

문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수가 읽기-수학 공존학습장애 학생들의 수학 문장제 문제해결력에 미치는 효과*

김 유 주** (부산대학교 석사)

김 자 경*** (부산대학교 교수)

〈요 약〉

연구목적: 본 연구의 목적은 읽기-수학 공존학습장애 학생을 대상으로 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수를 통해 수학 문장제 문제해결력에 미치는 효과를 알아보는 것이다. **연구방법:** 초등학교 3학년 읽기-수학 공존학습장애 3명을 대상으로 문장 구조 바꾸기와 도식을 이용한 문제해결 단계(FOPS)를 결합한 문장제 문제 해결 프로그램으로 3개의 문장제 의미구조 유형에 따른 수학 문장제 문제해결 중재를 실시하였다. 중재는 총 16회기 동안 주 3회 진행되었으며 대상자 간 중다 간헐 기초선 설계를 사용해 기초선, 중재, 유지 단계의 자료를 수집하였다. **연구결과:** 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수를 통한 수학 문장제 문제해결 중재가 3명의 대상 학생 모두에게 효과적이었음이 확인되었고, 이 같은 효과는 중재 종료 후에도 유지되었다. **결론:** 문제이해 과정에 초점을 맞춘 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수는 읽기-수학 공존학습장애 학생들의 수학 문장제 문제해결 향상을 위한 효과적인 중재임을 알 수 있다.

〈주제어〉 읽기-수학 공존학습장애, 문장제 문제해결력, 문장 구조 바꾸기, 도식 기반 교수

* 이 논문은 제 1저자의 2023학년도 석사 학위 논문을 정리·수정 한 것임.

** 제 1저자

*** 교신저자 (jakyoun@pusan.ac.kr)

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

수학은 실생활에서 마주하는 여러 수학적 문제 상황을 논리적인 사고를 통해 합리적으로 해결하는 문제해결 능력과 태도를 기르는 교과이다(교육부, 2015). 수학교육에서 문제해결은 미국수학교사협의회(National Council of Teacher's of Mathematics: NCTM)가 '1980년대의 학교수학을 위한 행동 강령 권고안(An agenda for action: Recommendations for school mathematics of the 1980s)'을 통해 문제해결이 학교 수학의 초점이어야 함을 권고하면서 본격적으로 논의되기 시작하였다. 우리나라에서도 문제해결의 중요성은 1981년에 고시된 제 4차 교육과정 이후부터 꾸준히 강조되었고, 2015년 개정 수학 교육과정에서는 '생활 주변의 여러 가지 사물과 현상을 수학적으로 탐구하여 실생활의 문제를 합리적으로 해결하는 능력과 태도'를 목표로 세우며 문제해결을 6대 핵심역량 중 하나로 규정하였다(교육부, 2015). 이처럼 수학교육은 수학과 관련한 다양한 현상과 일상생활 문제를 학교에서 배우는 수학과 연결하여 적용하는 문제해결력 향상을 요구하고 있다.

수학 문제해결력 향상을 위해 학교 현장에서 가장 일반적으로 사용되고 있는 것은 수학 문장제(word problem)이다(구슬이, 신진숙, 2019). 수학 문장제는 수를 포함하여 일상생활과 관련한 소재의 이야기 형태로 서술되어진 문제로, 언어적인 요소와 수학적 요소를 모두 포함하며 상황 속의 여러 관계를 파악해야 하는 종합적인 사고력이 필요하기 때문에 문제해결을 기르는 데 도움이 된다(강화나, 백석운, 2009; 김소연, 김수영, 2015). 수학 문장제는 문제해결력을 길러주기에 적합한 방법이지만 동시에 학생들이 가장 어려워하는 문제 유형이기도 하다(김영국 등, 2000). 수학 문장제 문제해결에 큰 어려움을 겪고 있는 대상은 수학학습장애 학생들로, 특히 수학학습장애의 하위 유형으로 문제해결 수학장애가 따로 구분될 만큼 문장제 문제해결에 심각한 어려움을 갖는 학생이 상당수에 이른다(박애란, 김애화, 2010).

수학학습장애 학생들이 수학 문장제 문제해결에 어려움을 갖는 이유로는 주어진 문제를 이해하는 것부터 문제 내 주어진 다양한 정보들에서 문제해결을 위한 핵심적인 정보만을 파악하는 것, 각 조건들 사이의 관계성을 이해한 뒤 알맞은 수식으로 나타내는 것 등 여러 과정에서 어려움을 보이기 때문이다(김경량, 2013; 김동일, 고헌정, 조영희, 2014). 특히 문제를 이해하기 위해 필요한 읽기 능력은 문장제 문제해결에 중요한 변인이 되는데(김동일 등, 2013a; 정세영, 김자경, 2010), 기본 과목에 해당하는 읽기와 수학 영역 모두에서 결함을 보이는 읽기-수학 공존학습장애 학생들은 문장제 문제해결에 더 심각한 문제를 겪는다(김동일 등, 2013b). 이들의 경우 글을 전략적으로 읽는 것부터 어렵기 때문에 내용 탐지가 되지 않고(Vaughn, Gersten, & Chard, 2000) 이로 인해 제시된 문제 속 관계를 이해하거나 내용을 추론하는 데에 부족함을 보이며 문제해결 과정에 곤란을 겪는다.

수학 문장제 문제해결에 관한 많은 연구 중 ‘Polya의 문제해결 단계’는 문제해결력 향상을 돕는 가장 대표적인 방법으로, 문제 이해(understanding), 계획 수립(planning), 계획 실행(carrying out), 반성 및 오류수정(looking back) 네 단계로 나뉜다(Polya, 2004). 문제 이해, 즉 문장제 문장을 이해한 후 문제에서 주어진 조건과 구하려는 것 사이의 관계를 파악하는 것이 문제해결 단계의 첫 번째 절차이며, 문제를 정확하게 이해하지 못하면 나머지 단계 수행에 영향을 주어 문제해결에 실패하게 된다(장혜원, 강운지, 2022). 따라서 문제해결을 위한 문제이해 단계가 매우 중요하다고 볼 수 있다. 여러 연구에서도 수학 문장제에서 오류를 범하는 주 이유가 문제이해 부족으로 인한 문장제의 정보 해석상의 오류라는 사실이 밝혀지면서(이병옥, 안병곤, 2008; 정소윤, 이대현, 2016; 강운지, 2022) 문제해결을 위한 문제이해과정의 효율적인 교수 방법이 필요함을 강조하고 있다.

문장제의 정보 해석상의 오류가 발생하는 이유를 살펴보면, 첫째 문장의 길이, 문법적 복잡성과 같이 문장 구조와 관련된 요인들이 문제이해 단계에서 오류를 유발시키기 때문이다(강운지, 백석운, 2020; 정소윤, 이대현, 2016). 해결해야 하는 문제의 문장 길이나 구조가 지나치게 복잡하게 구성된 경우에 문제에서 요구하는 것을 정확하게 이해하지 못하고, 문제를 해결하기 위해 필요한 정보를 바르게 찾지 못하는 것이다(강운지, 2022). 따라서 학생들이 이와 같은 언어적 능력의 미숙으로 수학 문장제를 해결하지 못하는 경우가 없도록 문장 구조를 단순화하여 문제의 의미를 이해할 수 있는 교수가 이루어지는 것이 중요하다. 선행연구들은 문제이해 과정에서 문장 구조 바꾸기 전략의 사용이 일반학생 뿐만 아니라 수학학습부진 학생의 수학 문제해결력 향상에 도움이 된다고 하였다(강화나, 백석운, 2009; 김희진, 2019; 이진옥, 김수연, 이영연, 2010). 이들 연구는 복문으로 제시된 문장제를 단문 구조로 변형하는 문장 바꾸기 전략을 사용하여 문제를 보다 쉽게 읽고 이해할 수 있게 하였다. 문장 구조 바꾸기 전략은 문장제 내 불필요한 언어 요소에 따른 어려움을 해소함으로써, 읽기-수학 공존학습장애 학생들의 수학 문장제 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 주리라 기대할 수 있다.

둘째, 문장제의 의미 구조에 대한 이해 부족 때문이다(이병옥, 안병곤, 2008; Jitendra et al., 2017). 이를 해결하기 위해서는 특정 유형의 도식을 활용하여 문장제의 의미구조를 파악하고 표상하는 과정이 필요한데, 이 때 사용되는 교수법이 도식 기반 교수이다(나경은, 2009; 노승림, 김은경, 2011; 홍점숙, 방명애, 2014). 도식 기반 교수는 도식을 활용하여 의미구조, 즉 문제 유형을 파악하기 위해 시각화하여 표현하는 방법으로(윤금설, 김애화, 2021) 문제 내 주어진 것과 구하려는 것이 어떻게 서로 연결되어 있는지 수량적 관계에 대한 이해력을 높이고, 정확한 수식을 세울 수 있게 하여 성공적인 문제해결에 도움을 준다(이창호, 정정희, 홍희주, 2017; Clausen et al., 2021). 도식 기반 교수는 학습장애 학생들을 대상으로 효과가 검증된 것은 물론이고(나경은, 2009; Peltier et al., 2021) 자폐성 장애, 경도 지적장애, 경계선 지능 등 다양한 장애 유형에게도 효과적인 교수법으로 밝혀졌다(서은지, 김은경, 노승림, 2016; 신현정, 최승숙, 2021).

학습장애 중 한 가지 이상의 영역에서 어려움을 보이는 공존장애가 50% 이상으로 높은 비율을

차지하며(Pennington, McGrath, & Peterson, 2019), 이들은 단일영역 학습장애 학생들보다 문장제 문제해결에서 훨씬 심각한 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다(김동일 등, 2013b; 정세영, 김자경, 2010). 읽기-수학 공존학습장애 학생들은 숫자와 시각적인 정보를 처리하는 작업기억, 낮은 읽기 성취에 기초가 되는 언어적인 결함을 보이고, 이러한 언어 이해력의 부족으로 문제에 내포된 정보 간의 상호관계를 분석하지 못하여 문장제 문제해결에 어려움을 보인다(김동일 등, 2013a; Jordan & Hanich, 2000). 정세영과 김자경(2010)은 수학 문장제 수행 능력이 읽기와 수학 공존장애 유무와 연관되어 있음을 밝히고 있다. 하지만 읽기와 수학 공존학습장애에 대한 국내연구는 최근 10년 동안 거의 이루어지지 않고 있다. 또한 오랫동안 수학 문장제 문제해결력에 관한 연구는 문제이해 과정의 중요성을 간과한 채 학생들의 부족한 수학적 능력에만 초점이 맞추어진 하나의 교수법만 실시되었다. 한편 문장제 문제해결력 증진을 위한 중재의 효과를 위해서는 다양한 전략을 복합적으로 사용해야 한다(Zheng, Flynn, & Swanson, 2012). 특히 읽기와 수학 문제를 동시에 갖는 읽기-수학 공존학습장애 학생들에게는 이들의 복합적인 특성을 반영한 다전략 접근이 더욱 더 필요하다. 즉, 읽기-수학 공존학습장애 학생의 읽기이해 측면의 어려움을 해결하기 위해 문장 구조를 단순화하여 문제의 의미를 이해할 수 있는 문장 구조 바꾸기 전략을 적용함과 동시에 문장제 의미구조 유형을 파악하여 시각적으로 표현하는 도식 기반 교수를 함께 병행할 필요가 있다.

수학 문장제는 1학년 2학기 교육과정부터 제시되기 시작하는데 문장제 문제해결에 관한 연구는 학습에 어려움이 누적된 고학년(4, 5, 6학년)을 대상으로 진행된 것이 대다수였다(배정아, 박현숙, 2001; 서화자, 조정연, 김성선, 2009). 그러나 수학 문장제 문제해결력 성취 효과크기는 저학년에서 크고, 저학년에 형성된 수학개념은 고학년까지 유지된다는 선행연구(김동일 등, 2014; 하정숙, 김자경, 2017)를 통해 수학 문장제 문제해결 중재가 조기에 이루어질 필요가 있음을 시사한다. 하지만 저학년(2, 3학년) 수학학습장애 학생을 대상으로 한 국내 덧셈과 뺄셈 문장제 중재 연구는 이태수와 유재연(2006)의 연구 1편 외에는 찾아보기 힘들며, 수학학습부진이나 수학학습장애 위험군을 대상으로 한 연구가 주를 이루고 있다(김경량, 2013; 김은정, 2021; 백은정, 김자경, 김혜원, 2023). 한편, 읽기-수학 공존학습장애 또는 위험군 학생을 대상으로 수학 문장제 문제해결력을 살펴본 연구들이 소수 진행되었지만, 주로 이들 학생의 문제해결 능력과 특성을 조사하였다(김동일 등, 2013a; 정세영, 김자경, 2010). 읽기-수학 공존학습장애 학생을 대상으로 중재의 효과를 알아본 연구는 하정숙과 박종호(2013)가 유일하며, 핵심어 전략을 포함한 직접교수를 적용하여 그 효과를 검증하였다. 하지만 읽기이해에 어려움을 가진 읽기-수학 공존학습장애 학생의 경우, 핵심어 전략만으로는 부족할 수밖에 없으며 읽기이해를 도와주는 전략의 적용이 필요하다. 이에 본 연구는 저학년에 해당하는 3학년 읽기-수학 공존학습장애 학생을 대상으로 문제이해 과정을 돕기 위한 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수를 명시적으로 교수함으로써 수학 문장제 문제해결력에 미치는 효과성을 검증하고자 한다.

2. 연구문제

본 연구의 목적에 따른 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수가 읽기-수학 공존학습장애 학생들의 덧셈과 뺄셈 문장제 문제해결력에 미치는 효과는 어떠한가?

둘째, 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수를 통해 향상된 읽기-수학 공존학습장애 학생들의 덧셈과 뺄셈 문장제 문제해결력은 중재가 종료된 후에도 유지되는가?

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 B시 소재 초등학교 3학년에 재학 중인 읽기-수학 공존학습장애 학생 3명을 연구 대상으로 진행하였다. 읽기-수학 공존학습장애 선정기준은 한국학습장애학회(2013)가 제안한 학습장애 선정 조건에 따라 다음과 같이 적용하였다. 연구 참여 학생의 구체적인 정보 및 특성은 <표 1>에 제시하였다.

첫째, 한국 웨슬러 아동 지능검사(K-WISC-V) 결과, 지능지수(IQ)가 70 이상

둘째, 기초학습능력검사(NISE-B·ACT)의 읽기검사에서 백분위 점수가 16%ile 이하

셋째, 기초학습능력검사(NISE-B·ACT)의 수학검사에서 백분위 점수가 16%ile 이하

넷째, 다른 장애를 중복으로 가지지 않은 학생

다섯째, 대상자 본인과 대상자의 부모가 연구 참여에 동의한 학생

2. 평가도구

1) 수학 문장제 문제해결력 평가

본 검사지는 2015 개정교육과정 2, 3학년 수학 교과서(수학, 수학 익힘) 분석과 선행연구(배정아, 박현숙, 2001)를 참고하여, 의미론적 측면에서 비슷한 유형의 문항들로 연구자가 제작 및 변환하였다. 문제 유형은 연구자가 현행 교과서 ‘덧셈과 뺄셈’ 단위 내 빈도 분석을 실시하여, 결합형(combine), 변화형(change), 비교형(compare)으로 구분하여 문항을 구성하였다. 미지수의 위치 분석 결과 결합형의 결과 미지수($A+B=\square$)가 약 42%, 변화형의 결과 미지수($A-B=\square$)가 약 20%, 비교형의 결과 미지수($A-B=\square$)가 약 22%로 ‘결과 미지수’의 빈도가 가장 높아 ‘ $A+B=\square$ ’, ‘ $A-B=\square$ ’와 같은 식으로 구성하였다. 비교형의 경우 ‘결과 미지수’ 유형이 ‘차이량 미지수’, ‘비교대상(는) 미

〈표 1〉 연구 참여 학생 정보

학생명		대상 A	대상 B	대상 C
학년 및 성별		3학년/F	3학년/F	3학년/M
K-WISC-V		83	110	78
NISE-B · ACT (읽기)	백분위	7%ile	14%ile	2%ile
	학력지수	학습지체	학습지체	학습지체
	학년기준	초 1-2학기	초 2-1학기	초 1-2학기
NISE-B · ACT (수학)	백분위	8%ile	13%ile	3%ile
	학력지수	학습지체	학습지체	학습지체
	학년기준	초 1-2학기	초 1-2학기	유치원-2학기
산술능력	학년기준	초 3-1학기	초 2-2학기	초 2-1학기
읽기/수학 학업적 및 행동적 특성		• 문제가 길어지면 금방 포기하기도 하고, 문제를 이해하지 못해 연산 결정에 오류가 많음 • 자신이 푼 문제에 자신이 없고 답이 맞는지 교사에게 확인하며 지속적으로 의존함 • 연산 실수는 거의 없으나 종종 손가락을 사용하여 연산함	• 문제가 길어지거나 내용을 이해하기 어려울 때 끝까지 읽지 않고 덧셈으로 연산을 결정하려는 경향이 있음 • 문제에 제시된 숫자를 수식으로 옮겨 적을 때 잘못 적는 실수가 많음 • 학습상황에서 매우 낮은 흥미와 자신감을 보임	• 읽기에서 오류 수정이 많으며 특히 서술어를 그대로 읽지 않고 읽기 쉬운 어휘나 어미의 형태로 바꾸어 읽음 • 끝까지 읽지 않고 무조건 덧셈으로 연산을 결정하려는 경향이 있음 • 산만한 행동이 두드러지지는 않으나 집중을 유지하는 시간이 제한적임

지수', '비교기준(보다) 미지수'로 나뉘는데 초등학교 2, 3학년 교과서 분석 결과 '비교대상(는) 미지수'와 '비교기준(보다) 미지수' 유형의 문제는 약 3%로, 거의 제시되지 않아 본 연구에서는 제외하였다. 정리하자면 본 연구는 결합형($A+B=\square$), 변화형($A-B=\square$), 비교형($A-B=\square$) 세 유형을 다루었으며, 문장제 유형 내 사용되는 연결어미는 '∼고, ∼는데, ∼면' 3가지이고, 연산 난이도는 받아 올림과 받아 내림이 없는 '세 자릿수' 덧셈과 뺄셈, 받아 올림과 받아 내림이 있는 '세 자릿수' 덧셈과 뺄셈으로 한정하여 구성하였다. 문장제의 기본 유형은 〈표 2〉와 같다.

문장제 문제해결력 검사지는 기초선, 중재, 유지 검사에서 모두 쓰이는 평가도구로, 위의 기준에 따라 분류한 결합형, 변화형, 비교형 문제를 각 5개씩 총 15문항으로 구성하여 문항 당 맞으

면 1점, 틀리면 0점으로 부여하였다. 제작된 검사지에 대해 경력 5년 이상의 특수교육 전공교사 1명과 수학교육을 전공한 일반 초등교사 1명에게 문항 적합성을 검토 받았다. 문장의 명료성, 문제 유형의 적합성, 문제 연산의 난이도, 답의 명확성에 관한 문항들에 대해 Likert 5점 척도로 평정 받았으며, 그 결과 평균 4.8점으로 적합성이 검증되었다.

〈표 2〉 수학 문장제 문제해결력 평가지 예시

의미론적 구조	미지수 위치	문제	연산
결합형	결과 미지수 ($A+B=\square$)	학생들이 키보드 체험에 138명 참가하고, 자동차 체험에 123명 참가하였습니다. 체험에 참가한 학생은 총 몇 명일까요?	덧셈
변화형	결과 미지수 ($A-B=\square$)	바다에서 해달 375마리가 해엄치고 있었는데 그 중에서 224마리가 배에 올라탔습니다. 바다에 남아있는 해달은 몇 마리일까요? 온유는 보라색 테이프 584cm를 가지고 있습니다. 그 중에서 129cm를 박스에 붙이기 위해 사용했다면 남은 테이프의 길이는 몇 cm일까요?	뺄셈
비교형	차이량 미지수 ($A-B=\square$)	연자공원에 튼튼이 846송이 피었고, 민들레가 415송이 피었습니다. 튼튼은 민들레보다 몇 송이 더 많을까요?	뺄셈

2) 회기별 형성평가지

문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수 중재 동안에 연구 참여자가 해당 목표유형과 중재전략을 얼마나 인식하고 학습하였는지 알아보기 위해 회기별 형성평가를 실시하였다. 회기별 형성평가지는 현행 교육과정 2, 3학년 교과서(수학, 수학 익힘) 분석을 통해 목표와 수준에 맞도록 중재에서 사용하였던 문제와 동형으로 제작하였으며, 매 회기마다 중재의 마지막에 평가를 실시하였다. 문제는 회기별 문장제 목표 유형(결합형, 변화형, 결합형+변화형, 비교형, 결합형+비교형, 변화형+비교형, 결합형+변화형+비교형)으로 나누어 진행하였다. 회기별 형성평가지는 총 7문항씩이며 채점 기준은 맞으면 1점, 틀리면 0점으로 성취준거인 80% 이상의 성취를 나타내면 다음 회기로 넘어갔다. 이때 연구 참여자가 문제를 푸는 과정은 맞았으나 연산에서 실수한 경우에는 연산을 위한 기회를 한번 더 제공하였고, 80% 이상의 성취율을 보이지 않을 때에는 중재 차시가 1회기 추가되었다. 제작된 회기별 형성평가지는 경력 5년 이상의 특수교육 전공교사 1명과 수학교육을 전공한 일반 초등교사 1명에게 타당성을 검증받았다. 검증 결과 평균 4.9점으로 나타났고, 수정 및 보완 과정을 거쳐 연구 대상자에게 실시하였다.

3. 연구 설계

문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수가 문장제 문제해결 능력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 대상자간 중다간헐기초선 설계(multiple probe design across participants)를 적용해 기초선-중재-유지 단계의 순서로 진행하였다. 연구기간은 2023년 5월부터 2023년 10월까지 진행되었으며 주 3회씩 6주 동안 개별적인 공간에서 일대일로 진행되었다.

1) 기초선

기초선 단계에서는 중재 시작 전 대상 학생들의 문장제 문제해결 수준을 파악하기 위해 수학 문장제 문제해결력 평가를 실시하였다. 세 명의 학생 모두 같은 시기에 기초선 1회기를 측정하고, 학생 A의 기초선이 안정되어 중재에 들어간 후 학생 B, C의 기초선 자료를 간헐적으로 수집하였다.

2) 중재

대상 학생 A의 기초선 자료가 연속 3회기 이상 안정성을 보이면 중재를 실시하였으며, 대상 학생 A의 문제 정답 점수가 3회기 이상 중재 효과가 보이면 대상 학생 B에게 중재를 시작하였고, 대상 학생 C에게도 동일하게 적용하였다. 도입-전개-정리 순으로 40분간 진행되었으며 도입단계에서는 이전 회기에서 배운 내용에 대해 복습하는 시간을 가졌고, 전개단계에서는 해당 회기의 문제 유형을 확인한 후 문장 구조 바꾸기와 도식을 이용한 문제해결 단계(FOPS) 절차에 따라 매 회기 당 1~3개의 문장제를 학습하였다. 1~3회기는 결합형을, 4~6회기는 변화형을, 7~8회기는 결합형과 변화형 2개의 유형을 섞어 제시하였다. 그런 다음 9~11회기는 비교형을, 12회기는 결합형과 비교형 문제를, 13회기는 변화형과 비교형을 제시하였다. 14~16회기는 결합형, 변화형, 비교형 3가지 문장제 유형을 모두 제시하였다. 정리단계에서는 해당 회기의 목표 문제 유형을 풀기 위한 문제해결 절차 및 전략에 대해 정리한 후, 마지막으로 회기별 형성평가를 실시하여 성취준거인 80% 이상의 성취율을 보일 경우 다음 회기로 넘어갔다. 본 연구에서 사용된 문장제 문제해결 중재 절차는 아래와 같으며, 매 회기마다 총 2단계의 중재 절차를 동일하게 실시하였다.

(1) 1단계: 문장 구조 바꾸기

본 연구의 문장제 문제해결 중재의 1단계는 문장 구조 바꾸기 전략으로, 복문으로 구성된 문장을 한 문장씩 끊어서 단문으로 문장 구조를 바꾸는 것이다. 본 연구에서는 연구 참여 학생들이 수학 문장제의 내용을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 이진옥 등(2010)의 연구에서 사용된 구조 바꾸기 전략을 수정·보완하여 사용하였다. 문장 구조 바꾸기는 문제읽기 단계와 문제이해 단계로 나뉘는데 문제 읽기 단계의 첫 번째는 끊어 읽기로, 각 회기에서 제시된 문제를 읽고 문제 내 문장을 길게 만드는 ‘연결어미(~고, ~는데, ~면)’를 확인하여 밑줄(_) 치고 밑줄 친 단어 뒤에 빗금(/)을 그

으며 문장이 나뉘짐을 인지할 수 있게 한다. 두 번째는 구조 바꾸기로 빗금으로 나눈 문장을 ‘종결어미(~다)’를 이용하여 단문으로 바꿔 적는다. 중재에 사용된 문장 구조 바꾸기 예시는 <표 3>과 같다.

<표 3> 회기 내 단계별 활동 예시

단계	활동	학습 내용
문제 읽기	문제 읽기	1. 문제를 소리 내어 읽는다. 2. 제시된 문장제 내 복문 구조를 끊을 수 있는 연결어미(~고, ~는데, ~면)에 밑줄(_)을 친다. 3. 밑줄 친 단어 뒤에 빗금(/)을 그으며 문장을 나눈다. (예: 공룡 박물관에 방문한 사람은 아침에 22명이고 / 저녁에 7명입니다. 오늘 공룡 박물관에 방문한 사람은 총 몇 명일까요?)
	문제 이해	1. 빗금으로 나눈 문장을 종결어미 ‘~다’를 이용하여 간단한 단문 구조 형식으로 바꾸어 적거나 읽는다. (예: 공룡 박물관에 방문한 사람은 아침에 22명입니다 / 저녁에 7명입니다 / 오늘 공룡 박물관에 방문한 사람은 총 몇 명일까요?)

(2) 2단계: 도식 기반 교수

본 연구의 문장제 문제해결 중재 프로그램의 2단계는 도식 기반 교수로, 본 연구에서는 연구 참여 학생들이 문제를 읽고 해당 문제에 포함하는 정보들을 다이어그램 도식으로 표상한 후 수식을 정하여 문제를 해결하는 단계이다. 본 연구에서는 Jitendra와 Hoff(1996)의 결합형, 변화형, 비교형 도식을 수정 및 보완하여 활용하였고, 3가지 유형의 문제에 따라 Jitendra 등(2007)의 도식을 이용한 문제해결 단계(FOPS; F-find the problem type, O-organize the information in the problem using the diagram, P-plan to solve the problem, S-solve the problem)를 적용하여 연구자가 1단계부터 4단계까지 수업지도안을 작성하여 사용하였다. 각각의 유형을 제시할 때에는 Jitendra와 Hoff(1996)의 도식 모형을 포함하고 결합형은 쌍쌍바(초코 아이스크림), 변화형은 체리, 비교형은 완두콩이 그려진 일러스트 그림(크기 20×13cm)을 함께 제공하여 학생들이 도식 그림과 이름을 시각적으로 쉽게 기억하게 하여 그릴 수 있도록 하였다. 도식을 이용한 문제해결 단계(FOPS)는 <표 4>와 같고, 중재에 사용된 도식은 <부록>에 제시하였다.

1단계는 ‘문제의 유형 찾기’로, 연구자가 문제를 읽어주면 학생이 문제를 크게 따라 읽고, 주요 단어와 해당 숫자를 찾아 표시한 후 문제의 유형을 변별하여 말한다. 단, 문제의 특정 주요 단어가 항상 문제 유형과 일치하는 것이 아닐 수 있으므로 학생들에게 이에 대해 유의할 것을 언급하였다. 2단계는 ‘문제의 정보를 다이어그램에 조직화하기’로, 어떤 유형의 문장제인지 결정하여 적절한 도식을 선택하고, 도식에 숫자를 적는 과정이다. 3단계는 ‘문제해결 계획하기’로, 다이어그램에 적힌

〈표 4〉 도식을 이용한 문제해결 단계(FOPS) 지도

단계	문제해결	학습 내용		
1단계	문제의 유형 찾기	문제의 주요 단어와 해당 숫자를 찾아 표시한 후 문제의 유형을 변별한다.		
		결합형	변화형	비교형
		모두, 총, 합	중, 남은, 준	~은/는 ~보다, ~보다 ~더
2단계	문제의 정보를 다이어그램에 조직화하기	* 문제의 표상단계 ① 문제 유형에 따른 도식을 제공하고, 학생은 따라 그린다. ② 문제에서 찾아낸 정보를 다이어그램에 옮겨 쓴다.		
	문제해결 계획하기	다이어그램에 있는 정보를 보고 덧셈과 뺄셈 중 연산을 결정하여 수학적식으로 바꾼다.		
4단계	문제해결하기	① 수학적식을 풀이하여 답을 쓴다.		
		② 계산이 바르게 되었는지 확인한다.		

수를 보고 덧셈과 뺄셈 중 연산을 결정하여 수식으로 바꾼다. 4단계는 ‘문제해결하기’로, 결정한 수식을 풀이하여 답을 쓰고 자신이 풀이한 계산이 바르게 되어있는지 검산하는 시간을 가진다.

중재의 모든 단계는 시범, 안내된 연습, 독립된 연습 순으로 진행하였다. 시범은 연구자의 모델링 후 참여자가 따라하는 방식으로 진행했고, 안내된 연습은 참여자가 어려워하는 부분에서 연구자가 단서를 주며 즉각적인 피드백을 제공하였다. 독립된 연습은 안내된 연습과 동일한 과정으로 진행하되, 단서나 즉각적 피드백은 제공하지 않고 주어진 문제를 스스로 해결하도록 하였다.

3) 유지

문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수에 관한 수학 문장제 문제해결 중재 후 연구 대상자의 수학 문장제 문제해결력이 얼마나 유지되고 있는지 평가하기 위해 기초선 및 중재 과정과 동일한 조건으로 중재 종료 1주 후 1주일 간격으로 2회에 걸쳐 실시하였다.

4. 자료 분석 및 처리

연구자가 제작한 수학 문장제 문제해결력 평가 15문항을 한 문항 당 1점씩 계산하여 평균과 범위를 제시하였으며, 대상 학생별 기초선, 중재, 유지 단계의 평가 결과를 직관적으로 이해할 수 있도록 그래프로 나타냈다. 또한 중재 구간의 자료점 수치가 기초선 구간의 최고점 수치보다 높은 횟수를 비율로 나타낸 PND(Percent of Non-overlapping Date) 값을 산출하여 중재에 대한 효과 크기를 분석했다. PND 값은 중재 단계에서 기초선 단계의 가장 높은 점수보다 증가한 회기 수를 모두 더한 후 이것을 중재 단계 총 회기 수로 나눈 값에 100을 곱하여 구하였다. PND 값이 90% 이

상일 경우 매우 효과적이라 볼 수 있으며, 70~90% 구간일 경우 효과적, 50~70% 구간일 경우 작은 효과, 50% 미만일 경우 효과가 없는 것 해석할 수 있다(Chen et al., 2016).

5. 중재충실도

본 연구의 중재충실도를 확인하기 위해 모든 중재 회기를 비디오로 녹화하였고, 사전에 중재의 목표와 내용에 대한 설명을 들은 특수교육학 석사 1인이 평가하였다. 중재 회기에 대한 구체적인 활동 지도안을 작성하여 평가자에게 제공하였고, 전체 회기 중 무작위로 선정된 20%에 해당하는 중재 녹화본을 시청하며 중재 실시 여부를 기록하도록 하였다. 평가문항은 총 10문항으로 각 문항에 대한 응답 형식은 3점 척도로 구성하였으며, 중재가 계획대로 잘 수행되었으면 2점, 일부만 수행되었으면 1점, 전혀 수행되지 않았으면 0점으로 평가하도록 하였다. (응답한 점수/전체 점수) × 100으로 계산하여 산출하였으며, 평가 결과 95%로 나타났다.

6. 사회적 타당도

본 연구에서 적용된 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수의 사회적 타당도 검증을 위해 연구 참여 학생 3명을 대상으로 총 5개의 문항에 대해 Likert 5점 척도(5점: 매우 그렇다, 4점: 그렇다, 3점: 보통이다, 2점: 그렇지 않다, 1점: 전혀 그렇지 않다)로 평가받았다. 사회적 타당도 체크리스트는 ① 수학 문장제를 이해하는 데 도움이 되었다, ② 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수를 배우는 과정이 재미있었다, ③ 이전에는 어려웠던 수학 문장제에 대해 더 잘 알게 되었다, ④ 앞으로 수학 문장제를 접했을 때 잘 해결할 수 있을 것 같다, ⑤ 이 수업을 다른 친구에게도 소개해주고 싶다 문항으로 구성되었다. 사회적 타당도는 (문항별 점수의 합/문항 수) 식으로 계산하였으며 그 결과 학생 A는 3.8점, 학생 B는 4.2점, 학생 C는 5점, 평균 4.3점으로 나타났다. 학생 A는 한 문항에서 낮은 점수를 주었는데, 수업 내용이 어려워 다른 사람에게는 추천하지 않는다고 평가하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수가 읽기·수학 공존학습장애 학생들의 수학 문장제 문제 해결력 향상에 미치는 효과

1) 수학 문장제 문제해결력 성취 수준 변화

〈표 5〉와 〈그림 1〉과 같이, 연구 참여 학생들의 수학 문장제 문제해결력은 중재를 통해 기초선

〈표 5〉 실험 구간별 문장제 문제해결력 성취 수준

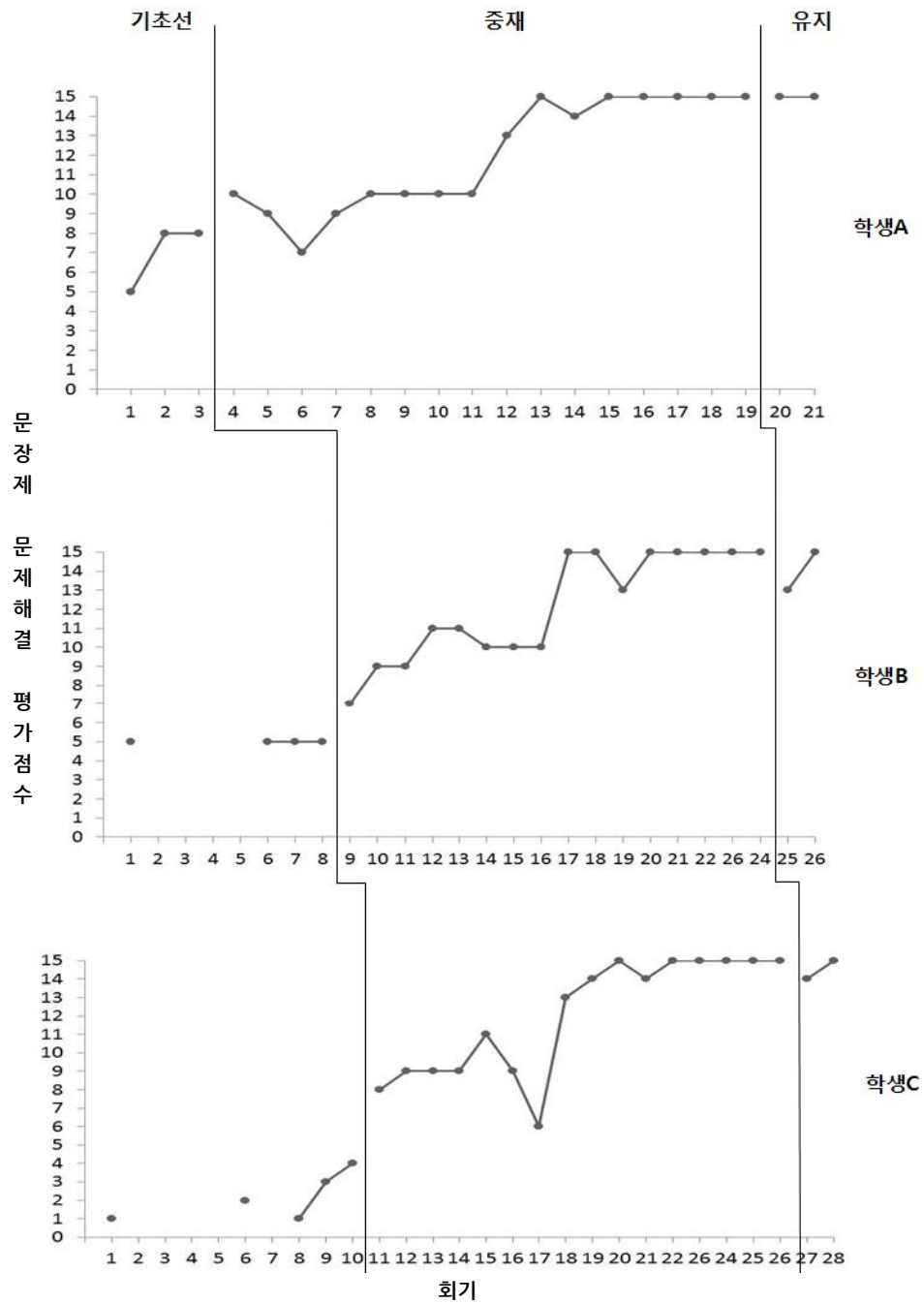
		학생 A	학생 B	학생 C
수준(범위)	기초선	7(5~8)	5(5)	2.2(1~4)
	중재	12(7~15)	12.2(7~15)	12(6~15)
	유지	15(15)	14(13~15)	14.5(14~15)
PND	기초선-중재	93.8	100	100
	기초선-유지	100	100	100

에 비해 중재 단계에서 향상된 결과를 나타냈다. 참여 학생별로 결과를 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 학생 A의 단계별 수학 문장제 문제해결력 평균을 비교해 보면 기초선 단계에서는 평균 7점으로 46.7%의 성취율을 보였으나, 중재 단계에서 평균 12점으로 80%의 향상된 성취율을 나타냈다. 또한 기초선과 중재 단계 간 PND 값은 93.8%로 중재가 ‘매우 효과적’인 것으로 나타났다. 학생 B의 단계별 수학 문장제 문제해결력 평균을 비교해 보면 기초선 단계에서는 평균 5점으로 33.3%의 성취율을 보였으나, 중재 단계에서 평균 12.2점으로 81.3%의 향상된 성취율을 나타냈다. 또한 기초선과 중재 단계 간 PND 값은 100%로 중재가 ‘매우 효과적’인 것으로 나타났다. 학생 C의 단계별 수학 문장제 문제해결력 평균을 비교해 보면 기초선 단계에서는 평균 2.2점으로 14.7%의 성취율을 보였으나, 중재 단계에서 평균 12점으로 80%의 향상된 성취율을 나타냈다. 또한 기초선과 중재 단계 간 PND 값은 100%로 중재가 ‘매우 효과적’인 것으로 나타났다.

2) 중재 단계 회기별 형성평가 결과

매 회기 중재가 끝난 후 형성평가를 실시하여 연구 참여 학생의 숙달 정도를 확인하였다. 총 16 회기의 형성 평가 실시 결과 학생 B는 모든 회기에 80% 이상의 성취기준에 도달하며 안정적인 학습이해도를 보여주었다. 한편 학생 A와 C는 단 한 회기(13회기)의 형성평가에서 80% 성취기준을 통과하지 못하였고, 안정적인 숙달 수준에 도달하지 못하였다고 판단되어 13회기 중재를 한 번 더 실시하였다. 13회기 목표 유형은 뺄셈 연산인 변화형+비교형을 다룬 것으로, 문제해결 단계에서 문장의 구조를 바꾸는 연결어미를 찾고 단문으로 바꾼 후 중요한 단어를 찾아 유형을 변별하는 단계 까지 가능하였으나 도식을 결정할 때 문제 유형과 다른 도식을 그려 오답처리 되었다. 1회기의 추가 중재를 실시 한 후 두 학생 모두 100점으로 성취기준을 통과하여 다음 회기로 넘어갈 수 있었다.



〈그림 1〉 문장제 문제해결력 변화

2. 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수가 읽기-수학 공존학습장애 학생들의 수학 문장제 문제 해결력 유지에 미치는 효과

본 연구는 중재의 효과가 종료 후에도 유지되는지 확인하고자 중재가 끝난 1주일 후 1주 간격으로 2회 평가를 실시하였다. 단, 학생 B의 경우 독감으로 인해 2주일 후 1주 간격으로 2회 실시하였다. 검사 결과, 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수를 통해 향상된 수학 문장제 문제해결력 성취는 중재 후에도 유지된 것으로 나타났다. 각 학생별로 살펴보면, 학생 A는 평균 15점으로 100%의 성취율, 학생 B는 평균 14점으로 93.3%의 성취율, 학생 C는 평균 14.5점으로 96.7%의 성취율을 보였으며, 유지 단계의 두 번째 평가에서는 세 학생 모두 15점 만점을 받았다. 기초선 단계 대비 유지 단계의 PND 값 또한 세 학생 모두 100%로 매우 큰 효과크기를 나타냈다.

IV. 논의 및 결론

본 연구는 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수를 실시하여 읽기-수학 공존학습장애 초등 저학년 학생의 수학 문장제 문제해결력에 미치는 효과를 검증하고자 하였다. 본 연구에서 도출된 연구결과에 대한 논의를 하자면 다음과 같다.

첫째, 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수는 읽기-수학 공존학습장애 학생들의 수학 문장제 문제해결력 향상에 효과적인 것으로 나타났다. 문장제를 해결함에 있어서 선행되어야 하는 것은 올바른 문제 이해인데(Polya, 2004), 읽기-수학 공존학습장애 학생들은 주어진 문제를 이해하기 위한 읽기 과정에서부터 어려움을 보인다(김동일 등, 2013a). 결국, 문제를 이해하지 못하면 주어진 내용 간의 관계를 이해하거나 문제를 수식으로 나타내는 모든 문제해결 과정을 처리할 수 없게 된다. 이러한 점에서 볼 때, 읽기-수학 공존학습장애 학생들의 성공적인 수학 문장제 문제해결을 위해서는 문제이해 과정에 초점을 둔 전략의 필요성이 대두된다. 본 연구에서는 매 회기 문제 읽기, 문제 이해 두 단계로 이루어진 문장 구조 바꾸기 전략과 문제의 유형 찾기, 문제의 정보를 다이어그램에 조직화하기, 문제해결 계획하기, 문제 해결하기와 같은 단계를 거치는 도식 기반 교수를 결합한 문제해결 프로그램을 구성하여 순차적으로 진행하였다. 이러한 단계를 통해 연구 참여 학생들은 문제의 내용을 이해한 후 문장제 의미구조 유형을 파악하여 그에 따른 적절한 연산을 결정할 수 있게 되었고, 이로 인해 문장제 문제해결력 향상을 가져왔다고 볼 수 있다.

본 연구에 참여한 학생들이 보인 중재 과정에서의 변화를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 학생 A는 기초적인 연산능력을 지니고 있어 계산 실수가 적었으며 빠르게 계산하는 편이었다. 그러나 중재 초반 문장 구조를 바꾸기 위해 끊어 읽는 과정에서 복문을 구성하는 연결어미를 식별하는 데 어려움을 보이고, 연결어미를 찾는 것에만 집중하여 문제 내용을 이해하지 않고 문제를 해결하려 하였

으며 이로 인해 연산 결정에 오류가 많았다. 이러한 오류는 중재 3회기에 두드러지게 나타나 낮은 점수를 보였다. 그러나 중재가 거듭될수록 문장을 길게 만드는 연결어미 3가지를 모두 식별할 수 있었으며 알맞은 종결어미로 변형하여 적거나 읽을 수 있었다. 전략 숙달 후에는 단문 형식의 짧은 문제로 바꾸어 읽으면서 보다 쉽게 문제의 의미를 이해할 수 있게 되었고, 단문 구조 문장제의 난이도가 쉽다고 말하며 문장제에 대한 부정적인 생각과 태도가 긍정적으로 변화하는 모습을 관찰할 수 있었다. 문장제를 풀 때 문장의 길이나 문법적 복잡성과 같은 언어적 요인이 문장 해석의 방해 요소로 작용하지 않게 해야 한다는 이병옥과 안병곤(2008), 강운지와 백석운(2020)의 주장대로, 읽기-수학 공존학습장에 학생들이 문장을 길게 만드는 요소를 찾아 구조를 단순하게 변형함으로써 문제를 쉽게 읽고 이해하게 되어 문장제 문제해결력에 긍정적인 영향을 미쳤음을 확인할 수 있다. 이는 일반학생을 대상으로 한 선행연구(김희진, 2019)에서 단문 구조의 문장제로 문제를 풀 때 내용의 이해와 문제해결 전략 수립이 쉬워 문장제 문제해결력에 긍정적인 영향을 미친다고 밝힌 바와 동일하다. 또한 문장의 구조를 바꾼 후 문제 이해력이 높아져 수학학습부진 초등학생들의 문제해결에 긍정적인 영향을 가져왔다고 한 이진옥 등(2010)의 연구와 일치하는 결과이다. 이러한 결과를 미루어 볼 때, 본 연구에서도 문제이해에 초점을 맞춘 문장 구조 바꾸기를 제공함으로써, 읽기-수학 공존학습장에 학생들의 수학 문장제 문제해결력의 향상을 가져온 것으로 사료된다.

수학학습장에 학생들은 누적된 학습 실패 경험으로 수학에 흥미를 느끼지 못하여, 무기력한 태도와 낮은 학습 동기를 가진다(김동일 등, 2009). 학생 B 역시 이러한 특성을 보이며 문제 자체를 끝까지 읽지 않으려 하였고, 문제에 제시되는 특정 단어를 보며 관련한 이야기를 하려고 하는 등 문장제 풀이를 회피하며 수업에 집중하지 못하였다. 또한 제시된 특정 숫자에 의존하여 문제를 해결하려는 경향을 보였으며, 문제의 해당 숫자를 이용해 수식으로 만들 때 숫자를 잘못 옮겨 적는 실수가 많았다. 중재가 진행되면서 학생 B는 도식을 이용한 문제해결 단계(FOPS)를 통해 주요 단어와 숫자를 찾아 표시하여 도식에 숫자를 적었고, 이를 통해 연산을 결정하여 식을 적는 과정에서 실수하지 않고 숫자를 그대로 옮겨 적을 수 있게 되었다. 학습상황에서 매우 낮은 흥미와 참여도를 보였던 중재 이전과 달리 중재 후 문장제 문제해결 성공의 경험이 찾아지면서 높은 집중력을 보였고, 전략 순서나 방법이 틀렸을 경우 빠르게 수정하며 풀이를 스스로 점검하는 등 문제해결에 적극적인 모습을 보였다. 학생 B는 문제의 어떤 정보를 보고 어떤 연산으로 결정하여 식을 세워야 하는지 몰라 하나의 연산을 임의로 결정하여 계산했던 중재 이전에 비하여, 본 연구의 문장제 문제해결 교수에 높은 호기심과 흥미를 보이며 문제해결을 시도하고, 실제로 정답으로 이어진 문항 수가 훨씬 증가한 것을 알 수 있다.

학생 C는 문장 구조 바꾸기와 도식을 이용한 문제해결 단계(FOPS)의 순서를 외우는 데에 비교적 오랜 시간이 소요되었으며, 순서를 정확히 외우지 못하여 중요한 숫자에 체크하는 단계를 생략하거나 찾은 정보를 도식 안에 올바르게 넣지 못하는 모습을 보이며 전략 적용에 어려움을 겪었다. 중재 7회기는 결합형과 변화형 두 가지를 동시에 학습하는 회기로 학생 C의 점수가 급격히 감소하

였다. 이는 감기로 인해 5일 만에 중재가 이루어진데다가 문제해결 전략을 제대로 회상하지 못한 영향이 컸다. 수학학습장애 학생들은 수학 교수 동안에 주의집중이 어렵고, 문장제 문제해결의 복합적인 단계를 기억 못하는 등 정보처리 요소들의 어려움이 있다(Lerner & Johns, 2011). 이러한 특성은 높은 인지적 조작 능력을 요구하는 문장제 문제해결 학습과 연관되어 있는데(Fuchs et al., 2008) 상대적으로 낮은 지능을 지닌 학생 C가 이러한 이유로 문제해결 전략을 떠올리지 못한 것으로도 추측할 수 있다. 그러나 본 연구에서 사용된 문장제 문제해결 중재프로그램은 매회기 도입부분에서 이전 차시에 대한 복습을 진행함과 동시에 좀 더 세분화한 문제해결 중재절차를 사용하여 단계적, 체계적으로 학습할 수 있도록 제공되었다. 이러한 문제해결 교수의 학습을 반복하니 전략을 기억해낼 수 있었고, 이후부터는 각 과정을 순서대로 풀이하며 숙달된 모습을 보였다. 전략 사용이 익숙해짐에 따라 문제 풀이 시 혼잣말로 다음 단계를 읊조리거나 올바른 도식의 이름을 떠올리기 위해 중얼거리는 등 풀이 과정을 떠올리며 문제를 해결하였다. 특히 학생 C는 지능, 읽기, 수학 수준이 다른 대상 학생에 비해 상당히 낮은 편이고 기초선에서 매우 낮은 성취 수준을 보였지만 중재, 유지 단계에서 괄목할 만한 큰 향상을 보였다. 이는 학습장애 및 학습부진 학생들에게 학습 목표 및 개념에 대한 자세한 설명, 연구자의 직접적인 모델링과 즉각적인 피드백, 반복적인 연습을 제공하는 명시적 교수로 실시할 때 수학 문장제 문제해결의 효과성이 높아진다고 보고한 선행연구와 맥을 같이한다(Cook et al., 2020).

둘째, 문장 구조 바꾸기와 도식 기반 교수 중재가 끝난 후에도 읽기-수학 공존학습장애 학생들의 향상된 수학 문장제 문제해결력은 유지되는 것으로 나타났다. 선행연구에 따르면(Jitendra et al., 2002), 학습장애 학생들의 수학 문장제 문제해결 기술 습득이 성공적으로 이루어지는데 필요한 중재 횟수가 12회라고 하였다. 본 연구에서도 문장제 문제해결 프로그램을 16회기로 구성하였고, 이로 인해 문장제 문제해결 교수의 효과를 유의미하게 이끌었던 것으로 해석할 수 있다. 또한 중재와 유지 검사 사이의 기간으로 4주가 제안되는데(Xin & Jitendra, 1999) 본 연구는 1주라는 짧은 시간 간격으로 실시한 점이 연구의 유지 검사 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다.

종합해보면, 본 연구는 문제이해 과정을 통한 문제해결 교수를 저학년 읽기-수학 공존학습장애 학생들에게 적용하여 효과를 검증했다는 점에 의의가 있다. 이상의 결과를 토대로 후속 연구를 위한 제언을 하자면 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 초등학교 3학년 읽기-수학 공존학습장애 학생 3명만을 대상으로 중재가 실시되었다. 이러한 결과를 읽기-수학 공존학습장애 전반에 대한 결과로 일반화하기에는 어려움이 있으므로 추후 연구에서는 더 많은 읽기-수학 공존학습장애 학생들을 대상으로 하여 중재의 효과를 비교해 볼 필요가 있다. 또한 본 연구는 중다 간헐 기초선 설계를 적용하였는데, 학생 C의 기초선 단계 안정성 확보와 학생 B의 중재 시작 시점 결정에서 이 설계의 조건에 부합하는 오류가 있었다는 제한점이 있다. 둘째, 본 연구에 사용된 문장제 문제 유형은 ‘결합형, 변화형, 비교형’ 3가지 유형만 포함하였고 미지수의 위치 또한 ‘결과 미지수’로 한정하여 제시하였다. 학년이 증가하면 하나 이상의 문제 유형을 적용하는 복합형(결합형-비교형, 변화형-변화형)을

포함하여, 결합형, 변화형, 비교형으로 분류되지 않는 기타 유형과 같은 다양한 문장제 유형이 나타난다. 따라서 학년별 제시되는 다양한 문장제의 유형과 미지수의 위치를 고려하여 중재의 효과성을 살펴볼 필요가 있다. 셋째, 본 연구의 문장제 문제해결력 평가지는 수식 성립과 연산의 정답을 따로 구분하지 않고 채점하였다. 본 연구는 문장제를 해결할 때 연산 기술의 부족으로 오답하는 가능성을 배제하고자 기초 연산이 가능한 학생들로 선정하였다. 하지만 이들 학생의 연산 실수가 비교적 많았다. 향후 문제이해 과정을 통한 문제해결력의 효과성을 살펴볼 때 정답을 도출해내는 과정인 수식 성립과 계산 점수를 구분하여 중재 효과를 살펴볼 필요가 있다.

참고문헌

- 강운지 (2022). 초등 수학 교과서의 문장제에 대한 실제적 맥락 관점에서의 분석. *초등수학교육*, 25(4), 297-312.
- 강운지, 백석운 (2020). 초등 수학 교과서의 수학 용어 정의 및 문장제에 사용된 표현의 문장 복잡성 비교 분석. *한국초등수학교육학회지*, 24(2), 231-257.
- 강화나, 백석운 (2009). 수학 문장제의 문장 구조에 따른 초등학생의 문제해결 반응 비교 분석. *수학교육학연구*, 19(1), 63-80.
- 교육부 (2015). 2015 개정 특수교육 기본 교육과정 평가 방안. 국립특수교육원.
- 구슬이, 신진숙 (2019). 수정된 도식기반전략교수가 중등도 지적장애 초등학생의 뺄셈 문장제 문제해결력에 미치는 효과. *특수아동교육연구*, 21(3), 141-166.
- 김경량 (2013). 표상전략교수가 수학학습부진아의 문장제 해결력에 미치는 효과. *대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 김동일, 고은영, 정소라, 이유리, 이기정, 박중규, 김이내 (2009). 국내 학습장애 연구의 동향 분석. *아시아교육연구*, 10(2), 283-347.
- 김동일, 고혜정, 김이내, 백서연, 이해린, 이기정 (2013a). 수학학습장애 위험군아동, 읽기, 수학공존 학습장애 위험군아동, 일반아동의 수학문장제 문제해결력 비교-수학 인지변인을 중심으로. *특수교육 저널: 이론과 실천*, 14(1), 1-21.
- 김동일, 고혜정, 신재현, 이기정 (2013b). 읽기·수학 공존장애 연구동향 분석. *특수교육재활과학연구*, 52(3), 381-399.
- 김동일, 고혜정, 조영희 (2014). 수학문장제 문제해결력 향상을 위한 중재 효과 분석 - 다층메타분석의 적용. *특수교육*, 13(3), 387-408.
- 김소연, 김수영 (2015). 유아 수학 문장제 문제해결력 검사도구 개발 및 유아 수학 문장제 문제해결력과 유아의 연령, 언어능력, 연산능력 간의 관계 연구. *유아교육연구*, 35(1), 113-134.

- 김영국, 임재훈, 박혜숙, 박규홍, 박기양, 박윤범 (2000). 학교 수학의 각 영역에 대한 선호도 연구. *수학교육*, 39(2), 127-144.
- 김은정 (2021). 표상전략 교수가 수학학습부진 학생의 덧셈과 뺄셈 문장제 문제해결에 미치는 영향. *증거기반교육연구*, 2(1), 37-60.
- 김희진 (2019). 수학 문장제의 수학내용외적 요소에 따른 학습자의 문제 이해 과정의 특성. 서울교육대학교 교육전문대학원 석사학위논문.
- 나경은 (2009). 학습장애 학생의 수학문장제 해결 기술에 대한 도식기반중재의 효과. *학습장애연구*, 7(1), 135-156.
- 노승림, 김은경 (2011). 직접교수를 적용한 도식기반 전략 교수가 자폐스펙트럼장애 학생의 문장제 문제 수행에 미치는 영향. *정서·행동장애연구*, 27(4), 359-388.
- 박애란, 김애화 (2010). 도식을 활용한 표상전략이 수학학습부진학생의 곱셈과 나눗셈 문장제 문제 해결에 미치는 효과. *학습장애연구*, 7(3), 105-122.
- 배정아, 박현숙 (2001). 도식 기반 인지-초인지 전략 교수를 통한 수학 문장제 문제 수행 효과 연구. *특수교육학연구*, 36(2), 1-20.
- 백은정, 김자경, 김혜원 (2023). 자기조절 전략교수가 수학학습장애 위험아동의 수학 문장제 문제해결에 미치는 효과. *특수교육논총*, 39(3), 167-191.
- 서은지, 김은경, 노승림 (2016). 도식화전략 교수가 자폐성장애 학생의 수학 문장제 문제 해결 수행에 미치는 효과. *특수아동교육연구*, 18(3), 243-268.
- 서화자, 조정연, 김성선 (2009). '문제풀이 전략'형 컴퓨터보조학습(CAI)이 수학학습장애 아동의 문장제 문제해결능력과 자기 효능감에 미치는 효과. *정서·행동장애연구*, 25(2), 269-300.
- 신현정, 최승숙 (2021). 그림 그리기 표상 기반의 인지-초인지 전략 교수가 경계선 지적 기능 아동의 수학 문장제 문제해결력에 미치는 효과. *특수교육교과교육연구*, 14(2), 1-21.
- 윤금설, 김애화 (2021). 구체물-반구체물-추상화 단계를 활용한 도식 기반 (schema-based) 문제해결전략 교수가 초등학교 6학년 수학학습부진학생의 비와 비율 (백분율) 문장제 해결력에 미치는 효과. *학습자중심교과교육연구*, 21(2), 583-611.
- 이병옥, 안병곤 (2008). 수학 문장제의 문장 구조와 해석상의 오류 분석-초등학교 2학년을 중심으로. *한국초등수학교육학회지*, 12(2), 185-204.
- 이진옥, 김수연, 이영연 (2010). 수학 학습부진아의 문장제 해결 능력 증진을 위한 숫자 바꾸기와 구조 바꾸기 전략의 효과 비교. *학습장애연구*, 7(1), 157-176.
- 이창호, 정정희, 홍희주 (2017). 시각적 문해 활동이 초등학교 저학년 수학적 문제해결력 및 시각적 문해력에 미치는 효과. *아동교육*, 26(1), 289-310.
- 이태수, 유재연 (2006). 의미구조에 따른 표상기법이 수학학습부진 및 수학학습장애 아동의 문장제 문제해결능력에 미치는 효과. *특수교육저널: 이론과 실천*, 7(2), 1-21.

- 장혜원, 강윤지 (2022). 명사화의 관점에서 수와 연산 영역의 교과서 문장제 분석. *초등수학교육*, 25(4), 395-410.
- 정소운, 이대현 (2016). 초등학교 2·3학년 학생들의 자연수의 덧셈과 뺄셈에 대한 문제해결 능력 분석. *초등수학교육*, 19(2), 127-142.
- 정세영, 김자경 (2010). 수학학습장애 아동의 읽기학습장애 동반 유무에 따른 수학 문장제 해결능력과 해결과정 비교. *특수교육 저널: 이론과 실천*, 11(2), 1-20.
- 하정숙, 김자경 (2017). 초등학교 저학년의 수학 자아개념, 수학 학습동기, 인지부하, 수학 학업성취간의 구조적 관계 분석. *학습자중심교과교육연구*, 17(13), 1-20.
- 하정숙, 박종호 (2013). 직접교수법을 활용한 핵심어 전략이 수학학습장애 위험아동, 읽기-수학 공존학습장애 위험아동, 일반아동의 수학 문장제 해결능력에 미치는 효과. *특수아동교육연구*, 15(3), 23-44.
- 한국학습장애학회 (2013). 학습장애학생 선정 조건 및 절차. 2013년 10월 한국학습장애학회 이사회 결정안.
- 홍점숙, 방명애 (2014). 도식기반 전략교수가 자폐성 장애학생의 수학 문장제 문제해결 수행에 미치는 효과. *정서·행동장애연구*, 30(3), 203-226.
- Chen, M., Hyppa-Martin, J. K., Reichle, J. E., & Symons, F. J. (2016). Comparing single case design overlap-based effect size metrics from studies examining speech generating device interventions. *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*, 121(3), 169-193.
- Clausen, A. M., Tapp, M. C., Pennington, R. C., Spooner, F., & Teasdell, A. (2021). A systematic review of modified schema-based instruction for teaching students with moderate and severe disabilities to solve mathematical word problems. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities*, 46(2), 94-107.
- Cook, S. C., Collins, L. W., Morin, L. L., & Riccomini, P. J. (2020). Schema-based instruction for mathematical word problem solving: An evidence-based review for students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 43(2), 75-87.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Stuebing, K., Fletcher, J. M., Hamlett, C. L., & Lambert, W. (2008). Problem solving and computational skill: Are they shared or distinct aspects of mathematical cognition?. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 30-47.
- Jitendra, A. K., DiPipi, C. M., & Perron-Jones, N. (2002). An exploratory study of schema-based word-problem-Solving instruction for middle school students with learning disabilities: An emphasis on conceptual and procedural understanding. *The Journal of Special Education*, 36(1), 23-38.

- Jitendra, A. K., Griffin, C. C., Haria, P., Leh, J., Adams, A., & Kaduvettoor, A. (2007). A comparison of single and multiple strategy instruction on third-grade students' mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology, 99*(1), 115-127.
- Jitendra, A. K., Harwell, M. R., Dupuis, D. N., & Karl, S. R. (2017). A randomized trial of the effects of schema-based instruction on proportional problem-solving for students with mathematics problem-solving difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 50*(3), 322-336.
- Jitendra, A. K., & Hoff, K. (1996). The effects of schema-based instruction on mathematical word problem solving performance of students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 29*(4), 422-431.
- Jordan, N. C., & Hanich, L. B. (2000). Mathematical thinking in second-grade children with different forms of LD. *Journal of Learning Disabilities, 33*(6), 567-578.
- Lerner, J. W., & Johns, B. H. (2011). *Learning disabilities and related mild disabilities (12th ed)*. Minneapolis: Wadsworth Cengage Learning.
- National Council of Teachers of Mathematics (1980). *An agenda for action: Recommendations for school mathematics of the 1980s*. Reston, VA: The Council.
- Peltier, C., Lingo, M. E., Autry, F., Deardorff, M. E., & Palacios, M. (2021). Schema-based instruction implemented under routine conditions. *Journal of Applied School Psychology, 37*(3), 246-267.
- Pennington, B. F., McGrath, L. M., & Peterson, R. L. (2019). *Diagnosing learning disorders: From science to practice*. New York: The Guilford Press.
- Polya, G. (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. New Jersey: Princeton University Press.
- Vaughn, S., Gersten, R., & Chard, D. J. (2000). The underlying message in LD intervention research: Findings from research syntheses. *Exceptional Children, 67*(1), 99-114.
- Xin, Y. P., & Jitendra, A. K. (1999). The effects of instruction in solving mathematical word problems for students with learning problems: A meta-analysis. *The Journal of Special Education, 32*(4), 207-225.
- Zheng, X., Flynn, L. J., & Swanson, H. L. (2012). Experimental intervention studies on word problem solving and math disabilities: A selective analysis of the literature. *Learning Disability Quarterly, 36*(2), 97-111.

Abstract

Effects of Sentence Structure Changes and Schema-Based Instruction on Mathematical Word-Problem Solving in Students with Reading and Mathematics Comorbid Learning Disabilities^{*}

Kim, Yu-Ju^{**}(Pusan National University)

Kim, Ja-Kyoung^{***}(Pusan National University)

Purpose: This study aimed to identify the effect on mathematical word-problem solving ability by changing sentence structure and providing schema-based instruction (SBI) to elementary school students with reading and mathematics comorbid learning disabilities (MDRD). **Method:** Three students who met the criteria for MDRD among students in the 3rd grade of elementary school in B city were subjected to mathematical word-problem solving interventions according to three sentence structure types through sentence structure change and SBI. The intervention was conducted thrice a week for 16 sessions, and its effectiveness was examined across participants using a multiple-probe design. **Result:** First, word-problem solving intervention through sentence structure change and SBI was effective in improving the mathematical word-problem solving ability of students with MDRD. Second, students with MDRD improved through sentence structure change and SBI maintained their mathematical word-problem solving skills even after the intervention was completed. **Conclusion:** The results of this study confirmed that sentence structure changes and SBI, which focus on the problem-understanding process, are effective interventions in sentence-based problem-solving education for students with MDRD.

Key words : reading and mathematics comorbid learning disabilities, word-problem solving, changing sentence structure, schema-based instruction

게재 신청일 : 2024. 01. 05

수정 제출일 : 2024. 01. 26

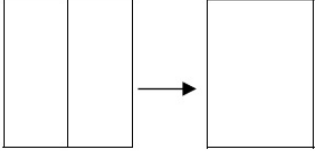
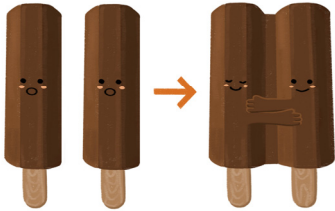
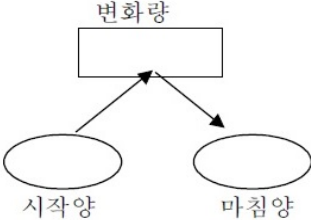
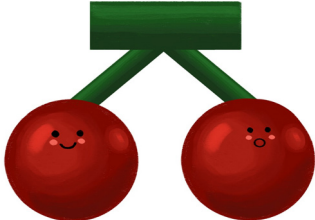
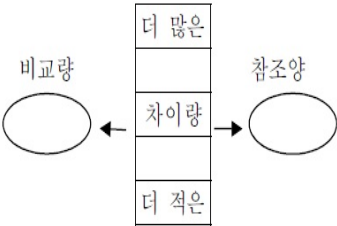
게재 확정일 : 2024. 01. 31

^{*} This study is based on the Master's thesis of the first author, 2023.

^{**} First author

^{***} Corresponding author(jakyoung@pusan.ac.kr)

<부록> 문장제 의미구조 유형에 따른 도식

문제 유형	주요 단어	도식 모형	일러스트 그림
결합형 (쌍쌍바)	모두, 총, 합	 더 작은 집합양 더 큰 집합양	
변화형 (체리)	중, 남은, 준	변화량  시작양 마침양	
비교형 (완두콩)	~은/는 ~보다, ~보다 ~더	비교량  참조양	