

과학교육에서 제시하는 과학적 관찰의 의미와 과정에 대한 분석

변정호 · 이준기 · 권용주*

한국교원대학교

An Analysis of Meanings and Processes about Scientific Observation in the Science Education

Jung-Ho Byeon · Jun-Ki Lee · Yong-Ju Kwon*

Korea National University of Education

Abstract: The purpose of this study is to investigate the meaning and process of scientific observation. Hence, this study reviewed and discussed meanings and process of scientific observation described in philosophy, the philosophy of science and science education. Major researches on scientific observation are focused on a characteristic and type of scientific observation behavior. These research can suggest what is the characteristic of observation facts generated by observer. But it cannot show what is the meaning and process of scientific observation, it should be provide to students. According to the result in this study, scientific observation is affected by observer's subjective factors, such as experience, background knowledge, interpretation(not inference) and observation skill. All factor are integrated as an intellectual framework, and it is able to be changed by the observed facts. On the other hand, inference is excluded on scientific observation, but it have constantly affect on intellectual framework through feedback. This study on scientific observation provides a scaffold in various activities of scientific observation to be provided to students.

Key words: Meaning of scientific observation, process of scientific observation, science education, intellectual framework, inference

I. 서론

과학적 관찰과 관련된 많은 연구들에서 과학적 관찰은 과학에 있어 기본적 활동이기 때문에 그 중요성이 인식되어야 한다고 제시되어 왔다(권용주 등, 2005; 김도욱, 1996; 김영신 등, 2006; 김정길과 김해경, 1991; 박종원과 김익균, 1999; 송판섭과 한광래, 1995; 이혜원 등, 2005; Brickhouse, 1994; Driver *et al.*, 1982; Heath, 1980; Hungerford, 1969; Kitchener, 1999; Lederman, 1992; Norris, 1987; Segal, 1966). 또한, 과학적 관찰은 과학탐구와 과학적 지식생성과정을 구성하는 다른 단계에도 영향을 미칠 수 있기 때문에 중요시되고 있다(권용주 등, 2003; 박종원과 김익균, 1999; Tomkins & Tunnicliffe, 2001). 뿐만 아니라 과학적 관찰은 7차 교육과정(이봉우 등, 2007)과 외국의 교육과정(이봉우와 김희경, 2007) 및 개정 교육과정에서 기초탐구

의 영역으로 고르게 제시됨으로써 과학교육 현장에도 과학적 관찰의 중요성이 반영되고 있다고 할 수 있다.

과학적 관찰은 오감을 통해 사물이나 현상에 대한 모든 정보를 수집하는 활동이라고 정의된다(권용주 등, 2005; 김도욱, 1996; 김정길과 김해경, 1991; 박종원과 김익균, 1999; 송판섭과 한광래, 1995). 이러한 정의를 바탕으로 과학적 관찰에 대한 연구들은 관찰의 특성과 유형을 세부적으로 밝히기 위해 노력해왔다(권용주 등, 2005; 박명희 등, 2005; 박종원과 김익균, 1999; 송판섭과 한광래, 1995; 신동훈 등, 2006).

과학적 관찰의 특성과 유형에 대한 연구들을 종합해보면, 과학적 관찰 연구에 사용된 과제와 관찰자 집단의 특성에 따라 매우 다양한 결과가 나타난다는 것을 보여준다. 또한, 관찰자의 관찰행동과 그 결과물인 관찰사실을 바탕으로 관찰의 특성과 유형들을 제시하고 있다. 그러나 이러한 연구들은 관찰자에 의해 생성

*교신저자: 권용주(kwonj@knue.ac.kr)

**2009.05.01(접수) 2009.06.21(1심통과) 2009.07.02(최종통과)

***이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. C00901-I02528).

된 관찰사실에 집중되어 있기 때문에 특정 관찰 상황에서 관찰행동에 대한 해답을 제공해 줄 수 있지만, 과학적 관찰의 의미와 과정이 무엇이며, 관찰행동에 영향을 미치는 요소에 대해 명확한 해답을 제시하는데 한계를 지니고 있다.

박종원과 김익균(1999)은 특정 과제에 대해 집단을 달리하며 관찰자에 의해 생성된 과학적 관찰의 특성과 유형에 대한 연구들에서 학년이 증가함에 따라 생성된 관찰사실의 수가 변화하고, 조작적 관찰, 해석적 관찰, 간접적 관찰이 증가한다는 사실을 제시하고 있다. 그러나 관찰자의 학습 경험이 증가함에 따라 관찰의 유형이 변화하는 원인에 대해 명확하게 설명하지 못하고 있다. 또한, 일부 연구들에서는 다양한 관찰사실을 생성하는 것이 그렇지 못한 것에 비해 관찰능력의 평가에 있어 중요하다고 제시하였다.(권용주 등, 2007; 한광래, 2003) 그러나 동적대상에 대한 지속적 관찰의 연구 중 속성식물(fast plant)을 이용한 연구에서는 관찰사실의 수에 대한 양적인 변화가 없었다(김영신 등, 2006). 또한, 염전새우(brine shrimp)를 이용한 지속적 관찰의 연구(Tomkins & Tunnicliffe, 2001)에서는 시간이 경과함에 따라 관찰사실의 수가 감소하거나, 관찰의 유형이 변화하였다. 특히 이 연구 결과에서는 관찰자가 단순한 관찰사실을 다양하게 생성하지만, 시간이 경과함에 따라 초기에 비해 정교한 소수의 관찰사실만을 생성한다는 것을 알 수 있다. 또한, 박명희 등(2005)은 관찰이 지속됨에 따라 단순관찰에서 조작관찰로, 정성관찰에서 정량관찰로, 무비교 관찰에서 비교관찰로 관찰의 유형이 변화한다고 하였다. 결국 과학적 관찰의 평가에서 관찰 사실의 다양성이 가장 중요한 요소라고 단정하기 어렵다는 것을 말해준다.

과학적 관찰에 대한 다양한 연구결과들은 관찰의 특성과 유형에 대해 많은 정보와 이해를 제공하고 있으나, 여러 가지 제한점들을 함께 지니고 있다. 이것은 과학적 관찰에 대한 연구들이 관찰행동과 그에 의해 생성된 관찰사실에 집중되어 있으며, 과학적 관찰에 대한 의미와 관찰자가 지닌 인지구조가 관찰에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 연구는 미비하기 때문일 것이다. 학습자에게 효율적으로 과학적 관찰을 제시하기 위해서는 과학적 관찰의 특성과 유형뿐만 아니라, 과학적 관찰의 의미와 관찰자가 지닌 인지구조에 대한 연구가 필요하다. 그러므로 이 연구에서는 다

양하고 체계적으로 수행된 이전의 연구들을 바탕으로 과학적 관찰의 의미와 과정을 알아보기 위해 철학에서 말하는 일반적인 관찰과 과학철학에서 제시하는 과학적 관찰에 대해 살펴보고, 과학교육에서 추구해야 하는 과학적 관찰의 의미와 과정에 대해 논의할 것이다.

II. 철학에서 제시하는 관찰

일부 철학분야에서 관찰(observation)은 정량화의 개념인 관측(觀測)에 한정되어 사용되고 있다(Runes, 1984). 그러나 과학적 관찰은 정량화의 개념만을 지닌다고 볼 수 없으므로, 관측이라는 제한된 의미뿐만 아니라, 대상인식과 관련된 감각(sensation) 및 지각(perception)을 연구 대상에 포함하였다.

철학에서는 외부 대상에 대한 정보를 받아들이고 이를 인식하는 일련의 활동을 감각과 지각으로써 제시하고 있다. 그러나 감각과 지각에 대한 정의는 철학자에 따라 의견을 달리하고 있으며, 근래에는 심리학 연구 결과와 통합된 이론들도 제시되고 있다(Reese, 1980).

감각과 지각에 대해 이들을 구분 할 수 없다는 관점에서 Empedocles는 외부 대상의 정보를 내적으로 받아들이는 것을 지각이라 하였으며, Anaxagoras는 지각을 물질 대상들의 비교라고 주장하였다. 또한, Democritus는 대상에서 감각기관으로 끊임없이 제공되는 이미지를 받아들이는 것이 지각이라고 하였다(Runes, 1984).

반면, 감각과 지각을 구별해야 한다는 관점에서 감각은 개인적 감각정보의 인식을 의미하며, 지각은 물질 대상의 인식이라고 정의된다. 또한, 감각은 직접적 과정이지만, 지각은 감각정보를 받아들이는 감각기관에 영향을 줄 수 있는 간접적인 과정으로 말해진다. 즉, 감각은 개인적인 느낌과 직접적인 감각정보의 수용에 해당하며, 지각은 감각을 포함하는 대상 인식의 과정이라고 할 수 있다.(Runes, 1984)

이와 관련하여 Aristotle는 단순히 정보를 받아들이는 것뿐만 아니라, 감각과 사고의 연결성에 주목하여 감각기관은 대상의 이미지를 전달하고, 사고는 이미지를 인식하는 과정이라고 하였다. 이후 Descartes와 Spinoza는 이원론적인 관점에서 지각을 감각적 이해보다는 지적인 과정으로 설명하였다(Runes,

1984). 17세기에 이르러 경험주의와 함께 Locke는 지각에 대해 빈 서판에 기록되는 경험으로써 인과성이론을 주장하였으며, 관념론의 집대성자인 Kant는 지각을 감각과 함께 동반되는 인지활동으로 정의하였다. 근대에 접어들어, 소박한 실재론자들은 지각이란 외부 계에 존재하는 감각을 경험하는 것으로 정의하였으며, 비판적 실재론자들은 지각의 해석, 감각정보와 지각의 행동을 구성하는 요소에 대해 논의 하였다(Edwards, 1978).

이후 분석철학은 지각에 대한 감각정보 이론과 인과성 이론을 제시하였다. 감각정보 이론은 대상을 나타내는 특성에 해당하는 감각정보를 간접적으로 받아들여 해석하는 것을 지각이라고 하였다. 반면, 인과적 분석이론에서는 대상에서 기인한 감각을 인과관계의 구조에 따라 추론하는 것이 지각이라고 주장하였다. 그러나 감각정보 이론은 감각정보의 복잡성과 감각에 대한 해석 때문에 비판의 대상이 되었으며, 인과성 이론은 추론이라는 사고의 개입을 인정하므로 비판의 대상이 되었다. 이러한 비판은 일반적인 철학에서는 지각에 해석이 관여하지 않으며, 분석적이지 않은 활동으로 여기고 있기 때문이었다(Edwards, 1978). 그러나 프랑스의 철학자 Merleau-Ponty는 지각의 현상학적 분석을 주장하였으며, 이를 통해 지각이 지니고 있는 주관성의 가능성을 언급하였다. 또한, 지각은 감각과 사고의 연결고리를 제공한다고도 주장하였다(Reese, 1980).

철학에서 관찰의 일반적 의미 범위는 감각정보의 수용, 감각정보의 인식, 해석이나 추론의 관여에 대한 인정, 주관성의 인정으로 범주화할 수 있다. 이를 철

학적 입장에 따라 구분하면, Table 1과 같이 나타낼 수 있다.

그리스의 고대철학을 포함하는 자연철학은 감각의 수용을 관찰로 보았으나, 형이상학은 이원론적 입장에서 감각의 수용과 그 이상의 지적과정이 관여한다고 하였다. 경험주의는 자연철학의 주장에 감각정보의 인식이라는 과정을 추가하고 있으며, 관념론은 형이상학의 입장에서 더 나아가 개인의 주관성을 부분적으로 인정하고 있다. 실재론은 다양한 관점에 따라 입장을 달리하나 대체적으로 경험주의와 유사하게 지각을 개념화 하고 있다. 마지막으로 분석철학은 심리학적 기재를 도입함으로써 경험주의적 주장과 관념론적 주장을 통합적으로 확장하고 있다고 할 수 있다. 결국, 철학에서 의미하는 관찰이란 감각의 수용과 감각정보의 인식을 통한 대상인식을 의미하며, 주관성을 부분적으로 인정하지만 추론을 인정하지는 않는다. 추론은 형이상학과 분석철학에서 부분적으로만 인정되고 있으며, 관념론과 분석철학에서 주관성을 인정하고 있으나 주관성의 인정이 추론으로 연결된다고 보기는 어렵다. 특히, 철학분야에서 내적 사고와 외적 정보를 수용하는 활동의 연계성에 대한 논의가 완성되지 못하였고, 일반적으로 관찰은 정보수용 이상의 과정을 포함하기 어렵다고 보는 관점 때문에 추론을 인정한다고 보기 어렵다.

지금까지의 논의를 종합해보면, 철학에서 제시하는 관찰의 의미는 감각정보의 수용과 인식이 이루어지는 지각을 통해 대상을 인식하는 활동이라고 할 수 있으며, 외부에서 기인한 감각정보는 지각에 의해 대상인식으로 이어진 후 다음 과정이 이루어진다고 할 수 있

Table 1
The meanings of observation written in philosophical literatures

Schools	Meaning	Sensory data Receiving	Sensory data Recognition	Including Inference	Subjectivity Approval
Natural Philosophy		○			
Metaphysics		○	○	△	
Empiricism		○	○		
Idealism		○	○		○
Realism		○	○		
Analytic philosophy		○	○	△	○

note : ○(approval), △(partially approval)

다. 이를 도식화하면, Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다.

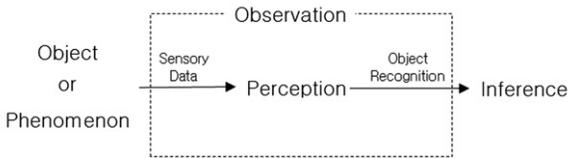


Fig. 1 The process of observation in philosophy

Ⅲ. 과학철학에서 제시하는 과학적 관찰

과학철학은 일반적인 철학에서 주장하는 다양한 의견들을 수용하고 과학적 맥락에서 해석하여 적용하고 있다. 과학철학에서는 연구자들의 관점에 따라 다양하게 과학적 관찰을 정의하고 있으나, 감각 정보의 수용과 인식이 과학적 관찰에 포함 된다는 사실에는 동의하고 있다(Hanson, 1961; Kitchener, 1999; Norris, 1987; Segal, 1966). 특히, 과학철학에서는 경험주의적 관점과 실재론적 관점 중 감각정보의 수용과 인식을 받아들이고 있으며, 인식론적 관점과 분석철학적 관점의 일부를 수용하여 감각정보에 대한 주관적 해석의 가능성인 관찰의 이론 의존성(theory-laden)에 대해서도 인정하고 있다. 그러나 관찰과 추론의 관계 그리고 주관적 요소와 관련된 이론 의존성에 대해서는 연구자들 마다 의견을 달리하고 있다.

과학의 맥락에서 과학철학자들은 동일한 대상을 관찰하여도 관찰자 마다 동일한 대상을 인식하지 못하는 경우를 제시함으로써 감각정보 인식에 영향을 미치는 개인적 인지구조가 존재하며, 이것을 지적 해석틀(intellectual interpretative framework) 또는 이론(theory)이라고 제시하였다(Hanson, 1961).

과학적 관찰은 감각기관을 통한 지각활동으로 구성되지만, 인간의 감각기관이 항상 필수적이거나 절대적이라고 볼 수는 없다. 관찰을 위한 도구가 개발되기 이전에는 감각기관 의존성이 절대적이었으나, 현대 과학에서 행해지는 많은 관찰은 감각기관의 능력에 의존하기 보다는 오히려 관찰도구의 능력에 더 큰 의존성을 보이기 때문이다(Norris, 1987).

관찰 도구는 인간의 오감으로 관찰할 수 없는 현상 혹은 대상을 관찰 가능한 것으로 전환하여 우리에게

제시한다(Kitchener, 1999; Norris, 1987). 이것은 고전적 실재론의 주장을 맹목적으로 따를 수 없다는 반증이기도 하며, 경험주의에서 말하는 경험의 확장이라고도 할 수 있다. 또한, 분석철학에서 제시하는 간접적 관찰을 수용한다는 의미에 해당한다. 즉, 과학적 관찰은 항상 직접적인 것은 아니며, 간접적인 관찰도 과학적 관찰에 포함 시킬 수 있는 것이다. 간접적 관찰을 과학적 관찰의 한 구성요소로 볼 수 있다는 것은 감각정보의 수용과 인식인 직접적인 관찰과 달리, 관찰에 영향을 줄 수 있는 주관적 요소인 이론 의존성을 인정할 수 있다는 의미이다. 인간의 감각기관에 의존한 직접적 관찰은 관찰에 영향을 미치는 이론이 최소화된 것을 의미하며, 간접적 관찰은 직접적 관찰에 비해 이론이 더 많은 영향을 미치고 있기 때문이다(Kitchener, 1999).

과학철학에서 제시하는 이론 의존성은 결국 개인의 주관적 요소인 인지구조와 관련된다고 볼 수 있다. 즉, 과학적 관찰에 관찰자의 인지구조가 영향을 주며 이러한 인지구조를 형성하는 다양한 요소들을 이론 혹은 지적 해석틀이라고 할 수 있게 된다. 그러나 관찰자의 인지구조는 경험의 획득으로 인해 형성되는 것이며, 추론이라는 활동에 의해 형성되는 것이다(정진수, 2006; Ausubel *et al.*, 1978; Kwon *et al.*, 2006; Novak & Musonda, 1991). 결국 과학적 관찰에 영향을 미치는 이론 혹은 지적 해석틀에 대해 논의하기 위해서는 관찰행동에 추론이 영향을 미치는지에 대한 논의가 선행되어야 할 것이다. 과학철학에서의 논의는 과학적 관찰에 대한 추론의 영향을 인정하는 관점과 인정하지 않는 관점으로 크게 구분해 볼 수 있다.

Hanson(1961)은 과학적 관찰에 대해 단순히 보는 것 이상의 경험이며, 동일한 대상을 관찰하더라도 다르게 표현하는 경우를 제시하며 이론에 의해 관찰 대상은 다르게 해석될 수 있다는 것을 제시하였다. 그러나 이때의 해석은 일반적인 추론의 의미로 사용되는 해석이 아닌, 즉각적이고 순간적인 해석에 해당하는 것이라고 하였다. 즉, 관찰에 영향을 미치는 이론과 해석은 관찰행위에 포함되어 있는 것이지 신중한 사고의 과정인 추론에 해당하지는 않는 것이라고 제시하였다. Russell(1965) 역시 지각은 즉각적으로 일어나며, 지각된 것으로부터 물질 대상을 추론하는 것은 부정확하다고 함으로써 추론은 지각에 포함되기 어렵

다고 하였다.

Segal(1966)은 관찰의 행위에 이론이 지속적으로 영향을 미치므로 이론을 순수한 지각과 분리시킬 수 없다고 주장하였다. 또한, 관찰자의 주관적 요소인 이론을 관찰행위에서 분리할 수 없다고 주장하였으나, 이에 대해 Nagel(1971)은 논리실증주의적인 관점에서 관찰과 이론의 융합을 비판하였다. 즉, 이론에 의한 해석이라는 것은 감각정보에 의존할 수밖에 없는 것이기 때문에 관찰과 이론의 구별이 가능하다는 것이다. 또한, 현상 의존적인 관찰은 이론 의존적이기 보다는 이론 중립적이며, 현상 의존적이지 않은 관찰은 감각기관에 의해 즉각적으로 형성되는 것 이상의 것이라고 하였다.

위와 같은 연구자들은 과학적 관찰에 영향을 미치는 주관적 요소인 이론과 경험의 존재에 대해 인정하였으나, 관찰자의 추론이라는 사고과정이 관찰에 융합되거나 영향을 미치는 것은 아니라고 보았다. 반면, Norris(1987)는 과학적 관찰이 면밀한 계획, 정보수집, 해석, 관찰결과의 보고를 포함하는 복잡한 정신활동이기 때문에 관찰과 추론을 명확하게 구분할 수 없다고 제시하였다. 그러므로 이론이나 추론이 개입할 필요성이 없는 관찰을 제외하면, 관찰과 추론의 구분은 맥락에 따라 파악되어야 한다고 하였다. 그러나 과학철학에서 말하는 관찰자의 주관적 요소(이론 혹은 지적 해석들)라는 것은 관찰행동에 영향을 미칠 수 있지만, 이론의 범주가 어디까지인지에 대해서는 명확하게 제시하지 못하고 있다. 이론의 범주에 대해 Kitchener(1999)는 이론이란 경험과 경험의 해석을 포함하는 매우 포괄적인 것이라고 제시하였다. 그러나 이론이 항상 절대적으로 존재하는 것은 아니며, 관

찰의 상황에 따라 영향을 미치는 정도의 차이는 있을 수 있다고 하였다. 또한, 관찰에 영향을 미치는 이론은 관찰자의 사전 인지경험과 지식을 의미하기 때문에 미경험의 관찰은 이전의 경험을 통해 이해하도록 하는 해석의 상황에 놓이게 된다고 주장함으로써 이론의 가변성과 이론에서 독립적인 관찰의 존재에 대해서도 제시하고 있다.

이상에서 살펴본 것과 같이, 과학철학자들이 주장하는 과학적 관찰에 영향을 미치는 관찰자의 이론이나 지적 해석들을 구성하는 요소는 관찰자의 경험, 추론이 아닌 해석, 추론의 포함여부로서 Table 2와 같이 범주화 할 수 있다.

과학철학에서 제시하는 과학적 관찰은 관찰행동을 통해 획득한 대상 또는 현상에 대한 정보가 관찰자의 경험과 해석으로 구성된 관찰자의 지적 해석들인 이론의 영향을 받아 관찰사실이 생성되는 활동이며, 관찰자의 지적 해석들은 관찰행동에도 영향을 미친다. 또한, 추론과 관찰의 구분을 맥락에 따라 파악하여야 한다는 주장이 존재하지만, 관찰에서 나타나는 해석은 추론의 과정이라고 볼 수는 없기 때문에 추론은 과학적 관찰에 포함되지 않는다고 보아야 할 것이다.

과학철학의 연구결과들을 통해 과학적 관찰의 과정을 살펴보면, 관찰행동에 영향을 미치는 주관적 요소(이론 혹은 지적 해석들)들이 존재하며, 이런 요소들에 의해 대상이나 현상에 대한 정보가 관찰사실로 생성되는 과정을 거친다. 이때 추론은 관찰에 영향을 미치지 않으며, 관찰과 분리된 것으로 관찰 이후의 과정이라고 볼 수 있다. 이와 같은 과학적 관찰의 과정을 도식화하면, Fig. 2와 같이 나타낼 수 있다.

Table 2
The factors of observer's theory to affect scientific observation

Scholars	Factors	Experience	Interpretation (not inference)	Including Inference
Hanson(1961)		○	○	
Russell(1965)		○	○	
Segal(1966)			○	
Nagel(1971)		○		
Norris(1987)			○	○
Kitchener(1999)		○	○	

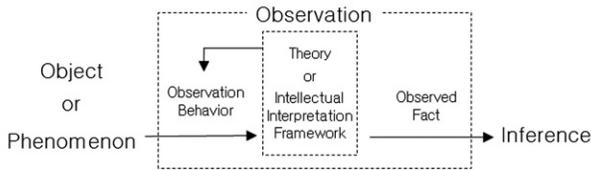


Fig. 2 The process of scientific observation in the philosophy of science

IV. 과학교육에서 제시하는 과학적 관찰

과학교육은 과학철학에서 주장하는 과학적 관찰에 관련된 기본적인 관점들을 수용하고 있다. 특히 과학적 관찰이 감각정보 수용 이상의 활동이라는 것에 대부분의 과학교육 연구자들은 동의하고 있으며, 관찰의 이론 의존성(theory-laden) 역시 받아들이고 있다(권용주 등, 2006; 박재호 등, 1989; 박종원과 김익균, 1999; Brickhouse, 1994; Driver *et al.*, 1982; Heath, 1980; Martin, 1985; Tomkins & Tunnicliffe, 2001). 그러나 관찰에 영향을 미치는 주관적 요소인 이론이나 지적 해석의 틀을 구성하는 요소와 추론의 영향에 대해서는 연구자들마다 입장을 달리하고 있다.

과학적 관찰에 영향을 미치는 주관적 요소로는 경험, 선행 학습과 관찰기술(Heath, 1980), 배경정보와 관찰자의 훈련(Martin, 1985)이 일반적으로 제시되고 있다.

관찰자의 경험과 배경지식은 관찰자가 이전에 획득한 정보의 총체를 구성하며, 감각정보에 대한 해석 차이로 인해 관찰결과가 달라질 수 있다(Brickhouse, 1994; Driver *et al.*, 1982; Heath, 1980; Tomkins & Tunnicliffe, 2001). 이때, 과학적 관찰에 영향을 미치는 해석은 추론이 개입되지 않으며 관찰행위에 포함된 것을 의미한다(Brickhouse, 1994; Driver *et al.*, 1982; Heath, 1980; Tomkins & Tunnicliffe, 2001). 뿐만 아니라 관찰에 영향을 미치는 요소는 관찰의 훈련을 통해 변할 수도 있는 것이다(Brickhouse, 1994; Driver *et al.*, 1982; Heath, 1980; Martin, 1985). 특히, 겨울눈과 조류에 대한 연구에서 관찰기술을 훈련할 경우 다른 대상에도 관찰기술이 전이될 수 있으며, 이러한 전이는 개인적인 차이를 지닐 수 있는 것이라고 하였다(Tomera, 1974).

과학적 관찰에서 관찰 대상이나 현상에 대한 배경 지식과 경험, 그리고 관찰자의 관찰기술 및 추론이 아닌 해석에 의해 개인적인 관찰행동 및 관찰사실의 차이가 나타날 수 있게 된다. 그러므로 개인적 차이를 유발하는 이러한 요소들이 관찰의 주관적 요소를 구성한다고 볼 수 있을 것이다.

과학적 관찰과 추론의 관련성에 대해 Heath(1980)는 관찰이 해석 또는 가치판단에 의해 왜곡될 수 있기 때문에 관찰에 대한 해석과 해석에 대한 가치판단은 관찰과 구분되어야 하며, 이중 해석에 대한 가치판단은 관찰에서 분리되어야 한다고 하였다. Martin (1985) 역시 관찰을 비인지적관찰과 1차 및 2차 인지적 관찰로 구분하였고 2차 인지적 관찰에서는 추론에 해당하지 않는 해석의 영향이 주로 나타난다고 제시하였다.

과학적 관찰에 영향을 미치는 주관적 요소들에 대해 Driver *et al.* (1982)는 동일한 대상을 관찰하더라도 다른 관찰결과를 표현하는 이유가 경험과 연습을 통해 획득한 지적틀(intellectual framework)이 다르기 때문이라고 제시하였다. 결국, 과학적 관찰에 영향을 미치는 주관적 요소들인 경험, 배경지식, 추론이 아닌 해석, 관찰기술은 관찰자의 관찰활동을 통해 획득되며, 지적틀이라는 인지구조로 통합된다고 말할 수 있을 것이다.

과학교육에서는 과학적 관찰이 수동적인 감각정보의 수용과정은 아니며, 관찰에 영향을 미치는 주관적 요소들의 영향을 통해 개인적 차이가 나타날 수 있다고 본다. Table 3에 제시되어 있는 관찰자의 주관적 요소들은 관찰자의 경험과 훈련을 통해 획득될 수 있는 것이며, 통합적으로 과학적 관찰에 영향을 미칠 수 있는 것이다.

배경지식과 경험이 어떻게 과학적 관찰에 영향을 미치는가와 관련하여 동적 대상인 염전새우(brine shrimp)를 이용한 지속적인 관찰과제 연구(Tomkins & Tunnicliffe, 2001)를 살펴보면, 학습자의 관찰은 학교에서 배운 정보와 경험의 해석에 의해 관찰사실의 다양성이 변화될 수 있다고 제시한다. 뿐만 아니라, 이들의 연구결과에서 미경험 대상에 대한 관찰을 통해 생성된 관찰사실의 다양성은 경험이 누적되면서 부분적으로 감소하는 반면, 관찰사실의 정교성은 증가되었다는 것을 알 수 있다. 이런 결과는 지속적인 관찰을 통해 생성된 관찰사실이 관찰자의 지적틀을

Table 3
The scope of subjective factor to affect scientific observation

Scholars	Factors	Experience	Background Knowledge	Interpretation (not inference)	Observation skill
Heath(1980)		○	○	○	○
Driver(1982)		○		○	○
Martin(1985)			○		○
Brickhouse(1994)		○	○	○	○
Tomkins & Tunnicliffe(2001)		○	○	○	

형성하는데 기여하기 때문이라고 생각해 볼 수 있다. 즉, 관찰자의 지적틀은 고정된 것이 아니라 관찰사실의 영향으로 인해 계속적으로 변화될 수 있는 가능성을 지니고 있는 것이다.

추론은 과학적 관찰에 포함되지 않는다고 할 수 있지만, 앞서 제시된 연구결과들을 종합해보면 추론이 과학적 관찰에 특정 영향을 미칠 수 있다는 것을 알 수 있다. 정진수(2006)는 관찰귀추모형(OAM : Observing Abduction Model)에서 관찰자가 경험상황으로부터 경험현상을 표상하여 의문상황에 적용하는 과정을 거친다고 하였다. 추론이 과학적 관찰에 어떻게 영향을 미치는지에 대해 관찰귀추모형을 적용해보면, 관찰사실에 대한 추론결과가 불확실하거나, 정보가 부족하여 추론이 수행될 수 없다면 관찰자의 지적틀은 이전의 경험상황에 머물게 되어 변형되지 않을 수도 있을 것이다. 그러나 관찰사실이 정보가 충분하거나, 경험상황과의 유사성에 따라 추론에 의해 지적틀이 영향을 받게 되고, 변화된 지적틀은 다음 관찰에 영향을 주게 될 것이다. 즉, 관찰행동에 의해 얻어진 대상이나 현상의 정보는 지적틀에 의해 평가되어 관찰사실을 생성하거나, 부족한 정보를 극복하기 위해 다른 형태의 관찰행동을 유발할 수 있을 것이다. 이러한 가정은 박명희 등(2005)과 Tomkins & Tunnicliffe (2001)의 연구결과에서 동일 대상에 대한 지속적 관찰에서 관찰의 유형이 변화한다는 결과와 일치하는 것이며, 단순관찰결과에 대한 추측이 조작적관찰을 유발한다는 연구결과(박명희 등, 2005)와도 일치한다. 또한, 박종원과 김익균(1999)의 연구에서 나타났던 학년의 증가에 따라 해석적, 간섭적, 조작적 관찰이 증가하는 결과를 설명하는데 적용될 수도 있을 것이다.

이상의 논의를 종합해보면, 관찰을 통해 생성된 관찰사실은 경험이나 배경지식 또는 해석 방식으로써 관찰자의 지적틀을 구성하는 요소로 작용한다고 볼 수 있다. 또한, 관찰자에 의해 생성된 관찰사실은 추론에 의해 변환되어 다시 관찰자의 지적틀을 형성하는 요소로 작용하여 관찰행동에 영향을 미칠 수 있는 관찰의 과정을 Fig. 3과 같이 가정해 볼 수 있다.

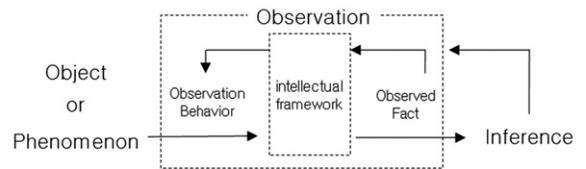


Fig. 3 The process of scientific observation in science education

V. 결론 및 교육적 시사점

과학교육에서 학습자에게 제시되어야 하는 과학적 관찰의 의미와 과정을 파악하기 위해 철학, 과학철학, 과학교육의 다양한 연구 결과들을 살펴보았다. 과학적 관찰이란 대상으로부터 얻을 수 있는 감각정보를 수용하여 관찰자의 주관적 요소로 구성된 지적틀을 통해 정보를 인식하는 활동이라고 할 수 있다. 또한, 관찰행동을 통해 인식된 정보는 관찰자의 인지구조에 존재하는 지적틀을 통해 관찰사실로 생성되어 추론과 독립적으로 지적틀에 영향을 미치거나, 추론에 의해 변환되어 지적틀에 영향을 주게 된다. 결국, 관찰자의 지적틀은 과학적 관찰에 의해 계속적으로 변화됨으로써, 이후에 수행되는 관찰행동과 관찰사실 생성에 영

향을 주는 것이라고 할 수 있다.

이 연구에서 제시하는 과학적 관찰의 의미와 과정은 과학적 관찰의 유형에 대한 연구들(권용주 등, 2005; 박명희 등, 2005; 박종원과 김익균, 1999; 송판섭과 한광래, 1995; 신동훈 등, 2006)에서 관찰의 유형이 관찰자와 관찰대상에 의해 달라질 수 있다는 것을 뒷받침하기도 하며, 학습자에게 제공되어야 하는 과학적 관찰활동에 대해 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

학습자가 지닌 지적들은 학습자의 경험, 선행학습, 해석, 관찰기술과 같은 요소들의 영향으로 지속적인 변화를 겪는 것이기 때문에, 동일한 대상을 관찰하더라도 학습자에 따라 서로 다른 관찰사실을 생성하게 된다. 그러므로 관찰행동을 통해 학습자가 생성한 관찰사실은 객관성을 지닐 수도 있으며, 그렇지 못할 수도 있다. 관찰사실의 객관성은 학습자의 지적들에 기인한다고 볼 수 있기 때문에, 학습자에게 제공되어야 하는 관찰활동은 학습자의 지적들이 객관적 관찰사실을 생성할 수 있도록 구성되어야 한다. 이를 위해서는 학습자가 스스로 생성한 관찰사실이 객관적인지에 대해 평가해볼 수 있는 기회가 관찰활동 이후에 제시되어야만 한다. 학습자가 스스로 관찰사실에 대해 평가해 볼 수 있는 기회를 제공받지 못한다면, 지적들의 변화를 기대하기 어려울 것이다.

과학적 관찰을 통해 생성된 관찰사실은 추론에 의해 변환되어 관찰자의 지적들에 영향을 미치게 됨으로써 다음 관찰행동을 변화 시킬 수 있다. 그러므로 추론과 연계되어 구성된 관찰활동은 그렇지 못한 것에 비해 다양한 유형의 관찰행동을 유발할 수 있으며, 학습자 스스로도 관찰과 추론을 구분할 수 있는 기회를 얻게 된다. 학습자가 생성한 관찰사실의 다양성 평가는 관찰사실의 수가 아닌 다양한 유형에 대한 평가이다. 결국 학습자에게 제공되어야 하는 관찰활동이 추론과 연계되어 있을 때 학습자에 의해 생성되는 관찰사실의 유형이 더욱 다양해질 수 있으며, 관찰사실의 수에 대한 평가가 아닌 다양성에 대한 평가가 가능해질 수 있을 것이다.

추론과 연계된 관찰활동과 관련하여, 관찰사실에 대한 추론결과가 교사에 의해 제시되어 다른 형태의 관찰행동을 학습자에게서 유발할 수도 있을 것이다. 그러나 구성주의적 관점에서 스스로 객관적인 지적들로 변화 시킬 수 있는 기회가 학습자에게 제공되어야

만 한다. 특정 대상에 대한 정보를 획득하고 인식하는 일회적인 관찰활동을 다양하게 제시할 경우 다양한 관찰대상에 대한 경험과 배경지식이 확장될 수 있을 것이다. 반면, 동일 대상이나 현상에 대한 지속적인 관찰활동을 제시할 경우 학습자는 계속적으로 생성한 관찰사실의 축적을 통해 관찰사실의 객관성에 대한 판단과 관찰사실에 대한 추론의 기회를 지닐 수 있게 된다. 그러므로 과학교육에서 가정하는 학습자의 변화 가능성 측면에서, 다양한 대상에 대한 관찰활동 뿐만 아니라, 동일 대상이나 현상에 대한 지속적인 관찰활동이 학습자의 지적들을 변화시키는데 있어 더욱 중요하다고 말할 수 있을 것이다.

국문 요약

과학적 관찰은 과학 탐구 및 과학적 지식생성과정에서 있어 기초적이며, 매우 중요한 과정으로써 인식되고 있다. 그러나 과학적 관찰의 중요성에 대한 인식에 비해 학습자에게 제시되어야 하는 과학적 관찰의 의미와 과정에 대한 연구는 미비한 실정이다. 과학적 관찰에 대한 대다수의 연구들은 관찰행동과 관찰사실의 특징과 유형을 알아보기 위한 것들로써 학습자에게 제공되는 관찰활동이 어떻게 구조화되어야 하는지에 대한 해답을 제시하는데 한계점을 지니고 있다. 이 연구에서는 이전의 체계적이고 다양한 연구결과들을 바탕으로 과학적 관찰의 의미와 과정에 대해 알아보았다.

과학적 관찰이란 대상으로부터 얻을 수 있는 감각 정보를 수용하여 관찰자의 주관적 요소로 구성된 지적들을 통해 정보를 인식하는 활동이라고 할 수 있다. 또한, 관찰행동을 통해 인식된 정보는 관찰자의 주관적 요소에 해당하는 지적들을 통해 관찰사실로 생성되어 추론과 독립적으로 지적들에 영향을 미치거나, 추론에 의해 변환되어 지적들에 영향을 주게 된다. 결국, 관찰자의 지적들은 과학적 관찰에 의해 계속적으로 변화됨으로써, 이후에 수행되는 관찰행동과 관찰사실 생성에 영향을 주는 것이라고 할 수 있다. 그러므로 과학적 관찰활동은 학습자의 주관적 요소가 고려되어야 하며, 추론과 연계된 관찰활동이 제시되어야 한다. 또한, 다양한 대상에 대한 관찰뿐만 아니라, 지속적 관찰활동을 통해 학습자의 지적들이 변화될 수 있는 기회가 제공되어야 한다.

참고 문헌

권용주, 이준기, 신동훈, 이호녕(2006). 생명현상의 관찰과 명화감상에서 나타나는 생물교육학자들의 두뇌활성 : fMRI연구. *중등교육연구*, 54(3), 475-502.

권용주, 이준기, 신동훈, 정진수(2007). 기공과 새우 과제에서 초중등 교사들이 생성한 관찰의 분석 및 관찰력 지수의 개발. *중등교육연구*, 55(3), 83-112.

권용주, 정진수, 강민정, 박윤복(2005). 생명현상에 대한 초중등 과학교사의 관찰에서 나타난 과학적 관찰의 유형. *한국과학교육학회지*, 25(3), 431-439.

권용주, 최상주, 박윤복, 정진수(2003). 대학생들의 귀납적 탐구에서 나타난 과학적 사고의 유형과 과정. *한국과학교육학회지*, 23(3), 286-298.

김도옥(1996). 지식중심의 과학교수 학습을 탐구 중심의 교수학습으로 변화시키기 위한 관찰 특성에 대한 인식 변화의 효과. *한국초등과학교육학회지*, 15(1), 107-122.

김영신, 정지숙, 윤기영(2006). 초등학교 과학 영재아와 일반 학생의 관찰방법과 행동비교 연구. *한국생물교육학회지*, 34(4), 432-438.

김정길, 김해경(1991). 국민학교 학생들의 관찰능력에 관한 연구(1) : 반성화강암과 역암의 관찰에 대하여. *한국초등과학교육학회지*, 10(2), 175-182.

박명희, 박윤복, 권용주(2005). 초등학교 학생의 어항 관찰활동에서 나타난 관찰의 유형과 그 변화. *한국초등과학교육학회지*, 24(4), 345-350.

박재호, 문정대, 조운복, 황수진, 이영주, 심정애, 성정희, 김영, 박종길(1989). 관찰과 실험에서 기구의 조작 기능에 관한 연구. *한국과학교육학회지*, 9(2), 29-45.

박종원, 김익균(1999). 과학적 관찰의 의미와 탐구 과정에서 학생들의 관찰행동 분석. *한국과학교육학회지*, 19(3), 487-500.

송판섭, 한광래(1995). 촛불실험을 이용한 국민학교(3~6학년) 아동들의 관찰능력 분석. *한국과학교육학회지*, 14(1), 73-84.

신동훈, 신정주, 권용주(2006). 생명현상에 관한 초등학교 관찰수업 과정과 관찰 유형 분석. *한국초등과학교육학회지*, 25(4), 339-351.

이봉우, 김희경(2007). 외국 과학교육과정의 관찰

과 측정 기준 분석. *한국초등과학교육학회지*, 26(1), 87-96.

이봉우, 박보화, 김희경(2007). 우리나라 3-10학년 과학 교과서에 나타난 기초탐구과정 분석 : 관찰 및 측정 탐구요소를 중심으로. *한국과학교육학회지*, 27(5), 421-431.

이혜원, 양일호, 조현준(2005). 초·중학생의 관찰, 예상, 가설의 이해. *한국초등과학교육학회지*, 24(3), 236-241.

한광래(2003). 메뚜기를 이용한 초등학교 학생들의 관찰능력 조사. *한국초등과학교육학회지*, 22(1), 121-129.

Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View*, 2nd Ed. Holt, Reinhart and Winston, New York.

Russell, B. (1965). *On the Philosophy of Science*. Indianapolis, Indiana: The Bobbs-Merrill company, Inc.

Brickhouse, N. W. (1994). Children's observation, ideas, and the development of classroom theories about light. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), 639-656.

Driver, R., Gott, R., Johnson, S., Worsley, C., & Wylie, F. (1982). *Science in schools Age 15 : Report No.1.*, London : H.M.S.O.

Edwards, P. (1978). *The Encyclopedia of Philosophy*. Cold Spring, NY: Crowell Collier and Macmillan, Inc.

Hanson, N. R. (1961). *Patterns of discovery : An inquiry into the conceptual foundations of science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Heath, T. (1980). Observation, perception and education. *Science Education*, 2(2), 155-160.

Hungerford, H. R. (1969). A test to measure observation and comparison skills in science. *Science Education*, 53(1), 61-66.

Jeong, J. S. (2006). The Validation of the Observing Abduction Model by Using the Task of Animal Figure Recognition. *The Korean Journal of Biological Education*, 34(2), 288-296.

Kitchener, R. F. (1999). *The conduct of inquiry : An Introduction to Logic and Scientific Method*. Lanham, MD: University press of america.

Kwon, Y. J., Jeong, J. S. & Park, Y. B. (2006). Roles of abductive reasoning and prior belief in children's generation of hypothesis about pendulum motion. *Science & Education*, 15, 643-656.

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science : A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

Martin, M. (1985). *Concepts of Science Education: A Philosophical Analysis*. Lanham, MD: University Press of America Inc.

Nagel, E. (1971). *Observation and Theory in Science*. Baltimore, MD: The Johns Hopkins Press.

Norris, S. (1987). The roles of observation in science: A response to willson. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(8), 773-780.

Novak, J. D. & Musonda, D. (1991). A

twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28, 117-153.

Reese, W. L. (1980). *Dictionary of Philosophy and Religion: Eastern and Western Thought*. NJ: Humanities Press Inc.

Runes, D. D. (1984). *Dictionary of Philosophy*. NJ: Rowman & Allanheld.

Segal, S. (1966). Secondary education and the philosophy of science. *Science Education*, 50(1), 91-95.

Tomera, A. N. (1974). Transfer and Retention of Transfer of the Science Process of Observation and Comparison in Junior High School Students. *Science Education*, 58(2), 195-203.

Tomkins, S. P., & Tunnicliffe, S. D. (2001). Looking for ideas: observation, interpretation and hypothesis-making by 12-year-old pupils undertaking science investigations. *International Journal of Science Education*, 23(8), 791-813.