

## 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학교과서 화학 단원에 포함된 활동 분석: 8가지 과학 실천을 중심으로

최민지 · 최애란\*

이화여자대학교 과학교육과  
(접수 2016. 7. 26; 게재확정 2016. 10. 20)

### Analysis of Activities in Chemistry Chapters of Middle School Science Textbooks for the 2009 Revised Science Curriculum: Focus on 8 Science Practices

Minji Choi and Aeran Choi\*

Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea. \*E-mail: achoi@ewha.ac.kr  
(Received July 26, 2016; Accepted October 20, 2016)

**요 약.** 본 연구에서는 2009 개정교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 영역에 포함된 활동을 8가지 과학 실천과 각 실천의 세부 성취 목표를 기준으로 분석하였다. 본 연구에서는 교과서 있는 활동 제목에 ‘탐구’라는 단어가 있는 것뿐만 아니라, 학생들이 탐구를 경험할 수 있는 모든 활동을 분석하였다. 모든 교과서에서 ‘분자 운동과 상태 변화’에 가장 많은 수의 활동이 있었고, 4종 중 3종의 교과서에서 ‘열과 우리 생활’에 가장 적은 수의 활동이 포함되어 있었다. 과학 실천은 2종의 교과서에서 ‘물질의 특성’에 가장 많은 수가 포함되어 있었고, 4종 중 3종의 교과서에서 ‘열과 우리 생활’에 가장 적은 수의 과학 실천이 포함되어 있었다. 대부분의 교과서에서 ‘조사 계획하고 수행하기’와 ‘자료 분석하고 해석하기’와 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’의 과학 실천이 많이 포함되어 있었으며 ‘질문하고 문제 규정하기’의 과학 실천은 전혀 포함되어 있지 않았다. ‘조사 계획하고 수행하기’, ‘자료 분석하고 해석하기’, ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’는 상대적으로 다양한 세부 성취 목표가 포함되어 있었으나 일부에 편중되어 있었다. 대부분 탐구 활동에는 2-4가지 과학 실천이 포함되어 있었으며 5가지 이상의 과학 실천을 포함하는 탐구 활동은 거의 없었다.

**주제어:** 과학 실천, 과학 탐구, 중학교 과학

**ABSTRACT.** This study analyzed activities in chemistry chapters of middle school science textbooks for the 2009 revised curriculum using 8 science practices. All the activities that students could experience inquiry were analyzed in this study. There were the most activities in ‘Molecular motion and change of state’ and the least activities in ‘Heat and our life’ of three textbooks. There were the most science practices in ‘Features of substance’ in two textbooks, but there were the least science practice in ‘Heat and our life’ of three textbooks. ‘Investigation planning and performing’, ‘data analyzing and interpreting’, and ‘explanation composition and problem solution designing’ were frequently included, but ‘asking questions and defining issues’ was not included at all. For ‘Investigation planning and performing’, ‘data analyzing and interpreting’, and ‘explanation composition and problem solution designing’, a variety of achievement goals were targeted while a few goals were frequently targeted. Two to four kinds of science practices were frequently included in an inquiry activity. There were few activity that includes over 5 different kinds of science practice.

**Key words:** Science practice, Science inquiry, Middle school science

### 서 론

과학은 자연 현상을 체계적으로 탐구하여 설명 체계를 구축하고자 하는 학문이며 이에 과학 교육에서는 과학 지식의 이해와 함께 학생의 과학 탐구 수행의 중요성을 강조해 왔다.<sup>1</sup> 미국 연구회(NRC, 1996; 2000)는 과학 탐구를 과학자들이 관찰, 실험, 조사 등을 통해 얻어진 증거를 바탕으로 현상을 설명하는 다양한 방법이며, 과학자들이 자연 세

계를 연구하는 방법과 과학 지식에 대한 이해를 높이기 위한 학생들의 활동이라 정의하였다.<sup>2,3</sup> 미국연구회(NRC, 2013)의 차세대과학기준(Next Generation Science Standards: NGSS)에서는 탐구를 수행함에 있어 탐구 기능만이 아니라 지식이 필요함을 강조하고, ‘과학 탐구(science inquiry)’의 개념을 더욱 정교화하고 확장시킨 ‘과학 실천(science practice)’을 제시하였다.<sup>6</sup> 차세대과학기준(NGSS)에서는 ‘질문하고 문제 규정하기’, ‘모형 개발하고 사용하기’, ‘조사 계획하고 수

행하기’, ‘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. 차세대과학기준(NGSS)에서 제시한 8가지 과학 실천은 미국 국가과학교육표준(National Science Education Standards)에서 제시한 과학 탐구(scientific inquiry)의 ‘과학적 문제 제기하기’, ‘문제에 대한 답을 구성하기 위한 증거 수집하기’, ‘문제의 답으로서의 설명 구축하기’, ‘구축한 설명을 과학적 배경지식과 연결하기’, ‘과학적 생각을 소통하기’ 5가지 탐구 요소를 확장·정교화 된 것으로 볼 수 있다.<sup>24</sup>

우리나라에서는 제3차 과학과 교육과정 이후 학생들의 탐구 활동을 강조해 왔고, 2009 개정 교육과정의 중학교 교육목표에서는 과학의 기본 개념을 이해하고 과학 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하여 창의적이고 합리적으로 문제를 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르기 위한 교과(교육과학기술부, 2009, p.4)로 과학을 정의하면서 탐구를 강조하고 있다.<sup>5</sup> 2015 개정 교육과정에서도 차세대 과학기준(NGSS)에서 제시한 8가지 과학 실천과 같은 8가지 탐구 기능 즉, ‘문제 인식’, ‘탐구 설계와 수행’, ‘자료의 수집·분석 및 해석’, ‘수학적 사고와 컴퓨터 활용’, ‘모형의 개발과 사용’, ‘증거에 기초한 토론과 논증’, ‘결론 도출 및 평가’, ‘의사소통’을 단원의 내용체계에서 제시하면서 탐구 기능이 과학 개념과 연결되어 과학과 교수-학습이 수행되어야 함을 제안하고 있다.<sup>6</sup>

교과서는 교육과정에서 제시하는 교과의 목표와 내용을 바탕으로 개발된 체계화한 교수-학습 자료이다. 따라서 교과서는 교육과정의 실현 도구이며, 학교 현장에서 교사들이 교수-학습 자료를 구성하는데 중요한 역할을 하고 있다.<sup>7,8</sup> 또한 학교 내 학생 성취 평가와 대학수학능력시험의 문항도 교육과정 및 교과서에 제시된 내용에 기초하여 구성된다.<sup>9</sup> 따라서 교과서 분석 연구는 학생들에게 제공되는 학습 기회에 대한 정보를 제공하며, 학습 결과를 예상하는데 도움을 줄 수 있다. 특히 교육과정에 따른 과학 교과서에 포함된 탐구 활동을 분석하는 연구는 탐구와 관련된 과학교육의 목표를 성취할 수 있도록 구성되어 있는지 파악하여 향후 교과서 개발에 시사점을 제공하는데 기여할 수 있다.

과학 교과서의 탐구 활동을 분석한 것으로 제7차 교육과정에 따른 중학교 1학년 과학 교과서 6종을 탐구 유형, 탐구 과정, 탐구 상황을 기준으로 분석한 박종석 등(2003), 제7차 교육과정에 따른 고등학교 과학 교과서 7종을 탐구 내용, 탐구 과정, 탐구 상황으로 분석한 이주연(2004), 제7차 교육과정에 따른 화학 I 교과서 8종의 탐구 활동을 탐구

유형과 탐구 요소로 나누어 분석한 이진형 등(2007) 등의 연구에서는 탐구 활동이 탐구 수행, 자료 해석, 결론 도출의 특정 탐구 유형에 편중되어 있음을 밝혔다.<sup>10-12</sup> 또한 유모경과 조희형(2003)은 제7차 교육과정에 따른 중학교 1학년 과학교과서에 포함된 탐구 과정을 분석하여 교육과정에 제시된 기본적인 탐구 과정은 모두 포함되어 있으나, 통합적 탐구 과정은 일부만 포함되어 있다고 보고하였다.<sup>13</sup> 김희령과 여성희(2004)는 제7차 교육과정에 따른 중학교 2학년 과학 교과서에 포함된 탐구 과정과 탐구 능력을 분석하여 추리와 자료 해석이 많이 활용되고 있다고 보고하였다.<sup>14</sup> 심규철 등(2002)은 제 7차 교육과정에 따른 중학교 1학년 과학 교과서 생명 영역의 탐구 활동을 탐구 유형, 탐구 과정 요소 및 탐구 상황을 기준으로 분석하여 생각해보기, 탐구 수행, 자료해석 등에 편중되어 있다고 보고하였다.<sup>15</sup> 김지영 등(2012)은 허명(1984)의 과학 탐구 평가표와 한국교원대학교 과학교육연구소의 탐구 평가 틀을 재구성한 분석틀을 사용하여 2009 개정교육과정에 따른 화학II 교과서의 탐구 활동이 탐구 수행, 자료 해석, 결론 도출의 탐구 과정 요소에 편중되어 있어 다양한 탐구 과정의 요소를 체험할 기회를 제공하지 못한다고 주장하였다.<sup>16,17</sup> 경희정(2015)의 연구에서는 여러 가지 분석틀을 사용하여 2009 개정 교육과정에 의해 개발된 중학교 과학 교과서의 물리단원에 제시된 탐구 활동을 분석하여 기구조작, 관찰, 측정, 기록전달의 탐구 요소에 편중되어 있고, 탐구 설계의 기본적인 요소인 문제 인식 활동의 기회가 제시되지 않고 있음을 보고하였다.<sup>18</sup>

강남화와 이은미(2013)의 연구에서는 미국연구회(NRC, 2013)에서 제시한 8가지 과학 실천을 기준으로 고등학교 물리 교과서의 탐구 활동을 분석하여 탐구 활동의 목적이 학생들의 탐구 능력 향상이 아닌 물리 내용의 이해에 맞춰져 있고 2009 개정교육과정에 따른 물리 교과서에 최근 변화된 과학 탐구에 대한 이해가 적용되지 않는다고 주장하였다.<sup>6,19</sup> 전영과 최애란(2016)도 8가지 과학 실천과 세부 성취 목표를 기준으로 고등학교 화학II 교과서의 탐구 활동이 특정 과학 실천과 일부 세부 성취 목표에 편중되어 있고 ‘수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기’와 ‘증거에 입각하여 논의하기’ 등의 실천이 상대적으로 부족하다고 보고하였다.<sup>20</sup> 본 연구에서는 2009 개정교육과정에 따라 개발된 중학교 과학 교과서 4종을 대상으로 화학 단원에 제시된 활동을 8가지 과학 실천과 6-8학년군 세부 성취 목표를 기준으로 분석하여 어떤 과학 실천이 얼마나 포함되어 있으며, 각 과학 실천에 대한 어떤 세부 성취 목표가 얼마나 포함되어 있는지 살펴보고자 한다. 본 연구는 선행 연구에서의 논의와 연계하여 진정한 의미의 탐구 즉, 과학 실천의 관점에서 중 고등학교 과학 교과서에 제시된 탐

구 활동을 평가하고 논의하는데 의미 있는 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 ‘탐구 활동’, ‘미니 탐구’ 등과 같이 ‘탐구’라는 단어가 들어간 활동뿐만 아니라, ‘해보기’, ‘만들기’, ‘글쓰기’, ‘발표하기’, ‘활동하기’, ‘그리기’, ‘계산하기’, ‘조사하기’, ‘토의하기’, ‘창의인성’, ‘STEAM’, ‘보고 생각하기’, ‘과학 글쓰기’ ‘마무리하기’, ‘스스로 확인하기’ 등 일부 탐구 요소가 포함된 다양한 활동을 분석 대상에 포함하였다. 또한 하나의 ‘탐구 활동’에는 8가지 과학 실천이 얼마나 다양하게 포함되어 있는지 살펴보고자 한다. 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 2009 개정교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 단원에 포함된 활동에 8가지 과학 실천이 얼마나 포함되어 있는가?

둘째, 2009 개정교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 단원에 포함된 활동에 8가지 과학 실천의 세부 성취 목표는 얼마나 포함되어 있는가?

셋째, 2009 개정교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 단원에 포함된 탐구 활동에는 8가지 과학 실천이 얼마나 다양하게 포함되어 있는가?

## 연구 방법

### 연구 대상

본 연구에서는 2009 개정교육과정에 따른 중학교 과학 교과서 인정목록 9종 중 서울시 소재 중학교의 주문부수에 따라 점유율이 높은 상위 4종 즉, 점유율 24.95% 비상교육(이후 교과서 A), 점유율 24.76% 미래엔(이후 교과서 B), 점유율 13.62% 두산동아(이후 교과서 C), 점유율 12.94% 천재교과서(이후 교과서 D)의 중학교 과학 교과서를 선정하였다.<sup>21</sup> 본 연구에서는 중학교 과학 교과서에서 화학 단원 즉, 1학년 V단원 ‘열과 우리 생활’, 1학년 VI단원 ‘분자 운동과 상태 변화’, 2학년 I단원 ‘물질의 구성’, 2학년 V단원 ‘물질의 특성’, 3학년 II단원 ‘화학 반응의 규칙성’, 3학년 V단원 ‘여러 가지 화학 반응’을 분석 대상으로 하였다. 본 연구에서는 Table 1에 제시한 바와 같이 ‘탐구 활동’, ‘미니 탐구’ 등과 같이 ‘탐구’라는 단어가 들어간 활동뿐만 아니라, ‘해보기’, ‘만들기’, ‘글쓰기’, ‘발표하기’, ‘활동하기’, ‘그리기’, ‘계산하기’, ‘조사하기’, ‘토의하기’, ‘창

의인성’, ‘STEAM’, ‘보고 생각하기’, ‘과학 글쓰기’ ‘마무리하기’, ‘스스로 확인하기’ 등 학생들이 탐구 요소를 경험할 수 있는 활동을 모두 분석하였다. 단, 8가지 과학 실천이 얼마나 다양하게 포함되어 있는지는 ‘탐구’라는 단어가 들어간 활동만을 대상으로 하여 교과서에서 ‘탐구’로 명명한 활동에 8가지 과학 실천이 얼마나 다양하게 포함되어 있는지 알아보려고 하였다. 본 연구에서 분석한 활동은 총 418개이며, 출판사별로는 비상교육 113개, 미래엔 117개, 두산동아 76개, 천재교과서 112개이다.

### 분석 기준

본 연구에서는 미국연구회(NRC, 2013)의 차세대과학 기준(NGSS)에서 제시한 8가지 과학 실천과 6-8학년군 세부 성취 목표를 기준으로 4종의 중학교 과학 교과서 화학 단원을 분석하였다.<sup>7</sup> 8가지 과학 실천은 ‘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’이며 각 과학 실천에 대한 6-8학년군 세부 성취 목표는 Table 2와 같다. 이를 본 연구의 연구자와 화학교육전공 석사과정에 재학 중인 3인과 과학교육학과 박사과정 2인이 함께 번역하고 과학교육전문가와 타당도를 확인하여 사용하였다.

### 자료 분석

각 활동에 포함된 제시문과 활동 내용의 의도에 초점을 두고 어떠한 과학 실천을 요구하는지 분석하였다. 실현 가능한 과학 실천과 세부 성취 목표를 모두 고려하여 하나의 활동에 여러 가지 과학 실천과 세부 성취 목표가 함께 포함되는 경우도 있었다. 8가지 과학 실천과 6-8학년군 세부 성취 목표를 숙지한 화학교육전공 석사과정에 있는 2인의 연구자가 전체 418개의 활동 중 123개를 각자 분석하고 분석자간 일치도를 구하여 분석의 신뢰도를 구축하였다. 분석자간 일치도는 A교과서의 활동에서 0.83, B교과서 0.85, C교과서 0.89, D교과서 0.88로 나타났으며, 분석 결과에 차이가 있는 경우는 두 분석자와 과학교육전문가 1인이 함께 여러 차례 논의를 통해 합의하여 타당성을 확

**Table 1.** Activities included in middle school science textbooks

Publishers	Activities
A	Inquiry, Hands-on activity, Discussion, Investigating, Calculating, Writing, Developing models, Drawing, Presentation, Creative integration, Movement activity
B	Inquiry, Mini inquiry, Self-checking, Scientific writing
C	Inquiry, Hands-on activity, Applying STEAM
D	Inquiry, Mini inquiry, Wrap up activity, Observing and discussion, STEAM

**Table 2.** 8 Practices of science (National Research Council, 2013)

	<b>1. Asking Questions and Defining Problems</b> : To specifying relationships between variables, and clarifying arguments and models.
Practice	(1) Ask questions that arise from careful observation of phenomena, models, or unexpected results, to clarify and/or seek additional information. (2) Ask questions to identify and/or clarify evidence and/or the premise(s) of an argument. (3) Ask questions to determine relationships between independent and dependent variables and relationships in models. (4) Ask questions to clarify and/or refine a model, an explanation, or an engineering problem. (5) Ask questions that require sufficient and appropriate empirical evidence to answer. (6) Ask questions that can be investigated within the scope of the classroom, outdoor environment, and museums and other public facilities with available resources and, when appropriate, frame a hypothesis based on observations and scientific principles. (7) Ask questions that challenge the premise(s) of an argument or the interpretation of a data set. (8) Define a design problem that can be solved through the development of an object, tool, process or system and includes multiple criteria and constraints, including scientific knowledge that may limit possible solutions.
	<b>2. Developing and Using Models</b> : To developing, using, and revising models to describe, test, and predict more abstract phenomena and design systems.
Practice	(1) Evaluate limitations of a model for a proposed object or tool. (2) Develop or modify a model—based on evidence – to match what happens if a variable or component of a system is changed. (3) Use and/or develop a model of simple systems with uncertain and less predictable factors. (4) Develop and/or revise a model to show the relationships among variables, including those that are not observable but predict observable phenomena. (5) Develop and/or use a model to predict and/or describe phenomena. (6) Develop a model to describe unobservable mechanisms. (7) Develop and/or use a model to generate data to test ideas about phenomena in natural or designed systems, including those representing inputs and outputs, and those at unobservable scales.
	<b>3. Planning and Carrying Out Investigations</b> : To include investigations that use multiple variables and provide evidence to support explanations or solutions.
Practice	(1) Plan an investigation individually and collaboratively, and in the design: identify independent and dependent variables and controls, what tools are needed to do the gathering, how measurements will be recorded, and how many data are needed to support a claim. (2) Conduct an investigation and/or evaluate and/or revise the experimental design to produce data to serve as the basis for evidence that meet the goals of the investigation. (3) Evaluate the accuracy of various methods for collecting data. (4) Collect data to produce data to serve as the basis for evidence to answer scientific questions or test design solutions under a range of conditions. (5) Collect data about the performance of a proposed object, tool, process or system under a range of conditions.
	<b>4. Analyzing and Interpreting Data</b> : To extending quantitative analysis to investigations, distinguishing between correlation and causation, and basic statistical techniques of data and error analysis.
Practice	(1) Construct, analyze, and/or interpret graphical displays of data and/or large data sets to identify linear and nonlinear relationships. (2) Use graphical displays (e.g., maps, charts, graphs, and/or tables) of large data sets to identify temporal and spatial relationships. (3) Distinguish between causal and correlational relationships in data. (4) Analyze and interpret data to provide evidence for phenomena. (5) Apply concepts of statistics and probability (including mean, median, mode, and variability) to analyze and characterize data, using digital tools when feasible. (6) Consider limitations of data analysis (e.g., measurement error), and/or seek to improve precision and accuracy of data with better technological tools and methods (e.g., multiple trials). (7) Analyze and interpret data to determine similarities and differences in findings. (8) Analyze data to define an optimal operational range for a proposed object, tool, process or system that best meets criteria for success.
	<b>5. Using Mathematics and Computational Thinking</b> : To identifying patterns in large data sets and using mathematical concepts to support explanations and arguments.
Practice	(1) Use digital tools (e.g., computers) to analyze very large data sets for patterns and trends. (2) Use mathematical representations to describe and/or support scientific conclusions and design solutions. (3) Create algorithms (a series of ordered steps) to solve a problem. (4) Apply mathematical concepts and/or processes (such as ratio, rate, percent, basic operations, and simple algebra) to scientific and engineering questions and problems. (5) Use digital tools and/or mathematical concepts and arguments to test and compare proposed solutions to an engineering design problem.
	<b>6. Constructing Explanations and Designing Solutions</b> : To include constructing explanations and designing solutions supported by multiple sources of evidence consistent with scientific ideas, principles, and theories.
Practice	(1) Construct an explanation that includes qualitative or quantitative relationships between variables that predict(s) and/or describe(s) phenomena. (2) Construct an explanation using models or representations. (3) Construct a scientific explanation based on valid and reliable evidence obtained from sources (including the students' own experiments) and the assumption that theories and laws that describe the natural world operate today as they did in the past and will continue to do so in the future. (4) Apply scientific ideas, principles, and/or evidence to construct, revise and/or use an explanation for realworld phenomena, examples, or events. (5) Apply scientific reasoning to show why the data or evidence is adequate for the explanation or conclusion. (6) Apply scientific ideas or principles to design, construct, and/or test a design of an object, tool, process or system. (7) Undertake a design project, engaging in the design cycle, to construct and/or implement a solution that meets specific design criteria and constraints. (8) Optimize performance of a design by prioritizing criteria, making tradeoffs, testing, revising, and retesting.

Table 2. continued

**7. Engaging in Argument from Evidence :** To constructing a convincing argument that supports or refutes claims for either explanations or solutions about the natural and designed world(s).

Practice (1) Compare and critique two arguments on the same topic and analyze whether they emphasize similar or different evidence and/or interpretations of facts. (2) Respectfully provide and receive critiques about one's explanations, procedures, models and questions by citing relevant evidence and posing and responding to questions that elicit pertinent elaboration and detail. (3) Construct, use, and/or present an oral and written argument supported by empirical evidence and scientific reasoning to support or refute an explanation or a model for a phenomenon or a solution to a problem. (4) Make an oral or written argument that supports or refutes the advertised performance of a device, process, or system, based on empirical evidence concerning whether or not the technology meets relevant criteria and constraints. (5) Evaluate competing design solutions based on jointly developed and agreed-upon design criteria

**8. Obtaining, Evaluating, and Communicating Information :** To evaluating the merit and validity of ideas and methods.

Practice (1) Critically read scientific texts adapted for classroom use to determine the central ideas and/or obtain scientific and/or technical information to describe patterns in and/or evidence about the natural and designed world(s). (2) Integrate qualitative and/or quantitative scientific and/or technical information in written text with that contained in media and visual displays to clarify claims and findings. (3) Gather, read, synthesize information from multiple appropriate sources and assess the credibility, accuracy, and possible bias of each publication and methods used, and describe how they are supported or not supported by evidence. (4) Evaluate data, hypotheses, and/or conclusions in scientific and technical texts in light of competing information or accounts. (5) Communicate scientific and/or technical information (e.g. about a proposed object, tool, process, system) in writing and/or through oral presentations.

보하였다.

8가지 과학 실천을 기준으로 분석한 예는 다음과 같다. ‘온도를 이용하여 방 안을 따뜻하게 하는 집과 벽난로를 이용하여 방 안을 따뜻하게 하는 집에서 열의 이동 방법을 조사해 보자’는 열이 이동하는 여러 가지 방법에 대해 학습한 후 이를 바탕으로 제시된 문제 상황에서의 열의 이동 방법을 조사하는 활동이므로 과학 실천 8 ‘정보를 얻고, 평가하고, 의사소통하기’와 과학 실천 6 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’로 분석하였다. ‘실험을 통해 드라이아이스의 상태변화를 설명해보자’는 실험 결과를 해석하여 제시된 문제 상황에 대한 설명을 구성하는 활동이므로 과학 실천 4 ‘자료 분석하고 해석하기’와 과학 실천 6 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’로 분석하였다. ‘스티커로 원자핵과 전자를 나타내어 모형을 완성하자’의 경우는 눈으로 볼 수 없는 원자의 모형을 제시하는 활동이므로 과학 실천 2 ‘모형 개발하고 사용하기’로 분석하였다. ‘희토류 원소의 종류와 이를 이용한 예를 조사하고, 자원 확보의 중요성에 대해 토의해 보자’는 학생들이 컴퓨터나 책 등의 매체를 통해 정보를 얻고 이를 평가하여 활용하거나 의사소통 및 논의하는 활동이므로 과학 실천 8 ‘정보를 얻고, 평가하고, 의사소통하기’와 과학 실천 7 ‘증거에 입각하여 논의하기’로 분석하였다. ‘실험 결과를 바탕으로 하여 각 온도에서 질산칼륨의 용해도를 계산해보자’의 경우는 수학적 사고를 통해 답해야 하므로 과학 실천 5 ‘수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기’로 분석하였다.

8가지 과학 실천과 각각의 세부 성취 목표를 기준으로 분석한 예는 다음과 같다. Fig. 1은 B교과서 1학년 VI 단원 ‘분자 운동과 상태 변화’에 포함된 미니 탐구 “아세톤

으로 비닐장갑 부풀리기”이다. ‘이때 일어난 상태 변화는 무엇인가?’는 비닐장갑이 부풀어 오르는 현상을 관찰하고 분석하여 액체 상태에서 기체 상태로 상태 변화한다는 주장을 하는 활동이므로 과학 실천 4-4 ‘현상에 대한 증거를 제공하기 위해 데이터를 분석하고 해석하기’로 분석하였다. ‘액체 아세톤의 분자 배열이 (가)와 같다고 할 때, 기체 아세톤의 분자 배열을 (나)에 그리고, 액체가 기체가 될 때 질량과 부피는 어떻게 변하는지 토의해 보자’는 학생들이 이 눈으로 볼 수 없는 분자의 배열이 액체 상태에서 기체 상태로 될 때 어떻게 달라지는지 모형을 사용하여 설명하는 활동이므로 과학 실천 2-4 ‘볼 수 없으나 관찰 가능한 현상을 예측하는 것을 포함하여 변인들 사이의 관계를 보여 주기 위해 모형을 사용하거나 수정하기’로 분석하였다. 또한 액체가 기체가 될 때 질량과 부피가 어떻게 변하는지 ‘샤를 법칙’을 적용하여 설명을 구성하는 활동이므로 과학 실천 6-4 ‘실제 자연 현상, 사건에 대한 설명을 구성하거나, 수정 또는 사용하는데 과학적 개념, 원리, 증거를 적용하기’로 분석하였으며, 또한 구성한 설명을 바탕으로 질량과 부피가 어떻게 변할지 토의하는 활동이므로 과학 실천 7-3 ‘현상에 대한 설명 또는 모형, 혹은 문제에 대한 해결책을 지지하거나 반박하기 위해 실험적 증거와 과학적 추론을 사용하여 말하고 글로 쓰는 논의를 구성하고, 사용하고, 표현하기’로 분석하였다.

Fig. 2는 D교과서 3학년 V단원 “여러 가지 화학 반응”에 포함된 탐구 활동 “구리의 산화반응”이다. ‘꼬마 전구에 불이 켜지는지 관찰한다’와 ‘구리 조각의 색을 관찰한다’는 결과 및 정리에서 ‘과정 2에서 구리 조각의 색은 어떻게 변하는가?’와 ‘과정 1과 3에서 꼬마 전구의 불은 각각 켜

**미니 탐구** **트외** **아세톤으로 비닐장갑 부풀리기**

비닐장갑에 아세톤을 조금 넣고 입구를 막은 후, 아세톤이 들어 있는 비닐장갑에 뜨거운 물을 부었더니 비닐장갑이 부풀어 올랐다.

(가) (나)

- ▶ 이때 일어난 상태 변화는 무엇인가?
- ▶ 액체 아세톤의 분자 배열이 (가)와 같다고 할 때, 기체 아세톤의 분자 배열을 (나)에 그리고, 액체가 기체로 될 때 질량과 부피는 어떻게 변하는지 토의해 보자.

Figure 1. Mini inquiry “Swelling plastic bag with acetone” (From 7<sup>th</sup> grade science textbook B).

**탐구** **관찰 | 결론 도출** **구리의 산화 반응**

**준비물** 꼬마 전구, 집게 달린 전선, 건전지, 도가니 집게, 가스트치, 면장갑, 보안경, 구리 조각

**과정**

- 1 구리 조각에 건전지와 꼬마 전구를 집게 달린 전선으로 연결한 후, 꼬마 전구에 불이 켜지는지 관찰한다.
- 2 가스트치를 사용하여 구리 조각을 약 1~2분 동안 가열한 후, 구리 조각의 색을 관찰한다.
- 3 가열한 구리 조각을 실온으로 냉각시킨 후, 과정 1의 실험을 반복하여 꼬마 전구에 불이 켜지는지 관찰한다.

1 2

**결과 및 정리**

- 1 과정 2에서 구리 조각의 색은 어떻게 변하는가?
- 2 과정 1과 3에서 꼬마 전구의 불은 각각 켜지는가?
- 3 구리를 가열할 때 구리에서 일어나는 변화에 대하여 토의해 보자.

**주의** 구리 조각을 가열할 때에는 반드시 면장갑과 보안경을 착용한다.

Figure 2. Inquiry “Oxidation Reaction of Copper” (From 9<sup>th</sup> grade science textbook D).

지는가?’의 질문에 답을 하는데 필요한 데이터가 수집되는 활동이므로 과학 실천 3-4 ‘과학적 질문에 답을 하기 위해 증거의 기반이 되는 데이터를 생산하고 데이터를 수집하기’로 분석하였고, 결과 및 정리에서 ‘과정 2에서 구리 조각의 색은 어떻게 변하는가?’, ‘과정 1과 3에서 꼬마 전구

의 불은 각각 켜지는가?’는 구리 조각의 색이 어떻게 변하는지, 꼬마 전구의 불은 켜지는지에 대한 주장을 하기 위해서 데이터를 해석해야 하므로 과학 실천 4-4 ‘현상에 대한 증거를 제공하기 위해 데이터를 분석하고 해석하기’로 분석하였다. ‘구리를 가열할 때 구리에서 일어나는 변화에

대해 토의해 보자'는 데이터를 해석하여 과학적 추론을 바탕으로 구리에서 일어나는 변화에 대한 설명을 구성하고 토의하는 활동이므로 과학 실천 6-5 '설명과 결론에 데이터나 증거가 왜 적합한지 과학적 추론을 적용하기'와 과학 실천 7-3 '현상에 대한 설명 또는 모형, 혹은 문제에 대한 해결책을 지지하거나 반박하기 위해 실험적 증거와 과학적 추론을 사용하여 말하고 글로 쓰는 논의를 구성하고, 사용하고, 표현하기'로 분석하였다.

## 연구 결과

### 단원별 교과서별 포함된 활동 수와 과학 실천 수

Table 3에 제시된 바와 같이 교과서별 포함되어 있는 활동 수와 과학 실천 수를 단원별로 보면, B교과서에 가장 많은 활동이 C교과서에 가장 적은 활동이 포함되어 있었고, A교과서에 가장 많은 과학 실천이 C교과서에 가장 적은 과학 실천이 포함되어 있었다. 또한 모든 교과서에서 1학년 VI 단원 '분자 운동과 상태 변화'에 가장 많은 활동이, D교과서를 제외한 모든 교과서에서 1학년 V 단원 '열과 우리 생활'에 가장 적은 활동이 포함되어 있었다. A와 B교과서에서는 2학년 V 단원 '물질의 특성'에 가장 많은 과학 실천이, D교과서를 제외한 모든 교과서에서 1학년 V 단원 '열과 우리 생활'에 가장 적은 과학 실천이 포함되어 있었다. 어떤 교과서를 선택하느냐에 따라 학생이 수행할 수 있는 활동과 과학 실천의 수에 차이가 있어 다양한 교과서를 참고하여 학생들이 다양한 과학 실천을 경험할 수 있도록 교수-학습을 계획할 필요가 있음을 시사한다.

### 단원별 교과서별 활동에 포함된 각각의 과학 실천 수

Table 4에 제시한 바와 같이 대부분의 단원과 교과서에서 과학 실천 3 '조사 계획하고 수행하기'가 가장 많이 포함되어 있었고, 다음으로 과학 실천 4 '자료 분석하고 해석하기', 과학 실천 6 '설명 구성하고 문제 해결 고안하기'의 순으로 포함되어 있었다. C교과서 1학년 V 단원 '열과 우리 생활', C교과서 3학년 II 단원 '화학 반응의 규칙성', A교과서 3학년 V 단원 '여러 가지 화학 반응'에서는 이 세 가지 과학 실천 수의 순위에 다소 차이가 있었다. 즉, 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 단원에서도 선행 연구에서와 같이 학생들이 주장이나 설명을 제시하는데 필요한 증거를 얻기 위해 자료를 수집하고 분석하는 활동이 많이 제공되고 있는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 '문제 인식', '탐구 설계'의 요소가 부족하고, '자료 해석', '탐구 수행', '관찰'과 같은 요소들은 상대적으로 많이 포함되어 있다고 보고한 선행 연구의 결과와 같다.<sup>16,22</sup> 본 연구에서는 미국연구회(NRC, 2013)에서 제시한 8가지 과학 실천을 분석 기준으로 분석하여 학생들이 여러 가지 모형을 사용하여 과학적 현상을 관찰하거나 설명하는 기회가 거의 제공되고 있지 않으며 자료 분석과정이나 변인들과의 관계를 나타내는데 수학이 밀접한 연계성을 가지고 있어 수학적 사고는 과학 문제 해결에 중요함에도 수학적 표현을 사용하거나 수학적 개념이나 과정을 능동적으로 적용하는 기회가 부족하다는 것을 추가로 알 수 있었다.<sup>6,23</sup> 또한 수집한 데이터를 증거로 사용하여 학생들이 설명을 구성하여 토의하는 기회가 거의 없으며, 다양한 형태의 정보를 얻고, 평가하고, 의사소통하는 활동이 부족하다는 것도 알 수 있었다. 학생들이 토의하는 활동이 부족하다고 보고한 선행 연구의

Table 3. Number of activities and science practices in each chapter of each science textbook

Textbook	Chapter	Grade 7		Grade 8		Grade 9		Mean	Sum
		V.	VI.	I.	V.	II.	V.		
A	Activity	12	28	19	26	15	13	19	113
	Science practice	66	123	73	125	89	75	92	551
B	Activity	12	29	20	25	14	17	20	117
	Science practice	44	99	72	127	93	87	87	522
C	Activity	8	16	13	12	16	11	13	76
	Science practice	47	87	73	59	92	63	70	421
D	Activity	15	26	16	23	14	18	19	112
	Science practice	65	115	55	60	72	58	71	425
Mean	Activity	12	25	17	22	15	15	18	105
	Science practice	56	106	68	93	87	71	80	480
Sum	Activity	47	99	68	86	59	59	70	418
	Science practice	222	424	273	371	346	283	320	1919

**Table 4.** Number of each science practice in each chapter of each science textbook

Grade	Chapter	Science Practice*	A	B	C	D	Sum
Grade 7	V. Heat and our daily life	1	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0
		3	28	13	20	26	87
		4	17	18	14	11	60
		5	0	2	3	1	6
		6	13	9	1	16	39
		7	0	0	9	2	11
		8	8	2	0	9	19
		Sub-sum	66	44	47	65	222
	VI. Motion of molecules and changes in states	1	0	0	0	0	0
		2	6	5	5	6	22
		3	49	34	31	35	149
		4	26	39	32	34	131
		5	0	1	0	2	3
		6	29	18	14	31	92
7		4	1	3	3	11	
8		9	1	2	4	16	
	Sub-sum	123	99	87	115	424	
Grade 8	I. Components of substance	1	0	0	0	0	0
		2	3	3	6	4	16
		3	30	29	24	25	108
		4	15	26	26	13	80
		5	1	0	0	0	1
		6	11	11	10	9	41
		7	3	1	2	0	6
		8	10	2	5	4	21
		Sub-sum	73	72	73	55	273
	V. Characteristics of substance	1	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0
		3	50	50	21	22	143
		4	28	52	22	15	117
		5	5	5	1	3	14
		6	24	14	12	15	65
7		3	0	0	1	4	
8		15	6	3	4	28	
	Sub-sum	125	127	59	60	371	
Grade 9	II. Rules of chemical reaction	1	0	0	0	0	0
		2	5	7	7	4	23
		3	31	23	29	22	105
		4	29	42	28	19	118
		5	7	9	16	8	40
		6	9	10	12	10	41
		7	5	2	0	3	10
		8	3	0	0	6	9
	Sub-sum	89	93	92	72	346	



Table 4. continued

Grade	Chapter	Science Practice*	A	B	C	D	Sum
Grade 9	V. Variety of chemical reaction	1	0	0	0	0	0
		2	1	2	3	2	8
		3	41	39	28	26	134
		4	12	32	23	17	84
		5	1	3	1	0	5
		6	8	7	4	8	27
		7	1	0	0	1	2
		8	11	4	4	4	23
		Sub-sum		75	87	63	58
Sum		551	522	421	425	1919	

\*1. Asking Questions 2. Developing and Using Models 3. Planning and Carrying out Investigation 4. Analyzing and Interpreting Data 5. Using Mathematical and Computational Thinking 6. Constructing Explanations 7. Engaging in Argument from Evidence 8. Obtaining, Evaluating, and Communicating Information

결과에 대하여 탐구를 통해 얻은 증거에 입각하여 토의하는 활동이 부족하다는 것을 추가로 밝힐 수 있었다. 즉, 과학 실천 2 ‘모형 개발하고 사용하기’, 과학 실천 5 ‘수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기’, 과학 실천 7 ‘증거에 입각하여 논의하기’, 과학 실천 8 ‘정보를 얻고 평가하고 의사소통하기’의 4가지 실천은 상대적으로 부족하게 반영되어 있었고, 과학 실천 1 ‘질문하고 문제 규정하기’는 전혀 포함되지 않았다. 이는 탐구나 활동의 목적이 제시되어 있고 이미 학습한 과학 이론, 원리, 법칙 등을 정해진 절차에 의해 실험 또는 관찰하여 확인하거나 수집한 데이터를 분석하여 결론을 도출하는 방식으로 이루어져 있었음을 시사한다. 학생들이 모형을 이용하여 과학 지식을 구성하고 다양한 표상들을 연결짓고 전환하여 통합하면서 자신의 생각을 발전시키는 활동, 수학적 사고를 이용하여 과학 문제를 해결하는 활동, 증거가 뒷받침된 주장을 논의함으로써 과학 지식을 재구성하고 정교화 하는 활동 등을 통해 비판적 사고와 개방적이고 반성적인 사고를 할 수 있는 기회가 적게 제공된다고 볼 수 있다.<sup>27</sup> 다시 말하면, 대부분의 교과서의 활동이 안내된 순서에 따라 조사나 실험을 하여 자료를 수집하고 결과를 분석하여 답을 구하는 확인 실험 유형인 것이다.

한편, 과학실천 3 ‘조사 계획하고 수행하기’와 과학실천 4 ‘자료 분석하고 해석하기’와 과학실천 6 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’ 이후 네 번째로 많이 포함되어 있는 과학 실천은 단원별로 차이가 있었다. 2009 개정 과학과 교육과정에 명시된 단원별 주요 탐구 활동의 내용과 관련지어 보았다.

1학년 V 단원 ‘열과 우리 생활’에서는 과학 실천 8 ‘정보를 얻고 평가하고 의사소통하기’가 많이 포함되어 있는데 ‘질량이 같은 두 물체의 비열 비교하기’, ‘효율적인

단열재 찾기’ 등과 같이 학생들이 실험을 통해 데이터를 수집 및 비교 분석하고 서로 평가하여 의사소통하거나 실생활 속 문제를 비판적 사고를 통해 해결하도록 하는 활동이 포함되었기 때문인 것으로 보인다. 1학년 VI 단원 ‘분자 운동과 상태 변화’에는 과학 실천 2 ‘모형 개발하고 사용하기’가 많이 포함되어 있는데, ‘증발 및 확산 등을 통하여 분자가 운동하고 있음을 탐구하기’, ‘상태가 변할 때 나타나는 현상을 관찰하여 상태 변화 특성 탐구하기’, ‘상태 변화와 열에너지의 관계 알아보기’ 등과 같이 학생들이 현상을 설명하는데 분자 모형을 사용하거나 구성 또는 수정하는 활동이 포함되었기 때문인 것으로 보인다.

2학년 I 단원 ‘물질의 구성’에는 과학 실천 2 ‘모형 개발하고 사용하기’가 많이 포함되어 있었는데, ‘양금 생성 반응을 통해 이온의 종류를 알아보기’, ‘모형을 사용하여 원자와 이온을 나타내기’ 등과 같이 모형을 사용하여 원자와 이온의 구조와 종류를 표현하는 활동이 포함되어 있기 때문인 것으로 보인다. 2학년 V 단원 ‘물질의 특성’에는 과학 실천 5 ‘수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기’와 과학 실천 8 ‘정보를 얻고 평가하고 의사소통하기’가 많이 포함되어 있었는데 ‘녹는점, 끓는점, 밀도, 용해도 등의 물질의 특성 측정하기’, ‘우리 주변에서 사용되는 혼합물 분리의 예 찾아보기’ 등과 같이 실험을 통해 얻은 데이터를 분석하는 과정에 수학적 사고를 활용하고 실생활에서 이용되고 있는 과학적 원리를 다양한 문헌을 활용하여 조사하는 활동이 포함되어 있기 때문인 것으로 보인다.

3학년 II 단원 ‘화학 반응의 규칙성’에는 과학 실천 5 ‘수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기’와 과학 실천 2 ‘모형 개발하고 사용하기’가 많이 포함되어 있는데, ‘질량 보존의 법칙 실험하기’, ‘일정 성분비의 법칙 실험하기’, ‘여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내기’ 등과 같이 화

**Table 5.** Number of each performance expectation in each chapter of science textbook

Science practice*	Performance expectation	Grade 7		Grade 8		Grade 9		Sum
		V.	VI.	I.	V.	II.	V.	
1	1-1	0	0	0	0	0	0	0
	1-2	0	0	0	0	0	0	0
	1-3	0	0	0	0	0	0	0
	1-4	0	0	0	0	0	0	0
	1-5	0	0	0	0	0	0	0
	1-6	0	0	0	0	0	0	0
	1-7	0	0	0	0	0	0	0
	1-8	0	0	0	0	0	0	0
Sub-sum		0	0	0	0	0	0	0
2	2-1	0	0	0	0	0	0	0
	2-2	0	0	0	0	0	0	0
	2-3	0	0	0	0	0	0	0
	2-4	0	18	12	0	0	1	31
	2-5	0	4	4	0	23	7	38
	2-6	0	0	0	0	0	0	0
	2-7	0	0	0	0	0	0	0
Sub-sum		0	22	16	0	23	8	69
3	3-1	0	1	9	6	5	3	24
	3-2	39	61	42	62	33	49	286
	3-3	0	0	0	0	0	0	0
	3-4	48	87	57	75	67	82	416
	3-5	0	0	0	0	0	0	0
Sub-sum		87	149	108	143	105	134	726
4	4-1	6	16	0	9	3	3	37
	4-2	0	1	0	0	1	0	2
	4-3	0	2	0	0	0	0	2
	4-4	41	100	67	88	98	75	469
	4-5	0	0	0	0	0	0	0
	4-6	0	0	0	0	0	0	0
	4-7	13	12	13	20	16	6	80
	4-8	0	0	0	0	0	0	0
Sub-sum		60	131	80	117	118	84	590
5	5-1	0	0	0	0	0	0	0
	5-2	0	0	0	0	0	0	0
	5-3	0	0	0	0	0	0	0
	5-4	6	3	1	14	40	5	69
	5-5	0	0	0	0	0	0	0
Sub-sum		6	3	1	14	40	5	69
6	6-1	2	8	1	3	0	0	14
	6-2	0	2	3	1	1	0	7
	6-3	0	0	0	0	0	0	0
	6-4	27	59	23	42	25	19	195
	6-5	8	16	12	35	13	7	91
	6-6	2	7	2	2	2	1	16
	6-7	0	0	0	0	0	0	0
	6-8	0	0	0	0	0	0	0
Sub-sum		39	92	41	83	41	27	323

Table 5. continued

Science practice*	Performance expectation	Grade 7		Grade 8		Grade 9		Sum
		V.	VI.	I.	V.	II.	V.	
7	7-1	0	0	0	0	0	0	0
	7-2	0	1	0	0	0	0	1
	7-3	11	10	6	4	10	2	43
	7-4	0	0	0	0	0	0	0
	7-5	0	0	0	0	0	0	0
Sub-sum		11	11	6	4	10	2	44
8	8-1	0	0	0	0	0	0	0
	8-2	12	9	11	20	6	14	72
	8-3	0	0	0	0	0	0	0
	8-4	0	0	0	0	0	0	0
	8-5	7	7	10	8	3	9	44
Sub-sum		19	16	21	28	9	23	116

\*1. Asking Questions 2. Developing and Using Models 3. Planning and Carrying out Investigation 4. Analyzing and Interpreting Data 5. Using Mathematical and Computational Thinking 6. Constructing Explanations 7. Engaging in Argument from Evidence 8. Obtaining, Evaluating, and Communicating Information

학 반응식을 사용하여 여러 가지 화학 반응을 설명하고 예측 하거나, 수학적 사고를 요하는 활동이 포함되어 있기 때문인 것으로 보인다. 3학년 V 단원 ‘여러 가지 화학 반응’에는 과학 실천 2 ‘모형 개발하고 사용하기’와 과학 실천 8 ‘정보를 얻고 평가하고 의사소통하기’가 많이 포함되어 있었는데, ‘중화 반응에서 일어나는 현상 관찰하기’, ‘중화 반응을 이온 모형으로 표현하기’, ‘일상생활에서 산화와 환원 반응 조사하기’ 등과 같이 원자 모형을 구성하여 산화·환원 반응, 중화 반응과 같은 현상을 설명하거나 일상생활에서의 과학적 현상에 관한 정보를 여러 가지 매체를 통해 얻고 이를 활용하여 의사소통하는 활동이 포함되어 있기 때문인 것으로 보인다.

#### 단원별 활동에 포함된 8가지 과학 실천의 세부 성취 목표

Table 5를 보면, 과학 실천 1 ‘질문하고 문제 규정하기’의 경우 모든 단원에서 각 세부 성취 목표에 해당하는 활동이 전혀 없었다. 과학 탐구는 관찰한 현상에 대해 스스로 문제를 제기하고 규정하는 것으로부터 시작되므로 학생들이 관찰한 현상에 대해 질문하고 스스로 제기한 문제에 대하여 탐구를 한다면 이미 학습한 법칙이나 원리를 확인하는 것이 아니라 자신의 선 개념과 연결시켜 지식의 구조를 확장할 수 있을 것이다.<sup>7</sup> 2009 개정 과학과 교육과정에서 강조한 바와 같이 학생들이 스스로 문제를 인식하고 해결할 수 있는 과학적 능력을 기를 수 있는 기회가 제공되어야 할 것이다

과학 실천 2 ‘모형 개발하고 사용하기’의 경우에는 2-5에 해당하는 활동이 가장 많이 포함되어 있었고, 그 다음으로

2-4에 해당하는 활동이 많았다. 즉, 분자 운동, 다양한 화학 반응 등을 모형을 이용하여 설명하도록 하는 활동이 포함되어 있었다. 반면, 2-1, 2-2, 2-6에 해당하는 활동은 전혀 포함되어 있지 않았는데, 이는 학생들이 모형의 한계점을 평가하거나 자료나 증거에 근거하여 다양한 종류의 모형을 직접 개발하고 수정하는 활동은 부족한 것으로 볼 수 있다. 모형을 개발하고 수정하고 평가하는 활동을 통해 학생들이 과학 지식을 구성하고 탐구 사고력을 향상할 수 있으므로 단지 모형을 사용하는 것 뿐 아니라 다양한 모형을 개발하고 수정하는 활동이 구성될 필요가 있음을 시사한다.<sup>25</sup>

과학 실천 3 ‘조사 계획하고 수행하기’는 3-4에 해당하는 활동이 모든 단원에서 가장 많이 포함되어 있었으며, 그 다음으로 3-2와 3-1에 해당하는 활동이 많이 포함되어 있었다. 즉, 관찰이나 측정을 통해 데이터를 수집하는 활동이 많았고, 변인과 실험 도구를 고려하여 탐구 설계를 하는 활동도 있는 것으로 나타났다. 반면, 3-3과 3-5에 해당하는 활동이 전혀 없어 데이터를 수집하기 위한 여러 가지 방법의 정확성을 평가하거나 다양한 물체, 도구, 과정, 계의 수행으로부터 데이터를 수집하는 활동은 거의 미흡한 것으로 보인다.

과학 실천 4 ‘자료 분석하고 해석하기’의 경우, 4-4에 해당하는 활동이 모든 단원에서 가장 많이 포함되어 있었으며 그 다음으로 4-7과 4-1에 해당하는 활동이 많이 포함되어 있었고, 4-2와 4-3에 해당하는 활동이 매우 적은 수로 포함되어 있었다. 즉, 학생들이 과학 현상을 설명하는 주장에 대한 증거를 제시하기 위해 자료를 분석하고 해

석하는 기회가 많이 제공되고 있는 반면, 유사점과 차이점을 찾기 위해 자료를 분석하고 해석하는 활동, 수집한 자료를 바탕으로 그래프를 구성하는 활동 등은 적게 제공되고 있었다. 4-5와 4-6에 해당하는 활동은 전혀 포함되어 있지 않았는데 즉, 통계와 확률을 활용하는 복잡하고 심화된 자료 분석의 기회는 제공되지 않고 있다. 단순히 데이터를 확인하는 것이 아니라 데이터의 정확성과 오차를 이해하는 것은 증거를 구성하는데 타당성과 신뢰성을 고려하는 기회가 될 수 있으므로 이를 고려한 활동은 학생들에게 유의미한 학습 기회가 될 것이다.<sup>26</sup>

과학 실천 5 ‘수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기’의 경우, 모든 단원에서 5-4에 해당하는 활동만이 포함되어 있었으며 다른 활동은 전혀 포함되어 있지 않았다. 즉, 과학적 문제를 해결하는데 변인 간의 관계비를 구하거나 화학 반응식에서 계수를 구하는데 수학적 사고를 사용하는 활동은 있었으나, 디지털 도구나 컴퓨터를 사용하여 데이터를 분석하거나 과학적 결론을 설명하기 위한 수학적 표현을 사용하거나 문제를 해결하기 위해 알고리즘을 구축하는 활동은 전혀 포함되어 있지 않아 수학적 사고의 방법이나 형태가 다양하지 않은 것으로 분석되었다.

과학 실천 6 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’의 경우 다른 과학 실천과 다르게 다양한 세부 성취 목표에 해당하는 활동이 포함되어 있었는데, 6-4에 해당하는 활동이 모든 단원에서 가장 많았고 그 다음으로 6-5에 해당하는 활동이 많이 포함되어 있었다. 6-6, 6-1, 6-2에 해당하는 활동은 상대적으로 적게 포함되어 있었다. 학생들이 과학적 현상에 대한 설명을 구성하는데 과학 개념을 적용하거나, 실험을 통해 수집한 데이터를 해석 추론하여 설명이나 증거를 구성하고, 과학 개념을 적용하여 변인들 사이의 양적, 질적 관계를 포함하는 설명을 구성하는 등의 다양한 활동이 포함되어 있었다.

과학 실천 7 ‘증거에 입각하여 논의하기’의 경우, 7-3에 해당하는 활동이 모든 단원에서 가장 많이 포함되어 있어 학생들이 과학적 질문에 대한 주장을 구성하여 논의에 참여하는 활동이 주로 제시되고 있는 것으로 볼 수 있다. 반면 7-2에 해당하는 활동은 1개 포함되어 있고, 7-1, 7-4, 7-5에 해당하는 활동은 전혀 포함되어 있지 않았다. 학생들이 과학적 설명과 이론이나 법칙의 형성 과정을 이해하기 위해서는 다양한 형태의 논의에 참여하는 기회가 필요할 것이다.

과학 실천 8 ‘정보를 얻고, 평가하고, 의사소통하기’의 경우, 8-2에 해당하는 활동이 모든 단원에서 가장 많이 포함되어 있어 학생들이 다양한 매체나 시각적 전시물에 포함된 글을 읽고 과학적 정보를 통합하는 활동의 기회가 많은 것으로 볼 수 있다. 그 다음으로 학생들이 과학적

글쓰기를 하거나 발표를 통해 의사소통하는 8-5에 해당하는 활동이 많이 포함되어 있었다. 반면, 8-1, 8-3, 8-4에 해당하는 활동은 전혀 포함되어 있지 않았는데, 글로 표현된 매체뿐 아니라 다양한 형태로 제시되는 과학 정보를 비판적으로 평가하여 의사소통하는 것은 과학적 소양의 중요한 요소가 될 수 있으므로 이러한 활동의 추가가 고려되어야 할 것이다.

요약하면, 대부분의 과학 실천은 한 두 개의 세부 성취 목표에 편중되어 있었고, 과학 실천 3 ‘조사 계획하고 수행하기’, 과학 실천 4 ‘자료 분석하고 해석하기’, 과학 실천 6 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’는 상대적으로 다양한 세부 성취 목표가 포함되어 있었으나 여전히 일부에 편중되어 있었다. 특히 과학 실천 5 ‘수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기’, 과학 실천 7 ‘증거에 입각하여 논의하기’는 한 가지의 정형화된 유형으로만 제시되고 있어 학생들이 다양한 세부 성취 목표를 통해 성취할 수 있는 과학 실천을 경험하는데 한계가 있는 것으로 볼 수 있다.

교과서에 학생들의 문제 인식 활동이 부족하다고 보고한 경희경(2015)의 연구결과와 과학 실천 1 ‘질문하고 문제 규정하기’가 거의 없고, 과학 실천 2 ‘모형 개발하고 사용하기’가 적게 포함되어 있는 본 연구의 결과는 일치한다.<sup>18</sup> 또한 교과서의 활동에 ‘탐구 수행’이 많이 포함되어 있다고 보고한 김지영 등(2012), ‘자료 해석’이 많이 포함되어 있다고 보고한 서혜윤(2013), ‘설명 구성’이 많이 포함되어 있다고 보고한 이지륜(2004)의 연구 결과는 과학 실천 3 ‘조사 계획하고 수행하기’와 과학 실천 4 ‘자료 분석하고 해석하기’, 과학 실천 6 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’가 많이 포함되어 있는 본 연구 결과와 일치한다.<sup>16,22,27</sup> 또한 한유화 등(2014)이 학생들이 의사소통하는 활동이 부족하다고 보고하였는데 이는 본 연구의 과학 실천 8 ‘정보를 얻고, 평가하고, 의사소통하기’가 적게 포함되어 있는 연구 결과와 일치한다.<sup>28</sup> 8가지 과학 실천과 각 과학 실천의 세부 성취 목표를 기준으로 분석한 본 연구에서는 선행 연구에서와 일치하는 연구 결과 뿐 아니라 각 실천에서 구체적으로 어떠한 세부 활동이 부족한가를 분석할 수 있었다. 예를 들면, 과학 실천 2 ‘모형 개발하고 사용하기’에서는 모형의 한계점을 평가하기, 변인에 따른 변화를 예측하는데 모형을 사용하기, 매커니즘 묘사에 모형을 사용하기 등의 활동이 부족함을 알 수 있었다. 과학 실천 3 ‘조사 계획하고 수행하기’에 해당하는 활동의 수는 많은 반면 탐구 설계하기, 다양한 데이터 수집 방법을 평가하기의 활동은 부족함을 알 수 있었다. 과학 실천 4 ‘자료 분석하고 해석하기’에 해당하는 활동 수는 많은 반면 시간적 공간적 관계를 알아보기, 데이터의 인과 관계와 연관성을 구별하기 등의 활동은 부족함을

**Table 6.** Variety of science practices included in inquiry activity in each chapter of each textbook

Grade	Chapter	Combination of different science practices	A	B	C	D	Sum
	V. Heat and our daily life	1	0	0	0	0	0
		2	0	1	2	1	4
		3	4	1	2	3	10
		4	1	1	0	1	3
		5	0	0	1	1	2
		6	0	0	0	0	0
		7	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0
		Number of inquiry activities		5	3	5	6
Grade 7	VI. Motion of molecules and changes in states	1	0	0	0	0	0
		2	0	1	2	3	6
		3	6	4	4	5	19
		4	3	0	2	2	7
		5	0	0	0	0	0
		6	0	0	0	0	0
		7	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0
		Number of inquiry activities		9	5	8	10
	I. Components of substance	1	0	0	0	1	1
		2	0	1	2	2	5
		3	4	4	3	0	11
		4	1	0	1	3	5
		5	1	0	1	0	2
		6	0	0	0	0	0
		7	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0
		Number of inquiry activities		6	5	7	6
Grade 8	II. Characteristics of substance	1	0	0	0	0	0
		2	1	1	2	1	5
		3	3	2	5	5	15
		4	5	1	1	2	9
		5	0	0	0	0	0
		6	0	0	0	0	0
		7	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0
		Number of inquiry activities		9	4	8	8
Grade 9	II. Rules of chemical reaction	1	0	0	0	0	0
		2	2	0	3	1	6
		3	3	1	3	2	9
		4	0	2	1	1	4
		5	0	0	1	1	2
		6	1	1	0	0	2
		7	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0
		Number of inquiry activities		6	4	8	5

Table 6. continued

Grade	Chapter	Combination of different science practices	A	B	C	D	Sum
Grade 9	V. Variety of chemical reaction	1	0	0	0	0	0
		2	0	2	7	4	13
		3	2	1	0	3	6
		4	1	2	2	0	5
		5	1	0	0	0	1
		6	0	0	0	0	0
		7	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0
		Number of inquiry activities		4	5	9	7
Sum		39	26	45	42	152	

알 수 있었다. 과학 실천 5 ‘수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기’에서도 컴퓨터를 사용하여 컴퓨팅 사고를 이용하기, 알고리즘을 만들기, 기술적 설계 문제에 수학적 사고를 이용하기의 활동이 부족함을 알 수 있었다. 과학 실천 6 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’에 해당하는 활동은 많은 반면 모형을 사용하여 설명 구성하기, 실험 설계하는데 과학적 개념을 적용하기, 실험 수행을 최적화하기 등의 활동이 부족함을 알 수 있었다. 과학 실천 7 ‘증거에 입각하여 논의하기’에서는 같은 주제에 대해 두 가지 논증 비교하기, 비판 제기하고 받아들이기, 해결책 평가하기 등의 활동이 부족함을 알 수 있었다. 과학 실천 8 ‘정보를 얻고 평가하고 의사소통하기’에서는 과학적 글 비판적으로 읽기, 출판물에 사용된 방법을 평가하기 등의 활동이 부족함을 알 수 있었다.

#### 단원별 교과서별 탐구 활동에 포함된 과학 실천의 다양성

A교과서, C교과서, D교과서에서는 ‘탐구’, B교과서에서는 ‘탐구 활동’이라 표기되어 있는 활동(이후 이 두 가지 활동을 모두 ‘탐구 활동’이라 명함)에 8가지 과학 실천 중 몇 가지의 과학 실천이 포함되어 있는지 분석하였다. A교과서에는 39개, B교과서 26개, C교과서 45개, D교과서 42개의 탐구 활동이 포함되어 있었다. 1학년 VI 단원 ‘분자 운동과 상태 변화’의 탐구 활동에 과학 실천 3 ‘조사 계획하고 수행하기’가 3개, 과학 실천 4 ‘자료 분석하고 해석하기’가 5개, 과학 실천 6 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’가 1개 포함되어 있었다면, 총 과학 실천 수와 상관없이 과학 실천 3, 과학 실천 4, 과학 실천 6의 3가지 종류의 과학 실천이 조합되어 있다고 분석하였다. 각 탐구 활동에 포함된 과학 실천을 분석한 후, 조합된 과학 실천의 가지 수에 해당하는 탐구 활동 수를 Table 6에 제시하였다.

과학 실천이 1가지 포함되어 있는 것부터 최대 6가지 과학 실천이 조합된 탐구 활동까지 있었다. 대부분 탐구 활동에는 2-4가지 과학 실천이 포함되어 있었으며 5가지 이상의 과학 실천을 포함하는 탐구 활동은 극소수였다. 6가지의 과학 실천이 포함된 탐구 활동으로는 A교과서 3학년 II 단원 ‘화학 반응의 규칙성’에 포함된 ‘화학 반응식의 표현’이 있다. 여기에서 ‘모듬별로 여러 가지 화학 반응을 찾아 화학 반응식으로 나타내 보자’는 여러 가지 화학 반응에 관한 정보를 얻어야 하므로 과학 실천 8 ‘정보를 얻고, 평가하고, 의사소통하기’와 조사한 자료를 해석하여 화학 반응식으로 나타내야 하므로 과학 실천 4 ‘자료 분석하고 해석하기’와 과학 실천 2 ‘모형 개발하고 사용하기’를 포함한다. 또한, ‘화학 반응식에서 화살표 양쪽의 원자의 종류와 개수가 같게 화학식 앞에 계수를 붙이는 이유를 토의해 보자’는 화학 반응식에서 화살표 양쪽의 원자의 종류와 개수가 같게 화학식 앞에 계수를 붙이는 이유의 설명을 구성하여 토의하는 활동이므로 과학 실천 5 ‘수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기’, 과학 실천 6 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’, 과학 실천 7 ‘증거에 입각하여 논의하기’를 포함하여 모두 6가지의 과학 실천이 포함된 것으로 분석되었다. 미국연구회(NRC)에서는 8가지 과학 실천 각각이 서로 분리되어 독립적으로 수행되는 것이 아니라 서로 연결되어 있다고 설명하고 있어 탐구의 목적과 방법에 따라 다양한 과학 실천이 결합되어 수행되어야함을 시사한다.<sup>6</sup>

#### 결론 및 제언

본 연구에서 분석한 중학교 과학교과서의 화학단원에는 과학 실천 3 ‘조사 계획하고 수행하기’가 가장 많았고, 다음으로 과학 실천 4 ‘자료 분석하고 해석하기’, 과학 실천

6‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’의 순으로 포함되어 있었다. 과학 실천 2 ‘모형 개발하고 사용하기’, 과학 실천 5 ‘수학 및 컴퓨팅 사고 이용하기’, 과학 실천 7 ‘증거에 입각하여 논의하기’, 과학 실천 8 ‘정보를 얻고 평가하고 의사소통하기’의 4가지 실천은 상대적으로 부족하게 반영되어 있었다. 또한 모든 단원의 각 교과서에 과학 실천 1 ‘질문하고 문제 규정하기’는 전혀 포함되어 있지 않았다. 이러한 활동에서 학생들은 제시된 문제를 확인하고 주어진 절차대로 실험을 수행하여 수집한 자료를 바탕으로 결론에 도달하여 이미 학습한 법칙, 원리 등을 확인하는 과정을 경험하게 된다. 중학교 과학교과서의 활동에 포함된 과학 실천이 일부에 편중되어 있는 본 연구의 결과는 2009 개정교육과정 물리 교과서 I, II의 탐구 활동을 분석한 강남화와 이은미(2013)의 연구, 화학II 교과서의 탐구 활동을 분석한 전영과 최애란(2016)의 연구, 초등학교 5, 6학년 과학 교과서의 탐구 활동을 분석한 김선주(2016)의 연구 결과와도 일치한다.<sup>19,20,29</sup> 즉, 학생들이 스스로 문제를 인식하고 이에 대하여 모형을 구상하거나 해결 방안을 고안하거나, 동료와의 토론을 통해 자신의 생각을 수정·보완해 가는 과정에서 과학 지식을 구성할 수 있는 기회가 부족한 것으로 나타났다. 2009 개정교육 과정에 따른 중학교 과학교과서의 활동이 여전히 학생들이 이미 학습한 과학 법칙이나 원리를 단순히 확인하는 전통적인 탐구 방식에서 많이 벗어나지 못하고 있다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구의 결과는 학생들이 과학 탐구를 경험하여 과학적 사고와 탐구 능력을 향상하는 것을 목표로 한다면 과학 교사는 학생들이 스스로 탐구 문제를 인식하고 논의를 거쳐 과학 지식을 구성해 나갈 수 있도록 교과서의 활동을 재구성해야 함을 시사한다. 8가지 과학 실천을 기준으로 분석한 본 연구에서는 교과서의 활동을 분석했던 선행 연구들에서 논의하지 않았던 모델 사용하고 구성하기, 과학 문제에 수학적 사고 이용하기, 증거에 기반하여 논의하기, 정보를 통해 의사소통하기 등의 중요한 과학 실천이 교과서의 활동에 부족하게 반영되어 있음을 알 수 있었다는 점에서 의의가 있다.

또한 대부분의 과학 실천에서 한 두 개의 세부 성취 목표에 편중되어 있는 것으로 나타났는데, 과학 실천 3 ‘조사 계획하고 수행하기’, 과학 실천 4 ‘자료 분석하고 해석하기’, 과학 실천 6 ‘설명 구성하고 문제 해결 고안하기’는 상대적으로 다양한 세부 성취 목표가 포함되어 있었으나 여전히 일부에 편중되어 있었다. 이처럼 특정 세부 성취 목표만을 반복적으로 수행한다면 학생들이 다양한 세부 성취 목표를 통해 성취할 수 있는 과학 실천을 경험하는데 한계가 있음을 알 수 있었다는 점에서 본 연구의 의의가 있다. 또한 대부분 탐구 활동에는 2-4가지 과학 실

천이 포함되어 있었으며 5가지 이상의 과학 실천을 포함하는 탐구 활동은 거의 없었다. 8가지 과학 실천 각각이 서로 분리되어 독립적으로 수행되는 것이 아니라 서로 연결되어 있으므로 다양한 과학 실천이 결합되어 수행되도록 과학 교과서의 탐구 활동을 구성할 필요가 있다는 시사점을 얻을 수 있다.

본 연구는 2009 개정교육과정에 따른 중학교 과학교과서 4종의 화학 단원만을 연구 대상으로 하였기 때문에 연구 결과를 일반화하기에는 한계가 있다. 실제 교육현장에서 과학 교사가 교과서의 활동을 바탕으로 한 교수-학습 계획안에서 구성하는 활동지를 분석한다면 학생들이 어떤 과학 실천을 실제로 경험하게 되는지에 관한 실제적인 정보를 알 수 있을 것이다. 교과서의 활동에서 제시되는 과학 실천을 학생들이 실제로 경험하는지, 교사와 학생의 상호작용을 통해 실현되는 과학 실천에 어떤 것들이 있는지를 알아보는 추후 연구도 의미가 있을 것이다. 또한 과학 교사와 학생들의 과학 실천에 대한 이해가 어떠한지 알아보는 후속 연구도 의미 있을 것이다.

## REFERENCES

1. National Research Council. *Inquiry and the National Science Education Standards*; National Academy Press, Washington, DC, 2000.
2. National Research Council. *National Science Education Standards*; National Academy Press: Washington, DC, 1996.
3. National Research Council. *The Next Generation Science Standards*; National Academy Press: Washington, DC, 2013.
4. National Research Council. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*; National Academy Press: Washington, DC, 2012.
5. *Science Education Curriculum*. (Notification No. 2009-41 of the Ministry of Education); Ministry of Education, Science, and Technology: Seoul, 2009.
6. *Science Education Curriculum*. (Notification No. 2015-74 of the Ministry of Education); Ministry of Education, Science, and Technology: Seoul, 2015.
7. Kang, K. H.; Kim, J. M. *Journal of the International Gifted in Science* 2010, 4, 97.
8. Bae, H. K.; Jung, G. S. *Journal of the Korean Earth Science Society* 2008, 29, 626.
9. Lee, J. A.; Maeng, S. H.; Kim, H. R.; Kim, C. J. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* 2007, 27, 242.
10. Park, J. S.; Kim, J. H.; Ryu, H. I. *Journal of the Korean Chemical Society* 2003, 47, 67.
11. Lee, J. Y. (An) *Analysis of Inquiry Activities of the High School Science Textbooks (chemistry park) by Using 3-Dimensional Analysis Framework*. M.D. Thesis, Dankuk University of Education: Korea, 2004.

12. Lee, J. H.; Ko, S. B. *Journal of Science Education* **2007**, 32, 91.
  13. Yu, M. K.; Jo, H. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2003**, 23, 494.
  14. Kim, H. R.; Yeo, S. H. *Biology Education* **2004**, 32, 390.
  15. Sim, G. C.; Kim, H. S.; Park, Y. C. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2002**, 22, 550.
  16. Kim, J. Y.; Han, J. E.; Park, J. S. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2012**, 32, 928.
  17. Heo, M. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **1984**, 4, 57.
  18. Kyoung, H. K. *Study of Physics Exploratory Activities of Science Textbooks : Revised Middle School 2009 Curriculum*. M.D. Thesis, Ewha Woman University of Education: Korea, 2015.
  19. Kang, N. H.; Lee, E. M. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2013**, 33, 132.
  20. Jeon, Y.; Choi, A. R. *Journal of the Korean Chemical Society* **2016**, 60, 1.
  21. Hong, M. A.; Park, J. Y. *Journal of Research in Curriculum and Research* **2014**, 18, 1033.
  22. Lee, J. R. *(The) Analysis of the Inquiry Activity for the Science Textbook using the 9th Grade based on the 7th Curriculum*. M.D. Thesis, Dong-A University of Education: Korea, 2004.
  23. Lee, H. S.; Lim, H. M.; Moon, J. E. *The Mathematical Education* **2010**, 49, 175.
  24. Nam, J. H.; Kwak, K. H.; Jang, K. H.; Hand B. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2008**, 28, 922.
  25. Cho, H. S.; Nam, J. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2014**, 34, 583.
  26. Lee, J. B. *(The)Effect of uncertainty concept on the process of measurement and data interpretation in physics inquiry activity*. Ph.D. Thesis, Seoul National University: Korea, 2006.
  27. Seo, H. Y. *Researching Activities Analysis of Hifg School Chemistry II by Using Three Dimensional Analysis Frame*. M.D. Thesis, Hankuk University of Foreign Studies: Korea, 2013.
  28. Han, Y. H.; Jeon, E. S.; Baek, S. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2014**, 34, 349.
  29. Kim, S. J. *An Analysis of Inquiry Activities in Elementary Science Textbooks: Focused on 5th and 6th Grade Science Textbooks based on the 2009 Revised Science Curriculum*. M.D. Thesis, Gyeongin National University of Education: Korea, 2016.
-