

온실효과에 대한 학생들의 개념 분석

제귀연 · 안희수¹

(두산초등학교) · ¹(서울대학교)

The analysis of students' ideas about the greenhouse effect

Kwi-Youn Je · Hui-Soo An¹

(Doosan Elementary School) · ¹(Seoul National University)

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the concept of Greenhouse Effect as understood by middle school · high school · university students using a closed-form questionnaire.

Based on results of the questionnaire which was administered to 619, the extent to which alternative concepts were held was quantified and compared the difference of various group based on grade level, gender, text and major. Also, subjects were divided into two groups, one is middle school students and the other is high school · university students and common themes within conceptual framework of each group were identified by factor analysis.

The result showed that students confused Greenhouse Effect with ozone layer depletion in stratosphere and linked familiar contamination around everyday life, acid rain, radioactive contamination, nuclear arsenal to Greenhouse Effect. These trends were more appreciable in female than male, biology major than any other major and text did not make any significant difference. In addition, the result of factor analysis showed that two groups linked familiar contamination around everyday life to Greenhouse Effect and high school · university students understand the consequences of an increase in the Greenhouse Effect more systematically than middle school student, perceived the relation between the origin of an increase in the Greenhouse Effect and human activity but confused Greenhouse Effect with ozone layer depletion in stratosphere.

Key word: Greenhouse Effect, alternative concept, factor analysis, gender, major, conceptual framework

I. 서론

연구의 필요성 및 목적

1980년대 이래로 과학 교육에 가장 뚜렷한 심리

적 영향을 끼친 것은 바로 구성주의자의 학습관이었다. 이러한 구성주의 학습관의 중심 논점은 학생들이 경험에 대한 그들 자신의 이해를 구성한다는 것과 어떤 개인의 구성의 본질에 영향을 주는 가장 중요한 것은 그 개인이 이미 알고 있는 것과 믿고 있는 것이

¹1999년 2월 1일 받음.

^{**}본 논문은 '98 서울대학교 부설 과학교육연구소의 지원을 받아 수행되었음.

라는 점이다(Hand and Prain, 1995). 따라서 학습자가 과학 학습에 가지고 오는 아이디어와 신념의 본성과 중요성에 초점을 맞추고 있는데, 학습자가 정규 과학학습을 받기 전에 가지고 있는 아이디어나 신념 즉, 대체적 개념들은 과학적 개념과는 서로 모순되고 정규 수업을 받은 후에도 고쳐지지 않고 남아있는 매우 질긴 성질을 가지고 있다. 학생들의 대체적 개념들의 역할에 관한 연구들은 그것의 역할을 크게 두가지로 보고 있다. 먼저, 대체적 개념들은 관찰을 이끈다는 것이다. Gunston and White(1981)의 연구에 의하면 학생들은 자신의 견해를 지지하는 실험의 일면만을 관찰하는 경향을 가지고 있다.

또한 대체적 개념들은 교수/학습에 대한 신념에 영향을 주고, 이 신념은 학생이 수업경험으로부터 구성하는 의미에 영향을 준다(Tasker, 1981). 그러므로 효과적인 과학교수를 수행하기 위해서 교사는 학습주제에 대해 학생들이 가지고 있는 대체적 개념들을 알고, 그 주제에 대한 과학적 개념을 알고, 설명하고자 하는 그 주제에 대해 교사 자신이 가지고 있는 개념을 명확히 인식하여야 한다(Mattew, 1994).

이런 이유로 국내에서 학생들의 대체 개념을 다룬 여러 연구들이 활발히 수행되고 있으나 지구과학 분야에서는 천문학과 대기 과학의 몇몇 개념들-중력과 달의 위상변화(정현주, 1995), 대기압(국동식, 1989, 1994; 임청환·김학목, 1994), 대기 중의 물(김찬중, 1989), 계절변화(채동현·이원국, 1993), 태양고도(이연우·우종욱, 1994; 신윤아, 1994)-에 국한되고 다른 지구과학의 많은 부분들에 관한 학생들의 대체적 개념들 조사는 미흡하다. 특히, 최근 들어 세계적으로 부각된 온실효과에 따른 지구 온난화, 오존층 파괴 등과 같은 전지구적 환경 분야에 관한 학생들의 개념에 대해서는 아직까지 연구된 바가 없으므로 본 연구에서는 온실효과에 따른 온난화에 대한 학생들의 개념을 조사하고자 한다.

학생들이 '온실 효과' 개념을 과학적으로 이해하는 것은 그들이 미래에 이 사회를 이끌어 갈 민주시민으로서 이 문제에 관련된 사회 정책의 의사 결정을 할 것이란 점에서 더욱 중요하다. 그들이 올바른 결정을 하기 위해선 이런 문제에 관한 올바른 개념이

형성되어 있어야 하고, 학생들이 올바른 개념을 갖도록 효과적인 교수를 하려면 그들이 가지고 있는 선개념을 조사하는 것이 필요하므로 본 연구에서는 중·고·대학생들이 온실효과에 관해 가지고 있는 대체 개념의 종류와 대체 개념의 보유 정도를 조사하고자 한다. 그리고 학생들의 대체 개념에 대한 지금까지의 연구들은 주로 학생들의 대체 개념의 종류와 보유 정도를 조사하는 것에 주로 중점을 두었기 때문에 학생들의 전체적인 개념들을 동정해내지 못하였다. 그래서 요인 분석을 통하여 학생들이 온실효과에 관해 가지고 있는 개념들을 구성하는 공통된 주제를 찾아 학생들의 전체적인 개념들을 동정해보고자 한다.

따라서 본 연구는 중·고·대학생이 온실효과에 대하여 가지고 있는 생각들을 지필 검사를 통해 대체 개념의 종류와 대체 개념의 보유 비율을 조사하고 온실효과에 관한 학생들의 개념들을 이루고 있는 공통적인 주제들은 무엇인지 확인하고자 한다.

연구 문제

연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

가. 학생들이 온실효과에 대해 가지고 있는 대체개념들은 무엇인가?

나. 학생들이 온실효과에 대해 가지고 있는 대체개념별 대체개념의 보유 정도는 어떠한가?

다. 각각의 대체개념별 대체개념의 보유 정도는 학년별, 성별, 전공별로 차이가 있는가?

라. 온실효과에 관한 학생들의 개념들을 이루는 공통적인 주제들은 무엇인가?

II. 연구 방법 및 절차

문항 개발 과정

본 연구에서는 온실효과에 대한 학생들의 개념을 조사하기 위해 연구자가 개발한 질문지를 사용하였다. 질문지의 문항 개발 과정은 다음과 같다.

먼저 고등학교 공통과학 교과서에 나오는 온실효

과에 관한 내용을 명제로 진술하고 유목화한 후 문헌 조사를 통해 온실효과와 관련된 학생들의 오개념을 파악하고 그에 관련된 문항을 수집하였다. 그리고 온실효과에 관한 개방형 질문지를 만들어 중학생 81명과 고등학생 60명을 대상으로 검사하였다. 이 개방형 질문지의 응답 결과와 문헌 조사, 공통 과학 교과서를 토대로 하여 폐쇄형 질문지를 개발하였다. 개발된 폐쇄형 질문지의 문항은 대기과학 전공자 4인과 과학교육 전공자 10인으로부터 안면 타당도를 검증받았으며, 본 연구에서 신뢰도(Cronbach- α)는 0.73이었다.

연구 대상

연구 대상은 서울 특별시내에 소재한 남녀 공학인 중학교 4개교에서 2학년 6학급, 고등학교 3개교에서 2학년 6학급, 대학교 4학년 사범대학 과학교육학과의 학생들을 선정하였고, 총 619명이다. 연구 대상 학생들은 정규 수업시간에 온실효과에 대해 배운 상태에서 검사에 임하였고, 지필 검사시 시간 제한을 두지 않았으며 정답이 2개이상 표시된 것이나 정답이 표시되지 않은 답안지는 검사에서 제외하였다. 질문지의 검사 결과는 SPSS통계프로그램을 사용하여 처리하였다.

검사도구

본 연구에 사용한 질문지는 온실효과에 관한 5개의 주제로 되어 있으며, 총 28문항의 Likert 척도형 문항으로 되어 있다. 각 주제는 다음과 같다.

1. 증대된 온실효과의 결과
2. 온실효과의 증대 원인
3. 온실효과의 감소 방법
4. 온실효과와 오존층 파괴와의 구분
5. 온실효과에 따른 열수지의 변화

질문지는 모두 동일한 것을 사용하였으나 중학교 과정에서는 열수지에 대해 자세히 배우지 않기 때문에 중학생 대상 질문지에는 온실효과에 따른 열수지

의 변화를 묻는 문항을 제외시켰다. 질문지 문항은 과학적으로 옳게 진술된 명제와 학생들이 가지고 있을 것으로 예상되는 대체 개념들을 섞어 놓았다.

피험자들의 답지는 Likert 5점 척도형으로 만들어 진술된 문항에 대해 맞다, 맞는 것 같다, 모르겠다, 틀린 것 같다, 틀리다 중 하나를 선택하도록 하였다.

결과 분석 방법

가. 카이스퀘어 검증

각 문항에 대해 학생들은 '맞다, 맞는 것 같다, 모르겠다, 틀린 것 같다, 틀리다' 중 하나를 선택하도록 구성되어 있는데, 학생들의 응답이 집단별로 차이가 있는가를 통계적으로 검증하기 위해 5개의 항목으로 구성된 검사지의 응답을 '맞다'와 '맞는 것 같다'를 통합시키고 '모르겠다'와 '틀린 것 같다' 및 '틀리다'를 통합시켜서 크게 두 부분으로 분류한 후 카이스퀘어 검증을 하였다.

나. 요인분석 (factor analysis)

요인 분석은 변수들간의 상관관계를 이용하여 상관관계가 높은 변인들끼리 묶어서 몇 개의 요인(factor)을 추출해내는 통계적 방법이다.

본 연구에서는 온실효과의 원인, 결과, 감소 방법에 대한 학생들의 개념들에 내재된 공통 주제를 찾아내기 위한 방법으로 중학생 집단과 고등학생·대학생 집단으로 나누어 요인분석을 실시하였다. 이는 피험자의 응답에 따라 질문지의 문항간의 상관관계를 찾아 상관관계가 높은 문항끼리 집단(요인)으로 묶어내고, 이 요인으로부터 학생들의 내재된 공통 주제들을 동정해 보는 것이다. 그리고 중학생 집단에서 추출된 요인들과 고등학생·대학생 집단에서 추출된 요인들을 비교하여 집단간 요인의 차이를 알아보고 이러한 요인들로부터 그들의 개념들을 비교하여 본다. 요인추출 방법으로는 주성분법(Principal components)을 사용하였고, 회전 방법으로는 베리맥스(Varimax)법을 사용하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 온실효과에 대한 중·고·대학생들의 이해 비교

가. 증대된 온실효과의 결과

온실효과에 의한 온난화를 가정할 때, 온실효과가 증대되면 나타날 결과로 가장 많은 학생들이 옳다고 생각한 것은 '극지방의 빙하가 녹는다'는 것이고, 그 다음으로는 '이상 고온, 이상 저온 현상이 자주 나타난다'와 '해수면의 높이가 상승한다'로 대부분의 학생들이 이들 결과가 나타날 것이라는 것을 인지하고 있었다. 온실효과와 관계없는 결과이지만 30% 정도의 학생들이 온실효과의 결과로 '하천이 더욱 오염된다'와 '기형 가축의 수가 증가한다'를 생각하였다. '지진이 자주 발생한다'는 단 12.4%의 학생만이 옳다고 생각하여 학생들이 별로 가지고 있지 않은 대체 개념으로 밝혀졌다. 증대된 온실효과의 결과에 대한 전체 학생들의 응답 결과는 그림.1에 나타내었다.

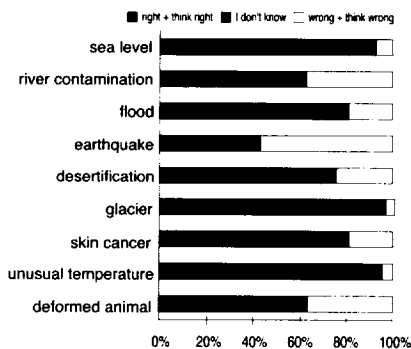


Fig. 1. Understanding of the consequences of an increase on the greenhouse effect

이를 중학생, 고등학생, 대학생별로 나누어보면, '극지방의 빙하가 녹는다'와 '해수면의 높이가 상승한다'를 옳다고 생각하는 학생의 비율은 중학생에서 고등학생, 대학생으로 갈수록 높아진다. 이들 문항은 온실효과에 대해 널리 알려진 결과를 진술한 것으로 학년이 높아질수록 이를 인지하고 있는 학생들이 증가한다. '홍수가 자주 발생한다', '사막이 점점 확대

된다'와 '이상 고온, 이상 저온 현상이 자주 나타난다'는 대기의 수치모델의 실험 결과 나타날 것으로 예상되는 결과로 아직까지 논란이 되고 있는 것들로 학년에 따른 일정한 경향이 없었다. 대체 개념들은 학년이 올라갈수록 감소할 것으로 예상되었으나 '하천이 오염될 것이다'는 큰 차이는 아니지만 중학생에서 고등학생, 대학생으로 갈수록 점점 증가하는 경향을 보였다.

온실효과의 결과 중 가장 높은 보유율을 보인 대체 개념은 '피부암에 걸리는 사람이 많아진다' (63.3%)로 이는 학생들이 온실효과와 성층권의 오존층 파괴 현상을 혼동하고 있기 때문인 것으로 볼 수 있다. 오존층에 대해 자세히 배우지 않은 중학생(68.3%)이나 공통과학에서 온실효과와 오존층을 자세히 배운 고등학생(66%)이나 비슷한 비율을 보인 것으로부터 이 개념이 수업 후에도 고쳐지기 힘든 개념임을 알 수 있다.

'이상 고온, 이상 저온 현상이 자주 나타난다' (85.3%)에 비해 '홍수가 자주 일어난다' (54.8%)를 보다 적은 수의 학생들이 옳다고 생각한 것으로 나왔는데, 이는 온실효과의 결과로 온도 변화가 일어날 것이란 점은 연관시키고 있으나 폭우와 같은 강수량의 변화가 일어날 것이란 점은 그다지 연관시키고 있지 않기 때문으로 보인다. 중학생의 경우, '이상 고온, 이상 저온 현상이 자주 나타난다'는 78.6%의 학생이 옳다고 한데 반해 '홍수가 일어난다'는 40.6%의 학생이 옳다고 생각했다. 고등학생의 경우, 전자는 90.2%, 후자는 60%인데 비하여 대학생의 경우 전자는 85%, 후자는 73.8%로 온도의 이상뿐 아니라 강수량의 이상도 온실효과의 증대로 인한 결과임을 인식하고 있었다. 이런 경향은 학생들의 응답에 따른 홍수발생과 이상 기온 사이의 상관관계를 산출한 결과(Spearman's rank order correlation)에서도 볼 수 있는데 중학생의 경우, 홍수 발생과 해수면의 상승과의 상관관계 계수는 0.45로 상관관계가 높으나 이상 기온과의 상관관계 계수는 0.14로 상관관계가 낮다. 고등학생의 경우도 이와 비슷하여, 홍수 발생과 해수면의 상승과의 상관관계 계수는 0.28, 이상기온과의 상관관계 계수는 0.07이었다. 대학생의 경우

는 이와 반대로 해수면의 상승과의 상관관계 계수는 0.05이나 이상 기온과의 상관관계 계수는 0.41로 상관관계가 높게 나타났다. 이로부터 많은 중·고등학교 학생들이 홍수의 발생이 담수의 영향이 아니라 해수의 영향으로 인식하고 있는 것으로 유추해 볼 수 있다.

중학생과 고등학생, 대학생간의 이해 차이를 알아보기 위해 응답 중 '맞다'와 '맞는 것 같다'를 선택한 학생 수를 묶고, '모르겠다'와 '틀린 것 같다' 및 '틀리다'를 선택한 학생 수를 묶어 응답을 2개의 명명변인으로 만든 후 카이스퀘어 검증을 실시하였다. 온실효과의 결과 가운데 중·고·대학생간 통계적으로 유의미($p < .01$)한 차이가 없는 문항은 '하천이 더욱 오염된다'와 '지진이 자주 발생한다'란 대체 개념으로 이들 개념은 학년이 높아져도 많이 개선되지 않는 것으로 나타났다. 그에 비해 중·고등학생이 많이 보유한 대체 개념인 '피부암에 걸리는 사람이 많아진다'는 대학생의 경우 상당히 개선되었음을 볼 수 있다.

나. 온실효과의 증대 원인

온실효과가 증대되는 원인으로 가장 많은 학생들이 옳다고 생각한 항목은 '이산화탄소가 많이 배출되기 때문이다'로 대부분의 학생들이 잘 알고 있었다. 이 비율은 중학생에서 고등학생, 대학생으로 갈수록 증가한다. 온실효과와 관계없는 산성비를 온실효과의 원인으로 생각하는 비율은 24.2%, 쓰레기를 원인으로 생각하는 비율은 18.6%, 공장 폐수에 의한 것으로 생각하는 비율은 27.5%로 비교적 적으나, '방사성 폐기물에 의해 온실효과가 커진다'는 보다 많은

43.3%의 학생들이 옳다고 생각하였다. 온실효과의 증대 원인에 대한 전체 학생들의 응답 결과는 그림.2에 나타내었다.

온실효과의 증대 원인과 관련된 대체 개념들은 중학생에서 고등학생, 대학생으로 갈수록 점차 감소하는 경향이 뚜렷하다. 중학생의 경우는 온실효과를 생활주변의 환경오염-쓰레기, 공장폐수-과 관련시킬 뿐 아니라 방사성 폐기물, 산성비 등과도 구분하지 못하는 상태의 학생이 많은데, 생활 주변의 환경오염보다는 산성비와 방사성 폐기물을 보다 온실효과와 관련시키는 경향이 있다. 대학생의 경우는 온실효과가 산성비나 방사성 폐기물 등과는 관련이 없음을 잘 알고 있었으나 수질오염-공장폐수-을 온실효과와 관련시키는 경향이 있음을 보인다.

증대된 온실효과의 결과 중 중학생과 고등학생, 대학생간 통계적으로 유의미($p < .01$)한 차이가 없는 문항은 '많은 쓰레기가 길가에 버려지기 때문이다'와 '공장의 폐수가 정화되지 않고 버려지기 때문이다'로 나타났다. 이러한 대체 개념을 가진 학생들의 비율이 낮은 편이지만 지속적으로 남아있음을 알 수 있다.

다. 온실효과의 감소 방법

온실효과를 감소시키기 위한 방법으로 가장 많은 학생들이 옳다고 생각한 문항은 '자동차 사용을 줄인다'이고 그 다음으로는 '나무를 많이 심는다'이다. '잔디를 많이 심는다'는 과반수 이상의 학생들이 옳다고 생각하였는데 잔디는 토사를 막는 것 외에는 별 역할이 없음에도 불구하고 녹색 식물이란 점에서 많은 학생들이 온실효과를 감소시킬 수 있다고 생각한 것으로 보인다. 검사 결과에 의하면, 이 문항은 중학생의 58.5%, 고등학생의 51.1%, 대학생의 56.9%가 옳다고 생각하고 있어 중·고·대학생간 차이가 거의 없는 대체 개념으로 밝혀졌다. 온실효과의 주원인인 이산화탄소를 감소시키기 위해 '화력발전대신 원자력 발전을 해야한다'는 것은 과학적으로 옳은 개념이나 44.4%만이 이를 옳은 것으로 생각하였다. 자동차 사용을 줄이거나 나무 심기가 거의 90%에 가까웠던 것에 비해 원자력 발전에 대해 제대로 이해하지

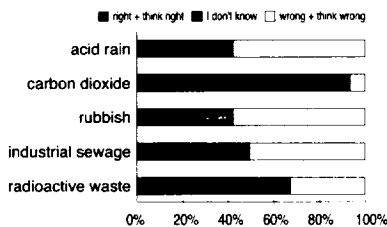


Fig. 2 Understanding of the causes of greenhouse effect

못하고 있는 것으로 보인다. 원자력 발전의 이런 장점을 인식하고 있는 학생의 비율은 중학생은 43.3%, 고등학생은 43.8%, 대학생은 50%로 학년이 높아져도 이 점을 잘 인지하고 있지 못하다. 그 외 '핵무기의 수를 줄인다'와 '합성세제의 사용을 줄인다'는 온실효과와 관계없는 대체 개념들로 학년이 높아질수록 점차 사라지는 경향을 보였다. 온실효과의 감소 방법에 대한 전체 학생들의 응답 결과는 그림.3에 나타내었다.

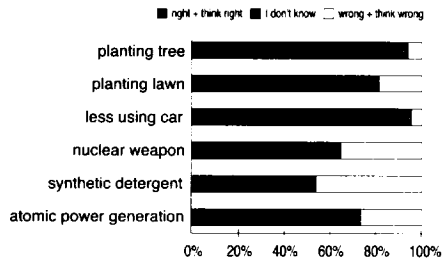


Fig. 3 Understanding of the actions to reduce the greenhouse effect

중·고·대학생간 통계적으로 유의미($p < .01$)한 차이가 없는 문항은 '나무를 많이 심는다'와 '자동차 사용을 줄인다'로 이들 문항은 중·고·대학생간 별 차이 없이 모두 잘 알고 있는 개념이었다. 또한 '원자력 발전을 한다'와 '잔디를 많이 심는다'도 중·고·대학생간 별 차이 없이 없었다. 전자는 대체로 잘 모르고 있는 개념이었고 후자는 학년에 관계없이 학생들이 보편적으로 가지고 있는 대체 개념이다.

라. 온실효과와 성층권의 오존층 파괴와의 구분

오존층에 대해 자세히 배우지 않은 중학생 뿐 만 아니라 오존층과 온실효과를 모두 배운 고등학생들 중 많은 수가 '대기 중 이산화탄소의 양이 증가하면 성층권의 오존층이 파괴될 것이다'를 옳은 것으로 생각하였다. 또한 '성층권의 오존층이 파괴되면 온실효과가 더 커진다'는 보다 많은 학생들이 옳다고 생각하여 본 질문지에서 가장 보유했던 높은 대체 개념으로 밝혀졌다. 이것은 온실효과가 증대될 경우 나타날

결과로 많은 학생들이 피부암의 발생을 생각한 것과 마찬가지로 맥락에서 생각할 수 있다. 즉, 학생들이 온실효과와 오존층파괴를 구분하지 못하고 혼동된 상태를 나타내고 있는 것이다. 온실효과와 성층권의 오존층 파괴와의 구분에 대한 전체 학생들의 응답 결과는 그림.4에 나타내었다.

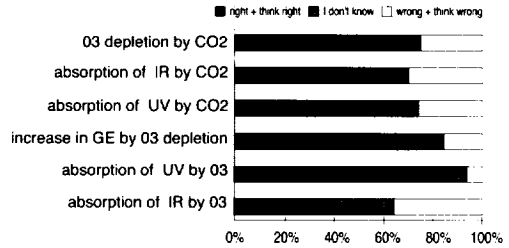


Fig. 4 Understanding of the distinction between the greenhouse effect and ozone-layer depletion

온실효과의 적외선 흡수와 오존층의 자외선 흡수를 모두 구분한 학생의 비율은 11.6%로 매우 적었다. 이 비율은 중학생에서 1.8%, 고등학생에서 8.6%, 대학생에서 51.3%로 점점 증가하는 경향을 보였다. 이로부터 대기의 파장별 선택 흡수에 대해서 중·고등학생들의 이해가 매우 부족함을 알 수 있다. 온실효과와 성층권의 오존층 파괴를 구분하는 문항에 대한 중·고·대학생간의 이해를 비교해 보기 위해 실시한 카이스퀘어 검정의 결과에 따르면 이들 문항에 대해서는 모두 통계적으로 유의미($p < .01$)한 차이를 보여 중학생에서 고등학생·대학생으로 갈수록 점차 온실효과와 오존층 파괴를 구분할 수 있는 학생이 많아진다.

마. 온실효과에 따른 열수지의 변화

온실효과에 따른 열수지의 변화에 대해서는 고등학생과 대학생만을 대상으로 검사하였다. 이와 관련된 2문항은 대기가 있을 경우와 없을 경우의 지표면의 온도차이와 지표면에서의 방출되는 에너지량에 대한 이해를 물었다. 그림.5에서와 같이, 대기가 있을 경우에는 대기의 선택적 흡수에 의해 지표면에서 방

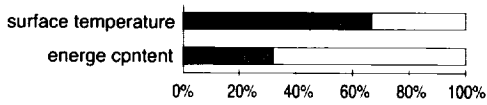


Fig. 5 Understanding of the global heat budget

출된 적외선이 대기에 흡수되고 다시 지표와 우주 공간으로 방출되기 때문에 지표면은 대기가 없을 경우보다 더 많은 에너지를 내보내야 함을 대부분의 학생들이 인지하지 못하고 있었다. 문항별로 보면 '대기가 있을 경우 지표면의 온도가 더 올라간다'는 것은 47.3%의 학생이 옳다고 생각하였고, '지표면에서 방출되는 에너지는 대기가 없을 때보다 대기가 있을 때 더 많이 방출된다'는 것은 9.1%의 학생만이 옳다고 생각하였다. 또한, 대기가 있는 경우, 지표면의 온도가 더 높아질 것을 인지하면서 지표면에서 방출되는 에너지량의 비교를 이해한 학생은 6.3% 뿐이었다. 고등학생의 경우는 5.1%, 대학생의 경우는 11.3%로 옳은 개념을 가진 학생의 비율이 증가하지만 비율이 매우 낮다. 이로부터 대기 중 온실 기체에 의한 에너지 흡수와 방출 결과로 지표면이 대기가 없을 경우보다 더욱 많은 에너지를 내보내야 하고, 지표면에서 나가는 에너지량은 온도의 4제곱에 비례하므로(스테판-볼츠만 법칙) 지표면의 온도는 더 높아지게 되는 온실효과의 기작이 학생들에게 거의 인지되어 있지 못함을 알 수 있다.

2. 성별에 따른 온실효과에 대한 이해의 차이

본 연구에서는 학생들이 가지고 있는 '온실효과'의 개념이 성별에 따라 차이가 있는가를 알아보고자 남녀공학학교에 다니는 남녀 중·고등학생 539명을 비교하였다. 대학생은 전공별로 남녀 학생수의 편차가 너무 크기 때문에 제외시켰다.

빈도수에 의한 카이스퀘어 검증 결과, 유의도 $p < .01$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보인 문항은 온실효과의 결과를 다룬 문항 중 '하천이 더욱 오염된다', 온실효과의 원인을 다룬 문항 중 '원자력

발전소의 방사성폐기물이 많아지기 때문이다', 온실효과의 감소방법을 다룬 문항 중 '핵무기의 수를 줄인다', 오존층과 관련된 문항 중 '대기 중 이산화탄소의 양이 많아지면 성층권의 오존층이 많이 파괴된다'가 속한다.

이들 문항은 크게 세부분-생활 주변의 오염과 관련된 문항, 핵과 관련된 문항, 오존층 파괴와 관련된 문항-으로 나눌 수 있다. 이들 문항 모두 대체 개념을 나타낸 문항으로 전 문항에 걸쳐 여학생이 남학생보다 이들 대체 개념을 옳다고 생각하는 경향이 강한 것으로 나타났다. 본 연구의 결과에 의하면, 여학생들은 남학생들보다 온실효과를 생활 주변의 오염과 연관시키고 있고, '핵'과 연관시키고 있으며, 오존층 파괴와 구분을 잘 못하고 있다고 할 수 있다.

이 결과는 과학교육에서의 성관련 연구들의 결과와 대체로 일치하는 결과이다. Fensham(1988)에 의하면, 성별에 따라 매력을 느끼는 주제가 다르고, 그 주제가 묘사되는 맥락의 종류에서도 차이가 있는데 여학생의 경우는 그 주제가 일상생활과 관련되거나 미학적, 윤리적인 면으로 다루어질 때 흥미를 느낀다고 한다. 이러한 여학생들의 생활 중심적 개념의 경향이 본 연구에서는 온실효과를 생활 주변에서 많이 보아온 오염들과 연관시키는 것으로 드러났다.

3. 전공에 따른 온실효과의 이해 차이

대학생의 경우는 전공 학과별로 학생들이 가지고 있는 온실효과의 개념에 차이가 있을 것으로 예상되어 빈도수에 의한 카이스퀘어 검증으로 비교한 결과, 유의도 $p < .01$ 수준에서 유의미한 차이가 나타난 문항은 '대기 중 이산화탄소의 양이 많아지면 성층권의 오존층이 많이 파괴된다', '대기가 있을 경우, 대기가 없을 때보다 지표면에서 방출되는 에너지량이 더 많다'이다.

대체로 물리, 화학, 지구과학 전공자들에 비해 생물 전공자들의 이해가 부족함을 볼 수 있는데, 온실효과의 결과를 다룬 문항 중 '기형가축의 수가 증가한다', 온실효과의 원인을 다룬 문항 중 '원자력 발전소의 방사성폐기물이 많아지기 때문이다', 온실효

과와 오존층 파괴를 구분하는 문항 중 '대기 중 이산화탄소의 양이 많아지면 성층권의 오존층이 많이 파괴된다'와 같은 대체 개념을 타전공자에 비해 생물 전공자들이 많이 보유하고 있고, 대기의 파장별 선택 흡수를 구분한 학생의 비율도 제일 낮았다. 전공별 차이가 가장 크게 난 문항은 온실효과에 의한 열수지와 관련된 문항인 '대기가 있을 경우, 대기가 없을 때보다 지표면에서 방출되는 에너지량이 더 많다'로서 이 문항은 지구과학 전공자들의 경우는 40%이상이 옳은 개념을 가지고 있었으나 물리, 화학, 생물 전공자들의 경우는 거의 인지하지 못하고 있는 것으로 나타났다.

4. 요인 분석

중학생 집단과 고등학생·대학생 집단으로 나누어 온실효과의 원인과 결과 및 감소 방법에 관한 21개의 문항에 대해 학생들이 답한 응답의 경향에 따라 상관관계가 높은 문항들끼리 요인으로 묶어내어 학생들이 서로 연관짓고 있는 개념들을 찾아내었다.

중학생 집단의 요인 분석한 결과, 여섯 개의 요인이 나왔고 각 요인들의 전체 변량의 백분율의 총합은 54.1%이며, 고등학생·대학생 집단은 일곱 개의 요인이 나왔고 각 요인들의 전체 변량의 백분율의 총합은 58.3%이다.

두 집단에서 공통적으로 나온 요인은 네가지이다.

공통 요인 I에 높은 요인부하치를 가지는 문항은 온실효과가 커지는 이유에 관한 것으로 '많은 쓰레기가 길가에 버려지기 때문이다', '공장의 폐수가 정화되지 않고 버려지기 때문이다'와 온실효과를 감소시키기 위한 방법에 관한 것으로 '합성세제의 사용을 줄인다'이다. 이 문항들은 생활 주변에서 흔히 경험하고 있는 친숙한 환경 오염들을 온실효과와 관련시킨 것이므로 공통 요인 I은 '생활 주변의 친숙한 환경 오염'이라 할 수 있다. 중학생 집단의 경우는 '산성비가 자주 내리기 때문이다'도 공통 요인 I로 분류되었으나 고등학생·대학생의 경우에는 그다지 높은 요인부하치를 보이지 않은 반면, '방사성 폐기물이 많아지기 때문이다'가 공통요인 I로 분류되었다.

중학생들이 경우는 방사성 폐기물이 핵무기, 원자력 발전소와 높은 상관을 보여 공통적으로 '핵과 관련된 두려움'을 내재하고 있는 것으로 유추되었는데, 고등학생·대학생들의 경우 방사성 폐기물이 쓰레기, 공장폐수와 높은 상관을 보여 방사성폐기물이 오염물질로 인식되고 있음을 알 수 있다.

공통 요인 II에 높은 요인부하치를 갖는 문항은 온실효과가 증대되면 나타날 결과에 관한 것들로 '해수면의 높이가 상승한다', '홍수가 자주 일어난다', '극지방의 빙하가 녹는다', '이상 고온, 이상 저온 현상이 자주 나타난다' 등이다. 이로부터 학생들이 해수면 상승과 빙하의 관계를 잘 알고 있으며 온실효과의 증대로 온도 이상과 강수 이상이 나타날 수 있음을 이해하고 있음을 알 수 있다. 따라서 공통 요인 II는 '온실효과의 증대로 나타날 수 있는 결과'라 할 수 있다. 그러나 중학생 집단의 경우는 '해수면의 높이가 상승한다', '홍수가 자주 일어난다'만이 서로 높은 상관관계를 보이고 '극지방의 빙하가 녹는다'는 상관이 낮아 서로 다른 요인으로 분류되었다. 이것으로 보아 중학생들은 해수면의 상승이 해수의 팽창과 빙하녹음에 의한 것이란 점을 제대로 인식하지 못하고, 홍수가 발생하는 원인을 폭우에 의한 담수증가로 인한 것으로 알기보다는 해수면의 상승으로 인한 침수로 생각하는 것으로 사료된다. 이 결과로부터 중학생 집단보다 고등학생·대학생 집단이 온실효과의 결과에 대해 보다 체계적으로 이해하고 있음이 보인다.

공통 요인 III에 높은 요인부하치를 나타낸 문항은 대체로 오존층 파괴와 관련된 것으로 '온실효과가 보다 커지면 피부암에 걸리는 사람이 많아진다', '대기 중 이산화탄소의 양이 많아지면 성층권의 오존층이 파괴된다' 등이다. 이 문항들이 같은 요인으로 분류되는 것으로 보아 학생들은 이산화탄소의 양이 많아지면 즉, 온실효과가 커지면 오존층이 파괴되고 그에 따라 피부암이 발생함을 이해하고 있음을 알 수 있다. 따라서 이 요인은 '오존층 파괴와의 혼동'이라고 할 수 있다. 중학생 집단의 경우도 이 두 문항이 같은 요인으로 분류되지만 '온실효과가 커지는 이유는 원자력 발전소의 방사성 폐기물이 많아지기 때문이

다', '온실효과가 줄어들도록 하려면 핵무기의 수를 줄인다'도 같은 요인으로 분류되어 고등학생·대학생들과 달리 온실효과를 오존층 파괴와 관련시킬 뿐 아니라 핵무기와 같은 어떤 두려운 존재로 보는 경향도 같이 가지고 있음을 알 수 있다.

공통 요인Ⅳ에 높은 요인부하치를 나타낸 문항은 온실효과를 감소시키기 위한 방법에 관한 문항으로서 '나무를 많이 심는다'와 '잔디를 많이 심는다' 등이다. 이것은 온실효과를 줄이기 위해서 식물의 광합성이 필요함을 학생들이 인식하고 있음을 보여준다. 따라서 공통 요인Ⅳ는 '식물'이라고 할 수 있다.

그 외의 요인으로 고등학생·대학생 집단에서는 '온실효과가 보다 커지면 하천이 더욱 오염된다.', '온실효과가 더욱 커지면 사막이 확대된다.', '온실효과가 줄어들도록 하려면 자동차 사용을 줄인다.' 등이 하나의 요인으로 묶였다. 이 문항들의 공통점은 인간활동의 부정적 영향과 관련이 있다는 것인데, 사막화는 온실효과에 의한 강수의 불균등한 분배에 의한 영향과 더불어 벌목과 같은 인간 활동에 의해 가속화되어 가는 것이고, 하천의 오염도 역시 인간 활동에 의해 날로 심각해지고 있다는 점에서 온실효과를 줄이는 방법으로 인간 문명의 대표인 자동차 사용을 줄여야 할 필요가 연관지어질 수 있다. 자동차 사용 줄이기가 이산화탄소의 발생측면에서 고려되었다면 공통 요인Ⅳ에 분류되었을 것이나 공통 요인Ⅳ에 요인부하치가 매우 낮은 것으로 보아 이 요인은 '인간 활동에 의한 환경 문제'라 할 수 있다.

또한 중학생 집단에서는 '온실효과가 보다 커지면 사막이 점점 확대된다', '온실효과가 줄어들도록 하려면 화력발전 대신 원자력 발전을 한다' 등이 하나의 요인으로 묶였는데, 사막 확대가 홍수발생과 거의 상관관계가 없고, 이상 기온과도 상관이 낮은 것으로 보아 학생들이 온실효과를 사막과 관련시킬 때의 매개체는 강수량의 변화가 아니라 온도 상승, 뜨거움, 열, 과잉에너지와 같은 것일 것이다. 그리고 화력발전 대신 원자력발전이 필요한 이유를 이산화탄소의 발생 감소와 연관시켰다면 '자동차 사용을 줄인다'나 '나무를 많이 심는다'와 상관관계가 높아야 하나 사막 확대와 높은 상관을 보인 것은 화력발전보다 원자

력발전이 뜨거움의 이미지가 적기 때문에 온실효과를 줄이기 위해 필요한 것으로 해석하고 있음을 유추할 수 있다. 따라서 이 요인은 '열'이라 할 수 있다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구에서는 중학생·고등학생·대학생들이 온실효과에 대해 가지고 있는 개념들을 확인하고, 그 개념들이 차이가 있는가를 파악하려고 하였다. 그리고 온실효과에 대해 학생들이 가지고 있는 대체 개념들을 확인하고, 그것이 남녀간, 중학생·고등학생·대학생간에 차이를 보이는지 조사하였다. 아울러 중학생의 경우는 교과서별로, 대학생의 경우는 전공학과별로 차이가 있는지를 조사하였다. 본 연구의 결과로부터 내릴 수 있는 결론은 다음과 같다.

학생들은 온실효과가 증대될 경우 나타날 수 있는 결과와 증대되는 원인 및 감소시키기 위한 방법중 대표적인 것들을 대부분의 학생들이 인지하고 있었으나 온실효과를 생활주변의 친숙한 환경 오염들 - 쓰레기, 하천 오염 등-과 연관시키고, 산성비, 방사성 폐기물, 핵무기 등과도 관련 있다고 생각하는 경향이 있다. 이런 경향은 고등학생·대학생으로 갈수록 줄어들지만 대학생이 되어도 남아있다. 특히, 온실효과를 성층권의 오존층 파괴와 잘 구분하지 못하고 혼동된 상태로 있음이 밝혀졌다. 그리고 온실효과와 증대에 따른 지구의 열수지 변화를 거의 이해하지 못하고 있어 학생들이 온실효과에 대해 구체적인 기작을 모른 채 전체적인 의미정도만 인지하고 있는 상태임이 드러났다.

성별에 따른 차이를 보면 여학생들은 남학생들보다 온실효과를 생활 주변의 오염과 연관시키고 있고, '핵'과 연관시키고 있으며, 오존층 파괴와 구분을 잘 못하였다. 중학생을 대상으로 교과서별 차이를 조사한 결과, 온실효과와 성층권의 오존층 파괴현상을 구분하는데 있어서 정규수업시간에 온실효과만 배운 경우와 온실효과와 오존층을 같이 배운 경우 사이에는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 대학생을 대상으로 전공별 차이를 본 결과 생물전공 학생들이 물리, 화학, 지구과학 전공학생들에 비해 생활 주변의 환경 오염과 온실효과를 강하게 연관짓고, 오존층 파

과와도 더 혼동하고 있다.

요인분석 결과, 중학생 집단과 고등학생·대학생 집단 모두 온실효과를 생활 주변의 친숙한 환경과 연관시키는 경향이 있음이 밝혀졌다. 중학생들은 온실효과를 두려운 존재로 의식하고 있으며, 온실효과가 커지는 원인으로 과잉 공급된 열을, 그 결과로는 침수 현상을 인식하고 있었다. 고등학생·대학생들은 온실효과의 증대로 나타날 결과를 체계적으로 이해하고 있고, 온실효과의 증대가 인간활동에 의한 영향이 큼을 알고 있지만 온실효과를 오존층 파괴와 혼동하고 있는 것으로 나타났다.

본 연구는 질문지의 응답에 기초한 요인분석으로부터 학생들이 온실효과에 대해 가지고 있을 것이라 예상되는 생각들을 유추하였기 때문에 실제 학생들이 가진 개념들과 차이가 있을 수 있다. 따라서 학생들과의 임상 면담과 같은 방법을 사용한 연구들이 추가로 다양하게 이루어져야 할 것이다. 그리고 학생들이 여러 대체 개념을 가지게 된 원인이 여러 가지 있을 수 있으나 교사 변인의 영향이 클 것으로 예상되므로 현직 교사들을 대상으로 교사들이 가지고 있는 개념에 관한 연구도 필요할 것이며, 이러한 결과들을 바탕으로 학생들의 개념을 개선시키기 위한 노력들이 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 국동식, 1989, 대기압, 조석, 계절변화에 대한 학생들의 개념과 학년간 이해의 차이, 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 국동식, 1994, 중·고등학생 대기압 개념이해의 횡단적 연구, 한국지구과학학회지, 15(4), 231-246.
- 이연우, 우종욱, 1994, 태양고도에 대한 6학년 학생들의 인식유형조사, 한국지구과학학회지, 15(1), 13-22.
- 임청환, 김학목, 1994, 대기압과 달의 운동에 관한 중학생들의 개념분석, 한국지구과학학회지, 15(3), 157-169.
- 정현주, 1995, 지적 우수아들의 천문 개념 비교, 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 채동현, 이원국, 1993, 천문학적 현상의 유년적 사고근원에 관한 연구, 한국과학교육학회지, 13(1), 1-11.
- 신윤아, 1994, 태양의 고도에 대한 중학생의 대체 개념 비교, 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- Fensham, P., 1988, Development and Dilemmas in Science Education, Falmer Press.
- Gunston, R. and White, R., 1981, Understanding of gravity, *Science Education*, 65, 291-199.
- Hand, B. and Prain, V., 1995, Teaching and Learning in Science, Harcourt Brace Co.
- Kim, C. J., 1989, Students' intuitive ideas in earth science, *Journal of Korean Earth Science Society*, 10(2), 229-235.
- Mattews, M. R., 1994, Science Teaching: The Role of history and philosophy of science, Routledge.
- Tasker, R., 1981, Children's views and classroom experience, *Australian Science Teachers Journal*, 27, 33-37.