐구활동 유형은 어떠한지, 그리고 교육과정에 제시된 성취기준의 과학 개념과 과학교과서의 탐구활동 간의 연관성을 분석하는 것이었다. 연구 결과, 첫째, 과학교과서에 제시된 탐구 기반 교수전략은 Experiment, Simulation, Demonstration, Field Study였다. 그러나 탐구 기반 교수전략 중 사용하고 있지 않은 것으로 분석되었다. 특히 지구과학 영역이 지질과 천문, 기상 내용으로 이루어진 것을 고려하였을 때, 직접적인 관찰 활동이라고 할 수 있는 Field Study와 Project Work 활동에 대한 소극적인 구성은 아쉬운 점이었다. 앞으로 다양한 박물관, 과학관과 같은 학습 기반 시설이 늘어나고 있는 것을 고려한다면 이러한 활동의 확대가 교과서 개발에 반영되어야 할 것으로 생각된다. 둘째, 과학교과서에 제시된 탐구활동의 유형을 분석해본 결과, 8개 단원의 총 탐구활동 수는 53개였으며, 실험관찰(EO)에 해당하는 탐구활동은 18개, 모의 활동(SA) 20개, 조사토의 및 발표(IP) 12개, 자료 해석(ID) 2개, 표현하기(EX) 1개로 분석되었다. 그러나 글쓰기 읽기(RW)에 해당하는 탐구활동은 없는 것으로 분석되었다. 지구과학영역의 특성인 다루는 개념들이 추상적이며, 직접 관측이 어려운 내용이 많은 점을 고려하였을 때, 모의 활동(SA)이 많은 것은 영역의

특성이 반영되었다고 할 수 있다. 다만 자료 해석(ID)과 표현하기(EX) 탐구활동이 적고, 글쓰기 읽기(RW) 탐구활동이 하나도 없다는 것은 개선되어야 할 것으로 보인다. 초등학교 과학교과서는 개념보다는 활동중심 교과서에 가깝다고 할 수 있다. 즉, 학생들이 다양한 탐구활동을 통해 과학 개념을 생성하고 습득한다는 것이다. 이러한 관점에서 다양한 탐구활동이 개발되고, 과학교과서에 반영되어야 할 것이다. 셋째, 과학교육과정에 제시된 성취기준의 과학 개념과 과학교과서에 제시된 탐구활동과의 연관성을 분석한 결과, 총 42개의 탐구활동 중 탐구활동의 결과가 바로 과학 개념과 직접적이고 명시적으로 연결되는 EA (explicit activities)에 해당되는 탐구활동은 21개, 탐구활동의 결과를 이용해 과학 개념을 추리해야 하는 암묵적 탐구활동인 IA (implicit activities)는 21개로 분석되었다. 특히 암묵적 탐구활동인 IA (implicit activities)는 모의 활동(SA)이 많은 지구과학영역의 특성을 반영된 결과라고 할 수 있다. 암묵적 탐구활동인 IA는 탐구활동 후 학생들이 탐구결과를 이용해 과학 개념을 추리해야 하므로 탐구활동이 과학 개념과 연관성이 높게 구성되어야 할 것이다. 탐구활동 구성 시 과학 개념과 다각적인 방향에서 공유성과 비공유성을 고려하여야 할 것으로 사료된다. 개념과 탐구활동의 연관성은 실제 수업 상황에 따라 달라질 수 있다. 즉, 교사의 수업 방향에 따라 실제 교과서에 제시된 탐구활동이 암묵적으로 제시되었다고 할지라도 교사의 적극적인 개입 및 수업 전개를 통해 명시적인 활동으로 전개될 수 있는 여지는 많다. 그러나 선행 연구들에서도 밝혔듯이 많은 교사들이 과학교과서에 의지해 수업을 전개하는 현실을 고려한다면, 과학교과서에 제시되는 개념과 탐구활동의 연관성이 먼저 고려되어야 할 것으로 생각된다.

이러한 연구결과와 결론을 통해 과학교과서 개발 과정에 다음과 같은 제언을 도출할 수 있다. 즉, 과학교과서를 개발할 때에는 다음과 같은 과정을 고려해 보아야 할 것으로 생각된다. 첫째, 과학교육 과정에서 요구하는 과학 개념에 맞는 탐구 기반 교수전략을 고민하였는가?, 둘째, 학생들의 과학 개념 생성 및 습득을 위한 적절한 탐구활동 유형을 선택하였는가?, 셋째, 과학 개념과 탐구활동의 연관성을 고려하여 탐구활동을 적절하게 구성하였는가? 앞으로 초등학교 현장에도 검정제도가 도입되면서

많은 과학교과서가 개발될 것이다. 이러한 점에서 앞서 논의한 내용은 많은 과학교과서의 질을 어느 정도 담보하기 위한 방안일 수 있을 것이다.

참고문헌

교육부(2015). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제205-74호.
 교육부(2018). 초등학교 3, 4, 5, 6학년 과학교과서. 서울: (주)비상.
 김경순, 신은주, 한재영, 노태희(2006). 비유를 사용한 화학 개념 학습에서 유발되는 대응 오류와 개념 이해도의 관계. *대한화학회지*, 50(6), 486-493.
 김범기, 이항로, 김기정(1996). 천문 개념 취득과 공간 능력과의 상관관계에 관한 연구. *한국초등과학교육학회지*, 24(2), 216-225.
 김순식, 이용섭(2017). ‘계절 변화’에 대한 탐구적 과학글 쓰기 수업이 초등학생들의 과학학습동기 및 과학적 태도에 미치는 영향. *대한지구과학교육학회지*, 10(3), 278-289.
 명전옥(2001). 예비교사들의 지구과학 문제 해결 실패 요인: 달과 행성의 운동을 중심으로. *한국지구과학회지*, 22(5), 339-349.
 박종윤, 남정희, 유희선(2000). 상호작용을 강화한 형성 평가 수업전략이 중학교 과학학습에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 20(3), 468-478.
 서동욱(2004). 야의 지질 학습장의 퇴적암과 지질 구조에 관한 초등학생들의 관찰 및 가설 분석. *한국지구과학회지*, 25(7), 586-594.
 송신철, 심규철(2018). 고등학교 통합과학 교과서에 나타난 탐구활동 유형 분석. *생물교육*, 46(1), 24-38.
 이창진, 홍석의(2003). 고등학교 학생을 위한 가상지질조사 웹 컨텐츠 개발: 제주도 송악산과 지사개를 중심으로. *한국지구과학회지*, 24(3), 172-180.
 임성만(2015). 우리나라 역대 초등학교 교과서에서 다루어진 ‘지구과학’ 영역의 중심개념과 탐구활동 분석 및 차기 교과서 개선 방안 모색. *초등과학교육*, 34(3), 288-296.
 임성만(2018). 우리나라와 싱가포르 초등과학교과서에 제시된 개념 및 탐구활동 요소 비교 분석: 지질 관련 내용을 중심으로. *대한지구과학교육학회지*, 11(1), 38-54.
 임성만(2019). 초등과학 교과서 지질 분야의 지역화 자료 개발의 필요성과 방향: ‘지층과 화석’ 단원을 중심으로. *대한지구과학교육학회지*, 12(3), 184-197.
 임정환, 정진우(1993). 국민학교 자연과 천문분야 내용 분석과 문제점. *한국과학교육학회지*, 13(2), 247-256.
 정수연, 장정호(2019). 2009 개정과 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 고등학교 생명과학II 교과서의 탐구활동 유형 분석. *현장과학교육*, 14(2), 160-174.

한영옥, 샘재운(2005). 초등학교 암석원의 실태분석 및 암석단원 지도를 위한 효과적인 방안 모색. *부산교육대학교 논문집*, 7(1), 59-78.
 허숙(2009). 국가교육과정 정책의 방향과 과제. *교육과정연구*, 27(3), 1-13.
 Almendingen, S. F., Klepaker, T. & Tveita, J. (2003). *Tenke det, ønske det, ville det med, men gjøre det ...?: en evaluering av natur-og miljøfag etter Reform 97* [Thinking, desiring, wanting, but doing? An evaluation of the school subject science and environmental subjects after Reform 97]. Retrieved July 15, 2020, from <https://nordopen.nord.no/nord-xmlui/handle/11250/145676>
 Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
 Ball, D. L. & Feiman-Nemser, S. (1988). Using textbooks and teacher’s guides: A dilemma for beginning teachers and teacher educators. *Curriculum Inquiry*, 18(4), 401-423.
 Bell, R. L., Smetana, L. & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
 Çaliskan, O. (2011). Virtual field trips in education of earth and environment sciences. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 3239-3243.
 Chiappetta, E. & Fillman, D. (2007). Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1847-1868.
 Chinn C. A., & Malhotra B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
 Colaizzi, P. E. (1978). Psychological research as the phenomenologist view it existential phenomenology. New York: Oxford University press.
 Constantinou, C. P. Tsivitanidou, O. E. & Rybska, E. (2018). What Is Inquiry-Based Science Teaching and Learning?. In O. E. Tsivitanidou et al. (Eds), Professional development for inquiry-based science teaching and learning (pp. 1-23). Contributions from Science Education Research 5.
 DiGiuseppe, M. (2014). Representing nature of science in a science textbook: Exploring author-editor - publisher interactions. *International Journal of Science Education*, 36(7), 1061-1082.
 Duschl, R. & Smith, M. (2001). “Earth science”, Brophy, J. (Ed), Subject-specific instructional methods and activities (Advances in Research on Teaching, Vol. 8) (pp. 269-290). Emerald Group Publishing Limited,

- Bingley.
- Hofstein A. & Lunetta V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Huberman, A. M. & Miles, M. (1994). Qualitative data analysis. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Hubisz, J. (2003). Middle-school texts don't make the grade. *Physics Today*, 56(5), 50-54.
- Kesidou, S. & Roseman, J. E. (2002). How well do middle school science programs measure up? Findings from Project 2061s curriculum review. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 522-549.
- Kusnick, J. (2002). Growing pebbles and conceptual prisms—Understanding the sources of student misconceptions about rock formation. *Journal of Geoscience Education*, 50(1), 31-39.
- Leite, L. (1999). Heat and temperature: An analysis of how these concepts are dealt with in textbooks. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 75-88.
- Linn, M. C., Davis, E. A. & Eylon, B. (2004). The scaffolded knowledge integration framework for instruction. In M. C. Linn, E. A. Davis & P. Bell (Eds), *Internet environments for science education* (pp. 47-72). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Marzano, R. (2007). *The art and science of teaching: A comprehensive framework for effective instruction*. Alexandria, VA: The Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P. & Arora, A. (2012). TIMSS 2011 international results in mathematics. International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Orgill, M. K. & Bodner, G. M. (2004). Locks and keys: How analogies are used and perceived in biochemistry classes. Paper presented at the Annual Meeting of the NARST, Vancouver, BC.
- Ramasundaram, V., Grunwald, S., Mageot, A. & Comerford, N. B. (2005). Development of an environmental virtual laboratory. *Computer and Education*, 45(1), 21-34.
- Rillero, P. (2010). The rise and fall of science education: A content analysis of Science in elementary reading textbooks of the 19th century. *School Science and Mathematics Journal*, 110(5), 277-286.
- Rivard, L. P. (1994). A review of writing to learning science: Implication for practice and research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 969-983.
- Roseman, J. E., Kulm, G. & Shuttleworth, S. (2001). Putting textbooks to the test. *ENC Focus*, 8(3), 56-59.
- Sadler, T. D., Burgin, S., McKinney, L. & Ponjuan, L. (2010). Learning Science through Research Apprenticeships: A Critical Review of the Literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 235-256.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Schwarz, C. V., Gunckel, K. L., Smith, E. L., Covitt, B. A., Bae, M., Enfield, M. & Tsurusaki, B. K. (2008). Helping elementary preservice teachers learn to use curriculum materials for effective science teaching. *Science Education*, 92(2), 345-377.
- Shamsudin, N. M., Abdullah, N. & Yaamat, N. (2013). Strategies of teaching science using an inquiry based science education (IBSE) by novice chemistry teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 90, 583-592.
- Stern, L. & Roseman, J. E. (2004). Can middle-school science textbooks help students learn important ideas? Findings from project 2061s curriculum evaluation study: Life science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 538-568.
- Stoffels, N. T. (2005). "There is a worksheet to be followed": A case study of a science teacher's use of learning support texts for practical work. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 9(2), 147-157.
- Suarez, M. L. (2011). *The relationship between inquiry-based science instruction and student achievement*. Doctoral dissertation, University of Southern Mississippi, Mississippi, USA.
- Thomas, W. J. (2000). *A review of research on project based learning*. San Farael, CA: Autodes Foundation.
- Wickman, P. O. (2004). The practical epistemologies of the classroom: A study of laboratory work. *Science Education*, 88(3), 325-344.
- Wier, B., Cain, B. J. & Fredricks, K. (2000). "Living inside the earth", Children's preconceptions about how we addressed them. Paper Presented at the National Conference of the National Science Teachers Association, Orlando, FL.
- Yager, R. E. (1996). *Science/Technology/Society as reform in science education*. Albany, NY: State University of New York Press.