

Small-Scale Chemistry를 적용한 '화학 및 실험' 강좌가 초등 예비 교사의 실험 활동에 대한 태도 및 과학 교수 효능감에 미치는 효과

윤희숙 · 유미현
(서울대학교)

The Effect of the 'Chemistry and Experiment' Course Employing Small-Scale Chemistry on Pre-service Elementary Teachers' Attitude toward Laboratory Work and Science Teaching Efficacy

Yoon, Heesook · Yoo, Mi-Hyun
(Seoul National University)

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of the 'Chemistry and Experiment' course employing the Small-Scale Chemistry(SSC) experiment on the 30 pre-service elementary teachers' attitude toward laboratory work and their science teaching efficacy. This study also examined the perception of the pre-service elementary teachers about the SSC experiment. In the result, there were found significant interactions between the treatment and prior level in attitude toward laboratory work. The attitude toward laboratory work of low-level pre-service teachers was improved while that of high-level pre-service teachers remained unchanged. However, there was no significant change in their beliefs regarding science teaching efficacy. Through the analysis of questionnaire, it was also found that they had positive perceptions about the SSC experiment, and most of them as pre-service teachers found the SSC experiment helpful to teach chemistry experiments.

Key words : Small-Scale Chemistry(SSC), attitude toward laboratory work, science teaching efficacy, perceptions about the SSC experiment

I. 서 론

아동들은 과학과 학습을 통하여 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 갖게 되며, 과학의 지식체계를 이해하게 되고, 탐구 방법을 습득함으로써 올바른 자연관을 가지게 된다(교육부, 1998). 현행 교육 과정에서의 탐구 방법의 습득은 주로 관찰 가능한 자연 사물, 현상을 다루는 탐구적인 실험 활동을 통해 이루어진다. 과학 실험 활동은 아동들의 과학에 대한 흥미를 고취시키고, 과학 지식과 개

념의 이해, 지적 능력의 습득, 과학적 과정과 기능의 습득, 과학의 본성에 대한 이해, 과학적 태도 습득 등의 많은 이점을 줄 수 있다(Simpson & Anderson, 1981; Shulman & Tamir, 1973).

이와 같이 실험 활동과 깊은 관련을 갖고 있는 과학 교과와 특성은 교사로서 하여금 특별한 인식을 가지게 할 수 있다. 많은 초등교사 및 예비 교사들은 다른 과목에 비하여 과학을 가르치는 것에 대하여 비교적 낮은 자아효능감을 가지고 있으며, 과학을 가르치기 어려운 과목이라고 인식하고 있다(홍정림

과 김재영, 2000; Czerniak & Chiarelott, 1990; 임희준, 2005에서 재인용). 초등 교사들은 특히 과학과 교수 지도에 있어 탐구 학습과 관련된 실험 학습 지도, 자료 준비, 실험 시 안전 지도 등에서 불안을 느끼고 있으며(이재천 등, 1997), 중등교사와 달리 과학 전문 지식 영역의 어려움이나 교수 방법 영역의 어려움보다 실험 실습 영역에서의 어려움을 더 많이 느끼고 있는 것으로 나타났으며(이수아 등, 2007), 초등 예비 교사들 역시 과학과 교육 실습에서 실험 실습과 관련된 어려움을 많이 느끼고 있는 것으로 나타났다(윤혜경, 2004).

과학 수업에 대한 불안이나 어려움은 과학 교수에 대한 효능감에 부정적인 영향을 주어 교사의 과학 수업 회피나 학생들의 성취도 저하로 이어질 우려가 있으며(Enochs & Riggs, 1990; 임청환과 최종식, 1999), 이에 따라 초등 예비 교사들의 과학 교수 효능감 향상을 위해 다양한 예비 교사 교육 프로그램 적용 및 효과에 대한 연구들이 이루어져 왔다(김찬중, 2000; 홍정림과 김재영, 2003; 임희준, 2005; 임희준과 여상인, 2006). 그러나 주로 과학 교육 방법론 강의를 중심으로 연구가 이루어져 과학 교수의 주된 어려움으로 보고되고 있는 실험 실습 영역과 관련된 어려움의 해결을 위한 연구는 미흡한 실정이다.

실제 현장에서 실험수업을 실시함에 있어 불안과 어려움의 극복을 위해서는 무엇보다도 교사 자신이 실험에 대한 가치를 인식하고 실험에 대한 흥미와 자신감을 갖는 것이 중요할 것이다. 따라서 대학 교육 과정에서 예비 교사들의 과학 실험에 대한 태도를 긍정적으로 변화시킬 수 있는 다양한 방안을 강구할 필요가 있다. 현재 전국 교육대학에서는 초등 교사로서의 일반 능력과 함께 단위 학교의 과학 교육을 선도할 탁월한 능력을 갖춘 전문가의 양성을 위해 과학과 심화 과정을 설치하여 운영하고 있다(권치순, 2006). 그러나 현장 교사와 예비 교사 및 과학 교육 전문가들은 현재의 과학과 심화 과정의 내용 구성이 이론적인 부분에 치중되어 있음을 문제점으로 지적하고 있으며(권치순 등, 2007), 실험 중심의 초등과학 탐구 교육 진흥을 위한 과제로서 초등교사 양성에서 실험 교육의 강화를 제안하고 있다(박승재, 2002). 이러한 연구 결과는 과학 심화 과목에서 실험 실습 부분에 보다 많은 비중을 두어야 함을 시사하고 있지만, 여러 과목을 배워야

하는 교육대학의 특성상 실험을 강화함에 있어 시수 문제 등의 현실적인 제약이 따른다.

본 연구에서는 이러한 문제 의식에서 출발하여 예비 교사들의 실험 활동에 대한 태도 및 교수 효능감에 긍정적인 변화를 주기 위한 효과적인 실험 강화 방안의 하나로서 교육대학의 과학 심화 과목인 ‘화학 및 실험’ 과목에 Small-Scale Chemistry를 도입하여 적용하였다. Small-Scale Chemistry(SSC)는 전통적인 유리 실험 기구 대신 플라스틱 소재의 실험 기구와 몇 방울 단위의 시약을 사용하여 소규모로 화학 실험을 하는 것으로 경제성, 안전성, 환경 보호 측면에서 유리할 뿐 아니라, 간단히 짧은 시간에 실험을 실시할 수 있는 장점이 있다(Thompson, 1989). 또한, 한 조 당 실험 준비물이 키트 형태로 제공되므로 실험 준비와 뒷정리에 따른 번거로움을 덜어줄 수 있어 실험 조교가 없거나 실험실이 부족하여 실험을 자주 하지 못하는 교사들이 학교 현장에서 실험 수업을 보다 활발하게 할 수 있도록 도와준다(Bradley et al., 1998). SSC는 미국 콜로라도 주립대학의 Thompson 교수에 의해 1972년 시작되었으며, 우리나라에는 2002년 국외연수를 다녀온 화학 교사들에 의해 처음으로 소개된 후 현재 중등학교를 중심으로 현장 적용 연구가 활발히 진행되고 있다(김현경과 최병순, 2005; 유미현 등, 2006; 윤진녀 등, 2007; 박종윤과 홍지혜, 2007).

본 연구에서는 SSC를 적용한 ‘화학 및 실험’ 과목이 초등 예비 교사들의 실험 활동에 대한 태도와 과학 교수 효능감에 미치는 영향을 살펴보고, SSC 실험을 적용한 수업에 대한 초등 예비 교사들의 인식을 조사함으로써 SSC를 적용한 ‘화학 및 실험’ 과목의 효과 및 가능성에 대하여 알아보하고자 한다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. SSC 실험을 적용한 수업이 초등 예비 교사의 실험 활동에 대한 태도에 미치는 영향은 어떠한가? 또 실험 활동에 대한 태도 사전 수준에 따른 차이는 어떠한가?
2. SSC 실험을 적용한 수업이 초등 예비 교사의 과학 교수 효능감에 미치는 영향은 어떠한가? 또 과학 교수 효능감 사전 수준에 따른 차이는 어떠한가?
3. SSC 실험을 적용한 수업에 대한 초등 예비 교사의 인식은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 경기 지역에 위치한 교육대학교에 재학 중인 30명의 초등 예비 교사들 대상으로 실시하였다. 이들은 과학 교육 심화 과정 과목인 ‘화학 및 실험 2’를 수강하는 2학년인 남학생 10명, 여학생 20명으로 직전 학기에 모두 ‘화학 및 실험 1’을 수강하였다.

2. 연구 절차 및 수업 방법

실험 처치 이전에 사전 검사로 실험 활동에 대한 태도 검사와 과학 교수 효능감 검사를 실시하였다. ‘화학 및 실험 2’ 내용에 해당하는 SSC 실험을 개발하여 강의와 SSC 실험으로 구성하였고, 진도에 따라 총 6차시, 12시간 동안 SSC 실험을 적용한 수업을 실시하였다. SSC로 구성한 실험의 주제는 ‘반응 속도의 측정’, ‘반응 속도에 영향을 주는 요인’, ‘pH에 따른 지시약의 색 변화’, ‘산·염기 중화 반응-화학 반응식 계수 맞추기’, ‘이온의 반응과 검출’, ‘Small-Scale로 하는 물의 전기 분해’ 등이었다.

실험은 2인 1조로 진행하였고, 실험 후에는 개별적으로 실험 결과와 간단한 실험 소감을 적은 보고서를 제출하게 하였다. 실험 처치 이후에는 실험 활동에 대한 태도 검사와 과학 교수 효능감 검사를 실시하였고, SSC 실험 수업에 대한 예비 교사들의 인식을 알아보기 위한 검사를 추가로 실시하였다. 본 연구가 실시된 대학의 ‘화학 및 실험 2’ 강좌는 2학점이며, 주당 2시간 강의로 교과과정이 편성되어 있다.

3. 검사 도구

과학실에서 이루어지는 실험 활동에 대한 태도를 측정하기 위한 검사지(ALWS: Attitude toward Laboratory Work Scale)는 Hofstein(1976)이 고등학교 1학년부터 3학년까지 학생들의 흥미와 태도 측정을 위해 개발한 도구를 이재천(1998)이 24개 문항으로 수정한 것을 사용하였다. 질문 항목 중에서 ‘교사’라는 단어를 ‘교수’로 치환하였고, 나머지는 그대로 사용하였다. 실험 활동에 대한 태도 검사지는 ‘실험 활동 가치, 실험 활동 효율, 실험 활동 흥미, 개별 실험 필요 등의 4개 범주로 이루어져 있다. 본 연구에서 구한 검사 도구의 내적 신뢰도(Cronbach's α)

는 사전 검사, 사후 검사에서 각각 0.742, 0.713이었다.

초등 예비 교사들의 과학 교수 효능감 검사는 Enochs & Riggs(1990)가 예비 교사용으로 개발한 과학 교수 효능감 검사지(STEBI: Science Teaching Efficacy Belief Scale) 중 과학 교수에 대한 개인적 효능 신념 부분의 문항 13개를 사용하였다. 본 연구에서 구한 검사 도구의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 사전 검사, 사후 검사에서 각각 0.876과 0.910이었다.

SSC 실험에 대한 인식 검사지는 SSC 실험의 장·단점과 학교 현장에서의 적용 가능성을 묻는 주관식 형태의 문항과 SSC 실험에 대한 구체적인 인식의 정도를 묻는 11개의 리커트트 5점 척도의 문항으로 구성하였다. 모든 검사 도구의 구성 및 문항 적절성을 위해 과학 교육 전문가 2인, 과학교사 1인의 검토를 받았다.

4. 자료 분석

본 연구는 초등 예비 교사들의 실험 활동에 대한 태도 검사와 과학 교수 효능감 사전 검사 상·하위 수준을 구획 변인으로 하는 단일 집단 사전-사후 검사로 설계되었으며, 이원 반복 측정 변량 분석(two-way repeated measure ANOVA)을 실시하였다. 이를 통해 SSC 실험이 초등 예비 교사의 실험 활동에 대한 태도와 과학 교수 효능감에 미치는 주 효과 및 사전 수준 사이에 상호 작용 효과가 있는지를 분석하였다. 모든 분석은 SPSS 12.0 통계 프로그램을 사용하였다. SSC 실험에 대한 인식 분석을 위해서 열린 형태의 주관식 문항은 응답 유형을 분류하고 응답 빈도 및 비율을 분석하였고, 객관식 문항의 경우, 응답 빈도와 비율을 계산하였다. 또한, 실험 결과 보고서의 소감문을 분석하여 실험 활동에 대한 태도와 관련된 특징적인 진술을 찾아 정리하였다.

III. 결과 및 논의

1. 실험 활동에 대한 태도에 미치는 효과

실험 활동에 대한 태도의 사전 수준에 따른 실험 활동에 대한 태도 검사의 사전과 사후 검사의 평균과 표준 편차는 표 1과 같았으며, 이에 대한 이원 반복 측정 변량 분석 결과는 표 2와 같았다. 초등 예비 교사의 실험 활동에 대한 태도가 SSC 실험 적용 이전과 이후에 변화가 있는지, 실험 활동에 대한

태도의 사전 수준과의 상호 작용이 있는지 분석하였다. 그 결과, 수업 처치의 주 효과는 유의미하게 나타나지 않았으나 실험 활동에 대한 태도의 사전 수준과의 상호 작용 효과가 유의미하게 나타났다. 실험 활동에 대한 태도의 사전 수준에 따라 초등 예비 교사의 실험 활동에 대한 태도 점수의 변화를 보면 사전 점수가 높았던 상위 집단의 점수는 사전 3.97에서 사후 3.92로 그 변화가 크지 않았다. 이에 반하여 사전 점수가 낮았던 하위 집단은 3.51에서 3.61로 향상되었다. 대응 표본 *t*-검정을 이용하여 하위 집단에 대하여 단순 검증을 실시한 결과, 하위 집단의 사전 점수와 사후 점수 간에 유의 수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다($t=-2.886, df=13, p=.013$).

이러한 결과는 SSC 실험을 통해 실험 활동에 대한 태도 하위 수준의 초등 예비 교사의 태도가 긍정적으로 변화되었음을 보여준다. 한편, 실험 활동에 대한 태도 상위 수준 초등 예비 교사의 평균 점수는 사전-사후에 거의 차이가 없었다. 이러한 결과가 나타난 이유를 천장 효과(ceiling effect)로 해석할 수 있을 것이다. 과학 활동에 대한 태도 사전 점수 3.92점은 매우 높은 점수라고 할 수 있다. 과학 심화 과정을 이수하는 예비 교사들은 그렇지 않은 예비 교사에 비해 매우 긍정적인 과학 교수 효능감을 갖고 있다는 임희준(2007)의 연구 결과로부터 추론할 때 높은 과학 교수 효능감은 실험 활동에 대한 태도에도 긍정적인 영향을 줄 것으로 생각된다. 따라서 과학 심화 과정을 이수하는 예비 교사로서 이미 실험 활동에 대한 태도가 이미 매우 긍정적인 수준이므로 향상을 기대하기가 어려운 것으로 해석할 수 있다.

실험 활동에 대한 태도에 미치는 영향을 구체적으로 살펴보기 위하여 실험 활동에 대한 태도 검사의 하위 영역에 대하여 분석해 본 결과, 네 하위 영역에서 처치에 따른 주 효과는 나타나지 않았다. 그러나 실험 활동 가치, 실험 활동 효율, 실험 활동 흥미의 하위 영역에서 수업 효과와 사전 수준간의 상호 작용 효과가 유의미하게 나타났다. 각 하위 영역 사전 점수 상위 수준 초등 예비 교사는 평균 점수에서 큰 변화를 보이지 않는 반면, 하위 수준 초등 예비 교사는 세 하위 영역 모두에서 평균 점수의 향상을 나타내고 있었다. 대응 표본 *t*-검정을 이용하여 하위 수준에 대한 단순 검증을 실시한 결

과, 실험 활동 가치($t=-2.606, df=14, p=.021$), 실험 활동 효율($t=-2.773, df=15, p=.014$), 실험 활동 흥미($t=-2.205, df=14, p=.045$) 영역에서 통계적으로 유의미한 효과가 나타났다. 이러한 결과는 SSC 실험을 적용한 '화학 및 실험' 수업은 실험 활동 가치, 실험 활동 효율, 실험 활동 흥미에 대한 태도 수준이 상대적으로 낮았던 초등 예비 교사의 태도를 보다 긍정적으로 변화시켜 줄 수 있음을 의미한다.

초등 예비 교사들이 실험 후 보고서에 작성한 소감문에서 실험 활동에 대한 태도에 있어 긍정적인 변화와 그 이유를 구체적으로 살펴볼 수 있었다. '과학은 역시 실험이 필요하다'는 것을 알게 해주었다', '실제로 해보고 안 해보고의 차이가 반드시 있으리라고 생각한다' 등의 진술은 SSC 실험 수업을

표 1. 실험 활동에 대한 태도 검사 점수의 평균과 표준 편차

	사전 검사	사후 검사
	평균 (표준 편차)	평균 (표준 편차)
실험 활동에 대한 태도 (24)		
상위 집단	3.97(0.32)	3.92(0.24)
하위 집단	3.51(0.16)	3.61(0.11)
전체	3.75(0.29)	3.78(0.25)
실험 활동 가치 (6)		
상위 집단	4.21(0.16)	4.17(0.27)
하위 집단	3.68(0.19)	3.83(0.13)
전체	3.94(0.32)	4.00(0.27)
실험 활동 효율 (6)		
상위 집단	3.87(0.12)	3.85(0.27)
하위 집단	3.28(0.26)	3.54(0.39)
전체	3.56(0.36)	3.68(0.37)
실험 활동 흥미 (6)		
상위 집단	4.31(0.25)	4.19(0.23)
하위 집단	3.32(0.40)	3.48(0.35)
전체	3.82(0.60)	3.83(0.47)
개별 실험 필요 (6)		
상위 집단	4.04(0.23)	3.89(0.32)
하위 집단	3.38(0.26)	3.33(0.35)
전체	3.68(0.41)	3.59(0.44)

()안은 문항 수

표 2. 실험 활동에 대한 태도 검사에 대한 이원 반복 측정 변량 분석 결과

	자승화	자유도	평균 자승화	F	p
실험 활동에 대한 태도					
수업 효과	.012	1	.012	.937	.341
수업 효과×사전 수준	.087	1	.087	6.845	.014*
실험 활동 가치					
수업 효과	.046	1	.046	1.559	.222
수업 효과×사전 수준	.150	1	.150	5.051	.033*
실험 활동 효율					
수업 효과	.205	1	.205	3.953	.057
수업 효과×사전 수준	.297	1	.297	5.722	.024*
실험 활동 흥미					
수업 효과	.004	1	.004	.112	.741
수업 효과×사전 수준	.285	1	.285	8.767	.006**
개별 실험 필요					
수업 효과	.127	1	.127	2.401	.132
수업 효과×사전 수준	.038	1	.038	.722	.403

통해 실험 활동에 대한 가치를 인식하게 되었음을 보여준다. 또한 ‘직접 해 볼 수 있어서 더 기억에 잘 남는다’, ‘~에 대한 내용도 저절로 알 수 있었다’, ‘이론만 배울 때보다 학습 효과가 훨씬 뛰어난 거라는 생각이 든다’, ‘실험을 함으로써 과학에 대한 지식이 더 쌓이는 것 같다’, ‘더 심도 있게 생각 하는 기회를 주었다’ 등의 진술을 통해 예비 교사들이 실험 활동의 효율 및 장점에 대해 인식하게 되었음을 알 수 있었다. ‘직접 해보아서 흥미로웠다’, ‘훨씬 실감이 나고 재미있다. 더 실험을 해보고 싶다’, ‘실험은 거추장스럽다는 편견을 버리게 해주었다’ 등의 진술은 실험 활동에 대한 예비 교사들의 흥미도가 높아졌음을 추론할 수 있는 대목이다.

다음은 실험 활동에 대한 태도 점수가 낮았으나 가장 큰 향상을 보였던 한 예비 교사의 구체적인 진술의 예이다. SSC 실험을 통해 흥미를 갖게 되었고, 이러한 실험 활동이 학습에도 효과가 있을 것으로 인식하고 있음을 알 수 있다.

화학 실험은 재미있게 할 수 있는 것 같다. 그동안 산 염기에 따라 어떤 용액을 넣으면 어떻게 변화

는지 실험대신 의우기만 했기 때문에 헛갈려 왔었는데, 이렇게 눈으로 직접 보니 재미있고 오래 기억날 것 같다.

한편, 개별 실험 필요 영역에 대해서는 주 효과와 상호 작용 효과 모두 유의미하지 않았다. 즉, 상·하위 집단 모두에서 개별 실험의 필요성에 대하여 수업 처치의 효과가 나타나지 않았다. 이는 개별 실험에 대한 인식의 사전 평균이 상대적으로 다른 영역에 비해 낮았던 점을 감안해 볼 때, 초등 예비 교사들은 개별 실험의 경험이 많지 않아 개별 실험을 하는 데에 부담을 느끼는 것으로 생각된다. 개별 실험을 지속적으로 제공함으로써 초등 예비 교사들의 개별 실험 필요에 대한 태도를 긍정적으로 향상시키는 노력이 필요할 것으로 보인다.

2. 과학 교수 효능감에 미치는 효과

과학 교수 효능감 사전 수준에 따른 과학 교수 효능감 검사의 사전 및 사후 검사 점수의 평균과 표준 편차를 표 3에 제시하였고, 과학 교수 효능감 검사에 대한 이원 반복 측정 변량 분석 결과를 표 4에 제시하였다. 초등 예비 교사의 과학 교수 효능감이 SSC를 적용한 ‘화학 및 실험’ 강좌 수강 전후에 변화가 있는지, 과학 교수 효능감 사전 수준과의 상호작용이 있는지를 분석하였다. 그 결과, 수업 처치에 따른 과학 교수 효능감의 주 효과와 상호 작용 효과가 나타나지 않았다. 즉, SSC 실험을 적용한 수업이 초등 예비 교사들의 과학 교수 효능감에 영향을 주지 못하였고, 사전 수준에 따른 수업 처치의 영향에도 차이가 없었다.

일반적으로 (예비)초등 교사들의 과학 교수 효능감이 저조하고, 쉽게 변하지 않는 안정적인 변인이라고 알려져 있다(Czerniak & Haney, 1998; Enochs

표 3. 과학 교수 효능감 검사 점수의 평균과 표준 편차

	사전 검사	사후 검사
	평균 (표준 편차)	평균 (표준 편차)
과학 교수 효능감 (13)		
상위 집단	3.79(0.17)	3.76(0.36)
하위 집단	3.00(0.31)	3.11(0.46)
전체	3.40(0.47)	3.44(0.52)

& Riggs, 1990; Shireen Desouza *et al.*, 2006). 국내의 다른 연구에서 수업 처치를 통해 예비 초등 교사의 과학 교수 효능감이 향상된 것이 보고되었으나(김찬중, 2000; 임희준과 여상인, 2006), 이러한 연구들은 본 연구와 비교할 때 처치 기간이 한 학기로 길었으며, 과학 교수 효능감 사전 점수도 다소 낮게 보고되고 있다. 본 연구 대상 학생들은 과학 심화 과정의 학생들이므로 수업 처치 이전에 이미 상당 수준의 과학 교수 효능감을 갖고 있었고, 6차시의 처치로는 과학 교수 효능감을 변화시키기 어려웠던 것으로 해석된다.

3. 초등 예비 교사들의 SSC 실험에 대한 인식

1) SSC 실험에 대한 인식

SSC 실험에 대한 인식을 조사한 결과(표 5), 초등

표 4. 과학 교수 효능감 검사에 대한 이원 반복 측정 변량 분석 결과

	자승화	자유도	평균 자승화	F	p
과학 교수 효능감					
수업 효과	.022	1	.022	.601	.445
수업 효과×사전 수준	.061	1	.061	1.641	.211

표 5. SSC 실험에 대한 초등 예비 교사들의 인식

내용	빈도(%)				
	강한 부정	부정	보통	긍정	강한 긍정
SSC 실험에서 사용하는 기구들은 다루기 쉽다.	0(0)	0(0)	2(6.7)	18(60.0)	10(33.3)
SSC 실험 기구들은 잘 부서지지 않는다.	0(0)	2(6.7)	3(10.0)	14(46.7)	11(36.7)
SSC 실험 키트는 운반이 편리하다.	0(0)	2(6.7)	1(3.3)	10(33.3)	17(56.7)
유리로 된 실험 기구 대신에 플라스틱 제품을 사용해서 과학 실험을 하는 것은 적절하다.	0(0)	0(0)	6(20.0)	19(63.3)	4(13.3)
기존의 전통적 실험보다 SSC 적용 실험이 더 편리하다.	0(0)	0(0)	1(3.3)	18(60.0)	11(36.7)
SSC 적용 실험 방법은 기존 실험방법보다 안전하다.	0(0)	2(8.8)	5(16.7)	15(50.0)	7(23.3)
예비 교사인 나 자신의 화학에 대한 흥미를 일깨워 주었다.	0(0)	0(0)	5(16.7)	21(70.0)	4(13.3)
예비 교사인 나 자신이 화학 실험을 즐기게 되었다.	0(0)	1(3.3)	5(16.7)	18(60.0)	6(20.0)
초등학교 수준에서 화학을 가르치는데 도움이 된다.	0(0)	1(3.3)	1(3.3)	15(50.0)	13(43.3)
예비 교사로서 실험 수업에 대해 자신감을 갖는데 도움이 되었다.	0(0)	0(0)	4(13.3)	21(70.0)	5(16.7)
SSC 실험은 학교 현장에 쉽게 적용할 수 있다.	0(0)	1(3.3)	0(0)	19(63.3)	10(33.3)

예비 교사들은 SSC 실험 기구에 대하여 대체로 긍정적인 인식을 가지고 있었다. 88.3%와 82.4%의 초등 예비 교사들은 실험 기구가 다루기 쉽고, 잘 부서지지 않는다고 응답하였으며, 91.1%는 운반하기 편하다고 응답하였다. 플라스틱 소재의 사용의 적절성에 대하여서는 상대적으로 낮은 비율의 76.5%의 예비 교사들이 동의하였는데, 이는 환경 오염과 관련하여 플라스틱 소재에 대한 부정적 인식이 몇몇 응답자에게 영향을 주었기 때문으로 보인다.

또한, 96.7%의 예비 교사는 SSC 실험이 전통적 화학 실험보다 더 편리하다고 응답하였으며, 73.3%는 기존 실험 방법보다 더 안전하다고 하였다. 소수의 예비 교사(8.8%)는 SSC 실험의 안전에 대하여 부정적인 응답을 하였다. 이는 SSC 실험 기구 사용 미숙으로 실험 시 시약을 흘린 경험에서 비롯된 인식으로 보인다. 따라서 SSC 실험 도입 시에 실험 기구에 대한 안내와 연습이 충분히 수반될 필요가 있을 것이다.

SSC 실험이 예비 교사의 인식에 미친 영향을 살펴보면, 80.0% 이상의 예비 교사들이 SSC 실험을 통해 화학에 대한 흥미 및 화학 실험에 대한 흥미를 갖게 되었음을 알 수 있다. 또한, 91.2%의 예비 교사가 SSC 실험이 초등학교 수준에서 화학을 가르치는데 도움이 된다고 인식하고 있었으며, 85.3%가 예비 교사로서 실험 수업에 대해 자신감을 갖는데

도움이 되었다고 인식하고 있었다. 비록 과학 교수 효능감 검사에서는 통계적으로 유의미한 향상이 나타나지 않았으나, 인식 조사 결과를 통해 볼 때 SSC 실험이 예비 교사들의 화학 또는 화학 실험에 흥미를 증진시키고, 수업에 대한 자신감을 향상시키는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

표 6은 예비 교사들이 인식하고 있는 SSC 실험의 장점과 단점을 정리한 것이다. 고등학생들은 SSC 실험의 주된 장점으로 신기하고 재미있다는 점을 제시한 것에 비해(유미현 등, 2006), 초등 예비 교사들은 43.3%가 직접 실험을 해볼 수 있었다는 것을 장점으로 꼽고 있었다. 즉, SSC 실험은 2인 1조의 소인수 편성으로 실험을 하게 되므로 각 개인의 실험 참여도가 증가하게 되었다는 것이다. 기존의 전통적 화학 실험 활동에서는 실험 기구가 고가이고 공간을 많이 차지하므로 현실적으로 소인수 실험이 어려운 실정이다. 그러나 SSC 실험은 실험 기구도 저렴할 뿐 아니라 공간을 적게 차지하므로 2인~3인 1조의 소인수 실험이 가능하고, 이로 인해 학생 참여도를 높일 수 있어 자기 주도적 학습을 가능하게 하는 장점이 있다.

그 다음으로는 편리함(26.7%)과 안전함(13.3%)을 장점으로 꼽고 있었다. 그 밖에 결과 확인의 용이,

적은 시약의 사용 등이 또한 장점으로 제시되었다. 기타 의견으로 ‘실험 시간이 줄어들어 생각을 정리할 수 있는 시간을 넉넉하게 가질 수 있고 다양한 연계 실험을 짧은 시간 내에 할 수 있다’, ‘실험을 잘못했을 때 재시도가 쉽다’ 등이 제시되었다. 교육 대학의 실험 교육 강화의 어려움 중의 하나는 실험 시간의 부족이라 할 수 있는데, SSC 실험은 실험에 걸리는 시간을 줄여 생각할 시간을 가질 수 있고, 짧은 시간 내에 다양한 연계 실험이 가능하므로 단순한 요리책 식의 실험을 탈피한 탐구 실험을 가능하게 할 수 있다.

한편, SSC 실험 기구의 크기가 작다는 것은 장점 이면서 동시에 단점으로 인식되었다. 26.7%의 예비 교사가 시약이 묻기 쉬운 것을 단점으로 꼽았으며, 작아서 조작이 힘든 점(23.3%), 세척이 어려운 점(20.0%)을 단점으로 제시하였다. 그 외에 개별 실험이 많 다보니 오히려 분위기가 어수선해진다고 한 의견도 있었다. 플라스틱은 유리에 비해 내구성이 있음에도 불구하고 플라스틱에 대한 부정적인 인식으로 인해 플라스틱 소재 실험 기구를 SSC 실험의 단점으로 인식하고 있는 경우도 있었다. 그러나 이러한 부정적 인식은 실험 기구에 대한 충분한 안내와 연습을 통해 대부분 감소시킬 수 있을 것으로 보인다.

표 6. SSC 실험의 장점과 단점

(N=30, 중복 응답 가능)

분류	응답 유형	빈도(%)	응답 예시
장점	실험 참여도 향상	13(43.3)	예전에는 실험 활동에 참여하지 못한 적이 많았는데, 소규모로 한데다가 2인 1조 실험이었기 때문에 참여도가 좋았다.
	편리하다	8(26.7)	무엇보다도 간편하고 효율성이 커서 좋았다.
	안전하다	4(13.3)	거창한 실험에 대한 거부감이 없었고 안전했다.
	결과 확인 용이	3(10.0)	짧은 시간에 눈에 보이는 결과가 나왔다.
	적은 양의 시약 사용	2(6.6)	적은 양으로 다양한 실험을 할 수 있었다.
	기타	2(6.6)	잘못 수행했을 때 재시도하는 것이 쉬운 점이 좋았다.
	시약 묻기 쉽다	8(26.7)	작아서 흘러넘치거나 하는 경우가 종종 있었다.
단점	다루기 어렵다	7(23.3)	작아서 세심하게 다루어야 하는 점에 주의가 필요하다.
	세척이 어렵다	6(20.0)	작은 크기 때문에 씻어내는 것이 어려웠고, 실제로 그로 인해 다른 결과가 나오기도 했다.
	분위기 산만	6(20.0)	조심성이 줄어들다 보니 실험 자체 분위기가 산만해지는 경향이 있다.
	일회용 사용	4(13.3)	일회용이라는 것이 좋지 않았던 것 같다. 한번 쓰고 버리게 되면 아이들에게 나쁜 습관을 길러주게 될 것 같다.
	기타	1(3.3)	플라스틱이라 내구성이 약해 보인다.

2) SSC 실험의 초등교육 현장 적용 가능성에 대한 인식

초등 예비 교사들이 SSC 실험을 초등교육 현장에 적용하는 것에 대해 갖고 있는 생각들을 살펴본 결과, 1명을 제외한 96.7%의 예비 교사들이 'SSC 실험은 학교 현장에 쉽게 적용할 수 있다'는 항목에 대하여 긍정적으로 인식하고 있었고(표 5), 이번에 알게 된 실험들을 나중에 학생들과 해볼 생각이 있다고 응답하였다. 몇몇 예비 교사들은 SSC 실험을 통해 학생들에게 직접 실험을 하는 기회를 많이 제공하고 싶다는 의지를 나타내었다.

너무 많은 학생이 함께 실험을 하게 되면 실험을 직접 하지 않는 수동적인 학생이 생기게 되니까 SSC를 이용해 모든 학생이 실험에 능동적으로 참여하게 했으면 합니다.

또한 예비 교사들은 조작이나 사용, 실험 준비 등이 간편하기 때문에 초등 과학수업에서 적용하는 것이 용이하다고 생각하고 있었다.

실제로 초등학교에 가서 유리로 된 실험도구로 가끔씩 아이들과 함께 실험하는 것보다 이런 작은 키트를 마련하여 그때그때 간편하게 실험해 보는 것이 좋을 것 같다. 6학년 실습을 나갔을 때 보니까 실험도구 세팅이 부담스러워 교사가 실험을 꺼리는 것을 보았는데, 이 키트로 실험하면 이런 부담이 덜 할 것 같다.

중등 과학 교사들의 현장 적용에 대한 인식(김현경과 최병순, 2005)과 비교하여 볼 때 초등 예비 교사들은 실험 준비가 간편하다는 점을 많이 언급하였다. 이는 과학 과목만을 가르치는 중등 과학 교사와는 달리 초등 교사는 여러 과목의 수업을 준비해야 하므로 실험 준비에 대한 부담이 상대적으로 크기 때문일 것이다. 따라서 초등 예비 교사 대상 화학 강좌에 SSC 실험을 도입한다는 것은 앞으로의 교육 현장에서 효율적인 실험 교수·학습 전략을 소개한다는 측면에서도 의의가 크다고 하겠다.

한편, 학교 현장의 적용에 대해 부정적인 인식을 나타낸 예비 교사는 도구적인 측면에서 너무 작아 소근육이 덜 발달한 저학년에게 적용하기 힘든 점, 저학년 2~3명이 실험하는 경우 산만함 등의 문제를 제기하기도 하였다.

아직까지는 SSC 실험을 초등학교 교육 현장에 적용한 연구는 매우 부족한 실정이다. SSC 실험을 초등학교 5학년 학생들에게 적용하여 과학 탐구 능력과 과학적 태도에 긍정적인 효과를 얻었다는 심병주(2005)의 연구가 유일하다. SSC 실험이 초등과학 교육에 보다 효과적으로 도입되고 적용되기 위해서는 초등학교 적용시의 문제점이나 방법 등에 대한 후속 연구 및 초등 교육 과정에 맞는 SSC 실험의 개발이 더 활발히 이루어져야 할 것으로 보인다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 교육대학 과학 심화 과목 중의 하나인 '화학 및 실험' 강좌에서 SSC 실험의 적용이 초등 예비 교사들의 실험 활동에 대한 태도와 과학 교수 효능감에 미치는 영향 및 SSC 실험에 대한 인식을 조사하였다.

연구 결과, SSC를 적용한 '화학 및 실험' 강좌는 사전 실험 활동에 대한 태도가 상위 수준인 예비 교사들의 사후 실험 활동에 대한 태도 변화에 영향을 주지 않았으나, 하위 수준의 예비 교사들의 과학 실험 활동에 대한 태도에는 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 실험 활동에 대한 태도 하위 영역 중 실험 활동 가치, 실험 활동 효율, 실험 활동 흥미 등의 영역에서 하위 수준의 예비 교사들의 실험 활동 태도 점수가 유의미하게 향상되었다.

본 연구에서는 비교 집단을 선정하지 못했기 때문에 이 결과만을 바탕으로 SSC 실험을 적용한 '화학 및 실험' 과목이 다른 강좌와 비교하여 예비 교사들의 실험 활동에 대한 태도에 효과가 있다는 결론을 내리기는 어렵다. 전통적 실험을 실시하거나 혹은 다른 교수전략을 적용하더라도 예비 교사의 실험 활동에 대한 태도의 긍정적인 변화를 얻을 수도 있기 때문이다. 그러나 교육대학의 여건상 실험을 충분히 할 시간이 부족한 상황에서 적은 비용과 짧은 시간으로 이루어질 수 있는 SSC 실험은 실험 교육을 강화할 수 있는 효과적인 교사 교육 프로그램으로 제안될 수 있으며, 특히 실험 활동에 대한 태도 점수가 상대적으로 낮았던 예비 교사들의 태도를 긍정적으로 향상시키는데 효과가 있다는 점에서 의미가 있다고 하겠다.

한편, 과학 교수 효능감에 대하여는 강좌 수강 전후에 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 이는

연구 대상이 과학 심화 과정 예비 교사이므로 과학 교수 효능감이 이미 상당히 높은 수준에 있을 뿐 아니라 처치기간도 6차시 정도여서, 과학 교수 효능감의 변화를 기대하기엔 어려움이 있다고 생각된다. 따라서 좀 더 장기적인 처치 후 교수 효능감의 변화를 살펴보거나 상대적으로 과학 교수 효능감이 낮은 예비 교사를 대상으로 연구하여 비교해 볼 필요가 있을 것이다.

SSC 실험에 대한 인식 및 SSC 실험 기구에 대한 인식을 조사한 결과, 대부분의 예비 교사들이 긍정적인 인식을 나타내었다. SSC 실험의 장점으로는 실험 참여도의 증가, 편리함, 안전성 등을 꼽았으나 세심한 조작의 필요, 세척의 어려움 등은 단점으로 인식하고 있었다. 아울러 SSC 실험을 경험한 예비 교사들은 SSC 실험의 현장 적용 가능성에 대하여 긍정적인 인식을 보였다. SSC 실험은 실험 준비에 대한 교사의 부담을 줄여 주고, 학생들이 실험에 직접 참여할 수 있는 기회를 제공하며, 짧은 시간에 실험을 수행하고 실험에 대해 생각할 시간을 제공할 수 있다는 점에서 초등학교에서 수행하기에 효과적인 실험 실습 교수-학습 전략으로 생각된다. 따라서 초등 예비 교사에게 SSC 실험을 직접 경험하게 하는 것은 앞으로의 교육 현장에서 실제적으로 활용할 수 있는 효과적인 실험 교수 전략을 갖추게 한다는 측면에서도 의의가 크다고 할 수 있다.

이 연구는 적은 수의 초등 예비 교사들을 대상으로 하였기 때문에 연구 결과를 일반화하기에는 제한점이 따른다. 따라서 좀 더 많은 초등 예비 교사를 대상으로 전통적 화학 실험을 도입한 강좌와 비교하여 SSC 실험의 효과를 알아보는 후속 연구가 필요하다. 또한 과학 전문성을 가진 초등 과학교사 양성을 위한 효과적인 교사 교육의 전략으로써 SSC 초등 과학 실험 프로그램을 계속해서 개발하고 보급하여야 할 것이며 이를 학교 현장에 적용하였을 때 얻을 수 있는 효과에 대한 연구를 지속해 나가야 할 것이다.

참고문헌

교육부(1998). 과학과 교육과정. 서울: 대한교과서주식회사.
 권치순(2006). 교육대학교 과학 심화 과정 교육 프로그램 개발. 교육인적자원부.

권치순, 김재영, 김남일, 여상인, 임채성, 임청환, 전영석, 신명경, 장신희(2007). 교육대학교 과학 교육과 심화 과정 운영에 대한 대학 교수, 예비 교사, 현장 교사의 인식 조사. 초등과학교육, 26(1), 117-130.
 김찬중(2000). 포트폴리오 체제의 적용이 초등예비 교사의 과학 교수 자기효능 신념에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 20(1), 183-192.
 김현경, 최병순(2005). Small Scale Chemistry에 대한 과학 교사들의 인식. 대한화학회지, 49(2), 208-214.
 박승재(2002). 실험 활동 중심의 초·중등 과학 탐구 교육 진흥방안. 한국교육과정평가원.
 박종운, 홍지혜(2007). 고등학교 화학2 수업에 적용한 Small-Scale Chemistry 실험의 효과. 한국과학교육학회지, 27(4), 318-327.
 심병주(2005). 물질지도에서 Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 초등과학수업의 효과. 서울교육대학교 석사학위논문.
 유미현, 윤희숙, 홍훈기(2006). Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 고등학교 과학 수업의 효과. 대한화학회지, 50(3), 256-262.
 윤진녀, 이지화, 문성배(2007). Small-Scale Science를 활용한 과학 실험수업이 중3학생들의 과학에 관련된 태도와 과학적 태도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 27(1), 1-8.
 윤혜경(2004). 초등예비 교사들이 과학수업에서 겪는 어려움. 초등과학교육, 23(1), 74-84.
 이수아, 전영석, 홍준의, 신영준, 최정훈, 이인호(2007). 초등교사들이 과학수업에서 겪는 어려움 분석. 초등과학교육, 26(1), 97-107.
 이재천(1998). 과학교사에 의해 조성되는 심리적 학습 환경이 학생들의 정의적 인식 및 인지적 학습에 미치는 영향. 한국교원대학교 박사학위논문.
 이재천, 권태형, 김범기(1997). 초등교사들의 자연과 교수 지도에 대한 과학 불안도 및 태도 인식조사. 초등과학교육, 16(2), 257-279.
 임청환, 최종식(1999). 교사의 과학불안이 학생들의 과학 성취도 및 과학에 관련된 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 18(1), 87-94.
 임희준(2005). 상황적 흥미를 고려한 초등과학교육 방법론 수업이 미국 예비 교사들의 자아효능감에 미치는 효과. 초등교육연구, 18(1), 133-148.
 임희준(2007). 초등 예비 교사들의 일반 교수 효능감과 과학 교수 효능감 비교. 초등과학교육, 26(1), 131-139.
 임희준, 여상인(2006). '생활속의 화학' 강좌가 예비 초등 교사의 과학 교수 효능감과 과학의 본성에 대한 신념에 미치는 효과. 초등과학교육, 25(4), 374-382.
 홍정림, 김재영(2000). 초등 과학 교육 전공자들의 생물 교수에 관한 철학적 관점과 자신감. 한국생물교육학회지, 28(4), 336-341.

- 홍정림, 김재영(2003). 개념도 작성이 예비 초등교사들의 과학 교수 효능감과 과학 학습관에 미치는 효과. *초등과학교육*, 22(3), 297-304.
- Bradley, J. D., Durbach, S., Bell, B., Mungarulire, J. & Kimmel, H. (1998). Hands-on practical chemistry for all-why and how?. *Journal of Chemical Education*, 75, 1406-1409.
- Czerniak, C. & Chiarelott, L. (1990). Teacher education for effective science instruction: A social cognitive perspective. *Journal of Teacher Education*, 41(1), 49-58.
- Czerniak, C. M. & Haney, J. J. (1998). The effect of collaborative concept mapping on elementary preservice teacher's anxiety, efficacy, and achievement in physical science. *Journal of Science Teacher Education*, 9(4), 303-320.
- Enochs, L. G. & Riggs I. M. (1990). Further development of an elementary science teaching efficacy beliefs instrument; A preservice elementary scale. *School Science and Mathematics*, 90(8), 694-706.
- Hofstein, A., Ben-Zvi, R., & Samuel, D. (1976). The measurement of interest in and toward laboratory work amongst Israeli high school student. *Science Education*, 60, 401-411.
- Shireen Desouza, J. M., Boone, W. J. & Yilmaz, O. (2004). A study of science teaching self-efficacy and outcome expectancy beliefs of teachers in India. *Science Education*, 88, 837-854.
- Shulman, L. D. & Tamir, P. (1973). *Research on teaching in the natural science*. In R. W. Travers(ed.) Second handbook of research on Teaching. Chicago; Rand McNally.
- Simpson, R. D. & Anderson, N. D. (1981). *Science, students and schools*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Thompson, S. (1989). *Chemtrek*. New Jersey: Prentice Hall.