



## 과학관련 사회쟁점 학습을 통한 과학의 본성에 대한 이해의 전이

정윤숙, 김성원\*  
이화여자대학교

### Transfer of Students' Understanding of NOS through SSI Instruction

Yoonsook Chung, Sung-Won Kim\*  
Ewha Womans University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 17 September 2015

Received in revised form

05 October 2015

26 October 2015

Accepted 26 October 2015

##### Keywords:

Nature of Science,  
SSI,  
Scientific Literacy

#### ABSTRACT

Citizens should be sensitive to the complex and controversial SSIs (Socioscientific Issues), be able to make a responsible decision with evidence and empathy, and furthermore take political action for the larger welfare. The premise of this research is that understanding the nature of science (NOS) takes an important role when students and adults participate in the discourse on SSIs because SSI reasoning requires individuals to examine information and counter-information with skepticism. We therefore designed SSI programs that were incorporated with NOS by adapting a contextualized-reflective approach. The leading research question was to what extent SSI contexts contributed to promoting students' understanding of NOS. A total of 71 11th grade students participated in this program. The school was located in an urban city near the capital city of Seoul, South Korea. We designed SSI programs to cover the issues of genetically modified organisms, climate change, and nuclear energy. Each issue required four to six class periods to complete. We conducted pre- and post-program tests using the revised VNOS-C, recorded group discussions or debates and collected student worksheets to observe the increase of student NOS understanding. As a result of this program, students showed moderate improvement in their understanding of NOS.

## 1. 서론

지난 한 세기 동안 과학교육에 있어서 과학의 본성에 대한 이해는 매우 중요한 목표가 되어왔다. 한국, 미국을 비롯한 여러 나라의 과학 교육과정 문서 및 교육과정 지침서는 과학교육의 목표로서 과학의 본성에 대한 이해를 명시적으로 제시한다. 예를 들어, 한국의 2009 개정 과학과 교육과정(MEST, 2009)은 미래의 인재상을 과학기술과 관련된 복합적인 사회 문제를 해결할 수 있는 시민으로 두었다. 그리고 이러한 시민을 양성하기 위해 “과학적 이해를 근거로 합리적으로 문제를 파악하고, 타인과 소통하고, 비판적으로 판단하고, 창의적으로 문제를 해결할 수 있는” 능력을 갖추도록 학생들을 교육해야함을 강조한다.

21세기를 살아가는 시민들이 마주하게 되는 과학관련 사회쟁점(Socioscientific Issues; SSI, Fleming, 1986a, 1986b; Kolsto, 2001; Zeidler *et al.*, 2005)은 본질적으로 다양한 원인들이 복잡하게 얽혀있으며 문제 상황을 해결할 수 있는 절대적인 해결방법이 존재하지 않는다. 시민들은 완전하지 않은 다양한 근거를 바탕으로 최선의 대안을 찾아가는 방법으로 쟁점에 대한 논의에 참여하게 된다. 이 논의 과정에는 쟁점에 관계된 과학 지식뿐만 아니라 과학과 비과학을 구분할 수 있는 능력이나 과학에 대한 신념과 가치 등 과학의 본성에 대한 이해가 큰 영향을 미치게 된다.

과학의 본성을 이해한다는 것은 과학이 무엇인지 과학이 갖는 가치

는 무엇인지에 대한 신념을 갖게 되는 것이며, 과학의 형성과정 및 과학의 특성에 대한 이해를 갖게 되는 것이고, 지식을 습득하는 방법 및 그 결과로서의 과학의 가치를 인지한다는 것이다. 과학지식이 형성되고 발전해나가는 과정에 반영된 가치와 신념에 대해 이해하게 되는 것 또한 과학의 본성을 이해하는 것이다(Abd-El-Khalick, Waters & Le, 2008; Lederman, 1992, 2007). 과학의 본성에 대한 이해는 과학 커뮤니티에서 공유되고 있는 규준을 습득하고, 쟁점에 대한 논의 과정에 합리적으로 참여하는 데 큰 영향을 미치게 된다. 그러므로 과학의 본성에 대한 이해 없이 과학기술과 관련된 복합적인 사회 문제를 해결할 수 있는 능력을 갖춘 시민을 양성하는 것은 매우 어렵다고 할 수 있다(Lee, 2013).

이러한 인식을 바탕으로 과학의 본성에 대한 이해를 높이기 위한 다양한 접근 방법에 대한 논의가 지속적으로 이어지고 있다. 과학의 본성에 대한 이해를 높이기 위한 대표적 교육 방법으로 암시적 접근(implicit approach), 명시적 접근(explicit approach), 그리고 명시적-반성적 접근(explicit-reflective approach)의 세 가지 방법이 제시되고 있다(Lederman, 1992; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). 암시적 접근을 통한 과학의 본성 교육 프로그램은 과학의 본성에 대한 직접적인 언급 없이 과학을 하는 방법이나 과학의 기능을 설명하는 가운데 학생들을 탐구활동에 참여시킨다. Tamir(1972)와 Meichtry(1992)는 과학의 본성을 탐구학습의 결과로 얻을 수 있는 학습의 부산물로 전제하고 탐구

\* 교신저자 : 김성원 (sungwon@ewha.ac.kr)

\*\* 본 논문은 정윤숙의 2013년도 후기 박사 학위논문에서 일부 발췌 정리하였음.  
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.5.0895>

학습을 통해 학생들의 과학의 본성을 높이기 위한 연구를 진행하였으나 탐구중심 교육과정을 이용한 실험 집단에서 과학의 본성에 대한 이해의 향상이 나타나지 않았다. 명시적 접근을 통한 과학의 본성 교육 프로그램은 과학의 본성의 각 영역을 구체적인 학습 목표로 삼고, 각 영역에 적합하게 의도된 과제를 제시한다. 최근의 연구들은 학생들이 과학의 본성에 대한 현대적 개념을 형성하는 데 암시적인 접근보다 명시적인 접근이 효과적임을 제시(Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Akerson *et al.*, 2000; Akerson & Hanuscin, 2007)하지만, 명시적 접근 방법 또한 과학의 본성을 가르치는 데 효과적이지 않다는 연구 결과 역시 보고되고 있다(Yoo, 1999; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Tao, 2003). 과학의 본성에 대한 명시적 접근은 과학의 본성에 대한 현대적인 이해를 높이는 데에 긍정적인 영향을 줄 수 있지만 이를 다른 상황에 적용하거나 수업을 개발하여 적용하는 데에는 한계를 나타냈으며(Bell *et al.*, 2000), 과학의 본성을 제시하기 위해 활용한 과학사를 단순히 과거의 흥미로운 이야기나 사건 정도로 이해하는 경향이 나타나기도 한다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Tao, 2003). 과학의 본성에 대한 이해의 발달을 위해 가장 효율적인 방법은 과학의 본성에 대한 명시적이고 반성적인 접근 방법이다(Akerson & Volrich, 2006; Bianchini & Colburn, 2000; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Schwartz *et al.*, 2000; Schwartz *et al.*, 2004). 교수자는 과학의 본성을 인지적인 학습의 산물, 즉 지식으로 받아들여야 하며, 이러한 인식을 바탕으로 구체적이고 명시적인 방법을 통해 과학의 본성을 지도했을 때 학생들의 과학의 본성에 대한 이해가 향상될 수 있다.

본 연구는 과학관련 사회 쟁점을 다루는 학습 환경이 과학의 본성의 여러 측면을 명시적으로 드러낼 수 있으며, 과학의 본성에 대해 반성적으로 사고할 수 있는 기회를 제공한다는 것을 전제로 한다. 과학관련 사회쟁점에 대한 논의에 참여할 때 학생들은 단순히 과학지식을 이해하는 것을 넘어서서 적극적으로 과학지식을 탐색하며 그것을 변형하여 쟁점에 맞게 적용한다. 그 과정에서 학생들은 어느 정보가 과학적인지, 내가 그렇게 생각하는 이유가 무엇인지, 하나의 문제 상황에 대해서도 다른 과학적 주장이 존재하는 이유가 무엇인지 등과 같은 질문에 마주하게 된다. 이러한 의문점은 과학에 대해 갖고 있는 개인의 인식 및 신념에 대해 반성할 수 있는 기회를 제공하며 과학이 형성되고 타당성을 얻는 과정과 과학의 가치 및 한계, 즉 과학의 본성에 대해 생각해보도록 안내한다(Zeidler *et al.*, 2002; Zeidler *et al.*, 2009).

SSI에 대한 논의 과정에서 과학의 본성에 대한 이해가 매우 중요한 역할을 하고 있음에도 불구하고 SSI를 이용한 학습활동과 학생들의 과학의 본성에 대한 이해 사이의 관계에 대해서는 아직도 논란이 존재한다. 예를 들어, 학생들은 자신들이 갖고 있는 과학의 본성에 대한 신념을 고려하지 않은 채 추론을 형성한다는 Zeidler *et al.*(2002)의 연구와 SSI에 관한 의사결정에는 학생들의 과학의 본성에 대한 이해가 잘 드러난다는 Matkins & Bell(2007)의 연구는 완전히 상반되는 결과를 보여주고 있다. 또한 Walker & Zeidler(2007)의 연구는 쟁점과 관련된 논의 상황에서 과학의 본성의 측면을 드러내는 것이 훨씬 유용한 상황에서도 학생들은 과학의 본성을 고려하지 않는다는 결과를 보고하고 있는 반면, Bell *et al.*(2011)은 명시적으로 과학의 본성을 학습한 학생들은 그들의 주장을 타당화하는 과정에서 과학의 본성을 고려한다고 주장한다.

이러한 상충되는 연구 결과는 과학의 본성을 일반화된 맥락에서

명시적으로 접근한 것에 기인한다. 과학의 본성에 대한 명시적인 접근은 학생들로 하여금 과학의 본성의 각 요소를 하나의 개념으로서 명확하게 이해하는 데 도움을 줄 수 있지만, 과학의 본성을 정형화된 명제 또는 개념으로 인식하게 한다(Bell *et al.*, 2000). 개념 또는 명제로서 받아들여진 과학의 본성은 그것에 대한 이해를 바탕으로 추론을 통하여 합리적인 판단을 내리고 의사결정을 내려야하는 상황에서 적절한 형태로 변형되지 못한다. 그리고 맥락 또는 상황과 괴리된 채 일반화된 지식으로 남아있게 되는 한계를 갖는다. 과학의 본성에 대한 이해는 개념 그 자체를 지식으로 습득하여 갖고 있는 것 보다는 사고방식이나 가치체계, 인식론으로서 과학 활동에 적용하는 것이 보다 중요하므로, 과학의 본성을 지도할 때는 과학의 본성 이해의 맥락 간 전이를 반드시 고려하여야 한다. 따라서 SSI를 통한 학습 환경이 과학의 본성을 이해하는 데 어떠한 영향을 주는지 탐색하기 위해서는 맥락화된 상황에서 과학의 본성에 대해 반성할 수 있는 기회를 학생들에게 충분히 제공한 후, 과학의 본성에 대한 인식의 변화가 나타나는지 탐색해보아야 한다.

연구자는 과학의 본성에 대한 이해를 높일 수 있는 효과적인 SSI 학습 환경의 설계의 필요성 및 SSI 학습 환경이 과학의 본성에 대한 이해에 어떠한 영향을 미치는지 탐색해야 하는 필요성을 인식하게 되었다. 이 연구에서는 실생활에서 맞닥뜨릴 수 있는 쟁점을 활용하여 학생들이 과학의 본성을 고려하며 의사결정과정에 참여할 수 있는 수업 모형을 설계하여 적용하였다. 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 높일 수 있는 효과적인 교수 전략을 탐색하고, SSI 학습을 통하여 학생들의 과학의 본성을 이해하는 과정을 탐색하고자 연구자는 다음과 같은 연구 문제를 선정하였다. SSI 프로그램 투입 전후의 고등학생들은 과학의 본성 인식에 대한 인식에 어떠한 차이를 나타내는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자

본 연구에는 경기도 소재 사립 고등학교 학생 71명(남학생 36명, 여학생 35명)이 참여하였다. 이 고등학교는 교육에 대한 관심이 높은 지역에 위치하고 있지만 경제적 수준 및 성취도는 낮은 편이다. 연구에 참여한 학생들은 인문사회계열의 학생으로 과학에 대한 흥미도, 과학 학습, 과학과 관련된 진로에 대한 관심 등이 모두 낮은 특성을 가지고 있다. 이 고등학교는 과학과에서 집중이수제를 실시하고 있어 2학년 1학기에는 생명과학 I의 학습을, 2학기에는 물리 I의 학습을 완료해야 하는 교육과정을 갖고 있었다. 이러한 교육과정의 운영으로 인하여 학생들은 학습량과 시간에 대한 부담을 나타내고 있었다.

학생들을 지도하는 교사는 대학에서 공통과학과 물리를 전공하였으며 고등학교에서 3년 동안 과학을 지도한 경험을 가지고 있다. 인문사회계열 학생들에게 많은 양의 과학지식을 전달하는 현재의 과학수업에 회의를 가지고 있었으며, 특히 학생들의 과학에 대한 흥미와 관심의 감소를 크게 우려하고 있었다. 교사는 SSI 교육 프로그램이 인문사회계열 학생들을 위한 효과적 학습 전략이 될 것이라는 판단 하에 이 연구에 참여하게 되었다. 교사는 과학을 지식으로만 전달하는 것이 아니라 생활에 어떻게 적용되고 있는지 그리고 구체적으로 어떻게 활용할 수 있는지를 학생들과 함께 논의하고자 하였으며 이러한 이해가 학생들의 과학에 대한 흥미와 관심을 높여줄 것이라고 기대하였다.

교사의 목표와 기대는 연구자의 연구 목표와 부합하였고 교사와 협력적인 관계 속에서 연구를 진행하였다.

## 2. SSI 교육 프로그램의 개발 및 적용

고등학생의 과학의 본성 이해의 발달을 위한 교육 프로그램을 개발하기 위한 첫 단계는 고등학교 과학 수업에서 활용 가능한 SSI 주제를 선정하는 과정이었다. 먼저 과학과 교육과정과 교과서 분석을 통하여 과학수업에서 다룰 수 있는 SSI 주제의 목록을 작성하였다. SSI 주제를 선정할 때에는 다음과 같은 요소를 고려하였다: 1) 각 쟁점은 과학의 실증적인 본성, 과학의 가변성, 과학의 사회문화적 가치의 내재성을 드러내기 적합한가; 2) 각 쟁점은 학생들이 이해하기에 적합한 수준인가; 3) 각 쟁점은 현재 우리 사회에서 활발하게 논의되고 있는 주제인가; 4) 각 쟁점은 학생들의 생활과 밀접하게 연결하여 제시될 수 있는가. 이러한 고려를 바탕으로 연구자는 과학의 본성에 대한 이해를 발달시키기 위해 사용한 SSI 주제로 유전자 변형 기술, 기후변화, 그리고 핵에너지를 선정하였다.

본 연구에서 적용된 교육 프로그램은 SSI 주제를 이용하여 만들어진 문제 상황 안에서 학생들이 과학의 본성의 여러 요소들을 고려하며 자료 해석 및 의사결정을 할 수 있도록 구성되었다. 본 연구에서는 반성적 사고를 통하여 학생들이 과학의 본성에 대한 이해를 높일 수 있도록 강조점을 두고 교육 프로그램을 개발하였다. 연구자는 과학의 본성을 고려해야 하는 상황에 학생들을 지속적으로 노출시키고, 학생들이 갖고 있는 과학의 본성에 대한 신념에 도전적이거나 본인의 과학의 본성 인식에 대해 반성할 수 있는 질문을 제공하여 과학의 본성 이해의 발달이 일어날 수 있도록 하였다.

SSI 교육 프로그램은 크게 도입, 반성적 과학의 본성 학습, 의사결정의 세 단계로 구성된다. 도입 부분은 학생들이 쟁점을 내면화하고, 쟁점과 관계된 과학 내용 지식을 학습하는 것을 목표로 한다. 쟁점 제시하는 학생들이 쟁점에 대해 관심을 갖고 문제 상황에 몰입할 수

있도록 하는 활동으로 구성되었다. 반성적 과학의 본성 학습 부분은 SSI 맥락 안에서 과학의 본성에 대해 고찰하고, 이를 바탕으로 의사결정을 내리는 단계이다. 이 과정은 학생들로 하여금 과학의 본성을 지식으로만 소유하지 않고 과학과 관계된 글을 읽고, 과학적 담화에 참여하고, 과학적 글쓰기를 하는 과정에 전이하여 적용할 수 있게 되는 것을 목표로 한다.

반성적 과학의 본성 학습은 자료 해석, 그룹 토의, 발표 단계로 구성되어 있다(Figure 1). 자료 해석 단계는 쟁점과 관련된 글을 읽고 분석하여 쟁점에 관한 개인의 입장을 정리하는 단계이다. 이 단계에서 학생들은 한 가지 쟁점에 대해 서로 다른 입장을 나타내는 두 개의 시나리오와 마주하였다. 시나리오는 각 쟁점에서의 주된 논의사항이 되는 주제에 대하여 서로 다른 근거를 제시하는 논설문의 형태로 제시하였다. 각 쟁점별로 제시된 시나리오의 내용은 다음 Table 1과 같다. 학생들이 시나리오를 읽고 의사결정을 내릴 때 과학의 본성을 고려할 수 있도록 '각 시나리오의 주장과 근거는 무엇이며, 근거는 얼마나 타당한가?', '나는 각 시나리오의 주장이 어느 정도 옳다고 생각하는가?', '각 시나리오에서 제시하는 정보는 얼마나 객관적인가?'라는 질문에 대답할 수 있도록 활동을 구성하였다. 그룹 토의 단계는 자료 해석과 초기의 의사결정을 바탕으로 동질 집단, 이질 집단에서 문제 상황에 대한 해결 방안을 모색하는 단계이다. 본 연구에서 개발한 SSI 프로그램에서는 직소 학습모형을 위의 3단계에 걸쳐 적용하였다. 1단계에서 교사는 학생들이 쟁점에 대해 갖고 있는 의견을 조사하고 서로 유사한 의견을 갖고 있는 학생들을 모아 이해 집단을 구성하였다. 2단계에서 학생들은 이해 집단 안에서의 그룹 토의를 통해 문제 상황에 대한 그룹의 의견을 형성하고 주장에 대한 근거를 구성하였다. 학생들은 자료 해석단계에서와 같이 자신들이 내세우는 주장과 근거의 타당성과 객관성을 평가하며 효과적인 토론을 준비하였다. 마지막 단계에서 학생들은 서로 다른 입장을 가지고 있는 학생들이 모여 있는 시민 집단으로 이동하여 토론을 지속한다. 여기에서 시민 집단은 직소 학습모형에서의 모집단에 해당한다. 이 단계에서는 서로 다른 의견을 갖고 있는 학생들이 모여 공동의 문제 해결방안에 대해 논의하면서 어떠한 목소리가 더 타당하고, 다른 사람들의 동의를 얻게 되는지에 대해 생각할 수 있도록 지도하였다.

과학의 본성에 대한 반성적 사고를 강조한 SSI 교육 프로그램의 마지막 절차는 의사결정 글쓰기이다. 앞의 반성적 NOS 학습 단계에서 개인의 초기 의견을 더욱 정교화하고 다른 학생들과 의견을 교환함으로써 주제에 대한 논의를 확장했다면, 의사결정 글쓰기 단계에서는 다시 학생 본인의 문제해결 방안을 탐색하는 방법으로 사고를 정교화

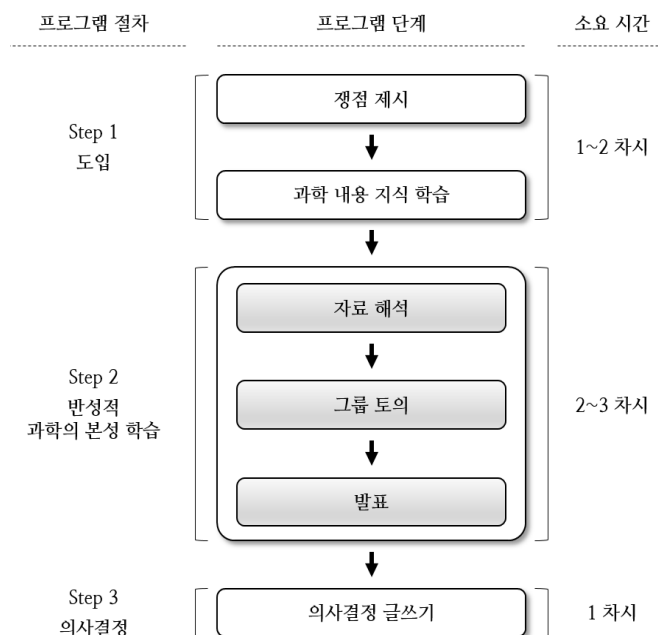


Figure 1. Reflective-Contextualized Socioscientific Issue Instruction

Table 1. Main arguments on each issue

쟁점	SSI 교육 프로그램의 주제	논점
유전자 변형 기술	우리나라에서도 유전자 변형 작물을 재배해야 하는가?	유전자 변형 식품 섭취의 안전성, 유전자 변형 생물이 환경에 미치는 영향, 안전성 평가를 위한 실험의 신뢰성
기후변화	불편한 진실과 지구온난화 시기극 사이에서	이론의 대립, 자료를 수집하는 과정에서 작용하는 편견, 사회의 가치가 자료 해석 과정에 미치는 영향, 근거 해석의 다양한 가능성
핵에너지	우리나라 전력 정책의 미래	원자력 발전소의 안전성, 환경에 미치는 영향, 방사성 폐기물의 배출, 사회에 미치는 거대 기술의 영향

한다.

본 연구에서 개발된 교육 프로그램은 교사와의 논의를 거쳐 2013년 3월부터 9월까지 총 7개월에 걸쳐 적용되었다. 2013년 봄 학기 동안은 생명과학 I 수업을 진행하며 유전자 변형 기술, 기후변화 주제에 대한 수업을 진행하였고, 가을 학기에는 물리 I 수업을 진행하며 핵에너지 주제에 관한 수업을 진행하였다. SSI를 활용한 교육 프로그램은 정규 교육과정에 맞추어 수업 시간에 적용되었다. 첫 번째 주제인 유전자 변형 기술을 이용한 수업에서는 앞에서 설명한 반성적 과학의 본성 학습 모형보다 다양한 학습 활동과 목표를 포함하고 있었다. 프로그램 적용 후 교사와의 면담에서 연구자가 설계했던 다양한 활동들은 그룹 논의하는 과정에서 학생들이 너무 많은 요인과 가치를 고려하게 되어 학생들이 논의과정을 다소 복잡하게 느끼는 경향이 나타난다고 언급하였다. 따라서 과학의 본성을 학습하는데 도움이 되는 활동들로 축소하여 5-6차시 가량의 수업 단계로 수정하였다. 유전자 변형 기술 주제의 적용 이후부터 중간고사, 수학여행, 체육대회 등의 학교 행사 관계로 프로그램을 밀도 있게 진행하기가 어려워 교사와 협의 하에 7월 첫 주에 기후 변화 주제를 적용하기로 하였다. 프로그램의 적용이 중단된 기간 동안에도 지속적으로 교사와 면담을 진행하였으며, 기후 변화 주제에 대한 학습 자료를 제작하였다. 기후변화 쟁점은 7월 1,2주에 적용되었으며, 유전자 변형 기술 적용에 따른 피드백으로 수정한 수업 설계 절차에 따라 5차시로 구성하였다. 7월 3,4주와 8월은 기말고사와 여름 방학으로 인해 프로그램 적용이 중단되었고, 9월 1, 2주에 핵에너지 쟁점을 적용하였다. 기후변화 쟁점의 경우 시민 합의문을 제작하고 발표하는 등의 발표 단계가 더욱 강조되어 총 7차시의 수업이 진행되었다.

### 3. 자료 수집

과학의 본성에 대한 학생들의 인식을 이해하고 교육 프로그램의 효과를 탐색하기 위하여 프로그램 투입 전후 학생들의 과학의 본성에 대한 설문조사를 실시하였다. 사전 설문조사는 유전자 변형 기술 주제 프로그램을 적용하기 직전의 수업 시간에 실시하였으며, 사후 설문조사는 핵에너지 주제 프로그램을 적용한 직후의 수업 시간에 실시하였다.

본 연구에서는 Abd-El-Khalick(1998)이 개발한 VNOS-C(Views of Nature of Science Questionnaire - Form C) 문항을 번안하고 수정하여 사용하였다. VNOS-C 검사지는 총 10개의 문항으로 구성된 개방형 검사지로, 응답자가 자신이 이해하고 있는 과학의 본성에 대해 직접적으로 설명한다. VNOS-C는 SSI 맥락이 아닌 일반적인 과학 및 과학적 지식을 생각할 때 과학의 본성 인식을 조사하는 것이다. 따라서 교육 프로그램의 효과를 SSI 맥락으로 국한하여 검증하는 것이 아니라 보다 일반적인 상황에서 검증하기 위하여 VNOS-C 설문을 사용한다. 본 연구에서 학습의 목표로 하는 과학의 본성은 과학의 실증적인 본성, 과학의 가변성, 과학의 사회 문화적 가치의 내재성이다. 따라서 본 연구에서는 과학의 실증적인 본성을 묻는 질문 1개, 과학의 가변성을 묻는 질문 1개, 과학의 사회 문화적 가치의 내재성을 묻는 질문 2개를 선택하여 설문을 실시하였다. 수정된 설문지의 타당성은 과학교육 전문가 2인에게, 학생들이 읽고 이해하기 적합한지에 대하여 연구에 참여한 과학교사 1인에게 검토를 의뢰하였다. 과학교육 전문가와 학교교

사의 피드백을 바탕으로 문항을 수정하였으며, 고등학교 2학년 학생을 대상으로 가독성을 평가하여 최종 완성하였다.

사전 조사와 사후 조사 모두 약 30분의 시간이 소요되었다. 사전 설문 조사에 참여한 학생은 전체 71명이었고, 불성실 응답을 제외한 63명의 응답을 분석 대상으로 하였다. 사후 설문조사에는 사전에 응답한 63명 중 59명이 응답하였다. 사후 설문조사에 응답하지 않은 4명의 학생은 외부 활동으로 인하여 해당 수업에 참여하지 않았다. 결과 분석에는 사전 조사와 사후 조사에 모두 참여한 59명 학생의 응답을 사용하였다.

본 연구에서는 연구의 신뢰도를 높이고, 교육 프로그램이 학생들의 과학의 본성 이해에 미치는 영향을 탐색하기 위하여 면담을 실시하였다. 학생들과의 면담은 프로그램 적용이 종료된 이후에 실시되었으며, VNOS-C 설문 조사 결과 응답에서 큰 변화가 나타난 학생 중 교사의 추천을 받아 선정된 12명의 학생을 대상으로 하여 진행되었다. 면담은 반구조화된 형식으로 40분~1시간가량 진행되었으며, 연구자는 학생들에게 설문지 응답에 대한 구체적 설명, 활동지 응답에 대한 구체적 설명, 과학의 본성에 대한 관점이 변화된 이유에 대해 자세한 설명을 요구하는 질문을 하였다.

### 4. 자료 분석

수집된 자료를 분석하기 위하여 설문 조사와 활동지를 코딩하였으며, 면담 자료는 전사하였다. 설문 조사와 활동지를 평가할 수 있는 분석틀을 개발하여 학생들의 과학의 본성 이해를 측정하였고, SSI를 활용한 반성적 NOS 학습 프로그램의 교육적 효과를 탐색하기 위하여 일콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon Signed Rank Test)과 카이제곱 검정을 실시하였다. 학생들의 과학의 본성 이해와 개발된 교육 프로그램의 효과를 보다 심층적으로 탐색하기 위하여 면담 자료와 연구자 메모를 활용하였다.

Eastwood *et al.*(2012)은 VNOS-C를 이용한 연구에서 학생들의 응답을 분석할 수 있는 분석틀을 제안하였다. 이 분석틀은 과학의 본성을 과학의 실증적인 본성, 과학 지식의 가변성, 과학의 창의성과 상상력이 풍부한 본성, 과학의 사회문화적 가치의 내재성, 이론과 법칙의 차이, 과학적 모델의 6가지 영역으로 구분하였고, 학생들의 응답을 높은 이해 수준, 중간 이해 수준, 낮은 이해 수준으로 구분하여 각 이해 수준의 정의와 예시를 제시한다. 연구자와 2명의 동료 연구자가 Eastwood *et al.*(2012)에서 제시된 분석틀의 타당성을 파악하기 위하여 예비 분석을 실시한 결과, 분석틀의 높은 이해 수준의 경우 과학의 본성의 여러 영역에 걸쳐서 포괄적인 이해의 수준을 나타내 하나의 영역에 대한 수준 높은 이해로 명확히 구분하는 것이 어려운 특성이 나타났다. 또한 학생들의 응답 결과를 살펴보았을 때에도 높은 수준의 이해에 해당하는 학생들의 응답에서도 이해 수준의 차이가 나타난다는 것을 발견하였다. 따라서 본 연구에서는 Eastwood *et al.*(2012)이 제안한 분석틀을 바탕으로 본 연구의 맥락 및 연구 대상에 맞추어 분석틀을 수정하고 개발하여 사용하였다. 본 연구에서의 분석틀의 개발 및 적용은 Miles & Huberman(1994)이 제시한 교차자료 분석법에 따라 진행되었으며, 각 영역에서의 이해 수준을 '미숙한 관점(naive view)', '과도기적 관점(transitional view)', '숙련된 관점(informed view)', '성숙한 관점(sophisticated view)'으로 표현하였다. 개발된 분석틀은 다음

Table 2. Coding scheme to analyze students' answers

영역	미숙한 관점	과도기적 관점	숙련된 관점	성숙한 관점
과학의 실증적인 본성	과학을 증명된 사실로 이해한다. (예) 종교는 실제로 증명되지 않은 것이지만, 과학에는 증명된 것이 대부분이다.	과학을 자연현상을 진리와 가장 비슷하게 설명하는 과정으로 이해한다. (예) 과학은 자연현상에 대한 인간의 호기심을 풀기 위해 가장 적절한 답을 찾아가는 과정이다.	과학을 자연 현상을 설명하기 위하여 자료를 수집하는 과정으로 이해한다. (예) 종교나 예술과는 다르게 과학은 타당한 근거를 가지고 있다.	과학을 자연 현상을 설명하기 위하여 자료를 수집하는 과정으로 이해하며, 자료 수집 및 해석에 여러 요인이 영향을 미칠 수 있음을 이해한다. (예) 과학은 가정과 증거에서 시작하여 그것을 이용하여 자연현상을 해석해내는 것이다. 하지만 다른 증거가 나올 경우 이전의 모든 가설과 증명을 바꿀 수도 있다.
과학의 가변성	과학적 이해는 확실하며, 변하지 않는다고 이해한다. (예) 과학은 오랜 시간에 걸쳐 증명된 사실이다. 한 번 옳다고 증명된 사실은 절대 변하지 않는다.	과학적 이해는 불확실하며 변할 수 있음 이해한다. (예) 천동설에서 지동설로 바뀐 것처럼 과학은 바뀔 수 있다.	과학적 이해는 시간이 흐르거나 새로운 근거를 발견하면 변할 수 있음을 이해한다. (예) 기술이 발전하면서 더욱 더 정확하고 새로운 사실을 알아내기 때문에 변할 수 있다.	과학적 이해는 시간이 흐르거나 새로운 근거를 발견하면 변할 수 있음을 이해하며, 변화의 과정에 다양한 요인이 영향을 미칠 수 있음을 이해한다. (예) 과학은 옳은 것으로 선택되기 위해 언제나 서로 대립하고 있다. 이 과정에서 다른 설명이 더 옳다고 생각되는 경우 바뀔 수 있다.
과학의 사회문화적 가치의 내재성	과학은 사회 문화적 가치의 영향을 받지 않는다고 이해한다. (예) 한국을 비롯해 유럽, 미국에서도 뉴턴의 법칙이 모두 받아들여지는 것처럼 과학은 사회 문화적 가치를 반영하지 않는다.	과학자는 사회문화적 가치의 영향을 받을 수 있지만, 결과로서의 과학은 사회문화적 가치로부터 단절되어 있다고 이해한다. (예) 과학이 만들어지는 과정에서는 다양한 요인이 영향을 미칠 수 있지만, 한 번 옳다고 증명된 과학은 사회문화적 가치의 영향을 받지 않는다.	개인적, 사회적, 문화적 가치들이 과학에 영향을 미칠 수 있음을 이해한다. (예) 과학자마다 생각과 의견이 다르고 살아온 환경이 다르며, 옳다고 믿는 것이 다르기 때문에 과학은 사회문화적 가치의 영향을 받는다.	개인적, 사회적, 문화적 가치들이 과학에 영향을 미치는 과정을 다양한 요인과 연결하여 이해한다. (예) 과학은 사회문화적 가치에 영향을 받는다. 중세시대에는 교회에서 제시하는 가치에 맞추어 과학자들이 자료를 해석하고 과학 이론을 만들어냈다. 하지만 요즘 과학자들은 현재의 가치를 적용하여 자료를 다른 방향으로 해석하며, 과학 이론을 만들어낸다.

Table 2와 같다

연구자는 귀납적으로 분석틀을 개발하는 과정을 통해 Eastwood *et al.*(2012)에서 제시한 높은 이해 수준보다 한 단계 더 높은 성숙한 관점이 존재함을 제안한다. 숙련된 관점은 영역에서 정의하는 문자 그대로의 이해를 나타내는 수준이지만 성숙한 관점은 충분한 이해에서 더 나아가 과학의 본성의 여러 영역에 걸쳐 보다 통합적인 수준에서의 이해를 나타낸다. 과학의 본성에 대해 성숙한 수준의 관점을 가지고 있는 학생들은 과학의 본성의 여러 영역을 전체적으로 고려하기 때문에 자신의 신념에 도전적인 상황에 마주했을 때에도 보다 안정적으로 대응할 수 있어 숙련된 수준의 관점보다 높은 수준의 이해를 나타낸다고 할 수 있다.

VNOS-C 설문에 의한 자료를 양적 분석방법으로 분석하기 위해 학생들의 응답을 미숙한 관점은 1, 과도기적 관점은 2, 숙련된 관점은 3, 성숙한 관점은 4로 코딩하였다. 학생들이 동일한 과학의 본성 영역에 대한 이해(예: 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대한 이해)를 두 가지 이상의 질문(예: 질문 3 및 질문 4)에 대해 드러냈을 경우에는 더 낮은 수준을 나타내는 응답을 선택하여 학생의 인식 수준으로 표기하는 것을 원칙으로 하였다.

분석틀 개발 후 10개의 응답지를 골라 2명의 연구자가 동시에 분석틀을 적용하여 학생들의 응답을 평가하였고, 채점자간 신뢰도를 검토하였다. 이 때 채점자간 신뢰도는 0.83으로 높은 수준의 신뢰도를 나타냈으며, 두 연구자는 동일한 관점으로 학생들의 응답을 평가한다고 할 수 있다. 그리고 최종적으로 나머지 응답지에 대한 평가를 개별적으로 실시하였다.

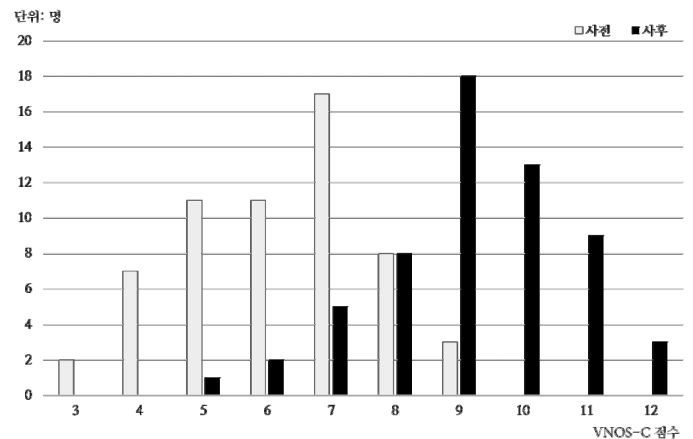


Figure 2. Range of students' pre- and post- SSI program VNOS-C scores

### III. 결과 및 논의

본 연구에서는 SSI를 이용한 교육 프로그램이 학생들의 과학의 본성의 이해에 어떠한 영향을 미치는지 탐색하기 위하여 수정된 VNOS-C를 이용한 사전-사후 설문조사를 실시하였다. 다음 Figure 2는 사전검사와 사후검사에서 나타난 응답의 총점의 분포를 나타낸 표이다. VNOS-C 설문의 총점은, 과학에 본성을 구성하는 세 영역에 대해 각각 1점에서 4점까지의 점수가 부여되므로, 최소 3점에서 최대 12점까지의 분포를 갖게 된다. 프로그램 적용 전 VNOS-C에 대한 학생들의 응답은 최소 3점에서 최대 9점까지의 분포를 나타내지만, 프로

Table 3. Comparison of pre- and post- VNOS-C results

	총점의 중간 값 (평균 값)	Z	p
사전 검사	6 (6.18)	-6.228	.000*
사후 검사	9 (9.20)		

\*p<.05

그럼 적용 후에는 최소 5점에서 최대 12점까지의 분포를 나타낸다. 사전검사와 사후검사에 대한 학생들의 응답 분포를 비교해 볼 때, 프로그램 적용 후 과학의 본성에 대한 학생들의 관점이 향상되었음을 알 수 있다.

과학의 본성에 대한 학생들의 관점 변화의 통계적 유의성을 판단하기 위해, 윌콕슨 부호 순위 검정을 통하여 학생들의 응답을 분석하였다. Table 3은 프로그램 적용 전과 후 학생들의 과학의 본성에 대한 관점이 어떻게 변화하였는지를 나타낸다. VNOS-C 설문에 대한 사전 조사의 중간값은 6점으로, 학생들은 프로그램 적용 전 과학의 본성의 세 영역에 대해 평균적으로 과도기적 관점을 가지고 있었다. 사후 조사에서의 중간값은 9점으로 프로그램 적용 후 학생들은 과학의 본성의 세 영역에 대해 숙련된 관점을 갖게 되었다. 이러한 결과로부터 SSI 교육 프로그램이 학생들의 과학의 본성에 대한 인식 향상에 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있다( $Z=-6.228, p=.000$ ).

SSI 교육 프로그램이 과학의 본성에 대한 학생들의 관점 변화에 어떠한 영향을 주었는지 보다 자세히 탐색하기 위하여, 프로그램 적용 전과 후 과학의 본성 각 영역에 대한 학생들의 관점이 어떻게 변화하였는지, 변화의 원인이 무엇인지 탐색하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

### 1. 과학의 실증적인 본성에 대한 인식 변화

SSI 프로그램 적용 전 미숙한 관점을 갖고 있는 학생이 52명으로서 거의 대부분을 차지했지만, 프로그램 적용 후에는 5명으로 미숙한 관점을 갖고 있는 학생의 수가 큰 폭으로 감소하였다. 과도기적 관점을 갖고 있는 학생은 5명에서 10명으로, 숙련된 관점을 갖고 있는 학생은 2명에서 31명으로 크게 증가하였다. 프로그램 적용 전에는 과학의 실증적인 본성에 대해 성숙한 관점을 갖고 있는 학생이 없었으나, 프로그램 적용 후 13명이 성숙한 관점을 갖게 되었다. 프로그램 적용 전과 후 학생들의 관점 변화에 유의한 차이가 나타나는지 확인하기 위하여 학생들의 관점 분포 변화에 대한 카이제곱 검정을 실시하였다. 그 결과, 프로그램 적용 전과 후 학생들의 응답에는 유의한 차이가 나타났다 ( $\chi^2=78.906, p=.000$ , Table 4 참조). 이러한 결과로부터 SSI 프로그램이 과학의 실증적인 본성에 대한 학생들의 인식을 향상시키는데 긍정적인 영향을 주었다고 이해할 수 있다.

과학의 실증적인 본성에 대해 미숙한 관점을 갖고 있는 학생들은 과학을 ‘논리적이고 객관적인 정보를 제공’하며 ‘명확하게 구분할 수 있는 사실만을 바탕’으로 하는 논리적이고 객관적인 사실 또는 ‘이미 밝혀진 법칙이나 어떤 원리로 이루어진 지식’, ‘답이 정해져있는 과목’ 등의 증거가 되어 결론지어진 지식이라고 인식한다. 이 학생들은 과학 지식이 형성되는 과정에 대해 인식하지 않으며, 과학을 이미 형성된 결과로서 바라보고 있는 특징을 나타낸다. SSI 수업에 참여한 후 과학을 이미 증명된 지식 그 자체로 인식하는 학생의 수는 52명에서 5명으로 크게 감소하였다.

Table 4. Comparison of pre- and post- VNOS-C results for empirical NOS component

	단위: 명(%)				$\chi^2$	p
	미숙한 관점	과도기적 관점	숙련된 관점	성숙한 관점		
적용 전	52 (88)	5 (8)	2 (3)	0	78.906	.000*
적용 후	5 (8)	10 (10)	31 (53)	13 (22)		

\*p<.05

과학의 실증적인 본성에 대해 과도기적 관점을 갖고 있는 학생들은 ‘과학은 사실을 밝혀내고’, ‘과학은 모든 사람이 보아도 옳아야 한다’, ‘정확한 과학적 원리나 결과’ 등 과학에 확실한 답이나 진리가 존재하고 있다고 전제하지만 동시에 ‘또 다른 사실을 밝혀내는 과정’, ‘분석하고 알아가는 과정’, ‘객관적 사실에 가까워지는 과정’, ‘자연 현상을 이해하는 과정’, ‘정확한 과학적 원리나 결과를 알아내는 과정’, ‘새로운 것을 찾아가는 과정’ 등 과학의 형성과정이나 과학적 방법에 초점을 두고 과학을 인식한다. SSI 교육 프로그램의 적용 후 과학을 불변하는 진리라고 인식하기보다는 만들어가는 과정이라고 받아들이는 학생의 수가 다소 증가하였다.

과학의 실증적인 본성에 대해 숙련된 관점을 갖고 있는 학생은 사전 조사에서는 2명, 사후조사에서는 31명으로 과학을 타당화하는데 있어서 근거가 필요하다는 것을 과학의 본성으로 인식하는 학생의 비율은 큰 폭으로 상승하였다. 사전조사에서는 2명의 학생만이 ‘과학은 근거를 가지고 이론의 타당성을 판단한다’라고 대답하였지만 사후조사에서는 26명의 학생이 ‘과학적 주장은 타당한 근거가 필요하다’라고 대답하였고, 5명의 학생이 과학에 있어서 근거의 필요성에 대한 대답을 하였다. 학생들은 근거에 대하여 믿을 수 있는 속성 또는 실험 등을 통하여 객관화된 속성을 갖고 있어야 한다고 제한한다. 이렇게 근거의 속성에 제한을 두는 것으로부터 학생들이 과학에 있어서 실험적 증거의 역할 및 필요성에 대한 인식을 갖추고 있다는 것을 알 수 있다. ‘과학적 주장은 ...’이라는 주어를 사용한 대답은 사후조사의 답변에서만 찾아볼 수 있다는 것은 주목할 만한 결과이다. 이 결과로부터 학생들이 SSI 프로그램에 참여한 후 과학의 형성과정에서 서로 다른 이론이나 설명들이 대립하는 과정을 통해 형성되며, 그 과정에서 더 타당성을 얻기 위해서 반드시 근거를 갖추어야한다는 것은 인식하게 되었다고 해석할 수 있다. 학생들의 답변을 종합해 볼 때, 과학의 실증적인 본성에 대해 숙련된 관점을 갖고 있는 학생들은 ‘좀 더 믿을 수 있는 자료나 근거를 이용’, ‘증거를 사용했는가 하지 않았는가’, ‘객관적인 근거’ 등 과학이 옳다고 인정받기 위해서는 타당한 근거를 필요로 한다는 것을 인식하며, 과학을 이미 형성되어 있는 지식이라고 생각하기보다는 논리를 형성하고 근거를 이용해 타당성을 입증하는 과정이라고 인식한다.

과학의 실증적인 본성에 대해 성숙한 관점을 갖고 있는 학생들은 ‘근거를 찾고, 그것에 대해 수많은 사람들이 해석하는 과정을 거쳐’, ‘어떻게 해석하느냐에 따라’, ‘근거를 해석하는 과정’ 등 과학에서 근거가 갖는 역할 및 과학의 형성과정에서 추론의 역할에 대한 인식을 드러내며, ‘결과는 얼마든지 바뀔 수도 있다’, ‘그 과정에서 다른 근거가 나타나면 이전의 가설과 증명은 무너질 수도 있다’와 같이 과학의 실증적인 본성과 과학의 가변성을 총체적으로 인식하는 특성을 나타낸다.

SSI 교육 프로그램이 학생들의 과학의 실증적인 본성에 대한 인식에 어떠한 영향을 미쳤는지 보다 자세히 탐색하기 위하여 학생들과의 면담 내용을 분석하였다. 서로 다른 의견을 갖고 있는 과학자들이 대립하는 국면을 살펴본 것은 학생들이 과학의 실증적인 본성을 인식하는데 도움을 주었다. 수업 참여 이전에는 과학은 이미 정해져 있는 것이며, 과학을 배운다는 것은 지식을 학습한다는 것을 의미한다고 생각하였다. 그러나 수업 참여 이후 이 학생의 과학에 대한 인식은 달라졌다. 서로 다른 입장을 가진 과학자들의 주장이 담긴 두 개의 시나리오를 학생들이 과학의 실증적인 본성에 대해 더 높은 수준의 인식을 갖는데 긍정적인 영향을 주었다.

수업 시간마다 선생님께서 두 종류의 글을 주셨잖아요. 한 가지 현상에 대해서 완전히 다른 방향으로 생각하고 서로 논쟁하는 과학자들의 글이요. 지구온난화의 원인에 대해서도 그렇고, 백신이 자폐증을 일으키는가에 대한 실험도 그랬어요. 그 상황이 저는 너무 재미있었어요. 저는 지금까지 과학이 딱 정해진 답이 있는 것이라고 생각했었어요. 교과서에 있는 뉴턴의 운동 법칙을 그대로 외우는 것이 과학을 공부하는 것이었는데, 이제는 과학이 완전히 다르다는 생각을 하게 됐어요. 이 [SSI] 수업에 참여하고 나서 '과학이 지금 이 순간에도 만들어지고 있구나'라는 생각을 했어요. 과학자들이 어떠한 현상을 설명하기 위해서 끊임없이 질문하고 대답하면서 과학을 만들어가고 있다고 생각했어요. 그리고 과학시간에 우리가 배워야 하는 것은 이런 과학자들이 과학을 만들어가는 방법이라는 생각을 했어요. 과학자들이 자신의 가설을 증명하기 위해 적당한 근거를 찾고, 또 그것을 해석하고 그런 과정들이요. (S60)

과학관련 사회쟁점은 현대 과학기술과 직접적으로 관련되어 있으며, 따라서 과학기술이 발전함에 따라 지속적으로 변화할 수 있는 속성을 명확히 드러낸다. 학생들이 교과서에서 배웠던 다른 과학 내용과 비교해 볼 때 과학관련 사회쟁점은 불완전하다고 할 수 있다. 쟁점이 가지고 있는 불완전성은 학생들이 과학의 경험적 본성에 대해 생각하도록 촉진하였다.

과학은 사람들의 생각이죠. 상상. 사람들이 자신이 상상한 것들에 하나 둘 자료를 갖춰가면서 이야기하는 거예요. 사람들이 하나 둘 화석을 모아서 화석이 점점 인간과 비슷해지는 모습을 보고 아 이 화석이 인간의 조상이구나 생각하는 것처럼. 그게 이론을 만들어가는 과정이라고 생각해요. GMO 이슈도 [안정성 등에 대한 설명이] 굉장히 불확실해 보여요. 하지만 그 불확실한 것을 조금이라도 확실하게 만들려고 과학자들이 열심히 노력하고 있는 것 같아요. 열심히 자료를 찾고, 그게 왜 맞아떨어지는지 이야기하고. (S54)

## 2. 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대한 인식 변화

SSI 프로그램 적용 전 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대해 미숙한 관점을 갖고 있는 학생 19명이었고, 프로그램 적용 후에는 2명으로 감소하였다. 과도기적 관점을 갖고 있는 학생은 2명에서 4명으로 증가하였으며, 숙련된 관점을 갖고 있는 학생은 29명에서 25명으로 감소하였다. 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대해 성숙한 관점을 갖고 있는 학생은 프로그램 적용 전 9명에서 적용 후 28명으로 크게 증가하였다. 학생들의 응답을 바탕으로 프로그램 적용 전과 후 과학의

Table 5. Comparison of pre- and post- VNOS-C results for social and cultural embedded NOS component

	미숙한 관점	과도기적 관점	숙련된 관점	성숙한 관점	$\chi^2$	$p$
적용 전	19 (32)	2 (3)	29 (49)	9 (15)	24.482	.000*
적용 후	2 (3)	4 (7)	25 (42)	28 (47)		

\* $p < .05$

사회문화적 가치의 내재성에 대한 학생들의 인식변화에 유의한 차이가 나타나는지 확인하기 위하여 학생들의 관점 분포 변화에 대한 카이제곱 검정을 실시하였다. 그 결과, 프로그램 적용 전과 후 학생들의 응답에는 유의한 차이가 나타났다( $\chi^2=24.482, p=.000$ , Table 5 참조). SSI 프로그램은 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대한 학생들의 인식을 향상시키는데 긍정적인 역할을 하였다.

과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대해 미숙한 관점을 갖고 있는 학생은 '과학에는 상대성이 존재하지 않는다. 그러므로 객관적이어야 하며, 주관이나 의도가 개입되어서는 안 된다고 생각한다'고 주장한다. 또한 '정치나 철학적 가치가 변화한다고 해서 과학이 그에 따라 가치를 반영해서 달라지지는 않는다', '전 세계 어디에서나 과학기술을 동일하게 사용하고 있다'는 대답으로부터 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대해 미숙한 관점을 갖고 있는 학생들은 과학 지식 또는 과학기술의 개념으로서 과학을 정의하고 있음을 알 수 있다.

과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대해 과도기적 관점을 갖고 있는 학생들은 과학을 구성하는 일부분만이 사회문화적 가치를 반영한다고 이해하는 특성을 나타낸다. '과학은 절대적이지 않아서 문화에 영향을 받을 수 있지만, 과학 지식 자체는 보편적이어서 어느 지역에서나 공통적으로 적용된다'는 학생의 답변은 과학과 과학지식이 서로 다른 범주임을 드러낸다. 이와 같이 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대해 과도기적 관점을 갖고 있는 학생은, 과학이 형성되는 과정에는 사회문화적 가치가 영향을 미치지만 이미 형성된 과학은 더 이상 가치를 반영하지 않는다는 방식으로 과학을 이분하여 과학의 사회문화적 가치의 내재성을 인식한다.

과학의 사회문화적 가치의 내면성에 대해 숙련된 관점을 갖고 있는 것은 과학이 인간 활동의 결과이며, 그렇기 때문에 사회의 가치를 반영할 수밖에 없음을 인식하게 되는 것이다. 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대한 숙련된 관점은 과학-기술-사회의 밀접한 관계의 맥락에서 과학의 사회문화적 가치의 내재성을 설명하는 범주와 과학자의 주관성에 초점을 두는 범주로 나눌 수 있다. 과학-기술-사회의 맥락에서 과학의 사회문화적 가치의 내재성을 이해하는 학생은 사회에서 사람이 필요로 하는 것을 바탕으로 과학과 기술이 발전하고 사회는 다시 발전한 과학과 기술을 적극적으로 받아들임으로서 과학이 사회문화적 가치를 반영한다고 설명한다. 반면 과학자 변인의 맥락에서 과학의 사회문화적 가치의 내재성을 이해하는 학생은 과학자가 갖고 있는 사회적 요인들이 어떻게 과학에 영향을 미칠 수 있는지까지는 구체적으로 설명하고 있지는 않지만, 과학자 자체가 과학에 영향을 미치는 하나의 사회적 변인이 될 수 있다고 인식한다. 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대해 숙련된 관점을 갖고 있는 학생의 수는 사전 조사 29명에서 사후 조사 25명으로 약간 감소한 결과를 나타냈다. 이는 사전조사에서 숙련된 관점을 갖고 있던 학생들이 성숙한 관점을 갖게 됨에 따라 숙련된 관점을 갖는 학생의 수에서 약간의 감소가 나타난 것으로



해석할 수 있다.

과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대해 성숙한 관점을 갖는 학생들은 과학이 사회문화적 가치를 반영한다는 특성을 과학에서 관찰과 추론의 역할, 과학자의 이론 의존성, 과학의 가변성등과 연결하여 보다 총체적으로 인식한다. 과학자 각자가 가지고 있는 사회문화적 가치가 과학자들이 자료를 해석하고 결론을 내리는 과정에 영향을 미친다는 설명은 과학의 사회문화적 가치의 내재성과 과학에서 추론의 역할을 총체적으로 인식함을 나타낸다. 중세시대에는 교회의 영향력이 강했고, 교회가 원하는 답을 들려주기 위하여 천동설을 지지할 수 있는 과학을 계속해서 연구하였고, 현재는 군사력이 국가경쟁력의 중요한 요인이 되기 때문에 군수학이 많이 발달하였다는 답변을 통해 시대가 변하는 것은 가치가 변하는 것이고, 그렇기 때문에 과학이 연구되는 방향이 달라질 것이라는 인식을 찾아볼 수 있다. ‘그 시대의 사회문화적 가치로 인해 받아들여지기도 하고 받아들여지지 않기도 하는 것 같다’는 답변은 학생들이 과학 형성과정뿐만 아니라 사람들에게 받아들여지는 과정까지 고려하고 있음을 드러낸다. 이와 같이 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대해 성숙한 관점을 갖고 있는 학생들은 형성되는 과정으로서의 과학과 그것에 영향을 미치게 되는 사회 안의 과학까지 과학을 보다 포괄적으로 이해하고 있음을 알 수 있다.

학생들과의 면담 내용은 SSI 교육 프로그램이 학생들의 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대한 인식에 어떠한 영향을 미쳤는지 보다 자세히 나타낸다. 서로 다른 의견을 내세우는 시나리오를 제시한 것은 학생들이 갖고 있는 과학에 대한 신념에 인지 갈등을 일으켰다. 학생들은 시나리오를 처음 접했을 때는 과학자들이 같은 자료를 가지고 서로 다른 해석을 내어놓는다는 것에 대해 이해할 수 없었다. 과학은 객관적이고 논리적이라는 인식에 반대되는 상황을 경험한 것이다. 그러나 논의가 지속되던 어느 순간 과학자들이 서로 다른 해석을 내어놓는 이유는 정치나 경제 같은 사회적 요인들이 영향을 미치기 때문이라는 결론에 다다르게 된다.

처음에는 과학자들이 같은 자료를 가지고 서로 다른 해석을 내어놓는 것이 정말 이해가 안됐어요. 그러다가 갑자기 든 생각이, ‘아, 이걸 정치적인 목적으로 이용했을 수도 있겠구나!’이었어요. 그런 생각을 하고 나니까 사람이 어떻게 한 측면을 바라보느냐에 따라서 서로 다른 결과가 도출될 수 있다는 생각이 들었죠. 그런(과학에 그러한 특성이 있다는) 것들이 많이 신기하기도 했어요. 또 한편으로는 우리가 지금 정말 당연하게 생각하고 있는 문제들도 다른 시각으로 바라보면 다른 의견이 나올 수 있지 않을까라는 생각도 하게 되었어요. ... (중략) 같은 자료를 가지고 서로 다른 주장을 하는 사람들을 보면서 이런 생각을 많이 하게 된 것 같아요. (S08)

반성적 NOS 학습을 위해 제공한 학습 자료는 학생들에게 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대해 고찰할 수 있는 기회를 제공하였다. 과학자들이 같은 자료를 가지고 서로 다른 결론을 내리게 되는 까닭에 대한 질문을 통해 S41은 지금까지 다른 측면에 대한 의견을 접하지 못했던 이유에 대해 깊이 생각하게 되었다. 또한 대등한 입장에서 완전히 반대의 주장을 펼치는 시나리오는 학생들의 이러한 사고를 더욱 촉진하였다.

[활동지에] ‘과학자들이 어떻게 같은 자료를 가지고 서로 다른 결론을 내릴까’

를 물어보는 질문이 있었잖아요. 그 질문을 보고 많이 생각하게 되었어요. 그 자료들이 완전히 대등한 입장에서 서로의 관점이 옳지 않음을 반박하고 있었거든요. 저는 지금까지 보지 못한 측면을 보게 된 거 같아요. 그게 지금까지 내가 그런 측면을 보지 못한 이유가 있을 것 같아서 집에 가서 인터넷으로 막 찾아보고 토론 수업이 끝나고 친구들이랑 더 얘기하기도 했어요. 그랬더니 애들마다 정말 다양한 말을 하더라고요. 뭔가 저쪽에서 이쪽을 퍼뜨리지 못하게 하려고 하는 정치적인 움직임이 있지 않을까 그런 생각도 했어요. 그래서 저는 [친구들이랑 토론하면서] 중립적이 되려고 노력했어요. 여러 입장들을 살펴 보면서 이렇게 해석할 수도 있고 저렇게 해석할 수 있다는 것을 친구들한테 얘기해주려고 노력했어요. (S41)

### 3. 과학의 가변성에 대한 인식 변화

미숙한 관점을 갖고 있는 학생은 프로그램 적용 전 5명에서 프로그램 적용 후 2명으로 감소하였고, 과도기적 관점을 갖고 있는 학생은 21명에서 17명으로 변화하였으며, 숙련된 관점을 갖고 있는 학생은 28명에서 20명으로 감소하였다. 사전조사에서 과학의 가변성에 대해 성숙한 관점을 갖고 있는 학생은 5명에 불과하였으나 사전조사에서는 20명이 성숙한 관점을 갖고 있는 것으로 드러났다. 학생들의 응답을 바탕으로 프로그램 적용 전과 후 학생들의 과학의 가변성에 대한 인식 변화에 유의한 차이가 나타나는지 확인하기 위하여 학생들의 관점 분포 변화에 대한 카이제곱 검정을 실시하였다. 그 결과, 프로그램 적용 전과 후 학생들의 응답에는 유의한 차이가 나타났다( $\chi^2=12.040$ ,  $p=.007$ , Table 6 참조). 이러한 결과로부터 SSI 프로그램은 과학의 가변성에 대한 학생들의 인식을 향상시키는데 긍정적인 역할을 하였고 해석할 수 있다.

과학 지식의 가변성에 대해 미숙한 관점을 갖고 있는 학생은 ‘물이 수소 원자 2개가 산소 원자 1개로 이루어져있다’는 사실을 언급하며 이 사실은 시간이 지나도 변하지 않을 것이라고 답변하였다. 이 학생의 답변에서 볼 수 있듯이, 과학의 가변성에 대해 미숙한 관점을 가지고 있는 학생은 과학을 이미 정형화된 지식으로 인식하며, 과학 지식의 형성과정에서의 가변성을 인식하지 않는다.

과학 지식의 가변성에 대해 과도기적 관점을 갖고 있는 학생들은 ‘과학지식은 지속적으로 변화하였다’라고 답변하는 방식으로 과학지식이 변할 수 있다는 사실을 피상적으로 이해하거나, ‘처음 다윈이 진화론을 냈던 것이 많은 과학자들의 손을 거치며 점점 변화되어왔다’와 같이 과학의 가변성을 예를 들어 설명한다. 이 학생들의 답변에는 과학지식이 변화하는 이유 또는 근거에 대한 이해가 드러나지 않는다. 제한적인 예시 또는 피상적인 수준에서 가변성을 이해하고 있기 때문에 자신이 인지하고 있는 예시와 다른 상황에 대해서는 과학지식이 변할 수 있다는 것을 적용하지 못한다. 그러므로 과도기적 관점에서의

Table 6. Comparison of pre- and post- VNOS-C results for tentative NOS component

	단위: 명(%)				$\chi^2$	p
	미숙한 관점	과도기적 관점	숙련된 관점	성숙한 관점		
적용 전	5 (8)	21 (36)	28 (47)	5 (8)	12.040	.007*
적용 후	2 (3)	17 (29)	20 (34)	20 (34)		

\* $p < .05$



과학의 가변성에 대한 인식은 매우 유동적이며 불안정하다고 해석할 수 있다.

과학의 가변성에 대해 숙련된 관점을 갖고 있는 학생의 수가 프로그램 적용 후 다소 감소(사전: 28, 사후: 20)하였음에도 불구하고, 학생들의 답변은 과학의 가변성 인식에 대한 질적인 향상을 나타낸다. 과학의 실증적인 본성에 대한 학생들의 인식 변화를 살펴보면 여러 쟁점에 대한 논의과정에 참여한 후 과학에 절대적 진리, 정답이 존재한다고 생각하는 학생의 비율은 감소(사전: 16, 사후: 2)하였고, 과학이 근거의 수집을 통해서 형성된다고 생각하는 학생들은 증가(사전: 4, 사후: 14)하였다. 과학지식이 가변성에 대한 질문에서도 학생들은 같은 인식을 나타낸다. 학생들의 답변을 살펴보면 ‘기존 이론의 모순이나 오류 등이 발견되면서’ 과학 지식이 변할 수 있다고 생각하는 학생이 있는가 하면, ‘발견하지 못한 정보’를 알게 되면서, ‘발전, 발달된 과학기술을 사용’하게 되면서, ‘몰랐던 사실’을 발견하거나 옳다고 생각했던 사실이 ‘빠지기도’하면서 과학지식이 변할 수 있다고 생각하는 학생도 있다. 기존 이론의 모순이나 오류 등이 발견될 때 과학지식이 변할 수 있다고 생각하는 것은 과학에는 절대적인 진리나 객관적인 답이 존재한다는 인식을 전제하며, 발달된 과학 기술을 사용하여 그동안 발견하지 못한 정보나 몰랐던 사실을 발견하면서 과학지식이 변할 수 있다고 생각하는 것은 근거를 통해 형성되어가는 과학의 속성에 대한 인식을 포함한다.

과학의 가변성에 대해 성숙한 관점을 갖고 있는 학생들은 ‘대립을 통해 사람들이 지지하는 이론이 달라지면’, ‘새로운 해석’이 나타나면, ‘사회상을 반영’하여 과학이 지속적으로 변한다고 답변한다. 이와 같은 답변은 과학이 객관적이고 논리적으로 형성되는 것이 아니라 다양한 변수가 작용하여 형성된다는 인식을 내포하고 있다. 과학지식이 변하는 속성을 갖는 이유를 각 이론들의 대립, 사회문화적 가치의 반영 등을 통해 보다 총체적으로 인식한다.

SSI에 관한 논증은 필연적으로 다양한 관점에서 생각해보는 과정을 필요로 한다(Sadler *et al.*, 2011). S41은 SSI의 이러한 본성을 통해 과학에는 여러 답이 존재 할 수 있다는 것을 인식하게 되었다. 각 설명은 서로 상충되는 측면을 갖고 있기 때문에 한 설명을 지지할 수 있는 근거는 다른 한 설명이 옳지 않음을 증명하는 근거가 되기도 한다. 결국 SSI가 갖고 있는 특성은 학생들이 과학의 가변성에 대한 인식 향상에 긍정적인 영향을 미쳤다.

이번 [SSI] 수업을 하면서 느꼈는데요, 과학에 정말로 확실한 것은 없는 것 같아요. 모든 설명들이 그럴 듯한 구조를 갖추고 있는 가설이라는 생각이 들었어요. [그 가설들은] 여러 증거들을 갖고 있고, 그 증거들이 맞아떨어져서 언젠가는 그 가설이 맞는 설명이라고 사람들에게 받아들여질 수도 있지만, 틀릴 가능성도 충분히 갖고 있다고 생각해요. 과학에는 여러 답이 있을 수 있고 꼭 하나만이 정답이 아니라는 생각이 들어요. 언젠든지 새로운 근거나 다른 생각으로 그 이론이 달라질 수 있겠다는 생각이 들었어요. 백신 이슈에서도 정말 놀랐어요. 지금까지 백신을 맞으면 병에 안 걸리는 것으로 알고 있었는데 어떤 과학자가 내세운 근거로 인해 그 설명이 완전히 흔들렸잖아요. 이런 식으로 계속해서 새로운 증거, 가능성이 주장될 수 있고 ... [계속해서 과학이 변할 수 있는 것 같아요]. (S41)

과학의 가변성에 대해 인식하는 것은 과학에 대한 신뢰를 회복하는

데에도 영향을 미쳤다. S63의 부모님은 목회자이다. 이 학생은 종교적 가치에 의해 과학을 매우 부정적으로 인식하고 있었다. 과학자들은 자신들의 욕심을 채우기 위해서 신이 주신 자연을 파괴하는 사람들이고 그러한 방향으로만 과학을 사용하고 발전시켜왔다고 언급하였다. 그러나 이 학생의 생각은 SSI 프로그램에 참여한 뒤 변화하였다. 기독교 권과 편리함을 위해 과학을 이용하는 사람들의 반대편에서 서서 목소리를 내는 과학자가 존재한다. 그리고 반대편에 서 있는 과학자들의 의견에 따라 과학이 변할 수 있는 가능성도 존재한다. 이렇듯 과학의 가변성은 과학에 대한 인식 변화에 영향을 주기도 하였다.

저는 지금까지 과학을 무조건 나쁘게만 생각하고 있었어요. 인간이 편하게 살기 위해서 신이 주신 모든 것을 다 파괴하고, 바꾸고 그렇게 하기 위해서 과학이 발전했다고 생각했거든요. 그런데 이번 [SSI] 수업을 하면서 과학이랑 과학자가 그렇게 나쁘지만은 않다는 생각이 들었어요. 일단 과학자들이 모두 한 방향으로만 생각하고 있는 것이 아니잖아요. A라고 생각하는 사람이 있으면, B라고 생각하는 사람도 있고. 그 두 종류의 과학자들은 서로 서로 이 세상에 다른 의견이 있다는 것에 인정하고 있어요. 기독교의 반대편에서 서서, 뭔가 자기 편한 대로만 하려는 것은 아니고, 더 좋은 것이나 더 옳은 것을 찾아내기 위해서 서로 싸우고, 논쟁하고. 또 얼마든지 그렇게 바뀔 수도 있는 것이고. 저는 정말 과학자들이 이런 노력을 하고 있는 줄은 몰랐거든요. [SSI 수업을 하고] 과학에 대한 생각이 약간 바뀐 것 같아요. 과학자들이 대부분 거짓말쟁이라고 생각했는데 [지금] 어느 정도는 믿어도 될 것 같다고 생각해요. (S63)

과학의 본성에 대한 이해의 향상은 학생들이 의사결정 과정에 참여하는 태도에 영향을 미친다. 기존의 연구는 주로 과학의 본성에 대한 이해와 찬성 또는 반대에 대한 의사결정의 결과의 상관을 탐색하였으나, 과학의 본성이 의사결정에 영향을 미치지 않는다고 보고하였다 (Bell & Lederman, 2003; Fleming, 1986a, 1986b; Sadler *et al.*, 2004; Zeidler *et al.*, 2002). 과학의 본성에 대한 이해는 의사결정 과정에서 알고 있는 지식에 대해 합리적인 의심을 던질 수 있는 준거로 작용하며, 비판적인 태도로 논의 과정에 참여하도록 하고, 과학자 및 과학에 대한 신뢰성을 회복하는 데 도움을 주기도 한다. 이러한 결과는 학생들이 의사결정을 내리는 과정에 초점을 두고 접근했을 때, 과학의 본성에 대한 인식은 의사결정 과정에서 반드시 고려해야 할 요소라는 점을 시사한다.

#### IV. 결론 및 제언

과학적 소양을 갖춘 미래 시민을 양성하는 것을 과학 교육의 목표로 할 때, 과학의 본성은 빠뜨릴 수 없는 교수 요소 중 하나이다(AAAS, 1989, 1993; Choi *et al.*, 2011; Millar & Osborne, 1998; NRC, 1996; NSTA, 1982). 많은 학자들이 과학의 본성을 명시적으로 교수할 수 있는 방안으로 과학관련 사회 쟁점을 활용할 것을 제안하였지만, 그 교육학적 효과에 대해서는 아직 논란이 많다. 본 연구에서는 문헌 연구를 통해 기존 연구의 한계점으로 맥락화되지 않은 상황에서 과학의 본성을 탐색했다는 점을 인식하였다. 따라서 연구자는 학생들이 SSI 맥락 하에서 과학의 본성을 고찰할 수 있도록 학습 환경을 설계하여 적용하였고, 과학의 본성에 대한 이해가 영향을 미치는 자료 해석 단계에 국한하여

학생들의 과학의 본성 인식의 변화를 탐색하였다. 연구 결과, 프로그램 적용 후 학생들의 과학의 본성에 대한 이해는 유의하게 향상되었으며, 본 연구의 결과를 바탕으로 내린 결론 및 제언은 다음과 같다.

첫째, SSI 교육 프로그램은 고등학생들의 과학의 본성 이해 향상에 긍정적으로 작용하였다. 프로그램 적용 후 과학의 실증적인 본성, 과학의 가변성, 과학의 사회문화적 가치의 내재성에 대한 학생들의 인식 수준은 모두 유의하게 상승하였다. SSI는 본질적으로 한 쟁점에 대해 다양한 관점들이 대립한다. 또한 현대 과학기술과 관련된 경우가 많아 쟁점에 관한 과학적 설명은 지속적인 연구가 필요하고, 계속해서 변할 가능성을 내포하고 있다. 학생들은 SSI의 이러한 측면에 대해 반성적으로 고찰하면서 과학의 본성에 대한 인식을 향상시켰다. 따라서 SSI 학습 환경에서 쟁점에 관련되어 있는 다양한 관점과 가치를 고려하도록 하는 반성적 교수 방안은 고등학생들의 과학의 본성 이해의 향상을 위한 효과적인 교육 프로그램이 될 수 있다. 이러한 결과는 SSI가 과학의 본성을 이해하는데 좋은 학습도구가 될 수 있다는 기존 연구의 결과와 일치한다(Khishfe & Lederman 2006; Matkins & Bell, 2007; Walker & Zeidler, 2007).

둘째, SSI 맥락은 과학의 본성을 총체적으로 이해하는데 도움을 줄 수 있다. Miles & Huberman (1994)이 제안한 교차자료 분석법에 따라 과학의 본성에 대한 학생들의 답변을 분석한 결과, 기존 연구에서 제시한 낮은(naive) 이해수준, 중간(transitional) 이해수준, 높은(informed) 이해수준보다 한 단계 더 높은 수준의 인식이 존재함을 발견하였다. SSI 맥락에서 과학의 본성을 학습한 학생들은 각 영역에 대해 독립적으로 이해를 발달시킬까와 동시에 여러 영역을 통합적으로 이해하는 경향을 보인다. SSI 맥락은 학생들에게 하나의 근거를 서로 다르게 해석하고, 근거가 상충하며, 이로부터 서로 다른 주장을 만들어 내는 상황을 제공한다(Eastwood *et al.*, 2012). SSI가 만들어내는 다양하고 복잡한 문제 상황은 자연스럽게 과학의 본성의 여러 영역을 고려하도록 만들었고, 학생들은 과학의 실증적인 본성, 과학의 가변성, 과학의 사회문화적 가치의 내재성을 서로 유기적으로 연결하여 이해하였다. 이러한 통합적인 이해의 발달은 학생들의 과학의 본성 인식을 탐색한 기존의 연구에서는 찾아볼 수 없는 독특한 특성이다.

셋째, ‘학습한 결과의 다른 맥락으로의 전이’를 고려할 때, SSI를 이용한 과학의 본성 학습은 매우 효과적인 학습 전략이다. 그러므로 과학의 본성을 위해 SSI 교육 프로그램을 적극적으로 활용할 것을 제안한다. 학생들은 과학의 사회문화적 가치의 내재성과 과학의 가변성에 대해 일반적인 맥락에서 SSI 맥락으로 과학의 본성 개념을 변형하여 적용하지는 못하였지만, 한 번 학습한 개념에 대해서는 한 주제에서 다른 주제로 변형하여 적용할 수 있었으며, SSI 맥락에서 일반적인 맥락으로 확장하여 과학의 본성을 이해할 수 있게 되었다. 과학의 본성 인식에 대한 전이를 효과적으로 일으키기 위해서 교사는 학생들에게 자신이 갖고 있는 과학의 본성에 대한 관점을 되돌아볼 수 있는 반성적 질문을 적극적으로 제시해야 한다. 또한 과학의 본성을 명시적으로 드러낼 수 있는 학습 자료를 제시해주었을 때 과학의 본성에 대한 관점의 향상이 보다 효율적으로 발생할 수 있다.

넷째, 과학의 본성은 과학 교육에서 반드시 고려해야 할 학습 요소이다. 학생들은 과학의 본성에 대해 고려하며 과학이 갖고 있는 가치와 한계에 대해 인식하게 된다. 본 연구의 결과 학생들은 과학의 본성에 대해 이해함으로써 과학 지식에 합리적인 의심을 던질 수 있는 증거를

갖게 되었고, 비판적인 태도로 논의 과정에 참여하게 되었으며, 과학자 및 과학에 대한 신뢰성을 회복하게 되었다. 이러한 결과는 과학의 가변성과 과학의 사회문화적 가치의 내재성의 인식이 학생들로 하여금 과학을 불신하거나 과학을 학습하지 말아야 할 이유로 작용할 수 있다는 우려에 대한 대안을 제시해 줄 수 있을 것으로 기대한다. 단, 교사는 학생들이 과학의 가변성을 단순한 명제로서 제시하는 것이 아니라, 과학이 갖고 있는 가치와 한계, 과학이 가변성을 갖고 있음에도 불구하고 과학을 학습해야 하는 이유에 대해 지속적으로 생각해 볼 수 있는 기회를 제공해주어야 한다. 학생들은 본인이 갖고 있는 신념과 충돌하는 반성의 과정을 거쳐 과학의 본성이 갖고 있는 참의미를 이해할 수 있게 된다(Dewey, 1933).

## 국문요약

과학적 소양의 함양을 과학 교육의 목표로 둘 때, 과학의 본성에 대한 이해는 학생들이 갖추어야 할 능력으로서 빠뜨릴 수 없는 요소 중 하나이다. 과학의 본성에 대한 이해를 높이기 위한 다양한 학습 전략이 논의되는 가운데, 다수의 연구에서 과학의 본성에 대한 명시적-반성적 접근이 가장 효율적인 전략이라는 결과가 제시된다. 과학관련 사회쟁점(SSI)은 다양한 원인이 작용하여 발생하며, 발달하고 있는 현대 과학기술과 관련하여 발생하는 경우가 많아, 단 하나의 확실한 해결책이 존재하지 않는 특성을 가지고 있다. 과학관련 사회쟁점에 대한 논의과정에 참여하는 학생들은 완전하지 않은 과학지식을 바탕으로 추론하여 쟁점에 대한 주장과 근거를 마련해야 한다. 따라서 본 연구는 과학관련 사회쟁점을 활용한 수업이 과학의 본성에 대한 반성적 사고를 촉진할 수 있는 훌륭한 학습 전략이라는 것을 전제로 한다. SSI에 대한 논의 과정에서 과학의 본성에 대한 이해가 매우 중요한 역할을 하고 있음에도 불구하고 SSI를 이용한 학습활동과 학생들의 과학의 본성에 대한 이해 사이의 관계에 대해서는 아직도 논란이 존재한다. 이것은 과학의 본성을 일반화된 맥락에서 명시적으로 접근하고 과학관련 사회쟁점과 관련된 맥락에서 반성할 기회를 제공하지 않은 것에 기인한다. SSI를 통한 학습 환경이 과학의 본성을 이해하는 데 어떠한 영향을 주는지 탐색하기 위해서는 맥락화된 상황에서 과학의 본성에 대해 반성할 수 있는 기회를 학생들에게 충분히 제공한 후, 맥락화된 상황에서의 과학의 본성에 대한 이해가 일반화된 상황으로 전이될 수 있는지 탐색해보아야 한다. 따라서 본 연구에서는 SSI 학습 맥락에서 과학의 본성에 대해 충분히 반성할 수 있는 교육 프로그램을 개발하고 적용하여 그 효과를 탐색하는 것을 목표로 하였다. 경기도 소재 고등학교에 재학 중인 71명의 학생이 연구에 참여하였다. 학생들의 과학의 본성에 대한 인식의 변화를 살펴보기 위하여 SSI 프로그램 적용 전과 후에 VNOS-C 설문을 실시하였으며, 보다 심층적인 분석을 위하여 반구조화된 면담을 실시하였다. 연구 결과, 학생들은 맥락화된 상황에서 과학의 본성을 학습하였음에도 불구하고 일반화된 상황에서도 과학의 본성에 대한 이해의 향상을 나타냈다. SSI 자체가 가지고 있는 속성이 학생들의 과학의 본성에 대한 이해의 향상에 큰 영향을 미쳤으며, 지속적으로 반성할 수 있는 기회와 학습 자료를 제공한 것이 과학의 본성에 대한 이해를 전이하는 데 도움이 되었다.

**주제어** : 과학의 본성, 과학관련 사회쟁점, SSIs, 과학적 소양

## References

- Abd-El-Khalick, F. (1998). The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science. (Unpublished doctoral dissertation), Oregon State University, Oregon.
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785-810.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- 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.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- Akerson, V. L., & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.
- Akerson, V. L., & Volrich, M. L. (2006). Teaching nature of science explicitly in a first-grade internship setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 377-394.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1989). *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.
- Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352-377.
- Bell, R. L., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 563-581.
- Bell, R. L., Matkins, J. J., & Gansneder, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414-436.
- Bianchini, J. A., & Colburn, A. (2000). Teaching the nature of science through inquiry to prospective elementary teachers: A tale of two researchers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 177-209.
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S. W., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Boston: D. C. Heath.
- Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L., & Applebaum, S. (2012). Contextualizing nature of science instruction in socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2289-2315.
- Fleming, R. (1986a). Adolescent reasoning in socio-scientific issues, part I: Social cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(8), 677-687.
- Fleming, R. (1986b). Adolescent reasoning in socio-scientific issues part II: Nonsocial cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(8), 689-698.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Khishfe, R., & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395-418.
- Kolsto S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- 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. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lee, Y-H. (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.
- Matkins, J. J., & Bell, R. L. (2007). Awakening the scientist inside: Global climate change and the nature of science in an elementary science methods course. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), 137-163.
- 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.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future: A report with ten recommendations*. King's College London: Fulmar Colour Printing Company Limited.
- Ministry of Education, Science and Technology [MEST]. (2011). *National science curriculum*. Seoul: MEST.
- National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Teachers Association [NSTA]. (1982). *Science-Technology-Society: Science education for the 1980s*. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387-409.
- Sadler, T. D., Klosterman, M. L., & Topcu, M. S. (2011). Learning science content and socio-scientific reasoning through classroom explorations of global climate change. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: teaching, learning and research* (pp. 45-77). New York: Springer.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2000). Making connections between the nature of science and scientific inquiry: A science research internship for preservice teachers. Paper presented at the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, Akron, OH.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Tamir, P. (1972). Understanding the process of science by students exposed to different science curricula in Israel. *Journal of Research in Science Teaching*, 9(3), 239-245.
- Tao, P. K. (2003). Eliciting and developing junior secondary students' understanding of the nature of science through a peer collaboration instruction in science stories. *International Journal of Science Education*, 25(2), 147-171.
- Walker, K. A., & Zeidler, D. L. (2007). Promoting discourse about socio-scientific issues through scaffolded inquiry. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1387-1410.
- Yoo, M. H. (1999). (The) development of scientific history program and its effects of application on middle school science instruction. (Unpublished master dissertation), Seoul National University, Seoul.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., & Callahan, B. E. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(1), 74-101.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.