Journal of the Korean Chemical Society
2006, *Vol. 50, No. 5*
Printed in the Republic of Korea

개방적 가설검증 학습모형을 적용한 과학 탐구학습의 효과: 화학 I '금속과 그 이용' 단원을 중심으로

방정아 · 최취임 · 최원호[†,*] · 정대홍[*]
서울대학교 화학교육과
[†]중동고등학교
(2006. 4. 26 접수)

The Effects of Science Inquiry Learning Applying Open- Ended Hypothesis-Testing Learning Model: On the 'Metals and Their Applications' Unit in Chemistry I

Jeong-Ah Bang, Chui Im Choi, Wonho Choi[†,*], and Dae Hong Jeong[*]
Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
[†]*Joongdong Highschool, Seoul 135-943, Korea*
(Received April 26, 2006)

요 약. 본 연구에서는 고등학교 화학 수업에서 개방적 가설검증 학습모형을 적용한 과학 탐구학습을 실시하고, 학생들의 인지 수준에 따른 과학 탐구능력, 과학 수업에 대한 태도에 미치는 효과와 수업에 대한 인식을 알아보았다. 서울에 소재한 남자 고등학교 2학년 4개 학급의 학생들(92명)을 대상으로 개방적 가설검증 학습모형을 적용한 과학 탐구학습을 실시한 처치집단과 실험과정이 모두 제시된 실험 수업을 실시한 통제집단으로 배치한 후, 화학의 '금속과 그 이용' 단원에 대해서 수업을 실시하였다. 연구 결과에 의하면, 개방적 가설검증 학습모형을 적용한 과학 탐구학습은 과학 탐구능력 향상에 관해서 실험설계, 자료 변환 및 해석, 가설검증의 영역에서 유의미한 효과가 있었으며 문제 파악 및 정의, 가설설정의 영역에서는 효과가 없었다. 한편, 개방적 과학 탐구학습에서 학생들의 역할 및 수행할 과제의 증가로 인해 과학 수업에 대한 태도는 처치집단에 부정적인 효과가 나타났다.

주제어: 가설검증 학습모형, 과학 탐구능력, 과학 탐구에 대한 태도

ABSTRACT. In this study, we analyzed the effects of science inquiry learning that applies open-ended hypothesis-testing learning model in a high school chemistry class of grade 11 in respect of science process skills, science-related attitude, and appreciation towards science class by cognitive level. Open-ended science inquiry learning activities on 'Metals and their applications' unit in Chemistry I were developed and applied to the treatment groups while the conventional science activities were applied to the control groups. Four classes of 92 students in a high school located in Seoul were assigned into the treatment and control groups, respectively. According to the results in the test of science process skills, the students treated with the alternative experiments emphasizing open-ended hypothesis-testing obtained higher scores in 'experimental design', 'data conversion and description', and 'hypothesis test' than those with conventional experiments but not in 'problem cognition and definition' and 'hypothesis fixing'. There was negative effect on science-related attitude due to increased roles and tasks in the open-ended science inquiry learning activities.

Keywords: Hypothesis-Testing Learning Model, Science Process Skills, Science-Related Attitude

1. 서 론

과학 학습의 목표가 과학자들이 이미 이룩해놓은 지식을 재발견하는 것만이 아니라는 인식이 널리 확산되면서, 학생들이 흥미를 가지고 있는 문제에 대해서 가설 또는 주장, 예측, 증명 등에 대해서 계획을 세우는 등 자신이 스스로 하는 탐구학습에 대한 요구가 증대되어 왔다.[1,2] 우리나라의 과학 교육에서는 1960년대 외국의 혁신적 과학 교육과정의 영향을 받았고, 제 3차 교육과정부터 과학적 탐구력의 육성이 과학 교육과정의 중요한 목표가 되었다. 이에 따라 학교현장에서는 체계적인 탐구 활동을 통한 탐구능력 신장이 강조되어 왔다.[3] 이런 탐구학습은 학생들이 과학적 개념과 내용, 탐구과정, 그리고 과학의 본성에 대한 이해와 과학에 대한 긍정적인 태도를[4] 가지고 능동적으로 학생 자신의 학습에 대한 책임을 갖고 있을 때 이루어진다.[5] 그러나 기존 학교 현장에서 이루어진 탐구학습에서는 학생들이 이미 답을 알고 있거나, 하나의 정답을 향하여 연구 문제와 방법 등이 모두 주어진 형태의 교사 중심의 탐구가 주를 이루어왔다.[6] 그래서 최근에는 학생들에게 보다 많은 자율권을 부여하는 개방적 탐구에 대한 요구가 증가되어 왔다.[7]

탐구는 단순한 사실의 서술이 아닌 지식의 체계로서 과학 지식을 획득하기 위한 논리적인 사고방법과 사고과정이다. 따라서 과학 지식을 습득하기 위한 과학적 사고능력의 배양을 위해서는 탐구과정과 탐구방법의 습득이 필요하다. 이러한 탐구 과정을 교수-학습 과정에 적용하여 체계적으로 절차화한 것이 가설검증 학습모형이다.[8,9] 이 모형에는 학생들이 모든 과정을 스스로 수행하는 개방적인 탐구학습에서부터 학습한 개념을 확인하는 실험까지 다양한 활동이 포함된다.[10] 가설검증 학습모형은 특히 중·고등학생들의 과학 탐구능력 신장에 도움이 되는 것으로 제안되었고, 현장 적용 연구 결과에서도 가설에 대한 체계적인 검증 활동에 의한 탐구 목표 성취에 적합하여[11] 중·고교 과학수업에 도움이 될 수 있다. 하지만 학생들은 탐구과정 절차에 따라 학습 활동을 할 때 실험결과의 내용은 잘 파악하나 가설검증의 타당한 근거를 제시하는 능력에 있어서는 여전히 부족한 것으로 나타났다.[12] 따라서 탐구과정의 각 요소마다 학생들의 적극적인 참여를 동반하면서 학생들의 과학 탐구능력 신장을 유도하기 위한 방법적인 면을 제시하는 연구가 진행될 필요가 있다.

과학 탐구학습에서 소집단 구성원들의 친밀감, 유대감, 협동성 등을 고려하여 인지 수준에 따라 소집단을 구성함으로써 스스로 자신감을 가지고 능동적이며, 주도적으로 참여하게 할 수 있다.[13,14] 또한 구성원 상호간의 활발한 토론을 통하여 창의력을 발휘할 수 있는 기회를 많이 제공함으로써 스스로 자신의 수준에 맞는 활동으로 탐구 의욕을 높일 수 있다.[15] 따라서 동료들 사이의 상호작용을 동반하면서 탐구과정 각 요소마다 학생 스스로의 탐구 활동을 강조하는[16] 가설검증 학습모형을 과학 탐구학습에 도입하여 기존의 과학 탐구학습에서 겪었던 어려움이 해소되는지 알아볼 필요가 있다. 한편 고등학교 과학 탐구학습에서 요구하는 지식은 학생들의 형식적 조작 사고를 요구하고 있다고 보고되었는데[17] 학생들의 인지 수준이 어떤 영향을 끼치는지 확인해 볼 필요가 있다.

본 연구에서는 가설검증 학습모형을 고등학교 화학 I '금속과 그 이용' 단원에 적용하여 개방적 과학 탐구학습을 강조한 탐구실험 프로그램을 개발하고, 학생들의 인지 수준에 따른 과학 탐구능력, 과학 수업에 대한 태도에 미치는 효과와 과학 탐구학습에 대한 인식에 대해 알아보았다. 또한 개별 탐구활동과 조별 탐구활동을 혼합한 학습 방법을 제시하여 소집단 활동이 학생들의 탐구학습에 어떤 영향을 끼치는지 알아보았다.

연구 내용 및 방법

연구 대상

본 연구는 서울시에 소재한 남자 고등학교 2학년 이과 4개 학급의 총 92명의 학생을 대상으로 실시하였다. 1학기 기말고사 화학 성적이 유사한 4개 학급을 선정하여, 2개 학급은 개방적 가설검증 학습모형을 적용한 과학 탐구학습을 실시한 처치집단으로, 2개 학급은 실험과정이 모두 제시된 실험 수업을 실시한 통제집단으로 배치하였다. 두 집단은 소집단에서 권장되는 이질적인 집단 편성 방법을[18] 택하여 인지 수준을 고려한 상위(형식적 조작기) 2명과 하위(과도기, 구체적 조작기) 2명의 4인 1조로 소집단을 구성하였다. 각 집단의 인지 수준별 학생 수는 *Table* 1과 같다.

Table 1. Numbers of the subjects by cognitive level

	Control group	Treatment group
High	24	27
Low	19	22
Total	43	49

연구 절차

사전 검사로는 논리적 사고력, 과학 탐구능력, 과학 수업에 대한 태도 검사를 실시하고, 학생들이 새로운 수업 방식에 익숙해지도록 하기 위해 2차시 동안 수업방법에 대한 오리엔테이션 및 연습을 실시하였다. 그리고 이를 참관한 연구자와 교사의 논의를 통하여 진행 방식을 보완하였다. 수업은 고등학교 2학년 '금속과 그 이용' 단원에 대하여 6차시에 걸쳐 진행되었고, 한 주의 2차시를 붙여 연속으로 수업하였다. 연구자는 집단별로 3회 이상 수업을 참관하여 수업 처치가 계획대로 진행되는지 확인하였다. 통제집단은 실험과정이 모두 제시된 실험 수업을 실시하였고, 처치집단은 개방적 가설검증 학습모형을 적용한 과학 탐구학습을 개별과 소집단으로 혼합하여 실시하였다. 사후 검사는 과학 탐구능력, 과학 수업에 대한 태도 검사를 실시하였다. 마지막으로 모든 수업 처치가 끝난 후, 수업 활동에 대한 인식을 알아보기 위해 자기 표현 능력이 우수한 학생들 중에서 집단별로 성취도, 학습 태도가 상위와 하위인 학생들을 선정하여 면담을 실시하였다. 면담은 선정된 학생들에게 실험 수업 활동에 대한 장·단점 진행하면서 어려웠던 단계를 개별적으로 질문하는 방식으로 진행하였다. 또한 교수방법에 대한 학생들의 반응과 수업 진행시 좋았던 점과 개선되어야 할 점을 중심으로 지도 교사와 면담하였다.

탐구실험 프로그램 개발 및 수업 방법

교수·학습 프로그램은 6개의 실험 주제에 대해 개별 탐구 보고서와 조별 탐구 보고서로 개발하였다. 6개의 실험 주제는 '금속과 그 이용' 단원에서 금속의 특성, 알칼리 금속의 성질, 할로겐의 반응성, 금속의 반응성, 금속의 부식, 금속의 종류이며(*Table* 2), 화학 교과서의 실험 주제에서 추구하고자 하는 교수·학습 목표를 분석하고, 선행연구 결과와 각종 자료를 토대로 가설검증 학습모형에서 추구하는 목표들을 비교 분석하여 본 연구에 가장 적합한 6단계 탐구 보고서를 개발하였다. 탐구 보고서의 내용과 수업 방법은 다음과 같다.

탐색 및 문제파악 단계에서 학생들은 실험과 관련하여 제시한 문제 상황이나 읽을거리를 개별적으로 파악하여 실험의 목적, 방법, 내용 등을 고려하여 문제를 진술한 후, 다시 조별 토의를 거치면서 실험할 문제를 결정하였다. 가설설정 단계에서는 진술한 문제에 따라 개별적으로 가설을 설정한 후, 조별 토의를 거쳐 실험에 사용할 한 가지 가설을 선정하였다. 실험설계 단계에서는 개별로 세운 가설을 검증하기 위해 변인을 확인한 후에 구체적인 실험 절차를 고안하고 조별로 실험 절차를 토의하여 결정하였다. 가설검증·실험설계 단계에서는 조별로 필요한 물품을 준비하여 실험 활동을 통해 문제를 해결하고 가설검증을 한 후, 실험 결과를 표 그래프, 그림 등을 사용하여 작성하였다. 가설수용·수정 단계에서는 조별 토의를 통해 실험 결과를 분석·수정하고, 실험 과정을 점검함으로써 가설의 타당성을 검증하고 평가를 하였다. 적용·문제발견 단계에서는 결론의 한계를 인식하고 문제점을 파악한 후, 새로운 가설과 일상생활에 적용되는 사례에 대해 토의하였다.

처치집단의 보고서는 개별 탐구 보고서와 조별 탐구 보고서로 구성하였는데 개별 탐구 보고서는 탐색 및 문제 파악, 가설설정, 실험설계 단계까지 포함하도록 하였고, 조별 탐구 보고서는 가설검증·실험, 가설수용·수정, 적용·문제발견 단계를 포함하도록 하였다.

Table 2. Topics of chemistry experiments developed and applied by this study

Major unit	Experimental topics
Metals and their applications	What properties do the relics of the bronze age have?
	What properties do the alkali metals have?
	What is the reactivity of halogens?
	The competition of metals
	The erosion of metals
	Making gold, silver and bronze

개별로 예비 탐구 보고서를 작성한 후 토의를 거쳐 한 사람의 보고서를 채택한 후, 그 예비 탐구 보고서를 이용하여 실험을 수행하고 조별 탐구 보고서를 작성하였다. 학생들은 모든 과정을 스스로 계획하여 진행하였고, 교사는 주로 순회 지도하면서 학생들의 요구 사항을 해결하거나 지원하였으며 학생이 질문할 경우 직접적인 답을 제공하기보다는 학생이 스스로 답을 생각해 낼 수 있도록 안내해주었다.

두 집단 모두 매 차시 실험을 하고, 실험 보고서를 작성하였다. 처치집단은 주어진 실험 내용 범주 안에서 창의적으로 실험을 설계하여 가설검증 학습모형의 6단계에 맞춰 진행을 하였고, 통제집단은 주어진 실험 주제, 목표, 방법에 따라 실험을 한 후 실험 결과 및 토의를 작성하는 방식으로 진행하였다. 두 집단의 실험과 보고서 작성 시간은 동일하였으며, 매 시간 수업이 끝난 후 통제집단은 개별 실험 보고서, 처치집단은 개별적으로 작성한 예비 탐구 보고서와 소집단에서 함께 작성한 조별 탐구 보고서를 교사에게 제출하였다. 교사는 두 집단 모두 수업이 시작될 때 지난 시간 보고서에 대해 피드백을 제공하고, 곧이어 수업에서 배울 수업 내용을 간략히 소개하였다. 그리고 수업 종료 전에 순회 지도하면서 나타난 문제점과 함께 실험과 관련된 개념을 간략히 정리해 주었다.

검사 도구

과학 탐구능력 검사는 Dillashaw와 Okey[19]가 개발한 TIPS(Test of the Integrated Science Process Skills)로 총 36개의 문항이고, 하위 범주는 문제 파악 및 정의(2문항), 가설설정(8문항), 실험설계(13문항), 가설검증(6문항), 자료 변환 및 해석(7문항)으로 구성되어 있다. 이 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach's alpha)는 0.89이며,[19] 본 연구에서 구한 내적 신뢰도(Cronbach's alpha)는 사전 검사에서 0.93, 사후 검사에서 0.91이었다. 논리적 사고력 검사는 Roadranka 등이 개발한 GALT (Group Assessment of Logical Thinking)로 총 21개 문항이며, 전체 신뢰도 계수는 0.71로 보고되어 있다.[20] 과학 수업에 대한 태도 검사는 TOSRA(Test of Science-Related Attitudes)[21] 중 '과학 탐구에 대한 태도' 영역에 해당하는 7문항과 '과학 수업의 즐거움' 영역에 해당하는 10문항을 취해 사용하였다. 이 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach's alpha)는 0.90~0.93이며,[21] 본 연구에서의 내적 신뢰도는 사전 검사에서 0.85, 사후 검사에서 0.89이었다. 개방적 가설검증 학습모형을 적용한 과학 탐구학습에 대한 인식을 알아보기 위하여 수업에 대한 학생들의 인식을 연구자가 개발한 5단계 리커트 척도 문항과 주관식 문항으로 조사하였다.

분석 방법

본 연구에서는 수업 처치를 독립 변인으로 하고, 인지 수준을 구획 변인으로 하는 이원 공변량 분석(2-way ANCOVA)을 실시하였다. 과학 탐구능력과 과학 수업에 대한 태도 검사는 각각의 사전 검사 점수를 공변인으로 사용하였다. 동변량성 가정이 만족되지 않는 경우에는 Mann-Whitney U 검증을 실시하였다. 모든 통계 분석에는 SPSS 12.0 통계 프로그램을 사용하였다.

연구 결과 및 논의

과학 탐구능력에 미치는 효과

인지 수준에 따른 과학 탐구능력 검사의 평균 및 교정 평균과 이원 공변량 분석 결과를 각각 *Table* 3과 *Table* 4에 제시하였다. 하위 범주 중 자료 변환 및 해석 영역의 Mann-Whitney U test 결과를 *Table* 5에 제시하였다. 과학 탐구능력 검사에서 두 집단 간에 주효과가 나타났으며(p=.018), 처치집단의 교정 평균은 36점 만점에 31.06으로 통제집단의 29.85보다 유의미하게 높게 나타난 것으로부터 처치집단의 탐구능력이 유의미하게 향상된 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 짧은 처치기간이었지만 학생들이 탐색 및 문제 파악을 통하여 가설을 설정하고 실험을 통하여 가설을 검증한 뒤 해석과 일반화를 거쳐 적용에 이르는 일련의 과학적 탐구과정 등이 포함된[22] 활동을 하면서 과학자처럼 사고하고 탐구하는 경험이 과학 탐구능력에 긍정적인 영향을[16] 준 것으로 생각된다. 과학 탐구능력의 향상에 가설검증 학습모형을 적용하는 것이 효과적이라는 정완호 등의 연구결과[11]와 일치한다.

과학 탐구능력 하위 범주에서는 어떤 차이가 있는지, 각 범주별 분석을 실시한 결과, 실험설계 영역에서는 처치집단의 교정 평균(11.22)이 통제집단의 교정 평균(10.95)보다 높았으며, 상호작용 효과가 유의미하게 나타났다. 가설검증 영역에서는 처치집단의 교정 평균(5.10)이 통제집단의 교정 평균(4.30)보다 높았으

Table 3. Means, standard deviations, and adjusted means of the science process skills test scores

	Level	Control group			Treatment group		
		M	SD	Adj. M	M	SD	Adj. M
Total	High	31.00	3.22	29.62	32.26	2.36	31.43
	Low	28.74	3.94	30.08	29.82	3.45	30.69
	Total	30.00	3.69	29.85	31.16	3.12	31.06
Problem cognition and definition	High	1.58	.58	1.54	1.63	.49	1.60
	Low	1.53	.51	1.56	1.55	.51	1.58
	Total	1.59	.50	1.55	1.56	.55	1.59
Hypothesis fixing	High	6.92	1.06	6.91	6.78	1.09	6.67
	Low	6.16	1.17	6.18	6.23	1.41	6.33
	Total	6.53	1.26	6.50	6.58	1.16	6.55
Experimental design	High	11.13	1.42	10.87	11.85	.91	11.66
	Low	10.63	1.30	11.02	10.73	1.52	10.78
	Total	10.91	1.38	10.95	11.35	1.33	11.22
Hypothesis test	High	4.38	1.31	4.37	5.37	.88	5.36
	Low	4.32	1.34	4.32	4.77	1.15	4.78
	Total	4.35	1.31	4.30	5.07	1.01	5.10
Data conversion and description	High	6.08	.88	-	6.22	.93	-
	Low	5.16	1.77	-	6.36	1.36	-
	Total	5.67	1.41	-	6.29	1.14	-

Table 4. ANCOVA result on the science process skills test scores

	Source of variance	SS	df	MS	F	p
Total	Treatment	33.07	1	33.07	5.77	.018*
	Treatment×Level	8.04	1	8.04	1.40	.240
Problem cognition and definition	Treatment	.04	1	.04	.15	.702
	Treatment×Level	.01	1	.01	.04	.834
Hypothesis fixing	Treatment	.05	1	.05	.05	.829
	Treatment×Level	.90	1	.90	.78	.380
Experimental design	Treatment	1.69	1	1.69	1.25	.266
	Treatment×Level	5.73	1	5.73	4.25	.042*
Hypothesis test	Treatment	11.91	1	11.91	8.64	.004**
	Treatment×Level	1.62	1	1.62	1.18	.281

*$p<0.05$, **$p<0.01$

Table 5. Result of Mann-Whitney U Test in data conversion and description

	Mean rank		U	Z	p
	Control group	Treatment group			
Data conversion and description	40.85	51.46	810.50	-2.02	.043*

*$p<0.05$

며, 주효과가 나타났다. 또한 자료 변환 및 해석 영역에서는 처치집단의 평균(6.29)이 통제집단의 평균(5.67)보다 높았으며, Mann-Whitney U 검증에서 유의미한 차이가 있었다. 그러나 문제 파악 및 정의 영역과 가설설정 영역에 있어서 주효과 및 상호작용 효과가 나타나지 않았다($p>.05$).

성은모[12]에 의하면, 학생들은 탐구과정에 따라 학습활동에 임할 때 실험결과의 내용은 잘 파악하나 가설검증의 타당한 근거를 제시하는 능력에 있어서 매우 부족하다고 하였는데, 본 연구의 과학 탐구학습은 특

히 실험설계, 가설검증 영역과 자료 변환 및 해석 영역에 있어서 효과가 있음을 알 수 있다. 학생들과의 면담 과정에서 실험설계 영역에서는 다양한 관점으로 실험을 설계할 수 있는 능력이 향상된 점에 긍정적이었고, 과학적 배경 지식과 관련지어 자유롭게 사고할 수 있는 경험[5]이 유익했다는 반응을 보였다. 또한 소집단 내에서 스스로 고민하고 동료들과 토론해서 문제를 해결하는 과정에서 상호작용이 일어났으며, 탐구 실험에 능동적이고 활발하게 참여함으로써[18] 실험설계 부분의 탐구능력이 의미 있게 향상된 것으로 생각된다. 실험과 조별 탐구 보고서를 함께 하는 과정에서 일어난 자연스런 상호작용을 통하여[23] 가설검증 영역과 자료 변환 및 해석 영역의 탐구능력 향상에 영향을 준 것으로 여겨진다. 각 하위 영역에서 자신의 수준에 맞는 활동을 안정적으로 수행할 수 있는 기회를 가짐으로써 탐구 의욕을 높이는 방향으로[24] 훈련이 가능했었음을 알 수 있다.

면담자: 탐구실험 활동에서 유익했던 단계가 무엇이며, 왜 그렇게 느꼈나요?

<상위 학생> 실험설계와 가설검증 및 실험 단계가 좋았어요. 실험을 자유롭게 설계할 수 있어서 다양하게 생각을 많이 하게 되었어요. 그리고 조별 보고서를 친구들과 함께 작성하는 중에 토의를 하면서 다양한 생각을 나눌 수 있었어요.

<하위 학생> 가설을 검증하고 수정하면서 많이 배웠어요. 처음에 혼자 가설을 설정하는 것이 너무 어려워서 망설였는데, 나중에 친구들과 함께 실험을 하고 나서 실험 결과와 가설을 확인해보니깐 확실히 알겠더라고요.

과학 수업에 대한 태도에 미치는 효과

인지 수준에 따른 과학 수업의 즐거움과 과학 탐구에 대한 태도 검사의 평균 및 교정 평균과 이원 공변량 분석 결과를 각각 *Table* 6과 *Table* 7에 제시하였다. 과학 수업의 즐거움에서는 통제집단의 교정 평균(3.50)이 처치집단의 교정 평균(3.15)보다 약간 높았으며, 두 집단 간의 차이가 유의미하였다. 과학 탐구에 대한 태도에서는 통제집단의 교정 평균(3.29)과 처치집단의 교정 평균(3.09)이 큰 차이가 없었으며, 주효과와 상호작용 효과가 나타나지 않았다.

본 연구에서는 2시간의 수업 동안에 시작 10분과 끝 10분만 교사의 탐구 보고서에 대한 피드백과 개념 강의가 있었을 뿐 대부분의 시간을 조원들끼리 스스로 탐구를 해야 했으므로 그 과정이 어렵고, 정해진 시간의 수업동안에 수행해야 할 과제가 많았던 것이 과학 수업의 즐거움과 탐구에 대한 태도에 있어서 학생들에게 긍정적인 영향을 주지 못한 것으로 해석되며, 아래에 제시된 교사와 학생들의 면담 내용에서도 알 수 있었다. 상위 수준 학생들은

Table 6. Means, standard deviations, and adjusted means of the science-related attitude test scores

	Level	Control group			Treatment group		
		M	SD	Adj. M	M	SD	Adj. M
Pleasure	High	3.56	.51	3.55	3.10	.48	3.10
	Low	3.46	.49	3.45	3.17	.46	3.19
	Total	3.52	.50	3.50	3.13	.47	3.15
Scientific inquiry	High	3.23	.60	3.26	3.03	.65	2.97
	Low	3.38	.50	3.33	3.13	.68	3.21
	Total	3.30	.55	3.29	3.07	.66	3.09

Table 7. ANCOVA result on the science-related attitude test scores

	Source of variance	SS	df	MS	F	p
Pleasure	Treatment	2.91	1	2.91	15.38	.000**
	Treatment×Level	.20	1	.20	1.08	.302
Scientific inquiry	Treatment	.96	1	.96	2.94	.090
	Treatment×Level	.15	1	.15	.46	.499

**$p<0.01$

하위 수준 학생들이 활동에 잘 참여할 수 있도록 이끌어가면서[25] 많은 과제를 수행해야 하는 어려움이 컸던 것으로 생각된다. 두 집단의 하위 학생들은 과학 수업에서 실험을 하는 것에 대해서는 좋아했으나 처치집단의 하위 수준 학생들은 실험 결과를 해석해서 결론을 도출하는 것을 어려워했고, 탐구 보고서의 용어가 생소하고 어렵다고 여기고 있었다. 그리고 탐구 보고서의 평가가 부담스러워서 탐구에 대한 태도 영역에서 긍정적인 반응이 나오지 않은 것으로 해석된다.

면담자: 과학 탐구학습 교수 방법에 대해서 처치집단과 통제집단 학생들의 반응과 느낀 점을 말씀해 주세요.

<교사> 처치집단은 어떻게 탐구를 해야 할지 당황해하는 모습이 많이 보였어요. 원래 계획에 의하면 개별 탐구 보고서를 쓰고 조별 탐구 보고서를 써야 하지만 시간이 너무 부족해서 개별조별 탐구 보고서를 동시에 작성하는 경우가 많았어요. 그리고 2시간 연강으로 수업하기 때문에 2개의 실험과 탐구 보고서를 완성하는 것에 대해 학생들이 부담감을 많이 가지더라고요. 반면에 통제집단은 학생들이 별로 부담스러워 하지 않았어요. 실험 보고서에 결론만 쓰면 되었기 때문에 여유 있게 실험에 임했어요.

면담자: 과학 탐구학습을 하면서 느낀 점을 말해주세요.

<상위 학생> 개별 탐구 보고서를 작성하고 동료들과 함께 실험을 이끌어 가며 해야 하는 부담감이 컸어요. 그리고 조별 탐구 보고서를 잘하는 애들한테 맡기는 경우가 많아서 수업 시간동안 여유가 너무 없었어요.

<하위 학생> 탐구 보고서를 작성하는 것이 어려웠어요. 2시간 연강에 실험 2개와 탐구 보고서 2개를 완성하는 것이 너무 힘들었고, 시간이 부족해서 처음에는 열심히 하였으나 점점 갈수록 대충 하게 되었어요.

과학 수업의 즐거움과 과학 탐구에 대한 태도의 평균 점수가 처치집단이 통제집단보다 상대적으로 낮게 나오는 것을 볼 때 과학 탐구능력 등의 효과를 위해 지나치게 학생들에게 과학탐구를 몰아붙이는 활동은 오히려 과학 수업에 대한 태도에 부정적인 영향을 주어 장기적으로 과학 수업 대한 흥미를 저하시킬 수 있음을 시사한다.

수업에 대한 학생들의 인식

개방적 가설검증 학습모형을 적용한 과학 탐구학습에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위해 처치집단에 한하여 설문 조사를 실시하였다. 설문지는 총 15문항으로 되어 있으며, 학생들의 인식 조사 결과를 인지 수준별로 비교하였다.

6단계 중 어느 단계가 가장 유익했는가라는 질문에서 인지 수준이 상위인 학생들은 가설검증·실험(41.2%), 실험설계(23.5%), 가설설정(11.8%), 탐색 및 문제 파악(8.8%), 적용·문제발견(8.8%), 가설수용·수정(5.9%) 순으로, 하위 수준 학생들은 가설검증·실험(40.0%), 가설설정(30.0%), 실험설계(16.7%), 적용·문제발견(10.0%), 탐색 및 문제 파악(3.3%), 가설수용·수정(0.0%)순으로 응답하였다. 상·하위 수준 학생들 모두 가설검증·실험 단계가 가장 유익했고, 실험기술과 그래프 그리기, 자료해석 기술을 증진시키는데 큰 도움이 된 것으로 생각된다.

6단계 중 어느 단계가 가장 어려웠는가의 질문에 대해 상위 수준 학생들은 가설설정(63.9%), 적용·문제발견(11.1%), 실험설계(8.3%), 탐색 및 문제 파악(5.6%), 가설검증·실험(5.6%), 가설수용·수정(5.6%) 순으로, 하위 수준 학생들은 가설설정(60.0%), 적용·문제발견(20.0%), 실험설계(6.7%), 가설검증·실험(6.7%), 탐색 및 문제 파악(3.3%), 가설수용·수정(3.3%) 순으로 응답하였다. 상·하위 수준 학생들은 가설설정 단계에서 전체 과정을 다루는 가설을 찾는 것을 가장 어렵다고 느끼고 있으며, 적용·문제발견 단계에서 문제점을 파악한 후 새로운 가설을 설정하는 능력이 대체적으로 부족하였다.

한편, 서술형 응답 결과에서 학생들은 '가설을 세우는 것을 처음 경험해봐서 익숙하지 않다', '결과의 문제점을 발견한 후 해결책을 찾기가 곤란했다'는 응답을 통해서 평소의 실험 수업에서 경험하지 못한 가설설정이나 적용·문제발견 단계에 대해 적응하기가 어려웠던 것으로 생각된다. 또한 학생들은 실험과정이 제시된 실험을 하는 대신에 학생들이 설계한 실험 방

법에 따라 했기 때문에 예상치 못한 기술적 문제들의 시행착오를 경험하였다.[5]

결론 및 제언

본 연구에서는 고등학교 2학년 '금속과 그 이용' 단원으로 개방적 가설검증 학습모형을 적용한 과학 탐구학습의 교수 효과를 알아보기 위해 실험과정이 모두 제시된 일반적인 실험 수업과 비교하여 과학 탐구능력, 과학 수업에 대한 태도, 과학 탐구학습에 대한 인식을 조사하였다.

본 연구에서 적용한 과학 탐구학습이 과학 탐구능력에서 전반적으로 긍정적이었지만 과학 수업에 대한 태도와 관련하여 해결해야 할 문제도 발견되었다. 실험의 모든 과정을 학생 자신들이 해결해 나가야 했던 처치집단 학생들에게 수업의 즐거움과 탐구에 대한 태도 점수가 감소하는 측면이 있었다. 이는 수업 시간에 비하여 학생들이 수행해야 할 역할이 증가되고, 정해진 시간동안에 수행해야 할 과제가 많아졌기 때문으로 학생들의 역할이 증가된 개방적 과학 탐구학습의 수업을 설계함에 있어서 고려되어야 할 점으로 남는다.

본 연구에서 개방적 가설검증 학습모형을 적용한 과학 탐구학습이 학생들에게 비록 어렵고 힘든 경험이었지만 학생들의 과학 탐구능력 향상에 효과적이었다. 학생들에게 과학 수업에 대한 태도 향상을 위해서만 흥미 위주의 수업을 제공하는 것에 그치는 실험이 과학의 궁극적 목적의 성취를 위해 어떻게 변화해나가야 할지 본 연구는 좋은 방향을 제시해 줄 수 있을 것이다. 그러므로 단원의 성격상 모든 수업을 실험으로 진행하기는 어렵더라도 각 단원에서 탐구 요소의 한 가지씩이라도 연습할 수 있는 기회를 제공하고, 중단원에서 학생들이 조별로 탐구과정을 설계하고 검증하는 경험을 할 필요가 있다. 본 연구에서는 한 차시에 실험과 함께 해결해야 할 탐구 요소가 많아서 학생들에게 부담감이 컸으므로 차후 연구에서는 한 차시에 해결해야 할 탐구 요소를 적절히 분배하여 학생들의 부담을 줄이면서도 가설검증 학습모형의 장점을 최대한 살릴 수 있는 학습 방법을 찾아볼 필요가 있다.

이 연구에 참여한 연구자의 일부는 2단계 BK21 사업의 지원비를 받았습니다.

인 용 문 헌

1. Tytler, R. *International Journal of Science Education*, **1992**, *14*, 393.
2. Hackling, M. W.; Fairbrother, R. W. *Australian Science Teachers Journal*. **1996**, *42*, 26.
3. Kwon, J.-S.; Kim, B.-K. *Journal of Korean Association for Research in Science Education*, **1994**, *14*, 251.
4. Bruner, J. S. *The Process of Education*; Harvard University Press: Cambridge, 1960, p.17~32.
5. Zion, M.; Slezak, M.; Shapira, D.; Link, E.; Bashan, N.; Brumer, M.; Orian, T.; Nussinowitz, R.; Court, D.; Agrest, B.; Mendelovici, R.; Valanides, N. *Science Education*, **2004**, *88*, 728.
6. 김재우 *중학생의 과학적 탐구 문제 설정과정에 대한 사례적 분석*. 서울대학교 박사학위 논문, **2000**.
7. Yoon, H.-G.; Park, S.-J. *Journal of Korean Association for Research in Science Education*, **1999**, *19*, 684.
8. 송영후 *탐구학습 제 모형에 관한 고찰*, 경남대학교 석사학위 논문, **1987**.
9. Joyce, B.; Weil, M. *Models of Teaching*; Allyn and Bacon: Boston, 1980.
10. 김찬종 *청주교육대학교 과학교육연구소 논문집*, **1996**, *17*, 143.
11. Chung, W.-H.; Kwon, J.-S.; Choi, B.-S.; Jeong, J.-W.; Kim, H.-N.; Hur, M. *Journal of Korean Association for Research in Science Education*, **1996**, *16*, 13.
12. 성은모 *인터넷활용 문제중심 탐구학습이 과학탐구능력, 학업성취도, 과학에 미 치는 효과*. 경인교육대학교 석사학위 논문, **2003**.
13. Webb, N. M. *Review of Educational Research*, **1982**, *52*, 421.
14. Webb, N. M.; Cullian, L. K. *American Educational Research Journal*, **1983**, *20*, 411.
15. 김정일; 김범기 *청람과학교육연구논총*, **2004**, *14*, 68.
16. 이영석; 임명희; 박호철 *아동학회지*, **2001**, *22*, 237.
17. 문홍무; 최병순 *화학 교육*, **1987**, *14*, 116.
18. Choi, M.-H.; Choi, B.-Y.; Choi, B.-S. *Journal of the Korean Chemical Society*, **2005**, *49*, 6.
19. Dillashaw, F.; Okey, J. *Science Education*, **1980**, *64*, 601.
20. Roadranka, V.; Yeany, R. H.; Russell H.; Padilla, M. J. *The Construction and Validation of Group Assessment of Logical Thinking (GALT)*; Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching: Dallas, Texas, 1983.
21. Fraser, B. J. *Test of Science-Related Attitudes: Handbook*; The Australian Council for Educational Research: Hawthorn, 1981.
22. Schickendanz, J. A.; York, M. E.; White, D. A. *Strategies for Teaching Young Children*; Prentice-Hall, Inc.:

N. J., 1990.
23. Lim, H.-J.; Noh, T.-H. *Journal of Korean Association for Research in Science Education*, **2001**, *21*, 668.
24. 박병렬; 김범기 *청람과학교육연구논총*, **2002**, *12*, 1.
25. Lee, H.-Y.; Chang, S.-S.; Seong, S.-K.; Lee, S.-K.; Kang, S.-J.; Choi, B.-S. *Journal of Korean Association for Research in Science Education*, **2002**, *22*, 660.