

## 온실효과에 대한 고등학교 공통과학교과서 분석

국동식\*

충북대학교 과학교육연구소, 361-763 충북 청주시 개신동 48

## An Analysis of High School Common Science Textbook on the Concept of Greenhouse Effect

Kook, Dong Sik\*

Chungbuk National University, Institute of Science Education,  
361-763, 48 Cheongju City, Chungbuk, Korea

**Abstract :** The purpose of this study is to analyze the sixth curriculum textbooks of high school science courses in relation to the greenhouse effect concept and find the incorrect descriptions of that concept and then suggest some improved schemes. Some incorrect descriptions, pictures and tables on the greenhouse effect concept were found in texts. They might contribute to forming and/or reinforcing misconceptions about that concept: the important greenhouse gases, the changes caused by the greenhouse effect, global warming, energy sources, greenhouse experiments and physical processes. Therefore some improved schemes were suggested

**Keywords :** greenhouse effect, incorrect description, improved scheme

**요약 :** 이 연구는 6차 고등학교 공통과학 교과서의 내용 중 온실효과 개념에 대한 본문진술과 제시된 그림 및 도표들을 분석하고 오개념 유발과 관련하여 문제점을 지적하고 그 개선방안을 모색하였다. 과학교과서의 개념진술이 정확하지 않아 학습자들에게 오개념을 유발하거나 재강화 할 가능성이 있는 여러 진술문을 발견하였고 학생의 과학적 개념형성에 부족한 그림이나 도표들도 발견되었다. 이들은 온실효과의 주 역할 기체와 변화, 지구온난화, 에너지원, 실험, 물리적 과정, 온실기체와 관련된 것들이다. 이를 개념진술이나 그림, 도표를 대체할 개선방안들을 제시하였다.

**주요어 :** 온실효과, 부정확한 진술, 개선 방안

## 서 론

그동안 여러 차례에 걸친 교육과정의 개편에 따라 현재는 7차 교육과정에 이르러 새로운 교과서가 편찬 보급되어 사용되고 있다. 7차 교육과정의 고등학교 과학교과서는 수준별 학습과정의 제시와 STS적 소재의 사용 그리고 시각적 효과를 고려한 도표의 칼라화가 특이하다 하겠다.

학교교육에서의 교과서는 교사와 학습자 모두에게 가장 중요한 학습자료이다. 그러므로 교과서의 개념 진술은 과학적 개념이어야 하고 제시되는 그림이나 도표는 최신의 자료를 이용하여 학생들에게 과학적 개념을 가장 효과적으로 이해시킬 수 있도록 표현되

고 구성되어야 한다. 부정확한 교과서의 내용이나 도표는 교사들의 효과적 개념학습지도에 장애가 될 뿐만 아니라 학생들의 개념이해를 저해하여 오개념 발생의 원인이 된다는 것이 여러 과학교육학자들의 연구 결과가 보여주고 있다(최승일 외 1명, 1987; 국동식, 1991). 따라서 교과서의 내용과 도표는 과학적이고 효과적으로 진술되고 제시되어야 한다.

이 연구에서 택한 온실효과 개념은 오늘날 산업기술의 발달에 따른 대기환경 오염이 주요한 문제로 제기되면서 학교의 학생 뿐만 아니라 일반사회인들도 많이 보고 듣는 개념이다. 그리고 온실효과 개념은 지구과학 뿐만 아니라 생물분야, 지리학분야 특히 환경분야에서 취급되고 있으며 모든 사람의 관심의 대상인 개념이다. 따라서 이 연구는 개념의 중요성을 고려하여 온실개념을 그 대상으로 선택하였다.

학생들이 가지고 있는 기준개념은 새로운 지식의 학습에 절대적 영향을 주므로 교육과정을 개발할 때는 학생들의 이들 개념에 대한 충분한 조사연구가 필요하다(Munson, 1994). 학생들은 자신의 생활주변에서 보고 듣는 경험, 특히 대중매체를 통한 경험을 위하여 나름대로 자신의 개념을 형성하여 가지고 있기 때문에(Driver 외 2명, 1985; 국동식, 1991) 이를 과학적 개념으로 바꾸어주기 위해서는 학교교육에서 사용되는 교과서의 개념진술이 대단히 중요하다.

따라서 이 연구는 환경교육의 중요성에서 일반이나 학생 모두에게 인식되어 있는 온실효과에 대한 교과서의 내용을 분석함으로서 부적절한 설명이 있는지 찾아보고 그 개선안을 제시하는데 그 목적이 있다. 그래서 다음의 문제를 해결하고자 한다.

1) 6차 고등학교 과학교육과정의 공통과학 교과서에서 온실효과와 관련된 부분의 본문진술과 그림 및 도표의 내용을 분석하고

2) 고등학교 공통과학수준에서 온실효과를 바르게 지도하는데 기여할 수 있는 개선방안을 모색한다.

## 선행연구 및 연구방법

온실효과와 관련된 연구로는 재귀연과 안희수(1999)가 온실효과에 대한 학생들의 개념을 분석하여 학생들이 가지고 있는 대체개념을 지적하고 있고, 한재영 등(2000)이 산성비, 오존층, 온실효과에 대하여 고등학생들이 가지고 있는 개념조사에서 일부가 연구되어 있다. 그동안의 연구(최승일외 1명, 1987)에서 오개념의 근원은 교과서의 본문진술이나 그림, 도표 등이 오개념을 유발하고 강화할 가능성이 높다고 지적하고 있으나 위의 온실효과에 관한 연구는 교과서 내용의 오류를 지적하지 않고 있다. 이들은 환경교육과 관련한 연구로서 개념 교육적 측면의 연구이고 온실효과의 교육내용과 관련된 연구는 없다.

이 연구는 6차 교육과정의 고등학교 공통과학 교과서 10종의 내용 중 온실효과와 관련된 부분의 본문진술에서 온실효과의 정의, 설명, 실험, 온실기체들의 예, 그리고 지구 온난화와 관련하여 제시되어 있는 그림, 도표를 오개념 유발의 가능성 측면에서 분석하고 과학적 근거를 제시하면서 몇 가지 부적절한 진술을 지적하고 그 개선안을 모색하였다.

## 연구결과 및 토의

### 교과서의 본문 분석결과와 그 개선 방향

고등학교 공통과학 교과서의 환경분야의 온실효과에 대한 본문 진술을 분석한 결과 Table 1과 같다.

Table 1의 결과에서 알 수 있듯이 온실효과의 정의가 매우 미흡하다. 온실효과를 일으키는 에너지가 지구에서 나가는 지구복사만을 흡수한 것으로 이 연구의 대상인 모든 교과서들이 설명하고 있다. 온실효과의 과정을 나타내는 그림에서도 지구대기가 태양복사의 일부분을 흡수하는 것으로 제시하고 있다(권재술 외 7명, 1995; 김수용외 10명, 1995). 실제 지구대기가 온실효과를 일으키는 에너지는 단파형태인 태양복사중 약 20단위의 에너지를 흡수하고 있고 또 현열과 임열형태로 각각 10단위, 20단위의 에너지를 흡수하기 때문에 온실효과를 일으키는 에너지는 이들 에너지와 지구복사의 장파에너지가 합쳐진 에너지라는 것으로 설명되어야 한다. 단파형태로 대기에 흡수된 에너지량 20단위는 장파형태로 흡수되는 에너지량 108단위에 비교할 때 적은 양이 아니기 때문이다.

둘째, 지구대기계의 에너지 수지를 나타내는 그림에서 교과서에 따라 에너지의 단위를 %로 나타내고 있다(권재술 외 7명, 1995; 강만식 외 6명 1995; 김수용외 10명, 1995). 이를 에너지 단위는 몇 단위와 같이 단위를 사용하는 것이 에너지의 정량적 개념이나 정성적 개념 이해에 좋다고 생각한다. 왜냐하면 그림에서 제시되는 100단위는 지구에서 관측되는 태양상수의 1/4 인 크기이기 때문이다.

셋째, Table 1에서 알 수 있듯이 대부분의 교과서가 온실효과를 일으키는 대기성분 중 이산화탄소가 주 역할을 하는 것으로 진술되어 있다. 이는 거의 모든 사람들이 “온실효과를 일으키는 주된 대기성분은 이산화탄소다”라고 생각하는 오개념 발생의 가장 주범이라는 것을 지적하고 싶다. 모든 교과서가 온실효과의 기체들을 예시할 때 이산화탄소를 맨 먼저 제시하고 있으며 일부 몇 개의 교과서만이 수증기를 제시하고 있기 때문이다. 그런데 지구대기 성분 중 온실효과의 주역할은 수증기가 하고 있다. 수증기에 의한 태양복사나 지구복사의 흡수 파장역이 이산화탄소보다 훨씬 광범위하다는 것으로 이를 알 수 있으나 그간 어느 누구도 이를 성분의 온실효과 역할 정

Table 1. The result of textbook analysis on greenhouse effect.

교과서	온실효과에 대한 정의, 설명	온실효과를 일으키는 기체들	기타
A	지구상의 대기도 온실의 유리나 셀로판지 등과 같이 햇빛을 받아 보온하는 역할을 온실효과라고 한다	대기 중에 온실효과를 일으키는 기체에는 수증기, 이산화탄소, 프레온, 일산화이질소 등이고 메탄, 일산화이질소, 프레온 등이 온실효과가 크다.	• 달에서의 온실효과 • 이산화탄소의 농도변화와 지구의 온난화
B	온실효과의 정의는 없고 지구대기는 태양복사에 의해 대위진 지표가 내보내는 적외선을 흡수하여 온도가 높아진다	온실효과를 일으키는 기체에 대한 예는 없고 석탄, 석유의 소비증가는 이산화탄소를 증가시켜 온실효과를 일으킨다. 그리고 메탄가스, 이산화질소, CFC도 온실효과를 일으킨다.	• 지구의 온난화를 일으키는 기체에는 이산화탄소, 수증기 외에도 여러 가지 기체가 있다. • 이산화탄소, 메탄, 프레온, 산화질소, 등의 영향을 예로 들고 있다. • 각 기체의 온실효과를 나타내는 그래프를 제시
C	지구대기는 태양복사 에너지를 잘 통과시켜 지표면이 가열되게 하지만 지표면으로부터 방출되는 지구복사에너지는 흡수하였다 방출하므로 지표면을 따뜻하게 유지시켜주는 효과를 온실효과라고 한다.	대기중에 소량으로 있는 이산화탄소, 수증기, 메탄, 프레온가스, 오존 등이 온실효과를 나타낸다.	이산화탄소의 농도와 지구의 온난화
D	햇빛은 바다와 지표를 히우고 따뜻해진 지표는 복사열을 대기권 밖으로 방출하는 과정에서 약간의 열이 대기중의 수증기나 이산화탄소 등에 흡수되어 생물이 살기에 적합하게 유지된다.	이산화탄소 외에도 메탄이라든가 질소산화물, 염화불화수소, 오존 등도 온실효과를 유발할 가능성이 있다	• 미량원소에 의한 온실효과의 증가 • 지구 평균온도 변화와 해수면 높이 변화
E	지구대기에 의한 보온효과를 온실내부가 따뜻해지는 것에 비유. 대기효과라고 할 수 있다	수증기, 이산화탄소, 오존, 프레온가스, 메탄, 일산화이질소	• 달에서의 온실효과 • 이산화탄소에 의한 온실효과 증가
F	지구에서 방출하는 열을 대기중의 수증기, 이산화탄소 등이 흡수하여 온실의 유리처럼 기온을 상승시키는 현상	이산화탄소, 프레온가스, 메탄, 일산화이질소 이산화탄소에 의한 온실효과 증가	
G	정의없고 비닐하우스는 왜 더울까로 시작	이산화탄소, 프레온가스, 메탄, 일산화이질소	
H	정의 없고	이산화탄소, 프레온가스, 메탄, 일산화이질소	
I	대기중의 어떤 기체는 에너지를 흡수함으로서 생물이 살아갈 수 있도록 적당한 온도를 유지시켜주는 역할	이산화탄소, 프레온가스, 메탄, 일산화이질소	이산화탄소를 넣은 온실효과 실험.
J	온실효과를 자외선, 가시광선은 통과 시키지만 적외선은 통과시키지 않는 유리로 인해 열이 같하게 되는 것	이산화탄소, 메탄, 프레온가스,	이산화탄소에 의한 온실효과 증가

도를 정량적으로 제시하지 않았기 때문이다. Kondratyev and Moskalenko(1984)의 연구에 의하면 지구대기가 온실효과에 의해 상승되는 온도는 약 33.2K인데 이 중에서  $H_2O$  20.6K,  $CO_2$  7.2K,  $N_2O$  1.4K,  $CH_4$  0.8K,  $O_3$  2.4K,  $NH_3 + CFC + NO_2 + CCl_4 + O_2 + N_2$  0.8K라는 것이 알려져 있다.

넷째, 온실효과를 일으키는 기체들의 예에서 교과서는 이산화탄소, 프레온가스, 메탄가스, 질소산화물, 일산화이질소, 이산화질소 등을 들고 있다(권재술 외 7명, 1995; 장남기 외 12명, 1995; 강만식 외 6명, 1995; 김수용 외 10명, 1995). 이 예시로 인하여 학

생들은 온실효과에서 이산화탄소가 주 역할을 하고 있는 것으로 더 명확하게 이해하게 하였다. 또 이들 온실기체 성분들이 마치 지구의 온실효과를 일으키는 것처럼 이해하게 하였다. 그러나 이들 기체는 인간의 인위적 활동에 의해 대기 중에 공급되어 지구의 온실효과를 변화시켜주는 성분들이라는 것을 명확히 할 필요가 있다. 그 중에서도 이산화탄소의 공급량이 가장 많으므로 지구온실 효과의 변화를 일으키는 주 역할은 이산화탄소라는 것을 명확히 이해시킬 필요가 있다. 특히 이들 온실기체 성분의 온실효과 정도에 대한 진술에서 마치 프레온 가스가 가장 큰 것으로

설명되어 있으나 이는 이산화탄소와 프레온가스가 같은 양이 대기에 있을 때 프레온가스의 온실효과가 이산화탄소보다 높다는 것이다. 실제 자연대기에서는 프레온 가스의 양보다 이산화탄소의 양이 훨씬 많기 때문에 온실효과 변화의 주 역할은 이산화탄소가 한다는 것으로 명확하게 진술되어야 한다.

다섯째, 선행연구에서 지적되었듯이 학생들은 온실효과를 지구온난화 현상으로만 이해하고 있다. 위의 표와 같이 이 연구의 대상 모든 교과서가 온실효과를 지구온난화와 관련시켜 설명하고 있기 때문이다. 비록 현재의 지구상황에서는 온실효과에 의해 지구의 온도가 올라가고 있는 것이 현실이나 온실효과는 지구대기에 의한 대기효과이므로 지구대기의 성분이 변하면 지구의 평균 기온이 올라갈 수도 있고 내려갈 수도 있다. 따라서 지구대기의 온실효과는 그 과학적 개념을 명확하게 제시해야 한다.

현행 모든 교과서가 지구대기에 의한 복사현상을 온실효과라고 쓰고 있다. 그러나 온실에서 일어나는 보온효과는 유리에 의한 지구복사의 반사에 의한 현상으로 지구대기에서의 온실효과와는 물리적 과정이 다르기 때문에 온실효과라는 용어 대신에 대기효과라고 하는 것이 개념이해에 더욱 과학적이라고 생각한다. 대기효과의 변화에 따라 지구표면의 온도는 올라갈 수도 있고 내려갈 수도 있기 때문이다. 교과서나 대기과학책에도 온실효과를 대기효과라고도 한다고 쓰여 있다(나일성 외 5명, 1995; Wallace and Hobbs, 1977).

### 교과서 그림의 분석과 그 개선 방향

교과서에 제시되는 그림과 도표는 학생들이 개념이 해를 효과적으로 할 수 있도록 조직되어야 한다. 그러기 위해서는 그림은 정성적 의미 뿐만 아니라 정량적 의미도 포함시켜 나타내고 과학적 현상이 일어나는 과정도 함께 포함되어 나타나어야 한다. 그림에 제시되는 각 종 수치는 가장 최신 자료를 시작적 효과까지도 고려하여 크기와 위치 및 모양까지 효과적으로 제시되어야 한다. 이러한 관점에서 과학교과서를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 교과서의 온실효과에 대한 그림은 지구복사를 대기가 반사하여 내어놓음으로서 일어나는 것으로 그려져 있다(권재술 외 7명, 1995; 김수용 외 10명, 1995). 그런데 온실효과는 지구복사를 대기가 흡수하여 다시 복사함으로서 일어나는데 그림은 지구복사를

대기가 반사하여 지구표면으로 다시 돌아오는 것으로 그려져 있다. 이는 흡수와 복사의 개념을 잘 못 표시하고 있다. 따라서 화살표의 방향과 크기를 조정하여 대기에 지구복사가 흡수되었다가 다시 복사하는 것으로 좀더 자세히 그 과정을 포함시켜 그려주면 더욱 효과적이라고 생각한다.

둘째, 지구대기의 온실효과가 지구복사만을 흡수하여 일어나는 것처럼 그려져 있다(권재술 외 7명, 1995; 김수용 외 10명, 1995). 그러나 지구대기는 태양복사도 흡수하고 현열과 잠열형태의 에너지도 흡수하여 이를 에너지들이 모두 합하여 흡수한 만큼의 온실효과를 나타내는 것이다. 따라서 이러한 여러 가지 형태의 에너지 흡수과정이 같이 포함시켜 표현되어야 한다.

셋째, 에너지의 이동과정을 나타내는 여러 화살표는 정성적 의미뿐만 아니라 정량적 의미가 포함되어 화살표의 굵기나 모양이 다르게 의미 있게 그려져야 한다. 즉 대기에 의해 흡수되는 태양복사의 양과 지구 복사량 및 현열이나 잠열 형태의 에너지량이 의미 있게 다르게 표시되어야 한다.

넷째, 온실효과 실험의 문제이다. 지구대기의 온실효과는 온실을 덮고 있는 유리나 비닐의 역할과 비슷하다고 생각하여 그 실험에서 비닐이나 유리를 덮은 것과 덮지 않은 것을 비교하도록 하고 있다(강만식 외 6명, 1995; 장남기 외 12명, 1995). 그러나 온실의 유리와 지구대기의 온실효과를 일으키는 과정은 전혀 다르다. 즉 온실의 유리는 지구복사를 반사시켜 막아주는 역할을 하나 지구대기는 지구복사를 흡수했다가 다시 복사하는 복사과정에 의해 일어난다. 따라서 이 실험은 개방된 상태에서 대기가 있는 경우와 대기가 없는 경우로 비교하도록 제시되어야 한다.

다섯째, 달나라에 온실을 세웠을 때 온실효과가 있겠는가를 묻는 실험내용이 있다(김수용 외 10명, 1995; 강만식 외 6명, 1995). 이 실험은 반드시 삭제되어야 한다. 이는 달나라에는 대기가 없어서 온실효과가 없는데도 마치 온실과 같이 온실효과가 있는 것처럼 오개념을 일으킬 소지가 많은 내용이기 때문이다.

### 결론 및 제언

이 연구는 고등학교에서 사용하는 과학교과서의 내용 중 온실효과 개념에 대한 설명들과 제시되어 있

는 그림과 도표를 분석하여 부적절한 설명이나 그림을 지적하고 그 개선방안을 제시하였다. 그 결과를 통한 결론은 다음과 같다.

첫째, 온실효과 개념의 정의가 부적절하거나 구체적이지 못하다. 온실효과를 일으키는 에너지원에 대한 설명에서 지구복사에 의한 에너지뿐만 아니라 태양복사와 혼열, 잠열 형태로 대기에 흡수되는 에너지까지 포함시켜 설명되어야 한다.

둘째, 지구대기계의 에너지 수지에서 단위를 %로 사용하였다. 이는 태양상수의 1/4의 에너지량을 100으로 보았을 때의 상대적 량을 나타내므로 %대신 단위라는 말을 사용하는 것이 개념의 정량적 이해에 도움이 되기 때문이다.

셋째, 대부분의 교과서가 온실효과에서 주 역할을 하는 대기성분으로 이산화탄소로 설명하고 있다. 이는 수증기가 주 역할을 하고 이산화탄소는 온실효과의 변화를 일으키는 주 역할을 한다는 것으로 설명되어야 한다.

넷째 온실효과 실험이 교체되어야 한다. 제시된 온실효과 실험들은 온실의 유리와 지구대기의 역할을 같게 생각하고 있다. 그러나 유리와 대기의 역할의 물리적 과정이 다르기 때문이다.

다섯째, 온실효과를 지구온난화로 혼동되게 설명하고 있다. 이는 오개념 유발의 원인이 될 수도 있다. 지구대기의 온실효과에 의해 지구는 온난 또는 냉각될 수도 있기 때문이다.

여섯째, 달나라에서의 온실효과로 제시된 실험은 삭제되어야 한다. 달에도 온실효과가 있다는 오개념을 유발시킬 수도 있기 때문이다.

일곱째, 온실효과를 일으키는 에너지의 이동과정을 나타내는 그림은 정성적 의미뿐만 아니라 정량적 의미도 포함시켜 효과적으로 나타내어야 한다.

여덟째, 온실효과를 일으키는 온실기체의 예를 제시한 표는 프레온 가스가 주 역할을 하는 것처럼 되어 있다. 이는 온실효과의 변화를 일으키는 기체라는 것과 이때 이산화탄소가 가장 큰 역할을 한다는 내용으로 수정하여 제시되어야 한다.

이 연구는 학교에서 과학과목을 가르치고 있는 교사들이 흔히 가지기 쉬운 온실효과에 대한 부적절한 이해들을 과학적 개념으로 개선하여 학생들에게 개념지도가 이루어질 수 있도록 하기 위해서 교과서를 분석하고 그 개선방안을 제시하였다. 이 연구의 대상 개념인 온실효과는 본 연구자가 교사연수를 통해서

교사들의 이해가 부족하다고 판단된 개념이고 환경교육의 중요성이 강조되고 있는 현재 상황을 고려하여 선정하였다. 따라서 이 연구의 결과는 고등학교 교사가 온실개념을 학습지도할 때 실제 이용할 수 있도록 구체적 수치나 물리적 과정을 제시하였으므로 학습지도에 효과적으로 이용될 수 있으리라 생각한다. 또 온실효과라는 용어는 대기효과로 교체하여 사용할 것을 제안한다. 대기효과라는 용어가 지구대기에 의한 효과라는 것을 이해하는데 더 효과적이기 때문이다.

## 참고문헌

- 강만식, 정창희, 이원식, 홍승수, 이창진, 장병기, 윤용, 1995, 고등학교 공통과학, (주)교학사.  
 강영희, 조원규, 권숙일, 나일성, 소현수, 조희구, 이민호, 윤길수, 하효명, 서평웅, 김종권, 이영만, 목찬석, 이강수, 1995, 고등학교 공통과학, (주)동아출판사.  
 국동식, 1991, 대기압, 조석, 계절변화에 대한 학생의 개념과 학년간 이해의 차이, 서울대학교 박사학위 논문 173 p.  
 권재술, 김범기, 최병순, 현종오, 이길재, 최진복, 정진우, 홍성일, 1995, 고등학교 공통과학, 한샘출판(주).  
 김수용, 강대호, 김봉곤, 박기민, 박대순, 이기준, 이상우, 이석형, 이필현, 임광택, 노일환, 1995, 고등학교 공통과학, 학습개발사.  
 김시중, 박승재, 이학동, 문정대, 우종옥, 정풍호, 정완호, 채우기, 민경덕, 오희균, 성민웅, 이상진, 김봉섭, 송진웅, 김영수, 지원규, 2001, 고등학교 공통과학, 금성출판사.  
 나일성, 조희구, 박용안, 하효명, 최덕근, 강용운, 1995, 고등학교 지구과학 II, 두산동아.  
 박택규, 엄정인, 박인국, 백광호, 강주상, 김용균, 이명제, 이병천, 1996, 고등학교 공통과학, 문호사.  
 송인명, 이춘우, 김영유, 오제직, 박병빈, 최석남, 박영철, 문형태, 김현섭, 우영균, 곽종흠, 김칠영, 1997, 고등학교 공통과학, (주)교학사.  
 우규환, 홍종배, 안태인, 권병두, 김영준, 이성목, 이희선, 손병주, 홍숙윤, 김용숙, 임건일, 전성용, 2001, 고등학교 공통과학, (주)천재교육.  
 제귀연, 안희수, 1999, 온실효과에 대한 학생들의 개념분석, 한국과학교육학회지, 19(4), 585-594.  
 최돈형, 이문원, 한종하, 최우섭, 이상훈, 최승언, 허명, 김경호, 노석구, 1996, 고등학교 공통과학, 대한교과서.  
 최승일, 조희형, 1987, 고등학교 생물 1의 세포분열, 생식 수정개념에 대한 오인 분석, 한국과학교육학회지, 7(1), 19-31.  
 한복수, 하병권, 박승각, 정구조, 구창현, 박범익, 이팽윤, 김주훈, 이태욱, 박수인, 1997, 고등학교 공통과학, 동아서적(주).  
 한재영, 정영선, 노태희, 2000, 산성비, 오존층, 온실효과에 대한 고등학생들의 개념, 한국과학교육학회지, 20(3), 364-370.

- Driver, R., Guesne, E., and Tiberghien, A., 1985, Some features of childrens' ideas and their implications for teaching. In R. Driver, E. Guesne, and A. Tiberghien(Eds), Children's ideas in science, Milton Keynes: Open University Press. 75-86.
- Kondratyev, K. Ya and Moskalenko, N.I., 1984, The role of carbondioxide and other minor gaseous components and aerosols in the radiation budget, The Global Climate, Cambridge University Press, 225-233.
- Munson B.H., 1994, Ecological misconceptions, Journal of Environmental Education, 25(4), 30-34.
- Wallace, J.H. and Hobbs, P.V., Atmospheric Science, Academy Press, 295 p, 1977.

---

2002년 5월 24일 원고 접수

2002년 7월 20일 수정원고 접수

2002년 7월 20일 원고 채택