

# 과학의 본성 지도를 위한 중학교 과학 실험수업에서 '반성'의 중요성

도송희<sup>1</sup> · 황요한 · 박종석\*

<sup>1</sup>성산중학교 · 경북대학교

## The Importance of Reflection on the Middle School Science Experiment Class for Teaching the Nature of Science

Songhee Do<sup>1</sup> · Yohan Hwang · Jongseok Park\*

<sup>1</sup>Sungsan Middle School · Kyungpook National University

**Abstract:** Understanding about the Nature of Science (NOS) is element of scientific literacy. Its importance is emphasized, especially understanding about NOS was presented as goal of science education on the fifth curriculum in Korea. Attempt of teaching NOS has been continuous in school, that was limited by method of using History of Science. Except method of using History of Science, Experimenting is appropriate for method of teaching NOS.

We expected that is effective to apply reflective approach method for understanding the NOS and composite lesson to emphasize reflection and discussion to general experiment class in the school. We applied experiment class to emphasize reflection and discussion to second grade students in the middle school and researched whether positive reflection and discussion is helpful understanding the NOS in science experiment class or not, through questionnaire about NOS and analysis of observation and interview. As a result, experiment class to emphasize reflection and discussion was effective for scientific inquiry skills and sociality of scientific inquiry, particularly for relation observation with deduction and possibility of variable analysis to experiment result. Therefore, experiment class to emphasize reflection and discussion is effective for understanding the NOS.

**Key words:** Nature of Science(NOS), reflection, experiment lesson, discussion, reflective approach method

### I. 서 론

과학교육자들은 과학교육의 목표 중 하나로 과학의 본성에 대한 이해를 강조하고 있다. 과학 본성에 대한 올바른 이해는 과학적 소양을 지닌 시민을 양성하기 위해 필요하고(National Research Council, 2000), 탐구활동을 참답게(authentic) 수행하도록 하며, 과학개념의 이해에도 도움이 된다(차정호 등, 2005). 우리나라에서도 최근 개정된 교육과정을 보면 학생들이 관찰과 실험 등을 통해 과학지식 생성과정에 참여함으로써 과학지식의 형성과정이나 과학지식의 잠정성 등 과학의 본성을 다루어야 함을 명시하고 있다(교육 인적자원부, 2007) 그러나 과학의 본성에 대한 지속적인 관심과 노력에도 불구하고 많은 학생들은 과학적 지식이 완전하고, 이론이 경험적 증거들의 축적에 의해 증명될 수 있다고 믿는 것으로 나타났다(Abd-

El-Khalick 등, 2000).

과학교육에서 이렇게 중요하게 여겨지는 과학의 본성에 대한 연구는 1998년까지는 극히 부분적으로만 진행되어 오다가(소원주, 1998), 2000년 이후로부터 빈번히 이루어지고 있다. 하지만 학생이나 교사들이 가지고 있는 과학의 본성을 알아보는 연구들이 대부분이며(권성기와 박승재, 1995; 최은희, 2005; 한지숙과 정영란, 1997), 최근 들어 본성 교육이나 이해증가에 대한 연구들이 나오고 있다(강석진 등, 2004; 김경순 등, 2008; 김지영과 강순희, 2007; 유미현 등, 2007, 임소희, 2002; 차정호 등 2005).

하지만 이러한 연구속에서도 과학의 본성으로 무엇을 가르쳐야 할 것인가에 대해서는 다양한 의견이 있다. 몇 연구중 과학의 본성에 대해 잘 정의하고 있는 연구를 보면, Lederman(1992)이 초기 연구에서 과학의 인식론, 과학의 과정, 과학적 방법, 과학 지식의

\*교신저자: 박종석(parkbell@knu.ac.kr)

\*\*2009년 09월 30일 접수, 2009년 11월 19일 수정원고 접수, 2009년 11월 20일 채택

\*\*\*이 논문은 2009 경북대학교 과학교육연구소의 지원을 받아 수행된 연구임.

발전에 영향을 미치는 가치나 신념 등이라고 정의하였으며, 10년뒤 다시 구체적인 과학의 본성의 측면으로 과학의 경험적인 본성, 과학적 방법, 실험의 일반적인 구조와 목적, 관찰에 기반을 둔 이론과 훈련의 타당성, 과학의 가변적인 본성, 이론과 법칙 사이의 차이와 관계, 과학의 창의성과 상상력, 추론과 이론적인 실재, 과학의 이론존재적인 본성, 과학의 사회적이고 문화적인 측면 등을 제시하였다(Lederman *et al.*, 2002). 또한, Osborne 등(2003)은 이를 더 포괄적인 범주로 묶어 과학의 본성에서 다루어야 할 내용으로 과학적 지식, 과학의 방법, 과학의 관례와 사회적 실행이라는 세 가지 측면으로 범주화하였다. 본 연구에서는 Park(2007)이 과학의 본성에 대해 포괄적인 문헌 조사를 하여 제시한, 과학의 본성에 대한 내용 3범주인 과학지식의 본성, 과학적 탐구의 본성, 과학적 사고의 본성의 42개 진술문 중 과학적 탐구의 본성에 해당하는 과학적 탐구의 기능, 과학적 탐구과정과 방법, 과학적 탐구의 사회성에 초점을 두었다.

과학의 본성에 대한 교수 방법은 암시적(implicit) 접근과 명시적 접근(explicit)으로 나눌 수 있다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000b). 암시적 접근 방법은 교사가 과학의 본성에 대해 직접 가르치지 않아도 학생들이 과학 탐구 활동을 수행하는 과정에서 자연스럽게 과학의 본성에 대한 학습이 이루어진다고 가정한다. 그러나 이런 소극적인 접근 방법은 학생들이 과학의 본성을 적절히 이해하는데 효과적이지 않았다(Meichtry, 1992). 한편, 명시적 접근 방법은 과학의 본성에 대한 이해를 계획적이고 의도적인 인지적 교수의 결과로 보고, 과학의 역사적, 철학적, 사회 문화적 용도 등의 과학의 본성을 학생들에게 직접 가르쳐야 한다고 가정한다(Akerson 등, 2000). 이런 명시적 방법 또한 과학의 본성에 대한 이해를 향상시키기에는 효과적이지 않았다(유미현 등, 2006; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a; Tao, 2003). 학생들은 연구에서 의도한 바와 같이 과학사를 과학의 본성에 초점을 두어 이해하는 것이 아니라, 단순히 과거의 흥미로운 사건이나 이야기 정도로 여기는 경향이 있기 때문이다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a; Tao, 2003).

따라서 과학의 본성 이해를 위한 방안으로 명시적·반성적(explicit & reflective) 접근 방법을 적용한 과학의 본성 수업이 제안되었다. 이때 반성적

(reflective)이라 함은 학습 과정에서 학생들이 과학의 본성에 대한 자신의 관점을 검토할 수 있는 토론 등의 구조화된 활동 기회를 제공하는 것을 의미한다. 실제로 과학의 본성에 대한 명시적·반성적 접근 방법을 적용한 수업이 초등학교 6학년 학생들의 과학의 본성에 대한 관점을 현대적으로 변화시킨 것으로 나타났다(Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). 국내에서도 김경순 등(2008)의 연구에 따르면 중학교 과학 '물질의 구성' 단원에서 과학사 소재를 활용한 명시적·반성적 수업이 과학의 본성에 대한 학생들의 이해를 향상시키는 것으로 나타났다.

과학을 가르치는데 있어 중요한 방법 중 하나는 실험을 수행하는 것이다. 과학실험은 종합적인 사고력과 과정적인 지식을 가르치는데 있어서 중요한 교육적 가치를 지니며, 학생들의 탐구 능력 향상과 과학적 태도의 배양에 중요한 역할을 한다(박승재와 조희형, 1999). 하지만 실제 학교 현장에서 이루어지는 과학실험은 조건이나 상황이 명확히 제시되어 있는 경우가 많으며, 이런 실험이라 할지라도 실험 결과를 정확하게 도출해 내기가 쉽지 않다. 이는 과학실험 중 예상치 못한 결과가 종종 도출되기 때문이다. 이처럼 예상 밖의 결과나 새롭게 알게 된 사실 등을 학생들과 반성하고 토의한다면 학생들의 과학의 본성 이해에 도움이 될 것이다.

따라서 본 연구는 중학생들의 과학의 본성 이해를 돕기 위해 반성적 토의과정을 적용한 수업이 적절한지를 알아보는 목적을 가지고 수행하였으며, 연구 목적을 달성하기 위한 연구 문제는 다음과 같다.

중학생들의 과학 실험 활동에 반성적(reflective) 토의과정을 적극적으로 적용시켰을 때, 반성을 강조한 실험수업이 중학생의 과학의 본성 이해에 어떤 영향을 주는가?

## II. 연구 절차 및 방법

### 1. 연구 대상 및 수업

실험수업에서 반성을 강조하는 것이 과학의 본성 지도에 어떤 의미가 있는지 알아보기 위해서 광역시에 소재한 1개 중학교의 3학년 4개 학급 152명의 학생들을 연구대상으로 하여 2개 학급은 처치집단으로, 2개 학급은 통제집단으로 무선 배치했다.

반성을 강조한 실험수업은 2008년 9월 2일부터 10월 7일까지 5주간 중학교 3학년 과학 ‘물질변화에서의 규칙성’ 단원 수업을 진행하는 동안 10차시에 적용되었다. 과학의 본성에 대한 사전 검사를 8월 26일에 실시한 후, 처치 집단에는 실험 전반적인 부분에 대한 반성을 실험보고서에 작성하게 하였다. 그 내용으로 실험 중 관찰하거나 새롭게 알게 된 사실, 현상, 방법 및 궁금한 점 등을 실험보고서에 작성하게 하였다. 또한 작성한 내용을 토대로 토론을 하게 하였으며, 토론을 위한 시간을 충분히 제공하기 위해 기존 1차시로 끝나는 실험수업을 2차시에 걸쳐 진행함으로써 학생들이 토론을 통한 반성활동을 수행하는데 어려움이 없도록 하였다. 단원이 끝난 이후 두 집단 모두 과학의 본성에 대한 사후 검사를 10월 14일에 실시하였다.

## 2. 검사도구

본 연구에서 사전과 사후 검사에 사용된 과학의 본성 측정 설문지는 박종원과 김두현(2008)이 제시한 과학의 본성 진술문 중 과학적 탐구의 본성에 해당하는 내용을 재구성하였다. 설문문항은 중학생들이 쉽게 이해할 수 있게 문장으로 수정하였으며, 중학교 교육과정에서 아직 다루지 않은 ‘가설’에 관련한 내용은 제외시켰다. 제작된 설문지는 과학적 탐구기능 영역 3문항, 과학적 탐구과정과 방법 영역 4문항, 과학적 탐구의 사회성 영역 3문항 등 총 10문항으로 구성되었으며, 과학교육전문가 2인과 교사 2인에게 타당도를 검증받았고 내적 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 0.65였다.

표 1 설문지의 영역 및 문항 내용

영역	문항내용
과학적 탐구 기능	1. 과학적 관찰은 이론에 의존하며, 객관적이 아닐 수 있다.
	2. 관찰과 추론은 구별되지만, 종종 함께 일어나기도 한다.
	3. 과학적 측정값은 참값일 수 없으며, 예러와 불일치 자료를 포함한다.
과학적 탐구과정과 방법	4. 동일한 실험결과가 다르게 해석될 수 있다.
	5. 과학적 탐구에는 실험적인 과정과 이론적인 과정 모두가 포함된다.
	6. 과학적 탐구과정은 반복될 수 있어야 하고, 다른 사람에게 의해서도 같은 결과를 얻을 수 있어야 한다.
	7. 과학적 탐구에는 하나의 단계별 과정보다는 다양한 과정과 방법을 통해 수행된다.
과학적 탐구의 사회성	8. 과학적 탐구는 종종 협동적으로 수행된다.
	9. 과학적 탐구는 사회적/문화적/정치적 상황과 영향을 주고 받는다.
	10. 과학적 탐구는 윤리에 의해 제약 받기도 한다.

## 3. 수업 관찰 및 면담 분석

제한된 문항으로 실시한 양적연구의 한계를 보완하기 위해, 질적 연구를 동시에 수행하였다. 먼저 토론 중에 일어나는 학생들의 행동과 대화를 관찰하여 분석하였고, 학생들과의 면담을 실시하여, 과학의 본성 영역에 대해 어떠한 변화를 겪어 되었는지에 대해 조사하였다. 관찰 분석 결과와 면담 분석 결과는 문항에 대한 결과 논의와 함께 정리하였다.

## Ⅲ. 연구 결과 및 논의

### 1. 과학적 탐구기능

과학적 탐구기능의 세부 항목은 관찰과 측정, 관찰과 추론 관계, 과학의 측정값의 오류 가능성, 자료 해석의 다양화로, 이들 항목에서 학생들은 현대 과학철학적 관점을 가지고 있는지를 조사하기 위해 t-검정을 실시한 결과는 표 2와 같다.

1번 항목에 대한 t-검정 결과 유의미한 차이는 없었지만, 사전검사에서는 처치집단이 낮은 점수를 받았으나, 사후 검사에서는 처치집단이 0.13점 높게 나왔다. 이것은 토론을 통해 관찰 결과에 개인적인 생각이나 이론이 접목되면서, 학생들은 자신들이 관찰한 내용이 이론에 의존하게 되는 과정을 경험한 결과일 것이다. 실제 학생들도, 토론을 통해 반성하는 시간이 충분히 주어지니, 단순히 결과를 관찰한 결과를 기록하는 것보다, 알고있는 이론을 접목시켜 결과에 대해 이해하고 토론하게 된다고 하였다. 학생들과의 면담

표 2 과학적 탐구기능의 세부 항목별 평균과 t-검정 결과

평가항목		N	M	SD	t	
1. 과학적 관찰은 이론에 5의존하며, 객관적이 아닐 수 있다.	전	77	통제	2.91	.78	.700
		75	처치	2.83	.67	
	후	77	통제	2.79	.75	-1.120
		75	처치	2.92	.65	
2. 관찰과 추론은 구별되지만, 종종 함께 일어나기도 한다.	전	77	통제	3.05	.46	1.474
		75	처치	2.92	.63	
	후	77	통제	2.86	.56	-2.438*
		75	처치	3.07	.50	
3. 과학적 측정값은 참값일 수 없으며, 여러와 불일치 자료가 포함되기 마련이다.	전	77	통제	2.86	.76	.451
		75	처치	2.80	.81	
	후	77	통제	2.91	.71	-1.740
		75	처치	3.11	.69	
4. 동일한 실험결과가 다르게 해석될 수 있다.	전	77	통제	3.00	.65	-.865
		75	처치	3.09	.68	
	후	77	통제	3.05	.51	-2.701*
		75	처치	3.29	.59	

\*  $p < 0.05$

결과로 보아, 반성을 강조한 실험수업이 현대 과학철학적 관점인 '관찰의 이론 의존성'을 이해하는 데 효과적이라고 할 수 있다. 2번 항목에서는 처치집단과 통제집단 간에 사전검사에서는 유의미한 차이가 없었지만, 사후 검사에서는 유의미한 차이가 있었다. 즉 반성을 강조한 실험수업이 처치집단의 학생들에게 관찰과 추론과의 관계를 인식하는데 더 효과적이라고 말할 수 있다. 관찰과 추론의 구별을 명확하게 하는 데에는 개인적 기준으로 하는 것보다는 그룹 간 토론과 반성을 통해 실시하는 것이 효과적일 것이다.

과학의 산물을 중요시하는 전통적인 과학교육에서는 과학이론이 객관적인 것으로 묘사되므로, 학생들은 관찰한 사실에 과학자의 상상력이나 추론이 배제되었다고 보게 된다(Sandoval, 2003). 그러나 실험수업 후 반성과 토론을 실시한 학생들은 반성과 토론 없이 실험수업을 마친 학생들에 비해 반성과 토의를 하는 동안 관찰 사실과 추론을 더 명확히 구별할 수 있었다고 하였고, 관찰과 추론이 같이 일어날 수 있다는 것을 알게 되었다고 하였다. 이처럼 실험수업에서의 반성은 관찰과 추론을 구별하게 도와준다. 3번 항목에서는 통제집단과 처치집단 사이에 유의미한 차이가 없었으나, 1번과 마찬가지로 사전검사에서는 처치

집단이 더 낮았지만, 사후검사에서는 높게 나왔다. 면담 결과로서도 반성을 통해 학생들은 과학적 측정값에 오차가 포함될 수 밖에 없다는 과학의 본성의 부분을 좀 더 잘 이해하게 되었다고 하였다. 또한, 4번 항목에서도 사전 검사에 비해 사후검사에서 처치집단이 유의미하게 높게 나왔다. 이것은 반성을 통해 학생들이 유사하거나 같은 실험 결과를 얻었더라도, 서로 다른 결과해석을 할 수 있다는 것을 직접적으로 경험함으로써, 동일한 실험 결과가 다르게 해석될 수 있는 것이 과학의 본성임을 이해하게 된 것이라 할 수 있다.

이상의 결과는 반성을 강조한 과학실험 수업이 학생들의 과학적 탐구기능에 대한 과학의 본성 이해에 적절히 도움이 된다는 것을 보여준다.

## 2. 과학적 탐구과정과 방법

과학적 탐구과정과 방법의 세부 항목에는 실험과 이론이 탐구과정에 모두 포함되는지, 탐구과정은 재현되는지, 탐구과정은 다양한지 등이 있는데, 이들 항목에서 학생들은 현대 과학철학적 관점을 가지고 있는지를 조사하기 위해 t-검정을 실시한 결과는 표 3

표 3 과학적 탐구과정과 방법의 세부 항목별 평균과 t-검정 결과

평가항목		N	M	SD	t	
5. 과학적 탐구에는 실험적인 과정과 이론적인 과정 모두가 포함된다.	전	77	통제	3.23	.72	1.080
		75	처치	3.11	.73	
	후	77	통제	3.10	.64	.785
		75	처치	3.02	.59	
6. 과학적 탐구과정은 반복 될 수 있어야 하고, 다른 사람에 의해서도 같은 결과를 얻을 수 있어야 한다.	전	77	통제	2.74	.97	.397
		75	처치	2.68	.90	
	후	77	통제	2.64	.92	.068
		75	처치	2.63	.83	
7. 과학적 탐구에는 하나의 단계별 과정보다 다양한 과정과 방법을 통해 수행된다.	전	77	통제	3.12	.65	.464
		75	처치	3.06	.68	
	후	77	통제	3.01	.70	-.508
		75	처치	3.06	.60	

과 같다.

5번 항목에 대한 사전검사의 결과는 다른 항목에 비해 평균값이 높았다. 이러한 결과는 학생들이 이미 '과학적 탐구에 실험적 과정과 이론적 과정이 모두 포함된다'고 어느 정도 이해하고 있음을 의미하는 것이다. 하지만, 통제집단과 처치집단 모두 실험수업을 실시한 뒤에 그 값이 낮아졌다. 6번 항목에서도 모두 사후검사에서 값이 낮아졌으며, 7번 항목에서 처치집단은 사전 및 사후 검사의 값이 같고 통제집단에서는 낮아졌다. 이것은 학생들이 반성을 강조한 실험수업을 수행하다보니, 실제 실험과 이론이 탐구과정에 모두 포함되는지, 탐구과정이 재현되는지, 탐구과정은 다양한지에 대한 이해보다는 한 가지 실험을 수행한 후 반성과 토론을 통해 지식이나 사고의 변화를 얻는데 주목하여 실제 탐구과정이나 방법에 대한 이해에는 도움을 주지 못한 것으로 보인다. 실제로 이 설문을 접한 학생들은, 반성을 강조하다보니 과학탐구과정에 대한 이해에 그다지 초점을 두지 않았다고 하였으며, 또다른 학생들은 탐구과정에 대한 이런 설문 내용은 처음부터 어느 정도 이해하고 수용하고 있었던 부분이라고 하였다.

그러나 6번 항목인 탐구과정의 재현, 반복에 대한 과학의 본성 항목의 점수는 다른 항목보다 현저히 낮게 나온다. 이것은 일반 학교 실험 수업에서 반복실험을 실시할 시간적 여유가 부족하기 때문에, 실제 과학

의 본성에서도 탐구과정의 재현에 대한 이해가 떨어지는 것으로 설명할 수 있다. 학생들은, 이 문항에 대한 내용은 수용을 하긴 하지만, 실제로 학교에서 이렇게 수행하지 않기 때문에 이것이 과학의 본성이라고 생각하지 못했다고 대답하기도 하였다. 전반적으로 탐구과정과 방법에 대한 본성을 잘 이해할 수 있도록 도와주는 명시적이고 반성적인 지도법이 요구된다.

학생들은 질량보존의 법칙을 설명하기 위해 <달걀 껍데기와 염산의 반응에서 질량변화 알아보기> 실험을 하였다. 물질의 반응 전 질량과 반응후의 질량, 기체의 질량을 측정하였는데 기체의 질량측정이 어려워 질량보존의 법칙을 설명할 만한 결과를 얻지 못하였다. 그러나 실험 후 반성을 통하여 질량보존의 법칙을 설명할 수 있는 방안을 다양하게 논의할 수 있었다. 통계적으로 유의미한 차이를 가지지는 못했지만, 처치집단의 학생들은 교과서에 있는 이외의 방법을 제시하였고, '과학적 탐구는 하나의 단계별 과정보다 다양한 과정과 방법을 통해 수행된다'는 과학의 본성을 직접 경험하고 이해할 수 있었다고 하였다. 그렇기 때문에 탐구과정과 방법의 다른 모든 항목이 감소했지만, 7번 항목의 처치집단만 감소하지 않았다고 볼 수 있다. 김지영(2007)의 연구에서도 실험수업에서 학생들의 의사소통은 과학 창의성 신장에 긍정적인 영향을 미치며, 대화가 많을수록 창의성 신장에 효과적이라고 하였다.

표 4 과학적 탐구의 사회성 세부 항목별 평균과 t-검정 결과

평가항목		N		M	SD	t
8. 과학적 탐구는 종종 협동적으로 수행된다.	전	77	통제	3.08	.74	-.393
		75	처치	3.12	.57	
	후	77	통제	3.05	.60	-.833
		75	처치	3.13	.64	
9. 과학적 탐구는 사회적/문화적/정치적 상황과 영향을 주고 받는다.	전	77	통제	2.73	.84	-.046
		75	처치	2.73	.78	
	후	77	통제	2.60	.75	-2.177*
		75	처치	2.87	.78	
10. 과학적 탐구는 윤리에 의해 제약받기도 한다.	전	77	통제	2.75	.81	.447
		75	처치	2.69	.84	
	후	77	통제	2.77	.78	-1.883
		75	처치	3.00	.75	

\*  $p < 0.05$ 

### 3. 과학적 탐구의 사회성

과학적 탐구의 사회성 세부 항목에는 협동성, 탐구와 사회적 제반 상황과의 관련, 윤리적 제약 등을 포함하고 있는데, 이에 대해 학생들은 현대 과학철학적 관점을 가지고 있는지를 조사하기 위해 t-검정을 실시한 결과는 표 4와 같다.

과학적 탐구의 사회성 영역 세 항목 모두에서 통제 집단은 값이 하락하고, 처치집단에서는 모두 상승하였다. 8번 항목에서는 유의미한 변화는 없지만, 처치·통제집단 학생들 모두 '과학적 탐구는 협동적으로 수행된다'에 대해 긍정적으로 인식하고 있었다. 토론을 통해, 결과에 대한 토의를 많이 경험한 학생들은, 협동적으로 실험결과를 얻어냈다고 생각한다고 하였고, 이것은 8번 항목에 대한 긍정적인 변화를 가지고 왔다. 한편 9번 항목에 대한 과학의 본성에서는 두 집단이 사전에는 같은 정도의 값을 나타내었으나, 사후 검사에서는 처치집단이 유의미한 차이를 가지며 상승하였다. 이것을 통해 학생들이 토론을 통한 반성을 수행함으로써 과학의 사회적/문화적/정치적 성격을 이해하게 되었다고 할 수 있는데, 실제로 학생들은 토론을 통해 실험결과를 분석·정교화하는 과정에서 사회적 과정을 경험함으로써 본성에 대한 이해가 더해졌다고 하였다. 10번 문항은 과학의 윤리성에 관한 문항이다. 이 문항에 대한 학생들의 응답 결과, 사전

에 점수가 더 낮았던 처치집단이 사후검사에서는 유의미한 차이는 나지 않으나, 통제집단에 비해 많이 상승한 것을 볼 수 있다. 이 문항에 대해서도 학생들은 토론을 통한 반성을 실시하니, 내 개인적인 생각을 적는 것보다, 다른 사람들의 생각을 존중해주고, 함께 이야기하는 과정을 겪게 되고, 그 과정에서 윤리적인 요소들이 작용하는 것 같다고 하였다.

이처럼 반성을 강조한 실험수업이 과학적 탐구의 사회성 영역의 조사한 모든 영역에서 과학의 본성 이해에 통계적으로 유의미하게 차이가 나지는 않았지만, 관찰과 면담 결과 긍정적인 변화를 나타내는 것을 알 수 있었다.

## IV. 결론 및 제언

과학교육의 목표가 과학 지식의 습득에서 과학적 소양을 갖춘 시민 양성으로 변화함에 따라, 과학의 본성에 대한 이해는 과학적 소양의 요소로서 그 중요성이 강조되고 있다(AAAS, 1990). 우리나라에서는 제5차 교육과정(교육부, 1998)에 과학의 본성에 대한 이해가 교육 목표로 제시된 이래로 과학의 본성이 교육 과정에 포함되어 왔다. 학교수업에서도 과학의 본성을 가르치려는 시도들이 이루어졌는데, 우리나라에서는 주로 과학사 소재를 수업에 도입하는 방법(유미현, 1999)에 국한되어 진행되어 왔다.

한편 과학의 속성 중 하나인 탐구활동을 가르치는 방법 중 하나는 실험을 수행하는 것이며, 실험수업은 현장에서 보편적으로 이루어지는 수업형태이다. 특히 학생들은 실험을 통해 다양한 경험을 하며, 이런 경험에 대한 반성과 토의를 강조한다면 과학지식의 생성 과정을 알고, 과학의 본성을 이해할 수 있을 것이다.

이에 중학생들의 과학실험 활동에 반성적 토의과정을 적극적으로 적용시켜보고, 이러한 활동이 학생들의 과학의 본성 이해에 어떤 영향을 주는지 알아본 결과, 반성을 강조한 실험수업은, 특히 토론이라는 ‘사회적 합의’의 한 방법을 통해 일어나는 과정이므로 과학의 사회성 이해에 많은 도움이 되었다. 그리고 실제 현장 수업에서 배제되고 있는 결론도출, 일반화 같은 탐구기능과 반성을 통한 지식 획득이나 명확화 부분에서 많은 도움이 되었다. 학생들이 추론과 관찰을 명확하게 구분하고, 실제 현장 같이 사용된다는 것을 이해하고 활용하게 됨으로써, 과학실험을 통해 실제적으로 학생들이 과학적 지식과 절차적 지식도 획득할 수 있다. 실제 현장에서 수행되는 과학실험은 실험을 통한 지식 획득보다는, 일반 수업에서 배운 내용을 확인하는 정도의 확인 실험에 그치고 있기 때문에, 반성을 강조한 실험 수업을 통해 실제적인 과학적 지식과 절차적 지식의 획득에 도움이 되는 방법이라고도 말할 수 있다.

하지만, 반성을 강조한 수업을 진행하다보면, 실제 실험을 수행하는 시간이 상대적으로 적어지게 되어, 학생들이 반복 실험이나 실험 수행에 대한 과학적 본성을 이해하는 데에는 긍정적인 도움을 주지 못하였다. 반성을 강조하면서도, 실험 수행에 대한 부분까지 더 잘 이해시킬 수 있는 방법을 고안할 필요가 있을 것이다.

실험수업에서 적용한 반성과 토론이 학생들의 과학의 본성 이해에 긍정적이었다. 그러므로 현재와 같이 학교 현장에서 과학의 본성 수업을 수행하기 어려운 상황에서 실제 이루어지고 있는 실험수업의 방식을 약간만 변형시켜도 과학의 본성을 지도하는데 도움이 될 수 있을 것이다. 또한 실험방법에 대한 반성은 다양한 실험방법 고안으로 이어져 학생들의 창의성 향상에도 도움이 될 수 있다.

본 연구를 통해 다음과 같은 제언을 한다.

첫째, 실험수업에서 학생들이 효과적으로 반성을 실시하며, 자신의 반성 내용에 대한 토론을 효과적으

로 할 수 있는 수업전략의 개발이 필요하다. 반성을 통해 과학의 본성에 대한 이해를 증진시키고, 과학적 사고력을 신장시키고, 창의성의 향상에도 도움을 줄 수 있을 것이다.

둘째, 구체적이고 명시적인 실험수업을 통한 과학의 본성 지도 방안이 보다 활발히 논의되어야 할 것이다. 실험수업을 이용한 과학의 본성 지도안이 제시된다면, 교사나 학생 모두가 과학에 대해 올바르게 이해할 수 있고 보다 효율적인 과학 교육과정 중 하나가 될 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- 강석진, 김영희, 노태희 (2004). 과학사를 이용한 소집단 토론 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 24(5), 996-1007.
- 권성기, 박승재 (1995). 교육대학생의 과학의 본성 개념과 구성주의 학습관의 연관성 및 변화조사. 한국과학교육학회지, 15(1), 104-114.
- 김경순, 노정아, 서인호, 노태희 (2008). 중학교 과학 ‘물질 구성’ 단원에서 과학사 소재를 활용한 명시적·반성적 과학의 본성 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 28(1), 89-99.
- 김지영 (2007). 과학 영재의 과학 창의성 신장을 위한 문제 해결형 탐구 실험의 개발 및 적용. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김지영, 강순희 (2007). 가설 연역적 탐구 실험 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 관점에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 27(3), 169-179.
- 교육부 (1998). 과학과 교육과정. 서울: 교육부.
- 교육인적자원부 (2007). 중학교 교육과정 해설(Ⅲ). 대한교과서주식회사.
- 박승재, 조희형 (1999). 교수-학습 이론과 과학교육. 교육과학사.
- 박종원, 김두현 (2008). 과학의 본성 지도 자료 개발과 과학 영재를 대상으로 한 시험적용. 한국과학교육학회지, 28(2), 169-179.
- 소원주 (1998). 과학교사의 과학철학적 관점과 과학서술 방식이 중학생들의 과학관의 변화에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 박사 학위 논문.
- 유미현 (1999). 과학사 프로그램의 개발 및 중학교 과

- 학 수업에의 적용 효과. 서울대학교 대학원 석사 학위논문.
- 유미현, 여상인, 홍훈기 (2007). 기원론적 접근법에 따라 개발한 과학사 프로그램이 학생들의 입자론적 물질관 및 과학의 본성에 대한 이해에 미치는 영향. *대한화학회지*, 51(2), 213-222.
- 유미현, 윤희숙, 홍훈기 (2006). Small-Scale Chemistry(ssc)를 적용한 고등학교 과학 수업의 효과. *대한화학회지*, 50(3), 256-262.
- 임소희 (2002). 과학사를 이용한 수업이 고등학생의 과학철학적 관점에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 석사 학위 논문.
- 차정호, 윤정현, 노태희 (2005). 중학생의 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 및 학습 전략 사이의 관계. *한국과학교육학회지*, 25(5), 563-570.
- 최은희(2005). 고등학생과 과학교사의 과학철학적 관점에 대한 연구. 한국교원대학교 대학원 석사 학위 논문.
- 한지숙, 정영란 (1997). 중·고등학교 과학교사와 학생들의 과학의 본성에 대한 인식 조사. *한국과학교육학회지*, 17(2), 119-125.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000a). The influence of history of science course students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000b). Improving science teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (2000). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- American Association for the Advancement of Science (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G. (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 55-578.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(4), 331-359.
- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., & Schwartz, R. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- 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.
- National Research Council. (2000). *국가과학교육 기준 : 미국의 과학교육 개혁*. 서혜애, 오필석, 홍재식 (공)역. 교육과학사. 원저 : National science education standards(1996). Washington, DC, National Academy Press.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Park, Jongwon. (2007). A study of new models for scientific inquiry activity through understanding the nature of science (NOS): -a proposal for a synthetic view of the



- NOS-. Journal of the Korean Association for Science Education, 27(2), 153-167.
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and Epistemic Aspects of Students' Scientific Explanations. Journal of the Learning Sciences, 12(1), 5-51.
- Tao, P. K. (2003). Eliciting and developing junior secondary students' understanding of the nature of science through a peer collaboration instruction in science stories. International Journal of Science Education, 25(2), 147-171.

### 국문 요약

과학의 본성에 대한 이해는 과학적 소양의 요소로서 그 중요성이 강조되고 있으며, 우리나라에서는 제 5차 교육과정에 과학의 본성에 대한 이해가 과학교육의 목표로 제시되기 시작했다. 학교수업에서도 과학의 본성을 가르치려는 시도들이 이루어졌는데, 우리나라에서는 주로 과학사 소재를 수업에 도입하는 방법에 국한되어 진행되어 왔다. 이외에 과학의 본성을

가르치는데 있어 적합한 방법으로 실험수행을 들 수 있다. 또한, 반성적 접근 방법을 적용한 과학의 본성 수업이 제안되고 있는데, 이것을 조합하여 현장에서 보편적으로 이루어지는 실험수업에서 실험에 대한 반성과 토의를 강조하면 학생들이 과학의 본성을 이해하는데 효과적일 것이라 예상하였다.

따라서 이 연구에서는 반성을 강조한 실험수업을 중학생들에게 적용하였고, 과학의 본성에 대한 설문지를 통해 과학실험 활동에서 적극적인 반성과 토의 과정이 과학의 본성의 대한 이해의 증진에 도움을 주는지 알아보았다. 연구 결과 반성을 강조한 실험수업은 관찰과 추론 관계, 자료 해석의 다양화, 탐구와 사회적 제반 상황과의 관련 영역에서 과학의 본성 이해에 특히 효과적이었으며, 그 외 과학적 탐구기능과 과학적 탐구의 사회성 모든 영역에 대한 학생의 이해에 효과적이었다. 연구 결과를 통해 반성을 강조한 실험수업은 과학의 본성 이해에 효과가 있다고 말할 수 있다.

주요어 : 과학의 본성, 반성, 실험 수업, 토론, 반성적 접근 방법