

교육학 석사 학위논문

사범대학 생물교육과 학생들의
과학적 가설에 대한 인식과
가설 설정 능력 조사

**Biology Education Students'
Awareness of and Ability to Formulate
Scientific Hypothesis**

2018년 2월

서울대학교 대학원

과학교육과 생물전공

신 지 흥

사범대학 생물교육과 학생들의
과학적 가설에 대한 인식과
가설 설정 능력 조사

**Biology Education Students'
Awareness of and Ability to Formulate
Scientific Hypothesis**

지도교수 김 영 수

이 논문을 교육학 석사 학위논문으로 제출함
2017년 12월

서울대학교 대학원
과학교육과 생물전공
신 지 홍

신지홍의 석사 학위논문을 인준함
2018년 1월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국문초록

본 연구의 목적은 사범대학 생물교육과 학생의 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력을 조사함으로써, 학생들의 가설 설정 능력을 향상시키는 데에 있다. 본 연구는 나아가 미래에 학교 현장에서 학생들을 지도하는 데에 있어서 탐구 과정에 대한 올바른 인식을 함양하는 것이 중요하므로 생물교육과 학생들의 통합적 탐구 능력을 기르는 전략을 마련할 기초 자료를 제공한다.

서울특별시 사범대학 생물교육과 학생 72명을 대상으로 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력을 조사하였다. 생물교육과의 생물교육론을 수강하지 않은 학생 31명과 수강한 학생 41명의 조사 결과를 분석 비교한 결과는 다음과 같았다.

첫째, 생물교육과 학생들은 과학 지식의 본성에 대해서 잘 인식하고 있으나, "과학 지식은 과학자에 의해 구성된다"는 인식에서는 '그렇다'고 답한 학생의 비율이 생물교육론 미수강 학생(n=31)은 31.7%, 수강한 학생(n=41)은 58.1%로 나타났다 ($\chi^2=8.846, p=0.010$).

둘째, 과학적 용어를 구별하는 능력을 조사한 결과, 가설과 가정, 가설과 예측, 가설과 결론 중에서 가설과 예측을 가장 많이 혼동하고 있는 것으로 확인되었다. 그러나 가설과 예측을 혼동하는 비율이 생물교육론 미수강생(87.8%)에 비해 수강생(51.6%)에서는 적게 나타났고 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($\chi^2=12.092, p=0.001$). 주어진 탐구 상황에서는 미수강생의 51.2%, 수강생의 25.8%가 가설과 예측을 혼동하는 경향을 보였고 미수강생과 수강생 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 있었다 ($\chi^2=9.886, p=0.008$).

셋째, 과학적 가설에 대한 인식 조사 결과를 통해 생물교육과 학생들

에게 가설 설정 시 변인 간의 관계를 뚜렷하게 나타낼 수 있도록 안내하는 교수학습 전략이 필요하다는 결론을 내릴 수 있었다.

넷째, 가설 설정 능력 조사 결과에서 탐구 문제를 일반화된 형태로 진술한 비율이 미수강생에서 24.4%, 수강생에서는 48.4%로 나타났다 ($\chi^2=5.882$, $p=0.152$). 또한 가설을 일반화된 형태로 진술한 비율은 미수강생이 58.5%, 수강생이 45.2%이었다 ($\chi^2=4.622$, $p=0.150$). 생물교육과 학생들은 일반화된 진술문으로 표현하는 능력을 계발해야할 필요성을 보였다.

연구 결과에 따라 사범대학 생물교육과 학생들이 학교 현장에서 탐구 과정 지도를 올바르게 하기 위한 통합적 탐구 과정에 대한 안내가 생물교육론 강의에서 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 위에서 제안한 부분을 참고하여 교육과정을 개선한다면 학생들의 통합적 탐구 과정에 대한 인식이 올바르게 이루어질 것으로 기대한다.

주요어 : 과학적 탐구 과정, 과학적 가설, 가설 설정 능력, 과학 지식의 본성, 교사 교육

학 번 : 2015-21632

목 차

국문초록	i
목 차	iii
표 목 차	vi
그 립 목 차	vii
I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구 목적	3
3. 연구 내용	3
II. 이론적 배경	4
1. 과학적 가설	4
1) 과학적 가설의 정의	4
2) 가설과 혼동하기 쉬운 과학적 용어의 정의	5
3) 과학적 가설 설정 능력의 평가	5
2. 과학 탐구 과정	7
1) SAPA의 탐구 과정 요소	7
2) Klopfer의 탐구 과정 요소	8
III. 연구 방법	9

1. 조사 대상	9
2. 조사 도구	9
3. 자료 수집	11
4. 자료 분석	11
IV. 연구 결과 및 논의	12
1. 과학 지식 본성에 대한 인식	12
1) 과학 지식 생성에 대한 인식	12
2) 타당한 근거에 기반한 과학 지식 구성에 대한 인식	14
3) 과학 지식의 불완전성에 대한 인식	15
4) 과학 지식의 가변성에 대한 인식	17
2. 과학적 탐구 과정에 대한 인식	19
1) 가설과 다른 과학적 용어의 구별 능력	19
3. 과학적 가설에 대한 인식	27
1) 가설 설정 과정에서 타당한 근거의 필요성 인식	27
2) 가설 설정 과정에서 변인간의 관계에 대한 인식	27
3) 가설 검증의 필요성에 대한 인식	29
4) 가설의 검증 가능성에 대한 인식	30
4. 과학적 가설 설정 능력	32
1) 탐구 문제 설정 능력	32
2) 탐구 문제에 대한 답으로서의 가설 설정	33
3) 변인 포함 유형	34
4) 작성한 가설의 검증 가능성	35
5) 학생이 작성한 가설의 일반화 여부	36

6) 가설의 타당한 근거 제시 여부	37
V. 결론 및 제언	38
VI. 후속 연구 과제	40
참 고 문 헌	41
부 록	43
Abstract	50

표 목 차

<표II-1> 가설과 혼동하기 쉬운 과학적 용어의 정의	5
<표II-2> 과학적 가설 설정 능력 평가 범주 (김영수, 2010)	6
<표II-3> SAPAII의 분류에 따른 13가지 탐구 과정 요소 (AAAS,1990)	7
<표II-4> Klopfer의 과학 교육 목표 분류 체계 중 탐구 과정 요소	8
<표III-1> 조사 범주 및 세부 조사 내용	10
<표IV-1> 과학 지식 생성에 대한 사범대학 생물교육과 학생의 인식	13
<표IV-2> 타당한 근거에 기반한 과학 지식 구성	14
<표IV-3> 과학 지식의 불완전성에 대한 인식	16
<표IV-4> 과학 지식의 가변성에 대한 인식	17
<표IV-5> 가설과 다른 과학적 용어의 구별	20
<표IV-6> 탐구 상황에서 가설을 다른 과학적 용어들과 구별하는 능력	21
<표IV-7> 탐구 과정을 올바르게 나열하였는지의 여부	24
<표IV-8> 탐구 과정의 시작을 문제 인식에서 시작하였는지의 여부	24
<표IV-9> 탐구 과정 나열 순서	26
<표IV-10> 생물교육과 학생의 가설 설정 과정에서 타당한 근거의 필요성 인식 여부	28
<표IV-11> 생물교육과 학생의 가설 설정 과정에서 변인간의 관계에 대한 인식	28
<표IV-12> 가설 검증의 필요성에 대한 생물교육과 학생의 인식	30
<표IV-13> 가설의 검증 가능성에 대한 생물교육과 학생의 인식	31
<표IV-14> 생물교육과 학생의 탐구 문제 설정 능력 조사 결과	32
<표IV-15> 탐구 문제에 대한 답으로서의 가설 설정 여부	33
<표IV-16> 변인 포함 유형 분석 결과	34
<표IV-17> 생물교육과 학생들이 작성한 가설의 검증가능성	35
<표IV-18> 일반화된 형태의 가설 설정 능력	36
<표IV-19> 가설 설정에서 생물교육과 학생들의 타당한 근거 제시 여부	37

그림 목 차

<그림 1> 과학적 가설의 정의 (김영수, 2010)	4
-------------------------------------	---

I. 서 론

1. 연구의 필요성

현대 사회를 살아가는 우리는 과학 지식의 증가와 과학기술의 발전에서 비롯된 혜택을 누리며 살고 있다. 그러나 이와 동시에 관련된 새로운 문제가 생겨날 가능성도 함께 늘어난다는 것도 자명한 사실이다. 따라서 개인과 사회에서 새로이 발생하는 문제를 해결하기 위하여 시민이 합리적인 사고과정을 통해 해결방안을 모색할 수 있는 능력을 함양해야할 필요성이 대두되고 있다.

이와 같은 문제 해결 능력은 과학적 소양의 함양에 따라 갖춰질 수 있고, 과학적 소양은 과학적 탐구능력과 태도를 통해 기를 수 있다(교육부, 2015). 과학교육계에서 과학 탐구 과정은 과학적 문제를 창의적으로 해결하는 과정이라고 정의하고 있다(강순희, 2008). 즉 어떠한 현상에 대해 과학적 의문을 제기하고, 그 의문에 대한 설명이나 나름의 답을 도출하는 과학적 탐구과정을 통해 과학적 문제를 해결하는 소양을 기를 수 있다.

과학적 지식에는 결과적 지식과 탐구 과정에서 생성되는 중간적 지식도 포함되며(권용주 등, 2003), 중간적 지식은 결과적 지식과 마찬가지로 중요하다(권용주 등, 2003). ‘가설 지식’은 탐구 과정에서 생성되는 중간적 지식의 한 가지이며 관찰된 현상들의 원인에 대한 임시적 설명으로서 고안된 명제 혹은 명제들의 집합이다(Barnhart, 1953; Lawson, 1995). 이 때 가설 지식은 자연 현상으로부터 야기되는 의문을 과학적 설명으로 전환시키는 진입 통로의 역할(Klahr & Dunbar, 1988; Wenham, 1993;

Lawson, 1995)을 하므로 과학 탐구에서 핵심적 역할을 한다(권용주 등, 2000).

현행 과학 교수 학습 전략 혹은 프로그램에서는 관찰, 실험 설계 방법 고안, 가설 평가 및 결론 진술 등의 과정에 대한 자세한 교수 방법을 소개하고 있다. 그러나 가설 생성에 관한 교수 전략은 미비한 실정이다. 이는 가설 생성과정에 대한 체계적, 기술적 연구가 부족하기 때문이며(권용주 등, 2003), 교수 전략 개발에 필요한 아이디어 또한 부족한 결과를 낳는다(염혜민, 2012). 최근 엄경화와 김영수(2013)는 고등학생의 가설 설정 능력을 향상시키기 위한 지도 자료를 개발, 적용하여 효과를 확인하였다. 이처럼 학생 지도 자료는 개발되었으나 교사를 위한 가설 설정 능력 교수법 연구는 부족한 상황이다.

현재 과학 탐구 과정에 대한 교육이 원활히 이루어지지 못하고 있는 것은 교사들이 실제 학교 현장에서 가설 검증형 실험 수업을 수행하기 어렵기 때문이며(김유향, 2013), 실제로 중등 과학 교사들은 탐구 과정 요소 중 가설 설정을 가장 낮은 빈도로 사용한다(김지영, 강순희, 2006).

이와 같은 실정에서 미래의 생물교사가 될 사범대학 생물교육과 학생들의 가설에 대한 인식 상태와 가설 설정 능력의 함양 정도를 파악하는 것은 중요하다. 본 연구의 결과는 생물교사 양성 교육과정을 경험하는 사범대학 생물교육과 학생들의 가설 설정 능력을 향상시키기 위한 교육 과정을 수립하는 데에 있어서 탐구 과정의 교육 방법론에 대한 시사점을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 목적

본 연구를 통해 생물교육과 학생들이 사범대학의 교육과정에서 생물교육론 강의 수강여부에 따라 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력을 함양하는 정도에 차이가 있는지 조사한다.

3. 연구 내용

본 연구의 내용은 다음과 같다.

- 1) 생물교육과 학생의 과학 지식의 본성과 과학적 탐구 과정에 대한 인식 조사
- 2) 생물교육과 학생의 과학적 가설에 대한 인식 조사
- 3) 생물교육과 학생의 가설 설정 능력에 대한 조사

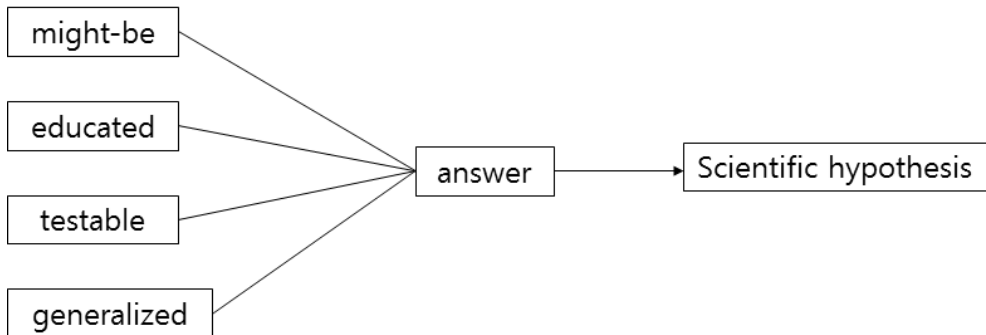
Ⅱ. 이론적 배경

1. 과학적 가설

1) 과학적 가설의 정의

일반적으로 정의하는 과학적 가설은 ‘현상의 원인을 설명하기 위해 고안된 최선의 잠정적 해’이다(Lawson, 1995; 박종원, 2000)

또한 과학적 가설이란 탐구 문제에 대한 최선의 잠정적인 답으로서, 타당한 근거에 기반하고 일반화된 진술이며 검증 가능해야 한다(김영수, 2010).



<그림 1> 과학적 가설의 정의 (김영수, 2010)

2) 가설과 혼동하기 쉬운 과학적 용어의 정의

과학 교사들의 탐구 과정과 가설에 대한 인식을 연구한 김지영과 강순희(2007)에 따르면 과학 교사들은 가설과 예상, 예측과 관련한 용어 정의, 탐구 상황을 구별하는 데 어려움을 겪는다. 김영수(2010)는 다음 <표 II-1>와 같이 가설과 혼동하기 쉬운 과학적 용어를 정의하였다.

<표 II-1> 가설과 혼동하기 쉬운 과학적 용어의 정의 (김영수, 2010)

용어	정의
가정	과학 탐구를 수행하는 과정에서 잠시 참이라고 생각(전제)하는 것으로, 옳고 그름을 판단하는 대상이 아닌 진술이다.
예측	어떤 특정한 조건에서 어떤 현상이 관찰될 것인지 미루어 짐작한 것이다.
결론	연구 문제에 대한 과학자의 가설을 실험 결과를 바탕으로 수용할 것인지 혹은 수용하지 않을 것인지에 대해 판단한 진술이다.

3) 과학적 가설 설정 능력의 평가

과학적 가설 설정 능력을 평가하기 위해 김영수(2017)는 아래 <표 II-2>와 같이 평가 범주를 제안하였다.

<표Ⅱ-2> 과학적 가설 설정 능력 평가 범주 (김영수, 2017)

평가 범주	세부 내용
탐구 문제에 대한 답으로서의 가설을 진술하였는가?	탐구문제에 대한 답으로서의 가설을 제시
	다른 탐구 문제에 대한 답으로서의 가설을 제시
	현상이나 탐구 문제의 재진술
	다른 현상이나 탐구 문제의 제시
	‘모른다’고 응답
타당한 근거에 기반하여 가설을 설정하였는가?	타당한 근거의 제시
	타당하지 않은 근거의 제시
	가설에 대한 부연 설명
	가설의 재진술
	근거를 제시하지 않음
독립변인과 종속변인의 인과적 관계를 바르게 나타내었는가?	하나의 독립변인과 하나의 종속변인의 인과적 관계
	다수의 독립변인과 하나의 종속변인의 인과적 관계
	하나의 독립변인만 포함
	다수의 독립변인만 포함
일반화된 진술인가?	일반화된 진술
	일반화되지 않은 진술
진술한 가설이 검증 가능한가?	검증 가능
	검증 불가능

2. 과학 탐구 과정

과학적 탐구 능력은 과학적 문제 상황을 해결하기 위해 과학 활동(실험, 조사, 토론 등)을 통하여 다양한 방법으로 문제 해결을 위한 증거를 수집, 분석, 평가하는 과정에서 새로운 과학 지식을 습득하거나 구성하는 능력이다(교육부, 2015). 탐구 과정을 통해 탐구 능력을 계발할 수 있다. 탐구 과정 요소는 크게 SAPA(Science-A Process Approach)에서 분류한 탐구 과정 요소와 Klopfer의 탐구 과정 요소로 나뉜다.

1) SAPA의 탐구 과정 요소

1960년대에 미국에서 개발된 교육과정으로서 탐구과정 중심의 통합 과학을 시도하였다. 계속 수정, 보완되어 1990년대에 개발된 SAPAⅡ를 바탕으로 탐구 과정 요소를 설정하기 위한 도구로 활용된다.

<표Ⅱ-3> SAPAⅡ의 분류에 따른 13가지 탐구 과정 요소 (AAAS, 1990)

탐구기능	
기초 행동	관찰
	시공간 관계 사용
	분류
	수 사용
	측정
	예측
	추리
통합적 행동	변인 통제
	자료 해석
	가설 설정
	조작적 정의
	실험 수행
모델 설정	

2) Klopfer의 탐구 과정 요소

우리나라에서 많이 활용하는 과학교육목표 분류체계로, 탐구 과정에 참여하고 있는 학생의 행동을 분류한다. 내용은 다음과 같다.

<표Ⅱ-4> Klopfer의 과학 교육 목표 분류 체계 중 탐구 과정 요소

탐구영역	세분화된 행동
관찰과 측정	사물과 현상의 관찰
	관찰한 내용을 과학적으로 적합한 언어로 표현
문제 인식과 해결 방법 모색	물체와 변화의 측정
	적합한 측정 도구의 선택
	측정의 어림과 정확성 한계의 인식
	문제의 인식
자료의 해석과 일반화	적절한 가설 설정
	적합한 가설 검증 방법 선택
	적합한 실험과정 설계
	실험 자료의 처리
	자료를 함수 관계의 형태로 제시
	관찰 내용과 실험 자료의 해석
이론적 모델의 형성, 검증 및 수정	내삽과 외연
	수집 자료에 근거한 가설 평가
	일반화
	이론적 모델의 필요성 인식
	알려진 현상과 원리를 수용하는 이론적 모델 형성
	이론적 모델로 설명되는 현상과 원리 열거
	이론적 모델에서 새로운 가설에 대한 연역적 추론
	이론적 모델 검증을 위한 실험 결과 해석, 평가
이론적 모델의 수정, 보완, 또는 확장된 이론적 모델 형성	

Ⅲ. 연구 방법

1. 조사 대상

본 연구의 조사 대상은 서울특별시 소재 국립대학의 사범대학 생물교육과 학생으로서, 재학생 총 72명을 대상으로 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력을 조사하였다.

2. 조사 도구

사범대학 생물교육과 학생들의 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력을 조사하기 위해 사용한 검사지는, 염혜민(2012)이 중학생의 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력을 조사하기 위해 개발한 기존의 설문지에서, 가설 설정 능력을 조사하는 질문에서 탐구 문제를 설정하는 항목을 삽입하여 일반화된 진술문으로써의 가설을 작성할 수 있도록 수정 및 보완하여 활용하였다. 설문지는 과학 지식의 본성에 대한 인식, 탐구 과정에 대한 인식, 과학적 가설에 대한 인식을 측정하기 위한 선택형 문항과 가설 설정 능력을 알아보기 위한 자유응답형 문항으로 구성되어 있으며, 내용은 <표Ⅲ-1>와 같다.

<표Ⅲ-1> 조사 범주 및 세부 조사 내용

조사범주	세부 조사 내용
과학 지식의 본성에 대한 인식	과학 지식의 구성에 대한 올바른 인식을 갖고 있는가?
	과학 지식은 타당한 근거에 기반하여 구성됨을 아는가?
	과학 지식은 불완전함을 아는가?
	과학 지식의 가변성에 대해 올바른 인식을 가지는가?
탐구 과정에 대한 인식	가설과 다른 과학적 용어의 정의를 구별할 수 있는가?
	가설과 다른 과학적 용어의 구별 능력 주어진 탐구 상황에서 가설과 다른 과학적 용어를 구별할 수 있는가?
과학적 가설에 대한 인식	가설 설정 과정에서 타당한 근거의 필요성에 대한 인식을 갖고 있는가?
	가설 설정 과정에서 변인 간의 관계를 바르게 나타내야함을 아는가?
	가설 검증의 필요성에 대한 올바른 인식을 갖고 있는가?
가설 설정 능력	탐구 문제를 설정할 수 있는가?
	탐구 문제에 대한 답으로써의 가설을 진술하였는가?
	독립변인과 종속변인의 인과적 관계를 바르게 나타내었는가?
	검증 가능한 가설을 진술하였는가?
	타당한 근거에 기반하여 가설을 설정하였는가?

3. 자료 수집

본 조사는 생물교육과 토론실에서 진행되었다. 휴게시간에 토론실을 방문한 생물교육과 학부생을 대상으로 모집하였으며, 자발적 참여의사를 밝힌 학생이 자유롭게 설문지에 응답하는 형태로 진행되었다. 정규 교과 시간 중 일부를 할애하여 응답하기도 하였다. 설문은 2017년 5월부터 9월까지 진행하였고 재학생 총 72명이 설문에 응하였다.

4. 자료 분석

통계 분석을 위해 SPSS Statistics ver. 23.0 프로그램을 이용하여 검사지에 포함된 각 문항들에 대한 학생 응답에 대하여 반응 빈도와 백분율을 산출하여 학생들의 답변 경향을 분석하였다. 생물교육론 강의를 수강하지 않은 학생 집단과 수강한 학생 집단 간의 동질성 검사를 위해 카이제곱검정을 실시하였고 기대빈도가 5 미만인 셀에 의한 오차를 줄이기 위해 Fisher의 정확검정을 실시하였다. 유의 수준은 .05이다.

IV. 연구 결과 및 논의

사범대학 생물교육과 학생 72명을 대상으로 사범대 생물교육과 학생의 과학 지식의 본성, 과학적 탐구 과정, 과학적 가설에 대한 인식 및 설정 능력을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 과학 지식 본성에 대한 인식

1) 과학 지식 생성에 대한 인식

생물교육과 학생들의 과학 지식 생성에 대한 인식은 다음 <표IV-1>과 같이 나타났다.

“과학 지식은 과학자가 자연에서 발견한 것이다.” “과학자는 자연 현상을 설명하기 위해 자연에 존재하는 과학지식을 발견해낸다.”는 진술에 대해 ‘그렇다고 생각함’이라 답한 비율이 생물교육론을 수강하지 않은 학생은 각각 75.6%, 75.6%였고 생물교육론 수업을 들은 학생은 ‘그렇다고 생각함’이라고 답한 비율이 각각 67.7%, 58.1%였다. “과학 지식은 과학자에 의해 만들어진 것이다.”문항에 대해서 ‘그렇다’고 대답한 생물교육론 미수강생이 31.7%, 수강한 학생이 58.1%로 미수강생과 수강생의 통계적 유의한 차이가 나타난다($\chi^2=8.874$, $p=0.010$). “과학 지식은 자연 현상에 대해 과학자가 생각해낸 설명이다.”는 진술에 대해서는 미수강생, 수강생이 각각 73.2%, 83.9%로 대부분의 학생이 ‘그렇다고 생각함’이라 응답하였다.

<표IV-1> 과학 지식 생성에 대한 사범대학 생물교육과 학생의 인식 학생수 (%)

문항	집단 구분	그렇다고 생각함	그렇지 않다고 생각함	잘 모르겠음	무응답	계	Fisher's exact test	
							χ^2	<i>p</i>
과학 지식은 과학자가 자연에서 발견한 것이다. (R)	미수강	31 (75.6)	7 (17.1)	3 (7.3)	0 (0.0)	41 (100)	0.927	0.724
	수강	21 (67.7)	8 (25.8)	2 (6.5)	0 (0.0)	31 (100)		
과학 지식은 과학자에 의해 만들어진 것이다.	미수강	13 (31.7)	25 (61.0)	3 (7.3)	0 (0.0)	41 (100)	8.874	0.010
	수강	18 (58.1)	8 (25.8)	5 (16.1)	0 (0.0)	31 (100)		
과학자는 자연 현상을 설명하기 위해 자연에 존재하는 과학지식을 발견해낸다. (R)	미수강	31 (75.6)	9 (22.0)	1 (2.4)	0 (0.0)	41 (100)	2.762	0.233
	수강	18 (58.1)	12 (38.7)	1 (3.2)	0 (0.0)	31 (100)		
과학 지식은 자연 현상에 대해 과학자가 생각해낸 설명이다.	미수강	30 (73.2)	9 (22.0)	2 (4.9)	0 (0.0)	41 (100)	4.411	0.170
	수강	26 (83.9)	2 (6.5)	2 (6.5)	1 (3.2)	31 (100)		

R=역방향 문항

조사 결과, 생물교육과 학생 다수는 과학 지식을 자연에서 발견하는 것이라고 인식하고 있음을 알 수 있었다. 그러나 생물교육론을 수강한 학생은 과학 지식은 구성된다는 인식을 지니는 것으로 조사되었다.

2) 타당한 근거에 기반한 과학 지식 구성에 대한 인식

과학 지식은 타당한 근거를 기반으로 하여 구성된다. 이에 대한 생물 교육과 학생들의 인식은 다음 <표IV-2>와 같이 나타났다.

<표IV-2> 타당한 근거에 기반한 과학 지식 구성 학생수 (%)

문항	집단 구분	그렇다고 생각함	그렇지 않다고 생각함	잘 모르겠음	무응답	계	Fisher's exact test	
							χ^2	p
과학자가 어떤 자연 현상에 대해 설명할 때 연구 과정에서는 그 설명을 뒷받침하는 근거가 없어도 된다. (R)	미수강	2 (4.9)	38 (92.7)	1 (2.4)	0 (0.0)	41 (100)	0.918	1.000
	수강	2 (6.5)	29 (93.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		
과학자가 어떤 현상에 대해 설명할 때 그 설명은 근거가 있어야 한다.	미수강	39 (95.1)	2 (4.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100)	2.295	0.503
	수강	31 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		
과학자가 어떤 자연 현상에 대해 설명할 때 그 설명에 대한 근거가 없더라도 자연 현상을 제대로 (정확하게) 설명한다면, 우리는 그 설명을 과학 지식으로 받아들여도 된다. (R)	미수강	5 (12.2)	31 (75.6)	4 (9.8)	1 (2.4)	41 (100)	2.579	0.498
	수강	1 (3.2)	27 (87.1)	3 (9.7)	0 (0.0)	31 (100)		
과학자는 어떤 자연 현상에 대해 설명할 때 자신의 지식에 근거하여 설명한다.	미수강	31 (95.1)	8 (19.5)	2 (4.9)	0 (0.0)	41 (100)	0.742	0.775
	수강	22 (71.0)	6 (19.4)	3 (9.7)	0 (0.0)	31 (100)		

R=역방향 문항

“과학자가 어떤 자연 현상에 대해 설명할 때 연구 과정에서는 그 설명을 뒷받침하는 근거가 없어도 된다.”, “과학자가 어떤 자연 현상에 대해 설명할 때 그 설명에 대한 근거가 없더라도 자연 현상을 제대로 (정확하게) 설명한다면, 우리는 그 설명을 과학 지식으로 받아들여도 된다.”는 문항에 ‘그렇지 않다고 생각함’이라 답한 학생이 생물교육론을 수강하지 않은 학생은 각각 92.7%, 75.6%였고, 수강한 학생은 93.5%, 87.1%였다. “과학자가 어떤 현상에 대해 설명할 때 그 설명은 근거가 있어야 한다.”, “과학자는 어떤 자연 현상에 대해 설명할 때 자신의 지식에 근거하여 설명한다.”는 문항에 대해서 ‘그렇다고 생각함’이라 답한 학생은 생물교육론 미수강생이 각각 95.1%, 95.1%였고, 생물교육론 수강 학생은 100%, 71.0%였다.

대다수의 생물교육과 학생이 과학 지식은 타당한 근거를 기반으로 구성된다고 인식하고 있는 것으로 나타났다.

3) 과학 지식의 불완전성에 대한 인식

과학지식의 불완전성에 대한 생물교육과 학생의 인식은 다음 <표IV-3>과 같다.

“과학 지식은 자연 세계를 완벽하게 설명한다.”, “과학 지식은 과학적인 연구 절차를 거쳐 얻어지므로 오류가 있을 수 없다.”는 항목에 대해 생물교육론 미수강생은 각각 95.1%, 95.1%가 ‘그렇지 않다고 생각함’이라 응답하였다. 같은 문항에 대해 생물교육론을 수강한 학생은 각 문항에 대해 93.5%, 96.8%가 ‘그렇지 않다고 생각함’이라 답하였다. “과학 지식은 자연 세계를 완벽하게 설명하지는 못한다.”, “과학자가 연구를 수행할 때 오류를 범할 수 있으므로 과학 지식은 불완전할 수도 있다.”는 문

<표IV-3> 과학 지식의 불완전성에 대한 인식

학생수
(%)

문항	집단 구분	그렇다고 생각함	그렇지 않다고 생각함	잘 모르겠음	무응답	계	Fisher's exact test	
							χ^2	<i>p</i>
과학 지식은 자연 세계를 완벽하게 설명한다. (R)	미수강	0 (0.0)	39 (95.1)	2 (4.9)	0 (0.0)	41 (100)	0.083	0.774
	수강	0 (0.0)	29 (93.5)	2 (6.5)	0 (0.0)	31 (100)		
과학 지식은 자연 세계를 완벽하게 설명하지는 못한다.	미수강	39 (95.1)	2 (4.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100)	2.388	0.324
	수강	30 (96.8)	0 (0.0)	1 (3.2)	0 (0.0)	31 (100)		
과학 지식은 과학적인 연구 절차를 거쳐 얻어지므로 오류가 있을 수 없다. (R)	미수강	1 (2.4)	39 (95.1)	1 (2.4)	0 (0.0)	41 (100)	1.002	1.000
	수강	1 (3.2)	30 (96.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		
과학자가 연구를 수행할 때 오류를 범할 수 있으므로 과학 지식은 불완전할 수도 있다.	미수강	41 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100)	1.704	0.431
	수강	30 (96.8)	1 (3.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		

R=역방향 문항

항에 대해서 생물교육론을 수강하지 않은 학생은 각 문항에 대해 ‘그렇다고 생각’한다는 비율이 95.1%, 100%로 나타났으며, 생물교육론을 수강한 학생은 96.8%, 96.8%로 나타났다.

위 결과를 보았을 때, 생물교육과 학생의 대부분이 과학 지식이 불완전하다고 인식하고 있음을 알 수 있다.

4) 과학 지식의 가변성에 대한 인식

학생수 (%)

<표IV-4> 과학 지식의 가변성에 대한 인식

문항	집단 구분	그렇다고 생각함	그렇지 않다고 생각함	잘 모르겠음	무응답	계	Fisher's exact test	
							χ^2	<i>p</i>
과학 지식은 철저한 과학적인 연구 절차를 거쳐 얻어진 것이므로 시간이 흐르더라도 변하지 않는다.	미수강	1 (2.4)	39 (95.1)	1 (2.4)	0 (0.0)	41 (100)	1.438	1.000
	수강	0 (0.0)	31 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		
과학 지식은 과학자 집단의 논의와 검토를 거쳐 이룩된 것이므로 오랜 시간이 흘러도 변하지 않는다.	미수강	1 (2.4)	39 (95.1)	1 (2.4)	0 (0.0)	41 (100)	1.002	1.000
	수강	1 (3.2)	30 (96.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		
과학 지식은 새로운 실험적 증거가 쌓이면 변할 수 있다.	미수강	41 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100)	-	-
	수강	31 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)	-	-
과학 지식은 변하지 않는 것처럼 보이지만 변한다.	미수강	40 (97.6)	1 (2.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100)	-	-
	수강	31 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)	-	-

R=역방향 문항

“과학 지식은 철저한 과학적인 연구 절차를 거쳐 얻어진 것이므로 시간이 흐르더라도 변하지 않는다.”, “과학 지식은 과학자 집단의 논의와 검토를 거쳐 이룩된 것이므로 오랜 시간이 흘러도 변하지 않는다.”는 물음에 생물교육과 재학생 중 생물교육론을 수강하지 않은 학생은 각각 95.1%, 95.1%로 ‘그렇지 않다고 생각함’이라 답하였다. 생물교육론을 수

강한 학생은 100%, 96.8%가 ‘그렇지 않다고 생각’한다고 답하였다. “과학 지식은 새로운 실험적 증거가 쌓이면 변할 수 있다.”, “과학 지식은 변하지 않는 것처럼 보이지만 변한다.”는 진술에 대해서 생물교육론을 수강하지 않은 학생은 각각 100%, 97.6% 비율로 ‘그렇다고 생각함’이라 답하였고, 생물교육론을 수강한 학생은 두 물음 모두에 100%가 ‘그렇다’고 답하였다.

그러므로 생물교육과 학생의 대부분이 과학 지식은 가변적이라고 인식하고 있음을 알 수 있다.

과학 지식의 본성에 대한 인식 조사 결과, 생물교육과 학생들은 과학 지식은 타당한 근거를 바탕으로 하고, 불완전성을 지니며 가변적 특성을 지님을 잘 인식하고 있는 것을 확인하였다.

과학 지식의 생성에 관하여 과학자에 의해 만들어지는 것이라는 인식보다 과학 지식은 자연에서 발견한다고 잘못 인식을 하는 학생이 많음을 알 수 있었다. 이는 염혜민(2012)의 연구에서 중학생들이 과학 지식의 생성에 관하여 과학자가 만든다는 인식보다 자연에서 발견되는 것이라 인식하는 비율이 높다는 결과와 일부 일치한다.

그러나 생물교육론을 수강한 학생은 그렇지 않은 학생에 비해 과학자가 과학 지식을 구성한다는 인식을 가지고 있는 것으로 나타나 생물교육과의 교육과정을 경험함에 따라 과학 지식의 본성 중 과학 지식의 생성에 관한 올바른 인식을 함양할 수 있게 된 것으로 사료된다.

2. 과학적 탐구 과정에 대한 인식

1) 가설과 다른 과학적 용어의 구별 능력

(1) 가설과 다른 과학적 용어의 구별

생물교육과 학생들의 ‘가설과 가정’, ‘가설과 예측’, ‘가설과 결론’을 구별하는 능력을 조사해 본 결과를 <표IV-5>에 기술하였다.

생물교육론 미수강, 수강 학생 각각 80.5%, 90.3%가 가설과 가정을 구별한 것으로 나타났다. 결론에 관한 진술에서도 생물교육론 미수강 학생의 70.7%, 수강한 학생의 67.7%가 가설과 결론을 구별함을 알 수 있었다. “가설은 어떤 특정한 조건에서 어떤 현상이 관찰될 것인지 진술한 것이다.”는 진술은 예측에 해당하는데, 가설과 예측을 구별하는데 있어서 수강하지 않은 학생의 63.4%, 수강한 학생의 58.1%가 가설과 예측을 혼동하고 있었다. 이에 반해 “가설은 과학자가 연구 문제에 대해 자신의 생각을 바탕으로 어떤 실험 조건에서는 어떤 현상이 관찰될 것인지 미루어 추측한 것이다.”와 같은 진술에서는 생물교육론을 수강하지 않은 학생집단과 수강한 학생집단의 교차분석 결과 $\chi^2=12.204$, $p<0.05$ 로 두 집단이 동질하지 않음을 확인하였다. 미수강 학생의 9.8%가 진술이 가설이 아님을 알고 있던 것과 달리, 수강한 학생은 45.2%의 학생이 가설에 관한 진술이 아니라는 것을 알고 있음을 확인하였다.

생물교육론을 수강하지 않은 학생들은 과학적 용어의 구별에 관한 연구(엄혜민, 2012; 엄경화·김영수, 2012; 박형용, 2017)에서 가설과 예측을 혼동하는 비율이 높음을 밝힌 것과 비슷한 경향을 보이지만 생물교육론을 수강한 학생의 경우 가설과 예측을 구별할 수 있는 것으로 나타났다.

<표IV-5> 가설과 다른 과학적 용어의 구별

학생수
(%)

문항	집단 구분	그렇다고 생각함	그렇지 않다고 생각함	잘 모르겠음	무응답	계	Fisher's exact test	
							χ^2	p
가설과 가정의 구별								
가설은 과학 탐구를 수행하는 과정에서 잠시 참이라고 생각하는 것이므로, 옳고 그름을 판단할 필요가 없는 진술이다. (R)	미수강	6 (14.6)	33 (80.5)	2 (4.9)	0 (0.0)	41 (100)	1.664	0.554
	수강	3 (9.7)	28 (90.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		
가설과 예측의 구별								
가설은 과학자가 연구 문제에 대해 자신의 생각을 바탕으로 어떤 실험 조건에서는 어떤 현상이 관찰될 것인지 미루어 추측한 것이다. (R)	미수강	36 (87.8)	4 (9.8)	1 (2.4)	0 (0.0)	41 (100)	12.204	0.001
	수강	16 (51.6)	14 (45.2)	1 (3.2)	0 (0.0)	31 (100)		
가설은 어떤 특정한 조건에서 어떤 현상이 관찰될 것인지 진술한 것이다. (R)	미수강	26 (63.4)	11 (26.8)	4 (9.8)	0 (0.0)	41 (100)	1.814	0.404
	수강	18 (58.1)	12 (38.7)	1 (3.2)	0 (0.0)	31 (100)		
가설과 결론의 구별								
가설은 연구 문제에 대한 과학자의 생각을 실험 결과를 바탕으로 수용할 것인지 혹은 수용하지 않을 것인지에 대해 판단한 진술이다. (R)	미수강	6 (14.6)	29 (70.7)	6 (14.6)	0 (0.0)	41 (100)	0.384	0.873
	수강	6 (19.4)	21 (67.7)	4 (12.9)	0 (0.0)	31 (100)		

R=역방향 문항

이를 통해 생물교육과 교육과정을 이수함에 따라 과학적 용어의 정의에 대해 구별하는 능력을 함양할 수 있는 것으로 생각된다.

(2) 주어진 탐구 상황에서 가설과 다른 과학적 용어의 구별

탐구 상황에서 제시된 진술에 대해 가정, 가설, 예측, 결론으로 구별할 수 있는지 여부를 알아보기 위한 조사를 실시한 결과는 다음과 같다.

<표IV-6>에 나타난 결과를 보면, 가정에 해당하는 진술의 경우 생물 교육론을 수강하지 않은 학생들은 82.9%, 수강한 학생은 93.5%의 비율로 ‘가정’에 해당한다고 응답하였다. 가설에 해당하는 진술의 경우 문항1, 2, 3에서 생물 교육론을 수강하지 않은 학생의 43.9%, 41.5%, 46.3%가

<표IV-6> 탐구 상황에서 가설을 다른 과학적 용어들과 구별하는 능력

문항 항목	집단 구분	가설	가정	결론	예측	탐구문제	잘 모르겠다	무응답	계	학생수 (%)	Fisher's exact test
										χ^2	p
가정에 해당하는 진술											
양계장의 닭들은 사람이 준 모이 말고는 먹을 것이 없다.	미수강	0 (0.0)	34 (82.9)	0 (0.0)	3 (7.3)	0 (0.0)	3 (7.3)	1 (2.4)	41 (100)	1.880	0.727
	수강	0 (0.0)	29 (93.5)	0 (0.0)	1 (3.2)	0 (0.0)	1 (3.2)	0 (0.0)	31 (100)		
가설에 해당하는 진술											
닭들에게 현미를 먹였기 때문에 각기병 증세가 호전된 것이다. (문항 1)	미수강	18 (43.9)	4 (9.8)	0 (0.0)	15 (36.6)	4 (9.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100)	1.638	0.693
	수강	18 (58.1)	2 (6.5)	0 (0.0)	8 (25.8)	3 (9.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		
영양은 치타로부터 자신의 어린 새끼들을 보호하려고 높이뛰기를 한다. (문항 2)	미수강	17 (41.5)	6 (14.6)	0 (0.0)	16 (39.0)	2 (4.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100)	5.636	0.129
	수강	21 (67.7)	2 (6.5)	0 (0.0)	6 (19.4)	2 (6.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		
영양이 높이뛰기를 하는 것은 치타에게 높이뛰기하는 자신을 잡기 어려울 것이라는 것을 보이기 위함이다. (문항 3)	미수강	19 (46.3)	7 (17.1)	0 (0.0)	12 (29.3)	3 (7.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100)	6.350	0.083
	수강	23 (74.2)	1 (3.2)	0 (0.0)	6 (19.4)	1 (3.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		

예측에 해당하는 진술										
일정 기간 동안 도정미(흰쌀)만을 먹인 닭들은 각기병에 걸리는 반면, 같은 기간 동안 현미를 먹인 닭들은 건강할 것이다. (문항 1)	미수강	23 (57.5)	1 (2.5)	0 (0.0)	16 (40.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	40*	5.414 0.069
	수강	10 (32.3)	1 (3.2)	0 (0.0)	20 (64.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)	
치타가 나타날 때 새끼가 있는 영양은 높이뛰기를 하고, 새끼가 없는 영양은 높이뛰기를 하지 않을 것이다. (문항 2)	미수강	22 (53.7)	1 (2.4)	0 (0.0)	18 (43.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	41	4.310 0.075
	수강	10 (32.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	21 (67.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)	
치타는 높이뛰기를 하는 영양보다 높이뛰기를 하지 않는 영양을 더 많이 공격할 것이다. (문항 3)	미수강	21 (51.2)	2 (4.9)	0 (0.0)	16 (39.0)	2 (4.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	41	9.016 0.008
	수강	8 (25.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	23 (74.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)	
결론에 해당하는 진술										
현미 속에는 각기병 증세를 완화하고 예방하는 물질이 들어있다. (문항 1)	미수강	0 (0.0)	0 (0.0)	40 (97.6)	0 (0.0)	1 (2.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	41	-
	수강	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)	
치타가 나타났을 때 영양이 높이뛰기를 하는 것은 새끼의 유무와 상관없다. (문항 2)	미수강	0 (0.0)	0 (0.0)	38 (92.7)	0 (0.0)	1 (2.4)	2 (4.9)	0 (0.0)	41	1.929 0.503
	수강	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)	
영양은 치타에게 자신을 잡기 어려울 것이라는 것을 보이기 위해 높이뛰기를 한다. (문항 3)	미수강	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	41	-
	수강	0 (0.0)	1 (3.2)	30 (96.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)	

* : 복수응답 제외

‘가설’에 해당한다고 답하였고, 36.6%, 39.0%, 29.4%의 비율로 ‘예측’이라 답하였다. 생물교육론을 수강한 학생은 가설에 관한 진술 문항 1, 2, 3에 대해 ‘가설’이라고 답한 비율이 58.1%, 67.7%, 74.2%였으며 ‘예측’이라고 답한 비율은 25.8%, 19.4%, 19.4%였다. 생물교육론 강의를 경험하기 전 학생들에 비해 경험한 학생들이 가설을 예측과 혼동하는 정도가 줄어들었다. 예측에 해당하는 진술에서 문항1, 2, 3에 대하여 생물교육론을 수

강하지 않은 학생은 각각 57.5%, 53.7%, 51.2%가 ‘가설’이라고 답하였고, 40.0%, 43.9%, 39.0%가 ‘예측’이라고 답하였다. 같은 진술에 대해 생물교육론을 수강한 학생들은 ‘가설’이라고 답한 비율이 문항1, 2, 3에서 32.3%, 32.3%, 25.8%였고 ‘예측’이라고 답한 비율이 64.5%, 67.7%, 74.2%였다. 예측에 관한 진술에서도 생물교육론을 수강한 학생들이 그렇지 않은 학생들에 비해 가설과 예측을 혼동하는 정도가 줄어들었다. 특히 문항3에서 Fisher 정확 검정결과 $\chi^2=9.016$, $p=0.008$ 로 집단 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 결론에 해당하는 진술에 있어서 생물교육론을 수강하지 않은 학생은 문항1, 2, 3에서 각각 97.6%, 92.7%, 100%의 비율로 ‘결론’이라고 응답하였고 생물교육론을 수강한 학생은 같은 문항1, 2, 3에 100% 비율로 ‘결론’이라 답하였다. 이는 대부분의 학생이 이미 결론과 관련된 탐구 상황에 대해 잘 인식하고 있음을 알려준다.

따라서 생물교육과에서 생물교육론을 이수함에 따라 주어진 탐구 상황에서 가설과 예측에 관한 진술을 혼동하는 정도가 줄어들었다고 볼 수 있으므로 교육의 효과가 나타났다고 사료된다.

(3) 과학적 탐구 과정에 대한 인식 조사 결과

학생들의 가설 검증형 실험 탐구 과정 순서에 대한 숙지 여부를 알아보기 위하여 탐구 상황을 제시하고, 자신이 생각한 순서대로 각각의 탐구 상황을 나열하게 하였다. 과학적 탐구 과정에 대한 생물교육과 학생들의 인식을 조사한 결과는 다음 <표IV-7> <표IV-8> <표IV-9>과 같다.

<표IV-7> 탐구 과정을 올바르게 나열하였는지의 여부		학생수(%)
응답 유형	미수강	수강
올바르게 나열	27(65.9)	18(58.1)
올바르지 않게 나열	14(34.1)	12(38.7)
무응답	0 (0.0)	1 (3.2)
계	41(100)	31(100)

<표IV-7>에서 알 수 있듯이 생물교육론 미수강 학생과 수강한 학생 중 가설 검증형 실험 탐구 과정의 순서를 올바르게 나열한 비율이 각각 65.9%, 58.1%로 그렇지 않은 경우 (미수강 34.1%, 수강 38.7%)에 비해 높다.

<표IV-8> 탐구 과정의 시작을 문제 인식에서 시작하였는지의 여부		학생수(%)
응답 유형	미수강	수강
탐구 문제 인식에서 시작	41(100)	30(96.8)
탐구 문제 인식에서 시작하지 않음	0 (0.0)	0 (0.0)
무응답	0 (0.0)	1 (3.2)
계	41(100)	31(100)

<표IV-8>과 같이 생물교육과 학생들은 가설 검증형 실험 탐구 과정에서 탐구 문제 인식이 시작점임을 인식하고 있다. 생물교육론 미수강 학생 100%, 수강한 학생의 96.8%가 탐구 과정 나열 순서에서 탐구 문제 인식을 가장 첫 단계로 응답하였다.

생물교육과 학생들이 가설 검증형 실험 탐구 과정을 나열한 순서는 <표IV-9>과 같다. 탐구 문제 인식에서 출발하여 변인을 추출하는 과정을 거친 후 가설을 설정하고 실험 결과에 관한 예측 후에 실험을 수행하여 결론을 도출하도록 탐구 과정을 바른 순서로 나타낸 경우가 생물교육론 미수강생 중 65.9%, 수강생 중 58.1%로 가장 많이 나타났다. 뒤이어 가설 설정 단계와 변인 추출 단계의 순서를 혼동한 경우가 미수강생의 14.6%, 수강생의 25.8%로 나타났다.

이처럼 학생들이 탐구 과정에서 변인 추출과 가설 설정의 단계 순서를 혼동하는 것은 가설을 설정함에 있어서 탐구문제와 변인의 관계에 대한 인식이 뚜렷하지 않기 때문으로 사료된다.

염혜민(2012)은 중학생은 구체적 탐구 상황에서 가설이 탐구 문제와 관련된 변인의 관계를 나타내어 진술되어야 함을 잘 인식하지 못한다는 연구 결과를 보였다.

<표IV-9> 탐구 과정 나열 순서

탐구 과정 나열 순서	집단 구분		학생수 (%)	
	미수강	수강	Fisher's exact test	
			χ^2	<i>p</i>
문제인식→변인추출→가설설정→예측→실험수행→결론도출	27 (65.9)	18 (58.1)	8.815	0.427
문제인식→변인추출→가설설정→예측→결론도출→실험수행	1 (2.4)	0 (0.0)		
문제인식→변인추출→가설설정→실험수행→예측→결론도출	1 (2.4)	1 (3.2)		
문제인식→변인추출→예측→가설설정→실험수행→결론도출	1 (2.4)	0 (0.0)		
문제인식→변인추출→예측→결론도출→실험수행→가설설정	0 (0.0)	1 (3.2)		
문제인식→가설설정→변인추출→예측→실험수행→결론도출	6 (14.6)	8 (25.8)		
문제인식→가설설정→변인추출→실험수행→예측→결론도출	3 (7.3)	0 (0.0)		
문제인식→가설설정→예측→실험수행→변인추출→결론도출	1 (2.4)	0 (0.0)		
문제인식→가설설정→예측→실험수행→결론도출→변인추출	1 (2.4)	2 (6.5)		
무응답	0 (0.0)	1 (3.2)		
계	41 (100)	31 (100)		

3. 과학적 가설에 대한 인식

과학적 가설은 탐구 문제에 대한 최선의 잠정적인 답으로서, 타당한 근거에 기반하고 일반화된 진술이며 검증 가능해야 한다(김영수, 2010).

사범대학 생물교육과 학생의 과학적 가설에 대한 인식을 조사한 결과는 다음에 기술한 내용과 같다.

1) 가설 설정 과정에서 타당한 근거의 필요성 인식

<표IV-10>를 통해 알 수 있듯이 조사 결과 과학적 가설을 설정할 때 타당한 근거가 필요하다고 생각하는 학생들이 대부분이었다. “과학자는 연구 문제에 대하여 그가 가지고 있는 기존의 지식이나 관련 경험에 비추어 가설을 설정한다.”는 진술에 대하여 생물교육론을 수강하지 않은 학생과 수강한 학생 모두 100%의 비율로 ‘그렇다고 생각함’이라 응답하였다. “과학자가 가설을 진술할 때 연구 문제에 대한 자신의 지식에 기초하지 않더라도 그럴듯하게 진술하면 된다.”는 진술에서 생물교육론을 수강하지 않은 학생의 97.6%가, 수강한 학생의 93.5%가 ‘그렇지 않다고 생각함’이라 응답한 결과를 보였다.

이에 따라 생물교육과 학생은 과학적 가설 설정 과정에서 타당한 근거가 필요하다는 점을 숙지하고 있음을 알 수 있다.

2) 가설 설정 과정에서 변인간의 관계에 대한 인식

과학적 가설을 설정할 때 변인간의 관계에 대해 인식하는 물음에 대하여 생물교육과 학생은 다음 <표IV-11>과 같은 조사 결과를 보였다.

<표IV-10> 생물교육과 학생의 가설 설정 과정에서 타당한 근거의 필요성 인식 여부 학생수 (%)

문항	집단 구분	그렇다고 생각함	그렇지 않다고 생각함	잘 모르겠음	무응답	계	Fisher's exact test	
							χ^2	p
과학자는 연구 문제에 대하여 그가 가지고 있는 기존의 지식이나 관련 경험에 비추어 가설을 설정한다.	미수강	41 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100)	-	-
	수강	31 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		
과학자가 가설을 진술할 때 연구 문제에 대한 자신의 지식에 기초하지 않더라도 그럴듯하게 진술하면 된다. (R)	미수강	0 (0.0)	40 (97.6)	1 (2.4)	0 (0.0)	41 (100)	1.577	0.716
	수강	1 (3.2)	29 (93.5)	1 (3.2)	0 (0.0)	31 (100)		

R=역방향 문항

<표IV-11> 생물교육과 학생의 가설 설정 과정에서 변인간의 관계에 대한 인식 학생수 (%)

문항	집단 구분	그렇다고 생각함	그렇지 않다고 생각함	잘 모르겠음	무응답	계	Fisher's exact test	
							χ^2	p
가설은 어떤 자연 현상과 그 자연 현상에 영향을 미치는 요인 간의 관계를 나타냄으로써 진술된다.	미수강	32 (78.0)	2 (4.9)	7 (17.1)	0 (0.0)	41 (100)	7.616	0.012
	수강	31 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		
가설은 어떤 자연 현상에 영향을 미치는 요인과 영향을 받는 자연 현상간의 관계를 나타냄으로써 진술된다.	미수강	31 (75.6)	2 (4.9)	7 (17.1)	0 (0.0)	41 (100)	0.723	0.756
	수강	26 (83.9)	2 (6.5)	3 (9.7)	0 (0.0)	31 (100)		

“가설은 어떤 자연 현상과 그 자연 현상에 영향을 미치는 요인 간의 관계를 나타냄으로써 진술된다.”는 문항에 대해 생물교육론 미수강 학생의 78.0%, 수강한 학생의 100%가 ‘그렇다고 생각함’이라 응답하였다. 이 때 수강하지 않은 학생의 17.1%가 ‘잘 모르겠음’이라 답하였고 Fisher 정확 검정 결과 값이 $\chi^2=7.616$, $p=0.012$ 로 나타나 두 집단이 다른 성격을 보이는 것을 확인하였다. “가설은 어떤 자연 현상에 영향을 미치는 요인과 영향을 받는 자연 현상간의 관계를 나타냄으로써 진술된다.”는 문항에서 생물교육론을 미수강 학생의 75.6%, 수강한 학생의 83.9%가 ‘그렇다고 생각함’으로 답하였다.

따라서 생물교육과 학생들은 가설을 설정할 때 변인간의 관계가 나타나야 한다는 인식을 가진 것으로 확인된다. 특히 생물교육과 교육과정을 경험한 학생은 가설을 변인관계가 나타나도록 진술해야한다는 인식을 가지는 경향이 좀 더 뚜렷하게 나타난다.

3) 가설 검증의 필요성에 대한 인식

생물교육과 학생이 가설을 검증할 필요가 있다고 인식하는 지에 대한 여부를 알아본 결과는 다음 <표IV-12>와 같다.

“과학자가 진술한 가설이라도 과학적 방법으로 검증해야 한다.”는 진술에 대해 생물교육론을 수강하지 않은 학생, 수강한 학생 집단에서 각각 97.6%, 96.8%가 ‘그렇다고 생각함’이라 답변하였다. “과학자가 연구 과정에서 최선을 다해 세운 가설은 그 가설의 검증 과정이 필요하지 않다.”는 문항에 대해서 미수강생, 수강생 각각 95.1%, 96.8%가 ‘그렇지 않다고 생각함’이라 응답하였다.

<표IV-12>가설 검증의 필요성에 대한 생물교육과 학생의 인식

학생수
(%)

문항	집단 구분	그렇다고 생각함	그렇지 않다고 생각함	잘 모르겠음	무응답	계	Fisher's exact test	
							χ^2	<i>p</i>
과학자가 진술한 가설이라도 과학적 방법으로 검증해야 한다.	미수강	40 (97.6)	1 (2.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100)	1.948	0.679
	수강	30 (96.8)	0 (0.0)	1 (3.2)	0 (0.0)	31 (100)		
과학자가 연구 과정에서 최선을 다해 세운 가설은 그 가설의 검증 과정이 필요하지 않다. (R)	미수강	1 (2.4)	39 (95.1)	1 (2.4)	0 (0.0)	41 (100)	1.002	1.000
	수강	1 (3.2)	30 (96.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (100)		

R=역방향 문항

따라서 생물교육과 학생들은 과학적 가설에 있어서 검증의 필요성을 인식하고 있음을 알 수 있다.

4) 가설의 검증 가능성에 대한 인식

생물교육과 학생들의 과학적 가설의 검증 가능성에 대한 인식 여부를 알아본 결과는 다음 <표IV-13>와 같다.

“가설은 실험을 통해 검증될 수 있어야 한다.”는 진술에 대해 생물교육론 미수강생과 수강생은 각각 92.7%, 90.3%의 비율로 ‘그렇다고 생각함’이라 답하였다. “가설은 실험을 통해 옳고 그름이 판단될 수 있어야 한다.”는 진술에서도 ‘그렇다고 생각함’이 미수강생과 수강생에서 85.4%, 80.6%의 비율로 나타났다.

그러므로 생물교육과 학생들은 과학적 가설은 과학적 검증이 가능하게 설정되어야 한다는 인식을 가지고 있음을 알 수 있다.

<표IV-13> 가설의 검증 가능성에 대한 생물교육과 학생의 인식

학생수
(%)

문항	집단 구분	그렇다고 생각함	그렇지 않다고 생각함	잘 모르겠음	무응답	계	Fisher's exact test	
							χ^2	<i>p</i>
가설은 실험을 통해 검증될 수 있어야 한다.	미수강	38 (92.7)	2 (4.9)	1 (2.4)	0 (0.0)	41 (100)	0.986	0.819
	수강	28 (90.3)	1 (3.2)	2 (6.5)	0 (0.0)	31 (100)		
가설은 실험을 통해 옳고 그름이 판단될 수 있어야 한다.	미수강	35 (85.4)	4 (9.8)	2 (4.9)	0 (0.0)	41 (100)	0.774	0.807
	수강	25 (80.6)	3 (9.7)	3 (9.7)	0 (0.0)	31 (100)		

과학적 가설에 대한 생물교육과 학생들의 인식 조사 결과, 대부분의 학생들이 가설 설정과정에서 타당한 근거가 필요하며, 변인간의 관계가 나타나도록 진술해야 함을 인식하고 있었다. 학생들은 또한 과학적 가설은 과학적 검증과정이 필요하고 검증이 가능한 형태여야 하며 불완전성과 가변성을 지닌다는 것을 알고 있었다. 더 나아가 생물교육과의 교육과정을 경험한 학생은 가설을 설정할 때에 변인간의 관계가 나타나야 한다는 점을 좀 더 명확하게 인식하는 경향이 있음을 확인하였다.

4. 과학적 가설 설정 능력

1) 탐구 문제 설정 능력

가설은 탐구 문제에 대한 잠정적인 답이기에 탐구 문제를 인식하는 단계부터 제대로 수행하는 것이 올바른 가설을 설정하는 데 있어 큰 영향을 줄 것으로 기대할 수 있다.

<표IV-14> 생물교육과 학생의 탐구 문제 설정 능력 조사 결과 학생수 (%)

응답유형	집단 구분		Fisher's exact test	
	미수강	수강	χ^2	<i>p</i>
일반화된 진술	10 (24.4)	15 (48.4)	6.070	0.152
의문을 그대로 재진술	26 (63.4)	12 (38.7)		
엉뚱한 의문을 진술	1 (2.4)	2 (6.5)		
모름	2 (4.9)	1 (3.2)		
미작성	2 (4.9)	1 (3.2)		
계	41 (100)	31 (100)		

조사 결과, 생물교육론을 수강하지 않은 학생들은 63.4%가 의문을 일반화하지 않고 그대로 탐구 문제로서 재진술하였고, 다음으로 24.4%가 일반화된 형태로 탐구 문제를 작성하였으며, 모른다고 답한 경우가 4.9%, 작성하지 않은 경우가 4.9%, 엉뚱한 의문을 진술한 경우가 2.4%로 나타났다. 생물교육론 강의를 들은 학생 집단에서는 일반화된 형태로 진술한 경우가 48.4%로 가장 많이 나타났으며 38.7%가 의문을 그대로 재진술, 6.5%가 엉뚱한 의문을 진술, 모른다고 답하거나 미작성인 경우가 각각 3.2%의 비율을 보였다.

이를 통해 생물교육론을 수강하지 않은 학생들은 탐구 문제를 일반화된 형태가 아닌 특정 현상에 대한 의문을 재진술 형태로 제시하는 비율이 높지만, 생물교육과의 교육과정을 경험한 학생들은 탐구 문제를 일반화된 형태로 진술한 비율이 높은 것을 알 수 있다. 하지만 생물 교육론을 수강한 이후에도 38.7%의 학생은 의문을 그대로 재진술하는데에 그쳤다. 이는 박형용(2017)의 연구에서 초등 예비교사들의 탐구문제 인식이 일반화 되지 못한 질문에 그치는 것과 유사한 경향을 보인다.

2) 탐구 문제에 대한 답으로서의 가설 설정

<표IV-15> 탐구 문제에 대한 답으로서의 가설 설정 여부 학생수 (%)

응답유형	집단 구분		Fisher's exact test	
	미수강	수강	χ^2	<i>p</i>
탐구 문제에 대한 답	38 (92.7)	31 (100)	1.929	0.503
모름	1 (2.4)	0 (0.0)		
무응답	2 (4.9)	0 (0.0)		
계	41 (100)	31 (100)		

<표IV-15>에서 나타난 바와 같이, 탐구 문제에 대한 답으로서의 가설을 작성한 경우가 생물교육론을 수강하지 않은 학생 전체의 92.7%, 수강한 학생의 100%로 나타났다.

생물교육과 학생들은 탐구 문제에 대한 답으로서의 가설을 설정이 가능함을 알 수 있다.

3) 변인 포함 유형

<표IV-16> 변인 포함 유형 분석 결과 학생수
(%)

응답유형	집단 구분		Fisher's exact test	
	미수강	수강	χ^2	<i>p</i>
하나의 독립변인과 하나의 종속변인의 인과적 관계 진술	30 (73.2)	27 (87.1)	3.466	0.545
다수의 독립변인과 하나의 종속변인의 인과적 관계 진술	6 (14.6)	4 (12.9)		
하나의 독립변인만 포함	2 (4.9)	0 (0.0)		
모름	1 (2.4)	0 (0.0)		
무응답	2 (4.9)	0 (0.0)		
계	41 (100)	31 (100)		

가설에서 변인을 포함하는 유형을 분석한 결과, <표IV-16>과 같이 나타났다. 생물교육론을 수강하지 않은 학생의 73.2%가 가설을 하나의 독립변인과 하나의 종속변인의 인과적 관계로 진술하였고, 가설에서 다수의 독립변인과 하나의 종속변인의 인과적 관계를 진술한 경우가 14.6%였다. 생물교육론을 수강한 학생의 87.1%가 하나의 독립변인과 하나의 종속변인의 인과적 관계로 가설을 설정하였고, 12.9%가 다수의 독립변인과 하나의 종속변인의 인과적 관계로 가설을 작성하였다.

따라서 생물교육과 학생들은 독립변인과 종속변인의 인과적 관계로 가설을 설정하는 능력을 갖추고 있음을 확인할 수 있다.

4) 작성한 가설의 검증 가능성

학생수 (%)

<표IV-17> 생물교육과 학생들이 작성한 가설의 검증가능성

응답유형	집단 구분		Fisher's exact test	
	미수강	수강	χ^2	<i>p</i>
검증 가능	38 (92.7)	31 (100)	1.929	0.503
검증 불가	1 (2.4)	0 (0.0)		
모름	2 (4.9)	0 (0.0)		
계	41 (100)	31 (100)		

<표IV-17>과 같이 생물교육론을 수강하기 않은 학생들의 92.7%, 수강한 학생의 100%가 검증가능한 형태의 가설을 작성하였음을 확인하였다.

생물교육과 학생들은 검증 가능한 형태의 가설을 설정하는 능력을 갖추고 있음을 알 수 있다.

5) 학생이 작성한 가설의 일반화 여부

<표IV-18> 일반화된 형태의 가설 설정 능력 학생수 (%)

응답유형	집단 구분		Fisher's exact test	
	미수강	수강	χ^2	<i>p</i>
일반화된 진술문	24 (58.5)	14 (45.2)	4.143	0.150
일반화되지 않음	14 (34.1)	17 (54.8)		
모름	1 (2.4)	0 (0.0)		
무응답	2 (4.9)	0 (0.0)		
계	41 (100)	31 (100)		

생물교육론을 수강하지 않은 학생은 일반화된 형태로 가설을 작성한 경우가 58.5%, 일반화되지 않은 형태, 즉 특수한 상황에 대해 가설을 작성한 경우가 34.1%로 나타났다. 생물교육론을 수강한 학생이 일반화된 가설을 설정한 것이 45.2%, 일반화되지 않은 형태의 가설을 설정한 것이 54.8%로 조사되었다.

생물교육론 수업을 수강했음에도 다수의 학생들이 가설을 일반화되지 못한 형태로 작성한 것은 앞선 탐구 문제 인식 단계부터 구체적 탐구 상황에서 발생한 의문을 탐구 문제화 하는 과정 중 특수 상황에 한하여 의문에 대한 답을 찾으려 했기 때문으로 사료된다. 일반화되지 못한 가설은 특정 상황에 대해서만 답을 찾게 되는 결과를 초래하고 과학 지식을 구성하는 데에 있어서 낮은 설득력을 가진다.

6) 가설의 타당한 근거 제시 여부

<표IV-19> 가설 설정에서 생물교육과 학생들의 타당한 근거 제시 여부 학생수 (%)

응답유형	집단 구분		Fisher's exact test	
	미수강	수강	χ^2	<i>p</i>
근거가 타당함	33 (80.5)	28 (90.3)	3.161	0.844
근거가 타당하지 않음	1 (2.4)	0 (0.0)		
가설에 대한 부연 설명	2 (4.9)	1 (3.2)		
가설의 재진술	1 (2.4)	0 (0.0)		
모름	2 (4.9)	2 (6.5)		
무응답	2 (4.9)	0 (0.0)		
계	41 (100)	31 (100)		

생물교육론을 수강하지 않은 학생들은 타당한 근거를 제시한 경우가 80.5%로 나타났고, 수강한 학생들은 90.3%가 타당한 근거를 제시하였다. 경험을 바탕으로 근거를 작성하는 경우, 선행 지식으로 근거를 마련하는 경우 등이 조사되었다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 사범대학 생물교육과 학생들이 가지고 있는 과학 지식의 본성, 과학적 탐구 과정, 과학적 가설에 대한 인식, 가설 설정 능력에 대해 조사하였고, 생물교육과의 교육과정을 경험함에 따른 인식의 변화를 조사하였다.

먼저 과학 지식의 본성에 대한 인식을 조사해본 결과, 생물교육과 학생들은 과학 지식은 타당한 근거를 바탕으로 하고, 불완전성을 지니며 가변적 특성을 가진다는 사실을 잘 인식하고 있음을 알 수 있었다. 그러나 학생들 중에는 과학 지식의 생성에 관하여 과학자에 의해 만들어지는 것이라는 인식보다 과학 지식은 자연에서 발견하는 것이라고 잘못 인식하는 학생이 많음을 알 수 있었다. 반면에 생물교육론을 수강한 학생은 그렇지 않은 학생에 비해 높은 비율로, 과학자가 과학 지식을 구성한다는 인식을 가지고 있는 것을 확인하였다. 이러한 조사 결과로 판단해볼 때, 학생들은 생물교육과의 교육과정을 경험함에 따라 과학 지식의 본성 중 과학 지식의 생성에 관한 올바른 인식을 함양할 수 있게 된 것으로 보인다.

다음으로 생물교육과 학생들의 과학적 탐구 과정에 대한 인식 조사 결과에서는, 과학적 용어의 구별, 특히 가설과 예측을 혼동하는 경향을 보였다. 하지만 생물교육론 수업을 수강한 학생들의 경우에는 그렇지 않은 학생보다 가설과 예측을 더 잘 구별하는 것으로 나타났다. 이를 통해 생물교육과 교육과정을 이수함에 따라 과학적 용어의 정의에 대해 구별하는 능력을 함양할 수 있는 것으로 생각된다.

또한 탐구과정 순서를 나열하는 조사에서 학생들은 탐구 과정에서 변인 추출과 가설 설정의 단계 순서를 혼동하는 경향을 나타냈는데 가설

설정 시 탐구문제와 변인의 관계에 대한 인식을 바르게 확립하지 못했기 때문일 것이다. 따라서 교수자는 가설 설정 시, 탐구 상황에서 변인을 추출하는 과정이 선행되어야 함을 숙지시킬 수 있어야 하겠다.

과학적 가설에 대한 생물교육과 학생들의 인식 조사 결과, 대부분의 학생들이 가설 설정과정에서 타당한 근거가 필요하며, 변인간의 관계가 나타나도록 진술해야 함을 인식하고 있었다. 또한 학생들은 과학적 가설은 과학적 검증과정이 필요하고 검증이 가능한 형태이어야 하며 불완전성과 가변성을 지닌다는 것을 알고 있었다. 더 나아가 생물교육과의 교육과정을 경험한 학생은 가설을 설정할 때에 변인 간의 관계가 나타나야 한다는 점을 좀 더 명확하게 인식하는 경향이 있음을 확인하였다.

과학적 가설 설정 능력에 있어서 생물교육과 학생들은 가설을 탐구 문제에 대한 답으로 설정할 수 있었고 과학적으로 검증 가능하도록 구성할 수 있었으며 타당한 근거를 제시할 수 있었다. 그러나 가설의 변인 간 관계를 표현함에 있어서 약간의 오류가 나타났고, 가설을 일반화된 형식으로 작성되지 않은 경우가 나타났다. 탐구 순서를 나열하는 과정에서도 가설 설정 단계와 변인 추출 단계를 혼동한 것을 보았을 때, 학생들은 변인 추출과 변인 간 관계에 대한 인식이 부족하다고 사료된다. 이에 따라 교육과정을 구성할 때, 가설 설정에서 변인의 중요성을 더 강조하는 것이 필요하다고 제언한다. 또한 탐구 문제와 가설을 일반화된 진술문으로 나타낼 수 있도록 강조해서 안내할 필요성이 있다.

VI. 후속 연구 과제

본 연구에서는 사범대학 생물교육과 학생의 교육과정 경험 차이에 의한 가설에 대한 인식과 가설 설정능력을 조사하였다. 여기에 더해 다음과 같은 후속 연구가 필요하다.

교육과정을 경험했음에도 학습 효과가 유의한 차이를 나타내지 않는 학생들을 대상으로 인터뷰 연구를 진행한다. 과학적 가설에 대한 인식에 있어서 어떠한 어려움을 겪는지 심층적으로 조사하여 질적 분석을 할 필요가 있다.

다음으로 과학 교과 내 다른 전공과 학생들의 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력을 조사하여 생물교육과 학생들과 유의한 차이가 있는지 분석해보도록 한다.

마지막으로 가설에 대해서 뿐만 아니라 통합적 과학 탐구 과정에 대한 인식을 조사하여 사범대학을 졸업한 학생들이 교육현장으로 나가기 전에 탐구에 대한 올바른 인식을 함양할 수 있는 교수 학습 전략을 마련하는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 교육부(2015). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호
- 권용주, 양일호, 정원우(2000). 예비 과학교사들의 가설 창안 과정에 대한 탐색적 분석. 한국과학교육학회지, 20(1), 29-42.
- 권용주, 정진수, 강민정, 김영신(2003). 과학적 가설 지식의 생성 과정에 대한 바탕이론. 한국과학교육학회지, 23(5), 458-469.
- 김영수(2010). 생물교육론. 서울대학교 사범대학 생물교육과 생물교육연구실
- 김영수(2017). 생물교육론. 서울대학교 사범대학 생물교육과 생물교육연구실
- 김영수(2015). 생물교수법. 서울대학교 사범대학 생물교육과 생물교육연구실
- 김유향(2013). 창의적 탐구 사고력 향상을 위한 생물 실험 수업 개선에 관한 연구 (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원).
- 김지영, 강순희(2007). 가설 연역적 탐구 실험 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 관점에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 27(3), 169-179.
- 김지영, 강순희(2006). 중등학교 과학 교사들의 탐구 과정의 활용 정도와 가설에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 26(2), 258-267.
- 박순화, 고경태, 정진수, 권용주(2005). 생물학 탐구에서 학생들이 생성한 가설검증방법의 유형. 한국과학교육학회지, 230-238.
- 박종원(2000). 학생의 과학적 설명가설의 생성과정 분석-과학적 가설의 정의와 특성을 중심으로. 한국과학교육학회지, 20(4), 667-679.
- 박종원(2001). 학생의 과학적 설명가설의 생성과정 분석-대학생의 반응

- 분석을 중심으로. 한국과학교육학회지, 21(3), 609-621.
- 박종원(2003). 과학적 가설 검증을 위한 학생들의 실험 설계 내용 분석. 한국과학교육학회지, 23(2), 200-213.
- 박형용(2017). 초등 예비교사의 과학적 가설에 대한 인식 및 가설 설정 능력 조사. 생물교육 (구 생물교육학회지), 45(2), 268-277.
- 엄경화, 김영수(2013). 고등학생을 위한 과학적 가설 설정 능력 지도 자료의 적용 효과. 생물교육 (구 생물교육학회지), 41(1), 135-147.
- 엄경화, 김영수(2012). 고등학생의 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력 조사. 생물교육 (구 생물교육학회지), 40(3), 357-366.
- 엄경화(2013). 고등학생을 위한 과학적 가설 설정 능력 지도 자료의 개발과 적용. (국내석사학위논문, 서울대학교 대학원).
- 엄혜민(2012). 중학생의 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력 조사. (국내석사학위논문, 서울대학교 대학원).
- Barnhart, C. L. (1970). The American college dictionary. Random House Inc.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. Cognitive science, 12(1), 1-48.
- Lawson, A. E. (1995). Science Teaching and the Development of Thinking. Belmont, CA; Wadsworth Publishing Company.
- Wenham, M. (1993). The nature and role of hypotheses in school science investigations. International Journal of Science Education, 15(3), 231-240.

[부록]

예비 과학 교사들의 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력을 조사하기 위한 검사지

설문지

본 설문지는 과학의 본성과 탐구과정에 대한 여러분의 소양을 알아보기 위한 설문지입니다. 설문 결과의 결과는 여러분의 성적에 반영되지 않으며 개인정보 역시 공개되지 않습니다. 따라서 여러분이 아는 대로 솔직하게 답하면 됩니다.

총 검사시간은 약 30분입니다.

이수학기: ()학기

2017년 월 일
서울대학교 생물교육연구소

[문항 1] 다음은 과학 지식에 대한 설명입니다. 각 설명에 대하여 본인의 생각에 해당하는 기호 (A, B, C)에 √표 하세요.

- Ⓐ 그렇다고 생각한다.
- Ⓑ 그렇지 않다고 생각한다.
- Ⓒ 잘 모르겠다.

과학 지식에 대한 설명	그렇다고 생각한다	그렇지 않다고 생각한다	잘 모르겠다
1. 과학 지식은 과학자가 자연에서 발견한 것이다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
2. 과학자가 어떤 자연 현상에 대해 설명할 때 연구 과정에서는 그 설명을 뒷받침하는 근거가 없어도 된다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
3. 과학 지식은 자연 세계를 완벽하게 설명한다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
4. 과학 지식은 철저한 과학적인 연구 절차를 거쳐 얻어진 것이므로 시간이 흐르더라도 변하지 않는다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
5. 과학 지식은 과학자에 의해 만들어진 것이다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
6. 과학자가 어떤 현상에 대해 설명할 때 그 설명은 근거가 있어야 한다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
7. 과학 지식은 자연 세계를 완벽하게 설명하지는 못한다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
8. 과학 지식은 과학자 집단의 논의와 검토를 거쳐 이룩된 것이므로 오랜 시간이 흘러도 변하지 않는다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
9. 과학자는 자연 현상을 설명하기 위해 자연에 존재하는 과학지식을 발견해낸다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
10. 과학자가 어떤 자연 현상에 대해 설명할 때 그 설명에 대한 근거가 없더라도 자연 현상을 제대로 (정확하게) 설명한다면, 우리는 그 설명을 과학 지식으로 받아들여도 된다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
11. 과학 지식은 과학적인 연구 절차를 거쳐 얻어지므로 오류가 있을 수 없다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
12. 과학 지식은 새로운 실험적 증거가 쌓이면 변할 수 있다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
13. 과학 지식은 자연 현상에 대해 과학자가 생각해낸 설명이다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
14. 과학자는 어떤 자연 현상에 대해 설명할 때 자신의 지식에 근거하여 설명한다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
15. 과학자가 연구를 수행할 때 오류를 범할 수 있으므로 과학 지식은 불완전할 수도 있다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
16. 과학 지식은 변하지 않는 것처럼 보이지만 변한다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ

[문항 2] 다음 보기(탐구 절차)를 잘 읽고 아래의 물음에 답하세요.

<보기>

중학생이 된 영희는 요즘 부쩍 책상에서 공부하는 시간이 길어졌다. 원래 식물을 좋아하는 영희는 책상 위에 화초를 한 그루 놓아두면 공부가 더욱 잘 될 것 같다는 생각이 들었다. 그래서 집 앞 꽃가게에서 화초를 한 그루 사서 책상 위에 올려놓고 키웠다. 그런데 날이 갈수록 책상위에 올려놓은 화초가 싱싱하지도 않고 제대로 자라지도 않았다.

영희는 왜 이런 현상이 일어났는지 궁금하였고, 이를 해결하기 위한 과학탐구를 수행하기로 결심했다.

<영희의 탐구>

다음은 영희의 탐구 절차를 순서 없이 나열한 것이다.

- ㉠ 화초가 잘 자라려면 충분한 빛이 필요한데 화초를 방에 두고 길렀으니 빛이 충분하지 않아서 화초가 제대로 자라지 못한 거라는 생각이 들어.
- ㉡ 화초 재배에 관한 책을 찾아보니, 내가 산 화초는 충분한 빛, 적당한 양의 수분과 양분이 필요하고 온화한 실내온도에서 잘 자라는구나! 나는 화초에 물과 양분을 적당히 주었고 우리 집 온도는 온화한데, 화초를 방에 두고 길렀으니 빛은 충분하지 않았을 거야.
- ㉢ 내 책상 위의 화초가 왜 잘 자라지 못할까?
- ㉣ 만약 화초가 빛을 충분히 받지 못해서 제대로 자라지 못했다는 내 생각이 옳다면, 빛이 충분하지 못한 내 책상 위에 화초를 놓아두면 그 화초는 잘 자라지 못하는 반면, 빛을 충분히 받을 수 있는 창가에 화초를 놓아두면 그 화초는 잘 자라게 될 거야.
- ㉤ 창가에 두었던 화초가 책상 위에 두었던 화초보다 더 잘 자란 걸 보니 책상 위의 화초가 잘 자라지 못한 것은 빛이 충분하지 않았기 때문이라는 나의 생각이 옳았구나.
- ㉥ 영희는 실험을 위해 크기와 상태가 거의 비슷한 같은 종류의 화초 두 그루를 새로 샀다. 한 그루는 자신의 책상 위에 올려놓고, 다른 한 그루는 햇빛이 잘 드는 창가에 둔 뒤 화초의 변화를 관찰하였다. 이 때, 수분·양분·온도는 화초가 자라기에 알맞은 조건으로 동일하게 하였다.

위의 보기에서 순서 없이 나열된 영희의 탐구 절차를 과학 탐구 과정에 맞게 기호를 순서대로 나열하세요.

() → () → () → () → () → ()

[문항 3] 다음은 과학 탐구 과정에서 가정, 가설, 예측, 결론에 대한 물음이다.

다음은 잘 읽고 해당 문항의 물음에 답하시오.

1) 다음의 과학 용어에 대해 들어보았나요?

※ 들어보았으면 ‘예’, 들어보지 않았으면 ‘아니오’에 √표 하세요.

	예	아니오
① 가정	Ⓐ	Ⓑ
② 가설	Ⓐ	Ⓑ
③ 예측	Ⓐ	Ⓑ
④ 결론	Ⓐ	Ⓑ

2) 다음의 과학 용어에 대해 얼마나 잘 알고 있다고 생각하나요?

※ 해당되는 것에 √표 하세요.

	잘 알고 있다	어느 정도 알고 있다	잘 모른다
① 가정	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
② 가설	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
③ 예측	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
④ 결론	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ

[문항 4] 다음은 과학 탐구 과정에서 가설에 대한 설명이다. 각 설명에 대하여 본인의 생각에 해당하는 기호 (A, B, C)에 √표 하세요.

- Ⓐ 그렇다고 생각한다.
- Ⓑ 그렇지 않다고 생각한다.
- Ⓒ 잘 모르겠다.

과학적 가설에 대한 설명	그렇다고 생각한다	그렇지 않다고 생각한다	잘 모르겠다
1. 가설은 과학 탐구를 수행하는 과정에서 잠시 참이라고 생각하는 것이므로, 옳고 그름을 판단할 필요가 없는 진술이다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
2. 가설은 과학자가 연구 문제에 대해 자신의 생각을 바탕으로 어떤 실험 조건에서는 어떤 현상이 관찰될 것인지 미루어 추측한 것이다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
3. 가설은 연구 문제에 대한 과학자의 생각을 실험 결과를 바탕으로 수용할 것인지 혹은 수용하지 않을 것인지에 대해 판단한 진술이다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
4. 과학자는 연구 문제에 대하여 그가 가지고 있는 기존의 지식이나 관련 경험에 비추어 가설을 설정한다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
5. 가설은 어떤 자연 현상과 그 자연 현상에 영향을 미치는 요인 간의 관계를 나타냄으로써 진술된다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
6. 가설은 실험을 통해 검증될 수 있어야 한다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
7. 과학자가 진술한 가설이라도 과학적 방법으로 검증해야 한다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
8. 과학자가 세운 가설은 항상 옳다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
9. 가설은 과학자가 연구 문제에 대해 임시로 붙인 해답이다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
10. 가설은 어떤 특정한 조건에서 어떤 현상이 관찰될 것인지 진술한 것이다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
11. 과학자가 가설을 진술할 때 연구 문제에 대한 자신의 지식에 기초하지 않더라도 그럴듯하게 진술하면 된다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
12. 가설은 어떤 자연 현상에 영향을 미치는 요인과 영향을 받는 자연 현상간의 관계를 나타냄으로써 진술된다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
13. 가설은 실험을 통해 옳고 그름이 판단될 수 있어야 한다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
14. 과학자가 연구 과정에서 최선을 다해 세운 가설은 그 가설의 검증 과정이 필요하지 않다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
15. 과학자가 세운 가설은 참이 아닐 수도 있다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ
16. 가설은 과학자가 연구 문제에 대해 실험을 거쳐 얻어낸 최종적인 해답이다.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ

[문항 5] 다음의 각 문항에서 밑줄 친 진술이 가설, 가정, 결론, 예측, 탐구 문제 중 어느 것에 해당하는지 √표 하세요.

- Ⓐ 가설에 해당한다.
- Ⓑ 가정에 해당한다.
- Ⓒ 결론에 해당한다.
- Ⓓ 예측에 해당한다.
- Ⓔ 탐구 문제에 해당한다.
- Ⓕ 잘 모르겠다.

1. 양계장을 운영하는 K씨는 그의 양계장에서 기르고 있던 닭들이 병에 걸렸다는 것을 알게 되었다. 닭들은 다리가 약해져서 비틀거리거나 몸이 완전히 마비되기도 하는 등 인간의 각기병과 매우 흡사한 증세를 보였다. 그런데 어느 날부터 닭들이 더 이상 병에 걸리지도 않았고, 병에 걸렸던 닭들도 별다른 치료 없이 회복되기 시작했다. K씨는 닭들의 각기병 증세가 왜 갑자기 호전되었는지 궁금하였다. 그러던 중 그는 모이를 주는 사람이 바뀌어서, 이전에는 닭들에게 도정미(흰쌀)를 준 반면 나중에는 닭들에게 현미를 모이로 주었다는 사실을 알게 되었다.

그래서 K씨는 ① ‘닭들에게 현미를 먹였기 때문에 각기병 증세가 호전된 것이다.’라고 생각했다. 그리고 만약 이것이 참이라면, ② ‘일정 기간 동안 도정미(흰쌀)만을 먹인 닭들은 각기병에 걸리는 반면, 같은 기간 동안 현미를 먹인 닭들은 건강할 것이다.’라고 생각했다.

K씨는 ③ ‘양계장의 닭들은 사람이 준 모이 말고는 먹을 것이 없다.’는 판단 하에 자신의 생각을 뒷받침할 수 있는 실험을 실시하였고, 그로부터 도정미(흰쌀)만을 먹인 닭들은 각기병에 걸리는 반면, 현미를 먹인 닭들은 각기병에 걸리지 않음을 확인하였다. 이러한 사실로부터 K씨는 ④ ‘현미 속에는 각기병 증세를 완화하고 예방하는 물질이 들어있다.’는 것을 알게 되었고 기존의 자신의 생각을 뒷받침할 수 있었다.

	가설	가정	결론	예측	탐구 문제	잘 모르겠다.
①번 진술	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ
②번 진술	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ
③번 진술	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ
④번 진술	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ

2. L은 케냐의 밀림에서 서식하는 영양을 연구하던 중 특이한 행동을 관찰하게 되었다. 영양들은 그들을 잡아먹는 치타가 나타날 때 마다 높이뛰기를 하며 하얀 엉덩이를 치켜 드는 행동을 하는 것이었다. L은 영양이 왜 이런 행동을 하는지 궁금했고 이러한 의문에 대해 기존의 연구와 자신의 생각을 토대로 가능한 이유를 생각해보았다.

L은 ① ‘영양은 치타로부터 자신의 어린 새끼들을 보호하려고 높이뛰기를 한다.’라고 생각하였다. 그리고 만약 그의 생각이 옳다면, ② ‘치타가 나타날 때 새끼가 있는 영양은 높이뛰기를 하고, 새끼가 없는 영양은 높이뛰기를 하지 않을 것이다.’고 생각했다. 하지만 관찰해보니 새끼가 있는 영양과 새끼가 없는 영양의 높이뛰기 횟수는 별다른 차이가 없었다. 이를 바탕으로 L은 ③ ‘치타가 나타났을 때 영양이 높이뛰기를 하는 것은 새끼의 유무와 상관없다.’는 것을 알게 되었다.

L은 그렇다면 ④ ‘영양이 높이뛰기를 하는 것은 치타에게 높이뛰기하는 자신을 잡기 어려울 것이라는 것을 보이기 위함이다.’라고 생각했고 만약 그것이 사실이라면 ⑤ ‘치타는 높이뛰기를 하는 영양보다 높이뛰기를 하지 않는 영양을 더 많이 공격할 것이다.’라고 생각했다. 관찰을 해보니 실제로 그러한 차이가 있었고, 이에 따라 L은 ⑥ ‘영양은 치타에게 자신을 잡기 어려울 것이라는 것을 보이기 위해 높이뛰기를 한다.’라고 판단하게 되었다.

	가설	가정	결론	예측	탐구 문제	잘 모르겠다.
①번 진술	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ
②번 진술	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ
③번 진술	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ
④번 진술	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ
⑤번 진술	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ
⑥번 진술	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ

[문항 6] 다음의 탐구상황에서 철수의 의문에 대해 가설을 설정하세요.

<탐구 상황: 벚나무의 개화>

매년 봄마다 벚나무는 아름다운 꽃을 피운다. 철수가 재학 중인 한국 중학교의 교정에도 벚나무가 한 그루 있다. 그런데 철수는 한국 중학교 교정에 있는 벚나무의 꽃이 다른 지역 보다 늦게 핀다는 사실을 알게 되었고 왜 한국 중학교의 벚꽃이 다른 곳에 비해 늦게 피는지 궁금했다.

철수의 의문: 한국 중학교의 벚꽃은 왜 다른 곳에 비해 늦게 필까?

1) 철수의 의문을 탐구문제로 써봅시다.

2) 철수의 탐구문제에 대해 가설을 설정해봅시다.

3) 2)에서 그렇게 가설을 설정한 근거(배경 지식, 경험)를 적으세요.

Abstract

A Study on Biology Education
Students' Awareness of
Scientific Hypothesis and
Ability to Formulate Hypothesis

Shin, Jee-Hong

Major in Biology Education

Department of Science Education

The Graduate School

Seoul National University

The purpose of this study was to examine the effect of a curriculum during the course of biology education. The course educated the students to become a teacher in biology. This study evaluated the students' awareness on scientific hypothesis and their ability to formulate hypothesis.

Biology education students were well aware of the nature of scientific knowledge. However, they were not as familiar in

constructing their scientific knowledge. In contrast, the students who took the biology education course were more informative in constructing their scientific knowledge.

Another result showed that biology education students were confused between the terms 'hypothesis' and 'prediction'. Similar to the previous case, the students who took the biology education course were able to better distinct the two terms, compared to the students who had not taken the course.

To be well aware on scientific hypothesis, biology education students should be guided, to clearly differentiate variables from hypothesis.

Finally, the students majoring in biology education could be made better on their awareness of hypothesis, if they were informed more clearly about making generalized statements.

In conclusion, the study displayed the effectiveness of the course from the biology education department in guiding their students to be more aware on scientific hypothesis and scientific inquiries. With proper improvements, the course can be an efficient stepping-stone in guiding the students to become a successful biology educator by increasing their knowledge on scientific hypothesis and its formulation.

keywords : scientific hypothesis, formulating hypothesis, teacher education, scientific inquiry, pre-service biology teacher

Student Number : 2015-21632