

수학 일지 쓰기 활동이 초등학교 6학년 학생들의 수학불안 및 수학적 의사소통에 미치는 영향

유 동 훈 (함박초등학교, 교사)

최 인 용 (서울교육대학교, 교수)[†]

본 연구는 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 수학 일지 쓰기 활동이 학생들의 수학불안과 수학적 의사소통 중 '쓰기' 영역에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이다. 이를 위해 초등학교 6학년 학생 27명을 대상으로 분수·소수의 나눗셈을 학습하는 동안 14차시의 수학 일지 쓰기 활동을 실시하였다. 수학불안은 검사지를 이용하여 측정된 후 사전, 사후 결과를 통계적으로 분석하였고, 수학적 의사소통은 '쓰기' 영역에 대한 분석들을 이용하여 양적으로 측정된 뒤 수준의 변화를 확인하였다. 또한, 연구참여자 중 13명을 면담하여 수학 일지 활동이 수학불안과 수학적 의사소통에 미치는 영향을 심층적으로 살펴보고자 하였다. 연구 결과, 수학불안의 4개의 상위 요인 중 수학교과 요인과 환경 요인에서 수학불안 감소에 유의미한 효과가 나타났다. 수학적 의사소통 중 '쓰기' 영역의 '표현'과 '설명'의 평균 수준은 점진적으로 높아지는 경향을 보였으며, 특히 교사의 구체적인 피드백이 학생들의 의사소통 수준 향상을 지원하였다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 학교 현장에서 수학 일지 쓰기 활동의 활용 및 지도 방안에 대한 시사점을 제안하였다.

I. 서론

의사소통은 학생들이 성공적인 삶을 영위하기 위해 필수적으로 습득해야 하는 '21세기 역량' 중 하나이다(P21, 2015). 수학적 능력은 기호와 수학 용어의 학습을 통해 발달하며, 이는 학생들이 수학적 언어를 자연스럽게 사용하면서 읽고, 쓰고, 아이디어를 토론하는 환경에서 가장 효과적으로 성취될 수 있다(NCTM, 1989). 수학적 의사소통은 지식의 구성에 기여할 뿐만 아니라 다양한 수학적 기능을 습득하게 하고, 더 나아가 학습에 대한 반성적 사고를 촉진한다(이종희, 김선희, 2002a). NCTM(2000)은 학교 수학을 위한 기준 중 하나로 의사소통을 강조하였고, NCTM(2006)은 학생들이 일관되고 지속적으로 확장되는 수학적 지식과 사고방식을 체계적으로 경험할 수 있도록 교육과정을 구성하는 데 있어 의사소통의 중요성을 강조하였다. 일본, 핀란드, 독일, 호주 등 국외 교육과정에서도 의사소통을 미래 사회에서 강조해야 할 수학 교과 역량으로 강조하고 있다(나귀수 외, 2018). 우리나라도 이러한 흐름에 따라 2015 개정 수학과 교육과정에 이어 2022 개정 수학과 교육과정에서 수학과목의 목표이자 길러야 할 수학 교과 역량으로 의사소통의 중요성을 강조하고 있다(교육부, 2015; 교육부, 2022).

한편, 우리나라 학생들은 수학 성취도는 다른 나라와 비교했을 때 최상위권을 차지할 정도로 높지만, 정의적 태도 부분에서는 매우 낮은 수준을 보인다. 실제로 TIMSS 2019 기반 수학 정의적 태도 추이를 보면 우리나라를 포함한 주요 10개국과의 국제 비교 결과, 우리나라 초등학교 4학년 학생들은 수학에 대한 자신감이나 수학 학습에 대한 흥미 부분에서 굉장히 낮은 정의적 태도 수준을 보인다(서민희 외, 2021). 수학불안은 일상생활과 학습장면 등 수학과 관련된 모든 상황에서 수학과 접촉할 때 발생하게 되는 두려움으로(허혜자, 1996), 수학에

* 접수일(2024년 5월 16일), 심사(수정)일(2024년 6월 15일), 게재확정일(2024년 6월 25일)

* MSC2020분류 : 97U10

* 주제어 : 수학 일지, 수학 쓰기, 수학적 의사소통, 수학불안

† 교신저자 : mathriller@snu.ac.kr

대한 정의적 태도와 밀접하게 관련되어 있다. 수학에 대한 불안과 좌절은 학생들이 수학을 배우는 데 있어서 흥미와 자신감을 잃게 하고, 결과적으로 수학 성적이 저하되는 결과를 가져올 수 있다(권점자, 2003). 특히 초등학교 시절 수학불안의 영향으로 학습에 결손이 생기면, 이후의 수학 학습에 큰 영향을 미칠 수 있다(임상미, 2006).

수학적 의사소통의 여러 유형 중 쓰기는 학생이 자신 또는 타인과의 의사소통을 위해 수학적 개념이나 아이디어, 문제 해결 전략 등을 글로 표현하는 것을 뜻한다(김미란, 송영무, 2006; 조현자, 강완, 2012). 수학 교과에서 쓰기 활동은 학생들에게 반성과 명료화를 통해 학습 내용을 정리하고 조직하도록 지원하며, 교사와 학생 간의 의사소통을 촉진한다(양현수, 김민경, 2018; Borasi & Rose, 1989; NCTM, 2000). 또한 학생들은 수학에 대한 생각이나 감정을 글로 표현하고 반성하는 과정에서 정서적으로 긍정적인 영향을 받을 수 있으며, 쓰기 활동을 통한 인지적 성장과 타인과의 상호작용은 수학에 대한 긍정적인 태도 형성에 기여할 수 있다(박현숙, 2000; 연영만, 2004; Borasi & Rosi, 1989). 수학 일지 쓰기는 수학 수업에서 활용될 수 있는 효과적인 쓰기 활동의 한 유형으로(Miller, 1991; NCTM, 1989), 매 수학 수업시간마다 학생들이 배운 것, 활동한 것을 지속적으로 기록하는 수학 학습에 대한 학생들의 사고집(think book)이라 할 수 있다(Burns, 1995).

수학 일지 쓰기 활동에 대한 연구로는 수학학습부진 및 일반 학생들의 수학적 의사소통 능력을 평가하는 연구와 학생의 인지적, 정의적 영역에 미치는 영향에 관한 연구가 꾸준히 수행되어 왔다. 초등학생을 대상으로 한 연구를 살펴보면, 대체로 수학 일지 쓰기가 학생들의 수학적 의사소통 능력의 개발을 지원하며(고상숙, 박만구, 김정현, 2023; 양현수, 김민경, 2018; 연영만, 2004; 최지윤, 2019), 수학 학업성취도(김혜정, 정동권, 2008; 박현숙, 구혜영, 2011; 정윤우, 2016; 허성은, 2010; 현위경, 최근배, 2012) 및 수학적 태도(김혜정, 정동권, 2008; 박현숙, 구혜영, 2011; 양현수, 김민경, 2018; 정윤우, 2016; 허성은, 2010)에 긍정적 영향을 미침을 보고하였다. 그러나 6학년 학생들은 글쓰기 능력이 충분히 갖추어져 있어 수학 일지 쓰기 활동이 효과적으로 활용될 수 있음에도 불구하고, 수학학습부진 학생 2명을 대상으로 한 정윤우(2016)의 연구를 제외하면 6학년을 대상으로 한 연구는 드물다. 일반학생의 수학적 의사소통 능력의 변화를 살펴본 연구(김보영, 김민경, 2003; 양현수, 김민경, 2018; 연영만, 2004)도 상대적으로 부족하다. 또한 수학학습부진 학생을 대상으로 한 연구들과 달리, 일반학생을 대상으로 한 연구에서는 내용 영역에 따라 의사소통 능력의 변화가 나타나지 않거나(김보영, 김민경, 2003), 정의적 특성에서 유의미한 차이가 나타나지 않는 경우도 보고되었다(현위경, 최근배, 2012). 이는 보다 다양한 학년과 내용 영역에 대해 수학 일지 쓰기 활동을 적용하고 살펴볼 필요성이 있음을 시사한다.

이에 본 연구에서는 수학 일지 쓰기 활동이 초등학교 6학년 학생들의 수학적 의사소통에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 특히, 수학 일지 쓰기를 통한 자기반성 및 인식, 교사와의 상호작용이 학생들의 수학불안을 감소시키는 데 기여할 수 있을 것이라는 가정 하에 정의적 영역 중에서도 수학불안에 초점을 두고자 하였다. 연구 방법 측면에서도 대부분의 선행연구에서 사용한 사전·사후 비교 방식이 아닌, 양현수, 김민경(2018)과 같이 학생들의 수학적 의사소통 수준의 차시별 변화를 살펴보고, 면담을 통해 수학 일지 쓰기 활동이 학생들의 의사소통 수준 및 수학불안에 미치는 영향을 자세히 분석하고자 하였다. 이를 통해 초등학교 현장에서 수학 일지 쓰기 활동의 활용과 지도 방안에 대한 시사점을 제안하고자 하였다.

II. 연구의 배경

1. 이론적 배경

가. 수학 일지 쓰기

여러 선행 연구에서 수학 일지 쓰기 활동에 대한 다양한 정의를 찾아볼 수 있다. Smith(1996)는 수학 일지 쓰

기를 '명확하게 가시화되는 종이 위의 사고과정'이라 정의하며, 수학적 용어에 대한 합의에 학생들이 도달할 수 있게 돕고, 수학적 생각을 공유하게 하는 의사소통의 한 형태라고 보았다(양현수, 2018). 박현숙(2000)은 수학 일지 쓰기는 표현을 자유롭게 하는 개방성과 수학적 내용과 관련해, 그날 자신이 학습한 수학 내용 및 지식을 명료화하고 자신의 수학적 생각을 자유롭게 표현하는 수학적 의사소통의 수단이라고 하였다. 김미란, 송영무(2006)는 수학 일지 쓰기는 쓰기의 특별한 형태로, 정규적으로 수학적 생각이나 느낌, 감정 등의 경험과 수학적 사고에 대한 반성의 결과를 솔직하게 표현하는 의사소통 방법이라고 하였다. 조현자, 강완(2012)은 수학 일지 쓰기를 주어진 수학 학습과제를 해결하기 위해 교사가 제시하는 학습지를 활용해 수학 시간에 행하고, 학습한 내용에 대해 학습자의 언어로 기록하는 것으로 보았으며, 최지윤(2019)은 수학적 의사소통 중 쓰기를 활용한 활동으로, 학생들이 수학 학습을 통해 이해한 부분, 스스로 반성적 사고를 하며 어려웠던 부분, 배운 내용 등을 수학 학습을 하고 난 후 지속적으로 정리해 가는 수학 쓰기의 한 형태라고 보았다. 선행 연구들을 종합해 볼 때, 수학 일지 쓰기는 그날 학습자가 수학 수업에서 배운 내용을 점검 및 반성하고 이를 활용하여 교사가 제시한 학습지에 주어진 과제를 다양한 표현 방법을 사용해 해결하는 활동으로 정의할 수 있다.

수학 일지 쓰기 활동에는 다양한 교육적 의의가 있으며, 교사와 학생은 수학 일지 쓰기 활동을 통해 여러 긍정적인 효과를 얻을 수 있다. Borasi와 Rose(1989)는 수학 일지 쓰기의 교육적 가치는 학습자와 교사 모두에게 있으며 학생과 교사가 일지를 바탕으로 소통을 할 때도 교육적 효과가 발생한다고 하였고, 크게 세 가지 측면에서 수학 일지 쓰기의 효과를 분석하였다. 첫 번째로 학생들은 일지를 쓰면서 수학 수업에 대한 느낌이나 감정을 자신의 언어로 표현하고 반성할 때 정서적 요소들에 대한 효과가 나타나게 된다. 두 번째로 교사는 수학 일지를 통해 파악한 각 학생에 대한 정보를 바탕으로 개별 학생에게 적절한 피드백을 제공하고 필요한 학습 및 평가를 할 수 있다. 세 번째로 교사가 학생들이 일지에 작성한 질문이나 수학적 문제 상황, 제안 등에 직접 응답하여 개별화된 교수를 가능하게 한다는 것과 수학 일지를 통해 형성된 상호 신뢰와 개별적 피드백이 이루어지는 교실 환경을 제공하여 학생들의 성장에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 박현숙(2000)은 수학 일지 쓰기는 학생과 교사의 상호작용을 가능하게 하여 긍정적인 교실 분위기를 형성하고 학생의 수학적 성향이나 수학의 유용성에 대한 신념, 수학 학습자로서 자아관에도 좋은 영향을 줄 수 있다고 하였고, 연영만(2004)은 수학 일지를 씀으로써 학생들이 수학적 지식을 자주적으로 구성할 수 있고 적극적인 참여를 유도할 수 있다고 보았다. 양현수(2018)는 초등학교 3학년 학생들의 수와 연산 영역에서의 수학 일지 쓰기 활동을 통해 수학적 성향과 수학적 의사소통 수준의 상승에 긍정적인 영향을 준다는 것을 확인하였다. 정리해보면, 수학 일지 쓰기 활동을 통해 학생들은 수학적 사고력이나 문제해결 능력, 의사소통 능력 등을 강화할 수 있고 수학적 자신감을 향상시킬 수 있다. 또한 교사는 학생들의 이해 수준과 어려움의 정도를 확인하여 개별적 피드백을 제공할 수 있고 학생과의 소통을 강화할 수 있다.

이러한 수학 일지 쓰기의 교육적 효과를 높이기 위해서는 여러 가지 방안을 고려하여 활동을 진행해야 한다. 본 연구에서는 수학 일지 쓰기 활동을 하기 전, 학생들에게 수학 일지 쓰기 활동의 목적과 필요성을 인지시키고, 다양한 수학적 표현을 할 수 있게 학생들의 수준에 맞는 문항들로 이루어지도록 만든 일정한 틀의 수학 일지 양식을 매 수업 활용하였다. 그 후 학생들이 작성한 수학 일지에 대한 구체적인 피드백을 제공하고, 다음 수학 수업 시작 전 이에 대해 함께 이야기를 나누어 의사소통이 이루어질 수 있도록 하였다.

나. 수학불안

1950년대부터 수학불안에 대한 관심이 증가함에 따라 심리학자들과 수학교육자들은 각자의 연구 목적에 맞게 다양한 관점에서 수학불안을 정의하였다. Byrd(1982)는 수학불안을 포괄적인 관점에서 어떤 식으로든 수학에 접했을 때 개인이 불안을 경험하는 상황으로 정의하였다. 허혜자(1996)는 수학불안이 시험 상황에서만 제한적으로 일어나는 것이 아닌, 일상생활과 학습장면 등 수학과 관련된 모든 상황에서 수학과 접촉할 때 발생하게 되는 두

려움을 뜻한다고 하였으며 이소라, 구예리(2020)는 수학 학습에서 학습자에게 나타나는 혼란스러움, 초조함, 두려움, 긴장감 및 공포감 등의 불안 반응으로 수학불안을 정의하며, 수학 학습 상황에서 나타나는 불안으로 제한하였다. 본 연구에서는 수학불안에 대한 여러 학자들의 다양한 견해를 종합하여, 수학불안을 학생들이 학교생활이나 일상생활에서 수학을 학습하거나 접할 때 경험하게 되는 긴장감, 두려움, 불안 등의 부정적인 감정이나 반응으로 정의하였다.

수학에 대한 불안과 좌절은 학생들이 수학을 배우는 데 있어서 흥미와 자신감을 잃게 하고, 결과적으로 수학 성적이 저하되는 결과를 가져올 수 있다(권점자, 2003). 특히 초등학교 시절 부정적 경험을 통해 수학에 관심이 적어지고 꼭 알아야 할 수학 개념들을 배울 시기를 놓쳐 이를 따라잡기 어렵게 되는데, 이런 경우 수학불안이 자연히 생기게 되고 생긴 불안은 수학 학습력을 저하시키며 다시 불안이 가중되는 악순환이 반복된다(임상미, 2006). 허혜자(1996)는 수학불안에 관한 연구를 고등학생을 중심으로 수행하였고, 연구 결과를 바탕으로 <표 II-1>과 같이 5개의 상위요인과 19개의 하위요인으로 수학불안 요인을 나누었다.

<표 II-1> 허혜자(1996)의 수학불안 요인 분류

| 상위요인 | 하위요인 |
|-----------------|---|
| 수학교과 요인 | 추상성, 교수방법, 언어 및 구조, 수학에 대한 선입견적 불안, 기초 기능 결여 |
| 수학 성취 요인 | 성적, 자아 개념, 시험 |
| 부정적 생각 및 인지적 요인 | 일상생활에서의 수 불안, 부정적인 생각, 부모의 태도, 선입관, 이해, 인지 양식 |
| 수학에 대한 태도 | 수학의 유용성, 남성 영역으로 지각, 수학학습 동기 |
| 교사 요인 | 교사, 교사의 권위 |

권점자(2003)는 초등학생의 수학불안 요인을 먼저 4개의 상위요인인 ‘수학교과 요인’, ‘학습자 태도 요인’, ‘교사 요인’, ‘환경 요인’으로 나누었고, 하위요인으로는 17개로 분류하였다. 수학불안 요인 분류를 정리하면 <표 II-2>와 같다.

<표 II-2> 권점자(2003, p. 12)의 수학불안 요인 분류

| 상위요인 | 하위요인 |
|-----------|--|
| 수학교과 요인 | 교과적 특성, 수학의 추상성, 수학교재의 서술 방법, 기초기능 결여, 수학 교육과정 |
| 학습자 태도 요인 | 자아 개념, 학습동기 및 학습 흥미, 수학의 유용성, 시험 불안 |
| 교사 요인 | 교사의 권위, 교수 방법, 친밀감 |
| 환경 요인 | 부정적인 경험, 수학에 대한 선입관, 일상생활에서의 적용, 시간 부족, 부모의 태도 |

본 연구는 초등학교 6학년을 대상으로 수학불안 요인을 분석하고자 하기 때문에, 초등학생의 수학불안 요인을 연구한 권점자(2003)의 수학불안 요인 분류를 활용하여 연구를 진행하고자 한다.

다. 수학적 의사소통

의사소통은 지식과 정보의 전달 및 이해에 중요한 역할을 수행한다. 수학을 학습하는 과정에서도 의사소통은 다양하게 이루어지고 있으며, 국내외적으로 이러한 수학적 의사소통의 중요성이 점점 더 강조되고 있다. NCTM(2000)은 수학적 의사소통 과정을 통하여 학습자들은 수학적 내용에 대한 표현과 의견을 서로 주고받으면

서 자신의 수학적 사고와 아이디어를 정리할 수 있는 기회를 얻게 된다고 말하고 있으며, 우리나라의 2015 개정 수학과 교육과정과 더불어 2022년 개정 수학과 교육과정에서도 수학적 의사소통이 수학교육의 목표이자 수학교과 역량으로 제시되는 등 그 중요성이 이어지는 모습을 보인다. 수학적 의사소통에 대해 연영만(2004)은 학생들 간에 그리고 학생 자신과 교사와 학생 간에 수학에 대한 생각이나 아이디어, 신념, 전략, 태도, 느낌 등을 교환하기 위해 읽고, 쓰고, 말하고, 듣고, 그래픽 표현과 신체를 이용하는 활동으로 정의하며, 이를 통해 학생들은 수학적 능력과 지식을 재구성하여 학습할 수 있고, 교사는 학생들을 통찰할 수 있다고 하였다. 허성은(2010)은 수학적 의사소통을 수학 학습과 수학적 사고의 표현 및 다른 사람의 생각을 이해하고 대화하는데 필요한 능력이라고 하였으며, 조영준(2010)은 수학적 의사소통을 통해 학습자는 자신을 수학을 하는 사람이자 학습자로 느끼고 신뢰하게 되며, 교사들은 학생들의 이해 수준을 파악하여 성공적인 학습자와 수학을 사용하는 사람이 되도록 지원을 더 잘할 수 있게 된다고 말하였다. 본 연구에서는 이상의 연구들에서 살펴본 수학적 의사소통의 정의와 중요성 등을 바탕으로, 수학적 의사소통을 교사와 학생 간, 학생과 학생 간, 학생 자신과의 수학에 관한 정보나 생각, 아이디어 등을 다양한 수학적 표현 방법을 활용하여 이해하고 나타내며 설명하는 활동으로 정의하였다.

여러 의사소통 방식 중 수학 교실에서 모든 학생들이 활동에 참여하게 할 수 있는 교수 전략은 쓰기이다. 수학에서 쓰기관 연산에 의해서 단순히 수학적 기호를 나열한 것만이 아닌 내적으로 또는 다른 사람과의 의사소통을 하기 위해 자신의 생각을 표현하는 것을 뜻한다(조현자, 강완, 2012). 수학 학습에서의 쓰기는 문제해결 및 개념 발견 과정에 유용한 도구로 활용되고 일상 언어와 수학적 언어 사이의 중요한 다리 역할을 해주는데, 쓰기를 통해 수학적 생각이나 아이디어, 문제해결 전략, 느낌 등을 타인이나 자기 자신과 의사소통하면서 학생들은 효과적으로 문제 해결 전략과 추론을 발전시키고 수학적 표현을 향상시키며 적극적인 학습 참여가 가능해진다(김미란, 송영무, 2006). 교사는 학생들이 서로 의사소통하는 모습을 관찰하여 수업에 대한 중요한 피드백을 얻을 수 있고(김보영, 김민경, 2003), 교사가 학생들에게 관심을 가지고 있다는 것을 보여주어, 개인적인 유대관계를 맺어 따뜻하고 친근한 교실 분위기를 형성할 수 있다(허성은, 2010). 따라서 본 연구에서는 수학적 의사소통 중 '쓰기'에 주목하여 수학 학습에서 쓰기 활동이 가지는 효과를 고려해, 학생들이 지속적으로 수학 일지 쓰기 활동을 할 수 있게끔 수업을 구상한 뒤 연구를 진행하였다.

수학적 의사소통의 평가는 학생들이 자신의 수학적 지식을 얼마나 다른 사람에게 명확하고 이해할 수 있도록 설득력 있게 표현하는지에 대한 능력을 평가하는 것인데(이종희, 김선희, 2002b), 전통적인 성취도 평가 도구만으로 수학적 의사소통의 수준을 파악하기 어렵기 때문에, 수학적 의사소통을 다양한 측면에서 분류하고 평가하려는 연구가 진행되고 있다(이지영, 2013). QUASAR(Quantitative Understanding: Amplifying Student Achievement and Reasoning)에서 고안한 인지 평가 도구인 QCAI(QUASAR Cognitive Assessment Instrument)는 개방형(open-ended) 문제를 평가할 수 있는, 0에서 4 수준까지로 등급을 수학적 지식, 전략적 지식, 의사소통의 세 가지 범주에서 각각 나눈 총괄 평가 기준을 제시하였다. 미국 Vermont주에서 제시한 수학적 의사소통에 대한 평가 기준은 수학적 언어, 수학적 표상, 표현으로 세분화가 되어 있으며 각 항목마다 1~4점까지의 배점 기준이 나타나있다. 이종희, 김선희, 채미애(2001)는 자신의 생각과 느낌에 관한 글쓰기, 문제 해결 과정 쓰기, 개념 설명의 글쓰기로 과제 유형을 나누어 의사소통 능력을 평가하였으며, 정다운(2015)은 QCAI의 수학적 의사소통 총괄 평가와 Vermont주의 수학적 의사소통에 대한 평가 기준을 바탕으로 수학적 의사소통 분석 기준을 재구성하였다. 이지영, 김민경(2016)은 수학적 의사소통에 관한 여러 유형과 수준을 바탕으로 초등학교 현장에 맞게 수정 및 보완하여 재구성하였으며, 그중 쓰기와 관련된 의사소통 수준으로는 <표 II-3>과 같다.

<표 II-3> 수학적 의사소통 중 '쓰기' 영역 분석 기준 (이지영, 김민경, 2016, p. 71)

| 의사소통 구분 | | 의사소통 수준 |
|---------|----|---|
| 쓰기 | 표상 | 0수준 : 문제 해결과 관련한 어떤 것도 나타낼 수 없음 1수준 : 문제 해결과 관련하여 간단한 그림이나 풀이 과정이 있으나 문제 해결에 결정적인 연관은 짓지 못함 2수준 : 문제 해결과 관련하여 의미 있는 표상을 하고 불완전하지만 간단한 그림이나 수학적 기호나 표현을 사용하여 나타낼 수 있음 3수준 : 문제 해결과 관련하여 정확한 수학적 기호나 표현을 사용하여 표상할 수 있음 |
| | 표현 | 0수준 : 타인에게 자신의 수학적 지식을 전혀 전달하지 않음 1수준 : 문제와 관련은 있으나 수학적 개념이나 지식을 연결지어 표현하지 못함 2수준 : 문제와 관련 있고 수학적 개념이나 지식이 요구되는 내용을 바탕으로 표현할 수 있으나 불완전함 3수준 : 문제와 관련이 있으면서도 문제 해결에 필요한 수학적 지식이나 개념을 포함하여 표현할 수 있음 |
| | 설명 | 0수준 : 타인에게 쓴 내용이 전혀 설명되지 않음 1수준 : 문제와 관련은 있으나 수학적 개념이나 지식과 연결 지어 설명하지 못함 2수준 : 문제와 관련 있고 수학적 개념이나 지식이 요구되는 설명을 타인에게 시도하나 불완전함 3수준 : 문제와 관련이 있으면서도 문제 해결에 필요한 수학적 지식이나 개념을 분명하게 설명할 수 있음 |

양현수(2018)는 다양한 선행 연구들의 분석 기준을 반영하여 이지영, 김민경(2016)의 분석 기준을 기반으로 분석틀을 수정하였다. '표현'과 '설명' 두 가지의 의사소통 양상에서 수준 변화가 나타나는지 확인할 수 있도록 구상했고, 의사소통 수준으로 가장 낮은 수준인 0수준부터 가장 높은 수준인 4수준까지 제시하였으며, 수준이 상승할수록 한 가지의 특성이 추가될 수 있도록 하였다. 구체적인 내용은 <표 II-4>와 같다.

<표 II-4> 수학적 의사소통 수준 분석틀 (양현수, 2018, p. 56)

| 의사소통 구분 | | 의사소통 |
|---------|----|---|
| 쓰기 | 표현 | 0수준 : 자신의 수학적 지식을 전혀 표현하지 않음. 1수준 : 학습한 내용과 관련이 없는 수학적 개념이나 지식을 사용하여 표현하거나 학습한 내용과 관련이 있어도 매우 지엽적이거나 제한적인 표현을 함. 2수준 : 문제와 관련이 있으나 수학적 개념이나 지식이 요구되는 내용을 간단한 수준의 식과 낱말 위주의 표현으로 나타내며, 표현에서 불완전하거나 부정확한 부분이 있음. 3수준 : 문제와 관련이 있으면서 문제해결에 필요한 수학적 지식이나 개념을 포함하여 표현하나, 그 표현이 제한적으로 나타남. 4수준 : 문제와 관련이 있으면서도 문제해결에 필요한 핵심적인 수학적 지식이나 개념을 정확하게 표현하며, 수학적 표현의 다양한 방식(그림, 표, 기호 등)을 사용하여 효율적이고 완전하게 표현이 가능함. |
| | 설명 | 0수준 : 수학적 내용이 전혀 설명되지 않음 1수준 : 학습한 내용과 관련이 없는 수학적 개념이나 지식과 연결지어 설명하고, 독자를 고려하지 않거나 지엽적인 설명을 함. 2수준 : 문제와 관련이 있으나 수학적 개념이나 지식이 요구되는 설명을 간단한 수준으로 타인에게 전달하려 시도하고, 옳바르지 않은 해석이 나타나거나 바르지 않은 식을 쓰는 등의 불완전함이 나타남. 3수준 : 문제와 관련이 있으면서 문제해결에 필요한 수학적 지식이나 개념을 설명하며, 독자의 이해를 돕기 위한 설명이 제한적으로 나타남. 4수준 : 문제와 관련이 있으면서도 문제해결에 필요한 핵심적인 수학적 지식이나 개념을 분명하게 설명할 수 있음. 또한 독자의 이해를 돕기 위해 다양하거나 효율적인 수학적 표현을 사용해 자세히 설명함. |

본 연구에서는 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 수학 일지 쓰기 활동을 적용하는 과정에서 수학적 의사소통 중 쓰기 수준의 변화가 나타나는지에 대해 살펴보고자 하였다. 앞서 제시한 다양한 선행 연구의 여러 가지 수학적 의사소통 분석 기준 중 쓰기와 관련된 분석틀을 참고하여 본 연구에서 활용할 분석틀을 고안하였고, 이를 바탕으로 학습자들의 수준을 분석하였다.

2. 연구방법 및 절차

가. 연구 대상

본 연구에서는 수학 일지 쓰기 활동이 초등학교 6학년 학생들의 수학불안과 수학적 의사소통 중 ‘쓰기’ 영역에 미치는 영향을 알아보기 위해 경기도 Y시에 위치한 H 초등학교 6학년 1개 학급의 학생 27명(남학생 14명, 여학생 13명)을 연구 대상으로 선정하였다. 연구에 참여한 학생들과 그들의 학부모에게 연구 목적과 절차에 대해 충분히 설명하고, 동의를 받았다. H 초등학교는 대부분의 학생들이 주변 아파트 단지에 거주하고 있고 학부모의 교육에 대한 관심은 높으며 가정의 경제적 수준은 대부분 중상위권에 속한다. 학생 간의 학력 수준은 편차가 다소 있는 편이고, 사교육기관에 다니는 학생의 수가 많다. 사교육기관에 다니지 않는 학생은 학교에서 배우는 수학 수업과 가정에서 하는 수학 복습으로 수학 학습이 이루어지고 있다.

나. 연구 절차

본 연구의 연구 절차는 다음과 같다. 수학 일지 쓰기 활동을 적용함에 앞서, 학생들을 대상으로 먼저 수학불안 사전검사를 실시하였다. 그다음, 6학년 2학기 ‘1. 분수의 나눗셈’, ‘2. 소수의 나눗셈’ 단원을 학습한 후 개발한 수학 일지를 직접 작성하여 스스로 알게 된 내용을 정리하고 반성하는 시간을 가졌다. 2022 개정 수학과 교육과정에서는 수학 용어, 기호, 표, 그래프 등의 수학적 표현의 정확한 사용과 변환, 수학적 표현으로 나타난 자신의 사고와 전략에 대한 설명 및 수학적 표현의 편리함에 대한 인식, 그리고 질문이 활발한 교실 문화 조성을 통해 의사소통 역량을 함양하고자 하는데(교육부, 2022), 위의 두 단원에 이와 같은 교수·학습 방법을 활용하기가 가장 적절하다고 보았다. 각 단원마다 차시 수학 일지 쓰기 활동은 6번, 단원 수학 일지 쓰기 활동은 1번으로, 총 14번 수학 일지 쓰기 활동이 진행되었다. 계획된 수학 일지 쓰기 활동을 모두 진행한 후 수학불안 사후검사를 동일한 검사지를 활용하여 실시하였으며, 이후 수학불안과 더불어 수학 일지 쓰기 활동을 적용한 후의 수학적 의사소통 수준을 분석하고 그 변화를 확인하였다. 마지막으로 수학 일지 쓰기 활동을 적용한 효과를 확인하기 위해 수학불안과 수학적 의사소통 수준에 관해 얻은 결과가 유의미한지 자료 탐구 및 학생들과의 면담을 통해 알아보았다.

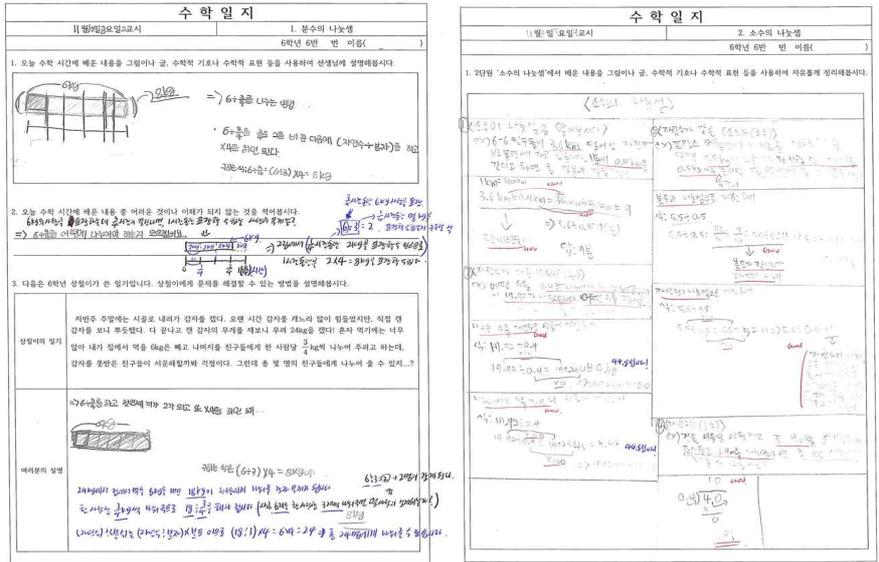
다. 자료 수집

1) 수학 일지

수학 일지는 한 차시를 학습한 후 작성하는 차시 수학 일지와 한 단원을 모두 학습한 후 작성하는 단원 수학 일지를 개발하여 사용하였다. 차시 수학 일지는 총 세 문항으로 이루어져 있고, 첫 번째 문항은 그날 배운 수학 내용을 다양한 표현을 활용하여 정리하고 설명할 수 있도록 하는 문항, 두 번째 문항은 배운 내용 중 어려웠거나 이해가 되지 않은 부분을 작성하는 문항, 세 번째 문항은 틀린 부분이 있는 대화나 일기, 문제, 식 등을 제시하고 대상의 수준에 맞게 문제의 해결 방법을 설명하게 하는 문항으로 구성되었다. 단원 수학 일지도 총 세 문항으로 이루어져 있으며, 첫 번째 문항은 해당 단원에서 배운 내용을 다양한 방법으로 자유롭게 정리하는 문항, 두 번째와 세 번째 문항은 차시 수학 일지의 세 번째 문항과 비슷한 형식으로 구성되어 있다.

수학 일지 양식은 학생들의 수학적 의사소통의 수준을 면밀히 분석하고 그 변화를 파악할 수 있도록 각 일지

에서의 문항들을 수학적 의사소통과 관련된 NCTM(2000)이 제시한 기준들을 고려하여 개발하고자 하였다. 연구 동안 동일한 수학 일지 양식을 사용하되 차시 수학 일지에서는 세 번째 문항을 해당 학습 차시에 맞게, 단원 수학 일지에서는 두 번째와 세 번째 문항을 단원 내용에 맞게 바꾸어 진행하였다. 수학 일지 양식 예시는 [그림 II-1]과 같다.



[그림 II-1] 수학 일지 양식 예시 (좌: 차시 수학 일지, 우: 단원 수학 일지)

본 연구에서 진행된 수학 일지 쓰기 활동의 절차는 <표 II-5>와 같다.

<표 II-5> 수학 일지 쓰기 활동의 절차

| 1. 피드백 제공 | 2. 탐구 및 수학적 내용 학습 | 3. 수학 일지 쓰기 |
|---|---|--------------------------------------|
| 이전 차시 수학 일지에 대한 교사의 구체적인 피드백 제공, 학습자는 제공된 피드백을 읽으며 자신의 표현과 설명에 대한 반성 및 발표 | 한 차시 분량의 내용을 학습 (지도서에 제시된 수업의 흐름 및 지도 방법에 따름) | 학습한 내용과 관련지어 수학 일지 쓰기 표현과 설명의 과정을 경험 |

먼저 수업 내용을 학습하기 전, 학습자들은 이전 차시에서 작성한 수학 일지를 확인하였다. 수학 일지에는 학습자들이 작성한 내용과 학습 태도에 대한 교사의 구체적인 피드백이 제공되었으며, 이를 통해 학습자들은 자신이 사용한 수학적 표현과 설명이 적절한지에 대해 확인하였고, 자신의 수학적 아이디어를 어떻게 더 효과적으로 표현하고 설명할 수 있을지 되돌아볼 수 있는 기회를 가졌다. 또한 수학 일지에 다양한 표현을 활용하여 작성했던 문제 풀이 방법을 다른 학습자들과 서로 설명하고 발표하는 시간을 가져 서로의 수학적 사고 및 전략 등을 비교해보고 평가할 수 있게 하였고, 교사에게 하는 추가적인 질문 등을 통해 자기 자신, 학생과 학생 간, 학생과 교사 간 의사소통할 수 있도록 하여 표현과 설명에 대한 능동적인 반성이 이루어질 수 있도록 하였다. 그리고

작성한 내용과 학습 태도에 대한 교사의 구체적인 피드백을 바탕으로 학습자들이 수학불안과 같은 정의적 측면에서도 긍정적인 변화가 있을 수 있도록 하였다. 이후 지도서에 제시된 수업의 흐름 및 지도 방법에 따라 한 차시 분량의 수학 내용을 학습하였다. 정리 단계에서 수학 일지를 작성할 때, 학습한 수학 내용을 다시 한번 생각해보고 자신만의 표현과 설명을 활용하여 수학적 아이디어를 정확히 나타낼 수 있도록 하였다. 이 부분에서 학습자가 어떤 방식으로 수학적 지식과 아이디어를 표현하고 설명할지 선택하는 것에 제한을 두지 않았으며, 구체적인 예시를 제시하는 발문은 최대한 자제하여 학습자들이 다양하고 자유롭게 나타낼 수 있도록 하였다. 일부 학생들은 수학 일지를 작성하고 제출하는 데 더 많은 시간을 할애했지만, 대부분의 학생들은 본 수업 시간인 40분 내에 수학 일지 작성 활동을 완료하였다. 수학 일지 쓰기 활동 횟수별 차시 및 학습 내용은 <표 II-6>과 같다.

<표 II-6> 수학 일지 쓰기 활동 횟수별 차시 및 학습 내용

| 단원 | 횟수 | 차시 | 학습 내용 |
|------------|-----|-------|---|
| 1. 분수의 나눗셈 | 1회 | 2차시 | 분자끼리 나누어 떨어지는 경우에서의 분모가 같은 (분수)÷(분수) 알아보기 |
| | 2회 | 3차시 | 분자끼리 나누어떨어지지 않는 경우에서의 분모가 같은 (분수)÷(분수) 알아보기 |
| | 3회 | 4차시 | 분모가 다른 (분수)÷(분수) 알아보기 |
| | 4회 | 5차시 | (자연수)÷(분수) 알아보기 |
| | 5회 | 6차시 | (분수)÷(분수)를 (분수)×(분수)로 나타내기 |
| | 6회 | 7차시 | (분수)÷(분수) 구해보기 |
| | 7회 | 11차시 | 배운 내용 확인 및 단원 내용 정리 |
| 2. 소수의 나눗셈 | 8회 | 2~3차시 | 소수의 나눗셈 알아보기 |
| | 9회 | 4차시 | 자리수가 같은 경우에서의 (소수)÷(소수) 알아보기 |
| | 10회 | 5차시 | 자리수가 다른 경우에서의 (소수)÷(소수) 알아보기 |
| | 11회 | 6차시 | (자연수)÷(소수) 알아보기 |
| | 12회 | 7차시 | 몫을 반올림하여 나타내기 |
| | 13회 | 8차시 | 나누어 주고 남는 양 알아보기 |
| | 14회 | 12차시 | 배운 내용 확인 및 단원 내용 정리 |

2) 수학불안 검사지

본 연구에서는 수학불안 검사지로 권점자(2003)가 초등학교 3학년 학생과 초등학교 6학년 학생을 합해 총 810명을 대상으로 초등학교 6학년 학생들의 수학불안 요소를 규명하기 위해 개발한 ‘수학불안 측정 도구’를 활용하였다. 활용한 검사지의 신뢰도는 분석 결과 0.8648이라는 높은 신뢰도로 조사되었기에 본 연구에서의 수학불안 사전검사와 사후검사에 사용하였다. 문항은 4개의 상위요인과 17개의 하위요인에 따라서 총 40개로 이루어져 있다. 각각의 하위요인 아래 두 문항씩 구성되어 있으며, ‘학습동기 및 학습 흥미’ 하위요인은 4문항, ‘교수 방법’ 하위요인은 6문항으로 이루어져 있다. 수학불안 요인 문항 구성 내용은 <표 II-7>과 같다. 수학불안 검사지는 5점 리커트 척도 체크리스트로, ‘매우 그렇다’는 5점, ‘그렇다’는 4점, ‘보통이다’는 3점, ‘그렇지 않다’는 2점, ‘전혀 그렇지 않다’는 1점으로 구분하였다.

<표 II-7> 수학불안 요인 문항 구성

| 상위요인 | 하위요인 | 문항번호 | 문항수 |
|-----------|--------------|------------------------|-----|
| 수학교과 요인 | 교과적 특성 | 1, 2 | 10 |
| | 수학의 추상성 | 3, 4 | |
| | 수학교재의 서술 방법 | 5, 6 | |
| | 기초기능 결여 | 7, 8 | |
| | 수학 교육과정 | 9, 10 | |
| 학습자 태도 요인 | 자아 개념 | 11, 12 | 10 |
| | 학습동기 및 학습 흥미 | 13, 14, 15, 16 | |
| | 수학의 유용성 | 17, 18 | |
| | 시험 불안 | 19, 20 | |
| 교사 요인 | 교사의 권위 | 21, 22 | 10 |
| | 교수 방법 | 23, 24, 25, 26, 27, 28 | |
| | 친밀감 | 29, 30 | |
| 환경 요인 | 부정적인 경험 | 31, 32 | 10 |
| | 수학에 대한 선입관 | 33, 34 | |
| | 일상생활에서의 적용 | 35, 36 | |
| | 시간 부족 | 37, 38 | |
| | 부모의 태도 | 39, 40 | |

3) 면담

본 연구에서는 수학불안과 수학적 의사소통 수준의 변화를 양적 자료를 활용하여 분석하는 것뿐만이 아니라, 학생들을 대상으로 반구조화 면담을 실시하여 수집된 자료를 활용한 질적분석도 같이 진행하고자 하였다. 면담 기준으로 수학불안 측면에서는 사전검사 점수보다 사후검사 점수가 낮아진 학생 중 10점 이상 차이가 나거나 사전검사 결과가 사전검사 평균 점수보다 높았으나 사후검사 결과가 사후검사 평균 점수보다 낮아진 경우, 혹은 점수 변화가 없거나 사전검사 점수보다 사후검사 점수가 높아진 경우로 잡았고, 수학적 의사소통 수준 측면에서는 그 수준이 수학 일지 쓰기 활동이 진행될수록 점진적으로 향상되는 모습을 보이는 경우로 기준을 정했다. 수학 일지 쓰기 활동을 진행한 학생 27명 중 수학불안 면담 기준에 속한 학생은 총 12명이었고, 그중 10명을 대상으로 면담을 진행하였다. 수학불안 면담 기준에 속해 면담을 진행한 10명 중 사전검사 점수에 비해 사후검사 점수가 낮아진 학생은 4명, 사전검사 점수와 사후검사 점수가 같은 학생은 2명, 사전검사 점수에 비해 사후검사 점수가 높아진 학생은 4명이다. 또한 수학불안 면담 기준에 속한 학생들을 제외한 나머지 학생들 중 수학적 의사소통 수준 면담 기준에 속한 학생 1명을 대상으로 면담을 진행하였으며, 수학불안 면담 기준과 수학적 의사소통 면담 기준 둘 다 해당이 되지 않은 학생 2명을 대상으로 하여 추가로 면담을 진행하였다. 면담은 총 13명을 대상으로 진행하였고, 시기는 계획된 모든 수학 일지 쓰기 활동이 끝나고 수학불안과 의사소통 수준의 변화를 양적으로 분석한 후로 잡았으며, 편안한 분위기에서 면담이 진행될 수 있도록 한 명씩 면담할 수 있는 자리를 마련하였다. 그리고 면담을 진행하였던 13명 모두에게 수학불안과 수학적 의사소통 관련 질문을 하였는데, 그동안 직접 작성했던 수학 일지를 보면서 수학불안에 변화가 있었다면 수학 일지 쓰기 활동의 어떠한 과정이나 부분이 수학불안의 긍정적인, 혹은 부정적인 변화에 영향을 미친 것 같은지, 혹은 수학불안의 변화가 없었던 이유는 무엇인지 등에 대해 질문하거나, 수학적 의사소통에서 점진적으로 향상되는 모습을 보인 경우 자신이 생각했을 때 자신의 '표현'과 '설명' 수준이 실제로 향상된 것 같은지, 그렇다면 그 이유가 무엇인지나 수학 일지 쓰기 활동의 어떠한 과정이나 부분에서 도움이 되었는지 등의 수학 일지 쓰기 활동을 한 후 자신의 수학불안이나 수학적 의사소통 측면에서 자신이 생각한 변화나 느낌에 대해 이야기를 할 수 있는 여러 개방형 질문들에 대한 답

을 할 수 있도록 하였다. 면담 내용은 녹음기를 이용하여 녹음하였다.

라. 자료 분석 방법

본 연구는 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 수학불안과 수학적 의사소통 유형 중 ‘쓰기’에 집중하여 의사소통 수준의 변화를 분석하였다. 이를 위해 수학불안의 경우, 수학불안 사전검사와 사후검사의 평균과 표준편차, 사전·사후 평균변화량 등을 구하여 양적으로 변화가 있는지 파악하였고, 각 요인별로 대응표본 t-검정을 실시하여 통계적 유의성을 확인하였다¹⁾. 그리고 수학적 의사소통 자료를 분석하기 위해서, 여러 선행 연구를 기반으로 초등학교에서의 적용을 고려해 그에 맞게 수정·보완하여 재구성한 분석틀을 제시했던 이지영, 김민경(2016)의 수학적 의사소통 분석 기준 중 ‘쓰기’ 영역에 해당하는 부분과 정다운(2015)이 재구성한 수학적 의사소통 분석 범주와 수준에 따른 세부 기준을 참고하여 본 연구에 맞게 재구성하였다. 이지영, 김민경(2016)은 의사소통 유형 중 쓰기를 ‘표상’과 ‘표현’, 그리고 ‘설명’의 형태로 나타난다고 보았고 쓰기 유형은 가장 낮은 수준인 0수준에서 가장 높은 수준인 3수준까지의 총 4단계로 제시하였는데, 본 연구에서는 수학 일지로 파악하기 어려운 ‘표상’을 제외한 ‘표현’과 ‘설명’에 초점을 두고 그 변화를 살펴보고자 하였다. 또한, 정다운(2015)은 수학적 의사소통의 분석 범주로 ‘수학적 언어의 정확성’, ‘과정과 결과의 논리성’, ‘내용 전개 of 구체성’, ‘독자 지향의 전달성’ 네 가지를 구성하였는데, 수학적 언어 사용에 대한 정확성과 완전성의 측면에서 ‘수학적 언어의 정확성’은 ‘표현’과 관련이 있다고 보았고, 독자를 고려한 자신의 설명에 대한 논리성과 명확성, 구체성의 측면에서 ‘과정과 결과의 논리성’, ‘내용 전개 of 구체성’, ‘독자 지향의 전달성’은 ‘설명’과 연관된다고 보았다. 본 연구에서 사용할 분석틀에 이러한 측면을 반영하였고, 0수준부터 4수준까지로 조금 더 세분화하여 수준이 높아질수록 이러한 모습이 잘 나타날 수 있도록 하였다. 본 연구에서 사용한 수학적 의사소통 수준 분석틀은 <표 II-8>과 같고, 이를 이용하여 수학 일지 쓰기 활동 과정에서 나타나는 학생들의 수학적 의사소통 수준의 변화를 분석하였다.

<표 II-8> 수학적 의사소통 수준 분석틀

| 의사소통 구분 | | 의사소통 |
|--|--|--|
| 쓰기 | 표현 | 0수준 : 문제해결과 관련한 자신의 수학적인 지식이나 개념, 언어를 전혀 나타낼 수 없음. |
| | | 1수준 : 학습한 내용과 무관한 수학적 기호나 그림, 언어, 표현을 사용함. |
| | | 2수준 : 문제해결과 관련하여 간단한 그림이나 수학적 기호, 언어, 표현을 사용하여 나타내며, 표현에 부정확한 부분이 있음. |
| | | 3수준 : 문제와 관련이 있고 문제해결에 필요한 수학적 기호나 그림, 언어 등을 사용하여 제한적으로 정확하게 표현할 수 있음. |
| | 4수준 : 문제와 관련이 있고 문제해결에 필요한 다양하고 정확한 수학적 기호나 그림, 언어 등을 사용하여 이해하기 쉽도록 구체적이고 정확하게 표현할 수 있음. | |
| | 설명 | 0수준 : 수학적 내용이 전혀 설명되지 않음. |
| | | 1수준 : 학습한 내용과 무관한 수학적 지식이나 개념을 연결지어 설명하거나, 독자의 이해를 고려하지 않고 지엽적인 설명을 함. |
| | | 2수준 : 문제와 관련이 있는 수학적 지식이나 개념이 요구되는 설명을 시도하며, 해석이나 계산 과정에서 부정확한 부분이 있음. |
| 3수준 : 문제와 관련이 있고 문제해결에 필요한 수학적 지식이나 개념, 아이디어를 독자를 고려하여, 독자가 이해할 수 있도록 간단하거나 제한적으로 정확하게 설명함. | | |
| 4수준 : 문제와 관련이 있고 문제해결에 필요한 수학적 지식이나 개념, 아이디어를 독자를 고려하여, 독자가 분명히 이해할 수 있도록 다양한 방법으로 구체적이고 정확하게 설명함. | | |

1) 연구참여자는 27(<30)명이지만 정규성 검정을 통과하여 대응표본 t-검정을 실시하였다.

양현수, 김민경(2018)과 마찬가지로 배운 내용을 활용하여 문제해결 방법을 설명하는 문항을 중심으로 분석하였고, 차시 수학 일지에서는 세 번째 문항을, 단원 수학 일지에서는 차시 수학 일지의 세 번째 문항과 유사한 형식을 지닌 두 번째, 세 번째 문항을 이용하여 수학적 의사소통 수준을 분석하였다. 수학적 의사소통 수준 분석은 연구자가 일차적으로 코딩을 수행한 후, 초등수학교육 석사과정생 2인과 수학교육전문가 1인이 참여하는 세미나를 통해 분석 결과를 검토하고 최종적으로 확정하였다.

면담 내용은 녹음 파일을 전사하여 정리한 후 질적으로 분석하였다. 각 학생의 양적 변화와 연결하여 수학 일지 쓰기 활동이 수학불안의 긍정적, 부정적 변화에 미친 영향, 수학적 의사소통 향상에 기여한 요소 등을 구체적으로 탐색하였다.

III. 연구 결과

1. 수학 일지 쓰기 활동을 통한 수학불안의 변화

수학불안 요인별 사전검사와 사후검사의 평균, 표준편차, 사전·사후 평균변화량을 구하고 대응표본 t-검정을 한 결과는 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 수학불안 요인별 사전·사후검사에 대한 대응표본 t-검정 결과

| 상위요인 | 평균 | | 표준편차 | | 사전·사후 평균변화량 | t | p |
|-----------|------|------|-------|-------|----------------|-------|----------|
| | 사전검사 | 사후검사 | 사전검사 | 사후검사 | | | |
| 수학교과 요인 | 2.29 | 2.03 | 0.371 | 0.326 | -0.26 | 3.085 | 0.037* |
| 학습자 태도 요인 | 2.24 | 2.15 | 0.193 | 0.136 | -0.09 | 2.100 | 0.127 |
| 교사 요인 | 1.50 | 1.46 | 0.293 | 0.255 | -0.04 | 1.976 | 0.187 |
| 환경 요인 | 2.09 | 1.90 | 0.423 | 0.376 | -0.19 | 7.323 | 0.002*** |

(N=27, *p<.05, **p<.01, ***p<.001)

수학불안 요인별로 사전·사후검사의 기술통계량을 분석한 결과, 모든 요인에서 평균과 표준편차가 감소하였다. 수학교과 요인과 환경 요인에서는 이러한 차이가 통계적으로 유의미했으나, 학습자 태도 요인과 교사 요인에서는 통계적으로 유의미하지 않았다.

상위요인 별로 하나씩 살펴보면, 먼저 수학교과 요인의 사전검사 평균은 2.29, 사후검사 평균은 2.03으로 0.26만큼 감소한 양상을 보였다. 대응표본 t-검정을 실시한 결과 이러한 차이는 통계적으로 유의하였다($t(26)=3.085$, $p=0.037$). 수학 일지 쓰기 활동을 통해 추상적이라고 느껴졌던 수학적 기호나 정의, 개념 등을 사용하고 정리하면서, 수학의 추상적 특성에 의해 발생할 수 있는 불안감을 해소시킨 것으로 볼 수 있다. 다음으로 환경 요인의 경우 사전검사 평균은 2.09, 사후검사 평균은 1.90로 0.19만큼 감소한 양상을 보였다. 대응표본 t-검정 결과를 살펴보면, 수학 일지 쓰기 활동이 환경 요인 측면에서 수학불안을 감소시키는 데 긍정적인 영향을 미쳤다고 해석할 수 있다($t(26)=7.323$, $p=0.002$). 학습자 태도 요인과 교사 요인에서 실시한 대응표본 t-검정 결과, 두 요인 모두 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다($t(26)=2.100$, $p=0.127$; $t(26)=1.976$, $p=0.187$).

수학불안 변화에 대한 학생들의 생각과 반응을 더 알아보기와 면담을 추가 실시하였다. 다음은 수학불안 사전검사 점수보다 사후검사 점수가 낮아진 학생 중 10점 이상 차이가 나는 경우에 속하는 학생인 S19와의 면담 중 수학불안 관련 내용을 정리한 것이다.

- T: S19가 생각했을 때 본인의 수학불안은 더 높아진 것 같나요, 낮아진 것 같나요, 아니면 비슷한 것 같나요?
 S19: 그래도 수학불안이 조금 낮아진 것 같아요. 왜냐하면 수학 일지를 작성하면서 모르는 것을 선생님께서 알려주시니까 수학에 친근감이 생겨서 불안이 낮아진 것 같아요.
 T: 수학에 대한 흥미 같은 경우에는 변화가 있었을까요?
 S19: 흥미는 조금 높아진 것 같아요.
 T: 왜 그렇게 생각했나요?
 S19: 설명을 하면서 재미도 찾은 것 같고, 문제도 풀면서 재미를 느껴서 흥미도가 높아진 것 같아요.

학생 S19는 자신이 생각했을 때 본인의 수학불안은 어떻게 변화된 것 같냐는 교사의 질문에, 수학 일지를 작성하면서 모르는 것을 선생님께서 알려주시니 수학에 친근감이 생겨 불안이 낮아졌다는 답변을 하였고 설명을 하면서 재미도 찾은 것 같고 문제도 풀면서 흥미가 높아진 것 같다고 답하였다. 학생 S20 역시 이러한 경우에 속하는데, 전에는 수학을 잘하는 편이 아니었으나 수학 일지 쓰기 활동을 하면서 배운 내용이 정리가 잘 되고 복습도 되며 수업에서 배우는 개념도 잘 이해가 되었기 때문에 수학불안이 낮아진 것 같다는 답변을 하였다.

다음은 사전검사 결과가 사전검사 평균 점수보다 높았으나 사후검사 결과가 사후검사 평균 점수보다 낮아진 경우에 속하는 학생인 S23과의 면담 중 수학불안 관련 내용을 정리한 것이다.

- T: S23이 생각했을 때 본인의 수학불안은 더 높아진 것 같나요, 낮아진 것 같나요, 아니면 비슷한 것 같나요?
 S23: 수학 일지를 쓰면서 더 외우고, 아는 것을 정리할 수 있고, 쓰다 보니 마음의 평화도 찾아와서 수학불안은 더 떨어진 것 같고요, 수학이 조금 더 재밌어졌어요.
 T: S23이 느끼기에는?
 S23: 네. (작성한 수학 일지의 한 부분을 가리키며) 이렇게 간단하게 표시한 것은, 제가 평소에 글 같은 것을 아예 안 써요. 제가 습관이 안 되어 있고... 그래서 이렇게 쓰면, 앞으로 더 잘할 수 있을 것 같아서 불안감도 떨어진 것 같아요.

학생 S23은 수학 일지를 작성하면서 더 외우고, 아는 것을 정리할 수 있고, 쓰다 보니 마음의 평화도 찾아와 수학불안이 더 낮아진 것 같으며 수학이 조금 더 재밌어졌다는 답변을 하였고, 수학을 할 때 평소에 글 같은 것을 아예 안 쓰는데, 이렇게 계속 쓰다 보면 앞으로 더 잘할 수 있으니 불안감이 떨어진다고 하였다. 학생 S15도 이에 속하며, 학생 S15와의 면담에서도 전에는 수학을 그냥 외우다보니 공식을 잊어버리는 것에 대한 불안이 있었는데, 수학 일지를 작성하면서 개념을 잘 알게 되니 수학불안을 덜 느끼게 되었다고 답변하였다.

사전검사 점수보다 사후검사 점수가 높아진 경우인 학생을 대상으로도 면담을 진행하였다. 다음은 여기에 속하는 학생인 S14와의 면담 중 수학불안 관련 내용을 정리한 것이다.

- T: S14가 생각했을 때 본인의 수학불안은 더 높아진 것 같나요, 낮아진 것 같나요, 아니면 비슷한 것 같나요?
 S14: 수학에 대한 두려움이요?
 T: 수학에 대한 두려움도 포함될 수 있죠.
 S14: 저는 비슷한 것 같아요.
 T: 왜 그렇게 생각했나요?
 S14: 평소에도 수학을 다른 과목보다 좋아했고, 수학 일지를 작성했다고 수학이 더 재밌어지고 한 것은 아니었던 것 같아요. 수학 일지를 하면서 피드백이 적혀있는 것을 보고 약간 승부욕 같은 것들이

생겨서 더 열심히 쓰려고 했던 것 같아요.

T: 그렇다면, 수학불안이나 수학에 대한 흥미 같은 것은 수학 일지 쓰기 활동을 하기 전과 후가 비슷하다는 말이죠?

S14: 네, 비슷한 것 같아요.

평소에 수학을 다른 과목보다 좋아했다던 학생 S14는 수학 일지를 작성했다고 수학에 대한 불안감이 더 낮아지고 한 것은 아니라고 답변하였고, 다만 수학 일지 쓰기 활동을 하며 교사의 피드백이 적혀있는 것을 보고 승부욕이 생겨 더 열심히 쓰려고 한 것 같다고 하였다. 여기에 속하는 학생 S27도 수학 일지 쓰기 활동을 통해 수학불안에 큰 변화 없이 비슷하다고 하였고, 그 이유로 수학에 대한 불안감이 원래 거의 없었고 수학에 대한 흥미도 아예 없지는 않았다는 답변을 하였다. S11 역시 이에 속하며 자신의 수학불안에 어떤 변화가 있는 것 같냐는 교사의 질문에 비슷하다고 대답하였다.

2. 수학 일지 쓰기 활동을 통한 수학적 의사소통의 변화

수학 일지 쓰기 활동이 6학년 학생들의 수학적 의사소통에 미치는 영향을 알아보려고자, 수학적 의사소통의 수준을 분석할 수 있도록 구성된 수학 일지 문항에 학생들이 작성한 것을 수학적 의사소통 중 ‘쓰기’ 영역의 ‘표현’과 ‘설명’ 수준을 파악할 수 있도록 재구성한 분석틀을 바탕으로 분석하였고, 그 변화를 살펴보았다. 또한, ‘표현’과 ‘설명’ 수준이 수학 일지 쓰기 활동이 진행될수록 점진적으로 향상되는 모습을 보이는 학생들을 대상으로 면담을 진행하였으며, 이를 바탕으로 수학 일지 쓰기 활동이 수학적 의사소통에 어떠한 영향을 미쳤는지에 대해 알아보려고 하였다.

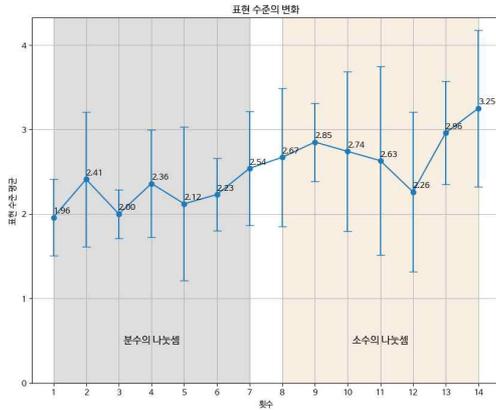
가. ‘표현’ 수준의 변화

수학 일지 쓰기 활동이 진행됨에 따라 나타난 ‘표현’ 수준의 평균 변화 모습은 [그림 III-1]과 같다. [그림 III-1]은 수학 일지 쓰기 활동을 진행했던 27명의 ‘표현’ 수준의 평균값의 변화를 꺾은선 그래프로 나타낸 것이다. [그림 III-1]에서의 7회와 14회의 경우는 각 단원 수학 일지 활동이 진행되었을 때이며, 그래프에는 분석 대상인 각 단원 수학 일지의 두 문항의 ‘표현’ 수준의 평균값을 제시하였다. [그림 III-2]는 개별 학생의 ‘표현’ 수준 도달 시기를 나타낸 것으로, 표 안의 숫자는 해당 수준의 표현이 처음으로 나타난 회차를 뜻한다. 예로 학생 S1은 1회(1단원 2차시) 때 2수준, 2회(1단원 3차시) 때 4수준, 6회(1단원 7차시) 때 3수준이 처음 나타났으며, 0수준과 1수준은 나타나지 않았다.

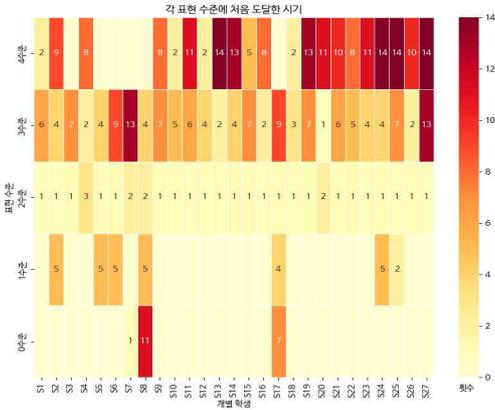
[그림 III-1]을 보면 학생 전체의 ‘표현’ 수준의 평균이 높아지고 낮아지는 모습이 반복되고 있으나, 전체적으로 살펴보았을 때 점차 향상되고 있다는 것을 알 수 있다. 가장 낮은 평균 ‘표현’ 수준은 1.96으로 1회, 즉 1단원 2차시에 처음으로 수학 일지 쓰기 활동을 하였을 때고, 가장 높은 평균 ‘표현’ 수준은 3.25로 14회, 즉 마지막 수학 일지 쓰기 활동이었던 2단원의 단원 수학 일지 쓰기 활동을 하였을 때다. 12회(2단원 7차시)의 경우 2단원의 다른 차시에 비해 낮은 수준을 보이고 있는데, 이는 제시된 수학 일지 문항이 분을 시간으로 나타내야 하는 단위 변환이 요구되는 문제로, 이 부분을 고려하지 못하고 실수한 학생들이 많아 수학적 ‘표현’ 수준이 낮게 나오는 경우가 많았다.

학생들이 작성한 수학 일지를 살펴보면, 수학 일지 쓰기 활동이 진행될수록 1단원 ‘분수의 나눗셈’에서 문제 해결과 관련이 있고 문제해결에 필요한 수학적 지식이나 개념, 언어 등을 시각적으로 다양하게 표현하는 빈도가 높아졌다. 2단원 ‘소수의 나눗셈’에서는 1단원에 비해 시각적으로 표현한 부분이 상대적으로 적었으나 보다 더 정교하고 정확성이 높은 표현을 사용하여 나타내었으며, 2단원 ‘소수의 나눗셈’에서의 ‘표현’ 수준의 평균이 대체

로 1단원 ‘분수의 나눗셈’에서의 ‘표현’ 수준의 평균보다 높은 모습을 보였다. 또한 7회(1단원 3차시)가 6회(1단원 7차시)까지에 비해 향상되었다는 점과 12회(2단원 7차시)에서 14회(2단원 14차시)로의 급격한 상승 구간이 있다는 것을 살펴봤을 때, 수학 일지 쓰기 활동이 진행될수록 학생들이 표현하는 것에 익숙해지고, 다양하고 정확한 표현을 하는 것을 지속적으로 경험하게 되어 표현 수준도 높아지는 것으로 해석할 수 있다.



[그림 III-1] '표현' 수준 평균 그래프



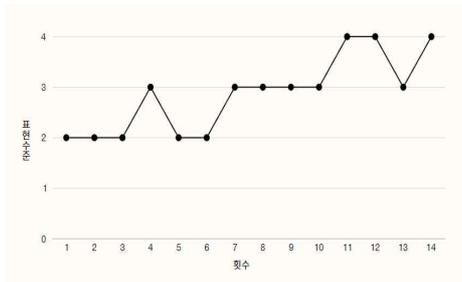
[그림 III-2] 개별 학생 '표현' 수준 도달 시기

전반적인 '표현' 수준의 평균을 보면 2회(1단원 3차시)부터 13회(2단원 8차시)까지 '표현' 수준 평균은 2수준과 3수준 사이에 있는 모습을 보인다. 본 연구에서 사용한 수학적 의사소통 수준 분석틀에서 '표현' 부분을 살펴보면, 2수준은 문제해결과 관련해 간단한 표현을 사용하여 나타내거나 표현에 부정확한 부분이 있는 경우, 3수준은 문제와 관련이 있고 문제해결에 필요한 표현을 제한적으로 정확하게 사용하는 경우이다. 실제로 학생들이 작성한 수학 일지에서 3수준이나 4수준에 해당이 될 만큼 문제와 관련이 있고 다양한 방법으로 자신의 수학적 생각을 표현했다고 하더라도 정확하지 못한 표현을 사용하여 2수준의 표현으로 나타난 경우를 다수 확인할 수 있었다. 이러한 부분에서 표현의 정확도 부분에서 수학적 의사소통 수준의 발전이 이루어질 수 있도록 교사의 구체적인 피드백이 필요함을 알 수 있다.

[그림 III-2]를 살펴보았을 때, 총 27명의 학생 중 개인 사정으로 인해 1회(1단원 2차시) 수학 일지 쓰기 활동을 하지 못한 두 명과 1회 때 0수준이었던 학생 S7, 1회 때 3수준이었던 학생 S20을 제외한 23명의 학생은 1회 때 모두 2수준으로 나타났고, 총 27명의 학생 중 19명의 학생은 '표현' 수준에서 0수준과 1수준이 나타나지 않았다. 이는 학생들이 평소 풀이 과정에서 수학 학습이나 문제해결과 관련한 자신의 생각을 표현할 때 쓰는 경험을 자주 하여 어느 정도 문제해결과 관련한 그림이나 수학적 기호, 언어 등을 표현하며 나타낼 수 있게 된 결과로 보인다. 수학 일지 쓰기 활동을 하며 '표현'에서 0수준이 나타났던 학생은 3명으로 학생 S7은 총 세 번, 학생 S8과 S17은 각각 한 번 0수준의 표현을 했으며, 각 학생의 해당 수학 일지를 살펴봤을 때 문항에 자신의 수학적 지식이나 개념, 언어를 전혀 표현하지 않았거나 작성하는 칸에 문제를 이해를 못하겠다는 말만 쓴 채 그 외는 빈 부분으로 되어 있었다. 다른 문항에서는 0수준 보다 높은 수준의 표현을 한 것으로 보아 0수준의 표현을 한 것은 일시적인 결과로, 0수준의 표현을 했던 해당 문항이 무엇을 의미하는지 정확히 이해하지 못했기 때문으로 판단할 수 있다. 총 14번의 수학 일지 쓰기 활동에서 시기에는 차이가 있으나 활동에 참여한 모든 학생들은 2수준과 3수준을 달성했으며, 총 27명의 학생 중 21명이 4수준을 달성하였다. 대부분의 학생들이 수학 일지 쓰기 활

동이 진행되면서 효과적인 쓰기를 위한 다양하고 적절한 표현을 사용하는 높은 ‘표현’ 수준을 달성하는 모습을 보였다.

수학 일지 쓰기 활동에 참여한 학생 중 ‘표현’ 수준의 변화가 잘 나타나는 학생을 선정해 면담과 함께 결과를 구체적으로 분석하였다. [그림 III-3]은 학생 S23의 ‘표현’ 수준의 변화를, [그림 III-4]는 학생 S23의 ‘표현’ 수준 예시를 나타낸 것이다.



[그림 III-3] 학생 S23의 ‘표현’ 수준 변화 그래프

| | |
|--------------|--|
| 2수준 (2회) | <p>안단 이제 읽은 쪽수와 읽을 일의 쪽수를 나누어야 하나 가 쉬운 세우면 $\frac{11}{17} \div \frac{3}{17}$ 이 부분과 같이 $\frac{5}{5} = 30$로 같은 니다. 따라서 $\frac{5}{5} = 3$를 계산하면 됩니다. 따라서 그런 수가 이제 읽은 쪽수 $\frac{5}{5}$에 들어 있습니다.</p> |
| 3수준 (8회) | <p>분자 쪽과 분자 쪽이 각각 몇 개 정도인지 세어미 계산하면 분자 $\frac{25}{30} = 0.833$로 계산하면 $\frac{25}{30} \div \frac{5}{5} = 36$ 계산하면 $1.53 = 0.99$인 $\frac{25}{30} \div \frac{5}{5} = 36$ 계산하면 17개 정도입니다. $1.53 - 0.99 = 17$ 따라서 반원 $\frac{25}{30}$, $\frac{5}{5}$의 17개 필요합니다.</p> |
| 4수준 (12회) | <p>2개는 17보다 2.15가 아니라 $\frac{17}{17} = 1$로 $\frac{9}{17} = \frac{27}{51}$ $\frac{5}{5} = 2.25$로 계산하면 $\frac{27}{51} = 2.25$이니까 따라서 13, 333... 이니까 $\frac{27}{51} = 2.25$ 54 등째 거리가 나타났던 $\frac{27}{51}$ 13, 33입니다. 따라서 반사등은 자전기를 타는 거리를 13.33km입니다.</p> |

[그림 III-4] 학생 S23의 ‘표현’ 수준 예시

학생 S23은 1단원에서의 수학 일지 쓰기 활동에서 3수준의 ‘표현’ 수준을 보인 적도 있으나 주로 2수준의 ‘표현’ 수준을 보였다. 그러나 2단원에서의 수학 일지 쓰기 활동에서는 주로 3수준의 ‘표현’ 수준을 보였고, 11회(2단원 6차시) 이후로 총 3번에 걸쳐 4수준에 도달한 모습을 보였다. 4회(1단원 5차시)에서 5회(1단원 6차시)로 넘어갈 때 수학적 ‘표현’ 수준이 3수준에서 2수준으로, 12회(2단원 7차시)에서 13회(2단원 8차시)로 넘어갈 때 4수준에서 3수준으로 낮아진 모습을 보이지만, 그 외에는 수준이 지속되거나 상승하고 있으며, 전체적인 양상을 봤을 때 점진적으로 수학적 ‘표현’ 수준이 상승했다고 판단하였다.

[그림 III-4]에서 학생 S23이 작성한 수학 일지 내용을 살펴보면, 먼저 2회(1단원 3차시) 때 분모가 같은 분수의 나눗셈에 관해 학습하였다는 것을 알 수 있다. 문제해결과 관련한 그림을 사용하여 해결 과정을 표현하고자 하였으나, 문제에서 요구하는 크기를 그림으로 표현하고 이를 표시하는 데 있어 $\frac{3}{17}$ 만큼의 크기를 $\frac{3}{5}$ 으로 표시하는 등 부정확한 부분이 있었기에 수학적 ‘표현’ 수준이 2수준이라고 판단하였다. 8회(2단원 2~3차시) 때는 단위 변환을 통해 자연수의 나눗셈을 활용하여 소수의 나눗셈을 하는 방법을 배웠다. 학습한 내용을 활용하여 수학 일지를 작성한 부분을 살펴보면 문제와 관련이 있고 문제해결에 필요한 식을 표현했으며, 나누어지는 수와 나누는 수에 10이나 100을 곱하여 자연수로 나타내는 등 그러한 식이 어떻게 해서 나오게 됐는지에 대한 간단한 표현도 더해졌기 때문에 수학적 ‘표현’ 수준이 3수준이라고 판단하였다. 12회(2단원 7차시) 때는 몫을 반올림하여 나타내는 방법에 대해 배웠으며, 해당 수학 일지 문항에서 시간을 소수로 나타내고 한 시간 동안 자전기를 타는 거리를 구하는 것이 몫을 반올림하여 나타내야 하는 상황임을 먼저 파악한 후, 시간을 소수로 나타낼 때 분수를 활용해 표현하고 거리를 계산하는 과정에서는 세로식을 통해 표현한 것을 알 수 있다. 전에 비해 수학적 표현이

보다 정확하고 구체적으로 표현했다고 판단하여 수학적 '표현' 수준이 4수준을 달성했다고 보았다.

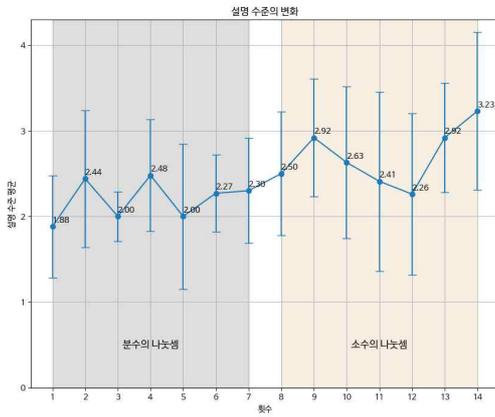
수학 일지 작성 및 수학적 '표현'과 관련하여 심층적인 분석을 하고자 학생 S23과 면담을 진행하였다. 다음은 수학적 '표현' 수준이 점진적으로 향상되는 모습을 보인 학생 S23을 대상으로 실시한 면담 중 수학 일지 작성과 수학적 '표현' 관련 내용을 정리한 것이다.

- T: 이번에 수학 일지 쓰기 활동을 통해 우리반 학생들의 수학적 의사소통 수준이 어떻게 변하는지 알아보려고 했습니다. 선생님이 S23이 작성한 수학 일지를 봤을 때, 처음에 비해 나중으로 갈수록 높은 수준을 달성한 것 같은데, S23은 어떻게 생각하나요?
- S23: 일단 아는 것을 다 생각해서 쓴 것 같아요. 알고 있는 것을 간단하게 표현해서 썼어요.
- T: 그렇게 표현한 것이 쓰면 쓸수록 어떻게 된 것 같나요?
- S23: 표현하는 것이 다양해지고 더 많아진 것 같아요.
- T: 그렇게 된 이유는 무엇이라고 생각하나요?
- S23: 경험이 점점 쌓여서 이제 어떻게 작성해야 하는지 아니까, 저만의 방식이 생겨서 그렇게 된 것 같아요.
- T: 그러면, 선생님이 S23이 수학 일지를 쓸 때마다 피드백을 했는데, 그 피드백이 도움이 된 것 같아요?
- S23: 네.
- T: 어떤 식으로 도움이 된 것 같나요?
- S23: 예를 들어, 못한 부분에 대해서 써주시니까 더 자세히 알 수 있고, 제가 평소에 잘 못잡았던 부분을 써주시면 무엇을 잘했는지, 무엇을 어떻게 잘 못했는지 간단하게 볼 수 있어서 좋았어요.
- T: 또 도움이 된 점이 있을까요?
- S23: 또 어떻게 작성하면 좋을지 알려주신 점이 좋았어요. 처음에 설명이 부족할 때는 더 필요한 것을 '어떻게 하면 좋을 것 같아요'처럼 써주시니까 한 번 더 생각해 볼 수 있어서 좋았어요.
- T: 그러면, 우리가 수학 일지를 두 단원에서 작성을 했는데, S23이 생각했을 때 수학 일지를 작성하는 활동은 도움이 된 것 같나요?
- S23: 네.
- T: 어떤 식으로 도움이 되었나요?
- S23: 제 생각을 정리할 수 있어요. 평소에는 이런 것을 안 하잖아요? 그런데 이렇게 수학 일지를 작성하면서 제 생각을 정리하고 제 수준을 알아볼 수 있고, 어디가 잘못됐는지, 평소에 어떻게 잘못 생각했는지를 알 수 있으니까, 이런 점이 도움이 되었어요.

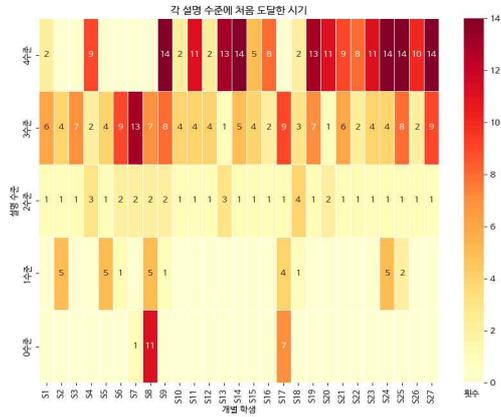
먼저 교사가 수학 일지 작성과 관련한 질문을 했을 때 학생 S23은 일단 알고 있는 것을 다 생각하여 식을 간단하게 표현하여 썼다고 대답하였다. 또한 수학 일지를 쓰면 쓸수록 정확한 표현을 할 수 있게 되었고, 표현하는 것도 다양해지고 더 많아진 것 같다는 답을 하였다. 그렇게 된 이유를 교사가 묻자, 수학 일지를 작성하는 경험이 점점 쌓이고, 이제 어떻게 작성해야 하는지 알고 자기만의 방식이 생겨서 그렇게 된 것 같다고 대답하였다. 교사의 피드백 관련해서도 도움이 되었다고 하였는데, 예를 들어 교사의 구체적인 피드백을 통해 무엇을 어떻게 잘못 썼는지 간단하게 볼 수 있어서, 그리고 어떻게 작성하면 좋을지 알려준 점이 좋았다고 답하였다. 마지막으로 수학 일지를 작성하는 활동이 도움이 된 것 같냐는 교사의 질문에, 수학 일지를 작성함으로써 생각을 정리하고 어디가 잘못되었는지를 생각해 볼 수 있으며 자신의 수준도 파악할 수 있기 때문에 도움이 될 것 같다고 대답하였다. 즉, 수학 일지 쓰기 활동이 수학적 '표현'에 있어 더 정확하고 다양하게 표현할 수 있는 것에 도움을 주는 것뿐만이 아니라 오류가 있는 부분을 잡아주거나 학습한 수학적 내용을 정리하는 것에도 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

나. '설명' 수준의 변화

수학 일지 쓰기 활동이 진행됨에 따라 나타난 '설명' 수준의 평균 변화 모습은 [그림 III-5]와 같다. [그림 III-5]는 수학 일지 쓰기 활동을 진행했던 27명의 '설명' 수준의 평균값의 변화를 꺾은선 그래프로 나타낸 것이다. [그림 III-5]에서의 7회와 14회의 경우는 각 단원 수학 일지 활동이 진행되었을 때이며, 그래프에는 분석 대상인 각 단원 수학 일지의 두 문항의 '설명' 수준의 평균값을 제시하였다. [그림 III-6]은 개별 학생의 '설명' 수준 도달 시기를 나타낸 것으로, 표 안의 숫자는 해당 수준의 설명이 처음으로 나타난 회차를 뜻한다. 예로 학생 S1은 1회(1단원 2차시) 때 2수준, 2회(1단원 3차시) 때 4수준, 6회(1단원 7차시) 때 3수준이 처음 나타났으며, 0수준과 1수준은 나타나지 않았다.



[그림 III-5] '설명' 수준 평균 그래프



[그림 III-6] 개별 학생 '설명' 수준 도달 시기

[그림 III-5]를 보면 '표현' 수준의 평균과 마찬가지로 학생 전체의 '설명' 수준의 평균이 높아지고 낮아지는 반복되는 모습을 보였고, 전체적인 변화를 고려했을 때 점차 상승하고 있다는 것을 알 수 있다. 가장 낮은 평균 '설명' 수준은 1.88로 1회, 즉 1단원 2차시에 수학 일지 쓰기 활동을 처음 하였을 때고, 가장 높은 평균 '설명' 수준은 3.23으로 14회, 즉 마지막 수학 일지 쓰기 활동이었던 2단원의 단원 수학 일지 쓰기 활동을 하였을 때다. 12회(2단원 7차시)의 경우 수학적 '표현' 수준에서와 같은 이유로 2단원의 다른 차시에 비해 낮은 수준을 보였다.

학생들이 작성한 수학 일지를 살펴보면 '설명' 수준 평균 변화의 폭은 작지만, 수학 일지 쓰기 활동이 진행될 수록 1단원 '분수의 나눗셈'에서 문제해결에 필요한 수학적 지식이나 개념, 아이디어를 보다 더 정확히 설명하고자 하였다. 그러나 독자가 이해할 수 있도록 하는 구체적이고 다양한 설명이 부족한 학생이 많았는데, 예를 들어 분모가 같은 분수의 나눗셈의 원리를 모르는 학생에게 문제를 해결할 수 있는 방법을 설명해야 하는 수학 일지 문항에서 분모가 같은 분수의 나눗셈을 해결하는 방법을 아는 사람만이 이해할 수 있는 식을 사용해 설명을 시도하는 학생이 이러한 경우에 해당한다. 이에 독자를 고려한 설명을 할 수 있도록 교사의 피드백을 제공하였고, 2단원 '소수의 나눗셈'에서는 학생들이 독자를 고려하여 구체적인 설명을 하려는 모습을 활발하게 보였다.

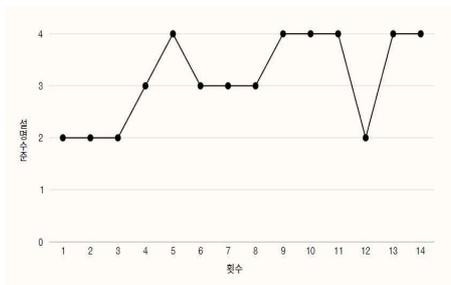
전반적인 '설명' 수준의 평균을 살펴보면 2회(1단원 3차시)부터 13회(2단원 8차시)까지 '설명' 수준 평균은 2수준과 3수준 사이에 있는 모습을 보인다. 본 연구에서 사용한 수학적 의사소통 수준 분석틀에서 '설명' 부분을 살펴보면, 2수준은 문제와 관련이 있는 수학적 지식이나 개념이 요구되는 설명을 시도하거나 해석이나 계산 과정에서 부정확한 부분이 있는 경우, 3수준은 문제와 관련이 있고 문제해결에 필요한 수학적 지식이나 개념, 아이디어

어를 독자를 고려하여, 독자가 이해할 수 있도록 간단하거나 제한적으로 정확하게 설명하는 경우이다. 작성된 수학 일지들을 보면, 많은 학생들이 문제해결에 필요한 자신의 수학적 지식이나 개념을 나름대로 설명하고자 하였으나 제시된 문항이 무엇을 의미하고 요구하는지 정확하게 해석하지 못하여 잘못된 계산 과정을 바탕으로 설명하는 모습을 보였다. 이는 문항의 내용이나 형식이 수학교과서에서 제시되는 것에 비해 긴 일상 대화 형식이나 이야기 형식으로 되어 있어, 학생들이 문제가 요구하는 바를 수학 교과서에서의 경험과 비교했을 때 쉽게 찾아내기 어려웠기 때문으로 판단된다. 이러한 수학 일지 문항의 특수성에도, 수학 일지 쓰기 활동이 진행될수록 자신이 표현한 바를 바탕으로 독자를 고려하여 정확하게 설명하려는 모습을 확인할 수 있었다.

[그림 III-6]을 살펴보았을 때, 총 27명의 학생 중 개인 사정으로 인해 1회(1만원 2차시) 수학 일지 쓰기 활동을 하지 못한 두 명을 제외하고 1회에 '설명' 수준이 0수준으로 나타난 학생은 1명, 1수준이 나타난 학생은 3명, 2수준이 나타난 학생은 19명, 3수준이 나타난 학생은 2명이다. 총 14번의 수학 일지 쓰기 활동에서 '표현'에서와 같이 시기에는 차이가 있으나 활동에 참여한 모든 학생들은 2수준과 3수준을 달성하였고, 총 27명의 학생 중 20명이 4수준을 달성하였으며, 대부분의 학생들이 수학 일지 쓰기 활동이 진행되면서 높은 '설명' 수준을 달성하는 모습을 보였다. 수학 일지 쓰기 활동을 하며 '설명'에서 0수준이 나타났던 학생은 3명으로 학생 S7은 총 세 번, 학생 S8과 S17은 각각 한 번 0수준의 설명을 했으며, '표현' 때와 동일하게 다른 문항에서는 0수준보다 높은 수준의 설명을 한 것으로 보아 0수준의 설명을 했던 것은 해당 문항이 무엇을 의미하는지 정확히 파악하지 못했기 때문에 나타난 일시적인 결과라고 판단할 수 있다.

학생 개인별 시기에 따른 '표현' 수준과 '설명' 수준을 비교해 봤을 때, 대체로 '표현'과 '설명' 수준이 같은 경우가 많았으나, 같은 시기에 '표현' 수준에 비해 '설명' 수준이 낮게 나오는 경우도 여럿 볼 수 있었다. 이는 문제 해결에 필요한 수학적 기호나 그림, 언어 등을 정확하게 표현했는지라도, 이를 독자가 이해할 수 있도록 내용을 전달하는 과정에서 부정확한 부분이 생기는 경우라고 해석할 수 있다.

수학 일지 쓰기 활동에 참여한 학생 중 '설명' 수준의 변화가 잘 나타나는 학생을 선정해 면담과 함께 결과를 구체적으로 분석하였다. [그림 III-7]은 학생 S15의 '설명' 수준의 변화를, [그림 III-8]은 학생 S15의 '설명' 수준 예시를 나타낸 것이다.



[그림 III-7] 학생 S15의 '설명' 수준 변화 그래프

| | |
|-------------|--|
| 2수준 (2회) | <p>예배인지 알수 있는 것은 $\frac{1}{100} \div \frac{1}{100}$ 이다. 쉽게 그걸로 알려주자면</p> <p>2번 100</p> <p>2번을 알아낼 수 있고 남은 것은 $\frac{1}{100}$의 반 이므로 $\frac{1}{200}$이다.</p> <p>그러므로 $\frac{1}{200}$ 배야.</p> |
| 3수준 (6회) | <p>시간 동안 생각해 볼 때 갈 수 있는 거리를 알수 있는 것은</p> <p>$\frac{1}{100} \div \frac{1}{100}$ 이다. $(\frac{1}{100}) \div (\frac{1}{100})$를 구할 수 있는 방법이 여러가지인데 나는 '분수의 곱셈으로 바꿔 계산하는 방법'을 선택할거야. 그래서 $\frac{1}{100} \div \frac{1}{100} = \frac{1}{100} \times \frac{100}{1} = \frac{100}{100} = 1$ (km), 그러므로 1km는 100의 $\frac{1}{100}$를 갈수 있어.</p> <p>↳ 나는 50의 $\frac{1}{100}$를 갈수 있어.</p> <p>분모와 분자를 비교한다.</p> |
| 4수준 (9회) | <p>만 줄까지 정해야 할지 구할 수 있는 것은 $3.78 \div 0.100$고 구할 수 있는 방법은 '분위 나눗셈으로 나타내는 거야. 분자와 나눈 3.78은 $\frac{378}{100}$, 0.100은 $\frac{100}{100}$니까 $\frac{378}{100} \div \frac{100}{100} = \frac{378 \div 100}{100 \div 100} = \frac{3.78}{1} = 3.78$(km)야. 표현이 계산은 '계산은 나눗셈이 계산하는 거야. 계산으로 알려주면 나타내는 순서 나는 순서 똑같이 100이나 100배를 곱해야해. 그래서 3.78을 100, 0.100을 100로 곱해서 378과 100의 식을 만든다. 그 결과는 3.78이야. 그러므로 원래대로 (순서)는 나는 순서 나눗셈은 식을 곱해서 똑같이 100이나 100배 곱해서 계산은 만들어 계산하면 돼 계산해서 결과가 나오잖아?'</p> |

[그림 III-8] 학생 S15의 '설명' 수준 예시

학생 S15는 1단원에서의 수학 일지 쓰기 활동에서 1회(1단원 2차시)에서 3회(1단원 4차시)까지 ‘설명’ 수준이 2수준으로 나타나지만 4회(1단원 5차시)에서는 3수준, 5회(1단원 6차시)에서는 4수준을 달성하였다. 그 후 다시 3수준으로 감소하여 8회(2단원 2~3차시)까지 지속되는 모습을 보이다 9회(2단원 4차시)에 다시 4수준으로 상승하였고, 이후 12회(2단원 7차시)를 제외하면 14회(2단원 단원일지)까지 4수준이 지속되는 모습을 보인다. 5회(1단원 6차시)에서 6회(1단원 7차시)로 넘어갈 때와 11회(2단원 6차시)에서 12회(2단원 7차시)로 넘어갈 때는 ‘설명’ 수준이 감소하는 모습을 보이지만, 그 외에는 수준이 지속되거나 상승하고 있으며, 종합적으로 살펴봤을 때 수학적 ‘설명’ 수준이 점차 상승했다고 판단하였다.

[그림 III-8]에서 학생 S15가 작성한 수학 일지 내용을 살펴보면, 먼저 2회(1단원 3차시) 때 분모가 같은 분수의 나눗셈을 그림을 활용하여 설명을 하였다. 하지만 수학 일지의 해당 문항에서 요구한 나누는 수를 잘못 해석하여 나눗셈 계산 과정에서 나누는 수가 $\frac{3}{17}$ 이 아닌 $\frac{2}{17}$ 로 정확하지 않은 식을 사용해 설명을 하였기 때문에 수학적 ‘설명’ 수준을 2수준으로 판단하였다. 6회(1단원 7차시) 때는 가분수를 분수로 나눌 때 두 가지 방법으로 계산을 해보았고, 학생 S15는 그 중 ‘분수의 곱셈으로 바꾸어 계산하는 방법’을 선택하였다. 문제와 관련이 있고 문제해결에 필요한 지식을 활용하여 간단하게 식을 만들어 설명을 했으나, 계산 방법을 정확히 모르는 설명 대상에게 분수의 곱셈으로 바꾸어 계산하는 방법의 원리가 어떻게 되는지 이해할 수 있도록 구체적으로 설명을 하지 않았다는 점에서 ‘설명’ 수준을 3수준으로 판단하였다. 9회(2단원 4차시) 때는 자릿수가 같은 경우에서의 소수의 나눗셈에 대해 학습하였고, 이를 바탕으로 수학 일지 해당 문항에 다양한 방법으로 대상을 고려하여 소수를 자연수로 만들기 위해 나누어지는 수와 나누는 수에 똑같이 10배나 100배를 해줘야 한다는 진술을 통해 문제해결 과정을 정확하게 설명을 하는 모습을 볼 수 있다. 이 경우, 각 방법에 대한 구체적인 설명도 포함되어 있기에 수학적 ‘설명’ 수준을 4수준으로 판단하였다.

수학 일지 작성 및 수학적 ‘설명’과 관련하여 심층적인 분석을 하고자 학생 S15와 면담을 진행하였다. 다음은 수학적 ‘설명’ 수준이 점진적으로 향상되는 모습을 보인 학생 S15를 대상으로 실시한 면담 중 수학 일지 작성과 수학적 ‘설명’ 관련 내용을 정리한 것이다.

T: 이번엔 수학 일지 쓰기 활동을 통해 우리반 학생들의 수학적 의사소통 수준이 어떻게 변하는지 알아보려고 했습니다. S15의 경우 중간중간 오개념이 가끔 있기는 했지만, 전체적으로 봤을 때 점점 설명 수준이 높아진 모습을 보였다고 생각하는데, S15는 어떻게 생각하나요?

S15: 저는 설명하는 것을 좋아해서, 설명은 괜찮았던 것 같아요.

T: 어떤 면에서 괜찮았던 것 같나요?

S15: 말로 풀어서 잘 설명했던 점이에요. 그리고 최대한 쉽게 설명하기 위해서, 예를 들어 수직선이나 칸을 그려서 그 부분을 색칠하는 등의 저학년 때 배웠던 그림들을 활용했어요.

T: 그렇다면 수학 일지를 작성한 것에 대해서 선생님이 피드백을 했는데, 피드백은 도움이 된 것 같나요?

S15: 네.

T: 어떤 점이 도움이 된 것 같나요?

S15: 오개념 같은 것을 말씀해주신다거나 설명하는 것도 어떻게 설명해야 할지를 잘 알려주셔서, 다음에 작성할 때 그런 피드백을 참고해서 수학 일지를 썼어요.

T: 그러면 S15에게 수학 일지 쓰기 활동은 도움이 된 것 같나요?

S15: 네.

T: 어떤 점에서 도움이 된 것 같나요?

S15: 제가 예전에는 수학 공식만 외워서 정확한 개념은 잘 몰랐는데, 수학 일지를 작성하고 정리하면서 정확한 개념을 알게 된 것 같아요.

T: 혹시 앞으로 수학 일지를 작성하게 된다면, 수학 일지를 활용하면 좋을 것 같나요?

S15: 네. 왜냐하면 공부했던 것을 수학 일지로 정리하니가 복습도 되고 개념을 정확히 쉽게 이해할 수 있어서 좋을 것 같아요.

T: 수학 일지를 계속 활용하게 된다면 설명 부분에서 영향이 있을까요?

S15: 음... 수학 일지를 계속 작성하고 활용하면 설명할 때 더 쉽게 설명할 수 있을 것 같아요.

먼저 자신의 수학적 '설명'과 관련해 어떻게 생각하는지에 대한 교사의 질문에, 평소 설명하는 것을 좋아했고 수학 일지에 말로 풀어서 설명했던 점이 괜찮았다고 답하였다. 또한 수직선이나 칸을 그려서 그 부분을 색칠하는 등의 저학년 때 배웠던 그림들을 활용하여 설명을 했던 부분도 언급하였다. 수학 일지 쓰기 활동이 도움이 되었는지에 대한 질문에는, 예전에는 수학 공식만 외워서 정확한 개념을 잘 몰랐는데 수학 일지를 작성하고 정리하면서 정확한 개념을 알 수 있었고 복습도 되어 도움이 된 것 같다는 답을 하였으며, 교사의 피드백을 통해서 오개념 같은 것을 파악하고 설명을 어떻게 해야 할지에 대해서도 알 수 있어서 좋았다고 대답하였다. 또한 만약 수학 일지를 계속 작성하고 활용하게 된다면 설명에 어떤 영향이 있을 것 같은지에 대한 질문에는, 수학 일지를 계속 작성하고 활용하면 설명할 때 더 쉽게 설명을 할 수 있을 것 같다고 답하였다. 이를 통해, 수학 일지 쓰기 활동이 수학 개념을 쉽고 정확하게 이해하는 데 효과가 있고, 교사의 피드백 또한 오개념을 고치거나 상대방이 이해하기 쉽게 정확하게 구체적으로 수학적인 '설명'을 할 수 있도록 하는 부분에 도움이 된다는 것을 알 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 수학 일지 쓰기 활동을 통한 초등학교 6학년 학생들의 수학불안과 수학적 의사소통 수준의 변화를 분석하였다. 동일한 수학불안 검사지를 활용해 사전·사후검사를 실시하여 수학 일지 쓰기 활동의 결과 수학불안에 변화가 있는지 알아보았고, 수학적 의사소통 분석틀을 사용하여 수학 일지에 나타난 학생들의 수학적 의사소통 수준의 변화에 대해 살펴보았다. 또한, 모든 수학 일지 쓰기 활동이 마무리된 후, 눈에 띄는 변화를 보이는 학생을 대상으로 면담을 실시하여 수학 일지 쓰기 활동이 수학불안과 수학적 의사소통 수준의 변화에 미치는 영향에 대해 분석하였다.

본 연구 결과를 통해 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다.

첫째, 수학 일지 쓰기 활동은 수학불안을 감소시킬 수 있는 효과적인 방안이 될 수 있다. 사전·사후 검사에서 수학불안의 모든 상위 요인에서 평균이 감소했으나, 수학교과 요인과 환경 요인에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타난 반면, 학습자 태도 요인과 교사 요인에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 면담에서도 여러 학생들이 수학 일지 쓰기 활동을 통해 배운 내용을 정리하고 개념을 이해하는 과정에서 수학에 대한 긍정적인 경험을 하면서 수학불안이 감소한 것 같다고 응답하며, 수학교과 요인 및 환경 요인에서의 긍정적인 효과를 언급하였다. 또한, 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았지만, 교사 요인과 관련하여 교사와의 피드백을 주고받는 상호작용으로 인해 수학불안이 낮아졌다고 응답한 경우도 있었다. 이러한 결과는 수학 일지 쓰기 활동이 수학적 태도에 긍정적인 영향을 미친다는 선행 연구 결과와 일치하며(김미란, 송영무, 2006; 이숙희, 김진환, 2004; 정운우, 2016; 최지윤, 2019; 허성은, 2010), 수학불안 감소에도 효과가 있음을 시사한다. 다만, 일부 학생들이 수학 일지 쓰기 활동 전후로 수학불안의 변화를 느끼지 못했다고 응답한 점을 비추어볼 때, 수학 일지 쓰기 활동이 모든 학생들의 수학불안을 감소시키지는 않았음을 확인할 수 있었다.

둘째, 수학 일지 쓰기 활동을 통해 수학적 의사소통 중 '쓰기'에서의 '표현'과 '설명' 수준이 효과적으로 향상될 수 있으며, 이때 교사의 구체적인 피드백은 큰 도움이 된다. 학생들이 작성한 수학 일지를 바탕으로 수학적 의사

소통 중 ‘쓰기’ 영역에서 ‘표현’과 ‘설명’ 수준의 변화를 분석하였다. ‘표현’ 수준의 평균을 살펴보면 높아지고 낮아지는 모습이 반복적으로 나타나지만, 전체적으로 ‘표현’ 수준은 점차 향상되고 있음을 확인할 수 있었다. 수학 일지 쓰기 활동이 진행될수록 문제해결과 관련된 수학적 기호나 그림, 언어 등을 사용해 다양하고 정확하게 시각적으로 표현하는 경향이 강해지고 있는 것으로 나타났다. ‘설명’ 수준 또한 ‘표현’ 수준과 마찬가지로 평균이 높아지고 낮아지는 모습을 보이지만 전반적으로 수준이 상승하는 모습을 볼 수 있었다. 수학 일지 쓰기 활동이 진행될수록 문제해결에 필요한 수학적 지식이나 개념, 아이디어를 독자를 고려해 보다 정확하고 구체적으로 설명하려 하였다. 이는 수학 일지 쓰기 활동이 초등학교 학생들에게 수학적 의사소통 역량을 증진시키는데 중요한 역할을 할 수 있다는 선행 연구의 시사점과 맥락을 같이 한다(양현수, 김민경, 2018; 연영만, 2004; 최지윤, 2019). 의사소통 수준 변화의 양상을 살펴보면, 양현수와 김민경(2018)의 연구와 유사하게 ‘표현’과 ‘설명’ 수준이 상승과 하락을 반복하면서 전체적으로 저점이 높아지는 경향이 나타났다. 의사소통 수준의 판단 요소에 개념적 측면이 포함되어 있고, 학생들이 매 차시 새로운 내용을 학습하였으므로 이러한 수준 변화 양상은 자연스러운 것으로 볼 수 있다. 그러나 본 연구에서는 양현수와 김민경(2018) 연구에 비해 수준 변화의 폭이 완만하고 하락의 빈도가 더 잦았다. 이는 학습자의 배경이나 연령에 따라 수학 일지 쓰기 활동이 수학적 의사소통 수준에 미치는 영향이 다를 수 있음을 시사한다. ‘표현’ 수준의 변화가 두드러진 학생을 대상으로 진행한 면담에서, 수학 일지를 작성할수록 표현 방법이 다양해지고 정확성이 높아졌으며, 교사의 구체적인 피드백을 통해 잘못된 표현을 수정하고 적절한 표현 방법을 배울 수 있어 도움이 되었다고 답하였다. ‘설명’ 수준의 변화가 두드러진 학생들과의 면담에서도, 교사의 피드백을 통해 오개념을 파악하고 올바른 설명 방법을 알게 되어 좋았다고 답하며, 수학 일지를 계속 작성하고 활용한다면 설명이 더 쉬워질 것이라고 응답하였다. 수학 일지 쓰기 활동에 참여한 대부분의 학생들이 높은 ‘표현’과 ‘설명’ 수준을 달성했으나, 일부 학생들은 여전히 0수준이나 1수준에 머물렀고, 2수준 이하에 머무른 학생들도 있었다. 이러한 학생들에게는 먼저 문제해결에 필요한 수학적 지식이나 개념을 이해하고, 문제의 요구를 정확하게 해석하는 능력을 기를 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 또한 ‘표현’과 ‘설명’의 다양성과 정확도를 향상시키기 위해 이와 관련된 교사의 구체적이고 자세한 피드백이 필요할 것이다.

이상의 본 연구 결과를 토대로 다음과 같이 제언할 수 있다.

첫째, 수학 교육에서 학생들의 수학불안을 감소시키고 수학적 의사소통 역량을 강화하기 위해 수학 일지 쓰기 활동을 장기적으로 도입해 볼 필요성을 확인할 수 있다. 학생들은 수학 일지 쓰기 활동을 통해 학습한 내용을 명확히 정리하고, 수학 개념을 이전보다 더 잘 이해하며, 수학에 대한 흥미와 친근감이 높아져 수학불안이 감소하는 경험을 하였다. 또한 여러 주체와의 상호작용을 통해 수학적 의사소통의 기회를 가졌으며, 특히 ‘표현’과 ‘설명’의 수준이 활동이 진행될수록 향상되는 모습을 보였다. 다만, 수학불안의 상위 요인 중 일부는 유의미한 변화를 보이지 않았고, 수학적 의사소통 수준이 4수준에 도달하지 못하거나 높은 수준을 유지하지 못한 학생들도 있었다. 의사소통 수준의 상승 양상과 면담 내용을 고려했을 때, 수학 일지 쓰기 활동이 본 연구에서 진행된 것처럼 14회로 끝나는 것이 아니라 지속적으로 이루어진다면 수학불안 감소와 수학적 의사소통 역량 강화에 더욱 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

둘째, 학생들이 수학 일지를 통해 표현하고 설명하는 능력을 향상시키기 위해 교사는 학생들에게 지속적으로 구체적이고 자세한 피드백을 제공할 필요가 있다. 본 연구에서 교사의 구체적인 피드백은 학생들이 자신의 작성물을 반성하고, 수학적 표현과 설명 능력을 인식하고 개선하는 데 도움을 주었다. 더불어, 정의적 측면에서 교사가 긍정적인 피드백을 제공한다면 학생들은 수학에 대한 자신감을 얻고 긍정적인 태도를 형성하며, 교사와의 친밀감도 높일 수 있을 것이다. 그러나 현실적으로 교육 현장에서 교사가 모든 학생의 수학 일지를 매번 살펴보고 개별 피드백을 제공하는 것은 시간과 노력이 많이 요구되어 교사에게 큰 부담이 될 수 있다. 이러한 맥락에서, 최근 교육 현장에 적극적으로 도입되고 있는 AI 기술을 활용하여 학생들의 수학 일지를 효율적으로 분석하고 개별화된 피드백을 제공하는 방안을 모색하는 것도 의미 있는 연구가 될 것이다.

셋째, 다른 학년과 수학 교과와 다양한 영역을 대상으로 수학 일지 쓰기 활동이 수학불안과 수학적 의사소통에 미치는 영향을 검토하는 연구가 필요하다. 본 연구에서는 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 '분수의 나눗셈'과 '소수의 나눗셈' 단원에서 수학 일지 쓰기 활동을 진행하였다. 저학년이나 중학년을 대상으로 하는 수학 일지 쓰기 활동은 일지 양식과 교수 방법을 학년에 맞게 조정해야 할 것이며, 내용 영역에 따라 수업 방식도 달라질 수 있다. 따라서 각 학년과 수학 교과와 특정 영역에 적합한 수학 일지 쓰기 활동을 설계하고, 그 결과 수학불안과 수학적 의사소통 수준에 어떤 변화가 나타나는지 체계적으로 연구할 필요가 있다.

넷째, 수학 일지 쓰기 활동이 수학적 의사소통의 '쓰기' 외 다른 영역에서도 효과적인지 확인하는 연구도 고려해 볼 수 있다. 본 연구는 수학적 의사소통 중 '쓰기'에 초점을 맞춰 진행되었다. 그러나 수학적 의사소통에는 읽기, 말하기, 듣기 등의 다른 영역도 있으므로 '쓰기' 외 다른 영역에서의 효과를 알아볼 수 있는 수업과 분석틀을 구상하여 연구를 진행할 수 있다. 또한, 두 가지 이상의 영역을 동시에 대상으로 하여 수학 일지 쓰기 활동의 효과를 비교하고 분석하는 연구도 후속 연구로 고려할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 고상숙·박만구·김정현 (2023). 초등학생의 수학 일지 쓰기 유형 분석. *수학교육논문집*, **37(1)**, 85-104.
- Ko, S. S., Park, M. G., & Kim, J. H. (2023). An analysis of the writing types elementary school students presented in mathematics journal. *Communications of Mathematical Education*, **37(1)**, 85-104.
- 교육부 (2015). *수학과 교육과정*. 교육부 고시 제2015-4호 [별책 8].
- Ministry of Education (2015). *Mathematics curriculum*. Ministry of Education Notice No. 2015-4 [Appendix 8].
- 교육부 (2022). *수학과 교육과정*. 교육부 고시 제2022-33호 [별책 8].
- Ministry of Education (2022). *Mathematics curriculum*. Ministry of Education Notice No. 2022-33 [Appendix 8].
- 권점자 (2003). *초등학교 학생들의 수학불안 요인에 관한 연구*. 진주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Gweon, J. (2003). *A study on the causes of mathematics anxiety in the primary school students* [Master's thesis, Graduate School of Education, Jinju National University of Education].
- 김미란·송영무 (2006). 수학적 의사소통으로서 수학일지 쓰기를 통한 고등학생의 수학적 태도에 관한 사례연구. *한국학교수학회논문집*, **9(1)**, 77-92.
- Kim, M., & Song, Y. (2006). As mathematical communication, case study about mathematical attitude of high school students through mathematical journal writing. *Journal of the Korean School Mathematics*, **9(1)**, 77-92.
- 김보영·김민경 (2003). 초등수학에서 쓰기 활동이 수학적 개념 이해 및 의사소통 능력에 미치는 영향. *교육과학 연구*, **34(1)**, 55-72.
- Kim, B., & Kim, M. (2003). Effects of writing activities in elementary mathematics on communication and understanding of mathematical concept. *Journal of Educational Studies*, **34(1)**, 55-72.
- 김혜정·정동권 (2008). 초등학교 수학 학습부진아의 수학일지쓰기 활동 효과. *과학교육논총*, **21(1)**, 7-19.
- Kim, H., & Chung, D. (2008). The effect of mathematics journal writing of elementary school mathematics underachievers. *The Bulletin of Science Education*, **21(1)**, 7-19.
- 나귀수·박미미·김동원·김연·이수진 (2018). 미래 시대의 수학교육 방향에 대한 연구. *수학교육학연구*, **28(4)**, 437-478.
- Na, G., Park, M., Kim, D., Kim, Y., & Lee, S. (2018). Exploring the direction of mathematics education in the future age. *The Journal of Educational Research in Mathematics*, **28(4)**, 437-478.
- 박현숙 (2000). *수학과 평가도구로서 수학일지 쓰기의 개발과 그 적용 효과 분석*. 서울교육대학교 교육대학원 석

사학위논문.

- Park, H. (2000). *Development of mathematics journal writing as an evaluation tool and the analysis of the effect of mathematics journal writing* [Master's thesis, Graduate School of Education, Seoul National University of Education].
- 박현숙 · 구혜영 (2011). 수학동화를 이용한 일지쓰기 활동이 수학교과학습부진아의 수학적취도와 수학 학습태도에 미치는 영향. *특수아동교육연구*, **13(1)**, 243-263.
- Park, H., & Ku, H. (2011). The effects of the journal writing using the math fairy tales on the academic achievement and learning attitude in mathematics of elementary math underachievers. *The Journal of Special Children Education*, **13(1)**, 243-263.
- 서민희 · 김경희 · 이재원 · 전성균 · 김슬비 (2021). *TIMSS 2019 결과 및 변화 추이 심층 분석(연구보고 RRE 2021-5)*. 한국교육과정평가원 .
- Seo, M., Kim, K., Lee, J., Jeon, S., & Kim, S. (2021). *Comprehensive analysis on the results of TIMSS 2019 and its trends (Research Report RRE 2021-5)*. Korea Institute for Curriculum and Evaluation .
- 양현수 (2018). 수와 연산 영역에서의 수학일지 쓰기 활동이 초등학교 3학년 학생들의 수학적 성향과 수학적 의사소통 수준에 미치는 영향. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- Yang, H. (2018). *The effect of mathematical journal writing activity in numbers and operation area on mathematical disposition and mathematical communication level to third grade elementary students* [Master's thesis, Graduate School of Ewha Womans University].
- 양현수 · 김민경 (2018). 수학일지 쓰기 활동이 초등학생의 수학적 성향과 수학적 의사소통 수준에 미치는 영향: 3학년 수와연산 영역을 중심으로. *수학교육*, **57(3)**, 247-270.
- Yang, H., & Kim, M. (2018). A study on the mathematical disposition and communication level in process of applying mathematical journal writing to the 3rd graders in a mathematics classroom. *The Mathematical Education*, **57(3)**, 247-270.
- 연영만 (2004). 수학적 의사소통 능력 신장을 위한 수학일지 쓰기 지도 방안. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Yeon, Y. (2004). *Mathematics journal writing guidance method to enhance mathematical communication ability* [Master's thesis, Graduate School of Education, Gyeongin National University of Education].
- 이소라 · 구예리 (2020). 중학교 학생을 위한 수학불안 검사 개발 연구. *한국학교수학회논문집*, **23(4)**, 469-489.
- Lee, S. & Koo, Y. (2020). A study on the development of mathematical anxiety test for middle school student. *Journal of the Korean School Mathematics*, **23(4)**, 469-489.
- 이숙희 · 김진환 (2004). 수학적 의사소통으로서 수학일지 쓰기가 중학생의 수학적 태도에 미치는 영향. *수학교육 논문집*, **18(1)**, 157-171.
- Lee, S., & Kim, J. (2004). The effects of math journal writing as mathematical communication on middle school students' mathematical attitudes. *Communications of Mathematical Education*, **18(1)**, 157-171.
- 이종희 · 김선희 (2002a). 수학적 의사소통. 교우사.
- Lee, C., & Kim, S. (2002a). *Mathematical communication*. Kyowoo.
- 이종희 · 김선희 (2002b). 수학적 의사소통의 지도에 관한 실태 조사. *학교수학*, **4(1)**, 63-78.
- Lee, C., & Kim, S. (2002b). Investigation of present state for teaching mathematical communication. *School Mathematics*, **4(1)**, 63-78.
- 이종희 · 김선희 · 채미애 (2001). 수학적 의사소통 능력의 평가 기준 개발. *수학교육학연구*, **11(1)**, 207-221.
- Lee, C., Kim, S., & Chae, M. (2001). The assessment rubric development of mathematical communication ability. *The Journal of Educational Research in Mathematics*, **11(1)**, 207-221.

- 이지영 (2013). 초등학생의 수학적 모델링 적용과정에서 나타나는 정당화와 의사소통에 관한 연구 : 5학년 수와 연산을 중심으로. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- Lee, J. (2013). *A Study on justification and communication in process of applying mathematical modeling to elementary students : with priority given to 5th grades' number and operation* [Master's thesis, Graduate School of Ewha Womans University].
- 이지영 · 김민경 (2016). 초등학생의 수학적 모델링 적용과정에서 나타나는 의사소통에 관한 연구: 5학년 수와 연산을 중심으로. 수학교육, **55(1)**, 41-71.
- Lee, J. & Kim, M. (2016). A study on the communication in process of applying mathematical modeling to children in elementary mathematics classroom. *The Mathematical Education*, **55(1)**, 41-71.
- 임상미 (2006). 수학문제풀이 말하기 활동이 수학불안 감소에 미치는 영향. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Lim, S. (2006). *Effects of problem-solving speaking activities on mathematics anxiety reduction* [Master's thesis, Graduate School of Education, Seoul National University of Education].
- 정다운 (2015). 초등 수학 수업에서 설명식 쓰기 활동이 수학적 의사소통에 미치는 영향. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Jung, D. (2015). *The influences of expository writing on mathematical communication in math class*. [Master's thesis, Graduate School of Education, Seoul National University of Education].
- 정윤우 (2016). 수학일지쓰기를 통한 초등학교 6학년 수학 학습부진아의 정의적 특성 변화. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Jung, Y. (2016). *The changes in affective characteristic of 6th grade student with underachievement in mathematics after writing mathematics journal* [Master's thesis, Graduate School of Education, Gyeongin National University of Education].
- 조영준 (2010). 초등수학교실에서 나타난 수학적 의사소통 유형분석. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Cho, Y. (2010). *Analysis of pattern of mathematical interaction occurring in the elementary school mathematics classrooms* [Master's thesis, Graduate School of Education, Seoul National University of Education].
- 조현자 · 강완 (2012). 쓰기와 읽기 중심의 의사소통 활동이 수학 학습에 미치는 영향. 한국초등교육, **23(3)**, 127-143.
- Cho, H. & Kang, W. (2012). Influences of mathematical communication-centered teaching focused on writing and reading. *The Journal of Korea Elementary Education*, **23(3)**, 127-143.
- 최지윤 (2019). 수학일지쓰기 활동이 수학학습부진학생의 수학적 표현 능력 및 수학적 태도에 미치는 영향. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Choi, J. (2019). *The effects of using mathematics journal writing activity on mathematical representation ability and mathematical attitude to low-achieving students in mathematics* [Master's thesis, Graduate School of Education, Seoul National University of Education].
- 허성은 (2010). 수학 일지쓰기를 활용한 수학학습이 수학 학습부진아의 연산능력 및 학습태도에 미치는 영향. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Huh, S. (2010). *The effects of mathematics learning through the mathematical journal writing on computation abilities and learning attitudes for low-achieving students in mathematics* [Master's thesis, Graduate School of Education, Seoul National University of Education].
- 허혜자 (1996). 數學不安 要因에 關한 研究 : 高等學生을 中心으로. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- Heo, H. (1996). *A study on antecedents of mathematics anxiety: focusing on high school students* [Doctoral thesis, Seoul National University].

- 현위경 · 최근배 (2012). 수학일지쓰기를 통한 학업성취도와 정서적 특성의 변화 및 수학일지 쓰기 양상 분석. 초등교육연구, **16**, 169-196.
- Hyun, W., & Choi, K. (2012). Analysis of change of scholastic achievement & affective characteristic and aspect of mathematics journal writing activities. *Elementary Education Research*, **16**, 169-196.
- Borasi, R., & Rose, B. J. (1989). Journal writing and mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, **20(4)**, 347-365.
- Burns, M. (1995). *Writing in math class: A resource for grades 2-8*. Math Solutions.
- Byrd, P. G. (1982). *A descriptive study of mathematics anxiety: Its nature and antecedents*. Indiana University.
- Miller, L. D. (1991). Writing to learn mathematics. *The Mathematics Teacher*, **84(7)**, 516-521.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (2006). *Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: A quest for coherence*. Author.
- P21 (2015). *Framework for 21st century learning*. Partnership for 21st Century Skills. Retrieved from <http://www.p21org/index.php>
- Smith, J. L. (1996). Journals in the classroom: Writing to learn. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, **40(2)**, 155.

The effects of mathematics journal writing on mathematics anxiety and mathematical communication in 6th grade elementary school students

Yu, Dong Hoon

Hambak Elementary School

E-mail : hoonyoo77@hanmail.net

Choi, Inyong[†]

Seoul National University of Education

E-mail : mathriller@snu.ac.kr

This study aims to investigate the impact of mathematical journal writing activities on sixth-grade students' mathematics anxiety and the 'writing' aspect of mathematical communication. For this purpose, 27 sixth-grade students participated in 14 sessions of mathematical journal writing activities while learning division with fractions and decimals. Mathematics anxiety was measured using a questionnaire, with pre- and post-test results statistically analyzed. Mathematical communication in the 'writing' domain was quantitatively measured using an analytical framework to track changes in levels. Additionally, 13 students were interviewed to examine the impact of journal writing on mathematics anxiety and mathematical communication in more detail. The study found that among the four main factors of mathematics anxiety, there was a significant reduction in the subject-specific and environmental factors. The average levels of 'expression' and 'explanation' in the 'writing' domain of mathematical communication gradually increased, with specific teacher feedback supporting improvements in students' communication levels. Based on these findings, the study suggests implications for the use and guidance of mathematical journal writing activities in school settings.

* 2020 Mathematics Subject Classification : 97U10

* Key words : mathematics journal, mathematical communication, mathematics writing, mathematics anxiety

[†] corresponding author