

## 초등 6학년 학생들의 온실효과에 대한 이해

변성국 · 장명덕<sup>†</sup>

(천안초등학교) · (공주교육대학교)<sup>†</sup>

## The Sixth Grade Children's Understandings of the Greenhouse Effect

Byun, Sung-Kook · Jang, Myoung-Duk<sup>†</sup>

(Chonan Elementary School) · (Gongju National University of Education)<sup>†</sup>

### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate elementary school students' conceptions about the knowledge source and the mechanism about the greenhouse effect, and the relationship between the greenhouse effect and the global warming. Participants were 157 sixth graders (boy : n=79, girl : n=78) from six elementary schools located in the same city. The open-ended questionnaire was used to examine the students' spontaneous ideas depicted by their drawings and/or writings. The results of this study are as follows: First, although there is no the content on the greenhouse effect in the elementary school curriculum document, the children in this study indicated that the main source of their knowledge about the greenhouse effect came from 'school class' (31.8%); Second, although the children did not take a class about the greenhouse effect itself, 14.0% of children had a relatively high level of the mental model on the phenomenon; Third, more than 90% of the children did not have the correct understanding about the relation between the greenhouse effect and the global warming.

**Key words** : children's conceptions, greenhouse effect, mental model, source of knowledge

### I. 연구의 필요성 및 목적

오늘날 세계는 지구온난화로 상징되는 전 지구적 기후변화라는 환경 위기에 직면하고 있으며, '기후변화에 관한 정부 간 협의체'는 지구온난화가 기후변화의 원인이며, 인간의 활동이 지구온난화의 주된 원인이라고 결론지었다(IPCC, 2007). 기후변화는 장기간에 걸쳐 지속적으로 인간의 삶에 영향을 미치는 중대한 문제이기 때문에, 어린이와 청소년이 야말로 기후변화의 원인, 영향, 대응 방안에 대해 알아야 하는 가장切要한 이해 당사자이다(Yun, 2009). 따라서 학생들이 지구온난화와 기후변화에 대해 학습하는 것이 필수적이다(Shepardson *et al.*, 2009).

지구의 기후변화와 관련하여 지구온난화와 온실효과라는 용어가 대중매체에서 자주 언급되기 때문에, 우리에게 매우 친숙한 용어이지만 서로 다르

다. 온실효과는 지구상의 생명체가 살아가기에 적절한 온도를 유지시켜주는 대기의 중요한 기능인 반면에, 지구온난화는 온실기체의 과도한 증가와 그에 따른 온실효과의 심화로 인해 지구의 평균 기온이 상승한다는 것을 말한다(Jang, 2015). 즉, 지구온난화는 온실효과가 증가할 때 나타나는 현상일 뿐인 것이다(Kook, 2003). 따라서 Shepardson *et al.* (2011)이 지적한 대로, 온실효과에 대한 이해는 지구온난화에 대한 이해의 기초가 되고, 지구온난화에 대한 이해는 전 지구적 기후변화에 대한 이해에 기반이 된다.

학생들의 온실효과에 대한 적절한 이해는 지구온난화와 기후변화 등의 개념 이해에 도움이 되고, 지구온난화와 기후변화 관련 각종 정보나 쟁점을 합리적으로 평가하고, 의사를 결정하는데 영향을 주기 때문에, 학생들의 온실효과에 대한 인식을 조

사하는 연구가 국내외에서 꾸준히 발표되고 있다. 우리나라 초등학생을 대상으로 한 Kil *et al.*(2012)의 연구, 그리스 초등학생을 대상으로 한 Koulaidis와 Christidou(1999)의 연구, 핀란드 초등학생을 대상으로 한 Käärkkäinen *et al.*(2009)의 연구 등이 그 예이며, 이들 연구들은 오존층의 파괴로 인한 온실효과의 증가, 온실효과와 지구온난화의 혼동 등의 다양한 오개념을 보고하고 있다.

사실 온실효과를 제대로 이해하려면 그 메커니즘과 관련된 핵심 개념들, 예를 들어 태양복사와 지구복사, 복사 평형, 온실기체의 지구복사에너지의 흡수 등 많은 추상적 개념에 대한 이해를 필요로 한다(Koulaidis & Christidou, 1999; Kwak, 2004). 다르게 말해서 온실효과는 복잡한 과정들이 관련된 과학적 현상이기 때문에(Shepardson *et al.*, 2011), 학생이나 교사 모두 온실효과에 대한 정확한 개념적 이해를 갖추는데 어려움을 준다. 따라서 학생들이 온실효과나 지구온난화에 대한 올바른 개념을 갖도록 효과적인 교수를 하려면, 온실효과의 메커니즘과 관련된 핵심 개념들에 대한 학생들의 생각을 체계적으로 조사할 필요가 있음에도 이에 대한 연구는 국내에서 찾아보기 쉽지 않은 실정이다. 또한 온실효과에 대한 이해를 조사하기 위해 설문지에 제시된 진술문의 정오 또는 동의하는 정도를 묻는 폐쇄형 문항을 이용하는 기존 방식과는 달리, 일부 연구자들(예를 들어, Andersson & Wallin, 2000; Ekberg & Areskoug, 2006; Shepardson *et al.*, 2011)은 학생의 이해를 보다 상세히 분석하기 위해 그림과 글 설명을 요구하는 개방형 문항으로 이루어진 설문지를 사용하고 있다. 하지만 국내에서는 초등학생들을 대상으로 이러한 연구 방법을 적용한 연구가 미흡한 실정이다.

따라서 이 연구에서는 초등학교 6학년 학생을 대상으로 온실효과에 대한 정보의 출처, 온실효과에 대한 정신모형, 그리고 온실효과와 지구온난화 관계에 대한 이해를 개방형의 그림과 글 설명을 통해 조사·분석함으로써, 온실효과 지도를 위한 교육적 시사점을 제공하고자 수행되었으며, 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등 6학년 학생들은 온실효과에 대한 정보를 어디에서 얻는가?

둘째, 초등 6학년 학생들은 온실효과의 메커니즘에 대해 어떻게 이해하고 있는가?

셋째, 초등 6학년 학생들은 온실효과와 지구온난화의 관계에 대해 어떻게 인식하고 있는가?

## II. 연구 방법 및 절차

이 연구는 온실효과에 대한 정보의 출처, 온실효과의 메커니즘, 그리고 온실효과와 지구온난화의 관계에 대한 초등학생들의 생각을 조사하는 것으로 구체적인 연구 방법 및 절차는 다음과 같다.

### 1. 연구 대상

이 연구를 위해 충남 C시에 소재하는 초등학교에 재학 중인 6학년 157명(남: 79, 여: 78)이 참가하였다. 이들은 학교 및 가정환경이 각기 다른 6개 초등학교에 재학 중인 학생들이다.

### 2. 검사 도구

온실효과에 대한 학생들의 인식을 조사하는 방법은 크게 세 가지, 즉 주어진 진술문에 대한 동의 여부를 묻는 폐쇄형 설문지를 이용하는 방법, 학생들을 직접 면담하는 방법, 그리고 자신의 생각을 자유롭게 기술하는 개방형 설문지를 이용하는 방법으로 구분할 수 있다(Padadimitriou, 2004).

학습자가 사고활동을 전개할 때 의미론적 표상과 시각적 표상을 동원하여 현재의 사고 과정에 대한 내적 표상체계를 형성하게 되는데, 이때 워킹메모리 내에서 두 유형의 정보를 체계적으로 통합하여 현재의 현상을 인식하는 내적 표상을 정신모형이라고 한다(Johnson-Laird, 1983; Park, 2011에서 재인용). 이와 관련하여 Paivio(1990; Jeong, 2007에서 재인용)는 학습자가 현상을 어떻게 예상하는지 알기 위해서는 정신모형을 구성하는 요소를 확인해야 하며, 이러한 요소로서 언어적 표상과 시각적 표상을 제시하였다. 이에 따라 특정 자연 현상에 대한 학습자의 정신모형을 글 설명과 그리기 활동을 통하여 조사하는 연구가 꾸준히 보고되고 있다(예를 들어, Park, 2011; Jeong, 2007).

이 연구에서는 온실효과와 같이 추상적인 개념의 경우, 글 설명과 그리기 활동을 통하여 학생들이 가지고 있는 생각을 조사할 필요가 있다는 판단에 따라 그리고 학생들의 생각을 여과 없이 세밀하게 분석하고자, Fig. 1과 같이 총 3개의 문항으로 이루어진 개방형의 설문지를 이용하였다. 설문지의

Question 1. Did you ever listen to or learn about the 'greenhouse effect'? If so, write about when, where and from whom you heard or learned about the greenhouse effect.

Question 2. Draw your understanding of the greenhouse effect; you can also use words to label parts of your drawing. In the space below your drawing, explain your drawing.

Question 3. Write your understanding as to whether the 'greenhouse effect' and the 'global warming' are the same thing or not.

Fig. 1. The questionnaire used in this study

각 문항은 선행연구(Jang, 2015; Shepardson *et al.*, 2011)를 참고로 연구자가 초안을 작성한 후, 과학교육 전문가 1인과 현장교사 2인과의 검토 작업을 거쳤다.

‘문항 1’은 학생들의 온실효과에 대한 정보의 출처를 물어보는 문항이자 학생들의 온실효과에 대한 기억을 돕기 위한 서술형 문항이고, ‘문항 2’는 온실효과에 대한 학생들의 개념적 이해를 조사하기 위한 것으로, 학생들이 온실효과에 대한 자신의 생각을 그림과 글로 자유롭게 표현하도록 구성된 서술형 문항이다. ‘문항 3’은 온실효과와 지구온난화의 차이점을 알고 있는지 알아보기 위한 서술형 문항이다.

### 3. 자료 수집

자료 수집을 위해 선정된 6학년 6개 반 담임교사와 만남을 통해 연구의 목적, 검사 도구와 응답 방법에 대해 설명하였다. 해당 학급 담임교사는 검사 도구를 학생들에게 배부하고, 검사의 목적에 대해 간략히 설명한 후, 학생들에게 자유롭게 응답하도록 안내하였다. 검사지에 응답한 6학년 학생들은 총 157명이었으며, 학생들이 응답하는데 소요된 시간은 20분 미만이었다.

### 4. 자료 분석

‘문항 1’, 즉 온실효과 관련 정보의 출처는 선행연구(Kil *et al.*, 2012; Shepardson *et al.*, 2011)를 참고로 학생들의 응답을 범주화하고, 그 빈도와 백분율로 분석하였다. ‘문항 3’, 즉 온실효과와 지구온난화의 관계를 물어 보는 질문도 문항 1과 마찬가지로 학생들의 응답을 범주화시켜 그 빈도와 백분

율로 분석하였다.

‘문항 2’, 즉 이 연구에 참가한 학생들의 온실효과에 대한 정신모형을 분석하기 위해서, <부록 1>과 같이 Andersson and Wallin(2000)의 연구에서 사용된 틀에 따라 학생들의 응답 빈도와 비율을 분석하였다. 다만 Andersson and Wallin의 원래 틀과는 달리 Shepardson *et al.*(2011)의 분석틀에 따라 오존층의 파괴나 감소뿐 아니라, 오존층의 형성과 같이 오존층과 관련지는 설명도 ‘정신모형 2’에 포함시켰다.

각 문항에서 모르겠다거나 응답을 하지 않은 학생들도 자료 분석에 포함시켰는데, 이는 초등학교 교육과정상 온실효과에 대한 학습내용이 없을 뿐 아니라, Table 2와 같이 Andersson and Wallin의 연구에서 모르겠다거나 응답을 하지 않은 경우가 적지 않았기 때문이다.

자료 분석은 연구자가 1차 분석을 하였으며, 1차 분석 과정에서 모호한 부분은 과학교육 전문가 1인과 함께 논의를 거쳐 조정하였다. 2개월 후 원 자료에 대한 2차 분석을 실시하였으며, 1차 분석 결과와 2차 분석 결과를 비교하였다. 1차 분석 결과와 2차 분석 결과의 차이가 있는 것은 과학교육 전문가와 논의를 통해 확정하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. 온실효과에 대한 정보 출처

온실효과에 대한 정보 출처를 묻는 ‘문항 1’에 대한 응답 결과는 Table 1과 같다.

Table 1에서 ‘A. 학교수업’의 범주에 해당하는 응답을 한 학생은 50명(31.8%)이다. 이들은 “○○○선생님. 사회시간과 과학시간에 지구온난화를 배우다가 온실효과라는 것을 듣고 배웠다”, “과학책과 사회책에서 배웠다”, “온실효과란 ‘뜨거운 열이 올라가 남극의 빙하가 녹아 바닷물이 높아지는 현상을 말한다’라고 선생님께서 알려주셨다”와 같이 교사나 교과서를 온실효과의 출처로 제시하였다.

‘B. 서적/대중매체’에 해당하는 응답한 학생은 22명(14.0%)으로, 이 범주의 학생들은 “만화책에서 봤다”, “TV 뉴스...을 통해서 배웠다”, “신문과 책”과 같이 서적, 신문, 텔레비전 등에서 온실효과를 보거나 들은 적이 있다고 하였다.

‘C. 교사가 아닌 타인’에 해당하는 응답을 한 학

**Table 1.** The students' responses\* on the knowledge source about the greenhouse effect (n=157)

Source	The number of respondents (%)
A. School class (e.g., school teacher, textbook)	50(31.8)
B. Books/mass media	22(14.0)
C. Other individuals (not school teacher, e.g., parents, friends)	16(10.2)
D. I heard or learned, but I don't know the source.	19(12.1)
E. I have never heard or learned.	30(19.1)
F. 'I don't know'	12( 7.6)
G. Other	15( 9.6)
H. Not answered	3( 1.9)

\* Multiple response

생은 16명(10.2%)으로, 이들은 “(친구) 이○○과 김○○한테 들었다”, “엄마랑 오빠가 공부를 할 때 몇 번 들었다”, “과학학원”, “환경에 대한 강의에서 들었다”와 같이, 교사 이외의 타인을 출처로 제시하였다.

‘D. 들어본 적은 있으나 그 출처는 잘 모르겠다.’에 해당하는 응답을 한 학생은 19명(12.1%)으로, 이들은 “들어본 것 같지만 기억이 안 난다”, “언제가 누군가에게 들어 본 것 같습니다”와 같이 온실효과에 대해 들어본 적이 있다고만 진술하고, 그 출처를 제시하지 않은 경우이다.

‘E. 들어본 적이 없다.’로 분류된 30명(19.1%)은 “들어본 적 없다”, “온실효과라는 단어를 처음 들어 보았습니다”와 같이 온실효과에 대한 정보를 접해보지 않았다고 응답한 경우이다.

‘F. 모르겠다’로 분류된 학생은 11명(7.0%)으로, “온실가스는 알고 있지만, 온실효과는 잘 모르겠습니다”, “잘 모르겠습니다”와 같이 모르겠다는 의미가 온실효과에 출처에 대한 것인지, 아니면 온실효과 그 자체에 대한 것이 모호한 경우이다.

‘G. 기타’로 분류된 학생은 15명(9.6%)으로, “이산화탄소가 쌓여 오존층이 두꺼워져 열이 빠져나가기 못해 온도가 올라가는 것”, “지구의 온도가 상승하는 것”, “이산화탄소에 의해 오존층이 파괴되는 것”과 같이, 온실효과의 출처가 아닌 온실효과

에 대해 설명한 경우이다.

Table 1과 같이, 온실효과에 대한 정보 출처로 가장 높은 응답률을 보인 것은 ‘A. 학교수업’(31.8%)으로, Kil *et al.*(2012)과 Shepardson *et al.*(2011)<sup>1)</sup>의 연구 결과와 일치한다. 즉, 미국 7학년 학생을 대상으로 한 Shepardson 등의 연구에서는 ‘과학수업/교과서’가 29%로 가장 높았으며, 우리나라 초등 6학년생을 대상으로 한 Kil 등의 연구에서는 ‘학교수업’이 65.5%로 가장 높았다. 이 연구나 Shepardson 등의 연구에 비해 Kil 등의 연구에서 온실효과의 정보 출처로 가장 높은 응답률을 보인 것은 아마도 연구 방법 상의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 즉, Kil 등의 연구에서는 선택형 문항을 사용하였던 반면에, 이 연구에서는 개방형 문항을 사용함에 따라 적지 않은 학생들이 Table 1의 응답 유형 D~H의 응답을 하였기 때문인 것으로 생각된다.

한편, ‘B. 서적/대중매체’와 ‘C. 교사가 아닌 타인’의 응답률은 각각 14.0%와 10.2%로, 이는 길지현 등과 Shepardson 등의 연구 결과와 비교하여 수치상의 차이가 있기는 하지만, 비교적 유사한 패턴을 보인다. 즉, 학생들이 학교 수업이나 교과서 이외에도 여러 출처를 통해 온실효과에 대한 정보를 획득하고 있는 것으로 나타났다. 참고로 Shepardson 등의 연구에서는 ‘TV와 비디오 프로그램’, ‘기타 미디어’, ‘교사가 아닌 타인’ 및 ‘온실효과 관련 경험(체험)’에 대한 응답이 각각 20%, 6%, 6% 및 5%이었고, Kil 등의 연구에서는 ‘TV나 라디오 방송’, ‘책이나 전문서적’, ‘신문이나 잡지’ 및 ‘기타(견학이나 부모님)’의 응답이 각각 48.5%, 26.6%, 21.2% 및 20.1%이었다.

이상의 결과는 초등학교 교육과정에 온실효과에 대한 내용이 없다고 하더라도 학생들은 온실효과에 대한 정보를 학교수업을 통해서, 그리고 기타 여러 출처를 통해서 획득하고 있음을 시사한다.

## 2. 온실효과에 대한 정신모형 수준

이 연구에 참가한 학생들의 온실효과에 대한 정신모형을 <부록 1>의 틀에 따라 분석한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2와 같이, 이 연구에 참가한 학생들 중 ‘정신모형 5’에 해당하는 응답을 한 학생은 없었다. 다

1) Shepardson *et al.*(2011)의 연구에서 Shepardson *et al.*(2009)의 데이터를 인용하였으나, 그들의 2009년 논문에서 그 데이터를 찾을 수 없었다.

**Table 2.** The students' mental models about the greenhouse effect

Model	This study	Andersson & Wallin (2000)	
	6 grader (n=157)	9 grader (n=201)	12 grader (n=222)
5	.	1 <sup>b</sup>	5
4	22(14.0) <sup>a</sup>	13	24
3	.	13	19
2	16(10.2)	12	10
1	21(13.4)	7	6
Other	37(23.6)	13	12
No model	24(15.3)	15	10
Not answered/don't know	37(23.6)	27	14

\* <sup>a</sup> : The number of respondents(%) / <sup>b</sup> : %

만 ‘정신모형 4’로 분류된 22명의 학생 중 1명, 즉 <부록 2>의 ㉠의 응답을 한 학생은 ‘정신모형 4’로 분류된 다른 학생들(예를 들어, ㉡~㉦)과는 달리 그림에 햇빛이 지구표면에서 반사되거나 튼는 모습이 아닌 햇빛이 지표면에 흡수되고, 지표면에서 복사에너지가 방출되는 것 같은 모습을 표현하였다. 아마도 이 학생은 ‘정신모형 5’로 발전하기 이전 단계인 것으로 판단된다.

한편, Table 2와 같이 Andersson and Wallin의 연구에서는 9학년과 12학년 학생 중 각각 1%와 5%가 ‘정신모형 5’에 해당하는 응답을 하였고, 7학년 학생들을 대상으로 한 Shepardson *et al.*(2011)의 연구에서는 본 연구와 마찬가지로 ‘정신모형 5’에 해당하는 응답, 즉 태양복사에너지의 흡수와 지구복사에너지의 방출에 대해 언급한 학생이 없었다. 이는 아마도 Boyes and Stanisstreet(1998)가 지적한대로 태양복사에너지와 열에너지 그리고 자외선과 적외선과의 구분의 어려움에 기인하는 것 같다.

‘정신모형 4’에 해당하는 학생은 22명(14.0%)으로, 이들은 <부록 2>의 ㉠~㉦와 같은 응답을 하였다. 이들은 “이산화탄소 등이 적당히 있으면 열방출이 준다. 그런데 너무 온실가스가 많아지면 지구에서 나가는 열이 적어지므로 지구의 온도는 높아질 수밖에 없다”, “태양에서 나온 열이 지구 표면에 부딪히고 반사된다. 하지만 온실가스가 반사를 막아 약간의 열만 대기권 밖으로 나가고, 그 외는 모두 지구 표면 안으로 들어온다”와 같은 글 설명과 함께, 햇빛이 지표면과 온실기체(증) 사이에서 튼거나 반

사되면서 지구를 데운다고 생각을 반영하는 그림 설명으로 온실효과에 대해 설명하였다.

Andersson and Wallin의 연구 결과와는 달리, 이 연구에 참가한 학생들 중 ‘정신모형 3’에 해당하는 학생은 없었다. 이는 아마도 ‘정신모형 3’이 ‘정신모형 1’이나 ‘정신모형 2’에서 ‘정신모형 4’로 가는 중간 단계이기 때문인 것으로 추정된다. 예를 들어, <부록 2>의 ㉠와 ㉡의 학생은 ‘정신모형 3’의 의미로도 해석될 수 있는 응답을 하였다.

‘정신모형 2’에 해당하는 학생은 16명(10.2%)으로, <부록 2>의 ㉢~㉤와 같이 온실효과를 오존효과와 관련지어 설명하였다. 즉, 이들 16명 중 12명은 “지구를 싸고 있는 층이 매연과 같은 이산화탄소에 뚫려서 자외선이 그대로 들어오는 것”, “자동차에서 나오는 연기나 공장에서 내뿜는 연기로 환경오염이 되고, 오존층이 약해져서 태양의 빛이 지구에 많이 들어와서 지구의 온도가 상승한다는 것”과 같이 온실기체나 환경오염에 의해서 오존층이 파괴되거나 감소된다고 응답하였다. 나머지 4명은 “태양에서 오는 빛 중 나쁜 것은 막아내고, 이로써 빛은 받아들이고 지구를 따뜻하게 하는 것”, “온실기체가 오존층을 생기게 한다”와 같이 온실효과와 오존효과를 혼동하고 있는 설명을 하였다.

‘정신모형 1’에 해당하는 학생은 21명(13.4%)으로, <부록 2>의 ㉥~㉨와 같이 응답을 한 학생들이다. 이들은 “공장의 매연, 차 등에서 나온 매연, 연기 등으로 인해 지구의 온도가 올라가는 현상을 ‘온실효과’라고 합니다. 이것으로 인해 북극에 빙하가 녹고 있다”, “공장이나 차 등에서 나오는 메탄가스나 이산화탄소 등으로 지구가 뜨거워진다”와 같이, 지구 대기가 데워지는 메커니즘에 대해 태양복사에너지와 관련짓지 못하고, 인간에 의해 방출되는 온실기체나 환경오염 물질 그 자체에 의해서 지구의 온도가 상승한다고 응답하였다.

‘기타’에 해당하는 학생은 37명(23.6%)으로, 이들 중 11명은 온실효과에 대해 <부록 2>의 ㉩와 같이, 식물을 기르는 “온실”이나 “비닐하우스”와 관련된 응답을 하였다. 37명 중 20명은 ㉪와 같이 “햇빛이 집으로 들어와서 못나가는 것” 또는 그림 ㉫와 같이 실내의 난방 장치와 관련하여 온실효과를 설명하였다. 그 나머지 6명은 ㉬~㉯와 같이 “태양이 점점 지구한테 가까이 와서 지구가 더 더워지고 이산화탄소가 많아진다”, “지구 밖에 있는 태양의 열이

높아져 땅이 뜨거워지는 현상이다”와 같이 온실효과를 태양과 지구 사이의 거리 또는 태양 자체의 변화 등으로 설명하였다.

“모델 없음”으로 분류된 학생들은 24명(15.3%)으로, 이들은 <부록 2>의 ㉠~㉣와 같이, 지구의 대기가 데워지는 메커니즘에 대한 설명이 없이 지구온난화로 인한 현상에 대해서만 설명하였다.

Table 2와 같이, 이 연구에 참가한 학생들 중 정신편형 1~5에 해당하는 학생은 59명(37.6%)으로, Andersson and Wallin의 연구에 참가한 9학년(46%)과 12학년(64%) 학생들에 비해 낮은 비율을 보였다. 이는 예상 가능한 결과이면서도 다른 한편으로는 학년차 등을 감안할 때, 결코 낮지 않은 비율이라고 할 수 있다. 이러한 결과는 초등학생들이 정규교육과정에서 온실효과에 대해 배우지 않음에도 불구하고, 교사, 교사 이외의 타인 및 각종 매체를 통해 그들 나름대로의 다양한 수준의 아이디어를 구성하고 있음을 시사한다.

### 3. 온실효과와 지구온난화의 관계에 대한 이해

온실효과와 지구온난화의 관계를 묻는 ‘문항 3’에 대한 응답 결과는 Table 3과 같다. Table 3과 같

이, 전체 학생 중 55명(35.0%)은 ‘A. 다르다’고 응답하였고, 70명(44.6%)은 ‘B. 같다거나 비슷하다’고 응답하였으며, 30명(19.1%)은 ‘C. 모르겠다거나 무응답’하였다. ‘D. 불분명’으로 분류된 2명(1.3%)은 각각 “비슷한데 다르다”, “온실효과는 몰라도 지구온난화는 안다. 지구온난화는 지구가 점점 더워지는 거다”와 같이 그 구분이 명확하지 않은 응답을 하였다.

Table 3과 같이, ‘A. 다르다’라고 응답한 55명(35.0%)은 다시 7가지(Aa~Ag)의 유형으로 세분된다. Aa로 분류된 6명(3.8%)은 “온실효과는 적당한 양의 온실기체가 좋은 효과를 내는 것이고, 지구온난화는 온실기체의 양이 많아져서 지구의 온도가 점점 올라가는 나쁜 효과를 내는 것이다”, “온실효과는 적당히 있으면 좋은 것이고, 너무 많으면 지구가 뜨거워진다”와 같이 온실효과가 심화될 때 지구온난화가 일어난다는 의미의 응답을 하였다.

Ab의 3명(1.9%)은 “온실효과는 온도가 일정하게 유지되는 것이고, 지구온난화는 기온이 올라가는 것이다”, “온실효과는 따뜻하게 하는 거고, 지구온난화는 뜨겁게 하는 것이다”와 같이 온실효과는 지구의 온도를 일정하게 유지하게 하는 기능을 하는

**Table 3.** The students' responses on the relation between greenhouse effect and global warming (n=157)

Category	The number of respondents(%)	Subcategory (the description of the reason)	
A. Both are different	55(35.0)	Aa. When the greenhouse effect is intensified, the global warming happens.	6( 3.8)
		Ab. The greenhouse effect maintains the earth's temperature, but the global warming increases its temperature.	3( 1.9)
		Ac. The greenhouse effect is to give a good influence, but the global warming is to give a bad influence.	4( 2.5)
		Ad. The greenhouse effect and the global warming is caused by different reasons.	8( 5.1)
		Ae. Because of the greenhouse effect itself, the global warming happens	13( 8.3)
		Af. Other	3( 1.9)
		Ag. None	18(11.5)
B. Both are the same or similar	70(44.6)	Ba. Because of the greenhouse effect itself, the global warming happens.	6( 3.8)
		Bb. Both phenomena are caused by the same cause.	7( 4.6)
		Bc. Both phenomena raise the earth's temperature.	22(14.0)
		Bd. Both phenomena damage the earth.	6( 3.8)
		Be. Other	15( 9.6)
		Bf. None	14( 8.9)
C. I don't know/unanswered	30(19.1)		
D. Other	2( 1.3)		

반면에, 지구온난화는 지구의 기온을 상승시키는 기능을 한다는 의미로 해석되는 응답을 하였다.

Ac의 4명(2.5%)은 “온실효과는 좋은 것이고, 지구온난화는 나쁜 것이다”, “온실효과는 우리에게 나쁜 영향을 주지 않는데, 지구온난화는 나쁜 영향을 준다”와 같이 두 현상 사이의 차이점에 대해 피상적으로 설명하였다.

Ad의 8명(5.1%)은 “온실효과는 태양 때문에 생기는 것이고 지구온난화는 사람 때문에 생기는 인공적인 현상이기 때문이다”, “지구온난화는 이산화탄소에 의해 지구 온도가 올라가는 것이지만, 온실효과는 오존층에 의해 생긴다”와 같이, 온실효과와 지구온난화의 발생 메커니즘이 서로 다르다고 응답한 경우이다.

Ae의 13명(8.3%)은 “온실효과가 발생하면서 지구의 온도가 올라가 지구온난화가 발생한다”, “온실효과가 적용되어 빙하가 녹아 지구온난화를 만드는 것이 아닌가 싶다”와 같이 온실효과 그 자체 때문에 지구온난화가 생긴다고 설명하였다.

Af의 3명(1.9%)은 “왜냐하면 온실효과를 봐서 지구온난화를 방지하는 것 같다”, “지구온난화는 사람들의 낭비로 지구의 온도가 높아지는 것이기 때문에 온실효과와는 다른 것 같다”와 같이 온실효과와 지구온난화의 관계에 대한 설명이 다소 불분명한 경우이며, Ag의 18명(11.5%)은 구체적인 설명이 없이 다르다고만 진술한 경우이다.

Table 3과 같이, ‘B. 같다거나 비슷하다’고 응답한 70명(44.6%)은 6가지 세부유형으로 구분된다. Ba에 해당하는 6명(3.8%)의 학생은 “온실효과로 인해 지구온난화가 일어나는 것이니 같다고 볼 수 있다”, “지구온난화는 온실효과의 결과이다. 온실가스로 지구 밖으로 반사되는 열의 양이 적어질 것이다. 그러면 지구온난화가 생긴다”와 같이 응답한 경우로, Ae와 같은 이유로 같거나 비슷하다고 응답하였다.

Bb의 7명(4.6%)은 “왜냐하면 둘 다 우리가 만드는 매연, 연기 등으로 지구의 온도가 올라가고, 그것으로 인해 북극의 빙하가 녹아 이런 현상이 나타나기 때문이다”, “온실효과와 지구온난화는 똑같이 매연과 이산화탄소가 원인이지만, 지구온난화는 오존층에 구멍이나 햇빛이 직접 들어온다는 게 달라 비슷한 것 같습니다.”와 같이 온실효과나 지구온난화 모두 인위적인 요인에 의해서 발생하는 현상이기 때문에, 같다거나 비슷하다고 응답하였다.

Bc의 22명(14.0%)은 “둘 다 지구의 온도가 높아지는 것을 얘기해서”, “왜냐하면 둘 다 지구에 햇빛의 열이 나가지 못하고 있으면 기온이 올라가고 빙산이 녹아서 해수면이 상승하기 때문이다.”와 같이 두 현상 모두 지구의 온도를 상승시킨다는 이유만으로 같다거나 비슷하다고 응답하였다.

Bd의 6명(3.8%)은 “왜냐하면 둘 다 자연환경이 파괴되는 것이기 때문이다”, “온실효과나 지구온난화나 두 가지 다 지구를 해치게 하는 일이기 때문이다”와 같이 온실효과와 지구온난화 모두 지구에 부정적인 영향을 주기 때문이라고 응답하였다.

Be의 15명(9.6%)은 “온실효과는 지구온난화의 다른 이름이다. 온실효과란 지구가 따뜻해진다는 것과 같은 말이므로 지구온난화와 같은 뜻이다. 그러므로...같은 것이다”, “무한도전의 나비효과에서도 나왔듯이 온실효과는 지구온난화 같다”, “왜냐하면 지구온난화로 인하여 온실효과가 생기는 것 같기 때문이다”와 같이 별도로 범주화하기 어려운 다양한 응답을 한 경우이다.

Bf의 14명(8.9%)은 같다거나 비슷하다고만 응답하였을 뿐, 그 구체적인 설명을 제시하지 않은 경우이다.

지구는 온실기체의 역할 때문에 평균기온 15°C를 유지하여 생물이 살기에 적합한 조건을 형성한다(Shin & Lee, 2006). 하지만 인위적인 요인에 의한 온실기체의 과도한 증가는 온실효과를 심화시키며, 이로 인해 나타나는 현상이 지구온난화이다. 이러한 온실효과와 지구온난화의 차이점에 대해 비교적 과학적인 응답을 하였다고 볼 수 있는 학생은 Table 3의 Aa와 Ab로 분류된 9명(5.7%)이며, 그 차이에 대해 피상적인 응답을 한 Ac를 포함하여도 13명(8.3%)에 불과하다. 즉, 최소 90% 이상의 학생이 온실효과와 지구온난화의 관계에 대한 올바른 이해를 갖추고 있지 않은 것으로 보인다. 이러한 결과는 “50%가 넘는 초등학교생들이 지구의 온도가 따뜻하게 유지되는 현상인 온실효과를 지구의 온도가 상승하는 현상인 지구온난화로 잘못 인식하고 있었다”는 Kil *et al.*(2012)의 연구 결과에 비해 높은 수치이다. 이는 전술한 바와 같이 두 연구의 연구방법 상의 차이에 기인하는 것으로 판단된다.

한편, Table 2에서 ‘정신모형 4’에 해당하는 학생들(22명, 14.0%)의 ‘문항 3’에 대한 응답 결과는 Table 4와 같다. Table 4를 통해 알 수 있는 사실은

**Table 4.** The ‘mental model 4’ children's responses on the ‘Question 3’ (n=22)

Category	The number of respondents(%)	Subcategory	The number of respondents
A. Both are different	10(45.5)	Aa	2
		Ab	1
		Ac	2
		Ad	3
		Ae	2
		Af	-
		Ag	-
B. Both are the same or similar	11(50.0)	Ba	1
		Bb	2
		Bc	5
		Bd	1
		Be	1
		Bf	1
C. I don't know/ not answered	1( 4.5)		1

학생들의 온실효과에 대한 정신모형 수준이 높다고 하더라도 온실효과와 지구온난화의 관계에 대해 정확하게 인식하는 것은 아니라는 점이며, 학생들에게 온실효과와 지구온난화의 관계에 대한 올바른 이해를 도모하는 별도의 지도가 필요함을 시사한다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구는 초등학교 6학년생을 대상으로 온실효과에 대한 정보 출처와 정신모형, 그리고 온실효과와 지구온난화의 관계에 대한 인식을 조사함으로써, 온실효과 및 지구온난화 교육을 위한 시사점을 얻고자 수행되었으며, 결론 및 교육적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 이 연구에 참가한 학생들의 온실효과에 대한 주된 정보 출처는 ‘학교수업’이며, 초등학교 정규 교육과정에 온실효과에 대한 내용이 없다고 하더라도 일선 학교수업에서 다루어지는 경우가 많은 것으로 나타났다. 따라서 현장교사들이 필요시 활용할 수 있는 초등학생을 위한 온실효과 관련 교사용 지도서 자료와 매커니즘에 대한 체계적인 학습이 이루어질 수 있는 상시형 수행평가 자료의 개

발 및 보급이 필요함을 시사한다.

둘째, 이 연구에 참가한 초등학생 중 일부(14.0%)는 초등학교 정규교육과정에서 온실효과에 대해 배우지 않음에도 불구하고, 비교적 높은 수준이 정신모형을 가지고 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과와 핀란드 초등 5학년 학생을 대상으로 한 Käarkkääinen *et al.*(2009)의 연구에서 온실효과에 대한 수업이 긍정적인 효과가 있었다는 연구 결과를 고려할 때, 초등학생들이 온실효과의 메커니즘에 대해 정확하게 이해하기란 쉽지 않은 일임에도 불구하고, 그들의 수준에 맞는 교육용 자료의 개발 및 적용을 통해 초등학생들의 이해 수준을 높일 수 있음을 시사한다.

셋째, 이 연구에 참가한 학생의 최소 90% 이상이 온실효과와 지구온난화의 관계에 대한 올바른 이해를 가지고 있지 않으며, 온실효과에 대한 수준 높은 정신모형을 가지고 있는 학생이라도 온실효과와 지구온난화의 관계에 대해 정확히 이해를 갖추고 있는 것은 아님을 보여준다. 이러한 결과는 Kil *et al.*(2012)과 Han *et al.*(2000)이 지적한 대로, 초등학생에게 온실효과와 지구온난화 두 개념을 명확히 구분하는 내용을 학생용 교육 자료에 포함시킬 구성할 필요가 있음을 시사한다.

한편, 초등 예비교사와 현장 교사를 대상으로 한 선행연구(예를 들어, Back, 2003; Jang, 2014; Papadimitriou, 2004; Ratinen, 2013)에 의하면, 적지 않은 교사가 온실효과와 관련하여 다양한 오개념을 가지고 있다고 한다. 따라서 교사들이 온실효과에 대한 체계적이고 올바른 이해를 도모할 수 있는 교사용 자료를 개발하여 제공할 필요도 있을 것이다.

이 연구는 충남지역 C시의 재학 중인 초등 6학년 학생들을 대상으로 이들이 작성한 서술형의 글과 그림 분석을 통해서 온실효과에 대한 이해를 분석하였다. 따라서 온실효과에 대한 좀 더 세밀한 정보를 얻기 위해 개별 면담이나 생각그물 등의 다양한 방법을 동원한 후속연구가 요구된다.

#### 참고문헌

Andersson, B. & Wallin, A. (2000). Students' understanding of the greenhouse effect, social consequences of reducing CO<sub>2</sub> emission and why ozone layer depletion is a problem. *Journal of Research in Science Teaching*,



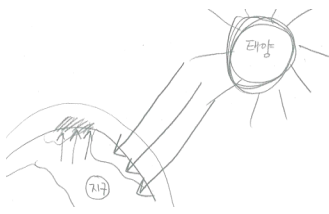


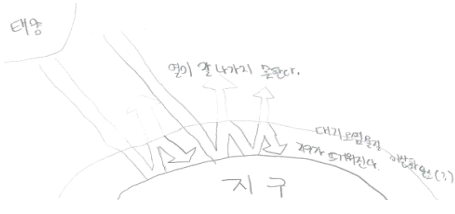
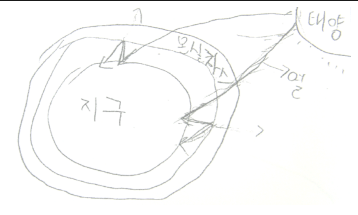
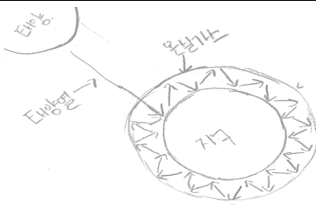
- 37(10), 1096-1111.
- Back, N.-G. (2003). The conceptions of pre-service elementary teachers about greenhouse effect, ozone layer depletion and acid rain. *Journal of Environmental Sciences*, 12(4), 367-373.
- Boyes, E. & Stanistreet, M. (1998). High school students' perception of how major global environmental effects might cause skin cancer. *The Journal of Environmental Education*, 29(2), 21-36.
- Ekborg, M. & Areskoug, M. (2006). How student teachers' understanding of the greenhouse effect develops during a teacher education programme. *NorDiNa*, 5, 17-29.
- Han, J., Jeong, Y. & Noh, T. (2000). The conceptions of high school students about acid rain, ozone layer, and greenhouse effect. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(3), 364-370.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). Climate change 2007: The physical science basis. Geneva Switzerland: IPCC.
- Jeong, K.-S. (2007). Investigation of high school students' mental models about the earth's interior. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 28(6), 643-652.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Käärkkäinen, S., Keinonen, T., Kukkonen, J., Hurri, A. & Vesala, P. (2009). What is greenhouse effect?: fifth graders' ideas. *The International Journal of Learning*, 16(6), 415-429.
- Kil, J.-H., Song, S.-C., So, K.-H. & Yeau, S.-H. (2012). Study on elementary school students' conceptual understanding of the greenhouse effect. *Biology Education*, 40(4), 412-420.
- Kook, D.-S. (2003). An analysis of 10<sup>th</sup> grade science textbook as an origin of misconception on greenhouse effect concept. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 23(5), 592-598.
- Koulaidis, V. & Christidou, V. (1999). Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications. *Science Education*, 83, 559-579.
- Kwak, Y. (2004). Korean fifteen-year-olds' alternative conceptions on the greenhouse effect revealed in PISA test results. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(3), 668-674.
- Paivio, A. (1990). *Mental representations A dual-coding approach* (2nd ed.). Oxford University Press, NY, USA, 322 p.
- Papadimitriou, V. (2004). Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 299-307.
- Park, S. (2011). An analysis of the mental models of middle school students with different learning style on plate tectonics. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(5), 734-744.
- Ratinen, I. K. (2013). Primary student-teachers' conceptual understanding of the greenhouse effect: A mixed method study. *International Journal of Science Education*, 35(6), 929-955.
- Shepardson, D. P., Choi, S., Niyogi, D. & Charusombat, U. (2011). Seventh grade students' mental models of the greenhouse effect. *Environmental Education Research*, 17(1), 1-17.
- Shepardson, D. P., Niyogi, D., Choi, S. & Charusombat, U. (2009). Seventh grade students' conceptions of global warming and climate change. *Environmental Education Research*, 15(5), 549-570.
- Shin, H. Y. & Lee, D. G. (2006). A research on the correct concept of the greenhouse effect. *The Environmental Education*, 19(2), 122-132.
- Yun, S.-J. (2009). The current state and tasks of school climate change education. *The Environmental Education*, 22(2), 1-22.

<부록 1> 온실효과에 대한 정신모형 분석틀(Andersson & Wallin, 2000)

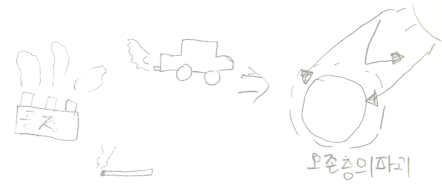
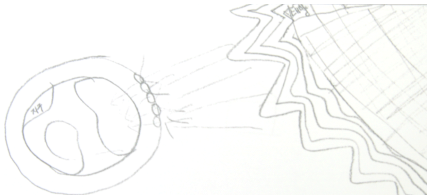
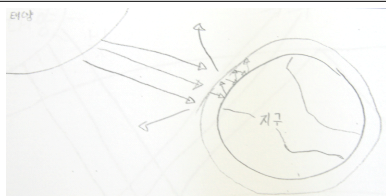

범주	설명	예시
모형 5	<p>지구로 입사하는 에너지와 지구에서 방출되는 에너지가 서로 다르고(즉 서로 다른 용어로 나타내고), 방출되는 에너지는 장애물에 의해 차단되거나 감소된다.</p> <p>1. 장애물 : 정의되지 않음 2. 장애물 : 다양한 물질 3. 장애물 : 온실기체</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 햇빛이 들어와 지표면이 데워진다. 하지만 열은 (지구 밖으로) 방출되지 않는다.</li> <li>2. 지구와 접촉하는 햇빛이 열복사로 전환되고, 이것은 지구를 둘러싸고 있는 일종의 '껍질(또는 막)'을 형성하는 대기 중의 배기가스 때문에 대기를 통과하지 못한다.</li> <li>3. 이산화탄소와 같은 기체들은 지구 둘레에 층을 형성하기 때문에 지구 대기를 통과한 태양에너지가 모두 반사되지 않는다. 이 열에너지의 일부는 지구 표면으로 재방출되어 지구를 데운다. 이러한 기체는 열을 가두는 온실의 유리와 같다.</li> </ol>
모형 4	<p>지구로 입사하는 복사에너지/열은 대기의 장애물 때문에 반사 또는 차단되어 방출되지 못한다.</p> <p>1. 장애물 : 정의되지 않음 2. 장애물 : 다양한 물질 3. 장애물 : 온실기체</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 열이 들어오기는 하지만 방출되지는 않는다.</li> <li>2. 햇빛이 지구의 (대기)층을 통과하지만 오염물질 때문에 방출되지는 못한다.</li> <li>3. 우리가 사용한 이산화탄소나 프레온 가스와 같은 기체들이 대기로 올라가고, 대기에서 이러한 기체들이 막을 형성한다. 이러한 막은 햇빛이 지표면에서 반사된 후, 밖으로 나가지 못하게 하거나, 지표면으로 반사시키는 역할을 한다. 이것이 지구의 온도를 높이는 원인이며, 매년 지구의 평균 온도가 상승한다.</li> </ol>
모형 3	<p>(지구로 입사하는 태양복사에너지에 대한 언급이 없이) 열이 대기 중의 '장애물' 때문에 밖으로 방출되지 않는다.</p> <p>1. 장애물 : 불분명 2. 장애물 : 다양한 물질 3. 장애물 : 온실기체</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 지구 그리고 공장 등에서 방출되는 열이 지표면 쪽으로 되돌아오기 때문에 점점 더 따뜻해지게 된다.</li> <li>2. 지구 둘레에 많은 가스들이 지붕과 같이 있고, 열이 빠져나가지 못하여 점점 따뜻해진다. 결국 상황이 악화되어 극지방이 얼음이 녹고 홍수가 난다.</li> <li>3. 이산화탄소가 대량 방출될 때 지구 둘레에 이산화탄소 껍질이 형성되는데, 이러한 껍질이 열이 지구를 빠져나가는 것을 막는다. 그러면 지구상의 열은 매우 높아진다.</li> </ol>
모형 2	<p>“오존효과”와의 혼동</p> <p>1. 오존(층)의 감소와 파괴 2. 감소한 오존으로 기온 증가 3. 감소한 오존이 더 많은 복사 유발</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 오존을 파괴하는 다양한 오염물질이 있다.</li> <li>2. 오존층을 감소시키는 많은 기체들이 온도 상승을 유발한다.</li> <li>3. 해로운 가스가 얇은 오존층으로 방출될 때이다. 이와 같은 방식으로 태양과 우주로부터 지구로 오는 복사를 증가시킨다. 이것은 점점 온을 상승시키고, 얼음 특히 북극과 남극에 있는 얼음을 녹게 만든다.</li> </ol>
모형 1	<p>대기 중의 '무엇'에 의해 따뜻해진다.</p> <p>1. 무엇 - 다양한 물질 2. 무엇 - 이산화탄소</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 자동차 배기가스 등의 물질이 지구의 온도를 점점 따뜻하게 한다.</li> <li>2. 화석연료의 사용으로 공기 중으로 방출되는 이산화탄소는 지구 위에 '뚜껑(lid)'을 형성하는데, 이것이 평균 온도의 상승을 유발한다.</li> </ol>
기타		식물을 기르는 온실과 같다.
모델 없음	지구온난화에 관한 설명	온실효과는 지구가 점점 더워지고, 극지방의 얼음이 녹고, 해수면의 높이가 70m나 상승하는 것을 말한다.
모르겠다거나 무응답		

<부록 2> 온실효과에 대한 정신모형별 응답의 예

■ 정신모형 4

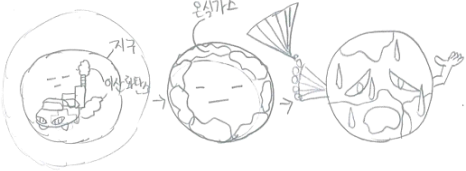


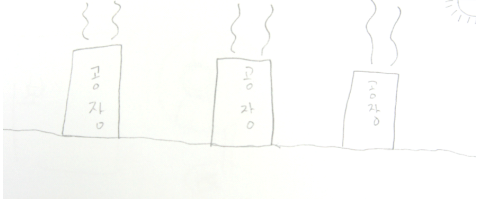
<p>A</p>  <p>지구로 햇빛이 들어온다. 그 열이 지구의 대기 안에 들어온다. 그런데 그 열이 나가지 못한다.</p>	<p>B</p>  <p>이산화탄소 등이 적당히 있으면 열방출이 준다. 그런데 너무 온실가스가 많아지면 지구에서 나가는 열이 적어지므로 지구의 온도는 높아질 수밖에 없다.</p>
<p>C</p>  <p>공장의 매연, 이산화탄소 같은 것들이 지구 대기권 안에 모여 햇빛을 통과하지 못하게 만들어 점점 더워지는 현상입니다.</p>	<p>D</p>  <p>대기가 오염되어 태양으로부터 온 열이 잘 빠져나가지 못하는 현상이다.</p>
<p>E</p>  <p>태양에서 나온 열이 지구 표면에 부딪히고, 반사된다. 하지만 온실가스가 반사를 막아 약간의 열만 대기권 밖으로 나가고, 그 외는 모두 지구 표면 안으로 들어온다.</p>	<p>F</p>  <p>태양열이 온실가스 안 지구 대기권으로 들어가지만 땅에서 튕겨져 나오려 하는데 온실가스에 막혀 태양열이 빠져나가지 못한다. 그래서 온실효과로 지구 온도가 올라가고 있는 것이다.</p>

■ 정신모형 2

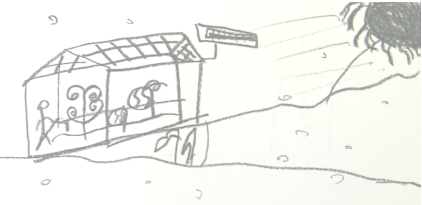
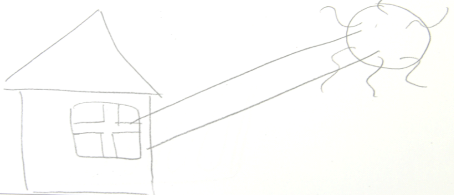
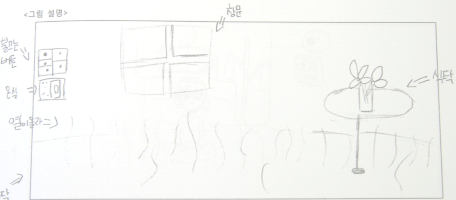

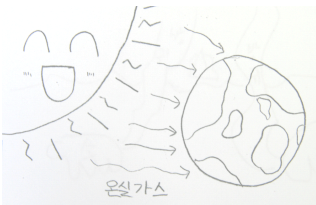
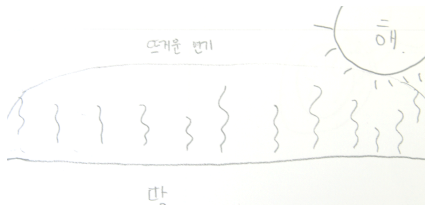
<p>G</p>  <p>공장, 자동차 등에서 나오는 매연 때문에 오존층이 파괴되고, 태양빛이 직사광선으로 와서 지구의 온도가 올라가는 것이다.</p>	<p>H</p>  <p>지구를 싸고 있는 층이 매연과 같은 이산화탄소에 뚫려서 자외선이 그대로 들어오는 것</p>
<p>I</p>  <p>태양에서 오는 빛 중 나쁜 것은 막아내고, 이로운 빛은 받아들이고 지구를 따뜻하게 하는 것</p>	<p>J</p>  <p>글 설명 없음</p>

<부록 2> 계속

■ 정신모형 1

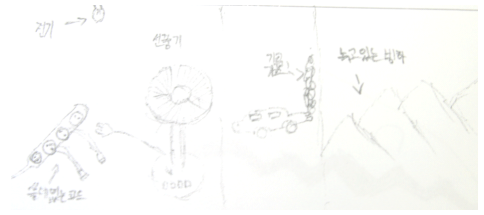

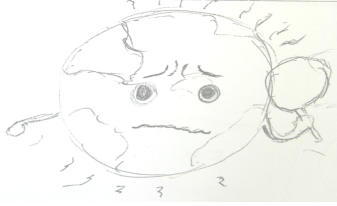

<p>Ⓚ</p>  <p>지구에서 자동차의 매연과 공장에서 나오는 이산화탄소가 하늘 위로 올라가 그것이 온실가스가 되어 지구를 덥게 하는 과정이다.</p>	<p>Ⓛ</p>  <p>공장의 매연, 차 등에서 나온 매연, 연기 등으로 인해 지구의 온도가 올라가는 현상을 “온실효과”라고 합니다. 이것으로 인해 북극에 빙하가 녹고 있다.</p>
<p>Ⓜ</p>  <p>공장이나 차 등에서 나오는 메탄가스나 이산화탄소 등으로 지구가 뜨거워진다.</p>	<p>Ⓝ</p>  <p>공장에서 연기가 나면 온실효과가 나타날 것이라는 그림이다.</p>

■ ‘기타’ 응답의 예

<p>ⓐ</p>  <p>태양의 에너지를 받아서 겨울에도 비닐하우스에서 과일, 채소, 농작물을 키울 수 있다.</p>	<p>ⓑ</p>  <p>햇빛이 집으로 들어와서 못나가는 것을 말한다.</p>
<p>ⓒ</p>  <p>방안을 따뜻하게 해주는 거다.</p>	<p>ⓓ</p>  <p>태양이 점점 지구한테 가까이 와서 지구가 더워지고 이산화탄소가 많아진다.</p>
<p>ⓔ</p>  <p>태양에 의한 온실가스가 지구에게 전달되어 지구가 힘들어 하고 있다.</p>	<p>ⓕ</p>  <p>지구 밖에 있는 태양의 열이 높아져 땅이 뜨거워지는 현상이다.</p>

<부록 2> 계속

■ 모형 없음

<p>①</p>  <p>쓸데없이 사용하는 전기, 가스, 기름, 석유로 인해 빙하가 녹고 있는 온실효과</p>	<p>⑤</p>  <p>빙하가 녹아 북극곰이 빙하에 떠 있는 그림. 이산화탄소 때문에 바다가 더워지고 있는 모습을 표현</p>
<p>⑥</p>  <p>온실효과는 지구가 뜨거워진다는 것을 말하니, 점점 따뜻해지고 얼음도 녹는다는 뜻이다.</p>	<p>⑧</p>  <p>갑작스러운 온실효과로 인해 온도가 올라 동물들이 적응하지 못하여 죽은 것이다.</p>