

삼차원 분석에 기초한 2015 개정 중학교 『과학』 교과서 과학사 자료의 특성

김형미 · 강경희*

제주대학교

The Characteristics of Science History Materials for the 2015 Revised Middle School ‘Science’ Textbooks Based on Three-Dimensional Analysis

Heungmi Kim · Kyunghee Kang*

Jeju National University

Abstract: The purpose of this study is to analyze the science history materials presented in middle school ‘Science’ textbook according to the 2015 revised curriculum. The subjects of this study were 14 middle school ‘Science’ textbooks. The analysis used the three-dimensional framework. The results of analysis show that the number of science history materials presented in textbooks tends to increase as the grade goes up. It was also found that science history materials were presented in a specific unit for each grade. The three-dimensional analysis of science history materials showed that conceptual-fundamental-discovery/device types were most commonly presented in all grades. At the instruction context level, the conceptual context was the most common, and the basic role was the main at the role level. The discovery/device type was the most common type of presentation. The results of the study show that the science history materials presented in science textbooks were concentrated in some areas. Also, the instruction context and role were concentrated in some factors in terms. This suggests that various science history materials need to be developed in the future. It is also necessary to explore concrete methods to ensure that science history materials presented in textbooks can be used in various roles in different contexts.

keywords: 2015 revised curriculum, middle school, textbook, history of science, three dimensions, instruction context, role, type

I. 서론

인공지능 등 첨단 정보통신기술을 기반으로 사회 전반에 혁신적인 변화가 나타나게 되면서 OECD에서는 미래 사회의 구성원들에게 요구되는 역량에 대한 논의를 이끌었다. 이러한 논의는 여러 나라들이 핵심 역량을 중심으로 한 교육과정 설계를 검토하는 등 세계적인 추세로 이어졌다(Kim & Park, 2017).

우리나라에서도 2015 개정 교육과정을 통해 핵심역량 중심 교육과정을 제시하였다(MOE, 2015). 역량 중심 교육과정으로의 전환은 학교교육을 통해 학습자의

다면적 역량을 신장시키고 더 나아가 국가 경쟁력의 제고를 위한 것이다(Ha *et al.*, 2018). 이에 따라 2015 개정 과학과 교육과정에서는 과학적 사고력, 과학적 탐구능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생학습능력을 핵심역량으로 제시하고 있다. 설정된 핵심역량에 나타난 바와 같이 미래 사회에 대비한 학교 과학교육에서는 더 이상 전통적인 지식과 탐구 중심의 교수-학습만을 강조하지 않음을 알 수 있다. 즉 과학적 사고력을 통해 일상생활의 문제를 해결하고 더 나아가 공동체 내에서 다양한 의견을 조정하는 능력과 공동체의 일원으로서 책임 있게 행동하고 의사 결정하는 능력을 기르는 데 주안점을

* 교신저자: 강경희 (kkh6554@jejunu.ac.kr)

** 이 논문은 2020학년도 제주대학교 교육·연구 및 학생지도비 지원에 의해서 연구되었음.

*** 2020년 6월 10일 접수, 2020년 8월 2일 수정원고 접수, 2020년 8월 11일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2020.44.2.145>

두고 있다. 그러므로 현재의 학교 과학교육은 과학적 소양의 함양을 통해 학생들이 사회에 진출했을 때 과학기술 관련 문제에 대해 합리적 의사결정을 하고, 문제를 해결할 수 있는 능력의 신장을 목표로 하고 있다.

과학적 소양의 함양이 과학교육의 목표로 자리 잡으면서 과학교육에서 과학사의 중요성에 대한 논의가 확대되고 있다(Cho, 1994; Choi, 1996). 이러한 추세는 영국의 국가과학교육과정과 미국 교육과정 등에서 과학사 내용을 포함시키는 등의 변화를 가져왔다(Jenkins, 1990). 우리나라의 경우 과학교육에 과학사를 도입하자는 주장은 1970년대 처음 나타났다(Yang *et al.*, 1996). 이후 과학사 도입의 효과에 관한 연구들이 국내외에서 지속적으로 이루어지고 있다. 과학사를 도입한 수업을 통해 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 높일 수 있다는 연구들(Kang, Kim, & Noh, 2004; Kim & Shin, 2017; Rutherford, 2001; Solomon, 1992)이 제시되었고, 과학 개념학습에 효과적이라는 연구들도 있다(Hong, 2002; Wandersee, 1985). 또한 과학학습 흥미도와 성취도가 향상됨을 보고한 연구들도 있다(Jung, 2003; Kim *et al.*, 2008; Kim & Wee, 2019). 과학 탐구와 관련해 과학적 방법에 대한 이해를 가능하게 하고(Lee & Kim, 1995; Yang *et al.*, 1996), 과학-기술-사회의 상호관련성에 대한 이해를 높인다는 주장도 있다(Choi, Choi, & Jin, 2010).

이와 같이 과학사를 활용한 과학교육에 대한 강조가 지속되면서 교수-학습의 일차적인 내용 출처인 과학 교과서에 나타난 과학사 자료들을 분석하는 연구들도 전개되어 왔다. 교과서는 교육과정의 목표를 달성하는데 있어서 기본적으로 활용되는 학습 자료이기 때문에(Jeon, Park, & Noh, 2004) 교과서에 제시된 과학사 자료를 분석하는 것은 실제 과학 수업에서 어떻게 과학사가 활용될 것인가에 대한 시사점을 제공할 수 있다(Choi & Kim, 1996). 이와 같이 과학사 활용 수업을 일차적으로 교과서 과학사 자료와 밀접한 관련이 있으므로 과학 교과서의 과학사 자료 분석에 대한

연구들(Choi, Yeo, & Woo, 2002; Dong, 2004)이 이루어졌다. 이 선행 연구들은 대부분 Wang (1998)의 이차원 분석틀 또는 Leite (2002)의 체크리스트를 활용한 분석을 토대로 전개되었다. 이는 교과서에 제시된 과학사 자료의 유형과 표현 수준에 대한 분석이 중점적으로 이루어졌음을 의미한다.

또한 과학 수업에 과학사를 도입하는 것과 관련해 전문가들의 인식 조사를 보면 교과서에 제시된 과학사 자료가 대부분 읽기 등의 특정 형태로만 제시되어 있어서 교수 활동에서 활용하기 어렵다는 지적이 제기되었다(Lee & Shin, 2011). 그러므로 과학 교과서에 제시된 과학사 자료들이 실제 수업에 어떻게 활용될 수 있을 것인지 살펴보는 것은 의미가 크다. 특히 교과서에 제시된 과학사 자료의 제시 유형만을 중심으로 분석하는 것이 아니라 수업의 맥락에서 과학사를 어떻게 활용할 수 있는지 검토하고, 실제 수업에서 과학사 자료가 어떤 기능을 할 수 있는지 살펴보는 것은 중요하다. 이에 이 연구에서는 2015 개정 교육과정 중학교 교과서에 제시된 과학사 자료들을 수업 맥락, 역할, 제시 유형의 삼차원으로 분석하고, 이를 토대로 중학교 과학 교과서의 과학사 자료 제시에 대한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법 및 절차

1. 분석 대상

이 연구에서는 2015 개정 교육과정 중학교 1~3학년 『과학』 교과서에 제시된 과학사 자료를 추출하여 삼차원 분석틀에 따라 분석하였다. 이를 위해 중학교 1학년 『과학』 교과서 5종(A1, B1, C1, D1, E1)과 2학년 『과학』 교과서 5종(A2, B2, C2, D2, E2), 중학교 3학년 『과학』 교과서 4종(A3, B3, C3, E3)을 분석 대상으로 선정하였다. 분석 대상 교과서에 대한 상세한 내용은 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Subject of analysis

기호	출판사	저자
A1, A2, A3	동아출판	김호련 외 12인
B1, B2, B3	미래엔	김성진 외 16인
C1, C2, C3	비상교육	임태훈 외 11인
D1, D3	와이비엠	노석구 외 12인
E1, E2, E3	천재교육	노태희 외 12인

2. 분석 방법

이 연구에서는 2015 개정 교육과정 중학교 『과학』 교과서에 제시된 과학사 자료의 특성을 알아보기 위해 각 교과서 단원별로 제시된 과학사 자료의 빈도를 조사하였다. 2명의 연구자가 교과서에서 과학사 자료로 판단되는 내용을 추출하였고, 이 빈도 분석을 통해 추출된 과학사 자료들을 대상으로 삼차원 분석을 실시하였다. 특히 삼차원 분석을 위해 선행 연구 (Park, Lee, & Lee, 2011)에서 개발한 삼차원 과학사 자료 분석틀을 활용하였다. 이 분석틀은 과학사 자료의 역할, 제시 유형, 수업 맥락의 측면에서 교과서에 제시된 과학사를 삼원 분석하기 위한 것이다. 이 분석틀에서 역할과 제시 유형은 Leite (2002)의 연구를 토대로 설정되었고, 수업 맥락 차원은 Seker (2007)와 Wang (1998)의 연구를 기초로 하여 도입된 것이다. 각 차원의 구체적인 유형별 설명은 Table 2에 제시하였다.

교과서에 제시된 과학사 자료에 대한 분석은 과학 교육학 박사 1인과 과학교육학 박사과정생 1인이 수행

하였다. 중학교 교과서 중 단원 마지막 부분의 평가 문항을 제외한 전 범위를 대상으로 과학사 자료들을 추출하였다. 본 분석에 앞서 중학교 2학년 과학 교과서 중 2종을 대상으로 예비분석을 실시하였다. 분석 결과 비교를 통해 불일치하는 부분은 논의를 거쳐 합의점을 도출하였다. 예비 분석을 통해 분석틀에 대한 이해를 높인 후 본 분석을 수행하였다. 본 분석에서는 중학교 1~2학년 과학 교과서 각 5종과 중학교 3학년 교과서 4종에 대한 분석을 실시하였고, 두 분석자의 분석 결과 간 일치도는 Cohen's Kappa계수가 .92로 높게 나타났다.

Figure 1에 제시된 자료는 연구자 간 분석 결과가 일치하지 않은 사례로 수업 맥락 차원에서는 개념적 유형, 역할 차원에서는 탐구적 유형으로 일치하였으나 제시 유형 차원에서 발견/고안 유형과 역사적 실험 유형으로 나타났다. 이에 이 자료의 성격에 대해 연구자 간 논의를 진행하였다. 논의 결과 이 자료에서는 라부아지에의 실험이 갖는 역사적 의의를 제시하기 보다는 물질을 이루는 기본 성분인 원소에 대한 개념을 제시

Table 2. The three dimension framework for history of science analysis (Park, Lee, & Lee, 2011)

차원	하위 영역	내용
수업맥락 차원 (Instruction context dimension)	흥미 (Interest, I)	과학자의 생애에 대한 간단한 이야기 또는 학습 동기 유발을 위한 역사적 사건 등을 활용하는 것으로 과학적 개념이나 과학의 본성과 관련되지 않음
	사회-문화적 (Social-cultural, S)	과학이 사회, 문화 등과의 상호작용한다는 것을 드러내는 자료로 과학이 사회적 역사적 산물임을 나타냄
	인식론적 (Epistemological, E)	과학본성의 한 측면을 이해하는 자료로 과거 과학자들의 다양한 관점 등을 바탕으로 과학지식의 구성 과정 등을 다룸
	개념적 (Conceptual, C)	학습 주제에서 과학적 개념이나 지식에 초점을 두어 학습에 활용함
역할 (Role dimension)	기본적 (Fundamental, F)	과학 교육과정에서 반드시 학습해야 할 주제에 활용됨
	보충적 (Complementary, C)	과학 교육과정에 제시된 학습 내용과 관련이 없고, 학습을 보충함
	탐구적 (Inquisitive, I)	학생들이 수행하는 모든 탐구활동에 활용됨
제시 유형 (Type dimension)	에피소드/일화 (Episode/Anecdotes, E)	과거 과학자 개인의 삶에 관한 이야기 또는 역사적인 사건을 단편적으로 제시함
	발견/고안 (Discovery/Device, D)	과학자들이 발견한 과학적 개념, 법칙, 이론 또는 장치 등을 활용함
	선형적인 발견 (Linear evolution, L)	과학 지식의 발전 과정을 시간적 순서와 방향성을 기초로 연속적으로 제시함
	역사적 실험 (Historical experiment, H)	과거 과학자들이 직접 수행한 실험이나 고안한 실험 등을 제시함

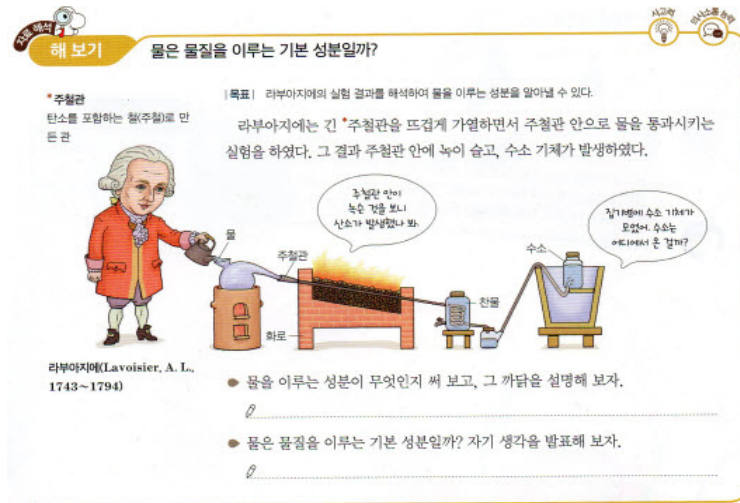


Figure 1. The example of three dimensional analysis (Textbook B2)

하기 위한 것이므로 발견/고안 유형이 적합한 것으로 결론 내렸다. 이와 같이 연구자 간 의견이 일치하지 않는 자료에 대해서는 논의 과정을 거쳐 자료의 유형들을 결정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 중학교 『과학』교과서 과학사 자료 빈도 분석 결과

중학교 『과학』 교과서에 제시된 과학사 자료의 빈도를 분석한 결과 중학교 1학년(5종) 교과서의 경우 과학사 자료는 총 33개로 교과서당 평균 6.6개인 것으로 나타났다. 2학년 교과서(5종)는 총 39개로 평균 7.8개, 3학년 교과서(4종)는 총 46개로 평균 11.5개의 자료가 제시된 것으로 나타났다. 과학사 자료 빈도 분석 결과는 학년이 올라감에 따라 교과서에 제시된 과학사자료의 수가 증가하는 것으로 나타났다.

각 학년별로 과학사 자료가 제시된 단원들을 분석한 결과 과학사 활용이 일부 단원에 편중되어 있는 것으로 나타났다. 1학년의 경우 「지권의 변화」 단원은 모든 교과서에서 베게너의 대륙이동설 관련 과학사 자료가 제시되었다. 반면에 「빛과 파동」 단원은 모든 교과서에서 과학사 자료가 전혀 제시되지 않았고, 「과학과 나의 미래」의 경우도 교과서 1종에서만 과학사를 활용하였다. 영역별로 살펴보면 1학년 교과서 중 화학 영역에서 과학사 자료 활용이 가장 많은 반면 물리학 영역은 타 영역에 비해 과학사 활용이 저조한 것으로 나타났다.

2학년의 경우 단원별 편중 현상이 더욱 두드러지게 나타났다. 「물질의 구성」 단원은 제시된 과학사 자료의 수가 가장 많았고, 다음으로는 「전기와 자기», 「태양계」 순이었다. 하지만 「물질의 특성», 「열과 우리 생활」 단원에는 과학사 자료가 전혀 제시되지 않았고, 「수권과 해수의 변화», 「재해재난과 안전」 단원은 전체 5종 교과서를 통틀어 각각 1개의 과학사 자료만 제시되었다. 선행 연구(Kim, 2015)에서 주장한 바와 같이 과학사를 활용해 온도 등의 개념이 역사적으로 형성된 과정을 제시하는 것은 효과적인 교수전략일 수 있음에도 불구하고 「열과 우리 생활」 단원에서 과학사 자료가 전혀 도입되지 않은 점은 향후 검토가 필요한 부분이라고 판단된다. 2학년 교과서에서는 물리 영역에서의 과학사 자료 제시 비율이 가장 높았고 다음으로는 화학 영역인 것으로 나타났다. 이에 비해 생물학과 지구과학 분야는 과학사 자료 제시 비율이 매우 낮게 나타났다. 2009 개정 교육과정 초등 과학 교과서를 대상으로 한 선행 연구(Park, Chung, & Park, 2015)에서도 생물학 영역의 과학사 자료가 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 그러므로 중학교 생물 영역에 활용할 수 있는 다양한 과학사 자료의 개발을 위한 연구를 지속적으로 수행할 필요가 있다고 판단된다.

3학년 교과서의 경우 「자극과 반응」 단원에서 과학사 자료가 나타나지 않았다. 반면에 「기권과 날씨», 「생식과 유전», 「과학기술과 인류문명」 단원에서는 모든 교과서에서 과학사 자료를 제시한 것으로 나타났다. 구체적으로 보면 「기권과 날씨」 단원에서는 토리첼리의 대기압 측정 관련 내용이 모든 교과서에서 다뤄졌고, 「생식과 유전」 단원에서는 멘델의 유전 법칙에 대한 내용이 공통적으로 제시되었다. 생물학 교과서에 도입된 과학사 자료를 분석한 연구(Dong,

2004)에서도 유전 분야에 과학사 자료가 많이 제시된 것으로 나타났는데, 본 연구의 결과에서도 유전 분야는 모든 교과서에서 과학사 자료를 활용하는 것으로 나타났다. 특히 「과학기술과 인류문명」단원에서는 각 교과서마다 다양한 과학사 자료가 제시되었다. 이 단원에서는 과학기술이 사회와 인류의 생활에 미치는 영향을 주로 다루므로 인류문명사에 큰 영향을 미친 과학사 내용이 많이 제시되었다고 볼 수 있다.

이와 같은 결과를 토대로 볼 때 교과서에 제시되는 과학사 자료는 단원 내용과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 다른 측면으로 보면 중학교 과학에서 활용할 수 있는 과학사 자료가 각 영역별로 거의 한정되어 있다고 볼 수 있다. 다시 말해서 단원별 내용에

따라 활용할 수 있는 과학사 자료가 거의 정해져 있음을 나타내고 있다. 또한 선행 연구(Dong, 2004)에서 지적한 바와 같이 교수-학습 내용의 수준과 도입할 수 있는 과학사 자료가 매우 밀접하게 관련되어 있으므로 중학교 과학 수준에서 다룰 수 있는 과학사 자료가 제한적임을 간접적으로 나타내는 것으로 판단된다. 이와 같은 결과는 중학교 과학 교과서에서 과학사 자료가 단원별로 편중되어 나타나는 것은 일정 정도 불가피한 요소임을 나타내고 있다. 또한 편중 현상의 다른 원인으로는 기존에 개발된 과학사 자료들을 교과서 개발 과정에서 지속적으로 활용하고 있기 때문이라고 볼 수 있다. 그러므로 기존의 과학사 자료들 외에 다양한 주제별로 새로운 과학사 자료를 개발해

Table 3. The frequencies of science history materials according to units in 1st grade middle school 『Science』 textbooks

단원	교과서	A1	B1	C1	D1	E1	계
지권의 변화		1	3	3	2	2	11
여러 가지 힘		-	1	-	2	1	4
생물의 다양성		1	1	1	1	1	5
기체의 성질		3	2	-	2	2	9
물질의 상태 변화		-	2	-	-	1	3
빛과 파동		-	-	-	-	-	-
과학과 나의 미래		-	-	-	-	1	1
계		5	9	4	7	8	33

Table 4. The frequencies of science history materials according to units in 2nd grade middle school 『Science』 textbooks

단원	교과서	A2	B2	C2	D2	E2	계
물질의 구성		2	4	1	3	4	14
전기와 자기		2	3	1	1	3	10
태양계		2	1	2	1	2	8
식물과 에너지		-	1	-	-	1	2
동물과 에너지		1	-	1	-	1	3
물질의 특성		-	-	-	-	-	-
수권과 해수의 변화		-	1	-	-	-	1
열과 우리 생활		-	-	-	-	-	-
재해재난과 안전		-	-	-	-	1	1
계		7	10	5	5	12	39

과학사 자료 제시의 단원별 편중 현상을 약화시킬 필요가 있다고 판단된다. 특히 개념 학습뿐만 아니라 다양한 탐구 활동에 과학사 자료를 활용할 수 있도록 자료의 유형을 다양화한다면 이전까지 과학사 자료가 제시되지 않은 단원들에서도 과학사 학습이 가능해질 것으로 판단된다.

2. 중학교 『과학』교과서 과학사 자료 삼차원 분석 결과

중학교 1~3학년 『과학』 교과서에 제시된 과학사 자료를 삼차원 분석한 결과 전체적으로 가장 많은 비중을 차지한 유형은 개념적-기본적-발견/고안(C-F-D) 유형인 것으로 나타났다. 특히 C-F-D 유형은 모든 학년 교과서에서 공통적으로 가장 많이 제시되었다. 다음으로는 사회/문화적-기본적-선형적인 발견(S-F-L) 유형, 개념적-보충적-발견/고안(C-C-D) 유형, 개념적-기본적-역사적 실험(C-F-H) 유형 순으로 나타났다. C-F-D 유형이 전 학년에서 가장 많이 활용된 것과는 달리 다른 유형들은 학년 별로 큰 차이를 보였다. S-F-L 유형은 3학년 교과서에서 두드러지게 많이 활용되었는데, 특히 「과학기술과 인류문명」 단원에서 집중적

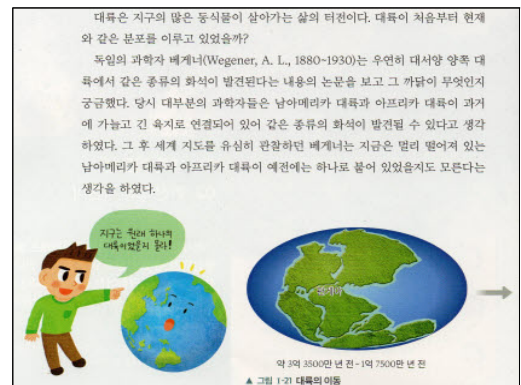
으로 나타났다. 이 단원에서는 ‘인류 문명의 발달 과정에서 과학적 원리의 발견, 기술의 발달, 기기의 발명 등 과학기술이 미친 영향을 파악함으로써 과학의 유용성을 인식하도록 한다(MOE, 2015)는 점을 강조하고 있으므로 사회-문화적 맥락이 잘 드러날 수 있는 내용이라고 볼 수 있다. 이와 같은 단원 내용의 특징이 과학사 자료 구성과 관련된 것으로 판단된다. C-C-D 유형은 1학년 교과서에서 많이 활용되었고, C-F-L 유형은 2학년 교과서에 집중적으로 제시되었다.

특히 삼차원 분석틀에 따른 48가지 유형 중 실제 2015 개정 교육과정 중학교 과학 교과서에서 활용되고 있는 유형은 26가지 유형에 그쳤다. 이는 2009 개정 교육과정 중학교 교과서를 대상으로 한 연구(Park, Lee, & Lee, 2011)에서 25가지 유형이 활용된 것으로 나타난 것과 매우 유사한 경향성을 보이는 것이다. 본 연구의 분석 결과는 중학교 과학 교과서에 제시되고 있는 과학사 자료 유형을 더욱 다양화하기 위한 고려가 필요함을 시사하고 있다.

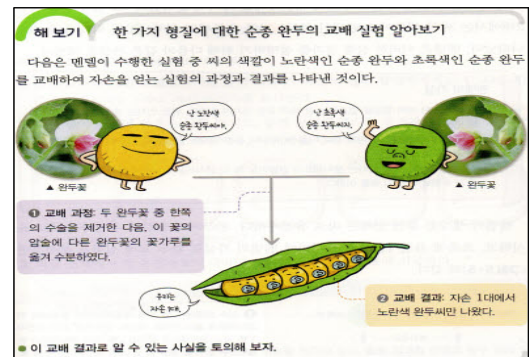
삼차원 분석에 따른 결과 중 가장 많은 비중을 차지한 C-F-D 유형과 사회문화적 맥락에 해당하는 S-F-D 유형, 탐구적 역할을 나타내는 C-I-D 유형에 대한 예시는 Figure 2에 제시하였다. 예시 중 C-F-D



S-F-D type (Textbook E3)



C-F-D type (Textbook D1)



C-I-D type (Textbook C3)

Figure 2. The examples of three dimensional types

유형은 중학교 1학년 「지권의 변화」 단원 중 베게너와 관련된 내용이다. 이 자료에서는 대륙 이동설에 관한 베게너의 아이디어를 제시하면서 수업 맥락 차원에서 개념적 차원을 나타내고 있다. 또한 교육과정에서 제시하고 있는 개념인 대륙이동설에 대한 기본적인 내용을 다루므로 역할 측면에서는 기본적 유형으로 볼 수 있고, 제시 유형은 과학자가 제시한 이론을 나타내고 있으므로 발견/고안으로 분석하였다. 또한 C-I-D 유형은 중학교 3학년 「생식과 유전」 단원 중 멘델의 완두 교배실험과 관련한 내용으로, 멘델의 우열의 원리에 대한 내용을 개념적 맥락으로 제시하였고, 학생들의 탐구활동을 통해 내용을 파악하도록 하는 탐구적 역할을 나타내고 있다. 또한 멘델의 실험 장치와 절차를 보여주는 유형이 아니라 실험 결과에 대한 해석을 토의하도록 전개되었으므로 발견/고안 유형으로 분석하였다. S-F-D 유형은 중학교 3학년 「과학기술과 인류 문명」 단원 중 와트의 증기기관 발명과 그에 따른 사회적 변화를 다룬 내용이다. 이 자료는 증기기관이 당시 사회에서 어떻게 쓰였고, 그에 따라 산업혁명의 원동력이 되었는지를 나타내고 있으므로 사회문화적 맥락으로 분석하였다. 특히 과학기술의 발달이 인류 문명의 발달에 미치는 영향을 설명하는 것은 교육과정 성취기준으로 제시되어 있으므로 기본적 유형으로 분석하였고, 제시 유형 차원에서는 발견/고안 유형으로 분석하였다.

분석의 각 차원별로 살펴보면 수업 맥락 차원에서는 개념적 맥락이 전체의 62.7%로 가장 많았고, 다음으로는 사회-문화적 차원이 20.3%로 나타났다. 이에 비해 흥미 맥락은 10.2%, 인식론적 맥락은 6.8%에 그쳤다. 2015 개정 중학교 과학 교과서에서 개념적 맥락의 과학사 자료가 가장 많이 제시되고 있다는 것은 이전 교육과정 시기 교과서들을 대상으로 한 선행 연구(Park, Lee, & Lee, 2011)에서 지적한 문제들이 크게 개선되지 않았음을 나타내는 것이다. 과학 교수-학습에서 과학사를 도입하는 것은 과학 개념학습에 도움을 제공한다. 그러나 과학사를 활용한 교수-학습의 목적을 과학 개념학습에만 국한시키는 것은 타당하지 않다(Yang *et al.*, 1996). 특히 과학사에는 과학 지식의 가변성 등 과학의 본성이 잘 드러나므로 과학의 본성과 관련해 인식론적 맥락을 적극 활용하려는 시도가 필요하다고 본다. 또한 과학사 활용 수업이 학습자들의 과학에 대한 태도를 함양하는 데 긍정적이라는 연구 결과(Kang & Hur, 2005)를 토대로 볼 때 교과서에 제시되는 과학사 자료의 맥락이 다양하게 고안될 필요가 있다. 한편 2009 개정 교육과정 초등 과학교과서를 대상으로 한 연구(Park, Chung, & Park, 2015)에서는 흥미 유형이 가장 높게 나타났다.

이는 학교급이 높아짐에 따라 교과서 내용 제시 형태가 달라지기 때문에 중학교 과학 교과서에서부터 점차 개념적 맥락에 대한 강조가 이루어지는 것으로 해석할 수 있다. 그러나 학교급이 올라가면서 과학 개념을 중심으로 한 내용 제시가 주를 이룬다는 점을 감안하더라도 중학교 교과서에서 개념적 맥락에서의 과학사 자료 제시가 매우 높은 비중을 차지하고 있는 점은 개선할 필요가 있다고 판단된다.

특히 과학사를 활용한 수업이 과학의 본성에 대한 이해에 긍정적인 효과가 있다는 연구들(Choi *et al.*, 2009; Kang, Kim, & Noh, 2004; Kim *et al.*, 2008)에 비추어 볼 때 인식론적 맥락에서의 과학사 자료 제시가 더욱 확대될 필요가 있다고 본다. 과학사 자료에는 과학자들이 연구를 통해 과학 지식이 생성되는 과정과 과학 지식이 변화되는 과정 등이 잘 나타나 있으므로 인식론에 대한 학습자의 이해를 높이는 데 효과적인 측면이 있다. 그러므로 교과서에 제시되는 과학사 자료들이 인식론적 맥락에서 도입될 수 있도록 구성하는 것은 중요한 의미가 있다.

역할 차원에 따른 분석 결과 기본적 역할이 62.7%로 가장 많은 비중을 차지하였고, 다음으로는 보충적 역할 27.1%, 탐구적 역할 10.2%의 순으로 나타났다. 이와 같은 결과는 선행 연구(Park, Lee, & Lee, 2011)의 결과와 매우 유사한 경향을 나타내는 것이다. 반면에 초등 과학 교과서를 대상으로 한 연구(Park, Chung, & Park, 2015)와 비교해보면 초등의 경우 보충형이 가장 높은 빈도를 보인 것과는 다른 경향을 보여주고 있다. 기본적 역할은 교육과정에서 제시되고 있는 학습 내용에 주도적으로 이용되는 과학사 자료를 의미한다. 즉 교과서에 제시된 과학사 자료가 학습 내용에 직접적으로 연관되어 학습 내용 자체로서의 의미를 지닌다고 볼 수 있다. 특히 기본적 역할에 해당하는 과학사 자료들의 경우 개념적 수업 맥락과 연계된 경우가 대부분이었다. 이는 더 다양한 수업 맥락에서 과학사 자료를 내용 교수-학습에 활용하도록 하는 검토가 필요함을 시사하고 있다. 또한 이 연구의 결과에서 과학사 자료들이 탐구적 역할로 제시된 경우가 가장 적게 나타난 것은 개선이 필요한 점이라고 볼 수 있다. 탐구적 역할은 과학 교과서에 제시된 탐구 활동에 과학사 자료가 활용되는 것을 의미한다. 학습자들은 과학사를 활용한 탐구 활동을 통해 과학자들의 탐구 방법에 대한 이해를 높일 수 있다. 또한 과학자가 현재 학생들과 크게 다르지 않다는 긍정적인 인식을 하는 데 도움이 된다(Park, Lee, & Lee, 2011). 그러므로 각 영역별로 탐구형으로 활용될 수 있는 과학사 자료를 다양하게 개발하고 이를 중학교 과학 교과서에 반영하려는 노력이 필요하다고 판단된다.

Table 6. The results of analysis using 3D framework in middle school science textbooks

유형			학년			유형			학년		
맥락	역할	유형	중1	중2	중3	맥락	역할	유형	중1	중2	중3
I	F	E	-	-	-	E	F	E	-	-	-
I	F	D	-	-	-	E	F	D	-	-	1
I	F	L	-	-	-	E	F	L	1	1	1
I	F	H	-	-	-	E	F	H	-	-	-
I	C	E	1	2	4	E	C	E	-	-	-
I	C	D	2	1	-	E	C	D	-	1	1
I	C	L	-	2	-	E	C	L	-	-	-
I	C	H	-	-	-	E	C	H	1	-	-
I	I	E	-	-	-	E	I	E	-	-	-
I	I	D	-	-	-	E	I	D	-	-	-
I	I	L	-	-	-	E	I	L	-	-	-
I	I	H	-	-	-	E	I	H	1	-	-
S	F	E	-	1	-	C	F	E	-	1	-
S	F	D	-	2	2	C	F	D	16	8	13
S	F	L	-	-	11	C	F	L	-	7	-
S	F	H	-	-	3	C	F	H	-	3	6
S	C	E	-	2	1	C	C	E	3	-	-
S	C	D	-	-	-	C	C	D	6	3	1
S	C	L	-	-	-	C	C	L	1	-	-
S	C	H	-	-	-	C	C	H	-	-	-
S	I	E	-	-	-	C	I	E	-	-	-
S	I	D	1	-	2	C	I	D	-	-	2
S	I	L	-	-	1	C	I	L	-	1	-
S	I	H	-	1	-	C	I	H	-	3	-

제시 유형 차원에서는 발견/고안 유형이 52.5%로 가장 많이 제시되었고, 다음으로는 선형적 발견 유형이 22.0%로 나타났다. 또한 에피소드/일화 유형과 역사적 실험 유형은 각각 12.7%로 분석되었다. 이와 같은 결과는 선행 연구(Shin & Shin, 2012)에서 나타난 바와 같이 교과서에서 많이 제시되고 있는 과학사 사건이 기술과 기기의 발명과 관련되거나 개념을 중심으로 한 과학자의 업적에 초점을 맞추고 있기 때문인 것으로 분석된다. 또한 삼차원 분석의 다른 차원들과 비교해 보면 과학사 자료 제시 유형에서 발견/고안 유형이 가장 많은 것은 기본적 역할 차원과 밀접한 관련이 있는 것으로 분석된다. 기본적 역할을 과학사 자료를 주된 학습 내용으로 다루는 측면이 있으므로 과학적 개념, 법칙, 이론 등의 발견과 관련된 발견/고안 유형의 특징과 연계될 가능성이 높은 것으로 볼 수

있다. 제시 유형 차원에서 선형적 발견 유형은 과학 지식의 가변성 등 과학의 본성을 담고 있는 데 비해 상대적으로 적은 비율을 나타내었다. 특히 선형적 발견 유형은 주로 사회-문화적 맥락에서 활용된 경우가 가장 많았는데, 인식론적 또는 개념적 맥락에서의 제시 빈도를 확대할 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 2015 개정 교육과정 중학교 『과학』 교과서에 제시된 과학사 자료를 삼차원 분석틀을 토대로 분석하는 것이다. 각 학년별 교과서에 제시된 과학사 자료의 빈도를 분석한 결과 중학교 1학년 교과서의 경우 평균 6.6개, 2학년 교과서 평균 7.8개, 3학년

교과서 평균 11.5개의 자료가 제시된 것으로 나타나 학년이 올라감에 따라 교과서 과학사 자료의 수가 증가하는 경향을 보였다. 또한 각 학년별로 물리, 화학 등 특정 영역 과학사 자료들이 편중되어 제시된 것으로 나타났다.

교과서에 제시된 과학사 자료를 분석하기 위한 삼차원 분석틀에 따른 48가지 유형 중 실제 2015 개정 교육과정 중학교 과학 교과서에서 활용되고 있는 유형은 26가지 유형에 그쳤다. 모든 학년에서 공통적으로 개념적-기본적-발견/고안(C-F-D) 유형이 가장 많이 제시된 것으로 나타났는데, 이는 교과서 과학사 자료의 유형을 다양화할 필요가 있다는 점을 시사하고 있다. 수업 맥락 차원에서의 분석 결과 개념적 맥락이 가장 많았고, 다음으로는 사회-문화적 차원, 흥미 맥락 순으로 나타났다. 역할 차원에서는 기본적 역할이 가장 많은 비중을 차지하였고, 다음으로 보충적 역할, 탐구적 역할의 순으로 나타났다. 제시 유형 차원에서는 발견/고안 유형이 가장 많이 제시되었고, 다음으로는 선형적 발견 유형인 것으로 나타났다. 이 연구의 결과를 바탕으로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 2015 개정 교육과정 중학교 『과학』 교과서에 제시된 과학사 자료들은 단원별 편중 현상을 보였다. 과학사 자료가 단원 내용에 따라 제시 빈도가 매우 다르게 나타난다는 문제는 선행 연구들(Park, Chung, & Park, 2015; Park, Lee, & Lee, 2011)에서도 지적한 것으로 2015 개정 교육과정 중학교 과학 교과서에서도 여전히 크게 개선되지 않은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 교과서에 제시되는 과학사 자료를 물리, 화학, 생물학, 지구과학 영역별로 적극적으로 개발하는 노력이 필요함을 보여주고 있다. 특히 각 학년별로 영역별 제시 빈도가 매우 다르게 나타났다. 이는 특정 내용에 대한 과학사 자료가 반복적으로 계속 활용되고 있음을 나타내는 것으로 기존의 과학사 자료 외에 새로운 자료를 발굴하는 연구가 지속적으로 이루어질 필요가 있음을 시사하고 있다.

둘째, 과학사 자료들에 대한 삼차원 분석 결과 교과서에 제시되고 있는 대부분의 과학사 자료들이 개념적 맥락에서 기본적 역할을 가장 강조하는 양상을 보였다. 교과서의 과학사 자료가 탐구 활동 등의 다양한 학습에 활용되도록 제시되지 않고 있다는 점은 선행 연구들(Dong, 2004; Park, Chung, & Park, 2015; Park, Lee, & Lee, 2011; Shin & Shin, 2012)에서 지적된 바 있다. 이 연구의 결과를 토대로 볼 때 이와 같은 문제점은 2015 개정 교육과정 교과서에서도 크게 개선되지 않고 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 현재 중학교 교과서에서 과학사 자료들이 그 활용 범위와 기능 측면에서 매우 제한적으로 제시되고

있음을 의미한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 과학사 자료에 내포되어 있는 인식론적 성격과 탐구 활동과의 연계성 등을 제대로 구현할 수 있도록 다양한 제시 유형에 대한 검토가 필요하다고 판단된다.

셋째, 교과서에 제시된 과학사 자료를 분석한 결과 한국의 과학사와 관련된 부분이 극히 적었을 뿐만 아니라 실제 제시된 과학사 자료도 흥미 맥락으로 한정되어 있어 학습 내용과 연계되어 제시되기 보다는 보충적 역할에 그치는 것으로 나타났다. 선행연구(Park *et al.*, 2010)에서 과학 교사들이 한국 과학사 자료를 전통 과학문화에 대한 이해 정도로 인식하고 있다고 지적한 바와 같이 과학 수업에 활용할 수 있는 한국 과학사 자료의 개발도 필요한 것으로 판단된다.

이 연구의 결론을 토대로 중학교 교과서에서의 과학사 자료 개발 및 활용과 관련해 다음과 같은 제언을 제시하고자 한다.

첫째, 교과서에 제시된 과학사 자료들이 특정 영역에 지나치게 편중되어 있다는 점과 개념적 맥락에서 주로 활용되도록 제시되고 있다는 점 등의 문제점을 해결하기 위해서는 과학 교육과정 개발 과정에서 과학사 자료 제시와 활용에 대한 논의가 이루어져야 할 것이다. 교육과정과 그에 따른 교과서 개발 단계에서 과학사 자료 도입 맥락과 역할, 제시 유형에 대한 검토가 충분히 이루어진다면 실제 과학 수업에서 이 자료들을 효과적으로 활용하는 데에 많은 도움을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 특히 삼차원 조합에 기초해 수업 맥락-역할-제시 유형의 측면을 고려하여 과학사 자료들을 개발하는 것은 다양한 수업 목표들에 따른 효과적인 교수-학습 자료로 활용될 수 있는 가능성을 높인다고 볼 수 있다. 과학사 자료에는 과학 개념, 이론, 법칙 등의 지식 요소와 과학자들의 탐구 과정, 과학과 사회의 상호 관련성 등이 내포되어 있기 때문에 지식, 탐구, 태도, STS 측면에서의 과학 학습 목표와 긴밀하게 연계되어 있다. 그러므로 각 목표 영역에 효과적으로 활용될 수 있는 수업 맥락과 역할을 부여하고 그에 적합한 제시 유형을 설계하는 것이 필요하다.

셋째, 학교급별 교과서에 나타난 과학사 자료들을 삼차원 분석틀에 의해 살펴보는 연구가 이루어질 필요가 있다. 초중고 교과서별로 제시된 과학사 자료들을 분석함으로써 동일한 주제 영역에서 과학사가 어떻게 활용되고 있는지 분석할 수 있고, 이를 토대로 같은 개념을 다루더라도 수업맥락과 역할 및 제시 유형 등을 달리하는 여러 유형의 과학사 자료들을 개발할 수 있을 것이다. 이와 같은 시도는 다양한 유형의 과학사 자료들을 교과서에 제시하는 데에 있어서 기초적인 자료를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

국문 요약

이 연구는 2015 개정 교육과정 중학교 과학 교과서에 제시된 과학사 자료들을 분석하는 것이다. 이 연구에서는 총 14종의 교과서를 분석하였다. 분석들은 과학사 자료 삼차원 분석틀을 활용하였다. 과학사 자료를 분석한 결과 학년이 올라갈수록 교과서에 제시된 과학사 자료의 수가 증가하는 경향을 보였다. 또한 각 학년별로 과학사 자료들이 특정 단원에 편중되어 제시된 것으로 나타났다. 과학사 자료에 대한 삼차원 분석 결과 모든 학년에서 공통적으로 개념적-기본적-발견/고안 유형이 가장 많이 제시되었다. 수업 맥락 차원에서는 개념적 맥락이 가장 많았고, 역할 차원에서는 기본적 역할이 주를 이루었다. 제시 유형으로는 발견/고안 유형이 가장 많았다. 이 연구의 결과는 과학 교과서에 제시된 과학사 자료들이 일부 영역에 편중되어 있고, 수업 맥락과 역할이 측면에서도 일부 요소들에 집중되어 있음을 보여주었다. 이는 앞으로 다양한 과학사 자료의 개발이 필요함을 시사하고 있다. 또한 교과서에 제시되는 과학사 자료들이 다른 맥락들에서 다양한 역할로 활용될 수 있도록 하기 위한 구체적인 방안들을 탐색할 필요가 있다.

주제어: 2015 개정 교육과정, 중학교, 교과서, 과학사 자료, 삼차원 분석, 수업 맥락, 역할, 유형

References

- Cho, H. H. (1994). *Science-technology-society and science education*. Seoul: Kyoyookgwahaksa.
- Choi, Y.-H., Choi, K., & Jin, H.-K. (2010). An analysis of the nature of science incorporated in the history of science in school science textbooks based on the 7th curriculum. *Sae Mulli*, 60(3), 273-282.
- Choi, C. I., Yeo, S. I., & Woo, K. W. (2005). Analysis of the contents of science history introduced into Chemistry II textbooks based on the 7th curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 25(7), 820-827.
- Choi, J., Nam, J., Ko, M., & Ko, M. (2009). Developing middle school students' understanding of nature of science through history of science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 29(2), 221-239.
- Choi, K. H. (1996). *The understanding and application of STS education*. Seoul: Kyohaksa.
- Choi, K., & Kim, S. (1996). The development of evaluating framework for a science textbook in a secondary school. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 16(3), 303-313.
- Dong, H. K. (2004). Analysis of introduction pattern of history of science in high school biology textbook I and II. *Biology Education*, 32(1), 27-40.
- Ha, M., Park, H. J., Kim, Y. J., Kang, N. H., Oh, P. S., Kim, M. J., Min, J. S., Lee, Y., Han, H. J., Kim, M., Ko, S. W., & Son, M. H. (2018). Developing and applying the questionnaire to measure science core competencies based on the 2015 revised National Science Curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(4), 495-504.
- Hong, J. E. (2002). *The effects of the instructional modules using historical development of Mendelian genetics* (Doctoral dissertation). Korean National University of Education, Cheongju, Korea.
- Jenkins, W. (1990). The history of science in British schools: Retrospect and prospect. *International Journal of Science Education*, 12(3), 274-281.
- Jeon, K., Park, H., & Noh, T. (2004). An analysis of the history of science presented at the chapter of 'Inquiry of Science' in high school science textbooks: A comparison of the textbooks developed under 6th and 7th national curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(5), 825-832.
- Jung, B. H. (2004). *A study on development of science learning program based in science history and its effects in science classes of high school* (Master's thesis). Seoul National University, Seoul, Korea.

- Kang, K. H., & Hur, M. (2005). The effects of instruction using science history on science achievement and attitude of middle school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 25(7), 765-772.
- Kang, S., Kim, Y., & Noh, T. (2004). The influence of small group discussion using the history of science upon students' understanding about the nature of science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(5), 996-1007.
- Kim, D. J., & Wee, S. M. (2019). Analysis on the effects of introducing scientific history related to 'earth-history' on students' achievement and attitudes of science. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 19(15), 413-427.
- Kim, D. W. (2015). The effectiveness of the change in perspective of the nature of science depending on subjects of the history of science-role play-The atomic model transition and the Mendeleev's periodic table. *Journal of Science Education*, 39(1), 15-27.
- Kim, E. H., & Park, J. K. (2017). The effect of science writing classes based on science core competencies in elementary school. *Elementary Science Education*, 36(4), 346-355.
- Kim, K., Noh, J., Seo, I., & Noh, T. (2008). The effects of explicit and reflective instruction about nature of science using episodes from the history of science in 'composition of material' unit of middle school science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(1), 89-99.
- Kim, S. Y., & Shin, G. S. (2017). Effects of history of biology program on preservice biology teachers' nature of science. *School Science Journal*, 11(2), 192-203.
- Lee, B., & Shin, D. (2011). Professionals' opinion of science education using history of science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(5), 815-826.
- Lee, S. K., & Kim, W. H. (1995). A study on introducing the science of history to correct misconception. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 15(3), 275-283.
- Leite, L. (2002). History of science in science education: Development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks. *Science and Education*, 11, 333-359.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). *2015 Revised Science Curriculum*. Sejong, Korea: Author.
- Park, S., Chung, W., & Park, K. (2015). Analysis of the introduced contents and the nature of science on the history of science in elementary school science textbooks according to the 2009 revised curriculum. *Journal of Science Education*, 39(2), 221-238.
- Park, S. K., Lee, K. Y., & Lee, M. U. (2011). Development and application of three dimensional framework for analyzing the history of science content in science textbook: Focus on the history of earth science. *Journal of Korean Earth Science Society*, 32(1), 99-112.
- Park, S., Park, Y., Kim, J., & Chung, W. (2010). A study on the teachers' perceptions about the applying of the history of Korean science in elementary science class. *Journal of Science Education*, 34(2), 383-395.
- Rutherford, F. I. (2001). Fostering the history of science in American science education. *Science & Education*, 19(6), 569-580.
- Seker, H. (2007). *Levels of connecting pedagogical content knowledge with pedagogical knowledge of history of science*. Proceedings of the 9th International History, Philosophy, and Science Teaching Conference, Calgary, Canada.
- Shin, H., & Shin, D. (2012). Analysis of scientific events and scientists in science textbooks. *Secondary Education Research*, 6(3), 665-698.

- Solomon, J. (1992). Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom, *Science Teaching*, 29(5), 409-421.
- Wandersee, J. H. (1985). Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? *Journal of College Science Teaching*, 23, 581-597.
- Wang, H. A. (1998). *Science in historical perspectives: A content analysis the history of science in secondary school physics textbooks* (Doctoral dissertation). University of Southern California, Los Angeles, CA.
- Yang, S. H., Song, J. W., Kim, I. H., Jo, J. I., & Jung, W. W. (1996). *Science history and science education*. Seoul: Minumsa.

저 자 정 보

김 형 미 (제주대학교 학생)

강 경 희 (제주대학교 부교수)