

미량화학(Small-Scale Chemistry)에 대한 초등학교 교사들의 인식

김성규* · 공영태
진주교육대학교

A Survey of Perceptions of Elementary School Teachers on the Small-Scale Chemistry

Sung-Kyu Kim* · Young-Tae Kong
Chinju National University of Education

Abstract: The aim of this study was to survey the perceptions of the elementary school teachers on the small-scale chemistry(SSC) following its training session. The teachers participating in the survey were 266 teachers in the Gyeongnam province. They were given a questionnaire that focused on the nine areas of the SSC: Needs for the teacher training and its application, its benefits, issues of safety and danger as well as treatment of environmental pollution, its economic efficiency and the development of investigative skills. The designed questionnaire was checked by an authority, and the responses to each question were tallied and analyzed.

The results are as follows. The biggest problems of the traditional experimental methods as rated by the teachers were, in the order of importance, the preparation time, the legal liability of teachers for the safety and accidents, financial issues, disposal of the experimental wastes and the lack of relevant data.

Since most of the teachers had not experienced the SSC lab programs in the field, they responded positively to the questions of need for its introduction and training. The implementation of the experimental SSC lab programs should proceed in the following order: introduction into the textbook, teacher training program, after-school education and the invitation of instructors. The most useful materials for the SSC program were CDs, videos, books and various printed materials, in that order. The responses regarding benefits of the SSC program included its simplicity, convenience, time savings, diversity, qualitative and quantitative aspects, integration into the regular class and use of toys. In particular, the teachers mentioned the increased safety due to the small amount of experimental reagents needed and the durability of plastic instruments. The familiarity from the use of everyday tools as well as easy access to and the low-cost of the instruments were other important benefits. The teachers in general rated the educational content of the program highly, but many also found it to be average. Some pointed out the lack of sufficient discussion due to the individual or pair groupings as a potential shortcoming. The potential for development of problem solving ability and improvement of skills was rated positively. The number of teacher who rated the development of creativity positively was just over the half. As for the area of improving investigative skills, many found its assessment difficult and confusing because of the lack of its systemic definition and categorization.

Based on the findings of this study, I would like to recommend the application and a wider dissemination of the small-scale chemistry lab program into the elementary school science curriculum.

Key words: small-scale chemistry lab programs, SSC, perception

I. 서 론

2007 개정 교육과정에서는 '자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제해결

력을 길러 일상생활의 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는데 필요한 과학적 소양을 기른다.' 라는 초등 과학 목표 아래 창의성, 탐구수업 강조, STS내용 강화, 교육과정 내용의 적정화, 정의적 영역 강화, 교육과정 운영의 다양화·자율화, 교육과정 구체화, 실현

*교신저자: 김성규(skkim@cue.ac.kr)

**2010년 10월 28일 접수, 2010년 12월 29일 수정원고 접수, 2010년 12월 30일 채택

가능한 교육과정 개발 등의 기본 방향을 제시하였다(교육인적자원부, 2007; 교육과학기술부, 2010).

과학이란 자연을 탐구하는 활동으로 자연을 교실에서 불러들이고 학생들이 자연속으로 들어가 자연속에서 과학교육활동이 이루어져야한다. 복잡한 자연을 학생 수준에 맞게 재구성화해서 간접적으로 자연을 체험할 수 있는 과학실험교육을 할 때 학생들은 이 과정에서 탐구방법을 배우고 익히며 올바른 자연관을 기를 수 있다. 과학실험을 통한 올바른 자연관을 길러주는 과학교육의 목적과 대학입시란 또 다른 목적을 동시에 달성하기에는 실험중심의 체험학습이나 전통적인 개념 설명식의 주입식 수업 모두 한계가 있다. 따라서 교사들은 목표점 달성을 위해 선택이 불가피하다(김옥자, 2008). 지금까지 과학 수업형태는 과학실험은 실험실에서, 과학수업은 교실에서와 같이 따로 분리되어 운영되어왔다. 과학교육은 강의와 실험이 동시에 이루어져 학생들이 이론적인 개념과 자연현상에 대한 이해를 해야 함에도 불구하고 고학년으로 갈수록 두 가지 수업형태로 분리되어 운영되고 있는 실정이다(박광서, 2004).

이번 연구의 주제인 SSC(Small-Scale Chemistry Lab Programs)는 1972년 미국 콜로라도주립대학의 Stephen Thompson 교수에 의해서 제안되어, 30년 이상 연구와 검증을 통해서 개발 개선되었으며 대학 1학년 SSC 교과 개설, 초등학교에서 고등학생까지 그리고 교사와 일반기업에 이르기까지 다양한 계층의 연수를 통해 SSC 적용 연구를 위해 현재도 노력중이다. 또한 1997년 UNESCO와 IUPAC에서는 기존의 화학교육에 대한 문제점인 시간, 경제적, 환경오염, 안전 등을 지적하고 저가의 실험 장비를 사용하는 SSC키트의 개발 및 보급에 노력한 결과 2002년 당시 40개국에서 이를 적극적으로 받아들여 화학교육활성화를 도모하고 있다(Bradley *et al.*, 1998; Thompson, 1989; Waterman and Thompson, 1995).

SSC 실험의 국내에의 소개는 2002년 과학문화재단주관로 현장 과학교사들의 미량화학관련 미국 연수 후에 본격적으로 소개되었지만. 아직까지 대부분의 교사들은 SSC 관련 용어와 실험기구에 관하여 여러 연수기관의 연수 등을 통해서 소개받은 정도에 그치고 있다.

SSC 관련 선행연구로는 반응판과 페트리 접시를 사용하여 화학반응을 통한 황산구리결정 만들기(한상

준과 김성규, 2008), 비용절감(Bradly, 1998), 학생들의 흥미 유발과 학생들의 탐구능력 향상과 교사들의 인식(김현경과 최병순, 2005), 초등학교 5학년 탐구능력과 과학적 태도(심병주, 2006), 학업성취도(윤진녀 등, 2007), 교과서와 비교실험연구(박종윤과 홍지혜, 2007), SSC를 적용한 실험개발(박국태 등, 2008), 예비교사들의 실험활동에 대한 태도와 과학교수 효능감(윤희숙과 유미현, 2007), 고등학생 및 예비교사들을 대상으로 한 SSC 실험수업에 대한 인식조사(유미현 등, 2009; 유미현 등, 2007, 김현경과 최병순, 2005; 박종윤과 홍지혜, 2007; 유미현 등, 2006) 등이 있다.

하지만 여러 가지 SSC 관련 선행 연구를 살펴본 결과 연구대상이 주로 중·고등학생이거나 예비교사 혹은 중·고등 교사들이고, 초등학교 현장에 적용한 연구는 SSC실험을 초등학교 5학년 학생 등에게 적용하여 과학탐구능력과 과학적 태도에 긍정적이었다는 심병주(2006)의 연구를 제외하고는 매우 부족한 실정이다. 특히 여러 과목을 가르치는 초등 교사들의 수업준비에 대한 부담은 한 과목만 가르치는 중·고교사에 비하여 많다. 주된 SSC 프로그램이 K-12를 기준해서 만들어졌고 이에 따라 현장에서 적용되고 있지만, 새로운 초등 과학 교육과정의 개정에 따른 자유 탐구 그리고 심화 학습 등에도 적절한 SSC 실험들이 개발되고 있으므로 이의 도입단계로서 초등 교사들을 대상으로 SSC에 대하여 어떻게 인식하고 있는가를 알아보는 것도 앞으로 초등 현장에의 효율적인 실험 교수-학습 전략에 큰 의미가 있다고 생각된다.

이번 연구에서는 현장교사들의 과학실험 직무연수 시간에 미량화학에 대한 내용을 소개하고 또 몇 가지 실험을 통해서 교사들이 느끼고 경험한 미량화학에 대해 기존의 전통적인 실험방법과 비교하여 미량화학 실험 방법 및 도구 등에 대한 인식을 알아보고 또 느낌과 소감을 분석하여 이를 토대로 초등현장에 적용 가능성을 알아보고자 한다.

II. 연구 방법 및 절차

2.1 연구대상 및 제한점

SSC 실험연수에 참여한 교사 가운데 설문에 응답한 교사는 총 266명이며 설문에 참여한 교사 중 남자

63명, 여자 203명이었다(Table 1). 조사 대상이 경남에 재직 중인 교사에 한정하였으므로 표집의 편향성을 배제할 수 없다.

2.2 연수 실험 내용 구성

연수 주제로 선정된 4가지 실험 내용은 1) 크로마토그래피, 2) LCD 필름을 이용한 열전도, 3) 산-염기 용액 분류하기, 4) 산성비 내용으로 과학 교과서에 있는 내용으로 SSC 실험방법을 개발한 내용으로 교육과정과 대체 적용 가능성이 있는 관련 주제로 구성하였다.

2.2.1. 크로마토그래피의 미량화학적용

이 내용은 초등학교 과학 3학년 2학기 혼합물 분리와 관련 있는 내용이다(교육인적자원부, 2001a). SSC 도구를 이용한 혼합물의 분리 방법은 기존의 거름종이를 사용하는 원형전개법이 아닌 상승 전개법으로 보다 쉽고 단순한 96홈 판과 생활 속에서 흔히 볼 수 있는 투명 빨대를 지지대로 사용하여 투명빨대 속에 들어갈 수 있도록 크로마토그래피용 전용지를 자른 후 분리하고자하는 수성 펜을 점적한 후 전개하여 혼합된 색소를 분리하였다. 전개 방법에 따라 편의상 원형, 상승 전개법이라 부르며 흡착과 분배를 통한 크로마토그래피의 기본원리를 이해 할 수 있다. 혼합된 색깔이 분리되는 모습을 관찰 정성적으로 확인 할 수 있다(Fig. 1).

또한 두 번째 방법은 여과지 또는 크로마토그래피 전용지를 자른 후 밑 부분에 12가지 색깔을 점적한 후 롤 원기등을 만들어 스테이플러로 마무리하여 원기등 형태로 만든 후 페트리접시에 전개용매인 물을 넣고 그 위에 놓은 후 투명 컵 뚜껑을 덮고 혼합물의 분리 변화를 정성적으로 관찰한다. Fig. 2에서 보이는 롤 원기등으로 만으로도 자체 지지대가 가능하였다. 결

과적으로 흡착을 통한 혼합물들의 정성적인 분리 확인 가능하였다(Fig. 2).

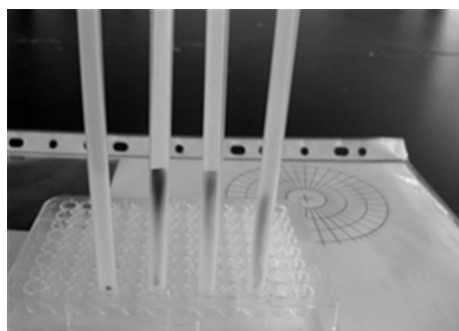


Fig. 1 Rising deployment chromatography.

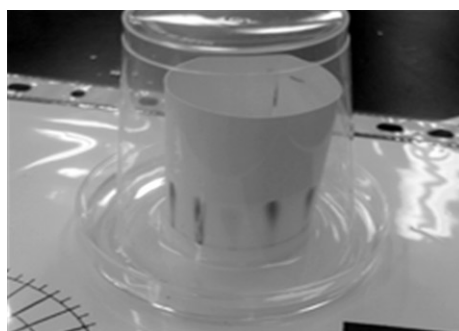


Fig. 2 Paper cylinder chromatography.

2.2.2. LCD 필름을 이용한 열전도 미량화학적용

이 내용은 초등학교 과학 4학년 2학기 열전달과 우리생활과 관련이 있는 내용이다(교육인적자원부, 2001b). 액정온도필름을 가지고 온도에 대한 색깔변화를 비교 관찰하고 이 필름을 이용하여 여러 가지 금속의 열전도 비교실험을 할 수 있다. 개정 7차 과학 교육과정 내용 중 4학년 열전달과 우리생활단원에서 탐구활동으로 다양한 물질의 열전도 비교하기 내용과 관련하여 고체의 종류에 따라 열이 전달되는 빠르기

Table 1 Participant teacher's background

	Education career/Year					Working regions			
	~3	3~5	5~10	10~	Total	Farming/ fishing village	Small & medium-sized cities	Big city/ metropolis	Total
Male	2	5	34	22	63	30	30	3	63
Female	1	8	97	97	203	52	128	23	203
Total	3	13	131	119	266	82	158	26	266

가 다름을 말 할 수 있다와 관련하여 온도별 색깔변화와 열전도 실험을 하였다.

액정온도필름을 페트리 접시에 넣고 따뜻한 물, 차가운 물 등을 한 방울 떨어뜨려 온도에 따른 색깔을 비교 관찰하였다. 온도에 따른 색깔변화를 가지는 필름을 구리, 알루미늄, 아연 철 금속에 똑같은 위치에 필름을 붙여 따뜻한 물, 찬물에 담근 후 열전도에 대한 금속의 열전도를 비교 관찰하였다. 금속에 대한 열전달의 이해와 금속의 열전달 순서를 알 수 있었다 (Fig. 3, 4).

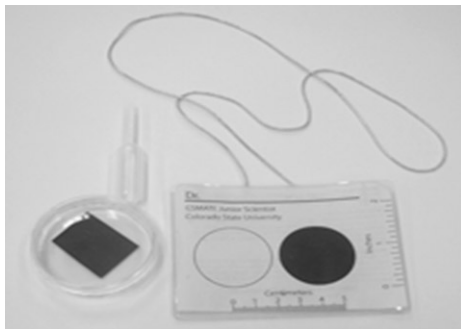


Fig. 3 LCD temperature color change film.



Fig. 4 Metal heat conduction.

2.2.3. 용액 분류하기

이 내용은 초등학교 과학 6학년 1학기 산과 염기와 관련 있는 내용이다(교육인적자원부, 2002). SSC 실험도구를 이용하여 생활 속의 산성-염기성 용액을 분류하는 실험으로 생활 주위에서 흔히 볼 수 있는 여러 용액인 산성용액인 염산, 식초, 사이타 등과 염기성 용액인 수산화나트륨, 암모니아수, 비눗물 등을 반응판위에서 실험 할 양식을 반응판에 삽입시켜 직접적으로 반응판 양식위에 방울을 떨어뜨리거나 SSC 실험 도구인 24 홈판을 양식위에 대고 실험을 할 수 있

다. 우선 리트머스시험지를 작게 자른 후 양식위에 얹고 그 위에 마이크로피펫으로 생활속의 산, 염기성 물질을 각각 몇 방울씩 떨어뜨려 산-염기를 구분해 본다. 또한 페놀프탈렌, BCG와 같은 지시약과 천연 지시약인 양배추, 장미 등을 제조하여(Fig. 5) 24 홈판에 준비한 후 준비한 양식에 24 홈판을 대고 산-염기를 분류 할 수 있다. 리트머스시험지와 24 홈판으로 정성적으로 산-염기를 쉽고 명확하게 확인 분류 할 수 있다(Fig. 6). 실험 후 중화처리 및 휴지로 닦아 쉽게 처리 할 수 있다.

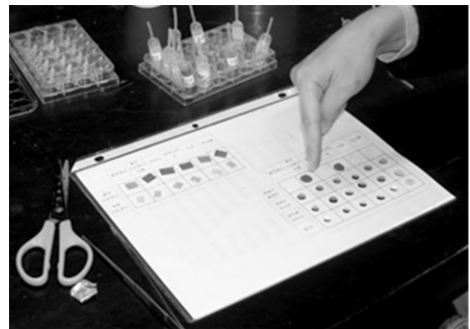


Fig. 5 The Classification of acid-base using Lab Top.

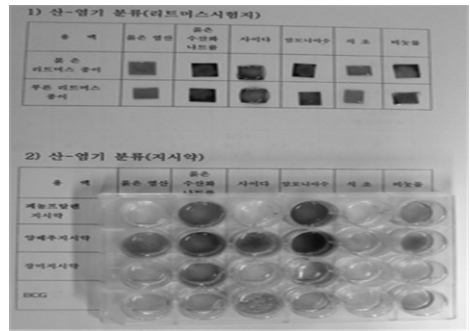


Fig. 6 The acid-base classification on the surroundings materials.

2.2.4 산성비의 미량화학적용

이 내용은 초등학교 과학 6학년 1학기 산과 염기와 관련 있는 내용이다(교육인적자원부, 2002). 페트리 접시를 이용하여 위험한 실험을 간단하고 쉽게 적용한 예(Martin, 2002) 를 응용하여 페트리 접시 안에 자연환경을 만든 후 산성비의 주원인인 산 폐기물인 NO₂, SO₂가 발생되도록 화학 반응을 시켜 산-염기 지시약과 녹말/KI 지시약 등으로 변화를 관찰하였다. 우선 페트리 접시에 대리석, 모래, 금속 등의 자연 환

경을 만든 후 NO_2 를 생성시킨다.

NO_2 의 영향으로 주변 환경에 어떠한 영향을 주는지를 관찰 오염 정도를 알아 낼 수 있다. 0.5M KO_2 한 방울을 떨어뜨리고 2M H_2SO_4 두 방울을 가해서 NO_2 를 발생시키는 방법으로 실험 할 수 있다. 또한 페트리접시위에 차가운 물 또는 얼음을 올려놓아 구름을 만들어 실제적으로 NO_2 기체가 구름에 녹아 산성비가 되어 떨어지는지를 산성비를 지시약을 통해서 확인 할 수 있다(Fig. 7).

그리고 산성비의 오염 기체인 SO_2 기체를 위의 방법과 같은 방법으로 준비한다. 첨가할 부분은 자연환경 중 식물에 어떤 영향을 주는지를 알아보기 위해 색깔 있는 장미나 양배추를 흠집을 내어 다른 환경과 더불어 페트리접시에 넣어 변화를 관찰한다. 0.5M Na_2SO_3 한 방울을 떨어뜨리고 2M H_2SO_4 두 방울을 가해서 SO_2 를 발생시키는 방법으로 실험 할 수 있다. 페트리접시위에 차가운 물 또는 얼음을 올려놓아 구름을 만들어 실제적으로 SO_2 기체가 구름에 녹아 산성비가 되어 떨어지는지를 산성비를 지시약을 통해서 확인 할 수 있다(Fig. 8).

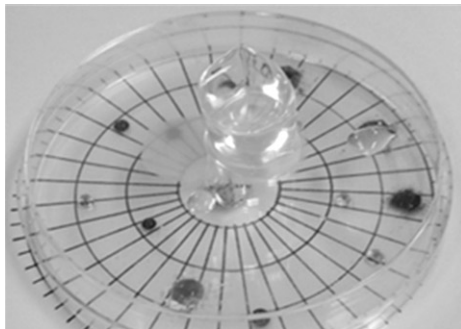


Fig. 7 NO_2 cause acid rain experiments.

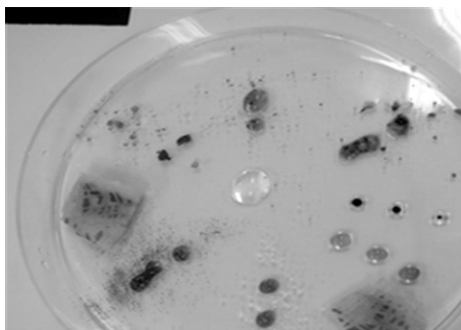


Fig. 8 SO_2 cause acid rain experiments.

2.3 설문지 개발

이 연구에서는 SSC에 대한 초등 교사들의 인식을 조사하기 위하여 신병주(2005), 김현경과 최병순(2005), 박종윤과 홍지혜(2007), 유미현 등(2007), 유미현 등(2009) 등의 논문을 참고 수정 보완 및 추가하여 설문지를 개발하여 사용하였다. 질문지는 총 30개 문항으로 선택 또는 자유응답의 형태로 구성하였다.

설문지의 구성 내용은 SSC 실험방법에 대한 교육 및 필요성, 장점, 위험 및 안전, 환경오염 및 처리, 경제성, 탐구능력 신장과 교사가 생각하는 전통적인 방법에서의 문제점과 실험에 참여 한 후 서술식의 소감으로 구성하였다. 1차 설문지를 구성한 후 과학교육을 전공한 2인의 대학교수 그리고 현장교사 3인의 검토를 하였으며 검토 후 설문지를 수정 보완 하였다. 구체적인 설문지의 구성 내용은 Table 2에 나타내었다.

2.4 자료 분석 및 처리

SSC 실험방법에 대한 교육 및 필요성, 장점, 위험 및 안전, 환경오염 및 처리, 경제성, 탐구능력 신장에 대한 인식을 리커트 척도 5 단계로 알아보았고 또한 교사가 생각하는 전통적인 방법에서 찾을 수 있는 문제점의 순서와 실험에 참여 한 후 서술식의 소감을 항목별로 기록하여 회수를 기록하였다. 응답한 유형을 분류하여 초등학교 교사 266명을 대상으로 전체 응답 및 변인별 빈도와 백분율(%)을 산출하여 분석하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

3.1 SSC 실험방법에 대한 교육 및 필요성

“SSC 실험방법에 대한 교육 및 보급의 필요성에 관한 설문내용으로 SSC관련 내용을 들은 적이 있는가”, “연수 또는 연수의 경험과 그리고 실험방법 및 기구사용의 경험이 있는가”의 질문에 대부분의 교사들은 SSC에 대한 내용을 들은 적도 어떤 형태든 교육받은 경우가 없으며 광고 등도 접하지 않았다고 답하였다. 이와 같이 대부분의 교사들은 최근 소개되고 있는 SSC관련 정보를 쉽게 접하지 못한 것 같다(Table 3).

실질적으로 교과서 실험과 관련하여 몇 가지 실험을 직접 경험한 후에 보급의 필요성에 대하여 물어본

Table 2 Composition of the contents of the questionnaire

Classification	Questionnaire contents
Background	(1) Gender (2) Work Experience (3) Working area
Education and Spread of Need	(4) Learning experience (5) Study & Training and education experience (6) Tool Experience (7) Spread of the need for (8) Education methods (9) Need data
SSC benefits	(10) Easy (11) Save time (12) Diversity (13) Quantitative & qualitative (14) Simultaneous instruction theory and experiment (15) A toy is fun
Danger & Safety	(16) Fire & injury (17) Safety
Environmental Pollution	(18) Reducing pollution (19) Chemical Waste Disposal (20) Environmentally Friendly
Economics	(21) Costs (22) Economic assistance (23) Equipment purchase cost savings
Science process skills	(24) Learning process (25) Discussion/ Information exchange (26) skills (27) Problem solving abilities and confidence (28) Creativity
Existing Problems	(29) Select the problems of traditional testing methods (①-⑥)
Opinion	(30) After the opinion with SSC lab programs

() ; the number of series in questionnaire

결과 88.7% 교사가 보급의 필요를 느낀다고 답하였다(Table 4). 또한 교육이 필요하다면 어떤 형태의 교육을 원하느냐의 설문에는 과학 교과서의 반영>방과 후 활동>교사의 연수>강사초빙 순으로 꼽았다. 그리고 자료의 필요성을 인식하고 필요한 자료형태로는 CD>비디오>책자>인쇄물/프린트 등으로 답하였다(Table 3).

3.2 SSC 실험방법에 대한 장점

일반적인 실험 방법과 비교하여 SSC 실험에 대한 편리성을 묻는 질문에 92.5%가 긍정적인 대답을 했으며, 형태가 다양하고 간단하다며 실험 준비 및 실험

시간 그리고 실험 후 처리하는데 시간을 절약 할 수 있다고 82.0%의 교사들이 긍정적으로 답하였다. 이는 박국태 등(2008)이 언급한 것과 같이 실험시간 단축과 절약으로 수업 중 실험 결과를 해석하고 토의 할 시간을 확보 할 수 있어 그 이론에 대한 과학적 개념을 형성하는데 도움을 줄 것과 일치되는 내용이다. 또한 SSC는 재료 수가 적고 실험이 간단하며 다양한 형태로 실험이 가능하였다고 86.8%가 답하였고 또한 정량, 정성실험이 가능하다는 라는 질문에는 대부분은 긍정적인 대답을 하였지만 22.9%의 교사가 부정적인 응답을 하였다. 이것은 사용하는 실험 도구에 정확한 눈금이 표시되지 않았고, 실험자의 익숙하지 않은 도구의 사용으로 인한 위화감 때문에 부정적인 판

Table 3 The survey for education and spread of research for SSC lab program

Contents			Yes	No	Total	Note	
They have never been involved in teaching information			33(12.5)	229(87.2)	266(100)	(4)	
I have never received instruction and training relevant to SSC lab program			11(4.2)	252(95.8)	266(100)	(5)	
Instruction and related tools have been used to SSC lab program			15(5.7)	248(94.3)	266(100)	(6)	
Data	Video	CD	Books	Prints	Etc	Total	(8)
Frequency	61(23.2)	123(46.8)	43(16.3)	14(5.3)	22(8.4)	266(100)	
Education methods	Books	After-school class	Study & training	Invitation instructor	Etc		(9)
Frequency	137(52.2)	29(11.0)	88(33.5)	6(2.3)	3(1.1)	266(100)	

Note ; the number of series in questionnaire

단을 한 것으로 보인다.

실험기구가 간편하고 소지가 용이하며 수업시간에 이론과 실험을 동시에 병행할 수 있는 장점에 대해서는 92.1% 교사가 긍정적인 대답을 하였다. 박광서(2004)가 언급한 것과 같이 수업시간에 이론과 실험을 병행한다면 기본 개념에 충실한 학습과 학습 내용이해에도 큰 도움을 줄 수 있을 것이다. 특히 실험기구가 아기자기한 장난감 같아 초등학생들이 많은 흥미를 느낄 것 같다 라고 95.1%가 답하였다. 이것은 실험기구가 작은 것들이라 교사들에게도 장난감 같은 느낌을 주었기 때문이다(Table 4).

3.3 SSC 실험방법에 대한 위험 및 안전

위험과 안전에 대한 설문에서는 도구 및 약품의 사용량의 축소로 소량을 사용함으로써 폭발과 화재 그리고 유리기구의 파손으로 인한 상처 등으로부터 안전하다고 86.1% 대답하였다. 또한 유리기구 사용과 비교 했을때 플라스틱 사용은 96.6%가 안전하다고 답하였다(Table 4). 이는 안전사고에 대한 교사의 법적 책임으로 인하여 실질적인 실험을 회피하고 자료실에서 실험의 답을 얻는 현실의 문제점을 극복 할 수 있을 것으로 생각된다.

기존의 크고 유리로 된 도구로부터 많은 양의 시약을 사용하는 전통적인 실험방법에서 사용하는 도구의 축소와 플라스틱 재료 그리고 적은 양의 시약으로 화재, 위험과 상처 등을 최소화 하였다고 생각한다. SSC 실험에서 안전은 가장 중요한 장점 중에 하나이

다. 안전과 관련된 내용은 국외에서도 많은 문헌이 소개되고 있다. 미량화학의 장점 중 안전을 포함시켰고 (Mono *et al.*, 1999), 기체발생 및 포집 장치를 일회용 폴리에틸렌 용기와 피펫을 사용하여 안전한 기체 장치를 만들어 이산화탄소를 발생 시킨 후 포집하여 확인 할 수 있다(Lisa and Richard, 2004). 또한 W-tube를 사용하여 소량 반응을 시켜 이산화탄소와 이산화황을 안전하게 발생시켜 확인을 할 수 있는 방법을 모색하였다(Gupta, 2007). 페트리접시와 피펫과 그리고 금속선으로 산소와 수소기체를 발생시킬 수 있는 Small-Scale 물의 전기분해장치는 장치는 깨지고 상처 날 우려도 없어 위험요소가 아주 적다고 소개하고 있다(Per-Odd *et al.*, 2006 & 2004). 기업, 연구소, 학교 등에서 이미 SSC를 적용하고 있으며 성공적인 역할을 해내고 있다. 또한 학생안전을 생각하면 도입의 이유는 충분하다(박광서, 2004). 특히 페트리 접시를 사용하여 위험한 염소가스 발생 실험을 안전하고 다양하게 할 수 있다(Martin, 2002).

3.4 SSC 실험방법에 대한 환경오염 및 처리

환경오염과 처리에 대한 질문에는 대부분 교사들이 소량 사용함으로써 위험성이 발생할 수 있는 경우가 적어 실험 후 처리하기도 쉬우며 환경오염을 줄일 수 있다고 91.7%가 답하였다(Table 4). 실험시 사용하는 양이 기존의 전통적인 실험에서 보다 절대적으로 적어 휴지로 흡수시켜 소각하거나 시약의 특성상 중화 처리 그리고 관리 단계에 따라 회수해서 처리하면 된

Table 4 The Perception of Elementary School Teachers' for SSC lab programs

Classification	Questionnaire contents	Frequency(%)			Total	Note
		Yes	Usually	No		
Education & Spread	Spread of the need for	236(88.7)	24(9.0)	6(2.3)	266(100)	(7)
	It is simple and convenient	246(92.5)	17(6.4)	3(1.1)	266(100)	(10)
	You can save time	218(82.0)	39(14.7)	9(3.4)	266(100)	(11)
	Variety of forms and simple	231(86.8)	24(9.0)	11(4.1)	266(100)	(12)
SSC benefits	Quantitative and qualitative tests are available	193(72.6)	61(22.9)	12(4.5)	266(100)	(13)
	Possession of personal property can be combined experimental and theoretical lessons can be	245(92.1)	19(7.1)	2(0.8)	266(100)	(14)
	Even as a fun toy	253(95.1)	11(4.1)	2(0.8)	266(100)	(15)
Danger & Safety	Explosion, fire, are safe from injury	229(86.1)	34(12.8)	3(1.1)	266(100)	(16)
	Plastic is safe to use	257(96.6)	9(3.4)	0(0.0)	266(100)	(17)
Environmental pollution and treatment	Can reduce pollution	244(91.7)	17(6.4)	5(1.5)	266(100)	(18)
	Chemical waste disposal is easy to	245(92.1)	17(6.4)	4(1.5)	266(100)	(19)
	Living in the use of tools is the sound of	238(89.5)	25(9.4)	3(1.1)	266(100)	(20)
Economics	Equipment purchase costs can be	238(89.7)	27(10.2)	1(0.4)	266(100)	(21)
	Living in the use of economic tools can help	224(84.2)	40(15.0)	2(0.8)	266(100)	(22)
	Saving purchase money	208(78.2)	57(21.4)	1(0.4)	266(100)	(23)
Science process skills	Learning was easy to understand informati	195(73.3)	60(22.6)	11(4.1)	266(100)	(24)
	Pairs or an individual experiment was difficult to discuss and exchange information	57(21.4)	33(12.4)	176(66.2)	266(100)	(25)
	Technical improvements have been	172(64.7)	91(34.2)	15(5.6)	266(100)	(26)
	Problem solving, and intuition, and confidence has been raised	166(63.1)	84(31.6)	10(3.8)	266(100)	(27)
	Full of creativity has been raised	137(51.5)	122(45.9)	7(2.6)	266(100)	(28)

Note ; the number of series in questionnaire

다. 실험시 실생활에서 흔히 볼 수 있는 도구를 사용함으로써 친근함을 느낄 수 있다고 89.5%가 답하였다. 이는 생활속의 도구를 사용함으로써 친근하고 생활속의 모든 도구들이 과학실험 도구로 쓰여 질 수 있다는 인식을 갖는다는 것이 중요하다고 본다. 또한 Mono 등(1999)이 언급한 내용처럼 환경오염, 그린화

학, 오염방지 등은 실험화학에 대한 기본 책무이며 SSC 접근 또한 그린화학이 기본이다.

허승현과 김성규(2004)는 초등학교 과학실에서 발생하는 화학폐기물에 대한 실험 후 처리 과정 및 방법을 몰라 수도물에 흘려버려 환경오염을 유발 할 수 있고 소규모 및 대규모학교에서 사용하는

화학약품들은 화학약품의 특징상 소량이어도 유출 또는 배출되면 환경오염과 위험한 사항을 초래 할 수 있다고 언급하고 있다. 사용 회수 및 처리에 문제가 야기되므로 실험에 대한 부담을 가지는 교사들의 업무 부담을 줄이는 방안으로 SSC가 효과적일 수 있다.

3.5 SSC 실험방법에 대한 경제성

장비구입 비용 절감이 89.7%, 생활속 도구사용으로 경제적 도움이 된다가 84.2%로 답하였다. 그리고 장비구입절감에는 78.2%가 긍정적으로 답하였다. 21.4%는 보통 그리고 0.4%는 부정적인 답을 하였다. 이는 최근에 소개되고 있는 SSC도구들이 키트화 되어 키트 단가 자체가 높은 것으로 잘못 이해하는 것 같았다. SSC 실험에 필요한 실험장치들은 규모가 적고 사용하는 시약의 양도 적다. 이러한 SSC의 특성을 감안하여 대부분의 교사들이 경제성에 동의하는 것 같다. 우선 실험도구가 적고 대부분이 저렴한 플라스틱으로 이루어졌고 사용하는 약품도 실험결과를 명확히 확인 할 수 있는 최소한의 양을 사용함에 따라 소모되고 버려지는 양을 줄일 수 있다. 특히 실생활에 친숙한 도구를 과학 실험에 학습 자료를 직접 사용하므로 실험도구 구입이 용이하고 저렴하였다.

비용절감의 예로서 약국 및 실험실에서 쓰는 마개 달린 플라스틱용기에 SSC 마이크로 피펫을 잘라 반응물을 떨어뜨리는 깔때기와 가스 수집기를 만들어 이산화탄소 발생장치를 기존의 수상치환 장치 대신 저렴하게 만들 수 있고(Lisa and Richard, 2004), W-튜브를 만들어 이산화탄소 발생 및 확인 실험 장치를 만들어 경제적인 원가를 절감할 수 있다. 기존의 물의 전기분해 장치인 호프만(Hoffman) 기구는 비싸고 유리로 되어있어 잘 깨지기 쉬운 반면 페트리접시, 구리선, 전지 SSC 마이크로 피펫으로 구성된 물의 전기분해 장치는 간단하고 저렴하다(Per-Odd *et al.*, 2006 & 2004).

3.6 SSC 실험방법에 대한 탐구능력 신장

SSC 실험 방법은 전통적인 실험 수업과 비교하여 학습원리 및 학습내용을 묻는 질문에는 73.3%가 더 이해가 쉬웠다고 답하였다. 그러나 그 외 교사들은 약간 생소한 느낌을 가지고 또한 내용과 원리를 적용시

키지 못하는 것 같았다. “2인 1조 또는 개별실험은 충분한 토의 없이 어려웠다”라는 질문에는 66.2%가 충분한 토의와 실험하는데 어렵지 않다고 답하였다. 이는 실험시간을 줄여 충분한 토의와 시간을 활용함을 의미한다. 윤희숙과 유미현(2007)이 예비초등교사의 SSC에 대한 인식에서 언급한 것처럼 이는 실험에 직접적으로 참여하여 결과를 해석하는 적극적인 경험을 통해 스스로 능력을 발휘 및 성공적인 경험으로 실험에 대한 자신감과 학습 효과를 가져 올 거라 예측하는 것 같다. 그리고 문제 해결력과 자신감 그리고 창의력을 묻는 질문에는 대부분이 긍정적인 대답을 하였다.

또한 “실험에 대한 기술이 향상 되었다”라는 질문에는 64.7%가 긍정적으로 답하였다. 다양하고 개별 또는 2인1조의 실험 수업이라 실험 대부분을 자기 스스로 하기 때문에 SSC실험을 하다보면 실험에 대한 기술을 익힐 수 있기 때문이다. 그러나 단시간에 몇 가지 실험수업으로는 기술 습득이 힘들다고 생각하는 것 같아 34.2%가 보통이라 답하였다. “문제해결력과 자신감을 묻는 질문에는 63.1%가 긍정적인 답을 하였으며 31.6%가 보통이다”라고 답하였다. 이는 아직 SSC에 대한 이해가 부족한 것 같다. 특히 창의력을 묻는 질문에는 51.5%가 긍정적으로 보통이다 라로 응답한 교사는 45.9%이다. 이러한 결과는 SSC 실험 도구가 갖는 다양한 형태의 실험을 이해 못하는 것 같았고 또한 SSC도구에 대한 약간 신뢰감이 부족한 것에서 기인된 것으로 생각된다.

3.7 실험에 대한 소감

마지막 SSC 실험을 해보고 소감을 써보라는 질문에서는 교사들이 서술한 많은 내용을 볼 수 있었다. 수업에 대한 흥미와 재미를 가장 많이 언급하였다. 초등 교사들이 장난감을 좋아하는 아동들의 수준을 생각하고 답한 것 같다. 그리고 SSC 장점인 “간단하고, 편리하고 아주 쉽게 실험을 할 수 있었다.” 라고 하였다. 그 뒤를 이어 “안전하고 현장에 보급했으면 좋겠다.”라고 하였다. 또한 “실험시 시간절약과 시약을 소량 사용하여 가지고 실험함으로써 적은 비용으로 다양한 실험을 할 수 있고 환경적으로 오염을 많이 줄일 수 있어 좋았다.”라고 하였다. 한편으로 “사용하는 도구들이 1회용 같아서 환경오염을 일으키는 오염 원인이 될 수 있다.”고 지적한 교사도 있었다. 이는 유미현

(2007)이 지적한 초등예비교사들이 플라스틱 소재에 대한 부정적인식과 유사한 부분이다.

“실험 용기와 용액을 소량 사용하다보니 과연 실험 결과를 정확하게 낼 수 있을까” 하는 의구심과 “교과서의 모든 내용에 SSC 실험방법을 적용시킬 수 있을까” 하는 궁금증 등도 있었다. 아마도 초등교사로서 산만하고 주의력 및 집중력이 부족한 아동들의 특성을 생각한 것 같다.

무엇보다 현장 교사들이 실험을 경험한 후 우선 현장에 보급이 필요하다고 서술하고 기존의 실험기구 대체에 따른 비용 등을 걱정하는 교사도 있었다. 아마도 개별 또는 2인 1조의 소수인원 편성에 따른 SSC 실험 도구의 수요를 생각하여 많은 비용이 들거라 생각하는 것 같다. 앞으로 많은 투자와 더불어 현장에

원활한 보급을 위하여 연수 및 자료제공 등이 필요하다고 답하였다. 또한 SSC 실험 도구의 대부분이 적고 소량화 됨으로써 초등학교생들이 작동하기도 어렵고 실험하는데 세심한 주의력이 필요하다는 주의성 멘트도 있었다.

유미현 등(2007)과 김현경과 최병순(2005)의 연구결과와 마찬가지로 초등학교 교사 또한 중등 교와 마찬가지로 SSC의 현장 적용에 대한 긍정적인 시각을 갖는 것 같다. 그러나 적용에 따른 재정적인 문제, 경험부족 그리고 인식부족 등이 앞으로 해결해야 할 과제로 남는다. 특히 초등의 경우에는 초등학교 수준에 맞춰 교수학습 자료개발과 연수확대 실시 및 홍보 등이 절실하다.

Table 5 Narrative summary of answers to questions(Multiple Choices Available)

No	Contents	Number (%)
1	I think a new and fun toys	135(42.7)
2	Simple and easy to experiment	39(14.7)
3	Fire and experimental tools that are safe	19(7.1)
4	Field distribution is needed	14(5.3)
5	Pairs or directly participate in the experiment in individual experiments could be better	13(4.8)
6	Fresh is a new experimental method	13(4.8)
7	It is possible that discussion	12(4.5)
8	Experiments, thus saving time	11(4.1)
9	Clear results can be derived	10(3.7)
10	Is by using a small amount of economic	6(2.3)
11	After the experimental treatment is easy to clean and	3(1.1)
12	Use a small amount of sample material in a short time as possible and to experiment with a variety of experiments can be expensive	3(1.1)
13	I wish you would expand training	3(1.1)
15	Teacher preparation time prior reagents and experimental equipment and the burden is greater	2(0.75)
16	The experimental apparatus is not wearing the traditional test equipment is cost to replace the expensive (replacement of the existing experimental apparatus)	1(0.38)
17	One-time use plastic device can cause environmental pollution	1(0.38)
18	Too small to handle difficult children	1(0.38)
19	Difficult operation of the experiment requires careful attention	1(0.38)
20	I wonder if all the tests applied to?	1(0.38)
21	Using a small sample volume results in a well-Feasible? Suspicion is formed.	1(0.38)
22	An eye for science experiments is improved	1(0.38)
23	Investment is needed	1(0.38)
Total		266(100)

3.8 전통실험에 대한 부담감의 이유

이번 연구 대상자들은 기존의 전통적인 실험에서의 교사들이 평소 느끼는 문제점을 알아보기 위해서 설문내용 중 예상되는 문제점들을 나열하여 중요한 것부터 순서대로 선택하게 하였다. 선택한 결과를 살펴보면 교사의 실험 준비과정에 시간이 너무 많이 들고(38.0%), 위험과 안전 그리고 교사의 법적책임(28.2%)으로 실험을 원활하게 하지 못한다고 하였다. 이것은 학교안전사고에 대한 교사의 책임범위에 관한 연구에서처럼 학교안전사고 발생에 따르는 교사의 법적 책임이 실험을 기피하는 원인으로 작용하는 것과 일치하는 내용이다(한승희, 1998). 열악한 재정 지원과 같은 경제적인 문제(21.8%)를 들었고, 실험 후 사용한 화학약품 및 폐수처리가 어려웠고(7.5%), 한 가지 국정교과서 및 교사용지도서에 의존해야하는 실정 이어서 실험에 필요한 자료가 부족하다(4.5%)의 순으로 답하였다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 초등학교 교사들의 SSC 실험방법에 대한 인식정도를 알아보았다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

SSC 실험연수를 받은 교사들에게 SSC 장점을 묻는 설문에서는 단순, 편리, 시간절약, 다양성, 정성, 정량, 수업병행, 장난감 같아 재미있다 등 대부분이 긍정적이었다. 특히 초등학생들의 수준에 맞게 과학에 대한 흥미를 가질 것으로 생각되고 소량실험 함으로써 변인에 따라 전환이 쉽고 다양하게 실험을 할 수 있는 장점이 있다. 특히 교실에서 수업과 실험을 병행할 수 있다는 장점을 초등학교현장에 적용함으로써 학습내용을 쉽게 이해하는데 큰 도움이 될 것 같다.

초등교육과정의 모든 실험에 다 대체할 수는 없지만 비유리 도구 사용으로 안전하며 화학약품의 소량 사용으로 위험 및 실험 후 처리하기가 쉽고 환경오염을 줄일 수 있었다. 그리고 특별히 장비구입이 필요 없고 생활속에서 쓰이는 여러 도구를 사용함으로써 친근감과 학습내용의 이해가 쉽고 또 경제적인 도움을 주었다.

탐구력 신장에는 대체적으로 긍정적이나 작은 규모로 인한 내용 이해와 기술향상 그리고 의문제기 문제

해결력, 직관력 등 창의력에 의문을 제기하였으며 개별화 또는 2인 1조 실험으로 토론 및 정보교환이 어렵겠다고 생각하였다.

서술식 조사의 결과로 아동의 수준을 생각하여 SSC 실험이 새롭고 장난감 같아 실험하는데 재미있어 흥미를 가질 것 같고 또한 실험이 쉽고, 안전하여 현장에 보급이 되었으면 하였다. 교육연수의 필요성과 사전 교사의 준비로 인한 교사의 일 부담도 언급한 이도 있었다. 플라스틱 일회성 도구사용으로 제2의 환경오염을 유발케 한다고 지적하는 이도 있었다. 축소된 다양한 도구와 약품의 소량 사용으로 명확한 결과에 대한 우려 및 조작상의 주의력도 요구된다고 답하였고 SSC 도구의 보급에 대한 경제적 부담도 가지는 것 같았다.

최근 들어 SSC에 대하여 학위논문, 정기간행물들을 통해 계속적으로 소개가 되고 있으며 초등과학교육학회, 대한화학회 등의 학회에서도 꾸준히 발표되고 있다. 또한 각 도교육청의 과학실험직무연수 및 기타 수업대회, 과학전람회 등에서도 많이 활용하고 있다. 이와 같은 추세라면 많은 교사가 SSC에 대해 직·간접 경험하게 되고 머지않아 좋은 교수-학습 자료의 개발이 활성화되리라 생각된다.

SSC실험이 초등과학교육에 보다 효과적으로 도입되고 적용되기 위해서는 초등학교에 적용시에 발생할 수 있는 문제점이나 방법 등에 대한 부단한 후속 연구 및 초등교육과정에 맞는 SSC실험 교수-학습자료 개발이 다양하게 이루어져야 한다. 또한 교사들의 SSC 실험내용 연수와 SSC실험도구 확보를 위한 재정적인 뒷받침이 있어야 한다.

참고 문헌

- 교육과학기술부(2010). 과학 3-2 교과서, 실험관찰, 교사용 지도서. 서울: 금성출판사.
- 교육인적자원부(2007). 교육인적자원부 고시 제 2006-27호 및 제2007-79호에 따른 초등학교 교육과정 해설(IV). 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육인적자원부(2001a). 과학 3학년 교과서, 실험관찰, 교사용지도서. 서울: 대한교과서 주식회사.
- 교육인적자원부(2001b). 과학 4학년 교과서, 실험관찰, 교사용지도서. 서울: 대한교과서 주식회사.
- 교육인적자원부(2002). 과학 6학년 교과서, 실험관

- 찰, 교사용지도서. 서울: 대한 교과서 주식회사.
- 김옥자(2008). package 화학실험-기체들의 광장. 화학교육, 56-63.
- 김현경, 최병순(2005). Small Scale Chemistry에 대한, 과학교사들의 인식. J. Kor. Chem. Soc., 49(2), 208-214.
- 박국태, 노진현, 김동진, 유란영, 노윤미, 김모경, 이상권(2008). 앙금 생성 반응을 이용한 화학반응속도 측정 실험의 분석과 Small-Scale Chemistry를 적용한 실험 개발. J. Kor. Chem. Soc., 52(3), 303-314.
- 박광서(2004). SSC를 활용한 화학 학습지도. 화학교육, 31(1), 97-103.
- 박종운 (2005). Small-Scale Chemistry 중등화학 실험서. 서울: 자유아카데미.
- 박종운, 홍지혜(2007). 고등학교 화학 II 수업에 적용한 Small-Scale Chemistry 실험의 효과, 한국과학교육학회지, 27(4), 318-327.
- 심병주(2005). 물질 지도에서 SSC를 적용한 초등과학수업의 효과. 서울교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 유미현, 김미영, 홍훈기(2009). 고등학생의 내·외향성에 따른 SSC(Small-Scale Chemistry) 실험 수업의 효과, 한국과학교육학회지, 29(2), 179-192.
- 유미현, 윤희숙, 홍훈기(2007). Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 화학 I 수업이 자연계열 고등학생의 학업적 자기효능감 및 과학 관련 정의적 특성에 미치는 영향, J. Kor. Chem., 51(5), 433-446.
- 유미현, 윤희숙, 홍훈기(2006). SSC를 적용한 고등학교 과학수업의 효과, 대한화학회지, 50(3), 256-262.
- 윤진녀, 이지화, 문성배(2007). SSC science를 활용한 과학 실험수업이 중3 학생들의 과학에 관련된 태도와 과학적 태도에 미치는 영향, 한국과학교육학회지, 27(1), 1-8.
- 윤희숙, 유미현(2007). Small-Scale Chemistry를 적용한 '화학 및 실험' 강좌가 초등 예비 교사의 실험 활동에 대한 태도 및 과학 교수 효능감에 미치는 효과, 초등과학교육, 26(4), 449-458.
- 한상준, 김성규(2008). 초등과학에서 미량화학을 이용한 황산구리 결정 만들기의 새로운 방법 한국화학과학회지, 17(9), 981-992.
- 한승희(1998). 학교안전사고에 대한 교사의 책임범위. 고려대학교 박사학위논문.
- 허승현, 김성규(2004). 초등학교 과학실험실에서 발생하는 화학폐기물에 대한 실태, 한국환경과학회지, 13(3), 301-311.
- J. D. Bradley, S. Durbach, B. Bell, and J. Mungarulire(1998). Hands-on Practical chemistry for All-Way and How?, J. Chem. Edu., 75(11), 1406-1409.
- K. Lisa, V. Richard(2004). Construction of a SmallScale and Low-Cost Gas Apparatus. J. Chem. Edu., 81(9), 1339-1340.
- H. O. Gupta(2007). A Novel W-Tube for Microscale Experiments in Chemistry. J. Chem. Edu., 84(2), 1339-1340.
- Martin M. F. Choi(2002). Microscale Chemistry in a Plastic Petri Dish: Preparation and Chemical Properties of Chlorine Gas. J. Chem. Edu., 79(8), 992.
- M. S. Mono, Z. Szafran, M. P. Ronald(1999). Microscale Chemistry and Green Chemistry: Complementary Pedagoies. J. Chem. Edu., 76(2), 1684-1686.
- E. Per-Odd, K. Lisa(2004). Small-scale and Low-Cost Apparatus for the Electrolysis of Water. J. Chem. Edu., 81(9), 1337-1338.
- E. Per-Odd, G. Trruls, K. Lisa(2006). Small-scale and Low-Cost Galvanic Cells. J. Chem. Edu., 83(8), 1201-1203.
- S. Thompson(1989). CHEMTREK. New Jersey: Prentic Hall.
- E. L. Waterman, S. Thompson(1995). Small-Scale Chemistry laboratory manual. USA: Addison-Wesley Publishing Company.

국문 요약

이 연구의 목적은 초등 교사들의 미량화학(Small-Scale Chemistry lab programs, SSC) 프로그램에 대한 교사의 인식을 알아보았다. SSC 연수 후 인식조사 참여 교사는 266명이다. 설문 내용은 SSC lab

programs 교육과 적용의 필요성, 장점, 위험 및 안전, 환경오염과 처리, 경제성, 탐구능력 신장 등이다.

교사가 생각하는 전통적인 실험방법의 문제는 실험 준비시간이 많이 들고, 위험과 안전 그리고 사고에 대한 교사의 법적 책임, 경제적인 문제, 실험 후 폐기물 처리 어렵다, 자료 부족 순으로 답하였다.

SSC를 경험한 교사는 거의 없었으며 SSC 연수 후 대부분의 교사들은 SSC 도입과 교육의 필요성에 긍정적으로 답하였다. 그리고 SSC 교육은 교과서 반영, 교사연수, 방과 후 교육, 강사 초청 순으로 하는 것이 좋겠다고 답하였다. SSC 교육에 필요자료로서는 CD, 비디오, 책자, 인쇄물 순으로 답하였다.

SSC 장점을 묻는 설문에서는 단순, 편리, 시간절약, 다양성, 정성, 정량, 수업병행, 장난감 등 교사들 대부분이 긍정적으로 답하였다. 시약 등의 소량 사용으로 말미암아 폭발, 화재에 안전하다고 답하였고 플라스틱 사용으로 깨질 염려가 없어 안전하다고 답하였다. 또한 실험 후 처리가 쉽고 환경오염을 줄일 수

있겠다고 대부분이 긍정적으로 답하였다.

생활속 도구 사용으로 친숙하고 또한 장비구입이 용이하고 경제적이었다. 학습내용이해는 대체적으로 긍정적으로 답하였다. 개별 또는 2인 1조 편성으로 서로 충분한 토의가 부족하다고 생각하는 시각도 있었다. 문제해결력과 기술향상은 긍정적으로 답하였다.

특히, 창의력 신장에서 긍정적으로 답한 교사는 51.5% 였다. 대체적으로 탐구 능력 신장에는 교사들이 아직 체계화되지 않아 판단하는데 혼란스러운 것 같았다.

이 미량화학 프로그램이 초등학교 현장에 간편하게 활용할 수 있게 교수-학습 자료의 개발을 위한 노력 및 보급 그리고 지속적인 연수가 이루어져서 초등학교 현장에 넓게 확대되었으면 한다.

주요어: 미량화학 적용, 초등학교 교사의 인식, 탐구능력 신장, 위험 및 안전, 환경오염 및 처리, 경제성

부록: SSC를 적용한 수업에 대한 인식 설문지

[1-3] 응답자의 배경에 대한 설문입니다. 각 문항의 지문을 읽고 해당하는 번호에 'V' 표 해주세요.

1. 성별은? ① 남 ② 여 2. 근무연수는 얼마입니까?
① 3년 이내 ② 3-5년 ③ 5-10년 ④ 10년 이상
3. 근무 해당 지역은?
① 농, 어촌 ② 중 소도시 ③ 대도시

[4-9] SSC 실험방법에 대한 교육 및 보급의 필요성에 관한 내용입니다.

4. SSC관련 내용을 들은 적이 있는가? (수업 전)
① 있다 ② 없다
5. SSC관련 연수 또는 교육을 받은 적이 있는가? (수업 전)
① 있다 ② 없다
6. 관련단원에서 SSC 실험기구를 사용해 본적이 있는가? (수업 전)
① 있다 ② 없다
7. SSC 실험방법이 초등과학에 보급이 필요하다고 보는가?
① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
8. SSC 보급 교육이 필요하다면 어떤 방법이 좋을까?
① 과학 교과서 반영 ② 방과 후 과학 활동 ③ 교사 연수 ④ 강사초빙
⑤ 기타 관련방법
9. SSC 자료가 필요하다면 어떤 것이 좋을까?
① 비디오 ② CD ③ 책자 ④ 인쇄물 또는 프린트 물 ⑤ 기타 관련자료

[10-15] SSC 실험방법에 대한 장점에 관한 내용입니다.

10. SSC 실험 방법은 고전적인 실험 방법보다 간편하고 편리 하였다.
① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
11. SSC실험은 고전적인 실험보다 준비, 실험하는데 시간을 줄일 수 있고 그리고 청소 및 처리하는데 시간이 절 약되었다.
① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
12. 고전적인 실험 방법보다 재료가 적고 형태가 다양하며 간단하였다.
① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
13. SSC 적용 실험은 정성, 정량 실험이 가능하였다.
① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
14. SSC 실험기구는 간편하고 개인 소지가 가능하여 실험과 이론을 병행하는 수업이 가능하였다.
① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
15. SSC적용 실험도구는 장난감 다루듯이 재미있었다.
① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다

[16-17] SSC 실험방법에 대한 위험 및 안전에 관한 내용입니다.

16. 소량의 화학약품사용으로 폭발, 불, 상처로부터 보다 안전하였다.
① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다

17. 깨지고, 다치고 그리고 다루기 어려운 유리 기구보다 SSC 재료로 사용한 플라스틱재료들은 아주 안전하였다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다

[18-20] SSC 실험방법에 대한 환경오염 및 처리에 관한 내용입니다.

18. 적은 양의 화학물질사용으로 오염을 줄일 수 있어 소중한 자원을 보존 할 수 있다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
19. 적은 양의 화학물질의 사용으로 화학폐기물을 처리하기가 쉬웠다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
20. 생활 속에서 흔히 볼 수 있는 재료들이 많아 실험 시 더욱 친근감이 있었다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다

[21-23] SSC 실험방법에 대한 경제성에 관한 내용입니다.

21. 적은 양의 화학물질 사용으로 비용이 적게 들었다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
22. 생활 속의 도구를 사용함으로써 경제적으로 도움이 되었다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
23. 소량화한 대체 실험도구를 사용함으로써 장비 구입의 비용을 절감 할 수 있었다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다

[24-29] SSC 실험방법에 대한 탐구 능력신장에 관한 내용입니다.

24. SSC를 적용한 실험 수업은 고전적인 방법보다 원리 및 학습내용을 이해하기 쉬웠다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
25. SSC를 적용한 실험 수업은 각 모듈에서의 충분한 토론과 정보교환이 없이 개별 또는 2인 1조로 실험하는 것
 이라 어려웠다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
26. SSC 실험으로 실험에 대한 기술이 향상되었다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
27. SSC 실험 적용 실험 후 문제 해결력과 직관력 그리고 실험에 대한 자신감이 길러졌다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
28. SSC 실험 적용 후 창의력과 탐구력이 길러졌다.
 ① 정말 그렇다 ② 그렇다 ③ 잘 모르겠다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다
29. 전통적인 실험에서 가장 문제가 되는 것 부터 차례대로 선택해 주세요.
 (> > > >)
 ① 많은 양의 실험실 폐수와 처리문제 ② 위험, 안전 그리고 교사의 법적책임문제 문제 ③ 교사의 준비과정 시간
 이 많이 든다 ④ 열악한 재정 지원 및 경제적인 문제 ⑤ 교과서 내용 및 보급되는 자료 ⑥ 기타()
30. SSC 실험한 소감을 많이 써주세요.