

초·중등학교 과학 실험수업의 유형 분석

양일호·김석민·조현준*

한국교원대학교

Analysis of the Types of Laboratory Instruction in Elementary and Secondary Schools Science

Yang, Ilho · Kim, Seogmin · Cho, Hyunjun*

Korea National University of Education

Abstract: The purpose of this study was to identify the main laboratory instruction types with Classification Scheme of Laboratory Instruction (CSLI) in elementary and secondary schools science. For the purpose, the validity of the instrument CSLI was 4.23 and laboratory instructions were collected in 100 elementary schools and 30 secondary schools. Before analyzing the collected laboratory instructions, the inter-rater reliability about the analysis results was identified as 0.91. The results of this study were found that in elementary school, the main laboratory instruction types were verification type and discovery type and in secondary school were discovery type and verification type. In the category of the procedure, a large part of the procedures of laboratory activity in both elementary and secondary schools was given to students by worksheets or teachers themselves. In the category of approach, inductive approach was the main in elementary and deductive approach in secondary.

Key words: laboratory instruction types, discovery type, verification type

I. 서론

1830년 Thomas Graham에 의해 영국의 Royal Technical College에 실험실이 처음 설치되었다(Lock, 1988). 그 후 지금까지 실험 활동(laboratory activity)은 과학교육의 핵심적 활동으로 자리매김하게 되었다(Lazarowitz & Tamir, 1994). 이렇게 과학교과에서 실험을 하는 이유는 실험이 갖는 고유 기능과 역할 때문일 것이다. Hofstein과 Lunetta(1982)는 실험수업에 관한 연구문헌들을 리뷰한 뒤, 실험이 수반된 수업이 학생들의 과학적 개념에 대한 이해와, 과학에 대한 흥미와 동기 유발에 효과적이며, 과학 실험 실습 능력과 문제 해결능력 향상뿐만 아니라 과학 본성에 대한 이해를 향상시킬 수 있다고 하였다. 그들의 이러한 주장은 많은 과학교육자들에 의해 인정되어 왔으며(Bybee & DeBoer, 1994; Nott, 1997; White, 1996), 지금까지도 실험에 대한 가치와 정당성은 그 기능과 효과성을 중심으로 주장되고 있다(Bybee, 2000; Hart et al., 2000).

그러나 영국을 중심으로 한 주요 선진국에서 진행되어온 과학교육개혁 이후 계속해서 강조되어 오던 실험이 교육현장에서 실제로 효과를 거두고 있는지에 대한 많은 의문이 제기되어왔다(Qualter et al., 1990). 학교 실험활동에 대한 부정적 견해에 대한 원인들은 다양하게 제시되고 있다. 그 중 실험수업에 관한 권고사항과 실제 실험수업 사이의 심각한 불일치와 학생들의 실험 실습활동에 대한 평가 방법의 부재, 요리책식 실험수업의 진행 등이 그 원인으로 지적되고 있다(Hofstein & Lunetta, 2004). 또한 실험수업을 담당하는 교사들이 다양한 실험수업 설계에 따라 적절한 유형을 선택하여 진행해야 함에도 불구하고 이를 회피함으로써 실험수업의 효과가 저해되고 있으며(Tobin, 1986), 이러한 적절한 유형으로 실험수업을 진행하여 과학교육에 혼란을 야기시키고 있다(Hodson, 1996).

Hodson(1996)은 과학교사는 목표로 하는 학습결과를 분명히 하고 어떠한 유형의 실험수업이 자신이 정한 목표를 달성하는데 가장 적절한 것인지를 결정하여

*교신저자: 조현준(altair93@hanmail.net)

**2006.11.08(집수) 2007.03.02(1심통과) 2007.03.29(2심통과) 2007.04.11(최종통과)

***이 논문은 2004년 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2004-074-BS0039)

야 한다고 하였으며, Millar 등(1998)은 실험수업에서 실험과제와 교수전략을 설계할 때 실험수업의 유형이 수업의 효과에 많은 영향을 미치기 때문에 수업을 설계하는 연구자와 교사를 위해 실험수업의 유형을 체계화할 필요가 있다고 하였다. 실험수업은 유형에 따라서 특정 유형의 실험수업이 갖는 특성에 부합하는 활동 목적을 달성하게 된다. 즉 실험 수업의 유형이 다르면, 얻을 수 있는 학습 효과도 달라질 수 있다(Domin, 1999).

Berg 등(2003)은 같은 내용으로 설명식 수업과 개방형 탐구실험을 각각 진행했을 때 과학적 태도와 학습 성취도가 어떻게 달라지는지를 비교하여 개방형 탐구실험이 학습 성취와 과학적 태도 면에서 더 긍정적인 영향을 확인하였다. 이 밖에도 다양한 유형의 실험수업 효과에 관한 연구가 보고되고 있다(e.g., Kampurakis & Tsaparlis, 2003; Psillos *et al.*, 1999; Roberts, 2004). 또 많은 과학교육연구자들은 보다 체계적인 유형 분류 방법을 개발하고자 하였으며, 그에 따라 실험수업 유형 분류의 방법들이 제안되어왔다(e.g., Dana, 2001; Kapenda *et al.*, 2002; Simpson & Anderson, 1981).

그러나 실험수업 유형분류에 대한 선행연구들을 살펴보면, 대부분의 연구들이 실험수업의 목적, 개방화 정도, 학습 결과 등 한 가지 기준에 의한 분류를 하고 있기 때문에 한 가지 특성에 의한 분류밖에 할 수 없다. 이러한 유형 분류가 과학에서 나타나는 과학적 사고를 실례를 들어 증명하는 과정인 실험활동의 특징을 포함할 수 없다고 비판되어졌다(Millar *et al.*, 1999). 실험수업은 관련된 다양한 특성들의 유기적인 조합으로 이루어진다는 점을 고려할 때, 실험수업의 어느 한 특성만을 가지고 유형을 분류하기보다는 다양한 특성들이 내포될 수 있는 유형 분류가 필요하다.

그러나 지금까지 국내에서 과학 실험수업이 어떠한 유형으로 이루어지고 있는지에 관한 연구는 거의 진행된바가 없으며, 외국의 경우는 한 가지 속성에 의한 유형 분류가 되고 있어 실험수업 유형에 대한 충분한 이해를 주기에는 부족한 면이 있다. 따라서 이 연구를 통해 실험수업에 대한 다층적 접근을 통해 현재 초·중등학교에서 실행되고 있는 실험수업들의 유형을 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 자료 수집 및 실험수업 유형 분류 대상

실험수업 자료 수집기간은 2004년 10월부터 2005년 6월까지이다. 초·중·고등학교의 과학 수업 촬영

표 1
학교급별 표집된 수업 수

	초등학교	중등학교	계
표집 수 (차시)	100	30	130

에 협조를 구한 후 촬영에 동의한 교사들을 중심으로 자료를 수집하였다. 교사들에게 평소와 같은 방식으로 수업을 진행할 것을 요청하였고, 연구 목적은 Blind 처리되었다. 촬영을 위해 캠코더 1대와 소형 마이크가 사용되었다. 이 기간 동안 촬영한 수업자료는 모두 전사되었으며, 전사자료는 언어적 부분과 일부 비언어적인 행동과 상황 묘사도 포함되도록 하였다. 그 중 실험수업이라 볼 수 없는 것(대표 실험 내지 시범실험 등)을 제외한 130차시를 연구대상으로 하였다(표 1).

2. 실험수업 유형 분류틀

이 연구는 양일호 등(2006a)의 실험수업 분류를 위한 유형 분류틀 개발 연구의 후속연구이다. 따라서 이 연구에서는 실험수업들을 분류하기 위해 개발한 실험수업 유형 분류틀을 사용하였다. 이 분류틀은 ‘절차’와 ‘접근방식’의 두 개 분류자(descriptors)를 사용하고 있으며, ‘절차’에는 ‘문제’, ‘방법’, ‘결론’의 하위 요소가, ‘접근방식’에는 ‘연역적’과 ‘귀납적’의 하위요소가 있어 모두 5개의 하위요소에 의해 분류된다(그림 1).

그림 1을 보면, 절차의 하위요소들(문제, 방법, 결론)이 교사나 유인물 등에 의해 제시되면 ‘주어짐’란에, 학생이 스스로 생성하면 ‘학생 생성’란에 체크되도록 되어 있으며, ‘주어짐’과 ‘학생 생성’ 중 두 개 이상의 체크를 받은 것에 따라 절차가 주어지는지 학생이 스스로 생성하는지를 결정하게 된다. 또한 접근방식은 교사의 수업진행 방법에 따라 핵심 개념이나 문제가 먼저 제시된 뒤에 실험활동이 제시되면 ‘연역적’으로, 그 반대이면 ‘귀납적’으로 분류된다. 이와 같이, 이 분류틀에 의해서 확인실험수업, 발견실험수업, 탐색실험수업,

분류기준	단계		학생이 생성함	체크란	
	단제	주어짐		주어짐	학생이 생성함
A. 절차	A1. 문제				
	A2. 방법				
	A3. 결론				
B. 접근방식	교사가 강의, 토의, 읽기 등을 통해 개념을 먼저 제시하고, 구체적인 활동을 통해 개념을 확인하는 실험활동이 뒤따름			연역적	
	구체적인 사물이나 현상을 다루는 실험활동을 먼저 수행하고, 그와 관련된 개념을 도입하거나 토의함			귀납적	
결과		절차	접근방식	체크란	
	확인실험수업	주어짐	연역적		
	발견실험수업	주어짐	귀납적		
	탐색실험수업	학생이 생성함	연역적		
	연구실험수업	학생이 생성함	귀납적		

그림 1 실험수업 분류틀(양일호 등, 2006a).

연구실험수업으로 분류된다.)

이 분류들은 6명의 과학교육전문가에게 유형 분류자, 분류틀, 각각의 실험유형에 대한 정의와 특성에 관하여 타당도를 의뢰한 결과 5점 만점에 평균 4.23을 얻었다.

3. 자료 분석

이미 개발된 실험수업 유형 분류틀을 기초로 정확한 유형 분류를 위한 매뉴얼을 작성하였다. 이 매뉴얼을 바탕으로 현장 교사로서 평균 7년 이상의 교육 경력이 있는 과학교육 전공 석·박사 과정생 8인으로 분석 팀을 구성하였다. 이 분석자들과 함께 수차례의 논의를 거쳐 매뉴얼을 완성하였다. 이렇게 완성된 매뉴얼을 통해 8인의 분석자가 워크숍을 거쳐 공통의 분류를 위한 훈련을 거쳐, 2명씩 4팀을 이뤄 분류하였다. 분류를 위해 촬영된 수업의 동영상과 함께 진사본, 분석 매뉴얼, 유형 분류 기록지를 함께 제공하였다. 분류 기록지에 체크된 내용은 한 차시에 대한 분석이 끝날 때마다 분석자 2인이 서로 결과를 대조해 보고, 의견이 다른 부분에 대해서는 분석 매뉴얼을 기준으로 합의를 통해 결정하도록 하였다. 연구 결과의 신뢰성을 위해 분석자들을 대상으로 2차시 분의 실험수업에 대하여 분석자 간 일치도(inter-rater reliability)를 교차하여 검토한 결과 평균 0.91이었다.

이들 각 실험수업의 유형들의 특성을 비교하면 표 2와 같다. 표 2에서 보는 바와 같이, 실험수업 분류틀로

구분되는 네 가지 수업 유형들은 각각 Simpson과 Anderson(1981)이 활용한 실험수업의 목표, Millar 등(1998)이 활용한 탐구내용과 탐구과정, Wellington(2000)이 활용한 구조화된 정도, Herron(1971)이 활용한 개방의 정도의 특징들을 반영하고 있다. 따라서 이 연구에서 활용된 실험수업 분류틀은 기존 연구결과보다 비교적 많은 요소들이 사용되었으며 이 요소들을 통해 분류된 실험수업의 특성을 파악할 수 있다는 장점이 있다.

4. 이 연구의 한계와 의의

수업대상 교사들은 전국적으로 섭외되었으나 지역 분포는 비교적 고르지 못하였으나, 초·중·고등학교 수업 내용영역(물리, 화학, 생물, 지구과학)의 차시 분포는 비교적 고르게 분포하였다. 대상 수업의 학년과 내용영역, 대상 교사들의 경력이 다양하였다. 따라서 학교급별, 실험수업이 진행되는 장소(교실-실험실 등), 학교가 소속된 지역(도시-농촌 등), 내용 영역별, 대상 교사와 학습자 특성과 같이 실험 수업에 영향을 줄 수 있는 다양한 변인들은 이 연구에서 고려되지 않았다.

다만, 이 연구에서는 기존의 한 가지 관점(Gott & Duggan, 1995; Simpson & Anderson, 1981) 이 아닌 보다 다층적 관점이 반영된 분류틀을 사용하여 현재 우리나라 초·중등학교에서 진행되고 있는 과학 실험수업을 분류하여 봄으로써 어떠한 유형의 실험수업이 많이 활용되고 있는지 정량적으로 분석해 볼 수 있다는 데 그 의의가 있다.

표 2

실험수업의 유형별 특징(양일호 등, 2006a)

실험수업 유형 구분	확인실험수업	발견실험수업	탐색실험수업	연구실험수업
절차	주어짐	주어짐	학생이 생성함	학생이 생성함
접근방식	연역적	귀납적	연역적	귀납적
주요 목표	개념 확인	개념 발견	경험/흥미 유발	과학적 사고와 기능의 개발
초점(탐구내용 - 탐구과정)	내용	내용	과정	과정
구조화 정도	구조화*	<	>	비구조화**
개방화 정도	폐쇄적***	<	>	개방적****

*구조화: 모든 단계에서 안내가 제공됨

**비구조화: 안내가 제공되지 않으며, 학생들의 활동에 제한되지 않음

***폐쇄적: 정답과 과정이 정해져 있음

****개방적: 실험과정과 해결방안이 다양함

1) 양일호 등 (2006a)은 실험수업 분류틀 개발에 관한 연구에서 분류틀에 의해 분류되는 네 가지 실험수업의 유형을 각각 확인실험수업(Verification type), 발견실험수업(Discovery type), 탐색실험수업 (Exploratory type), 연구실험수업(Investigation type)으로 명명하였다. 이러한 명칭은 접근방식과 주요 개념의 제시 순서에 의해 특징적으로 명명된 것으로 분류틀 개발과정에서 인용된 연구물들 속에 제시된 용어들을 참고하여 명명한 것이다.

그러나 연구자에 따라서는 귀납적인 형태로 새로운 개념의 ‘도입(concept induction)’등으로 볼 수 있어 용어 사용에 대한 이견(異見)이 있을 수 있다. 하지만 이 연구에서는 귀납적인 과정을 통해 새로운 사실(개념)을 ‘알게되는 과정’에 초점을 두었으므로 발견이라는 단어를 사용하였다.

III. 연구결과 및 논의

유형분류 틀에 의해 분류된 결과를 각 학교급별로 살펴보면 표 3과 같다.

전체적으로 보면 초등수준에서는 발견실험수업이, 중등수준에서는 확인실험수업이 주로 진행되고 있음을 알 수 있다. 반대로 이것은, 표 2를 참고하면, 발견실험수업과 확인실험수업이 주로 진행되고 있고 비교적 탐구의 수준이 높은 탐색실험수업과 연구실험수업의 비중은 매우 낮게 나타나고 있어 학생들의 실험활동이 비교적 낮은 수준의 탐구활동 위주로 진행됨을 암시하고 있다.

표 3 학교급별 실험수업의 유형 분류 결과

	확인실험 수업	발견실험 수업	탐색실험 수업	연구실험 수업	계 (차시)
초등 학교	36	62	2	0	100
중등 학교	16	10	0	4	30
계 (차시)	52	72	2	4	130

1. 초등학교 실험수업 유형

표 3에서와 같이, 초등학교에서는 발견실험수업이 62차시로 62.0%를 차지해 중등수준에 비해 특징적으로 주를 이루고 있다. 또 확인실험수업이 36차시(36.0%)로 발견실험수업과 함께 상당히 많이 이뤄지고 있었다. 반면 탐색실험수업이 2차시(2.0%)와 연구실험수업이 0차시로 아주 적게 또는 아예 이뤄지지 않고 있었다.

초등학교에서의 실험수업에 대해 절차와 접근방식에 대한 분석결과를 제시하면 그림 2와 같다. 그림 2와 같이, 초등학교 실험 수업의 98.0%에서 대부분의 절차가 교사의 설명으로, 또는 교재나 유인물 등에 의해 제시

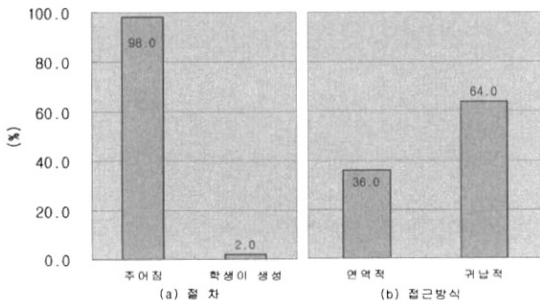


그림 2 초등학교 실험수업에서의 절차 및 접근방식 분석 결과

되고 있었다. 접근방식은 64.0%의 수업이 귀납적 형태를, 36.0%의 수업이 연역적 형태의 수업을 띄고 있었다.

이러한 형태로 보아, 초등학교에서는 대부분의 실험수업에서 학생들이 수행해야 할 실험목표나 문제, 절차와 방법, 결과(결론)등이 제시되고 있어 학생들이 스스로 문제 해결을 위한 과학적 사고의 기회가 상대적으로 매우 적게 나타나고 있었다. 이 결과는 초등학교의 거의 모든 실험수업에서 실험 절차와 결과가 제시되는 수업이 진행되고 있음을 의미한다.

이렇게 발견실험수업이 초등수준에서 많이 운영되고 있는 것은 발견실험수업의 특성 및 장점(양일호 등, 2006a)이 초등학생들의 인지수준에 적합하기 때문으로 판단된다. 즉 학생들의 경험에 의해 학습이 이뤄진 후 학생들이 학습활동을 통해 과학적 개념을 형성하고 과학의 방법들을 실례를 들어 설명하여 학생들의 동기유발에 효과적이라는 것이다. 또 발견실험수업과 더불어 확인실험수업도 36.0%로 비교적 높은 비율을 차지하고 있는데 이것은 확인실험수업이 다른 유형의 실험수업에 비해 과학적 개념이나 사실을 가르치는 데 있어서 쉽게 접근할 수 있다는 점과 예상되는 실험결과를 얻을 수 있는 적합한 절차와 자료가 제공된다는 점에서 초등학생의 인지 수준에 맞는 실험활동에 적합하기 때문일 것이다. 다만, 대부분의 절차가 주어짐에 따라 학생 스스로 사고할 수 있는 기회를 주지 않음으로써 학생 스스로의 문제해결능력 향상의 기회가 줄어들 수 있는 단점이 있기 때문에 교사의 적절한 발문을 통해 학생들에게 실험 설계 과정에서 어떻게 설계할 수 있을 까에 대한 사고 기회를 줄 필요가 있다.

반면, 탐색실험수업이나 연구실험수업이 거의 진행되지 않는 이유도 초등학생들의 인지수준이 대부분 구체적 조작기임을 고려하여 운영되고 있기 때문으로 판단된다. 그러나 과학적 사고활동과 문제해결능력을 기르는데 효과적이라고 제시되었던 탐색실험수업과 연구실험수업은 거의 나타나지 않았다. 앞에서 논의한 바와 같이, 초등학교에서의 사고가 경험귀납적 사고 수준이어서 가설연역적 사고가 매우 어렵다는 점을 고려하면(김영신과 정완호, 2001; Lawson, 1995), 탐색실험수업과 연구실험수업이 적절하지 않을 수 있으나 다양한 방법을 통해 경험귀납적 사고수준에 맞게 과학적 사고를 자극시키는 활동이 제시되어야 할 필요가 있다.

Hodson(1990, 1996)은 대부분의 절차가 주어지는 유형의 실험 수업 속에서 학생들은 단순히 개념이나 원리를 학습하고 확인하는 활동을 하고 있으며, 실험활동은 흥미 유발을 위한 도구로 전락될 수 있음을 강하게 비판하였다. 또한 초등학교 수준의 실험목적 중 과

학적 탐구능력이 중요시되고 있는 바(양일호 등, 2006b), 학생들에게 절차를 제공하기보다는 초등학생들의 인지적 수준에 맞는 능동적 참여의 기회를 제공할 필요가 있다. 7차 교육과정에서는 교사의 판단에 의해 수업 재구성이 가능하므로 문제 제기부터 결론도출까지 일련의 과정을 교사주도로 진행하는 것보다는 한 차시 수업 내에서 특정 단계를 선택·집중적으로 반복 훈련시키는 방법도 고려해 볼 필요가 있다. 즉 초등수준에서 가설설정활동이 매우 어려우므로(이혜원 등, 2005) 예상되는 결과를 얻기 위한 실험방법 토론하기, 결과에 따른 결론 정리하기 등을 학생 스스로 활동할 수 있게 하여 학생들의 과학적 사고를 훈련시키는 것도 한 가지 방법이라 하겠다.

2. 중등학교 실험수업 유형

표 3에서와 같이, 중등학교에서는 확인실험수업이 16차시(53.3%)로 가장 많이 차지하였다. 또 발견실험수업이 10차시(33.3%)로 두 번째로 많이 이뤄지고 있었다. 반면 탐색실험수업이 이뤄지고 있지 않았으며, 연구실험수업이 4차시(13.3%)로 비교적 적게 운영되고 있었다.

확인실험수업은 과학적 사실이나 개념을 확인하는데 적합한 수업유형이며, 학생들은 교사나 교재의 지시와 절차에 따라 실험을 수행하게 된다. 이러한 형태의 실험이 초등수준에 비해 많이 운영되고 있는 것은 학력 위주의 지필평가로 인해 과학적 사고를 위한 수업보다는 과학 개념을 확인하는 식의 수업이 주로 진행되기 때문일 것이다. 그러나 학생들이 과학자와 같은 방식으로 탐구를 수행하게 하는 연구실험수업이 4차시가 관찰됨으로써 초등에 비하여 학생들에게 스스로 절차를 생성하도록 하고 결론을 이끌어 낼 기회를 더 많이 제공하고 있다. 그러나 한편으로는 중등학교의 경우, 과학에 대한 태도 향상에 효과적인 개방형 형태의 실험수업(Chang & Weng, 2002; Kampourakis & Tsaparlis, 2003; Staer *et al.*, 1998)이 과학에 대한 태도가 특히 중등학교에서 낮아지고 있는 현 상황을 고려할 때(e.g., 김주훈, 이미경, 2003; 김효남 등, 1999; 이미경, 김경희, 2004) 더욱 더 충분하게 제공될 필요가 있다.

중등학교에서의 실험수업에 대해 절차와 접근방식에 대한 분석결과는 그림 3과 같다. 중등학교의 경우도 초등에서와 마찬가지로 대부분의 실험수업에서 문제, 방법, 결론도출의 절차가 주어지고 있었다. 접근방식은 66.7%의 수업이 연역적 형태를, 33.3%의 수업이 귀납적 형태의 수업을 띄고 있어 접근방식은 초등과 차이가 있다. 이러한 형태로 보아, 중등학교에서도 대체로 개념 확인 중심의 확인실험수업이 주를 이뤄 운영되고

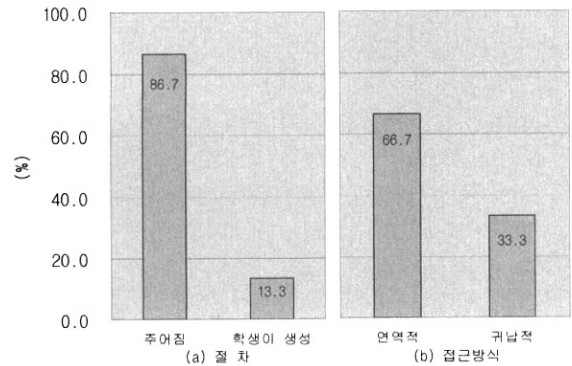


그림 3 중등학교 실험수업의 절차 및 접근방식 분석 결과

있어 중등학교의 실험수업도 과학적 사고 향상을 위한 기회가 적게 주어진다고 볼 수 있다.

김희백과 김도욱(1996)의 연구에 따르면, 중·고등학생들의 과학 및 과학교과에 대한 태도 조사에서 학생들은 실험활동의 개방성에 관하여 현재보다 더 많은 개방형 실험이 제공되었으면 좋겠다고 응답하였다. 심규철 등(2001)의 연구에서는 과학적 탐구영역에 관한 태도는 중학교에서 고등학교로 올라감에 따라 다소 감소하였으며, 이에 대한 원인으로 과학수업 방식이 과학적 탐구를 자극하는 수업과는 먼 방식 - 개념 확인 위주의 실험이거나 강의 위주 - 로 진행되어 학생들의 흥미, 호기심 및 관심이 줄어들기 때문이라 제시하였다. 따라서 이 두 연구와 앞에서 논의한 Chang과 Weng (2002) 등의 연구들을 고려하면, 학생들의 흥미와 호기심 등의 과학에 대한 태도를 향상시키기 위해 또, 과학적 문제해결능력의 향상을 위해 더 많은 개방형 실험수업(탐색실험수업 내지는 연구실험수업)이 운영될 필요가 있다.

접근방식은 초등학교에서 귀납적인 형태를, 중등학교에서는 연역적인 형태를 많이 띄고 있다(그림 2의 (b), 그림 3의 (b)). 이것은 초등학교에서 발견실험이 다수를 차지하였으나 또 중등학교에서는 발견실험보다 확인실험수업이 다수를 차지하였기 때문이다. 또한 초등에서 중등으로 학교급이 올라감에 따라 주로 사용되는 실험수업 유형이 바뀐 것은 학교 수준에 따라 실험목적이 달라질 수 있음을 의미하는 것이다(양일호 등, 2006b). 학교급이 올라감에 따라 교사들은 과학의 개념과 원리들을 학습하는 인지적인 부분을 더욱 중요시하기 때문일 것이다(Welzel *et al.*, 1998).

IV. 결론 및 제언

이 연구는 실험수업 유형 분류틀을 이용하여 초등학

교와 중등학교에서 이뤄지고 있는 실험수업의 유형을 분석하여 각 학교급에서 나타나는 주요 유형들을 파악하고자 하였다. 이 연구에서 얻어진 결과와 논의를 바탕으로 결론을 내리면 다음과 같다.

첫째, 초등학교 실험수업의 유형을 분석한 결과 초등학교에서는 발견실험수업과 확인실험수업 순으로 주로 운영되고 있었다. 절차면의 특징으로서 거의 대부분의 절차가 교사나 실험지시서 등에 의해 주어지고 있었으며, 접근방식은 주로 귀납적인 형태였다.

둘째, 중등학교에서는 확인실험수업과 발견실험수업 순으로 주로 운영되고 있었다. 절차면의 특징은 초등학교의 특징과 비유적인 면에서 약간 차이가 있으나 대부분의 절차가 교사나 실험지시서 등에 의해 주어지고 있었으며, 접근방식은 초등학교와는 다르게 주로 연역적인 형태였다.

학교 과학실험수업은 대부분의 절차가 학생들에게 주어지는 형태로 운영되고 있다. 따라서 학생들의 과학적 사고 향상의 기회 제공이 어려운 형태이다. 그러므로 적절한 실험방법 선택이나 결과해석 단계에서 학생들에게 과학적 사고 향상의 기회를 제공할 수 있도록 하여야 한다. 한편, 이 연구의 한계에서 지적했듯이, 이 연구는 두 개의 카테고리를 통해서 현재 초·중등학교에서 관찰되는 실험수업 유형에 대한 것이기 때문에 각 유형의 실험수업들의 구체적 교수절차는 어떻게 나타나는지에 대한 정보는 제공하지 못한다. 따라서 각 유형의 실험수업의 구체적인 교수절차에 대한 연구가 진행될 필요가 있다. 그리고 어떠한 실험수업이 어떠한 구체적 학습결과를 달성하는데 효과적인지 또한 알아볼 필요가 있다.

국문 요약

이 연구는 실험수업 유형 분류틀을 사용하여 초·중등학교에서 실시되고 있는 주요 실험수업의 유형들을 확인하는 것이다. 이 연구를 위해 사용된 실험수업 유형 분류틀의 타당도는 4.23이다. 이 연구를 위해, 초등학교에서 100차시, 중등학교에서 30차시의 실험수업이 분석대상으로 수집되었다. 실험수업들의 유형을 분석 결과, 분석자간 일치도는 0.91이었다. 분석 결과, 초등학교에서는 발견실험수업과 확인실험수업이 주요 수업 유형임이, 중등학교에서는 확인실험수업과 발견실험수업이 주요 수업유형으로 확인되었다. 초등학교와 중등학교에서 대부분 실험절차가 교사나 활동지를 통해 학생들에게 주어지고 있었다. 실험의 접근방식은 초등에서는 귀납적인 형태가 많았고, 중등에서는 연역적인 형태가 많았다.

참고 문헌

- 김영신, 정완호 (2001). 과학적 사고력 발달에 영향을 미치는 변인의 규명에 대한 연구. *한국과학교육학회지*, 21(3), 590-608.
- 김주훈, 이미경 (2003). 과학과 교육목표 및 내용체계연구(I). 한국교육과정 평가원, 연구보고 RRC 2003-4, 28-43.
- 김효남, 정완호, 정진우, 양일호, 김영신 (1999). 초·중고 학생들의 과학 정의적 특성 추이 분석을 위한 중·단적 연구. *한국과학교육학회지*, 19(2), 194-203.
- 김희백, 김도옥 (1996). 중고등학생의 과학실험실 환경에 대한 인식과 과학 및 과학 교과에 대한 태도. *한국과학교육학회지*, 16(2), 210-216.
- 심규철, 김현섭, 박영철 (2001). 중고등학생 및 대학생의 과학 관련 태도에 대한 비교 연구. *한국과학교육학회지*, 21(3), 558-565.
- 양일호, 정진우, 허명, 김석민 (2006a). 실험수업 유형 분류틀 개발. *한국과학교육학회지*, 26(3), 342-355.
- 양일호, 조현준, 정진우, 허명, 김영신 (2006b). 학교 과학교육에서 실험 활동의 목적: 전문가 커뮤니티를 통한 델파이 연구. *한국과학교육학회지*, 26(2), 177-190.
- 이미경, 김경희 (2004). 과학에 대한 태도와 과학성취도의 관계. *한국과학교육학회지*, 24(2), 399-407.
- 이혜원, 양일호, 조현준 (2005). 초·중학생의 관찰, 예상, 가설의 이해. *초등과학교육*, 24(3), 297-304.
- Berg, C. A. R., Bergendahl, V. C. B., Lundberg, B. K. S., & Tibell, L. A. E. (2003). Benefiting from and open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. *International Journal of Science Education*, 25(3), 351-372.
- Bybee, R., & DeBoer, G. (1994). Research on goals for the science curriculum. *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 357-387). New York: MacMillan.
- Byee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In J. Minstrel & E. H. Van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 20-46). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Chang, C.-Y., & Weng, Y.-H. (2002). An exploratory study on students' problem-solving ability in earth science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 441-451.
- Dana, L. (2001). The effects of the level of inquiry of situated secondary science laboratory activities on students' understanding of concepts and the nature of science, ability to use process skills and attitudes toward problem solving. Doctoral dissertation, University of Massachusetts Lowell.
- Domin, D. S. (1999). A review of laboratory instru-

ction styles. *Journal of Chemical Education*, 76, 543-547.

Gott, R., & Duggan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. Buckingham: Open University.

Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J., & Gunstone, R. (2000). What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 655-675.

Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *School Review*, 79(2), 171-212.

Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *The School Science Review*, 70(256), 65-78.

Hodson, D. (1996). Practical work in school science: Exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18(7), 755-760.

Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education*, 5(3), 247-264.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The role of laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.

Kampourakis, C., & Tsaparlis, G. (2003). A study of the effect of a practical activity on problem solving in chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4(3), 319-333.

Kapenda, H. M., Kandjeo-marenga, H. U., Kasanda, C. D., & Lubben, F. (2002). Characteristics of practical work in science classrooms in Namibia. *Research in Science & Technological Education*, 20(1), 53-65.

Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.

Lazarowitz, R., & Tamir, R. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, (pp. 94-128). New York: MacMillan.

Lock, R. (1988). A history of practical work in school science and its assessment 1860-1986. *School Science Review*, 70(250), 115-119.

Millar, R., Le Maréchal, J. F., & Buty, C. (1998). A map of the variety of labwork. Working paper 1. European Project: Labwork in science Education (Contract No. ERB-SOE2-CT-95-2001). The European Commission.

Millar, R., Le Maréchal, J. F., & Tiberghien, A. (1999). Mapping the domain- Varieties of practical work. In J. Leach & A. C. Paulsen (Eds.), *Practical work in science education: recent research studies*. (pp. 33-59) Roskilde University Press: Kluwer Academic Publishers.

Nott, M. (1997). Keeping scientists in their place. *School Science Review*, 78(285), 49-60.

Psillos, D., Niedderer, H., & Vicentini, M. (1999). Case studies on innovative types of labwork in science education. In M. Bandiera, S. Caravita, E. Torracca & M. Vincentini (Eds.), *Research in science education in Europe*. (pp. 201-207) Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Qualter, A., Strang, J., Swatton, P., & Talyor, R. (1990). *Exploration. A way of learning science*. Oxford: Blackwell Education.

Roberts, R. (2004). Using different types of practical within a problem solving model of science. *The School Science Review*, 85(312), 113-119.

Simpson, P. D., & Anderson, N. D. (1981). *What is scientific literacy? From science, students and schools*. New York: Wiley.

Staer, H., Goodrum, D., & Hackling, M. (1998). High school laboratory work in western australia: Openness to inquiry. *Research in Science Education*, 28(2), 219-228.

Tobin, K. (1986). Secondary science laboratory activities. *European Journal of Science Education*, 8, 199-211.

Wellington, J. J. (2000). *Teaching and learning secondary science - contemporary issues and practical approaches*. London and New York: Routledge.

Welzel, M., Haller, K., Bandiera, M., Hammelev, D., Koumaras, P., Niedderer, H., Paulse, A. C., Bécu-Robinault, K., & von Aufschnaiter, S. (1998). Teacher's objectives for labwork; research tool and cross country results. Working paper 6. European project: Labwork in Science Education (Targeted Socio-Economic Research Programme Project PL 95-2002). The European Commission.

White, R. T. (1996). The link between the laboratory and teaching. *International Journal of Science Education*, 18(7), 761-774.