

초등학교 수학학습장애 학생의 연산 오류 특성

우 정 한*

대구사이버대학교, 교수

김 영 결

대구대학교, 강사

신 재 훈

대구침산초등학교, 교사

《요 약》

본 연구는 수학에서 가장 기초기능인 연산 영역에서 어려움을 겪고 있는 수학학습장애 학생들의 오류 분석을 통하여 그 유형과 차이를 살펴본 연구이다. 본 연구의 구체적인 목적은 첫째, 초등학교 수학학습장애 학생의 연산 영역별 오류유형의 특성과 학년 간 차이를 파악하고, 둘째, 초등학교 수학학습장애 학생의 하위 연산 영역별 오류의 특성과 학년 간 차이의 파악이다. 이를 위하여 D광역시 소재 초등학교 특수학급의 수학학습장애 4, 5, 6학년 학생 45명을 대상으로 하여 기초학습기능 수행평가체제-수학검사 도구를 사용하였다. 연구를 통하여 얻은 결과는 첫째, 연산 영역별 오류율에서는 나눗셈이 가장 높았고, 오류유형에서 덧셈 영역은 계산상 오류, 뺄셈에서는 받아올림/내림 오류, 곱셈은 결함 있는 알고리즘 오류, 나눗셈 영역에서는 무응답이 가장 많은 오류로 나타났으며, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 영역은 학년 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 둘째 하위 연산 영역별 오류에서 덧셈과 뺄셈 영역은 네자리수와 네자리수의 연산이, 곱셈은 두자리와 두자리수의 연산 오류가 가장 많았다. 이러한 결과는 초등학교 수학학습장애 학생들의 연산 오류유형과 특성에 대한 기초적인 정보를 제공하여, 연산 관련 교수·학습 프로그램의 구성과 지도에 도움을 제공할 수 있다.

주제어 : 수학학습장애, 연산, 오류유형

1. 연구의 필요성 및 목적

학습장애 학생 중 약 33%가 수학학습장애 학생으로 파악되고 있다(Miller, Bulter & Lee, 1988). 수학학습장애는 일반적으로 수학적 추리와 문제해결, 계산, 도형 등의 분야에서 학습장애를 보이는 학생으로(박성우 외, 2001), 평균학력은 최저성취수준 이상을 나타내며 수학교과에 있어서 학생 개개인의 잠재능력에 비하여 현저히 낮은 성취를 보

* 교신저자(wjh680@dcu.ac.kr)

이는 특성이 있다(유지영, 1989). 이들에게 보다 효과적인 교육서비스를 제공하기 위해서는 그들의 교육적 요구와 특성에 기초한 지도가 이루어져야 하는데, 특히 수학과 같은 위계적인 교과에 그 필요성이 더욱 높다고 할 수 있다.

수학학습장애 학생들의 교수-학습과 인지 영역에서의 특성을 살펴보면, 먼저 일반 학생들과 비교하여 상대적으로 교수-학습에 수동적인 관심과 참여 성향을 나타내고, 문제의 이해와 해결에 필요한 전략적 행동도 결핍되어 있다(Swanson, 1999). 그리고 수학적 기호나 간단한 용어에 대한 기억과 이해 능력에서부터 수학적 계산력과 추론 등에 이르기까지 부족하거나 어려움을 나타낸다(Bos & Vaughn, 2002). 그래서 수학학습장애 학생들은 사칙연산, 0의 개념, 재분류와 집합, 자릿값 등 기초적 수학 개념 획득이 상대적으로 어렵다 (Polloway & Potton, 1993). 이는 실제 문제풀이 과정에서 잦은 계산상의 오류로 이어지며, 문장제로 된 과제 해결에 어려움을 보인다. 이로 인하여 수학학습장애 학생들은 기초적인 연산 능력을 습득하거나 개발하지 못한 채 수학 수업에 참여하기도 하며, 일반 학생들보다 상위교육과정으로의 연속적 이행이 어려운 특성을 나타낸다.

수학의 여러 영역 중 연산 영역은 수를 더하고, 곱하고, 빼고, 나누는 등의 일련의 계산과정으로 문제해결을 포함한 수학 학습에서 가장 중요하면서 기초적인 영역이다 (McLaughlin & Lewis, 1986). 또한 연산 능력은 수학 이외의 사회과학과 과학과와 같은 다른 교과를 학습하는데 필요한 기초 기능으로, 특히 일상생활 관련 교수-학습의 진행에서 가장 기본적으로 갖추어야 할 요소이다. 기본적인 연산 능력을 바탕으로 기초 경제 활동, 예를 들어 돈의 개념 이해와 사용, 물건 구입, 저축, 분배 등의 활동이 가능하기 때문이다. 만약 이러한 기능이 현저히 떨어질 경우 성인이 되어 사회생활에서 어려움을 겪을 수 있기 때문에, 수학학습장애 학생들의 연산 능력과 관련한 교수-학습은 다른 교과 영역보다 더욱 체계적이고 지속적으로 이루어져야 한다.

수학학습장애 학생들의 연산 능력 향상과 관련 교수-학습프로그램을 제공하기 위해서는 연산 영역의 오류 분석이 기본적으로 선행되어야 하는데(이주영, 2006), 그 이유는 수학학습장애 학생들은 일정한 법칙과 규칙에 따라 결과를 도출하는 능력과 인지 전략 활용에 어려움이 있으며, 자기점검능력이 부족하기 때문에 같은 오류를 반복적으로 경험하기 때문이다. 따라서 수학학습장애 학생들의 연산 오류 분석은 수학과 교수-학습 전략 선정 및 프로그램의 수행을 위한 필수적인 요소라고 할 수 있다. 이와 더불어 수학학습장애 학생들의 연산 학습 과정에서 나타나는 오류의 파악은 개개 학생별 오류에 따른 적절한 피드백 제공, 문제 해결 과정에서 나타나는 불완전한 해결 전략의 이해와 오류 확인 과정에서 알 수 있는 결합적 사고 과정 등을 확인할 수 있기 때문에, 수학학습장애 학생들의 개별적 교수-학습프로그램 설계 및 제공에 초석적 역할을 한다.

그러나 수학학습장애 학생의 연산 영역 오류 관련 선행 연구는 초등학교 특수학급 아동의 연산 오류 유형분석(김현정, 2001), 초등학교 수학학습장애아와 일반아동의 연산 오류 유형 비교 연구(전영례, 2003) 등을 제외하곤 거의 없는 실정이다. 이들 연구 또한

연구대상자가 수학학습장애 아동이 아니거나 수학학습장애 아동의 선정이 특정 학교 중심으로 편중되어 있어 수학학습장애 학생들의 효과적인 지도를 위한 구체적인 오류 유형 및 특성 등에 관한 정보를 제공하기에는 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 수학학습장애 학생이 나타내는 연산 오류 유형과 그 차이를 살펴보고자 한다. 수학에서의 가장 기본적인 영역인 연산 영역의 오류 분석을 통하여 수학학습장애 학습장애들이 가지고 있는 현상과 부정확한 알고리즘을 밝힘으로써 수학 학습에 기초적인 토대를 다지고 보다 체계적이고 효과적인 지도를 위한 도움을 주고자 한다. 본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 초등학교 수학학습장애 학생의 연산 영역별 오류유형의 특성과 학년 간 차이를 파악한다.

둘째, 초등학교 수학학습장애 학생의 하위 연산 영역별 오류의 특성과 학년 간 차이를 파악한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

이 연구의 대상은 D광역시 소재 일반 초등학교 특수학급에서 수학학습장애로 특수교육서비스를 받고 있는 학생들을 대상으로 하였다. D광역시 4개 지역교육청의 특수학급 수를 고려하여 특수학급이 있는 초등학교 35개교(A·B·C 교육청 - 10개교씩, D교육청-5개교)를 편의표집하고, 본 연구에 동의한 총 30개교의 특수학급 담당교사가 재직 중인 특수학급의 수학학습장애 학생들을 대상으로 하였다.

본 연구의 수학학습장애 학생의 판별 기준은 -2 표준편차 이상의 지능을 지니고, 수학적 연산·추리 및 문제해결 등의 영역에서 기본기능 수행수준이 동일 연령집단(또래학년)보다 2년 이상 차이가 나는 학생으로, 시각장애·청각장애·정신지체·정서장애·문화적 기회 결핍 등에 의해 학력이 지체된 자는 제외하였다.

수학학습장애 학생들을 대상으로 기초학습기능 수행평가체제(BASA)-수학검사를 실시하였으며, 이 중 답변이 불성실한 자료들을 제외한 총 45명(4·5·6학년별로 15명)의 수학학습장애 학생들의 검사자료를 최종 자료로 선택하였다. 연구대상자의 구체적인 정보는 표 2.1과 같다.

<표 2.1> 연구대상자 정보

구 분 학 년	성 별			I Q			기초학습기능검사(셈하기)	
	N	남	여	N	M	SD	N	학년규준 평균
4	15	10	5	15	84.87	1.46	15	1.73
5	15	9	6	15	85.80	1.78	15	2.03
6	15	8	7	15	86.00	2.00	15	2.41
계	45	27	18	45	85.56	1.79	45	2.06

연구대상 수학학습장애 학생들의 성별은 남학생이 27명, 여학생이 18명으로 남학생이 여학생보다 많았다. IQ는 전체 평균이 85.56이었고 6학년(M=86.00), 5학년(M=85.80), 4학년(M=84.87)의 순으로 나타났다. 기초학습기능검사에서 셈하기의 학년규준 평균은 전체 평균이 2.06학년이고 학년별로는 6학년(M=2.41), 5학년(M=2.03), 4학년(M=1.73)으로 나타나 연구대상자의 수학 기본기능 수행수준은 또래학년부터 2년 이상 낮았다.

2. 연구 도구

본 연구의 연산 오류 특성을 분석하기 위한 검사도구는 기초학습기능 수행평가체제-수학검사(Basic Academic Skills Assessment-MATH: 김동일, 2006)이다. 기초학습기능 수행평가체제-수학 검사는 교육과정중심측정의 검사도구로 초등학교 1, 2, 3학년의 수학교과서와 수학의힘책을 분석하여 개발한 각 학년단계의 검사도구(I, II, III단계)와 통합단계의 검사도구로 구성되어 있는데, 이 검사도구의 신뢰도계수는 .73~.93으로 양호한 수준이다.

본 연구의 대상 학생들은 4학년 이상의 학생이기 때문에 III단계와 통합단계 검사를 특수학급 담당교사의 감독 하에 실시하였고, 시험 실시 시간은 각 단계별로 40분씩을 기본으로 하였으며 시간이 더 필요한 학생에게는 여분의 시간을 주었다. 검사지인 III단계와 통합단계 검사의 구체적인 연산 영역과 문항 수는 표 2.2와 같다.

<표 2.2> 검사도구의 연산 문항

구 분		3- I 단계	통합단계	계	비고
덧셈	한자리수+한자리수	2	2	4	-
	두자리수+한자리수	0	2	2	받아올림 1문항
	두자리수+두자리수	4	2	6	받아올림 3문항
	세자리수+세자리수	4	2	6	받아올림 3문항
	네자리수+네자리수	2	1	3	받아올림 3문항
소 계		12	9	21	-

구 분		3- I 단계	통합단계	계	비고
뺄셈	한자리수-한자리수	0	2	2	-
	두자리수-한자리수	2	2	4	받아내림 1문항
	두자리수-두자리수	2	2	4	받아내림 3문항
	세자리수-세자리수	2	2	4	받아내림 2문항
	네자리수-네자리수	2	1	3	받아내림 3문항
소 계		8	9	17	-
곱셈	두자리수×한자리수	2	1	3	-
	두자리수×두자리수	2	1	3	받아올림 1문항
	세자리수×한자리수	2	1	3	받아올림 3문항
	소 계	6	3	9	-
나눗셈	두자리수÷한자리수	6	3	9	나머지 있음 3문항
	소 계	6	3	9	-
전 체		32	24	56	-

3. 오류 유형 분류 기준 및 자료 처리

1) 오류유형 분류 기준

수학 학습장애 학생의 연산 오류 특성을 알아보기 위한 오류 분류 기준은 연산 오류유형 관련 선행연구들(김동일, 2006; 김현정, 2001; 전영례, 2003; Cox, 1975; Engelhardt, 1977)을 기초로 초등학교 특수학급 담당교사 5명과의 면담을 통하여 오류유형을 분류하였는데, 유형은 크게 체계적 오류, 부주의한 오류, 임의의 오류 그리고 무응답으로 분류하였다. 구체적인 오류유형과 내용은 표 2.3과 같다.

<표 2.3> 연산 오류유형과 오류내용

오 류 유 형		오 류 내 용
체 계 적	1. 잘못된 연산	<ul style="list-style-type: none"> 알맞은 연산이 아닌 다른 연산방법 사용한 경우 ① 덧셈을 뺄셈으로 계산 ② 뺄셈을 덧셈으로 계산 등
	2. 불완전한 연산	<ul style="list-style-type: none"> 알맞은 연산과정으로 시작했지만 중요한 단계를 생략하거나 중지한 경우
	3. 계산상의 오류	<ul style="list-style-type: none"> 기본적인 수 사실을 잘못 생각하거나 계산상에서의 오류
오 류	4. 결함 있는 알고리즘	<ul style="list-style-type: none"> 정해진 연산절차를 따르지 않아 발생한 오류 ① 계산 순서에 관계없이 계산하여 발생한 오류 ② 하나의 계산에서 연산 방법이 혼합된 것(예: 덧셈과 뺄셈 혼합) ③ 무조건 큰 수에서 작은 수를 뺀 경우 ④ 한 자리 수로 두 번 더하거나 두 번 뺀 경우 ⑤ 계산의 방향을 반대로 한 경우(왼쪽에서 오른쪽으로 계산)

오 류 유 형		오 류 내 용
5. 받아올림과 받아내림 오류		<ul style="list-style-type: none"> • 연산에서 받아올림 또는 받아내림과 관련된 오류 ① 받아올림, 받아내림을 해야 하는데 하지 않은 경우 ② 받아올림, 받아내림을 하지 않아야 하는데 한 경우 ③ 받아올림, 받아내림을 잘못된 경우 ④ 기타 받아올림, 받아내림과 관련된 오류수 등
6. 자리값의 오류		<ul style="list-style-type: none"> • 수 체계에 대한 잘못된 자리수 계산방법 사용하여 발생한 오류 ① 답을 잘못된 자리에 쓰는 경우
부주의한 오류		<ul style="list-style-type: none"> • 연산의 과정에서 부주의로 인한 오류 ① 실수로 계산을 틀림 ② 숫자 쓰기 오류(연산과정은 바르나 계산과정에서 부주의로 잘못 적은 숫자로 인해 발생한 오류) 등
임의의 오류		<ul style="list-style-type: none"> • 오류에서 체계성을 발견하지 못한 경우
무 응 답		<ul style="list-style-type: none"> • 응답하지 않음

2) 자료 처리

본 연구의 자료 처리는 첫째, 연산 영역(덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈)별 오류유형(체계적 오류의 세부 오류, 부주의한 오류, 임의의 오류, 무응답)과 하위 연산 영역(자리수별 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈)별 오류를 알아보기 위해 학년별 오류 빈도와 오류율(%)을 파악하여 분석하였다. 둘째, 학년 간 연산 영역별 오류유형과 하위 연산 영역별 오류의 차이를 알아보기 위해 일원변량분석을 실시하였고, 통계적으로 유의한 차이가 있는 경우에는 Tukey의 HSD 사후검증을 실시하였다. 자료 처리과정에서 통계처리를 위해 SPSS Win ver 12.0(한글판)을 사용하였다.

III. 연구결과 및 해석

1. 연산 영역과 오류유형

1) 전체 영역에서의 오류

덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 연산 영역의 오류유형에 따른 학년별 오류수와 오류율은 표 3.1과 같다.

<표 3.1> 오류유형에 따른 학년별 오류수 빈도(%)

구 분		4학년	5학년	6학년	계
덧셈	잘못된 연산	7(8.14)	2(4.76)	4(8.00)	13(7.30)
	불완전한 연산	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	계산상의 오류	22(25.58)	21(50.00)	18(36.00)	61(34.27)
	결함 있는 알고리즘	1(1.16)	2(4.76)	5(10.00)	8(4.49)
	받아올림/받아내림 오류	22(25.58)	9(21.43)	18(36.00)	49(27.53)
	자리값 오류	2(2.33)	2(4.76)	0(0)	4(2.25)
	부주의한 오류	0(0)	0(0)	1(2.00)	1(0.56)
	임의의 오류	15(17.44)	4(9.52)	4(8.00)	23(12.92)
	무응답	17(19.77)	2(4.76)	0(0)	19(10.67)
	계	86(48.31)	42(23.60)	50(28.09)	178(100.00)
				문항수 대비 오류율	18.84%
뺄셈	잘못된 연산	7(5.83)	6(9.38)	2(2.27)	15(5.51)
	불완전한 연산	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	계산상의 오류	32(26.67)	14(21.88)	23(26.14)	69(25.37)
	결함 있는 알고리즘	7(5.83)	10(15.63)	7(7.95)	24(8.82)
	받아올림/받아내림 오류	52(43.33)	26(40.63)	49(55.68)	127(46.69)
	자리값 오류	2(1.67)	0(0)	2(2.27)	4(1.47)
	부주의한 오류	1(0.83)	0(0)	2(2.27)	3(1.10)
	임의의 오류	5(4.17)	3(4.69)	2(2.27)	10(3.68)
	무응답	14(11.67)	5(7.81)	1(1.14)	20(7.35)
	계	120(44.12)	64(23.53)	88(32.35)	272(100.00)
				문항수 대비 오류율	35.56%
곱셈	잘못된 연산	13(13.27)	12(18.75)	11(22.45)	36(17.06)
	불완전한 연산	1(1.02)	0(0)	0(0)	1(0.47)
	계산상의 오류	5(5.10)	16(25.00)	10(20.41)	31(14.69)
	결함 있는 알고리즘	24(24.49)	16(25.00)	21(42.86)	61(28.91)
	받아올림/받아내림 오류	3(3.06)	0(0)	1(2.04)	4(1.90)
	자리값 오류	3(3.06)	1(1.56)	1(2.04)	5(2.37)
	부주의한 오류	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	임의의 오류	16(16.33)	8(12.50)	5(10.20)	29(13.74)
	무응답	33(33.67)	11(17.19)	0(0)	44(20.85)
	계	98(46.45)	64(30.33)	49(23.22)	211(100.00)
				문항수 대비 오류율	52.10%

구 분		4학년	5학년	6학년	계
나눗셈	잘못된 연산	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	불완전한 연산	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	계산상의 오류	18(14.52)	11(16.92)	5(8.20)	34(13.60)
	결함 있는 알고리즘	5(4.03)	6(9.23)	3(4.92)	14(5.60)
	받아올림/받아내림 오류	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	자리값 오류	3(2.42)	4(6.15)	4(6.56)	11(4.40)
	부주의한 오류	0(0)	0(0)	1(1.64)	1(0.40)
	임의의 오류	18(14.52)	5(7.69)	17(27.87)	40(16.00)
	무응답	80(64.52)	39(60.00)	31(50.82)	150(60.00)
	계	124(49.60)	65(26.00)	61(24.40)	250(100.00)
문항수 대비 오류율				61.73%	
전체		428(46.98)	235(25.80)	248(27.22)	911(100.00)
	문항수 대비 오류율				36.15%

표 3.1과 같이 문항수 대비 오류율에서는 나눗셈(61.73%)이 가장 많았고, 곱셈(52.10%), 뺄셈(35.56%), 덧셈(18.84%) 영역의 순이었고 전체 오류율은 36.15%로 나타났으며, 학년에서는 4학년(46.98%), 6학년(27.2%), 5학년(25.80%)의 순으로 나타났다.

덧셈 영역의 9가지 오류유형에서는 계산상의 오류가 34.27%로 가장 많았고, 다음으로 받아올림/받아내림 오류(27.53%), 임의의 오류(12.92%), 무응답(10.67%) 등의 순으로 나타났으며, 불완전한 연산에서는 오류를 보이지 않았다. 학년별로는 4학년이 48.31%로 오류가 가장 많았고, 5학년이 23.60%로 6학년의 28.09%보다 적은 오류를 보였다.

뺄셈 영역의 오류유형에서는 받아올림/받아내림 오류가 46.69%로 가장 많았고, 다음으로 계산상의 오류(25.37%), 결함 있는 알고리즘(8.82%), 무응답(7.35%) 등의 순으로 나타났으며, 불완전한 연산의 경우 오류를 보이지 않았다. 학년별로는 4학년이 44.12%로 오류가 가장 많았고 6학년(32.35%), 5학년(23.53%)로 덧셈과 마찬가지로 5학년이 6학년보다 적은 오류를 보였다.

곱셈 영역의 오류유형에서는 결함 있는 알고리즘이 28.91%로 가장 많았고 무응답(20.85%), 잘못된 연산(17.06%), 계산상의 오류(14.69%) 등의 순으로 나타났으며, 부주의한 오류에서는 연구대상자 모두 오류를 보이지 않았다. 학년별로는 4학년(46.45%), 5학년(30.33%), 6학년(23.22%)의 순으로 오류를 보였다.

나눗셈 영역의 오류유형에서는 무응답이 60.00%로 가장 많았고, 임의의 오류(16.00%), 계산상의 오류(13.60%), 결함 있는 알고리즘(5.60%) 등의 순으로 나타났으며, 잘못된 연산과 불완전한 연산 및 받아올림/받아내림 오류에서는 4, 5, 6학년 모두 오류를 나타내지 않았다. 학년별로는 4학년이 49.60%로 오류가 가장 많았고 5학년(26.00%),

6학년(24.40%)의 순으로 오류를 보였다.

2) 덧셈 영역에서의 오류

덧셈 영역의 오류유형에 따른 학년별 오류수를 비교 분석한 결과는 표 3.2와 같다.

<표 3.2> 덧셈 오류유형에 따른 학년별 오류수

구 분	4학년(N=15)		5학년(N=15)		6학년(N=15)		F
	M	SD	M	SD	M	SD	
잘못된 연산	.47	.74	.13	.35	.27	.46	1.43
불완전한 연산	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.
계산상의 오류	1.47	1.73	1.40	1.45	1.20	1.52	.12
결함 있는 알고리즘	.07	.26	.13	.35	.33	.62	1.52
받아올림/받아내림 오류	1.47	2.23	.60	.63	1.20	2.11	.90
자리값 오류	.13	.52	.13	.52	.00	.00	.50
부주의한 오류	.00	.00	.00	.00	.07	.26	1.00
임의의 오류	1.00	2.07	.27	1.03	.27	.70	1.38
무응답	1.13	2.36	.13	.52	.00	.00	2.97
전 체	5.73	3.79	2.80	2.65	3.33	3.83	3.05

덧셈 영역의 오류 전체에서는 4학년(M=5.73)이 가장 높고, 6학년(M=3.33), 5학년(M=2.80)의 순으로 나타났으나 오류수에 있어서 학년 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

덧셈 영역의 오류유형을 살펴보면 잘못된 연산에서는 4학년(M=.47)이 가장 높고 5학년(M=.13)이 가장 낮은 것으로 나타났다. 계산상의 오류에서는 4학년(M=1.47)이 가장 높고 6학년(M=1.20)이 가장 낮게 나타났다. 결함 있는 알고리즘에서는 6학년(M=.33)이 가장 많은 오류를 나타내었다. 받아올림/받아내림 오류 유형에서는 4학년(M=1.47), 6학년(M=1.20), 5학년(M=.60) 순으로 나타났다. 자리값 오류에서는 6학년은 오류가 없었고 4학년(M=.13)과 5학년(M=.13)은 같게 나타났다. 부주의한 오류에서는 4, 5학년은 오류가 없었고, 6학년(M=.07)만 오류를 나타내었다. 임의의 오류에서는 4학년(M=1.00)이 가장 높게 나타났다. 무응답에서는 4학년(M=1.13), 5학년(M=.13)의 순이고 6학년은 무응답이 없었다.

3) 뺄셈 영역에서의 오류

뺄셈 영역의 오류유형에 따른 학년별 오류수를 비교 분석한 결과는 표 3.3과 같다.

<표 3.3> 뺄셈 오류유형에 따른 학년별 오류수

구분	4학년(N=15)		5학년(N=15)		6학년(N=15)		F
	M	SD	M	SD	M	SD	
잘못된 연산	.47	.83	.40	.74	.13	.35	1.03
불완전한 연산	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.
계산상의 오류	2.13	1.77	.93	.88	1.53	1.55	2.57
결함 있는 알고리즘	.47	.83	.67	1.11	.47	.64	.26
받아올림/받아내림 오류	3.47	2.67	1.73	2.02	3.27	2.28	2.47
자리값 오류	.13	.35	.00	.00	.13	.35	1.08
부주의한 오류	.07	.26	.00	.00	.13	.35	1.05
임의의 오류	.33	1.05	.20	.41	.13	.52	.30
무응답	.93	1.75	.33	.82	.07	.26	2.33
전체	8.00	4.31	4.27	4.06	5.87	3.42	3.38*

* $p < .05$

뺄셈 영역의 오류 전체에서는 4학년(M=8.00)이 가장 높고, 6학년(M=5.87), 5학년(M=4.27)의 순으로 나타났고, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이($F=3.38$, $p < .05$)가 있는 것으로 나타났다. 뺄셈 오류수에 따른 학년 간 차이를 일원변량분석한 것을 바탕으로 Tukey의 HSD 사후검증 결과 4학년(M=8.00)과 5학년(M=4.27)간 오류수는 $p < .05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

뺄셈 영역의 오류유형을 살펴보면 잘못된 연산에서는 4학년(M=.47), 5학년(M=.40), 6학년(M=.13)의 순으로 나타났다. 계산상의 오류에서는 4학년(M=2.13)이 가장 높았고, 5학년(M=.93)이 가장 낮게 나타났다. 결함 있는 알고리즘에서는 5학년(M=.67)이 가장 높게 나타났다. 받아올림/받아내림 오류에서는 4학년(M=3.47)이 가장 높게 나타났고, 5학년(M=1.73)이 낮게 나타났다. 자리값 오류에서는 4학년과 6학년이 평균 .13으로 같게 나타났고, 5학년은 오류를 나타내지 않았다. 부주의한 오류에서는 6학년(M=.13), 4학년(M=.07)의 순으로 나타났고, 5학년은 오류를 보이지 않았다. 임의의 오류에서는 4학년(M=.33), 5학년(M=.20), 6학년(M=.13)의 순으로 나타났다. 무응답에서는 4학년(M=.93)이 가장 높았고, 다음으로 5학년(M=.33), 6학년(M=.07)은 거의 없었다.

4) 곱셈 영역에서의 오류

곱셈 영역의 오류유형에 따른 학년별 오류수를 비교 분석한 결과는 표 3.4와 같다.

<표 3.4> 곱셈 오류유형에 따른 학년별 오류수

구 분	4학년(N=15)		5학년(N=15)		6학년(N=15)		F
	M	SD	M	SD	M	SD	
잘못된 연산	.87	1.25	.80	1.70	.73	1.71	.03
불완전한 연산	.07	.26	.00	.00	.00	.00	1.00
계산상의 오류	.33	.82	1.07	.96	.67	.82	2.69
결함 있는 알고리즘	1.60	1.92	1.07	1.22	1.40	1.18	.50
받아올림/받아내림 오류	.20	.56	.00	.00	.07	.26	1.23
자리값 오류	.20	.56	.07	.26	.07	.26	.60
부주의한 오류	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.
임의의 오류	1.07	1.34	.53	.64	.33	.72	2.38
무응답	2.20	2.70	.73	1.67	.00	.00	5.59**
전 체	6.53	3.27	4.27	2.15	3.27	2.34	6.05**

** p<.01

곱셈 영역의 오류 전체에서는 4학년(M=6.53)이 가장 높고, 5학년(M=4.27), 6학년(M=3.27)의 순으로 나타났고, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이(F=6.05, $p < .01$)가 있는 것으로 나타났다. 곱셈 오류수에 따른 학년 간 차이를 일원변량분석한 것을 바탕으로 Tukey의 HSD 사후검증 결과 4학년(M=6.53)과 6학년(M=3.27)간 오류수는 $p < .01$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

곱셈 영역의 오류유형을 살펴보면 잘못된 연산에서는 4학년(M=.87), 5학년(M=.80), 6학년(M=.73) 순으로 나타났다. 불완전한 연산에서는 다른 하위 유형보다 오류를 적게 보였는데 4학년(M=.07)만 오류를 나타내었다. 계산상의 오류에서는 5학년(M=1.07)이 가장 높게 나타났고, 4학년(M=.33)이 가장 낮게 나타났다. 결함 있는 알고리즘에서는 다른 오류유형보다 많은 오류를 보였는데 4학년(M=1.60), 6학년(M=1.40), 5학년(M=1.07) 순으로 나타났다. 받아들림/받아내림 오류에서는 4학년(M=.20), 6학년(M=.07)의 순으로 오류를 보였고, 5학년은 오류를 보이지 않았다. 자리값 오류에서는 4학년(M=.20)이 가장 높았고, 5학년과 6학년은 평균 .07로 같게 나타났다. 부주의한 오류의 경우 4, 5, 6학년 모두 오류를 나타내지 않았다. 임의의 오류에서는 4학년(M=1.07), 5학년(M=.53), 6학년(M=.33)의 순으로 오류를 보였다. 무응답에서 4학년(M=2.20)의 경우 오류유형 전체에서 가장 높은 오류를 보였으나 6학년은 오류를 보이지 않았고, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이(F=5.59, $p < .01$)가 있는 것으로 나타났다. 학년 간 차이를 일원변량분석한 것을 바탕으로 Tukey의 HSD 사후검증 결과 4학년(M=2.20)과 6학년(M=.00)간 오류수에 있어 $p < .01$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

5) 나눗셈 영역에서의 오류

나눗셈 영역의 오류유형에 따른 학년별 오류수를 비교 분석한 결과는 표 3.5와 같다.

<표 3.5> 나눗셈 오류유형에 따른 학년별 오류수

구 분	4학년(N=15)		5학년(N=15)		6학년(N=15)		F
	M	SD	M	SD	M	SD	
잘못된 연산	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.
불완전한 연산	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.
계산상의 오류	1.20	1.27	.73	.96	.33	.72	2.78
결함 있는 알고리즘	.33	.72	.40	.91	.20	.41	.31
받아올림/받아내림 오류	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.
자리값 오류	.20	.78	.27	.59	.27	.46	.06
부주의한 오류	.00	.00	.00	.00	.07	.26	1.00
임의의 오류	1.20	2.68	.33	.82	1.13	1.55	1.02
무응답	5.33	3.96	2.60	2.97	2.07	2.66	4.38**
전 체	8.27	2.58	4.33	2.97	4.07	2.82	10.65***

** $p < .01$. *** $p < .001$

나눗셈 영역의 오류 전체에서는 4학년(M=8.27)이 가장 높고 5학년(M=4.33), 6학년(M=4.07)의 순으로 나타났고, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이($F=10.65$, $p < .001$)가 있는 것으로 나타났다. 나눗셈 오류수에 따른 학년 간 차이를 일원변량분석한 것을 바탕으로 Tukey의 HSD 사후검증 결과 4학년(M=8.27)과 6학년(M=4.07)간 오류수는 $p < .001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

나눗셈 영역의 오류유형을 살펴보면 잘못된 연산, 불완전한 연산과 받아들림/받아내림 오류에서는 연구대상자 모두 오류를 보이지 않았다. 계산상의 오류에서는 4학년(M=1.20), 5학년(M=.73), 6학년(M=.33)의 순으로 나타났다. 결함 있는 알고리즘에서는 5학년(M=.40)이 가장 높았고 6학년(M=.20)이 가장 낮게 나타났다. 자리값 오류에서는 다른 유형보다는 비교적 적게 오류를 보였는데, 5학년과 6학년이 평균 .27로 같고 4학년(M=.20) 순으로 나타났다. 부주의한 오류의 경우 4학년과 5학년은 오류를 나타내지 않았고 6학년은 평균 .07의 오류를 나타내었다. 임의의 오류에서는 4학년(M=1.20)이 가장 높았고 5학년(M=.33)이 가장 낮게 나왔다. 무응답의 경우 다른 오류 유형보다는 높게 나타났고 학년 간에 통계적으로 유의한 차이($F=4.38$, $p < .01$)를 보였는데, 학년 간 차이를 일원변량분석한 것을 바탕으로 Tukey의 HSD 사후검증 결과 4학년(M=5.33)과 6학년

($M=2.07$)간 오류수에 있어 $p<.01$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

2. 하위 연산 영역과 오류

1) 전체 하위 연산 영역에서의 오류

덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 하위 연산 영역에 따른 학년별 오류수와 오류율은 표 3.6과 다음과 같다.

<표 3.6> 하위 연산 영역에 따른 학년별 오류수 빈도(%)

구 분		4학년	5학년	6학년	계
덧셈	한자리수+한자리수	5(5.81)	2(4.76)	2(4.00)	9(5.06)
	두자리수+한자리수	6(6.98)	4(9.52)	9(18.00)	19(10.67)
	두자리수+두자리수	14(16.28)	12(28.57)	10(20.00)	36(20.22)
	세자리수+세자리수	28(32.56)	11(26.19)	16(32.00)	55(30.90)
	네자리수+네자리수	33(38.37)	13(30.95)	13(26.00)	59(33.15)
	계	86(48.31)	42(23.60)	50(28.09)	178(100.00)
뺄셈	한자리수-한자리수	3(2.50)	2(3.13)	2(2.27)	7(2.57)
	두자리수-한자리수	16(13.33)	8(12.50)	7(7.95)	31(11.40)
	두자리수-두자리수	29(24.17)	16(25.00)	24(27.27)	69(25.37)
	세자리수-세자리수	33(27.50)	21(32.81)	27(30.68)	81(29.78)
	네자리수-네자리수	39(32.50)	17(26.56)	28(31.82)	84(30.88)
	계	120(44.12)	64(23.53)	88(32.35)	272(100.00)
곱셈	두자리수×한자리수	24(24.49)	15(23.44)	10(20.41)	49(23.22)
	두자리수×두자리수	41(41.84)	31(48.44)	25(51.02)	97(45.97)
	세자리수×한자리수	33(33.67)	18(28.13)	14(28.57)	65(30.81)
	계	98(46.45)	64(30.33)	49(23.22)	211(100.00)
나눗셈	두자리수÷한자리수	124(49.60)	65(26.00)	61(24.40)	250(100.00)
전 체		428(46.98)	235(25.80)	248(27.22)	911(100.00)

표 3.6과 같이 하위 연산 영역별 오류의 특성을 살펴보면 덧셈 하위 연산 영역에서는 네자리수와 네자리수의 덧셈 오류가 33.15%로 가장 많았고, 한자리수와 한자리수의 덧셈으로 갈수록 오류가 줄어드는 것으로 나타났다. 뺄셈 하위 연산 영역의 경우도 덧셈과 같은 경향으로 네자리수와 네자리수의 뺄셈이 30.88%로 가장 많았고, 한자리수와 한자리수의 뺄셈 오류가 2.57%로 가장 적은 것으로 나타났다. 곱셈 하위 연산 영역에서는 두자리수와 두자리수의 곱셈 오류가 45.97%로 가장 많았고, 두자리수와 한자리수의

곱셈 오류가 23.22%로 가장 적은 것으로 나타났다.

2) 덧셈 하위 영역에서의 오류

덧셈의 하위 연산 영역에 따른 학년별 오류수를 비교 분석한 결과는 표 3.7과 같다.

<표 3.7> 덧셈 하위영역에 따른 학년별 오류수

구 분	4학년(N=15)		5학년(N=15)		6학년(N=15)		F
	M	SD	M	SD	M	SD	
한자리수+한자리수	.33	.49	.13	.35	.13	.35	1.24
두자리수+한자리수	.40	.51	.27	.59	.60	.91	.88
두자리수+두자리수	.93	1.22	.80	1.37	.67	1.40	.15
세자리수+세자리수	1.87	1.81	.73	1.03	1.07	1.91	1.92
네자리수+네자리수	2.20	1.08	.87	1.13	.87	1.13	7.20**
전 체	5.73	3.52	2.80	3.59	3.33	4.85	2.25

** p<.01

덧셈 하위 영역의 오류는 표 3.7과 같은데, 전체 오류수는 4학년(M=5.73)이 가장 많았고, 6학년(M=3.33), 5학년(M=2.80)의 순으로 나타났고, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

한자리수와 한자리수의 덧셈에서는 4학년(M=.33)의 오류가 가장 많고, 5학년과 6학년은 평균 .13으로 같게 나타났다. 두자리수와 한자리수의 덧셈에서는 6학년(M=.60)이 가장 많고 4학년(M=.40), 5학년(M=.27)의 순으로 나타났다. 두자리수와 두자리수 덧셈에서는 4학년(M=.93), 5학년(M=.80), 6학년(M=.67)의 순으로 오류를 보였다. 세자리수와 세자리수 덧셈에서는 4학년(M=1.87)이 가장 많고, 6학년(M=1.07)이 다음으로 많았으며, 5학년(M=.73)이 가장 적은 것으로 나타났다. 네자리수와 네자리수 덧셈에서는 4학년(M=2.20)이 가장 많고 5학년과 6학년은 평균 .87로 같게 나타났으며, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이(F=7.20, p<.01)를 보였다. 학년 간 차이를 일원변량분석한 것을 바탕으로 Tukey의 HSD 사후검증 결과 4학년(M=2.20)과 6학년(M=.87)간 오류수에 있어 p<.01 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

3) 뺄셈 하위 영역에서의 오류

뺄셈의 하위 연산 영역에 따른 학년별 오류수를 비교 분석한 결과는 표 3.8과 같다.

<표 3.8> 뺄셈 하위영역에 따른 학년별 오류수

구 분	4학년(N=15)		5학년(N=15)		6학년(N=15)		F
	M	SD	M	SD	M	SD	
한자리수-한자리수	.20	.56	.13	.35	.13	.35	.12
두자리수-한자리수	1.10	.96	.53	1.10	.50	.64	2.00
두자리수-두자리수	1.93	1.22	1.07	1.44	1.60	1.45	1.52
세자리수-세자리수	2.20	1.48	1.40	1.68	1.80	1.27	1.09
네자리수-네자리수	2.60	.74	1.13	1.25	1.90	.83	8.67**
전 체	8.00	3.61	4.27	5.13	5.87	3.18	3.19

** p<.01

표 3.8과 같이 뺄셈 하위영역에서 전체 오류수도 덧셈과 마찬가지로 4학년(M=8.00)이 가장 많았고, 6학년(M=5.87), 5학년(M=4.27)의 순으로 나타났고, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

한자리수와 한자리수의 뺄셈에서는 4학년(M=.20)이 오류가 가장 많고, 5학년과 6학년(M=.13)은 같은 것으로 나타났다. 두자리수와 한자리수의 뺄셈에서는 4학년(M=1.10)이 가장 많고 5학년(M=.53), 6학년(M=.50)의 순으로 나타났다. 두자리수와 두자리수 뺄셈에서는 4학년(M=1.93)이 가장 많고 6학년(M=1.60)이 다음으로 많았으며 5학년(M=1.07)이 가장 적은 것으로 나타났다. 세자리수와 세자리수의 뺄셈에서는 4학년(M=2.20)이 가장 많고 6학년(M=1.80), 5학년(M=1.40)의 순으로 나타났다. 네자리수와 네자리수 뺄셈의 오류는 4학년이 가장 많고 6학년, 5학년의 순으로 나타났으며, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이(F=8.67, p<.01)를 보였는데, 학년 간 차이를 일원변량분석한 것을 바탕으로 Tukey의 HSD 사후검증 결과 4학년(M=2.60)과 5학년(M=1.13)간 오류수에 있어 p<.01 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

4) 곱셈 하위 영역에서의 오류

곱셈의 하위 연산 영역에 따른 학년별 오류수를 비교 분석한 결과는 표 3.9와 같다.

<표 3.9> 곱셈 하위영역에 따른 학년별 오류수

구 분	4학년(N=15)		5학년(N=15)		6학년(N=15)		F
	M	SD	M	SD	M	SD	
두자리수×한자리수	1.60	1.35	1.00	1.20	.70	1.11	2.24
두자리수×두자리수	2.73	.80	2.07	1.16	1.70	1.35	3.44*
세자리수×한자리수	2.20	1.08	1.20	1.21	.93	1.03	5.43**
전 체	6.53	2.64	4.27	3.15	3.27	2.92	4.96*

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

곱셈 하위영역의 전체 오류는 표 3.9와 같은데, 4학년(M=6.53)이 가장 많고, 5학년(M=4.27), 6학년(M=3.27)의 순으로 나타났으며, 전체적으로 학년 간에 통계적으로 유의한 차이(F=4.96, $p < .05$)가 있는 것으로 나타났다. 학년 간 차이를 일원변량분석한 것을 바탕으로 Tukey의 HSD 사후검증 결과 4학년(M=6.53)과 6학년(M=3.27)간 오류수에 있어 $p < .05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

두자리수와 한자리수의 곱셈에서는 4학년(M=1.60)의 오류가 가장 많고 6학년, 5학년의 순으로 적게 나타났다. 두자리수와 두자리수의 곱셈에서도 4학년이 가장 많고 5학년, 6학년의 순이었으며, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이(F=3.44, $p < .05$)를 나타냈는데, 학년 간 차이를 일원변량분석한 것을 바탕으로 Tukey의 HSD 사후검증 결과 4학년(M=2.73)과 6학년(M=1.70)간 오류수에 있어 $p < .05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 세자리수와 한자리수 곱셈에서는 4학년이 가장 많고 6학년이 가장 적었으며 학년 간에 통계적으로 유의한 차이(F=5.43, $p < .01$)를 보였는데, 학년 간 차이를 일원변량분석한 것을 바탕으로 Tukey의 HSD 사후검증 결과 4학년(M=2.20)과 6학년(M=.93)간 오류수에 있어 $p < .05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

5) 나눗셈 하위 영역에서의 오류

나눗셈의 하위 연산 영역에 따른 학년별 오류수를 비교 분석한 결과는 표 3.10과 같다.

<표 3.10> 나눗셈 하위영역에 따른 학년별 오류수

구 분	4학년(N=15)		5학년(N=15)		6학년(N=15)		전체		F
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
두자리수÷한자리수	8.30	1.16	4.33	3.16	4.10	3.17	5.56	3.25	11.65***

*** $p < .001$

나눗셈 하위영역에서 오류는 표 3.10과 같은데 곱셈과 마찬가지로 4학년(M=8.30)이 가장 많았고, 5학년(M=4.33), 6학년(M=4.10)의 순으로 나타났으며, 전체적으로 학년 간에 통계적으로 유의한 차이(F=11.65, $p < .001$)가 있는 것으로 나타났다. 학년 간 차이를 일원변량분석한 것을 바탕으로 Tukey의 HSD 사후검증 결과 4학년(M=8.30)과 6학년(M=4.10)간 오류수에 있어 $p < .001$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

IV. 논의 및 결론

1. 논의

이 연구는 수학 영역에서 가장 기본적인 영역인 연산에서 초등학교 4, 5, 6학년 수학학습장애 학생의 연산 영역별 오류 특성과 하위 연산 영역별 오류 차이를 파악하여 수학학습장애 학생들의 체계적인 교수-학습에 도움을 주고자 하는 연구이다. 초등학교 수학학습장애 학생의 연산 오류 특성에 대한 논의는 첫째, 연산 영역별 오류유형의 특성과 학년 간 차이, 둘째, 하위 연산 영역별 오류의 특성과 학년 간 차이를 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 초등학교 수학학습장애 학생의 연산 영역별 오류유형의 특성과 학년 간 차이에 대한 논의이다.

전체 연산 영역별 오류율에서는 나눗셈이 가장 높았고, 곱셈, 뺄셈, 덧셈의 순으로 나타났는데, 특히 나눗셈과 곱셈 영역은 절반 이상의 문항에서 오류를 보였다. 이러한 결과는 나눗셈과 곱셈은 뺄셈과 덧셈의 확장으로 뺄셈과 덧셈을 확실히 알아야지만 가능한 영역인데, 수학학습장애 학생의 경우 뺄셈과 덧셈에서도 오류를 나타내기 때문에 나눗셈과 곱셈에서는 더 많은 오류를 범하는 것으로 볼 수 있다. 학년별 오류에서는 4학년(46.98%)이 가장 많았고 6학년(27.22%), 5학년(25.80%)의 순으로 나타났는데, 이는 선행연구(김현정, 2001)와 유사한 결과로 학년이 낮을수록 오류를 많이 나타냄을 알 수 있다. 그러나 전체적인 오류에서 6학년이 5학년보다 조금 많아 초등학교 고학년(5, 6학년)에서는 학년수준이 증가함에 따라 오류수가 반드시 감소하는 것이 아님을 알 수 있다. 이러한 결과는 하위 학년에서의 학습곤란이 수정되지 않는다면 그 결과가 상위 학년까지 영향이 계속 미침을 알 수 있다. 따라서 수학교과에서 연산 영역과 같은 기초 학습능력은 철저하게 지도되어야 할 필요성이 있다.

덧셈 영역의 오류유형에서는 계산상의 오류(34.27%)가 가장 많았고 다음으로 받아올림/받아내림 오류(27.53%)가 많았다. 연산 알고리즘의 부족으로 인한 오류가 아니고 단순한 계산상의 오류가 가장 많은 것은, 수학학습장애 학생들의 주의집중능력 부족(김동일, 2006에서 재인용)으로 인해 기본적인 수 사실을 잘못 생각하거나 계산상에서 오류를 많이 나타내기 때문으로 볼 수 있다. Geary(1990)에 의하면 수학 저성취 학생들은 계산 절차에 관련된 오류는 기간이 지남에 따라 개선되는 반면, 계산상의 오류는 개선되기 어렵다고 언급하고 있다. 따라서 덧셈영역에 있어 수학학습장애 학생들의 지도는 계산상의 오류를 줄일 수 있도록 주의집중능력을 향상시킬 수 있는 체계적인 프로그램의 개발 및 적용이 필요할 것이다.

뺄셈 영역의 오류에서는 4학년(M=8.00)이 가장 많았고 5학년(M=4.27)이 가장 적었

으며, 통계적으로도 유의한 차이($p < .05$)가 있는 것으로 나타나 고학년(5, 6학년)보다 중학년(3, 4학년)의 오류가 많음을 알 수 있다. 이러한 결과는 수학학습장애 학생의 경우 대체로 4학년까지는 뺄셈의 기능을 획득하는 과정이고, 5학년 이상이 되면 숙달되는 과정이기 때문이라고 생각된다. 오류유형에서는 덧셈과는 반대로 받아올림/받아내림 오류(46.69%)가 가장 많았고, 다음으로 계산상의 오류(25.37%)가 많았다. 이렇게 받아올림/받아내림 오류가 많은 것은 받아올림/받아내림을 해야 하는데 하지 않거나, 하지 않아야 하는데 하는 경우 또는 잘못된 경우 등으로 이는 학습장애 학생의 특성중의 하나인 자리값을 학습하는데 관련이 있는 시·공간 변별능력의 부족 및 추론능력의 부족 때문인 것으로 볼 수 있다. 덧셈 영역과 마찬가지로 뺄셈영역에서의 받아올림/받아내림의 오류는 연산 알고리즘의 이해와 직결되며, 덧셈과 뺄셈 영역에서는 가장 기초적인 부분이라고 할 수 있다(이주영, 2006). 따라서 받아올림/받아내림 오류를 줄이기 위한 시·공간 변별능력의 향상을 위한 프로그램의 적용이 필요하고, 더불어 감수, 피감수와 같은 기본적인 뺄셈 용어의 이해와 구체물 또는 그림으로 된 10개 묶음 등을 이용한 지도가 필요하다고 볼 수 있다. 나아가 받아올림/받아내림 오류의 경우 수학의 위계적인 특성을 고려하여 자리수와 난이도를 점차 증가하여 지도해야 할 것이다.

곱셈 영역의 오류에서는 4학년이 가장 많았고 학년 간에 통계적으로도 유의한 차이($p < .01$)를 나타내었으며, 특히 무응답의 경우 4학년은 오류유형 중에서 가장 많은 오류를 나타냈으나 6학년은 오류를 나타내지 않아, 학년이 올라갈수록 오류가 감소함을 알 수 있다. 오류유형에서는 연산 절차 및 방법에 어려움을 가지는 결합 있는 알고리즘 오류가 가장 많았는데, 이는 Geary(1990), Jordan과 Montani(1997), 이은정(2001, 재인용)의 연구에서와 같이 곱셈의 주요 오류들은 덧셈을 이용하여 곱셈을 배우는 과정에서나 곱셈 구구를 습득하는 과정에서 반복적인 실수나 오류 때문이라고 볼 수 있다. 더불어 수학학습장애 학생의 귀납적 및 연역적 사고와 추론능력 등의 부족과도 관련된다 생각된다. 따라서 곱셈은 덧셈의 확장이라는 곱셈 원리의 이해와 곱셈구구의 암기에 기초하여 곱셈의 연산 절차를 확실하게 알 수 있도록 해야 하고, 더불어 반복적이고 지속적인 학습을 통한 지도가 이루어져야 할 것이다.

나눗셈 영역의 오류는 곱셈 영역과 같이 4학년이 가장 많았고 6학년이 가장 적었으며, 학년 간에 통계적으로도 유의한 차이($p < .001$)가 있었다. 이러한 결과는 학년이 올라갈수록 수학적 개념형성의 향상과 더불어 반복연습으로 인한 학습효과 때문이라고 볼 수 있다. 오류유형에서는 4, 5, 6 학년 모두 무응답이 가장 많았고 학년 간 통계적으로도 유의한 차이($p < .01$)가 있는 것으로 나타났다. 따라서 나눗셈 영역의 지도는 뺄셈 영역의 확장이므로 뺄셈 영역의 기초기능 바탕 위에 나눗셈의 절차 및 방법을 완전히 익힐 수 있도록 사고과정을 체계화하는 전략 및 학습기회가 제공되어야 할 것이다.

둘째, 초등학교 수학학습장애 학생들의 하위 연산 영역별 오류의 특성과 학년 간 차이에 따른 논의이다.

하위 연산 영역별 전체 오류의 특성을 살펴보면 덧셈과 뺄셈 영역에서는 네자리수와 네자리수의 연산이 오류가 가장 많았고, 한자리수와 한자리수의 연산으로 갈수록 오류가 줄어드는 것으로 나타났으며, 곱셈 영역에서는 두자리수와 두자리수의 연산 오류가 가장 많았다. 이러한 결과를 볼 때 수학학습장애 학생들은 자리수가 증가할수록 연산에 어려움을 겪고 있음을 알 수 있다.

덧셈 하위 연산 영역에서 한자리수와 한자리수, 두자리수와 두자리수, 세자리수와 세자리수, 네자리수와 네자리수의 연산에서는 4학년이 가장 많은 오류를 보였고, 두자리수와 한자리수의 덧셈에서는 6학년이 가장 많은 오류를 나타냈으며, 네자리수와 네자리수의 덧셈에서는 학년 간 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이렇게 덧셈 하위 영역에서 4학년 수학학습장애 학생들이 가장 많은 오류를 나타내는 것은 자리수에 증가에 따른 연산 원리 이해 부족과 더불어 학년이 낮음으로 인한 적은 학습량이 주요 이유라고 생각된다. 그리고 6학년 학생들이 5학년 학생들보다 오류수가 많은 것은 덧셈 자리수에 대한 단계별 학습이 충분하지 못했기 때문이라고 생각된다. 덧셈에서 자리수가 증가한다는 것은 받아올림 관련 연산이 증가함을 의미한다. 따라서 수학학습장애 학생들의 덧셈 교수·학습에서는 학년에 따른 자리수의 위계를 고려하여 학습내용을 구성하고, 지도시에도 구체물의 사용, 색 단서의 도입 및 계산과정의 도식화(Bley & Thornton, 2001) 등의 방법을 통해 기초 원리를 확실하게 학습할 수 있도록 해야 한다.

뺄셈 하위 연산 영역은 덧셈과 비슷한 경향으로 나타났는데 전반적으로 4학년이 가장 많은 오류를 나타냈고, 다음으로 6학년, 5학년 순으로 나타났으며, 네자리수와 네자리수의 뺄셈에서는 학년 간 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과는 덧셈 영역에서와 같이 학년이 낮고 자리수가 증가할수록 오류수가 증가함을 나타낸다. 따라서 수학학습장애 학생들의 뺄셈 지도에서는 먼저 구체물과 시각적 단서의 도입 등을 통해 기본적인 뺄셈 원리를 알고, 나아가 덧셈과 뺄셈과의 관계 파악을 통한 지도가 이루어지면 보다 효과적일 것이다.

곱셈 하위 연산 영역에서는 오류수가 4학년이 가장 많고 다음으로 5, 6학년 순으로 나타났고, 두자리수와 두자리수, 세자리수와 한자리수의 곱셈에서는 학년 간 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타나, 학년이 낮을수록 오류가 많음을 알 수 있다. 이러한 결과는 자연스런 현상으로 고학년일수록 곱셈 원리에 대한 이해와 학습량이 증가하기 때문이라고 볼 수 있다. 그러나 두자리수와 두자리수의 곱셈에서 오류수가 가장 많은 것으로 보아 수학학습장애 학생들은 시-시각적으로 복잡하고 다단계의 계산과정을 거치는 문제에 상당한 어려움을 가지고 있는 것으로 보인다. 따라서 이들의 지도는 단계적인 자리수의 증가와 함께 결합 있는 알고리즘 오류를 범하지 않도록 연산과정에서 손가락, 시계와 같은 구체물이나 구구셈을 도식화한 자료 등을 이용하여 계산 과정을 체계적으로 구분하여 지도하는 것이 효과적일 것이다.

나눗셈 하위 영역은 곱셈과 같이 4학년, 5학년, 6학년 순으로 오류수가 감소하였고,

학년 간 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 학년이 낮을수록 나눗셈 개념 및 원리를 정확하게 이해하고 있지 못하기 때문으로 볼 수 있다. 따라서 나눗셈의 지도에서도 청각적, 시각적 단서의 이용과 더불어 나눗셈에서 곱셈과 같이 곱셈과 나눗셈의 연계를 통한 지도가 필요하다.

2. 결 론

수학학습에서 연산 영역은 가장 기초기능으로 수학교과와 관련되는 문제해결 및 일상생활의 다양한 문제를 해결하는데 기초가 된다. 그러나 수학학습장애 학생들은 연산 영역에서 많은 어려움을 보이고 이로 인하여 다른 영역의 학습까지 영향을 미치고 있다. 따라서 학교 현장에서 이러한 수학학습장애 학생들을 효과적으로 지도하기 위해서는 연산 영역에서 나타내는 오류의 유형 및 특성을 파악하는 것이 선행되어야 한다. 본 연구는 이와 같은 배경을 바탕으로 초등학교 4, 5, 6학년 수학학습장애 학생들을 대상으로 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 연산 영역 및 하위 연산 영역별 오류의 특성과 학년 간 차이를 파악하였다. 본 연구의 구체적인 결론은 다음과 같다.

첫째, 초등학교 수학학습장애 학생의 연산 영역별 오류율에서는 나눗셈이 가장 높았고 곱셈, 뺄셈, 덧셈 영역의 순으로 나타났으며, 학년별 오류는 4학년이 가장 많았고 6학년, 5학년의 순으로 나타났다. 그리고 9가지 오류유형에서 덧셈 영역은 계산상의 오류가 가장 많았고, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 뺄셈 영역은 받아올림/받아내림 오류가 가장 많았고, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 곱셈 영역은 결합 있는 알고리즘이 오류가 가장 많았고, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 나눗셈 영역에서는 무응답이 가장 많았고, 학년 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

둘째, 초등학교 수학학습장애 학생의 하위 연산 영역별 오류에서 덧셈 영역과 뺄셈 영역은 네자리수와 네자리수의 연산 오류가 가장 많았고, 학년 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 곱셈 영역에서는 두자리수와 두자리수의 연산 오류가 가장 많았고, 학년 간 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

본 연구에서 밝혀진 초등학교 수학학습장애 학생의 연산 오류 특성에 기초하여 이들의 지도는 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 영역에서 기초적인 수준의 학습이 확실하고 충분히 이루어진 다음 위계적인 학습으로 진행되어야 한다. 그리고 수학학습장애 학생의 특성을 고려하여 보다 구조적인 교수·학습 프로그램이 구성되어 세심한 계획과 방법으로 지도되어야 할 것이다.

참고문헌

- 교육인적자원부(2006). 수학 1-가, 1-나 초등학교 교사용지도서. (주) 천재교육.
- 김동일(2006). *기초학습기능 수행평가체제 수학검사*. 학지사
- 김현정(2001). 초등학교 특수학습 아동의 연산 오류 유형 분석. 석사학위논문. 단국대학교 대학원
- 박성우, 권택환, 우이구, 김의정, 김형일, 한현민(2007). *특수교육요구학생실태조사*. 국립특수교육원
- 박성택(2006). 수학 학습 심리와 교수-학습 전략. 경문사
- 유지영(1989). 산수 학습장애아의 특성과 요인에 관한 연구. 석사학위 논문. 고려대학교 교육대학원
- 이문옥(2003). K-ABC를 통한 수학학습장애아동의 인지처리양식과 연산 오류 특성. 석사학위논문. 부산대학교 교육대학원
- 이은정(2001). 수학학습부진아의 수 지각, 연산 및 작업기억 특성. 석사학위논문. 대구대학교 대학원
- 이주영(2006). 수학 저성취 아동의 연산 오류 분석, 석사학위논문. 서울대학교 대학원.
- 전영례(2003). 초등학교 수학학습장애아와 일반아동의 연산 오류 유형 비교 연구. 석사학위논문. 부산대학교 교육대학원
- Bley, N. S., & Thornton, C. A.(2001). *Teaching Mathematics to Students with Learning Disabilities(4th)*. Texas : PRO-ED.
- Bos, C., & Vaughn, S.(2002). *Strategies for teaching students with learning and behavior problems*. Boston : Allyn & Bacon.
- Cox, L. S.(1975). Systematic errors in the four vertical algorithms in normal and handicapped populations. *Journal of for Research in Mathematics Education*, 6, 2002-220
- Engelhardt, J. M.(1977). Analysis of children's computational errors : A qualitative approach. *The British Journal of Educational Psychology*, 14, 102-112.
- Geary, D. C.(1990). A componential analysis of an early learning deficit in mathematics. *Journal of experimental child psychology*, 49, 363-383
- Lerner, J.(2006). *Learning disabilities and related disorders: Characteristics and teaching strategies(10th)*. Boston : Houghton Mifflin Company.
- Miller, S. P., Butler, F. M., & Lee, K.(1988). Validated practices for teaching mathematics to students with learning disabilities : A review of literature. *Focus on Exceptional Children*, 3(1), 1-24.
- Polloway, E. A., & Potton, J. R.(1993). *Strategies for teaching learners with special needs(5th ed)*. Ohio : Columbus.
- Swanson, H. L.(1999). Intervention research for students with learning difficulties, *Focus on Exceptional Children*, 34(2). 1-14

The Study on Characteristics of Operation Errors in Students with Mathematics Learning Disabilities of Elementary School

Woo, Jeong-Han

Daegu Cyber University

Kim, Young-Gull

Daegu University

Shin, Jae-Hun

Daegu Chimsan Elementary school

<Abstract>

The four operation part of mathematics is very important to mathematics learning and school learning. The purpose of this study was to identify error characteristics of four operation and sub-four operation among grades. For this study, 45 students with mathematics learning disabilities of 4th, 5th, 6th grades were employed and researched by Basic Academic Skills Assessment-Math. The results of this study were as follows.

First, error rates of division part was the highest in four operation. In error patterns of four operation, calculative error of addition part, make 10-add extra/10-minuend-add extra error of subtraction part, flawed algorithm error of multiplication part, and no answer of division part were the highest. Second, in error patterns of sub-four operation, a number of four cipher and a number of four cipher operation error of addition and subtraction part, and a number of two cipher and a number of two cipher operation error of multiplication part were the highest.

The results of this study provide basic information of four operation error patterns and characteristics of students with mathematics learning disabilities and provide suggestions in organization of teaching · learning operation program.

Key words : mathematics learning disabilities, operation, error characteristics.

논문 접수: 2007. 8. 4 심사 시작: 2007. 8. 5 게재 확정: 2007. 9. 26