

플립러닝 기반 SSI 수업이 중학생의 과학기술 사회 시민으로서의 역량 및 인성 함양에 미치는 효과

박동화¹, 고연주², 이현주^{3*}

¹김포고등학교, ²조지아대학교, ³이화여자대학교

Flipped Learning in Socioscientific Issues Instruction: Its Impact on Middle School Students' Key Competencies and Character Development as Citizens

Donghwa Park¹, Yeonjoo Ko², Hyunju Lee^{3*}

¹Gimpo High School, ²The University of Georgia, ³Ewha Womans University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 7 May 2018

Received in revised form

13 June 2018

20 July 2018

Accepted 23 July 2018

Keywords:

socioscientific issues, flipped learning, competencies, character development

ABSTRACT

This study aims to investigate how flipped learning-based socioscientific issue instruction (FL-SSI instruction) affected middle school students' key competencies and character development. Traditional classrooms are constrained in terms of time and resources for exploring the issues and making decision on SSI. To address these concerns, we designed and implemented an SSI instruction adopting flipped learning. Seventy-three 8th graders participated in an SSI program on four topics for over 12 class periods. Two questionnaires were used as a main data source to measure students' key competencies and character development before and after the SSI instruction. In addition, student responses and shared experience from focus group interviews after the instruction were collected and analyzed. The results indicate that the students significantly improved their key competencies and experienced character development after the SSI instruction. The students presented statistically significant improvement in the key competencies (i.e., collaboration, information and technology, critical thinking and problem-solving, and communication skills) and in two out of three factors in character and values as global citizens (social and moral compassion, and socio-scientific accountability). Interview data supports the quantitative results indicating that SSI instruction with a flipped learning strategy provided students in-depth and rich learning opportunities. The students responded that watching web-based videos prior to class enabled them to deeply understand the issue and actively engage in discussion and debate once class began. Furthermore, the resulting gains in available class time deriving from a flipped learning approach allowed the students to examine the issue from diverse perspectives.

1. 서론

과학과 기술이 거듭 발전함에 따라 인류는 다양한 사회·윤리적 쟁점들에 직면하게 된다. 줄기세포 연구로 인한 인간 존엄성의 위협, 유전자 조작 식품(GMO)의 안정성 논란, 화학물질에의 노출, 미세먼지로 인한 질병 문제 등이 그 예이다. 과학교육 연구자들은 이를 과학 기술관련 사회쟁점(socioscientific issues, 이하 SSI)이라 칭하고, SSI 교육을 통해 과학기술 사회를 살아가는 시민들이 해당 문제에 관심을 갖는 데서 나아가 해결방안 마련을 위해 서로 논의하며 문제를 해결 하는데 참여하는 역량을 기를 것을 강조한다(Zeidler *et al.*, 2005).

이와 유사한 맥락에서 연구자들은 미래 사회의 시민으로서 학생들이 갖추어야 할 역량과 기술을 지속적으로 논의해왔다. 일례로 국내에서는 2015 개정 과학과 교육과정에서 미래 사회의 시민으로서 학생들이 갖추어야 할 다섯 가지 역량을 제안하였다(Ministry of Education, 2015). 최근 개정된 교육과정에서 제시된 역량은 과학지식 및 탐구 방법에 대한 학습을 개인의 삶 속에서 적용해보는 것을 넘어,

사회 공동체의 일원으로서 과학기술의 사회적 문제에 관심을 갖고 서로 협력하여 문제해결에 참여하는 과정에 초점을 둔다. 특히 문제해결 과정과 그로 인한 결과가 공동체 내에서 충분히 공유되고 발전될 수 있도록 자신의 생각을 타당하게 표현하고 타인의 생각을 경청하며, 서로 다른 의견 간에 조정해 나가는 의사소통 능력을 중요시한다. 다양한 정보원으로부터 문제해결에 필요한 자료를 수집, 분석, 평가, 선택, 조직하고, 관련된 과학지식을 적용함으로써 보다 합리적인 문제해결에 이르도록 하는 능력 또한 강조한다. 뿐만 아니라, The Partnership for 21st Century Skills (2009)은 학생들이 비판적 사고, 문제해결능력, 의사소통 능력, 협업능력 및 정보관리 능력과 같은 지식과 기술이 필요함을 제안하였다. 캐나다 온타리오주에서 제안한 21세기 역량 또한(The Ontario Public Service, 2016) 보다 나은 시민을 위한 역량으로 책임감과 적응성/융통성, 분석기술, 인성, 시민의식/시민참여, 협업 및 의사소통의 여섯 가지 역량을 제시한다. 일련의 연구는 미래 사회의 시민으로서 학생들이 갖추어야 할 핵심 자질이라 할 수 있다.

이외에, 과학기술시대를 살아가는 시민으로서의 인성 함양이 필요하다는 연구들도 지속적으로 보고되고 있다. 2009 개정 과학과 교육

* 교신저자 : 이현주 (hlee25@ewha.ac.kr)

** 본 논문은 박동화의 2017년도 석사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2018.38.4.467>

과정에서는 창의·인성을 갖춘 인재 양성을 목표로 과학교과에서 함양할 수 있는 인성요소(예: 비판성, 개방성, 정직성, 객관성, 협동성 등)를 명시적으로 포함하였으며, 한국과학창의재단(KOFAC, 2010)도 인성교육 덕목으로 신뢰(정직, 약속), 협동(배려, 공정), 책임감(책임, 소유)을 제시하였다. Choi *et al.*(2011)은 시대의 변화에 따라 시민들이 갖추어야 할 과학적 소양도 달라져야 한다고 주장하면서, 과학적 소양의 주요 차원의 하나로 ‘인성과 가치관’을 포함하였다. 그리고 하위 요소로 생태학적 세계관, 사회·도덕적 공감, 과학관련 사회쟁점에 대한 책무성을 제시하였다. 지난 수십 년간 과학적 소양의 정의에 대해 논의되어 왔으나, 이 연구와 같이 인성을 주요 차원으로 정의한 연구는 거의 처음이었다. 이들의 정의에 따르면, 생태학적 세계관은 인간이 자연의 일부분이기 때문에 인간이 자연에 미치는 영향이 반드시 인간에게 되돌아 올 수밖에 없음을 이해하는 것이다(Bowers, 1999; Colucci-Gray, Barbiero, & Gray, 2006; Smith & Williams, 1999). 사회·도덕적 공감은 과학기술의 발달로 인한 부작용으로 고통 받는 사람들, 혹은 과학기술의 혜택에서 소외된 사람들에 대한 공감과 배려, 돌봄의 가치를 뜻한다(Ruiz & Vallejos, 1999; Stern, Dietz, & Kalof, 1993). 마지막으로 과학관련 사회쟁점에 대한 책무성은 과학기술로 인해 발생한 문제들을 해결에 대해 책임감을 느끼고 이를 해결하기 위해 참여 및 실천하고자 하는 의지를 의미한다(Hodson, 1999; Roth & Lee, 2004).

SSI 교육은 인지적·도덕적·심리적 성장을 도모할 수 있는 기회를 제공한다는 점에서 과학교과에서 시민으로서의 역량 및 인성 교육을 결합할 수 있는 유용한 방안이 될 수 있다(Zeidler *et al.*, 2002). SSI는 정확한 답이 존재하지 않는 비구조화된 문제이기 때문에, 학생들이 자유롭게 논의할 수 있는 협업적인 담화 맥락을 조성한다(Albe, 2008; Chung *et al.*, 2016; Grace & Ratcliffe, 2002). 뿐만 아니라, 특정 주제에 대한 합리적이고 책임감 있는 의사결정을 내리는 과정에서 주제를 둘러싼 다양한 입장을 고려함으로써 본인의 가치관을 반성적으로 들여다볼 수 있는 기회 또한 제공한다(Kolstø, 2001; Sadler, 2004a). 따라서 SSI 교육을 통해 비판적 사고력과 문제 해결력, 의사결정능력, 논증능력과 같은 고등사고능력뿐만 아니라, 도덕·윤리적 민감성, 공감 능력, 생태학적 세계관 등 시민으로서의 인성도 함양할 수 있다(Chung *et al.*, 2016; Fowler *et al.*, 2009; Lee *et al.*, 2012; Lee *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2015; Sadler, 2004b). Sperling과 Bencze(2010)는 학생들이 시민으로서 폐기물 처리에 대해서 취할 수 있는 행동을 모색하고 수행하는 과정을 통해 시민으로서의 역량과 인성이 함양되었다고 보고했다. Fowler *et al.*(2009)은 11-12학년 학생들을 대상으로 SSI 수업이 학생들의 도덕적 민감성을 발달에 미치는 효과에 대하여 연구한 후 긍정적 결과를 확인하였다.

SSI 교육을 통한 다양한 효과에도 불구하고, SSI 수업을 진행하는데 여러 가지 현실적인 어려움이 존재한다. 교사들은 SSI에 대한 수업을 진행하는 데 시간이 부족함을 지적한다(Bryce & Gray, 2004; Gray & Bryce, 2006). 학생들이 주어진 SSI 문제 상황을 인식하고 관련된 자료를 찾은 후, 주장을 제시하거나 의사를 결정하도록 수업을 진행하기 위해서는 적지 않은 시간이 필요하다고 어려움을 토로한다. Bryce와 Gray (2004)는 잇따른 연구에서 교사들이 논쟁적인 문제가 지닌 장점과 기능을 충분히 인지하고 있으며 해당 문제에 대한 토의 경험이 필요하다는 것은 인정하지만, 주어진 수업 시간 내에 토의·

토론을 진행하는 것을 다소 부담스럽게 느끼고 있음을 보여주었다. SSI 수업에서 이루어지는 학생 간, 교사-학생 간 상호작용을 연구한 Levinson(2004) 역시 교사들이 SSI 수업을 진행하는 데 있어 학생들로 하여금 과학적 내용을 이해하고 도덕·윤리적 측면에 대해 충분히 논할 수 있는 기회를 제공하지 않았음을 보고하였다. 교사뿐만 아니라 학생들 역시 SSI 문제 상황에 대해 심리적, 도덕적 갈등을 경험하기도 한다(Chang & Lee, 2010; Dreyfus & Roth, 1991; Lee & Chang, 2010; Lee *et al.*, 2012). 정답이 존재하지 않는 과학기술관련 문제를 수업에서 접해본 경험이 적을 뿐만 아니라, SSI 주제가 첨단 과학기술 내용을 다루고 있어 내용을 이해하기 어렵고 본인의 의견을 과학내용과 연결하여 설명하는데 어려움을 느끼기도 한다(Ratcliffe & Grace, 2003).

본 연구에서는 SSI 교수학습 상황에서 야기되는 어려움을 해결할 수 있는 방안으로 플립러닝(flipped learning, FL)을 도입하고자 하였다. 플립러닝은 전통적인 교수방법의 순서를 뒤집는 방식으로, 교수가 사전에 제작한 동영상 상을 학생들로 하여금 수업 전 미리 시청하도록 함으로써 수업시간에는 토의·토론 등 보다 학습자가 중심이 되는 수업에 참여하도록 하는 전략이다(Bergmann & Sams, 2012; Kim *et al.*, 2014; Lee, 2014). 플립러닝은 학생들이 영상 시청을 통해 스스로 학습 속도를 조절할 수 있고, 사전에 지식을 학습함으로써 교실에서는 사전 지식을 적용해보는 활동을 진행할 수 있어 학습 시간이 확장된다는 장점이 있다.

즉, 학생들에게 수업 전 SSI와 관련된 문제상황을 동영상 상을 통해 인지하고 스스로 자신의 생각을 정리하거나 필요한 자료를 찾아보는 기회가 주어진다면 본 수업에서의 SSI 토의·토론 과정이 활성화될 수 있다. Lee *et al.*(2014)은 SSI 수업에서 학생들이 스스로 생각하고 가치판단하는 기회, 즉 ‘독립성’을 확보하는 것이 SSI 문제 해결을 위한 집단지성을 촉진하는데 필수적인 요소라 하였다. 독립성의 확보는 학생들이 겪는 도덕적, 심리적 갈등을 완화하고, 필요한 자료를 찾아보고 스스로의 가치관을 되돌아볼 수 있는 시간적, 공간적 여유를 제공할 수 있기 때문이다. 또한 온라인 환경은 학생들의 관련 정보를 충분히 찾고 생각을 공유할 수 있는 장을 마련하므로, 학생들이 SSI에 대한 의사결정을 할 때 충분한 증거와 논의를 다룰 수 있다. 온라인 환경을 제공함으로써 학생들이 산출한 SSI 논의의 구조가 명백해지고 모두 토의가 활성화됨을 관찰한 Evagorou *et al.* (2012)의 연구는 이를 뒷받침한다.

플립러닝과 관련된 선행 연구를 살펴보면, 인지적 측면에서의 교육적 효과가 다수 보고되었다. Rivero(2013)는 플립러닝이 교사와 학습자 스스로 탐구활동 및 학습자간의 상호작용을 촉진함으로써 진정한 학습(authentic learning)과 역동적인 학습(active learning)을 이끌어낼 수 있음을 설명하였으며, 이와 유사하게 Lee *et al.*(2015)에서도 플립러닝을 적용한 수업에서 학생들의 생각과 발언을 권장하는 교사의 행위가 증가하였음을 보여주었다. Bae *et al.*(2015)은 플립러닝이 초·중·고등학교의 디지털 리터러시와 21세기 핵심역량에 미치는 효과를 알아보기 위해 5학년 2개 학급을 대상으로 플립러닝을 적용한 자유탐구 수업과 일반적인 자유탐구 수업의 효과를 비교하였다. 이들은 컴퓨터 기술 활용 능력, 인터넷 정보 활용 능력, 정보공유 인식 및 교환 능력을 묻는 디지털 리터러시 검사 도구와, 21세기 핵심역량을 인지, 정의, 사회 영역으로 나누어 하위 요소로 지식구축, 문제해결, 책임감, 자기

조절 능력, 사회화 능력, 수용성을 묻는 검사도구, 과학적 태도 알아보는 검사 도구를 활용하였다. 연구결과, 저자들은 플립러닝이 초등학교 학생의 디지털 리터러시와 21세기 핵심역량 중 자기조절 능력과 수용성 영역을 향상하는 데 유의한 영향을 미쳤음을 밝혀내었다.

위 선행연구 결과를 고려할 때, 플립러닝기반 SSI 수업(FL-SSI 수업)은 독립적으로 문제 상황을 충분히 이해 및 탐색할 수 있는 기회를 제공한 후, 서로 의견을 공유하고 논의하는 기회를 본 수업에서 제공함으로써 의사소통능력, 협업능력, 정보처리 능력, 문제 해결력 등을 비롯한 과학기술 사회의 시민으로서 갖추어야 할 역량을 함양하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 또한 학생들이 본인 및 다른 사람들의 생각과 가치관을 충분한 시간을 갖고 반성적으로 숙고해볼 수 있기 때문에 생태학적 세계관과 사회·도덕적 공감, 과학관련 사회쟁점에 대한 책무성 등 시민으로서 요구되는 인성을 함양하는데에도 보다 더 효과적인 것으로 기대해 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 플립러닝을 적용한 SSI 수업이 학생들의 시민역량과 인성 함양에 미치는 효과를 탐색해보고자 한다.

- 첫째, 플립러닝기반 SSI 수업을 적용한 수업은 중학생의 과학기술 사회의 시민 역량을 함양하는데 효과가 있는가?
- 둘째, 플립러닝기반 SSI 수업을 적용한 수업은 중학생의 과학기술 사회 시민으로서의 인성을 함양하는데 효과가 있는가?
- 셋째, 참여 학생들은 SSI 수업에서 플립러닝 전략의 적용 효과를 어떻게 인식하는가?

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 경기도에 위치한 K중학교 2학년 세 학급 73명의 학생들을 대상으로 이루어졌다. K중학교는 경기도의 한 중소도시에 위치한 학교로, 학생들의 사회경제적 수준은 높지 않으며 과학 학업성취도는 인근 학교와 유사한 수준이다. 본 연구에 참여한 학생들 중 과학과 관련한 영재교육을 받고 있는 학생은 존재하지 않았다. 학생들은 2016년 4월부터 7월까지 4개월간 총 12차시에 걸쳐 플립러닝을 적용

한 SSI 수업에 참여하였으며, 이들 중 일부는 수업을 진행한 교사(제1저자)가 한 해 전 예비 연구로 진행했던 SSI 수업에 참여한 경험이 있었다. 본 연구는 현장 학교의 실정으로 인해 비교집단을 따로 설정하지 못하였으며, 이에 따라 단일집단 연구로 진행되었다.

2. 플립러닝 기반 SSI 수업 구성

본 연구에서는 중학교 2학년 2009 과학과 교육과정에 기초하여 SSI 주제 네 개를 선정한 후 플립러닝 기반 SSI 수업을 구성하였다. 매 차시마다 수업 전에 교사(제1저자)가 직접 제작한 SSI 관련 동영상 을 제시하여 학생들이 시청하도록 하였으며, 수업 시 동영상을 바탕으로 SSI 주제와 관련된 학생 중심 활동들을 할 수 있도록 하였다. 플립러닝 기반 SSI 수업을 구성하는 데에는 Kim *et al.*(2014)이 제시한 플립러닝 수업 설계를 위한 전략을 활용하였다. 이들은 Table 1과 같이 크게 학습자 상태, 교수적 상태, 사회적 상태, 인지적 상태로 나누어 총 9개의 전략을 제시하였다.

본 연구에서 제시하는 FL-SSI 수업모형은 Figure 1과 같이 크게 세 단계로 구성되었다. 먼저, 수업 전 단계에서는 학생들이 집에서 동영상을 강의(뉴스, 다큐멘터리, 공익광고 영상 등 포함)를 시청하여 주어진 SSI 문제 상황에서 드러나는 쟁점을 이해하도록 하였다. 영상의 마지막 부분에 본 수업 활동을 위한 간단한 활동(예: 동영상 내용 요약, 동영상 아래 개인의 의견을 적거나 필요한 자료를 수집하는 활동 등)을 제시하여 수업 전 개인적으로 수행하도록 하였다. 필요한 경우에는 영상에 관련 과학개념에 대한 설명 또한 포함하였다. 본 수업에서는 학생이 주도적으로 주제에 대한 토의·토론을 통한 의사결정 활동이나, SSI 문제 상황 해결을 위한 글쓰기, 포스터, 만화그리기 등을 수행할 수 있도록 안내하였다. 수업 후에는 학습 활동 내용을 서로 공유하고 평가함으로써 본인의 SSI에 대한 의견이나 학습 내용을 정리하도록 하였다. 수업을 진행하기에 앞서 교사는 참여 학생들을 포털사이트의 수업 전용 카페에 가입하도록 하고, 학급의 과학도우미를 활용하여 카페와 SNS 어플리케이션을 통해 교사가 직접 제작한 SSI 관련 수업 영상을 제공하도록 하였다. 또한 영상을 본 후 스스로 자료를 찾아보는 기회를 갖도록 활동지를 수업 전에 미리 배부하여 학생들이 해당 주제에 대해 충분히 몰입할 수 있도록 하였다.

Table 1. Instructional strategies for designing flipped learning-based SSI program

유형	설계 전략	FL-SSI 수업에서의 전략
학습자 상태	<ul style="list-style-type: none"> • 과제 수행을 위한 충분한 시간 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 교실 내 수업이 이루어지기 최소 3일전 사전 동영상을 웹에 게시하여 학생들이 동영상을 시청할 수 있는 충분한 시간을 제공함.
교수적 상태	<ul style="list-style-type: none"> • 수업 준비도 증진을 위한 인센티브 제공 • 학생의 이해도를 평가할 수 있는 메커니즘 고려 • 개인 또는 모둠 과제에 대한 적절하고 즉각적인 피드백 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 교실 내 수업 초반부에 사전 동영상과 관련된 퀴즈를 제시하여 정답자에게 인센티브를 제공함. • 학생의 이해도를 평가할 수 있도록 지필고사에서 논술형 평가를 실시함. 수업 과정에서 자기평가 등을 활용함. • 교실 내 수업에서 학생들의 개별적인 요구를 지속적으로 파악한 후, 이에 대해 적절하고 즉각적인 피드백을 제공함.
사회적 상태	<ul style="list-style-type: none"> • 친근하고 쉽게 접속할 수 있는 테크놀로지 제공 • 학습 공동체 구성 촉진 	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들의 접근성과 편의성을 고려하여 SNS와 인터넷 카페에 영상을 제공함. • 교실 내 수업에서 모둠별 활동을 진행함으로써 적극적인 의사소통을 유도함. 웹 게시판 및 SNS를 이용하여 학습공동체가 활발히 운영될 수 있도록 지원함.
인지적 상태	<ul style="list-style-type: none"> • 구체적이고 구조화된 안내 • 수업 전 학습내용 안내 • 교실 내, 교실 밖 활동 간 명시적 연결고리 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 본 수업이 진행되기 전 오리엔테이션 시간을 통해 학습 과제, 교수자 및 학습자의 역할, 플립러닝의 방법과 특징을 구체적으로 안내함. • 교실 내 수업 전 학습내용이 담긴 영상을 웹에 게시함. • 매 차시 영상 말미에 교실 내 수업에서 진행할 동영상과 연계된 활동을 안내함으로써 교실 내 활동과 교실 밖 활동의 연결고리를 명시적으로 제공함.

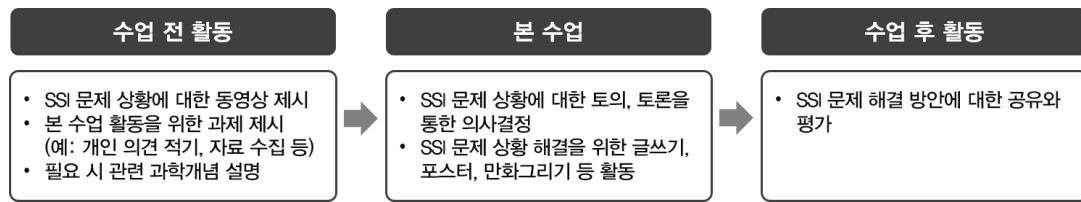


Figure 1. FL-SSI instructional model

Table 2. Detailed information of SSI intervention

SSI 주제	관련단원	활동 내용	차시
국제기후협약, 무엇이 최선의 약속인가?	III. 기권과 우리생활	<ul style="list-style-type: none"> 교토의정서와 파리기후협약에 대해 조사한 자료를 공유하고, 관련 정보를 마인드맵으로 시각화함. 탄소배출권 제도를 체험해보는 활동(역할극)을 진행함. 최종적으로 교토의정서와 파리기후협약을 비교하고 평가하는 글을 작성함. 	4
비만세 도입, 찬성하는가? 반대하는가?	IV. 소화·순환·호흡·배설	<ul style="list-style-type: none"> 평소 자주 먹는 음식의 영양정보를 조사하고 이를 바탕으로 식단을 평가해보고, 조리방법에 따른 영양소의 변화를 알아봄. 고열량·저영양 식품을 학습한 후, 비만이 개인과 사회에 끼치는 영향을 인식함. 비만세에 대한 자신의 의사를 결정하여 토론함. 	3
식품첨가물, 제대로 알고 제대로 알려보자	VII. 자극과 반응	<ul style="list-style-type: none"> 좋아하는 식품과 자주 먹는 식품의 식품첨가물을 조사함. 여러 식품첨가물(MSG와 아질산염 식품첨가물)의 안전성, 경제성, 편리성 등 다양한 각도로 생각하여 식품첨가물에 대한 자신의 의견을 정리한 후, 모둠 토의를 거쳐 합의점을 찾음. 식품첨가물에 대하여 지역사회에 알리기 위한 네 컷 만화 그리기 활동을 함. 	3
신재생에너지 발전소, 우리 지역을 개발하여 설립한다면?	VI. 일과 에너지 전환	<ul style="list-style-type: none"> 신재생에너지의 장단점을 조사함. 역할극을 통해 신재생에너지의 특징들을 이해하고, 신재생에너지 발전의 도입에 대해 논의함. 학생들이 사는 지역에 신재생에너지 발전소를 건립해보는 계획을 세워봄. 	2

본 연구에서 선정한 SSI 주제와 활동 내용에 대한 자세한 내용은 Table 2와 같다. 도입된 SSI는 중학교 2학년 2009 개정 과학과 교육과정의 내용요소와 연관될 수 있는 주제로 선정하였으며, 각 주제별로 2~4차시에 걸쳐 진행되었다. 첫 주제는 기후변화와 관련된 국제기후협약으로, 학생들은 교사가 제공한 동영상 자료를 바탕으로 교토의정서와 파리기후협약에 대한 자료를 조사하였다. 본 수업에서는 동료와 자료를 공유하고 마인드맵으로 관련된 정보를 시각화한 후, 역할극의 형태로 탄소배출권 제도를 체험해보는 활동을 진행하였다. 최종적으로는 교토의정서와 파리기후협약을 비교하고 평가하는 글을 작성함으로써 수업을 마무리하였다. 두 번째 주제는 비만세와 관련된 주제이다. 학생들은 수업 전 동영상을 시청한 뒤 평소에 본인이 자주 먹는 음식의 영양정보를 조사해왔다. 본 수업에서는 교사와 함께 조리방법에 따른 영양소의 변화와 고열량, 저영양 식품에 대해 학습한 후, 비만이 개인과 사회에 미치는 영향이 무엇인지, 비만세를 도입하고자 하는 이유가 무엇인지 조별 토론을 진행함으로써 수업을 마무리하였다. 세 번째 주제는 식품첨가물로, 관련된 동영상을 사전에 시청한 뒤, 학생들은 자신이 자주 먹는 식품의 식품첨가물을 조사하고, 그것이 인체와 환경에 미치는 영향을 살펴보았다. 이 과정에서 학생들은 식품첨가물(MSG, 아질산염 식품첨가물 등)의 안전성, 경제성, 편리성에 대한 본인의 의견을 정리하였다. 그리고 조별 토의를 통해 식품첨가물의 특징과 안전한 이용방법을 지역사회에 알릴 수 있도록 네 컷의 만화로 구성하였다. 마지막 주제는 신재생에너지로, 수업 전 학생들은 동영상 시청 후 신재생에너지의 장단점을 미리 조사하였다. 본 수업시간에는 역할극을 진행함으로써 다양한 자료에서 드러난 신재생에너지의 특징을 정리하였다. 이후 신재생에너지 발전을 도입하는 것이 좋을지, 만약 좋다면 자신이 살고 있는 지역에 어떠한 신재생에너지 발전소를 어느 위치에 건립해야할지 조별로 계획을 세워보았다.

3. 자료 수집 및 분석

가. 과학기술 사회의 시민 역량 및 인성 검사

본 연구에서는 FL-SSI 수업을 통해 과학기술 사회의 시민으로서 갖추어야 할 역량 함양을 살펴보고자 Lee et al. (2015)이 개발한 ‘과학기술 사회의 시민 역량 검사지(Questionnaire for Students’ Perception on the 21st Century Skills, 이하 QSP21)’를 이용하였다. 해당 검사지는 Lee et al. (2015)이 선행연구(Heo et al., 2011; Mun et al., 2015; Trilling & Fadel, 2009)에 기초하여 개발한 것으로, 2015 개정 과학과 교육과정에서 강조하고 있는 역량인 ‘협업능력’(14문항), ‘정보기술 및 미디어 활용능력’(8문항), ‘비판적 사고력’(17문항), ‘문제해결력과 의사소통능력’(7문항)의 네 영역으로 구성되어 있다. 문항은 모두 5점 리커트 척도이며, 총 39문항이다. 본 연구에서 수집한 자료의 내적일관성 신뢰도(Cronbach’s α)는 Table 3과 같이 전반적으로 높은 수준이었다.

학생들의 시민으로서의 인성은 ‘글로벌 시민으로서의 인성과 가치관 검사지(Character and Values as Global Citizens Assessment, 이하 CVGCA; Ko & Lee, 2017)’를 활용하였다. 이 검사지는 Choi et al.(2011)이 재개념화 한 글로벌 과학소양의 5개 차원 중 ‘시민으로서의 인성과 가치관’ 차원에 대한 정의에 기반을 두고 있다. 이 정의에 맞추어 Lee et al. (2013)은 20개의 5점 리커트 척도로 구성된 검사지를 국문과 영문으로 개발하였으며, 이후 타당도를 높이고자 2문항을 추가하여 22문항으로 수정하였다(Ko & Lee, 2017). 해당 검사지는 ‘생태학적 세계관’ 6문항, ‘사회·도덕적 공감’ 10문항, ‘과학관련 사회쟁점에 대한 책무성’ 6문항으로 구성되었다. 본 연구에서 수집한 자료의 내적일관성 신뢰도(Cronbach’s α)는 Table 4와 같이 모든

요인에서 허용할 만한 수준이었다. 각 검사지의 문항은 Appendix 1, 2에 제시하였으며, 수업 전후 수집된 자료는 SPSS 18을 활용하여 기술통계 및 대응표본 t-검정을 실시하였다.

Table 3. Reliability coefficients of the QSP21 (Cronbach's alpha)

영역 (문항수)	하위영역(문항수)	신뢰도 (Cronbach's α)	
협업능력(14)	협업을 위한 노력(11)	.936	.933
	협업에 대한 가치 인식(3)	.646	
정보기술 및 미디어 활용능력(8)	자료수집 및 관리(6)	.868	.866
	정보 교환(2)	.767	
비판적 사고력과 문제 해결력(10)	비판적 문제해결력(7)	.840	.869
	초인지적 사고(3)	.767	
의사소통능력(7)	의사표현 및 의견조정(4)	.752	.773
	적극적 청취(3)	.598	
전체 (39)		.960	

Table 4. Reliability coefficients of the CVGCA (Cronbach's alpha)

영역 (문항수)	하위영역(문항수)	신뢰도 (Cronbach's α)	
생태학적 세계관(6)	인간과 자연과의 관계성(2)	.673	.672
	지속가능한 발전에의 지향(4)	.521	
사회·도덕적 공감(10)	도덕·윤리적 민감성(3)	.755	.690
	다양한 관점의 수용(4)	.599	
과학관련 사회쟁점에 대한 책무성(6)	공감적 이해 및 배려(3)	.651	.820
	사회적 책임감(3)	.640	
	실천 의지(3)	.766	
전체(22)		.806	

나. 포커스그룹 면담

단일집단 연구 설계가 갖는 한계를 보완하고 플립러닝을 적용한 SSI 프로그램의 효과에 대한 학생들의 인식을 살펴보고자 포커스그룹 면담을 실시하였다. 면담은 수업이 진행된 기간 동안 성실히 참여한 학생 중 면담에 자발적인 의지를 보인 28명을 대상으로 하였다. 각 반에서 2-3모둠(1모둠당 3-4명)씩 참여하였으며, 플립러닝이 적용되지 않은 SSI 수업에 참여해본 학생들은 가능한 포함되도록 하였다. 면담은 학생들이 인식한 플립러닝의 효과를 살펴보는 데 초점을 두었기 때문에, 수업에 함께 참여한 동료들과 포커스그룹으로 면담을 진행함으로써 연구참여자가 편안하게 의견을 표현할 수 있고 생각을 발산적으로 제시할 수 있는 분위기를 조성하였다(Kim et al., 2000). 각 면담은 3-4명을 한 그룹으로 구성하여, 40-50분 간 1회 진행하였다.

구체적인 면담 질문으로는 FL-SSI 수업에서 각 단계별 활동에 대한 경험이 어떠한지, 수업 전 활동이 본 수업 활동에 어떠한 도움을 주었는지 등이 있었다. 이때, 일부 학생들은 과학 수업을 담당한 교사(제1저자)에게 이전학년(중학교 1학년)에서 SSI에 대한 토의에 참여해 본 경험이 있었다. 이들 학생과의 면담을 통해 일반 SSI 수업과 FL기반 SSI 수업의 차이를 간접적으로 유추해볼 수 있도록 하였다.

면담 내용은 녹음한 후 전사하였다. 면담의 분석은 연구 문제에 맞추어 SSI 수업에서 플립러닝 전략이 어떠한 효과가 있었는지를 중심으로 코드를 귀납적으로 생성하여 분석하였다. 코드의 예시는 ‘시간절약’, ‘이해에 도움’, ‘생각해볼 기회’, ‘효율적 토의’, ‘자료 탐색’, ‘자료 수집’ 등 다양하게 도출되었으며, 유사한 코드를 중심으로 플립러닝 전략의 효과에 대한 주제를 생성하였다. 면담자료와 더불어 비디오, 학생활동지 등의 다양한 자료를 활용하고 분석결과를 연구자 간 지속적으로 논의함으로써 분석결과에 대한 신뢰도를 높이고자 하였다(Lincoln & Guba, 1985). 특히 과학교육 연구자 3인이 함께 면담 전사본을 읽고 주요하게 드러나는 부분을 중심으로 분석한 뒤, 분석결과를 수차례 검토하고 조정함으로써 최종 합의하였다.

III. 연구 결과

1. 플립러닝 기반 SSI 수업이 과학기술 사회의 시민 역량 함양에 미치는 효과

플립러닝 기반 SSI 수업이 중학생의 과학기술 사회의 시민 역량 함양에 미치는 효과를 살펴본 결과는 Table 5와 같다. FL-SSI 수업 후 연구참여자의 과학기술 사회의 시민역량은 협업능력, 정보기술 및 미디어 활용능력, 비판적 사고력과 문제 해결력, 의사소통능력 네 영역 모두에서 통계적으로 유의미하게 향상되었다. 각 문항별 사전·사후 평균점수는 Appendix 1에 제시하였으며, 각 역량별 변화를 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 협업능력에서는 하위 요소 중 ‘협업을 위한 노력’에서 FL-SSI 수업 후 유의한 향상이 있었다($p < .05$). 특히 해당 하위 요소에 속하는 11개 문항 모두에서 평균 점수가 향상되었다. 협업을 위해 상대방의 피드백을 적극적으로 수용하고 이를 바탕으로 더 좋은 결과를 낼 수 있도록 노력하는 지(문항11), 다른 사람들과 지식을 공유하고 협업하는 과정을 중요하게 생각하고 이를 위해 노력하는 지(문항9)를 묻는 문항의 경우, 타 문항에 비해 향상된 폭이 컸다. 이에 반해, ‘협업에 대한 가치 인식’은 수업 전후 평균점수에 통계적으로 유의한 차이가 존재하지 않았다($p = .604$). 다만, 수업 후 조별 과제를 수행할 때 각각의 조원이 기여한 바를 인정해주는 것의 중요성을 인지하게 되었다는 문항(문항13)에서는 다소 향상됨으로써, 어느 정도 협업의 중요성에 대해서는 인지하는 바가 높아졌음을 간접적으로 확인해볼 수 있었다.

정보기술 및 미디어 활용 능력은 두 하위 요인 모두에서 수업 후 통계적으로 유의한 향상이 있었다($p < .05$). 특히 ‘자료수집 및 관리’에 속하는 문항15는 가장 높은 평균점수를 보인 문항으로, 학생들은 미디어에서 필요로 하는 정보를 검색하는데 있어 수업 후 더욱 자신감을 갖게 되었다고 응답하였다. 정보를 검색, 조직, 평가, 전달하는데 필요한 정보기술의 활용능력(문항20)이나, 수집한 정보가 믿을만한 정보인지 판단하는 능력(문항16)에 대한 인식도 향상되었음을 보여 주었다. 이는 플립기반 수업에서 학생들이 과제를 할 때에 스마트폰, 컴퓨터와 같은 기기에 접근성이 좋도록 환경을 조성하며, 주제와 관련된 자료들을 검색하는 활동을 통해 자신의 역량에 대해 보다 긍정적인 시각을 가지게 되었을 것으로 예상해볼 수 있겠다. 다른 하위 요인인 ‘정보교환’ 중에서는 SNS를 활용하여 본인의 아이디어에 대

Table 5. Results of paired t-test on the QSP21

Factors	Pre-test		Post-test		t	p
	M	SD	M	SD		
협업능력	3.71	.645	3.88	.648	2.136	<.05
협업을 위한 노력	3.70	.686	3.90	.660	2.528	<.05
협업에 대한 가치 인식	3.75	.687	3.81	.814	.521	.604
정보기술 및 미디어 활용능력	3.72	.657	3.90	.665	2.464	<.05
자료수집 및 관리	3.71	.699	3.88	.686	2.151	<.05
정보 교환	3.75	.863	3.98	.895	2.017	<.05
비판적 사고력과 문제 해결력	3.37	.572	3.55	.564	2.381	<.05
비판적 문제해결	3.35	.603	3.55	.585	2.421	<.05
초인지적 사고	3.40	.698	3.57	.767	1.608	.112
의사소통능력	3.55	.564	3.74	.619	2.701	<.01
의사표현 및 의견조정	3.45	.684	3.60	.768	1.565	.122
적극적 청취	3.68	.608	3.94	.702	3.037	<.01
전체	3.60	.553	3.78	.516	3.083	<.01

한 다양한 의견을 수용하는 능력(문항21)에 대해 특히 긍정적인 반응을 보였다.

비판적 사고력과 문제 해결력의 하위 요인에서는 ‘비판적 문제해결’에서 통계적으로 유의한 향상이 있었다($p<.05$). 과학 관련 문제에 대한 의사결정을 할 때 과학적 근거와 자료를 활용하여 최선의 방안을 선택하려고 노력하는 지(문항26), 다양한 입장을 고려하여 최적의 해결방안을 선택하는 지(문항27)를 측정하는 문항에서 상대적으로 높은 향상을 보였다. 과학적 사실과 추론, 주관적 가치 판단을 구별하여 설명할 수 있는지를 문항(문항24)의 경우 향상 폭이 비교적 적었다. ‘초인지적 사고’의 사후 점수는 사전 점수에 비해 향상되었으나 통계적으로 유의한 정도는 아니었다($p=.112$). 문제를 해결한 후 스스로 수행했던 해결과정에 대해 되돌아보는데 대한 문항(문항30)은 수업 후 매우 긍정적으로 인식이 변화하였으나, 문제 해결을 위해 수집한 정보들이 얼마나 믿을 수 있는 지 따져볼 수 있는 지(문항31)에 대해서는 여전히 어려워하고 있음을 보여주었다.

마지막으로, 의사소통능력은 ‘의사표현 및 의견조정’에서 통계적으로 유의한 향상을 보이지 못했다($p=.122$). 해당 하위 요인에 속하는 4개 문항 중 3개 문항에서 향상되었으나, 생각과 의견을 표현할 때 타당한 근거를 논리적으로 제시할 수 있는 지(문항33)에 대한 문항에서는 평균점수가 다소 하락하였다. 해당 결과는 학생들이 수업 전반에 걸쳐 스스로 의견을 마련하고 조별 토론을 통해 동료와 의견을 교환하고 설득하는 과정을 거쳤음을 고려하면 다소 예상과 상반되는 결과이다. 이는 일부 학생들이 동료와 함께 의견을 조율하는 과정에서 상대방의 의견이 더욱 타당한 의견이라 생각되거나 본인의 의견을 뒷받침하는 근거가 다소 약하다는 점을 느끼게 되었기 때문으로 해석할 수 있다. 면담에서의 학생들의 응답을 살펴보면, 논리적으로 이야기하지 못할 경우 다른 조원에게 반박을 당할 수 있다는 점에 대해 부담스러워 하는 모습을 보이기도 했다. 반면, 다른 하위 요인인 ‘적극적 청취’는 통계적으로 유의한 향상이 있었으며($p<.01$), 특히 상대방의 이야기를 더 잘 이해하기 위해 상대방의 얼굴표정이나 목소리, 몸짓도 주의 깊게 살펴보는 능력(문항39)에 대한 응답이 크게 상승하였다.

2. 플립러닝 기반 SSI 수업이 시민으로서의 인성 함양에 미치는 효과

플립러닝 기반 SSI 수업 전후 중학생의 시민으로서 갖추어야 할 인성 요소의 평균점수는 아래 Table 6과 같으며, 수업 이후 통계적으로 유의한 향상이 있었다. 특히 세 영역 중 사회·도덕적 공감과 과학 관련 사회쟁점에 대한 책무성 두 영역에서 사전 평균 점수에 비해 사후 평균 점수가 통계적으로 유의하게 향상된 것으로 드러났다($p<.001$). 각 문항별 사전·사후 평균점수는 Appendix 2에 제시되어 있으며, 각 요소별 변화를 살펴보면 다음과 같다.

생태학적 세계관의 경우, 영역 전체에서 평균 점수가 향상되기는 하였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다($p=.206$). ‘인간과 자연과의 관계성’은 FL-SSI 수업 전에 비해 오히려 수업 후 평균 점수가 다소 하락한 것을 알 수 있다. 이에 대한 인식을 측정하는 2개 문항 모두 FL-SSI 수업 전에는 평균 점수가 4점을 넘었으나 FL-SSI 수업 후 인류가 자연에게 영향을 끼치면, 결국에는 그 영향이 다시 인류에게 되돌아 올 것이라 생각하는지(문항1), 인류의 이익을 위해 자연을 변화시키거나 인위적으로 조작하면 심각한 결과를 낼 수 있다고 생각하는 지(문항2)를 묻는 문항 모두에서 평균점수가 하락하였다. 선행연구(Lee *et al.*, 2012)에서도 학생들이 인간이 자연과 상호호혜적인 관계를 유지해야 함에는 많은 학생들이 긍정적인 반응을 보이지만, 그 인간이 자연의 일부임을 온전히 이해하는 것은 쉽지 않다고 하였다. 본 연구에 참여한 학생들도 지속가능한 발전에 대해서는 통계적으로 유의한 수준에서 인식의 향상이 있었던 것에 비해, 인간과 자연과의 관계성에 대해서는 완전히 받아들이지 못하는 것으로도 해석할 수 있다. ‘지속가능한 발전에의 지향’에 해당하는 4개의 문항 중 한 문항(문항5)을 제외하고 모두 FL-SSI 수업 후에 평균 점수가 향상했다. 특히, 자연의 순리를 거스르지 않으면서 과학기술을 발달시켜야 한다고 생각하는지를 묻는 문항4의 경우 FL-SSI 수업 전에는 다른 문항에 비해 낮은 점수를 나타냈으나, 다른 문항에 비해 가장 큰 향상 폭을 보였다. 이에 반해, 자연을 훼손하지 않는 범위 내 옛 과학기술을 이용해야 한다고 생각하는지를 묻는 문항5는 다소 하락한 것으로 나타났다.

사회·도덕적 공감 영역은 수업 후 통계적으로 유의한 향상이 있었

Table 6. Results of paired t-test on the CVGCA

영역	사전		사후		t	p
	평균	표준편차	평균	표준편차		
생태학적 세계관	3.78	.533	3.87	.581	1.277	.206
인간과 자연과의 관계성	4.12	.762	3.99	.833	-1.132	.262
지속가능한 발전에의 지향	3.61	.551	3.81	.584	2.505	<.05
사회·도덕적 공감	3.32	.420	3.59	.565	4.224	<.001
도덕·윤리적 민감성	2.86	.691	3.32	.815	5.107	<.001
다양한 관점의 수용	3.39	.510	3.68	.627	3.500	<.01
공감적 이해 및 배려	3.68	.663	3.74	.679	.605	.547
과학관련 사회쟁점에 대한 책무성	3.03	.610	3.42	.702	4.357	<.001
사회적 책임감	2.98	.657	3.37	.628	4.174	<.001
실천 의지	3.07	.676	3.47	.877	3.661	<.001
전체	3.36	.372	3.62	.506	4.610	<.001

다($p<.001$). 본 영역의 하위 요소들을 보면, ‘도덕·윤리적 민감성’과 ‘다양한 관점의 수용’의 프로그램 전후 평균점수는 통계적으로 유의한 차이가 있었으나, ‘공감적 이해 및 배려’는 평균 점수가 일부 상승하였을 뿐 통계적으로 유의한 정도는 아니었다. ‘도덕·윤리적 민감성’은 주제가 갖는 잠재적인 도덕·윤리적 측면에 대해 인지할 수 있고 민감하게 반응하는 것을 의미한다. 학생들은 과학기술의 발달로 인해 발생할 수 있는 사회·윤리적 갈등에 관심이 있는 지 혹은 민감한 지를 묻는 문항(문항8, 문항9)에서 수업 후 인식이 크게 향상되었음을 보여주었다. 또한 과학기술로 인한 사회·윤리적 결과들에 대해 예상해볼 수 있는지를 묻는 문항(문항7)에 대해서도 큰 향상 폭을 보였다. ‘다양한 관점의 수용’에서는 서로 논쟁하는 과정에서 다양한 입장에 대해 고려하고(문항10), 내 의견과 다른 사람의 의견도 경청할 뿐만 아니라(문항11, 문항12) 그 사람의 입장에서 생각해보려고 노력하며(문항13), 내가 내린 해결책이 다른 사람에게 미칠 수 있는 영향에 대해서도 고려해보게 되었다(문항12)는 응답을 보였다. ‘공감적 이해 및 배려’는 과학기술의 혜택을 받지 못하거나 과학기술의 발달로 피해를 입은 사람들을 보면 내일처럼 느껴지는 지를 묻는 문항(문항15)과 같이 향상된 문항이 일부 포함되었으나, 수업 후 유의한 향상을 보이지는 않았다.

과학관련 사회 쟁점에 대한 책무성 영역도 통계적으로 유의한 향상이 있었으며, ‘사회적 책임감’과 ‘실천 의지’의 하위 요인 모두에서 통계적으로 유의한 향상이 있었다($p<.001$). ‘사회적 책임감’ 영역에서 과학기술과 관련된 사회문제의 발생에 책임감을 느끼는 지(문항18), 그리고 책임감을 느끼기 때문에 그 해결과정에서 발생할 수 있는 어느 정도의 개인적인 불편함을 감수할 수 있는지(문항19)를 묻는 문항의 점수 변화가 큰 것으로 드러났다. ‘실천 의지’에서도 개인적으로 수행할 수 있는 해결책을 찾거나(문항20), 지역사회 주민과 문제 해결을 위해 의사소통 하고 싶다는 의견(문항21)에 대한 인식이 높아졌으며, 과학기술과 관련된 사회문제를 해결하기 위해 국가 간 협력과 국제 협약을 지지하는 데에도 참여하고 싶다(문항22)는 문항에 대한 응답 역시 긍정적이었다. 이는 FL-SSI 수업을 통해 학생들에게 독립성을 확보해줌으로써 주어진 문제의 심각성을 보다 잘 인지하고 문제에 대한 자신의 생각을 정리할 수 있는 기회를 제공했기 때문에, 과학관련 사회문제를 해결하고자 하는 책임감과 실천 의지가 높아진 것으로 해석해볼 수 있다.

3. SSI 수업에서 플립러닝 전략 적용 효과에 대한 인식

본 연구에서는 학생들이 플립러닝 전략이 적용된 SSI 프로그램에 참여하는 동안, 매 차시 수업 전 교사가 제공한 SSI 주제에 관련된 강의 영상을 시청하고 간단한 사전 학습을 수행하였다. 본 연구는 현실적인 제약으로 인해 플립러닝 전략이 적용되지 않은 SSI 수업(비교반)을 진행하지 못한 관계로, 플립러닝 전략만의 효과를 통계적으로 확인하는 데에는 한계가 있다. 그러나 과학 수업을 담당한 교사로부터 이전 학년에서 플립러닝을 적용하지 않은 SSI 수업에 참여한 학생들에게 해당 시기의 경험을 이끌어냄으로써 두 수업의 차이를 간접적으로 유추해보고자 노력하였다. 따라서 다음 결과에서는 플립러닝 전략이 적용된 SSI 수업과 적용되지 않은 수업의 차이에 초점을 두고 서술하기 보다는 플립러닝 전략이 적용되었을 때 보다 강조될 수 있는 효과를 서술하는 데 초점을 두었다.

가. 문제 상황에 대한 이해 향상

면담에 참여했던 학생들은 익숙하지 못한 SSI 주제에 대해 미리 생각해보는 기회가 주어진 것을 플립러닝으로 진행한 SSI 수업의 장점으로 평가하였다. 다소 생소하게 느낀 주제가 많았음에도 불구하고, 사전 영상을 통해 문제 상황을 사전에 인지함으로써 본 수업 활동에 참여하는 데 도움이 되었다고 설명하였다.

거꾸로 수업(플립러닝)을 하면은 미리 그 조금 어떤 기초적인 걸 알잖아요. 그러니까 친구들이랑 조금 더 그것 보다 더 심화된 의견이나 생각을 말할 수 있고요. 그냥 거꾸로 수업 없이 했을 때는 “어, 이거 뭐지?” 그랬는데, 만약에 기초가 요만큼 다져져 있으면 거꾸로 수업했을 때는 요만큼의 심화된 내용을 말할 수 있었어요. (B03)

제가 좀 더 자세히 알고 있으니까 자세히 얘기할 수 있고 많이 알면 얘기할 수 있는 범위가 넓잖아요. 그러가지고 아는 범위에 내에서 최대한 말해볼 수 있으니까... (도움이 되어요) (B11)

B03은 지난 해 플립러닝을 도입하지 않은 일반 SSI 수업에 참여했을 때의 경험에 비추어 설명하였다. 플립러닝이 도입되지 않았을 때

에는 주제에 대한 이해가 충분하지 않은 상태에서 토의에 참여했기 때문에 어떠한 의견을 제시해야 하는지 어려움을 겪고 부담이 되었지만, 이번 수업에서는 적은 내용일지라도 미리 준비가 되어 있어 심도 있는 대화를 할 수 있었다고 응답하였다. 이는 플립러닝 전략이 적용됨에 따라 수업 전 문제 상황에 대한 이해가 높아지면서, 본 수업에 대한 이해와 참여 역시 증가하였음을 보여준다. 이와 유사하게 B11은 수업 전 영상을 보거나 스스로 주제에 대해 조사하는 것이 SSI가 지닌 다양한 관점에 대한 이해의 폭을 넓혀주기 때문에 활발하게 이야기할 수 있게 되었다는 점을 장점으로 들었다. A03 또한 자료조사를 미리 진행함으로써 문제에 대한 이해가 높아졌을 뿐만 아니라, 상대방의 의견을 살필 수 있어 어떻게 반박해야 하는지 생각해볼 수 있고 이에 따라 토의에 보다 활발히 참여할 수 있었다고 응답하였다. 이들의 응답은 앞선 B03의 응답과 달리 플립러닝의 적용 유무에 따라 비교하여 서술된 답변은 아니었으나, 플립러닝을 통해 새로 추가된 ‘수업 전 영상과 그로 인한 자기학습’에 대한 효과를 보여주므로 기존의 SSI 수업에 비해 개선된 결과로 해석해볼 수 있었다. A02도 “자료 조사하고, 정확하게 알고 왔으니까 더 잘 표현할 수 있는 것 같아요”라 이야기하면서 자료조사를 통해 미리 정보를 수집한 것이 자신의 의사를 표현하는 데 도움이 된다고 설명하였다. 또한 스스로 문제 상황에 대한 이해를 높이는 과정에서 교사의 설명에 더 귀 기울여 들을 수 있었다고 응답하였다.

그 자리에서 바로 내 생각을 정하고 나서 토론을 하면은, “내가 이 주장을 말할 때 상대방에서 반론을 하거나 반박을 하면은 어? 그렇게 되나? 그렇게 될 수 있나?” 라고 생각을 할 수 있는데 미리 정해서 자기 생각이 딱 정했으면 “그게 왜 그러지?” 막 이러면서 그게 아닐 수도 있고.. 내 생각이 분명하게 정해지는 게, 할 수 있게 하니까... (B03)

뭔가 얘기를 잘 안하고 자기 의견을 안 말하는 애들이 있잖아요.. 그것 때문에.. 집에서 먼저 조사를 해 와서 자기의 의견을 확고히 굳힌 다음에 가면 의견을 조금 더 말할 수 있을 수 있는 것 같아요 (B12)

선행연구(예: Acar, Turkmen, & Roychoudhury, 2010)에서 언급된 바와 같이, 학생들은 SSI 수업에 참여할 때 한정된 수업 시간 안에 처음 접해보는 SSI를 배우고 이해하여 자신의 의견을 제시하여 논의 하는데 부담을 느낄 수 있다. 학생들의 응답에 따르면, 플립러닝 전략은 단순히 학습시간을 연장시키는 효과뿐만 아니라 미리 자신의 생각을 정리하고 준비해오는 기회를 제공한다는 점에서 긍정적인 효과가 있었다. B03이나 B12가 응답한 바와 같이, 학생들이 자신의 의견을 미리 생각해보는 것은 타인의 의견을 수용하는 면에 있어서도 폭이 넓어질 수 있다. 특히 B12는 평소 수업에서 조별 토의에 활발히 참여하지 못하는 친구들이 플립러닝 수업에서는 더 참여하는 모습을 관찰했다고 이야기하였으며, 본인의 의견을 확고히 굳히고 자신의 의견을 좀 더 이야기할 수 있기 때문에 긍정적이라 보았다. 교실 내 수업 전 미리 학습을 준비해오으로써 “준비를 했다는 뿌듯함과 (다른) 애들이 모르는 것이 있으면 가르쳐주고, 말을 할 때 조금 더 (할 말이) 많이 생겨서 좋아요”와 같이 수업 과정에 더욱 자발적이고 능동적으로 참여하는 데 도움이 된 것으로 보인다.

나. 시간 절약과 효율적인 토의 운영

플립러닝을 적용했을 때 학생들이 언급한 효과 중 하나는 수업시간을 효율적으로 활용할 수 있다는 점이었다. 본 연구에 참여한 학생들은 과학수업뿐만 아니라 평소 수업에서도 스마트폰을 활용하여 종종 자료를 조사해본 적이 있다. 이들은 수업 시간에 스마트폰이나 태블릿을 활용하여 자료를 조사하는 것보다, 미리 집에서 찾아본 후 수업 시간에는 토의·토론에 충실히 참여할 수 있도록 시간을 확보하는 것이 본 수업의 질을 높이는데 더 효율적이라 보았다.

미리 조사하면은, 집에서 그러면 이렇게 조사하니까 집에서 다 써놓고 가지고 오잖아요. 그럼 학교에 오면 바로 이렇게 수업을 진행할 수 있잖아요. 토의 토론 하고. 근데 교실에서 바로 조사를 하면 (교실에서) 애들이 스마트폰으로 된 짓을 하는 애들도 많고요. 선생님은 근데 한 명 한 명 일일이 볼 수 없잖아요. 그래서 애들이 조사를 하더라도 조사를 다 하면 시간이 이미 다 가버려서 수업도 이렇게 효율적이지 못하고~ (A05)

그 시간 절약에도 도움이 되고, 측석에서 하려고 해도 애들이 조사할 때도, 집중적으로 안하는 애들도 몇 명 있고. ... 잠깐 수업시간에 하면 시간낭비가 더 클 것 같아서, 집에서 해 와서 다 같이 토의 토론을 더 많이 하는 게 더 나을 것 같아요. (A06)

보통 자료를 찾는 과정에 시간이 많이 소요되거나, 제한된 시간 내에 자료를 찾아야 하기 때문에 급하게 진행되는 경우가 많다. 예를 들어 A05와 A06은 플립러닝 전략이 활용되지 않는 일반 SSI 수업의 경우, 수업시간에 자료 수집이 이루어지기 때문에 시간을 효율적으로 이용할 수 없고 토의가 심도 있게 진행되기 어려운 점을 언급하기도 하였다. 이에 따라 학생들은 플립러닝이 적용된 SSI 수업을 통해 스스로 궁금한 자료를 미리 찾아보고 수업에 임함으로써, 본 수업에서의 토의나 토론, 역할극 등의 활동에 보다 충실하게 참여하게 되었으며 수업이 보다 의미 있고 효과적으로 진행되었다고 밝혔다.

또한 수업 전 영상을 통해 문제 상황을 이해했기 때문에, 토론의 방향이 명확해지는 점을 언급하기도 하였다. 학생들은 토의가 진행되는 과정에서도 영상을 통해 학습한 내용을 지속적으로 떠올리는 모습을 보였다. 한 예로, 신재생에너지에 대한 수업의 사전 영상으로 교사는 기존 에너지의 편리성·효율성뿐만 아니라 실제 발전소를 건립함에 있어 발생하는 지역사회의 문제, 환경 문제와 같은 다양한 측면을 담은 영상을 제공했다. 이는 학생들로 하여금 수업 전 미리 신재생에너지 이용을 둘러싼 다양한 이해관계자와 관점을 고려해보도록 안내하기 위함이었다. A03은 본인이 사는 지역사회에 신재생에너지를 도입하고 발전소를 건설하는 활동에서 수업 전 영상을 지속적으로 떠올리면서 대화를 이끌어어나갔다.

A03: 원래 발전소가 있든 말든 신경도 안 썼거든요? 근데 뉴스에서 막 산 깎고 나무 다 베어져 있는 거... 이렇게 놓고 발전소 건립을 안 하고 그냥 갔다고 이래가지고 있었잖아요, 그걸 보니까..

Teacher: 충격적이었어?

A03: 왜 저런 거를 하고.. 그럴 거면 자르질 말지.. 그래서 발전소 하는 거는 좀.. 하든 말든 아췌든 나무는 잘려지고.. 그럼 또 지구온난화 그런 거 계속 생각하고...

A03은 교사가 사전 영상으로 안내한 영상을 통해 발전소의 건설이 환경에 영향을 미칠 수 있다는 것을 인지하게 되었다. 토의를 진행할 때에도 단순히 표면적으로 환경문제를 다루는 것이 아니라, 실제 건설현장에서 일어나는 문제를 떠올리면서 해당 문제 상황에 놓여 감정을 이입하고 많은 시간 고민을 통해 의사를 결정하는 모습을 보였다. 이와 같은 결과가 모두 플립러닝의 효과라 볼 수는 없으나, 적어도 학생들은 수업 전 과학관련 사회쟁점에 노출되는 기회를 통해 주어진 문제 상황을 보다 깊이 내면화하고 토의에 진지하고 효율적으로 참여하게 되었음을 보여주었다.

다. 충분한 자료탐색 기회

본 연구에서 교사는 학생들에게 영상을 제공한 뒤, 해당 주제를 둘러싼 다양한 관점에 대해 조사해 오는 과제를 부여했다. 수업 초기에는 학생들이 원하는 자료를 찾고 선별하는 데 어려움을 겪었다. “한쪽 의견만 좀 쏠려 나왔을 때... 검색했을 때 바로 바로 안 나왔을 때 좀 시간이 오래 걸리잖아요”(A02), “선생님이 내주신 과제가요, 그렇게 딱 떨어지는 거 없어요”(C03)와 같이 자료조사에 대한 어려움을 토로하였다. 그러나 학생들은 플립러닝 전략을 적용한 SSI 프로그램에 지속적으로 참여하면서 스스로 정보를 선별하는 관점을 기르게 되었음을 보여주었다. 다음은 학생들의 응답의 일부이다.

Teacher: 자료조사하거나 이럴 때는 내가 원하는 자료가 안 찾아질 때도 있잖아요.

C08: 예전에는 그냥 주위 어른들한테 물어보고 그랬어요.

C07: 찾아보다가, 약간 좀 비슷한? 약간 그런 게 있어요. 그런 거 보고 들이 합쳐가지고.

C08: 제가 옛날에는 무조건 베껴서 썼거든요? 근데 요즘은 그냥 좀 꼭 필요하고 안 필요하고 좀 나눠서 좀 그게 있는 것 같아요

Teacher: C12는?

C12: 저도 필요한 내용이다, 아니다 하는 게 이제 구분이 가요.

플립러닝을 통한 수업에서 학생들은 일차적으로 개인 수준에서 자료를 수집하며, 모둠원들은 개개인이 수집한 자료를 한 데 모아 활동을 시작한다. 이 과정에서 학생들은 서로 자료 조사를 하면서 어려웠던 점을 나누고, 다른 모둠원이 수집한 자료를 보면서 본인에게 필요한 자료를 찾는 방법과 적합하고 타당한 자료인지 평가하는 방법 등을 점차 이해하게 되었다. 학생 스스로도 “처음엔 그게 안 보여서 그냥 아무거나 막 썼는데.. 이제 보여요”(A02)와 같이 본인의 자료를 탐색하고 선별하는 능력이 향상하는 것을 느끼는 모습이 관찰되었다. 물론 기존의 SSI 수업을 통해서도 자료를 탐색하고 선별하는 능력을 높일 수 있다는 연구가 있었던 점을 고려할 때(김재덕 외, 2016), 해당 결과가 플립러닝을 적용하였기 때문이라고 해석하기에는 한계가 있다. 다만 기존 연구에서 드러난 자료수집 및 토의 등의 시간 부족에 따른 어려움을 해결하는 하나의 방안으로서, 플립러닝이 자료수집에 대한 충분한 시간을 제공하였으며 이에 따라 학생들은 정보의 타당성과 적합성, 신뢰성을 판단하게 되었음을 보여주었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 선행연구에서 보고된 일반적인 SSI 수업의 어려움(예: 정규 시간 내 운영의 어려움, 학생들의 도덕적·인지적 갈등, 학생들의 자료수집 및 토의 능력의 부족 등)을 보완하기 위해 플립러닝 기반 SSI 수업을 진행하였다. 또한 해당 프로그램이 중학생의 시민으로서의 역량과 인성에 미치는 영향을 탐색하고, 참여 학생들이 SSI 수업에 플립러닝 전략을 도입하는 것에 대한 평가 또한 탐색해 보았다. 연구 결과, FL-SSI 수업은 학생들이 과학기술 사회에서 갖춰야 할 시민 역량과 인성을 함양하는 데에 긍정적인 효과가 있었다. 과학기술 사회의 시민역량의 경우, 하위 네 개의 영역(협업능력, 정보기술 및 미디어 활용능력, 비판적 사고력과 문제 해결력, 의사소통 능력) 모두에서 수업 후 통계적으로 유의한 향상이 있었다. 인성면에서는 세 영역(생태학적 세계관, 사회·도덕적 공감, 과학관련 사회쟁점에 대한 책무성) 중 생태학적 세계관을 제외하고 두 영역에서 통계적으로 유의한 향상이 있었다.

먼저, 과학기술 사회의 시민역량 측면에서 학생들은 교사가 제시한 영상을 본 수업 전 시청하고 본 수업에는 토의, 토론과 같은 학습자 중심활동에 대해 초점을 둬으로써, 문제 상황을 보다 충실히 이해하고 다양한 매체를 활용하여 필요한 정보를 찾아보는 기회를 가질 수 있었다. 이 과정에서 적극적으로 의사소통하고 협업하여 문제를 해결하는 역량과 필요한 정보를 수집하고 교환하는 역량, 본인의 의사를 정리해보고 표현해보는 역량을 기른 것으로 보인다. 그러나 일부 하위 요소 중 통계적으로 유의한 향상을 보이지 않은 요소가 있었다. 그 중 하나가 ‘초인지적 사고’이다. 면담에서 학생들은 미리 수집해 온 자료를 수업시간에 동료들과 함께 활용하는 과정에서 자료의 적절성 및 타당성에 대해 판단하는 능력이 함양되었다고 느꼈지만, 여전히 스스로 자신이 문제해결 후 수행과정을 되돌아보거나 스스로 자료가 타당한지 여부를 고려하는 것이 쉽지 않은 과정임을 보여주었다. ‘협업에 대한 가치인식’과 ‘의사표현 및 의견 조정’ 또한 수업 이후 통계적으로 유의한 향상이 아니었다. 학생들은 플립러닝을 통해 본 수업 활동에 보다 적극적으로 참여하게 되고 토론의 질을 높리게 되었다고 인지하였으나, 협업을 통해 의견을 조정해 나가는 과정에 대해서는 아직까지 역량이 많이 향상되었다고 느끼지 못한 것으로 보인다.

시민으로서의 인성 측면에서는 학생들이 SSI와 관련된 다양한 관점을 접하고 과학기술의 발전이 사회에 미치는 영향을 예상해보는 기회를 가짐으로써, 사회·도덕적 공감 능력과 과학관련 사회쟁점에 대한 책무성이 향상되었다. 학생들이 플립러닝을 통해 스스로 주제를 탐색할 수 있는 독립적인 시간을 가짐으로써, 문제가 지닌 쟁점에 대한 이해의 폭이 깊어지고 자신의 입장을 타인의 영향 없이 결정해보는 기회를 통해 문제해결에 대한 책임감이 높아진 것으로 예상된다.

그러나 시민으로서의 역량이나 인성 영역에서 제시된 본 연구의 효과가 플립러닝 전략의 활용으로 인한 효과라고 단정 짓기에는 한계가 있다. SSI 수업 자체만으로도 긍정적인 교육적 효과를 기대할 수 있기 때문이다. 실제로 다수의 연구는 일반 SSI 수업 이후 문제해결력이나 비판적 사고력, 의사소통 능력 등 시민역량이 함양되었다고 보고되었으며(예: Lee et al., 2015), 문제를 둘러싼 다양한 입장을 이해하고 그들의 마음에서 상황과 관점에 공감하는 것, 문제를 유발하고 해결하는 데 책임감을 느낄 수 있다는 인성 역시 향상된 것으로 보고

되었다(예: Kim, Ko, & Lee, 2016). 그러나, 학생들과의 면담 내용을 통해 플립러닝이 SSI 문제 상황에 대한 이해를 높이고 충분한 자료탐색의 기회를 제공함으로써 효율적인 토의를 운영할 수 있게 하는 등 SSI 학습을 보다 촉진할 수 있는 전략이 될 수 있음을 보여주었다. 앞서 서론에서 언급한 바와 같이, SSI 수업에서 교사들이 가장 어려워하는 요소인 정규 시간의 부족과 학생들의 낮은 참여도, 학생들이 겪는 심리적·도덕적 갈등 등은 플립러닝 전략을 통해 어느 정도 해결할 수 있기 때문이다. 실제 학생들은 미리 준비된 영상을 보고 자신의 생각을 정리하고 필요한 자료를 수집해옴으로써, 본 수업 활동에 보다 충실히 참여할 수 있었다고 응답하였다. 이는 학습시간이 수업 전까지 확장된 결과라고도 해석할 수 있으나, 학생들의 응답은 시간의 확장을 넘어 학생들 개개인이 독립된 시간을 확보함으로써 나타나는 교육적 효과임을 보여주었다.

자신의 가치관을 들여다보는 반성적 사고는 SSI 수업을 진행하는데 있어 매우 중요한 요소이다. 본인에 대한 반성적 사고 없이 다양한 입장이 첨예하게 대립되는 토론의 장에 참여하게 되면, 학생들은 쉽게 다른 사람들의 의견에 떠밀리거나 자신의 의견을 제시하는데 주저하게 된다. 또는 서로 다른 의견을 조율하는 데에만 초점을 두어 본인이 진정으로 중요하게 생각하는 것이 무엇인지 충분히 들여다보지 못할 수 있다. 학생들의 응답에서도 나타난 바와 같이, 참여 학생들은 스스로의 생각을 들여다보는 독립된 과정을 통해 수업시간에 진행되는 토의·토론 활동에 보다 자신감 있게 참여하는 모습을 보였으며, 이러한 자신감은 오히려 다른 사람의 의견을 수용하고 서로 조율해 나가는데 긍정적인 토대가 되었다. 본 수업에서의 공동 활동 이전에 개인이 독립적으로 자료를 탐색해보는 과정을 통해, 다른 사람의 생각이 타당할 수 있음을 인지하게 되고 그들이 활용하는 자료의 적합성이나 타당성을 판단해보는 역량도 기르게 된다. 학생들은 SSI에 대해 자신감을 갖고 조리 있게 자신의 의견을 표현하는 기회를 갖게 된 것에 매우 만족해했다.

여러 선행연구에서 언급된 바와 같이, 주제와 관련된 과학 정보와 문제 상황에 대한 이해는 학생들의 SSI에 대한 추론에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. Hogan(2002) 및 Sadler와 Zeidler(2005)의 연구는 학생들의 배경지식이 풍부할수록 SSI 논쟁상황에서 일어나는 추론에 활발하게 참여하며, 과학적 지식이 어느 수준 이상이 갖춰질 때 수준 높은 SSI 추론을 수행할 수 있음을 보여주었다. 본 연구에서 플립러닝이 학생들의 추론의 질을 향상시키는데 대해서까지 탐색하지는 않았지만, 학생 스스로 느끼는 참여도나 토의·토론의 수준에 대한 인식을 볼 때, 궁극적으로는 추론의 질에도 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대해볼 수 있다. 학생들은 이외에도 미리 자료를 수집하고 의사결정을 결정해옴으로써, 본 수업시간을 토론이나 조별로 주어진 SSI 문제 상황을 해결하는 데에 온전하게 활용할 수 있다는 점을 장점으로 들었다. 이는 교사와 학생들이 SSI 수업을 도입할 때, 주어진 시간 내 의미 있는 토의·토론을 수행하고 대처하는 것에 어려움을 겪는다는 선행연구(Gray & Bryce, 2006; Lee *et al.*, 2006)와 연관된다. 학생들은 제한된 수업시간 내 자료를 조사하고 활동까지 해야 한다는 부담을 완화할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구에서 진행한 FL-SSI 수업은 중학교 교사가 일반 학급을 대상으로 운영했던 수업으로, 이는 특별한 수업환경이나 복잡한 기술 없이도 SSI 수업에 플립러닝 전략을 적용할 수 있음을 보여준다. 그러

나 플립러닝을 효과적으로 구현하기 위해서는 학생들과 교사에게 최소한의 기술적 환경과 여건이 보장되는 것이 필요하다. 교사가 학생들에게 명확히 구성된 사전영상을 제시할 수 있도록, 또한 학생들이 교사가 제공하는 영상에 쉽게 접근하고 스스로 자료를 찾아보는 활동을 제약 없이 수행할 수 있는 기술적인 여건이 마련될 때 SSI 교육의 효과가 분명해질 것이다. 최소한의 환경 조성과 더불어, 학생과 교사를 수업을 효과적으로 활용할 수 있는 체계적인 지원이 마련될 필요가 있다.

국문요약

본 연구는 플립러닝을 적용한 과학관련 사회쟁점 교수학습(FL-SSI)이 중학생의 시민역량과 인성발달에 미치는 영향을 탐색하는 것을 목적으로 하였다. 플립러닝은 교실 수업 전 교수학습 영상을 제공하여 기초 개념과 문제인식의 기회를 제공하고, 교실 수업에서는 이를 바탕으로 한 토의토론 활동을 진행함으로써 학생들이 보다 역동적이고 협력적으로 수업에 참여할 수 있도록 하는 전략이다. 이에 본 연구에서는 전통적인 SSI 수업에서 보고되는 시간과 정보의 제약이나 토의·토론 진행 등의 어려움을 해결하고자 플립러닝 전략에 기초한 과학관련 사회쟁점 교수학습 프로그램을 개발 및 적용하였다. 본 연구에는 중학교 2학년 학생 73명이 네 가지 주제의 12차시 수업으로 구성된 SSI 교수학습 프로그램에 참여하였다. 학생들은 매 차시 수업 전 교사가 웹에 게시한 동영상 시청 후, 본 수업에서는 영상에 대한 이해를 바탕으로 다양한 학생중심 활동에 참여하였다. 학생들은 수업 전후 과학기술 사회의 시민역량과 글로벌 시민으로서 갖추어야 할 인성을 측정하는 검사지에 응답하였으며, 수업 이후 포커스 그룹 면담에 참여함으로써 학생들이 인식한 플립러닝 기반 과학관련 사회쟁점 교수학습의 효과를 살펴보았다. 연구 결과, 플립러닝 기반 SSI 수업에 참여한 학생들의 시민역량과 인성은 수업 후 통계적으로 유의한 향상이 있었다. 특히 학생들은 시민역량의 네 영역(협업능력, 정보기술 및 미디어 활용능력, 비판적 사고와 문제해결능력, 의사소통능력) 모두에서 통계적으로 유의한 향상이 있었으며, 인성의 세 영역 중 두 영역(사회도덕적 공감, 과학관련 사회쟁점에 대한 책무성) 영역에서 유의한 향상이 있었다. 포커스 그룹면담 결과 또한 학생들이 SSI 수업에 플립러닝을 적용한 효과를 긍정적으로 인식하였음을 뒷받침하였다. 학생들은 플립러닝 전략을 통해 SSI 문제 상황에 대한 이해를 높였으며, 자료탐색과 의사결정의 시간을 절약함으로써 교실 수업 시간을 SSI 문제 상황을 해결하는 데 온전하게 활용하였다. 또한 SSI 문제를 둘러싼 다양한 관점에 대해 이해할 수 있는 충분한 기회를 가질 수 있었다. 본 연구는 플립러닝 전략이 기존의 SSI 수업에서의 어려움을 보완하고 개선함으로써, SSI 수업을 효과적으로 운영할 수 있는 한 방안이 될 수 있음을 보여준다.

주제어 : 과학기술 관련 사회쟁점, 플립러닝, 시민 역량, 시민 인성

References

- Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussions on a socio-scientific issue.

- Research in Science Education, 38(1), 67-90.
- Bae, J., Kim, J., Kim, E., & So, K. (2015). The effect of elementary free inquiry lessons utilizing flipped learning with smart devices on the elementary students' digital literacy, 21st century skills and scientific attitude. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 34(4), 476-485.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. Oregon: International Society for Technology in Education.
- Bowers, C. (1999). Changing the dominant cultural perspective in education. In G. A. Smith & D. R. Williams (Eds.), *Ecological education in action: On weaving education, culture, and the environment* (pp. 161-178). Albany, NY: State University of New York Press.
- Bryce, T., & Gray, D. (2004). Tough acts to follow: The challenges to science teachers presented by biotechnological progress. *International Journal of Science Education*, 26(6), 717-733.
- Chang, H. S., & Lee, H. J. (2010). College students' decision-making tendencies in the context of socioscientific issues (SSI). *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(7), 887-900.
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S. W., & Krajcik, J. (2011). Reconceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697.
- Chung, Y., Yoo, J., Kim, S. W., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2016). Enhancing student's communication skills in the science classroom through socioscientific issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 1-27.
- Colucci-Gray, L., Camino, E., Barbiero, G., & Gray, D. (2006). From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education. *Science Education*, 90(2), 227-252.
- Dreyfus, A., & Roth, Z. (1991). Twelfth-grade biology pupils' opinions on interventions of man in nature: Agreement, indifference and ambivalence. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 81-95.
- Evagorou, M., Jimenez-Alexandre, M. P., & Osborne, J. (2012). 'Should we kill the grey squirrels?' A study exploring students' justifications and decision-making. *International Journal of Science Education*, 34(3), 401-428.
- 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.
- Grace, M., & Ratcliffe, M. (2002). The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1157-1169.
- Gray, D. S., & Bryce, T. (2006). Socio-scientific issues in science education: Implications for the professional development of teachers. *Cambridge Journal of Education*, 36(2), 171-192.
- Heo, H., Lim, K., Seo, J., & Kim, Y. (2011). Developing 21st century teaching and learning activities for supporting future school 1: Modeling 21st century learner competencies and teacher competencies (KR 2011-2). Korea Education and Research Information Service.
- Hodson, D. (1999). Going beyond cultural pluralism: Science education for sociopolitical action. *Science Education*, 83(6), 775-796.
- Hogan, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 341-368.
- Kim, J., Ko, Y., & Lee, H. (2016). Effects of socioscientific issues instruction on elementary school students' character and values as a global citizens. *The Journal of Elementary Education*, 29(3), 1-25.
- Kim, N., Chun, B., & Choi, J. (2014). A case study of flipped learning at college: Focused on effects of motivation and self-efficacy. *Journal of Educational Technology*, 30(3), 467-492.
- Kim, S., Kim, H., Lee, K., & Lee, S. (2000). *Focus group method*. Seoul: Hyunmoon.
- Ko, Y., & Lee, H. (2017). Comparison of the effects of socioscientific issues instruction on promoting college students' character and values: Based on idiocentrism and allocentrism. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(3), 395-405.
- 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.
- Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity[KOFAC]. (2010). *A Study on creativity and character education for fostering talented person to practice caring and sharing*. Seoul: KOFAC.
- Lee, M. (2014). Signification of Flipped classroom by sociology of classroom: Focusing on the experience of teachers. *Korean Journal of Sociology of Education*, 24(2), 181-207.
- Lee, H., Abd-El-Khalick, F., & Choi, K. (2006). Korean science teachers' perceptions of the introduction of socioscientific issues into the science curriculum. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 6(2), 97-117.
- Lee, H., & Chang, H. (2010). Exploration of experienced science teachers' personal practical knowledge of teaching socioscientific issues (SSI). *Journal of The Korean Association For Science Education*, 30(3), 353-365.
- Lee, H., Chang, H., Choi, K., Kim, S., & Zeidler, D. L. (2012). Developing character and values for global citizens: Analysis of pre-service science teachers' moral reasoning on socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 34(6), 925-953.
- Lee, H., Choi, Y., & Ko, Y. (2014). Designing collective intelligence-based instructional models for teaching socioscientific issues. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(6), 523-534.
- Lee, H., Choi, Y., & Ko, Y. (2015). Effects of collective intelligence-based SSI instruction on promoting middle school students' key competencies as citizens. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(3), 431-442.
- Lee, H., Yoo, J., Choi, K., Kim, S.-W., Krajcik, J. S., 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.
- Levinson, R. (2004). Teaching bioethics in science: Crossing a bridge too far?. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education*, 4(3), 353-369.
- Ministry of Education (2015). *Korea national curriculum standards (2015-74)*. Sejong: Ministry of Education.
- Mun, K., Lee, H., Kim, S. W., Choi, K., Choi, S. Y., & Krajcik, J. S. (2015). Cross-cultural comparison of perceptions on the global scientific literacy with Australian, Chinese, and Korean middle school students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 437-465.
- Partnership for the 21st Century Skills [P21]. (2009). *A framework for 21st century learning*. Washington, DC: P21.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. London: Open University Press.
- Rivero, V. (2013). Flipping out: A new model to reach all students all ways. *Internet@Schools*, 20(1), 14-16.
- Roth, W. M., & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88(2), 263-294.
- Ruiz, P. O., & Vallejos, R. M. (1999). The role of compassion in moral education. *Journal of Moral Education*, 28(1), 5-17.
- Sadler, T. D. (2004a). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Sadler, T. D. (2004b). Moral sensitivity and its contribution to the resolution of socio-scientific issues. *Journal of Moral Education*, 33(3), 339-358.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89(1), 71-93.
- Smith, G. A., & Williams, D. R. (1999). *Ecological education in action: On weaving education, culture, and the environment*. Albany, NY: State University of New York Press.
- Sperling, E., & Benze, J. L. (2010). "More than particle theory": Citizenship through school science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10(3), 255-266.
- Stern, P. C., Dietz, T., & Kalof, L. (1993). Value orientations, gender, and environmental concern. *Environment & Behavior*, 25, 322-348.
- The Ontario Public Service (2016). *21st century competencies: Foundation document for discussion. Phase 1: Towards defining 21st century competencies for Ontario*. Ontario, Canada: Queen's Printer for Ontario.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.
- 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.

Appendix 1. Questionnaire for Students' Perception on the 21st Century Skills

		문항	사전평균 (SD)	사후평균 (SD)
협업 능 력	협업을 위한 노력 (11)	1. 나는 조별 과제를 수행할 때, 모두가 원하는 목표를 세우고 공감대가 형성되도록 노력한다.	3.79 (.833)	3.90 (.819)
		2. 나는 조별 과제를 수행할 때, 문제 해결의 중요성과 필요성에 대해 함께 이야기 한다.	3.53 (.929)	3.79 (.849)
		3. 나는 조별 과제를 수행할 때, 주어진 문제를 명확히 이해하기 위해 함께 노력한다.	3.73 (.821)	3.97 (.849)
		4. 나는 조별 과제를 수행할 때, 내가 맡은 부분을 성실히 수행한다.	3.90 (.819)	4.15 (.828)
		5. 나는 조별 과제를 수행할 때, 내 자신의 입장이나 생각을 명확히 하기 위해 노력한다.	3.75 (.830)	3.97 (.881)
		6. 나는 조별 과제를 수행할 때, 조원들끼리 서로 도움을 주려고 노력한다.	3.93 (.839)	4.01 (.905)
		7. 나는 조별 과제를 수행할 때, 조원들이 수집한 자료들을 효과적으로 공유할 수 있다.	3.63 (.921)	3.82 (.872)
		8. 나는 조별 과제를 수행할 때, 조원들이 수집한 자료들을 바탕으로 좋은 아이디어를 산출할 수 있다.	3.55 (.958)	3.59 (.969)
		9. 나는 조별 과제를 수행할 때, 다른 사람들과 지식을 공유하고 협업하는 것이 중요하다고 생각한다.	3.81 (.892)	4.07 (.948)
		10. 나는 조별 과제를 수행할 때, 공동의 목적을 효과적으로 달성하기 위해 서로 피드백을 주고받는다.	3.55 (.958)	3.74 (.866)
		11. 나는 상대방의 피드백을 수용하여 더 좋은 결과물을 내기 위해 노력한다.	3.58 (.848)	3.89 (1.021)
협업에 대한 가치인식 (3)		12. 나는 조별 과제를 수행할 때, 조원들이 지닌 생각과 능력의 다양성이 더 좋은 결과물을 만들어 내는 원동력이라고 생각한다.	3.84 (.727)	3.82 (.962)
		13. 나는 조별 과제를 수행할 때, 각각의 조원이 기여한 바를 인정해준다.	3.84 (.817)	3.97 (.849)
		14. 나는 공동으로 과제를 수행하면 혼자 하는 것보다 더 좋은 결과물을 낼 수 있다고 생각한다.	3.58 (1.105)	3.63 (1.275)
정 보 기 술 및 미 디 어 활 용 능 력	자료수집 및 관리 (6)	15. 나는 미디어(예: 신문, 뉴스, 인터넷 등)에서 내가 필요로 하는 자료를 검색할 수 있다.	4.10 (.853)	4.23 (.890)
		16. 나는 내가 수집한 정보가 믿을 만한 정보인지를 판단할 수 있다.	3.58 (.956)	3.84 (.958)
		17. 나는 다양한 방법을 통해 필요한 자료를 수집할 수 있다.	3.88 (.881)	4.03 (.897)
		18. 나는 수집한 정보를 효과적으로 관리할 수 있다.	3.75 (.878)	3.78 (.917)
		19. 나는 내가 알고 싶은 과학 관련 정보를 얻을 수 있는 적절한 미디어를 선택할 수 있다.	3.59 (.910)	3.64 (.918)
		20. 정보를 검색하고, 조직하고, 평가하고, 전달하는 일에 기술을 활용한다.	3.37 (.921)	3.74 (.850)
정보 교환 (2)		21. 나는 SNS를 활용하여 내 아이디어에 대한 다양한 의견을 얻을 수 있다.	3.64 (.977)	3.95 (.911)
		22. 나는 소셜 네트워크(예: 페이스북, SNS 등)를 활용하여 관심 있는 주제에 대해 다른 사람들과 정보를 교환할 수 있다.	3.85 (.938)	4.01 (1.061)
비 판 적 사 고 력 과 문 제 해 결 력	비판적 문제 해결 (7)	23. 나는 해결해야 할 문제와 관련된 주요 요인(변인)들을 찾아낼 수 있다.	3.49 (.801)	3.67 (.817)
		24. 나는 과학적 사실과 추론, 주관적 가치 판단을 구별하여 설명할 수 있다.	3.26 (.834)	3.32 (.911)
		25. 나는 여러 가지 과학적 설명 중에서 옳은 것과 옳지 않은 것을 구별할 수 있다.	3.27 (.947)	3.45 (.972)
		26. 나는 과학 관련 문제에 대한 의사결정을 할 때, 과학적 근거와 자료를 활용하여 최선의 방안을 선택하려고 노력한다.	3.52 (.852)	3.84 (.817)
		27. 나는 과학 관련 문제에 대한 의사결정을 할 때, 다양한 입장을 고려하여 최적의 해결방안을 선택한다.	3.51 (.801)	3.81 (.844)
		28. 나는 한쪽에 치우친 판단을 피하기 위해 가설에 반대되는 증거도 수집한다.	3.21 (.881)	3.37 (1.219)
		29. 나는 보다 타당한 결론을 이끌어내기 위해 자료를 다양한 각도에서 분석한다.	3.22 (.786)	3.37 (.950)

	30. 나는 문제를 해결한 후, 내가 수행했던 해결 과정에 대해 되돌아본다.	3.21 (.745)	3.60 (.954)
초인지적 사고 (3)	31. 나는 문제 해결을 위해 수집한 정보들이 얼마나 믿을 수 있는 지를 따져본다.	3.51 (.868)	3.53 (.929)
	32. 나는 찾아낸 정보들이 문제 해결에 얼마나 필요하고 쓸모 있는 지를 따져본다.	3.49 (.915)	3.58 (.956)
	33. 나는 나의 생각과 의견을 표현할 때 타당한 근거를 논리적으로 제시할 수 있다.	3.40 (.909)	3.36 (1.005)
의사 표현 및 의견조정 (4)	34. 나는 다양한 목적(예를 들어, 정보 전달, 지시, 동기부여, 설득 등)에 맞게 의사소통 할 수 있다.	3.44 (.943)	3.60 (1.010)
	35. 나는 서로의 생각을 발전시킬 수 있는 대화를 이끌어 나갈 수 있다.	3.38 (.876)	3.63 (.979)
	36. 나는 조별 과제를 수행할 때, 갈등이 생기면 토론과 합의를 통해 해결하려고 노력한다.	3.56 (.882)	3.79 (.927)
의사 소통 능력	37. 나는 상대방 이야기에 담겨있는 의도를 파악하기 위해 귀를 기울인다.	3.82 (.752)	3.96 (.857)
	38. 나는 상대방의 설명이 논리적으로 타당한지 생각하면서 듣는다.	3.70 (.758)	3.95 (.815)
적극적 청취 (3)	39. 나는 상대방의 이야기를 더 잘 이해하기 위해, 상대방의 얼굴표정이나 목소리, 몸짓도 주의 깊게 살펴본다.	3.53 (.929)	3.90 (.974)

Appendix 2. Character and Values as Global Citizens Assessment

		문항	사전평균 (SD)	사후평균 (SD)
생태학 적 세계 관	인간과 자연과의 관계성(2)	1. 나는 인류가 자연에게 영향을 끼치면, 결국에는 그 영향이 다시 인류에게 되돌아올 것이라 생각한다.	4.08 (.997)	3.99 (.950)
		2. 나는 인류의 이익을 위해 자연을 변화시키거나 인위적으로 조작하면, 심각한 결과를 낳을 수 있다고 생각한다.	4.15 (.739)	3.99 (.935)
	지속 가능한 발전의 지향(4)	3. 나는 인간이 자연의 일부분으로, 자연의 섭리에 순응해야한다고 생각한다.	3.59 (.779)	3.82 (.962)
		4. 나는 자연의 순리를 거스르지 않으면서 과학기술을 발달시켜야 한다고 생각한다.	3.08 (1.051)	3.51 (1.015)
		5. 나는 자연을 훼손하지 않는 범위 내에서 과학기술을 이용해야한다고 생각한다.	4.04 (.789)	3.95 (.896)
		6. 나는 지속가능한 삶이 인류가 자연의 다른 생명체와 공존하는 것이라 생각한다.	3.71 (.790)	3.96 (.753)
도덕·윤리적 민감성(3)	7. 나는 과학기술의 발달로 인해 발생할 수 있는 사회·윤리적 결과들을 예상할 수 있다.	3.16 (.746)	3.51 (.959)	
	8. 나는 과학기술의 발달로 인해 발생할 수 있는 사회·윤리적 갈등에 관심이 있다.	2.84 (.882)	3.23 (.965)	
	9. 나는 과학기술의 발달로 인해 발생할 수 있는 사회·윤리적 갈등에 민감한 편이다.	2.58 (.896)	3.23 (1.021)	
사회· 도덕 적 공 감	다양한 관점의 수용(4)	10. 나는 과학기술과 관련된 사회문제에 대한 의견을 결정할 때, 문제와 관련된 다양한 입장을 고려하기 위해 노력한다.	3.14 (.631)	3.47 (.899)
		11. 나는 과학기술과 관련된 사회문제에 대한 내 의견이 있더라도, 다른 사람들의 의견에 귀를 기울인다.	3.51 (.835)	3.77 (.825)
		12. 나는 과학기술과 관련된 사회문제에 대해 내가 내린 해결책이 다른 사람에게 미칠 영향을 생각해 본다.	3.49 (.729)	3.77 (.791)
		13. 나는 과학기술과 관련된 사회문제에 대해 나와 다른 입장을 가진 사람을 비판하기에 앞서, 내가 만약 상대방이 처한 상황에 놓여있다면 어떤 감정을 느낄지 생각해본다.	3.44 (.816)	3.71 (.825)
	공감적 이해 및 배려(3)	14. 나는 과학기술의 혜택을 받지 못하거나 과학기술의 발달로 피해를 입은 사람들에게 안타까운 마음이 든다.	3.88 (.816)	3.79 (.897)
		15. 나는 과학기술의 혜택을 받지 못하거나 과학기술의 발달로 피해를 입은 사람들을 보면 그 일이 마치 내 일처럼 느껴진다.	3.19 (.938)	3.58 (.881)
과학 관련 사회 쟁 점 에 대 한 책 무 성	사회적 책임감(3)	16. 나는 과학기술의 혜택을 받지 못하거나 과학기술의 발달로 피해를 입은 사람들을 도와줘야 한다고 생각한다.	3.97 (.833)	3.85 (.892)
		17. 나는 나의 작은 행동도 과학기술로 인한 사회문제를 해결하는 데 도움이 될 수 있을 것이라 생각한다.	3.26 (.986)	3.56 (.986)
		18. 나는 과학기술과 관련된 사회문제의 발생에 책임감을 느낀다.	2.70 (.845)	3.16 (.913)
	실천의지 (3)	19. 나는 과학기술과 관련된 사회문제를 해결하는 데 책임감을 느끼기 때문에, 그 해결과정에서 발생할 수 있는 어느 정도의 개인적인 불편함은 감수할 수 있다.	2.99 (.736)	3.40 (.812)
		20. 나는 과학기술과 관련된 사회문제를 해결하기 위해 개인적으로 실행할 수 있는 해결책을 찾으려 노력할 것이다.	3.15 (.877)	3.49 (1.069)
		21. 나는 과학기술과 관련된 사회문제를 해결하기 위해 지역사회 운동 및 지역주민과의 의사소통을 위해 노력할 것이다.	3.12 (.706)	3.47 (.944)
		22. 나는 과학기술과 관련된 사회문제를 해결하기 위해 국가 간 협력과 국제 협약을 지지하는 데 참여할 것이다.	2.95 (.864)	3.47 (.055)