

지구 온난화는 오존층 구멍으로 들어오는 자외선 때문이라는 틀린 인식은 어디에서 오는가?

박소영^{1*}, 이창수²

¹방산중학교, 서울특별시 138-050

²서울대학교 물리교육과, 서울특별시 151-742

What is the Origin of the Wrong Perception that the Global Warming is Caused by the Ultraviolet Light Coming through the Ozone Hole?

Soyoung Park^{1*} and Changsoo Lee²

^{1*}Bangsan Middle School, Seoul 138-050

²Department of Physics Education, Seoul National University, Seoul 151-742

요약

연령을 막론하고 많은 사람들이 지구 온난화는 오존층에 생긴 구멍으로 햇빛이 많이 들어오기 때문에 일어난다는 오개념을 가지고 있다. 지구 온난화는 이산화탄소가 온실효과를 일으키기 때문에 발생한다고 많은 사람들이 알고 있다. 그러나 이산화탄소가 온실 기체라는 사실만으로 지구 온난화가 일어날 수는 없다. 이 연구에서는 지구 온난화를 소개하는 매체나 문헌이 환경 재앙의 대표적 예로 지구 온난화와 오존층 파괴를 같이 소개하는 경우가 많은데 이 때문에 사람들이 둘 사이에 마치 인과관계가 있는 것처럼 여기게 되는 것과 과학교육에서 과학의 본성이 소홀히 다루어지는 것을 원인으로 지목하였다.

주제어 : 지구 온난화, 오개념, 온실효과, 오존 파괴, 환경 교육, 과학의 본성

서론

연구의 필요성 및 목적

학생들은 과학 수업을 받기 전부터 여러 가지 요인으로 인해 자연현상에 대한 나름대로의 선개념을 형성하고 있고, 이미 형성된 선개념을 바탕으로 다른 개념을 획득하게 된다(Ausubel, 1968). 구성주의자들은 선개념 중에서도 당대의 과학적 지식과는 다른 개념들을 오개념이라고 하였다(Ausubel, 1968). 이러한 오개념은 일상적인 경험, 교사, 교육용 텔레비전과 일반적인

프로그램들, 여러 교과서 및 다른 책들, 논리적인 추론 능력의 부족이 그 원인이라고 밝히고 있다(Arons, 1990). 이렇게 형성된 오개념은 교육을 통해서도 쉽게 극복 되지 않는다(Ausubel, 1968).

오개념 연구에서 자주 거론되는 지구온난화의 예를 보자. 지구온난화에 대한 오개념은 여러 선행 연구에서 다루었는데, 예를 들어 2003년 PISA(Programme for International Student Assessment)에 출제된 지구 온난화 문제에서 평가에 참여한 한국의 만 15세(중학교 2학년) 학생들 중에서 11%가 이산화탄소 때문에 오존층이 파괴되고 그 구멍으로 태양 광선이 많이 들어와서 지구 온난화가 발생한다는 오개념을 가지고 있었다. 그리고 지구 온난화의 진짜 원인인 온실효과에 대한 연구 (Andersson and Wallin, 2000; Boyes and Stanisstreet, 1998)

*교신저자: psylij@yahoo.co.kr

•2009년 5월 27일 접수, 2009년 7월 29일 수정, 2009년 8월 4일 통과.

에 따르면 학생과 예비교사는 온실효과 또는 지구 온난화를 오존층 파괴와 연관시키는 오개념을 가지고 있었다. 이처럼 지구 온난화의 원인을 오존층 파괴로 보는 학생과 일반인이 대단히 많다는 결론을 내린 오개념 연구는 많지만, 왜 그런 오개념이 형성되었는지에 대한 연구 보고는 거의 없는 것으로 보인다.

이 연구에서는 서술형 질문지를 이용하여 우리나라 학생들이 지구 온난화에 대해 가지고 있는 오개념을 분석하고, 그 중 많은 학생이 가지고 있는 오존층 파괴를 지구 온난화의 원인이라고 생각하는 오개념의 형성 원인을 조사하였다. 연구를 바탕으로 학생들이 지구 온난화에 대한 오개념을 극복할 수 있는 방안을 제안할 수 있을 것이다.

연구 방법

연구 대상

본 연구의 연구대상은 서울 소재 과학영재교육원 지원자 234명, 일반 중학교 2학년 372명, 중학교 3학년 185명, 고등학교 1학년 174명, 고등학교 3학년 81명, 인문계 대학생 55명, 과학전공 대학생 32명의 총 1133명의 학생이었다. 우리나라의 교육과정에서 지구온난화는 고등학교 1학년 마지막 단원에서 공부하므로 학년에 따른 지구 온난화에 대한 오개념이 나타나는 양상을 조사하기 위해 지구 온난화를 학습하기 전후의 여러 학년의 학생을 대상으로 연구를 진행 하였다.

연구 방법 및 절차

지구 온난화에 대한 학생들의 이해를 조사하기 위해 질문지를 사용하여 산업혁명 이후 증가된 대기 중의 이산화탄소로 인한 지구 온난화를 서술하도록 하였다. 연구에서 사용한 문항은 다음과 같다.

CO₂는 지구 온난화를 일으키는 기체로 알려져 있다. 과학적 근거를 아래 200자 원고지 한 장에 논리적으로 기술하시오.

모 대학교 과학영재교육원에 응시한 중학교 2학년을 대상으로 조사한 결과 많은 학생들이 지구 온난화에 관련된 다양한 오개념을 가지고 있는 것을 발견하고, 일반 학생들도 이러한 오개념을 가지고 있는지 알아보기 위해 일반 중학교 2학년, 3학

년, 고등학교 1, 3 학년, 인문계 대학생 및 과학전공 대학생에게 확대 실시하였다.

학생들의 개념 형성에 영향을 주는 요인을 알아보기 위해 답안을 작성한 이후 그렇게 생각한 이유를 쓰도록 하였다. 많은 학생들은 지구온난화와 오존층파괴를 인과적인 관계로 이해하고 있었는데, 과학 서적이 주요한 원인으로 지목되었다. 이에 대형서점과 대학교 도서관에 비치된 도서 중 지구 온난화에 대해 부적절하게 기술하고 있는 것을 대상으로 제목, 내용, 삽화의 제시형태로 나누어 분석하였다.

연구 결과 및 논의

지구온난화와 관련된 오개념을 개념별로 구분하고, 특히 이산화탄소가 오존층을 파괴하여 지구온난화를 유발한다는 오개념을 가진 학생들의 원인을 분석하고 그 원인이 되는 과학서적을 조사해 보았다.

한국 학생들의 지구온난화 오개념 현황

우리나라 학생들이 가지고 있는 지구 온난화에 대한 개념을 학년별로 구분하면 다음 표 1과 같다.

표 1. 우리나라 학생들의 지구온난화에 대한 오개념.

답안 유형(%)	영재	중2	중3	고1	고3	대학생 (인문계)	대학생 (자연계)
정답	4.7	1.3	5.9	1.7	23.5	3.1	21.8
온실효과와 구분하지 못함	35.1	7.0	15.7	17.8	34.6	43.8	67.2
이산화탄소의 오존층 파괴	24.8	36.0	42.7	39.7	2.5	34.4	5.5
오존 언급	8.1	15.3	11.8	10.2	1.3	6.2	0
이산화탄소는 나쁜 물질	0	21.7	11.9	3.4	0	0	0
기타 답안	22.6	6.3	12.0	22.0	24.6	9.4	5.5
무응답	0	12.4	0	5.2	13.6	3.1	0
계(1133명)	234	372	185	174	81	55	32

첫째, 온실효과 자체를 지구온난화라고 응답한 학생들은 과학영재교육원에 응시한 중학교 2학년 학생들인 경우 35.1%, 일반 중학교 2학년 학생들은 7.0%, 중학교 3학년 학생은 15.7%, 고등학교 1학년 학생은 17.8% 고등학교 3학년 학생은 34.6%,

인문계 대학생들은 43.8%, 자연계 대학생들인 경우는 67.2%인 경우로 나타났다. 다음은 고등학교 3학년 학생의 응답 내용이다.

이산화탄소와 같은 온실기체는 대기권에서 태양으로부터 들어 오는 태양광은 통과시키고, 지구복사 에너지는 태양광과 다른 파장의 길이 때문에 통과시키지 못하고 반사시켜 지구온난화를 일으킨다.

온실효과는 지구의 장파복사에너지가 대기에 갇혀 지구의 온도가 일정하게 유지되는 현상으로, 이산화탄소와 같은 온실기체가 증가함에 따라 지구의 기온이 올라가는 지구온난화와는 구분된다. 그러나 위의 응답을 살펴보면 온실효과를 지구온난화로 잘못 생각하고 있는 것을 알 수 있다. 이것은 환경교육을 전공한 대학생이나(Ballantyne et al., 1998) 예비 초등교사(Khalid, 1999)들에게도 나타나는 오개념이다. 특히 온실효과와 지구온난화를 배운 고등학교 3학년 이후 이 오개념이 증가하는 것으로 볼 때, 교육현장에서 두 개념을 정확히 구분하지 않고 교육되고 있음을 짐작할 수 있다. 과학영재교육원에 응시한 중학교 2학년 학생들이 일반 중학교 2학년 학생들에 비해 이 오개념의 비율이 높은 것은 과학영재교육원에 응시한 학생들이 두 개념을 잘 구분하지 않은 선행학습을 했기 때문이라 생각된다.

둘째, 이산화탄소가 오존층을 파괴하여 그 구멍을 통해 태양 에너지가 들어오기 때문에 지구의 온도가 올라갈 것이라고 응답한 학생들이 과학영재교육원에 응시한 학생은 24.8%, 중학교 2학년 학생은 36.0%, 중학교 3학년 학생은 42.7%, 고등학교 1학년 학생들은 39.7%, 고등학교 3학년 학생들은 2.5%, 인문계 대학생들은 34.4%, 자연계 대학생들은 5.5%로 나타났다. 다음은 중학교 2학년 학생과 과학영재교육원에 응시한 학생의 답안이다.

많은 이산화탄소가 하늘로 올라가면 지구의 오존층을 파괴하여 태양빛이 직접적으로 지구로 들어오기 때문에 지구의 온도가 상승할 수 있으며, 온난화의 현상으로 빙하가 녹아 해수면이 올라가 나라가 물에 잠길 위험이 있다.

위와 같은 오개념을 가진 학생들이 고등학교 3학년 때 2.5%로 갑자기 줄어드는 것은 고등학교 1학년 때 지구온난화에 대해 배우고 입시와도 관련이 있기 때문으로 해석된다. 그러나 대학생이 되면서 인문계 대학생들은 다시 오개념이 34.4%로

증가하는 것을 확인할 수 있었다. 오존층의 구멍이 회복되는 것과 북극의 얼음이 빨리 녹는 것과의 관계에 대한 선행 연구에 따르면(Amanda Leigh Haag, 2008) 오존층의 구멍이 회복되어 구멍이 작아지는 현상 때문에 대기 순환이 영향을 받아 북극의 얼음이 빨리 녹는다는 연구 결과도 있었다. 이 선행연구는 오존의 구멍과 기후 변화에 상관관계가 있다는 주장이나 구멍이 작아지기 때문에 지구의 기온이 올라간다는 것은 학생들이 가진 오개념과 상반된 내용이다. 학생들이 가진 오개념이 개념 안정성으로 인해 관련 없는 두 현상 사이에 인과 관계가 있는 것으로 오해하게되어 그들의 관점에서 보면 매우 의미 있고 그럴듯한 생각이기 때문에 과학학습에 의해서 쉽게 고쳐지지 않는다는 것을 보여준다.

셋째, 이산화탄소가 오존층을 파괴한다는 말을 하지 않았지만 지구온난화를 오존층과 관련이 있는 것으로 생각하고 있는 학생들은 과학영재교육원에 응시한 학생이 8.1%, 중학교 2학년 학생이 15.3%, 중학교 3학년 학생은 11.8%, 고등학교 1학년 학생들은 10.2%, 고등학교 3학년 학생은 1.3%, 인문계 대학생들은 6.2%, 자연계 대학생들은 0%로 나타났다. 다음은 과학영재교육원에 응시한 학생의 답안이다.

지구온난화는 대기권 중 성층권에 있는 오존층과 관련이 있다. 오존층은 태양에서 오는 자외선을 차단시켜 주는 역할을 하기도 하고 지구 내에서 생기는 열을 우주로 방출시키기도 한다. 이 때 이산화탄소는 지구의 오존층을 두껍게 만들어 지구에서 생기는 열을 우주로 내보내지 못하게 하여 순환이 일어나지 못하게 한다. 따라서 이산화탄소는 오존층을 두껍게 만들므로 지구온난화를 일으킨다.

이 학생의 경우는 이산화탄소가 오존층을 파괴한다는 응답은 하지 않았지만 지구온난화의 원인에 오존층이 어떻게든 연 관되어 있다는 것을 설명하고 있다. 이러한 응답비율은 학년이 높아지면서 줄어드는 양상을 보이고 있다. 이것은 지구온난화와 오존층과의 관계가 학생들의 머릿속에서 완전하게 형성되지 못한 상황에서 교육과 외적요인을 통해 오개념이 줄어들고 있음을 보여주고 있는 것이다.

넷째, 이산화탄소에 선악의 개념을 부여하여 이산화탄소가 나쁜 물질이기 때문에 지구온난화를 유발시킨다는 응답을 한 학생들이 중학교 2학년 학생들은 21.7%, 중학교 3학년 학생은 11.9%, 고등학교 1학년 학생은 3.4%, 과학영재교육원에 응시

학생과 고등학교 3학년부터 대학생들은 0%로 나타났다. 이것은 사물에 선악의 개념을 부여하는 인공론적인 사고를 하는 것으로 중학교 2학년부터 고등학교 1학년 학생들 사이에 나타나지만 학년이 올라가면서 줄어드는 것을 보여주고 있다. 다음은 중학교 2학년 학생과 중학교 3학년 학생의 응답 내용이다.

이산화탄소는 재의 연기성분으로 되어 있기 때문에 이산화탄소는 우리 몸에 좋지 않다. 우리 몸도 안 좋는데 지구는 더 많이 안 좋을 것 같다.

위의 응답을 통해서 알 수 있듯이 학생들은 이산화탄소가 나쁜기 때문에 지구에도 나쁜 영향을 주어 지구온난화를 일으킨다고 설명하고 있다는 것을 알 수 있다. 이것은 학생들은 단순히 나쁜 원인에 의해 나쁜 결과가 발생한다고 연관 짓는 경향이 있다는 선행연구로도 설명할 수 있을 것이다(Boyes et al., 1999).

왜 오존층 파괴를 지구 온난화의 원인으로 여기는 오개념을 갖는가?

앞서 본 바와 같이 고등학교 3학년 학생과 자연계 대학생을 제외한 많은 학생들은 이산화탄소가 오존층을 파괴하여 지구 온난화가 일어난다고 생각하고 있다. 이산화탄소가 오존층을 파괴한다는 과학적이지 않은 개념과 지구온난화를 인과관계로 연결하려는 노력을 하는 학생들이 많았는데 어떻게 이러한 오개념을 형성하게 되었는지 원인을 알 필요가 있었다. 따라서 이러한 응답을 한 이유를 과학영재교육원에 응시한 학생들은 직접 전화로 물어보았고, 나머지 학생들은 이유를 쓰도록 하여

표 2. 이산화탄소가 오존층을 파괴하여 지구온난화가 발생한다고 응답한 이유.

오개념 형성 원인(%)	영재					대학생	
	중2	중3	고1	고3	고3 (인문계)	고3 (자연계)	
TV, 신문, 영화, 인터넷, 과학 서적 *괄호 안은 과학 서적	94.8 (70.7)	68.7 (28.4)	67.1 (22.8)	71.0 (24.6)	0 (0)	9.1 (0)	
학교 또는 학원	3.4	10.4	7.6	7.2	100	90.9	
본인 생각	0	13.4	15.2	10.1	0	0	
무응답	1.7	7.5	10.1	11.6	0	0	
계(명)	58	134	79	69	2	3	

이 오개념이 형성된 원인을 알아보았다. 학생들은 지구 온난화와 오존층 파괴가 관계가 있다고 생각하게 된 이유로 과학관련 서적, TV, 신문, 인터넷 등의 대중 매체와 학교 또는 학원 등을 지목하였다(표 2).

학생들은 지구 온난화와 오존층 파괴가 관계가 있다고 생각한 원인으로 대중 매체를 가장 많이 지목하였으며 그 비율은 중학교 2학년 과학영재교육원 학생 94.8%, 일반 중학교 2학년 학생 68.7%, 3학년 학생 67.1%, 고등학교 1학년 학생 71.0%로 나타났다.

위의 표 2를 보면 학교에서 지구온난화를 학습하기 이전 대부분의 학생들은 학년을 막론하고 대중매체로부터 지구온난화와 관련된 지식을 습득하는 것을 알 수 있었다. 특히 대중매체 중 과학서적의 비율이 가장 컸다.

이 중 과학영재교육원에 응시한 학생들의 과학서적에 대한 의존도가 70.7%로 가장 높았는데 이는 보통의 학생들에 비해 과학영재교육원에 응시한 학생들이 과학 관련 관심이 많기 때문에 보통 학생들보다 과학관련 책을 많이 읽었을 것으로 생각된다.

고등학교 1학년 과학을 배우기 이전에 학생들은 지구온난화와 관련된 개념을 학교 교사나 학원 강사로부터 배웠다고 생각하는 학생들은 거의 없었다. 그러나 고등학교 1학년 말에 학교에서 지구온난화 관련 내용을 학습하고 난 후에 학생들의 오개념을 극복하지 못한 상황임에도 불구하고 그 이후에 개념 형성에 대해서는 학교나 학원 강사들에 의해 오개념을 형성하였다고 생각하는 경우가 많았다. 이는 교육 이외의 다른 것을 통해 형성된 오개념이라 하더라도 학생들은 그것에 대해 최근에 접한 학교교육을 오개념 형성의 원인으로 생각함을 알 수 있다.

위의 결과를 통해 대다수의 학생들은 학교교육 이전에 지구 온난화에 대한 오개념을 대중매체로 인해 형성하게 된다는 것을 알 수 있었다. 따라서 대중매체에서 지구온난화와 오존층 파괴에 대한 정보를 학생들에게 어떠한 방식으로 전달해 주는 지 알아볼 필요가 있었다.

과학 교양 서적에 기술된 지구 온난화 분석

이 연구에서는 대중 매체 중에서 학생들의 오개념 형성에 가장 많은 영향을 주는 것으로 나타난 도서를 조사하였다. 지구 온난화와 오존층 파괴에 대해 기술하고 있는 초등 및 중등 과학 관련 도서 중 두 현상에 대해 적절하게 구분하지 않고 서술해 놓은 9권을 선정하여 제시 형태에 따라 제목, 내용, 삽화로

지구 온난화는 오존층 구멍으로 들어오는 자외선 때문이라는 틀린 인식은 어디에서 오는가?

표 3. 지구 온난화와 오존층 파괴에 대한 오개념을 줄 수 있는 초중등 과학 도서.

코드	서명	저자	출판사	제시형태
A	아하, 그렇군요. ④ 환경의 신비	잡학상식연구회	시시문화사	제목
B	지구층을 지키는 어린이 환경사전	이창혁	계림북스쿨	제목
C	생태계를 되살려요	대한과학진흥회	스원미디어	제목
D	재미있는 과학이야기 1	미우라모토히로	예문당	내용
E	과학동아 2007년 10월호	동아사이언스	동아사이언스	내용
F	과학동아 2008년 4월호	동아사이언스	동아사이언스	내용
G	21세기와 자연과학	서울대학교 자연과학대학 교수 31인	사계절	내용
H	청소년을 위한 환경 에세이	박찬희	꿈과 희망	내용
I	자연과학의 새로운 이해	어영엽	전주대학교 출판부	삽화

나누어 표 3에서 분석하였다.

과학도서 A에는 한 장의 제목으로 “오존층 파괴와 온실효과는 왜 무서운가?”라고 나와 있었다. 이렇게 과학관련 서적에서 오존층 파괴와 온실효과를 제목으로 같이 다루는 것은 책을 접하는 학생들이 두 가지 현상이 연관되어 있을 것이라는 추측을 가능하게 했을 것이다. 과학도서 B에는 “지구온난화와 오존층 파괴”라는 제목으로 책의 한 장을 서술하고 있었고, C에서는 “온실효과와 오존층 파괴”와 같이 제목에서 지구 온난화와 오존층 파괴가 같이 제시되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 과학도서 D-H는 내용 면에서 두 개념을 구분하지 않고 서술하고 있다. 책 D, E, F에서는 오존층 파괴와 지구 온난화를 같은 주제 영역에서 기술하고 있고, 책 G, H에서는 오존층 파괴에 대한 주제 영역에서 지구 온난화에 대해 서술되어 있다. 책 D는 이산화탄소를 흡수하여 오존층 파괴를 줄이는 논의 효과에 대해 서술하면서 동시에 논에서 발생하는 메탄이 지구 온난화에 기여한다고 설명하고 있다. 책 E와 F는 오존층 파괴에 영향을

주는 프레온가스가 지구온난화 또는 온실효과에도 영향을 준다고 서술되어 있다. 책 G는 지구 온난화에 대해 서술하는 장을 오존층 파괴를 제시하며 시작하고 있으며, 책 H에서는 오존층 파괴와 지구 온난화가 서로 인과관계가 있는 것으로 잘못 제시되어 있었다. 도서 I는 두 현상과 관련된 이산화탄소 농도의 증가 곡선 그래프와 오존층 파괴 사진을 같이 제시하고 있다.

이렇게 두 현상을 제목이나 삽화에 동시에 제시하거나 내용 면에서 두 현상을 구분하지 않고 다루고 심지어 잘못된 설명을 제공하는 것은, 학생들이 오존층파괴와 지구온난화가 인과적 관계에 있다는 개념을 형성하는 결정적인 역할을 한 것으로 보인다. D-H의 내용을 표 4에 나타내었다.

이처럼 대중매체를 통해 제공된 개념들은 학생들이 오존층이 파괴되어 지구온난화가 유발된다는 생각을 하기에 충분했고, 이산화탄소는 지구온난화를 일으키는 기체로 알려져 있다는 사실을 본 연구의 질문지에서 제시했기 때문에 이산화탄소가 오존층을 파괴한다는 개념을 학생들이 새롭게 구성한 것으

표 4. 과학 도서 D-H에서 서술된 지구 온난화와 오존층 파괴에 대한 내용.

코드	내용
D	논은 대기 중의 일산화질소를 흡수하여 환원시켜버리는 효과가 있다. 한편 논은 메탄 생산균은 메탄을 발생시키고 있다. 메탄은 이산화탄소에 이어 지구온실화의 준 주역인 것이다.
E	염소원자는 오존과 결합해 오존을 소멸시키는데, 염소원자 1개는 오존분자 10만 개를 파괴하는 능력이 있다. 프레온가스는 온실효과에도 큰 영향을 미친다.
F	프레온가스는 일단 공기 중에 방출되면 400년 이상 분해되지 않고 열을 흡수해 오존층을 파괴하기 때문에 온실가스 중에서도 가장 악명 높다.
G	지구온난화, 오존층 파괴! 이러한 말들이 우리에게 주는 의미는 무엇인가?
H	영화 <투모로우>를 보면 지구온난화로 인해 빙하가 녹고 그로 인해 해류의 변화가 생겨 빙하가 온다는 것을 볼 수 있다. 이는 오존층과 무관하지 않다. 오존층이 파괴되어 지구는 점점 더워지고 있고...

로 보인다.

자료해석의 한계 상 학생들이 지목했던 대중매체 중 과학 서적만을 조사하였지만 인터넷 사이트에서 제공하는 지식 부분에서는 거의 대부분이 지구온난화와 오존층 파괴가 연관되어 있는 것으로 서술되어 있었다.

결론 및 제언

우리나라 중학생, 고등학생, 대학생들의 지구 온난화에 대한 오개념을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 많은 학생들은 지구 온난화와 온실효과를 동일시하고 있었다. 이는 학년이 올라갈수록 점점 늘어나고 있는데 이것은 학습자에게 두 개념에 대한 정보가 구분되어 제공되지 않음을 의미한다. 특히 지구온난화에 대해 학습한 이후 이 오개념을 가진 학생이 급격히 증가하는 것으로 보아 학교현장에서도 두 개념이 적절히 구분되지 않고 교육되고 있음을 알 수 있었다.

둘째, 이산화탄소에 의한 오존층 파괴로 인해 그 구멍으로 태양에너지가 들어와 지구온난화가 일어난다는 오개념을 가지고 있었다. 오존층파괴와 지구온난화는 서로 다른 현상임에도 불구하고 이러한 오개념은 중학생부터 대학생에 이르기까지 상당히 많은 학생들이 가지고 있었다. 고등학교 3학년과 자연계 대학생들은 교육 이후에 이러한 오개념이 줄어드는 것을 확인할 수 있었으나 시간이 지나고 나면 인문계 대학생의 경우 교육 이후에 오개념이 다시 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 오개념이 쉽게 치유되지 않는 것을 보여주는 단적인 예가 될 것이다.

셋째, 학생들은 지구 온난화를 오존과 관련 지어 설명하는 오개념을 가지고 있었다. 오존층이 파괴되어 지구온난화를 일으킨다는 응답은 하지 않았으나 지구온난화를 설명하면서 오존과 연결 지으려는 노력을 하는 학생들이 많았다.

마지막으로 이산화탄소에 선악의 개념을 대입하는 학생들도 있었다. 이산화탄소는 우리 몸에서 내뿜는 나쁜 물질이므로 지구온난화를 일으킨다는 인공론적인 사고를 가진 학생들이 있었다. 이러한 학생들은 중학교 2학년에 가장 많았고 학년이 높아질수록 점점 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

위의 오개념 중 특히 이산화탄소가 오존층을 파괴하여 지구 온난화를 초래한다는 개념을 가진 학생들은 과학서적, TV, 신문, 인터넷 등의 대중매체와 학교 또는 학원, 본인의 생각 등을 통해 오개념을 습득하고 있었고 그 중 가장 큰 영향을 주는 요

인이 과학 서적이었다. 과학 서적들은 제목, 내용, 삽화에서 지구온난화와 오존층파괴를 구분하지 않고 같이 다루거나 잘못된 설명을 제공하고 있었다. 학생들은 동시에 제공되는 정보로 인해 지구 온난화와 오존층 파괴를 서로 관련이 있는 것으로 인지하고 있었으며, 그에 따라 하나의 현상이 제시될 때 다른 현상도 같이 떠올리는 것으로 보인다.

본 연구를 토대로 학생들이 지구 온난화에 대한 정확한 개념을 습득하도록 하기 위한 몇 가지 제언을 하자면 다음과 같다.

첫째, 학생들이 오존층 파괴와 지구온난화에 대한 오개념이 심각한 수준임을 깨닫고 학생들이 오개념을 극복할 수 있는 학습지도전략이 요구된다. 오존층 파괴와 지구 온난화가 같은 대기 환경 문제이지만 과학적으로 서로 다른 현상임을 지적하고, 지구 온난화와 온실효과 사이의 관계를 교육함으로써 학생들이 지구 온난화를 온실효과나 오존층 파괴와 구분지어 정확히 이해하는 데에 도움을 주어야 하겠다.

둘째, 학습 전후에 지속적으로 개념 형성에 영향을 주는 과학서적들은 오존층 파괴와 지구온난화를 구분하여 제시함으로써 학생들에게 뜻하지 않은 오개념이 형성되지 않도록 주의해야 한다.

셋째, 많은 학생들은 지구 온난화에 대해 학습하는 고등학교 이전에 대중 매체와 도서를 통해 지구 온난화와 오존층 파괴에 대한 잘못된 정보를 접하고 있다. 따라서 고등학교 전 교육과정에 두 현상을 포함시켜 지구 온난화에 대한 오개념이 확고히 자리 잡기 전에 올바른 개념을 학습하도록 할 필요가 있다.

ABSTRACT

Many students have a misconception that the ozone layer depletion causes the global warming by allowing more sun light to reach the earth through the hole. Media and literatures often introduce the global warming and the ozone depletion together as a representative environmental issue, and we believe this can cause students to believe that there is a causality relation between them. Also many students confuse that the green house effect of CO₂ is the reason for the global warming. Our survey suggested that the neglect of the nature of science in science education was the reason.

Key words: global warming, misconception, green house effect, environmental education, nature of science

참고문헌

- Amanda Leigh Haag (2008) Antarctic ice threatened by ozone-hole recovery. *Nature News*.
- Andersson B and Wallin A (2000) Students' understanding of the greenhouse effect, the societal consequences of reducing CO₂ emissions and the problem of ozone layer depletion. *Journal of Research in Science Teaching* 37(10): 1096-1111.
- Arons AB (1990) *A guide to introductory physics teaching*. John Wiley & Sons Inc.
- Ausubel DP (1968) *Educational psychology: A cognitive view*. Holt Rinehart and Winston, New York.
- Ballantyne R, Witney E and Tulip D (1998) Developing students' environmental knowledge through interactive worksheets. *Environmental Education and Information* 17(1): 1-16.
- Boyes E and Stanisstreet M (1998) High school students' perceptions of how major global environmental effects might cause skin cancer. *Journal of Environmental Education* 29(2): 31-36.
- Boyes E, Stanisstreet M and Papantoniou VS (1999) The ideas of Greek high school students about the "ozone layer". *Science Education* 83(6): 724-737.
- Khalid T (1999) The study of pre-service teachers' alternative conceptions regarding three ecological issues. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston.