

## SSC(Small-Scale Chemistry)실험이 과학영재의 과학적 태도, 창의적 성격 특성 및 과학탐구 능력에 미치는 효과

유 미 현

아주대학교

이 연구의 목적은 SSC 실험을 과학영재 수업에 적용한 후 얻을 수 있는 효과를 조사하는 것이다. 연구 참여자는 대학부설 과학영재교육원에 선발되어 교육받고 있는 15명의 중학생 과학영재 학생이다. SSC 실험 프로그램은 3개월간 5가지 주제로 적용되었다. 연구 설계는 단일집단 사전-사후 설계였으며 PASW 18 통계 프로그램을 사용하여 데이터를 분석하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, SSC 실험은 과학영재 학생의 과학적 태도를 통계적으로 유의미하게 향상시켰다( $p < .01$ ). 특히 과학적 태도 하위 영역 중 ‘협동성’, ‘자진성’, ‘끈기성’ 영역에서 사전검사와 사후검사 점수 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 둘째, SSC 실험은 과학영재 학생의 창의적 성격 특성을 통계적으로 유의미하게 향상시켰다( $p < .01$ ). 특히 창의적 성격 특성의 하위 영역 중 ‘집착성’ 영역에서 사전검사와 사후검사 점수 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 셋째, SSC 실험을 적용하기 전과 후에 과학영재 학생의 과학탐구 능력에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다( $p > .05$ ). 연구 결과는 SSC 실험이 과학영재 수업에 효과적인 프로그램임을 시사한다.

주제어: SSC 실험 프로그램, 과학영재 학생, 과학적 태도, 창의적 성격 특성, 과학탐구 능력

### I. 연구의 목적 및 필요성

과학영재는 일반 능력 및 특수 능력이 평균 이상이며, 과학 분야의 과제 집착력, 흥미, 호기심과 창의성이 높으며 장래 과학 분야에서 뛰어난 업적을 나타낼 수 있는 잠재력을 지닌 자로 이들의 능력을 계발하기 위해 특별한 프로

교신저자: 유미현(ymh0120@ajou.ac.kr)

그램을 필요로 하는 자로 정의한다(김주훈 외, 1996). 과학영재 교육의 목적은 실제 탐구 활동에서 과학자와 같이 독립적이고 창의적이며, 자율적으로 탐구할 수 있는 능력을 갖춘 학습자를 양성하는 것이라고 할 수 있다(Betts, 2004). 과학영재 교육의 목적을 제대로 달성하기 위해서는 과학영재들의 잠재능력이 충분히 발휘될 수 있는 체계적인 교육 프로그램이 필요하다(Watters & Diezman, 2003). 영재의 특성을 발현하기 위해서 자기 주도적 실험 중심 수업이 진행되어야 하지만 실제로 전국의 과학영재교육원에서 진행되고 있는 수업은 약 70% 이상이 강의 중심으로 이루어진다고 보고되고 있다(김보정, 2002).

많은 과학교육자들이 실험 활동은 과학교육에서의 중심적인 역할을 해왔으며 이를 통하여 많은 이점을 얻을 수 있다고 한다(Hofstein & Lunetta, 1982; Lazarowitz & Tamir, 1994). 과학 실험 활동은 학생들의 과학에 대한 흥미를 높이고 과학 개념 이해, 과학적 탐구 과정 및 기능의 습득, 과학의 본성에 대한 이해, 과학적 태도의 습득 등의 장점을 제공한다(윤희숙, 유미현, 2007). 특히 화학에서의 실험 활동은 구체적이고 기본적인 과학 개념을 배우거나 추상적이고 복잡한 과학 개념을 배우는 간에 개인적인 경험을 제공할 수 있다(Bradley et al., 1998). Brandwein(1988)은 영재들을 위한 과학프로그램이 독립적인 실험실 작업, 집중적인 독서, 진정한 실험 작업을 더욱 강조해야 한다고 주장하였다.

우리나라 과학영재교육원에서의 과학영재교육의 방향을 보면 과학영재 학생들의 과학적 창의성과 창의적 문제 발견 및 문제 해결력을 신장시킨다고 명시하고 있으나(한기순, 2003) 어떻게 과학적 창의성 및 문제 해결력을 신장할 것인지에 대한 고려가 부족한 실정이다. 일반적으로 과학영재의 특성에 기초한 수업 전략은 자기 주도적 학습이 가능한 수업, 구조화 수준이 낮은 수업, 높은 수준의 사고가 가능한 수업, 창의적 사고를 통한 문제해결 수업, 협동을 통한 문제해결 수업을 의미한다(동효관, 2002). 따라서 과학영재들을 위한 프로그램은 자유로운 탐구와 협동적인 학습 활동, 그리고 창조적인 학습 분위기를 조성해야 하며, 결과에 집착하기보다는 과정을 중시하고 자율적이며 창의적인 지식 생산 능력을 조성하도록 개발되어야 한다(한기순, 2003).

영재성의 본질로 창의성이 중요한 역할을 하고 있다는 인식은 점점 증가되고 있으며 영재의 학습 욕구를 충족시키고 독특한 특성을 인식하고 계발시켜 나가는 데 반드시 필요한 요소로서 창의성을 들고 있다. 창의성의 정의는 매우

다양하며 연구하는 대상이나 연구자에 따라 주안점이 다르지만 대체로 창의성이란 매우 포괄적인 것으로 개인의 인지적 능력, 정의적 성향, 환경 및 과제의 상호작용을 통하여 결정된다고 보는 의견이 지배적이다(이경화, 2002). 이미 이런 창의성이 아니라 정의적 영역에서 바라보는 창의적 성격은 매우 중요하며, 창의적 성격은 창의적 활동을 통해 발달시킬 수 있다(김재권, 2005). 따라서 과학영재의 창의성 신장과 관련하여 창의적 성격 특성을 보다 긍정적인 방향으로 변화시킬 수 있는 교수-학습 방안에 관한 연구가 필요한 실정이다.

또한 과학영재 학생들은 미래의 과학자가 될 가능성이 많으므로 과학자가 과학을 수행함에 최대로 발휘해야 하는 태도인 과학적 태도를 신장시키는 것이 매우 중요하다. 창의성에 관한 최근 연구에서 창의적인 문제해결보다는 창의적인 문제 발견을 중요하게 보는 연구들이 늘어나고 있으며, 독창성 점수 상위 집단과 창의적 성격 특성 점수는 정적상관을 나타내는 보고가 있었다(류시경, 박종석, 2007). 과학탐구 능력에서 가장 상위 수준은 실제 과학탐구를 할 때이며, 그 중 창의성에 관련하는 것은 실험 설계인데 이에 해당하는 과학탐구 인지 과정이 과학영재 프로그램에서 많이 다루어지지 않고 있다(신미영, 2004).

한편, 과학영재교육원의 화학 교육내용을 비교 분석한 정문호(2008)의 연구에 의하면 현재 각 과학영재교육에서 실시되고 있는 교육내용은 영재교육과정에서 갖추어야 하는 특성인 학생 중심, 과정 중심, 탐구 중심, 문제해결 학습, 산출물 생산과 같은 접근을 적용하기보다는 교사 중심이고 지식 중심이며, 개방적인 학습보다는 경직되어 있고, 강의 중심이었다고 한다. 특히 분석 대상 과학영재교육원의 152개의 화학 실험 주제 중 SSC(Small-Scale Chemistry) 실험은 3주제에 불과했고, 대부분은 전통적인 Large-Scale의 실험이었다.

화학 실험의 새로운 동향인 SSC(Small-Scale Chemistry) 실험은 2002년에 처음으로 우리나라에 소개되었으며 현재까지 학교 현장에 널리 보급되어 기존의 전통적인 Large-Scale의 실험을 대체하고 있다. SSC 실험은 Large-Scale의 실험에서 주로 사용했던 깨지기 쉬운 전통적인 유리 실험기구를 잘 깨지지 않는 플라스틱 재질의 피펫, 흡관 등으로 대체하였으며 실험 시 사용하는 용액의 부피도 몇 방울 단위이므로 실험 시간도 매우 단축시킬 수 있다. 또 실험 후 폐수가 거의 나오지 않아 환경오염을 방지할 수 있으므로 미래지향적 green chemistry로 각광받고 있으며, 실험을 실패하거나 예상치 않은 결과가 나왔을 때 쉽게 재 실험 가능한 장점을 가지고 있다(유미현 외, 2007). 또한 학생들이

정해진 실험 과정대로 실험하기 보다는 창의적이고 탐구적인 활동을 통해 문제해결력을 신장할 수 있다(김현경 외, 2007). 따라서 SSC 실험은 과학영재의 특성에 기초하여 창의적 사고, 탐구 능력, 문제해결력 등을 신장하는데 효과적으로 이용될 수 있을 것이다.

SSC 실험 적용 효과와 관련한 선행연구를 살펴보면 일반 학생들의 수업에 적용한 연구(심병주, 2005; 유미현 외, 2006; 윤진녀, 문성배, 2007; 박종윤, 홍지혜, 2007; 윤진녀 외, 2007; 유미현 외, 2007)들이 대부분이다. 연구 대상 측면에서 선행연구를 살펴보면 고등학생을 대상으로 한 연구(유미현 외, 2006; 윤진녀, 문성배, 2007; 박종윤, 홍지혜, 2007; 유미현 외, 2007; 김현경 외, 2007)이 대부분이며, 초등학생을 대상으로 한 연구(심병주, 2005), 중학생을 대상으로 한 연구(윤진녀 외, 2007), 예비교사를 대상으로 한 연구(윤희숙, 유미현, 2007) 등이 있다. SSC 실험 수업 적용 효과를 알아본 영역은 학업 성취도와 학습내용 파지 효과와 같은 인지적 영역보다는 과학관련 태도, 과학적 태도, 학업적 자기효능감 등과 같은 정의적 영역에 미치는 효과 연구가 주로 이루어졌다. 그 밖에 과학탐구 능력(박종윤, 홍지혜, 2007), 예비교사의 과학교수 효능감(윤희숙, 유미현, 2007) 등에 대한 연구도 이루어졌다.

앞에서 살펴본 바와 같이 우리나라에 SSC 실험이 도입된 이래로 일반 학생을 위한 수업에서는 SSC 실험이 많이 적용되고 그 효과에 관한 연구도 많이 이루어지고 있으나 과학영재 수업에 적용한 연구는 김현경 외(2007)의 연구가 유일하다. 김현경 외(2007)는 과학고 학생들에게 SSC 프로그램을 적용하였을 때 과학 관련 태도에 미치는 영향을 조사하였다. 연구 결과 과학 관련 태도 7개 하위 영역에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다고 보고하고 있다. 그러나 우리나라에서 과학영재교육 대상자가 집중되어 있는 초등학교, 중학교 과학영재 수업에서 SSC 실험 프로그램의 적용 효과에 대한 연구는 전혀 보고된 바가 없다.

본 연구에서는 과학영재의 특성에 기초한 바람직한 과학영재 프로그램은 과학적 태도, 창의적 성격 특성, 과학탐구 능력을 길러주어야 한다고 보고, 이러한 목적을 위해 SSC 실험 프로그램을 중학교 과학영재 수업에 적용하였다. 적용된 SSC 실험이 과학영재의 과학적 태도, 창의적 성격 특성, 과학탐구 능력에 미치는 영향을 조사하였다.

본 연구 대상은 경기도 지역의 대학부설 영재교육원에 선발되어 교육받는

적은 수의 과학영재 학생들이므로 전국의 과학영재로 일반화하기 어렵다. 또한 비교집단을 선정하지 않은 단일집단 사전-사후 실험 설계이므로 3개월의 처치 기간에 나타날 수 있는 내적타당도 위협 요소를 배제하기가 어려운 한계점을 갖는다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상은 경기도 소재 대학부설 과학영재교육원 중등화학기초반에 선발되어 교육받는 중학교 1학년 15명이다. 이 학생들은 학교장 추천, 창의적 문제해결력 검사, 면접 등과 같은 3단계의 영재 선발 과정을 거쳐 영재교육진흥법상의 영재교육기관인 대학부설 과학영재교육원에 선발된 과학영재이다. 전체 15명의 학생 중 여학생은 3명이고 남학생은 12명이었다. 동일한 과학영재교육원의 중등화학기초반은 한 반뿐이므로 비교집단을 구하기 어려우므로 단일집단 사전-사후 실험 설계로 연구를 진행하였다.

### 2. 연구 방법 및 수업 절차

SSC 실험 프로그램을 적용하기 전에 과학적 태도 검사, 창의적 성격 특성 검사, 과학탐구 능력 검사(Diet Cola Test; DCT)를 실시하였다. 실험 처치는 3개월 총 5차시에 걸쳐 이루어졌으며, 한 차시 실험은 각각 3시간 동안 진행되었다. 구체적인 실험 주제를 살펴보면 플라스틱 주사기를 이용하여 반응속도를 측정하는 ‘SSC 반응속도 실험’, 여러 가지 이온 수용액을 반응시킴으로써 이온을 검출하는 ‘SSC 용액의 반응’, 작은 바이알 및 주사기, 플라스틱 흡판을 이용하여 여러 가지 기체를 만들고 그 성질을 알아보는 ‘SSC 기체의 생성 및 반응’, 플라스틱 흡판 및 플라스틱 스포이트를 이용하여 pH에 따른 지시약의 색변화 및 중화반응을 알아보는 ‘SSC 산과 염기의 반응’, SSC 불타 전지와 다니엘 전지를 만들고, 플라스틱 빨대를 이용한 물의 전기분해를 하는 ‘SSC 전기화학 실험’ 등을 실시하였다. 과학영재 수업에 적용한 5가지 주제의 SSC 실험은 본 연구자가 Waterman & Thompson(1995) 및 Thompson(1989)을 참고하여 개발 또는 수정·보완한 실험이다.

실험 준비물은 키트의 형태로 제공이 되었으며 실험 시 조원은 3인이 1조가 되도록 구성하였다. 실험 처치 이후에는 과학적 태도 검사, 창의적 성격 특성 검사, 과학탐구 능력 검사(DCT)를 실시하였다.

### 3. 검사 도구

본 연구에서는 과학적 태도 검사 도구로 김효남 외(1998)가 개발한 국가수준의 과학과 관련된 정의적 영역 평가 체제 중 21문항을 사용하였다. 과학적 태도 평가 체제 문항은 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 주도성, 끈기성, 창의성 등의 7개 하위영역으로 구성되어 있다. 과학적 태도 검사의 내적 신뢰도 Cronbach's  $\alpha$ 값은 .87로 보고되고 있으며(김효남 외, 1998), 본 연구에서 구한 과학적 태도 검사 도구의 내적 신뢰도 Cronbach's  $\alpha$ 값은 사전검사에서 .746, 사후검사에서 .861로 나타났다.

창의성의 발현을 위해 필요한 안정적이고 핵심적인 성격 특성인 창의적 성격 특성 검사 도구로 임현수(1998)가 개발한 창의적 성향 검사 40문항을 사용하였다. 창의적 성격 특성 검사 도구는 독립심, 모험심, 집착성, 개방성 등의 하위영역으로 구성되어 있다. 이 도구는 ‘그렇지 않다’, ‘보통이다’, ‘그렇다’의 3점 척도이며, 점수가 높을수록 더 창의적인 성격 특성을 가지고 있음을 의미한다(윤경미, 2004). 창의적 성격 특성 검사도구의 내적 신뢰도 Cronbach's  $\alpha$ 값은 .81로 보고되어 있는데(임현수, 1998), 본 연구에서는 구한 내적 신뢰도 Cronbach's  $\alpha$ 값은 사전검사에서 .756, 사후검사에서 .679로 나타났다.

SSC 실험 수업 효과와 관련된 선행연구에서 주로 사용한 과학탐구 능력 검사는 권재술과 김범기(1994)가 개발한 것으로 30개의 선다형 문항으로 이루어진 검사도구이나 통합 과학과정기술의 실험 설계 능력을 알아보는데 한계가 있어서 본 연구에서는 Fowler(1990)가 개발한 개방형의 다이어트 콜라 테스트(Diet Cola Test; 이하 DCT)를 사용하였다. DCT는 탐구 설계 능력을 볼 수 있는 개방적인 검사 도구인데 원래 초등학교 4학년부터 중학생들의 과학 영역에서의 재능을 검사하기 위해 고안되었고, 과학영재교육 프로그램의 효과를 측정하기 위해서도 이 검사를 사용하고 있다. 본 연구에서는 두 가지 동형검사를 사전검사 및 사후검사에 각각 사용하였다. 사전검사는 ‘지렁이가 빛에 끌리는가?’, 사후검사는 ‘별이 다이어트 콜라에 끌리는가?’ 라는 탐구 질문을 제시하고 이를 해결하기 위한 실험 설계를 하는 형태의 검사이다. DCT의 채점은

Fowler(1990)가 설정한 채점 기준으로 시행했으며, 각 항목에 해당하는 기능이 나올 때마다 1점씩 부여하고 같은 기능이 두 번 나오면 2점을 부여하였다. DCT에서 측정하는 몇 가지 기술들로는 순차적 실험의 계획, 실험시 안전사항의 고려, 가설의 설정, 관찰과 측정의 계획, 데이터 수집 및 해석, 결론 도출, 변인통제 등이다. DCT의 검사-재검사 신뢰도는 .76으로 보고되고 있으며(Callahan et al., 1995), 채점자 간의 신뢰도는 .90~.95로 대체로 높은 것으로 나타났다. 본 연구에서 구한 내적 신뢰도 Cronbach's  $\alpha$ 는 사전검사에서 .646, 사후검사에서 .623로 나타났으며, 두 명의 채점자간의 신뢰도는 .92로 나타났다.

#### 4. 자료 수집 및 분석

본 연구의 설계는 단일집단 사전-사후 실험 설계이므로 실험 처치 전과 후의 변화를 보기 위한 통계 방법으로 대응표본  $t$ -검정을 사용하였으며 사전-사후점수간의 차이를 검정하기 위한 유의수준은 .05이다. 모든 데이터는 PASW 18 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. SSC 실험 수업이 과학영재의 과학적 태도에 미치는 영향

SSC 실험 수업이 과학영재의 과학적 태도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 사전검사와 사후검사의 과학적 태도 점수를 대응표본  $t$ -검정을 통해 비교하였다(<표 1> 참조).

<표 1> 과학적 태도 총점 대응표본  $t$ -검정 결과

	사전검사		사후검사		$t$	$p$
	$M$	$SD$	$M$	$SD$		
과학적 태도 총점	71.73	8.99	78.67	10.77	-3.289	.005**

\*\* $p < .01$

분석 결과 과학적 태도 사전점수는 71.73, 사후점수는 78.67로 SSC 실험 수업을 적용한 후 과학적 태도 점수가 7점 가량 향상되었다. 이러한 차이는 유의수준 .01수준에서 통계적으로 유의미한 차이로 나타났다. 중학교 2학년 과학영

재를 대상으로 약 1년간의 특별 영재프로그램을 실시한 후 과학적 태도에 미치는 영향을 조사한 유미현(2008)의 연구에서 과학적 태도에서 유의미한 효과가 나타나지 않은 것으로 보아 영재들의 과학적 태도는 쉽게 향상시키기 어려운 측면이 있다. 그 이유는 과학영재들의 과학적 태도 점수는 일반 학생에 비해 매우 높으므로 천장 효과(ceiling effect)가 나타날 뿐만 아니라 과학적 태도와 같은 정의적 특성은 단기간에 쉽게 변화되지 않기 때문이다(유미현, 2008). 그럼에도 불구하고 과학영재의 과학적 태도 점수가 유의미하게 향상되었다는 것은 SSC 실험이 과학영재의 과학적 태도를 긍정적으로 변화시키는데 효과가 있음을 의미한다.

초등 과학수업에 SSC 실험을 적용한 심병주(2005)의 연구에서도 SSC 실험이 과학적 태도 향상에 유의미한 효과가 있었다고 보고하고 있다. 그러나 과학고 학생들에게 7개월에 걸쳐 20차시의 SSC 실험 프로그램을 적용한 김현경 외(2007)의 연구에서는 과학 관련 태도에 유의미한 변화가 나타나지 않다고 보고하고 있으며, 고등학교 3학년 화학 II 수업에 적용한 박종윤과 홍지혜(2007)의 연구에서도 과학 관련 태도에 유의미한 변화가 나타나지 않았다고 보고하고 있다. 이러한 결과로 볼 때 SSC 실험은 고등학생보다는 초등학교 고학년, 중학교 저학년 일반 학생 및 영재 학생에게 적용했을 때 과학적 태도를 긍정적으로 변화시키는데 유용하게 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

한편, 과학적 태도의 하위 영역에서는 어떠한 차이가 있는지 알아보기 위해 대응표본 *t*-검정을 실시하였다. 과학적 태도 하위영역의 대응표본 *t*-검정 결과는 <표 2>에 나타내었다.

<표 2> 과학적 태도 하위영역 별 대응표본 *t*-검정 결과

과학적 태도 하위영역	사전검사		사후검사		<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
호기심	10.93	2.15	11.20	1.94	-.604	.556
개방성	10.80	1.78	11.47	2.20	-1.348	.199
비판성	9.20	1.57	9.47	2.13	-.654	.524
협동성	10.00	2.54	11.47	2.39	-2.244	.042*
자진성	10.13	2.36	12.07	1.67	-3.589	.003**
끈기성	10.73	2.05	12.33	1.63	-2.567	.022*
창의성	9.93	1.62	10.67	2.47	-1.661	.119

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



분석 결과 과학영재의 과학적 태도의 하위영역 중에서 ‘협동성’( $t=-2.244$ ,  $p=.042$ ), ‘자진성’( $t=-3.589$ ,  $p=.003$ ), ‘끈기성’( $t=-2.567$ ,  $p=.022$ )에서 사전검사와 비교하였을 때 사후검사에서 통계적으로 유의미한 향상이 나타났다. 즉, SSC 실험 수업은 과학영재 학생의 ‘협동성’, ‘자진성’, ‘끈기성’을 신장시키는데 긍정적인 효과가 있음을 보여준다.

이러한 결과가 나타난 이유를 살펴보면 SSC 실험의 장점과 관련하여 생각해볼 수 있다. SSC 실험 기구는 유리 제품인 전통적 화학 실험 기구와는 달리 플라스틱으로 되어 있고, 공간을 매우 적게 차지하며 조작이 간단하다. 과학적 태도 검사 도구 중 ‘실험을 하다가 실험 결과가 잘못 나왔더라도 실망하지 않고 다시 그 실험을 해 본다’라는 항목이 있는데 이는 끈기성과 관련된 항목이다. SSC 실험은 사용되는 시약의 양이 매우 적고, 반응도 빨리 일어나므로 실험할 때 실수를 하거나 예상치 못한 결과가 나온다고 해도 여러 차례 재실험이 가능하다. 이와 같은 SSC 실험의 장점으로 인해 끈기성이 긍정적으로 변화된 것이라 추측할 수 있다. 또 협동성 영역의 항목 중에는 ‘나는 실험이 끝난 후에 친구들과 함께 실험기구를 정리한다’라는 항목이 있다. 이는 SSC 실험의 경우 실험이 끝난 후 실험 기구의 정리가 매우 간단하다는 장점과 관련지어 해석할 수 있을 것이다. 또 ‘나는 조별 실험을 할 때 내가 직접 하기보다는 친구들이 하는 것을 지켜본다’는 항목은 자진성과 관련된 부정 문항이다. 과학영재 수업에서 SSC 실험을 수행하는 과정을 지켜보면 방관적인 학생은 거의 없고 모든 조원들이 적극적으로 실험에 참여하고 있는 모습을 관찰할 수 있었다. 즉, SSC 실험을 통해 과학영재 학생들의 자진성이 향상됨을 엿볼 수 있다. 과학실험 수업에 대한 초등 과학영재들의 인식을 조사한 박선옥(2009)의 연구에 의하면 과학영재들은 자신들이 할 수 있는 실험을 하기를 바라면서 교사의 설명이나 교과서의 따라하기식 수업보다는 모둠원과의 토의를 통하여 실험을 직접 계획하고 실험을 수행하는 수업을 원한다고 한다. 이와 같이 SSC 실험 수업은 과학영재들이 희망하는 과학실험 수업의 요소를 갖추고 있으며 과학영재의 과학적 태도를 긍정적으로 변화시키는데 효과적인 교수-학습 방법임을 시사한다.

## 2. SSC 실험 수업이 과학영재의 창의적 성격 특성에 미치는 영향

SSC 실험 수업이 과학영재의 창의적 성격 특성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 사전검사와 사후검사의 창의적 성격 특성 점수를 대응표본  $t$ -검정을 통해 비교하였다(<표 3> 참조).

<표 3> 창의적 성격 특성 총점 대응표본 t-검정 결과

	사전검사		사후검사		t	p
	M	SD	M	SD		
창의적 성격 특성 총점	82.33	6.01	86.67	6.15	-3.582	.003**

\*\* p<.01

분석 결과 창의적 성격 특성 사전점수는 82.33, 사후점수는 86.67로 SSC 실험 수업을 적용한 후 창의적 성격 특성 점수가 4점 가량 향상되었다. 이러한 차이는 유의수준 .01수준에서 통계적으로 유의미한 차이로 나타났다. 고등학교 1학년 과학영재를 대상으로 3개월의 영재수업을 실시한 김형도(2005)의 연구에 의하면 영재수업 후 영재학생의 창의적 성격 특성 점수가 유의미하게 하락되었다고 보고하고 있다. 즉, 과학영재 수업이 영재의 창의성을 신장시키는데 도움이 되지 못하고 있음을 의미한다. 이에 반해 SSC 실험 수업은 과학영재의 창의적 성격 특성 점수를 유의미하게 향상시켰으므로 창의성 신장에도 효과가 있을 것으로 추측된다. 류시경과 박종석(2007)에 의하면 창의적 성격 특성 점수는 독창적인 문제발견 능력 및 독창성 점수와 정적 상관이 있다고 한다. 창의적 성격 특성은 창의성 발현을 위해 필요한 안정적이고도 핵심적인 성격 특성이므로 이와 같은 창의적 성격 특성의 신장은 과학영재의 창의성 또는 창의적 문제해결력 신장으로도 이어질 수 있는 가능성이 충분하다고 생각된다.

한편, 창의적 성격 특성의 하위 영역에서는 사전검사와 사후검사에서 어떠한 차이가 있는지 대응표본 t-검정을 실시하였다. 창의적 성격 특성 하위영역인 독립심, 모험심, 집착성, 개방성 영역의 대응표본 t-검정 결과는 <표 4>에 나타내었다.

<표 4> 창의적 성격 특성 하위영역 별 대응표본 t-검정 결과

창의적 성격 특성 하위영역	사전검사		사후검사		t	p
	M	SD	M	SD		
독립심	21.13	2.26	22.20	1.82	-1.948	.072
모험심	18.87	1.55	19.87	1.96	-1.936	.073
집착성	21.07	2.76	22.13	2.82	-2.402	.031*
개방성	21.07	2.76	22.13	2.83	-1.524	.150

\* p<.05

분석 결과 창의적 성격 특성 하위 영역 중 ‘집착성’ 영역에서 사전검사 점수에 비해 SSC 실험 수업을 적용한 후 실시한 사후검사 점수에서 통계적으로 유의미한 향상이 나타났다( $t=-2.402, p=.031$ ). ‘집착성’은 자신이 성취하고자하는 일에 전념하고 몰두하는 성격을 의미하며, 일반적으로 Renzulli (1978)의 세고리 정의에서도 나타나듯이 영재학생들은 과제 집착력이 높은 편이다.

SSC 실험을 통해 과학영재의 ‘집착성’이 향상되는 이유는 앞의 절에서 이미 논의한 과학적 태도 중 ‘끈기성’ 향상의 이유와 거의 맥락을 같이 한다고 볼 수 있다. 검사 도구 문항 중 ‘나는 내가 맡은 일은 무슨 일든지 몰두하며, 어려워도 쉽게 포기하지 않는다’, ‘나는 모르는 문제가 생기면 그것을 이해할 때까지 파고 든다’와 같은 항목이 ‘집착성’과 관련한 항목이다. 다시 말해 재실험이 용이한 SSC 실험을 통해 실험을 실패하거나 예상치 못한 결과가 나오더라도 실망하지 않고 자신의 궁금증을 해결하기 위해 끈질기게 달려드는 성격인 ‘집착성’이 향상됨을 알 수 있다. 이와 같이 SSC 실험 수업은 과학영재 과학영재의 ‘집착성’을 향상시키고, 이를 통해 창의적 성격 특성을 신장시키는데 효과적인 교수-학습 방법임을 시사한다.

### 3. SSC 실험 수업이 과학영재의 과학탐구 능력에 미치는 영향

SSC 실험 수업이 과학영재의 과학탐구 능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 사전검사와 사후검사의 과학탐구 능력 점수를 대응표본  $t$ -검정을 통해 비교하였다(<표 5> 참조).

<표 5> 과학탐구 능력 대응표본  $t$ -검정 결과

	사전검사		사후검사		$t$	$p$
	$M$	$SD$	$M$	$SD$		
과학탐구 능력 점수	5.20	1.47	4.67	1.18	1.119	.282

분석 결과 사전검사와 사후검사 점수 간에는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지는 않았다( $p>.05$ ). 이러한 연구 결과는 고등학교 3학년 화학 II 수업에서 SSC 실험을 적용하였을 때 과학탐구 능력 중 기초 탐구 능력이 향상되었다는 박종윤과 홍지혜(2007)의 연구 결과와 초등학교 5학년을 대상으로 한 연

구에서 과학탐구 능력이 향상되었다는 심병주(2005)의 연구 결과와는 약간 다른 결과이다. 두 선행연구에서 사용한 과학탐구 능력 검사 도구는 여러 답지 중에서 해당하는 내용을 고르는 선다형의 도구(권재술, 김범기, 1994)였으나 본 연구에서 사용한 탐구능력 검사 도구는 학생 스스로 탐구 설계를 하고 내용을 작성하는 개방형 도구(Fowler, 1990)였다는 점에서 차이가 있다.

본 연구에서 사용한 동일한 검사도구로 중학교 2학년 과학영재를 대상으로 과학일지 쓰기 전후에 과학탐구 능력의 변화를 조사한 이정희(2005)의 연구에서는 유의미한 향상이 나타났다. CNP(Curious Note Program) 교수-학습 모형을 과학영재 수업에 적용한 황요한(2009)의 연구에서도 과학탐구 능력의 향상을 보고하고 있다. 본 연구에서 적용한 SSC 실험 프로그램 과정을 살펴보면 학생들이 전적으로 과학자가 탐구하는 것을 경험하게 하기보다는 어느 정도 정해진 실험 과정에 따라 실험을 하는 경우가 많았다. 이것이 과학탐구 능력 점수에 유의미한 차이가 나타나지 않은 주된 원인이라고 생각한다. SSC 실험 수업을 통해 과학영재의 과학탐구 능력의 향상을 꾀하려면 과학영재 수업에 적용할 때 학생 스스로 흥미 있는 문제를 찾아내고 이를 정교화하며 스스로 탐구 계획을 세워서 수행하는 경험을 제공할 수 있도록 프로그램 수정 및 보완이 필요하다. 추후에 DCT뿐 아니라 다른 과학탐구 능력 검사 도구를 활용하여 SSC 실험이 과학탐구 능력에 미치는 영향을 지속적으로 연구해야 할 것이다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 SSC 실험 수업이 과학영재의 과학적 태도, 창의적 성격 특성, 과학탐구 능력에 미치는 영향을 조사하는 것이다. 연구 결과로부터 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, SSC 실험 수업은 중학교 과학영재의 과학적 태도를 유의미하게 향상시켰다( $p < .01$ ). 과학적 태도의 하위 영역 중 협동성, 자진성, 끈기성 영역에서 사전검사와 사후검사 점수 사이에 유의미한 차이가 나타났다. 즉, SSC 실험 수업이 과학영재의 과학적 태도 중 협동성, 자진성, 끈기성을 향상시키는데 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있다. 본 연구 결과 및 여러 선행연구 결과를 종합해보면 SSC 실험 수업은 초등학교 고학년 또는 중학교 저학년 일반학생 및 과학영재 학생에게 적용하는 것이 효과적임을 시사한다.

둘째, SSC 실험 수업은 중학교 과학영재의 창의적 성격 특성을 유의미하게 향상시켰다( $p < .01$ ). 창의적 성격 특성의 하위 영역 중 집착성 영역에서 사전검사에 비해 사후검사 점수에서 유의미한 향상이 나타났다. 이러한 결과는 SSC 실험 수업이 과학영재의 집착성을 향상을 통해 창의적 성격 특성을 신장시키는 데 효과적으로 적용될 수 있는 교수-학습 방법임을 시사한다.

셋째, SSC 실험 수업은 중학교 과학영재의 과학탐구 능력을 유의미하게 변화시키지 않았다( $p > .05$ ). 선행연구(박중윤, 홍지혜, 2007; 심병주, 2005)와 다른 결과가 나타난 1차적 원인은 개방형으로 구성되어 있는 검사도구의 특성으로부터 비롯된 것으로 보인다. 더불어 SSC 실험 수업을 진행할 때 학생 스스로 탐구 설계를 하기보다는 정해진 실험 과정을 따라 탐구를 수행한 것도 과학탐구 능력 점수에서 향상이 나타나지 않은 또 다른 원인으로 생각된다.

본 연구의 결과를 통하여 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

일반 학생에게 적용했던 SSC 실험을 과학영재의 특성에 기초하여 보다 심화된 프로그램으로 개발할 필요가 있다. 이렇게 개발된 SSC 심화 프로그램을 교육청 및 대학부설 과학영재교육원, 영재학급 등의 영재 프로그램으로 널리 보급하여 보다 많은 영재학생들이 경험할 수 있도록 하여야 할 것이다. 또한 SSC 실험 수업이 과학영재의 인지적 또는 정의적 측면에 미치는 효과를 양적 연구뿐 아니라 관찰 및 심층 면담 등의 질적 연구를 통해 보다 깊이 있게 조사하여야 할 것이다.

SSC 실험 수업이 과학탐구 능력에 미치는 영향을 조사하기 위해서는 SSC 실험을 하는 과정에서 학생들이 스스로 가설을 설정하고 탐구를 수행하는 등의 학생 중심의 개방적인 탐구 프로그램으로의 수정 및 보완이 필요할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 권재술, 김범기 (1994). 초 중학생들을 위한 과학탐구능력 측정도구의 개발. **한국과학교육학회지**, 14(3), 251-264.
- 김묘정 (2002). **과학영재 교육센터 중등 물리 교육 과정 분석과 물리영재를 위한 교육 과정의 개발**. 석사학위논문. 인천대학교.
- 김주훈, 이은미, 최고운, 송상선 (1996). **과학영재 판별 도구 개발 연구(I) - 기초 연구편**. 한국교육개발원 연구보고 CR-96-27. 한국교육개발원.
- 김재권 (2005). **영재아의 창의적 성격 특성과 과제 집착력 분석**. 석사학위논문. 충남대

학교.

- 김현경, 김정수, 최병순 (2007). Small-Scale Chemistry(SSC) Program 적용에 대한 과학고등학교 학생들의 과학관련 태도 변화. **국제과학영재학회지**, 1(2), 163-170.
- 김형도 (2005). **고등학교 1학년 과학영재학생과 일반학생의 창의적 성격 특성과 창의적 인지력 비교**. 석사학위논문. 한국교원대학교.
- 김효남, 정완호, 정진우 (1998). 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체제 개발. **한국과학교육학회지**, 18(3), 357-369.
- 동효관 (2002). **과학영재의 특성에 기초한 수업 프로그램이 유전개념 변화와 창의력에 미치는 효과**. 박사학위논문. 한국교원대학교.
- 류시경, 박종석 (2007). 고등학생들의 독창적인 문제발견 능력과 학업 성취도, 과학탐구 능력, 창의적 성격 특성과의 관계. **한국과학교육학회지**, 27(3), 263-271.
- 박선옥 (2009). **과학실험수업에 대한 초등과학영재들의 인식 분석**. 석사학위논문. 한국교원대학교.
- 박종윤, 홍지혜 (2007). 고등학교 화학2 수업에 적용한 Small-Scale Chemistry 실험의 효과. **한국과학교육학회지**, 27(4), 318-327.
- 신미영 (2008). **과학영재 프로그램의 학습 목표, 과학적 모형, 과학탐구의 인지 과정: 서울대학교 과학영재 프로그램을 중심으로**. 석사학위논문. 서울대학교.
- 심병주 (2005). **물질지도에서 Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 초등과학수업의 효과**. 석사학위논문. 서울교육대학교.
- 유미현, 윤희숙, 홍훈기 (2006). Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 고등학교 과학 수업의 효과. **대한화학회지**, 50(3). 256-262.
- 유미현, 윤희숙, 홍훈기 (2007). Small-Scale Chemistry(SSC)를 적용한 화학I 수업이 자연계열 고등학생의 학업적 자기효능감 및 과학 관련 정의적 특성에 미치는 영향. **대한화학회지**, 51(5), 433-446.
- 유미현 (2008). **과학영재의 사회·정의적 특성과 과학관련 인식 향상을 위한 ‘과학자 탐구 프로그램’의 개발 및 적용 효과**. 박사학위논문. 서울대학교.
- 윤경미 (2004). **과학영재와 일반학생의 문제발견의 차이 및 문제발견에 영향을 미치는 제변인 분석**. 박사학위논문. 부산대학교.
- 윤진녀, 이지화, 문성배 (2007). Small-Scale Science를 활용한 과학 실험수업이 중3 학생들의 과학에 관련된 태도와 과학적 태도에 미치는 영향. **한국과학교육학회지**, 27(1), 1-8.
- 윤진녀, 문성배 (2007). Small-Scale Chemistry를 활용한 과학 실험 수업이 고등학생의 과학성취도, 파지효과와 과학적 태도에 미치는 영향. **한국과학교육학회지**, 27(9), 787-795.
- 윤희숙, 유미현 (2007). Small-Scale Chemistry를 적용한 ‘화학 및 실험’ 강좌가 초등 예비교사의 실험 활동에 대한 태도 및 과학 교수 효능감에 미치는 효과. **초등과학고**

- 육, 26(4), 449-458.
- 이경화 (2002). 대학생의 창의적 능력과 창의적 성격 특성 탐색을 위한 기초 연구. **영재와 영재교육**, 1(2), 47-68.
- 이정희 (2005). **과학영재의 정의적 특성 및 영재성 인식에 관한 연구: 과학일지 쓰기 활동을 중심으로**. 박사학위논문. 서울대학교.
- 임현수 (1998). **창의성 측정 도구의 타당화 연구**. 석사학위논문. 서울대학교.
- 정문호 (2008). **과학영재교육원 교육프로그램 평가기준 개발**. 박사학위논문. 단국대학교.
- 한기순 (2003). **과학영재**. 박성익, 조석희, 김홍원, 이지현, 윤여홍, 진석원, 한기순(편). 영재교육학원론. 서울: 교육과학사.
- 황요한 (2009). **과학영재의 과학탐구능력 향상을 위해 자율성을 강조한 CNP 교수 학습모형의 개발과 적용**. 석사학위논문. 경북대학교.
- Betts, G. T. (2004). Fostering autonomous learners through levels of differentiation. *Roeper Review*, 26(4), 190-191.
- Bradley, J. D., Durbach, S., Bell, B., & Mangarulire, J. (1998). Hands-on practical chemistry all-why and how? *Journal of Chemical Education*, 75(11), 1406-1409.
- Brandwein, P. F. (1988). *Science talent: In an ecology of achievement*. In P. F. Brandwein, A. H. Passow(Eds). Gifted young in science. Washington, DC: NSTA.
- Callahan, C. M., Hunsaker, C. L., Adams, C. M., Moore, S. D., & Bland, L. C. (1995). *Instruments used identification of gifted and talented students*, (Report No. RM-95130). NRC/GT, (ERIC Document Reproduction Service No. ED346082).
- Fowler, M. (1990). Diet cola test. *Science Scope*, 13(4), 32-34.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52, 201-217.
- Lazarowitz, R., & Tamir, P. (1994). *Research on using laboratory instruction in science*. In D. L. Gabel (Ed.), Handbook of research on science teaching and learning. New York: Macmillan.
- Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi Delta Kappan*, 60(3), 180-184, 261.
- Thompson, S. (1989). *CHEMTREK*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Waterman, E. L., & Thompson, S. (1995). *Small-scale chemistry laboratory manual*. Menlo Park, CA: Addison-Wesley Publishing Company.
- Watters, J. J., & Diezmann, C. M. (2003). The gifted student in science: Fulfilling potential. *Australian Science Teachers Journal*, 49(3), 46-53.

= Abstract =

## The Effect of SSC(Small-Scale Chemistry) Lab Program on Scientifically Gifted Students' Scientific Attitude, Creative Personality Characteristics and Science Inquiry Skills

Mi-Hyun Yoo

*Ajou University*

The purpose of this study was to examine the effect of SSC(Small-Scale Chemistry) lab program applying to scientifically gifted students' classes. The participants were 15 the middle school scientifically gifted students selected and enrolled in science-gifted education center of university. SSC lab program was applied for 3 month with 5 topics. The research design was one group pretest-posttest design, the data were analyzed using the PASW 18 statistics program. The results of this study were as follows: First, the scientific attitude of scientifically gifted students was improved significantly( $p < .01$ ) after applying SSC lab program. Especially, there were significant difference between pre-test and post-test in the scores of cooperativity, spontaneity, perseverance, which were the sub-region of scientific attitude. Second, the creative personality characteristics of scientifically gifted students showed statistically significant improvements( $p < .01$ ) after applying SSC lab program. Especially, there was significant difference between pre-test and post-test in the scores of adhesion, which was a sub-region of the creative personality characteristics. Third, there were no significant differences in the science inquiry skills between before and after applying the SSC lab program in the scientifically gifted students' classes( $p > .05$ ). The results suggest that SSC Lab program is an effective program in scientifically gifted students' classes.

**Key Words:** Small-Scale Chemistry(SSC) lab program, Scientifically gifted student, Scientific attitude, Creative personality characteristics, Science inquiry skills

1차 원고접수: 2010년 6월 29일
수정원고접수: 2010년 8월 10일
최종게재결정: 2010년 8월 18일