

초등 과학 교과서에 나타난 과학의 본성에 대한 분석 - 4가지 영역의 과학적 소양을 기준으로 -

이영희 · 손연아 · 김가람
(단국대학교)

Analysis of the Presentation for the Nature of Science in Elementary Science Textbooks using the Four Themes of Scientific Literacy

Lee, Young Hee · Son, Yeon-A · Kim, Ka-Ram
(Dankook University)

ABSTRACT

Understanding the nature of science (NOS) has been a major component of scientific literacy and an important learning goal in science education (American Association for the Advancement of Science, 1990, 1993; Millar & Osborne, 1998; National Research Council, 1996, 2013). To achieve this goal, it is necessary to include appropriate views of the nature of science in science curriculum such as a textbook. The aim of this study was to conduct a content analysis of the elementary science textbooks to examine the presentation of the nature of science (NOS) using the four themes of scientific literacy, which are (1) nature of scientific knowledge, (2) nature of scientific inquiry, (3) nature of scientific thinking, and (4) nature of interactions among science, technology, and society (STS). Findings show while 3rd and 4th grade levels of science textbooks heavily emphasize on the Theme I, nature of scientific knowledge and the Theme II, the nature of scientific inquiry, the upper grade levels such as 5th and 6th grades of science textbooks are well balanced with the four themes of the nature of science. In addition, most of elementary science textbooks little focus on the Theme IV, nature of interactions among science, technology, and society (STS) among the four themes of the nature of science. It might be a shortcoming because the understanding the nature of interactions among science, technology and society (STS) is one of the key components in order for students to be a scientific literate person.

Key words : nature of science, content analysis, elementary science textbook, textbook analysis, scientific literacy

I. 서 론

과학의 본성(Nature of Science)은 지난 반세기 동안 과학 교육에 있어서 중요한 교육의 목표가 되어 왔다. 미국을 비롯한 여러 나라의 과학 교육에 관한 지침서와 교과과정에서 과학의 본성에 대한 중요성을 말하고 있으며(NSTA, 1982; AAAS, 1990, 1993; NRC, 1996, 2013; Ackerson, Buzzelli & Donnelly, 2010; McDonald, 2010). 최근에 발표된 미국 국가적

차원의 지침서(Next Generation Science Standards)를 제시하기 위한 학교 과학 교육을 위한 구성틀(A Framework for K-12 Science Education)에서도 과학의 본성의 중요성을 다시 한 번 상기시키고 있다(NRC, 2012).

과학의 본성은 과학적 지식이나 또는 과학적 활동이 아닌 과학이 갖고 있는 그 개념의 본질 및 과학 활동의 특성, 그리고 과학의 사회적 영향의 전 반을 통칭하는 비교적 추상적인 인식론적 개념이

라고 할 수 있다. Ledermann(1992)은 “과학의 본성이란 과학의 인식론, 아는 방법으로서의 과학 또는 과학적 지식과 그 발전의 가치 및 이해”라고 정의하고 있다. 한편, 다른 과학 교육학자들은 “과학의 본성이란 과학이란 무엇이며, 과학이 어떻게 발전해 가며, 과학자들은 사회적 집단으로서 어떻게 활동해 가며, 어떻게 과학이 사회와 상호 작용을 해 나가는지 등과 같은 과학의 인식론적인 면들을 포함한 과학의 다양한 사회적 연구들을 혼합한 복합 영역이다”라고 기술하고 있다(McComas *et al.*, 1998). 이와 같이 과학의 본성이란 과학의 지식이나 탐구 기술과는 다른 그 이론과 과정 속에 내포된 과학 자체의 본질 및 그 가치에 관한 것으로, 개인의 과학의 본성에 대한 이해는 과학 지식이나 과정을 학습하는데 있어서 근본적인 영역이므로 과학수업에서 학생들에게 과학에 대한 본성을 이해시키는 일은 매우 중요하다고 할 수 있다.

그러나 이런 중요성에도 불구하고, 아직도 대다수의 학생들은 과학의 본성에 대한 올바른 이해와 개념을 가지고 있지 않다는 연구보고가 되고 있다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman, 1992; Oliveira *et al.*, 2012). 아직도 많은 과학 교수 학습은 주로 평가를 위한 지식 전달에 치중해 있기 때문에 과학 본성에 대한 이해라는 과학 교육의 목표는 아직도 달성되고 있지 못하다. 과학의 본성의 이해라는 중요한 과학 교육의 목표를 달성하기 위해서는 우선 교사들의 과학의 본성에 대한 이해와 함께 교과서와 같은 주요 교육 과정이 올바른 과학의 본성 측면을 포함하고 있어야 하는 것이 필수적이다. 특히 교과서는 학교 과학 교육에서 성취하고자 하는 교육 내용을 학생들에게 전달하는 가장 중요한 매개체의 역할을 하고 있다(Ball & Feiman-nemser, 1998; Tyson, 1997; Weiss *et al.*, 2003; Lloyd, 1990). 많은 교사들이 교과서를 중심으로 교수 학습 지도를 계획하며, 학생들에게는 교과 과정의 목표와 내용이 직접 전달되는 중요한 학습 도구인 것이다. 따라서 교육과정의 올바른 평가와 개발을 통한 적당한 교육과정의 제공 없이는 과학 교육의 목표를 달성하는 것은 불가능한 것이다(Wang, 1998). 이런 관점에서 과학 교과서가 과학의 본성을 어떻게 말하고 있는지, 또 올바른 과학의 본성 측면을 표현하고 있는지를 평가하는 것은 과학 교육의 목표 실현을 위한 필수적 과정이다. 그럼에도 불구하고 교과서에

내포된 과학의 본성을 분석한 연구는 다른 주제의 연구들에 비해 상대적으로 많지 않다.

최근까지 우리나라의 교과서 분석 연구는 크게 교과서의 외형적인 측면 분석과 내용 분석으로 나누어 볼 수 있다. 교과서의 삽화나 단원수와 같은 외형적인 구조 및 특징에 대한 연구(Yeo *et al.*, 2007; Jeong *et al.*, 2007; Han & Kim, 2002) 등이 있었으며, 내용 측면에서는 과학적 개념 및 탐구과정의 제시 방식을 중심으로 한 연구(Suh, 2007), 세부 단원이나 영역 또는 주제를 분석한 연구(Kwon & Park, 2010; Kim & Park, 2009), 교육과정을 중심으로 학년 간의 내용 연계성을 살펴보는 연구(Suh, 2008) 등이 있었다.

또한 과학의 본성 측면에 관한 연구로는 교사 측면에서 예비교사와 현장교사의 인식에 대한 연구(Lim *et al.*, 2004), 신규교사의 과학의 본성에 대한 신념 및 교수-학습 활동과의 관련성에 대한 질적연구(Yang *et al.*, 2005a; Yang *et al.*, 2005b), 교육 과정 구성에 대한 인식과 과학의 본성과의 상관관계 연구(Kim *et al.*, 2010)가 있었으며, 학생 측면에서는 초등학생들의 과학의 본성에 대한 인식(Noh *et al.*, 2002)과 과학의 본성에 대한 명시적 교수 효과에 대해 분석한 연구(Kim *et al.*, 2008; Bang & Kim, 2010)와 더불어 연구에 쓰이는 과학의 본성에 대한 검사 도구 분석(Jang, 2004; Na & Song, 2010)에 대한 연구가 이루어졌다. 반면에, 교과서에서의 과학의 본성과 관련된 연구는 많지 않음을 볼 수 있다. 그중 교과서 분석 연구로 제 7차 중학교 과학 교과서를 과학적 소양에 근거한 분석이 있었으며, 총 9종 과학 교과서를 분석하여 우리나라 중학교 과학 교과서에 나타난 과학의 본성의 불균형을 지적하였다(Kim *et al.*, 2006). 또한 Cho(2008)은 10학년의 과학의 탐구 단원의 학습 목표, 활동, 문장을 과학의 본성 측면에서 조사하여 탐구 단원이 과학의 본성 교수에 필요한 다양한 관점을 담고 있다고 분석하였다. 그러나 초등학교 과학교과서에 나타난 과학의 본성을 분석한 연구는 거의 없었다.

따라서 본 연구에서는 초등학교 과학 교과서 3학년년부터 6학년까지에서 나타나고 있는 과학의 본성 측면을 과학적 소양에 근거한 4가지 과학의 본성 영역으로 분석하였다. 4가지 영역의 과학의 본성은 다음과 같다: 1) 지식체계로서의 과학(science as a body of knowledge), 2) 탐구로서의 과학(science as a

way of investigation), 3) 사고 방법으로서의 과학 (science as a way of thinking), 그리고 4) 과학과 기술 및 사회의 상호 작용(STS: science, technology and society), 이 4가지 영역의 과학적 소양의 틀은 지난 몇 십년동안 과학 교육자들이 과학 교육과정 및 수업 모형을 개발하고 평가하는데 많이 사용되어져 왔으며, 특히 과학 교과서의 과학의 본성에 대한 포함 정도를 분석하는데 주로 사용되어졌다(Chiappetta *et al.*, 1991; Chiappetta & Fillman, 2005; Chiappetta *et al.*, 2006). 본 연구자는 지난 20여 년 동안 과학 교육을 위해 발표되었던 중요 국가적 차원의 지침서들(NRC, 1996; AAAS, 1990, 1993)과 몇몇 과학 교육자들의 연구 논문의 내용을 검토하여 4가지 범주의 과학의 본성속의 구체적 내용 및 측면들을 추가하였다(Lee, 2007; Lee, 2013). 따라서 본 연구에서는 최근에 수정되고 보완된 4가지 영역의 과학의 본성틀을 그 도구로 이용함으로써 우리나라 초등학교 과학 교과서가 얼마만큼 최근에 발표된 과학의 본성들을 포함하고 있는지 알아 볼 수 있는 분석이었다고 할 수 있다.

II. 연구 방법

1. 분석 대상 교과서

본 연구에서 분석된 교과서는 2007년 개정교육 과정에 따른 우리나라 초등학교 3~4학년 국정 과학 교과서 2권(MEST, 2010), 5~6학년 국정 과학 교과서 2권(MEST, 2011), 총 4개 학년의 과학 교과서 1학기 및 2학기용으로 별도로 출판된 8권의 교과서들이었다. 총 8권의 교과서들은 학년별 및 학기별로 약간의 차이는 있으나, 대략 전체 160~190페이지 정도의 분량이었다. 각 교과서의 20%를 Research Randomizer (<http://www.randomizer.org/>)를 이용하여 무작위로 표본 채취하여 두 연구자에 의해 분석하였다.

2. 과학의 본성 분석의 틀

과학 교육자들의 중요한 임무는 우리 학생들에게 과학의 본성의 복잡성과 그 논쟁에 휘말리게 하기 보다는 좀 더 정확하고 요약된 개념의 정리로 효과적으로 적절한 수준의 과학의 본성을 이해시키는데 그 책임이 있다(Lee, 2007). 이런 의미에서 과학적 소양에 기반을 둔 4가지 과학의 본성의 영역은 과학 교사와 학생들 모두에게 보다 쉽고 선명하게 과학의 본성의 다양성과 구체적 내용을 보여 줄 수 있는 바람직한 틀이라 할 수 있다.

특히 이 4가지 영역의 과학적 소양의 틀은 지난 몇 십년동안 과학 교육자들이 과학 교육과정 및 수

Table 1. A framework of nature of science (NOS) based on the four themes of scientific literacy

<p>Category I: Nature of scientific knowledge</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Science is organized into content disciplines such as facts, concepts, laws, theories, etc. 2) Scientific knowledge explains and predicts the nature. 3) Scientific knowledge is tentative but durable. 4) New scientific knowledge emerges from the process of scientific inquiry.
<p>Category II: Nature of scientific inquiry</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Science is based on empirical evidence. 2) Science relies on observation and inference. 3) There are various scientific methods in science (no single step-by-step scientific method). 4) Experiments are important to test ideas using science process skills.
<p>Category III: Nature of scientific thinking</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Both reasoning and imagination (creativity) are important in science. 2) Scientists are not totally objective but try to avoid bias. 3) Scientific knowledge is developed with its history. 4) Skepticism and criticism are critical in scientific thinking.
<p>Category IV: Nature of interactions among science, technology, and society (STS)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Science can be used in society both positively and negatively. 2) Science and technology impact each other but they are not the same. 3) Science is a complex social activity. 4) There are social and cultural influences on science. 5) Science and its method cannot solve all problems in society (limitation of science). 6) Science is conducted corporately (contribution of diversity).

업 모형을 개발하고 평가하는데 많이 사용되어져 왔으며, 특히 과학 교과서의 과학의 본성에 대한 표현 정도를 분석하는데 주로 사용되어졌다(Chiappetta *et al.*, 1991; Chiappetta & Fillman, 2005; Chiappetta *et al.*, 2006). 특히 본 연구는 4가지 영역의 과학의 본성들을 다른 여러 가지 중요 문헌들을 참고하여 수정 및 보완된 분석틀(Lee, 2013)을 사용함으로써 최근에 발표된 다양한 과학의 본성 측면들을 포함하고 있다고 할 수 있다. Table 1은 이 연구의 분석의 틀로 사용된 과학의 본성 4가지 영역과 세부 내용들이다.

3. 분석 방법 및 절차

본 연구에 이용된 방법은 교과교육 연구에 많이 이용되고 있는 내용 연구(Content Analysis)의 방법을 이용하여 분석되었다. 내용 분석(Content Analysis)이란 문서 형식을 갖는 특정 연구 대상이 포함하고 있는 내용을 객관적이고 체계적인 방법으로 주로 양적 분석하는 연구 방법(Barelson, 1952)이라는 전통적 정의가 있다. 이는 보고자 하는 특정한 주제를 그것을 표현하는 양식을 구조화하여 문서 내용을 카테고리화함으로써 구조의 양적 분포를 조사하는 방식이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 과학적 소양에 근거한 4가지 주제를 카테고리 하에 교과서의 내용, 그림, 사진, 표, 그리고 평가 항목까지를 모두 분석하여 4개의 주제를 얼마만큼 포함하고 있는지의 정도를 분석하였다. 다음은 단계별로 정리한 분석 절차이다.

1) 과학의 본성에 관한 연구

본 연구의 진행에 앞서 분석에 참가하는 분석자들의 과학의 본성에 대한 이해와 전문성을 높이고자 과학의 본성에 대한 연수를 실시하였다. 주도 연구자의 연수를 통해 모든 분석자들은 과학의 본성에 대한 참고 문헌을 바탕으로 강의 및 토론을 통해 주제에 관한 이해를 키웠다.

2) 훈련 지침서(Protocol)를 이용한 분석 훈련

분석자들의 훈련을 위하여 주도 연구자에 의해 개발(Lee, 2007)된 훈련 지침서를 통하여 교과서 분석의 연습을 진행하였다. 훈련을 진행하면서 분석 중 불일치되는 부분에서는 분석자들 간의 토론을 통한 분석틀의 이해를 높이고, 결과적으로 분석의

합의률을 향상시키기 위한 노력을 진행하였다.

3) 표본 채출 및 분석 단위 결정

각 교과서에서 20%의 표본을 채출하고, 연구자들의 합의에 의한 분석 단위(Analysis Unit)를 결정하여, 교과서에 그 단위를 표시하는 과정을 통해 내용 분석을 시작하였다. 본 연구에서는 분석 단위를 한 문단(paragraph) 단위로 정하였다. 표본 채출 후 페이지에 나타난 완전한 문단, 그림, 그리고 표 등을 모두 한 분석단위로 정하였으며, 앞뒤가 끊어진 문단이나 단원 첫 페이지의 단원 목표 등만 나와 있는 페이지는 표본에서 제외하였다.

4) 본문 분석 및 신뢰도 측정

분석 단위의 결정 후 분석 단위가 표시된 표본의 사본을 2부 만들고, 2명의 분석자들이 각각 분석하였다. 분석자들 간의 일치도를 높이기 위하여 첫 번째로 분석했던 3학년의 교과서 분석 후 불일치를 이루는 단위를 일일이 검토하고 토론을 통하여 가능한 최대한 분석의 합의를 이루도록 노력함으로써 전체 분석의 신뢰도를 높였다. 예를 들면, “공기 중에는 아주 적은 양의 헬륨이 들어 있으며, 매우 가벼운 성질을 가지고 있습니다. 요즘에는 풍선이나 애드벌룬을 띄우기 위해 헬륨을 많이 사용합니다. 예전에는 ‘수소’라는 가벼운 기체를 사용하였는데, 수소는 폭발할 위험이 있어서 지금은 사용하지 않습니다”(3학년 1학기 1. 우리 생활과 물질 (3). 물질의 상태 단원 중 p. 53)”. 이 표본 단위의 경우는 두 분석자 모두 과학의 4가지 본성 중 첫 번째 영역인 과학적 지식의 본성(Theme I)으로 구분함으로써 쉽게 분석의 일치에 이를 수 있었다. 그러나 또 다른 분석 표본을 예를 들어 보면, “최근에 많이 사용하고 있는 디지털식 나침반은 바늘이 없어도 방향을 알 수 있도록 만들어졌습니다. 앞으로도 더 정밀하고 편리한 나침반이 끊임 없이 개발될 것입니다”(3학년 1학기 3. 자석의 성질 (3) 자석과 생활 단원 중 p. 79). 이 표본의 경우는 분석자 1은 단순 나침반에 대한 설명이라고 간주하여 4가지 과학의 본성 중 첫 번째 영역인 과학적 지식의 본성(Theme I)으로 구분하였으나, 분석자 2는 문장 설명 속의 의도는 기술 개발에 따른 과학 탐구 방법의 진화로 생각하여 과학의 본성 4가지 영역 중 과학과 기술 및 사회와의 관계적 본성(Theme IV)으로 구분하는

Table 2. Intercoder reliability for the analysis of elementary science textbooks

Grade	Percentage agreement (%)	Cohen's kappa
3 rd	81.0	.80
4 th	89.8	.88
5 th	89.6	.88
6 th	89.2	.87

차이를 보였다. 이렇게 분석의 불일치를 이루는 단위들에서 두 분석자의 토론을 통해 분석 시 문장의 단순 내용이 아닌 그 속에 숨겨진 의도와 문맥을 파악하여 분석하도록 유도하였다. 즉, 토론을 통해서 위의 예의 나침반에 관련된 분석 단위는 과학과 기술의 발달에 초점을 두고 있다고 판단하여 과학과 기술 및 사회와의 관계적 본성(Theme IV)으로 구분하도록 합의하였다. 이와 같은 과정을 통하여 두 분석자들의 합의를 이룰 수 있는 부분에 한하여 최대한 일치율을 이룸으로써 분석의 신뢰도를 향상시킬 수 있었다. Table 2는 두 분석자들 간의 신뢰도를 나타내고 있다.

5) 분석 결과의 백분율 산정

표본 추출된 교과서의 본문 분석 후에는 두 분석자의 4가지 영역 각각의 분포를 전체 표본을 100%의 기준으로 백분율 산정을 하였다. 그리고 두 분석자들의 분포를 평균 산출하여 연구의 결과로 제시하였다. 결과 백분율 분포는 Table 3에서 제시하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 학년별로 나타난 과학의 본성의 결과

Table 3에서와 같이 과학의 본성 4가지 영역의 학년별로 나타난 결과를 보면 상대적 저학년인 3학년과 4학년에서는 과학 지식의 본성(Theme I: 3학년-52.4%; 4학년-47.1%) 및 과학적 탐구의 본성(Theme II: 3학년-29.5%; 4학년-38.0%)이 주로 강조되었으며, 고학년인 5학년과 6학년까지에서는 전반적으로 4가지 영역의 과학의 본성을 비교적 다양하게 포함하고 있는 것으로 발견되었다. 구체적으로 3학년과 4학년에서는 과학 지식의 본성(Theme I: 3학년-52.4%; 4학년-47.1%)과 과학적 탐구의 본성(Theme II: 3학년-29.5%; 4학년-38.0%)이 교과서 전

Table 3. Percentage of nature of science categories found in the elementary science textbooks

Grade	Four themes of the nature of science			
	I	II	III	IV
3 rd	52.4	29.5	11.8	6.3
4 th	47.1	38.0	11.0	3.9
5 th	22.8	30.1	29.7	17.4
6 th	33.7	29.9	20.8	15.6

Note. The four themes of the nature of science: I = Nature of scientific knowledge; II = Nature of scientific inquiry; III = Nature of scientific thinking; and, IV = Nature of interactions among science, technology, and society (STS).

체 내용의 80% 이상을 차지하고 있으며, 상대적으로 과학적 사고의 본성(Theme III: 3학년-11.8%; 4학년-11.0%)과 과학과 기술 및 사회와의 관계적 본성(Theme IV: 3학년-6.3 %; 4학년-3.9 %)은 작은 비중을 차지하고 있었다. 반면에, 5학년과 6학년에서는 4가지 영역의 과학의 본성이 비교적 고르게 분포하고 있으며, 특히 3학년과 4학년에서 미약하게 나타났던 과학적 사고의 본성(Theme III: 5학년-29.7%; 6학년-20.8%)과 과학과 기술 및 사회와의 관계적 본성(Theme IV: 5학년-17.4%; 6학년-15.6%)을 비교적 많이 포함하여 4가지 영역이 고르게 나타나는 모습은 바람직한 결과라고 보여진다. 이것은 연구자가 과학의 본성을 분석하면서 교과서에 나타난 과학의 본성 모습이 4가지 영역의 25%씩이라는 일률적인 분포를 예상하는 것은 아니지만, 과학의 본성 자체가 다양한 특성을 지닌 학문이라는 것을 고려할 때, 4가지 영역의 과학의 본성 측면이 가능하면 교과 과정에 다양하게 표현되어야 한다는 것을 전제로 했을 때(Chiappetta & Fillman, 2005), 한두 가지 영역에 치우친 모습이 아닌 4가지 영역의 고른 분포가 바람직한 결과라고 할 수 있기 때문이다.

한편, 저학년인 3학년과 4학년에서 과학의 지식적 본성(Theme I)이 분석된 교과서 전체의 약 50% 정도로 집중되어 강조되고 있다는 측면은 주의를 환기시키는 부분이라고 보여진다. 이것은 두 학년 모두 많은 부분의 교과서 내용이 과학적 지식을 전달하는데 치중하고 있다고 말할 수 있으며, 이는 과학에 대한 태도와 흥미를 유도해야 하는 저학년에서 결코 지향하는 모습은 아니라고 말할 수 있다. 특별히 저학년 학생들에게는 암기하거나 학습되어야 할 과학적 지식의 강조보다는 학생들에게 긍정

적인 과학에 대한 태도와 과학 학습에 대한 동기 유발을 할 수 있는 다양하고 흥미로운 과학의 모습이 그려져야 한다는 것을 전제로 했을 때, 지식 측면이 강조된 교과서는 과학 이상적인 교과서의 모습이라고 볼 수 없을 것이다. 오히려 많은 내용적 이해를 요하는 중등 과학을 준비하는 5학년과 6학년 교과서에서 과학적 지식만의 강조보다 과학의 4가지 모습을 다양하고 고르게 표현하고 있다는 점과 비교했을 때, 향후 초등학교 저학년을 위한 과학 교과서 집필에 있어서 의미 있는 시사점을 주고 있다고 생각된다. 또한 5학년과 6학년의 고학년 과학 교과서에서 상대적으로 많은 부분(15% 이상, Table 3)의 교과서 내용을 과학과 기술 및 사회의 관계적 본성(Theme IV)에 할애하고 있는 것은 바람직한 것으로 판단된다. 왜냐하면, 학년 수준이 낮은 초등학생들이라도 과학적 소양을 갖춘 창의적 인재의 양성이라는 현대 과학 교육의 목표와 여러 과학 교육의 지침서들이 강조된 바를 고려했을 때 (NSTA, 1982; AAAS, 1990, 1993; NRC, 1996, 2012), 우리 학생들이 현대 사회에 다양하게 노출되어 있는 여러 가지 과학적 이슈 및 과학과 기술의 관계, 그리고 사회 속에서의 과학과 과학자들의 역할 및 영향을 이해하는 것은 과학적 소양을 함양하는 것에 있어서 매우 중요한 부분이라고 할 수 있기 때문이다(Chiappetta & Fillman, 2005).

2. 과학적 소양 4가지 영역별로 나타난 과학의 본성의 결과

우리나라 초등 과학 교과서에 나타난 과학의 본성 분석 결과를 과학적 소양의 4가지 영역별로 살펴본다면 과학 지식의 본성(Theme I)과 과학적 탐구의 본성(Theme II) 영역이 모든 학년에서 상대적으로 더 강조하고 있었으며, 상대적으로 과학과 기술 및 사회의 관계적 본성(Theme IV) 영역은 다소 덜 중요하게 표현되고 있는 것으로 나타났다(Table 3). 이는 우리나라 교과서들이 역사속의 여러 과학자들의 이야기(과학적 사고의 본성: Theme III)나 사회속에서 다른 영역과 상호 협력적으로 발전되어 가는 흥미로운 과학의 모습(과학과 기술 및 사회와의 관계적 본성: Theme IV)을 재미있게 서술하기 보다는 과학적 지식을 강조하는 암기 위주의 교육 및 평가의 현실을 반영하고 있는 것이 아닌가 하는 우려를 갖게 하였다. 우리나라를 비롯한 많은

OECD 국가들의 교육 목표 및 평가의 척도가 단순한 과학적 지식의 암기나 습득보다는 과학적 태도 및 사고의 양성을 목적으로 한다는 사실을 전제했을 때(NSTA, 1982; AAAS, 1990, 1993; NRC, 1996, 2012), 초등학교에서 과학 과목을 처음으로 접하는 우리 학생들이 흥미로운 과학의 본성보다는 다소 지식적 측면의 과학 학습에 치중하고 있다고 한다. 이는 가장 중요한 학습 도구 및 교과 과정의 결정체인 교과서가 교과 과정의 현 시대적 흐름과 목표를 충분히 살리지 못하고 있는 것이 아닐까 하는 우려를 갖게 하였다.

한편, 과학적 소양의 두 번째 영역인 탐구로서의 과학(Theme II) 부분은 전 학년에 걸쳐서 바람직한 비율로 나타나고 있었으나, 세 번째 영역인 과학적 사고의 본성(Theme III) 영역은 주로 고학년에서 다루어지고 있었다. 이는 초등 과학 교과서 집필진들이 모든 학년에서 과학적 탐구의 중요성을 인식하고, 저학년부터 고학년까지 학생들에게 탐구의 의미나 과정을 강조하고 있다고 생각된다. 이것은 과학 교육에서 “탐구(Inquiry)”가 지난 수 십년 동안 가장 강조되고 중요하게 다루어진 핵심 영역이라는 점을 교과서가 잘 반영하고 있는 모습으로 생각된다. 그러나 과학의 본성 중 주로 과학자들의 사고의 특성(논리적 사고와 더불어 상상력, 비판적 및 회의적 태도 등)을 강조하는 과학적 사고의 본성 영역(Theme III)은 주로 고학년에서 많이 다루어지고 있는 것으로 보아, 저학년 교과서 집필진들은 이 영역을 저학년 어린 학생들은 다소 이해하기 어려운 과학의 영역이라고 판단하고 있는 것으로 유추된다.

초등학교 과학 교과서들이 4가지 영역으로 본 과학의 본성을 표현하는 것에 있어서 가장 미흡한 부분으로는 과학과 기술 및 사회와의 관계적 본성(STS: Theme IV)의 포함 정도라고 할 수 있다. 이것은 앞서 학년별 결과 논의에서와 같이 초등학교 과학 교과서 전 학년에서 가장 미흡하게 다뤄진 과학의 본성 영역으로 고등학교 생명 과학 교과서에서의 과학의 본성을 질적 내용 연구로 분석한 선행 연구(Lee, 2013)와 비교했을 때 큰 차이를 보이는 부분이었다. 선행 연구에서의 결과에서는 대부분의 고등학교 생명 과학 I 교과서들이 과학과 기술 그리고 사회와의 관계에 관한 과학의 본성(STS적 과학의 본성)을 단원마다 별도의 STS 코너를 포함하

면서 다양한 읽을거리를 제공하고, 여러 가지 STS 관련 주제를 이용한 학생 활동(예: 작문, 토론 등)을 제시하면서 강조하고 있었다(Lee, 2013). 이는 고등학교 교과서를 집필하는 저자들은 과학 교과목에서 학생들의 과학과 기술 그리고 사회와의 관계(STS)를 이해하는 것이 필수적인 요소라고 생각하고 있는 것에 반하여, 초등학교 교과서 저자들이 이 영역에 대한 이해를 그리 중요하게 생각하지 않는 것으로 보여진다. 특히 저학년 교과서에서는 전체의 5% 내외로 미약하게 이 영역을 다루고 있는 것을 고려할 때, 다른 과학의 본성 영역들보다 이 영역이 상대적으로 간과되고 있는 것으로 판단된다. 그러나 오늘날 어린 학생들도 일상 생활에 있어서 많은 과학적 산물과 특히 과학과 기술의 깊은 연관성을 보여주는 다양한 현대적 기기에 노출되어 있는 상황을 고려했을 때 이 영역의 과학의 본성을 충분히 소개되고, 흥미를 유발할 수 있는 많은 주제가 있다는 점을 간과한 것처럼 보여진다. 이는 비록 초등학생들이지만 충분히 이해할 수 있는 우리 주변의 다양한 STS적인 주제와 예시들을 적절히 표현하지 못함으로써 교과서를 통하여 다양한 과학의 본성을 자연스럽게 이해할 수 있는 기회를 놓치고 있는 것이 아닐까하는 의문을 갖게 한다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 앞서 진행되었던 많은 종류의 교과서 분석 연구들의 연장성으로 대부분의 교과서 분석 연구들이 교과서가 가지고 있는 특징과 교과 내용에 대해서만 논의할 뿐, 과학 교육의 목표를 달성하기 위하여 학생들에게 전달하고자 하는 본질적인 의미에 대한 논의는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 초등학교 과학 교과서에서 다양한 과학의 본성의 모습 중 어떤 측면이 얼마만큼 포함되어 있는가를 분석함으로써 초등 과학 교육이 학생들에게 어떤 영역의 과학의 본성에 대한 이해를 잠정적으로 요구하고 있는지를 살펴 볼 수 있는 연구라는데 의미가 있다.

그리고 과학의 본성에 대한 이해가 현대 과학 교육의 중요한 목표라는 것을 고려했을 때, 학교 교육에서 가장 많이 사용되고 교육 과정의 요약체인 교과서에서 과학의 본성을 얼마만큼 다양하고 바람직하게 표현하고 있는지를 살펴보는 것은 교육

목표를 현실화하기 위한 매우 중요한 교과 과정의 평가라고 할 수 있다. 게다가 현재까지 많은 과학 교육학자들이 다양한 내용의 과학의 본성을 정리하고 발표하고 있지만, 본 연구에서는 그 구체적인 내용들을 과학적 소양에 근거한 4가지 영역이라는 큰 카테고리로 정리한 분석틀을 이용하여 분석하였기에, 최근 과학의 본성에 관련한 개념을 가장 잘 반영(Lee, 2013)한 연구라고 말할 수 있다.

이와 같은 이론적 배경을 바탕으로 한 분석 결과에 대한 결론은 우리나라 초등학교 과학 교과서들은 고학년인 5학년과 6학년 교과서에서는 과학적 소양에 근거한 4가지 영역이 비교적 고르게 분포되어 있는 것에 반하여, 저학년인 3학년과 4학년에서는 주로 Theme I: 과학적 지식의 본성과 Theme II: 과학적 탐구의 본성을 강조하고 있는 것으로 나타나고 있었다. 그리고 초등 과학 교과서에서 가장 미흡하게 다루어지고 있는 영역은 Theme IV: 과학과 기술 및 사회와의 관계적 본성(STS적 과학의 본성)으로서 모든 학년에서 다른 영역들에 비하여 덜 강조되고 있었으며, 특히 저학년에 상대적으로 더 미흡하게 다루어지고 있는 부분이었다. 이는 초등학생들과 같이 어린 학생들에게 오히려 더욱 중요한 과학에 대한 긍정적 태도와 과목에 대한 흥미 유발을 유도할 수 있는 다양하고, 흥미로운 많은 STS적인 주제를 간과한 것처럼 보여짐으로써 과학의 본성을 충분히 전달하는데 한계를 보여 주었다. 따라서 국정 교과서인 초등과학 교과서 집필은 제시된 국가 교육과정의 범위 안에서 이루어지고 있다는 점을 전제로 하였을 때, 보다 구체적이고 다양한 영역의 과학의 본성을 포함하는 세부적인 교과과정 내용 제시 등의 필요를 제안한다.

본 연구는 초등학교 과학 교과서들에서 표본을 추출하여 분석한 4가지 과학의 본성에 대한 양적 분포를 조사하였으므로 교과서 내용에서 구체적으로 사용되고 강조된 내용들이나 교과서 집필 저자들의 의도 등을 깊이 있게 보기에는 한계가 있다. 따라서 이런 양적 분포 분석과 함께 과학의 본성에 대한 통찰력을 갖고 있는 연구자에 의한 질적 연구가 함께 병행된다면 보다 구체적이고 통합적인 시각을 통한 교과서 분석을 할 수 있을 것이다. 이는 질적 연구가 이미 교과서와 같은 교과 과정이나 어떤 형태의 문서에도 의미 있는 논의를 부여할 수 있다는 것을 선행 연구에서 보여줌으로써 증명되

었다(Krippendorff, 2004; Lee, 2013). 따라서 후속 연구로 보다 통합적이고 입체적인 논의를 위해 혼합 분석 방식 등을 이용한 교과 과정의 분석을 제안하며, 이는 숫자로 볼 수 없는 유의미한 행간의 의미를 찾을 수 있을 것이다.

참고문헌

- Abd-El-Khalick, F. & Boujaoude, S. (1997). An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 673-699.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science on students' view of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436.
- Akerson, V. L., Buzzelli, C. & Donnelly, L. A. (2010). On the nature of teaching nature of science: Preservice early childhood teachers' instruction in preschool and elementary settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 213-233.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press.
- An, Y. & Kim, H. (2011). Recognition of the nature of science by preservice science teachers on the basis of the atomic model. *Journal of Korean Science Education*, 31(4), 539-556.
- Ball, D. L. & Feiman-Nemser, S. (1998). Using textbooks and teachers' guides: A dilemma for beginning teacher and teacher educators. *Curriculum Inquiry*, 18, 401-423.
- Bang, M. & Kim, H. (2010). The effects of explicit instruction about nature of science by elementary school student's cognitive level. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 277-291.
- Berelson, B. (1952). *Content analysis in communications research*. New York: Free Press.
- Chiappetta, E. L. & Fillman, D. A. (2005). Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching Meeting, Dallas, TX.
- Chiappetta, E. L., Lee, Y. H. & Phillips, M. C. (2006, April). Examination of science textbooks published over the past 100 years in the United States. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching meeting, San Francisco, CA.
- Chiappetta, E. L., Sethna, G. H. & Fillman, D. A. (1991). A qualitative analysis of high school chemistry textbooks for scientific literacy themes and expository learning aids. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 936-951.
- Cho, J. (2008). Analysis of inquiry unit of science 10th grade in terms of nature of science. *Journal of Korean Science Education*, 28(6), 685-695.
- Han, Y. & Kim, D. (2002). Content analysis of the elementary science textbooks between USA and Korea for teaching the returnee students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 21(1), 1-12.
- Jang, B. (2004). Investigating the pupils' ideas about the nature of science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 23(2), 159-171.
- Jeong, C., Oh, H., Choi, J. & Kang, K. (2007). A comparative study on illustrations of science textbooks in Korean and American elementary schools-focus on biology section of 3rd - 6th grades. *Journal of Korean Science Education*, 27(7), 639-644.
- Kim, H., Choi, S., Hwang, H., Lee, J., Kim, S. & Lee, M. (2006). An analysis of middle school science textbooks based on scientific literacy. *Journal of Korean Science Education*, 26(4), 601-609.
- Kim, J., Jeon, E. & Paik, S. (2007). The analysis of the nature of science views of science textbook, science teacher, and high school students. *Journal of Korean Science Education*, 27(9), 809-817.
- Kim, J., Kim, S., Kim, D., Kim, H. & Paik, S. (2008). Analysis of explicitly instructional effects about nature of science of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 27(3), 261-272.
- Kim, K. & Park, I. (2009). Perception for the frontier science of teachers and children in elementary schools, and analysis of corresponding contents in textbooks. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 390-403.
- Kim, K., Kang, S. & Lim, J. (2006). Scientifically gifted students' views on the nature of science. *Journal of Korean Science Education*, 26(6), 743-752.
- Kim, M., Nam, I. & Kwon, S. (2010). The relation of elementary school teachers' point of views about the organization of science curriculum and the nature of

- science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 243-251.
- Kim, S. (2010). Exploring preservice science teachers' views of the nature of science: biology vs. non-biology teachers. *Journal of Korean Science Education*, 30(2), 206-217.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Kwon, K. & Park, I. (2010). A comparative analysis of astronomy areas in the elementary science textbooks of Korea and the U.S.A. (2010). *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(2), 166-185.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- Lee, Y. (2007). How do the high school biology textbooks introduce the nature of science? Dissertation. Houston, TX: University of Houston.
- Lee, Y. (2013). A proposal of inclusive framework of the nature of science (NOS) based on the 4 themes of scientific literacy for K-12 school science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(3), 553-569.
- Lee, Y. (2013). Nature of science (NOS) presentation in the introductory chapters of Korean high school life science I textbooks using a qualitative content analysis. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 17(1), 173-197.
- Lim, C., Kim, H. & Lee, S. (2004). Preservice and inservice teachers' perception on the nature of science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 23(4), 294-304.
- Lloyd, C. V. (1990). The elaboration of concepts in three biology textbooks: Facilitating student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 1019-1032.
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa, H. (1998). A review of the role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.). *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (p.3-39). Dordrecht: Kluwer.
- McDonald, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 1137-1164.
- Ministry of Education and Science Technology (MEST) (2010). *Elementary science textbooks 3rd-4th grades [3-4학년 과학 교과서: 1학기, 2학기]*. Seoul: Ministry of Education and Science Technology.
- Ministry of Education and Science Technology (MEST) (2011). *Elementary science textbooks 5th-6th grades [5-6학년 과학 교과서: 1학기, 2학기]*. Seoul: Ministry of Education and Science Technology.
- Na, J. & Song, J. (2010). A review and analysis of the studies using instruments on the nature of science (1990-2009). *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 292-306.
- Nam, J., Mayer, V. J., Choi, J. & Lim, J. (2007). Preservice science teacher's understanding of the nature of science. *Journal of Korean Science Education*, 27(3), 253-262.
- National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education*, DC: National Academy Press.
- National Science Teachers Association (NSTA) (1982). *Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s (An NSTA position statement)*. Washington, DC: Author.
- Noh, T., Kim, Y., Han, S. & Kang, S. (2002). Elementary school students' views on the nature of science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 22(4), 882-891.
- Noh, T., Kim, Y., Han, S. & Kang, S. (2002). Elementary school students' views on the nature of science. *Journal of Korean Science Education*, 22(4), 882-891.
- Oliveira, A. W., Akerson, V. L., Colak, H., Pongsanon, K. & Genel, A. (2012). The implicit communication of nature of science and epistemology during inquiry discussion. *Science Education*, 96, 652-684.
- Park, H. & Lee, K. (2005). University students' understanding of the nature of science. *Journal of Korean Science Education*, 25(3), 390-399.
- Suh, Y. (2007). A comparative study on elementary science textbooks in Korea and the U.S. : Focusing on 3rd grade scientific concepts and inquiry process in 'matter' units. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(5), 509-524.
- Suh, Y. (2008). An analysis of sequence of earth science content in elementary school curriculum in Korea and the U.S. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 27(4), 356-370.
- Tyson, H. (1997). *Overcoming structural barriers to good textbooks*. Washington, DC: National Education Goals

Panel.

- Wang, H. A. (1998). Science textbook studies reanalysis: Teachers "Friendly" content analysis methods. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (71st, San Diego, CA, April 19-22, 1998).
- Weiss, I. R., Pasley, J. D., Smith, P. S., Banilower, E. R. & Heck, D. J. (2003). Looking inside the classroom: A study of K-12 mathematics and science education in the United States. Chapel Hill, NC: Horizon Research, Inc.
- Yang, I., Han, K., Choi, H., Oh, C. & Cho, H. (2005a). Beginning elementary teachers' beliefs about the nature of science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 24(2), 360-379.
- Yang, I., Han, K., Choi, H., Oh, C. & Cho, H. (2005b). Investigation of the relationships between beginning elementary teachers' beliefs about the nature of science, and science teaching and learning context. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 24(4), 399-416.
- Yeo, S., Park, C. & Lim, H. (2007). A comparison study on illustrations of elementary science textbooks in Korea and U.S.A. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(4), 459-467.