

과학적 관찰의 의미와 탐구과정에서 학생들의 관찰 행동 분석

박종원 · 김익균¹
(전남대학교) · ¹(충북대학교)

The Meaning of Scientific Observation and an Analysis of Students' Observational Activity

Park, Jongwon · Kim, Ikgyun¹
(Chonnam National University) · ¹(Chungbuk National University)

ABSTRACT

Observation is one of the important aspects in science and science education. However, observation has so many varieties that the purpose and the meaning of scientific observations used in science education are different in persons, contexts, and subjects. In this study, we tried to understand the natures of scientific observation and investigated students' observational activities using four observation tasks: candle, double pendulum, iron filings around bar magnet, two electric bulbs connected in series. We required the subjects to observe the given tasks and described what did they observe. Based on students' observational descriptions, students' observational activities could be classified in four categories : primitive, interpretive, operational, and interfered observation. Also, we could find that some of the descriptions were non-observational activities such as predicting and questioning and so on. Finally, implications for the teaching of observation in science education are suggested.

Key Words : scientific observation, philosophy of science,

I. 연구 동기와 연구 목적

관찰은 과학뿐 아니라 과학교육에서도 매우 중요한 요소이며(Chadwick & Barlow, 1994; Heath, 1980; Martin, 1972; Haslam & Gunstone, 1997; Miller, 1991; Cott & Welford, 1987; Malcom, 1987; Hanson, 1961; Hodson, 1986), 특히 과학적 탐구의 출발점으로 인식되어 왔다. 나아가 개념의 이해와 발달, 그리고 기존의 선행 개념의 변화에까지 중요

한 역할을 하는 것으로 받아들여 왔다(Macolm, 1987). 또한 과학철학에서도 관찰의 객관성 혹은 이론 의존성과 같이 관찰은 과학철학의 중요한 논쟁주제가 되어왔다. 예를 들면, 소박한 귀납주의자들은 관찰의 객관성을 전제로 하지만(신일철, 신중섭, 1989) 한슨(1961)은 모든 관찰은 이론 의존적일 수밖에 없다고 주장하고, 관찰을 '안구 운동이상의 것'(Hanson, 1961)이라고 하였다. 관찰에 대한 이러한 과학철학적 논의는 곧 과학교육에 중요한 영향을 주게 되어 과학

*1999년 5월 4일 받음.

**본 논문은 '95-97 교육부 한국학술진흥재단의 대학 부설 과학교육연구소 지원금에 의해 수행된 연구결과입니다.

교육학자들도 학생의 관찰에는 학생이 이전에 알고 있는 배경 지식, 특히, 주어진 관찰 과제에 관련된 학생의 지식과 기대에 의해서 영향을 받는다는 것에 동의하게 되었다(Appleton, 1990; Driver & Bell, 1986).

한편, 과학적 관찰이 과학적 탐구활동에서 그리고 과학개념의 이해와 발달, 변화에서 중요한 역할을 함에도 불구하고, 과학적 탐구에서 관찰의 정의와 역할, 그리고 그 특성에 대해서는 연구자들에 따라 매우 다르게 주장되어 왔다. 예를 들면, 관찰에는 시각적인 것 뿐 아니라 촉각과 후각 등의 인간의 오감이 모두 사용되는 것으로 정의하는가 하면(Driver et al., 1982; AAAS, 1965), 관찰은 우리의 시각정보에만 국한한다고 보는 입장도 있다(Martin, 1972). 또한 관찰행동에서 실험기구의 사용 혹은 조작이 내포된 것으로 보는 경우도 있고(Chadwick & Barlow, 1994), 일체의 기구사용이나 조작을 배제한 경우도 있다. 해석과 관찰과의 관련성에서 관찰은 해석을 포함할 수 없으며 관찰과 해석은 구분하여야 한다는 견해가 있는가 하면(Abercrombie, 1960), 관찰은 해석을 포함할 수밖에 없으며 관찰을 기술한다는 것은 결국 현상에 대한 자신의 이해를 나타내는 것이라는 견해도 있다(Driver, 1983). 그리고 관찰과 선개념 혹은 지식과 관련하여 이론이 관찰에 선행하므로 관찰 기술은 가르칠 수도 없으며 독립적으로 평가될 수도 없다고 주장한 반면(Wellington, 1988), 클로퍼(Klopfer, 1990)는 탐구기능을 분류하면서, 사물이나 현상을 관찰하는 행동을 A.1으로 분류하고, 관찰한 것으로 적절한 언어로 기술하는 것을 A.2로 분류하였다. 즉, 관찰을 관찰하는 행동과 관찰에 대한 진술로 구분하여 평가할 수 있음을 보였다. 이상과 같이 과학교육자들 사이에 사용되고 있는 관찰이라는 용어는 사용자나 상황에 따라 혹은 관찰과제에 따라 각기 다른 의미로 사용될 수 있음을 암시한다. 따라서, 본 연구에서는 과학적 관찰에 대한 기존의 논의들을 정리하여 관찰의 본성을 파악하고, 실제 학생들의 관찰 활동을 분석하여 어떻게 학생의 관찰 행동을 범주화하고 분류할 수 있는지를 조사해 보고자 한다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 학생들의 관찰을 분류하기 위하여 이론적 논의와

학생들의 구체적 관찰사례로부터 분류 틀을 개발한다.

- 개발된 분류 틀에 따라 학생의 관찰활동을 분류하고, 학년과 과제에 따른 특성을 분석한다.

II. 과학적 관찰에 대한 이론적 논의

채드윅과 발로우(Chadwick & Barlow, 1994)는 관찰을 할 때, 관찰자는 관찰 대상물의 모양이나 느낌, 냄새, 온도, 색을 볼 뿐 아니라, 무엇인가를 하기 전과 후에 나타나는 변화를 보게 된다고 하였다. 즉, 관찰 대상물이 어는지, 녹는지, 어떻게 변화하는지, 변화하는데 걸리는 시간은 얼마인지, 그것이 움직이는지 아닌지 등을 보게 된다고 하였다. 또한, 관찰을 할 때에는 관찰에 도움이 되는 기구, 예를 들면, 온도계나 자, 저울이나 속도계, 시계, 돋보기, 시간 기록계, 비디오, 압력계 등이 사용될 수 있다고 하였다. 이들에 의하면, 관찰에는 시각적인 것뿐 아니라 촉각과 후각 등 인간의 오감이 모두 사용되는 것으로 정의하고 있다. 그리고, 관찰 대상물의 상태뿐 아니라 변화도 관찰의 대상이 되는 것으로 본다. 그리고 그러한 변화를 보기 위해서는 어떠한 조작이 포함될 수도 있다고 지적하고 있다. 따라서, 이러한 관점에 의하면, 관찰에는 시각 이상이 포함되며, 어느 정도의 조작도 포함되고, 정량적인 관찰, 즉 측정까지도 포함하는 매우 넓은 의미로 정의하고 있음을 알 수 있다. 마찬가지로 드라이버와 그녀의 공동연구자들(Driver et al., 1982)과 AAAS(1965)도 관찰에는 오감이 모두 사용되는 것으로 정의하였다.

그러나 관찰의 범위가 항상 이와 같은 것은 아니다. 예를 들면, 마틴(Martin, 1972)은 관찰을 시각적인 지각에만 한정하여 논의하였다. 그런가 하면, 관찰에 그저 보고 만지고 냄새맡는 지각적인 행위뿐 아니라 기초적인 인지 활동까지 포함시키기도 한다. 예를 들면, 해스(Heath, 1980)는 관찰에는 감각적인 정보를 구분하고(discriminate) 범주화하는(categorize) 것까지 포함시킨다. 또, 코트와 웰포드(Cott & Welford, 1987)도 다음 기능들을 모두 관찰기능에 포함시켰다.

- 사물이나 사건 기술하기
- 사물이나 사건들간의 차이점과 유사점 기술하기
- 사물이나 사건들을 주어진 범주별로 분류하기
- 사물이나 사건들에 대한 분류를 만들기

로셀과 하렌 (Russell & Harlen, 1990) 역시 영국의 과학교육과정에서의 관찰 기능 성취 수준을 다음과 같이 정리하였다

- 감각을 이용하여 주변의 직접적인 상황에서 사물이나 상황을 관찰하기
- 간단한 차이를 알아내기
- 시간에 따라 변하는 간단한 변인을 찾고 기술하기
- 관찰을 확장하기 위해 간단한 도구를 선택하고 사용하기
- 부피나 온도와 같은 물리량에 대한 관찰을 정량화하기 위해 적절한 측정도구를 선택하고 사용하기

더 나아가 최근의 거의 모든 과학교육학자들은 관찰이 이론에 의존한다는 것을 받아들인다(Norris, 1985; Hodson, 1986; Millar, 1991). 과학 철학자 헨슨(Hanson, 1961.)과 과학교육학자 허드슨(Hodson, 1986)도 관찰은 단순히 보는 것(seeing) 이상이며, 또한 보는 것은 단순히 감각정보를 받아들이는 것 이상이라고 하였다. 즉 무엇인가가 각 단계에서 더해진다는 것이다 (그림 1)

한편, 이론이 관찰에 영향을 주는 방식을 좀 더 분석적으로 본 경우도 있다. 예를 들면, 밀러 (Millar, 1991)는 관찰자가 모든 시각적 정보를 처리할 수 없기 때문에 관련 정보만을 추출하여 관찰하게 되는데, 이때 어떠한 정보만을 선택할 것인가에 이론이 영향을 미친다는 것이다. 실제로 모든 가능한 관찰이 아니라 탐구의 목적에 관련된 중요한 관찰만을 선택하

는 기능을 중요한 탐구기능으로 보기도 한다. 예를 들면, 'Science 5-16: A Statement of Policy' 에서는 '관찰하기' 라는 탐구기능뿐 아니라, '탐구에 관련된 관찰을 선택하기' 도 별도의 탐구기능으로 진술하고 있다.

또한, 마틴 (Martin, 1972)의 경우처럼, 관찰자의 믿음이나 인지상태에 영향을 미치는가의 여부에 따라 관찰을 인지적 관찰과 비인지적 관찰로 나누고 인지적 관찰을 다시 감각적 정보로부터 감각 이상의 정보를 추출하는지의 여부에 따라 일차 인지적(Primary Cognitive) 관찰과 이차인지적(Secondary Cognitive) 관찰로 나누기도 한다. 예를 들면, '안개상자에 흰 케적이 나타났다' 와 '안개상자에 전자가 지나갔다' 는 두 개의 관찰을 비교해 보면, 후자의 경우가 흰 케적이라는 감각적 정보로부터 그 이상의 정보를 관찰하게 되는 이차 인지적 관찰의 경우인데, 이때 바로 관찰자의 배경 지식이 영향을 미친 경우이다.

관찰의 해석이 아닌, 관찰 자체에 관찰자의 배경지식이 영향을 주기도 한다. 이때는 이미 관찰자가 그 현상에 대한 강한 믿음이나 예측이 있었기 때문에 실제로 관찰이 자신의 믿음이나 예측대로 일어난다는 것이다. 즉, 드라이버(Driver,1983)는 과학수업에서 아동들에게 관찰하도록 하면, 아동들의 관찰은 그들이 보고자 하는 것을 보는 것이며, 관찰결과를 그리거나 기술한 것도 결국은 아동들의 현상에 대한 이해를 나타내는 것이라고 주장한다. 이 경우에는 두 관찰자가 똑같이 동일한 대상을 보면서도 자신의 예측이 다른 경우에 서로 다르게 관찰하게 된다. 이러한 문제는 관찰을 통한 학생의 오개념 변화 연구에서 많이 지적되어 왔다. 예를 들면, 직렬로 연결된 동일한 두 전구의 밝기를 관찰하는 과제에서 선행지식이 "전류가 회로를 지나는 동안 소모되기 때문에 전지의 + 극에 가까운 전구의 밝기가 먼 쪽의 전구보다 밝다"

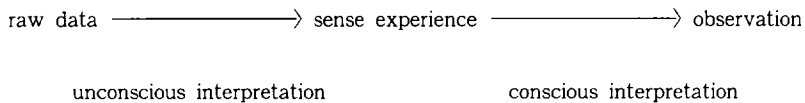


Fig. 1 Observation from raw data

는 오개념을 가진 관찰자는 실제로는 전구의 밝기가 같음에도 불구하고 + 극에 가까운 전구의 밝기가 먼 쪽의 전구보다 밝은 것으로 관찰한다. 경우에 따라 물리학자의 개념을 가진 관찰자가 실제와 다르게 자신의 생각대로 관찰하는 사례도 있을 수 있다. 즉, "직렬로 연결된 회로에서 전류는 폐회로를 지나는 동안 항상 일정하기 때문에 전구의 밝기는 전구의 위치에 무관하게 같다"는 물리적으로 옳은 개념을 가진 관찰자는 실제로는 전구가 동일하지 않은 경우에 전구의 밝기가 다름에도 불구하고 동일하다고 관찰하는 경우도 있다.

관찰과 기타 다른 탐구기능과의 관계에 대한 논의도 있다. 예를 들면, 헤쓰(Heath, 1990)는 관찰과 관찰에 대한 해석은 구분되어야 하며, 나아가 그러한 해석에 기초한 판단과도 구분되어야 한다고 지적하였다(Abercrombie, 1960). 예를 들면, 어떤 사람이 턱을 위 아래로 움직이는 것을 보고, '턱이 위 아래로 움직이고 있다'가 아닌, '무엇인가를 먹고 있다'고 한다면 그것은 해석이라고 할 수 있고, '그가 배가고프다'고 하였다면 해석에 기초한 판단이라고 할 수 있다고 하였다.

또한 관찰에는 관찰 자체와 관찰에 대한 진술을 구분하기도 한다. 클로퍼(Klopfer, 1990)는 탐구기능을 분류하면서, 관찰을 관찰하는 행동과 관찰에 대한 진술로 구분하였다. 그러나 웰링톤(Wellington, 1988)은 관찰은 이론에 의존하며, 이론이 관찰에 선행하므로 관찰은 기능적으로 지도할 수 없으며 또한 독립적으로 평가될 수 없다고 주장하였다

하슬람과 건스톤(Haslam & Gunstone, 1997)은 관찰에 대한 관점으로 러셀 등(Russel, et al., 1993)의 관점을 받아들이면서 다음과 같이 정리하였다.

- 과학적 관찰은 독자적으로 수행되는 과정이 아니다. 그것은 총체적인 탐구의 한 부분을 구성한다. 그리고 그러한 탐구는 특별한 목적을 가지고 있다.
- 과학적 관찰은 특정한 의미를 가지고 있으며, 그 의미는 탐구의 목적과 밀접하게 관련되어 있다.
- 관찰은 보기에는 간단명료하게 보이지만, 실제로는 매우 복잡한 과정이다.

- 과학적 관찰에서 개념적 지식이 배제될 수는 없다. 그것은 관찰할 것을 선택하고 해석하는데 안내를 하게 된다.
- 과제의 목적에 대한 관찰자의 인식은 관찰자의 지식과 경험과 상호작용하여 무엇을 관련된 것으로 할 것인지에 대한 관찰자의 결정에 영향을 주게 된다.

이와 같이 관찰에 대해서는 연구자들의 관심과 관점에 따라 서로 다르게 정의하거나 분류하기도 한다. 특히, 거의 모든 과학 교육학자들이 이론의존적 관찰을 수용하지만, 이를 어떻게 정의하는지는 연구자들에 따라 다르다.

지금까지 관찰에 관한 이론적 논의를 통하여 본 연구에서는 다음과 같은 몇 가지 시사점을 본 연구의 관점으로 취하였다. 첫째, 관찰이 우리의 어떤 감각기관을 이용하는가? 여기에 대하여 비록 마틴(Martin, 1972)의 경우처럼 시각정보에만 국한한다는 경우도 있으나 일반적인 견해는 우리의 다양한 감각기관을 동원한 관찰 모두를 의미하는 것이 전반적인 경향으로 조사되었다. 따라서 본 연구에서는 관찰을 시각정보에만 국한하지 않고 시각정보 이외의 다양한 감각기관을 동원한 관찰을 모두 포함시켰다. 둘째, 관찰이 기구 사용 혹은 조작과 어떤 관련이 있는가? 관찰이란 있는 그대로를 보기만 하는 것으로 생각한다면, 아무런 도구의 사용이나 그리고 관찰을 위한 의도된 조작이 전혀 없어야 하겠지만, 본 연구에서는 그것이 실험으로 보기 어려운 수준이라면, 관찰을 위해 간단한 조작을 수행하는 것을 자연스런 관찰행동으로 포함시켰다. 셋째, 관찰이 해석과 어떤 관련이 있는가? 실제로 상당수의 관찰진술문을 보면, 사용된 용어가 과학적인 용어가 아닌 일상적인 용어로 나타내어 관찰에 대한 해석으로 보기에는 어려운 경우도 있으나 어떤 경우에는 과학적인 용어를 사용하여 단순관찰인지 관찰결과의 해석인지 명확하지 않은 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 관찰에서 해석이 포함되는 것을 자연스럽게 생각하여 관찰과 해석을 엄격히 구분하지 않았다. 넷째, 관찰이 관찰자의 선개념과 어떤 관련이 있는가? 최근의 과학교육

에서 중요한 연구 영역 중의 하나인 개념변화와 관찰과의 관련성을 고려해 보면, 관찰이 관찰자의 선개념에 영향을 받아 관찰자에 따라 관찰 자체가 다를 수 있다는 것이 지배적인 견해이다. 따라서, 관찰자가 자신의 선개념과 갈등을 일으키는 관찰에 대해 어떻게 반응하는지에 관한 연구는 관찰에 대한 연구 뿐 아니라 개념변화에서도 매우 중요한 연구주제가 될 수 있다.

III. 연구 방법

1. 관찰과제와 참여학생

본 연구를 위해 먼저 4가지 관찰 과제를 개발하였다: 촛불 관찰 과제, 자석 주위의 철가루 관찰 과제, 이중진자 관찰 과제(그림 2), 직렬 연결된 2개 꼬마전구의 밝기 관찰 과제(그림 3). 촛불과제는 Chem Study에서 취급된 잘 알려진 과제이며, 자석주위의 철가루 관찰과제는 드라이버(Driver, 1983)와 하스램(Haslam & Gunstone, 1997) 등이 사용한 과제이다. 이중진자 관찰과제의 경우 APU에서 사용된 과제이며, 꼬마전구의 밝기 관찰과제는 오개념과 관련되어 국내외의 매우 많은 연구에서 사용된 과제이다(Gauld, 1989; 박효기, 1987; 김영민, 1991). 선정된 과제를 본 연구의 의도에 맞게 관찰결과를 그림이나 글로 나타내도록 하는 지시문과 함께 학생들에게 제시하였다.

꼬마전구의 밝기 과제의 경우에는 전구의 밝기에 대한 학생의 선개념과 자신의 관찰과의 상호작용을

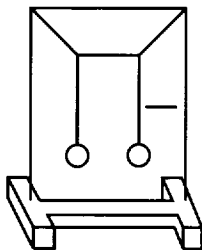


Fig. 2. Double pendulum

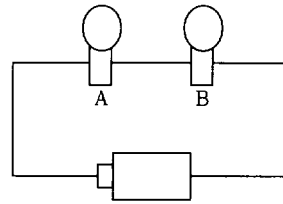


Fig. 3. Brightness of two electric bulbs

알아보기 위해 먼저 선개념을 조사하고, 관찰 과제를 제시하였다. 즉, 선개념 조사에서는 동일한 꼬마전구를 직렬로 연결하였을 때 전구의 밝기가 어떻게 될 것인지에 대하여 물었다. 그리고 관찰에서는 특별히 학생의 선개념과 관찰과의 상호작용을 알아보기 위한 것이었으므로, 선개념을 통하여 그림 3에서 전구 A가 더 밝다고 응답한 학생만을 선정하여 선개념 조사 상황과 동일한 회로를 구성하여 제시하고 관찰하도록 하고 결과를 기술하도록 하였다.

본 연구에는 중학생과 고등학생, 그리고 대학생들이 참가하였다. 각각의 관찰 과제별로 참여한 학생 수는 표 1과 같다. 각 과제수행에 걸린 시간은 20-30분 정도였다.

Table 1. Observation tasks and participated subjects

School \ Tasks	Middle School	High School	University
Candle	15	15	15
Iron Filings	15	15	15
Double Pendulum	15	15	15
Electric Bulbs*	12	15	0

*In the case of electric bulbs task, university students did not participate

IV. 결과

1. 관찰 분류들의 개발

전술한 이론적 논의를 통해 과학적 관찰에 대해 얻을 수 있는 중요한 시사점은 다음과 같다. (1) 관찰은

이론에 의존한다. 그러나, 특정 과학 개념이나 이론의 도움이 없이 일상적인 수준의 이론에만 의존한, 그리고 기초적인 감각에만 의한 관찰도 가능하다. (2) 관찰 과제에 따라, 과제에 관련된 특정 과학 개념이나 이론의 도움을 받지 않고는 어려운 관찰도 있다. 이러한 경우 관찰과 해석간의 구별이 모호하다. (3) 나아가 관찰자의 이론에 의해 관찰 자체가 간섭받고 왜곡될 수 있다. (4) 관찰은 총체적인 탐구의 일부분을 이루므로, 관찰과 관찰 과제에 대한 구체적인 조작을 구분하는 것이 쉽지 않다. 따라서, 본 연구에서는 먼저 이론적 논의와 학생의 실제 관찰 행동으로부터 나타난 특징에 기초하여 다음과 같이 학생의 관찰 행동을 분류하고 이해하고자 하였다: (1) 초보적 관찰, (2) 해석적 관찰, (3) 간섭적 관찰, (4) 조작적 관찰. 각 관찰 행동들간의 관계는 그림 4와 같이 나타낼 수 있고, 각 관찰 행동에 대한 자세한 설명을 제시하고자 한다.

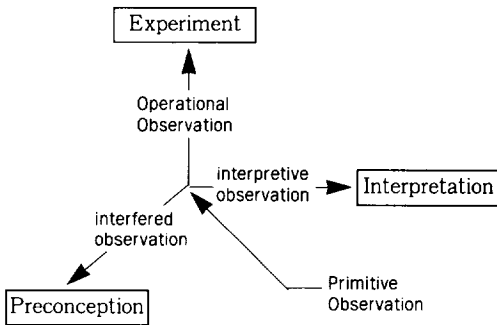


Fig. 4. Categories of students' observations

먼저, 각 관찰 행동에 대한 조작적인 정의를 내리면 다음과 같다.

- 초보적 관찰(Primitive Observation): 감각 정보에만 기초한 관찰
- 해석적 관찰(Interpretive Observation): 감각 정보를 넘어서 특정 지식이나 개념을 이용한 관찰
- 조작적 관찰(Operational Observation): 도구를 이용하거나 물리적인 행동을 통해 일어나는 변화

나 현상에 대한 관찰

· 간섭적 관찰(Interfered Observation): 관찰자의 사전개념이나 예측에 의한 왜곡된 관찰

이상의 관찰 유형을 좀 더 자세히 설명하면 다음과 같다.

(1) 초보적 관찰 : 초보적 관찰은 그림 4의 원점에 해당된다. 즉, 그림 4에서의 초보적 관찰은 비 조작적, 비 해석적, 비 간섭적 관찰로서, 특별한 과학적 개념이나 지식의 영향이 없이 감각정보에만 기초하여 있는 그대로를 관찰하여 진술한 경우를 의미한다. 예를 들면, 이중 진자에 대한 관찰에서, '처음 추의 움직임이 점점 작아지고 두 번째 추가 점점 크게 움직인다'고 한 경우이다.

(2) 해석적 관찰 : 해석적 관찰이란, 감각 정보에만 기초하지 않고, 감각정보에 대해 관련 개념이나 지식을 적용하여 일련의 해석이 포함된 관찰을 의미한다. 예를 들면, 막대자석 주위의 철가루를 보고, '철가루가 자기장 모양대로 늘어났다'고 관찰한 경우나, 이중 진자를 보고, '중간에 연결된 선을 통해 힘이 전달되었다'고 관찰한 경우이다. 철가루 관찰 결과를 그림으로 그린 경우에도 철가루를 점들로 그리기보다는 곡선으로 그리는 경우 즉, 직접 관찰할 수 없는 자기장을 자신의 배경 지식에 의해 나타낸 경우도 포함된다. 해석적 관찰은 초보적 관찰과 해석과의 연속선상에 위치한다. 즉, 초보적 관찰에 가까운 해석적 관찰이 있을 수 있으며, 해석에 가까운 해석적 관찰이 있을 수 있다. 따라서, 해석적 관찰이 놓인 x축(수평선)의 양끝에는 초보적 관찰과 해석이 위치한다. 해석적 관찰이 초보적 관찰과 해석 중 어느 쪽에 더 가까운가는 배경지식의 전문성이나 해석의 정도에 따라 달라진다. 예를 들어, X-선 사진을 보고, '폐암 초기 증상이다'라고 관찰하였다면, 매우 해석에 가까운 해석적 관찰이라고 할 수 있다. 그러나, '두 번째 갈비뼈에 골절이 생겼다'고 한다면, 초보적 관찰에 가까운 해석적 관찰이라고 할 수 있다. 물론, '오른쪽 중간 부근에 흰 부분이 있다'거나, '여기에 갈라진 부분이 보인다'와 같은 관찰은 모두 초보적

관찰에 속한다. 그러나 전자의 경우에 보다 더 해석에 가까운 이유는 폐암 초기라는 것을 관찰하기 위해서는 어쩌면 그 환자에 대한 다른 정보를 이미 가지고 있었을 수도 있기 때문이다. 즉, 아무런 사전 배경이 없다면, 의사라도 쉽게 폐암이라는 관찰을 하기 어려울 것이다. 그러나 후자의 경우에는 어느 정도의 기본 지식만 있으면 사진에서 갈라진 부분이 쉽게 빠가 부러진 것이라는 것을 관찰해 낼 수 있다.

(3) 간접적 관찰 : 간접적 관찰이란, 특별히 관찰 대상에 대해 어떤 배경지식이나 예측을 가지고 있는 상태에서 관찰결과가 자신의 배경지식이나 예측과 다름에도 불구하고 관찰 자체를 자신의 배경지식이나 예측과 동일한 것으로 왜곡하여 관찰하는 경우를 의미한다. 예를 들면, 꼬마전구 밝기 관찰 과제에서 관찰 이전에 A전구가 밝다고 예상한 상태에서 어떤 학생은 실제로는 두 개의 꼬마전구가 밝기가 같음에도 불구하고, 'A전구가 더 밝다'고 관찰하는 경우이다. 간접적 관찰은 비단 사전 개념이나 예측이 오개념일 경우에만 해당되는 것은 아니다. 반대로 두 개의 전구 밝기가 같다고 관찰 이전에 옳은 개념을 가진 경우라도, 실제 관찰에서는 두 개의 전구가 동일하지 않아 밝기가 약간 다름에도 불구하고, '밝기가 서로 같다'고 관찰하는 경우가 그것이다.

간접적 관찰은 초보적 관찰과 선행개념과의 연속 선상에 위치한다. 그림 4에서 간접적 관찰의 극단을 선행개념이라고 한 이유는 강한 간접적 관찰의 경우에는 자신의 선행개념과 관찰을 전혀 구분하지 못한다고 보기 때문이다. 즉, 그 경우에는 자신이 관찰을 함에도 불구하고 사실은 자신의 선행개념을 보고 있는 것이라고도 할 수 있다. 드라이버(Driver, 1983)는 학생들의 관찰에 대하여 이와 같은 입장을 취하고 있다. 간접적 관찰과 해석적 관찰과의 구분은 그렇게 쉬운 것이 아니다. 왜냐하면 두 경우 모두 배경지식이 영향을 미친 것이기 때문이다. 그러나, 차이는 분명히 있다. 해석적 관찰의 경우에는 순수한 지각 정보 자체는 같다고 할 수 있다. 그러한 지각 정보에 대해 해석을 내림으로서 해석적 관찰이 되는 것이다. 예를 들면, X-선 사진에서 두 의사 모두에게 '오른쪽 중간 부분에 흰 부분이 있다'는 초보적 관찰 내용

은 같을 것이다. 그러나 한 의사에게는 자신의 배경 지식의 영향으로 그것이 폐암초기로 관찰될 수도 있고, 다른 의사에게는 그 의사만의 다른 배경지식에 의해 단순한 어떤 다른 일시적 현상(예를 들면, 멍이 든 것이라든가)으로 관찰될 수도 있을 것이다. 그러나 간접적 관찰의 경우에는 지각 정보 자체가 다를 수 있다는 것이다. 즉, 전구 밝기 관찰 과제에서 'A 전구가 더 밝다'고 관찰한 경우에는 정말로 그에게는 A전구가 더 밝게 관찰된 것이다. 옆의 친구가 '밝기가 같은 것 같다'고 하더라도 아마도 '위에서 자세히 보면 여기가 더 밝잖아'라고까지 할 수 있다. 이러한 관찰을 여기에서는 간접적 관찰이라고 한 것이다. 그림 1과 다시 비교해 본다면, 간접적 관찰에서는 선행 개념이 원 자료로부터 감각경험사이에 작용하여 선행 개념에 따라 감각경험 자체가 다른 경우이고, 해석적 관찰은 감각경험까지는 동일하지만, 감각 경험으로부터 관찰 사이에 배경지식이 영향을 미쳐 관찰이 다른 경우라고 하겠다.

(4) 조작적 관찰 : 조작적 관찰이란, 보다 적극적으로 간단한 도구나 장치를 이용하거나, 손으로 누르거나 흔드는 등 물리적인 작용을 통해 일어나는 변화나 현상을 관찰하는 경우이다. 예를 들면, 촛불 관찰에서, '빈 비이커를 촛불 위에 놓으니, 검댕이 묻고 물방울이 맺혔다'고 한 경우이다. 관찰 과제의 지시문에서 주어지지 않는 조작을 관찰자가 스스로 가하면서 추가적인 관찰을 한 경우이다. 해석적 관찰과 마찬가지로 조작적 관찰도 초보적 관찰과 실험과의 연속선상(그림 4에서 y축, 즉 수직선)에 위치한다. 즉, 도구나 장치의 사용이 특별히 계획적이라기보다는 시행착오적이거나 단순한 호기심이나 자신의 어떤 단순한 예측에 의해 행해진 것이라면 초보적 관찰에 가까운 조작적 관찰이라고 하겠다. 그러나, 보다 더 정교하고 계획적일수록, 예를 들면, 변인이 설정되고 변인이 통제된 상황하에서의 조작과도 같은 경우라면 실험에 더욱 가깝게 된다.

(5) 2개 이상의 관찰 행동의 조합 : 각 관찰 행동은 반드시 상호 독립적인 것만은 아니다. 즉, 해석적인 관찰이면서 간접적인 관찰, 또는 해석적 관찰이면서 조작적 관찰 등이 가능하다. 예를 들면, 두 개의

포마전구가 직렬 연결된 경우, 전류에 대한 소모형 생각을 가지고 있는 학생이 '앞의 전구에 전류가 많아서 좀 더 밝은 것 같다.' 고 관찰을 하였다면, 이러한 경우는 해석적 관찰이면서 간접적 관찰이라고 할 수 있다. 또, 자석 주위의 철가루 관찰 과제에서, '자석을 이리 저리 움직이니, 자기장이 센 곳에 철가루가 몰렸다' 고 관찰하였다면, 조작적 관찰이면서 해석적 관찰이다. 이와 같은 관찰은 본 모형의 xy, yz, zx 평면상에 혹은 3개의 조합인 경우 임의의 공간상에 위치할 것이다.

2. 학생의 관찰 행동 분류

이상과 같은 분류들에 따라 본 연구의 관찰과제 각각에 대하여 학생들의 관찰 진술문을 분석한 구체적인 관찰 사례를 제시하면 표 2, 3, 4, 5와 같다. 본 연구에서 고안된 모형에서는 2개 이상의 관찰행동의 조합된 형태의 진술문이 예측되었다. 그러나 실제로 학생들의 관찰진술문을 분석한 결과 2개 이상의 관찰행동의 조합은 발견되지 않았다.

Table 2. Typical examples of students' observations about iron filings

-
- < Primitive observation >
- More iron filings are placed at the end part of the bar magnet.
 - At the end of the bar magnet, iron filings are erected up with sharp shape.
 - Iron filings looks like a line, a curved line, or a circle.
 - At center, inside the bar magnet, iron filings looks like a straight line.
- < Interpretive observation >
- Iron filings are shaped along the magnetic field.
 - Iron filings are attracted to the bar magnet because of magnetic field.
 - Magnetic field is more denser at the near of the bar magnet than far part.
 - The direction is outward at N pole, and inward at S pole.

- < Operational observation >
- Moving magnet, iron filings are moved along the motion of magnet.
 - Tapping with a sharp pencil, iron filings are adhered at the end part (metal part) of pencil.
 - Moving paper, iron filings are got together and formed as an strange shape.
- < Non-observational statements >
- The shape looks like brightening two bulbs.
 - Where is the end of the magnetic filed ?

Table 3. Typical examples of students' observations about double pendulum

-
- < Primitive observation >
- The second bob begins to move, or swings back and forth.
 - The second bob swings further each time.
 - The first bob nearly stops.
 - Inter-linked string moves.
 - String is made with twisted form.
 - The length of two strings are the same.
- < Interpretive observation >
- Force is transmitted along the inter-linked string.
 - Bobs slow down because of gravitation.
 - Force is conserved because two bobs are inter-linked.
 - It seemed that the swinging of bobs are related with frequency.
- < Operational observation >
- Pushing bobs towards right direction, two bobs are collide and move together.
 - Seizing the inter-linked string, the motion of left bob is not transmitted to the right bob.
 - Changing the length of the string, the frequency is changed.
 - Seizing the moving string, bob gets faster suddenly.
- < Non-observational statements >
- Bobs will stop at last.

- If there is no gravitation, bobs will move permanently.

Table 4. Typical examples of students' observations about candle

-
- 〈 Primitive observation 〉
- The top of the flames sometimes splits into two or three small spikes. They quickly re-form into one flame.
 - The flame became bigger and brighter when the molten wax overflows from the crater.
 - There is a crater in which a pool of molten wax lies.
 - The color of the end of wick is bright red.
- 〈 Interpretive observation 〉
- Because of heat, some of the molten wax overflows the other side of the crater.
 - Flame burns steadily but occasionally were blown by a convection of air.
 - The temperature of the inner part of flames is more high than the outer place.
 - The surface tension is big
 - The color of low temperature molten wax is white.
- 〈 Operational observation 〉
- When I blow, the flame is shaking.
 - The molten wax become hard when I touch it.
 - The direction of the flame is not changed when I bend the wick of candle.
- 〈 Non-observational statements 〉
- The candle emit light by burning it's body
 - My eyes are tired with watching for a few minutes.
 - The candle is a useful thing.

Table 5. Typical examples of students' observations about two electric bulbs

-
- 〈 Primitive observation 〉
- The brightness is changed.
 - The brightness is changed according to the direction of watching.

- The brightness of two bulbs A and B is same..

〈 Interpretive observation 〉

- The energy has transferred from the first bulb to the second one after consuming the energy at the first one.
- The current has changed into energy.
- The bulb with large resistance is brighter than small one.
- The brightness of the two bulbs are the same because of the same current.

〈 Operational observation 〉

- The bulb become brighter when I bring the iron(driver) near to the bulb.
- The brightness is not changed even though the battery was changed with new one.
- The second bulb was turned off when the first one was turned off.

〈 Non-observational statements 〉

- I want to use scientific tools.
- It could not be judged by human eyes.
- Does the quality of the glass affect the brightness?

3. 학생들의 관찰 행동 분포

학생의 관찰 내용은 공동연구자 각각이 독립적으로 분석하였다. 두 연구자의 분류는 90%가 넘는 일치도를 보였으며 일부 불일치 하는 응답에 대해서는 논의를 통하여 합의된 분류를 할 수 있었다. 분류한 결과를 관찰과제별로 총 관찰사례 수, 학년에 따른 관찰유형별 빈도 수를 조사하였다.

먼저, 이중진자에 대한 학생들의 관찰행동 분포 결과는 표 6과 같다.

이중 진자(표 6)에 대한 총 관찰 사례 수는 256개이었으며, 이중에서 중학교 학생이 54개 21%, 고등학생이 93개 36%, 대학생이 109개 43%로 학년이 높아짐에 따라 관찰사례수가 증가하였다. 중학생의 총 관찰사례 54개중 초보적 관찰이 49개 91%로 가장 높았다. 고등학생도 전체93개의 사례 중에서 초보적 관

Table 6. Number of observational statements in double pendulum

	Observational			Non-Observational	Total
	Primitive	Interpretive	Operational		
M. Sch. ¹⁾ (N=15)	49(91)*	5(9)	0(0)	0(0)	54(21)
H. Sch. ²⁾ (N=15)	87(94)	6(6)	0(0)	0(0)	93(36)
Univ. (N=15)	86(79)	3(3)	11(10)	9(8)	109(43)
Total (N=45)	222(87)	14(5)	11(4)	9(4)	256(100)

1) M. Sch. means middle school students

2) H. Sch. means high school students

* parenthesis indicates the percentage.

Table 7. Numbers of observational statements in candle

	Observational			Non-Observational	Total
	Primitive	Interpretive	Operational		
M. Sch. (N=15)	61(72)	14(17)	9(11)	0	84(25)
H. Sch. (N=15)	99(81)	13(11)	1(1)	9(7)	122(37)
Univ. (N=15)	97(78)	16(13)	12(9)	0	125(38)
Total (N=45)	257(77)	43(13)	22(7)	9(3)	331(100)

Table 8. Number of students' statements in iron filings

	Observational			Non-Observational	Total
	Primitive	Interpretive	Operational		
M. Sch. (N=15)	58(97)	1(1.5)	0	1(1.5)	60(28)
H. Sch. (N=15)	62(97)	2(3)	0	0	64(30)
Univ. (N=15)	65(71)	10(11)	16(18)	0	91(42)
Total (N=45)	185(86)	13(6)	16(7)	1(1)	215(100)

찰이 87개 94%로 가장 높았다. 대학생의 경우는 이보다 낮은 86개 79%로 나타났다. 중·고·대학생을 종합하여 관찰 유형별로 보면, 초보적 관찰이 222개(87%)로 가장 많았다. 학년별로 보면, 대학생의 경우에서만 조작적 관찰이 11개(10%) 있었다.

양초 과제(표 7)에서 총 관찰 사례 수는 331개이었으며, 학년이 높아짐에 따라 관찰사례수가 증가하였으나 고등학생과 대학생은 거의 차이가 없었다. 관찰 유형별로 보면, 초보적 관찰이 257개(77%)로 가장 많았다. 학년별 응답 특성을 보면, 고등학생에게는 조작적 관찰이 한 명밖에 없었으나 비관찰적 관찰은 9개(7%)가 있었다. 그리고 중학생과 대학생의 경우에

각각 11%, 9%의 조작적 관찰이 있었다.

자석 주위의 철가루 관찰 과제(표 8)에서 총 관찰 사례 수는 215개이었고 이 경우에도 학년이 높아짐에 따라 관찰사례수가 증가하였다. 관찰 유형별로 보면, 초보적 관찰이 185개(86%)로 가장 많았다. 학년별 응답 특성을 보면, 중학생과 고등학생에 비해 대학생의 경우에 해석적 관찰(11%)과 조작적 관찰(18%)가 많이 나타났다.

학생의 선개념이 관찰을 왜곡시키는지의 여부는 꼬마전구의 밝기 관찰과제에만 알 수 있다. 이미 앞에서 언급한 바와 같이 꼬마전구의 밝기 관찰과제(그림 3)에서는 선개념을 조사하여 A전구가 더 밝다고 생각

Table 9. Number of interfered /non-interfered observations in two electric bulbs

	Interfered Observation	Non- Interfered Observation		Total
	A>B*, A>B*	A>B, A=B	A>B, Others	
M. Sch. (N=12)	1(8)	8(67)	3(25)	12(44)
H. Sch. (N=15)	12(80)	1(7)	2(13)	15(56)
Total (N=27)	13(48)	9(33)	5(19)	27(100)

*Results of pretest, *Results of observation

Table 10. Number of students' statements in two electric bulbs.

	Observational			Non-Observational	Total
	Primitive	Interpretive	Operational		
M. Sch. (N=12)	15(47)	1(3)	8(25)	8(25)	32(52)
H. Sch. (N=15)	15(52)	8(28)	5(17)	1(3)	29(48)
Total (N=27)	30(49)	9(15)	13(21)	9(15)	61(100)

하는 학생들만을 관찰에 참여시켰고 실제의 관찰과제에서는 밝기가 같은 두 전구를 사용하였으므로 A가 더 밝은 것으로 관찰한 학생은 관찰이 선개념에 의하여 간섭받은 것이고 따라서, 간섭적 관찰로 분류하였다(표 9). 표 9에서와 같이 전체 27명중에서 간섭적 관찰은 13명 (48%)이었고 비간섭적 관찰은 14명 (52%)으로 비슷한 수준이었다. 그러나 학년별로 보면, 중학생의 경우 간섭적 관찰은 1명 (8%)에 불과한 반면, 고등학생의 경우는 12명 (80%)이 간섭적 관찰을 하여, 학년에 따라 관찰 유형이 현저히 다르게 나타났다.

꼬마전구의 밝기 관찰 과제에서는(표 10), 총 관찰 사례 수는 61개였으며, 중학생과 고등학생이 거의 비슷하였다. 관찰 유형별로 보면, 초보적 관찰이 30개 (49%)로 가장 많았다. 학년별 응답 특성을 보면, 고등학생의 경우에 해석적 관찰이 8개 (28%)로 중학생보다 많았고, 조작적 관찰은 중학생의 경우에 8개 (25%)로 고등학생보다 많았다.

중학생의 경우 초보적 관찰이 전체의 47%인 15개, 해석적 관찰 1개 3%이었으며, 비 관찰사례가 8개 25%로 나타나 비교적 높은 비율을 보였다. 고등학생의 경우 초보적 관찰이 전체의 52%인 15개로 가장

많았으며, 해석적 관찰이 28%인 8개, 조작적 관찰이 17%인 5개로 나타났으나 비 관찰은 3%인 1개의 사례만이 있었다.

4. 관찰 과제 특성과 관찰자의 학년에 따른 관찰 경향

지금까지 각각의 관찰과제별로 학생들의 학년에 따라 관찰유형이 어떻게 분포하는지 조사하였다. 각각의 경우 모두 초보적 관찰이 가장 많았다. 그러나 그 밖의 관찰유형에서는 일정한 경향성이 없었으며 과제에 따라 그리고 학년에 따라 관찰유형이 다르게 나타나는 것을 볼 수 있었다. 그러나 이들의 관찰을 종합적으로 분석하면, 두 가지 측면에서 의미 있는 경향성을 찾을 수 있다. 첫째는 과제별 특성에 따른 관찰유형의 경향성이고 두 번째는 학년에 따른 관찰유형의 경향성이다. 먼저 과제별 특성에 따른 경향성을 보면, 가장 많은 초보적 관찰을 보인 과제는 이중 전자로 87% 이었고 가장 적은 경우는 꼬마전구의 밝기 관찰 과제로 49% 이었다. 해석적 관찰의 경우는 이와 반대로 꼬마전구의 밝기 관찰과제가 15%로 가장 높았고 이중전자의 경우가 5%로 가장 낮았다. 조작적 관

찰의 경우는 꼬마전구의 밝기 관찰과제가 가장 높은 21%이었고 가장 낮은 경우는 이중진자의 경우로 4%로 나타났다. 이와 같은 결과는 관찰과제에 따라 각기 다른 유형의 관찰을 하게 된다는 것을 의미한다. 두 번째로 학년에 따라서도 관찰유형이 상당히 다르게 나타남을 볼 수 있었다. 예를 들면, 중학생의 경우 초보적 관찰은 모든 과제에서 가장 많은 빈도를 보였으나 그 밖의 과제에서는 과제에 따라 다른 관찰유형을 보였다. 즉, 이중진자와 자석 주위의 철가루 관찰 과제에서는 조작적 관찰을 전혀 보이지 않은 반면, 꼬마전구의 밝기 관찰과제에서는 전체관찰의 25%를 보였다. 고등학생의 경우도 이중진자와 자석 주위의 철가루 관찰 과제에서는 조작적 관찰을 전혀 보이지 않은 반면, 꼬마전구의 밝기 관찰과제에서는 전체관찰의 17%를 보였다. 꼬마전구의 밝기 관찰과제의 경우 중학생은 전체 관찰사례의 3%만이 해석적 관찰을 한 반면, 고등학생의 경우는 28%가 해석적 관찰이었다. 대학생의 경우는 중학생과 고등학생들의 경우 전혀 나타나지 않았던 이중진자와 자석 주위의 철가루 관찰 과제에서 조작적 관찰이 각각 10%와 18%로 나타났고 자석 주위의 철가루 관찰 과제의 해석적 관찰에서도 중학생과 고등학생보다 높게 나타났다. 특히, 꼬마전구의 밝기 관찰과제에서 간섭적 관찰과 비 간섭적 관찰의 경우 학년에 따라 차이가 현저한데 중학생의 경우 간섭적 관찰이 8%인 반면, 고등학생의 경우는 간섭적 관찰이 80%이었다.

이상과 같이 본 연구에서 고안된 분류 틀에 의하면, 학생들의 관찰은 관찰과제에 따라 그리고 학년에 따라 다른 유형의 관찰을 함을 볼 수 있었다.

V. 결론 및 논의

지금까지 우리는 관찰이라는 용어를 과학교육 연구에서 혹은 과학수업에서 일상적으로 사용하여 왔다. 그럼에도 불구하고 그 의미는 사용자에 따라 다양한 의미로 포괄적으로 사용되어왔다. 이는 관찰의 중요성과 다양성에도 불구하고 그 의미가 미분화된 상태로 사용되고 있었음을 뜻한다. 구체적인 상황의 제한 없이 관찰의 의미를 포괄적으로 사용하면, 부분적인 의

미상의 차이가 있다하여도 의사소통에는 큰 어려움이 없다. 그러나 관찰자, 관찰과제 등의 구체적인 상황이 제시되면, 포괄적이며 미분화된 관찰개념은 적절치 못하다. 과학교육에서 관찰의 의미를 알아보고 과학교육에 주는 함의를 확인하기 위해서는 좀 더 분석적이며 미시적인 관점에서의 연구가 필요하다. 본 연구에서는 이론적 연구와 학생들의 관찰진술문을 토대로 관찰의 본성을 파악하고, 학생의 관찰 행동을 범주화하고 분류할 수 있는 분류 틀을 개발하였다. 이를 촛불관찰 과제, 자석 주위의 철가루 관찰 과제, 이중진자 관찰 과제, 직렬로 연결된 2개의 꼬마전구의 밝기 관찰 과제에 적용하여 중학교, 고등학교 그리고 대학생들을 대상으로 학생의 관찰 행동을 분류해 보았다.

연구 결과, 관찰을 분류할 수 있는 3차원 분류 틀을 개발하였다. 즉, 초보적 관찰을 좌표의 원점으로 하고, 해석적 관찰, 간섭적 관찰, 조작적 관찰이 각각의 축 위에 놓이는 3차원 틀을 설정할 수 있었다. 이와 같은 분류 틀에 따라 학생들의 응답을 분류한 결과 첫째, 관찰로 볼 수 없는 사례들을 포함하여 학생들의 거의 모든 응답을 본 기준에 따라 분류할 수 있었다. 이는 본 분류 틀이 학생들의 관찰 진술문을 분석하는데 유용함을 보여준다. 둘째, 학생들의 응답유형은 각 과제별로 다르게 나타났다. 즉, 가장 많은 초보적 관찰을 보인 과제는 이중진자이었고 가장 적은 경우는 꼬마전구의 밝기 관찰과제이었다. 해석적 관찰의 경우는 이와 반대로 꼬마전구의 밝기 관찰과제가 가장 높았고 이중진자의 경우가 가장 낮았다. 조작적 관찰의 경우는 꼬마전구의 밝기 관찰과제가 가장 높고 가장 낮은 경우는 이중진자로 나타났다. 셋째, 학년에 따라서도 관찰유형이 상당히 다르게 나타남을 볼 수 있었다.

예를 들면, 중학생과 고등학생의 경우 이중진자와 자석 주위의 철가루 관찰 과제에서는 조작적 관찰을 전혀 보이지 않은 반면, 꼬마전구의 밝기 관찰과제에서는 상당한 비율의 조작적 관찰을 보였다. 대학생의 경우는 중학생과 고등학생들의 경우 전혀 나타나지 않았던 이중진자와 자석 주위의 철가루 관찰 과제에서 조작적 관찰이 각각 10%와 18%로 나타났고 자석 주위의 철가루 관찰 과제의 해석적 관찰에서도 중

적 요

학생과 고등학생보다 높게 나타났다. 특히, 꼬마전구의 밝기 관찰과제에서 중학생의 92%가 비 간접적 관찰을 보인 반면, 고등학생의 80%가 간접적 관찰이었다. 이와 같은 결과는 관찰과제의 특징이 관찰자의 관찰에 대한 태도, 일반적 지식, 성향, 선개념 특히 선개념의 견고성 혹은 학생들이 추측하는 과학교사의 기대 등과 관련되어 관찰이 이루어지는 것으로 보인다.

이상과 같은 연구 결과는 과학교육에 몇 가지 시사점을 주고 있다. 지금까지 우리가 일상적으로 사용하여 왔던 관찰이라는 용어의 의미를 과학교육에 적용할 때 좀 더 상세한 의미로 사용할 수 있을 것으로 기대된다. 즉, 과학수업에서 학생들에게 관찰활동을 시킬 때 어떤 관찰을 시킬 것인가에 따라 다양한 관찰을 지도할 수 있을 것이다. 최근의 구성주의 입장에서 보면, 자신이 알고 있는 만큼 관찰할 수 있다고 주장할 수 있으며, 이러한 주장은 관찰을 독립적으로 평가할 수 없다는 웰링톤(Wellington, 1988)의 주장과 상통한다. 그러나 이러한 주장은 관찰자의 지식, 개념 등을 지나치게 일반화한 면이 있다. 관찰자의 관찰 기술문은 모두 다 용어이며 지식이고 개념일 수 있다. 그러나 일반적인 관찰이 아니라 과학교육에서의 관찰이라면, 지식, 개념, 성향 등은 과학과 관련된 과학지식, 과학개념, 과학적 성향 등이 될 것이므로 위의 주장은 지나친 것으로 보인다. 실제로 과학수업에서 이루어지는 관찰은 관찰자의 의도대로 관찰할 수도 있으며, 자신의 선개념이나 지식과는 무관한 초보적 관찰도 있을 수 있다고 생각된다. 꼬마전구의 밝기 관찰과제의 예에서 본바와 같이 자신의 선개념에 따라 관찰을 하는 경우도 있으나 선개념과 다르게 객관적으로 관찰한 경우도 있었다.

과학교육에서 관찰은 매우 중요하게 취급되어왔고 많은 평가준거에 관찰이 포함되어 있다. 그러나 현행의 관찰의 의미는 너무 포괄적으로 보인다. 따라서 본 연구결과 같이 관찰의 유형을 좀 더 세분하여 나타낸다면, 과학학습은 물론 평가에서도 좀 더 상세한 지도와 평가가 이루어 질 것으로 기대된다. 또한 계속연구로 좀 더 다양한 대상과 과제에 대하여 연구함으로써 관찰의 분류들을 수정 보완할 필요성이 있다.

관찰은 과학자는 물론 과학교육자에게 매우 중요한 것으로 취급되어왔고 탐구수업에서도 중요하게 취급되어왔다. 그러나 이와 같은 중요성에도 불구하고 지금까지 그 의미가 미분화된 상태로 사용되어왔다. 본 연구에서는 이론적 연구와 학생들의 관찰기술문을 토대로 관찰의 본성을 파악하고, 학생의 관찰 행동을 범주화하고 분류할 수 있는 분류 틀을 개발하고자 하였다. 이를 위하여 촛불관찰 과제, 자석 주위의 철가루 관찰 과제, 이중진자 관찰 과제, 직렬로 연결된 2개의 꼬마전구의 밝기 관찰 과제에 적용하여 중학교, 고등학교 그리고 대학생들을 대상으로 학생의 관찰 행동을 분류해 보았다.

연구 결과, 초보적 관찰을 좌표의 원점으로 하고, 해석적 관찰, 간접적 관찰, 조작적 관찰이 각각의 축위에 놓이는 3차원 틀을 설정할 수 있었다. 이와 같은 분류 틀에 따라 학생들의 응답을 분류한 결과 첫째, 관찰로 볼 수 없는 사례들을 포함하여 학생들의 거의 모든 응답을 본 기준에 따라 분류할 수 있어 본 분류틀이 학생들의 관찰 기술문을 분석하는데 유용함을 볼 수 있었다. 둘째, 학생들의 응답유형은 각 과제별로 다르게 나타났다. 예를 들면, 가장 많은 초보적 관찰을 보인 과제는 이중 진자이었고 가장 적은 경우는 꼬마전구의 밝기 관찰과제이었다. 셋째, 학년에 따라라도 관찰유형이 상당히 다르게 나타남을 볼 수 있었다. 예를 들면, 중학생과 고등학생의 경우 이중진자와 자석 주위의 철가루 관찰 과제에서는 조작적 관찰을 전혀 보이지 않은 반면, 꼬마전구의 밝기 관찰과제에서는 상당한 비율의 조작적 관찰을 보였다. 또한 관찰로는 볼 수 없는 상당수의 사례가 있었다.

과학교육에서 관찰은 매우 중요하게 취급되어왔고 많은 평가준거에 관찰이 포함되어 있다. 그러나 현행의 관찰의 의미는 너무 포괄적으로 보인다. 따라서 본 연구결과 같이 관찰의 유형을 좀 더 세분하여 나타낸다면, 과학학습은 물론 평가에서도 좀 더 상세한 지도와 평가가 이루어 질 것으로 기대된다. 또한 계속연구로 좀 더 다양한 대상과 과제에 대하여 연구함으로써 관찰의 분류 틀을 수정 보완할 필요성이 있다.

참 고 문 헌

- 김영민(1991). 중학생의 전류 개념 변화에 미치는 체계적 비유 수업의 영향. 박사학위 논문, 서울대학교 대학원.
- 박효기(1987). 중학생들의 전기에 대한 개념 조사, 석사학위 논문, 서울대학교 대학원.
- 신일철, 신중섭(1986) 현대의 과학철학, 서광사
- Abercrombie, M.L.J. (1960). *The anatomy of judgement*. Harmondsworth, UK: Penguin Books Ltd.
- American Association for the Advancement of Science (1965). *Science - A process approach*. Washington, DC: Ginn and Co.
- Appleton, K. (1990). A learning model for science education: Deriving teaching strategies. *Research in Science Education*, 20, 1-10.
- Chadwick, B., & Barlow, S. (1994). *Science in perspective: Book 1*. Marrickville, Australia: Science Press.
- Cott, R., & Welford, G. (1987). The assessment of observation in science. *School Science Review*, 69, 217-227.
- Driver, R., Gott, R., Johnson, S., Worsley, C. and Wylie, F.(1982) *Science in Schools. Age 15: Report No 1*. London: HMSO.
- Driver, R., & Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, 67, 443-456.
- Driver, R. (1983). *The pupil as scientist?*. The Open University Press.
- Gauld, C.(1989). A study of pupils' responses to empirical evidence. In: Millar, R.(ed.), *Doing science: images of science in science education*, The Falmer Press.
- Hanson, N.R. (1961). *Patterns of discovery: An inquiry into the conceptual foundations of science*. Cambridge.
- Haslem, F., & Gunstone, R. (1997, July). *Ideas about observation held by science educators*. Paper presented at the Annual Conference of the Australasian Science Education Research Association, Adelaide, Australia.
- Heath, T. (1980). Observation, perception and education. *European Journal of Science Education*, 2(2), 155-160.
- Hodson, D. (1986). The nature of scientific observation. *School Science Review*, 68, 17-29.
- Klopfer, L. (1990). Learning scientific inquiry in the students laboratory. In, E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum* (pp.101).
- Malcolm, C. (1987). *The science framework P-10: Science for every child*. Melbourne, Australia: Ministry of Education.
- Martin, M.(1972) *Concepts of science education*. Scott, Foresman and Company.
- Martin, M. (1972). *Concepts of science education: A philosophical analysis-keystones of education series*. London: Scott, Foresman and Company.
- Millar, R. (1991). A means to an end: the role of processes in science education. In, B.E. Woolnough (Ed.), *Practical science: The role and reality of practical work in school science* (pp.47-48). Buckingham: Open University Press.
- Russell, A., Black, P., Bell., & Daniels, S. (1993). *Assessment matters: No. 8 - Observation in school science*. Her Majesty's Stationery Office, London: School Examinations and Assessment Council.
- Wellington, J. (1988). Skills and processes in science education. In: Wellington, J.(ed.) *Skills and processes in science education*. London: Rutledge.