

6학년 학생의 과학에 대한 인식론적 신념과 학습 관련 요소들과의 관계 분석

원정애 · 백성혜[†]
(대전선암초등학교) · (한국교원대학교)[†]

Analysis of Relation between Features of Sixth Grade Elementary Students' Epistemological Beliefs about Science and Factors Related Students' Learning

Won, Jeong-Ae · Paik, Seoung-Hey[†]
(Deajeon Sunam Elementary School) · (Korea National University of Education)[†]

ABSTRACT

Prior research has reported that student epistemological beliefs might affect their participation in learning and the process of conceptual change. The purposes of this study were to investigate the characteristics of sixth grade students epistemological beliefs about science and the relation between their epistemological beliefs about science and factors related their learning. For this research questions, 245 sixth grade students participated and various test instruments were used in this study. Students answered two types of questionnaires on epistemological beliefs about science and three test instruments on factors related students' learning(achievement in science, science inquiry skills, and cognitive levels). The results of this study were as follows. First, a large number of elementary school students believed that the purpose of science to perform activities like simple experiments. A lot of students believed that scientific knowledge was changeable according to the nature of scientific knowledge and that scientific knowledge could be learnt on their own. Also, many students believed experiment results to be basis on which to form personal scientific conceptions. Second, students who believed in more modern epistemology about science represented higher levels of science learning achievement, science inquiry skills, and cognitive levels. Therefore, when developing science curriculum, science educators need to consider how to develop student modern epistemological beliefs about science.

Key words : epistemological beliefs about science, factors related students' learning

I. 서론

개인이 가지고 있는 여러 신념들이 학생 자신에게 주는 영향과 역할은 교육적이며 심리적인 연구 활동 속에서 폭넓게 인식되고 있다(Buehl & Alexander, 2001). 또한 사고와 학습은 한 개인의 지식과 학습에 대한

본성, 즉 개인의 인식론에 대한 신념의 영향을 받으며(곽영순, 2001), 개인의 신념은 복잡하고 반구조화된 문제 상황에서 학습 과제를 정의하고 과제를 수행하는데 적합한 지식과 정보를 조직하는 방식에 영향을 준다(Nesper, 1987). 이러한 측면에서 인식론적 신념은 학생들이 가지고 있는 지식 본성에 대한

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2010-0005225).

2011.2.14(접수), 2011.3.23(1심 통과), 2011.7.21(2심 통과), 2011.8.9(최종 통과)

E-mail: shpaik@knue.ac.kr(백성혜)

관점이라고 정의할 수 있고, 과학 교육자들과 연구자들은 이들 신념들이 교실에서의 학습과 활동에 영향을 미친다고 제안하고 있다(Elder, 1999). Schommer(1994)는 많은 연구들이 인식론적 신념과 학습 사이에 많은 관련성이 있다는 증거가 있으며, 학생들의 인식론적 신념은 반구조화된 문제를 다루는 학생들의 능력과 관련이 있다고 주장하였다. 김동엽(2001)은 낮은 수준의 인식론적 신념을 가진 학생에 비해 높은 수준의 인식론적 신념을 가지고 있는 학생들이 학습 지속력과 학습 참여도에 있어서 우수한 특성을 보인다고 주장하였다. 지식과 학습의 본성에 대한 신념들 또는 인식론적 신념들은 개인의 일상생활에서 거의 모든 측면을 자극하는 것으로 볼 수 있고, 1970년대 후반부터 인식론적 신념의 개념화와 학습과의 관련성, 인식론적 신념에 영향을 미치는 요소들에 대한 연구들이 최근까지 이루어지고 있다(Schommer, 1994). 또한 이러한 생각은 과학 지식의 본성에 대한 신념이 과학을 사고하고 학습하는 학생들에게 도움을 줄 것으로 기대할 수 있고, 이들 신념들은 학생들의 과학 학습을 위해 없어서는 안 될 중요한 것으로 여겨지기 때문에, 교육과정 개혁 노력은 과학 교육의 명시적인 목표로써 학생들의 과학적 인식론을 포함할 것을 강조해 왔다(Lederman, 1992).

Qian & Alvermann(1995)은 지식을 단순하고 변하지 않는 것으로 믿고 있는 학생들은 그들의 순수한 이론을 포기하거나, 개념을 변화시키거나, 이해한 것을 설명하는 것을 그다지 좋아하지 않는다는 것을 발견하였다. 그들은 지식이 통합력이 있고 변한다고 믿는 학생들의 신념이 학생들의 개념 변화 학습의 중요한 예언자가 될 수 있다고 보았다. 즉, 학생들의 개념 변화에 대한 신념의 효과는 그들의 이전 지식에 의존하기 보다는, 지식적인 기초에 관계없이 학생들의 인식론적 신념이 그들의 학습에 영향을 미친다는 것을 발견하였다.

지금까지 살펴본 것과 같이, 인식론적 신념은 과학 학습에 대한 학생들의 인식을 바꾸어 주고, 학생들의 과학 이해를 개선하기 위한 매개물이라고 볼 수 있으며, 학생들의 인식론적 신념을 이해하는 것은 과학 현상에 대한 학생들의 이해를 해석하는 것과 과학에서 좀 더 효과적인 교수에 도움을 주는 것으로 여겨지고 있다(Driver *et al.*, 1996). 따라서 과학교육자들은 학생들의 과학 지식과 앎의 본성에

대해 지니는 인식론적 신념을 학습에 영향을 미치는 중요한 학습자 변인으로서 연구하는 것이 필요하다.

전통적으로 학교 과학교육 현장에서는 자연 세계의 실체가 객관적으로 존재하며, 과학 지식은 그러한 실재를 반영한다고 주장하는 실증주의에 기초하여, 학생들이 객관적으로 구성되어 있는 지식 체계를 수용함으로써 과학 학습이 이루어진다고 인식하였다(노태희와 최용남, 1998). 그러나 이러한 이전의 인식은 학습자를 능동적인 개념 형성자로 인정하는 구성주의 심리학과 과학 지식이 사회적인 합의 과정을 거쳐서 형성된다는 현대적인 인식론의 토대 위에서 새로운 인식으로 바뀌고 있다. 그러나 현재 우리나라에서는 학생들이 전통적 관점의 인식론과 현대적인 인식론 사이에서 어떤 신념을 가지고 있는지에 대한 연구가 부족한 편이고, 과학에 대한 학생들의 인식론적 신념을 연구한 국내·외 선행 연구들은 중학생(Carey *et al.*, 1989; Songer & Linn, 1991)과 고등학생(Roth & Roychoudhury, 1994; Ryan & Aikenhead, 1992), 대학생(노태희와 최용남, 1998; 임성민, 2001; 문성숙, 2002; Hammer, 1994)을 주요 연구 대상으로 해 왔기 때문에 초등학생을 대상으로 한 연구는 매우 부족하다. 초등학생을 대상으로 한 연구는 드물지만, 초등학생들의 과학에 대한 인식론적 신념과 그들이 사용하는 학습 동기 및 전략, 논리적 사고력과의 관련성을 연구한 것이 있다(이주연과 백성혜, 2006). 과학 학습은 초등학교 3학년 부터 시작되고, 학생들은 이 시기부터 학교 과학을 통해 주변 세상에 대한 다양한 이해를 획득할 뿐만 아니라, 과학이나 과학 지식에 대해 개인적 견해를 형성하기 시작할 가능성이 높다(노태희 등, 2002). 따라서 학생의 과학에 대한 인식론적 신념을 초등학교 단계부터 확인하고, 학생의 학습 관련 요소들과의 관련성을 파악함으로써 성공적인 과학 학습의 수행을 돕는 학생 특성을 좀 더 다면적으로 이해하기 위한 연구가 반드시 필요하다.

따라서 이 연구에서는 선행 연구에서 개발된 과학에 대한 인식론적 신념 검사지를 이용하여 초등학생들의 과학에 대한 인식론적 신념의 특징을 알아보고, 과학 학습 관련 요소들과의 관계를 알아보고자 한다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등학생들의 과학에 대한 인식론적 신념의 특징은 무엇인가? 이 연구에서는 과학의 목적,

과학 지식의 본성, 과학에 대한 앎의 본성을 과학에 대한 인식론적 신념을 구성하는 하위 범주로 보고, 그 특징을 알아보았다.

둘째, 초등학생들의 과학에 대한 인식론적 신념은 학생 개인의 학습 관련 요소들과 어떤 관계가 있는가? 이 연구에서는 학생들의 과학 학습에 영향을 미치는 학생 측면의 구인으로 과학 학업 성취도, 과학 탐구 능력, 인지 수준 등을 설정하고, 초등학생들의 과학에 대한 인식론적 신념과의 관계에 어떤 특징을 나타내는지 알아보았다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 대도시에 위치한 A초등학교 6학년 296명을 대상으로 실시하였다. 이 학생들은 과학에 대한 인식론적 신념을 알아보기 위해 개발된 2종류의 검사지, 과학 탐구 능력 검사지, 인지 수준 측정을 위한 논리적 사고력 검사지와 과학 학업 성취도 검사지 응답에 참여하였다. 응답에 참여한 296명의 학생들 중 모든 검사지에 응답한 학생 245명만을 분석 대상으로 하였고, 남학생과 여학생의 참여 정도는 비슷하였다(남학생 120명, 여학생 125명).

2. 검사 도구 및 자료 수집

1) 과학에 대한 인식론적 신념 검사 도구

Hofer & Pintrich(1997)는 많은 선행 연구들에서 과학에 대한 인식론적 신념을 설명하기 위해 어떤 하위 범주를 사용하였는지 분석하였고, Elder(1999)는 이 연구 결과를 참고하여 초등학생의 과학에 대한 인식론적 신념을 알아보기 위해 두 가지 검사 도구를 개발하였다(Elder, 1999, 2002). 하나는 과학의 목적에 대한 신념을 알아보기 위한 개방형 검사지이고, 다른 하나는 과학 지식의 본성과 과학에 대한 앎의 본성을 알아보기 위한 리커트형 검사지이다. 리커트형 검사지는 과학 지식의 본성, 과학 지식의 근원, 앎의 과정에서 실험의 역할에 대한 신념을 알아보기 위한 문항들로 구성되었다. 1에서 5까지의 척도를 가지고 있으며, 각각의 척도는 1은 매우 그렇지 않다, 2는 그렇지 않다, 3은 보통이다, 4는 그렇다, 5는 매우 그렇다를 의미한다. 검사지 원문의 번안은 선행 연구를 함께 고찰한 연구자 2인이 하

였고, 1차 번안된 검사 도구를 연구 대상과 같은 지역에 위치한 E 초등학교의 6학년 1개 학급에 투입하여 번안한 문장들을 학생들이 이해하는데 문제가 있는지 검토하였다. 학생들이 검토한 검사 도구를 과학교육 전문가 3인에게 안면 타당도를 검증받았고, 4월에 학생들에게 투입하여 자료를 수집하였다. 검사 실시 후 구한 전체 문항의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .72였다.

2) 과학 학업 성취도 검사 도구

과학 학업 성취도 검사는 3월과 7월에 2회에 걸쳐 이루어졌다. 3월은 5학년에서 학습한 내용을 대상으로 하였고, 7월에는 6학년 1학기에 배운 내용을 대상으로 하였다. 검사지는 연구 대상 학교가 위치한 교육청에서 Bloom의 이원 목표 분류틀에 의거하여 개발된 학업 성취도 검사지로서, 각각 25문항의 5지 선다형 문항으로 이루어졌다.

3) 과학 탐구 능력 검사 도구

이 연구에서 사용한 과학 탐구 능력 검사 도구는 권재술과 김범기(1994)에 의해 개발된 '과학 탐구 능력 검사(TSPS)'이다. TSPS는 일반적으로 사용되는 탐구 과정 요소들을 하위 요소로 구성하였는데, 기초 탐구 능력인 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상과 통합 탐구 능력인 자료 변환, 자료 해석, 변인 통제, 가설 설정, 일반화로 총 10개의 하위 요소로 구성되어 있다. TSPS의 검사 문항은 각 하위 요소별로 3문항씩 구성되어 있어 전체 30문항이며, 문항의 형식은 4지 선다형 객관식이다. 전체 검사 시간은 40분이다. 이 연구에서 사용한 TSPS에 대한 Spearman-Brown의 반분 신뢰도는 .69이며, 내부 일치 신뢰도(KR-20)는 .76이었다. 과학 탐구 능력 검사지는 5월 중에 투입하여 자료를 수집하였다.

4) 인지 수준 측정을 위한 논리적 사고력 검사 도구

이 연구에서는 논리적 사고력 측정 도구로 GALT를 사용하였고, 1982년에 Roadranka 등이 개발한 것을 1983년에 12개 문항으로 축소한 Short Version GALT를 사용하였다(임정환 등, 1992). 이 연구에서 검사 도구의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .83이었고, 각 논리별 신뢰도는 .40에서 .89의 범위이며, 문항의 난이도는 .05에서 .91이고, 평균 난이도는 .40으로 이

연구에서 사용하기에 적절하다고 생각되었다. 논리적 사고력 검사 도구는 5월 중에 투입하여 자료를 수집하였다.

3. 자료 처리 및 분석

과학의 목적에 대한 정의를 통해 학생들의 신념을 알아보는 개방형 검사의 결과는 선행 연구(이주연과 백성혜, 2006; Elder, 1999)에서 사용된 분류 범주와 이 연구에 참여한 학생들의 응답 내용을 고려하여 과학교육전문가 1인과 연구자 2인의 논의를 거쳐 6가지 분류 범주를 고안하였고, 이 범주들은 다시 3가지 수준으로 나누어 분석하였다. 자료의 분류는 연구자 2명이 각각 1차 분류를 수행하고, 분류 후에 각 사례에 대해 논의하였다. 서로 다른 분류를 한 사례에 대해서는 연구자들이 일치된 분류에 이를 때까지 논의하였고, 일치된 분류가 힘든 사례는 분석에서 배제하였다. 개방형으로 응답하였기 때문에 학생들의 응답은 다중 응답 처리되었고, 245명의 학생들에게서 387번의 응답이 분류되었다.

5단계 척도로 구성된 리커트형 검사지는 선행 연구의 분석 방법을 따라 서열 척도로 수집된 원자료를 유목화하여 분석하였다(Elder, 1999). 과학 지식 본성의 하위 범주인 과학 지식의 확실성과 과학 지식의 변화 가능성 범주는 각각 5문항씩으로 구성되어 있고, 과학에 대한 앎의 본성의 하위 범주인 과학 지식의 근원 범주는 5문항으로, 앎의 과정에서 실험의 역할 범주는 4문항으로 구성되어 있다. 각 문항은 1에서 5까지의 척도로 구분되어 있으며, 채점은 긍정적인 문항의 경우에 ‘매우 그렇지 않다.’는 1점, ‘그렇지 않다.’는 2점, ‘보통이다.’는 3점, ‘그렇다.’는 4점, ‘매우 그렇다.’는 5점으로 처리하였고, 부정적인 문항에 대해서는 그와 반대로 처리하였다.

이렇게 채점을 마친 원점수를 이용하여, 과학 지식의 확실성 범주에서 4번 이상 ‘그렇다.’ 또는 ‘매우 그렇다.’로 응답한 학생은 지식의 확실성 신념을 가지고 있는 것으로 분류하였고, 3번 응답한 경우는 중립적 관점, 2번 이하일 경우는 지식의 변화 가능성 신념을 가지고 있는 것으로 분류하였다.

과학 지식의 변화 가능성 범주에서는 4번 이상 ‘그렇다.’ 또는 ‘매우 그렇다.’로 응답한 학생은 과학 지식의 변화 가능성 신념을 가지고 있는 것으로 분류하였고, 3번 응답한 경우는 중립적 신념, 2번 이하일 경우는 지식의 확실성 신념을 가지고 있는

것으로 분류하였다.

이 연구의 분석에서는 과학 지식의 본성에 대한 신념을 과학 지식의 확실성과 변화 가능성을 묻는 문항별로 그 결과를 구분하여 논의하였다.

이 연구에서 과학 지식의 확실성 신념은 과학 지식이 모두 관찰이나 실험을 통해 발견된 사실들로 구성되며, 객관적인 기준을 가지고 있고, 변하지 않는 진리와 같다는 전통적인 견해를 의미한다. 반면에 과학 지식은 감각적 지각이나 의사소통을 통해 사용된 것이 아니라 능동적으로 구성된 것으로 자연을 그대로 나타내지는 않으며(조연주 등 공역, 1997), 자연 현상을 설명하기 위해 사회적 합의 과정을 통해 구성된 설명 체계라는 견해가 있다. 이러한 견해는 현대의 인식론과도 부합하는 과학 지식에 대한 견해이다. 이에 따라 이 연구에서 과학 지식에 대한 변화 가능성 신념은 과학 지식은 절대 불변의 진리가 아니라 새로운 증거에 따라 언제든지 바뀌거나 대체될 수 있는 임시적 개념 체계에 대한 믿음을 의미한다.

과학 지식의 근원 범주에서는 4번 이상 ‘그렇다.’ 또는 ‘매우 그렇다.’로 응답한 학생은 과학 지식의 근원에 대해 자기 발견형 신념을 가지고 있는 것으로 분류하였고, 3번 응답한 경우는 중립적 신념, 2번 이하일 경우는 지식에 대한 권위 의존형 신념을 가지고 있는 것으로 분류하였다. 이 연구에서는 과학 지식을 습득하는 근원이 나 자신에게 있다는 신념은 자기 발견형 신념으로, 나 이외의 외부의 것에 과학 지식의 근원을 두는 것을 권위 의존형 신념으로 나누어 논의하였다.

앎의 과정에서 실험의 역할 범주에서는 3번 이상 ‘그렇다.’ 또는 ‘매우 그렇다.’로 응답한 학생은 실험의 역할에 대해 증거 평가적 신념을 가지고 있는 것으로 분류하였고, 2번 응답한 경우는 중립적 신념을, 1번 이하일 경우는 수용적 신념을 가지고 있는 것으로 분류하였다.

학습 관련 요소들(과학 학업 성취도, 과학 탐구 능력, 인지 수준)과의 관계는 독립 표본 수가 3개 이상인 경우에 모집단의 분포가 같은지를 검정하는 비모수 통계 방법인 Kruskal-Wallis 검정을 사용하였다(노형진, 1999; 박태학, 1999; 이주연과 백성혜, 2006). 구체적인 분석 방법과 과정은 ‘Ⅲ. 연구 결과 및 논의’의 해당 부분에서 자세하게 설명하였다. 인지 수준 측정을 위한 논리적 사고력 검사(GALT)의

경우, 문항 1에서 문항 10까지는 질문의 답과 이유의 답이 모두 맞는 경우만 정답 처리하였고, 문항 11, 12는 가능한 경우의 수를 모두 기재한 경우만 정답으로 처리하였다. 이와 같은 방법으로 측정된 원점수를 Kruskal-Wallis 검정에 사용하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 6학년 학생들의 과학에 대한 인식론적 신념의 특징

1) 과학의 목적에 대한 신념

학생들이 개방형 검사지로 알아본 과학의 목적에 대해 나타낸 신념은 매우 다양하였다. 이 응답들을 자료 분석 단계에서 고안한 분류틀을 기준으로 분석하였고, 그 결과는 표 1과 같다.

과학의 목적에 대한 학생들의 응답은 다중 응답으로 간주하여 분류하였기 때문에 전체 사례는 387개였다. 표현된 6가지 정의 중에서 가장 많은 응답은 과학의 목적을 ‘실험이나 발명과 같은 활동을 위한 것’으로 보는 신념이 가장 많았다(45.7%). 이러한 결과는 Elder가 미국 초등학교 5학년 학생을 대상으로 한 연구 결과와도 일치된 결과이다. 또한 이러한 결과는 초등학교 과학 교육과정에서 실험 활동을 강조하고 있고(교육인적자원부, 2005), 학생들이 과학 학습을 통해서 경험하게 되는 활동이 주로 간단한 실험 활동이기 때문이라고 생각된다.

과학의 목적에 대한 다양한 견해들 중에서 ‘세상이 움직이는 원리를 설명하는 것’이라는 정의를 현대적인 인식론에 부합하는 정의라고 할 때(Carey *et al.*, 1989; Elder, 1999), 상위 수준에 해당하는 ‘원리

탐색 및 현상 설명 또는 새로운 지식 획득이나 발견 과정’으로 과학의 목적을 정의한 신념을 가지고 있는 20.5%의 학생들은 과학에 대한 현대적인 인식론적 신념을 가지고 있다고 볼 수 있다. 반면에 과학의 목적을 생활에의 유용성(9.6%)으로 정의한 인간 중심적 신념이나 과학과는 관련이 없는 신비주의적 생각(7.9%), 분류하기 어려운 애매한 답변(16.3%)은 현대적인 인식론과 부합하지 않는 신념이라고 볼 수 있다. 과학의 목적에 대한 신념이 하위 수준에 속하는 학생들은 33.8%로 많은 응답율을 보였는데, Elder(1999)의 연구에서도 기대와는 달리 많은 초등학생들(30.3%)이 과학의 목적에 대해 정교한 신념을 가지고 있지 못했다고 지적하였다. Elder는 이러한 결과에 대해 자신의 주변 세계에 대해 학습하고 설명하기 위한 하나의 방법으로서 과학을 볼 줄 아는 폭넓은 이해가 부족한 초등학교생이 많다는 것을 나타낸다고 지적하였다.

2) 과학 지식의 본성에 대한 신념

여러 선행 연구들에 의하면 과학 지식의 본성에 대한 신념은 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있는데, 하나는 ‘과학 지식은 변하지 않는 확실한 것이다.’라는 과학 지식의 확실성 신념이다. 다른 하나는 ‘과학 지식은 절대불변의 진리가 아니라 새로운 증거에 따라 언제라도 바뀌거나 대체될 수 있다는 임시적 개념 체계’라는 과학 지식의 변화 가능성 신념이다. 먼저 과학 지식의 확실성에 초점을 둔 문항의 응답을 분석한 결과는 그림 1에 제시한 것과 같다.

6학년 학생들은 과학 지식의 확실성 신념(4.9%) 보다는 과학 지식의 변화 가능성 신념(45.3%)이 높게 나타났다. 과학 지식의 변화 가능성에 초점을 둔 문항 응답을 분석한 결과는 그림 2와 같다. 과학 지

표 1. 초등학생들의 과학의 목적에 대한 신념 (N=387)

정의 수준	표현된 정의	응답율(%)
상위(20.5%)	원리 탐색 및 현상 설명	5.2
	새로운 지식 획득 또는 발견 과정	15.3
보통(45.7%)	활동 중심(실험, 발명)	45.7
하위(33.8%)	생활에의 유용성	9.6
	신비주의적 생각	7.9
	모호한 답변	16.3
합계		100.0

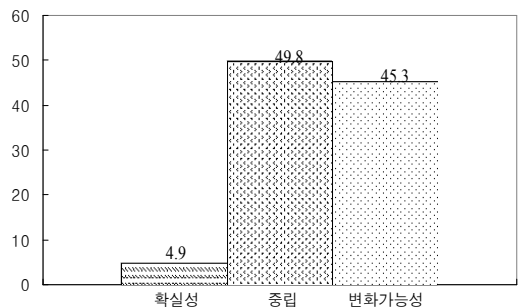


그림 1. 과학 지식의 확실성 문항을 이용한 과학 지식의 본성에 대한 신념

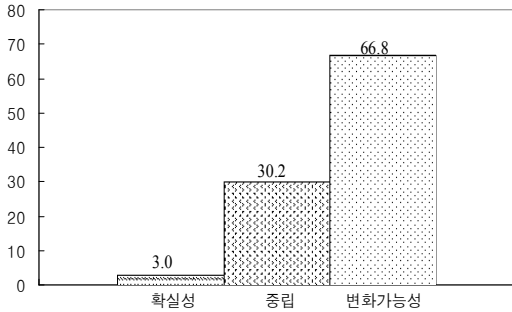


그림 2. 과학 지식의 변화 가능성 문항을 이용한 과학 지식의 본성에 대한 신념

식의 변화 가능성에 초점을 둔 문항으로 질문한 경우에도 학생들의 과학 지식의 변화 가능성에 대한 신념(66.8%)이 높게 나타났다.

현재의 초등학교 과학과 교육과정에서는 명시적으로 과학 지식의 본성을 학습할 수 있는 내용이 없음에도 불구하고, 많은 학생들이 현대적 인식론에서 요구하는 과학 지식을 보는 관점과 부합하는 과학 지식의 변화 가능성 신념(Carey, 1989)을 형성하고 있었다. 이러한 결과는 초등학교 학생들은 과학 지식이 추론과 실험을 통해 발달하고 변화하는 것이라는 신념을 보였다는 Elder(1999)의 연구와도 일관성을 찾을 수 있으며, 대학생들을 대상으로 한 문성숙(2002)의 연구 결과와도 일관성을 찾을 수 있다.

반면에 과학 지식은 확실한 것이라는 지식의 확실성에 대한 신념을 가지고 있는 학생은 매우 소수인 것으로 나타났다. 현대적인 인식론적 신념을 기준으로 했을 때 과학의 목적에 대한 신념에서 하위 수준의 학생이 30%가 넘게 나타났는데도 불구하고(표 1), 과학 지식의 본성에 대한 인식에서는 현대적인 인식론적 신념에 부합하지 않는 과학 지식의 확실성 신념이 5% 이하로 나타난 결과는 다소 일관성이 부족한 결과라고 볼 수 있다. 이것은 과학 지식의 잠정성에 대해서 거의 대부분의 학생들이 동의하지만, 그 중 많은 학생들이 예전 과학 지식이 틀렸기 때문으로 생각한다는 선행 연구의 결과(Kang et al., 2005)를 볼 때, 과학 지식의 본성에 대한 신념을 리커트형 문항으로 측정하여 학생들이 그렇게 생각한 이유가 분류에 반영되지 않았기 때문일 수 있다.

또한 그림 1(49.8%)과 그림 2(30.2%)의 결과를 통해 과학 지식의 본성에 대한 특별한 신념을 형성하지 못하고 중립으로 분류된 학생들이 많다는 것을 알 수 있다.

3) 과학에서 앎의 본성에 대한 신념

6학년 학생들의 과학에서 앎의 본성에 대한 신념은 과학 지식의 근원과 앎의 과정에서 실험의 역할에 대한 신념으로 나누어 알아보았다. 과학 지식의 근원에 대한 신념을 알아보기 위해 5개의 문항을, 앎의 과정에서 실험의 역할에 대한 신념을 알아보기 위해 4개의 문항을 사용하였다. 이 연구에서는 ‘과학 지식의 근원을 나 자신에게 있다는 신념’을 자기 발견형 신념으로, ‘나 이외의 외부의 것에 과학 지식의 근원을 두는 신념’을 권위 의존형 신념으로 나누어 논의하였다. 분석 결과는 그림 3과 같다.

초등학생들은 과학 지식의 근원에 대해 자기 발견형 신념이 가장 높게 나타났고(63.0%), 중립적인 신념은 34.7%였다. 권위 의존형 신념을 가진 학생은 매우 소수였다(2.3%). 이러한 통계적 결과는 미국의 초등학교 5학년 학생들이 과학 지식의 근원을 자신의 사고나 실험에 두고 있으며, 권위로부터 오는 과학 지식에 대해 부정적이라는 Elder의 연구(1999)와 일관된 경향을 보인다.

초등학생들이 앎의 과정에서 실험의 역할에 대해 가지고 있는 신념을 알아보기 위해 4개의 문항을 이용하였다. ‘앎의 과정에서 올바른 지식에 대한 증거와 지식의 평가에 도움이 되는 것으로 실험을 사용한다는 신념’을 증거 평가로, ‘실험의 역할에 대한 인식보다는 실험과 그 결과 자체를 단순하게 수용한다는 신념’을 단순 수용으로 구분하였다. 분석 결과는 그림 4와 같다.

실험의 역할은 앎의 과정에서 지식을 평가하고 지식 형성 과정에서 증거로 사용하는 것이라는 ‘증거 평가’ 신념을 가지고 있다고 응답한 학생이 56.6%가 가장 많았다. 이것은 실험의 역할에 대한 현대적인 인식론과 부합하는 신념을 가진 학생이 많다는 것을 의미하므로 긍정적인 결과라고 할 수 있다. 실험의

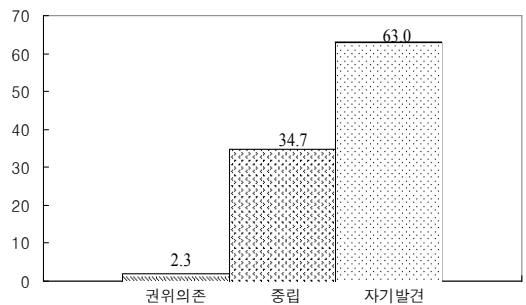


그림 3. 과학 지식의 근원에 대한 신념

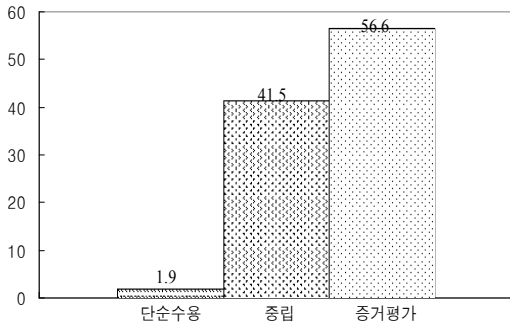


그림 4. 앞의 과정에서 실험의 역할에 대한 신념

역할에 대해 제대로 이해하지 못하고 단순하게 수용하고 있다고 믿고 있는 경우의 학생은 매우 적었다(1.9%). 그러나 실험의 역할에 대해 명확한 신념을 드러내지 못하는 학생들도 많았다(41.5%). 현행 초등학교 과학과 교육과정은 실험 활동을 강조하고 있음에도 이러한 학생들이 많다는 것은 실험의 역할에 대한 명시적인 교수가 필요함을 알 수 있다.

2. 6학년 학생들의 과학에 대한 인식론적 신념과 학습 관련 요소들과의 관계 분석

이 연구에서는 6학년 학생들의 과학에 대한 인식론적 신념들이 학습에 영향을 미친다는 선행 연구 결과에 따라 학생들의 과학에 대한 인식론적 신념과 학습과 유의미한 관련을 보인다고 연구된 과학 학업 성취도, 인지 수준, 과학 탐구 능력과의 관계를 알아보았다.

1) 과학 지식의 본성에 대한 신념과 학습 관련 요소들과의 관계

먼저 학생들의 과학 지식의 본성에 대한 신념에 따른 학습 관련 요소들과의 관계를 분석하였다.

표 2에서 볼 수 있듯이, 초등학교 6학년 학생들의 과학 지식의 본성에 대한 신념과 과학 학업 성취도, 인지 수준, 과학 탐구 능력 사이에는 통계적으로 의미 있는 차이가 있음을 알 수 있다. 과학 지식의 본성에 대한 신념과 각각의 학습 관련 요소들이 어떤 점에 있어서 차이를 보이며 관련성을 가지고 있는지 사후 검증하기 위해 각 요소별로 오차 막대 그래프를 통해 알아보았다. 먼저 과학 지식의 본성 신념 하위 범주별 집단과 과학 학업 성취도 사이의 관련성을 알아보았다.

그림 5를 보면 과학 학업 성취도는 과학 지식에

표 2. 과학 지식 본성에 대한 신념에 따른 학습 관련 요소들의 차이 검증

학습 관련 요소	Mean rank			z^2	df
	확실성	중립	변화 가능성		
과학 학업 성취도	44.57	114.57	144.76	18.16*	2
인지 수준	92.43	113.34	143.43	13.39*	2
과학 탐구 능력	75.71	120.91	140.69	7.74*	2

* $p < .05$.

대한 확실성, 중립, 변화 가능성과 오차 범위 내에서 겹치는 부분이 없으므로, 각기 의미 있게 다르다고 볼 수 있다. 두 집단씩 비모수검정에서 2변량 분석을 한 결과는 표 3과 같다.

과학 지식에 대한 확실성과 중립, 중립과 변화 가능성, 확실성과 변화 가능성의 하위 범주별 집단 모두가 유의 수준이 .05 이하이므로, 과학 학업 성취도에 있어서 의미 있는 차이가 있다고 말할 수 있다. 그 중에서 변화 가능성 신념을 가진 6학년 학생들이 지식의 확실성과 중립 신념을 가진 학생들보

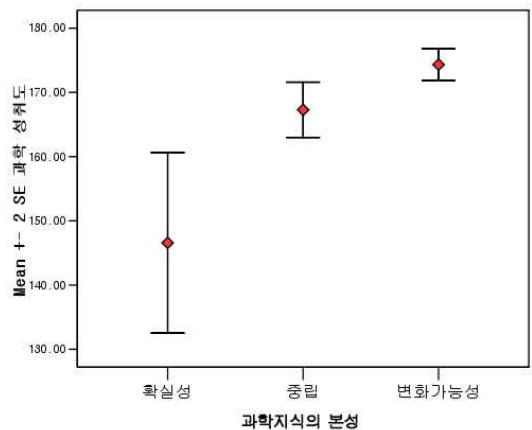


그림 5. 과학 지식 본성에 대한 신념에 따른 과학 학업 성취도의 특성

표 3. 과학 학업 성취도와 과학 지식 본성의 하위 범주별 변량 분석

	확실성-중립	중립-변화 가능성	확실성-변화 가능성
Mann-Whitney U	123.50	160.50	5489.00
Asymp. Sig(2-tailed)	.02	.00	.00

다 과학 학업 성취에서 좀 더 높은 성취를 보이고 있음을 알 수 있다.

다음으로 논리적 사고력 검사를 통해 알아본 학생들의 인지 수준과 과학 지식의 본성에 대한 하위 범주별 집단과의 특성을 알아보았다.

그림 6을 보면, 과학 지식에 대한 하위 범주 중에서 확실성과 중립 신념은 서로의 오차 범위 내에서 겹쳐져 있어서 두 집단 간에 의미 있는 차이가 없으며, 확실성과 변화 가능성 또는 중립과 변화 가능성 집단 간에만 의미 있는 차이가 있는 것으로 보인다.

의미 있는 차이가 있는 것으로 보이는 집단들에 대해서만 두 집단씩 2변량 분석을 한 결과는 표 4와 같다. 2변량 분석 결과, 오차 막대그래프의 결과와는 다르게 과학 지식의 본성에 대한 중립과 변화 가능성 신념 간의 유의도가 .06으로 의미 있는 차이가 없었으며, 확실성과 변화 가능성 신념 간에는 유의도가 .00으로 인지 수준에서 의미 있는 차이가 있음을 알 수 있다.

따라서 6학년 학생들의 인지 수준은 과학 지식 본성의 하위 범주 중에서 확실성과 변화 가능성 신념 집단 간에 유의미한 차이가 있으며, 과학 지식의 본성에 대한 변화 가능성의 신념을 가지고 있는 학

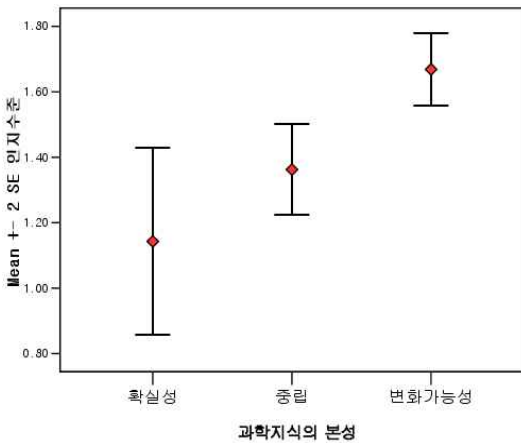


그림 6. 과학 지식 본성에 대한 신념에 따른 인지 수준의 특성

표 4. 인지 수준과 과학 지식 본성의 하위 범주별 변량 분석

	중립-변화 가능성	확실성-변화 가능성
Mann-Whitney U	382.50	5503.50
Asymp. Sig(2-tailed)	.06	.00

생들이 확실성 신념을 가지고 있는 학생들보다 좀 더 높은 인지 수준에 위치하고 있음을 알 수 있다.

6학년 학생들의 과학 탐구 능력과 과학 지식의 본성의 하위 범주별 집단 간의 특성을 알아보았다. 그림 7을 보면 과학 탐구 능력은 과학 지식에 대한 확실성과 중립, 변화 가능성 집단은 오차 범위 내에서 서로 겹쳐져 있어서 집단 간에 의미가 없는 것으로 보인다.

그러나 확실성과 변화 가능성 신념 집단은 오차 범위 내에서 겹치는 부분이 적어서 비모수 검정에서 2변량 분석을 하였고, 그 결과는 표 5와 같다. 표 5의 결과를 보면, 과학 탐구 능력은 과학 지식의 본성 중 확실성과 변화 가능성 집단에서 유의미한 차이가 있는 것으로 보인다. 그 중에서 변화 가능성에 대한 신념을 가진 6학년 학생들이 확실성 신념을 가지고 있는 학생들보다 과학 탐구 능력 점수가 좀 더 높다는 것을 알 수 있다.

이상의 결과로 보아, 과학 지식의 본성에 대한 신념들 중 과학 지식의 변화 가능성 신념을 가지고 있는 6학년 학생들이 과학 학업 성취도, 인지 수준, 과학 탐구 능력에서 지식의 확실성이나 중립 신념을

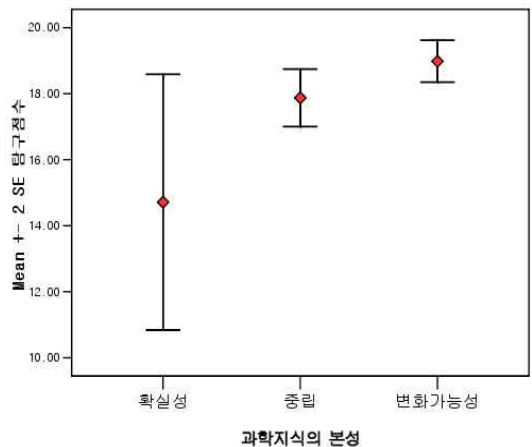


그림 7. 과학 지식 본성에 대한 신념에 따른 과학 탐구 능력의 특성

표 5. 과학 탐구 능력과 과학 지식의 본성 하위 범주별 변량 분석

	확실성-변화 가능성
Mann-Whitney U	325.50
Asymp. Sig(2-tailed)	.00

가지고 있는 학생들보다 좀 더 높은 성취와 수준을 보이고 있음을 알 수 있다.

2) 과학 지식의 근원에 대한 신념과 학습 관련 요소들과의 관계

학생들의 과학 지식의 근원에 대한 신념과 학생들의 학습 관련 요소들과 어떤 관련성을 가지고 있는지 분석하였다.

표 6에서 볼 수 있는 것과 같이, 초등학교 6학년 학생들의 과학 지식 근원의 하위 범주들은 학생들의 학습 관련 요소들 중에서 인지 수준과 과학 탐구 능력과 통계적으로 의미 있는 차이가 있었고, 과학 학업 성취도와는 통계적으로 의미 있는 차이가 없음을 알 수 있다.

과학 지식 근원에 대한 신념과 학습 관련 요소들(인지 수준, 과학 탐구 능력)이 어떤 점에서 차이를 보이며 관련성을 가지고 있는지 알아보기 위해 사후 검증을 실시하여 오차 막대그래프를 구하였다. 먼저 과학 지식 근원의 하위 범주별 집단과 인지 수준 사이의 관계를 알아보았다.

그림 8을 보면 인지 수준은 과학 지식 근원의 하위 범주 중에서 권위 의존형과 자기 발견형 신념을 가진 집단 또는 권위 의존형과 중립 신념을 가진 집단 사이에만 의미 있는 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 이 두 집단 간의 2변량 분석 결과는 표 7과 같다.

표 7의 결과를 보면, 초등학교 6학년 학생들의 인지 수준은 과학 지식의 근원에 대한 권위 의존형 신념과 자기 발견형 신념을 가진 집단 사이에만 유의미한 차이가 있는 것으로 보인다. 그 중에서 과학 지식의 근원에 대한 자기 발견형 신념을 가지고 있는 학생들이 좀 더 높은 인지 수준에 속해 있음을 알 수 있다. 다음으로 과학 지식의 근원의 하위 범주별

표 6. 과학 지식 근원에 대한 신념에 따른 학습 관련 요소들의 차이 검증

학습 관련 요소	Mean rank			χ^2	df
	권위 의존	중립	자기 발견		
과학 학업 성취도	120.00	128.31	136.05	.78	2
인지 수준	76.00	15.96	138.93	6.48*	2
과학 탐구 능력	47.25	136.96	133.90	7.82*	2

* $p < .05$.

집단과 과학 탐구 능력 사이의 특성을 알아보았다.

그림 9를 보면, 과학 지식의 근원에 대한 중립과 자기 발견형 신념은 오차 범위 내에서 겹치고 있어서 의미 있는 차이가 없는 것으로 보이고, 권위 의존형과 중립, 권위 의존형과 자기 발견형 신념 간에는 의미 있는 차이가 있는 것으로 보인다. 이 신념들을 가진 집단 간의 2변량 분석 결과는 표 8과 같다.

표 8의 결과로 보아, 6학년 학생들의 과학 탐구 능

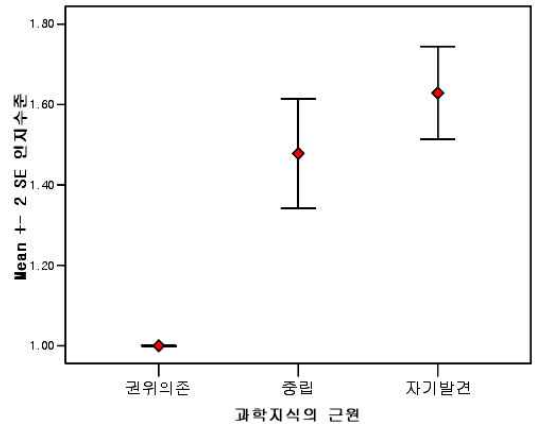


그림 8. 과학 지식 근원에 대한 신념에 따른 인지 수준의 특성

표 7. 인지 수준과 과학 지식 근원의 하위 범주별 변량 분석

	권위 의존-중립	권위 의존-자기 발견
Mann-Whitney U	168.00	267.00
Asymp. Sig(2-tailed)	.06	.00

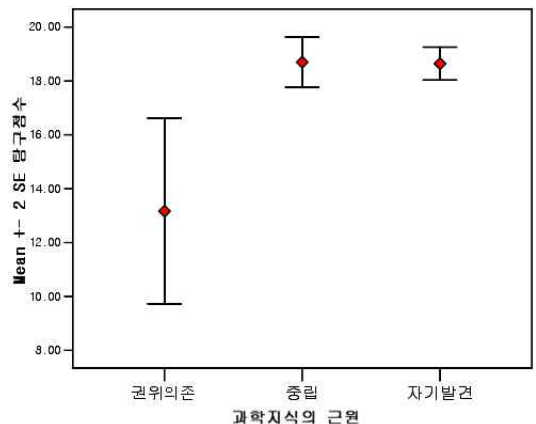


그림 9. 과학 지식 근원에 대한 신념에 따른 과학 탐구 능력의 특성

표 8. 과학 탐구 능력과 과학 지식 근원의 하위 범주별 변량 분석

	권위 의존-중립	권위 의존-자기 발견
Mann-Whitney U	98.50	164.00
Asymp. Sig.(2-tailed)	.01	.01

력은 권위 의존형과 중립 신념 사이에, 권위 의존형과 자기 발견형 신념 사이에 의미 있는 차이를 보이며, 자기 발견형 신념을 가지고 있는 학생들이 권위 의존형 신념이나 중립 신념을 가지고 있는 학생들보다 좀 더 높은 점수를 나타내고 있음을 알 수 있다.

이상의 결과로 보아, 초등학교 6학년 학생들의 과학 지식의 근원에 대한 신념들 중 자기 발견형 신념이 다른 하위 신념들보다 좀 더 높은 인지 수준과 좀 더 높은 점수의 과학 탐구 능력을 가지고 있음을 알 수 있다.

3) 얇의 과정에서 실험의 역할에 대한 신념과 학습 관련 요소들과의 관계

과학의 얇의 과정에서 실험 역할에 대한 신념과 학생들의 학습 관련 요소들은 어떤 관련을 가지고 있는지 분석하였다.

표 9에서 볼 수 있는 것과 같이, 6학년 학생들이 가지고 있는 얇의 과정에서 실험 역할에 대한 신념은 과학 탐구 능력과만 의미 있는 차이를 보이고 있다. 얇의 과정에서 실험 역할에 대한 신념과 과학 탐구 능력이 어떤 점에 있어서 차이를 보이는지 사후 검증으로 오차 막대그래프를 구하여 알아보았다.

그림 10을 보면 과학 탐구 능력은 얇의 과정에서 실험의 역할에 대한 중립과 증거 평가형 신념을 가진 집단 사이에 의미 있는 차이가 있음을 알 수 있다.

표 9. 실험 역할에 대한 신념에 따른 학습 관련 요소들의 차이 검증

학습 관련 요소	Mean rank			χ^2	df
	단순 수용	중립	증거 평가		
과학 학업 성취도	141.10	124.95	138.64	2.80	2
인지 수준	156.40	124.04	138.79	3.60	2
과학 탐구 능력	167.10	117.92	142.66	7.81*	2

*p<.05.

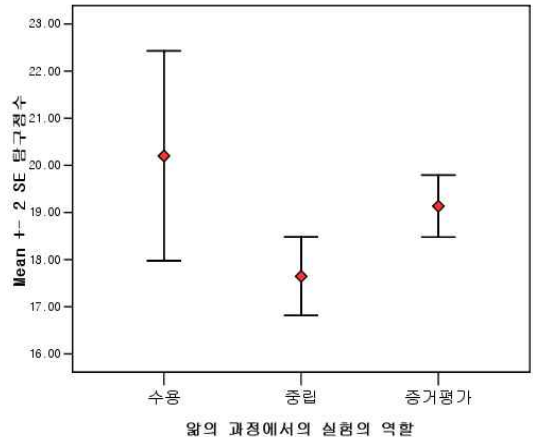


그림 10. 실험 역할에 대한 신념에 따른 과학 탐구 능력의 특성

이 두 집단을 대상으로 2변량 분석을 하였고, 그 결과는 표 10과 같다.

표 10의 결과로 보아, 초등학교 6학년 학생들의 과학 탐구 능력은 중립과 증거 평가형 신념 집단 사이에 의미 있는 차이를 보이며, 증거 평가형 신념을 가지고 있는 학생들이 중립적 신념을 가지고 있는 학생들보다 좀 더 높은 점수를 나타낸다는 것을 알 수 있다.

학생들의 과학에 대한 인식론적 신념들과 학습 관련 요소와의 관련을 연구한 결과, 지식의 변화 가능성 신념, 과학 지식의 근원에 대한 자기 발견형 신념, 실험 역할에 대한 증거 평가형 신념과 같은 좀 더 정교화 된 인식론적 신념이 과학 학업 성취도, 과학 탐구 능력, 인지 수준과 같은 학습 관련 요소들과 의미 있는 관련이 있는 것으로 나타났다. 이것은 과학 지식의 본성에 대한 좀 더 현대적인 인식론적 신념을 가지고 있는 고등학생들의 성적이 전반적으로 높았다는 Schommer(1993)의 연구 결과와 정교화된 인식론적 신념이 높은 수준의 인지 과정과 관련된 것으로 보인다는 Songer & Linn(1991)의 연구 결과와도 같은 의미를 가지는 결과라고 볼 수 있다.

표 10. 과학 탐구 능력과 실험 역할의 하위 범주별 변량 분석

	중립-증거 평가
Mann-Whitney U	6696.50
Asymp. Sig.(2-tailed)	.01

IV. 결론 및 제언

이 연구는 초등학교 6학년 학생들의 과학에 대한 인식론적 신념의 특징을 알아보고, 학생들의 과학 학습과 관련된 요소들인 과학 학업 성취도, 인지 수준, 과학 탐구 능력과의 관련성을 알아보았다. 과학에 대한 인식론적 신념을 구성할 수 있는 요소들은 연구자들마다 다를 수 있으므로, 이 연구에서 말하는 과학에 대한 인식론적 신념은 앞서 제시한 과학 목적의 정의, 과학 지식의 본성, 앎의 본성의 구성 요소를 포함한 정의로 제한되어야 하므로, 과학에 대한 인식론적 신념의 일반화에는 제한점을 가진다. 연구 결과를 통해 얻은 결론과 제언은 다음과 같다.

첫째, 연구에 참여한 6학년 학생들은 과학의 목적을 ‘실험이나 발명과 같은 활동 중심의 것’이라고 보는 신념을 가장 많이 가지고 있었다. 이러한 신념은 실험 위주로 구성되어 있는 현행 초등학교 과학과 교육과정의 영향에 의한 것으로 볼 수 있다. 과학의 목적을 실생활에 유용한 것이나 신비한 것, 또는 애매한 답변 등으로 하위 수준의 정의를 한 학생들이 33.8%였는데, 이러한 신념들이나 활동 중심 신념들 모두 현대적인 인식론에는 적합하지 않은 신념들이라고 볼 수 있다. 그러나 연구 결과, 20.5%의 초등학생들이 과학의 목적을 ‘원리 탐색 및 현상 설명’ 또는 ‘새로운 지식 획득 또는 발견 과정’과 같은 보다 현대적인 인식론적 신념으로 정의하였다. 과학의 목적을 현대적인 인식론적 측면에서 명시적으로 교수하지 않는 현재의 과학과 교육과정을 생각한다면, 이러한 신념을 가지고 있는 학생들이 20.5%를 차지하고 있다는 것은 오히려 놀라운 결과라고 할 수 있다.

따라서 과학 학습에서 실생활과의 관련성을 강조하고, 실험 위주로 교육과정을 구성하여 학생들의 수준에 맞고 사회적 요구에 부합하는 교육과정을 구성하는 것도 중요하지만, 현대적인 인식론에 부합하는 과학의 목적을 명시적으로 이해할 수 있도록 교육과정을 구성하는 노력이 필요할 것이다. 이러한 노력은 과학을 발명이나 실험과 같은 단순한 활동이나 인간의 편리한 생활을 위해 존재하는 것이라는 신념을 가지고 있는 학생들에게 과학의 목적에 대해 좀 더 현대적인 인식론적 신념을 형성할 수 있도록 도울 수 있을 것이다.

둘째, 과학 지식의 본성은 과학 지식의 확실성과

변화 가능성에 초점을 둔 문항을 이용하여 알아보았는데, 많은 학생들이 과학 지식은 절대불변의 진리가 아니라 새로운 증거에 따라 언제라도 바뀌거나 대체될 수 있는 임시적 개념 체계라는 과학 지식의 변화 가능성 신념을 가지고 있는 것으로 나타났다. 앎의 본성은 과학 지식의 근원과 앎의 과정에서 실험의 역할을 어떻게 믿고 있는지에 대한 신념으로 알아보았다. 초등학생들은 과학 지식을 습득하는 근원이나 자신에게 있다는 신념인 자기 발견형 신념을 가장 많이 가지고 있었다. 앎의 과정에서 실험의 역할에 대해서는 실험이 앎의 과정에서 지식 형성의 증거와 평가에 사용된다는 신념을 가지고 있는 학생이 가장 많았다. 일부 선행 연구들이 초등학교 학생들에게 인식론적 신념이 있을지에 대해 의문을 제시하고 있으나, 이 연구 결과에 따르면 그 수준과 질에 있어서 차이는 있지만, 초등학교 학생들도 과학에 대한 인식론적 신념을 이미 가지고 있음을 알 수 있다. 또한 많은 학생들이 현대적인 관점의 과학에 대한 인식론적 신념을 가지고 있음을 알 수 있다.

그러나 자신의 신념을 분명히 드러내지 못하고 중립적인 견해를 나타내는 학생이 적지 않았고, 하위 수준의 과학의 목적에 대한 신념을 가진 학생이 많았음에도(33.8%) 과학 지식의 확실성 신념이 5% 이하로 적게 나타난 다소 일관성이 부족한 결과를 명료하게 설명하기 위한 추후 연구가 더 필요하다. 이를 위해 학생들의 신념과 그렇게 생각하는 이유까지 명료하게 드러낼 수 있는 도구의 개발 및 연구가 더 필요하다.

셋째, 과학 학습에 영향을 미치는 학생 개인의 학습 관련 요소를 과학 학업 성취도, 인지 수준, 과학 탐구 능력으로 정하여 각각에 대해 자료를 수집하였고, 학생들의 과학에 대한 인식론적 신념과 그 관련성을 분석하였다. 초등학생들의 과학 지식의 본성에 대한 신념들 중 과학 지식의 변화 가능성 신념이 학생들의 과학 학업 성취도, 인지 수준, 과학 탐구 능력과 모두 의미 있는 관련이 있었다. 과학 지식의 근원에 대한 초등학생들의 신념들 중에는 자기 발견형 신념이 다른 신념들보다 인지 수준과 과학 탐구 능력과 의미 있는 관련이 있었다. 또한 앎의 과정에서 실험의 역할에 대해 증거 평가형 신념을 가지고 있는 학생들이 과학 탐구 능력과 의미 있는 관련이 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과를 통해 초등학생들이 가지고 있는 과학에 대한 인식론적 신

념은 학생 개인의 학습 관련 요소들과 의미 있는 관련이 있음을 발견할 수 있었다. 인식론적 신념을 구성하는 요소별로 관계를 보이는 학습 관련 요소는 조금씩 달랐지만, 현대적 인식론과 일치하는 인식론적 신념(과학 지식의 변화 가능성 신념, 과학 지식 근원의 자기 발견형 신념, 실험의 역할에 대한 증거 평가형 신념)이 학습 관련 요소와 더 의미 있는 관련이 있는 것으로 나타났다.

이것은 학생들이 현대적 인식론에 가까운 신념을 가지고 있을수록 과학 학습에서 성공적인 성취를 보일 것이라는 기대를 가능하게 한다. 따라서 그동안 학습자의 효과적인 개념 변화를 위해 인지적 측면과 동기적 측면에만 관심을 두었던 기존 연구와 더불어 학생들의 과학에 대한 인식론적 신념도 관심을 가지고 연구할 필요가 있다고 생각된다.

참고문헌

곽영순(2001). 구성주의 인식론의 이론적 배경. 한국지구과학회지, 22(5), 427-447.

교육인적자원부(2005). 초등학교 과학과 교사용 지도서 (6-1). 대한교과서 주식회사.

권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학 탐구 능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.

김동엽(2001). 문제중심 수업과 지시적 수업이 학습자의 인식론적 신념에 따라 수업의 유의미성 지각 및 학업 성취에 미치는 효과. 한국교원대학교 박사학위논문.

노태희, 김영희, 한수진, 강석진(2002). 과학의 본성에 대한 초등학교생들의 견해. 한국과학교육학회지, 22(4), 882-891.

노태희, 최용남(1998). 인식론적 신념과 화학 교재 이해도와의 관계. 화학교육, 25(4), 189-194.

노형진(1999). 한글 SPSSWIN에 의한 알기 쉬운 다변량분석. 형설출판사.

문성숙(2002). 학습자의 물리 지식에 대한 인식론적 신념이 역학적 에너지에 대한 개념 변화 과정에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.

박태학(1999). Behrens-Fisher 문제 해결을 위한 비모수 통계방법 재고. 교육평가연구, 12(2), 251-278.

이주연, 백성혜(2006). 초등학교생의 과학에 대한 인식론적 신념과 학습자 특성과의 관련성 분석. 초등과학교육, 25(2), 167-178.

임성민(2001). 물리 학습에 대한 인지적 신념과 파동 개념의 이해의 관계. 서울대학교 박사학위논문.

임정환, 김승화, 양일호(1992). 초·중학생들의 과학 탐구 능력에 미치는 인지적, 정의적 특성에 대한 공변량 구

조분석. 한국과학교육학회지(1), 17, 1-10.

조연주, 조미현, 권형규 역(1997). 구성주의와 교육. 학지사. [Steffe, L. P., & Gale, J. (1995). *Constructivism in education*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.]

Buehl, M. M. & Alexander, P. A. (2001). Beliefs about academic knowledge. *Educational Psychology Review*, 13, 385-418.

Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E. & Unger, C. (1989). 'An experiment is when you try it and see if it works': A study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11, 514-529.

Driver, R., Leach, J., Miller, R. & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Philadelphia: Open University Press.

Elder, A. D. (1999). *An exploration of fifth-grade students' epistemological beliefs in science and an investigation of their relation to science learning*. Doctoral dissertation, The university of Michigan.

Elder, A. D. (2002). Characterizing fifth grade students' epistemological beliefs in science. In P. R. Pintrich (Ed.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp, 347-364). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Hammer, D. (1994). Epistemological beliefs in introductory physics. *Cognition and Instruction*, 12, 151-183.

Hofer, B. & 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.

Kang, S., Scharmann, L. C. & Noh, T. (2005). Examining students' views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education*, 89, 314-334.

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

Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 317-328.

Qian, G. & Alvermann, D. (1995). Role of epistemological beliefs and learned helplessness in secondary school students' learning science concepts from text. *Journal of Educational Psychology*, 87, 282-292.

Roth, W. & Roychoudhury, A. (1994). Physics students' epistemologies and views about knowing and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 5-30.

Ryan, A. G. & Aikenhead, G. S. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76, 559-580.

Schommer, M. (1993). Epistemological development and academic performance among secondary students. *Journal of Educational Psychology*, 85, 406-411.

Schommer, M. (1994). Synthesizing epistemological belief research: Tentative understandings and provocative confu-

sions. *Educational Psychology Review*, 6, 293-319.

Songer, N. B. & Linn, M. C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration? *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 761-784.

부록 1. 과학에 대한 인식론적 신념 검사지 문항

과학 지식의 본성 중 지식의 확실성에 대한 신념

1. 과학에 대한 모든 질문은 한 가지 정답만을 가지고 있다.
2. 과학에서 하는 일 중 가장 중요한 것은 정답을 제시하는 것이다.
3. 과학 지식은 항상 옳은 것이다.
4. 과학자들이 충분히 많은 노력을 한다면, 어떤 문제라도 답을 찾아낼 수 있다.
5. 과학자들은 진리인 것을 알고 있기 때문에 ‘아마도’라는 말을 사용하지 않는다.

과학 지식의 본성 중 지식의 변화 가능성에 대한 신념

6. 오늘날 과학의 몇 가지 생각들은 과거의 과학자들이 생각해왔던 것과는 다르다.
7. 때로는 과학책에 있는 내용들도 바뀔 수 있다.
8. 과학자들이 진리라고 여기던 것이 새로운 발견들에 의해 바뀔 수 있다.
9. 때때로 과학자들은 과학에서 진리라고 여겼던 자신의 생각을 바꿀 수 있다.
10. 과학의 진리는 상황에 따라 달라질 수 있다.

과학에서 앎의 과정에서 과학 지식의 근원에 대한 신념

11. 과학에 대한 창의적인 생각은 과학자들만이 아니라 어느 누구라도 할 수 있다.
12. 과학에서 아이디어는 스스로의 의문과 실험을 통해서 나올 수 있다.
13. 과학 책에서 읽은 것이라면, 그것이 사실이라고 확신할 수 있다.
14. 과학수업에서 선생님이 말씀하시는 것이 이해되지 않더라도 그냥 믿어야 한다.
15. 모든 사람은 과학자들이 말하는 것을 믿어야 한다.

과학에서 앎의 과정에서 실험의 역할에 대한 신념

16. 예상을 하고 실험하는 것이 좋다.
17. 여러분이 발견한 것이 옳다고 확신하기 위해서는 여러 번 실험하는 것이 좋다.
18. 어떤 것이 사실인지 알 수 있는 가장 좋은 방법은 실험을 하는 것이다.
19. 올바른 답은 많은 실험의 증거가 바탕이 되어야 한다.