



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

초등교사의 연소개념 향상을 위한 기체 농도 측정 실험 개발 및 적용 효과

김은영

2014년



석사학위논문

초등교사의 연소개념 향상을 위한
기체 농도 측정 실험 개발 및 적용 효과

Development and Application Effect of an Equipment of
Gas Concentration for the Improvement of
Elementary School Teachers' Concept on Combustion

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

김 은 영

2014년 8월

초등교사의 연소개념 향상을 위한
기체 농도 측정 실험 개발 및 적용 효과

Development and Application Effect of an Equipment of
Gas Concentration for the Improvement of
Elementary School Teachers' Concept on Combustion

지도교수 신 애 경

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원


초등과학교육전공


김 은 영


2014년 5월

김 은 영의

교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 홍 승 호 인 

심사위원 한 동 기 인 

심사위원 신 애 경 인 

제주대학교 교육대학원

2014년 6월

목 차

| | |
|---------------------------------------|----|
| 국문 초록 | i |
| I. 서론 | 1 |
| 1. 연구의 필요성 및 목적 | 1 |
| 2. 연구내용 | 2 |
| 3. 용어의 정의 | 3 |
| 4. 연구의 제한점 | 4 |
| II. 이론적 배경 | 5 |
| 1. 2007 개정 교육과정의 ‘연소와 소화’ 단위 분석 | 5 |
| 2. 연소 반응 | 9 |
| 3. 선행 연구의 고찰 | 11 |
| III. 연구 절차 및 방법 | 15 |
| 1. 연구 절차 | 15 |
| 2. 연구 대상 | 17 |
| 3. 검사 도구 | 17 |
| 4. 자료 수집 및 분석 | 18 |

| | |
|---|----|
| IV. 연구 결과 및 논의 | 20 |
| 1. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험 | 20 |
| 2. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 프로그램에 대한 초등교사들의 연소개념 변화 | 25 |
| 3. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 프로그램에 대한 교사들의 의견 | 45 |
| | |
| V. 결론 및 제언 | 49 |
| 1. 결론 | 49 |
| 2. 제언 | 50 |
| | |
| 참고 문헌 | 51 |
| | |
| ABSTRACT | 54 |

표 목 차

| | |
|--|----|
| <표 II-1> ‘연소와 소화’ 단원의 학습 목표 | 6 |
| <표 II-2> ‘연소와 소화’ 단원의 학습 체계 | 8 |
| <표 III-1> 연구 대상 정보 | 17 |
| <표 III-2> 연소개념 분석틀 | 19 |
| <표 IV-1> 연소에 대한 교사들의 사전 응답 수준 및 분포 | 26 |
| <표 IV-2> 2011학년도 6학년 과학 교과 지도 경험에 따른 응답 수준 및 분포 | 28 |
| <표 IV-3> 연소에 대한 교사들의 사후 응답 수준 및 분포 | 29 |

그림 목 차

| | |
|---|----|
| [그림 II-1] ‘연소와 소화’ 관련 단원의 학습 계열 | 7 |
| [그림 III-1] 연구 절차 | 16 |
| [그림 IV-1] 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험 | 22 |
| [그림 IV-2] 연소 과정에서의 산소 농도 변화 | 23 |
| [그림 IV-3] 연소 과정에서의 이산화탄소 농도 변화 | 25 |
| [그림 IV-4] 연소의 정의에 대한 사전·사후 변화 수준 | 30 |
| [그림 IV-5] 촛불이 꺼지는 이유에 대한 사전·사후 변화 수준 | 34 |
| [그림 IV-6] 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도에 대한 사전·사후 변화 수준 | 36 |
| [그림 IV-7] 연소 후 산소의 농도에 대한 사전·사후 변화 수준 | 39 |
| [그림 IV-8] 연소 후 이산화탄소의 농도에 대한 사전·사후 변화 수준 | 41 |
| [그림 IV-9] 연소 중 이산화탄소의 위치 변화에 대한 사전·사후 변화 수준 | 44 |

국 문 초 록

초등교사의 연소개념 향상을 위한 기체 농도 측정 실험 개발 및 적용 효과

김 은 영

제주대학교 교육대학원 초등과학교육전공
지도교수 신 애 경

이 연구의 목적은 초등교사들의 연소에 대한 개념을 조사하고, 연소 과정에서의 기체 농도를 측정할 수 있는 실험을 개발하여 그 실험의 적용 효과를 알아보는 것이었다. 연구를 위해 성별, 교육경력, 6학년 과학지도 경험, 2007개정 과학과 교육과정에 따른 6학년 과학 교과 지도 경험을 고려하여 15명의 초등교사들을 선정하였다. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험은 눈에 보이지 않는 기체의 농도를 시각적으로 확인할 수 있게 고안하였다. 아크릴 통의 위와 아래에 2쌍의 구멍을 뚫어 MBL 실험의 산소와 이산화탄소 센서를 각각 위 아래로 교차하여 끼운 후, 아크릴 통 안에서 10cm 길이의 양초를 연소시키면서 연소 과정 동안의 변화를 관찰하고, 산소와 이산화탄소의 농도를 실시간으로 측정하여 그 결과를 그래프로 확인할 수 있었다. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 적용한 결과, 과학적 개념을 가지지 못하고 있었던 대부분의 초등교사들이 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유, 연소 전·후의 산소와 이산화탄소의 농도에 대해서 과학적 개념을 형성하였으며, 연소의 정의, 연소 과정에서의 이산화탄소의 위치에 대해서는 약 절반 정도의 초등교사들이 과학적 개념을 갖게 되었다. 따라서 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험은 초등교사들의 연소에 대한 과학적 개념을 향상시키는 데 효과가 있었다.

* 주요어 : 기체농도 측정 실험, 연소개념, 초등교사

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

초등학교에서 이루어지는 과학 수업의 목표 중 하나는 자연 탐구와 일상생활의 문제를 해결함에 있어, 학생들이 과학의 기본 개념을 이해하여 이를 적용하는 것이다(교육과학기술부, 2011). 이처럼 과학의 기본 개념에 대한 이해는 과학 교육의 목적을 효과적으로 달성하기 위해 선행되어야 한다. 그러나 학생들은 과학 수업이 이루어지기 전에 이미 과학의 기본 개념 이외에도 다양한 오개념을 가지고 있으며(윤혜경, 2011; 장명덕, 2009; 한수진 등, 2010; Gardner, 1991; Gilbert et al., 1982), 이것은 과학 수업 과정에 있어 큰 영향을 끼친다.

2007개정 과학과 교육과정 6학년 2학기 ‘연소와 소화’ 단원에서 연소에 대한 개념이 다루어지고 있다(교육과학기술부, 2011). 초등학교 과학과 교육과정의 내용 중 물질영역의 하나인 연소에 대한 개념은 제 2차 교육 과정에서 처음 도입된 후, 제 4차 교육과정부터 교육과정이 바뀌어도 계속 포함되어 왔다. ‘연소와 소화’ 단원은 학생들이 어릴 때부터 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 주제임에도 불구하고(박경애, 2008), 기체는 눈으로 볼 수 없기 때문에 과학적 개념의 형성이 어려울 뿐만 아니라(박현우, 2008; Stavy, 1988), 학생들은 자신의 경험을 바탕으로 연소를 정의하는 경향이 강하여(BouJaoude, 1991), 다양한 오개념이 형성될 수 있다(류인경, 2012; 박경애, 2008; 안승희, 2011; 엄상수 등, 2000; 유승아 등, 1999; 정미숙, 2003; 최숙영 등, 2008). 따라서 효과적인 과학 교육을 위해 학생들의 과학적 개념 형성이 무엇보다도 중요하고, 이를 높이기 위해서 학생들이 어떠한 형태로 개념을 이해하고 있는지 먼저 파악되어야 한다(엄상수 등, 2000; 이혜정, 2009; 한수진 등, 2010; Gilbert et al., 1982).

학생들의 오개념과 관련된 선행 연구들을 살펴보면 과학적 개념을 형성하기 위해서는 무엇보다도 교사의 역할이 중요하다고 언급하였다(류인경, 2012; 조은아, 2008; De Jong et al., 1999). 학생들은 과학 개념의 대부분을 수업을 통해

형성하므로 학생들이 연소에 대한 과학적 개념을 갖기 위해서는 교사가 연소에 대한 올바른 과학적 개념을 가지고 있어야 한다(김도육, 1995; 최숙영 등, 2008; 신애경 등, 2011). 그러나 여러 연구결과, 교사들도 연소개념에 대한 여러 가지 오개념을 가지고 있었다(김도육, 1991; 정미숙, 2003).

이렇듯 초등학생들의 오개념 형성 정도를 줄이고, 과학적 개념 형성을 위해서 교사들의 과학적 개념 형성이 우선 되어야 한다(정대균 등, 2007; 장명덕, 2009; 신애경 등, 2011). 연소 관련 개념에 대해 초등교사들이 제대로 이해하지 못한 결과 ‘연소와 소화’ 단원 지도 시 어려움을 겪고 있으므로(김상윤, 2008), 연소에 대한 개념을 쉽게 이해시킬 수 있도록 가능한 시각화시킬 수 있는 자료의 개발이 필요하다(정대균 등, 2007; 신애경 등, 2011; 류인경, 2012).

따라서 이 연구에서는 눈에 보이지 않는 기체의 농도를 시각적으로 확인할 수 있는 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험 장치를 고안하여 초등교사들을 대상으로 투입한 후 이 실험이 초등교사들의 연소에 대한 오개념을 과학적 개념으로 변화시킬 수 있는 지 알아보고자 한다.

2. 연구문제

이 연구는 눈에 보이지 않는 기체의 농도를 시각적으로 확인할 수 있는 실험 개발을 통해 초등교사들이 연소에 대한 과학적 개념을 향상시킬 수 있도록 하기 위한 것으로 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 초등교사가 가지고 있는 연소에 대한 오개념을 줄이고 과학적 개념을 향상시키기 위한 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 고안할 수 있는가?

둘째, 고안된 기체 농도 측정 실험이 연소에 대한 초등교사들의 과학적 개념 향상에 효과적인가?

3. 용어의 정의

가. 과학적 개념 (Scientific concept)

개념은 어떤 특성이나 속성들을 공통적으로 가지고 있는 사상, 사물, 현상에 대한 추상화를 일컫는다(교육과학기술부, 2011). 이 연구에서는, 연소에 대한 일반적인 개념이 과학교육에서 실험 결과와 관찰, 측정을 토대로 과학적으로 증명되어 사실로 수용되어지는 것을 과학적 개념이라고 정의한다.

나. 부분개념 (Partial concept)

부분은 전체를 이루는 범위를 일컫는 표현으로서 전체 가운데 일부를 가리킬 때 사용한다(네이버국어사전, <http://krdic.naver.com/detail.nhn?docid=17563100>). 이 연구에서는, 초등교사들의 연소에 대한 개념을 분석 시 정확한 과학적 개념에는 못 미치지만, 일부분의 과학적 개념을 포함할 때 부분개념이라고 표현하였다.

다. 오개념 (Misconception)

오개념은 개념 중에서 형식적인 학습 후에도 과학적 지식과는 다른 비과학적인 개념을 일컫는다(Fisher, 1985). 이 연구에서는, 학습자가 과학교육이 이루어지기 전에 갖는 과학적 개념과 일치하지 않는 비과학적인 개념이나 과학 학습이 이루어진 후에도 교정되지 않고 계속 유지될 때 오개념이라고 정의한다.

4. 연구의 제한점

이 연구의 제한점은 다음과 같다.

첫째, 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 고안하고 적용하여 개념 변화를

살펴보는 연구에서 연구 대상을 제주특별자치도 제주시에 소재하고 있는 N초등학교 교사를 대상으로 한 연구이므로 이 결과를 전체 초등학교사들을 대상으로 일반화하는데 한계가 있다.

둘째, 실험을 통한 연소에 대한 초등학교사들의 개념 변화 정도는 사전·사후 검사지와 반구조화된 개별 심층 면담을 통하여 분석하였다. 연구의 여건상 지연검사를 실시하지 못하였으므로 장기적인 관점에서 향상된 과학적 개념의 지속성에도 효과가 있는 지 분석하지 못하였다.

Ⅱ. 이론적 배경

초등교사들의 연소개념 형성을 위한 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험 장치를 개발하여 적용 효과를 알아보기에 앞서 학교 교육에서 다루어지고 있는 연소 관련 개념 내용을 알아보고자 2007개정 교육과정의 ‘연소와 소화’ 단원의 학습 내용을 분석하였다. 또한 이 연구와 관련된 연소 반응 및 선행 연구들을 살펴보고자 한다.

1. 2007개정 교육과정의 ‘연소와 소화’ 단원 분석

2007개정 과학과 교육과정 6학년 2학기 ‘연소와 소화’ 단원에서는 연소개념이 어떻게 제시되고 있고, 이 단원에서 궁극적으로 학생들이 습득해야 할 연소개념은 어떤 수준에서 제시하고 있는지를 알아보기 위해 ‘연소와 소화’ 단원의 내용을 분석하였다.

가. 단원의 학습 목표

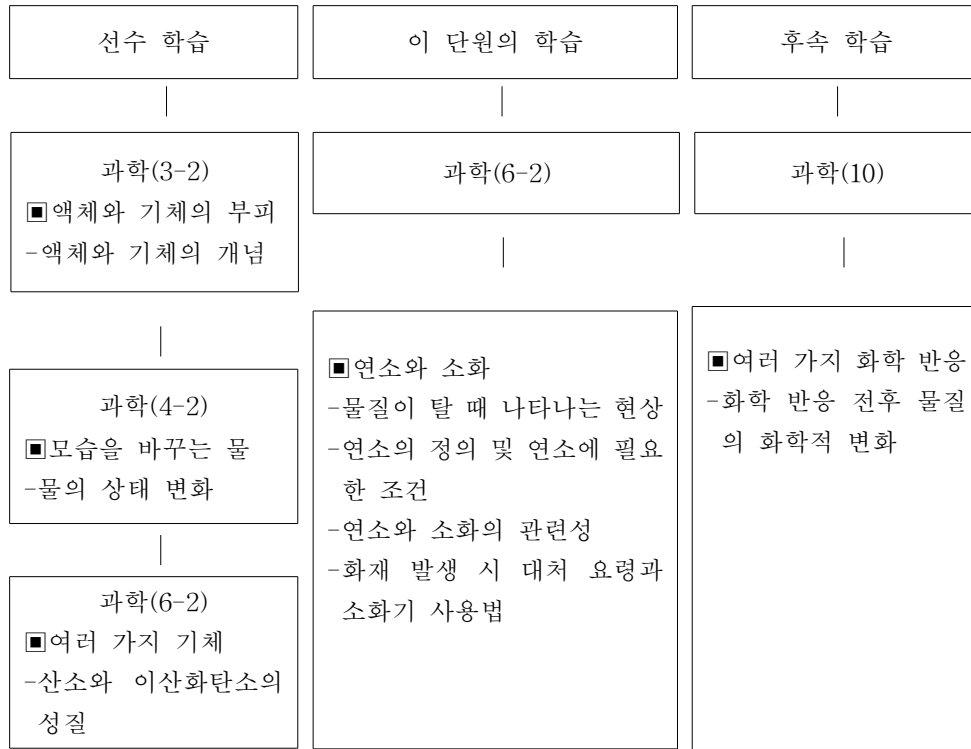
이 단원은 학생들에게 연소와 소화에 대한 기본 개념을 이해시키기 위하여 연소의 정의, 연소의 조건과 연소 후 생성 물질, 소화의 조건, 소화기의 사용법 및 화재 발생 시 대처 요령 등을 학습하게 한다. 학습 목표는 <표 II-1>과 같이 지식, 탐구, 태도 세 가지 영역으로 나누어 제시되어 있다.

<표 II-1> ‘연소와 소화’ 단원의 학습 목표

| 영역 | 학습 목표 |
|----|---|
| 지식 | <ul style="list-style-type: none"> - 연소의 정의를 말할 수 있다. - 물질이 연소할 때 새로운 물질이 만들어지는 것을 설명할 수 있다. - 연소와 소화의 조건을 알고, 연소와 소화를 관련지어 설명할 수 있다. - 화재 예방 및 화재 발생 시 안전 대책과 소화기 사용법을 설명할 수 있다. |
| 탐구 | <ul style="list-style-type: none"> - 물질이 탈 때 나타나는 다양한 현상을 관찰할 수 있다. - 물질이 연소하는 데 공기가 필요하다는 것을 추리할 수 있다. - 연소와 소화에 관련된 실험에서 변인을 통제할 수 있다. - 소화기의 사용법을 알고, 소화기를 다룰 수 있다. |
| 태도 | <ul style="list-style-type: none"> - 물질이 연소 과정에서 나타나는 현상에 대하여 호기심을 가진다. - 연소와 소화 현상을 이해하고, 화재 예방에 힘쓰려는 태도를 가진다. - 소화기의 필요성을 인식하고, 소화기의 사용법에 대하여 관심을 가진다. |

나. 단원의 학습 계열

초등학교 3학년 2학기 때 액체와 기체의 개념을 이해하는 ‘액체와 기체의 부피’ 단원과 4학년 1학기 때 ‘모습을 바꾸는 물’ 단원을 학습하고, 6학년 2학기에 ‘여러 가지 기체’ 단원을 통해 산소와 이산화탄소의 성질을 학습한 후, 배운 내용을 기초로 6학년 2학기 때 연소와 소화에 대해 학습한다. 이 단원에서 배운 ‘연소 후 새로운 물질이 생성된다.’는 개념은 10학년에 가서 ‘여러 가지 화학 반응’ 단원의 기초가 되고, 화학 반응 전후 물질의 화학적 변화에 대해 학습한다. 이 내용을 [그림 II-1]에 제시하였다.



[그림 II-1] ‘연소와 소화’ 관련 단원의 학습 계열

다. 단원의 학습 체계

이 단원에서 지도하는 내용을 차시별로 <표 II-2>와 같았다.

<표 II-2> ‘연소와 소화’ 단원의 학습 체계

| 단계 | 차시 | 차시명 | 지도 내용 |
|---------|---------|--------------------------|--|
| 재미있는 과학 | 1/10 | 신 나는 불꽃놀이 | - 촛불이 꺼지거나 커지는 원인 추리하기 - 연소와 소화 현상에 관심 갖기 |
| | 2/10 | 물질이 탈 때 어떤 현상이 일어날까요? | - 초가 탈 때 나타나는 현상 관찰하기 - 물질이 탈 때 나타나는 공통적인 현상 설명하기 |
| 과학 실험방 | 3~4/10 | 촛불을 집기병으로 덮으면 왜 불이 꺼질까요? | - 초가 연소하기 위하여 산소가 필요하다는 것 설명하기 - 공기의 양에 따른 연소 시간 비교하기 - 촛불이 잘 타기 위해서는 공기의 흐름이 중요하다는 것 설명하기 |
| | 5/10 | 불을 붙이지 않아도 물질이 탈 수 있을까요? | - 물질이 연소하기 위해서 발화점 이상의 온도가 필요하다는 것 설명하기 - 물질마다 발화점이 다르다는 것 설명하기 |
| | 6/10 | 물질이 탈 때 생기는 것을 알아볼까요? | - 물질이 연소한 다음, 물과 이산화탄소가 생긴다는 설명하기 - 물질이 연소할 때 연소 전과 후의 물질이 다르다는 것 설명하기 |
| | 7/10 | 불을 끄려면 어떻게 해야 할까요? | - 불을 끄는 다양한 방법 설명하기 - 연소의 조건과 소화의 조건을 관련지어 설명하기 |
| | 8/10 | 화재가 발생하였을 때 어떻게 해야 할까요? | - 화재의 발생 원인과 화재가 발생하였을 때 대처 요령 설명하기 - 소화기 사용법을 알고, 소화기 다루기 |
| | 과학 생각모음 | 9/10 | 연소와 소화에 대하여 정리해 볼까요? |
| 나도 과학자 | 10/10 | 산불 감식 보고서를 작성하여 볼까요? | - 산불 감식 전문가가 하는 일 설명하기 - 산불 감식 보고서 작성하기 |

2. 연소 반응

가. 연소개념

연소란 어떤 가연성 물질이 공기 중의 산소와 반응하여 새로운 물질을 생성하면서 빛과 열을 내는 현상을 말하는 데, 즉 연소 반응은 가연성 물질이 산화되고, 산소는 환원되는 반응이다(교육과학기술부, 2011).

나. 연소의 조건

연소가 일어나기 위해서는 3가지 요소 즉, 탈 물질, 산소, 발화점 이상의 온도가 필요하며, 이 3가지 요소를 가리켜 연소의 조건이라고 한다. 불에 탈 수 있는 재료로서 연탄, 나무, 종이, 숯, 초 등의 고체연료, 석유, 휘발유, 알코올, 병커C유 등 액체연료, 천연가스, 뷰테인가스, 프로페인 가스 등 기체연료가 있다(두산백과, http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&MAS_IDX=101013000726052). ‘발화점’이란 불을 대지 않아도 물질이 연소하기 시작하는 온도를 말하며(교육과학기술부, 2011), 연소를 위해서는 발화점 이상의 온도가 필요하다. 마지막 요소로 일정량 이상의 산소가 있어야 한다. 공기 중에는 약 21%의 산소가 있는 데, 공기 중의 산소 함량이 산소가 15~16% 이내로 감소되면 연소 반응이 중지된다(김영철, 2000; 화재안전교육안내서, 2003).

다. 연소 시 생성물

우리 주변에 있는 물질이 연소하면 처음과는 다른 물질이 생성되는 데, 이를 연소생성물이라고 한다. 교육과학기술부(2011)는 연소 시 생성물에 대해서 다음과 같이 설명하고 있다:

연소 후 일반적으로 이산화탄소와 물이 생성되는 데, 이는 우리가 일반적으로 연소

시키는 물질이 탄화수소 화합물이기 때문에 이 두 가지 생성물이 만들어지는 것이다. 이 두 물질은 생성된 다음, 공기 중에 섞이기 때문에 눈으로 쉽게 확인하기 어렵다. 이 밖에 종이나 나무와 같은 물질이 타면 물과 이산화탄소뿐만 아니라 재가 남는 것을 볼 수 있다. 또, 철 스펀과 같이 탄화수소 화합물이 아닌 물질이 연소할 때는 이산화탄소와 물이 만들어지지 않고, 산소가 철에 결합하여 산화철이 만들어진다.

라. 초의 연소 과정

초의 연소 과정은 우리 일상생활에서 쉽게 접할 수 있고, 여러 가지 물리적 현상과 화학적 변화를 동반하여 연소를 설명할 때 학습 주제로 많이 이용되고 있다 (류재인 등, 2000).

초는 파라핀으로 된 고체 연료와 심지로 이루어진 광원 또는 연료를 말한다 (위키백과, <http://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%96%91%EC%B4%88>). 파라핀은 탄화수소 계열로 탄소와 수소의 결합물이다. 초에 불을 붙이면 고체 상태의 파라핀이 불꽃에 의해 가열되어 녹아 액체 상태로 변하고, 액체 상태의 초는 모세관 현상에 의하여 심지를 타고 위로 올라가서 기체 상태로 변한 후 산소와 결합하여 타게 된다. 즉, 초는 기체 상태의 파라핀이 타는 것이다. 초를 연소하면 초의 양은 줄어들고 물과 이산화탄소가 생성되는 데, 이는 초의 구성 물질인 파라핀이 수소와 탄소 성분으로만 이루어져 있어 물은 수소 성분이 산소와 결합하여 생긴 것이고, 이산화탄소는 탄소 성분이 산소와 결합하여 생긴 것이다(네이버 지식백과, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1540114&cid=3068&categoryId=3068>).

초의 불꽃은 기체가 타면서 온도가 높아져 빛을 방출하고 있는 부분을 말한다. 아래쪽은 온도가 가장 높고 푸른빛을 띠는 겉불꽃이라고 하는 데 잘 관찰되지 않으며, 가운데 부분은 주황색이나 붉은 색을 띠는 가장 밝은 부분으로 속불꽃이라고 한다. 속불꽃이 가장 밝게 보이는 까닭은 미처 연소되지 못한 탄소 알갱이가 가열되어 빛을 내기 때문이다. 가장 어두운 부분은 안쪽 부분으로 불꽃심이라고 하며, 온도 또한 가장 낮다(교육과학기술부, 2011).

초가 탈 때 촛불 주변에는 공기의 대류가 일어나게 된다. 심지 가까이에 있는 공기는 초가 타면서 생긴 열로 인하여 운동이 활발해지고 부피가 증가하게 된다. 부피가 증가함에 따라 밀도가 작아져서 위로 올라가고 이 자리를 채우기 위해 주변의 공기가 들어오면서 촛불이 꺼지지 않는 것이다(교육과학기술부, 2011; 김영

철; 2000, 남철우 외 2인, 1997). 이처럼 연소되는 물질에 산소가 계속 공급되는 현상은 대류 현상으로 설명할 수 있다.

3. 선행 연구의 고찰

가. 초등학생을 대상으로 한 연소관련 개념 선행 연구

한문정(1990)은 초, 중, 고등학생을 대상으로 연소와 녹스는 현상에 대한 개념을 조사하였는데, 많은 학생들이 연소의 개념에 있어 어릴 때부터 쉽게 접하는 나무가 타는 현상, 초가 타는 것 등을 통해 직관적으로 얻기 때문에 플로지스톤설과 유사한 오개념을 보이고 있다고 하였고, 연소개념의 학습 후에도 그대로 유지되었다고 하였다.

류재인 등(2000)은 초등학생들이 병 안에서의 촛불 실험과 관련하여 초의 연소에 대해 가질 수 있는 오개념을 조사하였는데, 대다수의 초등학생들이 온도 상승에 의한 공기의 팽창 현상에 대한 관찰이 소홀했으며, 물이 올라오는 이유에 대해서 주로 산소의 소모로만 설명하는 등의 오개념을 보이고 있다고 하였다.

민경숙(2000)의 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 한 연구에서도 학생들이 '산소와 이산화탄소' 단원을 학습한 후 형성하는 오개념의 유형에 대해 조사하였다. 연구 결과 대부분의 학생들이 산소의 화학적 변화를 잘 이해하지 못하고, 물질이 연소하면 타서 없어진다는 플로지스톤적 사고로 연소의 개념을 이해하고 있다는 것이 밝혀졌다. 또한, 물질의 연소 후의 생성물에 대해서도 많은 학생들이 오개념을 가지고 있다고 하였다.

엄상수 등(2000)은 '산소와 연소' 단원에서 과학적 개념 형성을 위한 수업 전략의 효과를 알아보기 위하여 초등학생들이 가질 수 있는 오개념에 대해 분석하였다. 분석 결과 초등학생들은 공기와 산소를 명확히 구분하지 못하고 있었으며 물질의 연소 시에 생성되는 물질과 양초의 연소 시에 생성되는 물질을 혼동하고 있다고 하였다. 연소 시 발생하는 그을음에 대해서 모든 물질에서의 발생으로 일반화하는 오개념과 초의 연소 후 생성물인 물 대해서 수증기의 응결이나 초가 촛농과 같은 상태 변화라는 오개념을 가지고 있었다. 또한, 모든 물질은 불면 더 잘 탄

다는 오개념을 가지고 있었고, 탈 물질이 기체일 경우 불면 탈 물질이 제거되면서 꺼질 수 있다는 개념을 가지고 있지 않는 학생이 많다고 하였다.

정대균 등(2007)은 초등학교 6학년 학생들의 기체에 대한 개념 및 대안 개념 유형을 분석하였다. 연구 결과, 초등학생들은 기체에 대하여 다양한 대안 개념을 갖고 있었으며 공기의 성분 및 산소와 이산화탄소의 성질에 대해 오개념을 가지고 있었다. 또한, 기체는 감각적으로 확인할 수 없는 학습 대상이므로 구체화할 수 있는 다양한 실험 모형의 개발과 적용이 필요하다고 하였다.

문미정과 김용권(2009)은 ‘연소와 소화’ 단원을 학습한 후에도 초등학생들이 가지고 있는 연소에 대한 오개념을 알아보기 위하여 연소의 의미와 생성물, 조건 세부분으로 나누어 조사하였다. 초등학생들은 ‘연소와 소화’ 단원의 학습이 끝난 후에도 연소의 의미에 대한 오개념을 가지고 있었고, 다른 물질의 변화와 연소 반응으로 인한 변화의 차이에 대해 이해를 잘 하지 못하고 있었으며, 물의 생성 원인과 탈 물질에 관하여 오개념을 가지고 있었다. 또한, 연소의 조건에서 산소가 필요한 이유에 대하여 오개념을 가지고 있다고 하였다.

나. 교사를 대상으로 한 연소관련 개념 선행 연구

김도욱(1995)은 연소에 대한 오개념 교정을 위한 과학사 프로그램 적용 효과를 보여 주기 위하여 예비교사를 대상으로 연소에 대한 개념을 조사하였다. 연구 결과 연소 후 질량 변화 및 화학 변화 등 연소개념에 대해서 많은 예비교사들이 다양한 오개념을 가지고 있다는 것이 밝혀졌다. 이는 대부분의 과학 교과서에서 과학 개념이 형성되고 발달되어 온 과정은 제외시키고 현재 인정하고 있는 지식을 단편적으로 제시하고 있기 때문이라고 하였다. 또한, 학교 과학교육에서 여러 가지 과학 개념에 대한 오개념을 교정할 수 있는 다양한 교수 방법과 프로그램에 대한 연구가 필요하다고 하였다.

류재인 등(2000)은 초등학생, 예비교사, 현직교사들을 대상으로 병 안에서 촛불실험과 관련하여 초의 연소에 대해 가질 수 있는 오개념을 조사하였다. 대다수의 초등학생들과 마찬가지로 예비교사와 현직교사들도 온도상승에 의한 공기의

팽창현상에 대한 관찰이 소홀했으며, 물이 올라오는 이유에 대해서 주로 산소의 소모로만 설명하는 등의 오개념을 보이고 있었고, 개발된 보조실험을 이용한 초의 연소 지도가 오개념을 교정하는 데 효과가 있는 것으로 밝혀졌다.

정미숙(2003)의 연구에서는 과학사적 관점에서 초등교사가 가지고 있는 연소에 대한 개념을 조사하였다. 연구 결과 교사들은 연소에 대한 일관된 개념을 가지고 있지 않고 상황에 따라 다른 응답을 하고 있고, ‘연소의 정의’, ‘연소 생성물’, ‘연소 후 질량 변화’ 등 연소에 대해 플로지스톤적 오개념을 보이며 명확한 개념을 가지고 있지 않다고 보고하고 있다. 또한, 초등학교 교사들이 연소에 대한 과학적인 개념을 가지도록 교사교육이 필요하다고 하였다.

김상윤(2008)은 과학과 물질영역에서 초등교사의 교수 곤란도 연구에서 초등학교 과학수업을 담당하고 있는 3, 4, 5, 6학년 교사를 대상으로 하여 학년별 교수 곤란도 및 단원별 교수 곤란도와 교수 곤란 원인에 대해 분석하였다. 교과전문지식과 많은 자료의 준비가 요구되는 고학년일수록 교사들의 곤란도는 높았고, ‘연소와 소화’ 단원에 대한 교사의 곤란도 또한 매우 높게 나왔다.

신애경 등(2011)의 연구에서는 연소에 대해 초등교사가 가지고 있는 개념을 조사하였는데, 연구에 참가한 50% 이상의 교사가 연소에 대해 오개념 또는 부분 개념을 가지고 있다고 보고하고 있다. 또한, 6학년 과학 교과 지도 경험이 있는 교사들이 경험이 없는 교사들에 비해 연소에 대한 과학적 개념 형성 비율이 높다고 보고하고 있다. 또한, 연소에 대한 개념을 가능한 시각화시킬 수 있는 자료의 개발이 필요하다고 하였다.

다. 연소관련 개념 국외 선행 연구

BouJaoude(1991)는 8학년 학생들을 대상으로 연소의 개념에 대한 이해도를 조사하였는데, 학생들은 자신의 경험을 바탕으로 연소를 정의하는 경향이 있기 때문에 다양한 연소 현상들을 설명하는 데 어려움을 느낄 뿐만 아니라, 오개념을 가지고 있다고 하였다.

Dhindsa(2012)의 연구에서는 과학 교사들을 대상으로 물위의 밀폐된 용기 내에서의 초 연소 실험을 통해 연소에 대한 개념을 조사하였는데, 많은 과학교

사들이 연소 중 산소의 소모량에 있어서 산소가 거의 또는 모두 사라진다는 오개념을 가지고 있는 것으로 보고하였다.

De Jong et al.(1999)의 연구에서는 예비교사를 대상으로 연소에 대해 조사하였는데, 연구에 참여한 많은 예비교사들이 연소의 정의에 있어 열을 동반하는 산소에 의한 물질 전환이라고 오개념을 가지고 있었고, 학생들은 연소에서 산소의 역할을 모를 것이라고 예상하고 있다고 하였다.

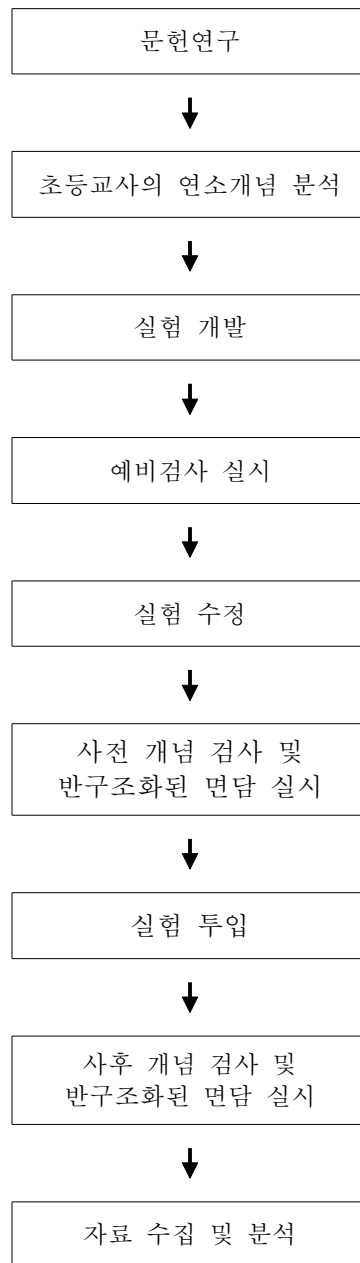
이상의 선행 연구들을 볼 때, 연소에 대한 많은 개념 연구들이 이루어져 왔으나, 대부분의 연구들이 학생이나 교사들이 지닌 오개념 유형과 원인 분석에 관한 연구였다. 또한, 오개념 형성 정도를 줄이고, 과학적 개념을 형성하기 위해서 교사들의 과학적 개념 형성이 필요하며, 연소에 대한 개념을 쉽게 이해시킬 수 있도록 가능한 시각화시킬 수 있는 자료의 개발이 필요하다고 제안하고 있다.

따라서 이 연구에서는 초등교사들이 가지고 있는 연소에 대한 개념 이해 수준 정도를 조사하고, 연소에 대한 오개념을 과학적 개념으로 변화시킬 수 있는 실험 장치를 고안하여, 그 실험의 적용 효과를 알아보고자 한다.

Ⅲ. 연구 절차 및 방법

1. 연구 절차

이 연구의 절차는 [그림 Ⅲ-1]과 같다. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험이 초등교사들의 연소개념 향상에 미치는 효과를 알아보기 위하여 이 연구에서는 먼저 연소개념과 관련된 선행 연구 및 문헌을 살펴보았다. 신애경 등(2011)의 연소에 대한 초등교사의 개념 분석을 통하여 초등교사들의 연소에 대한 이해 정도 및 오개념 유형을 확인하였고, 이를 토대로 실험을 개발하였다. 연구를 진행하기에 앞서 초등학교 교사 2명을 대상으로 예비 투입 하여 프로그램 및 면담 내용을 수정·보완하였다. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험이 초등교사들의 연소개념 형성에 미치는 효과를 알아보기 위하여 사전과 사후에 연소개념 검사 및 반구조화된 면담을 실시하였다. 반구조화된 면담을 실시한 이유는 초등교사들이 가지고 있는 연소개념을 개념 검사지에 답한 그림이나 글만을 가지고 분석하기에는 한계가 있었기 때문에 개념 검사지를 바탕으로 교사의 생각을 좀 더 명확하게 알아보기 위한 것이었다.



[그림 III-1] 연구 절차

2. 연구 대상

이 연구는 제주특별자치도 제주시에 위치한 N초등학교의 교사 15명을 대상으로 하였고, 연구 대상 교사들의 정보는 <표 III-1>과 같다. 연구 대상 선정 시 성별, 교육경력, 6학년 과학 지도 경험을 고려하였다. 특히, 2007개정 과학과 교육과정에 따른 6학년 과학 교과서가 2011년에 처음으로 학교 현장에 도입되었는데, 이전 교육과정의 과학 교과서와는 다르게 2007개정 교육과정에서는 연소의 정의에서 산소와의 결합이 강조되었다. 그리고 과학이야기로 기체 검지관이 소개되었고, 이를 이용하여 측정한 연소 전·후의 기체 농도가 제시되어 있다. 따라서 2007개정 과학 교과서에 제시된 연소에 대한 내용이 교사의 연소개념에 어떠한 영향을 주었는지 알아보기 위하여 2011학년도 6학년 과학 교과 지도 경험을 고려하여 연구 대상을 선정하였다.

<표 III-1> 연구 대상 정보

| 성별 | 교육 경력 | | | 6학년과학 지도경험 | | 2011학년도 6학년과학교과지도경험 | |
|----|-------|--------|-------|---------------|----|------------------------|----|
| | 인원 | 3년 미만 | 3년 이상 | 유 | 무 | 유 | 무 |
| 남 | 5 | 3년 미만 | 2 | 유 | 11 | 유 | 6 |
| 여 | 10 | 10년 미만 | 7 | 무 | 4 | 무 | 9 |
| | | 10년 이상 | 6 | | | | |
| | | | | | | 계 | 15 |

3. 검사 도구

이 연구에서는 연소에 대한 초등교사들의 개념을 알아보기 위해 신애경 등 (2011)이 개발한 연소개념 검사지를 사용하였다. 이 검사지의 문항은 총 5개였

으나, 이 연구에서는 연소의 정의, 집기병으로 덮었을 때 촛불이 꺼지는 이유, 집기병 속 연소 전과 후의 산소와 이산화탄소 문항 등 이 연구에서 개발한 실험과 관련 있는 3개 문항을 사용하였다.

4. 자료 수집 및 분석

본 연구에서 고안한 기체 농도 측정 실험이 초등교사들의 연소개념 향상에 미치는 효과를 알아보기 위하여 사전·사후에 연소개념 검사와 개념 검사지를 바탕으로 한 반구조화된 개별 심층 면담을 실시하였다. 면담은 교사별로 사전·사후에 약 15분 정도씩 이루어졌으며 면담 내용은 녹음 후 전사되었다.

사전·사후 개념 분석을 위하여 신애경 등(2011)의 분석틀을 바탕으로 과학 교육 전문가 1인과 현직 초등교사 3인과 협의하여 <표 III-2>와 같이 연소개념 분석틀을 수정하였고, 결과를 분석하였다. 각 문항별로 개념 수준을 과학적 개념(S: Scientific concept), 부분개념(P: Partial concept), 오개념(M: Misconception)으로 분류하였고, 부분개념이나 오개념의 수준 정도에 따라 나누어 다시 세분화하였다. 숫자가 높을수록 좀 더 높은 수준의 개념을 의미한다.

<표 III-2> 연소개념 분석틀

| 문항 | 기준 (S: 과학적 개념, P: 부분개념, M: 오개념) |
|---|---|
| 1. 연소의 정의 | S 물질이 산소와 결합하여 빛과 열을 내면서 타는 현상 P2 물질이 산소와 결합하여 타는 현상 P1 물질이 빛과 열을 내면서 타는 현상 M 타는 현상 또는 연소의 조건만 언급 |
| 2. 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유 | S 산소의 부족 또는 산소의 공급이 중단 P 산소의 부족과 이산화탄소에 의한 소화를 동시에 언급 M 산소가 거의 또는 모두 사라짐 |
| 3. 집기병 속 3-가. 연소 연소 전과 전 산소와 후의 산소와 이산화탄소 이산화탄소의 농도 | S 산소와 이산화탄소의 농도를 거의 유사하게 언급 P 산소나 이산화탄소의 농도 중 하나만 유사하게 언급 M 기체의 농도를 알고 있지 못하거나 잘못 알고 있음 |
| 3-나. 연소 후 산소의 농도 | S 산소(약 15~17%)의 농도를 유사하게 응답 P 산소가 완전히 소모되지 않고 약간 남아있다고 생각 M 산소가 완전히 소모되었다고 생각 |
| 3-다. 연소 후 이산화탄소의 농도 | S 이산화탄소(약 2~3%)의 농도를 유사하게 응답 M2 산소가 줄어든 만큼 이산화탄소가 늘어남 M1 산소가 줄어든 양과 관련짓지 못함 |
| 3-라. 연소 과정에서 이산화탄소의 위치 | S 가열되어 위에 있다가 식으면서 평형상태를 이룸 P2 가열되어 위에 있다가 식으면서 아래로 쌓임 P1 가열되어 위에 계속 있음 M2 이산화탄소가 무거워 아래부터 쌓임 M1 이산화탄소를 언급 못하거나 틀리게 언급함 |

IV. 연구 결과 및 논의

1. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험

가. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험 개발 배경

‘연소와 소화’ 단원과 관련하여 연소에 대한 초등교사의 개념을 선행 연구를 통해 분석한 결과, 초등교사들은 많은 오개념을 가지고 있었다(김도옥, 1995; 류재인 등, 2000; 신애경 등, 2011; 정미숙, 2003), 특히 신애경 등(2011)의 연구 결과에서는 50%의 초등교사들이 촛불이 꺼진 이유로 산소가 모두 없어졌기 때문이라는 오개념을 가지고 있었고, 연소 후의 산소와 이산화탄소 농도를 알고 있는 초등교사는 8.3% 뿐이었다. 그리고 연소 과정에서 이산화탄소의 위치에 대해서도 83.4%의 초등교사들이 오개념을 가지고 있었다.

연소개념과 관련하여 연소 시 공기 중의 산소가 필요하다는 것을 설명하기 위하여 2007개정 과학과 교과서에서는 타고 있는 촛불 위에 집기병으로 덮은 후의 변화와 크기가 다른 아크릴 통을 촛불에 덮어 연소 시간을 비교하는 실험을 제시하고 있다(교육과학기술부, 2011). 교과서의 실험은 공기의 차단에 의해 촛불이 꺼지는 결과에 집중되어 있어 연소 시 산소가 필요하고, 산소가 부족하면 촛불이 꺼지는 과학적 개념을 확인할 수 없다. 또한 과학 읽을거리로 연소 전·후의 산소와 이산화탄소의 농도 제시 및 기체 농도를 측정할 수 있는 기체 검지관이 제시되어 있지만(교육과학기술부, 2011), 연소 과정에서의 산소와 이산화탄소 농도 변화 및 흐름을 시각적으로 확인할 수 없다. 연소 과정에서의 산소와 이산화탄소의 농도 변화 및 흐름을 시각적으로 확인할 수 있다면 연소개념과 관련하여 보다 쉽게 학습할 수 있을 것이다.

이는 연소개념과 관련한 선행 연구를 통해서도 확인할 수 있다. 선행 연구를 살펴보면 연소에 대한 개념을 쉽게 이해시킬 수 있도록 가능한 시각화시킬 수 있는 자료의 개발이 필요함(류인경, 2012; 신애경 등, 2011; 정대균 등, 2007)을

제언하고 있다.

따라서 이 연구에서는 초등교사들이 가지고 있는 오개념을 줄이고, 연소개념에 대해 과학적 개념을 향상시키기 위해 연소 과정에서의 기체 농도를 실시간으로 측정할 수 있는 실험을 고안하였다.

실험을 비롯한 사전·사후 연소개념 검사 및 반구조화된 면담은 연구자와 연구에 참여한 교사 간에 개별적으로 이루어졌다. 먼저, 연소개념 검사지를 작성한 후, 반구조화된 면담을 약 15분정도 한 후 실험에 참여하였다. 설치하고 실험을 수행하는 데 소요된 시간은 약 10분이었고, 실험하는 동안 실험하는 과정과 실험을 통해 도출된 데이터와 그래프만을 보여주고, 초등교사들이 가지고 있는 연소에 대한 사전 개념을 스스로 진단하고 오개념을 과학적 개념으로 변화할 수 있도록 하였다. 실험이 끝난 후 다시 연소개념 검사지를 작성하고, 약 15분 정도의 반구조화된 면담을 실시하였다.

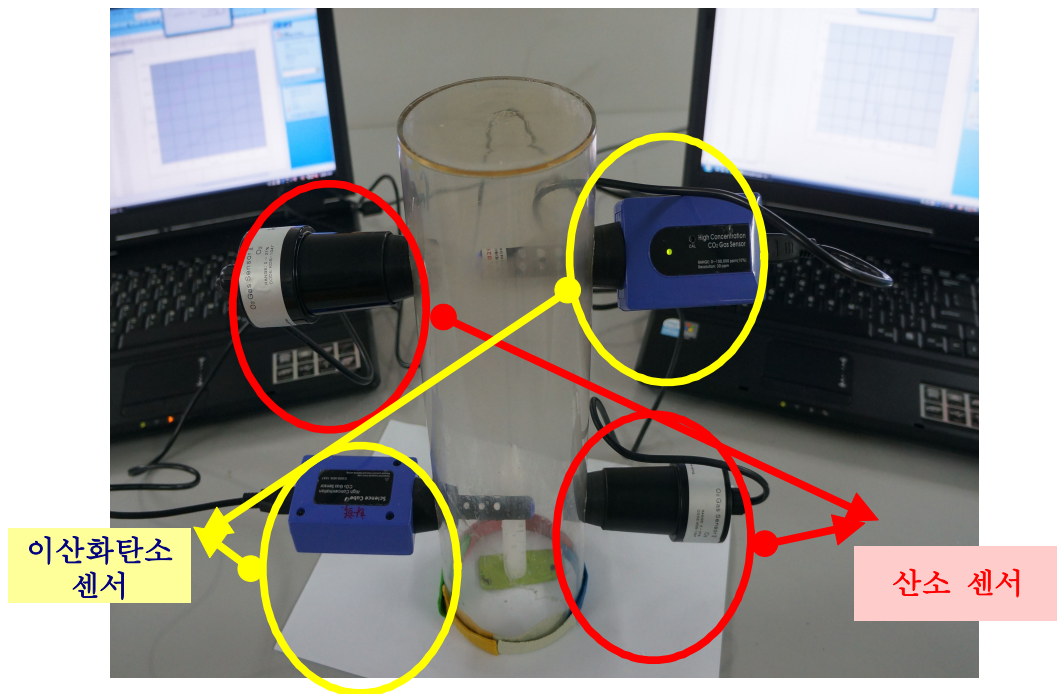
나. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험

이 연구에서는 초등교사들이 가지고 있는 연소개념에 대한 오개념을 처치해 줄 수 있는 실험을 [그림 IV-1]과 같이 제안한다. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험의 개요는 다음과 같다.

1) 실험의 개요

연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 위하여 MBL 실험 기기를 사용하였다. 이 실험에 사용한 인터페이스는 국내회사에서 제작한 MaxVA이며, PC일체형으로 단독 실험이 가능하고, 컴퓨터의 전기능을 하므로 별도의 컴퓨터가 필요하지 않다. 그리고 사용범위가 0~27%이고, 분해능력이 0.008%인 산소센서와 사용범위가 0~100,000ppm(0~10%)이고, 분해능력이 30ppm인 고농도이산화탄소센서를 사용하였으며, Excel에 기반을 둔 프로그램을 이용하여 측정된 실험 데이터들이 실시간으로 표와 그래프로 모니터에 나타나는 것을 관찰하면서 실험할 수 있도록 하였다.

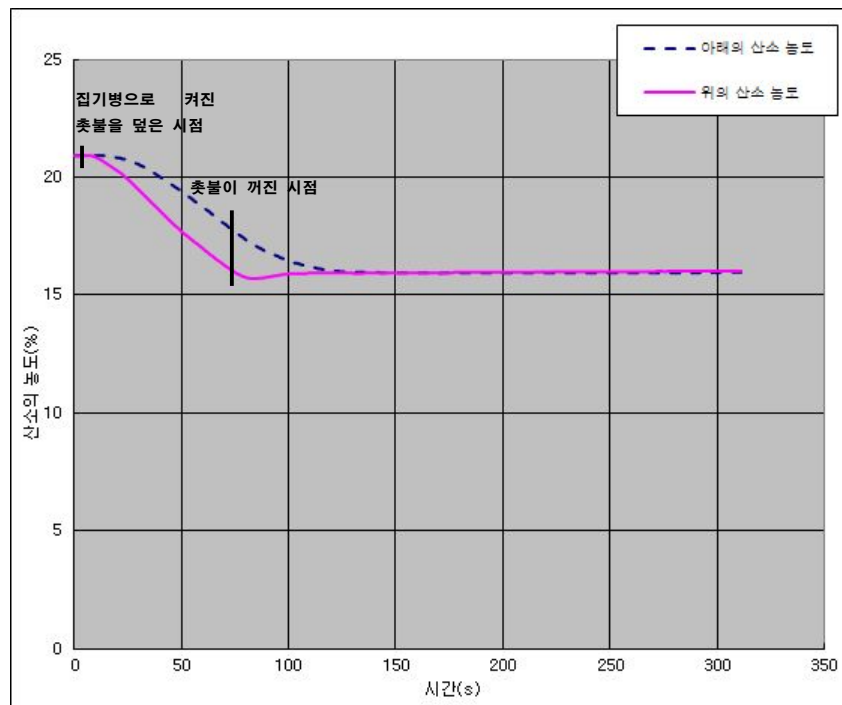
A4 종이 위에 고무찰흙을 이용하여 10cm 길이의 양초를 세워 준비해 놓았다. 지름이 10cm이고, 높이가 30cm인 아크릴 통을 준비하여 위에서부터 5.5cm 지점과 아래에서부터 5.5cm인 지점에 지름이 3cm인 2쌍의 구멍을 마주보게 뚫었다. 인터페이스 2개를 준비하여 각각의 인터페이스에 MBL 실험의 산소센서 2개와 고농도이산화탄소센서 2개씩을 연결한 후, 센서를 각각 위, 아래로 교차하여 하나씩 끼웠다. 먼저 준비해 둔 양초에 불을 붙인 후, Excel에 기반을 둔 프로그램을 이용하여 아크릴 통의 위, 아래의 산소와 이산화탄소 농도를 함께 맞추어 실행시켜, 아크릴 통을 덮었다. 연구에 참여한 교사들은 양초를 연소시키면서 연소 과정 동안의 양초의 변화를 관찰하였고, 실험의 시작과 동시에 1초 간격으로 측정된 산소와 이산화탄소의 농도가 Excel 프로그램에서 표와 그래프로 그려져 그 결과를 확인하였다.



[그림 IV-1] 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험

2) 기체 농도 측정 실험에서의 산소의 농도 변화

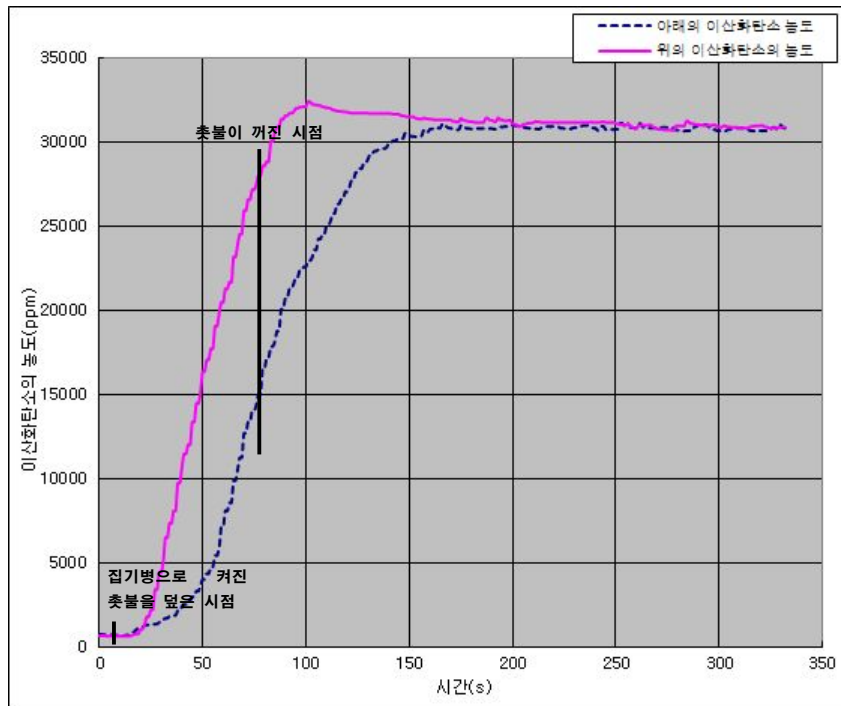
[그림 IV-2]는 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험에서 얻은 산소의 농도 변화 그래프이다. 실선은 초를 중심으로 위의 산소 농도 변화를 나타내고, 점선은 아래의 산소 농도 변화를 나타낸다. 실험이 시작 된 후 약 5초가 흐른 뒤 집기병으로 켜진 촛불을 덮어 외부로부터의 공기 유입을 차단시켰다. 공기 중에 약 21%로 있던 산소의 농도는 초의 연소가 이루어지면서 위의 산소 농도가 빨리 감소하고, 아래의 산소 농도가 천천히 감소하다가 75초가 됐을 때 촛불이 꺼졌다. 이 때 아래의 산소 농도는 17.76%이었고, 위의 산소의 농도는 16.02%였다. 매 실험마다 촛불이 꺼졌을 때의 산소 농도는 차이가 있었지만, 위의 산소 농도가 약 16%이내가 되면 촛불이 꺼지는 것을 확인할 수 있었다. 촛불이 꺼진 후에도 산소의 농도는 차츰 감소하다가 약 16%에서 평형상태를 이루었다.



[그림 IV-2] 연소 과정에서의 산소 농도 변화

3) 기체 농도 측정 실험에서의 이산화탄소의 농도 변화

[그림 IV-3]은 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험에서 얻어진 이산화탄소의 농도 변화 그래프이다. 실선은 초를 중심으로 위의 이산화탄소 농도를 측정 한 결과이고, 점선은 아래의 이산화탄소 농도 변화를 측정 한 결과이다. 실험이 시작 된 후 약 5초가 흐른 뒤 집기병으로 켜진 촛불을 덮어 외부로부터의 공기 유입을 차단시켰다. 처음 공기 중에 위, 아래 구분 없이 약 300ppm, 즉 0.03%로 일정하게 있던 이산화탄소의 농도는 초의 연소가 이루어지면서 윗부분의 이산화탄소 농도가 빨리 증가하고, 아래 부분의 이산화탄소 농도가 차츰 증가하여 75초가 됐을 때 촛불이 꺼졌다. 이 때 아래의 이산화탄소 농도는 17185ppm(약 1.7%)이었고, 위의 이산화탄소의 농도는 28815ppm(약 2.8%)이었다. 매 실험마다 촛불이 꺼졌을 때의 이산화탄소의 농도는 약간의 차이를 보였다. 촛불이 꺼진 후에도 이산화탄소의 농도는 차츰 감소하다가 약 3%에서 평형상태를 이루었다. 연소가 되면서 초 불꽃 주변의 공기가 따뜻해져 대류 현상이 일어나면서 이산화탄소가 위로 올라가기 때문에 연소 중에는 위의 이산화탄소의 농도가 더 높고 아래의 농도가 더 낮게 나타난 것이다.



[그림 IV-3] 연소 전·후의 이산화탄소 농도 변화

2. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험에 의한 초등교사들의 연소개념 변화

가. 초등교사들의 사전 연소개념 분석

초등교사들이 가지고 있는 연소개념을 연소의 정의, 집기병 속의 초불이 꺼지는 이유, 집기병 속 연소 전과 후의 산소와 이산화탄소로 구분하여 알아보았다. 사전 연소에 대한 초등교사들의 응답 수준은 <표 IV-1>과 같았다.

<표 IV-1> 연소에 대한 초등교사들의 사전 응답 수준 및 분포

빈도(%)

| 교사 문항 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 | S* | P** M*** | | |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------|------------------|--------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | P2 | P1 | M2M1 |
| 1. 연소의 정의 | P1 | S | P2 | P1 | M | P1 | P2 | P2 | P1 | S | M | P1 | S | M | P1 | 3 (20.0) | 9 (60.0) 3 | 6 | 3 (20.0) |
| 2. 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유 | M | M | M | M | P | M | M | M | P | M | M | M | M | M | S | 1 (6.7) | 2 (13.3) | 12 (80.0) | |
| 3. 집기병 속 연소 전과 후의 산소와 이산화탄소 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 (6.7) | 4 (26.7) | 10 (66.6) | |
| 3-1. 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도 | P | P | P | M | M | P | M | M | M | M | M | S | M | M | M | | | | |
| 3-2. 연소 후 산소의 농도 | M | M | M | M | P | M | P | M | P | M | M | M | M | P | P | 5 (33.3) 10 (66.7) | | | |
| 3-3. 연소 후 이산화탄소의 농도 | M2 | M1 | M2 | M2 | M2 | M2 | M1 | M2 | M2 | M1 | M2 | M2 | M2 | M2 | M2 | 15 (100.0) | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 12 3 | | | |
| 3-4. 연소 과정에서 이산화탄소의 위치 | M2 | M1 | M1 | M2 | M2 | M2 | M1 | M1 | M1 | M1 | M2 | M2 | M1 | M2 | M2 | 15 (100.0) | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 8 7 | | | |

*S: 과학적 개념, **P: 부분 개념, ***M: 오개념

먼저 연소의 정의에서 전체 교사 중 3명(20.0%)이 물질이 산소와 결합하여 빛과 열을 내면서 타는 현상이라는 과학적 개념을 가지고 있었다. 9명(60.0%)의 교사가 물질이 산소와의 결합하는 것만을 언급하거나 또는 빛과 열만을 언급한 부분개념을 가지고 있었고, 3명(20.0%)의 교사는 산소와의 결합이나 빛과 열에 대한 언급 없이 타는 현상 또는 연소의 조건만을 언급하였다. 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유에 대해서는 산소의 부족으로 초가 꺼진다는 과학적 개념을 가진 교사는 1명(6.7%)이었고, 나머지 교사들은 산소의 부족과 이산화탄소에 의한 소화를 동시에 언급하는 부분개념(2명, 13.3%)이나, 산소가 거의 또는 모두 사라진다는 오개념(12명, 80.0%)을 가지고 있었다. 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도에 대해서는 1명(6.7%)만이 과학적 개념을 가지고 있었으며, 대부분의 교사

들은 산소나 이산화탄소의 농도를 잘 알지 못하고 있었다. 연소 후 산소 농도와 이산화탄소의 농도에 대해 과학적 개념을 가지고 있는 교사는 없었다. 연소 과정에서 이산화탄소의 위치에 대해서도 가열되어 위에 있다가 식으면서 평형상태를 이룬다는 과학적 개념을 가진 교사는 없었고, 이산화탄소가 무거워 아래부터 쌓이거나 또는 이산화탄소를 언급 못하거나 틀리게 언급하였다. 이처럼 연소 개념에 대해서 과학적 개념을 가진 교사보다 부분개념이나 오개념을 가진 교사가 훨씬 많았다.

7차 과학과 교육과정에 따른 6학년 과학 교과서에서는 연소의 정의를 ‘물질이 빛과 열을 내면서 타는 현상(교육인적자부, 2002)’이라고 정의하고 있으나, 2007개정 과학과 교육과정에 따른 6학년 과학 교과서를 보면, ‘물질이 산소를 만나 빛과 열을 내면서 타는 현상(교육과학기술부, 2011)’이라고 기술되어 있다. 이전 교육과정의 과학교과서와는 다르게 2007 개정 과학 교과서에서는 산소와의 결합을 강조하고 있다. 그리고 과학이야기로 기체의 농도를 알 수 있는 기체 검지관을 제시하여 집기병에서 초가 연소하기 전과 연소한 후의 산소와 이산화탄소의 농도 변화를 제시하고 있다(교육과학기술부, 2011). 따라서 2007개정 과학 교과서에 제시된 연소에 대한 개념 및 연소 전·후의 산소와 이산화탄소의 농도 변화가 초등교사들의 연소개념에 어떠한 영향을 주었는지 알아보기 위하여 2011학년도 6학년 과학 교과 지도 경험 유무에 따라 분석해 보았다. <표 IV-2>에서 살펴보면, 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유와 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도에서 과학적 개념을 가진 교사는 2011학년도 6학년 과학 교과 지도 경험이 있는 집단의 교사가 지도 경험이 없는 집단의 교사에 비해 높은 비율로 나타났으나, 연소의 정의에서는 6학년 과학 교과 지도 경험이 없는 집단의 교사 비율이 다소 높았다. 연소의 정의, 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유, 연소 전 기체의 농도에서 오개념을 가진 교사의 비율은 6학년 과학 교과 지도 경험이 있는 집단이 6학년 과학 교과 지도 경험이 없는 집단보다 비율이 낮았다. 그리고 연소 후 산소와 이산화탄소의 농도, 연소 과정에서 이산화탄소의 위치에서는 두 집단 간의 차이가 없었다. 따라서 과학적 개념과 부분개념, 오개념을 가지고 있는 비율을 살펴 볼 때, 2011학년도 6학년 과학 교과 경험이 있는 집단이 없는 집단보다 과학적 개념과 부분개념을 가진 비율이 다소 높게 나타났으나,

큰 차이는 없었다.

<표 IV-2> 2011학년도 6학년 과학 교과 지도 경험에 따른 응답 수준 및 분포 빈도(%)

| 교사 | 6학년 과학 교과 지도 경험 | | | | | | | S* | P** | | | | M*** | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|----|----|-----|-----|-----|-------------|-------------|--------------|----|----|----|------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-------------|-------------|--------------|---|
| | T1 | T6 | T9 | T10 | T12 | T15 | P2 | | P1 | M2 | M1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T7 | T8 | T11 | T13 | T14 | | | | |
| 1. 연소의 정의 | P1 | P1 | P1 | S | P1 | P1 | 1 (16.7) | 5 (83.3) | 0 (0.0) | | | | | | | | | | | | 2 (22.2) | 4 (44.4) | 3 (33.3) | |
| 2. 집기병 속의 꽃벌이 꺼지는 이유 | M | M | P | M | M | S | 1 (16.7) | 1 (16.7) | 4 (66.6) | | | | | | | | | | | | | 1 (11.1) | 8 (88.9) | |
| 3-가. 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도 | P | P | M | M | S | M | 1 (16.7) | 2 (33.3) | 3 (50.0) | | | | | | | | | | | | | 2 (22.2) | 7 (77.8) | |
| 3-나. 연소 후 산소의 농도 | M | M | P | M | M | P | | 2 (33.3) | 4 (66.7) | | | | | | | | | | | | | 3 (33.3) | 6 (66.7) | |
| 3-다. 연소 후 이산화탄소의 농도 | M2 | M2 | M2 | M1 | M2 | M2 | | | 6 (100.0) | | | | | | | | | | | | | | 9 (100.0) | |
| 3-라. 연소 과정에서 이산화탄소의 위치 | M2 | M2 | M1 | M1 | M2 | M2 | | | 6 (100.0) | | | | | | | | | | | | | | 9 (100.0) | |
| | | | | | | | | | 4 | 2 | | | | | | | | | | | | | 4 | 5 |

*S: 과학적 개념, **P: 부분 개념, ***M: 오개념

나. 초등교사들의 사후 연소개념 분석

<표 IV-3>은 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 하고 난 후 초등교사들의 연소에 대한 개념 변화를 나타낸 것이다. 연소의 정의에서 사전에 과학적 개념을 가진 교사는 20.0%(3명)이었으나, 사후 53.3%(8명)로 33.3%의 향상을 보였다.

<표 IV-3> 연소에 대한 교사들의 사후 응답 수준 및 분포

빈도(%)

| 교사 문항 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 | S* | P** | | M*** | | |
|-----------------------------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|--------------------|--------------------|------------|--------------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | P2 | P1 | M2 | M1 | |
| 1. 연소의 정의 | S | S | S | P1 | P2 | S | P2 | P2 | P1 | S | P2 | S | S | M | S | 8 (53.3) | 6 (40.0) 4 2 | | 1 (6.7) | | |
| 2. 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유 | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | 15 (100.0) | | | | | |
| 3. 집기병 속 연소 전과 후의 산소와 이산화탄소 | 3-가. 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도 | | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | 15 (100.0) | | | | | |
| | 3-나. 연소 후 산소의 농도 | | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | 15 (100.0) | | | | | |
| | 3-다. 연소 후 이산화탄소의 농도 | | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | 15 (100.0) | | | | | |
| | 3-라. 연소 과정에서 이산화탄소의 위치 | | M2 | M1 | S | S | P2 | S | S | P1 | M1 | M2 | M1 | S | M1 | S | 7 (46.7) | 2 (13.3) 1 1 | | 6 (40.0) 2 4 | |

*S: 과학적 개념, **P: 부분 개념, ***M: 오개념

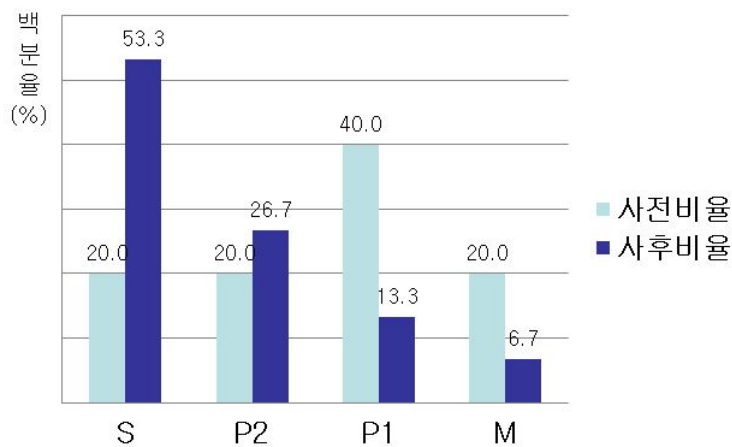
집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유에 있어서 산소의 부족으로 초가 꺼진다는 과학적 개념을 가진 교사는 6.7%(1명)에서 100.0%(15명)로 93.3%의 향상을 보였다. 연소 전의 산소와 이산화탄소의 농도에 있어서는 80.0%의 향상을 보였으며, 연소 후 산소와 이산화탄소의 농도에 있어서도 각 100%의 향상을 보였다. 연소 과정에서 이산화탄소의 위치에 있어서 7명의 교사가 과학적 개념을 응답하여 46.7%의 향상을 보였다.

실험에 참여한 많은 초등교사들이 연소에 대해 가졌던 부분개념이나 오개념은 과학적 개념으로 변화되었다. 이를 통해 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험은 초등교사들이 연소에 대한 과학적 개념을 형성하는 데 효과적임을 확인할 수 있었다.

다. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 프로그램에 대한 초등교사들의 연 소개념 문항별 분석

1) 연소의 정의

연소의 정의에 대한 사전·사후 초등교사들의 이해 수준 변화 결과는 [그림 IV-4]와 같았다. 사전에 물질이 산소와 결합하여 빛과 열을 내면서 타는 현상이라고 과학적 개념을 응답한 초등교사는 3명(20.0%)이었고, 부분개념을 응답한 교사는 9명(60.0%), 오개념을 응답한 교사도 3명(20.0%)이었다. 과학적 개념을 응답한 교사가 3명(20.0%)이라는 결과는 초등교사들을 대상으로 연소의 정의에 대해 연구한 정미숙(2003)의 연구 결과(33.0%)나 신애경 등(2011)의 연구 결과(41.7%)와 비교하면 낮은 수치이다. 이는 2007개정 6학년 과학 교과서에 산소와의 결합을 강조한 연소의 정의가 제시되었음에도 이전 교육과정의 교과서에 제시된 정의에 의존하여 응답한 것으로 여겨진다.



[그림 IV-4] 연소의 정의에 대한 사전·사후 변화 수준

이 연구에서 2011학년도 6학년 과학 교과 지도 경험 유무에 따른 연소의 정의에 대한 응답 수준을 비교하였을 때 큰 차이가 없었다. 이는 과학 교과서에 제시된 연소의 정의가 변화되었음에도 초등교사들이 충분히 인지하고 있지 못하고 있음을 보여준다. 따라서 2007개정 과학과 교육과정에서 변화된 내용을 초등교사들에게 인식시켜줄 수 있는 기회를 제공해야 할 것이다.

실험 후 과학적 개념을 응답한 초등교사는 53.3%(8명)로 향상을 보였고, 부분개념을 응답한 교사는 40.0%(6명), 오개념을 응답한 교사는 6.7%(1명)로 감소하였다. 이는 연소의 정의에서 산소와 결합을 한다는 의미를 잘 인식하지 못하고 있었던 교사들이 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 하는 과정에서 산소와 결합을 인식하게 되어 과학적 개념으로 바뀐 것으로 보인다. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험에 참여하여 부분개념에서 과학적 개념으로 바뀐 초등교사 T6과 T11의 면담 내용을 살펴보면 각각 다음과 같다.

<사례 IV-1> 1. 연소의 정의 : P1 수준에서 S 수준으로 변화

연구자 1번 연소의 의미를 말씀해 주시겠습니까? (사전)

T6 물질이 빛과 열을 내며 타는 현상입니다.

연구자 1번 문항에서 바뀌신 게 있다면 어떻게 바뀌셨는지요? (사후)

T6 물질이 산소와 결합하여 빛과 열을 내며 타는 현상이라고 썼습니다.

연구자 사전에 응답한 내용과 바뀌셨는데요. 왜 그렇게 생각하셨는지요?

T6 산소의 결합을 포함시켜서 생각하지 않으면 연소가 일어나지 않기 때문에 산소와 결합하여 라는 표현을 함께 써서 의미를 아는 게 맞다고 생각합니다.

T6 교사의 경우, 실험과정 동안 산소가 점차 줄어드는 것을 봄으로써 산소와의 결합을 인지하게 되었고, 산소와의 결합을 포함시켜야 한다며 과학적 개념으로 바뀌게 되었음을 알 수 있다.

<사례 IV-2> 1. 연소의 정의 : M 수준에서 P2 수준으로 변화

연구자 1번 연소의 의미를 말씀해 주시겠습니까? (사전)

T11 불에 탄다. 완전 연소 깨끗하게 모두 탄다. 불완전 연소 연소 시킨 후에 찌꺼기가 남는다.

연구자 1번 문항에서 바뀌신 게 있다면 어떻게 바뀌셨는지요? (사후)

T11 공기 중의 산소를 통해 물체가 불에 타는 것이라고 하였습니다.

연구자 사전에 응답한 내용과 바뀌셨는데요. 왜 그렇게 생각하셨는지요?

T11 전에는 단순히 이게 물체가 타는 것이라고 생각했는데, 실험을 보면서 산소가 반드시 연소에 필요하다는 것을 인식을 했기 때문에, 아마 연소 후에는 반드시 산소가 필요하다는 것을 이렇게 덧붙이게 되었습니다.

T11 교사의 경우도 마찬가지로, 실험과정 동안 산소가 반드시 필요하다는 것을 인지하게 되어, 산소와의 결합을 포함시켜야 한다며 부분 개념으로 바뀌게 되었음을 알 수 있다.

반면에 T14 교사의 경우는 연소의 정의를 연소의 조건에 초점을 두어 설명하였다. 연소의 정의에서 산소와 결합을 한다는 의미를 잘 인식하지 못하고 있었던 교사들이 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 통해 산소와 결합을 인식하게 되어 과학적 개념으로 바뀐 다른 교사들과는 달리 처음부터 연소의 정의와 조건을 혼동하고 있어 오개념을 계속 갖게 된 것으로 보인다. T14 교사의 면담 내용은 다음과 같다.

<사례 IV-3> 1. 연소의 정의 : M 수준에서 M 수준으로 유지

연구자 1번 연소의 의미를 말씀해 주시겠습니까? (사전)

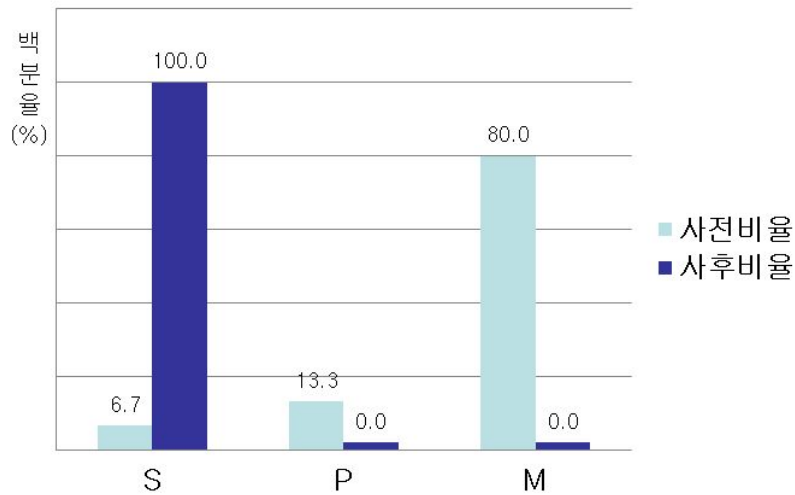
T14 물체가 발화점 이상의 온도, 산소, 물질이라는 조건이 주어졌을 때 타는 것이라고 정의하였습니다.

연구자 1번 문항에서 바뀌신 게 있다면 어떻게 바뀌셨는지요? (사후)

T14 바뀐 것이 없습니다. 실험 전과 마찬가지로 물체가 발화점 이상의 온도, 산소, 물질이라는 조건이 주어졌을 때 타는 것이라고 하였습니다.

2) 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유

집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유에 대한 초등교사들의 사전·사후 이해 수준 변화 결과는 [그림 IV-5]와 같았다. 사전 검사에서 산소의 부족 또는 산소의 공급이 중단되어 꺼졌다는 과학적 개념을 응답한 초등교사는 1명(6.7%), 산소의 부족과 이산화탄소를 동시에 언급한 부분개념을 응답한 교사는 2명(13.3%), 산소가 거의 또는 모두 사라진다는 오개념을 응답한 교사는 12명(80.0%)이었다. 산소가 거의 또는 모두 사라진다는 오개념은 선행 연구(신애경 등, 2011; Dhindsa, <http://www.math.harvard.edu>)에서 보고된 교사들의 오개념 유형과 일치하였다. 실험 후 과학적 개념을 응답한 초등교사는 15명(100.0%)이었고, 부분개념과 오개념을 응답한 교사는 없었다. 이는 사전 검사에서 산소가 거의 사라져 연소 후에는 산소가 거의 없다고 인식을 하고 있던 대부분의 교사들이 실험 후 산소의 부족으로 꺼졌다는 과학적 개념을 형성한 것으로 보인다. 실험에 참가하여 과학적 개념으로 바뀐 초등교사 T3과 T5의 면담 내용은 다음과 같다.



[그림 IV-5] 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유에 대한 사전·사후 변화 수준

<사례 IV-4> 2. 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유 : M 수준에서 S 수준으로 변화

연구자 초가 왜 꺼졌다고 생각하십니까? (사전)

T3 저는 연소가 되면서 산소가 그 병에 있는 산소가 모두 사용되었기 때문에 불이 꺼졌다고 했습니다.

연구자 초는 왜 꺼졌다고 생각하십니까? 이 문항에서 바뀌신 게 있다면 어떻게 바뀌셨는지요? (사후)

T3 처음에는 산소가 모두 사용되어야만 모두 없어져야만, 불이 꺼진다고 생각을 했는데, 실험을 직접 보니까, 5퍼센트만 줄어들어도 불이 꺼진다는 것을 알 수 있었습니다.

연구자 이 문항과 관련해서 느낀 점이 있으시다면 말씀해 주시겠습니까?

T3 산소가 소중하다는 것! 그러니까 산소 21퍼센트라는 것을 참 많다고 생각했는데, 그 중에 단 5퍼센트만 없어도 이렇게 불이 꺼질 수 있다는 것은 5퍼센트가 대개 힘이 크다는 거잖아요. 그런 거에 대해 생각을 해 봤어요.

T3 교사의 경우, 실험과정 동안 산소의 농도가 일정 비율 이하로 내려가지 않는 것을 보고 모든 산소의 소모가 아닌 산소의 부족으로 인지하게 되어 과학적 개념으로 바뀌게 되었음을 알 수 있다. 이는 산소의 부족과 이산화탄소에 의한 소화를 동시에 언급하였던 T5 교사의 경우에도 산소의 부족을 인지하게 되어 과학적 개념으로 변화된 것으로 나타난다.

<사례 IV-5> 2. 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유 : P 수준에서 S 수준으로 변화

연구자 초가 왜 꺼졌다고 생각하십니까? (사전)

T5 집기병 속에 있던 공기가, 아니 공기 중에 있던 산소가 연소되어서 모두 이산화탄소로 생겨나면서, 변화되어서 이산화탄소가 채워져서 초가 꺼졌습니다.

연구자 초는 왜 꺼졌다고 생각하십니까? 이 문항에서 바뀌신 게 있다면 어떻게 바뀌셨는지요? (사후)

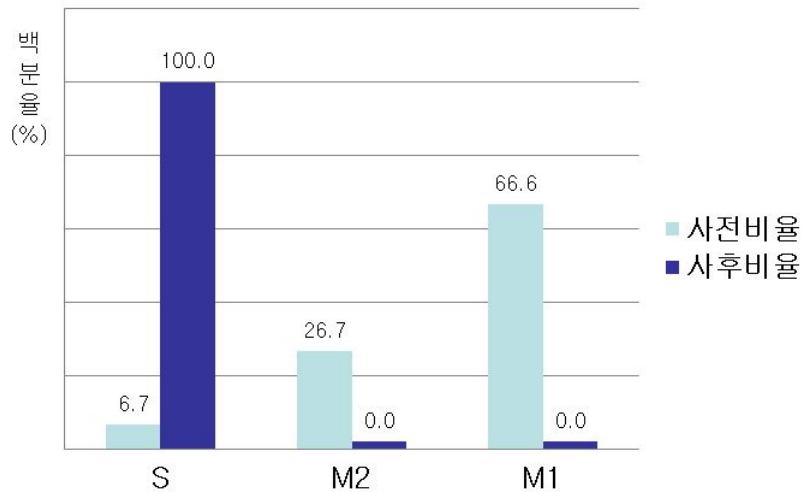
T5 집기병 속의 초에 촛불이 왜 꺼졌는지 실험을 통해 보니까, 공기 중의 산소가 연소하면서 줄어들면서 산소 부족으로 더 이상 태우지 못하고 꺼졌다라고 생각했습니다.

3) 집기병 속 연소 전과 후의 기체 농도

가) 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도

집기병 속 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도에 대한 초등교사들의 사전·사후 이해 수준 변화 결과는 [그림 IV-6]과 같았다. 사전 검사에서 산소와 이산화탄소의 농도를 거의 유사하게 응답한 초등교사는 1명(6.7%)이었고, 산소나 이산화탄소 둘 중 하나만 바르게 알고 있는 부분개념을 응답한 교사는 4명(26.7%)이었으며, 오개념을 응답한 교사도 10명(66.6%)이었다. 실험 후 과학적 개념을 응답한 초등교사는 15명(100.0%)으로, 부분개념이나 오개념을 응답한 교

사는 없었다. 이는 사전 검사에서 산소의 농도는 알고 있었으나, 이산화탄소의 농도는 정확히 알지 못하거나 잘못 알고 있던 대부분의 교사들이 실험 후 산소와 이산화탄소의 농도를 정확하게 알게 되어 과학적 개념을 형성한 것으로 보인다. 초등교사 T1의 면담 내용을 살펴보면, 실험 전 산소의 농도는 알고 있었으나, 이산화탄소의 농도에 대해서는 정확히 알지 못하여 부분 개념을 가지고 있었으나, 실험을 통해 실시간으로 측정되는 이산화탄소의 농도를 확인하면서 과학적 개념을 형성하게 되었다.



[그림 IV-6] 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도에 대한 사전·사후 변화 수준

<사례 IV-6> 3-1. 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도 : P 수준에서 S 수준으로 변화

연구자 연소 전의 공기 중 산소가 몇 퍼센트 있는 지 아십니까? (사전)

T1 21퍼센트 정도……

연구자 그러면 혹시 공기 중의 이산화탄소 농도를 알고 계십니까?

T1 음, 그건 정확히는 모르겠는데요, 좀 적은 양으로 알고 있습니다. 한 3퍼센트?

연구자 연소 전의 공기 중 산소와 이산화탄소의 농도에 대해 말씀해 주시겠습니까? (사후)

T1 산소는 21퍼센트 정도고, 이산화탄소는 0.03퍼센트 정도입니다.

연소 전 날숨, 광합성, 매연, 탄산음료 등 이산화탄소가 언급되는 예를 과학 교과서나 우리 생활에서 쉽게 찾을 수 있기 때문에 많은 학생들이 공기의 구성 성분 중 이산화탄소 양이 많은 것으로 잘못 알고 있다(류인경, 2012; 민경숙, 2000; 엄상수, 1998; 정대균등, 2007). 이러한 현상은 많은 교사들이 이산화탄소가 공기 중에 많이 포함되어 있다고 생각하는 본 연구결과와 유사하다. 실험 전 산소와 이산화탄소의 농도에 대해서 오개념을 가지고 있었으나, 실험 후 과학적 개념으로 바뀐 초등교사 T5의 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.

<사례 IV-7> 3-1. 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도 : M 수준에서 S 수준으로 변화

연구자 연소 전의 공기 중 산소가 몇 퍼센트 있는 지 아십니까? (사전)

T5 산소가 몇 퍼센트 있지? 기억이 안 나는 데, 배우긴 배웠는데, 많지는 않은 데, 질소 양이 70퍼센트이고, 이산화탄소 양이 20퍼센트! 정확하게 기억이 안 나는 데, 아마 10퍼센트 안팎!

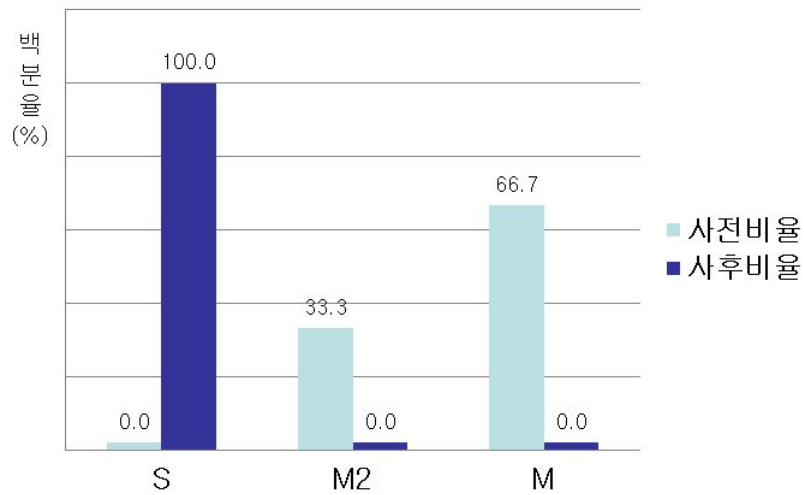
연구자 연소 전의 공기 중 산소와 이산화탄소의 농도에 대해 말씀해 주시겠습니까? (사후)

T5 처음에 저는 산소의 농도를 10퍼센트로 생각을 했었는데, 그게 아니고 한 20퍼센트 정도였고, 이산화탄소가 0.03퍼센트 정도! 아~ 작구나!

T5 교사의 경우, 앞에서 언급했던 것처럼 공기 중에 이산화탄소의 농도를 매우 높게 생각하고 있었으나, 실험을 통해 공기 중 이산화탄소의 농도가 매우 낮다는 것을 인식하게 되어 과학적 개념으로 바뀌게 되었음을 알 수 있다.

나) 연소 후 산소의 농도

연소 후 집기병 속 산소의 농도에 대한 초등교사들의 사전·사후 이해 수준 변화 결과는 [그림 IV-7]과 같았다. 사전 검사에서 산소(약 15~17%)의 농도를 유사하게 응답한 초등교사는 0명(0.0%)이었으나, 실험 후 과학적 개념을 응답한 초등교사는 15명(100.0%)이었다. 사전 검사에서 5명(33.3%)의 교사들이 연소 후 산소가 완전히 소모되지 않고 약간 남아있다고 생각하고 있었으며, 산소가 완전히 소모되었다는 오개념을 응답한 교사는 10명(66.7%)이었다. 부분개념과 오개념을 갖고 있던 모든 교사들이 실험 후 과학적 개념을 갖게 되었다. 이는 실험에 참여한 초등교사들이 실험을 통해 산소의 농도 변화를 정확하게 알게 되어 과학적 개념을 형성한 것으로 보인다. 실험 전 각각 부분개념과 오개념을 가지고 있던 초등교사 T15와 T1이 실험 후 과학적 개념으로 변한 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.



[그림 IV-7] 연소 후 산소의 농도에 대한 사전·사후 변화 수준

<사례 IV-8> 3-2. 연소 후 산소의 농도 : P 수준에서 S 수준으로 변화

연구자 혹시 예상하시기를 처음에 집기병안에 산소가 몇 퍼센트 정도 있었을까요? (사전)

T15 어, 산소가 한 15퍼센트 정도

연구자 연소 후 산소의 농도는 어떻게 될까요?

T15 아주 없지는 않을 것 같고, 제가 정확하게 알지는 못해서 몇 퍼센트라고 이야기할 수는 없겠지만, 0퍼센트는 아닐 것 같아요.

연구자 예상을 해 보신다면요.

T15 한 3퍼센트! 정도

연구자 연소 후의 산소의 농도는 어떻게 바뀌었을 지 말씀해 주시겠습니까? (사후)

T15 산소는 약 16퍼센트 정도 있습니다..

<사례 IV-9> 3-2. 연소 후 산소의 농도 : M 수준에서 S 수준으로 변화

연구자 혹시 예상하시기를 처음에 집기병안에 산소가 몇 퍼센트 정도 있었을까요? (사전)

연구자 몇 퍼센트요? 공기 중에 있는 정도니까, 21퍼센트 정도요.

T1 연소 후 산소의 농도는 어떻게 될까요?

음, 21퍼센트의 산소가 연소되는 데 쓰여서 다시 이산화탄소로 바뀌었

연구자 다고 생각합니다.

T1 그러면 21퍼센트의 산소가 연소 후에는 몇 퍼센트 정도 남아 있을까요?

없다고 생각합니다.

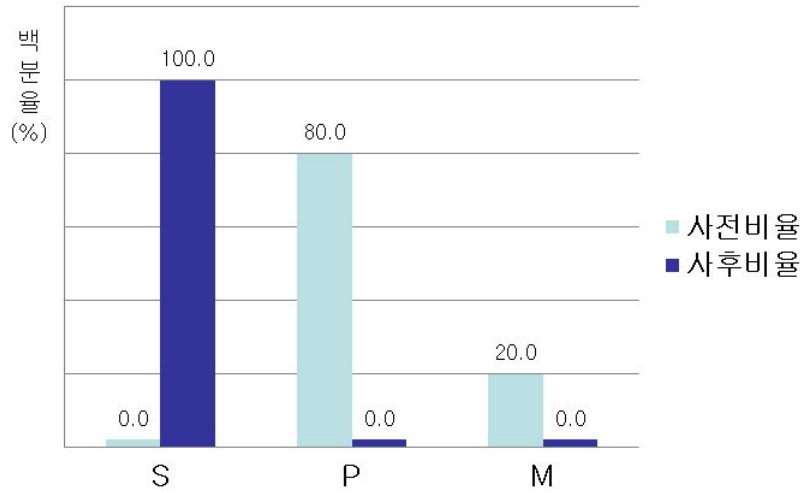
연구자 연소 후의 산소의 농도는 어떻게 바뀌었을 지 말씀해 주시겠습니까? (사후)

연소 후에는 산소는 한 16퍼센트 정도요.

T15와 T1 교사의 경우처럼, 많은 교사들이 사전 검사에서 산소가 약간 남아 있거나, 모두 소모된다고 생각하였었는데, 실험 후 약 16% 정도 되면 불이 꺼진다는 것을 인지하게 되었다.

다) 연소 후 이산화탄소의 농도

연소 후 집기병 속 이산화탄소의 농도에 대한 초등교사들의 사전·사후 이해 수준 변화 결과는 [그림 IV-8]과 같았다. 사전 검사에서 이산화탄소(약 2~3%)의 농도를 응답한 초등교사는 0명(0.0%)이었으나, 실험 후 과학적 개념을 응답한 초등교사는 15명(100.0%)이었다. 사전 검사에서 12명(80.0%)의 초등교사들이 산소가 줄어든 만큼 이산화탄소가 늘어난다고 응답하였으며, 3명(20.0%)의 초등교사가 산소가 줄어든 양과 이산화탄소가 늘어나는 양을 관련짓지 못하였다. 사전에 오개념을 응답한 모든 교사들이 모두 과학적 개념으로 응답하였는데, 이는 실험에 참여한 초등교사들이 실험을 통해 이산화탄소의 농도 변화를 정확하게 알게 되어 과학적 개념을 형성한 것으로 보인다. 오개념에서 과학적 개념으로 바뀐 초등교사 T13의 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.



[그림 IV-8] 연소 후 이산화탄소의 농도에 대한 사전·사후 변화 수준

<사례 IV-10> 3-3. 연소 후 이산화탄소의 농도 : M2 수준에서 S 수준으로 변화

연구자 공기 중의 이산화탄소의 농도를 알고 계시나요? (사전)

T13 이산화탄소? 좀 많다고 들었는데, 정확한 퍼센트는 잘 모르겠는데……

연구자 예상을 해 보자면요?

T13 20정도?

연구자 산소가 70퍼센트이고, 이산화탄소가 20퍼센트이라는 말씀이시죠?

T13 네.

연구자 연소 후에는 어떻게 되었을까요?

T13 연소 중에는 산소가 쓰이고 연소 후에는 이산화탄소가 많아지고, 산소가 없어지니까, 이산화탄소는 거의 90퍼센트 가까이 되요.

연구자 연소 후의 이산화탄소의 농도는 어떻게 바뀌었을 지 말씀해 주시겠습니까? (실험 후)

T13 연소 후에는 이산화탄소가 한 2퍼센트 정도있어요.

T13 교사의 경우처럼 많은 교사들이 연소에서 소모된 산소의 양만큼 이산화탄소의 양이 늘어날 것이라고 예상하고 있었는데, 이는 초의 연소 생성물로서 수증기를 인식하지 못하고 초가 촛농으로 변화하면서 상태변화 과정에서 수증기가 생긴 것이라고 한 연구 결과(민경숙, 2000; 엄상수 등, 2000)처럼 초의 연소 생성물로 이산화탄소만을 인식 하고 있는 것으로 보인다.

사전 검사에서 산소가 줄어든 양과 이산화탄소가 늘어나는 양을 관련짓지 못한 교사의 경우도 3명(20.0%)이 있었는데, 연소 후 초의 연소 생성물로서 일산화탄소라고 응답하거나 이산화탄소를 아예 언급하지 못하였다. 연소 후 산소가 줄어든 양과 이산화탄소가 늘어나는 양을 관련짓지 못하고, 이산화탄소의 언급이 없었던 T2 교사와의 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.

<사례 IV-11> 3-3. 연소 후 이산화탄소의 농도 : M1 수준에서 S 수준으로 변화

연구자 연소 후 어떤 변화가 있을까요? (사전)

T2 내 생각엔 한 20퍼센트의 산소가 하나도 없어졌어요. 불에 타면서 빛을 내고 열을 내는 사용되어서 없어졌어요.

연구자 연소 후 어떤 변화가 있을까요? (실험 후)

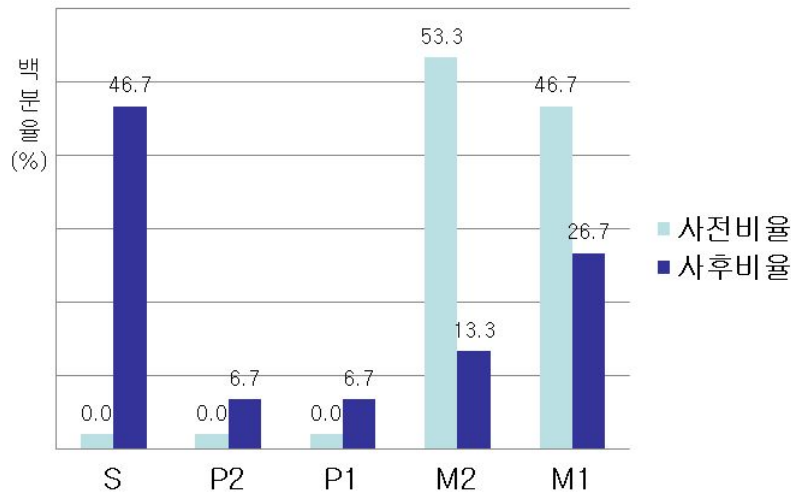
연소는 그냥 단순하게 타는 거라고 생각을 해서 산소가 사용되어 사라진

T2 줄 알았는데, 연소 후에는 산소가 15퍼센트 정도 남아 있고, 이산화탄소는 3퍼센트 정도 생겨요.

T2 교사의 경우, 사전 검사에서 연소 생성물로서 이산화탄소를 인식하지 못하였는데, 실험을 통해 연소 후 초의 연소 생성물의 하나서 이산화탄소가 형성되고, 이산화탄소의 농도도 인식하게 되어 과학적 개념으로 바뀌게 되었음을 알 수 있다.

라) 연소 과정에서의 이산화탄소의 위치

연소 과정에서의 이산화탄소의 위치에 대한 초등교사들의 사전·사후 이해 수준 분석 결과는 [그림 IV-9]와 같았다. 사전에 이산화탄소는 가열되어 위에 있다가 식으면서 평형상태를 이룬다는 과학적 개념을 응답한 초등교사는 없었다. 부분개념을 응답한 교사는 없었고, 오개념을 응답한 교사는 15명(100.0%)이었다. 많은 초등교사들이 촛불이 연소할 때 발생된 이산화탄소는 공기보다 무겁기 때문에 아래로 가라앉는다고 생각하는데(서울과학교사모임, 1995), 이는 여러 가지 실험을 통해 이산화탄소가 공기보다 무겁다는 실험결과에 대해 초등교사들이 강하게 인식하였기 때문이라고 생각되어진다. 실험 후 과학적 개념을 응답한 초등교사는 7명(46.7%)으로 향상되었고, 가열되어 위에 있다가 식으면서 아래로 쌓이거나 가열되어 위에 계속 있다는 부분개념을 응답한 교사는 1명(6.7%)이었다. 그리고 오개념을 응답한 초등교사들은 실험 후 6명(40%)으로 감소하였다. 이는 실험에 참여한 초등교사들의 46.7%는 산소와 이산화탄소의 농도 변화 그래프 해석을 통해 이산화탄소의 위치 변화에 대한 과학적 개념을 형성한 것으로 보인다. 그러나 다른 초등교사들의 경우에는 산소와 이산화탄소의 농도 변화 그래프의 해석보다는 산소와 이산화탄소의 농도 수치에만 관심을 둔 결과 이산화탄소의 위치 변화를 제대로 인식하지 못한 것으로 보인다. 오개념에서 과학적 개념으로 바뀐 초등교사 T4의 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.



[그림 IV-9] 연소 중 이산화탄소의 위치에 대한 사전·사후 변화 수준

<사례 IV-12> 3-4. 연소 과정에서의 이산화탄소의 위치 : M2 수준에서 S 수준으로 변화

연구자 3-4번 문항에 대해 설명해 주시겠습니까? (사전)

T4 처음에는 공기가 골고루 섞인 상태로 있었을 것이고, 그 다음에 연소 중에는 타면서 중간쯤에 타면서 위쪽 사방에 퍼져 있었던 산소를 쓰면서 생긴 이산화탄소는 무거우니까 아래로 점점 내려와서 아래 쪽을 점점 채우고, 아래쪽에서 점점 채워지면서 위로 올라갔을 것이다.

연구자 3-4번 문항에서 바뀌신 게 있다면 어떻게 바뀌셨는지요? (사후)

T4 타면서 생긴 이산화탄소가 아래로 가라앉고 그게 양이 점점 많아져서 불이 꺼지는 줄 알았는데, 그게 아니라 이산화탄소가 대류하면서 이산화탄소가 위로 올라가서 오히려 위쪽에 이산화탄소의 양이 많아졌다가 불이 꺼지면서 골고루 채워집니다.

물질이 연소될 때 산소가 아래쪽에서 공급되는 현상은 기체의 대류현상으로 설명할 수 있는데(김영철, 2000; 문미정과 김용권, 2009), T4 교사의 경우 실험

과정 동안의 그래프 변화를 통해 연소 중에 일어나는 기체의 대류현상과 연소 후 기체의 평형상태를 이해할 수 있었기 때문에 과학적 개념을 형성하게 된 것으로 보인다.

T9 교사의 경우 연소 중 이산화탄소의 위치에 대해서 틀리게 언급을 하였다. 이 교사의 경우 실험 과정 동안 그래프의 해석보다는 산소와 이산화탄소의 농도 비율에만 관심을 두어 이산화탄소의 위치 변화를 제대로 인식하지 못하여 오개념을 수정하지 못하고 계속 갖게 되었다. T19 교사의 면담 내용은 다음과 같다.

<사례 IV-13> 3-4. 연소 과정에서의 이산화탄소의 위치 : M1 수준에서 M1 수준으로 유지

연구자 3-4번 문항에 대해 설명해 주시겠습니까? (사전)

T9 연소 전에는 산소하고 이산화탄소하고 기체가 있었는데, 연소 중에서 산소는 점차 쓰여서 소모가 되고, 이산화탄소는 점차 증가해서 연소 후에는 산소는 대부분 사라져 있고, 이산화탄소가 많이 이렇게 생겼을 것이라고 했습니다.

연구자 산소와 이산화탄소가 고루 분포되어 있다는 말씀이신가요?

T9 아니, 그 평소의 기체 비율만큼 있는데, 그 때 산소는 점차 없어지고, 이산화탄소는 평소보다 많아졌다고 그랬습니다.

연구자 3-4번 문항에서 바뀌신 게 있다면 어떻게 바뀌셨는지요? (사후)

T9 그림의 큰 차이점은 산소하고 이산화탄소의 비율이 달라진 겁니다. 연소 후에 산소가 대부분 사라져 없다고 표시를 했었는데, 실험 후 산소가 어느 정도 많이 남아 있는 것으로 바뀌었습니다.

3. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 프로그램에 대한 교사들의 의견

연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 하고 난 후 실험에 대한 생각을 작

성하게 하여 초등교사들의 의견을 들어보았다.

- T2 연소는 그냥 단순하게 타는 것이라고 생각을 했었는데, 연소의 의미부터 시작해서 이 실험을 통해 산소와 이산화탄소가 생기는 양이 일치하지 않고, 연소 후 산소도 0퍼센트가 아니라 15퍼센트인 것을 알게 되었다. 이렇게 기체의 양을 측정할 수 있는 측정기가 있는 것도 몰랐는데, 아이들에게 이 실험을 보여주면 아이들이 좋아할 것이라는 생각이 들었다. 이렇게 과학적인 기구가 우리 교육 현장에 빨리 투입이 되어야 아이들에게 좋을 것이라는 생각이 든다. 교과서를 통한 단순한 지식 전달이 아닌 새로운 기구를 통해 직접 실험해 보는 활동이 필요하다고 생각한다.
- T3 대학교 1학년 수업을 끝으로 과학을 가르칠 일이 없었다. 처음 개념 검사지, 인터뷰에 응했을 때 ‘맞아! 이런 실험이 있었지.’하고 어렴풋이 생각은 났지만 개념, 과정이 생각나지 않았고 결과에 대한 것은 더욱 헛갈렸다. 과학에 대해 스스로 공부하지 않고, 가르쳐보지 않아 서 모른다고 그냥 넘어갈 수 없다는 생각이 들었다. 우선 교사로서 어떤 실험을 하기 전에 사전에 그에 대한 철저한 연구가 있어야 할 것 같다. ‘아마 이럴 것이다.’라는 막연한 생각은 교사 자신에게 뿐만 아니라 많은 학생들에게 오개념을 형성시키고 학생들로 하여금 과학적 사고 자체를 해볼 수 있는 기회를 빼앗게 될 것이다. 오개념이 많이 형성되어 있는 것은 교과서 내에 중요한 텍스트로 다루어져야 할 것이고, 물론 실험을 통해서 이를 해결할 수 있다면 더없이 좋을 것 같다는 생각이 든다. 고가의 실험기구여서 예산부분이 문제가 된다면 이에 대한 지원이 더욱 필요할 것이며 그 중 하나는 모의실험을 통해 확인할 수 있도록 콘텐츠가 개발되어 보급되면 어떨까 하는 생각도 들었다.
- T7 연소의 개념에 대해 끊임없이 학습하고 가르쳐왔음에도 불구하고 정확한 개념 형성이 되지 않았다는 것에 본인 스스로도 매우 놀랐다. 예전 화학 시간에 배웠던 탈 물질, 공기, 발화점 이상의 온도라는 세 가지 연소의 조건을 머릿속에 각인하고 새로운 정보나 도서를 통해 끊임없이 학습해 오지 않은 나 자신에 대해서 반성할 수 있는 계기가 되었다. 이번 실험을 통해 연소의 개념에 대해 이제까지 가지고 있었던 오개념과 부족했던 부분들을 새롭게 알게 되어 굉장히 유익한 시간이었으며 앞으로는 교과서 혹은 교사용 지도서에서 중요한 부분으로 다루어지기를 바란다.

- T9 공기 중의 산소 농도를 정확하게 잴 수 있는 측정기계를 활용한 실험은 처음 보았다. 2011학년도 6학년을 맡았을 때 초를 연소할 때 눈에 보이지 않는 산소의 양이 줄었음을 주입식으로 가르쳤던 기억이 떠올라 아이들에게 미안하고 학교 과학실에도 이런 장치가 있으면 참 좋겠다는 생각을 하게 되었다. 실험을 통해 아이들이 직접 관찰하고 개념을 습득해야 하는데 제대로 된 실험을 못해서 주입이 되어 버리는 경우가 종종 있어 안타까웠던 적이 많았다. 또한 교사의 노력, 철저한 교재연구가 더욱 필요하다는 것도 절실히 느꼈다. 과학교과는 수업 전에 교과서를 보고 실험 동영상과 보고 준비를 했었지만 수업진도에 쫓겨 과학이야기와 같이 교과서에 수록된 다양한 과학적 내용들을 놓치고 지나친 부분이 많았기 때문이다. 학생들에게 오개념을 심어주지 않기 위해서는 교사가 좀 더 노력하고 학교과학실에도 지원이 더 필요하다고 생각한다.
- T10 아동들에게 자신있게 가르치고 지도했던 내용임에도 불구하고 평가받는 기분으로 문항 하나하나에 답을 쓰고 인터뷰하는 과정은 매우 긴장되고 떨리는 경험이었다. 또한 그러한 연소개념에 대한 지식이 확고히 되지 않았기에 그 긴장, 떨림은 더 했으리라 생각된다. 그러나 이러한 과정을 통해서 스스로 연소에 대한 현상이나 개념을 꼼꼼히 다시 되짚어보고 시도하는데 도움이 되는 것 같다. 또한 연소프로그램을 알게 되어서 추상적으로만 알고 있었던 실험과정을 시각적으로 관찰할 수 있어서 매우 좋았다. 이와 같은 프로그램을 실제 수업 시간에 아동들에게 보여준다면 산소가 완전히 사라져서 촛불이 꺼지는 것이 아니라 20퍼센트였던 산소 농도가 15퍼센트 정도로 떨어지면서 촛불이 꺼지고 동시에 이산화탄소와 수증기가 발생하는 과정도 더욱 알기 쉽게 지도할 수 있을 것 같다.
- T13 산소와 이산화탄소양을 측정하는 방법이 새롭고 신기했다. 일반적으로 연소되면 집기병안의 산소가 모두 사라져야 불이 꺼진다고 생각했는데 일정 비율의 산소가 사라지면 불이 꺼진다는 것을 알게 되었고 이산화탄소양이 급격히 늘어날 것 같았는데, 일정한 비율로 산소와 이산화탄소양이 일정량 유지된다는 사실도 새롭게 알게 되었다. 영화를 보면 화재가 발생했을 때 사람들이 코를 막고 자세를 낮추는 이유도 이 실험을 보면 어느 정도 이해할 수 있겠다 생각을 했고, 지도를 한다면 화재와 화재대피법과 연관시켜 지도하면 좋겠다고 생각했다.

초등교사들은 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 통해 연소에 대해 추상적으로 알고 있던 것을 시각적으로 관찰할 수 있어 연소개념을 명확하게 이해할 수 있게 되었다고 언급하였다. 연소개념에 대하여 교사이면서도 오개념을 가지고 있었다는 사실에 반성을 하고 있었고, 앞으로 과학 지도 시 교재 연구를 통해 과학적 개념을 가르칠 수 있도록 노력하겠다고 하였다. 또한, 이 실험이 교과서 및 교사용 지도서에 제시될 필요가 있다고 인식하고 있을 뿐만 아니라, 실험의 결과를 통해 화재와 화재대피법과 관련하여 지도하면 좋겠다는 점을 언급하였다. 이러한 초등교사들의 다양한 의견을 통해 대부분의 교사들이 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 하고 난 후 연소에 대해 과학적 개념을 갖게 되었음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서 구안한 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험은 초등교사들의 연소에 대한 과학적 개념을 형성시키는 데 효과적이라고 볼 수 있다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

이 연구에서는 초등교사들의 연소개념을 향상시키기 위한 방법의 하나로 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 구안하여 제주특별자치도 제주시의 N초등학교 교사들을 대상으로 적용하였다. 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험이 초등교사들의 연소개념 향상에 어떠한 효과가 있는 지 알아보기 위하여 사전과 사후에 연소개념 검사 및 반구조화된 면담을 실시하여 그 결과를 분석하였다.

이 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 연소 전·후의 기체 농도 측정 실험을 개발하였다. 선행연구 결과, 연소와 관련하여 예측된 오개념을 교정하고, 연소에 대한 과학적 개념을 쉽게 이해시킬 수 있도록 시각화된 자료 개발이 필요하다는 제언을 토대로 연소에 대한 개념을 연소 전과 연소 하는 동안, 연소 후의 산소와 이산화탄소의 농도를 실시간을 측정하고 그래프로 확인할 수 있는 실험을 개발하였다.

둘째, 초등교사들의 연소에 대한 개념을 분석한 결과, 연소의 정의, 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유, 연소 전·후의 산소와 이산화탄소의 농도 및 연소과정에서의 이산화탄소의 위치에 대해서 대부분의 교사들은 과학적 개념이 낮았다. 특히 2007 개정 과학과 교육과정에서 달라진 연소에 대한 개념이 교사의 연소개념에 어떠한 영향을 주었는지 알아보기 위하여 2011학년도 6학년 과학 교과 지도 경험 유무에 따라 분석하였으나, 2011학년도 6학년 과학 교과 지도 경험 유무에 따른 큰 차이는 없었다.

셋째, 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험을 적용한 결과, 집기병 속의 촛불이 꺼지는 이유, 연소 전 산소와 이산화탄소의 농도, 연소 후 산소와 이산화탄소의 농도에 대해서 거의 대부분의 초등교사들이 과학적 개념을 형성하였으나, 연소의 정의, 연소 과정에서의 이산화탄소의 위치에 대해서는 약 50.0% 정

도의 교사들만이 과학적 개념을 갖게 되었다. 실험하는 동안 실험과정만을 보여 주었고, 연소에 대한 개념에 대해서는 연구자가 언급하지 않았기 때문에 실험에 참가한 일부 초등교사들은 연소의 정의에서 산소와의 결합을 생각하지 않고, 실험 전 자신이 가지고 있던 개념을 유지하는 경우도 있었다. 연소 과정에서의 이산화탄소의 위치에서 산소와 이산화탄소의 농도 변화 그래프 해석 유무가 초등교사들의 과학적 개념 형성에 영향을 미친 것으로 보인다. 결론적으로 연소 과정에서의 기체 농도 측정 실험은 초등교사들의 연소에 대한 과학적 개념을 향상시키는 데 효과가 있었다.

2. 제언

이상의 결론을 통해 앞으로의 연구에서 고려할 점은 다음과 같다.

첫째, 개발된 실험이 단기적으로 초등교사들의 연소에 대한 과학적 개념을 향상시키는 데 효과가 있는 것으로 나타났지만, 장기적인 관점에서 실험에 의해 향상된 과학적 개념의 지속성에도 효과가 있는지에 대한 후속 연구가 요구된다.

둘째, 이 실험을 통해 과학적 개념을 향상시킨 교사의 ‘연소와 소화’ 단원 지도시 학생들의 연소개념에 미치는 영향을 알아보기 위한 후속연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 교육인적자원부. (2002). **초등학교 교사용 지도서 과학 6-1**. 서울: 대한교과서 주식회사.
- 교육과학기술부. (2011). **초등학교 교사용 지도서 과학 6-2**. 서울: 금성출판사.
- 김도욱. (1991). **물 개념의 학습에서 오인을 감소시키기 위한 수업모형의 효과**. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 김도욱. (1995). 연소에 대한 오개념 교정을 위한 과학사 프로그램의 적용효과 -초등학교 예비교사를 대상으로-. **초등과학교육**, 14(2), 135-148.
- 김상운. (2008). **과학과 물질영역에서 초등교사의 교수 곤란도 연구**. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김영철. (2000). **물위의 밀폐된 용기 내의 초 연소 후 수면 상승 현상의 원인에 관한 연구**. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 남철우, 송관섭, 한광래. (1997). 초등학교 자연과 물질영역 보조실험의 개발. **초등과학교육**, 16(1), 25-37.
- 네이버 국어사전. (n.d.). **부분**. 2014. 2. 15,
<http://krdic.naver.com/detail.nhn?docid=17563100>
- 네이버 지식백과. (n. d.). **연소**. 2014. 2. 15,
<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1540114&cid=3068&categoryId=3068>
- 두산백과. (n. d.). **연소**. 2014. 2. 15,
http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&MAS_IDX=101013000726052
- 류인경. (2012). **2007 개정 과학과 교육과정의 기체에 대한 6학년 학생들의 대안 개념 분석**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 류재인, 고한중, 한광래. (2000). “병안의 촛불실험” 지도를 위한 새로운 접근. **초등과학교육**, 19(2), 15-27.
- 문미정, 김용권. (2009). 초등학생들의 연소에 대한 개념 조사 및 과학사를 활용한 오개념 교정 프로그램 제안. **초등과학교육**, 28(4), 467-475.

- 민경숙. (2000). 산소 이산화탄소 단원 학습에서 과학사 도입의 효과. 인천교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박경애. (2008). 기체의 성질에 관한 고등학생의 오개념 수정을 위한 수업 효과. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박현우. (2008). 이산화탄소의 성질 실험 장치 개선 방안 탐색. **초등과학교육**, 27(3), 244-151.
- 서울과학교사모임. (1995). **숨은과학3**. 서울: 웅진출판.
- 신애경, 문현숙, 강민석. (2011). 연소에 대한 초등 교사의 개념 -기체변화를 중심으로-. **한국과학교육학회지**, 31(6), 942-957.
- 안승희. (2011). 초등학교 연소와 소화 단원에서 두뇌맞춤 학습 프로그램의 적용 효과. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 엄상수, 고영환, 백성혜, 박국태. (2000). 산소와 연소 단원에서 과학적 개념 형성을 위한 수업 전략의 효과. **초등과학교육**, 19(2), 75-82.
- 유승아, 구인선, 김봉곤, 강대호. (1999). 기체의 성질에 대한 중·고등학생들의 오개념에 관한 연구. **대한화학학회지**, 43(5), 564-577.
- 윤혜경. (2011). 초등 예비교사의 아동의 과학 개념 조사. **한국과학교육학회지**, 31(2), 164-180.
- 위키백과. (n.d.). 양초. 2014. 2. 15,
<http://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%96%91%EC%B4%88>
- 이혜정. (2009). 과학 교육과정에 나타난 오개념 연구와 그에 따른 효과적인 교수방안. 한국외국어대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 장명덕. (2009). 초등 교사들의 과학 오개념에 대한 인식과 수업전략. **초등과학교육**, 28(4), 425-439.
- 정대균, 이혜정, 정선희, 오창호, 박국태. (2007). 기체에 대한 초등학생들의 개념 조사 및 대안 개념 유형 분석. **초등과학교육**, 26(4), 359-371.
- 정미숙. (2003). 과학사적 관점에서 본 연소에 대한 초등학교 교과서 분석 및 초등 교사들의 개념 조사. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조은아. (2008). 고등학교 학생들의 기체의 성질에 대한 오개념 연구. 성균관대학교 교육대학원 석사학위논문.

- 최숙영, 강석진, 노태희. (2008). 연소 개념학습에서 변칙 사례에 의한 인지 갈등 및 상황 흥미가 개념 변화 과정에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 28(8), 779-785.
- 한문정. (1990). 연소와 녹스는 현상에 대한 학생들의 개념 조사 -초, 중, 고등학생을 대상으로-. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 한수진, 강석진, 노태희. (2010). 학생의 과학 오개념에 대한 초등 예비 교사의 지식. *초등과학교육*, 29(4), 474-483.
- 한국화재보험협회. (2003). 화재안전교육안내서. 서울: 한국화재보험협회.
- BouJaoude, S. B. (1991). A study of the nature of students' understanding about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 689-704.
- Dhindsa, H. S. Candle burning in an inverted jar over water in a trough experiment: Science teachers' conceptions. Retrieved December 15, 2012, from <http://www.math.havvard.edu>
- Fisher, K. M. (1985). A Misconception in Biology; Amino Acids and Translation, *Journal of Research in Science Teaching*, 22(1), 53-62.
- Gardner, H. (1991). *The unschooled mind: How children think and how schools should teach*, New York: Basic Books.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Onno de Jong, Maija, A., Alan, G., Vassilia, H. & Vasilis, K. (1999). An international study of prospective teacher' initial teaching conceptions and concerns: The case of teaching combustion. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 45-60.
- Stavy, R. (1988). Children's conception of gas. *International Journal of Science Education*, 10(5), 553-560.

A B S T R A C T *

Development and Application Effect of an Equipment of Gas Concentration for the Improvement of Elementary School Teachers' Concept on Combustion

Kim, Eun-Young

Major in Elementary Science Education
Graduate School of Education
Jeju National University

Supervised by Professor Shin, Ae-Kyung

The purpose of this study were to investigate elementary school teachers' understandings about the concept of combustion and to determine the application effect of an equipment that develop to measure gas concentration of before and after combustion. In this study, 15 elementary school teachers were selected by considering their gender, career, 6th grade science teaching experience, and 6th grade science teaching experience according to 2007 revised science curriculum. An equipment of gas concentration on combustion by using MBL is designed to confirm gas concentration visually.

* A thesis submitted to the committee of Graduate School of Education, Jeju National University of Education in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education conferred in August 2014.

Make two sets of holes in an acrylic container and then insert oxygen sensors and carbon dioxide sensors in two sets of holes. Burn a 10cm long candle in an acrylic container and observe the changes in the burning of the candle. The equipment has checked oxygen concentration and carbon dioxide concentration in real-time and displays gas concentration changes by graph. The result of the application effect of an equipment of gas concentration of before and after combustion, most teachers who had not had scientific concepts on combustion got acquainted with scientific concepts about 'the reason why a candle is blown out when an inverted jar cover it', 'the concentration of oxygen and carbon dioxide before and after combustion'. About half of elementary school teachers got acquainted with scientific concepts about 'the definition of combustion', 'position of carbon dioxide distribution during combustion'. Thus, an equipment to measure gas concentration of before and after combustion is helpful to elementary school teachers understand the scientific concepts on combustion.

Key words : an equipment to measure gas concentration, concepts on combustion, elementary school teachers