

‘기체의 색깔’에 대한 초등 예비교사들의 인식 조사: 교육대학교 1학년 학생들을 대상으로

김한제 · 장명덕 · 정용재
(공주교육대학교)

The Pre-service Teacher's Conceptions of 'the Color of Gases': Focusing on the Survey from Freshmen at a National University of Education

Kim, Han-Je · Jang, Myoung-Duk · Jung, Yong Jae
(Gongju National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the elementary pre-service teachers' conceptions of 'color of gases' focusing on the survey from freshmen at a National University of Education. For the study, the views about 'color of gases' were surveyed from the pre-service teachers. And the responses were analyzed based on the patterns. The results from the study are as follows: First, the conceptions about 'color of gases' were divided into 2 top-level, 5 mid-level and 7 sub-level categories. Second, the number of students who answered 'certain gas has color' was significantly greater than those who answered 'every gas has no color'. However, only a small number of students who answered former understand the scientific meaning of color and the color of gases correctly. Third, out of 5 misconception categories, greater number of students answered with 'inaccurate scientific knowledge (Ma1)', so the category was classified again into five detailed sub-categories. Fourth, most of the students, who answered 'every gas has no color', stated "they have not seen any color gases through their lives" based on their own experience. Fifth, the distribution percentage for scientific conceptions vs misconceptions was not related with the students' gender but highly related with students' academic area and their science courses taken at high school. Sixth, the pre-service teachers have various types of misconceptions regarding the 'color of gases' and when they have to explain visibility of gases to other people they tend to pass on their misconceptions. Based on the results from the study, some educational guidelines were suggested.

Key words : gas, color of gas, pre-service teacher, misconception

I. 서 론

과학의 발전은 시각적으로 인지할 수 있는 거시 세계의 자연 현상을 이해하는 것으로부터 시작되었다(Hanson, 1972). 시각을 포함하는 인간의 감각 기관과 관찰 능력은 일차적인 과학탐구 도구이며(Funk *et al.*, 1985; Moher *et al.*, 2000), 초등학교 과학교과

서는 이러한 감각기관과 간단한 도구를 이용한 기초 과학탐구활동 등을 주로 담고 있다(교육인적자원부, 2007; 심규철 등, 2007).

시각을 통해 감지되는 물질의 색깔은 그 물질의 물리적 특성 중 하나이다. 따라서 어떤 물질의 특성을 기술할 때 밀도, 녹는점, 끓는점 등과 함께 색에 대한 설명이 대부분 포함된다(McMurry & Fay, 2009).

또한 물질의 색깔을 인지하고 특성에 따라 물질이 나 암석 등을 관찰하고 분류하는 것은 초등학교 과학학습과정 중에 수반되는 중요한 탐구활동(김희경 등, 2007; 이해원 등, 2012)이라 할 수 있다.

눈의 개폐를 통해 주위의 색을 인지하는 감각기관의 빠른 반응과는 달리 색에 대한 올바른 이해는 파장의 차이에 따른 빛의 특성, 빛과 물질과의 상호작용, 그리고 그 상호작용의 결과물과 눈과의 접촉, 시각세포와 뇌세포와의 교감 등 일련의 시각화 과정 및 물리 현상 등을 전반적으로 잘 이해함으로써 얻어진다(Wyszecki & Stiles, 1982).

빛과 물질의 상호작용은 광원의 형태와 물질의 종류에 따라 매우 다양하게 나타날 수 있으며, 같은 물질이라 하더라도 고체, 액체, 기체의 상태 및 고체 표면의 거친 정도, 물질의 농도, 입자의 크기 등에 따라 다양한 색을 지닐 수 있다(Wyszecki & Stiles, 1982). 일정 농도 이상 포집된 염소(Cl₂)는 황록색이며, 불소(F₂)는 연한 노란색 기체이다. 그리고 색깔의 변화는 물질의 물리적·화학적 변화를 알려주는 좋은 소재이기도 하다. 예를 들어, 관찰되는 색깔에 따라 행성의 표면 온도를 유추해 볼 수 있으며, 촛불의 색깔별 분류는 그 온도와 관계가 있다. 산도와 염기도를 나타내는 지시약 또한 대부분 색 변화를 이용하며, 수증기와 액체 상태인 김을 구분하는 방법(교육과학기술부, 2011a) 또한 색의 유/무를 근거로 하고 있다.

그러나 지구의 대기를 구성하는 주요 기체 물질인 질소, 산소, 이산화탄소 등은 색깔과 냄새가 없으며, 감각기관을 이용한 인지가 쉽지 않다(Stavy, 1988). 이러한 주요 기체의 성질은 그 존재 여부 자체를 일시적으로 잊게 만들며, 학생들로 하여금 쉽게 여러 가지 형태의 오개념을 형성시키는 경향이 있다(유승아 등, 1999; 정대균 등, 2007). 기체의 일반적인 특성을 잘 이해할 수 있도록 6학년 과학교과서(교육과학기술부, 2011b)는 ‘여러 가지 기체’ 단원에서 기체의 특성에 대해 다루고 있으나, 세부 심화 주제라 할 수 있는 ‘기체의 색깔’에 관한 부분은 ‘무색 기체’ 또는 ‘색이 없는 기체’ 등의 표현으로 한정되어 있으며, 지도서(교육과학기술부, 2011c) 또한 유색 기체에 대한 내용을 담고 있지 않다.

정대균 등(2007)은 ‘기체는 감각적으로 확인할 수 없는 학습 대상이므로 이를 구체화할 수 있는 다양한 실험 모형의 개발과 적용이 필요하며, 또한 이의

적용 효과에 대한 연구도 수행되어야 한다(p.370)’고 강조하고 있다.

이에 본 연구에서는 예비 교사들이 가질 수 있는 기체 색깔의 유/무에 대한 오개념 등을 설문지를 통해 조사하는 것을 목적으로 하였다. 기체의 색깔에 대한 초등 예비교사들의 인식을 조사하는 것은 적어도 몇 가지 점에서 중요한 의미를 지닐 수 있다. 첫째는 국내에서는 아직까지 이러한 관점에서 연구를 계획하고 실행한 연구 문헌을 찾아볼 수 없으며, 둘째는 예비교사들의 ‘기체의 색깔’에 대한 인식을 이해하고, 그들이 가지고 있는 정/오개념 등을 파악할 수 있으므로 강의 및 교육자료 개선 등에 다양하게 활용될 수 있을 것이다. 셋째는 예비교사들이 기체의 색깔에 대해 다른 사람에게 설명할 때 그들이 가진 과학적 개념/오개념이 어떻게 작용하는지 분석이 가능하다면, 미래의 학생들에게 예비교사들이 어떠한 영향을 줄 수 있는지 알아보는 계기가 될 것이다.

이에 본 연구에서는 초등 예비교사들을 대상으로 이들의 기체의 색깔에 대한 인식과 설명 방식을 설문지를 통해 조사·분석하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

충청지역 소재 교육대학교 1학년 재학생 중 ‘자연과학의 이해’ 강좌를 수강하는 222명을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 이 중 불성실하게 응답한 10명은 분석에서 제외되었다. 따라서 이 연구에 참여한 실제 예비교사는 총 212명이며, 이들의 구체적인 배경 변인은 표 1과 같다.

2. 검사 도구

이 연구의 설문지는 <부록 1>과 같이 서술형 위

표 1. 연구 참여 예비교사들의 배경 변인별 분포(n=212)

	구분	인원수(%)
성별	남	77(36.3)
	여	135(63.7)
고등학교 학문 영역	문과	141(66.5)
	이과	71(33.5)
과학 이수과목	공통과학	129(60.8)
	화학1	48(22.6)
	화학2	35(16.5)

주로 구성하였는데, 이는 예비교사들의 생각을 좀 더 다양하고 여과 없이 얻기 위해서였다(박승재와 조희형, 1998). 설문지는 학생들의 배경 변인을 알아보기 위한 문항, 그리고 크게 두 가지 질문으로 이루어져 있다. 첫 번째 질문은 “여러분은 기체의 색깔이 ‘있다’고 생각하십니까? 아니면, ‘없다’고 생각하십니까?”였다. 이 질문은 ‘기체의 색깔’에 대한 학생들의 인식을 크게 두 범주로 나누어 분석을 용이하게 하기 위한 것이다. 그러나 “있다/없다”라는 단순한 이분법적 접근을 피하고, 이 밖에 다른 생각을 가진 학생들을 고려하여 응답 란은 “있다/없다/기타”로 구성하였다. 그리고 보충 질문으로 “위와 같이 응답한 이유는 무엇입니까?”를 통해 학생들이 왜 그러한 인식을 가지게 되었는지 설명하도록 유도하였다. 또한 “만약 다른 사람이나 다른 매체로부터 들어서 알고 있는 경우라면, (a) 누구(혹은 어떤 매체)에게서, (b) 언제, (c) 어디에서 들었습니까?”라는 보충 질문을 넣음으로서 이 연구에 참여한 예비교사들의 과학적 개념 또는 오개념의 출처를 조사하였다.

두 번째 질문은 “여러분이 다른 사람에게 기체의 색깔 유/무에 대해서 설명해야 한다고 가정해 봅시다. (1) 어떤 방법으로 어떻게 설명하시겠습니까? 또 그 이유는 무엇입니까? (2) 위와 같은 방법으로 설명을 할 때 어떤 예를 사용하시겠습니까? 또 그 이유는 무엇입니까?”였으며, 두 개의 보충 질문을 포함하고 있다. 이는 과학적 개념/오개념을 가지고 있는 예비교사들이 어떻게 다른 이들에게 ‘기체의 색깔’에 대해서 설명하는지 알아보고, 이것을 통해 그들이 가지고 있는 과학적 개념/오개념이 교육활동에 어떠한 영향을 줄 수 있는지 조사하기 위한 것이다.

3. 자료 분석

설문지 조사를 통해 수집된 자료를 분석하기 위해서, 우선 연구 대상 예비교사들의 응답을 ‘있다’와 ‘없다’의 2개 대범주로 나누었다. 그리고 ‘있다’고 응답한 예비교사들은 다시 과학적 개념(Sc)/오개념(Ma)에 근거해서 2개의 중범주로 나누고, 세부 유형에 따라 4개의 소범주 즉 ‘명확한 과학지식(Sc1)’, ‘올바른 유추(Sc2)’, ‘부정확한 과학지식(Ma1)’, 그리고 ‘부적절한 유추(Ma2)’로 분류하였다. ‘없다’고 응답한 설문지는 오개념에 근거하므로 중범주는 더 이상 분류하지 않았고, ‘오개념(Mb)’로 나타냈다. 그

표 2. 범주화 결과표

대범주	중범주	소범주
기체의 색깔: 있다	과학적 개념 (Sc)	명확한 과학지식(Sc1) 올바른 유추(Sc2)
	오개념 (Ma)	부정확한 과학지식(Ma1) 부적절한 유추(Ma2)
기체의 색깔: 없다	오개념 (Mb)	부정확한 과학지식(Mb1) 부적절한 유추(Mb2) 본인 경험(Mb3)

리고 다시 ‘오개념(Mb)’은 부정확한 과학지식(Mb1), ‘부적절한 유추(Mb2)’와 ‘본인 경험(Mb3)’ 등 3개의 소범주로 나눌 수 있었다. 따라서 전체 응답에 대해서 2개의 대범주, 3개의 중범주, 7개의 소범주로 범주화 할 수 있었다. 표 2는 이러한 범주화 결과를 보여주고 있다.

이렇게 범주화된 학생들의 응답은 각 범주별로 유사하거나 반복되는 답변 내용을 추출한 후에 유형별 특징과 빈도수를 중심으로 그 내용을 분석하였다. 이때 통계적인 유의미성을 확인할 필요가 있을 때에는 대상이 되는 범주와 규정된 변수들 사이에 교차분석을 실시하였으며, 통계 분석은 SPSS 19.0을 사용하여 수행하였다. 자료 분석 과정에는 화학 전공 연구자 1인, 그리고 과학교육 전공 연구자 2인이 참여하였다.

III. 결과 및 논의

1. 기체의 색깔에 대한 예비교사들의 인식

범주화 및 분류 과정을 좀 더 자세히 살펴보면, 기체의 색깔이 ‘있다’는 응답과 ‘없다’는 응답을 2개의 대범주로 분류할 때 ‘기타’에 내용을 적어 넣은 응답지는 다른 내용을 면밀히 확인/분석한 후에 두 대범주 중에 더 가깝다고 생각되는 범주에 포함시켰다. 예를 들어 “색깔이 있는 기체도 있고, 없는 기체도 있다.”고 응답한 경우가 많았는데, 대부분 ‘있다’에 포함되었다. 이는 응답 자체가 이분법적 요소를 가지고 있으며, 설문지를 구성할 때 분석을 용이하게 할 목적으로 질문을 구성하였기에 가능하였다. 그리고 ‘있다’고 응답한 예비교사들은 다시 ‘과학적 개념(Sc)’을 가지고 답한 모둠과 ‘오개념(Ma)’을 가지고 답한 모둠으로 나누어 중범주로 분류하

었다. 과학적 개념(Sc)을 가지고 있는 모둠은 분석을 통해 ‘명확한 과학지식(Sc1)’을 근거로 한 모둠과 ‘올바른 유추(Sc2)’를 한 모둠으로 나눌 수 있었다. 오개념(Ma) 모둠은 ‘부정확한 과학지식(Ma1)’와 ‘부적절한 유추(Ma2)’를 근거로 한 모둠으로 구분할 수 있었다. ‘없다’고 응답한 설문지는 응답 자체가 오개념에 근거하므로 그 자체를 하나의 증범주로 보았고, 더 이상의 증범주는 규정하지 않았다. 다만 소범주으로써 유형에 따라 ‘부정확한 과학지식(Mb1)’, ‘부적절한 유추(Mb2)’ 및 ‘본인의 경험’으로 분류할 수 있었다. 유형이 같은 ‘부정확한 과학지식’에 해당된다 할지라도 ‘있다’고 응답한 범주의 내용과 ‘없다’고 응답한 범주의 내용 사이에는 기체의 색깔에 대한 인식 차이가 분명하므로 ‘부정확한 과학지식(Ma1) 또는 (Mb1)’로 나누었고, ‘부적절한 유추’ 또한 같은 이유로 ‘(Ma2)’와 ‘(Mb2)’로 나누어 분석하였다. 각 범주별 응답자 수, 각 항목에 대한 응답 비율 그리고 각 소범주별 응답의 예는 표 3에 나타나 있다.

표 3에서 알 수 있듯이 기체의 색깔이 ‘있다’고 응답한 학생은 전체 응답 학생 212명중 137명으로 64.6%에 해당하였다. 반면, ‘없다’고 응답한 학생은 75명(35.4%)으로 상대적으로 매우 적은 수치였다. 그러나 유형 분석을 통해 알아낸 흥미로운 점은 ‘있다’고 응답한 학생 중 단지 60명(43.8%)만이 기체의 색깔에 대해 올바른 개념을 가지고 있다는 것이다. 이는 전체 표본수를 고려하면 28.3%(60/212)로 매우 낮은 비율에 해당한다.

과학적 개념(Sc)을 가진 학생 중 44명(73.3%)은 색이 있는 기체를 직접 예로 들거나, “과학 수업 시간에 들었다”고 진술하는 등 본인들이 습득한 명확한 과학지식을 근거로 기체의 색깔이 ‘있다’고 응답하였다. 지식 습득 경로는 중학교 과학 수업, 고등학교 화학 수업, 독서, 영화 및 기타 매체 등으로 나타났다. 나머지 16명(26.7%)은 직접적인 지식 습득 과정은 없었으나, 이미 획득한 다른 과학지식을 근거로 ‘기체의 색깔이 있다’고 올바르게 유추하였으며, 다른 질문에 대한 응답 등을 통해서 그들이 과학적 개념을 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

‘있다’고 응답한 학생들 중 무려 77명(56.2%)이 기체의 색깔 및 성질에 대해 오개념을 가지고 있었는데, 이 중 65명(84.4%)은 ‘부정확한 과학지식(Ma1)’를 가지고 있었으며, 틀린 예 등을 근거로 제시하였

고, 나머지 12명(15.6%)은 ‘부적절한 유추(Ma2)’를 통해 ‘기체의 색깔이 있다’고 응답하였다.

기체의 색깔이 ‘없다’고 응답한 학생 중에 ‘부정확한 과학지식(Mb1)’을 근거로 든 학생은 6명(8.0%)으로 상대적으로 낮은 수치를 나타냈다. ‘부적절한 유추(Mb2)’를 통해 ‘없다’고 응답한 학생의 수는 19명(25.3%)이었다. 흥미로운 결과는 ‘본인의 경험’을 토대로, 지금까지 색깔을 가진 기체를 본적이 없어서 ‘없다’고 응답한 학생이 무려 50명(66.7%)이나 된다는 것이다. 이러한 결과는 학생들이 물질과 색에 대한 이해가 부족하다는 관점에서 교육적인 시사점을 주고 있다.

소범주에서 분류된 7개의 유형 중에서 ‘부정확한 과학지식(Ma1)’에 해당되는 응답자 수(65명, 30.7%)가 가장 많았으며, 세부 유형 또한 다양한 형태로 분포하고 있어서 세밀한 분석을 통해 대략 5개의 세부 유형으로 분류할 수 있었다. 분류된 세부 유형은 ‘액체를 기체로 오인’, ‘고체를 기체로 오인’, ‘기체의 성질에 대한 오류’, ‘색깔에 대한 정의 오류’ 그리고 ‘기타’ 등이었다. 세부 유형별 응답자 수, 각 유형에 대한 응답 비율 그리고 응답의 예는 표 4에 나타나 있다.

표 4에서 알 수 있듯이, ‘부정확한 과학지식(Ma1)’를 가지고 있는 학생 65명 중 20명(30.8%)이 드라이아이스 주변에서 생성되는 김, 안개, 추울 때 생기는 입김 등을 흰색을 가진 기체로 오인하고 있었다. 이것은 드라이아이스와 드라이아이스 주변의 낮은 온도로 인해 형성되는 액상의 물을 구분하지 못하는 것과 맥을 같이 하고 있다(이현정과 최원호, 2011). 초등학교 과학 교육과정에서는 이러한 오개념 형성을 막기 위하여 김과 수증기의 차이를 분명하게 보여주고 있다(교육과학기술부, 2011a). 따라서 초등학교 예비 교사로서 이러한 오개념을 가지고 있는 학생은 학습을 통해 과학적 개념을 반드시 습득하여야 할 것이다.

비슷한 세부 유형으로써 19명(29.2%)의 학생이 주위에서 쉽게 관찰이 가능한 물질 연소 시에 나오는 연기, 행사에 사용하는 색을 띄는 연기, 자동차 매연 등을 색을 가진 기체로 오인하고 있었다. 짙은 회색 및 검은색 연기 속에는 주로 불완전 연소로 인해 형성된, 입자 크기가 작은 고형탄소 물질과 기타 액상의 물질이 함께 섞여 있는 것이 일반적이다(김선경 등, 2008; Stavy & Stachel, 1985). 따라서 해당

표 3. 기체의 색깔에 대한 예비교사들의 응답 결과와 응답의 예

대범주	중범주	소범주	응답 예 (부분 발췌)
기체의 색깔: 있다 (137/212, 64.6%)*	과학적 개념(Sc) (60, 28.3%)** (60/137, 43.8%)**	명확한 과학지식(Sc1) (44, 20.8%), (44/60, 73.3%)	“우리 주변의 기체는 색이 없지만, 화학 실험을 통해서 색을 가진 기체를 볼 수 있다. ex) 염소는 황록색 기체” “...과학시간에 기체상태의 물질에 대해 배우면서 ~색의 기체라는 설명을 들었기 때문에...” “...어떤 물질이냐에 따라 색깔이 있는 것도 있고 없는 것도 있다. 학교에서 그렇게 배웠다.” “...영화를 보고, 염소 기체는 녹색을 띠는 것으로 알고 있기 때문에, 아우슈비츠에서 사용한 독가스...”
		올바른 유추(Sc2) (16, 7.5%), (16/60, 26.7%)	“...있을 수도 있고 없을 수도 있지 않을까, 액체도 투명할 수 있고 색이 있을 수도 있고 고체도 마찬가지로이기 때문에...” “...물론 산소나 수소 같은 기체는 색이 없지만 색깔을 가진 기체도 있다고 생각한다.” “...기체 또한 지구상에 존재하는 물질의 하나이기 때문에 색깔이 있다고 생각한다.”
	오개념(Ma) (77, 36.3%), (77/137, 56.2%)	부정확한 과학지식(Ma1) (65, 30.7%), (65/77, 84.4%)	“...드라이아이스 같은 경우 승화될 때 희뿌연 기체이니까 색깔이 있다고...” “...노란색, 빨간색, 초록색 연기가 하늘 위로 올라가는 것을 본 적이 있다. TV에서 축하행사 등을 방영할 때...” “...교과서에서 기체 관련된 그림을 보면 칼라풀하게 표시해 놓고 있어서...” “...기체를 붙에 대면 불꽃색을 낸다.” “...원자에 색깔이 있어서 기체 분자는 색깔을 띤다.”
		부적절한 유추(Ma2) (12, 5.7%), (12/77, 15.6%)	“...물도 투명한데 밀 타면 색을 얻을 수 있으니 기체도 색을 표현할 것과 섞으면 될 것 같다.” “...빛의 색깔을 다 합치면 투명색이 되는데 이것처럼 기체의 색깔은 빛의 모든 색들이 반사되어서 안 보이는 것이 아닐까?” “...어떠한 방법으로 시도해 보면 알 수 있는데, 우리 눈에 안 보일 뿐이라고 생각한다.”
기체의 색깔: 없다 (75/212, 35.4%)	오개념(Mb) (75, 35.4%)	부정확한 과학지식(Mb1) (6, 2.8%), (6/75, 8.0%)	“...일반적으로 보이는 공기 분자와 알고 있는 다른 여러 기체 분자들이 색깔이 없다고 배웠으므로...” “...기체 자체의 색깔은 없고, 기체의 분자구조와 에너지 준위에 의해 색깔이 결정된다고 생각한다.”
		부적절한 유추(Mb2) (19, 9.0%), (19/75, 25.3%)	“...가장 쉽게 생각할 수 있는 공기가 색이 없기 때문에 기체는 색깔이 없다고 생각한다.” “...분자 1개가 날아다니는 상태인데, 색이 있을 리가 없다.” “...기체 분자는 분자간 사이가 매우 멀어서 빛을 우리 눈으로 반사시킬 수 없을 것 같다.”
		본인 경험(Mb3) (50, 23.6%), (50/75, 66.7%)	“...색이 있는 기체가 있다는 것을 본 적도 없고, 들어본 적이 없기 때문이다.” “...숨을 들이쉬었다가 내 뱀으면서 눈으로 산소가 보이나요? 보이지 않죠? 기체는 색이 없습니다.” “...우리 주위에서 볼 수 있는 기체는 무색/투명하기 때문에...”

* (응답자수/전체 응답자수, 응답자 비율)

** (응답자수, 전체 응답자에 대한 비율)

*** (응답자수/상위 범주 전체 응답자수, 응답자 비율)

학생들은 대부분 작은 고체 입자를 색깔이 있는 기체로 오인하는 것으로 이해할 수 있다. 11명(16.9%)의 학생들은 순수한 물질로서 기체가 가지고 있는 일반적인 특성을 이해하지 못 하고 있는 것으로 나

타났다. 예를 들어, 기체는 색이 없지만 어떤 것을 첨가하면 색을 가진 기체로 변한다고 생각한다거나, 연소시 나오는 불빛의 색깔을 기체의 색으로 오인하거나 또는 기체는 빛을 반사하지 못 한다고 이

표 4. '부정확한 과학지식(Mal)'을 가진 예비교사들의 세부 유형별 응답 결과와 응답의 예

소범주	세부 유형	응답 예(부분 발췌)
부정확한 과학지식(Mal) (65, 30.7%) [*]	액체를 기체로 오인 (20, 9.4%), (20/65, 30.8%)**	“...드라이아이스 같은 경우 승화될 때 희뿌연 기체이니까 색깔이 있다고...” “...커피 같은 것에서 피어오르는 김이 흰색이잖아요.” “...물을 끓이거나 드라이아이스 같은 경우에는 기체가 눈에 보인다.” “...수증기 또는 안개가 희색으로 보이기 때문에...” “...추울 때 입김 색이 하얀 것을 보고...”
	고체를 기체로 오인*** (19, 9.0%), (19/65, 29.2%)	“...노란색, 빨간색, 초록색 연기가 하늘 위로 올라가는 것을 본 적이 있다. TV에서 축하행사 등을 방영할 때...” “...눈에 보이는 것은 연기(회색) 안 보이는 것은 공기...” “...산소는 눈에 보이지 않지만 불을 붙일 때 불을 끄면 나는 연기는 회색이라서...” “...매연이나 연기 등을 눈으로 볼 수 있기 때문에...” “...유독가스가 타는 걸 보면 까맣다.”
	기체의 성질에 대한 오류 (11, 5.2%), (11/65, 16.9%)	“...기체가 어떤 물질을 함유하느냐에 따라 색깔이 달라지지 않을까?” “...가스레인지에 불을 켜는 경우를 생각해 보면 무색이라고 생각한 가스를 태우며 나타나는 불은 색깔이 있다.” “...빛을 반사해내야지 색깔이 보이는 것인데, 기체 상태에서 빛을 반사하지 못하므로 색이 없다.”
	색깔에 대한 정의 오류 (7, 3.3%), (7/65, 10.8%)	“...기체도 눈에 보이지 않지만 고유의 색을 지니고 있지 않을까?” “...물질의 형태만 변화한 것이기 때문에 눈에 보이지 않더라도 고유의 색깔을 가지고 있다.”
	기타 오류들 (8, 3.8%), (8/65, 12.3%)	“...원자에 색깔이 있어서 기체 분자는 색깔을 띤다.” “...기체도 분자로 이루어진 것이기 때문에 색깔이 있다.” “...네온에 색이 존재하기 때문에 색이 있다.”

* (응답자수, 전체 응답자에 대한 비율)

** (응답자수/상위 범주 전체 응답자수, 응답자 비율)

*** 연기에는 고체 물질 이외에도 색을 내는 액체 물질 등이 섞여 있을 수 있으나, 다른 응답과는 확연히 구별이 되는 유형이므로 이와 같이 '고체를 기체로 오인'이라는 표현을 써서 세부 유형을 규정하였음.

해하고 있었다. 7명(10.8%)의 학생은 물질의 특성인 색에 대한 이해가 부족한 것으로 나타났다. 예를 들어, 한 학생의 경우, 기체는 원래 색이 있는데, 우리 눈에는 보이지 않는다고 믿고 있었고, 어떤 학생은 무색 자체를 색중에 하나라고 규정하였다. 그리고 나머지 8명의 학생들은 세부 유형의 한 형태로 분류하기에는 어려움이 있었으나, 분명히 '부정확한 과학지식(Mal)'를 가지고 있는 것으로 나타났다. 특히 네온의 색을 예로 든 경우가 있었는데, 이는 기체 자체의 특성이 아닌 기체가 담긴 용기에 전기 방전을 시켰을 때 나타나는 빛의 색깔을 네온 기체의 색으로 오인하는 경우였다.

이상의 결과들로부터, 중부지역 교육대학교 1학년 학생들은 기체의 색깔 유/무에 대해서 정확하게 이해하고 있는 학생이 매우 적었으며, 나머지 상대적으로 많은 수의 학생들은 다양한 형태의 오개념을 가지고 있음을 알 수 있었다. 이는 교육대학교

입학생들이 대체로 학력이 우수한 학생들임을 감안한다면 상당히 예외적인 결과라 할 수 있을 것이다.

2. 기체의 색깔에 대한 인식의 범주별 배경변인과의 관계

설문지를 구성하면서 기체의 색깔에 대한 이해와 함께 학생의 성별, 학문영역(문/이과) 그리고 과학 관련 이수과목 등을 질문에 포함시켰다. 이는 적어도 학문영역이나 이수과목 등은 학생들의 과학적 개념(Sc)/오개념(M) 분포에 영향을 줄 것이라 예측했기 때문이다. 따라서 여기서는 학생들의 과학적 개념/오개념 분포가 성별, 학문영역 그리고 과학 관련 이수과목 등과 어떠한 관계가 있는지 알아보려고 하였다. 먼저 표 5는 예비교사의 과학적 개념(Sc)/오개념(M) 분포와 성별간의 교차분석 결과이다.

표 5에 나타난 결과를 보면 여학생(135명, 63.7%)이 남학생(77명, 36.3%)의 수보다 대략 2배 정도 많

표 5. 소범주 유형과 남녀별 응답자 비율 그리고 교차분석 결과

중범주(응답자 수)	소범주(응답자 수)	남녀별 응답자 수(전체 비율, 부분 비율)		비고
		남	여	
과학적 개념(Sc)(60)	명확한 과학지식(Sc1)(44)	17(8.0, 38.6%)	27(12.7, 61.4%)	$\chi^2=8.322$ $df=6$ $p=.215$
	올바른 유추(Sc2)(16)	6(2.8, 37.5%)	10(4.7, 62.5%)	
오개념(Ma)(77)	부정확한 과학지식(Ma1)(65)	24(11.3, 36.9%)	41(19.3, 63.1%)	
	부적절한 유추(Ma2)(12)	5(2.4, 41.7%)	7(3.3, 58.3%)	
오개념(Mb)(75)	부정확한 과학지식(Mb1)(6)	5(2.4, 83.3%)	1(0.5, 16.7%)	
	부적절한 유추(Mb2)(19)	4(1.9, 21.1%)	15(7.1, 78.9%)	
	본인 경험(Mb3)(50)	16(7.5, 32.0%)	34(16.0, 68.0%)	
합계	212	77(36.3%)	135(63.7%)	

았으며, 각 범주별 남녀의 분포 또한 이와 비슷하게 분포하고 있음을 볼 수 있다. 다만, 소범주 '부정확한 과학지식(Mb1)' 유형에서 다른 유형과는 달리 남녀 응답비율에 큰 차이(83.3%:16.7%)를 보였다. 그러나 표본수가 5로 매우 작아서 특별히 남학생이 더 많은 부정확한 과학지식(Mb1)을 가지고 있다고 보기에는 무리가 있다. 실제로 소범주 유형과 남녀별 응답자 분포에 대한 교차분석 결과, 통계적으로 유의미한 관계가 거의 없음을 보여주고 있다($\chi^2=8.322$, $p=.215$).

표 6은 예비교사의 과학적 개념(Sc)/오개념(M) 분포와 학문영역 그리고 과학 관련 이수과목 간의 통계 분석 결과를 보여준다.

표 6의 내용을 보면, 우선 학문 영역에 있어서 문과 학생(141명, 66.5%)이 이과 학생(71명, 33.5%)에 비해 대략 2배가량 많았다. 특이한 점은 이과 학생들 중 과학적 개념(Sc)에 해당하는 '명확한 과학지

식(Sc1)'의 경우가 37명(37/71, 52.1%)으로 가장 많았다. 이와는 달리 문과 학생들은 오개념에 해당하는 '부정확한 과학지식(Ma1)'(49/141, 34.8%) 및 '본인 경험(Mb3)'(44/141, 31.2%)에 상대적으로 많이 분포해 있음을 볼 수 있다. 전체적으로 문과학생들 중에 과학적 개념을 가진 학생은 20명(14.2%)이었으며, 이과학생 중에 과학적 개념을 가진 학생은 40명(56.3%)이었다. 따라서 이과학생들이 기체의 색깔에 대해 더 많은 과학적 개념을 가지고 있음을 볼 수 있다. 소범주 유형과 학문 영역간의 교차분석 결과 또한 통계적으로 깊은 관계가 있음을 보여 주고 있다($\chi^2=66.5122$, $p=.000$).

과학 관련 이수과목을 살펴보면, 먼저 공통과학까지 이수한 학생이 129명(60.8%), 화학1이 48명(22.7%), 화학2가 35명(16.5%)이었다. 화학1 이상을 이수한 학생은 83명으로 39.2%에 해당되는 셈이다. 화학2를 이수한 학생 중에 무려 22명(20/35, 57.1%)이 '명확

표 6. 소범주 유형과 학문영역 이수과목에 대한 교차분석 결과

소범주 (응답자 수)	학문 영역		비고	이수 과목			비고
	문과	이과		공통과학	화학1	화학2	
명확한 과학지식(Sc1)(44)	7(15.9)*	37(84.1)	$\chi^2=66.512$ $df=6$ $p=.000^{**}$	5(11.4)	17(38.6)	22(50.0)	$\chi^2=75.469$ $df=12$ $p=.000^{**}$
올바른 유추(Sc2)(16)	13(81.2)	3(18.8)		11(68.8)	3(18.7)	2(12.5)	
부정확한 과학지식(Ma1)(65)	49(75.4)	16(24.6)		47(72.3)	16(24.6)	2(3.1)	
부적절한 유추(Ma2)(12)	9(75.0)	3(25.0)		7(58.3)	3(25.0)	2(16.7)	
부정확한 과학지식(Mb1)(6)	4(66.7)	2(33.3)		4(66.7)	0(0)	2(33.3)	
부적절한 유추(Mb2)(19)	15(78.9)	4(21.1)		14(73.7)	4(21.1)	1(5.2)	
본인 경험(Mb3)(50)	44(88.0)	6(12.0)	41(82.0)	5(10.0)	4(8.0)		
합계(212)	141(66.5)	71(33.5)		129(60.8)	48(22.7)	35(16.5)	

*응답자 수(응답자 비율 %)

** $p<.05$

한 과학지식(Sc1)'에 해당되었다. 화학1까지를 포함하면, '명확한 과학지식(Sc1)'에 해당하는 학생(44명) 중에 39명(88.6%)이 화학 과목을 이수한 학생이다. 이는 대부분 문과 학생들이 공통과학까지 배우고, 이과 학생들이 화학1 이상의 과목을 이수한다고 볼 때 학문영역과도 비슷한 수치(7:37 vs 5:39)를 보여주고 있다. 그러나 화학1만 이수한 경우에는 20명(41.6%)이 과학적 개념을 28명(58.4%)이 오개념을 가지고 있어서 오개념을 가진 학생이 더 많이 분포하였다. 소범주 유형과 이수 과목간의 교차분석 결과는 학문 영역과 마찬가지로 통계적으로 깊은 관계가 있음을 보여주었다($\chi^2=75.469$, $p=.000$).

이상의 결과를 종합해 볼 때, 예비 교사들의 기체의 색깔에 대한 과학적 개념(Sc)/오개념(M) 분포는 성별과는 거의 무관했으며, 학문 영역 및 과학 관련 이수과목과는 밀접한 관계가 있었고, 이과 학생 및 화학 1이상을 이수한 학생이 '명확한 과학 지식(Sc1)'에 해당하는 과학적 개념을 많이 가지고 있음을 알 수 있었다. 상대적으로 문과 학생들 중에는 '올바른 유추(Sc2)'에 해당하는 과학적 개념을 가진 학생들이 더 큰 비율로 나타났다.

3. 기체의 색깔에 대한 인식의 범주별 설명 방식

교사들이 가지고 있는 과학적 개념/오개념은 수업 활동을 통해 그대로 학생들에게 투영될 확률이 높다(조희형과 최경희, 2001; Duit, 1991; Sewell, 2002; Tytler, 2002). 따라서 이러한 가능성을 조사하기 위하여 설문지 문항 2에는 “여러분이 다른 사람에게 기체의 색깔 유/무에 대해서 설명해야 한다고 가정해 봅시다. (1) 어떤 방법으로 어떻게 설명하시겠습니까? 또 그 이유는 무엇입니까? (2) 위와 같은 방법으로 설명을 할 때 어떤 예를 사용하시겠습니까? 또 그 이유는 무엇입니까?”와 같은 질문을 넣었다. 이 질문에 대한 응답자 수, 비율 및 응답의 예를 표 7에 정리하였다.

실제로 표 7에 나타난 설명 방법 응답의 예를 보면, 과학적 개념을 가지고 있는 학생들은 정확한 지식을 바탕으로, 적절한 실험활동이나 예시를 보여줌으로서 기체의 색깔에 대한 올바른 개념을 정확하게 전달하려 하였으나, 여러 유형의 오개념을 가진 예비교사들은 그 오개념을 그대로 담은 상태에서 부정확한 과학지식 및 부적절한 예를 들어 전달

하려 하였다.

'명확한 과학지식(Sc1)'의 경우 “...기체에는 색이 없는 것도 많지만 색이 있는 것도 있다고...” 알려주려 하였고 “...유독성일 경우 관련 영상을 보여주겠다.”고 진술하고 있다. '올바른 유추(Sc2)'에서도 “...몸에 해롭지 않은 기체라면 병에 담아 운동장 같은 곳에서 기체의 확산과 함께 설명...”한다는 진술이 있는데, 공교롭게도 많은 유색 기체들이 독성을 가지고 있다는 것은 사실이다. 따라서 실험보다는 사진이나 동영상 등을 이용하는 것이 좋은 선택이라 할 수 있다. 이외에 오개념에 해당하는 설명은 해당 항목에 해당하는 오개념 등을 그대로 전달하고 있음을 쉽게 볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 초등학교 예비교사인 교육대학교 1학년 학생들을 대상으로 하여 기체의 색깔에 대한 인식과 설명 방식을 조사하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해, 기체 색깔의 유/무 및 왜 그렇게 생각하는지에 대한 학생들의 응답을 조사하고, 그 특징을 분석하였다. 본 연구로부터 얻은 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 대상으로 하는 예비교사들의 기체 색깔에 대한 인식은 2개의 대범주, 3개의 중범주 그리고 7개의 소범주로 분류되었다. 이중 2개의 소범주가 기체의 색깔에 대해 과학적 개념(Sc)을 가진 모둠이었고, 나머지 5개의 소범주 모듬은 오개념(M)을 가지고 있었다. 둘째, 대범주에서 기체의 색깔이 '있다'고 응답한 학생이 '없다'고 응답한 학생의 수보다 유의미하게 많았다. 그러나 '있다'고 응답한 학생 중 단지 60명만이 기체의 색깔에 대해 올바르게 이해하고 있었다. 이는 전체를 고려한다면 28.3%(60/212)로 매우 낮은 비율에 해당한다. 셋째, 오개념에 해당하는 5개의 소범주 중에서 '부정확한 과학지식(Ma1)'에 근거하는 경우가 65명으로 가장 많았으며, 유형 분석을 통해 5개의 세부 유형 즉 '액체를 기체로 오인', '고체를 기체로 오인', '기체의 성질에 대한 오류', '색깔에 대한 정의 오류' 그리고 '기타' 등으로 분류할 수 있었다. 넷째, '없다'고 응답한 학생들 중에서는 '본인 경험(Mb3)'에 근거해서 '색을 가진 기체를 본적이 없어서'라는 응답이 가장 많았으며, '부적절한 유추(Mb2)' 그리고 '부정확한 과학지

표 7. 기체의 색깔에 대해 과학적 개념/오개념을 가진 예비교사들의 설명 방법 응답의 예

중범주	소범주	설명 방법 응답의 예 (부분 발췌)
과학적 개념 (Sc) (60)*	명확한 과학지식 (Sc1) (44)	<p>“...색을 가지고 있는 기체를 가지고 와서 보여주는 방식으로 할 것 같다. 그리고는 기체에는 색이 없는 것도 많지만 색이 있는 것도 있다고 ... 말로만 색이 있는 기체가 존재한다고 해서는 믿기 힘들 것이기 때문에...”</p> <p>“...화학반응을 이용하여 한 플라스크에는 색이 있는 기체를 포집하고 ... 플라스크를 비교하여 색이 있는 것과 없는 것이 있음을 확인...”</p> <p>“...색깔 있는 기체를 직접 보여주거나 유독성일 경우 관련 영상을 찾아 보여주겠습니다.”</p> <p>“...Cl₂, F₂와 같은 기체를 직접 보여줘서 기체에도 색깔이 있다는 것을...”</p>
	올바른 유추 (Sc2) (16)	<p>“...여러 가지 기체를 직접 경험하게 한다. 보이지 않는 기체와 보이는 기체를 비교 ... 색이 있는 것도 있고 없는 것도 있어서...”</p> <p>“...몸에 해롭지 않은 기체라면 병에 담아 운동장 같은 곳에서 기체의 확산과 함께 설명 ... 액체에도 색이 있듯이 세상에 존재하는 물질은 무수히 많은데 그 중에 어떤 물질이라 하면서...”</p> <p>“...간단한 실험을 통해 알려줄 수 있다면 실험을 이용해 설명하겠지만 다소 복잡하고 어렵다면 인터넷이나 책을 통해 이미 검증된 연구 내용을 바탕으로...”</p>
오개념 (Ma) (77)	부정확한 과학지식 (Ma1) (65)	<p>“...에식장에서 드라이아이스를 관찰시킴. 드라이아이스가 승화되면 뿌연색으로...”</p> <p>“...불이 난 상황을 설명하고 까만 연기를 연상시키도록 한다.”</p> <p>“...불이 탈 때의 연기, 국을 끓일 때의 수증기, 드라이아이스의 냉기 등은 우리 눈에 잘 보이므로...”</p> <p>“...원소별로 기화시켜 직접 색을 보여준다.”</p> <p>“...빛의 양이 인지하기가 힘든 정도의 약한 양이라서 보지 못한 것임을 알리고, 기체를 응축하여 색을 내는 모습을 보여주겠습니다.”</p>
	부적절한 유추 (Ma2) (12)	<p>“...폭죽 터뜨릴 때 색이 나는 것처럼 색을 입힐 수 있다고 알려준다.”</p> <p>“...산소의 경우 색을 입혀서 기체의 존재를 밝히고 분자구조를 현미경이나 여러 과학 기술을 이용해 확인하도록 한다.”</p> <p>“...기체의 색이 없다면 불을 피웠을 때도 색이 나타나지 않아야 하는데, 붉은 색이 나타나는 것을 보고 기체의 색이 있음을 알려준다.”</p>
오개념 (Mb) (75)	부정확한 과학지식 (Mb1) (6)	<p>“...우리의 눈에 보이는 기체는 순수 기체가 아닌 불순물이 섞여서 그렇게 보이는 것이므로 그러한 예를 보여줄 것이다.”</p> <p>“...물질의 고유한 특징 중 기체는 무색이라는 것을 알기 때문에 물질에 대한 사실을 있는 그대로 알려주는 것...”</p>
	부적절한 유추 (Mb2) (19)	<p>“...분명 비닐은 부풀었고 부피를 차지한 공기가 그 안에 들어있다. 하지만 눈에 보이지 않고 투명하다. 이를 통해 기체색이 없다고 알려준다.”</p> <p>“...기체는 눈에 보이지 않을 정도로 작기 때문에 보이지 않는다. 주변에 예가 많아서 이해가 잘 될 것이다.”</p> <p>“...무대 장치에 사용하는 연기를 예로 들어, 색깔 있는 기체는 인위적으로 색을 내려 한 것이고 실제 기체는 색이 없다고 알려줄 것이다.”</p>
	본인 경험 (Mb3) (50)	<p>“...예시를 들거나 같이 인터넷을 검색해 본다. 색은 빛이 물체에 반사되는 색으로 보인다. 물체 자체에 색이 없는 것처럼, 기체에도 색이 없다고 알려준다.”</p> <p>“...투명한 풍선을 불었을 때 풍선의 크기는 커졌지만 우리 눈에는 여전히 투명하다. 아이들이 쉽게 이해하고 (색깔이 없다고)** 받아들이 수 있는 실험이다.”</p> <p>“...아이들이 주전자에서 나오는 김이 기체라 생각하고 하얗다고 할 수 있으니 그것을 액체라 설명해주고 기체는 색이 없다고 할 것이다.”</p>

*(응답자 수)

**이해를 돕기 위해 삽입한 내용임.

식(Mb1)' 순이었다. 다섯째, 과학적 개념(Sc)/오개념(M) 분포 비율은 성별과는 관계($p=.215$)가 거의 없는 것으로 나타났으나, 문/이과의 학문 영역($p=.000$)이나 과학/화학 관련 이수 과목($p=.000$)과는 밀접한

관계가 있음을 보여주었다. 이는 과학/화학 관련 상위 교과목을 이수한 이과 학생들이 과학적 개념에 더 많이 분포하고 있음을 보여준다. 여섯째, 예비교사들은 기체의 색깔에 대해 여러 가지 형태의 오개

념을 가지고 있었으며, 다른 사람에게 설명할 때 본인들이 가지고 있는 오개념을 그대로 투영하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

대부분의 기체가 색깔이 없으나 유색의 기체가 존재한다는 것은 단순한 과학적 사실이지만, 연구 결과로부터 얻은 결론은 많은 예비교사들이 기체의 색깔에 대해서 오개념을 가지고 있다는 것이다. 흥미로운 점은 대상으로 하는 예비교사들이 고등학교 3학년까지 대체로 상위 10%안에 드는 학업 성적을 유지(김진영, 2006)하였으며, 화학 과목을 이수한 비율(83/212, 39.2%)이 아주 낮지 않음에도 불구하고 정확하게 기체의 색깔에 대해 기술한 학생이 매우 적다는 것이다. 이는 초등학교부터 고등학교까지의 과학과 교육과정(교육인적자원부, 2007)과 교대학생들의 학력 수준을 고려할 때 상당히 의외의 결과라 할 수 있다. 이러한 사실로 볼 때 명확한 과학 지식 없이 색이 있는 기체를 유추해 내는 것이 쉽지 않은 것처럼 보인다. 이러한 결과는 예비교사들이 가지고 있는 기체의 색깔에 대한 오개념 및 내용적인 면을 교육적인 관점에서 재점검해 보아야 한다는 당위성을 제공하고 있다. 최소한 교육대학교 과학 관련 교육과정에 필요한 사항을 첨가하는 것이 학생들로 하여금 이와 같은 오개념을 가질 확률을 줄이는 방법일 것이다.

연구 결과 및 결론으로부터 몇 가지 제언을 덧붙이자면, 첫째, 교육 내용적 측면에서 교육대학교 학생들의 과학교육, 특히 화학 관련 강의에 기체의 특성과 관련하여 '색깔'에 대한 내용이 포함되어야 할 것이다. 드라이아이스 주변에 생기는 김(물)을 기체 드라이아이스(이산화탄소)로 오인하거나 연기를 기체로 인식하는 학생들이 많았는데, 이러한 내용 또한 교정이 필요한 부분이다.

둘째, 기체에 대한 오개념 등이 쉽게 생성되는 경향이 있으므로, 초등학교 과학교과서 및 지도서에 관련 내용을 첨부하면 교육효과가 클 것으로 보인다. 무려 50명(23.6%)의 학생이 본인이 직접 유색기체를 본적이 없어서 기체는 색깔이 없다고 생각하고 있으므로 사진과 함께 내용을 첨부하면 더 좋을 것이다. 간단한 내용이므로 많은 지면을 필요로 하지 않으며, 과학 교과서의 전체 구성에 크게 영향을 끼치지 않을 것이라 예상된다. 그리고 수업 시간에 유색 기체에 관한 동영상 등을 이용하면 학습 효과가 높을 것이라 기대된다.

셋째, 위에서 제시한 내용을 토대로 학습 전과 학습 후를 비교하여 개념 변화를 알아보는 것은 좋은 연구 주제가 될 것이며, 이를 통해 좀 더 발전적인 교수-학습 자료 개발이 가능할 것이다. 설문지 조사 후 강의시간을 통해 기체의 색깔에 대한 개념을 보충하였으며, 이에 대한 예비교사들의 호응도는 좋은 편이었다.

참고문헌

- 교육과학기술부(2011a). 초등학교 과학 교과서: 4-1. (주)금성출판사.
- 교육과학기술부(2011b). 초등학교 과학 교과서: 6-2. (주)금성출판사.
- 교육과학기술부(2011c). 초등학교 교사용 지도서: 과학 6-2. (주)금성출판사.
- 교육인적자원부(2007). 초등학교 과학과 교육과정. 서울: 교육인적자원부 고시 제 2007-79.
- 김신경, 김영미, 백성혜(2008). 다양한 물질의 상태에 대한 중고등학생들과 과학교사들의 분류 기준에 대한 유형 분석. *대한화학회지*, 52(5), 569-579.
- 김진영(2006). 수학능력 시험 실시 10년간 대학의 서열 변화. *공공경제*, 11(1), 121-153.
- 김희경, 박보화, 이봉우(2007). 우리나라 과학 교과서에 나타난 기초 탐구 과정 분석: 분류, 예상 및 추리 탐구 요소를 중심으로. *초등과학교육*, 26(5), 499-508.
- 박승재, 조희형(1998). *과학교육 연구*. 서울: 교육과학사.
- 심규철, 박종석, 박상우, 신명경(2007). 초등 교과서에서 제시된 과학 탐구 활동의 분석. *초등과학교육*, 26(1), 24-31.
- 유승아, 규인순, 김봉곤, 강대호(1999). 기체의 성질에 대한 중고등학생들의 오개념에 관한 연구. *대한화학회지*, 43(5), 564-577.
- 이현정, 최원호(2011). 예비 과학교사의 화학 개념에 대한 이해도 조사와 오답 반응 분석: 중학교 교육과정을 중심으로. *대한화학회지*, 55(6), 1030-1041.
- 이혜원, 민병미, 손연아(2012). 초등학생의 과학탐구기능 향상을 위한 명시적이고 반성적인 교수·학습전략 개발 및 적용-관찰과 분류를 중심으로-. *한국과학교육학회지*, 32(1), 95-112.
- 정대균, 이혜정, 정선희, 오창호, 박국태(2007). 기체에 대한 초등학생들의 개념 조사 및 대안 개념 유형 분석. *초등과학교육*, 26(4), 359-371.
- 조희형, 최경희(2001). *과학교육 총론*. 서울: 교육과학사.
- Duit, R. (1991). Students' conceptual frameworks: Consequence for learning science, in S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds), *The psychology of learning science*. Lawrence Erlbaum Associates.

- Funk, H. J., Fiel, R. L., Okey, J. R., Jaus, H. H. & Sprague, C. S. (1985). *Learning science process skill* (2nd ed.). Kendall/Hunt publishing company.
- Hanson, N. R. (1972). *Observation and explanation: A guide to philosophy of science*. London: Allen and Unwin.
- McMurry, J. E. & Fay, R. C. (2009). *General chemistry: Atoms first*. Prentice Hall.
- Moher, T., Johnson, A., Cho, Y. & Lin, Y. (2000). Observation-based inquiry in a virtual ambient environment. In B. Fishman & S. O'connor-Divelbiss (Eds.), *Forth International Conference of the Learning Sciences* (pp. 238-245). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Sewell, A. (2002). Constructivism and student misconceptions: why every teacher needs to know about them. *Australian Science Teachers' Journal*, 48(4), 24-28.
- Stavy, R. & Stachel, D. (1985). Children's ideas about 'solid' and 'liquid'. *European Journal of Science Education*, 7(4), 407-421.
- Stavy, R. (1988). Children's conception of gas. *International Journal of Science Education*, 10(5), 553-560.
- Tytler, R. (2002). Teaching for understanding in science: Student conceptions research & changing views of learning. *Australian Science Teachers' Journal*, 48(3), 14-21.
- Wyszecki, G. & Stiles, W. S. (1982). *Color science: Concepts and methods, quantitative data and formulae* (2nd ed.). NY: John Wiley & Sons.

<부록 1> 설문지

이 설문지는 초등 예비교사들의 “기체의 색깔”에 대한 생각을 알아보기 위한 것입니다. 여러분의 응답은 연구 이외에는 어떠한 다른 목적에도 사용되지 않을 것입니다. 가능한 성의껏 솔직하고 자세히 응답하여 주시면 감사드리겠습니다.

※ 다음 각 해당란에 기입하거나 “V”를 해주십시오.

- (1) 공주교육대학교 _____ 교과과 ____학년
- (2) 나이 : (19 년생)
- (3) 성별 : 남 () 여 ()
- (4) 고등학교 재학시
문과() / 이과 ()
- (5) 고등학교에서 이수한 과학관련 교과목
물리 I () / 화학 I () / 생물 I / 지구과학 I ()
물리 II () / 화학 II () / 생물 II / 지구과학 II ()
기타()

1. 여러분은 기체의 색깔이 ‘있다’고 생각하십니까? 아니면, ‘없다’고 생각하십니까?

- (1) 기체의 색깔: 있다 () / 없다 () / 기타 ()
- (2) 위와 같이 응답한 이유는 무엇입니까?

(3) 만약 다른 사람이나 다른 매체로부터 들어서 알고 있는 경우라면, (a) 누구(혹은 어떤 매체)에게서, (b) 언제, (c) 어디에서 들었습니까?

2. 여러분이 다른 사람에게 기체의 색깔 유무에 대해서 설명해야 한다고 가정해 봅시다.

(1) 어떤 방법으로 어떻게 설명하시겠습니까? 또 그 이유는 무엇입니까?

(방법과 설명 내용)

(이유)

(2) 위와 같은 방법으로 설명을 할 때 어떤 예를 사용하시겠습니까? 또 그 이유는 무엇입니까?

(예)

(이유)

<부록 2> 응답의 실제 예

설문지

이 설문지는 초등 예비교사들의 “기체의 색깔”에 대한 생각을 알아보기 위한 것입니다. 여러분의 응답은 연구 이외에는 어떠한 다른 목적에도 사용되지 않을 것입니다. 가능한 성의껏 솔직하고 자세히 응답하여 주시면 감사드리겠습니다.

2010. 10. _____ 교육대학교 초등과학교육과 _____ |

※ 다음 각 해당란에 기입하거나 “V”를 해주십시오.

- (1) 공주교육대학교 과학 교육과 1학년
- (2) 나이 : 20 (1991년생)
- (3) 성별 : 남 () 여 ()
- (4) 고등학교 재학시
문과() / 이과 ()
- (5) 고등학교에서 이수한 과학관련 교과목
물리 I () / 화학 I () / 생물 I 지구과학 I ()
물리 II () / 화학 II () / 생물 II 지구과학 II ()
기타()

1. 여러분은 기체의 색깔이 ‘있다’고 생각하십니까? 아니면, ‘없다’고 생각하십니까?

(1) 기체의 색깔: 있다 () / 없다 () / 기타 (있는것도 있고 없는것도 있다)

(2) 위와 같이 응답한 이유는 무엇입니까?

우리가 일반적으로 보는 기체는 눈에 보이지 않지만
기체를 이루는 원자의 종류에 따라서 눈에 보이는 것도 있기 때문에

(3) 만약 다른 사람이나 다른 매체로부터 들어서 알고 있는 경우라면, (a) 누구(혹은 어떤 매체)에게서, (b) 언제, (c) 어디에서 들었습니까?

고등학교를 다닐 때 화학선생님께서 독일나치가 유테인을
학살할 때 독성이 있는 황록색 기체를 사용했다고
말씀하셨던 적이 있다.

2. 여러분이 다른 사람에게 기체의 색깔 유무에 대해서 설명해야 한다고 가정해 봅시다.

(1) 어떤 방법으로 어떻게 설명하시겠습니까? 또 그 이유는 무엇입니까?
(방법과 설명 내용)

물질은 끓는점을 지났을 때 기화될 수 있다. 하지만 대부분의 물질이
기화되기 어려우므로 우리가 온도를 조절할 수 있는 범위에서
기화되는 물질들을 준비한 뒤 색깔 비교실험을 한다.

(이유)

기체에 색이 있다 없다라고 아무리 말해도
직접보는 것 만큼 설명하기 쉬운 건 없기 때문

(2) 위와 같은 방법으로 설명을 할 때 어떤 예를 사용하시겠습니까? 또 그 이유는 무엇입니까?

(예)

우리 공기중에 가장 많이 존재하는 기체들을 각각 모아서
그 색을 판단하게 하고, 특별한 용도에 쓰이는
다른 색깔있는 기체들을 모아서 색을 판단하게 한다.

(이유)

직접보는게 가장 쉽다.
(⊕ 무색인 기체는 어쩔수 없지만 ^{특별한} 색이 존재하는데 위험성을 지닌
기체들을 알게하여 위험을 피할수 있도록
기르쳐야 한다.)

※ 수고 많이 하셨습니다. 감사합니다.