

문제 해결식 교수 방법이 학생의 성취도, 과학 과정 기술, 과학 활동 인식에 미치는 효과

노태희 · 김동연 · 김혜경 · 홍은경 · 강석진 · 채우기 · 노석구*

(서울대학교) · (인천교육대학교)*

(1996년 11월 4일 받음)

I. 서 론

과학 교육에서 문제 해결은 가장 중요한 연구 분야 중의 하나로 그동안 진행된 연구들은 주로 초심자와 전문가의 문제 해결 행동을 분석하거나, 문제 해결 행동을 일반화하여 문제 해결 전략을 고안하는 데 집중된 반면, 문제 해결 전략을 수업에 적용하여 효과를 조사하거나, 문제 해결식 수업 처치와 학습자 특성 간의 관계를 조사하려는 시도는 매우 적었다(Eylon & Linn, 1988). 따라서, 학생의 문제 해결력을 신장시킬 수 있고 교육 현장에 쉽게 적용할 수 있는 교수 방법을 개발하여 이러한 교수 방법이 학습자의 특성에 따라 성취도에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 구체적으로 연구할 필요가 있다.

한편, 과학 과정 기술(science process skill)은 문제를 해결하는 과정에서 요구되는 여러 가지 능력, 즉 변인의 조작적 정의, 가설설정, 자료해석, 올바른 실험설계 등의 능력으로 문제 해결과 밀접한 관련이 있는데, 과학 교육에서 이러한 과정 기술의 향상은 과학 지식의 습득과 함께 중요한 목표로 간주되어 왔다. 과학 과정 기술을 강조하기 위한 방안으로 물상 과학 교육과정(Physical Science Study Curriculum), 생물 과학 교육과정(Biological Sciences Curriculum Study) 등이 개발되었으나, 이 교육과정들은 기초적인 과정 기술들만을 강조하였을 뿐 문제 해결 과정을 직접 고안하는 활동이나 실험을 설계하여 실행하는 활동 등의 통합적 과정 기술의 경험을 제공하지는 못하였다는 지적을 받고 있다(Padilla, Okey, & Garrard, 1984). 우리 나라 역시 제 3차 교육과정 이래 탐구 방법을 익히고 이를 문제 해결에 활용하

는 것을 과학 교육의 중요한 목표로 설정하여 왔으며(교육부, 1994), 대학수학능력 시험의 시행으로 과학 과정 기술의 중요성은 더욱 부각되고 있다. 그러나 실제 교육 현장에는 이러한 과정 기술을 강조할 적절한 교수 방법과 교육 자료가 매우 부족한 실정이다(김상철 · 권재술, 1994).

학생의 정의적 특성 또한 과학 교육에서 매우 중요한 목표로 간주되어 왔으나, 우리 나라 학생의 과반수 이상이 과학을 어렵고 흥미 없는 과목으로 인식하고 있으며(유경로, 정연태, 이웅직, 이원식, 박승재, 1984) 학년이 올라감에 따라 이러한 경향은 더욱 강화되는 것(노태희와 최용남, 1996; 임청환, 1995; 장경애와 박승재, 1993)으로 보고되었다. 이는 학생의 흥미와 호기심을 자극하기 위한 과학 교육의 제반 여건이 부족하기 때문이기도 하지만, 한편으로는 과학 수업이 교사의 주도하에 지나치게 지식 위주로 진행되면서 학생의 학습 동기를 유발하지 못한 것에도 그 원인이 있는 것으로 지적되고 있다(임청환, 1995). 따라서, 학생의 과학에 대한 인식을 긍정적으로 변화시키기 위해서는 지나친 교사 중심의 수업 방식을 탈피하여 학생의 활동을 강화할 수 있는 교수 방법에 관한 연구가 필요하다.

위와 같은 필요성에 의거하여, 본 연구에서는 통합적 과정 기술의 경험을 제공하고 학생의 활동을 강조한 문제 해결식 교수 방법을 실제 과학 수업에 적용하여 학생의 성취도, 과학 과정 기술 및 과학 활동 인식에 미치는 효과를 조사하였다. 교수 방법은 SSCS(Search, Solve, Create, Share; Pizzini, Abell, & Shepardson, 1988) 문제 해결 모델을 기초로 우리 나라의 실정을 고려하여 개발한 것으로, 중학교 과학 수업에 적용하였다. 교수 내용은 중학교 1학년 과학의

* 이 논문은 1996년도 한국학술진흥재단의 자유공모과제 연구비에 의한 연구의 일부임.

'혼합물의 분리' 단원으로서, 총 12~16차시 분량으로 구성된 이 단원에는 5개 내외의 실험 활동이 포함되어 있다.

본 연구의 목표는 구체적으로 다음과 같다.

- 1) 전통적 수업을 받은 학생들과 문제 해결식 수업을 받은 학생들의 성취도를 비교한다.
- 2) 전통적 수업을 받은 학생들과 문제 해결식 수업을 받은 학생들의 과학 과정 기술을 비교한다.
- 3) 전통적 수업을 받은 학생들과 문제 해결식 수업을 받은 학생들의 과학 활동에 대한 인식을 비교한다.
- 4) 학생들의 학습 접근 방식과 문제 해결식 수업 처치간의 상호작용을 조사한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 서울시에 위치한 중학교 1학년 남녀 혼성 6개 학급 283명을 대상으로, 학급별로 처치 집단과 통제 집단에 3학급씩 무선 배치(random assignment)하였다.

2. 연구 절차

사전에 학습자의 특성을 조사하기 위하여 논리적 사고력 검사와 학습 접근 방식 검사를 실시한 후, 처치 집단에는 문제 해결식 수업을, 통제 집단에는 전통적 수업을 각각 실시하였다. 이때 교사 1인은 처치 집단과 통제 집단 각 2학급씩을, 나머지 교사 1인은 처치 집단과 통제 집단 각 1학급씩을 대상으로 두 가지 교수 방법을 시행하였다. 또, 총 13차시의 수업 중 교사 중심의 수업 시수와 학생 활동 중심의 수업 시수의 비율은 문제 해결식 수업이 5:8, 전통적 수업이 8:5로 구성되었다. 수업 처치 중 연구자가 개발한 점검표를 이용하여 각 교수 방법에 따른 학생의 과학 과정 기술 수행을 관찰하였고, 수업 처치의 효과를 조사하기 위한 사후 검사로 성취도 검사, 과학 과정 기술 검사, 과학 활동에 대한 인식 검사를 실시하였다.

3. 문제 해결식 교수 방법

본 연구에서 사용한 문제 해결식 교수 방법의 기초가 된 SSCS 모델은 초등학교 고학년이나 중학생을 대상으로 개발된 문제 해결 모델로 '탐색(search), 해결(solve), 창안(create), 토의(share)'의 4단계로 구성되어 있다. 이 SSCS 모델은 여러가지 문제 해결 모델들을 종합하여 중학생들이 사

용하기 쉽도록 단순화시켰고, 학생들에게 결과를 발표, 토론하게 함으로써 창의적인 태도를 길러줄 수 있으며, 과학 수업 전반에서 학생들의 개념 이해 및 문제 해결 능력의 향상에 성공적이고 창의적으로 활용될 수 있다는 장점이 있다(Pizzini, Abell, & Shepardson, 1988). 따라서 본 연구에서는 이를 바탕으로 우리의 현실을 고려하여 교수 방법을 개발하고 예비 연구(pilot study)를 통해 실제 수업에서의 적용 가능성을 점검한 후 수정·보완하였다.

개발된 문제 해결식 교수 방법에서 학생들은 교과서에 나오는 내용 지식에 관한 교사의 강의를 받은 후, 3명이 한 조가 되어 교사가 제시하는 여러 가지 문제 상황을 '문제 인식, 문제 해결, 발표물 창안, 발표 및 토의'로 이루어진 4단계 문제 해결 활동을 통해 해결하였다. 여기서 4단계 문제 해결 활동은 문제를 해결하는 과정에서 순환적으로 반복되었다. 학생들의 문제 해결 활동은 구체적으로 다음과 같다.

첫째, 문제 인식 단계에서 교사는 학생들의 과학적 사고를 유도하기 위해 직접 실험을 수행해야만 해결할 수 있는 낯선 문제 상황을 제시하였다. 학생들은 문제 상황으로부터 개별적으로 문제를 인식한 후, 문제를 정확히 파악하기 위해 소집단별로 문제 정의, 변인 파악, 가설 설정, 전반적인 해결 방안 모색 등의 활동들을 수행하였다.

둘째, 문제 해결 단계에서 학생들은 소집단별로 문제 해결 방안을 결정하고 검토 과정을 거친 후, 필요한 도구나 시약 등을 준비하여 실험을 통한 문제 해결 활동을 실시하였다.

셋째, 발표물 창안 단계에서는 문제 해결 활동의 결과를 분석·정리하여, 만일 문제가 해결되지 않았다면 그 원인을 파악한 후 다시 문제 해결 활동을 시도하였고, 문제가 해결되었다면 자신들의 활동을 정리하여 학급 전체에 발표할 자료를 제작하였다. 발표는 일반적인 보고서 뿐 아니라 패드, TP, 연극, VTR 녹화 등 다양하고 창의적인 형태로 준비되었다.

넷째, 발표 및 토의 단계에서는 각 조별로 제작한 발표물을 이용하여 자신들의 문제 해결 활동 과정과 결과를 발표하고 토의하였다.

4. 관찰 점검표와 검사 도구

본 연구에서는 각 교수 방법 실행에 따른 학생들의 과학 과정 기술 수행을 확인하기 위해 관찰 점검표를 이용하여 학생들의 행동을 관찰하였다. 그리고 논리적 사고력, 학습 접근 방식, 성취도, 과학 과정 기술, 과학 활동에 대한 인식을 측정하기 위하여 각각 축소본 GALT(the short-version Group Assessment of Logical Thinking; Roadrangka,

<연구논문> 문제 해결식 교수 방법이 학생의 성취도, 과학 과정 기술, 과학 활동 인식에 미치는 효과 : 노태희 외

Yeany, & Padilla, 1983), LAQ(the Learning Approach Questionnaire; Donn, 1990), 성취도 검사지, MIPT(the Middle Grades Integrated Science Process Skills Test; Cronin & Padilla, 1986), 과학 활동·인식 검사지(the Perceptions of Science Activities Questionnaire; Shepardson & Pizzini, 1993)를 검사 도구로 사용하였다.

과학 과정 기술 수행에 대한 관찰 점검표는 전통적 교수 방법이나 문제 해결식 교수 방법에서 학생들이 수행할 것으로 기대되는 과학 과정 기술의 요소들(문제 인식, 실험 설계, 실험 수행, 자료 해석, 의사 교환)을 추출하고, 각 요소를 다시 5개씩의 관찰 가능한 행동으로 세부화하여 개발하였다. 이 관찰 점검표는 먼저 과학 교육 전문가 4인에게 안면 타당도를 검증받고 실제 수업에 적용하여 수정·보완한 후, 다시 2인의 과학 교육 전문가에게 안면 타당도를 검증받았다. 또한, 관찰의 신뢰도를 높이기 위하여 2인의 관찰자가 관찰 과정을 연습한 후, 예비 연구에서 녹화한 6차시 분량의 수업에 대해 구한 관찰자간 일치도(intercoder agreement)는 92.5%였다.

LAQ는 학습 접근 방식과 과학에 대한 인식론적 견해를 묻는 50개의 리커트식 문항으로 구성되어 있는데, 본 연구에서는 이 중 유의미 접근 방식과 기계적 접근 방식에 관한 24개 문항만을 사용하였다. 이 24개 문항에 대한 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 0.54로 보고되었으며(Cavallo & Schaffer, 1994), 본 연구에서 구한 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 0.70이었다.

성취도 검사지는 Klopfer(1971)의 과학 교육 목표 분류틀에 기초하여 5지 선다형의 25문항으로 개발하였다. 검사지에는 난이도 상·중·하의 문항이 골고루 포함되도록 하였으며, 내용별 해당 문항수는 '혼합물의 분리' 단원에서 각 내용이 차지하는 비중에 따라 결정하였다. 본 검사지는 교사 2인과 과학 교육 전문가 2인으로부터 타당도를 검증받았고, 사후에 구한 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 0.82였다.

MIPT는 6학년에서 9학년 학생들을 대상으로 내용 지식과 무관하게 통합적 과학 과정 기술을 측정하기 위해 개발된 검사지로서, 연구 가능한 문제의 인식(6문항), 가설 설정(6문항), 변인 파악(8문항), 실험 설계(6문항), 자료를 표로 정리하기(4문항), 자료를 그래프로 나타내기(4문항), 자료 해석 및 일반화(6문항) 등에 관한 40개의 문항으로 구성되어 있다. 이 검사지의 내적 신뢰도(KR20)는 0.89로 보고되었으며(Cronin & Padilla, 1986), 본 연구에서 구한 신뢰도(KR20)는 0.84였다.

과학 활동 인식 검사 도구는 바로 전에 실시된 과학 수업에서 학생들이 인식한 흥미, 수업 내용의 유용성, 수업의 난

이도, 활동에의 참여도 등을 묻는 8개의 리커트식 문항으로 구성되어 있다. 이 검사지는 중학생을 대상으로 실시한 현장 검증(field test)과 과학 교육 전문가들로부터 타당도를 검증받았으며(Shepardson & Pizzini, 1993), 본 연구에서 구한 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 0.82였다.

5. 분석 방법

성취도와 과학 과정 기술에 대한 수업 처치의 효과를 조사하기 위하여, 이들 두 변인과 상관이 높은 GALT 점수를 공변인으로 하고 LAQ 점수를 구획 변인으로 하여 이원 공변량 분석(two-way ANCOVA)을 실시하였다. 또한, 학생의 인식은 바로 전의 행동 및 활동과 관련이 있고, '모든 과학 수업이 지난 번 수업들처럼 이루어졌으면 좋겠다' 등의 항목들로 구성된 과학 활동 인식 검사지는 수업 처치에 따른 학생의 지각에 관한 것이므로(Shepardson & Pizzini, 1994), 과학 활동 인식에 대한 수업 처치의 효과는 이원 변량 분석(two-way ANOVA)으로 조사하였다. 모든 자료 분석에는 SPSS/PC+ 통계 프로그램을 사용하였다.

III. 결 과

1. 사전 검사 결과

논리적 사고력을 GALT로 검사한 결과 12점 만점 중 통계 집단의 평균은 6.09(표준편차=2.53), 처치 집단의 평균은 6.08(표준편차=2.51)이었으며, 두 집단의 점수에 대한 중앙치 검증(median test)을 실시한 결과 유의도 .05 수준에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2=0.23$). 또한, 학습 접근 방식을 LAQ로 검사한 후 120점 만점으로 채점한 결과에서는 통계 집단의 평균이 74.31(표준편차=8.80)로서 처치 집단(평균=73.95, 표준편차=2.53)보다 약간 높았으나, 중앙치 검증에서 두 집단 사이에 유의미한 차이가 없었다($\chi^2=0.03$). 이로써 두 집단 간의 동질성이 확인되었으므로 교수 방법의 효과 분석에 모수 통계를 사용하였다.

또한, 전체 학생들의 LAQ 평균(74.13)을 기준으로 학생들을 유의미 학습 접근 방식과 기계적 학습 접근 방식으로

<표 1> 학습 접근 방식에 따른 학생수와 비율 (%)

학습 접근 방법	통계 집단	처치 집단	계
기계적 접근 방식	78(27.6)	79(27.9)	157(55.5)
유의미 접근 방식	64(22.6)	62(21.9)	126(44.5)

나는 결과(김도욱, 서정쌍, 고숙영, 1996: BouJaoude, 1992), 전체 학생의 55.5%는 기계적 학습 접근 방식으로, 나머지 44.5%의 학생들은 유의미 학습 접근 방식으로 분류되었다(표 1).

2. 학생들의 과학 과정 기술 수행 관찰 결과

학생들의 과학 과정 기술 수행에 대한 관찰은 학생들의 직접적인 활동을 대상으로 하기 때문에, 2인의 관찰자가 통제 집단의 실험 위주 수업 5시간과 처치 집단의 문제 해결 활동 위주 수업 5시간, 총 10시간의 수업을 무선 표집하여 실시하였다. 또한, 현실적으로 1시간 동안 학급 내의 모든 학생들의 행동을 관찰하는 것은 불가능하므로 매 시간 1개의 소집단을 무선 표집하여 그 구성원들의 행동을 관찰하였다. 점검표에 제시된 25개의 항목 중 행동할 기회가 주어진 항목을 바르게 수행하면 1, 수행하지 않거나 잘못 수행한 경우에는 0으로 표시하였고, 1시간의 수업 중 해당 과정 기술을 수행할 기회가 없는 경우에는 NA로 표시하였다. 혼합물의 분리 단원 전체에서 각 집단의 학생들이 과학 과정 기술을 수행한 횟수를 <표 2>에 제시하였다.

관찰 결과 통제 집단과 처치 집단 모두 수업 중에 해당 과정 기술을 수행할 기회가 없는 경우가 가장 많았다. 이는 전통적 교수 방법은 주로 실험 수행에 관련된 기회를 제공하고, 문제 해결식 교수 방법에서는 문제 해결 단계에 따라 1시간의 수업 중에 1~2가지 정도의 과정 기술 수행 기회만이

<표 2> 혼합물의 분리 단원에서 생들의 과학과정 기술수행 횟수¹⁾

과정기술	통제집단			처치집단		
	0	1	NA ²⁾	0	1	NA ²⁾
문제인식	6	4	15	1.6	14.4	24.0
실험설계	4	3	18	4.8	11.2	24.0
실험수행	13	10	2	3.2	12.8	24.0
자료해석	8	1	16	1.6	11.2	27.2
의사교환	8	2	15	3.2	16.0	20.8
합 계	39	20	66	14.4	65.6	120.0
수행기회	59			80		
수행비율	34			82		

¹⁾ 수행 횟수는 관찰 횟수를 '혼합물의 분리' 단원 전체의 실험 또는 문제 해결 활동 시간에 대하여 환산한 값임.

²⁾ NA(Not Available)는 수업 중에 해당 과정 기술을 수행할 기회가 없는 경우임.

제공되었기 때문인 것으로 파악된다. 처치 집단 학생들은 80회의 과학 과정 기술을 수행하면서 66회를 올바르게 수행하여, 주어진 기회에 과학 과정 기술을 올바르게 수행한 비율이 82%였다. 반면, 통제 집단 학생들은 59회의 과학 과정 기술을 수행할 기회 중 20회를 올바르게 수행하여 주어진 기회의 34%만을 올바르게 수행하였다. 그리고 통제 집단 학생들이 올바르게 수행한 20회의 과정 기술 중 10회가 실험 수행에 관한 과정 기술이었으며 그 외의 과학 과정 기술을 올바르게 수행한 횟수는 1~4회에 불과하였으나, 처치 집단 학생들은 문제인식, 실험 설계, 실험 수행, 자료 해석, 의사 교환 등의 과학 과정 기술들을 모두 10회 이상 올바르게 수행하였다.

3. 사전·사후 검사 점수 사이의 상관 조사

사전에 검사한 GALT, LAQ 점수와 사후에 검사한 성취도, MIPT, 과학 활동에 대한 인식 점수간의 상관관계를 <표 3>에 제시하였다. 각 점수들간의 상관은 모두 .01 수준에서 유의미하였으며, 공변인으로 사용한 GALT의 점수와 종속변인으로 사용한 성취도 점수, MIPT 점수 사이의 상관관계가 매우 높았다.

<표 3> 사전·사후 검사 점수 사이의 상관관계

	GALT	LAQ	성취도	MIPT	과학활동 인식
GALT	1.00				
LAQ	.27**	1.00			
성취도	.69**	.28**	1.00		
MIPT	.64**	.23**	.70**	1.00	
과학활동 인식	.26**	.29**	.29**	.25**	1.00

4. 성취도, 과학 과정 기술, 과학 활동 인식에 대한 문제 해결식 교수 방법의 효과

교수 방법과 학습 접근 방식에 따른 학생들의 성취도 점수와 MIPT의 평균 및 교정 평균과 과학 활동 인식 점수의 평균을 <표 4>에 제시하였다. 성취도와 과학 활동 인식 검사에서는 처치 집단의 점수가 통제 집단보다 높았으나, MIPT 점수는 두 집단이 비슷하였다. 또한, 세 가지 사후 검사 모두에서 유의미 학습 접근 방식을 취하는 학생들의 점수가 기계적 학습 접근 방식을 취하는 학생들보다 높았다.

GALT 점수를 공변인으로 성취도에 대한 이원 공변량 분석 결과를 <표 5>에 제시하였다. 문제 해결식 수업을 받은 학생들의 성취도 점수는 전통적인 수업을 받은 학생들보다 유

<연구논문> 문제 해결식 교수 방법이 학생의 성취도, 과학 과정 기술, 과학 활동 인식에 미치는 효과 : 노태희 외

<표 4> 교수 방법과 학습 접근 방식에 따른 학생의 성취도, MIPT, 과학활동 인식 검사 결과

	성취도(25점 만점)			MIPT(40점 만점)			과학 활동 인식(40점 만점)	
	평균	표준 편차	교정 평균	평균	표준 편차	교정 평균	평균	표준편차
통제 집단	16.40	4.63	16.26	26.92	6.35	26.79	27.51	5.71
처치 집단	17.66	4.51	17.67	26.93	6.37	26.93	30.66	4.99
기계적 접근	16.16	4.52	16.71	25.96	25.96	26.78	28.03	5.22
유의미 접근	18.10	4.49	17.51	28.10	28.10	27.20	30.37	5.75

<표 5> 성취도 검사 점수에 대한 이원공변량 분석결과

변량원	자승화	자유도	평균자승화	F
공변인	1826.422	1	1826.422	136.670*
주효과	155.407	2	77.703	5.814*
수업처치	113.100	1	113.100	8.463*
학습접근방식	42.786	1	42.786	3.202
상호작용	.073	1	.073	.005
설명오차	2197.328	4	549.332	41.106*
잔여오차	3661.669	274	13.364	
계	5858.996	278	21.076	

* p<0.01

의미하게 높았다(p<.01). 반면, 유의미 학습 접근 방식을 취하는 학생들과 기계적 학습 접근 방식을 취하는 학생들의 성취도 점수에는 유의미한 차이가 없었고, 교수 방법과 학습 접근 방식간의 상호작용도 유의미하지 않았다. 학생들의 성취도를 Klopfer(1971)의 목표 분류들에 따라 분석한 결과 모든 영역에서 처치 집단 학생들의 평균 점수가 통제 집단 학생들보다 높았으며, 처치 집단과 통제 집단의 점수 차이는 관찰과 측정 영역 및 수공적 실험 기능 영역에서 가장 크게 나타났다.

<표 6> MIPT 점수에 대한 이원 공변량 분석 결과

변량원	자승화	자유도	평균자승화	F
공변인	4172.902	1	4172.902	174.554*
주효과	13.789	2	6.895	.288
수업처치	2.626	1	2.626	.110
학습접근방식	11.227	1	11.227	.470
상호작용	78.536	1	78.536	3.285
설명오차	4513.194	4	1128.298	47.197
잔여오차	6526.350	273	23.906	
계	11039.543	277	39.854	

* p<0.01

<표 7> 과학 활동 인식 검사 점수에 대한 이원 공변량 분석결과

변량원	자승화	자유도	평균자승화	F
주효과	1085.957	2	542.978	19.732*
수업처치	703.427	1	703.427	25.551*
학습접근방식	394.658	1	394.658	14.336*
상호작용	.502	1	.502	.018
설명오차	1090.509	3	363.503	13.204*
잔여오차	7625.768	277	27.530	
계	8716.278	280	31.130	

* p<0.01

GALT 점수를 공변인으로 MIPT 점수에 대한 이원 공변량 분석에서는 문제 해결식 수업을 받은 학생들과 전통적 수업을 받은 학생들 사이에 유의미한 차이가 없었다(표 6). 학습 접근 방식에 따른 MIPT 점수 사이에도 유의미한 차이가 없었으며 상호작용 효과도 없었다.

과학 수업 중의 활동에 대한 인식 점수에 대한 이원 변량 분석한 결과는 <표 7>과 같다. 문제 해결식 수업을 받은 학생들의 과학 활동 인식 검사 점수는 전통적 수업을 받은 학생들보다 유의미하게 높았다(p<.01). 또한, 유의미 학습 접근 방식을 취하는 학생들의 과학 활동 인식 검사 점수가 기계적 학습 접근 방식을 취하는 학생들보다 높았으나(p<.01), 교수 방법과 학습 접근 방식간의 상호작용은 유의미하지 않았다.

IV. 논 의

본 연구는 기존의 문제 해결 모델에 기초한 문제 해결식 교수 방법을 실제 수업에 적용하여 학생의 성취도, 과학 과정 기술, 그리고 과학 활동 인식의 세가지 측면에서 그 효과를 조사하였다.

각 교수 방법에서 학생들의 과학 과정 기술 수행에 대한 관찰은 매 시간 무선 표집한 1개의 소집단을 대상으로 실시하였으므로 결과의 일반화에 제약이 다르나, 문제 해결식 수업이

전통적 수업에 비해 학생들에게 과학 과정 기술의 수행 기회를 더 많이 제공하고 있으며 이를 올바르게 수행하는 비율도 문제 해결식 수업에서 더 높은 것으로 관찰되었다. 특히, 문제 해결식 교수 방법에서는 학생들이 문제 해결 활동 전반에 걸쳐 문제 인식, 실험 설계, 실험 수행, 자료 해석, 의사 교환 등의 과학 과정 기술들을 다양하게 수행하였으나, 전통적인 실험 수업에서는 주로 실험 수행에 관련된 과정 기술들을 수행하였다.

GALT 점수를 공변인, LAQ 점수를 구획 변인으로 하여 성취도 검사에 대해 공변량 분석을 한 결과에서는 문제 해결식 수업을 받은 학생들이 전통적 수업을 받은 학생들보다 성취도가 유의미하게 높은 것으로 나타나, 문제 해결식 교수 방법이 학습 접근 방식에 관계없이 학생들의 성취도를 향상시키는데 효과적임을 알 수 있다. 이러한 결과는 수업이 학생 중심적이며 과정을 강조하는 수업일수록 학생들의 성취도가 향상된다는 기존의 연구 결과(Cavana & Leonard, 1985; Chiappetta & Russell, 1982; Raghbir, 1979)와 일치한다. 그러나 Shepardson과 Pizzini(1994)의 연구에서 SSCS 모델로 수업을 받은 학생들의 성취도가 강의나 전통적인 실험 수업을 받은 학생들의 성취도와 유의미한 차이를 보이지 않았던 것과는 상반된다. 이는 SSCS 모델의 경우 학생들 스스로 문제를 발견하고 탐색하여 학습할 내용을 직접 결정하도록 하지만, 본 연구에서는 내용 지식이 부족한 상황에서 학생들이 문제 해결을 시도할 경우 실패하기 쉽다는 점(Tingle & Good, 1990)을 고려하여 교사가 강의의 통해 내용 지식을 간략하게 교수한 후 이와 관련된 문제 상황을 제시하였던 차이에 기인한 것으로 파악된다.

성취도를 영역별로 분석했을 때 모든 영역에서 처치 집단 학생들의 점수가 통제 집단 학생들보다 높았으나, 특히 관찰과 측정 영역 및 수공적 실험 기능 영역에서 매우 큰 차이가 나타났다. 이 영역은 실험 기구의 용도, 주어진 눈금 읽기와 올바른 실험 장치 등과 같은 학생들의 직접적인 실험 수행 활동과 관계되는 부분으로, 교사가 자세히 실험 방법을 설명해 주는 전통적 실험 수업에서보다 문제 해결을 위하여 학생 스스로 계획을 세우고 실험을 수행한 문제 해결식 수업에서 학생들의 실험 수행에 관련된 성취 수준도 향상되는 것을 알 수 있다.

한편, 성취도에서와는 달리 과학 과정 기술에서는 전통적 수업을 받은 학생들과 문제 해결식 수업을 받은 학생들 사이에 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 내용 지식과 관련된 능력은 단기간의 수업 처치에 의해서도 향상될 수 있으나 내용 지식과 관련 없는 능력은 장기간의 수업 처치에 의해서만 향상된다(정진수·정완호, 1995)는 점을 고려할 때,

본 연구에서 실시한 1개월 간의 수업 처치는 내용 지식과 무관한 학생들의 과학 과정 기술에 미치는 영향을 알아보기에는 짧은 기간이었던 것으로 생각된다. 그리고 일반적으로 학생들의 과학 과정 기술에 대한 지필 평가가 일정 기간의 교수가 끝난 후 한번에 이루어지므로 실제 활동에 대한 수행 수준을 제대로 측정할 수 없다(최병순, 김동찬, 남정희, 1993; Lunetta, Hofstein, & Giddings, 1981)는 평가 방법상의 문제에서 다른 원인을 찾아볼 수도 있다. 그러므로 일상 생활과 관련된 문제를 해결하는 맥락 하에 학생들의 과학 과정 기술의 향상을 도모한 본 연구에서 MIPT와 같이 내용 지식과 무관한 개개의 과학 과정 기술을 측정하는 지필 평가는 탐구 과제를 제시하고 이에 대한 학생들의 보고서를 평가하는 방법이나 문제 상황에서 학생들의 과학 과정 기술 수행을 직접 관찰 평가하는 방법에 비해 다소 적절하지 않았을 수 있다. 실제로 학생들은 스스로 행동을 판단하고 결정하도록 하는 수업을 받았을 때 전통적 수업에서보다 양질의 보고서를 작성하였고(Cavana & Leonard, 1985), 과학 과정 기술도 더욱 훌륭히 수행하는 것으로 관찰 평가되고 있다(Okebukola, 1985). 따라서, 학습자에게 능동적으로 과학 과정 기술을 경험할 기회를 제공하는 문제 해결식 수업을 장기간 실시하고 이러한 형태의 교수에 적합한 방법으로 학생들의 과학 과정 기술을 평가하여, 문제 해결식 교수 방법이 학생들의 과학 과정 기술에 미치는 효과를 연구할 필요가 있다.

과학 수업 중 활동에 대한 인식 검사에서는 학생들이 학습 접근 방식에 관계없이 문제 해결식 수업을 받을 때 과학 활동에 대하여 훨씬 긍정적으로 인식하며 과학 수업에 대해서도 더 많은 흥미를 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 이는 문제 해결식 수업에서 학생들이 직접 문제를 인식하고 해결하는 학생 중심의 활동을 통해 강한 동기를 지니고 수업에 활발하게 참여할 수 있었던 반면(Shepardson & Pizzini, 1993; Whelery, 1989), 전통적 수업에서는 교사가 학생들의 활동을 미리 계획하고 제시하는 식으로 수업이 진행되어 학생들의 동기와 흥미를 유발하지 못한 것으로 해석된다(Shepardson & Pizzini, 1993).

V. 결론 및 제언

문제 해결식 교수 방법을 적용하여 학생의 성취도, 과학 과정 기술, 과학 활동 인식을 조사한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 문제 인식, 문제 해결, 발표물 창안, 그리고 발표 및 토론으로 이루어진 문제 해결식 교수 방법은 학습 접근 방

<연구논문> 문제 해결식 교수 방법이 학생의 성취도, 과학 과정 기술, 과학 활동 인식에 미치는 효과 : 노태희 외

식에 관계없이 전통적인 교수 방법보다 학생들의 성취도를 향상시키는 데 효과적이다.

2. 문제 해결식 교수 방법은 전통적 교수 방법에 비해 학생들에게 과학 과정 기술을 수행할 기회를 더 많이 제공하였으나, 1개월 동안 진행된 수업 처치는 지필 검사로 평가된 학생들의 과학 과정 기술을 향상시키는 데에는 전통적인 교수 방법과 차이가 없었다.

3. 문제 해결식 교수 방법은 학습 접근 방식에 관계없이 전통적인 교수 방법보다 학생들의 과학 활동에 대한 인식을 향상시키는 데에 더욱 효과적이다.

본 연구에서는 임의로 추출한 중학생 283명을 대상으로 2인의 교사가 문제 해결식 교수를 실시하였으나, 좀 더 연구 규모를 확대하여 연구 결과를 일반화할 필요가 있다. 연구 대상도 중학생에서 초등학생과 고등학생으로 확대하고, 수업 내용에 있어서도 다양한 학습 단원들에 대해 문제 해결식 교수 자료를 개발하여 그 효과를 검증해 볼 필요가 있다. 그리고 본 연구에서 조사한 학습 접근 방식이외의 학습자 특성과 문제 해결식 교수 방법 간의 상호작용도 연구되어야 할 것이다.

또한, 문제 해결식 교수 방법이 학생들의 과학 과정 기술에 미치는 효과를 보다 정확하게 분석하기 위해 보고서 평가 방법이나 서술형(essay) 문항에 의한 평가 방법, 학생들의 과학 과정 기술의 수행을 직접 관찰 평가할 수 있는 객관적인 평가 도구 등 과학 과정 기술을 종합적인 맥락에서 평가할 수 있는 방법에 관한 연구와 문제 해결식 교수를 장기간 적용할 수 있는 연구도 병행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 교육부(1994). 중학교 과학과 교육 과정 해설. 서울: 대한 교과서주식회사.
- 김도옥, 서정쌍, 고숙영(1996). 학생들의 학습 접근 양식과 개념의 이해도와의 관계성 연구. 화학교육, 23(2), 76-89.
- 김상철, 권재술(1994). 대학수학능력시험에서 과학탐구 영역의 분석. 한국과학교육학회지, 14(2), 214-224.
- 노태희, 최용남(1996). 초·중·고 학생들의 과학 수업 환경에 대한 인식 및 과학 관련 태도와의 관계성 조사. 한국과학교육학회지, 16(2), 217-225.
- 유경로, 정연태, 이용직, 이원식, 박승재(1984). 고등학교 과학교육의 실태조사 및 개선방안. 과학교육연구논총, 9(1), 1-87.
- 임청환(1995). 국민학생과 중학생들의 과학에 관련된 태도 연구. 한국과학교육학회지, 15(2), 194-200.
- 장경애, 박승재(1993). 남녀 학생의 물리관련 경험, 태도, 희망 직업 및 성취도에 관한 연구. 물리교육, 11(2), 158-171.
- 정진수, 정완호(1995). 중학교 과학수업에서 학습자 특성에 따른 순환학습 모형의 효과. 한국과학교육학회지, 15(3), 284-290.
- 최병순, 김동찬, 남정희(1993). 지필 평가에서 나타난 학생들의 탐구능력과 실험과정에서 보여주는 탐구능력과의 관계 연구. 화학교육, 20(1), 17-26.
- BouJaoude, S.B.(1992). The relationship between students' learning strategies and the change in their misunderstandings during a high school chemistry course. Journal of Research in Science Teaching, 29(7), 687-699.
- Cavallo, A.L., and Schafer, L.E.(1994). Relationships between students' meaningful learning orientation and their understanding of genetics topics. Journal of Research in Science Teaching, 31(4), 393-418.
- Cavana, G.R., and Leonard, W.H. (1985). Extending discretion in high school science curricula. Science Education, 69(5), 593-603.
- Chiappetta, E.L., and Russell, J.M.(1982). The relationship among logical thinking, problem solving instruction, and knowledge and application of earth science subject matter. Science Education, 66(1), 85-93.
- Cronin, L.L., and Padilla, M.J.(1986). *The development of a middle grades integrated science process skills test*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching.
- Donn, J.S.(1990). *The relationship between student learning approach and student understanding and use of Gowin' vee in a college level biology course following computer tutorial instruction*. Unpublished doctoral dissertation, Cornell University, Ithaca, NY.
- Eylon, B., and Linn, M.C.(1988). Learning and instruction: An examination of four perspectives in science education. Review of Educational Research, 58(3), 251-301.
- Klopfer, L.E. (1971). Evaluation of learning in science. In S. Bloom, J. T. Hastings, and G. F. Madaus

- (Eds.), *Handbook on formative and summative evaluation of student learning* (pp. 559-641). New York: McGraw-Hill Book Company.
- Lunetta, V., Hofstein, A., and Giddings, G. (1981). Evaluating science laboratory skills. *The Science Teacher*, 48(1), 22-25.
- Okebukola, P.A. (1985). Science laboratory behavior strategies of students relative to performance in and attitude to laboratory work. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(3), 221-232.
- Padilla, M.J., Okey, J.R., and Garrad, K. (1984). The effects of instruction on integrated science process skill achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(3), 277-287.
- Pizzini, E.L., Abell, S.K., and Shepardson, D.P. (1988). Rethinking thinking in the science classroom. *The Science Teacher*, 55(1), 22-25.
- Raghubir, K.P. (1979). The laboratory-investigative approach to science instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 16(1), 13-17.
- Roadrangka, V., Yeany, R.H., and Padilla, M.J. (1983). *The construction and validation of Group Assessment of Logical Thinking(GALT)*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, Texas.
- Shepardson, D.P., and Pizzini, E.L. (1993). A comparison of student perceptions of science activities within three instructional approaches. *School Science and Mathematics*, 93(3), 127-131.
- Shepardson, D.P., and Pizzini, E.L. (1994). Gender, achievement, and perception toward science activities. *School Science and Mathematics*, 94(4), 188-193.
- Tingle, J.B., and Good, R. (1990). Effects of cooperative grouping on stoichiometric problem solving in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(7), 671-683.
- Wherley, J.M. (1989). The lake Erie inquiry. *The Science Teacher*, 56(2), 37-39.

(ABSTRACT)

Instructional Effects of a Problem Solving Model on Students' Achievement, Science Process Skills, and Perceptions of Science Activities

Noh, Tae-Hee · Kim, Dong-Youn · Kim, Hye-Kyung · Hong, Eun-Kyung
Kang, Suk-Jin · Chae, Woo-Ki · Noh, Suk-Goo
(Seoul National Univ.) · (Inchon National Univ. of Edu.)*

The purpose of this study was to investigate the instructional effects of a problem solving model on students' achievement, science process skills, and perceptions of science activities. The problem solving model was developed on the basis of the SSCS (Search, Solve, Create, Share) problem solving model while considering Korean educational situations under a national curriculum. The model developed is composed of 4 stages: identify, solve, create, and share. In this research, the treatment and control groups (6 classes) were selected from a middle school in Seoul and taught about the separation of mixture for four weeks. Prior to instruction, the Group Assessment of Logical Thinking and the Learning Approach Questionnaire were administered, and their scores were used as covariate and blocking variable, respectively. During instruction, classroom observations for each group were conducted with a researcher-made checklist. Immediately following the instructions, students' achievement, science process skills, and perceptions of science activities were measured by a researcher-made achievement test, the Middle Grades Integrated Science Process Skills Test(MIPT), and the Perceptions of Science Activities Questionnaire, respectively.

The results indicated that students in the treatment group achieved significantly better than those in the control group. Although students in the treatment group were found to use more science process skills correctly during their science activities, the MIPT scores of the treatment group were not significantly higher than those of the control group. No interaction with students' learning approach was found for both students' achievement and science process skills. On the questionnaire of students' perceptions of science activities, the treatment group showed more positive perceptions and interest than the control group. Educational implications are discussed.