

과학 연극 수업이 과학 본성에 대한 초등학생의 인식에 미치는 영향

나지연 · 장병기[†]

(연성초등학교) · (춘천교육대학교)[†]

The Effects of Science Drama Teaching on Pupils' Perceptions about the Nature of Science

Na, Ji Yeon · Jang, Byung-Ghi[†]

(Yeonsung Elementary School) · (Chuncheon National University of Education)[†]

ABSTRACT

The importance of teaching the nature of science (NOS) has been always emphasized in science education. However, the NOS is hardly taught in elementary science class. We are lacking in the strategies and materials for teaching NOS. So we designed the science drama teaching, and investigated the effects on pupils' perceptions about NOS. The subjects of this study were 185 third graders from a elementary school. The treatment group was provided with science drama lessons and the control group was provided with traditional lecture-type lessons. Their perceptions about NOS were investigated before/after the science lessons and after 3 months following them, and both of two groups were compared. The pretest results revealed that the pupils of both groups were found to have similar views on NOS. They had traditional views of the most items except for social construction of theories, mathematical knowledge and decision-making. After science lessons, they tended to change their views toward modern views, but the pupils of the treatment group showed more modern views than those of the control group on the observation, model, social construction of theories, predictions. After 3 months, the pupils of the control group tended to come back to their traditional views, but those of the treatment group showed tendencies that their changed views were kept up on the observation, scientific model, scientific knowledge, scientific methods, decision-making, social construction of theories, mathematical knowledge. Therefore this study suggests that science drama teaching could be one of the effective ways for teaching NOS.

Key words : NOS (the nature of science), science drama teaching, traditional views, modern views

I. 서 론

과학교육의 주요 목표는 과학자가 아니라 합리적인 시민을 양성하는 것으로(Smith & Scharmann, 1999) 이러한 과학적 소양을 갖춘 시민을 바라는 사회적 요구는 과학교육에서 과학의 본성(the nature of science: NOS)을 가르치는 것에 관심을 갖게 하였다. 그리고 많은 연구자들은 과학교육에서 학생들에게 과학의 본성을 가르쳐야 한다는 데에 동의하게 되었고(Wellington, 1989), 세계 각국의 과학 교육과정에는 과학의 본성을 반드시 그 내용에 포함시키고 있다(조

희형과 박승재, 2001; AAAS, 1994). 그와 더불어 지난 30년 동안 과학적 소양을 강조한 문헌들은 일관되게 과학의 본성에 대한 이해의 중요성을 강조하고 있다(Meichtry, 1993). 이에 우리나라에서도 제 6, 7차 과학과 교육과정의 목표 중에서 과학의 본성 및 과학·기술·사회 간의 상호 관계에 대한 목표가 중요한 과학과 목표 중의 하나로 채택되고 있다(교육부, 1998). 그러나 20세기 내내 과학의 본성을 학생들이 이해하는 것이 중요하다고 주장한 것에 반해 학생들의 생각을 조사하기 시작한 것은 1954년부터이었고, 초기의 연구는 학생들이 과학의 본성에 대한 적절한

개념을 가지고 있지 못하므로 교사는 이것을 가르치려고 노력해야 한다는 결론으로 이어질 뿐이었다(Lederman, 1992). 이렇게 과학교육에서 과학의 본성을 가르치는 것이 중요하다고 계속 강조해 온 반면에, 불행하게도 현재까지의 과학교육 현실은 과학의 본성을 소홀히 하고 오히려 과학 개념의 학습을 더 강조하고 있다(노태희 등, 2002; Osborne, 1998). 더구나 과학의 본성을 가르치기 위한 교재, 교육방법, 평가방안 등의 구체적인 방안에 대한 자료 역시 매우 부족한 실정이다(류진숙, 1998). 이러한 배경에서 과학의 본성에 대한 직접적인 교수의 필요성이 제기되어 왔다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

최근 연구(Bentley, 2000; Odegaard, 2003)에서 과학의 본성을 직접적으로 교수할 수 있는 방안 중의 하나로 과학연구를 제안하기 시작했다. 현재 과학교육이 직면해온 다양한 위기 중의 하나는 과학에 대한 흥미의 급속한 감소(유준희, 1993)와 과학 지식만 중요시하는 풍조를 통해 과학에 대한 왜곡된 이미지를 형성하는 것(강석진 등, 2004)이다. 과학연구는 학생들에게 학습의 인지적, 정의적, 행동적인 측면을 통합된 방식으로 경험하게 하는 가능성을 제공하고(Odegaard, 2003), 학생의 감정을 자극하고, 심미적으로 즐거운 환경 속에서 시각적 기억을 제공함으로써(Budzinsky, 1995) 과학의 과정과 이미지를 올바르게 정립시킬 수 있다. 또한 학생들로 하여금 과학 수업에 보다 적극적으로 참가하게 하여 과학 주제를 보다 깊이 이해하게 할 수 있으며(유준희, 1993), 기억을 강화하고 과학에 대한 흥미를 갖게 한다(Braund, 1999; Budzinsky, 1995). 선행 연구의 결과에 따르면 과학연구가 과학의 본성을 가르치는 데에도 효과적이라는 논의가 있었다. Odegaard(2003)는 과학연구가 실제로 과학이 이루어지는 과정에 대한 통찰을 얻을 수 있는 좀더 많은 가능성을 학생들에게 제공한다고 하였으며, Fuller(1988)는 과학자들이 수행한 과학의 본성에 대해 우리가 가장 잘 학습할 수 있는 방법은 바로 그러한 인간으로서 과학자의 역할을 해보는 것이라고 했다. Bentley(2000) 역시 연구의 일부분으로서 역할 놀이가 과학의 본성에 대해 좀더 현실적으로 이해할 수 있게 한다고 주장하였다. 물론 과학의 본성에 대한 이해는 강의나 토론, 실험실습 활동을 통해서도 이루어질 수 있다. 그러나 '연구'를 통한 간접 경험이 훨씬 더 효과적이고 풍부한 이해를 가져다 줄 수 있다. 이것은 '전달'되는 것이 아니라 어

떤 의미에서 '경험'되는 것이기 때문이다(윤혜경 등, 2005). 이러한 효과가 있음에도 불구하고 과학연구가 과학교육에서는 거의 이론화되지도, 연구되지도 않고 있다(Odegaard, 2003). 외국에서 과학연구를 활용한 연구 사례는 몇 가지 찾을 수 있으나 우리나라에서는 과학연구를 활용한 연구 사례(윤혜경 등, 2004)가 거의 없으며 과학연구를 활용하여 과학의 본성에 대한 인식을 변화시키려는 연구는 찾아볼 수 없다. 따라서 초등학교 학생을 대상으로 과학의 본성을 가르칠 수 있는 구체적인 방안을 제시하는 것은 의미 있는 일일 것이다. 이를 위해 이 연구에서는 과학의 본성을 가르칠 수 있는 구체적 방안으로서 과학연구 수업을 고안하고, 그것을 실제로 적용한 다음에 그 효과를 알아보았다.

과학 철학적 관점에 비추어 과학의 본성에 대한 인식을 현대적 입장으로 교육하자는 주장(소원주, 1998; 조희형, 1995; Kelly *et al.*, 1993)과 McComas와 Olson(1998), Wellington(2000)이 제시한 과학의 본성의 내용은 과학교육에서 현재 동의된 과학의 본성에 대해 가르칠 필요가 있다는 것을 시사한다. 따라서 이 연구에서 지향하는 과학의 본성에 대한 과학 철학적 관점은 현대적 관점으로, 장병기(1995)가 분류한 포퍼(Popper) 이후의 여러 가지 20세기 과학 철학적 관점을 뜻한다. 즉, 이 연구에서는 과학의 본성에 대한 현대적 관점을 중심으로 학생들의 인식을 변화시킬 수 있는 과학연구 소재를 찾고 그것을 바탕으로 과학연구를 개발하였다.

III. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 절차

이 연구는 경기도 시흥 시 지역에 소재한 Y초등학교 3학년 학생 185명(남학생 96명, 여학생 89명)을 대상으로 했으며, 이 중 108명은 실험 집단으로 77명은 통제 집단으로 배치하였다. 수업 처치 이전에 학생들의 과학연구 경험의 횟수와 흥미를 알아보기 위해 과학연구 경험에 관한 설문 조사를 실시하였다. 그 후 개발된 과학의 본성에 관한 설문지를 이용하여 실험 집단과 통제 집단에 대한 사전 검사를 실시하였다. 또한 이 연구 결과의 일반화와 학교별 과학의 본성에 대한 인식의 차이를 알아보기 위해 같은 시기에 이 연구와 관계되지 않은 경기도 수원 시 지역에 소재한 D초등학교 3학년 학생 39명에게도 설문

을 실시하여 비교하였다. 실험 집단과 통제 집단은 사전 검사 후에 과학의 본성에 대한 수업 처치를 받았다. 이 때 실험 집단에는 천동설과 지동설, 대륙이동설과 관계된 2번의 과학연극 수업을 실시하였고, 통제 집단에는 강의 위주의 전통적 수업을 실시했다. 실험 집단의 수업에서 연극을 공연하는 시간 대신에 통제 집단에서는 교사의 설명으로 대체하였다. 나머지 수업 방식은 거의 실험 집단과 동일하게 실시되었다. 사후 검사는 수업 처치 후 실시되었고, 두 집단의 지도 교사와 수업 시간, 교구 등의 조건은 같았다. 또한 일시적인 영향보다는 장기적인 영향을 조사하기 위하여 사후 검사를 실시한 3개월 후 두 집단에 다시 추후검사를 실시하여 차이를 알아보았다. 설문지 분석과 더불어 연극에 참여하였던 아동 중 과학에 대한 흥미, 학습 태도, 학업 성취도가 각각 다른 4명의 아동을 선정하여 연극 전, 중, 후에 관찰과 면담을 실시하였다.

2. 수업내용 및 과정

과학연극 활동을 위한 소재는 우선 학생들의 관심을 끌어야 하고, 학생 자신이 이미 알고 있는 것이나 알고 싶은 것을 자극하는 것이어야 한다(윤혜경 등, 2005). 현재 교육과정에서는 과학 본성이나 과학사에 대한 수업을 따로 제시하지 않고 있다. 따라서 현재 교육과정 내의 수업 내용과 관련이 있고, 학생의 수준과 관심을 고려하여 학생들이 흔히 들어보거나 책을 통해 보았을 소재이며, 과학 지식의 본성을 나타내기에 적합한 소재로 천동설과 지동설, 대륙이동설과 관련된 과학사 내용을 과학연극 수업의 내용으로 선정하였다. 이 과학연극의 내용은 기본적으로 천동설과 지동설, 대륙이동설에 얽힌 과학사에 그 바탕을 두고 있으나, 연극을 통해 과학 지식의 본성(관찰의 이론 의존성, 과학적 모형, 과학 지식의 잠정성, 과학적 방법, 과학적 의사 결정, 과학 이론의 사회적 구성, 과학적 추론의 검증, 이론의 가정, 과학적 예상, 수학 지식)을 학생들이 파악할 수 있도록 대본을 구

성하였다. 연극 대본은 과학교육 전문가 2인과 교사 2인의 검토를 받았으며, 학업성취도 중위권 정도인 3학년 학생을 대상으로 가독성(readability)과 이해여부를 점검했다. 이 연구에서 사용된 과학연극의 내용은 표 1과 같다.

과학연극 수업은 10명의 학생들이 교사가 제시한 과학연극 대본을 바탕으로 수업 전에 연습을 한 후 학생들에게 공연을 보여주는 것으로 시작한다. 과학의 본성을 목표로 하는 연극의 유형은 공연 연극, 맞춤 연극, 탐색 연극으로 나누어질 수 있지만(윤혜경 등, 2005), 이 연구에서는 초등학교 3학년을 연구 대상으로 하였고 때문에 교사가 대본을 제공하고 학생들이 연기하는 공연 연극의 방식을 채택하였다. 그 나이의 학생들은 스스로 뚜렷한 주제나 개인적/사회적 문제점에 대해 해결점을 찾기 어렵고 연극 대본을 구성할 수 있는 능력이 부족하기 때문이다. 따라서 연구자는 개발된 연극 대본에 연구자가 요구하는 과학의 본성에 대한 관점을 제시하였고, 공연을 관람하는 학생들이 그것을 인식하고 그것에 대해 생각해 볼 수 있는 기회를 제공하려고 하였다. 이 연구에서는 과학 지식의 본성에 대한 몇 가지 문제점을 과학연극에 도입하고, 공연 관람을 통해 학생들이 그 문제점을 인식하고 토의하도록 하는 것이다. 따라서 사용된 모형 역시 수업 도구로서의 과학연극 수업의 모형(윤혜경 등, 2005)을 적용하였다.

더불어 과학연극 수업을 개발하여 적용할 때에는 학생들이 연극에서 다루는 일부 단편적인 사실을 부각해서 인식할 우려가 있으므로(윤혜경 등, 2005), 과학연극 수업을 통해 학습 목표를 달성하기 위해서는 연극 자체를 실시하거나 관람하는 것만으로 부족하고, 가능하면 연극과 관련된 학습 활동이나 토론 등을 보다 적극적으로 계획하고 실시해야 한다(윤혜경 등, 2004). 따라서 나머지 학생들은 공연을 관람한 후 교사와 함께 공연 내용을 정리하고 토의하는 시간을 갖는 형식으로 구성하였다. 토의 활동은 두 단계에 걸쳐 실시되었는데, 첫 번째 단계는 (과학연극/전통

표 1. 과학연극의 내용

연극 제목	관련 이론	연극 내용
지구가 태양 주위를 돈다고?	천동설과 지동설	프톨레마이오스로부터 코페르니쿠스와 갈릴레이로 이어지는 우주관의 변화 과정을 각 과학자가 등장하여 보여주며, 세 과학자가 살았던 시대의 사회 상황과 과학자와의 관계를 보여준다.
땅이 움직인다!	대륙이동설	베제너가 대륙이동설을 창안한 후 이론으로 정립하고 발표하기까지의 과정과 발표한 후 그것이 사람에게 받게 받아들여지는 과정을 연극으로 구성하였다.

수업)의 내용을 교사와 함께 정리하는 것이고, 두 번째 단계는 과학의 본성에 대한 토의를 하는 것이다. 이 때 교사는 토의의 주제를 제시하고 학생들이 토의를 진행해 나갈 수 있도록 조절했다. 이 때 과학 교사의 중요한 역할은 연극 활동 이후 그에 대한 학생들의 경험이 어떻게 그들 자신의 생활이나 과학에 연관되는지를 성찰할 수 있게 하는 것(Odegaard, 2003)이기 때문에 이에 중점을 두고 지도하였다.

3. 검사 도구

과학의 본성에 대한 학생들의 견해를 조사할 때 학생들의 생각에 기초하여 개발한 선다형 문항은 개별적인 면담보다는 정확성이 떨어지지만, 이론적 입장에 근거하여 개발된 선다형이나 리커트(Likert)형 문항, 그리고 개방형 서술 문항에 비해 측정에서의 모호함을 줄일 수 있는 방법으로 보고되었다(Aikenhead, 1988). 따라서 학생들의 생각에 기초하여 개발한 선다형 문항의 방식을 따르기 위해 이미 개발되어 있는 VOSTS(Views on Science Technology Society)를 바탕으로 도구를 개발하였다. VOSTS는 정답과 오답이 없으며 단지 학생들의 답은 그 문제에 대한 그들 자신의 생각을 나타내는 것 뿐이다(Aikenhead et al., 1989). 이러한 의미분석적 방식은 연구자에 따라 서로 다른 관점을 취할 수 있는 문제점을 방지하지만, 집단의 특성과 상관없이 일반화하여 사용하기가 어렵다. 즉, VOSTS를 우리나라에 적용하여 연구 결과를 일반화하는 것은 무리가 있다. 따라서 이 연구에서는 우리나라 학생의 수준과 연령, 선개념 등을 고려하여 문항을 재개발하였고, 예비조사를 통해 우리나라 학생들의 생각을 도구에 반영했다. 그리고 VOSTS에서 과학 지식과 관련된 부분인 9영역과 7영역의 과학적 지식의 사회적 구성과 관련된 일부 내용을 바탕으로 과학의 본성에 대한 초등학생의 생각을 조사할 수 있는 문항 10개를 선택하여 도구를 개발하였다.

또한, VOSTS의 진술 내용은 대개 구체적인 상황과 관련이 거의 없는 일반적인 진술이 대부분이기 때문에, 과학 활동에 대한 경험이 적은 초등학생에게 직접 적용하기에는 무리가 따른다(장병기, 2004). 따라서 본 연구에서 개발한 도구는 학교 교육과정이나 일상생활과 관련된 비교적 학생들에게 친숙한 소재에서 구체적 문제 상황을 구성하였다. 또한 ‘실제 과학’이나 ‘학교 과학’의 상황에 따라 응답 결과의 차이가

생길 수 있다는 것(Driver et al., 1996)을 고려하였다. 따라서 초등학생에게 비교적 친숙한 소재의 상황에서 과학자가 부딪치는 문제 상황을 제시하고 그에 대한 학생의 생각을 물었다. 또한 문항의 끝에는 ‘위와 같이 답한 이유는 무엇입니까?’라는 질문을 하여 학생들이 답과 주장을 비교하여 올바른 응답이 되었는지 확인하였다. 만일 선택한 답과 주장이 다를 경우에는 추가적인 면담을 실시하여 학생의 생각을 알아보았다.

개발된 검사 문항들은 학업성취도 중위권의 3학년 학생들을 대상으로 가독성(readability)과 이해여부를 점검하였다. 또한, 초등학교 3학년 1개 반을 선정하여 예비 조사를 실시하고, 학생들이 기록한 서술형 지필 검사 내용을 토대로 답지를 추가하여 수정하였다. 그 후 다시 3학년 학생 8명에게 가독성과 이해여부를 점검한 후, 8명의 학생을 각각 한 명씩 면담하여 문항의 답지를 선택한 이유를 설명하게 함으로써 학생이 가지고 있는 과학 본성에 대한 생각과 학생이 선택한 답이 일치하는지, 답지가 아동의 생각을 반영할 수 있는지 등을 판단하였다. 8명 아동의 면담 결과를 토대로 검사 도구를 2차로 수정한 후에 경력 교사 2명과 과학교육 전문가 2인의 안면타당도 검증을 받았다.

과학연극에 대한 경험 조사 문항은 과학연극에 대해서 학생들이 얼마나 경험했는지 알아보기 위해서 연극을 보거나 공연해 본 경험이 있는지, 과학연극을 보거나 공연해 본 경험이 있는지를 묻는 문항을 선다형으로 제작하였다.

4. 분석 방법

과학연극에 대한 경험을 알아보기 위해 각 문항별로 응답 빈도와 응답 비율을 알아보았다. 그리고 연극을 관람하거나 공연한 경험과 연극에 대한 흥미가 어떤 상관관계가 있는지 알아보기 위해 연극을 관람한 경험에 대해 묻는 문항과 연극에 대한 흥미를 묻는 문항, 연극을 공연해 본 경험과 연극에 대한 흥미를 묻는 문항을 분석하였다. 과학의 본성에 대한 학생들의 응답결과 역시 각 문항별로 응답 빈도와 응답 비율을 알아보았으며 과학의 본성에 대한 학생의 응답 결과의 학교별 차이와 실험집단과 통제집단의 집단별 응답 차이, 사전, 사후, 추후 검사 결과는 교차분석을 통해 알아보았다. 교차 분석에서 통계의 유의도는 $p = .05$ 수준에서 점검하였다. 또한, 4명의 학생으로부터 얻은 면담 자료와 참여 관찰을 통해 얻

은 자료를 분석하여 학생들의 인식 변화를 정성적으로 살펴보았다. 참여 관찰은 과학연극을 시연할 학생 선정단계부터 과학연극 연습단계, 과학연극 공연단계, 공연 후까지 실시하였다. 이 연구에서 사용한 면담 양식은 반-구조화된 것으로 참여 관찰을 통해 얻은 자료와 실제 학생들의 인식을 비교해볼 수 있는 질문과 과학의 본성에 대한 인식을 묻는 질문으로 구성하였다. 면담 중에 과학의 본성에 대한 내용도 질문하였는데 이것은 학생들이 가지고 있는 과학의 본성에 대한 인식을 듣기 위해서였다. 이 질문들은 설문지의 10개 문항을 토대로 하였으며, 학생은 자신이 왜 그렇게 생각했는지 연구자에게 설명하였다.

III. 결과 및 논의

1. 과학연극에 대한 초등학생의 경험

연극 수업 전에 과학연극에 대한 경험을 조사한 결과 연극을 한 번이라도 관람한 학생은 전체의 82.1%(170명)이지만, 과학연극을 관람한 학생은 33.3%(69명)으로서 상대적으로 과학연극을 경험한 학생은 매우 적었다. 이것은 일반 연극에 비해 과학연극의 공연이 부족하기 때문이기도 하지만, 과학연극의 경우에는 일반 연극보다 학생들의 관심이 적기 때문일 수도 있다. 3회 이상 연극을 경험한 경우를 살펴보면 이것을 간접적으로 알 수 있다. 일반 연극의 경우에는 37.2%인 것에 비해 과학연극의 경우에는 5.3%로 전체 연극 경험 비율에 비교하여 상당히 작다는 것을 보여준다.

또한 연극을 직접 공연해 보지 못한 학생은 전체 학생의 48.3%인데, 과학연극을 공연해 보지 못한 학생은 대부분(89.4%)이었다. 특히, 학교에서 연극을 공연해 본 학생은 31.9%(66명)인데 비해, 과학연극을 공연해 본 학생은 3.8%(8명)로 학교에서는 과학연극에 대한 경험은 거의 없다는 것을 알 수 있다. 과학연극을 공연해 본 경험은 일반 연극과 비교할 때 학교보다는 오히려 교외(6.7%)에서 많았다. 이것은 과학연극에 대한 교사의 인식이 일반 연극에 비해 거의 없기 때문일지 모른다. 학생들은 전체적으로 연극에 대한 호감을 가지고 있는 것처럼 보였다. 63.8%(132명)의 학생은 재미있다고 응답했고, 9.2%(19명)가 재미없다고 응답했다. 그러나 이러한 호감은 연극을 관람하거나 공연해 본 경험과 직접 관련이 있는 것은 아니었다. 연극을 관람한 경험이나 연극을 공연한 경험이 연극에 대한 학생의 인식에 영향을 주는 지 알아보기 위해 위의 결과들을 토대로 교차분석을 실시해본 결과 연극을 관람한 경험에 따른 연극에 대한 학생의 인식 차이는 없었다. 또한, 연극을 공연한 경험도 연극에 대한 인식에 거의 차이를 주지 않았다. 따라서 연극에 대한 호감은 연극 관람이나 연극 공연 경험과 관계가 없는 경향을 보여주었다.

2. 과학의 본성에 대한 초등학생의 인식과 과학연극 수업의 효과

수업 전에 학교별 과학의 본성에 대한 인식의 차이를 알아보기 위해 과학의 본성에 대한 10개 문항에 대해 두 초등학교 학생의 응답 비율을 비교한 결

표 2. 두 집단의 문항별 응답 분포(%)

구분	C초등학교(%)			D초등학교(%)			Pearson χ^2
	전통적	현대적	기타	전통적	현대적	기타	
관찰의 이론 의존성	65.4	31.9	2.6	64.1	33.3	2.6	1.983
과학적 모형	69.7	21.1	8.7	79.5	12.8	7.7	2.651
과학 지식의 잠정성	73.5	22.2	4.3	84.6	15.4	0	8.388
과학적 방법	78.5	1.6	20.0	71.8	5.1	23.1	14.315
과학적 의사 결정	24.9	11.4	7(56.2) ¹	15.4	10.3	15.4(59.0)	4.904
과학 이론의 사회적 구성	30.8	58.9	9.7	30.8	61.5	7.7	1.663
과학적 추론의 검증	53.0	31.4	15.2	56.4	35.9	7.7	1.953
이론의 가정	78.4	4.9	16.1	84.6	2.6	12.8	2.272
과학적 예상	61.1	30.8	7.6	64.1	30.8	5.1	1.634
수학 지식	37.3	50.8	10.3	38.5	56.4	5.1	2.569

1. 괄호 안의 응답 비율은 개인주의적 관점을 나타낸 것임.

표 3. 실험 집단과 통제 집단의 사전검사 문항별 응답 분포(%)

구분	실험 집단(%)			통제 집단(%)			Pearson χ^2
	전통적	현대적	기타	전통적	현대적	기타	
관찰의 이론 의존성	64.9	33.3	1.9	67.1	30.3	2.6	0.983
과학적 모형	64.8	25.9	9.2	77.6	14.5	7.9	4.549
과학 지식의 잠정성	71.3	24.1	4.7	76.7	19.5	3.9	7.256
과학적 방법	76.0	2.8	21.3	81.9	0	18.2	9.947
과학적 의사 결정	23.4	12.1	9.3(55.1) ¹	27.3	10.4	3.9(58.4)	2.748
과학 이론의 사회적 구성	32.7	59.8	7.5	28.6	58.4	13.0	1.708
과학적 추론의 검증	53.7	30.6	5.5(10.2) ²	51.9	32.5	5.2(10.4)	4.089
이론의 가정	78.5	5.6	15.9	79.3	3.9	16.9	0.950
과학적 예상	60.8	32.7	6.6	62.4	28.6	9.1	1.686
수학 지식	38.1	52.4	9.5	37.7	50.6	11.7	0.800

1. 괄호 안의 응답 비율은 개인주의적 관점을 나타낸 것이다. 2. 괄호 안의 응답 비율은 과학적 추론의 거부를 나타낸 것이다.

과는 표 2와 같았다. 그 결과 검사지의 10개 문항 모두 $p = .05$ 수준에서 학교에 따른 유의미한 차이는 없었다.

또한, 실험 집단과 통제 집단의 사전 검사 결과를 교차 분석해서 얻은 카이제곱 값도 $p = .05$ 수준에서 차이가 없었다. 과학의 본성에 대한 학생들의 견해는 표 3에 제시했다. 사전 검사 결과 두 집단은 관찰의 이론 의존성, 과학적 모형, 과학 지식의 잠정성, 과학적 방법, 과학적 추론의 검증, 이론의 가정, 과학적 예상에 대해 현대적 관점보다는 전통적 관점을 드러냈다. 반면에 과학 이론의 사회적 구성, 수학 지식에 대해서는 전통적 관점보다 현대적 관점을 나타내는 경향이 컸다. 또한, ‘과학적 의사결정’은 ‘경우에 따

라 달라진다’는 개인주의적 관점을 나타내는 경향이 컸지만, 그와 같은 학생을 제외하면 전통적 관점을 가진 학생이 현대적 관점을 가진 학생보다 상대적으로 많았다. 이와 같은 결과는 과학의 본성에 대한 다른 연구의 결과(노태희 등, 2002; 강석진 등, 2004)와 거의 유사했다.

사후 검사와 추후 검사 결과는 ‘과학적 추론의 검증’을 제외한 모든 문항에서 실험 집단이 통제 집단보다 현대적 관점에 대한 응답률이 더 높아졌다. 10개 문항에 대한 두 집단의 사후 검사, 추후검사 응답 비율을 비교한 결과는 표 4와 표 5과 같다. 실험 집단과 통제 집단의 사후 검사 결과를 분석해 본 결과는 관찰의 이론 의존성, 과학적 모형, 과학 이론의

표 4. 실험집단과 통제 집단의 사후검사 문항별 응답 분포(%)

구분	실험 집단(%)			통제 집단(%)			Pearson χ^2
	전통적	현대적	기타	전통적	현대적	기타	
관찰의 이론 의존성	15.7	83.3	0.9	47.6	50.8	1.6	27.134*
과학적 모형	26.8	72.2	0.9	59.0	36.0	4.9	22.114*
과학 지식의 잠정성	14.8	84.3	0.9	26.2	73.8	0	5.019
과학적 방법	36.3	62.0	1.8	44.3	42.6	13.1	16.848
과학적 의사 결정	8.3	57.4	2.8(31.5) ¹	6.6	36.1	8.2(49.2)	11.028
과학 이론의 사회적 구성	4.6	93.5	1.8	26.2	63.9	9.9	24.149*
과학적 추론의 검증	0.9	34.3	0(64.8) ²	37.7	50.8	0(11.5)	64.131*
이론의 가정	67.6	17.6	14.9	80.3	4.9	14.7	8.139
과학적 예상	39.8	60.2	0	63.9	36.1	0	12.791*
수학 지식	9.3	89.8	0.9	20.0	80.0	0	4.912

1. 괄호 안의 응답 비율은 개인주의적 관점을 나타낸 것이다. 2. 괄호 안의 응답 비율은 과학적 추론의 거부를 나타낸 것이다.

* $p < .05$

사회적 구성, 과학적 예상 문항에서만 유의미한 차이를 보였고, 추후 검사 결과를 분석해 본 결과는 관찰의 이론 의존성, 과학적 모형, 과학 지식의 잠정성, 과학적 방법, 과학적 의사 결정, 과학 이론의 사회적 구성, 수학 지식 문항에서 유의미한 차이를 보였다.

전체적으로 두 가지 수업 방식은 과학 지식의 본성에 대한 현대적 인식을 향상시켰지만, 과학연구 수업은 전통적 수업에 비해 관찰의 이론 의존성, 과학적 모형, 과학 지식의 잠정성, 과학적 방법, 과학적 의사 결정, 과학 이론의 사회적 구성, 수학 지식 등 7가지 영역에서 학생들의 인식을 현대적 관점으로 변화시키는데 효과가 있었다. 또한 과학연구 수업은 전통적 수업에 비해 관찰의 이론 의존성, 과학적 모형, 과학 지식의 잠정성, 과학적 방법, 과학적 의사 결정, 과학 이론의 사회적 구성, 수학 지식 등 7가지 영역에서 학생들의 현대적 인식을 지속시키는데 효과가 있었다. 따라서 과학적 추론의 검증에 대해 묻는 7번 문항과 이론의 가정을 묻는 8번 문항을 제외한 8개의 문항에서 과학연구 수업은 과학 본성에 대한 학생들의 인식을 현대적 관점으로 변화시키거나 지속시키는데 더 효과가 있었다.

이론의 가정을 묻는 문항 8번 문항에서 두 집단의 유의미한 차이는 없었지만, 실험 집단의 경우에는 사전 검사와 사후 검사 사이에 유의미한 차이를 보이고 현대적 관점이 증가하였다. 그러나 통제 집단의 경우에는 사전 검사와 사후 검사 사이에 유의미한 차이는 없었다. 이것은 과학연구 수업이 전통적 수업보다 이론의 가정을 묻는 문항에서 유의미한 차이는 아니지만 현대적 관점으로 변화시키는데 영향을 주었

음을 시사한다. 이러한 결과는 과학연구 수업이 전통적 수업 방식에 비해 학생들의 기억을 강화하여 오래 기억하고, 인식할 수 있게 하는 효과(유준희, 1993)를 시사하는 것이다. 또한 과학연구 수업이 학생들에게 통합된 방식으로 학습의 인지적, 정의적, 행동적인 측면을 경험하게 하는 가능성을 제공한다고 주장한 Odegaard(2003)의 말처럼, 과학연구 수업이 과학의 본성에 대한 학생의 인식에 인지적이나 정서적으로 영향을 주었는지 모른다. 따라서 과학의 본성에 대한 이해는 ‘연구’와 같은 간접 경험이 훨씬 더 효과적일 수 있다(윤혜경, 2004).

문항 1의 사전 검사 결과에서는 많은 학생들이 관찰의 이론 의존성에 대해 “관찰은 이론에 의존하지 않으므로 관찰 결과가 거의 같을 것”이라는 전통적 관점을 지니고 있었다(실험: 64.9%, 통제: 67.1%). 그러나 사후 검사 결과 실험 집단은 “관찰은 이론에 의존한다.”는 현대적 관점으로 유의미한 차이($\chi^2 = 65.33, p = 0.000$)를 보이며 변화하였고, 통제 집단에서는 유의미한 차이($\chi^2 = 6.64, p = 0.084$)가 없었다. 두 집단 간의 사후 검사 결과 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 추후 검사 결과 실험 집단은 현대적 관점을 유지하고 있으나, 통제 집단은 전통적 관점을 더 많이 가지고 있었다. 이러한 사실들은 과학연구 수업이 전통적 수업보다 관찰의 이론 의존성에 대한 현대적인 관점을 학습하고 유지하는데 더 효과적이라는 것을 시사하였다.

문항 2의 사전 검사 결과에서 “과학적 모형은 실제의 복사본일 것”이라는 전통적 관점을 가진 학생

표 5. 실험 집단과 통제 집단의 추후검사 문항별 응답 분포(%)

구분	실험 집단(%)			통제 집단(%)			Pearson χ^2
	전통적	현대적	기타	전통적	현대적	기타	
관찰의 이론 의존성	25.0	74.1	0.9	61.3	37.1	1.6	31.103*
과학적 모형	33.3	62.0	3.7	66.2	24.2	9.7	23.510*
과학 지식의 잠정성	22.3	77.8	0	56.5	41.9	1.6	23.075*
과학적 방법	57.5	38.9	3.7	67	8.1	22.6	30.419*
과학적 의사 결정	15.7	36.1	3.7(44.4) ¹	14.5	20.9	4.8(59.7)	11.895*
과학 이론의 사회적 구성	15.7	78.7	5.6	29.0	58.1	12.9	10.816*
과학적 추론의 검증	12.0	39.8	0.9(46.3) ²	40.3	46.8	1.6(11.3)	31.179*
이론의 가정	70.3	13.9	13.9	82.3	3.2	14.5	8.534
과학적 예상	55.6	44.4	0	63.1	33.9	3.2	5.244
수학 지식	14.8	84.3	0	31.1	67.2	1.6	9.020*

1. 괄호 안의 응답 비율은 개인주의적 관점을 나타낸 것이다. 2. 괄호 안의 응답 비율은 과학적 추론의 거부를 나타낸 것이다.

* $p < .05$

(실험: 64.8%, 통제: 77.6%)이 많았다. 전체적인 경향은 국내·외의 연구(노태희 등, 2002; Grosslight et al., 1991; Ryan & Aikenhead, 1992) 결과와 대체로 일치하였다. 사후 검사에서 실험 집단(전통적 관점: 26.8%, 현대적 관점: 72.2%)은 “과학적 모형은 실제의 복사본이 아니다.”라는 현대적 관점이 더 많아졌으며, 통제 집단(전통적 관점: 59.0%, 현대적 관점: 36.0%)에서는 여전히 전통적 관점이 더 많았다. 두 집단은 사후 검사 결과에서 유의미한 차이를 보였다. 추후 검사에서도 실험 집단은 현대적 관점이 어느 정도 유지되었지만, 통제 집단은 처음 생각으로 되돌아가는 경향이 많았다. 따라서 과학연구 수업은 전통적 수업보다 과학적 모형에 대해 현대적인 관점을 학습하고 유지하는데 더 효과적이라는 것을 시사하였다.

문항 3의 사전 검사 결과에서는 과학 지식은 거의 변하지 않는다고 응답하여 전통적인 관점(실험: 71.3%, 통제: 76.7%)을 드러냈고, 이러한 경향은 다양한 연령대의 학생을 대상으로 한 선행연구에서도 일관되게 보고되어 왔다(노태희 등, 2002). 예를 들어, 현대적 관점을 지닌 학생은 매우 적고 대개 학생들은 과학 지식의 잠정성에 대해 올바르게 이해하지 못한다는 것이다. 사후 검사 결과 두 집단 모두 과학 지식의 잠정성을 인정하는 현대적 관점으로 변화하였으나 추후검사 결과 실험 집단은 현대적 관점을 어느 정도 유지했지만, 통제 집단은 처음 생각으로 되돌아가서 현대적 관점보다 전통적 관점이 더 많았다. 과학 지식의 잠정성에 대해 과학연구 수업은 전통적 수업보다 현대적 관점을 학습하는데 유의미한 효과는 없지만, 현대적인 관점을 유지하는 데에는 더 효과적이라는 것을 보여주었다.

문항 4의 사전 검사 결과에서는 과학적 방법이 어떤 특정한 한 가지 방법을 의미한다는 전통적 관점을 가진 학생(실험: 76.0%, 통제: 81.9%)이 많았고, 한 가지 과학적 방법은 없다고 생각하는 현대적 관점을 가진 학생(실험: 2.8%, 통제: 0.0%)은 매우 적었다. 이러한 결과는 국내의 연구(우종욱과 소원주, 1995; 류진숙, 1998)에서도 보고된 바 있다. 우종욱과 소원주(1995)의 연구에서는 2.0%의 학생만이 실제로 과학적 방법이란 존재하지 않는다고 반응하였으며, 류진숙(1998)의 연구에서도 3.6%만이 반응하였다. 더 세분화하여 이들 초등학교 3학년생은 과학적 방법이 실험 결과를 기록해 사실을 알아내는 것(25.9%)보다

는 가설이나 이론을 검증하는 것(28.7%)이라고 생각했다. 그 다음으로 많은 학생들이 생각하는 과학적 방법은 실험 조건을 만들어 올바른 방법으로 검사하는 ‘공정한 검사’(12.5%)이다. 학생들은 과학자가 하는 과학적 방법으로서 논리적 방법이나 태도보다는 ‘실험’에 초점을 맞추고 있다는 것을 알 수 있었다. 이것은 Hodson(1998)의 주장처럼 과학 수업에서 배우게 되는 실험이나 예상, 가설 설정과 같은 탐구 활동이 과학적 방법에 대한 인식을 심어준 것으로 생각되었다. 그러나 실험결과를 기록해 사실을 알아내는 것보다 가설이나 이론을 검증하는 것이라는 응답이 많은 경향은 선행 연구(김희경과 송진웅, 2003; Lederman, 1992)의 연구 결과와는 차이가 있었다. 보통 학생들은 대부분 과학이나 실험 활동이 사실을 알아내는 것이라고 생각한다. 중학교 1학년 학생의 견해를 조사한 김희경과 송진웅(2003)의 연구와 차이를 보인 이유는 아마 연구 대상이 접하는 학교 과학 환경의 차이에 기인했을 수도 있다. 그들의 연구는 과학자의 실험에 대해 학생들의 56.8%가 사실 획득을 목적으로 언급했다고 보고했으며, 이러한 결과는 사실의 회상과 예시를 강조하는 한국의 실험 실습 경향이 그 원인이라고 밝히고 있다. 그러나 본 연구는 중학 과학을 경험한 학생이 아닌 초등학교 3학년 학생을 대상으로 하였다. 따라서 이들이 경험한 학교 과학의 환경이 다를 수 있다. 예를 들어, 하소현 등(2001)은 초등학교 교육과정에 제시된 탐구기능은 결론 도출 및 평가가 26%, 관찰 13%, 문제 인식 및 가설설정 10% 조사 10% 등을 차지하였으나, 중학교 교육과정은 결론 도출 및 평가가 27%, 조사 16%, 관찰 10% 등으로 문제 인식 및 가설 설정은 3%에 불과하였다고 보고하였다. 또한 중학교 과학은 과정 기능과 단계 기능이 사용되는 요소나 빈도가 초, 중, 고 중 가장 낮고 그 수준도 하위 수준에 머물러 있어 탐구 내용의 구조개선이 시급하다고 하였다. 따라서 이와 같은 과학 활동의 경험에 따른 차이가 학생들의 과학적 방법에 대한 인식을 형성하는데 영향을 준 것으로 생각할 수도 있다. 사후 검사에서는 두 집단 모두 유의미하게 현대적 관점이 증가하였다. 다만 통제 집단은 현대적 관점보다 전통적 관점이 더 많은 편이었다. 추후 검사에서도 실험 집단은 사전 검사와 유의미한 차이($\chi^2=56.50, p=0.000$)를 보여 현대적 관점이 크게 줄지 않았지만, 통제 집단은 사전 검사와 유의미한 차이($\chi^2=15.30, p=0.169$)가 없어졌

고, 다시 원래의 전통적 관점으로 되돌아가는 경향을 보였다. 따라서 추후 검사에서 두 집단은 유의미하게 차이가 났다. 과학적 방법에 대해 과학연극 수업이 전통적 수업보다 현대적 관점을 학습하는데 더 효과는 없었지만, 현대적인 관점을 유지하는 데에는 더 효과적이라는 것을 시사하였다.

문항 5의 사전 검사 결과에서는 과학자의 의사결정에 대해 주관적 느낌이나 개인적 동기의 영향이 과학보다는 과학자 개개인의 특성에 있는 것으로 생각하였다. 이와 비슷한 결과로 과학자의 연구 수행이 사회나 소속 기관의 영향을 받는가를 연구한 Ziman (1984)의 연구에서도 많은 학생(46%)이 개인주의적 관점으로 보는 경향이 있었다고 보고하였다. 그러나 사후 검사에서 두 집단 모두 사전 검사와 유의미한 차이를 보이며, 실험 집단은 과학자의 의사결정이 주관적 느낌이나 개인적 동기에 영향을 받는다는 현대적 관점이 크게 증가하고, 통제 집단은 여전히 현대적 관점보다 개인주의적 관점이 더 많은 편이었다. 추후 검사에서는 사후검사보다 전체적으로 현대적 관점이 줄고 개인주의적 관점으로 되돌아가는 경향을 보였다. 이것은 과학자의 의사결정에 대해 학생들은 주관적 느낌이나 개인적 동기의 영향이 과학 자체의 특성보다는 개인의 특성에 있는 것으로 생각하려는 경향이 크다는 것을 시사한다. 그러나 실험 집단은 사전 검사와 유의미한 차이($\chi^2=18.75, p=0.002$)를 보였지만, 통제 집단은 차이($\chi^2=8.73, p=0.120$)가 없었다. 또한 실험 집단과 통제 집단은 사전/사후 검사에서 차이가 없었지만, 추후 검사에서는 차이를 보여주었다. 이것은 과학연극 수업이 전통적 수업보다 현대적인 관점을 유지하는데 더 효과적이라는 것을 시사한다.

문항 6의 사전 검사 결과에서는 과학 이론이 사회적으로 구성된다는 현대적 관점(실험: 59.8%, 통제: 58.4%)을 학생들이 가지고 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 국내의 연구(우종욱과 소원주, 1995; 류진숙, 1998)에서도 보고된 바 있다. 우종욱과 소원주(1995)의 연구에서는 84%의 학생들이 다른 과학자를 설득해야 한다고 반응하였으며, 류진숙(1998)의 연구에서도 81%가 반응하였다. 다른 과학자를 설득해야 한다는 현대적 관점을 가진 학생들은 그 이유를 '설득해야 다른 사람들이 믿으니까'(43.4%), '자기 생각이 확실하다는 것을 알려야 하니까'(21.0%) 등과 같이 진술하였다. 이들 학생은 다른 지식과 마찬가지로

과학 지식도 그것이 확실하다는 것을 보이고 다른 사람을 믿게 하기 위해서는 설득해야 한다는 것을 인정했다. 그렇지만 과학 지식의 구성 자체가 사회적 성격을 갖는다는 것을 분명하게 언급한 학생은 거의 없었다. 이러한 결과는 우종욱과 소원주(1995)의 연구에서도 보고되었다. 즉, 33%의 학생들이 과학 이론 구성의 기본이 사회적 합의에 의한 것이라는 것을 알지 못한다는 것이다. 사회성에 관련된 과학의 본성은 초등학교 학생들이 일상생활이나 학교 교육을 통해서 접하거나 생각할 수 있는 기회가 매우 제한되어 있기 때문에 이와 같은 반응이 나온 것으로 추측된다(Solomon *et al.*, 1996).

수업 후 사후 검사와 추후 검사에서도 두 집단 모두 현대적 관점을 유지하고 있었다. 그렇지만 실험 집단은 사후 검사와 추후 검사에서 통제 집단과 유의미한 차이를 보여주어, 과학 이론의 사회적 구성에 대해 과학연극 수업이 전통적 수업보다 현대적인 관점을 학습하고 유지하는데 더 효과적이라는 것을 시사하였다.

문항 7 사전 검사에서는 추론의 오류를 인식하지 못하고 조사 결과가 자신의 추론과 일치하면 추론이 참이라고 생각하는 전통적 관점(실험: 53.7%, 통제: 51.9%)을 가진 학생이 많았다. 수업 후 사후 검사에서는 실험 집단은 사전 검사와 유의미한 차이를 보였지만, 통제 집단은 크게 차이는 보이지 않았다. 실험 집단은 과학적 추론을 거부하는 경향을 보였고, 통제 집단은 현대적 관점이 늘어나는 경향이 보였다. 이렇게 전통적 수업을 받은 통제 집단이 현대적 관점을 나타내고, 과학연극 수업을 받은 실험 집단이 과학적 추론을 거부하는 경향을 보이는 것은 과학연극 수업의 대본 내용 때문으로 추측된다. 과학연극 수업과 전통적 수업 모두 과학적 추론의 오류에 관해 제시하였으나, 전통적 수업에서는 이 내용을 직접적으로 제시하지 않고 천동설에서 지동설로 변화하는 과정과 대륙이동설이 채택되기까지의 과정을 교사의 이야기로 습득하고 토의 활동을 하였다. 그러나 과학연극 수업에서는 과학적 추론을 통해 천동설을 제안하는 프톨레마이오스를 통해 과학적 추론이 늘 정확한 것은 아니라는 것을 보여주었다. 따라서 프톨레마이오스의 천동설이 현재 우리가 가지고 있는 우주관과 다르다는 것에 학생들이 주목하여 과학적 추론을 한 프톨레마이오스의 이론이 틀렸다고 생각했을 것이다. 그리고 그러한 생각이 과학적 추론을 거부하는

경향에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 실험 집단의 토의 활동에서도 프톨레마이오스의 이론이 현재의 우주관과 다름을 근거로 제시하는 의견이 많았던 것도 그 이유라고 생각한다. 추후 검사에서 실험 집단은 사전 검사와 유의미한 차이($\chi^2=61.77, p=0.000$)를 보였지만, 통제 집단은 차이가 없었다. 실험 집단은 추론을 거부하는 경향이 줄고 추론의 오류를 인식하는 현대적 관점이 증가한 반면에, 통제 집단은 전통적 관점이 늘어나는 양상을 보였다. 과학연구 수업은 과학적 추론의 검증에 대한 현대적 관점을 증가시키는데 전통적 수업보다 효과적이지는 않았지만, 그 효과는 수업 후에도 지속되는 양상을 시사하였다.

문항 8의 사전 검사 결과에서는 두 집단 모두 ‘과학자의 이론 구성에 있어 가정의 정확성이 과학 발전을 이끄는 것’이라는 전통적 관점(실험: 78.5%, 통제: 79.3%)을 가지고 있었고, 수업 후 사후 검사와 추후 검사에서도 두 집단 모두 전통적 관점을 유지하고 있었다. 그렇지만 실험 집단은 사전 검사와 사후 검사 결과 사이에 유의미한 차이를 보였고, 비록 전통적 관점이 많은 편이었지만 통제 집단에 비해 ‘가정의 진위 여부와 과학이 발전하는 것은 상관없다.’는 현대적 관점(실험: 17.6%, 통제: 4.9%)이 크게 증가하였다. 추후 검사에서 실험 집단과 통제 집단 모두 사전 검사와 비교했을 때 유의미한 차이가 없었다. 다만 사후 검사 결과처럼 통제 집단이 현대적 관점(실험: 13.9%, 통제 3.2%)에 대한 응답이 더 많았다. 이론의 가정에 대한 현대적 관점의 변화는 수업 전후에 크게 변함이 없었다. 이렇게 수업을 통해 지도했음에도 불구하고 학생들이 전통적 관점을 고수하는 것은 이론의 가정이 사실이면 과학 발전에 도움이 되고, 그렇지 않으면 도움이 되지 않는다고 무의식적으로 생각하고 있기 때문일 수 있다. 과학연구 수업과 전통적 수업에서 프톨레마이오스의 천동설이 틀렸지만, 코페르니쿠스로 이어지는 지구에 대한 지식에 밀바탕이 되고, 좋은 영향을 미쳤음을 보여줌으로써 이론의 가정이 꼭 사실이어야 하는 것은 아님을 제시하였다. 그러나 학생들은 위의 과학적 추론의 검증(문항 7)에서 나타난 문제점처럼 프톨레마이오스의 이론이 현재의 우주관과 다른, 틀린 이론이라고 생각함으로써 이 틀린 이론을 400년 동안 믿어오면서 과학이 발전하지 못했고, 코페르니쿠스와 갈릴레이가 종교적 압박을 받은 것에 주목하여 과학이 발전하려면 이론의 가정은 꼭 사실이어야 한다고 생각

하는 것처럼 보였다.

문항 9의 사전 검사 결과에서는 과학 지식에 기초한 예상의 확실성을 절대적으로나 상대적으로 신임하는 전통적 관점을 가진 학생(실험: 60.8%, 통제: 62.4%)이 많았다. 두 집단은 모두 사전 검사와 유의미한 차이를 보여주었다. 그러나 실험 집단은 현대적 관점(사전: 32.7%, 사후: 60.2%, 추후: 44.4%)이 크게 증가했지만, 통제 집단은 현대적 관점(사전: 28.6%, 사후: 36.1%, 추후: 33.9%)이 조금 밖에 증가하지 않았고 전통적 관점이 여전히 많았다. 또한 추후 검사에서도 두 집단은 사전 검사와 유의미한 차이를 보였다. 실험 집단은 전통적 관점으로 되돌아가는 경향을 보였지만 현대적 관점이 여전히 많은 편이었고, 통제 집단은 거의 변화가 없었다. 따라서 과학연구 수업은 전통적 수업보다 현대적 관점을 증가시키는데 효과가 있었지만, 그 효과를 계속 지속시키는 데에는 실패한 것으로 추정된다. 많은 학생은 이 문제가 근본적으로 묻고 있는 과학 지식의 불확실성보다 과학의 예언적 성격에 좀더 주목한 것으로 추측된다. 따라서 과학연구 수업에서 보여주었던 과학 지식의 불확실성에 대한 내용을 문제 상황과 연결시키지 못한 것으로 추측된다.

문항 10의 사전 검사 결과에서는 수학적으로 계산된 예상을 신임하지 않는 현대적 관점(실험: 59.8%, 통제: 58.4%)을 학생들이 가지고 있는 것으로 나타났다. 이 연구에서 사용한 문항과 거의 유사한 내용으로 초등학교 6학년 학생의 견해를 조사한 선행연구도 이 연구의 결과처럼 87.1%의 학생들이 현대적 관점을 가지고 있는 것으로 보고되었다(류진숙, 1998). 사후 검사 결과 두 수업 방식은 현대적 관점(실험: 89.8%, 통제: 80.0%)을 크게 증가시켰다. 실험 집단은 통제 집단에 비해 3개월 후에도 현대적 관점(실험: 84.3%, 통제: 67.2%)이 조금 밖에 줄지 않았다. 사전 사후 검사에서 두 집단은 서로 차이가 없었지만, 추후 검사에서는 차이를 보여주었다. 따라서 수학 지식에 대해 과학연구 수업은 전통적 수업보다 현대적 관점을 학습하는 데 유의미한 효과는 없었지만, 현대적 관점을 유지하는 데에는 효과적이었음을 시사하였다.

3. 과학연구에 출연한 학생들의 인식 변화

과학연구 수업에서 과학연구를 공연해야 하는 학생들은 공연을 관람하는 학생에 비해 대본과 연극 내

용을 접하는 시간이 더 길다. 따라서 과학연극에 출연한 학생들이 과학연극을 관람한 학생과 어떠한 인식의 차이를 보이는지 알아보기 위해 실험 집단을 대상으로 과학연극에 출연한 학생과 관람한 학생으로 구분하여 사전 검사, 사후 검사, 추후 검사 결과를 비교 분석하여 보았다. 그 결과 과학연극을 관람한 학생(98명)과 과학연극에 출연한 학생(10명)은 사전, 사후, 추후검사에서 차이가 없었다. 그러나 연극을 준비하면서 학생들을 관찰하고 면담한 결과에 의하면 통계적으로는 나타나지 않았지만 무시할 수 없는 학생의 반응이 있었다. 연극 연습을 하기 전에 한 학생은 학습 태도가 소극적이고, 매사에 관심이 없었으며 자신감이 결여되어 있어서 남 앞에 서는 것을 싫어하는 학생이었다. 연극 후 이 학생은 교사에게 와서 말을 거는 횟수가 현저하게 증가하였고, 친구들에게 연극을 연습했던 때의 이야기를 들려주기도 하고, 다음에 또 연극을 연습하는 것을 기대하고 있었다. 또한 하지 않던 발표를 하기 시작했고, 학급에서 부진아에 속했던 학생이었는데 연극의 내용을 잘 기억하고 있었다. 과학의 본성에 대한 설문지에서도 사전 검사 결과 현대적 관점을 나타낸 문항은 과학적 의사 결정에 대해 묻는 문항 5, 과학 이론의 사회적 구성에 대해 묻는 문항 6뿐이었다. 과학적 추론의 검증에 대해 묻는 문항 7, 과학적 예상에 대해 묻는 문항 9, 수학 지식에 대해 묻는 문항 10은 '잘 몰라서 대답할 수 없다'라는 답지를 선택하였다. 그런데 사후 검사결과 과학적 추론의 검증에 대해 묻는 문항 7, 이론의 가정에 대해 묻는 문항 8, 과학적 예상에 대해 묻는 문항 9를 제외한 나머지 7개의 문항(관찰이 이론 의존성, 과학적 모형, 과학 지식의 잠정성, 과학적 방법, 과학적 의사 결정, 과학 이론의 사회적 구성, 수학 지식)에서 현대적 관점을 나타내었으며, 추후 검사에서도 6개 문항(관찰이 이론 의존성, 과학적 모형, 과학 지식의 잠정성, 과학적 의사 결정, 과학 이론의 사회적 구성, 수학 지식)에서 현대적 관점을 나타내었다. 학습 활동에서 낙오자가 되던 이 학생은 과학연극을 통해 좀더 적극적인 태도를 갖게 되었다. 이것은 연구에서 의도하지 않았던 과학연극 수업의 효과라고 할 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

우리나라에서도 과학의 본성에 대한 인식의 조사

연구는 최근 들어 이루어지고 있으나, 과학의 본성을 가르칠 수 있는 구체적인 방안에 대한 연구는 거의 없었다. 따라서 초등학교 학생들을 대상으로 과학의 본성을 가르칠 수 있는 구체적인 방안을 제시하는 것은 의미 있는 일일 것이다. 이에 본 연구는 초등학교가 가지고 있는 과학의 본성, 좀더 구체적으로는 과학 지식의 본성에 대한 인식을 조사하고, 학생의 생각을 현대적 관점으로 변화시킬 수 있는 방안으로서 과학연극 수업을 고안하고 개발하였다. 또한 과학연극의 적용 전후에 학생들이 가지고 있는 과학의 본성에 대한 인식이 어떻게 변하는지 알아보고, 과학의 본성을 가르치는 방안으로서 과학연극 수업의 효과를 조사하는 것을 목표로 하였다.

과학연극에 대한 경험을 조사한 결과 연극을 관람하거나 공연해 본 학생은 많았으나, 과학연극 관람이나 공연 경험은 거의 없는 것으로 나타났다. 특히 학교에서는 과학연극에 대한 경험이 거의 없었고, 연극에 대한 호감은 연극 관람이나 연극 공연 경험과 관계가 없었다.

과학연극 수업은 전반적으로 과학의 본성에 대한 학생들의 인식을 변화시키고 유지시키는 데에 효과적인 것으로 나타났다. 사전 검사 결과에서는 집단과 무관하게 대부분의 문항에서 현대적 관점에 대한 학생들의 응답이 낮았다. 즉, 관찰의 이론 의존성(1번), 과학적 모형(2번), 과학 지식의 잠정성(3번), 과학적 방법(4번), 과학적 추론의 검증(7번), 이론의 가정(8번), 과학적 예상(9번)에 대해 초등학교는 현대적 관점보다는 전통적 관점을 드러냈다. 반면에 과학 이론의 사회적 구성(6번), 수학 지식(10번)에 대해서는 전통적 관점보다 현대적 관점을 나타내는 경향이 컸다. 또한, 과학적 의사결정(5번)은 '경우에 따라 달라진다'는 개인주의적 관점을 나타내는 경향이 컸지만, 그와 같은 학생을 제외하면 전통적 관점을 가진 학생이 현대적 관점을 가진 학생보다 상대적으로 많았다. 그러나 사후 검사 결과에서 전체적으로 두 가지 수업 방식은 과학 지식의 본성에 대한 현대적 인식을 향상시켰지만, 과학연극 수업은 전통적 수업에 비해 관찰의 이론 의존성, 과학적 모형, 과학 이론의 사회적 구성, 과학적 예상 등에 대한 학생들의 인식을 현대적 관점으로 변화시키는데 효과가 있었다. 또한 과학연극 수업은 전통적 수업에 비해 관찰의 이론 의존성, 과학적 모형, 과학 지식의 잠정성, 과학적 방법, 과학적 의사 결정, 과학 이론의 사회적 구성, 수학

지식 등에 대한 학생들의 인식을 현대적 관점으로 계속 유지시키는데 효과가 있는 것으로 판단되었다. 따라서 과학적 추론의 검증과 이론의 가정에 대한 것을 제외하고 과학연극 수업은 과학 본성에 대한 학생들의 인식을 현대적 관점으로 변화시키거나 지속시키는데 효과가 있었다. 또한 연극을 연습하는 동안 연극에 출연한 학생의 태도가 매우 긍정적으로 변했으며, 학습 태도나 자신감 등에서도 커다란 변화가 나타났다.

이러한 결과는 과학연극 수업이 과학의 본성에 대한 인식을 현대적 관점으로 변화시킬 수 있는 한 가지 방안이 될 수 있다는 것을 시사한다. 특히, 과학의 본성에 대한 생각이 단편적 지식으로서가 아니라 지속적인 인지구조로 자리 잡아야 한다고 생각할 때, 과학연극은 과학의 본성에 대한 학생들의 인식을 유지시키는데 효과적인 방안이 될 수 있다.

이 연구는 과학의 본성 중에서 과학 지식의 본성에 주로 초점을 맞추었지만, 다른 영역에 대해서도 그 효과가 조사되어야 할 것이다. 또한 초등학생의 경우 과학의 본성에 대한 학생들의 생각을 조사할 수 있는 포괄적인 검사 도구가 개발되어 있지 않다. 따라서 이에 대한 연구도 시급한 실정이다. 앞에서 논의한 몇 가지 결과를 통해 알 수 있듯이 과학연극 수업을 개발하여 적용할 때에는 학생들이 연극에서 다루는 일부 단편적인 사실을 부각해서 인식할 우려가 있으므로 그와 같은 문제점을 고려해야 한다는 것을 보여준다. 따라서 그 해결 방안을 모색하는 것이 필요하며, 인지적, 정의적 영역에서 파지 효과가 높은 과학연극을 과학의 본성뿐만 아니라 과학교육에 활용할 방안에 대한 연구도 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

강석진, 김영희, 노태희(2004). 과학사를 이용한 소집단 토론 수업이 학생들의 과학 본성에 대한 이해에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 24(5), 한국과학교육학회, 996-1007.

교육부(1998). 초등학교 교육과정 해설. 대한 교과서 주식회사

김혜경, 송진웅(2003). 과학 실험의 목적에 대한 중학생의 인식 조사. 한국과학교육학회지, 23(3), 한국과학교육학회, 254-264.

노태희, 김영희, 한수진, 강석진(2002). 과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해. 한국과학교육학회지, 22(4), 한국과학교육학회, 882-891.

류진숙(1998). 과학의 본성에 대한 인식 조사 및 인식 변화에 미치는 과학사 프로그램의 효과. 석사학위논문. 서울대학교 대학원.

소원주(1998). 과학교사의 과학 철학적 관점과 과학 서술 방식이 중학생들의 과학관의 변화에 미치는 영향. 박사학위논문. 한국교원대학교 대학원.

소원주, 김병기, 우종욱(1998). 중등학교 학생들의 과학의 본성 개념을 측정하기 위한 도구 개발. 한국과학교육학회지, 18(2), 한국과학교육학회, 127-136.

우종욱, 소원주(1995). 과학인식론의 일부 주제에 대한 고등학생들의 견해. 한국과학교육학회지, 15(3), 한국과학교육학회, 349-362.

유준희(1993). 과학 역할놀이와 공연. 관악사

윤혜경, 나지연, 장병기(2004). 초등학교 과학연극 수업 사례 연구. 한국과학교육학회지, 24(5), 한국과학교육학회, 902-915.

윤혜경, 장병기, 나지연(2005). 과학 수업 시간에 해보는 과학연극. 드림웍스21.

장병기(1995). 과학 수업 및 과학의 본성에 대한 초등교사의 인식. 초등과학교육, 14(1), 한국초등과학교육학회, 1-15.

장병기(2004). 과학의 본성에 대한 학생의 생각을 조사하기. 초등과학교육, 23(2), 한국초등과학교육학회, 159-171.

조희형(1995). STS의 의미와 STS 교육의 속성. 한국과학교육학회지, 15(3), 한국과학교육학회, 371-378.

조희형, 박승재(2001). 과학론과 과학교육. 교육과학사.

하소현, 박대오, 성만웅(2001). 초, 중, 고등학교 탐구 기능 요소에 대한 6차와 7차 과학교육과정의 비교. 한국과학교육학회지, 21(1), 한국과학교육학회, 102-113.

AAAS, project2061 (1994). *Benchmarks for scientific literacy*. Oxford University Press.

Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.

Aikenhead, G. S. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 607-627.

Aikenhead, G. S., Ryan, A. G. & Fleming, R. W. (1989). *View On Science-Technology-Society* (form CDN.mc.5). Department of Curriculum studies. University of Saskatchewan.

Bentley M. L. (2000). Improvisational Drama and Nature of Science. *Journal of Science Teacher Education*, 11(1), 63-75

Braund, M. (1999). Electric Drama to improve understanding in science. *School Science Review*, 81, 35-41.

Budzinsky, F. K. (1995). Chemistry on stage-A strategy for integrating science and dramatic arts. *School Science and Mathematics*, 95(8), 406

Driver, Leach, Millar & Scott (1996). *Young people's images of science*. Open University Press.

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. (1998). Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. In J. J. Wellington (Ed.). *Practical Work in School Science*. NY: Routledge
- Kelly, G. J., Carlesen, W. S. & Cunningham, C. M. (1993). Science education in sociocultural context: perspectives from the sociology of science. *Science Education*, 77(2), 207-220
- 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.
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. *The Nature of Science Educations. Rationales and strategies*. Kluwer Academic Publishers.
- Meichtry, Y. (1993). The impact of science curricula on student views about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(5), 429-443.
- Odegaard, M. (2003). Dramatic Science: A Critical Review of Drama in Science Education. *Studies in Science Education*, 39, 75-102.
- Osborne, J. (1998). Learning and Teaching about the Nature of Science. In Ratcliffe M. (Ed.). *ASE Guide to Secondary Science Education*, ASE & Nelson Thornes.
- Ryan, A. G. & Aikenhead, G. S. (1992). "Students' preconceptions about the epistemology of science" *Science Education*, 76(6), 559-580.
- Smith, M. U. & Scharmann, L. C. (1999). Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science Education*, 493-509.
- Solomon, J., Scott, L., & Duveen, J. (1996). Large-scale exploration of pupils' understanding of the nature of science. *Science Education*, 80(5), 493-508.
- Wellington, J. J. (1989). *Skills and processes in science education: A critical analysis*. Routledge.
- Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science: Contemporary issues and practical approaches*. London: Routledge.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies: The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.