

서술형 수학 쓰기 수업이 초등학생의 문제해결 및 수학적 성향에 미치는 효과

김 효 선 (서울봉화초등학교)

오 영 열 (서울교육대학교)[†]

이 연구는 서술형 수학 쓰기 활동이 초등학생의 문제 해결 및 수학적 성향에 미치는 효과를 알아보는 데 목적이 있다. 본 연구를 실행하기 위해, 서울B초등학교 6학년 학급에 문제 해결력 및 수학적 성향 검사를 실시하여 동질성을 가지는 두 개의 학급을 선정하였으며, 실험집단에는 서술형 수학 쓰기 활동 수업을 실시하였으며, 비교집단에는 교과서 및 교사용 지도서 중심의 일반적인 수업을 실시하였다. 실험처치는 약 두 달 동안 15회에 걸쳐 실시하였고, 서술형 수학 쓰기 활동의 효과를 알아보기 위해 문제 해결력 검사를 실시하여 두 집단 간 성취도를 t-test로 분석하였으며, 검사지에 나타난 학생들의 서술 내용을 분석하여 문제 해결 과정에서 나타난 특징을 알아보았다. 또한 수학적 성향 검사를 실시하고 그 결과를 독립표본 t-test로 분석하였으며, 서술형 평가에 대한 성향을 묻는 설문조사를 실시하고 학생들의 반응을 분석하였다. 본 연구 결과, 서술형 수학 쓰기 활동은 학생들의 문제 해결력과 문제해결과정, 수학적 성향에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 또한 서술형 평가에 대한 학생들의 인식이 개선된 것으로 나타났다.

I. 서론

NCTM(2000)에서는 지식 기반 정보화 사회를 맞이하여 수학교육에서 내용 지식을 획득하고 활용하는 방법으로 문제해결, 추론과 증명, 의사소통, 연결성, 표현의 중요성을 강조하고 있으며, 우리나라에서도 교수 학습 방법 및 평가 방법의 개선을 통해 이와 같은 수학교육의 목표를 추구하고 있다. 수학교육에서 이와 같은 고차원적인 사고력을 추구하고자 하는 것은 궁극적으로 학생들이 수학적 안목으로 문제를 해결하는 능력을 개발하기 위함이다. 즉, '아는 수학'에서 '행하는 수학'으로의 전환을 통해 학생들은 문제를 해결하면서 기존의 지식을 활용하고 새로운 지식의 발견하고 창조해 나감으로써 비로소 참다운 사고를 경험하게 된다 (강옥기 외, 1985). 학생들은 문제해결 활동에 참여함으로써 지식의 수동적 습득자로부터 벗어나 능동적 활용자로서 지식을 활용하고 창조하며 적극적인 사고를 할 수 있게 된다.

이와 같이 수학 학습에서 행하는 수학이 강조되면서 학생들의 사고 활동에 관한 정보를 얻고 교수·학습 활동의 개선에 활용하기 위해 수행평가가 도입되었다 (정영옥, 2001). 수행평가는 기존 선택형 문항이 학생의 수행에 대한 정보를 충분히 제공해 주지 못하고 평가 결과가 수업 개선에 긍정적인 영향을 미치지 못한다는 비판과 반성에서 출발하였다. 따라서 수행평가에서는 학생들의 수학 학습에 도움을 주어야 하며 결과보다는 과정을 중시

1) 접수일(2014년 1월 17일), 수정일(1차: 2014년 2월 10일, 2차: 2014년 2월 12일), 게재확정일(2014년 2월 14일)

* ZDM 분류 : D43

* MSC2000 분류 : 97D40

* 주제어 : 서술형 수학 쓰기, 평가, 문제해결, 수학적 성향

† 교신저자 : yyoh@snu.ac.kr

하여야 한다는 관점을 중시하여, 학생들의 논리적이며 창의적인 사고뿐만 아니라 학습태도를 포함한 정의적 측면까지도 평가함으로써 학생 개개인의 문제 해결 능력, 개념 이해 정도 등에 대한 정보를 얻어 이를 교수 학습 개선에 반영하고자 한다 (강현석, 박찬혁, 2006; 신준식 외, 2011).

수행평가의 한 가지 방법으로 서술형 평가는 학생들이 문제의 답을 선택하는 것이 아니라 직접 서술하도록 하는 평가 방식으로 학생들은 자신이 문제 해결과정에서 무엇을, 어떻게 해야 하는지를 서술해야 하며 교사는 학생의 서술내용을 보고 학생의 개념 이해 및 활용, 전략의 사용 등 학생의 사고과정과 문제 해결 능력에 관한 정보를 얻고, 이를 학생의 지도 자료로 활용할 수 있다. 그런데 기존의 선택형 평가에 익숙해진 학생들은 서술형 평가에 어떻게 반응해야 하는지를 잘 몰라서 수행에 어려움을 겪는 경향이 있다 (박배훈 외, 2003). 실제 여러 연구들(김남준, 2006; 서수정, 2006)에 의하면 학생들은 본인의 사고 과정을 기술해야 하는 서술형 평가에 익숙하지 않을 뿐만 아니라 자신의 문제 해결 과정을 논리적으로 서술하는 것을 어려워하고 서술하는 행위 자체에 상당한 부담을 느끼는 것으로 나타났다. 그 결과 학생들이 실제 답안을 작성할 때 무의미한 말로 답안을 채우거나, 백지 상태의 답안을 제출하는 모습을 보였으며, 답안을 작성했다고 해도 풀이과정을 논리정연하게 전개하지 못하여 채점자가 알아볼 수 없게 기술하였다. 서술형 평가의 실태를 분석한 도주원 외(2009)의 연구에서는 수학 수업과 서술형 평가의 연계성 측면에서 학생들이 서술형 평가에 준비가 된다고 생각하는지에 대한 설문 조사 결과 설문에 응답한 교사의 31.7%가 보통이라고 응답하였으며, 24%의 교사들은 부정적인 응답을 한 것으로 조사됨으로써 수업과 평가 간에 좀 더 긴밀한 연결이 필요함을 알 수 있다.

또한 평가 방식의 변화에 따라 교수 학습 활동에서도 변화가 요구된다. 서술형 평가는 학생들로 하여금 사고 과정을 기술하도록 하여 문제 해결의 결과뿐만 아니라 과정도 중시하고 학생 개개인의 문제 해결에 대한 정보를 파악하고자 하며 문제해결능력, 의사소통능력, 탐구능력과 같은 고차적 사고력을 측정하고자 한다. 이렇게 서술형 평가가 문제해결능력을 향상시키기 위한 사고력을 중시하고 ‘쓰기’와 ‘과정’ 중심의 평가 방식이라는 점을 고려하면, 수업에서도 이러한 관점이 반영되어 사고력 및 ‘쓰기’와 ‘과정’에 중심을 둔 교수·학습 활동이 강조되어야 한다.

수학 쓰기는 문제 해결 및 사고의 과정, 개념의 이해 등을 ‘쓰기’ 활동을 통해 표현하는 교수·학습 과정으로 쓰기 활동은 학생들이 사고하고 반성하여 문제를 해결하고, 개념을 이해하고 기억하는데 도움을 준다. 즉, 사고 과정에 의한 쓰기 활동은 성공적인 문제해결 과정과 동일한 인지과정을 이용하기 때문에 문제해결에 도움이 되며, 쓰기 활동을 통해서 학생들은 수학적 개념을 명료하게 이해할 수 있고, 또한 쓰기 과정을 통해서 자신의 생각을 조직하면서 개념을 더욱 깊이 있고 명확하게 인식할 수 있게 된다 (Craig, 2011; Johnson, 1983; Miller, 1991). 이렇게 자신의 사고를 조직하고 표현하고 반성하는 과정은 자신의 수학적 사고를 탐험하는 과정으로 학생들은 쓰기에 참여하면서 ‘아는 수학’에 그치지 않고 ‘행하는 수학’을 통해서 의미 있는 수학적 지식을 구성할 수 있다 (Burns, 2004). 또한 수학 쓰기는 의사소통의 수단으로써 중요한 가치를 지닌다. 학생들은 글을 쓰면서 자신의 수학적 아이디어를 설명하고 공표할 수 있으며, 수학적 사고를 다른 사람들과 공유하고 탐구할 수 있다. 이러한 과정에서 학생들은 다양한 수학적 아이디어를 접할 수 있으며 비판적으로 사고하고 개념에 대한 이해를 깊게 할 수 있으며 이는 의미 있는 문제해결력의 신장으로 이어질 수 있다 (NCTM, 2000).

이와 같은 논의를 바탕으로 본 연구에서는 서술형 평가에서 나타나는 학생들의 문제해결 능력을 개선하고 또한 서술형 평가에 대한 인식을 개선시킬 수 있는 방법을 모색하고자 하였다. 이를 위해서 본 연구에서는 서술형 수학 쓰기 수업이 초등학생들의 문제해결 능력 및 수학적 성향에 미치는 영향을 알아보고, 또한 서술형 평가에 대한 학생들의 인식의 변화를 조사하는데 연구의 초점을 두었다.

II. 이론적 배경

1. 수학교육에서 쓰기 활동

Emig(1977)은 수학적 쓰기 활동이 수학 학습을 위한 도구로서의 가치가 있으며, 또한 쓰는 활동 과정을 통해서 자신의 사고과정을 곧바로 확인할 수 있기 때문에 즉각적인 피드백을 받을 수 있다고 하였다. 수학적 쓰기를 수행할 때 학생들은 써야 할 주제에 대해 계속 생각해야 하며, 자신이 쓴 결과물을 읽으면서 새로운 생각을 개발할 수 있게 된다. 또한 자신이 쓴 사실, 개념들을 더 오래 기억할 수 있을 뿐만 아니라 자신이 쓴 수학적 개념들이 실제로 어떻게 적용될 수 있는지에 대해서도 인지할 수 있게 된다.

수학 학습에서 쓰기 활동이 강조되는 또 다른 이유는 학생들이 글로써 자신의 아이디어를 공표하고 다른 사람들과 수학적 아이디어를 탐색하며 자신의 수학적 사고를 반성하게 하는 의사소통의 수단이 된다는 점이다. 수학적 의사소통은 수학 학습의 핵심적인 부분으로 말이라 글로써 의사소통하면서 수학에 대해 사고하고 추론하며 아이디어를 공유하고 이해를 명료하게 한다. 특히, 자신이 한 것에 대해 반성해 보도록 하고, 수학적 아이디어에 대해 자신의 생각을 명확하게 만들기 때문에 학생들이 자신의 사고를 통합 정리하도록 도움을 준다(NCTM, 2000).

수학 쓰기는 여러 가지 장점을 포함하고 있다. Geeslin(1977)은 수학 쓰기의 장점으로써 모든 학생이 동시에 참여할 수 있고, 교사는 말로 표현된 결과보다 쓰기 결과물을 좀 더 세심하게 숙고할 수 있으며, 쓰기 활동은 학생들이 말로 표현할 때보다 좀 더 정확하게 표현할 수 있도록 도움을 줄 수 있고, 또한 교사와 학생이 쓰기 결과물을 검토하고 구체적인 문제에 대해 논의할 수 있을 뿐만 아니라 수학적 쓰기는 쓰기 능력 자체를 향상시킬 수 있다고 하였다. 마찬가지로 김용익(1999)도 수학 쓰기의 효과에 대해서 개념에 대한 이해를 깊게 하고 기억을 오래 지속시키며, 우리나라의 환경에서 학생들이 수업에 참여할 수 있도록 도움을 줄 수 있고, 수학 쓰기는 그 자체가 반성적 활동으로써 중요한 교육적 의의를 지닌다고 하였다. 이와 같이 수학 쓰기가 수학 학습의 여러 측면에서 긍정적 효과가 있음을 국내외의 여러 연구를 통해서 알 수 있었다.

수학적 쓰기 활동에는 다양한 유형이 있으며, 국내·외의 여러 연구자들이 수학 교실에서 적용한 수학 쓰기 활동의 유형에는 원리 및 방법 쓰기, 개념 쓰기, 문제해결 방법 쓰기, 문제 만들기, 보고서 작성, 일지 쓰기, 마인드맵 등을 찾을 수 있었다(Burns, 2004; Wills, 1993; Miller, 1992; 김보영, 2003; 박현숙, 2000; 왕경수, 2009). 예를 들어, Miller는 수학적 쓰기의 방법으로 주어진 질문에 대해 쓰는 방법을 제시하고 있다. 이는 교사가 학생들에게 구체적인 문제나 질문을 제시하고, 학생들은 제한된 시간동안 질문을 읽고 이에 대한 답을 쓰는 형식이다. 학생들은 주어진 질문에 대해 쓰기를 수행하면서 수학적 개념, 기능, 일반화 등에 대해 자신이 이해한 것을 표현할 수 있게 된다. Willis는 일반적인 수학 쓰기의 방법으로 문제해결과정 쓰기를 제시하였으며, 이를 구조화된 설명쓰기와 간단한 설명쓰기로 구별하였다. 구조화된 설명쓰기에서는 문제의 이해, 전략, 반성의 세 개의 문단으로 구성하여 문제를 읽고 이해한 내용을 쓰는 단계, 문제를 해결하면서 사용한 전략을 쓰는 단계, 자신이 구한 답이 옳은지 확인하는 단계를 통해서 학생들은 문제해결 과정을 표현하고 설명하며 정당화하고 또한 배운 내용을 현실에 적용할 수 있는 능력을 기르게 된다.

수학적 쓰기 활동에서 일지 쓰기는 수학 시간에 배운 내용과 관련하여 자신의 생각과 느낌을 표현하고 학습 상황을 스스로 점검할 수 있도록 해 준다. 일지 쓰기는 가장 일반적인 수학적 쓰기 유형으로 교사가 필요나 목적에 따라 형식이나 내용을 변형하여 사용할 수 있는 장점이 있다. 즉, 교사는 수학 시간에 가르친 내용 쓰기, 이해가 가지 않는 내용 쓰기, 수학 시간에 배운 내용을 친구에게 설명하기, 수학 시간에 느낀 점 쓰기 등의 지시문을 넣음으로써 학생들이 그날 배운 내용을 떠올리도록 하거나, 개념을 익히고 적용하도록 도움을 줄 수 있다.

며, 또한 수학적 내용을 학생들의 경험과 연결시킬 수 있도록 유도할 수 있다 (Wills, 1993; 박현숙, 2000).

2. 서술형 평가와 문제해결

수행평가는 학생들이 주어진 항목에서 단순히 답을 고르는 것이 아니라 자신의 지식을 활용하여 해결방법을 창조해 나가는 과정이라고 볼 수 있다 (최승현, 박경미, 1999). 즉, 수학과에서 수행평가는 정답이나 산출물뿐만 아니라 이를 도출해 가는 과정에도 관심을 두고 이에 대한 정보를 얻고자 한다. 다양한 수행평가 방법 가운데서도 특히 서술형 평가는 교수·학습 활동과 평가활동이 서로 통합적으로 이루어지도록 하고 있으며, 문항 출제 및 문제해결 과정 분석이 비교적 용이하여 수학과에서 가장 많이 사용하고 있는 수행평가 방법 가운데 하나이다.

서술형 평가는 학생이 답이라고 생각하는 지식이나 의견 등을 직접 '서술'하도록 하는 평가 방식으로써 문제에 대한 학생들의 서술형 풀이과정을 분석함으로써 학생들이 무엇을 얼마나 알고 있는지, 오류를 범하는 내용이 무엇인지 파악할 수 있으며 또한 개념이나 과정을 어떻게 이해하고 설명하는가를 평가하는데 유의미한 방법을 제공한다. 또한 서술형 평가에서는 주어진 과제에 대해 자신이 생각하는 지식이나 의견을 그림이나 문장을 활용하여 서술하도록 하는 과정을 통해서 평가를 하게 된다. 서술형 평가는 단편적인 수학적 사실, 간단한 계산 기능을 적용한 단순한 측면보다는 학생들이 갖고 있는 지식을 토대로 실행한 결과를 논리적으로 서술하도록 함으로써 문제해결능력, 논리적 사고능력, 의사소통능력과 같이 고등 사고 능력을 평가하게 된다. 이러한 이유로 서술형 평가는 학생 개개인의 수학적 변화와 발달과정을 종합적, 전인적으로 평가하기 위한 방법으로써 주목받아 오고 있다 (노영순, 류춘식, 2001; 박배훈 외, 2003).

서술형 평가의 채점은 객관성을 보장하기 위해서 일정한 채점기준을 미리 정해두고 이를 활용하여 채점을 하게 된다. 예를 들어, 조미경(2007)은 서술형 평가의 채점을 위해서 문제이해 영역, 문제해결과 과정 영역, 수학적 의사소통 영역과 같이 미리 채점의 준거를 설정하여 서술형 평가에 대한 채점을 수행하였으며, 보다 구체적으로 각 준거 영역별로 그 의미를 상세하게 설정하여 제시하였다.

수학에서 쓰기는 어떤 다른 학습 형태보다 특별히 문제 해결과 비슷하게 인식되는데 이는 사고 과정에 의한 쓰기 활동이 성공적인 문제해결 과정과 유사한 인지과정을 따르기 때문이다. 따라서 쓰기와 문제해결은 상호간에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 비슷한 맥락에서 Craig(2011)는 수학 쓰기와 문제해결에 관한 연구에서 수학 쓰기와 문제해결의 근본적인 과정이 매우 비슷하여 어느 한 분야에서의 연습이 비판적 사고력을 강화시키고 그 결과 쓰기와 문제해결의 두 가지 능력이 강화될 수 있다고 하였다. 이처럼 좋은 쓰기는 문제해결 과정의 일부분으로써 학생들의 문제해결 과정을 돕고 창의적 사고를 자극할 수 있다.

또한, 쓰기는 학생들에게 적절한 수학 언어를 사용할 기회를 주고, 학생들이 자신이 하는 행위에 대한 이유를 생각해 보도록 함으로써 문제해결에 도움을 줄 수 있다(Fuehrer, 2009). 대부분의 학생들은 정답을 얻기 위해 자신이 해야 하는 행위에만 관심이 있는데 반해, 수학 쓰기는 학생 자신이 내면적으로 생각하는 이유에 대해 관심을 갖게 함으로써 좀 더 깊이 있게 사고할 수 있도록 도움을 줄 수 있다. 그리고 학생들이 문제해결을 수행할 때 문제해결과정에서 다양한 전략을 사용하고, 문제해결과정을 살펴보고 반성하도록 지도하는 것 또한 매우 중요하다 볼 수 있는데 수학 쓰기는 이러한 점들을 강화시켜 줄 수 있다 (Burns, 2004).

III. 연구 방법

1. 연구 대상 및 연구 설계

본 연구의 대상으로 서울 중랑구에 소재한 서울B초등학교 6학년 7개 학급 중 사전 서술형 문제 해결력 검사, 사전 수학적 성향 검사를 통해 성취도에서 동질성을 보이는 두 집단을 실험 대상으로 선정하고, 실험집단에는 서술형 수학 쓰기 활동을 적용한 수업을, 비교집단에는 교과서 및 교사용 지도서 기반의 일반적인 교수학습 방식을 적용한 수업을 실시하였다. 실험집단은 남자 11명 여자 12명으로 총 23명으로 구성되었으며, 비교집단은 남자 9명 여자 13명으로 총 22명으로 구성되었다. 서술형 수학 쓰기 수업은 수학 내용과 관련한 주제 및 문제를 제시하면 학생들은 주제에 알맞게 수학적 개념 및 문제해결 과정과 수학적 내용을 쓰는 활동을 말한다. 반면에 일반적인 교수학습 방식은 교사용 지도서에 제시된 절차와 방법을 기본으로 하여 교사 주도적인 설명과 교과서에 제시된 문제 풀이 중심으로 진행되는 수업을 의미한다.

실제적인 수업의 지도는 실험집단과 비교집단 모두 수학교과에 관심이 많고 경력이 7년인 담임교사가 실행하였다. 연구자는 연구의 목적에 따라 실험과정에서 연구의 의도를 최대한 반영하기 위해 실험집단 지도 교사에게 수학 시간에 쓰기 활동이 학생들에게 생소한 경험임을 고려하여 학습 시작 전에 쓰기 방법을 안내할 수 있도록 자료를 제공하였으며, 매 차시 수업을 운영할 때 지도안과 쓰기 활동지 및 지도 유의점을 제시하고 논의하였다.

연구 설계의 측면에 있어서 본 연구는 앞에서 언급한 바와 같이 서술형 수학 쓰기 활동이 학생들의 문제 해결과 수학적 성향에 미치는 영향을 알아보는 것에 목적을 두고 약 두 달의 기간 동안 15차시의 수학 쓰기 활동을 적용하고 실험 처치의 효과를 알아보기 위한 사후 검사를 실시하였다. 이를 위해 문제 해결력 검사와 수학적 성향 검사를 실험집단과 비교집단에 각각 사전 검사와 사후 검사를 실시하고 그 결과를 양적 및 질적으로 분석하였다. 또한, 서술형 평가에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위해 사후 설문조사를 통해서 조사 및 분석을 실시하였다.

2. 수학 쓰기 자료의 개발 및 적용

가. 수학쓰기 자료의 개발

본 연구에서 수학 쓰기 자료 개발을 위해서 먼저 수학 쓰기에 대한 선행 연구를 분석하였다. 앞의 이론적 배경에서도 언급하였지만, 다양한 쓰기 방법들 가운데서 본 연구에서 강조하고 있는 수학 쓰기 활동은 서술형 문제 해결에 대해 학생들이 느끼는 어려움을 해소하는데 도움을 주기 위해서 서술형 수학 쓰기 활동에 초점을 두었다. 보다 구체적으로, 서술형 수학 쓰기 활동은 수업 시간에 수학적 쓰기 활동에서 문제의 이해 및 해결 과정에 중점을 두고 학생들이 수학적 내용과 관련된 문제나 질문을 해결하는 과정을 수학적 쓰기 활동으로 표현하도록 한다. 특히, 서술형 수학 쓰기 활동이 학생들로 하여금 개념을 이해하고 문제 해결 과정을 증시하며 수학적 사고 과정의 표현을 돕도록 하기 위해서 수학 쓰기의 세 가지 원칙을 적용하였다. 첫째, 설명적 쓰기와 표현적 쓰기 유형을 적용하였다. 이는 문제해결 절차와 개념 및 용어 등을 설명하고 표현하는 쓰기 방법으로써 왜 그렇게 생각하는지에 대한 이유와 과정을 이해하는데 도움을 준다. 둘째, 안내된 쓰기의 적용이다. 수학 쓰기는 학생들에게 매우 생소한 경험일 수 있으므로 학생들에게 수학 쓰기에 대한 부담을 줄여주고 수학에 좀 더 집중할 수 있으며, 또한 중요한 문제나 핵심 용어 등을 배우는데 도움이 된다. 셋째, 수학 시간에 배운 내용에 대한 생각이나 느낌을 적어보도록 함으로써 학생들이 자신의 생각을 반성해 볼 수 있도록 하였다.

다음으로 수학 쓰기 자료 개발을 위해서 적용하고자 하는 수학 학습 내용 및 주요 활동 내용을 분석하였다. 수학 쓰기 학습 자료를 적용할 각 차시별로 수학 학습 내용 및 주요 활동을 분석함으로써 개념적 요소, 활동의 의미, 반성적 요소를 찾아내고 이를 수학 쓰기 자료에 반영하고자 하였다. 그 다음으로 실제 학습에서 사용하게 될 쓰기 유형을 정하여 본 연구에서 적용할 쓰기 자료를 개발하였다. 즉, 서술형 수학 쓰기 활동 자료를 고안하기 위해서 수학적 개념이나 성질에 중점을 둔 자료 개발, 절차적 지식을 강조한 쓰기 유형, 그리고 창의성 및 문제해결과 같은 고차원적 사고력 향상을 위한 자료 등을 고안하였다.

그 결과 실제 수학 쓰기 활동에 적용된 자료는 문제해결 과정 중심의 쓰기 자료, 수학일지 쓰기 중심의 자료, 문제 만들기를 강조한 자료, 현실과 연결한 자료로 분류하였으며, 이 가운데 문제해결 과정 쓰기와 수학일지 쓰기가 주로 적용이 되었다. 또한 문제해결 과정 쓰기와 문제 만들기를 함께 적용하는 것과 같이 두 가지 방법이 한 차시에 함께 적용된 경우가 많았다. 본 연구에서 적용한 수학 내용은 6학년 2학기 분수와 소수의 혼합계산, 원기둥과 원뿔, 그리고 직육면체의 겉넓이와 부피 단원이었으며, 총 15차시의 수업에 적용하였다.

나. 수학쓰기 자료의 적용

본 연구에서 서술형 수학 쓰기 수업에서 쓰기 활동은 수업의 적용 및 발전 단계와 정리 단계에서 실시하였으며, 쓰기 시간은 학생들이 수학 과제를 해결하기 위해서 쓰는 시간 10분, 쓰기 과제에 대한 동료 피드백 시간 5분 정도를 부여하여 실시하였다. 각 단계별 구체적인 내용을 보면 다음과 같다.

첫째, 쓰기 과제를 읽고 해결하는 단계이다. 수업 시간의 적용 및 발전 단계에서 교사는 수학 쓰기 과제를 안내하고, 어떤 내용을 쓸 수 있는지 의견을 나눠보는 전체회의 시간을 갖는다. 이를 통해서 쓰기 활동의 목적과 내용을 충분히 이해할 수 있으며, 또한 쓸 내용에 대한 의견을 자유롭게 교환함으로써 아이디어를 서로 공유하면서 쓰기 활동에 대한 부담감을 줄일 수 있다.

둘째, 모둠 동료들 간에 과제를 교환하고 서로 피드백을 제공한다. 개별적으로 쓰기 과제를 해결한 학생들은 각자의 쓰기 결과를 동료 학생들과 서로 교환함으로써 서로에게 피드백을 제공하게 되는데, 동료 피드백은 수학적 내용이나 표현 방법 등 인지적인 측면에서 뿐만 아니라 정의적인 측면에서 수학 쓰기에 대한 동기를 지속시키면서 쓰기 활동에 대한 자신감을 가질 수 있다는 장점이 있다. 동료 피드백은 각자 수학 쓰기 과제를 해결한 후 5분 정도의 시간 동안 이루어지도록 하였다.

셋째, 학생들이 쓴 활동 결과에 교사 피드백을 제공한다. 수학 쓰기 활동이 학생들의 수학 학습에 실질적인 도움이 되려면 교사 피드백이 반드시 필요하며, 따라서 학생들이 쓴 결과물에 교사는 개별 학생들의 이해 정도 및 학습 상황을 점검하고 필요할 경우 학습지에 의견을 제시해 주었다.

3. 검사 도구 및 분석

가. 문제해결력 검사

본 연구에서 적용한 서술형 수학 쓰기 수업이 학생들의 서술형 문제해결능력에 미치는 영향을 알아보기 위해서 서술형 문제해결력 검사를 적용하였다. 따라서 본 연구에서 측정하고자 하는 수학적 문제해결은 학생들이 문제를 이해하고 전략을 수립하며, 수립한 전략을 실행하고 검토하는 일련의 문제해결 과정을 서술하는 전 과정을 의미한다. 본 연구의 서술형 문제 해결력 검사의 문항은 서울특별시 교육연구정보원(2008)의 초등학교 6학년 서술형 및 논술형 문항 자료집, 한국교육과정평가원(2011)의 국가수준학업성취도검사지, 초등학교 6학년 교과서와 지도서, 수학과 평가 문항개발 연구(김민경, 조미경, 2006, 조미경 외, 2008) 자료를 참고로 하여 제작하였다. 사전 서술형 평가 문항은 6학년 1학기 내용을 범위로 하였고 수와 연산, 도형, 측정에서 각각 2문항씩, 규칙성과 문제해결 영역에서 1문항을 제시하여 총 7문항을 제시하였다. 사후 서술형 평가 문항은 6학년 2학기 내용을 범위로 하였고 사전검사와 동형검사로 이루어졌다. 검사 문항에 대한 타당도는 사전에 전문가에게 의뢰를 하여 검증 받았으며, 사전 검사 문항의 신뢰도는 Cronbach's α 값이 .765로 나타났으며, 사후 검사 문항의 신뢰도는 Cronbach's α 값이 .712로 나타났다.

본 연구에서 적용한 서술형 문제 해결력 검사의 분석 기준은 조미경(2007)이 제시한 서술형 수행평가 기준을 바탕으로 설계되었으며, 분석 기준은 문제 이해, 문제해결 과정, 의사소통 영역의 세 가지 영역으로 구성되었다. 또한 서술형 문제해결에 대한 분석 결과의 타당성을 높이기 위해서 구체적인 분석 방법 및 절차는 전문가의 검

토 및 협의를 거쳐 실시하였습니다. 그리고 분석 기준에 따라 각 문항별로 학생들의 서술 내용에 대해 세부영역별로 점수를 부여하여 수행정도를 측정하고 모든 점수를 합산한 총점과 평가 영역별로 합산한 점수에 대해 독립 표본 t-test로 통계처리 하였다. 또한, 본 연구에서는 학생들이 서술형 문제 해결 과정에서 나타난 특성을 알아보기 위해 학생들이 서술한 풀이 과정을 질적으로 분석하였다.

나. 수학적 성향 검사

본 연구에서 서술형 수학 쓰기 활동이 수학적 성향에 어떠한 영향을 미치는 지 알아보기 위해 실험집단과 비교집단에 사전, 사후 수학적 성향 검사를 실시하였다. 검사문항은 한국교육개발원에서 제작한 검사 문항을 사용하였으며, 총 24개의 문항으로 구성되었다 (신성균 외, 1992). 각 문항에 대한 반응은 5단계 리커트 평정 척도로 구성 되었으며, 학생들의 응답에 대해 '항상 그렇다', '대체로 그렇다', '보통이다', '대체로 아니다', '전혀 아니다'의 순으로 5점부터 1점까지를 부여하였고, 부정형 문항에는 긍정형 문항과 역으로 점수를 부여하였다. 각 문항별로 학생들의 응답 내용에 따라 점수를 부여한 후에 점수를 합산하여 총점에 대해 독립 표본 t-test로 통계처리 하였다.

다. 서술형 평가에 대한 학생들의 인식 조사

서술형 수학 쓰기 활동이 서술형 문제에 대한 학생들의 성향에 어떠한 영향을 미치는 지 알아보기 위해 실험 집단과 비교집단 학생들을 대상으로 사후 서술형 문제 해결력 검사를 마친 직후 10분간 설문조사를 실시하였다. 설문지 문항은 모두 주관식 형태로 총 4개의 문항으로 구성하였으며, 문항의 내용은 서술형 문제를 풀 때 느낌, 서술형 문제를 풀 때 어려운 점, 서술형 문제를 잘 해결하기 위해 노력할 점, '서술형 문제'하면 떠오르는 생각이다. 서술형 문제에 대한 인식 설문지 각 문항별로 학생들의 응답을 내용에 따라 분류하고 유형화하여 실험집단과 비교집단으로 구분하여 분석하였다.

IV. 연구 결과

본 연구에서는 서술형 수학 쓰기 활동이 문제해결 및 수학적 성향에 미치는 영향을 알아보기 위해서 수학적 문제해결에 대한 양적 및 질적 분석, 수학적 성향에 대한 분석을 하였으며, 그리고 서술형 평가에 대한 학생들의 인식을 조사 연구 및 분석하였다.

1. 서술형 수학 쓰기 활동이 문제해결에 미치는 영향

가. 양적분석 결과

본 연구에서는 서술형 수학 쓰기 활동이 수학적 문제해결에 미치는 영향을 알아보기 위해서 문제해결력 검사를 실시하였으며 그 결과는 아래의 <표 1>과 같다. 이를 위해서 사전 및 사후검사에 대해 t-검증을 실시하였으며, 사전검사 결과 실험집단은 평균 68.26, 비교집단은 평균 69.73을 기록함으로써 유의수준 5% 이내에서 p값이 .824를 나타내었다. 이는 두 집단 간에 문제해결 능력에 있어서 차이가 없음을 의미한다. 즉, 문제해결 능력 측면에 있어서 사전검사 결과 두 집단 간에 통계적으로 차이가 없음을 사전검사 결과는 보여준다.

<표 1> 문제해결력 검사 결과

사전-사후 비교	집단	사례 수	평균	표준편차	t	p
사전검사	실험집단	23	68.26	17.50	-.224	.824
	비교집단	22	69.73	25.86		
사후검사	실험집단	23	76.48	16.135	2.048	.047*
	비교집단	22	65.41	19.997		

* 0.05이내에서 유의함

한편 사후검사 결과를 보면 실험집단은 76.48, 비교집단은 65.41을 나타냄으로써 두 집단 간에 평균에 있어서 상당한 차이가 있음을 알 수 있다. 마찬가지로 유의수준 5% 이내에서 p값이 .047을 기록함으로써 이는 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 보여주었다. 즉, 서술형 평가에 중점을 둔 수학 쓰기 활동을 실시한 결과 실험집단의 학생들이 비교집단의 학생들에 비해서 서술형 문제해결 능력에 있어서 유의미한 성취를 본 연구 결과는 보여주었다.

본 연구에서 실험집단은 6학년 학생을 대상으로 실시한 서술형 수학 쓰기 활동을 실시하였고, 비교집단은 교과서 및 교사용 지도서 중심으로 수학을 가르친 전통적인 집단이다. 15주간의 실험 결과에 의하면 서술형 수학 쓰기 집단이 전통적인 집단에 비해서 문제해결 능력에 있어서 더 우수한 결과를 보여줌을 알 수 있었다.

한편 본 연구에서는 문제해결 능력에 대한 하위 영역별 분석을 실시하였다. 본 연구에서 문제해결력은 문제 이해, 문제해결 과정, 의사소통과 같이 세 가지 하위 영역으로 검사가 구성되어 있으며, 이에 대해 각각 t-검증을 이용하여 통계적 분석을 실시하였으며 그 결과는 아래의 <표 2>와 같다.

본 연구에서 정의한 문제이해는 문제에 내포된 수학적 개념을 이해하는 정도 및 문제를 해결하기 위해 문제에 제시된 정보를 활용하는 정도를 의미한다. 이러한 문제이해 측면에 있어서 실험집단과 비교집단의 사전검사 결과에 따른 평균값은 각각 26.13과 25.86을 나타내었으며, 사후검사 결과는 28.22와 25.09를 나타내었다. 또한 유의수준 5% 이내에서 사전검사에 대한 p값이 .890, 사후검사에 대한 p값이 .083을 기록함으로써 사전검사 및 사후검사 결과 실험집단과 비교집단 사이에 문제이해 측면에 있어서 통계적으로 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 두 집단 간에 문제이해 측면에서 통계적 유의도 차이는 없으나 평균값에 있어서는 사전검사에 비해서 사후검사에서 실험집단이 비교집단에 비해서 더 높은 향상을 기록한 것을 알 수 있다.

<표 2> 문제해결의 평가준거별 분석

영역	사전-사 후 비교	집단	사례 수	평균	표준편차	t	p
문제이해	사전	실험집단	23	26.13	6.03	.140	.890
		비교집단	22	25.86	6.79		
	사후	실험집단	23	28.22	4.87	1.776	.083
		비교집단	22	25.09	6.82		
문제해결과정	사전	실험집단	23	23.00	6.35	-.646	.521
		비교집단	22	24.05	9.04		
	사후	실험집단	23	25.26	5.99	1.624	.112
		비교집단	22	22.00	7.43		
의사소통	사전	실험집단	23	19.22	6.25	.015	.988
		비교집단	22	19.18	9.19		
	사후	실험집단	23	23.00	5.32	2.625	.012*
		비교집단	22	18.41	6.39		

* 0.05이내에서 유의함

문제해결과정은 문제해결 전략을 세워 실행하는 정도의 정확성과 전략 수행 후 문제 상황에 맞게 답을 기술하거나 해석하는 정도를 의미한다. 문제해결과정에 대한 사전검사 결과 실험집단과 비교집단은 각각 23.0과 24.05의 평균값을 나타냄으로써 유의수준 5% 이내에서 p값이 .521을 보였다. 이는 사전검사 결과 두 집단 간에 문제해결과정에 대한 통계적 차이가 없음을 의미한다. 문제해결과정에 대한 사후검사 결과는 실험집단과 비교집단이 각각 25.26과 22.0의 평균값을 나타냄으로써 p값이 .112를 보여주었다. 사후검사 결과에 있어서도 두 집단 간에 문제해결과정에 대한 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 앞에서와 마찬가지로, 비록 실험연구의 특성상 집단의 크기에 의한 제약으로 인해서 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았지만 문제이해 측면에서와 마찬가지로 문제해결과정에 있어서도 비교집단의 평균점수는 줄어든 반면에 실험집단의 평균값은 상당히 향상된 것을 알 수 있었다.

마지막으로 의사소통 측면은 풀이과정에서 드러난 수학적 내용과 아이디어, 기호 등에 대한 표현이 정확하거나 세련된 정도, 그리고 문제해결과정에 대한 설명을 충분히 말하고 있는가를 나타낸다. 의사소통 측면에 있어서 사전검사 결과 실험집단과 비교집단의 평균은 각각 19.22와 19.18을 기록하였다. 이는 유의수준 5% 이내에서 p값이 .988을 나타냄으로써 사전검사 결과 실험집단과 비교집단 간에 의사소통 측면에 있어서 통계적으로 유의미한 차이가 없음을 의미한다. 한편, 사후검사 결과 실험집단과 비교집단의 평균값이 각각 23.0과 18.41을 나타냄으로써 p값이 .012를 보여주었다. 이 결과는 의사소통 측면에 있어서 서술형 수학 쓰기 활동 중심의 실험집단이 전통적 수업 중심의 비교집단보다 분명히 뛰어나다는 것을 통계적으로 보여주고 있다.

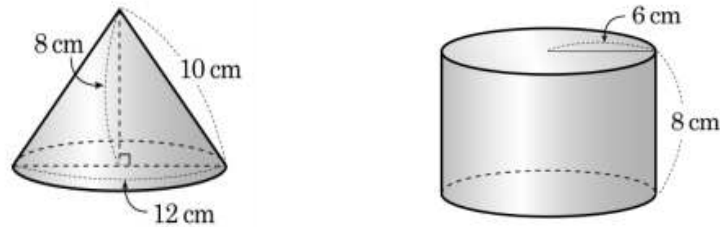
나. 질적 분석 결과

서술형 수학 쓰기 활동이 문제해결에 미치는 영향을 알아보기 위해서 본 연구에서는 문제 이해 및 전략 실행 측면과 의사소통과정 측면에서 질적 분석을 실시하였다.

1) 문제 이해 및 전략 실행 측면

가) 개념에 대한 깊이 있는 이해

본 연구에서는 아래의 <그림 1>과 같이 원뿔과 원기둥을 비교하는 그림을 학생들에게 보여주고 두 입체도형의 차이점을 찾아 써 보도록 했다. 이 문제는 두 입체도형을 보고 정보를 찾아내거나 관련 개념을 파악해서 문제를 해결할 수 있다. 그 결과 교과서 중심의 전통적인 수업을 실시한 비교집단의 대다수 학생들은 밑면의 개수, 꼭짓점의 유무, 모선의 유무로 두 입체도형의 차이점을 제시하는 경향을 보였다. 이에 반해 서술형 수학 수업을 실시한 실험집단 학생들은 <그림 2>에 제시된 것과 같이 비교집단 학생들이 제시한 일반적인 세 가지 방법 이외에도 두 입체도형을 회전축에 수직인 평면으로 자를 때 나오는 단면의 모습, 입체도형의 부피, 입체도형을 만들기 위해 회전시킨 도형이 어떤 형태인가, 입체도형을 정면에서 보았을 때 모습 등과 같이 더욱 다양한 내용을 서술하는 경향을 보여주었다.



<그림 1> 두 입체도형의 비교

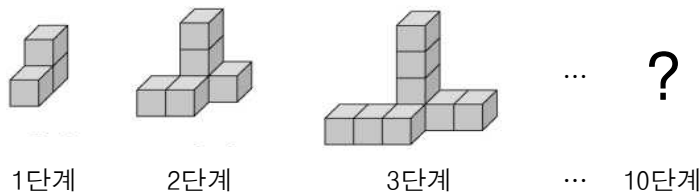
두 입체도형을 더욱 다양한 관점에서 비교할 수 있기 위해서는 입체도형의 구성요소 및 성질에 대해 더욱 깊이 있는 이해가 필요하다. 이러한 측면에서 수학 쓰기 활동이 학생들로 하여금 수학적 개념을 써보도록 함으로써 그 의미를 더욱 깊이 있게 이해할 수 있을 뿐만 아니라 개념을 적용해서 문제를 해결하는 과정에 있어서 도움이 되었다고 여겨진다. 즉, 개념을 적용한 문제해결에서 더욱 다양하고 깊이 있는 방법을 제시할 수 있었다는 것은 수학 쓰기 활동으로 인해서 실험집단 학생들이 그렇지 않은 학생들에 비해서 관련 개념에 대해 더욱 다양하고 깊이 있는 이해를 하고 있다는 것을 의미한다.

<p>(2) 두 입체도형의 차이점을 찾아 써 봅시다.</p> <p><카이럼></p> <p>1. 원뿔은 밑면이 1개인데 원기둥은 밑면이 2개이다.</p> <p>2. 원뿔에는 꼭짓점이 있는데 원기둥에는 꼭짓점이 없다.</p> <p>3. 원뿔을 회전축에 수직 평면으로 자르면 삼각형이 나오는데 원기둥을 회전축에 수직 평면으로 자르면 직사각형이 나온다.</p>	<p>(2) 두 입체도형의 차이점을 찾아 써 봅시다.</p> <p>밑면의 개수가 다르다. ✓</p> <p>회전축을 돌린 평면으로 자르면 밑면의 모양이 다르다. ✓</p> <p>뚜껑 모양이 평평한지가 다르다. ✓</p> <p>밑면의 모양이 다르다. ✓</p>
<p>(2) 두 입체도형의 차이점을 찾아 써 봅시다.</p> <p>1. 원뿔은 밑면이 1개이지만 원기둥도 밑면이 2개이다</p> <p>2. 원뿔을 앞에서 직선으로 봤을 때 삼각형이 보이지만 원기둥은 앞에서 봤을 때 직사각형 모양이다.</p> <p>3. 원뿔에는 원뿔의 꼭짓점이 있지만 원기둥은 그렇지 않다.</p> <p>4. 원뿔은 오목이었지만 원기둥은 없다.</p>	<p>(2) 두 입체도형의 차이점을 찾아 써 봅시다.</p> <p>1. 원뿔은 회전축이 삼각형이고 원기둥은 사각형이다.</p> <p>2. 원뿔과 원기둥의 꼭짓점이 다르다.</p> <p>3. 원뿔은 원뿔의 꼭짓점이 있지만 원기둥은 없다.</p>

<그림 2> 두 입체도형 비교에서 실험집단 학생들이 사용한 전략

나) 다양한 전략의 사용

본 연구의 검사에서는 아래의 <그림 3>과 같이 규칙에 따라 단계별로 쌓기 나무를 놓아 개수가 늘어나는 규칙을 찾고 특정 단계에서 필요한 쌓기 나무 개수를 추론하는 문제를 학생들에게 제시하고 규칙과 문제해결 과정을 설명해 보도록 하였다.




<그림 3> 쌓기 나무의 규칙 찾기 문제

이 문제를 해결하기 위해 실험집단과 비교집단 학생들이 가장 일반적으로 사용한 전략은 아래의 <그림 4>에 제시된 바와 같이 단계별로 쌓기 나무가 3개씩 늘어나는 규칙을 알아내고 3을 10번 더함으로써 10단계 쌓기 나무 개수를 찾는 방법, 그리고 기본 전략은 이와 유사하나 덧셈 대신에 곱셈을 이용하여 3×10 을 적용해서 답을 찾는 방법이었다. 비교집단의 경우 총 22명의 학생 중에서 한 명을 제외한 모든 학생들이 위의 두 가지 전략 가운데 하나를 사용하여 문제를 해결하는 경향을 보였다.

<p>(2) 위의 쌓기나무를 놓은 규칙을 찾고, 문제해결과정을 설명해 봅시다.</p> <p>점점 3개씩 많아진다. 2개 목걸이 1단계에서 3개이나 3x10을 하면 10 단계의 개수 가 나온다.</p> <p style="text-align: center;">방법1</p>	<p>(2) 위의 쌓기나무를 놓은 규칙을 찾고, 문제해결과정을 설명해 봅시다.</p> <p>3개씩 늘어나고 가로 세로 높이기씩 늘어간다.</p> <p>3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30</p> <p style="text-align: center;">or.</p> <p>3x10=30이다</p> <p style="text-align: center;">방법2</p>
--	--

<그림 4> 두 집단의 학생들이 가장 일반적으로 사용한 전략

<p>(2) 위의 쌓기나무를 놓은 규칙을 찾고, 문제해결과정을 설명해 봅시다.</p>  <p>○ 첫 줄이 하나씩 늘어 난다 따라서 10-3=7 7개를 그곳에 더해서 3+7=10, 3+7=10, 3+7=10 3x3=30 30개</p>	<p>(2) 위의 쌓기나무를 놓은 규칙을 찾고, 문제해결과정을 설명해 봅시다.</p> <p>세로 쌓여있는 것은 각 단계마다 한칸이 높게 쌓고, 오목가로 쌓여있는 것은 단계에 숫자 그대로인, 뒷줄에 쌓여있는 쌓기나무는 1단계에 하나씩 늘어난다. 그러므로 11+9를 구하면 된다. 21+9=30 답은 30, 즉 30개의 쌓기나무가 필요하다.</p>
---	--

<그림 5> 실험집단 학생들만 사용한 전략


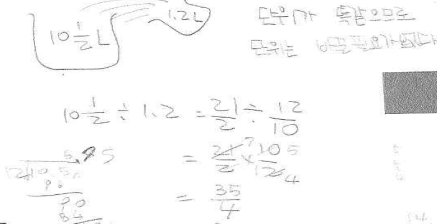

한편 실험집단 학생들은 위에 제시된 두 가지 일반적인 전략 이외에도 더 다양한 전략을 보여주었다. 위의 <그림 5>에서와 같이 쌓기 나무를 쌓을 때 세 방향으로 하나씩 늘어난다는 규칙은 같지만 계산 방법을 달리하여 (3+7)×3으로 쌓기 나무의 개수를 계산하는 전략이 제시되었으며, 또한 유사한 방법으로 3+(3×9)와 같이 첫 번째 단계의 쌓기 나무에 두 번째 단계부터 10번째 단계까지 3개씩 늘어나는 상황을 곱하는 방법으로 문제를 해결하는 전략이 제시되기도 하였다. 또한 쌓기 나무가 놓인 방향에 따라 쌓기 나무가 늘어나는 수와 단계의 수를 비교하여 규칙을 찾아 9+10+11과 같이 식을 세워 문제를 해결하는 전략도 제시되었다. 이와 같이 쓰기 중심의 수학 학습이 그렇지 않은 학생들에 비해서 문제해결 과정에서 더욱 다양한 전략을 세워 문제를 해결하는 모습을 보이는 것은 쓰기 활동이 학생들에게 자유롭고 적극적으로 자신의 생각을 표현해 볼 수 있도록 다양한 기회를 제공하는데 있다고 여겨진다.

다) 다양한 표상의 사용

학생들이 서술형 문제해결 과정에서 보이는 표현 양식을 분석한 결과 다양한 종류의 표상을 사용하는 것을 알 수 있었다. 그 결과 실험집단 학생들은 그림을 사용하여 문제를 해결한 경우가 총 10건, 표를 사용한 경우가 1건 있었다. 이에 비해 비교집단 학생들의 경우 그림을 사용한 경우가 총 5건이 있었다. <그림 6>은 실험집단

학생들이 문제해결 과정에서 보여준 표상의 종류와 상황을 제시하고 있다. 예를 들어, 학생 A는 규칙을 설명하기 위해 그림과 기호를 사용하였으며, 학생 B는 자신의 문제해결 전략을 수행하는 과정에서 표를 이용하여 상황을 나타내는 모습을 보였다. 학생 C와 D는 문제를 이해하는 과정을 그림으로 나타내는 모습을 보여주었다. 이와 같이 실험집단 학생들이 문제해결 과정에서 자신의 논리를 정당화하거나, 문제를 더 잘 이해하기 위해, 또는 규칙을 설명하기 위해서 수학적 기호와 글 이외에 그림이나 표와 같은 표상을 더 적극적으로 사용하는 것을 알 수 있었다.

문제해결에서 다양한 표상을 사용하는 것은 문제해결 과정에 대한 이해 측면뿐만 아니라 다양한 해결 방법의 제시, 그리고 수학적 의사소통 측면에 있어서도 매우 강조되고 있는 측면이다. 따라서 본 연구에서 드러나는 것처럼 서술형 수학 쓰기 활동이 학생들에게 더욱 적극적이고 다양한 방식으로 표상을 활용할 수 있도록 한다는 점은 주목할 만 하다고 생각한다.

<p>(2) 위의 쌓기나무를 놓은 규칙을 찾고, 문제해결과정을 설명해 봅시다.</p> <p> 이 그림이 1단계라면, 기니디라는 기호를 붙여보겠다. 한 단계가 늘어날수록 기니디의 개수는 1씩씩 늘어나며, 단계가 10층이면 36개씩 덧붙여지는 셈이다.</p> <p>1-3 2-6 3-9 4-12 5-15 6-18 7-21 8-24 9-27 10-30 이므로, 10단계까지는 아홉 번까지가 36개가 된 것 같다.</p>	<p>(2) 해결 과정을 자세히 설명해 봅시다.</p> <p>표로 그려보...</p> <table border="1" data-bbox="829 851 1165 952"> <tr> <td>가로</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>세로</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>높이</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>합계</td> <td>125</td> <td>150</td> <td>175</td> <td>200</td> <td>225</td> <td></td> </tr> </table> <p>이므로 150-125=25 이므로 한층의 길이를 1cm씩 늘려나갈 때 부피는 25cm³씩 늘어난다.</p>	가로	5	6	7	8	9		세로	5	5	5	5	5		높이	5	5	5	5	5	...	합계	125	150	175	200	225	
가로	5	6	7	8	9																								
세로	5	5	5	5	5																								
높이	5	5	5	5	5	...																							
합계	125	150	175	200	225																								
<p>(2) 해결 과정을 자세히 설명해 봅시다.</p> <p></p>	<p>(3) <방법2> 해결과정을 자세히 설명해 봅시다.</p> <p> 이곳에서 밑면의 가로가 쌓기나무 2개 있으니 3x2=6 가로=6cm 세로도 3x2=6 세로=6cm 높이는 4층이니 3x4=12 높이=12cm 6x6x12=432 그래서 답은 432cm³</p>																												

<그림 6> 실험집단 학생들이 사용한 표상들

2) 의사소통 과정 측면

가) 의사소통의 구체성

문제해결 과정에서 의사소통이 얼마나 구체적으로 드러나고 있는가를 분석하기 위해서 본 연구에서는 0수준부터 3수준까지의 척도를 활용하였으며, 0수준의 경우 중요한 부분을 놓치거나 문제해결과 관련 없는 것만을 제시한 경우이며, 3수준은 문제해결을 위해 적절한 용어를 사용하고 명확하게 설명하며 또한 정확하게 문제를 해결한 경우이다. 이에 대해 앞에서 제시한 단계별 쌓기 나무의 규칙을 찾아 특정 단계의 쌓기 나무의 개수를 찾는 문제에 대한 의사소통의 구체성 측면에 대한 수준별 예는 <그림 7>과 같다.

<p>(1) 답 30개 (2) 위의 쌓기나무를 놓은 규칙을 찾고, 문제해결과정을 설명해 봅시다. 29개</p> <p>이렇게 보면 정문제로 풀리는 쌓기나무는 변형이 없다 문제 재 등재의 해를 모두 다룬 다단계 놓기할 때 아다 쌓기 내외 개수도 개씩 놓아볼 고이면 10단계에서 필요한 쌓기나무 개수는 30개이다. <추가사항> * 1단계씩 놓아볼 때 대야 개수도 3개씩 놓아볼</p>	<p>(1) 답 30개. (2) 위의 쌓기나무를 놓은 규칙을 찾고, 문제해결과정을 설명해 봅시다. 1단계: 3개, 2단계: 6개, 3단계: 10개 이렇게 3개씩 늘이므로 4단계: 12개, 5단계: 15개, 6단계: 18개, 7단계: 21개, 8단계: 24개, 9단계: 27개, 10단계: 30개 이므로 10단계에는 30개가 필요하다.</p>	<p>(1) 답 30개 (2) 위의 쌓기나무를 놓은 규칙을 찾고, 문제해결과정을 설명해 봅시다. 왼쪽은 똑같은 쌓기나무에서 개씩 쌓아간다</p>
<p>척도3</p>	<p>척도2</p>	<p>척도1</p>

<그림 7> 학생들이 제시한 의사소통의 구체성에 대한 수준별 예시

그 결과 실험집단 학생들은 구체성 정도에 있어서 총 23명의 학생들 가운데서 3수준인 경우가 11명, 2수준이 9명, 1수준이 2명, 0수준인 경우가 1명으로 나타났다. 반면에, 비교집단의 경우 총 22명의 학생들 가운데서 3수준이 5명, 2수준이 6명, 1수준이 6명, 0수준이 4명으로 나타났다. 즉, 실험집단 학생들의 경우 비교집단 학생들에 비해서 의사소통 측면에 있어서 3수준 학생들이 많고 0수준 학생들이 현저히 적은 것으로 나타났다.

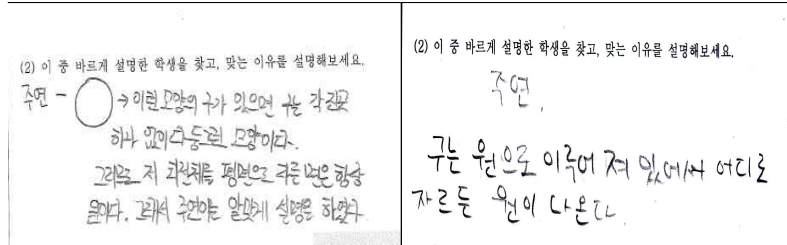
이와 같은 사실은 실험집단 학생들이 문제해결 과정을 서술할 때 중요한 수학적 내용을 생략하지 않고 상세하게 서술하려는 경향을 보임을 의미한다. 즉, 서술형 수학 쓰기 수업이 전통적인 교과서 중심의 수학 수업을 받은 학생들에 비해서 문제해결 과정에서 중요한 요소들을 빠뜨리지 않고 구체적으로 서술하는 능력을 향상시키는데 더욱 효과적임을 보여준다고 하겠다.

나) 의사소통의 논리성

다음과 같이 입체도형에 관해 세 명의 학생들이 대화하는 상황에 대한 문제를 읽고, 그 진위 여부를 판단하게 한 다음 그렇게 생각하는 이유를 서술하는 문제를 학생들에게 제시하였다.

- 주연: 구를 평면으로 자른 단면이 항상 원인 것은 구야.
- 인철: 직사각형의 한 변을 축으로 하여 회전시키면 두루마리 화장지 같이 속이 빈 회전체가 만들어져.
- 민희: 원기둥을 평면으로 자른 단면 중에는 원이나 직사각형 모양이 있어.

이에 대해 학생들은 ‘구를 평면으로 자른 단면은 항상 원’이라고 제시한 것에 대해 이와 같은 주장이 옳다고 생각하는 이유를 얼마나 논리적으로 제시하는지에 초점이 맞추어져 있다. 먼저 구에 대한 진술문에 대한 판단 근거로 두 집단에서 가장 많이 제시된 내용은 ‘구는 어느 방향으로 자르든지 항상 원이기 때문’이라는 설명이었다. 이는 문제에서 제시된 진술문을 그대로 반복한 것으로 논리적인 근거가 될 수 없음에도 불구하고 비교집단 학생들의 경우 구에 대한 설명의 근거를 그림을 그려 설명한 학생을 제외하면 모두 위와 같이 제시하였다.

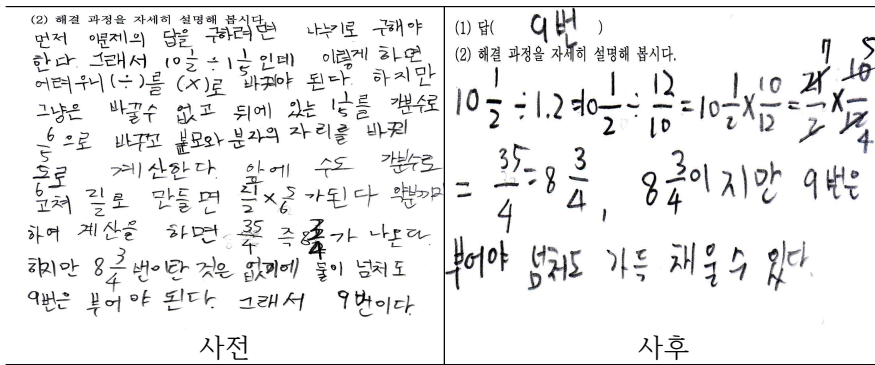


<그림 8> 실험집단 학생들이 제시한 근거 예시

반면 실험집단에서는 비교적 논리적으로 설명하려는 학생들을 찾아 볼 수 있었다. 예를 들어 <그림 8>에서와 같이, ‘구는 원으로 이루어져 있어서’, ‘구는 각진 곳 없이 다 둥그런 모양이기 때문’이라고 그 이유를 제시한 경우를 볼 수 있었으며, 이 밖에도 ‘구는 각이나 평면이 없는 도형이어서 어느 각도로 보든 원모양이 나오기 때문’, ‘완벽한 공 모양’이기 때문에 등과 같이 문제에 대해 보다 논리적으로 설명하는 모습을 보였다.

다) 서술 방법의 체계성

학생들은 문제해결 과정을 서술형으로 제시하는 과정에서 내용적 및 형식적 측면에서 다양성을 보여준다. 먼저 내용적 측면에서 보면 아래 <그림 9>는 한 학생이 사전검사에서 서술한 풀이과정에서는 수식의 과정을 일일이 글로 풀어서 서술한 것을 알 수 있다. 이는 문제해결 과정에서 중요한 내용과 그렇지 않은 내용을 구분하지 못하고 문제해결 과정에서 어떤 내용을 어떻게 적어야 하는지에 대한 이해가 부족하기 때문에 나타난다. 사전검사에서는 이와 같이 풀이과정을 제시해야 하는 중요한 내용을 판단하지 못하고 단순히 계산과정을 풀어쓰거나 쓸 필요가 없는 내용을 길게 쓴 경우를 볼 수 있었다.



<그림 9> 수학 쓰기의 내용적 측면에서 변화 모습

그러나 사후검사에서는 동형의 문제에 대해 풀이과정을 수식을 써서 계산한 후 결과를 처리하여 정답을 구하고, 서술 방법이 있어서도 사전검사보다 훨씬 간결해 졌음을 알 수 있다. 사후검사에서 실험집단의 대다수의 학생들은 이와 같이 중요한 내용을 빠뜨리고 계산과정만을 길게 풀어서 쓴 해결방법은 거의 제시되지 않았으며,

오히려 문제해결과정에서 중요한 내용을 판단하여 자신의 생각으로 논리적으로 제시하고 있었다. 그리고 쓰기의 형식적 측면에서 살펴보았을 때, 사전검사에서 체계성 없이 자신의 해결과정을 산발적으로 적은 모습을 보이던 학생이 사후검사에서 좀 더 알아보기 쉽고 구조화해서 표현하는 모습을 보였다. 이와 같이 서술형 중심의 수학 쓰기 수업이 학생들로 하여금 문제해결 과정에서 핵심적인 과정이나 행위 등을 판단하고 쓰기를 통해서 효과적으로 의사소통하는데 도움을 주는 것을 알 수 있다.

2. 수학 쓰기 활동이 수학적 성향 미치는 영향

본 연구에서 서술형 수학 쓰기 수업이 학생들의 수학적 성향에 미치는 영향을 분석하기 위해서 실험집단과 비교집단에 수학적 성향을 사전 및 사후검사를 실시하였으며, 그 결과는 <표 3>에 제시된 바와 같다. 사전 수학적 성향 검사 결과를 보면 실험집단과 비교집단의 평균이 각각 75.86과 67.70을 보였으며, 유의수준 5% 이내에서 p 값은 .117을 나타냈다. 이는 사전검사에서 실험집단과 비교집단 사이에 수학적 성향에 있어서 통계적으로 차이가 없다는 것을 의미한다.

<표 3> 수학적 성향 분석 결과

사전-사후 비교	집단	사례 수	평균	표준편차	t	p
사전검사	실험집단	23	75.86	12.77	1.606	.117
	비교집단	22	67.70	20.60		
사후검사	실험집단	23	79.27	13.84	2.261	.032*
	비교집단	22	69.43	15.82		

* 0.05이내에서 유의함

한편 사후 수학적 성향 검사 결과를 보면 실험집단과 비교집단의 평균이 각각 79.27과 69.43으로 나타났고, 유의수준 5% 이내에서 p 값이 .032을 보임으로써 두 집단 간에 수학적 성향에 있어서 통계적으로 차이가 있음을 보여준다. 즉, 이와 같이 수학적 성향에 대한 실험집단과 비교집단 간의 사후검사 결과는 서술형 수학 쓰기 수업이 교과서 및 교사용 지도서 중심의 전통적인 수업 방식의 수업 집단에 비해서 학생들의 수학적 성향에 통계적으로 보다 긍정적 효과가 있음을 분명히 보여주고 있다. 이는 다시 말해서 우리나라 학생들이 갖고 있는 수학에 대한 부정적 인식을 개선하는데 전통적인 수학 교수 방법에 비해서 수학 쓰기 수업이 더욱 효과가 있음을 명백히 보여주고 있다.

또한 본 연구에서는 수학 쓰기 활동이 학생들의 수학적 성향에 미치는 영향을 더 구체적으로 알아보기 위해서 수학적 성향에 대한 하위 영역별 분석을 실시하였다. 본 연구에서 적용한 수학적 성향에 대한 하위 영역은 수학적 자신감, 수학적 융통성, 수학적 의지, 수학적 호기심, 수학적 반성, 수학적 가치로 구성되어 있으며, 사전 검사 및 사후검사 분석 결과는 각각 <표 4>, <표 5>에 제시되어 있다.

먼저, 수학적 성향에 대한 사전검사 결과를 보면 실험집단과 비교집단 간에 수학적 자신감 측면에서 통계적으로 유의미한 차이가 있음이 드러났으며, 그 밖의 영역에서는 두 집단 간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉,

수학적 자신감 측면에서 실험집단과 비교집단의 평균은 각각 2.74, 3.23을 보였으며, 이는 유의수준 5% 이내에서 p값 .047을 나타냄으로써 실험집단의 학생들이 비교집단의 학생들에 비해서 사전검사 결과 수학적 자신감 측면에서 높은 것으로 나타났다.

<표 4> 사전 수학적 성향 검사의 하위 영역별 분석 결과

하위 영역	집단	사례 수	평균	표준편차	t	p
수학적 자신감	실험집단	23	12.82	2.74	.159	.047*
	비교집단	22	10.96	3.32		
수학적 융통성	실험집단	23	13.14	2.30	1.726	.093
	비교집단	22	11.61	3.54		
수학적 의지	실험집단	23	12.73	2.60	1.399	.170
	비교집단	22	11.39	3.73		
수학적 호기심	실험집단	23	11.86	3.27	.974	.335
	비교집단	22	10.87	3.56		
수학적 반성	실험집단	23	11.86	2.50	1.959	.057
	비교집단	22	10.87	3.74		
수학적 가치	실험집단	23	11.64	2.97	.567	.593
	비교집단	22	11.04	3.94		

* 0.05이내에서 유의함

<표 5> 사후 수학적 성향 검사의 하위 영역별 분석 결과

하위 영역	집단	사례 수	평균	표준편차	t	p
수학적 자신감	실험집단	23	13.32	2.82	.190	.006*
	비교집단	22	10.65	3.30		
수학적 융통성	실험집단	23	13.14	2.68	.446	.176
	비교집단	22	12.00	2.86		
수학적 의지	실험집단	23	13.09	3.05	.030	.124
	비교집단	22	11.39	4.14		
수학적 호기심	실험집단	23	12.59	3.08	.969	.157
	비교집단	22	11.35	2.71		
수학적 반성	실험집단	23	13.95	2.55	.028	.123
	비교집단	22	12.52	3.49		
수학적 가치	실험집단	23	13.18	2.02	.739	.060
	비교집단	22	11.52	2.94		

* 0.05이내에서 유의함

수학적 성향의 하위 영역에 대한 사후검사 결과를 보면 실험집단과 비교집단 간에 수학적 자신감 측면에서만 유의미한 차이를 나타냈고, 그 밖의 수학적 융통성, 수학적 의지, 수학적 호기심, 수학적 반성, 수학적 가치의 측

면에서는 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 드러나지 않았다. 즉, 수학적 자신감 측면에서 실험집단과 비교집단의 평균은 각각 13.32, 10.65를 보였으며, 이는 유의수준 5% 이내에서 p값이 .006을 나타냄으로써 실험 집단의 학생들이 비교집단의 학생들보다 수학적 자신감 측면에서 더욱 높다는 것을 의미한다. 비록 사전검사 결과에서도 두 집단 간에 수학적 자신감 측면에서 유의미한 차이가 있었으나, 사후검사에서는 그 차이가 미세하나 마 더욱 벌어져 있는 것을 알 수 있었다.

3. 서술형 평가 대한 인식 분석 결과

본 연구에서는 학생들이 서술형 평가에 대해 어떠한 인식을 갖고 있는지에 대해 조사하였다. 앞서서도 언급한 것처럼 본 연구는 본 연구는 서술형 평가에 대해 학생들이 느끼는 어려움을 개선하기 위한 의도에서 서술형 수학 쓰기 수업이 문제해결 및 수학적 성향에 미치는 영향을 알아보는 것이 주요한 목표였다. 이와 관련해서 서술형 수학 쓰기 활동을 한 실험집단과 교과서 및 교사용 지도서 중심의 전통적인 비교집단 사이에 수학 서술형 평가에 대해 학생들이 어떠한 인식의 차이를 보이는지를 알아보기 위해서 서술형 평가에 대한 느낌, 서술형 평가 문제를 해결할 때 어려움, 서술형 평가에 대해 갖고 있는 생각 등을 조사하였다.

가. 서술형 평가에 대한 느낌

서술형 평가 문항을 풀 때 학생들이 받는 느낌을 알아보기 위해 학생들의 반응을 긍정적, 중립적, 부정적 느낌으로 분류하여 분석하였으며 그 결과는 <표 6>과 같다. 먼저 실험집단 학생들이 갖고 있는 서술형 평가에 대한 느낌을 살펴보면 총 23명의 학생들 가운데서 7명(30.4%)이 긍정적 생각을 갖고 있었으며, 5명(21.8%)은 중립적 생각을 보였고, 11명(47.8%)의 학생들은 부정적 반응을 보였다. 반면에 비교집단 학생들의 경우에 총 22명의 학생들 가운데서 4명(18.2%)의 학생들이 긍정적 반응을 보였고, 2명(9.1%)의 학생들은 중립적 반응을 보였으며, 16명(72.7%)의 학생들은 서술형 평가에 대해 부정적 생각을 갖고 있는 것으로 드러났다. 따라서 서술형 평가에 대해 긍정적 또는 중립적인 인식을 갖고 있는 학생들이 실험집단의 경우 12명(52.2%)이었고, 비교집단의 경우 6명(27.3%)으로 나타남에 따라 두 집단 간에 매우 큰 차이가 있는 것을 알 수 있었다. 그러나 여전히 실험집단과 비교집단 모두에서 서술형 평가에 대해 부정적 인식을 갖고 있는 학생의 비율이 매우 높다는 것은 서술형 평가에 대해 학생들이 큰 부담을 갖고 있음을 의미한다.

<표 6> 서술형 평가에 대한 느낌

반응 유형	긍정적 반응	중립적 반응	부정적 반응	합계
실험집단	7(30.4)	5(21.8)	11(47.8)	23(100)
비교집단	4(18.2)	2(9.1)	16(72.7)	22(100)

서술형 평가 문항을 풀 때 학생들이 보인 구체적인 반응은 실험집단의 경우 긍정적 반응이 많았으며, 구체적으로 ‘문제를 풀수록 어떻게 풀지, 답이 뭘 지에 대해 생각하게 되어 내 실력이 느는 것 같다’, ‘수학자가 된 것 같다’, ‘문제를 풀고 나면 기분이 좋다’와 같이 문제를 해결함으로써 만족감을 느끼고 있는 반응을 보였다. 반면 부정적 반응의 경우에는 두 집단 모두에서 ‘어렵다, 복잡하다, 힘들다’와 같은 의견이 가장 많이 제시되었으나,

비교집단 학생들의 경우에는 ‘싫다, 짜증난다, 귀찮다’와 같이 서술형 문항에 대해 거부감을 표시하는 의견도 상당수 보였다. 이와 같은 결과는 비교집단의 일부 학생들의 경우 수학에서 중요한 것은 오직 정답을 구하는 것이라는 제한된 인식을 가지고 있는 결과라고 생각된다. 한편 실험집단 학생들에게서는 부정적 반응에서도 거부감을 표시하는 의견은 제시되지 않았다.

나. 서술형 평가의 문제를 해결할 때 어려움

서술형 문항을 해결할 때 학생들이 느끼는 어려움을 분석하기 위해서 학생들의 반응을 문제이해, 전략실행, 의사소통으로 유형화해서 살펴보았다. 그 결과 <표 7>에 제시된 것처럼 실험집단의 경우 문제이해가 어렵다는 학생이 2명(8.7%), 전략실행이 6명(26.1%), 의사소통이 10명(43.5%)으로 나타났다. 비교집단의 경우 전략실행이 3명(13.6%), 의사소통이 16명(72.7%)로 나타났다. 즉, 두 집단 모두에서 서술형 문항을 해결 할 때 가장 어려운 점으로써 의사소통 유형이 가장 높은 응답을 보였다. 다시 말해서, 이는 학생들이 서술형 평가 문항을 해결할 때 풀이과정을 설명하는 것을 가장 어렵게 느끼고 있음을 의미하는데, 이는 학생들이 문제해결 과정에서 자신의 사고를 표현하는 것을 어려워하기 때문으로 여겨진다.

<표 7> 서술형 평가 문제를 해결할 때 느끼는 어려움

반응 유형	문제이해	전략실행	의사소통	기타	합계
실험집단	2(8.7)	6(26.1)	10(43.5)	5(21.7)	23(100)
비교집단	0(0.0)	3(13.6)	16(72.7)	3(13.6)	22(100)

서술형 평가에 대한 어려움을 겪는 이유에 대해 보다 구체적으로 살펴보면 ‘문제 풀이과정에서 어떻게 써야 할지 몰라서 어려워하는 경우’가 있었으며, 또한 전략실행에 있어서 어려움을 겪는 학생들의 경우에 ‘계산의 어려움이나, 모르는 문제가 나왔을 때 어떻게 계산해야 할지 모르기 때문’에 어려움을 겪는다는 의견을 보였다. 그리고 의사소통의 관점에서 ‘설명하는 것 자체가 어렵다’, 또는 ‘완벽하게 알지 못하는 경우 설명하는 것이 어렵다’는 반응을 보이는 경우와, ‘알고는 있는데 글로 설명하기 어려운 경우가 있어서 어렵다’고 생각하는 경우 등의 반응을 보였다.

다. 서술형 평가에 대해 갖고 있는 생각

‘서술형 평가’ 하면 떠오르는 생각을 묻는 질문에 대해 학생들의 반응은 크게 정의 내리기, 관련 단어 연상하기, 긍정적 감정 표현하기, 부정적 감정 표현하기 등으로 분류하여 실험집단과 비교집단으로 분석하였으며, 그 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> '서술형 평가'하면 떠오르는 생각

반응 유형	정의 내리기	관련 단어 연상하기	긍정적 감정 표현하기	부정적 감정 표현하기	기타	합계
실험집단	9(39.1)	7(30.4)	2(8.7)	3(13.1)	2(8.7)	23(100)
비교집단	4(18.2)	6(27.3)	0(0.0)	11(50.0)	1(4.5)	22(100)

실험집단의 경우 높은 응답을 보인 순서대로 나열해 보면 정의 내리기 9명(39.1%), 관련 단어 연상하기 7명(30.4%), 부정적 감정 표현하기 3명(13.1%), 긍정적 감정 표현하기 2명(8.7%)의 순으로 나타났으며, 비교집단의 경우 부정적 감정 표현하기가 11명(50.0%), 관련 단어 연상하기 6명(27.3%), 정의 내리기 4명(18.2%)의 순으로 나타났다. 즉, 실험집단의 경우 서술형 평가에 대해 학생들이 떠올리는 생각은 개념이나 중요한 생각을 설명해야 하는 정의 내리기 유형의 반응이 가장 많았으며, 비교집단의 경우는 서술형 평가는 글을 써야 하는 부담감 및 어렵고 귀찮은 것이라는 부정적 감정 표현하기가 가장 많이 나타났다. 이는 앞서서도 언급한 것처럼 비교집단의 학생들이 실험집단의 학생들에 비해서 서술형 평가에 대해 더욱 부정적 인식을 갖고 있다는 데에 기인한다.

실험집단 학생들은 비교집단 학생들에 비해 서술형 평가에 대해 정확하고 상세하게 정의를 내리고 있으며, 또한 긍정적 인식을 갖고 있음을 알 수 있다. 이는 실험집단 학생들이 수학적 쓰기 경험을 통해서 쓰기 행위 자체에 익숙해져 있고, 문제해결 과정을 표현하는 것의 가치, 표현하는 방법 등에 보다 친숙해져 있기 때문으로 볼 수 있다. 반면에 비교집단 학생들은 서술형 평가 하면 먼저 떠올리는 생각으로 '귀찮다', '시간 낭비다'와 같이 매우 부정적 반응을 보였는데, 이와 같은 현상은 자신의 생각을 글로 표현해야 하는 이유에 대한 동기 부족 및 쓰기 경험 부족 등에 상당부분 기인하는 것으로 여겨진다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 서술형 수학 쓰기 활동이 학생들의 문제해결 능력 및 수학적 성향에 미치는 영향과 서술형 평가에 대한 학생들의 인식을 알아보는 데 주요한 목적이 있다. 서술형 평가는 학생들이 주어진 문제를 해결하기 위해 해결과정을 기술해야 하는 평가 유형으로 문제해결 능력 및 의사소통 능력과 같이 학생들의 고차원적 사고 능력을 평가하는데 매우 효과적이다. 그럼에도 불구하고 많은 학생들은 서술형 평가에 대한 두려움을 갖고 있는 것이 사실이다. 또한 수학적 쓰기 활동은 학생들이 수학적 개념 및 자신의 사고 과정을 '쓰기'를 통해서 표현하는 것을 말하는데, 수학적 쓰기를 통해 학생들은 개념에 대한 이해를 명확히 하고 사고를 깊게 할 수 있으며 문제해결 능력을 향상시킬 수 있다. 이러한 맥락에서 본 연구에서는 효과적인 의사소통 및 사고를 위한 수학 학습 방법으로써 수학 쓰기가 가진 효과에 주목하여 수학 수업 시간에 쓰기 활동을 적용하고 그 결과가 문제해결 능력 및 수학적 성향에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 분석하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 서술형 수학 쓰기 활동은 학생들의 문제해결 능력에 유의미한 영향을 미치는 것으로 드러났다. 서술형 수학 쓰기 중심의 실험집단 학생들은 교과서 및 교사용 지도서 중심의 비교집단 학생들에 비해서 다양한 관점에서 개념을 활용할 수 있었으며 또한 다양한 문제해결 전략을 사용하는 것을 알 수 있었다. 뿐만 아니라 자신의 생각을 서술하기 위해서 글과 수식 이외에도 표와 그림 등 다양한 표상 양식을 사용하는 것으로 드러났다. 이러한 연구 결과는 수학 쓰기가 학생들에게 다양한 문제해결 전략을 시도해 볼 수 있도록 함으로써 수학적 개념에 대한 이해 및 문제해결 전략 학습에 좋은 학습 방법이라는 것을 의미한다 (김보영, 2003; 왕경수·김경희,

2009).

둘째, 서술형 수학 쓰기 활동은 수학적 의사소통 능력 향상에 긍정적 영향을 미치는 것으로 드러났다. 수학 쓰기 활동이 문제해결에 미치는 영향을 하위 영역별로 분석한 결과 실험집단의 학생들이 비교집단의 학생들에 비해서 의사소통 능력 측면에서 뛰어난 것을 본 연구 결과는 보여준다. 즉, 문제해결 과정에서 수학적 내용과 아이디어, 기호 등에 대한 표현에 있어서 실험집단 학생들이 비교집단 학생들보다 더 정확하고 세련된 방식으로 설명하는 것으로 드러났다.

셋째, 서술형 수학 쓰기 활동은 학생들의 수학적 성향에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 수학적 성향에 대한 분석 결과를 보면 서술형 수학 쓰기 활동으로 수학을 배운 실험집단의 학생들이 전통적인 비교집단의 학생들에 비해서 수학적 성향 측면에서 명백히 긍정적 효과를 있음을 본 연구 결과는 보여준다.

넷째, 서술형 수학 쓰기 활동은 학생들의 서술형 평가에 대한 인식에 긍정적인 영향을 미친다. 서술형 평가는 학생들에게 문제 해결 과정을 서술하도록 요구하는데 이렇게 자신의 사고 과정을 논리적으로 서술하는 일은 학생들에게 부담이 될 수 있다. 수학적 쓰기 활동은 평소에 학생들에게 수학적 개념 및 문제해결과정, 자신의 생각을 표현할 수 있는 기회를 충분히 제공함으로써 학생들이 '쓰기' 행위 자체에 익숙해지도록 하고 그 결과 서술형 평가의 문제 해결에서 좀 더 적극적인 마음을 갖게 하는 것으로 나타났다.

이와 같은 연구 결과를 바탕으로 수학 쓰기에 대한 연구 및 수학 교육에 시사하는 바를 정리하면 다음과 같다. 서술형 수학 쓰기 수업은 학생들의 문제해결 능력 및 의사소통 능력과 같이 인지적 측면에서 긍정적 영향이 있음을 주지할 때, 무엇보다도 수학 쓰기 활동을 통해서 학생들에게 무엇을 쓰게 할 것인가가 가장 핵심이 된다. 학생들의 사고를 자극하고 의사소통을 향상시킬 수 있는 내용, 단순히 배운 내용을 사실적으로 요약하는 것보다는 배운 내용에 대해 자신이 얼마나 알고 있는지, 더 공부해야 할 내용은 없는지 확인하고 반성할 수 있는 내용을 쓰도록 하는 것이 바람직하다.

또한, 수학 쓰기 수업이 학생들의 수학적 성향에 긍정적 효과가 있는 것으로 드러난 것처럼 수학 쓰기에서 무엇을 쓰게 할 것인가와 함께 어떻게 쓰게 할 것인가가 중요하다. 매일 똑같은 수학 일지를 쓰는 것은 오히려 수학 쓰기에 대해 학생들에게 지루함을 느끼도록 할 수 있기 때문에 단순히 사실적인 지식을 요약하고 옮겨 적는 식의 쓰기는 수학 쓰기에 대한 부정적 인식만을 심어줄 가능성이 있다. 따라서 학생들의 사고력과 흥미를 자극시킬 수 있는 다양한 수학 쓰기 활동 내용에 대한 지속적인 연구가 요구된다. 제시된 주제에 대해서 학생들 스스로 사고하고 내용을 전개시켜 나갈 수 있도록 하고, 이 과정에서 학생들에게 수학 쓰기에 대한 동기를 유발하고 흥미를 지속시킴으로써 자기 주도적으로 쓰기 활동에 참여하고 상호간에 활발한 의사소통이 이루어지도록 하는 것이 바람직하다.

마지막으로 수학 쓰기에 대해 학생들이 겪는 불안 요인에 대한 추후 연구가 필요하다. 본 연구에서도 드러난 것처럼 많은 학생들은 서술형 문항을 해결할 때 문항 자체보다는 풀이 과정을 서술하는 것에 큰 부담을 느낀다. 따라서 수학 쓰기가 갖는 다양한 장점을 고려해 볼 때 학생들이 수학 쓰기 과정에서 경험하는 불안 요인을 분석 및 개선함으로써 더욱 많은 학생들이 자신감과 흥미를 갖고 수학 쓰기에 참여할 수 있는 방법이 고안될 수 있기를 바란다.

참고문헌

- 강옥기·신성균·강완·류희찬·정은실·박교식·우정호 (1985). 수학과 문제 해결력 신장을 위한 수업방법 개선 연구. 한국교육개발원 연구보고 RR 85-09.
- 강현석·박찬혁 (2006). 교육과정 정상화를 위한 교과별 서술·논술형 평가 방법의 재개념화. 교육학 논총, **27(2)**, 15-38.
- 김경희·김완수·최인봉·상경아·김희경·신진아·김성훈 (2011). 2010년 국가수준 학업성취도 평가 분석 결과 -초등학교. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2011-2-1.
- 김남준 (2006). 서술형 평가가 초등학생의 수학적 성향에 미치는 영향 연구. 석사학위논문. 서울교육대학교.
- 김민경·조미경 (2006). 수학과 수행평가 문항 및 분석기준 개발 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, **45(1)**, 1-24.
- 김보영 (2003). 초등수학에서의 쓰기 활동이 개념의 이해 및 의사소통의 쓰기 능력에 미치는 효과. 석사학위논문. 이화여자대학교.
- 노영수·류춘식 (2001). 수행평가방법 중 서술형 평가를 적용한 학습이 학력신장에 미치는 영향 : 고등학교 공통 수학을 중심으로. 한국학교수학회논문집, **4(1)**, 125-136.
- 도주원·오지연·공정인·주미정·김미영·이대현·박만구 (2009). 초등 교사들의 수학과 서술형 평가에 대한 인식 및 실태. 한국수학교육학회지 시리즈 C <초등수학교육>, **12(2)**, 63-80.
- 박배훈·류희찬·이기석·김인수 (2003). 창의성 신장을 위한 새로운 수학교육 평가 방안에 관한 연구. 대한수학교육학회지 <학교수학>, **5(1)**, 1-25.
- 박현숙 (2000). 수학과 평가도구로서 수학일지 쓰기의 개발과 그 적용 효과 분석. 석사학위논문. 서울교육대학교.
- 서수정 (2006). 서술형 평가를 강조한 중학교 수학수업에서 나타난 학생들의 반응과 변화 분석. 석사학위논문. 이화여자대학교.
- 서울시교육연구정보원 (2008). 2008 초등학교6학년 2학기 서술형·논술형 문항[수학]. 서울시 교육연구정보원
- 신성균·황혜정·김수진·김금순 (1992). 교육의 본질 추구를 위한 수학교육 평가체제 연구(III)-수학과 평가 도구 개발. 한국교육개발원 연구보고서, RR-92-5-2.
- 신준식·고정화·박문환·박성선·서동엽 (2011). 수학적 사고력 측정을 위한 수학 평가 도구의 개발. 한국초등수학교육학회지, **15(3)**, 619-640.
- 왕경수·김경희 (2009). 수학에서 쓰기를 활용한 교수-학습 방법과 학습자 변인이 수학 학습에 미치는 영향. 안동교육, **18(1)**, 195-209.
- 정영옥 (2001). 균형 있는 초등수학과 수행평가 과제 개발에 대한 연구 : 1, 2단계를 중심으로. 학교수학, **3(2)**, 325-354.
- 조미경 (2007). 초등학교 서술형 수행평가 문항 및 평가기준 개발 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, **46(2)**, 207-226.
- 조미경·김민경·권집례·노선숙(2008). 초등수학 2-나 단계의 서술형 평가 문항개발 연구. 초등교육연구, **21(3)**, 437-466.
- 최승현·박경미 (1999). 중등학교 수학교과에서의 수행평가. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **8**, 415-433.
- 한국교육과정평가원 (2011). 2011년 국가수준 학업성취도평가-초등학교 6학년 수학. 서울: 한국교육과정평가원.
- Burns, M. (2004). Writing in math. Educational Leadership, **62(2)**, 30-33.

- Craig, T. S. (2011). Categorization and analysis of explanatory writing in mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, **42(7)**, 867-878.
- Emig, J. (1977). Writing as a mode of learning. *College Composition and Communication*, **28**, 122-128.
- Fuehrer, S. (2009). *Writing in math class? Written communication in the math classroom*. Math in middle institute partnership action research project report. Lincoln, NE: University of Nebraska.
- Geeslin, W. E. (1977). Using writing about mathematics as a teaching technique. *The Mathematics Teacher*, **70(2)**, 112-115.
- Johnson, M. L. (1983). Writing in mathematics classes: A valuable tool for learning. *The Mathematics Teacher*, **76(2)**, 117-119.
- Miller, L. D. (1992). Writing in mathematics classes. *The Mathematics Teacher*, **84(7)**, 516-521.
- NCTM(2000). *Principles and standards for School Mathematics*. Reston, VA: Authors.
- Wills, H. (1993). *Writing is learning: Strategies for Math, Science, Social Studies, and Language Arts*. Indiana: EDINFO Press.

The Effect of Essay Writing-Centered Mathematics Teaching on Problem Solving and Mathematical Disposition

Kim, Hyosun

Seoul Bongwaha Elementary School
9 Sinnae-dong, Jungnang-gu, Seoul, 131-130, Korea
Email: newhsn@naver.com

Oh, Youngyoul⁺

Seoul National University of Education
96 Seocho Joongang-ro, Seocho-gu, Seoul, 137-742, Korea
Email: yyoh@snue.ac.kr

The purpose of this study was to examine the effect of essay writing-centered mathematics instruction on problem solving and mathematical disposition in the elementary school. For the present study, two 6th grade classes with equivalent achievement in terms of problem solving and mathematical disposition based on the pretest. A total of 15 mathematics lessons focused on writing activities were administered to the experiment group for two months, while the textbook-based traditional lessons were given to the comparison group. Both quantitative and qualitative methods were adopted to analyze the data.

The results of the present study showed that essay writing-centered mathematics teaching is statistically superior than the textbook-based mathematics teaching with respect to students' problem solving and mathematical disposition. In addition, it was evidenced that essay writing-centered mathematics instruction makes an influence on students' perceptions toward essay-based assessment in a positive way.

* ZDM Classification : D43

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D40

* Key Words : essay-centered mathematics writing, assessment, problem solving, mathematical disposition

+ Corresponding author