

중학생을 대상으로 한 수학적 의사소통의 지도 효과에 관한 연구

김 선 희* · 이 중 희**

1. 서 론

A. 연구의 필요성 및 목적

수학적으로 의사소통하는 능력은 NCTM (1989)의 Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics에서 강조된 이후 최근 수학 교육에서 많은 관심을 보이고 있다. 우리 나라에서도 의사소통의 중요성과 그 평가에 대한 필요성이 논의되었는데, 김용익(1995)은 수학적 의사소통의 중요성을 역설하고 의사소통의 유형과 지도방법의 예를 설명하였으며, 전평국(1994)은 수학학습의 평가에 의사소통 능력을 포함시켜야 한다고 하였다(안영옥, 1996, 재인용).

수학수업에서 학생들은 누구나 수학적 아이디어를 다른 사람이 이해할 수 있도록 표현하고 그것을 이해하는 능력을 배우고, 교사는 의사소통을 가르쳐야 함과 동시에 모델의 역할을 할 수 있어야 한다. 사회적 동물인 인간은 의사소통을 통해 정보와 감정을 전달하고 받아들인다. 이것은 수학을 가르치고 배우는 상황에서도 예외일 수 없다. 교사가 설명을 하고 학생이 질문하는 전통의 수업에서나 학생들끼리 토론하고 도움을 주고 받는 협동학습에서나 진정한 의사소통이 이루어지지 않는다면 학습이 올바르게 이루어질 수 없다. 본 연구는 의사

소통의 여러 형태 중 가장 일반적으로 이루어지고 있는 형태인 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기를 중학교 1학년 학생들의 수학학습에서 수학일기, 수학펜팔, 협동학습의 방법으로 경험했을 때 학업 성취 면에서의 효과를 알아보고자 한다.

수학은 글을 쓰는 것과 무관해 보이지만 수학을 쓰기에 연결하는 것은 많은 장점을 갖고 있다. 쓰기를 통해 교사들은 학생들의 학습 내용을 분석하고 평가할 수 있으며, 학생들의 인지적, 정의적 내면 세계를 볼 수 있다. 또, 수학에 대한 글쓰기에 관심이 집중되면서 교과서를 읽는 것뿐만 아니라 수업시간에 글을 교환하여 읽는 활동은 일상생활에 수학을 적절히 응용하고 정의적인 면을 드러낸다는 점에서 중요하게 다루어질 필요가 있다. 말로 아이디어를 표현하도록 하기 위해서 학생들은 소그룹에서 협동으로 문제를 풀고, 서로의 생각을 토론하며, 문제를 푸는 방법이나 아이디어, 느낌 등을 나누는 활동이 필요하다. 이와 같은 토론 활동을 통해 학생들은 자신의 생각과 느낌을 말하고, 다른 사람의 의견을 듣고 이해하며, 자신의 생각을 수정하는 과정을 거치게 된다.

수학펜팔과 수학일기, 협동학습은 수학적 의사소통을 배우는 방법으로 이 연구에서 사용되고 있다. 그러나 이것들이 정말로 의사소통의 지도 방법으로서 의미가 있는지 확인해 볼

* 용곡중학교

** 이화여자대학교

필요가 있으며, 이를 위해 본 연구에서는 학생들의 수학펜팔과 프로토콜을 분석하고 의사소통의 평가 기준에 의한 개방형(open-ended) 문제의 평가를 시행한다.

B. 연구 문제

1. 수학적 의사소통 지도를 받은 학급과 일제학습을 받은 학급간에 학업 성취도에 있어서 차이가 있는가? 또, 수학적 의사소통 지도를 받은 상위, 하위 학급과 일제학습을 받은 상위, 하위 학급간에 학업 성취도에 있어서 차이가 있는가?

2. 수학일기, 수학펜팔과 협동학습이 수학적 의사소통의 지도 방법으로서 의미가 있는가?

C. 연구의 제한점

본 연구에서는 다음과 같은 제한점이 있다.

1. 본 연구의 표본은 서울시 Y중학교 1학년 4개 학급만을 대상으로 하였기에 연구 결과의 일반화에 한계가 있다.

2. 12주 가량의 실험기간으로 학업성취의 변화를 보기에는 부족하다.

3. 말하기, 듣기, 읽기, 쓰기의 수학적 의사소통 방법으로 협동학습, 수학펜팔, 수학일기를 시행하였으나 결과의 분석에서 읽기 능력은 포함되지 않았고 듣기 능력도 프로토콜 분석에서 듣는 태도에만 한정되었다.

II. 이론적 배경

A. 수학적 의사소통

수학적 의사소통은 학생들 간에 그리고 학

생 자신과, 교사와 학생간에 수학에 관한 생각, 아이디어, 신념, 전략, 태도, 느낌 등을 교환하기 위해 읽고, 쓰고 아이디어를 토론하는 활동 또는 과정이다. Rowan등(1990)은 수학학습에 있어서의 의사소통의 기능들을 다음과 같이 요약하고 있다:

- 1) 의사소통은 수학의 이해를 증진시키도록 돕는다.
- 2) 의사소통은 수학의 이해를 확립하도록 돕는다.
- 3) 의사소통은 학생들에게 학습자로서의 권한을 줄 수 있다.
- 4) 의사소통은 학습에 편안한 환경을 조성한다.
- 5) 의사소통을 통하여 교사는 학생들의 사고에 관한 정보를 얻을 수 있다.

B. 의사소통의 형태

의사소통의 형태로 쓰기, 읽기, 말하기, 듣기는 아이디어를 명확히 하고 다른 사람들과 공유할 기회를 제공한다. 쓰기는 모든 학생들이 활동에 참여할 수 있게 하는 교수 전략으로 다른 사람에게 자신의 수학적 사고를 형식을 갖춘 글로써 나타내는 것이며, 동료의 글을 읽는 것은 학생들에게 수학을 이해하는 방법을 배우고 사고의 반성과 새로운 시도를 하게 하는 기회를 제공한다. 학생들은 동료와의 대화(즉, 말하고 듣기)를 통해 지식을 구성하고 다른 사람의 수학적 아이디어를 배우고 자신의 사고를 명확히 할 수 있으며, 이 과정에서 듣기는 다른 사람의 생각을 자신과 통합하여 의견을 말하도록 자극하며 논쟁의 초점을 다시 바라보게 하는 기능이 있다(Hoyles,1985).

C. 쓰기(writing)

수학교실에서 사용할 수 있는 쓰기는 요약하기, 보고서, 에세이, 노트필기 형식의 형식적인 글과 자신의 생각을 자유롭게 표현할 수 있는 자유롭게 쓰기(free-writing), 일지(journal), 편지, 자서전 쓰기 등의 비형식적인 글이 있다.

수학적으로 의사소통하는 것의 학습은 진정으로 의사소통이 필요한 상황에서 가장 잘 이루어짐을 인식할 때(NCTM, 1989), 학생들이 수학에 대한 느낌, 문제를 푸는 방법, 충고 등의 내용을 동료와 편지로 의사소통하는 경험을 교사는 고려해 보아야 할 것이다. 본 연구에서는 읽고 쓰기의 의사소통 방법으로 수학펜팔을 시행한다.

Miller(1992)는 즉흥적인 글쓰기의 자극함으로써 교사는 수학의 이해에 대한 정보와 수 방법의 변화 등 몇 가지 이득을 얻게 된다고 하였다. 쓰기의 효과는 다음과 같이 종합해 볼 수 있다(Azzolino, 1990; Borasi와 Rose, 1989; Rose, 1989).

D. 의사소통의 평가

의사소통은 수학의 학습과 이해에 필수적이기 때문에 수학적 의사소통의 평가는 전통적인 수학적취도 평가 이외에 중요한 부분으로 다루어져야 한다. 다음은 본 연구에 사용된 의사소통 평가방법이다.

(1) QUASAR 인지 평가 도구(QCAI)

QUASAR(Quantitative Understanding: Amplifying Student Achievement and Reasoning)에서 만든 인지 평가 도구(QCAI)는 의사소통을 평가할 수 있는 개방형(open-ended) 문제를 평가하는 기준을 제시하고 있다(Cai 등, 1996a, 1996b). 표 2의 평가기준은 본 연구에서 수학펜팔의 분석과 개방형 문제의 평가에 사용된다.

<표 1> 쓰기의 효과

	학생이 글을 씀으로써	교사가 글을 읽음으로써
인지적인 면	<ul style="list-style-type: none"> 개념을 형식화하고 해석하며 명확히 한다 스스로 수학을 만들고 발견할 기회를 얻는다 학습 내용을 생각하고 검토할 수 있다 수학적 과정, 알고리즘, 개념을 기록하여 남긴다 교과서를 읽고 요약하고 평가할 수 있다 	<ul style="list-style-type: none"> 학생의 오개념을 진단한다 교수방법을 향상시킨다 연구의 자료를 수집할 수 있다 개별화된 교수를 할 수 있다 학생들의 이해정도를 파악하고 피드백을 얻는다
정의적인 면	<ul style="list-style-type: none"> 수학의 아름다움과 기쁨이나 좌절을 표현하는 매개체를 얻는다 	<ul style="list-style-type: none"> 글을 읽고 피드백을 줌으로써 학생과 개인적인 유대관계를 맺어 친근한 교실 분위기를 만들 수 있다
의사소통의 면	<ul style="list-style-type: none"> 수학을 토론하고 표현할 기회를 얻는다 해석 과정을 설명하고 개인적인 의견을 제시할 수 있다 개념을 내면화하고 자신이 평가할 기회를 얻는다 	<ul style="list-style-type: none"> 학생들의 생각을 읽고, 개념을 글로 설명할 기회를 얻어 글쓰기의 모델이 될 수 있다 학생들에게 관심을 갖고 있다는 것을 보여줄 수 있다

E. 선행연구

NCTM의 기준(1989) 발표 이후 수학적 의사소통의 학습에 많은 관심이 집중되면서, 활발한 연구가 진행되고 있다. 수학적 의사소통 형태에서는 말하기, 듣기, 쓰기, 읽기 중 쓰기와 협동학습을 통한 말하기에 관련된 연구가 가장 활발히 이루어지고 있다.

최인숙(1998)은 일지 쓰기(journal writing)로 증가된 의사소통이 강조된 실험집단이 통제집단과 비교하여 수학 교과와 학업 성취와 정의적 영역인 수학적 태도에서 유의미한 차이가 있음을 확인하였다. 초등학생을 대상으로 한 이 연구에서 최인숙은 인터뷰를 통한 질적 연구방법도 병행하여 의사소통과 수학에 대한 경험을 조사하였다. 그는 일지 쓰기와 나누기(sharing)가 수학의 교수-학습 과정 내에 통합되어야 하며, 일지 쓰기가 수학적 사고의 명료화와 개념의 이해에 도움을 준다고 했다.

Senne-Dibble(1995)은 말과 글의 의사소통 능력을 비교하여 평가 방법을 분석하였다. 그는 4학년 학생들을 토론 그룹과 쓰기 그룹으로 나누어 기하에 관한 똑같은 과제를 주고 말과 글로 수학적 아이디어의 이해를 표현하는 능력을 알아보았다. 그 결과 4학년 학생들은 말로 표현할 때 수학적 이해를 잘 표현한다는 것을 알 수 있었으며, 4학년 학생들에게 말로 표현하는 수학적 의사소통 평가가 평가 방법의 일부로서 이루어져야 한다고 제안하였다.

Vaughn(1994)은 수학적 의사소통 능력에 대한 협동학습의 효과에 관한 연구를 통해 협동학습은 학생들에게 의사소통의 기회를 제공할 수 있으며, 학생들의 의사소통은 연속성

(continuum)을 따라 발전한다는 사실을 확인하였다. 그의 연구에서 9개월간 협동그룹 실험에 참여한 4학년 학생들은 시간이 흐를수록 자신의 생각을 더 잘 표현할 수 있었으며, 수학적 개념을 더 잘 이해하고 다른 사람과 의사소통을 더 잘 할 수 있었다. 협동학습에 참여하는 것을 배울 때 수학적 의사소통이 향상될 수 있었다.

대부분의 선행연구는 수학적 의사소통이 수학학습에 있어 중요하다는 것을 인식하였고, 그 효과와 잠재성에 대하여 인지적, 정의적인 면에서의 평가를 하였으며, 일화와 에피소드를 질적으로 분석하였다. 지금까지의 연구를 검토해 볼 때 연구의 대상은 주로 초등학생들이었으며, 의사소통의 한 형태인 쓰거나 토론을 통한 말하기 한 가지만을 다루어 읽기, 쓰기, 말하기, 듣기의 의사소통 형태를 모두 사용하여 의사소통을 지도한 연구는 거의 없었다.

III. 연구 방법 및 절차

A. 연구 방법의 개요

본 연구는 의사소통의 방법으로 협동학습과 수학일기, 수학펜팔을 시행하였을 때 학업 성취 면에서의 효과와 그 방법들이 의사소통의 지도 방법으로 의미가 있는지를 알아보려는 것이다. 실행을 위해 중 1학생들을 대상으로 수준별 이동수업을 실시하고 있는 실험집단 상, 하 두 학급과 통제집단 상, 하 두 학급¹⁾을 지도하였다. 사전에 실험집단과 통제집단의 학업 성취를 2학기 중간고사로 비교하였다.

1) 실험이 시작되기 1개월 전부터 수학 수업만 수준별 이동수업을 실시하고 있는 실험학교는 모두 13개 반으로 상, 중, 하 세 학급으로 나뉜 9개 반과 상, 하 두 학급으로 나뉜 4개 반이 있는데, 본 연구에서는 이질적인 그룹이 형성되도록 상, 하 두 학급으로 나뉜 4개 반을 연구 대상으로 선택하였다.

실험 기간은 1997년 10월 13일에서 1998년 2월 14일까지 12주간이었다. 실험집단에게는 교과서를 재구성한 프린트를 사용하여 STAD 모형(Slavin, 1995)²⁾의 협동학습 수업을 실시하였고 수업시간마다 수학일기를 쓰게 하였으며, 급우들간에 수학펜팔을 일주일에 한 번씩 교환하였다. 통제집단에게는 실험집단과 똑같은 내용의 프린트로 전통적인 일제 수업을 실시하고 수학펜팔의 과제 대신 배운 내용에 관련된 문제 5개씩을 풀어 오게 하였다.

사후에 기말고사와 2월말 진도에 대한 형성평가를 3:1의 비율로 점수화하여 학업 성취의 변화를 알아보고자 하였고, 개방형(open-ended) 문제의 평가와 실험집단의 수학펜팔, 비디오 촬영결과의 분석을 통하여 협동학습과 수학펜팔, 수학일기의 지도가 수학적 의사소통의 지도방법으로서 의미가 있는지 확인하였다.

B. 연구 대상

본 연구를 위하여 수학 과목에 수준별 이동 수업을 실시하고 있는 서울시의 남녀 공학 Y중학교 1학년 학급 중 4개 학급을 실험집단 상, 하 학급과 통제집단 상, 하 학급으로 선정하였다. 실험집단은 상 학급과 하 학급이 각각 38, 39명으로 78명이고, 통제집단은 상 학급과 하 학급 각각 40, 39명으로 79명이었으나 평가시 결석생이 생겨 자료 비교의 인원수에는 차이가 있었다. 실험집단과 통제집단의 상 학급은 연구자가, 하 학급은 연구자와 같은 대학원 과정에 있는 교사가 지도하였다. 실험에 같이

참여한 교사는 본 연구의 목적과 중요성을 인식하고 있었으며 수업내용과 수학펜팔의 주제, 협동학습을 연구자의 계획대로 진행하였고 실제 지도시 어려운 점들을 함께 의논하였다.

C. 연구의 절차

1. 협동학습의 시행

(1) 협동학습 그룹의 구성

협동학습 그룹은 5명씩 8개의 그룹을 기본으로 구성하였다. 1997학년도 1학기 기말고사로 상, 하 학급이 구성되었고, 이질적인 그룹을 성적의 편차가 지지 않도록 편성하였다. 그룹이 편성된 후 학생들 스스로 그룹의 이름을 정하고 조장을 선출하였다. 협동이 잘 이루어지지 않아 마찰이 있었던 그룹과 전학생이 들어왔던 그룹은 실험 도중 구성원이 조정되었다.

(2) 협동학습의 지도

본 연구에 사용된 협동학습의 모형은 STAD에 기초하여 수학적 의사소통이 증가되도록 만들었다. 학생들은 교과서 읽기와 협동학습 그룹 내의 토론, 그리고 전체 발표에 적극적으로 참여하였다. STAD 모형은 개별평가와 집단 보상을 유인구조로 갖고 있어, 중단원이 끝날 때마다 그룹 구성원들의 도움이 없는 개별 형성평가를 실시하였다. 이 때 얻은 개별 점수에서 이전에 받은 점수를 뺀 값을 개인의 기본 점수로 삼아 그룹의 평균을 구하고, 평소 그룹의 태도를 점수로 더하여 일정 점수 이상을 받은 그룹에게 보상³⁾을 주었다.

수준별 이동 수업의 의미에 맞게 협동학

2) 4-5명의 이질적인 그룹 내에서 구성원들은 교사가 설명한 내용을 완전히 이해하기 위해 서로 돕고 격려하여 학습하며, 그룹 동료의 도움이 없는 개별 평가를 받는다. 이전 평균과 비교하여 향상된 점수에 따라 점수가 계산되며, 이 점수가 팀 점수로 합산되어 가장 높은 팀에게 보상이 주어진다.
3) 대상 학교는 모범적인 학생에게 블루 카드를 주는 제도를 실시하고 있어 보상은 블루카드로 대신하였다. 블루 카드는 모든 교사가 행동발달영역에 있어 모범이 되는 학생들에게 줄 수 있으며, 학년말에 내신으

습의 지도는 상, 하 학급에서 약간 달랐다. 상 학급은 학생들이 스스로 그룹 내에서 개념을 파악하고 프린트를 풀어 가는 방향으로 수업을 진행했지만, 하 학급은 내용 설명을 교사가 주로 하고 모르는 내용이나 문제에 대해 그룹의 협동이 이루어졌다.

◆ 상 학급 협동학습의 절차는 다음과 같다.

- ① 교사가 일제학습으로 전시학습을 확인한다.
- ② 학습자들은 그 날 배울 부분의 교과서를 읽는다.
- ③ 교사가 학습내용의 호기심을 유발하고 전반적인 안내를 한다.
- ④ 그룹별로 교과서를 재구성한 프린트의 내용을 채워 나간다.
- ⑤ 교사가 일제학습으로 기본 개념을 요약, 설명하고 개념에 관한 예제를 풀이한다 (내용에 따라 그룹별로 나와서 기본 개념을 설명하기도 한다).
- ⑥ 주어진 문제를 그룹 구성원 모두가 풀 수 있을 때, 손을 들고 나와서 발표를 하고 그 그룹에 발표 점수를 부여한다.
- ⑦ 교사가 일제 학습으로 내용을 정리하고 차시 예고를 한다.

◆ 하 학급 협동학습의 절차는 다음과 같다

- ① 교사가 일제학습으로 전시학습을 확인한다.
- ② 교사가 기본 개념 및 용어를 설명한다.
- ③ 교과서를 읽고 그룹별로 교과서를 재구성한 프린트의 내용을 채워 나간다.
- ④ 일제학습으로 내용과 예제를 풀이한다.
- ⑤ 손을 들고 나와서 문제를 풀고 가능한 면 설명도 한다.

⑥ 교사가 일제 학습으로 내용을 정리하고 차시 예고를 한다.

각 그룹의 조장은 매 시간마다 준비물, 펜, 팔, 일기, 수업참여 등을 체크하였고 형성평가를 치른 후 각 점수를 합산하여 보상(블루카드)이 이루어졌다. 수업참여 부분에는 그룹내의 싸움이나 잡담에는 감점이, 협동의 사회적 기술을 잘 익히고 있는 그룹에는 가산점이 부여되었다.

2. 쓰기의 지도

(1) 수학일기

수학일기는 수업을 끝내면서 3-5분 정도의 시간을 주어 그날의 수학 수업에 관한 일기를 쓰게 하였다. 수학일기의 내용은 다음과 같다.

- 오늘 수업의 핵심 내용은 무엇입니까?
- 어떤 부분이 잘 이해되지 않았습니까?
- 오늘 수업 중 생긴 질문은 무엇입니까?
- 오늘 수업에 대해 어떻게 생각합니까?

일주일에 한 번 이상 일기 검사를 하여 수학일기의 내용에 대하여 교사가 적절한 지적(칭찬과 격려 등)을 해 주었다.

(2) 수학펜팔

수학펜팔은 실험집단의 상 학급과 하 학급끼리 각각 실시하였다. 1997학년도 1학기 기말고사 성적에 의해 학급 내의 상 그룹과 하 그룹에서 임의로 파트너가 정해졌다. 상 그룹 19명이 화요일에, 하 그룹 19명이 금요일에 편지를 써 왔고 첫 주에 교환한 펜팔 파트너와 계속 편지를 주고받았다. 서로의 애칭을 사용했으며 실험이 끝날 때 파트너가 누구인지 확인하도록 하였다.

펜팔의 주제는 배우는 내용에 따라 주어졌으나, 학생들이 쓰고 싶은 내용을 자유롭게

로 반영될 수 있는 것이다.

쓰기도 하였다. 주로 내용은 수학에 대한 느낌과 문제를 푸는 방법, 수학을 공부하는 방법, 충고 등으로 이루어졌다.

3. 비디오 촬영

실험 집단 상 학급의 협동학습은 10월, 12월, 2월에 한 번씩 비디오 촬영을 실시하여 사후에 Haines와 Izard(1994)의 의사소통 기술과 Pirie와 Schwarzenberger(1988)의 수학 토론의 요소를 토대로 만든 기록표를 날짜별로 만들어 분석하였다.

4. 개방형(open-ended) 문제의 평가

실험, 통제 집단 모두에게 개방형 문제를 내어 QCAI의 양적 분석 기준인 일반적인 총괄 채점 기준을 토대로 평가하였다. 실험에 실시된 개방형 문제는 다음과 같다.

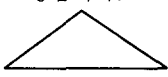
1. π 에 대해서 아는 대로 설명하세요.

2. 다음의 숫자 중에서 관계가 없는 것 하나를 골라내고 이유를 설명하세요.

1 3 4 9 25

다시 한 번 생각해 보세요. 또 다른 답은 없습니까?

3. 다음 이동변 삼각형을 보고 이야기 문제를 만들고 풀이를 적어 보세요. 조건을 더 추가해도 좋습니다.



<그림 1> 개방형 문제

IV. 연구 결과 및 해석

본 연구를 위해 학업 성취도와 개방형 문제 평가지의 자료처리 방법은 SAS 프로그램을 이용하였고, 통계처리 분석기법은 두 집단의 차이검증을 위한 t-test를 실시하였다. 수확편판

의 효과 분석은 QCAI의 의사소통 수준을, 협동학습의 비디오 프로토콜 분석은 Haines와 Izard(1994)의 의사소통 기술과 Pirie와 Schwarzenberger(1988)의 수학 토론의 요소를 토대로 하였다.

A. 동질성 분석

2학기 중간고사로 사전 검사를 대신하여 학업 성취 면의 동질성을 확보하였다. 동질성 검증은 실험집단과 통제집단 간에 이루어졌고, 실험집단과 통제집단의 상위학급과 하위학급 간에도 행해졌다.

1. 실험집단과 통제집단의 사전 학업 성취도 검사 결과

표 4에 나타나 있듯이 사전 수학 학업 성취도 검사에서 실험집단의 평균이 56.22, 통제집단의 평균이 55.53이고 t값이 0.1753, p가 0.8611로 유의수준 .05이내에서 의미 있는 차이가 없었다.

<표 4> 사전 학업성취도 검사

	case	mean	SD
실험집단	79	56.22	23.92
통제집단	79	55.53	25.09
t	0.1753		
p	0.8611		

2. 실험집단과 통제집단 상위학급간의 사전 학업 성취도 검사 결과

표 5의 사전 수학 학업 성취도 검사에서 실험집단과 통제집단의 상위 학급간의 평균을 보면 실험집단의 평균이 72.95, 통제집단의 평균이 71.80이고 t값이 0.3454, p가 0.7308로 유의수준 .05 이내에서 의미 있는 차이가 없었다.

<표 5> 사전 상위학급 학업성취도 검사

	case	mean	SD
실험집단	39	72.95	13.45
통제집단	40	71.80	15.97
t	0.3454		
p	0.7308		

3. 실험집단과 통제집단 하위학급간의 사전 학업 성취도 검사 결과

표 6에서 알 수 있듯이 사전 수학 학업 성취도 검사에서 실험집단과 통제집단의 하위 학급들의 평균은 실험집단 하위 학급의 평균이 39.90, 통제집단의 하위 학급 평균이 38.85이고 t값이 0.2233, p가 0.8239로 유의수준 .05이내에서 의미 있는 차이가 없었다.

<표 6> 사전 하위학급 학업성취도 검사

	case	mean	SD
실험집단	40	39.90	20.37
통제집단	39	38.85	21.58
t	0.2233		
p	0.8239		

B. 학업 성취 면에서의 효과

수학적 의사소통 지도를 받은 실험집단과 그렇지 않은 통제 집단 사이의 학업 성취도 차이를 알아보기 위해 사후 검사는 기말고사와 형성평가로 행해졌다. 12월 한 주와 2월의 두 주간의 진도에 관한 평가는 2월의 형성평가로 대신하였고, 교과서 분량대로 12월에 치른 기말고사와 1:3의 비율로 사후 학업 성취도 검사 100점 만점을 만들었다. 결과의 분석은 SAS를 이용하여 t-test를 실시하였다. 그러나 두 집단간에 의미 있는 차이는 없었고, 상위 학급과

하위 학급 비교에서도 의미 있는 차이가 나타나지 않았다.

1. 실험집단과 통제집단의 사후 학업 성취도 결과

표 7에서 나타났듯이 사후 학업성취도 검사에서 실험집단과 통제집단의 평균은 실험집단이 64.12, 통제집단이 63.45, t값이 0.2146, p가 0.8303으로 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 7> 사후학업성취도 검사

	case	mean	SD
실험집단	76	64.12	19.19
통제집단	74	63.45	18.98
t	0.2146		
p	0.8303		

2. 실험집단과 통제집단 상위 학급간의 사후 학업 성취도 결과

사후 학업성취도 검사에서 실험집단과 통제집단의 상위 학급들의 평균을 보면, 표 8과 같이 실험집단은 76.67, 통제집단은 74.48로, t값 0.8043, p가 0.4237로 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 8> 사후 상위학급 학업성취도 검사

	case	mean	SD
실험집단	39	76.67	11.33
통제집단	40	74.48	12.89
t	0.8043		
p	0.4237		

3. 실험집단과 통제집단 하위 학급간의 사후 학업 성취도 결과

표 9에서 알 수 있듯이 사후 학업성취도 검사에서 실험집단과 통제집단의 하위 학급간의 평균을 보면 실험집단은 50.89, 통제집단은 50.49로, t 값 0.1022, p 가 0.9189로 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 9> 사후 하위학급 학업성취도 검사

	case	mean	SD
실험집단	37	50.89	16.76
통제집단	34	50.49	16.73
t	0.1022		
p	0.9189		

C. 수학적 의사소통 지도 방법으로서의 의미

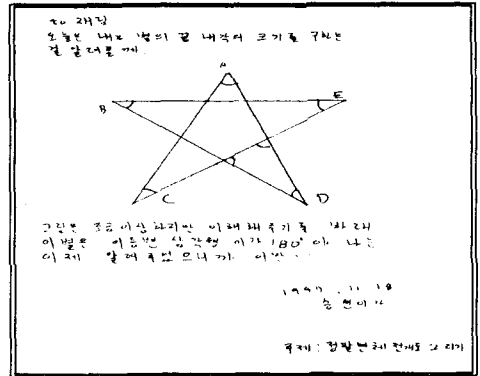
1. 쓰기 능력의 분석- 수학펜팔

일주일애 한번씩 교환한 수학펜팔은 학급 내에서 상위 그룹과 하위 그룹간에 이루어졌다. 화요일에 상위 그룹, 금요일에 하위 그룹이 써오고 상대방이 누구인지 모르게 애칭을 쓰게 했다. 총 15번의 펜팔을 썼으며, 매주 설명할 내용이나 고려해 봐야 할 문제를 교사가 펜팔의 주제로 제시하였고, 상위 학급과 하위 학급의 주제는 달랐다. 학생들은 수학에 대한 생각, 느낌, 이해가 안 되는 내용과 문제에 대한 질문도 주고받았다.

학생들의 펜팔은 문제를 풀이하고 설명하는 내용이 많았다. 펜팔의 쓰기 능력을 상위 학급에 있는 재림이와 승연이 두 학생의 펜팔 편지를 QCAI에서 제시한 수학적 의사소통의 수준에 따라 다음과 같이 분석하고 실험이 진행되면서 발전하는 모습을 보고자 하였다. 재림이는 상위학급의 상위그룹에 승연이는 하위 그룹에 있는 학생이며, 재림이가 8번, 승연이가 7번의 펜팔을 썼다.

(1) 수준 0 - 비효율적인 의사소통; 완전히

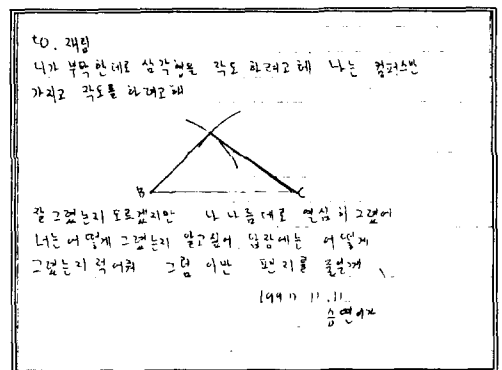
문제 상황을 잘못 표현하는 그림을 그릴 수도 있음. 문제를 다루는 단어가 명확하지 않음



<그림 2> 승연이의 4번째 펜팔

◆ 펜팔주제 : $\angle A + \angle B + \angle C + \angle D + \angle E$ 의 합 구하기- 8번째 펜팔

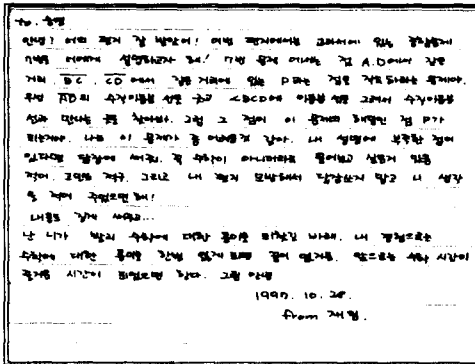
(2) 수준 1 - 약간의 만족할만한 요소를 갖고 있지만 문제의 중요한 부분을 생략하거나 완전히 하는데 실패함; 문제 상황을 부정확하게 표현하는 그림을 포함할 수도 있고 또는 그림이 불분명하거나 해석하기 어려움. 설명이나 표현을 따르기 어렵거나 놓칠 수 있음



<그림 3> 승연의 3번째 펜팔

◆ 펜팔주제 : 파트너가 그린 삼각형과 똑같은 삼각형을 작도하기- 6번째 펜팔

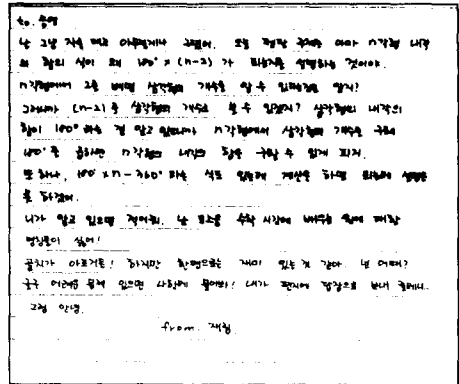
(3) 수준 2 ; 문제의 완성에 중요한 과정을 보여주지만 설명이나 표현이 약간 모호하거나 불분명할 수 있음; 흠이 있거나 불분명한 그림을 포함할 수 있음. 의사소통이 약간 모호하거나 해석하기 어려울 수 있음. 주장이 불안정하거나 논리적으로 불안정한 근거에 기초할 수도 있음



<그림 4> 재림이의 2번째 펜팔

◆ 펜팔주제 : 사각형 ABCD에서 점 A, D에서 같은 거리에 있고, BC, CD에서 같은 거리에 있는 점 P를 찾기-3번째 펜팔

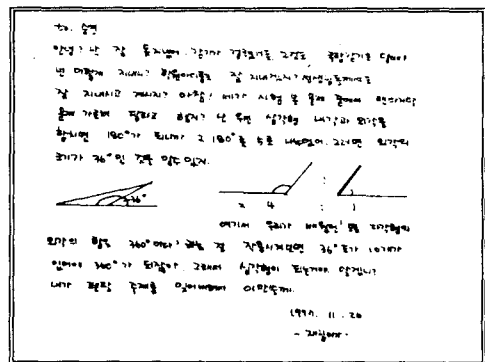
(4) 수준 3 ; 합리적으로 분명한 설명이나 표현으로 꽤 완전한 대답을 함; 거의 완전하고 적절한 그림을 포함할 수도 있음; 일반적으로 알려진 청중에게 효과적으로 의사소통 함; 논리적으로 정당하지만 약간 결함을 포함한 주장을 표현함



<그림 5> 재림이의 4번째 펜팔

◆ 펜팔 주제: n각형의 내각의 합은 $180(n-2)$ 이다. 공식이 나온 과정을 설명하기-7번째 펜팔

(5) 수준 4 ; 분명하고 모호하지 않은 설명이나 표현을 완벽하게 대답; 적절하고 완벽한 그림을 포함할 수도 있음; 확인된 청중과 효과적으로 의사소통함; 논리적으로 타당하고 완전한 강한 주장을 함; 예와 반례를 포함할 수도 있음



<그림 6> 재림이의 6번째 펜팔

◆ 펜팔주제 : 형성평가에 대하여 대답하기 (내각과 외각의 비가 4:1인 정다각형은 무엇일까?)-11번째 펜팔

연속성이 있는 것은 아니었지만, 15회의 펜팔 교환을 하면서 재림이와 승연이 모두 QCAI의 의사소통 수준에서 단계가 높아져 갔다. 재림이는 두 번째 펜팔이 수준 2, 네 번째 펜팔이 수준 3, 여섯 번째 펜팔이 수준 4에 머물러 의사소통이 향상되고 높은 수준에 머물렀다. 승연은 네 번째 펜팔이 수준 0, 세 번째와 여섯 번째 펜팔이 수준 1, 일곱 번째 펜팔이 수준 2로 의사소통 수준이 높지는 않았지만 향상되었다.

승연은 실험이 끝난 후 펜팔의 경험에 대해 “모르는 것을 펜팔로 상대방에게 물어볼 수 있어 모르는 것을 알 수 있고 글 솜씨도 늘어 좋다, 펜팔친구나 선생님께서는 내 글을 읽고 평가해 주니까 부끄럽기도 하고 좋기도 하다”라고 긍정적인 평가를 내렸으며, 협동학습 또한 효과적이어서 수학에서의 의사소통이 꼭 필요하다는 대답을 하였다.

재림이는 “내 펜팔 친구의 설명이 부족하면 보충을 하기도 했고 일기는 그 날 배운 내용을 요약, 정리했다, 배운 내용을 정리해볼 수 있는 기회가 되어서 좋았다”라고 평을 내렸으나 교사가 읽는 것에 대해서는 불만을 나타냈다.

자유롭게 쓰기(free-writing)이었던 일기보다 읽을 대상이 있는 펜팔 쓰기는 더 효율적인 의사소통의 기회를 학생들에게 제공한 것으로 보인다. 학생들은 수학펜팔에서 이해하기 쉽게 표현하려 하였고 질문도 더 명료하고 형식화하였다. 그리고 이해한 정도를 더 잘 드러내어 교사로서 학생들의 수준 파악을 위한 피드백의 역할도 컸다.

2. 말하고 듣는 능력의 분석 - 비디오 촬영

동료 그룹의 상호작용을 통한 학습 기회가 다른 사람의 생각을 듣고 자신의 의사를 표현하는 기회를 갖게 함으로써, 협동학습은 학생

들에게 말하고 듣는 의사소통의 경험을 제공하였다. 이 연구에서 협동학습에 나타난 말하고 듣기의 의사소통 능력은 97년10월28일, 97년12월16일, 98년2월7일 세 차례에 걸친 비디오 촬영의 프로토콜로 분석하였다. 비디오는 실험 상위 학급의 갈매기 조라는 협동그룹을 집중적으로 촬영하여 그들의 대화 내용과 수업 태도 등을 관찰하였다. 97년10월28일 제 1차 촬영은 남학생 4명과 여학생 1명이었으나, 여학생을 남학생들이 따돌리고 놀리는 바람에 조를 조정하여 이후 촬영에서는 남학생 4명만이 등장한다. 본 연구에서는 1차와 3차 비디오 촬영의 결과 분석만 제시한다.

10월 28일자 제 1차 촬영은 단원 종합 문제의 풀이 시간이었다. 학생들이 먼저 그룹별로 문제를 풀고 풀이 과정을 발표하는 식으로 진행되었다. 갈매기 조는 아직 협동이 잘 이루어지지 않았고, 수업이 끝날 때쯤엔 다른 그룹의 발표를 듣지 않고 잡담을 나누었다.

2월 7일자 3차 촬영은 오일러의 공식을 배우는 시간이었다. 이 촬영에서는 2월 시수가 부족하여 진도를 맞추기 위해 평소 수업보다 교사의 설명이 많이 행해졌다. 갈매기 조는 40여일 간의 겨울 방학기간이 끝난 후인데도 불구하고 수업 진행에 대답을 크게 하고 전체 수업에 의견을 내놓고 질문을 하는 등 다른 그룹보다 훨씬 활동적이었다.

본 연구의 비디오 프로토콜은 Haines와 Izard(1994)의 프로젝트와 조사 연구를 발표하는 의사소통의 기술 평가 기준과, Pirie와 Schwarzenberger(1988)가 수학 토론의 분석에서 제시한 요소들을 기초하여 연구자가 만든 기록표로 협동학습에 임한 갈매기 조의 말하고 듣기를 분석한다. 비디오 촬영의 내용은 프로토콜로 만들었고, 분석 결과 갈매기 조 4명의 남학생 각각(승, 동, 장, 대)은 세 차례의 비디오

촬영에서 시간이 흐를수록 말하고 듣는 능력의 향상을 보여주었다. 협동그룹 네 명 중 학생 “승”과 “동”의 기록표가 표 10에서 13까지 제시되어 있다.

(1) 학생 승

학생 승은 키가 크고 활달한 학생이다. 수업 중에 종종 돌아다니며,

약 잘 해. (나왔다 들어간다)

자신이 하고싶은 대로하려 한다. 처음에는 학생 현을 몹시도 못살게 굴어 올리기까지 하였지만 동료와 대화를 많이 하였으며 도움을 주는 것을 좋아했다. 동료에게 과제가 무엇인지 확인시키고 자신이 이해한 것을 드러내고 설명하였고, 수학적 언어를 잘 사용하지는 못했지만 일상언어보다 수학적 언어의 사용이 설명에 도움이 된다는 것을 알고 있다. 시간이 흐를수록 자신의 말을 듣는 사람에게 더 부드러운 언어를 구사하고 다른 사람의 말에 대한 호응도 좋아졌으며, 조작적인 말에서 반성적인 말을 사용하게 되었다. 설명을 할 때 그림이나 도형(조작물), 예를 잘 들어 보이곤 했다. 협동학습을 하면서 승 학생은 협동학습을 통해 점점 동료의 관점을 이해하고 과제를 명백히 하여 수학적 의사소통에서 발전된 모습을 보여주었다.

(2) 학생 동

광장히 명랑한 학생이다. 항상 밝고 친근한 모습이며, 어떻게 수업에 참여해야 하는지 알고 있지만 실행은 부족하다. 동료를 격려하는 표현을 자주 하였다.

동 : 잘 그랬어. 내가 다시 붙일 테니까 겨냥도 그려

동료의 의견을 듣고 참여하도록 애쓰는 모습을 보여주었으며 학생들의 관심을 끌어 이야

기하고 도움을 주고받는 것을 즐겼다. 다른 사람의 말을 들을 때는 집중하지 않고 다른 말로 끼여들기도 했으나 시간이 흐르면서 설명을 더 분명하고 정확히 했고, 대화의 내용도 간단한 대답이나 설명에서 패턴을 찾고 과정을 설명하게 되었다. 수학적 언어로 이야기하지는 못했지만 동료와 대화를 주고받고 과제를 깊이 탐구해보는 말을 하였다. 또한 동 학생은 협동학습을 하면서 설명을 알아듣기 쉽게 시각적 표현을 사용하기도 했으며, 수업에 참여하는 열의도 커졌다.

<표 10> “승”의 97년 10월 28일

	높다	높은 편이다	낮은 편이다	낮다	나타나지 않았다
1. 청중과의 관계- 관심을 차지하고 유지; 눈 맞추기; 부드러운 언어구사				○	
2. 듣는 자세- 말하는 사람의 이야기에 호응하고; 끼여들지 않고; 이해했다는 표시를 드러냄			○		
3. 도움을 기꺼이 요청하고 받아 줌		○			
4. 예와 보조물의 적절한 사용		○			
5. 문제와 그 결과에 대한 명백한 설명			○		
6. 무엇에 관해 말하는가 • 초점이 되는 과제나 구체적 대상 • 어떤 것을 이해하지 못하고 있다는 것을 알고 있으며 그것에 대해 말한다 • 약간의 이해를 하고 있으며 그것에 대해 말한다	문제를 풀기 전 명확하게 문제를 다시 읽는다 : l 과 m , m 과 n 이 수직일 때, l 과 n 의 관계를 기호로 나타내어라 완전한 이해 대신 답을 아는 것에 만족하는 표현을 한다 : 확실하지, 그림 넘어가자				
7. 언어의 수준은 어떠한가 • 적절한 언어가 부족 • 일상언어 • 수학적 언어	일상언어와 수학적 언어를 적절히 사용한다 : $\angle x + \angle y + \angle z = 180^\circ$. 요거 때면, 이만큼이 나오지. 60° 때면 나머지 각이 나올 거 아니야.				
8. 어떤 종류의 말을 하는가 • 다른 동료의 말과 결합되는 • 무엇을 할 지 또는 어떻게 할 지에 대한 조작적인 말 • 과제를 확장하여 시도하거나 설명하는 반성적인 말	동료의 말을 보충하는 말을 한다 : 그 걸 왜 써. 왜 수직이냐고 수직은 여기가 90° 가 되는 거야.				

<표 11> “승”의 98년 2월 7일

	높다	높은 편이다	낮은 편이다	낮다	나타나지 않았다
1. 청중과의 관계- 관심을 차지하고 유지; 눈 맞추기; 부드러운 언어구사		○			
2. 듣는 자세-말하는 사람의 이야기에 호응하고; 끼여들지 않고; 이해했다는 표시를 드러냄		○			
3. 도움을 기꺼이 요청하고 받아 줌	○				
4. 예와 보조물의 적절한 사용		○			
5. 문제와 그 결과에 대한 명백한 설명		○			
6. 무엇에 관해 말하는가 • 초점이 되는 과제나 구체적 대상 • 어떤 것을 이해하지 못 하고 있다는 것을 알고 있으며 그것에 대해 말한다 • 약간의 이해를 하고 있으며 그것에 대해 말한다	이해한 정도를 드러낸다 : 1이지. 그러니까 여기는 2. 구와 연결 상태가 같은 건 무조건 2야.				
7. 언어의 수준은 어떠한가 • 적절한 언어가 부족 • 일상언어 • 수학적 언어	완전히 수학적 언어를 사용하지는 않는다 : 12를 넘기면 -8. 30이 돼.				
8. 어떤 종류의 말을 하는가 • 다른 동료의 말과 결합되는 • 무엇을 할 지 또는 어떻게 할 지에 대한 조작적인 말 • 과제를 확장하여 시도하거나 설명하는 반성적인 말	반성하는 말을 한다: 면이 16개. 모서리는 32개. 아, 잘못했다. 순서를 바꿔서 계산, 나의 실수.				

<표 12> “동”의 97년 10월 28일

	높다	높은 편이다	낮은 편이다	낮다	나타나지 않았다
1. 청중과의 관계- 관심을 차지하고 유지; 눈 맞추기; 부드러운 언어구사			○		
2. 듣는 자세-말하는 사람의 이야기에 호응하고; 끼여들지 않고; 이해했다는 표시를 드러냄				○	
3. 도움을 기꺼이 요청하고 받아 줌		○			
4. 예와 보조물의 적절한 사용					○
5. 문제와 그 결과에 대한 명백한 설명			○		
6. 무엇에 관해 말하는가 • 초점이 되는 과제나 구체적 대상 • 어떤 것을 이해하지 못 하고 있다는 것을 알고 있으며 그것에 대해 말한다 • 약간의 이해를 하고 있으며 그것에 대해 말한다	설명을 이해했다는 긍정적인 표현을 한다 : 그래서 수직이구나. 그래 알았어.				
7. 언어의 수준은 어떠한가 • 적절한 언어가 부족 • 일상언어 • 수학적 언어	수학적 언어사용에 익숙하지 않다: 이거 한 쪽으로 다 옮겨서 180° 만들어서 구하면 되잖아.				
8. 어떤 종류의 말을 하는가 • 다른 동료의 말과 결합되는 • 무엇을 할 지 또는 어떻게 할 지에 대한 조작적인 말 • 과제를 확장하여 시도하거나 설명하는 반성적인 말	다른 사람의 말에 반대하거나 의문점을 말한다 : 저건 90° 가 아닌데, 왜 90° 지?				

<표 13> “동”의 98년 2월 7일

	높다	높은 편이다	낮은 편이다	낮다	나타나지 않았다
1. 청중과의 관계- 관심을 차지하고 유지; 눈 맞추기; 부드러운 언어구사		○			
2. 듣는 자세-말하는 사람의 이야기에 호응하고; 끼여들지 않고; 이해했다는 표시를 드러냄		○			
3. 도움을 기꺼이 요청하고 받아 줌		○			
4. 예와 보조물의 적절한 사용				○	
5. 문제와 그 결과에 대한 명백한 설명	○				
6. 무엇에 관해 말하는가 • 초점이 되는 과제나 구체적 대상 • 어떤 것을 이해하지 못 하고 있다는 것을 알고 있으며 그것에 대해 말한다 • 약간의 이해를 하고 있으며 그것에 대해 말한다	패턴을 찾아낸다: v에서 e 뿐 차가 하나예요. 과정을 설명한다: 0 나온다. 16-32구, 16더해야지..				
7. 언어의 수준은 어떠한가 • 적절한 언어가 부족 • 일상언어 • 수학적 언어	잘못된 수학용어를 사용한다: 단 일때곡선에서 돌리싸인 부분이 변이다. 변 이거 맞지?				
8. 어떤 종류의 말을 하는가 • 다른 동료의 말과 결합되는 • 무엇을 할 지 또는 어떻게 할 지에 대한 조작적인 말 • 과제를 확장하여 시도하거나 설명하는 반성적인 말	동료의 의견을 묻는다: 대일이 번 어떻게 생각해? 무엇을 할 지 또는 어떻게 할 지에 대한 조작적인 말. 쪽의 면은 안 세 봐?				

3. 개방형(open-ended) 문제의 평가

개방형 문제는 학생들에게 수학적 사고, 추론, 문제해결을 드러나게 하며, 이것들은 의사소통을 수단으로 하여 나타나게 된다. 개방형 문제의 평가 기준인 총괄 채점 기준은 이 의사소통을 평가하는 기준을 포함하고 있다. 본 연구에서는 양적으로 수학적 의사소통 능력을 실험집단과 통제집단에서 비교해 보기 위해 개방형 문제를 평가하고 수학적 지식과 전략적 지식, 수학적 의사소통 세 기준을 포함하고 있는 QCAI의 일반적인 총괄 채점 기준으로 100점 만점으로 점수를 매겼다.

개방형 문제의 평가에서 1번 문제는 전략적 지식을 평가 기준에서 제외하고 채점하여 20점, 2번 문제는 20점, 2-1은 10점, 3번 문제는 50점을 주었다. 연구자가 먼저 채점을 하고 동료 교사의 재검을 받고 다시 기준에 맞게 평

가가 되었는지 연구자가 확인하는 과정을 거쳤다.

의사소통 능력을 비교하는 실험집단과 통제집단의 개방형 문제의 평가에서 두 집단은 유의수준 .05 이내에서 유의미한 차이가 나타났으며, 실험 하위 학급과 통제 하위 학급간에도 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

(1) 실험집단과 통제집단의 개방형 문제 평가 결과

개방형 문제의 평가는 표 14와 같이 실험 집단의 평균이 59.20, 통제 집단의 평균은 49.07, t값은 2.7336, p는 0.0071로 유의수준 .05 이내에서 의미 있는 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 14> 개방형 문제 평가 결과

	case	mean	SD
실험집단	76	59.20	21.30
통제집단	67	49.07	22.97
t	2.7336		
p	0.0071		

(2) 실험집단과 통제집단 상위학급의 개방형 문제 평가 결과

개방형 문제의 평가는 표 15에서 보듯이 실험 집단의 평균이 69.81 통제 집단의 평균은 64.36, t값은 1.5488, p는 0.1261로 유의수준 .05 이내에서 의미 있는 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 15> 상위학급의 개방형 문제 평가 결과

	case	mean	SD
실험집단	36	69.81	14.11
통제집단	33	64.36	15.08
t	1.5488		
p	0.1261		

(3) 실험집단과 통제집단의 하위학급의 개방형 문제 평가 결과

개방형 문제의 평가는 표 16에서 보듯이 실험집단의 평균이 49.65, 통제 집단의 평균은 34.24, t값은 3.1488, p는 0.0024로 유의수준 .05 이내에서 의미 있는 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 16> 하 학급의 개방형 문제 평가 결과

	case	mean	SD
실험집단	40	49.65	22.29
통제집단	34	34.24	19.33
t	3.1488		
p	0.0024		

V. 결론 및 제언

수학은 사고의 메커니즘이며, 의사소통의 언어를 제공한다. 수학을 이해한다는 것은 수학적 아이디어를 여러 방법으로 표현하고 그 표현들을 연결시킬 수 있는 능력이라고도 할 수 있다. 본 연구에서는 수학적 의사소통의 방법을 수학일기, 수학펜팔, 협동학습으로 선택하여 지도하였을 때, 학업성취의 효과와 그 방법들이 의사소통의 지도로 의미가 있는 것인지 알아보려고 하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 수학에 대한 학업 성취도에서 수학적 의사소통 지도를 받은 학급은 일제 학습을 받은 학급과 비교해서 유의수준 .05에서 유의적인 차이가 없었다. 상위 학급간, 하위 학급간에서도 유의수준 .05이내에서 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 의사소통 지도를 받은 학급은 기존 학업평가 방법에서는 효과를 보이지 못했다.

둘째, 수학적 의사소통을 지도하기 위한 협동학습, 수학펜팔, 수학일기의 경험들은 의사소통의 방법으로 의미가 있었다. 수학펜팔의 분석, 비디오 촬영의 프로토콜 분석은 질적 분석으로, 개방형 문제의 평가는 양적 분석을 하였다.

수학펜팔은 펜팔 친구인 두 학생의 펜팔을 QCAI에서 제시한 수학적 의사소통의 평가 기준으로 분석하였다. 이것은 의사소통의 읽고 쓰는 능력을 알아보기 위한 것이었다. 두 학생은 시간이 흐를수록 QCAI의 의사소통 수준에서 볼 때 의사소통 능력이 향상되었다. 쓰기의 의사소통은 문제와 그 해 뿐 아니라 자신의 발견, 수학에 대한 느낌, 생각까지도 더 잘 설명할 수 있게 하였다.

비디오의 프로토콜은 협동학습에 참여한 학생들의 말하고 듣는 의사소통 능력을 알아보기 위해 행해졌다. 세 차례의 촬영을 통하여 한 협동학습에 속했던 학생들 모두 시간이 흐를수록 대화를 유연하게 친숙한 분위기로 만들었으며, 예와 보조물을 사용하여 설명을 이해하기 쉽게 전달하면서 도움을 주고받았다. 일상 언어보다 수학언어를 사용하려 하였고, 언어 수준도 발전되었다.

개방형 문제의 평가에서는 수학적 의사소통 지도를 받은 학급과 일제학습을 받은 학급 간에 유의수준 .05이내에서 유의적인 차이가 있었다. 상위학급 간에는 유의수준 .05 이내에서 차이가 없었지만, 하위학급 간에는 유의적인 차이가 있었다. 수학적 의사소통의 학습은 기존의 전통적인 평가에서는 효과가 나타나지 않았지만, 수학적 사고, 추론, 창의적인 사고를 요하는 평가에서는 그 효과를 보여주었다. 따라서 다양한 상황에서 답에 이르는 과정

을 설명하고, 해답을 찾은 방법을 설명하고, 예를 들어 보여주고, 패턴을 설명하는 평가도 병행되어야 할 것이다.

연구를 마감하면서 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 의사소통의 지도는 장기간의 시간에 걸쳐 효과를 기다려야 할 것이다. 협동학습 같은 열린 수업의 효과가 나타나기까지는 오랜 시간이 걸릴 것으로 본다. 따라서 실험 기간이 연장되었을 때에는 학업 성취 면에서도 효과가 있을 것으로 기대된다.

둘째, 의사소통의 지도 방법에 관한 구체적인 활동이 포함된 연구가 필요하다. 의사소통을 가르치기 위한 방법들은 협동학습과, 수학펜팔, 수학일기 이외에도 많을 것이다.

셋째, 기존의 객관식, 단답형 고사에서 탈피하여 학생들의 창의력, 추론, 문제 해결력 등을 다양하게 평가할 수 있는 방법이 연구되어야 한다. 수학을 남에게 가르치고 설명할 수 있다면 정말 이해했다고 할 수 있다. 의사소통을 통한 학습이 이루어졌다면 의사소통의 능력과 수학의 이해를 평가하는 방법 또한 달라져야 할 것이다.

넷째, 협동학습을 위한 준비로 학생들간의 사회적 친화력을 조성하는 과정이 필요하다. T차트⁴⁾를 이용해 보거나 그룹 내에서 역할의 책임을 갖게 하는 등 프로그램을 개발해 보는 것도 좋을 것이다.

다섯째, 과거 인간의 의사소통은 말과 글을 통해서만 이루어졌지만, 통신매체의 발달과 각종 기기의 발달은 컴퓨터와의 친숙함을 요구한다. 교단 선진화의 작업으로 현재 교실마다 컴퓨터가 설치되고 컴퓨터실이 마련되어 CAI 프로그램의 사용도 가능하게 된 만큼 컴퓨터

4) 협동그룹 내에서 학생들간의 친화감을 조성하기 위해 친구를 격려하는 말과 행동을 T자 밑의 좌, 우에 함께 써 보고 수업 중 그대로 실행해보는 친화감 조성의 방법

등의 테크놀로지를 활용한 학습의 의사소통 또한 연구의 과제가 될 수 있을 할 것이다.

참고 문헌

- 안영옥(1996). “의사소통 지도가 수학적 문제 해결에 미치는 효과.” 1996년도 현장 연구대회 수학교육분과 1등급. <http://edunet.nmc.nm.kr>.
- 최인숙(1998). “수학 학습 과정에서 일지 쓰기 (journal writing)의 효과에 관한 연구.” 이화여자대학교 석사학위논문.
- Azzolino, A. (1990). “Writing as a Tool for Teaching Mathematics: The Silent Revolution.” *Teaching and Learning Mathematics in the 1990s*. 1990 yearbook. pp.92-100. VA: NCTM
- Borasi, R. and Rose, B.J (1989). “Journal writing and Mathematics instruction.” *Educational Studies in Mathematics*. 1989, Vol.20, pp.347-365.
- Cai, J., Lane, S. & Jakabcsin, M. S. (1996a). “The role of open-ended Tasks and Holistic Scoring Rubric: Assessing Students Mathematical Reasoning and Communication.” *Communication in Mathematics, K-12 and Beyond*. 1996 Yearbook. pp.137-145. VA: NCTM.
- Cai, J., Lane, S. & Jakabcsin, M.S. (1996b). “Assessing Students Mathematical Communication.” *School science and Mathematics 1996*, 96(5), pp. 238-246.
- Haines, C. & Izard, J. (1994) “Assessing Mathematical Communications about Project and Investigation.” *Educational Studies in Mathematics*. 1994, Vol.27, pp.373-386.
- Hoyles, C. (1985). “What is the point of group discussion in mathematics?” *Educational studies in Mathematics*. 1985, Vol.16, pp.205-214.
- Miller, L. D. (1992) “Teacher Benefits from Using Impromptu Writing Prompts in Algebra Classes.” *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol.23, No.4, pp.329-340.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: author. 수학과정과 평가의 새로운 방향. 구광조, 오병승, 류희찬(공역), 경문사, 1992.
- Pirie, S. E. B & Schwarzenberger(1988). “Mathematical discussion and mathematical understanding.” *Educational studies in Mathematics*. 1988, Vol.19, pp.459-470.
- Rose, B. (1989). “Writing and Mathematics; Theory and Practice.” *Writing to Learn Mathematics and Science*. 1994, pp.15-30.
- Rowan, T. E., Mumme, J. & Shepherd, N. (1990). “Communicating in Mathematics.” *Arithmetic Teacher*. 1990, Vol.38, No.1, pp.18-22.
- Senne-Dibble, C. M. (1995). *An Analysis of an Authentic Assessment Technique: Comparing the spoken and Written Mathematical Communicative Abilities of Grade 4 Students (Fourth Grade)*. DAI-A 56/10, p.3873, Apr 1996.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative Learning* (2nd ed.). Allyn and Acon.
- Vaughn, S. (1994). *Effects of cooperative learning upon student ability to communicate mathematically: An ethnographic study*. Ph.D. Ohio University.

Effects of communication in learning middle grade school Mathematics

Kim Sun Hee · Lee Chong Hee

This study investigated the effect of teaching mathematical communication in mathematics learning. Cooperative learning, mathematics pen pals, and writing a mathematics diary were used to teach how to communicate mathematically. The experimental group was assigned to cooperate in class, to write a mathematics diary at the end of each class, and to exchange the mathematics pen pals once a week. The control group was taught by the traditional teaching method. The results were analyzed quantitatively and qualitatively. The learning achievement between the two groups was performed with pretests and posttests. And after this study, mathematics pen pals, video protocol and open-ended test were analyzed.

The results of this study are the following:

1. There were little differences in learning achievement test between the group taught through

communication and those not. And there were little differences in the results of achievement test between the two groups-high and low level classes.

2. Cooperative learning, writing a mathematics diary and mathematics pen pals were effective as methods of teaching communication mathematically.

The analysis of mathematics pen pals which is to investigate students' writing abilities showed that pen pal partners were improved in QCAI communication levels. There was a significant difference between the two groups in open-ended test. This means that communication learning has an effect on the tests for mathematical thought, reasoning, and creative thought. The analysis of video protocol showed that four students in a cooperative group were improved in their speaking and listening abilities.