

# 기후변화의 원인과 결과에 대한 고등학생들의 선 개념 연구

한신 · 정진우\*  
한국교원대학교

## High School Students' Preconception about the Causes and Consequences of Climate Change

Shin Han · Jinwoo Jeong\*  
Korea National University of Education

**Abstract** : The purpose of this study is to investigate the Preconception about the causes and consequences of climate change. Participants were 196 High school students who live in Seoul and Gyeong-gi Province. And data was collected through questionnaire to confirm preconception about the causes and consequences of Climate Change. After confirming with students preconceptions, 10 people randomly selected and Semi-structured interview were conducted. The findings is students did not know exactly about Ozone depletion, global warming, the greenhouse effect factors and causal relationships. And we can confirm that the student's preconception is affecting.

**keywords** : Preconception, Semi-structured interview, Climate Change, causes and consequences

### I. 서론

과학과 기술이 급속도로 발전됨에 따라 삶의 질이 향상되었으며, 또한 이러한 발전은 전 지구를 하나의 생활권으로 만들었다. 반면 이러한 엄청난 발전의 이면에는 이례 없는 전 지구적 환경 파괴의 그늘이 드리워져있다. 특히 산업 혁명 이후 인간 활동에 의한 온실가스 배출량의 급증으로 인한 지구온난화와 기후변화는 기후의 평균 상태를 변화시킬 뿐 아니라 지리적 극한 현상(extreme event)의 발생 패턴을 변화시켜 자연 재해 발생 빈도가 증가하였고, 또한 인류의 생존에 필수적인 물, 식량 및 생태계에 심각한 영향을 미쳤다(권원태 외, 2011). 따라서 기후변화로 인해 발생하는 다양한 환경 문제는 기후

변화 시대를 살아가는 현 인류가 극복해야할 범지구적인 환경 문제이다(박종근 외, 2009).

2008년 환경부에서 실시한 기후변화 대응 대국민 인식도 조사 결과보고서에서 학생들은 기후변화 및 지구온난화의 발생 원인물질에 대한 인식이 낮았다(환경부, 2008). 이러한 결과는 학생들에게 기후변화에 대한 올바른 교육이 절실하며, 또한 학교 현장에서 학생들이 올바른 개념을 갖도록 효과적인 교수를 하려면 그들이 가지고 있는 선 개념을 조사하는 것이 필요함을 보여준다.

선 개념은 학생들이 자연 현상을 경험하거나 사회적인 상호 작용을 통하여 자기 나름대로 형성한 개념을 말한다(김수정, 2012). Vygotsky는 학생들이 학교에서 수업이 시작되기 전에 이미 교과 내용과

\*교신저자 : 정진우(jjeong@knue.ac.kr)

\*2014년 6월 20일 접수, 2014년 8월 25일 수정원고 접수, 2014년 8월 26일 채택

관련된 개념들을 가지고 있다고 가정하면서, 학생들이 가지고 있는 이러한 개념들은 외부 세계에 대한 다양한 경험과 사회적 관계 속에서 상호 작용을 통해 형성된다고 하였다. 또한 학생들의 ‘일상적 개념’을 ‘과학적 개념’과 별개의 것으로 간주하지 않고, 오히려 학생들의 일상적 개념은 과학적 개념과 밀접한 관련을 맺으며 상호작용한다고 하였다(신현경, 1985). 이러한 의미로 볼 때 학습자의 선 개념은 학교 수업이 시작되기 전 외부 세계와의 다양한 경험 및 사회적 관계를 통해 학습자의 인지구조 내에 형성된 것으로서 과학적 개념과 상호작용하는 사고 체계 또는 논리라고 할 수 있다(김수정, 2012).

이론에 대한 개념적 변화는 사회적 또는 개인적 측면을 포함한 배움의 과정을 기초로 하기 때문에(Driver et al., 1994), 교육의 과정을 설계하는데 있어서 학생이 가지는 선 개념이 얼마나 중요한지는 지난 수십 년 간의 연구로 입증되었다(Rebich et al., 2006). 그러므로 학생들의 기후 변화에 대한 선 개념 분석은 올바른 과학 교육을 위해 고려해야 할 자료로 꼭 필요하다.

기후변화에 대한 정확한 개념 인식은 미래를 이끌어갈 학생들에게 필수적 요인이라 할 수 있다. 지구온난화, 기후변화에 대한 원인 및 영향에 대한 개념 인식 연구들(공다영, 2009; 서미경, 2007; 안희수와 제귀연, 1999; 이지숙 외, 2011; 한재영 외, 2000; Boyes & Stanisstreet, 1993; Anderson & Wallin, 2000; Boyes & Stanisstreet, 1997; Vasiliki, 2004; Punter et al., 2011)은 학생들이 지구온난화와 기후변화 및 그것의 인과 관계, 환경 문제에 대해 오 개념(misconception)을 가지고 있음을 보고 하였다. 그러나 위의 선행 연구들은 학생들이 지구 온난화, 산성비, 오존층, 온실효과 등과 같은 환경 문제에 대한 단편적 개념 인식 구조를 파악하는데에만 그쳤기 때문에, 기후변화에 대한 원인과 결과에 대한 선 개념에 대한 분석 연구가 상대적으로 미진하였다. 선 개념은 인지적 안정(?)의 역할로써 자연현상을 관찰하고 학습내용을 이해하는 틀이기 때문에(조희형, 1988), 학교에서 가르치는 과학적 개념, 이론, 법칙과 모순되거나 서로 어긋나는 경우가 있다(백

성혜 외, 1999). 이에 올바른 과학 개념의 교육을 위해서는 학생의 선 개념을 확인하고 분석하는 것이 교육과정에서 고려해야할 중요한 연구 과정이다.

따라서 이 연구의 목적은 지구온난화와 기후변화에 대한 수업을 받지 않은 고등학교 1학년 학생을 대상으로 기후변화의 원인과 결과에 대한 선 개념을 분석하는 것이다.

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 연구 대상

이 연구는 지구온난화와 기후변화에 대한 수업을 받지 않은 고등학교 1학년 학생들의 선 개념을 파악하는데 목적을 두고, 서울특별시 관악구 소재 인문계 고등학교 학생 136명과 경기도 김포시 소재 인문계 고등학교 학생 105명을 대상으로 자료를 수집하였다. 검사에 참여한 학생 총 241명 중 불성실하게 응답한 학생 45명을 제외한 196명을 대상으로 하였다(표 1). 검사는 방과 후 시간에 약 20분 정도 실시하였으며, 검사에 참여한 학생들에게 지구온난화와 기후변화에 대한 사전 교육은 실시하지 않았다. 또한 질문지에 답한 학생들 중 임의로 10명을 선정하여 반 구조화된 면담을 실시하였다. 반 구조화된 면담을 통해서 기후변화에 대한 학생들의 선 개념을 구체적으로 알아볼 수 있었다. 그 학생들의 맥락은 표 2와 같다.

표 1. 설문지에 참여한 학생

학교	검사 인원
서울시 관악구 소재 S고등학교 1학년	남학생 : 113명
경기도 김포시 소재 T고등학교 1학년	남학생 : 46명
	여학생 : 37명

표 2. 반 구조화된 면담에 참여한 연구 대상 맥락

구분	성별	학교	참여자 소개
S1	남	S고	중학교 과학 성적 상위권. 과학에 대한 관심 많고, 기후변화에 대해 중3 때 배운 것 같음.
S2	남	S고	중학교 과학 성적 상위권. 과학 과목을 좋아하지만, 고등학교 과학은 많이 어려워하고 있음. 천문학에 관심이 많음. 기후변화에 대한 교육은 따로 받은 적 없음.
S3	남	S고	중학교 과학 성적 중위권. 학교 수업의 과학은 어렵다고 함. 로봇에 관심이 많아 따로 공부하고 있다고 함. 기후변화에 대한 TV 방송을 봤음.
S4	남	S고	중학교 과학 성적 중상위권, 과학에 대한 관심은 많으나, 성적이 잘 나오지 않아 고민이라고 함. 기후변화에 대한 교육을 따로 받은 적 없음.
S5	여	T고	중학교 과학 성적 중하위권, 과학 용어가 너무 어렵다고 함. 기후변화에 대해 중학교 선생님이 말씀해 주신 것을 기억하고 있음.
S6	여	T고	중학교 과학 성적 상위권. 과학 과목을 좋아함. 물리 과목에 관심이 많고 재미있다고 함. 중학교 때 기후변화에 대한 교육은 받았으며, 다큐멘터리 북극의 눈물을 시청했다고 함.
S7	여	T고	중학교 과학 성적 중상위권. 과학 과목을 좋아하지만 학교 수업은 어렵다고 함. 과학 관련 다큐멘터리를 즐겨 본다고 함. 지구 기후 관련 영상물이나 교육을 따로 받은 적은 없음.
S8	남	T고	중학교 과학 성적 중위권, 과학에 대한 관심은 부족하며, 차후 인문사회 계열로 진학할 예정이라고 함.
S9	남	T고	중학교 과학 성적 상위권, 과학에 대한 관심 높음. 다큐멘터리 지구의 눈물 시리즈 모두 보았다고 함. 물리 과목에 관심이 많다고 함.
S10	남	T고	중학교 과학 성적 중상위권. 중학교 때는 과학이 재미있었는데, 고등학교 때는 무척 어렵다고 함. 화학 과목에 관심 많음.

## 2. 검사도구

이 연구에서는 Punter et al.(2011)가 사용한 질문지로서 우리나라 실정에 맞게 번안하여 2차례의 예비 검사를 통해 수정하였고, 지구과학 교육학 박사 1명, 지구과학교육 전문가 1명, 환경교육 박사 1명과 여러 차례 협의를 통해 수정 및 보완하였다.

질문지는 개방형 질문 1개 문항과 선택형 질문 6개 문항으로 구성되어 있다. 개방형 질문지는 기후변화의 원인과 정의, 기후변화에 의한 영향을 자유롭게 기술하도록 하였다. 선택형 질문은 온실효과의 주요 원인 기체, 인간 활동에서 기후 변화에 영향을 주는 요소, 기후변화에 영향을 줄 수 있는 산업 활동,

기후변화가 초래하는 영향, 기후변화에 대한 정보를 얻게 된 경로들로 구성되어 있다.

그리고 기후변화의 원인과 결과에 대한 선 개념을 심층적으로 알아보기 위해 10명의 학생을 대상으로 반 구조화된 면담을 실시하였다. 면담 내용은 질문지를 분석하여 내용을 추출한 후, 2차례의 예비 면담을 실시하여 수정, 보완하였다. 반 구조화된 면담은 개별적 진행되었으며, 30~40분 정도 시간으로 1회 진행되었다. 면담 장소는 연구자가 직접 각 학교에 방문하여 과학 담당 선생님의 동의하에 과학실험실에서 실시하였다. 학생들의 답변에 영향을 줄 수 있는 질문은 절제하였고, 면담을 진행하는 동안 학생들이 자신의 생각을 정리할 수 있도록 충분한 시간을 제공하였다. 모든 면담 내용은 학생의

동의하에 녹음하였고, 이후에 전사하였다.

### 3. 자료 처리 및 분석

질문지의 각 문항들은 학생들이 복수로 응답하도록 되어 있기 때문에 응답의 내용이 다양하고 광범위하였다. 이에 전체 응답 중 유사성을 나타내는 응답을 여러 개의 범주로 나누었으며, 그 결과는 원본과 대조하여 오류를 수정하였다. 최종 수정한 자료는 문항별 빈도 분석을 통하여 기후변화의 정의, 원인 및 결과에 대한 학생들이 지닌 선 개념을 분석하였다. 각각의 질문에 대한 응답 결과를 학생 전체 응답 수에 따른 상대적 비율로 분석하였고, 각 문항을 선택한 이유에 대하여 서술하게 하였다. 선택한 이유에 대한 응답 또한 매우 다양하였기 때문에 빈도 분석을 실시하였으며, 각 문항에서 연구 목적에 유의미한 답변을 선별 고찰하였다. 또한 설문 검사 결과로 부터 도출된 기후변화의 원인과 결과에 대한 학생들의 선 개념을 심층적으로 알아보기 위해 반 구조화된 면담을 실시하였다. 면담 검사 자료는 녹음된 내용을 전사하였으며, 전사한 내용과 녹음

내용을 비교 확인하여 오류를 수정하였다. 전사본을 기준으로 학생들이 인식하고 있는 지구 기후 변화인과 관계에 대한 선 개념을 1차로 추출하였고, 이 결과를 바탕으로 면담에 참여한 학생들에게 질문하여 기후변화의 원인과 결과에 대한 학생들의 선 개념을 확인하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 기후변화의 원인에 대한 선 개념

기후변화의 원인에 대해 학생들이 가지고 있는 정보를 심층적으로 알아보기 위해 개방형 설문을 실시하였다. “기후변화가 왜 발생하는가?”라는 질문은 포괄적인 질문으로서, 학생들이 생각하고 있는 기후변화의 원인에 대해 자유롭게 서술하도록 하여 학생들이 지닌 선 개념을 파악하고자 하였다. 이 질문에 대한 응답률은 93%였으며, 응답률에는 세 가지의 원인에 대해 1가지 또는 2가지로 답하는 경우까지 포함하였다. 학생들이 제시한 기후변화의

표 3. 학생들이 제시한 지구기후 변화의 원인

	지구 기후 변화 원인	응답수	비율(%)
1	이산화탄소의 증가	71	22.5
2	자동차의 배기가스	62	19.7
3	프레온가스 방출	30	9.5
4	산업 활동	27	8.6
5	오존층 파괴	22	7.0
6	산림파괴	22	7.0
7	쓰레기 배출의 증가	12	3.8
8	환경파괴	11	3.5
9	빙하의 감소	9	2.9
10	방사능(핵발전)	8	2.5
11	지구 복사에너지 방출량 감소	7	2.2
12	지구 자전축의 경사 변화	7	2.2
13	태양활동의 변화	6	1.9
14	화산활동	5	1.6
15	태양과의 거리 변화	4	1.3
16	과다한 에너지 사용	4	1.3
기타	- 대륙의 이동, 운석 충돌, 산불, 물과 대기의 순환 등.	8	2.5
	합계	315	100

원인은 표 3과 같다.

학생들이 제시한 지구 기후 변화의 원인에 대한 응답은 다양하였다. 이 결과를 분석하기 위해 16개의 범주로 나누어 그룹화 하였다. 가장 많이 응답한 항목은 이산화탄소의 증가(22.5%)와 자동차의 배기가스(19.7%)였다. 두 응답의 경우 화석 연료 사용에 따른 온실기체의 배출에 대한 공통적 인식 체계를 보여주고 있음을 알 수 있다. 아울러 학생들이 생각하는 최근 기후변화의 원인 중 가장 큰 비중에서 온실 가스 배출량 증가에 따른 지구온난화에 두고 있음을 알 수 있다. 또한 산업화(8.6%)에 대한 답변을 한 학생들의 의도 역시 화석 연료 사용량 증가에 의미를 두고 있음을 알 수 있다. 다른 응답 중 산림 파괴 영향(7.0%)에 대한 의견이 있었으며, 산림 파괴가 기후변화의 원인이 된다고 답변한 학생은 태양에너지 반사율의 차이를 제시하여 기후변화를 표현하였다. 또한 산림파괴에 의해 식물이 이산화탄소를 흡수하지 않아 대기 중의 온실 효과가 증가하여 지구 기온이 상승한다고 응답한 학생도 있다. 이는 기후변화의 원인과 결과에 대한 인식 수준이 높은 학생들의 답변으로 판단된다. 반면 많은 학생들이 프레온가스의 증가(9.5%)와 오존층 파괴(7.0%)를 지구 기후 변화 원인으로 제시하였는데, 이는 기후변화와 오존층 파괴를 서로 연관 지어 생각하는 인식 구조를 나타내는 것으로 선행연구(Anderson & Wallin, 2000; Vasiliki, 2004; Boyes & Stanisstreet, 1997; Punter et al., 2011; 이지숙 외, 2011; 안희수와 제귀연, 1999; 한재영 외, 2000)에서 보고된 오존층과 기후변화에 대한 학생들의 오 개념 연구 결과를 지지하고 있다. 그리고 쓰레기 배출 증가, 환경파괴를 기후변화의 원인이라고 제시하였는데, 학생들이 생활 주변에서 일어나는 환경 변화에 대한 민감한 반응의 표현으로 기후변화의 원인과 혼동을 가지고 있음을 알 수 있다. 어떤 학생들은 기후변화의 원인을 방사능 때문으로 인지하고 있는 경우도 있었는데, 학생들이 생활 주변의 환경오염(쓰레기, 공장폐수)과 온실효과를 관련시킬 뿐 아니라 방사성 폐기물, 산성비등과도 구분하지 못하며, 특히 산성비, 방사성 폐기물을 온실효과에 관련시키는 경향이 있다고 보고한 안희

수와 제귀연(1999)의 연구 결과와도 일치한다.

- S1 : 오존층이 파괴되면 자외선을 막아주는 역할이 없어지므로 자외선이 직접적으로 영향을 미쳐서 온도가 올라간다고 생각합니다. 그리고 이산화탄소가 증가하면 온실기체가 많아져 지구 기온이 상승합니다. 또 태양 흑점이 폭발이 심해지면 갑작스런 에너지양이 증가하여 지구 기후 변화에 영향을 미친다고 생각합니다.
- S3 : 공장에서 발생하는 매연이 발생하여 대기 오염이 되어 지구 온난화가 발생합니다. 그리고 자동차 매연이 대기로 배출되어 오존층이 파괴되어 지구 온난화가 발생합니다. 그 이유는 오존층이 파괴되면 태양 빛이 그대로 들어와서 지구 기온이 상승합니다.
- S4 : 오존층이 없으면 태양에 의한 자외선이 그대로 들어오기 때문에 지구의 기온이 올라갑니다.

면담에 참여한 10명 중 6명의 학생(S1, S2, S3, S4, S6, S7)은 오존층 파괴와 지구 온난화를 연관해서 생각하는 공통적 오 개념의 답변을 하였다. 이를 통해 학생들은 지구 온난화를 나타내는 것이 단순히 태양에너지의 흡수량이 많아지기 때문에 온실효과의 증대를 가지고 온다고 생각하는 선 개념의 영향임을 알 수 있다. 이는 온실효과를 이해하기 위해서는 추상적인 전자기 복사와 복사 평형에 대한 개념이 요구됨으로 개념 이해에 어려움을 겪는 것으로 파악된다(백남권, 2003). 또한 지구 온난화와 오존층 파괴를 연관 시키려는 학생들의 선 개념은 학교에서 환경 관련 단원을 가르칠 때 지구 온난화와 오존층 파괴가 동일한 단원에서 다뤄지고 있어 각기 다른 환경 문제를 연계해서 생각하기 때문에 형성되며, 이로 인해 오 개념을 형성에 영향을 미친다고 판단할 수 있다(공다영, 2009). 또 다른 기후 변화에 영향을 주는 원인에 대해 학생들은 자동차 및 공장에서 발생하는 매연이 지구기온을 상승시킨다는 오 개념을 가지고 있는데 이와 관련된 면담 검사 내용을 확인해 보면 다음과 같다.

- S2 : 인간이 산업 활동에 의해 발생한 일산화탄소나 프레온가스 등의 유해 가스가 대기 오염을 일으키고 이 기체들이 기 후에 영향을 줄 것 같습니다.
- S5 : 공장에서 나오는 매연입니다. 공장의 매연에 의해 공기가 오염되고 공기가 오염되면 온도가 올라갑니다.
- S10 : 급격한 산업화에 의해서 공장에서 나온 연기가 대기 오염을 일으키고 스모그나 산성비가 내려 기후 변화를 일으킨다고 생각합니다.

면담 검사의 답변 결과를 고찰해 보면, 자동차 및 공장에서 배출하는 매연 중 이산화탄소에 의해 지구기온이 상승하여 지구 기후 변화에 영향을 미친다는 응답을 주로 하였다. 매연에서 지구 온난화 원인 물질을 구분하여 기후 변화의 원인을 설명한 반면, 매연을 이루는 기체 종류와 관계없이 단순히 매연 자체를 온실기체로 생각하는 경향이 있었다. 매연이란 공장의 굴뚝이나 자동차의 배기가스에서 발생하는 1차 대기오염물질로 연료 또는 그 밖의 물질이 연소될 때 불완전 연소로 발생하는 검댕이 또는 황산화물로 주로 사람의 눈에 보이는 연기 성분인 입자상 물질(최변각, 2011)을 말하는데, 학생들은 화석 연료를 연소 시킬 때 이산화탄소의 발생에 대해서만 초점을 맞추기 때문에 매연 자체를 이산화탄소로 생각하는 선 개념을 가지고 있었다. 이

로 인해 학생들은 매연 자체가 지구기온 상승에 영향을 준다는 오 개념을 가지고 있었다. 또한 매연에 의해 대기가 오염되고, 대기 오염에 의해 지구기온이 상승한다는 답변을 분석해 볼 때, 학생들은 환경문제를 생각할 때 여러 가지 요인들을 서로 연관 시키는 선 개념을 가지고 있는데, 이는 각각의 환경문제의 인과 관계를 정확히 구분하지 못하는 경향(한재영 외, 2000)으로 오 개념 형성에 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

## 2. 기후변화의 인과관계에 대한 선 개념

### 가. 기후변화의 원인

학생들이 인간 활동에 의한 기후 변화의 원인에 대한 인식 구조를 파악하기 위한 개방형 질문지로 ‘기후 변화의 원인 중 인간 활동에 의한 것은이다.’의 형태로 문장 완성하기 질문 형식으로 답변을 유도했다. 전체 74.5%의 학생이 질문지의 문장을 완성하였으며, 인간 활동에 의한 기후 변화의 원인은 표 4와 같다.

인간 활동에 의한 기후변화의 원인에 대한 응답은 일정한 범주로 묶기에는 많은 어려움이 있었으나, 동일한 의미를 내포하는 것은 같은 범주로 하였다. 이 질문에 화석연료 사용에 의한 이산화탄소

표 4. 인간 활동에 의한 기후변화의 원인

	인간 활동에 의한 지구 기후 변화 원인	응답수	비율(%)
1	화석연료 사용에 의한 이산화탄소 배출량 증가	41	28.1
2	자동차에서 배출되는 매연	32	21.9
3	공장에서 배출하는 매연	14	9.6
4	무분별한 벌목에 의한 산림파괴	13	8.9
5	오존층의 감소	11	7.5
6	가축 사육(소의 트립, 방귀의 메탄 증가)	10	6.9
7	쓰레기 배출에 의한 환경오염	9	6.2
8	쓰레기 소각	5	3.4
9	상업적인 활동	4	2.7
10	전쟁	4	2.7
기타	- 갯벌파괴(조력 발전), 일회용품 사용, 과도한 주방세제 사용 등	3	2.1
	합계	146	100

배출량 증가(28.1%)와 자동차에서 배출되는 매연(21.9%), 공장에서 배출되는 매연(9.6%)이 많은 응답을 하였는데, 이러한 응답은 학생들이 인간 활동에 의한 온실기체의 과다 발생을 주원인으로 인지하고 있음을 알 수 있다. 그리고 일부 학생들은 쓰레기 과다배출과 쓰레기 소각을 할 때 메테인 기체가 발생한다는 응답을 제시했다. 이는 쓰레기 매립에 따른 메탄 기체의 발생을 쓰레기 소각까지 연결하는 선 개념을 지니고 있음을 시사한다. 반면 8.9%의 적지 않은 학생들은 오존층 파괴가 인간 활동에 의한 기후 변화 원인으로 답변했다. 이는 앞에서 언급한 기후변화와 오존층을 연관 지어 생각하고 있는 학생들의 선개념의 예를 보여 주는 사례라고 할 수 있다.

#### 나. 기후변화가 미치는 영향

기후 변화에 의해 초래될 수 있는 환경 변화에 대한 학생들의 인식 구조를 파악하기 위해 ‘기후 변화가 우리에게 어떤 영향을 미치는가?’를 질문하

였고, 전체 학생의 94%가 답변에 응답 했다. 학생들이 답변한 지구 기후 변화에 의한 영향은 17개 범주로 나누어 분석하였으며, 그에 대한 결과는 표 5와 같다.

학생들이 제시한 답변 중 주목할 부분은 지구 평균 기온 상승(23.5%), 해수면의 상승(10.6%) 그리고 빙하의 해빙(4.9%)이다. 학생들이 직접 느끼고 파악할 수 없는 요소임에도 불구하고 높은 비율의 답변이 나타난 것은 초등학교에서 지구 온난화와 관련된 환경교육과 대중 매체를 통해 접했던 경험에 의해 형성된 선 개념으로 판단되며, 기후변화 교육에서 학교와 대중 매체의 역할이 매우 중요함을 시사한다. 또 다른 답변에 해당하는 질병의 발생 증가와 생태계의 파괴, 홍수, 자연재해 발생 빈도 증가, 이상 기후의 발생, 사막화 그리고 소수의 답변이지만 가뭄, 농산물의 생산성 감소, 생물 서식지의 변화 등은 IPCC(2007)평가 보고서에 제시된 지구 기후 변화에 따른 영향으로 나타나는 현상의 내용을 지지하고 있다. 또한 계절이 불분명 해진다,

표 5. 학생들이 제시한 기후 변화에 의한 영향

	지구 기후 변화에 의한 영향	응답수	비율(%)
1	지구 평균 기온 상승	91	23.5
2	생태계의 파괴	45	11.6
3	해수면의 상승	41	10.6
4	오존층 파괴	38	9.8
5	이상 기후의 발생	21	5.5
6	계절이 불분명해짐	21	5.5
7	빙하의 해빙	19	4.9
8	자연 재해 빈도 증가	16	4.1
9	산성비	16	4.1
10	사막화	14	3.6
11	질병의 발생 증가	13	3.4
12	계절에 따른 기온차가 커짐	12	3.1
13	홍수	11	2.8
14	자외선 투과에 의한 피부암 발생	7	1.8
15	농산물의 생산성 감소	6	1.6
16	지진(지진해일)	4	1.0
17	가뭄	4	1.0
기타	- 적조현상, 대기오염, 산림파괴, 생물 서식지 변화	8	2.1
	합계	387	100

계절에 따른 기온차가 커진다는 것과 같은 답변에서는 학생들이 직접 생활하면서 느낀 현상을 표현한 것으로 파악된다. 반면, 앞서의 연구 결과와 동일한 선 개념을 가지고 있는 학생들은 지구 기후 변화에 따른 영향으로 오존층의 파괴를 제시 했다. 극히 소수의 학생의 경우 자외선 투과에 의한 피부암 발생이 높아질 것이라고 답하였다. 이러한 반복적 선 개념의 표현은 교육과정을 설계하는데 있어서 학생이 가지는 선 개념이 매우 중요함(Rebich et al., 2006)을 다시 한 번 인식하게 하고 있다. 그 외의 일부 학생들은 산성화, 적조현상, 대기오염 등의 답변으로 제시하였는데 이는 지구 기후 변화와 환경오염을 연관 지어 생각하는 경향을 보여주는 것으로 파악된다.

#### 다. 온실 효과에 영향을 주는 기체

이 질문에서는 학생들이 온실효과의 주요 원인이 되는 온실기체 중 3가지를 선택하게 하는 문항으로 본인이 선택한 기체를 선택한 이유를 간단하게 서술하게 하여 학생들이 온실효과 원인에 대해 어떤 선 개념을 가지고 있는지 파악하고자 하였다. 표 6은 온실효과 주요 원인 기체의 응답 결과를 나타낸다.

표 6. 온실효과에 영향을 주는 주요 원인 기체

구 분	응답수	비율(%)
1 이산화탄소( $CO_2$ )	182	32.3
2 메테인( $CH_4$ )	135	24.0
3 클로로플루오르카본( $CFCs$ )	120	21.3
4 오존( $O_3$ )	41	7.3
5 일산화이질소( $N_2O$ )	35	6.2
6 수증기( $H_2O$ )	32	5.7
7 질소( $N_2$ )	10	1.8
8 아르곤( $Ar$ )	8	1.4
합계	563	100

온실 효과에 영향을 주는 주요 기체 중 학생들은

이산화탄소(32.3%)를 가장 많이 선택했다. 이산화탄소 선택 이유에 대해 학생들은 대부분은 화석 연료 사용에 따른 이산화탄소의 발생이라고 서술하였다. 이를 통해 대부분의 학생들이 이산화탄소가 온실효과에 가장 큰 영향을 준다는 선 개념을 가지고 있음을 알 수 있다. 두 번째로 많이 선택한 기체는 메탄(24.0%)으로, 가축 사육에 따른 메탄 발생을 언급하였고, 일부 학생들은 인간의 생활쓰레기 배출에 따른 쓰레기 처리장에서 발생하는 메탄의 영향을 언급하는 학생들도 있었다. 프레온 가스(21.3%)와 오존(7.3%)이라고 응답한 학생들의 경우 프레온 가스는 대중 매체 및 책에서 익숙한 이름으로 기억되고 있어서라는 답변과 프레온 가스에 의해 오존이 파괴되고 이로 인해 자외선이 많이 투과되어 지구 온난화의 원인이 된다고 답한 경우도 있었다. 이는 Anderson & Wallin(2000)과 Boyes & Stanisstreet(1997)의 선행 연구 결과를 지지하고 있다. IPCC(2007) 보고서에 따르면 클로로플루오르카본과 오존의 지구 온난화 기여도는 분명히 높게 평가되고 있다. 하지만 학생들의 답변을 분석한 결과, 단순히 프레온 가스가 오존층을 파괴한다는 개념에 의존하는 것으로 분석된다. 또한 일산화이질소(아산화질소)를 선택한 학생들의 선택 이유를 분석 결과 대부분의 학생들은 일산화이질소를 자동차에 의한 배기가스로 오인하고 있었다. 이는 학생들이 대기 오염 물질인 질소 산화물( $NO_x$ )과 혼동하고 있음으로 파악된다. 하지만 소수의 학생들은 일산화이질소는 농업에 사용하는 질소 비료 과다 사용에 의한 발생이라고 매우 정확하게 선택 이유를 설명했다. 온실 효과에 매우 중요한 역할을 하는 기체인 수증기의 선택비율은 다른 기체에 비해 다소 낮은 편인데 이는 학생들이 수증기의 발생이 인위적이지 않다고 생각하는 것으로 파악되며, 다른 측면에서 고찰해 보면 수증기의 중요성을 인지하지 못하고 있음으로 파악된다. 극히 일부의 학생들은 질소와 아르곤을 온실효과 원인 기체로 선택하였고, 선택 이유를 질소의 경우 대기 중 가장 많고, 대기는 온실효과를 나타내기 때문이라고 답변한 학생이 있었으며, 다른 답변에서 질소는 자동

차의 배기가스로 배출되기 때문이라고 했다. 아르곤을 선택한 학생의 경우 아르곤이 오존층을 파괴한다고 선택에 대한 설명을 하였다.

국동식(2003)은 수증기가 자연 온실효과의 주 역할을 하며, 이산화탄소와 클로로플루오르카본은 인공 온실효과의 주 역할을 한다고 하였다. 그리고 현재 과학 교과서에서 “온실 효과를 일으키는 주된 대기 성분은 이산화탄소”라고 제시되어 오 개념 발생의 원인을 제공한다고 지적했다. 온실효과를 가장 많이 나타내는 기체를 묻는 면담에서도 학생들은 이와 같은 선 개념이 오 개념 형성에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

S2 : 프레온 가스가 오존층을 파괴하여 자외선이 들어와 지구 표면의 온도가 올라가고, 이산화 탄소의 양이 증가하면 열이 지구 밖으로 방출되지 않아 온실효과를 나타내고, 그리고 금성의 경우 이산화탄소의 농도가 매우 크기 때문에 온실효과에 의해 표면 온도가 매우 높다고 배웠습니다. 그러니까 온실효과를 가장 크게 일으키는 기체라고 생각합니다. 메테인 가스는 온실 기체라고 과학 잡지에서 본 적이 있습니다.

S4 : 오존을 선택한 것은 오존이 파괴되어 더 많은 태양에너지가 들어오고 수증기나 이산화탄소가 증가한 에너지가 나가지 못하도록 잡고 있기 때문에 지구 기온이 올라갑니다. 금성 표면 온도가 400~500°C로 매우 높은 것은 이산화탄소 농도가 매우 진해서 입니다. 그러므로 이산화탄소가 온실효과를 가장 많이 나타내는 기체라고 생각합니다.

면담 중 학생들은 금성은 온실효과가 큰 이산화탄소의 농도가 높아 표면 온도가 높다는 선 개념을 가지고 있었다. 이는 ‘태양계 행성의 특성’ 단원에서 금성 표면의 온도와 이산화탄소의 농도를 온실효과와 연관 지어 생각하고 있음을 알 수 있는 단서이며, 실제 온실효과에 가장 큰 영향을 미치는 수증기는 인위적이지 않다는 선 개념을 가지고 있기 때문에 이산화탄소가 온실효과에 가장 큰 영향을 미친다는 오 개념을 형성하게 됨을 알 수 있었다. 또한 온실효과에 영향을 주는 기체에 대한 면

담 결과 “클로로플루오르카본이 온실 효과에 영향을 미친다”는 답변에서 학생들의 오 개념을 찾을 수 있었다.

S1 : 메테인과 이산화탄소는 지구의 열을 잡아놓는 역할을 하기 때문에 지구 온도를 높게 합니다. 클로로플루오르카본(프레온 가스)는 오존층을 파괴하여 자외선이 그대로 통과하기 때문에 지구 온도가 올라갑니다.

S2 : 클로로플루오르카본이 오존층을 파괴하여 자외선이 들어와 지구 표면의 온도가 올라가고, 이산화탄소의 양이 증가하면 열이 지구 밖으로 방출되지 않아 온실효과를 나타내고, 그리고 금성의 경우 이산화탄소의 농도가 매우 크기 때문에 온실효과에 의해 표면 온도가 매우 높다고 배웠습니다. 그러니까 온실효과를 가장 크게 일으키는 기체라고 생각합니다. 메테인은 온실 기체라고 과학 잡지에서 본 적이 있습니다.

S3 : 프레온 가스가 오존층을 파괴하여 지구 온난화가 발생한다고 생각합니다.

S6 : 이산화탄소나 메테인은 온실효과에 의해 지구 온난화를 일으키고, 프레온 가스에 의해 오존층을 파괴되서 자외선이 많이 들어오니까 지구 온난화가 일어납니다.

S9 : 수증기와 이산화 탄소는 지구 대기에서 지구 온실 효과를 일으키는 기체입니다. 프레온 가스는 오존층을 파괴해서 자외선을 차단하지 못하므로 온실 효과의 원인이 되어 표시하게 되었습니다.

면담 결과 학생들은 프레온 가스가 오존층을 파괴하여 자외선을 차단하지 못하기 때문에 프레온 가스는 온실효과의 주요 기체라는 선 개념을 가지고 있음을 알 수 있다. IPCC(2007) 보고서에 따르면 프레온 가스의 지구 온난화 기여도는 분명히 높게 평가되고 있다. 그러나 학생들은 온실 기체로서의 프레온 가스의 역할보다는 오존층을 파괴하는 프레온 가스라는 선 개념이 각인되어 있으며, 또한 오존층 파괴가 온실효과의 증가 사이에 인과 관계가 있다고 생각하여(한재영 외, 2000) 오존층을 파괴하는 프레온 가스가 온실효과에 중요한 역할을 한다는 오 개념을 형성하고 있음을 알 수 있다. 온실 기체에 대한 학생들의 또 다른 오 개념은 일산

화이질소(아산화질소)는 자동차 배기가스에서 많이 방출되기 때문에 온실효과를 일으킨다고 하였다. 그러나 실제 일산화이질소(아산화질소,  $N_2O$ )는 토양 속의 잔류한 질소 비료의 분해에 의해 배출되고 있으며, 일산화이질소는 온실기체 중 지구 온난화 기여도에서 높이 평가되고 있다(IPCC, 2007). 여기서 학생들의 오 개념 형성에 미치는 영향을 고찰해보면, 일산화이질소를 환경 관련 단원에서 다루는 자동차 배기가스인 질소 산화물( $NO_x$ )과 혼동하고 있는 선 개념을 가지고 있음으로 생각된다. 이로 인하여 일산화이질소 생성과 기능에 대한 근본적인 오 개념이 형성되었음을 확인할 수 있다.

지구 기후 변화에 의한 영향에서 일부 학생들은 지구 기온이 상승하면 오존층이 파괴되며, 오존층 파괴에 따른 자외선 투과로 피부암 발생이 높아질 것이라는 오 개념을 가지고 있었다. 이는 지구 온난화와 오존층 파괴를 연관 시키려는 학생들의 선 개념 영향에 의한 반복적인 오 개념의 형성으로 판단된다.

## 라. 일상생활과 관련된 원인

표 7. 기후 변화에 영향을 주는 일상생활의 활동

구 분		응답수	비율(%)
1	차량이용 등교하기	150	18.5
2	에어컨 사용하기	149	18.4
3	히터틀기	146	18.0
4	쓰레기 재활용하지 않기	122	15.0
5	오토바이 타기	113	13.9
6	헤어드라이기 사용	54	6.7
7	뜨거운 물로 샤워하기	38	4.7
8	핸드폰 충전	15	1.8
9	자전거 타기	8	1.0
10	비디오 게임하기	7	0.9
11	MP <sub>3</sub> 듣기	3	0.4
12	인터넷에서 파일 다운로드하기	3	0.4
13	자연광 이용하여 독서하기	2	0.2
14	축구하기	1	0.1
합계		811	100

앞에서 조사한 기후변화의 원인에 대한 학생들의 선 개념을 바탕으로 학생들이 일상생활에서의 활동이 기후변화의 원인과 연관 지어 생각할 수 있는지에 대한 개념을 분석하기 위한 자료로 분석 결과는 표 7과 같다.

제시된 항목에서 학생들은 3가지 이상을 자유롭게 선택하도록 하였으며, 선택한 이유를 서술하였다. 기후변화에 영향을 미치는 일상생활의 활동으로 가장 많이 선택한 항목은 차량을 이용한 등교(18.5%), 오토바이 타기(13.9%)였다. 그 이유로 운송 수단 이용 시 소비되는 화석 연료의 사용량에 따른 온실기체의 배출 때문이라고 했으며, 다음으로 많은 선택 항목은 에어컨 사용, 히터틀기로 냉난방에 필요한 에너지원이 주로 화석연료이기 때문이라고 답변했다. 이는 근래에 이상 기후에 따른 대중 매체에서 냉난방 전력 수급의 어려움에 대한 지속적인 홍보에 따른 영향으로 판단된다. 또한 쓰레기 재활용하지 않기에 대한 항목을 선택한 학생들의 선택 이유는 재활용하지 않고 폐기 처리 할 경우 같은 제품을 만들기 위해 공장이 가동되고, 이때 많은 온실기체가 추가로 발생하기 때문이라고 하였다. 이는 학교 현장에서 강조하고 있는 재활용

강조 교육의 영향으로 생각된다. 그 외 선택 항목에 대한 답변은 주로 가정 내에서 이루어지는 전기 에너지의 사용(헤어드라이기 사용, 핸드폰 충전, 비디오 게임하기, MP<sub>3</sub>듣기, 인터넷에서 파일 다운로드하기)이 기후 변화의 원인이 될 수 있다고 답변하고 있다. 소수의 학생이 선택한 항목 중 자전거 타기에 대한 선택 이유는 자전거를 타게 되면 힘들어서 호흡에 의해 이산화탄소가 많이 발생하기 때문이라는 답변을 하였다. 이 항목을 선택한 학생들의 경우 지구 기후 규모의 개념이 다소 부족하여 나타난 답변으로 판단된다.

**마. 기후변화의 결과**

이 질문에서는 기후변화가 초래하는 여러 가지 결과에 대한 항목을 자유롭게 선택하게하고 선택 이유를 간단하게 서술하게 하였다. 학생들이 지구 기후 변화에 의해 나타나는 결과에 대한 선 개념을 파악하기 위한 목적이며, 질문의 형태는 전 지구적인 환경 변화와 지역적 기후변화, 인간에게 미치는 영향을 고려하여 제시하였다. 학생들이 선택한 기후변화의 결과는 표 8과 같다.

학생들이 이 질문에 대해 가장 많이 선택한 응답은 지구 기온의 상승이었으며, 온실기체의 과다 배출에 의해 지구 온난화에 의한 지구 평균 기온의 상승 때문이라는 선 개념을 가지고 있었다. 이러한

결과는 지구 기후 변화에 의한 영향으로 나타나는 현상 중 대부분의 학생이 제시한 ‘지구 평균 기온 상승’과 일치함을 알 수 있다. 그 다음으로 북극의 빙하 해빙을 선택하였으며, 지구 기온 상승에 의해 북극의 빙하가 녹기 때문이라고 학생들은 답하였다. 사막화의 증가를 선택한 학생들도 있었는데, 그들은 기상 이변, 홍수와 연관된 응답을 제시하고 있다. 즉, 기후 변화에 의해 지역에 따른 기상 이변으로 어떤 지역은 홍수가 자주 일어날 것이고, 상대적으로 다른 지역은 가뭄에 의해 사막화가 가속화 될 것이라고 답변했다. 반면 극히 일부 학생은 지구 온난화에 따른 녹조 현상 발생으로 강의 오염이 발생한다고 답변했으며, 지진의 증가에 대한 답변으로 온도 변화가 심하여 지층에 영향을 주어 지진이 발생한다는 설명도 있었다. 또 다른 특이한 답변으로 자외선이 침투하여 내핵에 영향을 주면 지구 표면이 들떠서 지진이 일어난다는 응답이 있었다.

**IV. 결론 및 제언**

이 연구는 기후변화의 원인과 결과에 대한 고등학생들의 선 개념을 분석하였으며, 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 학생들은 지구 기후 변화 인과 관계를 주

**표 8.** 기후변화의 결과

구 분		응답수	비율(%)
1	지구 기온의 상승	167	21.0
2	북극 빙하의 해빙	154	19.4
3	사막화의 증가	127	16.0
4	기상 이변에 의한 피해	95	11.9
5	홍수의 증가	84	10.6
6	강의 오염 증가	48	6.1
7	지진의 증가	47	5.9
8	농작물 전염병에 의한 작황 어려움	38	4.8
9	암의 종류 증가	27	3.4
10	심장마비로 인한 죽음의 증가	7	0.9
합계		794	100

로 화석연료 과다 사용에 의한 온실 기체의 증가, 자동차 및 공장의 매연 배출, 프레온가스에 의한 오존층파괴, 산림파괴에 의한 이산화탄소 흡수량 감소, 가축사육에 의한 메테인 발생증가, 쓰레기 매립 및 소각에 의한 메테인 방출로 지구기온의 상승한다는 선 개념을 가지고 있었다.

둘째, 학생들은 지구 기후 변화의 원인이 자동차 및 공장에서 배출되는 매연, 쓰레기 매립 및 소각에 의해 발생하는 메테인에 의한 지구 기온, 오존층을 파괴에 의한 자외선 투과량 증가로 인해 기온이 상승한다는 선 개념을 가지고 있었다. 그리고 온실 효과에 많은 영향을 주는 기체에 대해 이산화탄소가 다른 온실 기체보다 농도가 높기 때문에 온실효과에 가장 큰 영향을 주며, 프레온 가스가 오존층을 파괴하여 자외선을 차단하지 못하기 때문에 온실효과를 나타낼 것이라 생각했다. 더욱이 일산화이질소(아산화질소)는 자동차 배기가스에서 많이 배출되기 때문에 온실효과를 일으키며, 수증기는 인위적이지 않기 때문에 온실효과와는 관계가 없다는 오 개념도 갖고 있었다. 심지어 지구 기온 상승으로 인해 오존층이 파괴되고, 자외선 투과량이 증가하여 피부암이 증가할 것이라는 선 개념도 있었다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 볼 때, 기후변화에 대한 원인과 결과에 대한 학생들의 선 개념 형성은 주로 정보 습득 과정에서 비롯됨을 알 수 있다. 학생들은 기후변화에 대한 정보 습득을 접하기 쉬운 대중매체와 인터넷 검색에 통해 이루어지므로 교사들은 올바른 정보를 제공할 수 있는 경로를 파악하여 학생들에게 제공하여야 할 것이다. 또한 교사들은 학생들이 갖고 있는 선 개념을 분석하여 기후변화 현상을 주변 환경 변화와 연관시킬 수 있도록 연구하고 준비하여야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

공다영(2009). 기후변화교육을 위한 중등학생의 기후변화 인식 실태 분석. 이화여자대학교 교육

대학원 석사학위논문.

국동식(2003). 온실효과 개념에 대한 오개념 원인으로의 10학년 과학 교과서 분석. 한국과학교육학회지, 23(5) pp.592-598.

권원태 외(2012). 기후변화-25인의 전문가가 답하다. 지오북, pp.34-53.

박종근, 정 철, 손미희, 육혜경(2009). 중등학생들의 기후 소양 함양을 위한 교수자료 개발 및 현장 적용에 관한 연구. 학교교육연구, 5(2), pp.221-237

박현웅, 최원용(1999). 온실효과와 지구 온난화. 화학세계, 39(4), pp.26-31.

백남권(2003). 온실효과, 오존층 파괴, 산성비에 대한 예비 초등교사들의 개념. 한국환경과학회지, 12(4), pp.367-373.

백성혜, 강대훈, 김혜경, 채우기, 권 균(1999). 화학 변화 개념에 대한 중학교 2학년 학생들의 선개념 조사 및 선개념 갈등상황 제시를 통한 개념변화 학습이론의 효과 분석. 대한 화학 학회지, 43(2), pp.213-224.

서미경(2007). 온실효과에 대한 고등학생들의 개념 이해 고찰. 숙명여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.

안희수, 제귀연(1999). 온실효과에 대한 학생들의 개념 분석. 한국과학교육학회지, 15(4), pp.585-594.

이지숙, 박혜경, 정 철(2011). 초·중학생의 지구온난화와 기후변화에 대한 인식. 과학교육연구지, 35(2), pp.274-282.

조희형(1988). 과학교육과정 및 교수/학습의 이론적 배경. 한국과학교육학회지, 8(2), pp.59-64.

최변각 (2011). 고등학교 지구과학 I. 천재교육.

한재영, 정영선, 노태희(2000). 산성비, 오존층, 온실효과에 대한 고등학생의 개념. 한국과학교육학회지, 20(3), pp.364-370.

환경부(2008). 기후변화 대응 대국민 인식도 조사 (2차). (주) 월드리서치.

Anderson, R., & Wallin, A. (2000). Students' understanding of the greenhouse

- effect, the societal consequences of reducing CO<sub>2</sub> emissions and the problem of ozone layer depletion. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), pp.1096-1111.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1993). The greenhouse effect: Children's perceptions of causes, and cures. *International Journal Science Education*, 15(5), pp.533-552.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1997). Children' models of understanding of two major global environmental issues (ozone layer and greenhouse effect). *Research in Science and Technological Education*, 15(1), pp.19-28.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23, pp.5-12.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007). *Climate Change 2007: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC.
- Punter P., Ochando-Pardo, M. & Garcia J. (2011). Spanish Secondary School Students' Notions on the Causes and Consequences of Climate Change. *International Journal of Science Education*. 33(3), pp.447-464.
- Rebich, S., Deustch, K., & Gautier, C.(2006). Misconceptions about the greenhouse effect. *Journal of Geoscience Education*, 54(3), pp.386-395.
- Vasiliki P. (2004). Prospective Primary Teachers' Understanding of Climate Change, Greenhouse Effect, and Ozone Layer Depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), pp.299-307.

## 국문 요약

이 연구의 목적은 기후변화의 원인과 결과에 대한 고등학생들의 선 개념을 확인하는 것이다. 이를 위하여, 질문지를 이용하여 서울과 경기도 소재의 고등학생 196명을 대상으로 시행하였다. 질문지는 개방형 질문 1개 문항과 선택형 질문 6개 문항으로 구성되어 있다. 개방형 질문지는 기후변화의 원인과 정의, 기후변화에 의한 영향을 자유롭게 기술하도록 하였다. 선택형 질문은 온실효과의 주요 원인 기체, 인간 활동에서 기후 변화에 영향을 주는 요소, 기후 변화에 영향을 줄 수 있는 산업 활동, 기후 변화가 초래하는 영향, 기후변화에 대한 정보를 얻게 된 경로들로 구성되어 있다. 질문지의 선 개념을 확인한 후, 무작위로 10명의 학생들과 반 구조화된 면담 수행하여 선 개념을 심층적으로 알아보았다. 연구 결과 학생들은 오존 파괴, 지구 온난화, 온실효과의 인과 관계에 대해 정확히 알지 못하였다. 그리고 이러한 선 개념은 학생들의 오 개념 형성에 많은 영향을 줄 수 있음을 확인하였다.

주요어: 선 개념, 반 구조화된 면담, 기후변화, 원인과 결과