

전략적 문제 제기를 적용한 문제 해결 학습이 수학과 학업 성취에 미치는 효과

한옥동(청라중학교)
박혜숙(서원대학교)

I. 서론

6차 교육과정이 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.

평가 위주, 암기 위주의 완성된 지식을 전달하는 형태의 수업이 이루어져 왔던 현행 교육 실태에 대한 반성을 토대로, 수학 교육 목표를 수학의 기초적인 지식을 가지게 하고, 수학적으로 사고하는 능력을 기르게 하여, 이를 적용한 합리적 문제 해결을 할 수 있도록 정했다(교육부, 1992).

수학은 다른 교과목보다도 수리력과 논리적인 탐구력을 많이 요구하는 과목이므로, 탐구 학습등을 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.

오늘날 수학 교육에서 교수-학습의 큰 문제점은 문제 풀이를 중심으로 단순화되고, 해결 방법의 다양성이 경시된 채로 교과서나 참고서 중심으로 교사 위주의 교수-학습이 행하여진다는 데에 있다. 그 결과 학생들은 수학 교과에 대한 흥미와 관심을 잃었던 것이다(임문규, 1992).

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.

주어진 수학 문제나 수학적 문제 상황을 해결하는데 관련된 일련의 지적 능력을 문제 해결력이라 하며, 어떤 상황에서 새로운 문제를 만들어 내거나 주어진 문제를 다르게 구성 또는 재진술 하는 것을 문제 제기라 하는데, 이 분야에 대한 연구가 뒤늦게 시작된 관계로 체계적인 지식 축적이 미흡한 실정이고, 교사들의 문제 해결을 위한 문제 제기에 대한 관심도 매우 낮으며, 관심 있는 교사들일지라도 이에 대한 구체적인 연구와 지식이 축적되어 있지 못하기 때문에 교육 현장에서 효과적으로 실천에 옮기지 못하고 있는 실정이다.

주어진 문제를 해결하는 데는 기지의 지식만으로는 어려울 때가 많다. 그래서 Charles와 Lester는 문제 해결의 과정에 영향을 주는 3 가지 요인, 즉 인지적 요인(기억력, 사고력 등), 경험적 요인(연령, 수학적 소양, 경험 등), 정의적 요인(인내심, 흥미, 태도 등)들이 충분히 해결되어야만 성공적인 문제 해결을 할 수 있다고 주장했다(박성택, 1992). 따라서 학생들의 경험을 토대로 하여 실제 상황을 수학적으로 표현하고, 또 수학을 실제 상황에 적용해 보도록 유도하는 활동적인 수업을 실시하면, 학생들로 하여금 수학이 일상 생활을 기반으로 하여 생겨난 것임을 재인식시켜서 수학에 대한 거리감을 줄이고, 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 성취에 미치는 효과를 알아보기로 한다.

II. 이론적 배경

1. 문제 해결과 문제 제기

그 동안 학교 수학에서 강조되는 내용을 살펴보면 개념이나 기능에 한정되어 있었고, 개념과 기능만을 지도하면 학생들이 필요한 경우에 적절하게 사용할 것이라고 믿고 있었다. 그러나, 사회생활에서 학교로부터 배운 내용을 직접적으로 활용하는 것은

회박할 뿐 아니라 그런 환경이 발생하더라도 지식이나 기능만으로는 부족하다.

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.

우정호(1985)는 “수학적인 내용이 진정한 의미를 갖고, 사고 양식이 학생들의 정신 속에서 생존 발달해 갈 수 있도록 하기 위해서는 문제 해결력을 지도해야 한다”고 주장하고 있다. 교사가 학생들의 문제 해결력을 신장시켜 주기 위해서는 구체적인 문제 해결 전략과 일반적인 문제 해결 전략을 지도해야 한다(강문봉, 박교식, 류희찬, 1991). 전략(strategy)이란 문제 해결에 도움이 되는 일반적인 절차나 해결 발견의 실마리를 얻도록 하는 방법을 뜻하는 것으로(박성택, 1992), Polya에 의하면, 구체적인 문제 해결 전략이란 어떤 특정한 문제가 제시되었을 때 그 문제를 해결하기 위해 필요한 구체적인 방법이란 뜻이며, 일반적인 문제 해결 전략이란 어떤 특정한 문제를 해결하기 위한 것이기 보다는 어떤 문제가 제시되든지 모든 문제에 공통적으로 시도해 볼 수 있는 해결 방안이란 뜻이다. 이 문제 해결의 전략은 학자마다 무엇을 강조하느냐에 따라 조금씩 달라지는데, 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). Brown과 Walter는 문제 제기에 대한 여러 논문을 발표하였으며, 1990년에는 15년간 발표한 논문들을 엮어서 “문제 제기의 기술(The Art of Problem Posing)”이라는 책을 출판하여 많은 이론들을 수록하였다.

문제를 해결하는 활동에서 문제 제기는 두 가지 다른 활동으로 관련을 갖고 있다.

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. 즉, 문제를 해결하려고 계획을 세우며 시도하는 과정에서 문제를 제기하여 원래의 문제를 더 잘 이해할 수도 있고, 그 문제에 대한 새로운 이해를 위하여 거꾸로 되돌아가서 작업 중인 문제와 관련된 새로운 문제를 만들어 낼 수도 있다. 이렇게 하여 학생들에게 문제 해결의 기능만을 습득시키기보다는 문제 해결 상황을 조성해 주고 문제 해결 태도를 길러 주어야 한다.

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 자기 주위의 가까운 것에 대하여 생각할 것.
- ⑥ 자기가 생각한 것은 모두 기록하든지 발표할 것.
- ⑦ 새롭고 발전적인 문제를 만들려고 노력할 것.
- ⑧ 상황 및 속성과 숫자 등을 변경하고 역으로도 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 단원 및 타 교과와 연결지어 생각해 볼 것.

따라서 여러 가지의 문제 제기 전략이 가능하지만 새로운 문제를 만든다는 점에서 뿐아니라 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 ② 내적 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).

문제 해결자는 주어진 문제를 풀기 위하여 우선 어떤 구체적인 전략을 선택할 것인가를 결정할 수 있어야 하며, 또 선택된 전략을 사용할 수 있어야 한다(신현성, 1991). 이것이 순조롭게 이루어지기 위해서는 결국 구체적인 전략들에 대한 충분한 지식을 갖고 있어야 하며 구체적 전략을 적절히 선택할 수 있는 식견, 즉 일반적인 전략에 대한 지식도 갖고 있어야 한다. 따라서 문제 해결의 지도에서는 이 두 가지 종류의 전략들에 대한 지식을 모두 갖추어 줄 수 있도록 해야 한다.

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, 개인적인 능력에 따라 이 10가지 관점에서 구성한 문제 제기, 문제 이해, 계획 수립, 계획 실행, 반성의 5단계를 적용하였다.

3. 수업 환경 변화

교사는 학교에서 수학이 지도되고 학습되는 방법을 변화시키는 데 있어서 주체가 되어야 하며, 또 학생들이 스스로 학습하도록 자극을 주어야 한다. 학생들은 새로운 정보와 경험에 능동적으로 동화하고, 수학에 대하여 스스로 이해를 구성할 때에만 수학을 잘 학습하기 때문이다. 학생들이 집단별로 학습하고, 토론에 참여하며, 발표하고, 또 다른 식으로 자신의 학습에 책임을 질 때 학습이 가장 쉽게 일어난다. 학습에 대한 이러한 관점은 Everybody Counts에 요약되어 있다(National Research Council, 1989, pp58-59).

현재 이용되고 있는 수업 방법을 학생들이 유능해지도록 수학을 지도하는 방법으로 변화하는 데 필요한 수학 수업 환경은 다음과 같은 방향으로 변화시킬 필요가 있다.

① 수학적 공동체로서의 학급을 지향하고, 단순히 개인의 집합체로서의 학급에서 탈피한다.

② 입증으로 논리와 수학적 증거를 지향하고 교사를 정답에 대한 유일한 권위로 여기는 것을 탈피한다.

③ 수학적 추론을 지향하고 절차를 단순히 암기하는 것을 탈피한다.

④ 추측하기, 발명하기, 문제 해결을 지향하고 기계적인 해답 찾기를 강조하는 것을 탈피한다.

⑤ 수학과 아이디어, 적용 등을 관련짓는 것을 지향하고 수학을 개념과 절차의 고립된 체계로 보는 것을 탈피한다.

4. 용어의 정의

① 협력 학습 : 성적에 기초를 두어 서로를 인정하면서 학생들이 자신뿐만 아니라 서로 서로의 학습을 극대화하기 위하여 소집단으로 함께 공부하는 것을 의미한다.

② 문제제기자와 문제해결자 : 본 논문에서는 상위 그룹 학생 중에서 문제를 만들고 변형해 보면서 가르치는 학생을 문제제기자라 하며, 문제를 질문하고 배우는 대상을 문제해결자로 정의 한다. 본 연구의 진행과정에서 문제제기자를 “도우미”, 문제해결자는 “새로미”라고 지칭하여 수업을 진행하였으므로, 본 논문에서도 도우미, 새로미라는 용어를 쓰기로 한다.(실제 수업에서는 문제제기자, 문제해결자라는 용어를 사용하는 것보다 학생들에게 좀더 친숙하고 부르기 쉬운 용어로 변형하여 사용하였다. 도우미와 새로미라는 명칭은 교사와 학생들이 자유롭게 변형할 수 있다.)

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.

5. 선행 연구의 고찰

문제 해결과 문제 제기와 관련된 선행 연구를 살펴보면, 교육부 지정 연구 학교이었던 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, 수학적인 문제 해결력이 신장되었고, 상하 집단간의 문제 해결력의 차가 감소되었으며 학습 흥미 유발에 효과적이었음을 보여 주었다. 정은실(1993)은 문제 제기의 의미와 문제 해결과 관련한 문제 제기의 중요성을 강조하여 문제 제기를 두 단계 즉, 수용과 도전으로 나누어 설명하였다. 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(1994)은 문제 제기를 강조한 수업은 학습자로 하여금 수학에 대한 흥미, 긍정적인 태도, 학업 성취에 큰 도움을 줄 수 있음을 보여 주었다.

Ⅲ 연구의 방법 및 실행

1. 연구의 대상

본 연구는 충남 보령시의 C 중학교 2학년 학생 두 반을 대상으로 실시하였는데, A반은 실험 집단으로 하고 B반을 비교 집단으로 하였다. 5월 중간고사 성적을 사전 집단 검사로 하여 t-검증을 한 결과, 실험 집단과 비교 집단은 동질 집단임이 확인되었다(<표 1> ~ <표 2> 참고, $p>0.05$).

<표 1> 실험 집단과 비교 집단의 인원 구성

연구 집단	학년, 반	성별	인원	응시 인원	비 고
실험 집단	2학년 A반	남, 여	44	44	남(23), 여(21)
통제 집단	2학년 B반	남, 여	43	42	남(22), 여(21) (운동선수 결시)

<표 2> 5월 중간고사 검사 결과

집 단	N	M	SD	t	p
실험 집단	44	33.1136	25.244	- 1.20	0.235
비교 집단	42	40.0714	28.673		

2. 연구 방법 및 내용

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

【방법 1】 생활 주변의 소재를 학습 자료로 제작·활용한다.

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

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

학습을 한다.

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. 도우미와 새로미는 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 집단이라는 것이 확인되었다(<표 3>, $p>0.05$).

<표 3> 실험 집단과 비교 집단의 도우미 및 새로미의 성적 비교

역 할	집 단	N	M	SD	t	p
도우미	실험 집단	23	50.1304	21.793	- 0.60	0.554
	비교 집단	20	54.3500	24.545		
새로미	실험 집단	20	13.4500	11.601	- 1.90	0.067
	비교 집단	21	24.3810	23.540		

이 연구의 실험은 1996년 6월 1일부터 1997년 2월 20일까지 주당 4 시간씩 걸쳐서 실시하며, 수업 시간 운영 계획은 <표 4>와 같이 실시한다.

<표 4> 수업 시간 운영 계획

구 분	시 간 운 영	수 업 내 용	
실험 집 단	주당 4 시간	2 시간	• 자료 수집, 문제 제기에 적용 및 과제 제출
		1 시간	• 문제 해결 학습, 발표
		1 시간	• 결과에 대한 분석, 반성
비 교 집 단	주당 4 시간	• 전통적 수업 방법	

3. 연구의 실행

(1) 【방법 1】의 실행

【방법 1】 생활 주변의 소재를 학습 자료로 제작·활용한다.

1) 학습 교구의 수집, 제작 : 생활 주변의 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, T.V., 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 충분히 제작하였다.

(2) 【방법 2】의 실행

【방법 2】 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 사용되어질 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 예비 검사를 실시하여 실시 결과에 따라 난이도 조정 및 학년에 맞게 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 5>와 같다.

<표 5> 전략적 문항 수

문제 형태	그림 그리기	패턴 찾기	표 만들기	시행 착오	거꾸로 풀기	식 세우기	실험 실제 해보기	관점 바꾸기	추론 하기	단순화 하기	계
문항 수	4	4	4	2	4	4	2	2	2	2	30
자료활용 여부	○	○	○	○	X	○	○	○	X	○	

3) 수업 전개 절차

① 교과서 문제의 설정 및 해결 : 교과서의 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 문제 제기 : 도우미와 새로미가 한 조가 되어 교과서 문제에 진술된 속성들을 적어 보고, 그 속성에 대한 “What-If-Not” 전략을 사용하여 문제를 만든다. 도우미와 새로미가 토의 과정 속에서 적절한 학습 자료를 첨가하거나 필요 없는 숫자나 조건을 제거하여 더 쉬운 문제에서 어려운 문제로 다양한 문제를 만들 수 있도록 하고, 새로미의 반응을 미리 생각하여 발문의 유형을 몇 가지 준비한다. 이때에는 구체적이고 세밀한 발문을 해야 하며, 새로미가 문제 제기를 하지 못하면 새로미가 알기 쉽게 질문한다거나, 예시 또는 도움말을 주어서 새로미들이 흥미를 갖고 다양한 문제를 만들 수 있도록 지도해야 할 것이다.

③ 문제의 발표 및 분류·정리 : 각 조의 도우미가 만든 문제를 전체 학급 학생들 앞에서 새로미가 발표하게 한 다음, 그것들을 교과 문제와 대비시켜 분류·정리시키고, 전체 토론을 통하여 구성원 모두의 의사가 반영된 문제들로 만든다. 각각의 학생들이 그 사고 능력에 따라 만든 모든 문제가 가치 있음을 알려줌으로써 “수학을 하는” 의욕과 태도를 증진 시켜 준다. 특히, 문제를 만들게 된 아이디어를 새로미가 발표하도록 하여 자신감을 심어 주고, 부족한 부분은 도우미가 보충 설명한다.

④ 문제의 해결 : 다양한 문제 가운데 전체 학생들이 함께 해결할 문제를 골라 도우미와 새로미들이 해결할 수 있도록 하고, 잘못된 문제도 채택하여 무엇이 잘못되었는지를 학생들과 함께 생각한다.

(3) 【방법 3】의 실행 계획

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

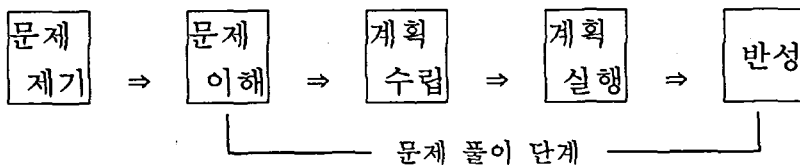
1) 협력 학습의 기본 방향

가. 협력 학습 방향 : 최근에 널리 보급된 협력 학습 방법 중 현장의 학습 단위에 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 교

육하였다.

- ② 신체적인 불편을 고려해서 주 1 회 조 별끼리 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 도와주었다.
 - 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 결합에 대해서 상호 토의를 하게 하여, 적극적으로 동참할 수 있도록 하였다.
 - ⑪ 형성 평가 후 미도달 도우미에게는 반복 학습 과제를 주고, 미도달 새로미에게는 연습 문제를 제시하여, 상호 보완 작용에 역점을 두었다.
 - ⑫ 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? ...

2) 단원별 문제 해결 방법 위한 전략

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

IV. 연구 결과 및 분석

실험 집단에 방법 1·2·3을 중심으로 협력 학습을 전개한 후, 수학과 학업 성취에 미치는 효과를 분석하기 위하여 학교에서의 정기적인 중간고사와 기말고사를 통하여 그 결과를 비교해 보았다(<표 6> 참고).

<표 6> 실험 집단과 비교 집단의 학업 성취도 검사 결과

성취도 검사	집 단	N	M	SD	t	p
7 월	실험 집단	44	39.8864	26.665	0.40	0.693
	비교 집단	42	37.6190	26.440		
10 월	실험 집단	43	33.3721	24.219	- 0.02	0.988
	비교 집단	42	33.4524	24.030		
12 월	실험 집단	43	61.2791	16.177	0.91	0.368
	비교 집단	42	57.4048	22.775		

t-검증 결과 통계적으로 의미 있는 평균의 차이는 보이지 않았지만($p>0.05$), 사전 검사인 5월의 평균(실험 집단 : 33.1136, 비교 집단 : 40.0714)에서는 실험 집단의 평균이 낮았던 것과 비교해 보면, 7월과 12월에는 실험 집단의 평균이 더 높은 것을 알 수 있다. 따라서 실험 집단은 비교 집단보다 성적이 더 많이 향상되었음을 알 수 있다. 다음의 <표 7>에서는 각 성취도 검사와 5월의 사전 검사와의 성적 차이의 평균을 보여 주고 있다. 이 표에서는 비록 통계적으로는 의미있는 차이를 보이지는 않지만($p>0.05$), 각 성취도 검사에서 실험 집단의 성적 향상이 비교 집단보다 우월하다는 것을 보여주고 있다(평균의 차이 : 6.7~10.4, $p<0.20$).

<표 7> 실험 집단과 비교 집단의 성적 향상 비교(5월과 비교)

성취도 검사	집 단	N	M	SD	t	p
7 월	실험 집단	44	6.7727	12.945	1.44	0.156
	비교 집단	42	0.1026	26.279		
10 월	실험 집단	43	0.3023	14.740	1.40	0.166
	비교 집단	39	- 6.3846	26.228		
12 월	실험 집단	43	28.2093	17.472	1.79	0.079
	비교 집단	40	18.8000	28.711		

위의 <표 7>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 집단 간의 성적 향상에 대하여 t-검증을 해 보았더니, 7월에는 실험 집단과 비교 집단에서의 도우미 및 새로미의 성적이 거의 같이 향상되었고, 10월에는 <표 8>에서 보는 바와 같이 통계적으로는 의미있는 차이는 보이지 않았지만($p>0.05$), 새로미의 경우에 실험 집단에서의 성적이 더 많이 향상되어 있음을 알 수 있다(평균 차이 : 10.3421, $p=0.131$). 12월에는 도우미의 경우는 실험 집단과 비교 집단의 성적 향상이 거의 같았지만, 새로미의 경우는 실험 집단과 비교 집단의 성적 향상이 통계적으로 의미있는 차이를 보였다(<표 9>, $p<0.05$).

<표 8> 실험 집단과 비교 집단의 도우미 및 새로미의 성적차 비교(10월과 5월)

역 할	집 단	N	M	SD	t	p
도우미	실험 집단	23	0.5217	17.539	0.52	0.603
	비교 집단	20	- 3.1000	27.278		
새로미	실험 집단	20	0.5000	11.133	1.56	0.131
	비교 집단	19	- 9.8421	25.343		

<표 9> 실험 집단과 비교 집단의 도우미 및 새로미의 성적차 비교(12월과 5월)

역 할	집 단	N	M	SD	t	p
도우미	실험 집단	23	20.6522	17.624	0.16	0.876
	비교 집단	20	19.6500	24.202		
새로미	실험 집단	20	36.9000	12.904	2.38	0.026*
	비교 집단	20	17.9500	33.238		

이상의 결과를 볼 때, 문제 제기 과정을 적용한 문제 해결 학습을 실행한 실험 집단이 비교 집단보다 성적이 더 많이 향상되었음을 알 수 있었고, 특히 도우미와 새로미들이 협력하여 발문과 대답을 할 수 있도록 하는 자율적인 수업 모형으로 진행하였다

니, 새로미의 학업 성취에 많은 변화가 있었음을 알 수 있었다.

< 표 -10 > 실험 집단과 비교 집단의 정의적 특성 검사 비교

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

위의 표를 보면 실시 이후 학습 흥미, 학습 태도, 자아 개념, 학습 습관의 4가지 영역에 자아 개념을 제외한 3가지 영역은 실험 집단과 비교 집단 사이에 유의수준 5% 수준에서 통계적으로 유의 있는 차를 보이고 있다. 실험 집단과 비교 집단 사이에 자아 개념에서 차이가 없는 것은 짧은 기간에는 자아 개념에는 큰 영향을 주지 못하고 있다는 것을 알 수 있다. 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 영역을 갖게 하는데 많은 도움을 줄 수 있다는 것을 알 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 중학교 2학년 학생들을 대상으로 문제제기 과정을 적용한 문제 해결 학습이 수학과 학업 성취에 미치는 효과를 검증하기 위하여 시도한 것으로, 생활 주변의 자료를 학습 자료화하여 문제제기 과정을 적용시킴으로써 수학과 학업 성취도를 높이고자 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 의미있는 차이를 보이지 않았지만, 실험 집단은 비교 집단보다 성적이 많이 향상되었다.

둘째, 문제제기의 과정에서 도우미와 새로미의 역할을 분담한 협력 학습을 전개하였

더니, 도우미와 새로미 간에 활발한 발문과 질문으로 적극적인 사고 활동이 이루어졌으며, 이 학습 방법은 특히 새로미의 학업 성취 효과면에서 통계적으로 의미 있는 향상을 보여주고 정의적 특성이 모두 긍정적으로 변화하였으며, 새로미는 정의적 특성에서 모두 통계적으로 의미있는 차이를 나타내고 있으며, 학습 흥미, 학습 태도, 학습 습관은 긍정적으로 변화 하였지만, 자아개념은 부정적으로 변화한 것을 알 수 있다.

셋째, 생활 주변에서 얻어진 학습 자료를 활용한 협력 학습을 실시한 결과, 현실적이고 흥미있는 학습 경험이 이루어져서, 실험 집단의 수학 교과에 대한 정의적 특성이 비교 집단보다 긍정적인 것으로 나타났다. 특히 실험 집단의 새로미의 경우는 실험 실시 이전과 비교 했을 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 집단에서는 비교 집단보다 성적이 향상되었음을 알 수 있었고, 특히 중·하위 수준인 새로미에게는 그 효과가 크다는 것을 알 수 있었다. 또한 협력 학습을 통한 개인의 적극적인 활동은 수업이 활발하고 흥미롭게 진행되어 정의적 특성이 변화 됨을 알 수 있었다.

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 연구의 결과보다 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, 수학 문제 해결 전략의 상세화 및 계열화, 한국교육 Vol. 18(1992), 85-102.
 강시중, 수학 교육론, 교육 출판사, 1992.

- 강옥기 · 정은실 · 박교식 · 강문봉, 수학적 사고력 신장 프로그램 개발을 위한 방안 탐색, 한국교육개발원, 1989.
- 교육부, 중학교 수학과 교육과정 해설, 교육부 고시 제 1992-11호, 1992.
- _____, 제6차 교육과정, 1994.
- 김호권, 현대 교수 이론, 교육 출판사, 1974.
- 대천 교육청, 창의력 이론과 실제, 1994.
- 박상호 · 김재진, 교육 방법 및 교육 공학, 서울:집문당, 1989.
- 박성택, 새로운 문제 해결의 지도, 제 10회 수학교육학 세미나(1992), 대한수학교육학회, 71-84.
- 박영배, 문제 만들기 활용을 통한 발전적 사고의 지도, 제 8회 수학교육학 세미나(1991), 대한수학교육학회, 1-15.
- 성수여중, 수학적 사고력 신장을 위한 문제 해결 학습 지도에 관한 연구, 교육부 연구 보고서, 1987
- 신현성, 기초 기능의 개념과 구성 방향, 대한수학회 논문집 제 6권(1988), 5-9.
- _____, 수학 교육론, 경문사, 1991.
- 신제호 · 임선화, 수업의 질을 높이기 위한 새 수업 방안 연구, 한국교육개발원, 1984.
- 양인환, 산수과 문제 해결의 Strategy에 대하여, 수학 교육, 제 29권 제 1호(1990), 한국수학교육학회, 7-16.
- 이옥경, 문제 제기 과정을 통한 문제 해결 지도가 수학 학습에 미치는 영향에 관한 연구, 이화여자 대학교 교육 대학원 석사 학위 논문, 1995
- 이종희, 수학적 사고 능력 개발과 대학 입시 적용에 관한 방안 모색, 미래 사회에 대비하는 교과 교육, 교과 교육 심포지엄(1994), 41-68.
- 이형진, 소집단 탐구 학습에 의한 수학과 문제 해결력 신장, 한국교육연합회, 1990.
- 임문규, 수학 교육에서의 문제 설정과 문제 해결의 관련에 관한 연구, 대한수학교육학회 논문집(1992), 13-22.
- 정은실, 문제 제기에 대한 고찰, 대한수학교육학회 논문집 제 3권, 제 2호(1992), 317-331.
- 정지호 · 임문규, 문제 설정의 교수-학습에 관하여, 한국수학교육학회 논문집 제 31권, 제 3 호(1992), 55-62.
- 홍정희 · 송순희, 수학적 모델링을 활용한 수학 탐구 수업의 효과. 수학 교육. 제 34

권. 제 1호 (1995), 한국수학교육학회, 83-96.

Polya, G., *How to Solve It?*, 2nd ed., 1957 (우정호 역, *어떻게 문제를 풀 것인가*, 천재교육, 1989).