

ORIGINAL ARTICLE

교육과정 개정에 따른 과학의 본성 수준 및 반영정도 탐색 : 7차 및 2009 개정교육과정사례 분석

이정원, 박영신*, 정다혜
(*조선대학교 과학문화교육센터)

Exploring the level of nature of science and its degree of revising curriculums: The case of the 7th and 2009 revised curriculums

Jeong-Won Lee, Young-Shin Park*, Da-Hye Jeong
(*Science Culture Education Center, Chosun University)

ABSTRACT

In line with the emphasis on the importance of nature of science recently, this paper examines the degree and level at which the 2009-revised convergence science textbook, developed from the common science under the 7th curriculum in South Korea, reflected nature of science according to the development of curriculum. 'Nature of science' was classified according to scientific view - which represents scientists' view - and naive view - which represents general thinking and scientific error concepts. Also, 'Nature of science' was classified according to the explicit method and implicit method in terms of teaching method. The level of nature of science was defined using the four occasions of scientific view, naive view, explicit teaching and implicit teaching. In order to identify the components and level of nature of science reflected in the textbook, using the 10 items which refer to Lederman(2001)'s 7 definitions, NOSAT (Nature of Science Analyzing Tool) was developed and used. The results are that, since the educational curriculum is changed from common science under 7th curriculum to 2009-revised convergence science, the degree of reflection was rather a withdrawal. On parts of theories of 7th common science curriculum except research parts, it was difficult to find explicit nature of science. Also on 2009-revised curriculum, nature of science, which is seen on 2007 curriculum, disappeared. It is suggested that the future curriculum emphasizes the importance of nature of science, and bolster the reflection of nature of science according to the changing curriculum. Nature of science should not be expressed limitedly, but instead, should be more positively reflected, and the reflection method should be not implicit but explicit, allowing direct teaching. Towards that end, writers of the textbook should have an accurate understanding of nature of science. And, for the right teaching, teachers' capabilities are important and it is necessary to train teachers to understand and act for nature of science.

Key words : nature of science, NOSAT, 2009-revised curriculum, 7th curriculum, explicit, implicit

Received 9 July, 2016; Revised 4 August, 2016; Accepted 8 August, 2016

*Corresponding author : Young-Shin Park, Chosun University, Department of Earth Science Education

Phone: +82-62-230-7379

E-mail: parkys@chosun.ac.kr

본 논문은 이정원의 2016년도 석사 학위논문의 내용을 발췌·정리하였음.

This study was supported by research fund of Chosun University, 2015 (2015-205747-01).

© The Korean Society of Earth Sciences Education . All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted

non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

과학은 우리 생활 곳곳에 깊숙이 스며들어 이제는 과학 없는 세상을 상상하기 어려울 정도로 우리 삶에 없어서는 안 될 요소가 되었다. 과학이란 과학자들의 전유물이나 과학은 앞으로 과학자가 되려는 소수를 위한 학문적 가치보다는 오히려 모든 사람들에게 보편적인 가치를 가질 때 정당화 될 수 있다고 보고되고 있다(최준환, 남정희, 고문숙, 고미례, 2009).

오늘날의 과학교육의 목표는 과학적 소양을 기르는 것이다(교육부, 2011). 교육부(2011)에서 정의한 과학적 소양이란, 과학을 하는데 있어서 필요한 과학적 개념을 통합적으로 이해하고, 과학적으로 탐구 하는 능력을 길러 과학 지식과 기술이 형성되고 발전하는 과정을 이해하는 것이다. 이를 통해 자연 현상과 과학 학습에 대한 흥미와 호기심을 길러 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 함양하는 것이다. 그리고 과학·기술·사회의 상호 작용을 이해를 통하여 과학 지식과 탐구 방법을 활용한 합리적 의사 결정 능력을 기르는 즉, 과학교육의 목표는 과학의 지식만을 익히는 것이 아니라 과학의 다양한 활동을 통하여 과학적 탐구방법과 과정을 이해하는 것이고 더 나아가 창의적 문제해결 능력과 시민 사회에서 합리적인 의사결정을 위한 과학적 사고력을 기르는 것이다. 이렇듯 과학적 소양은 전문과학자가 아닌 일반 민주시민의 자질로, 자연계열 학생이나 과학에 대한 관심 있는 학생들뿐만 아니라 모든 학생들의 과학 성취도와 정의적 영역의 향상을 위하여 꾸준한 노력이 필요하다고 보고되고 있다(박현주, 이금희, 2005). Meichtry(1992)는 학생들이 생활 속에서 직면하는 다양한 사회적 문제들에 대해서 합리적 의사결정을 내리는데 필요한 과학적 소양을 함양하기 위해서는 과학의 본성에 대한 이해가 필수적이라고 하였다. 백성혜와 남초이(2010)는 과학교육의 주요 목적 중 하나인 과학적 소양 함양을 위해서는 과학수업을 통해 중등 학생들에게 과학의 본성을 지도하는 것이 필요하다고 보고하였다. 과학의 본성에 대한 이해를 하는 것은 학생은 스스로가 과학자들

이 하는 관점과 사고를 이해하고 적용할 수 있기에 과학적 소양을 갖추었다고 할 수 있다(노태희, 김영희, 한수진, 강석진, 2002).

과학을 일반인들은 지식의 체계로, 과학자들은 탐구하는 방법으로, 철학자들은 사고하는 방법으로 바라본다. 하지만 이러한 관점은 과학의 단편적인 정의에 불과하며, 이 관점들을 종합적이고 총체적으로 바라볼 때 비로소 과학의 본성을 올바르게 이해할 수 있다고 한다(Collette & Chiappetta, 1986). 과학의 본성은 과학의 지식적인 측면만이 아닌 정의적인 탐구적 심동적 측면까지 모든 면을 나타낸다. 과학의 발전과정부터 현대 과학의 관점, 사회적 문화적 관점 모든 것을 의미하고 있다. 과학의 본성에 대하여 이해하였다는 것은 과학적 소양을 갖추었다고 볼 수 있겠다. 과학의 본성에 대한 이해는 우리 사회에서 학생들이 자기역할을 할 수 있도록 도와주며 과학자가 하는 일을 경험하고 또 자신이 직접 과학 활동에 참여함으로써 자신들의 삶을 풍성하게 할 수 있다고 보고되기 때문이다(American Association for the Advancement of Science, 1993; National Research Council, 1996; Hogan, 2000). 그러나 미국의 연구 사례에 의하면 이러한 중요성에도 불구하고 아직도 대다수의 학생들은 과학의 본성에 대한 올바른 이해와 개념을 지니고 있지 않다는 연구보고가 있다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman, 1992; Oliveira, Akerson, Colak, Pongsanon, & Genel, 2012). 국내의 경우에서도 남정희, Mayer, 최준환, 임재항(2007)의 연구에 의하면 예비 과학교사들조차 과학의 본성의 다양한 측면들에 대해 제대로 이해하지 못하거나 매우 제한된 인식을 갖고 있다고 보고되고 있으며, 이영희(2014)는 아직도 대부분의 과학 교수 학습은 주로 평가를 위한 지식 전달에 치중해 있고 과학 본성에 대한 이해라는 과학교육의 목표는 먼 나라의 이야기일 뿐이라 말하고 있다.

올바른 과학의 본성을 교육하기 위하여 Abd-El-Khalick & Lederman(2000)의 연구에서는 과학의 본성의 교육을 암시적(Implicit)과 명시적(Explicit) 접근으로 나눈다. Meichtry(1992)는 암시적 교육방법 같은 소극적인 방법에서는 과학의 본성에 적절한

이해를 기대하기 힘들다고 이야기하고 있다. 국내 명시적 과학의 본성 수업을 통한 예술 고등학생들의 개념변화를 연구한 김희정, 김성원(2013)의 연구에 의하면 명시적 수업에 의해 과학의 본성에 대한 개념 변화가 일어나는 것을 확인하고 각 요소에 대해 명시적 수업의 필요성을 강조하고 있다. 중학교 학생들의 명시적 수업의 효과를 연구한 김경순, 노정아, 서인호, 노태희(2008)의 연구에서도 명시적 접근 방법은 현대적 과학의 본성에 대한 이해도 향상에 긍정적이라는 연구 결과가 보고되었다. 과학의 본성에 대한 명시적인 수업이 예비 과학교사들의 인식 변화에도 역시 긍정적인 효과를 나타내었다. 과학 수업을 통해 중등 학생들에게 과학의 본성을 지도하는 것은 과학 교육의 주요 목적 중 하나인 과학적 소양의 함양을 위해 필요하기에 예비 과학교사들의 과학의 본성 인식이 중요하다 강조되고 있다(백성혜, 남초이, 2010; Park, Y-S., Chen, Angie Y. C. & Chen, Nelson C. C., 2013).

김영선(2013)의 연구에서는 과학의 본성의 인식을 크게 순수한 관점(*naive view*)과 세련된 관점(*informed view*)으로 분류한다. 과학자들과 같은 올바른 과학의 본성의 관점은 세련된 관점에 해당된다. 본 연구에서는 두 관점을 용어의 구분을 위하여 순수한 관점과 과학적 관점(*scientific view*)으로 분류하였다. 중등학교 학생들은 선형적 지식이나 자신이 경험한 것을 토대로 과학의 본성에 대한 관점을 갖게 되므로 학생들의 관점이 순수한 관점(*naive view*)일 수도 있고 과학자들이 가지고 있는 과학적 관점(*scientific view*)일 수도 있기에 교사는 수업을 통하여 모든 학생들이 과학적 관점을 갖도록 과학의 본성의 여러 측면을 명시적(*explicit*)으로 교수해야 한다고 보고된다(Lederman, Abd-El-Khalick & Schwartz, 2002; 김영선, 2013; Park, Y-S., Park, J-H. & Ryu, H-S., 2014; 박영신, 2015).

과학의 본성의 이해라는 중요한 과학교육 목표를 달성하기 위해서는 우선 교사들의 과학의 본성에 대한 이해와 함께 교수 학습의 방향을 제시하는 교과서 안에서 과학의 본성이 어떠한 수준으로 제시되어 있는지 순수한(*Naive*) 측면과 과학적(*Scientific*) 측면, 암시적(*Implicit*)과 명시적(*Explicit*)

측면으로 분석하여 교수자의 의도에 맞게 교수학습에 사용되어야 한다는 것을 제언하였다.

교과서 안의 과학의 본성을 명시적으로 분석하기 위해서 미국의 교과서 연구에 사용된 Lederman (1992)의 7가지 측면과 예비교사를 대상으로 한 설문인 김영선(2013)의 결과를 바탕으로 “검증가능(*Empirical*), 잠정성(*Tentative*), 이론(*Nature of theories*), 법칙(*Nature of law*), 창의력(*Creative and imaginative*), 추론(*Inference*), 주관성(*Subjectivity*), 사회문화(*Social and cultural embeddedness*), 사회합의(*Social aspects of scientific enterprise*), 과학적 방법(*Scientific Method*)” 10가지 요소로 세분화하여 정의하였고 과학의 본성의 10가지의 요소를 기반으로 과학의 본성 분석도구(NOSAT)를 개발하였다.

교육부(2011)에서 말하는 2009 개정교육과정에서의 과학 교육 목표는 학생들이 민주주의 사회의 구성원으로 갖추어야 할 최소한의 과학적 소양 함양을 위한 과목으로 1부에서는 우주의 탄생에서부터 태양계의 형성 및 생명체의 출현에 이르는 과정에 관한 주요 과학 개념의 이해를 바탕으로, 이 과정을 밝혀내기 위하여 과학자들이 가졌던 의문과 해결 방안을 탐색하게 함으로 과학의 본성을 이해하는 것이다. 과학 지식의 발달 과정과 학생들의 개념발달이 유사하기에 과학의 본성은 중등학교에서부터 교육을 시작 하는 것이 효과적이라고 연구되고 있다(Sequeira & Leite, 1991). 과학의 본성에 대한 명시적 수업이 예비 과학교사들의 인식변화에 미치는 효과를 연구한 백성혜, 남초이(2010)의 연구에서는 수업을 통해 예비교사들은 과학의 본성에 대한 명시적 수업을 통해 과학적 사고를 가르칠 필요성을 인식하고, 미래에 그들의 수업에 포함시킬 의향을 나타내었다고 보고되고 있다. 이러한 과학의 본성을 효과적으로 교수하기 위해서는 과학의 본성에 대한 교사들의 제대로 된 인식이 필요하며 현 교과서에서 과학의 본성이 어떻게 반영되었는지 명시적인지 암시적인지를 알아보는 것은 앞으로의 교과서 집필에 대한 의미가 있다고 할 수 있다.

본 연구는 고등학교 교과서에서 지구과학에 반영된 과학의 본성의 반영과 수준 그리고 교육과정

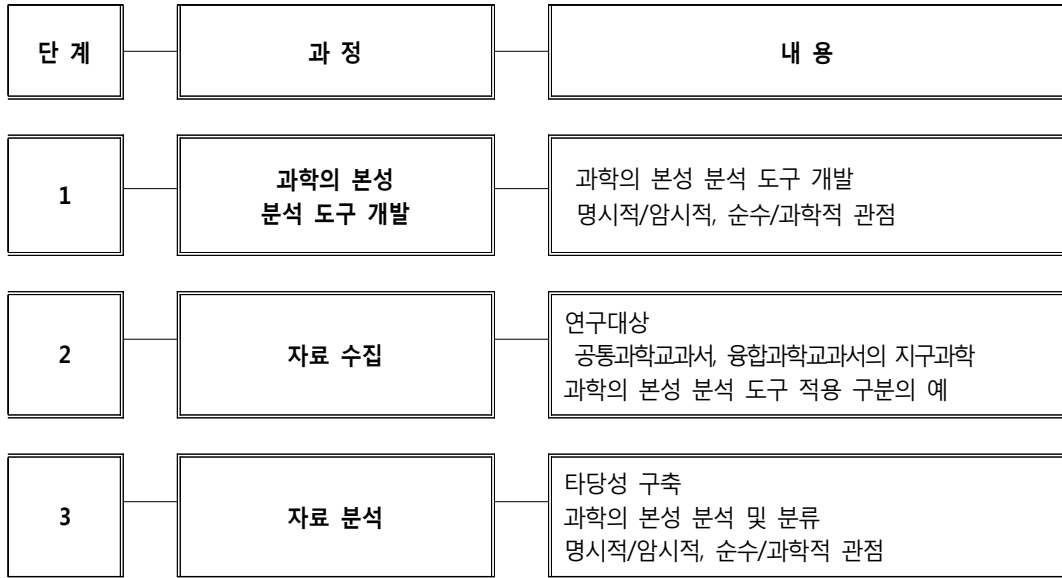


Fig. 1. Procedure of the study

의 변화에 어떻게 상응하는지를 7차 교육과정 공통 과학 교과서와 2009 개정교육과정 융합과학 교과서에 반영된 정도를 파악하고자 한다. 이러한 연구 자료는 앞으로 과학교육에서의 교육과정개정에 있어서 과학의 본성을 어떻게 반영하고 무엇을 반영해야 하는지에 대한 방향제시가 될 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 과정

본 연구는 고등학교 교과서에서 지구과학에 반영된 과학의 본성의 반영과 수준 그리고 교육과정의 변화에 어떻게 상응하는지를 7차 교육과정 공통 과학 교과서와 2009 개정교육과정 융합과학 교과서에 나오는 정도를 파악하는 것이다. 먼저 과학의 본성 수준을 분석할 수 있는 과학의 본성 분석 도구를 개발하였고, 각 교육과정을 분석할 교과서를 선정 후 자료를 분석하였다 자세한 내용은 (Fig. 1) 과 같다.

2. 과학의 본성 분석 도구 개발 (Nature of Science Analyzing Tool : NOSAT)

국내의 기존 연구에서 이루어지지 않은 연구이기에 본 연구를 시작하기 위해 교과서 안에서 과학의 본성의 수준과 특징을 구체적으로 측정 할 수 있는 도구를 미국의 교과서에 반영된 과학의 본성 분류를 참조하고, 전문가와 회의하여 개발하였다. 과학의 본성의 수준을 파악하기 위해 과학의 본성에 대하여 올바른 과학의 본성 학습을 기대할 수 있는 명시적인지, 과학의 내용 학습 또는 실험 등을 통하여 습득을 기대할 수 있는 암시적 교육인지를 파악하고 내용이 과학적 관점인지, 순수한 관점인지를 측정하여 기록할 수 있도록 하였다. 개발한 과학의 본성 분석도구(NOSAT)는 (Fig. 2)와 같다.

1열은 연번을 나타내고 있고 2열은 교과서의 페이지 3열의 경우는 Lederman(1992)의 설문지결과로 축약된 검증 가능한, 잠정적인, 이론, 법칙, 창의성과 상상력, 추론 및 관찰, 주관적인, 사회문화적, 사회적합의, 과학적 방법의 10가지 측면의 과학의 본성 구성 요소를 코드를 이용하여 문항을 만들었고 두 가지 이상 선택이 가능하도록 하였다. 4열은 과학을 보는 관점에 대하여 명시적/암시적, 순수한/과학적으로 분류하여 수준을 정의하여 과학의 본성의 수준을 '+2, +1, -1, -2'의 4가지의 수준으로 분류하였다.

#	교과서 (page)	과학의 본성									관점				
		검증 가능	잠정성	이론	법칙	창의성	추론	주관성	사회 문화	사회 합의	과학 방법	명시적	암시적	순수한	과학적
1	301p				√							√		√	
		과학의 본성이 포함된 본문의 내용									과학의 본성에 관점에 대한 해석				
2	333p				√							√			√
		태양이 단위 시간에 방출하는 에너지의 총량을 태양의 광도라고 한다. 태양의 광도는 약 $4 \times 10^{26} W$ 이다. 이처럼 많은 에너지를 방출 하려면 태양은 얼마나 뜨거워야 할까? 위의 광도를 내려면 태양의 온도는 약 $5800^{\circ}C$ 가 되어야 한다는 것을 알았다.									태양의 광도와 온도간의 법칙을 암시적인 방법이다. 과학의 법칙에 대한 본성으로..... +1점으로 그 수준을 측정할 수 있다.				

Fig. 2. Nature of Science Analyzing Tool : NOSAT

3. 연구 대상

본 연구는 A출판사 7차 교육과정 공통과학 교과서와 B출판사 2009개정 교육과정 융합과학교과서를 선정하였다. 교과서에는 18종의 교과서가 있으며 고등학교 과학 교과서의 경우는 대표적으로 5가지 정도의 교과서가 쓰이고 있다. 그 중 학교에서 가장 많이 보편적으로 쓰이는 교과서를 선정하여 고등학교 교과서에서 지구과학에 반영된 과학의 본성의 반영과 수준, 그리고 교육과정의 변화에 어떻게 상응하는지를 공통과학 교과서와 융합과학 교과서에 나오는 정도를 파악하였다.

7차 교육과정의 공통과학에서는 탐구단원을 시작으로 영역별로 구성되어있다. 우리는 그 중에서 지구과학에 해당하는 V. 지구 단원을 지질, 대기와 해양, 천문으로 나누어 분석하였다.

융합과학은 7차 교육과정 이후 2009개정 교육과정으로 개편 되면서 영역별 과학이 아닌 융합형 과학이 등장하였다. 아무것도 없는 공간에서 빅뱅을 시작으로 물질의 생성, 생명의 생성, 과학의 문명과 같이 시간순서대로 정리되어 각 영역은 모든 과학이 융합이 되어 있는 구조이다. 우리가 분석하고자 하는 내용은 지구과학에 많은 비중을 갖고 있는 단원으로 제1부 우주와 생명에서 I. 우주의 기원과 진화, II. 태양계와 지구, 그리고 III. 생명의 진화 단원에서는 2. 생명의 진화를 분석하였다.

4. 자료 수집

자료 수집은 과학의 본성 분석 도구를 이용하여 명시적이며 과학적 관점의 과학의 본성, 명시적이지만 순수한 관점의 과학의 본성, 암시적이며 세련된 관점의 과학의 본성, 암시적이며 순수한 관점의 과학의 본성 4가지로 자료수집의 타당성을 구축하기 위해 선행 연구인 미국 교과서 과학의 본성 수준 분석 샘플(Abd-El-Khalick, Waters & Le, 2008)을 이용하여 정의하였다(Table 1).

명시적이며 과학적 관점의 과학의 본성은 과학의 본성의 정의가 명시되어 있으며 그에 대한 설명이 올바른 경우로 분석하였다. 명시적이며 순수한 관점의 과학의 본성은 과학의 본성의 정의가 명시되어 있지만 그에 대한 설명이 올바르지 않은 경우로 분석하였다. 암시적이며 과학적 관점의 본성은 과학의 본성의 정의가 명시되어 있지 않지만 문맥을 통하여 학습될 가능성이 있으며 그 내용이 올바른 경우로 분석하였다. 암시적이며 순수한 관점의 과학의 본성은 과학의 본성의 정의가 명시되어 있지 않지만 문맥을 통하여 학습될 가능성이 있고, 그 내용이 올바르지 않은 경우로 분석을 하였다. 과학의 본성의 정의가 명시되어 있지 않더라도 그 내용이 의도한 과학의 본성을 학습할 수 있을 것으로 판단된다면 전문가와 상의 후 명시적으로 분석하였다.

Table 1. Some of analyzed samples from american textbooks (Abd-El-Khalick, Waters & Le, 2008)

8. 법칙의 본성	+2	<p>과학적 법칙은 관찰이나 실험의 다양하고 넓은 범위의 결과를 요약할 수 있는 간결한 진술이다. 과학 법칙은 단지 자연 현상을 묘사할 수 있는 이론과는 다르다. 법칙은 자연현상을 설명하려고 하지 않는다. 과학적인 법칙은 종종 간단한 수학적 관계로 나타내 진다. 그들은 보통 즉각적이고 분명하게 나타나지 않는 자연현상과 관련되어 있다.(They usually concern natural behaviors that are not immediately obvious)</p> <p>자연의 현상을 설명하는 일반화는 법칙이나 원리로 불린다. 자연의 법칙은 우리에게 자연에서 무슨 일이 일어나는지 알려준다.: 그들은 우리에게 무슨 일이 반드시 일어나는지 알려주지 않는다. 과학적인 법칙은 자연 현상(무엇인지)을 설명한다. 하지만 그에 대한 설명(이유)은 제공하지 않는다. 과학적 이론과 모델은 우리가 살고 있는 자연 세계의 양상을 “왜?”, “어떻게?” 라는 문제로 다룬다.</p>
	-2	<p>과학에서의 특정한 사실은 항상 진리로 여겨진다. 각각의 사실들은 과학적 법칙으로써 불려진다. 과학적 법칙은 자연 현상에 대한 어떤 진술이거나 몇몇 일관성 있는 수학적 표현이다.</p> <p>과학적 법칙은 진리로 인정될 수 있는 아주 흔하게 관찰된 자연의 단순한 사실이다. 아침에 동쪽에서 뜨는 태양은 자연의 법칙이다. 왜냐하면 사람들은 그 사실을 매일 보기 때문이다.</p>

Table 2. Example of analysis of nature of science

과학의 본성	점수			
	2	1	-1	-2
검증가능	0	4	0	0
잠정성	0	1	0	0
이론	0	2	0	0
법칙	0	6	0	0
창의성	1	8	0	0
추론	1	10	0	0
주관성	0	1	0	0
사회문화	0	3	0	0
사회합의	0	0	0	0
과학방법	0	2	0	0
Total	2	37	0	0
			39	

5. 자료 분석

수집된 자료를 바탕으로 하여 전문가와 분석에 대한 의견을 수렴하여 내용타당도와 신뢰도를 구축하도록 하였다. 의견이 맞지 않은 부분에 대해서는 서로 동의가 될 때까지 의논하여 본 연구자는 재차 수집된 자료를 분석하여 모든 자료에 대한 분석에 일관성이 있도록 하였다. 즉 전체 수집된 자

료 중에 본 연구자의 자료 분석 관련하여 처음의 20%는 혼자 수행하였으며 그 후의 10%정도는 전문가와 동시에 분석하여 의견을 비교 분석하여 논의하였으며 전문가와 토론 끝에 수정된 분석관점으로 처음의 20%를 다시 분석하여 수정하도록 하였다. 분석된 자료는 교육과정별로 표와 그래프로 나누어 비교하였다. (Table 2)은 분석된 표의 샘플

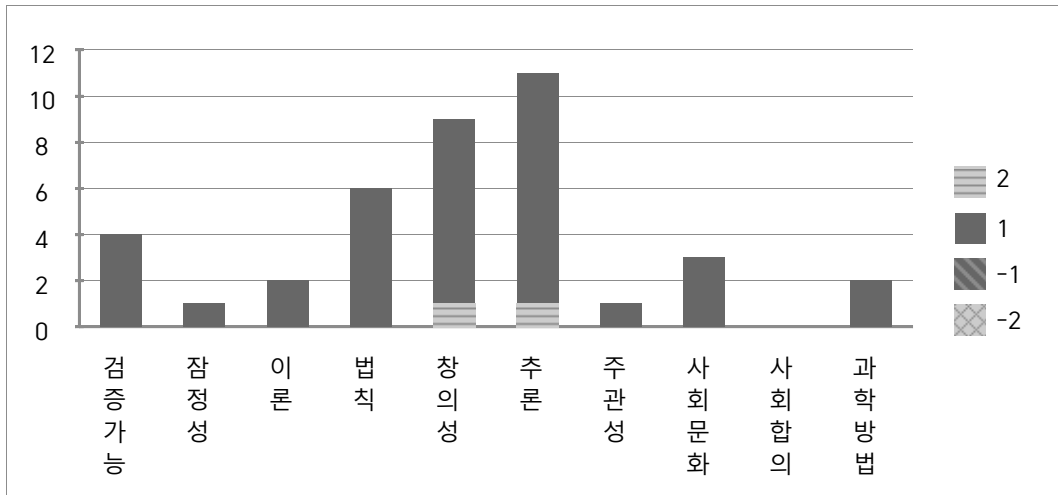


Fig. 3. Example of graph of nature of science

Table 3. Appeared 'nature of science' samples from the 7th curriculum astronomy lesson

과학의 본성	법칙	교과서	333page	수준	+1
천문	본문	태양이 단위 시간에 방출하는 에너지의 총량을 태양의 광도라고 한다. 태양의 광도는 약 $4 \times 10^{26} W$ 이다. 이처럼 많은 에너지를 방출하려면 태양은 얼마나 뜨거워야 할까? 위의 광도를 내려면 태양의 온도는 약 $5800^{\circ}C$ 가 되어야 한다는 것을 알았다.			
	해석	태양의 광도와 온도간의 법칙을 이용하여 태양의 총에너지를 계산할 수 있음을 알려주는 법칙에 대한 소개로 법칙이라는 것이 과학적 지식의 산출에 어떻게 사용되는지를 보여주는 암시적인 방법이다. 특히 '되어야 한다는 것을 알았다'라는 표현으로 과학적 지식의 산출과정을 자연스럽게 묘사하고 있다고 할 수 있으며 이는 과학의 법칙에 대한 본성으로 소개할 수 있으며 암시적인 방법과 과학적인 관점하기에 +1점으로 그 수준을 측정할 수 있다.			

이고, (Fig. 3)은 그 분석표를 그래프로 나타낸 샘플이다.

III. 연구 결과

1. 7차 교육과정 공통과학교과서의 과학의 본성 수준

공통과학교과서는 생물, 화학, 물리, 지구과학으로 나누어지며, 그중 지구과학은 천문, 지질, 대기와 해양으로 나누어진다. 본 연구에서는 먼저 지구과학 내용 안에서의 과학의 본성을 분석하고 그와 함께 탐구단원에서의 과학의 본성을 분석하였다.

천문의 구성의 V. 지구 16. 태양계와 은하 단원에 포함되어 있다. 태양계의 구성, 별의 특징, 은하로 구성되어 있으며 이를 분석한 결과 과학적 사례와 이론을 통해 과학의 본성습득을 기대할 수 있는 암시적인 내용만 제시되어 있었다. 암시적 내용 중 과학적 관점은 법칙의 본성측면이 5건으로 가장 높았고, 검증 가능한 추론 및 관찰측면이 3건, 이론의 본성, 창의성과 상상력, 주관적인, 사회문화적 측면도 2건 제시되어 있다. 다음은 천문에서 가장 높은 빈도가 나타난 암시적이며 과학적인 법칙의 본성 측면의 예시이다(Table 3).

지질의 구성은 V.지구 14. 지구의 변동 단원이며 지진과 화산활동, 지각의 움직임 내용이 수록되어

Table 4. Appeared 'nature of science' samples from the 7th curriculum geology lesson

과학의 본성		검증가능	교과서	283page	수준	+1
지 질	본 문	지구 내부를 통과하는 지진파를 분석해 보면, 지하 약 100Km에서 S파의 속도가 갑자기 느려진다. 이 깊이를 경계로 하여 윗부분을 암석권, 아랫부분을 연약권이라고 한다. 암석권으로 이루어진 판은 배가 물 위에 떠서 움직이는 것처럼 연약권 위에서 얽혀서 이동한다.				
	해 석	지구 내부를 통과하는 지진파를 분석해 지하에서 S파의 속도 변화를 검증하며 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 검증 가능한 과학을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적인 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정할 수 있다.				

Table 5. Appeared 'nature of science' samples from the 7th curriculum atmospheric science and oceanography lesson

과학의 본성		사회문화적	교과서	297page	수준	+1
대기 해양	본 문	1. 일과와 우리 생활 우리의 생활은 날씨와 밀접한 관계가 있으며, 기상 정보는 산업, 행사, 광고 등에서 다양하게 이용되고 있다. 야외 행사를 맡아 주관하는 한 이벤트 회사는 유명한 가수의 초청 공연을 준비 하면서 날씨에 대한 손해 보상을 들었다. 행사 당일엔 비가 와서 공연이 연기되거나 취소될 경우 손해를 보상받기 위해서였다.				
	해 석	우리 생활과 대기과학과의 관계를 생각해 보면서 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 사회문화적 과학을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				

있다. 이를 분석한 결과 과학의 본성의 구성요소를 언급하거나 설명한 명시적으로 표현된 내용을 찾을 수 없었다. 과학적 사례와 이론을 통해 과학의 본성습득을 기대할 수 있는 암시적인 내용만 제시되어 있었다. 암시적 내용 중 과학적 관점으로, 검증 가능한 측면이 5건으로 높게 제시되어 있었고, 사회문화적 측면이 4건으로 두 번째로 높게 제시되었다. 추론 및 관찰측면은 3건, 감정적인측면은 2건 제시되어 있었다. 다음은 지질에서 가장 높은 빈도가 나타난 암시적이며 과학적인 검증 가능한 측면의 예시이다(Table 4).

대기와 해양의 구성은 V.지구 15.대기와 해양 단원이며 일기와 우리의 생활, 우리나라 기후의 특징, 해양과 우리의 생활에 대해 수록되어 있다. 이를 분석한 결과 암시적이며 과학적 관점은 사회문화적 측면이 5건으로 가장 많이 제시되었고 추론

및 관찰측면은 2건, 검증 가능한, 이론의 본성, 창의성과 상상력측면은 1건 제시되어있었다. 다음은 대기와 해양에서 가장 높은 빈도가 나타난 암시적이며 과학적 관점인 사회문화적 측면의 예시이다 (Table 5).

지구과학 내용 영역을 살펴본 결과, 가장 많이 나타난 영역으로는 사회문화적이 11건 나타났고 감정적인 9건, 관찰과 추론이 8건 나타났다. 그 외의 과학의 본성 반영은 미미했고 균형적이지 않은 과학의 본성이 반영되었다고 할 수 있겠다(Fig. 4).

교육과정에서는 가장 먼저 탐구단원으로 시작된다. 탐구 단원은 과학이란 어떤 학문인지, 과학자는 무슨 일을 하는지, 탐구란 무엇인지, 인간 생활에 과학이 미치는 영향은 무엇이 있는지를 중심으로 구성되어 있다. 그런 탐구에서는 명시적인 과학의 본성과 지구과학에서 다루어지지 않은 과학의 본

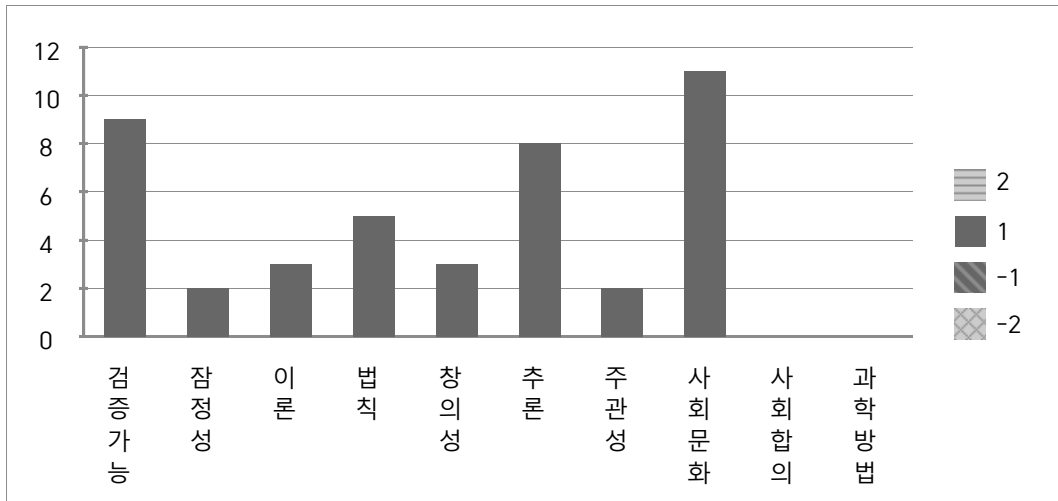


Fig. 4. Frequency of 'nature of science' in 7th curriculum at earth science textbook

Table 6. Appeared 'nature of science' samples from the 7th curriculum research lesson

과학의 본성	사회문화적	교과서	26page	수준	+2
탐구	본문	<i>과학·기술이 우리 사회에 미치는 영향 과학·기술의 발달은 인간의 수명을 연장시켰으며, 편리한 생활과 물질적 풍요를 주었다. 이와 같이 과학·기술의 발달은 사회에 많은 영향을 미치며 윤리적인 문제와 사회적인 갈등을 불러일으키기도 한다.</i>			
	해석	윤리적인 문제와 사회적인 갈등, 인간의 수명 연장, 편리한 생활과 물질적 풍요를 통하여 과학과 우리사회의 관계를 통하여 명시적으로 과학의 구성요소인 사회문화적 요소를 소개 할 수 있으며 명시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +2로 측정 할 수 있다.			

성을 내포하고 있었다. 이를 분석한 결과 지구과학 내용 영역보다 확실히 다양한 모습을 보였다. 명시적으로 사회문화적은 12건으로 가장 높게 제시되었고, 과학적 방법의 측면이 11건으로 두 번째로 높게 제시되어 있었으며 사회적합의의 측면이 2건 제시되었고, 검증 가능한, 창의성과 상상력 부분에서 1건 제시되었지만 법칙의 본성, 과학적 방법에서 순수한 관점을 1건 발견할 수 있었다. 암시적으로 검증 가능한 측면이 5건으로 가장 많이 제시되었고 창의성과 상상력과 과학적 방법측면은 3건, 잠정적인과 사회적 합의, 과학적 방법측면은 2건, 법칙의 본성과 추론 및 관찰, 주관적인 측면은 1건 제시되어 있었다. 하지만 명시적 내용 중 순수한 관점 역시 나타나 있었는데 법칙과 과학적 방법에

서 1건 제시되었다. 다음은 탐구단원에서 가장 높은 빈도를 나타낸 명시적이며 과학적인 사회문화적 측면의 예시이다(Table 6).

7차 교육과정 공통과학은 탐구 단원은 다양한 과학의 본성이 반영되어 있었다. 전체적으로 본다면 과학의 본성은 고루 분포되어 있다고 할 수 있으나 명시적인 내용은 모두 탐구에 포함되어 있었으며, 내용에서는 암시적인 요소만 존재하고 있었다. 공통과학에서는 내용에서 제시할 수 없었던 다양한 과학의 본성 요소와 명시적인 내용을 탐구라는 특정한 단원에서 제시되어 과학의 본성을 교수할 수 있다.

내용에서 제시된 과학의 본성은 다소 제한적이며 암시적인 내용 위주였다. 다양한 과학의 본성을 제

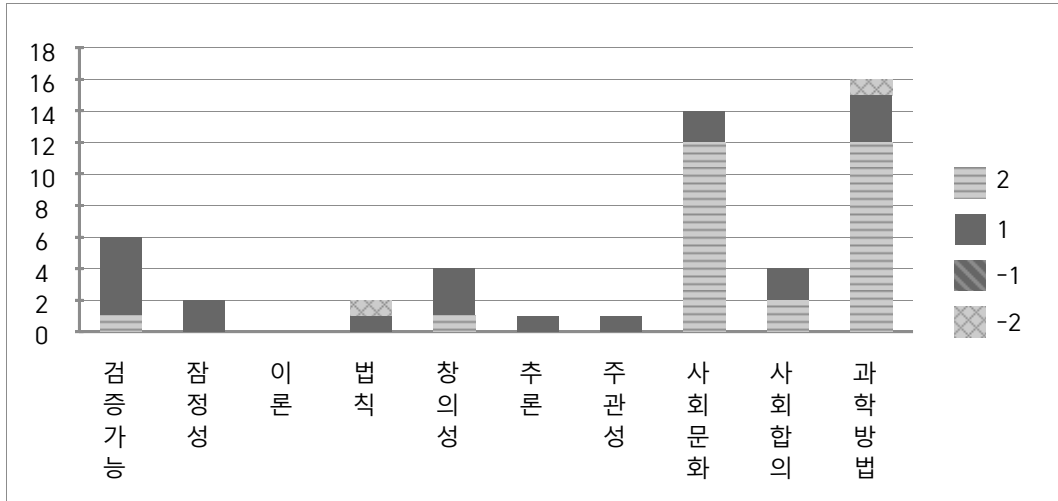


Fig. 5. Frequency of 'nature of science' at earth science textbook and 'research' in 7th curriculum

Table 7. Appeared 'nature of science' samples from the 2009-revised curriculum astronomy lesson

과학의 본성	창의력	교과서	12page	수준	+2
천문	본문	<p>이 사진은 안드로메다은하의 모습을 나타낸 것이다. 은하에는 수많은 별과 성간 물질이 있으며, 이와 같은 수많은 은하가 모여 우주를 이룬다. 우주에 있는 별과 은하는 지구의 생명체의 존재와 어떤 관련이 있을까?</p> <p>이 단원에서는 우주의 기원과 진화 과정, 우주에 있는 천체의 종류, 물질의 형성 과정에 대해 알아본다.</p>			
	해석	<p>과학자들의 상상력과 창의성을 통해 우주에 있는 별과 은하는 지구의 생명체의 존재와 어떤 관련이 있을지에 대해 생각할 수 있기에 명시적으로 과학의 본성 구성요소인 상상력과 창의성을 소개할 수 있으며 명시적이고 과학적이기에 그 수준을 +2로 측정할 수 있다.</p>			

시하기란 어려움이 있을 수 있으나 특징에 맞는 과학의 본성을 명시적으로 표현한다면 조금 더 친근하고 올바르게 과학의 본성을 습득할 수 있을 것으로 판단된다. 탐구내용이 포함된 7차 교육과정 공통과학은 다음과 같은 수준을 나타내고 있다(Fig. 5).

3. 2009 개정 교육과정 융합과학 교과서에서의 과학의 본성 수준

융합과학 교과서는 공통과학교과서와 달리 생물, 화학, 물리, 지구과학으로 나누어져 구성되어 있지 않다. 우주의 시작에서부터 생명체의 탄생, 현대까지 시간의 흐름으로 구성되어 있으며 한 단원에 생물, 화학, 물리, 지구과학 모든 것이 융합하여 포함

되어 있다. 그중 지구과학은 대부분 천문이고 약간의 지질이 포함되어 있다. 본 연구에서는 융합과학에서 포함되어 있는 지구과학의 천문과 지질에 대해 과학의 본성을 분석하였다.

천문은 I. 우주의 기원과 진화 단원에 해당되며 빅뱅에서부터 별의 탄생, 은하의 생성, 태양계의 생성과 관측, 지구의 운동, 달의 운동, 지구계까지 구성이 되어 있다. 이를 분석한 결과 과학의 본성 요소는 10가지 중에서 8가지로 고르게 반영되어 있다고 할 수 있겠다. 그 중 창의성과 상상력, 관찰과 추론에서 1건씩 명시적인 내용을 찾아 볼 수 있었으며 과학의 본성을 습득을 기대할 수 있는 암시적인 과학의 본성 요소는 검증 가능한 3건, 잠정적인 1

Table 8. Appeared 'nature of science' samples from the 2009-revised curriculum geology lesson

과학의 본성	창의력	교과서	159page	수준	+1
지질	본 문	<p>물론 생물체가 화석으로 남기 위해서는 개체 수가 많아야 하고, 고생물의 유해가 최대한 빠른 시간 내에 퇴적층에 묻혀야 하는 특수한 환경이 조성되어야 한다. 따라서 지구상에 살던 모든 생물이 화석으로 남아 있는 것은 아니다. 그러나 화석은 생물체의 특성 및 서식 당시의 환경에 대한 다양한 정보를 제공하고 있다.</p> <p>예를 들면, 고생물의 발자국이나 배설물은 생물의 크기와 습관, 주로 섭취한 음식물의 종류 등을 알 수 있게 해 준다. 또한, 생물의 외형상 특징은 육상이나 바다와 같은 서식지에 대한 정보를 제공하기도 한다.</p>			
	해 석	<p>고생물의 발자국이나 배설을 이용하여 크기와 습관 섭취한 음식의 종류를 알거나 외형상 특징을 통하여 서식지의 정보를 추론하는 과정에서 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 관찰과 추론을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.</p>			

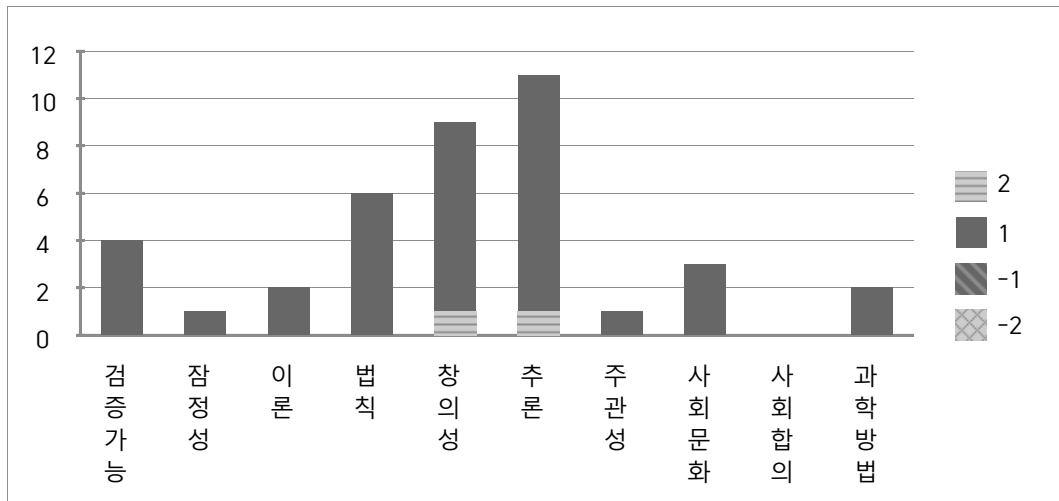


Fig. 6. Frequency of nature of science in 2009 revised curriculum at convergence

건, 과학의 이론 2건, 과학의 법칙 6건, 상상력과 창의성 8건, 관찰 및 추론 5건, 사회문화적 3건, 과학적 방법 2건이 반영되어 있었다. 다음은 천문단원에서 가장 높은 빈도를 나타낸 암시적이며 과학적인 검증 가능한 측면의 예시이다(Table 7).

지질은 III. 생명의 진화 2. 생명의 진화에서 화학적 진화로 인해 최초의 유기물이 탄생하여 단세포 동물에서 다세포 동물로 진화하는 과정에서 포함되어 있다. 이를 분석한 결과 과학의 본성 요소는 4건 정도로 나타나고 있다. 과학의 본성을 습득을 기대할 수 있는 암시적인 과학의 본성 요소는 관찰 및 추론이 5건, 검증 가능한 1건, 상상력과 창의성

1건 반영되어 있었다. 다음은 지질 단원에서 가장 높은 빈도를 나타낸 암시적이며 과학적인 관찰 및 추론의 예시이다(Table 8).

융합과학의 지구과학 내용에서 가장 많이 찾아볼 수 있는 과학의 본성은 관찰과 추론으로 명시적이며 과학적 관점 1건과 암시적이며 과학적 관점 10건 반영되어 있었고, 다음으로 상상력과 창의력이 명시적이며 과학적 관점 1건과 암시적이며 과학적 관점 8건이 제시되어 있었다. 나머지는 모두 암시적이며 과학적인 관점으로 검증 가능한 4건, 잠정적인 1건, 과학의 이론 2건, 과학의 법칙 2건, 주관적인 1건, 사회문화적 3건, 과학적 방법 2건이 제

시되어 있었다.

2009 개정 교육과정 융합과학은 모든 단원의 시작에서 대부분 발문으로 상상력과 창의력을 요하는 내용이 제시되어 있었으며 관찰과 추론으로 이야기를 시작한다고 볼 수 있겠다. 융합과학은 사회적 함의를 제외한 요소들이 반영되어 있었다. 각 요소들이 조금 더 명시적으로 제시된다면 학생들의 과학의 본성 교육에 많은 도움이 될 것으로 생각된다. 융합과학의 과학의 본성 수준 및 빈도는 다음과 같이 나타난다(Fig. 6).

4. 7차 교육과정 공통과학과 2009개정 교육과정 융합과학의 과학의 본성 비교

7차 교육과정 공통과학 지구과학에서 과학의 본성 반영 빈도는 총 43건으로 나타난다. 그중 명시적 내용의 빈도는 0건으로 전혀 나타나지 않고 암시적이고 과학적인 측면으로 구성되어 있었다. 구성요소는 과학적 측면으로 사회적 측면 11건, 검증 가능한 측면 9건, 관찰 및 실험 8건, 과학의 법칙 5건, 과학의 이론 3건, 상상력과 창의성 3건, 변할 수 있는 2건, 주관적인 2건의 빈도로 반영되어 있었다.

2009 개정 교육과정 융합과학 지구과학 내용에서 과학의 본성 반영 빈도는 총 39건으로 나타나고 있으며 명시적이며 과학적인 과학의 본성은 2건으로 상상력과 창의성 1건, 관찰과 추론에서 1건 나타나고 나머지는 암시적이며 과학적인 관찰과 추론 10건, 상상력과 창의성 8건, 과학의 법칙 6건, 검증 가능한 4건, 사회문화적 3건, 과학적 방법 2건, 과학의 이론 2건, 변할 수 있는 1건, 주관적인 1건으로 총 37건이 반영되어 있었다.

지구과학의 내용 안에서의 과학의 본성은 교육과정의 변화에 따라 변화는 일어났지만 과학의 본성의 반영 정도가 강화되었다고 볼 수 없었다. 전체적으로 본다면 7차 교육과정의 경우 명시적으로 과학을 교육할 수 있는 탐구단원이 포함되어 있었고 탐구단원의 경우 탐구에 포함된 과학의 본성은 50건 반영되어 있으며, 먼저 명시적이며 과학적인 요소는 과학적 방법 12건, 사회문화적 12건, 사회통합의 2건, 상상력과 창의성 1건, 검증 가능한 1건이 반영되어 있었고, 암시적이며 과학적인 측면은 검증

가능한 측면 5건, 상상력과 창의성 3건, 과학적 방법 3건, 변할 수 있는 2건, 사회문화적 2건, 사회통합의 2건, 과학의 법칙 1건, 관찰 및 추론 1건, 주관적인 1건 반영되어 있었다. 과학의 본성에 대해서 잘못된 인식을 심을 수 있을 것으로 판단되는 명시적이지만 순수한 측면은 과학의 법칙 1건, 과학적 방법 1건이 반영되어 있었다.

2009 개정 교육과정으로 교육과정이 개편되면서 명시적으로 과학의 본성을 소개할 수 있었던 탐구단원은 사라졌다. 중간 중간 과학자들의 인물소개나 당시의 이슈들을 탐구라는 제목으로 단원 마지막에 포함시켰으나 그 정도로는 과학의 본성을 명시적으로 설명하는데 어려울 것으로 판단된다. 탐구단원을 포함한 7차 교육과정 공통과학의 과학의 본성과 2009개정 교육과정 융합과학을 비교한다면 오히려 과학의 본성 반영 정도는 더욱 낮아졌다고 볼 수 있겠다. 점점 더 과학의 본성의 중요성은 강조되어가지만 그 발전방향에 역행한다고 볼 수 있겠다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 국내 고등학교 과학 교과서를 대상으로 교육과정의 변화에 따라 과학의 본성 반영 정도가 어떻게 변화하고 있는지, 강조되는 과학의 본성의 구성요소는 무엇이고 그 수준에 대하여 분석하기 위해 과학의 본성 분석 도구를 개발하여 7차 교육과정 공통과학 A출판사 교과서와 2009개정 교육과정 B출판사 교과서를 비교 분석하였다.

본 연구에서는 기존의 도구가 아닌 새로운 분석 도구를 개발하여 사용하여 다양한 측면으로부터 과학의 본성을 파악했으며 과학의 본성을 교수하는 지침서인 교과서를 교육과정에 따라 분석하였는데 의미가 있다고 할 수 있겠다. 이 연구를 통해서 도출된 결론은 다음과 같다.

첫째, 명시적인 과학의 본성의 반영이 필요하다. 7차 교육과정 공통과학의 지구과학 내용 안에서의 과학의 본성 반영 빈도는 전체 총 43건의 빈도를 나타내고 있다. 그중 명시적인 내용의 빈도는 0건으로 전혀 나타나지 않고 암시적인 내용으로 구성

되어 있었다. 2009개정 교육과정 융합과학에서 과학 내용 안에 포함되어 있는 과학의 본성 반영 빈도는 전체 총 39건 반영되어 있었고 그 중 명시적인 내용은 2건으로 나머지 37건은 모두 암시적인 내용으로 구성되어 있었다. 2009개정 교육과정 융합과학의 경우 2건이 반영되어 있었으나 이것을 명시적인 과학의 본성을 반영하였다고 말하기에는 어려움이 따른다. 암시적인 방법은 가르치지 않아도 과학의 본성이 자연스럽게 학습된다고 하지만, 기대하는 의도와 다르게 학습될 가능성이 존재한다. 올바른 과학의 본성을 갖추기 위해서는 과학의 본성은 명시적으로 학습되어야 한다(Lederman, Abd-El-Khalick & Schwartz, 2002). 그러하기에 앞으로의 교육과정에서는 암시적인 과학의 본성은 명시적일 수 있도록 수정되어 반영해야 한다.

둘째, 교육과정의 변화에 따라 과학의 본성의 반영 정도는 더 강화되어야 한다. 7차 교육과정 공통과학에서 과학의 본성 빈도는 43건 반영되어 있었고 모두 암시적이며 과학적 측면으로 사회적 측면 11건, 검증 가능한 측면 9건, 관찰 및 실험 8건, 과학의 법칙 5건, 과학의 이론 3건, 상상력과 창의성 3건, 변할 수 있는 2건, 주관적인 2건의 빈도로 반영되어 있었다. 2009개정 교육과정 융합과학의 경우는 39건 반영되어 있었으며 그 중 명시적이며 과학적인 측면은 상상력과 창의성 1건, 관찰과 추론 1건 총 2건이 반영되어 있었고, 암시적이며 과학적인 측면이 관찰과 추론 10건, 상상력과 창의성 8건, 과학의 법칙 6건, 검증 가능한 4건, 사회문화적 3건, 과학적 방법 2건, 과학의 이론 2건, 변할 수 있는 1건, 주관적인 1건으로 총 37건이 반영되어 있었다. 전체 빈도수를 비교하자면 공통과학에서의 과학의 본성이 더 많은 빈도가 나타나는 것을 알 수 있다. 융합과학에서 과학의 개념적 내용이 줄어들었기 때문에 그것으로 과학의 본성의 반영정도를 비교하기 어렵다고 볼 수 있지만 과학의 본성의 반영 정도가 더 강화되었다고 보기 역시 어렵다. 과학의 본성 반영 정도를 강화하기 위해서는 교과서 편집자들의 과학의 본성에 대한 올바른 이해가 필요하며, 그러기 위해서는 교과서 편집자들을 대상으로 하는 전문 교육이 이루어져야 한다.

셋째, 7차 교육과정 공통과학의 탐구와 같이 과학의 본성을 명시적으로 나타낼 수 있는 요소가 필요하다. 7차 교육과정 공통과학에서 탐구에 포함된 과학의 본성은 50건 반영되어 있으며, 먼저 명시적이며 과학적인 요소는 과학적 방법 12건, 사회문화적 12건, 사회적합의 2건, 상상력과 창의성 1건, 검증 가능한 1건이 반영되어 있었으며, 암시적이며 과학적인 측면은 검증 가능한 측면 5건, 상상력과 창의성 3건, 과학적 방법 3건, 변할 수 있는 2건, 사회문화적 2건, 사회적합의 2건, 과학의 법칙 1건, 관찰 및 추론 1건, 주관적인 1건이 반영되어 있었다. 과학의 본성에 대해서 잘못된 인식을 심을 수 있을 것으로 판단되는 명시적이지만 순수한 측면은 과학의 법칙 1건, 과학적 방법 1건이 반영되어 있었다. 순수한 측면이 2건 반영되어 있었지만 다양한 과학의 본성을 나타내고 있음을 알 수 있다. 점점 더 과학의 본성의 중요성은 강조되어가고 있지만, 2009개정 교육과정 융합과학에서는 탐구과정이 사라져 그 발전방향이 역행하고 있다고 할 수 있겠다. 앞으로의 교육과정에는 7차 교육과정 공통과학에서처럼 과학의 본성을 명시적으로 가르칠 수 있는 탐구내용이나 과학사를 통한 명시적인 과학의 본성을 포함해야 한다.

넷째, 과학의 본성에 대한 교사의 전문성을 향상시켜야 한다. 교과서에서 내용을 서술하다보면 암시적인 과학의 본성이 불가피하다. 그런 암시적인 내용이 반영되었을 때, 교사는 암시적인 과학의 본성을 학습자들에게 명시적으로 소개시킬 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 교사들은 과학의 본성에 대해 올바른 관점을 지녀야 하므로 교사 협의회 및 연수를 통하여 전문성을 향상시켜야 한다.

국문요약

본 연구는 최근 과학의 본성이 강조되어가고 있는 시점에서 우리나라 7차 교육과정 공통과학 교과서에서 2009개정 교육과정 융합과학 교과서로 교육과정의 발전에 따라 과학의 본성 반영 정도와 수준이 어떻게 변화되고 있는지 알아보았다. '과학의 본성'의 수준은 과학자들의 과학에 대한 관점을 나

타내는 과학적 관점과 일반적으로 생각하거나 과학적 오개념을 나타낼 수 있는 순수한 관점으로, 교수 방법은 명시적 방법과 암시적 방법으로 분류하였다. 그렇게 과학적관점인지 순수한관점인지, 명시적인지 암시적인지의 총 4가지의 경우의 수를 이용하여 정의 하였다. Lederman(2001)의 7가지 정의를 참고한 10가지 항목을 이용해 교과서 안에 반영된 구성요소와 수준을 확인 할 수 있도록 '과학의 본성 분석 틀(NOSAT: Nature of Science Analyzing Tool)'을 개발하여 자료 분석에 사용하였고 연구결과, 교육과정이 7차 교육과정 공통과학에서 2009개정 교육과정 융합과학으로 변화함에 따라 과학의 본성에 대한 반영 정도는 발전보다 오히려 역행하고 있음을 확인 할 수 있었다. 탐구단원을 제외한 7차 교육과정 공통과학의 이론단원에서 명시적인 과학의 본성은 찾기 어려웠고, 2009개정 교육과정에서는 2007교육과정 탐구단원에서 볼 수 있었던 과학의 본성마저 사라진 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 앞으로의 교육과정에서 과학의 본성이 제한적으로 표시될 것이 아니라 좀 더 적극적으로 반영하되 그 방법을 암시적이 아닌 명시적으로 반영하여 직접적인 교수가 되어야 할 것을 시사한다. 이를 위해서 교과서 집필자가 과학의 본성에 대한 정확한 이해를 가지고 집필해야 하고, 올바른 교수를 위해서 교사의 역량이 중요하며, 교사들을 대상으로 하는 과학의 본성에 대한 정확한 이해 및 실천에 대한 연수가 필요하다고 할 수 있다.

References

- 강석진, 노태희 (2014). 과학의 본성. 북스힐.
- 강석진, 김영희, 노태희 (2004). 과학사를 이용한 소 집단 토론 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 24(5), 996-1007.
- 곽승진 (2005). 청소년의 과학적 소양 향상을 위한 문제해결 모형 개발 연구. 한국도서관저보학회지, 36(3), 21-38.
- 김경순, 노정아, 서인호, 노태희 (2008). 중학교 과학 '물질의 구성' 단원에서 과학사 소재를 활용한 명시적 반성적 과학의 본성 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 28(1), 89-99.
- 김영선 (2013). 과학의 본성에 대한 예비과학교사들의 인식 분석. 조선대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김희정, 김성원 (2013). 예술 고등학생들의 명시적 과학의 본성 수업을 통한 개념 변화의 특성. 한국과학교육학회지, 33(2), 266-283.
- 김준예, 전은경, 백성혜 (2007). 과학 영재들의 과학의 본성에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 26(6), 743-752.
- 교육부 (2011). 2009개정 과학과 교육과정.
- 노태희, 김영희, 한수진, 강석진 (2002). 과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해. 한국과학교육학회지, 22(4), 882-891.
- 박영신 (2015). 상황학습을 통한 과학 도슨트의 전문성 연구. 대한지구과학교육학회지, 8(1), 98-113.
- 박창동 (2001). 과학의 본성에 대한 인식과 학습관에 따른 초등교사의 발문 유형. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박현주, 이금희 (2005). 연구논문 : 과학적 소양의 관점에서 본 대학생들의 과학의 본성에 대한 이해. 한국과학교육학회지, 25(3), 390-399.
- 백성혜, 남초이 (2010). 과학의 본성에 대한 명시적 수업이 예비 과학교사들의 인식 변화에 미치는 효과. 한국과학철학회, 13(1), 83-107.
- 이영희 (2013). 질적 연구에 의한 고등학교 생명과학 I 교과서 생명과학의 이해 단원에 내포된 과학의 본성 분석. 교과교육학연구, 17(1), 173-197.
- 이영희 (2014). 우리나라 생명과학 관련 분야 재미 과학자들은 어떻게 과학의 본성을 이해하고 있는가?. 한국과학교육학회, 34(7), 677-691.
- 최준환, 남정희, 고문숙, 고미례 (2009). 과학사를 활용한 과학수업 적용을 통한 중학생들의 과학의 본성에 대한 이해의 발달. 한국과학교육학회, 29(2), 221-239.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). Project 2061: 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.

- 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., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A.-P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855.
- Collette, A. T., & Chiappetta, E. L. (1986). *Science instruction in the middle and secondary schools*(2nd ed). Columbus, Ohio; Merrill publishing Company.
- 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.
- 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.
- Hirsch, E. D., Jr. (1987). *Cultural literacy: What every American needs to know*. New York, NY: Houghton Mifflin.
- Hogan, K. (2000). Exploring a process view of students' knowledge about the NOS. *Science Education*, 84(1), 51-70.
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26.
- Lederman, N. G. (1992). Students and teachers conceptions of the nature of science : A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., & Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lee, Y., & Chiappetta, E. (2008). How do the high school biology textbooks introduce the nature of science? Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching meeting, Garden Grove, CA.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Meichtry Y, J. (1992). Influencing student understanding of the nature of science: data from a case of curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 389-407.
- Miller J. D. (1983). *Scientific Literacy : A Conceptual and Empirical Review*. *Daedalus*, 112(2), 29-48.
- Moss, D. M., Abrams, M. D., & Kull, J. A. (1998). Can we be scientists, too? Secondary students' perceptions of scientific research from a project-based classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 7(2), 139-161.
- 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, Y.-S., Chen, Angie Y. C. & Chen, Nelson C. C. (2013). Exploring Preservice teachers' Understanding about Scientific Literacy embedded in Science Camp at Science Center. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 6(1), 1-12.
- Park, Y.-S., Park, J.-H. & Ryu, H.-S. (2014). Exploring the Characteristics of STEAM Program Developed by Docents and its educational impact in the Natural History Museum. *Journal of the*

- Korean Society of Earth Science Education, 7(1), 75-90.
- Sequeira, M., & Leite, L. (1991). Alternative conceptions and history of science in physics teacher education. *Science Education*, 75(1), 45-56.
- Ziman, J. (1984). *An instruction to science studies*. Cambridge: Cambridge University Press.