

고등학생과 과학교사의 과학철학적 관점에 대한 연구

백성혜* · 김윤기 · 최은희 · 김성애
한국교원대학교 화학교육과
(2005. 7. 28 접수)

High School Students' and Science Teachers' Philosophical Views on Science

Seoung-Hey Paik*, Youn-Ki Kim, Eun-Hee Choi, and Seoung-Ae Kim
Department of Chemistry Education, Korea National University of Education, Chung-Buk 363-791, Korea
(Received July 28, 2005)

요 약. 이 연구에서는 고등학생과 과학교사들을 대상으로 과학의 본성을 알아본 다양한 기존의 검사 도구들을 살펴보고, 과학철학적 방법론에 근거하여 다양한 검사 도구의 시각을 통일한 새로운 검사 도구를 개발하였다. 그리고 이 검사도구로 고등학생들과 과학 교사들의 과학에 대한 인식을 조사하였다. 그 결과, 고등학생들과 과학교사의 과학철학적 관점은 전반적으로 약간 가설-연역적 방법으로 풀린 중립적 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 고등학생들의 계열과 성별에 따라, 그리고 과학교사들의 성별과 근무 학교에 따라 차이를 보이지 않았다. 개발한 검사 도구의 하위 주제는 6가지였는데, 지식의 객관성, 이론/실험/법칙/모델, 과학적 연구 방법, 진보된 이론에 대한 인식 등에서는 교사와 학생의 차이가 별로 크지 않았다. 그러나 과학변화 양상과 과학과 비과학에 대한 인식은 교사와 학생 사이에 관점의 차이가 크게 나타났다.

주제어: 과학 철학, 고등학생, 과학교사, 검사도구 개발

ABSTRACT. In this study, we investigated diverse testing tools for searching nature of science, and developed new testing tool for integrating diverse sights of the tools. We investigated viewpoints of science of high school students and science teachers. Most of them tended to have neutral viewpoint slightly tended to hypothesis-deductivism. This tendency is not differ according to students' academic course and gender, and teachers' sex and school levels. The sub-categories of the testing tool were six: objectivity of knowledge, theory/experiment/law/model, scientific research method, patterns of change in science, classification of science and non-science, progressive theory. There were not differ from science teachers and students on philosophical viewpoints on science. But on the viewpoints of patterns of change in science and classification of science and non-science, students were differ from science teachers.

Keywords: Science Philosophy, High School Student, Science Teacher, Development of Testing Tool

서 론

현대는 여러 가지 방법을 통해 자연세계를 이해한다. 일상생활에서 자연현상의 원리나 법칙을 깨닫기도 하고, 과학 수업을 통해서 그것을 습득하기도 한다. 그럼으로써 우리는 과학의 본성에 대해 어떤 견

해를 갖게 된다. 이런 과학의 본성은 자연세계에서 보편적 진리나 법칙의 발견을 목적으로 한 체계적 지식인 과학을 보다 깊게 이해하는데 필요하며, 과학적 소양을 기르는데도 역시 중요하다. 우리가 과학의 본성에 대해 연구하는 분야를 우리는 과학철학이라고 부른다. 과학철학적 관점은 과학적 탐구의 과정에 포함

된 요소를 설명하여 주며, 그럴 듯하거나 믿을 만한 결과를 가능하게 하는 “과학적 방법”에 대해 알 수 있게 해준다. 즉 과학철학은 과학 하는 방법에 관한 이론을 제공하며, 과학사의 흐름 속에서 나타나는 과학 철학의 다양한 관점들은 우리가 수행하는 과학의 본질에 대한 이해를 제공하는 귀중한 자료가 된다. 그러나 과학교육 영역에서 우리가 가르치는 과학에 대한 이 분야의 연구는 극히 부분적으로만 진행되어 오다가, 최근에 이르러서야 과학의 본성개념과 인식론적 신념에 관한 연구가 빈번히 이루어지고 있다.²

그러나 연구자들마다 서로 다른 과학철학적 관점을 알아보는 도구를 사용하여 그 결과를 비교하기 어렵고, 연구마다 특정한 일부 과학철학적 관점만을 비교 분석함으로써 연구 결과들을 통해 공통적인 특징을 인식하기 쉽지 않다.

따라서 이 연구에서는 과학 본성에 대한 인식의 경향을 알아보기 위하여 사용되었던 설문 도구들의 특징을 비교 분석함으로써 공통점 등을 추출하여 결과를 비교 분석하는 것이 가능한 보편적인 검사 도구를 개발하고자 한다. 그리고 이 검사도구를 이용하여 일정 시간 동안 과학을 공부한 고등학교 학생들과 과학을 가르치는 과학교사들에게 투입하여, 그들의 과학 철학적 관점을 비교 분석하고 선행연구의 결과와 비교하여 그 특징을 살펴보고자 한다.

구체적인 연구 문제를 제시하면 다음과 같다. 첫째, 과학의 본성에 대한 고등학생들과 과학교사들의 인식을 알아보기 위한 과학철학적 관점의 검사 도구를 개발한다. 둘째, 검사도구를 이용하여 고등학교 학생들과 과학 교사들의 과학철학적 관점의 차이를 비교 분석한다.

선행 연구 고찰

권성기와 박승재³는 교육대학생을 대상으로 Nott와 Wellington⁴의 도구를 사용하여 과학교육 강의를 통한 과학의 본성에 대한 개념 변화 정도를 조사한 결과, 강의 전이나 후에도 과학의 본성에 대한 개념변화가 거의 일어나지 않음을 알아냄으로써 과학의 본성에 대한 개념이 매우 견고하다는 것을 보여 주었다. 장병기는 권성기와 박승재³가 번역한 검사지를 사용하여 초등교사의 과학의 본성에 대한 인식을 조사했는데, 그 결과 초등 교사들의 절반 정도는 귀납주의적,

실증주의적, 실재론적, 그리고 비상황주의적인 고전적 과학 철학적인 입장을 가지고 있는 것으로 조사되었다. 그리고 다양한 철학적 관점이 혼재되어 있는 교사도 1/3정도 되었으며, 현대적 입장을 가진 교사는 상대적으로 적었다고 보고하였다. 김상각⁶은 초등 교사의 과학철학적 관점에 따라 초등학교 6학년 자연과 수업이 어떻게 이루어지고 있는지 알아보기 위하여 권성기와 박승재³가 사용한 도구를 사용하여 과학에 대한 인식에 차이가 있다고 판별된 두 교사의 수업을 참여 관찰하였다. 그 결과 과학에 대해 일관성 있게 현대 과학 철학적 관점으로 인식하고 있는 교사가 수업활동에서 학생들에게 보다 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고하였다. 박운배⁷는 중등과학교사들의 과학관을 역시 권성기와 박승재³가 번역한 검사지를 사용하여 조사하였다. 그 결과 중등과학교사들은 상대주의, 연역주의, 도구주의적인 경향을 보였으며, 여교사가 남교사보다 더 상대주의, 도구주의적인 경향을 보였다고 보고하였다. 한지숙과 정영란⁸은 권성기와 박승재³가 번역한 검사지를 사용하여 조사한 결과, 교사들과 학생들 모두 상대주의, 연역주의, 비상황주의, 도구주의 관점에서 과학을 인식하고 있다고 밝혔다.

반은기 등⁹은 고등학생들의 과학철학적 관점을 정량적 방법으로 조사하였다. 과학철학적 관점은 Nussbaum¹⁰의 철학적 기초 진술문을 바탕으로 개발한 검사지를 사용하였으며, 연구 결과 학생들은 전체적으로 특정한 철학적 관점에 치우쳐 있지 않았으나 과학철학을 접해 본 경험이 있는 학생들이 경험주의 관점을 가지고 있다고 밝혔다. 문성숙¹¹은 대학생들의 과학의 본성에 대한 인식을 알아보기 위하여 반은기 등⁹이 번역한 설문을 사용하였고, 결과는 대학생들도 반은기 등⁹가 조사한 고등학생들의 경우와 비슷하게 절충주의적 관점을 많이 가지고 있었다고 밝혔다.

소원주¹²는 과학 철학적 관점을 측정하기 위한 도구를 개발하여 중학생들을 조사한 결과, 귀납주의가 대부분이었음을 밝혔다. 그러나 과학 교사의 과학철학적 관점은 학생들의 과학철학적 관점에 영향을 크게 미치지 않는 것으로 조사되었다. 홍상욱¹³은 고등학생들의 과학철학적 관점을 조사하는 검사도구로 소원주¹²가 개발한 PPP(Philosophical Perspectives prove) 문항을 이용하였다. 그 결과 학생들은 소원주¹²의 연구 결과와 유사하게 주로 귀납주의적 사고를 하고 있었다. 임소희¹⁴도 고등학생의 과학 철학적 관점을 PPP를

이용하여 조사한 결과, 학생들은 귀납주의와 반증주의에 치우친 중립의 입장이었다고 밝혔다. 조은영¹⁴은 중고등학생의 과학철학적 관점을 알아보기 위하여 PPP를 540명의 학생들에게 투입하였다. 그 결과 학급, 학년, 성별, 계열에 무관하게 귀납주의와 반증주의적 관점이 많은 것으로 나타났다. 그리고 중학교 3학년의 경우에는 교사와 학생의 과학철학적 관점이 일치하는 것으로 나타났다.

Lin과 Chen¹⁵은 과학의 본성에 대한 평가 도구로 VOSTS¹⁶와 Soloman 등¹⁷의 연구에서 사용한 문항의 일부를 추출하여 만든 검사도구를 사용하였으며, 학생들에게 과학사를 가르치는 것이 이들의 관점 변화에 영향을 미치는지 알아보았다. 그 결과 초기에 논리적 경험주의 관점을 가지고 있던 학생들이 수업 후에 후기실증주의로의 관점의 변화가 나타났다고 보고하였다.

연구 방법 및 절차

검사 도구의 과학철학적 관점의 분류 및 하위 주제 선별. 국내외 선행 연구들을 비교 분석하여 보편적으로 사용되는 검사 도구들의 과학철학적 관점을 분류하였다. 그리고 다양한 검사 도구에서 공통적으로 붙는 주제들을 유목화하였다.

검사 도구의 타당도 및 신뢰도 검사. 3차례에 걸친 문항 타당도 검사를 실시하였다. 1차 타당도 검사에서는 과학교육학 석, 박사 학위 과정에 있는 대학원생 10명을 대상으로 하였다. 이를 근거로 수정한 검사 도구를 고등학교 2학년생 10명과 과학교사 10명에서 투입하여 2차 타당도 검사를 실시하였다. 그리고 1, 2차 수정과 보완을 거친 검사 도구를 과학교육자 3명과 현직 과학교사 5명에게 투입하여 최종적인 타당도 검사를 거쳤다. 타당도 검사를 거친 검사 도구는 고등학생 15명과 과학교사 15명에게 2주 간격을 두고 투입하여 재검사 신뢰도를 구하였다.

검사 대상자 선정. 충남지역에 소재한 고등학교와 경기지역에 소재한 고등학교에서 1학년 287명을 선정하였다. 그 중에서 불성실하게 검사 도구에 응답한 학생들을 제외하고 최종적으로는 268명을 선정하였다. 이들은 남학생 134명과 여학생 134명이었으며, 문

과 134명, 이과 134명이었다.

과학교사의 경우는 대학원에 재학 중인 과학교사 65명을 대상으로 하였다. 그 중에서 불성실하게 응답한 5명을 제외하고 최종적으로는 60명을 대상으로 하였다. 남교사 26명, 여교사 34명이었으며, 중학교에 근무하는 교사가 29명, 고등학교에 근무하는 교사가 31명이었다. 이들이 근무하는 학교는 전국적으로 여러 지역에 분포하였다.

자료분석 방법. 검사 도구는 해당 문항지에 점수를 주는 대신, 선택한 과학철학적 입장을 조합하여 삼각 다이어그램에 나타낼 수 있도록 하였다. 이러한 자료 분석의 특징에 따라 개발한 검사 도구 문항 중에서 진위형 문항은 분석에서 제외하였다. 삼각 다이어그램에 표시하기 전에 남아차이, 학교급 별 차이에 따른 유의미 정도를 변량분석으로 알아보았다.

연구 결과 및 논의

검사 도구의 과학철학적 관점의 분류. 선행 연구들을 분석한 결과, Nussbaum¹⁰의 철학적 기초진술문을 바탕으로 개발한 검사도구(N 검사도구), 소원주³가 개발한 PPP(Philosophical Perspectives Probe), Lin과 Chen¹⁵이 해석적 평가도구인 VOSTS¹⁶와 Soloman 등¹⁷에서 각각 문항을 선별해 만든 검사도구(L 검사도구), Nott와 Wellington⁴이 개발한 검사도구(NW 검사도구) 등 총 4가지가 보편적으로 사용되었다. 그 외에도 과학 본성을 알아보는 여러 가지의 검사도구가 있었으나, 과학 철학적 관점을 가진 검사도구는 이상의 4가지가 가장 보편적이었다.

N 검사도구에서는 구성주의, 경험주의, 합리주의 등 3가지 과학 철학적 관점으로 구분하였다. PPP는 귀납주의, 반증주의, 상대주의 등 세 가지 과학철학적 관점을 구분하였다. L 검사도구는 논리적 경험주의(logical empiricism)와 후기 실증주의(postpositivism)로 분류하였다. NW 검사도구에서는 과학철학적 관점을 2개씩 짝지어 5개의 차원으로 구분하였다. 즉 상대주의/실증주의, 상황주의/비상황주의, 귀납주의/연역주의, 도구주의/실재주의 등으로 구분하여 비교 제시하였다. 그리고 이러한 다양한 과학철학적 관점들을 고전적 입장과 현대적 입장으로 이분하여 나누었는데, 실증주의, 실재주의, 비상황주의, 귀납적 등은 고전적 입

장으로, 상대주의, 도구주의, 상황주의, 연역적 등은 현대적 입장으로 구분하였다.

이 연구에서는 이상의 14개 과학 철학적 관점(귀납주의, 반증주의, 상대주의, 경험주의, 합리주의, 구성주의, 논리경험주의, 후기실증주의, 실증주의, 실재주의, 상황주의, 비상황주의, 도구주의, 연역주의)을 지식을 구성하는 방법에 따라 크게 3가지로 유목화 하였다. 첫째는 관찰-귀납주의적 관점이다. 이 관점에서는 과학이란 많은 현상을 관찰함으로써 일반화된 이론이나 법칙을 이끌어 내는 것⁴이라고 본다. 또한 지식은 경험에 기초하며,¹⁸ 실험에 의해 얻은 사실과 관찰 가능한 현상을 과학의 본질로 인정하고,¹⁹ 과학의 목적은 실제로 세계가 어떠한가에 대한 참된 기술을 두고 있다.²⁰ 그리고 과학적 지식이란 그 시대의 문화적 배경과 사회적 구조와는 관계없이 독립적으로 존재하는 것으로 본다.⁴ 둘째는 가설-연역주의적 관점이다. 이 관점에서는 과학이란 선행적 개념구조를 통해 자연의 현상들을 입증하는 것²¹이라고 본다. 그리고 과학자는 직관이나 상상을 통해 가설을 세우고 이를 검증하는 역할을 한다고 본다.⁴ 셋째는 가치-상대주의적 관점이다. 이 관점에서는 과학이라는 학문에서 절대적으로 올바른 진리란 있을 수 없고, 올바른 것은 그것을 정하는 기준에 의해 정해지는 것이라 본다. 즉 인식가치의 상대성을 말한다. 따라서 과학이론의 진실여부를 판단하는 기준은 절대적이 아니라 개인마다 다르고 문화마다 다를 수 있다. 즉, 과학적 지식과 그 적용은 상황 즉 사회, 문화적 배경과 독립적으로 존재할 수 없다고 본다.⁴

관찰-귀납주의에 포함되는 과학철학적 관점으로는 귀납주의, 경험주의, 실증주의, 실재주의, 비상황주의 등을 포함시켰다. 귀납주의는 “과학적 지식은 관찰과 사실을 수집하고 분석하여 이끌어 낸 일반화된 법칙”이라고 말하고,^{4,19} 경험주의는 “경험을 지식의 근거로 사용하며, 지식은 증거에 기초하지 않으면 안 된다”고 주장하기 때문에²² 방법론적 입장에서 볼 때 관찰-귀납주의에 포함시켰다. 또 실증주의는 “실험에 의해 얻은 사실과 관찰 가능한 현상을 과학의 본질로 인정하고 관찰과 실험이 객관적이다”라고 말하며,^{4,19} 실재주의는 “과학은 관찰 가능한 세계에 대해서만 기술한다고 보고, 관찰된 사실에 의해 참과 거짓이 판명된다”라고 말하기 때문에²⁰ 역시 같은 관점으로 분류하였다. 비상황주의는 “과학적 지식은 그 시대의 문화

적 배경과 사회적 구조와는 관계없이 독립적으로 존재한다고 보는 입장이다”라고 말하며,⁴ 이는 지식을 구성함에 있어 그 시대의 상황에 의존하지 않고, 객관적인 사실과 관찰을 중요시한다는 의미를 내포한다고 판단하여 관찰-귀납주의에 포함시켰다.

가설-연역주의에는 논리경험주의, 합리주의, 반증주의, 연역주의, 후기 실증주의를 포함시켰다. 논리경험주의는 “과학적 지식을 검증하기 위해 가설-연역적 방법을 제시 한다”고 말하며,²³ 합리주의는 “이성과 연역적 방법을 신뢰하며”라고 말하기 때문에²¹ 가설-연역주의에 포함시켰다. 다음 연역주의는 “직관이나 상상에 의해 가설을 세우고 검증 한다”고 말하고,⁴ 반증주의는 “가설-연역적 방법을 통해 반증하며”라고 말하며,²² 후기실증주의는 “보편적 법칙에서 출발하여 실증적 사실에 도달하려는 연역적 방법론을 주장 한다.”고 말하기 때문에²⁴ 가설-연역주의에 포함시켰다.

가치-상대주의에는 상대주의, 도구주의, 구성주의, 상황주의를 포함시켰다. 상대주의는 “과학이론의 옳고 그름을 판단하는 기준은 개인이나 공동체의 가치나 관심의 의존한다고 본다.”라고 말하며,^{4,19} 도구주의는 “이론은 실재를 기술하는 것이 아니며 절대적인 것이 아니다”라고 말하기 때문에²⁰ 가치-상대주의에 포함시켰다. 구성주의는 “절대적 지식이란 존재하지 않으며, 지식이란 사회적 경험에 의해 구축되어지는 개별적인 인지적 작용의 결과”라고 말하며,²⁵ 상황주의는 “과학적 지식과 과학지식의 적용을 사회, 문화적 배경과 독립적으로 존재할 수 없다고 보는 입장이다”라고 말하기 때문에⁴ 가치-상대주의에 포함시켰다.

검사도구의 하위 주제 선별. 4종류의 검사 도구에서 공통적으로 제시한 문항들을 중심으로 하위 주제를 6개 선별하였다. 지식의 객관성에 대한 인식, 실험/이론/법칙/모델에 대한 인식, 과학적 연구 방법에 대한 인식, 과학의 변화 양상에 대한 인식, 과학/비과학에 대한 인식, 진보된 이론에 대한 인식 등이 하위 주제의 항목으로 선정되었다.

지식의 객관성에 대한 인식을 알아보는 것으로 NW 검사 도구에서 선별된 문항은 “과학적 지식은 과학자들의 합의된 의견일 뿐이다.”, N 검사도구의 문항은 “과학적 지식은 도덕이나 윤리적으로 중립적이다.”, PPP에서는 “과학적 지식은 어느 정도 객관적인가?”, 그리고 L 검사 도구에서는 “과학적 지식은 바뀌는 것

처럼 보인다. 새로운 지식은 오래된 지식에 누적되어 지기 때문이다.” 등 총 6개의 문항이 선택되었다.

실험/이론/법칙/모델에 대한 인식을 알아보는 것으로 NW 검사 도구에서 선택된 문항은 “실험 기술이 향상되었기 때문에 시간이 지날수록 과학 이론들은 발달했다.”, N 검사 도구에서는 “이론은 과감한 추측이며, 창조적인 과정으로 만들어진다.”, PPP에서는 “가설과 이론의 관계는 무엇인가?”, L 검사 도구에서는 “과학적 탐구 실험들에서 사용하는 많은 과학적 모델들은 실제 세계를 묘사하는가?” 등 총 8개의 문항이 선택되었다.

과학적 연구 방법에 대한 인식을 알아보는 것으로 NW 검사 도구에서는 “과학적 방법은 모든 과학 연구에서 공통적으로 적용될 수 있다.”, N 검사 도구에서는 “직관적인 생각을 체계적으로 적용함으로써 세계를 지각하는 틀이 구성된다.”, PPP에서는 “과학자는 과학적 방법에 의해 연구한다고 한다. 과학적 방법이란 무엇인가?”, 그리고 L 검사 도구에서는 “과학자들은 객관적인 관찰과 귀납적인 방법으로 이론들을 발견한다.” 등 총 6개의 문항이 선택되었다.

과학의 변화 양상에 대한 인식을 알아보는 것으로 NW 검사 도구에서는 “실험 기술이 향상되었기 때문에 과학 이론들은 단순해졌다.”, N 검사 도구에서는 “개인의 개념이 사회, 역사적 과정에서 합리적인 활동을 통해서 그 의미가 변하는 것처럼 과학의 법칙이나 이론은 변한다.”, PPP에서는 “과학은 어떻게 발달하는가?”, 그리고 L 검사 도구에서는 “과학자들은 객관적인 관찰과 귀납적인 방법으로 이론들을 발견한다.” 등 총 7개의 문항이 선택되었다.

과학과 비과학의 구분에 대한 인식을 알아보는 것으로 NW 검사 도구에서는 “세상에는 과학으로는 결코 설명할 수 없는 자연 현상들이 존재한다.”, N 검사 도구에서는 “과학적 방법을 통해서만이 진리를 추구할 수 있다.”, PPP 검사 도구에서는 “비과학이라고 생각하는 것은 무엇인가?”, L 검사 도구에서는 “과학자들은 신의 존재가 자연 세계를 바꿀 수 없을 것이라고 가정한다. 초자연적인 존재는 과학적인 증거가 없기 때문이다.” 등 총 4개의 문항이 선택되었다.

진보된 이론에 대한 인식을 알아보는 것으로 NW 검사 도구에서는 “서로 다른 과학 이론들 중에서 올바른 이론의 선택은 전적으로 실험 결과에 기초하여 이루어진다.”, N 검사 도구에서는 “과학적 지식은 논

리를 사용하여 오류가 반복되지 않을 때 성장한다.”, PPP에서는 “과학자는 옛날 이론을 대신하여 새로운 이론을 주장한다. 새로운 이론은?”, L 검사 도구에서는 “과학적 지식은 변화되는 것처럼 보인다. 왜냐하면 오래되고 부정확했던 사실들의 해석과 적용은 바뀔 수 있기 때문이다.” 등 총 4개 문항이 선택되었다.

검사 도구의 타당도 및 신뢰도 검사 결과. 1차 타당도 검사 결과, 타당도 지수는 3.66이 나왔다. 타당도 지수가 낮게 나온 문항을 검사 도구에서 삭제하고 부분적으로 문항의 진술 내용을 정리하였다. 최종적으로 검사 도구는 지식의 객관성에 대한 인식 6문항, 실험/이론/법칙/모델에 대한 인식은 7문항, 과학적 연구 방법에 대한 인식 5문항, 과학의 변화 양상에 대한 인식 6문항, 과학/비과학에 대한 인식 4문항, 진보된 이론에 대한 인식 2문항으로 수정되었다. 이 수정된 검사 도구에 대한 2차 타당도 검사를 실시한 결과, 타당도 지수는 3.96으로 다소 높아졌다.

타당도 검사에 응한 사람들과의 면담을 통해, 타당도 지수가 낮게 나온 문항과 이해가 잘 안 되는 문항 등을 수정 보완하거나 삭제하여 최종적으로, 지식의 객관성에 대한 인식 5문항, 실험/이론/법칙/모델에 대한 인식 5문항, 과학적 연구 방법에 대한 인식 5문항, 과학의 변화 양상에 대한 인식 6문항, 과학/비과학에 대한 인식 2문항, 진보된 이론에 대한 인식 2문항으로 검사 도구를 구성하였다.

최종적으로 수정된 검사 도구의 타당도는 5점(리커트 척도) 만점에 4.11로 중립인 3점보다 매우 긍정적인 응답을 얻었다. 최종 검사 도구의 신뢰도는 고등학생의 경우 0.81, 과학교사의 경우 0.88로 매우 높았다.

고등학생과 과학교사의 전반적인 과학철학적 관점 비교

전반적인 과학철학적 관점을 살펴본 결과, Fig. 1과 같이 나타났다. 이 그림에서 삼각 다이어그램에 표시된 점을 아래의 가로축(D와 R로 연결된 선)에 수직으로 연결하였을 때 그 길이가 관찰-귀납주의 관점의 %를 의미한다. 그리고 표시된 점을 오른쪽 사선(I와 R로 연결된 선)에 수직으로 연결하였을 때 그 길이가 가설-연역주의 관점의 %를 의미한다. 왼쪽 사선(D와 I로 연결된 선)에 수직으로 연결하였을 때 그 길이는 가치-상대주의 관점의 %를 의미한다.

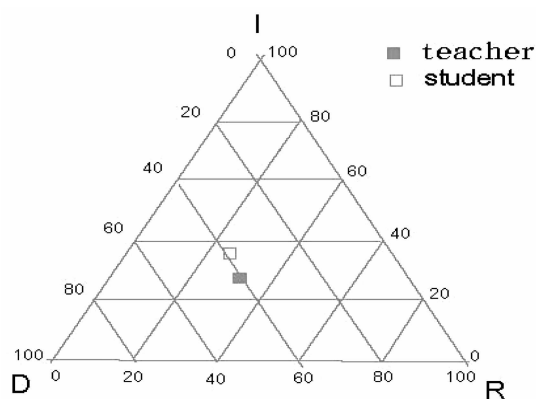


Fig. 1. High school students' and science teachers' philosophical views on science.

고등학생들과 과학교사의 과학철학적 관점은 전반적으로 약간 가설-연역적 방법으로 풀린 중립적 경향을 나타내었다. 이렇게 교사와 학생들의 관점이 유사하다는 결과는 조은영¹⁴의 연구 결과와 일치한다.

고등학생들이 중립적인 경향을 가진다는 결과는 임소희¹, 박은기 등⁸의 연구 결과와 일치하였다. 따라서 이 연구에서 개발된 검사 도구가 과학철학적 관점을 조사하는 도구로 적절한 수준임을 알 수 있다. 홍상욱¹⁵의 연구결과에서는 학생들이 고전적인 입장인 귀납주의적 관점을 가진 것으로 나타났으나, 이는 이원적인 분류틀로 분석하였기 때문에 이러한 차이가 나타난 것이라고 본다. 소원주¹²의 연구에서는 이 연구와 같이 세 관점으로 분류하여 학생들이 귀납주의적 관점이 있다고 밝혔으나, 연구 대상이 중학생이었기 때문에 이러한 차이가 나타날 수 있다고 본다. 즉, 소

원주의 연구 결과와 비교해 본다면, 중학생들은 귀납주의적 관점이 강하고, 고등학생들은 가설-연역적 경향을 가진 절충적 관점을 가지고 있다고 말할 수 있다. 이 연구에서는 여러 연구들에서 제각기 달리 분류한 과학철학적 관점을 방법론적 측면에서 통일시키고, 다양한 검사 도구의 특성을 살리면서 통합시켜 각기의 연구 결과와 비교해 볼 수 있는 장점을 가진다.

과학교사의 결과는 문성숙¹¹의 연구와 유사하였다. 또한 교사의 과학철학적 관점을 후기 실증주의로 분류한 Lin과 Chen¹⁶의 연구, 중등과학 교사의 과학철학적 관점 중에 연역주의적 관점이 존재함을 밝힌 박윤배⁷의 연구와 일치한다. 그러나 교사들이 귀납주의적 관점을 가지고 있다고 밝힌 장병기⁵의 연구와는 다소 차이가 난다. 장병기의 연구에서는 초등 교사들을 대상으로 하였으므로, 중등교사와는 다른 결과를 얻을 수 있다. 따라서 이 연구와 비교하여 논의한다면, 초등 교사들은 귀납주의적 관점을 가지지만 중등학교 교사들은 약간 가설-연역적 관점으로 풀린 절충적 입장이라고 말할 수 있다.

고등학생들의 과학철학적 관점이 성과 계열에 따라 다른지 알아보기 위하여 변량분석을 실시한 결과, 차이가 없는 것으로 나타났다. 그 결과는 Table 1과 Table 2에 제시하였다.

과학 교사의 과학철학적 관점이 성과 근무하는 학교에 따라 다른지 알아보기 위하여 변량분석을 실시한 결과, 교사의 경우에도 차이가 없는 것으로 나타났다. 그 결과는 Table 3과 Table 4에 제시하였다.

지식의 객관성에 대한 인식의 과학철학적 관점 비교. 고등학생과 교사의 과학철학적 관점을 알아본 설

Table 1. High school students' philosophical views on science according to sex.

Philosophical views on science	Male		Female		F
	M	SD	M	SD	
I	10.91	2.52	10.97	2.71	0.18
D	9.12	2.14	9.08	2.32	0.59
R	4.97	2.13	4.95	2.09	0.81

Table 2. High school students' philosophical views on science according to academic course.

Philosophical views on science	Literary course		Science course		F
	M	SD	Means	SD	
I	10.87	2.50	10.77	2.68	0.15
D	9.10	2.13	9.18	2.39	0.65
R	5.03	2.16	5.05	2.05	0.78

Table 3. Science teachers' philosophical views on science according to sex.

Philosophical views on science	Male		Female		F
	M	SD	M	SD	
I	11.67	2.49	11.05	2.69	0.28
D	8.56	2.09	7.89	2.34	0.62
R	4.77	2.23	6.06	2.15	0.68

Table 4. Science teachers' philosophical views on science according to school level.

Philosophical views on science	Middle school		High school		F
	M	SD	M	SD	
I	10.88	2.53	10.95	2.78	0.15
D	9.14	2.13	9.19	2.29	0.58
R	4.98	2.15	4.86	2.11	0.83

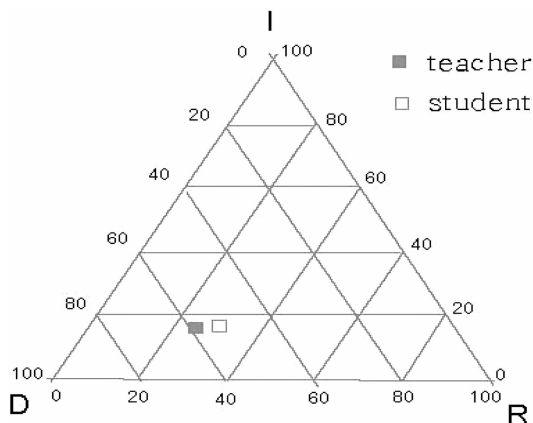


Fig. 2. High school students' and science teachers' philosophical views on objectivity of knowledge.

본 도구의 하위 주제 중에서 지식의 객관성에 대한 인식의 관점을 비교하여 Fig. 2에 제시하였다.

Fig. 2를 보면, 고등학생들과 과학 교사들은 과학 지식의 객관성에 대하여 가설-연역적 관점을 강하게 가지고 있음을 확인할 수 있다. 따라서 학생들과 교사들은 객관적 지식의 세계가 존재하지만, 과학적 지식이 객관적인지는 알 수 없다는 사고를 하는 것을 알 수 있다. 소원주^{13,16}의 연구에서는 반증주의로 나타났는데, 이는 “학자들은 문제를 해결하기 위해 반증가능한 가설을 내놓으며, 참인 과학적 지식을 확정시키기 위해 추측과 반증을 통해 과학을 설명한다.”는 사고 유형이다. 이러한 사고 유형도 이 연구에서는 방법론적 입장에서 “과학적 방법은 선형적 개념구조를 통해 자연의 현상들을 입증하는 방법이고, 과학자의 역할이란 과학자들의 직관이나 상상을 통해 가설을

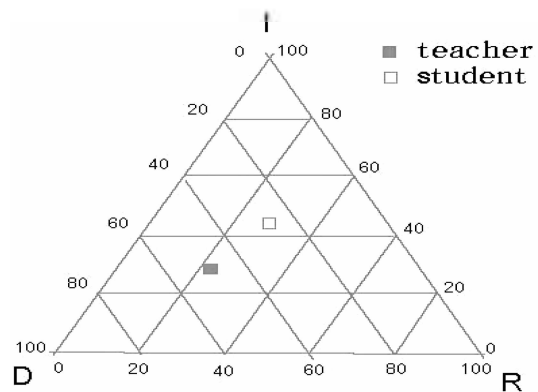


Fig. 3. High school students' and science teachers' philosophical views on theory/experiment/law/model.

세우고 이를 검증하는 것이라고 본다.”는 가설-연역적 관점에 포함시켰으므로, 같은 결과라고 볼 수 있다.

이론/실험/법칙/모델에 대한 인식의 과학철학적 관점 비교. 고등학생과 교사의 과학철학적 관점을 알아본 설문 도구의 하위 주제 중에서 이론/실험/법칙/모델에 대한 인식의 관점을 비교하여 Fig. 3에 제시하였다.

Fig. 3에서 보면, 이론/실험/법칙/모델에 대한 인식에 대해서는 과학교사와 고등학생들의 관점이 매우 다른 것으로 나타났다. 고등학생들은 절충적인 입장이었으나, 무게중심이 다소 관찰-귀납주의로 집중되어 있어서 이론이나 실험, 법칙이나 모델에 대해서 절대적인 지식의 존재를 인정하는 경향이 약간 나타났다. 반면에 이론이나 모델 등의 설정은 가설-연역적 관점으로 과학자가 지식에 기초하여 형성한 추측이나 직관적 사고의 체계적 적용 과정에서 나타난 것이

라는 점을 교사들은 인식하고 있음을 알 수 있다. 교사들의 이러한 가설-연역적 관점은 학생들의 관찰-귀납적 관점에 비해 훨씬 더 진보된 사고라고 할 수 있다. 현대 과학철학의 변천 과정을 살펴볼 때, 전통적인 과학관인 관찰-귀납주의로부터 진보된 관점으로 가설-연역적 관점을 제시하는 경향이 있기 때문이다. 그러나 교사들의 이러한 진보된 과학철학적 관점은 제대로 학생들에게 전달되어 형성되지 못하였다는 점을 확인할 수 있었다.

과학적 연구방법에 대한 인식의 과학철학적 관점 비교 고등학생과 교사의 과학철학적 관점을 알아본 설문 도구의 하위 주제 중에서 과학적 연구방법에 대한 인식의 관점을 비교하여 Fig. 4에 제시하였다.

Fig. 4에서 보면, 과학적 연구방법에 대한 인식에 관한 고등학생들의 철학적 관점은 관찰-귀납주의와 가설-연역주의 범위에 걸쳐서 분포되어 있음을 알 수 있다. 반면, 교사들은 상대적으로 관찰-귀납주의에 쏠린 절충적인 관점을 가지고 있었다. 관찰-귀납주의는 과학철학적 관점 중에서 가장 초보적인 수준으로 과학철학에 대한 인식이 부족할 때 가장 보편적으로 나타나는 관점이라고 할 수 있다. 이 관점에서 참된 지식은 미리 추측하지 않고 꾸준히 증거를 수집하고 분석 과정을 통해 내린 결론으로부터 나오는 것이라고 생각한다. 그런데 이론/실험/법칙/모델에 대한 인식과는 대조적으로 과학적 연구 방법에 대한 인식에서는 오히려 보다 진보적 관점이라고 할 수 있는 가설-연역주의 관점을 가진 학생들의 비율이 교사들보다 더 많

았다. 그러나 가장 진보된 관점이라고 할 수 있는 가치 상대주의적 관점은 학생들보다 교사들의 비율이 높았다. 가치-상대주의는 유일한 과학적 방법이란 없으며 다른 사람들이 동의할 수 있는 과정이 과학적 방법이라고 인식하거나 과학적 방법이 누구에게나 동일한 순서로 이루어지지 않는다고 인식하는 것 등을 의미한다. 그러나 전반적으로 볼 때, 교사들의 가장 강한 관점은 관찰-귀납주의였기 때문에 보편적으로 학생들의 관점이 보다 진보된 관점이라고 할 수 있다. 이는 많은 과학교과서의 실험 제시 방식이 관찰-귀납주의 관점에서 기술되어 있기 때문²⁷⁾에 학생들을 교육하는 과정에서 교사들의 관점이 관찰-귀납주의로 쏠리게 되었을 가능성도 생각해 볼 수 있다. 따라서 교사들이 과학적 연구 방법에 대한 보다 진보된 관점을 형성할 수 있도록 하는 노력이 앞으로 필요하다고 할 수 있다.

과학의 변화양상에 대한 인식 고등학생과 교사의 과학철학적 관점을 알아본 설문 도구의 하위 주제 중에서 과학의 변화양상에 대한 인식의 관점을 비교하여 Fig. 5에 제시하였다.

Fig. 5에서 보면, 고등학교 학생들의 과학의 변화 양상에 대한 인식은 절충적인 경향을 가지고 있으며, 약간 가설-연역주의에 쏠려 있음을 알 수 있다. 한편 교사들의 경우, 학생들에 비해 가치-상대주의적 관점이 훨씬 강하게 나타났다. 따라서 과학의 변화 양상에 대한 학생들과 교사들의 인식은 상당히 진보적이며, 특히 교사들의 관점이 매우 진보적이라고 할 수 있다.

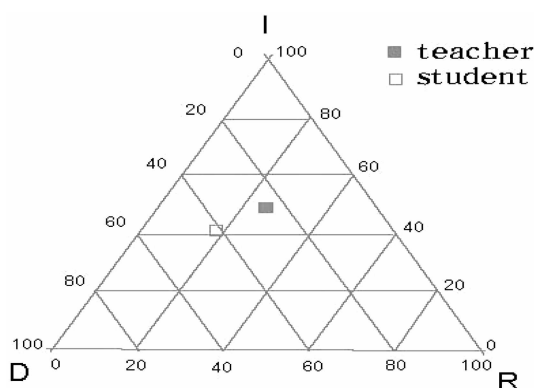


Fig. 4. High school students' and science teachers' philosophical views on scientific research method.

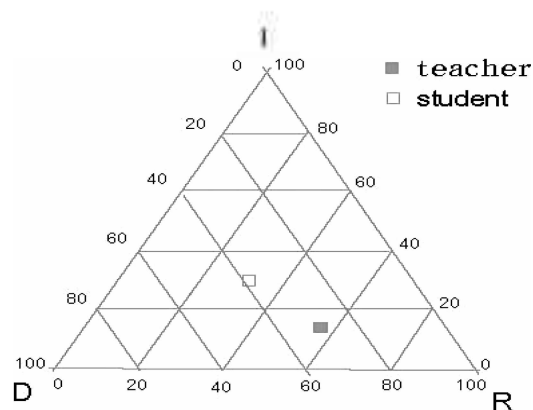


Fig. 5. High school students' and science teachers' philosophical views on patterns of change in science.

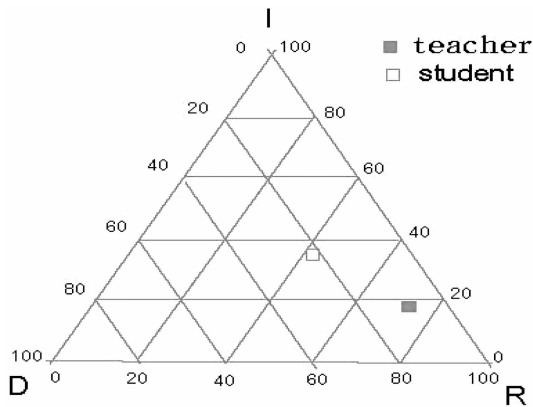


Fig. 6. High school students' and science teachers' philosophical views on classification of science and non-science.

과학과 비과학의 구분에 대한 인식. 고등학생과 교사의 과학철학적 관점을 알아본 설문 도구의 하위 주제 중에서 과학과 비과학의 구분에 대한 인식의 관점을 비교하여 Fig. 6에 제시하였다.

학생들의 경우와 교사들의 경우 모두 과학과 비과학을 구분하는 기준에 대한 인식은 가치-상대주의적 관점으로 풀려있었다. 학생들은 다소 절충적 관점에서 가치-상대주의 쪽으로 풀려 있으나, 교사들의 경우에는 매우 강하게 가치-상대주의적 관점을 가지고 있는 것으로 나타났다. 이는 유사한 항목을 알아본 소원주의²⁾의 연구결과와는 다르다. 소원주의 연구에서는 고등학생들이 “과학은 신의 존재에 대해 관여하지 않는다.”는 귀납주의적 관점을 가지고 있다고 하였다.

한편 많은 교사들은 과학과 비과학을 구분하는 준기가 객관적이지 않으며, 환경이나 그 시대의 특징에 의해서 상대적으로 결정된다고 생각하고 있었다. 또한 신의 존재에 대한 과학적인 증거가 있다고 생각하지도 않으며, 그렇다고 해서 이를 비과학적이라고 판단하지도 않는 것으로 나타났다. 이러한 진보된 관점을 다른 영역보다도 과학과 비과학에 대한 인식 부분에서 교사들이 상당히 강하게 가지고 있었다는 점은 두드러진 특징이라고 할 수 있다.

진보된 이론에 대한 인식. 고등학생과 교사의 과학철학적 관점을 알아본 설문 도구의 하위 주제 중에서도 진보된 이론에 대한 인식의 관점을 비교하여 Fig. 7에 제시하였다.

진보된 이론에 대한 교사와 학생들의 인식은 거의

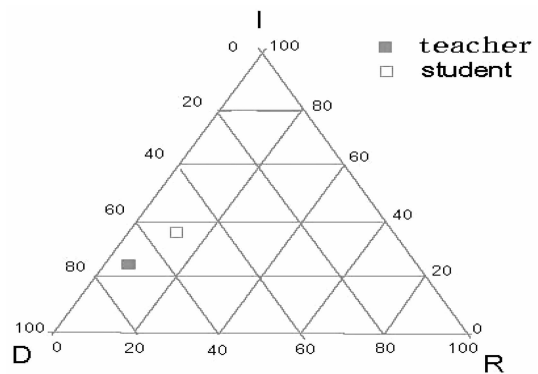


Fig. 7. High school students' and science teachers' philosophical views on progressive theory.

유사하게 극단적인 가설-연역적 관점으로 나타났다. 따라서 교사와 학생들은 모두 과학의 진보가 누가적이거나 혁명적이지 않으며, 진화적인 형태로 이루어진다고 생각하고 있으며, 진보된 이론이 너 많은 관찰 사실을 설명하며, 너 새밀한 검사에도 견딜 수 있다고 생각함을 알 수 있었다. 이렇게 극단적인 가설-연역적 관점을 가지는 영역은 지식의 객관성에 대한 인식에서도 나타났다. 이 두 영역에서 교사와 학생들의 가설-연역적 관점이 강하게 일치하는 것에 대한 연구는 추후에 계속 확인되거나 원인에 대한 연구도 뒤따라야 할 것이다.

결론 및 제언

이 연구에서는 고등학생과 과학교사들을 대상으로 과학의 본성을 알아본 다양한 기존의 검사 도구들을 살펴보고, 과학철학적 방법론에 근거하여 검사 도구의 다양한 시각을 통일한 새로운 검사 도구를 개발하였다. 이를 위하여 다양한 과학 철학적 관점을 지식 구성 방법에 따라 관찰-귀납주의적 관점, 가설-연역주의적 관점, 가치-상대주의적 관점으로 구분하였다. 그리고 이 검사도구로 고등학생들과 과학 교사들의 과학에 대한 인식을 조사하였다.

그 결과, 고등학생들과 과학교사의 과학철학적 관점은 전반적으로 약간 가설-연역적 방법으로 쏠린 중립적 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 고등학생들의 계열과 성별에 따라, 그리고 과학교사들의 성별과 근무 학교에 따라 차이를 보이지 않았다.

이 연구에서 나타난 고등학생들과 교사들의 과학 철학적 관점은 다양한 다른 선행연구의 결과들과 비교가 가능하였으며, 이를 통해 고등학생들과 교사들의 과학철학적 관점의 보편적인 경향을 서로 비교하는 것이 가능하게 되었다.

개발한 검사 도구의 하위 주제는 6가지였는데, 지식의 객관성, 이론/실험/법칙/모델, 과학적 연구 방법, 진보된 이론에 대한 인식 등에서는 교사와 학생의 차이가 별로 크지 않았다. 그러나 과학변화 양상과 과학과 비과학에 대한 인식은 교사와 학생 사이에 관점의 차이가 크게 나타났다. 보편적으로 학생들에 비해 교사들이 이 두 주제에 대하여 가치-상대주의적 관점을 강하게 가지고 있었다. 즉, 교사들은 과학의 법칙이나 이론들도 사회, 역사적인 과정에서 합리적인 활동을 통해 그 의미가 변할 수 있다고 생각하고 있었으며, 과학은 신의 존재에 대해 관여하지 않는다는 생각을 가지고 있었다.

이 연구는 세 가지 과학철학적 관점으로 일관성 있게 정리하여 그 결과들을 비교할 수 있는 도구로 고등학교 학생들과 과학 교사들의 관점을 조사하였다. 그 결과 학생들과 교사들의 과학철학적 관점에는 공통점과 차이점이 나타났다. 이러한 공통점과 차이점이 교육 현장에서 이루어지는 교육에 어떠한 영향을 미치는지, 이러한 영향의 다양한 측면에 대한 고찰이 앞으로 이루어질 필요가 있다고 본다.

이 연구는 한국학술진흥재단에서 지원한 지역대학우수과학자지원사업(과제번호 RE20050015)으로 수행되었습니다.

인용문헌

1. 임소희 과학사를 이용한 수업이 고등학생의 과학철학적 관점에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문, 2002.
2. 소원주; 김범기; 우종욱 한국과학교육학회지; 1998, 18(2), 127.
3. 권성기; 박승재 한국과학교육학회지; 1995, 15(1), 104.
4. Nott, M.; Wellington, J. *School Science Review*; 1993, 75(270), 109.
5. 장병기 한국초등과학교육학회지; 1995, 14, 1.
6. 김상각 과학에 대한 초등 교사의 인식에 따른 자연과 수업 분석. 한국교원대학교 석사학위논문, 1999.
7. 박윤배 한국과학교육학회지; 2000, 20, 244.
8. 한지숙; 정영란 한국과학교육학회지; 1997, 17(2), 119.
9. 반은기; 이선경; 김우희; 박현주 한국과학교육학회지; 2000, 20(1), 88.
10. Nussbaum, J. *The History & Philosophy of Science of in Science Teaching*; D. E. Herget, Ed.; Science Education and Department of Philosophy, Florida State Univ., Tallahassee, 1989.
11. 문성숙 한국과학교육학회지; 2002, 20, 88.
12. 소원주; 김범기; 우종욱 한국과학교육학회지; 1998, 18(1), 109.
13. 홍상욱 해석적인 서술방식으로 구성된 과학학습 자료가 고등학생의 과학 철학적 관점에 미치는 영향 : 한국교원대학교 석사학위 논문, 2001.
14. 조은영 중고등학생의 과학철학적 관점, 한국교원대학교 석사학위 논문, 2001.
15. Lin & Chung-Chin Chen *Science Education*; 2000, 76, 477.
16. Aikenhead, G. S.; Ryan, A. G. *Science Education*; 1992, 76(5), 477.
17. Soloman, *Journal of research in science teaching*; 1992, 29(5), 406.
18. 이돈희 교육철학개론, 교육과학사, 1985.
19. Ziman *An instruction to science studies*; Cambridge University Press; Cambridge, 1984.
20. 신일철; 신중섭 역, 현대의 과학철학, 서광사; 서울, 1987. [원전: Chalmers, A. F. What is this thing called science?: 1982.]
21. 박승재; 조희형 교수 학습이론과 과학교육, 교육과학사, 1999.
22. 양승렬, 과학적 추론의 기초, 서광사, 1994. [원전: Salmon, W. C. (1967). The foundation of scientific inference. Univ. of Pittsburgh Press.]
23. 신중섭 논리실증주의의 과학철학과 새로운 과학철학, 서광사, 1987. [원전: Brown, H. I. (1977). Perception, theory and commitment: The new philosophy of science. Chicago: The Univ. of Chicago Press.]
24. 유형식 뷔히너와 현대 문학, 서울, 2000, p 15.
25. 강인애 교육공학 연구; 1995, 11, 3.
26. 소원주; 김범기; 우종욱 한국과학교육학회지; 1998, 18, p 221.
27. 소원주 과학교사의 과학철학적 관점과 과학 서술방식이 중학생들의 과학관의 변화에 미치는 영향, 한국교원대학교 대학원 박사학위논문, 1998.