Small-Scale Chemistry을 적용한 초등학교 과학실험 수업이 과학 학업성취도에 미치는 영향 및 교사의 인식

이나경 · 김성규[1]*
김해삼성초등학교 · [1]진주교육대학교

The Effects of Experimental Learning Using Small-Scale Chemistry on the Science Learning Achievement of Elementary School Students and Teachers' Perceptions

Na-Kyeong Lee · Sung-Kyu Kim[1]*
Gimhae Samgsung Elementary School · [1]Chinju National University of Education

Abstract : The purpose of this study is to devise a Small-Scale Chemistry (SSC) lab program for primary school learners and to examine its effects on science learning achievement. In addition, it will be examined whether the type of learning groups affects the achievement or not. The participants in the current study were 173 6th graders from 6 classes of Y elementary school in Changwon city, Gyeongnam. Three classes(86) were assigned to the experimental group and the other three, the comparative group after checking the pre-homogeneity between the two groups through t-test on the scores of the science mid-term exam. We conducted five experimental sessions on the Acid and Base in the science textbook for the sixth graders. The students of one experimental class worked in pairs and another class worked individually, but the students of the comparative classes were divided into groups of six(one group with pair, another group with individual work in the SSC program, and the other group conducting the traditional experiment with groups of six students). The data were analyzed by t-test and ANOVA. The results showed that experimental learning using individual work in the SSC program compared to traditional experimental learning was effective in improving science learning achievement. also it was indicated that the teachers could reduce their burden of preparing for classes and of school hours when they utilized the SSC laboratory learning program. Teachers could also actively support students' experimental activities in employing the program. Based on the results, we suggest that the development of the SSC laboratory learning program is meaningful in the sense that this program can help elementary schoolers to improve science learning achievements more than the existing traditional experimental methods.

keywords : Small-Scale Chemistry, traditional experiments, science learning achievement

Ⅰ. 서론

2007 개정 교육과정을 보면 초등학교에서의 과학 학습은 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르게 하는 데 그 목표를 두고 있다(교육과학기술부, 2011). 이러한 과학 교육의 목적을 효과적으로 달성하는 방법 중 하나는 학생들로 하여금 과학자가 하는 일을 직접 경험하게 하는 실험 수업을 들 수 있다. 학생들이 과학을 경험해 봄으로써 결국 과학자들이 어떤 방식

*교신저자 : 김성규(skkim@cue.ac.kr)
**2014년 6월 13일 접수, 2014년 8월 25일 수정원고 접수, 2014년 8월 26일 채택

으로 과학을 하는지 알게 된다. 많은 과학 교육학자들도 실험실 교육이 학생들의 탐구능력 향상과 과학적 태도 배양에 중요한 몫을 담당할 것이라는 견해를 가지고 있으며, 실험실의 중요성과 기능은 학생들을 탐구 과정에 스스로 참여케 하는 기회를 부여하는 것이라고 했다(조희형, 박승재, 1994).

이러한 실험 수업은 학생들 스스로 또는 상호 토론을 통해 주어진 과제를 해결하는 방법을 찾아감으로써 문제해결 능력과 의사소통 능력을 기를 수 있는 등 많은 장점에도 불구하고 학교 현장에서는 원활하게 이루어지지 못하는 단점들이 있다. 학생들의 측면에서 보면 학생들 간의 개인차가 있어 실험과정에서 과학 학업 성취도가 높거나 적극적인 학생들은 실험을 주도하는 반면, 과학 학업 성취도가 낮거나 소극적인 학생들은 실험에서 소외되며, 수업 분위기가 산만해 지는 경향이 나타나 교사의 측면에서 보면 실험을 계획하고 준비하고 실시하고 정리하고 평가하는데 시간이 많이 소요되어 교사에게 많은 부담이 주어지고 있다는 것이다.

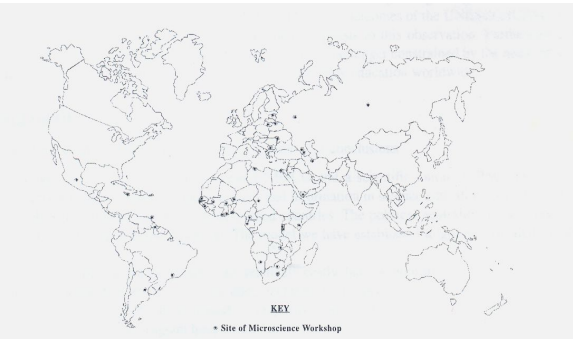
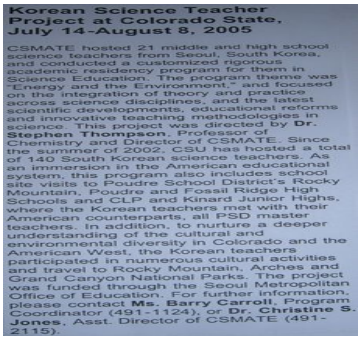


그림 1. UNESCO/IUPAC-CTC Global Program


Korean Science Teacher Project at Colorado State, July 14-August 8, 2005

CSMATE hosted 21 middle and high school teachers from Seoul, South Korea, and conducted a customized rigorous academic residency program for them in Science Education. The program theme was "Energy and the Environment," and focused on the integration of theory and practice across science disciplines, and the latest scientific developments, educational reforms and innovative teaching methodologies in science. This project was directed by **Dr. Stephen Thompson**, Professor of Chemistry and Director of CSMATE. Since the summer of 2002, CSU has hosted a total of 140 South Korean science teachers. As an immersion in the American educational system, this program also includes school site visits to Poudre School District's Rocky Mountain, Poudre and Fossil Ridge High Schools and CLP and Knard Junior Highs, where the Korean teachers met with their American counterparts, all PSD master teachers. In addition, to nurture a deeper understanding of the cultural and environmental diversity in Colorado and the American West, the Korean teachers participated in numerous cultural activities and travel to Rocky Mountain, Arches and Grand Canyon National Parks. The project was funded through the Seoul Metropolitan Office of Education. For further information, please contact **Ms. Barry Carroll**, Program Coordinator (491-1124), or **Dr. Christine S. Jones**, Asst. Director of CSMATE (491-2115).

그림 2. SSC 교사연수 관련기사

이러한 현실 속에서 유네스코(UNESCO)와 국제순수응용화학회(IUPAC) 주관으로 실험수업의 문제점을 보완하기 위한 노력으로 1997년 부터 'Microchemistry program'을 추진하여 Small-Scale Chemistry(SSC)의 세계화 보급에 노력하고 있다(Bradley, 2001).

이러한 Small-Scale Chemistry(SSC)는 1972년 미국 콜로라도 주립대학의 CSMATE(Center for Science, Mathematics, and Technology Education) 연구소의 Stephen Thompson 교수에 의해서 제안 되었고, 대부분의 실험도구들이 플라스틱과 생활 속 모든 도구들이 실험수업에 사용 할 수 있으며 소량 또는 미량의 시약을 사용하는 실험방법을 말한다. 30년 이상의 연구와 검증을 통해서 개발 개선되었으며 학부 1학년 SSC 교과개설과 교사, 기업 그리고 고등학생에서 부터 유치원생까지 다양한 계층의 연수를 통해 SSC 적용을 위해 노력중이다. SSC는 약품을 소량 사용함으로써 시간 절약과 경제적이며 안전하고 환경오염도 줄일 수 있는 점을 고려하여 SSC 내용의 개발 및 보급에 노력한 결과 2002년 당시 40개국에서 사용하고 있다(김현경, 2003).

국내에는 2002년 한국과학문화재단 지원으로 중등교사들의 전공교과 국외연수로 소개되었고 다녀온 교사들로부터 방학 중 과학 활동, 학회 등에서 활발하게 진행 중이다. 또한 연수프로그램 적용과 석·박사 학위 논문 및 학회지에 투고함으로써 점차적으로 소개되고 있다. 특히 2009년 교육과정에서 과학 수업 방법 중 실험 수업으로 소규모키트를 활용한 실험 수업으로 소개하고 있다(교육부, 2014). 2014년 6월 현재 SSC에 관한 연구 논문은 35편 정도이며 이러한 논문에서 다루고 있는 주제로는 SSC를 활용한 수업 개선 및 프로그램 개발(박현진, 2011; 진동주, 2009; 노윤미, 2009; 한상준, 김성규 2008; 박국태 등, 2008; 유란영, 2008; 이혜경, 2007; 박미영, 2008; 어연희, 2007; 노지현, 2007)이 가장 많으며, 이 밖에도 SSC적용에 따른 학업 또는 과학 성취도(김지숙 등, 2011; 조중현, 2010; 김지숙, 2008; 윤진녀 2007), 자기효능감(윤희숙, 유미현, 2007; 윤진녀, 문성배, 2007; 유미

현, 윤희숙, 홍훈기, 2007) 및 과학태도에 미치는 영향(김지숙 등, 2011; 유미현, 2010), SSC에 대한 학생, 교사 또는 예비교사들의 인식(김현경, 최병순, 2005; 김성규, 공영태, 2010), 내·외향성 성향에 따른 SSC 수업의 효과(유미현, 김미영, 홍훈기, 2009), 성별에 따른 SSC수업의 효과(강인순, 2011; 유미현, 김미영, 홍훈기, 2009; 홍지혜, 2006, 박종윤, 홍지혜, 2007), SSC를 도입 응용하는 내용(박신희, 2007; 이미경, 2007; 정재국, 2006), SSC를 응용한 결정 만들기 실험(한상준, 김성규, 2008, 조은애, 2006) 등 그 주제가 다양하다.

미국 콜로라도 주립대학에서는 신입생을 대상으로 개설한 CHEMTREK 과목은 다양한 Small-Scale Chemistry의 실험 내용을 담고 있고 2학기에 걸쳐 수업을 하고 있다(Thompson, 1989). 또한 중등 실험교과서인 'Small-Scale Chemistry Laboratory Manual'을 가지고 수업을 하는 예도 있다(Waterman & Thompson, 1989). SSC관련 논문으로는 페트리 접시를 사용하여 위험한 염소가스 발생 실험을 간단하게 하는 방법(Choi, 2002), 경제성을 강조한 몇 실험들(Eggen & Kvittingen, 2004; Kvittingen & Verley, 2004), 소량화에 따른 안전과 경제성을 다룬 내용(Wood, 1990; Gupta, H. O.,2007) 등 이외에도 많은 연구가 발표되었고 진행 중이다.

하지만 아쉽게도 이러한 다양한 연구는 중, 고등학교 학생들을 대상으로 이루어지고 있는 경우들이 많다. SSC의 특성상 전통적인 실험도구보다 작고 안전한 실험도구를 이용하여 적은 양으로 실험을 하려다보니 아직 구체적 조작기에 있는 초등학생을 대상으로 SSC를 적용하여 연구할 수 있는 학년은 고학년으로 한정된다. 초등학생을 대상으로 연구를 한 논문의 경우 심병주(2005)의 '물질지도에서 Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 초등과학 수업의 효과' 이후 여러 편의 논문이 있었지만 대부분이 실험의 개선 또는 개발에 관한 연구이다.

본 연구와 관련하여 알려진 몇 선행연구를 소개하면, 박선영(2006)의 SSC적용 수업이 초등학생의 과학 학업성취도와 실험에 대한 태도에 미치는 영향에 대한 연구 결과로는 SSC를 적용한 실험 학습은 학생들의 학업 성취도 향상에 긍정적 영향을 주긴 하지만 전통적인 실험 학습보다 더 효과적이지 않다고 하였다. 오창영(2006)의 Small Scale Chemistry(SSC)를 적용한 고등학생 3학년 화학수업의 효과에 대한 연구에서는 실험집단은 SSC를 적용한 개별 실험수업을 비교집단은 일반적인 강의식 과학수업을 6가지 주제로 실시한 후 학업성취도를 비교하였다. 그 결과 평가도구를 이용한 학업성취도 검사에서 SSC를 적용한 개별실험 수업은 실험을 하지 않는 수업과 유의미한 차이를 보이지는 않았다. 그 이유를 그 당시 보급된 SSC 키트 종류가 다양하지 않았기 때문이라 보았다. 윤진녀, 문성배(2007)의 Small-Scale Chemistry를 활용한 과학 실험 수업이 고등학교 1학년생의 과학성취도, 파지효과와 과학적 태도에 미치는 영향 연구 결과에서는 실험 집단의 과학 성취도 및 파지 효과에서 실험집단의 점수가 높았으며 이는 통계적으로 유의미한 차이로 나타났다고 하였다. 김지숙(2008)의 Small-Scale Chemistry를 활용한 실험 수업이 고등학교 화학I 교과에서 학업성취도와 과학적 태도에 미치는 영향에 대한 연구는 SSC를 활용한 실험수업이 전통적인 실험수업에 비해 통계적으로 유의미한 효과가 있다고 하였다. 유미현, 김미영, 홍훈기(2009) 등의 고등학생의 내·외향성에 따른 SSC(Small-Scale Chemistry) 실험 수업의 효과 연구에서는 고등학교 1학년 대상으로 전통적인 실험을 하는 비교집단(6인 1조)과 SSC를 이용하여 실험하는 실험집단(3인 1조)으로 나눈 후, 각 집단을 다시 내·외향성 인성 검사를 이용하여 내향성 집단과 외향성 집단으로 나누어 총 5차시의 수업을 진행하여 과학학업성취도와 학업적 자기효능감, 과학적 태도 검사를 실시하였다. 그 결과 과학학업성취도는 내·외향성에 관계없이 비교집단에 비해 실험집단의 과학 학업성취도가 유의미하게 향상되었다고 하였다. 강인순(2011)의 고등학생의 성별에 따른 SSC(Small Scale Chemistry) 실험 수업의 적용 효과 연구에서는 성별에 따른 학업성취도를 살펴보았다. 그 결과 학업성취도는 여학생의 경우 SSC를 적용한 수업을 했을 경우에 높게 나타났다

고 하였다.

선행 연구에서도 알 수 있듯이 SSC 실험수업이 국내에 소개된 이후 이와 관련된 다양한 연구가 이루어졌다. 그러나 선행 연구는 대부분 한 차시 또는 한 단원의 내용을 주제로 전통적인 실험을 개선할 수 있도록 연구되었으며, 특히 중, 고등학교 학생을 대상으로 SSC를 적용한 실험 수업과 과학 학업 성취도간의 관계 연구가 어느 정도 이루어졌지만 초등의 경우 학업 성취도와 관련된 연구는 찾아보기 어렵다.

따라서 본 연구는 SSC 적용 실험 수업에 필요한 프로그램을 5차시로 개발하고, 이를 초등학교 6학년 학생을 대상으로 실험반과 비교반을 설정하여 5차시 수업시간에 적용한 후 두 집단 간 과학 학업 성취도를 비교하였다.

한편 본 연구는 실험대상을 경상남도 창원시에 소재한 Y초등학교 6학년 학생 173명에 한정하였고 내용은 6학년 1학기 물질 관련 한 단원에 한정하였으므로 과학의 다른 분야에 확대 적용하기 어렵다. 그리고 학생들의 과학 학업성취도에 영향을 미치는 요인이 다양하므로 다른 요인에 의해 영향을 받았을 가능성이 있다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구대상 및 설계

경상남도 창원시에 위치한 44학급 규모의 Y초등학교 6학년 학생을 대상으로 실험집단 3학급과 비교집단 3학급을 선정하였으며 사전·사후 검사에 모두 참여한 학생을 연구 대상으로 하였다.

사전 검사의 결과를 분석하여 실험집단과 비교집단이 동질집단이 되도록 실험반과 비교반을 나누어 실험반은 SSC를 적용한 개별 또는 2인 1조 실험수업을 진행하였으며, 비교반은 교과서 중심의 실험으로 전통방식의 실험도구를 6명 1모둠 실험 수업을 5차시 실시하였다. 실험반과 비교반의 구성은 <표 1>과 같다.

표 1. 실험반과 비교반의 구성

구분	반	성별		계
		남	여	
실험반	1	15	14	86
	2	15	13	
	3	14	15	
비교반	1	16	13	87
	2	16	13	
	3	15	14	

추가적으로 실험반인 SSC를 적용한 개별 또는 2인 1조, 비교반인 전통반 1개반을 선정하여 과학 학업 성취도를 알아보았다. 인원 구성은 <표 2>와 같다.

표 2. SSC를 적용한 개별 또는 2인 1조, 전통반 1개반 구성

구분	반	성별		계
		남	여	
비교반		15	14	87
실험반	2인 1조	15	14	
	개별	14	15	

본 연구의 설계로는 SSC를 적용한 실험 수업 프로그램을 개발하여 적용하는 실험반과 비교반 사이에 사전·사후 간 과학 학업 성취도를 알아보기 위한 것으로 사전·사후 검사비교 설계방법을 사용하였다. 한편 교사가 실험 수업을 실행하는 과정 속에서 개발한 프로그램의 효과를 확인하기 위해 매 차시 수업일지를 작성하였다. 또한 SSC를 적용한 실험 수업이 학생의 과학 학업성취도에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위해 <표 3>과 같이 설계하였다.

표 3. 연구 설계

실험반	O_1	X_1	O_3
비교반	O_1	X_2	O_3

2. 연구 방법 및 연구절차

본 연구를 위해서 일차적으로 SSC 적용 실험 수업에 필요한 5차시 프로그램을 개발하고, 개발한 SSC 적용 실험 수업을 할 실험반과 비교반을 설정하여 수업을 한 후에 두 집단 간 과학 학업성취도를 비교하였다.

연구 절차는 기초연구, 예비연구, 본 연구, 결과 분석 및 정리로 구분하여 진행 하였다. 우선 연구와 관련한 선행연구 조사, 풍부한 이론적인 내용 등을 기초로 하여 연구 설계를 한다. 개정 7차 교육과정 분석 및 과학 교과용 도서를 활용하여 개발할 단원 선정 및 SSC 실험도구 준비, 실험반, 비교반 선정에 따른 동질성 검사도구와 사전 검사를 실시하고 수업설계와 수업자료 준비를 해서 실험 활동을 통하여 수업 자료를 수정한다. 본 연구에서는 개발한 5차시 자료를 비교반, 실험반에 적용한다. 학업 성취도 평가도구를 개발 한 후 학업 성취도 검사를 실시한다. 결과 분석 및 정리 단계로 통계처리 및 분석 그리고 연구결과를 정리한다.

3. 검사도구

본 연구에서 사용하는 검사 도구는 SSC 적용 실험수업과 과학 학업성취도와의 관계를 알아보기 위한 사전 검사로 1학기 과학 중간 학력 평가지와 사후 검사로 과학 학업성취도 평가지를 사용하였으며 본 연구에서 개발한 SSC적용 실험 수업 프로그램이 초등 현장에서 얼마나 적용 가능한지를 알아보기 위해서 6학년 과학 전담교사와의 수업 일지를 활용하였다.

사전 평가는 집단의 동질성을 확인할 수 있도록 1학기 과학 중간 학력 평가지로 평가 하였다. 이 평가지는 객관식 18문항, 주관식 7문항의 총 25문항으로 이루어져 있으며 각 문항 당 정답은 4점, 오답은 0점, 주관식의 경우 채점기준에 의거하여 부분점수를 부여하였다.

본 연구에 사용한 학업 성취도 평가지는 6학년 1학기 2단원 산과 염기에 해당하는 평가 문항을 6학년을 담당하는 초등교육전문가 11인과 SSC를 연구하는 교수 2인의 검증을 통해 객관식 8문항, 주관식 2문항의 총 10문항으로 구성되었다. 각 문항당 정답은 4점, 오답은 0점, 주관식의 경우 채점기준에 의거하여 부분점수를 부여하였다.

6학년 과학 전담 교사의 수업일지는 과학 수업을 어떻게 준비하는지 기록 또는 사진을 촬영하고 수업 중·후 수업에 대한 평가 및 반성을 자유롭게 기록한 내용을 바탕으로 실험반과 비교반에 대해 연구해 보았다.

4. 자료처리 및 분석

실험반과 비교반의 동질성 확인 및 학업 성취도는 t-검정을 통하여 분석하였고, 각 집단별 학업성취도는 일원 배치 분산분석을 알아보았다. 자료의 처리 및 통계 분석은 IBM SPSS statistics 2.0 프로그램을 사용하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. SSC를 적용한 실험수업 차시별 프로그램 개발

가. 6학년 1학기 물질 단원 내용 분석

적용 프로그램 개발을 위하여 교사용지도서를 참고하여 내용을 분석하였다(교육과학기술부, 2011).

나. SSC 적용 실험 수업을 위한 교육과정 재구성

연구를 위하여 위와 같이 과학과 교사용 지도서에 나와 있는 6학년 1학기 2단원의 내용을 <표 5>와 같이 5차시로 재구성하였다.

2. 과학 학업성취도 평가 결과 및 분석

가. 동질집단 확인

실험반과 비교반이 과학 학업성취도에 차이가

표 4. 6학년 1학기 물질 단원(2. 산과 염기) 학습 내용

차시	차시명	학습 목표
1	색깔로 부리는 마술	·용액의 색깔 변화와 용액의 성질과의 관계를 추리하여 발표할 수 있다. ·용액의 색깔을 변화시키는 활동을 통해 과학에 대한 흥미를 높일 수 있다.
2-3	다양한 용액을 분류하는 방법을 찾아볼까요?	·용액을 분류하는 여러 가지 기준을 말할 수 있다. ·지시약을 이용하여 용액을 분류할 수 있다.
4-5	지시약을 만들어 용액을 분류하여 볼까요?	·자주색 양배추 지시약을 만들어 용액을 분류할 수 있다. ·자주색 양배추 지시약의 색깔 변화와 용액의 성질을 관련지어 설명할 수 있다. ·일상생활에서 사용되는 용액을 산성 용액과 염기성 용액으로 분류할 수 있다. ·여러 가지 용액에 관심을 가지고 탐구하려는 태도를 가진다.
6	산성 용액과 염기성 용액은 각각 어떤 성질을 가지고 있을까요?	·여러 가지 실험과 관찰을 통해 얻은 결과를 바탕으로 산과 염기의 성질을 말할 수 있다.
7	산과 염기를 섞으면 용액의 성질은 어떻게 변할까요?	·산성과 염기성 용액을 서로 섞으면, 용액의 성질이 변함을 설명할 수 있다.
8	산과 염기는 우리 생활에서 어떻게 이용되고 있을까요?	·일상생활에서 용액의 성질에 따라 산과 염기가 어떻게 이용되는지 설명할 수 있다. ·일상생활에서 산과 염기가 서로 섞이는 예를 찾아 설명할 수 있다.
9	산과 염기에 대하여 정리해볼까요?	·관찰과 실험을 통해 얻은 산과 염기의 성질을 정리할 수 있다. ·산성비의 피해에 대한 글을 읽고 주장하는 글을 쓸 수 있다.
10	우리 지역에 있는 토양의 산도를 측정하여 볼까요?	·토양의 산성화에 대해 알아보고, 그 원인과 방지책을 찾아 설명할 수 있다. ·내가 사는 지역에 있는 토양의 산도를 측정할 수 있다.

표 5. SSC 적용 실험 수업을 위한 교육과정 재구성 및 지도 계획

차시	학습내용		수업 계획
1	용액을 분류하는 기준을 정하여 용액 분류하기	SSC	SSC 피펫의 앞쪽을 3cm 정도 남기고 자른 후 이름표를 붙이고 각 용액을 피펫에 담은 후 24 홈판에 거꾸로 세워둔다. 학생들은 반응판에 다양한 용액을 떨어뜨려보고 관찰된 결과를 바탕으로 용액을 분류해 본다.
		전통 방식	시험관에 이름표를 붙이고 각 시험관에 다양한 용액을 넣은 후 시험관대에 꽂아둔다. 학생들은 시험관 속의 용액을 관찰하고 그 결과를 바탕으로 용액을 분류해 본다.

2	지시약을 이용하여 용액 분류하기	SSC 적용	2차시는 1차시의 여러 가지 용액 중 몇 가지를 사용하는 것으로 1차시의 SSC 피펫에 용액이 없으면 보충하고페놀프탈레인 용액을 넣은 SSC 피펫에 이름표를 붙여 24 홈판에 넣어둔다. 학생들은 반응판에서 리트머스 종이와 페놀프탈레인 용액을 이용하여 용액을 분류한다.
		전통 방식	1차시와 동일한 용액은 재활용 하되, 이번 차시의 수업은 용액에 페놀프탈레인 용액을 첨가해야 하므로 사용하지 않는 시험관에 있는 용액을 폐수통에 부어 처리하고 재활용되는 용액은 시험관의 바닥에서 2cm 정도 높이가 되도록 나누어 담고 이름표를 새로 붙인다. 또한 페놀프탈레인 용액을 이용한 실험을 할 수 있도록 페놀프탈레인 용액을 담을 비커와 스포이트를 준비한다. 마지막으로 리트머스 종이에 각 용액을 찍어 볼 수 있도록 유리막대를 준비한다. 학생들은 우선 리트머스 종이를 이용하여 용액을 분류해 보고, 시험관에 들어있는 용액에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨려 용액을 분류한다. 이때 페놀프탈레인 용액을 넣어 색이 변한 시험관 속 용액으로 리트머스 종이 실험을 해야 하므로 순서를 반드시 지켜야한다.
3	자주색 양배추지시약과 pH시험지를 이용하여 여러 가지 용액을 산성용액과 염기성 용액으로 분류하기	SSC 적용	2차시에 사용한 용액은 그대로 활용하고 용액이 부족하면 보충한다. 1차시에 이용되었던 용액도 그대로 가져와 재활용하되 부족하면 보충한다. 학생들이 만든 자주색 양배추지시약을 담을 SSC 피펫을 만든 후 이름표를 붙여 24 홈판에 둔다. 학생들은 반응판에 여러 용액을 떨어뜨린 후, 그 위에 자주색 양배추 지시약을 떨어뜨려 색의 변화를 관찰한다. 또한 pH시험지에도 여러 용액을 떨어뜨려보고 색의 변화를 관찰하여 용액을 산성용액과 염기성 용액으로 분류한다.
		전통 방식	3차시에 필요한 용액을 시험관에 2cm정도의 높이로 담고 시험관대에 꽂아둔다. 자주색 양배추지시약을 넣어 둘 비커와 스포이트를 준비하고, pH시험지에 용액을 찍어 볼 수 있도록 유리막대를 준비한다. 학생들은 2차시와 마찬가지로 순서에 주의하며 pH시험지에 용액을 찍어보면서 색의 변화를 관찰하고 각 용액에 자주색 양배추지시약을 떨어뜨려 색의 변화를 살펴보고 용액을 산성 용액과 염기성 용액으로 구분해 본다.
4	산과 염기의 성질	SSC 적용	접시에 달걀흰자 등의 시료와 학생들이 시료를 뜰 수 있도록 SSC 주걱을 준비한다. 4차시에 이용되는 용액을 재활용 하되 용액이 부족하면 보충해 둔다. 학생들은 반응판에 시료를 조금씩 덜어와 산성 용액과 염기성 용액을 떨어뜨려보면서 변화를 살펴본다.
		전통 방식	샬레에 달걀흰자 등의 시료를 각각 담고 비커에 염산과 수산화나트륨을 담아둔다. 그리고 염산과 수산화나트륨을 시료에 떨어뜨릴 수 있도록 스포이트를 준비한다. 학생들은 샬레에 담긴 각 시료에 염산과 수산화나트륨을 떨어뜨려보고 변화를 살핀다.
5	산성용액과 염기성 용액을 섞으면 용액의 성질이 변함을 설명하기	SSC 적용	이전 차시에 활용한 용액을 재활용 하되 용액이 부족하면 보충해 두고 용액을 섞을 수 있도록 SSC 주걱을 준비한다. 학생들은 반응판에 염산 또는 수산화나트륨을 몇 방울 떨어뜨리고 그 위에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨린 후 수산화나트륨 또는 염산을 떨어뜨려보면서 색의 변화를 관찰한다.
		전통 방식	염산과 수산화나트륨, 페놀프탈레인 용액이 든 비커와 각각의 용액에 사용할 스포이트를 준비하고 빈 비커를 두 개 더 준비한다. 학생들은 빈 비커의 하나에는 염산과 페놀프탈레인 용액을 차례대로 떨어뜨린 후 수산화나트륨을 떨어뜨려가면서 색의 변화를 관찰하고, 다른 하나의 빈 비커에는 수산화나트륨을 먼저 떨어뜨린 후 페놀프탈레인 용액을 넣고 염산을 떨어뜨려가면서 색의 변화를 관찰한다.

표 6. 사전 과학 학업성취도 점수에 대한 분석 결과

검사	구분	평균	표준편차	t	p
사전 검사	실험반	*87.97*	*10.66*	.000	1.000
	비교반	*87.97*	*10.16*		

있는지 여부를 확인하여 동질집단으로 볼 수 있는지 여부를 알아보기 위해 사전 과학 학업성취도 점수에 대하여 t검정을 실시하였으며, 그 결과는 <표 6>과 같다.

사전 과학 학업성취도 점수에 대한 분석 결과 t값이 .00이며, 유의확률이 1.000으로 유의수준 .05에서 각 반별 사전 과학 학업성취도 검사에서는 유의미한 차이가 없음을 알 수 있다. 따라서 실험반과 비교반은 동질집단이라고 볼 수 있다.

나. SSC를 활용한 수업이 과학 학업성취도에 미치는 영향

SSC를 활용한 과학수업이 과학 학업성취도에 영향이 어떠한지 알아보기 위해 "SSC 적용에 따른 과학 학업성취도"를 독립표본 t검정을 통해 살펴본 결과는 그 결과는 <표 7>과 같다.

사후 과학 학업성취도 점수에 대한 분석 결과 t값은 2.135이며, 유의확률이 0.034로 유의수준 .05에서 실험반과 비교반 사이의 과학 학업성취도는 유의미한 차이가 있음을 알 수 있었으며, 이를 자세하게 살펴보면 실험반의 평균이 31.25이고 비교반의 평균이 28.80으로 나타나 실험반이 비교반보다 평균이 더 높다고 할 수 있다. SSC를 활용한 실험 수업을 진행한 실험반의 과학 학업성취도가 전통적인 실험 수업을 진행한 비교반 보다 과학 학업성취도가 높은 것으로 나타났다.

다. SSC를 활용한 개별 실험과 2인 1조 실험이 과학 학업성취도에 미치는 영향

SSC를 활용하여 개별로 실험한 경우와 2인 1조로 실험한 경우, 그리고 전통적인 실험을 한 경우 과학수업이 과학 학업성취도에 미치는 영향이

표 7. 사후 과학 학업성취도 점수에 대한 분석 결과

검사	구분	평균	표준편차	t	p
사후 검사	실험반	*31.25*	*6.34*	*2.135*	*0.034**
	비교반	*28.80*	*8.57*		

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

표 8. 일원배치 분산분석 결과

구분(SSC)	평균	표준편차	F	p	Scheffe 사후 검증
전통반(a)	67.58	23.58	3.759*	.027	b>a*
SSC 개별 적용(b)	80.89	14.91			
SSC 2인 1조 적용(c)	75.86	15.70			

*p<.05

어떠한지 알아보기 위해 “각 집단별 과학 학업성취도”를 일원배치 분산분석을 통해 살펴본 결과는 <표 8>과 같다.

일원배치 분산분석에 대한 분석 결과, F 통계 값이 3.759이고 유의확률은 0.027로 유의수준 .05에서 집단 간 학생들의 과학 학업성취도는 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 알 수 있다. 구체적으로 어느 집단 간 학업 성취도가 차이가 있는지 알아보기 위해 사후 검증한 결과, 미적용반의 평균이 67.58로서 개별 적용(80.89)과 2인 1조 적용(75.86)의 평균 보다 낮게 점수가 낮게 나타나고 있으며, 개별 적용의 평균이 2인 1조 적용의 평균보다 다소 높게 나타나고 있으나, 통계적으로는 차이가 없는 것으로 나타났다.

Scheffe 사후 검증 결과를 살펴보면 전통반(a)과 SSC 개별(c) 간의 유의미한 것으로 나타났고, 전통반(a)와 SSC 2인 1조(b)는 통계적으로 차이가 없었다. 또한 SSC 개별(c)과 SSC 2인 1조(b)에서도 유의미한 차이가 없었다.

통계적으로 분석을 했을 때, 전통적인 실험을 한 집단과 SSC를 활용한 2인 1조 실험을 한 집단, SSC를 활용한 개별 실험을 한 집단 사이에서 유의미한 차이는 전통적인 실험을 한 집단과 SSC를 활용한 개별실험 집단에서 나타났다. 즉, SSC를 활용한 2인 1조 실험도 물론 전통적인 실험을 한 집단보다 과학 학업성취도가 높게 나타났지만 통계적으로 유의미하지 않았고, SSC를 활용한 개별 실험을 했을 경우 과학 학업성취도도 높게 나타났을 뿐 아니라 그 차이가 통계적으로도 유의미했다.

이는 수업계획 및 준비, 수업 진행시 수업의 집중도나 수업 분위기, 학생들이 실험을 하는 모습과 실험을 통해 결과를 도출해 내는 과정에서 교사가 SSC를 활용한 개별 실험 수업은 학생들에게 오개념을 심어 줄 위험이 있다고 예상하였으나 그와는 다른 결과가 도출되었다. 학생들은 본인이 한 실험에 대해 흥미와 호기심, 그리고 실험 결과에 대한 책임감을 갖고 스스로 자신의 실험결과와 바르게 실험했을 때의 실험결과를 비교해 봄으로써 오개념을 바로잡았으며 개별 SSC 실험 수업 시 수업 분위기가 다소 소란스러웠던 것은 학생들이 자유로운 분위기 속에서 수업과 직접적으로 관련된 이야기를 하지 않더라도 산과 염기에 대한 자신의 경험과 생각, 그리고 주어진 시료를 갖고 제시된 실험 이외에 다른 실험을 했을 때 어떻게 될지 생각을 나누거나 실험 방법에 대해 이해가 가지 않을 때 실험 방법에 대해 잘 알려주거나 자신과 친한 친구에게 물어보았기 때문이었다.

3. SSC를 적용한 수업에 대한 수업일지 분석

가. 전통수업과 SSC 수업의 비교

SSC를 적용한 프로그램의 활용 가능성에 대해 알아보기 위해 6학년 과학 전담의 수업일지를 분석하였고, 이를 요약하여 제시하면 다음과 같다.

표 9. 학업성취도 사후 검증 결과

집단(I)	집단(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95%신뢰구간	
					하한값	상한값
전통반(a)	SSC 개별(c)	-13.30665	4.90846	.030	-25.541	-1.0719
	SSC 2인 1조	-8.27586	4.86521	.241	-20.402	3.8511
SSC 개별 적용(b)	전통반(a)	13.30665	4.90846	.030	1.0719	17.2656
	SSC 2인 1조	5.033079	4.90846	.593	-7.2040	17.2656
SSC 2인 1조 적용(c)	전통반(a)	8.27586	4.86521	.241	-3.8511	20.4028
	SSC 개별	-5.03079	4.90846	.593	-17.2656	7.2040

1차시 '용액을 분류하는 기준을 정하여 용액 분류하기'는 용액을 직접 사용하는 수업이 아니었기 때문에 전통방식으로 수업을 할 경우 용액을 시험관에 담아놓으면 다른 반도 계속 쓸 수 있어 편했다. 하지만 SSC를 적용한 수업을 할 경우에는 용액을 떨어뜨려보는 활동이어서 한 반이 수업하고 나면 다음 반 수업이 가능한지 남은 용액의 양을 체크해 보아야 했다.

2차시 '지시약을 이용하여 용액 분류하기'와 4차시 '자주색 양배추지시약과 pH시험지를 이용하여 여러 가지 용액을 산성용액과 염기성 용액으로 분류하기'는 페놀프탈레인 용액과 자주색 양배추지시약을 용액에 넣어주는 실험이었기 때문에 수업 후 시험관을 깨끗이 씻고 다시 용액을 채워 주어야 해서 쉬는 시간 다음 반 수업 준비로 바빴고, 수업 중에도 시험관 속 용액을 유리막대에 묻히다가 시험관을 깨는 일이 많아 안전사고 및 뒤처리에 신경을 써야 했다. 반면 SSC를 적용하면 이러한 사고에 대한 부담도 없을 뿐 아니라 앞 시간에 SSC를 적용한 수업을 했다 하더라도 용액의 남은 양만 체크하면 되었기 때문에 수업준비 시간과 수업시간 모두 여유가 있어 수업시간에는 학생들의 활동을 도와줄 수 있었다. 또한 수업 후 처리하는 폐수양도 전통방식에 비하면 현저히 적어서 폐수통 관리 및 폐수 처리의 어려움이 거의 없었다.

5차시 산과 염기의 성질에서는 전통방식으로 수업을 할 경우 사용하는 비커수가 많아 정리시간이 많이 걸리고 버려지는 묽은 염산과 묽은 수산화나트륨 양이 많아 폐수처리에 어려움이 있다. 하지만 SSC를 적용할 경우에는 간단하게 실험을 할 수 있었고 폐수양도 적어 학생들 활동도 살펴 줄 시간적 여유도 있다.

6차시 산성용액과 염기성 용액을 섞으면 용액의 성질이 변함을 설명하기는 전통방식의 경우 비커에 어느 정도의 용액이 있어야 실험이 가능했기 때문에 제일 작은 비커를 사용하더라도 스포이트로 10방울 정도를 떨어뜨리고 실험을 시작해야 했다. 그래서 사용되고 버려지는 용액의 양이 많았고, 비커를 제대로 씻지 않으면 수산화나트륨을 넣자마자 붉은 색으로 변해버려 새 비커로 교체해 주어야 했다. 반면 SSC 실험은 반응판에 실험이 가능할 정도로 적은 양의 용액을 사용하여 실험이 이루어졌으며 용액을 섞어보는 활동을 하면서 색이 변하니 재미있고 신기해하면서 실험을 계속해 보고 싶어하기도 하고 다른 지시약으로도 실험을 하고 싶어했다.

6학년 과학 전담의 수업일지를 정리해서 전통적인 방법을 이용한 실험과 SSC를 활용한 실험에 대한 수업에 대해 분석해 보면 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

수업 준비 및 수업 시간에 대한 교사의 부담을 6학년 과학 전담 교사의 수업일지에서도 알 수 있듯이 SSC를 활용한 수업을 할 경우 실험도구를 다시 씻고 용액을 준비해야 한다거나 비커를 씻어 두었지만 다른 용액으로 인해서 실험 전 용액의 색이 변해 버리고 실험도구가 깨진다거나 하는 일이 발생하지 않기 때문에 용액을 실험에 사용하지 않는 1차시를 제외하고는 SSC를 활용한 실험 수업이 수업 준비 및 수업 시간에 교사의 부담을 줄여주었다. 이러한 부담의 감소는 교사들이 학생들에게 다양한 실험을 직접 해 볼 수 있는 기회를 제공할 수 있는 기회를 더 많이 주고자 수업을 연구하고, 실험 수업을 시도해 볼 수 있게 할 뿐 아니라 수업시간 학생들의 활동에 관심을 갖고 주의를 기울일 수 있게 하여 수업의 질을 높일 수 있었다.

수업시간 중 학생활동으로 SSC는 그 도구 자체만으로도 학생들의 흥미를 끌기에 충분했다. 특히 과학에 관심이 없는 여학생의 경우라도 작은 실험도구를 보고 귀엽다고 생각하며 사용해 보고 싶어했고 이러한 도구에 대한 관심과 호기심은 학생들이 수업시간에 스스로 실험 도구를 이용하여 실험에 참여하게 했다. 또한 모둠 실험의 경우 공부를 잘 하거나 적극적인 학생이 실험도구를 다루고 모든 실험을 주도하는 반면 SSC를 활용한 수업은 모둠 실험이 아니었기 때문에 잘하든 못하든 자신이 직접 실험을 할 수 있는 환경을 제공하였으며 실험도구가 깨지지 않기 때문에 도구에 대한 불안감을 감소시켜 줄 수 있었다. 이러한 상황은 학생들로 하여금 수업 내용에 대한 흥미와 호기심을 가지게 하였고, 모든 학생들이 실험에 참여하는 수업이 되

었다.

개별 SSC 실험 수업으로 교사가 수업을 할 당시, 전통적인 실험도구로 하는 반의 경우 서로 실험을 하겠다고 다투거나 실험도구가 깨지는 바람에 수업의 흐름이 끊기는 경우가 종종 발생했다. 또한 개별 SSC 실험 수업을 했을 경우 각자에게 실험 자료를 주었더니 소란해지고 실험을 잘 못하는 학생의 경우 손을 대지 못하거나 실험을 제대로 이해하지 못해 엉뚱하게 실험을 하는 경우들이 있었다. 반면, 2인 1조로 SSC 활용 실험 수업의 경우 학생들이 진지하게 실험하는 가운데 실험을 한명이 잘 못 이해하거나 어떻게 해야 할지 모르더라도 다른 한 명이 함께 했기 때문에 실험결과도 정확하게 나왔다. 따라서 교사는 2인 1조로 SSC를 활용한 실험을 했을 경우 과학 학업성취도가 더 높을 것으로 예상했었다.

하지만 아래 과학 학업성취도 평가 결과에서 다시 한 번 언급하겠지만, 전통적인 실험 방법을 이용하여 실험을 한 학급보다는 SSC 활용 실험 수업을 한 학급인 2인 1조로 SSC 활용 수업을 한 학급보다는 개별로 SSC를 활용한 수업을 한 학급이 과학 학업성취도가 높게 나타났다. 이는 학생들이 스스로 실험을 해 본다는 것이 얼마나 중요한 것인지 다시 한 번 생각하게 해 주는 부분이다.

나. 개별실험과 2인 1조 실험의 비교

과학 학업성취도 평가가 이루어지기 전 6차시 수업을 계획하고, 준비하는 과정에서 교사가 예상한 SSC를 활용한 개별실험과 2인 1조 실험의 장·단점 및 수업이 진행되는 과정 속에서 수업의 흐름과 분위기, 학생들의 수업 태도를 보면서 교사가 생각한 각 수업의 장·단점은 <표 10>과 같다.

IV. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 SSC를 적용한 실험 수업 프로그램을 개발하고 이를 적용해 봄으로써 SSC를 적용한 실험 수업이 학생들의 과학 학업성취도와 관계가 있

표 10. SSC를 활용한 개별실험과 2인 1조 실험의 장·단점

구분	SSC 개별실험	SSC 2인 1조 실험
장점	·학생들의 참여도를 높임 ·모든 학생이 스스로 실험을 할 수 있는 기회를 제공함 ·학생들의 흥미와 호기심 유발 ·과학적 탐구 능력을 길러줌	·학생들의 참여도를 높임 ·많은 학생이 스스로 실험을 할 수 있는 기회를 제공함 ·학생들의 흥미와 호기심 유발 ·과학적 탐구 능력 특히 의사소통능력과 협동심을 길러줌 ·두 친구가 의논을 하며 실험을 하기 때문에 실험을 통한 수업목표에 도달률이 높음 ·학생들의 수업 집중도가 가장 높음 ·교사의 수업 준비 부담이 적음
단점	·실험 목표 및 실험 방법에 대해 이해하지 못할 경우 수업 목표에 도달하지 못함 ·2인 1조 실험의 경우 짝과 함께 의논하면서 하는데 비하여 개별 실험은 주변의 모든 친구들과 이야기를 주고받기 때문에 대체로 소란스러움 ·교사의 수업 준비 부담이 SSC를 활용한 2인 1조 실험 준비보다 큼	·두 학생 중 주도적인 역할을 하는 학생과 보조 역할을 하는 학생이 생김(두 학생 사이에 실험 기회가 평등하지 않음)

는지 알아보기 위해 경상남도 창원시에 위치한 Y 초등학교 6학년 6개 반을 대상으로 6학년 1학기 2단원을 재구성하여 총 5차시 수업을 진행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

첫째, SSC를 적용한 실험 수업은 교사와 학생 모두에게 실험활동에 집중할 수 있게 해 주었다.

교사의 경우 수업을 준비함에 있어 SSC를 적용한 실험 수업을 준비할 때가 전통적인 실험 수업을 준비할 때 보다 시간을 절약할 수 있었으며 이에 따라 수업 준비에 대한 부담이 감소하였다. 또한 수업 중에도 전통적인 실험 도구가 사용한 경우 유리로 된 실험 도구가 파손되어 실험도구의 정리를 해야 하거나 앞 시간에 제대로 씻어지지 않은 실험도구에 의해 실험결과가 잘못 나와 실험도구를 교체해야 하고 실험에 참여하지 않는 학생들에 대한 지도에 많은 시간을 보낸 반면, SSC를 적용한 실험 수업 시간에는 학생들의 실험을 적극적으로 지원을 할 수 있었다. 또한 학생들도 실험을 직접 해 볼 수 있었기 때문에 수업의 집중도가 높았으며, 자유로운 분위기 속에서 주어진 과제를 해결하고 남은 시약을 이용하여 학생들이 창의적으로 실험을 해 보기도 하는 모습을 통해 과학적 창의력을 기를 수 있는 기회가 될 수 있음도 시사해 주었다.

둘째, SSC를 적용한 개별 SSC 실험 수업은 전통적인 실험 수업에 비하여 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 이것은 개별 SSC 실험 수업이 학생들의 학업 성취도를 향상시키는데 기여했음을 의미한다. 또한 SSC를 적용한 개별 SSC 실험반의 경우 비교반에 비하여 평균이 높을 뿐 아니라 표준편차가 적게 나타난 것으로 보아 SSC를 활용하여 개별로 실험하는 것이 학생들의 집중도나 흥미를 높여주어 학습 부진의 경우에도 스스로 실험을 해 본 경험을 갖고 학습내용을 쉽게 이해할 수 있는데 도움이 된 것으로 생각된다. 개별 SSC 실험 과학 수업을 할 경우 실험내용을 제대로 이해하지 못한 학생의 경우 실험을 교사의 의도대로 하지 못하거나 수업 내용과 관련이 없는 실험을 하고 친구들과 이야기 하는 등 수업의 집중도가 떨어진다고 여겨지는 부분이 있었다. 이에 비하여 2인 1조 SSC 실험 수업을 할 때는 조원과 함께 의논하고 실험내용을 두명 중 한명은 제대로 이해를 했기 때문에 실험이 교사의 의도대로 이루어지고 수업 분위기도 차분한 편이었다. 하지만 실제 학업 성취도에서 나타난 결과를 살펴보면서 개별 SSC실험 수업이 학생들에게 더 의미 있고 실험을 제대로 하지 못하더라도 학생 스스로 자신의 실험에 대해 생각해 보고 수정할 수 있게 할 수 있으며 교과서에서 제시하는 것 이외에 학생이 궁금해 하는 다른 실험을 해 볼 수 있는 기회를 제공해 줄 수 있다는 점에서 개별 SSC 실험 수업에 훨씬 의미 있었던 것으로 보인다.

따라서 SSC 개별 실험 수업 프로그램의 개발은 교사와 학생 모두에게 의미가 있으며 개별 SSC 실험 수업은 기존의 전통적인 실험 방법보다 학생들의 학업 성취도를 높이는데 도움이 되었다.

2. 제언

연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 본 연구는 초등학교 6학년 1학기 물질 영역만을 대상으로 하였다. 따라서 물질 영역의 다른 단원 또는 물질 영역 이외의 영역에도 SSC실험 수업이 학생들의 과학 학업성취도에 긍정적인 영향을 주는지 확인해 볼 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 학급을 대상으로 비교반과 실험반을 두어 연구가 이루어졌다. 연구 결과 SSC 실험 수업을 한 경우 학업 성취도가 향상 되었을 뿐 아니라 표준편차도 줄어든 것을 확인하였다. 학습 능력이 뛰어난 학생과 학습 능력이 부족한 학생을 대상으로 비교하여 했을 때 어떤 학생들에게 SSC 실험 수업이 더 효과적인지 연구를 해 볼 필요가 있을 것이다.

셋째, 본 연구는 사전검사를 교육과정에서 제시한 6학년 1학기 내용에 따라 총체적인 과학과 학업성취도인 1학기 중간학력평가 점수를 활용하였기 때문에 사전 검사와 사후 검사 사이의 과학 학업성취도를 비교할 수 없었다. 따라서 사전 검사를 사후 검사와 비교할 수 있도록 설계하여 사전 · 사후

검사 결과를 비교해 보는 연구가 필요하겠다.

넷째, 본 연구는 교사가 대규모 학교를 대상으로 수업을 준비하여 연구한 결과이다. 따라서 소규모 학교에서 학생들 모두 개별 실험도구를 가지고 학생들이 직접 실험을 준비단계 부터 계획까지 했을 때 어떤 결과가 나올 수 있는지 확인해 볼 필요도 있다.

참 고 문 헌

교육과학기술부 (2011). 과학 6-1 초등학교 교사용 지도서. 서울: (주)금성출판사.

교육부(2014). 과학 4-1 교사용지도서. 서울: (주)미래엔.

김성규, 공영태 (2010). 미량화학(Small-Scale Chemistry)에 대한 초등학교 교사들의 인식. 과학교육연구지, 34(2), 291-305.

강인순 (2011). 고등학생의 성별에 따른 SSC(Small Scale Chemistry) 실험 수업의 적용 효과. 충남대학교 대학원 석사 학위 논문.

김지숙 (2008). Small-Scale Chemistry를 활용한 실험 수업이 고등학교 화학 I 교과에서 학업성취도와 과학적 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 석사 학위 논문.

김지숙, 황현숙, 박세열, 김동진, 박국태 (2011). Small-Scale Chemistry를 활용한 실험수업이 고등학생들의 화학 I 교과 학업성취도와 과학적 태도 및 과학에 관련된 태도에 미치는 영향. 과학교육연구, 35(2), 119-126.

김현경 (2003). Small-Scale Chemistry란 무엇인가. 화학교육, 30(1), 106-113.

김현경, 최병순 (2005). Small Scale Chemistry에 대한 과학교사들의 인식. 대한화학학회지, 49(2), 208-214.

노윤미 (2009). 고등학교 과학 교과서의 물질단원에 제시된 실험 분석 및 Small Scale Chemistry를 적용한 실험 개발. 한국교원대학교 대학원 석사 학위 논문.

노지현 (2007). 고등학교 과학교과서에 제시된 화학반응속도 측정에 대한 실험 분석 및 Small Scale Chemistry에 기초한 실험 개선. 한국교원대학교 대학원 석사 학위 논문.

박국태, 노지현, 김동진, 유란영, 노윤미, 김묘경, 이상권 (2008). 앙금 생성 반응을 이용한 화학반응속도 측정 실험의 분석과 Small-Scale Chemistry를 적용한 실험 개발. 대한화학회지, 52(3), 303-314.

박미영 (2008). Small Scale Chemistry 에 기초한 고등학교 화학실험의 개선. 고려대학교 대학원 석사학위 논문.

박선영 (2006). SSC적용 수업이 초등학생의 과학 학업성취도와 실험에 대한 태도에 미치는 영향. 서울교육대학교 대학원 석사 학위 논문.

박신희 (2007). 고등학교 화학 실험의 개선에 대한 연구. 한국외국어대학교 대학원 석사 학위 논문.

박종윤, 홍지혜 (2007). 고등학교 화학 II 수업에 적용한 Small-Scale Chemistry 실험의 효과. 한국과학교육학회, 27(4), 318-327.

박현진 (2011). 미량화학(Small-Scale Chemistry)을 적용한 결정 만들기 실험의 개선. 진주교육대학교 대학원 석사 학위 논문.

심병주 (2005). 물질지도에서 Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 초등과학수업의 효과. 서울교육대학교 대학원 석사 학위 논문.

어연희 (2007). SSC(Small Scale Chemistry)를 적용한 과학 실험의 개선 효과. 연세대학교 대학원 석사 학위 논문.

오창영 (2006). Small Scale Chemistry(SSC)를 적용한 고등학교 화학수업의 효과. 충남대학교 대학원 석사 학위 논문.

유란영 (2008). 중학교 과학교과서의 물질의 규칙성 단원에 제시된 실험 분석 및 Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 실험 개발. 한국교원대학교 대학원 석사 학위 논문.

유미현 (2010). SSC(Small-Scale Chemistry) 실

험이 과학영재의 과학적 태도, 창의적 성격 특성 및 과학탐구 능력에 미치는 효과. 영재교육연구, 20(2), 487-502.

유미현, 윤희숙, 홍훈기 (2007). Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 화학 I 수업이 자연계열 고등학생의 학업적 자기효능감 및 관련 정의적 특성에 미치는 영향. 대한화학회지, 51(5), 433-446.

윤희숙, 유미현 (2007). Small-Scale Chemistry를 적용한 '화학 및 실험' 강좌가 초등예비 교사의 실험 활동에 대한 태도 및 과학 교수 효능감에 미치는 효과. 초등과학교육, 26(4), 449-458.

유미현, 김미영, 홍훈기 (2009). 고등학생의 내·외향성에 따른 SSC (Small-Scale Chemistry) 실험 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 29(2), 179-192.

윤진녀 (2007). Small Scale Chemistry를 활용한 실험 수업이 중고등학생의 과학성취도와 태도에 미치는 영향. 부산대학교 대학원 박사 학위 논문.

윤진녀, 문성배 (2007). Small-Scale Chemistry를 활용한 과학 실험 수업이 고등학생의 과학성취도, 파지효과와 과학적 태도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 27(9), 787-795.

정재국 (2006). 고등학교 화학에서 금속의 반응성 비교 및 전기분해 실험장치 개선. 한국교원대학교 대학원 석사 학위 논문.

이미경 (2007). Teaching Tank를 이용한 중학교 화학탐구실험 수업이 학업 성취도와 정의적 영역에 미치는 영향. 전남대학교 대학원 석사 학위 논문.

이혜경 (2007). SSC(Small Scale Chemistry)를 활용한 중등 과학 실험 개선방안 연구. 경기대학교 대학원 석사 학위 논문.

조은애 (2006). 중학교 생물 실험의 분석과 개선. 연세대학교 대학원 석사 학위 논문.

조중현 (2010). 고등학교 화학 I 수용액의 반응에서 Small Scale Chemistry를 적용한 실험수업이 학업성취도와 정의적 특성에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사 학위 논문.

조희형, 박승재 (1994). 과학론과 과학교육. 서울: 교육과학사.

진동주 (2009). 고등학교 화학 I 교과서의 기체의 성질단원에 제시된 기체 확산 실험분석과 Small Scale Chemistry를 적용한 실험 개선. 한국교원대학교 대학원 석사 학위 논문.

한상준, 김성규 (2008). 초등과학에서 미량화학(SSC)을 이용한 황산구리결정 만들기의 새로운 방법. 한국환경과학회지, 17(9), 981-992.

홍지혜 (2006). 고등학교 화학II 교과서에서 Small Scale Chemistry의 적용 효과. 이화여자대학교 대학원 석사 학위 논문.

Bradley, J. D. (2001). UNESCO/IUPAC-CTC Global Program in Microchemistry. Pure Appl. Chem., 73(7), 1215-1219.

Choi (2002). Microscale Chemistry in a plastic petri dish: preparation and chemical properties of chlorine gas. Journal of Chemistry Education, 79(8), 992-993.

Gupta (2007). A Novel W-tube for Microscale Experiments in Chemistry. Journal of Chemistry Education, 84(2), 321.

Eggen, P., & Kvittiongen, L. (2004). A Small-Scale and low-cost apparatus for the electrolysis of water. Journal of Chemistry Education, 81(9), 1337-1338.

Kvittiongen, L., & Verley, R. (2004). Construction of a Small-Scale and Low-Cost Gas Apparatus. Journal of Chemistry Education, 81(9), 1339-1340.

Thompson, S. (1989). CHEMTREK-Small-Scale Experiments for General Chemistry. New Jersey : Prentice HALL.

Waterman, E. L., & Thompson, S. (1989). Small-Scale Chemistry Laboratory Manual. USA : Addison-Weslsy Publishing Company, Inc..

Wood (1990). Microscale. Journal of Chemistry Education, 67(7), 596-597.

국 문 요 약

본 연구는 6학년 1학기 산과 염기 단원 중 5차시를 Small-Scale Chemistry를 적용한 실험 수업 프로그램으로 개발하였다. 개발한 프로그램 적용을 경남 창원시에 소재한 Y초등학교 6학년 3개 반은 SSC를 활용한 과학수업(n=86)을, 3개 반은 전통적인 실험 수업(n=87)을 진행한 후 학생들의 과학 학업성취도와 과학 학업성취도에 미치는 영향을 알아보았다.

개발한 수업 프로그램을 학생들에게 적용하기에 앞서, 중간학력평가 과학 학업성취도 점수에 대한 t검증을 통해 실험집단과 비교집단 간의 동질성을 확인하였고 실험집단은 2인 1조 또는 개별로, 비교집단은 6명 1모둠으로 구성하여 5차시에 걸쳐 수업을 진행하였다.

그 결과 t-검증을 통한 과학 학업성취도에서 유의확률 0.034로 유의수준 0.05에서 실험집단과 비교집단 사이에 유의미한 차이가 있었다. 추가적으로 전통적인 실험을 한 1개 반과 2명 1조 SSC 적용 실험 수업을 한 1개 반, 개별 SSC 적용 실험 수업을 한 1개 반의 과학 학업성취도를 살펴보았다. 일원배치 분산분석을 통해 살펴 본 결과 F 통계값 3.759, 유의확률 0.027로 유의수준 0.05에서 유의미한 차이가 있었으며, 전통적인 실험반의 평균은 67.58, 2인 1조 SSC 적용 실험반은 75.86, 개별 SSC 적용 실험반은 80.89로 개별 SSC 적용 실험반에서 과학 학업성취도가 가장 높았다. 또한 SSC를 적용한 실험 수업 프로그램을 준비할 때 교사는 수업 준비 및 수업 시간에 대한 부담이 줄었으며, 수업시간 동안 학생활동을 적극적으로 도와줄 수 있었을 뿐 아니라 학생들의 실험활동도 적극적으로 이루어졌다.

이러한 결과를 통해 SSC 적용 실험 수업 프로그램 개발은 의미가 있으며 기존의 전통적인 실험 방법보다 학생들의 과학 학업성취도를 향상시킬 수 있음을 제시하였다.

주요어: 미량 화학, 전통수업, 과학 학업성취도