

초등학생들의 연소에 대한 개념 조사 및 과학사를 활용한 오개념 교정 프로그램 제안

문미정 · 김용권
(부산교육대학교)

An Investigation of Conceptions on Combustion and a Proposal of Teaching Programs using the History of Science in Elementary School Students

Moon, Mi Joung · Kim, Yong Gwon
(Busan National University of Education)

ABSTRACT

This study is to enquire about ideals on combustion and to propose of teaching program using the history a science in '5. Combustion and Extinguishing' unit of elementary school science textbook in 6th grade. For this purpose, investigation questionnaires based on preceding research and science textbook are developed. The reliability of the questionnaires is .784, and the questionnaires are applied to 247 students in T elementary school in Busan. Through the results of the investigation, scientific conceptions existed in some parts. But some misconceptions still existed especially (question 1), substance's changes (question 7), formation process of product (question 13), combustibles among requirements of combustion. The patterns of the misconception are similar to historical misconceptions about combustion. Besides, the discoveries and inventions of combustion have some points about correcting misconceptions. Thus the five step teaching programs on combustion which were applied to history of the science are suggested. The confidence of the developed programs was verified as being 'excellent' by specialists. This program will be applied to think deeply about combustion in elementary school lesson and useful to introduce the history of science.

Key words : investigation about conceptions of combustion, misconception, teaching program, history of science

I. 서 론

오늘날 우리가 '과학(science)'이라고 알고 있는 것은 원래 '철학(philosophy)'이라고 불리던 것이다. 라틴어에서 파생된 '과학'이라는 단어는 '체계적으로 배열되고 일반적인 법칙, 기능, 속달의 작용을 보여주는 지식 또는 연구의 한 분파(Stein, 1967)'라고 정의된다. 한편, 모든 미국인을 위한 과학에서는 "과학은 지식을 생산하는 과정이다"라고 정의하고

있다(Rutherford & Ahlgren, 1990). 그들은 과학이 지식 그 자체와 함께 지식을 만드는 과정 또한 포함해야 한다고 주장한다. 과학 교육 분야에서 과학 개념에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 것도 이런 이유에서 출발하였다고 할 수 있다.

과학 개념은 학생들에게 많이 전달하는 것만으로는 형성되지 않는다. 구성주의적 관점에 따르면, 학습자는 학습이 일어나기 전 이미 다양한 오개념 또는 대안 개념을 가지고 있다(조희형, 1998). 이 선

이 논문은 2008년도 부산교육대학교 교육연구원의 지원을 받아 연구되었음.

2009.9.3(접수), 2009.10.9(1심통과), 2009.10.27(2심통과), 2009.10.29(최종통과)

E-mail: dragon@bnu.ac.kr(김용권)

행 개념들은 쉽게 변화되지 않으며 또한 변화된다고 해도 비과학적 개념으로 발달될 수 있다. 따라서 올바른 개념 형성을 위해서는 학습자들의 흥미와 호기심을 끌 수 있도록 적합한 과정을 도입해야 한다(유승아 등, 1999). 김선주(2004)의 연구에 의하면 중학생은 자신이 가지고 있는 물질의 변화에 대한 분석 결과, 학습 이전에 가지고 있던 직관적 개념으로 인한 오개념은 학습 후에도 여전히 남아 있었으며, 오개념 중에서는 연소와 관련된 부분은 학습 이전에도 산소의 역할에 대한 과학적 개념을 설명하지 못했고, 학습 이후에서도 연소 반응이 일어나면 무언인가 빠져나간다는 오개념을 갖고 있다고 설명하고 있다.

한편, Argyll(1855)은 과학교육에서 단순한 결과뿐만이 아니라 과학의 방법과 무엇보다도 과학사를 가르쳐야 한다고 말한다(양승훈 등, 1996). 많은 연구자들에 의해 과학사의 중요성은 끊임없이 제기되고 있으며, 그 효과가 입증되고 있다(민경숙, 2000; 송상용, 1984; 이미숙, 2004; Mattews, 1994; Cavvicch, 2008). 특히 Sequeira와 Leite(1991)는 과학사에 나타나는 개념의 발달 과정과 아동의 개념 발달 사이에 유사성이 있으며, 교사들은 이러한 과학사를 현장에 적용함으로써 학생들의 대안 개념을 예측할 수 있고, 과학사를 활용하여 이 대안 개념을 올바른 개념으로 전환할 수 있다고 하였다. 과학사의 다양한 효과에도 불구하고 교과서에 도입된 과학사를 분석한 연구가 부족하며, 그 내용은 과학자의 일대기나 과학적 업적을 언급하는 형태에 그쳤다(최취임, 2003). 특히 초등학교 과학교과서에는 과학사에 대한 언급이 없었으며, 과학자에 대한 내용도 한 사람(Archimedes)만 제시된다(최운희, 2005). 초등학교 과학 교과서의 내용이 여전히 전통적 과학 개념만을 반영하고 있으며, 과학 철학적인 부분을 소홀히 다루고 있다고 볼 수 있다.

이에 본 연구에서는 다양한 오개념이 나타났던 연소에 대해 초등학생들이 학습 후에 가지고 있는 개념을 파악하고 과학사를 활용한 오개념 교정 프로그램을 제안하고자 한다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 학생들이 가지고 있는 연소에 대한 개념을 알아보기 위한 평가 도구를 개발한다.

둘째, 평가 도구를 통해 학생들의 연소 개념 실태를 파악한다.

셋째, 현장에 적용 가능한 연소에 대한 오개념 교

정 프로그램을 제안한다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

연소에 대한 학생들의 개념을 조사하기 위해 개념 검사지를 개발하였으며, G초등학교 학생 29명에게 예비 검사를 실시하였다. 응답 내용을 토대로 개념 검사지를 수정·보완하였으며, T초등학교 6학년 247명에게 설문지를 투입하였다.

2. 연구 절차

본 연구의 절차는 그림 1과 같다.

연소에 대한 개념을 연소의 의미, 생성물, 조건

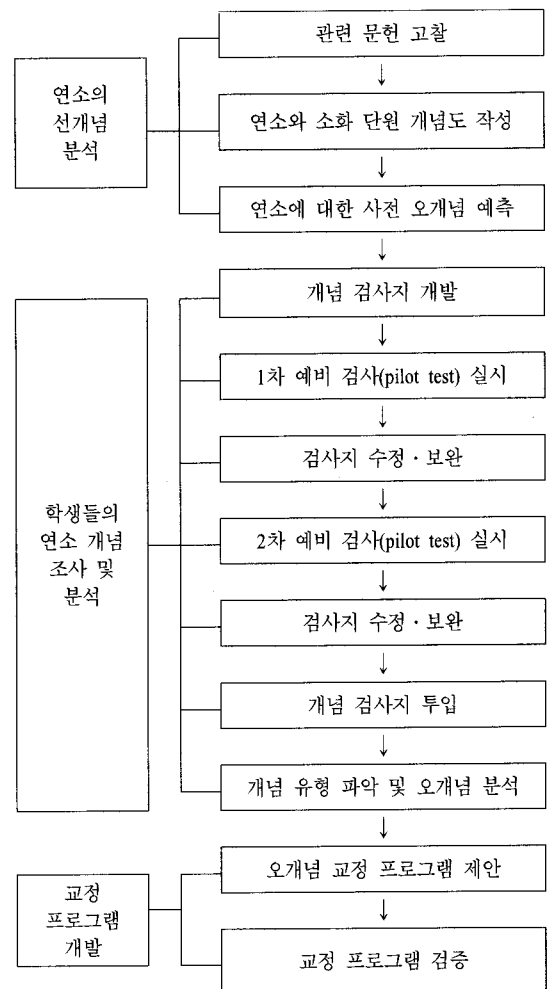


그림 1. 연구 절차

세 부분으로 나누고, 각 부분에서 제시되는 과학적 개념과 오개념들에 대한 자료를 수집하였다. 수집된 자료를 토대로 연소에 대한 개념 설문지 30문항을 개발하였다. 개발된 검사지는 전공 대학원생 6명과 화학 교과교육 전공 이학박사 1인에게 내용 타당도를 검증받았으며, G초등학교 학생 29명에게 1차로 투입하였다. 그 결과 Cronbach's α 신뢰도는 .648로 나타났다. 설문지를 수정·보완하여 총 15문항이며, 표 1과 같이 구성된 개념 검사지를 최종 개발하였다.

한편, 학생들이 가지고 있는 오개념을 교정하기 위한 프로그램은 타당성과 적합성을 검증하기 위해 전문가를 대상으로 구인 타당도를 실시하고자 한다. 타당도 평가를 위한 전문가 집단은 화학 전공 이학박사 2인, 교육 통계 전공 교수 1인, 전공 대학원생 1인, 경력 5년 이상의 현장 교사 1인으로 선정하였다. 타당도 평가지는 한국교육학술정보원(Keris)의 프로그램 검증 자료와 문운영(2008)의 지구온난화 교육과정 타당도 평가지를 수정, 보완하였으며, 프로그램 목표 4문항, 프로그램 내용 타당도 5문항, 학생에의 전달도 5문항, 프로그램의 효과 검증 6문항의 총 20문항으로 이루어져 있다.

3. 자료 처리 및 분석

본 연구에서 개발한 설문지는 SPSSWIN 10.0 프로그램을 이용하여 신뢰도를 측정하였다. 개발된 15문항의 응답은 백분율로 나타내어 그 경향을 살펴보았다. 과학사를 활용한 교정 프로그램은 내용 타당도 검증을 통해 신뢰를 확보하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 학생들의 오개념 분석

연소 개념에 대한 학생들의 개념 조사는 '5. 연소

와 소화' 학습이 끝난 후 실시하였으며, 연소의 의미와 생성물, 조건 세 부분으로 나누어 분석하였다.

1) 연소의 의미에 대한 문항별 응답 분석

연소의 의미에 대한 응답 분석 결과는 표 2 및 표 3과 같다.

표 2를 살펴보면, 물질이 연소되고 나면 그 성질이 변한다는 사실을 아는 학생은 81.4%가 되었으며, 연소는 산소가 결합한다는 사실도 71.9%가 알고 있었다. 그러나 문항 1에서 다른 물질의 변화와 연소 반응으로 인한 변화의 차이를 정확하게 찾아낸 학생이 34%밖에 되지 않으며, 문항 4에서 연소 현상을 '녹는다', '기체가 된다'라는 의미로 받아들이는 학생이 30%가 있었다.

문제 상황에서 연소와 관련된 개념들을 어떻게 활용하는지 알아보기 위한 15번 문항에서 무응답이 48.2%나 나타났으며, '물의 생성'이라는 답변은 18.6%, '산소를 써서'는 4.5%, '이산화탄소가 차서'는 3.2%로 나타났다(표 3).

연소의 개념을 알고 있으나 활용하는데 상당히 어려움을 겪으며 '산소 소모'나 '이산화탄소의 생성', '물의 생성'이라는 한 가지 개념으로만 연소 현상을 설명함을 알 수 있다. 연소의 의미와 변화에 대한 과학적 개념을 형성할 수 있는 개념 학습 프로그램 적용과 연소와 관련된 과학적 지식들을 서로 연관지어 살펴보는 학습이 보충되어야 함을 알 수 있다.

2) 연소의 생성물에 대한 문항별 응답 분석

연소의 생성물에 대한 학생들의 개념 분석 결과는 표 4와 같다. 분석 결과, 80.2%의 학생들은 초의 연소 반응시 물과 이산화탄소가 생성된다는 사실을 알고 있었으며, 83.4%의 학생이 연소 반응이 일어

표 1. 개념 검사지 하위 요소

문항 수	최종 신뢰도	목표 영역	문항 내용	관련 문항
15문항	.784	연소의 의미	· 연소의 개념 · 물질의 성질 변화	1, 2, 3, 4, 15 문항
		연소 생성물	· 물의 생성 · 그을음의 생성 여부 · 이산화탄소의 생성	5, 6, 7, 8 문항
		연소 조건	· 산소의 필요성 · 발화점 · 탈 물질	9, 10, 11, 12, 13, 14 문항

난 집기병에 석회수를 붓는 이유가 이산화탄소의 생성을 확인해 보기 위해서라는 과학적 개념을 가지고 있었다(표 4). 연소 반응이 일어나면 무엇이 생성되는지에 대해서 대부분이 알고 있다고 볼 수 있다. 하지만 문항 7을 살펴보면 연소 후 물이 생성되는 원인에 대해서는 23.5%만이 과학적 개념을 가지고 있었으며, 59.1%의 학생은 ‘공기 중의 수증기가 물방울이 되었다’라고 응답했다. 이것은 학생들이 연소시 생성되는 물은 새롭게 만들어진 것이 아니라 처음부터 존재하던 것이라고 생각하고 있다는 의미이다. 따라서 연소 반응에서 물과 이산화탄소 같은 물질의 생성 과정에 대한 과학적 개념 학습이 필요하다고 생각된다.

표 2. 연소의 의미에 대한 문항별 응답 분석

	응답 번호	0	1	2	3	4	5	합계
1	응답자(명)	0	84	65	33	55	10	247
	비율(%)	0	34	26.3	13.4	22.3	4.0	100
2	응답자(명)	0	19	206	0	9	13	247
	비율(%)	0	7.7	81.4	0	3.6	5.1	100
3	응답자(명)	0	9	7	8	182	41	247
	비율(%)	0	3.6	2.8	3.2	71.9	16.2	100
4	응답자(명)	1	20	4	18	54	150	247
	비율(%)	0.4	8.1	1.6	7.3	21.9	60.8	100

■ : 과학적 개념

표 4. 연소의 의미에 대한 문항별 응답 분석

	응답 번호	0	1	2	3	4	5	합계
5	응답자(명)	1	15	14	198	10	10	247
	비율(%)	0.4	6.1	5.7	80.2	4.0	4.0	100
6	응답자(명)	0	8	10	9	206	14	247
	비율(%)	0	3.2	4.0	3.6	83.4	5.5	100
7	응답자(명)	1	8	21	146	58	13	247
	비율(%)	0.4	3.2	8.5	59.1	23.5	5.3	100
8	응답자(명)	0	24	5	17	4	197	247
	비율(%)	0	9.7	2.0	6.9	1.6	78.8	100

■ : 과학적 개념

표 3. 문항 15의 응답 분석

(N=247)

	응답 유형	코딩번호	비율(%)
	무응답	0	119(48.2)
높아졌다	물이 생성되어	1	46(18.6)
	산소를 써서	2	11(4.5)
	기타	3	18(7.3)
낮아졌다	이산화탄소가 차서	4	8(3.2)
	물의 증발	5	11(4.5)
	기타	6	20(8.1)
변화 없다	7	14(5.7)	

3) 연소의 조건에 대한 문항별 응답 분석

연소의 조건에 대한 학생들의 개념 분석 결과는

표 5 및 표 6과 같다.

연소 반응이 일어나면 산소가 소모된다는 응답은 91.5%로 대부분 과학적 개념이 형성되어 있었으며, 발화점의 의미를 아는 학생도 77.8% 존재했다. 그러나 촛불의 온도 차이 원인을 찾는 문항 9에서 32.8%의 학생들이 ‘발화점 이상의 온도’ 때문이라는 오개념을 가지고 있는 것으로 나타났다. 이는 ‘온도’라는 단어만 보면 ‘발화점 이상의 온도’라고 단순히 결론짓기 때문이라고 생각된다. 문항 14에서는 탈 물질과 관련된 오개념을 가진 학생이 42.1% 존재했다(표 5).

표 6을 살펴보면, 성냥개비의 머리 부분이 먼저 연소하는 현상을 ‘발화점’이란 과학적 개념을 들어 설명할 수 있는 학생이 64.8%가 존재했지만, 무응답이나 단순히 불이 잘 붙어서라고 생각하는 학생도 다수 존재했다.

따라서 물질에 불이 붙기 시작하는 온도는 물질마다 다르다는 과학적 개념을 이해시키기 위하여 연소의 조건에 대한 개념 학습이 더 필요하다고 생각된다.

2. 개념 검사지를 통해 살펴본 오개념과 과학사적 연소 개념과의 비교

개념 검사지를 통해 살펴본 학생들의 개념에는 과학적 개념도 있었지만 오개념도 존재했다. 과학

표 5. 연소의 조건에 대한 문항별 응답 분석

문항번호	응답 번호	0	1	2	3	4	5	합계
9	응답자(명)	2	9	5	144	6	81	247
	비율(%)	0.8	3.6	2.0	58.3	2.4	32.8	100
	응답 번호	0	1	2	3	4	5	합계
10	응답자(명)	1	5	226	7	4	4	247
	비율(%)	0.4	2.0	91.5	2.8	1.6	1.6	100
	응답 번호	0	1	2	3	4	5	합계
11	응답자(명)	2	22	5	6	164	48	247
	비율(%)	0.8	9.0	2.0	2.4	66.4	19.4	100
	응답 번호	0	1	2	3	4	5	합계
13	응답자(명)	1	7	9	34	192	4	247
	비율(%)	0.4	2.8	3.6	13.8	77.7	1.6	100
	응답 번호	0	1	2	3	4	5	합계
14	응답자(명)	1	104	4	9	124	5	247
	비율(%)	0.4	42.1	1.6	3.6	50.2	2.0	100

■ : 과학적 개념

표 6. 문항 12의 응답 분석

응답 유형	코딩번호	비율(%)
무응답	0	44(17.8)
발화점이 낮은 물질	1	160(64.8)
불이 더 잘 붙음	2	35(14.2)
기타	3	8(3.2)

사적으로도 Lavoisier의 연소 이론이 확립되기까지 많은 시행착오와 가설의 단계를 거쳤다. 학생들의 오개념과 과학사적 연소 개념의 변천 과정은 서로 비슷한 점이 많았다.

1) 연소의 의미 비교

오개념 분석 결과 ‘연소는 물질이 녹거나 없어지는 현상’이란 생각을 가진 학생들이 있었다. Becher와 Stahl은 ‘연소라는 것은 가연성 물질로부터 플로지스톤이 튀어나가고 나중에 재가 남는 현상이다’라고 생각했다(정원우 등, 2000). 이 플로지스톤 가설은 무엇인가 빠져나간다고 생각한 점에서 학생들의 오개념과 유사하다고 생각된다.

또한, 연소 반응 이후 물질이 처음 물질과 성질이 같다고 생각하거나, 상태 변화와 성질의 변화를 구분하지 못하는 오개념이 존재했다. Empedokles는 물질이 물, 불, 공기, 흙의 네 가지 요소로 되어 있다고 생각했다. Aristoteles는 Empedokles의 4원소를

좀 더 발전시켜 네 개의 성질까지 추가하여 물질의 근원을 설명하려 하였다(Stephen, 1992). 특이한 점은 물, 공기, 흙이 각각의 물질 상태를 대표하는 말이며, 4요소는 온, 냉, 습, 건이라는 물질의 양적 성질과 관련된 요소라는 점이다. 이 당시 사람들도 물(액체)와 흙(고체)은 완전히 다른 구성 물질로 되어 있으며, 온도나 습도 같은 물질이 가질 수 있는 양적인 성질도 물질이 다른 물질로 변해서 생기는 현상이라고 생각했다. 일부 학생들이나 '4원소설' 모두 물질의 외양이 달라지면 그 성질도 변하는 것이라고 생각하는 점에서 유사한 모습을 보인다.

2) 연소의 생성물 비교

연소의 생성물과 관련된 오개념은 모두 물의 생성 과정과 관련이 있었다. 고대 그리스 시대부터 물은 물질을 구성하는 기본 원소 중 하나로 받아들여졌다. Priestly는 자신이 발견한 가연성 공기(수소)로 물이 생성되는 것을 관찰했음에도 가연성 공기가 물과 플로지스톤의 화합물이라는 결론을 내렸다. 연소 결과 생성된 물이 '공기 중에 원래 있던 수증기'라는 해석은 물을 구성 원소 중 하나로 보고 실험 결과를 해석했던 옛 과학자들의 생각과 일맥상통한다.

3) 연소의 조건 비교

물질이 연소하기 위해 산소가 왜 필요한지에 대한 이유에서 몇 가지 오개념을 발견했다. '물질이 연소하면 이산화탄소가 생겨 산소를 밀어낸다'는 응답을 한 학생이 있었다. '공기는 연소 과정에 참여하는 게 아니고, 단지 가연성 물질이 내버리는 플로지스톤을 받아들이는 매체에 지나지 않는다'(정원우 등, 2000)는 플로지스톤 가설 또한 연소 과정에서 공기가 직접적으로 작용하지 않는다고 주장한다. Priestly나 Scheele는 밀폐된 공간에서는 물질이 어느 정도 연소하다 멈춘다는 사실을 발견하였다. 하지만 그들도 한 공간 속에서 받아들일 수 있는 플로지스톤의 양이 한정되어 있기 때문에 어느 정도 연소가 진행된다면 멈춘다고 생각했다. 학생들의 오개념은 플로지스톤이 이산화탄소로 대체되었을 뿐 그 내용이 서로 비슷하다.

탈 물질과 관련된 오개념으로는 '가스버너의 밸브를 여는 것은 산소를 공급해 주기 위해서'라는 응답이 있었다. 가스 자체가 기체이다 보니 기체를 탈

물질과 연관시키지 못해 이런 응답이 나왔다고 생각된다. Clayton이 타는 기체를 처음 발견했을 때 길가의 도랑물이 타는 듯한 현상을 보고 농민들은 물이 탄다고 생각했었다고 한다(황국산 역, 1993). 그 당시 사람들이나 현재 학생들은 모두 기체 자체가 어떤 화학적 성질을 가질 수 있다는 생각을 간과한 것으로 보인다.

3. 교정 프로그램 제안

과학사에서 나타난 연소 이론이 확립되기까지의 오인들은 학생들이 현재 가지고 있는 오개념과 비슷한 부분이 있었다. 또한 발화점과 관련된 오개념은 학생들이 개념 자체를 이해하지 못하는 데서 발생하는 것으로 생각되어진다. 이런 오개념을 교정하기 위해 과학사와 과학 발명과 관련된 이야기 자료를 토대로 교정 프로그램을 제안한다.

제안된 교정 프로그램은 총 5차시로 구성하였다. 학생들의 오개념 중 특히 강하게 자리잡고 있는 물질의 변화 부분과 연소 반응시 물질의 생성 과정을 중심으로 과학사 프로그램을 구성했다. 탈 물질과 발화점은 성냥과 가스등의 발명 과정 속에 있는 과학적 원리를 찾아보는 것으로 대체한다.

학습 단계는 Monk와 Osborne(1997)의 통합식 모형을 참고하여 5단계로 제시하였다. 학습 목표와 관련된 현상을 제시하고 읽기 자료를 통해 관련된 과학사를 탐구해 본다. 학습 목표와 관련된 실험이나 역할극을 통해 과학사의 내용을 검증해 보며, 검증된 내용에 대한 고찰을 거쳐 과학적 개념으로 일반화시킨다. 세부 내용에 따른 과학사를 활용한 오개념 교정 프로그램 수업단계는 그림 2와 같으며, 각 차시별 세부 내용은 부록 1에 제시한다.

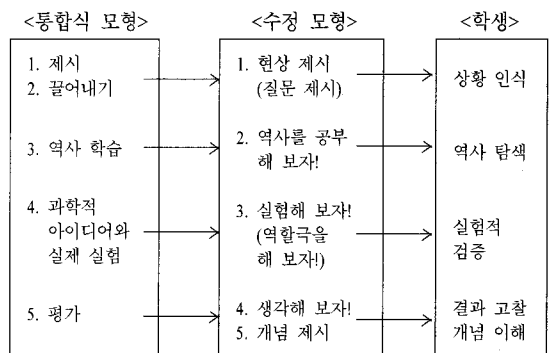


그림 2. 과학사 오개념 교정 프로그램 수업 단계

4. 제안된 프로그램의 타당도 검증

제안된 프로그램의 내용이 목적에 부합하는지 알아보기 위해 타당도 검증을 실시하였다. 검사자는 총 5명으로 그들의 반응을 숫자로 표시하였다. 프로그램에 대한 타당도는 평가 전문가 5인의 점수 중 가장 높은 점수와 가장 낮은 점수를 제외하고 나머지 3인의 점수를 평균하여 표 8의 점수 기준과 비교했다.

표 7에서 88점과 92점이 가장 높은 값과 낮은 값이므로 제외하고 나머지 전문가의 평가 점수 평균 값을 구하니 89.7이었다. 표 8에서 해당되는 영역을 찾으면 “우수”에 해당된다. 과학사 활용 오개념 교정 프로그램은 그 내용이 목적에 부합하는 우수한 프로그램이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 ‘5. 연소와 소화’ 단원의 주요 내용인 연소와 관련된 개념들에 대해 학생들이 단원 학습이 끝난 뒤 가지고 있는 개념 정도를 알아보기 위해 부산광역시 T 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 연구자가 개발한 설문지를 투입하여 그 결과를 분석했다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 연소에 대한 개념을 알아보기 위해 개념 설문지를 개발했다. 선행 연구를 통해 예측된 오개념과 교과서의 과학 지식을 토대로 만든 설문지의 신뢰도는 .784로 연소 개념을 안정적으로 측정한다.

둘째, 학생들은 ‘5. 연소와 소화’ 단원의 학습이 끝난 후에도 연소에 대한 오개념들을 가지고 있었다. 특히 물질의 변화를 묻는 <문항 1>과 물의 생성 원인에 대한 <문항 7>, 탈 물질에 관한 <문항 13>에

표 7. 교정 프로그램 타당도 총점과 평균

	전문가1	전문가2	전문가3	전문가4	전문가5	평균
점수	90	88	90	92	89	89.7

표 8. 점수에 따른 프로그램 가치 영역

점수	영역
평균 90점 이상	매우 우수
평균 80~89점	우수
평균 70~79점	활용 가능

서 오개념을 가진 학생이 많았다.

셋째, 학생들이 가진 오개념과 연소의 발달 과정을 비교해 보니 일치하는 생각들이 존재했으며, 과학자들의 발견이나 발명 과정에서도 오개념을 교정 시킬만한 요소들을 찾을 수 있었다.

넷째, 제안한 오개념 교정 프로그램은 전문가 집단을 통해 타당성을 검증받았다. 검증 점수는 89.7로 ‘우수’ 등급을 받았다.

연구 결과를 토대로 다음과 같은 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 교과서에 나타난 연소의 개념과 실험들에 대한 더욱 깊이 있는 고찰이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 연소에 대한 오개념만을 교정하기 위해 과학사를 활용한 프로그램을 제안하였지만, 이 프로그램은 학생들을 대상으로 직접 투입하여 효과를 검증해 보지 못하였다. 실제 현장에 투입하여 교육적 효과를 검증하는 후속 연구가 필요하다.

셋째, 과학사를 활용한 과학 교수 학습은 학생들에게 보다 과학적인 사고를 길러주는 데 적합한 방안이나, 초등학교 수준으로 개발된 자료들이 많이 부족한 실정이다. 이에 초등학교에서의 과학사를 활용한 프로그램 개발 연구가 계속되어야 할 것이다.

참고문헌

- 김선주(2005). 물질에 대한 중학생의 개념 분석과 그 변화에 대한 연구. 연세대학교 석사학위논문.
- 김찬중, 채동현, 임채성(1999). 과학교육학개론. 북스힐.
- 문운영(2008). 지구적 소양의 함양을 위한 고등학교 지구온난화 교육과정 개발. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 민경숙(2000). ‘산소 이산화탄소’ 단원 학습에서 과학사 도입의 효과. 인천교육대학교 석사학위 논문.
- 송상용(1984). 교양과학사. 우성문화사.
- 양승훈, 송진웅, 김진환, 조정일, 정원우(1996). 과학사와 과학교육. 민음사.
- 유승아, 구인상, 김봉곤, 강대호(1999). 기체의 성질에 대한 중·고등학생들의 오개념에 대한 연구. *Journal of the Korea Chemical Society*, 43(5), 564-577.
- 이미숙(2004). 과학사에 근거한 학생들의 진화 개념

- 분석. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 정원우, 송진웅, 이우봉, 권용주, 조숙경(2000). 과학사의 이해. 경북대학교 출판부.
- 조희형(1998). 학습론과 과학교육. 교육과학사.
- 최윤희(2005). 제 7차 초·중등 과학교과서의 과학사에 도입된 과학의 본성 분석. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 최취임(2003). 제 7차 교육과정의 화학 II 교과서에 도입된 과학사 분석과 과학사에 대한 교사들의 인식과 실천. 서울대학교 석사학위 논문.
- 황국산 역(1993). 재미있는 이야기 과학사 제 1권 화학편. 예문당.
- Cavicchi, E. M. (2008). Historical experiments in students' hands: unfragmenting science through action and history. *Science & Education*, 17(7), 717-749.
- Mason, S. F. (1992). *A history of the science*, New York : Collier Books.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching-the role of history and philosophy of science*. Routledge.
- Monk, M. & Osborne, J. (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum. *Science Education*, 81, 405-424.
- Rutherford, F. J. & Ahlgen, A. (1990). *Science for all Americans*. New York, NY: Oxford University Press.
- Sequeira, M. & Leite, L. (1991). Alternate conceptions and history of science in physics teacher education. *Science Education*, 75(1), 45-56.
- Stein, J. (1967). *The random house dictionary of the english language*. New York, NY: Random House.

부록 1. 오개념 교정 프로그램(예시)

과학사를 활용한 오개념 교정 프로그램 1~2차시

단계	주요 내용
현상 제시	· 타고 남은 나무는 처음의 나무와 그 성질이 다를까?
과학사	· 그리스의 4원소설 · 중세 연금술 · Boyle의 원소 개념 · Dalton의 원자론
실험해보기	· 물과 수증기의 성질 비교 · 위치에 따른 촛불의 성질 비교(Faraday의 실험을 참조함)
생각해보기	· 두 변화의 차이점 찾기
개념 제시	· 물리적 변화와 화학적 변화, 연소의 물질 변화

과학사를 활용한 오개념 교정 프로그램 3차시

단계	주요 내용
현상 제시	· 연소가 일어나면 공기 중으로 무엇인가 사라지는 것인가?
과학사	· 플로지스톤 가설 · Lavoisier의 연소 이론
역할극해보기	· 플로지스톤 가설이 기각되고 Lavoisier 가설이 받아들여지는 상황
생각해보기	· 플로지스톤 가설의 문제점 찾기 · 연소 반응이 무엇인지 생각하기
개념 제시	· 연소의 개념

과학사를 활용한 오개념 교정 프로그램 4차시

단계	주요 내용
현상 제시	· 물질이 연소되고 나면 무엇이 생성되는가?
과학사	· Black의 이산화탄소 발견 · Cavendish의 물의 합성
실험해보기	· 초의 연소 이후 생성되는 물의 양 측정
생각해보기	· 물질이 연소될 때 생성되는 물질 · 물과 이산화탄소의 생성 원리
개념 제시	· 연소의 생성물과 생성 과정

과학사를 활용한 오개념 교정 프로그램 5차시

단계	주요 내용
현상 제시	· 성냥과 가스 조명에 숨어있는 과학적 원리는 무엇일까?
과학사	· Murdock의 가스 조명 발명 과정과 사람들의 생각 · John, Walker의 마찰 성냥 발명 과정 · 조상들의 불씨 보관 방법
실험해보기	· 마찰성냥 만들기
생각해보기	· 18세기 사람들의 생각의 오류 · 물질의 상태와 연소 반응의 관련성 · 자연 발화 과정 · 우주에서의 연소 반응
개념 제시	· 연소의 조건 · 연소가 되는 물질과 되지 않는 물질