Brain, Digital, & Learning

pISSN : 2384-2474
eISSN : 2586-7490

RESEARCH ARTICLE

Analysis of Inquiry-based Activities in the Various Forces Unit of Middle School Science Textbooks

Ji-Eun Kim[1] · Hyonyong Lee[2] · Ho-Meoyng Choi[2*]
[1]Singi Middle School
[2]Kyungpook National University

중학교 과학교과서 여러 가지 힘 단원의 탐구 활동 분석

김지은[1] · 이효녕[2] · 최호명[2*]
[1]신기중학교 · [2]경북대학교

*Corresponding Author: homyoung@knu.ac.kr

ABSTRACT

The 2015 revised national curriculum aims to promote students' inquiry capability through school education. An integrated understanding of the inquiry-based activities is necessary to strengthen science process skills and practices. The main purpose of this study was to analyze the inquiry-based activities used in the Various Forces Unit of five 1st grade middle school science textbooks in terms of science process skills and science practices. For this purpose, an analytical framework was developed by identifying sub-elements of science process skills and science practices. Based on the analysis framework, we analyzed goals, processes of finding the answer to the question, experimental steps and predicate in questions of the inquiry activity. The results are as follows: 1) Various science process skills and science practices were used in one inquiry activity. 2) Science process skills and science practices used even in the same textbook were different depending on the inquiry-based activities. 3) There was a difference in the ratio of science process skills and science practices for each textbook. In addition, it was found that different science process skills and science practices were used in each textbook, even if the subject of the inquiry activity was the same. Therefore, the results of this study could contribute to provide information on the learning opportunities presented to the students and to anticipate whether they can develop the expected science inquiry abilities.

Key words: Inquiry-based activity, middle school science, science process skill, science practice, textbook analysis

Check for updates

OPEN ACCESS

Brain, Digital, & Learning
2021, Vol. 11, No. 1, 27-48.
https://doi.org/10.31216/BDL.20210003

Received: February 9, 2021
Revised: March 10, 2021
Accepted: March 15, 2021

© 2021. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

국내외 시대적 변화에 대처하고 국가 및 사회적 요구를 반영하기 위해 우리나라 교육과정은 지속적으로 개정되고 있으며, 교육의 방향성도 변화하고 있다. 우리나라의 과학과 교육과정의 경우, 제3차 과학과 교육과정에서부터 과학 탐구 교육을 강조하기 시작했으며 여러 차례 교육과정의 개정에도 과학 탐구 능력을 기르는 목표는 지속적으로 제시되고 있다. 최근 2015 개정 과학과 교육과정에서도 과학 교과에서 학교 교육을 통해 누구나 길러야 할 기본적이고 보편적인 능력으로 과학 탐구 능력을 강조하고 있다(Jeong et al., 2019; Kim & Kang, 2018; MOE, 2015).

학교 현장에서 과학 탐구를 통한 학습은 교수·학습 과정의 탐구 활동을 통해 이루어지며 이를 통해 과학 탐구 능력과 창의성이 향상될 수 있다(Cha & Ryu, 2018; Jo et al., 2020). 또한 과학 탐구에는 과학 탐구 기능이 기초가 되며, 과학 실천과 관련되어 있다. 과학 탐구 기능이란 문제를 해결해 나가는 절차뿐만 아니라 이와 관련된 사고 과정 전체를 의미한다(Hong & Son, 2011). 우리나라 과학과 교육과정에서는 과학과 학습 지도 방법으로 '관찰', '분류', '측정', '예상', '추리'의 기초 과학 탐구 기능 5가지와 '문제 인식', '가설 설정', '변인 통제'. '자료 변환', '자료 해석', '결론 도출', '일반화'의 통합 과학 탐구 기능 7가지를 제시하고 있다. 2015 개정 교육과정은 '의사소통'을 과학과 기초 탐구 기능에 추가하였다(MOE, 2015).

과학 실천은 미국의 차세대과학기준(Next Generation Science Standards, NGSS)에서 탐구를 수행함에 있어 과학 탐구 기능만이 아니라 지식이 필요함을 강조하고 '과학 탐구'의 개념을 더욱 정교화하고 확장시킨 것이다(NRC, 2013). NGSS에서는 '질문하고 문제 규정하기', '모형 개발하고 사용하기', '조사 계획하고 수행하기', '자료 분석하고 해석하기', '수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기', '설명 구성하고 문제 해결 고안하기', '증거에 입각하여 논의하기', '정보를 얻고, 평가하고, 의사소통하기'의 8가지 과학 실천이 각각 독립된 요소임과 동시에 서로 연계된 활동이라 설명하고 있다(Choi & Choi, 2016). 2015 개정 과학 교육과정에서는 이러한 과학 실천을 처음으로 적용하였다. 예를 들어, 단원의 내용 체계를 제시하면서 과학 탐구 기능이 과학 개념과 연결되어 과학과 교수·학습이 수행되어야 함을 제안하고 있다(Kim et al., 2017).

과학 교과 내용에서 탐구 활동에 대한 통합적 이해는 성공적인 교육과정의 실행을 위해 필수적인 전제 조건이 될 수 있다(Park, 2017). 현행 과학 교과서는 교육과정이 제시한 방향, 목표, 내용, 교수·학습 방법, 평가 등이 실질적으로 구현되고 구체화된 산출물이므로(Park et al., 2012) 교과서 내 탐구 활동에 대한 분석이 필요하며 이와 관련한 연구들이 다양하게 수행되고 있다. 과학 교과서 내 탐구 활동에 대한 선행 연구는 탐구 활동에 나타난 과학 탐구 기능, 과학 실천에서 분석한 연구들로 구분할 수 있다. 과학 탐구 기능과 관련된 선행 연구를 교육과정 별로 살펴보면 다음과 같다. 김희령, 여성희(Kim & Yaeu, 2004)는 제7차 교육과정을 토대로 중학교 2학년 과학 교과서의 전체 탐구 활동에서 사용된 과학 탐구 기능의 빈도를 조사하여 물리, 화학, 생물, 지구과학 영역별로 비교하였다. 신나영·윤석태(Shin & Na, 2006)는 제7차 교육과정을 적용한 초, 중, 고 과학 교과서의 지질 영역 전체 탐구 활동에서 사용된 과학 탐구 기능의 빈도를 조사하여 교과서별, 학년별로 비교하였다. 김민희·김영수(Kim & Kim, 2015)는 2007년 개정 교육과정의 초등학교 과학 교과서 탐구 활동에 사용된 과학 탐구 기능의 빈도를 조사하고 학년별로 비교하였다. 2007년 개정 교육과정을 적용한 과학 교과서가 공통적으로 기초 과학 탐구 기능이 통합 과학 탐구 기능보다 많이 제시되었고 학년이 올라감에 따라 통합 탐

구가 많이 제시되었다(Kim & Kim, 2015; Shin & Na, 2006).

과학 실천과 관련된 선행 연구는 2009 개정 과학과 교육과정에서부터 찾아볼 수 있다, 강남화·이은미(Kang & Lee, 2013)는 2009 개정 과학과 교육과정을 적용한 물리 I, II 교과서의 탐구 활동을, 최민지·최애란(Choi & Choi, 2016)은 중학교 과학 교과서 화학 단원에 사용된 탐구 활동을, 전영·최애란(Jeong & Choi, 2016)은 화학 II 교과서의 탐구 활동을 분석하였다. 또한 김미정 등(Kim et al., 2017)은 2015 개정 교육과정 중학교 과학 교과서의 생명과학 단원의 탐구 활동을 분석하였다.

Kang & Lee (2015)와 Choi & Choi (2016), Kim et al. (2017)은 공통적으로 탐구 활동에서 단원별 과학 실천의 비율은 차이가 나지만 '자료 분석하고 해석하기'와 '설명 구성하고 문제해결 고안하기'가 모든 단원에서 가장 높은 비율을 차지하고 있음을 결과로 제시하였다. Jeong & Choi (2016)의 연구에서도 탐구 활동에서 '자료 분석하고 해석하기'가 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

2015 개정 과학과 교육과정에서는 기초 과학 탐구 기능에 의사소통이 포함되었으나, 이를 분석한 연구는 거의 수행되지 않았고 과학 탐구 활동에 대해 과학 실천과 과학 탐구 기능에 대해 내용적으로 분석한 연구의 진행은 미흡하다. 김미정 등(Kim et al., 2017)이 과학 탐구 기능과 과학 실천 측면에서 교차 분석하였으나 두 개의 상호 연관성을 활동 내용보다는 서술어 특성을 중심으로 분석하여 탐구 활동을 구체적으로 분석하는 데 한계가 있다. 그리고 2015 과학과 개정 교육과정에 따른 중학교 1학년 과학 교과서의 여러 가지 힘 단원에 대한 과학 탐구 기능과 과학 실천을 분석한 선행 연구는 찾아볼 수 없었다. 우리나라 교육과정은 전반적인 교육의 방향성은 물론 학교급별 성취기준, 교수 내용, 교수·학습 방법, 평가 등을 제시하므로 학교 교육에 있어서 그 영향력이 크다(Na & Song, 2015). 교육과정에서는 탐구의 중요성을 지속적으로 강조하고 있기 때문에 교육과정의 교육적 의도를 직접적으로 반영하고 있는 교과서에서 탐구 활동을 과학 탐구 기능과 과학 실천 측면에서 분석하는 것은 필요하다. 또한 이에 대한 연구는 교수·학습에서 사용하고 있는 각 교과서가 과학 탐구 기능과 과학 실천을 얼마나 반영하고 있는지 뿐만 아니라 여러 교과서에 사용된 탐구 활동의 방법을 비교하여 활용할 수 있다.

이 연구에서는 2015 개정 중학교 1학년 과학 교과서 5종의 여러 가지 힘 단원에 제시된 탐구 활동을 과학 탐구 기능의 측면과 과학 실천의 측면에서 비교하고 분석하였다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다. 첫째, 과학 교과서별 탐구 활동에서 과학 탐구 기능의 빈도를 분석하고 비교하여 특징을 도출한다. 둘째, 과학 교과서별 탐구 활동에서 과학 실천이 적용되는 빈도를 분석하고 비교하여 특징을 도출한다. 셋째, 과학 교과서에서 필수 탐구 활동에 제시된 탐구 활동의 과학 탐구 기능과 과학 실천의 측면에서 어떤 차이가 있는가를 분석한다.

Materials and Methods

Research Target

2015 개정 교육과정에서는 기존의 교육과정과 다르게 성취기준 진술문을 내용과 기능을 통합하여 기술하면서 탐구 역량 강화에 초점을 두고 있다. 또한 단원별로 '탐구 활동'을 제시함으로써 해당 성취기준을 달성하기 위해 필수적으로 탐구 활동을 수행하여 학생의 탐구 역량을 함양시키고 있다(MOE, 2015).

이 연구에서는 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 중학교 1학년 과학 교과서 중 '여러 가지 힘' 단원의 전체 탐구 활동에 대해 과학 탐구 기능과 과학 실천의 사용 빈도를 비교하고 분석하였다. 2015 개정 과학과 교육과정에서 '여러 가지 힘' 단원은 학생들이 물질 세계에 존재하는 여러 가지 힘 중에서 중력, 탄성력, 마찰력, 부력을 이해하고 이러한 힘의 특징과 힘이 작용하여 나타나는 현상에 대하여 호기심과 흥미를 갖도록 구성되어 있다. 또한 이 단원을 통해 질량과 무게를 구분하여 이해한다. 아울러 일상생활에서 탄성을 이용하는 사례를 조사하여 탄성력의 특징을 이해하며, 마찰력의 크기를 비교하고 부력의 크기를 측정한다(MOE, 2015). 과학 탐구 기능과 과학 실천을 비교 · 분석하기 위해 사용한 중학교 1학년 과학 교과서는 현재 5종(Kim et al, 2018; Kim et al, 2018; Im et al, 2018; Roh et al, 2018; Roh et al, 2018)으로, 각 교과서는 출판사 영문 표기를 Table 1과 같이 나타내었다.

Table 1. Middle school science textbooks based on the 2015 revised national curriculum

Mark	Publisher	Authors (year of publication)
A	Donga	Kim et al. (2018)
B	Mirae-N	Kim et al. (2018)
C	Visang	Im et al. (2018)
D	YBM	Roh et al. (2018)
E	Chunjae	Roh et al. (2018)

Research Process

2015 개정 과학과 교육과정은 성취기준과 탐구 활동 주제를 모두 제시하고 있으며, 교육과정을 적용하여 개발된 5종의 교과서는 교육과정에 제시된 필수 탐구 활동을 포함하고 있다(MOE, 2015). 그러나 교과서 내의 탐구 활동의 목표, 실험 과정 및 물음의 서술어, 물음에 대한 학생들이 서술하는 방법은 서로 차이가 있으며, 이러한 차이로 과학 탐구 기능과 과학 실천이 다르게 적용될 수 있다. 5개의 교과서에 제시되는 탐구 활동은 크게 성취기준과 함께 제시되는 필수 탐구 활동과 그 이외의 탐구 활동으로 구분할 수 있다. 각 교과서에는 필수 탐구 활동 이외에도 학생들이 해당 단원의 성취기준에 도달할 수 있도록 다양한 탐구 활동을 제시하고 있으나 동일한 단원에서도 교과서별로 차이가 있다(Kim & Choi, 2015). 예를 들어 여러 가지 힘 단원에 필수 탐구 활동 외 A 교과서(Kim et al, 2018)에서는 '중력의 방향 찾기', '우주 정거장 무게와 질량 구별하기', '탄성을 이용하는 예를 조사하고 발표하기', '물놀이 공원의 안전 설계사 되기' 등의 탐구 활동이 제시되고 있다. 그러나 B 교과서(Kim et al, 2018)에서는 '병뚜껑으로 컬링 대회를 해보자', '중력과 관련된 최근 발견 조사하기', '마찰력의 크기는 무엇에 따라 달라질까?', '저울은 어떻게 분류할 수 있을까?' 등의 탐구 활동이 제시되어 있다. 따라서 교과서에 제시된 필수 탐구 활동 이외의 탐구 활동에 대한 과학 탐구 기능과 과학 실천에 대한 분석도 요구된다.

이 연구는 크게 4단계를 통해 수행하였다. 1단계에서는 교육과정 및 선행 연구를 분석하였다. 이 과정에서는 이전 교육과정과 비교하여 다른 점을 도출하였으며 분석틀을 구축하기 위한 앞선 선행 연구를 조사하였다.

2단계에서는 분석틀의 초안을 개발하였다. 2015 개정 과학과 교육과정에서 제시한 힘과 운동 영역 내 '여러 가지 힘' 단원의 탐구 활동과 중학교 1학년 과학 교과서 '여러 가지 힘' 단원의 모든 학생 활동에서 탐구 활동의 기준을 정하여 분석하였다. 이러한 분석은 과학 탐구 기능 및 과학 실천과 관련한 선행 연구에서 적용한 기존의 분석틀을 활용하여 초안을 개발하였다. 과학 탐구 기능의 경우 Kang & Lee (2012)의 각 탐구 기능의 정의와 하위요소를 분석틀의 기반으로 하고 2015년 과학과 개정 교육과정에서 추가적으로 제시된 의사소통에 대한 정의와 하위요소가 누락되어 보완하였다. 나머지 과학 탐구 기능에서도 추가할 만한 하위요소를 Kwak (1997), Jeong & Ko (2014), Lee et al. (2017)의 연구에서 도출하였다. 수정 · 보완된 분석틀은 물리, 화학, 생물, 지구과학을 전공한 현장 교사 4인, 교과 내용학 교수 1인, 교과 교육학 교수 1인으로 구성된 전문가 집단과 논의하여 분석틀을 정교화하였다.

과학 실천의 경우 Kang & Lee (2013), Choi & Choi (2016) 등의 연구에서 활용된 차세대과학기준(NGSS)의 8가지 과학 실천의 정의와 6~8학년군의 세부 성취 목표 및 정의를 분석틀의 하위요소로 사용하였다. 3단계에서는 예비 조사 및 분석틀 정교화가 이뤄졌으며 개발된 분석틀로 교과서 탐구 일부를 예비 분석하였다. 분석 과정에서 분석틀의 불명확한 요소를 파악하고 분석의 일관성을 위해 물리, 화학, 생물, 지구과학을 전공한 현장 교사 4인, 교과 내용학 교수 1인, 교과 교육학 교수 1인으로 구성된 전문가들의 자문에 따라 분석틀의 초안을 수정하여 정교화하였다.

마지막 4단계에서는 수정 보완된 분석틀을 준거로 5종 교과서의 탐구 활동을 모두 분석하였고 분석 과정에서 해석의 타당성을 높이기 위해 동일한 전문가들과 여러 차례 논의 및 합의하는 과정을 거쳐 결과를 도출하였다.

Research Tools and Analysis Method

이 연구에서는 개별적인 하나의 탐구 활동에 대해 Table 2와 Table 3에 제시된 분석틀을 적용하여 과학 탐구 기능과 과학 실천 두 측면에서 분석하였다. 또한 분석 과정에서 교과서 탐구 활동의 목표, 실험 과정 및 물음의 서술어, 물음에 대한 학생들이 서술해야 할 내용, 제시된 활동 순서 등을 고려하여 상세하게 분석하였다. 더불어, 제시된 탐구 활동을 통해 외적 요인 없이 주어진 과정에 따라 학생이 학습한다는 가정하에 분석하였다. 연구자의 주관적 판단을 배제하고 연구 분석의 타당성과 일관성을 확보하기 위해 동일한 전문가 6인과 집중적이고 지속적인 협의를 통하여 결과를 도출하였다.

분석틀을 적용하여 구체적으로 분석한 내용의 예시는 다음과 같다. Fig. 1은 A 교과서의 탐구 활동 중 하나를 나타내고 있다. 과학 탐구 기능의 측면으로 분석할 경우, '실험하기 1, 2, 4'에서 용수철 저울을 이용하여 무게를 측정하는 과정은 '관찰(Ob)'의 하위요소인 '정량적 관찰하기'와 '측정(Me)'의 하위요소인 '측정 도구의 눈금 읽기'를 포함하고 있다. '실험하기 4'에서 추와 동일한 질량의 쇠구슬을 컵에 담아 컵이 물에 잠긴 부피만 달리하여 용수철저울이 가리키는 값을 측정하는 과정은 '변인 통제(CV)'의 하위요소인 '하나의 조작 변인만 변화시키기'를 포함하고 있다. 이때, 조작 변인은 물에 잠긴 컵의 부피이다. 목표에서 용수철저울을 사용하여 부력의 크기를 측정하는 것은 '관찰(Ob)'의 하위요소인 '정량적 관찰하기'와 '측정(Me)'의 하위요소인 '측정 도구의 눈금 읽기'가 포함되어 있다.

Table 2. Analytical framework of science process skills (Jeong & Ko, 2014; Kwak., 1997; Lee et al., 2017)

Science process skills	Identifying sub-elements
Observation (Ob)	(1) Observe using the five senses, (2) Operational observation, (3) Observation with changes in time, (4) Finding observational variables for inquiry purposes (5) Qualitative and quantitative observation, (6) Observation in whole or in part, (7) Objectively express observation, (8) Recognizing the limits of observation (9) Observe the given figure and find the difference correctly, (10) Observe the degree of change when given a changing object, figure or even
Classification (Cl)	(1) Find similarities and differences between properties of objects, (2) Using tables, graphs, and pictures for classification, (3) Establish objective criteria for classification, (4) Separate into two or more categories, multilevel classification, (5) Compare, distinguish, distinguish
Measurement (Me)	(1) Know the correct use of various measurement tools, (2) Setting up the experimental tools, (3) Reading the scale of the measuring tool, (4) Using the appropriate unit of measure, (5) Displaying units, (6) Choosing the right measurement tool, (7) Approximate the measured value, (8) Unit conversion, (9) Repeat measurement, (10) Use tools to show quantitative values, (11) Get average
Prediction (Pr)	(1) Based on data from observations and measurements, think about events that have not happened yet, (2) Find trends from observation facts, (3) Interpolate and extrapolate data, (4) Find qualitative and quantitative regularity of data.
Inference (In)	(1) Based on the data obtained from observations and measurements, think about the cause of the incident that has already occurred, (2) Recalling experience similar to observation
Communication (Co)	(1) Presenting their activities in writing, (2) watching science journal with classmates or teachers and confirming what they describe, (3) Use communication methods such as discussions, descriptions, verbal explanations, pictures, diagrams, graphs, posters, writings, or pantomarks, (4) explain to others, talk to others, (5) Planning an announcement, (6) Listen carefully to someone else's announcement
Recognizing the Problems (RP)	(1) Knowing the type of scientific question, (2) Choosing questions that are likely to be solved through inquiry, (3) Create questions about learning situations, (4) Knowing the requirements of a good inquiry problem, (5) Find troubleshooting factors, (6) identify inquiry problems using scientific knowledge, concepts, and laws related to learning situations, (7) State the problem so that independent variables and dependent variables are clearly revealed, (8) Investigate your everyday life before science inquiry
Hypothesizing (Hy)	(1) Recall experiences similar to the problem situation, (2) Creating Experimental Hypotheses, (3) Creating various hypotheses, (4) Describe the relationship between independent and dependent variables,
Controlling Variable (CV)	(1) Knowing related variables, (2) Plan scope and value of variables, (3) Change only one manipulation variable, (4) Identifying and determining operating variables, Control variables, dependent variables, (5) Change control variables while maintaining constant control variables
Converting Data (CD)	(1) Determine title of table or graph considering operation variable and dependent variable, (2) Determining what to include in table rows and columns, (3) Determine the variables and units to be entered in the X and Y axes of the graph, (4) Point the value of the data at the correct position on the graph, (5) Representing units for variables, (6) Know the elements that make up the graph, (7) Scale of the X axis and Y axis considering the maximum value of the variable and the size of the graph, (8) Exclude data that is significantly different from trends in the graph, (9) Graph the statements describing the experimental data (measurements, tables) and the context associated with them
Analyzing Data (AD)	(1) Analyzing data (pictures, pictures, tables, graphs, sentences), (2) Interpreting data (pictures, pictures, tables, (4) Describe the relationship between variables from data (pictures, photographs, tables, graphs, sentences)
Draw experimental Result (DR)	(1) Determine if the results of the experiment support the hypothesis, (2) Inferring the meaning of the relationship between the variables from the table or graph considering the purpose of the experiment
Generalization (Ge)	(1) Identify commonality, tendency, and regularity of given data, (2) Describe other phenomena similar in common, tendency, and regularity, or apply them in real life, (3) Recognizing the limitations of the conclusions drawn, (4) Plan Other research and experiments to generalize the experiment results, (5) Find what you need to modify in your experiment design, (6) Interpret new situations from experimental results

Table 3. Analytical framework of science practices (Choi & Choi, 2016; Kang & Lee, 2013)

Science process skills	Identifying sub-elements
Asking Questions and Defining Problem (I)	(1) Observe using the five senses, (2) Operational observation, (3) Observation with changes in time, (4) Finding observational variables for inquiry purposes (5) Qualitative and quantitative observation, (6) Observation in whole or in part, (7) Objectively express observation, (8) Recognizing the limits of observation (9) Observe the given figure and find the difference correctly, (10) Observe the degree of change when given a changing object, figure or even
Developing and Using Models (II)	(1) Find similarities and differences between properties of objects, (2) Using tables, graphs, and pictures for classification, (3) Establish objective criteria for classification, (4) Separate into two or more categories, multilevel classification, (5) Compare, distinguish, distinguish
Planing and Carrying Out Investigations (III)	(1) Know the correct use of various measurement tools, (2) Setting up the experimental tools, (3) Reading the scale of the measuring tool, (4) Using the appropriate unit of measure, (5) Displaying units, (6) Choosing the right measurement tool, (7) Approximate the measured value, (8) Unit conversion, (9) Repeat measurement, (10) Use tools to show quantitative values, (11) Get average
Analyzing and Interpreting Data (IV)	(1) Based on data from observations and measurements, think about events that have not happened yet, (2) Find trends from observation facts, (3) Interpolate and extrapolate data, (4) Find qualitative and quantitative regularity of data.
Using Mathematics and Computational Thinking (V)	(1) Based on the data obtained from observations and measurements, think about the cause of the incident that has already occurred, (2) Recalling experience similar to observation
Constructing Explanations and Designing Solutions (VI)	(1) Presenting their activities in writing, (2) watching science journal with classmates or teachers and confirming what they describe, (3) Use communication methods such as discussions, descriptions, verbal explanations, pictures, diagrams, graphs, posters, writings, or pantomarks, (4) explain to others, talk to others, (5) Planning an announcement, (6) Listen carefully to someone else's announcement
Engaging in Argument from Evidence (VII)	(1) Knowing the type of scientific question, (2) Choosing questions that are likely to be solved through inquiry, (3) Create questions about learning situations, (4) Knowing the requirements of a good inquiry problem, (5) Find troubleshooting factors, (6) identify inquiry problems using scientific knowledge, concepts, and laws related to learning situations, (7) State the problem so that in dependent variables and dependent variables are clearly revealed, (8) Investigate your everyday life before science inquiry
Obtaining, Evaluating, and Communicating Information (VIII)	(1) Recall experiences similar to the problem situation, (2) Creating Experimental Hypotheses, (4) Describe the relationship between independent and dependent variables, (5) Creating various hypotheses, (6) Designing experiments that can test hypotheses, (7) Prediction of experimental results from hypotheses

또한 '정리하기 1'의 측정값을 기록한 표를 토대로 '정리하기 2'에서 부력의 크기가 다른 까닭을 설명하는 과정은 '추리(In)'의 하위요소인 '관찰, 측정에서 얻어진 자료를 바탕으로 이미 일어난 사건의 까닭, 원인 생각해보기', '결론 도출(DR)'의 하위요소인 '실험 목적을 고려하여 표나 그래프로부터 변인들 사이의 관계가 나타내는 의미 찾아내기', 그리고 '정리하기 3'에서 알루미늄박으로 만든 배가 물에 뜨는 현상은 앞선 실험과는 다른 새로운 상황이며 탐구 활동 내에서 직접적인 실험 수행을 통한 것이 아니라 앞선 과정을 통해 유추할 수 있다. 따라서 '예상(Pr)'의 하위요소인 '관찰, 측정에서 얻어진 자료를 바탕으로 아직 일어나지 않은 사건을 미리 생각해보기'와 '일반화(Ge)'의 하위요소인 '새로운 상황을 실험 결과로부터 해석하기' 등을 포함하고 있다.

정리하면 Fig. 1의 활동을 과학 탐구 기능 측면에서 분석하였을 때, 기초 과학 탐구 기능은 관찰(Ob), 측정(Me), 예상(Pr), 추리(In)가 포함되었으며 통합 과학 탐구 기능은 변인 통제(CV), 결론 도출(DR), 일반화(Ge) 등이 포함되었다. 이처럼 본 연구에서는 과학 탐구 기능을 분석한 선행 연구(Kim & Yaeu, 2004; Shin & Youn, 2006)에서 상세하게 다루지 않은 과학 탐구 기능의 하위 요소에 대한 포함 여부를 판단하여 체계적으로 분석하였다.

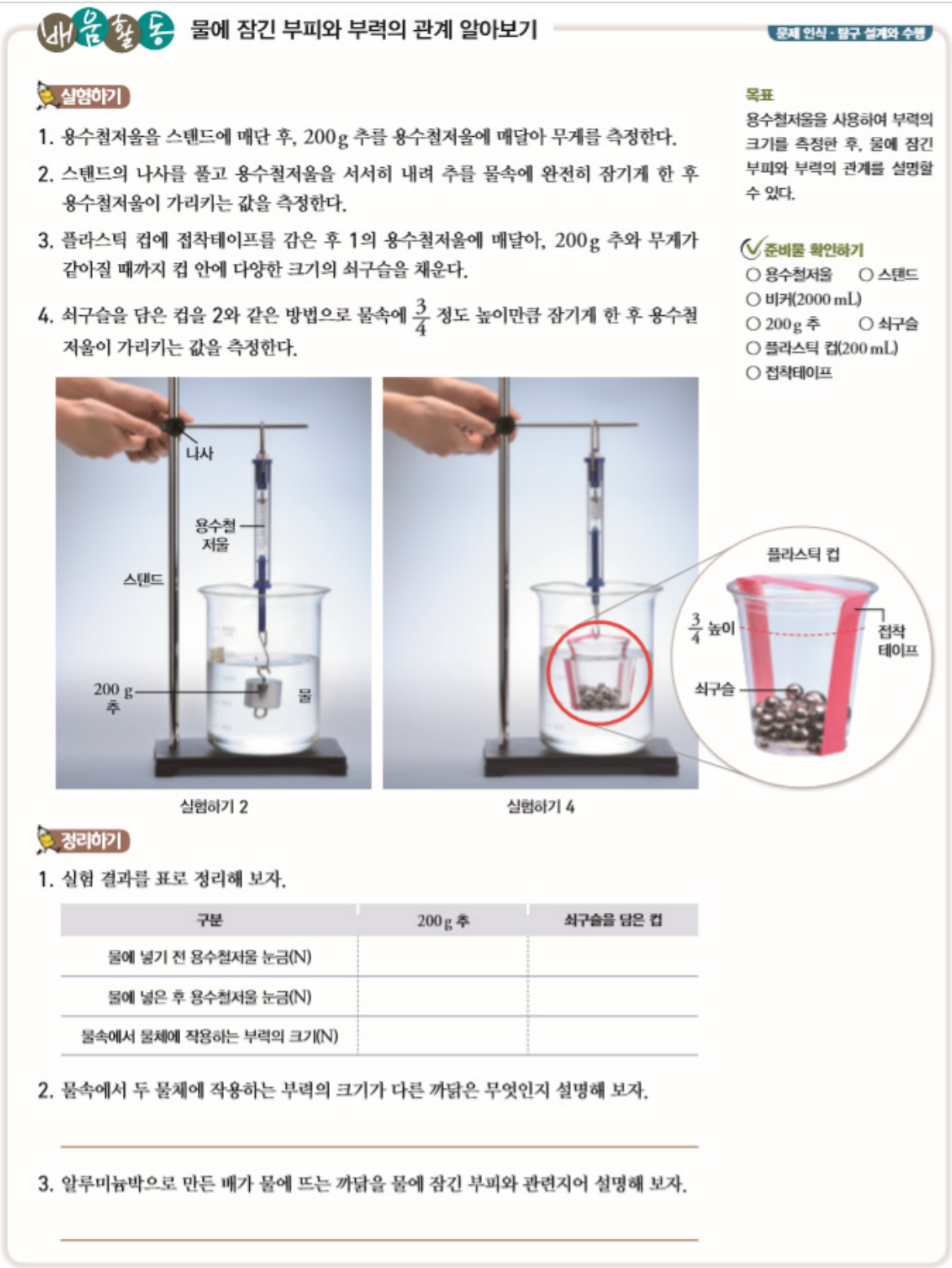

Fig. 1. Example of inquiry-based activity: Learn the relationship between submerged volume and buoyancy (Kim et al., 2018)

이 탐구 활동을 과학 실천의 측면으로 분석할 경우, 과학 실천의 하위요소 중 하나라도 탐구 활동에 제시되어 있으면 과학 실천이 포함되어 있다고 판단하였다. 예를 들어, 질문하고 문제 규정하기(I)의 과학 실천은 '질문하기', '문제 규정하기'의 두 가지 실천을 포함하고 있으나 분석틀에서 '질문하기'나 '문제 규정하기' 실천 중 하나의 관련 하위요소만 탐구 활동이 가지고 있어도 질문하고 문제 규정하기의 과학 실천이 포함되어 있다고 판단하였다.

Fig. 1의 탐구 활동에서는 문제를 정의하거나 질문을 하는 내용이 없으므로 '질문하고 문제 규정하기(I)'의 과학 실천은 포함되지 않았다. 모형(모델)은 과학적 현상을 이해하고 설명하기 위해 물체, 실제, 현상 등을 단순화하여 나타낸 표상으로 정의될 수 있다(Kang, 2017). 모형이 대상물을 그대로 나타낸 것이 아니라 대상물에 대한 해석을 표상화하고 표상의 초점에 따라 대상물의 일부만 표상화하는 것에서 모형과 그 대상물이 구분될 수 있다. Fig. 1에서는 모형을 사용하지 않았으므로 '모형 개발하고 사용하기(II)'의 과학 실천이 포함되지 않았다. 실험하기 단계에서 실험 설계를 직접 하지는 않았지만 실험 과정에서 도구를 활용하여 측정을 통한 데이터 수집과 수집을 위한 조사가 수행된다. 이와 같은 과정에서 '조사 계획하고 수행하기(III)'의 과학 실천이 포함된다.

또한 '정리하기 1, 2'에서는 표에 기록된 것을 데이터로 활용하여 분석하였으며 그를 통해 부력의 크기가 각각 다른 까닭을 설명하도록 하였다. 정리하기 1에서 용수철저울을 물에 넣기 전과 후, 저울의 눈금을 표에 기록하여 부력의 크기를 구하는 과정에서는 Table 3의 '수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기(V)'의 하위요소 중 (1)번이 포함되었고, 정리하기 2에서는 과학 실천 '설명하고 문제해결 고안하기(VI)'의 하위요소 중 (3), (4)가 포함되어 있다고 판단하였다. 정리하기에서 '설명해보자'의 서술어를 사용하고 구두의 논쟁에 참여하였다고 할 수 없더라도 앞서 실험 결과를 증거로 하여 서술하는 활동이므로 '자료 분석하고 해석하기(IV)', '증거에 입각하여 논의하기(VII)'가 포함된다고 판단하였다. 활동에서 제시한 것 외의 정보를 얻기 위한 외적 자료를 활용하거나 평가하는 활동, 의사소통의 활동이 나타나지 않았으므로 '정보를 얻고, 평가하고, 의사소통하기(VIII)'의 과학 실천은 포함되지 않았다. 결론적으로 Fig. 1의 활동을 과학 실천 측면에서 분석하였을 때, '조사 계획하고 수행하기(III)', '자료 분석하고 해석하기(IV)', '수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기(V)', '설명하고 문제 해결 고안하기(VI)', '증거에 입각하여 논의하기(VII)'가 포함되었다.

Fig. 2의 탐구 활동은 D 교과서의 탐구 활동 중 하나이다. Fig. 2의 활동에서 '목표'와 용수철 저울을 사용하여 부력의 크기를 측정하는 '과정 2, 3'은 '관찰(Ob)'의 하위요소인 '정량적 관찰하기'와 '측정(Me)'의 하위요소인 '측정 도구의 눈금 읽기'를 포함하고 있다. 추의 개수를 1개에서 2개로 조작하며 동일한 물의 양이 있는 실린더에 잠기게 하여 용수철 저울의 눈금과 실린더의 눈금을 읽도록 하는 '과정 2, 3, 4'에서는 '변인 통제(CV)'의 하위요소인 '통제 변인은 일정하게 유지하면서 조작 변인 변화시키기', '하나의 조작 변인만 변화시키기'를 포함하고 있다. 이 때, 통제 변인은 실린더에 담긴 물의 양, 실험 도구 등이며 조작 변인은 추의 개수이다. '정리 1'의 측정값을 기록한 표를 토대로 '정리 2, 3'에서 부력의 크기를 구하고 물에 잠긴 추의 부피와 추에 작용하는 부력 사이의 관계를 토의하는 과정에서 '추리(In)'의 하위요소인 '관찰한 사실을 설명하고 해석하는 활동으로 관찰되지 않은 사실 뒤로 숨은 내용에 대해 논리적으로 진술하는 것'이 포함되었다고 판단하였다. 표를 근거로 하여 '정리 3'에서 부피-부력의 관계를 알아보게 하는 과정은 '예상(Pr)'의 하위요소인 '자료의 정성적, 정량적 규칙성 찾기'와 '자료 해석(AD)'의 하위요소인 '자료로부터 변인들 간의 관계 기술하기', '결론 도출(DR)'의 하위요소인 '실험 목적을 고려하여 표나 그래프로부터 변인들 사이의 관계가 나타내는 의미 찾

아내기'가 포함되었다고 판단하였다. '정리 3'에서 물에 잠긴 추의 부피와 추에 작용하는 부력 사이의 관계를 토의하는 것은 '의사소통(Co)'의 하위요소인 '다른 사람에게 설명하기, 이야기하기' 등이 포함되었다고 판단하였다. Fig. 1의 활동과 달리 동일한 주제의 탐구 활동이지만 Fig. 2의 활동에서는 과학 탐구 기능 '일반화(Ge)'는 포함하고 있지 않으나 '정리 3'에서 보듯 '의사소통(Co)'을 포함하고 있다. 정리하면 Fig. 2에서의 기초 과학 탐구 기능은 '관찰(Ob)', '측정(Me)', '예상(Pr)', '추리(In)', '의사소통(Co)'이 제시되었고, 통합 과학 탐구 기능은 '변인 통제(CV)', '자료 해석(AD)', '결론 도출(DR)' 등이 적용되었다

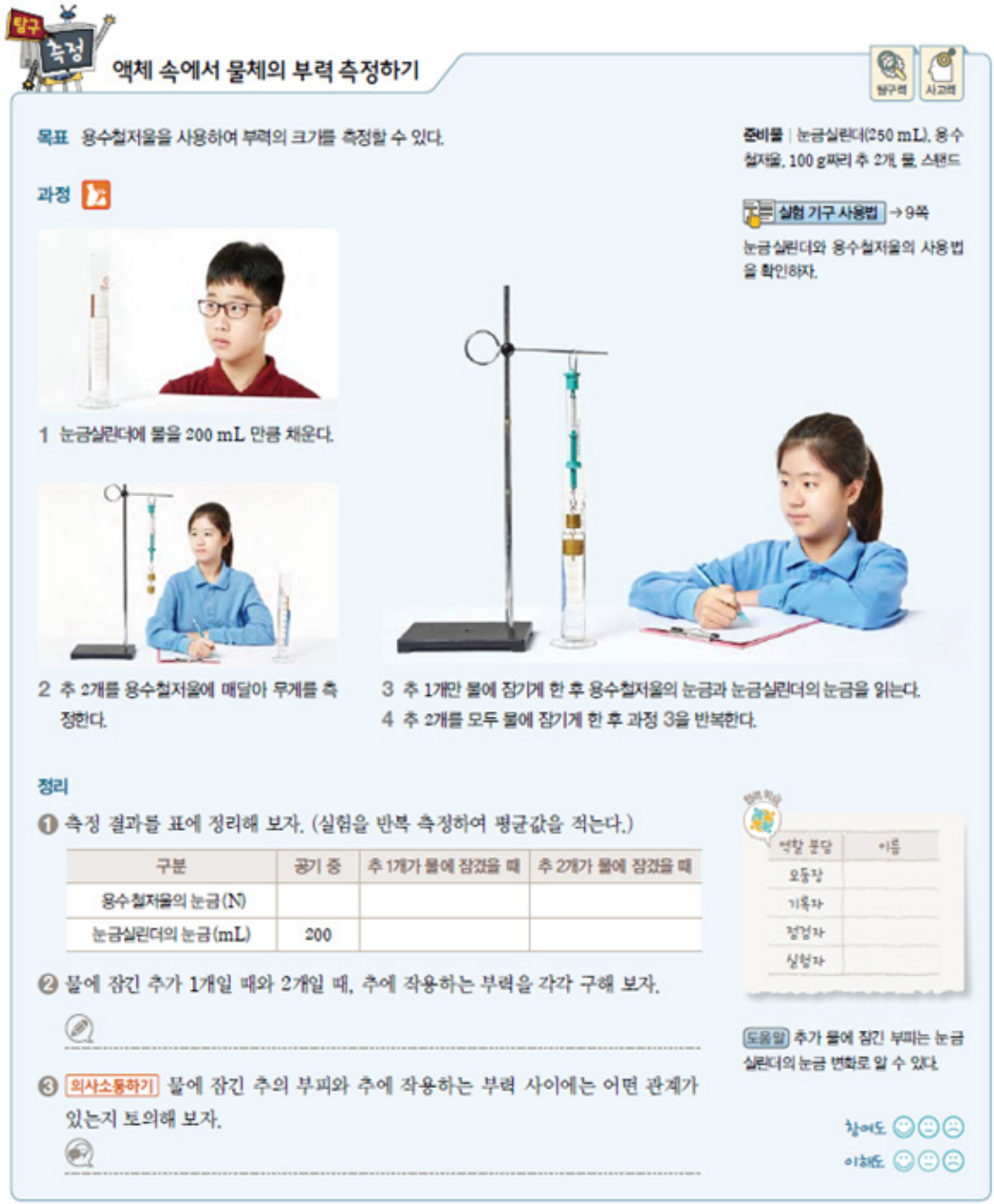

Fig. 2. Example of inquiry-based activity: Measure buoyancy of an object in a liquid(Roh et al., 2018)

Fig. 1과 Fig. 2를 통해 탐구 활동에 사용된 과학 실천을 분석한 결과를 비교해보면 다음과 같다. Fig. 1의 '실험하기'에서는 추와 동일한 질량의 쇠구슬을 컵에 담았고 쇠구슬이 담긴 컵의 무게를 각각 물속에 넣기 전과 후에 용수철저울로 측정하는 과정에서 쇠구슬의 무게를 동일하게 하고 부피를 달리하여 데이터를 수집하므로 '조사 계획하고 수행하기(III)'가 포함되었다고 판단하였다. 또한 '정리하기 1'의 측정값을 표에 채우는 과정에서 단위에 맞는 측정값을 넣고 물에 추를 넣기 전과 후에 저울의 눈금 차이를 기록하므로 '수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기(V)'가 사용되었으며, '정리하기 1, 2'에서 측정치를 표에 정리하며 표를 통해 과학적 개념인 부력의 크기가 다른 까닭을 설명하는 것을 통해 '설명 구성하고 문제 해결 고안하기(VI)', '증거에 입각하여 논의하기(VII)'가 포함하고 있다고 판단하였다. 또한 '정리하기 3'에서도 알루미늄박으로 만든 배가 물에 뜨는 현상을 실험 결과로부터 설명하여야 하므로 '설명 구성하고 문제 해결하기(VI)'를 포함하고 있다고 판단하였다. Fig. 2에서는 탐구 방법은 다르지만 앞선 과정에서 '조사 계획하고 수행하기(III)', '수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기(V)', '설명 구성하고 문제 해결 고안하기(VI)', '증거에 입각하여 논의하기(VII)'가 포함되어 있다고 판단하였다. 특히, Fig. 1의 활동과는 달리 Fig. 2에서는 오른쪽 하단에 나타난 역할 분담을 통해 실험 과정에서 '정보를 얻고, 평가하고, 소통하기(VIII)'가 포함되었다고 분석하였다.

Results

Analysis of Scientific Inquiry Process Skills Included in Inquiry-based Activities by Units and Textbooks

이 연구에서는 과학 탐구 기능틀 Table 2와 과학 실천의 분석틀 Table 3을 토대로 중학교 1학년 과학 5종의 교과서에 포함된 '여러 가지 힘' 단원의 과학 탐구 기능과 과학 실천 빈도를 비교하고 분석하였다. Table 4는 교과서별 탐구 활동의 수 N_a, 탐구 활동에 사용된 기초 과학 탐구 기능(관찰, 분석, 측정, 예상, 추리, 의사소통)과 통합 과학 탐구 기능(문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 분석, 결론 도출, 일반화) 각각의 빈도수 N_b, 그리고 교과서별 전체 탐구 활동의 수에 대한 해당 과학 탐구 기능의 빈도수 $\frac{N_b}{N_a}$를 백분율로 나타낸 것이다. Table 4에서 단원별 탐구 활동의 수는 해당 단원에 포함된 모든 탐구 활동 항목을 나타낸 것으로 A 교과서의 경우 여러 가지 힘 단원에서 총 23개의 탐구 활동 (<생각 열기> 2, <함께 시작하기> 4, <배움 활동> 9, <미리 조사하기> 1, <활동 +> 1, <문제 발견하기> 3, <과학 역량이 자라는 활동> 2, <창의 융합 프로젝트> 1)으로 구성되어 있다. 각 탐구 활동의 항목은 다르지만 B 교과서는 총 17개, C 교과서는 총 15개, D 교과서는 총 17개, E 교과서는 총 14개의 탐구 활동으로 구성되어 있다. 또한 과학 탐구 기능 Table 2의 분석틀에 근거하여 A 교과서를 분석한 결과, 총 23개의 탐구 활동에 사용된 13개 과학 탐구 기능 Table 2의 분석틀에 근거하여 A 교과서를 분석한 결과, 총 23개의 탐구 활동에 사용된 13개 과학 탐구 기능 각각의 빈도수와 해당 과학 탐구 기능이 사용된 23개의 전체 탐구 활동에 대한 백분율은 다음과 같다. '관찰' 14(60.9%), '분류' 4(17.4%), '측정' 4(17.4%), '예상' 13(56.5%), '추리' 18(78.3%), '의사소통' 10(43.5%), '문제 인식' 11(47.8%), '가설 설정' 16(69.6%), '변인 통제' 6(26.1%), '자료 변환' 1(4.3%), '자료 분석' 10(43.5%), '결론 도출' 8(34.8%), '일반화' 9(39.1%)이다. 다른 교과서들도 이와 동일한 방법으로 탐구 활동의 수, 해당 과학 탐구 기능이 사용된 탐구 활동의 수, 전체 탐구활동에 대한 백분율을 분석하였다. Table 4에서 볼 수 있듯이, 서로 다른 교과서는 탐구 활동의 수가 다르며 동일한 교과서에도 탐구 활동에서 과학 탐구 기능이 사용된 빈도의 차이가 나타난다.

Table 4. Analysis of science process skills included in inquiry-based activities by textbooks

Textbook	Number of inquiry activities N_a	Number of science process skills N_b (Percentage of N_b to N_a)												
		Basic science process skills						Integrated science process skills						
		*Ob	Cl	Me	Pr	In	Co	RP	Hy	CV	CD	AD	DR	Ge
A	23	14(60.9)	4(17.4)	4(17.4)	13(56.5)	18(78.3)	10(43.5)	11(47.8)	16(69.6)	6(26.1)	1(4.3)	10(43.5)	8(34.8)	9(39.1)
B	17	14(82.4)	2(11.8)	3(17.6)	8(47.1)	14(82.4)	6(35.3)	3(17.6)	10(58.8)	5(29.4)	1(5.9)	8(47.1)	6(35.3)	12(70.6)
C	15	9(60.0)	2(13.3)	3(20.0)	7(46.7)	10(66.7)	12(80.0)	4(26.7)	10(66.7)	5(33.3)	1(6.7)	3(20.0)	6(40.0)	7(46.7)
D	17	7(41.2)	0(0.0)	4(23.5)	6(35.3)	16(94.1)	8(47.1)	6(35.3)	10(64.3)	7(41.2)	1(5.9)	7(41.2)	6(35.3)	6(35.3)
E	14	7(50.0)	1(7.1)	3(21.4)	5(35.7)	11(78.6)	5(57.1)	8(57.1)	9(64.3)	4(28.6)	1(7.1)	3(21.4)	6(42.9)	5(35.7)
Average	17.2	10.2(58.9)	1.8(9.9)	8.4(20.0)	7.8(44.3)	8.2(48.3)	8.4(36.9)	11(36.9)	11(63.5)	5.4(31.7)	1(6.0)	8.2(34.6)	8.4(37.7)	7.8(45.5)

*Ob: Observation, Cl: Classification, Me: Measurement, Pr: Prediction, In: Inference, Co: Communication, RP: Recognizing the Problem, Hy: Hypothesizing, CV: Controlling Variable, CD: Converting Data, AD: Analyzing Data, DR: Draw experimental Result, Ge: Generalization

Fig. 3과 Fig. 4는 각각 '여러 가지 힘' 단원에 대해 교과서별 탐구 활동에 포함된 기초 과학 탐구 기능(관찰, 분석, 측정, 예상, 추리, 의사소통)과 통합 과학 탐구 기능(문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 분석, 결론 도출, 일반화)의 비율을 그래프로 나타낸 것이다.

Table 4와 Fig. 3과 Fig. 4에서 나타난 것처럼, 동일한 단원이라도 교과서별 탐구 활동에 포함된 각 과학 탐구 기능의 비율에 차이가 존재한다. 통합 과학 탐구 기능은 탐구 활동에서 기초 탐구 기능을 기반으로 사용되므로 기초 과학 탐구 기능과 통합 과학 탐구 기능을 구분하여 분석하였다.

5종 교과서의 탐구 활동의 분석 결과 기초 과학 탐구 기능은 A, B, D, E 교과서에서 추리(In)가 비율이 높게 나타나며 분류(Me)의 비율은 낮다. D 교과서에서 기초 과학 탐구 기능 중 분류(Cl)는 모든 탐구 활동에서 포함되지 않았다. 또한 A 교과서는 기초 과학 탐구 기능 중 분류(Cl)와 측정(Me)이 다른 탐구 기능과 비교할 때 가장 낮은 비율을 나타내었고, C 교과서의 경우 기초 과학 탐구 기능 중 의사소통(Co)이 가장 높은 비율을 나타내었다(Fig. 3).

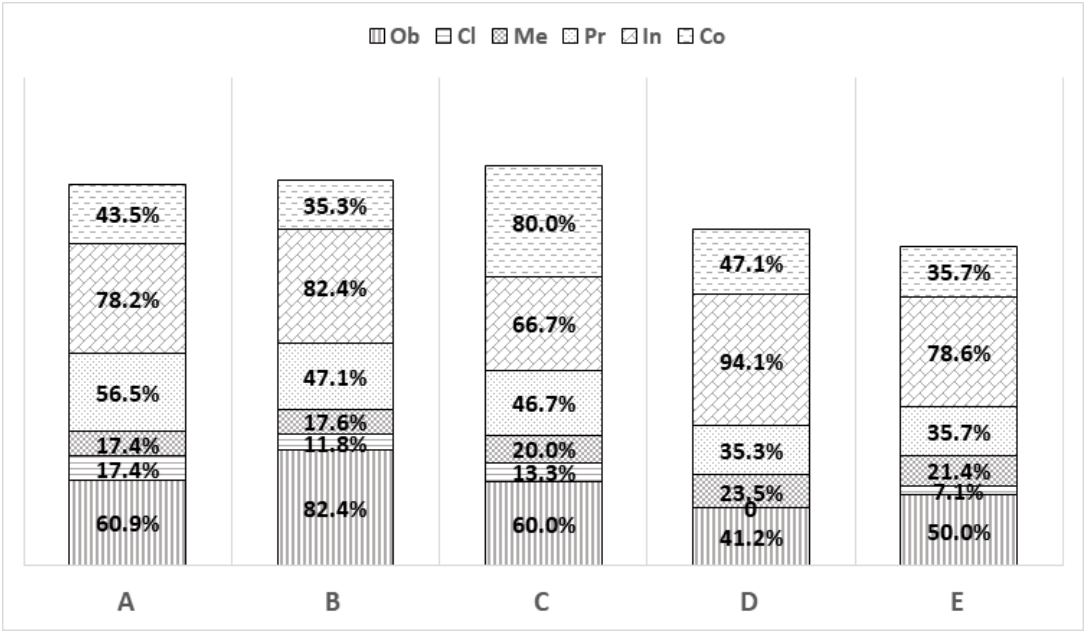

Fig. 3. Comparative analysis of basic science process skills inclusion ratio by textbooks

통합 과학 탐구 기능의 경우 A, C, D, E 교과서에서 가설 설정(Hy)이 가장 비율이 높았고, B 교과서에서만 일반화(Ge)가 가장 높았다. 또한 5종 교과서(A~E) 모두에서 자료 변환(CD)의 비율이 가장 낮음을 나타냈다(Fig. 4)

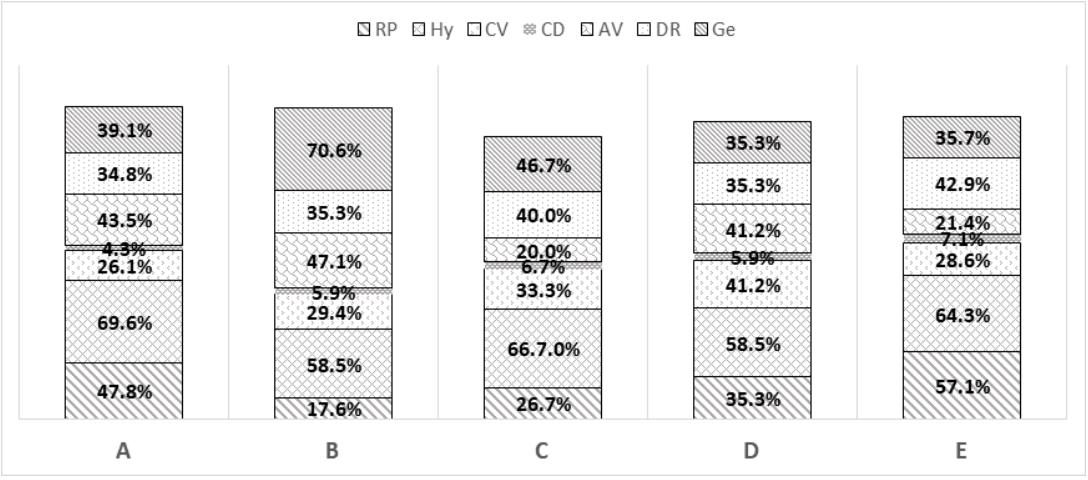

Fig. 4. Comparative analysis of integrated science process skills inclusion ratio by textbooks

5종 교과서(A~E)의 탐구 활동에서는 모두 실제 실험을 수행하기 전과 후에 실생활 예를 활용하여 변인과의 관계를 설명하는 활동에서 다양한 과학 탐구 기능이 사용되었다. 특히 어떤 현상의 원인이나 까닭을 유추하는 과정에서 추리(In) 및 예상(Pr)이 사용되었다. 추리(In)는 현상을 기반으로 관찰되지 않는 것까지를 설명하는 것으로 단순히 경향성을 찾기보다는 탐구 이후에 그 결과에 대한 원인을 과학적 개념과 관련을 짓는 활동에서 주로 사용되었다. 예상(Pr)은 탐구 활동에서 관찰, 자료를 바탕으로 일어나지 않은 일을 미리 생각해보는 활동을 통해서도 사용되기도 하지만 규칙성을 찾거나 그래프를 그리는 과정에서 내삽 및 외삽을 고려하는 경우에도 사용되었다. 한편, 두 개 이상의 여러 가지 예, 사물을 두고 학습자가 과학적 지식이나 경험적 배경을 통해 공통점과 차이점을 찾아내어 기준을 정하고 기준에 따라 예나 사물을 나누는 탐구 활동이 포함되어 있었다. 이러한 탐구 활동에서 분류(Cl)가 사용되며 모든 탐구 활동이 이와 동일한 방식으로 전개되었다. 의사소통(Co)의 경우 협력하는 활동 또는 토의하거나 개별 활동을 이야기하는 방식으로 주로 전개되었다. 그리고 교과서 활동에서 협력을 요구하거나 '토의해보자', '이야기 해보자'로 서술한 경우 의사소통(Co)의 과학 탐구 기능이 강조된 것으로 판단하였다.

문제 인식(RP)의 경우 단순 실험 조작을 하는 탐구 활동에서는 제시되지 않았고, 탐구 전에 배울 과학적 개념에 대한 일상생활의 예를 조사하는 활동 등에서 사용되었다. 가설 설정(Hy)은 모든 교과서에서 직접 '가설'의 개념을 명시하지 않고 탐구 과정 중 현상의 인과적 원인을 생각하여 서술하는 활동에서 사용되었으며, 대부분 '독립 변인과 종속 변인들 사이에서 진술하기'의 하위요소를 사용하였다. 한편, 가설 설정은 경험한 탐구 활동을 통해 새로운 상황에서 문제 해결을 위해 탐구를 설계하는 과정에서 사용되기도 하였다. 자료 변환(CD)은 모든 교과서에서 사용되었으며 탐구 수행 과정에서 실제 측정한 값을 표에서 그래프로 나타내는 경우에서만 사용되었다. 자료 변환(CD)은 표에서 그래프로 변환하지 않더라도 측정값이나 눈으로 관찰되는 경향성만으로 정성적 결과를 알 수 있는 활동이 많아 교과서 내의 많은 탐구 활동에서는 나타나지 않은 것으로 판단된다. Table 5는 교과서별 탐구 활동의 수 N_a, 탐구 활동에 사용된 8가지 과학 실천(질문하고 문제 규

정하기, 모형 개발하고 사용하기, 조사 계획하고 수행하기, 자료 분석하고 해석하기, 수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기, 설명 구성하고 문제 해결 고안하기, 증거에 입각하여 논의하기, 정보를 얻고 평가하고 소통하기) 각각의 빈도수 N_c, 그리고 교과서별 전체 탐구 활동의 수에 대한 해당 과학 실천의 빈도수 $\frac{N_c}{N_a}$를 백분율로 나타낸 것이다. Table 5에서 단원별 탐구 활동의 수는 해당 단원에 포함된 모든 탐구 활동 항목을 나타낸 것으로, Table 4에서와 동일하다.

Table 5. Analysis of science practices included in inquiry-based activities by textbooks

Textbook	Number of inquiry activities N_a	Number of science process skills N_c (Percentage of N_c to N_a)							
		*I	II	III	V	IV	VI	VII	VIII
A	23	1(4.3)	6(26.1)	10(43.5)	7(30.4)	6(26.1)	21(91.3)	9(39.1)	10(43.5)
B	17	0(0.0)	0(0.0)	7(41.2)	5(29.4)	3(17.7)	17(100.0)	6(35.3)	6(35.3)
C	15	0(0.0)	1(6.7)	11(73.3)	3(20.0)	2(13.3)	15(100.0)	7(46.7)	11(73.3)
D	17	0(0.0)	2(11.8)	10(58.8)	4(23.5)	4(23.5)	16(94.1)	8(47.1)	8(47.1)
E	14	1(7.1)	0(0.0)	6(42.9)	4(28.6)	4(28.6)	12(85.7)	5(35.7)	8(57.1)
Average	17.2	0.4(2.3)	1.8(8.9)	8.8(50.8)	5(26.4)	4.2(21.8)	16.2(94.2)	7(39.9)	8.6(46.8)

*I: Asking Questions and Defining Problem, II: Developing and Using Models, III: Planing and Carrying Out Investigations, IV: Analyzing and Interpreting Data, V: Using Mathematics and Computational Thinking, VI: Constructing Explanations and Designing Solutions, VII: Engaging in Argument from Evidence, VIII: Obtaining, Evaluating, and Communicating Information

A 교과서를 분석한 결과 총 23개의 탐구 활동에 사용된 각 과학 실천의 빈도수와 해당 과학 실천이 사용된 23개의 전체 탐구 활동에 대한 백분율은 다음과 같다. '질문하고 문제 규정하기(I)' 1(4.3%), '모형 개발하고 사용하기(II)' 6(26.1%), '조사 계획하고 수행하기(III)' 10(43.5%), '자료 분석하고 해석하기(IV)' 7(30.4%), '수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기(V)' 6(26.1%), '설명 구성하고 문제 해결 고안하기(VI)' 21(91.3%), '증거에 입각하여 논의하기(VII)' 9(39.1%), 그리고 '정보를 얻고, 평가하고, 소통하기(VIII)' 10(43.5%)로 나타났다. 다른 교과서도 이와 동일한 방법으로 탐구 활동의 수, 해당 과학 실천이 사용된 탐구 활동의 수, 전체 탐구 활동에 대한 백분율을 분석하였다.

하고 문제 해결 고안하기(VI)'가 가장 많은 비율을 차지하였다. E 교과서를 제외한 모든 교과서에서 '질문하고 문제 규정하기(I)'가 가장 적은 비율로 나타났다. 특히 B 교과서에서는 '질문하고 문제 규정하기(I)'와 더불어 '모형 개발하고 사용하기(II)'가 모든 탐구 활동에서 포함되지 않았으며, 교과서의 모든 탐구 활동에서도 '모형 개발하고 사용하기(II)'가 사용되지 않았다(Fig. 5)

5종 교과서의 탐구 활동에서 '질문하고 문제 규정하기(I)'는 A, E 교과서에서만 여러 가지 일상적인 개념과 과학적 개념을 구별하는 활동을 통해 사용되었다. 일부 교과서에 포함된 '모형 개발하고 사용하기(II)'는 주로 과학적 원리를 적용한 설계도 및 그림을 그리는 활동에서 사용되었고, '조사 계획하고 수행하기(III)'는 학습자가 조사하기 활동, 실험을 직접 수행하는 활동, 실험을 설계하는 활동에서 주로 사용되었다. 반면에 '자료 분석하고 해석하기(V)', 수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기(IV)', '설명 구성하고 문제 해결 고안하기(VI)', '증거에 입각하여 논의하기(VII)', '정보를 얻고 평가하고 소통하기(VIII)'는 모든 교과서에서 사용되었으며, 과학 실천이 탐구 활동에서 전개된 방식은 다음과 같다. '자료 분석하고 해석하기(V)'는 여러 자료를 활용하여 과학적 정보를 수집하고 자료로부터 유추할 수 있는 내용을 설명하는 활동에서 사용되었다. '수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기(IV)'는 동영상을 이용하거나 가상 실험하는 활동, 간단한 수식이나 수를

사용하는 활동, 단위를 사용하는 활동, 물리적 크기 구하는 활동, 스마트 기기 동영상 촬영 및 편집하는 활동 등에서 사용되었다. '설명 구성하고 문제 해결 고안하기(VI)'는 과학적 지식 및 경험을 활용하여 현상의 원인이나 까닭을 설명하거나 과학적 문제를 해결하는 활동에서 사용되었다. '증거에 입각하여 논의하기(VII)'는 직접 논의하는 활동뿐만 아니라 기술하는 활동이더라도 탐구 활동 내에서 여러 과정 중 학생들이 우선적으로 하게 되는 활동을 근거로 후속 활동을 이어서 하는 경우에도 사용이 되었다. '정보를 얻고 평가하고 소통하기(VIII)'는 역할 분담을 논의해야 하는 활동, 친구나 짝과 이야기 해보기 활동, 발표 자료 만들기 및 전시하기 활동, 토의하기 활동, 타인의 결과물이나 의견을 비교하여 평가하는 활동에서 사용되었다. 어떤 교과서를 선택하느냐에 따라 탐구 활동의 양뿐만 아니라 질적 경험의 수준도 달라진다(Kim et al, 2017). 교과서가 전개하는 활동 방식에 따라서 다른 과학 탐구 기능과 과학 실천이 사용될 수 있다. 교사는 학습 현장에서 사용하는 교과서에서 사용되지 않는 과학 탐구 기능이 있다면 다른 교과서에서 해당 과학 탐구 기능이 사용될 때의 전개 방식을 이해하고 추가적인 다양한 자료를 제시하거나 학생들에게 요구 사항을 덧붙여 학생들이 사용할 수 있도록 할 수 있다. 이처럼 여러 종류의 교과서의 특징을 바탕으로 학습자의 학습 경험을 재구성하는 것도 다양한 탐구 활동 경험을 위해 필요할 것이다(Kim et al., 2017).

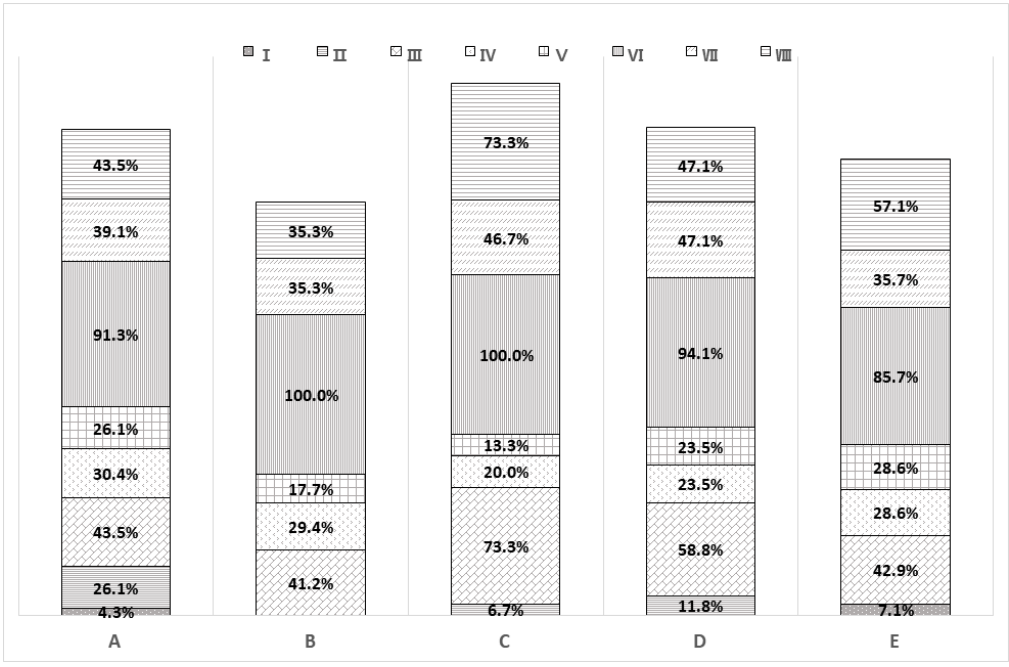

Fig. 5. Comparative analysis of science practices ratio for each text book

또한 탐구 활동의 유형이 단원의 성격에 따라 다르게 나타나고 있는데(Kim & Kang, 2018), 과학적 실천도 동일한 내용의 탐구 활동이라도 교과서 내용 전개의 특징에 따라 다른 목적으로 적용될 수 있다(Kang & Lee, 2013). 학교 현장에서 탐구 활동을 수행할 때 교사들이 내용의 특징이나 탐구 유형에 따라 적절한 과학적 실천을 선별하여 학생들이 다양한 과학 실천을 경험하도록 해야 할 필요가 있다.

Analysis of Scientific Key Competencies Included in Required Inquiry-based Activities

2015년 개정 과학과 교육과정에서는 성취기준과 더불어 단원의 학습을 위해 반드시 실시해야 할 필수 탐구 활동을 Table 6과 같이 제시하고 있다. 교과서별 전체 탐구 활동의 수는 모두 다르지만 모든 교과서에 공통적으로 교육과정 해설서에서 제시하는 여러 가지 힘 단원의 필수 탐구 활동 주제는 '용수철을 이용하여 물체의 무게 측정하기', '빗면의 기울기를 이용하여 물체의 마찰력 비교하기', '액체 속에서 물체의 부력 측정하기'로 3가지이다. Table 4와 Table 5에 제시된 각 교과서별 총 탐구 활동 수에도 필수 탐구 활동 3개가 포함되어 있다.

Table 6. Required inquiry-based activities (MOE,2015)

Unit	Mandatory inquiry activity subject
Ⅱ. Various forces	· Measure the weight of objects using spring · Compare frictional forces of objects using the slope of the inclined plane · Measure buoyancy of an object in a liquid

각 교과서에서 필수 탐구 활동에 해당하는 주제는 다음과 같다. A 교과서에는 '용수철을 이용하여 물체의 무게 측정하기', '빗면의 기울기를 이용하여 마찰력의 크기 비교하기', '물에 잠긴 물체에 작용하는 부력의 크기 측정', B 교과서에는 '물체의 무게는 어떻게 측정할 수 있을까?', '마찰력의 크기는 무엇에 따라 달라질까?', '물속에 있는 물체에 작용하는 부력의 크기는?', C 교과서에는 '용수철을 이용한 무게 측정', '빗면 기울기를 이용한 마찰력의 크기 비교', '부력의 크기 측정', D 교과서에는 탐구 주제 '용수철을 이용하여 물체의 무게 측정하기', '빗면의 기울기를 이용하여 물체의 마찰력 비교하기', '액체 속에서 물체의 부력 측정하기', 그리고 E 교과서에는 탐구 주제 '용수철을 이용하여 물체의 무게 측정하기', '빗면의 기울기를 이용하여 물체의 마찰력 비교하기', '액체 속에서 물체의 부력 측정하기'가 각각 필수 탐구 활동에 해당된다. 비록 동일한 주제에 대한 교과서별 필수 탐구 활동 제목의 편차는 크지 않지만 구체적 실험 방법이나 전개 방식은 차이가 난다.

실제 학교 현장에서는 교과서에 제시된 탐구 활동을 모두 수행하기에는 시간적 한계가 존재하기 때문에, 교사는 수업을 디자인하기에 앞서 교육과정을 숙지해야 하며, 교육과정 분석을 통해 학습자가 수업을 통해 성취기준에 도달할 수 있도록 수업을 구상해야 한다(Kim et al., 2015). 따라서 성취기준과 함께 제시되는 필수 탐구 활동에 포함된 과학 탐구 기능과 과학 실천을 분석함으로써 학습자가 필수 탐구 활동을 통해 어떤 과학 탐구 능력을 습득할 수 있는지 파악하는 것은 중요하다. Table 7와 Table 8은 각각 여러 가지 힘 단원에 대한 교과서별 필수 탐구 활동 주제별로 과학 탐구 기능과 과학 실천을 비교하고 분석한 결과를 나타낸 것이다. 교과서별 필수 탐구 활동을 과학 탐구 기능과 과학 실천 측면에서 비교하고 분석한 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 동일한 주제의 탐구 활동이라도 탐구 활동에 포함된 과학 탐구 기능과 과학 실천이 다르다. 예를 들어 '용수철을 이용하여 무게 측정하기'의 탐구 활동에서 과학 탐구 기능의 측면에서 분석하면, 의사소통(Co)과 가설 설정(Hy)을 제외하고 모든 과학 탐구 기능이 공통적으로 포함된다. 의사소통(Co)은 C, D 교과서를 제외한 교과서에서 관련 탐구 활동에 포함되는데 다른 교과서와 다르게 C, D 교과서에서는 실험 과정이나 정리에서 토의, 역할 분담, 협력을 직접적으로 의도하는 내용이 없었다. 또한 A~E 교과서 중 A, C 교과서에서만 가설 설정(Hy)이 사용되지 않았다. A, C 교과서에서는 무게에 따라 용수철이 늘어난 길이를 측정하고 그래프를 그리는 활동만 수행할 뿐 무게와 용수철이 늘어난 길이와 관련된 변인과의 관계를 서술하도록 하는 가설 설정과 관련된 활동은 생략되어 있었다.

Table 7. Comparative analysis of required inquiry-based activities about science process skills inclusion

Necessary inquiry activities subject		Textbook				
		A	B	C	D	E
Measure the weight of objects using spring	(Basic science process skills)	Ob	Ob	Ob	Ob	Ob
		Me	Me	Me	Me	Me
		Pr	Pr	Pr	Pr	Pr
		In	In	In	In	In
		Co	Co	Co		Co
	(Integrate science process skills)		Hy		Hy	Hy
		CV	CV	CV	CV	CV
		CD	CD	CD	CD	CD
		AD	AD	AD	AD	AD
		DR	DR	DR	DR	DR
		Ge	Ge	Ge	Ge	Ge
Compare frictional forces of objects using the slope of the inclined plan	(Basic Science process skills)	Ob	Ob	Ob	Ob	Ob
		Cl				
		Me	Me	Me	Me	Me
		Pr	Pr	Pr	Pr	Pr
		In	In	In	In	In
		Co	Co	Co	Co	Co
	(Integratedscience process skills)	Hy	Hy	Hy		
		CV	CV	CV	CV	CV
		AD	AD			AD
		DR	DR	DR	DR	DR
			Ge	Ge		
Measure buoyancy of an object in a liquid	(Basic science process skills)	Ob	Ob	Ob	Ob	Ob
		Me	Me	Me	Me	Me
		Pr	Pr	Pr	Pr	Pr
		In	In	In	In	In
				Co	Co	
	(Integratedscience process skills)	Hy	Hy	Hy	Hy	Hy
		CV	CV	CV	CV	CV
		AD	AD	AD	AD	AD
		DR	DR	DR	DR	DR
		Ge	Ge			

한편, 과학적 실천 측면에서 '액체 속에서 물체의 부력 측정하기'의 탐구 활동에서 '정보를 얻고 평가하고 소통하기(VIII)'는 C, D 교과서를 제외하고 다른 3개의 교과서에는 직접 제시되어 있었다. '정보를 얻고 평가하고 소통하기(VIII)'는 교과서 외에서 정보를 얻거나 다른 정보 간의 비교를 통해 평가하거나 타인과 의사소통하는 활동에서 주로 이루어진다.

이처럼 같은 주제의 탐구 활동에 대해 모든 교과서에서 공통적으로 사용되는 과학 탐구 기능과 과학 실천을 적용하고 있으나, 교과서마다 탐구 활동의 적용과 정리하는 방법이 다르므로 교과서별 과학 탐구 기능과 과학 실천에 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 8. Comparative analysis of required inquiry-based activities about science practices inclusion

Necessary inquiry activities subject	Textbook				
	A	B	C	D	E
Measure the weight of objects using spring	III	III	III	III	III
	IV	IV	IV	IV	IV
	V	V	V	V	V
	VI	VI	VI	VI	VI
	VII	VII	VII	VII	
	VIII	VIII		VIII	
Compare frictional forces of objects using the slope of the inclined plan	III	III	III	III	III
	IV	IV			IV
	V	V		V	V
	VI	VI	VI	VI	VI
	VII	VII	VII		
	VIII	VIII			VIII
Measure buoyancy of an object in a liquid	III	III	III	III	III
	IV	IV	IV	IV	IV
	V	V	V	V	V
	VI	VI	VI	VI	VI
	VII	VII	VII	VII	
		VIII	VIII	VIII	

둘째, 동일한 교과서 내에서도 탐구 활동에 따라 다른 과학 탐구 기능과 과학 실천이 사용된다. 예를 들어 C 교과서에서 3개의 필수 탐구 활동을 분석한 결과를 정리하면 다음과 같다. 과학 탐구 기능의 측면에서 먼저 '용수철을 이용한 무게 측정하기' 탐구 활동에서만 추의 무게에 따른 용수철 길이가 늘어남을 그래프로 그렸으나 관계를 직접적으로 서술하는 내용이 없어 '가설 설정(Hy)'이 포함되지 않았다. 또한 이 필수 탐구 활동에서만 표에 측정값을 나타내고 두 변인 간의 관계를 그래프로 변환하는 형식의 '자료 변환(CD)'이 포함되었다. '빗면의 기울기를 이용하여 물체의 마찰력 비교하기' 탐구 활동에서는 실험 수행과정에서 정량적인 변인의 변화에 따른 값을 기록하지 않았고, 단순히 빗면의 기울기를 크게 하면서 미끄러지기 시작하는 기울기를 관찰, 비교하도록 하였다. 이에 따라 정성적 결론만 서술하도록 하여 자료를 기반으로 해석하는 '자료 해석(AD)'의 기능은 C 교과서의 다른 두 필수 탐구 활동과 달리 '빗면의 기울기를 이용하여 물체의 마찰력 비교하기'에서 사용되지 않았다. '액체 속에서 물체의 부력 측정하기' 탐구 활동에서는 관련 탐구 수행 및 수행 결과 정리 외 일상생활의 적용이나 추가 실험을 더 하도록 하는 등의 활동이 제시되지 않아 다른 두 필수 탐구 활동과 다르게 '일반화(Ge)'가 포함되지 않았다.

과학 실천의 측면에서 C 교과서의 세 필수 탐구 활동은 '질문하고 문제 규정하기(I)'와 '모형 개발하고 사용하기(II)'는 포함하지 않고 '조사 계획하고 수행하기(III)', '설명 구성하고 문제 해결 고안하기(VI)', '증거에 입각하여 논의하기(VII)'는 모두 포함하였다. '자료 분석하고 해석하기(IV)'와 '수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기(V)'는 '빗면의 기울기를 이용하여 물체의 마찰력 비교하기' 탐구 활동에서만 관찰에 의존하여 정성적 결과를 나타내었으므로 데이터를 정량적이고 체계적으로 수집하지 않아 포함되지 않았다.

셋째, 모든 교과서의 필수 탐구 활동에서 공통적으로 사용되거나 되지 않은 과학 탐구 기능과 과학 실천이 있다. 모든 교과서의 필수 탐구 활동에서 과학 탐구 기능 중 '문제 인식(RP)'이 포함되지 않았다. 이는 필수 탐구 과정에서 학생이 문제 인식에 대한 단계를 거치지 않고 바로 관찰, 예상, 변인 통제, 측정 등을 통해 실험을 수행하고 결과, 결론을 도출하도록 하였기 때문이다. 이와 같은 결과는 '문제 인식'과 관련된 탐구 과정이 잘 다루어지지 않는다는 선행 연구(Shin & Youn, 2006; Yeau & Kim, 2004) 분석 내용과 일치한다. 이처럼 A~E 교과서의 필수 탐구 활동에서는 '문제 인식(RP)'을 찾아볼 수 없었지만, 실험 전 사전 탐구 활동에서 문제 인식을 포함하는 사례가 있었다. 예를 들어, 과학적 개념과 관련한 일상생활의 예를 조사하는 활동, 과학적 개념과 관련한 의문을 직접 서술하는 활동, 학습 계획을 세우기 활동 등에서 문제 인식(RP)이 사용되었다. 또한 모든 교과서의 필수 탐구 활동에서 공통적으로 '예상(Pr)'과 '추리(In)'는 각각 '결론 도출(DR)'이 사용될 때 규칙성을 찾는 과정과 결과의 원인을 찾는 과정에서 사용되었다. '예상(Pr)'의 경우 그래프를 그리는 과정에서 내삽 및 외삽을 적용할 때도 사용되었다.

또한 과학 실천의 경우 모든 교과서에서 공통적으로 '질문하고 문제 규정하기(I)', '모형 개발하고 사용하기(II)'가 포함되지 않았다. 필수 탐구 활동은 학습자가 직접 실험을 설계하기보다는 주어진 실험을 통해 실험을 수행하고 결과를 내는 것이므로 학습자가 질문하는 과정이 필요한 '질문하고 문제 규정하기(I)'와 추상적인 내용을 구체적으로 표현하는 '모형 개발하고 사용하기(II)'는 사용되기 어렵다. 반면에 '조사 계획하고 수행하기(III)'는 실제적인 계획을 필수 탐구 활동을 통해 하지 않았지만 도구를 사용한 실험 수행 과정을 통해 데이터를 수집하는 활동으로 사용되었다. 또한 이러한 실험적 데이터를 통해 결론을 도출하는 데 있어 '설명 구성하고 문제 해결 고안하기(VI)', '증거에 입각하여 논의하기(VII)'가 사용된다. 그러나 '질문하고 문제 규정하기(I)'는 필수 탐구 활동 외 과학적 개념과 관련한 의문을 직접 서술하는 활동, 일상적인 개념과 과학적 개념을 구별하는 탐구 활동 등을 통해 사용되었다.

최근 과학 교과서의 탐구 활동에서는 다양한 과학 실천을 다루고 있지 않다(Kim et al., 2017). 이를 극복하고 다양한 과학 실천 요소를 학교 현장에 적용하기 위해서는 교육과정에 필수 탐구 활동을 제시할 때, 필수적으로 포함해야 할 과학 탐구 기능과 과학 실천을 함께 명시할 필요가 있다.

또한 교사들은 학교에서 선정된 교과서 이외의 다른 교과서를 참고하여 현재 사용하는 교과서에서 다루지 않은 과학 탐구 기능과 과학 실천을 추가할 수 있고 다른 교과서의 교수·학습 자료나 방법을 적용할 수도 있다. 이를 통해 현 교육과정에서 필수적으로 제시하지 않는 과학 실천 요소를 효과적으로 다루고 학생들에게 경험을 시킬 수 있을 것이다(Kang & Lee, 2013; Kim et al, 2017).

Conclusions & Implications

이 연구는 2015 개정 교육과정 중학교 1학년 과학 교과서 '여러 가지 힘' 단원의 탐구 활동에서 과학 탐구 기능과 과학 실천에 대해 분석틀을 개발하고 전체 탐구 활동에 대비한 빈도를 비교하고 분석하였다. 이를 통해 각 교과서의 차이를 이해하며 학생들에게 제시되는 학습 기회에 대한 정보를 제공하고 교과서를 통해 학생들에게 어떤 과학 탐구 능력을 함양할 수 있는가를 판단하는 데 기여할 수 있다. 도출된 결과를 토대로 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 2015 개정 교육과정 중학교 1학년 과학 교과서 ‘여러 가지 힘’ 단원에 대한 탐구 활동에서 사용된 6가지 기초 과학 탐구 기능(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 의사소통)과 7가지 통합 과학 탐구 기능(문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출, 일반화)의 사용 비율은 교과서별로 비교했을 때 차이가 나타났다. 각 교과서별 차이는 있지만 평균적으로는 전체 탐구 활동 수에서 사용된 기초 과학 탐구 기능의 비율은 ‘추리’가 가장 높고 ‘분류’가 가장 낮은 것으로 분석되었다. 통합 과학 탐구 기능의 비율은 ‘가설 설정’이 가장 높고 ‘자료 변환’이 가장 낮다. 또한 모든 교과서의 필수 탐구 활동에서 과학 탐구 기능 중 ‘문제 인식(RP)’이 포함되지 않았고, ‘관찰(Ob)’, ‘측정(Me)’, ‘예상(Pr)’, ‘추리(In)’, ‘변인 통제(CV)’, ‘결론 도출(DR)’은 공통적으로 제시되었다.

둘째, 2015 개정 교육과정 중학교 1학년 과학 교과서 ‘여러 가지 힘’ 단원에 대한 탐구 활동에서 8가지 과학 실천의 사용 비율은 교과서마다 차이가 있었다. 그러나 모든 교과서에서 전체 탐구 활동에 사용된 과학 실천의 비율은 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기(VI)’가 가장 높고 ‘질문하고 문제 규정하기(I)’가 가장 낮았다.

셋째, 동일한 교과서 내에서 다뤄지는 탐구 활동이라도 과학 탐구 기능, 과학 실천의 사용 비율은 다르며 교과서마다 필수적으로 들어있는 동일한 주제의 탐구 활동이더라도 교과서마다 과학 탐구 기능과 과학 실천의 사용이 다르게 나타난다. 이는 동일한 교과서 내의 탐구 활동이라도 내용과 탐구 활동의 방법이 모두 다르며 교육과정에서 제시하는 필수적인 탐구 활동이 동일한 주제라 하더라도 각 교과서별 해당 탐구 활동을 나타내는 방법이 다르므로 이러한 차이가 나타난다. 한편, Kim et al. (2019)의 연구에서도 2015 개정 교육과정 중학교 1학년 과학 교과서 ‘여러 가지 힘’ 단원에 대해 동일한 교과서 내에서의 탐구 활동의 차이와 동일한 주제이지만 교과서별 탐구 활동의 차이를 나타내었다. 그러나 이 연구와 다르게 과학 탐구 기능이나 과학 실천이 아닌 과학적 역량 측면에서 비교했으므로 연구 방법의 차이를 나타낸다.

학습자가 교과서에 제시된 탐구 활동을 통해 과학 탐구 기능과 과학 실천을 효과적으로 함양하는 것이 중요하기 때문에 이 연구와 연계하여 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 2015 개정 중학교 1학년 과학 교과서에 대한 나머지 단원 과학 탐구 기능과 과학 실천에 대한 추가적 연구로 교과서 전체에 대한 이해를 제고할 수 있다. 2015 개정 중학교 1학년 과학 교과서는 2018학년부터 중학생들에게 사용되기 시작하였으며 2015 개정 교육과정이 적용된 교과서를 현재까지 사용하고 있다. 2015 개정 교육과정이 처음 적용된 교과서이니만큼 이에 대한 분석이 추가적으로 필요하다.

둘째, 학교 현장에서 교과서를 사용하는 학생들을 대상으로 탐구 활동을 통해 사용되는 과학 탐구 기능과 과학 실천을 조사, 보완하여 학생들의 탐구 능력 향상을 위한 교육의 질을 향상시킨다. 실제적 수업과정에서 교사의 역량이나 환경에 따라 교과서에 의도와 다르게 과학 탐구 기능과 과학 실천이 추가될 수 있으나 이에 대한 현장조사를 통해 2015 개정 교과서 사용자의 탐구 능력을 평가하여 추후 교육과정에서 학생들에게 실제적 현장에서 필요하거나 보완해야 할 탐구 능력을 보완할 수 있다. 이에 앞서 이 연구에서 제시한 13가지 과학 탐구 기능과 8가지 과학 실천의 사용 여부를 현장에서 평가할 수 있는 루브릭을 계발하는 추가적 연구와 교사의 과학 탐구 기능, 과학 실천에 대한 정확한 연수가 요구된다. 또 동일한 내용임에도 사용하는 교과서의 차이로 인해 학생들이 탐구 활동에서 사용하는 과학 탐구 기능과 과학 실천이 제한된다면 교사는 추가적 자료를 제시하거나 다른 과목, 다른 단원 간의 교육과정을 재구성하여 여러 과학 탐구 기능이나 과학 실천이 포함될 수 있도록 할 수 있다.

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) under Grant No. NRF-2020R1F1A1067990 and reconstructed using data from Ji-Eun Kim's master's thesis in 2019.

References

Cha, S. H., & Ryu, K. S. (2018). Investigation on the perceptions of middle school science teachers and students about creativity components of middle school science textbooks. Digital, & Learning, 8, 137-143.

Choi, M. J., & Choi, A. (2016). Analysis of activities in chemistry chapters of middle school science textbooks for the 2009 revised science curriculum: Focus on 8 science practices. Journal of the Korean Chemical Society, 60, 436.

Hong, S. J., & Son, Y. A. (2011). A case study on development and application of the explicit teaching and learning strategy for comprehension of the middle school students' basic science process skills. Jounal of Korean Association for Research in Sience Education, 31, 641-662.

Im, T. H., Baek, J. M., Nam, K. W., Kang, T. W., & Kang, D. H. (2018). Middle School Science 1. Seoul: Visang Education,

Jeong, E. Y., & Ko, Y. M. (2014). The development of teaching materials for developing middle school students' science process skills through an explicit instructional model. Teacher Education Research, 53, 94-111.

Jeong, S. Y., Lim, S. M., & Kim, Y. (2019). Coherence on concepts used in science inquiry activities. Brain, Digital, & Learning, 9, 189-198.

Jeong, Y., & Choi, A. (2016). Analysis of inquiry activities in high school chemistry ii textbooks based on the 2009 science curriculum: Focus on 8 science practices. Journal of the Korean Chemical Society, 60, 59-68.

Jo, J. H., Roh, J. W., Seo, D. B., & Kim, W. (2020). Development and application of molecular biology inquiry program using ABO gene. Brain, Digital, & Learning, 10, 547-569.

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, 143-154.

Kang, N. H., & Lee, E. M. (2013). An analysis of inquiry activities in high school physics textbooks for the 2009 revised science curriculum. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 33, 132-143.

Kang, S. H., & Lee, E. J. (2012). Sub-component extraction of inquiry skills for direct teaching of inquiry skills. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 32, 236-264.

Kim, H. R., Kim, S. H., Kim, M. S., Lee, Y. S., & Hwang, S. Y. (2018)., Middle School Science 1. Seoul: Dongapublishing

Kim, H. L., & Yaeu, S. H. (2004). An analysis on scientific inquiry process in the middle school 8th grade science textbook published by 7th national curriculum and students' current abilities of scientific inquiry skill. Journal of the Korean Society of Biological Education, 32, 390-397.

Kim, M., & Kang, N. H. (2018). Analysis of inquiry activities in high school science inquiry laboratory textbooks. Research of Chengram Science Education, 24, 60-69.

Kim, M., Hong, J., Kim, S. H., & Lim, C. S. (2017). Analysis of inquiry activities in the life science chapters of middle school 'science' textbooks: Focusing on science process skills and 8 scientific practices. Journal of Science Education, 41, 318-333.

Kim, M. H., & Kim, Y. S. (2015). Analysis of the inquiry processes in the elementary sience textbooks and elementary students' awareness on inquiry process and science process skills under the 2007 revised curriculum. Journal of the Korean Society of Biological Education, 43, 17-26.

Kim, T. S., Ahn, H. S.,, Jo, Y. K., Choi, M. H., & Kim, H. S. (2018). Middle School Science 1. Seoul: Mirae-N

Kim, Y., Kwon, M., & Choi, H. M. (2015). Analysis of the appropriateness of scientific key competencies included in the inquiry-based physics activities of middle school science textbooks based on the 2015 revised national curriculum. Journal of New Physics: Sae Mulli, 69, 473-483.

Kwak, H. W. (1997). Study on the scientific inquiry activity by voluntary learning. Journal of the Korean Elementary Science Education Society, 16, 317-323.

Lee, Y. J., Lee, H. D., & Lee, H. N. (2017). Development and application of a rubric for assessing scientific inquiry process. Secondary Education Research, 65, 145-171.

Ministry of Education [MOE] (2015). Science Curriculum (2015-75). Saejong: Author.

Na, J., & Song, J. (2015). Directions and issues of 2015 national science curriculum and their implications to science classroom culture. Journal of the Korean Society for School Science, 9, 72-84.

Park, H., Kim Y., Noh, S., Jeong, J. S., Lee, E. A., Yu, E., Lee, D., Park, J., & Baek, Y. S. (2012). Developmental study of science education content standards. Journal of Korean Association for Research in Science Education, 32, 729-750.

Park, J. K. (2017). An analysis on the changes of achievement standards and inquiry activities in the 2015 revised national elementary school science curriculum. Journal of the Korean Elementary Science Education Society, 36, 43-60.

Roh, S. G., Kang, C. H., Kim, J. W., Park, Y. H. & Kim, H. S. (2018). Middle School Science 1. Seoul: YBM

Roh, T. H., Lee, B. W., Kim, S. K., Jang, J. M., & Kang, S. J. (2018). Middle School Science 1. Seoul: Chunjae Education

Shin, N. Y., & Youn, S. T. (2006). An analysis on inquiry of 'geology units' in the 'science' textbooks, the 7th curriculum. Research of Secondary Education, 54, 237-263.

Authors Information

Kim, Ji-Eun: Singi Middle School, Teacher, First Author

Lee, Hyonyong: Kyungpook National University, Professor, Co-author

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5104-1847

Choi, Ho-Meoyng: Kyungpook National University, Professor, Corresponding Author

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1604-7279