

과학적 관찰의 이론의존성에 대한 교사와 학생의 이해 조사

김상수 · 박종원*

전남대학교

Investigation of Science Teachers' and Students' Comprehension of Theory-laden Scientific Observation

Kim, Sangsoo · Park, Jongwon*

Chonnam National University

Abstract: Scientific observation has been recognized as one of the fundamental aspects in scientific inquiry. However, more detailed discussions and practical guides for teachers' and students' understanding about the nature of scientific observation have not been conducted. Therefore, based on literature reviews, we described the nature of theory-laden scientific observation as 11 detailed statements. Using these statements, we investigated science teachers' and students' recognition of each statement. According to results, certain aspects of theory-laden scientific observation were determined as important aspects to be considered for science teachers' in-service programs or for students' learning activities in understanding the nature of science.

Key words: Scientific observation, philosophy of science, theory-laden scientific observation, the nature of science.

I. 서론

관찰은 간단한 탐구활동으로 보이지만, 실제로는 복잡한 과정을 통해 일어나므로 (Haslam & Gunstone, 1996), 학생들에게 관찰하는 방법을 구체적으로 지도해 줄 필요가 있다. Park & Kim (2004)도 관찰이라는 용어가 과학교육연구와 과학수업에서 사용자에 따라 다양한 의미로 포괄적으로 사용되어, 관찰의 중요성에 비추어 그 의미가 미분화된 상태로 사용되고 있다고 하였다. 실제로 안효상과 김성준 (1991)은 우리나라 교과서에서도 학생들이 무엇을 관찰해야 하는지를 명확하게 기술하지 않은 경우가 많아, 학생들이 관찰 활동을 하지 않거나 아예 관찰 활동 자체를 회피하려는 경우가 있다고 지적하였다. 이러한 점에서 간단해 보이는 관찰 활동이라고 하더라도 관찰 관점을 구체화하고 관찰 결과의 표현을 다양하게 하도록 안내하는 의도적인 지도가 필요할 수 있겠다.

이와 관련하여 시각적 관찰뿐 아니라 다른 감각요소에 따른 관찰이나 정량적인 관찰, 그리고 조작적인

관찰 등 유형을 보다 다양하게 지도할 필요가 있다는 주장이 있으며(신정주, 2005), 관찰 도구를 활용하는 적극적인 관찰과 비교 관찰을 위한 좀 더 체계적인 지도가 필요하다는 지적도 있다(송명성, 2008). 일반적으로 허드슨(Hodson)은 관찰 지도와 관련하여 다음 다섯 가지를 지적하였다: 첫째, 학생들은 과학에서의 관찰이 항상 신뢰로운 것은 아니며 이론 의존적임을 이해할 필요가 있다. 둘째, 과학적 관찰 기술은 배워야 한다. 셋째, 과학교육의 출발점으로서 학생들의 개념을 수용해야 한다. 넷째, 관찰과 이론사이의 역동적 관점을 강조한 발견적 접근을 고려할 필요가 있다. 다섯째, 교육과정에서 전통적으로 제시되고 있는 객관적이고 가치중립적인 관찰에 대한 관점을 거부해야 한다(Hodson, 1986; Hodson, 1996).

좀 더 구체적으로 Park & Kim (2004)은 다음과 같이 학생의 관찰유형을 3가지로 세분화하여 그에 따른 관찰지도 방안을 제안한 바 있다.

- 상식적 지식에 의존한 관찰 - 관찰자의 안구에 들어온 시각적 정보는 동일하며, '본' 것도 동일

*교신저자: 박종원(jwpark94@chonnam.ac.kr)

**2009.11.06(접수) 2010.01.12(심통과) 2010.01.19(최종통과)

- 하고, 최종적인 관찰진술도 거의 동일한 경우
- 과학적 지식에 의존한 관찰 - 관찰자의 안구에 들어온 시각적 정보는 동일하며, '본' 것도 동일하지만, 관찰자의 과학지식에 따라 최종적인 관찰진술이 다르게 나타날 수 있는 경우
- (오개념에 의한 영향으로) 왜곡된 관찰 - 관찰자의 안구에 들어온 시각적 정보는 동일하지만, 관찰자의 잘못된 배경지식이나 예상에 따라, 서로 다르게 '볼' 수 있으며, 결과적으로 최종적인 관찰진술이 과학적으로 왜곡된 것으로 나타난 경우

Park & Kim (2004)은 이러한 3가지 유형에 따라 관찰지도에 대한 논의를 다음과 같이 하였다. 상식적 지식에 의존한 관찰의 경우는 관찰기술 자체를 훈련하는 과정으로 활용할 수 있다. 즉 다양한 관찰을 하게 해야 하며, 가능하면 정확하고 객관적인 관찰로 안내하는 것이 필요하다. 그리고 과학적 지식에 의존한 관찰의 경우에는 현상의 발생이 왜 일어나는지를 과학적으로 설명하기 위한 활동, 또는 관찰결과를 과학적 지식과 연관짓도록 안내하는 활동 등이 필요하다. 또한 오개념에 의한 왜곡된 관찰의 경우에는 관찰결과와 자신의 예상을 능동적으로 비교하여 학생의 오개념을 수정하기 위한 활동으로 활용할 수 있겠다.

관찰의 이론의존성은 현대의 과학철학에서 많이 주장되어 왔고(e.g., Chalmers, 1982; Hanson, 1958; Gillies, 1993), 과학교육에서도 널리 받아들여지고 있는 관찰의 본성이다. 하지만 관찰의 이론의존성에 대한 이해가 낮다는 보고가 있다. 예를 들면, 하병권(2000)은 예비 과학교사의 51.5%가 관찰이 관찰자의 이론(생각)에 무관하게 객관적이고 사실적이라고 생각하고 있으며, 31.8%만이 관찰에 대하여 올바르게 이해하고 있다고 보고한 바 있다.

따라서 관찰의 이론의존성을 좀 더 구체적으로 이해하기 위해서는 관찰의 이론의존성에 대한 세부 내용을 정리해 볼 필요가 있다. Park & Kim (2004)의

경우에는 학생의 관찰행동을 3가지 유형으로 나누었지만, 과학철학자와 과학교육학자들이 언급한 관찰의 이론의존성을 좀 더 깊이 살펴보면 보다 세부적인 유형과 특성들이 나올 수 있을 것이다. 이러한 세부적인 분석을 통해 과학적 관찰의 본성에 따라 관찰을 지도 하는데 좀 더 구체적이고 다양한 방안을 제안할 수 있을 것이다. 이에 본 연구의 구체적인 연구목적을 제시 하면 다음과 같다.

첫째, 과학철학자와 과학교육학자가 논의한 과학적 관찰의 이론의존적 본성을 정리하여 세부적으로 유형화한다.

둘째, 세분화한 과학적 관찰의 이론의존성에 대한 내용을 학생과 교사들이 어떻게 받아들이는지를 조사한다.

셋째, 과학적 관찰의 지도를 위한 시사점을 추출한다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 조사방법

본 연구에서는 목포 지역 소재 H고에 재학 중인 1, 2, 3학년 각각 1개반 102명과, 전남지역 중·고등학교 과학교사 37명을 대상으로 하였다. 조사는 과학적 관찰의 본성을 나타내는 11개의 진술문(예: 과학적 관찰은 절대적인 참일 수 없다)을 제시하고, 각각의 진술문에 대해 동의하는지의 여부를 5단계 리커트 척도로 조사하였다(그림 1 참고). 분석도구는 통계처리 프로그램 SPSS 12.0이며, 대장간 비교를 위해서는 독립표본에 대한 t검정을 실시하였다.

2. 문헌조사

과학적 관찰의 이론의존적 본성에 대한 세부 유형들을 추출하기 위해 조사한 문헌은 [표 1]에서 제시한

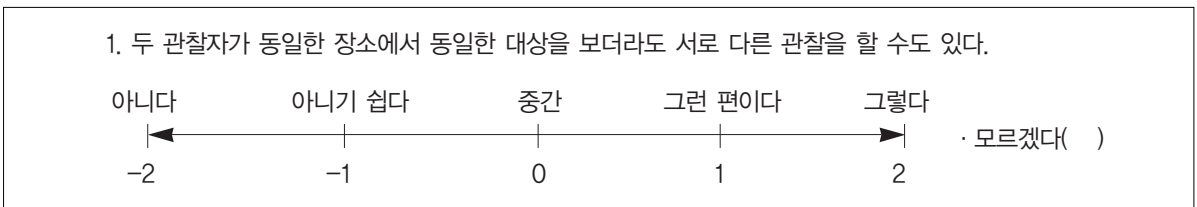


그림 1 과학적 관찰의 이론의존성에 대한 설문지 예

표 1
관찰의 이론의존성에 대한 참고문헌과 분류코드

참고문헌	Chalmers (1982)	Hodson (1986), Hodson (1996)	Hanson (1958)	Gillies (1993)	Martin (1981)	Driver (1983)
분류코드	C	H1, H2	Ha	G	M	D

7개이다. 본 문헌들은 과학적 관찰의 본성에 대해서 논의한 대표적인 문헌이라고 판단되어 선정하였다. 물론 이 외의 다른 문헌들에서도 관찰의 이론의존성에 대한 논의가 있었지만, 살펴본 결과 선정된 7개 문헌의 내용과 유사하다고 판단되어 7개 문헌에 대해 분석한 결과만 제시하기로 하였다. 그리고 참고문헌의 내용을 저자가 나름대로 해석하기 보다는 참고문헌의 내용을 정확하게 전달하기 위해 가능하면 해당 부분을 그대로 인용하는 방식으로 정리하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 과학적 관찰의 이론의존성에 대한 세부 유형별 진술문

앞서 언급한 7개의 문헌을 조사하여 분류한 과학적 관찰의 이론의존성을 11개 유형별로 제시하면 다음과 같다.

(1) 서로 다른 관찰: 두 관찰자가 동일한 장소에서 동일한 대상을 보더라도 서로 다른 관찰을 할 수 있다.

Chalmers(1982, p. 57)는 ‘정상적인 두 관찰자가 동일한 물리적 상황 아래서 동일한 장소에서 동일한 대상을 볼 때, ... 그들이 동일한 시각 경험을 필연적으로 갖지는 않으며, ... 우리가 보는 것의 다른 주요 원인은 우리들의 마음이나 의식 상태에 의해 구성된다. 그리고 마음이나 의식 상태는 분명히 우리가 자란 문화적 풍토가 지식, 기대 등과 밀접한 관계를 맺고 있다’고 하였다. 그리고 Driver(1983, p. 12)는 ‘학교에서 과학을 가르치는 일반적인 이유들 중 하나는 학생들이 사건들을 기록하고 보고하는데 예리하고 객관적인 기록을 하도록 훈련하는 것이다. 그러나 Duhem의 인용문에서와 같이, 동일한 것을 보고 있는 다른 사람들은 얼마간 다르게 인식할 수 있다’고 하였으며, Hanson(1958/2007, p. 33)은 ‘광학적인

또는 감각적인 그 어떠한 것도 바뀐 것은 없지만 여전히 사람들은 서로 다른 것을 본다’고 강조하였다.

(2) 특정 지식 의존적 관찰: 어떤 관찰은 특정한 지식을 가지고 있는 사람만이 할 수 있다.

골절환자, 폐암환자의 X선 사진을 보고 의사는 일반인이 관찰할 수 없는 것을 관찰할 수 있다. 마찬가지로 안개상자에서 입자가 지나간 하얀 선을 보고, 일반인들이 관찰할 수 없는 특이한 입자의 생성과 소멸을 과학자들은 관찰할 수 있다. 이러한 특징은 단순히 서로 다른 관찰자가 서로 다른 관찰을 한다는 것 이상의 다른 특징을 갖는다. 왜냐하면, 의사나 과학자가 사진을 보고 관찰한 것을 일반인에게 지적해 주어도 일반인들은 여전히 관찰을 못할 수 있기 때문이다.

이에 Hanson(1958/2007, p. 43)은 ‘x에 대한 관찰은 x에 대한 선지식에 의해 형성’된 것이라고 하였고, Driver(1983, p. 11)는 ‘물리학과 같은 개념들이 없다면 그 사람은 관련된 것과 관련되지 않은 것을 구분할 수 없을 뿐만 아니라 서로가 어떻게 관련되는지도 알지 못할 것’이라고 하였다.

(3) 짜맞춘 관찰: 관찰은 제한된 정보로부터 짜 맞추어(조직화시켜) 이루어지기도 한다.

Hanson(1958/2007, p. 34)은 ‘조직화는 선과 형태에 하나의 패턴을 부여한다. 만약 이러한 조직화가 없다면, 우리에게 남겨지는 것은 이해할 수 없는 선들의 배열일 뿐이다’고 하여 과학적 관찰이란, 선과 면으로 이루어진 시각 정보로부터 하나의 의미있는 형태로 인식하는 과정이라고 하였다. 예를 들면, 선과 면으로 구성된 시각정보를 우리가 ‘의자’로 관찰하는 경우가 그러하다. 이때 우리는 ‘의자’의 일부가 가려져 보이지 않은 경우에도 ‘의자’라는 관찰을 할 수 있다. 땅에서 발굴되어 나타나는 뼈들의 일부 조각들로 ‘어떤 공룡을 관찰했다’고 말하는 경우도 이

에 속한다.

이에 Martin(1981, p.112)은 ‘최선의 과학적 관찰은 어린 아이처럼 초보적이 되거나 이전에 배운 것을 모두 버려서 유아기의 순수한 초기상태로 되돌아가는 것이 아니다. 좋은 과학적 관찰자가 된다는 것은 큰 지적소양과 숙련을 포함한다’고 하였다. 여기에서 지적소양과 숙련이 감각경험으로부터 의미를 갖도록 조직화하는데 도움을 주게 된다.

(4) 선택적 관찰: 관찰자는 특정한 개념과 관련된 것을 선택적으로 관찰한다.

‘... 우리의 망막에 있는 1억 2700만 여개의 수용기 세포가 제공하는 정보를 분류, 조직하지 않는다면 수천가지 색상이 소용돌이치는 혼란의 도가니가 될 것이다.’(Gerrig & Zimbardo, 2008). 실제로 우리는 관찰을 할 때 눈으로 들어온 모든 정보를 빠짐없이 ‘보는’ 것이 아니다. 예를 들면, 친구를 기다리다가 수많은 군중들 속에서 기다리던 친구의 얼굴만 ‘보는’ 경우가 그렇다.

과학적 관찰의 경우도 마찬가지이다. 과학자에게 예상치 못한 현상이 나타났거나 새로운 현상이 나타나면 이에 대해 집중된 관찰이 일어나기 마련이다. 예를 들면, 플레밍이 곰팡이 주변의 세균이 없어진 새로운 현상에 관찰에 집중한 경우가 그렇다. 이에 Hodson(1986, p. 20)은 ‘관찰은 선택적 과정이며 목적과 주의에 대한 집중을 필요로 하며...’라고 지적하였다. 누군가 어떤 것을 관찰했다는 것은 그 사람이 어떤 관점으로 집중된 관심을 기울였다는 것을 의미하기도 한다(Martin, 1981, p. 105). 여기에서 ‘어떤 관점으로 집중된 관심을 기울인다’는 것에는 어떠한 기준을 가지고 선택하는 과정이 포함되어 있다. Hanson(1958/2007, p. 45)은 ‘실험자는 단지 기존의 배경지식과 부합하는 관찰만을 목표로 한다. 이런 식의 보는 것이 관찰의 목표이며 새로운 탐구가 진행되는 것이다’라고 하였다. 여기에서 ‘배경지식과 부합하는 관찰’은 바로 배경지식이 선택적 관찰을 이끄는 주요한 역할을 한다는 것이다.

(5) 목적을 가진 관찰: 관찰자는 무엇을 관찰할지 목적을 가지고 관찰한다.

흔들리는 진자에 대해서 관찰할 때 대부분의 학생

들은 흔들리는 진자의 주기나 실의 길이, 진폭을 관찰할 것이다. 아마도 실의 색이나 진자의 모양을 관찰하는 경우는 거의 없을 것이다. 이것은 사전에 무엇을 관찰해야 하는지를 지적했기 때문이 아니다. 단순히 ‘진자를 관찰해 보시오’라는 일반적인 지침만 주어졌을 때에도 마찬가지이다. 이것은 관찰자의 관찰행동에 이미 ‘진자의 운동을 관찰해 보자’라는 관찰목적이 내재되어 있기 때문이다. 여기에서 목적이란 어떠한 의도 또는 욕구와 상통하는 개념이다. 관찰의 과정에서 아무런 의심, 의도가 없이 작동하는 카메라와 같이 작동하지 않는다는 것이다.

이에 ‘관찰은 목적과 주의에 대한 집중을 필요로 하며’(Hodson, 1986, p. 20), ‘보는(looking at) 것은 카메라의 사진처럼 수동적으로 찍히는 것이 아니라, 관찰자가 자신의 기대에 따라 그의 인식(perception)을 확인하는 능동적 과정이다. 그러므로 학생들이 과학시간에 과제를 하는 중, 그들이 보고자 하는 것을 본다는 것은 분명하며, ...’(Driver, 1983, pp. 11-12)라고 하였다.

과학자에 비해 초보 관찰자인 학생들은 관찰할 때 어떤 상황에 주의를 기울이고 어떤 상황을 무시해야 하는지 모르는 경우가 많다(Driver, 1983, p. 12). 따라서 자유로운 열린 관찰도 중요하지만, 학생들에게 무엇을 관찰해야 하는지 관찰목표를 명확하게 제시할 필요도 있다(Driver, 1983, pp. 21-23).

목적은 가진 관찰은 선택적 관찰과 유형이 비슷하지만 다른 측면도 있다. 목적을 가진 관찰은 관찰이전에 무엇을 볼 것인가가 정해져서 그것에 따른 선택이 이루어지지만, 선택적 관찰은 주어진 목적과 다르게 이루어질 수도 있다. 예를 들면, 목적이 있었다고 하더라도 실험목적과 다른 영역에서 예상치 못한 결과가 나오거나, 이전에 보지 못했던 새로운 현상이 나오는 경우에 그것에 집중하여 선택적으로 관찰이 이루어질 수 있기 때문이다.

(6) 경험 이상의 관찰: 망막에 맺힌 상과 관찰은 다르다.

우리는 ‘본다’는 것이 망막에 맺힌 물리적인 시각정보 자체를 의미하는 것이 아니라는 것에 동의하고 있다. 앞서 언급한 바와 같이 망막에 맺힌 상으로부터 우리는 ‘짜맞추고’, ‘선택하고’, ‘배경지식에 의존하

여 관찰하는 것이다.

따라서 '망막에 맺힌 상이 우리가 보는 것의 원인의 일부이지만 우리가 보는 것의 다른 주요 원인은 우리들의 마음이나 의식상태에 의해 구성' (Chalmers, 1981, p. 62)되기 때문에 '본다는 것에는 단순히 안구와 빛의 만남 이상의 무엇인가가 있다' (Hanson, 1958/2007, pp. 23-24).

'x선 튜브를 본다는 것은 최소한 그것이 땅에 떨어졌을 때 부서질 것이라는 것을 보는 것으로서 망막에서 표식 이상의 것' (Hanson, 1958/2007, pp. 46-47)이며, '무엇을 관찰한다는 것은 ... 최소한의 감각보다 많은 것이 포함된다' (Martin, 1981, p. 105). "만약 본다는 것이 광화학적 과정이라면 우리가 보는 것은 그 어떤 중요성도 갖지 못한다. ... 그렇게 되면 인간은 두뇌없이 광자 판만 있는 맹목적인 컴퓨터에 지나지 않을 것이다"(Hanson, 1958/2007, p. 55).

경험 이상의 관찰은 앞서 제시되었던 여러 가지 세부 유형과 본질적으로는 같은 내용이다. 단지 관찰이라는 것이 망막에 맺힌 상(물리적 정보) 이상의 것을 의미한다는 것을 강조하기 위해 따로 세분한 것이다.

(7) 해석을 포함한 관찰: '관찰은 동일하지만 해석이 다르다' 라는 말은 잘못되었다. 관찰자체가 다른 것이다.

관찰이 이론에 의존한다는 것을 우리는 종종 '관찰은 동일하지만 관찰자의 배경지식에 따라 해석이 다르다' 는 것으로 해석하는 경우가 있다. 그러나 몇몇 과학철학자들은 이 점을 명확하게 반박하고 있다. 즉 관찰이 주어지고 관찰에 대한 해석이 달라지는 것이 아니라, 관찰에 이미 해석이 포함되어 관찰자체가 다르다고 해야 한다는 것이다.

즉 "관찰언명은 의식적이든, 무의식적이든, 이론의 집합을 사용하여 감각정보를 해석한 결과의 진술" (Gillies, 1993, p. 146)이며, "어떤 방식으로 해석되던지 해석은 우리의 보는 행위에 내재되어 있다" (Hanson, 1958/2007, p. 50). 그러므로 '지식은 본다는 것에 포함되는 것이지 첨가되는 것이 아니며, 대상 X를 본다는 것은 우리가 X에 대해 알고 있는 방식대로 X가 행동한다는 것을 보는 것이다.' (Hanson, 1958/2007, p. 48).

이런 견해는 인지심리학에서도 강조되고 있다. 즉

많은 인지심리학자들은 '청각의 경우를 포함하여 어떤 패턴으로 집단화하여 자동적으로 구별하여 인식하며, 조직화뿐만 아니라 지각한 것에서 의미를 찾는 해석과정이 포함된다' (김현택 등, 2003, p. 146; 곽호환 등, 2005, pp. 61-65; Goldstein, 1996, pp. 110-135; Anderson, 1995/2000, p.51; Gerrig & Zimbardo, 2008/2009, p. 122)고 지적하고 있다.

(8) 과학의 출발로서 미흡한 관찰: 관찰은 과학의 유일한 출발점이 아니다.

과학적 관찰은 객관적이고 옳은 관찰을 추구하지만, 결정적으로 관찰이 참이라는 보장은 할 수 없다. 언제든지 관찰은 잘못될 수 있다. 이러한 점에서 관찰은 과학의 출발점으로서 미흡하며, 나아가 이론이 과학의 출발점이 될 수도 있다.

Chalmers(1981, p. 69)는 '과학은 관찰언명에서 출발하지 않고, 관찰언명도 잘못일 수 있기 때문에 관찰언명은 과학적 지식의 확고한 기반이 될 수 없다' 고 하였고, '소박한 귀납주의자들의 주장처럼 편견없고 공정한 관찰자가 행한 관찰은 과학적 지식의 토대를 제공한다고 생각하는 것은 결코 지지될 수 없다' (Chalmers, 1981, p. 70)고 하였다. 왜냐하면 '관찰은 불충분한 감각지각에 의존하므로 신뢰할 수 없고 틀리기 쉽기 때문이다' (Hodson, 1996, pp. 37-57). 그리고 '관찰언명은 법칙을 세우고 생성하는데 있어서 객관적 확실성을 제공하지 않기 때문이다' (Hodson, 1996, pp. 37-57).

Popper(1959, pp. 147-148)는 '객관적 과학의 토대에는 아무런 절대적인 것이 없으며, 눈 위에 말뚝을 세우고 그 위에 세워진 건물과 같다. 그 말뚝들은 어떤 자연적인 또는 주어진 기초에도 닿지 않고 있다. 그리고 만일 우리가 말뚝들을 더 깊이 박기를 중단한다면, 그것은 우리가 확고한 지반에 도달했기 때문이 아니다. 당분간이라도 건물을 유지할 만큼 말뚝들이 확고하다고 만족했을 때이다' 라고 하였다.

(9) 관찰의 오류가능성: 관찰이 관찰자의 선개념과 예상에 따라 관찰이 잘못될 수 있다.

'과학자의 이론적 배경은 그가 보기에 중요하다고 생각하는 확실한 특성을 부정할 뿐만 아니라 그가 보

고 있는 것에 대한 어떤 오류를 일으키게도 한다. 그래서 관찰은 가끔 이론적 선입관에 의해서 방해를 받는다'(Martin, 1981, pp. 108-110). 그리고 '관찰언명을 주의깊게 고찰해 보면, 이론이 모든 관찰에 선행한다. 그러므로 관찰언명은 그것이 가정하고 있는 이론이 오류일 수 있듯이 얼마든지 오류일 수 있다. 그리고 과학지식을 구성하고 있는 잘못되고 불완전한 이론이 관찰자가 잘못된 관찰을 하도록 유도할 수 있다'(Chalmers, 1981, pp. 64-71). 또한 '이론과 경험적 기초간의 구분은 존재하지 않으므로 과학적 명제들은 모두 이론적이고, 그래서 어쩔 수 없이 오류가능하다'(Lakatos & Musgrave, 1970, p. 140).

이것은 '관찰이 과학의 출발로서 미흡하다'는 관점과 일맥상통하지만, 약간 다른 측면을 강조하기 위해 나누었다. 즉 전자의 경우에는 관찰의 오류가능성뿐 아니라 관찰이 아닌 이론이 과학의 출발일 수 있다는 점도 강조하고 있지만, 후자의 경우에는 관찰이 잘못되거나 왜곡될 수 있다는 점을 더욱 강조하고 있다고 하겠다.

(10) 관찰도구의 이론 의존성: 인간의 감각 대신 도구를 사용하더라도 지식이나 경험의 영향을 받으며, 도구가 정밀할수록 그러한 영향을 더 커진다.

우리 눈을 통한 시각적 관찰이 시각정보의 해석과정에서 배경지식의 영향을 받는다고 하여, 시각이 아닌 도구를 이용한 관찰을 하면 관찰의 이론의존성을 낮춘다고 생각할 수도 있다. 그러나 도구 속에 이미 과학이론이 포함되어 있으며, 오히려 도구가 정밀할수록 이러한 이론의존성을 더욱 커지게 된다. 예를 들면, 알코올 온도계에는 이미 온도와 액체 부피와의 관계에 대한 지식이 포함되어 있으며, 정밀한 디지털 온도계에는 전자소자들의 양자역학적 지식이 더욱 깊이 포함되어 있다.

이에 Gillies(1993, p. 146)는 '보다 복잡한 도구를 사용하면 인간감각의 중요성을 경감시키는 듯 하지만 사실상, 제거할 수 없이 남아 있다. ... 더구나 과정이나 도구, 컴퓨터와 관련된 이론 집합과 관련되어 있다'고 하였으며, Hodson(1996)은 '직접적 관찰은 도구의 부가적 이론에 의존한다'고 하였다.

(11) 언명으로서 관찰: 관찰은 언어적으로 표현된

관찰진술을 의미한다.

관찰을 머리 속에서 일어나는 인지과정으로만 보기 보다는 그것이 언어적인 표현으로 나타난 것까지를 의미한다는 지적이 많이 있다. 즉 관찰과 관찰언명과의 관계에서 Hanson(1958/2007, p. 53)은 '... 본다는 것에는 언어적인 요소가 포함되며 만약 이런 언어적인 요소가 존재하지 않는다면 우리가 관찰하는 그 어떤 것도 지식과 연관을 맺지 못할 것이다. 그렇게 되면 우리는 중요한 관찰(결과)에 대해서도 논할 수 없다'고 하였고, Chalmers(1982, p. 65)는 '관찰언명은 언제나 어떤 이론의 언어로 구성되어 있으며, 그것이 사용하고 있는 이론적 혹은 개념적인 틀이 정확하면 관찰언명도 정확하게 된다'고 하였다.

또한 언어라는 것은 공동체가 공유하는 개념으로서 이 언어 사용 과정이 분명해야 한다는 점에서, Driver(1983, pp. 21-23)는 '학생들은 관찰한 결과를 기록할 때 역선이나 광선 같은 특정한 관례를 사용하기를 바란다. 이런 관례들은 현상을 정확히 표현하지 못할 수 있고, '발견되기' 보다는 가르쳐야 하는 것이 분명하다'고 강조하였다.

이상에서 살펴본 관찰의 이론의존성에 대한 세부 유형들을 요약하여 정리하면 표 2와 같다.

2. 관찰의 이론의존성에 대한 교사의 인식

관찰의 이론의존성에 대해 교사들은 전반적으로 '그런 편이다'(응답평균=0.98)라고 응답하였다. 즉, 관찰의 이론의존성에 대해 38.4%가 '그렇다', 38.9%가 '그런 편이다.', 10.6%가 '중립', 7.1%가 '아니기 쉽다', 그리고 4.9%가 '아니다'라고 응답하였다(표 3).

과학적 관찰의 이론의존성에 대한 세부 유형별로 보면, 응답평균이 1.00이상인 경우가 진술문 1(서로 다른 관찰), 3(짜맞춘 관찰), 4(선택적 관찰), 9(오류가 가능한 관찰), 10(도구이론에 의존한 관찰)이었고, 이들 응답범위는 1.03~1.68 이었다.

응답평균이 부정적인 경우는 없었으며, 0.50 이하인 경우는 진술문 7(해석을 포함한 관찰)로 응답평균이 0.22였다. 따라서 과학적 관찰의 본성에 대한 이해를 위해 연수를 한다면, 진술문 7에 대해 보다 관심을

표 2
관찰의 이론의존성 세부 유형 진술

진술문	세부유형	참고문헌(쪽수)
1. 두 관찰자가 동일한 장소에서 동일한 대상을 보더라도 서로 다른 관찰을 할 수도 있다.	서로 다른 관찰	C(57)* D(11-12), Ha(33)
2. 어떤 관찰은 특정한 지식을 가지고 있는 사람만이 할 수 있다.	특정 지식 의존적 관찰	Ha(43), C(62), D(11)
3. 관찰은 제한된 정보로부터 짜 맞추어(조직화시켜) 이루어지기도 한다.	짜맞춘 관찰	Ha(34), M(112)
4. 관찰자는 특정한 개념과 관련된 것을 선택적으로 관찰한다.	선택적 관찰	D(12, 21-23), Ha(45), M(105, 110), H1(20)
5. 관찰자는 무엇을 관찰할지 목적을 가지고 관찰한다.	목적을 가진 관찰	D(11-12), M(105), H1(20)
6. 망막에 맺힌 상과 관찰은 다르다.	경험이상의 관찰	C(62), Ha(23-24, 46-47, 55), M(105)
7. "관찰은 동일하지만 해석이 다르다"라는 말은 잘못되었다. 관찰자체가 다른 것이다.	해석을 포함한 관찰	Ha(48, 50), G(146), M(112)
8. 관찰은 과학의 유일한 출발점이 아니다.	과학의 출발로서 미흡한 관찰	C(69, 70), H1(23), M(114), H2(1)
9. 관찰이 관찰자의 선개념과 예상에 따라 관찰이 잘못될 수 있다.	오류 가능한 관찰	M(108, 110), C(64, 71)
10. 인간의 감각을 사용하지 않는 매우 정밀한 도구를 사용한 관찰이라도 관찰자의 지식이나 경험의 영향을 받는다.	도구이론에 의존한 관찰	H2(2), G(146)
11. 관찰은 언어적으로 표현된 관찰진술을 의미한다.	언명으로서 관찰	Ha(53), D(21-23)

* 표 1의 코드와 저작물 페이지.

갖고 지도할 필요가 있겠다.

3. 이론의존성에 대한 학생의 인식

관찰의 이론의존성에 대해 학생들은 전반적으로 약간 '그런 편이다' (응답평균 0.62)라고 응답하였다. 즉, 관찰의 이론의존성에 대해 34.5%가 '그렇다', 27.0%가 '그런 편이다.', 17.3%가 '중립', 8.8%가 '아니기 쉽다', 그리고 12.4%가 '아니다' 라고 응답하였다(표 4).

과학적 관찰의 이론의존성에 대한 세부 유형별로 보면, 응답평균이 1.00이상인 경우가 진술문 1(서로 다른 관찰), 5(목적을 가진 관찰), 9(오류 가능한 관찰) 이었고, 이들 진술문에 대한 응답 범위는 1.19 ~ 1.63 이었다.

응답 범위가 0.00~0.50이하인 경우가 6(경험 이상의 관찰), 8(과학의 출발로서 미흡한 관찰)이었고, 부정적인 응답을 한 진술문도 다음과 같이 3개가 있었다: 진술문 2(특정지식 의존적 관찰), 7(해석을 포함한 관찰), 11(언명으로서의 관찰). 따라서 학생들에게 관찰의 이론의존성을 이해하도록 지도한다면, 진술문 2, 6, 7, 8, 11에 대해서 관심을 가질 필요가 있겠다.

4. 교사-학생 집단의 관찰의 이론의존성에 대한 인식의 차이 분석

(1) 교사와 학생간의 응답 차이

전체평균을 비교하면, 교사와 학생의 경우 모두 관찰의 이론의존성에 대해 긍정적인 반응을 보였지만,

표 3
관찰의 이론의존성 세부유형별 진술문에 대한 교사의 반응(N=37)

진술문	교사의 반응(%)					
	아니다	아니기 쉽다	중립	그런 편이다	그렇다	평균
진술문 1	0.0	0.0	0.0	32.4	67.6	1.68
진술문 2	16.2	8.1	8.1	18.9	48.6	0.76
진술문 3	0.0	2.7	5.4	37.8	54.1	1.43
진술문 4	0.0	2.7	2.7	48.6	45.9	1.38
진술문 5	5.4	10.8	18.9	43.2	18.9	0.51
진술문 6	5.4	5.4	21.6	40.5	27.0	0.78
진술문 7	13.5	27.0	10.8	21.6	27.0	0.22
진술문 8	0.0	10.8	13.5	45.9	29.7	0.95
진술문 9	2.7	0.0	2.7	43.2	51.4	1.41
진술문 10	2.7	8.1	5.4	51.4	32.4	1.03
진술문 11	8.1	2.7	27.0	43.2	18.9	0.62
평균	4.9	7.1	10.6	38.9	38.4	0.98

표 4
관찰의 이론의존성 세부유형별 진술문에 대한 학생의 반응(N=102)

진술문	학생의 반응(%)					
	아니다	아니기 쉽다	중립	그런 편이다	그렇다	평균
진술문 1	1.0	3.0	2.0	20.2	73.7	1.63
진술문 2	43.0	12.0	15.0	16.0	14.0	-0.54
진술문 3	4.1	4.1	13.3	46.9	31.6	0.98
진술문 4	1.0	9.3	26.8	40.2	22.7	0.74
진술문 5	1.0	6.9	12.9	30.7	48.5	1.19
진술문 6	10.4	12.5	36.5	13.5	27.1	0.34
진술문 7	32.3	13.5	14.6	16.7	22.9	-0.16
진술문 8	18.6	10.3	21.7	16.5	33.0	0.35
진술문 9	3.0	0.0	6.0	36.0	55.0	1.40
진술문 10	6.1	5.1	13.1	36.4	39.4	0.98
진술문 11	16.3	20.4	29.6	23.5	10.2	-0.09
합계	12.4	8.8	17.3	27.0	34.5	0.62

과학적 관찰의 이론의존성에 대한 진술문에 대해 긍정정도가 교사집단(평균 0.98)이 학생집단(평균 0.62)보다 높은 경향을 보였다(표 5, $P < 0.01$). 응답 유형별로 보면, 부정적 응답과 중립적 응답은 대체적으로 교사가 학생보다 낮고, 긍정적인 응답은 교사가 학생보다 높은 분포를 보였다(그림 2). 따라서 현재의 상황에서도 교사가 학생들에게 관찰의 이론의존성에 대해 지도할 수 있는 기본적인 소양은 갖추었다고 할 수 있겠다.

표 5에서 한 가지 주목할 결과는 학생의 경우 편차

(0.66)가 교사(0.43)보다 크다는 것이다. 따라서 학생에게 관찰의 본성을 지도할 때 학생들의 이해 수준 폭이 넓다는 것을 이해할 필요가 있겠다.

(2) 교사와 학생간의 긍정응답과 부정응답의 분포 차이

학생들의 관찰의 이론의존성에 대한 부정과 긍정의 정도를 조사하기 위해 '아니다', '아니기 쉽다'의 비율을 합하여 부정으로 나타내고, '그런 편이다', '그렇다'를 긍정으로 하여 분류하였다.

표 5
관찰의 이론의존성에 대한 학생과 교사간 반응 차이

	대상	인원수	평균	편차	t	P
평균	교사	37	0.9779	0.43163	3.847	0.000
	학생	102	0.6202	0.66204		

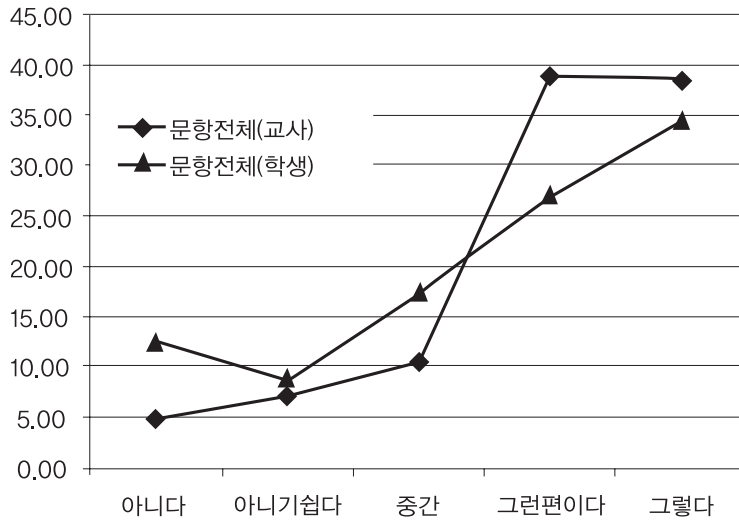


그림 2 교사와 학생의 응답 비율(%)

분류한 자료에 대한 경향을 조사한 결과, 중립점수를 기준으로 하여 3가지 유형으로 분류할 수 있었다: 중립점수가 부정과 긍정비율의 사이에 위치하여 긍정으로 갈 수록 점수가 상승하는 형태(I형), 중립점수가 부정과 긍정비율보다 낮게 나타난 경우(II형), 중립위치가 부정과 같고, 긍정비율보다 낮은 경우(III형). 이 세 가지 유형을 정리하면 표 6과 같다.

I형과 III형은 모두 부정보다 전반적으로 긍정의 견해로 갈수록 비율이 높아진다. 그런데 흥미로운 유형(II형)은 부정응답이나 긍정응답보다 중립응답이 낮은 경우이다. 즉 응답자의 생각이 부정과 긍정으로 나누어지는 경우라고 볼 수 있다.

II형을 일반적인 과학문제로 비유해 본다면, 옳은 개념과 오개념으로 나뉜 경우로 생각해 볼 수 있다. 이러한 유형에 속하는 경우를 살펴본 결과, 교사는 진술문 2(특정 지식 의존적 관찰)와 7(해석을 포함한 관찰), 10(도구이론에 의존한 관찰)에서 그러한 유형을 보였고, 학생의 경우에는 1(서로 다른 관찰), 2(특정 지식 의존적 관찰), 7(해석을 포함한 관찰), 8(과학의

출발로서 미흡한 관찰), 11(언명으로서의 관찰)에 대해서 그러한 경향을 보였다. 각각의 경우에 대한 긍정적인 응답과 중립응답, 그리고 부정적인 응답 백분율은 표 7과 같다.

유형 II에 해당되는 경우가 학생의 경우에 많은 것은 앞서 표 5에서 학생 응답의 편차가 크다는 결과와 일맥상통한다고 하겠다. 따라서 학생들에게 관찰의 이론의존성을 지도할 때, 유형 II에 해당되는 내용에 대해서는 부정적인 응답을 가진 학생들의 변화가 얼마나 되었는지를 관심있게 볼 필요가 있다. 이것은 오개념을 가진 학생의 개념변화에 관심을 갖는 것과 유사하다 하겠다.

표 4에서 교사와 학생의 긍정비율을 보면 교사(48.6~100)의 긍정비율이 학생(30.0~93.9)보다 다소 높지만, 부정비율을 보면 교사(0~40.5)보다 학생(3.0~55.0)이 좀 높지만 큰 차이는 없었다(표 8).

부정비율이 긍정비율보다 높은 진술문은 교사에게는 없었지만, 학생은 2(관찰의 특정지식 의존성), 7(해석을 포함한 관찰), 11(언명으로서 관찰)이었다(표 8).

표 6
관찰의 이론의존성 유형에 따른 분류

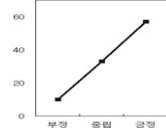
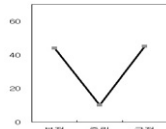
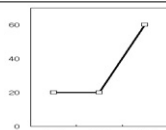
유형	관찰의 이론의존성 세부 유형	관찰의 이론의존성 세부 유형	
		교사	학생
유형(I) 		3, 5, 6, 8, 11	3, 4, 5, 6, 9, 10
유형(II) 		2, 7, 10	1, 2, 7, 8, 11
유형(III) 		1, 4, 9	없음

표 7
부정응답이나 긍정응답보다 중립응답이 낮은 경우의 문항

반응	관찰의 이론의존성에 대한 세부유형별 진술문							
	교사(%)				학생(%)			
	진술문2	진술문7	진술문10	진술문1	진술문2	진술문7	진술문8	진술문11
부정	24.3	40.5	10.8	4.0	55.0	45.8	28.9	36.7
중립	8.1	10.8	5.4	2.0	15.0	14.6	21.7	29.6
긍정	67.5	48.6	83.8	83.9	30.0	39.6	49.5	33.7

표 8에 의하면, 교사와 학생 모두 부정비율이 20% 이상인 진술문은 2(관찰의 특정지식 의존성), 7(해석을 포함한 관찰)이었고, 학생이 교사보다 3개 진술문이 더 많았다: 6(경험 이상의 관찰), 8(과학의 출발로서 미흡한 관찰), 11(언명으로서 관찰).

따라서 부정비율이 학생과 교사 모두 20% 이상인 진술문 2(특정 지식 의존적 관찰)와 7(해석을 포함한 관찰)에 대해서는 교사들도 학생들에게 관찰의 이론 의존성에 대해서 잘못된 관점을 그대로 전수할 수 있으므로, 교사 연수에서 이점에 특히 관심을 가질 필요가 있겠다.

그리고 교사와 학생 모두 긍정비율이 80% 이상인 진술문은 1(서로 다른 관찰), 9(오류 가능한 관찰)이었고, 교사의 경우에 3개가 더 많았다: 3(짜맞춘 관찰), 4(선택적 관찰), 10(관찰 도구의 이론 의존성).

(4) 교사와 학생의 진술문항별 차이

각 진술문에 대해서 교사와 학생 그룹간에 응답평균이 통계적으로 유의미한 차이를 보인 진술문은 6개가 있었으며 자세한 내용은 표 9와 같다.

통계적으로 유의미한 차이를 보인 6개 진술문들 중에서 진술문 5(목적을 가진 관찰)의 경우만이 학생이 교사보다 더 긍정적인 응답을 하였고, 나머지 진술문에 대해서는 모두 교사가 학생보다 더 긍정적인 응답을 하였다. 진술문 5의 경우에 학생이 교사보다 더 긍정적인 이유는 학교 관찰 활동에서 학생들이 주로 이론을 먼저 배우고 그것에 해당되는 관찰을 하는 경우가 많기 때문으로 이해된다.

교사와 학생간의 응답차이가 큰 순서를 보면, 다음과 같다: 진술문 2(교사응답-학생응답=1.3) > 11(0.71) > 5(-0.68) > 4(0.64) > 8(0.60) > 3(0.45), 즉 2(특정지식 의존적 관찰), 11(언명으로서 관찰),

표 8
교사와 학생의 부정비율과 긍정비율의 비교

비교	교사	학생
긍정선택 비율범위(%)	48.6~100	30.0~93.9
부정선택 비율범위(%)	0~40.5	3.0~55.0
부정비율이 긍정보다 높은 문항	없음	2, 7, 11
부정비율이 20%이상 문항	2(24.3), 7(40.5)	2(55.0), 6(22.9), 7(45.8), 8(28.9), 11(36.7)
긍정비율이 80%이상 문항	1(100), 9(94.6), 4(94.5), 3(91.9), 10(83.8)	1(93.9), 9(91.0)

표 9
교사와 학생간 반응 차이가 큰 관찰의 이론의존성에 대한 세부유형별 진술문

진술문	대상	반응평균	편차	t	P
진술문 2	Teacher	0.76	1.53488	4.435	0.000
	Student	-0.54	1.51371		
진술문 3	Teacher	1.43	0.72803	2.523	0.013
	Student	0.98	0.99462		
진술문 4	Teacher	1.38	0.68115	4.305	0.000
	Student	0.74	0.94954		
진술문 5	Teacher	0.51	1.10267	-2.940	0.004
	Student	1.19	0.97686		
진술문 8	Teacher	0.95	0.94122	2.748	0.007
	Student	0.35	1.49333		
진술문 11	Teacher	0.62	1.08912	3.103	0.002
	Student	-0.09	1.22758		

5(목적을 가진 관찰), 8(과학의 출발로서 미흡한 관찰), 4(선택적 관찰), 3(짜맞춘 관찰)은 교사와 학생간의 이해의 편차가 큰 문항이다. 그러므로 이들 문항에 대해서는 교사는 당연하다고 생각하지만, 학생이 큰 편차로 생각이 다른 경우이므로, 특별히 학생의 입장에서 지도하도록 관심을 가질 필요가 있겠다.

Ⅲ. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 과학의 본성 중 과학적 관찰의 본성에 대한 학생과 교사의 이해를 알아보기 위한 연구이다. 특히 과학적 관찰이 가지는 본성 중, 과학적 관찰의 이론의존성에 대한 내용을 보다 구체적으로 11개로 세분화하여 조사하였다.

조사 결과, 교사들은 과학적 관찰의 이론의존성에 대한 11개 세부 진술문에 대해 대체적으로 동의한다는 응답을 보였고, 특별히 반대하는 진술문은 없는 것으로 나타났다. 그러나 학생들은 전반적으로는 긍정적인 반응을 보였으나, 긍정도가 낮은 진술문이 2개(경험 이상의 관찰, 과학의 출발로서 미흡한 관찰)이고 반대하는 응답을 보인 진술문도 3개(특정 지식 의존적 관찰, 해석을 포함한 관찰, 언명으로서의 관찰)로 나타나, 이에 대한 교사의 관심이 특별히 필요함을 알 수 있었다.

또한 학생의 경우에는 교사에 비해 전반적으로 응답의 편차가 크고, 5개 진술문(서로 다른 관찰, 특정 지식 의존적 관찰, 해석을 포함한 관찰, 과학의 출발로서 미흡한 관찰, 언명으로서의 관찰)에 대해서는 학

생의 부정적인 응답과 긍정적인 응답이 양쪽으로 갈라지는 형태로 나타나, 이러한 진술문에 대해서는 전반적인 이해보다는 부정적인 응답을 가진 학생을 어떻게 긍정적인 응답으로 변화시킬 수 있는지에 대한 관심이 필요함을 알 수 있었다. 또한 교사의 경우에도 부정응답과 긍정응답이 양쪽으로 나뉜 경우가 3개(특정지식 의존적 관찰, 해석을 포함한 관찰, 도구이론에 의존한 관찰)가 있었다.

좀 더 세부적으로 관찰의 이론의존성을 나타내는 진술문에 대한 부정비율을 살펴본 결과, 2개 진술문(특정지식 의존적 관찰, 해석을 포함한 관찰)에 대해서는 교사와 학생 모두 부정비율이 20% 이상인 것으로 나타나, 이러한 경우에는 교사의 잘못된 인식이 학생들에게도 그대로 전수될 수 있으므로, 관심을 가질 필요가 있음을 지적하였다.

마지막으로 교사와 학생의 응답 차이가 0.5 이상인 5개의 진술문(특정지식 의존적 관찰, 언명으로서의 관찰, 목적을 가진 관찰, 선택적 관찰, 과학의 출발로서 미흡한 관찰)들의 경우에는 교사가 당연하게 받아들이는 관점이 학생들에게는 그렇지 않다고 생각하는 정도의 차이가 큰 경우이므로, 학생을 지도할 때, 특별히 학생의 입장에서 지도할 필요가 있음을 알 수 있었다. 이들 중에서 특히 “목적을 가진 관찰”의 경우에는 교사에 비해 학생이 더 긍정적인 반응을 보였다. 그러므로 이 내용은 교사연수에서 특별히 관심을 가질 필요가 있음을 알 수 있었다.

과학의 본성 지도는 과학교육에서 중요한 하나의 목표로 강조되어 왔다. 이러한 점에서 과학적 관찰의 이론의존성에 대해서 학생과 교사가 어떻게 받아들이는지를 세부적으로 조사함으로써, 교사의 연수나 학생 지도에 어떠한 측면을 어떻게 관심을 가져야 되는지를 알 수 있었다.

따라서 본 연구는 과학적 관찰의 이론의존성에 대한 교사 연수 프로그램개발이나 학생지도에 대한 학습활동지 개발과 같은 차후의 연구를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 다음 연구에서 이에 대한 연구 결과가 보고되기를 기대해 본다.

국문 요약

과학적 관찰은 과학적 탐구활동에서 중요하게 인식되어 왔다. 그러나 그러한 중요성에 비해 과학적 관찰

에 대한 보다 세분된 논의와 교사 및 학생의 이해를 위한 방안 제안이 구체적이지 못한 것이 사실이다. 이에 본 연구에서는 과학적 관찰의 이론의존성에 대한 문헌 연구를 통해 세부적으로 관찰의 이론의존성을 11개 유형으로 나누어 진술하였다. 11개 진술문에 대해 학생과 교사의 이해정도를 조사한 결과, 구체적으로 관찰의 이론의존성의 어떤 측면에 대해서 교사의 연수와 학생지도에 특별히 관심을 가질 필요가 있는지를 알 수 있었다. 이러한 연구결과는 과학의 본성 이해를 위한 교사 연수 프로그램이나 학생용 학습 활동지 개발에 근거있게 활용될 수 있을 것이다.

주제어: 과학적 관찰, 과학철학, 과학적 관찰의 이론의존성, 과학의 본성, 교사의 이해, 학생의 이해

참고 문헌

- 곽호한 외(2005). 일상심리학의 이해. 서울: (주) 시그마프레스.
- 김현택 외(2003). 현대 심리학 이해. 서울: 학지사.
- 하병권(2000). 초등학교 예비교사들의 과학의 본성에 대한 인식 조사. 과학과 수학교육 논문집, 26, 13-30
- 송명성(2008). 초등학교 6학년 학생의 관찰 유형에 대한 연구. 전주교육대 교육대학원 석사학위 논문.
- 신정주(2005). 초등학교 관찰수업의 과정과 관찰 유형 분석. 한국교원대 석사학위논문.
- 안효상, 김성준(1991). 관찰관점 분석 지도를 통한 관찰능력 신장. 진주교육대학 과학교육연구, 17, 61-76.
- Anderson, R. (1995). Cognitive Psychology and It's Implications. 4th ed. W. H. Freeman & Company.
- 이영애 역(2000). 인지심리학과 그 응용. 이화여자대학교 출판부.
- Chalmers, A. F. (1982). What is this thing called science? :an assessment of the nature and status of science and its methods(2 edition). University of Queensland Press.
- 신일철, 신중섭 역(1985). 현대의 과학철학. 서울: 서광사.
- Driver, R. (1983). The pupil as scientist? Milton Keynes: Open University Press.
- Hanson, N. R. (1958). Patterns of discovery: An inquiry into the conceptual foundation of

science. London: Cambridge University Press.
 송진웅, 조숙경 역(2007). 과학적 발견의 패턴. 사이언스 북스.

Haslam, F., & Gunstone, R. (1996). Observation in Science Classes: Students' Beliefs about Its Nature and Purpose.

Hodson, D. (1986). Nature of scientific observation. *School Science Review*, 68, 17-29.

Hodson, D. (1996). Rethinking the role and status of observation in science education. *European Education*, 28(3), 37-58.

Gerrig, J., & Zimbardo, G. (2008). *Psychology and life*, 18th ed. Pearson Education. 박권생 등 역(2009). *심리학과 삶*, 18판. 서울: (주)시그마프레스.

Gillies, D. (1993). *Philosophy of science in the twentieth century: Four central Themes*. Oxford: Black Well Publisher.

Goldstein, E. B. (1996). *Sensation &*

Perception. 4th ed. Brooks/Cole. 정찬섭 등 역 (1999). *감각과 지각*. 서울 : 시그마프레스.

Lakatos, I., & Musgrave, A. (1970). *Criticism and the Growth of knowledge*. Cambridge University Press. 조승욱, 김동식 역 (1987). *현대과학철학 논쟁: 비판과 과학지식의 성장*. 서울: 민음사.

Martin, M. (1981). *Science and education*. Heinemann Educational Books, pp. 103-301.

Park, Jongwon., & Kim, Ikgyun. (2004). Classification of Students' Observational Statements in Science. in R.Nata (Ed.), *Progress in Education*, Vol.13. (pp.139-154) NY: Nova Science Publishers, Inc

Popper, K. (1959). *The Logic of Scientific Discovery*. New York: Harper and Row. 박우석 역(1994). *과학적 발견의 논리*. 고려원.