

# 학교 실험활동의 역할에 대한 문헌 고찰

김자현 · 김효남<sup>†</sup> · 양일호

## Review on the Roles of Laboratory Work in School

Kim, Ja-Hyeon · Kim, Hyo-Nam<sup>†</sup> · Yang, Il-Ho

### ABSTRACT

The purpose of this study is to clarify the roles of laboratory work in school. Twenty-one literatures were identified about roles of laboratory work in school by applying criteria such as published in CI level journals or used as a reference over 100 times during 1960-2017. Twenty-one literatures were reviewed according to periods such as 1960-1989, 1990-2003, and 2004-2017, and identified the roles of laboratory work in school that commonly presented in more than two literature. Seven roles of laboratory work in school identified were as follows (a) learning scientific knowledge, (b) enhancing attitude toward science, (c) learning scientific inquiry methods, (d) acquiring skills to use specific laboratory instruments, (e) enhancing scientific attitude, (f) understanding the nature of science(NOS), and (g) providing opportunity to experience natural or scientific phenomena. The results of this study can be used to provide school teachers and students a clear meaning of the roles of laboratory work in school.

**Key words:** science experiment, role of laboratory work, science education literature review

### I. 서 론

과학 교과에서 실험활동은 어떤 의미를 가지고 있는가? 실험은 과학이 타 교과와 차별화되는 가장 특징적인 영역이라고 할 수 있다(Hofstein & Lunetta, 2004). 또한 실험은 대개 과학 지식 형성, 과학적 탐구능력 신장, 과학 태도 함양, 과학의 본성 이해의 네 측면에서 그 목적을 지닌다(Yang & Cho, 2005). 실험기구 및 실험방법들은 분산 인지(distributed cognition) 중 외적 인지로 학생들에게 영향을 준다(Oh, 2017). 즉, 실험기구와 실험방법은 학생들의 인지 발달과 상호작용적 및 상호보완적 관계에 있다. 이처럼 실험활동이 가지는 의미들이 다양하므로 실험활동 개선을 위한 연구들도 많이 진행되고 있다(Kang *et al.*, 2017; Kwon, 2013; Lee & Park, 2012).

그러나 이와 달리 실험활동에 대해 비판적인 입장을 취하는 연구들도 많이 나타난다(Abrahams &

Reiss, 2012; Hodson, 1996a; Osborne, 2015; Stroupe, 2015; Tobin, 1990; Wellington, 2001). 이 연구들을 살펴보면 실험활동 자체를 비판하는 것이 아니라, 실험활동의 역할이 명확하게 정의되지 않은 채 실험활동의 의미를 평가하는 것은 거의 의미가 없음을 비판하고 있다(Osborne, 2015). 특히 학교에서 실시하는 실험활동은 과학자가 실시하는 실험활동과는 역할을 다소 달리 하는데(Hodson, 1985), 이를 고려하지 않고 실험활동을 수행하게 되면 그 역할을 온전하게 수행할 수 없다.

따라서 과학 교과에서 실험활동의 역할은 명확하게 정의되어야 하며(Hofstein & Lunetta, 2004; Stroupe, 2015; Wellington, 2001), 이런 요구들에 비추어 여러 연구에서 학교 실험활동의 역할에 대해 정의하고자 하였다(Hodson, 1985; Osborne, 2015; Wellington, 2001). 그러나 연구자마다 실험의 역할을 다르게 정의하고 있어(Yang & Cho, 2005), 학교

이 논문은 김자현의 2019년도 석사 학위논문을 발체 정리한 것임.

2019.3.12(접수), 2019.3.27(1심통과), 2019.4.4(2심통과), 2019.4.11(3심통과), 2019.4.18(4심통과), 2019.5.13(5심통과), 2019.5.14(최종통과)

E-mail: hyonam@knu.ac.kr(김효남)

실험활동의 역할을 보편적이고 명확하게 정의할 필요가 있다.

이 연구의 첫 번째 연구문제는 실험활동의 역할에 대한 문헌들을 특정 특징을 나타내는 시기별로 나누어 각 시기의 특징을 나타내는 것이다. 그리고 두 번째 연구문제는 문헌에 나타난 실험의 역할을 도출하여 설명하는 것이다. 따라서 이 연구에서는 문헌 고찰을 통해 학교에서 실시하는 실험활동의 역할을 명확하게 도출하여 학교 실험활동의 역할에서 얻을 수 있는 교육적 함의를 발견하고자 한다.

## II. 연구 방법

이 연구에서의 모집단은 ‘학교 실험활동의 역할 관련 문헌’이다. 이 중 1960~2017년 사이에 출간된 국내외 문헌으로서 ‘CI급 학술지 게재 논문’ 또는 ‘100회 이상 인용된 문헌’을 표집대상으로 하였다. 실험실에 대한 연구가 1960년 이후에 많이 이루어졌으므로(Lunetta *et al.*, 2005) 문헌조사 범위를 1960년대 이후로 설정하였다.

자료 수집은 두 가지의 절차를 거쳤는데, 먼저 기본 키워드를 ‘실험 and 역할’, ‘학교 and 실험’, ‘실험 and 인식’, ‘role and laboratory work’, ‘role and practical work’, ‘role and experimental activities’로 설정한 후 검색하여 관련 문헌 13편을 수집하였다. 다음으로 1차 수집 과정에서 수집된 문헌 고찰 과정에서 본 연구와 관련된 내용이 인용되어 있는 경우 해당 문헌 8편을 수집하여 총 21편의 문헌이 선정되었다(Table 1).

자료 수집 절차를 거쳐 선정된 문헌은 총 21편이다. 각 문헌의 세부 정보는 Table 1과 같다. 이 중 ‘CI급 학술지 게재 논문’ 기준과 ‘100회 이상 인용된 문헌’ 기준에 모두 해당되는 문헌은 9편이며, 한 가지 기준만 해당되는 문헌은 12편이다.

국내 문헌에서는 ‘학교 실험활동의 역할’에 대해 명확하게 다룬 문헌을 발견하지 못하였다. 국내 실험활동 관련 연구들은 대개 실험활동 수행 과정에 초점을 두고 분석하고 있었다(Kang *et al.*, 2017; Park & Kim, 1996; Yun *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2007; Lee & Park, 2012; Choi *et al.*, 2000). 따라서 최종적으로 국외문헌들만 선정되었다.

수집한 자료는 먼저 각 문헌별로 제시하는 학교 실험활동의 역할을 추출한 후, 양상이 특정되어지

**Table 1.** Literature related to the role of laboratory work in school

Author (year)	Criteria
Abrahams and Millar (2008)	ⓐ, ⓑ
Abrahams and Reiss (2012)	ⓐ, ⓑ
Charen (1966)	ⓐ
Cruz-Guzmán <i>et al.</i> (2017)	ⓐ
Freedman (1997)	ⓐ, ⓑ
Hodson (1985)	ⓐ, ⓑ
Hodson (1990)	ⓑ
Hodson (1996a)	ⓐ, ⓑ
Hodson (1996b)	ⓐ, ⓑ
Hofstein and Lunetta (2004)	ⓐ, ⓑ
Johnson <i>et al.</i> (1974)	ⓐ
Lunetta <i>et al.</i> (2005)	ⓑ
Okebukola (1986)	ⓐ
Ottander and Grelsson (2006)	ⓐ
Pekmez <i>et al.</i> (2005)	ⓐ
Raghubir (1979)	ⓐ
Reid and Shah (2007)	ⓐ, ⓑ
Stroupe (2015)	ⓐ
Thompson and Soyibo (2002)	ⓐ
Tobin (1990)	ⓑ
Wickman (2004)	ⓐ, ⓑ

ⓐ Literature on CI-level academic journals.

ⓑ Literature cited more than 100 times.

는 시대를 기준으로 범주화하였다. 또한 그러한 양상을 보이는 까닭을 시대별 연구 동향과 관련 지어 분석하였다. 시대별로 범주화하여 분석하는 방법은 시대별로 특성이 다르게 나타난다는 점에 기인한다(Hofstein & Lunetta, 2004). 이후 2개 이상의 문헌에서 공통적으로 나타나는 학교 실험활동의 역할을 추출하여 학교 실험활동의 역할을 도출하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

선정된 21편의 학교 실험 활동의 역할에 관한 문헌을 특정 특징에 따라 시기별로 나누어 그 특징을 서술하고, 문헌에 나타난 일곱 가지의 학교 실험의

역할을 설명하였다.

### 1. 학교 실험의 역할에 대한 시기별 분류

논문들이 강조하는 실험활동의 역할에 대한 특징을 고려하여 범주화한 결과, Table 2와 같이 세 범주(①1960~1989년, ②1990~2003년, ③2004~2017년)로 나누어졌다. 첫 번째 범주에 속한 문헌은 5편, 두 번째 범주에 속한 문헌은 6편, 세 번째 범주에 속한 문헌은 10편이다. 첫 번째 범주는 범위가 30년이고, 두 번째와 세 번째 범주는 범위가 14년 이어서 첫 번째 범주 범위가 전체 범위의 반 정도를 차지한다. 그럼에도 첫 번째 범주에서 문헌이 가장 적게 나타나고, 최근 범주에 이룰수록 문헌이 많이 나타났다. 이는 학교 실험활동의 역할 관련 연구가 계속해서 진행되고 있으며, 최근 더 활발히 연구가 이루어짐을 의미한다.

#### 1) 1960~1989년 시기의 학교 실험활동의 역할

이 범주의 문헌들이 강조하는 학교 실험활동의 역할 관련 내용은 Table 3과 같다.

**Table 2.** List of literature about the role of laboratory work by period (year & author)

1960-1989	1990-2003	2004-2017
1966 Charen	1990 Hodson	2004 Hofstein and Lunetta
1974 Johnson <i>et al.</i>	1990 Tobin	2004 Wickman
1979 Raghubir	1996a Hodson	2005 Pekmez <i>et al.</i>
1985 Hodson	1996b Hodson	2005 Lunetta <i>et al.</i>
1986 Okebukola	1997 Freedman	2006 Ottander and Grelsson
	2002 Thompson and Soyibo	2007 Reid and Shah
		2008 Abrahams and Millar
		2012 Abrahams and Reiss
		2015 Stroupe
		2017 Cruz-Guzmán <i>et al.</i>

**Table 3.** The role of laboratory work in school on 1960-1989 literature

Author (year)	Role of laboratory work
Charen (1966)	• Enhancing attitude toward science and enhancing scientific attitude
Johnson <i>et al.</i> (1974)	• Enhancing attitude toward science
Raghubir (1979)	• Enhancing attitude toward science and enhancing scientific attitude
Hodson (1985)	• Learning scientific knowledge
Okebukola (1985)	• Enhancing attitude toward science

1960~1989년 시기에 출간된 문헌들은 대부분 과학에 대한 태도 증진을 학교 실험활동의 역할로 제시하고 있었다. 다른 시기의 문헌들에서 나타나는 과학적 탐구 방법 학습, 과학의 본성 이해 등의 역할은 거의 언급되지 않았다. 이처럼 실험활동의 역할로 태도 증진이나 지식 학습 영역에서만 연구가 이루어진 까닭은 이 당시의 연구가 보편적으로 단순한 관찰이나 실험기구 조작에 의한 자료 수집과 정리와 같은 학교 실험활동에 대하여 연구하였으며, 이로 인해 연구 결과도 단순한 교수 기능이나 교사와 학생 특성과 학습 산출물에만 적용할 수 있었다는 것(Lunetta *et al.*, 2005)과 연관을 지을 수 있다. 즉, 이 시기의 학교 실험활동에 대한 연구는 실험 기능에 대한 연구가 많았고, 실험활동을 통하여 과학에 대한 흥미가 증진되었다는 연구가 많았다.

Charen (1966)은 학교 실험활동의 역할로 과학에 대한 태도 증진과 과학적 태도 증진을 언급하였다. 여기에서 과학에 대한 태도는 관심, 호기심 및 흥미와 같은 감정적 반응에 관한 것이며, 과학적 태도는 비판적 추론과 같은 과학적 절차 및 방법과 관련된 행동에 관한 것이다. 과학 관련 태도는 이처럼 두 가지 측면에서 검토될 수 있다고 하였다. 특히 이 태도들은 지필평가를 통해서만 평가가 이루어지기 어려우나, 실험활동을 통해서만 이상적으로 평가할 수 있으며, 태도 증진이 잘 일어날 수 있다고 하였다. 과학 관련 태도를 이처럼 세분화하여 나타냄으로써 두 측면의 차별성을 확인할 수 있게 하였다.

Johnson *et al.* (1974)은 과학에 대한 태도 증진 측면을 언급하였는데, 실험활동에 참여한 학생들이 참여하지 않은 학생들보다 과학에 대해 더 긍정적인 태도를 보였다고 하였다. 이 연구 내용 중 강조

점은 실험활동에 단순히 참여하는 것만으로는 이러한 태도 증진이 일어날 수 없다는 것이다. 과학에 대한 태도 증진 측면에 관심을 가지는 교사가 적절한 발문을 제공하고, 학생들이 직접 조작할 수 있는 구체적인 자료가 있을 때 과학에 대한 태도가 증진된다고 하였다. 이는 대개 구체적 조작기에 해당하는 초등학생에게 더욱 중요한 의미를 지니는 점이라고 할 수 있다.

Raghubir (1979)는 Charen (1966)과 같이 과학에 대한 태도 증진 및 과학적 태도 증진 측면을 제시하였는데, 특히 학생 주도적인 방식을 통해 학생들이 과학자와 같이 실험을 전개할 수 있도록 기회를 제공할 때 두 가지 태도가 증진될 수 있다고 하였다. 보통 교사들은 시간 내에 성공적으로 실험을 수행하기 위해 교사 주도적인 방식으로 실험을 진행하게 되고, 이로 인해 학생들은 성공적으로 실험을 수행하더라도 실험에서 얻게 되는 과학적 지식을 오래 기억하지 못하며, 그 지식의 중요함을 이해하는 정도가 낮다고 하였다. 이는 태도 증진 측면에서는 학생 주도적인 방식이 더 효과적임을 시사한다.

Hodson (1985)은 실험활동의 역할 관련 선행 연구를 제시하며, 학교 실험활동은 과학적 지식의 학습 역할에 주로 중점을 두어야 한다고 하였다. 구체적으로 학생들은 현재 공인된 이론을 학습하여 적용하는 것에 우선권을 두어야 하며, 이러한 과학적 지식은 학생들이 발견하기는 어렵기 때문에 교사의 중재가 있어야 한다고 하였다. 즉, 교사의 중재를 통해 학생들의 기존 지식과 실험에서 학습하게 되는 지식이 잘 연결 지어져야 함을 언급하였다. 과학적 지식 학습 측면에서는 교사가 개입하는 형태의 실험활동이 더 효과적임을 나타낸다. 이는 Raghubir (1979)가 이상적인 실험활동이라고 제안하는 형태와 대비되며, 과학적 지식 학습 측면에서는 교사가 개입하는 형태의 실험활동이 더 효과적임을 나타낸다. 즉, 학교 실험활동의 역할로 어떤 측면을 고려하는가에 따라 실험활동의 형태도 달라지게 됨을 시사한다.

Okebukola (1986)는 실험활동에 많이 참여할수록 실험활동에 긍정적인 태도를 보이게 된다고 하였다. 따라서 학교 여건에 따라 실험 기구 및 재료들을 충분히 제공하지 못하는 경우라도 실험활동을 수행하는 것 자체가 가치 있으며, 실험활동에 학생들이 더 잘 참여할 수 있도록 동기를 부여해야

한다고 하였다. 이는 실험활동에 대한 태도 증진이 과학에 대한 태도 증진과도 상관관계가 높다(Okebukola, 1986)는 점에서 과학과 교육과정 내에 실험활동 차시 배정이 일정량 주어져야 한다는 당위성을 제공한다고 볼 수 있다.

위와 같이 다섯 편의 논문들은 과학에 대한 태도 증진을 주요한 학교 실험활동의 역할로 보았다.

2) 1990~2003년 시기의 학교 실험활동의 역할

이 범주의 문헌들이 강조하는 학교 실험활동의 역할 관련 내용은 Table 4와 같다.

1990~2003년 시기에 출간된 문헌들은 주로 과학적 지식의 학습을 학교 실험활동의 역할로 제시하고 있었다. 1990년대 과학 교육 분야 문헌의 연구 동향은 개념 변화에 특히 중점을 두어 정의적 영역에서 인지적 영역으로 전환되었는데(Lunetta et al., 2007), 이러한 동향에 영향을 받아 학교 실험활동의 역할도 인지적 측면인 과학적 지식 학습을 강조한 것으로 해석된다. 한편, 이전 시기에서 중점을 두었던 태도 증진 측면을 여전히 제시하는 문헌들도 나타났는데, 이를 볼 때 연구자의 주관에 따라 시대별 연구 동향과 다른 형태의 연구들도 다소 진행되었다고 할 수 있었다.

Hodson (1990)은 실습의 역할로 동기 유발, 실험 기술 습득, 과학적 지식 학습, 과학적 탐구 방법 학습, 과학적 태도 증진의 다섯 가지 범주를 언급하였는데, 이 중 과학적 지식 학습과 실험 기술 습득

Table 4. The role of laboratory work in school on 1990-2003 literature

Author (year)	Role of laboratory work in school
Hodson (1990)	• Learning scientific knowledge and acquiring skills to use specific laboratory instruments
Tobin (1990)	• Learning scientific knowledge
Hodson (1996a)	• Learning scientific inquiry methods
Hodson (1996b)	• Learning scientific knowledge, learning scientific inquiry methods, and understanding the nature of science (NOS)
Freedman (1997)	• Learning scientific knowledge and enhancing attitude toward science
Thompson and Soyibo (2002)	• Learning scientific knowledge and enhancing attitude toward science

측면에 대해서만 긍정적인 입장을 보였다. 그리고 이 두 측면에 대해 구체적인 논의를 하였는데, 과학적 지식 학습 측면에서는 학생들이 실험을 통해 학습하게 되는 지식을 스스로 찾아내는 것은 불가능하고 교사의 중재가 필요함을 주장하였다. 또한 실험 기술 습득 측면에서는 실습과 기술 습득의 선 후 관계를 따지자면 실습이 우선되어야 한다고 하였다. 이 연구는 Hodson (1985)과 비교할 때 과학적 지식 학습 역할에 대한 관점은 이전 연구와 유사하며, 기술 습득 측면에 대한 분석이 추가되었다. 따라서 이전 연구보다 폭넓게 진행된 연구라고 해석할 수 있다.

Tobin (1990) 역시 학교 실험활동의 역할로서 과학적 지식 학습 측면을 중점적으로 언급하였다. 이전 연구와 차별화되는 이 연구의 내용은 학생들의 오개념을 정확한 개념으로 변환시키는 데 실험활동이 주요 역할을 수행할 수 있다는 것이다. 연구에 따르면 학생들이 실험 결과를 확인 및 해석하는 과정 속에서 자신이나 동료 학생의 오개념을 발견하고, 이를 교과서, 교사 및 동료 학생 등 여러 물적·인적 자료를 활용하여 정확한 개념으로 변환할 수 있다고 보았다. 또한 교사는 학생들의 실패를 파악하고 적절한 도움을 제공하여 학습의 촉진을 이루어야 한다고 하였다. 교사의 개입을 언급한 점에서 선행연구(Hodson, 1985, 1990)와 유사한 부분이 있으나, 학생 주도적인 측면을 강조한 점이 차별화된다. 특히 결과 해석 과정에서 학생들의 사고 과정을 주목한 점은 실험활동을 통하여 자료를 수집하는 과정보다 자료를 분석하는 과정을 더 중시하였다는 점에서 의미가 있다.

Hodson (1996a)은 발견 학습, 과정 중심 과학, 구성주의가 중점이었던 각 시기별로 실험활동을 어떤 역할로 바라보았는지 고찰하였으며, 세 시기에서의 관점이 모두 문제가 있다고 비판하였다. 그리고 이러한 문제들을 해결하기 위한 방안으로 교사가 잘 설계한 실험활동들을 학생들이 경험하는 것에 중점을 두었다. 이를 통해 학생들이 경험한 여러 방법 중 상황에 따라 적합한 방법을 적용할 수 있게 해야 한다고 하였다. 이는 방법적 측면을 강조했다라는 점에서 학교 실험활동의 역할로 과학적 탐구 방법 학습에 중점을 두었다고 해석된다. 이전 연구(Hodson, 1990)에서는 과학적 탐구 방법 학습 역할에 대해 부정적인 입장을 보였었는데, Hodson

(1996a)의 연구에서는 긍정적인 입장으로 변화하였다. 또한 탐구 방법 학습을 학생 주도적인 입장으로 보지 않고, 교사가 제공하는 것들을 학생들이 경험하는 형태로 제시한 점은 교사 주도적 과정으로 실험활동을 인식한 것으로 분석된다.

Hodson (1996b)은 실습이 과학적 지식 습득, 과학의 본성 이해, 과학적 탐구 방법 학습 역할을 수행할 때 효과적으로 사용될 수 있다고 하였다. 또한 이 세 가지 역할은 서로 다른 역할들로 간주될 수 있기 때문에, 교사가 각 실험활동에 따라 어떤 역할을 중점으로 수행할 것인지를 설계하는 것이 필요하다고 하였다. 고찰한 문헌 중 이 문헌에서 처음으로 과학의 본성 이해 역할이 언급되었으며, 각 역할들을 실험활동마다 모두 수행할 필요가 없다고 한 것은 실험활동의 역할의 다양성과 개별성을 드러냈다는 점에서 의의가 있다. 이러한 Hodson (1996b)의 주장은 10여 년 동안 동일 영역에 대해 지속적으로 연구를 진행하여 이 분야에 대한 전문적인 사고가 구축되어 있었기 때문에 가능한 주장으로 생각된다.

Freedman (1997)은 학교 실험활동이 과학에 대한 태도 증진 및 과학적 지식 학습에 긍정적인 영향을 주는지 검증하기 위해 실제로 학생들을 대상으로 분석을 실시하였다. 과학 수업에 정기적인 실험활동이 포함되는 것이 좋다고 한 이 연구는 선행연구들에서 나타난 역할 간의 영향도 보고자 한 점에서 차별화된다. 과학에 대한 태도가 증진되었을 때 과학적 지식 학습도 증진됨을 볼 때, 학교 실험활동의 역할들은 유기적으로 연관된 부분들이 있음을 시사한다.

Thompson and Soyibo (2002) 역시 소그룹에서의 실습과 토론이 학생들의 전기 분해에 대한 이해와 화학에 대한 태도를 크게 향상시킬 수 있는지를 확인하였고, 학교 실험활동이 과학적 지식 학습 및 과학에 대한 태도 증진의 역할을 수행한다는 것을 검증하였다. 특히 이 연구에서는 소그룹 형태로 실험활동을 수행하는 것에 대해 다루었으며, 추상적인 개념이 실험활동을 통해 경험되어질 수 있다는 점에서 과학적 지식 학습의 역할을 논의하였다. 이는 Hodson의 연구보다 학생 중심적인 시각에서 실험활동의 역할을 분석하였다고 해석된다.

위의 여섯 편의 논문들은 주요한 학교 실험활동의 역할로 과학 지식의 학습을 강조하였다.

### 3) 2004~2017년 시기의 학교 실험활동의 역할

이 범주의 문헌들이 강조하는 학교 실험활동의 역할 관련 내용은 Table 5와 같다.

2004~2017년 시기에 출간된 문헌들은 다양한 학교 실험활동의 역할을 복합적으로 제시하고 있었다. 또한 이전 시기들에 비해 과학적 탐구 방법 학습 역할에 중점을 두는 문헌 비중이 높아졌고, 실험활동의 일반표면적 측면에서는 거의 나타나지 않는 과학의 본성 이해 역할을 언급하는 문헌들도 나타났다. 이를 볼 때 이전 연구들을 바탕으로 학교 실험활동의 역할이 다각도로 고려되고 있다고 해석된다. 그러나 여전히 학교 실험활동의 역할로

**Table 5.** The role of laboratory work in school on 2004-2017 literature

Author (year)	Role of laboratory work in school
Hofstein and Lunetta (2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Learning scientific knowledge, learning scientific inquiry methods, and understanding the NOS</li> </ul>
Wickman (2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Learning scientific knowledge and acquiring skills to use specific laboratory instruments</li> </ul>
Lunetta <i>et al.</i> (2005)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Learning scientific knowledge, enhancing attitude toward science, learning scientific inquiry methods, acquiring skills to use specific laboratory instruments, enhancing scientific attitude, and understanding the NOS</li> </ul>
Pekmez <i>et al.</i> (2005)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Learning scientific inquiry method and providing opportunities to experience natural or scientific phenomena</li> </ul>
Ottander and Grelsson (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Learning scientific knowledge, enhancing attitude toward science, learning scientific inquiry methods, and acquiring skills to use specific laboratory instruments</li> </ul>
Reid and Shah (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Providing opportunities to experience natural or scientific phenomena</li> </ul>
Abrahams and Millar (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Learning scientific knowledge and providing opportunities to experience natural or scientific phenomena</li> </ul>
Abrahams and Reiss (2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Learning scientific knowledge</li> </ul>
Stroupe (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Learning scientific knowledge, learning scientific inquiry methods, and understanding the NOS</li> </ul>
Cruz-Guzmán <i>et al.</i> (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Learning scientific inquiry methods</li> </ul>

서 과학의 본성 이해 측면을 다루는 연구의 비중은 낮은 상황이며, 특정 학자들의 연구에서만 나타나는 것으로 보아, 학교 실험활동의 역할에 대한 연구가 더 필요한 실정이라고 분석된다. 과학의 본성 이해는 단순히 실험활동에 참여하는 것만으로는 이루어질 수 없으며, 교사가 논쟁 또는 성찰적 접근법을 통해 명확히 지도해야 하므로(Lunetta *et al.*, 2005), 관련 연구가 더욱 이루어질 필요가 있다. 한편, 다른 범주와 차별화되는 이 범주의 특징은 학교 실험활동의 역할에 대한 교사의 역할이 많이 언급되고 있다는 것이다. 이 점에서 학교 실험활동의 역할이 실제 현장에서 잘 수행될 수 있도록 실질적인 형태의 연구들이 진행되고 있다고 할 수 있다.

Hofstein and Lunetta (2004)는 학교 실험활동이 과학 개념을 이해하는 것을 도울 수 있으며, 탐구 방법을 학습할 수 있고, 과학의 본성을 이해하는데 도움을 주는 역할을 함을 언급하였다. 과학 개념 이해를 위해 실험활동을 실시하는 경우에는 실험 기구 조작뿐만 아니라, 사고의 조작이 이루어져야 하며, 탐구 방법 학습 시에는 특정 방법 학습에 중점을 두는 것이 아니라 현상을 탐색한 후 인식한 문제를 해결하기 위한 방법으로 사용되어야 함을 강조하였다. 이는 Hodson (1996b)의 연구 내용과 유사하나, 조금 더 발전된 형태를 띤다고 할 수 있다. 또한 과학의 본성 이해 역할을 언급하고는 있으나, 제시한 다른 두 역할에 비해 구체적인 내용이 다루어지지 않고 있다는 점에서 과학의 본성 이해 측면에 대한 연구는 다소 부족한 것으로 분석된다.

Wickman (2004)은 학교 실험활동의 역할 중 특정 실험기구 활용 기술 습득과 과학적 지식 학습 역할을 중점으로 실제 학교 실험활동에서 학생들의 실천적 인식을 분석하여 의미를 도출하였다. 연구 결과, 학생들이 실험활동 수행 후 관찰 결과, 자신과 다른 학생들이 기존에 가지고 있는 지식, 교사로부터 제공받은 자료 및 교사와의 대화를 종합하여 과학적 지식을 학습하는 모습을 발견하였다. 이와 같이 과학적 지식 학습 측면에서는 실험이 수행만으로 끝나는 것이 아니라, 수행 이후 실험 결과와 여러 자료들을 통해 지식을 정립하는 것이 중요하다.

Lunetta *et al.* (2005)은 학교 실험활동이 학생들에게 흥미를 유발하고, 과학적 지식 및 탐구 방법 학습을 일으키며, 이를 위한 기술을 습득할 수 있

는 특별한 요인이라고 하였다. 특히 학교 실험활동은 과학적 지식 이해에 매우 중요한 과학의 본성을 이해하도록 한다고 언급하였다. 실험활동은 학생들이 과학적 사고 및 의사소통을 할 수 있는 기회를 많이 제공하며, 실험활동 중 과학의 본성 관련 내용을 제공하며, 이에 대해 토론을 하는 등 실험활동을 정교하게 계획하고 적용하면 매우 효과적이라고 하였다. Lunetta *et al.* (2005)의 연구는 과학의 본성에 대해 이전 연구(Hofstein & Lunetta, 2004)보다 더 깊이 있게 다루었다고 할 수 있다. 또한 고찰한 문헌 중 이 문헌이 학교 실험활동의 역할에 대해 가장 많이 다루고 있었는데, 이는 이 문헌이 여러 선행연구들을 바탕으로 다각도에서 실험활동을 분석하였기 때문이다. 이를 볼 때, 관련 문헌들을 종합하여 여러 측면에서 의미를 도출하는 연구 방법이 가지는 의미를 확인할 수 있다.

Pekmez *et al.* (2005)은 실습의 성격과 목적에 대한 교사의 이해 정도를 연구하였다. 이 연구에 참여한 교사들은 모두 실습을 좋은 활동으로 인식하였으며, 실습의 목적으로 크게 자연 또는 과학적 현상 경험 기회 제공, 동기 부여, 과학적 탐구 방법 학습, 의사소통의 네 범주를 언급하였다. 그러나 교사들은 실제 실험활동 사례에서 대부분 자연 또는 과학적 현상 경험 기회 제공에 중점을 두었으며, 과학적 탐구 방법 학습은 거의 고려하지 않았다. 따라서 이 연구에서는 학교 실험활동에서 과학적 탐구 방법 학습 역할에 더욱 관심이 필요함을 강조하였다. 이 연구에서 교사들이 보편적으로 인식하는 내용과 실제 상황에서 인식하는 내용의 차이에 관심을 두었다. 보편적 인식과 실천적 인식을 고려하게 되었다는 점에서 의미가 있다. 보편적 인식은 실천적 인식으로 전환되는 데 여러 어려움이 있으므로(Sandoval, 2005), 이를 고려하여 연구가 진행될 필요가 있다.

Ottander and Grelsson (2006)의 연구에 따르면 학교 실험활동의 주요 역할은 과학적 지식을 학습하고, 흥미와 즐거움을 자극하며, 실험 기술을 가르치고, 과학적 탐구 과정에 참여하는 것이다. 이 연구에서는 과학적 지식 학습 역할 측면으로 Tobin (1990)과 같이 오개념 수정에 주목하였고, Wickman (2004)과 같이 실험 결과를 바탕으로 논의를 통해 지식이 통합되는 것을 언급하였다. 또한 과학적 탐구 방법 학습 측면을 강조한 점은 Pekmez *et al.*

(2005)의 연구와 유사하다.

Reid and Shah (2007)는 학교 실험활동이 없다면 나타날 현상들을 유추하며 실험활동의 독자적인 역할이 무엇인지 정의하고자 하였다. 그 결과, 실험활동이 없다면 학생들은 과학에 대해 추상적인 인식을 가지게 될 것이므로, 실험활동은 학생들에게 많은 경험을 제공하여 실제적인 인식을 증진하고, 이를 바탕으로 과학적 사고를 발전시키는 역할을 한다고 하였다. 이는 과학 교과에서 실험활동이 학생들의 과학적 사고를 발전시키는 역할을 한다고 보았다는 점에서 의미가 크다.

Abrahams and Millar (2008) 역시 Reid and Shah (2007)와 같이 학교 실습의 역할로 현상 경험 측면을 언급하였으며, 특히 경험한 것과 과학적 지식을 연결하는 것이 학교 실습의 근본적인 역할이라고 강조하였다. 자연현상이나 과학적 현상을 학생들이 경험한다는 것은 과학적 탐구, 과학에 대한 긍정적 태도 함양의 출발점이라고 볼 수 있다. 또한 Abrahams and Millar (2008)는 실습만으로는 학생들이 과학적 지식을 생성하기 어려우며, 교사의 중재가 필요하다고 하였는데, 이는 Hodson의 연구 전반에서도 다루어진 내용들이다. 특히 실습수업을 계획하는 과정부터 교사의 중재가 준비되어야 한다는 점은 Hodson (1996b)의 연구에서 교사의 설계를 중요시한 점과 유사하다.

Abrahams and Reiss (2012)는 학교 실험활동의 역할 중 과학적 지식 학습 역할에 대해 심도 있게 다루었다. 과학적 지식 학습 측면에서 실험이 어느 정도 효과적인지에 대해 사례를 통해 분석한 결과, 단순히 실험활동을 성공적으로 끝내는 것에만 집중하면 과학적 지식 학습이 일어나지 않을 수 있음을 확인하였다. 따라서 학교 실습이 이 역할을 잘 수행하기 위해서는 교사가 인지적 과제를 설계하여 도움을 제공해야 한다고 하였다. 이전 연구들이 학교 실험활동의 역할 중 과학적 지식 학습 역할을 가장 많이 다룬 점에서, 과연 실험활동이 과학적 지식 학습에 효과적일지를 분석한 이 연구는 기존의 연구 결과들을 재조명하였다는 의미가 있다.

Stroupe (2015) 또한 Abrahams and Reiss (2012)와 유사하게 대부분의 학교 실험활동이 성공적인 수행에 치중하여 역할이 제한된다는 점을 지적하였다. 이 연구에서는 학교 실험활동의 역할로 과학적 지식 학습이 유일한 목적이 아니라, 과학적 탐구

과정 경험 및 자연 세계에 대한 이해 및 그 심화를 언급하였다. 즉, 학교 실험활동의 역할로 여러 측면을 드러내고자 하였다. Stroupe는 NGSS의 science practice를 disciplinary work로 설명하려 하였는데, disciplinary work를 개념적, 사회적, 인식적, 그리고 물질적 차원으로 나누었다. 개념적 차원은 과학 지식 학습, 개념적, 사회적, 인식적, 물질적 차원은 과학적 탐구 방법 학습으로 해석할 수 있다. 즉, 과학적 탐구는 물질적 차원으로 볼 수 있는 자료를 수집하고, 개념적, 사회적, 인식적 차원이 관련된 수집한 자료를 해석하는 단계를 거쳐, 개념적 차원과 인식적 차원이 관련된 결론도출과 일반화 단계에 이르게 된다. 여기서 사회적 차원은 과학 실천을 하는 동안 사람들이 어떻게 규범적인 행동을 하는가이다. 자료를 해석하는 단계에 과학 지식이 활용된다는 점에서 개념적 차원이 관련된다. 인식적 차원은 과학의 본성 이해와 관련된다.

Cruz-Guzmán *et al.* (2017)은 과학적 탐구 방법 학습 측면에서의 실험활동의 역할을 강조하였다. 또한 이 역할을 수행하기 위해서는 학생들의 흥미와 이해를 증진시킬 수 있는 적절한 질문들과 학생들의 탐구 능력이 전제가 되어야 한다고 하였다. 따라서 이 역할이 잘 수행되지 않는 까닭으로 적절한 질문을 제시하지 못하는 교사의 인식 및 실행 부족을 중점으로 다루며, 교사의 역량으로 이를 중요하게 언급하였다. 이는 실험활동의 역할에 대한 교사의 역할을 제시하고자 한 점에서 의미가 있다.

위의 열 편의 논문들은 다양한 학교 실험활동의 역할을 강조하였다.

학교 실험 활동의 역할을 시기별로 나타내면 다음 Table 6과 같다. Table 6에서 볼 수 있는 것과 같이 1960~1989년 시기에는 과학에 대한 태도 증진이 학교 실험 활동의 역할로 주로 고려되었음을 알 수 있다. 1990~2003년 시기의 학교 실험 활동 관련 문헌에서는 과학적 지식 학습이 대체로 많이 나타났다음을 알 수 있다. 그리고 2004~2017년 시기의 문헌에서는 다양한 학교 실험활동의 역할이 중요시되었음을 알 수 있다. 특히 과학적 탐구 방법 학습이 강조된 것을 볼 수 있다.

## 2. 학교 실험활동의 역할들

문헌 고찰 결과를 바탕으로 2개 이상의 문헌에서 공통적으로 제시하는 내용을 범주화하였을 때,

**Table 6.** Frequency of specific role of laboratory work by period

Roles of laboratory work	1960-1989	1990-2003	2004-2017
Learning scientific knowledge	1	5	7
Enhancing attitude toward science	4	3	2
Learning scientific inquiry methods	0	1	6
Acquiring skills to use specific laboratory instruments	0	1	3
Enhancing scientific attitude	2	0	1
Understanding the nature of science	0	1	2
Providing opportunity to experience natural or scientific phenomena	0	0	3

학교에서 실시하는 실험활동의 역할은 크게 Table 7과 같이 일곱 가지 주요 범주로 분류할 수 있었다.

### 1) 과학적 지식 학습

이 역할에서의 기본 관점은 학교에서 실시하는 실험활동은 과학자가 실시하는 실험과는 차이가 있다는 것이다(Hodson, 1985). 대개 과학자가 실시하는 실험은 새로운 과학적 지식을 발견하는 것이 라면, 대개 학교에서의 실험에서 교사가 요구하는 발견은 이미 확립된 과학적 지식을 ‘재발견’하는 것이다(Hodson, 1990). 학교 실험은 학생들이 공인된 개념적 및 이론적 지식을 습득하고 개발하게 한다(Hodson, 1996b). 따라서 학교 실험과 과학자 실험을 같게 보는 인식은 학교 실험 결과를 너무 과장되게 믿게 하는 위험을 초래하고, 둘을 같게 만들려고 하기 보다는 구별하는 것이 더 도움이 된다(Hodson, 1985). 학교 실험은 여러 이유들로 인해 의도하는 결과가 나오지 않을 수 있으나, 검증된 지식 또는 가설은 몇 번의 부정적인 실험 결과로 인해 기각되지는 않는다(Hodson, 1985).

따라서 학교에서 실시하는 실험활동은 실험을 통해 관찰하는 실제 현상과 그와 관련된 추상적 사고 및 지식 영역을 연결해야 한다(Abrahams & Millar, 2008). 즉, 학교 실험활동은 실험에서 나타나는 일시적 지식과 검증된 명제적 지식 사이의 관계를 수립하는 역할을 한다(Hodson, 1996b). 이를 위해 학교 실험에서는 의도한 현상을 일으키고, 자료를 수집하여 이를 과학 개념과 연결시켜야 한다



**Table 7.** A definition of the role of laboratory work in school

Roles of laboratory work in school (related literature)	# of literature
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Learning scientific knowledge (Abrahams &amp; Millar, 2008; Abrahams &amp; Reiss, 2012; Freedman, 1997; Hodson, 1985, 1990, 1996b; Hofstein &amp; Lunetta, 2004; Lunetta <i>et al.</i>, 2005; Ottander &amp; Grelsson, 2006; Stroupe, 2015; Thompson &amp; Soyibo, 2002; Tobin, 1990; Wickman, 2004)</li> </ul>	13
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enhancing attitude toward science (Charen, 1966; Freedman, 1997; Johnson <i>et al.</i>, 1974; Lunetta <i>et al.</i>, 2005; Okebukola, 1985; Ottander &amp; Grelsson, 2006; Raghurib, 1979; Thompson &amp; Soyibo, 2002)</li> </ul>	8
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Learning scientific inquiry methods (Cruz-Guzmán <i>et al.</i>, 2017; Hodson, 1996a, 1996b; Hofstein &amp; Lunetta, 2004; Lunetta <i>et al.</i>, 2005; Ottander &amp; Grelsson, 2006; Pekmez <i>et al.</i>, 2005; Stroupe, 2015)</li> </ul>	8
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acquiring skills to use specific laboratory instruments (Hodson, 1990; Lunetta <i>et al.</i>, 2005; Ottander &amp; Grelsson, 2006; Wickman, 2004)</li> </ul>	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enhancing scientific attitude (Charen, 1966; Lunetta <i>et al.</i>, 2005; Raghurib, 1979)</li> </ul>	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding the nature of science (Hodson, 1996b; Hofstein &amp; Lunetta, 2004; Lunetta <i>et al.</i>, 2005)</li> </ul>	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Providing opportunity to experience natural or scientific phenomena (Abrahams &amp; Millar, 2008; Reid &amp; Shah, 2007; Pekmez <i>et al.</i>, 2005)</li> </ul>	3

(Abrahams & Reiss, 2012). 학교 실험은 과학 개념과 이론을 현상 관측과 연결시키는 중요한 기회를 제공한다(Hofstein & Lunetta, 2004). 특히 눈에 보이지 않는 추상적인 개념도 실험을 통해 경험하면 개념에 대한 이해가 심화된다(Thompson & Soyibo, 2002). 따라서 이를 고려하여 실험 활동을 잘 구조화하여 적용하면 학생들의 과학적 지식 개발에 효과적인 도구가 된다(Freedman, 1997; Lunetta *et al.*, 2005).

또한 학생들의 기존 지식에도 새로운 개념이 잘 연결지어져야 한다(Hodson, 1985). 한 차시의 실험에서 나타나는 현상과 과학 개념만을 연결시키는 것이 아니라, 학생들이 이미 가지고 있는 사전 지식과 실험을 통해 학습하게 된 새로운 지식 간의 연결 또한 이루어져야 개념 간의 관계망이 구축된다. 이렇게 되면 지식의 손실을 막을 수 있고, 해당

개념에 대한 이해가 더욱 심도 있게 이루어질 수 있다. 이러한 과정을 통해 학생들은 자연 세계에 대한 이해의 폭이 넓어지게 된다(Stroupe, 2015).

특히 학생의 기존 지식이 오개념이라면 이를 수정하여 정확한 과학적 지식을 가지게 하는데 실험이 효과적으로 사용될 수 있다. 실험은 학생들이 자신들의 오개념에 직면하고 오개념을 수정할 수 있게 해준다. 이때 논의를 통해 지식의 통합이 이루어진다(Ottander & Grelsson, 2006). 즉, 실험을 하기 전에 가지고 있던 오개념이 실험에서 발견되면 자신이 직접 실험을 통해 느낀 것이기 때문에 학생은 오개념을 수정하고자 하는 의지가 강해진다. 그리고 오개념을 수정하는 과정에서 논의의 기회가 제공되면 다른 사람의 발언을 통해 자신이 가지고 있지 않은 개념들을 습득할 수 있게 된다. 즉, 자신의 오개념과 실제 개념과의 차이를 알게 되어, 논의를 통해 정당화의 과정을 거치면서 과학적 지식이 견고해진다. 이처럼 실험은 각 학생들이 결과에 대해 반성하고 오해를 명확히 밝힐 수 있는 기회를 제공하며, 이때 다른 학생 및 교사들과 논의하고 서적 및 다양한 자료를 참조하게 해야 한다(Tobin, 1990; Wickman, 2004).

이처럼 확립된 과학적 지식의 학습을 위해 실험이 사용되는 경우에는 다음의 6가지 조건 충족이 필요하다(Hodson, 1985). 첫째, 중심 개념과 개념 간의 관계에 실험의 초점을 맞춰야 한다; 둘째, 실험이 성공적으로 이루어져야 한다; 셋째, 교사의 안내 주도의 실험이 실시되어야 한다; 넷째, 실험이 학생들의 실질적인 능력 범위 내에 있어야 한다; 다섯째, 실험 자료로부터 단 하나, 또는 제한된 수의 결론만 도출되어야 한다; 여섯째, 교사는 실험을 해석하기 위한 개념적 틀(구조)을 제공해야 한다(Hodson, 1985).

## 2) 과학에 대한 태도 증진

과학에 대한 태도란 과학에 대한 관심과 흥미를 말한다(Charen, 1966). 학습 환경의 한 요소로서의 실험실은 학생들의 과학에 대한 태도에 영향을 주는 한 변수로서 태도 증진에 긍정적인 영향을 준다(Freedman, 1997; Lunetta *et al.*, 2005; Ottander & Grelsson, 2006; Thompson & Soyibo, 2002). 특히 태도와 같은 정의적 영역은 그 특성상 지필평가로 검사하기가 쉽지 않으나, 실험활동은 교사가 관찰을

통해 이를 평가하기에 이상적이다(Charen, 1966).

실험 자료나 기기, 실험실 시설 등이 다소 부족하더라도 실험 경험 자체가 의미가 있으므로, 실험에 많이 참여하도록 하여 학생들의 과학에 대한 태도를 증진시킬 수 있다(Okebukola, 1986). 그러나 실험을 실시하는 것만으로는 긍정적인 태도를 갖출 수 없으며, 과학에 대한 학생들의 긍정적인 태도에 관심이 있는 교사의 발문과 학생들이 함께 실험할 수 있는 구체적인 자료가 있어야 한다(Johnson *et al.*, 1974). 또한 교사 주도적인 실험보다 학생에게 보다 주도권을 제공하는 실험의 형태가 태도 증진에 더 효과적이다(Raghubir, 1979).

### 3) 과학적 탐구 방법 학습

과학적 탐구 방법이란 자연 현상에 대한 의문 갖기, 문제 인식, 탐구계획, 탐구 수행, 자료해석, 결론 도출 및 일반화에 이르는 각각의 또는 일련의 과정을 말한다. 이러한 과학적 탐구 방법을 학습하는 것을 학교 실험 활동의 역할로 본 것이다. 이 관점은 과학 탐구 및 문제 해결 방법을 익혀, 이를 바탕으로 전문 지식을 개발할 역량을 기르는 것을 학교 실험활동의 역할로 간주한다(Hodson, 1996b; Lunetta *et al.*, 2005). 또한 Stroupe (2015)는 과학자가 검증된 과학적 지식을 생성하기까지의 과정을 개념적 차원, 사회적 차원, 인식적 차원과 물질적 차원으로 나누어 제시하였다. 과학적 탐구 방법 학습으로 Stroupe를 분류한 것은 Stroupe의 개념적, 사회적, 인식적, 물질적 차원에서 과학적 탐구 방법이 표상되기 때문이다. 즉, 과학자와 같이 학생들이 실험실에서 물질적 차원에서 실험기구를 조작하면서 자료를 수집하고, 개념적 차원이 동원되어 수집한 자료를 해석하게 된다. 이러한 과정이 진행될 때 학생들은 동료들과 서로 논의하게 되는데, 이 때 사회적 차원이 고려된다. 또한 자료를 해석하여 새로운 지식을 얻게 될 때 학생들은 인식적 차원을 고려하게 된다.

따라서 과학적 지식이 어떻게 개발되고 사용되는지에 대한 실험의 측면을 학교에서 다뤄야 한다(Hofstein & Lunetta, 2004). 이를 위해 학교에서의 실험은 전체 계획과 실험 설계를 포함한 더 많은 탐구 과정을 요구해야 한다(Ottander & Grelsson, 2006; Pekmez *et al.*, 2005). 이 때 학생들에게 흥미롭고 이해할 수 있는 질문을 활용하면 탐구 과정에

학생들을 참여시키는 실험활동을 촉진할 수 있으며(Cruz-Guzmán *et al.*, 2017), 학생들은 교사의 안내를 바탕으로 각 상황에 적합한 과학적 탐구 방법이 무엇인지를 경험할 수 있게 된다(Hodson, 1996a).

### 4) 특정 실험기구 활용 기술 습득

학교에서의 실험의 역할 중 하나는 특정 기술을 습득하는 것이다(Hodson, 1990; Ottander & Grelsson, 2006). 여기서의 특정 기술이란 새로운 개념 또는 절차를 이해하는데 도움을 주거나(Lunetta *et al.*, 2005) 다른 학습에도 가치 있는 기술이며, 이 기술은 적정 수준의 역량으로 개발되어야 한다(Hodson, 1990). 이 역할에서 인과 관계를 따지자면 기술 습득을 위해 실험을 실시하는 것이 아니라, 정확하게 실험을 실시하기 위해 기술 습득이 필요하여 실험에서 기술 습득을 하는 것이다. Wickman (2004)의 실험에서의 기술 습득 또한 관찰을 통해 자료를 발견해야 과학적 지식 확립에 활용할 수 있기 때문에 목표로 세워졌던 것이었다. 따라서 특정 실험에서만 일회적으로 사용되는 기술이 필요하거나, 다른 실험에도 활용하는 가치 있는 기술이라 하더라도 현재 학생의 수준에서는 적정 수준의 역량으로 개발되기 어려운 기술이 필요한 실험의 경우 교사 시범, 멀티미디어 자료 활용 등 학생 실험을 대신하는 대안 자료 제공을 고려하여야 한다.

### 5) 과학적 태도 증진

과학적 태도란 비판적 추론, 과학적 사고 등과 같은 과학적 절차 및 방법을 수행할 때 관여되는 바람직한 태도라고 할 수 있다(Charen, 1966). 실험 활동은 이러한 태도를 증진하는 데 긍정적인 영향을 준다(Charen, 1966; Lunetta *et al.*, 2007; Raghubir, 1979). 특히 학생 주도적인 실험 형태를 적용하면 실험 과정에서 학생들은 과학자의 전략과 유사한 형태의 전략들을 활용할 수 있게 되므로 과학적 태도 증진이 더욱 효과적으로 나타날 수 있다(Raghubir, 1979).

### 6) 과학의 본성 이해

이 관점에서 학교 실험은 과학의 본성에 대한 이해와 과학·기술·사회 및 환경간의 복잡한 상호작용에 대한 인식을 개발한다(Hodson, 1996b). 실험은 학생들이 과학 공동체의 성격과 과학의 본성

에 대한 생각을 개발하도록 도울 수 있다(Hofstein & Lunetta, 2004). 구체적으로 과학의 잠정성, 논리와 창의성의 중요성, 다양성, 사회문화적 측면 등의 과학의 본성을 깨달을 수 있는 기회가 주어질 수 있다. 특히 과학이 여러 영역과 긴밀하게 연관되어 있음을 실험을 통해 학생들이 인식할 수 있다. 이러한 과학의 본성을 이해하는 것은 기존의 과학 지식을 이해하는 데에 매우 중요한 요소이므로 학교 실험 활동 경험을 통해 이를 깨달을 수 있도록 해야 한다(Lunetta et al., 2005).

### 7) 자연 또는 과학적 현상 경험 기회 제공

학교에서의 실험은 의도한 현상을 일으켜 현상을 경험할 수 있는 기회를 제공한다(Abrahams & Millar, 2008). 자연 또는 과학적 현상 경험 기회 제공은 학생들이 실생활에서 쉽게 경험하지 못하는 현상을 실험을 통해 직접적으로 경험할 수 있게 하는 것이다. 학생들은 이를 통해 과학의 여러 영역에 대해 구체적이고 실제적인 인식을 가질 수 있다(Reid & Shah, 2007). Pekmez et al. (2005)은 실험 활동의 목적 중 하나로 자연 또는 과학적 현상 경험의 기회 제공을 고려하였다.

위와 같이 문헌연구를 통하여 도출된 일곱 가지의 학교 실험의 역할에 대하여 살펴보았다.

## IV. 결론 및 제언

어떤 활동을 진행할 때는 그 활동의 의미를 먼저 파악하고, 그 활동의 의미에 맞게 진행이 되고 있는지를 파악하며 개선이 이루어지는 것이 순리이다. 실험활동 또한 의미를 명확하게 파악하였을 때, 그 의미에 맞게 방향을 조정하고 발전이 이루어질 수 있다. 이러한 관점에서 여러 국외 연구들이 학교 실험활동의 역할에 대해 다루었으나, 연구자에 따라 제시하는 방향이 다르다. 이 연구에서 1960~2017년 동안 출판된 학교 실험의 역할에 대한 21편의 문헌 고찰을 하여 실험의 역할에 대한 특징을 나타내는 시기별로 범주화하여 각 시기별 특징을 서술하였고, 일곱 가지의 실험의 역할을 도출하였다.

1960~1989년 시기에는 실험의 역할로 과학에 대한 태도를 강조하였고, 1990~2003년 시기에는 실험의 역할로 과학 지식 학습을 강조하였고, 2004~

2017년 시기에는 과학의 본성을 포함하여 과학 지식의 학습, 과학적 탐구 방법 학습, 과학에 대한 태도 증진 등 다양한 실험의 역할을 강조한 것으로 파악되었다. 특히 학교 실험활동에 대한 연구들은 시대별로 그 당시의 교육사조의 영향을 받으며, 대개 비슷한 동향을 보였다. 또한 최근에 이를수록 새로운 역할들이 제시되는 등 다양한 측면에서 연구가 진행되고 발전하고 있다. 앞으로의 실험활동 관련 연구들도 실험활동의 현상학적인 측면에 중점을 두기에 앞서 실험활동의 역할에 대한 근본적인 물음과 해답을 요구하는 방향으로 이루어질 필요가 있다.

1960~2017년에 걸쳐 발표된 문헌에 나타난 학교에서의 실험활동의 역할은 과학적 지식 학습, 과학에 대한 태도 증진, 과학적 탐구 방법 학습, 특정 실험기구 활용 기술 습득, 과학적 태도 증진, 과학의 본성 이해, 자연 또는 과학적 현상 경험의 기회 제공으로 파악되었다. 학교 실험활동의 역할은 과학자의 실험활동의 역할과는 다소 다른 성격을 띠며, 그 자체로 독자적인 영역을 형성한다. 특히 일부 역할들은 실험활동을 단순히 수행하는 것만으로는 달성될 수 없으며, 교사의 계획적인 지도가 중요하다. 이러한 점에서 볼 때, 학교에서 실험활동을 지도하는 교사는 여러 상황 변인 속에서 실험활동이 그 역할에 부합하도록 어떻게 지도해야 할지에 대한 적절한 인식이 필요하다. 이 연구에서 도출한 학교 실험활동의 역할은 실제 교사의 인식을 점검하고 증진시킬 수 있는 기초 자료를 제공하는 데 기여할 수 있다. 실험활동의 역할에 대해 교사가 현재 가지고 있는 인식을 파악하면 실제 인식의 어느 영역을 개선해야 할지에 대한 방향을 마련할 수 있을 것이다.

또한 현장에서는 이 연구에서 제시한 학교 실험활동의 역할이라는 보편적 인식을 상황에 따라 실천적 인식으로 적절하게 변환시켜 적용해야 할 것이다. 이러한 보편적 인식과 실천적 인식과의 전환은 매우 중요하나, 실제로 이 둘의 전환이 원활하고 적절하게 이루어지는 과정이 쉽지는 않아 도움이 필요하다(Sandoval, 2005). 따라서 실험활동의 역할에 대한 실천적 인식이 구체화된다면 실험활동이 현장에서 더 의미 있는 활동으로 이루어질 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does practical work really work?: A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Abrahams, I. & Reiss, M. J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035-1055.
- Charen, G. (1966). Laboratory methods build attitudes. *Science Education*, 50(1), 54-57.
- Choi, O. J., Kim, H. N. & Paik, S. H. (2000). An ethnographic study on the elementary science classes of the 5th grade students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 18(2), 35-46.
- Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A. & Criado, A. M. (2017). An analysis of the questions proposed by elementary pre-service teachers when designing experimental activities as inquiry. *International Journal of Science Education*, 39(13), 1755-1774.
- Freedman, M. P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude towards science and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 343-357.
- Hodson, D. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12(1), 25-57.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 70(256), 33-40.
- Hodson, D. (1996a). Laboratory work as scientific method: Three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 115-135.
- Hodson, D. (1996b). Practical work in school science: Exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18(7), 755-760.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Johnson, R. T., Ryan, F. L. & Schroeder, H. (1974). Inquiry and the development of positive attitudes. *Science Education*, 58(1), 51-56.
- Kang, H. T., Lee, G. & Noh, S. G. (2017). A study on the analysis and the improvement of land and sea breeze model experiment suggested to 2009 revised elementary science curriculum. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36(1), 1-15.
- Kwon, O. J. (2013). Perception change of elementary school students on the infrared. *The Journal of Education Studies*, 50(1), 101-112.
- Lee, S. A., Jhun, Y. S., Hong, J. E., Shin, Y. J., Choi, J. H. & Lee, I. H. (2007). Difficulties experienced by elementary school teachers in science classes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(1), 97-107.
- Lee, Y. M. & Park, I. W. (2012). Development of a safe and efficient heat conduction experiment and applications to elementary school science classes. *Korean Journal of Elementary Education*, 23(4), 1-15.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. P. (2005). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In Abell, S. K. & Lederman, N. G. (eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 393-441). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Oh, P. S. (2017). An interpretation of modeling-based elementary science lessons from a perspective of distributed cognition. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36(1), 16-30.
- Okebukola, P. A. (1986). An investigation of some factors affecting students' attitudes toward laboratory chemistry. *Journal of Chemical Education*, 63(6), 531-532.
- Osborne, J. (2015). Practical work in science: Misunderstood and badly used?. *School Science Review*, 96(357), 16-24.
- Ottander, C. & Grelsson, G. (2006). Laboratory work: The teachers' perspective. *Journal of Biological Education*, 40(3), 113-118.
- Park, J. W. & Kim, S. J. (1996). The survey of problem contexts suffering by the elementary teachers in the elementary science laboratory instruction. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 15(2), 263-282.
- Pekmez, E. S., Johnson, P. & Gott, R. (2005). Teachers' understanding of the nature and purpose of practical work. *Research in Science & Technological Education*, 23(1), 3-23.
- Raghubir, K. P. (1979). The laboratory-investigative approach to science instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 16(1), 13-18.
- Reid, N. & Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172-185.
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89(4), 634-656.
- Stroupe, D. (2015). Describing "science practice" in learn-

- ing settings. *Science Education*, 99(6), 1033-1040.
- Thompson, J. & Soyibo, K. (2002). Effect of lecture, teacher demonstrations, discussion and practical work on 10th grader's attitude to chemistry and understanding of electrolysis. *Research in Science and Technological Education*, 20(1), 25-37.
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403-418.
- Wellington, J. (2001). Practical work in school science: which way now?. (S. W. Hwang, Trans.). Seoul: Sigma-press. (Original work published 1998)
- Wickman, P. O. (2004). The practical epistemologies of the classroom: A study of laboratory work. *Science Education*, 88(3), 325-344.
- Yang, I. H. & Cho, H. J. (2005). Review on the aims of laboratory activities in school science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 24(3), 268-280.
- Yun, E., Kwon, S. G. & Park, Y. (2015). Analysis of problems of current science textbooks perceived by teachers and students in view of learner-centered classroom. *Journal of Science Education*, 39(3), 404-417.

---

김자현, 부산 화랑초등학교 교사(Kim, Ja-Hyeon: Teacher, Busan Hwarang Elementary School).

† 김효남, 한국교원대학교 교수(Kim, Hyo-Nam; Professor, Korea National University of Education).

양일호, 한국교원대학교 교수(Yang, Il-Ho; Professor, Korea National University of Education)