

# 이미지 분석을 통한 초등학생들의 환경 관련 사회적 문제(SSI)와 해결방법에 대한 인식조사

이윤정 · 주은정<sup>†</sup> · 장신호<sup>††</sup>

(서울신내초등학교) · (미르초등학교)<sup>†</sup> · (서울교육대학교)<sup>††</sup>

## Examining Elementary School Students' Awareness about Socio-scientific Issues and Solutions about Environmental Topics by Using Their Drawings

Lee, Yoonjeong · Ju, Eunjeong<sup>†</sup> · Jang, Shinho<sup>††</sup>

(Seoul Sinne Elementary School) · (Mireu Elementary School)<sup>†</sup> · (Seoul National University of Education)<sup>††</sup>

### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate elementary school students' awareness about socio-scientific issues and solutions about environmental topics by using their drawings. For this study, 489 students were participated in 3 provincial regions, Incheon, Dangjin and Pohang in Korea. The students participated in a drawing activity to express their ideas of the socio-scientific issues and solutions related to 'environmental problems.' The analysis of the data include that the students displayed most awareness towards air pollution, water pollution and trash problems. However, the global environmental problems such as global warming and climate change were perceived very low. The interesting thing was about 8% of the students, who drew global environmental problems, tried to explain their drawings using scientific knowledge. But they revealed misconceptions as well. For instance, they were not good at connecting their science knowledge with environmental problems. About 80% of the students drew the pictures, showing solutions in personal context. They mainly drew 3 kinds of solutions: 'Reduce trash', 'Preserve ecosystem' and 'Saving of resources & energy'. Most students suggested to administrate the action plans. About 19% of the students drew 'campaign to save the forest' or 'develop alternative energy' in social context. And only 1 student drew UN conference to solve the environmental problems in national context.

**Key words** : socio-scientific issues, drawing analysis, children's awarness, enviromental problems

## I. 서 론

현대 과학기술의 진보는 우리 생활을 더욱 편리하게 만들어주는 등 인간에게 긍정적인 영향을 준 것은 사실이지만, 환경오염, 기후변화, 에너지 부족, 자원 문제 등 과학의 발달로 인한 파생적인 문제 역시 점점 심각해지고 있으며, 이를 더 이상 무시할 수 없는 수준에 이르렀다(Sadler, 2002; Zeidler *et*

*al.*, 2005). 이는 과학교육에서 다루어야 할 내용이 과학 지식과 탐구능력만이 아니라는 것을 의미한다(Lee *et al.*, 2014).

최근 과학교육계에서 과학관련 사회적 문제, 이른바 SSI(Socio-Scientific Issues)에 대한 관심이 고조되고 있는 것 역시 이와 같은 사회적 흐름을 반영하는 것으로 볼 수 있다. SSI는 현대사회에서 과학, 기술의 발전으로 환경오염, 기후변화, 방사능 오염,

생태계 파괴, 생명윤리 문제 등 과학과 관련된 다양한 사회적 문제를 일컫는다(Sadler, 2002; Zeidler *et al.*, 2005; Zeidler & Nichols, 2009; Lee, 2008; Chung *et al.*, 2010).

과학교육에서 SSI 교육의 등장은 1980년대 이후 과학교육 내에서 과학과 사회, 기술과의 관계를 강조하며 활발하게 이루어졌던 STS(Science-Technology-Society) 교육에 대한 비판적 시각과 관련이 깊다. Zeidler *et al.*(2005)는 STS 교육은 과학교육의 맥락에서 하나의 사조로 정의되어(Yager, 1996) 과학, 기술과 관련된 사회적 문제 자체만을 객관적으로 다루고, 이들 간의 상호연관성에만 초점을 맞추고 있다고 주장하였다. 즉, 문제를 인지하고 문제를 해결하는 과정에 초점을 맞추기 보다는 그 문제가 무엇인지에 대해서만 거시적인 관점에서 다루고 있다는 것이다. 때문에 문제를 해결하는 과정에서 요구되는 학생들의 도덕성, 윤리성과 같은 인성 요소를 고려하지 않는다는 점을 문제점으로 꼽았다(Zeidler, 1984). 그러나 SSI를 활용한 과학학습에서는 과학 관련 사회적 문제를 과학교육 사조의 맥락에서 거시적으로 다루기보다 과학 교수학습의 맥락에서 미시적으로 접근한다(Zeidler *et al.*, 2005). 그렇기 때문에 과학기술로 발생하는 사회적 문제를 인지하는 것에서 더 나아가 개인의 책임 있는 행동을 촉구하며, 학생들의 도덕적, 윤리적 측면의 발달도 강조한다(Zeidler *et al.*, 2005). 따라서 SSI를 활용한 과학학습은 과학, 기술이 사회에 미치는 영향과 문제들을 다룰 뿐만 아니라, 학생의 개인적 신념 체계를 발전시킬 수 있는 수단을 제공한다는 점에서 STS 교육의 진화된 접근법이라 말할 수 있다(Zeidler *et al.*, 2005).

일반적으로 과학교과가 타 교과에 비해 인성교육을 실시하기 어려울 것이라는 인식이 강하다(Yang *et al.*, 2012). 과학교과에서 다루는 내용이 가치중립적이기 때문이다. 하지만 SSI는 과학으로 인해 발생한 여러 가지 문제들을 가지고, 올바른 가치 판단과 의사결정을 요구한다(Tal & Kedmi, 2006). 여기에는 개인의 인성, 태도, 성향 등이 반영이 될 수밖에 없다(Sadler, 2002; Sadler & Zeidler, 2009). 때문에 과학교사는 객관적인 과학 지식을 바탕으로 학습자가 도덕적, 윤리적인 의사결정을 내릴 수 있는 지에 주목할 필요가 있다. 이 과정에서 학습자의 인성적 측면의 발달을 살펴볼 수 있으며, 사회적 협의

과정을 통해 올바른 의사결정을 내리기 위한 다양한 방법들을 지도할 수 있다. 이와 같은 시대적 상황을 반영하듯 최근 교육부가 제시한 개정 2015 교육과정에서는 인성교육을 더욱 강조하여 구체적인 인성요소가 학교급별, 교과별 목표에 모두 반영하도록 하는 가이드라인을 제시하고 있다(MOE, 2014).

SSI에 대한 국내외 연구는 해마다 증가하는 추세이다(Cho, 2014). Eastwood *et al.*(2012)은 과학관련 사회적 문제를 활용한 수업 후 학생들의 과학 본성에 대한 이해도가 높아짐을 밝혀냈다. 또한 Sadler와 Zeidler(2009)는 SSI와 과학적 소양이 긴밀하게 연결되어 있으며, SSI를 통해서 과학적 소양 함양을 평가할 수 있음을 주장하였다. Zohar and Nemet(2002)은 생명공학관련 사회적 문제를 활용한 결과, 학생들의 과학 지식의 활용 및 적용도가 높아지고, 이전보다 정교해짐을 발견하였다. 또한 Tal and Kedmi(2006)는 해양자원 개발과 관련된 문제를 주제로 SSI를 도입한 수업을 실시한 결과, 학생들의 고차원적 사고력 함양에 영향을 미쳤다는 연구결과를 발표하기도 했다. Chung *et al.*(2010)은 중학교 과학교과서에 제시된 SSI 주제 및 소재, 맥락, 학습 활동 유형에 대해 분석하였다. Lee(2008)는 SSI에 대한 예비 중등과학교사들의 의사결정 유형을 분석하였다. SSI 주제별로 다양한 의사결정 유형이 나타났으며, 주제와는 별개로 개인의 신념이나 가치관에 따라 의사결정 유형이 결정되는 경우도 나타났다. Wee and Lim(2013)은 초등 예비교사들을 대상으로 원전 사고 관련 SSI 교육을 실시하였다. Jang *et al.*(2012)은 원자력 발전, 생명공학, 기후변화에 대한 SSI 맥락에 따른 중학생들의 인성적 태도와 가치관을 설문문을 통해 분석하였다. SSI 소재의 특성상 대부분의 연구가 초등학생보다는 형식적, 추상적 사고가 발달한 중, 고등학생, 예비교사들을 대상으로 이루어지고 있는 추세이다.

이러한 선행연구를 바탕으로, 본 연구에서는 초등학교 과학 교육과정에서 SSI의 도입이 필요함을 논하고, 향후 초등학교에서 SSI를 활용한 수업 진행 시 초등학생들의 기초 인식 자료로 활용될 수 있도록 초등학생들에게 익숙한 ‘환경 문제’를 주제로 초등학생들이 인식하는 SSI와 해결방법을 알아보고자 하였다. 피검사자가 초등학생인 것을 고려하여 아동에게 친숙하고 언어적 능력에 구애받지 않을 뿐만 아니라, 인지적 측면과 정의적 측면을 함께 파악

할 수 있는 것으로 알려져 있는 그림 그리기 검사를 통한 이미지 분석을 통해 인식 조사를 실시하였다(Kim & Cheong, 2007; Ju *et al.*, 2009; Lee, 2015).

본 연구에서 설정한 연구문제는 다음과 같다.

첫째, ‘환경문제’를 주제로 초등학생들이 인식하는 SSI는 무엇인가?

둘째, 초등학생이 인식하는 환경분야 SSI의 해결 방법은 무엇인가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 참여자는 국내의 한 대학교에서 진행하는 환경교육 프로그램에 참여한 학생 489명이다. 해당 환경교육 프로그램은 경북 포항, 인천, 충남 당진 지역 초등학교 4곳의 5학년 학생들을 대상으로 1년 동안 진행되었으며, 조사 시기는 환경교육 프로그램이 시작되기 이전이므로 환경 교육 프로그램은 학생들의 환경 문제 인식에 전혀 영향을 주지 않은 것으로 가정할 수 있다. 경북 포항은 제철소를 포함하고 있는 공업도시로 D초등학교는 하천 옆에 위치하며, 제철소와 근접해 있다. 인천 남구의 I초등학교는 주변 지역이 아파트로 둘러싸여 있는 전형적인 주거 지역에 위치하고 있다. 인천 중구의 S초등학교는 반경 1km 내에 인천항이 있으며, 바다와 매우 근접해 있다. 충남 당진의 G초등학교는 주변이 산으로 둘러싸여 있는 농촌 지역으로 분류할 수 있다.

### 2. 검사 도구

이 연구에서는 앞서 언급한 것과 같이 환경문제를 주제로 초등학생들의 SSI와 해결방법에 대한 인식을 알아보려고 그림 그리기 검사를 활용한 이미지 분석을 실시하였다(Lee, 2015). 그림 그리기는 아동기에 해당하는 피검사자들에게 자주 사용되는 연구 방법으로 언어적 능력에 구애받지 않는다는 장점이 있다(Cheong, 2011). 또한 학생들의 인지적 측면뿐만 아니라 정의적인 측면도 볼 수 있으며, 그림 그리기가 다른 검사 도구보다 아동들에게는 익숙하고 편안하기 때문에 그들의 생각을 파악하는 데 효과적이다(Kim, 1997). 뿐만 아니라 연구자의 의도나 분석틀에 따라 다양하게 해석될 수 있으

며, 그림을 통해 학생들의 심연에 담긴 여러 가지 생각들을 엿볼 수 있다(Lee *et al.*, 2009). 따라서 그림 그리기 검사 도구는 유아기, 아동기의 초등학생들의 인식 조사 연구에 많이 활용되고 있다(e.g. Shepardson, 2005; Bowker, 2007; Joo *et al.*, 2008; Ju *et al.*, 2009).

연구에서 사용한 검사 도구는 Shepardson(2005)이 개발한 그림 그리기 검사지를 바탕으로 연구 목적에 맞게 수정, 보완하여 개발하였다. 초등학생들의 발달수준에 맞는 검사지를 제작하고, 이에 알맞은 분석틀을 개발하기 위해 Ju *et al.*(2009)이 초등학생들을 대상으로 한 과학자 및 과학 학습에 대한 이미지 분석 연구에 사용한 검사지와 분석 방법을 참고하였다. 검사지는 환경문제가 발생하는 상황에서 생길 수 있는 SSI와 이를 해결하는 장면, 두 가지를 모두 그릴 수 있도록 구성하였다. 연구 대상이 초등학생들인 점을 감안하여 검사지에는 환경 문제가 발생하는 상황은 환경을 파괴하는 장면, 환경 문제를 해결하는 상황은 환경을 지키는 장면이라는 용어로 바꾸었다. 그림에 대한 정확한 분석 및 해석을 돕기 위해 각 그림마다 2~3줄 내외로 그림을 설명하는 글을 쓸 수 있도록 하였다. 그리고 실제 검사 시, 환경 문제가 발생할 때 일어날 수 있는 과학관련 사회적 문제가 무엇인지, 환경 문제를 해결할 때 활용할 수 있는 방법은 무엇인지에 대해 다양한 상황을 그릴 수 있도록 안내하였다.

### 3. 자료 수집 및 분석

#### 1) 자료 수집 방법

본 연구의 자료 수집은 각 학급의 담임교사를 통해 이루어졌으며, 각 학교 및 학급마다 동일한 조건을 갖추기 위해 담임교사가 그림 그리기 검사지를 배부한 뒤 검사 방법과 관련된 내용을 제외하고 검사 결과에 영향을 미치는 어떠한 설명도 제공하지 않았다. 검사를 위해 제공된 시간은 40분이었으며, 학생들이 사용한 채색 도구는 수성 싸인펜과 색연필이었다. 이러한 과정을 거쳐 총 489장의 검사지를 회수하였다.

#### 2) 자료 분석 방법

초등학생들이 인식하는 환경분야 SSI를 분석하기 위해 지구 환경 문제에 대한 중학생들의 인식을 연구한 Cheong(2011)의 연구결과와 UNEP(2007)에

서 발간한 지구환경전망보고서 GEO4(Global Environment Outlook)에서 과학자들이 선정한 환경분야 SSI를 중심으로 관련 선행연구들에서 활용한 분석 기준 등을 종합하여 1차 분석틀을 제작하였다(Lee, 2015). 1차 분석틀을 바탕으로 예비 분석 후 구체적인 분석 기준을 마련하여 각 문제마다 번호로 코딩하여 분석을 실시하였다(Table 1). 환경분야 SSI의 해결 방법을 알아보기 위해 먼저 예비 분석을 통해 많이 나타나는 소재들을 뽑아 분석틀을 만들었다. 이후 학생들이 어떠한 상황 맥락에서 문제해결 방법을 제시하는 지 알아보기 위해 Chung et al.(2010)의 연구에서 사용한 과학관련 사회적 문제 내용 분석 방법을 활용하여 상황 맥락에 따라 개인적, 사회적, 국가적 상황 맥락으로 재분류하였다. 맥락별 구체적인 정의는 본 연구의 목적에 맞게 연구자가 수정, 보완하였다.

검사지 분석은 연구자들과 과학 교육 석사과정 3인이 함께 하였다. 분석자 간 일치도를 높이기 위해 1차로 분석자 간 협의 과정을 통해 분석 기준을 명확히 하였으며, 연구에 참여한 학생 43명의 검사지를 대상으로 예비 분석을 실시하였다. 예비 분석 결

과를 바탕으로 채점자 간 일치도(inter-rater reliability)를 알아본 결과는 0.8755로 나타났다.

분석자 간 분석 결과가 다르게 나타난 항목에 대해서는 2차 상호 협의 및 검토 과정을 거쳐 일치도를 높이고자 하였다. 또한 예비 분석을 통해 학생들이 그린 그림에서 각 영역별 지표가 어떻게 나타나는지를 확인 후 분석틀을 수정, 보완하였다. 수정, 보완된 분석틀을 바탕으로 체크리스트를 활용하여 검사지 분석을 실시하였다. 이 후 연구자 및 과학교육 박사과 석사과정 3인이 함께 소모임을 구성하여 결과를 분석하였으며, 분석 과정에서 나타났던 특징과 의문점등을 협의하고, 자료 해석의 타당성을 확보하였다. 분석된 자료들은 연구의 목적을 달성하기 위해 빈도와 백분율을 알아보는 기술 통계를 사용하였다.

### III. 연구결과 및 논의

#### 1. 초등학생들이 인식하는 환경분야 SSI

검사에 참여한 489명의 초등학생 중 판독이 불가능한 7명의 그림을 제외하고, 총 482명의 그림을

Table 1. Framework for analysing SSI and solution of SSI in environmental problem

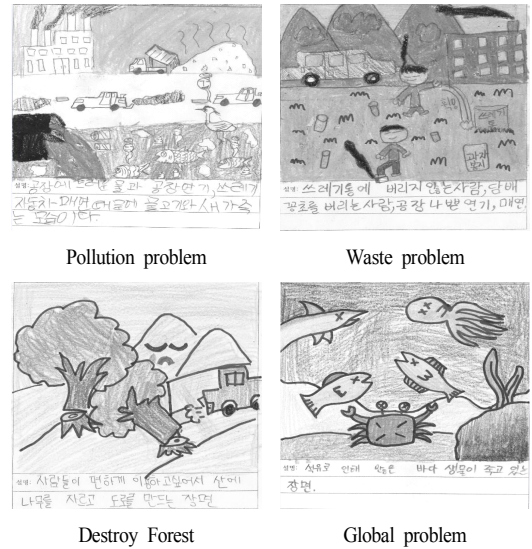
SSI		Solution of SSI			
Category	Content	Context	Category	Content	
Pollution	· Air pollution	Personal context	Waste management	· Reduce trash	
	· Water pollution			· Recycle, reuse	
	· Soil pollution		Preserve ecosystem	· Plant trees	
· Radioactive pollution	· Care for flowers, trees				
· Trash problem	· Prevent forest fires				
Waste problem	· Bad smell		Saving of resource & energy	Social consultation	· Riding a bike(do not use a car)
	· Unattractive	· Saving energy			
Ecosystem degradation	· Destroy forest	Social context		Application of science and technology	· Campaign to save the forest
	· Desertification		· Live a green life in the community		
Global problem	· Climate changes		National context	International agreement	· Punishment
	· Natural disaster				· Local agreement
	· Global warming			Others	· Develop alternative energy
	· Sea level rise	· Develop purifier			
Reduction in biodiversity	· Ozone layer destruction	National context	International agreement	· UN conference	
	· Loss of species				
	· Variety animal				
Others					

분석하였다. 환경문제 발생 장면에서 등장한 SSI는 총 723건(100.0%)이며, 학생 1인당 평균 1.5건의 환경 분야 과학 관련 사회적 문제를 포함하여 그림을 그렸다. ‘생활오염’, ‘쓰레기 문제’, ‘생태계 파괴’, ‘전 지구적 문제’, ‘생물종 문제’, ‘기타’ 6개의 영역으로 구분하여 분석한 결과, 영역별로 구체적인 소재 포함 빈도는 Table 2와 같다.

6개의 영역 중 학생들이 가장 빈번하게 나타나고 있는 환경분야 SSI는 생활오염 영역이었다(254회, 35.1%). 그 중 대기오염 관련 문제 162회(22.4%), 수질오염 관련 문제 84회(11.7%), 토양 오염 문제 8회(1.1%)로 나타났고, 방사능 오염 문제는 0회(0.0%)로 나타나지 않았다. 대기오염의 경우, 학생들의 그림에서 공장 및 자동차에서 발생하는 매연, 배기가스 등을 발견할 수 있었다(Fig. 1). 수질오염의 경우, 강에 버려진 쓰레기와 폐수로 인해 물고기들이 죽어있는 장면들이 나타났다. 또한 유조선의 침몰로 인한 해양 오염 관련 이미지를 표현한 학생도 있었다. 토양 오염의 경우, 과도한 농약 사용으로 땅이 썩어서 농작물들이 죽어가는 장면 등이 나타났다.

**Table 2.** Elementary student's awareness of SSI in environmental problem

Category	Content	N	P (%)	Total	
				N	P(%)
Pollution	Air pollution	162	22.4	254	35.1
	Water pollution	84	11.7		
	Soil pollution	8	1.1		
	Radioactive pollution	0	0.0		
Waste problem	Trash problem	215	29.8	246	34.0
	Bad smell	18	2.5		
	Unattractive	13	1.8		
Ecosystem degradation	Destroy forest	145	20.1	145	20.1
	Desertification	0	0.0		
Global problem	Climate changes	30	4.1	60	8.3
	Natural disaster	19	2.6		
	Global warming	7	1.0		
	Sea level rise	3	0.4		
	Ozone layer destruction	1	0.1		
Reduction in bio-diversity	Loss of species	9	1.2	10	1.4
	Variety animal	1	0.1		
Others		8	1.1	8	1.1
Total		723	100.0	723	100.0



**Fig. 1.** Student's drawings of SSI in environmental problem

두 번째로 많이 나타났던 영역은 쓰레기 문제 영역이었으며, 총 246회(34.0%) 내 구체적인 소재로는 쓰레기 배출 문제가 215회(29.7%)로 전체 소재 중 가장 높은 비율을 차지하였으며, 악취 문제 18회(2.5%), 미관상 방해 문제가 13회(1.8%)로 나타났다. 생태계 파괴 영역의 구체적인 소재로는 숲의 감소 문제가 145회(20.1%)로 나타났으며, 사막화의 경우 초등학생들의 그림에서 나타나지 않았다. 학생들은 쓰레기를 쓰레기통에 버리지 않고 아무 곳이나 버리는 장면, 분리 배출을 하지 않는 장면 등을 그렸다.

많은 학생들이 경험적으로 자주 접하게 되는 환경분야 과학관련 사회적 문제로 쓰레기 문제와 대기오염 등을 떠올린 결과는 Kown and Hong(2012), Kim and Lee(2010), Cheong(2011) 등의 선행연구 결과와도 유사하다. 특히, 쓰레기 문제와 대기오염의 경우 초등학생들이 일상생활에서 쉽게 접근할 수 있고, 과학뿐만 아니라 도덕, 사회와 같은 여러 과목에서도 다루는 소재이기 때문에 학생들의 인식률이 높은 것으로 분석할 수 있다. 학생들은 이러한 문제들을 과학 내용 지식과 연관해서 그림으로 표현하거나 글로 서술하지 않았다. 이는 초등학생들이 위와 같은 소재들을 과학관련 사회적 문제와 연결하여 생각 하긴 하지만, 실제로 어떻게 과학과 관련이 있는지에 대한 이해가 부족한 것임을 나타내고 있다.

학생들이 그림을 통해 표현한 “숲의 감소” 이미지를 살펴보면, 전기톱을 들고 벌목을 하는 장면,

숲이 불타는 장면, 나무가 베어져 있는 장면 등이 자주 등장했다(Fig. 1). 생태계가 파괴되는 것의 의미에는 동물의 서식지 파괴, 해충으로 인한 피해, 적조 현상 등 다양한 이미지가 제시될 수 있으나, 초등학생들의 그림에서는 이러한 다양성이 나타나지 않았다. 이는 학생들이 일상생활에서 접할 수 있는 다양한 매체 및 계기 교육을 통해 고착화된 이미지가 나타난 것으로 판단된다. 또한 주목할 만한 것은 사막화나 방사능 오염 문제의 경우, 과학자들이 우려하는 미래 환경문제임에도 불구하고(UNEP, 2007), 초등학생들이 이에 대해 전혀 인식하고 있지 않다 점이다. 따라서 이에 대한 인식을 높이기 위해 교사가 과학시간에 지질 및 지형 관련 내용과 함께 사막과 관련된 문제 상황을 학생들에게 충분히 노출시킬 필요가 있다.

전 지구적 문제 영역 및 생물종 문제 영역에 대한 인식은 매우 낮게 나타났다. 기후변화 문제 30회(4.2%), 자연재해 문제 19회(2.6%), 지구 멸망 문제 7회(1.0%), 해수면 상승 문제 3회(0.4%), 오존층 파괴 문제 1회(0.1%)로 나타났다. 구체적인 장면으로는 오존층이 파괴되어 지구가 점점 뜨거워지는 이미지, 기후변화로 인해 이상 기후가 나타나는 장면 등이 표현되었다. 이 외에도 지구 온난화로 인해 북극곰이 얼음 조각 위에 앉아 있는 모습 등이 나타났다. 생물종 감소 문제 영역 내 구체적인 소재로는 생물종 감소 문제 9회(1.2%), 변종 동물 발생 문제 1회(0.1%)로 나타났다. 5개의 영역 중 가장 낮은 인식률을 보였다.

특징적인 것은 전 지구적 영역, 생물종 영역과 관련된 문제들을 그린 학생들의 그림에서는 과학 교과 내용 지식이 등장한다는 점이었다(Fig. 2). 지구온난화, 기후변화의 원인에 대해 과학교과 내용 지식이나 관련 배경지식 등을 활용하여 설명하려는 시도를 했으나, 설명에 나타난 과학지식에서 오개념이 발견되었다. 지구온난화의 원인이 이산화탄소에 의한 온실효과 때문이 아니라, 태양이 가까워지기 때문이라고 설명하거나 기후변화로 인한 결과로 바람이 제대로 불지 않는다고 설명한 것이 그 예이다. 이는 전 지구적 영역에 해당하는 소재들이 초등학생들에게 있어 과학 개념이나 내용 지식을 도입하기 좋은 주제임을 반영하지만 이러한 문제 상황을 과학적으로 정확하게 설명하지 못하며, 관련 지식에 대한 오개념이 있어서 설명하는 데 어려

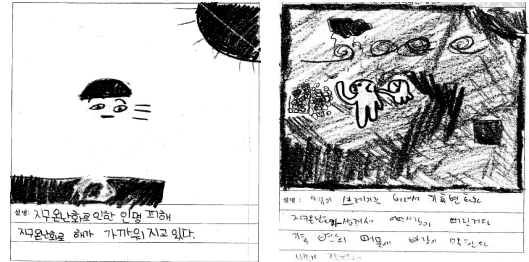


Fig. 2. Student's misconception of global warming and climate changes

움을 겪고 있다는 것을 의미한다.

UNEP(2007)에서 발간하고 390명의 과학자들이 참여한 지구환경전망보고서 GEO4(Global Environment Outlook)에 따르면 과학자들이 환경분야 SSI로 가장 중요하다고 생각한 소재는 기후변화, 사막화, 물 부족, 대규모 동식물 멸종이었다. 뿐만 아니라 국내에서 SSI에 대한 연구들에서 활용한 환경분야 SSI 소재로 자주 등장한 것 역시 기후변화 문제와 같은 전 지구적 문제 영역이었다(Kim et al., 2010; Jang et al., 2012; Wee et al., 2014). 그러나 이와 관련된 초등학생들의 인식률은 기후변화 4.2%, 자연재해 2.6%, 생물종 감소 1.2%, 해수면 상승 0.4%, 오존층 파괴 0.1%로 매우 미미했다. 특히 전 지구적 문제 영역의 경우, 생활오염 영역, 쓰레기 문제 영역보다 과학 교과와의 연관성이 매우 높고, 과학 교과서에도 이와 관련된 읽기 자료가 제시되어 있음에도 불구하고, 초등학생들에게는 인식률이 매우 저조한 것으로 나타났다. 이는 이러한 영역에서 다루는 문제들이 과학 교과서에 제시된 내용이 ‘과학 이야기’, ‘읽을거리’와 같은 교사의 재량에 따라 교수 여부 선택이 가능한 활동에 포함되어 있기 때문인 것으로 보인다. 사실 상 많은 학습량과 부족한 수업 시수로 과학 수업 시간에 이와 같은 내용을 다루는 것이 어려울 수 있다. 또한 지구온난화나 기후변화, 생물종 감소와 같은 문제 영역은 학생들이 실제로 문제 상황을 지각하거나 경험하기가 어렵다. 따라서 초등학생들의 인식도 일상생활에서 쉽게 접근할 수 있는 생활오염 문제나 쓰레기 관련 문제에 편향되어 있음을 유추할 수 있다.

## 2. 초등학생들이 인식하는 환경분야 SSI 해결방법

검사에 참여한 489명의 초등학생 중 판독이 불가능한 26명의 그림을 제외하고, 총 463명의 그림을 통해 초등학생이 인식하는 환경분야 SSI의 해결방법을 분석하였다. 분석 결과, 초등학생들이 인식하는 SSI를 해결하는 방법과 관련된 이미지는 총 644회로 학생 1인당 1.32개로 나타났다. 이 중 7개는 상황 맥락 파악이 불가능하여 상황 맥락 분석에는 7개의 이미지를 제외한 637개의 이미지만 사용하였다. 맥락별 구체적인 문제해결 방법은 Table 3과 같다. 개인적 맥락에서는 ‘쓰레기 처리’, ‘생태계 보

호’, ‘자원 및 에너지 절약’ 3개의 영역으로, 사회적 맥락에서는 ‘사회적 합의’와 ‘과학 기술 활용’ 2개의 영역으로, 국가적 맥락에서는 국가 간 합의 영역으로 구분할 수 있었다.

영역별 분석 결과를 살펴보면 개인적 맥락에서는 쓰레기 처리와 관련된 해결 방법이 286회(44.4%)로 가장 높았으며, 그 다음으로 인식률이 높았던 영역은 생태계 보호로 총 177회(27.5%), 자원 및 에너지 절약 관련 방법은 총 52회(8.1%) 등장하였다. 사회적 맥락에서는 환경 보호 캠페인, 녹색 생활 실천

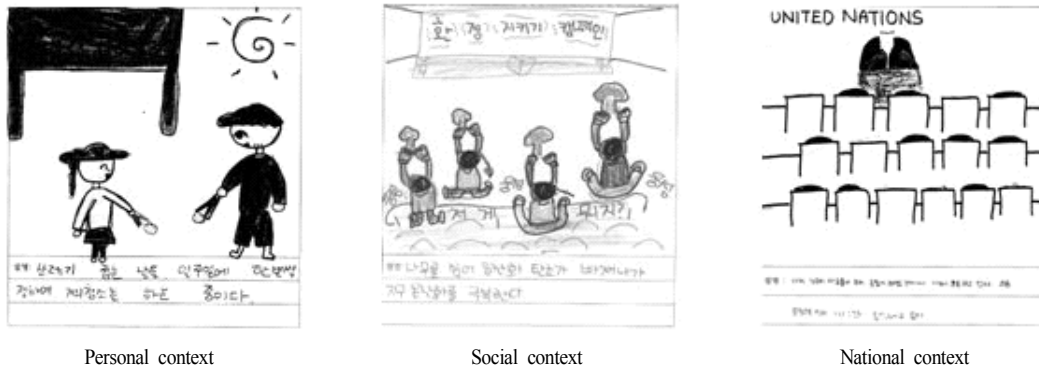


Fig. 3. Drawing of context for solution of SSI in environmental problem

Table 3. Elementary student's awareness of solution of SSI in environmental problem

Context	Category	Content	N	P(%)	Total	
					N	P(%)
Personal context	Waste management	Reduce trash	211	32.8	286	44.4
		Recycle, reuse	75	11.7		
	Preserve ecosystem	Plant trees	114	17.7	177	27.5
		Care for flowers, trees	57	8.9		
		Prevent forest fires	6	0.9		
		Saving of resource & energy	Riding a bike (do not use a car)	41		
Saving energy	11	1.7				
Social context	Social consultation	Campaign to save the forest	49	7.6	121	11.2
		Live a green life in the community	15	2.3		
		Punishment	5	0.8		
	Application of science and technology	Local agreement	3	0.5	49	7.6
		Develop alternative energy	44	6.8		
		Develop purifier	5	0.8		
National context	International agreement	UN conference	1	0.2	1	0.2
		Others	7	1.1	7	1.1
Total			644	100.0	644	100.0

운동 등을 문제해결 방법으로 제시한 사회적 합의 영역이 총 72회(11.2%), 과학 기술 활용 영역은 총 49회(7.6%) 등장하였다. 국가적 맥락에서는 국가간 합의 영역으로 ‘UN 회의 개최’ 장면이 총 1회(0.2%) 등장하였다. 기타 응답으로는 총 7회(1.1%)로 자연을 그 자체로 그대로 두기 3회(0.5%), 공장 줄이기 2회(0.3%), 마법으로 치유 1회(0.2%), 자전거 전용도로 만들기 1회(0.2%)로 나타났다.

쓰레기 처리 영역을 표현한 그림에서 두드러지게 나타난 특징은 초등학생들 대부분이 인공 생태계를 표현했다는 점이다(Fig. 4). 공원이나 길거리에 쓰레기를 버리지 않는 장면이나 쓰레기 통 주변이 깨끗한 모습 관련 그림이 빈번하게 등장했다. 이는 초등학생들이 갖고 있는 환경 문제를 해결하는 방법에 대한 이미지가 사람들이 실천할 수 있는 일상적인 행동들에 머물러 있음을 의미한다. 과학 내용 지식이나 탐구 방법 등이 문제를 해결하는 방

법을 제시하는 데 활용되고 있지 않는 것이다. 또한 쓰레기 분리배출에 대한 이미지도 많이 나타났는데, 이는 실제로 아동들이 생활하고 있는 아파트나 주택 단지 등에서 실시하고 있는 분리배출 운동에 영향을 받은 것으로 추측할 수 있다. 이는 초등학생들이 위와 같은 이미지를 갖게 된 데에는 학교에서 뿐만 아니라, 가정환경, 지역사회, 대중매체 등에서도 큰 영향을 받고 있음을 의미한다.

생태계 보호 영역 역시 쓰레기 처리 영역과 마찬가지로 개인의 실천적인 행동을 문제 해결 방법으로 제시하는 그림이 많았다. 특히 학생들이 쓴 글에서 나무와 꽃 같은 자연을 아끼고 사랑하자는 내용의 등장 빈도가 잦았다. 환경 소양의 정의적 측면에서 봤을 때 이러한 학생들의 응답은 긍정적으로 보일 수 있다. 하지만 초등학교 5학년 학생들의 인지발달수준과 과학학습수준을 고려했을 때, 위와 같은 연구 결과는 초등학생들에게 있어 환경 문제를 해결하는 방법에 대한 이미지가 ‘환경을 사랑하는 마음 갖기’, ‘꽃·나무 아끼기’ 등과 같은 일상적이고 단편적인 형태로 고착된 것으로 보인다.

자원 및 에너지 절약 영역의 그림에서는 버스, 지하철 같은 대중교통 수단이 등장하거나, 자전거를 타고 다니는 이미지가 등장하였다. 에너지 절약의 경우, 전기 절약 관련 장면이 등장하였으며, 전기 플러그 뽑아두기 등과 같은 구체적인 상황으로 나타났다. 실제로 과학교과서를 살펴보면 환경 관련 과학관련 사회적 문제를 간접적으로 다루고 있는 단원들에서 제시하고 있는 개인적 맥락에서의 문제 해결 방법들은 자원 및 에너지 절약 영역에서 나타나는 소재들이다(MOE, 2014). 하지만 환경 문제를 과학 시간에 과학관련 사회적 문제로 다루기 보다는 타 교과나 계기 교육, 대중매체 등을 통해 도덕적이고 윤리적인 측면에서 다루어 왔기 때문에 위와 같은 해결 방법에 대한 인식이 매우 낮게 나타난 것으로 보인다.

흥미로운 점은 자원 및 에너지 절약 영역을 그린 학생들이 인식하는 환경 문제가 전 지구적 영역에 해당되는 소재들이라는 것이다. 학생들의 글을 분석한 결과, ‘지구온난화’를 줄이기 위해 전기를 아끼거나, ‘기후 변화’를 막기 위해 대체 에너지를 사용한다는 내용을 발견할 수 있었다. 이는 과학 수업 시간에 과학관련 사회적 문제와 관련된 내용을 주제로 수업을 구성하는 데 있어 전 지구적 영역에



Fig. 4. Student's drawings of solution SSI in environmental problem



서 제시한 소재를 활용하는 것이 과학 내용 지식과 연계하여 수업을 구성하는 데 유리함을 뜻한다.

초등학생들이 표현한 과학관련 사회적 문제 해결방법 중 사회적 맥락에 해당하는 이미지로는 시민 단체, 환경 단체 등에서 환경을 보호하자는 캠페인을 열거나, 봉사단을 조직하여 직접 문제를 해결하는 장면을 표현하였다. 이는 학생들이 환경보호 단체나 지역사회 주민들이 함께 소규모 단체를 꾸려 활동하는 모습에 대한 이미지를 강하게 갖고 있음을 뜻한다. 하지만 사회적 맥락에서 환경문제 해결방법을 제시한 그림의 비율이 18.8%인 것을 볼 때, 이와 같은 맥락에서 학생들의 경험이 부족한 것으로 보인다.

과학 기술 발달 영역의 경우, 대체 에너지 개발, 정화 장치 개발 등의 이미지가 나타났다. 이러한 영역의 장면에서 학생들이 과학기술 관련 배경지식이나 과학교과 내용 지식을 활용하고 있음을 알 수 있었다. 과학기술 관련 배경지식을 활용한 구체적인 예로 태양열 에너지 이용, 하이브리드 차 개발 등과 같은 방법들이 제시되었다. 과학 기술 발달 영역을 표현한 초등학생들은 과학교과에서 다루고 있는 과학 지식을 활용하여 문제해결 방법을 설명하려고 노력하였다. 그림에 대한 글에서는 ‘풍력 발전’, ‘태양열 에너지’, ‘수소 에너지’와 같은 키워드들로 자신의 그림을 설명하는 특징을 나타냈다. 하지만 구체적인 내용 지식이 드러나지는 않았다. 이는 학생들이 과학 지식을 문제해결 상황에 활용하는 데 어려움을 겪고 있을 뿐만 아니라, 과학 교과서 및 과학 수업시간에 관련 내용지식을 충분히 다루고 있지 않음을 의미한다.

정화 장치 개발의 경우, 과학자들이 오염된 폐수를 깨끗한 물로 처리하는 기술을 연구하거나, 대기 중의 오염된 공기를 정화해주는 장치를 개발하는 이미지들로 나타났다. 이러한 이미지를 표현한 학생들의 그림에서 나타난 특징은 과학자의 역할을 강조했다라는 점이다. 과학자들이 폐수 처리 기계를 개발하거나, 공기 정화 장치를 개발하여 환경문제를 해결하자는 내용의 그림과 글을 표현하였다. 하지만 이러한 그림의 비율이 0.8%에 불과한 점을 미루어 볼 때, 대부분의 초등학생들이 과학자를 과학관련 사회적 문제해결 주체로 인식하고 있지 못하는 것으로 판단된다.

하지만 이렇게 과학기술을 활용하거나 과학 내

용지식을 적용하여 문제해결 방법의 이미지 비율은 총 49회(7.6%)에 불과하며, 89.4%에 해당하는 이미지들은 이와 관련이 없는 것으로 나타났다. 이는 대부분의 초등학생들이 기존에 가지고 있는 과학 내용 지식을 구체적인 문제 상황 해결에 적용하거나, 응용하고 있지 못하고 있음을 의미한다. 이러한 분석 결과는 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 환경문제와 문제 해결 방법에 대한 인식 조사를 실시한 Kim(2007)의 연구 결과와 유사하다.

뿐만 아니라 초등학생들이 인식하는 환경분야 과학관련 사회적 문제해결 방법은 도덕적인 실천의 지 및 행동에 해당하는 개인적 맥락에서 그치는 경우가 대부분이었다. 과학관련 사회적 문제가 개인 뿐만 아니라, 사회, 국가, 전 세계적으로 함께 해결해 나가야 하는 문제임에도 불구하고, 그에 대한 인식이 개인에게만 집중되어 있는 것이다. 뿐만 아니라 이러한 문제를 해결하는 데 사회적으로 많이 활용하고 있는 사회적 합의와 과학 기술의 활용에 대한 인식이 현저히 낮은 점도 주목할 만하다. 이는 과학관련 사회적 문제를 과학 시간보다 교사의 생활지도 시간이나 도덕, 사회와 같은 개인의 책임을 강조하는 교과에서 다루고 있기 때문인 것으로 보인다.

또한 위와 같은 내용이 과학과 교육과정 및 교과서에 포함되어 있었으나, 각 단원에서 차시 학습 내용이 아닌 ‘과학이야기’, ‘읽을거리’와 같이 교사의 재량에 따라 교수 여부가 가능한 활동에서 다루고 있음도 영향을 미칠 수 있다. 실제 2009 개정 초등학교 과학 교과서에서도 과학관련 사회적 문제가 등장하는 부분은 6-1학기 2. 생물과 환경 단원을 제외하고, ‘과학 이야기’와 같은 읽기 자료에 그쳤다(MOE, 2015). 수업 시수 부족, 과도한 학교 행사 등 과학 진도에 영향을 미치는 여러 가지 요인으로 하여금 교사가 과학 시간에 이 부분을 가볍게 훑고 지나가거나, 아예 다루지 않도록 하는 원인이 될 수 있다. 또한 과학관련 사회적 문제 도입에 대한 중등학교 과학 교사들의 인식을 조사한 Yang *et al.* (2012)의 연구에서도 나타났듯이, 지식을 위주로 한 평가가 중심인 우리나라 교육 현실에서 교사들이 과학관련 사회적 문제를 다루는 수업을 하는 것에 대해 부담감과 어려움을 느낀다는 점에서도 그 원인을 찾을 수 있다.

하지만 이는 역설적으로 과학관련 사회적 문제

를 초등학교 때부터 도입해야 한다는 근거가 될 수 있다. 상대적으로 중, 고등학교보다 입시에 따른 평가에 대한 부담이 적은 초등학교 때 과학관련 사회적 문제를 과학 시간에 도입한다면 이는 과학에 대한 관심을 높일 뿐만 아니라, 이러한 문제 상황에서 과학 지식 혹은 탐구 방법을 기반으로 하여 올바른 의사결정을 할 수 있기 때문이다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학생들이 인식하는 과학관련 사회적 문제와 문제해결방법을 조사하여 초등학교 과학 시간에 과학관련 사회적 문제가 도입되어야 하는 필요성을 논의하고자 하였다. 이를 위해 초등학생들에게 익숙한 환경 분야를 주제로 ‘환경문제 발생’, ‘환경문제 해결’이라는 두 가지 상황을 제시하여 그림 그리기 검사를 실시하고, 학생들이 표현한 이미지를 분석하여 초등학생들이 인식하는 SSI와 그 해결방법을 알아보았다.

첫째, 연구에 참여한 초등학생 중 90.3%는 전 지구적 영역 및 생물종 문제에 해당하는 과학관련 사회적 문제에 대한 인식이 매우 부족한 것으로 나타났다. 이는 학생들이 이러한 전 지구적 영역 문제와 생물종 문제에 대해 충분히 인지하고 있지 않기 때문인 것으로 판단된다. 또한 일상생활에서 쉽게 접할 수 없는 문제들이기 때문에, 이와 같은 영역에 대한 인식률이 낮게 나타난 것으로 보인다(Cheong, 2011). 따라서 이러한 영역의 문제들에 대한 초등학생들의 인식을 높이기 위해 과학관련 사회적 문제를 활용한 과학 수업 및 관련 활동을 도입할 필요가 있다.

둘째, 대부분의 초등학생들이 과학관련 사회적 문제의 원인과 해결방법을 판단하고, 그에 대해 설명할 때 관련 과학 지식을 잘 활용하고 있지 못하는 것으로 나타났다. 과학관련 사회적 문제를 그린 장면에서 그림을 설명하는 글을 분석한 결과, 전 지구적 영역을 제외하고는 관련 과학 지식의 활용이 거의 나타나지 않았다. 전 지구적 영역과 관련된 문제 상황의 제시 비율이 8.3%인 것을 감안했을 때, 이는 매우 낮은 수치인 것을 알 수 있다. 뿐만 아니라 과학 지식이 활용된 장면에서도 관련 개념에 대한 오개념이 나타났다. 이는 학생들이 자신이 알고 있는 과학 지식이나 개념을 환경 문제와 연결

짓지 못하고 분리하여 생각하고 있음을 의미한다.

이러한 결과는 과학 시간에 과학관련 사회적 문제를 접할 수 있는 기회가 과학 교과서에 제시된 ‘과학 이야기’, 혹은 이와 관련된 단원의 차시활동 밖에 없다는 점에서 그 원인을 찾을 수 있다. Choi (2013)는 한국의 초등 과학 교과서의 경우 탐구 학습을 강조하고 있지만, 다양한 과학관련 사회적 문제 제시, 첨단 과학 동향과 같은 시사성 있는 소재나 STEM과 같은 융합교육과 관련된 내용이 부족하다는 연구 결과를 발표하였다. 또한 초등학교 과학교과서에 기술된 ‘과학 이야기’와 관련하여 Lim and Shin(2014)은 과학관련 사회적 문제와 연결되는 ‘첨단 과학 기술’, ‘환경문제’와 관련된 내용의 제시 비율이 각각 15%에 불과하다는 연구결과를 발표하였다. 이는 과학 시간에 과학관련 사회적 문제를 다룰 수 있는 기회가 많지 않음을 뜻하며, 이와 관련된 활동이 부족함을 의미한다고 볼 수 있다.

본 연구에 대한 결론을 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다. 첫째, 기후변화, 오존층 파괴 문제, 대규모 동식물 멸종 등 전 지구적 영역 맥락에서 일어나는 과학관련 사회적 문제를 보다 적극적으로 활용하여 이에 대한 초등학생들의 인식을 높일 필요가 있다. 이러한 부분을 단순히 계기 교육이나 범교과적으로 제시하기 보다는 과학 수업 중 해당하는 과학관련 사회적 문제 단원 마지막 차시에 활용한다면 그 단원에서 학습한 과학 내용 지식을 적용하고 학습한 탐구 기능을 응용할 수 있는 기회를 마련할 수 있을 것이다.

둘째, 과학 수업 시간에 과학관련 사회적 문제를 활용한 활동을 도입하여 학생들이 갖고 있는 과학 기술 배경지식, 탐구 능력, 문제 해결력 등을 적용, 응용할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 지구 과학과 관련된 사회적 문제를 활용하여 예비교사들의 논증적 글쓰기 양상을 연구한 Wee *et al.*(2014)의 연구에 따르면, 위와 같은 과학관련 사회적 문제를 활용하여 글쓰기 수업을 한 결과 예비교사들의 논증구조가 발달했다는 결과를 발표하였다. 이는 과학글쓰기와 과학관련 사회적 문제를 함께 접목하여 발전시킨 활동으로 볼 수 있다. 뿐만 아니라 Lee *et al.*(2014)은 집단지성 원리를 활용한 과학관련 사회적 쟁점 수업 모형들을 개발하여 과학관련 사회적 문제를 수업 상황에 효과적으로 적용할 수 있도록 하였다. 따라서 이러한 활동과 수업모형

들을 초등 수준에 알맞게 교사가 수정하여 학생들에게 적용한다면 실제 문제 상황에서 과학적 능력을 적용, 응용하여 학생들의 과학적 소양을 높일 것으로 보인다.

## 참고문헌

- Bowker, R. (2007). Children's perceptions and learning about tropical rainforests: An analysis of their drawings. *Environmental Education Research*, 13(1), 75-96.
- Cheong, C. (2011). Middle school students' perceptions about global environmental problems using drawings. *Korean Journal of Environmental Education*, 24(1), 76-87.
- Choi, D. (2013). A comparative study on elementary science curriculum and textbooks of Korea and United States. *Elementary Education Research Center*, 24(2), 151-166.
- Chung, Y., Mun, K. & Kim, S. (2010). Exploration of socioscientific issues(SSI) in the science textbook. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 10(3), 435-456.
- Jang, J., Mun, J., Rye, H., Choi, K., Krajcik, J. & Kim, S. (2012). Korean middle school students' perceptions as global citizens of socioscientific issues. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(7), 1124-1139.
- Joo, Y., Kim, K. & Noh, T. (2008). An investigation on high school students' perceptions of environmental scientists and their work by using the draw-an-environmental-scientist-test. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(5), 453-463.
- Ju, E., Lee, S. & Kim, J. & Lee, J. (2009). Analysis of images of scientists and science learning drawn by third grade students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(1), 35-45.
- Kim, J. & Lee, D. (2010). Middle school students' perception of environment problem. *Journal of Environmental Sciences*, 2010(12), 120-128.
- Kim, K. (1997). Drawing activity for after reading [그림 그리기로 하는 독후 활동]. *Elementary Uri Education*, 112-115.
- Kim, L., Ha, E. & Song, J. (2010). The development of science culture indicators for socio-scientific issues: Focusing on climate change. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(4), 472-486.
- Kim, M. & Cheong, C. (2007). The study for middle school students' environmental awareness with drawing activity about environment. *Journal of Environmental Sciences*, 16(4), 479-485.
- Kim, M. (2007). Investigating sixth graders' understandings of science-technology-society-the environment (STSE) relationship and challenges of STSE teaching. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(3), 309-320.
- Kown, E. & Hong, S. (2012). Elementary students' environmental perception according to residence and grade appeared through drawing activities and associated words about environment. *Korean Journal of Environmental Education*, 2012(7), 213-215.
- Lee, H. (2008). Decision-making patterns of pre-service science teachers on socioscientific issues. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 12(2), 377-395.
- 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, J., Kim, H., Ju, E. & Lee, S. (2009). The relationship between students' images of science and science learning and their science career choices. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 29(8), 934-950.
- Lee, Y. J. (2015). Examining elementary school students' awareness about socio-scientific issues and solutions by using drawings. Master thesis, Seoul National University of Education.
- Lim, Y. & Shin, Y. (2014). An analysis of students' difficulty on science stories in elementary school science textbooks - Focusing on 6th grade science. *Journal of Science Education*, 38(3), 525-542.
- Ministry of Education (2014). 2015 General studies of integrated curriculum highlights. Ministry of Education.
- 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*, 46(8), 909-921.
- Sadler, T. D. (2002). Socioscientific issues and the affective domain: Scientific literacy's missing link.
- Shepardson, D. P. (2005). Student ideas: What is an environment?. *Journal of Environmental Education*, 36(4), 49.
- Tal, T. & Kedmi, Y. (2006). Teaching socioscientific issues: Classroom culture and students' performances. *Cultural Studies of Science Education*, 1(4), 615-644.
- United Nations Environmental Programme (UNEP). (2007). Global environmental outlook - 4. United Nations

Enviromental Programme.

- Wee, S. & Lim, S. (2013). Awareness and educational needs concerning ssi of Korean pre-service elementary teachers related to nuclear power plant accident. *Journal of Science Education*, 37(2), 294-309.
- Wee, S., Yoon, J. & Lim, S. (2014). An analysis on argumentation structure development of preservice teachers through argumentative writing on earth science related SSI. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 7(1), 11-23.
- Yager, R. E. (Ed.). (1996). Science/technology/society as reform in science education. SUNY Press.
- Yang, J., Kim, H., Gao, L., Kim, E., Kim, S. & Lee, H. (2012). Perceptions of science teachers on socioscientific issues as an instructional tool for creativity and character education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(1), 113-128.
- Zeidler, D. L. & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.
- Zeidler, D. L. (1984). Moral issues and social policy in science education: Closing the literacy gap. *Science Education*, 68(4), 411-419.
- 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.
- Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.