

탐구중심 생물수업이 예비 과학교사의 과학의 본성 및 과학의 정의적 영역에 미치는 영향

최 진 · 서혜애*

부산대학교

Effect of Inquiry-based Biology Program on Pre-service Science Teachers' Perceptions on the Nature of Science and Affective Domain of Science

Choi, Jin · Seo, Hae-Ae*

Pusan National University

Abstract: This study aims to investigate the effect of inquiry-based biology program of pre-service science teachers' perceptions on the nature of science and their affective domain of science. For the study, sixty-seven pre-service science teachers were sampled from students who enrolled in the 'Biology Laboratory', Spring semester, 2011. The experimental group taught by inquiry-based experiment and control group by observation-based experiment were composed. At the beginning and end of semester, pre- and post-tests on the nature of science and affective domain of science were administered. The average scores of experimental group were higher than those of control group in the post-test of the nature of science, but there were no significant differences between both groups ($p>.05$). For the post-test results of both groups' affective domain of science, the experimental group showed significantly higher scores than the control group in self-efficacy in science, importance of science, and importance of science for careers ($p<.01$). The inquiry-based biology program did not influence pre-service science teachers' perception on the nature of science, while it was effective for positive changes on pre-service science teachers' affective domain of science.

Key words: affective domain of science, the nature of science, inquiry-based biology program

I. 서론

21세기 지식정보화 사회로 접어들면서 학교 교육은 학생들이 이미 발견된 지식을 획득하는 능력보다 새로운 지식을 생성하는 능력을 신장시키는데 강조점을 두고 있다. 학교 교육을 담당하는 교사의 수업방법은 기존 지식을 전달하는 지도방법에서 지식 생성의 사고과정을 함양시키는 지도방법으로 변하고 있다. 이러한 맥락에서 과학교사는 학생들에게 과학지식을 전달하고 이해시키는 지도방법뿐만 아니라 과학지식 생성 사고과정을 체험하는 지도방법에도 많은 노력을 기울이고 있다. 과학교육에서 탐구중심 실험은 과정적 지식을 강조하며, 과학적이고 합리적이며 종합적인 사고력을 효과적으로 증진시킨다(Hofstein & Lunetta, 2004). 또한 탐구중심 실험은 학생들이 과

학적 탐구능력을 배양하고 과학의 본성을 이해하는데도 효과적인 것으로 알려지고 있다(Schwartz et al., 2004). 따라서 우리나라 2009 개정 교육과정의 과학과 교육목표에서는 학생들의 과학적 탐구능력의 증진을 강조하며(교육과학기술부, 2009a), 미국 국가과학 교육기준에서도 학교 과학교육의 목표 가운데 탐구로서의 과학을 강조하여 제시하고 있다(서혜애 등, 2000).

과학교육에서 탐구중심 실험이 강조됨에도 불구하고, 실제 학교 과학수업에서는 탐구중심 실험이 제대로 이루어지지 않고 있다. 학교 과학교육은 대학입시 위주의 암기학습으로 인해 탐구중심의 참 학습(real learning)이 제대로 이루어지지 않는 문제점을 안고 있다(이양락, 2004). 2005년 전국 초등, 중, 고등학교 과학 수업방법을 조사한 결과에 따르면, 과학 수업

*교신저자: 서혜애(haseo@pusan.ac.kr)

**2012.03.12(접수) 2012.06.04(1심통과) 2012.07.09(2심통과) 2012.07.09(최종통과)

시간에서 설명식 강의수업으로 진행되는 비율이 초등학교 10%, 중학교 63%, 고등학교 78%인 반면, 탐구중심 수업으로 진행되는 비율은 초등학교 65%, 중학교 18%, 고등학교 3%이었다(한국과학교육학회, 2005). 2008년 전국 150명의 과학교사를 대상으로 실시된 설문조사 결과에 따르면 중, 고등학교 과학수업 중 탐구중심 실험수업의 비율은 10% 미만으로 나타났다(서혜애 등, 2008). 이러한 과학수업 실태의 여러 요인 중 하나는 탐구중심의 수업을 계획하고 안내하며 학습을 촉진해야 할 과학교사 대부분이 탐구에 대한 실제 경험이 미비하거나 과학 탐구의 본질을 잘 이해하지 못하는 데서 비롯된다고 볼 수 있을 것이다.

과학교사의 탐구에 대한 이해와 경험은 탐구중심 실험의 지도방법에 영향을 준다고 알려지고 있다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). 그러나 과학교사교육은 예비 과학교사들이 과학적 탐구를 경험할 기회를 충분히 제공하지 못하고 있다(김영민 등, 2008; Germann *et al.*, 1996). 과학교사교육의 대부분 과학실험은 교재에 제시된 실험과정의 순서대로 따라하는 방식으로 진행되며, 교과서에서 제시된 과학지식을 확인하는 실험으로 알려지고 있다. 따라서 예비 과학교사들이 체험하는 실험수업은 과학적 탐구과정의 내용과 특성, 과학지식의 생성과정을 제대로 이해하기 어려우며, 궁극적으로는 이들이 초, 중등학교 과학수업에서 학생들의 과학적 사고력과 탐구능력을 증진시키는데 한계가 있는 것으로 보고되고 있다(이인선 등, 2009). 따라서 과학교사는 과학교사교육에서 과학적 탐구과정을 제대로 이해하고 경험해야 할 것이다.

또한 과학교사는 과학의 본성을 이해할 필요가 있다. 과학교사의 과학의 본성에 대한 이해는 과학수업에서 도입하는 과학지식을 선택하고 전달하는 지도방법에 영향을 준다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). 그리고 우리나라 과학과 교육과정에서는 과학적 소양을 증진시키는 일환으로 과학의 본성에 대한 이해를 강조하고 있으며, 이를 지도하는 과학교사는 과학의 본성을 올바르게 이해해야 할 것이다. 과학적 소양의 함양을 명시적으로 제시한 2007년 개정 과학과 교육과정 해설서에서 과학지식의 생성과정이나 과학지식의 임시성 등 과학의 본성에 대한 이해를 강조하여 설명하고 있다(교육인적자원부, 2007). 이처럼 과학적 소양 증진의 일환으로 과학의 본성에 대한 이

해를 강조하는 경향은 2009 개정 과학과 교육과정에서도 잘 나타나고 있다. 2009 개정 과학과 교육과정의 고등학교 선택교과 과학에서 과학적 소양을 함양시키는 학습 지도계획으로 과학의 본성에 근거한 학습 지도를 실시하도록 설명하고 있다(교육과학기술부, 2009b). 따라서 과학교사는 과학의 본성을 올바르게 이해하여 학생들이 과학의 본성을 올바르게 이해하도록 지도해야 할 것이다.

과학교육 연구 가운데 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 증진시키는 교수방법에 대한 연구들이 많이 수행되어 왔다. 과학의 본성에 대한 초기 연구들은 학생들의 과학 개념을 평가하는 연구들이 많았다. 이 연구들은 학생들이 과학 개념을 올바르게 이해하지 못하고 있다고 지적하였고, 이러한 연구 결과에 따라 학생들이 과학 개념을 올바르게 이해할 수 있도록 과학의 본성에 대한 이해를 높이는 교육과정을 개발하고 이의 효과성을 평가하는 연구들로 이어졌다. 이 연구들은 과학교사의 과학의 본성에 대한 이해가 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 높이고 나아가 올바른 과학 개념을 획득하는데 영향을 주며, 이에 따라 과학의 본성에 대한 이해를 증진시키는데 과학교사가 중요한 변수로 인식되었다(Lederman, 1992). 따라서 과학교사가 과학의 본성을 충분히 이해하여 이를 학생들에게 지도할 능력과 자질을 갖추는 것이 필수적이다. 특히 과학교사들은 교사교육을 통해 교수방법에 대한 신념을 확장시키기 때문에, 예비 과학교사들이 과학의 본성에 대해 어떤 관점을 가지고 있는지 조사하고 이를 과학교사교육에 반영할 필요가 있다.

과학의 본성에 대한 이해를 증진시키는 지도방법으로 과학적 탐구를 활용하고 효과성을 연구한 결과들이 제시되어 왔다. 이와 관련된 국내연구에서는 가설 설정과 검증 활동을 사용한 탐구실험이 중학생들의 과학의 본성에 대한 일부 관점 변화에 영향을 미친 것으로 나타났으며(김지영, 강순희, 2007), 고등학생을 대상으로 개방적 참탐구 활동을 과학수업에 적용한 후 과학의 본성에 대한 변화를 조사한 결과 일부 측면에서 이해도가 향상된 것으로 나타났다(김미경, 김희백, 2007). 이들 선행연구의 결과에서 과학의 본성에 대한 이해는 과학적 탐구과정과 상관관계를 가지며 나아가 과학개념이나 과학지식을 습득하는 데 영향을 주는 것으로 해석된다. 따라서 과학교육과 과학교사교육에서는 과학의 본성에 대한 이해와 과학 탐구를

동시에 강조해야 할 것이다.

한편, 교사교육은 학생들을 잘 지도할 수 있는 능력을 갖춘 우수한 교사를 양성하는 데 중점으로 두어야 할 것이다. 우수한 교사는 인지적 능력과 함께 정의적 측면도 갖추고 있으며, 이로서 학생들의 인지적 능력과 함께 정의적 측면을 효율적으로 함양시킬 수 있게 된다. 정의적 영역은 인간이 지니고 있는 전형적인 감정이나 정서를 나타내는 특성을 의미하고, 과학의 정의적 특성이 높은 교사일수록 과학을 잘 가르치기 위해 노력하며 효과적인 교수 활동을 탐색하기 위해 연구하는 것으로 알려져 있다. 과학의 정의적 특성이 낮은 과학교사는 불안한 과학적 태도로 과학수업을 준비하는데 필요한 시간을 충분히 투자하지 않을 가능성이 높으며, 수업방법은 학생중심 수업보다 교사중심 수업으로 지식전달에 중점을 두게 될 가능성이 높다고 지적되고 있다(Harlen & Holroyd, 1997).

이러한 점에서 과학교사교육에서는 예비 과학교사의 과학 정의적 영역을 효율적으로 향상시키는 수업 방안을 모색해야 할 것이다. 과학교육에서 탐구중심 실험은 과학지식을 획득하거나 이해하는데 그치지 않고 과학지식 생성의 과학적 사고 과정을 체험하고 이를 응용할 수 있는 능력을 함양하는데 효과적이다. 이 과정에서 예비 과학교사들은 탐구실험에 대한 가치를 인식하며, 탐구실험에 대한 흥미와 자신감을 가지게 되며, 나아가 과학에 대한 올바른 가치관과 긍정적인 과학적 태도를 가질 수 있는 것으로 나타났다(윤희숙, 유미현, 2007). 탐구중심 실험은 예비 과학교사의 과학적 사고력, 문제 해결능력, 비판적 사고력 등의 탐구능력 향상과 함께 과학 정의적 영역을 향상시키는 데 효과가 있을 것으로 고찰된다.

과학교사는 교사교육에서 탐구중심 실험을 충분히 경험하여 과학의 본성을 올바르게 이해하고 나아가

과학의 정의적 영역을 높은 수준으로 신장시켜야 할 것이며, 이로서 학교 과학교육을 보다 효과적으로 실천하는 능력을 갖추게 될 것이다. 이에 탐구중심 실험 수업이 효과적으로 이루어질 수 있는 프로그램을 개발하고 적용하여, 탐구중심 실험을 수행하는 동안 학습될 것으로 생각되는 과학의 본성에 대한 이해와 과학의 정의적 영역에 미치는 영향을 알아 볼 필요가 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 과학교사교육의 생물학실험을 수강한 예비 과학교사들이 탐구중심 생물수업을 통해 과학의 본성에 대한 이해와 과학의 정의적 영역을 어느 정도 변화시키는 지를 탐색하는 데 목적을 두었다. 본 연구 결과는 과학교사교육에서 탐구중심 실험을 통해 보다 효율적으로 과학의 본성에 대한 이해와 과학의 정의적 영역을 증진하는 지도방법을 수립하는 데 기초자료로 활용될 것으로 기대한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 광역시 소재 대학교 사범대학 과학교육 계열 1, 2학년 학생 가운데 생물학실험(I)을 수강한 학생들을 연구대상으로 설정하였다. 학기 초 강좌를 신청한 학생은 71명이었으며, 이 가운데 학기말까지 연구에 참여한 학생은 67명으로 물리교육과 13명, 화학교육과 11명, 생물교육과 21명, 지구과학교육과 22명이었다. 한 학기에 걸쳐 탐구중심 생물수업의 효과를 확인하기 위해서 참여자의 학년과 인적사항을 고려하여 물리교육과 생물교육을 실험집단(n=34)으로, 화학교육과 지구과학교육을 통제집단(n=33)으로 배정하였다(Table 1).

Table 1
Biographic information of subjects

group	science area	# of students	grade		gender		total
			freshman	sophomore	female	male	
control	chemistry	11	-	11	4	7	33
	earth science	22	22	-	13	9	
experimental	physics	13	-	13	2	11	34
	biology	21	21	-	15	6	
total		67	43	24	34	33	67

2. 수업 자료의 개발 및 적용

생물학실험은 사범대학 과학교육계열 1, 2학년 학생들이 수강 신청하는 기초 과목의 하나로 생물학실험(I)과 생물학실험(II)로 구분되며, 두 학기에 걸쳐 제공된다. 생물학실험(I)은 식물 관련 주제로 1학기에 실시되고, 생물학실험(II)는 동물 관련 주제로 2학기에 실험수업이 진행된다. 이 중 연구에 적용된 수업은 생물학실험(I)이며, 생물학의 기초와 식물 관련 내용 및 생물의 기능과 연관되어 있다. 생물학 수업에서 단일 내용을 분석하고, 이 연구에서 실시할 생물학실험의 주별 주제를 선정할 후 Laboratory Manual Biology (Sylvia, 2010), Thinking about Biology (Bres, & Weisshaar, 2008), BSCS (Kendall Hunt Publishing, 2006; 2007), 중등학교 교과서 등의 교재를 사용하여 실험 내용을 구성하였다. 또한 생물학 실험 수업을 통하여 예비교사의 과학적 탐구능력을 배양하기 위하여 관찰, 문제인식, 가설설정, 변인통제, 실험설계, 실험수행, 자료해석, 결론도출 등 통합 탐구과정 요소를 포함하는 탐구중심 생물프로그램을 개발하였다.

탐구중심 생물학실험 수업을 실시하기 전에 예비 과학교사의 과학 탐구에 대한 인식 정도를 확인하기 위해서 설문조사를 실시하였다. 설문지 문항은 '생명과학은 무엇인가?', '생명과학은 어떻게 연구하는가?', '생명과학을 연구한다면 어떤 주제를 연구하고 싶은가?', '이 주제를 선정한 이유는 무엇인가?', '선정한 주제에 대해 문제를 제기하고 가설과 변인을 설정한 후 해결과정을 간략히 설계해 보자.' 등 총 5문항으로 구성되었다. 학기 초에 과학 탐구에 대한 인식을 확인하기 위한 설문지를 과학의 본성 및 과학 정의적 영역에 대한 검사지와 같이 투입하여 설문을 실시한 후 답변한 설문조사의 내용을 분석하여 탐구중심 생물프로그램을 수정하였다. 그 동안 주어진 실험방법에 따라 수행하는데 익숙한 학생들에게 처음부터 모든 탐구과정 요소가 포함된 실험수업을 진행하기에는 어려움이 있을 수 있으며 이러한 우려는 설문조사 결과에서도 나타났다. 학생들은 인식한 문제에 대해 가설을 설정하는 방법이 서툴렀으며 변인을 통제하고 설정하는데도 미숙하였다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 처음에는 탐구과정의 일부 요소만을 적용한 실험수업을 수행하고, 점차 탐구과정 요소를 추가하

여 생물프로그램을 구성, 진행하였다. 이 과정에서 과학적 탐구의 구성 요소와 각 요소의 의미를 인식하도록 하였다. 또한 실제 연구과정에서 접하게 되는 복잡한 변인통제, 자료작성 및 변환, 자료에 근거한 추론, 여러 유형의 실험 등을 경험할 수 있도록 하였다.

중등학교에 도입되어 실험수업에 이용되고 있는 컴퓨터 기반 실험(MBL: Microcomputer Based Laboratory) 장치는 여러 가지 센서를 사용하여 지금까지의 학교 실험에서 측정하기 어려웠던 것들의 측정을 가능하게 해 준다. 이 연구에서는 보다 정확한 측정을 할 수 있는 컴퓨터 기반 실험 장치를 '광합성'과 '세포호흡' 주제에 사용하여 탐구활동을 수행해 볼 수 있는 기회를 제공하였다. 생물학실험에 사용되는 식물과 재료, 도구들은 일상생활이나 주위 환경에서 쉽게 구할 수 있는 소재로 구성하여 중등교육 현장에서도 쉽게 실험수업을 진행하고 응용할 수 있도록 하였다.

이 수업은 실험집단 대상으로 한 학기동안 주 1회, 2시간의 실험수업을 실시되었으며, 1회부터 8회까지는 통합탐구 요소를 반영한 실험과정을 구성하여 수업을 진행하였다. 관찰과 상황 제시를 통해 문제를 인식하고(문제인식) 제기한 후 가설과 독립·종속·통제 변인을 설정하게(변인통제) 하여 실험을 하였으며 5회부터 8회까지는 설정한 가설을 검증할 실험방법을 설계(실험설계, 실험수행)하는 과정도 추가하였다. 실험집단의 학생들은 실험계획을 조별로 수립하여 조별로 서로 다른 실험(5회, 6회)을 수행하거나, 학급전체의 의견을 반영하여 수정 보완한 후 학급 전체 모든 학생들이 동일한 실험(7회, 8회)을 수행하였다. 9회부터 10회까지는 식물의 구조를 관찰하여 지식을 확인하는 과정만을 진행하였다(Table 2). 수업시간의 약 70% 정도는 실험활동으로, 약 30%는 실험과 관련된 강의와 설명으로 진행하였다. 실험활동과 설명 중에는 주제와 관련된 조별 토론 및 발표도 병행하였다. 한편 통제집단의 학생들은 유사한 식물 관련 주제로 실험활동에 참여하였으며, 기초탐구의 관찰만을 반영하고 통합탐구 요소를 반영하지 않은 실험과정을 구성하여 관찰중심의 실험수업을 진행하였다.

3. 검사 도구

탐구중심 생물학실험 수업의 효과를 알아보기 위해 수업 처치 전과 후, 통제집단과 실험집단을 대상으로

Table 2
Title and inquiry process of biology program

lesson	the title of biology program	main inquiry process
1	scientific method	recognizing problem, forming hypothesis
2	animal cell and plant cell	recognizing problem, forming hypothesis, variable control
3	enzyme reaction	data conversion, data analysis
4	photosynthesis	variable control, data conversion, data analysis
5	digestion	recognizing problem, plan experiment, experiment
6	cellular respiration	plan experiment, data analysis
7	mitosis and meiosis	experiment, data analysis
8	extraction of plant DNA	plan experiment, data analysis
9	observation of plant stems and plant roots	observation
10	observation of plant leaves and plant stoma	observation

과학의 본성과 과학의 정의적 영역에 대한 검사를 실시하였다.

1) 과학의 본성에 대한 검사지

과학의 본성을 측정하기 위해 Cobern과 Loving (1998)의 The Card Exchange: Introducing the philosophy of science의 문항을 사용하여 검사지를 구성하였다. 총 40문항으로 구성된 검사 도구는 한국어로 번역되었으며, 과학교육 전문가 1인과 과학교육 박사과정 4인이 검사지 번역을 검토하였다. 검사지 문항은 과학의 본성에 대한 ‘이론 강조’, ‘실험 강조’,

‘반과학 견해’, ‘과학주의’, ‘문화적 견해’, ‘균형적 견해’ 등 6영역으로 구성되어 있으며 각 문항에 대해 5단계 리커트 척도(1=절대 반대, 2=반대, 3=보통, 4=동의, 5=매우 동의)로 응답하도록 되어 있다. 검사 도구의 신뢰도(Cronbach’s α)는 사전검사 .688, 사후 검사 .623이다.

2) 과학의 정의적 영역에 대한 검사지

과학 정의적 영역에 대한 검사지는 서혜애 등 (2008)의 연구에서 활용한 학생 흥미도 관련 27문항 중 15문항을 추출하여 구성하였으며, 이 연구에서 활

Table 3
Item distribution of the nature of science questionnaire

category	content	items
theoretical emphasis	science is primarily a rationalistic, theory-driven endeavor	6
empirical emphasis	science involves data-gathering and experimental work in pursuit of physical evidence	7
anti-science view	science is overrated and one should not give much credence to the aims, methods, or results of science	7
scientism	science is the perfect discipline, the highest form of knowing	7
cultural view	science is embedded in our culture, which provides a social, historical, and psychological background to scientists' work	7
balanced view	science is complicated affair, there is no single scientific method, science can not be reduced to a few simple descriptive statements	6
total		40

용한 문항의 출처는 한국교육과정평가원에서 실시한 PISA 2006의 학생용 설문조사지의 문항을 참조하여 구성되었다. 과학의 정의적 영역은 ‘과학에 대한 즐거움’, ‘과학에 대한 자아 개념’, ‘과학 학습속도에 대한 인식’, ‘과학에 대한 자기 효능감’, ‘과학의 필요성’, ‘장래직업에 대한 과학의 필요성’ 등 6가지 하위요소로 구분되어져 있으며 각 문항에 대해 4단계 리커트 척도(1=절대 반대, 2=반대, 3=동의, 4=매우 동의)로 응답하도록 되어 있다. 검사 도구의 신뢰도(Cronbach's α)는 사전검사와 사후검사에서 각각 .753, .803이었다.

4. 자료 분석

탐구중심 생물학실험 수업을 처치하기 전과 후, 과학의 본성과 과학의 정의적 영역에 대한 검사를 객관식 리커트 척도로 실시하였다. 또한 과학 탐구에 대한 예비 과학교사의 인식 정도를 확인하기 위한 개방형 설문조사도 같이 병행하여 실시하였다. 이 연구의 검사는 지면으로 시행되었고, 검사 결과는 모두 컴퓨터 데이터로 옮기는 작업을 하였다. 과학의 정의적 영역의 문항은 4단계 리커트 척도로 응답에 따라 4(매우 동의), 3(동의), 2(반대), 1(절대 반대)로 코딩하였고, 과학의 본성에 대한 문항은 ‘보통’이라는 항목을 추가하여 5단계 리커트 척도 5, 4, 3, 2, 1로 코딩하였다.

Table 4
Item distribution of affective domain of science questionnaire

element	content	items
pleasure of science	degree of how much they like and concern about science	4
self-concept in science	degree of how easy they feel to learn science	2
awareness of science learning rate	degree of how fast they learn science	1
self-efficacy in science	degree of individual perceptions to study of science as they planned	3
importance of science	degree of how important science is for their future	3
importance of science for careers	degree of how important science is for obtaining jobs	2
total		15

Table 5
Result of *t*-test on perception of the nature of science

test	control group (n=33)		experimental group (n=34)		<i>t</i>	<i>p</i>	
	mean	(std. dev.)	mean	(std. dev.)			
the nature of science	pre	3.27	(.175)	3.34	(.262)	-1.283	.204
	post	3.30	(.173)	3.34	(.218)	-.740	.462

개방형 설문은 예비 과학교사의 과학 탐구에 대한 인식 정도를 파악하여 생물프로그램을 수정하는데 사용하였다. 수업 처치 전에 실시한 사전검사로 두 집단의 동질성을 확인하고, 수업 처치 후에 실시한 검사로 탐구중심 생물학실험 수업의 효과를 확인하였다. 모든 통계 분석에는 PASW (Predictive Analytics Software) Statistics 18.0 프로그램을 사용하였고, 연구문제를 해결하기 위해 기술통계, 독립표본 *t* 검정을 실시하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학의 본성에 대한 관점의 변화

관찰중심의 생물학실험을 실시한 통제집단과 탐구중심의 생물학실험을 실시한 실험집단의 과학의 본성에 대한 관점의 변화를 알아보기 위하여 실험수업을 실시하기 전과 실시한 후에 동일한 검사지로 과학의 본성에 대한 인식을 측정하였다. 두 집단의 동질성 여부를 알아보기 위한 사전검사에서 통제집단이 평균 3.27(표준편차 .175), 실험집단이 평균 3.34(표준편차 .262), 유의확률 .204로 통계적으로 유의미한 차이가 없었다(*p* .05). 따라서 과학의 본성 검사에서 두 집단은 동질 집단으로 간주할 수 있다. 실험수업 처치 후의

사후검사에서서는 통제집단이 평균 3.30(표준편차 .173), 실험집단이 평균 3.34(표준편차 .262)로 실험 집단의 평균이 조금 높았지만 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). 이를 통해 탐구중심 생물학실험 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 관점 변화에 영향을 미치지 못했음을 알 수 있었다.

과학의 본성에 대한 학생들의 인식을 구체적으로 알아보기 위하여 하위영역별로 분석결과를 살펴보았다. 사전검사에서서는 실험집단이 통제집단에 비해 과학의 본성 영역 중 문화적 견해에서만 평균이 낮았을 뿐 다른 영역에서는 모두 평균이 높았다. 그러나 통제 집단과 실험집단의 이론 강조, 실험 강조, 반과학 견해, 과학주의, 문화적 견해, 균형적 견해에서 모두 통계적으로는 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되어 두 집단 간 실험수업 전 과학의 본성에 대한 관점에는 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 즉 하위영역의 사전검사에 있어서도 동질집단이라고 할 수 있다($p>.05$).

과학의 본성에 대한 사후검사에서 통제집단과 실험 집단의 평균을 비교한 결과 실험 강조, 과학주의, 균형적 견해에서는 실험집단이 통제집단보다 .05 ~ .15 정도 평균이 높았다. 이론 강조와 문화적 견해에서는 두 집단의 평균이 비슷하였으며, 반과학 견해에서는 실험집단의 평균이 통제집단보다 .01 낮게 나왔다. 실험집단의 반과학 견해 평균이 낮게 나왔다는 것은 과

학에 대한 부정적인 사고 감소 및 과학의 가치성 인정 수준이 높아졌음을 의미한다. 그러나 사전검사와 같이 사후검사에서도 과학의 본성에 대한 하위영역 모두 통계적으로는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타나 탐구중심 생물학실험 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 관점의 변화에 영향을 미치지 못했음을 알 수 있다.

이러한 결과는 과학의 본성을 가르치기 위한 방법으로 과학적 탐구를 학생들이 직접 수행하도록 하는 것만으로는 과학의 본성에 대한 관점이 쉽게 변화되지 않는다는 Khishfe와 Abd-El-Khalick (2002)의 보고와 일치하며, 과학의 본성과 과학적 탐구의 이해에 대한 연구에서 과학의 본성에 대해 직접 가르치지 않는 암묵적 방법을 통해서 학생들의 과학의 본성과 탐구에 대한 인식에 거의 변화가 없었음을 보여준 Bell 등(2003)의 연구결과와도 일치한다. 이처럼 수업에서 명백히 다루지 않았던 것을 학생들이 스스로 인지하고 학습한다는 것은 기대하기 어려우며, 단순히 과학 탐구과정을 적용한 실험만으로는 과학의 본성에 대해 학생들의 변화를 이끌어 낼 수 없다는 것을 말해준다. 과학의 본성에 대한 예비 과학교사들의 변화를 유도하기 위해서는 또 다른 교수전략이 필요함을 알 수 있다.

Table 6
Result of *t*-test on each categories of the nature of science

category	test	control group (n=33)		experimental group (n=34)		<i>t</i>	<i>p</i>
		mean	(std. dev.)	mean	(std. dev.)		
theoretical emphasis	pre	3.60	(.377)	3.71	(.402)	-1.154	.253
	post	3.59	(.413)	3.58	(.351)	.079	.937
empirical emphasis	pre	3.46	(.383)	3.58	(.412)	-1.201	.234
	post	3.45	(.387)	3.61	(.350)	-1.670	.100
anti-science view	pre	2.65	(.483)	2.76	(.382)	-1.002	.320
	post	2.75	(.357)	2.65	(.341)	1.144	.257
scientism	pre	3.08	(.418)	3.14	(.426)	-.547	.586
	post	3.01	(.333)	3.14	(.487)	-1.312	.194
cultural view	pre	3.32	(.353)	3.27	(.318)	.573	.568
	post	3.36	(.265)	3.35	(.397)	.128	.899
balanced view	pre	3.54	(.319)	3.61	(.391)	-.889	.378
	post	3.66	(.350)	3.71	(.365)	-.507	.614

2. 과학의 정의적 영역 변화

관찰중심의 생물학실험을 실시한 통제집단과 탐구 중심의 생물학실험을 실시한 실험집단의 과학의 정의적 영역에 대한 변화를 알아보기 위하여 실험수업을 처치하기 전과 처치한 후에 동일한 검사지로 과학의 정의적 영역에 대한 검사를 실시한 후 그 결과를 분석하였다. 두 집단의 동질성 여부를 알아보기 위한 사전 검사에서 통제집단이 평균 2.91(표준편차 .257), 실험집단이 평균 2.99(표준편차 .312), 유의확률 .301로 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($p>.05$). 따라서 과학의 정의적 영역에서 두 집단은 동질집단으로 간주할 수 있다. 실험수업 처치 후 사후검사에서는 통제집단이 평균 2.94(표준편차 .261), 실험집단이 평균 3.17(표준편차 .315)로 실험집단의 평균이 .23 정도 높았으며, 유의확률 .002로 통제집단과 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p<.01$).

과학의 정의적 영역 하위요소별 분석결과를 살펴보면 사전검사에서는 통제집단과 실험집단의 과학에 대한 즐거움, 과학에 대한 자아개념, 과학 학습속도에 대한 인식, 과학에 대한 자기 효능감, 과학의 필요성, 장애직업에 대한 과학의 필요성 모두 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되어 하위요소에 있어서도 동질집단이라고 할 수 있다($p>.05$).

사후검사에서는 과학에 대한 즐거움, 과학에 대한 자아개념, 과학 학습속도에 대한 인식의 경우 통제집단보다 실험집단의 평균이 .09 ~ .21 정도 높았으나 통계적으로는 유의미한 차이가 없었다($p>.05$). 즐거움은 강의 위주의 수업으로만 과학지식을 익혔던 학생들에게 직접 관찰하고 측정하는 실험 위주의 실험 수업을 실시함으로써 통제집단과 실험집단 모두에서 평균이 상승하였다. 자아개념은 실험집단에서 미미한 평균값의 상승이 있었으나 통제집단에서는 사후검사

점수가 사전검사보다 낮아졌다. 이것은 대학에서 배우는 과학과목의 수준이 중등학교보다 높아져 과학을 배우는 것이 쉽지 않다는 것을 느꼈기 때문으로 생각된다. 학습속도에 대한 인식에서는 실험집단의 평균이 약간 상승한 것에 비해 통제집단의 평균은 과학의 정의적 영역을 이루는 하위요소 중 가장 큰 평균 점수의 상승이 있었다. 문항 내용을 확인해 보면 '과학과목을 금방 배운다.'로 과학내용 지식을 확인하는 통제집단의 수업에 비해 실험집단의 수업은 탐구과정에 따라 복합적인 사고과정을 필요로 하기 때문에 학생들의 과학 학습속도에 대한 인식에 긍정적인 영향을 미치지 못한 것으로 생각된다. 그리고 과학에 대한 자기 효능감, 과학의 필요성, 장애직업에 대한 과학의 필요성에 관한 사후검사에서는 실험집단이 통제집단보다 통계적으로 유의미한 결과를 보여준다($p<.01$). 이 결과는 과학 탐구과정을 적용한 생물학실험 수업이 과학의 정의적 영역 중 자기 효능감, 필요성, 직업의 과학 필요성 향상에 효과가 있음을 의미하며, 이것은 선행연구에서 탐구실험을 강조한 수업을 통해 초등 예비교사의 과학교수 효능감이 향상되었다고 보고한 임희준과 여상인(2006)의 연구결과와 일치한다. 또한 이인선 등(2010)이 초등 예비교사의 과학 탐구 중심 모의수업 경험이 과학교수 불안을 낮추고 과학교수 효능감을 높이는 효과가 있었다는 연구결과에서도 그 가능성을 확인할 수 있다. 과학의 정의적 영역의 향상은 학생들을 동기화하여 과학 학습능력을 향상시키고 과학태도 배양에 좋은 영향을 줄 것으로 생각된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학적 탐구과정의 내용과 특성, 과학지식의 산출 과정 등을 경험하도록 하기 위한 방법

Table 7
Result of *t*-test on affective domain of science

test	control group (n=33)		experimental group (n=34)		<i>t</i>	<i>p</i>
	mean	(std. dev.)	mean	(std. dev.)		
affective domain of science	pre	2.91 (.257)	2.99 (.312)		-1.043	.301
	post	2.94 (.261)	3.17 (.315)		-3.265	.002**

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

Table 8
Result of *t*-test on each elements of affective domain of science

element	test	control group(n=33)		experimental group(n=34)		<i>t</i>	<i>p</i>
		mean	(std. dev.)	mean	(std. dev.)		
pleasure of science	pre	3.07	(.406)	3.15	(.343)	-.859	.393
	post	3.17	(.431)	3.36	(.423)	-1.784	.079
self-concept in science	pre	2.50	(.586)	2.59	(.484)	-.673	.504
	post	2.41	(.522)	2.62	(.640)	-1.459	.150
awareness of science learning rate	pre	2.67	(.645)	2.82	(.521)	-1.093	.279
	post	2.79	(.485)	2.88	(.591)	-.714	.478
self-efficacy in science	pre	2.79	(.371)	2.86	(.349)	-.851	.398
	post	2.68	(.403)	2.96	(.425)	-2.804	.007**
necessity of science	pre	3.29	(.512)	3.28	(.458)	.073	.942
	post	3.33	(.493)	3.65	(.409)	-2.836	.006**
necessity of science for careers	pre	3.17	(.445)	3.21	(.494)	-.341	.734
	post	3.26	(.470)	3.56	(.440)	-2.711	.009**

p*<.05 *p*<.01

으로 통합 탐구과정 요소를 포함하는 생물프로그램을 구성하여 예비 과학교사의 실험수업에 투입하였다. 이 탐구중심 생물학실험을 적용한 실험집단과 관찰중심 생물학실험을 실시한 통제집단에서의 과학의 본성에 대한 관점과 과학의 정의적 영역에는 어떤 변화가 있는지 조사하여 탐구중심 생물학실험 수업의 효과성을 알아보았다.

연구 결과, 생물학실험에서 탐구중심 실험수업을 수행한 실험집단과 관찰중심 실험수업을 수행한 통제집단 모두 과학의 본성에 대한 사전검사에서는 유의미한 차이가 없었다(*p*>.05). 탐구중심 생물학실험 수업 처치 후 사후검사에서는 실험집단의 평균이 통제집단보다 조금 높았지만 과학의 본성에 대한 하위영역 모두 통계적으로 유의미한 변화가 없었다(*p*>.05). 이는 탐구중심 생물학실험 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 관점 변화에 영향을 주지 못했음을 말해준다. 이러한 결과는 수업에서 명백히 다루지 않았던 것을 학생들이 스스로 인지하고 학습한다는 것은 기대하기 어려우며, 단순히 과학 탐구과정을 적용한 실험만으로는 과학의 본성에 대해 학생들의 변화를 이끌어 낼 수 없다는 것을 말해준다. 과학의 본성에 대한 예비 과학교사의 변화를 유도하기 위해서는 또 다

른 교수전략이 필요함을 알 수 있었다.

또한, 실험집단과 통제집단 모두 과학의 정의적 영역에 대한 사전검사에서는 유의미한 차이가 없었으나 (*p*>.05) 탐구중심 생물학실험 수업 처치 후 실시한 사후검사에서는 과학의 정의적 영역 6개 하위요소 중 과학에 대한 자기 효능감, 과학의 필요성, 장래직업에 대한 과학의 필요성에 대하여 실험집단이 통제집단보다 통계적으로 유의미하게 향상되었다(*p*<.01). 이는 탐구중심 생물학실험 수업이 학생들의 과학의 정의적 영역 중 자기 효능감, 필요성, 직업의 과학필요성 향상에 효과가 있음을 의미한다. 이러한 결과는 탐구중심 실험수업에 의한 과학의 정의적 영역의 향상이 학생들을 동기화하여 과학 학습능력을 향상시키고 과학태도 배양에 좋은 영향을 줄 수 있다는 것을 시사하는 것이다.

본 연구는 탐구중심 실험수업을 2개월 동안에 예비 과학교사를 대상으로 적용한 것이므로 탐구중심 생물프로그램의 효과를 분석하는데 제한점이 될 수 있을 것이다. 프로그램 적용기간은 학생들의 과학의 정의적 영역과 과학의 본성에 대한 이해에 영향을 미치는 한 가지 요인으로 지적되고 있으므로 보다 장기적인 탐구중심 생물학실험 수업의 효과를 알아 볼 필요가 있을 것이다. 또한, 본 연구에서 밝혀진 결과는 검사

지를 통해 얻어진 결과를 정량적인 방법으로 분석한 것이어서 탐구중심 실험수업을 통하여 예비 과학교사의 정의적 영역이 변화된 이유를 설명하는데 어려움이 있다. 또한 과학의 본성에 대한 관점이 수업처치 후 변화가 없는 이유에 대한 구체적인 정보를 얻을 수가 없다. 이러한 점은 후속연구에서 예비 과학교사의 심층면담이나 개방형 질문을 통하여 보다 심도 있게 연구될 필요가 있을 것이다. 예비 과학교사의 정의적 영역과 과학의 본성에 대한 이해는 그들의 교육신념과 교육활동에 영향을 미칠 것이다. 이는 예비교사의 사고 변화에서 그치지 않고 그 이상의 교육적 효과를 잠재적으로 가지고 있으므로 여러 가지 점에서 교육적 상승효과를 가져올 것으로 기대된다. 따라서 예비교사 교육과정에서 과학의 본성을 보다 적극적으로 다룰 필요가 있으며 정의적 영역의 향상과 과학의 본성에 대한 이해를 높이기 위한 자료 개발과 지도방법에 대한 연구가 활발히 진행되어야 할 것이다.

국문 요약

이 연구는 탐구중심 생물학실험 수업이 예비 과학교사의 과학의 본성과 과학의 정의적 영역에 미치는 영향을 조사하였다. 이 연구를 위하여 사범대학 과학교육계열 학생 중 생물학실험을 신청한 67명을 연구 대상으로 선정한 뒤 실험집단에는 탐구중심 실험수업을 적용하고 통제집단에는 관찰중심 실험수업을 적용하였다. 실험수업 처치 전과 후 두 집단 모두에게 과학의 본성과 과학의 정의적 영역에 대한 검사를 실시하여 탐구중심 생물학실험 수업의 효과를 알아보았다. 연구 결과 과학의 본성에 대한 사후검사에서 실험집단의 평균이 통제집단보다 조금 높았지만 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($p>.05$). 또한 실험집단과 통제집단 간의 과학의 정의적 영역을 분석한 결과 실험집단에서 과학에 대한 자기 효능감, 과학의 필요성, 장애직업에 대한 과학의 필요성이 통제집단에 비해 유의미하게 향상되었다($p<.01$). 탐구중심 생물학실험 수업은 예비 과학교사의 과학의 정의적 영역을 향상시키는 데는 효과가 있으나 과학의 본성에 대한 관점 변화에는 영향을 주지 못하였다.

주제어 : 과학의 정의적 영역, 과학의 본성, 탐구중심 생물수업

참고 문헌

- 교육과학기술부 (2009a). 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제2009-41호(별책9).
- 교육과학기술부 (2009b). 고교 과학과 교육과정 해설서.
- 교육인적자원부 (2007). 과학과 교육과정. 교육인적자원부 고시 제2007-79호(별책9).
- 김미경, 김희백 (2007). 고등학교 생물 교과의 개방적 탐탐구 활동 프로그램 개발 및 적용. 한국생물교육학회지, 35(4), 521-535.
- 김영민, 박종원, 박종석, 김영신, 이효녕 (2008). 과학 교사양성 내실화를 위한 새로운 교과교육학 과목의 설정 및 교수 내용 개발 연구. 서울 : 교육과학기술부.
- 김윤택, 김경호, 김남일, 백수관, 김병인, 배진호, 배미정 (2002). 고등학교 생물 II 교과서. 서울 : (주)중앙교육진흥연구소.
- 김지영, 강순희 (2007). 가설 연역적 탐구 실험 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 관점에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 27(3), 169-179.
- 김찬중, 현종오, 김희백, 송진웅, 김경숙, 김상협, 김형석, 박명숙, 박미연, 윤명섭, 이원경, 이태원 (2009). 중학교 과학1 교과서. 서울 : 두산동아.
- 박희송, 이흥우, 조경주, 백운성, 김학현 (2002). 고등학교 생물 II 교과서. 서울 : (주)금성출판사.
- 복원근, 옥준석, 오문환, 정상운, 김덕현, 김병인, 한덕주, 정의현, 방태철, 박병훈, 황성용, 황원기 (2009). 중학교 과학1 교과서. 서울 : (주)지학사.
- 서혜애, 박윤배, 정은영, 남정희, 우애자 (2008). 2006 PISA 학생 성취 · 흥미도 비교조사 연구. 서울 : 교육과학기술부.
- 서혜애, 오필석, 홍재식 역 (2000). 국가과학교육 기준 : 미국의 과학교육 개혁. 서울 : 교육과학사.
- 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.
- 이상인, 신영준, 동효관, 백승용 (2002). 고등학교 생물 II 교과서. 서울 : (주)지학사.
- 이양락 (2004). 제7차 과학과 교육과정의 문제점과 개선 방향. 교과 교육과정 개선 방안. pp. 179-

207. 연구자료 ORM 2004-29. 서울 : 한국교육과정 평가원.

이인선, 조선미, 장신호 (2010). 과학 탐구중심 모의수업 경험이 초등예비교사의 정의적 특성에 미치는 영향. *초등과학교육*, 29(4), 465-473.

이인선, 최경희, 한인식, 김선화, 이현주 (2009). 핵물리 연구 참여 경험이 예비 과학교사의 과학 탐구 과정의 본성에 대한 인식과 진로탐색에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 29(5), 541-551.

임희준, 여상인 (2006). '생활속의 화학' 강좌가 예비 초등교사의 과학교수 효능감과 과학의 본성에 대한 신념에 미치는 효과. *초등과학교육*, 25(4), 374-382.

조희형, 정화숙, 장정찬, 최승일, 여경환 (2002). *고등학교 생물 II 교과서*. 서울 : 대한교과서(주).

한국과학교육학회 (2005). *초·중등 과학교육 혁신방안 연구*. 국가과학기술자문회의 : 서울.

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.

Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a 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.

Bres, M., & Weisshaar, A. (2008). *Thinking about biology: An introductory laboratory manual*. San Francisco, CA: Pearson Education, Inc.

Cobern, W. W., & Loving, C. C. (1998). The card exchange: Introducing the philosophy of science. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 73-82). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Germann, P. J., Aram, R. A., & Burke, G.

(1996). Identifying patterns and relationships among the responses of seventh-grade students to the science process skills of designing experiment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 79-99.

Harlen, W., & Holroyd, C. (1997). Primary teachers' understanding of concepts of science: Impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, 19(1), 93-105.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.

Kendall Hunt Publishing (2007). *BSCS biology: A human approach*. Dubuque, IA: Kendall Hunt Pub Co.

Kendall Hunt Publishing (2006). *BSCS biology: A Inquiry approach*. Dubuque, IA: Kendall Hunt Pub Co.

Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(2), 2-11.

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.

Sylvia, S. M. (2010). *Laboratory manual biology* (10th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.