

과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해

노태희 · 김영희 · 한수진 · 강석진
(서울대학교)

Elementary School Students' Views on the Nature of Science

Noh, Taehee · Kim, Younghee · Han, Sujin · Kang, Sukjin
(Seoul National University)

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate elementary school students' views on the nature of science and to compare their views by gender. Participants were 159 sixth graders in Seoul. An instrument consisting of five multiple-choice items were developed on the bases of previous studies. At the end of each item, students were also asked to write their reason in details for selecting a specific option. The results indicated that the students' views on the nature of science, on the whole, were neither accurate nor adequate from the viewpoints of modern epistemology. On comparing their views by gender, however, no significant differences were found except the item concerning the 'nature of model'.

Key words: nature of science, epistemology, elementary school student, gender

I. 서 론

과학적 소양을 지닌 시민을 양성하기 위해서 과학의 본성에 대한 올바른 이해는 중요한 목표로 주장되어 왔다(National Research Council, 1996). 만약 학생들에게 과학이 여러 가지 현상을 이해하고 설명하려는 노력으로 비춰진다면, 학생들은 과학 수업에서 뿐 아니라 일상 생활에서도 문제를 해결할 때 비슷한 과정을 시도하려고 노력할 것이다. 그러나 반대로 학생들이 과학에 대해 자신들과 동떨어진 과학자들만의 활동이나 결과라는 인식을 지닌다면, 과학 수

업에서 배운 지식들은 결코 학생들의 일상 생활 경험과 연결되어 정착될 수 없을 것이다. 따라서, 학생들이 생활 속에서 겪게 될 다양한 사회적 문제들에 대해 합리적인 의사결정을 내리는 데 필요한 지식, 기술, 태도 등을 함양하기 위해서는 과학의 본성에 대해 이해하는 것이 필수적이다(Meichtry, 1992).

우리 나라에서도 제5차 과학교육과정 이후 과학의 본성에 대한 이해가 중요한 목표로 강조되어 왔으며, 현행 제7차 과학교육과정에서도 학생들의 과학적 소양을 함양시키기 위해서는 과학 지식의 형성 과정이나 과학 지식의 잠정성 등 과학의 본성을 다루어야

*2002.9.11(접수) 2002.12.6(최종 통과)

**이 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2000-2-50100-001-3) 지원으로 수행되었음.

함을 명시하고 있다(교육부, 1998). 그러나 실제 수업에서는 과학 개념 학습이 여전히 핵심적인 비중을 차지하고 있으며, 그 결과 과학의 본성에 대한 고등학생들의 견해는 현대적인 견해와 큰 거리가 있는 것으로 보고되었다(노태희 등, 1997).

학생들의 오개념에 대한 많은 연구 결과들이 공통적으로 주장하듯이, 학습은 형식적인 학교 수업을 받기 전에 이미 형성되어 있는 학생들의 선개념에 대한 이해로부터 출발해야 한다. 과학의 본성 교육 또한 예외가 아닐 것이다. 즉, 과학의 본성을 효과적으로 가르치기 위해서는 과학이나 과학 지식에 대한 학생들의 견해 연구가 선행되어야 한다. 이러한 인식을 바탕으로 중·고·대학생이나 교사들이 지니고 있는 과학의 본성 관련 견해에 대해 많은 연구가 이루어져 왔다(노태희 등, 1997; 한지숙과 정영란, 1997). 그러나 우리나라 뿐 아니라 외국에서도 초등학생들의 과학의 본성에 대한 견해 연구는 거의 이루어지지 않았다(Elder, 2002). 이와 같은 연구의 부족은 과학의 본성에 대해 지속적인 견해를 지니기 위해서는 어느 정도의 성숙이 필요할 것이라는 암묵적인 가정과 더불어 초등학생에게 이해 가능한 검사 도구의 부재에 기인했을 수 있다.

그러나 초등학교는 학생들이 형식적인 학교 과학교육을 처음으로 접하게 되는 시기로서, 학생들은 학교 과학을 통해 주변의 세상에 대해 다양한 이해를 획득할 뿐 아니라 과학이나 과학 지식에 대해 나름대로의 견해를 형성하기 시작할 가능성이 높다. Montgomery(1992)는 초등학생이나 미취학 아동과 같이 비록 어린 학생들일지라도 '안다'는 것이나 '지식'에 대한 초기 형태의 인식론을 지니고 있음을 밝혔다. Lederman과 O'Malley(1990)도 과학의 본성에 대한 교육이 저학년에서부터 이루어져야 효과적이라고 주장했다. 과학 학습에서 과학적 가치, 가정, 방법 등에 대한 적절한 이해가 선행되지 않는다면 과학적 법칙, 이론, 원리와 같은 과학 지식을 올바르게 이해할 수 없기 때문이다. 이와 같은 선행 연구들의 주장을 바탕으로 이 연구에서는 우리나라 초등학교 학생들의 과학의 목적, 과학 이론의 정의, 모델의 성질, 과학 이론의 잠정성, 과학 이론의 성질에 대한 견해를 조

사하기 위한 검사 도구를 개발, 적용하고 학생들의 견해를 성에 따라 비교했다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 과학의 본성에 대한 우리나라 초등학생들의 견해를 조사하는 초기 단계 연구로, 서울시 동작 교육청에 소속된 한 초등학교 6학년 4학급의 학생들을 대상으로 하였다. 이 중 남학생은 78명, 여학생은 81명이었다(N=159). 따라서, 연구 결과를 모든 초등학생들에게 일반화하기에는 제한이 따른다.

2. 검사 도구

비록 대부분의 과학교육자들이 과학의 본성 교육이 중요하다는 점에는 동의하고 있으나, 과학의 본성은 연구자에 따라 매우 다양하게 정의되고 있다(Elder, 2002). Driver *et al.*(1996)은 과학의 본성에 포함될 수 있는 내용으로 과학의 목적, 과학 지식의 특성, 사회적 산물로서의 과학을 제시했다. 이 중 '사회적 산물로서의 과학'은 과학자의 특성이나 과학 지식의 사회적 구성 등에 관련되는데, 과학의 본성 중 사회성에 관련된 내용은 초등학생들이 일상 생활이나 학교 교육을 통해서 접하거나 생각할 수 있는 기회가 매우 제한되어 있다(Solomon *et al.*, 1996). 따라서, 이 연구에서는 과학의 본성에 대한 견해 조사에서 그 범위를 초등학생들이 이해할 수 있는 과학의 목적과 과학 지식의 특성에 한정했다.

검사지는 선행 연구(Aikenhead *et al.*, 1989; Solomon *et al.*, 1996)를 바탕으로, 과학의 목적, 과학 이론의 정의, 모델의 성질, 과학 이론의 잠정성, 과학 이론의 성질 등에 대해 각각 1문항씩 총 5문항으로 구성했다. 모든 문항은 선행 연구들의 개방형 질문이나 면담 결과에서 나타난 학생들의 견해에 기초하여 개발된 선다형 형식이다. 과학의 본성에 대한 학생들의 견해를 조사할 때, 학생들의 견해에 기초하여 개발한 선다형 문항은 개별적인 면담보다는 정확

성이 떨어지지만, 개방형 서술 문항이나 이론적 입장에 근거하여 개발된 리커트 혹은 선다형 문항에 비해 측정에서의 모호함을 줄일 수 있는 방법으로 보고되었다(Aikenhead, 1988). 따라서, 이러한 방식의 문항은 이 연구와 같이 대규모로 학생들의 과학의 본성에 대한 견해를 조사할 경우 효과적인 방법이다.

그런데 Solomon *et al.*(1996)의 연구는 영국의 초·중·고 학생들을 대상으로, Aikenhead *et al.*(1989)의 연구는 캐나다 고등학생들을 대상으로 이루어졌으므로, 사회·문화적 배경이 다른 우리나라 학생들의 경우 상이한 견해를 지니고 있을 가능성을 배제할 수 없다. 따라서, 우선 검사 대상이 아닌 초등학교 6학년 2개 학급을 대상으로 개방형 문항 형식의 예비 검사를 실시하여 학생들의 응답 유형이 기존 연구의 답지들(options)과 일치하는지 점검하고, 그 결과에 따라 문항을 수정했다. 이때, 개발한 문항이 우리나라 교육 현실에 적절한지, 답지가 예비 검사 결과의 응답 유형을 잘 반영하는지 등에 대해 과학 교육 전문가 3인에게 안면 타당도를 검증 받았다. 한편, 어린 학생들의 경우 검사 문항 자체에 대한 언어적 이해가 곤란할 수 있으므로(Newton & Newton, 1992), 초등학교 6학년 2개 학급을 대상으로 한 2차 예비 검사에서는 1차 개발된 선다형 검사지 문항에 대한 학생들의 이해 여부와 가독성을 점검했고, 그 결과에 따라 다시 문항을 수정했다. 또한, 초등학교 교사 3인에게 단어 사용의 적절성을 검증 받았다. 마지막으로, 검사지에 제시된 답지 이외의 견해를 지닌 학생들이 자신의 견해를 나타낼 수 있도록 모든 문항에 '기타'의 답지를 추가했고, 각 문항의 마지막에 특

정한 답지를 선택한 이유를 서술하도록 했다. 이 연구에서 사용한 문항들은 [부록]에 제시했다.

3. 분석 방법

학생들의 견해를 보다 구체적으로 파악하기 위해, 각 문항에서 학생들이 제시한 이유를 분석하여 분류틀을 구성했다. 연구자 중 2인이 개발된 분류틀에 따라 일부 학생들의 응답을 독립적으로 분류했으며, 분류 과정에서의 불일치는 분류 기준에 대한 토론이나 분류틀을 수정하여 해결했다. 이러한 과정을 문항별로 4~7회 반복하였으며, 최종적인 분류자간 일치도는 5개 문항에 대해 각각 94%, 90%, 95%, 94%, 90%였다. 성에 따른 견해 분포 비교에는 χ^2 검증을 이용했다.

III. 결과 및 논의

1. 과학의 목적에 대한 학생들의 견해

각 문항에서 학생들의 답지별 응답 빈도를 Table 1에 제시했다. 과학의 목적에 대한 문항에서 대다수의 학생들이 선택한 견해는 '과학자는 더 살기 좋은 세상을 만들기 위해 새로운 것을 발명한다'였다(56.6%). 23%의 학생들은 '과학자는 자연에 대한 지식을 늘리는 일을 한다'는 견해를 지니고 있었고, '과학자는 자연 현상을 탐구하여 그 현상이 일어나는 과정과 이유를 설명한다'는 견해를 선택한 학생은 17%였다. 현대의 인식론에 따르면, 초등학생 수준에

Table 1. Frequencies of students' responses on each item (%)

Response	Purpose of science	Definition of theory	Nature of model	Tentativeness of theory	Nature of theory
1	37(23.3)	31(19.9)	32(20.4)	13(8.4)	74(48.7)
2	27(17.0)	43(27.6)	102(65.0)	97(63.0)	63(41.4)
3	90(56.6)	77(49.4)	18(11.5)	34(22.1)	13(8.6)
4	5(3.1)	5(3.2)	5(3.2)	10(6.5)	2(1.3)
Total	159(100)	156(100)	157(100)	154(100)	152(100)

서는 과학의 목적에 대해 '세상이 움직이는 원리를 설명하는 것' 정도의 견해를 지니는 것이 최선이다 (Carey *et al.*, 1989). 그러나 이 연구에서는 대부분의 우리 나라 학생들은 현대 인식론과 부합되지 않는 견해를 지니고 있으며, 특히 과학을 사람에게 도움을 주는 일련의 활동(예를 들어, 새로운 기계의 발명, 질병 치료 등)으로 인식하는 인간 중심적 견해가 지배적인 것으로 나타났다.

이 연구에서 사용한 문항과 거의 유사한 문항으로 영국의 8학년 학생들의 견해를 조사한 선행 연구에서는 절반 이상의 학생들이 현대 인식론에 가까운 견해를 지니고 있는 것으로 보고되었다(Solomon *et al.*, 1996). 이와 같이 영국 학생들과 다른 결과는 우선 학생들의 성숙 차이에 기인했을 수 있다. Newton과 Newton(1992)은 4~11세의 학생들이 대부분 과학자의 활동에 대해 기술적 관점에서 이해하는 경향이 있음을 보고했으며, 이러한 경향은 학생들이 어릴수록 강한 것으로 알려졌다(Solomon *et al.*, 1994). 그러나 한편으로는 우리 나라의 독특한 사회·문화적 배경이 이러한 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 주지하다시피 우리 나라는 그동안 경제 발전에 최우선 순위를 부여하는 성장 위주의 정책을 추구해왔고, 그 결과 과학에서도 기초 과학보다는 경제 발전에 직접적인 도움이 되는 응용 과학이나 기술 과학 측면이 상대적으로 부각되어 왔다. 따라서, 이러한 사회적·문화적 배경 하에서 학생들은 자연스럽게 과학자에 대해 새로운 기술을 개발하거나 기계를 발명하는 일을 하는 사람으로 인식하게 되었을 가능성이 높다.

한편, 학생들의 답지 선택 이유를 분석한 결과, 현대적 인식론과 가까운 견해를 선택한 학생들 중 29.6%(전체 학생의 5.0%)는 '과학자는 사람들에게 설명을 해 주어야 하기 때문'이라는 이유를 제시했다. 학생들에게 '설명'이라는 용어가 연구자의 의도와 다르게 받아들여지는 현상은 선행 연구(Solomon *et al.*, 1994)에서도 보고된 바 있다. Solomon *et al.*(1994)은 '설명'이라는 용어가 일상 생활에서는 인과적인 의미로 자주 사용되지 않으므로, 학생들이 설명의 의미를 '묘사'와 혼동함을 지적했다. 그러나 이 연구의 결과, 우리 나라 학생들에게 '설명'은 또

다른 의미로 받아들여지고 있었다. 즉, 학생들은 설명을 '다른 사람이 쉽게 이해할 수 있도록 내용을 풀어서 전달하거나 가르치는 것'으로 이해하는 경향이 있었다.

2. 과학 이론의 정의에 대한 학생들의 견해

본 연구의 초등학생들은 과학 이론에 대해 실험이나 관찰을 통해 사실로 증명된 것이라는 견해를 가장 많이 지니고 있었다(49.4%). 즉, 많은 학생들은 과학 이론을 경험주의 혹은 귀납주의적 시각에서 이해하고 있었다. 또 다른 20%의 학생들은 과학 이론에 대해 '그럴 듯 하지만 아직 확실히 증명되지 않는 사실'이라는 견해를 지니고 있었다. 이 학생들은 과학 이론이 지식의 발전 단계에서 사실에 도달하기 전의 상태를 지칭하는 것으로 이해하고 있었다. 그러나 과학 이론은 결코 객관적이거나 밝혀질 수 있는 진실이 아니며, 인간의 창의성과 상상력에 의해 구성된 인공물의 하나이다(Stein & McRobbie, 1997). 이 현대의 인식론에 가까운, 과학 이론은 어떤 현상에 대한 설명이라는 견해를 지닌 학생들은 28%였다. 그러나 학생들이 '설명'이라는 용어의 의미에 대해 지니고 있는 혼동을 고려할 때, 실제로 현대의 인식론에 부합하는 견해의 비율은 더 작을 것으로 추측할 수 있다.

한편, Solomon *et al.*(1996)의 선행 연구에서는 '과학 이론은 아직 확실히 증명되지 않은 사실'이라는 견해에 대한 응답률이 매우 높았다(48%). 이와 같이 일관되지 않은 결과는 '이론'이라는 용어에 대한 문화적 차이에 기인한 것으로 보인다. 영국의 경우, '이론'이라는 용어는 일상 생활에서 예측(guess)이나 추측(conjecture)의 의미로 자주 사용된다(Duveen *et al.*, 1993; Solomon *et al.*, 1996). 따라서, 영국 학생들에게 과학 이론은 아직 완전히 증명되지 않은 그럴듯한 주장으로 이해되는 경향이 강하다. 반면, 우리 나라에서 '이론'은 일상 생활 용어라기보다는 학문적인 용어의 성격이 강하며, 학생들도 이 용어를 주로 교과서(특히, 과학 교과서)에서 접하게 된다. 그런데 과학 교과서는 과학 이론을 확인하는 성격의 실험이 많으므로(Hodson, 1988), 학생

들은 과학 이론에 대해서도 실험이나 관찰을 통해 사실로 증명된 것이라고 생각하는 경향이 강한 것으로 생각된다.

3. 모델의 성질에 대한 학생들의 견해

모델의 성질에 대한 문항에서 20%의 학생들이 '현미경으로 입자를 볼 수 있기 때문'이라는 답지를 선택했고, 65%의 학생들이 '실험을 통해 입자가 존재한다는 것이 증명되었기 때문'이라는 답지를 선택했다. 즉, 대부분의 초등학생들은 모델에 대해 실제로 존재한다(혹은 적어도 실재와 매우 유사하다)는 단순한 실재론적 인식론(naive realist epistemology)을 지니고 있었다. Grosslight *et al.*(1991)의 선행 연구에서도 대부분의 7학년 학생들은 모델에 대해 단순한 실재론과 유사한 견해를 지니고 있는 것으로 보고되었다. 또한, 고등학생을 대상으로 한 국내·외의 연구(노태희 등, 1997; Ryan & Aikenhead, 1992)에서도 절반 이상의 학생들이 단순한 실재론 혹은 과도한 합리주의적 견해(예를 들어, 모델은 실재에 점점 가까워진다)를 지니고 있는 것으로 보고되었다. 반면, '입자로 이루어져 있다고 상상하면 여러 현상을 설명할 수 있기 때문'이라는 현대 인식론적 견해가 반영된 답지를 선택한 학생은 12%에 불과했다.

모델은 자연 현상을 이해하기 위해 과학에서 자주 사용되는 도구 중의 하나이다. 학생들은 흔히 여러 가지 '사실'을 모으는 활동을 과학의 중요한 특성으로 인식하며(Duveen *et al.*, 1993), 그 결과 모델을 비롯한 여러 과학 지식에 대해서도 실재의 복사물이라고 생각하는 경우가 많다. 그러나 현대의 인식론에 의하면, 모델은 사회적으로 구성된 과학 지식에 바탕을 두고 있으므로(Ryan & Aikenhead, 1992) 결코 실재의 복사물이 아니다.

한편, 실험을 통해 입자의 존재가 증명되었다고 응답한 학생들은 '과학 교과서의 여러 실험을 통해 알갱이로 이루어진다는 것을 알게 되었다'거나 '책에서 보았고 배웠기 때문에' 등과 같은 이유를 제시했다. 즉, Lucas와 Roth(1996)가 지적했듯이, 학생들은 교과서가 실제 세계의 모습을 정확하게 묘사하는 것으로

로 받아들이는 경향이 있음을 알 수 있다.

4. 과학 이론의 잠정성에 대한 학생들의 견해

학생들은 예전 이론이 틀렸다는 것이 증명되었기 때문에 새로운 이론으로 바뀐다는 견해에 가장 높은 응답률을 보였다(63.0%). 22%의 학생들은 과학 지식이 축적되어 왔기 때문에 기존의 과학 이론이 변한 것처럼 보일 뿐 실제로 핵심적인 과학 이론은 변하지 않는다는 견해를 선택했다. 같은 현상에 대해 설명하는 방식이 예전과 달라졌기 때문에 새로운 이론으로 바뀐다는 현대 인식론적 입장을 선택한 학생은 8%에 불과했다.

다양한 연령대의 학생들을 대상으로 한 선행 연구들에서, 학생들은 일반적으로 과학 지식의 잠정성에 대해 올바르게 이해하지 못하는 것으로 일관되게 보고되어 왔다. 이 연구에서도 과학 이론의 잠정성에 대해 현대 인식론적 견해를 지닌 학생은 소수에 불과한 것으로 나타났다. 그러나 Lederman과 O'Malley(1993)는 미국의 9~12학년 학생들을 대상으로 한 면담 연구에서 대다수의 학생들이 '과학 이론은 변한다'는 잠정적인 시각을 지니고 있다고 보고했다. 이와 같은 일관되지 않은 결과는 연구에 사용된 질문과 분석 방법의 차이에 기인한 것으로 추측된다. Lederman과 O'Malley는 학생들에게 "과학자들이 이론을 개발하고 난 뒤, 그 이론이 변화할까?"라는 질문을 한 뒤, 학생들이 "변화한다"는 응답을 할 경우 잠정적인 시각을 지닌 것으로 간주했다. 그러나 이 연구에서 나타났듯이, 비록 학생들이 '과학 이론이 변한다'는 견해를 지니고 있더라도, 그것이 반드시 현대 인식론과 일치하는 잠정적인 시각을 의미하는 것은 아니다. 많은 학생들은 기존의 잘못된 이론이 폐기되고 새로운 옳은 이론이 채택된다는 반증주의적 시각을 지니고 있기 때문이다.

5. 과학 이론의 성질에 대한 학생들의 견해

이 문항에서는 학생들이 과학 이론에 대해 논리 실증주의에 기초한 존재론적 견해를 지니고 있는지, 아

니면 현대 인식론과 일관되는 인식론적 견해를 지니고 있는지 조사했다. 검사 결과, 과학 이론은 발견되는 것이라는 견해(48.7%)와 과학 이론은 발견되는 경우도 있고 창조되는 경우도 있다는 견해(41.4%)를 지닌 학생들이 대다수였다. 현대의 인식론에 근접한 견해(과학자는 과학 이론을 창조한다)를 지닌 학생은 9%에 불과했다.

학생들은 과학 이론에 대해 자연 현상을 설명하기 위해 구상한 아이디어라고 생각하기 보다는 객관적으로 존재하는 현상이나 사물에 대한 발견이라고 생각하는 경향이 있다(Carey et al., 1989). 과학 이론이 발견된다는 견해는 실재론적 관점(Nadeau & Desautels, 1984)에 근거한 것으로 볼 수 있다. 즉, 학생들은 과학 이론이란 객관적으로 존재하는 자연에 관한 설명이므로, 과학 이론 또한 당연히 실존하는 객관적인 실체라고 가정한다. 예를 들어, Lucas와 Roth(1996)는 학생들이 과학 지식은 발견된다고 생각하는 이유로 과학자들의 이론과 상관없이 중력은 항상 있어왔다는 예를 들었다고 보고했다. 이 연구에서도 많은 학생들(25.7%)이 '원래 있었던 사실을 단지 과학자들이 발견했기 때문이다'와 같은 이유를 제시했다. 한편, 과학 이론이 발견된다는 견해는 매스컴이나 과학 이야기 책 등에도 영향을 받았을 수 있다. 이들 매체는 독자들의 흥미를 불러일으키기 위해 과학 이론의 형성 과정에서 우연성을 부각시켜 다루어왔고(Ryan & Aikenhead, 1992), 이에 따라 과학 지식은 발견된다는 학생들의 견해가 강화되었다고 해

석할 수 있다.

과학 이론은 발견과 창조의 두 가지 속성을 지니고 응답한 학생들의 이유도 다양했다. 이들 중 44%의 학생들은 과학 이론의 종류에 따라 속성도 다르다는 견해를 제시했다("원래 있었던 이론을 발견하는 경우도 있지만, 이제까지 없었던 것을 새로 창조하는 경우도 있다."). 어떤 학생들은 '시대에 따라 혹은 과학자에 따라 같은 이론이라도 발견될 수도 있고 창조될 수도 있다'고 생각하고 있었다(21.3%). 한편, 과학 이론의 생성 과정에서 발견과 창조가 동시에 이루어진다고 생각하는 학생들도 있었다(12.1%).

6. 성에 따른 학생들의 견해 비교

과학의 본성에 대한 학생들의 견해를 성에 따라 비교한 결과를 Table 2에 제시했다. '모델의 성질'에 관한 문항에서, 여학생은 남학생보다 실험을 통해 입자가 존재한다는 사실이 증명되었다고 생각하는 경향이 많았다(남: 54.5%, 여: 75.0%). 반대로, 현미경으로 입자를 볼 수 있다고 생각하는 비율은 남학생이 여학생보다 상대적으로 높았다(남: 27.3%, 여: 13.8%). 그러나 이 두 견해들은 모두 경험주의에 근거한 실재론적 인식론을 반영하고 있으며, 남·여학생들 모두 이러한 한계를 벗어나지 못했다. 나머지 문항들에서도 성에 따른 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 즉, 이 연구에서는 초등학교생들의 경우 과학의 본성에 대한 견해는 성에 따라 차이가 없는 것으로

Table 2. Percentage of responses by gender

Response	Purpose of science		Definition of theory		Nature of model		Tentativeness of theory		Nature of theory	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
1	20.5	25.9	20.8	19.0	27.3	13.8	9.5	7.5	52.7	44.9
2	12.8	21.0	35.1	20.3	54.5	75.0	62.2	63.8	33.8	48.7
3	62.8	50.6	41.6	57.0	13.0	10.0	23.0	21.3	12.2	5.1
4	3.8	2.5	2.6	3.8	5.2	1.3	5.4	7.5	1.4	1.3
χ^2	3.346		5.216		8.269*		0.502		4.720	

* $p < .05$

나타났다.

과학의 본성에 대한 인식에서 성차에 관한 선행 연구의 결과는 일관되지 않다. Flegg *et al.*(1995)이 12학년 학생을 대상으로 한 정성적 연구에서는 여학생이 과학의 목적을 문제 해결이나 사람에게 도움을 주는 것으로 생각하는 반면, 남학생은 지식을 형성하고 현상을 설명하는 것으로 생각하는 것으로 보고되었다. 그러나 Newton과 Newton(1992)의 초등학생을 대상으로 한 연구 및 Solomon *et al.*(1996)의 중학생을 대상으로 한 연구 결과에서는 전체적으로 성차가 유의미하지는 않았지만 여학생이 남학생보다 현대 인식론에 가까운 견해를 지닌 것으로 보고되었다. 과학의 본성에 대한 인식에서 성차가 존재하는지, 그리고 성차가 학년에 따라 달라지는지에 대해서는 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

IV. 결론 및 제언

과학 지식을 올바르게 이해하기 위해서는 과학의 본성에 대한 이해가 필수적이므로(Lederman & O'mally, 1990), 저학년에서부터 과학의 본성을 가르치기 시작해야 한다는 주장이 점차 강해지고 있다. 과학의 본성을 효과적으로 가르치기 위해서는 과학이나 과학 지식에 대한 학생들의 견해 연구가 선행되어야 하는데, 지금까지 초등학생들의 과학의 본성에 대한 견해 조사는 많지 않다. 이 연구에서는 과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해를 조사하고, 성에 따른 차이를 비교했다.

이 연구의 대상 학생들은 대부분 현대의 인식론과 일치하지 않는 견해를 지니고 있었다. 대표적인 견해는 다음과 같다.

- (1) 과학의 목적은 발견이나 발명을 통해 인간의 삶을 개선하는 것이다.
- (2) 과학 이론은 실험이나 관찰을 통해 사실로 증명된 것이다.
- (3) 모델은 실제로 존재한다는 것이 증명되었다.
- (4) 과학 이론이 변화하는 것은 예전 이론이 틀렸기 때문이다.
- (5) (적어도 일부) 과학 이론은 실제로 세상에 존재

한다.

학생들은 과학의 목적에 대해 생활 수준 향상을 중심으로 생각하는 경향이 있었고, 과학 이론에 대해서는 경험적 합리주의와 존재론적 인식론을 지닌 경우가 많았다. 즉, 과학 지식의 형성이 과학자들의 성공적인 추측의 결과라기보다는 이미 존재하는 지식의 발견과 축적이라는 견해가 지배적이었다. 한편, '모델의 성질'에 대한 문항을 제외하고는 전반적으로 성에 따른 견해 차이는 뚜렷하지 않았다. 특히, 모든 문항에서 현대의 인식론적 견해를 반영하는 응답에서는 성에 따른 차이가 없었다.

과학의 본성에 대한 올바른 이해는 과학 지식의 학습에서도 중요한 역할을 하지만, 일상 생활 속에서 과학 지식을 실제로 적용하고 그 영향력을 평가하는데 필수적이다(Griffiths & Barry, 1993). 따라서, 과학의 본성에 대한 학생들의 이해를 향상시키기 위한 여러 가지 노력이 이루어져야 할 것이다. 우선, 과학 수업 과정에서 교사에 의해 과학의 본성에 대한 특정 관점이 학생들에게 암묵적으로 전달되므로(Zeidler & Lederman, 1989), 교사들이 과학의 본성에 대한 올바른 관점을 지닐 수 있도록 교사 양성 과정이나 교사 재교육 과정을 개선해야 할 것이다. 또한, 교과서 분석 등을 통하여 교육과정이 과학의 본성 교육에 적합한지를 점검할 필요가 있다. 마지막으로, 교수 방법의 측면에서는 효과적인 것으로 보고된 과학사를 도입한 수업(Irwin *et al.*, 2000; Solomon *et al.*, 1992)을 고려할 필요가 있다.

적 요

이 연구에서는 과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해를 조사하고, 성에 따른 견해 차이를 비교했다. 연구 대상은 서울시에 소재한 초등학교 6학년 학생 159명이었다. 검사 도구는 선행 연구에 기초하여 개발한 5개의 선다형 문항으로 구성했고, 각 문항마다 특정한 답지를 선택한 이유를 구체적으로 서술하도록 했다. 현대 인식론의 관점에서 볼 때, 전반적으로 초등학생들은 과학의 본성에 대해 부정확하고 부적절한 견해를 지니고 있었다. 성에 따라 과학의 본성에 대

한 견해를 비교한 결과, '모델의 성질'에 관한 문항을 제외하고는 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

참 고 문 헌

- 교육부(1998). 과학과 교육과정. 서울: 문교부
- 노태희, 강석진, 이선옥(1997). 과학·기술과 사회의 관계 및 과학의 본성에 대한 고등학생들의 견해. 서울대학교 사대논총, 55, 89-116.
- 한지숙, 정영란(1997). 중, 고등학교 과학교사와 학생들의 과학의 본성에 대한 인식 조사. 한국과학교육학회지, 17(2), 119-126.
- Aikenhead, G. S.(1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 607-629.
- Aikenhead, G. S., Ryan, A. G., & Fleming, R. W.(1989). *Views on science-technology-society: Form CDN. mc. 5*. Saskatoon: Univ. of Saskatchewan.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., & Unger, C.(1989). 'An experiment is when you try it and see if it works': A study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11, 514-529.
- Driver, R., Leach, J., Miller, R., & Scott, P.(1996). *Young people's images of science*. Open University Press: Bristol, Pennsylvania.
- Duveen, J., Scott, L., & Solomon, J.(1993). Pupils' understanding of science: Description of experiments or 'A passion to explain'? *School Science Review*, 75(271), 19-27.
- Elder, A. D.(2002). Characterizing fifth grade students' epistemological beliefs in science. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 347-363). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Flegg, R. B., Burke, C., Burroughs-Lange, S. G., & Cook, A.(1995). The enigma of girls' conceptions of the nature of science. *Australian Science Teachers Journal*, 41(3), 74-77.
- Griffiths, A. K. & Barry, M.(1993). High school students' views about the nature of science. *School Science and Mathematics*, 93(1), 35-37.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L.(1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Hodson, D.(1988). Toward a philosophically more valid science curriculum. *Science Education*, 72(1), 19-40.
- Irwin, A. R.(2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26.
- Lederman, N. G. & O'malley, M.(1990). Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change. *Science Education*, 74(2), 225-239.
- Lucas, K. B. & Roth, W.(1996). The nature of scientific knowledge and student learning: Two longitudinal case studies. *Research in Science Education*, 26(1), 103-127.
- Meichtry, Y. J.(1992). Influencing student understanding of the nature of science: Data from a case of curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 389-407.
- Montgomery, D. E.(1992). Young children's theory of knowing: The development of a

- folk epistemology. *Developmental Review*, 12, 410-430.
- Nadeau, R. & Desautels, J.(1984). *Epistemology and the teaching of science*. Ottawa: Science Council of Canada.
- National Research Council(1996). *National science education standards*. Washington: National Academy Press.
- Newton, D. P. & Newton, L. D.(1992). Young children's perceptions of science and scientist. *International Journal of Science Education*, 14(3), 331-348.
- Ryan, A. G. & Aikenhead, G. S.(1992). "Students' preconceptions about the epistemology of science". *Science Education*, 76(6), 559-580.
- Stein, S. J. & McRobbie, C. J.(1997). Students' conceptions of science across years of schooling. *Research in Science Education*, 27(4), 611-628.
- Solomon, J., Duveen, J., & Scott, L.(1994). Pupils' images of scientific epistemology. *International Journal of Science Education*, 16(3), 361-373.
- Solomon, J., Duveen, J., Scott, L., & McCarthy, S.(1992). Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 409-421.
- Solomon, J., Scott, L., & Duveen, J.(1996). Large-scale exploration of pupils' understanding of the nature of science. *Science Education*, 80(5), 493-508.
- Zeicler, D. L. & Lederman, N. G.(1989). The effects of teachers' language on students' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(9), 771-783.

부 록

검사 문항

번호	문 항
1	<p>과학자는 과학을 하는 사람이다. 과학자가 하는 일을 한 마디로 나타내 본다면?</p> <p>① 새로운 사실을 발견하여 자연에 대한 지식을 늘려간다. ② 자연 현상을 탐구하여 그 현상이 일어나는 과정과 이유를 설명한다. ③ 더 살기 좋은 세상을 만들기 위해 새로운 것을 발명한다. ④ 기타</p>
2	<p>과학 이론은 무엇일까?</p> <p>① 그럴듯하지만 아직까지는 확실히 증명되지 않은 사실이다. ② 어떤 현상이 왜 일어나는지 설명한 것이다. ③ 실험이나 관찰을 통해 사실로 증명된 것이다. ④ 기타</p>
3	<p>과학자들은 모든 물질(고체, 액체, 기체)이 작은 입자(알갱이)로 이루어져 있다고 생각한다. 과학자들이 이렇게 생각하는 이유는?</p> <p>① 현미경으로 입자를 볼 수 있기 때문이다. ② 실험을 통해 입자가 존재한다는 것이 증명되었기 때문이다. ③ 입자로 이루어져 있다고 상상하면, 여러 현상을 설명할 수 있기 때문이다. ④ 기타</p>
4	<p>예전의 과학 이론 중에는 오늘날 새로운 이론으로 바뀐 것이 많다. 그 이유는?</p> <p>① 하나의 현상에 대해 설명하는 방식이 예전과 달라졌기 때문이다. ② 기술이 발달하고 과학 지식이 많아져서, 예전 이론이 틀렸다는 것이 증명되었기 때문이다. ③ 예전 이론에 많은 과학 지식이 추가되었기 때문에 새로운 이론처럼 보이는 것이다. ④ 기타</p>
5	<p>광부는 금을 “발견한다”. 왜냐하면 광부가 찾아내는 금은 원래부터 땅속에 묻혀있었기 때문이다. 반대로 작곡가는 음악을 “창조한다”. 왜냐하면, 음악은 작곡가의 상상력을 통해 처음으로 만들어졌기 때문이다. 그렇다면, 과학자는 과학 이론을 발견하는 것일까? 아니면 창조하는 것일까?</p> <p>① 과학 이론을 발견한다. 왜냐하면 과학 이론은 우리가 이제까지 모르고 있었을 뿐, 원래부터 존재하고 있었기 때문이다. ② 과학 이론을 발견하는 경우도 있고, 창조하는 경우도 있다. ③ 과학 이론을 창조한다. 왜냐하면 과학 이론은 과학자의 상상력에서 나왔기 때문이다. ④ 기타</p>