

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 이용허락조건 을 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 🖃





2012년 2월

교육학석사(화학교육)학위논문

학생들의 실험실 안전 기호에 대한 이해 정도

조선대학교 교육대학원

화학교육전공

신 주 란

학생들의 실험실 안전 기호에 대한 이해 정도

Level of students' understanding of lab safety signs

2012년 2월

조선대학교 교육대학원

화학교육전공

신 주 란

학생들의 실험실 안전 기호에 대한 이해 정도

지도교수 박 현 주

이 논문을 교육학 석사학위(화학교육) 청구논문으로 제출합니다.

2011년 10 월

조선대학교 교육대학원

화학교육전공

신 주 란

신주란의 교육학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 조선대학교 교수 노 봉 오 인 심사위원 조선대학교 교수 윤 석 진 인

심사위원 조선대학교 교수 박 현 주 인

2011년 12월

조선대학교 교육대학원

목 차

표목차 ·······ii
ABSTRACT ·····iii
I. 서 론
A. 연구의 필요성 및 목적1
B. 연구 문제 3
C. 용어의 정의 ·······
D. 연구의 제한점 ···································
II. 이론적 배경 ···································
A. 실험 안전 지침 ···································
B. 국내 과학 교과서에 제시된 실험 안전 유의 사항16
C. 선행 연구 분석19
III. 연구방법 ····································
A. 연구 절차 ···································
B. 연구 대상 ···································
C. 실험 안전 기호 분석틀 설문지 개발 ···································
D. 자료의 처리 및 분석23
IV. 연구 결과 및 분석 24
A. 국내 과학 교과서 실험 안전 기호 분석 ···································
B. 표준화된 실험실 안전 기호에 대한 학생들의 인식 조사 ···································
V. 결론 및 제언 ··································
참고문헌46

표 목 차

[표 1] 실험실 유의 사항 (C 교과서) ····································
[표 2] 연구 절차 및 방법21
[표 3] 연구 대상 교과서
[표 4] 실험 안전 기호 분석틀 설문 문항 구성23
[표 5] 실험 안전 기호의 정확성 부족25
[표 6] 실험 안전 기호의 통일성 & 일관성 부족25
[표 7] 실험 안전 기호의 제목과 설명의 불일치26
[표 8] 실험 안전 기호의 이미지가 친숙하지 않음으로 인한 불명확성27
[표 9] 실험 안전 기호에 다수의 유의 사항이 제시
[표 10] 기호와 연관성 없는 설명 28
[표 11] 중의적 해석이나 오인 가능성을 포함하는 경우29
[표 12] 실험 안전 기호의 일반성 결여29
[표 13] 교과서 간의 안전 기호 불일치30
[표 14] 사회적 표시와 혼용31
[표 15] 우리나라 정서와 연관성이 없는 기호31
[표 16] 실험실 안전 기호 - 금지32
[표 17] 실험실 안전 기호 - 주의34
[표 18] 실험실 안전 기호 - 지시38
[표 19] 실험실 안전 기호 - 기타

ABSTRACT

Level of students' understanding of lab safety signs

Shin, Ju-ran

Advisor: Prof. Park Hyun-ju, Ph.D.

Major in Chemistry Education

Graduate School of Education, Choun University

All students can and should learn science by conducting laboratory activities and investigations. Lab safety is of great concern for students and teachers. Recent science textbooks are using some science lab safety signs and symbols for educating students about lab safety. However, the signs and symbols are different from one textbook to another. It could potentially confuse students when they see signs and symbols they are not familiar with. The purpose of this study was to analyze the lab safety signs shown in existing science textbooks, examine the level of students' understanding of the meaning of standardize lab safety signs and look closely into whether any improvements could be made.

After analyzing the science textbooks currently used at middle schools, the following 10 cases were categorized: 1) the case that the meaning of lab safety signs was not accurate; 2) the case that the title of signs did not correspond to their descriptions; 3) existence of ambiguity due to students' unfamiliarity to the images of lab safety signs; 4) suggestion of too many cautions for a single sign; 5) descriptions not related to the signs; 6) inclusion of ambiguous interpretations or possibilities of misconceptions; 7) lack of generalization in lab safety signs; 8) disagreement in safety signs

between textbooks; 9) mixed applications with socially used signs; and 10) the case that was not associated with our emotion.

The study selected 126 1st-grade high school students and conducted a survey on the standardized lab safety signs. The results showed that the students responded that most of the signs were clearer and more familiar to them than the existing signs. As for 'Prohibition' and 'Other', most of the students said that the signs were easy to understand, whereas as for 'Caution', they found it difficult since it was unfamiliar to them or too detailed. In terms of 'Instructions', they had a higher level of understanding of the signs that they frequently encountered in reality, but they had a lower understanding of the newly developed signs. In understanding the signs, they had a higher understanding of the signs in case that they were used frequently in their daily lives and were depicted as familiar images, whereas they had trouble understanding the meaning of the signs that they found unfamiliar or that they did not encounter frequently during the lab time. If the importance and the education of the lab safety signs were conducted steadily, it was expected that students would become more familiarized to the signs and their consciousness of safety would be enhanced.

I. 서론

A. 연구의 필요성 및 목적

2009 개정 과학과 교육과정에서 제시한 '과학'은 초등학교 3학년부터 중학교 3학년까지 모든 학생들이 학습하는 교과로서, 과학의 기본 개념 뿐 만 아니라 과학 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하여 창의적이고 합리적으로 문제를 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르기 위한 교과라고 명시하고 있다. 또한 2009 개정 교육과정에서 도입한 창의적 체험 활동은 자율 활동, 봉사 활동, 동아리 활동, 진로 활동등을 강조 하고 있으며, 과학과 관련한 동아리는 실험 실습 동아리, 과학 봉사 동아리 등이 있다. 대부분 과학 동아리의 활동은 실험 위주의 프로젝트 학습으로 진행되거나 탐구 경진 대회 참가를 위한 것으로 이루어진다.

과학 교과에서 실험을 하는 이유와 근거는 일반적으로 다음과 같은 세 가지 영역으로 나눌 수 있다. 첫째, 인지적 영역인 지식 및 이해와 관련된 영역, 둘째, 기능영역인 탐구 능력 과정 및 기능과 관련된 영역, 셋째, 정의적 영역인 태도, 기쁨, 동기와 관련된 영역이다(Wellington, 2001). 즉, 실험을 하는 이유는 '이론을 뒷받침하고', '실험 기구 및 시약을 조작해 보는 경험을 가지며', '인지하게 된 과학적지식을 실험을 통해 확인하여 흥미를 주기 위한' 것이다(Wellington, 2001). 이처럼 과학 실험을 통해 학생들은 학습한 내용을 구체적으로 조작해 봄으로써 과학에 대한 흥미와 관심을 가질 수 있게 된다.

그러나 실험에 대한 중요성을 알고 있음에도 불구하고 학교 현장에서는 실험이 적극적으로 이루어지지 않고 있다. 학교 과학 교과에서 실험 수업이 제대로 이루어지지 않는 대표적인 이유는 (1) 과학 교사의 실험 및 연구에 대한 경험 부족, (2)시간 부족, (3)실험 안전사고에 대한 불안이라고 지적되고 있다(강순민, 이효녕, 김영신, 김경대, 2008; 박현주, 민병욱, 정대홍, 2008; Archenhold et al., 1978; Lawson, 1995). 이에 교육과학기술부나 교육청에서는 과학 교사의 실험 및 연구

에 대한 경험 부족은 교사의 실험 연수나 과학 보조 교사 배치 등과 같은 행정적인 지원을 확대해 가고 있다. 실험 시간 부족은 연 차시(block-time) 수업의 진행을 가능하게 함으로써 실험 수업을 장려하고 있다.

한편 실험 활동 중 예상치 못한 상황에서 발생하게 되는 실험 안전사고는 철저하고 적극적인 안전 교육으로 극복할 수 있다. 교육청 별로 실험 안전에 대한 연수를 실시하고, 또한 교육과학기술부와 서울대학교 환경 안전원에서는 유사한 실험실 안전사고의 방지를 위하여 국내외 실험실 사고의 사례에 대해 정리·편찬하여(정진호, 2009) 실험 안전과 관련된 실질적인 정보를 제공하고 있다.

그러나 이와 같은 정부의 실험실 안전사고 예방 노력에도 불구하고, 학교 실험실 안전사고는 매년 증가 추세를 보이고, 정부의 예방 대책이 바람직한 실효를 거두지 못하는 것으로 나타나고 있다. 교육과학기술부에서 제시한 학교 실험실 안전사고현황에 따르면, 2006년 41건이었던 안전사고가 2007년 45건, 2008년에는 64건, 2009년 66건 등 매년 증가하였고, 2010년도 6월말까지 29건이나 발생하였다. 주요 원인으로 학생부 주의 및 과실이 198건(80.8%)으로 가장 높았고, 우발적 사고 25건(10.2%), 교사 부주의 5건(2%) 등의 순으로 집계되었다. 또한 안전사고에 따른 피해 유형을 살펴보면 화상(42.4%)이 가장 많았고, 열상(23.7%), 찰과상(1.6%) 인대 파열 등 기타(32.2%) 피해가 발생하였다. 또한 대학 실험실 안전사고의 경우에도 지난 2007년 31건에 이르던 사고 건수가 2008년 110건으로 세배이상으로 늘어났으며, 2009년에는 154건이 발생하는 등 매년 증가 추세인 것으로나타났다.

과학 실험실에서 일어나는 안전사고는 인식의 결여, 통제의 결여, 지식의 결여, 태도의 결여 등의 네 가지의 '결여'로 발생한다.(조희형, 2005) 즉 안전사고를 줄이기 위하여 실험실의 환경 정비가 우선적으로 일어나야 하지만, 교사나 학생의 안전사고에 대한 인식또한 중요하다.

안전 기호는 1990년대 Andrew Turnell & Steve Edwards에 의해 제안되었다. 기호를 통한 의사소통은 명료성, 일관성, 적시성, 분포성, 적량성, 적응성, 통일성, 수용성의 원칙에 따라 언어보다 전달하고자 하는 의미를 간결하면서도 명확하고 강력하게 전달하는 것을 가능하게 한다. 최근 개발되고 있는 초·중등학교 교과용 도서의 경우, 실험 안전 의식을 강조하기 위하여 실험 안전 기호를 제시하고 있다. 그러나 출판사마다 서로 다른 기호를 사용하여 오히려 학습자의 혼돈을 야기하고 있다. 따라서 안전 의식에 경각심을 주고, 우리나라 과학 실험 환경을 고려하여 안전 지도에 효율적인 방향을 제공할 수 있는 실험 안전 기호의 체계를 가지고 학생들에게 지도하는 것이 필요하다. 본 연구는 현재 사용 중인 중학교 과학 교과서에 제시된 실험 안전 기호를 조사·분석하고, 표준화된 실험 안전 기호에 대한 학생들의 이해 정도를 조사하여, 과학 실험 안전 교육을 위한 기초 자료로 제공하고자 한다.

B. 연구 문제

- 1) 현재 중학교에서 사용이 되고 있는 과학 교과서에 제시된 실험실 안전 기호를 비교·분석한다.
- 2) 표준화된 과학 실험 안전 기호에 대한 학생들의 이해 정도를 조사한다.

C. 용어의 정리

1) 실험 안전 기호

실험을 수행할 때 안전에 대한 지침을 나타내기 위하여 쓰이는 개체를 말한다.

2) 실험 안전 유의 사항

실험 수업이나 연구 과정에서 실험자와 주위의 환경을 위해서 유의 하여야 할 항목들을 말한다.

3) 표준화된 실험 안전 기호

한국 과학 창의 재단 주관으로 실시된 '2010년 과학 교과서 실험 안전 기호체계 구축 연구(박현주 외, 2011)'결과 개발된 54개의 기호를 의미한다.

D. 연구의 제한점

표준화된 실험실 안전 기호에 대한 설문조사는 광역시에 소재한 고등학교 1학년 4개 반 126명을 연구 대상으로 설정하였다. 따라서 연구 대상이 특정 지역과 학년에 제한되어 있기 때문에 연구 결과의 일반화에는 한계가 있다.

Ⅱ. 이론적 배경

A. 실험 안전 지침

실험 안전 유의 사항이나 지침은 여러 기관이나, 연구 결과물로 제시 되어 있다. 열, 유리 기구, 화학약품 및 유독물질, 생물 재료, 전기등 요소별로 유의 사항이 제시되어 있는 경우가 있으며(교육인적자원부, 2004), 실험 실습 사고 유형을 화학약품으로 인한 사고, 실험 폐수로 인한 사고, 실험 절차로 인한 사고, 실험 도구로인한 사고, 유리 기구 취급으로 인한 사고, 화재로 인한 사고 등 6가지 사고 유형으로 분류하고 각 사례를 제시하여 실험 상황에서 발생하는 사고를 대비하기 위하여 유의해야 할 점을 강조 한다(한인옥, 2007).

본 논문에서는 실험 안전 기호의 필요성과 의미에 대해 고찰 해보는 기초 작업으로 실험실 안전사고와 안전사고를 일으킬 수 있는 실험실 위험 요소별 유의 사항을 연관 지어 서술하고자 한다.

1. 교사와 학생의 역할

a. 교사의 역할

실험에 들어가기 전, 교사는 실험 안전 수칙의 준수 및 유의 사항에 대하여 학생들에게 모범을 보여야 한다. 예를 들어 보안경을 착용하도록 하기 위해서는 교사가먼저 착용을 하는 모습을 보이며, 모든 안전 규칙을 준수하고 계속해서 학생들에게 경각심을 일깨워 주도록 한다. 규칙을 준수하지 않은 학생들에게는 실험 참가를 허용하지 않는다.

(1) 교사는 반드시 학교 실험실에서 사용되는 모든 준비물, 실험 과정, 도구들의 잠재적인 위험성을 충분히 이해한다. 실험 활동에 여러 개의 잠정적인 위험성이

동시에 존재하는 경우, 교사의 전문적인 판단에 따라 실험 안전에 유의한다.

- (2) 교사는 실험 실내 모든 시약과 기기는 사용 여부와 상관없이 잠정적인 위험 요인을 가지고 있다는 것을 명심한다. 교사는 실험 안전에 대해 항상 생각하고, 실험실 내에서 사고가 발생하였을 때는 침착하게, 신속하고 체계적인 행동을 취한다. 비상 연락망을 연결하고, 즉각적이고 추가적인 조치를 취할 수 있도록 한다.
- (3) 교사가 잠재적인 독성이나 폭발 위험이 있는 물질을 사용한 시범 실험을 하는 경우, 반드시 학생과 교사 모두가 위험 상황에서 보호 받을 수 있는 형태로 행한다. 예를 들면, 보안경, 실험복 등을 착용한 상태에서 실험에 임하며, 시범실험에 사용되는 시약의 양은 일정한 양을 사용하여 예상한 결과를 도출하며, 안전에 만전을 기한다.
- (4) 교사는 실험실 내에 안전 관련에 문제에 대하여 상시적으로 점검하고 확인 하다.

b. 학생의 역할

- (1) 실험실 내의 모든 시약과 기기는 잠정적인 위험 요인을 가지고 있다는 것을 명심하고, 학생은 실험실에 입실하면 반드시 교사의 지시 사항을 따른다.
- (2) 입실 후, 반드시 실험복, 보안경, 장갑 등의 실험 안전 장비를 착용한다. 긴머리, 책, 핸드폰 등은 실험에 방해되지 않도록 하며, 실험대 위에는 간단한 필기구와 실험 관련 준비물을 놓는다.
- (3) 실험 안전을 위해 실험실 및 실험 활동 내에서 지켜야 할 규칙과 기구나 약품에 대한 안전 사항을 숙지한다.
- (4) 학생 임의대로 기구를 만지거나 행동하지 않고, 실험실에서는 뛰어다니거나 실험 준비물로 불필요한 행동을 하지 않는다.

2. 실험실 환경

실험 안전과 관련된 환경에서, 최우선적으로 고려가 되어야 할 사항은 실험실

내에서 학생들 사이의 물리적 거리와 실험대 사이의 거리이다. 대부분 학교의 실험실은 여러 가지의 요인으로 인하여, 처음 설계된 것 보다 많은 인원을 배치하여 실험을 실시한다. 따라서 실험실은 혼잡하게 되고, 실험 중 이동 통로가 막혀 사고를유발할 수 있으며, 일사 분란한 대피와 응급 처치가 어려워진다. 따라서 실험실에 적합한 인원을 배치하여 실험을 실시해야 하며, 이동이 원활하게 물건을 정돈해 두어야 한다. 또한 실험대 위에는 실험과 무관한 물질은 올려놓지 않는다.

모든 실험실에 흄 후드, 소화기, 약품 보관함, 눈 씻기, 응급 샤워 시설 등이 필수적으로 비치되어 있어야 한다. 위 시설은 사고 지점에서 20초 이내에 접근이 가능한 거리에 설치되어 있어야 한다.

응급 상황에 대비하여 경보 장치나 비상구 표지 등은 실험실 사용자가 모두 인지하고 있어야 한다. 또한 유사시에 대비하여, 학교의 비상 연락망의 구축과 소방서 및 119 등과 같은 공공 기관에 즉각적인 연결이 가능해야 한다.

a. 흄 후드

가연성 기체나 유독성이 있는 기체를 다루는 실험을 하게 되는 경우, 반드시 흄 후드에서 실험을 수행해야 한다. 후드는 정기적으로 점검 하여, 증기 후드의 용량 이 어느 정도 남아 있는 지를 확인해야 한다.

사용 전에 작동의 이상 유무를 확인하고, 만약 작동에 이상이 생겼을 경우에는 바로 수리를 의뢰하고, 수리 중이라는 표지를 붙여 놓아 예상치 못한 사태가 발생 되지 않도록 해야 한다.

b. 소화기 및 소방 안전장치

소화기의 위치는 정확하게 표시가 되어 있어야 하며, 출입구와 근접한 벽에 안전하게 설치한다. 12개월 간격으로 설치 상태와 소화기 자체에 문제가 없는 지에대한 점검을 해야 하며, 소화기 사용법에 대한 설명을 학생들에게 반드시 지도한다. 소화기를 사용하였거나, 소화기 내부 충진 물질의 변질 등이 발견이 되면 새것으로 교체하거나 충진 하여 유사시의 위급한 상황에 즉각적으로 사용할 수 있는환경을 조성한다.

그 밖의 실험실 화재에 대비하여 구비를 해 두어야 할 소방 안전장치에는 모래, 흡착제, 스프링클러 등이 있으며, 특히 모래나 흡착제의 경우, 위급 상황에서 사용하기 쉬운 곳에 표시를 붙여 보관한다.

c. 약품 보관함

화학 약품에는 반드시 정확한 라벨이 붙어 있어야 하며, 라벨이 없거나 확인 되지 않는 물질은 학교 실험실 내에 보관하지 않는다. 유통기한이 경과한 화학 약품은 폐기한다.

화학 약품을 효율적으로 찾아낼 수 있도록 라벨을 붙이고 정리하여 보관하며, 알파벳순이나 가나다순 등으로 정리하는 것은 적절하지 않지만, 호환성 물질들은 나란히 두어도 된다.

휘발성, 폭발 위험, 가연성이 높은 액체를 보관 시 안전한 병을 사용한다. 부식성이 높은 화합물은 가능하면 내부 식성 재질 보관함에 분리하여 보관하는 것이좋다. 화학 약품 저장 보관함은 수시로 점검을 하여 안전하게 관리하며, 화학 약품 목록 표를 꾸준히 갱신하여 작성한다.

d. 눈 씻기 시설

는 씻기는 눈에 화학 약품이 들어갔을 때 효과적으로 사용할 수 있는 장치이다. 따라서 실험실의 모든 장소에서 쉽게 접근할 수 있는 곳에 위치해야 한다. 전기 기 구 근처에 설치를 하게 되면 2차적인 문제가 발생 할 수 있으므로 전기 기구 등과 는 거리를 두고 설치한다. 눈 씻기는 6개월 간격으로 점검한다.

e. 응급 샤워 시설

화학약품이 피부나 옷에 묻었을 때, 씻어 내기 위한 응급 장치이다. 눈 씻기와 마찬가지로 모든 실험자가 쉽게 접근할 수 있는 곳에 위치해야 하며, 전기 기구 근처에 설치를 하게 되면 2차적인 문제가 발생 할 수 있으므로 전기 기구 등과는 거리를 두고 설치한다. 실험실 여건이 가능하다면, 배수구 근처에 설치하는 것이 좋다. 잡아당기는 사슬이나 삼각형 손잡이는 모든 학생들의 키에 맞추어 조절할 수

있도록 하며, 작동 여부를 주기적으로 점검한다.

3. 실험 안전 수칙

a. 복장

- (1) 실험실 내에서는 항상 실험복과 보안경을 착용한다.
- (2) 뜨거운 액체, 깨지기 쉬운 유리나 암석 파편, 눈에 유해한 화학 물질을 다루는 실험을 하는 경우, 눈을 보호할 수 있는 보안경을 반드시 착용한다.
- (3) 긴 머리는 반드시 묶고, 손 등을 덮는 긴 소매, 느슨한 옷 등은 입지 않는다.
- (4) 실험실에서는 샌들이나 슬리퍼 등을 신지 않고, 반드시 발등을 덮고 미끄럽지 않는 신발을 신는다.

b. 행동

- (1) 실험실에서는 반드시 교사의 지시를 따르며, 조심스럽고 진지한 태도로 실험에 임한다.
- (2) 실험에 필요한 준비를 철저히 하고, 안전 장비의 사용 방법을 숙지하고, 비상구의 위치를 확인한다.
- (3) 실험대를 포함한 실험 공간은 깨끗이 하고 실험에 필요한 기구 및 재료 이외의 물건들은 실험대 위에 놓지 않고 지정된 장소에 보관한다.
- (4) 실험실에서는 독극물 또는 부식성이 강한 물질의 섭취 가능성의 위험이 있기 때문에 음식물을 먹지 않는다.
- (5) 실험 단계마다 제시된 유의 사항을 지킨다.
- (6) 함부로 화학 약품의 맛을 보는 일은 금지하며, 시약의 냄새를 맡을 경우에는 손으로 부채질을 하여 간접적으로 맡는다. 실험실의 창문을 열고, 환풍기를 틀어 통풍이 잘되도록 한다.
- (7) 실험이 끝난 후에는 사용한 기구 및 시약을 정리·정돈해야 하며, 실험대를 깨끗이 하고, 사용한 실험 기구들을 제자리에 정리한다.

- (8) 실험이 끝나면 반드시 비누로 손을 깨끗이 씻고, 전기, 수도, 가스 등을 점검 한다.
- (9) 실험 도중에 사고가 발생하였을 경우, 지도교사에게 곧바로 보고한다.

c. 유리 기구

- (1) 유리 기구는 깨끗한 것을 사용하고, 사용 후에는 깨끗이 씻어 둔다.
- (2) 뜨거운 유리 기구를 손으로 만지지 않으며, 반드시 집게나 장갑을 사용한다.
- (3) 금이 가거나 깨진 유리 기구는 사용하지 않으며, 깨진 유리 기구를 처리할 때는 부상을 입지 않도록 장갑을 끼고, 폐기물 처리 방법에 따라 치운다.
- (4) 물 묻은 유리 기구는 반드시 물기를 먼저 닦은 후에 가열한다.

d. 화학 약품 및 유독 물질

- (1) 화학 물질을 사용할 때는 용기에 라벨이 정확히 표기가 되어 있는 시약을 사용하며, 미지의 시약인 경우 절대 사용해서는 안 되고, 함부로 맛을 보는 것을 금지한다.
- (2) 유독 물질, 부식성 화학 물질, 인화성 물질 등을 다룰 때는 환기가 잘되는 후드 내에서 실험한다.
- (3) 여러 가지 화학 약품을 임의대로 섞지 않는다.
- (4) 약품은 반드시 필요한 양만 쓰고, 시약병에서 한 번 꺼낸 것은 다시 시약병에 넣지 않는다.
- (5) 시험관 입구나 시약병 입구에 직접 얼굴을 가까이 대어 냄새를 맡지 않고, 냄새를 맡을 때에는 손으로 부채질 하면서 조금씩 맡는다.
- (6) 시약병은 반드시 두 손을 사용하여 병의 몸통 부분과 바닥을 동시에 받쳐든다. 한 손으로 병의 마개를 잡고 옮기지 않는다.
- (7) 강산을 희석시키는 경우 절대로 강산에 물을 첨가해서는 안 되며, 물에 진한 강산을 조금씩 첨가하여 저으며 희석 시킨다.

e. 생물 재료

- (1) 생물 재료를 이용하여 실험을 하는 경우, 반드시 비누로 손을 깨끗이 씻고, 미생물을 이용한 실험 전후에는 반드시 실험 기기를 소독한다.
- (2) 개구리나 붕어 등살아 있는 생물을 해부할 경우, 필요 이상의 생물을 남획하지 않고 조심스럽게 다루어야 하며, 생물을 가지고 장난하지 않는다.
- (3) 실험동물이나 식물 재료를 오래 보관을 해야 하는 경우, 생물이 사는데 적합한 환경을 유지 시킨다.

f. 전기 기구

- (1) 한 개의 콘센트에 여러 개의 플러그를 동시에 연결하여 사용하지 않는다.
- (2) 모든 전기 제품은 허용 값을 넘지 않도록 하며, 사용하지 않을 경우에는 전 원을 끈다.
- (3) 전기 기구를 사용할 때는 젖은 손으로 만지지 않는다.
- (4) 표준 규격을 맞추어 사용한다.

g. 열

- (1) 불을 사용하기 전, 주변에 주의해야 할 물질이나 물체가 없는지 살펴보고, 실험과 관련이 없는 물질과 물체들은 실험대 위에서 치운다.
- (2) 불을 사용하는 경우, 실험대와 일정한 거리를 유지하여 관찰한다.
- (3) 불을 사용하다 화재가 나는 경우, 반드시 지도 교사에게 즉시 알린다. 교사는 작은 불이 났을 경우에는 젖은 수건이나 실험복 등으로 덮어서 끄고, 큰 불이 났을 경우에는 인화성 물질을 먼 곳으로 옮기고 소화기를 사용 하여 불을 끈다. 동시에 누군가에게 부탁하여 긴급 연락망과 소방서에 바로 연락 하도록 한다.
- (4) 옷에 불이 붙은 경우, 젖은 수건으로 끄고, 큰 불이 붙었을 때 는 바닥에 뒹굴어서 끈다.
- (5) 가열된 기구나 뜨거운 물체를 다룰 때, 열 방지 장갑, 집게 등을 사용하며, 화상을 입었을 경우에는 차가운 물에 담근 후 바로 병원에 가서 치료를 받는다.
- (6) 알코올램프에 불을 붙일 때, 불을 심지의 아래쪽으로 가져가 붙인다. 불을

끌 때, 뚜껑을 비스듬하게 세워서 옆에서부터 덮어서 끄고 불이 정확히 꺼졌는 지 다시 한 번 뚜껑을 열어서 확인한다.

h. 실험실 폐기물의 처리

- (1) 화학 약품 폐기물 수집 용기는 운반이 용이한 용기를 사용한다. 폐기물 수집 용기의 외부에는 실험실 명, 품명, 특성 및 취급 시 주의 사항 등을 기록한 폐기물 처리 표지를 부착한다.
- (2) 인체에 유해한 폐기물을 처리할 때, 종류별로 구분하여 처리하며, 폐액 처리 과정에서 유독가스의 발생, 폭발, 발열 등의 위험 요소를 충분히 조사하여 처리한다.
- (3) 폐기 처리해야 할 화학 약품이 모아진 용기는 직사광선을 피하고 통풍이 잘되는 곳을 장소로 지정하여 보관하며, 사람들의 이동이 잦은 곳이나, 복도, 계단 등에는 방치하여서는 안 된다.
- (4) 분리수거가 가능한 유리류, 금속류, 종이 등은 분리하여 버린다. 폐건전지는 건전지 수거함에 따로 버리고, 빈 시약병은 깨끗이 씻어서 전용 용기에 모아서 버린다.

4. 응급처치

실험실 내에서 위급한 상황이 발생한 경우, 실험 담당 교사가 침착하게 즉각적이며 적절한 조치를 취한다. 즉시 상급자 및 119 등과 같은 해당 기관에 연락하고환자에 대한 응급 처치를 해야 한다. 환자의 상황에 알맞은 진료를 받거나 부모나다른 책임자가 오기 전까지는 가능한 응급처치를 계속해서 해야 한다.

교사는 사고를 당한 학생이나 다른 학생들이 경험할 수 있는 불안이나 걱정들을 경감시키기 위한 조치를 취하며, 침착하고 객관적인 태도를 취한다.

a. 일반 상황

실험실 내에서 사고가 일어난 경우, 교사는 다음과 같은 증상들에 특히 주의를

기울이면서 문제 상황을 평가한다. 이때 환자는 정확한 상황이 판단되기 전까지는 옮기지 않으며, 당사자나 주위에 있는 사람에게 상황 설명을 정확하게 듣도록 한 다.

- (1) 호흡 곤란 여부를 확인하여 숨을 쉬지 않는다면, 인공호흡을 시작한다.
- (2) 출혈 여부를 확인하여 필요하다면, 지혈을 한다.
- (3) 쇼크 여부를 확인하여 필요하면, 즉각적인 치료를 시작한다.

b. 화상

실험실 내에서는 불과 부식성이 큰 화학물질을 사용하기 때문에 화상의 잠재적 인 위험성이 항상 내포되어 있다. 화상을 입었을 경우에 다음 과정을 따라야 한다.

- (1) 화학 물질로 인한 화상을 입었을 경우: 많은 양의 물로 상처 부위를 씻어 낸다. 낮은 압력으로 샤워기나 호스를 사용해서 최소한 10분 이상 씻게 하고, 깨끗한 거즈를 붙이고 병원으로 이동한다.
- (2) 화학물질이 아닌 이유로 화상을 입었을 경우: 화상의 정도나 입은 범위를 보고 화상의 정도를 파악 한 뒤에 처치를 한다.
 - (a) 1도 화상: 햇볕에 장시간 노출되었거나 뜨거운 물체를 만졌을 경우와 같은 심각하지 않은 화상이다. 대게 가벼운 부종과 통증을 동반하여 상처 부위가 붉어지거나 피부색이 변한다. 응급 처치로는 화상이 진행되지 않도록 10분 정도 차가운 물에 상처 부위를 담그도록 한다. 필요하면 깨끗한 거즈를 붙인다.
 - (b) 2도 화상: 햇빛으로 인해 깊은 화상을 입거나 뜨거운 액체에 의한 화상 그리고 가연성 물질의 섬광 화상으로 인한 것 등이 있다. 이러한 화상들은 일반적으로 1도 화상보다 더 깊은 것이며 붉은 모양을 띈다. 대체로 수포도 발생한다.
 - (c) 3도 화상 : 불, 불이 붙은 옷, 뜨거운 물에 신체를 담그거나 기름에 데 었을 때, 뜨거운 물체에 닿거나 전기 감전과 같은 경우에 발생한다. 불의 온 도와 접촉한 시간이 조직 파괴의 범위를 결정하는 중요한 요인이다. 3도 화

상은 대체로 심부 조직이 파괴되는 특징이 있다. 하얀색, 짙은 갈색, 반점 혹은 검게 변하는 양상을 보인다. 처음에는 상처가 2도 화상처럼 보인다. 그리고 피부의 모든 층에서 완전한 파괴가 일어난다.

c. 눈 손상

눈 손상이 발생했을 때 즉각적인 응급 대처 치료법은 환자의 시력을 유지하도록 하는 것이다. 반드시 눈에 손상을 일으킨 화학 물질이 어떤 것인지 확인한다.

- (1) 가능하면 눈 세척 기구를 사용하여 수돗물로 최소한 15분 이상, 눈과 눈 주변을 철저히 씻는다. 환자가 누워 있다면, 고개를 옆으로 돌리고 호스를 이용 하여 눈꺼풀을 열어서 안쪽에서 바깥쪽으로 물을 흘려 씻어 준다. 반대쪽 눈으 로 화학 물질이 씻겨 들어가지 않도록 주의한다.
- (2) 잘 마른 깨끗한 거즈를 붙인다. 이때 면의 사용은 금지한다.
- (3) 눈을 비비지 않도록 환자에게 주의를 준다.
- (4) 정확한 치료와 진단을 위해 환자를 신속하게 안과나 응급실로 옮긴다.

d. 독극물에 노출되었을 때

독극물의 올바른 취급을 위해서는 화학 약품의 모든 용기에 정확한 성분 표시 와 적절한 보관 및 주의 사항 숙지가 중요하다.

독극물의 경우에는 그 성분도 중요하지만 어떤 경로를 통해 우리 몸에 들어 올 수 있는지를 이해하는 것도 매우 중요하다.

(1) 호흡기를 통한 독극물의 흡입

- (a) 가능하면 환자를 신선한 공기가 있는 곳으로 즉시 옮긴다. 이 때 환자를 직접 걷게 해서는 안 된다. 환자가 무거워 이동이 어려울 경우, 모든 출입문과 창문을 열어 신선한 공기가 통하도록 한다.
- (b) 환자의 옷을 헐겁게 풀어 준다.
- (c) 환자가 숨을 쉬지 않는다면, 인공호흡 또는 심폐 소생술(CPR)을 실시 한다. 이 때, 환자의 숨을 들이마시지 않도록 주의한다. 환자의 호흡이 돌아

오거나 응급 요원들이 도착할 때까지 계속해서 인공호흡을 실시한다.

(d) 응급 의료원을 부르기 위해서 다른 사람을 시켜 119에 연락하도록 한다.

(2) 독극물을 먹었을 경우

- (a) 가까운 곳의 응급 센터에 전화를 하여 필요한 정보들 알려주고 지시에 따른다.
- (b) 필요하다면, 구토 유발제를 투여한다. 하지만 응급 센터 또는 의사의 지시가 있기 전까지 구토 유발제를 사용하지 않는다. 특히 환자가 의식이 없을 때는 절대 구토를 유발해서는 안 된다.
- (c) 즉시 환자를 의사나 응급실로 데려가서 진료와 치료를 받도록 한다. 이 때 토사물과 섭취한 독극물을 봉투에 담아 가져가도록 한다.
- (d) 위의 처치 과정이 지연되면, 환자의 입을 깨끗한 물로 헹궈 내도록 한다. 물을 조금(60~120ml) 마셔서 목구멍이나 식도의 통증을 가라앉힌다.
- (e) 환자의 부모에게 이 사실을 알리고 병원에서 만날 수 있도록 한다.

(3) 피부에 독극물이 묻었을 때

- (a) 독극물 또는 화학 물질이 묻은 옷을 벗어서 환자의 이름을 붙인 플라스틱 가방에 넣어 보관한다.
- (b) 흐르는 물로 피부를 씻는다.
- (c) 부가적인 치료가 필요한지를 알아보기 위해서 응급 센터에 연락을 취한다.

B. 국내 과학 교과서에 제시된 실험 안전 유의 사항

현재 학교에서 사용하는 대부분의 과학 교과서에는 실험 안전 수칙이나 실험 기 구 사용상의 유의 사항 등이 교과서 본문 내에 제시되어 있거나, 또는 교과서 부 록으로 제시되어 있다.

교과서 본문 내에 제시된 실험 안전은 특정 실험 활동에 유의해야 하는 사항들에 대하여 포괄적인 내용을 제공하고 있다. 약품, 기기 등의 준비물과 관련된 사항이나 실험하는 과정에서 주의해야 하는 사항에 대한 팁(tips)을 포함한다.

교과서 부록으로 제시된 실험 안전 유의 사항은 보다 포괄적인 실험 안전에 대한 안내를 제공하고 있다. 교과서에 제시된 실험 유의 사항의 방식은 세 가지로 정리된다. 첫 번째 방식은 실험 기구 별로 안전 수칙을 제시하는 경우다. A 교과서는 알코올램프 사용 방법, 시험관 사용 방법, 스포이트 사용 방법, 약품 옮기는 방법, 유리 기구 닦는 방법 등으로 주의 사항을 제시하였다. 이는 실험 기구의 사전 숙지를 통해 실험 기구를 사용함으로써 발생할 수 있는 안전사고를 사전에 예방하기위해 제시된 방식으로 볼 수 있다.

두 번째 방식은 응급처치를 중심으로 유의 사항을 제시하는 경우다. B 교과서의 경우, 화상을 입었을 때, 불이 붙었을 때, 유리 기구가 깨졌을 때, 유독한 약품이 눈에 들어갔거나 피부에 묻었을 때 등과 같이 특정 안전사고가 발생하였을 경우 대처 방법에 대한 구체적인 안내를 제공하고 있다. 안전사고에 대한 대처 방법을 제시하여 큰 사고로 이어지는 것을 방지하도록 하는 효과적인 방식이라고 할 수 있다.

세 번째 방식은 실험하기 전, 실험하는 동안, 실험이 끝난 후, 지켜야 할 유의 사항을 실험 요소별로 제시하는 경우다. C 교과서가 그 예인데, [표 1]에 제시된 바와 같이 실험의 진행 과정에 따라 실험 안전을 위하여 반드시 지켜야 할 유의 사항을 제시하고 있다.

[표 1] 실험실 유의 사항 (C 교과서)

실험하기 전

- 선생님의 지시 없이 함부로 기구를 만지거나 실험하지 않는다.
- 선생님으로부터 실험에 대한 설명과 주의 사항을 잘 듣는다.

		 실험 기구의 조작 및 작동은 지정된 순서에 따라 한다. 실험실에서 가능한 한 실험복, 보안경, 마스크, 장갑 등을 착용한다. 긴 머리, 늘어진 옷자락 등은 묶어서 실험에 방해가 되지 않도록한다. 실험실 내에서는 잡담이나 장난을 하지 않는다. 기본적인 실험 기구의 사용법과 약품을 다룰 때 주의할 점을 미리알아둔다.
실 험 하 는	불을 사용할 때	 불을 사용하기 전, 주변에 있는 약품, 물건 등은 멀리 치운다. 불을 사용할 때는 실험대를 떠나지 않는다. 어떤 물질이든지 완전히 밀폐된 용기에 넣고 가열해서는 안 된다. 가열할 때 시험관이나 플라스크 등의 입구가 사람을 향하지 않도록 한다. 뜨거운 물체를 집을 때는 장갑을 끼고 집게로 잡는다. 화상을 입었을 경우에는 차갑고 깨끗한 물에 충분히 담근 후 치료를 받는다. 화재가 발생하였을 때는 침착하게 대피하고, 인화성 물질을 먼 곳으로 옮긴 후 소화기를 사용하여 불을 끈다. 알코올램프를 켤 때는 불을 심지의 아랫부분으로 가져가 불을 붙이고 끌 때에는 뚜껑을 옆에서부터 덮어서 끈다.
동 안	전기를	• 젖은 손으로 전기 기기 및 전기 배선을 만지지 않는다.
뚠	사용할	• 측정을 하지 않을 때에는 전원을 끈다.
	때	• 측정 기구는 허용 값을 넘지 않도록 사용한다.
	유리 기구를 사용할 때	• 금이 가거나 깨진 유리 기구는 사용하지 않는다.
		• 유리 기구를 가열하기 전에 반드시 물기를 닦아 제거한다.
		• 고무마개를 끼울 때와 같은 경우 유리 기구에 무리한 힘을 주지
		않는다.
	-1 -1	• 깨진 유리 기구를 치울 때는 부상을 입지 않도록 장갑을 낀다.
	화학	• 화학 물질은 절대로 맛보지 않는다.

	약품을 사용할 때	 냄새를 맡을 때에는 팔 길이 정도의 거리에서 손으로 부채질하여 맡는다. 화학 약품이 눈에 들어가거나 피부에 묻었을 때에는 먼저 충분한 물로 헹군 후 선생님께 보고한다. 특히 산이나 염기성 물질에 의해 화상을 입었을 경우, 즉시 그 부위를 수돗물로 씻은 후 선생님께 보고한다. 특별한 경우를 제외하고는 쓰다 남은 시약은 본래의 시약병에 다시 넣지 않는다. 시약병을 실험실 내에서 들고 다니지 않으며 시약병이 비치된 실험 대에 가서 적당량을 덜어서 사용한다.
	기타 주의 사항	 실험대 주변의 정리 정돈을 철저히 한다. 물체를 자를 때 칼날이 사람을 향하지 않도록 하고, 면도칼은 한쪽에 만 날이 있는 안전면도를 사용한다. 실험 기구의 낙하에 의한 부상과 기구의 파손에 주의한다.
	험이 간 후	 사용한 실험 기구를 깨끗이 씻어 제자리에 정리한다. 사용한 약품을 선생님의 지시에 따라 처리한다. 반드시 손을 씻는다.

C. 선행 연구 분석

김혜정(2010)은 안전한 실험을 위한 화학 실험의 물리적 환경과 화학 교사의 안전에 관한 인식 조사 결과 대부분의 실험실이 실험실 현대화가 되어 있음에도 불구하고 실험 준비실이나 눈 세척기와 안전 샤워 장치, 응급 사고 발생 시를 위한연락 시설 등은 매우 미비하며, 화학 교사들의 실험 안전 교육은 실험 연수 등에서더욱 더 체계화되고 교사와 학생을 위한 실험 안전 유의 동영상이나 책자가 실험실에 비치되고 강조된다면 적극적으로 실험 안전 교육을 실시 할 수 있을 것이라고 결론지었다.

김미연(2009)은 초등학교 과학 실험 수업에서 실험 안전에 관한 교사와 학생들의 인식과 태도를 조사한 결과, 교사 집단과 학생들 모두 실험 안전 의식과 안전 교육 의 필요성은 높게 인식하나 실천 태도면 에서는 적극성을 갖지 못 하였다고 분석 하였다. 교사가 실험 안전을 의식하면서 실험 준비와 실험에 전념할 수 있는 여건 개선이 필요하며, 교육의 기초 단계인 초등교육부터 안전 교육에 대한 관심과 중요 성을 인식할 수 있는 방안이 필요하다고 판단하였다.

정윤섭(2011)은 대학 실험실 안전관리 향상 방안을 마련하기 위해 국내외 대학 실험실에 대한 안전관리 제도 현황과 대학 실험실의 운용 및 안전관리 현황을 조 사한 결과, 대학 실험실의 안전관리가 향상되기 위해서는 연구실 안전 환경 조성에 관한 법률 보안, 대학 연구실 안전관리 조직 체계 구축, 실험실 시설 기준 제정 등 이 있으며, 각 연구 기관별로 안전 의식에 대한 생각과 더불어 행정적인 지원과 실 험실별 설비 및 시설 기준을 만족할 만한 실험실이 만들어 지기 위해서는 재정 지 원도 필요하다고 하였다.

신선영(2008)은 초등학교 과학과 실험에서 안전 관련 영상 프로그램을 적용하여 학생들의 안전사고 의식 및 지식의 변화를 알아본 결과 실험 안전사고 예방 프로그램 적용 수업 실시 후 과학 관련 지식에서 유의미한 결과를 얻었으며, 일부 학생들의 인터뷰 결과 학생들의 안전사고에 대한 의식 및 지식의 긍정적인 변화가 나타났음을 알 수 있었다.

유미라(2002)는 실험실 내에서 일어나는 사고의 유목화와 사고의 종류에 대해 분

석 하였으며, 안전 교육의 필수과목화, 안전 교육에 필요한 교재, 전문적 인력과 보조 인력이 절실하게 필요하다고 했으며, 이를 통해 안전사고를 개선해 나갈 수 있다고 하였다.

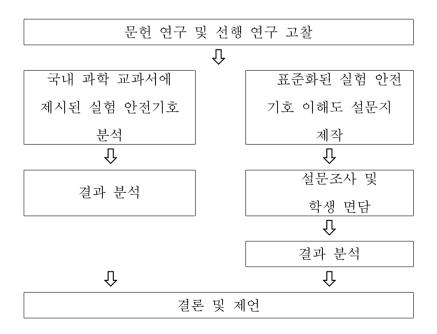
선행 연구를 분석해 본 결과 여러 학교별로 실험실 안전에 대한 교사와 학생의 인식과 실험실 현황, 실험 안전 교육에 대한 중요성에 대해서 강조하고 있다는 것을 알 수 있었다. 하지만, 실험 안전 교육을 위한 매뉴얼이나 구체적인 방안에 대해서는 정확하게 제시하지 못 하고 있음을 알 수 있었다. 따라서 이 연구에서는 중학교 과학 교과서에 제시된 실험 안전 기호에 대한 분석과 '2010년 과학 교과서실험 안전 기호 체계 구축 연구(박현주 외, 2011)'라는 주제로 제시된 '표준화된실험 안전 기호'에 대한 학생의 이해 정도를 설문조사를 실시하여 학습자의 눈높이에 맞는 실험 안전기호가 만들어질 수 있는 방향을 제시하고자 한다.

Ⅲ. 연구방법

A. 연구 절차

기존의 과학 교과서에 제시된 실험 안전 기호의 의미와 기호 이미지를 분석하고, 표준화된 실험 안전 기호를 학생들에게 기호 이미지의 친숙도와 기호가 가지고 있 는 의미를 설문조사하여, 우리나라 실험 환경에 적합하며, 학생들에게 지도를 하였 을 경우 친근감 있고 효율성 있는 안전 기호로 나아갈 수 있는 방향을 제시하기 위해 [표 2]의 절차에 따라 연구를 진행하였다.

[표 2] 연구 절차 및 방법



문헌 연구와 선행 연구 고찰을 한 뒤 국내 과학 교과서에 제시된 실험 안전 기호를 분석하여 기존의 과학 교과서에 포함된 실험 안전 기호의 문제점에 대해 분석

하였으며, 표준화된 실험 안전 기호가 학생들이 이해 정도와 친숙도를 고려하여 제작 되었는지를 알아보기 위해 설문지를 제작하여 설문을 하였다. 기호 이미지를 보여주고 학생들에게 주관식 문항으로 기호가 가지고 있는 의미를 적게 하였으며, 작성이 다 된 뒤에 기호에 대한 의미를 불러 주면서 기호 이미지와 의미의 연관성을 점수화 하도록 하였다. 마지막으로 기호에 대한 전반적인 생각과 개선점 느낌 등을 면담을 통해서 확인해 보았다.

B. 연구 대상

- 1) 실험 안전 기호 분석에 사용된 교과서는 [표 3]에 제시되어 있는 바와 같이 2007년 개정 교육과정으로 개발된 중학교 1학년 과학 교과서 12종이다.
- 2) 표준화된 과학 실험 안전 기호에 대한 학생들의 이해 정도 조사 설문에 참여한 학생은 광역시에 소재한 고등학교 1학년 여학생 4개 반 126명을 연구 대상으로 설정하였다.

[표 3] 연구 대상 교과서

중학교 과학 1	
미래엔 컬처 그룹	천재교육
비유와 상징	한국과학창의재단
삼화 출판사	
성안당	
지학사	
	미래엔 컬처 그룹 비유와 상징 삼화 출판사 성안당

C. 실험 안전 기호 분석틀 설문지 개발

이 연구의 분석틀은 안전 기호가 가지고 있는 의미와 친숙도, 간결도를 조사한 Chan & Ng(2010)의 안전 기호 분석틀을 기초하여 설문 문항을 [표 4]와 같이 개발 하였다.

설문 영역 설문 내용 문항 번호 응답자의 배경 성별, 이름, 나이, 소속, 계열 1 - 5기호의 의미. 실험안전기호 - 금지 6 - 13기호 이미지와 의미의 연관성 (1 ~ 5) 기호의 의미. 실험안전기호 - 주의 14 - 38기호 이미지와 의미의 연관성 (1 ~ 5) 기호의 의미. 실험안전기호 - 지시 39 - 53기호 이미지와 의미의 연관성(1 ~ 5) 기호의 의미. 실험안전기호 - 기타 54 - 59

기호 이미지와 의미의 연관성(1 ~ 5)

[표 4] 실험 안전 기호 분석틀 설문 문항 구성

D. 자료의 처리 및 분석

학생들에게 실험 안전 기호를 제시하고 배경 지식이 없는 상황에서 기호의 의미를 주관식 문항으로 서술하게 하였다. 모든 학생들의 작성이 끝난 다음에 기호에 대한 의미를 설명해 주면서 기호의 의미와 이미지의 연관성을 숫자로 점수화 하도록 하였으며, 기호 이미지와 의미와 연관성이 높으면 5, 연관성이 낮으면 1로 숫자를 표시하게 하였다. 회수된 설문지를 문항별로 기호 이미지와 연관성에 대한 점수별로 빈도수를 조사하고, 연관성이 낮게 평가된 기호들에 대해서는 학생들이 기호의 의미를 알기 전에 생각하였던 의미가 어떠한 것이었는지를 분석해 보았다.

Ⅳ. 연구 결과 및 분석

A. 국내 과학 교과서 실험 안전 기호 분석

우리나라 과학 교과서의 실험 안전 기호는 1995년 제 6차 교육 과정상에서 일부 출판사의 교과서에 도입되었다. 2010년부터 사용된 2007 개정 중학교 과 학 교과서에서는 출판사별로 보다 많은 실험 안전 기호가 적극적으로 소개·사 용되고 있다.

현재 국내 과학 교과서에 제시되어 있는 실험 안전 기호를 교과서별로 안전 요소, 그리고 기호(그림)로 구분·정리하여 분석하였다. 실험 안전 기호의 분석은 귀납적 사고 과정으로 진행되었다. 연구자별로 실험 안전 기호의 분석 결과를 제시하고 그 결과를 유형별로 유목화 하였다. 분석된 결과는 화학교육과 대학원생 4인, 과학 교사 5인, 과학교육 전문가 3인에게 오류 및 유형의 기준일치도를 확인함으로써 신뢰도와 타당도를 높였다.

실험 안전 기호를 분석한 결과는 다음과 같이 유목화 하였다.

1. 실험 안전 기호의 정확성, 통일성 & 일관성의 부족

실험 안전 기호의 정확성 부족은 제시된 제목이나 의미에서 금지, 지시, 주의 등의 정보가 정확하게 제시가 되어 있지 않아 어떠한 행동을 해야 하는지 혼란을 주는 경우를 의미하며, 통일성과 일관성 부족은 같은 의미를 내포하고 있는 기호이지만, 출판사에 따라 금지, 지시, 주의 등의 분류가 정확하게 되어 있지 않아, 통일성이 결여되어 혼란을 주는 경우이다.

[표 5]의 좌측에 나타낸 실험 안전 기호는 '불'에 해당하는 기호로 '화재 안

전', '불', '화염 금지'의 의미를 내포하고 있다. 기호의 의미만으로는 '안전하므로 사용해도 된다.(지시)'는 의미인지, '하지 마시오.(금지)'의미인지 정확하게 구분하기 어렵다.

표의 우측에 나타낸 실험 안전 기호는 '열'에 해당하는 기호로 '열기구를 다 룰 때는 손에 화상을 입지 않도록 반드시 장갑을 사용 한다.'로 정의되어 있다. 하지만 실험에 사용하게 되는 장갑의 종류를 정확하게 제시하지 않았다. 만약 열기구를 라텍스 장갑으로 사용 할 경우 녹거나 불이 붙을 수 있으므로 열 방 지 장갑이라고 정확하게 제시해 주어야 한다.

[표 5] 실험 안전 기호의 정확성 부족

제목의 정확성			내용의 정확성	
<u>*전하기 때</u> 든 ¹ 이미이지	세 '사용해도)(대대시오	[[],(Y Y) X],0 0 []	회보를 함통 열기구를 다룰 때 손에 화상을 입지 않도록 반드시 장갑을 사용한다.	
화재 안전	불	화염 금지	열	

[표 6]는 통일성 & 일관성이 결여된 안전 기호의 예이다. '약품 안전', '유독한 약품 조심', '화학약품', '부식성 화학물질', '부식 주의', '약품 안전'으로 약품을 다루는 것에 해당하는 기호이다. 같은 의미를 내포하지만 주의, 금지, 지침 등이 혼용되어 있어 안전에 관련된 여러 개의 범주가 포함되어 있다.

[표 6] 실험 안전 기호의 통일성 & 일관성 부족



2. 제목과 설명, 기호의 불일치

제목과 설명, 기호의 불일치는 기호의 제목과 기호에 대한 설명, 이미지가 일치하지 않는 경우를 의미한다. [표 7]에 제시된 기호는 '불'에 해당하는 기호로 제목과 기호 이미지는 '불'로 명시되어 있으나, 기호에 대한 설명은 '보안경 착용(눈 조심)'과 '장갑 착용', '집게 사용(화상 주의)'을 제시함으로써 제목과 설명이 일치하지 않음을 확인할 수 있다.

[표 7] 실험 안전 기호의 제목과 설명의 불일치

<u> </u>	
2다.	
불	

3. 기호의 이미지가 친숙하지 않음으로 인한 불명확성

기존의 과학 실험에서 자주 사용하였던 도구지만 현재는 다른 도구로 대체가 되어 흔히 볼 수 있는 기구가 아니거나, 기호에 제시된 이미지가 친숙하지 않아 학 생들이 기호의 이미지를 보고 의미를 명확하게 파악할 수 없는 경우를 의미한다. [표 8]은 '도구 안전'이라는 의미로 기호 이미지에 면도칼을 제시하였는데, 현재실험 과정상에서 자주 사용하지 않기 때문에 기호 이미지에 제시된 도구로 인한 피해를 예측하기가 어려워지고 그로 인해 기호의 의미를 명확하게 인지 할 수 없게 된다. 일상생활에서 쉽게 접하거나, 실험실에서 자주 사용되는 기구를 사용하여 이미지로 제시한다면, 좀 더 쉽게 기호의 의미를 받아들일 수 있게 될 것 이다.

[표 8] 실험 안전 기호의 이미지가 친숙하지 않음으로 인한 불명확성

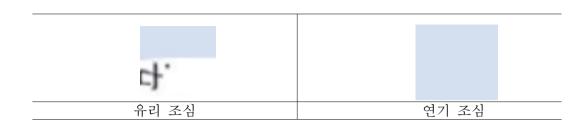
''로 표시된	하색들	에든 어5	
도구 안전	예리한 도구 조심	예리한 도구	날카로운 도구

4. 하나의 기호에 다수의 유의 사항 제시

하나의 기호에 많은 유의 사항이 제시되어 있어 혼돈을 주는 경우이다.

[표 9]에 제시된 바와 같이 '유리 조심'에 제시된 설명은 '깨지기 쉬우므로 주의해서 다룬다.(주의)', '깨진 유리 기구는 사용하지 않는다.(금지)', '물기 묻은 유리기구를 가열할 때에는 반드시 닦아서 물기를 제거한 다음 가열한다.(지시)'로 세가지 유의 사항을 제시하고 있다. 우측은 '연기 조심' 기호로 '환기가 잘되는 곳에서 다룬다.(지시)', '선생님의 지시 없이 냄새를 맡지 않도록 한다.(금지)' 두 가지유의 사항을 제시하고 있다. '주의'는 기구나 시약을 다루되 좀 더 조심스럽게 다루라는 의미이고, '지시'와 '금지'는 반드시 해야 하거나 반드시 하지 말아야 할 행동을 의미한다. 하나의 기호에 금지, 주의, 지시 분야 등 여러 가지 분야의 기호가 제시되면 학생들이 기호 이미지를 보고 행동을 할 때 혼돈을 야기 할 수 있다.

[표 9] 실험 안전 기호에 다수의 유의 사항이 제시

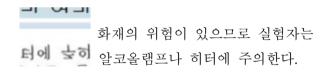


5. 기호와 연관성 없는 설명

기호의 설명과 실험 상황이 연관성 없는 경우를 의미한다.

[표 10]은 '화재 안전' 기호로 소화기가 제시되어 있다. 히터와 알코올램프로 화재를 일으킬 수는 있다. 하지만 기호의 의미에 제시된 '히터'는 난방 기구로 실험 과는 연관성이 적기 때문에 실험 상황과 연관성이 없는 설명으로 볼 수 있다.

[표 10] 기호와 연관성 없는 설명



화재 안전

6. 중의적 해석이나 오인 가능성 포함

기호의 이미지나 기호의 바탕색으로 인하여 두 가지 이상의 해석이 가능하거나, 다른 의미로 해석이 가능한 경우를 의미한다.

[표 11]은 중의적 해석이나 오인 가능성이 있는 기호의 예이다. 좌측의 기호는 '폐기물 처리'에 해당하는 기호로 쓰레기통이 표기되어 있다. 이 기호는 자칫 '쓰레 기통에 버리시오.' 라는 의미로 해석될 수 있다. 다음 제시된 기호는 '전기 안전'에 해당하는 기호로, 바탕색이 파란색이고 '안전'이라는 제목 때문에 자칫 '이곳에 전기 코드를 꼽으시오.' 라는 지시 사항으로 이해되며, 우측의 기호는 '피복 안전'에 해당하는 기호로 십자가 모양이 병원을 뜻하는 것으로 생각하여, 응급 약품을 구비해야 한다는 의미로도 해석이 가능하다.

[표 11] 중의적 해석이나 오인 가능성을 포함하는 경우

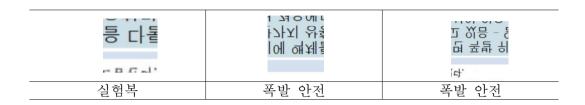
ñ하기 쉬움	15 X-	석 '이곳에 니오'라는 ス 항으로 오인	F모양이 시로 오인 응급약품 H야 한다
폐기물 처리 안전	폐기물 처리 안전	전기 안전	피복 안전

7. 실험 안전 기호의 일반성 결여

실험 안전 기호의 의미가 특정 상황에 서술 되어 제시된 상황 이외의 실험에서 는 기호를 사용할 수 없는 경우를 의미한다.

[표 12]에 제시된 첫 번째 기호는 '실험복'에 해당하는 기호이다. '화학물질을 다룰 때 실험복을 착용해야 한다.'는 설명이 제시되어 있으며, '화학물질을 다룰 때'라는 표현이 있어 화학물질을 사용하는 경우에만 기호를 사용을 해야 한다는 제한점이 있어 일반적인 실험 상황 에서 제시할 수 없는 한계를 가지고 있다. 이는 '실험을 수행할 때 실험복을 착용 하시오.'라고 제시를 하면, 모든 실험에서 사용할 수 있는 일반적인 의미를 갖는 기호가 된다. 우측의 기호는 '폭발 안전' 기호로 '밀폐된 용기에 액체를 넣고 끓이면 폭발 위험이 있다'는 구체적 상황을 제시하여액체를 넣고 끓이는 과정 이외의 실험하는 과정상에서 일어날 수 있는 폭발 위험에는 제시해야 하는 경우에는 한계성을 가지고 있다.

[표 12] 실험 안전 기호의 일반성 결여



8. 교과서 간의 안전 기호 불일치

실험 안전 기호가 제시된 교과서 간에 일치도를 보이지 않는 경우이다. 안전 기호의 이미지는 동일 하지만 기호에 대한 설명이 다른 경우와 동일한 위험 요소를 나타내는데 기호 이미지는 상반되게 사용이 되고 있어 교과서 간에 통일성이 없었다.

[표 13]의 좌측 두 기호는 '폐기물 처리'에 해당하는 기호로 '안전하게 폐기물을 처리하라.'는 '지시'의 의미로 기호를 사용하는 교과서가 있었고, 다른 교과서는 '함부로 버리지 말라.'는 '금지'를 뜻하고 있다. 우측의 두 기호는 '생물을 다룰 때' 해당하는 기호로, '생명 존중', '동물 보호'의 의미로 기호를 사용하는 교과서가 있었으며, 다른 교과서는 '감염에 주의하라.'는 의미를 담고 있다.

[표 13] 교과서 간의 안전 기호 불일치

기 기고 2 의미이고 기 말라는	5는 5	포크 = 기호는 룰 때 : 기이며 미.	는중, 승급 의 표시는 주의하라
 폐기물 안전 처리	페기물 처리	식물 보호 /	 생물 안전
베기크 단엔 시디	케기골 시디	동물 보호	/ö글 간신

9. 사회적 표시와 혼용

일반적으로 사회 전반에서 통용되어 사용이 되고 있는 이미지를 가지고 다른

의미를 적용하여 사용하는 기호의 예이다.

[표 14]에 제시된 기호는 '일반 안전'에 해당하는 기호로 사회적으로 통용되고 있는 '취급 주의' 표시와 동일하며, '물리적 안전'에 해당하는 기호는 '미끄럼 주의' 와 동일하다. 이미 사회적으로 통용된 기호를 교과서에서 다른 의미로 사용함으로 써 혼돈의 우려가 있다.

10. 우리나라 정서와 연관성이 없는 기호

기호에 제시된 이미지가 우리나라에서 자주 접할 수 있는 경우가 아니어서 우리나라 정서와 연관성이 없는 기호 이미지를 사용한 경우를 의미한다.

[표 15]에 제시된 기호는 '생명 존중'에 해당하는 기호로 코알라의 그림이 사용되었다. 코알라가 일반적으로 '보호'의 의미를 가지고 있긴 하나, 우리나라에서 흔히 볼 수 있는 동물이 아니므로 우리나라 정서와는 관련성이 적은 기호이며, 일반적으로 동물 실험에 자주 사용이 되고, 학생들로 하여금 생명을 존중하는 마음을일으킬 수 있는 친숙한 동물을 기호 이미지에 넣는 것이 교육적인 효과가 더욱 클것 이다.

[표 15] 우리나라 정서와 연관성이 없는 기호

게도 접하기	
마음을 가진다	
생명 존중	

B. 표준화된 실험실 안전 기호에 대한 학생들의 인식 조사

학생들에게 실험실 안전 기호에 대한 인식을 조사한 결과를 [표 16] ~ [표 19]에 제시하였다. 기호에 대한 설명은 편의상 기호 이미지를 기호화 하여 기호화된 정의를 사용하여 서술 하였으며, 기호 의미와 이미지의 연관성점수는 퍼센트(%)를 구한 다음 소수점 셋째 자리에서 반올림을 하여 둘째 자리까지 나타내었다.

1. 실험실 안전 기호 인식 조사 - 금지

실험실 안전 기호 중 금지에 해당하는 기호에 대한 학생들의 인식과 연관성은 [표 16]에 제시된 바와 같다. b1 ~ b3 의 기호는 학생들이 기호에 대한 의미를 정확하게 작성 하였으며, 기호에 대한 의미를 알려준 뒤에 학생들이 점수화한 기호의 이미지와 의미의 연관성에 대한 점수도 5점이 85.83%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 또한 b8 기호는 실험실 뿐 만 아니라 일상생활에서 흔히 볼 수 있는 기호이기 때문에 학생들이 어렵지 않게 기호의 의미를 파악 할 수 있었다.

[표 16] 실험실 안전 기호 - 금지

(단위: %)

기호	기호 기호와 의미의 연관/				연관성	
이미지	의미	5점	4점	3점	2점	1점
8	b1 : 먹지 말 것	86.21	10.35	2.29	1.15	0
SA B	b2 : 냄새 맡지 말 것	89.66	9.19	1.15	0	0
	b3 : 만지지 말 것	81.61	14.95	2.29	0	1.15

	b4 : 물 사용 금지	43.68	14.95	28.74	8.04	4.59
	b5 : 불사용 금지	44.83	28.74	18.39	6.89	1.15
4 ()	b6 : 물 접촉 금지	75.87	13.79	9.19	1.15	0
	b7 : 직시 금지	64.37	19.54	10.35	3.45	2.29
Z.	b8 : 뛰지 마시오	83.90	10.35	1.15	3.45	1.15

한편 기호 b7의 경우 '기호의 의미는 이해가 되나, 학생들이 느끼기에 과학 실 험과 직접적인 관련성이 없는 기호인 것 같다.'라고 설명하였다. 설문을 실시 한 학교는 과학 실험이 거의 실내에서 이루어지며, 실외나 야외 체험 학습이 활발하지 않는 상황이다. 학생들이 실험을 할 때 접해 본 적이 없는 기호이기 때문에 필요 없는 기호라고 응답을 하게 되었다. 기호를 이해할 때 수업 시간에 한 번쯤은 다루 어 보았던 실험과 관련된 기호인 경우에는 쉽게 이해를 하였으며, 기호에 대한 필 요성도 실험을 할 때 인지를 하였던 것 이지만, 실험 상황과 기호를 연결시키지 못 하여 기호를 받아들일 때 어려운 점도 있었다. 실험을 수행할 때마다 교사가 실험 안전 기호를 제시하면서 유의 사항을 전달 해 준다면, 학생들은 기호에 대해서 휠 씬 친근함을 느끼고 실험 상황과 기호의 의미를 더욱 잘 연결할 수 있을 것이다. b4와 b5는 다른 금지 영역에 비해 5점이 43.68 %, 44.83%로 낮은 결과 값이 나 왔다. b4기호는 실험 활동 상황에서 물을 절대로 사용하지 말아야 하는 경우에 사 용이 되는 기호이지만, 학생들은 '물을 절약하자.' 라는 의미로 기호를 받아 들여서 연관성이 낮게 나왔으며, b5는 기호 이미지에 있는 '라이터 모양' 때문에 '실험실 내에서 금연'의 의미로 받아 드리는 경우가 많았다. 이는 일상생활에서 사용이 되 고 있는 기호와의 혼란 때문에 나타나게 된 결과였으며, 학생들에게 정확하게 기호 이미지와 의미를 전달해 주면, 실험 상황과 연결하여 기호를 이해하게 될 것이다.

2. 실험실 안전 기호 인식 조사 - 주의

실험실 안전 기호에서 주의에 해당하는 경우에는 학생들이 받아들이기에 생소한 의미가 많아서 의미를 연결할 때 어려움이 많았다. 일상생활에서 사용 되고 있는 도구나 기호들이 실험실 안전 기호에 제시되어 있어 이해를 돕는데 도움이되었지만, 오히려 일상생활에 사용하는 도구나 기호 때문에 기호 의미를 생각 할때 한정된 생각으로 접근을 하게 되는 문제점이 있었다.

[표 17] 실험실 안전 기호 - 주의

(단위: %)

 기호	ما ساء		기호와	의미의	연관성	
이미지	의미	5점	4점	3점	2점	1점
	c1 : 화재 주의	60.92	21.84	10.35	6.89	0
**************************************	c2 : 감전 주의	47.13	37.93	10.35	4.59	0
	c3 : 강한 자기장 주의	17.24	18.39	26.44	19.54	18.39
***************************************	c4 : 미끄럼 주의	85.06	9.19	5.75	0	0
	c5 :낙체 주의	44.83	26.43	19.54	5.75	3.45
(*)	c6 : 낙상 주의	43.68	11.49	25.29	6.90	12.64
	c7 : 화상 주의	31.03	33.33	25.59	459	5.75

*	c8 : 동상 주의	34.48	25.29	24.13	8.05	8.05
	c9 : 유리·암석 파편 주의	43.68	26.44	11.49	11.49	6.90
	c10 : 독성 주의	51.72	18.39	10.35	9.19	10.35
	c11 : 부식성 물질주의	10.35	19.54	32.18	26.44	11.49
	c12 : 휘발성(인화성)물질 주의	22.99	37.93	18.39	16.09	4.50
	c13 :시약, 반응으로 인한 폭발 주의	34.49	26.44	9.19	12.64	17.24
(x 2)	c14 : 압력으로 인한 폭발 주의	12.65	6.89	28.74	21.83	29.89
	c15 : 깨짐 주의	39.09	16.09	18.39	13.79	12.64
	c16 : 뾰족한 도구 (찔림) 주의	64.37	16.09	12.64	3.45	3.45
	c17 : 날카로운 도구 (베임) 주의	62.07	22.99	10.34	3.45	1.15
	c18 : 집히는 도구 (집힘) 주의	40.23	24.14	18.39	9.19	8.05
	c19 : 무리한 힘 주의	13.79	34.48	14.95	22.99	13.79
	c20 : 세균 감염 주의	56.33	10.35	14.94	6.89	11.49

	c21 : 놀람 주의	19.54	10.34	13.79	11.49	44.84
*	c22 : 레이저 /강한 빛 주의	14.94	22.99	26.44	13.79	21.84
	c23 : 해로운 빛 (방사선 복사) 주의	50.58	21.84	10.34	9.19	8.05
	c24 : 파도 주의	34.49	17.24	21.84	11.49	14.94
*	c25 : 일사 주의	33.33	26.44	16.09	5.75	18.39

기호 c3는 실제 과학 실험 활동에서 강한 자기장을 느낄 정도의 자석을 사용해 본 적이 없기 때문에 학생들의 이해를 이끌어 내기에는 힘든 기호였다. c1, c4 기호는 일상생활에서 자주 접해 본 결과 쉽게 기호의 의미를 찾았으며, 위에 제시된 기호 의 노란색 바탕은 '주의'의 의미로 사용이 되는데 학생들에게 이를 언급하지 않았 음에도 불구하고 기호의 의미를 작성할 때 '00주의', '00조심'으로 서술 하였다. 기존의 안전 기호가 가지고 있는 문제점 중 [표 8]에 제시 된 바와 같이 실험 안 전 기호가 하나의 기호에 많은 범주를 포함하고 있어서 기호를 해석 할 때 통일성 과 일관성이 없어서 '주의'로 해석해야 할 지, '금지'로 해석해야 할 지 혼란이 있었 던 부분을 기호의 바탕색에 통일성을 주어 보완하였다. c2, c5와 같은 기호는 의미 를 해석할 때, 정확하게 의미를 찾기 힘들어서 연관성이 낮았다. c2는 '감전 주의' 인데 학생들이 '전기 제품 주의', '플러그를 많이 꼽는 것 주의' 등으로 해석이 되 어, 전기제품으로 인한 결과를 조심하는 것 보다는 원인을 주의하자는 측면으로 해 석을 하는 경향성을 보였다. c5 기호는 '모서리에 물건을 두는 것 주의', '물건 조 심', '물건 똑바로 두기' 등으로 해석이 되었으며, 기호 c2와 마찬가지로 주의해야 할 주체에 대해서는 크게 틀린 점은 없었으나, 행동에 대한 결과와 원인 중 어느 부분에 중점을 두었는가에 따라 해석에 있어서 차이가 나타나게 되었다. c6 기호의 경우 사람의 발끝에 닿아 있는 것이 절벽이 아니라 책상같이 보여서 '실험대 위에

올라가는 것 주의', '모서리 조심' 등으로 해석하는 경우가 많았다. c11 기호는 대 부분의 학생들이 '약품이 손에 직접 닿는 것 주의'라고 의미를 작성하였우며, '부 식성 물질주의'라고 답을 말 해주자 학생들이 '부식'이라는 용어를 일상생활에서는 금속이 부식되는 것이라는 의미로만 사용을 하다 보니, 위에 제시된 '부식성 물질' 을 '녹이 생긴 물질'이라고 해석하여 주의해야 하는 이유에 대해서 의문을 제시하 였다. 화학물질을 분류할 때 '부식성 물질은' 보통 강산, 강염기 또는 산화력이 강 하여 조직을 파괴시킬 수 있는 물질이라고 정의 하는데, 학생들이 일상생활에서 사 용하는 용어와의 혼돈으로 인해 이해하는데 어려움이 있었다. 이는 학생들이 받아 들기에 좀 더 쉬운 용어로 기호에 대한 의미를 수정 할 필요가 있다. c12 는 '기름 조심', '석유 조심', '불조심' 이라고 주로 해석을 하였다. 석유나 기름도 휘발성(인 화성)이 있는 물질임에도 불구하고, 기름과 석유를 인화성 물질이라고 연결을 시키 지 못하여 의미를 제대로 파악 하지 못 하였다. c13 은 시약을 섞는 행동 이라고 학생들이 기호를 보고 판단하였다. 하지만 '시약, 반응으로 인한 폭발' 까지는 생각 을 하지 못 하고, '함부로 시약을 넣는 것 주의' 라고 해석을 하였다. 이는 실제 화 학 실험에서 폭발이 일어날 만큼의 위험한 실험을 해 보지는 않아서 시약과의 반 응에서 폭발까지는 결과를 생각하지 않아 의미를 제대로 해석하지 못 하였다. c14 는 기호의 그림에서 오른 쪽 끝 부분에 c15와 같이 유리 기구가 깨지는 것과 같은 그림이 나타나서 대부분의 학생들이 '깨짐 주의'로 많이 해석을 하였다. 위의 기호 도 마찬가지로 내부 압력이 증가함으로 인해 유리 기구가 폭발하여 깨지는 경우를 실제 경험해 보지 않아서 의미를 잘 파악하지 못 하였다. c16, c17 기호는 일상생 활에서 흔히 볼 수 있는 도구가 그려져 있어서 그 도구를 사용함에 따른 영향을 잘 알고 있기 때문에 쉽게 의미를 파악할 수 있었다. c18 기호의 경우 펜치로 인 해 손이 집힌다고 생각을 하지 못해서 c16, c17 기호에 비해 학생의 이해도가 더 낮았다. '깨진 기구 뚜껑 닫을 때 조심', '실험 기구 압력 조심' 등으로 해석을 하였 으며, 학생들이 기호의 의미와 전혀 다른 의미로 해석을 하기 때문에 학생들이 이 해하기 쉬운 방향으로 기호의 수정이 필요할 것 같다. 마찬가지로 c21 는 대부분 의 학생들이 '땀 주의'로 해석을 하였으며, 가장 이해도가 낮은 기호로 분석이 되었 다. 학생들이 기호를 보고 올바른 의미를 생각해 낼 수 있게 좀 더 기호를 수정할 필요성이 있는 기호이다. c22 는 '빛 주의', '불꽃반응 관찰 주의' 등으로 대부분 이 해하였으며, 그림 상에 제시된 및 모양이 레이저나 강한 빛으로 보이지 않는 다는 견해를 보였다. c24, c25 기호는 '파도 주의'라고 생각하기 보다는 '물 조심'으로 해석하는 경우가 많았다. 이는 일반계 고등학교에서는 바다에 가서 실험을 하는 일은 드물기 때문에 파도를 조심하라는 의미로는 많은 학생들이 받아 드리지 못 하였으며, '일사 주의'도 바깥에서 태양을 오래 쬐고 수행하는 실험을 한 경험이 없어서 관련성이 낮게 나왔다.

3. 실험실 안전 기호 인식 조사 - 지시

지시에 해당하는 기호는 일상생활에서 자주 접하는 이미지가 많이 포함이되어 있어서 이해 정도가 높았다. 하지만 새롭게 개발되었거나, 기존에 접하지 못하였던 기호들의 경우 기호에 대한 이해도가 낮았으며, 기호와 의미의 연관성도 낮았다. d1, d2, d3 기호의 경우 이미 자주 접해 보았고 이미지 상에서도 기호가 가지고 있는 의미가 명확하게 포함이 되어 있어 학생들이 이해하는 데 어려움이 없었다. d4와 d5 의 경우 기존의 기호가 열 방지인지 시약을 다룰 때 끼워야 하는 장갑인지를 구별하지 않고 사용을 하여서 이에 대한 구별을 정확히 하기 위하여 '열 방지 장갑', '라텍스 장갑'으로 구분하여 기호를 만들었는데, 학생들이 두 종류의 장갑에 대한 필요성을 잘 알지 못하여 이해도와 연관성이 낮았다.

[표 18] 실험실 안전 기호 - 지시

(단위: %)

기호	A11	기호와 의미의 연관성				
이미지	의미	5점	4점	3점	2점	1점
	d1 : 실험복 착용	86.21	8.04	5.75	0	0
	d2 : 마스크 착용	95.42	2.29	2.29	0	0

	d3 : 보안경 착용	80.47	11.49	5.75	2.29	0
	d4 : 열 방지 장갑 착용	27.59	25.29	28.74	11.49	6.89
	d5 : 라텍스 장갑 착용	16.09	31.03	33.35	4.59	14.94
	d6 : 헤드 랜턴 착용	48.44	16.09	12.64	9.19	13.64
	d7 : 환기	80.46	10.35	4.59	3.45	1.15
• ÷	d8 : 안전거리 유지	31.05	37.93	13.79	10.34	6.89
")?	d9 : 큰 소음	3.45	18.39	19.54	18.39	40.23
E	d10 : (교사의) 지시를 따르시오.	5.75	17.24	12.64	26.44	37.93
	d11 : 생명 존중	27.99	34.03	22.54	13.15	2.29
	d12 : 에너지 절약	70.11	14.94	8.05	3.45	3.45
	d13 : 자원 재활용	83.90	8.07	3.45	2.29	2.29
	d14 : 폐기물 처리	64.37	19.54	11.49	3.45	1.15
X	d15 : 환경 보존	47.13	27.58	13.79	5.75	5.75

d8 의 경우 기존에는 사용하지 않았던 기호여서 학생들이 이해도가 낮게 나올 것

으로 예상이 되었는데 예상과는 달리, '약품과 멀리 떨어지세요.', '위험한 약품과는 거리를 유지하세요.' 라는 답변으로 기호가 가지고 있는 의미와 유사하게 정답이 나왔으며, 기호와 의미의 연관성도 5점이 31.03%, 4점이 37.93%로 높은 연관성을 보였다. 지시와 관련된 기호에서는 가장 낮은 이해 정도를 보인 기호는 d9 이었다. '큰 소음주의'라는 의미의 기호이지만, '경청'이라는 의미로 해석하는 학생들이 많 아 기호와 의미의 연관성이 가장 낮게 평가가 되었다. 사람이 말하고 있을 때 놀란 그림으로 나타내 주면 좀 더 소음 금지와 연관성이 있는 기호가 될 것 같다고 학 생들이 의견을 주었다. d10의 기호는 '가까이서 말하기.', '큰소리로 말하기.', '집중 하기' 등으로 해석을 하였으며, 원래 가지고 있는 의미로 해석하는 학생들은 많지 않았다. 이 기호는 좀 더 교사의 말에 경청하라는 의미에 가까워 질 수 있도록 기 호를 수정해야 할 필요성이 있다. [표 15]에 제시가 되어 있는 바와 같이 경우 기 존의 기호에서 사용하는 동물이 우리나라에서 흔히 볼 수 있는 동물이 아닌 코알 라여서 학생들이 그 기호를 보고 '동물 보호'라는 생각이 들지 않을 것 같아 d11의 기호에서는 우리나라에 정서에 맞는 고양이와 강아지로 동물 그림을 수정하였다. '동물 보호', '생명 존중'으로 기호를 해석하는 경우도 있었지만, '동물실험' 이라고 이해하는 경우도 있어 동물을 보호하자는 관점 보다는 동물을 이용한 실험이다. 라 는 것을 지시 해주는 기호로 해석하였다. d15의 경우 '식물 보호'라는 의미로 해석 하는 경우가 많았다. 이는 위의 d11에서의 의미를 '동물 보호'라고 생각한 학생들 이 이 기호는 자연스럽게 '식물 보호'라고 생각을 하는 경향을 보였다.

4. 실험실 안전 기호 인식 조사 - 기타

기타에 해당되는 실험실 안전 기호의 경우 일상생활에서 자주 접해 보았던 기호가 많아 학생들의 이해 정도와 기호와 의미의 연관성이 대부분 높게 나타났다.

[표 19] 실험실 안전 기호 - 기타

(단위: %)

 기호	A1—1	기호와 의미의 연관성				
이미지	의미	5점	4점	3점	2점	1점
	e1 : 비상구	93.10	3.45	1.15	2.29	0
sos	e2 : 비상전화기	71.26	16.09	8.05	3.45	1.15
	e3 : 소화기	93.10	6.90	0	0	0
Å	e4 : 눈 씻기	54.02	16.09	12.64	9.19	8.05
	e5 : 후드	10.49	20.69	25.29	11.49	31.03
	e6 : 몸 씻기	62.07	22.99	5.75	2.29	6.89

특히 e4, e6 기호의 경우 학생들이 평소에 쉽게 접해 볼 수 있는 기호는 아니지만, 기호가 나타내는 의미가 명확하며, 특히 설문을 실시한 고등학교 화학 실험실에는 '눈 씻기'와 '몸 씻기' 등과 같은 안전장치가 설치가 되어 있으며, 학생들이 장치의 의미와 특징을 알고 있어서 좀 더 이해도와 기호와 연관성이 높게 나왔다. e5 는 '직사광선을 피하시오', '약품의 뚜껑을 막으시오.'. '시약 보관' 또는 비커와 삼각플라스크 위의 연기 때문인지 '약품 데우기', '따뜻한 곳에 시약 보관' 등으로 해석하는 경우도 있었다. 후드는 실제 실험실 내에 있어도 직접 조작을 해보지 않아서 학생들이 제시된 기호와 후드 장치와 연결을 잘 시키지 못 하였다.

V. 결론 및 제언

과학 교과의 수업을 함에 있어서 실험은 배제가 될 수 없는 수업 방법 중 하나이다. 하지만, 실험실에서 지켜야 할 안전 수칙이나 안전 교육에 대한 표준화된 매뉴얼은 개발되지 않고 있는 실정이다. '2010년 과학 교과서 실험 안전 기호 체계구축 연구(박현주 외, 2011)' 결과 우리나라의 과학 실험실 환경에 적합한 실험실 안전 기호의 체계가 세워졌다. 이에 기존의 과학 교과서에 제시된 실험 안전 기호를 분석 하고, 표준화된 실험 안전 기호가 갖는 의미의 이해 정도를 알아보고 개선할 점은 없는지에 대하여 알아보고자 연구를 수행하였다.

첫째, 현재 중학교에서 사용하고 있는 과학 교과서를 분석한 결과, 실험 안전 기호의 의미가 정확하지 않은 경우, 기호의 제목과 설명의 일치하지 않는 경우, 실험 안전 기호의 이미지가 친숙하지 않음으로 인한 불명확성, 하나의 기호에 많은 유의사항 제시, 기호와 관련성이 없는 설명, 중의적 해석이나 오인 가능성 포함, 실험 안전 기호 일반성 결여, 교과서 간 안전 기호 불일치, 사회적 표시와 혼용, 우리나라 정서와 연관성이 없는 경우 등 으로 10가지로 유목화 시킬 수 있었다.

둘째, 개발된 실험실 안전 기호를 고등학교 1학년에 재학 중인 학생 126명에게 설문조사를 한 결과 대부분의 기호가 기존의 기호보다는 명확하며, 친근감이 있다. 라는 반응을 보였다. '금지 영역' 기호의 경우 대부분의 학생들이 이해하기 쉽다. 라는 평가를 하였으며, '주의 영역'은 생소하거나 너무 세분화 되어 있어서 학생들이 이해하는 데 어려움을 느꼈던 기호가 있었다. '지시 영역'은 실제 자주 접했던 기호들의 경우에는 이해도가 높았으나, 새롭게 개발된 기호에 대해서는 이해도가 낮았다. 마지막으로 '기타 영역'은 일상생활에서 자주 접하였던 기호가 많이 포함이되어 있어 학생들이 쉽게 이해 할 수 있었다.

셋째, 학생들이 기호 의미를 파악함에 있어서 어려워했던 기호들은 생소하거나 자주 사용이 되지 않았던 기호들이었다. 하지만 일상생활에서 많이 사용이 되고 있 는 기호들에 대해서는 의미를 쉽게 파악 하였다. 개발된 실험 안전 기호를 교육 과 정 속에 포함을 시켜 학생들에게 인지시키고 실험 수업을 수행할 때 교사가 기호에 대한 의미를 강조한다면 일상생활에서 사용하고 있는 '비상구', '재활용' 등의 표지와 같이 실험 안전 기호에도 익숙해져서 어려워하지 않고 자연스럽게 인지하고 사용하게 될 수 있을 것이다. 설문을 끝낸 다음, 학생들에게 기호에 대한 의미를 알려주었을 때, 학생들은 혼자서 설문을 할 때 생각했었던 방향과 전혀 달랐었던 기호들도 정확히 의미를 알게 되었다고 하였다. 처음에는 낯설고 생소하게 느껴 질수도 있겠지만 초등학교 때부터 지속적으로 교육을 한다면 학생들이 기호에 대한 이미지를 친숙하게 생각하고 활용하여 사용하게 될 것이다.

넷째, 현재 설문조사를 실시한 고등학교는 일반계고 고등학교였다. 학생들이 기호의 의미를 파악할 때, '파도 주의'. '헤드 랜턴 착용', '일사 주의', '강한 자기장주의', '낙상 주의' 등의 기호가 실험 안전 기호에 포함이 되어야 하는 지에 대해서도 의문을 제기 하였다. 과학 고등학교와 같은 학교에서는 과학 시간에 고차원적인실험을 하게 되며, 야외로 나가서 채집이나 관찰 활동을 하기 때문에 위와 같은 기호들이 필요할 수도 있다. 하지만, 일반계 고등학교에서는 실제 위의 기호들은 실험 할 때 자주 사용하지 않는 기호들이다. 또한 초등학교 학생들에게 인지시키기에는 어려운 기호들도 많이 포함 되어 있다. 54가지의 안전 기호를 모든 학생들에게 제시하기 보다는 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교에서 교육 과정상 제시가 되어각각 실시되는 실험과 관련성이 있는 안전 기호만을 제시해 준다면 부담 없이 안전 기호를 습득하게 될 것이다.

학생들은 생소하면 어렵다고 느끼는 경향이 있다. 개발된 실험 안전 기호도 생소하기 때문에 학생들이 처음 봤을 때는 어렵다고 느낄 것이다. 하지만 과학 수업에서 실험을 수행함에 있어서 가장 중요한 것은 안전이다. 안전에 대한 강조를 학생들이 친근하게 다가갈 수 있는 기호로 제시를 해준다면, 교육 효과는 더 크게 발현되고, 기호로 인해 안전한 실험실 환경 구축이 될 수 있을라 기대한다.

VI. 참고 문헌

교육부(2002). 과학 교구 기준 목록 및 과학 실험실 표준 모형 개발. 교육부.

교육인적자원부(2004). 중등 실험실 안전 지도서. 교육인적자원부.

김달은(2000). "고등학교 화학 실험에서의 안전에 관한 교사들의 인식 연구." 한국교원대학교 석사 학위논문.

김미연(2009). "초등학교 과학 실험 수업에서 실험 안전에 관한 교사와 학생들의 인식과 태도 조사." 한국교원대학교 교육대학원 석사 학위논문.

김성원 외 17명. 『중학교 과학 1』, 서울:한국과학창의재단, 2009.

김영유 외 12명. 『중학교 과학 1』, 서울:성안당, 2009.

김찬종 외 11명. 『중학교 과학 1』, 서울:두산동아, 2009.

김혜정(2010). "안전한 실험을 위한 화학 실험실의 물리적 환경과 화학 교사의 안전에 관한 인식 조사." 한국교원대학교 석사 학위논문.

나경환(2000). "중학교 화학 실험에서의 안전사고 실태와 안전 의식 조사." 한국교원대학교 석사 학위논문.

박봉상 외 8명. 『중학교 과학 1』, 서울:동화사, 2009.

박현주·민병욱·정대홍. "중학교 과학 교과서의 '물질 영역'실험 활동에 포함 된 실험 수행 능력." 『한국과학교육학회지』 **28(8)**:870-890, 2008.

박희송 외 15명. 『중학교 과학 1』, 서울:교학사, 2009.

서울대학교 환경 안전원(2008). 국내외 실험실 사고 사례 모음. 서울대학교 환경 안전원.

신선영(2008). "실험 안전사고 예방 프로그램 적용을 통한 초등학생들의 안전 의식 및 지식의 변화." 진주교육대학교 석사 학위논문.

심국석 외 11명. 『중학교 과학 1』, 서울:지학사, 2009.

유미라(2002). "중학교 과학 실험 내용과 안전사고 개선 방안에 관한 연구."

국민대학교 석사 학위논문.

유준희 외 11명. 『중학교 과학 1』, 서울:천재교육, 2009.

육근철 외 12명. 『중학교 과학 1』. 서울:삼화출판사. 2009.

이규석 외 12명. 『중학교 과학 1』, 서울:미래엔컬쳐, 2009.

이미란(2002). "초등학교 과학 실험에서 안전에 과한 초등 교사들의 인식 조사." 한국교원대학교 석사 학위논문.

이윤종 외 10명. "현행 중등학교 과학 실험, 실습 교육 실태 조사 및 그 운영 진단(I)중학교 과학 실험, 실습 교육을 중심으로." 『한국과학교육학회지』 *17(4)*. : 435-450, 1997.

이준용 외 11명. 『중학교 과학 1』, 서울:비유와 상징, 2009.

임채봉(2007). "고등학교 화학 실험의 안전사고 개선 방안에 관한 연구." 원 광대학교 석사 학위논문.

전라남도교육청(2007). 2007학년도 과학 실험 안전 지도 대책.

정윤섭(2011). "대학 실험실 안전관리 향상 방안에 관한 연구." 서울 과학기술 대학교 석사 학위논문.

조희형·최경희. 『과학교육의 이론과 실제』, 서울:교육과학사, 2005, pp.541.

최정훈 외 12명. 『중학교 과학 1』, 서울:도서 출판 디딤돌, 2009.

하수영(2001). 중학교 과학 실험실 안전에 관한 교사들의 인식, 한국교원대학교 석사 학위논문.

학교안전공제중앙회(2010). 학교 안전사고 사례집.

박현주 외 13명(2011). 과학 교과서 실험 안전 기호 체계 구축 연구.

한인옥(2007). 실험실 안전 지도, 중등 과학 교사 심화 단계 직무 연수 교 재.

홍미영. "초등학교 과학 수업에서의 실험실 안전 교육 내용 분석." 『교육과 정 평가 연구』 **7(2)**: 267-283, 2004.

Chan, A.. & Ng, A..(2010), Investigation of guessability of industrial safetysigns :effects of prospective—user factors and cognitive sign features. *International Journal of Industrial Ergonomics*. pp.1—9.

ASE(1986). Science teacher's handbook. London: Hutchinson.

Archenhold, W.E., Jenkins, E.W., & Wood-Robinson, C.(1978). School science laboratories: *A handbook of design, management and organization. London*: John Murray.

Hofstein, A. & Lunetta, V.N.(1982). The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*. 52, pp.201-217.

Jerry Wellington 『과학실험실습교육』, 서울: 시그마프레스, 2001, pp. 8-15.

Hofstein, A. & Lunetta, V.N., (2004). The laboratory in science education: foundation for the 21st century. *Science Education*. 88, pp.28-54.

저작물 이용 허락서

학 과	화학교육	학 번	20088083	과 정	석사
성 명	한글: 신 주 란 한문: 申 珠 蘭 영문: Shin Juran				
주 소	광주광역시 북구 두암동 현대아파트 107동 603호				
연락처	0	10-7610-1	173 E-MAIL:	red559@	navwe.com
논문제목	한글 : 학생들	는의 실험실 인	·전 기호에 대한 이해 ⁷	정도	
	영문 : Leve	of student	s' understanding of	lab safet	y signs

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

- 1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
- 2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
- 3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
- 4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
- 5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
- 6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
- 7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

2012년 1월 일

저작자: 신 주 란 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하