

# 과학 교사의 과학 및 학교 과학에 대한 신념과 실험실 환경에 대한 인식

김희백·이선경\*  
(원광대학교)·(신관중학교)\*

(1997년 10월 3일 받음)

## I. 서 론

60년대와 70년대 초반에 미국을 중심으로 한 과학교육계에서는 과학의 본질 속에 과학 활동의 결과인 과학 지식 뿐 아니라 과학 지식이 산출되어 나오기까지의 과정, 이른바 탐구과정을 포함시켰으며, 이의 습득을 중요한 과학교육 목표로 강조해 왔다. 이러한 교육사조에 따라 한국에서도 1973년에 제3차 교육과정이 개정된 이후 탐구 능력의 신장을 주요 과학교육 목표로 강조하여 왔다. 이런 배경 속에서 실험실 학습은 학생들에게 탐구 과정에 참여할 기회를 제공하는 중요한 역할을 하기 때문에(Schwab, 1962; Hurd, 1969; Lunetta & Tamir, 1979), 탐구학습과 아울러 과학교육에서 큰 비중을 차지하게 되었다.

그러나 70년대 중반에 들어 과학 실험의 교육적 효과에 의문을 제기하는 연구자들이 늘어나면서 과학교육에서 학생 중심의 실험 활동에 대한 관심이 줄어드는 경향을 보였다(Hofstein, 1988). 그러나 Woolnough와 Allsop(1985)는 과학을 가르치는데 있어서 과정과 내용이 모두 중요하며 과학의 과정 학습에서는 실험 수업이 필수적이라고 하면서 실험 학습의 중요성을 강조했다. Yager(1981)도 과학 정보는 학습되고 사용될 때 가치가 있는데, 실험실이야말로 과학 지식이 사용되는 곳이라며 실험 수업의 역할을 제시했다. Hofstein(1988)은 실험 수업과 학생의 과학 학습 효과를 단순히 관련짓는다는 실패했지만, 논리적 사고력과 탐구사고력 및 문제 해결력 함양이나 긍정적 태도 발달과 같은 일부 과학 교육 목표를 달성하는데 실험 학습이 중요한 역할을 한

다고 다른 연구자들의 연구 결과를 제시하면서 주장했다. 더불어 그는 실험 학습은 학생들이 협동하고 의사소통을 할 기회도 제공한다고 하였다.

이와 같은 실험 학습의 효과를 높이기 위해서는 적절한 교수 방법의 도입이 필수적이다. Hodson(1988)은 실험 수업이 잘못 이루어지면 학생들이 과학의 본성에 대해 왜곡된 이해를 할 수 있다고 하면서, 과학과 학교 과학에서의 실험의 역할을 구분할 필요가 있음을 강조했다. 그리고 실험 학습의 세 가지 목표로 과학의 본성에 대한 학습, 과학 지식의 학습, 과학 수행 학습 등을 들었는데, 첫째로 과학의 본성 학습과 관련해서는 실험이 객관적이고 인간의 가치와 무관하다는 전통적인 귀납적 사고를 버리고, 관찰-이론-실험 간의 관계에 대한 현대 인식론적 관점을 갖도록 해야 한다고 하였다. 둘째로 과학 지식의 학습과 관련해서는 과학 지식이 기존의 이론을 바탕으로 형성되듯이 학습자가 실험을 통해 발견된 사실을 자신의 기존 지식과 연계시키면서 새로운 과학 개념을 학습해야 한다고 하였으며, 셋째로 과학 수행의 학습은 개방적 실험을 통해 효과적으로 이루어지며, 이 과정에서 과학적 방법과 과정을 이용하여 자연 현상을 탐색하고 문제 해결을 할 수 있다고 하였다.

한편, 교사가 수업 방법을 결정하는데는 교사 자신이 갖고 있는 신념이 중요한 영향을 미친다(Duschl & Wright, 1989; Pajares, 1992; Tobin *et al.*, 1994). 신념을 명확하게 정의하기란 쉽지 않지만, Sigel(1985)은 개인의 경험이 내적으로 구축된 개념체계로 신념을 정의하였으며, Harvey(1986)는 충분한 타당성, 진실성, 신뢰성을 가진 심적 표상

으로서 개인의 사고와 행동을 이끌어낸다고 하였다. Rokeath(1968)는 신념에는 지식에 관한 인지적 요소, 감정에 관한 정의적 요소, 행동이 요구될 때 발휘되는 행위적 요소가 있다고 주장하면서, 이런 신념 요소들이 전체적으로 특정 사물이나 상황을 대상으로 하여 구조화된 것을 태도라 일컬었다. 신념 체계가 태도를 나타낸다는 Rokeath의 생각과는 달리 Koballa(1988)는 태도와 신념을 구분지를 필요를 강조하면서, 태도란 개인의 좋아하고 싫어하는 감정이 개입된 사물에 대한 평가인데 비해 신념은 사물에 대한 정보로서 사물과 속성을 서로 연계짓는다고 하였다.

태도가 정의적 속성을 강하게 지니는데 비해 신념은 인지적 속성을 갖기 때문에, 신념을 지식과 구분짓는 일 또한 대단히 어렵다. Nespor(1987)는 신념이 지식보다는 강한 정의적, 평가적 요소를 갖는다고 구분하였으며, Bandura(1986)는 신념이 가진 정의적, 평가적 요소 때문에 교사가 어떤 활동을 어떻게 할 것인지를 결정하는데 영향을 미친다고 하였다. 교사의 신념이 의사 결정과 행동에 영향을 미친다는 보고는 여러 연구자에 의해 이루어졌다. 비슷한 과학 지식을 가지고 있는 교사라 하더라도 그 신념에 따라 가르치는 방식이 다르며(Nespor, 1987), 교실에서 개혁이 일어나기 어려운 이유로 교사의 신념이 이를 수용하지 않는다는 점이 제시되기도 하였다(Munby, 1982; Yerrick *et al.*, 1997). 또한 교사의 지식 구조와 신념이 학습 환경의 특성을 결정하는데 강력한 영향을 미친다고 보고되기도 하였다(Doyle, 1984; Tobin & Gallagher, 1987a; 1987b). 그러므로 Hodson(1988)이 제안한 바와 같은 실험 학습 목표를 달성하기 위한 수업을 진행하기 위해서는 과학 교사 자신이 현대 인식론에 부합되는 신념을 가지고 있어야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 과학 교사의 과학과 학교 과학에 대

한 신념을 조사하고, 이런 신념이 실험 수업에 반영되었는지를 실험실 환경에 대한 평가를 통해 알아보고자 하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 다음과 같은 연구 문제를 설정하고 조사를 실시하였다.

1. 과학 교사의 과학과 학교 과학에 대한 신념은 어떠한가?
2. 과학 교사는 학교 실험실 환경에 대해 어떻게 인식하고 있는가?
3. 과학 교사의 신념과 실험실 환경 사이에는 어떤 연관성이 있는가?

## II. 연구방법

### 1. 검사도구

과학과 학교 과학에 대한 과학 교사의 신념을 조사하기 위해서 Aldridge 등(1997)이 개발한 '과학 및 학교 과학에 대한 신념 평가 도구(BASSSQ: Beliefs About Science and School Science Questionnaire)'를 번안하여 사용하였다. 이 평가 도구는 '과학의 본성'과 '학교 과학의 본성'에 대한 교사의 관점을 평가하는 두 부분으로 되어 있으며, 각각은 '탐구 과정'과 '인식론'에 관한 두 하위 영역으로 구성되어 있다. 이때 학교 과학은 학생들이 학교에서 배우는 과학을 지칭하며, 과학자들이 다루는 과학과 구분된다. 두 하위 영역은 '과학 지식을 얻는 과정'과 '과학 지식의 확실성'을 객관주의와 현대 인식론 중의 어떤 관점으로 인식하고 있는지를 평가하도록 구성되어 있다. 이러한 하위 영역과 문항의 예는 <표 1>에 제시되어 있다.

실험실 학습환경에 대한 과학 교사의 심리 사회적 인식 조사를 위해서는 Fraser 등(1995)이 개발한 과학실험실 환경

<표 1> BASSSQ와 SLEI의 하위 영역과 문항의 예

도 구	하위 영역	문항 예
BASSSQ	과학탐구과정	과학적 관찰은 과학자의 가치와 신념에 의해 영향을 받는다.
	과학 지식의 불확실성	과학 지식에 대한 평가는 상황이 변함에 따라 달라진다.
	학교과학 탐구과정	과학 수업에서 학생들은 서로 다른 방법의 탐구활동을 탐색해야 한다.
	학교과학 지식의 불확실성	학교 과학에서 학생들은 과학 이론을 잠정적인 것으로 보아야 한다.
SLEI	학습자 간의 협동과 단결	실험실의 학생들은 서로 도와준다.
	개방도	학생들은 실험실에서 자신의 흥미에 맞는 실험을 할 기회를 갖는다.
	수업 내용과의 연계성	교실에서의 과학 수업은 실험 활동과 통합되어 운영된다.
	실험 수업에서의 규칙 인식	실험 수업에서는 명확한 규칙에 따라 학생들의 활동이 진행된다.
	실험실의 물리적 환경	실험실 기구들은 사용하기 좋게 배열되어 있다.

〈표 2〉 BASSSQ와 SLEI의 하위 영역별 신뢰도와 다른 하위 영역간의 평균 상관

평가도구	하위 영역		신뢰도(Alpha)	다른 하위 영역과의 평균 상관
BASSSQ	과학 탐구과정		.52	.28
	과학 지식의 불확실성		.67	.27
	학교과학 탐구과정		.80	.34
	학교과학 지식의 불확실성		.74	.38
SLEI	학습자간의 협동과 단결	A*	.71	.37
		P	.82	.52
	개방도	A	.74	.22
		P	.74	.38
	수업 내용과의 연계성	A	.67	.37
		P	.81	.50
	실험 수업에서의 규칙 인식	A	.56	.34
		P	.74	.34
	실험실의 물리적 환경	A	.72	.31
		P	.82	.55

\*A : 실제 환경에 대한 인식 P : 원하는 환경에 대한 인식

평가 도구(SLEI: Science Laboratory Environment Inventory)를 번안하여 사용하였다. 이 평가 도구는 '실제 실험실 환경에 대한 인식'과 더불어 '원하는 환경에 대한 인식'을 평가하는 두 종류의 평가지로 구성되어 있으며, 각 평가지는 '학습자 간의 협동과 단결', '개방도', '수업 내용과의 연계', '실험 수업에서의 규칙 인식', '실험실의 물리적 환경' 등의 5 영역 35문항으로 이루어져 있다. 이들 하위 영역과 문항의 예는 역시 〈표 1〉에 제시되어 있다.

두 종류 평가 도구의 하위 영역별 신뢰도와 다른 영역과의 평균 상관계수는 〈표 2〉와 같다.

이들 도구의 내적 신뢰도는 대체로 높으나 하위 영역 중 '과학 탐구과정'과 '실험수업에서의 규칙 인식' 영역에서 .52와 .56으로 낮았다. 그러나, Hatcher와 Stepansky(1994)에 의하면 사회과학연구에서 그 정도의 알파 계수는 통계적으로 인정할 수 있는 범위라 하였으며, 따라서 이 설문지 적용에 있어서는 신뢰도와 타당도 면에서는 문제가 없다고 생각되었다. 또한, BASSSQ의 타당성을 조사하기 위한 Aldridge 등(1997)의 연구에서는 인터뷰한 결과와 아울러 각 영역 별로 신뢰도와 변별 타당도 값만을 제시하였는데, 그 결과 역시 본 연구의 결과와 큰 차이가 없었다.

## 2. 연구대상

서울 지역과 전북 지역의 실험연수와 공통과학 연수에 참

여한 과학 교사 157명을 대상으로 하여 설문지 조사를 실시하였다. 성별 분포를 보면 남자 교사가 93명(59.2%)이었고 여자 교사가 64명(40.8%)였으며, 연령별로는 20대 교사가 12명(7.6%), 30대가 126명(80.3%), 40대가 14명(8.9%), 50대가 5명(3.2%)이었다. 전공별로는 물리 전공 교사가 33명(21.0%), 화학이 28명(17.8%), 생물이 63명(40.2%), 지구과학이 33명(21.0%)이었다. 그리고 중학교와 고등학교 교사 수는 각각 69명(43.9%)과 83명(52.9%)였다.

## 3. 조사 결과 분석

조사 결과의 분석을 위하여 각 문항의 채점은 긍정적인 문항의 경우는 '매우 그렇다', '그렇다', '그저 그렇다', '그렇지 않다', '전혀 그렇지 않다'를 각각 5점, 4점, 3점, 2점, 1점으로 채점하였으며, 부정적 문항의 경우는 그 반대로 채점하였다. 이러한 각 문항의 점수를 하위 영역별로 합산한 다음 문항 수로 나누어 하위 영역별 평균값을 구하였다. 수집된 자료는 SPSS/PC+ 프로그램을 이용하여 분석하였다.

## Ⅲ. 연구 결과 및 논의

### 1. 과학 및 학교 과학에 대한 신념

과학 교사들이 '과학 및 학교 과학에 대해 보인 신념'의 평

〈표 3〉 BASSSQ의 하위 영역에 대한 과학 교사들의 신념의 평균값

하위 영역	평균	표준편차
과학탐구과정	3.26	.37
과학 지식의 불확실성	3.18	.43
학교과학 탐구과정	3.72	.44
학교과학 지식의 불확실성	3.44	.42

평균값을 하위 영역별로 나타내면 〈표 3〉과 같다. 과학 교사들은 '학교 과학의 탐구과정'에 대해서는 비교적 높은 평균값을 보였으나, '과학지식의 불확실성'에 대해서는 가장 낮은 평균값을 보였다.

과학 교사가 '과학탐구과정'에 대해 보인 관점을 문항별로 자세히 살펴보면, 과학교사들은 "과학적 관찰은 과학자의 가치와 신념에 의해 영향을 받는다"라는 문항에 대해서 66.3%가 '자주 그렇다' 이상의 응답을 함으로써 현대 인식론적 관점을 보였다. 그러나 〈표 4〉에 제시된 바와 같이 "과학자는 자신의 신념과 가치를 배제한 채 관찰을 해야 한다"는 객관주의적

의적 관점에 대해 '그렇지 않다'고 응답한 교사는 42.7%에 불과했다. 두 문항은 같은 내용을 현대 인식론적 관점과 객관주의적 관점에서 표현해 놓은 것인데, 교사들은 여기에 대해 일관성이 있는 관점을 보이지 않는 것으로 나타났다.

가장 낮은 평균값을 보인 '과학 지식의 불확실성' 영역의 문항별 반응 분포를 보면, "과학 지식은 자연세계에 대해 반드시 옳은 설명을 한다"는 객관주의적 문항에 대해 '그렇지 않다'고 응답한 교사는 15.3%에 불과했다. 그런데 재미있는 것은 "과학 지식이 잠정적이다"라는 현대 인식론적 문항에 대해서도 '그렇지 않다'고 답한 교사가 8.3%에 지나지 않았다. 이들 두 문항 역시 과학지식의 불확실성을 묻는 같은 종류의 문항인데, 이에 대해 과학 교사는 일관성이 없는 응답을 하였고, 이는 과학 지식의 본성에 대한 과학 교사의 인식이 분명하지 않은데서 기인한 결과라고 생각된다.

그리고 "과학 지식이 증명될 수 없다"고 믿는 교사는 2.5%에 불과했으며, "과학 지식이 정확하다"는데 대해 반대 의견을 보인 교사는 32.1%에 불과했다. 이런 결과를 가지고 과학 교사가 현대인식론과 객관주의 중의 어떤 신념을 가지는지를 명확히 판단할 수는 없으나, 많은 수의 과학교사가 "지식

〈표 4〉 BASSSQ에 대한 과학 교사의 문항별 반응 분포

하위 영역	문 항	반응 분포(%)				
		전혀 그렇지 않다	거의 그렇지 않다	가끔 그렇다	자주 그렇다	거의 언제나 그렇다
과학탐구과정	과학자는 자신의 신념과 가치를 배제한 채 관찰을 한다.	4.5	38.2	36.9	13.4	5.7
	과학적 탐구는 자연에 대한 객관적 관찰로부터 시작한다.	0	4.5	19.1	49.0	26.8
	과학 연구는 특정한 과학적 방법에 따라 이루어진다.	1.3	10.8	31.8	50.3	5.7
과학 지식의 불확실성	과학 지식은 자연 세계에 대해 반드시 옳은 설명을 한다.	3.2	12.1	32.5	49.0	3.2
	과학 지식은 증명될 수 있다.	0	2.5	24.2	58.6	14.6
	과학 지식의 정확성은 의심할 여지가 없다.	15.3	26.8	36.3	20.4	1.3
학교과학탐구과정	과학 수업에서 탐구학습은 관찰로부터 시작해야 한다.	1.9	14.6	45.2	31.2	5.7
	과학 수업에서 학생들은 정해진 과학적 방법을 적용해야만 한다.	4.5	24.2	48.4	22.9	0
학교과학지식의 불확실성	학교 과학에서 학생들은 과학 지식이 객관적이기 때문에 인간의 가치에 따라 제약을 받지 않음을 배워야 한다.	7.6	29.3	35.7	26.1	1.3

이란 정확하고 증명될 수 있다”는 객관주의와 실증주의의 신념을 부분적으로 가지고 있는 것으로 보인다.

과학교사의 과학에 대한 신념을 조사한 외국의 다른 연구들에서도 역시 이부분에 대해서는 비슷한 결과, 즉, 일치를 나타내지 않는 것을 볼 수 있다. King(1991)은 과학교사들이 매우 뚜렷한 실증주의의 관점을 보인다고 보고한 데 비해, Ray(1991)는 과학교사들은 과학활동에 대해 단순한 실증주의의 관점에서 벗어나 보다 실질적이고 폭넓은 관점을 가지고 있다고 했다. Lakin과 Wellington(1994)은 과학의 본성과 역사에 대한 과학교사의 지식을 조사한 연구에서 과학교사들의 지식이 단편적인 특성을 보이며 체계화되지 않았다고 지적했다. 즉, 말로는 현대인식론적 관점을 받아들이는 것처럼 보이기도 하나 정작 과학의 본성에 대한 깊이있는 자기 성찰을 보이지 않는다는 것이다. 이러한 Lakin과 Wellington의 해석은 본 연구에서 나타난 결과 해석에도 적용될 수 있다고 생각된다.

‘과학의 본성’에 대해서는 많은 교사가 부분적으로 강한 객관주의의 신념을 보인데 비해, ‘학교과학의 본성’에 대해서는 현대 인식론적 관점을 보인 교사가 많았다. 특히 ‘학생들이 과학 수업에서 자신의 아이디어를 탐색하는 탐구활동을 해야 하며, 다른 학생들과 협동하고, 아이디어를 함께 토론해야 한다’는 구성주의 심리학적 관점을 보인 교사가 많았다. 하지만 많은 수의 교사가 “탐구학습은 관찰로부터 시작해야 한다”거나 “학생들이 정해진 과학적 방법을 수업 시간에 적용해야 한다”고 믿는 것으로 나타남으로써 이 영역에 대해서도 교사들이 일관성없는 신념을 보였다(표 4).

그리고, ‘학교과학 지식의 불확실성’ 영역에 대해 과학 교사가 보인 신념의 평균값은 ‘과학 지식의 불확실성’ 영역에 비해 높게 나타났다(표 3). 많은 과학 교사는 “학생들이 학교에서 배우는 과학 지식이 잠정적이므로 이에 대해 비판적이어야 하고, 서로 경쟁관계에 있는 이론들을 배워야 한다”고 응답하였다. 그리고 “학생들이 과학 지식을 이해하는데 학생들의 기존 지식에 의해 영향을 받는다”는 문항에 대해서는 거의 대부분의 교사가 긍정적인 응답을 했다. 하지만 “과학 지식이 객관적이기 때문에 인간의 가치에 따라 제약을 받지 않음을 배워야 한다”는 객관주의의 신념에 대해서 그렇지 않다고 답한 교사는 36.9%에 불과했다.

또한 과학 교사는 ‘과학의 본성’에 대해서는 실증주의적 신념을 보이는 경우가 많았으나, 학교과학에 대해서는 비교적 현대 인식론적 관점을 보이는 것으로 나타났다. 이에 대한 가능한 설명으로 교육과정과 교과서의 영향을 들 수 있다. 한국의 경우 1973년에 학문중심주의에 의한 교육과정으로 개편되면서 과학 교과서의 첫 부분에 실증주의를 반영하는 과학의

본성이 제시되었으며, 그 경향은 지금까지 이어지고 있다. 따라서 교과서에 제시된 이러한 탐구과정 모형이 과학 교사의 신념 형성에 큰 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 그러나 최근 들어 교수 방법과 관련하여 구성주의 심리학이 많이 소개되면서 과학 지식의 상대성이나 사회적 속성에 대한 내용이 많은 교과서에 언급된 바 있는데(장남기 등, 1996; 정해문 등, 1996), 이런 경향이 과학교사가 학교과학의 본성에 대해서 비교적 현대 인식론적 관점을 갖게 만드는 요인 중의 하나가 되었을 것으로 추측된다. 그러나 교과서에 제시된 이런 내용만으로 과학교사가 과학이나 학교과학의 본성에 대해 일관성있는 신념을 갖게 하는 데는 한계가 있을 것으로 판단된다.

외국의 경우도 과학교과서에 학습과정의 본성에 대한 현대 인식론과 과학의 본성이 잘 반영되지 않은 것은 마찬가지라고 Stinner(1995)는 지적한 바 있다. 그리고 Sutton(1989), Stinner와 Williams(1993) 등은 실험과 이론의 상호 작용에 초점을 맞추어 과학교과서에서 사례연구를 통해 과학적 발견과 이론 형성에서 인간이 차지하는 면을 강조할 필요가 있음을 제안하기도 했다. 따라서 한국의 과학 교과서에 대해서도 과학의 본성 인식과 관련된 구체적 분석과 아울러 이의 구성에 대한 바람직한 방향의 제언이 필요하다고 생각된다.

## 2. 실험실 학습 환경에 대한 인식

과학교사가 ‘자신의 실험실 학습 환경에 대해 어떻게 인식’하고 있는지, 그리고 ‘실제 학습 환경’이 ‘원하는 학습 환경’과는 어떤 차이가 있는지를 조사하였으며, 과학 교사가 실험실 학습 환경의 각 영역에 대해 보인 반응의 평균값을 나타내면 <표 5>와 같다.

<표 5>에서 보는 바와 같이 ‘실제 실험실 학습 환경’에서 ‘학습자 간의 협동과 단결’ 영역과 ‘수업내용과의 연계성’ 영역에 대한 평균값이 각각 3.71과 3.70으로 가장 높았으며, ‘개방도’ 영역과 ‘실험실의 물리적 환경’ 영역이 각각 2.62점과 2.98점으로 낮은 값을 보였다. 그리고 ‘원하는 실험실 학습 환

<표 5> SLEI의 하위 영역에 대한 과학 교사 인식의 평균값

하위 영역	실제 환경		원하는 환경	
	평균	표준편차	평균	표준편차
학습자간의 협동과 단결	3.71	.42	3.98	.44
개방도	2.62	.57	3.77	.46
수업내용과의 연계성	3.70	.47	3.84	.51
실험수업에서의 규칙 인식	3.49	.42	3.72	.51
실험실의 물리적 환경	2.98	.59	4.15	.52

〈표 6〉 SLEI에 대한 과학 교사의 문항별 반응 분포

하위 영역	분 항	반응 분포(%)				
		전혀 그렇지 않다	거의 그렇지 않다	가끔 그렇다	자주 그렇다	거의 언제나 그렇다
개방도	학생들은 실험실에서 자신의 흥미에 맞는 실험을 할 기회를 갖는다.	8.3	25.5	45.2	17.8	3.2
	실험 수업에서는 주어진 문제를 풀기 위해 학생들이 스스로 실험을 계획한다.	12.1	40.8	29.9	16.6	.6
	실험 과정에서 학생들은 같은 문제에 대해서로 다른 데이터를 모은다.	2.5	22.3	31.8	38.9	3.2
	실험 수업 동안 학생들은 다른 학생들과 서로 다른 실험을 한다.	10.8	51.6	28.7	8.9	0
	실험 시간에 학생들이 실험할 가장 좋은 방법을 내가 결정한다.	1.3	17.8	28.7	48.4	3.8
수업 내용과의 연계성	교실 과학 수업은 실험 활동과 통합되어 운영된다.	1.9	13.4	36.9	44.6	3.2
	학생들이 실험을 할 때 실험실이 너무 혼잡하다고 생각된다.	0	17.8	32.5	35.7	13.4
실험실의 물리적 환경	실험 활동에 필요한 기구와 재료를 학생들이 쉽게 얻을 수 있다.	2.5	18.5	33.8	40.1	5.1
	실험실 기구들은 사용하기 좋게 배열되어 있다	1.3	14.0	42.7	36.3	5.7
	실험실은 시원하고 통풍이 잘 된다.	14.6	26.1	40.8	17.2	1.3
	실험실은 개인이나 조별 실험을 하는데 충분한 공간을 갖고 있다.	10.2	36.9	29.3	19.7	3.8

경'에 대한 인식은 '실제 학습 환경'에 비해 높게 나타났으며, 특히 '개방도'와 '물리적 환경' 영역에서 그 차이가 컸다.

이의 결과를 중학생과 고등학생을 대상으로 하여 실험실 학습 환경에 대한 인식을 조사한 결과(김희백과 김도욱, 1996)와 비교하면, 전반적으로 교사가 학생들보다 실험실 환경이 좀 더 나은 것으로 인식하는 것을 볼 수 있다. 하위 영역 별로 그 차이를 보면, "개방도가 낮은 실험을 한다"는 점과 "물리적 환경이 열악하다"는 면에서는 학생들과 교사가 같은 평가를 하였으나, '교실 수업 내용과의 연계'에서는 학생들은 평균 2.6점으로 매우 낮은 평가를 한데 비해 교사는 3.7점으로 비교적 높은 평가를 보였다. 즉, 교사는 자신의 실험 수업이 교실 수업 내용과 잘 연계된다고 인식하고 있지만, 학생들은 그렇지 않은 것으로 인식하고 있었다.

실험실 학습 환경에서 과학교사가 특히 낮게 평가한 하위 영역의 문항에 대한 반응분포를 구체적으로 제시하면 <표 6>

과 같다.

우선 '개방도' 영역에 대한 반응을 보면, "학생들이 자신의 흥미에 맞는 실험을 할 기회를 갖는다"는 문항에 대해 21% 정도만이 그렇다는 반응을 보였으며, "학생들이 스스로 실험을 계획한다"는 문항에 대해서는 17.2%의 교사만이 그렇다고 응답했다. 그리고 "학생들이 서로 다른 실험을 하는 경우"는 8.9%에 불과했으며, "교사가 실험 방법을 결정하는 경우"가 과반수를 넘었다. 다시 말해서 실험실 수업은 대개 교사가 정해준 방법으로 반 전체의 학생들이 똑같은 실험을 실시하는 것임을 미루어 짐작할 수 있다.

한편 많은 과학교사들은 '실험실의 물리적 환경'에 대해서 "충분한 공간이 없어 실험하는데 혼잡함을 느끼며, 시원하고 통풍이 잘되는 시설을 갖추지 못했다"고 평가했다. 그리고 "실험에 필요한 기구와 재료를 쉽게 얻을 수 있다"는 문항에 대해서 '그렇지 않다'고 응답한 교사가 21%에 달했으며, "실

험 기구들이 사용하기 좋게 배열되어 있다”라는 문항에 대해서도 15.3%의 교사가 ‘그렇지 않다’고 응답했다.

실험실 환경에 대한 응답 결과를 요약하면, 과학 교사는 “자신의 실험 수업에서 학생들이 비교적 명확한 규칙에 따라 협동하면서 수업 내용과 연계된 실험을 하지만, 그 실험이 학생 개인의 흥미와 과학 탐구 본성을 충족시키는 데는 미흡하여 개선의 여지가 많다”고 인식하고 있었다. 그리고 ‘실험실의 물리적 환경’에 대해서는 “학생들이 실험하기에 비좁고 그 시설이 열악하여 개선을 바라는 것”으로 나타났다.

### 3. 과학 및 학교 과학에 대한 신념과 실험실 환경에 대한 인식 간의 상관관계

과학교사가 가진 과학 및 학교과학에 대한 신념과 실험실 환경에 대한 인식간의 연관성을 알아보기 위해 두 평가 도구의 하위 영역 간의 상관관계를 분석하였다. 그리고 그 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7>에 제시된 바와 같이 과학에 대한 과학교사의 신념은 실험실 학습 환경과 통계적으로 의미있는 상관을 보이지 않았다. 그에 비해 학교과학에 대한 신념은 실제 실험실 학습 환경의 몇 가지 하위 영역(학습자간의 협동과 단결, 수업내용과의 연계성, 실험수업에서의 규칙 인식)에 대한 인식과 통계적으로 의미있는 상관을 보였다. 그러나 과학의 본성과 가장 밀접하게 관련되는 ‘개방도’ 영역은 의미있는 상관을 보이지 않았다.

이는 ‘학교과학의 지식의 본성이나 탐구과정’에 대해 현대

인식론적 신념을 가진 과학교사일수록 실제 실험 수업에서 “학생들 사이의 협동을 강조하고 수업내용과의 연계를 중요시하며 실험실에서 지켜야 할 규칙을 명확히 제시한다”는 것을 의미한다. 그러나 이런 신념이 학생이 창의적으로 개방도 높은 실험을 수행하도록 연계되지는 않은 것으로 나타났다.

과학교사들의 과학의 본성에 대한 신념은 원하는 실험실 환경의 각 하위 영역과도 통계적으로 유의미한 상관을 보이지 않았다. 이런 결과가 나온 이유 중의 하나로 과학의 본성에 대한 과학교사의 신념이 뚜렷하지 못하다는 점을 들 수 있다. 그런데 비해 학교과학의 본성에 대한 신념은 원하는 실험실 환경의 하위 영역들과 모두 통계적으로 유의미한 상관을 보였다. 이것은 학교과학에 대해 구성주의 신념을 가진 교사일수록 학생들이 시설이 잘 갖추어진 실험실에서 각자의 사전 지식과 연계지으며 서로 협동하면서 개방도 높은 실험을 하기를 바라는 것으로 해석된다.

### 4. 연령별 차이

과학 및 학교과학에 대한 인식 차이를 과학교사의 연령과 학교급별로 분석한 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8>에서 보는 바와 같이 젊은 연령의 교사일수록 현대인식론적 신념을 보였으며 그 차이는 5% 수준에서 통계적으로 유의했다. 그러나 실험실 학습 환경에 대한 인식에서는 연령별로 차이를 보이지 않으므로써 젊은 연령의 교사가 지난 신념이 실제 실험실 환경을 개선하는데 반영되지 않은 것으로 나타났다.

<표 7> BASSSQ 하위 영역과 SLEI 하위 영역 간의 상관관계

SLEI		BASSSQ		학교과학	
		과학 탐구과정	과학지식의 불확실성	탐구과정	학교과학지식의 불확실성
실제 환경	학습자간의 협동과 단결	.05	.09	.30***	.25**
	개방도	-.14	-.06	-.01	-.08
	수업내용과의 연계성	.06	-.05	.29***	.23**
	실험수업에서의 규칙 인식	-.07	-.06	.17*	.18*
원하는 환경	학습자간의 협동과 단결	.14	.13	.37***	.30***
	개방도	-.03	.02	.31***	.36***
	수업내용과의 연계성	.15	.06	.24**	.26**
	실험수업에서의 규칙 인식	.10	-.05	.23**	.21**
	실험실의 물리적 환경	.04	.00	.26**	.21**

\*p<.05 \*\*p<.01 \*\*\*p<.001

〈표 8〉 과학 및 학교 과학에 대한 인식에 있어서 과학 교사의 연령과 학교 급별에 따른 차이

교사 특성	하위 영역	과학 탐구과정	과학지식의 불확실성	학교과학탐구과정	학교과학지식의 불확실성
	연령	20대	3.32	3.23	3.80
	30대	3.28	3.21	3.75	34.77
	40대	3.12	2.87	3.56	32.93
	50대	2.88	3.08	3.16	29.60
	F값	2.80*	2.85*	3.71*	3.18*
학교	중학교	3.36	3.25	3.78	3.53
	고등학교	3.18	3.12	3.68	3.37
	F값	9.01**	3.56	1.75	5.70*

\* $p < .05$  \*\* $p < .01$

그리고 중학교 교사가 고등학교 교사에 비해 과학과 학교 과학에 대해 현대 인식론적 신념을 보이는 경향을 나타냈지만, 그 차이는 과학탐구과정 영역과 학교과학 지식의 불확실성 영역에서만 통계적으로 유의했다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학 교사가 가진 과학과 학교과학에 대한 신념이 실험실의 학습 환경 구성에 영향을 미칠 것이라는 가정 하에 과학 교사들의 과학과 학교과학에 대한 신념과 실험실 학습환경에 대한 인식을 조사하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 과학 교사들은 과학과 학교과학에 대해 일관성있는 신념을 보이지 않았으며, 부분적으로 현대 인식론적 관점과 객관주의 관점을 혼합해서 나타냈다. 그리고, 과학의 본성에 대해서는 과학 지식이 증명될 수 있고 객관적이며 정확한 속성을 지닌다는 객관주의 신념을 강하게 보였다. 반면에 학교과학에 대해서는 학생들이 자신의 사전 지식에 영향을 받아 과학 지식을 구성한다는 현대 인식론 견해를 보인 교사가 많았다.
2. 실험실 환경에 대한 인식에서는 학생들간의 협동과 단결, 교실 수업과의 연계, 실험실에서의 규칙 인식 등은 비교적 높게 평가된데 비해, 개방도와 실험실의 물리적 환경은 매우 낮게 평가되었다.
3. 과학교사들의 과학의 본성에 대한 신념은 실험실 환경과 아무런 관계가 없었으며, 학교과학 본성에 대한 신념은 학생들간의 협동과 단결, 교실수업 내용과의 연계, 실험 수업에서의 규칙 인식 등과 상관이 있는 것으로 나타났다.

이런 연구 결과로 미루어 볼 때 과학 교사들이 교사 양성 과정 혹은 그 이후에 과학과 학교과학에 대해 현대 인식론적 관점을 뚜렷하고 일관성있게 갖도록 교육받지 못했음을 알 수 있으며, 학교 현장에서도 Hodson(1988)이 과학 수행 학습을 위해 제시한 개방도 높은 실험이 이루어지지 않고 있음을 알 수 있다. 그리고 과학과 학교과학에 대한 과학 교사의 신념과 실험실 환경 인식 간의 상관관계를 가지고 이들간의 인과관계를 설명할 수는 없지만, 현대 인식론적 관점을 가진 교사일수록 보다 바람직한 실험 학습환경을 원했고 실제 환경 인식에서도 일부 상관이 있는 점으로 미루어볼 때 과학 교사의 신념이 바람직한 학습 환경 구성에 중요한 역할을 할 것으로 추정할 수 있다.

그러므로 학교 현장에서의 과학 교육 개선을 위해서는 첫째, 과학 교사가 과학과 학교과학의 본성에 대해 현대 인식론적 신념을 갖도록 하는 교사교육 프로그램의 마련이 필요하다고 할 수 있으며, 둘째, 실험실의 물리적 환경 개선을 위한 노력이 요구된다. 더불어 과학의 본성 이해, 과학 지식의 이해 촉진, 탐구능력 증진 등과 같은 실험 학습 목표를 효과적으로 달성하기 위한 구체적 실험 수업 전략 개발이 필요하다고 할 수 있을 것이다.

#### 참고 문헌

김희백, 김도옥(1996). 중,고등학생의 과학실험실 환경에 대한 인식과 과학 및 과학 교과에 대한 태도. 한국과학교육학회지, 16, 210-216.

장남기, 박용안, 조희형, 서정쌍, 이수종, 권경오, 김무성, 이찬영, 김남일, 이진승, 선우종철, 이면우, 서인호(1996). 공통과학. 동아출판사.



- 정해문, 김영민, 김재영, 김찬중, 김창호, 방대철, 윤경일, 안태근, 이광만, 이범홍, 이양락, 정홍대(1996). 공통과학. 지학사.
- Aldridge, J. Taylor, P. and Chen, C. (1997). Development, Validation and Use of the Beliefs about Science and School Science Questionnaire(BASSSQ). Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching(NARST).
- Doyle, W. (1984). Academic work. *Review of Educational Research*, 53, 159-199.
- Duschl, R. A. and Wright, E. (1989). A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 467-501.
- Fraser, B. J., Giddings, G. J. and McRobbie, C. J. (1995). Evolution and validation of a personal form of an instrument for assessing science laboratory classroom environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 399-422.
- Harvey, O. J. (1986). Belief systems and attitudes toward the death penalty and other punishment. *Journal of Psychology*, 54, 143-159.
- Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20, 53-66.
- Hofstein, A. (1988). Practical work and science education II. In, P. Fensham(ed.). *Development and Dilemmas in Science Education*(pp. 189-217). London: The Farmer Press.
- Hurd, P. D. (1969). *New Directions in Teaching Secondary School Science*. Chicago: Rand McNally.
- King, B. B. (1991). Beginning teachers' knowledge of and attitudes toward history and philosophy of science. *Science Education*, 75, 135-141.
- Koballa, T. R., Jr. (1988). Attitude and related concepts in science education. *Science Education*, 72, 115-126.
- Lakin S. and Wellington, J. (1994). Who will teach the 'nature of science'? : teachers' views of science and their implications for science education. *International Journal of Science Education*, 16, 175-190.
- Lunetta, V. N. and Tamir, P. (1979). Matching lab. activities with teaching goals. *The Science Teacher*, 46, 22-24.
- Munby, H. (1982). The place of teachers' beliefs in research on teacher thinking and decision making, and an alternative methodology. *Instructional Science*, 11, 201-225.
- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 317-328.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62, 307-332.
- Ray, C. (1991). Breaking free from dogma: Philosophical prejudice in science education. *Science Education*, 75, 87-93.
- Rokeath, M. (1968). *Beliefs, attitudes, and values: A theory of organization and change*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as inquiry. In J. J. Schwab and P. F. Brandwine(eds.). *The Teaching of Science*. Cambridge: Harvard University Press.
- Sigel, I. E. (1985). A conceptual analysis of beliefs. In, I. E. Sigel(Ed.), *Parental belief system: The psychological consequences for children*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Stinner, A. and Williams, H. (1993). Concept formation, historical context, and science stories. *Interchange*, 24, 87-104.
- Stinner, A. (1995). Science textbooks: Their present role and future form. In, S. M. Glynn and R. Duit(eds.). *Learning Science in the School*(pp. 275-296). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Sutton, C. (1989). Writing and reading science: The hidden message. In, R. Millar(ed.). *Doing Science: Images of Science in Science Education*(pp. 137-159). London: Farmer Press.
- Tobin, K. and Gallagher(1987a). The role of target students in the science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 61-76.
- Tobin, K. and Gallagher(1987b). What happens in high school science classroom? *Journal of Curriculum Studies*, 19, 549-560.
- Tobin, K., Tippins, D. J. and Hook, K. S. (1994). Referents for changing a science curriculum: A case study of one teacher's change in beliefs. *Science & Education*, 3, 245-264.
- Woolnough, B. and Allsop, T. (1985). *Practical Work in*

*Science*. Cambridge: Cambridge University Press.  
Yager, R. E. (1981). The laboratory in science teaching-  
Main course or dessert? In, L. W. Trowbridge *et al.*  
(eds.), *Becoming a Secondary Science Teacher*. Colum-  
bus: Charles E. Merrill Publishing Co.

Yerrick, R., Parke, H. and Nugent, J. (1997). Strug-  
gling to promote deeply rooted change: The "filter-  
ing effect" of teachers' beliefs on understanding  
transformational views of teaching science. *Science  
Education*, 81, 137-159.

(ABSTRACT)

## Science Teachers' Beliefs about Science and School Science and Their Perceptions of Science Laboratory Learning Environment

Heui-Baik Kim · Sun-Kyung Lee\*

(Wonkwang University) · (Shinkwan Middle School)\*

Science teachers' beliefs about science and school science and their perceptions of the science laboratory learning environment were investigated with an assumption that science laboratory teaching would be affected by science teachers' beliefs. Likert-scale questionnaires of BASSSQ and SLEI were used in this study. The major findings were as follows: 1. Science teachers showed inconsistent beliefs about science and school science. Their responses reflected a patch-like view of postmodern epistemology and objectivism. They also showed somewhat different views about science and school science. It was found that science teachers had strong objectivist views about science in some parts, but they had moderate constructivist views about school science in other parts; 2. The mean scores of student cohesiveness, integration, and rule clarity on the actual version in SLEI were relatively high, but those of open-endedness and physical environment were very low; 3. There was no association between teachers' beliefs about science and their perceptions of the science laboratory learning environment. But some associations were found between teachers' beliefs about school science and their perception on student cohesiveness, integration, and rule clarity of the actual science laboratory learning environment. Teachers' beliefs about school science had some statistically significant correlations with their perceptions on all scales of the preferred version of SLEI. We could not show a causal relationship between teachers' beliefs and their science laboratory learning environment through these results. But it can be suggested that teachers' beliefs about school science do have a role in constructing a desirable science laboratory learning environment, as we found that there were statistically significant correlations between them.