

중등학교 과학교육의 내실화방안에 대한 연구

조희형 · 이문원 · 조영신 · 한인숙

강원대학교 사범대학 과학교육과

I. 서론

미래의 과학 기술사회를 원만히 이겨내고, 2000년대에 과학기술 수준을 세계 제10위권에 진입시키기 위해서는 우리의 과학기술 수준을 높여야 한다. 이것은 중등학교 기초과학 교육의 강화와 내실화에 의해서 가능하다.

그러나 우리나라의 중등학교 과학교육은 여러가지의 문제에 당면해 있다. 그 중에서 과학 교육과정은 가장 심각한 문제 중의 하나로서, 그 내용이 어렵고 단조로우며, 지식 중심으로 구성되어 있어 현대 과학의 본질에 대한 교육이 제대로 이루어지지 않고 있다. 또한, 학교의 과학 교육과정과 과학과 과학기술에 대한 사회적인 요구와의 사이에 큰 차이로 중등학교 과학교육에 커다란 문제점으로 대두되고 있다(Hurd, 1986).

이러한 문제의 원인중 하나는 중등학교 과학 실험

실습을 위한 시설, 기구 및 재료의 낙후성과 부족에 있을 수 있으나(교육개혁 심의회, 1986), 보다 더 근본적인 원인은 중등학교 과학교육과정과 과학교사의 질에 있다(Hurd, 1986). 함스와 예거(Harms and yager, 1981)는 과학교육의 문제점이 교육과정과 교사의 질에 있다고 보고 중등학교 과학교육 개선방안의 범주를 다음과 같이 제시한다.

- 과학교육 목적의 재정의 혹은 재정립
- 과학교육의 목적을 달성하기 위한 과학교육과정의 새로운 개념화
- 새로운 교사교육 프로그램 개발
- 새로운 교수/학습 자료 개발

이 연구는 위와같은 개선방안의 범주 중에서 우리나라 중등학교 과학교육과정의 실태와 문제점을 파악하고 그것을 바탕으로 중등학교 과학교육의 내실화 및 개선방안을 제시하는데 목적이 있다.

이 논문은 위와같은 목적을 달성하기 위한 연구의 일환으로써 특히 중등학교 과학 실험 실습 교육에 관한 이론적 배경과 실험실습교육의 실태를 분석하여 바람직한 실험실습교육을 위한 방안을 제시하기 위한 연구결과를 서술한 것이다.

* 이 논문은 1986년도 문교부 학술연구 조성비 지원에 의해서 연구된 것임.

II. 연구내용 및 방법

이 연구는 문헌조사, 설문지, 개인 면담의 방법을 이용했으며, 구체적인 내용 및 과정은 다음과 같다.

1. 문헌조사

과학 실험 실습교육에 관한 이론적 배경, 실험실 습환경과 지원 실태에 관한 연구결과, 현재 중등학교에서 사용되고 있는 과학교과서를 조사분석하여 이를 바탕으로 우리나라 중등학교 실험 실습교육의 문제점을 확인하였다. 또한 문헌조사 결과와 확인된 문제점의 분석결과를 우리나라 중등학교 과학 실험 실습교육의 내실화 방안을 수립하는데 활용하였다.

2. 설문지법

중등학교 과학교사와 고등학교 과학 과목별 교사에 대한 설문을 통해서 중등학교 과학교육의 목적, 과학과목 교과서에 대한 의견 및 문제점을 조사하였다. 설문지는 전국에 걸쳐 발송하였으며 그 매수와 회수된 결과는 표1과 같다.

〈표 1〉 설문지 발송 및 회수 결과

구 분	중학교 과학교사	고등학교교사			
		물	리	화	학
발송매수	50	49	52	51	49
회수매수	44	34	34	34	32
회수율(%)	88.0	69.4	65.4	66.7	65.3

3. 개인 면담

개인 면담은 약 20여명의 중학교 과학교사, 약 10여명의 과학담당 장학사 및 연구사, 약90여명의 고등학교 교사와 하였다. 면담 주제는 현장에서 경험하고 있는 학교 실험실습의 실태와 문제점에 관한 것이었다. 대부분의 면담에서 뚜렷한 문제점을 갖고 그것을 해결하기 위한 체계를 세울 만한 것이 되지는 못하였다. 그래서 면담 결과는 토의 및 논의 과정에 일괄적으로 삽입하였다.

III. 연구결과 및 문제점 분석

중등학교 과학 실험 실습 교육의 이론적 배경에 관

한 문헌조사 결과와 설문지 및 교과서의 분석을 통하여 중등학교 과학 실험 실습 교육의 문제점을 파악하였다.

1. 실험의 이론적 배경

과학교육은 실험실습을 요구한다는 것이 다른 교과 교육과 다른 특징이다. 현재 실험중심의 과학교육이 국가의 과학교육에 대한 정책, 학교의 과학교육에 대한 요구에서 크게 강조되고 있으나 실험실습의 이론적 본질에 대한 논의는 거의 없다. 따라서 이 절에서는 실험의 목적과 역할, 실험수업의 문제점, 과학교육과정과 실험실습과의 관계에 관한 연구의 문헌을 조사, 분석한 결과를 기술한다.

1) 실험의 목적과 역할

실험수업의 목적은 과학의 탐구, 발견, 과정 혹은 방법론적 측면과 과학의 지적 요인에 초점을 맞추는데 있다(Tamir and Lunetta, 1981), 앤더슨(Anderson, 1976)은 다음과 같은 네 가지의 실험의 역할(function)과 네 가지의 실험의 목적을 제시하고 있다.

〈실험의 역할〉

○ 실험실은 자연현상을 조사하고 설명하는 장소이다.

○ 실험은 실생활 문제 상황에 전이되어야 하고 일반화된 조직적 사고방식을 배울 기회를 제공한다.

○ 실험 경험은 탐구하는 과학자의 역할을 인식하게 한다.

○ 실험에 의한 수업결과는 이론과 모델의 잠정적인 본성과 자연을 해석하는데 정연성을 포함하여 과학에 관한 포괄적인 견해이어야 한다.

〈실험의 목적〉

○ 지적이고 심미적인 이해를 증진하기 위하여 과학의 지식을 기른다.

○ 다른 문제 해결에 전이될 수 있는 과학 탐구기술(skills)을 개발한다.

○ 학생들이 과학자의 역할을 모방하고 인식하는 것을 돕는다.

○ 학생들의 과학적 이론과 모델의 감정적 본성과 과학적 지식의 정연성(orderliness)을 인식하는 것을 돕는다.

앤더슨이 지적한 것과 같이 실험의 목적은 실험의 역할을 좀더 조작적으로 진술한 내용이라고 볼 수

있다. 블로우서(Blosser, 1983)는 다음과 같이 보다 더 조작적인 실험활동의 목표를 인용하고 있다.

- 교과서 자료에 실질성(reality)을 부여한다.
- 과학의 도구(tools), 자료 그리고 기술에 대한 직접 경험(familiarity)을 개발한다.
- 학생이 이미 진실이라고 알고 있는 것을 스스로 검증해 보게 한다.
- 실험기술을 적용해 보는 기회를 제공한다.
- 사건과 상황을 예측하고 그 예측의 정확도를 검증할 실험을 설계할 기회를 창출한다.

토빈(Tobin, 1986)에 의하면, 실험의 주요한 목적은 탐구방법과 정신을 수반하며 스스로 탐구하고 발견하는 기회를 학생에게 제공한다. 이 견해는 실험실을 예측하고, 시범하고, 그리고 알려진 개념이나 법칙을 확인하는 장소로 생각하는 전통적인 견해와 정면으로 대치된다.

홉스타인과 루네타(Hofstein and Lunetta, 1982)는 다음과 같은 실험수업의 목적을 인용하고 있다.

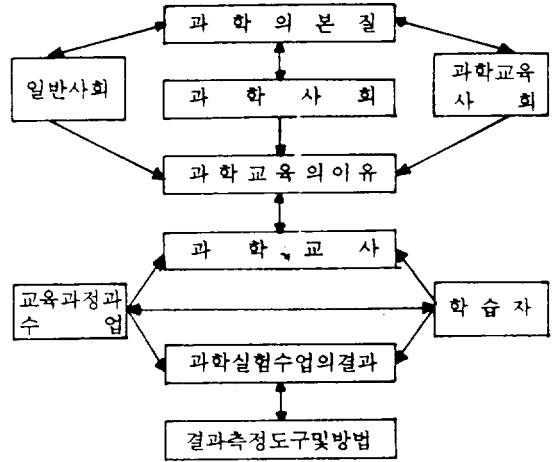
- 과학에 있어서 흥미, 태도, 만족감, 개방성 그리고 호기심을 유발하고 유지한다.
- 창의적 사고와 문제해결 능력을 개발한다.
- 과학적 사고와 과학적 방법의 측면을 개발한다.
- 개념적 이해와 지적 능력을 개발한다.
- 실험능력(practical abilities)을 개발한다.

그들은 실험에 관한 연구를 창의적 사고와 문제해결, 과학적 사고, 지적 발달, 실험기술과 능력, 정의적 영역, 그리고 사회적인 변인으로 나누어 요약하고 있다.

위와 같은 요약으로부터 다음과 같은 실험환경에 대한 변인을 유추해 냈다.

- 교사의 태도와 행동
- 실험활동의 내용과 본성
- 수업목적
- 사회적 변인/학습환경
- (수업)경역
- 학생의 특성-학생의 행동, 지적 발달, 개념적 이해

실험은 과학교육의 핵심으로서, 학생들은 실험을 관념을 탐색하는 수단으로 하고, 개념, 이론, 실험 그리고 관찰을 연관짓는다. 기술과 정확도 역시 실험의 중요한 결과이다(Blosser, 1981). 블로우서



(그림1) 과학실험 수업체제

(Blosser, 1983)는 그녀의 다른 논문에서 다음과 같이 실험실습의 결과(outcomes)을 인용하고 있다.

- 기술(skills)-수공적(manipulative) 탐구, 조사, 조직, 의사 소통 기술
- 개념-예를 들면, 가설, 이론적 모델
- 인지적 능력(abilities)-비판적(critical) 사고, 문제 해결, 응용, 분석, 종합, 평가, 의사 결정, 창의력
- 과학의 본성에 대한 이해-과학자와 그의 활동, 과학 방법의 다양성, 과학과 과학기술(technology)의 상호관계
- 태도-호기심, 흥미, 객관성, 정확성, 신뢰, 과학에 대한 호감

트로우브리지 등은(Trowbridge, Bybee, and Sund, 1981) 탐구 중심의 수업은 물론 실험수업의 목표로서 기술개발을 주장한다. 그들은 그 기술을 획득적(acquisitive), 조직적, 창의적, 조작적, 그리고 의사소통의 기술로 범주화하고 이 순서에 따라 점점 더 어려운 기술이라고 주장한다. 그들에 의하면 개념은 기술을 학습하는 데 없어서는 안될 추진력이며, 위와 같은 위계적인 기술은 개념이 연결되는 틀이 된다.

지금까지 논의한 실험의 기능 및 역할을 볼 때, 학생들이 실험수업을 위한만 진행하기 위해서는 그 학생들은 실험기구 조작 능력(technical skills), 주제와 관련된 지식, 그리고 탐구 기술(inquiry skills)을 지니고 있어야 한다. (Friedler and Tamir, 1986). 또한 그들의 실험수업은 계획, 수행, 자료 처리, 그리

고 응용한 시사의 네 단계를 반드시 거치게 된다. 위와 같은 실험수업의 기능과 역할에 미치는 요인은 <그림1>과 같은 실험수업 개발체계에서 찾아 볼 수 있다(Blosser, 1981)

<그림1>의 과학실험수업의 결과는 성취도, 태도, 흥미, 인지적 요인, 과정 기술, 조작적 기술, 과학의 본성에 대한 이해를 포함한다. 한편 학습자의 특성에는 요구, 능력, 흥미, 인지적 스타일, 인지적 발달 관계, 과거학습경험, 교사에 대한 인식, 환경 등이 포함된다. 교육과정 및 수업과 관련하여서는 유용 가능한 자료, 시설, 시간 등이 있다.

2) 실험수업의 문제점

실험의 기능 및 역할과 실험수업의 목적에 비추어 볼 때 과학교육에서 실험수업은 반드시 필요하다고 볼 수 있다. 그러나 실험 및 실험수업에는 여러가지의 해결하기 어려운 문제점들이 있다.

같은 내용의 목표를 달성하기 위한 실험시설 및 기재를 도입하는 것이 교과서 및 이에 부수되는 인쇄 자료를 구입하는 비용에 비하여 훨씬 비싸다. 그래서 행적적으로 볼 때도 문제점이 있다. 실험 중심의 수업을 준비하는 데 소요되는 시간은 강의 중심의 수업을 준비하는 데 필요한 시간의 두 배 이상이나 된다. 따라서 교수/학습 주제에 따라서는 실험 중심의 수업이 경제적, 시간적 소비가 훨씬 심할 수 있다. 특히 실험 활동이 실험적(experimental)이거나 수량적(quantitative)이 아니고 예시적(illustrative)일 때는 더욱 그렇다. 이러한 실험은 과학의 정확한 본질, 방법 그리고 정신(spirits)을 학생들에게 불러 일으킬 수 없다(Blosser, 1981;1983).

우리나라 중·고등학교 실험서에 나타난 실험의 대부분이 학생들에게 관찰, 측정, 결과 기록, 기구 조작, 결과의 해석, 그리고 결론의 유도 등을 요구하고는 있다. 그러나 대부분은 교과서에서 이미 취급한 내용의 후속 조치, 즉 확인 혹은 예증을 위한 형식으로 되어 있기 때문에 지금까지 논의한 실험 수업의 목적을 달성하기란 불가능하다. 또한 위와같은 형식을 취하기 때문에 대부분의 실험이 계획과 설계 단계를 거의 무시하고 있다.

교과서에 수록된 대부분의 실험이 그 목적을 분명하게 제시하고, 실험 과정 및 방법과 결론을 제시하여 실험적으로 확인하거나 논리적 또는 수학적으로 다시 취급함으로써 학생들은 실험을 해보지 않고

도 그 결과를 알 수 있도록 구성되어 있다(송, 1986).

실험 및 실험수업이 잘못 운영되거나, 자체의 결합은 바람직한 실험 및 실험수업에 대한 문제점이 된다.

블러우서(Blosser, 1981)는 이러한 문제점을 다음과 같이 인용하고 있다.

○ 실험활동이 학생들에게 관심있는 문제나 그들의 일상생활과는 거의 무관하다.

○ 과학교육에서 실험의 효과적인 이용에 관한 지식이 부족하다.

○ 과학교사들이 과학을 가르치고 실험을 효과적으로 이용하는 능력이 부족하다.

○ 실험 활동을 너무 강조함으로써 과학에 관한 좁은 견해를 갖게 한다.

○ 많은 실험실, 시간을 사소한 실험(experiments)에 보낸다.

○ 어떤 실험실 경험은 과학에 대한 존경심을 불러 일으키지 않는다.

○ 중등학교의 실험실 활동이 대학 실험실 양식을 너무 많이 모방한다.

○ 시범 실험이 저능한 학생들에게 좀 더 효과적인 방법이다.

○ 여학생들이 남학생보다 실험 활동에 관하여 흥미를 덜 갖는다.

실험의 기능 및 역할과 실험수업은 여러 가지의 문제점을 갖고 있다는 것을 알아 보았다. 바람직한 실험수업을 위해서는 다음과 같은 몇 가지의 문제점들을 감수하거나 해결하여야 한다.

첫째, 경제적, 시간적 제약을 극복해야 한다.

둘째, 교사들이 실험을 효과적으로 이용할 수 있도록 그들의 실험능력을 향상시켜야 한다.

셋째, 과학수업에 사용되는 자료에 대해서 보다 비판적이어야 한다.

마지막으로, 대학에서 받은 과학수업과는 다른 교수, 모델을 중등학생들에게 적용해야 한다.

위와 같은 문제점들이 있음에도 불구하고 실험수업은 과학수업에 매우 중요하다는 것을 위해서 알아 보았다. 제임스와 크롤리(James and Crawley, 1985)는 과학교육에 있어서 실험의 중요성을 다음과 같은 실험수업의 전문적인 영역으로 제시하고 있다.

○ 안전-상해를 최소화하기 위한 조치 및 처방

- 기술(techniques)-실험기구 및 재료의 조작
- 과학과정기술(skills)-사실, 개념, 그리고 원리를 생성시키는 조작(operations)
- 전수(delivery)-실험활동을 유도하고, 수행하고 그리고 결론을 내리는 교육학적 방법과 전략
- 경영(management)-학습을 촉진하기 위하여 기구와 재료를 조직하고 학생을 지도하는 능력.
- 개발(development)-조사를 위한 설계, 인쇄 자료 쓰기 그리고 실험기구 구입 능력.
- 지원(support)-기본적인 실험활동을 함양하고, 보강하고, 혹은 보상하기 위하여 고차적이며 교정적인 실험을 설계하고 수행할 수 있는 지식과 능력
- 평가-실험활동의 목적과 관련하여 자료, 방법, 전략, 그리고 학생들의 수행의 효율성을 평가하고 판단할 수 있는 능력

모든 과학교사는 위와 같은 과학수업의 영역에 전문성을 갖고 있어야 한다. 그들의 전문성은 실험이 갖는 문제점을 극대화하고 실험수업의 목표달성을 극대화할 수 있기 때문이다.

3) 과학교육과정과 실험

실험수업의 목적 및 목표는 과학교육의 목적 및 목표를 달성하는 수단임과 동시에 구성요소라고 볼 수 있다. 그러나 대부분의 실험수업은 실험수업의 목적 및 목표에 부적절할 뿐만 아니라 과학교육과정에 제시된 과학교육 목적 및 목표를 반영하지 않고 있다. 과학교육 목적 및 목표와 실험실에서 이루어지고 있는 실험수업 간의 위와 같은 차이의 원인은, 대부분의 과학교사들이 단순한 시범실험(demonstration)이나 확인실험을 수행하는 데 있다. 또 다른 원인은 교과서 및 실험지도에 수록된 실험 주제의 본질에 있다. 교과서와 실험지도에 수록된 실험은 아주 낮은 탐구수준의 활동을 요구한다.

교과서와 실험지도서에 수록된 실험은 교사와 학생이 실험의 목적과 실험활동 과정을 결정하는 데 지대한 영향을 미친다.

따라서 실험은 그 목적 혹은 목표에 적절하고 교육과정에 제시된 과학교육 목적 및 목표를 달성할 수 있도록 선정되고 조작되어야 한다(Tamir and Lunetta, 1981).

실험의 목적과 목표가 무엇이든간에 그 실험을 통해서 달성하고자 하는 목적 혹은 목표에 적절해야 한다는 것은 위에서 지적한 바와 같다. 그러나 실험

수업의 목적 혹은 목표에서 실험에 대한 적절성, 그 목적 혹은 목표의 달성 여부를 평가하기란 매우 어렵다. 단순히, 실험 기술을 갖고 있다거나 실험과 관련된 지식을 이해한다는 진술은 정당한 평가가 아니다. 정당한 평가는 실험 및 실험수업과 관련된 제반 기술(skills)을 확인하고 그 기술의 습득 혹은 학습 여부의 검증에 의해서 가능하다. 루네타와 타미르(Lunetta and Tamir, 1979). 트로우브리지(Trowbridge, et, al, 1981) 등은 실험평가에 적용할 수 있는 여러 가지의 기술을 확인하여 다음과 같이 범주화하고 있다.

<루네타와 타미르의 기술 범주>

- 계획과 설계-질문 형성, 예측, 가설, 형성, 관찰 설계, 실험 설계

- 수행(performance)-수량적 관찰 수행, 질적 관찰 수행, 기구 조작, 결과 기록, 계산 실험기술 선택

- 분석-자료 전환(transformation), 질적 관계, 양적 관계 결정, 자료의 정확도 결정, 변인 확인, 제한과 가정, 일반화, 설명, 새로운 질문 형성

- 적용-결과에 바탕을 둔 예측, 결과에 바탕을 둔 가설 형성, 새로운 문제에 실험기술 적용

<트로우브리지 등의 기술 범주>

- 획득적(acquisitive)기술-듣기, 관찰, 탐색, 탐문(inquiring), 조사, 자료 수집, 연구

- 조직적(organizational)기술-기록, 비교, 대비, 분류, 조직, 요약, 검토, 평가, 분석

- 창조적(creative)기술-사전 계획, 새로운 문제와 접근법 설계, 방법 및 도구와 기술 발명, 종합

- 조작적(manipulative)기술-도구 사용, 도구 취급, 도구 설치, 실험(experimentation), 수리, 구성, 정확성

- 의사소통(communicative)기술-질문하기, 토의, 설명, 보고, 쓰기, 비평, 그래프화, 교육

위와 같은 기술이 실험과 관련된 기술의 전부가 아닐 것이다. 위와 같은 기술 모두가 어느 실험 혹은 실험수업이나 관련지어 있지 않거나, 확인되지 않은 기술을 확인할 필요가 있다. 어느 실험이건 그와 관련된 기술은 일부이며, 그 기술에 따라 실험 혹은 실험수업의 목적이나 목표를 평가함으로써 그와 관련된 과학교육이 평가된다. 따라서 위와 같은 실험 기술을 보다 더 확장하고 조직화 할 필요가 있다.

〈표 2〉 실험주제 분류기준

기 준	분 류
실험에서 요구하는 과정들을 다 거치는 데 시간이 너무 오래 걸리는 경우	A
학생들의 수준에 비하여 실험에서 다루는 주제가 너무 어려운 경우	B
실험에 필요한 재료, 기자재 등을 구하기 어려운 경우	C
실험은 가능하나 실험방법, 내용 등의 보완이 필요한 경우	D

2. 실험실습교육 실태

1) 과목별 실험실습 주제 및 내용

제4차 교육과정에 의하여 개편된 중등학교 교과서에 수록된 실험의 주제들을 다음과 같은 기준에 의하여 그 실험 가능성을 검토하였다.

위의 〈표2〉와 같은 기준에 의하여 분류할 때 그 실험을 실제로 하여 보지 않고 연구자들의 경험적인 판단에 의해서 분류하였다. 위와 같은 분류기준에 벗어나는 즉 실험이 가능한 주제와 관찰, 관측, 시범 실험 등은 위의 검토에서 제외하였다.

(1) 중학교 과학

중학교 과학 교과서에 수록된 실험의 학년별, 단원별 실험수는 아래의 〈표3〉과 같다.

〈표3〉에서 1, 2, 3학년 전체 실험수는 91개로 학년당 평균 실험수는 약30개가 된다. 〈표2〉의 기준에 의하여 분류한 실험주제들의 결과를 학년별, 분류항목별로 나타낸 실험수는 아래의 〈표4〉와 같다.

중학교 과정에서 수록된 실험중 26%정도의 실험주제가 시간이 너무 많이 걸려서 실험가능성이 없는 것으로 분류가 되었으며 약 15%정도의 실험주제는 내용과 방법이 보완되어야 한다고 분류되었다. 특히 3학년 과학교재에 수록된 실험의 대부분(71%)은 한

〈표 3〉 중학교 과학교과서에 수록된 실험수

단원	학년		
	1	2	3
I	8	7	4
II	0	9	11
III	11	9	5
IV	8	9	6
V	0	0	4
합 계	27	34	30

〈표 4〉 분류 항목별 실험수

분류	학년				전체실험수에 대한 비율	
	1	2	3	합 계		
A	7	1	5		26%	
B	1	0	2			
C	9	0	1			
A, B, D	0	0	1	24		
A, D	1	1	2			
C, D	0	0	1			
B, D	1	0	0			
D	4	0	10	14		
합 계	14	2	22	38		15%
						41%

시간 내에 완수하기 어려운 주제로 구성되어 있다.

(2) 고등학교 과학 과목

이 연구에서는 중학교 실험주제를 분류한 기준에 따라 현행 고등학교 물리 I, II, 화학 I, II, 생물 I, II, 그리고 지구과학 I, II를 모두 조사하였다. 그러나 지면 관계상 물리 I, II의 분석결과만 여기에 예시한다(화학, 생물, 지구과학의 분석결과는 연구자들에게 요청하면 우송할 수 있다). 물리 I과 물리 II의 주제별 실험 가능성에 대한 분석 결과는 각각 〈표5〉, 〈표6〉과 같다.

〈표 5〉 물리 I, 실험주제 및 분류

단 원	금성교과서		교 학 사		동아출판사		연 구 사	
	실험주제	분류	실험주제	분류	실험주제	분류	실험주제	분류
I. 힘과 운동	• 힘, 질량 및 가속도 사이의 관계(p.32)	A	• 속력과 가속도(p.7)	D	• 힘과 가속도의 관계(p.20)	A	• 속력과 가속도(p.17)	D
			• 힘과 가속도(p.17)	A	• 질량과 가속도 관계(p.22)	A	• 힘과 가속도(p.28)	A
			• 단진자의 주기 측정(p.50)	A	• 자유낙하운동(p.30)	B	• 단진자의 주기(p.49)	A, D
II. 전자기	• 금속도선에서 전압과 전류의 관계(p.87)	D	• 대전체사이의 전기력 측정(p.63)	A			• 정전기유도(p.70)	D

	• 전류의 자기 작용 (p.104)	D	• 직선전류주위의 자기장(p.98)	A.B		• 전압과 전류와의 관계 (p.85) • 전지의 단자 전압 (p.91)	D
Ⅲ. 과동과 빛	• 수면파의 반사와 굴절 (p.127)	A	• 물결파의 굴절(p.122)	D		• 수면파의 굴절.P.126)	A
	• 이중슬릿에 의한 빛의 간섭무늬(p.147)	A	• 빛의 파장 측정(p.147)	A.B		• 수면파의 회절(p.137)	A

〈표 6〉 물리Ⅱ, 실험주제 및 분류

단원	금성교과서		교학사		동아출판사		연구사	
	실험주제	분류	실험주제	분류	실험주제	분류	실험주제	분류
1. 운동량과 에너지	• 이차원운동(p.24) • 탄성및중력위치에너지 (p.35)	A.B B	• 운동량의 보존(p.14) • 역학적에너지의 보존 (p.35)	A B	• 운동량의 보존(p.19) • 역학에너지의 보존 (p.37)	A A	• 운동량의 변화(p.95)	D
2. 전체의 운동	• 등속원운동(p.51) • 중력가속도의 측정 (p.54)	A A	• 구심력의 측정(p.43)	A	• 구심력실험(p.50)	A	• 구심력(p.56)	A
3. 분자운동과 열							• 비열의 측정(p.75)	D
4. 열역학의 법칙	• 동전단지기(p.117)	A	• 열의 일당량 측정 (p.98)	A				
5. 전자기 유도와 전자기파	• LC회로의 전자기진동 (p.148)	A					• 전자기유도(p.116)	A
6. 원자모형과 스펙트럼	• 분광실험(p.180)	B						

〈표 7〉 고등학교 물리 I 단원별 실험수

단원	교과서			
	금성교과서	교학사	동아출판사	연구사
I. 힘과 운동	4	4	5	4
II. 전자기	4	2	5	6
III. 과동과 빛	4	2	6	9
IV. 현대 물리	0	0	0	1
합 계	12	8	16	20

〈표 9〉 고등학교 물리Ⅱ 단원별 실험수

단원	교과서			
	금성교과서	교학사	동아출판사	연구사
1. 운동량과 에너지	2	2	2	2
2. 전체의 운동	2	1	2	1
3. 분자운동과 열	1	1	2	2
4. 열역학의 법칙	2	1	0	0
5. 전자기유도와 전자기파	2	0	2	2
6. 원자모형과 스펙트럼	1	0	0	0
7. 원자핵과 기본입자	0	0	0	0
합 계	10	5	8	7

〈표 8〉 고등학교 물리 I 분류항목별 실험수

분류	교과서			
	금성교과서	교학사	동아출판사	연구사
A	3	3	2	3
A.B	0	2	0	0
B	0	0	1	0
C	0	0	0	0
D	2	2	0	4
A.D	0	0	0	1
합 계	5	7	3	8
전체실험수에 대한 비율	42%	88%	19%	40%

〈표5〉와 〈표6〉은 실험이 가능한 주제는 제외하고 실험실시가 현실적으로 어렵거나 불가능한 주제와 그 이유의 판단기준을 제시한다. 이 연구에서는 전체 실험 수에 대한 실험이 어렵거나 불가능한 주제의 비율을 알아 보기 위하여 단원별 실험 주제 수를 알아보고 〈표5〉와 〈표6〉의 결과를 판단 기준에 따라 분류하여 〈표7〉~〈표10〉에 나타냈다.

위 〈표7〉~〈표10〉에서 알 수 있듯이 실험주제의 수

〈표 10〉 고등학교 물리Ⅱ 분류항목별 실험수

분류	교과서			
	금성교과서	표 학 사	동아출판사	연 구 사
A	4	3	3	2
A, B	1	0	0	0
B	2	1	0	0
C	0	0	0	0
D	0	0	0	2
합 계	7	4	3	4
현재 실험수에 대한 비율	70%	80%	38%	57%

에 큰 차이가 있을 뿐아니라 〈표7과 표9〉, 전체에 대한 실험이 불가능하거나 어려운 주제의 수의 비율도 큰 차이가 난다(표8과 표10). 화학, 생물, 그리고 지구과학 과목에도 이와 비슷한 결과가 나타났다.

2) 소요 실험실 및 기자재

(1) 소요 실험실

중등학교 과학실 시설에 대한 규정에 따른 학급수별로 필요한 과학실 수는 〈표11〉과 같다.

이 연구에서는 〈표11〉과 같은 시설 기준령에 제시된 실험실 수의 타당성에 관한 여부를 조사하였다. 중등학교에서 과학수업중 실험수업의 비율에 따른 소요 실험실 수를 계산하면 다음과 같다.

① 중학교

과학실 1실의 1주일 사용 가능시간은 5일×6시간+1일×4시간=34시간이다. 주당 4시간 과학실험시간중 25%인 1시간을 실험수업 하고 실험전 실험실 준비시간과 실험후 실험실 정리시간을 고려하면 한 학급이 1시간 실험수업을 하는데 실제 실험실을 2시간 사용하게 되는 셈이다. 따라서 실험실 1실로 34시간/(2시간/1학급)=17학급만이 사용할 수 있게 되었다.

과학실 시설규정에 따르면 29학급까지는 과학실을 1실밖에 둘 수 없기 때문에 18학급 이상인 학교에서는 실험을 원만하게 진행할 수가 없다. 따라서 현행

〈표 11〉 중등학교 학급수별 소요 과학실 수

중 학교		인 문 계 고 등 학 교	
학 급 수	과 학 실 수	학 급 수	과 학 실 수
1-29	1	1-17	1
30-44	2	18-26	2
45-59	3	27-35	3

* 학교시설, 설비기준령(1969. 12. 4 대통령령 제 4398호로 제정)을 기준으로 계산한 값들임.

규정은 실험을 할 수 있도록 개정되어야 할 것이다. 즉, 17학급까지는 1실, 그 이상은 매 17학급이 늘어날 때마다 1실의 실험실이 설치되어야 한다.

② 인문계 고등학교

인문계 고등학교는 각 과목의 I이 공통이며 II는 자연계의 필수이다. 자연계와 인문계의 수가 같다고 가정하고 과학실 1실을 1주일동안 사용할 수 있는 학급수를 계산하면 다음과 같다. 과학실 1실의 주당 사용 가능시간은 36시간이다. 과학을 많이 이수하는 자연계 학생은 주당 물리Ⅱ 2시간, 화학Ⅱ 2시간, 생물Ⅱ 2시간, 지구과학Ⅱ 2시간을 하도록 되어 있다. 주당 8시간의 수업 중 25%인 2시간을 실험수업을 하고 실험전 실험실 준비시간과 실험후 실험실 정리시간을 포함하면 한 학급이 실험실을 주당 3시간을 사용하게 되는 셈이다. 따라서 실험실 1실로 36시간/(3시간/1학급)=12학급이 사용할 수 있게 된다. 따라서 실험수업을 전체 과학수업의 25%만 한다면 현행 규정에 의한 과학실 수는 부족하다. 매 12학급마다 1실의 실험실이 필요하다.

(2) 소요 기자재

① 중학교

현행 교육과정에 의하여 개편된 중학교 교과서내에 있는 실험을 하는데 필요한 기자재 및 비소모성 재료들을 규격에 관계없이 그 종류만을 학년별로 분류, 종합하면 〈표12〉와 같다.

학년별로 중복이 되는 종류를 제외하면 전체 91종류의 기자재와 비소모성 재료가 소요된다. 1984년도에 공포된 과학교구 설비기준에서는 과학교구의 종류를 172종으로 하고 있다.

② 고등학교

현행 교육과정에 따라 저술한 고등학교 교과서에 수록된 모든 실험을 하는데 필요한 기자재 및 비소모성 재료들을 규격에 관계없이 그 종류만을 출판사별로 분류, 종합하면 〈표13〉과 같다.

대체로 물리과목이 가장 많은 종류의 기자재를 요구하며, 생물에 필요한 기재의 종류가 가장 적다. 각각 과목별로 중복된 종류를 제외하면 과목별로 필요

〈표 12〉 중학교 과학실험 소요기자재 및 비소모성 재료의 종류수

1학년	2학년	3학년
44종	59종	47종

〈표 13〉 고등학교 과학실험에 소요되는 기자재 및 비소모성 재료의 종류수

	금성교과서	교 학 사	동아출판사	연 구 사
물리Ⅰ	44종	67종	37종	57종
물리Ⅱ	49종	35종	37종	36종

	동아서적 주식회사	동아출판사	금성교과서	고려서적	동아출판사 (소현수외)
화학Ⅰ	35종	21종	30종	32종	31종
화학Ⅱ	22종	24종	25종	37종	38종

	동아서적 주식회사	지 학 사	삼화서적 주식회사	교 학 사	동아출판사
생물Ⅰ	20종	17종	27종	16종	22종
생물Ⅱ	27종	21종	26종	18종	31종

	문 호 사	금성출판사	교 학 사	동아출판사
지구과학Ⅰ	23종	30종	28종	45종
지구과학Ⅱ	11종	22종	7종	13종

한 종류의 수는 훨씬 작을 수 있다는 것을 위의 표들에서 알 수 있다.

3) 실험실습 환경 및 지원

이 영역은 이 연구에서 조사한 것이 아니고 선행 연구로부터 인용한 내용이다. 여기서는 실험실 보유 현황, 실험기자재 확보, 실험실습비에 관하여 알아 본다.

(1) 실험실 보유현황

김창식(1985)이 실험실 보유 현황을 조사한 결과는 〈표14〉와 같다.

〈표 14〉 실험실 보유현황

	중 학 교	고 등 학 교	
		일 반 계	실 업 계
학 급 수	2,457	996	631
학 급 수	46,343	23,456	16,722
실 험 실 습	2,943	1,930	872
실험실수/학교	1.2	1.9	1.4
학급수/실험실	16	12	19

(2) 실험기자재

고등학교 교사 466명을 대상으로 조사한 고등학교 과학교육 여건 조사 결과는 다음과 같다.

설문내용 : 선생님과의 실험기구는 기준량의 몇%쯤 보유하고 있습니까?

① 10%미만	8%	② 11~30%	16%
③ 31~51%	38%	④ 51~70%	22%
⑤ 71~90%	12%	⑥ 91%이상	4%

(3) 실험실습 교육 지원 실태

85학년도에 육성회비 중에서 실험실습에 지급한 액수는 〈표15〉와 같다.

〈표 15〉 86학년도 육성회비중 실험실습

	중 학 교	고 등 학 교
실 험 실 습 비	5,503	~7,496
실험실습비/학교*	2.2	4.6

* 학급수는 〈표14〉에 있는 수치를 사용하였으며 고등학교수는 인문계와 실업계를 포함한 수치를 사용하였다.

〈표14〉에 의하면 우리나라의 중등학교의 실험실수는 시설기준량(표11)에 제시된 기준보다는 많으나 이 연구에서 계산된 실제 소요 수에는 부족하다. 그러나 실험기구는 50%미만을 갖춘 학교가 62% 정도로 낮다. 〈표14〉와 〈표15〉에 의하면 학급당 실험실습비는 중학교 12만원 정도, 고등학교 18만원 정도 된다.

4) 중등학교 과학실험의 이용

(1) 중등학교의 과학교사의 실험실습에 대한 태도

중등학교의 과학 실험을 어떻게 이용해야 하느냐는 질문에 응답한 교사들의 의견은 〈표16〉과 같다.

〈표 16〉 중등학교 과학교사의 과학실험 이용

	중학교	고 등 학 교			
		물 리	화 학	생 물	지구과학
학습평가수단	0	0	9	0	0
교수/학습수단	61%	71%	50%	65%	65%
학습평가 및 교수/학습수단	39%	29%	41%	35%	35%

(2) 중등학교 과학실험의 목적

중등학교에서의 과학실험의 목적에 대한 설문에 응한 교사들의 의견은 〈표17〉과 같다.

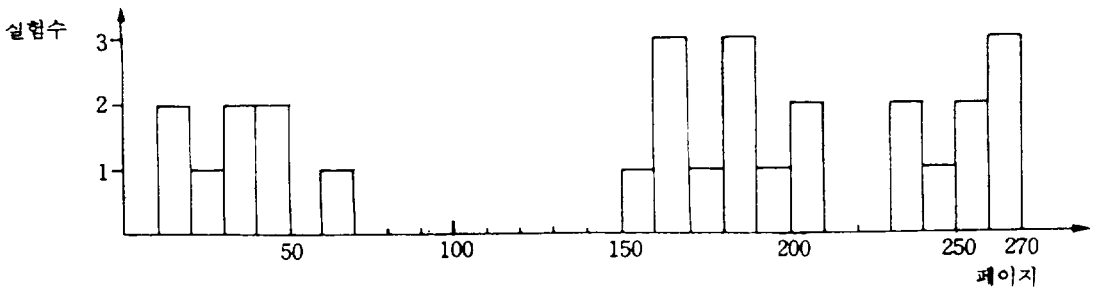
〈표16〉에서 보는 바와 같이 중등학교 교사의 대부분이 과학 실험을 학습평가 및 교수/학습 수단으로 이용해야 한다고 생각한다. 그리고 과학 실험의 목적 중에서 과학 탐구력 배양이 가장 중요한 목적이라

〈표 17〉 중등학교 과학실험의 목적

	중요도*	중학교교사	고등학교교사
(1) 과학에 대한 흥미유발	3	77%	70%
	2	20%	24%
	1	3%	6%
(2) 과학적 혹은 과학에 대한 태도 함양	3	59%	54%
	2	41%	42%
	1	0%	4%
(3) 창의력 개발	3	61%	62%
	2	39%	30%
	1	0%	8%
(4) 문제해결력 증진	3	44%	40%
	2	50%	49%
	1	1%	11%
(5) 과학적 사고력 함양	3	70%	79%
	2	30%	19%
	1	0%	2%
(6) 과학 탐구력 함양	3	82%	75%
	2	18%	23%
	1	0%	2%
(7) 과학지식획득 및 이해증진	3	32%	38%
	2	61%	52%
	1	7%	10%
(8) 수공적 실험기능 숙달	3	9%	11%
	2	68%	51%
	1	23%	38%
(9) 과학지식과 과학적 방법의 응용력 함양	3	36%	51%
	2	57%	43%
	1	7%	6%
(10) 과학자의 과학활동 숙지	3	16%	18%
	2	50%	48%
	1	34%	34%

*3: 아주 중요하다 2: 조금 중요하다 1: 중요하지 않다.

고 생각하는 교사가 응답자의 75% 이상으로 과학 실험을 탐구와 동일시하는 경향이 있다(표17).



〈그림 2〉 10페이지 안에 있는 실험 주제의 수(1학년)

3. 실험실습 교육에 대한 문제점

1) 실험수업 가능성

(1) 중학교 실험 실습

〈표4〉에서 볼 수 있듯이 중학교 과정에 있는 실험 주제 중 26% 정도의 것이 실험가능성이 없으며 15% 정도의 것이 실험내용과 방법이 보완 되어야 한다고 본다.

(2) 고등학교 실험 실습

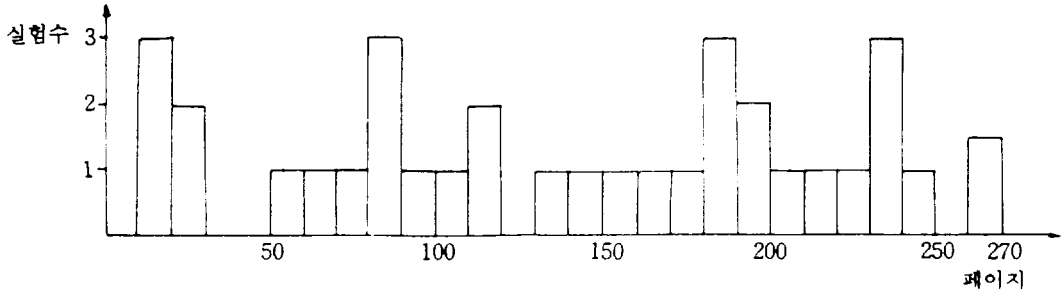
〈표5〉~〈표10〉에서와 같이 교과서 내에 있는 실험 주제들 중에서 실험 가능성이 없거나 실험 내용과 방법이 보완되어야 할 실험 주제가 물리 I, II에서 최저 19%에서 최고 88%에 달한다. 따라서 현행 교과서 내에 있는 실험들은 전반적으로 실험하는 데 소요되는 시간이 길어서 실험 내용과 방법이 보완되어야 한다고 본다. 화학, 생물, 지구과학도 거의 비슷한 결과를 보인다.

2) 실험실습 주제

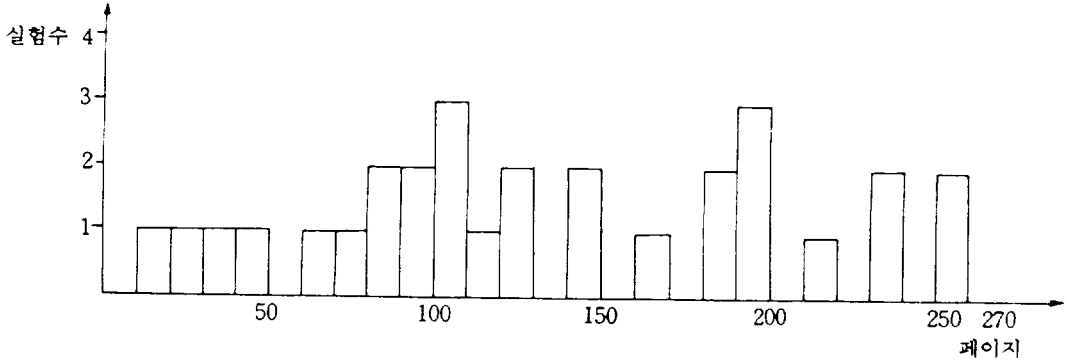
중등학교 교과서 내에 실험, 실습이 수록된 페이지 간격에 따른 분류를 10페이지 단위로 구분하여 막대 그래프로 표시하면 〈그림2〉~〈그림4〉와 같다.

일년에 34주 수업하는 것을 기준으로 할 때 약 270페이지 분량의 교과서를 수업하는 데는 주당 8페이지 정도의 내용을 수업하여야 한다. 그러나 학교에서는 중간고사, 기말고사, 행사 등으로 인하여 실제 수업시간은 법정시간보다 적게 운영이 되고 있다. 따라서 주당 10페이지 정도의 내용을 수업해야 한다고 가정을 하여도 큰 무리는 없다고 본다. 〈그림2〉~〈그림4〉를 매주 해야 할 실험수로 분류하여 보면 〈표 18〉과 같다.

중학교 과정 전체를 기준으로 할 때 주당 실험수가 2개 이상인 주가 31% 정도나 된다. 현재와 같은 실험실습 여건에서는 주당 2개 이상의 실험은 거의 불



〈그림3〉 10페이지 안에 있는 실험 주제의 수(2학년)



〈그림4〉 10페이지 안에 있는 실험 주제의 수(3학년)

〈표 18〉 중학교 과학실험의 주당 실험수 분류

학년	주당 실험수				비율
	1	2	3	합계	
0	13주	6주	10주	29주	34.5%
1	6주	14주	9주	29주	34.5%
2	6주	4주	7주	17주	20.3%
3	3주	4주	1주	8주	9.5%
4	0	0	1주	1주	1.2%
합계	28주	28주	28주	84주	100%

가능하다는 점에 비추어 많은 실험이 시간상으로 실시될 수 없다는 것을 알 수 있다.

3) 실험실습 소요 금액

(1) 실험실습 소요 금액 산출 기준과 방법

현재 중등학교에서 사용되고 있는 교과서 내에는 관찰, 실험, 시범실험, 간접실험 등의 실험실습들이 있다. 여기서는 실험이라고 명시되어 있는 주제만을 골라서 각 조별로 실험할 때 소모되는약품, 재료들의 금액을 계산하였다.

소모품의 가격은 현재 시중에서 판매되는 소매 가격을 기준으로 하였으며 소모품의 소요량은 현직교사와 토의하여 산출하였다. 중학교는 학년별로 구분하여

〈표 19〉 중학교 실험 실습 소모품의 증수와 1학급당 1년 소모품 금액

학 년	1	2	3
총 수	37	43	66
소요액	3,040원×15조 =45,600원	4,385원×15조 =65,775원	3,110원×15조 =46,650원

〈표 20〉 고등학교 물리 I - 실험실습 소모품의 증수와 1학급당 1년 소모품 금액

교 과 서	금성교과서	교 학 사	동아출판사	연 구 사
총 수	9	16	5	8
소요액	120원×15조 =1,800원	150원×15조 =2,250원	60원×15조 =900원	80원×15조 =1,200원

〈표 21〉 고등학교 화학 I - 실험실습 소모품의 종류와 1학급당 1년 소모품 금액

교과서	동아서적 주식회사	동아출판사	금성교과서	고려서적 주식회사	동아출판사 (소현수외)
총 수	47	37	52	32	36
소요액	1,600원× 15조 = 24,000 원	900원×15 조 = 13,500 원	1,450원× 15조 = 21,750 원	540원×15 조 = 8,100원	1,340원× 15조 = 20,100 원

〈표 22〉 고등학교 생물 I - 실험 실습 소모품의 종수와 1학년당 1년 소모품 금액

교과서	동아서적 주식회사	지 학 사	삼화서적 주식회사	교 학 사	동아출판사
종 수	8	15	24	30	23
소요액	130원×15 조 =1,950원	180원×15 조 =2,700원	450원×15 조 =6,750원	380원×15 조 =5,700원	320원×15 조 =4,800원

〈표 23〉 고등학교 지구과학 I - 실험 실습 소모품의 종수와 1학년당 1년 소모품 금액

교 과 서	문 호 사	금성출판사	교 학 사	동아출판사
종 수	9	9	12	14
소요액	190원×15 조 =1,500원	30원×15조 =450원	110원×15조 =1,650원	290원×15조 =4,350원

소모품의 종수와 소요액을 계산하였고, 고등학교는 필수과목으로 되어 있는 물리 I, 화학 I, 생물 I 및 지구과학 I 을 교과서 별로 소모품의 종수와 소요액을 계산하였다. 학생 4명이 한개조로 실험하는 것으로 하고 한 학급 학생수는 60명으로 하여 한 학급당 15개 조가 실험하는 것으로 계산하였다. 한 조가 1년간 실험하는데 소요되는 금액×15개조/학급=1개 학급이 1년간 실험을 하는데 필요한 소요액이 된다. 위의 산출 기준과 방법으로 계산한 결과는 〈표19〉~〈표23〉과 같다.

〈표19〉에서 볼 수 있듯이 중학교는 평균 53,000원의 소모품비가 필요하다. 한편, 고등학교는 과목에 따라 큰 차이가 있으며 평균적으로 물리 I 에 1,050원, 화학 I 에 22,000원, 생물 I 에 4,600원, 지구과학 I 에 2,000원, 계 30,000의 소모품비가 소요된다(표 20~표23). 각 과목의 II 에 수록한 실험에 필요한 소모품비를 계산한다면 이보다 훨씬 많은 양의 소모품비가 소요된다는 것을 알 수 있다.

IV. 중등학교 과학 실험실습 교육 내실화 방안

중등학교 과학교육의 내실화를 위한 방안은 종합적이고 체계적인 연구가 필요하다. 또한 내실화 방안을 수립하기까지는 여러가지의 접근법이 있을 수 있다. 여기서는 중등학교의 과학 실험실습교육에 관한 이론적 기초와 실태조사 결과의 분석을 바탕으로

한 중등학교 과학 실험실습 교육의 내실화 혹은 개선방안을 제시한다.

1. 실험주제 및 내용

실험실습을 할 수 있는 실험실이 갖추어지고 필요한 기자재가 완전히 준비된다 하더라도 실험 주제와 내용에 따른 제약 때문에 실험을 할 수 없는 실험주제가 현행 교과서에 많이 수록되어 있다. 이러한 실험주제의 실험이 가능하기 위해서 다음과 같은 두 가지 점이 개선되어야 한다.

첫째, 현행 교과서에 수록되어 있는 실험들 중에서 많은 수의 실험들은 1시간 내에 끝낼 수 없다. 이 실험을 1시간 내에 마치도록 하기 위해서는 그 실험내용을 대폭 줄여서 실험, 관찰 및 토론을 통한 탐구적 실험실습이 되도록 하여야 한다. 또는 연속 2시간의 실험 수업시간이 확보되어야 한다.

둘째, 교과서내 실험실습 배열문제를 고려하여야 한다. 현행 교과서 중에서 특히 중학교와 고등학교 화학 I, II 의 경우 3~4개의 실험이 10페이지 내에 같이 배열되어 있어서 현실적으로 10페이지의 수업진도를 하면서 3~4개의 실험을 하는 것은 거의 불가능하다. 따라서 집중적으로 배열되어 있는 실험실습들 중에서 실험실습을 하는 것이 강의식 수업하는 것보다 학생들의 탐구력 신장에 훨씬 도움이 된다고 생각되는 필수적인 것만 남기고 나머지는 실험실습이 아닌 형태로 기술하는 것이 바람직하다.

2. 실험실 및 부대시설

과학실 시설설비에 관한 법규에 따른 소요 과학실수는 현행 교과서 내의 실험실습에 의한 과학 수업에 많이 부족하다. 중학교의 경우 18학급~34학급인 학교는 2개의 실험실이, 35학급 이상인 학교는 3개의 실험실이 있어야 원만한 실험실습이 가능하며, 고등학교의 경우 13~24학급인 학교는 2개의 실험실이, 25학급 이상인 학교는 3개의 실험실이 있어야 한다. 위와 같은 수의 실험실이 갖추어지지 않은 상태에서는 실험기자재가 완벽하게 갖추어져 있고 실험보조원이 있다 하여도 실험실 1실이 수용할 수 있는 학급수의 제한 때문에 실험실습이 제대로 이루어질 수가 없다.

3. 실험 기자재

중학교 과학 교과서에 있는 실험실습을 하는데 필요한 실험 기자재와 비소모성 재료는 약 90종이며 고등학교 과학 교과서에 있는 각 분야(물리, 화학, 생물, 지구과학)의 실험을 하는데 필요한 실험기자재 및 비소모성 재료는 각 분야당 약 70종이다. 실험기구 기준량의 50% 미만의 실험기구를 가진 학교가 반수 이상으로 많은 수의 학교가 실험실습을 제대로 할 수 없다고 본다. 따라서 과감한 예산지원이 뒤따라야 할 것이다.

4인 1조의 실험조를 구성하여 실험실습을 할 경우 많은 양의 기자재가 필요하며 이에 따른 예산확보 문제가 용이하지 않다. 필요한 기자재를 일시에 구입하는 것은 현실적으로 불가능하므로 현장에 있는 교사들은 실험기자재 구입을 위한 장기계획을 세워서 연차적으로 구입하도록 하여야 할 것이다. 기자재 확보계획을 세울 때는 교과서내의 실험을 면밀히 검토하여 그 해에 구입된 기자재로 교과서 내의 실험실습의 몇몇 과제를 완벽하게 할 수 있도록 하여야 할 것이다. 이와같은 고려없이 과학교구기준에만 의존하여 기자재를 구입할 경우 구입된 기자재 중 일부만이 없어서 실험실습을 할 수 없게 되는 경우가 생겨서 예산의 비효율적인 운영을 초래하게 된다.

4. 실험교육 지원

1) 실험실 운영

한국의 중등학교 교실과 과학실은 별개의 실로 구분이 되어 있다. 따라서 실험실습은 교실에서 이루어질 수가 없으며 과학실로 학생들이 이동을 하여야 하는 불편함이 있다. 학교건물의 형태가 거의 일자형이며 과학실은 거의 건물의 끝에 위치하고 있어서 학생들이 과학실로 이동하는 데 많은 시간이 소요된다. 따라서 건물구조를 변형하거나 과학실의 위치를 이동시켜서 학생 이동에 소요되는 시간을 줄여야 할 것이다.

과학실에서 이루어지는 실험실습 수업과 교실에서 이루어지는 강의식 수업과는 여러가지 면에서 다르다. 실험실습 수업을 과학실에서 하기 위하여서는 첫째, 학생이 쉬는 시간에 과학실에 가야 한다. 둘째, 실험실습을 할 수 있도록 사전에 준비를 해두어야 한다. 이 준비를 교사 또는 실험보조원이 하게 되는데, 쉬는 시간 10분간에 준비하기에는 불가능하므로 실제 실험이 있는 시간 앞의 시간에 준비하게 과학실

에서 다른 학급의 실험의 진행을 어렵게 한다. 셋째, 실험을 끝마치고 나서 실험기자재와 시약등을 정리하여야 한다. 이 정리 시간 역시 쉬는 시간 10분으로는 충분하지 않으므로 그 다음 시간까지 이용하게 된다. 이러한 실제적인 소요시간을 고려하지 않고 계산되어진 소요 실험실 수, 실험실습 시간, 과학교사 수, 실험 보조원수 등은 크게 의미를 부여할 수가 없다고 본다.

2) 금액

85학년도 과학교과 담당교사가 사용한 실험실습비 금액을 조사한 결과에서 51%의 과학교과 담당교사가 연 20만원 미만의 실험실습비를 사용하였다고 한다. 현행 중등학교 과학교과서 내에 있는 실험을 할 때 소모되는약품, 재료들을 구입하는데 필요한 경비는 1학급당/1년 소모품 금액만이 약 53,000만원이다. 따라서 18개 학급을 가진 학교에서 필요한 소모품 금액은 $(5.3\text{만원}/\text{학급}) \times 18\text{학급} = 95.4\text{만원}$ 이다. 일반계 고등학교의 경우 분야에 따라 소모품 금액이 다르나 평균 과목당/학급당/연1만원 정도의 경비가 소모된다. 따라서 24개 학급을 가진 일반계 고등학교에서는 1학년 $8\text{학급} \times 1\text{만원} \times 2\text{과목} = 16\text{만원}$, 2학년 $4\text{학급}(\text{인문}) \times 1\text{만원} \times 2\text{과목} = 8\text{만원}$, 4학급(자연) $\times 1\text{만원} \times 2\text{과목} = 8\text{만원}$, 4학급(자연) $\times 1\text{만원} \times 4\text{과목} = 16\text{만원}$, 전체 약 48만원의 소모품비가 필요하다. 이 액수는 고등학교의 경우 학급당 2만원의 소모품비가 필요하다는 것을 나타낸다. 기자재보수, 초자기구 보충 등은 위의 계산에 포함되지 않았기 때문에 계산된 소모품 금액은 실험실습을 하는데 필요한 절대 경비라고도 볼 수 있다. 연 20만원 미만의 실험실습비는 거의 실험을 할 수 없다고 보며 최소한 위에서 산정한 절대경비는 지원해 주어야 한다.

5. 과학 실험실습 개선 방안의 요약

○ 과학 교과서는 1시간 내에 실험이 가능하고 장 및 단원별로 고루 배치 될 수 있는 주제를 선정하여 수록해야 한다.

○ 현행 시설기준령에 제시된 실험실 수를 중학교는 17학급, 고등학교는 12학급마다 1실로 수정해서 규정해야 한다.

○ 현재 대부분의 학교가 과학 실험수업 단위를 1시간으로 하고 있으나 실질적인 운영에 필요한 2시간으로 늘려야 한다.

○ 실험실습의 기본적 경비, 즉 소모품비로 학급당 중학교는 약 5.3만원, 고등학교는 약 2만원을 매년 지원하거나 충당되도록 해야 한다.

〈참고문헌〉

교육개혁 심의회, 과학기술교육의 현안문제, 1986.
 김창식, 중등과학 실험여건의 문제점 및 개선방안 (연구보고서 초안), 1985.
 송용대, 과학탐구실험 평정척도 개발연구, 중앙교육평가원, 1986.
 Anderson, O. R., *The experience of science*, Teachers College Press, Columbia University, 1986.
 Blosser, P. E. A. *critical review of the role of laboratory in science teaching.*, Chearinghous for Science, Mathematics, and Environmental Education, The Ohio state University, 1981.
 Blosser, P. E. What research says : the role of the laboratory in science teaching. *Science and Mathematics*, Vol. 83(2). PP. 165-169. 1983.
 Friedler, Y. and Tamir, P. Teaching basic concepts of scientific research to high school students,

Journal of Biological Education Vol.20 (4). PP. 263-269. 1986.

Hofstein, A. and Lunetta, V. N. The role of the laboratory in science teaching : neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, Vol. 52(2). pp.201-217. 1982.
 Hurd, De H. P. Perspectives for the reform of science education *Phi Delta Kappan*, January, pp. 353-358. 1986.
 James, R. K. and Crawley, F. E. Laboratory teaching skills for secondary science teachers. *School Science and Mathematics*, Vol. 85(1). PP. 11-19, 1985.
 Tamir, P. and Lunetta Inquiry-related tasks in high school science laboratory handbooks. *Science Education*, Vol. 67(5), PP. 477-484, 1981.
 Tobin, K. Secondary science laboratory activities, *European Journal of Science Education*, Vol. 8(2), PP. 199-211, 1986.
 Trowbridge, L. W., Bybee, R. W., and Sund R. B. *Becoming a secondary school science teacher.* Charles E. Merrill Publishing Company, 1981.

ABSTRACT

A study on the Program for Substantial Science Education in Secondary Schools

Laboratory Experiment-Bared Science Teaching

Hee-Hyung Cho, Moon-Won Lee Young-sin Cho, In-Sook Han
 Kangwon National University

Secondary schools in Korea have been faced with several critical problems with regard to science education. Among them one of the most fundamental problems is associated with laboratory-based science education. There fore as a part of research project for the improvement

of science education in secondary schools, this study had its objectives to inquire into the following areas related to laboratory experiment.

- Survey and analysis of theoretical backgrounds for science teaching focused on laboratory experiments.
- Status survey of experiment-based science teaching in high schools.
- Development of model for improving experiment-based science teaching.

In order to fulfill these objectives this study used methods of literature review, survey, and interviews. The major findings are as follows :

- Some topics for laboratory experiments as appeared in the textbooks are not appropriate in the light of science curricular operations in high schools.
- In some schools equipments and facilities of school laboratories are far from sufficiency.
- Laboratory experiments are not financially supported for ideal science teaching in both middle schools and high schools.

These are not an exhaustive list of findings from this study. More findings and teaching models for improvement of science education are also described in this paper.