



## 고등학생의 인식론적 신념과 진화수용 및 진화지식과의 관련성

김선영\*  
조선대학교

### The Relation of High School Students' Epistemological belief, Acceptance of Evolutionary Theory and Evolutionary Knowledge

Sun Young Kim\*  
Chosun University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 23 January 2015

Received in revised form

13 March 2015

17 April 2015

Accepted 21 April 2015

##### Keywords:

theory of evolution,  
epistemology, nature of science,  
religion, high school students

#### ABSTRACT

This study examined high school students' acceptance of evolutionary theory, evolutionary knowledge, and epistemological belief. The Christian and non-Christian students' acceptance of evolutionary theory and evolution content knowledge were compared in relation to their 'scientific epistemological views' (domain-specific) and 'evolution in relation to nature of science' (context-specific). The Christian students' evolutionary knowledge was most predicted by the theory-laden exploration of science, while the non-Christian students' scores on evolutionary knowledge were most predicted by the scientific epistemological views. In addition, the Christian students' scores on scientific epistemological views and evolution in relation to evolution were not significantly related to each other, while the non-Christian students' scores on both variables were significantly related. Furthermore, 'evolution in relation to nature of science' is the strongest predictor of both Christian and non-Christian students' acceptance of evolution.

## 1. 서론

진화론(Evolutionary theory)은 생물학의 영역에서 가장 강력한 설명력을 가진 주요이론이다(Dobzhansky, 1973). 그럼에도 불구하고 많은 학생들은 진화론을 제대로 이해하지 못하고 있을 뿐만 아니라 진화론을 수용하지 않고 있는 실정이다. 진화수용에서의 수용(acceptance)은 근거에 대한 이성적이고 체계적인 평가를 통한 이론의 타당성에 대한 인식을 의미하며, 개인적인 타당성 판단에 의한 신념(belief)과 거의 동일한 의미로 쓰인다(Nehm *et al.*, 2009). Smith(1994)는 다른 과학 개념과는 달리 진화개념의 이해가 진화론의 수용을 의미하지는 않으며, 진화론을 받아들이지 않는 경우 진화론의 이해를 방해할 수 있다고 하였다. Sinatra *et al.*(2003)은 광합성과 관련한 지식과 신념 사이에는 강한 상관관계가 존재한다고 하였으나, 동물 및 인간의 진화와 관련한 지식과 진화수용 사이에는 거의 관련이 없다고 보고한 바 있다.

한편, 다른 과학적 이론과는 달리 진화론을 가르칠 때 종교는 매우 중요한 요인으로 작용한다(Hofer *et al.*, 2011; Meadow *et al.*, 2000). 창조론을 지지하는 기독교 학생들이나 교사들은 비기독교 학생들에 비해 진화수용 및 이해의 정도가 낮다(Downie & Barron, 2000; Kim & Nehm, 2011). Ha *et al.* (2012)은 기독교 학생들이 불교, 천주교, 그리고 종교가 없다고 답한 학생들에 비해 낮은 진화수용 정도를 보였다고 하였으며, 불교, 천주교, 그리고 종교가 없다고 답한 학생들 사이에는 진화수용 정도의 차이가 없었다고 하였다. Kim(2014)은 고등학생들을 대상으로 한 연구에서 기독교 학생의 진화지식과 진화수용의

정도가 천주교와 불교를 종교적 신념으로 가지는 비기독교 학생에 비해 낮다고 보고한 바 있다. 비슷한 맥락에서 Hofer *et al.*(2011)은 학생들의 종교적인 신념으로 인한 진화수용과 진화론의 이해를 위해 서로 다른 교수학습 방법이 제공되어야 한다고 주장하였다. 따라서 종교적인 관점이 진화론의 이해와 수용 정도에 영향을 끼치며, 중등학교의 진화론의 교수학습에서는 학생들의 종교적 신념, 진화지식, 진화수용과의 관련성을 고려한 교수학습 전략이 요구된다.

중등학교에서 진화론에 대한 이해 정도나 진화수용의 정도를 높이기 위한 방안으로 과학에 관한 인식론적 신념의 이해가 중요한 요인 중의 하나로 꼽히고 있다(Clough, 1994; Hofer *et al.*, 2011; Trani, 2004). 인식론적 신념은 지식 및 앎의 본성에 관한 개인의 신념으로 앎과 지식의 확실성에 관한 신념, 권위의 정당성에 관한 이슈, 그리고 무엇을 근거로 할 것인지에 대한 신념을 뜻하며(Hofer *et al.*, 2011), 이러한 인식론적 신념은 학생들의 지식형성 및 사고과정에 영향을 미친다(Hammer & Elby, 2002; Hofer & Pintrich, 1997). Hofer(2000)는 일반적인 지식과 앎의 본성에 관한 인식론적 신념을 영역-일반적(domain-general)인 신념이라고 하였으며, 수학이나 과학 등과 같이 학문적 분야에서의 인식론적 신념을 영역-특수적(domain-specific)인 신념이라고 하였다. 또한 특정한 주제 내에서의 인식론적 신념(예를 들어 진화에 관한 인식론적 신념)은 상황-특수적(context-specific)인 신념이라고 하였다.

‘과학에 관한 인식론적 신념’은 영역-특수적(domain-specific)인 신념으로서 앎의 한 방법으로써의 과학, 과학적 지식의 발달 과정에 대한 이해, 과학의 한계점 및 과학적 방법에 대한 이해를 의미한다

\* 교신저자 : 김선영 (sykim519@chosun.ac.kr)  
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.2.0259>

(Lederman, 1992). 보다 정교한 과학에 관한 인식론적 신념을 가진 학생들은 진화론을 더 잘 받아들이는 경향이 있으며(Johnson & Peebles, 1987; Scharmann, 1990), 과학의 본성에 대한 이해를 통해 학생들은 과학을 통해 형성된 지식이 왜(why) 그리고 어떻게(how) 종교적 신념과 다른지 비교할 수 있다(Sinatra *et al.*, 2003).

한편, ‘진화와 관련한 과학의 본성(evolution in relation to nature of science)’은 상황-특수적(context-specific)인 신념으로서 ‘진화’라는 상황(context)에서의 인식론적 신념을 의미한다. 즉, 진화와 관련한 과학의 본성은 ‘진화는 관찰할 수 없으므로, 과학의 영역에 속하지 않는다’, ‘진화는 증명 할 수 없다’ 등 진화론이 확립되기까지의 과학적 근거와 그 타당성에 관한 평가 및 진화라는 특수한 상황 내에서 과학적 지식의 형성 과정과 과학자 집단이 진화론을 받아들이는 과정 등에 대한 것을 의미한다(Nehm & Schonfeld, 2007).

과학의 본성에 대한 정교한 관점을 가진 학생들은 진화론을 보다 더 잘 받아들이는 경향이 있다(Johnson & Peebles, 1987; Scharmann, 1990). Rutledge와 Warden(2000)은 고등학교 교사를 대상으로 한 연구에서 과학의 본성에 대한 이해와 진화수용 사이에 통계적으로 유의미한 상관관계를 보고한 바 있다. Sinatra *et al.*(2003) 역시 영역-일반적(domain-general)인 인식론적 신념이 학생들의 진화수용과 관계가 있으나 진화이해와는 관계가 없다고 보고한 바 있다. 이러한 맥락 하에서 본 연구에서는 영역-특수적(domain-specific)인 인식론적 신념인 과학의 본성과 상황-특수적(context-specific)인 인식론적 신념인 진화와 관련한 과학의 본성이 학생들의 진화수용 및 진화지식과 어떠한 관계가 있는지 조사하였다.

또한 많은 연구들이 학생들의 종교에 관한 믿음의 정도인 종교성(religiosity)과 진화수용, 진화지식, 진화흥미 등에 대해 연구한 바 있으나(Ha *et al.*, 2012; Nehm *et al.*, 2009), 종교에 따른 학생들의 인식론적 신념(과학에 관한 인식론, 진화와 관련한 과학의 본성)과 진화론의 이해(진화지식, 진화수용)와의 관계에 대한 비교 연구는 제한적이다. 본 연구에서는 중등학교 과학교육에서 진화론의 교수학습에 중요한 역할을 담당할 수 있는 인식론적 신념과 진화수용 및 진화지식과의 관계를 살펴보았다. 즉, 영역-특수적(domain-specific)인 인식론적 신념인 ‘과학에 관한 인식론적 신념’과 상황-특수적(context-specific)인 인식론적 신념인 ‘진화와 관련한 과학의 본성’이 학생들의 진화수용과 진화지식에 어떠한 관계가 있는지 조사하였다. 특히, 기독교 학생들이 천주교나 불교를 종교적 신념으로 가지는 비기독교 학생에 비해 진화수용이나 진화지식의 정도가 낮다는 선행연구(Downie & Barron, 2000; Ha *et al.*, 2012; Kim & Nehm, 2011)에 기반하여 학생들의 종교(기독교 및 비기독교)에 따라 이들 변인들이 진화지식의 이해 정도 및 진화론의 수용 정도에 미치는 영향을 살펴보았다(Figure 1). 과학에 대한 인식론적 관점, 진화론이라는 상황에서의 과학의 본성, 그리고 진화론의 이해와 수용의 관계에 대한 경험적 연구(empirical research)를 통해 중등학교에서 진화론 교육을 위한 기초자료를 제시하고자 한다. 연구문제는 다음과 같다.

1. 종교에 따른 고등학생들의 진화지식, 진화수용, 진화와 관련한 과학의 본성, 그리고 과학에 관한 인식론적 신념의 상관관계는 어떠한가?
2. 종교에 따른 고등학생들의 인식론적 신념(과학에 관한 인식론적

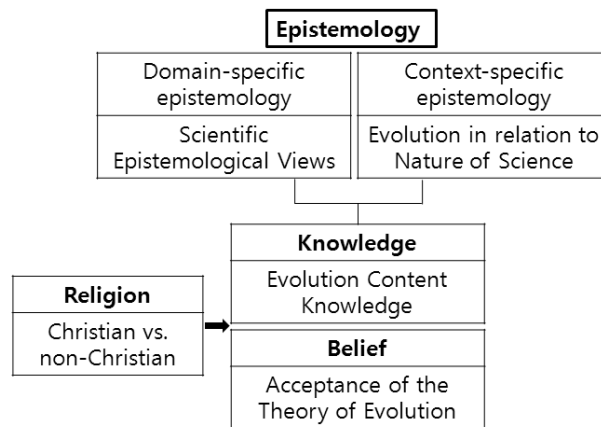


Figure 1. Research framework

신념, 진화와 관련한 과학의 본성)의 진화수용에 대한 설명력은 어느 정도인가?

3. 종교에 따른 고등학생들의 인식론적 신념(과학에 관한 인식론적 신념, 진화와 관련한 과학의 본성)의 진화지식에 대한 설명력은 어느 정도인가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

인문계 고등학교인 광역시 소재 N고등학교와 H고등학교 2학년 학생이 1학기 초 설문조사에 참여하였으며, 이들 학생들은 고등학교 1학년 과학 시간에 진화에 관해 학습한 적이 있다. 총 185명의 학생(남학생 104명; 여학생 81명)이 연구에 참여하였다. 기독교라고 응답한 학생이 46명이었으며, 불교라고 답한 학생 43명과 종교가 없다고 답한 학생 96명을 포함한 비기독교 학생이 139명이었다.

### 2. 검사도구 및 분석방법

#### 가. 검사도구

- 1) 진화수용 검사도구(MATE: Measure of Acceptance of the Theory of Evolution)

Rutledge와 Warden(1999)에 의해 개발된 진화수용 검사도구(MATE)는 진화론의 수용 정도를 측정하는 검사도구이다. 총 20문항의 5단계 리커트 척도로 구성되어 있으며, 진화의 과정, 진화론의 과학적 타당성, 인류의 진화, 진화의 증거, 진화론에 대한 과학자 집단의 견해, 지구의 나이에 대해 묻는 문항으로 구성되어 있다. 본 연구에서 MATE의 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )는 0.78이다.

- 2) 진화지식 검사도구(ECK: Evolution Content Knowledge)

학생들의 진화지식을 측정하기 위해 Nehm과 Schonfeld(2007)가 개발한 ECK(Evolution Content Knowledge) 검사도구를 사용하였다. ECK는 총 8문항으로 구성되어 있으며, 5단계 리커트 척도에 응답하도록

Table 1. The difference between Christian vs. non-Christian students' evolutionary knowledge, acceptance of theory of evolution, evolution in relation to nature of science, and scientific epistemological views

	Christian vs. non-Christian	M	SD	t	df	p
ECK	Christian	25.76	3.44	-2.998	183	.003**
	non-Christian	27.43	3.20			
MATE	Christian	62.13	10.24	-2.025	183	.044*
	non-Christian	64.92	7.20			
ENOS	Christian	28.36	3.15	-2.312	183	.022*
	non-Christian	29.64	3.28			
SEVs	Christian	66.40	7.16	.045	183	.964
	non-Christian	66.34	7.51			

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; Note. ECK, Evolution Content Knowledge; MATE, Measure of Acceptance of the Theory of Evolution; ENOS, Views of the Nature of Science in relation to Evolution; SEVs, Scientific Epistemological Views

록 되어 있다. Nehm과 Schonfeld(2007)의 신뢰도는 0.72였으며, 진화적 변화의 원인이 되는 과정을 설명하는 에세이 점수와 상관계 조사를 통해 타당도를 확보하였다. 본 연구에서의 신뢰도는 0.70으로 신뢰할 만한 수준으로 나타났다.

### 3) 과학에 관한 인식론적 관점 검사도구(SEVs: Scientific Epistemological Views)

영역-특수적(domain-specific)인 과학에 관한 인식론적 관점을 조사하기 위해 Tsai와 Liu(2005)가 개발한 과학에 관한 인식론적 관점 검사도구(Scientific Epistemological Views)를 사용하였다. SEVs는 5단계 리커트 형식의 총 19문항으로 구성되어 있으며, 5개의 하위 영역을 포함하고 있다. 5개의 하위영역은 학생들의 과학적 지식의 발달 과정에 있어서 사회적 협의의 역할(SN)(6문항), 과학적 지식의 발달에 있어서 발명적·창의적 측면(IC)(4문항), 과학의 이론 의존적 탐구(TL)(3문항), 과학적 지식의 발달에 있어서 문화적 영향(CU)(3문항), 과학적 지식의 가변성에 관한 이해(CT)(3문항)로 구성된다. 본 연구에서 SEVs의 문항내적 합치도(Cronbach's alpha)는 0.73이다.

### 4) 진화와 관련한 과학의 본성 검사도구(ENOS: Evolution and the Nature of Science)

진화라는 상황-특수성(context-specific)과 관련한 과학의 본성을 조사하기 위해 Nehm과 Schonfeld(2007)에 의해 개발된 ENOS를 사용하였다. ENOS는 진화와 관련한 과학의 본성에 관한 이해도를 측정하는 검사도구로서 5단계 리커트 척도의 총 9문항으로 구성되어 있다(예, 진화는 증명할 수 없다, 진화는 관찰할 수 없으므로 과학의 영역에 속하지 않는다, 진화는 단지 이론이기 때문에 다른 많은 과학적 개념보다 취약하다, 창조론은 과학적 방법을 사용해서 검증할 수 없으므로 과학이 아니다). 본 연구에서의 신뢰도는 0.70으로 Nehm과 Schonfeld(2007)의 0.62보다 높게 나타나 신뢰할 만한 수준이었다.

### 나. 분석방법

4개의 검사도구 모두 5단계 리커트 척도로 구성되어 각 문항당 최하 1점부터 최고 5점이며 각 문항별 점수를 합산한 점수의 평균을 사용하였다. 종교에 따른 진화수용(MATE), 진화지식(ECK), 진화와 관련한

과학의 본성(ENOS), 그리고 과학에 관한 인식론적 신념(SEVs)의 점수 차이를 조사하기 위해 t-test를 사용하였다. 또한 종교별(기독교 및 비기독교)로 진화지식 및 진화수용과 인식론적 관점과의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson 상관관계 분석을 하였다. 나아가 기독교 및 비기독교 학생들의 진화지식 및 진화수용을 종속변인으로 하고 인식론적 신념을 독립변인으로 하여 각각을 설명하는 변인을 알아보기 위해 중다회귀 분석을 사용하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

기독교 학생들과 비기독교 학생들의 진화지식(ECK), 진화수용(MATE), 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS), 그리고 과학에 관한 인식론적 신념(SEVs)의 점수를 살펴본 결과, 기독교 학생들의 진화지식(ECK), 진화수용(MATE), 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)의 점수가 비기독교 학생에 비해 통계적으로 유의미하게 낮았으며( $p < .05$ ), 과학에 관한 인식론적 신념(SEVs)의 점수는 기독교 학생들과 비기독교 학생들 간에 차이가 없었다( $p > .05$ )(Table 1). 이러한 연구 결과는 창조론을 지지하는 기독교 학생들이나 교사들은 진화수용이나 진화지식의 이해 정도가 낮다는 선행연구 결과(Downie & Barron, 2000; Ha *et al.*, 2012; Kim & Nehm, 2011)를 뒷받침한다. 즉 과학에 관한 인식론적 신념을 제외한 진화와 관련된 변인들(ECK, MATE, ENOS)의 점수는 기독교 학생들의 점수가 비기독교 학생들의 점수보다 통계적으로 유의미하게 낮아 기독교 학생들이 진화론을 수용하지 않거나(Downie & Barron, 2000; Moore & Kraemer, 2005), 종교성이 진화수용과 진화 지식에 부정적인 영향을 미친다는 것을 의미한다(Ha *et al.*, 2012; Moore, 2007).

### 1. 인식론적 신념, 진화지식, 진화수용과의 상관관계

진화 관련 변인들(진화지식, 진화수용)과 인식론적 신념 관련 변인들(과학에 관한 인식론적 신념, 진화와 관련한 과학의 본성)의 상관관계 결과, 기독교 학생들의 진화지식(ECK)과 진화수용(MATE)과의 상관관계( $r = .530, p < .01$ )는 비기독교 학생들( $r = .399, p < .01$ )보다 높은 상관관계를 나타냈다(Table 2). 이는 비기독교 학생에 비해 기독교 학생들의 진화수용의 정도가 진화지식의 이해와 밀접한 상관관계가 있다는 것을 뜻한다. Smith(1994)는 다른 과학 개념과는 달리 진화개념의 이해가 진화론의 수용을 의미하지는 않으며, 진화론을 받아들이지 않

Table 2. Pearson correlation among ECK, MATE, ENOS, and SEVs

	ECK-MATE	MATE-ENOS	MATE-SEVs	ECK-ENOS	ECK-SEVs	ENOS-SEVs
Christian	.530**	.625**	-.005	.334*	.307*	.036
non-Christian	.399**	.484**	.411**	.355**	.498**	.331**

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; Note. ECK, Evolution Content Knowledge; MATE, Measure of Acceptance of the Theory of Evolution; ENOS, Views of the Nature of Science in relation to Evolution; SEVs, Scientific Epistemological Views

Table 3. Pearson correlation between MATE and epistemological belief(ENOS; SEVs)

		MATE	ENOS	SEVs	Subcategories of SEVs					
					SN	IC	TL	CU	CT	
Christian	MATE	<i>r</i>	1	.625**	-.005	.029	-.023	-.039	.099	-.105
		<i>p</i>		.000	.975	.849	.879	.800	.520	.491
non-Christian	MATE	<i>r</i>	1	.484**	.409**	.460**	.324**	.286**	.000	.185*
		<i>p</i>		.000	.000	.000	.000	.001	.995	.029

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; Note. MATE, Measure of Acceptance of the Theory of Evolution; ENOS, Evolution in relation to Nature of Science; SEVs, Scientific Epistemological Views; SN, the role of Social Negotiation on science; IC, the Invented and Creative reality of science; TL, the Theory-Laden exploration of science; CT, the Changing and Tentative features of science; CU, the Cultural Impact of Science

는 경우 진화론의 이해를 방해할 수 있다고 하였으나, 몇몇 경험적 연구에서는 학생들의 진화수용과 진화론의 이해 사이에 관련이 없다고 주장하였다(Lord & Marino, 1993; Nehm & Schonfeld, 2007; Sinatra *et al.*, 2003). 예를 들어, Sinatra *et al.*(2003)은 동물 및 인간의 진화와 관련한 지식과 진화수용 사이에는 거의 관련이 없으나, 광합성과 관련한 지식과 신념 사이에는 강한 상관관계가 존재하였다고 보고하였다. 반면 Deniz *et al.*(2008)은 터키 과학 교사( $n=132$ )를 대상으로 한 연구에서 진화지식과 진화수용 사이에 강한 상관관계가 존재한다고 보고하였으며, 이는 진화론에 관한 지식이 증가할수록 진화론을 받아들일 가능성이 커지거나 진화수용의 정도가 증가하면 진화지식이 증가한다는 것을 의미한다.

또한 기독교 학생들은 ‘진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)’과 ‘진화수용’(MATE)의 상관관계가 가장 강하게 나타났으며( $r=.625, p<.01$ ), 비기독교 학생들은 ‘진화지식’(ECK)과 ‘과학에 관한 인식론적 신념’(SEVs)의 상관관계가 가장 강하게 나타났다( $r=.498, p<.01$ ). 특히 비기독교 학생들은 ‘진화수용’(MATE)과 ‘과학에 관한 인식론적 관점’(SEVs) 사이에 통계적으로 유의미한 상관관계를 나타낸 반면( $p<.01$ ), 기독교 학생들은 ‘진화수용’(MATE)과 ‘과학에 관한 인식론적 관점’(SEVs) 사이에 상관관계를 나타내지 않아( $p>.05$ ) 일반적인 과학의 본성 교수로는 기독교 학생들의 진화수용 정도에 기여할 수 없음을 나타낸다. 이러한 결과는 진화론 교육에서 기독교 학생들의 진화수용 정도를 향상시키기 위해서는 진화론이라는 구체적인 상황(context-specific) 내에서 과학의 본성을 다루어야 함을 의미한다. 반면, 비기독교 학생들의 ‘진화수용’(MATE)은 ‘진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)’( $r=.484, p<.01$ ) 뿐만 아니라 ‘과학에 관한 인식론적 신념’(SEVs)( $r=.411, p<.01$ )과도 비슷한 수준에서 통계적으로 유의미한 상관관계를 나타내 기독교 학생들과 차이를 보였다.

이러한 결과는 비기독교 학생들은 일반적인 과학의 본성을 가르쳐도 진화지식이나 진화수용의 정도를 향상시킬 수 있는 반면, 기독교 학생들은 일반적인 과학의 본성을 가르쳤을 때 진화지식은 어느 정도 향상될 수 있으나 진화수용의 정도는 높일 수가 없다는 것을 의미한다. 즉, 비기독교 학생들은 ‘과학적 이론(scientific theory)’이 성립하기까지의 과정 및 근거 등의 논의를 통해 진화수용과 진화지식 모두를 향상시킬 수 있으나, 기독교 학생들은 ‘진화론(theory of evolution)’이

라는 이론이 성립하기까지의 과정 및 근거를 통해 진화지식과 진화수용을 향상시킬 수 있음을 의미한다. 특히 주목할 만한 결과는 비기독교 학생들의 과학에 관한 인식론적 관점(SEVs)과 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)은 통계적으로 유의미한 상관관계를 나타낸 반면( $p<.05$ ), 기독교 학생들의 과학에 관한 인식론적 관점(SEVs)과 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)은 서로 상관관계가 없으므로( $p>.05$ ), 기독교 학생들은 일반적인 과학의 본성과 진화와 관련된 과학의 본성을 서로 다르게 인식하고 있다는 것을 나타낸다. 즉, 기독교 학생들에게 진화론은 여러 과학적 이론들과는 다른 특성을 가진 영역임을 의미한다. 여러 연구들이 진화론의 교수학습에서 관찰 및 간접적 근거의 가치와 역할, 이론과 법칙의 차이 등 일반적 과학의 본성 교육의 중요성을 강조해 왔으나(Rutledge & Warden, 2000; Trani, 2004), 기독교 학생들은 진화론이라는 상황(context-specific)내에서 과학의 본성이 이해되어야 함을 나타낸다.

## 2. 인식론적 신념과 진화수용과의 관계

과학에 관한 인식론적 신념(SEVs)은 과학적 지식의 발달 과정에 있어서 사회적 협의의 역할(SN), 과학적 지식의 발달에 있어서 발명적 창의적 측면(IC), 과학의 이론 의존적 탐구(TL), 과학적 지식의 발달에 있어서 문화적 영향(CU), 과학적 지식의 가변성에 관한 이해(CT)의 다섯 가지 하위영역으로 구성된다. 과학에 관한 인식론적 신념(SEVs)의 다섯 가지 하위영역과 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)을 포함하는 인식론적 신념 변인들과 진화수용과의 Pearson 상관관계를 조사하였다(Table 3). 그 결과, 기독교 학생들의 진화수용과 가장 강한 상관관계를 나타낸 것은 ‘진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)’으로 Pearson 상관계수는 .625( $p<.01$ )였다. 비기독교 학생들 역시 진화수용과 가장 강한 관계를 나타낸 것은 ‘진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)’이었으나 Pearson 상관계수의 값은 기독교 학생보다 낮은 .484( $p<.01$ )였다. 또한 비기독교 학생들의 진화수용은 과학에 관한 인식론적 관점 중 과학의 문화적 영향(CU)을 제외한 모든 하위영역에서 통계적으로 유의미한 상관관계를 나타낸 반면, 기독교 학생들의 진화수용은 과학에 관한 인식론적 관점(SEVs)( $p>.05$ ) 및 그 하위 영역(SN, IC, TL, CU, CT)과 상관관계를 나타내지 않았다( $p>.05$ ). 이러한 연구결과는 비기

Table 4. Multiple regression analyses for variables explaining acceptance of evolutionary theory

			Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficient	<i>t</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>
			<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$		
Christian	1	Constant	4.496	11.037		.407	.391
		ENOS	2.033	.387	.625	5.254**	
non-Christian	1	Constant	33.470	4.888		6.847**	.234
		ENOS	1.060	.164	.484	6.467**	
	2	Constant	18.739	5.218		3.591**	.369
		ENOS	.890	.153	.406	5.832**	
		SN	.929	.172	.376	5.408**	

\*\**p*<.01; Note. ENOS, Evolution in relation to Nature of Science; SN, the role of Social Negotiation on science

Table 5. Pearson correlation between ECK and epistemological belief(ENOS; SEVs)

			ECK	ENOS	SEVs	Subcategories of SEVs				
						SN	IC	TL	CU	CT
Christian	ECK	<i>r</i>	1	.334*	.307*	.189	.192	.387**	.199	.094
		<i>p</i>		.025	.040	.214	.207	.009	.191	.540
non-Christian	ECK	<i>r</i>	1	.355**	.498**	.361**	.423**	.334**	.179*	.323**
		<i>p</i>		.000	.000	.000	.000	.000	.035	.000

\**p*<.05; \*\**p*<.01; Note. ECK, Evolution Content Knowledge; ENOS, Evolution in relation to Nature of Science; SEVs, Scientific Epistemological Views; SN, the role of Social Negotiation on science; IC, the Invented and Creative reality of science; TL, the Theory-Laden exploration of science; CT, the Changing and Tentative features of science; CU, the Cultural Impact of Science

독교 학생들의 진화수용은 진화와 관련한 과학의 본성 및 일반적인 과학의 본성의 이해도 모두와 관련이 있으나, 기독교 학생들의 진화수용을 향상시키기 위해서는 일반적인 과학의 본성에 대한 교수학습의 효과는 없으며 진화와 관련한 과학의 본성에 대한 교수학습이 이루어져야 할 필요가 있음을 나타낸다. Sinatra *et al.*(2003)은 영역-일반적(domain-general)인 인식론적 신념이 학생들의 진화수용과 관계가 있으나 진화지식과는 관계가 없다고 보고한 바 있다.

진화수용을 종속변인으로 하고, 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS), 과학에 관한 인식론적 관점(SEVs) 및 그 하위 영역(SN, IC, TL, CU, CT)을 독립변인으로 한 중다회귀 분석을 추가로 실시한 결과(Table 4), 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)은 기독교 학생들과 비기독교 학생들의 진화수용을 모두 예측할 수 있는 것으로 나타났으며, 기독교 학생들의 설명력은 0.391(*p*<.01)로 비기독교인 학생들의 설명력인 0.234(*p*<.01)보다 높게 나타났다. 또한 비기독교 학생들은 진화와 관련한 과학의 본성 외에도 과학에 관한 인식론적 신념의 하위 요소 중 SN(the role of Social Negotiation on science)이 추가되면 *R*<sup>2</sup>이 .135만큼 증가되어 그 설명력은 .369로 나타나 회귀모형은 유의수준 .01에서 통계적으로 유의미하였다. 따라서 진화와 관련한 과학의 본성과 과학적 지식의 발달에 있어서 사회적 협의의 역할(SN)은 비기독교 학생들의 진화수용 총변화량의 36.9%를 설명해 주었다.

이러한 결과는 비기독교 학생들은 상황-특수적(context-specific)인 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)과 더불어 사회적 상호작용을 통한 과학적 지식의 발달에 대한 이해(SN)를 통해 학생들의 진화수용을 예측할 수 있음을 나타낸다. 학교 학습 상황에 이러한 결과를 반영한다면, 비기독교 학생들의 진화수용을 향상시키기 위해서는 과학자들 사이의 의사소통 및 동료 평가의 기회를 통해 증거를 제시하고, 전문가 집단에서 그에 대한 토론 및 논쟁을 통해 과학적 탐구에 관한 기준을 제시하는 과정에 대한 이해를 높일 필요가 있음을 나타낸다.

반면 기독교 학생들의 진화수용은 일반적인 과학의 본성 교육으로는 향상될 수 없으며, 진화론이라는 상황에서 여러 가지 과학의 본성적

측면을 심도 있게 다룰 필요가 있음을 나타낸다. 즉, 기독교 학생들에게 진화론을 가르치기 위해서는 진화라는 특수한 상황(context-specific) 내에서 진화론(theory of evolution)의 의미, 진화론을 뒷받침하는 근거, 그리고 진화론이 확립되기 위해 사용된 과학적 방법과 경험적 과정에 대해 명시적으로 가르칠 필요가 있다.

### 3. 인식론적 신념과 진화지식과의 관계

과학에 관한 인식론적 신념(SEVs)의 다섯 가지 하위영역(SN, IC, TL, CU, CT)과 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)을 포함하는 인식론적 신념 변인들과 진화지식과의 Pearson 상관관계를 조사 결과(Table 5), 기독교 학생들의 진화지식과 가장 강한 상관관계를 나타낸 것은 ‘과학에 관한 인식론적 관점’(SEVs)의 하위 영역인 ‘과학의 이론 의존적 탐구’(TL)(*r*=.387, *p*<.01)였다. ‘과학의 이론 의존적 탐구’는 과학자의 연구 활동이 기존에 존재하는 이론에 의해 영향을 받는다는 것을 의미한다(Tsai & Liu, 2005). 반면에 비기독교 학생들의 진화지식과 가장 강한 상관관계를 나타낸 것은 ‘과학에 관한 인식론적 관점’(SEVs)으로 나타났다(*r*=.498, *p*<.01). 특히 비기독교 학생들의 진화지식(ECK)은 과학에 관한 인식론적 관점의 모든 하위영역(SN, IC, TL, CU, CT)에서 통계적으로 유의미한 상관관계를 나타낸 반면(*p*<.05), 기독교 학생들은 과학에 관한 인식론적 관점의 5가지 하위영역 중 과학의 이론 의존적 탐구(TL) 영역에서만 유의미한 관계를 나타냈다.

일반적으로 자연과학에서 ‘이론(theory)’은 현상에 대한 믿을 만한 설명이며 과학적 지식의 필수적인 요소이지만 많은 학생들이 진화론(evolutionary theory)은 일시적이며 신뢰가 가지 않는 상태라고 믿는다(Sinatra *et al.*, 2003). 본 연구결과에 의하면 비기독교 학생들은 일반적인 과학의 본성, 즉 과학적 발달에 있어서 사회적 협의의 역할 및 창의적 측면, 이론 의존적 측면, 문화적 측면 및 과학적 지식의 가변성에 대한 교수를 통해 진화지식을 향상시킬 수 있으나, 기독교

Table 6. Multiple regression analyses for variables explaining evolution content knowledge

			Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficient	<i>t</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>
			<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$		
Christian	1	Constant	16.900	3.257		5.188**	.149
		TL	.855	.311	.387	2.748**	
	2	Constant	8.418	4.977		1.691**	
TL	.787	.300	.356	2.625**			
ENOS	.324	.148	.297	2.188**			
non-Christian	1	Constant	13.386	2.097		6.384**	.248
		SEVs	.212	.031	.498	6.739**	
	2	Constant	9.211	2.533		3.636**	
	SEVs	.182	.032	.427	5.589**		
	ENOS	.208	.074	.214	2.798**		

\*\* $p < .01$ ; Note. TL, the Theory-Laden exploration of science; ENOS, Evolution in relation to Nature of Science; SEVs, Scientific Epistemological Views

학생들은 과학적 이론(scientific theory)에 대한 의미의 이해와 더불어 진화라는 상황 특수적인(context-specific) 영역 내에서 과학의 본성에 대한 이해가 선행되어야 진화 지식이 증가할 수 있다고 보여진다.

인식론적 관점을 나타내는 변인들이 진화지식을 어느 정도 설명하는지 살펴보기 위하여 진화지식을 종속변인으로 하고, 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS), 과학에 관한 인식론적 관점(SEVs) 및 그 하위 영역(SN, IC, TL, CU, CT)을 독립변인으로 한 중다회귀 분석을 추가로 실시하였다(Table 6). 기독교 학생들의 진화지식 총 변화량의 23.6%가 과학에 관한 인식론적 관점의 하위 요소 중 과학의 이론 의존적 탐구(TL) 및 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)으로 설명 가능하였다( $p < .01$ ). 반면 비기독교 학생들의 진화지식(ECK) 총변화량의 약 24.8%가 과학에 관한 인식론적 신념(SEVs)으로 설명가능하며( $p < .01$ ), 여기에 진화와 관련한 과학의 본성(ENOS)이 추가되면 그 설명력은 28.8%로 증가하였다( $p < .01$ ).

즉, 기독교 학생들의 진화지식은 과학에 관한 인식론적 관점의 하위 영역 중 과학의 이론 의존적 탐구(TL)에 의한 설명력이 가장 큰 것으로 나타났으며, 진화와 관련한 상황-특수적(context-specific) 인식론적 관점인 ENOS가 추가되어 그 설명력이 증가함을 알 수 있다. 따라서 기독교 학생들의 진화지식을 향상시키기 위해서는 ‘과학의 이론 의존적 탐구(TL)’에 대한 논의와 함께 ‘진화와 관련한 과학의 본성’에 대한 이해를 향상시킬 필요가 있는 반면, 비기독교 학생들의 진화지식은 일반적인 과학의 본성에 대한 이해로도 어느 정도 향상시킬 수 있음을 나타낸다. 또한 ‘진화와 관련한 과학의 본성’에 대한 이해는 기독교와 비기독교 학생 모두의 진화지식을 향상시킬 수 있는 방안이 됨을 알 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 학생들의 인식론적 신념, 즉 ‘과학에 관한 인식론적 신념’과 ‘진화와 관련한 과학의 본성’이 기독교 및 비기독교 학생들의 진화 지식 및 진화론의 수용과 어떠한 관계가 있는지 살펴보았다. 본 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 기독교 학생들은 비기독교 학생들에 비해 진화지식, 진화수용, 진화와 관련한 과학의 본성에서 점수가 통계적으로 유의미하게 낮았다. 또한 기독교 학생들의 진화지식과 진화수용 변인 간의 상관관계는 비기독교 학생들보다 강하게 나타났다. 따라서 기독교 학생들은

비기독교 학생들에 비해 진화수용의 정도가 클수록 진화지식의 이해 정도가 더 크다고 할 수 있다. 중등학교에서 진화론을 가르칠 때 다른 과학 이론과는 달리 진화론의 수용 정도를 반영한 교수학습 전략이 요구된다고 할 수 있다.

둘째, 기독교 및 비기독교 학생의 진화수용 모두 ‘진화와 관련한 과학의 본성’과 가장 강한 상관관계를 나타냈다. 이는 기독교 및 비기독교 학생 모두 중등학교 현장에서 학생들의 진화수용의 정도를 높이기 위해서는 진화론을 뒷받침하는 근거, 그리고 진화론이 확립되기 위해 사용된 과학적 방법과 경험적 과정에 대해 명시적으로 가르칠 필요가 있음을 의미한다. 또한 기독교 학생들은 ‘진화와 관련한 과학의 본성’으로 진화수용을 예측할 수 있는 반면, 비기독교 학생들은 ‘진화와 관련한 과학의 본성’과 더불어 ‘과학의 발달에 있어서 사회적 협의의 역할’로 진화수용을 예측할 수 있었다. 따라서 과학자들 사이의 의사소통 및 토론과 논쟁의 과정을 통해 과학적 지식이 생성된다는 것을 이해하는 것을 통해 비기독교 학생들의 진화수용을 향상시킬 수 있다. 흥미롭게도 비기독교 학생들의 진화수용은 ‘과학에 관한 인식론적 관점’과 통계적으로 유의미한 관계를 나타냈으나 기독교 학생들의 진화수용은 ‘과학에 관한 인식론적 관점’과 통계적으로 유의미한 관계가 없었다. 이는 기독교 학생들이 일반적인 과학의 본성과 ‘진화와 관련된 과학의 본성’을 서로 다르게 인식하고 있다는 것을 의미하며, 일반적인 과학의 본성에 대한 이해 향상으로는 기독교 학생들의 진화수용의 정도를 높일 수 없다는 것을 나타낸다.

마지막으로 기독교 학생들의 진화지식은 과학에 관한 인식론적 관점의 하위 영역 중 ‘과학의 이론 의존적 탐구’와 가장 강한 상관관계를 나타낸 반면, 비기독교 학생들의 진화지식은 ‘과학에 관한 인식론적 관점’과 가장 강한 상관관계를 나타냈다. 또한 기독교 학생들의 진화지식은 과학의 이론 의존적 탐구와 진화와 관련한 과학의 본성으로 예측 가능하였다. 비기독교 학생들은 일반적인 과학의 본성으로 진화지식의 이해 정도를 높일 수 있으나 기독교 학생들의 진화지식 향상을 위해서는 ‘진화론(theory of evolution)’에서의 이론(theory)의 의미에 관한 이해가 선행될 필요가 있다. 따라서 진화론이 가지는 상황-특수적(context-specific)인 과학의 본성에 대한 이해는 중등학교 학생들이 진화론을 이해하고 수용하는데 중요한 요인으로 작용한다고 할 수 있다. 특히 중등학교 학습 상황에서는 단순히 과학적 사실과 이론을 가르치기 보다는 진화론과 관련한 과학사 및 현재 진행되고 있는 진화론과 관련한 다양한 연구를 통해 이를 뒷받침하는 사실과 근거를 찾아보고

과학자적 입장에서 결론을 도출해 보는 활동이 필요하다. 이러한 과정에서 학생들에게 과학적 추론의 의미를 이해할 수 있도록 도와줄 필요가 있으며, 학생들이 종교와 지적설계론, 진화론의 차이점을 인식론적 관점에서 평가하고 논쟁점이 무엇인지 파악해 볼 기회가 필요하다. 중등학교 현장에서 일반적인 과학의 본성을 가르치는 것으로는 진화론을 제대로 가르칠 수 없으며, 진화론에서의 이론(theory)의 의미와 진화론을 뒷받침하는 근거에 대해 심도 있게 사고하고 토론하는 기회가 필요하며, 이를 바탕으로 진화론을 학생 스스로 평가하는 기회를 제공할 필요가 있음을 제안한다.

## 국문요약

본 연구는 종교에 따른 인식론적 신념, 진화지식 및 진화수용의 차이를 살펴보았다. 특히 기독교와 비기독교 학생들의 진화지식과 인식론적 신념과의 관계, 그리고 진화수용과 인식론적 신념과의 관계를 조사하였다. 본 연구에서의 인식론적 신념(epistemological belief)은 영역-특수적(domain-specific)인 '과학에 관한 인식론적 신념(scientific epistemological views)'과 상황-특수적(context-specific)인 '진화와 관련한 과학의 본성(evolution in relation to nature of science)'을 포함한다. 연구결과에 따르면, 기독교 학생들의 진화지식은 과학에 관한 인식론적 관점의 하위 영역 중 '과학의 이론 의존적 탐구(TL)'에 의한 설명력이 가장 큰 것으로 나타났으며, 진화와 관련한 상황-특수적(context-specific) 인식론적 관점인 '진화와 관련한 과학의 본성'이 추가되어 그 설명력이 증가하였다. 반면 비기독교 학생들의 진화지식은 일반적인 과학의 본성에 대한 이해로도 진화지식을 어느 정도 향상시킬 수 있었다. 또한 '진화와 관련한 과학의 본성'은 기독교 학생들과 비기독교 학생들 모두의 진화수용을 예측할 수 있는 변인으로 나타났으며, 기독교 학생들은 과학에 관한 인식론적 신념과 진화와 관련한 과학의 본성을 서로 다르게 인식하고 있어( $p < .05$ ) 일반적인 과학의 본성 교수로는 기독교 학생들의 진화지식이나 진화수용을 향상시키기 어려움을 나타냈다. 진화론이 가지는 상황-특수적(context-specific)인 과학의 본성에 대한 이해는 중등학교 학생들이 진화론을 이해하고 수용하는데 중요한 요인으로 작용한다.

**주제어 :** 진화론, 인식론, 과학의 본성, 종교, 고등학생

## References

Clough, M. P. (1994). Diminish students' resistance to biological evolution. *The American Biology Teacher*, 86(7), 409-415.

Deniz, H., Donnelly, L. A., & Yilmaz, I. (2008). Exploring the factors related to acceptance of evolutionary theory among Turkish preservice biology teachers: Toward a more informative conceptual ecology for biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 5(4), 420-443.

Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology makes any sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, 35, 125-29.

Downie, J. R., & Barron, N. J. (2000). Evolution and religion: attitudes of Scottish first year biology and medical students to the teaching of evolutionary biology. *Journal of Biological Education*, 34(3), 139-146.

Ha, M., Cha, H., & Ku, S. (2012). A comparative study of Korean and United States college students' degree of religiosity, evolutionary interest,

understanding and acceptance and their structures. *Journal of Korea Association of Science Education*, 32(10), 1537-1550.

Hammer, D., & Elby, A. (2002). On the form of a personal epistemology. In B.K. Hofer & P. R. Pintrich(Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp.169-190). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Hofer, B. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary Educational Psychology*, 25(4), 378-405.

Hofer, B. K., Lam, C. F., & DeLisi, A. (2011). Understanding evolutionary theory. In R. S. Taylor & M.Ferrari (Eds), *Epistemology and Science Education: Understanding the evolution vs. intelligent design controversy* (pp.95-110). Madison, NY: Routledge.

Hofer, B. K., & Pintrich, P. R.(1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, 88-140.

Johnson, R. L., & Peebles, E. E. (1987). Effects of preexisting beliefs, epistemological beliefs, and need for cognition on interpretation of controversial issues. *Journal of Educational Psychology*, 88, 260-271.

Kim, S. Y. (2014). High school students' understanding and acceptance of the theory of evolution, and the nature of science: The comparison of Christian vs. non-Christian. *Teacher Education Research*, 53(2), 221-230.

Kim, S. Y., & Nehm, R. H. (2011). A cross-cultural comparison of Korean and American science teachers' views of evolution and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 33(2), 197-227.

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science. A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(4), 331-359.

Lord, T., & Marino, S. (1993). How university students view the theory of evolution. *Journal of College Science Teaching*, 22, 353-357.

Meadows, L., Doster, E., & Jackson, D. F. (2000). Managing the conflict between evolution & religion. *The American Biology Teacher*, 62(2), 102-107.

Moore, R. (2007). The differing perceptions of teachers & students regarding teachers' emphasis on evolution in high school biology classrooms. *The American Biology Teacher*, 69(5), 268-271.

Moore, R., & Kraemer, K. (2005). The teaching of evolution & creationism in Minnesota. *The American Biology Teacher*, 67(8), 457-466.

Nehm, R. H., & Kim, S. Y., & Sheppard, K. (2009). Academic preparation in biology and advocacy for teaching evolution: Biology versus non-biology teachers. *Science Education*, 93(6), 1122-1146.

Nehm, R. H., & Schonfeld, I. S. (2007). Does increasing biology teacher knowledge of evolution and the nature of science lead to greater preference for the teaching of evolution in schools? *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), 699-723.

Rutledge, M. L., & Warden, M. A. (1999). Development and validation of the measure of acceptance of the theory of evolution instrument. *School Science and Mathematics*, 99, 13-18.

Rutledge, M. L., & Warden, M. A. (2000). Science and high school biology teachers: Critical relationships. *The American Biology Teacher*, 62, 23-31.

Scharmann, L. C. (1990). Enhancing an understanding of the premises of evolutionary theory: The influence of a diversified instructional strategy. *School Science and Mathematics*, 90, 91-100.

Sinatra, G. M., Southerland, S. A., McConaughy, F., & Demastes, J. W. (2003). Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 510-528.

Smith, M. U. (1994). Counterpoint: Belief, understanding and the teaching of evolution. *Journal for Research in Science Teaching*, 31(5), 591-582.

Trani, R. (2004). I won't teach evolution: It's against my religion. *The American Biology Teacher*, 66, 419-427.

Tsai, C., & Liu, S. (2005). Developing a multi-dimensional instrument for assessing students' epistemological views toward science. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1621-1638.