

동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통이 수학 학습에 미치는 효과

오 영 열 (서울교육대학교)

오 태 옥 (서울장충초등학교)

이 연구는 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업이 학생들의 수학 학업 성취도 및 수학적 성향에 미치는 효과를 알아보고 또한 이 과정에서 나타난 피드백의 특성에 대해 분석하였다. 이를 위해서 서울특별시 소재의 초등학교 6학년 학생을 대상으로 동료 피드백 중심의 실험반과 전통적인 교사 주도의 피드백을 적용한 비교반을 대상으로 실험을 실시하였다. 그 결과 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업을 적용한 반이 전통적인 교사 피드백 중심의 반에 비해 수학 학업 성취도 및 수학적 성향 측면에서 모두 높게 나타났다. 특히 상위 집단 보다는 중·하위 집단에게 동료 피드백 중심의 의사소통 수업이 더욱 효과적인 것으로 드러났다. 그리고 동료 피드백 중심의 의사소통 수업을 통해 학생들은 문제해결에 대한 자신의 사고 과정을 점검해 볼 수 있었으며, 또한 피드백 제공 경험으로부터 수학에 대한 자신감이 향상됨을 알 수 있었다. 끝으로 이 연구는 수학 학습에서 수학적 의사소통의 중요성을 강조하고, 또한 교사 주도의 의사소통 보다는 다양한 학생들이 자신의 수학적 사고 과정을 수학적 언어를 사용하여 표현해 볼 수 있도록 하는 기회를 제공할 필요가 있음을 제안한다.

I. 연구의 필요성 및 목적

수학 학습에서 수학적 지식을 습득하는 것뿐만 아니라 자신이 알고 있는 지식을 남에게 이해시키고 설득력 있게 주장하고 다른 사람의 생각을 이해하고 해석하는 것은 매우 중요시된다. 즉, 수학 학습에서 수학적으로 의사소통하는 능력을 익히고 사용해야 하는데, 수학적 의사소통을 하기 위해서는 일상 언어, 수학적 용어와 기호, 시각적 표현의 수단이 필요하고, 의사소통을 하는 방식으로는 말하기, 듣기, 쓰기, 읽기, 신체활동을 사용한다. 이에 따라 최근 수학 교육에서 수학적 의사소통의 중요성은 날로 증대되고 있는 실정이다(이종희, 2001; NCTM, 2000).

한편 2007년 개정 교육과정(2006)에서는 수학적 의사소통 능력을 신장시키기 위한 교수·학습방법을 강조하고 있다. 그러한 예로, 수학 용어나 기호 또는 표와 그래프 등의 수학적 표현과 수학적 아이디어를 다른 사람과 효율적으로 의사소통하기 위해 사용할 수 있어야 한다는 점을 지적한다. 또한

* 접수일(2009년 4월 3일), 심사(수정)일(1차: 2009년 4월 17일, 2차: 4월 29일), 게재확정일자(2009년 5월 4일)

* ZDM분류 : D42

* MSC2000분류 : 97D40

* 주제어: 동료 피드백, 수학적 의사소통, 학업 성취도, 수학적 성향

수학적 아이디어에 대해 토론하면서 자신의 사고를 명확히 하고 반성함으로써 의사소통이 수학을 학습하는데 중요함을 인식할 수 있도록 해야 한다.

이와 같이 국·내외에서 수학적 의사소통의 중요성을 제시하고 있음에도 불구하고, 현재 수학교실에서는 알고리즘에 입각해 기계적으로 문제를 풀이하는 형태로 수업이 진행되는 경우가 허다하며, 의사소통이 이루어진다고 하더라도 교사가 개념을 설명하고, 문제를 풀도록 지시하면 학생은 문제를 풀고, 교사가 평가하는 방식과 같은 일방적인 의사소통이 이루어지고 있다. 즉, 교사가 주도하여 수업을 이끌어 나가고, 학생이 수학적 언어, 표현을 사용하는 기회가 적은 수업 형태가 다반사로 이루어지고 있다. 국제학업성취도 국제 비교 평가(PISA)를 통해서 우리나라 학생들의 수학적 능력이 매우 뛰어난 것으로 밝혀졌음에도 불구하고, 부정적 측면의 원인으로 수학적 의사소통 능력의 결핍을 들고 있다(박경미, 최승현, 노국향, 2001). 즉, 우리나라 학생들은 자신의 사고를 타당하게 설명하고 정당화하는 의사소통 능력이 미흡하여 설명이 요구되는 문항에 대한 오답 비율이 상대적으로 높게 나타났다. 한편, 수학적 의사소통 수업의 효율성이나 필요성 측면에서 초등학교 교사들은 높게 인식하고 있으나, 학생들의 학습 능력의 차이와 시간 부족 등은 수학적 의사소통 신장에 장애 요인으로 작용하고 있는 것으로 나타났다(이해영, 2005). 이러한 연구들은 수학교육이 단순히 정답의 도출보다는 문제 해결력을 높이는 방향으로 나아가기 위해서는 학생들이 수학적으로 사고할 수 있도록 의사소통 능력의 신장을 강조해야 함을 시사한다.

수학적 의사소통 능력의 교육적 가치에 대해서는 이미 많은 연구자들 사이에 충분한 공감대가 형성되어 있으며, 이러한 능력을 신장시키기 위해 수학교실에서 학생들이 수학적 의사소통 상황을 다양하게 경험할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 학생들의 수학적 의사소통 능력의 신장을 위해 다양한 형태의 활동을 통해 학생들에게 의사소통 기회를 부여하는 하는 방법이 있지만, 이 방법은 주로 학업 성취도가 우수한 학생들이나 의사소통 능력이 뛰어난 학생이 주가 되는 경우가 많기 때문에 상대적으로 학업 성취도가 낮은 학생은 의사소통 할 수 있는 기회를 갖지 못하게 될 수 있다. 따라서 다양한 형태의 활동을 통해 의사소통 기회를 부여하는 것보다는, 활동 결과에 대해 동료 피드백을 활용하여 모든 학생이 고르게 의사소통 기회를 갖는 수업 형태를 고려할 수 있다. 동료 피드백을 통해 학생들은 상대방과 의사소통 하면서 다양한 수학적 표현과 풀이 방법이 있음을 깨닫게 되며, 무엇보다 자신의 생각을 상대방에게 이해시키기 위해 의사소통에 적극적으로 참여하는 기회를 제공할 수 있기 때문에 동료 피드백을 활용한 수업은 학생들의 수학적 의사소통 능력을 신장시키는데 도움이 될 것으로 기대할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 선행 연구에서 비교적 다루어지지 않고 있는 학습 내용에 대한 학생 상호 간의 피드백 중심의 수학 교수·학습 방법이 학생들의 수학 학습에 미치는 효과를 알아보려고 하였다. 이를 위해서, 먼저 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업이 학생들의 학업 성취도와 수학적 성향에 미치는 영향을 알아보았다. 또한 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업에서 나타나는 피드백의 특성을 분석하였다.

II. 이론적 배경

1. 피드백(feedback)의 개념

피드백의 개념은 학자들에 따라 다양한 관점에서 정의되고 있다. 예를 들어, Mayer(1992)는 피드백을 교정, 적절성, 또는 학습자 행동의 정확성 측면에서 학습자에게 제공되는 정보라고 규정함으로써 학습자가 어떤 행동을 하고 난 후에 일어나고 관찰될 수 있다는 점에서 학습자 행동의 효과를 기술한다고 하였다. 또한 Cole과 Chan(1994)은 피드백을 학생들 개인적인 활동이나 반응의 적절성과 관련해서 개별 학생들에게 다시 되돌아가는 정보를 의미한다고 하였으며, 학생들에게 정보를 제공해 주고자 하는 모든 형태의 의사소통을 포함한다. 피드백에 대한 이러한 정의를 종합해 보면, 학습자의 활동 과정이나 결과에 대한 정보를 학습자에게 적절한 방법으로 제공해 주는 활동을 일반적으로 피드백이라 정의하고 있다.

한편, 피드백의 기능과 관련해서 크게 두 가지 관점에서 접근하고 있다. 하나는 피드백이 강화인(reinforcer)으로서 작용을 한다는 측면이고, 또 다른 하나는 교정적 정보를 제공하는 기능을 한다는 관점이다. 행동주의 심리학자인 Skinner(1968) 등은 주로 피드백의 강화인으로서의 기능을 강조하였으며, 인지주의적 관점인 Bardwel(1981)과 Kulhavy와 Stock(1989) 등은 피드백의 교정적 기능을 강조하였다. 이는 피드백이 강화로서의 기능과 함께 정보 제공으로서의 기능을 동시에 하고 있음을 의미한다. 학생이 학습 목표를 달성하고자 노력하였는데도 실패하거나 낮은 성취를 보일지라도 피드백을 통하여 적절히 정보와 도움을 제공하고, 학습 결과에 대해 인정해 주거나 격려와 지지를 해 줌으로써 학생이 학습 결과에 대해 만족감과 성공감을 느끼게 될 때 학습에 대한 동기가 유발되어 학습 효과의 증진을 가져올 수 있다.

그리고 박종국(1998)은 피드백을 수업의 주도적인 역할과 안내의 정도를 기준으로 분류한 수업 방법과 연계하여 교사 주도의 피드백과 아동 주도의 피드백으로 나누었다. 교사 주도의 피드백은 학습 활동에서 학습 안내와 학습 과제의 구조화 정도가 높은 교사 중심의 설명식 수업 방법에 의한 피드백이며, 아동 주도의 피드백은 학습의 구조화 정도 보다는 아동 중심의 발견식 수업방법에 의한 피드백이라고 볼 수 있다. 이를 수학적 의사소통이라는 관점에서 바라본다면, 교사 주도의 피드백은 교사가 일방적으로 설명을 하고, 학생은 수동적인 입장에서 듣는 입장이 된다. 그러나, 동료 피드백은 자신이 인식한 수학적 지식을 자신의 용어로 풀이하고, 수학적으로 표현하며, 자신의 풀이 방법을 동료 학생에게 설명하기 때문에 수학적 의사소통 능력의 신장에 긍정적인 영향을 미치게 된다.

이 연구에서 적용한 동료 피드백은 다양한 피드백의 기능 중 교정 및 정보 제공에 초점을 맞추어 제공되는 피드백의 유형이다. 문제 풀이 후 잘못된 답을 구했을 경우에는 올바른 풀이 방법에 대한 피드백을 제공하는 교정적 기능을 하고, 정답을 구했을 경우에는 상호 피드백을 제공하여 서로 다른 풀이 방법이 있음을 깨닫게 하는 정보 제공의 기능을 하게 된다.

2. 수학적 의사소통의 개념과 역할

수학을 이용하는 능력은 수학적 언어가 자연스럽게 사용되는 상황 속에서 학생들이 읽고, 쓰고, 아이디어를 토론할 수 있는 기회를 가짐으로써 가장 잘 성취될 수 있다. 즉, 자신의 생각을 다른 사람들과 서로 나눔으로써 학생들은 사고를 보다 명확히 정리하게 되고, 이로써 수학적 의사소통 능력을 키울 수 있게 된다. NCTM(2000)에서는 '학교 수학을 위한 원리와 기준'을 통해서 수학적 지식을 습득하고 활용하기 위한 방법적 측면을 기술한 과정규준으로써 수학적 의사소통을 강조하고 있다. 학생들은 수학적 의사소통을 통해서 수학적 사고를 조직하고 공고히 할 수 있으며, 동료 및 교사와 자신들의 수학적 사고를 전달할 수 있다. 또한 수학적 언어를 사용하여 수학적 아이디어를 정확하게 표현할 수 있으며, 다른 사람들의 사고와 전략을 분석하고 평가할 수도 있다. 다시 말해서, 수학적 의사소통은 수학적 아이디어를 이해하고 수학적 용어나 기호를 이용하여 자신의 아이디어를 다양한 수학적 표현으로 나타내고 논리적으로 설명할 수 있는 능력을 의미한다.

수학적 의사소통을 강조한 수학 교수·학습에서는 교사가 중심이 되어 일방적으로 지식을 전달하는 방법과는 달리 교사와 학생 모두에게 여러 가지 측면에서 도움을 준다. 이와 관련하여 Mumme와 Shepherd(1990)는 의사소통의 중요성에 대해 다음과 같이 강조한 바 있다. 먼저, 의사소통은 학생들로 하여금 수학의 이해를 증진시키도록 돕는다. 의사소통은 학생들 자신의 아이디어를 표현하고, 토론에 참여함으로써 수학에 대한 이해를 깊게 하는 것을 도와주며 또한 사람들이 다른 방식으로 생각한다는 것과 상황에 따라 여러 가지 접근 방법이 있음을 알게 한다. 둘째, 의사소통은 수학에 대해 공유하고 있는 이해를 확고히 하도록 돕는다. 많은 학생들은 발견하거나 공유해야 할 아이디어로서가 아니라 암기하고 숙달해야 할 규칙과 절차로 제시되었을 때에 수학적 아이디어를 제대로 파악하지 못한다. 서로 의사소통할 필요성을 느끼는 것은 기수법, 수학의 규칙, 정의 등과 같은 수학의 어떤 측면에 대해 합의할 것을 요구하기 때문이다. 토론하고 아이디어를 공유함으로써 학생들은 공통 언어의 필요성을 느끼게 되며, 정의의 역할을 인식하고 궁극적으로 가정을 명확히 하고 토론하는 것의 중요성을 알게 된다. 셋째, 의사소통은 아동들로 하여금 학습자로서의 권한을 강화시킬 수 있다. 즉, 학생들로 하여금 자신의 생각을 말이나 글로 제시하게 함으로써 학생들은 보다 큰 힘을 발휘하고 자신의 학습을 제어할 수 있게 된다. 넷째, 의사소통은 학습에 편안한 환경을 조성한다. 모둠별로 모여 다른 친구의 이야기에 귀를 기울이거나 자기 생각을 말하는 것은 불안감 없이 새로운 아이디어를 생산할 수 있는 기회를 제공한다. 다섯째, 의사소통을 통하여 교사는 학생들의 사고에 관한 정보를 얻을 수 있다. 교사들은 학생의 추론 과정을 설명하는 것에 귀를 기울임으로써 학생에 대해 많은 것을 배울 수 있다.

수학적 의사소통의 유용성에 대해서는 그동안 많은 연구들이 있었다. 김남운과 이재학(1999)은 인터넷을 통한 수학적 의사소통에 관한 사례연구를 통해서, 인터넷이 학생들로 하여금 자신의 언어로 자신만의 수학적 생각을 표현하도록 하는데 도움을 준다고 하였다. 또한, 박병서(1999)는 게임 전략

활동이 초등학생들의 수학적 의사소통 능력을 신장시키는데 유의함을 지적한 바 있다. 전략 게임 등을 통해 학생들은 전략을 탐색하고 협동적으로 문제를 해결하기 위한 과정을 통해서 토의하고 자신의 생각을 표현하는 능력이 향상된다. 그리고 김상룡과 박병서(1999)는 교사와 학생, 학생과 학생 상호 간의 활발한 의사소통은 서로의 아이디어를 공유하고 반성적 사고의 기회를 제공함으로써 학생들은 문제해결에 대한 자신의 의견을 수정하고 적절한 해결 방안을 모둠원들 간에 서로 합의할 필요성을 발견하게 된다고 지적하였다. 즉, 이러한 과정을 통해서 수업의 주제로써 학생들은 자신의 주관적 지식을 객관화된 지식으로 구성해 나가게 된다.

이와 같이 다양한 연구들은 수학적 의사소통의 유용성에 대해 입증하고 있다. 그러나 수학적 의사소통을 촉진시키기 위한 대부분의 연구들은 학생들이 개념, 원리를 배우는 과정에서 의사소통을 할 수 있는 기회를 제공하여 개념, 원리를 찾아가는 형태의 방법을 취하고 있다. 하지만 이와 같은 수업 형태에서는 주로 수학 학업 성취도가 우수하거나, 의사소통 능력이 원만한 학생들은 수업에서 의사소통할 기회를 많이 갖지만, 상대적으로 소극적인 학생들은 수업에서 소외될 수 있는 입장에 처할 수 있다. 그러나, 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업은 모든 학생이 균등하게 의사소통 할 수 있는 기회를 가질 수 있다는 장점이 있다.

또한 동료 피드백을 활용한 수업은 기존의 또래 교수와는 다소 차이가 있는데, 기존의 또래 교수를 이용한 연구는 대개 학습 부진아에 초점을 맞추어 진행된 부분이 대다수이며, 또래 교수는 또래 교수자와 또래 학습자로 나누어 또래 교수자가 주로 또래 학습자에게 모르는 부분을 알려주는 형태로 진행된다. 이와는 달리 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업은 일방적인 형태가 아니라 서로 자신의 풀이 방법을 설명하는 형태를 취하기 때문에 상호작용적인 측면을 갖고 있다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 서울특별시 소재하고 있는 J초등학교 6학년 9개 학급 가운데서 2개 학급을 선정하여 각각 실험반과 비교반으로 할당하였다. 실험반은 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업을 실시하였고, 비교반은 교사 주도의 피드백을 제공하는 전통적인 일제식 수업을 실시하였다. 실험반에 참여한 학생 수는 모두 29명이었으며, 비교반은 30명이었다. 본 연구는 2008년 9월부터 12월까지 12주에 걸쳐서 진행되었으며, 실험반과 비교반 학생들을 대상으로 수학 학업 성취도 및 수학적 성향에 대한 사전 검사는 2008년 9월 2일에 실시하였으며, 사후 검사는 12월 11일에 실시하였다.

2. 검사 도구

이 연구는 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업이 수학 학습에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구로서 실험반과 비교반에 동일한 학업 성취도 및 수학적 성향 검사를 실시하였다. 수학 학업 성취도에 대한 사전 검사는 2003년부터 2007년까지 한국교육과정평가원에서 제작한 국가수준 학업 성취도 평가 문항을 바탕으로 본 연구 대상의 수학 학업 성취도를 측정하기에 적합한 문항을 선별하여 객관식 문항과 단답형 문항으로 총 20문항을 구성하여 적용하였다. 수학 학업 성취도에 대한 사후 검사는 한국교육과정 평가원¹⁾에서 제작한 문항을 선정하여 본 검사에 적용하였다.

수학적 성향 검사는 NCTM(1989)에서 마련한 학교 수학 평가기준에 제시된 수학적 성향의 평가요소 일곱 개를 근거로 하여 신성균 외(1992)가 개발한 것을 바탕으로 본 연구에 맞게 수정해서 적용하였으며, 수학적 성향은 자신감, 융통성, 의지, 호기심, 반성, 가치의 측면에서 각각 4문항씩 총 24개의 문항으로 구성하였다. 설문에 대한 응답은 '매우 동의한다'부터 '전혀 동의하지 않는다'까지 5단계의 리커트 척도를 활용하였다. 수학적 성향 검사 도구의 신뢰도 분석을 위해서 크론바하 알파를 적용한 내적일관성 검사를 실시하였으며, 그 결과 알파계수 .89로 나타났다. 이는 본 검사에서 적용한 수학적 성향 검사 도구의 신뢰도가 매우 높다는 것을 보여준다.

3. 연구 방법

1) 모둠 구성

본 연구에서 동료 피드백을 제공하기 위한 집단의 크기는 4명을 기본으로 하였다. 수업의 도입 단계에서 피드백을 제공하는 상황과 전개 단계에서 교사의 설명이 끝난 후에 피드백을 제공할 때 2명씩 짝을 지어 피드백을 제공하고, 서로 피드백이 원활하지 못할 때에는 모둠의 구성원들이 서로 피드백을 제공하는 방식으로 활동하였다.

또한, 여러 연구 들(조영남, 배창식, 2001; 김남균, 이기석, 1997)은 동성으로 구성된 모둠보다는 혼성으로 구성된 모둠에서 의사소통이 활발하고 문제해결력이 더 뛰어나며 동질집단보다는 이질집단으로 모둠을 구성할 때 학생들 사이의 상호작용이 더욱 활발하다는 것을 지적한다. 이에 본 연구에서는 모둠 구성을 혼성, 이질집단으로 구성하였다.

이질 집단으로 구성시 실험반의 전체 학생을 사전 학업 성취도 성적을 기준으로 상위 33%는 상위 집단, 33%~66%는 중위 집단, 하위 33%는 하위 집단으로 분류하고, 상위 집단 학생과 하위 집단 학생을 짝으로 구성하고, 중위 집단 학생끼리 짝으로 구성하였다.

1) 한국교육과정평가원 평가문항관리시스템: <http://tlceval.kice.re.kr>

2) 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업

다인수 학급에서 기존의 교사 위주의 설명식 수업은 학생 개개인이 교사와 수학적으로 의사소통 할 수 있는 기회를 갖기 어려울 뿐만 아니라, 교사는 능력이 각기 다른 학생들에게 적절한 피드백을 제공해 주지 못한다. 따라서 본 연구에서는 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업을 다음과 같이 실시하였다.

수업의 도입 단계에는 전시학습을 복습하기 위해 교사가 지난 차시의 학습 내용과 관련된 문제를 제시하면 학생이 칠판에 나와서 다른 학생들에게 문제해결 과정을 설명한다. 나머지 학생들은 그 설명을 듣고, ‘학생이 사용한 수학적 용어 및 표현이 적절하게 사용되었는지’, ‘풀이 과정이 논리적으로 오류 없이 진술되었는지’를 확인하고 문제가 있는 부분을 구두로 지적해 준다. 또 다른 문제를 교사가 제시하면 학생들은 자신의 피드백 노트(문제, 풀이 과정, 친구의 설명, 소감 기술)에 풀이 과정을 자세히 쓰면서 문제를 해결한다. 학생들이 자신의 피드백 노트에 쓴 풀이 과정을 짝에게 설명하고, 짝의 풀이 과정을 듣는 활동을 한 후, 친구의 수학적 용어 및 표현의 문제점을 지적해 주고, 풀이 과정에서 오류를 구두로 수정해준다.

예를 들어, ‘원주라는 용어를 사용했는데, 원주는 원의 둘레를 말하는 것이고, 문제에서 사용하는 것은 원주율, 즉 3.14를 말하는 것 같습니다.’, ‘혼합 계산을 할 때에는 괄호 안의 식을 가장 먼저 계산해야 하는데, 너 곱하기를 먼저 계산해서 풀이 과정이 잘못 된 것 같은데...’와 같이 피드백을 제공한다. 서로 수정하는 활동을 실시한 후에 피드백 노트에 있는 친구의 설명 란에 친구가 설명한 내용을 정리하면서 자신의 풀이 과정과 비교하는 활동을 한다. 그 후 교사는 본시 학습과 관련된 적절한 동기 유발을 통해 본시 학습을 이끌어 나가게 된다. 도입 부분에서 제시된 두 가지 활동, 즉 칠판에 나와서 설명한 것을 친구들이 구두로 지적해 주는 것과 자신의 피드백 노트에 풀이 과정을 쓴 후 짝이 피드백을 제공해 주는 활동 중 시간이 여의치 않으면 1가지 활동만 실시하였으며, 도입 부분에 소요되는 시간은 10~12분 정도이다.

수업의 전개 단계에서는 본시 학습의 내용에 대한 설명 및 문제 해결 과정이 약 10분 정도에 걸쳐 제시된다. 그 후 교사가 제시한 문제를 피드백 노트에 적고 스스로 해결한 다음, 자신이 해결한 방법을 친구에게 설명하는 활동을 하게 된다. 이 과정에서 문제 해결 과정에 사용된 수학적 언어, 표현에 대해 조언해 주고, 해결 과정이 논리적으로 잘 이루어졌는지 지적해 준 후, 자신의 피드백 노트에 친구의 설명을 적도록 한다. 이 단계에서 피드백을 상호간에 제공하는 활동은 약 15분가량 소요된다. 이렇게 짝끼리 피드백을 제공하는 활동을 통해 학급 내에 있는 모든 학생이 수학적으로 의사소통 할 수 있는 기회를 갖게 된다.

동료 피드백을 통해 본시 학습 내용에 대한 이해를 한 후, 마무리 문제를 통해 학습한 내용을 다지는 기회를 갖게 된다. 본 수업은 기존의 또래 교수와 달리 교수자와 학습자의 역할이 정해진 것이 아니라 상호간에 피드백을 해 준다는 특징이 있다.

또한 본 연구에서는 연구의 신뢰성과 현장 적용성을 고려하여 교육과정에 제시된 교수활동 계획

에 따라 실험반의 경우 동료피드백 중심의 수학적 의사소통을 활용한 수업 방법을 적용하였고 비교반의 경우 전통적인 교사 주도의 피드백을 적용한 수학 수업을 실시하였다. 본 연구를 위해서 별도의 시간을 할애하여 수학을 지도하지는 않았다.

4. 자료 분석

본 연구 문제 해결을 위해 수집된 자료를 분석하기 위해서 다음과 같은 분석 방법을 적용하였다.

먼저, 실험반과 비교반의 수학 학업 성취도 및 수학적 성향에 대한 사전 동질성 확인 및 사후 차이를 분석하기 위해 사전 사후 검사 결과에 대한 t-검정을 적용하였다. 이 과정을 보다 면밀히 들여다보기 위해서 상, 중, 하위 집단의 학업 성취도 및 수학적 성향에 대해서도 분석하였다.

둘째, 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업에서 나타나는 피드백의 특성을 알아보기 위해서 실험 기간 동안 학생들이 상호간에 피드백을 제공한 노트를 분석하였다.

IV. 연구 결과

본 연구에서는 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업의 효과를 분석하기 위해서 실험반과 비교반의 사전 및 사후 검사 결과에 대한 수학 학업성취도 및 수학적 성향의 차이를 분석하였으며, 이를 위해서는 SPSS WIN 12.0 통계 패키지를 사용하여 t-검정하였으며, 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다. 수학 학업성취도와 수학적 성향 검사는 먼저 실험반과 비교반 전체를 대상으로 분석한 후, 보다 면밀한 검사를 위해서 상, 중, 하위 집단으로 나누어서 분석함으로써 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업이 어느 집단에 더 효과적인지를 보고자 하였다. 그리고 마지막으로 서로 피드백을 제공한 노트를 검토하여 동료 피드백 결과 나타난 피드백의 특성을 분석하였다.

1. 수학 학업 성취도 결과

1) 수학 학업성취도 결과

동료 피드백 중심의 수학적 의사소통을 적용한 실험반과 전통적인 교사 주도의 피드백을 적용한 비교반에 대한 사전 및 사후 수학 학업 성취도 검사 결과는 아래의 <표 IV-1>과 같다. 먼저, 두 집단의 동질성 여부를 판단하기 위해 두 집단의 사전 검사 결과에 대해 유의도 $p < .05$ 수준에서 t-검정을 실시하였다. 사전 검사 결과 실험반의 평균은 75.17이었으며, 비교반에 대한 평균은 72.83으로서 t값이 .404이며 유의 확률이 .688로 $p > .05$ 이므로 두 집단 간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 실험 전에 두 집단은 학업 성취도 면에서 동일한 집단인 것으로 볼 수 있다.

<표 IV-1> 사전-사후 수학 학업 성취도 검사 결과

	집단	N	M	SD	t	p
사전 검사	실험반	29	75.17	22.26	.404	.688
	비교반	30	72.83	22.19		
사후 검사	실험반	29	65.69	21.24	2.040	.046*
	비교반	30	51.33	31.62		

* p<.05

한편, 사후 검사 결과 실험반의 평균은 65.69이고 비교반은 51.33으로 나타났다. 실험반과 비교반의 사후 검사 점수가 사전 점수보다 낮은 것은 평가 문항의 난이도에서 비롯된 것으로 판단된다. 이 결과를 보면, t값이 2.040이고 유의 확률이 .046으로 p<.05이므로 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 보여준다. 즉, 이는 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 중심의 수업이 교사 주도의 피드백을 적용한 전통적인 수업에 비해서 학생들의 수학 학업 성취도 측면에서 비교 우위에 있다는 것을 입증한다.

2) 수준별 수학 학업성취도 결과

동료 피드백 중심의 수학적 의사소통 수업이 학생들에 미치는 효과를 보다 구체적으로 알아보기 위해서 상, 중, 하위 그룹으로 나누어서 분석을 실시하였다. 먼저 사전 검사 결과는 아래의 <표 IV-2>와 같다. 즉, 사전 검사 결과를 보면 상위 집단, 중위 집단, 하위 집단 모두 실험반과 비교반에 수학 학업 성취도의 차이가 없는 것을 알 수 있다. 다시 말해서, 모든 집단에 대해서 실험반과 비교반의 수학 학업 성취도가 동질하다는 것을 사전 검사 결과는 말해주고 있다.

<표 IV-2> 학업 성취도 사전 검사 결과

	집단	N	M	SD	t	p
상위 집단	실험반	10	95.00	4.71	-.246	.809
	비교반	10	95.50	4.38		
중위 집단	실험반	10	76.00	12.43	1.507	.149
	비교반	10	63.00	24.29		
하위 집단	실험반	9	52.22	21.23	-1.023	.321
	비교반	10	60.00	10.80		

한편, 수준별 그룹 간 학업 성취도에 대한 사후 검사 결과를 보면 아래의 <표 IV-3>과 같다. 즉, 중위 집단의 경우 t값이 3.276이고 유의 확률이 .004로서 p<.05이므로 두 집단 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 드러났으며, 하위 집단의 경우도 t값이 2.251이고 유의 확률이 .038로서 p<.05이므로 중위 집단과 마찬가지로 실험반과 비교반 사이에 유의미한 차이가 있음을 알 수 있다. 그러나, 상위 집단의 경우에는 유의 확률이 .276으로 p>.05이므로 실험반의 상위 집단과 비교반의 상위 집단 간에

수학 학업 성취도 면에서 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 IV-3> 학업 성취도 사후 검사 결과

집단	N	M	SD	t	p
상위 집단	10	81.50	14.54	-1.123	.276
실험반	10	88.00	11.11		
중위 집단	10	68.00	15.49	3.276	.004**
실험반	10	42.00	19.75		
하위 집단	9	43.33	20.46	2.251	.038*
실험반	10	24.00	16.96		

* $p < .05$, ** $p < .01$

위의 결과를 보면, 동료 피드백 중심의 수학적 의사소통 수업이 전통적인 교사 피드백 중심의 수업에 비해서 학생들의 수학 학업 성취도 측면에서 상위 집단의 학생들보다는 중·하위 집단의 학생들에게 더욱 효과적인 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 아마도 전통적인 교사 중심의 수업에서는 수업에 적극적으로 참여할 수 있는 기회가 많지 않았던 중·하위권 학생들이 동료 피드백 중심의 수학적 의사소통 수업에서는 보다 적극적인 참여의 기회를 갖게 됨으로써 그 결과가 수학 학업 성취도로 나타난 것으로 사료된다.

2. 수학적 성향 검사 결과

1) 수학적 성향 검사 결과

동료 피드백을 적용한 수학적 의사소통 수업이 학생들의 수학적 성향에 미치는 효과를 알아보기 위해서, 먼저 실험반과 비교반을 대상으로 학생들의 수학적 성향에 대한 사전 검사를 실시하였으며 그 결과는 아래의 <표 IV-4>와 같다. 사전 검사 결과, 실험반의 평균 2.73이었고 비교반은 평균 2.65로서 t 값이 .451이고 유의 확률이 .654로 $p > .05$ 이므로 두 집단 간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 사전 검사 결과 두 집단 간에 수학적 성향 측면에서 동일한 수준인 것을 알 수 있었다.

<표 IV-4> 사전-사후 수학적 성향 검사 결과

집단	N	M	SD	t	p
사전 검사	29	2.73	.60	.451	.654
실험반	30	2.65	.67		
사후 검사	29	3.20	.44	4.546	.000**
실험반	30	2.54	.64		

** $p < .01$

수학적 성향에 대한 사후 검사 결과를 보면 실험반은 3.20이고 비교반은 2.54로 나타났다. 이에 따른 t 값은 4.546이고 유의 확률은 .000으로 $p < .05$ 이므로 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 보여준다. 또한 수학적 성향에 대한 평균도 실험반의 경우 사전 검사 2.73에서 사후 검사 결과 3.20으로 큰 변화를 가져온 반면, 비교반의 경우 사전 검사와 사후 검사 결과 큰 차이를 보이지 않은 것을 알 수 있다. 다시 말하면, 동료 피드백 중심의 수학적 의사소통을 활용한 수업이 교사 주도의 피드백을 적용한 수업에 비해서 학생들의 수학적 성향에 훨씬 긍정적인 효과가 있음을 의미한다.

2) 수준별 수학적 성향 검사 결과

동료 피드백 중심의 수학적 의사소통 수업이 학생들의 수학적 성향에 긍정적인 효과가 있다는 것은 앞에서 이미 언급하였다. 이에 따라 본 연구에서는 보다 미시적인 관점에서 동료 피드백 중심의 수학적 의사소통 수업이 어떤 학생들에게 효과적인지를 알아보기 위해서 상위 집단, 중위 집단, 하위 집단으로 나누어서 분석하였다.

먼저, 수준별 수학적 성향에 대한 사전 동질성 여부를 판단하기 위해서 상위 집단, 중위 집단, 하위 집단별 실험반과 비교반을 대상으로 사전 검사를 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-5>와 같다. 이를 보면, 각 집단별 차이에 대해서 유의 확률이 상위 집단 .711, 중위 집단이 .905, 하위 집단이 .313으로 각각 유의 수준 .05보다 크게 나타남에 따라서 집단 간 사전 수학적 성향의 차이는 없는 것으로 나타났다.

<표 IV-5> 수학적 성향 사전 검사 결과

집단	N	M	SD	t	p
상위 집단	10	2.95	.56	-.376	.711
실험반 비교반	10	3.05	.53		
중위 집단	10	2.70	.67	.122	.905
실험반 비교반	10	2.66	.71		
하위 집단	9	2.51	.53	1.041	.313
실험반 비교반	10	2.25	.54		

* $p < .05$

한편, 수준별 수학적 성향에 대한 사후 검사 결과는 <표 IV-6>에 제시된 바와 같이 상위 집단, 중위 집단, 하위 집단에 대한 t 값이 각각 2.209, 3.706, 3.144이고, 유의 확률이 각각 .040, .002, .006으로 나타남에 따라 각각 유의 수준이 .05보다 적게 나타났다. 이에 따라, 상위 집단, 중위 집단, 하위 집단 각각에 대해서 실험반과 비교반 사이에 수학적 성향에 있어서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 드러났다. 즉, 동료 피드백 중심의 수학적 의사소통을 활용한 수업을 실시한 결과 전통적인 교사 중심의 피드백을 활용한 수업에 비해서 학생의 수준에 상관없이 상위 집단, 중위 집단, 하위 집단의 모든 학생들의 수학적 성향에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

<표 IV-6> 수학적 성향 사후 검사 결과

집단	N	M	SD	t	p
상위 실험반	10	3.36	.27	2.209	.040*
집단 비교반	10	2.93	.55		
중위 실험반	10	3.43	.45	3.706	.002**
집단 비교반	10	2.57	.58		
하위 실험반	9	2.75	.23	3.114	.006**
집단 비교반	10	2.12	.56		

* p<.05, ** p<.01

뿐만 아니라, 수학적 성향에 대한 평균에 있어서도 실험반 학생들의 경우 상위 집단, 중위 집단, 하위 집단의 경우 사전 검사 결과 2.95, 2.70, 2.51에서 사후 검사 결과 3.36, 3.43, 2.75로 크게 향상된 것을 알 수 있었다. 이는 동료 피드백 중심의 수학적 의사소통 수업이 학생들의 수학적 성향에 긍정적인 효과를 미친다는 것을 의미한다.

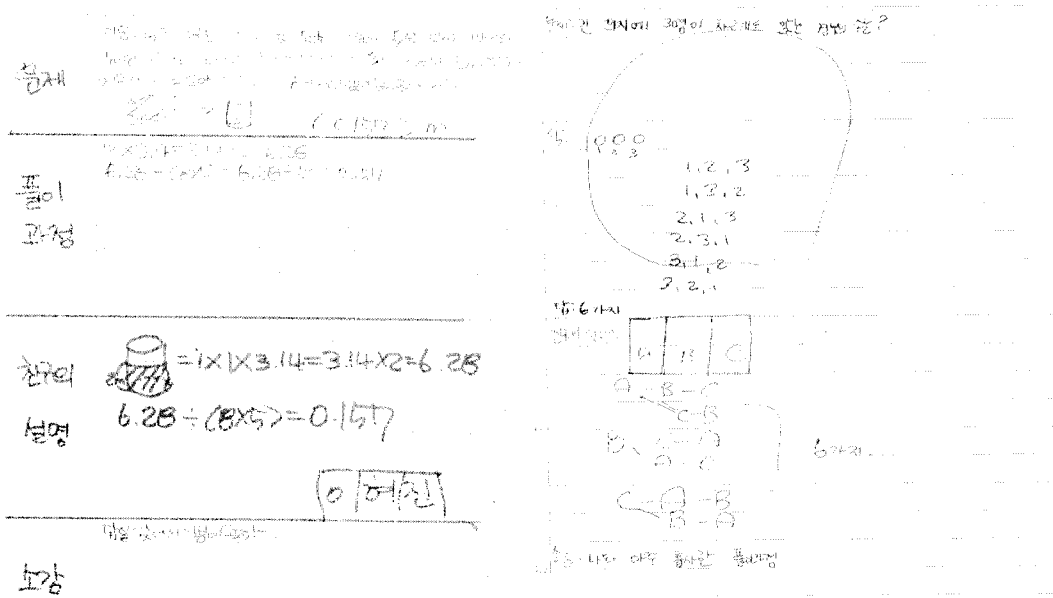
3. 동료 피드백에 나타난 피드백의 특성

동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업에서 나타나는 학생들의 피드백 특성을 분석하기 위해서 매 수업시간 문제 풀이 후 학생 상호간에 피드백을 제공한 노트를 검토하였다. 실험 처치 기간 동안 학생들이 사용한 피드백에서 대체적으로 나타난 공통적인 특성은 다음과 같다.

첫째, 학생들은 피드백을 제공할 때 다양한 표현 방법을 사용하고 있으나 사용한 피드백의 기본적인 원리는 비슷한 경우가 많았다. 즉, 교과서에 제시된 일반적인 문제 해결 방법과, 교사가 수업시간에 학생들에게 제시하는 일반적인 풀이 방법을 주로 사용하고 있었다.

<그림 IV-1>의 첫 번째 그림에서 보는 바와 같이 친구에게 제공해 주는 피드백이 자신의 풀이방법과 정확히 일치하는 경우가 있었다. 이는 교사가 학생들을 지도할 때 가장 일반적으로 사용하는 방법이며, 교과서에 제시된 전형적인 풀이 방법과도 유사하다. 즉, 학생들은 문제를 해결할 때 교사가 수업 시간에 제시한 일반적인 방법에 준하여 문제를 풀이하는 것을 알 수 있다.

또한, <그림 IV-1>의 두 번째 그림에서 보는 바와 같이 표현 방법이 다르지만 문제 해결 과정의 기본적인 원리는 같은 방식으로 피드백을 제공하는 것을 확인할 수 있었다. 긴 의자에 3명이 차례로 앉은 경우의 수를 구하는 문제에서 한 학생은 사람을 1, 2, 3으로 기호화한 후, 해당되는 경우의 수를 나열하여 6가지 경우의 수가 있는 것을 발견하였다. 이에 대해 피드백을 제공하는 학생은 사람을 A, B, C로 기호화한 후, 피드백을 제공받는 학생이 머릿속으로 생각하여 그대로 나열한 것과는 달리 수형도를 그려서 친구에게 모든 경우의 수를 피드백 해 주고 있다. 머릿속으로 생각해서 경우의 수를 그대로 나열하는 것과 수형도로 체계적으로 표현하는 것은 방법은 다르지만 문제 풀이 방법의 기본적인 원리는 같음을 확인할 수 있었다.



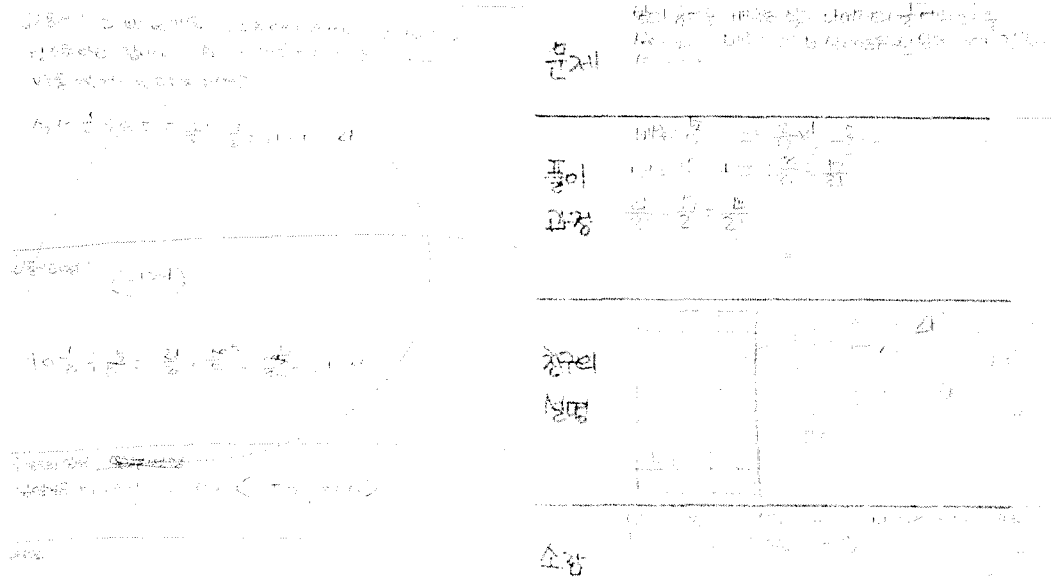
<그림 IV-1> 자신의 풀이 과정과 동일하지만 표현방법이 다른 피드백

둘째, 피드백을 통해서 학생들은 서로 다른 풀이 방법을 동료 학생들에게 피드백을 해 주는 경우를 발견할 수 있었다. 학생들은 자신이 풀이 방법을 알고 있는 문제라 할지라도 다른 풀이 방법을 접한 후에는 두 가지 방법을 서로 비교한 후, 더 쉬운 방법이 있다는 것을 알게 되고, 이를 통해서 문제를 더 깊이 있게 이해할 수 있었다는 반응을 보였다. 이는 유현주(2000)의 연구에서도 지적하고 있는데, 다른 사람들의 사고방식과 전략을 고려함으로써 학생들의 수학적 사고는 더욱 명료화되고, 이를 통해서 학생들은 모든 문제해결 방법이 똑같은 장점을 갖는 것은 아니라는 것을 인식하게 되며, 그것들이 갖는 장점과 단점을 결정하기 위해서 다른 사람들의 방법과 아이디어를 검토하게 된다.

<그림 IV-2>에서 첫 번째 그림은 서술형 문제이긴 하지만 결국 $10\frac{1}{2} \div 0.5$ 를 계산하는 것이다. 한 학생은 소수를 분수로 바꾸어 약분을 통해 답을 구하였으나, 다른 친구는 이 문제에서는 소수의 나눗셈이 더 편리하다는 것을 알고 분수를 소수로 고친 후 문제를 해결하는 피드백을 제공해 주었다. 이에 대해 피드백을 받은 학생은 자신의 풀이 방법과 친구의 풀이 방법을 비교한 후, 소수로 고쳐서 문제를 푸는 것이 더 쉽다는 것을 알게 되었다.

<그림 IV-2>의 두 번째 그림은 '밭의 $\frac{5}{7}$ 에는 배추를 심고, 나머지의 $\frac{1}{3}$ 에는 파를 심었습니다. 배추도 파도 심지 않은 부분은 전체의 몇 분의 몇입니까?'라는 문제를 해결하고 피드백을 제공하는 내용이다. 한 학생은 식을 이용해서 문제를 풀이하는 것을 확인할 수 있으며, 이에 대해 친구는 그림

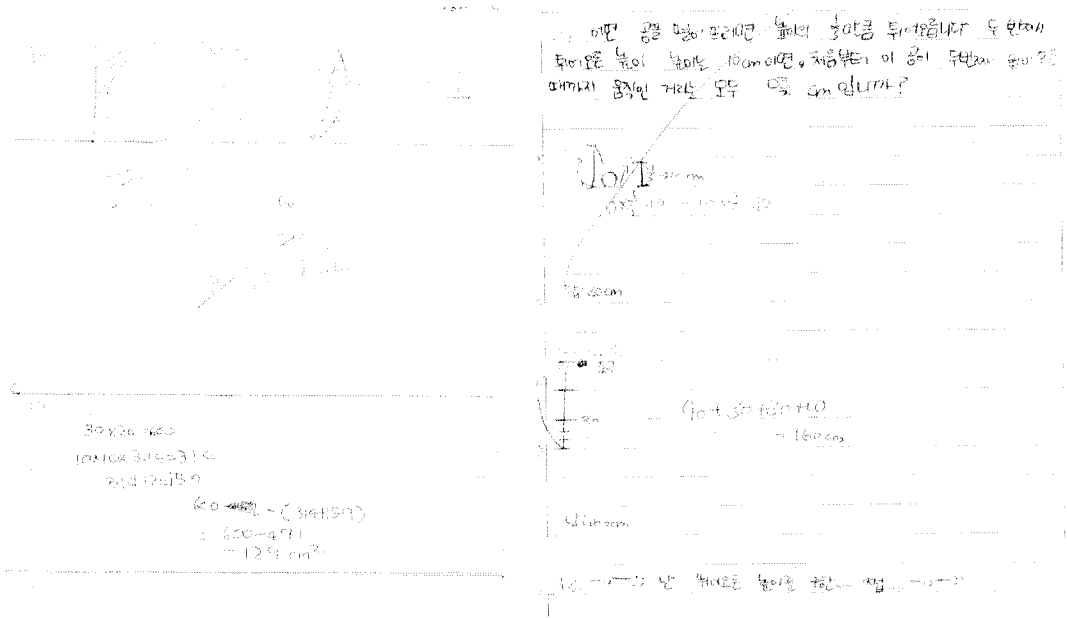
을 통해 좀 더 알기 쉽게 설명하고 있다. 피드백을 받은 학생은 식보다는 그림을 통해 해결하는 것이 좀 더 쉽다고 소감을 밝히고 있으며, 자신의 풀이 방법도 적절하다고 제시하고 있다.



<그림 IV-2> 풀이 방법이 다른 피드백의 제공

셋째, 학생들은 동료 피드백을 통해 자신의 풀이 방법을 점검하고 반성할 수 있는 기회를 갖게 되었다. 피드백을 제공받으면서 자신의 풀이 방법의 잘못된 점을 찾아내고, 자신의 수학적 사고를 체계적으로 명백하게 확립할 수 있었다. 어떤 수학적 개념, 아이디어나 문제에 대한 해결 방법은 의사소통을 통해서 논의의 대상이 되며, 수정하거나 정련하거나 반성의 대상이 될 수 있다고 제시한다(유현주, 2000).

<그림 IV-3>의 첫 번째 그림은 도형의 색칠한 부분의 넓이를 구하는 문제인데, 학생이 제시한 식과 풀이 계획은 맞았으나 계산 과정에서 오류를 범하게 되어 오답을 제시하였다. 이에 대해 피드백을 제공한 학생은 풀이 과정을 체계적으로 설명하고 계산하여 정답을 도출해내는 방법을 제시하였으며, 피드백을 받은 후 학생은 자신의 풀이 과정에서 잘못된 부분을 찾아낼 수 있는 기회를 갖게 되었다. 한편, 두 번째 그림은 ‘어떤 공을 떨어뜨리면 높이의 $\frac{1}{3}$ 만큼 튀어 오릅니다. 두 번째 튀어 오를 공의 높이가 10cm이면, 처음부터 이 공이 두 번째 튀어 오를 때까지 움직인 거리는 모두 몇 cm입니까?’의 문제를 해결하고, 피드백을 제공하는 과정을 보여준다. 한 학생이 문제를 잘못 이해하여 오답을 구한 것에 대해, 다른 학생이 그림을 통해 풀이 과정을 설명해 주고 있다. 이 피드백을 통해서 학생은 자신의 풀이 과정에 대한 반성의 기회를 갖게 되었다.

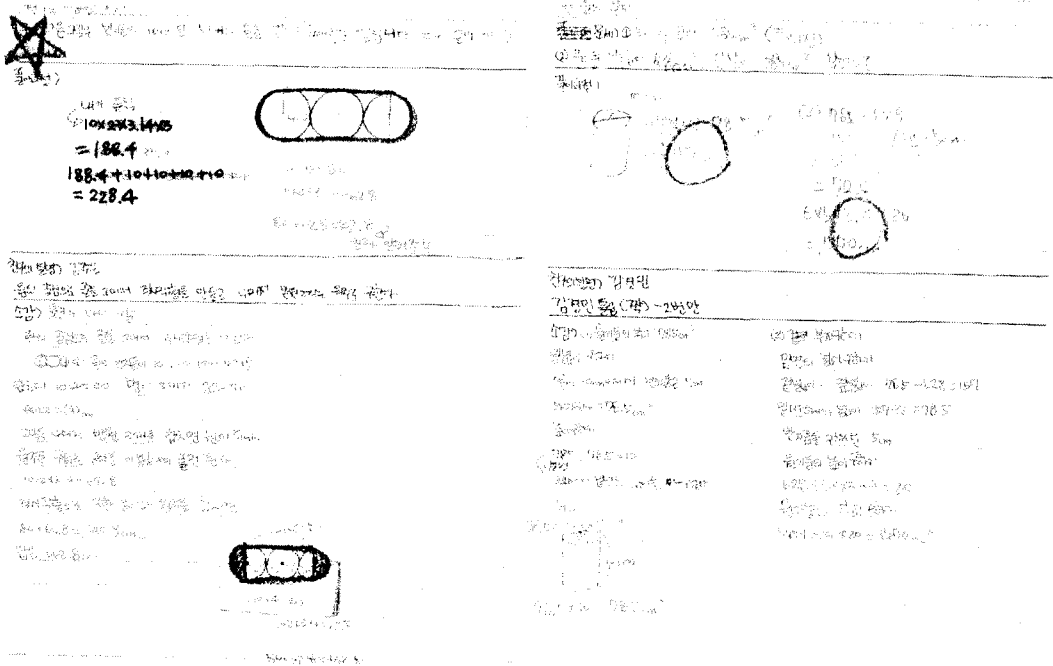


<그림 IV-3> 피드백을 통해 자신의 풀이 과정을 점검 및 반성하는 피드백

넷째, 피드백을 제공하는 활동을 통해서 학생들은 좀 더 세련되고 정련된 수학적 아이디어를 갖게 된다. 또한 자신의 수학적 아이디어를 친구에게 표현하는 과정을 통해 체계적이고 명백하게 전달하는 능력을 기를 수 있다. 피드백을 제공받는 학생은 친구의 풀이 과정을 들은 후에 체계적으로 사고하고 풀이하는 과정을 익히게 되고, 추후에 유사 문제나 다른 문제 풀이 과정에서 체계적으로 문제를 해결할 수 있는 능력을 기를 수 있다.

<그림 IV-4>의 첫 번째 그림은 ‘반지름이 10cm인 세 개의 원을 끈으로 묶어 놓은 그림입니다. 묶은 끈의 길이를 구하시오.’라는 문제를 해결하는 예를 보여준다. 피드백을 제공받은 학생은 자신이 틀린 것을 생각하며 다시 한 번 문제를 해결하고 있다. 처음 풀이 과정에 비해 아래쪽에 제시된 풀이 과정은 좀 더 체계적이고 논리적으로 문제를 해결해 나가고 있음을 확인할 수 있다.

<그림 IV-4>의 두 번째 그림은 원기둥의 부피와 겹넓이에 관련된 문제인데, 피드백을 제공하는 학생은 친구에게 피드백을 제공한 후, 자신의 노트에 다시 한 번 풀이 과정을 정리하고 있다. 위에 제시된 첫 번째 풀이 과정에 비해 피드백을 제공하고 난 후에는 상당히 체계적이고 자세하게 풀이를 해 나가고 있으며, 좀 더 정련되고 세련된 풀이 방법을 구사하고 있음을 확인할 수 있다.



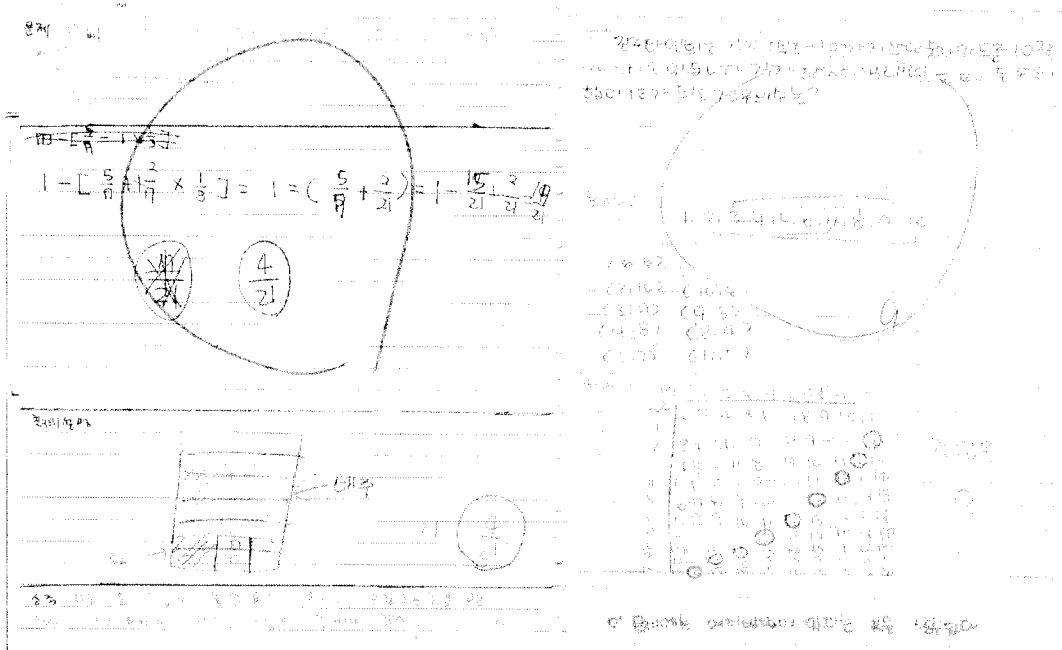
<그림 IV-4> 체계적인 피드백을 통해 얻을 수 있는 장점을 설명하는 예

다섯째, 동료 피드백 활동은 교수자와 학습자가 별도로 정해져 있지 않으며 학업 성취 수준에 관계없이 자신의 풀이 과정을 서로에게 설명해 주기 때문에 모든 학생들이 피드백 활동에 적극 참여할 수 있다. 따라서 일반적으로는 상위 집단 학생이 주가 되어 하위 집단 학생에게 자신의 풀이 과정을 설명해 주지만, 하위 집단 학생들이 상위 집단 학생들에게 풀이 과정을 설명해 주는 경우도 있다.

<그림 IV-5>는 하위 집단 학생이 상위 집단 학생에게 자신의 풀이 과정을 설명해 주는 예이다. 첫 번째 그림은 상위 집단 학생과 하위 집단 학생의 문제 해결 방법의 차이를 보여준다. 상위 집단 학생은 식을 통해 문제를 복잡하게 해결해 나가고 있지만, 하위 집단 학생은 그림을 통해 상위 집단 학생에게 시각적으로 쉽게 설명해 줌으로써, 상위 집단 학생은 동료 학생의 풀이 방법이 더 쉽다는 것을 새롭게 인식하게 되었다. 즉, 상위 집단 학생이 항상 세련되고 편리한 방법을 이용하여 문제를 해결하는 것은 아니며, 경우에 따라서는 하위 집단 학생의 문제 해결 방법이 더욱 편리하고 간단한 방법임을 확인할 수 있다.

<그림 IV-5>의 두 번째 그림은 '1~10까지 쓰인 숫자카드를 낼 때 두 수의 합이 12가 되는 경우의 수'를 구하는 문제인데 상위 집단 학생은 하위 집단 학생에 비해 수학적으로 사고하는 능력이 뛰어나기 때문에 문제를 간단히 해결할 수 있으나, 하위 집단 학생은 다소 복잡하지만 전체를 일일이 나열하여 문제를 해결하고 있음을 보여준다. 상위 집단 학생의 풀이 방법이 세련되고 간결하지만 하위 집단 학생은 자신의 풀이 과정을 설명하면서 수학에 대한 자신감을 키우고, 수학적으로 의사소통할

수 있는 기회를 가질 수 있게 되었다.



<그림 IV-5> 하위 집단 학생이 상위 집단 학생에게 피드백을 제공한 사례

V. 결 론

이 연구는 학습 결과에 대해 상호 피드백을 해주는 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업을 통해서 모든 학생들이 의사소통 활동에 적극적으로 참여할 수 있는 기회를 제공하고 또한 그 효과를 알아보는데 목적이 있다. 그 결과 학생들의 수학 학업 성취도, 수학적 성향, 그리고 학습 과정에서 나타난 피드백의 특성에 대한 분석 결과를 요약하면 다음과 같다.

먼저, 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업이 교사 피드백 중심의 전통적인 수업에 비해서 학생들의 수학 학업 성취도 측면에서 보다 효과적인 것으로 드러났다. 보다 구체적으로 동료 피드백 중심의 수학적 의사소통 수업은 상위 집단의 학생들보다는 중위 집단 및 하위 집단의 학생들에게 보다 효과적인 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 아마도 전통적인 교사 중심의 수업에서는 적극적으로 수업에 참여할 기회가 제한적이었던 중·하위 집단 학생들이 자신들의 의사가 존중되는 학습 환경에서 보다 적극적으로 수업에 참여한 데에 원인이 있는 것으로 판단된다.

다음으로 학생들의 수학적 성향 측면에서 동료 피드백 중심의 수학적 의사소통 수업이 전통적인 교사 피드백 중심의 수업에 비해서 더욱 효과적인 것으로 드러났다. 특히, 수학적 성향에 미치는 효

과 측면에 있어서는 상위 집단, 중위 집단, 하위 집단 모두에게 동료 피드백을 활용한 수업이 전통적인 교사 피드백 중심의 수업에 비해서 더욱 효과적인 것으로 나타났다.

한편, 동료 피드백을 활용한 수업에서 학생들이 보인 피드백의 특성은 크게 다섯 가지 측면에서 관찰되었다.

첫째, 학생들이 제공한 피드백은 표현 방법에 다양한 형태를 보여주고 있으나 피드백의 기본적인 원리는 비슷한 경우가 많았다는 점이다. 즉, 피드백을 할 때 학생들은 다양한 기호나 그림 및 수형도 등을 사용하여 피드백을 제공하고 있지만, 제공된 피드백은 교과서에 제시된 방법과 유사하거나 또는 교사가 수업시간에 학생들에게 제시한 풀이 방법과 유사한 측면이 많았다.

둘째, 동료 학생들 간에 제공된 피드백의 초점이 문제 해결을 위한 다양한 방법에 있는 경우를 발견할 수 있었다. 문제 해결을 위한 다양한 방법적인 측면에 초점을 맞춘다는 것은 문제 해결의 핵심이며, 동료 피드백 활동을 통해서 다양한 문제 해결 방법을 경험하고 서로의 방법에 대한 장점과 단점을 비교할 수 있다는 것은 학생들에게 매우 유의미한 학습의 기회를 제공하게 된다.

셋째, 학생들은 동료로부터 자신의 문제 해결에 대한 피드백을 받음으로써 풀이 방법을 점검하고 반성할 수 있는 기회를 갖게 되었다. 앞서서도 언급한 바와 같이, 동료 피드백을 활용한 수학적 의사소통 수업에 참여한 학생들은 동료로부터 피드백을 받음으로써 자신의 문제 해결 과정에서 나타난 오류를 발견하게 되었으며, 이를 통해서 자신의 풀이 과정을 반성해 볼 수 있는 기회를 갖게 되었다.

넷째, 피드백을 제공하는 학생은 자신의 사고를 다시 한 번 점검함으로써 보다 세련되고 체계적인 수학적 사고를 할 수 있는 기회를 갖게 된다. 즉, 이는 동료 학생들 간에 피드백을 제공하는 학습은 피드백을 받는 학생뿐만 아니라 피드백을 제공하는 학생에게도 도움이 된다는 것을 의미한다.

마지막으로, 동료 피드백 활동은 학생들의 학업 성취 수준에 관계없이 자신의 풀이 과정을 상대방에게 제공해 주기 때문에 모든 학생들이 피드백 활동에 적극적으로 참여할 수 있게 된다. 따라서 일반적으로는 상위 집단 학생이 하위 집단 학생에게 피드백을 제공하지만, 하위 집단 학생이 상위 집단 학생에게 문제해결에 대한 피드백을 제공하는 것을 관찰할 수 있다.

수학 학습에서 수학적 의사소통은 수학 학습의 필수적인 역할을 하고 있다는 데 대해서는 이미 많은 연구자들 사이에 공감대가 형성되어 있다. 수학적 의사소통을 통해서 학생들은 자신의 수학적 아이디어를 다른 사람들과 서로 공유함으로써 생각을 보다 명료화 할 수 있으며, 또한 문제 해결에 대한 다양한 방법을 이해할 수도 있다. 수학적 의사소통은 또한 학생들로 하여금 수학적 기호나 언어를 사용하여 다양한 방법으로 자신의 아이디어를 표현해 볼 수 있도록 돕는 역할도 하게 된다. 이와 같이 수학적 의사소통이 수학 학습에서 차지하는 역할은 매우 중요하며, 본 연구에서 초점으로 하고 있는 동료 피드백 중심의 수학적 의사소통 수업은 바로 수학적 의사소통을 촉진시키기 위한 방법으로 동료 학생들 간의 피드백 역할의 중요성을 강조한다.

동료 학생들 상호간에 수학적 용어, 기호, 언어 등을 사용하여 수학 학습에 대한 자신의 생각이나 문제해결 방법을 제공해 주는 피드백은 수학적 의사소통의 한 가지 방법이다. 이 연구는 학생들 상

호간에 이루어지는 피드백이 교사가 학생들에게 일방적으로 제공하는 피드백보다 학생들이 피드백에 나타난 피드백의 특성과 같은 질적인 측면에서뿐만 아니라 수학 학업 성취도 및 수학적 성향에 미치는 효과 측면에서도 더욱 뛰어나다는 것을 보여주고 있다. 따라서 모든 학생들이 자신의 수학적 생각을 표현해 볼 수 있는 기회를 갖도록 동료 학생들 간에 적극적인 수학적 의사소통을 할 수 있는 학습 환경이 되도록 해야 한다.

참 고 문 헌

- 교육인적자원부 (2006). 초·중등학교 교육과정 부분 수정 고시. 교육인적자원부 고시 제2006-75호.
- 김남균·이기석 (1997). 집단 구성 방법과 인지 양식에 따른 수학과 소집단 협동 학습의 효과: 초등 학교 6학년을 중심으로. 한국수학교육학회지 시리즈 C <초등수학교육>, 1(2), pp.137-148.
- 김남운·이재학 (1999). 수학적인 의사소통을 위한 인터넷 활동 방안. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 9, pp.273-282.
- 김상룡·박병서 (1999). 초등수학교육에서 의사소통 지도의 실제. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 8, pp.33-44.
- 박경미·최승현·노국향 (2001). PISA 2000 수학 평가 결과 분석 연구: 연구보고 RRE 2001-9-3. 서울: 한국교육과정평가원
- 박병서 (1999). 계산 전략 게임 적용이 수학적 의사소통 능력 신장에 미치는 영향. 한국수학교육학회지 시리즈 C <초등수학교육>, 3(2), pp.133-142.
- 박종국 (1998). 소집단 과정에서의 교사주도, 아동주도 피드백이 아동의 도움 행동 태도에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 신성균·황혜정·김수진·성금순 (1992). 교육의 본질 추구를 위한 수학교육 평가체제연구(III)-수학과 평가도구개발-연구자료 RM98-5-2. 서울: 한국교육개발원.
- 유현주 (2000). 수학적 의사소통과 수학의 교수-학습. 학교 수학, 2(1), pp. 53-72.
- 이종희 (2001). 수학적 의사소통의 관점에 따른 수학 수업. 교과교육학연구, 5(2), 69-86.
- 이해영 (2005). 초등학교 5, 6학년 교사들의 수학적 의사소통 수업에 대한 인식과 교수실제. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문
- 조영남·배창식 (2001). 집단보상 및 집단구성 방법에 따른 협동학습이 초등 수학과 학업성취에 미치는 효과. 초등교육연구, 14(2), 119-136.
- 한국교육과정평가원 평가문항관리시스템: <http://tlceval.kice.re.kr>
- Bardwell, R. (1981). Feedback: How does it function? *Journal of Experimental Education*, 50, pp. 4-9.
- Cole, P. G., & Chan, L. K. S. (1994). *Teaching principles and practice*. New York: Prentice Hall.

- Kulhavy, R. W., & Stock, W. A. (1989). Feedback in written instruction: The place of response certitude. *Educational Psychology Review*, 1(4), pp.279-308.
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition* (2nd ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Mumme, J., & Shepherd, N. (1990). Communicating in mathematics. *Arithmetic Teacher*, 38(1), pp.18-22.
- NCTM (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- _____. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Skinner, B. F. (1968). *The technology of teaching*. New York: Appletion Century Crofts.

The Effects of Mathematical Communication-Centered Teaching Using Peer Feedback on Mathematics Learning

Oh, Young Youl

Department of Mathematics Education, Seoul National University of Education

E-mail : yyoh@snue.ac.kr

Oh, Tae Wook

Seoul Jangchung Elementary School

E-mail : snuess09@naver.com

The purpose of the present study is to investigate the effects of mathematical communication-centered teaching using peer feedbacks on students' mathematics achievement and mathematical dispositions toward mathematics, and then this study examined the characteristics of feedbacks used by students. To do this study, two sixth grade classes selected from an elementary school in Seoul participated in the current study; one class for a treatment group applying mathematical communication-centered teaching using peer feedback, and the other for a comparison group applying traditional teaching using teacher-centered communication.

The results of this study showed the fact that a treatment group of mathematical communication-centered

teaching applying peer feedback scored statistically higher than a comparison group applying teacher-centered communication with respect to both students' mathematical achievement and disposition. Especially, this communication-centered teaching program focused on peer feedback was more effective to middle or lower level students than higher level students. In addition, mathematical communication-centered teaching applying peer feedbacks helps students reflect their own thinking process about problem solving, and students experienced the improvement of their confidence about mathematics from opportunities to provide peers with feedbacks.

Finally, the present study suggests the important role of communication in mathematics learning, particularly student-to-student feedbacks rather than teacher-to-students feedbacks. That is to say, students need to have many opportunities to represent their own mathematical thinking processes using mathematical language.

* ZDM classification: D42

* 2000 Mathematics Subjects Classification : 97D40

* Key Words : peer feedback, mathematical communication, mathematical achievement, mathematical disposition