

과학사 활용 수업이 과학 학업성취도와 태도에 미치는 효과; 중학교 '물의 순환과 날씨변화' 단원을 중심으로

이현선 · 유정문*

이화여자대학교 과학교육과, 120-750 서울특별시 서대문구 대학동 11-1

Effect of Instruction Utilizing History of Science on the Science Achievement and Attitude of Middle School Students: In the Chapter of 'Water Cycle and Weather Change'

Hyun-Sun Lee and Jung-Moon Yoo*

Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea

Abstract: The effects of education utilizing history of science on science achievement and attitudes of the ninth grade students were investigated according to their achievement level, along with the development of teaching and learning materials. A total of 144 ninth grade students were divided into the experiment and control group. Instructing students using history of science was performed in the experiment group, while conventional instruction was used in the control group. The scores of both pre-test and post-test were estimated by ANCOVA. Instructions applying history of science were more effective in increasing the students' science achievement and attitude than conventional instructions. In particular, the former enhanced the achievements of the upper-level students, more than it did for the middle and lower-level students. In addition, using history of science showed a better effect on higher and middle-level students, in improving their attitudes toward science, than it did for lower-level students. This study suggests that the instruction utilizing history of science should be designed based on the students' achievement level, and that various teaching and learning materials related to the instruction were helpful.

Keywords: history of science, science achievement, attitude toward science, achievement level

요약: 이 연구에서는 과학사를 활용한 교수-학습 자료를 개발하고 교육 현장에 적용하여 과학 학업 성취도와 과학과 관련된 태도에 미치는 효과를 중학생의 성취수준에 따라 조사하였다. 여중생 3학년 4개 학급을 대상으로 실험 집단에서 대하여 과학사 활용 수업, 통제 집단에 대하여 전통적인 수업을 실시하였다. 과학사 활용 수업에서는 필수 학습요소와 관련된 과학사를 다양한 방법으로 학생들에게 소개하여, 학습자의 흥미와 STS인식을 유도하였다. 과학사 활용 수업은 전통적인 수업에 비하여 학생들의 과학 학업 성취도와 태도 향상에 효과적인 것으로 나타났다. 이러한 과학사 활용 수업은 과학 학업 성취도에서는 상위권에게 유의미한 효과가 나타났으며, 과학과 관련된 태도에서는 상, 중위권에서 긍정적인 효과를 보였다. 이와 관련하여 학습자의 수준을 고려한 교수-학습 자료와 수업 모형 개발은 과학사 활용 수업에 도움을 줄 수 있다.

주요어: 과학사 활용 수업, 과학 학업성취도, 과학과 관련된 태도, 성취 수준

서론

대부분의 학생들은 현대에서 과학의 중요성을 잘 알고 있으나 과학은 그 자체가 어려운 것으로 생각

하고 있어 별로 친근감을 느끼지 못하고 있다. 그 원인은 바로 학교에서 가르치는 과학이 실제 생활과 연계되지 못하여 학생들이 흥미를 잃게 되는 데 있다. 이러한 측면에서 과학교육의 과학사적 접근은 학생들이 과학을 쉽게 이해하고 친근감을 가지도록 하며 과학의 발달과정을 통하여 과학적 방법을 배울 수 있도록 한다(정원우 외, 2003).

*Corresponding author: yjm@mm.ewha.ac.kr

Tel: 82-2-3277-2710

Fax: 82-2-3277-2684

1960년대 학문중심의 교육과정은 과학교육에서 별 성과를 거두지 못하였으며, 변화하는 기술과 사회 또는 과학과의 관계를 수용하는데 제한적인 사고를 하게 한다는 비판으로 과학·기술·사회의 관계를 가르치는 경향이 나타났다. 이러한 STS교육이 강조되면서 학생들에게 과학적 소양을 신장시키기 위한 방안으로 과학교육에서 과학철학과 과학사를 적용해야 한다는 인식이 더욱 커지게 되었다. 영국과학교육과정(British National Science Curriculum; BNSC)에서는 History and Philosophy of Science(HPS)가 교과 과정에 5%를 차지하고 있다. 미국의 과학교육의 방향과 교육과정에 포함되어야 할 주제들을 담고 있는 보고서 U.S. Project 2061은 과학사에 있어 10개의 대표적인 사건을 수록하여 과학사에 나타난 유명한 발견들에 대한 이해를 담고 있다. 미국과학재단(National Science Foundation: NSF)의 지원으로 1987년에 시작된 국제적 프로젝트인 'The History and Philosophy of Science and Science Teaching'에서는 HPS를 도입하는 실제적인 전략이 수립되어 HPS를 STS강좌와 관련하여 과학교육에 도입하려는 시도가 이루어지고 있다(양승훈 외, 1996).

과학자들이 인정하는 패러다임에 맞는 사실이나 법칙, 이론들로 이루어진 지식체계를 서술한 교과서를 중심으로 하는 오늘날 교수-학습은 과학의 법칙이나 이론이 발달 과정에서의 변화 가능성과 잠정적이라는 것을 간과하기 쉽다. 과학사는 과학지식이 절대 진리가 아니라 자연관과 세계관과 함께 발달되어 왔다는 것을 보여주게 된다. 즉 과학교육에서 과학사 도입은 결과 중심의 지식 전달보다 지식을 얻기까지의 탐구 과정과 방법에 대한 중요성을 학생들에게 제공할 수 있다(Matthews, 1990, 1992). 또한 과학 개념이 탄생하기까지의 과학자들의 시행착오 과정을 통하여 과학을 어렵게 생각했던 학생들에게 흥미와 자신감을 갖게 하여 학습 동기를 유발시킬 수 있으며(홍준의, 2002), 과학사에 전기적 요소를 포함시키는 것은 인간적 관심이라는 면에서나 소박한 과학주의의 해독제로서 매력이 있다(Ziman, 1980). 나아가 학습자가 과학사를 통하여 과학의 발달이 사회와의 상호 작용 속에서 이루어졌음을 인식하여 사회 속에서 과학의 역할을 고찰할 수 있다. 이러한 과학사를 도입한 수업은 과학기술의 발전에 따르는 문제점과 같은 과학 윤리와 과학과 사회에 관련된 가치판단을 할 수 있도록 한다.

이와 같이 과학교육에서 과학사의 도입의 필요성이 대두되고 있으나 국내에서 이러한 도입 노력은 대체로 체계적이지 못하며 일부 영역에 편중되어 있다(김미경, 2002). 또한 기존 연구들은 과학사 도입 필요성과 그 효과(송상용, 1984; 정완호와 정현례, 1995; 홍진기, 1996), 그리고 개념 극복과 같은 인지적 영역(이기영, 1999; 위관량, 2002; 송창민, 2003)에 주로 편중되어 있다.

한편, 국외에서는 과학사 도입 효과 및 적용, 도입 필요성에 대한 연구(Dushl, 1990; King, 1991; Matthews, 1992) 뿐만 아니라 개념이해와 오개념 극복에 관한 연구(Jenson and Finley, 1995)도 수행되었다. 또한 과학적 태도와 흥미유발과 같은 정의적 영역의 효과(Solomon et al., 1992)에 대하여 실시되어서 과학사 활용 연구가 다방면에서 이루어지고 있다.

본 연구에서는 먼저 중학교 3학년 과학 '물의 순환과 날씨변화' 단원에서 학습내용과 관련된 과학사를 활용하여 학생들에게 흥미와 동기를 유발시킬 수 있는 교수-학습 자료를 개발하였다. 다음에 이 자료를 과학사를 활용한 수업에 적용하여 학생들의 성취 수준별로 학업 성취도와 과학과 관련된 태도에 있어서의 변화를 분석하였다. 이 과정에서 과학자를 소개하는 학생 활동지를 통하여 과학자의 인간적인 면을 강조하여 학습자가 친밀감을 가질 수 있도록 하였다. 또한 교사는 교과서에서 다루어지는 과학 개념이 여러 번의 시행착오 끝에 완성된 것임을 소개하였고, 과학사 활용 수업을 통하여 과학의 발달이 우리가 속한 사회, 문화적으로 밀접한 관계 속에서 이루어진 것임을 인식시키고자 하였다.

연구 방법 및 절차

본 연구는 인천광역시 남동구에 위치한 S여자중학교의 3학년 4개 학급의 여학생 144명을 대상으로 실시되었다. 과학사 활용 수업 실시 이전에 동질성을 가진 학급을 선택하기 위하여 전년도에 실시된 인천광역시 학업성취도 평가에서의 과학성적을 이용하였다. 여기서 과학성적 평균이 비슷한 학급들을 선정하여 실험집단 2개 학급, 통제집단 2개 학급으로 구분하였다. 또한 학생들의 수준을 전년도 2학기 과학 성적을 기준으로 상, 중, 하로 나누었다(Table 1).

과학사 활용 수업의 효과를 조사하기 위하여 학생들을 실험집단과 통제집단으로 분류하였다. 두 집단의 동질성 여부를 판단하기 위하여 학생들의 과학과

Table 1. The number of students in experimental and control groups, based on the test of science achievement of the year 2003

Group	Level	Number
Experimental	High	24
	Middle	30
	Low	18
Control	High	20
	Middle	31
	Low	21
Total		144

관련된 태도와 학업성취도 사전검사를 실시하였다. 중학교 3학년 과학 중 ‘물의 순환과 날씨변화’ 단원에 대하여 2004년 3월 8일부터 4월 10일까지 약 5주간에 걸쳐 실험집단에서는 과학사를 활용한 수업을 실시하였고 통제집단의 경우에 강의 중심의 전통적 수업을 실시하였다. 수업 처치 후에 두 집단의 과학과 관련된 태도와 학업성취도에 대하여 사후검사를 하였으며, 실험집단의 경우에는 과학사 활용 수업 설문 조사를 실시하였다(Fig. 1).

본 연구에 사용된 교수-학습 자료는 학습지와 과학사 활동지로 구성하였다. 전통적 강의 수업을 하는

통제집단과 과학사 활용 수업을 하는 실험집단이 동일한 학습지를 사용하였으나, ‘기압’ 수업에서는 과학사를 활용한 학습지(Appendix 1)를 따로 사용하였다. 학습 주제와 관련된 과학사 활동지는 실험집단에만 제공되었다. 이러한 활동지는 과학사 관련 문헌과 인터넷 자료 조사를 통하여 개발하였다. 동료 과학교사의 자문을 통하여 수정, 보완되었다.

과학사 교수-학습 자료는 이기영(1999)이 분류한 자료유형을 참고하여 학습 주제와 연결되도록 개발하였다. 과학사 자료 개발에 있어 최대한 학생들의 흥미를 증진시킬 수 있도록 토의 활동을 침부시켰다(Appendix 2). 수업에 활용된 과학사는 학생들의 이해 수준을 고려하고, 중학교 3학년 교육과정에서 벗어나지 않도록 난이도를 맞추었다. 어려운 개념이나 배경 지식이 필요한 부분의 경우에 학생들이 활동지의 각주나 교사나 동료학생의 설명으로 이해할 수 있도록 하였다.

본 과학사 자료에서는 기존의 학생들이 읽고 지나가는 단순한 학습지를 탈피하기 위하여 활동지의 ‘생각해보기’란을 만들었다. 학생들이 ‘생각해보기’에서 주어진 자료에 관한 질문, 그리고 과학 기술, 사회와의 연계성을 인식할 수 있는 질문에 대한 조별 토론

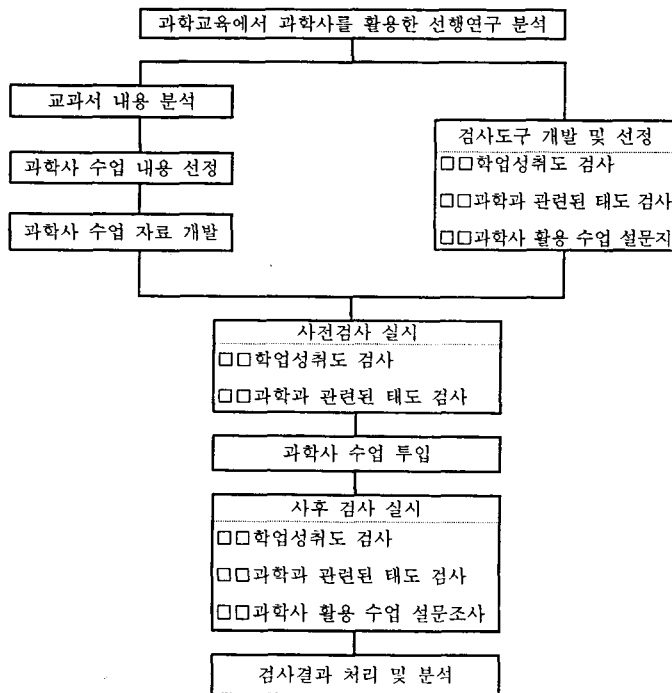


Fig. 1. The flow chart summarized for the procedure in this study.

을 통하여 답을 찾을 수 있도록 하였고, 주제에 따라 조별 과제를 부여하였다. 과학사 자료는 수업 장면에서 본시 학습 주제와 관련지어 도입, 전개, 정리 단계에서 활용하였다. 본 연구에서 사용된 과학사 활용 교수-학습 자료는 Table 2와 같으며, 17차시에 걸쳐 다음의 참고 문헌들을 기초로 개발되었다; 박명순(1991), 최성우(1999), 이정임(2000), 사마키 다케오(2001), 박성래(2002), 최경희(2003).

수업은 2004년 3월 둘째 주부터 2004년 4월 둘째 주까지 약 5주간 실시되었다. 총 17차시 수업 중에 13차시의 과학사 활용 수업이 실험집단에서는 이루어졌다. 수업 실시 전에 수업 진행의 안내를 통하여 학생들이 사전에 수업시간에 다루어질 과학사에 대한 배경지식을 가지도록 하였다. 일주일에 1시간은 과학사에 관련된 활동지 '생활 속 과학자'에 할당하여 학생들의 조별 토론 학습이 이루어지도록 하였다(Appendix 3). 이때는 학생들이 활동지에 주어진 질문을 토론하고 조별 발표를 통하여 여러 가지 의견을 도출할 수 있도록 하였다. 또한 교사는 과학사에 대한 설명과 토론의 안내만을 하여, 학생들의 자유로운 의사 표현을 가능하게 하였다.

통제집단에서는 실험집단과 같은 학습 주제를 전통적인 강의식 수업으로 실시하였다. 실험집단에서 과학사 활동이 이루어지는 동안, 통제집단에서는 그 시간에 학습한 내용의 형성평가를 실시하여 두 집단의 수업시수를 동일하게 하였다. 단원 마무리 수업으로는 실험집단에서 과학사 신문 만들기를 실시하여 학

생들이 조별로 과학자를 선정하고 그 업적과 일화를 소개하도록 하였다. 학생들이 각 조별로 만든 신문을 돌려보면서, 그 신문에서 소개된 과학자와 과학사를 파악하도록 하였다. 이때 조별 상호 평가도 함께 이루어졌다. 통제집단의 단원 마무리에서도 실험집단과 같이 조별 활동이 이루어졌으나, 활동주제는 조별 학습 내용을 정리하여 발표하도록 하였다.

본 연구의 주요 목적은 과학사 활용 수업 전·후 '물의 순환과 날씨변화' 단원에서 개념에 대한 학생들의 학업성취도 변화를 분석하는데 있다. 따라서 개념 검사지 문항은 이 단원에서 학습되어야 하는 필수 학습 요소들을 추출하여 개발하였다. 이와 같이 개발된 문항은 중학교 과학교사 6명의 자문을 거쳐 수정·보완되었고 약 87%의 내용 타당도를 나타내었다(Appendix 4). 사전 학업성취도 검사지는 20개 문항으로 되어 있으며, 채점시 한 문항당 5점을 부여하여 100점을 만점으로 하였다. 수업 후에 학생들의 학업성취도 검사지는 수업 전과 동일한 것으로 사용하였다.

본 연구의 또 다른 목적은 과학사 활용 수업을 통하여 과학과 관련된 태도의 변화를 조사하는데 있다. 학생들의 과학에 관련된 태도를 측정하기 위한 문항으로 Fraser(1981)가 개발하고 히명(1993)이 번역한 TOSRA(Test Of Science Related Attitudes)를 사용하였다. 7가지 태도에 대한 평가 문항 중에 '과학의 사회적 의미', '과학적 태도의 수용', '과학 수업의 즐거움' 그리고 '과학에 대한 취미적 관심' 영역을 선정하였다. 검사 문항은 각 하위범주별 10문항씩 총 40

Table 2. Learning contents in the science class utilizing history of science

차시	학습 주제	과학사 교수-학습 자료	활용방법	기능	참고자료
1	포화수증기량	.	.	.	.
2	이슬점	.	.	.	.
3	습도	온도계는 누가 만들었을까	도입	흥미유발	이정임(2002)
4	생활 속 과학자□□	화폐 속 여성과학자-마리퀴리	토론	STS인식	최경희(2003)
5	구름 생성	히틀로 올라가볼까	정리	흥미유발	최성우(1999)
6,7	눈과 비의 생성	비를 내리게 하소서	전개	STS인식	인터넷*
8	생활 속 과학자□□	발명계의 나폴레옹-에디슨	토론	동기유발	사마키 다케오(2001)
9,10	기압	물을 끌어올리시오	전개	개념이해	박명순(1991)
11	기압분포와 바람	.	.	.	.
12	생활 속 과학자□□	측우기는 우리 것	토론	STS인식	박성래(2002)
13,14	기단과 전선	부전자전	도입	흥미유발	인터넷**
15	일기예보	일기예보의 시작은	정리	심화학습	인터넷***
16	우리나라 날씨 특징	.	.	.	.
17	생활 속 과학자□□	과학사 신문 만들기	평가	흥미유발	.

*<http://203.230.172.99:8008/과학인명사전/dic.HTM>

**<http://www.masangirl.hs.kr/frame05/650/field-4.htm>

***<http://www.jeri.or.kr/jries/web/go/soc/geo/dictionary/html02/048.htm>

Table 3. Results of pre-test about science achievement of high, middle, and low level students

Level	Group	N	M	SD	t	p
High	Experimental	24	49.29	17.63	.413	.681
	Control	20	45.25	14.55		
Middle	Experimental	30	32.17	9.26	-1.329	.192
	Control	31	36.45	15.29		
Low	Experimental	18	24.72	10.64	-1.155	.255
	Control	21	28.57	10.14		

Table 4. ANCOVA results of post-test for science achievement of high, middle and low level students. Here the symbols of SS and MS represent 'sum of square' and 'sum of mean square', respectively

Level	SS	df	MS	F	p
High	818.850	1	818.850	7.613	.009*
Middle	331.630	1	331.630	2.065	.156
Low	79.584	1	79.584	.255	.617

*p < .01

Table 5. Results of pre-test and post-test about science attitude

Test	Group	N	M	SD	t	p
pre-test	Experimental	72	134.85	15.76	.252	.801
	Control	72	134.22	13.94		
post-test	Experimental	72	138.82	15.65	2.938	.004*
	Control	72	131.65	13.55		

*p < .01

문항으로 Likert척도로 구성되었으며, 긍정적인 내용과 부정적인 내용을 포함하였다. 과학과 관련된 태도 검사지의 신뢰도를 분석한 결과에 의하면, 사전·사후 검사 모두에서 Cronbach α 는 0.91이다.

분석방법은 독립 변인으로 수업 처치 방법, 종속 변인으로 과학 학업성취도와 과학에 대한 태도를 설정하였으며 조건으로 학업 성취 수준을 설정하였으며, SPSS 10.0 for Windows의 통계 프로그램을 이용하여 사전검사 결과를 공변인으로 하는 공변량분석(ANCOVA)과 t-test를 실시하였다.

연구 결과 및 논의

학업성취도에서 과학사를 활용한 수업의 효과

과학사를 활용한 수업과 전통적 수업을 실시한 후에 그 학업 성취도효과를 알아보기 위하여, 공변량 분석과 t-test를 하였다. 사전 개념검사의 t-test 결과에서 성취수준별 실험집단과 통제집단의 유의미한 차이가 없었다(Table 3). 사후 개념검사 결과에서 실험집단이 통제집단에 비하여 향상된 평균점수를 보였다.

수업 이외의 효과를 배제하기 위하여 사전검사를 공변량으로 하여 분석한 결과 상위권에서 유의미한 효과가 있는 것으로 나타났다(Table 4).

과학에 대한 태도에서 과학사를 활용한 수업의 효과

과학사를 활용한 수업과 전통적 수업을 처치한 후에 과학에 대한 태도에 미치는 효과를 조사하기 위하여 t-test를 실시하였다(Table 5). 사전 태도검사의 t-test 결과 실험집단과 통제집단의 차이가 없었다. 그러나 사후 태도검사에서는 과학사 활용수업을 실시한 실험집단의 평균은 향상을 보였으며 전통적인 수업을 실시한 통제집단에서는 평균이 실험집단에 비하여 2.57점 하락하였다. 이러한 결과와 관련하여 과학자들의 인간적인 면을 찾아보고 교과서에서 배우는 지식의 형성 과정이 소개되는 과학사 활용 수업은 전통적인 강의식 수업에 비하여 과학에 대한 긍정적인 태도를 갖는데 도움을 준다고 추정된다.

과학과 관련된 태도의 하위범주에서 과학사 활용 수업의 처치 효과를 알아보기 위하여 사전·사후 태도 검사의 점수와 사전태도점수를 공변인으로하는 공

Table 6. Results of pre-test and post-test about subordinate domains science attitude. Here the symbols of A1, A2, A3 and A4 stand for 'Social Meaning of the Science', 'Reception of Scientific Attitude', 'Pleasure of Science Class' and 'Interesting Concern about the Science', respectively

Domain	Test	Group	N	M	SD
A1	pre-test	Experimental	72	36.44	3.71
		Control	72	36.25	3.59
	post-test	Experimental	72	37.29	3.35
		Control	72	35.83	3.63
A2	pre-test	Experimental	72	33.31	4.31
		Control	72	34.53	3.84
	post-test	Experimental	72	35.88	4.59
		Control	72	34.81	3.40
A3	pre-test	Experimental	72	33.63	5.33
		Control	72	33.33	5.19
	post-test	Experimental	72	32.24	5.09
		Control	72	30.32	5.08
A4	pre-test	Experimental	72	31.47	6.33
		Control	72	30.11	5.83
	post-test	Experimental	72	33.42	6.33
		Control	72	30.69	6.03

Table 7. ANCOVA results of post-test for domains of A1 to A4 about science achievement

Domain	SS	df	MS	F	p
A1	71.353	1	71.353	6.243	.014*
A2	86.277	1	86.277	6.318	.013*
A3	117.668	1	117.668	5.294	.023*
A4	130.275	1	1986.275	78.211	.000*

* $p < .05$

Table 8. ANCOVA results of post-test for science attitude

Level	SS	df	MS	F	p
High	1118.532	1	1118.532	6.286	.016*
Middle	689.448	1	689.448	5.507	.022*
Low	34.448	1	34.448	.196	.661

* $p < .05$

변량분석을 실시하였다(Tables 6-7). 공변량 분석결과 과학과 관련된 태도의 하위범주에서 실험집단과 통제 집단간에 유의미한 차이가 나타났다. 여기서 사후 태도 검사 점수가 통제집단에 비하여 실험집단에서 높은 것은 과학사 활용 수업의 긍정적인 효과 때문인 것으로 판단된다. 그러나 '과학 수업의 즐거움' 영역에서는 실험·통제 집단 모두에서 사전 태도 점수의 평균에 비하여 사후 태도 점수가 하락하였다. 이는 신학기에 중학교 3학년 교과과정에서의 내용 증가 시기와 수업처치 시기의 중첩 때문으로 추정된다. 만약 다른 시기에 연구가 이루어졌다면, 다른 결과도

예측된다. 과학사를 활용한 수업이 전통적 강의식 수업에 비하여 '과학 수업의 즐거움' 영역의 태도에 있어서 긍정적인 효과를 보였다. 과학사를 활용한 수업을 한 실험집단에서 평균점수 하락폭이 통제집단에 비하여 작은것은 과학사 활동지의 '생각해보기'와 '알아보기'에서 학생들의 자유로운 토론과 발표가 이루어진 다양한 수업 형태가 학생들에게 긍정적인 영향을 준 데 있다고 본다.

과학사를 활용한 수업을 한 실험집단에서 과학사 활용 수업의 효과를 알아보기 위하여, 사전·사후 태도 점수와 사전점수를 공변인으로서 공변량 분석을

Table 9. Questionnaire analysis on the instruction utilizing history of science

Question	Answer	Number	Ratio (%)
What do you think of the instruction utilizing history of science?	Useful	54	75
	Not Useful	18	25
If the instruction utilizing science history was useful, which was the most useful thing? (answer one or more)	Interest induction	16	29.6
	Learning concept	19	35.2
	Recognition about the relation between science and society	17	31.5
	Attitude toward science	6	11.1
	History of science and scientist	35	64.8
	etc.	2	3.7
If not, why?	Uninteresting	4	22.2
	Difficulty of contents	10	55.6
	Not enough time	4	22.2
	etc.	.	.
What do you think is considered in the instruction utilizing history of science?	Interest induction	50	69.4
	Progress in knowledge of science	12	16.6
	Recognition about the relation between science and society	4	5.6
	Attitude toward science	2	2.8
	etc.	4	5.6

실시하였다(Table 8). 과학에 대한 태도는 실험집단의 상·중위권에서 과학사 활용 수업에 의해 향상을 보였으나, 하위권에서는 그 효과가 나타나지 않았다. 하위권 학생들은 누적된 학습 부진으로 인하여 기존의 전통적인 강의식 수업에서 참여도가 낮았으므로, 과학사 활용 수업에서 다루어지는 과학사도 어려운 것으로 인식하는 심리적 부담과 함께 유의미한 태도 점수에 있어 의미있는 변화를 가져오지 못한 것으로 판단된다.

과학사 활용 수업에 대한 학생들의 반응 분석

과학사를 활용한 수업에 대하여 학생들의 반응을 조사하였다(Table 9). 수업에서 다루어진 과학사 활용은 학생들의 흥미 유발과 수업 참여도를 높이며, 개념 이해에 도움이 되도록 시도되었다. 그러나, 과학사 활용 수업에 부정적인 반응을 보인 학생들은 수업 시간에 다루어진 과학사를 추가된 필수 학습 내용으로 인식하였다. 이 같은 반응은 특히 중·하위권 학생들에게서 발견되었다. 설문지의 마지막 문항은 수업을 마치고 난 소감을 간단히 적어보는 것에서 대표적으로 나타난 반응들은 다음과 같다.

P1: 교과서에 있는 내용(과학지식)이 어떻게 발달되었는지 알게 되었다.

P2: 학습 내용만 다루어지는 것보다 지루하지 않고

보람있었다.

P3: 몰랐던 과학자들을 알게 되어 굉장히 유익했으며 과학자에 대해 관심을 가지게 되었다.

P4: 옛 과학자들이 이룬 업적과 일화들이 재미있어서 과학에 대한 흥미를 가질 수 있었다.

P5: 과학 상식(지식)의 폭이 많이 넓어졌다.

P6: 수업 시간에 이해하기가 쉬웠고 집중을 더 열심히 할 수 있었다.

P7: 여러 친구들의 다양한 의견 발표로 창의력이 키워지는 것 같았다.

P8: 평소 과학적 지식이 없었던 상태를 반성하고 과학자와 옛날에 과학 지식으로 역사공부에도 매우 도움이 되었다.

P9: 과학 수업에 흥미를 가지게 되어 이과 계열로의 진로를 생각해보게 되었다.

P10: 과학사에 대해서 수업을 할 때는 졸리지 않았다.

P11: 지금까지의 수업보다 다채로웠다.

P12: 잘 모르고 어려움을 느끼는 과학에 대하여 친근감을 느낄 수 있었다.

P13: 과학이 우리 사회에 어떠한 도움이 되는지 알게 되었다.

이와 같은 반응은 학생들이 기존에 교과서 중심의 강의와 문제 풀이 수업에서 수동적인 위치이었음을

보여주었다. 그러나 과학사 활용 수업을 통하여 학생들은 교과서에서 다루어지는 지식의 발견 과정을 알아보고, 그 지식이 우리가 속한 사회와 연계된 질문에 자유롭게 자기 생각을 말하는 기회를 가졌다. 그 결과 학생들이 수업에서 주체가 되어 흥미롭고 보람되었다는 답변을 많이 한 것으로 추론된다. 반면에 '시간이 충분히 주어졌으면 한다'와 '교과서 위주의 수업이 부족했다'는 답변도 다수 있었다. 이같은 답변이 나온 원인은 주어진 교육과정과 병행하여 과학사 활용 수업을 진행해 나가는 것이 학생들에게 수업시간에 다루어지는 내용의 증가로 인식되는데 있다고 추정된다. 또한 기존의 강의식 수업에 익숙한 중·하위권 학생들에게 주어진 수업장면에서 토론과 발표는 약간의 심리적 위축을 가져왔던 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합할 때, 과학사 활용 수업을 실시한 실험집단에서 나타나는 반응은 학생이 수업의 흥미를 가지며, 과학지식의 발달 과정에서 개방적, 비판적 사고를 신장시킬 수 있다는 선행연구(류진숙 외, 1995; 조양숙 외, 1996)와 일치한다.

결론 및 제언

본 연구에서는 과학사를 활용한 수업과 전통적인 강의식 수업을 중학생 144명을 대상으로 3학년 과학 '물의 순환과 날씨변화' 단원에 대하여 실시한 후에, 학업성취도 그리고 과학과 관련된 태도의 네 가지 하위범주에서 수업 처치 효과를 전체 학생과 학생의 성취수준에 따라 각각 분석하였다.

과학 학업성취도에서 과학사 활용 수업이 전통적 강의식 수업에 비하여 중학생의 과학 학업성취도 향상에 유의미한 효과를 보였다. 전통적 강의 수업을 한 통제집단에서는 평가문항을 많이 다루었는데도 불구하고, 실험집단이 통제집단에 비하여 더 높은 학업성취도를 보였다.

과학 학업 성취 수준에 따른 수업 처치의 효과는 학업 성취도면에서 상위권 집단에서만 유의미하게 나타났으며, 중·하위권 집단에서는 나타나지 않았다. 이는 상위권 학생들은 높은 문제 해결력으로 과학사를 활용한 새로운 수업에 적응력이 높았고, 중위권 학생들은 수업시간에 활용된 과학사를 학습량의 증가로 인식하였으며, 하위권 학생들의 누적된 학습 부진에 있다고 추정된다.

과학과 관련된 태도 검사 결과에서 과학사를 활용

한 수업이 전통적 강의 수업에 비하여 중학생의 과학에 대한 태도 향상에 유의미한 효과를 보였다. 과학과 관련된 태도의 하위 범주인 '과학의 사회적 의미', '과학적 태도 수용', '과학에 대한 취미적 관심' 영역에서 수업 처치 후 실험집단은 태도 점수의 향상과 함께 통제집단에 비하여 유의미한 차이를 나타냈다. 반면에 '과학 수업의 즐거움'에서는 유의미한 차이를 나타냈으나 실험집단과 통제집단 모두에서 사후 태도 점수가 사전 태도 점수에 비하여 하락하였다. 이는 본 연구 대상의 학생들이 3학년으로 진급함에 따라 교과내용의 난이도와 학습량이 증가된 신학기에 본 연구가 이루어졌기 때문으로 추정된다. 과학 학업 성취 수준에 따른 수업 처치의 효과는 과학과 관련된 태도면에서 상·중위권 집단에서 유의미한 향상을 보였다. 과학사를 활용한 수업에서 과학사와 관련된 질문에 대하여 자유롭게 토론하고 발표하도록 유도하였는데, 이 과정에서 여기서 상·중위권 학생들의 자발적인 수업 참여가 긍정적인 변화에 반영되었다고 생각할 수 있다.

실험집단만 대상으로 한 과학사 활용 수업 설문조사에서 과학사 활용 수업이 흥미롭고 유익하였다는 대다수의 반응이 나타났다. 학생들은 과학사를 통하여 과학지식이 절대적이지 않고 변화 가능성이 있으며 사회발전과 무관하지 않음을 인식하였다. 나아가 학생들은 단편적인 과학개념의 이해하는 것이 아니라 과학자에 의해 과학지식이 산출되는 과정을 인식하여 현대 과학교육의 목표인 과학적 소양을 신장시킬 수 있는 가능성을 보였다고 생각한다.

한편, 과학사 활용 수업이 지속적으로 이루어지기 위해서는 현장에서 교육과정과 연계될 수 있는 과학사 자료 개발이 이루어져야 한다. 또한 학업 성취도가 낮은 학생들을 대상으로 개념이해 향상과 학습 태도 면을 향상시키기 위한 과학사 교수-학습 자료가 개발되어야 한다. 상위권 학생들은 추가적으로 과학사를 통하여 과학윤리나 과학기술에 대한 규범적 접근을 할 수 계기를 마련할 수 있다.

사 사

본 논문의 향상을 위하여 좋은 지적을 해주신 국동식 교수님, 그리고 익명의 두 분 심사위원께 감사드립니다.

참고문헌

- 김미경, 2002, 과학사를 도입한 국내의 과학교육 연구 경향의 비교 및 분석, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문, 50 p.
- 류진숙, 서정상, 김도옥, 1995, 과학의 본성에 대한 인식 조사 및 인식 변화에 미치는 과학사 프로그램의 효과. 화학교육, 22 (2), 64-74.
- 박명순, 1991, 천재과학자들의 공기탐험, 아침, 13-30.
- 박성래, 2002, 다시보는 민족과학 이야기, 두산동아, 172-179.
- 사마키 다케오, 2001, 과학자의 진실 그리고 뒷모습, 글담, 222-229.
- 송상용, 1984, 교양과학사, 우성문화사, 15-26.
- 송창민, 2003, 과학사를 도입한 교수·학습 모듈이 고등학교의 진화 개념 변화에 미치는 효과, 한국교원대학교 대학원 박사학위 논문, 107 p.
- 양승훈, 송진웅, 김인환, 조정일, 정원우, 1996, 과학사와 과학교육-과학교육을 위한 과학사적 학습지도, 민음사, 19-49.
- 위관량, 2002, 광합성에 관련된 과학사를 활용한 수업의 효과, 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문, 52 p.
- 이기영, 1999, 과학사를 이용한 지구과학 개념 학습 지도에 관한 연구. 한국지구과학회지, 20 (3), 213-222.
- 이정임, 2000, 인류사를 바꾼 100대 과학사건, 학인사, 84-86.
- 정완호, 정현래, 1995, 과학사 교육에 대한 과학교사들의 인식조사. 한국교원대학교 교수논총, 11 (1), 191-220.
- 정원우, 이우봉, 문장수, 김선하, 오동원, 2003, 과학사와 과학철학, 경북대학교출판부, 13-30.
- 조양숙, 이희순, 김도옥, 1996, 초등학교에서 물질관의 오개념 교정을 위한 과학사 프로그램의 적용. 한국초등과학교육학회지, 15 (2), 305-314.
- 최경희, 2003, 유럽을 만나다 과학을 읽는다, 세종서적, 48-50.
- 최성우, 1999, 과학사 X파일, 사이언스북스, 280-284.
- 허명, 1993, 초·중·고 학생의 과학 및 과학교과에 대한 태도 조사 연구. 한국과학교육학회지, 13 (3), 334-340.
- 홍진기, 1996, 과학사의 도입을 통한 현행 중등학교 과학 교육과정의 개선, 연세대학교 교육대학원 석사학위 논문, 53 p.
- 홍준의, 2002, 멘델 유전학의 발달 과정을 이용한 교수-학습 모듈 적용 효과, 한국교원대학교 대학원 박사학위 논문, 144 p.
- Duschl, R.A., 1990, Restructuring Science Education: The Importance of Theories and Their Development, Teachers College Press, New York, 8-11.
- Fraser, B.J., 1981, Test of Science-Related Attitudes: Handbook, Hawthorn, The Australian Council for Education Research.
- Jensen, M.S. and Finley, F.N., 1995, Teaching evolution using historical arguments in a conceptual change strategy. Science Education, 79 (2), 147-166.
- King, B.B., 1991, Beginning teachers' knowledge and attitudes toward history and philosophy of science. Science Education, 75 (1), 135-141.
- Matthews, M.R., 1990, History, philosophy, and science teaching: A rapprochement. Studies in Science Education, 18, 25-51.
- Matthews, M.R., 1992, History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement. Science & Education, 1 (1), 11-48.
- Solomon, J., Duveen, J., Scot, L., and McCarthy, S., 1992, Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom. Science Education, 29 (5), 409-421.
- Ziman, J.M., 1980, Teaching and Learning about Science and Society, Cambridge University Press, 151-180.

2004년 6월 17일 원고 접수
 2004년 9월 15일 수정원고 접수
 2004년 9월 18일 원고 채택

Appendix 1. Handout of science history for learning concept at class of development.

□□ 파스칼¹⁾의 공리와 페리에의 측정

① 가정 ⇨ 우리 머리 위에 있는 공기의 높이가 낮아수록 누르는 공기의 무게가 작아질 것이다.
⇨ 토리첼리의 실험장치를 탐 꼭대기와 같이 높은 곳으로 가져가면 수은주의 높이가 줄어들 것이다.

② 실험 참가자 ⇨ 파스칼의 부탁을 받은 페리에와 그의 친구 5명

③ 실험 준비물 ⇨ 길이가 약 1.2m이고 한쪽이 막혀 있는 유리관 2개, 그릇 2개, 수은 약 6kg

④ 실험 방법
⇨ 1648년 9월 19일 뫼트롬 산 정상으로 출발
⇨ 산을 오르기전 지상에서 토리첼리 실험을 하고 한 친구가 지킴 ⇨ 지상 수은 기둥 높이 = 67cm
⇨ 900m 높이에서 토리첼리 실험 실시 ⇨ 900m 수은 기둥 높이 = 59cm
★ 수은주의 높이가 출발점보다 _____ 낮아짐

⇨ 클레르몽 높은 탐에서 재실험 ⇨ 높은 탐 아래와 꼭대기에서 수은기둥 차이 0.5cm가 나타난다

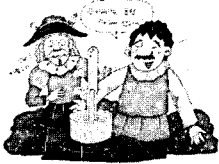
⑤ 결과
⇨ 지상의 높은 곳에서는 지상보다 수은주의 높이가 _____ 나타난다.

⑥ 발전
⇨ 기압의 단위
토리첼리의 실험을 응용하여 기압을 처음 잴던 파스칼을 기념
⇨ 파스칼(Pa) ⇨ 1hP²⁾ = 1mb
★ 1기압 = 76cmHg = 1013hPa

★ ★ ★ 생각해보기 ★ ★ ★

1. 기압을 측정 원리를 밝혀낸 과학자들을 알아보자.

2. 기압의 측정이 중요한 이유는 무엇인지 알아보자.



1) 파스칼은 '사람은 생각하는 갈대'라는 말이 적힌 《팡세》로 유명하지만 실제 철학자로서 뿐만 아니라 수학과 물리학에도 상당한 공헌을 했다. 12살에 삼각형의 내각의 합이 180°임을 증명했다.

2) 파스칼(Pa)의 100배라는 뜻

Appendix 2. Handout of science history for interest induction at class of induction.



◎ 1593년 갈릴레이가 온도의 높낮이에 따라 기체의 부피가 변하는 것을 원리로 최초의 온도계를 만들었다. 그 후 갈릴레이의 제자의 모임 '실험 아카데미' ¹⁾에서 다양한 온도계가 만들어지게 되고, 그 후 온도계가 본격적으로 사용되었다.

◎ 알코올 온도계와 수은 온도계?
알코올은 온도변화에 따른 부피 변화가 커 온도계의 재료로 사용되기 적당하다.
1720년 파렌하이트(1686-1736)에 의해 수은으로 채워진 온도계가 등장했는데 수은은 -38.9℃부터 357.7℃까지 넓은 영역에서 액체로 존재하기 때문에 온도계로 사용하기 가장 적합하다.

◎ 우리가 일상적으로 사용하는 섭씨온도(℃)의 기준은 1742년 셀시우스(1701-1744)가 제안한 것을 개량한 것으로 대기압 1기압에서 얼음이 녹는점을 0℃, 물이 끓는 점을 100℃로 정하여 100등분한 것의 한 눈금을 1℃로 정한다.

◎ 전 세계적으로 섭씨온도를 사용하는데 미국만 화씨온도²⁾만 고집해서 사용하는 이유가 있다고 하는데?


◎ 현대인들의 생활에서 '온도'가 없을 때 일어날 수 있는 일들을 상상하여 몇 가지 적어보자.

1) 아카데미는 1657년 창립되어 다양한 과학활동을 하였으나 갈릴레이가 종교재판을 받은 영향으로 해산되었고 그들의 과학적 능력을 충분히 발휘할 수 있었으나 당시 이탈리아에서 과학에 대한 관심이 차가워지자 과학의 주도권은 국가권력이 교회보다 큰 북유럽으로 넘어갔다.

2) 화씨온도는 파렌하이트가 제안한 것으로 얼음의 녹는점을 32°F로 물의 끓는점을 212°F로 정하여 180등분한 것을 사용한다.

Appendix 3. Handout of science history for STS understanding through group discussion.



추우기의 중요성은 일본 학자에 의해 처음으로 서양 사람들에게 알려졌다. 1910년 제물포기상대에 있던 일본인 학자에 의해 추우기에 대한 프랑스어 논문이 발표되었기 때문이다. 이 논문은 곧 파리의 학자들에게 전해졌고 그것이 영어로 번역되어 1911년 영국 기상학잡지에 실렸으며, 세계적으로 알려진 과학잡지 《네이처 Nature》에 소개되었다.

그런데 이 과정에서 일본인 학자가 사용한 추우기 사진이 중국인들에게 엉뚱한 판단을 하게 만들었다. 위쪽의 사진을 보면 반침대에 '건륭경인오월조(乾隆庚寅五月造)'라는 7글자가 새겨져 있다. 이것을 본 중국학자가 이 7글자의 첫 두글자에 주목했던 것이다. '건륭'이란 청나라 때 중국 연호인데 건륭경인년이라면 1770년이다. 따라서 추우대는 1770년 5월에 만들었다는 뜻이고 건륭어란 청나라 연호를 썼으니 중국 것이라고 판단한 것이다. 중국학자들은 한국 역사를 공부하는 경우가 거의 없어서 삼국시대부터 조선시대까지 모든 시대에서 중국연호를 사용되었다는 사실을 중국학자를 몰랐던 것이다.

이렇게 하여 추우기는 중국 학자들 사이에서 중국 것으로 둔감했고, 중국 과학사인 영국의 학자 조셉 니덤이 그의 대작 《중국의 과학과 문명》에서 추우기를 중국 것으로 판단해 버린 것이다. 또한 중국에서 1983년 나온 《중국 기상사》라는 책에는 아예 추우기가 표지 그림으로 쓰였다. 또 근래의 중국 과학사의 대표적 학자 6명이 함께 쓴 《중국과학기술사》라는 책에도 같은 내용이 실려있다. 1997년에는 일본어판 《중국과학기술사》란 제목으로 책에서 모두 추우기가 중국 것이라고 나와 있다.

★ ★ ★ 생각해보기 ★ ★ ★

1. 추우기의 우리나라에서 발명한 기상관측기구를 어떠한 것들이 있는지 알아보자.
2. 우리의 독창적인 과학 발명품은 어떠한 것들이 있는가 알아보고 그것들을 잘 보존할 수 있는 방법을 토의해보자.

Appendix 4. Validity verification of contents for the test of science achievement.

Item	Assessment goal	Scale					Validity (%)
		5	4	3	2	1	
1	Explaining phenomena of evaporation in real life			3	2		76.67
2	Understanding the relation between temperature and saturation vapor pressure	3	3				90.00
3	Calculating relative humidity	3	2	1			86.67
4	Deriving relative humidity from the psychrometer measurement of dry-bulb and wet-bulb temperatures	4	1	1			90.00
5	Understanding the experiment of dew-point temperature	2	3	1			83.33
6	Understanding diurnal cycle of temperature, humidity, and dew-point temperature	5	1				96.67
7	Understanding principle in the formation of dew, frost, and fog	1	5				83.33
8	Understanding processes of cloud formation	3	2	1			86.67
9	Understanding precipitation theory	1	5				83.33
10	Understanding the atmospheric pressure effect	2	3	1			83.33
11	Knowing principle in the measurement of atmospheric pressure	3	2	1			86.67
12	Understanding isobar in weather map	3	3				90.00
13	Knowing wind direction around lows in the Northern Hemisphere	4	1	1			90.00
14	Understanding wind formation due to the heating and cooling of the earth surface	2	3	1			83.33
15	Knowing types of front	1	3	2			76.67
16	Knowing the air masses which influence the Korean Peninsula	4	2				93.33
17	Understanding low pressure in the middle latitude	3	2	1			86.67
18	Knowing processes for weather forecast	4	2				93.33
19	Analyzing weather map	3	2	1			86.67
20	Explaining summertime weather over the Korean Peninsula	2	4				86.67
	Mean						86.67