

## Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 고등학교 과학 수업의 효과

유미현<sup>†</sup> · 윤희숙<sup>‡</sup> · 홍훈기<sup>\*</sup>

<sup>†</sup>삼성고등학교

<sup>‡</sup>서울대학교 과학교육연구소

서울대학교 화학교육과

(2006. 3. 4 접수)

## The Effect of Small-Scale Chemistry(SSC) Lab Program in High School Science Classes

Mi-Hyun Yoo<sup>†</sup>, Heesook Yoon<sup>‡</sup>, and Hun-Gi Hong<sup>\*</sup>

<sup>†</sup>Samsung High School, Seoul 151-858, Korea

<sup>‡</sup>Institute of Science Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea

Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea

(Received March 4, 2006)

**요 약.** 이 연구의 목적은 Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 수업이 고등학생의 과학성취도 및 과학관련 정의적 특성에 미치는 효과를 알아보는 것이다. 이를 위해 제 7차 교육과정의 고등학교 과학 교과서 화학 영역에 대한 SSC 실험 프로그램을 개발하였다. 실험집단에는 SSC 실험 프로그램을 적용하고 비교 집단에서는 교과서를 중심으로 한 전통적 실험 수업을 실시하여 사전-사후 과학성취도 및 과학관련 정의적 영역의 변화를 조사하였다. 연구결과에 의하면 SSC 실험 프로그램을 적용하여 수업한 실험집단의 성취도가 교과서 내용의 전통적인 실험수업을 실시한 비교집단에 비해 유의미하게 높았다( $p < .01$ ). 과학관련 정의적 영역의 경우, 흥미와 과학적 태도 영역에서도 SSC 실험집단이 비교집단에 비해 유의미하게 높은 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 또한 SSC 적용 수업에 대한 학생들의 인식을 살펴본 결과 학생들은 대부분 과학학습에 있어 효과적이고 흥미 있는 수업이라고 응답하였으며, 과학성취도와 정의적 영역의 변화를 잘 설명해주고 있었다.

**주제어:** Small-Scale Chemistry(SSC), 과학성취도, 과학관련 정의적 영역, SSC에 대한 인식

**ABSTRACT.** The purpose of this study was to examine the effect of Small-Scale Chemistry(below SSC) Lab Program on academic achievement and science-related affective domain of high school students. For this study, SSC Lab Program was developed on the basis of analyzing the chemistry part of the high school science textbook in the 7th curriculum. The experimental group was received SSC experiment lessons(below SSC group), and the comparison group was received traditional lessons. According to the result of this study, there was a significant difference ( $p < .01$ ) between a SSC group and a comparison group in academic achievement. Also, there were significant differences in science-related affective domain, especially interest and scientific attitude. It showed that SSC Lab Program was more effective to improve the academic achievement and science-related affective domain. Student' perceptions on SSC Lab Program were also discussed. Majority of students thought that SSC lab program was an effective and interesting way in science study.

**Keywords:** Small-Scale Chemistry(SSC), Academic achievement, Science-related affective domain, Perception on SSC lab program

## 서 론

과학수업에서의 탐구활동은 학습자가 개념을 얻고 수정해나가는 과정으로서 매우 중요하다. 실제로 과학교과 교육에서 탐구방법의 습득이나 탐구 능력의 신장은 오래 전부터 강조되어 왔으며 현재 시행되고 있는 7차 교육과정에서도 탐구활동을 통한 과학개념의 이해와 탐구능력의 신장을 과학교육과정의 중요한 목표로서 강조하고 있다.<sup>1</sup> 과학적 탐구 능력의 습득이 많은 과학학습 프로그램에서 강조되고 있는 이유도 바로 과학적 탐구과정을 통해서 과학적 사고를 신장시킬 수 있을 뿐만 아니라 과학적 지식을 획득하게 되고, 또 그를 통해서 과학적 태도를 기를 수 있기 때문이다.<sup>2</sup> 실제 학교에서는 주로 실험을 통해 탐구 학습이 이루어진다. 학생들이 소집단을 이루고 직접적인 실험활동을 함으로써 구체적인 경험을 하고 이를 통해 새로운 개념을 집하는 기회를 가지게 된다.<sup>3</sup> '실험'이란 어떤 목적에 따라 자연현상에 인위적 조작을 가하거나 가설에 입각하여 자연 현상에 통제를 가해 나타난 결과를 관찰하는 것으로서 제한된 장면에서 단시간 내에 용이하게 결론을 도출하기 위한 시도라고 정의하기도 한다.<sup>4</sup> 실험수업에서 이루어지는 활동들이 효과적인 학습과 연관되기 위해서는 주어진 대로 실험하기보다는 구성원들과 함께 실험을 계획하고, 실험관찰에서 얻은 결과들을 여러 가지 관점에서 생각해보고 토론하는 상호작용을 거치는 것이 중요하다.<sup>5</sup> 실험은 과학교육의 독특한 교수방법으로 많은 과학교육자들이 실험활동은 과학교육에서 중심적인 역할을 해왔으며 이를 통하여 많은 이점을 얻을 수 있다고 주장해 왔다.<sup>6</sup> Tamir<sup>6</sup>에 의하면 과학교육에 있어서 실험은 과학 지식과 개념의 이해, 지적 능력의 습득, 과학적 과정과 기능의 습득, 과학의 본성에 대한 이해, 과학적 태도 습득의 목적으로 사용될 수 있다고 하였다.

다른 과학교과에 비해 화학수업은 이론과 실험을 통합적으로 가르치는 것이 효과적임에도 불구하고 현실적으로 이론수업과 실험수업을 분리해서 수업하는 경우가 많았다. 화학수업에서 실험이 이론수업과 분리되어 이루어지는 첫 번째 이유는 기존의 화학실험의 규모가 커서 많은 공간을 차지하기 때문이고, 두 번째 이유는 위험한 시약과 큰 규모의 실험으로 인해 상해의 위험과 기구 파손이 뒤따르기 때문이다.<sup>7,12</sup>

이러한 제한된 실험실 환경은 입시 위주의 교육과 함께 화학수업에서 실험을 기피하는 요인이 되고 있다. 따라서 학생들은 실험을 통한 과학개념의 이해 및 탐구능력 신장의 기회를 얻지 못하게 되는 것이다. 1997년 UNESCO와 IUPAC에서는 이러한 기존의 화학교육의 문제점을 지적하고, 저가의 실험 장비를 사용하는 SSC 키트 개발 및 보급에 노력한 결과 2002년 현재 약 40개국에서 이를 적극적으로 받아들여 화학교육 활성화를 도모하고 있다.<sup>8,10,11</sup>

SSC는 1972년 미국 콜로라도 주립대학에 재직 중인 Thompson 교수에 의해 처음으로 제안되었다.<sup>12</sup> 그로부터 약 30년 이상의 연구와 검증이 이루어졌으며 지난 15년 동안에는 콜로라도 주립대학을 비롯한 여러 대학에서 1학년 화학프로그램으로 SSC 과목이 개설되어 왔다. SSC는 임상 화학이나 분자생물학 등에서 사용하기 위해 개발된 플라스틱 소재의 경제적인 실험기구를 주로 사용하며 아주 적은 양의 화학물질을 사용하여 실험을 하게 된다. SSC 실험은 전통적인 Large Scale 실험과 비교하였을 때 경제성, 안전성, 환경적인 측면에서 많은 장점을 가지고 있으면서 실험기구들은 값이 싸고 쉽게 구입할 수 있기 때문에 기존의 실험을 대체할 수 있는 방안으로 주목받고 있다. SSC는 학생들이 그들 자신의 학습에 더 큰 책임을 가지고, 그들의 동료, 교사와 함께 협동하면서 연구자로서 직접적인 발견의 과정을 경험함으로써 개념의 더 깊은 이해를 촉진시킬 수 있다는 견고한 철학에 바탕을 두고 있다.<sup>15,16</sup> 실제 SSC 실험을 하는 동안 학생 개개인은 자신만의 실험키트를 가지고 실험할 수 있어서 실험에 소극적이었던 학생들도 적극적으로 임하게 되고 자신이 수행한 실험 결과를 다른 친구들과 비교하고 토론하는 기회를 가질 수 있다. 콰호원<sup>15</sup>에 의하면 능동적인 학습에 의한 과학탐구 활동이 학생들의 실험실습에 대한 흥미도를 높이며 자연과 수업 내용 이해에도 도움이 된다고 하였는데 SSC 실험수업은 전통적 실험과 비교했을 때 능동적인 과학탐구 활동이 가능하다.

우리나라에서는 2002년 전공교과국외연수 화학교사 연수단이 콜로라도 주립대학으로 연수를 다녀온 이후 SSC 실험이 소개되었고, 현재 전국과학교사협회 3S Kit 교육연구회에서 SSC 관련 실험자료와 키트를 개발하고 보급에 힘쓰고 있다. 2003년부터는 서울특별시 과학교사 실험연수를 비롯하여 신규과학교

사 실험연수, 1, 2급 정교사 자격연수 등에서 과학교사를 대상으로 하는 실험연수에서 SSC 관련 실험 연수가 활발하게 이루어지고 있다.

SSC 실험에 대한 교사들의 인식에 관한 김현경<sup>4</sup>의 연구결과에 의하면 설문에 응답한 과학교사의 91%가 SSC 실험이 기존의 실험형태보다 학생들의 탐구력 신장에 더 기여할 수 있을 것이라 하였다. 그 이유로 는 흥미 유발, 개별실험이 가능하여 능동적으로 실험에 참여하고 정확한 실험 결과를 얻을 수 있기 때문 이라고 하였다.

SSC 적용한 실험 수업의 효과에 관한 국내 선행연구는 심병주<sup>4</sup>의 연구가 유일하다. 심병주의 연구에 따르면 초등학교 5학년 물질단원 지도에서 SSC 개별 실험 수업의 효과를 알아보았는데 과학탐구능력 검사에서 SSC를 적용 실험수업이 전통적인 과학수업에 비해 과학탐구능력향상에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 또한 SSC 적용 실험수업은 학생들의 과학적 태도에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고하였다. SSC 적용 실험에 대한 인식과 SSC에서 사용한 실험기구 및 실험 장치에 대한 인식 조사에서도 학생들의 인식은 대체로 긍정적이었다. SSC 실험이 국내에 보급된 지는 4년이 넘었지만 SSC를 적용한 실험 수업의 효과와 관련된 연구는 거의 전무한 실정이다. 본 연구자는 플라스틱 소재의 실험기구와 소량의 시약을 사용한 비전통적인 화학 실험방법인 Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 화학실험 프로그램을 개발 하였고, 이를 적용한 과학수업이 학생들의 과학성취도, 과학관련 정의적 영역에 미치는 영향을 알아보고 SSC 실험수업에 대한 학생들의 인식이 어떠한지 알아보고자 하였다.

본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

- (1) SSC를 적용한 과학수업은 고등학생의 과학 학업성취도에 어떠한 영향을 미치는가?
- (2) SSC를 적용한 과학수업은 고등학생의 과학 관련 정의적 영역, 즉 과학에 관한 인식, 흥미, 과학적 태도에 어떠한 영향을 미치는가?
- (3) SSC를 적용한 과학수업에 대한 학생들의 인식은 어떠한가?

### 연구내용 및 방법

**연구대상.** 서울시 소재 인문계 고등학교 1학년 2학

급을 선정하여 한 학급씩 비교집단과 SSC 실험집단으로 배치하였다. 비교 집단과 실험 집단은 모두 남학생이며 학생 수는 각각 30명, 32명이었다.

**연구절차 및 수업방법.** 실험 처치 이전에 사전 검사로 과학관련 정의적 특성 검사를 실시하였다. 실험 처치는 고등학교 1학년 과학 Ⅲ. 물질 단원 중 '전해질과 이온', '산과 염기의 반응'에 대하여 1학기 동안 실시하였다. 비교 집단은 고등학교 과학(교과사) 교과서<sup>10</sup>의 해당 단원에 나오는 실험을 교과서에 제시된 준비물과 실험 과정에 따라 실험하였다. 실시한 실험은 '어떤 물질이 전류를 흐르게 하는가?', '전류를 이용한 빵 만들기', '미지 이온의 검출', '산의 공통적 성질', '염기의 공통적 성질' 등 5차시였다. SSC<sup>7</sup>등을 참고하여 연구자가 새롭게 구성한 SSC 실험을 5차시동안 실시하였다. 실시한 SSC 실험을 살펴보면 1차시에는 'SSC 기구 사용법'에 관한 실험을 하고 2차시는 '수용액에서 전류가 흐르는 물질', 3차시는 '숨어있는 이온 찾기(양금생성반응)', 4차시는 'pH에 따른 지시약의 색변화', 5차시는 '산과 염기의 성질' 등의 실험을 하였다. 실험 시 조건 구성은 두 집단 모두 3인 1조를 기본으로 하였다. 실험 처치 이후에는 SSC 실험집단, 비교집단 모두 과학관련 정의적 특성 검사 및 학업성취도 검사를 실시하였고 SSC 실험집단에서는 SSC에 관한 학생들의 인식 검사를 추가로 실시하였다.

**검사도구.** 실험처치 후 사용한 학업성취도 검사지는 한국교육과정평가원 교수학습센터의 고등학교 1학년 물질 단원의 평가 문항 중에서 주관식 3문항, 5지선다 객관식 17문항 총 20문항을 선별하여 학교 시험문제의 동일한 유형으로 구성하였고, 내용은 '전해 질과 이온', '산과 염기의 반응' 각각 10문항씩으로 이루어져 있다. 학업성취도 점수는 문항 당 1점이며 20점 만점으로 채점되었다.

과학관련 정의적 영역 검사지는 김효남<sup>18</sup> 등이 개발한 국기수준의 과학과 관련된 정의적 영역의 평가체제 48문항을 사용하였다. 과학관련 정의적 영역은 인식·흥미·과학적 태도의 세 개의 주범주와 16개의 소범주로 평가체제가 구성되어 있다.

SSC 실험에 대한 인식 설문지는 심병주<sup>4</sup>가 제작한 SSC를 적용한 실험수업에 대한 학생들의 인식 설문

지 문항을 수정하여 사용하였다. SSC 실험에 대한 생각 및 장단점을 묻는 주관식 문항과 SSC 실험에 대한 구체적인 인식의 정도를 묻는 5개의 5점 척도의 문항으로 구성하였다.

모든 검사지의 구성 및 문항 적절성을 과학교육 전문가 2인, 과학교사 2인의 검토를 받았다.

**분석방법.** SSC를 적용한 수업이 전통적 실험 수업과 비교하여 학업성취도와 과학관련 정의적 영역에 어떤 영향을 끼치는지 알아보기 위한 방법으로 t-검정을 실시하였다. SSC 실험에 대한 인식 검사는 주관식 문항의 경우 응답 유형을 분류하고 응답 빈도 및 비율을 측정하였고, 객관식 문항의 경우 응답 빈도 및 비율을 측정하였다.

### 연구결과 및 논의

**SSC 실험 수업이 학업성취도에 미치는 효과.** 수업 내용을 배우기 전이라서 동일한 학업성취도 검사가 불가능하여 전국연합 학력평가 과학성적 표준 점수를 사전 성취도 수준으로 하여 집단간 t-검정을 실시하였다. 그 결과 두 집단 간의 유의미한 차이가 없어 두 집단을 동질 집단으로 간주하였다(Table 1). 한 학기에 걸쳐 SSC 적용 실험수업을 실시한 후 과학성취도 검사를 하였고 그 결과는 Table 1과 같다.

결과를 살펴보면 비교집단은 5.15점, 실험집단은 9.31점으로 실험집단의 평균점수가 비교집단의 평균 점수에 비해 4.16점 높았다. 이러한 점수 차이가 통계적으로 유의미한 차이인지 알아보기 위하여 집단간

사후 성취도 점수의 t-검정을 실시하였다. 그 결과 수업 처치 후 비교집단과 실험집단은 학업성취도에 있어서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다( $p < .01$ ). 따라서, SSC를 활용한 수업은 교과서에 바탕을 둔 전통적인 실험수업에 비해 학생들의 과학 학업 성취도의 향상에 효과적이라고 할 수 있다. 이러한 결과의 대한 논의는 'SSC를 적용한 과학수업에 대한 학생들의 인식' 부분에서 다루도록 하겠다.

**과학과 관련된 정의적 영역에 미치는 효과.** 과학 관련 정의적 영역, 즉 과학에 대한 인식, 흥미, 과학적 태도에 대한 SSC를 적용한 수업의 효과를 알아보기 위해 먼저 사전 검사 점수의 집단간 t-검정을 실시하였다. 그 결과 두 집단 간의 유의미한 차이가 없는 것으로 나타나 두 집단을 동질 집단으로 간주하였고, 사전 수준이 동일하다는 전제 하에 사후 점수의 집단간 t-검정을 실시하였다.

Table 2에 나타난 것처럼 과학관련 정의적 영역 중 흥미와 과학적 태도 점수에 있어 SSC 실험집단이 비교집단에 비해 평균이 유의미하게 높았다( $p < .05$ ). 따라서 SSC를 적용한 과학수업은 과학에 대한 흥미와 과학적 태도를 긍정적으로 변화시키는데 효과가 있음을 알 수 있다. 이는 불질지도에서 SSC를 적용한 초등과학수업의 효과에 관한 심병주(2005)의 연구 결과와도 일치한다.

과학관련 정의적 영역의 하위영역 중 흥미의 세부 항목 점수를 살펴보면 과학학습에 대한 흥미(.029)점수가 SSC 실험 집단에서 유의미하게 높게 나타났다(Table 3). 즉, SSC를 활용한 과학수업은 전통적인 과

Table 1. Mean, standard deviation of the academic achievement test by t-test results

	Comparison group(N=30)		SSC group(N=32)		t	p
	M	SD	M	SD		
Pretest	97.59	21.09	98.97	21.14	.270	.788
Posttest	5.15	4.06	9.31	4.74	-3.585	.001**

\*\* $p < .01$

Table 2. Mean, standard deviation of science-related affective domain test by t-test results

	Comparison group(N=30)		SSC group(N=32)		t	p
	M	SD	M	SD		
Cognition	33.47	5.28	35.50	5.80	-1.440	.155
Interests	43.00	7.87	47.84	10.85	-2.000	.050*
Scientific attitudes	61.57	10.05	68.63	10.30	-2.729	.008**

\*\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

Table 3. Mean, standard deviation of intrests by t-test results

	Comparison group (N=30)		SSC group (N=32)		t	p
	M	SD	M	SD		
Intrests toward science	9.10	2.50	10.13	3.50	-1.334	.188
Intrests toward science learning	8.23	2.25	9.75	3.00	-2.241	.029*
Intrests toward science activities	9.67	1.58	10.34	2.78	-1.188	.240
Intrests toward science related careers	8.10	2.45	9.19	3.10	-1.526	.132
Intrests-anxiety	7.90	2.35	8.44	2.26	-.918	.362

\*p&lt;.05

Table 4. Mean, standard deviation of scientific attitudes by t-test results

	Comparison group(N=30)		SSC group(N=32)		t	p
	M	SD	M	SD		
Curiosity	9.23	2.60	10.47	2.87	-1.772	.081
Open-mindedness	9.37	1.75	10.53	2.05	-2.399	.020*
Critical-mindedness	8.73	2.61	9.66	1.81	-1.608	.114
Cooperation	8.60	1.92	10.00	1.81	-2.950	.005**
Voluntariness	8.47	1.20	8.78	1.68	-.844	.402
Endurance	8.80	1.75	9.38	1.88	-1.245	.218
Creativity	8.37	2.34	9.81	2.53	-2.330	.023*

\*\*p&lt;.05, \*p&lt;.01

학 실험수업과 비교했을 때 학생들의 과학학습에 대한 흥미를 향상시키는 것을 알 수 있다. 또한 과학적 태도의 세부 항목 중에서는 개방성(.02), 협동성(.005), 창의성(.023)점수가 비교집단에 비해 유의미하게 높게 나타났다(Table 4). 이러한 SSC 실험집단의 흥미와 과학적 태도에 있어서의 긍정적 변화는 다음 절의 'SSC를 적용한 과학수업에 대한 학생들의 인식'에서 좀 더 논의하기로 하겠다.

**SSC를 적용한 과학수업에 대한 학생들의 인식.** SSC 수업의 장점은 무엇이라고 생각하는 지에 대해 SSC 실험집단 32명의 주관식 응답을 유형화하고, 빈도를 구한 결과는 Table 5와 같다. 37.5%의 학생들은 SSC 실험 수업이 '신기하고 재미있다'고 답하였고, 21.9%의 학생들은 '자신이 직접 실험을 해볼 수 있어서 좋다'고 답하였다. 편리성을 SSC 실험의 장점으로 꼽은 학생은 18.8% 였다(Table 5).

5점 척도의 설문 문항으로 SSC 실험 수업에 대한 학생들의 인식을 조사한 결과는 Table 6에 정리되어 있다. 먼저 과학 성취도와 관련하여 'SSC 실험 수업을 통해 실험하면 과학 내용 이해가 쉬웠다'는 인식이 65.6%였다. 이러한 결과는 과학 성취도 검사에서

Table 5. Students' perception on the merits of SSC experiment (N=32)

Response	Numbers(%)
Marvelous and interesting	12(37.5%)
Good to experiment by myself	7(21.9%)
Convenient	6(18.8%)
Helpful to understand	4(12.5%)
Good to experiment together	2( 6.3%)
Good to get the correct results	1( 3.1%)
Other responses	1( 3.1%)

SSC 실험 집단의 성취도가 비교집단의 성취도에 비해 유의미하게 높게 나타난 것과 일맥상통한 것으로 보인다. 즉, 학생들이 인식하는 것처럼 SSC 실험 수업은 과학 내용을 이해하는데 도움을 주었고, 그 결과 전통적 실험 수업을 받은 비교집단에 비해 높은 성취도를 얻었다고 볼 수 있다.

SSC 실험 수업이 과학 학습에 도움이 된 구체적인 원인과 관련된 문항인 '2-3명으로 구성된 조 편성이 6명으로 구성된 조 편성에 비해 과학학습에 도움이 된다'는 인식과 '나의 실험결과를 친구들의 결과와 비교하는 것은 과학학습에 도움이 되었다'는 인식을 가진 학생은 각각 71.9%와 75.1%로 나타났다.

작은 플라스틱 키트를 가지고 실험하는 SSC 실험에서는 2~3명으로 조를 편성하는 것이 용이할 뿐 아니라 필수적이다. 소인수 조 편성으로 인해 많은 학생들이 자신의 실험키트를 가지고 직접 실험을 할 수 있었고, 학생들은 스스로 실험을 수행하고 실험 결과를 해석하는 적극적인 경험으로 인해 학습효과가 높아진 것으로 해석할 수 있다. 이러한 해석은 Table 5에 제시된 SSC 실험 수업에 대한 장점에 대한 인식 결과에서 '직접 실험할 수 있다는 것'을 장점으로 지적한 학생들이 많았을 뿐 아니라 '내가 키트를 가지고 직접 실험을 해보니까 다른 아이들이 하는 것을 지켜볼 때보다 학습 내용이 더 잘 이해된다', '교과서에서 봐도 이해가 잘 안되었는데 직접 실험을 해보니까 훨씬 이해가 잘 된다' 등의 학생들의 구체적인 응답 사례를 통해 더욱 설득력을 갖는다.

그러나 전통적 실험 수업을 실시한 학생들도 3인 1조의 실험을 진행하였음에도 불구하고, 성취도의 차이가 나타난 것을 볼 때 단지 적은 수의 조 편성만이 성취도의 향상에 영향을 준 것으로 여겨지지는 않는다. SSC 실험은 전통적 실험과는 달리 적은 공간을 차지하기 때문에 여러 조가 함께 근접하여 실험을 수행할 수 있고, 서로의 결과들을 쉽게 비교하여 볼 수 있는 장점이 있다. 따라서 학생들은 자신의 실험 결과를 친구들의 결과와 비교하며 토론하고 사고하는 경험을 더 많이 갖게 되고, 과학 학습에 도움을 받을 수 있었을 것이다. 또한 SSC 실험은, 실험기구가 크고 다량의 시약을 사용하기 때문에 세척, 폐기물 등의 현실적인 이유로 반복실험이 어려운 전통적 실험과는 달리, 소량의 시약과 간단한 플라스틱 도구를 사용하기 때문에 실험 후 처리가 간단하여 얼마든지 반

복실험이 가능하다는 장점이 있다. 예를 들어 SSC '숨어있는 이온 찾기(양금생성반응)' 실험에서 예상과 다른 결과가 나오면 학생들은 휴지로 반응판을 닦은 후에 반응용액 한 두 방울을 새로 떨어뜨려 재 실험을 할 수 있다. 따라서 자신의 실험 결과가 친구들의 결과 혹은 예상과는 다른 결과가 나왔을 때, 쉽게 실험을 반복하여 결과를 확인하고 교정할 수 있으므로 자신의 실험 결과에 대한 의문점을 해결할 수 있고, 이러한 과정을 통해 학생들은 과학 학습에 도움을 받을 수 있었을 것이다.

이율러 자신의 실험 결과를 친구들의 결과와 비교하고, 토론하고, 또 수정하여 실험하는 이러한 경험은 과학과 관련된 정의적 특성의 하위 요소인 과학적 태도 중에서 '개방성', '협동성', '창의성' 등을 유의미하게 향상시켰을 것으로 보인다. SSC 실험에 대한 교사들의 인식 연구<sup>7)</sup>에서도 많은 교사들이 SSC 실험은 학생들로 하여금 실험을 자주적이고 창의적으로 전개하도록 조장함으로써 잠재되어 있는 창의력 및 문제 해결력을 신장시킬 수 있다고 생각하고 있었다.

과학과 관련된 태도와 관련하여 '나는 예전에 비해 과학에 대한 태도가 긍정적으로 변화했다고 생각한다'는 인식에 대해서는 68.8%의 학생들이, '과학 실험 및 과학 수업 시간에 더욱 열심히 참여하게 되었다'는 인식에 대해서는 81.3%의 학생들이 긍정적인 반응을 나타냈다. 이는 과학과 관련된 정의적 영역의 '흥미' 중에서 '과학학습에 대한 흥미'가 비교적 단에 비해 유의미하게 향상되었다는 결과와 맥락을 같이 한다. Table 5에 제시된 SSC 실험 수업에 대한 장점에 대한 인식 결과에서 '신기하고 재미있다'는 것을 장점으로 지적한 학생들이 많았는데 이는 작은 규모

Table 6. Distribution of students' responded in questionnaire on SSC

Domain	Questionnaire	Numbers(%)				
		highly disagree	disagree	neutral	agree	highly agree
Academic achievement	SSC experiment is easy to understand scientific knowledge.	1 (3.1)	1 (3.1)	9 (28.1)	16 (50.0)	5 (15.6)
	2-3 members' group is helpful to study science	1 (3.1)	5 (15.6)	3 (9.9)	9 (28.1)	14 (43.8)
	more than 6 members' group	1 (3.1)	1 (3.1)	6 (18.8)	18 (56.3)	6 (18.8)
Science-related attitude	Comparing my data with others is helpful to study.	1 (3.1)	1 (3.1)	6 (18.8)	18 (56.3)	6 (18.8)
	I think that my science-related attitude is changed more positively.	1 (3.1)	3 (9.9)	6 (18.8)	20 (62.5)	2 (6.3)
	I became to involve harder in science experiment and science class.	0 (0.0)	1 (3.1)	5 (15.6)	16 (50.0)	10 (31.3)

에서 결과가 빨리 관찰되는 SSC 실험의 특성이 학생들로 하여금 흥미를 향상시킨 것으로 볼 수 있다. 또한 앞에서 언급한 것처럼 직접 실험을 통해 관찰을 하는 경험의 증대 또한 학생들의 흥미를 향상시킨 것으로 보인다. 이러한 과학 학습에의 흥미는 필연적으로 성취도의 향상으로도 이어졌으리라 여겨진다. '아기자기한 실험기구에 멋진 반응과 결과가 나와서 좋았다'. '내가 직접 실험을 하고 눈으로 결과를 바로 확인할 수 있어서 재미있다. 등의 학생들의 응답 사례는 SSC를 적용한 실험수업이 학생들의 과학학습에 대한 흥미를 향상시켰음을 구체적으로 보여준다.

### 결론 및 제언

본 연구에서는 7차 교육과정 고등학교 1학년 과학 교과서<sup>19</sup> III. 물질 단원을 Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 실험 프로그램으로 새롭게 구성하고, 개발된 SSC 실험 프로그램을 한 학기 동안 수업에 적용하여 그 효과를 알아보고자 하였다.

연구 결과, SSC를 적용한 실험수업은 학생들의 과학 학습성취도 향상에 효과적이었으며, 학생들의 과학관련 정의적 영역 중에서 '흥미'와 '과학적 태도'를 긍정적으로 변화시키는데 효과적이었다. '흥미'의 하위영역에서는 특히 '과학학습에 대한 흥미'에서, '과학적 태도'의 하위 영역에서는 '개방성', '협동성', '창의성'에서 유의미한 향상이 나타났다.

또한 SSC 적용 수업에 대한 학생들의 인식을 살펴본 결과 학생들은 대부분 과학학습에 있어 효과적이고 흥미 있는 수업이라고 응답하였으며, 과학성취도와 정의적 영역의 변화를 잘 설명해주고 있었다.

과학 교과 중 화학 실험 수업은 안전사고의 위험성과 폐수의 발생으로 인한 환경오염, 그리고 유리 기구를 사용함으로 인한 높은 실험비용, 파손의 위험성 등으로 인해 실험수업이 제대로 이루어지지 못하고 있다. 또한 비교적 고가의 실험기구를 사용하기 때문에 4-6인 1조의 다인수로 하는 실험이 대부분이어서 실험을 하더라도 한두 명의 학생이 실험기구를 독점하고 나머지 학생들은 방관자적 입장에 머무르고 있는 실정이다. SSC 실험수업은 기존의 전통적인 Large Scale 화학실험의 문제점을 보완하면서 학생들이 친밀하게 접근할 수 있는 획기적인 화학실험 수업이며, 또한 과학 성취도나 과학과 관련된 정의적 영역에서

의 향상을 꾀할 수 있다. SSC를 적용한 실험수업이 보다 널리 보급될 수 있도록 SSC 실험 프로그램의 지속적인 개발이 필요하며 교사 실험 연수 등을 통해 과학교사들에게 SSC 실험을 보급하는 노력이 이어져야 할 것이라 생각된다.

이 논문은 2006년도 2단계 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음.

### 인용문헌

1. 교육부. *과학과 교육과정*. 대한 교과서 주식회사, 1998.
2. 권용주. *STS 프로그램이 중학생들의 과학과 관련된 태도에 미치는 효과*. 교원대학교 교육학석사학위논문, 1993.
3. 김지영, 성숙경, 박종윤, 최병순. *한국과학교육학회지*, 2002, 22(4), 757-767
4. 장문희. *고교 물리교과서내의 실험과제가 요구하는 과학적 탐구능력에 관한 연구*. 숙명여자대학교 교육학석사학위논문, 1994.
5. 김경임. *과학 불안도를 고려한 집단구성이 탐구수업에 미치는 영향*. 이화여자대학교 교육학석사학위 논문, 2002.
6. Tamir P. *Practical Work in School Science: An analysis of current Practice Practical Work*. Cambridge University Press, 1991.
7. 김현경, 최병순. *대한화학회지*, 2005, 49(2), 208-214.
8. IUPAC. *Report of the Education Strategy Development Committee*, 2000, p.8.
9. <http://www.smallscalechemistry.colostate.edu/>.
10. Bradley, J. D. *UNESCO-IUPAC-CTC Global Program in Microchemistry. Pure and Applied Chemistry*, 2001, 73(7).
11. 정덕영. *전국과학교사협회 과학교사 여름과학사냥*. 전국과학교사협회, 2003.
12. 김현경. *화학교육*, 2003, 30(1).
13. 박호원. *한국초등과학교육학회지*, 1997, 12(2), 317-323.
14. 심병주. *물질지도에서 Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 초등과학수업의 효과*. 서울교육대학교 석사학위논문, 2005.
15. Anastas. P.; Williams. T. *Journal of Environmental Health*, 1997, 59, 42-44.
16. Thompson. S. *CHEMTREK*. New Jersey: Prentice Hall, 1989.
17. Waterman, E. L.; Thompson. S. *Small-Scale Chemistry Laboratory Manual*. USA: Addison-Wesley Publishing Company, 1995.
18. 김효남, 정완호, 정진우. *한국과학교육학회지*, 1998, 18(3), 357-369.
19. 정완호, 권재술, 김대수, 김범기, 신영준, 우종욱, 이길재, 정진우, 최병순, 황원기. *고등학교 과학*. (주)교학사: 서울, 2002, 116-155.