

Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동이 학업성취도와 수학적 태도에 미치는 영향¹⁾

이정혜²⁾ · 안병곤³⁾

본 연구는 Polya의 문제해결 4단계에 따른 쓰기 활동이 학생들의 학업성취도와 태도에 미치는 영향을 조사하였다. 이를 위해 G광역시에 소재한 P초등학교 6학년 2개 학급(실험집단 : 27명, 비교집단 : 27명)을 대상으로 수행되었다. 실험집단은 Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동을 구안하여 문제해결이나 탐구활동 단계를 선별하여 수업에 적용하였고, 통제집단은 같은 활동을 전통적인 방법으로 수업을 진행하였다.

학업성취도 사전검사는 G광역시교육과학연구원에서 개발한 5학년 2학기 서술형 평가에서 영역별로 5문항을 선정하였다. 그리고 사후검사는 6학년 1학기 내용 중에서 서술형 평가를 선정하여 사용하였다.

수학적 태도는 사전 검사와 사후 검사 모두 동일한 문항을 이용하였다. 학기 초에 사전검사를 실시하였고, 동일한 검사지를 한 학기간의 실험 처치 후 사후검사를 실시하였다. 연구결과 첫째, 학업성취도는 t-검정한 결과 유의수준 5%에서 유의미한 차이가 있었다. 둘째, 수학적 태도는 t-검정한 결과가 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동이 학업성취나 수학적 태도의 향상에 도움을 주었다는 것을 나타낸다.

주제어: Polya 문제해결, 수학 쓰기 활동

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

급변하는 정보화, 국제화 시대에서는 그 변화에 얼마만큼 준비하고 대응하느냐에 따라 성공의 여부가 달려 있다. 이런 사회에서 필요한 사람은 문제해결 능력이 뛰어난, 즉 상황 대처를 훌륭히 할 수 있는 창조적인 사람일 것이다. 이처럼 현대 사회는 더 많은 창의력과 비판적인 사고 능력을 필요로 하기에 학교 수학은 수학적 사실을 습득보다는 수학적 사고 능력 향상에 도움을 주어야 한다.

또한 교육현장에서 학생들이 문제를 해결할 수 있는 수학적 지식과 기능을 충분히 갖고 있음에도 알고 있는 지식과 기능을 문제 해결과정에 필요한 것을 선택하거나 선택한 지식

1) 본 논문은 이정혜의 석사학위 논문을 요약한 것임.

2) 풍영초등학교

3) [교신저자] 광주교육대학교 수학교육과

과 기능을 바르게 활용하는 능력이 부족하여 문제를 해결하지 못하는 경우가 많이 있다. 그 원인은 수학적 지식이나 기능의 부족이 아니라 수학적 사고와 태도가 부족하기 때문이라고 볼 수 있다. 이러한 현상은 수학교육이 당면한 문제가 학생 자신에게 무의미한 수학적 지식을 암기시키고 같은 유형의 계산을 의미 없이 반복시킨 것에서 비롯된 정신적 불모현상이다(우정호, 1985). 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서 수학교육은 진정한 의미의 수학적 사고방식이 학생들의 정신 가운데서 생존 발달해 갈 수 있도록 노력해야 한다. 이때 쓰기 활동은 학습자가 학습에 필요한 정보를 떠올리고 논리적으로 조직하여 글을 쓰는 학습자에게는 지식과 이해와 보존에 도움을 주고, 교사는 학습자의 글을 읽음으로 해서 학습자의 수학적 사고와 학습 상태를 진단하고 평가할 수 있으며, 각 학습자에게 필요한 안내나 조치를 취할 수 있는 정보를 얻게 해준다. 뿐만 아니라 학습자가 쓰기 활동을 통해 남긴 글을 수업 후에도 읽어 볼 수 있어 교사와 학습자간에 양방향의 의사소통이 확보될 수 있다. 특히, 문제를 해결하는 학생들이 문제해결의 각 단계를 체계적으로 기록하고 각 단계에서 특징적인 수학적 방법과 내용의 사고를 하도록 하는 것이 중요하다. 보다 체계적인 쓰기 활동을 위해 Polya의 문제해결 4단계에 따른 활동방법을 구안하여 적용하여 학습자 스스로 문제를 해결할 수 있는 능력을 길러 주는 것이 필요하다.

본 연구에서는 Polya의 문제해결 4단계를 활용하여 쓰기 활동 방법을 제시하여 첫째, 쓰기 활동이 학업성취에 유의미한가? 둘째, 쓰기활동이 수학적 태도에는 유의미한 가? 를 알아보았다.

2. 용어의 정의

가. 단계적 쓰기 활동

단계적 쓰기 활동이란 수학적 의사소통의 수단 중 하나인 쓰기의 한 형태로 Polya의 문제해결 단계에 맞춰 문제를 해결함에 있어 필요한 과정, 그날 배운 내용 중 느낀 것이나 수학에 대한 느낌 등을 노트에 써가는 쓰기의 한 종류를 말한다.

나. 학업 성취도

학업 성취도는 학습의 결과로서 지식과 기능을 습득하는 과정 또는 결과라고 할 수 있다. 학업 성취도가 학교에서 제공되는 학습 과제의 달성 정도라고 볼 때, 학업의 수행자인 학생이 부여된 과업을 얼마나 성실히 이행하느냐에 따라 학업 성취가 결정된다고 할 수 있다. 본 연구에서는 G광역시교육과학연구원에서 개발한 5학년 2학기 서술형 평가에서 영역별로 선정한 문항과 6학년 1학기 내용 중에서 선정한 서술형 문항을 학업성취도라고 한다. 그리고, 실험 이전 개발한 문항으로 평가한 학생들의 성적을 사전성취도, 실험 이후 개발한 문항으로 평가한 학생들의 성적을 사후성취도라 한다.

다. 수학적 태도

수학적 태도란 수학의 지식·기능·표현에서 학습자의 반응의 경향성을 의미한다. 학습주체측에서 능력의 경향성이고, 따라서 일반적인 능동적 작용이다. 또한, 인격의 핵심에 위치한 내부의 능력이다. 태도는 지식의 배후에 있는 것으로 지식을 성립시키고 지식을 받치고 있는 힘이다.

본 연구에서는 이용률(1997)의 “수학 지도의 기초·기본”에서 정의된 수학적 태도에 바탕을 둔 한국교육개발원(1992)의 정의, 즉 교과에 대한 자아개념, 교과에 대한 태도, 교과에 대한 학습 습관의 3가지를 통틀어 “수학적 태도”라 한다.

3. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다.

첫째, 본 연구의 대상자는 G광역시 P초등학교 6학년 2개 학급을 대상으로 실시한 것으로 표본의 크기 및 선정이 제한되어 사회적, 경제적, 문화적 환경이 다른 지역의 초등학교 6학년 학생에게 동일하게 적용될 것이라고 일반화하기에는 제한점을 갖는다.

둘째, 본 연구는 한 지역 내의 소수의 학생을 대상으로 한 연구 결과이므로 일반화하여 적용하기에는 한계가 있다.

II. 이론적 배경

1. 문제해결

가. 문제와 문제해결

문제는 누군가 알아내기를 원하지만 그 해결방법이 즉각적으로 분명하게 드러나지 않는 것이다. 문제를 해결하기 위해서는 창의적 노력과 수준 높은 사고가 필요하다. 만약 학생이 즉각적으로 문제에 대한 답을 어떻게 구하는지 안다면 그 문제는 실제로 그 학생에게는 문제가 아니다.⁴⁾

수학적 문제해결에 대한 이론을 집대성한 Polya는 “분명하게 인식된, 즉각적으로 얻을 수 없는 목표를 얻는데 필요한 어떤 행동을 의식적으로 조사”할 때 문제를 가졌다고 본다.⁵⁾ 그렇다고 해서 문제해결에 이르는 길이 너무 멀다고 생각하는 문제도 좋은 문제는 아니다. 교사가 느끼는 문제의 어려움의 정도와 학생들이 느끼는 어려움의 정도는 다르기 때문에 교사는 학생들의 지적 수준에 알맞은 문제를 제시함으로써 호기심을 자극해야 하고 해결하려는 욕구를 가지도록 해야 한다.⁶⁾

교사들이 문제 해결을 통해서 수업할 때, 문제 해결에 대하여 뿐만 아니라 그들은 그들의 학생들에게 그들 자신의 이해를 계발시키기 위한 강력하고도 중요한 도구를 제시한다. 학생들이 수학을 깊게 그리고 풍부하게 이해하게 됨에 따라 수학 문제를 푸는 데의 이용하는 능력은 더 증가된다(강신포, 1999).

이처럼 문제해결은 종전의 교사 위주의 교육에서 탈피하여 학생 스스로 자발적으로 문제를 발견하고 이것을 해결할 수 있는 계획을 수립하여 이를 실행에 옮겨 스스로 검증하는 태도를 통해 수학적 사고력을 신장하고 자기 주도적인 학습 능력을 육성할 수 있도록 하는 것이다.

4) 레이즈, 린케스트, 램던, 스미스, 초등교사를 위한 수학과 교수법, 서울:경문사, 2012

5) 황혜정, 수학교육학신론, 서울:문음사, 2001

6) Polya, 우정호 역, 어떻게 문제를 풀 것인가, 서울:천재교육, 1999

나. Polya의 문제 해결 4단계

Polya(1986)는 실험적이고 귀납적인 수학적 발견 논리의 교육적 가치를 중시한다. 수학 교육의 목표는 수학적으로 사고하는 것을 가르치는 것이며 수학적으로 사고한다는 것은 그것이 비록 하찮은 것이라고 하더라도 수학적인 발견을 하는 것이고 그것은 답을 구하는 문제이건 증명하는 문제이건 문제를 해결하는 것이므로 문제해결 방법의 교육을 강조하지 않을 수 없게 되는 것이다. 그러나 발견술에 대한 연구 결과를 통해 문제를 해결하는 방법적 규칙을 단지 알았다고 해서 문제해결 능력이 신장되는 것은 아니다.

교사가 어떻게 가르치느냐 하는 것이 무엇을 가르치느냐 하는 것보다 더욱 중요하다. 이러한 입장에서 교사의 교육적 능력이 무엇보다도 중요한 바, 수학의 방법적 지식의 교육에 거의 주의를 기울이지 않는 현재의 교사교육은 재고되어야 하며, 수학 문제해결 세미나를 통한 풍부한 수학적 사고 활동 경험이 요구된다. 그리고 실제 지도에 사용할 수 있는 형태로 학교수학에 대한 깊은 지식을 획득할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 그러한 바탕 위에서 문제를 직접 해결하고 풀이를 분석해 보며 다른 사람에게 문제를 제시하고 그 과정을 반성해 봄으로써 문제가 어떻게 해결되며 학생의 문제해결활동을 어떻게 안내하고 도와줄 것인가에 대한 통찰을 얻을 수 있을 것이다.

Polya(1986)의 현대적 발견술은 문제에 대한 이해, 계획의 작성, 실행, 반성의 네 단계로 나누어진 질문과 권고형태의 대화체로 이루어져 있는데, 그 바탕에 있는 사고전략을 정리해 보면 다음과 같다.⁷⁾

- (1) 문제에 대한 이해 : 목표에 주의를 집중하기, 문제의 주요 부분에 주목하기, 조건에 주목하여 문제를 조망해 보기, 그림을 그리고 적절한 기호를 붙이기, 조건을 분해하여 써보기
- (2) 계획의 작성 : 관련된 지식을 동원하기, 유용한 패턴 찾아보기, hrksfus된 문제나 정리를 알아보기, 미지인 것이나 결론이 같거나 유사한 문제를 생각해 보기, 관련된 문제의 풀이 결과와 방법을 활용하기 및 보조요소를 도입하여 그것을 활용하기, 문제를 달리 진술해 보기, 정의를 되짚어 보기, 보다 단순한 문제, 보다 일반적인 문제, 보다 특수한 문제, 유사한 문제 등 관련된 문제를 풀어보기, 미지인 것과 조건 및 자료를 변형하여 보조문제를 작성하여 문제를 부분적으로 해결해 보기, 진척이 없을 때 상황을 재평가하기, 자료, 조건, 핵심적인 개념의 사용 여부 점검하기
- (3) 계획의 실행 : 매 단계를 점검하면서 풀여가기
- (4) 반성 : 풀이 결과와 논증과정을 점검하기, 다른 풀이방법을 알아보기, 일별해 보기, 풀이 결과나 방법을 활용할 수 있는 문제를 찾아보기

2. 수학적 쓰기 활동

가. 학습을 위한 쓰기

‘학습을 위한 쓰기’는 다른 교과를 효과적으로 학습하기 위한 방법적 원리로서의 쓰는 행위를 말한다. 쓰기를 위한 학습과는 달리 주어진 학습 내용의 탐구, 이해, 지식의 개방성, 교과공동체에서의 의사소통 등에 쓰기가 기여하는 점을 인정하고 학습 상황에서 쓰기를 적절하게 활용할 수 있게 하는 개념이다.(이주섭, 1998).

7) 우정호(2000). 수학 학습-지도 원리와 방법. 서울:서울대학교출판부.

쓰기는 학생들이 자신의 사고를 직접 눈으로 볼 수 있게 해주며, 쓴 글을 보면서 자신의 생각을 다시 확인하거나 수정할 수 있게 하기 때문에 학생들은 쓰는 과정을 통해서 지식의 내면화되는 과정을 살필 수 있고 자신만의 의미를 구성할 수 있을 것이다. 또한 쓰기는 모든 학생들을 적극적으로 학습에 참여시키는 하나의 방법으로 학습 내용의 이해와 문제해결 및 의사소통을 발달시키고 교수 학습의 개선에도 도움을 주는, 모든 교과에서 이용될 수 있는 학습의 도구라고 하겠다.

나. 수학 쓰기 활동의 교육적 의의

글을 쓰는 것은 수학에서 그렇게 자주 사용해 오지 않은 의사소통의 기법이다. 문제를 어떻게 풀었는지에 대해 기술하는 것과 같이 수학에 대해 써 보게 하는 것은 학생들로 하여금 그들의 생각을 명료화하고 좀 더 깊게 이해하도록 도와준다.(NCTM, 1989). 이와 같은 수학 쓰기 활동의 교육적 의의에 대해 여러 학자가 이야기하고 있다.

김선희(1998)는 쓰기 활동을 통해 학생과 교사가 얻는 이점을 다음과 같이 정리하였다.

<표 1> 수학 쓰기 활동의 이점

	학생이 글을 씀으로써	교사가 글을 읽음으로써
인지적 인 면	<ul style="list-style-type: none"> · 개념을 형식화하고 해석하며 명확히 한다. · 스스로 수학을 만들고 발견할 기회를 얻는다. · 학습 내용을 생각하고 검토할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 학생의 오개념을 진단한다. · 교수방법을 향상한다. · 연구의 자료를 수집할 수 있다. · 개별화된 교수를 할 수 있다. · 학생들의 이해 정도를 파악하고 피드백을 얻는다.
정의적 인 면	<ul style="list-style-type: none"> · 수학의 아름다움과 기쁨이나 좌절을 표현하는 매개체를 얻는다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 글을 읽고 피드백을 줌으로써 개인적인 유대관계를 맺어 정겨운 교실 분위기를 만들 수 있다.
의사소 통 면	<ul style="list-style-type: none"> · 수학을 토론하고 표현할 기회를 얻는다. · 해결과정을 설명하고 개인적인 의견을 제시할 수 있다. · 개념을 내면화하고 자신을 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.

즉, 학생이 학습하고 있는 제재에 관하여 올바르게 이해하도록 하여 수학 교육의 목표를 달성시키고, 부진한 학생의 부진 내용을 교사가 즉시 파악하여 지도할 수 있는 자료가 된다. 이에 따라 부진 학생을 예방할 수 있는 좋은 자료를 제공하게 된다(강문희, 1999).

이상에서 연구된 결과를 토대로 쓰기의 교육적 의의를 요약해 볼 수 있다. 수학에서 글을 쓴다는 것은 문제를 어떻게 풀었는지에 대해 기술하는 것과 같은 맥락이어서 학습자로 하여금 그들의 생각을 좀 더 명료화하고 깊게 이해하도록 도와준다. 그리고 학습이 보다 강화되고 심화되어서 개념에 대한 완벽한 학습이 가능해지며, 학습하게 될 새로운 선행학습과 연결시킬 수 있도록 해준다. 또한 지적 탐구심의 발달을 통해 문제를 해결하는 과정

을 보다 심화·발달시킬 수 있으며, 서로 다른 주제들을 관련시킬 수 있게 된다. 이외에도 쓰기 활동은 문제를 해결하는 데 도구로 사용될 뿐만 아니라 수학의 기호를 학생이 이미 알고 있던 내용과 연결시킬 수 있도록 해준다. 나아가 교사의 기호를 학생이 이미 알고 있던 내용과 연결시키며 교사와 학생 간의 공감대가 형성되어서 더욱 의미 있는 학습이 가능하게 한다.

다. 초등 수학 학습에서 쓰기 활동을 위한 지도 방안

정은경(2001)은 초등학교 수학 교실에서 수학 쓰기 활동을 위한 지도방안을 다음과 같이 제시하였다.

허용적인 분위기를 마련한다, 반성적 쓰기 활동을 하게 한다, ‘짧고 잘 정의된 과제’를 제시한다, 수학 일지 쓰기, 수학 편지 쓰기, 수학 이야기 쓰기를 한다, 한차시에 한가지 쓰기 활동만을 하게 한다, 쓰기에 걸리는 시간은 수업 종료전 정리단계 10분으로 한다, 아동의 쓰기 결과물을 통해 아동의 수학 학습 능력과 학습 심리를 파악하도록 한다, 아동의 쓰기 결과물에 대해 반드시 피드백 해 준다이다.

라. 수학 쓰기 활동의 중요성

수학 쓰기 활동을 한 학생들은 수학적 기호 및 언어 표현을 적극적으로 한다. 학습한 핵심 내용을 잘 파악하고 습득된 수학적 개념이나 지식을 오래 기억한다, 문제 해결 전략으로 적극적으로 수행한다, 문제 해결 결과를 명확히 표현하려고 한다, 아이디어 공유와 모르는 것에 대한 표현 의지가 적극적이다, 자신의 문제 해결 방법을 반성적 사고과정을 통해 구조화한다는 효과, 학업성취도를 높이는 효과, 수학에 대한 흥미, 의욕, 응용성에 관한 태도에서 긍정적이라는 효과가 있다(남유라, 임문규, 2004).

수학 노트 쓰기 활동이 학생들의 수학 학업 성취도, 수학적 태도, 교사와 학생 간 관계 개선 면에서 긍정적인 변화를 보인다(김경미, 박종서, 2010). 수학 학습 지도에서 쓰기는 교사와 학생 모두에게 도움이 된다. 학습자는 쓰기 활동을 통해 적극적으로 학습에 참여할 수 있고, 아이디어와 개념을 명확히 하면서 토론하고 표현할 기회를 가질 수 있다. 또한 수학적 개념을 번역 또는 해석하고, 창조하고 발견하며 최근 공부한 내용이나 오랫동안 생각해 온 주제를 다시 생각하고 검토할 수 있다. 쓰기는 학습자에게 직접적으로 표현할 수 없었던 수학에 대한 좋은 감정 또는 부정적인 느낌과 좌절 등을 표현하는 매체가 되기도 한다.

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구를 위하여 연구 대상으로 G광역시 소재하는 P초등학교의 6학년 전체 학급 중에서 2개 학급을 실험 집단과 통제 집단으로 선정하였다.

2. 연구 설계

본 연구의 연구 문제를 해결하기 위하여 실험 처치 전에 수학적 태도 검사와 성취도 검사를 실시하였다. 실험 처치 기간 동안 실험 집단은 1학기동안 교과서에 제시된 문제해결 또는 탐구활동 문제를 Polya의 문제해결 단계에 따라 체계적으로 쓰기 활동을 실시하였고, 통제집단은 전통적인 쓰기 활동을 실시하였다. 실험 처치가 끝난 후 수학적 태도와 학업성취도를 검사하였다.

<표 2> 실험 설계 모형

집단	사전검사		실험처치	사후 검사	
실험집단	수학적 태도	사전 성취도 (5학년 2학기 문항)	Polya 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동	수학적 태도	사후 성취도 (문항지 평가)
통제집단			전통식 수업		

3. 검사 도구

가. 학업 성취도

사전 학업 성취도 검사는 실험집단과 비교집단이 동질집단인지 알아보기 위하여 사전 검사로 실시하였고, 사후 학업 성취도 검사는 실험 처치 후 Polya의 문제해결 4단계에 따른 쓰기 활동이 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시하였다. 사전, 사후 서술형 평가지는 동형검사지가 아니며, 이 검사지의 문항은 전문가인 지도교수님과 동료교사의 자문을 받아 G광역시교육청에서 개발한 수학과 단원평가 문항자료 중 서술형 문항과 G광역시교육과 학연구원에서 개발한 초등학교 5, 6학년 서술형 평가 문항에서 연구자가 수업시간에 주로 강조한 내용, 개념·원리 이해를 요하는 내용을 선별하여 작성한 서술형 평가지를 말한다. 평가 시간은 40분이며, 각 문항당 점수는 서술형 문항의 평가 기준에 맞추어 계산하였다.

나. 수학적 태도

사전 수학적 태도 검사는 실험집단과 통제집단의 동질성 여부를 판단하기 위해 실시하였다. 그리고 사후 수학적 태도 검사는 사전 검사와 동일한 문항으로 실시하였다. 수학적 태도 검사 도구는 한국교육개발원(1992)에서 개발한 학습태도 검사지를 사용하였다. 수학적 태도의 검사 시간은 40분으로 문항수는 40문항이고, 리커트 5단계 평정으로 하여 점수는 최하위 40점에서 최고 200점까지로 하였다. 태도 검사지는 ‘교과에 대한 자아 개념’, ‘교과에 대한 태도’, ‘교과에 대한 학습 습관’ 등으로 구성되어 있다. 자아 개념 차원

은 자신의 학업에 대해 어떻게 지각하고 평가하는지 또 학업면에서 얼마나 긍정적 또는 부정적 자아가 형성되었는지를 측정하기 위한 것이다. 우월감-열등감 차원은 자신이 학업에서 성공할 수 있는지 또는 실패할 것인지를 보는 자신감-자신감 결여 차원으로 설정하였다. 학업에 대한 태도 차원은 학업에 대한 흥미를 갖고 있는지 또 목적의식이 투철하고 학습 동기가 강한지를 알아보기 위한 것으로 흥미-흥미 상실 차원과 목적의식-목적의식 결여 차원으로 설정하였다. 학습 습관은 학습할 때 취하는 일관된 행동 의식으로 주의 집중, 학습 기술 적용 및 자율 학습 행동의 세 차원으로 설정하였다.

- 1) 교과에 대한 자아 개념 : 우월감, 자신감
- 2) 교과에 대한 태도 : 흥미, 목적의식, 성취동기
- 3) 교과에 대한 학습 습관 : 주의집중, 자율학습(능동적 학습), 학습 기술 적용(능률적 학습)

태도 검사지의 하위 요인별 문항 및 문항수는 <표 3>과 같이 제작되었으며, 태도 검사지는 <부록>에 제시하였다.

<표 3> 학습 태도 하위 요인별 문항 및 문항수

영역	하위요인	문항번호	문항수 (40문항)
교과에 대한 자아개념	우월감 - 열등감	1, 9, 17, 33	9
	자신감 - 자신감 상실	4, 12, 20, 28, 36	
교과에 대한 태도	흥미 - 흥미상실	2, 10, 18, 26, 34	16
	목적의식 - 목적의식 상실	5, 13, 21, 25, 29, 37	
	성취동기 - 성취동기 상실	7, 15, 23, 31, 39	
교과에 대한 학습 습관	주의집중	3, 11, 19, 27, 35	15
	자율학습(능동적 학습)	6, 14, 22, 30, 38	
	학습기술적용(능률적 학습)	8, 16, 24, 32, 40	

4. 연구 절차

본 연구는 2011년 1월부터 10월까지 이루어졌다. 구체적인 연구일정은 <표 4>와 같다.

<표 4> 연구 일정

연구 절차	연구 내용	연구 기간
계획	<ul style="list-style-type: none"> · 검사도구의 선정 · 사전 태도 검사 실시 · 사전 성취도 검사 실시 · 실험 처치를 위한 쓰기 활동지 구안 	2011.1.1.~3.31.
실행	<ul style="list-style-type: none"> · 수업 처치 	2011.4.1.~7.10.
결과 분석	<ul style="list-style-type: none"> · 사후 태도 검사 실시 · 사후 성취도 검사 실시 · 연구 겨로가 분석 및 검증 	2011.7.10.~10.31.

실험집단에게는 본 연구를 시작하기 전에 Polya의 문제 해결 4단계와 쓰기 활동지의 활용 방법에 대해 충분한 설명을 한 후, 교과서의 진도에 따라 수학 학습을 실시하고 문제해결 단계에서 쓰기 활동을 적용하였다. 쓰기 활동을 적용한 수업 기간은 약 15주간(2011. 4. ~ 2011.7.)이었으며, 6학년 1학기 단원의 문제해결 부분을 추출하여 2단원 소수의 나눗셈, 4단원 여러 가지 입체 도형, 5단원 원주율과 원의 넓이, 6단원 비율그래프, 8단원 연비와 비례배분 단원에 걸쳐 수와 연산, 도형, 측정의 세 영역 수업에 적용하였다. 그리고 같은 기간 동안 비교집단은 실험집단과 동일한 내용을 교과서에 제시된 풀이 방법을 그대로 하여 일반적인 쓰기 활동으로 수행하였다.

연구 기간 동안 본 연구자는 수업시간에 학생들의 쓰기 활동 과정과 문제 해결 과정을 관찰하였고, 활동이 끝난 후 쓰기 양식을 걷어 개별 피드백을 해주며 지도 및 조언을 해주었다.

5. 교수·학습의 설계

가. 교육과정 분석

교육과정을 분석하여 Polya의 문제해결 4단계에 맞는 쓰기 양식을 구안하여 수업에 적용하였다. 쓰기 활동을 적용한 차시는 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> Polya의 문제해결 4단계 적용을 위한 교육과정 분석

월	주	단원	차시	차시 내용
4	2	2. 소수의 나눗셈	8/9	문제해결
5	1	4. 여러 가지 입체도형	8/9	문제해결
	4	5. 원주율과 원의 넓이	1/7	원주와 원주율 이해하기
	5		2/7	원의 넓이 어렵하기
6	1		3/7	원의 넓이 구하는 방법 알아보기
			6/7	문제해결
6	3	6. 비율그래프	8/9	문제해결
	4	7. 비례식	7/8	문제해결
7	2	8. 연비와 비례배분	8/9	문제해결

나. Polya의 문제해결 4단계에 맞춘 쓰기활동 양식 구안

위에서 추출한 차시에 적용하기 위하여 다음과 같이 양식을 구안하여 적용하였으며, 학생들이 문제해결 단계에 완전히 익숙해졌을 때 사용할 양식은 각 단계를 제시하지 않고 학생들 스스로 단계를 생각하여 문제를 해결할 수 있도록 구안하였다.

Polya의 문제해결 4단계에 따라 문제를 해결하는 방법은 다음과 같다. 단원과 공부할 문

제, 배운 내용을 적으며 학습한 내용을 정리한다. 그리고 문제이해, 계획수립, 계획실행, 반성의 4단계를 제시하여 이에 맞게 문제를 분석하고 해결하도록 하였다. 그 후 공부를 하고 생각하거나 느낀 점을 기록하게 하여 스스로 피드백 할 수 있도록 하였고, 모든 과정을 마친 후 교사에게 가져오면 최종적으로 ‘선생님 말씀’ 칸에 수정해야 할 점이나 보완해야 할 점에 대한 교사의 의견을 기록해 주었다.

단계를 제시한 양식과 제시하지 않은 양식은 각각 다음 [그림 1]과 같다.

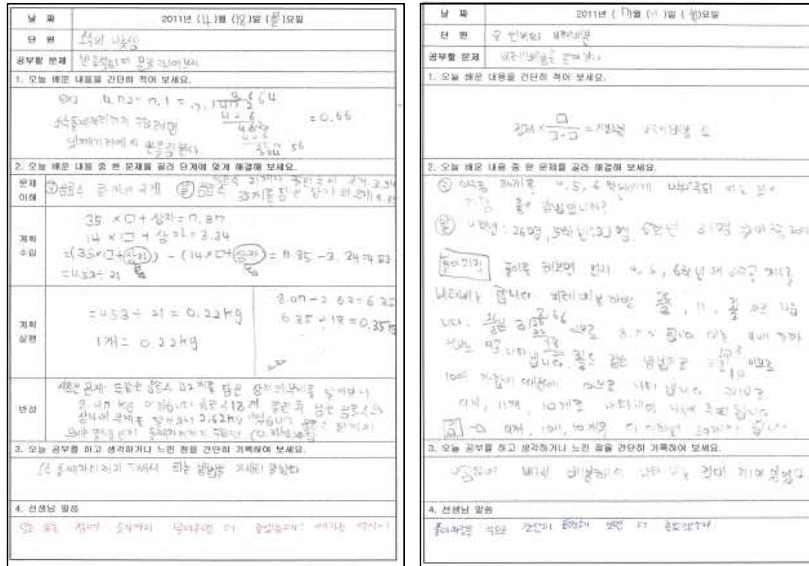
날짜	2011년 ()월 ()일 ()요일
단원명	
공부할 문제	1. 어느 배를 내용을 간략히 적어 보세요.
문제이해	2. 어느 배를 내용 중 한 문제를 골라 단계에 맞게 해결해 보세요.
계획수립	
계획실행	
반성	
3. 어느 공부를 하고 싶었거나 느낀 점을 간략히 기록하여 보세요.	
4. 선생님 말씀	

날짜	2011년 ()월 ()일 ()요일
단원명	
공부할 문제	1. 어느 배를 내용을 간략히 적어 보세요.
문제이해	2. 어느 배를 내용 중 한 문제를 골라 해결해 보세요.
계획수립	
계획실행	
반성	
3. 어느 공부를 하고 싶었거나 느낀 점을 간략히 기록하여 보세요.	
4. 선생님 말씀	

[그림 1] 단계를 제시한 양식과 제시하지 않은 양식

6. Polya의 문제해결 4단계에 맞춘 쓰기활동 적용

수업을 진행하면서 학생들은 각자의 문제해결 단계에 맞게 쓰기 활동지에 기록하며 정리할 수 있도록 하였다. Polya의 4단계에 맞게 문제를 해결하도록 하였으며, 다음은 Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동을 단계를 제시한 양식과 제시하지 않은 양식에 각각 적용한 예이다.



[그림 2] 쓰기 활동 적용

IV. 결과 분석 및 논의

Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동을 수업에 활용할 경우 학생의 학업성취도와 수학적 태도에 어떤 영향이 있는지 비교·분석하고, Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동의 실체는 어떠하였는지에 대해 학생들의 쓰기 활동 결과물을 통해 분석하였다.

1. 학업성취도의 변화

Polya의 문제해결 단계에 따른 발문에 의한 실험 처치 후 실험집단과 통제집단의 성취도 평가 결과를 비교하기 위하여 사전검사로 두 집단의 5학년 2학기 수준의 서술형 평가 문항 결과를 분석하였다. 그 결과 <표 4>와 같이 사전 수학 서술형 평가 성취도 검사에서 실험집단과 비교집단의 평균이 각각 12.05점과 13.33점, 표준편차는 각각 7.60, 8.98로 두 집단의 평균 차에 대한 t-검증 결과, $\alpha=0.05$ 에서 $p=0.589 > 0.05$ 로 통계적으로 두 집단 간에 유의미한 차이를 나타내지 않았으므로 이들은 동질집단임을 알 수 있었다.

<표 6> 성취도 평가 결과

통계치 집단	N		M		SD		t		p	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
실험집단	27	27	12.04	18.22	7.60	8.23	0.573	-3.368	0.569	0.001
통제집단	27	27	13.33	11.07	8.98	7.34				

$p < .05$

두 집단의 사후검사 평균을 비교하여 보면 실험집단의 평균이 통제집단에 비하여 7.15 점 높게 나타났다. $\alpha=0.05$ 에서 $p=0.001<0.05$ 로 통계적으로 두 집단 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이것은 Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동을 통해 학생들이 스스로 문제를 이해하고 해결 계획을 세워 문제를 해결한 후 결과를 재검사하면서 문제를 해결하는 능력이 향상되었음을 나타낸다.

2. 수학적 태도의 변화

Polya의 문제해결 단계를 활용한 쓰기 활동에 의한 실험 처치 후 실험집단과 통제집단에서 실시한 사전검사와 사후검사에서의 나타난 결과를 비교하면 다음과 같다.

<표 7> 수학적 태도 검사 결과

통계치 집단	N		M		SD		t		p	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
실험집단	27	27	131.44	149.04	27.41	25.89	-1.057	-3.132	0.295	0.003
통제집단	27	27	122.81	123.70	32.37	33.12				

$p<0.05$

<표 7>에서 볼 수 있듯이 사전 평가 결과 두 집단의 평균차는 8.63점의 차이를 보이고 있으며, t-검증 결과가 유의 수준 5%에서 서로 동질의 집단으로 나타났다.

실험 처치 후 실시한 사후 평가 결과 두 집단은 25.34점의 평균차를 보이고 있으며, $p=0.003$ 으로 유의 수준 5%에서 유의미한 차이를 나타내는 것으로 나타났다. 즉, Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동이 수학적 태도에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

한편, 수학적 태도는 크게 교과에 대한 자아개념, 교과에 대한 태도, 교과 학습 습관으로 나눌 수 있고, 각 유형별 수학적 태도 평가 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> 수학적 태도 영역별 검사 결과

영역	통계치 집단	N		M		SD		t		p	
		사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
교과에 대한 자아개념	실험집단	27	27	29.04	32.67	8.53	6.77	-0.615	-2.276	0.541	0.027
	통제집단	27	27	27.56	27.85	9.17	8.66				
교과에 대한 태도	실험집단	27	27	54.15	62.48	11.13	10.18	-0.884	-3.121	0.381	0.003
	통제집단	27	27	51.07	51.85	14.23	14.47				
교과학습 습관	실험집단	27	27	48.26	53.89	9.35	10.89	-1.513	-3.233	0.136	0.002
	통제집단	27	27	44.19	44.00	10.41	11.59				

$p<0.05$

수학적 태도의 영역별 사후 검사 결과 교과에 대한 자아개념은 $p=0.027$, 교과 학습 습관 $p=0.003$, 교과에 대한 태도 $p=0.002$ 으로 유의 수준 5%에서 유의미한 차이가 있는 것으로

나타났다. 이는 Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동이 학생들의 교과에 대한 자아개념, 교과에 대한 태도, 교과학습 습관에 긍정적인 영향을 끼친 것으로 볼 수 있다.

3. 쓰기 활동을 통해 나타난 변화

교사가 학생들이 나타낸 결과만을 가지고 학생의 행위를 모두 판단하는 것은 어렵다. 눈에 보이는 결과도 중요하지만 학생들이 수업 중에 교실에서 나타내는 현상들에도 주목할 필요가 있다. 이에 본 연구자는 Polya의 문제해결 방법을 활용한 쓰기 활동을 수업에 적용하여 나온 학업성취도의 변화와 수학적 태도의 변화뿐만 아니라 수업 시간에 학생들의 발표를 관찰하고 실험 처지가 모두 끝난 후에 적은 소감문, 학습지에 기록된 학생들의 학습 결과물을 통해서 나타난 학생들의 변화에 대해서 살펴보고자 한다.

가. 수학에 대한 긍정적인 태도의 변화

학생들이 1학기 동안의 쓰기 활동을 한 후 소감문을 주고 쓸 수 있는 기회를 제공하였다. 이것을 통해 수업 시간에는 볼 수 없었던 학생들의 수학에 대한 생각의 변화를 알 수 있었다.

- S1 : 한 문제라도 식을 이용하여 풀이과정을 쓸 수 있게 되었고, 수학 문제 해결에 많은 도움이 되고 자신감이 생겨 좋았다.
- S2 : 처음에는 쓰기 활동을 하기 싫었다. 그냥 풀면 되는데 풀이를 자세히 써가면서 풀어야했기 때문이었다. 그런데 점차 습관이 되어 가고 당연히 해야 한다고 느끼게 되어서 괜찮아졌고 계속 쓰기 활동을 함으로써 서술형 문제가 나오면 자신감 있게 풀 수 있게 된 모습을 보고 잘했다는 생각이 들었다. 쓰기 활동을 하기 전에는 서술형 문제가 나오면 한숨부터 나왔다. 이걸 어떻게 풀어야 하나 식을 써야 하나 고민도 많이 되고 틀릴까봐 조마조마하였다. 그러나 단계에 맞게 쓰기 활동을 하고 나니 서술형 문제가 나오면 이렇게 하면 되지 하는 자신감이 생기고 더 잘 해결할 수 있었다.
- S3 : 평소 수업시간에는 교과서에 아무렇게나 쓴 식으로 계산하였는데 깨끗하게 정리된 풀이과정을 볼 수 있을 것 같아 기대가 되었다. 가장 큰 변화는 서술형 문제에서 식을 세울 때 방법이 달라졌다는 점이다. 그전에는 그냥 생각나는 대로 식을 써서 빠뜨린 부분도 많았는데 이제는 식을 세울 때 순서를 알게 되니 빠뜨리지 않게 되었다.
- S4 : 처음이어서 어떻게 시작해야할지 고민이 되었지만 식을 세워 수학 문제를 풀 때 도움이 될 것 같아 좋기도 하였다. 쓰기 활동을 하기 전에는 복잡한 문제를 만나면 식을 잘못 세우거나 계산 실수를 많이 했는데, 단계적으로 쓰는 습관을 들이다 보니 차근차근 식을 세워서 실수하는 일이 적어졌다.

이상에서 알 수 있듯이 처음에는 서술형 문제에 대해 강하게 거부감을 가지고 있고, 단순히 어렵고 힘들 것이라 생각했던 학생들이 점차 서술형 문항에 대한 자신감을 가지게 된 것을 알 수 있었다. 또한, 수학 과목에 대한 긍정적인 생각을 가지게 되었고, 인내심을 가지고 스스로 배운 내용을 정리하고 학습에 흥미를 보이는 것을 알 수 있었다. 또한, 체계적으로 정리하는 방법을 스스로 익혀 가는 과정을 통해 실수하지 않고 풀 수 있게 되었음을 알 수 있었다.

나. 서술형 평가에 대한 자신감 신장(단계 이동)

Polya의 4단계에 맞춰 쓰는 활동을 수업 시간에 적용함으로써 크게 달라진 점은 바로 서술형 평가에 대한 학생들의 반응과 성취도였다.

S1 : 수학교과서 및 시험에 있어서 서술형 평가 문항에 도움이 되었다고 생각한다. 처음 접해보는 수문제도 체계적으로 풀어서 답을 구하기 쉽고 풀이과정을 쓰기 쉬워졌기 때문이다.

S2 : 문제를 분석하고 그에 맞는 올바른 식을 세워서 계산하는데 도움이 되었다고 생각한다. 서술형 평가 문항을 해결하는데 자신감을 가지게 되었다.

이상에서 알 수 있듯이 서술형 평가를 어떻게 해결해야 할지 막막함을 가지고 있었던 학생들이 식을 세워 해결하는 활동에 부담을 덜 느끼고 활동하게 되었고, 중간평가 및 기말평가의 서술형 문항을 해결하는데 있어서도 다른 학급에 비해 보다 계획적으로 서술하는 모습을 보였으며, 정답률도 높은 것을 알 수 있었다.

V. 결론 및 제언

급변하는 현대 사회는 상황대처 능력이 탁월한 사람, 문제해결 능력이 뛰어난 사람을 필요로 한다. 현대 사회가 필요로 하는 사람이 되려면 더 많은 창의력과 비판적 사고 능력을 갖추어야 하는데 이때 학교수학은 수학적 사실을 습득시키기 보다는 수학적 사고 교육을 해야 한다. 하지만 국제 수학 학력을 비교해 보면 우리나라 학생들은 평균적으로 우수한 집단에 속하나, 문제해결 영역에서는 높지 못한 성취도를 보이고 있다. 이것은 학교 수학교육이 수학적 지식과 기능에만 치중하고 수학적 사고와 태도에 관한 교육에는 미흡하기 때문이다.

Polya는 수학교육의 목적을 수학적으로 사고하는 능력, 문제해결 능력의 개발이라고 하였다. 수학적 사고와 태도는 교사가 가르쳐서 길러지는 것이 아니라, 문제를 해결하는 과정에서 학생 스스로가 수학적 사고와 태도를 경험해 보아야 한다. 그러기 위해서 교사는 수학적 사고와 태도를 이끌어 낼 수 있는 방안을 모색해야 할 필요가 있다. 문제해결 과정에서 어려움을 겪는 학생들을 위해서 수학적 사고 방법에 대한 쓰기 활동 방법을 제시하여 학생이 문제해결에 스스로 도달할 수 있도록 도와야 한다. 이처럼 Polya는 학습자 스스로 문제의 원리를 깨닫게 하기 위해서 수학 문제해결 과정에서 문제해결 4단계에 따른 해결이 수학적 문제해결에 도움이 된다고 하였다. 이에 본 연구는 다음과 같이 두 가지 연구 문제를 설정하였다.

첫째, Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동이 학생들의 학업성취도에 어떤 영향을 끼치는가?

둘째, Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동이 학생들의 수학적 태도에 어떤 영향을 끼치는가?

연구문제를 해결하기 위해 G광역시에 소재하는 P초등학교의 6학년 전체 학급 중에서 두 학급을 실험집단과 통제집단으로 선정하였다. 그리고 두 집단의 전체 인원을 27명으로

하고, 실험집단과 통제집단이 모두 평균과 표준편차에 있어서 유의미한 차이가 없도록 하였다.

실험집단은 Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동으로 수업을 진행하였다. 수업은 각 단원의 문제해결 또는 탐구활동 내용으로 모두 Polya의 문제해결 단계에 적합한 차시를 선정하였다. 그리고 통제 집단은 이 차시를 전통적인 수업 방식으로 진행하였다.

Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동으로 진행한 수업과 전통적인 교사 중심의 설명식 수업에서 학업성취도와 수학적 태도의 차이를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동을 통하여 학습한 후 학업성취도 평가 t-검정 결과 실험집단이 $p=0.001<0.05$ 로 나타나 두 집단 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동이 학업 성취도에 의미 있는 향상을 주었다는 것을 나타낸다. 수업을 진행할수록 학생들은 문제에 대한 이해도가 높아지고 Polya의 문제해결 단계에 따라 풀이 방법을 계획하고 해결하는 능력이 향상되고 있음을 볼 수 있다.

둘째, Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동을 통하여 학습한 후 수학적 태도 t-검정 결과 실험집단이 $p=0.003<0.05$ 로 나타나 두 집단간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동이 수학적 태도 향상에 도움을 주었다는 것을 나타낸다.

따라서, 본 연구는 비록 집단의 크기가 작고, 실험기간이 짧은 가운데 얻어진 결과이므로 다른 집단에서는 동일한 변화가 일어나지 않을 수도 있으나, Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동으로 학생들을 수학적 지식을 보다 확실하게 이해할 수 있을 뿐만 아니라 긍정적인 학습 태도도 형성하게 되었다고 할 수 있다.

본 연구의 시행과정에서 나타난 문제점과 결론을 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, Polya의 문제해결 단계에 따른 쓰기 활동이 소집단 협력 학습에도 효과적인지 연구할 필요가 있다.

둘째, 쓰기 활동을 전체적으로 실시하였고 개인적으로 지도하였지만, 많은 학습자들의 수준이 모두 달라 지도에 어려움이 있었다. 학생들의 수준차와 상관없이 모든 학생들의 사고를 확장시키기 위해서는 개별 학습과 수준별 학습에서의 쓰기 활동 방안을 다르게 하여 연구가 필요하다고 본다.

셋째, 1학기 동안 수업을 진행하였는데 수업을 진행할수록 학생들의 서술형 문항에 대한 쓰기 능력이 향상됨을 알 수 있었다. 더욱 오랜 기간 동안 효과적인 쓰기 활동을 활용하여 학생들의 반응을 알아보는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 강문희 (1999). 수학 학습에 있어서 쓰기 활동이 수학 학습 태도 및 학업 성취에 미치는 효과 - 초등학교 5학년을 중심으로. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 강신포 (1999). 수학에 있어서 이해와 문제 해결에 관한 소고. **한국초등수학교육학회지**, 3(1), 41-59.
- 김경미, 박종서 (2010). 수학 노트를 활용한 학습활동이 수학 학업 성취도, 수학적 태도 및 반응에 미치는 영향. **한국초등수학교육학회지**, 14(2), 441-463.
- 김선희 (1998). 의사소통 지도가 수학 학습에 미치는 효과. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김용익 (1999). 수학교육에서의 쓰기의 활용방향. **대한수학교육학회지**, 1(2), 589-603.
- 남유라, 임문규 (2004). 쓰기를 활용한 수학과 교수-학습 방법에 관한 연구. **한국초등수학교육학회지**, 9(1), 89-108.
- 레이즈, 린퀘스트, 램딘, 스미스 (2012). **초등교사를 위한 수학과 교수법**. 서울: 경문사.
- 우정호 (1985). Piaget 이론에 근거한 조작적 수학교육과 문제해결 지도. 산수과 문제해결력 신장을 위한 수업방법 개선연구 세미나집. 서울: 한국교육개발원.
- 우정호 (2000). **수학 학습-지도 원리와 방법**. 서울: 서울대학교출판부.
- 이용률 (1997). **수학 지도의 기초기본**. 서울: 경문사
- 이주섭 (1998). **범교과적 쓰기 지도에 관한 연구**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 정은경 (2001). **초등학교 수학 교실에서 수학 쓰기 활동의 지도 방안에 대한 연구**. 인천교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 한국교육개발원 (1992). **교육의 본질 추구를 위한 수학교육 평가체제연구(Ⅲ) (연구자료 RM 92-5-2)**. 서울: 한국교육개발원.
- 황혜정 (2001). **수학교육학신론**. 서울: 문음사.
- NCTM (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Polya, G. (1945). How to solve it. 우정호 역 (1999). **어떻게 문제를 풀 것인가**. 서울: 천재교육,

<Abstract>

The Effects of Writing activities
Based on Polya's Problem solving Stages
on Learning Accomplishment and Attitudes

Lee, Jeong Hye⁸⁾; & Ahn, Ahn Byoung Gon⁹⁾

This study was investigated to examine the effects of writing activities based on Polya's Problem Solving Stages on Learning Accomplishment and Attitudes. A total of 54 students were selected from two Grade 6 classes of P Elementary School in G City to form an experimental group(n=27) and a control group (n=27).

The experimental group was applied to a class which was creating writing activities according to Polya's Problem Solving Stages to problem solving and inquiry activities. The control group was taught by the traditional method to the same activities.

The five questions for each area were selected as a descriptive assessment of the second semester of Grade 5 in the area of the Academic Achievement pre-test, developed by the G Education and Science Research. The post-test was selected by a descriptive assessment of the content of the first semester in Grade 6.

The same questions were posed for both the pre-test and the post-test of the Mathematical Attitudes assessment. We examined the pre-test at the beginning of the school term, then the students were re-examined after one semester, using the same questions as the pre-test.

This research showed that there was a meaningful difference in Learning Accomplishment as a result of T-test in the 5% level of significance. Secondly, there was a meaningful difference in the Mathematical Attitudes as a result of T-tests.

It shows that writing activities based on Polya's Problem Solving Stages have an influence on improving Learning Accomplishment and Attitudes.

Key words: Polya's Problem solving Stages, Writing activities

논문접수: 2013. 03. 14
논문심사: 2013. 03. 24
게재확정: 2013. 04. 12

8) ljw32@hanmail.net

9) bg54@naver.com