



평생학습적 시각을 통해 바라본 SSI 교육과 과학적 소양

박신희, 김찬종*
서울대학교

SSI Education and Scientific Literacy from a Lifelong Learning Perspective

Shin-Hee Park, Chan-Jong Kim*
Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 22 November 2021

Received in revised form

15 December 2021

7 January 2022

12 January 2022

Accepted 27 January 2022

Keywords:

Science education, Scientific literacy, Science literacy, SSI(Socio-Scientific Issues), Lifelong learning, Lifelong learning ability

ABSTRACT

Recently, lifelong learning ability was newly proposed as scientific literacy, the goal of the science curriculum. To solve various science-related problems students encounter in life, lifelong learning abilities related to science beyond school science education are required, but empirical evidence shows that students can solve problems they actually face through scientific literacy. It is not easy to find in the existing science education research. In addition, there is a lack of discussion on how to cultivate lifelong learning ability suggested in the curriculum through school science education.

In this study, attention was paid to SSI education as a method for students to cultivate lifelong learning ability through school science education and to develop their ability to solve science-related problems encountered in life. In this context, statements in the existing SSI education studies were reviewed to discover discourses related to lifelong learning, and their types and characteristics were distinguished. It was possible to confirm lifelong learning and its applicability with focus on science education research through this.

For the study, 18 literature materials on the subject of SSI education were selected, and the discourses related to lifelong learning in the SSI education research were discovered by examining the statements revealed in the data. As a result of the study, there are four categories of discourses related to lifelong learning: 'awareness of science,' 'connection between science and everyday life', 'promotion of participatory citizenship', and 'construction of identity'. Various SSI education studies have already had lifelong learning perception in various contexts, and the four types of discourses related to lifelong learning could be linked to the four types of learning presented in the UNESCO Lifelong Learning Report. SSI education tends to view students' life experiences as part of their learning and aims to help students develop the character and capacity to make responsible decisions on social issues related to science and put them into practice. This competency can be continuously connected to the real-life of students outside of school as a lifelong learning ability. This study requires expanding the discourse related to lifelong learning in science education and operating and managing the overall educational system to foster students' lifelong learning ability.

1. 서론

Hurd(1958)가 현대 생활을 위한 필수 준비로서의 과학에 대한 숙달과 관련하여 '과학적 소양'(scientific literacy)이라는 용어를 처음 제시한 이후, 과학적 소양은 과학교육의 수많은 연구 주제이자 다양한 국가의 과학교육 목표로 서술되고 있다(Barrue & Albe, 2013; Kim & Lee, 2004; NRC, 1996; NRC, 2012; Song *et al.*, 2019). 특히 미국은 '모두를 위한 과학'(AAAS, 1989)이나 '차세대과학표준'(NGSS Lead State, 2013) 등과 같은 과학교육 개혁을 통해 다채로운 사회 변화에 적극적으로 대처하고 참여하는 과학적 소양을 갖춘 인재의 양성을 위해 노력하고 있다. 최근 우리나라에서도 4차 산업혁명 시대를 이끌어갈 창의·융합형 인재 양성을 위해 '미래세대 과학교육표준'(Song *et al.*, 2019)을 개발하고 "과학 관련 역량과 지식을 지니고 개인과 사회의 문제 해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 태도

와 능력"을 과학적 소양으로 정의하였다. 이처럼 최근 국가수준 과학 교육 목표는 과학적 소양을 학생들의 과학적 지식과 탐구 능력 함양 뿐만 아니라 일상생활 속 다양한 과학 관련 문제의 이해 및 해결에 참여하고 실천하는 역량으로 인식하고 있다.

실제로 최근 급격한 과학 기술의 발달과 그로 인해 발생한 다양한 문제들은 우리의 삶과 매우 밀접한 관련을 맺으며 단순 소비 활동에서부터 정치적 결정에 이르기까지 개인 및 공동체의 의사 결정과 실천을 요구한다. 예를 들어 기후변화, 핵 폐기물, 동물 실험, 유전자 변형 식품, 플라스틱 등과 관련한 문제가 그러하며, 이러한 문제의 해결을 위해 과학적 소양을 지닌 시민의 참여와 실천이 점점 더 중요해지고 있다. 즉 보편적 시민성(citizenship)의 일부로서 고려되어왔던(Hodson, 2003; Jenkins, 1999) 과학적 소양은 과학 기술의 발달과 사회의 급속한 변화로 인해서 그 중요성이 증대되고 있는 것이다.

과학 기술 기반 근대화로 말미암은 현대 사회의 과학 관련 사회적

* 이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019S1A5A2A03048062).

교신저자 : 김찬종 (chajokim@snu.ac.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2022.42.1.61>

쟁점(SSI)은 사람들로 하여금 과학 전문가에 의한 의사 결정에 대한 경각심을 불러일으키기도 했지만, 한편으로는 학교 과학교육을 통해 학생들이 그러한 문제에 참여할 수 있도록 준비시킬 수 있는지에 대한 논쟁도 야기했다. 실제로 개인을 그러한 참여에 성공적으로 준비시키는 과학교육적 실행이 이루어지기는 쉬운 일이 아니다. 이와 관련해 1920년대 Lippmann-Dewey는 대중(public)을 전문 지식이 필요한 토론에 참여시킬 수 있는지에 대해 역사적으로 유명한 논쟁을 하기도 하였다(Feinstein, 2015). 대중 매체 및 정치적 선전에 흔들리는 개인적 신념에 대해 이야기했던 미국의 언론인인 Lippman은 평범하고 비전문적인 시민이 정보에 입각한 창의적인 정책 토론에 참여하는 것이 현실적이지 않다고 논한 반면, Dewey는 공동체에서 이루어지는 의사소통을 대중 참여의 해결책으로 보았다. 그는 과학적 지식을 전문가들로부터 배우는 것 외에도 시민들이 전문가들에게 자신의 의사를 전달하는 법을 배워야 한다고 주장했고, 특히 이를 위한 과학교육의 책임을 언급하였다(Dewey, 1910). 이 논쟁으로부터 약 100년이 지난 지금까지 과학교육은 다양한 개혁을 계속해 왔지만, 동시에 여전히 과학교육에 대한 다음과 같은 불편한 성찰이 요구된다. “과연 학교 과학교육에서 가르치는 과학적 소양은 학생들이 행복한 삶을 살아가기 위한 일상 속 문제 해결에 도움을 줄 수 있는가?”

안타깝게도 수차례 과학교육 개혁을 거친 지금도 학교 과학교육은 이 질문에 대해 긍정적인 답변을 하기가 어려운 것으로 보인다. 무엇보다 학교에서 가르치는 과학을 통해 사람들이 일상생활에서 더 행복하고, 유용하며, 민주 시민적인 삶을 살 수 있었다는 경험적 증거 또한 찾기 어렵다(Feinstein, 2011; Hodson, 2017; Kolstø, 2001; Park, 2016). 그럼에도 불구하고 대부분의 과학교육 연구에서는 과학적 소양의 습득이 학습자로 하여금 현재 그리고 미래의 일상생활에서 과학을 유용하게 활용할 수 있게 될 것이라고 너무 쉽게 믿는 경향이 있다(Feinstein, 2011; Rudolph & Horibe, 2016). 따라서 이제는 과학적 소양의 습득과 실제 학생들의 삶의 관련성에 대한 조금 더 적극적이고 장기적인 논의가 필요하다. 이와 관련하여 미국의 국가연구위원회(NRC, 1996)는 과학적 소양이 어느 한 시점까지만 획득되는 것이 아니라 평생 동안 신장되고 그 형태는 개인마다 다르다고 하였으며, Kyle(1996) 또한 과학교육이 학교의 담장을 넘어 평생에 걸쳐 적극적이고 비판적이며 정치적인 참여를 인식하는 교육으로 전환되어야 한다고 주장한 바 있다. 이는 과학적 소양에 대한 ‘평생학습’(lifelong learning)이라는 새로운 인식의 필요성을 제시한다.

우리나라는 2015 개정 교육과정 과학과 목표의 일부로 “과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하여 평생학습능력을 기른다” 라고 제시하고 있다(MOE, 2015). 이것은 공식적으로 ‘평생학습능력’을 과학교육의 목표로 제시한 첫 번째 사례이다. 이를 통해 비로소 학교 과학은 학교 외에서 이루어지는 과학 학습과 형식 교육 이후 과학과 관련한 학생들의 삶을 고려할 수 있는 바탕을 마련하게 되었다. 학생들이 일상생활에서 실제로 접하는 과학 관련 쟁점들이 학교에서 다룰 수 있는 교과 범위를 넘어서는 지 오래인 지금, 학생들이 스스로 과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하는 평생학습능력을 기르는 것은 변화하는 현대 사회에 대처하는 과학적 소양으로서 중요한 의미를 가진다.

하지만 실제로 국내 과학교육 관련 연구 중 평생학습을 다룬 선행 연구는 거의 찾아보기가 어렵고, 있더라도 비형식 교육을 주제로 하

는 경우와 과학교육에서 평생학습을 고려해야 한다는 제언 정도의 언급이 대부분이다(Park, 2016). 즉 형식교육에 속하는 학교 과학교육에서 학생들의 삶 속 배움을 통찰하는 평생학습적 시각은 보이지 않는다. 그러나 최근에는 기존의 평가 위주, 교사 중심의 전통적인 과학교육이 가진 문제를 극복하고 학생들이 과학적 소양을 통해 그들의 삶의 문제를 이해하며 참여하고 실천하는 것을 가르치고자 하는 교육적 노력도 나타나고 있다. 이러한 교육적 시도 중 하나로 ‘과학 관련 사회적 쟁점’(Socio-Scientific Issue, 이하 SSI) 교육이 있다. SSI는 발생하는 사회 문제들 중 과학적 내용과 관행을 포함하는 복잡하고 개방적인 문제들을 뜻하며, 이러한 주제를 과학교육에서 다룸으로써 학생들은 변화하는 현대 사회 속 넘쳐나는 다양한 정보들을 과학적으로 이해하고 올바르게 의사 결정하는 능력을 기를 수 있다(Jho et al., 2014; Zeidler et al., 2005). 그리고 SSI 교육은 학생들에게 단순히 과학적 지식을 습득하거나 추론 능력을 갖추는 것 이상의 인성 및 도덕성을 요구함으로써 참여와 실천의 시민성 교육과 연결하는 시도를 보여주며(Barrue & Albe, 2013; Lee et al., 2013), 사회적 쟁점과 관련한 다양한 사회적 관계와 그 속에 숨겨진 맥락까지 탐구함으로써 과학 학습과 학생들의 삶의 관련성을 높일 수 있게 한다(Bencze et al., 2020; Roth & Lee, 2004; Sadler, 2009). 이러한 SSI 교육의 특성은 과학교육에서 학생들의 평생학습능력을 지향하는 맥락으로 이해될 수 있다.

그러나 앞서 언급했듯이 과학교육에서 평생학습적 인식을 직접적으로 드러낸 연구를 발견하기는 매우 어렵다. 이는 SSI 교육 관련 연구에서도 마찬가지이다. 이 와중에 앞으로 과학교육에서 평생학습적 지향을 가지고 평생학습능력을 과학적 소양의 일부로 보려 한다면 현재 과학교육에서 평생학습을 어떻게 인식하는지에 대한 이해가 먼저 이루어져야 한다. 이에 본 연구는 과학적 소양으로서 학생들에게 요구되는 평생학습능력을 기르는 주요한 교육적 방법으로 SSI 교육에 주목하며, SSI 교육 관련 연구에서 평생학습에 대한 이해가 어떻게 형성되고 있는지 밝히고자 한다. 이를 위해 SSI 교육 관련 18편의 연구물들을 대상으로 이들 연구가 어떤 필요성과 목적으로 수행되었고 연구 과정 및 결론 등에서 어떤 평생학습적 함의를 보여주는지를 집중적으로 분석하였으며, 이를 토대로 SSI 교육 관련 연구에 드러난 평생학습에 대한 이해의 유형과 그 특징을 밝히고자 한다. 이는 학생들이 평생에 걸쳐 습득해야 할 소양으로서의 과학에 대한 이해를 넓힐 수 있으며 과학교육의 목표로 새롭게 제시된 평생학습능력에 대한 논의를 본격화하는 데에 기여할 수 있다.

II. 이론적 배경

1. 과학적 소양과 SSI 교육

일반적으로 과학교육은 두 가지 목적을 가지고 있다. 첫째는 모든 이의 과학적 소양 함양을 통해 과학 관련 사회적 쟁점이 개인적·사회적 의사 결정에 영향을 미치는 사회에 대비한 시민을 준비하고자 하는 것이며, 둘째는 미래 과학 기술 전문가를 양성하는 것이다. 학교 과학교육에서는 첫 번째 목표에 부합하는 시민을 길러내기 위한 학교 과학교육의 주요 목표로 과학적 소양(Scientific literacy)이라는 용어를 주로 사용한다.

과학적 소양은 과학지식에 대한 폭넓고 대중적인 이해를 강조하며 1958년 Hurd가 본격적으로 사용하기 시작하였다. 그리고 그보다 일찍 Dewey(1910)는 비록 과학적 소양이라는 용어를 사용하지 않았지만 비슷한 의미로 과학 기술에 의존하는 사회를 살아가는 시민으로서 과학적 방법 및 결과에 대한 이해의 필요성을 주장한 바 있다. 이후 과학적 소양은 다양한 목적을 위해 다양한 방식으로 과학교육 분야에서 사용되었으며(Jenkins, 1990), 특히 과학적 소양에 대한 정의와 구성 요소를 탐색하고자 하는 연구가 이어졌다. 그 예로 Pella(1967)는 과학적 소양을 과학과 사회의 관계, 과학의 윤리, 과학의 본질, 개념적 지식, 과학과 기술, 인문학 속 과학으로 분류하였으며, Deboer(1991)는 주요한 과학 분야의 발달·방법론·성취·문제를 익히고 알고 있는 능력과 정도, 즉 대중매체를 통해 거론되고 있는 과학을 읽고 이해할 수 있는 기능과 지식을 과학적 소양으로 보았다. Shamos(1995)는 과학적 소양의 3가지 요소로 과학과 관련된 기본 어휘, 과학하는 과정에 대한 이해, 사회에서의 과학과 기술의 영향을 이해하는 것을 꼽았다.

이러한 과학적 소양은 학생들의 과학에 대한 종합적인 이해를 지칭하기에 적당하다. 그래서 학교 과학교육과정의 목표로 지속적으로 추구되어 왔다. 이를 뒷받침하듯 미국 과학교사협회(NSTA, 1982)는 과학교육의 일차적 목표를 과학적·기술적 소양인의 육성에 두어야 한다고 했다. 미국 과학진흥협회(AAAS, 1989; 1993) 또한 과학적 소양을 학교 과학교육의 목표로 설정하고 이를 성취한 과학적 소양인은 과학의 핵심적 개념과 원리를 이해하며, 자연세계에 친밀한 태도로 그것의 다양성과 통일성을 인식하고, 개인과 사회의 목적을 달성하기 위해 과학적 지식과 과학적 사고방식을 이용할 줄 아는 사람으로 정의하고 있다. 미국 국가연구위원회(NRC, 1996; 2012)도 과학적 소양을 국가 과학 목표로 설정하고, 과학적 소양을 개인적 의사 결정에 필요한 과학적 개념과 과정에 대한 지식 및 이해, 문화적·시민적 업무에 관여하는 것, 경제적 생산성 등으로 특징지었다. 우리나라의 과학과 교육과정에도 과학적 소양이 7차 교육과정부터 과학과의 성격과 목표로 제시되기 시작하였으며, 이는 현재 반영 중인 2015 개정 교육과정에까지 지속되고 있다.

국내에서의 과학적 소양에 대한 연구를 살펴보면 주로 학교 과학교육의 맥락에서 학생들의 과학적 소양을 측정·평가하는 연구가 많다(Chung & Choi, 2007; Mun *et al.*, 2012). 그리고 대부분의 연구는 이러한 과학적 소양의 습득이 학습자들로 하여금 일상생활에서 과학을 유용하게 활용할 수 있게 된다고 믿는 경향을 보여주며, 과학 교사들은 과학교육이 학생들의 삶에 유용하다고 주장한다. 하지만 과학이 학생들의 삶과 어떤 관련이 있으며 어떻게 영향을 주는지에 대한 경험적 증거는 매우 부족하다.

최근 연구에서는 과학적 소양을 사회의 변화에 따라 변화하는 개념으로 파악하는 추세이다(Jeon *et al.*, 2017; Miller, 1998). 예를 들어 Choi *et al.*(2011)은 과학적 소양을 21세기의 맥락에서 재개념화하는 이론적 연구를 수행했으며, Lee, Chung, & Yoo(2010)는 중고등학생들이 인식하는 21세기 글로벌 과학기술사회에서 요구하는 과학적 소양에 대해 조사하였다. Roberts(2007)는 과학적 소양의 정의와 요소를 탐색하기보다는 과학 교육에 내재된 지성적, 정치적 관점과 그 긴장을 나타내기 위해 과학 교육의 인식점(VISION)으로 과학적 소양을 분류하였다. 첫 번째 VISION I은 과학 분야 내의 지식의 습득을 목표로 하며, 두 번째 VISION II는 문제 해결을 위해 과학적 지식을

사용하는 역량 함양을 목표로 한다. 이러한 연구의 맥락 역시 비선형적으로 인식되는 세상과 그곳에서 다양한 관계를 맺으며 살아가는 우리의 삶을 주목한 결과라 할 수 있다.

특히 SSI 교육과 같은 교육적 시도는 과학적 지식의 전달과 습득을 강조했던 지난 과학교육의 모습과는 달리 점차 학생들이 일상생활 속에서 맞닥뜨리는 문제를 해결할 수 있는 역량을 개발하는 것에 강조를 두고 있다. SSI 교육은 학교에서 배우는 내용을 학생들의 삶과 관련 짓고 이를 교육의 주제로 끌어들이므로써 교육에 참여하는 각 구성원이 이슈에 대한 특정 이해를 구성하고, 가늠하며, 평가하고, 강조하는 방식에 영향을 미친다. 이와 관련하여 과거에는 VISION I의 관점에서 SSI를 다루는 학생들의 인식론적 발달과 과학적 소양의 평가에 중점을 둔 연구가 많았다(Chang Rundgren & Rundgren, 2010; Sadler, 2011; Sadler, Barab, & Scott, 2007; Sadler & Fowler, 2006; Sadler & Zeidler, 2005). 반면 최근에는 사회 문제 해결을 위한 과학적 지식의 이용에 있어 사회적 맥락과 관련성을 고려한 VISION II의 관점을 가진 연구가 늘고 있다(Roberts, 2007; Roberts & Bybee, 2014). 이에 더해 Sjostrom & Eilks(2018)는 사회 변혁을 위한 학교교육을 인식하며 학생들의 비판적 과학적 소양 함양 및 사회·문화·정치·환경적 문제에 대한 실제적이고 민주적인 과학적 참여를 중요시하는 VISION III를 제안하기도 하였다. 이는 ‘Education 2030’에서 제시하는 ‘변혁적 역량’(transformative competencies)과도 연결되는 지점으로 볼 수 있다.

물론 SSI 교육을 통한 학생들의 비판적 사고, 과학적 추론, 의사 결정 또는 논증과 같은 이러한 인지 과정에 관한 연구(Fowler, Zeidler, & Sadler, 2009; Karahan & Roehrig, 2017; Sadler & Zeidler, 2005, 2009; Zeidler *et al.*, 2013; Zohar & Nemet, 2002)도 중요하다. 더불어 기존 과학교육에서 강조되었던 앎과 지식을 통한 인식론적 접근도 중요하지 않은 것은 아니다. 분명히, 학생들이 과학 문제를 구성하는데 자신감을 키우려면 과학의 핵심 개념에 대한 기본적인 이해가 필요하다(Ryder, 2001). 하지만 교육에서 지식의 습득이란 그 자체로서 가치 있는 것이 아니라 그것을 수행하는 학생들의 존재의 성장에 기여한다는 점에서 가치가 있다는 것을 고려할 필요가 있으며(Lee, 2018), 이것이 SSI 교육에서 학생들의 삶에 주목하는 까닭이다. 따라서 앞으로의 과학교육은 SSI 교육과 같이 과학교육을 학생들의 삶 속에서 맥락화하는 노력이 필요하며 그 과정에서 지속적으로 개발될 과학적 소양에 대한 이해를 확장시켜야 한다.

종합해보면, 과학적 소양은 상당히 오랜 시간 동안 과학교육의 주요 목표로 다뤄져 왔으나 VISION I, II, III와 같이 과학적 소양에 대한 이해가 확장되고 시민으로서 학생들의 과학적 쟁점에 대한 사회적 참여·실천 능력을 강조하는 등 사회의 변화에 따라 그 개념과 성격이 달라지고 있음을 알 수 있다.

2. 평생학습

20세기 후반 등장하기 시작한 평생학습(lifelong learning) 담론은 초기에는 학교를 중심으로 한 교육시스템을 보완하는 성격으로 사용되었으나, 2002년 유럽공동체위원회는 평생학습에 대한 보고서를 발간하며 ‘지속적’, ‘목적에 있는’과 같은 지나치게 제한적인 용어를 수정하고 직업과 관련이 없는 기능 및 역량까지도 포함한 평생학습의

정의를 제안하였다.

“평생학습이란 개인적, 시민적, 사회적 그리고 고용과 관련한 관점에서 지식, 기술 및 역량을 향상시키는 것을 목표로 평생 동안 수행되는 모든 학습 활동을 뜻한다.”(Commission of the European Communities, 2002, p. 7)

여기서 모든 학습 활동은 형식교육, 비형식교육 그리고 무형식학습 모두를 지칭한다. 먼저 형식 교육은 국가가 인정한 학력인정체계 안에 포함되며 공식적 졸업장 또는 학위를 취득할 수 있는 학습 과정이다. 그리고 비형식 교육은 교육을 목적으로 의도적이고 조직적인 과정을 가지지만 국가가 인정한 학력인정체계 안에 포함되지 않는다. 그 외에 학습에 대한 목적과 의도는 있으나 정해진 교수자가 없고 학습 과정이 조직화 되지 않은 경우는 무형식 학습이라고 한다. 초기에는 단순히 교육 활동의 지속과 범위의 확장을 뜻하는 듯했던 평생 학습은 일명 Faure 보고서(Faure et al., 1972)와 Delors 보고서(Delors et al., 1996)를 통해 교육에 대한 또 다른 시각을 제시한다. 그것은 ‘교육’에서 ‘학습’으로 향하는 새로운 인식의 전환이다.

1972년 당시 프랑스의 교육부 장관이었던 Faure의 주도하에 UNESCO 국제교육발전위원회는 평생교육의 기본서라 할 수 있는 교육개혁 보고서 ‘Learning to be’(Faure et al., 1972)를 발표하였다. 이 보고서는 당시 교육의 다양한 쟁점에 대한 새로운 비전으로 평생 교육과 학습사회를 제시하였다. Faure 등은 교육의 범위를 인간의 생애 전반으로 확장하고 폭넓은 학생 중심의 교육 기회를 제공하는 한편 이것이 전체적으로 연계될 수 있는 교육 구조 자체의 혁신을 역설했다. 이후 Delors 등으로 구성된 21세기를 위한 국제교육위원회는 ‘Learning: The treasure within’(Delors et al., 1996) 보고서를 통해 Faure 보고서의 논의를 다시금 확인하면서 평생학습의 개념을 네 개의 학습으로 분류하여 정교화시켰으며 이는 지금까지도 세계 평생교육의 지침서로 활용되고 있다.

이후 2007년 UNESCO는 평생학습연구소(The UNESCO Institute for Lifelong Learning, UIL)를 설립하고 UN 산하 조직으로서 평생학습에 대한 국제적 노력의 역할을 해오고 있다. UIL은 정책 연구에 있어 기존의 개혁적이고 전체적인 평생학습의 방향을 제시했던 보고서(eg. Faure 보고서 & Delors 보고서)를 바탕으로 평생학습이 세계적 관점에서 어떻게 이루어지는지(여러 국가들의 성인학습 참여, 교육 프로그램 공급, 교육의 질과 형평성, 학습 결과의 인정)에 관한 ‘UNESCO 성인학습 및 교육에 관한 글로벌 보고서’(Global Report on Adult Learning and Education, GRALE)를 2009년부터 발행하고 있다. 최근 발표한 제4차 GRALE 보고서(2019)에서는 성인학습 및 교육 참여가 전반적으로 증가한 반면, 국가 및 지역, 참여 대상에 따라 참여율의 편차가 크다는 것과 진전 양상의 불균형에 주목하며 소외계층의 교육을 특히 강조하고 있다(Boeren & Field, 2019).

한편 기후 위기, 과학 기술의 발전 등 불확실성이 확대되는 현대 사회에서 삶과 일은 변화에 잘 적응하고 회복탄력적이며 학습에 민감한 사람을 요구한다(Boeren & Field, 2019). 이와 관련해 평생학습에서 학습자 주도의 지속적인 학습을 강조하는 특성은 기존의 지식 중심, 평가 중심의 학교 시스템보다 현재 우리 삶의 문제 해결에 더 적합해 보인다. 그리고 이를 뒷받침하듯 최근 교육은 지식보다는 역량 중심으로 나아가고 있다. 1990년대 후반부터 진행된 OECD의

‘DeSeCo’(Definition and Selection of Competencies) 프로젝트를 계기로 한국을 포함한 많은 나라들이 OECD가 제시한 역량을 교육과정에 반영하기 시작했다. 이후 DeSeCo 프로젝트를 보완한 ‘Education 2030’은 학생들이 더 혁신적이고 책임감이 있으며 의식적인 사람이 되는 데에 필요한 역량으로 ‘변혁적 역량’(transformative competencies)을 제시했다(OECD, 2018). 그러나 사실 역량 담론은 새로운 것이 아니며 초기의 평생학습이 그러했던 것처럼 직업 교육의 측면에서 먼저 다뤄지기 시작했다. 이렇게 시작된 역량 담론이 학교 교육과정 설계에 영향을 미치고 역량을 중심으로 새로운 교육 목표를 설정하려는 노력에 미루어 볼 때, 우리는 더이상 학교 교육의 목표가 명시적 지식의 전달이 아님을 짐작할 수 있다. 현대 사회에서 학생들이 필요로 하는 것은 일상의 문제를 해결하고 고용을 이어 나갈 수 있는 역량이며, 만약 그 문제가 과학과 관련되어 있다면 학생들은 과학 관련 사회적 쟁점(SSI)을 이해하고 의사 결정을 내릴 수 있는 창조적 역량으로서의 과학적 소양을 갖추고 있어야 한다. 그렇기 때문에 과학적 ‘소양’이라고 할 수 있다. 하지만 이러한 소양은 짧은 시간에 습득되는 것이 아니며 실제 삶의 구체적 경험과 연결되어 습득할 수 있다.

여기에서 우리는 학습으로서의 경험과 그것을 기반으로 한 교육에 대해 다시금 논의할 필요가 있다. 경험을 기반으로 한 학습에 대해 Jarvis(2018)는 아래와 같이 말한다.

“인간의 학습은 평생 동안 전인, 즉 육체(유전적, 육체적, 생물적)와 정신(지식, 기술, 태도, 가치, 감정, 신념), 감각이 사회적인 상황들을 경험하고 인식된 내용을 인지적, 정서적, 실제적인 것으로 전환하며, 개인적인 인간의 전기로 통합하는 끊임없이 변화하는(혹은 좀 더 경험한) 인간을 만들어 내는 평생에 걸친 과정들의 조합이다.”(Jarvis, 2018, p. 19)

즉, 계속되는 인간의 경험은 그들의 존재적 성장을 위한 바탕이 될 수 있기에 학습으로서의 의미를 가진다. 하지만 기존의 학교는 교과를 중심으로 정해진 교육과정에 따라 명시적인 지식을 습득하도록 하고 그 내용과 과정이 국가가 정한 기준에 부합할 때만 학습을 인정한다. 반면 평생학습은 분산형 네트워크를 기반으로 하고, 자기조직화(self-organization)적으로 발생한 교수학습 상황에서 경험, 가치, 역량 등의 암묵적 지식까지 포함한다(Han, Yang, & Lim, 2020). 예를 들어 인쇄 매체 및 방송 매체에서 다루는 과학 주제와의 접촉, 인기 있는 과학 서적 읽기, 건강 정보 전단지 읽기, 의료 전문가와의 토론 및 인터넷에서 정보를 검색하는 것 모두 학습이 될 수 있다. 이러한 경험은 개인의 사회적·과학적 의사 결정에도 영향을 미친다. Patronis, Potari, & Spiliotopoulou(1999)는 실제로 그리스 지역 도로 설계와 관련한 지역 사회 문제를 다루는 학습의 논쟁과 의사 결정에 14세 학생의 개인적인 경험이 영향을 미치는 예를 보여주기도 하였다. 이처럼 개인의 경험은 그들이 처한 사회적 맥락 속에서 새로운 지식이자 역량으로서 발현되며 이후의 학습을 결정할 수 있다. SSI 교육에서 학생들의 경험을 바탕으로 한 참여와 실천을 강조한 Bencze et al.(2020) 역시 “주어진 경험은 개인적으로 해석되고, 고유한 시간적 인간 조건의 문화적 규범 내에서 참조되고 이해된다”고 이야기하였다.

종합하면 삶 속에서 이루어지는 다양한 경험을 통해 인간의 학습이 이루어지며 학교 교육에서도 이러한 학습에 대한 인식이 필요하다.

Kolb(1984)는 이러한 경험에 기초한 학습에 대해 ‘경험학습’이라는 학습 사이클을 제시하고 “학습은 경험의 전환을 통해 지식이 만들어지는 과정”이라고 이야기했으며, 경험학습을 통한 경험, 지각, 인식과 행동을 결합하는 전체론적 통합학습의 관점을 제시하기도 하였다(Kolb, 1984). 즉 학습이란 ‘경험되는 과정’이며, 더 나아가 평생학습이란 이러한 모든 종류의 ‘획득된 변화’로서 경험이 일어나는 전 생애적 과정이다(Han, 2009). 따라서 본 연구에서 가지는 평생학습적 시각은 경험을 통한 학습과 지속적인 삶의 관련을 인식하는 것이며, 학생들의 삶의 경험을 교육적 도구로 적극적으로 끌어들이는 것에서부터 시작할 수 있다.

III. 연구 방법

1. 자료 선정

본 연구는 과학교육에서 평생학습에 대한 이해와 실천과 관련하여 SSI 교육에 주목하고 SSI 교육 관련 연구물들을 중심으로 평생학습에 대한 인식의 유형과 특징을 분석하는 것을 목적으로 한다. 이에 연구를 위한 자료 선정 과정은 다음과 같다. 먼저 최근 20년(2001년부터 2021년 7월)을 기준으로 EBSCO에서 SSI와 science education을 주제로 검색했을 때 169편의 학술 논문이 검색되었다. 이 중 과학교육, 과학 및 수학교육, 과학 및 기술 교육, 환경교육 분야의 주요 저널(13개)에서 발행한 학술 논문 75편, 이들 논문에서 주요하게 인용된 논문 1편(주제어로는 검색되지 않았지만 SSI 맥락의 연구), 도서 1권을 예비 분석 자료로 선정하였다. 이후 최종 분석 대상은 다음의 세 가지 준거에 의해 선정되었다.

첫째, ‘평생교육’, ‘평생학습’, ‘전 생애’, ‘삶’ 등과 같이 평생학습을 암시하는 용어를 직접 내세우고 이를 연구와 관련하여 중요하게 서술하는 연구물들을 분석 대상으로 한정하였다. 본 연구는 SSI 교육 관련 연구에서 드러난 평생학습에 대한 인식의 유형과 그 특징을 분석하는 것을 목적으로 하기에, 분석할 연구물(특히 연구 목적과 필요성 및 결론)에서 이러한 언급이 직접적으로 드러나야 한다고 보았다.

둘째, 평생학습과 관련한 앞선 선행 연구를 통해 평생학습 담론(성인학습, 사전경험학습인정, 학습사회 등)이 매우 다양함을 알 수 있었다. 이에 본 연구에서는 특히 Jarvis(2018)와 Han(2009)의 평생학습에 대한 관점을 토대로 연구물들이 경험을 통한 학습과 지속적인 삶의 관련에 대한 인식을 보여주는지를 중심으로 검토하였다.

셋째, 본 연구는 학생들이 과학적 소양의 일부로서 함양할 평생학습능력에 중점을 둬으로써 교사만을 대상으로 한 연구이거나 SSI 교육을 통한 단순 과학 지식의 측정 및 평가 또는 새로운 수업 도구(스마트 기기, 소셜미디어 등)의 적용을 목적으로 하는 등의 연구는 제외하였다. 다만 SSI 교육을 통한 학생들의 과학적 논증 과정을 평가하는 목적을 가지더라도 그것에 영향을 미치는 사회·문화적 작용을 깊이 있게 서술한 연구의 경우(eg. Christenson, Chang Rundgren, & Höglund, 2012)에는 최종 분석 자료에 포함하였다.

예비 분석 자료의 선별 과정에서 과학교육 전문가들로부터 선정 준거 및 최종 선정에 대한 협의를 거쳤으며, 이러한 과정을 통해 18개의 자료가 최종 선정되었다. 선정된 자료들은 모두 SSI를 주제로 한 연구에 바탕을 두고 있으며, 주로 과학교육에 대한 성찰과 학생들이

SSI에 어떤 반응을 보이며 그것에 영향을 미치는 요인은 무엇인지, 그리고 학습 또는 SSI 주제가 학생들의 삶과 어떻게 연관되는지에 대해 서술한다.

2. 분석 방법

담론은 특정 주제에 대해 이야기하는 모든 방식의 진술로서 일반적으로 여기에는 그 진술이 구성되도록 만든 사회·문화적 관습과 권력, 지식 등이 내포된 사회적 구성물이다(Jung, 2015; Kung, 2016). SSI 교육을 주제로 한 연구의 서술에도 이와 같은 담론이 숨겨져 있다. 그리고 그 담론 중에는 평생학습과 관련한 담론도 존재한다. 만약 SSI 교육이 과학적 소양으로서의 평생학습능력 함양을 위한 주요한 역할을 할 수 있다고 본다면, SSI 교육 연구 내에서 진술되는 담론들을 평생학습의 측면에서 발견하고 분석하는 것은 과학교육과 평생학습과의 관련을 파악하는 데에 도움을 줄 수 있을 것이다. 이에 본 연구는 SSI 교육 연구 속 평생학습 관련 담론의 타당한 발견과 분석을 위하여 과학교육 관련 전문가(박사 1명, 석사 2명)로부터 연구 목적, 자료 선정, 연구 방법 등을 검토받았으며, 평생교육 관련 전문가(박사 1명)로부터 평생교육과 평생학습 관련 주요 동향 및 문헌을 추천받았다.

다양한 담론 분석 방법을 검토한 이후, 현재 과학교육에서 평생학습에 대한 연구가 많지 않기 때문에 본 연구에서는 질적 내용 분석(Qualitative Content Analysis, QCA) 중 귀납적 방식을 선택하였다. Elo & Kyngäs(2008)에 의하면 질적 내용 분석은 연구 목적에 따라 귀납적 또는 연역적으로 이루어질 수 있으며 현상에 대한 사전 지식이 충분하지 않거나 이러한 지식이 단편화되어 있는 경우엔 귀납적 접근이 알맞다(Lauri & Kyngäs, 2005). 이에 본 연구에서는 연구자의 의도나 맥락이 드러나는 자료들로부터 타당한 추론을 이끌어 내고자 질적 내용 분석 중 구체적인 것을 통해 일반적인 형태로 통합되는 귀납적 방식을 택하였다. 이는 개방 코딩, 범주 생성, 추상화의 세 단계로 이루어지며, 분석의 신뢰도를 높이기 위하여 각 단계마다 동료 검토를 실시하였다.

개방 코딩(open coding) 단계에서는 18개의 자료를 반복적으로 검토하며 각 연구에서 서술되는 평생학습 관련 진술을 살펴보고 핵심 단어와 주제들을 기록하며 다양한 범주의 목록을 확인하였다. 이어진 범주 생성(creating categories) 단계에서는 개방 코딩에서 발견한 다양한 주제들의 목록을 전체 자료 수준에서 비교하고 상위 수준의 주제로 통합하면서 자료 속에서 나타나는 평생학습 관련 진술의 유사점과 차이점을 구분하였다. 마지막 추상화(abstraction) 단계에서는 SSI 교육 연구 속 평생학습과 관련하여 반복적으로 나타나는 주제와 그에 대한 서술을 추상화함으로써 평생학습 관련 주요 담론으로 ‘과학에 대한 인식’, ‘과학과 일상의 연결’, ‘참여적 시민성의 촉진’, ‘정체성의 구성’ 4가지를 추출하였다. 개방 코딩을 통해 연구 자료 전체에 나타난 평생학습 관련 범주를 생성하고 이를 추상화한 자료 분석 과정의 예시는 Table 1과 같다. 이후 위 4가지 담론을 바탕으로 다시금 전체 연구 자료를 검토하고 주요 담론별로 구분하였다(Table 2). 이를 통해 SSI 교육 관련 연구에서 서술되는 평생학습 관련 담론의 유형과 특성을 구체화시키고 UNESCO 평생학습 관련 보고서와의 비교를 통해 시사점을 도출하였다.

Table 1. An example of data analysis process

Source	Open Coding	Creating Categories	Abstraction	
Albe (2008)	<p>시민들이 과학, 기술, 사회 사이의 상호작용에 대해 비판적이 되도록 훈련시키고 기술 과학과 이것의 과잉에 의해 제기된 문제들에 대해 깨우친 결정을 내릴 수 있도록 교육시키는 것이다. 이러한 의사 결정 과정은 과학 교육에서 연구될 필요가 있다(p.806).</p> <p>이러한 결과는 다른 연구들이 보여준 것처럼 개인적인 경험과 기본적 상식이 학생들의 입장에서 중요한 역할을 한다는 것을 보여준다. 또한 가치와 믿음은 학생들의 추리에 내포되어 있다(p.814).</p> <p>학생들은 더이상 의견 불일치와 불확실성을 연구 과정의 본질로 보지 않고 특정 분야의 과학 연구의 성숙도 부족과 관련이 있다고 본다. ... 과학의 본성에 대한 순진한 인식론적 표현은 학생들의 사회·과학적인 문제에 대한 해석을 제한할 수 있다. ... 과학을 점진적이고 체계적으로 바라보는 신념은 사람들이 불안정하고 논쟁의 여지가 있는 사회·과학적 문제에 직면했을 때 의사 결정에 중요한 역할을 하는 것 같다(p.824).</p> <p>본 연구는 인식론적 고려가 모순된 과학적 정보에 대한 학생들의 해석과 SSI에 대한 의사 결정에 중요한 역할을 한다는 것을 강조한다. ... 학교는 더이상 우리가 확신이 있는 주제(흔히 현재의 문제와 관련이 없는 주제)나 논쟁의 여지가 없는 문제에 대해서만 이야기할 수 없다(p.825).</p>	<p>논쟁적 문제 실제적 문제 사회과학적 문제 지역사회 문제 ↳ SSI</p> <p>개인적인 경험 기본적인 상식 ↳ 경험을 통한 지식</p> <p>과학의 본성 과학에 대한 인식 학교에서 배우는 과학 ↳ 과학에 대한 신념/인식</p>	<p>경험과 기본적 상식을 내포하는 가치와 믿음</p> <p>과학적 정보에 대한 신념/인식</p> <p>SSI 주제에 영향을 미치는 과학에 대한 신념</p> <p>학교 과학과 실제 문제의 연결</p>	<p>과학에 대한 인식</p>
	<p>환경적 시민성을 실천하는 과학 교육의 학생은 환경적이고 과학적 측면을 가진 실제의 문제를 해결해야 한다(p.412).</p> <p>교사의 지원을 받아 학생들은 지역의 의사 결정자들로 구성된 지자체에 연락했다. 이로 인해 학생들은 시(市)의 기획 관리자들을 인터뷰하였다. 인터뷰 동안, 학생들은 대기물체세에 대한 관찰을 인용했고 그들의 관찰이 지역의 의사 결정 과정에 영향을 미칠 수 있는지를 탐구했다(p.413).</p> <p>우리는 학생들이 환경적 차원에서 정치적 과정에 적극적으로 참여했기 때문에 과학에서 환경적 시민성을 행사했다고 주장한다(p.419).</p> <p>SSI를 수행하고 학교 밖 활동을 포함하는 중에 ‘학교 생활’과 환경적 시민성을 실천하는 문화 사이에 상당한 긴장이 존재하는 것으로 보인다. ... 교사들이 유사한 과제를 가르칠 기회와 경험을 늘리고 학생들이 그러한 방식으로 교육을 받을 수 있도록 하는 것은 확인된 긴장감의 일부를 감소시킬 수 있다(p.419).</p>	<p>정보의 해석 깨우친 결정 ↳ 의사 결정</p> <p>지자체 지역 주민 지역 전문가 지역의 의사 결정자 ↳ 지역사회 연결</p> <p>정치적 과정 시민으로서의 성격 ↳ 시민성</p>	<p>지역사회 문제와 연결</p> <p>지역 내 인사들과 소통</p> <p>지역의 의사 결정 과정에 참여</p>	<p>과학과 일상의 연결</p> <p>참여적 시민성의 촉진</p>
Kim, Ko, & Lee (2020)	<p>SSI-COMM은 학생들이 지역사회에서 마주하는 버려진 애완동물, 미세먼지, 재활용과 같은 문제를 다룬다. 이 프로그램은 학교 학습을 위해 지역사회 조직이나 지원을 활용한다. 지역사회와의 연결은 단순한 견학을 통한 물적 지원 활용에 그치지 않고 지역 전문가 및 지역 주민과의 만남과 소통을 통해 지역사회 문제를 해결하고 실천함으로써 지역사회에 기여하는 학생의 역할 강조했다. 우리는 SSI-COMM 이 SOP(sense of place)를 증가시키고, SOP를 육성하는 것이 궁극적으로 실제로 행동을 취하는 시민으로서의 성격 개발과 지역 사회 참여로 이어진다고 가정했다(p.401).</p> <p>SOP를 갖는 것은 시민으로서의 성격을 발전시키는 기초가 될 수 있다. 일단 학생들이 지역사회에서의 직접적인 경험을 통해 그들의 지역사회와 연결되었다고 느끼면 ... (p.403).</p> <p>그들은 점진적으로 그들의 공동체 소속감을 발전시키고, 그들의 개인적인 의미를 공동체에 부여하고, 공동체의 가치와 문화를 공유하며, 공동체의 구성원으로서의 정체성을 얻었다(p.415).</p> <p>최근 한국의 과학 교육과정 개편에서는 과학 교육의 목표 중 하나로 과학적으로 참여하고 평생학습자로서 학습을 지도할 수 있는 역할을 새롭게 강조한다. 그러나 교실에서는 이 아이디어가 거의 시행되지 않고 있다. ... 학생들은 왜 그들이 학교에서 과학을 배우는지를 그들 자신의 지역사회에서 실제로 무슨 일이 일어나고 있는지 관찰함으로써 이해할 필요가 있다. 그들은 공동체에 있고 공동체의 사람들과 상호작용을 함으로써 공동체에 속해있다고 느껴야 한다(p.416).</p>	<p>학교 밖 활동 직접적인 경험 ↳ 일상적 경험</p> <p>연결/소통/공유 상호작용 ↳ 참여</p> <p>소속감 개인적인 의미 부여 가치와 문화를 공유 ↳ 정체성</p>	<p>공동체에 속한 구성원으로서의 소속감</p> <p>공동체에 개인적인 의미를 부여</p>	<p>정체성의 구성</p>

IV. 연구 결과

1. 과학에 대한 인식

SSI 교육에서 나타나는 평생학습 관련 담론 중 첫 번째는 학생들의 ‘과학에 대한 인식’이다. 과학은 사회적 상호작용으로 특징지어지는 제한적이고 일시적인 타당성을 가지고 있다(Lederman et al., 2002). 하지만 전통적인 과학교육을 경험한 학생들은 흔히 과학의 정확성 및 확실성을 맹신하는 경향을 보인다(Park, Choe, & Kim, 2020). 이로 인해 학생들은 명확하게 원인과 결과를 파악하기 어려운 SSI 수행에

참여하는 것을 꺼리거나 그들의 경험에서 얻은 지식보다 과학적 지식을 우선하는 모습을 보이기도 한다. 이와 같은 학생들의 과학에 대한 인식은 이후 지속적인 과학 학습의 저해 요인으로 작용하기도 하며, 특히 여학생들에게 더 두드러진 현상으로 보고되기도 하였다(Carlone, Johnson, & Scott, 2015; Ottander & Ekborg, 2012). SSI 교육 연구자들은 이러한 학생들의 과학에 대한 인식이 SSI 교육이 의도한 성과를 방해하는 경우를 보고하며 학생들의 지속적 과학 학습에 미치는 영향에 대해 우려하였다. 하지만 잘 설계된 SSI 교육 연구에서는 과학의 신비화에 대한 인식이 완화되는 모습도 발견할 수 있었다(Herman, 2018; Ottander & Ekborg, 2012). 이러한 결과는 SSI

Table 2. Analyzed literatures and identified categories

No.	Source	Source Types	Category			
			과학에 대한 인식	과학과 일상의 연결	참여적 시민성의 촉진	정체성의 구성
1	Roth, W. M., & Lee, S. (2004)	Academic Journal		○	○	
2	Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007)	Academic Journal			○	
3	Albe, V. (2008)	Academic Journal	○			
4	Ottander, C., & Ekborg, M. (2012)	Academic Journal	○			
5	Ideland, M., & Malmberg, C. (2012)	Academic Journal				○
6	Simonneaux, J., & Simonneaux, L. (2012)	Academic Journal			○	
7	Christenson, N., Chang Rundgren, S.N., & Höglund, H.O. (2012)	Academic Journal	○	○		
8	Bencze, L., Sperling, E., & Carter, L. (2012)	Academic Journal			○	
9	Barrue, C., & Albe, V. (2013)	Academic Journal			○	
10	Jho, H., Yoon, H. G., & Kim, M. (2014)	Academic Journal	○			
11	Hodson, D. (2017)	Book Chapter			○	
12	Herman, B. C. (2018)	Academic Journal	○	○		
13	Sutter, A. M., Dauer, J. M., Kreuziger, T., Schubert, J., & Forbes, C. T. (2019)	Academic Journal		○		
14	Iversen, E., & Jónsdóttir, G. (2019)	Academic Journal			○	
15	Bossér, U., & Lindahl, M. (2019)	Academic Journal		○		○
16	Kim, G., Ko, Y., & Lee, H. (2020)	Academic Journal		○		○
17	Lee, H., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2020)	Academic Journal	○			
18	Eş, H., & Öztürk, N. (2021)	Academic Journal				○

교육이 학생들의 학교과학에 대한 반감을 줄이고 학교 밖 과학 경험 및 형식교육 이후의 과학 학습에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있음을 보여준다.

Albe(2008)는 학생들이 과학적 데이터를 평가할 수 있도록 설계된 교실 활동에서 휴대 전화의 위험과 관련한 SSI에 대해 학생들의 의견이 어떻게 변하는지 논변과 담론 양상을 분석했다. 연구에 참여한 학생들은 SSI 교육 중 역할극 활동에 매우 흥미있게 참여했지만, 과학적 확실성이 입증되지 않은 개인적 결정에는 확신을 갖지 못하는 모습을 보였다. 무엇보다 학생들은 과학의 불확실성을 과학의 본질적인 특성으로 보지 않았으며, 불확실한 상황의 발생 원인을 그 분야의 경험적 연구와 데이터의 부족으로 여겼다. 그들은 SSI에 대한 근거있는 결정을 내리기 위해 과학적 확실성을 기대하고 더 많은 과학적 증거를 요구하였다. 이것은 위에서 언급한 바와 같이 학생들이 과학에 대해 일반적으로 가지고 있는 인식을 보여준다. 이와 비슷한 견해로 Zeidler *et al.*(2002) 또한 SSI에 대한 학생들의 의사 결정에서 과학적 증거를 중요하게 여기며 과학적 증거와 개인 지식을 구분하는 경향을 이야기한 바 있다. Simonneaux & Simonneaux(2012)도 학생들이 현재 상황에서 뚜렷한 해결책이 없는 어떤 문제에 직면했을 때, 추후 과학적 해답이 발견된다면 이 불확실한 문제가 해결될 수 있을 것이라 기대한다고 하였다. 평생학습적 측면에서 보면 학생들이 가진 이런 과학적 확실성에 대한 인식이 오히려 그들이 이전에 학습한 내용을 과소평가하게 만들고 의사 결정에 확신을 갖지 못하게 만드는 결과를 보여준다. 다시 말해 학생들이 스스로 과학적 지식을 학습하기보다 교육을 통해 지식이 주어지기를 기대하는 모습이다.

학생들의 이런 과학에 대한 인식은 매우 견고하기에 불분명한 SSI에 대해 분명하다고 생각하는 과학적 지식의 적용을 어렵게 만들기도 한다. Christenson, Chang Rundgren, & Höglund(2012)는 그들의 연구

를 통해 이러한 현상에 대한 우려를 보여준다. 그들은 80명의 스웨덴 고등학생들의 SSI에 대한 비공식적 논증을 분석하여 학생들의 주장에 대한 근거의 활용과 과학적 지식의 활용 정도를 알아보는 연구를 수행하였다. 선택된 SSI 주제는 지구 온난화, 유전자 변형 식품(GMO), 원자력, 소비였으며 학생들은 서면 보고서를 통해 각 주제에 대해 그들의 의견을 표현하였다. 여기서 특히 주목할만한 점은 학생들이 네 가지 SSI 주제 모두에서 논증을 위해 과학적 지식(27%)보다 가치(67%)를 더 많이 사용했다는 것이다. 특히 개인적인 경험은 6%에 지나지 않았다. 연구자들은 이러한 결과가 나타나는 까닭으로, 학생들이 과학을 논쟁의 여지가 없는 지식의 집합체로 간주하고 일부 과학적 지식의 잠정적 성격에 대해 거의 인식하지 못했기에 추가적인 과학적 지식을 탐색하려는 시도가 적었을 것으로 짐작하였다. 이는 평생학습적 측면에서 학생들의 과학에 대한 인식이 이후 지속적인 과학 탐구에 영향을 미칠 수 있다는 점을 시사한다.

Jho, Yoon, & Kim(2014)의 연구 또한 과학적 지식과 의사 결정 사이의 관계에 대한 비슷한 결과를 보여준다. 그들은 대학교 학부 과정 89명 학생들을 대상으로 사회·과학적 문제, 특히 한국의 원자력 문제에 대한 학생들의 과학 지식 이해, 태도 및 의사 결정의 관계를 조사하였다. 연구 결과 학생들의 과학 지식에 대한 이해는 수업을 통해 크게 향상되었지만, SSI에 대한 태도와 의사 결정은 유사하게 유지되었다. 세 영역의 관계에서 태도는 의사 결정과 어느 정도 연관되어있는 반면 과학 지식은 의사 결정과 유의한 관련을 보이지 않았다. 특히 과학교육에서 내용 지식의 강조에도 불구하고 학생들은 SSI 해결을 위해 학교 기반 과학 지식을 거의 사용하지 않았다. 이를 통해 학교에서 배운 과학 지식이 사회·과학적 문제와 관련한 의사 결정에 적용되지 못하며 오히려 생활 속에서 습득한 태도가 의사 결정에 주요한 영향을 미치는 것을 발견할 수 있다.

하지만 SSI 교육을 통해 학생들의 과학에 대한 인식이 변화하고 이후의 학습에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 가능성을 보여주는 연구들도 있다. Herman(2018)은 엘로스톤 지역의 늑대 재도입이라는 논쟁적인 환경 문제를 주제로 한 수업에 참여한 60명의 중학생들의 NOS 변화 과정을 조사하였다. 그는 SSI 교육 전과 후의 학생들의 응답을 비교한 결과, SSI 교육 전에는 과학 및 기술에 과도한 특권적 지위를 부여하는 ‘과학만능주의’와 유사한 견해가 많았으나 SSI 교육 후에는 과학적 지식과 함께 다른 특정 요소(eg. 사회·문화적, 경제적, 윤리적)를 함께 언급하는 견해가 증가했음을 보고한다. 이러한 결과는 SSI 교육이 학생들의 과학에 대한 인식의 변화와 학교 밖 과학과 관련한 다양한 사회 문제에 참여하는 준비에 기여할 수 있음을 보여준다.

이와 비슷한 결과를 보여주는 연구로 Ottander & Ekborg(2012)를 살펴볼 수 있다. 그들은 학생들이 과학에 관심을 가지지만 학교에서의 과학이 어렵고 자신과 관련이 없다고 생각하는 점에 문제를 제기하였다. 그들은 이러한 학생들의 인식을 바꾸고 과학에 대한 학생들의 관심과 지식, 학교 밖에서 과학을 사용할 수 있는 능력을 향상시키는 새로운 전략으로 SSI 교육을 선택했으며 스웨덴의 약 1,500명의 중학생(13-16세)들을 대상으로 SSI 교육을 실시하였다. 그들은 SSI를 다루는 교육이 학생들의 과학에 대한 관심 부족 문제를 극복하는 데 도움이 될 수 있는지 그리고 과학 활동 및 지식 사용에 관한 교육을 포함할 수 있는지를 알아보기 위하여 SSI를 다루기 전과 후에 설문지를 기반으로 한 조사를 수행하였다. 조사 결과 대부분의 학생들이 SSI를 다루는 동안 정보를 검색하고 평가하는 법을 배웠다고 이야기했으며, 특히 여학생들은 SSI 주제를 다루는 활동이 미래의 삶과 관련이 있다고 이야기했다.

그 밖에 Lee, Lee, & Zeidler(2020)는 전통적인 강의 기반 교실 수업에 익숙한 환경에서 SSI 수업을 구현함으로써 발생할 수 있는 긴장을 식별하는 연구를 수행하였다. 한국 공립 중학교 139명의 학생들은 3~4주 동안 7차시에 걸쳐 유전자 변형 기술에 관한 SSI 프로그램에 참여하였으며, 연구자들을 여기에 참여한 학생들에게서 불확실성에 대한 편협함, 과학만능주의, 경쟁심, 편리하고 쉬운 합의의 네 가지 현상을 식별했다. 그들은 학생들이 지속적으로 과학에 대한 시야를 넓히기 위해서는 학교과학 교육에서 이러한 긴장에 대한 대비가 필요하며 교사가 전통적인 과학 수업에서도 과학의 불확실성을 설명해야 한다고 주장한다. 또한 일상생활의 무수한 SSI에 대처하기 위한 수업을 위해서 보다 진보적인 교육 분위기를 제안한다. 이를 위한 대안으로 과학 교사가 학생들과 함께 과학 수업에서 SSI를 다루어야 하는 까닭과 이러한 문제를 함께 해결할 수 있는 방법에 대해 논의하는 것을 제안하기도 하였다. 이러한 시도는 과학 수업에 참여하는 학생들의 과학에 대한 인식 변화에 도움이 될 수 있을 것이다.

앞선 연구들을 통해 학생들이 과학적으로 분명하게 답을 내릴 수 없는 SSI 문제를 접할 때 판단을 유보하거나 의사 결정 과정에서 과학적 지식을 배제시키는 경우를 확인할 수 있었으나, 한편으로는 SSI 교육을 통해 이를 개선할 수도 있음을 발견하였다. 즉 과학교육에서 과학의 본질, 과학의 역할 및 한계, 과학적 증거의 지위, 과학과 관련된 이해 관계 및 과학 공동체가 지식을 확립하기 위해 작동하는 방식 등을 고려하도록 하는 것은 학생들이 가진 과학에 대한 오해를 줄이고 실제적 문제 해결을 위한 과학적 지식의 사용과 지속적인 학습에 도움이 될 수 있다.

2. 과학과 일상의 연결

과학을 일상생활과 연관시키려는 시도는 역사적으로 과학교육 연구 전반에 걸쳐 이루어져 왔으며(DeBoer, 1991), 학습 맥락이 일상생활과 관련한 쟁점을 수반할 때 학생들의 학습에 대한 흥미 및 동기가 증진될 수 있다는 것은 SSI 교육에서 보편적으로 언급된다(Albe, 2008; Roth & Lee, 2004; Zeidler *et al.*, 2009). 하지만 평생학습적 측면에서 바라보면 이렇게 증진된 학습자들의 흥미와 동기는 다시금 그들이 경험하는 무수한 일상 속 경험을 학습으로 구성되게끔 한다. 또한 학습자들이 일상의 문제를 발견하고 그것에 적극적으로 참여하는 데에 결정적인 영향을 미칠 수 있다. SSI 교육에서 발견할 수 있는 평생학습 관련 두 번째 담론은 학교에서 학습하는 과학과 학습자들의 삶인 일상의 연결이다. 이러한 일상은 학생들이 속한 지역 사회의 장소, 사람, 문제 등과 관련되는 경우가 많다.

Sutter *et al.*(2019)는 학생들이 에너지에 대해 어떻게 문제화 하는지를 파악하기 위해 지역의 풍력 에너지 문제에 중점을 둔 교육 프로그램을 개발했으며 학생들이 문제에 대한 틀을 잡고 추론하며 의사 결정을 내리는 모습을 분석하였다. 이 연구에 따르면 학생들은 문제가 그들이 생활하는 지역과 관련된 경우 그들과 직접적으로 관련된 문제로 인식하는 경향을 보여주었으며, 이는 학생들이 풍력 에너지 문제에 대해 매우 역동적인 방식의 추론이 가능하게 만들었다. 연구자들은 학생들을 미래에 닥쳐올 시급한 과제에 대처하는 소양을 갖춘 개인으로 준비시키기 위해서 이처럼 학생들이 문제를 제기하고 SSI에 대한 의사 결정에 참여하는 등의 지역 기반 SSI 교육이 필요하다고 주장한다.

앞서 엘로스톤 지역의 늑대 재도입이라는 주제를 수업에서 다루었던 Herman(2018) 또한 학생들이 가진 과학과 기술의 역할에 대한 입장이 학생들이 속한 지역에 기반한 SSI 교육을 통해 달라질 수 있음을 보여주었다. 허드슨 만 프로젝트(지역 사회 문제)를 통한 과학교육을 수행한 Roth & Lee(2004)도 학생들이 그들의 삶과 관련한 실제적이고 지역적인 쟁점의 탐구에 의미 있게 참여할 수 있음을 주장한다. 더불어 Iversen & Jónsdóttir(2019)의 연구에서도 환경적 시민성의 실천을 위해 지역을 중심으로 한 학교 밖 활동을 하는 것이 중요하다고 하였다.

스웨덴 고등학생 80명의 SSI에 대한 비공식적 논증을 살펴본 Christenson, Chang Rundgren, & Höglund(2012)는 학교 과학수업을 통해 학생들에게 평생 동안 필요한 모든 과학을 가르치는 것은 불가능하기에 학생들이 SSI 과학 학습에 더 많이 참여함으로써 학교 외의 상황에서 과학적 정보에 입각한 결정을 내리는 역량을 길러야 한다고 주장한다. 그들은 이를 위한 구체적 방법으로 SSI 교육을 통한 학교 과학과 일상 속 경험의 연결, 그리고 이것이 가능한 맥락을 만드는 것의 중요성을 이야기한다.

Kim, Ko, & Lee(2020)는 한국의 과학교육 목표 중 하나로 평생학습자로서의 과학적 참여를 새롭게 강조하고 있지만, 이것이 교실에서는 거의 실행되지 않음을 문제 삼으며 학교와 지역 사회를 연결하는 지역 사회 기반 과학 관련 사회적 쟁점 프로그램(SSI-COMM)을 설계하고 구현했다. 이 프로그램을 통해 학생들은 지역 자원을 활용하고 지역 기관 및 센터의 전문가, 지역 주민들과 소통할 수 있는 기회를 누렸으며, 학생들은 모든 과정에 자발적으로 즐겁게 참여했다고 이야

기했다. 연구자들은 학생들이 자신이 속한 지역 사회에서 실제로 일어나는 일을 관찰함으로써 학교에서 배우는 과학을 이해할 필요가 있음을 주장한다.

이처럼 지역에 기반한 SSI 교육은 평생학습의 측면에서 학교 과학과 일상생활 간의 연결이라는 담론으로 구분되며, 과학교육에서 이러한 맥락을 만드는 것은 학생들의 지역에 대한 애착과 더불어 그들이 적극적으로 지역의 과제에 참여하고 수행하는 데에 도움을 줄 수 있다.

3. 참여적 시민성의 촉진

평생학습과 관련한 세 번째 담론은 ‘참여적 시민성의 촉진’이다. 앞서 Lippmann-Dewey의 논쟁에서도 언급한 바와 같이 과학·기술의 발달이 사회의 변화를 주도할수록 학생들을 과학적 소양을 가진 시민으로 길러내기 위한 과학교육의 책무와 실행은 중요한 의미를 가진다.

먼저 Barrue & Albe(2013)는 과학교육에서 SSI가 프랑스 중등 교육과정에 도입되었지만 그 주체로서의 시민성에 대한 개념이 분명하지 않음에 대해 문제를 제기하며 과학교육에서 시민의 개념이 무엇인지 명확히 하는 것이 필요하다고 여겼다. 그들은 교육과정 분석과 교사 설문을 통해 ‘유순한 시민’을 만드는 규범적 교육과 ‘비판적 시민’을 만드는 것을 목표로 하는 해방적 교육 사이에서 확인된 긴장은 우리가 어떤 종류의 시민을 원하는지 명확히 하는 것이 필요하다는 것을 강조한다. 즉 과학교육에서 학생들이 학교과학을 넘어 시민으로서의 민주적 참여를 촉진하고자 한다면, 추구하고자 하는 시민의 의미와 교육과정에서 이에 대한 분명한 지지가 필요하다는 것이다. 비록 두 종류의 시민 개념 사이에서 해방적 교육을 지지하는 교사는 소수였지만 이들이 보여주는 학교와 사회의 연결, 예를 들어 학생들이 사회적 토론과 정치적 결정에 참여하는 등의 활동을 구성하고 이를 통해 비판적 시민으로 자라나길 바라는 것은 학교 과학교육이 지향하는 시민성의 모습을 엿볼 수 있게 한다.

Roth & Lee(2004)는 과학교육에서 공동체 생활에 대한 참여를 고려하는 것은 학습자들이 SSI에 평생 동안 참여하고 이와 관련한 과학적 지식을 학습할 수 있는 가능성을 보여준다고 이야기하며 과학적 소양을 사회적 실천의 관점에서 접근한다. 그들은 허드슨 만의 수질과 환경 문제 해결을 위한 실천적 과학 교육을 수행했으며, 이러한 수행을 통해 학생들이 시민으로서 문제에 대한 타당한 방법을 모색하고 지역 사회에 참여할 수 있게 된다고 주장한다. 그리고 그들은 이와 같은 교육이 학교 밖과 학교 안의 경계를 뛰어넘어 중단없는 평생학습의 출발점을 제공할 수 있다고 보았다.

또한 Sadler, Barab, & Scott(2007)은 일반적으로 시민성 교육을 촉진할 수 있는 잠재력 측면에서 SSI의 가능성을 인정하지만 이를 입증할 실용주의적 관점의 부족을 지적하며 이를 사회·과학적 추론으로 증명하고자 하였다. 그들은 학생의 SSI와 관련한 경험이 단순한 시민성에서 더 나아간 다른 형태의 사회적 실천을 촉진할 수 있다고 여기며 사회·과학적 추론이 SSI와 관련한 특정 실행을 파악하는 구조로서의 역할을 할 수 있다고 보았다. 이에 사회·과학적 탐구에 참여하는 중학생 24명과의 인터뷰를 통해 사회·과학적 추론의 이론적 측면을 다음과 같이 네 가지로 설명하고 있다: (i) SSI의 고유한 복잡성 인식, (ii) 여러 관점에서 문제 조사, (iii) 지속적인 연구의

대상으로서의 SSI, (iv) 잠재적으로 편향된 정보에 대한 회의적인 태도. 연구자들은 SSI 교육을 통한 사회·과학적 추론이 학생들의 교실 밖에서의 사회적 실천에 대한 참여를 증대시킬 수 있다고 주장한다.

그밖에 Iversen & Jónsdóttir(2019)는 SSI 과제를 수행하는 노르웨이 중학생을 대상으로 과학교육에서 환경적 시민성의 실천을 촉진하는 요인을 탐구하고 SSI 교육이 환경적 시민성 실천 개념의 발전에 기여하는 바에 대한 연구를 수행하였다. 그들은 과학교육을 통해 우리가 살고 있는 사회에 대한 비판적 관점, 그것을 유지하는 가치, 그리고 무엇을 바꿀 수 있는지 등의 질문을 할 수 있고, 이것이 학생들로 하여금 책임 있는 시민이 되는 것을 도울 수 있음을 이야기한다. 하지만 그들의 연구에서는 학생들이 경험하는 학교 문화와 SSI 과제 수행 및 학교 밖 활동 등을 통한 환경적 시민성의 실천 사이에 존재하는 상당한 긴장을 보여준다. 학생들 중에는 이러한 SSI 과제가 난잡하다고 느끼며 매우 어려워하는 경우도 있었다. 이것은 앞서 전통적인 과학 수업과 SSI 수업 간의 긴장을 살펴본 Lee, Lee, & Zeidler(2020)의 연구와도 연결되는 지점이라 할 수 있다. 그렇지만 Iversen & Jónsdóttir(2019)는 SSI 과제와 관련한 가장 중요한 경험은 학생들이 정립된 과학적 지식을 배우는 것이 아니며 스스로 그들의 지식을 사용하여 지역 사회에서 책임감 있는 시민이 되는 경험을 얻는 것이라고 주장한다.

그 밖에 Simonneaux & Simonneaux(2012)는 SAQs(Socially Acute Questions)¹⁾을 적용한 교육을 지속가능성의 관점에서 분석하기 위한 이론적 틀을 개발하고 SAQs 해결을 위한 비판적 사고의 구성이 과학적 시민 의식 훈련을 위한 필수 요소로 간주되어야 한다고 주장한다. 비슷한 견해로 Levinson(2010)은 비판적 성찰이 시민성 교육에 필수적이며 문제는 정치적 소양으로 이어질 수 있는 과학적 소양에 있다고 하였다. 그리고 Simonneaux & Simonneaux(2012)는 학습자들이 과학적 소양을 기르고 진정으로 SAQs를 이해하기 위해서는 배우는 것만으로는 충분하지 않으며 무엇보다 학생들의 과학 활동에 대한 참여와 행동을 장려해야 하며 더 구체적으로는 과학을 가르치는 목표가 학생들이 사회적 과정과 분리될 수 없는 과학적 과정에 적극적으로 참여하도록 하는 것이 되어야 한다고 주장한다.

하지만 앞선 연구들(Iversen & Jónsdóttir, 2019; Lee, Lee, & Zeidler, 2020)이 보여주듯이 학교 과학문화에 속한 과학교육에서 학생들이 사회적 실천을 하게끔 가르치기는 쉽지 않다. 이를 위해 Bencze, Sperling, & Carter(2012)는 교육과정 속에서 SSI 교육을 시행할 수 있는 이론적 틀로 ‘STEPWISE’(Science and Technology Education Promoting Well-being for individuals, Societies and Environments)를 개발하고 그것을 발달시켰다. STEPWISE의 지향과 기본적인 접근은 다음과 같다: (i) 교사 혹은 학생에 의해 선택된 중요한 SSI에 대한 학생의 현재 이해를 표현하고 토의하도록 학생들을 격려한다; (ii) 현대의 연구 결과가 무엇이든, 문제를 더 잘 이해할 수 있게 해주는 과학 내용 지식을 토론하고 강화시킨다; (iii) 쟁점을 뒷받침하는 사회적, 정치적, 경제적, 윤리적 생각을 이해한다; (iv) 학생들에게 쟁점에 대한 그들의 연구를 형성할 수 있는 기회를 제공한다; (v) 직접적이든 간접적이든 서로 연관되고 가능한 중재의 종류를 생각해 본다; (vi) 개인 그리고 단체 수준에서의 행동에 참여한다; (vii) 취한 행동의 효과와 타당성을 평가하고 다른 사람들과 알게 된

1) 프랑스에서 SSI 교육과 흡사한 의미로 사용됨

점과 비판 사항을 의사소통한다(Hodson, 2017).

이러한 STEPWISE를 지지한 Hodson(2017)은 협력보단 경쟁, 학습 결과의 측정, 교사 중심 교육이 학생들에게 그들의 지식과 기술, 가치와 경험을 불신하고 저평가하도록 이끌었다고 보았다. 특히 대부분의 과학교육에서 책임감 있는 실천적인 시민성에 대한 준비가 매우 적음을 지적하며, 학생들이 실제로 사회·정치적 경험을 하길 원한다면 교사 또한 이러한 경험을 가져야 한다고 주장한다. 그리고 흔히 교사로서 중립적 위치와 사회·정치적 논쟁과 이슈를 피하기를 권장받기도 하지만 한편으로 이러한 비개입은 자칫 우세한 이데올로기에 대한 암묵적 지지로 보일 수 있다고 우려한다. 이에 그는 학생들의 사회·정치적 참여 및 실천을 가능케 하는 교육과정과 그것을 지지하는 교사의 역할을 강조하며 STEPWISE는 모든 학생들이 평생에 걸쳐 사회·정치적인 인식을 하도록 만드는 힘을 가지고 있다고 하였다. 또한 사회·정치적 실천을 위해 SSI 기반 교육과정의 채택과 교육과정의 실행에서 사회·정치적 실천을 포함하도록 확장하는 교육적 전환이 필요함을 이야기한다. 평생학습적 측면에서 앞선 연구자들의 견해와 Hodson(2017)이 제안한 교육적 전환은 과학교육이 가진 참여적 시민성의 지향을 분명히 엿볼 수 있다.

4. 정체성의 구성

마지막으로 SSI 교육에서 나타나는 평생학습 관련 담론은 ‘정체성의 구성’이다. 인간은 평생 동안 끊임없는 성장을 통해 스스로의 위치를 확인하고 존재를 확립하며 정체성을 구성해나간다. 오늘날 개인화가 촉진되고 무수히 많은 지식이 생성되며 다양한 삶의 모습을 경험하는 가운데 학생들의 정체성은 계속해서 주변의 영향을 받는다. Carlone, Johnson, & Scott(2015)과 Hwang(2018)에 의하면 과학 학습을 통한 공동체의 참여는 정체성의 발달 과정으로 볼 수 있으며 학습자가 지닌 다양한 사회·문화적 정체성은 학습의 긍정적인 자원으로 고려할 수 있다. 우려되는 점은 전통적인 과학 교실 문화를 경험한 학생들은 정체성 구성에 있어 과학과 사회를 연결하고 스스로에 대해 성장하는 기회와 경험이 부족하다는 것이다. SSI 교육은 학생들에게 이러한 성장의 과정을 풍부하게 제공하고 정체성의 구성 및 발전에 도움을 주기 위해 노력하는 시도를 보여준다.

먼저 Bossér & Lindahl(2019)은 SSI 교육에 참여하는 학생들의 정체성을 알아보기 위해 포지셔닝 이론(positioning theory)을 사용하여 교사와 학생 간 담화의 상호 작용을 분석하였다. 이를 통해 그들은 학생들을 독립적인 학습자이자 토론 및 의사 결정의 참가자로서 위치시키는 SSI 교육의 역할을 확인할 수 있었다. 특히 학생들을 SSI와 관련한 주요한 사회적 구성원으로 위치시키는 교실 상황은 그들로 하여금 교육에 대한 주체적 권한을 가질 수 있게 하였다.

Ideland & Malmberg(2012)는 Roberts(2007)의 Vision II를 인식하는 과학 교실의 담화에 대해 연구하였다. 그들은 학교 과학이 학생들의 주체적 위치를 제한하는 담화로 이루어져 있다고 간주하고 교실 내 담화의 구성 및 학생들이 담론 내에서 자신의 정체성을 구성하는 방식에 대해 알아보았다. 연구는 도시와 교외에 위치한 서로 다른 두 학교의 중학생들을 대상으로 진행되었으며, 연구 결과 신체와 건강을 주제로 한 SSI에 대한 학생들의 담론이 학교 과학 담화, 신체 담화, 일반적 학교 담화로 구성되어있으며, 학생들이 자신의 정체성

을 사회·문화적으로 구성하는 방식에 따라 담화가 다른 방식으로 사용되는 것을 발견하였다. 예를 들어 중산층의 여학생들은 SSI와 관련한 수행이 그들이 생각하는 ‘성공적인 학생’이라는 정체성을 위협하기 때문에 이에 대한 저항을 보여주기도 하였다.

Eş & Öztürk(2021)은 SSI의 다차원적 구조를 파악하기 위한 모듈인 SEE-STEP(Sociology/culture (S), Environment (E), Economy (E), Science (S), Ethics/morality (E), and Policy (P))을 통해 학습자들이 다양한 사회·문화적 영향으로부터 그들의 가치와 관점을 확립해가는 것을 보여준다. SEE-STEP 구현 과정에서 중학교 7학년 학생들은 SSI에 대해 다양한 측면에서 고려하고 주제에 대한 여러 가지 관점을 나타냈다. 또한 SSI에 기반한 교육 모듈이 학생들로 하여금 지역적, 장기적, 세계적 수준에서 사고하는 능력을 향상시키고 일상에서 마주할 수 있는 문제에 대한 결정을 내리는 데 기여한다는 것도 추가적으로 확인할 수 있었다. 앞서 살펴본 Kim, Ko, & Lee(2020) 또한 지역 사회 기반 과학 관련 사회적 쟁점 프로그램(SSi-COMM)에 참여한 학생들이 문제에 대한 개인적인 의미를 부여하고 공동체의 가치와 문화를 공유함으로써 지역 사회 구성원으로서의 정체성을 획득할 수 있다고 보았다.

정체성과 관련한 SSI 교육 연구에서 공통적으로 언급하는 맥락은 학교 과학교육을 넘어 학교와 사회의 연결을 통한 사회·문화적 맥락이다. 이는 평생학습적 측면에서 학생들이 사회적인 상황들을 경험하고 인식한 내용을 인지적, 정서적, 실제적인 것으로 전환하며 개인적인 전기로의 통합을 통해 끊임없이 변화하는 개인을 만들어 내는 과정(Jarvis, 2018)으로 이해될 수 있다. 더불어 학생들의 평생학습능력의 함양을 위해선 그들이 수업에 참여하기까지의 경험 그리고 학교 내·외의 사회·문화적 맥락을 파악해야 한다는 점도 시사한다.

V. 결론 및 제언

평생학습은 이미 교육 연구에 있어 다양하고 폭넓게 사용되는 담론이다. 최근에는 평생학습능력을 과학과 교육과정의 목표에 포함하였으나 교육과정 내용 체계에서 이를 뒷받침할 세부 내용은 구체적으로 언급되지 않아 본격적으로 뒷받침되지 못하고 있다(Kim, Ko, & Lee, 2020). 이와 같이 평생학습은 그 의미가 지닌 광대함으로 인해 오히려 너무 쉽게 그리고 너무 간단히 적용되는 경향을 확인할 수 있다. 이에 본 연구에서는 학생들의 평생학습능력 함양을 위한 교육적 시도 중 하나로 SSI 교육의 가능성에 주목하고 이를 평생학습적 측면에서 검토하였다. 연구 결과, 다양한 SSI 교육 연구들이 이미 여러 맥락에서 평생학습적 인식을 가지고 있으며 학생들의 삶의 경험을 학습의 일부로 바라보는 경향을 확인할 수 있었다. 그리고 이러한 노력을 통해 새로운 사회의 변화에 대응하고자 하는 과학교육의 가능성을 엿볼 수 있다.

먼저 SSI 교육 연구에서 확인된 평생학습 관련 담론은 ‘과학에 대한 인식’, ‘과학과 일상의 연결’, ‘참여적 시민성의 촉진’, ‘정체성의 구성’으로 총 4가지이다. 그리고 검토한 SSI 연구들 중 상당 부분은 평생학습에 대한 하나의 담론을 보여주기도는 여러 담론이 혼재된 모습을 보여주었다. 즉 하나의 연구도 두 가지 담론이 중복되어 나타날 수 있다. 특히 ‘과학과 일상의 연결’ 담론의 경우 다른 세 가지 담론과 중복되어 나타나는 경우가 많았다. 이는 과학교육에서 평생학

습을 지향하는 데에 있어 학생들이 배우는 과학과 일상생활(삶)과의 연결을 세심하게 살펴야 하며 이러한 연결을 통해 더욱 다양한 평생 학습능력 함양의 가능성을 보여준다.

첫째 ‘과학에 대한 인식’은 학생들이 가진 과학에 대한 올바른 지 못한 이해가 그들의 과학적 지식의 실제적 사용 및 추가적인 과학 학습을 저해하는 현상으로 나타나며 이를 개선할 교육적 장치로 SSI 교육을 활용하고자 하는 담론이다. 예를 들어 전통적인 과학교육을 경험한 학생들에게서 발견되는 과학만능주의적 경향은 명확하게 원인과 결과를 파악하기 어려운 SSI 수행에 참여하는 것을 꺼리게 하거나 그들의 경험에서 얻은 실제적 지식보다 과학적 지식을 우선하는 모습으로 나타나기도 하였다. 이와 같은 학생들의 과학에 대한 인식은 이후 과학에 대한 지속적인 학습의 저해 요인으로 작용할 수 있다. 하지만 SSI 수행 경험을 통해 학생들은 인간활동으로서의 과학의 한계와 가능성을 인식하는 모습을 발견할 수 있었으며 이것은 SSI 교육이 학생들의 학교과학에 대한 반감을 줄이고 학교 밖 과학경험 및 형식교육 이후의 과학 학습에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있음을 시사한다.

둘째 ‘과학과 일상의 연결’은 과학 학습 맥락이 일상생활과 관련한 쟁점을 수반할 때 학생들의 학습에 대한 흥미 및 동기가 증진될 수 있다는 SSI 교육 연구의 보편적 연구 결과로부터, 이렇게 증진된 학습자들의 흥미와 동기가 다시금 그들이 경험하는 무수한 일상 속 경험을 과학 학습으로 구성되게끔 하는 계기가 될 수 있음을 보여준다. 다시 말해, 이러한 SSI 교육을 경험한 학습자들은 이후에도 일상의 문제를 발견하고 그것에 적극적으로 참여하는 데에 결정적인 영향을 미칠 수 있다.

셋째 ‘참여적 시민성의 촉진’은 과학교육이 시민성 교육으로서의 역할을 올바르게 수행하길 바라는 담론으로 과학교육에서 이야기하는 시민 개념의 명확화, 과학 관련 사회적 쟁점 해결을 위한 비판적 사고 및 사회·과학적 추론, 사회적 실천을 촉진하기 위한 교육적 틀(eg. STEPWISE) 등에 관한 연구들로 나타났다. 이는 학생의 사회·정치적 참여와 실천의 역할을 강조하고 이것을 뒷받침하는 교육과정의 필요성을 시사한다.

넷째 ‘정체성의 구성’은 SSI 교육을 학생들의 정체성 발달에 기여할 수 있는 방법으로 바라보는 담론이다. 학생들의 정체성에 영향을 미치는 사회·문화적 맥락을 이해하고, 교실 문화 속에서 학생들이 교육에 대한 주체적 권한을 가지게끔 위치시키며, 공동체의 가치와 문화를 공유함으로써 지역 사회 구성원으로서의 정체성을 획득하는 등의 SSI 교육은 학생들에게 성찰의 과정을 제공함으로써 학생들의 정체성 구성에 도움을 줄 수 있다.

1996년 UNESCO는 앞선 Faure 보고서(Faure *et al.*, 1972)에 이어 21세기를 내다보며 인류의 평화와 미래를 위한 평생학습의 방향과 이념을 종합적으로 제시하기 위해 Delors 보고서(Delors *et al.*, 1996)를 발행하였다. 그리고 여기에서 제안된 내용은 현재까지도 평생학습의 주요 목표로 여겨지고 있다. 그 증거로 Delors 보고서는 웰빙(well-being)을 비롯한 개인적 삶의 질에 대한 사람들의 관심 증가와 자기 계발적 차원 등의 내용을 담고 있는데 이는 최근 ‘Education 2030’(OECD, 2018)에서 ‘웰빙’(well-being)이라는 용어를 사용하고 이를 미래 교육의 비전으로 삼는 것과 일맥상통한다.

Delors 보고서에는 평생학습의 네 가지 기둥으로 다음의 네 가지

학습을 제시하였다. 첫 번째 학습은 ‘알기 위한 학습’(learning to know)으로 세상에 대한 이해의 도구로서의 지식 습득을 위한 학습이다. 두 번째 학습은 ‘행동하기 위한 학습’(learning to do)으로 개인이 세계에 대해 창조적으로 대응하는 것을 뜻한다. 세 번째 학습인 ‘더불어 살아가기 위한 학습’(learning to live together)은 개개인이 속한 공동체 속에서 다양성을 존중하고 다른 사람들과 조화롭게 삶을 영위하며 협동하는 능력을 학습하는 것이다. 마지막 네 번째 학습은 ‘존재를 위한 학습’(learning to be)으로 앞의 세 가지 학습을 통한 인간 존재의 진보로서 교육의 목표를 개인의 인격 완성에 두고 자신의 문제를 스스로 파악하고 해결하며 책임을 짐으로써 개인의 인성을 성숙시키고 도덕적 자율성 신장과 책임감 있는 행동을 하도록 해주는 학습이다. SSI 연구에서 발견한 평생학습 관련 담론들을 살펴본 결과 이러한 담론들이 Delors 보고서(1996)의 네 가지 학습과 연결되는 점을 발견할 수 있다.

먼저 Delors 보고서의 ‘알기 위한 학습’(learning to know)은 본 연구에서 첫 번째로 범주화했던 담론인 ‘과학에 대한 인식’과 관련이 된다. 세상에 대한 이해의 도구로서 과학을 바르게 인식하는 것이 곧 ‘알기 위한 학습’에 해당하기 때문이다. 하지만 지식 중심의 학교 과학교육에서 배운 과학적 지식은 세상을 이해하기 위한 도구로서의 그 역할을 하지 못하는 경우도 많았다. 이것은 SSI를 접한 학습자들이 과학적 지식보다는 윤리적 가치를 의사결정의 주된 도구로 사용하는 것을 통해 알 수 있다. SSI 교육 연구자들은 이러한 교육적 상황에 대해 문제를 제기하고 SSI를 기반으로 한 교육적 설계를 통해 학습자들에게 논의와 합의를 통한 과학적 지식의 생성과정과 과학의 잠정성을 인식하게 하였다. 평생학습적 측면에서 이러한 연구 결과는 학생들이 과학적 지식을 통해 세계를 이해하고 올바른 의사결정을 하는 데에 긍정적인 영향을 미칠 SSI 교육의 가능성을 확인할 수 있다.

Delors 보고서의 ‘행동하기 위한 학습’(learning to do)은 세 번째 담론인 ‘참여적 시민성의 촉진’과 연결된다. 학생들이 과학적 소양을 바탕으로 사회 문제에 참여하고 사회적 실천을 하는 것은 SSI 교육에서 매우 중요한 목표이며(Zeidler, 2014), 이는 사회·정치적 행동을 할 수 있으며 실천 지식의 함양으로서의 과학적 소양을 제시한 Sjostrom & Eilks(2018)의 VISION III에 해당되기도 한다. 학생들이 세계에 창의적으로 대응하기 위해서는 그들이 사회에 대해 질문을 던지고 비판적인 관점을 유지하며 타당한 증거를 바탕으로 한 추론 능력을 발휘하도록 과학 활동이 이루어져야 한다. SSI 교육에서 지향하는 이러한 활동은 과학교육에서 늘 목표로 하는 탐구를 통해 우리 세계에 질문을 던지는 과학적 수행과 일치한다. 다만 그 과정에서 학생들의 참여와 실천이 더 강조될 뿐이다. 그리고 앞서 살펴본 SSI 연구들을 통해 이러한 참여와 실천을 어렵게 하는 다양한 요인(권위적인 교실 문화, 평가 중심 교육, 폐쇄적인 학교 시스템 등)들을 확인할 수 있었다. 이를 해결하기 위해서는 무엇보다 교육과정 차원에서 적극적으로 SSI 교육을 지원하는 것이 필요하다(Barrue & Albe, 2013; Bencze, Sperling, & Carter, 2012).

셋째 ‘더불어 살아가기 위한 학습’(learning to live together)은 두 번째 인식인 ‘과학과 일상의 연결’과 연결되는데, 학생들은 SSI 교육을 통해 그들의 삶과 연관된 과학을 발견하고 지역 사회의 다른 구성원들과의 의사소통 및 협동을 통해 지역 사회 문제 해결에 기여하는 경험을 할 수 있다. 예를 들어 SSI의 경우 문제와 관련한 다양한 이해

당사자들의 입장 차이가 존재하며 이것을 파악하는 것은 문제와 관련한 사회 구조와 맥락을 이해하는 방법 중 하나가 될 수 있다. 예를 들어 풍력 발전기 건설의 경우 신재생에너지를 통한 전력의 생산을 늘리려는 정부 및 기업의 입장과 철새의 생식에 미칠 영향을 염려하는 조류학자의 입장, 농지 훼손을 우려하는 농민의 입장 등이 있을 수 있다. 이처럼 공동체를 이루는 구성원들의 다양성을 존중하고 배려하는 태도는 SSI를 다루는 대부분의 학습 과정에서 요구된다.

그리고 SSI 교육에 참여하는 학생들은 다양한 문제 상황을 인식함으로써 이를 인지적, 정서적, 실제적인 경험으로 전환하며 개인적 전기 속에서 이와 관련한 자신의 관점과 가치를 확립하게 된다. 즉 사회 속에 존재하는 자신의 정체성에 대해 성찰하게 되는 것이다. 이는 Delors 보고서의 마지막 학습인 ‘존재를 위한 학습’(learning to be)과 연결될 수 있으며 본 연구에서 분류한 평생학습 관련 담론 중 ‘정체성의 구성’과 비슷한 맥락을 가진다.

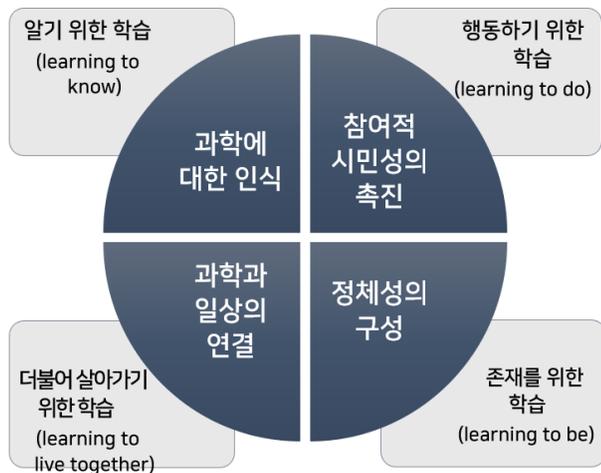


Figure 1. The relationship between SSI science education & The four pillars of education

하지만 이러한 평생학습 관련 담론이 지향하는 교육을 실현시키기 위해서는 앞으로 가야할 길이 멀다. 실제 교육 현장에서 학생들의 평생학습을 고려한 이러한 교육적 실행은 소수에 불과하며 SSI 교육에 참여할 때뿐인 경우가 많다. 평생학습은 전 생애 걸쳐 이루어지는 학습이며 전체적인 교육 시스템을 아우르는 운영과 관리가 필요하다. 평생학습에 대한 중요성은 평생학습의 필요성에 대한 국가평생교육진흥원(2020)의 조사에서 응답자의 91.1% 이상이 평생학습이 필요하다고 동의한 것을 통해 알 수 있듯이 이미 사회적 합의에 도달했다고 볼 수 있다. 반면 평생교육진흥을 위한 국가의 노력에 만족하지 않는 응답도 69.9%에 달한다(NILE, 2020). 이는 평생학습에 대한 사회적 요구에 비해 국가적 노력은 부족함을 알 수 있다. 우리나라의 경우 평생교육법은 다른 교육법들과 별개로 제정되어 있으며, 특히 평생교육진흥체계의 역할은 시도-시군구와 시도교육감으로 분리하여 운영하는 불완전한 형태이다. 이는 여전히 평생학습을 형식교육과 분리한 성인교육 또는 직업교육 정도로 인식하게 만들며 평생학습의 온전한 의미를 학교 교육에서 실현하기 어렵게 한다.

소위 위험사회(Beck, 1997)로 비유되는 복잡함과 불확실성이 커지

는 현대 사회 속에서 살아갈 학생들은 미래 사회의 환경적, 경제적, 사회적 도전들을 혁신적으로 헤쳐나갈 수 있어야 하며 시민으로서 책임감 있게 참여하는 능력을 갖추어야 한다. ‘Education 2030’에서는 이러한 능력을 일컬어 ‘변혁적 역량’(transformative competencies)으로 부르며 ‘새로운 가치 창출하기’, ‘긴장과 딜레마 조성하기’, ‘책임감 갖기’로 설명한다(OECD, 2018). 이러한 능력은 삶의 모든 순간에 필요하며 현대 사회의 변화가 빠를수록, 불확실성이 커질수록 그 필요성은 더 커진다. 이미 2019년 기대 수명의 평균이 약 85세에 육박하는 지금, 형식교육을 넘어선 평생학습에 대한 중요성은 증대되고 있으며 과학교육에서도 위와 같은 자질을 함양하고 구현할 수 있도록 전 생애에 걸쳐 배움의 기회를 제공하는 방법에 대한 적극적이고 실제적인 고민이 필요하다.

특히 앞선 SSI 교육 연구들이 보여주듯이 과학교육은 더 이상 우리가 확신할 수 있는 주제나 논쟁의 여지가 없는 문제에 대해서만 이야기할 수 없다(Albe, 2008). 현대 사회를 살아갈 학생들에게 필요한 과학적 지식과 능력을 제공하기 위해서는 학생들을 사회·과학적 논쟁에 참여시켜야 하며 과학적 연구와 기술적 혁신의 과정에 그들을 위치시킴으로써 자신과 세상의 바람직한 변화를 인식하는 경험으로서의 학습이 필요하다. 이러한 학습은 사회가 변화하면 할수록 또다시 적응하기 위한 재학습이 필수적이다. 하지만 이는 학교 과학교육만으로는 충분하지 않다. 그리고 학교에서 가르치는 과학이 명료할수록 오히려 학생들은 과학적 지식의 확실성에 의존하며 그들의 경험으로부터의 지식은 경시하는 경우가 많다(Albe, 2008; Zeidler et al., 2002). 이에 과학교육은 학습의 범위를 적극적으로 확장시키고 학생들이 그들의 삶의 다양한 모습을 탐색하고, 학교 밖 인사들과 교류하며, 새로운 과학 기술을 개방적으로 수용하고 활용하는 기회를 부여하고, 올바른 사회의 변화를 위해 사회적으로 참여할 수 있는 장을 마련해야 한다.

무엇보다 학교 과학교육 목표가 학생들이 올바른 시민으로서 과학적 소양을 가지는 것이라면 교육의 결과는 학교와 학교 밖의 경계를 넘나들 수 있어야 한다. 이를 위해서는 먼저 과학교육에서 과학의 과정을 비규범적 구성요소로 그리고 도덕적 참여를 규범적 구성요소로 구분하는 이분법적 사고에서 벗어나야 한다(Bencze et al., 2020). 이것은 학생들이 과학적 지식에 기반한 결정 과정에 사회·문화·환경적 영향을 고려함으로써 그 의사 결정이 가질 정당성을 확보하는 과정(토론 및 참여)도 과학교육에서 인식해야 함을 보여준다. 즉 과학교육은 과학과 관련하여 끊임없이 제기되고 있는 사회적 쟁점들에 대해 학생들이 책임감 있는 의사 결정을 내리고 행동으로 옮길 수 있는 인성과 실천적 역량을 갖추도록 하는 데에 더욱 중점을 두어야 한다(Lee, 2018; Roberts, 2011; Sadler, 2004; Simonneaux & Simonneaux, 2009).

또한 사회·과학적 논쟁에 대한 학생들의 수행은 과학 지식이 공동체 내에서 생산되는 방식, 특히 이 과정에서 논쟁의 역할에 대한 검토도 동반한다(Albe, 2008). 이와 관련하여 Blondiaux & Sintomer(2002)는 사회적으로 발생하는 다양한 문제에 대한 결정적인 순간이 더 이상 투표에 있지 않고 평범한 사람들이 전문가들과 비판적으로 토론할 수 있는 숙의의 공간에 있다고 주장한다. Callon et al.(2001)은 어떤 공간에서 시민과 전문가의 구별 없이 공동으로 지식을 만들어가는 이러한 장을 ‘하이브리드 포럼’(Hybrid forum)이라고 불렀다. 그는 이런 과정을 통해 지식 생산의 ‘공생산’(co-production)이 일어날 수

2) 평생교육의 책무와 정책의 시행은 시도-시군구에 부여하며, 이들과 함께 할 각종 평생교육기관에 대한 관리는 시도교육감이 하도록 하고 있다.

있으며 지식을 생산함과 동시에 그것과 관련한 사람들의 정체성이 구성될 수 있다고 하였다. 그렇다고 맹목적인 과학만능주의에 대한 대응으로 나타날 수 있는 일종의 상대주의에 휘말리는 것은 피해야 할 것이다. 학생들이 내리는 모든 결정은 그들을 둘러싼 다양한 자극과 경험으로부터 파생되며 불확실성의 측면이 있다. 우리는 다만 과학적 진보가 모든 것에 대한 해결책을 찾을 수 있게 할 것이라는 생각을 버리는 것이 우선이다. 하지만 앞서 언급한 것과 같이 학교 과학교육에 SSI 교육의 적용을 위해서는 기존의 전통적인 과학교육과 SSI 교육 사이에서 학생들이 느끼게 될 긴장도 고려해야 한다(Lee, Lee, & Zeidler, 2020). 마지막으로 이러한 교육적 시도를 바탕으로 지금까지 형식교육 위주로 이루어져 왔던 학습의 인정을 학생들 삶의 경험에까지 확장시키고, 그들의 생애를 아우르는 학습을 지원하는 학습사회로서의 교육 시스템적 변화에 대한 논의가 필요하다.

본 연구에서는 평생학습을 그동안의 학교 시스템을 위주로 한 교육에서 학생들의 경험적 지식의 재인식과 참여적 시민의 양성을 위한 실천적 학습으로의 전환을 의미하는 교육 담론으로 보았다. 그리고 기존의 SSI 교육 관련 연구들을 이러한 평생학습적 측면에서 분석함으로써 과학적 소양으로서의 평생학습능력을 구체화하는 이해를 마련하고자 하였다. 그러나 그 범위를 SSI 주제를 다룬 과학교육 연구에 한정했기에 다른 주제를 다룬 과학교육 연구들까지 포함했을 경우 본 연구 결과와 다른 유형의 평생학습 관련 담론이 범주화될 수 있음에 연구의 제한점을 가진다.

국문요약

최근 과학과 교육과정의 목표인 과학적 소양으로 새롭게 평생학습 능력이 제시되었다. 학생들이 삶 속에서 접하는 다양한 과학 관련 문제를 해결하기 위해서는 학교 과학교육을 넘어선 과학과 관련한 평생학습능력이 필요하지만, 기존의 과학교육 연구에서 학생들이 실제로 삶 속에서 맞닥뜨리는 문제를 과학적 소양을 통해 해결할 수 있었다는 경험적 증거는 찾기 어렵다. 또한 교육과정에서 제시한 평생학습능력을 학교 과학교육을 통해 어떻게 함양시켜야 하는지에 대한 논의도 부족하다.

본 연구에서는 학생들이 학교 과학교육을 통해 평생학습능력을 함양하고 삶 속에서 접하는 과학 관련 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 방법으로 SSI 교육에 주목하였다. 그리고 기존의 SSI 교육 연구 속 진술을 검토하여 평생학습 관련 담론을 발견하고 그 유형과 특성을 구분하였다. 이를 통해 과학교육 연구에서 주목하는 평생학습과 그것의 적용 가능성을 확인할 수 있었다.

연구를 위해 SSI 교육을 주제로 한 문헌 자료 18개를 선정하였으며, 자료에 드러난 진술을 검토하여 SSI 교육 연구에 내포된 평생학습 관련 담론을 발견하였다. 연구 결과, 범주화된 평생학습 관련 담론은 4가지이며 ‘과학에 대한 인식’, ‘과학과 일상의 연결’, ‘참여적 시민성의 촉진’, ‘정체성의 구성’이다. 다양한 SSI 교육 연구들은 이미 여러 맥락에서 평생학습적 인식을 가지고 있었으며 평생학습 관련 담론의 4가지 유형은 UNESCO 평생학습 보고서에서 제시한 4가지 학습과 연결할 수 있었다. SSI 교육은 학생들의 삶의 경험을 학습의 일부로 바라보며, 학생들이 과학과 관련한 사회적 쟁점에 대해 책임감 있는 의사 결정을 내리고 실제 행동으로 옮길 수 있는 인성과 역량을 갖추

는 데에 도움을 주고자 하였다. 이러한 역량은 평생학습능력으로서 학교 밖 학생들의 실제 삶과 지속적으로 연결될 수 있다. 본 연구를 통해 과학교육에서 평생학습과 관련한 담론의 확장과 학생들의 평생학습능력 함양을 위한 교육 시스템 전반에 걸친 운영과 관리가 요구된다.

주제어 : 과학교육, 과학적 소양, SSI(Socio-Scientific Issues), 평생학습, 평생학습능력

References

- AAAS (1989). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- AAAS (1993). *Benchmarks for Science Literacy: A tool for curriculum reform*. New York: Oxford University Press.
- Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. Teachers College Press.
- Albe, V. (2008). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science & Education, 17*(8/9), 805-827.
- Barrue, C., & Albe, V. (2013). Citizenship Education and Socioscientific Issues: Implicit Concept of Citizenship in the Curriculum, Views of French Middle School Teachers. *Science & Education, 22*(5), 1089-1114.
- Beck, U. (1997). *Risk society - Towards a new modernity*, (trans., Hong, S.). Seoul: Saemulgyul.
- Bencze, L., & Pouliot, C. (2017). Battle of the bands: Toxic dust, active citizenship and science education. In *Science and technology education promoting wellbeing for individuals, societies and environments*, (pp. 381-404). Springer.
- Bencze, L., Pouliot, C., Pedretti, E., Simonneaux, L., Simonneaux, J., & Zeidler, D. (2020). SAQ, SSI and STSE education: defending and extending "science-in-context". *Cultural Studies of Science Education, 15*(3), 825-851.
- Bencze, L., Sperling, E., & Carter, L. (2012). Students' Research-Informed Socio-scientific Activism: Re/Visions for a Sustainable Future. *Research in Science Education, 42*(1), 129-148.
- Blondiaux, L., & Sintomer, Y. (2002). L'impératif délibératif. *Politix. Revue des sciences sociales du politique, 15*(57), 17-35.
- Boeren, E., & Field, J. (2019). *4th Global Report on Adult Learning and Education: Leave No One Behind-Participation, Equity and Inclusion*. UNESCO Institute for Lifelong Learning.
- Bossér, U., & Lindahl, M. (2019). Students' Positioning in the Classroom: a Study of Teacher-Student Interactions in a Socioscientific Issue Context. *Research in Science Education, 49*(2), 371-390.
- Callon, M., Lascoumes, P., & Barthe, Y. (2001). *Agir dans un monde incertain: essai sur la démocratie technique*. Seuil.
- Carlone, H. B., Johnson, A., & Scott, C. M. (2015). Agency amidst formidable structures: How girls perform gender in science class. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(4), 474-488.
- Chang Rundgren, S. N., & Rundgren, C. J. (2010). SEE-SEP: From a separate to a holistic view on socio-scientific issues. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 11*(1), 1-24.
- 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.
- Christenson, N., Chang Rundgren, S.-N., & Höglund, H.-O. (2012). Using the SEE-SEP Model to Analyze Upper Secondary Students' Use of Supporting Reasons in Arguing Socioscientific Issues. *Journal of Science Education & Technology, 21*(3), 342-352.
- Chung, Y. L., & Choi, J. M. (2007). An assessment of the scientific literacy of secondary school students. *Journal of the Korean Association for Science Education, 27*(1), 9-17.
- Commission of the European Communities(2002). *European Report on Quality Indicators of Lifelong Learning: Fifteen Quality Indicators*. European Commission. Directorate-General for Education and Culture.
- DeBoer, G. (1991). *A history of ideas in science education: Implications for practice*. New York: Teachers College Press.
- Delors, J. et al. (1996) *Learning: the treasure within. Report to UNESCO of the international commission on education for the twenty-first century*. Paris: UNESCO.
- Dewey, J. (1910). Science as subject-matter and as method. *Science, 31*(787),

- 121-127.
- Dewey, J. (1927). *The Public and its Problems*. New York: Holt.
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107-115.
- Eş, H., & Öztürk, N. (2021). An Activity for Transferring the Multidimensional Structure of SSI to Middle School Science Courses: I Discover Myself in the Decision-Making Process with SEE-STEP! *Research in Science Education*, 51(3), 889-910.
- Faure, E. et al. (1972) *Learning to Be. The World of Education Today and Tomorrow*. Paris: UNESCO.
- Feinstein, N. W. (2011). Salvaging science literacy. *Science education*, 95(1), 168-185.
- Feinstein, N. W. (2015). Education, communication, and science in the public sphere. *Journal of research in science teaching : the official journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 52(2), 145-163.
- Field, J. (2000). *Lifelong learning and the new educational order*. Stoke-on-Trent: Trentham Books.
- Fowler, S. R., Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279-296.
- Han, S. (2009). *Lifelong Education 3rd Ed*. Seoul: Hakjisa.
- Han, S., Yang, E., & Lim, H. (2020). Conceptual Ecology of 'Lifelong Learning:' Expansion, Interconnection and Evolution. *Journal of Lifelong Education*. 26(2), 1-39.
- Herman, B. C. (2018). Students' environmental NOS views, compassion, intent, and action: Impact of place-based socioscientific issues instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(4), 600-638.
- Hodson, D. (1999). Going beyond cultural pluralism: Science education for sociopolitical action. *Science education*, 83(6), 775-796.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Hodson, D. (2017). Foreword: The Significance of STEPWISE for Fostering Life-Long Sociopolitical Activism. In *Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments*, (pp. 3-18). Springer.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational leadership*, 16(1), 13-16.
- Hwang, S. (2018). Research trend on the sociocultural approaches to science learning identity for the realization of 'Science Education for All'. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 38(2), 187-202.
- Ideland, M., & Malmberg, C. (2012). Body talk: students' identity construction while discussing a socioscientific issue. *Cultural Studies of Science Education*, 7(2), 279-305.
- Iversen, E., & Jónsdóttir, G. (2019). 'We did see the lapwing' – practising environmental citizenship in upper-secondary science education. *Environmental Education Research*, 25(3), 411-421.
- Jarvis, P. (2018). Learning to be a person in society. In K. Illeris (Ed.), *Contemporary Theories of Learning (2nd ed.)*, (pp. 15-28). London: Routledge.
- Jenkins, E. W. (1990). Scientific literacy and school science education. *School Science Review*, 71(256), 43-51.
- Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 703-710.
- Jeon, S. J., Koh, H. Y., Lee, Y. S., & Choi, S. Y. (2017). The needs analysis on science literacy required for Koreans in the future society. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(3), 441-452.
- Jho, H., Yoon, H.-G., & Kim, M. (2014). The Relationship of Science Knowledge, Attitude and Decision Making on Socio-scientific Issues: The Case Study of Students' Debates on a Nuclear Power Plant in Korea. *Science & Education*, 23(5), 1131-1151.
- Jung, J.-C. (2015). A Meta Analysis of Korean Media Discourse Analysis Method Study. *Journal of Speech, Media & Communication Research*, 28(9), 297-322.
- Karahan, E., & Roehrig, G. (2017). Secondary School Students' Understanding of Science and Their Socioscientific Reasoning. *Research in Science Education*, 47(4), 755-782.
- Kerckhoff, A. S., & Reis, G. (2014). Responsible stewards of the earth: Narratives of youth activism in high school (science). In *Activist science and technology education*, (pp. 465-476). Springer.
- Kim, G., Ko, Y., & Lee, H. (2020). The Effects of Community-Based Socioscientific Issues Program (SSI-COMM) on Promoting Students' Sense of Place and Character as Citizens. *International Journal of Science & Mathematics Education*, 18(3), 399-418.
- Kim, J., & Lee, M. (2004). An international comparative study of science curriculum. *Journal of the Korean association for science education*, 24(6), 1082-1093.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning : experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Kolstø, S. D. (2000). Consensus projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22(6), 645-664.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science education*, 85(3), 291-310.
- Kung, S.-H. (2016). Understanding Foucault: A Search for Alternative Approaches to Curriculum Studies. *The Journal of Curriculum Studies*, 34(4), 197-221.
- Kyle Jr, W. C. (1996). Shifting Ideologies and Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), 1043-1044.
- Lauri, S., & Kyngäs, H. (2005). *Developing nursing theories*. Vantaa, Finland: Werner Söderström, Dark Oy.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lee, H. (2018). *What is SSI Education?*. Seoul: PYMATE.
- Lee, H., Chung, K., & Yoo, J. (2010). Perceptions of Science Teachers in Korea and US on Global Scientific Literacy. *Journal of Curriculum Evaluation*, 13(1), 143-163.
- Lee, H., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2020). Examining tensions in the socioscientific issues classroom: Students' border crossings into a new culture of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(5), 672-694.
- Lee, H., Yoo, J., Choi, K., Kim, S.-W., Krajcik, J., Herman, B. C., & Zeidler, D. L. (2013). Socioscientific Issues as a Vehicle for Promoting Character and Values for Global Citizens. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2079-2113.
- Lee, M. K., & Kim, J. H. (2004). An international comparative study of science curriculum. *Journal of the Korean association for science education*, 24(6), 1082-1093.
- Lee, S. (2018). Exploring an alternative direction for a competence-based curriculum in an age of uncertainty: An ontological approach. *The Journal of Curriculum Studies*, 36(1), 45-69.
- Levinson, R. (2010). Science education and democratic participation: An uneasy congruence? *Studies in Science Education*, 46(1), 69-119.
- Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public understanding of science*, 7, 203-223.
- MOE (Ministry of Education) (2015). *2015 revised Science National Curriculum*. Ministry of Education.
- Mun, K., Mun, J., Cho, M., Chung, Y., Kim, S. W., & Krajcik, J. (2012). Development and Application of 21st Century Scientific Literacy Evaluation Framework on Korean High School Science Text Books. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(5), 789-804.
- NILE (National Institute for Lifelong Education) (2020). *The public's demand for the national responsibility for promoting lifelong education*. National Institute for Lifelong Education.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- National Science Teachers Association (1982). *Science-technology-society: Science education for the 1980s*. Washington, D.C.: National Science Teachers Association.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states* (vol. 1, The Standards). Washington, D.C.: The National Academies Press.
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Education Working Papers.
- Osborne, J. (2006). Towards a science education for all: The role of ideas, evidence and argument. Paper presented at the ACER Research Conference: Boosting Science Learning –What will it take?
- Ottander, C., & Ekborg, M. (2012). Students' Experience of Working with Socioscientific Issues - a Quantitative Study in Secondary School. *Research in Science Education*, 42(6), 1147-1163.
- Park, J. (2016). Discussions about the three aspects of scientific literacy: Focus on integrative understanding, settlement in curriculum, and civic education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 413-422.
- Park, S. H., Choe, S. U., & Kim, C. J. (2020). Elementary Students' Creativity Appear in Small Group Interactions During Model-Based Classrooms on Terraforming. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 40(6), 611-620.

- Patronis, T., Potari, D., & Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 21(7), 745-754.
- Pella, M. O. (1967). Scientific literacy and the HS curriculum. *School Science and Mathematics*, 67(4), 346-356.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell, K. Appleton, & D. Hanuscin (Eds.), *Handbook of research on science education*, (pp. 743-794). Routledge.
- Roberts, D. A. (2011). Competing visions of scientific literacy. In Linder, C., Östman, L., Roberts, D. A., Wickman, P. O., Ericksen, G., & MacKinnon, A. (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy*, (pp. 11-27).: Routledge.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In N. G. Lederman, S. K. Abell (Ed.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II*, (pp. 559-572). Routledge.
- Robottom, I. (2012). Socio-scientific issues in education: Innovative practices and contending epistemologies. *Research in Science Education*, 42(1), 95-107.
- Roth, W.-M., & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science education*, 88(2), 263-291.
- Rudolph, J. L., & Horibe, S. (2016). What do we mean by science education for civic engagement? *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 805-820.
- Ryder, J. (2001). Identifying Science Understanding for Functional Scientific Literacy. *Studies in Science Education*, 36(1), 1-44.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
- Sadler, T. D. (2011). Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific Issues in the Classroom* (pp. 355-369): Springer.
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391.
- Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science education*, 90(6), 986-1004.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(8), 909-921.
- Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Simonneaux, J., & Simonneaux, L. (2012). Educational Configurations for Teaching Environmental Socioscientific Issues Within The Perspective of Sustainability. *Research in Science Education*, 42(1), 75-94.
- Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2009). Socio-scientific reasoning influenced by identities. *Cultural Studies of Science Education*, 4(3), 705-711.
- Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. In Y. J. Dori, Z. R. Mevarech, & D. R. Baker (Ed.), *Cognition, metacognition, and culture in STEM education*, pp. 65-88. Springer.
- Solli, A., Bach, F., & Åkerman, B. (2014). Learning to argue as a biotechnologist: disprivileging opposition to genetically modified food. *Cultural Studies of Science Education*, 9(1), 1-23.
- Song, J., Kang, S. J., Kwak, Y., Kim, D., Kim, S., Na, J., ... & Joung, Y. J. (2019). Contents and Features of 'Korean Science Education Standards (KSES)' for the Next Generation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 39(3), 465-478.
- Sutter, A. M., Dauer, J. M., Kreuziger, T., Schubert, J., & Forbes, C. T. (2019). Sixth grade students' problematization of and decision-making about a wind energy socio-scientific issue. *International Research in Geographical & Environmental Education*, 28(3), 242-256.
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: Theory, research, and practice. In N. G. Lederman, S. K. Abell (Ed.), *Handbook of research on science education, Volume II*, (pp. 711-740). Routledge.
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., Ruzek, M., Linder, A., & Lin, S. S. (2013). Cross-cultural epistemological orientations to socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(3), 251-283.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., & Callahan, B. E. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for 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.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.

저자정보

박신희(서울대학교 학생)
김찬중(서울대학교 교수)