

ORIGINAL ARTICLE

과제연구 프로그램이 고등학생들의 과학 탐구능력 및 과학에 관련된 태도에 미치는 영향

정혜영·문성배*
(부산대학교)

The Effects of Research Project Program on the Science Process Skills and Science-Related Attitudes of High School Students

Jung Hae-young · Moon, Seong-bae*
(Pusan National University)

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effects of research project program of science process skills and science-related attitudes for high school students. This study were accompanied by 72 junior students of G High School who were reorganized as students whose research subject was closely related to chemistry. These students went through 28 periods of 14 sessions of research project program, were tested before and after the study on their science process skills and science-related attitudes. A simple questionnaire afterwards to get their thoughts on this program, was surveyed. The results are as follows.

First, the research project program was effective in the science process skills ($p < 0.01$). There was a statistically meaningful difference in the subcategory of deduction, setting up hypotheses, finding variables, building experiments, graphing and interpreting data. Although there was an increase in the average scores of prediction, operant definition, and generalization factors, it was not statistically meaningful ($p > 0.05$). Second, the research project program showed an increase in the post-test of the science-related attitudes but was not statistically meaningful ($p > 0.05$). In terms of subcategory, the social importance of science, criterion of scientists, application of scientific attitude, and enjoyment of science classes were statistically meaningful ($p < 0.05$). Third, according to the survey of research project program, there was an increase in creating a research problem and solving it by oneself as well as in participating with other teammates to solve a problem. But the most difficult thing was when the experiment failed during the research was processing. The curiosity and interest, towards objects around all lives and science classes after the program done, were increased.

Key words : Research Project Program, Science Process Skills, Science-Related Attitudes

I. 서론

현대사회를 살아가기 위해서 필요한 과학 지식은 기하급수적으로 늘어나므로 학생들이 잘 구조

화하여 습득할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 그리고 과학은 자연에 대한 체계적인 탐구를 통하여 자연에 대한 이해를 추구하는 학문이므로 과학의 본질적 의미에 맞도록 과학탐구 방법과 개념 체계

Received 29 October, 2014; Revised 11 December, 2014; Accepted 26 December, 2014

*Corresponding author: Moon Seong-Bae, Busan Nat'l Univ. 2, Busandaehak-ro 63beon-gil, Geumjeong-gu, Busan, 609-735 Korea

Phone: +82-51-510-2692

E-mail: sbmoon@pusan.ac.kr

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

를 가르쳐야 한다. 특히 앞으로 미래사회를 창조해 갈 학생들에게 제공해야 할 과학교육은 과학의 지식내용 뿐 아니라 학생의 탐구활동을 강조하는 탐구·실험 중심의 과학교육이 요구된다. 과학탐구는 과학에 대한 긍정적인 태도 및 흥미와 동기를 유발하고, 사회적 상호작용의 길을 향상시키는 중요한 기능을 포함한다(신현화와 김효남, 2010; Veermans et al, 2005). 또한 과학탐구는 학생들이 과학적으로 사고하는 방법을 배울 수 있는 가장 효과적인 방법이며, 문제 해결력, 의사소통 능력 및 사고력을 발달시켜 학생 스스로 과학 지식을 생성하도록 하는 유용한 방법이다(Akerson & Hanuscin, 2007). 따라서 과학교육은 탐구활동을 통해 기본개념을 이해하도록 하며 아울러 개념을 자연탐구와 일상생활의 문제 해결에 적용할 수 있도록 학습 기회를 제공해야 한다(교육과학기술부, 2008).

우리나라 과학교육은 3차 교육과정 이후 탐구방법을 이해시키고 실제로 탐구할 수 있는 능력을 길러주기 위한 탐구중심 활동을 강조해 왔다. 특히 제 7차 과학과 교육과정에서는 교과서를 탐구활동 중심으로 구성하였다. 그럼에도 불구하고 실제로 초등학교 및 중학교에서 탐구활동을 50% 이상 수행하는 교사는 50%를 넘지 않을 정도로 탐구활동 수행 정도가 매우 부족하다(이양락, 2004). 또한 실질적인 탐구능력 교육을 위한 탐구활동 중심의 교육과정 구성이 이루어지지 못했음이 지적되고 있다(김주훈과 이미경, 2003).

과학탐구는 과학자가 실제로 자신의 연구를 수행하는 동안 나타나는 탐구활동이며(Dunbar, 1995; Chinn & Hmelo-Siver, 2002), 지식체계가 아니라 지식을 얻는 과정, 방법 혹은 활동으로 표현되며 문제해결, 발견, 반성적 사고의 과정을 포함한다(정완호 등, 1998). 탐구로서의 과학을 증진시키기 위해서는 학생들이 과학적 탐구에 능동적으로 참여하여 과학적 설명의 구성과 관련된 인지적, 조작적 기능들을 실제로 사용해야 한다(권재술과 김범기, 1994). 그러나 학교 현장에서 탐구활동은 학생이 자기 주도적으로 수행하기보다는 결과를 얻기 위해 과정이 안내된 탐구로 하나의 정답을 향하여 연구 문제와 방법 등이 주어진 형태의 탐구가 주를 이루어 왔다(김재우, 2000). 즉, 교사가 설명하는 과정에 학생은 교사의 지시에 따라 맹목적으로 활동할 뿐 자신이 수행하고 있는 활동의 목적이나 의미

등의 중요한 내용을 이해하지 못하고 있다(Bell et al, 2003; Germann et al, 1996). 이러한 탐구활동은 학생이 다양한 문제를 종합적으로 탐구하는 기회를 갖지 못하므로 학생들은 학습의 일부만 경험하고 탐구 수준이 낮아서 기대되는 효과를 얻을 수 없다(이정화, 2010). 따라서 학생들의 과학에 대한 흥미와 즐거움, 도구적 동기 유발 및 과학에 대한 가치 인식, 과학에 대한 자신감 등은 학교 급이 높아질수록 낮다(곽영순 등, 2006). 또한 TIMSS의 교육 성취도 국제 비교 연구 결과에서도 우리나라 학생들의 과학에 대한 자신감, 과학에 대한 가치 인식, 과학에 대한 흥미 등이 매우 낮은 것으로 나타났다(박정 등, 2004).

이러한 문제점을 보완하기 위해 2007년 과학과 교육과정에서는 학생들이 과학에 흥미를 가지고 과학을 학습하고, 탐구 기능을 강화하고, 과학 분야의 진로를 추구하기 위하여 학생 스스로 관심 있는 주제를 선택하여 장기간 탐구 활동을 실시하게 하는 ‘자유탐구’를 신설하였다(교육과학기술부, 2008). 그 이후 초등학교 6학년 심화과정으로 자유탐구 활동 및 중학생을 대상으로 자유탐구 활동의 효과에 대한 연구가 많이 진행되어 왔다(안희정, 2013; 박진주, 2011; 변선미, 2011; 나현영, 2011; 조아미, 2011; 박중호 등, 2001). 외국의 경우 고등학교 화학 수업에서 자발적 탐구활동을 통해 스스로 탐구 설계하는 과정을 경험하게 하여 발견에 대한 내적 보상을 얻도록 하였다(Backus, 2005). 반면에 우리나라는 입시위주의 교육현실 때문에 고등학생에게 실질적인 탐구를 적용한 선행 연구는 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 고등학생들을 대상으로 자기 주도적 탐구활동을 강조한 과제연구 프로그램을 적용하여 고등학생들의 과학 탐구능력과 과학에 관련된 태도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다. 또한 과제연구 프로그램에 대한 학생들의 인식을 알아보고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 U광역시 과학중점 교육과정을 운영하고 있는 고등학교 2학년 학생 중 과제연구의 연구 주제를 선택한 팀으로 재편성된 2개의 학급 72

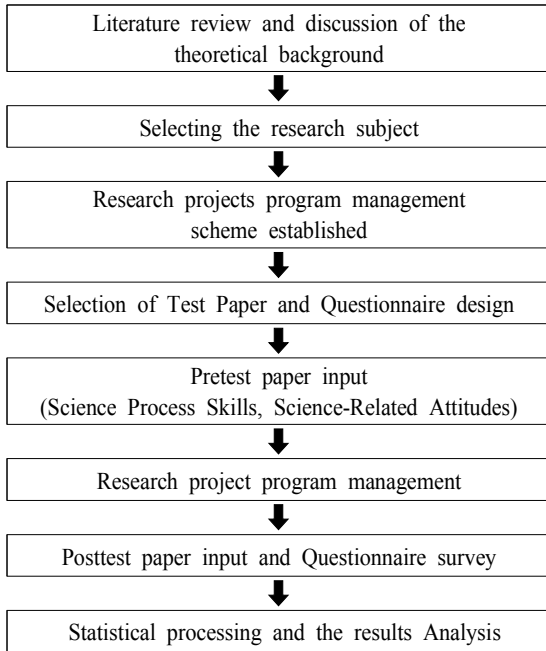


Fig. 1. Research Procedure.

명을 대상으로 실시하였다. 이 학교는 이공계열에 흥미를 가진 학생들이 지원하여 과학교양, 과학 융합, 비교과 활동 등 일반계 고등학교와 다른 과학 중점 교육과정을 운영하고 있다. 과제연구 프로그램 투입 전 자율적으로 3인 1조로 조를 구성하게 하였으며, 스스로 연구 주제를 선정하여 제출하게 하였다. 이 중 연구 주제를 화학 관련 내용으로 구성된 조를 모아 재편성하여 2학년 72명으로 구성하였다.

연구 대상자는 2013년 3월 12일부터 7월 9일까지 총 14회 28차시에 걸쳐 과제연구 프로그램을 수행하였으며 사전검사와 사후검사는 프로그램 실시 전후 1주일 이내에 실시하였다.

2. 연구 절차

본 연구는 이론적 배경 고찰 및 문헌조사, 과제 연구 프로그램 운영 방안 수립, 검사지 선정 및 설

문지 작성, 적용 및 분석의 단계로 연구를 진행하였으며 구체적인 절차는 Fig. 1과 같다.

3. 연구 설계 및 과정

본 연구에서 사용한 설계방법은 과학중점 교육 과정을 이수하고 있는 고등학교 2학년 72명을 대상으로 단일 집단 사전·사후 검사를 하였으며 연구 설계는 Fig. 2와 같다. 과학 탐구능력 및 과학에 관련된 태도 사전검사를 실시하였다. 그리고 프로그램 적용 후 사후검사 및 프로그램 인식에 대한 설문조사를 하였다.

과제연구 프로그램의 적용은 14회, 28차시의 프로그램을 연구자가 주교사로 수행하였다. 그리고 동료 과학교사 2인이 보조교사로 한 학급에 2인 교사체제로 정규 교육과정에 편성되어 과학실에서 진행되었다. 1회 수업 시 2시간 블록타임으로 하여 탐구의 흐름을 잃지 않도록 하였으며, 특별로 탐구의 진행 속도와 필요에 따라 과제를 지속적으로 연구할 수 있도록 과학실을 개방하였다.

4. 검사 도구

과학 탐구능력을 측정하기 위하여 김병관(1997)이 번역한 Burns, Okey 및 Wise(1985)의 TIPS II (Test of Integrated Process Skills II)의 5가지 하위 영역(가설 설정, 변인 찾기, 조작적 정의, 실험 설계, 그래프화 및 데이터 해석) 36문항과 권재술과 김범기(1994)가 개발한 과학 탐구능력 검사지(TSPS, Test of Science Process Skills)의 3가지 하위 영역(예상, 추리, 일반화) 9문항을 선택하여 총 45문항을 사용하였다. 각 검사지의 하위 영역은 ‘기초 탐구능력(예상, 추리)’, 통합 탐구능력(가설 설정, 변인 찾기, 조작적 정의, 실험 설계, 그래프화 및 데이터 해석, 일반화)으로 재분류하여 사용하였다. TIPS II와 TSPS의 정답은 1점, 오답 및 무응답은 0점으로 채점하였다. 사전·사후 모두 동일한 검사지를 사용하였으며, 검사의 신뢰도 계수(Cronbach α)

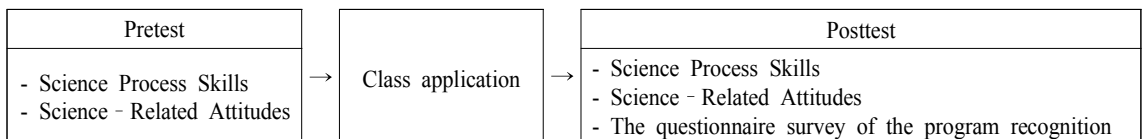


Fig. 2. Research design.

는 0.78이었다.

과학에 관련된 태도 검사는 Fraser(1981)가 개발한 TOSRA(Test of Science-Related Attitudes)를 우리나라 실정에 맞게 수정·보완한 허명(1993)의 검사지를 사용하였다. TOSRA는 과학에 대한 태도를 알아보는 70개의 문항으로 구성된다. TOSRA는 긍정 문항 35개, 부정 문항 35개의 리커트 척도 문항으로 이루어지며, 사전검사의 문항 내적 신뢰도(Cronbach α)는 .86이고, 사후검사의 문항 내적 신뢰도(Cronbach α)는 .84이다. 본 연구에서는 사전·사후 두 번의 검사를 위해 각 영역별로 5문항씩 추출, 35개의 문항으로 구성된 두 개의 검사지로 나누어 사용하였다. 과학에 대해 긍정적인 태도를 표현하는 문항의 경우 매우 찬성 5점, 찬성 4점, 보통 3점, 반대 2점, 매우 반대 1점으로 채점하였다. 과학에 대해 부정적인 태도를 표현하는 경우는 이와 반대로 채점하였다.

과제연구 프로그램을 적용한 후 프로그램에 대한 학생들의 인식을 조사하기 위하여 설문지를 만들었다. 설문지 문항은 3개이며, 수업 프로그램 활동을 수행하면서 ‘가장 도움이 되었다고 생각하는 점은 무엇인가’, ‘가장 어려웠던 점은 무엇인가’, 수업 프로그램 활동이 ‘자신의 어떤 면이 변화되었다고 생각하는가’ 라는 내용으로 구성하였다. 설문지의 문항은 완전 개방형으로 학생들은 특별한 제한 없이 자신의 생각을 자유롭게 기술할 수 있도록 하였다.

5. 과제연구 프로그램의 적용 및 자료 분석

과제연구 프로그램은 조 편성 및 연구 주제 선정, 과제연구 계획서 작성 및 물품 신청, 과제연구 수행 및 피드백, 과제연구 보고서 작성 및 결과 포스터 작성, 과제연구 결과 포스터 발표의 5단계로 총 14회, 28차시로 구성하였다. 2013년 3월부터 7월까지 총 14회, 28차시의 프로그램을 수행하였다. 처치 전 학생들에게 과학 탐구능력 및 과학에 관련된 태도 검사지를 투입하여 사전검사를 실시하였다. 또한 처치 후 같은 방법으로 탐구능력 및 과학에 관련된 태도 검사를 하였으며, 과제연구 프로그램의 인식을 묻는 설문 조사를 하였다. 검사 결과는 SPSS 21.0 프로그램을 이용하여 통계 처리하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학 탐구능력에 미치는 영향

과제연구 프로그램이 학생들의 과학 탐구능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 프로그램 투입 전과 후에 실시한 검사에 대한 t-검정 결과를 Table 1에 나타내었다.

Table 1에서 보면, 평균은 사전검사 36.19점 및 사후검사 38.33점으로 사후검사에서 더 높았으며 통계적으로 유의미하였다($p < 0.01$). 이는 과제연구 프로그램이 학생들의 과학 탐구능력 향상에 긍정적인 영향을 미쳤다고 생각된다.

자유탐구를 중학생에게 적용하였을 경우 과학 탐구능력 향상에 효과가 없었다(변선미, 2011). 그러나 초등학생의 경우 탐구활동의 지식과 방법을 적용한 교수-학습 활동(임수진, 2009) 및 기초탐구 과정 프로그램 적용(고경석, 2009) 연구에서는 자유탐구활동이 과학 탐구능력의 신장에 긍정적 영향을 미친 결과가 나타났다. 또한 자유탐구 주제 만들기에 중점을 둔 자유탐구 활동이 초등학생의 과학 탐구능력의 신장에 긍정적인 영향을 미친다는 연구(이정화, 2010)는 본 연구결과와 같았다. 현재 중학생 및 고등학생을 대상으로 한 탐구중심 수업의 탐구 능력 향상에 대한 연구는 미비하다.

본 연구에서는 과제연구 프로그램이 탐구능력의 기초 탐구능력에 대한 하위 요소에 긍정적인 영향을 미치는지를 알아보았다. 처치 전후에 예상과 추리 두 영역 모두 사후에 평균점수가 증가하였으며 특히 추리의 경우는 유의미한 차이가 있었다($p < .01$). 그 결과는 Table 2에 나타내었다. 이는 과제연구 프로그램이 기초 탐구능력을 향상시키는데 도움을 준 것으로 보인다. 이러한 결과는 초등학생을 대상으로 한 자유탐구 활동에서 기초 탐구능력이 긍정적으로 향상되었으며, 하위 요소 중 추리가 통계적으로 유의미하였다는 선행연구(조아미, 2011; 이미옥, 2002; 권난주와 이은희, 2007)와 일치하였다.

Table 1. t-test summary of science process skills within experimental group

Test time	N	M±SD	df	t	p
Previous	72	36.19±5.51	71	3.18	.002**
Post	72	38.33±5.61			

** $p < .01$

통합 탐구능력의 하위 요소에 대한 사전·사후 결과는 Table 3과 같다. 모든 하위 요소의 사후검사 평균점수는 증가하였으며, 가설 설정, 변인 찾기, 실험 설계, 그래프화 및 데이터 해석의 경우 통계적으로 유의미하였다($p < .05$). 이는 과제연구 프로그램이 통합 탐구능력 향상에 긍정적인 영향을 주는 것으로 여겨진다. 따라서 과제연구 프로그램은 자기 주도적으로 주제선정, 실험설계, 결론 도출 및 일반화까지 모든 과정을 스스로 하므로 통합 탐구능력이 향상되었다고 여겨진다.

중학생을 대상으로 한 자유탐구 활동이 통합 탐구능력에 영향을 미치지 못했지만(변선미, 2011), 초등학생의 자유탐구 활동은 통합 탐구능력 신장에 긍정적이었다(박종호 등, 2001), 또한 기초 탐구 과정 프로그램 적용이 초등학생의 통합 탐구능력 신장에 긍정적인 영향을 미친다는 연구결과(고경석, 2009)는 본 연구 결과와 같았다.

2. 과학에 관련된 태도에 미치는 영향

과제연구 프로그램을 활용하여 학생들의 과학에

관련된 태도에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 프로그램 투입 전과 후에 실시한 검사에 대한 t-검정 결과를 Table 4에 나타내었다.

Table 4에 나타난 바와 같이 평균점수는 사전검사 127.28점, 사후검사 129.44점으로 사후검사에서 더 높은 점수가 나타났다. 이는 과제연구 프로그램이 학생들의 과학에 관련된 태도에 긍정적이지만 통계적으로 유의미한 차이는 없었다($p > .05$).

자유탐구 활동을 적용한 연구 결과를 보면, 초등학생들의 과학적 태도에 긍정적인 영향(박진주, 2011) 및 중학생들의 과학에 대한 흥미와 과학적 태도에 긍정적인 영향을 주는 보고가 있었다(안희정, 2013). 그러나 본 연구결과는 초등학생을 대상으로 한 자유탐구 실시 결과에서 과학적 태도에 별 영향을 미치지 않았다는 결과와 일치하였다(박종호 등, 2001; 이미옥, 2002). 따라서 이러한 연구 결과들로부터 학생 스스로 관심 있는 주제를 선택하여 자기 주도적으로 탐구하는 활동 후 나타나는 과학에 관련된 태도의 변화는 연구 대상과 연구 시기 등에 따라 다르게 나타날 수 있다. 따라서 연구대

Table 2. Mean and standard deviation in subcategory of basic science process skills within experimental group

Source	Test time	N	M±SD	df	t	p
Expectation	Previous	72	2.51±0.55	71	1.66	.101
	Post	72	2.67±0.58			
Inference	Previous	72	2.47±0.62	71	3.00	.004**
	Post	72	2.72±0.48			

** $p < .01$

Table 3. Mean and standard deviation in subcategory of integrated science process skills within experimental group

Source	Test time	N	M±SD	df	t	p
Setting up hypothesis	Previous	72	6.80±1.65	71	3.53	.001**
	Post	72	7.49±1.47			
Finding variables	Previous	72	9.53±1.99	71	2.22	.030*
	Post	72	10.01±1.98			
Operational definition	Previous	72	4.64±1.30	71	.17	.863
	Post	72	4.67±1.32			
Experimental Design	Previous	72	2.56±0.65	71	2.85	.006*
	Post	72	2.79±0.47			
Data analysis and graphing	Previous	72	5.15±1.08	71	2.43	.018*
	Post	72	5.50±1.05			
Generalization	Previous	72	2.44±0.63	71	1.12	.265
	Post	72	2.54±0.63			

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

Table 4. t-test summary of science-related attitudes process skills within experimental group

Test time	N	M±SD	df	t	p
Previous	72	127.28±13.43	71	1.57	.120
Post	72	129.44±14.98			

상과 연구 방법, 연구시기에 따라 더 면밀한 연구가 필요한 것으로 보인다.

과제연구 프로그램을 활용한 실험집단 내에서 과학에 관련된 태도의 하위요소에 미치는 영향이 있는지를 알아보았다. 실험집단은 프로그램 처치 전후에 과학자의 사회적 의의, 과학자들의 기준, 과학적 태도의 적용, 과학 수업의 즐거움 영역은 사후검사 결과가 사전검사보다 평균점수가 모두 향상되었으며 통계적으로 유의미하였다($p<.05$). 그 결과는 Table 5에 제시하였다. 이는 과제연구 프로그램이 학생들의 과학에 관련된 태도의 모든 하위요소에 긍정적 영향을 준다고 여겨진다.

특히 과학 탐구에 대한 태도, 과학에 대한 취미로서의 관심, 과학 직업에 대한 관심 영역의 경우 사후검사 평균점수가 사전검사 평균점수보다 오히려 감소하였지만 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다($p<.05$). 현행 교육과정에서 과제연구 교과목이 전문교과로 분류되어 대학 입시에 상대평가로 반영되므로 학생들의 과도한 경쟁분위기 유발 및 학생들이 탐구과정에서 즐거움과 보람을 느끼

지만 상당한 시간과 노력이 필요하다고 여겨진다. 이러한 것들이 과학에 관련된 태도 결과에 반영된 것으로 여겨진다. 따라서 학생들이 탐구과정에서 그 자체의 즐거움과 보람을 느끼는데 부정적 영향을 미치므로 과정에 중점을 두는 평가방법의 개선이 필요하리라 생각된다.

3. 과제연구 프로그램에 대한 학생들의 인식

과제연구 프로그램이 실시된 후 설문 조사로 얻어진 프로그램에 대한 학생들의 인식은 다음과 같다.

첫째, 프로그램 활동을 수행하면서 가장 도움이 되었다고 생각하는 것은 ‘과학 탐구방법의 향상’ 24.26% 및 ‘협동심 함양’ 23.25%이었다. 연구주제 선정에서부터 실험 설계, 결론도출 및 보고서 작성, 결과 발표 및 환류의 과정을 자기 주도적으로 계획·실천 하면서 학생들은 과학적 탐구 과정을 직접 느껴보았으며 간접적으로 과학자들의 활동을 체험해 볼 수 있었다. 또한 이공계에 관심을 갖고 있으며 또한 관련 분야로의 진로를 계획하고 있는 연구대상자들에게 과제연구는 그 과정 자체를 경험한 것이 큰 도움이 되었다고 진술하였다. 그리고 3인 1조의 팀으로 한 학기 동안의 조별활동은 학생들에게 협동의 중요성과 의사소통의 방법을 배울 수 있는 좋은 기회였다고 하였다. 3명의 의견을 종합하여 결론을 도출해 나가는 과정에서 적지 않은

Table 5. Mean and standard deviation in subcategory of science-related attitudes within experimental group

Source	Test time	N	M±SD	df	t	p
Social significance of science	Previous	72	18.22±2.05	71	6.06	.000**
	Post	72	20.35±2.64			
Criteria of scientists	Previous	72	16.74±2.43	71	3.57	.001**
	Post	72	17.85±2.27			
Attitude of scientific inquiry	Previous	72	18.57±2.82	71	-2.99	.004**
	Post	72	17.44±3.09			
Application of scientific attitude	Previous	72	18.61±2.59	71	2.80	.007**
	Post	72	19.50±2.55			
Interest in science as a hobby	Previous	72	17.80±3.18	71	-2.52	.014*
	Post	72	17.14±3.45			
Enjoyment of science classes	Previous	72	18.93±3.01	71	2.39	.020*
	Post	72	19.64±2.87			
Interest in the scientific career	Previous	72	18.40±3.24	71	-2.07	.042*
	Post	72	17.63±3.46			

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

조원들 간의 갈등도 있었다고 하였다. ‘과학에 대한 흥미 증가’는 14.15%로 세 번째 많은 의견이었다. 이는 학생들이 자신의 연구 주제에 대해 애착을 많이 가지고 있었으며 능동적이고 적극적으로 결과를 얻기 위하여 노력하였다. 또한 학생들은 개인 시간을 활용하여 실험하였고, 계속된 실패에도 포기하지 않는 집중력을 보였다. 그리고 과제연구 시간에 화학실은 각자 자신의 연구 과제를 해결하기 위해 동서분주하는 학생들로 생동감이 가득했다. 학생들은 이러한 과정에서 과학에 대한 흥미가 더욱 생겨났다고 하였다.

이와 유사한 연구결과는 중학생 20명의 과학 동아리학생들을 대상으로 자유탐구를 실시한 후 89%의 학생이 자유탐구가 본인에게 도움이 된다는 인식조사가 있었다(은정매, 2013). 구체적으로 도움이 된 것은 ‘주제 선정부터 탐구의 전 과정을 스스로 진행한 점’, ‘새로운 과학 지식 습득’, ‘사고력 향상’, ‘모둠 활동의 경험’ 순으로 답변이 많았다. 그러므로 학생들은 전통적인 과학수업을 통해서 경험해 볼 수 없었던 과학탐구의 전 과정을 직접 체험해 보았다는 것에 큰 의미를 부여하는 것으로 보인다.

두 번째, 프로그램 활동을 수행하면서 가장 어려웠던 점은 과제연구의 주제 선정(22.25%)이었다. 주제를 정하는데 두 달 이상의 충분한 시간이 부여되었지만 자신이 정한 주제가 실험으로 검증 가능한지를 확인하기 위해 실험을 구체적으로 설계하는 과정에서 시간, 돈, 환경적인 문제에 부딪혀 주제를 다시 탐색해야 하는 경우가 많이 발생하였다. 프로그램의 안내 과정에서 과학전람회 출품작이나 작년 프로그램 적용 후 얻은 결과 포스터들을 예시 자료로 제공하였지만, 주제 선정을 처음 자신들이 하는 과정이므로 매우 힘들었다고 하였다. 두 번째로 많은 의견은 계획과 다른 실험결과(15.17%)가 나왔을 때 가장 힘들었다고 하였다. 학생들은 실험 과정에서 자신의 예상과 다른 실험 결과가 나왔을 때 많이 당황하였으며 연구계획을 수정하고 필요한 물품을 다시 신청 및 구비되기까지 기다리는 과정에서 많은 인내심이 필요했다고 하였다. 세 번째로 많은 의견은 실험을 통해 얻은 데이터들을 정리하고 보고서를 작성하는 단계(12.13%)가 어려웠다고 하였다. 학생들은 실질적으로 데이터를 표나 그래프로 정리하는 활동에 대한 경험이 많이 부족했

으며 실험 결과를 정리된 보고서로 작성해 볼 기회가 거의 없었기 때문에 보고서 작성과정이 어려웠다. 그 밖에 한 학기동안 연구를 진행하면서 조원들과 의견을 조율하고 합의하고 협동해야 하는 과정(10.11%)이 힘들었다는 의견도 있었다.

이러한 결과는 과학 동아리 중학생들을 대상으로 자유탐구 적용 후 학생들의 의견과 유사하다(은정매, 2013). 이 조사에서 자유탐구의 좋지 않은 점은 ‘주제 선정이 막막하다.’, ‘탐구 진행과정이 어렵다.’ 순으로 학생들의 대답이 많았다. 중학생의 여름방학을 이용한 자유탐구 활동 후 자유탐구 보고서와 학생들의 인식 조사한 연구(박미현 등, 2012)에서도 연구주제 선정 단계가 탐구수행 과정에서 가장 어려운 단계였다. 이러한 연구 결과를 종합하면 학생들은 자기주도적인 탐구활동을 할 때 주제 선정의 어려움을 가장 많이 느끼고 있었다. 또한 학생이 스스로 주제를 선정해 본 경험이 많이 부족했었고 학생들은 탐구주제가 지금껏 공개되지 않았던 새로운 것이거나 어려운 것을 해야 한다는 부담감을 많이 갖고 있었던 것으로 여겨진다.

셋째, 과제연구를 통하여 자신에게 어떤 변화가 생겼는지를 물어 보았더니 가장 많은 학생들이 과제연구 프로그램 종료 후 과학에 대한 흥미가 향상(29.17%)되었다고 하였다. 과학을 책이나 수업을 통해서만 접하다 직접 탐구의 과정을 겪으면서 과학이 재미있고 보람된 과정이라는 것을 느꼈으며, 과학 수업이 즐거워졌다고 하였다. 그 밖에 협동심 향상(13.89%), 과제에 대한 책임감 향상(12.50%), 문제해결능력(11.11%) 등의 의견이 있었다.

결론적으로 본 연구에서 고등학교 2학년을 대상으로 한 학기 동안 진행한 과제연구 프로그램이 학생들은 힘들었다고 하였지만, 교사 주도적이고 일률적인 수업에서 벗어나 학생들이 스스로가 탐구과정을 수행하면서 성취감을 얻고 과학에 대한 흥미가 증가하여 프로그램 만족도가 높았다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 고등학생들에게 탐구의 기회를 충분히 제공하고자 개발한 과제연구 프로그램을 정규 수업시간에 14회, 총 28차시 동안 적용 후 학생들의 과학 탐구능력과 과학에 관련된 태도에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 이에 대한 결론은 다음

과 같다.

첫째, 과제연구 프로그램이 학생들의 과학 탐구 능력 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 과학 탐구능력 검사에서 사후검사의 평균점수가 사전검사의 평균점수보다 더 높았으며 통계적으로 유의미하였다($p < .05$). 과학 탐구능력의 하위요소 중 추리, 가설 설정, 변인 찾기, 실험 설계, 그래프화 및 데이터 해석의 요소는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p < .05$). 그러나 예상, 조작적 정의 및 일반화 요소는 통계적으로 유의미하지 않았다($p > .05$).

둘째, 과제연구 프로그램이 학생들의 과학에 관련된 태도에 통계적으로 유의미하지 않았다($p > .05$). 그러나 모든 하위요소들은 통계적으로 유의미하게 나타났다($p < .05$). 이는 탐구결과를 중요하게 여기는 평가방법으로 인하여 일부 요소들의 사후 점수가 사전점수 보다 낮아져 나타난 것으로 여겨진다. 따라서 탐구과정에 대한 평가를 반영한다면 과학에 관련된 태도는 더 명확하게 얻어질 것으로 여겨진다.

셋째, 참여 학생들에게 프로그램에 대한 의견을 물어 본 결과, 과제연구 프로그램은 과학탐구 방법을 알게 해주었으며 조별 협동의 중요성과 의사소통 능력을 향상시키는데 도움을 주었다고 하였다. 과제연구 프로그램은 학생들이 기존에 접하던 수업방식과는 다르게 자기 주도적으로 수행해야 되기 때문에 어렵다고 하였다. 특히 연구주제의 선정 과정과 예상과 다른 실험 결과가 나왔을 때 힘들었다고 하였다. 이러한 어려움에도 불구하고 이 과정에서 학생들은 과학에 대한 흥미를 느꼈으며 성취감을 느낄 수 있었다. 이는 학생들이 부담감을 가지더라도 학생들에게 자기 주도적인 탐구 기회를 더 많이 제공해야 함을 시사하고 있다.

따라서 과제연구 프로그램은 학생들의 과학 탐구능력과 과학에 관련된 태도의 하위요소들을 향상시키는데 긍정적인 효과가 있었다. 고등학생들에게 탐구활동을 강조한 수업은 입시위주의 교육 환경에서 적용하기에 어려움이 있을 수 있다. 현재 고등학교에서 학생 주도적인 탐구활동은 소규모의 동아리 활동이나 R&E 프로그램, 과학전람회의 참여와 같이 매우 소수의 학생들만이 경험하고 있다. 그러므로 많은 학생들이 과학의 본질인 탐구를 스스로 경험해보고 이를 통해 과학에 대한 즐거움을

느낄 수 있도록 탐구를 강조한 다양한 프로그램의 개발이 필요할 것으로 보인다.

본 연구의 결론을 토대로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 과제연구 프로그램은 학생의 과학 탐구능력 및 과학에 대한 태도의 하위요소들의 향상에 긍정적으로 나타났으므로 학교 교육에 적극적으로 활용할 필요가 있다고 여겨진다.

둘째, 학생들의 과학 탐구능력과 과학에 관련된 태도를 신장시키기 위해서 지속적인 탐구전략을 강조한 수업의 적용이 필요하며, 다양한 수업 모형 개발과 교수·학습 자료 개발이 필요하다. 또한 초·중학생을 대상으로 하는 자유탐구에 관한 연구는 활발히 진행되고 있지만 고등학생을 대상으로 한 학생 중심의 자기 주도적 탐구과정에 관한 연구는 거의 없으므로 이에 대한 후속 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 여겨진다.

셋째, 현행 교육과정에서 과제연구 프로그램은 과학과 전문교과로 분류되어 상대평가를 하도록 되어 있다. 학생들의 자기 주도적인 탐구과정을 통해 순수한 의미의 과학에 대한 즐거움과 내적 보상을 얻기 위해서는 절대 평가의 방법이나 '이수', '미이수'와 같은 평가 방법으로 개선해야 할 필요가 있다고 여겨진다.

참고 문헌

- Ahn, Hee-jeong(2013). The Influence of Free Inquiry Activities on Science Learning Motivation and Attitude Toward Science of Middle School Students, Master Thesis, Pusan National University.
- Akerson, V. L. & Hanuscin, D. L.(2007). Teaching Nature of Science Through Inquiry: The Results of a Three-year Professional Development Program, *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 653-680.
- Backus, L. A.(2005). Year with out Procedures: Removing Procedures from Chemistry Labs Creates Opportunities for Student Inquiry, *Science Teacher*, 72(7), 54-58.
- Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A. & Lederman, N. G.(2003). Just do it? Impact of Science Apprenticeship Program on High School Students' Understanding of the Nature of Science and Scientific Inquiry, *Journal of*

- Research in Science Teaching, 40(5), 487-509.
- Burns, J. C., Okey, J. R. & Wise, K.C.(1985). Development of an Integrated Process Skills Test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(2), 169-177.
- Byun, Sun-mi(2011). Effects of the Free Inquiry Activities of the 2007 Revised Educational Curriculum on the Science Process Skills of Middle School Students and a Survey on the Students' Perception, Master Thesis, Korean National University of Education.
- Chinn, C. A. & Hmelo-Silver, C. E.(2002). Authentic Inquiry: Introduction to the Special Section, *Science Education*, 86(2), 171-174.
- Cho, Ah-my(2011). The Influence of Free Inquiry Activities on the Science Process Skills and the Science Anxiety of Elementary School Students, Master Thesis, Korean National University of Education.
- Dunbar, K.(1995). How scientists really reason: Scientific Reasoning in Real-world Laboratories. In R. J. Sternberg and J. E. Davidson Eds., *The Nature of Insight*.(pp.365-395), Cambridge: MIT Press.
- Eun, Jung-mae(2013). Analysis of Middle School Students' Performance and Recognition on an Open Inquiry, Master Thesis, Seoul National University.
- Fraser, B. J.(1981). Test of Science-Related Attitude: Handbook. Hawthorn, The Australian Council for Education Research.
- Germann, P. J., Haskins, S. & Auls, S.(1996). Analysis of Nine High School Biology Laboratory manuals: Promoting scientific inquiry, *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 475-499.
- Go, Gyeong-seok(2009). Effect on Science Inquiry Ability and Free Inquiry Process of Elementary Student Applying Fundamental Inquiry Program, Master Thesis, Cheongju National University.
- Hur, Myung(1993). Survey on the Attitudes toward Science and Science Courses of Primary and Secondary Students, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 17, 131-156.
- Jung, Wan-ho, Kwon, Jae-sool, Jung, Jin-woo, Kim, Hyo-nam, Choi, Byung-soon & Hur, Myung (1998). *Class model of Science*, KyoYookBook: Seoul.
- Kim, Beyong-gwan(1997). Logical Thinking Abilities and Science Process Skills of Korean Secondary School Science Teachers, Master Thesis, Korean National University of Education.
- Kim, Joo-hoon & Lee, Mee-kyeong(2003). Research on the Objectives and Contents System of the Science (I). Korea Institute for Curriculum and Evaluation, Research report RRC 2003-4.
- Kim, Jae-woo(2000). Case analysis on the Process of Middle School Students' Setting Scientific Inquiry Problems, Ph.D Thesis, Seoul National University of Education.
- Kwak, Young-soon, Kim, Chan-jong, Lee, Yang-rak & Jeong, Duuk-sil(2006). Investigation on Elementary and Secondary Students' Interest in Science, *Korean Earth Science Society*, 27(3), 260-268.
- Kwon, Jae-sool & Kim, Beom-ki(1994). The Development of an Instrument for the Measurement of Science Process Skills of the Korean Elementary and Middle School Students, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 14(3), 251-264.
- Kwon, Nan-joo & Lee, Eun-hee(2007). The Effects of Task-Based Learning Strategies on the Science Process Skills and the Scientific Attitudes of Elementary School Students, *Journal of the Korean Society of Elementary Science Education*, 26(2), 141-148.
- Lee, Jung-hwa(2010). The Effect of Open-Inquiry on the Elementary Students' Science-related Attitude, Science Process Skills and Teachers' Cognition, Master Thesis, Busan National University of Education.
- Lee, Mi-ok(2002). The Effect of Free Inquiry Activities on the Science Process Skills and Scientific Attitudes of Elementary School Students, Master Thesis, Korean National University of Education.
- Lee, Yang-rak(2004). Analysis of Curriculum Development Processes and the Relationship between General Statements of the Curriculum and Science Curriculum, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(3), 468-480.
- Lim, Su-jin(2009). The Influence of Free Inquiry Activities on the Science Process Skills and Creativity Increase of Elementary School Students, Master Thesis, Korean National University of Education.
- Ministry of Education, Science and Technology (2008). *Secondary School Education Process manual*, Daehan Textbook Publishing: Seoul.

- Na, Hyeon-yeong(2011). A Study on the Progressive Teaching Method for Effective Free Inquiry, Master Thesis, Korea University.
- Park, Chung, Jung, Eun-young, Kim, K.yung-hee, Han, Kyung-hye & Lee, Seo-young(2004). International Comparative Studies of 2004 Mathematics and Science Change-TIMSS 2003 Report. Korea Institute for Curriculum and Evaluation, Research report RRE 2004-3-2.
- Park, Jin-ju(2011). The Effect of Free Inquiry Activities on the Scientific Learning Motivations and Scientific Attitudes of Elementary School Students, Master Thesis, Korean National University of Education.
- Park, Jong-ho, Kim Jae-young & Bae, Jin-ho(2001). The Effect of Free Inquiry Activities on the Science Process Skills and Scientific Attitudes of Elementary School Students, Journal of the Korean Society of Elementary Science Education, 20(2), 271-280.
- Park, Mi-hun, Cha, Jwong-ho & Kim, In-hwan(2012), Characteristics of Middle School Students' Open-Inquiry Report and Their Perceptions of Conducting Inquiry, Journal of the Korean Chemical Society, 56(3), 371-377.
- Shin, Hyun-hwa & Kim, Hyo-nam(2010). Analysis of Elementary Teachers' and Students' Views about Difficulties on Open Science Inquiry Activities, Journal of the Korean Society of Elementary Science Education, 29(3), 262-276.
- Veermand, M., Lallimo, J. & Hakkarinen, K.(2005). Patterns of Guidance in Inquiry Learning, Journal of Interactive Learning Research, 16(2), 172-194.