

수학적 의사소통을 강조한 수학 학습 지도의 효과*

이 종 희 (이화여자대학교)

최 승 현 (한국교육과정평가원)

김 선 희 (광장중학교)

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

현재 시행중인 제 7차 교육과정은 단편적 지식의 습득과 단순한 문제 풀이의 기능 숙달에서 벗어나 학생의 능력과 진로에 따른 학습 기회를 제공함과 아울러 수학적 힘의 신장이라는 목표를 추구하고 있다(교육부, 1999). 수학적 힘이란 비정형 문제를 효과적으로 해결하기 위해 다양한 수학적 방법들을 사용하는 능력 뿐 아니라 탐구하고, 추측하고, 논리적으로 추론하는 개인의 능력을 의미한다. 수학적 힘의 구현을 위해서는 다양한 학습 지도 방법이 필요하다. 설명식 학습 지도에서 벗어나 토론, 소집단 탐구 활동, 개별화된 교수·학습 등 다양한 교수 학습 방법과 계산기, 컴퓨터, 영상 매체 등 적절한 공학 기술을 활용해야 하며, 이러한 교수 학습에서는 수학적 의사소통 능력이 필수적이다. 자신의 수학적 아이디어를 다른 사람이 알기 쉽게 표현하고 전달하고 다른 사람의 표현을 이해하고 해석하는 의사소통 활동을 함으로써, 학생들은 자신의 생각을 반성하고 분명하게 하며 수학적 아이디어와 기호에 대한 공동의 이해를 발달시키는 기회를 얻을 수 있다. 의사소통에 대한 관심은 국내뿐 아니라 국외에서도 강조되고 있는데, NCTM(2000)은 유치원에서 12학년까지의 학습자들이 의사소통을 통하여 수학

적 사고를 조직하고 굳건히 할 수 있고, 다른 사람의 수학적 사고와 전략을 분석하고 평가할 수 있으며, 자신의 수학적 사고를 동료, 교사, 다른 사람들에게 일관되고 분명하게 의사소통하고, 수학적 사고를 정확히 표현하기 위해서 수학 언어를 사용할 수 있어야 한다고 했다. 의사소통을 통해서 학생은 수학을 하는 사람이자 학습자로서 자신을 느끼고, 신뢰하고, 인식할 뿐 아니라, 교사는 학생들이 무엇을 알고, 알기 원하는지를 알 수 있게 될 것이다.

Vygotsky는 의사소통이 문화적인 요소라 하면서, 인간의 문명은 의사소통을 통해 지식과 가치를 전달하여 성립된 것이고 아동의 언어 발달과 아동의 개념적 사고의 발달, 그리고 나아가 아동의 의식 구조의 발달은 의사소통 과정 속에서 이루어져야 한다고 하였다(신경미, 1994). 지금까지 수학적 의사소통에 관한 연구는 주로 쓰기 활동을 통해 이루어졌다(이석현, 1998; 최인숙, 1998; 황희란·정은실, 2000). 의사소통의 방식을 포괄적으로 다룬 연구는 김선희(1998)가 있으나 여러 의사소통 방식을 지도한 효과를 파악할 뿐 이론적 근거에 의한 수업모형으로 의사소통을 지도한 사례는 없었다. 본 연구에서의 학습 지도 과정은 Vygotsky의 이론에 근거하여 의사소통을 통해 학습 수행을 할 수 있도록 설계되었고, 실제로 수학 학습에서 의사소통을 학생들이 경험하였을 때 전통적인 일체 학습 지도를 받은 학생과 비교하여 그 효과가 어떠한지 분석하고자 한다. 수학적 의사소통 방식인 말하기, 듣기, 쓰기, 읽기, 신체적 활동 등을 모두 사용하는 학습 지도 방법을 Vygotsky 이론을 근거로 모색하여 지도한 후 학업 성취도, 수학적 성향, 의사소통 능력 면에서 유의한 차이가 있는지를 실험반과 통제반을 대상으로 알아본다.

본 연구에서는 이러한 수학적 의사소통을 능력 신장시

* 이 연구는 2000년도 교과교육공동연구 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

* 2002년 1월 투고, 2002년 6월 심사 완료.

* ZDM분류 : D43

* MSC2000분류 : 97D40

* 주제어 : 수학적 의사소통, 읽기, 듣기, 쓰기, 말하기.

키기 위하여 중학교 2학년 학생들을 대상으로 수학적 의사소통 능력을 강조한 학습 지도를 실험반 학생들에게 실시하고 일제 학습 지도를 받은 통제반 학생과 비교한다.

2. 연구 문제

첫째, 수학적 의사소통을 지도 받은 실험반과 전통적인 일제 학습을 받은 통제반은 학업 성취도에 유의한 차이가 있는가?

둘째, 수학적 의사소통을 지도 받은 실험반과 전통적인 일제 학습을 받은 통제반은 어떤 수학적 성향 변인에 있어 유의한 차이가 있는가?

셋째, 수학적 의사소통을 지도 받은 실험반과 전통적인 일제 학습을 받은 통제반은 어떤 의사소통 능력에 있어 유의한 차이가 있는가?

II. 이론적 배경

1. 수학 학습에서 수학적 의사소통

수학 학습에서 학습자는 학습자 자신, 교사, 다른 학생들과 지속적으로 의사소통을 하면서 학습을 하게 된다. 수학에 대한 생각, 아이디어, 신념, 전략, 태도, 느낌 등을 타인 또는 자신과 교환하면서 학습자는 수학적 이해가 증진되고, 학습의 주체가 될 수 있다. 이때 사용되는 의사소통 방식은 읽고, 쓰고, 말하고, 듣고, 그래픽 표현과 신체를 이용하는 활동이 될 수 있다(Griffiths & Clyne, 1994).

쓰기에는 다른 사람과 생각을 공유하고 설득시키고 자신의 아이디어를 보여주기를 위한 교류적인 쓰기와 자신의 이해를 명확히 하고 느낌 등을 표현하기 위한 표현적인 쓰기가 있다(Powell & Lopez, 1989). 그러나 두 가지 유형이 엄밀하게 구분되는 것은 아니며, Britton은 표현적인 쓰기가 종종 교류적인¹⁾ 쓰기로 발달한다고 하였다

1) 교류적인 쓰기는 필자가 세상의 참여자로서 행동하고, 정보를 주고, 설득하고, 가르치는 데 사용되며, 청중을 향해 지시하는 글로서 다른 사람에게 읽히기 위해 쓰는 글이고, 표현적인 쓰기는 문제, 이슈, 글의 주제에 대한 자신의 생각뿐만 아니라 현재의 느낌도 기록하며 학생들은 수학 문제의 접근, 모순된다고 생각되는 내용, 아는 것과 모르는 것 등을 세분하여 쓸 수 있고, 이를 통해 이해를 더 명확히 하고 확장시킬 수 있다(Powell & Lopez, 1989).

(Rose, 1989). 교류적인 쓰기는 요약하기, 설명하기, 정의하기, 보고서, 프로젝트, 에세이, 노트필기 등의 유형이 있으며, 표현적인 쓰기는 자유롭게 쓰기, 편지 쓰기, 자서전 쓰기, 일지 쓰기, 비형식적인 글 등이 있다. 본 연구에서는 교류적인 쓰기로 학습지 완성하기와 학습 후 자기 평가하기를 사용했으며, 표현적인 쓰기로는 자유롭게 쓰기와 일지의 한 부분인 수학 일기 쓰기를 실시하였다.

수학 학습에서 읽기는 학습 동기를 유발하고, 학습자가 과제를 이해하고, 예시와 정보, 모델을 얻고, 탐구 활동에 참여하게 하는 역할을 할 수 있다. 읽기는 모든 교과 학습의 기본이 되므로 학교 학습의 성공과 실패에 지대한 영향을 끼친다. 이종희와 김선희(2002a)는 수학 학습에서 사용될 수 있는 읽기 전략들을 소개한 바 있으며, 본 연구에서 읽기는 동기 유발과 학습 탐구를 위한 참고 자료를 읽고, 조별 학습 과정에서 과제를 읽는 활동으로 사용되었다.

전통적인 일제 학습지도에서는 교사가 말하고 학생은 듣는 일방적인 의사소통이 이루어졌지만, 본 연구에서 추구하는 의사소통에는 학생들의 능동적인 표현이 강조되었으므로 듣기뿐 아니라 다양한 의사소통 방식이 포함된다. 학생이 말하고 그 말에 대한 피드백을 즉각 들을 수 있도록 말하기와 듣기가 함께 사용될 수 있기 위해서는 교사의 설명 뿐 아니라 조별 학습이 이루어져야 한다. 본 연구에서는 교사가 교과내용을 전달하는 부분을 포함하고 있어 전통적인 수업에 익숙해있는 학생들에게 접근하기 쉬운 STAD 형식의 협동 학습을 시행하였고, 학생 개개인을 평가하였다

말과 글의 언어적 의사소통뿐 아니라 행동으로 수학적 내용을 보일 수 있는 신체적 활동은 다른 학생의 행동을 해석하고, 드라마나 역할극, 마임, 게임, 구어나 문어, 그래픽 표현을 구체물로 표현하는 것 등으로 수학 학습에서 의사소통될 수 있다. 이러한 신체적 활동은 조별 학습의 과제 해결에서 학습 내용에 따라 제시될 수 있다. 그리고 학생들이 자신의 생각을 나타내기 위해 작품을 만들고 책, 잡지, 신문의 그래프와 다이어그램을 보면서 해석하고, 자신의 그림, 지도, 그래프 다이어그램을 만들어 적절한 상황에서 자신의 생각을 잘 나타낼 수 있는 그래픽의 의사소통 방식도 수학 학습에 활용될 수 있다.

이러한 수학적 의사소통을 통해 학습자는 자신의 사

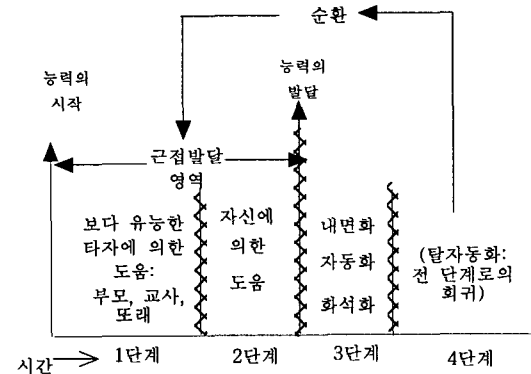
고 과정을 창조하고, 개인적으로 또는 다른 사람과 함께 상호작용하면서 지식을 구성해 나갈 수 있다. 이는 수학적 의사소통을 강조한 수학 학습 지도의 효과로 학업성취도 면에서 찾아 볼 수 있을 것이다. 그리고 학생들은 의사소통을 함으로써 친구와의 관계, 자기 만족, 학습에서의 책임감 등이 발전되고, 수학에 대한 흥미와 태도, 신념이 변화되어 자신감을 가질 수 있으며, 무엇을 어떻게 생각하고 있는지, 어떻게 왜 행동하는지, 무엇을 느끼고 믿고 있는지를 깨달으면서 학습 과정을 되돌아볼 수 있다. 이는 수학적 의사소통을 학습 지도 받은 학생들의 어떤 수학적 성향 변인이 일제 학습을 받은 학생들과 차이가 있는지 알아봄으로써 확인할 수 있을 것이다.

2. Vygotsky 이론에 근거한 학습 과정

수학적 의사소통을 강조한 학습 지도를 하기 위해 본 연구에서는 타인의 도움과 자신의 도움을 받아 학생들이 잠재적 발달 수준에 도달할 수 있다고 한 Vygotsky의 근접발달영역(zone of proximal development; ZPD) 개념에 터하여 학습 지도 과정을 구성하였다. Vygotsky의 ZPD 이론은 학습이 발달을 주도할 수 있다는 입장에서 학생의 실제적 발달 수준뿐만 아니라 무엇을 얼마나 학습할 수 있는가에 대한 잠재적 발달 수준을 파악하여, 교수 학습 활동에 활용할 것을 주장한다. 잠재적 발달 수준에 도달하기 위해서 학생은 좀 더 유능한 교사나 동료와의 사회적 상호작용이 필요하다. 그러나 여기서 학습이 끝나는 것은 아니다. 개인간 정신에서 개인내 정신으로, 외적인 상호작용이 내면화되기 위해 학생은 글과 기호, 그림, 표 등의 표현수단을 통해 자신의 생각을 정리하고 발전시킬 수 있는 기회가 필요하다. 이에 근거하여 ZPD는 <그림 1>과 같이 시간적 순서에 따라 유능한 타인의 도움을 받는 1단계와 자신의 도움에 의한 2단계로 구성되고 내면화, 자동화, 화석화의 3단계를 거쳐 4단계인 탈자동화를 통해 순환된다(Gallimore & Tharp, 1990).

1단계에서 유능한 타인인 교사나 동료는 학습자에게 지시를 하거나 모델링을 제공하고, 학습자는 그에 순종하게 된다. 과제 수행 동안 대화를 통해 학습자는 여러 가지 활동이 서로 어떻게 관련되고 그 의미가 무엇인지 이해하게 된다. 타인의 도움을 받아 학습 내용을 알게

되는 것에서 학습자 스스로 과제 수행에 책임감을 갖게 될 때 1단계를 통과하게 된다. <그림 1>에서 빗금친 부분은 그 자체로 하위영역이 된다



<그림 1> 수행능력의 발생: 근접발달영역과 이를 넘어선 진전 (Gallimore & Tharp, 1990)

2단계에서 학습자는 이전에 개인간에서 해결할 수 있었던 과제를 개인내에서 자신의 도움으로 수행할 수 있다. 이 단계에서 학습자는 자기중심적 말을 통해 자기-안내, 자기-조절이 가능해지지만, 수행이 완전히 발달하거나 자동화된 것은 아니다.

3단계는 수행이 발달되고, 자동화되고, 화석화되는 단계로, 다른 사람의 계속된 도움이나 자신의 도움이 필요 없게 된다. 더 이상 수행이 발달하지 않으며, Vygotsky에 따르면 이 단계에서 발달의 "결실"을 맺게 된다.

4단계는 새로운 능력의 발달을 위해 반복해서 ZPD 과정이 순환되도록 하는 탈자동화의 단계이다. 때로 타인의 도움, 자기-조절, 자동화 과정이 혼합되어 일어나기도 한다. 탈자동화와 반복은 학습 과정에서 계속적으로 일어나기 때문에 발달 과정의 네 번째 단계를 구성한다.

실험실에서 실제로 사용된 수업 모형은 <그림 2>와 같다. 이 수업 모형은 수행 능력이 발생하는 시간적 순서에 따라 학습 방법 및 내용, 구체적 활동이 어떻게 이루어지는지 알 수 있게 하였으며 각각의 활동에서 강조된 학생의 의사소통 방식을 포함하고 있다. <그림 1>에서 제시된 대로, 학생들의 수행 능력이 발전되도록 단계별로 구성되어 있다. 전시 학습 내용을 복습하고 새로운

학습 내용을 탐구하고 동기를 유발시키기 위한 과정은 수행 능력 발생의 4단계로 볼 수 있다. <그림 1>에서 시간 순서는 1단계가 먼저이지만, 이전 학습에서 탈자동화되는 순간부터 학습 지도를 하기 위해 1단계 이전에 4단계를 먼저 제시한 것이다. 그 후 일제 학습과 조별 학습에서 교사와 유능한 동료와의 상호작용이 이루어져 타인의 도움으로 학습이 이루어지는 1단계가 이어지고, 자신

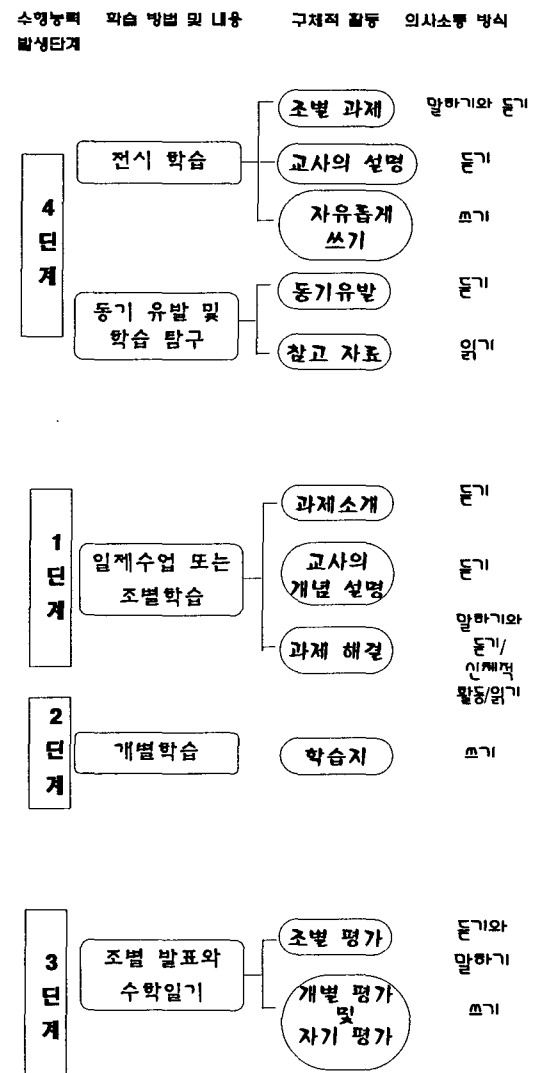
의 도움으로 학습지를 완성하는 2단계 활동이 이루어진다. 그리고 학습 내용을 내면화, 자동화, 화석화시키기 위해 학습 내용을 정리하는 시간인 조별 발표와 수학 일기 쓰기 등으로 3단계 학습이 뒤따른다.

수행 능력 발생 단계에 대해 자세히 살펴보면, 수업의 도입부인 4단계는 전시 학습을 복습하기 위해, 조별로 조사한 과제를 발표하게 하거나 교사가 간단히 정리하는 설명을 하고 또는 학생이 의문점이나 배운 내용을 자유롭게 쓰는 형식으로 글을 쓰게 하는 과정이다. 조별 발표를 하는 학생은 수학을 말하고 다른 학생들은 듣기를 할 수 있으며, 교사가 전시 학습 내용을 정리하여 설명할 때는 학생들이 듣기 또는 쓰기를 통해 복습과 탐구할 수 있는 시간을 가질 수 있다. 본시의 학습을 시작하는 동기 유발 및 학습 탐구에서는 동기를 유발하는 교사의 설명을 듣고, 참고 자료를 읽는 의사소통을 학생들이 하게 된다.

이후 1단계에서는 일제 수업이나 조별학습이 이루어지는데, 일제수업에서는 교사가 과제를 소개하고 개념을 설명하는 것을 학생들이 듣는 활동에 참여하게 된다. 일제 학습 후 조별학습을 하거나 조별학습 후 일제 학습을 할 수도 있으며, 학습 과제에 따라 일제수업과 조별학습이 계속 상호작용하면서 이루어질 수도 있다. 조별학습에서는 주어진 과제를 해결하면서 동료와 말하고 듣는 의사소통이 이루어지게 된다. 조별학습 중 동료의 도움이 필요하지 않은 학생은 도움이 필요한 학생에게 도움을 줌으로써 자신이 가진 이해를 정교히 하고 새로운 이해를 창조하게 되어 나름대로 이득을 얻을 수 있다(Chiu, 1996).

2단계에서 학생들은 학습지를 완성하면서 개별적인 쓰기 활동을 하게 된다. 3단계에서는 조별로 학습한 내용을 발표하면서 듣기와 말하기를 할 수 있고, 조별학습이 잘 이루어졌는지 함께 평가해 볼 수 있다. 또 개인적인 학습의 평가로 배운 내용을 정리하고 반성하는 시간을 통해 쓰기 활동을 할 수 있다.

수학적 의사소통 방식 중 그래픽은 쓰기와 읽기에 포함되고 과제 내용과 단원에 따라 적용되는 범위가 다르기 때문에 전반적인 수학수업을 위한 본 수업 모형에서는 구체적으로 묘사하기 힘들다. 또한 신체적 활동은 말하기와 듣기에 포함될 수 있고, 특별한 과제가 주어지지 않으므로 모든 수학 수업에서 적용하기는 어렵다. 따라서



<그림 2> 본 연구에서 사용된 수학적 의사소통을 강조한 수업 모형

그래픽은 본 수업 모형에서 드러나지 않지만, 적절한 상황에서 도입하는 융통성을 발휘하는 것이 좋다. <그림 2>에 제시된 수업모형을 한 시간의 수업 내에서 모두 소화하기 힘들 수도 있다. 융통성을 발휘하여 전시 학습을 복습하는 것은 자유롭게 쓰기만으로 4단계를 진행한 후, 교사가 동기 유발 활동을 하고 일제수업과 조별학습으로 1단계 학습이 이루어질 수도 있다. 그리고 구체적인 활동은 앞서 고찰한 쓰기, 읽기, 듣기, 말하기, 그래픽, 신체적 활동에서 수업 내용과 학생들의 능력에 따라 적절한 주제와 지도방법을 선택한다.

III. 연구 방법 및 절차

본 연구는 Vygotsky의 ZPD 이론에 근거하여 설계된 수학적 의사소통의 학습 지도 과정을 수학 수업에 적용하여 그 효과를 분석해 보고자 하였다. 쓰기, 읽기, 말하기, 듣기, 신체적 활동, 그래픽으로 의사소통하는 방법을 학생들이 익힐 수 있도록 지도한 후 학업 성취도와 수학적 성향, 수학적 의사소통 능력의 향상 여부를 통제반과 비교하여 통계적인 방법으로 알아본다. 서울 시내에서 임의로 선정한 Y 중학교에서, 2학년 실험반 2학년 66명과 통제반 2학년 65명을 한 교사가 직접 지도하여, 실험반은 의사소통을 강조한 수업을 실시하고, 통제반은 전통적인 일제 수업을 2001년 3월부터 6월까지 17주간 실시하였다.

1. 지도 방법

실험반에게는 <그림 2>에 제시된 대로 수학적 의사소통을 지도하고, 교과서 이외에 별도로 제작한 학습지를 사용하였다. 학생들은 처음에는 수학적으로 말하고 듣고 쓰고 읽는 것은 익숙하지 않았으나, 점차 조별로 협동학습을 하고 글을 쓰고 읽는 수업을 친숙하게 받아들일게 되었다. 조별 태도를 수행평가의 태도 점수로 부여하기 때문에 학생들은 열심히 참여하려는 자세를 가졌다. 처음에는 다소 협동이 미흡하고 잠음이 있었지만 수업 방식에 익숙해지고 의사소통 능력이 조금씩 향상되면서 진행도 신속해지고 진지한 수업 분위기가 되었다. 통제반에게는 전통적인 일제학습으로 수업을 진행하고 교과서 문제 풀이 위주의 학습 자료를 주었다. 질문은 주

로 교사가 하였고, 분위기가 조용했으며 학습 진도는 실험반과 보조를 맞춰 진행되었다. 실험에 임하는 교사는 실험반과 통제반에게 같은 내용을 성의 있는 자세로 지도하려 노력했고 이들 사이에 편견을 최소화하고자 했다.

<그림 2>의 수업 모형을 토대로 중학교 2학년에서 사용될 수 있는 수학적 의사소통 자료를 수학사랑(1999)과 인터넷 자료 등을 참고로 제작하였다. 실험 기간동안 실험반에게 시행한 수업 진도표는 <표 1>에 제시되어 있으며, 한 예로 「생활 속의 그래프(2)」를 자료로 제시하여 다음과 같은 수업을 실시하였다. 4단계 과정에서 교사는 함수의 그래프에 대한 유용성을 언급하여 학생들이 듣기 활동에 참여하게 하고, 1단계에서는 동기 유발로 다른 학급의 학생들이 만든 작품을 소개하면서 학생들과 함께 평가하여 학생들이 말하고 듣기를 학습하게 하였다. 그리고 변화하는 두 양 사이의 관계를 알아보는 학습 과제를 소개하여 주고 학습지를 배부하였다. 학생들은 학습지를 활용하여 주어진 상황에서 관계를 가지면서 변하는 두 양에 대해 토론하고, 그것을 그래프로 완성하면서 말하기, 듣기, 쓰기, 그래픽의 의사소통 방식을 학습하였다. 이 때 교사는 정확하면서 다양한 여러 그래프가 나올 수 있도록 조별 학습을 안내하고 격려했다. 토론 후 2단계에서 학생들은 자신의 학습지를 혼자 힘으로 완성하였다. 그리고 3단계에서는 조별로 학습지를 TP 자료로 만들어 발표하면서 정리하는 시간을 가졌다. 학생들은 자신들이 만든 그래프가 나오게 된 이유를 설명하면서 말하기와 듣기의 학습이 이루어지고, 조별 발표 이후 발표 내용을 토대로 수학 일기를 작성하면서 쓰기를 학습하고 수업에 대한 반성을 함께 할 수 있었다.

<표 1> 실험 기간의 수업 진도표

날 짜	일 정	
3월	1주	사전평가(수학적 의사소통 능력, 수학적 성향)
	2주	「분수와 소수의 탄생 배경 및 유리수에 관하여..」 & 수학 자서전 쓰기
	3주	「유리수에 관한 글쓰기」
	4주	「지수법칙을 배워봅시다」
4월	1주	「식은 왜 필요할까요?」
	2주	「십자말 만들기」
	3주	「연립방정식 풀이를 협력해서...」
	4주	중간교사 기간

<표 2> 실험 기간의 수업 진도표

날 짜	일 정
5월	1주 「문제 만들기(연립방정식)」
	2주 「듣고 풀어보자!」
	3주 「연극으로!」
	4주 「부동식의 성질을 알아보자」
	5주 「올해 나의 행복 이야기..」
6월	1주 「생활 속의 그래프 문제 (1)」
	2주 「생활 속의 그래프 문제 (2)」
	3주 「생활 속의 그래프 문제 (3)」
	4주 사후평가(수학적 의사소통 능력, 수학적 성향, 학업 성취도)

2. 실험 평가 도구

사전 학업성취도는 전학년도의 수학 성적으로 대신하였고, 수학적 성향은 강승호(1997)와 한국교육개발원(1992)의 수학적 성향에 관한 설문문 바탕으로 수학적 성향의 주요 변인인 수학적 자신감, 융통성, 의지, 호기심, 반성, 가치의 각 개념에 대하여 4문항씩으로 구성된 설문지로 조사하였고, 설문 문항은 <부록 1>에 있다.

사전 의사소통 능력 검사는 <부록 2>의 문항을 사용하여 말하기, 쓰기, 읽기, 듣기, 그래프의 의사소통 능력을 조사하였고, 이종희·김선희·채미애(2001)가 개발한 평가 기준으로 채점하였다. 의사소통의 평가를 위한 세부사항은 <표 2>와 같다. 학생들의 사전 검사 점수는 교사 2명과 수학교육학 석사학위를 소지한 교사 4명이 의사소통 평가 기준에 대한 취지와 방법에 대하여 충분한 검토를 하고, 함께 몇 개의 답안을 채점하여 점수를 확인하여 일치도를 확인한 후, 두 명씩 상관관계를 조사하여 모두 0.7이상을 얻은 것을 4명의 교사 각각의 평균점수로 하였다. 말하기의 평가는 학생들이 설명한 내용을 녹음하여, 채점자들이 각각 듣고 기준에 따라 채점하였다.

사후 검사로 학업성취도는 1학기 기말 수학 성적이 사용되었고, 수학적 성향의 평가는 사전 검사와 동일한 것으로 다시 한 번 조사되었다. 의사소통 능력 향상 여부를 검사하기 위한 사후 검사 문항은 <부록 3>과 같으며, 사전 검사에서 채점을 했던 교사들이 검토한 것이다. 사전검사에서 교사들의 상관계수가 높았으므로, 그 신뢰성을 토대로 사후검사에서는 지도 교사 개인이 검사지를 채점하였다.

<표 2> 수학적 의사소통 평가를 위한 세부 사항

의사소통 유형	범주	세부사항	
쓰기	표현	· 수학적어· 기호· 식· 일상언어 등의 적절한 사용 및 다양성	
	설명	자신의 생각과 느낌에 관한 글 쓰기	· 논리적인 자신의 경험, 의견, 느낌의 표현 · 창의성과 실제적 응용
		문제 해결 과정 쓰기	· 논리적인 내용 전개 · 풀이과정 및 답의 정확성
	개념 설명의 글 쓰기	· 논리적이고 명확한 설명 · 예시의 다양성 · 이해를 돕기 위한 그림, 표, 식 등의 정확하고 적절한 사용	
읽기	태도	· 집중하는 태도	
	내용 이해	· 수학적 내용과 그래프 자료를 이해하고 해석	
듣기	태도	· 집중하는 태도	
	내용 이해	· 들은 내용을 이해하고 해석	
말하기	표현	· 일상언어와 수학 언어 사용의 조화	
	설명	문제풀이 과정이나 수학적 개념을 설명하기	· 명확하고 논리적인 표현 · 내용전개의 다양성
		공동 과제 해결을 위한 그룹 안에서의 말하기	· 대화참여도 · 적극성 및 솔직함
그래피	표현 및 설명	· 문제 상황을 그래프를 이용하여 설명 가능	

IV. 연구 결과 및 분석

본 연구를 위해 자료처리는 SPSS 프로그램을 이용하였고, 통계처리 분석기법은 t-검정과 사전 검사를 공변량으로 한 두 집단 간의 차이를 다변량공분산분석(MANCOVA)을 실시하였다. 사전 검사에서 집단 간에 평균이 동일하다면 사전 검사를 공변량으로 공분산분석을 실시하는 것은 의미가 없으므로(박광배, 2000), 사전 검사에서 동질성이 확인된 학업성취도와 의사소통 능력은 사후 검사만을 가지고 집단 간의 평균을 비교하는 독립표본 t-검정을 실시하였다. 그리고 수학적 성향 검사에서는 집단 간에 평균 차가 유의한 반성과 융통성 사전 검사를 공변량으로 하여 사후 검사의 평균을 비교하는 MANCOVA를 실시하였다.

1. 학업성취도 비교

실험반과 통제반에서 사전 학업성취도는 평균에서 유의한 차이를 보이지 않았으므로, 사후검사에 대하여 두 집단간의 평균의 차이를 t-검정으로 실시하였다. <표 3>에 따르면, t값이 -.860이고, 유의확률이 .391로 유의수준 .05내에서 유의한 차이가 없었다.

<표 3> 학업성취도 검증 결과

	case	Mean	SD	t값	p
통제반	67	69.1642	22.5836	-.860	.391
실험반	64	72.4688	21.3229		

2. 수학적 성향 비교

수학적 성향의 사전 검사와 사후 검사는 수학적 성향의 주요 변인인 수학적 자신감, 융통성, 의지, 호기심, 반성, 가치의 개념에 대하여 각각 4개의 문항씩으로 이루어진 설문지로 학생들의 반응을 조사하였다. 각 문항은 5단계 척도로 구성되었으며 매우 긍정적 반응을 1, 매우 부정적 반응을 5로 코딩하였다. 수학적 성향의 6가지 변인 중 사전 검사가 집단 간에 평균에서 유의한 차이를 갖는 반성과 융통성을 공변량으로 사후 검사를 종속변인으로 하여 MANCOVA를 실시한 결과, Wilks의 λ 의 값이 .590이고 유의확률이 .000으로 공변량이 통제된 집단 차이에 대한 유의도 검증을 할 수 있었다.

<표 4>와 같이 수학적 성향의 각 변인에 대하여 실험반과 통제반의 차이를 비교하면, 자신감이 F값이 5.041이고 유의확률이 .026으로 유의수준 .05내에서 유의한 차이를 보였다. 자신감에 관한 수학적 성향 문항에서 나타나듯이 수학적 의사소통을 수학 학습에서 경험함으로써 학생들은 수학 문제를 푸는 것이 신이 나고, 재미있고, 좋은 느낌을 갖고, 자신감을 갖게 된 것이다. 의지도 F값이 5.476이고 유의확률이 .021로 유의수준 .05 내에서 유의한 차이를 보였다. 학생들은 금방 답이 나오지 않는 문제도 풀려고 노력하고, 수학 문제를 깊이 생각해 보고, 답이 나올 때까지 열심히 푸는 성질이 있으며, 수학을 잘하기 위해 꾸준히 노력하는 자세를 갖게 되었다. 특히 반성은 F값이 10.923, 유의확률이 .001로 유의수준 .01내에서도 실험반이 통제반에 비해 유의한 향상을 보였다.

쓰기와 읽기, 말하기, 듣기를 통해 수학적 의사소통을 받은 학생들이 풀이방법을 차근차근 생각해 보고, 자신의 풀이를 검토하고, 풀이 방법을 계속 생각해 보고, 다른 사람의 학습을 눈여겨 보는 반성이 더 향상되었다고 할 수 있다. 이는 학습자 측면에서 자신의 인지를 반성하는 메타인지 측면에서도 의사소통이 가치 있다는 것을 보여준다.

<표 4> 수학적 성향 변인 검증 결과

	공변량	자유도	평균제곱	F	p
자신감	(반성)	1	15.855	20.732	.000
	(융통성)	1	7.935	10.375	.002
	집단	1	3.855	5.041	.026
	잔차	127	.765		
	수정합계	130	124.771		
융통성	(반성)	1	2.337	7.054	.009
	(융통성)	1	11.962	36.100	.000
	집단	1	1.528E-02	.046	.830
	잔차	127	.331		
	수정합계	130	56.399		
의지	(반성)	1	21.109	45.994	.000
	(융통성)	1	4.027	8.775	.004
	집단	1	2.513	5.476	.021
	잔차	127	.459		
	수정합계	130	85.936		
호기심	(반성)	1	14.088	24.399	.000
	(융통성)	1	10.551	18.273	.000
	집단	1	.680	1.178	.280
	잔차	127	.577		
	수정합계	130	98.649		
반성	(반성)	1	28.178	74.966	.000
	(융통성)	1	.708	1.883	.172
	집단	1	4.106	10.923	.001
	잔차	127	.376		
	수정합계	130	80.727		
가치	(반성)	1	13.817	15.658	.000
	(융통성)	1	4.940E-02	.056	.813
	집단	1	1.328	1.505	.222
	잔차	127	.882		
	수정합계	130	127.260		

3. 수학적 의사소통 능력의 비교

수학적 의사소통의 능력을 검사하는 문항은 쓰기, 읽기, 듣기, 말하기, 그래픽의 문항으로 이루어졌으며 사전 검사와 사후 검사가 실시되었다. 쓰기에 대해서는 생각과 느낌 쓰기, 문제해결 과정 쓰기, 개념 설명 쓰기의 세 가지 과제유형별로 각각의 문항을 제작하였고, 평가 기준에 따라 설명과 표현 측면을 나누어 채점하였다. 읽기와 듣기에 대해서는 내용 이해 면을 채점하였다. 말하기에 대해서는 과제 유형 중에서 문제풀이 과정이나 수학적 개념을 설명하기 위한 말하기의 문항을 설명과 표현 측면에서 각각 채점하였다. 그래픽에 대해서는 하나의 문항을 채점하였다. 의사소통 능력에 있어서 실험반과 통제반은 모두 사전검사서 평균의 차이가 유의하지 않다는 결과를 얻어 사후 검사만을 t-검정하였다.

(1) 쓰기 능력의 비교

수학적 의사소통 능력 중 쓰기 능력에 대한 비교에서 통제반과 수학적 의사소통 학습지도를 받은 실험반 학생들의 쓰기 능력은 과제유형별로, 표현과 설명의 측면에서 차이를 검정하였다.

쓰기 능력의 문항은 '생각과 느낌 쓰기', '문제해결과정 쓰기', '개념 설명 쓰기'의 세 가지 과제유형별로 제작되었는데, 생각과 느낌 쓰기 문항은 수학에 대한 자신의 생각을 비수학자가 이해할 수 있고 수학이 실생활과 연관되어 사용될 수 있다는 점을 염두에 두고 만들어진 것이며, 문제해결과정 쓰기는 기존의 서술형 주관식 문제 유형이며, 개념 설명 쓰기는 결석한 동료에게 그 날 배운 수학 개념을 설명하게 하는 문항이었다.

사전과 사후 검사의 차이를 실험반과 통제반을 비교하여 검증한 결과는 <표 5>와 같다. 쓰기 중 생각과 느낌 쓰기 문항에서는 t값이 -3.855이고 유의확률 p가 .000으로 유의수준 .01 이내에서도 유의한 차이가 있었다. 문제해결과정 쓰기에서도 t값이 -2.292이고 유의확률 p가 .024로 유의수준 .01 내에서 유의한 차이가 있었다. 그러나 개념 설명 쓰기에서는 t값이 -.843이고 유의확률 p가 .401로 유의수준 .05 이내에서 유의한 차이가 없었다. 실험반 학생들은 통제반 학생들에 비해 개념을 설명하는 것보다 생각과 느낌을 글로 나타내고 문제해결 과정을 쓰는 능력이 향상되었다. 수학의 쓰기 활동에서 개념을

설득력 있게 설명하는 것을 하기 위해서는 좀 더 장기간의 시간이 필요할 것으로 보인다.

<표 5> 쓰기 과제 유형별 검증 결과

		case	Mean	SD	t값	p
생각과 느낌 쓰기	통제반	67	2.1493	2.0019	-3.855	.000
	실험반	64	3.5000	2.0079		
문제해결 과정 쓰기	통제반	67	2.5672	2.2779	-2.292	.024
	실험반	64	3.4844	2.3025		
개념 설명 쓰기	통제반	67	3.0597	1.8900	-.843	.401
	실험반	64	3.3281	1.7462		

쓰기 능력의 검사 문항은 설명과 표현 각각에 대해서 채점하였다. 쓰기의 표현은 수학적어·기호·식·일상언어 등을 적절하고 다양하게 사용하는지를 평가하기 위한 것이었다. 생각과 느낌을 쓰기에서 설명 측면은 논리적으로 자신의 경험, 의견, 느낌을 나타내고 창의성을 드러내며 실세계에 응용될 수 있는 점을 강조하는 쓰기를 평가하는 것이고, 문제해결 과정 쓰기에서 설명 측면은 논리적으로 내용을 전개하고 풀이 과정과 답이 정확한 것을 평가하기 위한 것이었으며, 개념을 설명하는 쓰기에서 설명 측면은 논리적이고 명확하게 설명하고 예시를 다양하게 들고 이해를 돕기 위한 여러 표현을 정확하고 적절하게 사용하는 것을 평가하기 위한 것이었다.

쓰기에서 설명과 표현 측면에서 실험반과 통제반의 차이가 있는지 쓰기의 세 가지 과제 유형에서 채점된 설명 측면과 표현 측면의 평균을 비교하였다. t-검증 결과 쓰기의 설명과 표현 모두에서 실험반이 통제반에 비해 유의한 수준으로 향상되었다. <표 6>에 따르면, 쓰기에서 설명 측면은 t값이 -2.699이고 유의확률 p가 .008이었고, 표현 측면은 t값이 .002이고 유의확률 p가 .002로 유의수준 .01내에서도 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 수학적 의사소통을 학습한 실험반 학생들이 통제반 학생들보다 쓰기 능력에서 설명과 표현 측면 모두에서 향상되었다고 할 수 있다.

<표 6> 쓰기 능력에서 설명과 표현 측면의 검증 결과

		case	Mean	SD	t값	p
설명	통제반	67	4.2687	2.4157	-2.699	.008
	실험반	64	5.4219	2.4740		
표현	통제반	67	3.5075	2.3637	-3.188	.002
	실험반	64	4.8906	2.6011		

(2) 읽기 능력의 비교

수학적 의사소통 학습지도를 받은 학생들의 내용 이해 면에서의 읽기 능력은 통제반에 비해 크게 향상된 것으로 나타났다. <표 7>에 따르면 t값은 -5.487이고 유의확률이 .000으로 유의수준 .01내에서도 유의한 차이를 보였다. 수학 수업에서 다소 생소한 읽기의 의사소통 방식을 동기 유발과 참고 자료에서 활용한 학습 지도 방식을 수학적 텍스트를 읽는 학생들의 능력을 향상시킨 것으로 볼 수 있다.

<표 7> 읽기 능력 검증 결과

		case	Mean	SD	t값	p
통제반	67	1.0448	.7057	-5.487	.000	
실험반	64	1.9063	1.0498			

(3) 듣기 능력의 비교

수학적 의사소통 학습지도를 받은 학생들의 듣기 능력은 통제반과 비교하여 유의한 차이를 보이지 않았다. <표 8>에 따르면 t값이 .280, 유의확률이 .780으로 유의수준 .05내에서 유의한 차이는 없었다. 듣기의 의사소통은 특별히 지도하지 않아도 전통적인 일제 수업에서 항상 학생들에게 강조되는 의사소통 방식이므로, 통제반과 실험반의 차이가 없는 것으로 보인다.

<표 8> 듣기 능력 검증 결과

		case	Mean	SD	t값	p
통제반	67	2.4179	.8193	.280	.780	
실험반	64	2.3750	.9344			

(4) 말하기 능력의 비교

수학적 의사소통 학습지도를 받은 학생들의 말하기 능력 평가는 쓰기와 마찬가지로 의사소통 평가 기준에 따라 설명과 표현 측면이 각각 채점되었다. 말하기에서 설명 측면은 명확하고 논리적인 표현으로 내용 전개가

다양한 지를 평가하는 것이었고, 표현 측면은 일상언어와 수학언어 사용이 조화롭고 표현에 적절한 언어를 선택하는지를 평가하기 위한 것이었다. 말하기 능력 중 설명과 표현 측면 각각을 실험반과 통제반을 비교한 결과는 <표 9>와 같다. 말하기 능력 중 설명하기는 t값이 -2.911이고 유의확률이 .004로 유의수준 .05이내에서 유의한 차이가 있었다. 표현하기도 t값이 -2.131, 유의확률 p가 .035로 유의수준 .05이내에서 유의한 차이가 있었다.

<표 9> 말하기 능력에서 설명과 표현 측면의 검증 결과

		case	Mean	SD	t값	p
설명	통제반	67	2.1343	.7155	-2.911	.004
	실험반	64	2.4688	.5901		
표현	통제반	67	1.9104	.8300	-2.131	.035
	실험반	64	2.2188	.8256		

(5) 그래픽 능력의 비교

<표 10>에 따르면 수학적 의사소통 학습지도를 받은 학생들의 그래픽 능력은 t값이 -1.923, 유의확률이 .057로 통제반과 비교하여 유의수준 .05 내에서는 유의한 차이가 없었다. 그러나 유의수준 .10에서 본다면 차이가 있다고 볼 수도 있으며, 그래프나 그림을 통해 의사소통하는 능력이 학습 지도를 통해 길러질 수도 있는 것이다.

<표 10> 그래픽 능력 검증 결과

		case	Mean	SD	t값	p
통제반	67	1.6119	1.1801	-1.923	.057	
실험반	64	2.0000	1.1269			

V. 결론 및 제언

Vygotsky의 ZPD 개념에 근거하여 설계된 수학적 의사소통의 학습 지도 과정을 실제 수업에 적용하여 그 효과를 분석하기 위해 서울시의 한 중학교 2학년 4개 학급을 실험반과 통제반으로 하여 실험반에는 수학적 의사소통의 학습 지도를, 통제반에는 전통적인 일제학습의 지도를 하였다. 학업성취도와 수학적 성향, 수학적 의사소통 능력에 대하여 실험반과 통제반에서 각각 사전, 사후 검사를 실시하고 t-검정과 사전 검사를 공변량으로 MANCOVA를 실시한 결과는 다음과 같다.

첫째, 학업 성취도면에서 두 집단은 사전 검사의 평균이 동일하므로, 사후검사를 t-검정한 결과 수학적 의사소통 지도를 받은 실험반과 일제 학습을 받은 통제반은 유의수준 .05내에서 유의한 차이가 없었다. 수학적 의사소통을 12주간 수학 일기, 수학 펜팔, 협동학습을 통해 지도한 김선희(1998)의 연구나 17주 동안 수업 전반에 걸쳐 수학적 의사소통을 중점적으로 지도한 본 실험 연구에서도 학업성취도의 차이는 없는 것으로 나타났다.

둘째, 자신감, 융통성, 의지, 호기심, 반성, 가치의 6개 변인으로 이루어진 수학적 성향은 수학적 의사소통 지도를 받은 실험반과 일제 학습을 받은 통제반을 독립변수로, 사전 검사에서 집단 간에 차이를 보인 반성과 융통성을 공변량으로 사후 검사의 각 변인 점수를 종속변인으로 MANCOVA를 실시했을 때, 자신감, 의지, 반성이 유의수준 .05에서 유의한 차이를 보였다.

셋째, 수학적 의사소통 능력의 면에서 수학적 의사소통 지도를 받은 실험반과 일제 학습을 받은 통제반은 사전검사에서 각각의 의사소통 능력에 차이가 있다고 할 수 없으므로, 사후 검사만으로 t-검정을 실시하였다. 수학적 의사소통 능력 중 쓰기 능력을 비교할 때, 과제유형별로는 생각과 느낌 쓰기와 문제해결 과정에서 유의수준 .05 내에서 유의한 차이를 보였고, 설명과 표현 측면에서는 모두 유의수준 .01내에서 실험반이 통제반에 비해 유의한 수준으로 향상되었다. 의사소통 능력 중 읽기 능력 또한 수학적 의사소통 학습지도를 받은 실험반 학생들이 통제반에 비해 크게 향상되었다. 사후 읽기 점수를 t-검정한 결과 유의수준 .01내에서도 유의한 차이를 보였다. 그러나 전통적인 학습 지도에서 우세한 듣기의 의사소통 능력은 실험반과 통제반 사이에 유의한 차이가 없었다. 쓰기와 마찬가지로 학생들의 능동적인 의사소통이 강조되는 말하기는 수학적 의사소통 학습지도를 받은 실험반과 일제학습을 받은 통제반 사이에 유의한 차이가 있었다. 쓰기와 같이 설명과 표현 측면에서 자기 체점된 말하기 능력은 표현과 설명 각각에서 유의수준 .05이내에서 유의한 차이가 있었다. 본 실험연구를 통해 의사소통 지도를 받은 학생들은 논증과 예시로 상대방을 설득할 수 있는 설명뿐 아니라 적절한 언어를 구사할 수 있는 표현 측면도 향상되었다고 할 수 있다. 수학적 의사소통 학습지도를 받은 학생들의 그래픽 능력은 t-검정

결과 유의수준 .05 내에서는 유의한 차이가 없었다.

본 실험 연구를 통해 수학적 의사소통의 학습 지도는 쓰기, 읽기, 말하기, 그래픽 영역에서 학생들의 의사소통 능력 향상에 긍정적인 영향을 주었다. 쓰기는 학생들의 사고를 명확하게 하고 교사에게 알려주며, 메타인지와 자기 반성의 기회가 주어지기 때문에 수학 학습에서 그 지도의 필요성이 많이 언급되고 있으며, 읽기 또한 탐구 지향의 수학 학습의 한 방법으로 그 중요성이 크게 인식되고 있다. 또한 민주시민으로서의 자질과 인성 교육적 차원에서 협동그룹, 조별학습이 강조되고 있는 시기에 본 연구에서 쓰기와 읽기, 말하기의 능력이 향상되었다는 것은 큰 의미가 있다고 할 수 있다.

그러나 본 연구에 제한점이 따른다. Vygotsky의 ZPD 이론에 근거하여 설계된 수업모형에 따라 수학적 의사소통을 강조하였지만, 고차적 인지에 대해 평가하지 않았다. 학업성취도의 문항은 학생들의 의사소통 능력이나 추론 등의 고차원적인 정보를 얻는 것이 아니라 단지 지식이나 이해, 몇 가지 응용문제들로 구성되었기 때문에 고차원적인 사고에 대한 타당한 도구라 할 수 없다. 본 연구에서 제시한 Vygotsky의 이론에 근거한 수업모형이 고차적 사고 능력에 어떤 변화를 주는지에 대한 평가는 후속연구가 될 것이다.

본 연구를 마감하며 수학적 의사소통의 학습 지도에 대한 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 수학적 의사소통 능력의 신장이 수학 교육에서 더욱 강조되어야 한다. 수학적 의사소통이 교수 학습에 필요하고 중요하다는 것을 교사들이 대체로 인식하고 있고, OECD의 학생 평가에서도 수학의 과정에 의사소통 능력을 측정하고 있는 가운데(노국향 외, 2000), 수학적 의사소통 능력을 키우고, 그 학습 지도 방법에 대한 연구가 지속되어야 할 것이다.

둘째, 교사의 일방적인 설명식 수업에서 벗어나 수학적 의사소통을 강조하는 교수-학습을 위한 현실적 문제점들이 해결되어야 한다. 이종희와 김선희(2002b)에 의하면, 교사들이 수학적 의사소통을 지도하기 어려운 점들로 교사 1인당 학생수의 과다 및 과도한 업무량, 진도의 문제, 수학실험실의 설비 등이 있었다. 교사들은 학생들이 쓴 글을 통해 학생들의 개념 이해 수준을 파악하는 것이 가능하고, 개별 학습지를 검사하는 시간 소요도 의

속해질수록 줄어들 수 있다고 하여, 현실적인 문제점들만 해결된다면 수학적 의사소통이 학교 현장에서 잘 지도될 수 있을 것이라고 생각한다.

셋째, 컴퓨터나 웹 공간을 이용한 의사소통의 활용이다. 현대 사회는 첨단 과학기술의 발전으로 컴퓨터의 대중화가 가속되고 있으며 거의 모든 분야에서 컴퓨터가 활용되고 있다. 이로써 21세기를 살아나갈 학생들은 목소리와 인쇄 매체에 의존하던 의사소통 방식에서 벗어나 언제 어디서나 원하는 정보를 얻을 수 있게 되고 이 모든 과정이 동시에 이루어지는 전자식 의사소통으로 대체되고 있다. 더욱이 인터넷의 사용이 급증하면서 정보를 신속하게 주고받을 수 있게 되고 시공간을 초월한 쌍방향 의사소통이 가능하게 되었다. 수학 학습-지도에서 이용될 수 있는 의사소통은 컴퓨터를 이용한 방법까지 확장될 수 있다. 학교 홈페이지가 활성화되고, 학생들의 컴퓨터 능력도 수준급으로 성장했고, 국제적으로 최고 수준의 인터넷 전용선 시설을 가진 우리나라의 여건은 이메일과 인터넷을 통한 수학적 의사소통 지도가 가능할 것이다. '전용게시판'과 '이메일'을 이용하여 교사가 학생들의 개별 의견을 듣고 지도하는 것도 가능할 것이며, 학생들 간의 이메일, 채팅을 통한 의사소통도 가능성이 있다. 이러한 방법은 고등학생들을 대상으로 미적분을 원격수업으로 진행한 Wayand(1998)의 실험 결과에서도 나타난다. 그는 원격수업에서 소크라테스식 대화가 가능하다고 하면서 e-mail, Fax, 노트 교환, Forum과 같은 시간차 의사소통 도구가 소크라테스식 대화를 가능하게 하는 수단이었다고 한다. 또 Portella(1997)는 수업에 인터넷이 사용되는 장점으로 다음을 들고 있다. 첫째, 어느 때든 교사에게 e-mail을 보낼 수 있다. 둘째, 필기를 하는 대신 주제에 집중할 수 있다. 셋째, 어느 장소나 어느 때든지 이전 수업을 되돌아보고 접근할 수 있다. 넷째, 자신에 맞는 속도로 공부할 수 있다. 다섯째, 수업의 상호작용에 참여한다. 여섯째, 하면서 배운다. 일곱째, 전체 수업을 지연시키지 않으면서 교사의 개인적인 도움을 받을 수 있다. 여덟째, 숙제와 관련된 사이트에 접근할 수 있다. 따라서 이러한 컴퓨터를 활용한 의사소통의 효과를 얻기 위한 지도 방법에 대해 심층적으로 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 강승호 (1997). 중·고교생의 수학적 성향 및 태도와 학업성취도와의 관계 분석, 윤안 김연식 교수 정년퇴임 기념논총, pp.61-98.
- 교육부 (1999). 중학교 교육과정 해설(III) -수학, 과학, 기술·가정.
- 김선희 (1998). 의사소통 지도가 수학 학습에 미치는 효과. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 노국향·최승현·신동희·이소영 (2000). OECD의 학생 평가 읽기, 수학, 과학 평가를 및 예시문항. 한국교육과정평가원.
- 박광배 (2000). 다변량분석, 서울: 학지사.
- 수학사랑 (1999). Math Festival 프로시딩.
- 신경미 (1994). 사고와 언어의 관계에 관한 Vygotsky 이론 고찰. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 이석현 (1998). 쓰기 활동이 수학적성취도에 미치는 효과, 한국교원대학교 대학원 수학교육과 석사학위논문.
- 이종희·김선희 (2002a). 수학적 의사소통, 서울: 교우사.
- _____ (2002b). 수학적 의사소통의 지도에 관한 실태 조사, 학교수학 4(1), pp.63-79.
- 이종희·김선희·채미애 (2001). 수학적 의사소통 능력의 평가 기준 개발, 수학교육학 연구 11(1), pp.207-221.
- 최인숙 (1998). 수학 학습 과정에서 일지 쓰기(journal writing)의 효과에 관한 연구, 이화여자대학교 석사학위논문.
- 황희란·정은실 (2000). 의사소통으로서의 쓰기가 수학 학습 능력 및 수학적 태도에 미치는 영향, 전주교육대학교 과학교육연구 26, pp.77-89.
- 한국교육개발원 (1992). 교육의 본질 추구를 위한 수학교육 평가 체제 연구(III), 한국교육개발원.
- Chiu, M.M. (1996). *Building mathematical understanding during collaboration: Students learning functions and graphs in an urban, public high school*. Doctorial dissertation. Univ. of California, Berkeley.
- Gallimore, R. & Tharp, R. (1990). Teaching mind in society: Teaching, schooling, and literate discourse. In L. C. Moll(Ed.), *Vygotsky and education: Instructional implications and applications of*

- sociohistorical psychology*, pp.175-205, Cambridge: Cambridge University Press.
- Griffiths, R. & Clyne, M. (1994). *Language in the mathematics classroom*. Heinemann.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National council of Teachers of Mathematics.
- Portella, J. (1997). *Communicating mathematics through the internet: A qualitative case study*. Doctorial dissertation. Texas A&M University.
- Powell, A.B. & Lopez, J.A. (1989) Writing as a vehicle to learn mathematics: A case study. In P. Connolly & T. Vilardi(Eds.), *Writing to learn mathematics and science*, pp.157-177, NY: Teachers College Press.
- Rose, B. (1989). Writing and mathematics; Theory and practice. In P. Connolly & T. Vilardi(Eds.), *Writing to learn mathematics and science*(pp.15-30). NY: Teachers College Press.
- Wayand, L.S. (1998). *Identifying communication obstacles that arise when translating the modern mathematics classroom to distance*. Doctorial dissertation. Ohio State University.

Effects of Mathematics Instruction that Emphasize the Mathematical Communication

Lee, Chong Hee

Dept. of Mathematics Education, College of Education, Ewha Womans University, 11-1 Daehyun-Dong, Seodaemun-Gu,
Seoul, Korea, 120-750. E-mail : jonghee@mm.ewha.ac.kr

Choi, Seung-hyun

Korea Institute of Curriculum & Evaluation 25-1, Samchung-Dong, Chongno-ku, Seoul Korea
E-mail : jhtina@kice.re.kr

Kim, Sun Hee

Gwangjang Middle School 394-6, Gwangjang-Dong, Gwangjin-Ku, Seoul Korea
E-mail : ilovemath@empal.com

The purpose of this study is to improve middle students' mathematical communication ability. We designed the mathematics instruction model based on Vygotsky's ZPD to develop the mathematical communication ability, and applied to 2nd grade students in Middle School. And we investigated the significant differences between the group which was instructed with mathematical communication and the group which was instructed with teacher's traditional explanation in aspects of learning achievement, mathematical disposition, and mathematical communication abilities.

The results of the study are as follows:

1. There is no significant difference in learning achievement within significance level .05 between the group which was instructed with mathematical communication and the group which was instructed with teacher's traditional explanation by t-test.
2. There is a significant difference in reflection within significance level .01 and in self-confidence within significance level .10 by MANCOVA.
3. There is a significant difference in mathematical communication ability within significance level .01 between two groups by covariance analysis. In particular, there is a significant difference in reading within significance level .01 and in speaking within significance level .05 by t-test.

* ZDM classification : D43

* MSC2000 classification : 97D40

* key word : mathematical communication, reading, listening,
writing, speaking.

<부록 1> 수학적 성향 설문지

이 설문지는 여러분이 수학공부에 대해 어떤 생각과 느낌을 갖고 있는지를 알아보기 위한 것입니다. 여러분 자신의 생각이나 느낌을 솔직하게 답해주면 됩니다. 해당되는 곳에 V표 해 주세요.

2학년 반 번 이름

물 음	매우 동의 한다	대체로 동의한다	보통이다	별로 동의하지 않는다	전혀 동의하지 않는다
1. 나는 수학문제를 풀면 신이 난다.					
2. 수학문제를 풀 때 내가 푼 방법과 다른 학생이 푼 방법이 다를 때가 많다.					
3. 나는 금방 답이 나오지 않는 문제도 풀려고 노력한다.					
4. 나는 중요한 수학적 개념이나 새로운 아이디어를 배우고 싶다.					
5. 나는 문제를 풀 때 풀이 방법을 차근차근 생각해 본다.					
6. 나는 수학을 이용하면 앞으로 잘 살아가길 수 있다고 생각한다.					
7. 나는 수학이 재미있다고 생각한다.					
8. 나는 문제를 풀 때 정답이 나오더라도 다른 방법이 있는지 생각해 본다.					
9. 나는 수학문제를 풀 때 깊이 생각해 본다.					
10. 나는 숫자를 가지고 공부하는 것이 즐겁다.					
11. 나는 수학문제를 풀고 난 후 검토를 한다.					
12. 나는 많은 직업이 수학에서 배운 내용을 필요로 할 것이라고 생각한다.					
13. 나는 수학에 대해 좋은 느낌을 갖고 있다.					
14. 나는 수학문제를 풀 때 참고서에 나와 있는 방법을 따르지 않고 다른 방법을 생각하여 푼다.					
15. 나는 답이 나올 때까지 열심히 푸는 성질이 있다.					
16. 나는 수를 다루고 있는 퀴즈나 퍼즐 등을 좋아한다.					
17. 수업시간에 풀지 못한 문제는 그 후에도 푸는 방법을 계속 생각해 본다.					
18. 누구나 수학은 배워야 한다고 생각한다.					
19. 나는 수학문제를 풀 때 자신감을 가지고 있다.					
20. 나는 수학문제를 다양한 방법으로 풀어본다.					
21. 나는 수학을 잘하기 위해 꾸준히 노력한다.					
22. 나는 다른 친구들이 수학을 재미있다고 이야기하는 것을 이해할 수 있다.					
23. 나는 다른 학생들이 수학문제를 푸는 방법을 눈여겨 본다.					
24. 수학은 일상생활의 문제들을 해결하는데 있어서 유익하다.					

<부록 2> 수학적 의사소통 능력 사전 평가 문항

[듣기] a, b, c, d, e는 서로 다른 정수이다. 읽어주는 내용을 잘 듣고, 작은 것부터 순서대로 쓰세요.

- 교사:
 (1) a, b, c, d, e 중 가장 큰 정수는 c이다.
 (2) b와 c가 나타내는 점은 원점으로부터의 거리 즉 절대값이 같다.
 (3) a는 양수이다
 (4) d는 a보다 크다
 (5) e는 음수이다. 그리고 음수 중에서 가장 크다.

[말하기] 다음 방정식 풀이를 설명하세요. (방정식을 잘 모르는 동생들에게 얘기한다고 생각하고 차근차근 풀이과정을 알아듣기 쉽게 설명하세요.)

- (1) $\frac{1}{2}x - 3 = \frac{1}{5}x$ (2) $0.6x - 2 = 0.1x$
 (3) $\frac{x}{6} - 1 = \frac{2}{3}x + \frac{1}{2}$ (4) $0.005x + 2 = 4$
 (5) $\frac{1}{2}x - 0.3 = x - 1.3$

[읽기] 아래의 글을 읽고, 질문에 답하여 보자.

동동어 : 내가 너 생일을 맞춰볼게.
 친구 : 정말?
 동동어 : 먼저 네가 태어난 날의 수에 10을 더해.
 친구 : 응.
 동동어 : 나온 수를 두 배 해 봐.
 친구 : 알았어.
 동동어 : 네가 태어난 날의 100배를 또 더해.
 친구 : 어..... 했어.
 동동어 : 그 수에서 20을 빼 볼래?
 친구 : 그리고 네가 태어난 날의 수도 다시 빼 봐. 얼마야?
 친구 : 316
 동동어 : 아, 그럼 년 3월 16일에 태어났구나.
 친구 : 응. 맞아. 어떻게 알았어?

<질문> 태어난 날을 x, 태어난 날을 y로 하여 위의 계산을 식으로 나타낸 후 풀뚝이가 어떻게 생일을 맞출 수 있었는지 설명해 보세요.

[쓰기]

- 근사값은 일상 생활에서 어떤 값을 측정하는 상황에서 나오게 됩니다. 어떤 경우에 근사값 21.3+22.56을 계산하게 되는지 상상해 보고, 그 이야기를 꾸며 보면서 근사값의 덧셈 방법을 왜 배워야 하는지 자신의 생각을 제시해 보세요.
- 가로 6cm, 세로 4cm 짜리 타일 몇 개를 붙여 정사각형을 만들려고 한다. 만들 수 있는 정사각형 중 제일 작은 것의 한 변의 길이는 얼마가 되는지 문제의 풀이과정을 설명하는 글로 자세히 쓰세요.
- 여러분은 지금 지수법칙 ' $a^m \times a^n = a^{m+n}$ (단, m, n은 자연수)'을 결석한 친구에게 편지로 가르쳐 주려고 합니다. 설명하는 편지를 써 보세요. (필요하면, 예도 추가하세요.)

[그래픽] 좌표평면 위에 세 점 A(0, 5), B(2, 2), C(2, 0)을 나타내고 세 점 A, B, C를 순서대로 연결하세요. 그리고 y축을 회전축으로 하여 회전시켰을 때 생기는 회전체를 그림으로 그리고, 부피를 구하기 위해 필요한 길이의 값을 표시하세요.

<부록 3> 수학적 의사소통 능력 사후 평가 문항

[듣기] 들려주는 문장을 잘 듣고 문제를 풀어봅시다.

교사 : 어떤 정수의 2배에서 4를 빼면 10보다 작고 그 정수의 3배에서 5를 빼면 7보다 크다. 처음 정수를 구하여라.

[말하기] 다음 일차함수의 그래프를 그리는 방법을 설명해보세요.

- (1) $y=3x+2$ (2) $y=-2x+4$
 (3) $y=-4x-1$ (4) $y=2x-5$
 (5) $y=-x+5$

[그래픽] 좌표평면은 x 축과 y 축에 의해서 4개의 부분으로 나누어집니다. 그렇다면 $y=x-1$, $y=-x+1$, x 축, y 축에 의해 평면은 몇 개의 부분으로 나누어질까요?

[읽기] $1=2$ 라고 주장하는 학생이 있습니다. 그 학생은 아래와 같은 식을 써서 그런 주장을 하고 있는데, 여러분도 동의하십니까? 자신의 생각을 써 보세요.

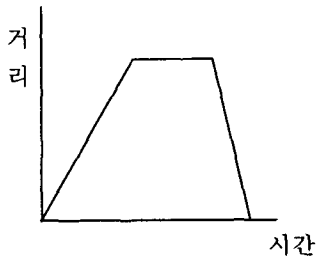
$$x+1=2x+1$$

양변에서 1을 빼면.. $x=2x$

양변을 x 로 나누면.. $1=2$

[쓰기]

1. 함수의 그래프는 일상생활에서 변화하는 두 양 사이의 관계를 한눈에 알아보기 쉽게 표현해줄 수 있습니다. 아래의 그래프가 어떤 상황에서 그려진 것인지 구체적인 예를 들어보고, 함수의 그래프를 왜 배워야 하는지 자신의 생각을 써 보세요.



2. 다음 부등식의 풀이과정과 답을 정확히 적어봅시다.

역에서 기차를 기다리는데 출발 시각까지 2시간의 여유가 있었다. 이 여유 시간을 이용하여 분속 5m로 걸어서 물건을 사오려고 한다. 물건을 사는 데 20분이 걸린다면, 역에서 몇 m 이내의 상점을 이용할 수 있는가?

3. 일차함수의 '기울기'에 관해 결석한 친구에게 편지를 써서 설명하려 합니다. 친구가 정확하고도 쉽게 이해할 수 있도록 편지를 써 봅시다.