

Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 화학 I 수업이 자연계열 고등학교 생의 학업적 자기효능감 및 과학 관련 정의적 특성에 미치는 영향

유미현 · 윤희숙* · 홍훈기*

서울대학교 화학교육과

*서울대학교 BK21 미래사회 과학교육연구 사업단

(2007. 3. 28 접수)

The Effect of Small-Scale Chemistry(SSC) Lab Program on Science-Majored Student's Academic Self-Efficacy and Science-Related Affective Domain in High School Chemistry I Classes

Mi-Hyun Yoo, Heesook Yoon[†], and Hun-Gi Hong*

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

[†]BK21 Science Education for the Next Society, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea

(Received March 28, 2007)

요약. 이 연구의 목적은 Small-Scale Chemistry 실험수업이 고등학교 2학년 자연계열 학생의 학업적 자기효능감 및 과학 관련 정의적 특성에 미치는 영향을 알아보는 것이다. 7차 교육과정 고등학교 화학 I 교과서를 분석하여 SSC 화학 실험 프로그램을 개발하였고, 실험집단은 SSC 실험수업을 실시하고 비교집단은 전통적인 실험수업을 실시하였다. 학생들의 사전 과학성취도 점수를 이용하여 상하 수준으로 나눈 후 이를 구획변인으로 하는 이원 공변량(2-way ANCOVA) 분석을 통해 두 집단 간의 차이를 알아보았다. 연구 결과 SSC 실험 프로그램은 전통적 Large-Scale 실험에 비해 학업적 자기효능감의 향상에 유의미한 효과가 있었다. 또한 과학에 대한 정의적 특성 중에서 과학에 대한 직업적 흥미와 창의성 등에서 SSC 실험 집단의 점수가 유의미하게 높은 것으로 나타났다. SSC 실험수업에 대한 학생들의 인식 조사 결과 대부분의 학생들은 SSC 실험이 편리하고, 효과적이며 흥미로운 방법이라고 생각하고 있었다.

주제어: Small-Scale Chemistry(SSC), 학업적 자기효능감, 과학 관련 정의적 특성, SSC에 대한 인식

ABSTRACT. The purpose of this study was to examine the effect of Small-Scale Chemistry(SSC) lab program on the academic self-efficacy and the science-related affective domain of 11th grade science-majored students. For this study, a SSC lab program was developed on the basis of analyzing the textbook of high school chemistry I in the 7th curriculum, and the experimental group was received SSC experiment lessons(SSC group), and the comparison group was received traditional experiment lessons. After students were grouped high and low level according to the students' prior science achievement score, the differences between the two groups were investigated using 2-way ANCOVA. From the result of this study, we found that the SSC lab program was more effective than the traditional Large-Scale lab program based on the textbook in academic self-efficacy. And the scores of interest toward science-related careers and creativity for the SSC group, which are subcategories of science-related affective domain were significantly higher than those for the comparison group. In students' perceptions on the SSC lab program, majority of students thought that the SSC lab program was convenient, effective and interesting.

Keywords: Small-Scale Chemistry(SSC), Academic Self-efficacy, Science-related Affective Domain, Perception on SSC Lab Program

서 론

2000년대 초부터 이공계 기피현상은 한국의 심각한 사회적 문제 중의 하나로, 미국의 과학 전문지 '사이언스' 2002년 3월 15일자 발행판에서 Mark¹⁾는 "2000년대 초의 이공계 기피 현상 속에서 2010년 이후 한국의 모습을 예측하는 것은 어렵지 않을 것이다"라고 경고한 바 있다. '학생들의 학습동기 유발이 어려운 교육과정 및 수업내용'은 이공계 기피현상에 영향을 주는 한 요인으로, 우리나라는 중등 교육 단계에서 학생들의 수학과 과학에 대한 동기유발이 미흡하고, 수학과 과학의 경우 많은 실험과 증명의 과정이 필요함에도 불구하고 교과서 중심의 일률적 수업이 진행됨으로써 흥미를 저하시키고 있다.²⁾

과학 학습에 있어서 정의적 영역은 교육의 효과를 높이는데 중심 역할을 하기도 하므로 질 높은 교육이 학생들에게 제공된다면 정의적 영역의 교육이 중요하게 다루어져야 한다. 특히 과학에서의 실험 활동은 인지적 측면, 즉 개념 이해에 효과적일 뿐 아니라 정의적 측면, 즉 과학적 태도 및 흥미를 향상시키는 데에도 효과적이다.³⁾ 학생들은 소집단을 이루고 직접적인 실험 활동을 함으로써 구체적인 경험을 하고 이를 통해 새로운 개념을 접하는 기회를 가지게 되며, 많은 교사와 학생들에게 다른 방법으로는 얻기 어려운 생동감과 흥미를 얻게 한다.³⁾

많은 과학교육자들이 실험 활동은 과학교육에서 중심적인 역할을 해왔으며 이를 통하여 많은 이점을 얻을 수 있다고 주장해 왔으며,^{3,5,6)} 대부분의 교사들도 과학교육에서의 실험수업이 이론의 이해와 학생들에게 과학에 대한 흥미를 북돋아주는 데 매우 중요한 역할을 하고 있다고 강조하고 있다.¹⁰⁾ 이러한 실험수업의 장점에도 불구하고 학교 현장에서 실험수업은 자주 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 2005년 청소년 과학 문화 활동 수요조사 연구보고서¹¹⁾에 따르면 고등학생 중 29.1%는 한 학기에 한 번 정도 과학실험실에 간다고 답하였고, 9.2%는 한 학기에 한 번도 과학실험실에 가지 않는다고 답하였다. 고등학생의 경우 과학실험실에서 이루어지는 수업의 형태가 '조별 실험'인 경우는 45%에 불과했다. 그 밖에 과학실에서 이루어지는 주된 활동이 '선생님의 설명'인 경우는 28.8%였으며, 시범실험 9.3%, 동영상 보기 6.9%, 컴퓨터이용실험 5.9%, 기타 3.9%로 나타났다

다. 학생들은 과학 실험 시간에 개인이 직접 실험해 보기를 원하고 있으나 실험 시간의 부족, 학생 수의 과다, 실험 기구의 부족 등으로 인해 개인 실험이 잘 이루어지지 않음으로 불만족을 나타내고 있다. 실험 수업이 이루어진다 해도 실제 학교 현장에서 4-6인 1조의 소집단 형태로 이루어지는 실험 활동은 구체적인 역할 분담이 없이 소집단 내의 한두 명이 활동을 주도하고 나머지 학습자는 방관자적 입장에 놓이게 되는 심각한 문제가 있다.¹²⁾

과학 과목 중에서도 화학은 실험의 학문임에도 불구하고 학교 현장에서는 실험 없는 화학 수업이 이루어지고 있다. 교사들은 화학 수업 시간에 실험을 하지 못하는 이유로 '충분한 실험 기구 또는 약품이 없다', '실험실이 없다', '실험할 충분한 시간이 없다', '실험수업에 자신이 없다' 등을 들고 있다. 그러나 이러한 변명을 하는 교사들도 실험 활동이 화학을 통합하는 역할을 한다고 말하면서 실험의 중요성을 인정하고 있다.¹³⁾ 기존의 전통적인 화학 실험은 규모가 커서 많은 공간을 차지하며, 기구의 가격도 비쌀 뿐 아니라 실험 준비도 번거롭다. 또한 위험한 화학 약품을 큰 규모로 사용함으로 인한 사고의 위험성과 환경오염 문제도 화학 실험수업을 기피하는 원인이라고 할 수 있다. 그 밖에 입시 위주의 이론 수업도 화학 실험을 기피하는 중요한 원인이 되고 있다.¹⁴⁾ 그 결과 학생들은 실험을 통한 과학개념의 이해 및 탐구능력 신장, 그리고 화학을 보다 흥미롭게 학습할 수 있는 기회를 박탈당하는 결과에 이르게 되었다. UNESCO와 IUPAC-CTC(Committee on Teaching of Chemistry)에서는 이러한 문제를 인식하고 작은 규모, 저 비용의 실험 방법을 보급하고자 하는 목적으로 microchemistry program을 추진하였다. 그 결과 40여 개국에서 이를 적극적으로 받아들여서 실제 수업에 적용하고 있다.¹⁵⁾

Microscale chemistry의 역사는 오스트리아에서 시작되어 100년 이상이 넘었으며, SSC는 미국 콜로라도 주립대학의 Thompson 교수에 의해 1972년 시작되었다.¹⁶⁾ 국제적으로는 Microscale chemistry라는 용어와 SSC(Small-Scale Chemistry)라는 용어가 거의 동일하게 사용되고 있다. 우리나라에서는 2002년 전공교과 국외연수를 미국의 콜로라도 주립대학으로 다녀온 화학 교사들에 의해 SSC가 소개되었으며 Microscale chemistry보다는 SSC라는 용어로 더욱 널리

리 알려져 있다.

SSC 또는 Microscale chemistry 실험은 전통적인 유리 실험 기구를 작은 플라스틱 피펫, 플라스틱 흡관 등으로 대체하고 용액의 부피도 몇 방울 단위로 사용하며, 실험 시간도 10분 정도로 짧게 단축시켰다.¹⁷ SSC 또는 Microscale chemistry 실험은 값싼 플라스틱 소재의 실험 기구를 사용함으로써 경제적 측면에서 매우 유리하며 소량의 시약을 사용하므로 안전성, 환경 보호 측면에서도 매우 유리하다.^{15,18} 또한 SSC 실험은 한 조 당 실험 준비물이 키트 형태로 제공되므로 실험 준비와 뒷정리에 따른 번거로움을 덜어줄 수 있다. 따라서 실험 조교가 없거나 실험실이 부족하여 실험을 자주 하지 못하는 교사들이 학교 현장에서 실험수업을 보다 활발하게 할 수 있도록 도와주는 획기적인 실험 방법이라고 할 수 있다.

외국에서는 Microscale chemistry 또는 SSC 실험의 도입이 90년대 초부터 이루어져 왔으며, 주로 SSC 실험의 개발 및 보급에 중점을 둔 연구가 보고되고 있다.¹⁹ 국내에서도 4년 전에 SSC 실험이 도입된 이후 SSC에 관련된 전공 서적 및 실험서 등이 한글판으로 번역되어 보급되고 있으며,^{20,21} SSC 실험수업을 실시한 후 그 효과와 인식에 대하여 살펴본 연구들이 함께 진행되었다. 심병주²²는 SSC 실험수업을 초등학교생에게 적용하여 과학 탐구 능력을 향상시키는 데 효과적임을 보고하였고, 중학교 3학년생을 대상으로 SSS(Small-Scale Science) 실험수업의 효과를 알아본 윤진녀 등²³의 연구에서는 과학에 관련된 태도, 과학적 태도 면에서 긍정적인 효과가 나타났다고 보고하고 있다. SSC 실험수업에 대한 교사들의 인식을 조사한 김현경과 최병순²⁴의 연구를 보면 대부분의 과학 교사들이 SSC 실험에 대해 기존의 실험 형태보다 학생들의 탐구력, 분석력, 논리력 신장에 기여할 뿐 아니라 과학에 대한 학생들의 흥미를 높일 수 있고 창의력 및 문제해결력을 신장시킬 수 있다고 인식하고 있었다. 본 연구자들 또한 선행 연구²⁴에서 고등학교 1학년 과학 III, 물질 단원에서 SSC 실험수업을 적용한 결과 과학 학업성취도 향상을 비롯하여 학생들의 과학 관련 정의적 특성 중에서 흥미와 과학적 태도를 긍정적으로 변화시키는데 효과적이었다는 결과를 얻었다.

진로 결정을 하지 않은 고등학교 1학년을 대상으로 한 선행 연구와 달리 본 연구에서는 잠재적으로

과학과 관련된 직업을 가질 것으로 예상되는 학생들이 고등학교 2학년 자연계열 학생들을 대상으로 연구하였다. 또한 선행 연구에서 살펴볼지 못한 SSC 실험수업이 학업적 자기효능감에 미치는 효과와 아울러 선행 연구에서 보고된 과학 관련 정의적 특성에 대해서도 살펴봄으로써 기존의 연구결과와 비교 및 확인하고자 하였다.

자연계열 학생들을 과학과 관련된 직업으로 이끌어 주기 위해서는 과학에 대한 긍정적인 자기효능감을 길러주는 것이 매우 중요하다. Bandura²⁵에 의하면 자기효능감(self-efficacy)이 높은 학습자는 적극적인 의사 결정, 꾸준한 노력, 어려움을 극복하는 인내와 같은 특성을 지니기 때문에 학업 성취도 향상이 기대된다고 한다. 이수진²⁶의 연구에 의하면 자기효능감이 과학 학업 성취도 및 과학적 태도와 유의미한 정적 상관이 있다고 보고하고 있다. 그러나 학생들의 과학에 대한 학업적 자기효능감을 긍정적으로 변화시키기 위한 교수-학습 방법의 적용에 관한 연구는 미흡하다. 본 연구자들은 이 연구를 통해 이공계 기피 현상을 심화시키고 있는 학교 과학 수업에 대한 개선안으로서 SSC 실험의 유용성 및 교육적 효과에 대한 시사점을 발견하고자 한다.

이 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

(1) SSC를 적용한 화학 I 수업은 자연계열 고등학생의 학업적 자기효능감에 어떠한 영향을 미치는가? 또 과학 성적 수준에 따른 학업적 자기효능감의 차이는 어떠한가?

(2) SSC를 적용한 화학 I 수업은 자연계열 고등학생의 과학 관련 정의적 특성, 즉 과학에 관한 인식, 흥미, 과학적 태도에 어떠한 영향을 미치는가? 또 과학 성적 수준에 따른 과학 관련 정의적 특성의 차이는 어떠한가?

(3) SSC를 적용한 화학 I 수업을 받은 학생들이 SSC 실험수업에 대해 갖는 인식은 어떠한가, 과학 성적 수준에 따른 SSC 실험수업에 대한 인식의 차이는 어떠한가?

연구내용 및 방법

연구 대상 및 절차. 서울시 소재 인문계 고등학교 2학년 자연계열 남학생 2학급을 선정하여 한 학급씩

Table 1. The number of students in the comparison and the SSC groups by the prior science achievement level

	Comparison Group	SSC Group	Total
High	13	15	28
Low	19	15	34
Total	32	30	62

비교집단과 SSC 실험집단으로 배치하였고, 사전 과학 성취도 평균 점수를 기준으로 학생들을 상·하위 수준으로 구분하였다. 각 집단별 학생 수는 Table 1 과 같다. 실험 처치 이전에 사전 검사로 학업적 자기 효능감, 과학관련 정의적 특성 검사를 실시하였고, 실험 집단에는 연구자가 개발한 SSC 실험수업을, 비교집단에는 전통적 실험수업을 5차시 동안 실시하였다. 실험 처치 이후에는 SSC 실험집단, 비교집단 모두 학업적 자기효능감 검사 및 과학 관련 정의적 특성 검사를 실시하였고, SSC 실험집단에서는 SSC 실험수업에 관한 학생들의 인식 검사를 추가로 실시하였다.

수업 내용 및 방법. 본 차시 수업은 CHEMTREK¹⁷ 과 SSC Laboratory Manual²⁷을 참고하여 고등학교 2학년 화학 1 교과서²⁸의 1. 주변의 물질 중 '1. 물' 단원에 대하여 연구자가 새롭게 구성한 SSC 실험수업을 5차시 동안 진행하였다. 실험 주제는 'SSC 불의 전기분해', '물의 표면장력 탐구', '물속에 녹아있는 이온 찾기', 'SSC 수질검사', 'pH에 따른 지시약의 색 변화 및 일상생활의 용액의 pH 조사' 등이었다. 개발한 SSC 실험 프로그램은 과학교사 2인, 과학교육 전문가 2인으로부터 타당도 검증을 받았다. 비교집단은 고등학교 화학 1 교과서²⁸의 해당 단원에 나오는 실험을 교과서에 제시된 준비물과 실험 과정에 따라 실험하였다. Fig. 1은 빨대를 이용한 물의 전기분해 실험 장치 모습이고, Fig. 2는 SSC 실험 집단의 학생들이 SSC 실험을 하는 모습이다.

조 구성은 SSC 실험집단의 경우 3인 1조로, 전통적 실험수업을 실시한 비교집단의 경우 6인 1조로 하였다. SSC 실험은 작은 실험 기구들을 사용하므로 소인수 조 편성이 불가피하며 그 자체가 SSC 실험의 중요한 특징이나, 전통적 실험의 경우 기구가 커서 공간을 많이 차지하며 가격이 비싸 일반적으로 6인 1조로 이루어지는 방식을 그대로 따랐다.

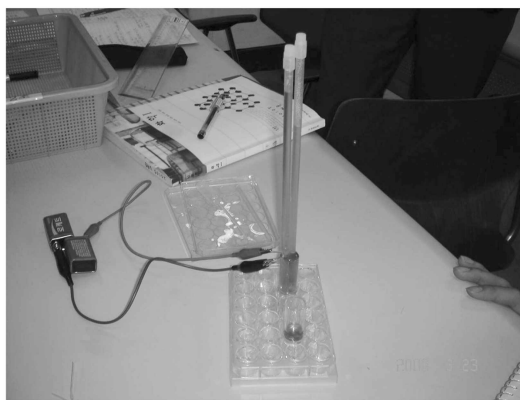


Fig. 1. Electrolysis of water with straws.

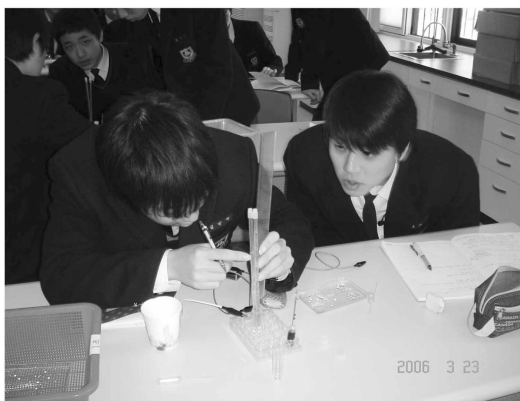


Fig. 2. Students in SSC group.

검사 도구. 학업적 자기효능감 검사지는 박인영²⁹이 개발하고 유혜숙³⁰이 수정 보완한 학업적 자기효능감 척도 33문항을 사용하였으며 모든 문항은 리커트 6점 척도로 되어 있다. 본 연구에서 구한 학업적 자기효능감 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 사전 검사에서 .88, 사후 검사에서 .86이었다. 이 검사지는 4개의 하위 영역으로 구성되어 있는데, 자신감 8문항, 자기조절 효능감 10문항, 과제난이도 신호 8문항, 과학에 대한 자기효능감 7문항이다. 하위 영역별 내적 신뢰도는 자신감 영역에서 사전 .69, 사후 .69이었으며, 자기조절 효능감 영역에서는 사전 .80, 사후 .78이었다. 과제난이도 신호 영역에서는 사전 .84, 사후 .86이었으며, 과학에 대한 자기효능감 영역에서는 사전 .76, 사후 .72이었다.

과학에 대한 정의적 특성 검사지는 김효남³¹이 개발한 국가 수준의 과학과 관련된 정의적 특성의 평

가체제 48문항을 사용하였으며 모든 문항은 리커트 5점 척도로 되어 있다. 본 연구에서 구한 과학에 대한 정의적 특성 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 사전 검사에서 .91, 사후 검사에서 .91이었다. 이 검사지는 과학에 대한 인식 12문항, 과학에 대한 흥미 15문항, 과학적 태도 21문항으로 세 개의 영역으로 이루어져 있다. 영역별 내적 신뢰도는 과학에 대한 인식 영역에서 사전 .58, 사후 .52이었으며, 과학에 대한 흥미 영역에서 사전 .87, 사후 .82이었다. 과학적 태도 영역에서는 사전 .84, 사후 .86이었다.

SSC 실험수업에 대한 인식 설문지는 심병주²²가 제작한 SSC를 적용한 실험수업에 대한 학생들의 인식 설문지 문항을 수정·보완하여 사용하였다. SSC 실험에 대한 생각 및 장·단점을 묻는 열린 형태의 주관식 문항과 SSC 실험에 대한 구체적인 인식의 정도를 묻는 10개의 리커트 5점 척도의 문항으로 구성하였다. 모든 검사지의 구성 및 문항 적절성에 대하여 과학교육 전문가 2인, 과학교사 2인의 검토를 받았다.

분석 방법. 전통적 실험수업과 SSC 실험수업을 독립변인으로 하고, 학생들의 사전 성취 수준을 구획

변인으로 하는 이원 공변량 분석(2-way ANCOVA)을 실시하였다. 종속변인인 학업적 자기효능감, 과학에 대한 인식, 흥미, 태도 점수에 대하여 각각의 사전 검사 점수를 공변인으로 사용하였다. 종속변인과 공변인 사이에는 통계적으로 유의미한 상관이 있었다($p < .01$). 분석 결과 상호작용이 있는 경우에는 단순효과를 검증하기 위하여 사전 성취 수준별로 일원 공변량 분석을 실시하였다.

이원 공변량 분석의 기본 가정한 정상성, 동변량성 및 등회귀선에 대한 검토를 실시하였는데, 과학에 대한 흥미 검사 중 과학과 관련된 직업에 대한 흥미와 과학 불안, 과학적 태도 검사 중 개방성과 협동성 영역은 동변량성을 만족하지 못하여 비모수 통계방법인 Mann-Whitney U 검증을 실시하여 분석하였다. 또한 Mann-Whitney U 검증 결과도 상·하위 수준 별로 분석하였다. 모든 통계 분석에는 SPSS win 12.0 통계 프로그램을 사용하였다.

SSC 실험수업에 대한 인식 설문지 중 리커트 척도로 이루어진 문항의 경우 응답 빈도 및 비율을 구하였다. 열린 형태의 주관식 문항은 2인의 분석자가 응답 유형을 분류하고 응답 빈도 및 비율을 구하였

Table 2. Mean, standard deviations, and adjusted means of the academic self-efficacy test scores

	Comparison group			SSC group		
	M	SD	Adj. M	M	SD	Adj. M
academic self-efficacy (33)						
High	126.92	17.99	123.85	135.13	13.16	127.05
Low	119.53	13.59	121.67	120.33	22.40	128.36
Total	122.53	15.69	122.76	127.73	19.56	127.71
Self-confidence (8)						
High	34.00	5.72	31.46	32.53	6.90	32.34
Low	30.95	5.12	31.53	33.27	6.97	34.92
Total	32.19	5.49	31.50	32.90	6.83	33.63
Self-regulatory efficacy (10)						
High	36.08	6.17	36.18	39.73	5.16	36.85
Low	35.47	5.13	36.53	32.87	9.35	34.32
Total	35.72	5.48	36.36	36.30	8.20	35.59
Task difficulty preference (8)						
High	29.00	7.56	29.60	32.87	4.60	28.76
Low	26.42	5.34	26.50	28.07	10.72	31.59
Total	27.47	6.35	28.04	30.47	8.46	30.18
Self-efficacy on science (7)						
High	27.85	4.69	27.19	30.00	4.50	29.11
Low	26.68	4.73	26.92	26.13	5.89	27.29
Total	27.16	4.67	27.05	28.07	5.51	28.20

다. 채점과 응답 분석의 신뢰도를 높이기 위해서 2인의 분석자가 무작위로 선정한 일부 답안지의 응답 유형을 분석하고 비교하는 과정을 반복하였다. 학생 응답 유형 분석 결과를 과학교육 전문가 1인, 과학교사 1인에게 제시하고 수정 보완을 받음으로써 결과 분석 및 해석에 대한 타당성을 확보하고자 하였다.

연구결과 및 논의

SSC 실험수업이 학업적 자기효능감에 미치는 효과, 학업적 자기효능감 사후 검사의 평균, 표준 편차와 교정 평균을 Table 2에 제시하였다. 이원 공변량 분석 결과, 수업 처치의 주효과가 통계적으로 유의미하게 나타났다. 그러나 상호작용 효과는 나타나지 않았다(Table 3). SSC 실험집단의 교정 평균은 127.71로 비교집단의 교정 평균 122.76보다 높게 나타났다. 자기효능감 하위 영역에서는 '과제난이도 선호'에서 수업 처치의 주효과와 상호작용 효과가 모두 나타났다. 상위 수준의 교정 평균은 SSC 실험집단(28.76)이 비교집단(29.60)보다 낮게 나타났으나, 하위 수준의 교정 평균은 SSC 실험집단(31.59)이 비교집단(26.50)보다 높게 나타났다. '과제난이도 선호' 영역에서의 단순 효과 검증 결과, 상위 학생들에게서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았으나($MS=.622$, $F=.04$, $p=.854$), 하위 학생들에게서는 유의미한 차이가

있는 것으로 나타났다($MS=219.40$, $F=16.29$, $p=.000$). 즉, 전통적 실험에 비해 하위 수준 학생들의 '과제난이도 선호'에 있어 긍정적인 효과를 주었다.

선행 연구³⁰⁾에 의하면 학업적 자기효능감은 학생들이 스스로의 능력을 충분히 발휘한 성공적인 경험을 통해 신장될 수 있다고 한다. SSC 실험은 경제적이고 공간을 적게 차지하는 실험 키트의 활용으로 3인 1조 실험이 가능하므로 학생들이 직접 실험에 참여할 기회가 많아지게 된다. 따라서 전통적인 실험에 비해 학생 스스로의 능력을 발휘할 수 있는 기회가 많아지고, 이를 통해 얻게 된 성공 경험이 학업적 자기효능감 점수 향상에 기여한 것으로 보인다.

자기효능감이 높은 사람은 도전적이고 구체적인 목표를 선택하는 반면 자기효능감이 낮은 사람은 자신의 기술을 뛰어넘는 위협적인 상황을 무서워하고 피하려 하며, 그들이 조절할 수 있다고 생각하는 상황만을 선택하고 행동한다. '과제 난이도 선호'는 자신이 통제하고 다룰 수 있다고 생각하는 도전적인 과제를 선택하는 과정을 통해 표출된다.³²⁾ 성적 하위 수준의 학생들이 SSC 실험을 통해 '과제 난이도 선호'에 있어 향상을 보이게 된 것은 전통적인 실험에서는 성취도 상위 수준의 학생들에 비해 상대적으로 실험에 적극적으로 참여하기가 쉽지 않은데 비해 SSC 실험에서는 하위 학생들도 실험에 적극적으로 참여할 수 있기 때문으로 해석된다. 특히 SSC 실험 기구들은

Table 3. Two-way ANCOVA results on the academic self-efficacy test scores

Sources	SS	df	MS	F	p
academic self-efficacy					
Treatment	371.97	1	371.97	4.725	.034*
Treatment × Level	44.80	1	44.80	.569	.454
Self-confidence					
Treatment	66.38	1	66.38	3.154	.081
Treatment × Level	23.85	1	23.85	1.133	.292
Self-regulatory efficacy					
Treatment	8.87	1	8.87	.516	.476
Treatment × Level	30.61	1	30.61	1.781	.187
Task difficulty preference					
Treatment	69.44	1	69.44	4.508	.038*
Treatment × Level	121.19	1	121.19	7.868	.007**
Self-efficacy on science					
Treatment	19.98	1	19.98	1.575	.215
Treatment × Level	9.12	1	9.12	.719	.400

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

깨지기 쉬운 유리 기구가 아닌 간단한 플라스틱 실험 기구를 주로 사용하므로 실험 시의 기구 사용에 대한 불안감을 낮춰준다. 또한 적은 양의 시약을 사용하므로 실험을 실패하더라도 쉽게 재 실험이 가능하므로 실험에 대한 자신감과 도전 의식을 불러일으킨 것으로 해석할 수 있다.

과학 수업이 중간 성적의 학생들에게 맞추어져 이루어지는 현실에서 SSC 실험수업이 성적 하위 학생들의 '과제 난이도 선호'에 긍정적인 영향을 주었다는 것은 '과학 교육에서 잃어버린 1/3'³³을 배려하는 실험수업 방법으로 의의가 크다고 할 수 있다. 또한 과학 자기효능감이 과학 학업성취도를 설명·예언하는데 매우 중요한 변인이므로³⁴ SSC 실험에 의한 학업적 자기효능감의 향상은 학생의 과학성취도 향상과도 연결될 것으로 기대된다. 더 나아가 특정 상황에서 특정 과제를 성공적으로 수행함으로써 증진된 학업적 자기효능감, 즉 SSC 실험에서의 성공적인 경험을 통해 증진된 자기효능감은 다른 상황이나 과제에 대한 자기효능감에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대된다.³²

그러나 '과제 난이도 선호' 이외의 하위 영역인

'자신감', '자기조절효능감', '과학에 대한 효능감' 영역에서는 수업 처치의 주효과와 상호작용 효과가 유의미하게 나타나지 않았다(Table 3). 추후에 SSC 실험수업이 학업적 자아효능감의 하위 영역과 관련하여 어떤 방식으로 영향을 주는지 밝히기 위한 질적 연구가 진행되어야 할 것이다.

SSC 실험수업이 과학에 대한 인식 영역에 미치는 효과. 과학에 대한 인식 점수의 평균, 표준 편차 및 교정 평균을 Table 4에 제시하였다. 이원 공변량 분석 결과, 수업 처치의 주효과와 상호작용 효과가 통계적으로 유의미하게 나타나지 않았다. 과학에 대한 인식 하위 영역인 과학에 대한 인식, 과학 교육에 대한 인식, 과학자와 과학 관련 직업에 대한 인식, 과학-기술-사회의 상호관련성에 대한 인식에서도 수업 처치의 주효과와 상호작용 효과가 유의미하게 나타나지 않았다(Table 5). 이 결과는 고등학교 1학년 학생을 대상으로 한 선행 연구²⁴와 일치하는 것으로 과학에 대한 인식은 단기간에 쉽게 변화되지 않음을 알 수 있다.

Table 4. Mean, standard deviations, and adjusted means of the cognition about science test scores

	Comparison group			SSC group		
	M	SD	Adj. M	M	SD	Adj. M
Cognition about science (12)						
High	42.50	3.73	42.70	46.03	4.46	44.82
Low	42.34	4.77	42.43	41.69	5.33	42.62
Total	42.41	4.31	42.57	43.86	5.31	43.72
Cognition of science (3)						
High	11.92	1.66	11.90	12.27	1.58	12.13
Low	10.84	1.74	10.87	11.56	1.41	11.67
Total	11.28	1.76	11.39	11.91	1.52	11.90
Cognition of science learning and Teaching (3)						
High	10.62	1.19	10.51	11.63	1.67	11.11
Low	10.29	2.16	10.55	10.07	1.87	10.35
Total	10.42	1.81	10.53	10.85	1.92	10.73
Cognition of science related careers (3)						
High	10.23	1.01	10.59	10.87	1.41	10.65
Low	10.58	1.50	10.49	10.00	2.00	10.03
Total	10.44	1.32	10.54	10.43	1.76	10.34
Cognition of importance related to STS problems (3)						
High	9.73	2.15	9.72	11.27	2.19	11.11
Low	10.63	1.67	10.59	10.07	2.37	10.29
Total	10.27	1.90	10.15	10.67	2.32	10.70

Table 5. Two-way ANCOVA results of the cognition about science test scores

Sources	SS	df	MS	F	p
Cognition about science					
Treatment	20.08	1	20.08	1.141	.290
Treatment × Level	13.25	1	13.25	.753	.389
Cognition of science					
Treatment	4.07	1	4.07	1.682	.200
Treatment × Level	1.20	1	1.20	.496	.484
Cognition of science learning and Teaching					
Treatment	.63	1	.63	.265	.609
Treatment × Level	2.40	1	2.40	1.010	.319
Cognition of science related careers					
Treatment	.57	1	.57	.291	.592
Treatment × Level	.976	1	.976	.497	.484
Cognition of importance related to STS problems					
Treatment	4.54	1	4.54	1.070	.305
Treatment × Level	10.04	1	10.04	2.364	.130

Table 6. Mean, standard deviations, and adjusted means of the interests toward science test scores

	Comparison group			SSC group		
	M	SD	Adj. M	M	SD	Adj. M
Interests (15)						
High	44.54	8.60	45.83	54.10	6.02	49.36
Low	45.84	8.62	46.97	44.03	7.33	46.23
Total	45.31	8.48	46.40	49.07	8.35	47.80
Toward science (3)						
High	9.00	1.87	9.44	11.37	2.11	10.31
Low	9.42	2.43	9.72	9.20	2.88	9.50
Total	9.25	2.20	9.58	10.28	2.72	9.90
Toward science learning (3)						
High	9.85	1.95	10.11	11.20	2.21	10.41
Low	9.47	2.63	9.84	8.87	2.20	8.97
Total	9.63	2.35	9.97	10.03	2.47	9.69
Toward science activities (3)						
High	7.77	2.65	7.87	10.13	1.92	9.35
Low	8.79	2.42	8.79	7.00	2.33	7.70
Total	8.38	2.52	8.33	8.57	2.64	8.52
Toward science related careers (3)						
High	8.23	3.09	-	11.00	1.65	-
Low	9.32	2.03	-	9.90	2.24	-
Total	8.87	2.52	-	10.45	2.01	-
Anxiety (3)						
High	9.69	2.66	-	10.40	1.72	-
Low	8.84	1.83	-	9.07	2.05	-
Total	9.19	2.21	-	9.73	1.98	-

SSC 실험수업이 과학에 대한 흥미 영역에 미치는 효과, 과학에 대한 흥미 점수의 평균, 표준 편차 및

교정 평균을 Table 6에 제시하였다. 이원 공변량 분석 결과, 수업 처치에 대한 주효과와 상호작용 효과

Table 7. Two-way ANCOVA results on the interests toward science test scores

Sources	SS	df	MS	F	p
Interests					
Treatment	28.42	1	28.42	1.245	.269
Treatment × Level	63.57	1	63.57	2.785	.101
Toward science					
Treatment	1.53	1	1.53	.516	.475
Treatment × Level	4.35	1	4.35	1.472	.230
Toward science learning					
Treatment	1.16	1	1.16	.308	.581
Treatment × Level	5.14	1	5.14	1.368	.247
Toward science activities					
Treatment	.56	1	.56	.156	.694
Treatment × Level	23.21	1	23.21	6.432	.014*

*p<.05

가 유의미하지 않았으나 하위 영역인 '과학 활동에 대한 흥미'에서 상호작용 효과가 유의미하게 나타났다(Table 7). 하위 수준의 '과학 활동에 대한 흥미' 점수의 교정 평균은 SSC 실험집단(7.70)이 비교집단(8.79)보다 낮게 나타났으나, 상위 수준의 교정 평균은 SSC 실험집단(9.35)이 비교집단(7.87)보다 높게 나타났다. 이는 상·하위 수준 학생들에 있어서 '과학 활동에 대한 흥미'에 대하여 처치의 효과가 다르게 나타난다는 것을 의미한다. 그러나 '과학 활동에 대한 흥미' 영역의 단순 검증 결과, 상위 학생들의 집단 간 차이와 하위 학생들의 집단 간 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다(상위 MS=8.80, F=4.21, p=.051, 하위 MS=12.59, F=2.70, p=.110).

'과학과 관련된 직업에 대한 흥미' 영역에서의 Mann-Whitney U 검증 결과, '과학과 관련된 직업에 대한 흥미'는 집단에 따른 점수 차이가 유의미하게 나타났다(U=299.0, p=.010). 상, 하위 수준별로 분석한 결과 상위 학생의 경우 '과학과 관련된 직업에 대한 흥미'에 있어 집단 간 차이가 통계적으로 유의미하게 나타났으나(U=39.5, p=.006), 하위 학생의 경우 집단 간 차이가 유의미하게 나타나지 않았다(U=126.0, p=.584). 초·중·고 학생들의 과학 관련 진로 선택 요인을 분석한 선행 연구³⁵⁾에 의하면 '과학 학습에 대한 선호도'는 과학 관련 진로 선택과 밀접한 관련이 있다고 한다. 특히 과학 관련 진로를 희망하는 학생들은 '과학 학습에 대한 선호도'에서 '실험 선호'에서 비교적 높은 평균을 보였다. SSC 실험 집단 중 상위 학생들에게서 '과학과 관련된 직업에 대한 흥미'

가 증가한 것을 상위 학생들의 '과학 활동에 대한 흥미' 점수가 하위 학생들에 비해 1.65점 높다는 사실로부터 설명할 수 있다. 상위 학생들의 경우 '과학 활동에 대한 흥미'의 증가가 '과학 학습에 대한 선호도'를 높였고 이것이 '과학과 관련된 직업에 대한 흥미'를 향상시키는데 긍정적인 영향을 준 것으로 해석된다. 그러나 하위 학생들의 과학 활동에 대한 흥미 점수는 상대적으로 낮으므로 하위 학생들의 이공계 진로 유도를 위해서는 과학 활동에 대한 흥미를 높일 수 있는 다양한 교수-학습 방법의 개발 및 적용이 필요할 것으로 보인다.

또 다른 하위 영역인 '과학에 대한 흥미'와 '과학 학습에 대한 흥미'에 대해서는 주효과와 상호작용 효과 모두 유의미하게 나타나지 않았다. 또한 불안감 영역에서도 Mann-Whitney U 검증 결과 집단에 따른 점수 차이가 유의미하게 나타나지 않았다(U=415.5.0, p=.358). SSC 실험집단에서 '과학 학습에 대한 흥미' 영역에서 유의미한 효과가 나타났다는 선행 연구³⁶⁾ 결과와는 다른 대목이다. 그러나 '과학에 대한 흥미', '과학 활동에 대한 흥미', '과학과 관련된 직업에 대한 흥미' 영역에서 비교 집단과의 유의미한 차이가 나타나지 않았다는 선행 연구³⁷⁾의 결과와는 일치되는 결과라고 할 수 있다. 구획 변인을 설정하지 않고 실험 처치의 주효과만을 살펴본 선행 연구³⁸⁾에서는 상호작용 효과를 알아볼 수 없었으므로 정확한 비교를 하기는 어렵다. 후속 연구를 통해서 SSC 실험수업이 학생들의 과학에 대한 흥미에 어떠한 영향을 미치는지 깊이 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

Table 8. Mean, standard deviations, and adjusted means of the scientific attitudes test scores

	Comparison group			SSC group		
	M	SD	Adj. M	M	SD	Adj. M
Scientific attitudes (21)						
High	69.92	10.01	68.88	73.23	6.54	69.01
Low	69.32	10.03	70.78	68.14	12.59	68.80
Total	68.34	9.93	69.83	70.68	10.19	68.90
Curiosity (3)						
High	9.85	2.54	10.30	10.20	1.86	9.78
Low	10.37	1.83	10.36	10.07	2.31	10.10
Total	10.16	2.13	10.33	10.13	2.06	9.94
Open-mindedness (3)						
High	8.92	1.94	-	10.47	1.73	-
Low	10.05	0.85	-	9.23	1.99	-
Total	9.59	1.48	-	9.85	1.94	-
Critical-mindedness (3)						
High	9.69	2.06	9.91	10.27	2.12	9.79
Low	10.05	2.17	10.56	10.27	2.34	9.91
Total	9.91	2.10	9.85	10.27	2.20	9.85
Cooperation (3)						
High	10.54	1.61	-	10.93	2.34	-
Low	10.11	1.85	-	10.27	2.28	-
Total	10.28	1.75	-	10.60	2.30	-
Voluntariness (3)						
High	9.85	2.41	9.89	10.33	1.63	9.21
Low	9.84	1.86	10.10	9.00	2.45	9.76
Total	9.84	2.07	9.99	9.67	2.16	9.49
Endurance (3)						
High	9.23	2.32	9.50	10.73	1.53	9.87
Low	9.84	1.86	10.03	9.07	2.79	9.46
Total	9.59	2.05	9.77	9.90	2.37	9.75
Creativity (3)						
High	8.85	1.95	8.96	10.29	1.68	9.68
Low	9.05	2.07	9.36	10.24	2.37	10.37
Total	8.97	1.99	9.16	10.27	2.02	10.03

SSC 실험수업이 과학적 태도 영역에 미치는 효과. 과학적 태도 점수의 평균, 표준 편차 및 교정 평균을 Table 8에 제시하였다. 이원 공변량 분석 결과, 수업 처치의 주효과와 상호작용 효과가 유의미하게 나타나지 않았다. 그러나 하위 영역인 '창의성' 영역에서 수업 처치의 주효과가 유의미하게 나타났다. '창의성' 영역에서의 수업 처치의 효과를 살펴보면, SSC 실험 집단의 교정 평균은 10.03이었으며 비교집단의 교정 평균 9.16보다 유의미하게 높았다($p < .05$). 즉, SSC 실험집단이 전통적 실험집단에 비해 '창의성'이 향상된 것으로 나타났다. 이는 고등학교 1학년 학생을 대상

으로 SSC 실험수업의 효과를 조사한 선행 연구²⁴와도 일치하는 대목이다.

과학 관련 정의적 특성 점사지의 '창의성' 영역 문항을 살펴보면 '나는 새로운 것을 발명해내려고 노력한다', '나는 어떤 문제를 해결하기 위한 새로운 방법을 찾아내려고 한다', '나는 실험기구를 사용할 때 불편한 점을 고치려고 한다' 등의 항목이 있다. SSC 실험에서 주로 사용하는 기구들은 그 용도가 제한된 것이 아니므로 학생들이 자신의 용도에 맞게 다양하게 변형하여 실험하는 것이 가능하다. 또한 실험에 소요되는 시간이 Large-Scale의 실험에 비해 매우 짧

Table 9. Two-way ANCOVA results on the achievement test scores

Sources	SS	df	MS	F	p
Scientific attitudes					
Treatment	12.56	1	12.56	.366	.548
Treatment × Level	16.33	1	16.33	.476	.493
Curiosity					
Treatment	2.30	1	2.30	.807	.373
Treatment × Level	.26	1	.26	.091	.765
Critical-mindedness					
Treatment	2.00	1	2.00	.579	.450
Treatment × Level	1.10	1	1.10	.319	.574
Voluntariness					
Treatment	3.85	1	3.85	1.558	.217
Treatment × Level	.39	1	.39	.158	.692
Endurance					
Treatment	.15	1	.15	.057	.812
Treatment × Level	3.11	1	3.11	1.16	.286
Creativity					
Treatment	11.13	1	11.13	5.005	.029*
Treatment × Level	.287	1	.287	.129	.721

*p<.05

고 시약도 적기 때문에, 예상치 않은 실험 결과가 나오거나 실험과정에서 문제가 발생했을 때 창의적으로 실험을 설계하고 다시 시도하여 문제를 해결할 수 있다. 이러한 과정에서 학생들의 '창의성'이 향상된 것으로 해석할 수 있다. 한 번에 여러 가지 화학 반응을 쉽고 간단하게 해볼 수 있어서 정해진 실험 외에 자유롭게 다양한 실험을 탐색하고 경험하는 기회를 가질 수 있는 점도 '창의성'이 향상된 한 요인으로 생각된다. 그러나 그 밖의 과학적 태도 하위 영역인 '호기심', '비판성', '자진성', '끈기성' 등에서는 주 효과와 상호작용 효과 모두 유의미하게 나타나지 않았다(Table 9). Mann-Whitney U 검정 결과 '개방성' 영역에서 집단에 따른 점수 차이가 유의미하게 나타나지 않았고($U=441.5$, $p=.580$), '협동성' 영역에서도 유의미한 차이가 나타나지 않았다($U=431.5$, $p=.487$). SSS 실험을 통해 과학적 태도 하위 영역 중 '호기심', '비판성', '협동성', '자진성', '끈기성', '창의성'이 향상되었다는 윤진녀 등²³의 연구 결과와는 일치되지 않는 부분이 많다. 이는 윤진녀 등²³의 연구 대상이 중학교 3학년 학생들로 본 연구 대상인 고등학교 2학년 자연계열 학생들과 다르게 적용 단위 내용도 다르기 때문에 나타나는 결과라고 해석할 수 있다. 그러나 두 선행 연구에서 SSC 실험이 '창의성'을 향상

시킨다는 공통된 결과를 보고하고 있고 본 연구에서도 '창의성' 향상을 확인할 수 있었다. 즉 SSC 실험은 학생들의 '창의성'을 향상시키는데 효과적인 교수-학습 방법임을 알 수 있다.

SSC를 적용한 화학 I 수업에 대한 자연계열 고등학생들의 인식. SSC 실험의 장점에 대한 학생들의 인식 결과는 Table 10과 같다. 상위 학생의 33.3%와 하위 학생의 53.3%가 '간단하여 실험하고 정리하기에 편리하다'는 것을 장점으로 답하였고, 상위 학생의 33.3%와 하위 학생의 40.0%는 SSC 실험수업이 '신기하고 재미있다'는 것을 장점으로 답하였다. 한

Table 10. Students' perception on the merits of SSC experiment

Response	Number ¹ (%)	
	high	low
Convenient	5(33.3)	8(53.3)
Marvelous and interesting	5(33.3)	6(40.0)
Good to get the correct results	4(26.7)	0(0.0)
Good to experiment by myself	2(13.3)	0(0.0)
Good to experiment together	0(0.0)	2(13.3)
Other responses	3(0.2)	0(0.0)

¹The number of answer is above the number of subjects because some participants responded more than two.

Table 11. Students' responses in questionnaire on SSC

Domain	Questionnaire		Numbers(%)				
			highly disagree	disagree	neutral	agree	highly agree
Academic achievement	SSC experiment is easy to understand scientific knowledge.	high	0	0	3(20.0)	8(53.3)	4(26.7)
		low	0	0	3(20.0)	10(66.7)	2(13.3)
	2-3 members' group is helpful to study science more than 6 members' group.	high	0	0	3(20.0)	9(60.0)	3(20.0)
		low	0	0	6(40.0)	6(40.0)	3(20.0)
	Comparing my data with others is helpful to study.	high	0	0	5(33.3)	6(40.0)	4(26.7)
		low	0	0	4(26.7)	8(53.3)	3(20.0)
Science-related attitude	I think that my science-related attitude is changed more positively.	high	0	1(6.7)	4(26.7)	9(60.0)	1(6.7)
		low	0	3(20.0)	3(20.0)	8(53.3)	1(6.7)
	I became to involve harder in science experiment and science class.	high	0	0	1(6.7)	10(66.7)	4(26.7)
		low	1(6.7)	0	2(13.3)	10(66.7)	2(13.3)

편 상위 학생 중에서는 '결과가 잘 나온다(26.7%)', '자신이 직접 실험을 해 볼 수 있다(13.3%)' 등을 SSC 실험의 장점으로 꼽은 학생들도 있었다. 상위 학생들은 하위 학생들에 비해 실험에 있어 결과에 대하여 관심이 많고 자기 주도적이기 때문에 이러한 요인을 더욱 장점으로 인식한 것으로 생각된다. 이와 달리 하위 학생들은 친구들과 함께 협동할 수 있다는 점(13.3%)을 장점으로 답한 학생들이 있었다. 하위 학생들은 스스로 확인할 수 없으므로 친구와의 협동을 통해 문제를 해결할 수 있었던 점이 상위 학생들과 달리 장점으로 인식된 것으로 보인다.

사전 성취 수준에 따른 SSC 실험수업에 대한 학생들의 인식 설문지 분석 결과는 Table 11에 정리되어 있다. 먼저 과학 성취도와 관련하여 'SSC 실험수업을 통해 실험하면 과학 내용 이해가 쉬웠다'는 문항에 대한 긍정적인 인식은 상·하위 수준 모두 80.0%로 나타났다. 이러한 결과로부터 SSC 실험수업은 학생들의 과학 개념 이해를 돕는 효과적인 교수·학습 방법으로 활용 가능함을 시사한다. SSC 실험수업이 과학 학습에 도움이 된 구체적인 원인과 관련된 문항인 '2-3명으로 구성된 조 편성이 6명으로 구성된 조 편성에 비해 과학 학습에 도움이 된다'는 문항에 대해 긍정적으로 인식하는 학생들의 비율은 상위 수준에서 80.0%, 하위 수준에서 60.0%로 약간의 인식의 차이가 나타났다. 소인수 조 편성으로 실험을 실시하는 경우, 하위 학생들은 상위 학생에게 의존하는 것이 아니라 자신이 직접 문제 해결을 할 기회가 많아지므로 상대적으로 어려움을 느끼는 것으로 보인다. '나의 실험 결과를 친구들의 결과와 비교하는

것은 과학 학습에 도움이 되었다'는 인식을 가진 학생은 상위 수준, 하위 수준 각각 66.7%와 73.3%로 비슷하게 나타났다.

한편 과학과 관련된 태도와 관련된 문항인 '나에게 전에 비해 과학에 대한 태도가 긍정적으로 변화했다고 생각한다'는 인식은 상위 수준에서 66.7%, 하위 수준에서 60.0%로 비슷하게 나타났다. '과학 실험 및 과학 수업 시간에 더욱 열심히 참여하게 되었다'는 항목에서는 상위 수준 학생 중 한 명을 제외한 나머지 모든 학생들, 즉 93.3%의 학생들이 '그렇다'고 답하였다. 이와 같은 성적 상위 수준 학생들의 과학 수업에 대한 긍정적인 인식은 과학 과목에 대한 선호로 이어지고 상위 수준 학생들의 '과학과 관련된 직업에 대한 흥미'를 높이는데 긍정적인 영향을 주었을 것으로 생각된다.

결론 및 제언

이 연구에서는 7차 교육과정 고등학교 화학 I 교과서²⁸의 I. 주변의 물질 '1. 물' 단원을 Small-Scale Chemistry(SSC) 실험 프로그램으로 새롭게 구성하고, 개발된 SSC 실험 프로그램을 5차시에 걸쳐 수업에 적용하여 그 효과를 조사하였다.

연구 결과 SSC 실험수업은 학업적 자기효능감을 향상시키는 데 효과적이며, 특히 성적 하위 수준 학생들의 '과제 난이도 선호'에 있어 긍정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 과학 관련 정의적 특성 중 과학에 대한 인식 영역에서는 두 집단 간의 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 흥미 영역을

살펴보면 SSC 실험수업은 성적 상위 수준 학생들의 '과학과 관련된 직업에 대한 흥미'를 높이는 것으로 나타났다. 이는 SSC 실험집단의 상위 수준 학생들의 '과학 활동에 대한 흥미' 점수가 향상되었다는 사실과 'SSC 실험수업을 통해 과학 실험 및 과학 수업 시간에 보다 적극적으로 참여하게 되었다'는 상위 수준 학생들의 인식으로부터 설명 가능하다. 과학적 태도 영역을 살펴보면 SSC 실험수업은 성적 상·하위 수준 학생들의 '창의성'을 향상시키는데도 효과적이었음을 알 수 있다. SSC 실험수업에 대한 인식 조사 결과 성적 상위 33.3%, 성적 하위 53.3%의 학생들이 SSC 실험의 장점을 '간단하여 실험하고 정리하기에 편리하다'고 인식하고 있었으며, '흥미롭고 신기하다'고 답한 학생들도 상위, 하위 각각 33.3%, 40.0%로 나타났다. SSC 실험집단 학생들은 상·하위 수준에 상관없이 SSC 실험수업에 대해 매우 긍정적인 인식을 하고 있었다.

그 동안 고등학교에서의 화학 실험수업은 안전사고의 위험성과 폐수의 발생으로 인한 환경오염, 그리고 유리 기구를 사용함으로써 인한 높은 실험 비용, 파손의 위험성, 실험 준비 및 정리의 번거로움, 입시 위주의 교육 등으로 인해 실험수업이 제대로 이루어지지 못하고 있었다. 실험이 이루어진다고 해도 전통적인 Large-Scale 화학 실험으로는 많은 학생들이 실험에 적극적으로 참여하지 못하고 방관자적 입장에 머무를 수밖에 없었다. 그러나 SSC 실험수업은 기존의 전통적 Large-Scale 화학 실험의 문제점을 보완하면서 화학 실험에 대해 자신감이 부족하고 소극적인 학생들을 적극적인 참여자로 만들어 줄 것으로 기대된다. 학생들은 직접 실험을 수행하고 실험 결과를 해석하는 적극적인 경험을 통해 스스로의 능력을 발휘할 수 있고, 이를 통해 얻게 된 성공 경험이 축적되어 학업적 자기효능감의 향상으로 연결된다는 것을 연구 결과를 통해 알 수 있었다. 그 밖에 SSC 실험은 다양하고 간단한 기구를 변형하기도 하고 자유롭고 다양하게 실험을 해 볼 수 있는 기회를 제공한다. 점에서 학생들의 '창의성'을 향상시켜주었다. 또 성적 상위 학생들의 '과학과 관련된 직업에 대한 흥미'를 고취시켰다는 결과에 비추어 볼 때 SSC 실험수업은 성적 상위 학생들의 이공계 관련 진로 선택에 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대된다.

이와 같이 SSC 실험수업은 학업적 자기효능감 측

면과 과학 관련 정의적 특성 측면에서의 향상을 꾀할 수 있는 매우 효과적인 수업 방법이므로 우리나라 과학 교육 과정 및 교육 현실에 맞는 SSC 실험 교수-학습 자료가 좀 더 다양하게 개발될 필요가 있다. 더 나아가 학교 수업 현장에서 간편하게 활용할 수 있는 SSC 실험 키트의 개발 및 보급도 병행되어야 할 것이다. 개발된 SSC 실험 교수-학습 자료 및 실험 키트가 화학 교사 실험 연수 등을 통해 지속적으로 보급되는 노력이 필요하다. 또한 SSC 실험수업의 폭넓은 적용 및 효과에 관한 연구도 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

인용 문헌

1. Mark, R. *Science* **2002**, 295, 1991.
2. 장창원; 김승연 *직업교육연구* **2002**, 21, 115-140.
3. Lazarowitz, R.; Tamir, P. In *Handbook of research on science teaching and learning*; Gabel, D. L., Ed.; Macmillan: New York, U. S. A., 1994.
4. 권용주 *STS 프로그램이 중학생들의 과학과 관련된 태도에 미치는 효과*; 한국교원대학교 석사학위논문, 1994.
5. Tamir, P. *Science Education* **1989**, 73, 59-69.
6. Friedler, Y.; Nachmias, R.; Lynn, M. C. *Journal of Research in Science Teaching* **1990**, 27, 173-191.
7. Hofstein, A.; Lunetta, V. N. *Review of Educational Research* **1982**, 52, 201-217.
8. Lunetta, V. N.; Tamir, P. *School Science and Mathematics* **1981**, 81, 230-236.
9. Hofstein, A.; Lunetta, V. N. *Science Education* **2004**, 88, 28-54.
10. Ottander, C.; Grelsson, G. *Journal of Biological Education* **2006**, 40, 113-118.
11. 유준희, *2005년도 청소년 과학문화활동 수요조사: 서울대학교 사범대학 연구보고서*, 한국과학문화재단, 2006.
12. Chang, H. P.; Lederman, N. G. *Journal of Research in Science Teaching* **1994**, 31, 167-181.
13. Bradley, J. D.; Durbach, S.; Bell, B.; Mungarulire, J. *Journal of Chemical Education* **1998**, 75, 1406-1409.
14. 김현경; 최병순 *대한화학회지* **2005**, 49, 208-214.
15. Bradley, J. D. *Pure and Applied Chemistry* **2001**, 73, 1215-1219.
16. <http://www.kreativkemi.se>.
17. Thompson, S. *CHEMTREK*; Prentice Hall: New Jersey, U.S.A., 1989.
18. Martin, M. F. *Journal of Chemical Education* **2002**, 79, 992-993.
19. Simms, J. *Science Teacher* **1994**, 61, 30-33.
20. 김현경; 정영규 역 *켈트렉 자유아카데미*: 서울, 대한민국,

- 2004.
21. 박종윤; 김용원; 전효정; 김진희; 어진영; 김혜경; 윤진녀; 김성배; 이원희; 최말희; 조광재; 정급자; 유광중; 박광서; 홍영관; 이종수; 최혜란; 김종욱; 문경환; 여순화; 조정효 *Small-Scale Chemistry: 중등 화학 실험서*; 자유이카데미; 서울, 2005.
 22. 심병주 *물질지도에서 Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 초등과학수업의 효과*, 서울교육대학교 석사학위논문, 2005.
 23. 윤진녀; 이지화; 문성배 *한국과학교육학회지* **2007**, *27*, 1-8.
 24. 유미현; 윤희숙; 홍훈기 *대한화학회지* **2006**, *50*, 256-262.
 25. Bandura, A. *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*; Prentice Hall: New Jersey, U.S.A., 1986.
 26. 이수진 *중학생의 자아효능감 및 과학적 태도의 과학학습 성취의 관계*; 충남대학교 석사학위논문, 2004.
 27. Waterman, E. L.; Thompson, S. *Small-Scale Chemistry Laboratory Manual*; Addison-Wesley Publishing Company: New York, U.S.A., 1995.
 28. 김희준; 윤경명; 이준용; 황성용; 이복영; 전희영 *화학 I*; 천재교육; 서울, 대한민국, 2003.
 29. 박인영 *학업적 자기효능감의 구인 및 측정에 관한 연구*, 이화여자대학교 석사학위논문, 1998.
 30. 유혜숙 *중학교 과학 실험수업에 적용한 Jigsaw 협동학습의 효과*; 이화여자대학교 석사학위논문, 2001.
 31. 김효남; 정안호; 정진우 *한국과학교육학회지* **1998**, *18*, 357-369.
 32. 김아영; 박인영 *교육학연구* **2001**, *39*, 95-123.
 33. 박승재, *미래사회를 위한 과학교육 정책 수요분석 및 방안제시: 서울대학교 과학교육연구소 연구보고서*, 교육인적자원부; 서울대학교 과학교육연구소, 2007.
 34. 주동범 *중등교육연구* **2005**, *53*, 1-26.
 35. 윤진 *한국과학교육학회지* **2002**, *22*, 906-921.