

수학과 학습에의 문제제기 이론의 적용 효과 분석

- 협력학습법을 중심으로 -

한 옥 동 (청라중학교)
박 해 숙 (서원대학교)

I. 서론

6차 교육과정의 추구하는 인간상의 하나가 “창의적 사람”이다(대천 교육청, 1994). 앞으로 다가올 21세기는 정보화 사회, 다원화 사회, 세계화 사회가 될 것으로 전망되며, 국가간의 무한 경쟁 시대에 대처하기 위해서는 종래의 방법과 가치관에 의한 교육의 틀에서 탈피하여, 창의력을 기르는 교수-학습 지도 방법이 있어야 할 것이다.

학생들의 창의력을 신장할 수 있는 교수 방법으로 여러 가지 대안이 제시될 수 있으나 가장 중요한 것은 교사의 교육 철학을 현재의 교사 중심적 관점에서 학생 중심적인 관점으로 바뀌어야 한다는 것이다. 특히 수학은 다른 교과목보다도 수리력과 논리적인 탐구력을 많이 요구하는 과목이므로, 탐구 학습 등을 통하여 체계적 자기 의사를 표현할 수 있는 능력을 가질 수 있는 방향으로 지도하여야 한다. 학생들에게 수학을 단순히 암기하고 풀이법을 모방하도록 가르치면 수학 학습의 본질적 목적을 이루지 못하고 학생들의 수학적 능력의 퇴보를 초래할 것이다.

이제 학습은 ‘구경하는 것’이 아니라 ‘참여하는 것’이 되어야 한다. 이전의 수동적인 수업 방식에서 탈피하여 학생들 스스로 많은 문제를 만들어 보고 탐구하는 태도를 길러야 할 것이다. 수업 시간에 학생들 자신이 주어진 조건으로부터 문제를 형성하거나 이미 주어진 문제를

수정하여 새로운 문제를 만들어 볼 기회를 가져, 새로운 시각으로 수학에 도전하여 탐구해 봄으로써 창의력을 배양시킬 수 있을 것이다.

따라서 학생들의 경험을 토대로 하여 실제 상황을 수학적으로 표현하고, 또 수학을 실제 상황에 적용해 보도록 유도하는 활동적인 수업을 실시해서, 학생들로 하여금 수학이 일상 생활을 기반으로 하여 생겨난 것임을 재인식시키고, 수학에 대한 거리감을 줄이며, 수학에 대한 동기 유발을 시킬 수 있을 것이다.

본 논문에서는 생활 주변의 자료를 활용한 전략적 문제 제기를 통한 문제 해결 교수-학습 방안을 마련하고, 그것이 수학 교과에서의 학업 성취 및 정의적 특성에 미치는 효과를 알아보고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 문제 해결과 문제 제기

교사는 많은 지식과 기능을 단편적인 지식으로 알려 주기보다는 종합하는 사고력을 배양하는 환경을 만들어 주어야 하는데, 이를 위해서는 학생들이 사고하고 비판할 수 있는 경험과 기회를 제공해 주어야 한다. 1980년대에 들어와서 세계 각국의 수학 교육은 차원 높은 창조적 사고력의 신장을 강조하여, 문제 해결을 중시하게 되었다. 따라서 오늘날 수학 교육이 지향해야 할 방향은 “문제 해결력의 신장”이라는 목표로 집약되고 있고, 이종희(1994)는 문제 해결

교육의 목표는 “제시된 문제를 통해 사고하는 방법을 가르치는 것이며, 문제 제기를 할 수 있는 태도의 교육” 이라고 제시하였다.

교사가 학생들의 문제 해결력을 신장시켜 주기 위해서는 문제 해결 전략을 지도해야 한다 (강문봉, 박교식, 류희찬, 1992). 전략(strategy)이란 문제 해결에 도움이 되는 일반적인 절차나 해결 발견의 실마리를 얻도록 하는 방책을 뜻하는 것이다(박성택, 1992). 문제 해결의 전략은 학자마다 조금씩 다르지만, Polya가 제시한 문제 해결 과정인 문제 이해, 계획 수립, 계획 실행, 반성의 네 단계를 그 골격으로 하고 있다.

문제 제기는 학자에 견해에 따라 여러 용어를 정의하는데 박영배(1991)는 크게 두 가지 관점에서 생각하고 있다. 하나는 ‘문제 만들기’로서 주어진 수학적 문제를 새로운 문제로 바꾸어 나가는 활동이고, 다른 하나는 ‘문제 꾸미기’로서 현실적 상황을 수학적 문제로 바꾸는 활동 즉, 상황을 수학적으로 해결하는 활동으로 보았다. 이 논문에서는 위의 용어의 의미를 포괄적으로 묶어서 “문제 제기”란 용어를 사용하기로 하며, 어떤 상황에서 새로운 문제를 만들어 내거나 주어진 문제를 다르게 구성 또는 재진술하는 것으로 정의한다(이옥경, 1995).

문제해결과 문제 제기는 두 가지 다른 활동으로 관련된다. 그 하나는 원래의 문제를 해결하려는 노력 속에서 새로운 문제를 생성하여 그 과제를 재구성해야만 그 문제를 해결할 수 있는 경우이고, 또 하나는 원래의 문제와는 완전히 다른 새로운 문제를 만들어 내서 그것을 분석함으로써 원래의 문제의 의미를 충분히 이해하게 되는 경우이다.

학생들에게는 이러한 문제 해결 상황을 조성해 주고, 문제제기를 통한 문제 해결 태도를 길러주어야 한다. 특히 학생들이 집단별로 학습하고, 토론에 참여하며 발표할 때에 학습이 가장 잘 이루어진다는 점에 유의하여, 학생들 스스로 추측하고, 설명하며 문제 해결을 하도록 수업환

경을 변화시켜야 한다.

문제 해결과 문제 제기와 관련된 선행 연구를 살펴보면, 성수 여자 중학교의 연구 보고서(1987)에서는 수학적 사고력 신장을 위한 문제 해결 학습 모형을 구안하고 필요한 교수-학습 자료를 개발하여 수업에 적용한 결과, 수학적 사고력과 정의적 특성에 대한 변화를 보였다는 것이 보고되었고, 이형진(1990)은 탐구 학습 모형을 적용하여 소집단 활동을 실시한 결과, 수학적 문제 해결력이 신장되었고, 상하 집단간의 문제 해결력의 차가 감소되었으며 학습 흥미 유발에 효과적이었음을 보여 주었다. 정은실(1992)은 문제 제기의 의미와 문제 해결과 관련한 문제 제기의 중요성을 강조하였다, 또한 학생들이 제기한 질문은 아무리 엉뚱한 것이라고 존중되어야 하며, 잘못된 오류가 자연스러운 것으로 도움이 될 수 있는 것으로 수업 분위기를 조성하는 것이 문제 제기의 수업 방법임을 강조하였다. 이옥경(1995)은 문제 제기를 강조한 수업은 학습자로 하여금 수학에 대한 흥미, 긍정적인 태도, 학업 성취에 큰 도움을 줄 수 있음을 보여 주었다.

2. 문제 제기 전략

문제 제기 수업에 공통으로 적용될 수 있는 일반적인 문제 제기 전략에 대하여 정지호·임문규(1992)는 다음과 같이 설명하고 있다.

- ① 자유로우며 폭 넓고 다양하게 생각할 것.
- ② 자기 스스로도 문제를 만들 수 있다는 자신을 갖고 여러모로 시행착오를 할 것.
- ③ 지금까지의 학습 경험 및 지식에서 얻은 유사한 문제 등과 연결시킬 것.
- ④ 여러모로 많은 의문을 품을 것.
- ⑤ 주위의 가까운 것에 대하여 생각할 것.
- ⑥ 생각한 것은 모두 기록하든지 발표할 것.
- ⑦ 새롭고 발전적인 문제를 만들려고 노력할 것.
- ⑧ 상황 및 속성과 숫자 등을 변경하고 역으

로도 생각하여 볼 것.

⑨ 처음에는 자기가 풀 수 있는 문제를 만들어 볼 것.

⑩ 일반화하든지 특수화할 것.

⑪ 차원을 확대 및 축소할 것.

⑫ 다른 도형을 생각해 볼 것.

⑬ 다른 단위 및 연산을 생각해 볼 것.

⑭ 다른 단위 및 타 교과와 연결지어 생각해 볼 것.

따라서 여러 가지의 문제 제기 전략이 가능하지만 새로운 문제를 만든다는 점에서 뿐 아니라 주어진 문제를 새로운 관점에서 보게 하는 전략이기도 하다. Brown과 Walter는 문제 제기를 두 가지 단계 즉, 수용과 도전으로 나누고, 각각에서 필요한 전략을 제시하고 있는데, 문제 제기의 처음 단계는 다섯 항목으로 ① 관찰과 추측 ②내적 탐구와 외적 탐구 ③ 정밀한 탐구와 근사적 탐구 ④ 역사적 탐구 ⑤구체적인 것과 특별한 것의 탐구이다. 두 번째 단계는 What-If-Not 전략으로, 처음 단계에서는 주어진 것을 당연한 것으로 여기고 수용하는 입장이었으나, 때로는 주어진 것에 도전함으로써 새로운 가정을 세워 질문을 제기하고 문제를 분석하는 경우이다(정은실, 1992).

본 논문에서는 문제 해결에서의 전략을 ① 그림 그리기 ② 패턴 찾기 ③ 표 만들기 ④ 시행착오 ⑤ 거꾸로 풀기 ⑥ 식 세우기 ⑦ 실제로 해보기 ⑧ 관점 바꾸기 ⑨ 추론하기 ⑩ 단순화하기로 하였다. 또한 본 연구를 위한 수업 전개에서는 Wilson의 문제 해결 과정(문제 제기가 포함되어 있음)을 채택하였다. 즉, 개인적 능력에 따라 이 10가지 관점에서 구성한 문제 제기, 문제 이해, 계획 수립, 계획 실행, 반성의 5단계를 적용하였다.

3. 용어의 정의

① 협력 학습 : 성적에 기초를 두어 서로를 인정하면서 학생들이 자신뿐만 아니라 서로 서

로의 학습을 극대화하기 위하여 소집단으로 함께 공부하는 것을 의미한다.

② 문제제기자와 문제해결자 : 본 논문에서는 상위 그룹 학생 중에서 문제를 만들고 변형해 보면서 가르치는 학생을 “문제제기자”라 하며, 문제를 질문하고 배우는 대상을 “문제해결자”로 정의 한다. 본 연구의 진행과정에서 문제제기자를 “도우미”, 문제해결자를 “새로미”라고 지칭하여 수업을 진행하였으므로, 본 논문에서도 도우미, 새로미라는 용어를 쓰기로 한다.¹⁾

③ 학업 성취 : 학습의 결과로 지식과 기능을 습득하는 과정 또는 결과를 말하며, 다양한 요인의 영향을 받고 있다. 예를 들면 환경적 요인, 교수에 관련된 요인, 교사의 특성 등의 영향을 받는다.

④ 전통적인 수업 : 교사 주도의 수업 전개로 교과서와 교사 지도서에 준해서 실시하는 강의 위주의 수업을 본 연구에서는 “전통적인 수업”이라고 정의한다.

III. 연구의 방법 및 실행

1. 연구의 대상

본 연구는 충남 보령시의 C 중학교 2학년 학생 두 반을 대상으로 실시하였는데, A반(44명)은 실험 집단으로 하고 B반(43명)을 비교 집단으로 하였다. 5월 중간고사 성적을 사전 진단 검사로 하여 t-검증을 한 결과, 실험 집단과 비교 집단은 동질 집단임이 확인되었다(<표 1>, $p>0.05$).

<표 1> 5월 중간고사 검사 결과

집단	N	M	SD	t	p
실험집단	44	33.11	25.24	-1.20	0.235
비교집단	42	40.07	28.67		

1) 실제 수업에서는 문제제기자, 문제새로미라는 용어를 사용하는 것보다 학생들에게 좀더 친숙하고 부르기가 쉬운 용어로 변형하여 사용하였다. 도우미와 새로미라는 명칭은 교사와 학생들이 자유롭게 변형할 수 있다.

2. 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 전략적 문제 제기를 적용한 문제 해결에 생활 주변의 자료를 활용한 학습이 학업 성취 및 정의적 특성에 미치는 효과가 어떠한지를 알아보기 위하여, 다음과 같은 방법으로 실험 집단의 수업을 진행하였으며, 비교 집단의 수업은 전통적인 강의식으로 진행하였다.

【1】 생활 주변의 소재를 학습 자료로 제작·활용한다.

【2】 제작된 학습 자료를 도우미와 새로미가 전략적 문항에 대한 문제 제기에 활용한다.

【3】 도우미와 새로미가 문제 해결을 위해 전략적 문제 제기를 적용한 협력 학습을 한다.

이 연구의 실험은 1996년 6월 1일부터 1997년 2월 20일까지 주당 4시간씩 실시하였다.

실험 집단의 협력 학습을 위해서는 2명씩 22개 조로 조직된 좌석 배치에서, 수학 점수가 상대적으로 우수한 중·상위 수준의 학생을 도우미로 정하고, 옆에 앉은 학생보다 수학 점수가 뒤떨어지는 중·하위 수준의 학생을 새로미로 정하였다. 새로미는 도우미를 스스로 선택하여 한 조가 되어, 새로운 문제를 만들어 보고 함께 해결하도록 하였다.

실험 집단에서의 도우미와 새로미들의 성적 향상도를 비교 집단과 비교하기 위하여, 비교 집단에서는 실험을 하지는 않지만 도우미와 새로미의 역할을 구분해 보았다. 사전 진단 검사를 통하여 실험 집단과 비교 집단의 도우미들과, 새로미들의 성적을 t-검정으로 비교해 본 결과 각 집단은 동일 집단임을 알 수 있다(<표 2>, $p>0.05$).

<표 2> 도우미 및 새로미의 성적 비교

역할	집단	N	M	SD	t	p
도우미	실험집단	23	50.13	21.79	-0.60	0.554
	비교집단	20	54.35	24.55		
새로미	실험집단	20	13.45	11.60	-1.90	0.067
	비교집단	21	24.38	23.54		

3. 연구의 실행

(1) 【방법 1】의 실행

【방법 1】 생활 주변의 소재를 학습 자료로 제작·활용한다.

1) 학습 교구의 수집, 제작 : 생활 주변에 산재된 구체적인 자료를 수집하여 학습 효과를 극대화 할 수 있는 영역별로 분류 수집하였다.

▶ 분류 · 그림 그리기 -패턴 찾기 -관점 바꾸기 -단순화 하기 : 현실을 쉽게 파악할 수 있도록 편성한 경험, 현실의 확대, 축소, 분해한 것(설계 제작된 모형 등을 사용)

· 패턴 찾기 -실제로 해보기 -관점 바꾸기 -단순화 하기 : 생활 속에서 극화한 경험으로 재구성 시킴(연극, 관찰, 사진, 신문지 등을 활용)

· 실제로 해보기 -식 세우기 -단순화 하기 -시행착오: 실 생활에서 어떻게 이루어지는가를 학생에게 보여주는 방식(색종이 접기, 장난감 등을 활용)

· 관점 바꾸기 -추론하기 -실제로 해보기 -시행착오 : 현장 답사를 통하여 단순히 관찰하는 행위(박물관, 엑스포, 장난감 등을 관찰)

· 그림 그리기 -실제로 해보기 -추론하기 -식 세우기 : 생활 속에서 의미 있는 사진, 도표, 모형, 실물을 관람(신문, 지하도 벽면에 그려져 있는 그림 등 활용)

· 실제로 해보기 - 관점 바꾸기 - 패턴 찾기 : 활동사진(시간, 공간, 시각, 청각 등 3차원적 제시 효과)을 관람

· 시행착오 - 식 세우기 - 단순화 하기 : 컴퓨터 및 O.H.P. 등을 직접 해봄

2) 학습 교구의 제작 및 활용

① 만들어 보고 싶은 자료를 준비하기 위하여 생활 속에서 필요한 자료를 찾아 학습 활동에 흥미를 조장하여 창의적인 사고력과 탐구력을 기르는데 효과가 있는 학습 자료를 만들었다.

▶ 학습 자료 : 신문지, 실, 찰흙, 사진, 주사위, 끈, 공, 장난감, 바둑알, 젓가락 등

② 시청각 기교재를 활용하도록 기본적인 사용 방법을 터득하게 한 후 수업 시간에 직접 활용하게 하였다.

▶ 시청각 기교재 : 컴퓨터, 플렉스캠, TV, 비디오, 환등기, O.H.P., 컴퓨터 프로그램 등.

③ 교재 내용을 분석하여 영역별 학습 요소에 필요한 학습 자료를 모두 갖추어 개별적으로 적용할 수 있도록 하고, 이것을 활용하여 문제 제기를 적용한 문제 해결 학습을 할 수 있도록 제작하였다.

(2) 【방법 2】의 실행

【방법 2】 제작된 학습 자료를 도우미와 새로미가 전략적 문항에 대한 문제 제기에 활용한다.

1) 문제 제기에서 교사의 전략

① 학습 목표를 설정한다 : 내용(무엇을), 과정(어떻게), 이론적 근거(왜)

② 교수학적 전략을 세운다 : 특별한 자료나 발문 기술, 동기 유발 기술이 어떻게 사용되어 질 것인가 ?

③ 전체 단원의 소개(mind map) : 학습할 내용 전체를 미리 보면 학습 능력을 크게 향상시킬 수 있으므로, 매단원의 시작은 단원의 내용을 한눈에 볼 수 있도록 표를 만들어 설명

④ 자료 수집 전략을 세운다 : 자료 수집의 초점 및 사용 단원 결정

⑤ 평가 : 수업 중의 이해도 검사 및 사후 검사 방법 결정

2) 전략적 문항 수의 문제 형태

전략적 문제 해결 문항은 1996년 4월에 실시한 예비 검사의 결과에 따라 난이도를 조정하여 30 문항을 확정하였다. 검사 문항은 전략적으로 문제를 구성하고, 학생들의 개인적인 능력에 따라 다른 전략으로도 해결할 수 있는 문제로 구성하고, 생활에 관련한 문제와 수학적 개념이나 절차를 적용하는 문제로 구성되었으며 문항 수는 <표 3>과 같다.

<표 3> 전략적 문항 수

문제 형태	그림 그리기	패턴 찾기	표만 들기	시행착오	거꾸로 풀기	식세우기	실제해보기	관점바꾸기	추론하기	단순화하기	계
문항 수	4	4	4	2	4	4	2	2	2	2	30
활용 여부	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

3) 수업 전개 절차

1) 교과서 문제의 설정 및 해결 : 문제를 제시하여 도우미와 새로미가 각자 문제를 풀도록 한 후, 그 해결 과정을 돌아보고 문제의 어떤 점과 어떤 아이디어에 학습 자료가 사용되었는지 명확히 파악하게 한다.

2) 문제제기 : 도우미와 새로미가 한 조가 되어 교과서 문제에 진술된 속성들을 파악하고 What-If-Not 전략을 사용하여 문제를 만든다. 도우미와 새로미가 토의 과정 속에서 적절한 학습 자료를 사용하거나 숫자·조건을 쉬운 문제에서 단계별로 어려운 문제로 다양한 문제를 만들 수 있도록 하고, 새로미의 적용상태를 미리 발견하여 발문과 질문을 준비한다. 간결하고 구체적이며 세밀한 발문을 해야 하며, 새로미가 문제제기를 하지 못하면 알기 쉽게 질문한다거나, 예시 또는 도움말을 주어서 새로미들이 흥미를 갖고 다양한 문제를 만들 수 있도록 지도한다.

3) 문제의 발표 및 분류·정리 : 도우미와 새로미가 만든 문제를 발표하게 하고 전체 학생들이 만든 문제를 풀어보아 잘 만든 문제는 교과서에 있는 문제와 비교하여 분류함으로써 스스로 정리할 수 있도록 한다. 각각의 학생들이 그 사고 능력에 따라 만든 모든 문제가 가치 있음을 알려줌으로써 “수학을 하는” 의욕과 태도를 증진시켜 준다. 특히, 문제를 만들게 된 아이디어를 새로미가 발표하도록 하여 자신감을 심어 주고, 부족한 부분은 도우미가 보충 설

명한다.

4) 문제의 해결 : 다양한 문제 가운데 전체 학생들이 함께 해결할 문제를 골라 새로미가 해결하도록 하고, 도우미는 잘못된 문제를 채택하여 무엇이 잘못되었는지를 함께 풀어보고 발문한다.

5) 수업 정리 및 발전적 문제제기 : 도우미는 학습 과정을 돌아보고 문제제기 전략을 확인시키면서 원래의 문제와 새롭게 만든 문제를 해결하는 가운데 문제의 어려움, 이해, 계산등 문제점을 교사에게 질문을 통해 이해할 수 있도록 하고 새로미와 다시 풀어보고 학습 내용을 정리한다.

(라) 교사의 역할

1) 교사는 자연스럽게 문제제기의 분위기를 만들고, 도우미와 새로미의 능력을 개발시키는데 중점을 두어야 한다.

2) 교사는 활동 과정에서 학생들과 동등한 한 사람의 참여자인 동시에 조연자의 역할을 하며 전반적인 권고자이며 지도자이어야 한다.

3) 학생들이 What-If-Not 전략 이외에 여러 가지 다양한 전략을 발견하도록 하며 기대하지 않았던 발견들도 적절히 수용해 주어야 한다.

4) 많은 아이디어와 질문이 만들어지도록 도우미의 활동을 고무한다.

5) 다양한 경험과 기회를 제공하고, 문제를 잘 풀 도우미와 새로미에게는 보상을 해 줄 필요가 있다.

6) 교사가 진정으로 가지고 있지 않은 능력을 학생들에게 줄 수는 없기 때문에 교사 자신이 창조적이어야 할 것이다.

교사는 모든 학생들이 훌륭하게 문제제기를 할 수 있게 되기를 바랄 것이다. 학생은 처음부터 저절로 성공적인 문제제기를 하게 되지는 않으므로 교사가 적절한 지도를 행함으로써 학생들에게 문제제기 능력을 키워 주어야 한다. 이러한 수업에서는 기존의 방법으로 수업 할 때보다 교사의 역할이 훨씬 중요하다.

(3) 【방법 3】의 실행 계획

【방법 3】 도우미와 새로미가 문제 해결을 위해 전략적 문제 제기를 적용한 협력 학습을 한다.

1) 협력 학습의 기본 방향

가. 협력 학습 방향 : 최근에 널리 보급된 협력 학습 방법 중 현장의 학습 단원에 용이하고 문제 제기가 쉬운 Johnson 방법(Learning Together : 함께 학습하기)을 기본 학습 모형으로 정하고 문제 해결에 적용하기 위하여 다음과 같이 기본 방향을 설정하였다.

① 도우미와 새로미는 학습에서 역할을 분담하여 각자가 해야 할 요령을 사전에 교육하였다.

② 신체적인 불편을 고려해서 주 1 회 조끼리 좌우로 좌석을 이동하게 하였다.

③ 모든 과제 검사는 도우미와 새로미 사이에 스스로 하도록 하였고, 도우미에 대한 사전 연습과 과제는 교사가 직접 검사하였다.

④ 수업시 발문으로 전시간의 학습을 상기시키고 학습 목표를 제시하였다.

⑤ 발문을 할 때에는 기본 원리를 바탕으로 해결하고 발표할 수 있는 문제로만 하였다.

⑥ 조별로 제시된 문제를 도우미의 진행으로 문제를 해결하고, 발표하는 것은 새로미가 하도록 하였다.

⑦ 부진한 새로미는 글로 적어서 발표할 수 있도록 도우미가 도와주도록 하였다.

⑧ 발표자의 발문에 대한 의견이 다른 경우 즉시 반론을 제기할 수 있도록 하였다.

⑨ 형성 평가를 실시하여 우수한 조는 칭찬을 하였고, 뒤떨어진 조에는 격려와 과제 제시를 통하여 다음 시간에 잘 할 수 있도록 하였다.

⑩ 도우미와 새로미의 임무는 학습 문제 또는 학습 결함에 대해서 상호 토의를 하게 하여, 적극적으로 동참할 수 있도록 하였다.

⑪ 형성 평가 후 미도달 도우미에게는 반복 학습 과제를 주고, 미도달 새로미에게는 연습

문제를 제시하였다.

㉓ 협력 학습이 이루어지는 동안에는 교사는 학습조 사이를 순회하면서 도우미와 새로미의 활동을 관찰하고 질문과 조언을 하였다.

나. 협력 학습의 절차 : 도우미와 새로미의 시행 절차는 학습 내용의 올바른 이해와 문제 해결 능력의 신장을 위하여 문제 제기 후의 문제 풀이에서 다음과 같은 단계를 거치도록 하였다.

제 1단계(이해) : 문제 내용을 이해 - 문제 요약 (도우미는 주제 준비·결정, 학습 자료 준비)

제 2단계(계획) : 해답을 구하기 위한 계획 (문제 형태 결정, 문제 해결 전략, 학습 자료 사용 계획, 활용 방안)

제 3단계(실행) : 세워진 계획을 실행 - 풀이 (문제 해결을 적용, 학습 자료 활용, 협력 학습을 유도)

제 4단계(반성) : 얻어진 해답을 확인 - (학습 자료의 활용 문제점)검토

다. 도우미의 발문 모형 : 도우미의 발문은 새로미의 문제 풀이에 중요한 역할을 하므로 도우미의 발문을 사전에 충분히 교육하여 새로미의 자존심을 건드리지 않고 학습에 흥미를 갖도록 하기 위하여 다음과 같은 발문 모형을 선택하였다.

① 새로미가 어떤 것이 수학적으로 정확한지를 결정할 때 스스로에게 더 많이 의지하도록 돕는 발문의 모형 : 왜 그렇다고 생각하는가? 그것은 왜 참이 되는가? ...

② 새로미가 수학적으로 추론하는 것을 학습하도록 돕는 발문의 모형 : 그것은 항상 그렇게 되는가? 그것은 모든 경우에 참이 되는가? ...

③ 새로미가 추측하고, 발명하고, 문제를 해결하는 것을 학습하도록 돕는 발문의 모형 :

만약 ~ 라면 어떻게 될까? 그렇지 않다면? 가장 마지막에는 어떻게 될까? ...

④ 새로미가 아이디어, 적용을 관련짓도록 돕는 발문의 모형 : 이것은 어떻게 관련되는가?

우리가 전에 배운 것 중 어떤 것이 문제를 푸는데 도움이 되는가? ...

라. 단원별 전략별 형태 및 자료 : 전략별 문제 제기를 강조할 교과 내용과 학습 자료를 단원별로 분류하여 도우미와 새로미에게 이것을 사전에 인지시켜 예습 및 단원에 맞는 학습 자료를 준비하게 함으로써 수업을 전개할 때 도우미와 새로미가 자발적으로 동기 유발하게 하였다.

마. 측정 도구 및 자료의 수집 : 사전 진단 검사 문항은 20문항으로 5월 정기고사로 하였으며 사후 진단 검사는 주관식 문항으로 중학교 2학년 과정인 수와 식, 방정식과 부등식, 함수, 도형의 문제로 하고 정기고사(7월, 10월, 12월)와 학업 성취도 평가 결과를 비교 검사하였다. 정기고사 문제는 주관식으로 20문항으로 하고 학업 성취도 평가는 주관식과 객관식이 혼합된 25문제로 하였다.

정의역 특성 검사는 수학에 대한 학습 흥미, 자아 개념, 학습 태도, 학습 습관에 관한 것이며, 한국교육개발원에서 개발한 Likert의 5단계 평정척도 검사지를 사용한다. 각 검사 문항은 20 문항으로 하였고 효과적인 검증을 위해 검사를 사전, 사후 2회 실시한다.

학업 성취도에 대한 사전 진단 평가는 자율 학습 시간에 실험 집단과 비교 집단이 포함된 2학년 모든 학급을 담임 감독하에 45분 동안 실시하였고, 정의역 특성 검사는 실험 집단과 비교 집단을 대상으로 실험 전과 실험 후에 자율 학습 시간을 활용하여 담임 교사의 협조 아래 시간 제한 없이 실시한다.

실험 집단과 비교 집단, 도우미와 새로미 그룹으로 나누어 사전·사후 진단평가에 대한 평균의 차이 결과를 가지고 학업성취에 미치는 영향을 t-검증으로 분석하며, 또한, 수학에 대한 흥미, 자아개념, 태도, 습관도 실험 집단과 비교 집단, 도우미와 새로미 그룹으로 사전·사후 정의적 특성 검사를 실시하여 평균의 차이의 유의도를 t-검증으로 분석하였다.

IV. 연구 결과 및 분석

여기에서는 실험을 시작하기 전과 끝난후에 실시한 학업 성취 검사와 정의적 특성 검사 결과를 가지고 검증한 후 논의하고자 한다.

실험 집단에 방법 1, 2, 3을 중심으로 협력 학습을 전개한 후, 수학과 학업 성취에 미치는 효과를 분석하기 위하여 학교에서의 정기적인 중간고사 및 기말고사, 그리고 교육부 학업 성취도 검사 결과를 t-검증으로 분석한 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 학업 성취도 검사 결과

성취도 검사	집 단	N	M	SD	t	p
7 월	실험집단	44	39.88	26.65	0.40	0.69
	비교집단	42	37.61	26.44		
10월	실험집단	43	33.37	24.22	-0.02	0.988
	비교집단	42	33.45	24.30		
12월	실험집단	43	61.27	16.17	0.91	0.368
	비교집단	42	57.40	22.77		
교육부 학업 성취도	실험집단	43	58.88	26.43	0.52	0.404
	비교집단	42	55.80	28.54		

t-검증 결과 통계적으로 의미 있는 평균의 차이는 보이지 않았지만(p>0.05), 사전 검사인 5월의 평균 (실험 집단 : 33.11, 비교 집단 : 40.07)에서는 실험 집단이 평균이 낮았던 것과 비교해 보면 7월과 12월, 그리고 교육부 학업 성취 검사에서는 실험 집단의 평균이 높아진 것을 알 수 있다. 따라서 실험 집단은 비교 집단보다 성적이 더 많이 향상되었음을 알 수 있다.

다음의 <표 5>에서는 각 성취도 검사와 5월의 사전 검사와의 성적차의 평균을 보여주고 있다. 이 표에서는 비록 통계적으로는 의미있는 차이를 보이지는 않지만 (p>0.05), 각 성취도 검사에서 실험 집단의 성적 향상이 비교 집단

보다 우월하다는 것을 보여주고 있다(평균의 차이 : 6.7~10.0, p<0.20).

<표 5> 성적 향상 비교(5월과의 차이)

성취도 검사	집 단	N	M	SD	t	p
7 월	실험집단	44	6.77	12.94	1.44	0.15
	비교집단	42	0.10	26.27		
10월	실험집단	43	0.30	14.74	1.40	0.16
	비교집단	42	-6.38	26.22		
12월	실험집단	43	28.20	17.47	1.79	0.07
	비교집단	42	18.80	28.71		
교육부 학업 성취도	실험집단	43	25.77	18.31	2.63	0.10
	비교집단	42	15.73	15.48		

위의 <표 5>에서 실험 집단의 표준편차가 비교 집단보다 상당히 낮아진 것을 알 수 있다. 이것은 중·상위 수준인 도우미들과 중·하위 수준인 새로미들 사이의 성적 향상에 있어서 실험 집단과 비교 집단에서 차이가 있음을 뜻한다. 이들 그룹간의 성적 향상에 대하여 t-검증을 해 보았더니, 7월에는 실험 집단과 비교 집단에서 도우미 및 새로미의 성적이 거의 같이 향상되었고, 10월에는 <표 6>에서 보는 바와 같이 새로미의 경우에 실험 집단에서의 성적이 더 많이 향상되어 있음을 알 수 있다(평균 차이: 10.34 p=0.13) 12월에는 도우미의 경우는 실험 집단과 비교 집단의 성적 향상이 거의 같았지만, 새로미의 경우는 실험 집단과 비교 집단의 성적 향상이 통계적으로 의미있는 차이를 보였다 (<표 7>, p<0.05).

<표 6> 성적차 비교(10월과 5월)

역 할	집 단	N	M	SD	t	p
도우미	실험집단	23	0.52	17.53	0.52	0.63
	비교집단	22	-3.10	27.27		
새로미	실험집단	20	0.50	11.13	1.56	0.13
	비교집단	20	-9.84	25.34		

<표 7> 성적차 비교(12월과 5월)

역 할	집 단	N	M	SD	t	p
도우미	실험집단	23	20.65	17.62	0.16	0.87
	비교집단	22	19.65	24.02		
새로미	실험집단	20	36.90	12.90	20.3	0.02*
	비교집단	20	17.95	33.23		

생활 주변의 자료를 학습 교재로 활용한 전략적 문제제기 협력 학습이 수학에 대한 정의적 특성에 어떤 변화를 가져왔는지, 실험 수업을 실시한 후 사전 검사와 같은 진단 검사 문제지로 사후 검사를 하여 t-검증으로 분석한 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> 정의적 특성 검사 비교

내용	구 분	N	M	SD	t	p
흥미	실험집단	43	65.55	6.37	6.40	0.01*
	비교집단	42	51.80	9.64		
태도	실험집단	43	68.02	12.70	10.56	0.02*
	비교집단	42	64.42	8.41		
자아 개념	실험집단	43	57.23	6.87	0.46	0.49
	비교집단	42	56.97	7.36		
습관	실험집단	43	68.90	9.31	9.40	0.03*
	비교집단	42	60.57	5.46		

위의 표를 보면 실시 이후 학습 흥미, 학습 태도, 자아 개념, 학습 습관의 4가지 영역에서 자아 개념을 제외한 3가지 영역은 실험 집단과 비교 집단 사이에 유의수준 5% 수준에서 통계적으로 의미 있는 차를 보이고 있다. 실험 집단과 비교 집단 사이에 자아 개념에서 차이가 없는 것은 짧은 기간에는 자아 개념에는 큰 영향을 주지 못하기 때문일 것이다. 특히 학습 흥미(실험 집단: 65.55, 비교 집단: 51.80)에서는 실험 집단의 평균이 높게 나타났다. 따라서 문제제기를 강조한 수업이 학습자로 하여금 수학에 대한 긍정적인 정의적 특성을 갖게 하는데 많은 도움을 줄 수 있다는 것을 알 수 있다.

실험 집단과 비교 집단의 수학에 대한 정의

적 특성을 그룹별로 나누어 t-검증으로 분석한 결과는 <표 9>~<표 10>와 같다.

<표 9> 정의적 특성 검사 비교(도우미)

구 분	N	M	SD	t	p	
흥미	실험집단	23	66.78	6.16	3.18	0.82
	비교집단	21	53.95	8.80		
태도	실험집단	23	68.47	12.22	2.99	0.91
	비교집단	21	66.38	9.50		
자아 개념	실험집단	23	58.73	6.31	1.15	0.29
	비교집단	21	57.19	7.83		
습관	실험집단	23	67.82	1.82	6.04	0.18
	비교집단	21	60.90	5.86		

<표 10> 정의적 특성 검사 비교(새로미)

구 분	N	M	SD	t	p	
흥미	실험집단	20	64.15	6.46	2.43	0.12
	비교집단	21	49.66	10.18		
태도	실험집단	20	67.50	13.53	10.11	0.03*
	비교집단	21	62.47	6.83		
자아 개념	실험집단	20	55.50	7.22	0.02	0.86
	비교집단	21	56.76	7.03		
습관	실험집단	20	70.15	7.98	3.53	0.68
	비교집단	21	60.23	5.14		

<표 11> 실험 집단의 정의적 특성 변화 비교

구 분	N	M	SD	t	p	
흥미	실시이전	43	49.90	8.13	1.99	0.04*
	실시이후	43	65.55	6.37		
태도	실시이전	43	64.76	8.94	0.84	0.03*
	실시이후	43	76.20	6.97		
자아 개념	실시이전	43	56.83	7.60	0.93	0.33
	실시이후	43	57.23	6.87		
습관	실시이전	43	60.60	5.62	0.002	0.05
	실시이후	43	72.00	5.35		

다음에는 문제제기 과정을 적용한 전략적 문제 해결 학습을 실시한 학급이 실시 이전·이후에 정의적 특성의 변화가 있는가를 검증하였다. 실험 집단의 실시 이전·이후에 실시한 정의적 특성 검사에서 산출된 평균과 표준편차를 가지고 t-검정으로 분석한 결과는 <표 11>과 같다.

<표 11>에서 실험 집단은 실시 이전 보다 실시 이후에 학습 흥미, 태도면에서 긍정적으로 변화하여 통계적으로 의미 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

<표 12> 도우미의 정의적 특성 변화 비교

구 분		N	M	SD	t	p
도우미	흥미 실시이전	24	50.83	8.66	2.09	0.01*
	흥미 실시이후	24	66.83	6.03		
	태도 실시이전	24	65.75	10.55	2.43	0.05
	태도 실시이후	24	78.29	6.55		
	자아 실시이전	24	57.16	5.42	0.18	0.66
	자아 실시이후	24	59.04	6.35		
습관 실시이전	24	59.91	5.90	0.004	0.05*	
습관 실시이후	24	72.58	5.77			

<표 13> 새로미의 정의적 특성 변화 비교

구 분		N	M	SD	t	p
새로미	흥미 실시이전	21	49.52	7.63	0.34	0.05*
	흥미 실시이후	19	63.94	6.57		
	태도 실시이전	21	63.52	6.43	0.00	0.05*
	태도 실시이후	19	73.57	6.73		
	자아 실시이전	21	56.85	6.98	3.03	0.09*
	자아 실시이후	19	54.94	9.84		
습관 실시이전	21	61.47	5.28	0.01	0.05*	
습관 실시이후	19	71.26	4.82			

<표 12> ~ <표 13>에 의하면, 도우미는 정의적 특성이 모두 긍정적으로 변화하였으며, 특히 학습 흥미와 학습 습관에서 통계적으로 의미 있는 차이를 나타냈고, 새로미는 정의적 특성에서

모두 통계적으로 의미 있는 차이를 나타내고 있는데, 학습 흥미, 학습 태도, 학습 습관은 긍정적으로 변화 하였지만, 자아개념은 부정적으로 변화한 것을 알 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 중학교 2학년 학생들을 대상으로 문제제기 과정을 적용한 문제 해결 학습이 수학과 학업 성취 및 정의적 특성에 미치는 효과를 검증하기 위하여 시도한 것으로, 생활 주변의 자료를 학습 자료화하여 문제제기 과정을 적용시킴으로써 수학과 학업 성취도를 높이고, 수학에 대한 태도를 긍정적으로 변화시키고자 하는 노력의 일환으로 실시한 것이다. 본 연구에서 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 생활 주변의 자료를 학습 자료화하여 전략적 문제제기를 적용한 문제 해결 학습을 실시한 결과, 수학과 학업 성취도에서는 통계적으로 의미 있는 차이를 보이지 않았지만, 실험 집단은 비교 집단보다 성적이 많이 향상되었다.

둘째, 문제제기의 과정에서 도우미와 새로미의 역할을 분담한 협력 학습을 전개하였더니, 도우미와 새로미 간에 활발한 발문과 질문으로 적극적인 사고 활동이 이루어졌으며, 이 학습 방법은 특히 새로미의 학업 성취 효과면에서 통계적으로 의미 있는 향상을 보였다.

셋째, 생활 주변에서 얻어진 학습 자료를 활용한 협력 학습을 실시한 결과, 현실적이고 흥미 있는 학습 경험이 이루어져서, 실험 집단의 수학 교과에 대한 정의적 특성이 비교 집단보다 긍정적인 것으로 나타났다. 특히 실험 집단의 새로미의 경우는 실험 실시 이전과 비교했을 때, 학습 흥미, 학습 태도, 학습 습관이 긍정적으로 향상되어 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

이상의 결과에서, 생활 주변 자료를 활용한 문제제기 학습을 실시 한 결과 실험 집단에서

는 비교 집단보다 성적이 향상되었음을 알 수 있었고, 특히 중·하위 수준인 새로미에게는 그 효과가 크다는 것을 알 수 있었다. 또한 협력 학습을 통한 개개인의 적극적인 참여로 수업이 활발하고 흥미롭게 진행되어 정의적 특성이 변화 됨을 알 수 있었다.

본 연구를 진행함에 있어서, 지정된 한 학교의 한 학급만을 실험 대상으로 삼았으며, 실험을 실시한 기간이 짧았고, 지도해야 할 교과 내용은 많고 시간은 적었기 때문에, 본 연구를 충분히 수행하기에는 어려움이 있었음을 밝혀 둔다. 그러나, 생활 주변의 자료를 학습 자료로 활용하는 수업을 진행하면서 학생들의 동기 유발을 쉽게 할 수 있었고, 협력 학습을 진행하면서 도우미는 보다 명확하게 개념을 이해할 수 있으며, 새로미는 그동안 미진했던 개념을 정확히 하고 자신감도 가질 수 있었으므로, 이 수업 방식을 꾸준히 계속하면 본 연구보다 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 또한 학생들 스스로가 문제를 만드는 과정에서, 각자의 아이디어가 채택되어 개인의 의사가 존중되며, 틀린 문제를 바르게 수정해 나가는 과정에서 잘못된 개념을 바로잡을 수 있으므로, 이러한 문제제기를 적용한 수업을 저학년부터, 쉬운 내용부터 적용해 간다면, 고학년으로 올라 갈수록 그 효과는 커질 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 강문봉·박교식·류희찬 (1992). 수학 문제 해결 전략의 상세화 및 계열화, 한국교육 Vol. 18, 85-102.
- 강육기·정은실·박교식·강문봉 (1989). 수학적 사고력 신장 프로그램 개발을 위한 방안 탐색, 한국교육개발원.
- 대천 교육청 (1994). 창의력 이론과 실제.
- 박성택 (1992). 새로운 문제 해결의 지도, 제 10회 수학 교육학 세미나, 대한 수학 교육 학회, 71-84.
- 박영배 (1991). 문제 만들기 활용을 통한 발전적 사고의지도, 제8회 수학교육학 세미나, 대한수학교육학회, 1-15.
- 성수여중 (1987). 수학적 사고력 신장을 위한 문제 해결 학습 지도에 관한 연구, 교육부 연구 보고서.
- 신재호·임선화 (1984). 수업의 질을 높이기 위한 새 수업 방안 연구, 한국 교육 개발원.
- 양인환 (1990). 산수와 문제 해결의 Strategy에 대하여, 한국수학교육학회지 수학교육, 제 29권 제 1호, 7-16.
- 이옥경 (1995). 문제 제기 과정을 통한 문제 해결 지도가 수학 학습에 미치는 영향에 관한 연구, 이화여자대학교 교육 대학원 석사 학위 논문.
- 이종희 (1994). 수학적 사고 능력 개발과 대학 입시적용에 관한 방안 모색, 미래 사회에 대비하는 교과 교육, 교과 교육 심포지엄, 41-68.
- 이형진 (1990). 소집단 탐구 학습에 의한 수학과 문제 해결력 신장, 한국 교육 연합회.
- 임문규 (1992). 수학 교육에서의 문제 설정과 문제 해결의 관련에 관한 연구, 1992년도 대한수학교육학회 춘계 수학교육학연구발표대회 논문집, 13-22.
- 정은실 (1993). 문제 제기에 대한 고찰, 대한수학교육학회 논문집 제 3권, 제 2호, 37-46.
- 홍정희·송순희 (1995). 수학적 모델링을 활용한 수학 탐구 수업의 효과. 한국수학교육학회지 수학교육. 제 34권, 제 1호, 83-96.
- Polya, G. (1957). How to Solve It?, 2nd ed, (우정호역, 어떻게 문제를 풀 것인가, 천재교육, 1989).