

## 지역사회연계 미세먼지 교육프로그램이 중학생들의 이슈에 대한 이해와 시민으로서의 인성과 가치관 함양에 미치는 효과

김가형, 이현주\*

이화여자대학교

### Effects of Community-Based SSI Programs on Promoting Middle School Students' Understanding of Issues and Character and Values as Citizens: Focused on Fine Dust Issues

Gahyoung Kim, Hyunju Lee\*

Ewha Womans University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 24 September 2017

Received in revised form

27 October 2017

2 November 2017

Accepted 3 November 2017

##### Keywords:

Community-based programs, socioscientific issues, fine dust, character and values, liberal semester

#### ABSTRACT

The purpose of the study is to investigate the effects of community-based SSI programs (SSI-COMM) regarding "fine dust" on promoting middle school students' understanding of community issues and their character and values as citizens. SSI-COMM on fine dust was implemented in 4 middle schools located in Seoul, and 151 7th graders participated in the program lasting over 8 weeks. Data was collected through two questionnaires (i.e. students' understanding of issues, and character and values as citizens) and individual interviews with selected students. Results indicated that there were statistically significant increases in their understanding of fine dust issue after the program. In addition, the program significantly contributed to enhancing students' character and values, especially in the domains of social and moral compassion and socioscientific accountability. Student interviews revealed that they became more aware of the local community problems caused by fine dusts and started to consider what efforts should be made to solve them. They also felt individual responsibility for the occurrence of fine dust, and the need for participation and practice of community activities for vulnerable groups in affected areas.

## 1. 서론

최근 우리나라는 짧은 장마철을 제외한 일 년 내내 심한 미세먼지로 건강의 위협을 받고 있다. 우리나라 미세먼지 농도와 대기오염으로 인한 사망자 수는 경제협력개발기구(OECD) 회원국 가운데 최고 수준이다. 특히 초미세먼지(PM 2.5)는 세계보건기구(WHO)가 지정한 1급 발암물질의 하나로써 호흡기 질환뿐만 아니라 각종 질병의 원인으로 보고되고 있어, 이에 대한 대책이 매우 시급한 실정이다(Choe & Lee, 2015; Park & Shin, 2017). 이는 우리 사회의 지난친 개발 중심 패러다임이 가져온 폐해를 보여주는 하나의 사례라 할 수 있다.

이처럼 과학기술의 발달은 우리 생활에 편리함과 안위를 가져다주기도 하지만, 동시에 예기치 못한 여러 문제점들을 야기하기도 한다. 세계 각국은 과학기술관련 쟁점들(socioscientific issues, 이하 SSI)을 해결하기 위해 개인·사회·세계적 차원에서 해결방안을 모색하고 있으며, 과학교육자들도 이러한 맥락에서 책임감 있는 시민양성을 위해 노력해왔다(Millar, 2006; Millar & Osborne, 1998; Zeidler *et al.*, 2005). 다시 말해, 생활 속에서 당면하는 수많은 SSI에 대해 학생

들이 보다 적극적으로 관심을 갖고 문제 해결에 참여하며, 민주 사회 구성원으로서 역할을 수행하는 데 필요한 과학적 소양을 갖추는 것을 과학교육의 주된 목표로 삼아 왔다.

특히, 최근 십여 년간 과학교육자들은 과학적 소양의 주요 요소로 '실천(행동)'과 '참여'를 강조해 오고 있다. 대표적 학자인 Roth(Elmose & Roth, 2005; Roth, 2003, 2009; Roth & Lee, 2004)와 Hudson(1999, 2003)은 과학교육의 목적을 사회·정치적 행동(socio-political actions)을 할 수 있는 시민 양성에 두어야 한다고 주장하였다. 여기서 시민은 자신만의 평안함을 위해서가 아니라 세계의 안녕을 위해 과학관련 이슈들에 대한 논쟁에 참여하고 이를 해결하기 위한 행동을 할 수 있는 실천적인 인재(proactive agent)를 의미한다. 이와 같은 강조점은 우리나라 2015 개정 과학과 교육과정에도 명시적으로 드러나 있다. 교육과정에서는 5개 핵심 역량 중 하나로 '과학적 참여와 평생학습 능력'을 제시하였는데, 이 역량은 "사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 과학기술의 사회적 문제에 대한 관심을 가지고 의사결정 과정에 참여하며 새로운 과학기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 학습해 나가는 능력"(Ministry of Education, 2015, p. 4)을 의미한다. 이는 하루가 다르게 발생하는 과학기술과 관련된 쟁점에 대해 학교 교육 과정 내 뿐만

\* 교신저자 : 이현주 (hleec25@ewha.ack.kr)

\*\* 본 논문은 제1저자 김가형의 2016년도 박사 학위논문 데이터의 일부를 활용하였음.

\*\*\* 본 논문은 2016년도 서울특별시의 재원으로 서울산업진흥원의 지원을 받아 수행된 청소년 생각배움 지원사업(CTE16010)의 결과를 일부 활용하여 작성되었음.  
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.6.911

아니라 그 이후에도 지속적으로 관심을 갖고 문제해결을 위한 행동으로 실천할 수 있는 역량의 함양이 현 사회에서 매우 중요한 과학교육 목표가 되었음을 의미한다.

유럽 국가나 캐나다를 비롯한 일부 국가에서는 과학기술과 관련된 쟁점들을 교육하는 교육프로그램을 활발히 개발하여 적용하고 있다. 한 예로, 유럽 연합에 의해 운영되고 있는 PARRISE (Promoting Attainment of Responsible Research & Innovation in Science Education) 프로젝트는 SSI 교육을 기반으로 탐구 기반 학습과 시민 교육을 결합하여 초등 및 중등 교육에 책임감 있는 연구 및 교육 혁신을 가져오도록 하는 것을 목표로 한다. 즉, 학생들이 삶 속에서 접하는 SSI에 대해 직접 문제를 탐구하고 문제해결에 참여함으로써 시민으로서의 책임감과 인성, 역량을 기를 수 있도록 하는 프로그램을 개발하여 적용하였다. 캐나다에서는 토론토 대학을 중심으로 STEPWISE (Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Society & Environment) 프로젝트가 운영되고 있다 (Bencze, 2017). 이 프로젝트는 기존의 STS(E) 교육이 과학, 기술과 사회의 연관성을 보여주고 관련된 문제에 대해 토의·토론 형식으로 의사결정을 하도록 하는 데에만 제한되어 있음을 비판하면서, 학생들의 책임감 있는 행동과 참여를 강조하는 프로그램들을 개발하였다. 이 프로그램들은 지역사회와 관련된 SSI를 해결하기 위해 학생들이 주체가 되어 직접 탐구하고 그 결과를 실천에 옮기도록 하였다는데 특징이 있다.

이에 반해, 국내에서는 아직까지 시민으로서의 ‘실천’과 ‘참여’를 강조하는 수업이 충분히 실현되지 못하고 있다. 일부 과학교육자들은 SSI를 중심으로 교실논쟁에 참여하는 것을 통해 사회적 책임감과 실천의지를 증진시키고자 하였다(Lee *et al.*, 2012, 2013). 하지만, 교실 내에서 토의나 토론으로만 진행되는 수업은 학생들의 직접적 행동과 참여를 이끌어내기에는 다소 부족한 점이 있을 수 있다(Roth, 2009). 한 예로, Lee *et al.*(2013)은 중학교 2학년생을 대상으로 생명공학과 관련된 SSI 수업을 진행한 후 학생들의 시민으로서의 인성과 가치관(character and values for global citizens)의 변화를 탐색하였다. 그 결과, 참여 학생들은 과학기술의 급속한 발전으로 인해 피해를 얻은 사람이나 과학기술의 발전의 혜택에서 소외된 사람들에 대한 사회·도덕적 공감이나 사회적 책임감은 향상되는 모습을 보였으나, 문제해결을 위한 실천에 직접 참여하겠다는 실천의지 측면에서는 별다른 향상을 보이지 못했다.

이에, 본 연구에서는 학생들에게 친숙한 학습의 맥락을 제공하는 지역사회와 연계된 교육을 통해 학생들의 실천과 참여를 증진시키고자 하였다. 지역사회와의 연계는 학생들과 친숙한 지역사회 문제로부터 학습을 시작하고, 이를 해결하는 과정에서도 교실이라는 한정된 공간에서 벗어나 지역사회 리소스(예: 물적자원, 인적자원 등)를 활용함으로써 학생들 스스로가 사회의 구성원이라는 소속감을 인식하게 할 수 있다(Catalano *et al.*, 2004; Knapp, 2008; Pittman & Fleming, 1991). 이와 같은 교육적 시도는 장소기반학습(place-based learning)의 개념으로 설명될 수 있다(Smith, 2002; Theobald & Curtiss, 2000). 장소기반학습은 학교 밖에서 살아있는 자연환경을 직접 체험하는 생태교육에서 주로 강조되어 왔다(Orr, 1992). Powers(2004)는 의미 있는 장소 내에서의 직접적인 학습 경험을 통해 학생들은 자신이 속해 있는 장소에 대한 애착이 생기고, 이 애착은

행동으로 이어져 자신의 지역사회 문제에 더욱 적극적으로 참여하는 원동력이 된다고 설명하였다. 이와 유사하게 Morgan(2011)도 장소 애착의 형성이 학생들을 더욱 환경적, 사회적으로 책임감 있게 행동하도록 유도한다고 주장하였다. 그는 장소기반교육을 바탕으로 한 지역사회로의 참여가 학생들을 실천하는 시민으로 세상과 연결시킴으로써 타인을 위한 가치를 경험하도록 돕는 동시에, 지역사회 또한 구성원들의 헌신과 공헌으로부터 이익을 얻어 결국 개인과 지역사회 모두에게 기여할 것이라고 설명하였다.

이외에도 지역사회 연계된 교육 프로그램은 여러 면에서 긍정적인 효과들을 보고하고 있다(Anderson & Lucas, 1997; Lim & Barton, 2010; Olsen *et al.*, 2001; Smith, 2002; Smith & Sobel, 2010). 예를 들어, Barton & Tan(2010)은 그린에너지 기술 이슈를 중심으로 청소년들이 사회의 미래 과학전문가로서 조사 및 실습에 참여하는 기회를 제공하였다. 그 결과, 학생들은 자신들이 살고 있는 도시환경과 인간의 건강과의 관계에 대한 이해가 높아졌다고 응답하였다. Birmingham & Barton(2014)은 시민으로서의 행동적 실천을 강화하기 위해 학교와 학교 밖에서 교육된 행동실천(educated action) 경험의 중요성을 강조하면서, 지역사회를 위한 ‘그린 카니발’ 활동에 중학생들이 참여할 수 있도록 하였다. 그린카니발을 통해 참여했던 과학실험, 자료조사, 분석 및 해석, 발표회 등의 활동은 학생들이 교실에서 학습한 내용과 지역사회를 연결시켜주는 다리 역할을 수행하였으며, 그 결과 학습이 행동 및 실천으로 이어지게 기여하였다고 설명하였다. 또한 Bouillion & Gomez(2001)는 지역사회 속 다양한 이슈에 관심을 가지고 해결해야 할 문제를 학생들 스스로 찾도록 하는 교육을 진행하였다. 학생들은 그들이 살고 있는 시카고강의 오염된 물이 넘쳐서 그들이 살고 있는 지역까지 흘러오는 것에 대해 문제를 제기하고, 시카고강 관계자와의 협조 하에 해당 지역을 탐사하였다. 이들은 학생들이 지역에 살고 있는 이슈 전문가 혹은 지역주민들과 서로 협력하면서 문제를 해결해가는 과정에서 살아있는 지식을 형성해내는 경험을 하게 되었다고 설명하였다. 즉, 일회성 지역사회 방문이 아닌 체계적인 지역사회와의 연계는 학생들이 지역사회에 관심을 갖고 지역사회를 위한 행동으로 옮길 수 있는 원동력이 될 수 있음을 보여준다(Stevenson, 2014; Tal & Abramovitch, 2013).

그러나, 아직까지 국내에서 수행되어온 연구들의 경우 학교라는 장소에 국한되어 학교 밖의 지역사회와 적극적인 상호작용은 이루어지지 않은 경우가 많다(Lee & Chang, 1993; Yoon, 2016). 예를 들어, Lee & Chang(1993)은 중학생을 대상으로 환경교육프로그램을 개발 및 적용한 후 환경오염 감소를 위한 실행정도를 탐색하였으나, 학생들에게 직접적인 실천경험을 제공하지는 못했다. 우리나라 교육현장에서 지역사회와 연계된 실천 중심의 학습이 운영되기 위해서는 교육 과정이 융통성 있게 탄력적으로 운영될 수 있는 환경이 마련되어야 한다. 2016년부터 본격적으로 시행된 자유학기제는 현재 교육 환경의 한계를 넘어 지역사회연계 프로그램이 효과적으로 운영될 수 있는 맥락을 제공할 수 있다. 또한 지역사회와의 연계는 학생들의 자기주도 학습능력을 배양하고 인성 및 미래 역량을 함양하고자 하는 자유학기제의 취지에도 적합하다.

이에, 본 연구에서는 자유학기제 운영학교에서 지역사회와 연계된 과학교육 프로그램인 ‘도전!미세먼지ZERO’를 개발하여 적용해보았다. 이 프로그램은 학생들이 미세먼지로 인한 지역사회 문제에 대해

관심을 갖는 것으로부터 시작하여, 지역사회 기관이나 자원들을 학습의 장으로 끌어들여 경험하도록 하였다. 즉, 지역사회와의 연계가 단순한 견학을 통한 물적 자원의 활용에 제한되는 것이 아니라, 보다 참여적으로 지역전문가와 지역주민 등을 만나고 소통하며 학습한 내용을 지역사회에 다시 환원함으로써 지역사회로의 실제적 참여(지역사회로의 기여)를 강조하였다. 본 연구자들은 이러한 과정을 통해 학생들이 이슈에 대해 더 잘 이해하고 시민으로서의 인성적 태도와 가치관을 함양할 수 있을 것이라 가정하였다. 또한 지역사회 속에서의 의미 있는 경험을 통해 그들 자신뿐만 아니라 타인을 위한 실천을 행할 수 있을 것이라고 기대하였다. 본 연구의 연구문제는 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 첫째, 지역사회와 연계된 미세먼지 프로그램은 중학생들의 미세먼지에 대한 이해도를 높이는데 효과가 있는가?  
 둘째, 지역사회와 연계된 미세먼지 프로그램은 중학생들의 미래 시민으로서의 인성과 가치관을 함양하는데 효과가 있는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구에서 적용된 지역사회연계 과학이슈 프로그램(Socioscientific Issues with Community, 이하 SSI-COMM)은 서울시와 서울산업진흥원의 2015년 「청소년 생각배움 지원사업」을 통해 개발되었다. 본 연구자들은 이 사업의 지원으로 총 3개의 프로그램을 개발 및 운영하였으며, 본 연구에서는 그 중 하나인 ‘도전!미세먼지ZERO’를 중심으로 효과성을 탐색하였다. 본 연구에 적용한 ‘도전!미세먼지ZERO’ 프로그램은 2015년부터 2016년까지 2년 동안 서울시의 4개교에서 선정되었으며, 각 학교마다 학생을 모집하여 총 151명(남: 98명, 여: 53명)의 학생들이 자발적으로 참여하였다. 각 학급은 평소 미세먼지 이슈에 관심을 갖고 있었던 약 20-25명으로 구성되었으며, 총 10개 학급이 운영되었다. 본 연구에 참여한 학생본인과 법적대리인인 학부모로부터 모두 연구 참여에 대한 동의를 획득하였다.

### 2. 지역사회연계 과학이슈 프로그램(SSI-COMM)의 개발 및 운영

본 연구의 SSI-COMM 중 하나인 ‘도전!미세먼지ZERO’ 프로그램은 다음과 같은 과정을 거쳐 개발되었다. 첫째, 학생들이 거주하는 지역사회가 당면하고 있는 과학관련 사회 문제 중 학교와 학교 밖 활동의 연계가 효율적으로 운영 가능한 주제들을 논의한 후 최종 미세먼지 이슈를 선택하였다. 본 연구자는 수업을 운영할 외부강사와의 협업을 통해 교육프로그램의 개발목적과 목표, 과학과 교육과정과의 연계성을 고려하여 교수학습안을 1차적으로 개발하였다. 이 과정에서 학생들이 교실 안에서만 학습하는 것이 아니라 사회의 여러 자원(예: 기상청, 구청 및 지역 보건소 등)을 활용하고 학습의 결과를 지역사회로 환원할 수 있도록 학교 내 수업과 학교 밖 수업을 포함하여 내용을 구성하였다. 개발한 프로그램은 교육청관계자 및 교육전문가, 현장교사 8인에 의해 2차에 걸쳐 내용 타당도를 평가받았으며, 평가 결과에 따라 수정 및 보완 작업을 진행하였다. 예를 들어, 프로그

램 내용 중 기상청 방문이 포함되어 있었으나 기상청과 거리가 떨어져 있어 수업시간 내 방문이 어려울 경우, 학교 밖 활동에 대한 추가 개발이 필요하다는 전문가의 의견에 따라 지역의 미세먼지 농도를 측정하는 활동으로 추가 개발하였다. 마지막으로 본 연구자는 이 프로그램을 운영할 학교의 자유학기제 담당교사와의 협의를 통해 학교 환경 및 실정에 맞게 프로그램을 수정 및 보완하였다. 개발된 미세먼지 프로그램은 자유학기제가 운영되는 8주(매주 2차시, 총 16차시)에 걸쳐 진행되었다.

‘도전!미세먼지ZERO’ 프로그램은 다음과 같이 4단계에 걸쳐 진행되었다(Table 1 참조). 첫째, ‘인식’단계는 학생들이 미세먼지의 심각성에 대해 인식하고 관심을 갖도록 하는 단계이다. 이를 위해 학생들은 지역의 대기질 현황 및 미세먼지의 농도를 알려주는 ‘에어코리아’ 사이트를 방문하여, 자신이 속한 지역의 미세먼지와 초미세먼지 농도 현황에 대한 실시간 데이터를 분석하였다. 또한 지역의 기상청을 방문하여 미세먼지에 대해 전문가와 묻고 답하는 시간을 가졌다. 이 과정에서 학생들은 대기 중의 미세먼지의 종류와 정의, 크기, 구조를 알아보고 미세먼지와 황사의 차이점에 대해 학습하였다. 둘째, ‘학습’ 단계에서는 이슈와 관련된 지식이나 정보를 학습하는 단계로, 다양한 마스크의 구조적 특징과 투과 정도를 알아보는 실험을 수행하였다. 또한 학교 밖 해당구청의 대기 및 환경관련 부서 및 지역 보건소를 방문하여 미세먼지의 실태와 미세먼지로 인한 질환 등을 알아보았다. 셋째, ‘공유’단계에서는 미세먼지에 취약한 지역 어르신에게 미세먼지에 대해 학습한 내용을 설명하고, 그들의 인식을 묻는 설문조사를 실시하였다. 마지막으로 ‘실천’단계에서는 미세먼지에 관한 국내 및 세계 각국의 정책에 대해 알아보고, 중학교 수준에서 실천 가능한 아이디어를 구체화하여 제안하고 포스터를 제작하여 교내 및 지역 아파트 단지 내 그리고 지역 경로당에 부착하는 활동을 수행하였다. 이 과정을 통해 지역사회로의 기여 및 공헌이라는 실천을 경험할 수 있도록 하였다.

본 프로그램에는 프로그램의 성격상 다양한 교과내용이 융합되어 있다. 이 중 과학교과와 관련하여 학생들이 입자의 크기에 대해 이해하고, 여러 가지 물질의 종류(에너지의 사용으로 인해 발생하는 물질, 여러 가지 중금속 등), 인체의 호흡과 순환, 날씨와 대기의 순환 등의 과학지식이 포함될 수 있도록 구성하였다. 본 프로그램은 2차에 걸쳐 교육청관계자 및 교육전문가, 현장교사 8인의 내용에 대한 자문 및 피드백을 받았으며, 그 결과를 바탕으로 수정 및 보완하는 과정을 거쳤다. 또한 서울시 자유학기제 시행 중학교 중에서 이 프로그램을 선택한 해당학교 담당교사와 미리 만나서 학교 환경 및 실정에 맞게 커리큘럼의 수정 및 보완하는 협의 과정을 거쳤다.

‘도전!미세먼지ZERO’ 프로그램은 외부교육강사에 의해 운영되었으며, 해당 학교 교사 1인과 보조강사1인이 수업을 보조하였다. 학교 밖 지역사회 활동을 운영하기 위해서 본 연구자들은 해당학교에서 근접한 지역 자원(예: 기상청 및 기상센터, 구청 해당과 및 보건소, 경로당 등)을 선정하고, 프로그램 참여에 동의한 지역 기관들을 방문하여 섭외하였다. 프로그램이 본 연구자들의 개발 의도에 맞게 적용될 수 있도록 해당 강사를 위한 워크숍을 3회에 걸쳐 실시하였으며, 마이크로티칭을 통해 교수 학습이 적절히 운영될 수 있도록 피드백과 코칭을 제공하였다.

Table 1. Contents of SSI-COMM: Fine dust

차시 구성	단계	활동	도전!미세먼지ZERO			장소
			세부 활동	지역 리소스	교육과정연계	
1-2	인식	[지역 과학이슈 현황 조사]	[미세먼지의 현황] · ‘에어코리아’의 실시간 자료를 활용하여 지역의 미세먼지 현황 그래프로 작성 · 미세먼지의 종류, 정의, 크기, 구조 탐색 · 미세먼지와 황사의 차이점 이해	기상청 및 기상센터	· 물질을 구성하는 입자와 입자의 크기 · 날씨와 대기의 순환	학교
3-4		· 지역 실시간 데이터 분석 · 지역 전문가 인터뷰	[미세먼지의 원인] · 미세먼지의 원인 탐색 · 기상청 관계자와 미세먼지와 대기오염에 대해 인터뷰			지역 사회
5-6	학습	[과학이슈 관련 정보 습득]	[미세먼지의 크기와 마스크의 사용] · 여러 종류의 마스크를 관찰, 비교분석하고, 관련된 실험을 통해 미세먼지의 크기에 대해 학습	구청 해당과 및 보건소	· 물질을 구성하는 입자와 입자의 크기 · 호흡기관 및 호흡기 관련 질병	학교
7-8		· 과학이슈 관련 정보 학습 · 과학이슈 관련 기관 방문 · 기관 전문가 인터뷰	[미세먼지 관련 질환 탐색] · 미세먼지와 관련된 지역사회 기관 조사 · 지역 구청 및 보건소의 전문가를 만나 미세먼지로 인한 질환과 실태조사			
9-10	공유	[지역 과학이슈 정보 수렴과 확산]	[미세먼지 대처법] · 미세먼지의 위험성과 대처방법에 대한 인식을 탐색하기 위한 설문지 작성	경로당	· 미세먼지를 구성하는 오염 물질	학교
11-12		· 과학이슈 대한 의사결정 · 지역 주민 설문조사 · 지역 나눔활동	[미세먼지에 대한 인식 탐색] · 지역 주민을 대상으로 미세먼지에 관한 설문조사 · 지역의 경로당을 방문하여 올바른 마스크사용법 및 손씻기 방법 홍보			
13-14	실천	[지역 과학이슈 방안 제안 및 실행]	[미세먼지에 대한 국가 차원의 대응] · 세계 각국의 미세먼지현황 및 입장 조사 · 팀별로 국가를 나누어 미세먼지를 줄이기 위한 아이디어 및 방안 제안	교내 및 경로당	· 에너지의 사용과 환경 문제	학교
15-16		· 실천 가능한 방안 제안 · 지역사회 내 방안 실행	[미세먼지를 줄이기 위한 대처방안 모색] · 미세먼지ZERO를 위한 비정상회담을 통해 실천방안 제안 · 제안 및 아이디어를 교내 및 아파트 단지 내, 방문한 경로당에 부착하여 홍보			

2. 자료 수집 및 분석

본 연구에서는 ‘도전!미세먼지ZERO’ 프로그램이 학생들의 미세먼지에 대한 이해도와 시민으로서의 인성적 태도와 가치관에 미치는 영향을 살펴보기 위해 설문조사와 면담을 실시하였다.

가. 미세먼지에 대한 이해도 검사

중학생들의 미세먼지 이슈에 대한 이해도를 탐색하기 위해 선다형 문항으로 구성된 검사지를 제작하였다. 문항은 미세먼지와 관련한 기본지식을 묻는 5문항으로 구성되었으며, Park(2014)과 Park(2007)의 미세먼지교육프로그램 개발 연구를 바탕으로 하였다. Table 2에서와 같이 검사지는 미세먼지의 정의, 크기, 황사와의 차이, 미세먼지에 포함된 유해물질, 발생 원인에 관한 문항들이 포함되어 있다. 151명의

참여자 중 검사지에 할애되는 시간에 대한 협조가 어려운 학교를 제외 한 후, 총 56명의 학생이 미세먼지에 대한 이해도 검사에 참여하였다. 개발된 검사지는 미세먼지 분야 경력이 5년 이상으로 현재 이 분야에서 실무를 담당하고 있는 전문가 2인(국립환경과학원, 서울시 보건환경연구원)에 의해 내용의 정확성을 검토 받았다. 이후, 교과교육 전문가 4인 및 중등학교 현장교사 3인이 문항내용의 난이도와 진술의 적절성을 검토하였다. 자료의 분석은 각 문항별 정답률을 비교 하였으며, 프로그램 적용 전후 총점에 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 대응표본 t-검정을 실시하였다.

나. 시민으로서의 인성적 태도와 가치관 검사

중학생들의 과학이슈에 대한 인성적 태도와 가치관의 변화를 측정하기 위해 Lee et al.(2013)이 개발한 검사도구를 수정하여 사용하였

Table 2. Questionnaire for students' understanding of the fine dust

내용	문항
문항1. 미세먼지의 주요 특징	“다음 중 미세먼지에 대한 설명이 아닌 것을 고르세요.”
문항2. 미세먼지와 황사의 차이	“다음 중 미세먼지와 황사에 대한 설명이 아닌 것을 고르세요.”
문항3. 미세먼지의 크기	“머리카락의 크기는 지름이 100 마이크로미터이고, 소금알갱이는 70, 꽃가루는 50 마이크로미터입니다. 미세먼지는 어느 정도일지 해당하는 범위를 고르세요.”
문항4. 미세먼지에 포함된 유해물질	“미세먼지에 포함된 유해물질을 다음 <보기>에서 모두 고르세요.”
문항5. 미세먼지의 발생원인	“다음 중 미세먼지의 발생원이 아닌 것을 고르세요.”

다. Lee *et al.*(2013)은 문헌 분석을 바탕으로 글로벌 시민으로서의 인성 및 가치관을 크게 생태학적 세계관, 사회·도덕적 공감, 과학관련 사회쟁점에 대한 책무성의 세 영역과 7개의 하위요소를 제시하였다. 이들은 Likert 척도 문항 20개로 구성된 검사도구를 개발하여 과학관련 사회쟁점(SSI) 수업을 통한 학생들의 인성과 가치관의 변화를 탐색하는 연구를 수행하였다(Lee *et al.*, 2013). 본 연구의 주제인 미세 먼지는 환경과 인간의 이기적 행동이 대치되는 주제로 SSI의 특성이 잘 드러나며, SSI를 개인의 삶뿐만 아니라 지역사회적 맥락에서 이해하고 실천하는 것을 강조하였기 때문에 위의 검사도구가 적합하다고 판단하였다. 그러나 이 검사도구는 대학생을 대상으로 개발되었기 때문에 중학교 1학년 학생들이 이해할 수 있는 수준으로 수정될 필요가 있다는 현장교사 3인의 의견이 있었다. 특히, 생태학적 세계관의 인간과 자연과의 관계성, 지속가능 발전의 지향은 중학교 1학년 학생이 이해하기 다소 어려운 개념이며, 기존 문항이 내포하고 있는 의미의 미묘한 차이를 학생들이 명확히 인지하기 어렵다는 의견이 있었다. 이에, 중학생들에게 의미가 유사하게 인지될 수 있는 문항을 1문항씩 줄이고 문항의 의미가 명확해지도록 재진술하였다. 뿐만 아니라, 기존에 각각 2문항씩으로 구성되어 있던 도덕·윤리적 민감성, 다양한 관점의 수용 영역의 문항을 본 연구의 성격을 반영할 수 있는 방향으로 문항을 추가하였다. 즉, 본 연구의 초점을 고려하여 학생들이 본 프로그램을 통해 미세먼지가 지역사회에 미칠 수 있는 도덕적·윤리적 영향을 민감하게 예상할 수 있는지, 미세먼지와 같은 지역사회문제 해결을 위해 다양한 입장 수용이 필요하다는 것을 잘 인식하는지를 묻는 문항을 각각 1문항씩 추가하였다. 수정된 검사지가 Lee *et al.*(2013)에서 가정하고 있는 요인구조를 타당하게 반영하고 있는지 알아보기 위해서 서울시 소재 6개교 중학교 1학년 210명을 대상으로 예비검사를 실시한 후 확인적 요인분석을 거쳤다. 그 결과 본 검사지에 대한 요인이 Lee *et al.*(2013)에서 제시한 모형과 비교했을 때 수용할만한 수준의 합치도( $\chi^2=370.973$ , TLI=.873, CFI=.900, RMSEA=.076)를 보여주었다. Table 3과 같이 전체에 대한 Cronbach  $\alpha$ 는 .930이었으며, 각 영역의 신뢰도도 높은 편이었다. 본 연구자들은 ‘도전! 미세먼지ZERO’ 프로그램 운영 전후에 참여 학생들(151명)을 대상으로 본 검사지에 응답하도록 하였으며, 대응표본 t-검정을 실시하여 프로그램의 효과성을 탐색하였다.

다. 학생면담

‘도전!미세먼지ZERO’에 참여한 학생들의 프로그램 참여 효과와

인성과 가치관 측면에서의 교육적 효과를 탐색하기 위해 면담에 동의한 20명을 대상으로 개별면담을 실시하였다. 학생들이 네 학교에 분포되어 있으며, 외부 강사에 의해 학교안과 밖에서 수업이 진행되었기 때문에 학생들과 프로그램 후에 면담을 위한 개별시간을 갖기가 어려운 경우가 있었다. 이에, 본 연구자는 학생들과 같이 수업에 참여하면서 프로그램이 진행되는 중간에 비형식적으로 면담을 진행하였다. 면담은 학생당 1-3회 10-20분 정도로 진행되었다. 면담 내용은 학생들의 참여 경험을 묻는 문항들로 구성되어 있었으며, 학생들이 이 프로그램의 참여를 통해 느낀 점이나 새롭게 알게 된 점, 자신에게 나타난 행동이나 생각의 변화 등을 물었다. 본 연구자들은 학생들의 경험 속에서 드러나는 인성과 가치관의 요소를 찾아 의미단위로 코딩하였다. 그리고 본 연구자들은 지속적인 합의 과정을 통해 면담 내용과 검사지 결과의 공통점과 차이점을 살펴보았다(Greene, 2007).

III. 연구 결과

1. 미세먼지에 대한 이해도 변화

미세먼지에 대한 학생들의 이해도를 살펴보기 위해 프로그램 전후 이해도 점수를 비교한 결과는 Table 4와 같다. 참여 학생들은 프로그램 참여 후 미세먼지와 관련한 기본적 이해가 향상됨을 보였으며 이는 통계적으로 유의미하였다( $t=4.10$ ,  $p<.001$ ). 각 문항별 정답률은 Figure 1과 같다.

Figure 1에서와 같이 5개의 모든 문항에서 정답률이 증가하였다. 특히, 미세먼지의 주요 특성을 묻는 문항1의 정답률이 크게 증가하였다. 50%의 학생들이 미세먼지는 사람의 눈에 보이지 않을 정도로 작은 물질이며, 미세먼지는 우리나라에 봄철뿐만 아니라 모든 계절에 영향을 미침을 인지하게 되었다. 미세먼지와 황사의 차이를 묻는 문항2에 대한 정답률은 프로그램 적용 전 42.9%에서 적용 후 53.6%로 증가하였다. 이것은 절반 이상의 학생들이 황사는 자연적으로 발생하는 반면 미세먼지는 주로 인간 활동에 의해 발생한다는 것, 중국에서

Table 4. Result of t-test between pre- and post-test on students' understanding of the fine dust issue

프로그램명	사전		사후		t	p
	평균	표준편차	평균	표준편차		
미세먼지(N=56)	1.91	.978	2.68	1.114	4.10	.000

\*참고: 1문항당 1점으로 총 5점 만점임.

Table 3. Character and values as global citizens assessment questionnaire (revised from Lee *et al.*, 2013)

영역	하위영역	문항	Cronbach's $\alpha$
생태학적 세계관	인간과 자연과의 관계성	1-2	.794
	지속가능 발전의 지향	3-4	
사회·도덕적 공감	도덕·윤리적 민감성	5-7	.865
	다양한 관점의 수용	8-10	
	공감적 이해 및 배려	11-13	
과학관련 사회쟁점에 대한 책무성	사회적 책임감	14-16	.892
	실천의지	17-20	
전체		20	.930

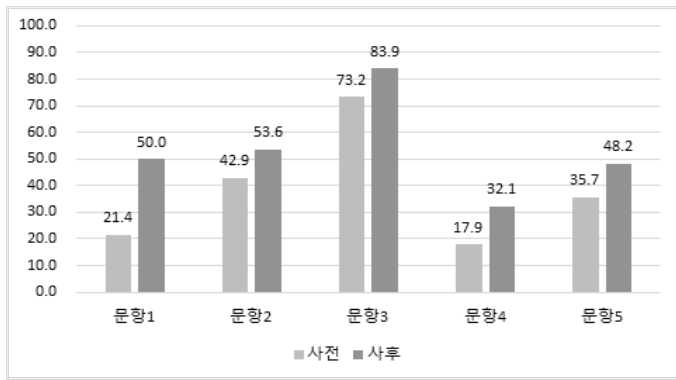


Figure 1. Ratio of correct answers on the questionnaire for students' understanding of the fine dust issue

발생한 미세먼지와 황사가 편서풍에 의해 우리나라에 영향을 준다는 사실을 알게 되었음을 의미한다. 또한 미세먼지와 황사의 입자 모두 중금속 성분을 포함하고 있으며, 일반 마스크로 걸러내기 힘들 정도로 너무 작다는 사실도 인지하게 되었다. 미세먼지의 크기를 묻는 문항3에 대한 프로그램 적용 전에도 정답률이 73.2%로 가장 높았으며, 적용 후에도 83.9%로 여전히 높은 정답률을 보였다. 이에 반해, 미세먼지에 포함된 유해물질을 묻는 문항4의 사전 정답률은 17.9%로 매우 낮았으며, 프로그램 적용 후 정답률이 32.1%로 증가하긴 하였으나 다른 문항들에 비해 낮은 정답률을 보였다. 학생들은 미세먼지에 포함되어 있는 성분이 건강에 악영향을 미친다는 사실은 인지하고 있으나, 그 성분에 대해서는 잘 기억하지 못했다. 미세먼지의 발생원에 대해 묻는 문항5에서도 정답률이 증가하였다. 48.2%의 학생들이 프로그램 적용 후 미세먼지가 밀집된 공장뿐만 아니라 건설현장 및 공장 주변에서도 발생하고 가정에서도 발생할 수 있으며, 자동차의 통행량이 많은 특정시간대에 더 많이 발생할 수 있다는 사실을 인지하게 되었다.

## 2. 지역사회연계 과학이슈에 대한 시민으로서의 인성적 태도와 가치관 변화

미세먼지를 주제로 한 지역사회연계 과학이슈 프로그램이 학생들의 시민으로서의 인성과 가치관을 함양하는데 효과가 있는지를 분석

한 결과는 Table 5와 같다. 인성적 태도와 가치관의 세 구성요소 중에서 생태학적 세계관의 사전 점수(4.20점)가 가장 높게 나타났으며, 상대적으로 사회·도덕적 공감(3.58점)과 과학관련 사회쟁점에 대한 책무성(3.47점)은 낮았다. 프로그램 적용 후 인성과 가치관의 세 영역에서 중에서 사회·도덕적 공감( $p=.001$ )과 과학관련 사회쟁점에 대한 책무성( $p=.000$ )이 통계적으로 유의미한 향상을 보였다. 반면, 생태학적 세계관에서는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 인성적 태도와 가치관 전체 영역에 대해서도 사전 평균 3.67점, 사후 평균 3.85점으로 통계적으로 유의미한 향상을 보였다( $p=.000$ ). 각 영역별로 살펴보면 다음과 같다.

### 가. 생태학적 세계관(Ecological Worldview)

생태학적 세계관은 인간이 자연의 일부임을 인식하고 자연과 더불어 살아가고자 하는 관점을 의미한다(Bowers, 1999; Colucci-Gray et al., 2006; Smith & Williams, 1999). 생태학적 세계관은 인간이 자연에 영향을 주어 평형을 깨뜨리면 그 결과는 다시 인간에게 되돌아온다는 '인간과 자연과의 관계성'과, 자연의 순리를 거스르지 않으면서 과학기술을 발전시켜나가는 '지속가능발전의 지향'의 두 하위영역으로 구성된다. 미세먼지 이슈는 인간과 환경과의 관계에 대해 생각해보고, 나와 지역사회 더 나아가 전 지구가 하나의 시스템임을 인식하게 한다. 또한 지구라는 한정된 공간에서 인간의 편익을 위한 무분별한 개발과 과도한 연료의 소비로부터 발생하는 대기오염 물질이 나와 내가 속한 사회, 그리고 더 나아가 전 세계적으로 영향을 미칠 수 있다는 것을 인식해야 한다는 점에서 생태학적 세계관과 연결될 수 있다. 미세먼지 교육 프로그램 적용 결과, 생태학적 세계관 영역은 다른 영역에 비해서 높은 점수(4.18점)를 보였으나 통계적으로는 유의미한 향상을 보이지 않았다.

이와 같은 결과는 생태학적 세계관 영역의 점수가 사전에서도 이미 다른 영역에 비해 상대적으로 높았기 때문에 나타나는 천정효과(ceiling effect)일 가능성도 있다. 우리나라 중학생들의 환경에 대한 인식과 태도 등을 조사한 Cheong(2007) 연구에 따르면, 중학생들은 미디어나 관련된 개인 경험으로 인해 인간이 환경에 미칠 수 있는 부정적 결과에 대한 인지도가 매우 높은 편이라고 한다. 따라서 학생

Table 5. Comparison of average scores on character and values between pre-test and post-test

영역	사전		사후		t	p
	평균	표준편차	평균	표준편차		
생태학적 세계관	4.20	.707	4.18	.738	-.25	.806
사회·도덕적 공감	3.58	.674	3.77	.667	3.35	.001
과학관련 사회쟁점에 대한 책무성	3.47	.721	3.76	.692	4.67	.000
전체	3.67	.612	3.85	.617	3.71	.000

Table 6. Comparison of average scores on ecological worldview between pre-test and post-test

영역	하위요소	사전		사후		t	p
		평균	표준편차	평균	표준편차		
생태학적 세계관	인간과 자연과의 관계성	4.41	.721	4.29	.845	-1.59	.114
	지속가능 발전에의 지향	3.99	.888	4.08	.800	1.14	.257

들은 인간과 자연의 관계나 지속가능한 발전의 방향성에 대해 묻는 문항들에 대해 긍정적인 답변을 나타낼 수 있다. 그러나 문항에 대한 학생들의 답변과는 달리 면담에서는 학생들이 미세먼지로 인한 문제들을 인간과 환경과의 관계로 연결 짓는데 다소 어려움을 겪을 수 있음을 암시하였다. 대부분의 학생들이 미세먼지의 원인이 인간의 잘못된 행위 때문임을 인지하고 있었으며, 미세먼지의 심각성이 우리나라만의 잘못이 아니기 때문에 다른 나라, 특히 인접하고 있는 중국과 연결지어 함께 해결해야 한다는 생각은 하고 있었다. 그러나 근본적으로 인간의 무분별한 행위와 개발로 인해 인간과 자연의 관계의 평형이 깨지고 지속가능한 발전을 추구하지 못한 결과라는 사실을 명시적으로 언급한 학생은 거의 없었다. 다음 학생1의 응답도 이를 보여준다.

미세먼지의 원인은 사람들이 주범 아니에요? 자동차의 매연 등이 중국에서 한국으로 오구요. 메탄가스랑 그런 거요. 하지만 중국만의 탓은 아니에요. 한국도 문제가 있죠. 자동차 그리고 공장, 매연가스 등 한국에서 미세먼지가 많이 발생하면 다른 나라에 영향을 줄 수는 있는 것 같은데요. 그러면 중국에서 미세먼지 정책을 만들면 한국에 영향을 미칠 것 같아요. 미세먼지가 만약에 중국에서만 발생했다면 이게 바람을 타고 우리나라까지 나오는 거니까 이거를 새지 않게 막을 수 없고 자연스럽게 오니까 다 영향을 끼칠 것 같은데요. (학생1, A중학교)

나. 사회·도덕적 공감(Social & Moral Compassion)

사회·도덕적 공감은 인간의 지나친 개발이나 이기적인 행위가 사회·윤리적 갈등상황을 유발할 수 있음을 알고 그 결과를 예측할 수 있는 ‘도덕·윤리적 민감성’과, 주제에 대해 다양한 입장을 이해하고 타인의 관점을 고려할 수 있는 ‘다양한 관점의 수용’, 그리고 인간의 행위나 지나친 개발로 인해 피해 받는 사람이나 동물, 자연에 대해 이해하고 공감할 수 있는 ‘공감적 이해 및 배려’를 포함한다(Ruiz & Vallejos, 1999; Sadler & Zeidler, 2005; Stern et al., 1993). 프로그램 적용 결과, Table 7에서와 같이 공감적 이해 및 배려를 제외한 두 영역, 도덕·윤리적 민감성(p=.000)과 다양한 관점의 수용(p=.001)영역에서 통계적으로 유의미한 향상을 보였다.

도덕·윤리적 민감성은 인성과 가치관의 7개 영역 중 사전 평균 점수가 3.34점으로 가장 낮았다. 즉, 학생들은 과학기술과 관련한 사회문제가 자신이 살고 있는 지역에 어떤 결과들을 발생시킬지 예상하거나(문항5), 과학기술과 관련한 사회문제로 인해 발생한 사회·윤리적 갈등에 관심이 있거나(문항6), 이러한 갈등에 민감하게 반응(문항7)하는 편은 아니었음을 알 수 있다. 그러나 프로그램 적용 후, 각 문항에 대한 평균점수가 모두 상향되었으며 영역 전체평균도 통계적으로 유의미하게 증가하였다(p=.000). 특히 프로그램 적용 전과 후에 과학기술과 관련한 사회문제로 인해 발생한 사회·윤리적 갈등에 대

한 관심을 가진다는(문항6) 응답의 평균이 3.28점에서 3.65점으로 가장 크게 증가하였으며, 이러한 사회·윤리적 갈등에 대해 민감하게 반응한다는(문항7) 응답의 평균이 3.01점에서 3.26점으로 향상되었다. 이는 본 프로그램을 통해 학생들이 자신이 살고 있는 지역의 미세먼지 문제가 어떠한 사회·윤리적 결과와 갈등을 야기할 수 있는지에 대해 좀 더 관심을 갖게 되었음을 의미한다. 학생 면담에서도 이와 유사한 긍정적인 변화를 보였다. 예를 들어, 학생2(A중학교)는 경로당을 방문해서 미세먼지의 위험성에 대해 알리고 지역주민 설문조사 활동을 했던 경험을 떠올리며 “이제 미세먼지가 (얼마나) 무서운지 알았어요”와 같이 미세먼지의 심각성을 깨달았다고 고백하였다. 다음 응답들도 학생들이 미세먼지에 대한 관심이 높아졌음을 보여준다.

미세먼지에 대해 (지역주민) 설문조사를 해보니까 그 전에는 미세먼지에 대해 아예 관심이 없었고 (교실)수업 때도 솔직히 말해서 (미세먼지에 대해) 많이 관심은 없었는데, 막상 이렇게 지역 주민들을 대상으로 설문조사를 해 보니까 미세먼지에 대한 관심이 좀 생겼어요. (학생3, A중학교)

저번에 미세먼지에 관한 뉴스가 TV에서 나온 것 같기도 하고요. 조금 더 미세먼지에 대해 관심이 생겼어요. 안 배웠을 때는 그냥 자연스럽게 넘어가는데 이렇게 한 번 심각성을 알고 나고 그러니까 뉴스에서 이렇게 심각하다고 하면 뭐 자세히는 안 봐도 한번쯤은 다시 보게 되죠. (학생4, A중학교)

다양한 관점의 수용은 미세먼지에 대한 생각이 사람마다 그리고 국가마다 다를 수 있다는 것을 인지하고, 나와 다른 의견에도 수용적 태도를 지니는 것을 의미한다. 본 연구에서는 학생들이 과학기술과 관련된 사회문제에 대한 해결방법을 논의할 때, 문제와 관련된 다양한 사람들의 입장을 고려하기 위해 노력하는지(문항8), 과학기술과 관련된 사회문제에 대하여 다른 사람들의 의견에 귀를 기울이려고 노력하는지(문항9), 그리고 과학기술과 관련된 사회문제에 대해 내가 내린 해결방법이 지역의 다른 사람에게 미칠 수 있는 영향을 생각하는지(문항10)를 질문하였다. 세 문항 모두 프로그램 참여 후 학생들의 응답이 긍정적으로 변화하였으며, 전체 영역 평균 또한 통계적으로 유의미한 향상을 보였다(p=.001). 특히, 과학기술과 관련한 사회문제에 대해 다른 사람의 의견에 귀를 기울인다는(문항9) 응답의 평균이 3.46점에서 3.75점으로, 이러한 문제에 대한 해결방법이 지역의 다른 사람에게 미칠 수 있는 영향을 생각한다(문항10)에 대한 평균이 3.53점에서 3.81점으로 많이 증가하였다. 이는 학생들이 지역주민들을 대상으로 미세먼지에 대한 의견을 직접 조사하면서 지역의 다양한 구성원의 입장을 고려해 볼 수 있는 경험이 많은 도움이 된 것으로 생각해 볼 수 있다.

설문조사를 해보니 사람들이 미세먼지에 대한 의견이 다 다르고요. 마스크를 착용하는 사람도 있고 안 착용하는 사람도 있고요. 마스크를 착용하지

Table 7. Comparison of average scores on social and moral compassion between pre-test and post-test

영역	하위요소	사전		사후		t	p
		평균	표준편차	평균	표준편차		
사회·도덕적 공감	도덕·윤리적 민감성	3.34	.850	3.60	.808	3.74	.000
	다양한 관점의 수용	3.49	.755	3.73	.803	3.48	.001
	공감적 이해 및 배려	3.92	.854	3.96	.780	.56	.575

않는 사람들한테는 마스크를 착용하라고 말해주고 싶어요. (학생5, A중학교)

할머니들에게 미세먼지에 대해 설명해 드리러 OO아파트에 있는 경로당에 가서 할머니들에게 설문조사도 하고 미세먼지에 대해 설명과 퀴즈를 냈어요. 그런데 생각보다 (할머니들이) 잘 맞추셔서 놀랐어요. 이렇게 할머니들이 미세먼지에 대해 조금 더 잘 알게 되어서 좋았어요. (학생6, B중학교)

위의 응답에서와 같이 학생들은 지역사회 사람들을 만나면서 사람마다 미세먼지의 유해성에 대해 인지하고 반응하는 방식이 다를 수 있음을 알게 되었다. 특히, 평소 할머니들과 소통할 기회가 없던 학생 7(B중학교)은 할머니들께서 미세먼지에 대해 잘 알지 못할 거라고만 막연히 생각했었는데, 경로당 활동에서 노인들의 미세먼지에 대한 생각을 들어보는 기회가 매우 의미 있었다고 응답하였다.

사회·도덕적 공감 영역의 하위요소인 공감적 이해 및 배려는 지역 사회 문제로 인해 피해를 받는 사람에 대한 안타까움을 갖는지(문항 11), 피해자의 입장에서 피해사례를 내 일처럼 느끼는지(문항12), 피해자들을 도와주어야 한다고 생각하는지(문항13)를 묻는 문항으로 구성되었다. 과학기술로 인한 피해자의 입장에서 피해사례를 내 일처럼 느낀다는(문항12)에 대한 응답의 평균은 3.53점에서 3.77점으로 증가한 반면, 학생들은 사전에 문항11과 문항13은 높은 점수를 보였으며 사후에는 다소 감소하였다. 전체 영역에서는 그 차이가 통계적으로 유의미한 향상을 보이지 않았다( $p=.575$ ). 그러나 학생들과의 면담 내용을 살펴보면 다소 변화가 나타남을 알 수 있었다.

미세먼지 수업을 받은 뒤에도 미세먼지가 심했잖아요. 그래서 미세먼지 심각성에 대해 알게 되니까 마스크를 착용해야 한다는 점을 알게 되고, 그래서 마스크를 착용했어요. 방한 재질 있는 마스크이지만, 착용했어요. 그때 마스크 착용하지 않은 사람들이 걱정이 되었어요. (학생8, A중학교)

학생8과 같이 일부 학생들은 미세먼지의 심각성을 인지하지 못하는 사람들이나 미세먼지의 위험에 노출된 사람들, 마스크를 착용하지 않는 사람들에게 대해 걱정하는 모습을 보였다. 학생9(A중학교)도 미세먼지로 인해 피해를 받은 사람들에게 “마스크를 착용하라고 알려주면서 도와줄 수 있을 것 같아요”와 같은 응답을 하기도 하였다.

다. 과학관련 사회쟁점에 대한 책무성(Socioscientific accountability)

과학관련 사회쟁점에 대한 책무성은 과학기술로 인해 야기된 문제에 대해 일종의 책임감을 느끼는 ‘사회적 책임감’과, 야기된 문제를 해결하기 위한 실천 노력을 하고자 하는 ‘실천의지’의 두 하위 영역으로 구성된다(Elmose & Roth, 2005; Roth, 2003; Roth & Lee, 2004).

이 영역에 대한 사전 점수는 생태학적 세계관이나 사회·도덕적 공감에 비해 낮은 편이었다. 그러나 프로그램 적용 후 통계적으로 유의미하게 향상된 것을 볼 수 있다( $p=.000$ ). 특히, 실천의지에서 큰 향상을 보였으며( $p=.000$ ), 사회적 책임감에 있어서도 통계적으로 유의미한 향상을 나타냈다( $p=.001$ ).

사회적 책임감은 학생들이 지역사회에서 발생하는 사회문제에 대하여 책임감을 느끼는지(문항14), 지역에서 더 나아가 전 세계적으로 발생하는 과학이슈에 대하여 책임감을 느끼는지(문항15), 그리고 이러한 과학관련 사회쟁점을 해결하는데 나뿐만 아니라 모든 사회구성원이 책임감을 느껴야 된다고 생각하는지(문항16)를 묻는 문항으로 구성되었다. 프로그램 적용 후, 세 문항 중에서 문항15의 응답이 가장 많이 상승하였으며(사전 3.25점, 사후 3.71점), 문항14의 응답도 상승하였다(사전 3.40점, 사후 3.61점). 즉, 학생들은 미세먼지 문제에 대해 책임감을 느끼기 시작하였으며, 이것이 본인뿐만 아니라 사회적, 세계적으로 함께 해결해 나가야 하는 문제라고 생각하게 되었음을 뜻한다.

실천의지는 지역사회에서 발생하는 사회문제에 대한 책임감을 가지고 이를 해결하는 과정에서 발생할 수 있는 개인적인 불편함을 감수할 의지가 있는지(문항17), 이와 같은 사회문제를 해결하기 위하여 지역사회활동 참여 및 지역주민과의 원만한 의사소통을 하고 싶은 의지가 있는지(문항18), 국가 간의 협력 등에 관심을 갖고 지지하는데 참여할 의지가 있는지(문항19), 그리고 개인적으로 실천할 수 있는 해결방법을 찾도록 노력할 의지가 있는지(문항20)를 묻는 문항으로 구성되었다. 실천의지의 네 문항 중에서 미세먼지 문제를 해결하기 위하여 지역사회활동 참여 및 지역주민과 소통을 원한다(문항18)는 문항의 응답이 가장 많이 상승하였다(사전 3.45점, 사후 3.85점). 이는 학생들이 지역주민을 대상으로 했던 설문조사나 지역의 경로당을 찾아가 미세먼지의 심각성을 알려드렸던 활동들이 지역사회의 구성원으로서 참여해나갈 수 있도록 벽을 허무는 데 기여한 것으로 보인다. 그리고 국가 간의 협력 등에 관심을 갖고 지지하는데 참여할 의지가 있다(문항19)는 응답도 많이 상승하였다(사전 3.27점, 사후 3.62점). 각 문항의 평균점수는 모두 조금씩 향상되었으며, 전체적으로도 유의미한 증기를 나타냈다( $p=.000$ ). 면담에서 학생들은 프로그램 참여 후, 미세먼지 문제를 해결하기 위해 개인적으로 자신이 실천할 수 있는 방법으로 마스크 사용과 주변 사람들에게 미세먼지의 위험성과 마스크 착용의 중요성과 그 방법에 대해 알리고 경로당과 같은 지역사회에 기여하는 활동에 참여하고 싶다고 표현하는 경우가 많았다. 예를 들어, C중학교의 학생10은 “예전에 비해서 마스크를 더 자주 사용하는 것 같아요. 일회용마스크를 자주 사용해요. 그리고 친구들한테 미세먼지가 중국으로부터 온다고 얘기해 준 적 있어요.”, B중학교의 학생11과 학생12는 “미세먼지 이슈를 해결하기 위해서 지역주민한테 알리는 것이 미세먼지에 대한 위험성이나 심각성을 알리는 것은 제가 할 수 있을 것 같아요. 또, 제가 아는 사람들에게 마스크나 마스크

Table 8. Comparison of average scores on socioscientific accountability between pre-test and post-test

영역	하위요소	사전		사후		t	p
		평균	표준편차	평균	표준편차		
과학관련 사회쟁점에 대한 책무성	사회적 책임감	3.49	.841	3.74	.735	3.28	.001
	실천의지	3.45	.776	3.77	.761	4.60	.000



종류 및 사용법 등을 추천하는 것도요”, “친구들한테 황사나 미세먼지가 심각할 때 마스크 착용이 중요하다고 얘기할 수 있을 것 같아요. 실험을 해 봤는데 그거 생각보다 많이 심각하게 다르다고(학생13, B중학교)”, “이렇게 할머니들이 미세먼지에 대해 조금 더 잘 알게 되어서 좋았고 다음에도 경로당 방문과 같은 봉사할 수 있는 기회가 있으면 참여하고 싶어요(학생14, C중학교)”와 같이 응답하였다. 학생들에 따라 개인적 실천(예: 마스크의 착용)에 머무는 경우도 있었으나, 적지 않은 수의 학생들이 가깝게는 친구나 가족, 그리고 보다 확장되어 지역사회 주민들과 책임감 있게 소통하고자 하는 의지와 행동을 보이기 시작하였다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 미세먼지 이슈를 중심으로 학교와 지역사회를 연계하는 과학교육 프로그램(SSI-COMM)을 개발하고 중학교 자유학기제에 적용하여 학생들의 지역사회 속 미세먼지 이슈에 대한 이해도와 인성적 태도 및 가치관에 미치는 교육적 효과를 탐색하였다. 연구 결과, 본 프로그램은 학생들이 미세먼지와 관련된 기본 지식을 습득하는데에 도움을 주었을 뿐만 아니라, 시민으로서의 인성과 가치관을 함양시키는 데에도 긍정적 효과가 있었다. 특히, 본 연구 결과에서 가장 특징적인 부분은 지역사회와의 연계된 SSI 활동이 학생들의 실천의지를 높이는 데 효과가 있었다는 점이다. 이는 일반적인 SSI 수업을 통해 학생들의 실천의지를 높이는 것이 다소 어려웠다는 선행연구(Lee *et al.*, 2013)의 한계에 대한 시사점을 제공해 줄 수 있다. 지역사회연계 활동을 통한 참여 경험은 학생들에게 지역사회 관련 기관과 지역 주민과의 소통의 벽을 넘을 수 있는 기회를 제공하였고, 이를 바탕으로 스스로 실천할 수 있는 행동들을 생각해볼 수 있는 장을 마련해 준 것으로 추론해볼 수 있다.

본 연구 결과를 바탕으로 다음과 같이 제언을 하고자 한다. 첫째, 지금까지의 SSI 교육은 주로 토의나 토론을 중심으로 한 교실활동에 제한되어 있었다. 현재 과학교육의 목표가 과학 관련 문제에 대해 실천과 참여를 할 수 있는 시민 양성에 있음을 고려할 때, 학생들에게 그들이 살고 있는 지역사회로 나아가 직접 실행에 옮길 수 있는 경험을 제공할 필요가 있다(Birmingham & Barton, 2014; Lickona, 1996). 즉, 교실에서의 논의가 학생들의 삶과 연결되어 실천과 참여로 전이 되도록 하기 위해서 학습의 장을 교실에서 학교 밖, 특히 학생들에게 의미 있는 ‘장(place)’인 지역사회로 확장하여야 한다. 지역사회에서의 반복적인 실천 경험은 학생들의 시민의식을 향상시키는 데 효과가 있다(Barton & Tan, 2010; Birmingham & Barton, 2014; Cheak *et al.*, 2002; Stevenson, 2014). 이러한 점에서 볼 때, 본 연구에서 개발한 SSI-COMM은 하나의 좋은 프로그램 모델로서 제시될 수 있을 것이다.

둘째, 올해부터 본격적으로 도입되는 자유학기제는 학생들의 꿈과 끼를 키울 수 있는 방향으로 진행되어야 한다. 하지만, 학교 현장 여건상(예: 학생 안전, 수업시간의 경직성, 수업 자료 준비 등) 많은 프로그램들이 학교 교육과정과 별개의 특별활동으로 제한되는 경우가 많다. 본 연구에서 개발한 미세먼지 프로그램은 교과와 연결되면서도 학생들이 지역사회 기관을 방문하고 주민들을 만나면서 자신의 관심사를 탐색해볼 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 지역사회와의 연계는 자유학기제가 달성하고자하는 목표를 달성하는데 효과적으로 기여할 수

있으며, 본 연구의 프로그램과 같은 지역사회 연계 프로그램이 앞으로 더욱 활발히 개발될 필요가 있다.

셋째, 학교와 지역사회의 연계는 앞으로도 지속되어야 할 방향이라고 생각된다. 지역사회 리소스가 학습의 장으로 포함될 때 학생들은 보다 살아있는 지식을 습득할 수 있으며, 나아가 지식이 형성되어 가는 과정도 학습할 수 있다. 그러나 학교-지역사회연계의 수혜자가 학생들에게만 제한되어서는 안된다. 지역사회 관련 기관이나 주민들도 학교와의 연계를 통해 지역의 이슈에 대해 보다 관심을 갖고 학습할 수 있는 계기가 마련될 수 있는 방안이 모색될 필요가 있다. 또한 Bouillion & Gomez(2001)의 연구에서처럼 학교와 지역사회가 연계되면서 지역사회 문제 해결에의 실마리를 찾게 되는 계기도 마련될 수 있다. 상호호혜성에 대한 인식은 앞으로 지역사회연계 교육이 확산되는 중요한 기반이 될 수 있을 것으로 생각된다.

#### 국문요약

본 연구는 미세먼지 이슈를 중심으로 학교와 지역사회를 연계하는 과학교육 프로그램(SSI-COMM)을 개발하고 중학교 자유학기제에 적용하여 학생들의 지역사회 속 미세먼지 이슈에 대한 이해도와 인성적 태도 및 가치관에 미치는 교육적 효과를 탐색하였다. 서울시 자유학기제에 참여하는 4개 학교에서 총 151명의 학생들이 8회(16차시)에 걸쳐 프로그램에 참여하였다. 미세먼지 프로그램의 교육적 효과와 학생들의 참여 경험을 탐색하기 위해, 과학이슈에 대한 이해도 및 인성과 가치관을 측정하는 검사를 실시하였으며, 참여 학생 일부와의 개별 면담을 실시하였다. 연구 결과, 본 프로그램은 학생들이 미세먼지와 관련된 지식을 습득하는 데에 통계적으로 유의미한 효과가 있었다. 시민으로서의 인성과 가치관에 있어서는 생태학적 세계관 영역을 제외하고 사회·도덕적 공감, 과학관련 사회쟁점에 대한 책무성 영역에서 통계적으로 유의미한 향상이 있었다. 면담결과, 학생들은 본 프로그램을 통해 미세먼지가 자신이 속한 지역에 어떠한 문제를 야기하는지, 이를 해결하기 위해서는 어떤 노력을 해야 하는지 등에 대해 이해하게 되었고, 미세먼지의 발생에 개인의 책임감을 느끼고 미세먼지로 인해 피해를 입은 지역의 취약계층을 위한 지역사회활동의 참여와 실천의 필요성을 느끼게 되었음을 알 수 있었다.

**주제어** : 지역사회연계, 과학기술 관련 사회쟁점(SSI), 미세먼지, 인성과 가치관, 자유학기제

#### References

- Anderson, D., & Lucas, K. B. (1997). The effectiveness of orienting students to the physical features of a science museum prior to visitation. *Research in Science Education*, 27(4), 485-495.
- Barton, A. C., & Tan, E. (2010). We be burnin'! Agency, identity, and science learning. *Journal of the Learning Science*, 19(2), 187-229.
- Bencze, L. (2017). Science and technology education promoting wellbeing for individuals, societies and environments: STEPWISE. Dordrecht: Springer.
- Birmingham, D., & Barton A. C. (2014). Putting on a green carnival: Youth taking educated action on socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(3), 286-314.
- Bouillion, L. M., & Gomez, L. M. (2001). Connecting school and community with science learning: Real world problems and school-community partnerships as contextual scaffolds. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(8), 878-898.

- 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.
- Catalano, R. F., Oesterle, S., Fleming, C. B., & Hawkins, D. (2004). The importance of bonding to school for healthy development: Findings from the social development research group. *Journal of School Health, 74*(7), 252-261.
- Cheak, M., Volk, T., & Hungerford, H. (2002). *Mlolkai: An investment in children, the community, and the environment*. Carbondale, IL: Center for Instruction, Staff Development, and Evaluation.
- Cheong, C. (2007). The effects of knowledge, beliefs and attitudes about environment on issue-based environmental problem solving in middle schools. *The Environmental Education, 20*(1), 118-130.
- Choe, J., & Lee, Y. (2015). A study on the impact of PM2.5 emissions on respiratory diseases. *Journal of Environmental Policy and Administration, 23*(4), 155-172.
- Colucci-Gray, L., Barbiero, G. E. C., & Gray, D. (2006). From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education. *Science Education, 90*, 227-252.
- Elmose, S., & Roth, W. M. (2005). *Allgemeinbildung: Readiness for living in risk society*. *Journal of Curriculum Studies, 37*(1), 11-34.
- Greene, J. C. (2007). *Mixed methods in social inquiry*. San Francisco: John Wiley & Sons.
- Hudson, D. (1999). Going beyond cultural pluralism: Science education for sociopolitical action. *Science Education, 83*(6), 775-796.
- Hudson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education, 25*(6), 645-670.
- Knapp, C. E. (2008). Place-based curricular and pedagogical models: My adventures in teaching through community contexts, In D. A. Gruenewald & G. A. Smith (Eds.), *Place-based education in the global age: Local diversity* (pp. 5-28). NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- 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., Yoo, J., Choi, K., Kim, S., 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, S., & Chang, N. (1993). The effect of the environmental education strategy through personalization of environment. *The Korean Society for Environmental Education, 5*, 71-88.
- Lickona, T. (1996). Eleven principles of effective character education. *Journal of Moral Education, 25*(1), 93-100.
- Lim M., & Barton, A. C. (2010). Exploring insideness in urban children's sense of place. *Journal of Environmental Psychology, 30*(3), 328-337.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education, 28*(13), 1499-1521.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. King's College London: Fulmar Colour Printing Company Limited.
- Ministry of Education. (2015). 2015 revised national science curriculum in Korea. Ministry of Education.
- Morgan, A. (2011). Place-based education versus geography education? In G. Butt (Ed.), *Geography, education and the future* (pp. 84-108). NY: Continuum International Publishing Group.
- Olsen J. K., Cox-Peterson, A. M., & McComas, W. F. (2001). The inclusion of informal environments in science teacher preparation. *Journal of Science Teacher Education, 12*(3), 155-173.
- Orr, D. (1992). Place and pedagogy. In M. K. Stone & Z. Barlow, Z. (Eds.), *Ecological literacy: Educating our children for a sustainable world* (pp. 85-95). Oakland: Sierra Club Books.
- Park, E. (2007). Health risk assessment of fine particles and their hazardous chemicals. Unpublished doctoral dissertation, Dongduk Women's University, Korea.
- Park, S. (2014). A study on the evaluation of the awareness and the development of environmental education program about the particulate matter in the ambient air: Focused on middle school students. Unpublished master dissertation, Yonsei University, Korea.
- Park, S., & Shin, H. (2017). Analysis of the factors influencing PM2.5 in Korea: Focusing on seasonal factors. *Journal of Environmental Policy and Administration, 25*(1), 227-248.
- Pittman, K. J., & Fleming, W. P. (1991). *A new vision: Promoting youth development*. Center for Youth Development and Policy Research. Washington DC.
- Powers, A. L. (2004). An evaluation of four place-based education programs. *Reports & Research, 35*(4), 17-32.
- Roth, W. M. (2003). Scientific literacy as an emergent feature of collective human praxis. *Journal of Curriculum Studies, 35*(1), 9-23.
- Roth, W. M. (2009). Activism or science/technology education as byproduct of capacity building. *Journal for Activism in Science & Technology Education, 1*(1), 16-31.
- 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., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(1), 112-138.
- Smith, G. A. (2002). Place-based education. *Phi Delta Kappan, 83*(8), 584-594.
- Smith, G. A., & Sobel, D. (2010). *Place-and community-based education in schools*. NY: Routledge.
- 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.
- Stern, P. C., Dietz, T., & Kalof, L. (1993). Value orientations, gender, and environmental concern. *Environment & Behavior, 25*, 322-348.
- Stevenson, K. T. (2014). Role of significant life experiences in building environmental knowledge and behavior among middle school students. *The Journal of Environmental Education, 45*(3), 163-177.
- Tal, T., & Abramovitch, A. (2013). Activity and action: Bridging environmental sciences and environmental education. *Research in Science Education, 43*(4), 1665-1687.
- Theobald, P., & Curtiss, J. (2000). Communities as curricula. *Forum for Applied Research and Public Policy, 15*(1), 106-111.
- Yoon, O. (2016). Practices of place-based environmental education in a general education course for pre-service elementary teachers. *The Journal of the Korean Association of Geographic and Environmental Education, 24*(1), 139-150.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socio-scientific issues education. *Science Education, 89*(3), 357-377.