

초등 수학 교재에서의 계산 오류 활용 실태 분석

이 영 선* · 김 수 미**

본 연구는 기존의 계산 오류 연구 결과가 초등수학 지도에 적극 활용되지 않는다는 점에 착안하여, 계산 오류 연구 결과가 최근의 초등 수학 교재에서 어느 정도 반영되고 있는지 그 실태를 파악하고, 더 나아가 미래 교재 개발을 위한 시사점을 도출하고자 하였다. 이를 위해 본 연구에서는 교재의 분석 기준을 마련하고, 이를 토대로 제6차와 7차 교육과정의 수학 교과서, 수학 익힘책, 그리고 교사용 지도서를 계산 오류 활용이라는 관점에서 분석하였다. 분석 결과 수학 교과서에서는 제6차와 7차 공통적으로 계산 오류가 활용되지 않았으며, 7차의 경우는 수학 익힘책, 교사용 지도서에서도 그 활용도가 극히 낮은 것으로 나타났다. 마지막으로 분석결과를 토대로 차기 교육과정에서의 수학 교재 개발에 대한 시사점을 간략하게 정리하였다.

1. 들어가며

계산 오류에 대한 수십 년 간의 연구 노력에도 불구하고, 학교 현장의 많은 교사들은 아직까지도 특정 분야에서 보편적으로 발생하는 오류에는 어떤 것이 있으며, 이것을 예방 혹은 처방하기 위해 자신들이 어떻게 대처해야 하는지에 대해 많은 정보를 가지고 있지 못한 듯하다. 이에 대한 원인의 하나로 이 분야의 연구 결과를 알리려는 노력의 부족을 꼽을 수 있다. 학교 수업에 가장 영향력이 큰 교과서나 교사용 지도서를 보면 이 현상의 단면을 볼 수 있다. 특히 제7차 수학 교과서 및 교사용 지도서에는 제6차에서 다루었던 오류에 관한 많은 내용들이 대거 삭제됨으로써 적어도 이 분야에서

는 퇴행하고 있음을 알 수 있다.

시대에 따라 오류를 평가하는 관점에도 많은 변화가 있어왔다. 오류는 교수 학습 과정에서 유발되는 그릇된 것으로 제거 혹은 교체의 대상이었다. 그러나 최근의 관점은 오류는 학습 과정을 이해하기 위한 학습자의 적극적인 노력으로 말미암은 매우 자연스러운 것으로, 오히려 학습의 훌륭한 소재가 될 수 있다. 노은정(2002)의 연구에 의하면 수학 지도에 오류를 활용하여 다양한 탐구를 유발하고 수학적 의사소통의 기회를 만들어 준다면, 학생들에게 오히려 사고의 자극제가 되어 스스로 오개념과 오류를 수정하는 기회를 제공할 수 있다. 이처럼 수업 현장에서 계산 오류가 활용되기 위해서는 무엇보다도 수학 교재에 관련 내용을 다루고 있어야 한다. 이에 본 연구에서는 계산 오류

* 서울 은수초등학교(leechoys@hanmail.net)

** 경인 교육대학교(smkim@gin.ac.kr)

활용이라는 관점에서 제6차와 제7차 수학 교과서와 지도서를 분석하여 계산 오류 활용 실태를 파악하고 이를 토대로 앞으로의 교재 구성을 위한 시사점을 도출해 내고자 한다.

II. 이론적 고찰

1. 계산 오류의 의미

Brousseau(1983)는 오개념의 결과로 발생하는 체계적인 실수(systematic errors)를 오류라고 부르고 학습자의 부주의로 인한 일회적인 실수(slips, mistakes)와 구분하였다. 체계적인 오류란 버그(bugs)라고 불리는 불완전한 지식에서 온 것으로 일정한 환경에서 잘못된 방법이나 알고리즘, 규칙 등을 지속적으로 적용하는 것을 의미한다. 즉 오개념은 학생들이 수학에서 사용하고 있는 개념 중에서 의미가 다르게 이해되거나 잘못 사용되는 개념이며, 오류는 오개념의 결과로써 발생하는 것이다. 한편 오류는 오개념을 포괄하는 광의적 개념으로도 사용된다. 민인영(2003)과 오윤숙(2001)의 연구에서는 ‘수학 문제 해결과정에서 발생하는 잘못된 근거, 잘못된 추론, 논점의 이탈, 성급한 일반화, 계산의 잘못’ 등을 모두 오류라고 정의하고 있다. 장영숙(2003) 역시 뿔셈 부진아 연구에서 ‘계산 수행 과정에서 발생하는 잘못된 이해나, 잘못된 알고리즘을 오류(bug)’라고 정의하고 있다. 본 연구에서도 이와 맥을 같이하여, 계산 오류를 자연수, 분수, 소수의 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 계산 과정에서 발생하는 학습자의 불완전한 지식 혹은 그로 인한 잘못된 계산 방법 및 결과로 포괄적으로 정의하기로 한다.

이상의 고찰을 통해 알 수 있듯이 일반적인 오류의 정의에는 ‘잘못’, ‘그릇됨’, ‘부정확’ 등

의 부정적 의미가 내포되어 있어, 제거되어야 할 대상으로 간주되어 왔다. 그러나 Borasi를 포함한 최근의 학자들은 오류가 수학 교수 학습에서 사고와 탐구를 자극할 수 있으며, 결과적으로 학문에 대한 보다 깊은 이해를 유발할 수 있다는 식으로 오류의 긍정적 측면을 부각시키고 있다(노은정, 2002 재인용). 따라서 수학 교재를 개발하는 경우에도 오류를 마냥 부정적으로 볼 것이 아니라, 사고의 자극제나 특정이론에 대한 반응을 위한 출발점으로 사용할 수 있는 방안을 강구하는 것이 필요하리라 생각된다.

2. 계산 오류의 원인과 제어

오류 발생을 줄이기 위해서는 오류 발생의 원인을 알고 이를 제어하는 것이 중요하다. 오류의 발생 원인으로는 다음과 같은 네 가지가 대표적이다.

첫째, 학생의 인지적·정의적 특성이 오류를 유발한다. 학생들은 대체로 현상이나 의미를 직관적으로 해석하는 경향이 있으며, 관찰 결과에 대하여 깊이 생각함 없이 상식적인 생각에 의존하여 성급한 결론을 내거나(Fischbein, 1987), 일반화하는 특성을 지니고 있는데(Brousseau, 1983), 이것이 오개념을 유발하기도 한다. 또한 주의 집중력이 낮거나 산만한 것과 같은 정서적 요인도 오류를 유발하는 요인이다.

둘째, 교사의 오개념이 오류를 유발한다(Brousseau, 1983). Graeber et al(1989)은 곱셈과 나눗셈에 대해 예비교사들 역시 학생들과 마찬가지로 ‘곱셈한 결과는 더 크고, 나눗셈은 항상 더 작다.’ ‘제수는 자연수이다.’ 식의 잘못된 신념을 지니고 있으며, $a+b$ 와 $b+a$ 를 혼동한다는 사실을 밝혀냈다(이영숙, 1998, 재인용). 우리나라 초등 예비교사들을 대상으로 한 김민경

(2003)의 연구도 유사하다. 일반적으로 학생들은 교사와 학생간의 교수·학습활동을 통해서 개념을 획득하므로 교사의 잘못된 개념이나 신념은 학생의 개념획득에 악영향을 주게 된다.

셋째, 교과서에 의해서도 오류가 유발된다. 교과서는 교수학습과정에서 교사와 아동의 주된 참고자료이다. 수학자들에 의해 집필된 지식체계의 구조가 아동들의 지식체계 구조와 차이가 있다면 아동의 오개념을 유발하게 된다. 또한 가르치고자 하는 개념이 명확하게 정의되거나 설명되어지지 못할 경우 오개념을 유발하게 된다.

넷째, 교과에서 사용하는 언어가 오류를 유발한다. 특히 일상생활에서 사용하는 용어를 그대로 사용하는 경우, 학생들은 수학에서 사용하는 용어의 의미를 자신이 가진 개념 체계 내에 있는 일상적인 의미의 언어로 동화하려고 한다. 이런 언어의 모호성으로 인해 오개념이 발생하기도 한다(차승진, 2001).

이상의 고찰을 통해 오류가 아동의 내적 요인 이외에도 교과서나 교사, 지도 배열, 지도 방

법 등의 외적 요인에 의해 유발됨을 알 수 있다. 따라서 교과서, 익힘책, 교사용 지도서의 개발 시 이러한 점을 각별히 유념해서 오류의 예방과 교정에 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

3. 계산 오류의 활용

수학 학습에서 오류는 새로운 탐구를 위한 출발점이 될 수 있다. 본 연구에서는 계산 오류가 교수 학습 상황에서 활용될 수 있는 부분을 교과서, 평가, 수학 수업에서의 활용 등 세 가지로 나누어 살펴보았다.

가. 교과서에서의 활용

교과서는 교수학습과정을 이끌어 가는 주요 매체이므로, 계산 오류와 관련된 문항을 적절히 실으면 예방 및 교정 효과를 기대할 수 있다. 제6차와 7차에서는 수학 교과서와 익힘책에서 계산 오류와 관련된 문제를 다루고 있다. 예를 들면 [그림 II-1]의 ①은 제7차 수학 익힘책 3-나 단계의 (두 자리 수)×(두 자리 수)의

①

24
× 36

1224
512
7344

58
× 35

290
174
464

72
× 63

216
422
4436

②

18
52.1
2.0

40
40
0

6.7
852.4
48

11
10
1
0

7.11
5935.7
35

7
2

③

• 나누는 수와 나머지의 크기를 비교하여 보고, 잘못된 곳을 찾아 바르게 고치시오.

~~290~~ / 3 = 96.666...

~~174~~ / 35 = 4.9714...

[그림 II-1] 수학 교과서 및 수학 익힘책에서의 계산오류 활용 사례

계산 오류 문제로, 자연수의 곱셈 계산에서 발생하기 쉬운 받아올림 오류와 기수법 오류 유형을 제시하고 있다. ②는 수학 익힘책 5-나 단계의 (소수) \div (자연수)의 계산 오류 문제로 동료와의 상호작용 활동을 권하고 있다. ③은 수학 익힘책 3-나 단계의 자연수의 나눗셈의 계산 오류 문제로, 나머지는 제수 보다 작아야 한다는 나눗셈 원리를 이해시키는 하나의 방법으로 계산 오류를 활용하고 있다.

이와 같이 교과서는 학생의 오류를 교정하는 방법으로 혹은 계산 원리 이해를 보조하는 수단으로 계산 오류를 활용할 수 있다.

나. 평가로서의 활용

계산 오류를 찾아 빠르게 고칠 수 있다는 것은 계산의 원리와 법칙을 제대로 이해하고 있음을 의미한다. 따라서 계산의 원리와 법칙을 평가하는데 있어 계산 오류를 찾아 고치는 문제를 활용할 수 있다. 이와 관련하여 제6차 수학 교사용 지도서(3학년2학기)의 '평가상의 유의점'에서는 계산과정에서의 오류를 제시하고, 학생으로 하여금 오류를 찾아 교정하는 것을 평가하도록 권장하고 있다.

다. 수업에서의 활용

계산 오류는 수학 수업의 소재로 활용가능하다. 조병윤(1992)은 분수 연산지도를 예로 들어, 단지 계산 방법만을 지도하는 것 보다 오류의 원인을 찾아 제거해 주는 지도가 더 효과적임을 주장하였다.

계산 오류를 수업 중 활용하는 방법은 대집단 활동과 소집단 활동으로 구분하여 생각할 수 있다. 대집단 활동은 교사주도 하에 계산 오류를 포함한 문제를 대집단인 전체 학생을 대상으로 제시하고, 틀린 부분을 찾아보도록 발문을 함으로써 수업이 진행된다. 소집단 활

동에서는 계산 오류 문제를 학생 상호간의 의사교환 활동을 통해 해결하게 되므로, 자신의 생각을 솔직히 이야기 하고 서로의 오류를 수정해 줄 수 있도록 소집단을 구성하는 것이 무엇보다 중요할 것이다.

III. 교재 분석

본 장에서는 초등학교 교육과정에서의 계산 오류 활용 실태를 조사하기 위해, 자연수, 분수, 소수의 사칙계산을 중심으로 제 6차와 7차 수학 교과서, 수학 익힘책, 교사용 지도서를 비교·분석하였다.

1. 교재 분석틀

본 장의 교재 분석틀은 교재의 유형, 문제의 유형, 오류 유형 및 문항수, 교사용 지도서의 배치 및 설명 방식 네 가지로, 자세한 내용은 다음과 같다.

가. 교재의 유형

계산 오류를 다루고 있는 교재의 유형을 수학 교과서, 수학 익힘책, 교사용 지도서의 세 가지로 구분하였다(이후 분석표에는 교과서, 익힘책, 지도서로 표기함).

나. 문제의 유형

계산 오류와 관련하여 교과서 및 익힘책에 제시된 문제의 유형에는 <표 III-1>과 같이 P형, Q형, R형 3가지가 있다. P형은 틀린 곳을 찾아 고치는 가장 기본적인 형태이며, Q형은 틀리다고 생각하는 이유를 말하게 함으로써 학생들 간의 의사소통을 가능하게 하며, R형은 직접적인 단서를 제공하여 학습자의 부담을 경

감한다.

다. 오류 유형 및 문항수

오류 유형 및 문항수는 여러 가지 계산 오류 유형 가운데 수학교과서 및 수학 익힘책에서 다루고 있는 유형 및 정도를 파악하기 위한 준

거이다.

계산 오류 유형에 대한 선행 연구는 상당할 정도로 축적되어 있으므로, 본 연구에서는 선행 연구의 연구 결과를 바탕으로 자연수, 분수, 소수의 사칙계산 오류 유형을 <표 III-2>와 같이 설정하였다.

<표 III-1> 계산 오류를 활용한 문제의 형태

구분	문제의 예
P형	다음 계산에서 틀린 곳을 찾아 바르게 고치시오.
Q형	계산이 틀린 곳을 찾아, 틀린 이유를 말하고 바르게 고치시오.
R형	(틀린 곳을 찾는 방법 제시) 틀린 곳을 찾아 바르게 고치시오. -나누는 수와 나머지의 크기를 비교하여 보고, 잘못된 곳을 찾아 바르게 고치시오. -나눗셈이 맞았는지 곱셈으로 알아보고, 틀린 곳을 찾아 바르게 고치시오.

<표 III-2> 자연수, 분수, 소수의 사칙 계산 오류 유형

수영역	계산영역	오류유형	참고문헌
자연수	덧셈	(덧셈) 받아올림오류(A1) 0에 의한 오류(A2) 알고리즘 오류(A3) 단순계산오류(A4) 계산부호오류(A5)	김종태(1975)
	뺄셈	0처리 오류(B1) 각열의 큰 수에서 작은 수 빼는 오류(B2) 받아내림오류(B3)	장영숙(2003)
	곱셈	알고리즘 오류(C1) 곱셈구구오류(C2) 기수법 오류(C3) 받아올림 오류(C4) 0처리 오류(C5) 덧셈오류(C6) 기술적 오류(C7)	윤희태(2002)
	나눗셈	알고리즘 오류(D1) 0처리 오류(D2) 곱셈구구오류(D3) 뺄셈오류(D4) 가정옳 오류(D5) 기수법 오류(D6)	윤희태(2002)
분수	덧셈·뺄셈	알고리즘 오류(E1) 대분수 가분수 변환 오류(E2) 통분 오류(E3)	이경아(1997) 김진식(1995) 추은영(2003)
	곱셈	역수오류(F1) 알고리즘오류(F2) 대분수 변환 오류(F3) 약분 오류(F4) 곱셈 구구 오류(F5) 가분수 변환 오류(F6)	윤희태(2002)
	나눗셈	역수오류(G1) 알고리즘 오류(G2) 대분수 변환 오류(G3) 곱셈 구구 오류(G4) 가분수 변환 오류(G5) 약분 오류(G6)	윤희태(2002)
소수	덧셈·뺄셈	소수점 오류(H1) 자연수 지배 오류(H2) 자연수 계산 오류(H3) 자리값 오류(H4)	이경아(1997)
	곱셈·나눗셈	소수점 오류(K1) 자연수 곱셈 나눗셈 오류(K2) 알고리즘 오류(K3) 0처리 오류(K4) 덧셈, 뺄셈 오류(K5)	윤희태(2002)

라. 교사용 지도서의 배치 및 설명 방식
 교사용 지도서는 지도와 관련된 직접적인 정보를 제공하는 원천이므로, 교사용 지도서의 어떤 부분에 어떤 식으로 오류 활용에 대한 정보가 실려 있는지를 조사하는 것은 오류 활용의 실태를 파악하는 데 중요한 단서가 될 수 있다. 7차 교사용 지도서는 제6차 교사용 지도서와 구성체제가 다르다. 제6차에서는 단원의 개관, 단원 목표, 전개 계획, 평가의 관점, 수학 익힘책의 내용 구성, 수학 익힘책 문제의 해답, 교재연구, 차시별 내용(목표, 지도내용 및 활동, 지도상의 유의점, 평가 상의 유의점)으로 구성되어 있다. 제7차에서는 수업의 한 장면, 단원의 개관, 단원의 전개 계획, 지도 내용의 해설, 익힘책의 활용, 교수학습 보충 자료로 구성되어 있다.

이들 구성 부분 중 계산 오류 활용에 대해 언급되어 있는 부분은 <표 III-3>과 같다.

또한 제6차와 제 7차 교사용 지도서의 고찰을 통해, 교사용 지도서의 계산 오류 설명 방식을 <표 III-4>와 같이 세 가지로 구분하였다.

2. 교재 분석

앞에서 설정한 교재 분석틀에 따라, 자연수, 분수, 소수의 사칙 계산 영역을 분석한 내용은 다음과 같다.

가. 자연수의 계산 영역

자연수의 덧셈과 뺄셈, 곱셈과 나눗셈 영역에서의 계산 오류 활용 실태는 <표 III-5>, <표 III-6>, <표 III-7>과 같다.

<표 III-3> 교사용 지도서의 계산 오류 취급 부분

교육과정	취급 부분
6 차	① 교재연구 ② 지도내용 및 활동 ③ 지도상의 유의점 ④ 평가상의 유의점
7 차	① 지도내용의 해설 ② 익힘책의 활용 ③ 교수학습 보충자료 ④ 공부한 것 다시 생각하기

<표 III-4> 교사용 지도서의 계산 오류 설명 방식

구분	설명 방식
단순 언급	교과서나 익힘책에 계산 오류 관련 문제가 제시되어 있음을 단순히 언급하는 정도
유의점 강조	오류 발생률이 높은 몇몇 대표적인 오류 유형을 언급하며, 교사가 유의해할 점을 아울러 기록
오류유형과 지도방법 설명	교사가 인지해야 할 계산 오류 유형과 관련 문제들을 제시하고, 아울러 지도 방법을 기록

<표 III-5> 6, 7차의 자연수 덧셈, 뺄셈 오류 활용

교육과정	학습주제	교재유형	오류 유형	문항수	문제 형태	지도서 설명부분	지도서 설명방식
6차	받아올림이 두 번 있는 (세 자리 수)+(세 자리 수)	익힘책	A1	3	P형	지도상의 유의점, 평가상의 유의점	오류 유형과 지도방법 설명
		지도서	A1 A3	3 1	×		
	받아내림이 두 번 있는 (세 자리 수)-(세 자리 수)	익힘책	B1 B3	1 1	P형	×	×
	받아올림이 세 번 있는 (네 자리 수)+(세 자리 수)	지도서	×	×	×	지도상의 유의점	A1오류유 의점 강조
	받아올림이 세 번 있는 (네 자리 수)+(네 자리 수)	지도서	×	×	×	지도상의 유의점	유의점 강조
	받아내림이 세 번 있는 (네 자리 수)-(세 자리 수)	지도서	×	×	×	지도상의 유의점	유의점 강조
	세 수의 덧셈 뺄셈 혼합계산	지도서	×	×	×	평가상의 유의점	유의점 강조
7차	없 음						

** A1:덧셈 받아올림 오류 A3:알고리즘 오류 / B1:뺄셈 0처리 오류 B3:받아내림 오류

<표 III-6> 6, 7차의 자연수 곱셈 오류 활용

교육과정	학습주제	활용 도서	오류 유형	문항수	문제 형태	지도서 설명부분	지도서 설명방식	
6차	(두 자리수)×(한 자리수) 곱셈 연습	교과서 지도서	C2 C4 C4	1 1 1	P형	지도내용 및 활동, 평가상의 유의점	오류유형과 지도 방법 유의점강조	
	올림이 있는 (두 자리수)×(두 자리수)	익힘책	C3 C4 C4	2 1 1	P형	×	×	
	곱셈의 활용	(세 자리수)× (한 자리수)	교과서 지도서	C2 C4 C7	1 2 1	P형	지도내용 및 활동, 지도상의 유의점	오류유형과 지도 방법 유의점강조
		(두 자리 수)× (두 자리 수)	교과서 지도서	C3 C4 C6	1 2 1	P형		
		연습 (두 자리 수)×(두 자리수)	교과서 지도서	C3 C4 C6	2 1 1	P형		
	연습 (세 자리 수)×(십의 자리가 0인 세 자리 수)	교과서	C3	3	P형	×	×	
	연습 (네 자리 수)×(세 자리수)	익힘책	C5	1	P형	×	×	
7차	올림이 있는 (두 자리수)×(두 자리수)	익힘책 지도서	C1 C3 C4	1 1 1	P형	익힘책의 활용	단순 언급	

** C1:알고리즘 오류, C2:곱셈기구 오류, C3:기수법 오류, C4:받아올림 오류, C5:0처리 오류, C6:덧셈 오류

<표 III-7> 6, 7차의 자연수 나눗셈 오류 활용

교육과정	학습주제	활용도서	오류유형	문항수	문제형태	지도서의 설명부분	지도서 설명방법
6차	(몇십)+(몇)	익힘책	D5	4	P형	×	×
	연습 (몇십)+(몇)	교과서	D1	3	P형	지도내용 및 활동	오류유형과 지도방법
		지도서	D1	1	×		
			D3	1			
	D4	1					
	나눗셈의 계산 (몇십몇)+(몇)	지도서	D1	1	×	지도내용 및 활동	오류유형과 지도방법
	몫의자리에 0이 있는 나눗셈	지도서	D2	1	×	지도내용 및 활동	오류유형과 지도방법
	나머지가 있는 (세 자리수)+(한 자리수)	익힘책	D1 D2 D5	2 2 1	P형	지도상의 유의점	오류유형과 지도방법
	연습 (세 자리수)+(한 자리수)	교과서	D2	2	P형	지도상의 유의점	오류유형과 지도방법
		지도서	D5	1			
익힘책	D2	1	D4	1			
지도서	D4	1					
(세 자리수)+(몇 십)	지도서	D6	1	×	지도상의 유의점	오류유형과 지도방법	
연습 (세 자리수)+(두 자리수)	교과서	D1	2	P형	지도내용 및 활동	오류유형과 지도방법	
	익힘책	D2	2	P형			
D5		1					
D6		1					
연습 (네 자리수)+(세 자리수)	교과서	D1	1	P형	지도내용 및 활동	오류유형과 지도방법	
		D2	1				
		D3	1				
		D5	1				
		D6	1				
◆(다섯 자리 수)+(두 자리 수)	지도서	×	×	×	지도상의 유의점	유의점 강조	
7차	(몇십)+(몇)	익힘책	D5	2	R형	×	×
	나눗셈의 계산 (몇십몇)+(몇)	익힘책	D3	3	R형	×	×
	(세 자리수)+(몇 십)	지도서	×	×	×	공부한것다시생각하기	단순언급

** D1:알고리즘 오류, D2:0 처리 오류, D3:몫셈 구구 오류, D4:뺄셈 오류, D5:가정몫 오류, D6: 기수법 오류

나. 분수의 계산 영역

분수의 사칙 계산 오류 활용 실태는 <표 III-8>, <표 III-9>와 같다.

다. 소수의 계산 영역

소수의 사칙 계산 오류 활용 실태는 <표 III-10>, <표 III-11> 과 같다.

<표 III-8> 6, 7차의 분수의 덧셈, 뺄셈 오류 활용

교육과정	학습주제	활용 도서	오류 유형	문항수	문제 형태	지도서의 설명 부분	지도서 설명방식
6차	받아올림 없는 동분모 분수의 덧셈	지도서	E1	1	×	지도상의 유의점	오류유형과 지도방법
7차	없 음						

** E1: 알고리즘 오류

<표 III-9> 6, 7차의 분수의 곱셈 오류 활용

교육과정	학습주제	활용 도서	오류 유형	문항수	문제 형태	지도서의 설명 부분	지도서 설명방식
6차	연습(진분수끼리의 곱셈)	익힘책	F4	1	Q형	×	×
	연습(대분수의 곱셈)	익힘책	F2	1	Q형	×	×
	(진분수)×(자연수)	지도서	G1 G2	1 1	×	교재연구	오류유형과 지도방법
	(자연수)×(분수)	지도서	G1	1	×	교재연구	오류유형과 지도방법
	(진분수)×(진분수)	지도서	G1	2	×	교재연구	오류유형과 지도방법
	(가분수)×(진분수)	지도서	×	×	×	지도상의 유의점	유의점 강조
7차	없 음						

** (곱셈) F2: 알고리즘 오류, F4: 약분 오류 / (나눗셈) G1: 역수 오류, G2: 알고리즘 오류

<표 III-10> 6, 7차의 소수의 덧셈, 뺄셈 오류 활용

교육과정	학습주제	활용 도서	오류 유형	문항수	문제 형태	지도서의 설명 부분	지도서 설명방식
6차	(소수 세 자리수)×(소수 두 자리수)	익힘책	H3 H4	1 1	P형	×	×
	세 소수의 덧셈	지도서	×	×	×	지도 내용	유의점 강조
7차	자연수가 있는 (소수 두 자리 수)×(소수 두 자리 수)	익힘책 지도서	H2 H3	1 1	P형	익힘책의 활용	유의점 강조
	자연수가 있는 (소수 두 자리 수)×(소수 두 자리 수)	익힘책 지도서	H2 H3	1 1	P형	익힘책의 활용	유의점 강조

**H1: 소수점 오류, H2: 자연수 지배 오류, H3: 자연수 계산 오류, H4: 자리값 오류

3. 분석결과 및 지도의 시사점

가. 교육과정에 따른 분석

분석 내용을 교육과정별로 살펴보면 전반적으로 6차에 비해 7차가 계산 오류 활용도가 크게 낮은 것으로 나타났다(<표 III-12>). 7차는 계산 오류에 관해 교과서에서는 전혀 다루지 않고 있으며, 주로 익힘책이나 교사용 지도서를 활용하는 것으로 나타났다. 그러나 교사용

지도서의 설명 정도가 단순 언급에 그쳐 교사가 각별히 주의하지 않으면 계산 오류 활용도는 그리 높지 않을 것으로 예상된다. 뿐만 아니라 6차에서는 자연수, 분수, 소수의 사칙계산과 관련하여 모두 27가지의 오류 유형을 82문항에 걸쳐 광범위하게 다루고 있는 반면, 7차에서는 자연수의 덧·뺄셈, 분수의 사칙계산 영역이 제외된 나머지 영역에서 11가지의 제한된 오류 유형을 18문항에 걸쳐 다루는 것으로

<표 III-11> 6, 7차의 소수의 곱셈, 나눗셈 오류 활용

교육과정	학습주제	활용도서	오류유형	문항수	문제형태	지도서의 설명부분	지도서 설명방식
6차	(자연수)×(소수)	×	×	×	×	지도상의 유의점	유의점 강조
	소수점 아래 0을 내려 계산하는 (소수)÷(자연수)	익힘책	K1 K2	2 1	P형	×	×
	몫의 소수 첫째 자리에 0이 있는 (소수)÷(자연수)	익힘책	K1 K3 K4	1 1 1	P형	×	×
7차	몫이 소수인 (소수)÷(자연수)	익힘책 지도서	K1 K2	2 1	Q형	익힘책의 활용	단순언급
	소수점 아래 0을 내려 계산하는 (소수)÷(자연수)	익힘책 지도서	K1 K3 K4	1 1 1	Q형	익힘책의 활용	단순언급

**소수점 오류(K1), 자연수 곱셈·나눗셈오류(K2), 알고리즘 오류(K3), 0 처리 오류(K4), 덧셈·뺄셈 오류(K5)

<표 III-12> 6차와 7차 교육과정에서의 계산 활용 정도 비교·분석

교육과정	주제별 취급	교재 유형	문제유형 및 문항수	오류의 유형 및 문항수	유형수 및 문항수	지도서 취급 부분	설명 정도
6차	광범위한 주제에 걸쳐 취급	교과서 익힘책 지도서	P(64) Q(2) 기타# (16)	A1, A3, B1, B3(9) C2,C3,C4,C5,C6,C7(23) D1,D2,D3,D4,D5,D6(34) E1(1) F2,F4,G1,G2(7) H3,H4(2) K1,K2,K3,K4(6)	27(82)	'지도상의 의점'에서 로 취급	유의점 강조 혹은 오류 유 형과 지도방 법에 대한 자 세한 설명
7차	한 두 주제에 국한하여 취 급	익힘책 지도서	P(7) Q(6) R(5)	C1,C3,C4(3) D3,D5(5) H2,H3(4) K1,K2,K3,K4(6)	11(18)	주로 '익힘책 의 활용' 부 분에서 다루어짐.	단순언급

** 표 안의 (기타#)은 지도서에 문제 형태로 제시되어 있지 않은 경우에 해당됨.

그치고 있다. 7차에서 긍정적으로 볼 수 있는 측면은 문제의 유형이다. 6차에서는 틀린 곳을 찾아 고치는 P형의 문항이 주를 이룬 반면 7차에서는 틀린 이유를 설명하도록 하는 Q형의 비중이 높은 것으로 나타나, 의사소통을 강조하는 최근의 경향을 반영하고 있음을 알 수 있다.

초등수학 교재에서 계산 오류에 대해 어느 정도 다루는 것이 적절한 지에 대해서는 성급한 결론을 내릴 수 없지만, 적어도 분량적 측면에서 7차의 초등 수학 교재들이 반영하고 있는 정도는 극히 낮은 것으로 나타났다.

나. 학습 주제

분석 내용을 학습 주제별로 살펴보면, 앞서 언급되었듯이 전반적으로는 6차에서는 광범위한 주제에 걸쳐, 그리고 7차에서는 특정한 몇 주제에 국한하여 계산 오류가 활용됨을 알 수 있다. 또한 6, 7차 모두 자연수 영역에 비해 상대적으로 분수 및 소수 영역의 계산 오류 활용 정도가 낮은 것으로 나타났다. 자연수 계산이 분수나 소수 계산의 기본임을 감안한다면 긍정적인 측면이 없지 않지만, 일반적으로 아동은 작은 상황 변화에도 일반적으로 대처하지 못하고 특정한 규칙을 만들어 적용하는 성향이 있기 때문에, 분수와 소수의 계산 지도에 있어서도 다양한 주제에 걸쳐 계산 오류를 활용하는 것이 바람직 할 것이다. 그러나 매 주제마다 오류를 다루어 줄 여유가 없다면, 자연수 나눗셈 영역의 (네 자리수)÷(세 자리수)에서와 같이 여러 유형(D1-D6)의 오류가 고루 발생할 수 있는 상위 주제를 택하여, 집중적으로 다루는 것도 한 가지 방법이 될 수 있다. 그러나 오류의 교정 보다 사전 예방을 목적으로 한다면, 하위 주제에서부터 한두 가지의 오류를 단계적으로 다루는 것이 효과적일 것이다.

다. 교재 유형

교재 유형에 대해 살펴보면, 6, 7차 공통적으로 수학 익힘책과 교사용 지도서를 근간으로 계산 오류를 다루고 있음을 알 수 있다. 즉 계산 오류가 수학 교과서에서는 활용되지 않고 있다는 것이다. 일반적으로 수학 교과서에 제시되어 있는 내용은 수업 시간 중 교사의 지도로 다루어지는 반면, 수학 익힘책에 제시되어 있는 내용은 연습을 위한 과제의 형태로 학습자에게 부과되는 경우가 많다. 또한 교사용 지도서에 제시된 내용도 바쁜 학교 현장에서 관심을 갖고 연구하지 않으면 간과되기 쉽다. 수학 교과서에 실리지 않았다는 것은 교수 학습 과정에 그리 큰 영향을 주지 못함을 의미하기 때문에, 6차의 자연수 곱셈·나눗셈 영역에서와 같은 방식으로 수학 교과서에 보다 적극적으로 계산 오류를 활용하는 방안을 강구해야 할 것이다. 아울러 교사용 지도서에서도 계산 오류 유형과 이에 대한 지도 방법을 보다 상세하게 제시하여 교사들에게 실제적인 도움을 주도록 해야 한다.

라. 오류 유형과 문항 수

본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 계산 오류 유형을 영역별로 적게는 3가지에서 많게는 7가지로, 총 45개의 유형을 제시하였다(<표 III-12>). 이 가운데 교과서, 익힘책, 교사용 지도서에 취급되고 있는 것을 조사한 결과, 6차에서는 27개(60%)의 유형이, 7차에서는 11개(24%)의 유형이 다루어지고 있었다. 물론 가능하다면 수학교재에서 모든 유형의 오류를 다루는 것이 좋겠지만, 제한된 수업시간을 감안한다면 그럴 수는 없는 일이다. 따라서 오류 발생률에 근거하여 발생률이 높은 전형적인 오류 몇 가지를 수업에 활용하고, 나머지 오류에 대해서는 연습이나 과제로 부과하는 것이 바람직

할 것이다.

오류 유형에 따라 활용되는 문항 수는 학습 주제별로 대부분 1~2문항이나(오류 유형 당 문항 수는 6차가 평균 3개, 7차가 평균 1.6개), 6차 교육과정에서 세 자리 수끼리의 자연수 덧셈에서의 받아올림 오류는 6문항, (세 자리 수)×(십의 자리가 0인 세 자리 수)에서 기수법 오류는 3문항, (덧셈)÷(덧)에서 가정몫 오류는 4문항이다. 특히 (덧셈)÷(덧)과 나눗셈의 검산 학습에서 가정몫 오류와 곱셈 구구 오류 문제를 7차에서도 여러 문항 다루고 있음으로 미루어 볼 때, 이들은 높은 오류 발생률이 고려된 결과라 하겠다.

선행 연구에서도 밝혀졌듯이, 오류란 한 번 형성되면 쉽게 교정되는 것이 아니기 때문에 한 유형에 대해 한두 번의 연습을 하는 것만으로는 충분하지 않다. 이런 점을 감안한다면, 전반적으로 7차에서 다루어지고 있는 오류 유형이나 오류 유형에 대한 문항 안배는 대체로 부족하다고 생각된다.

마. 문제의 유형

계산 오류와 관련하여 6차 교육과정에 제시된 문제는 총 66문항인데, 이 중 2문제를 제외한 64문항이 틀린 곳을 찾아 바르게 수정하는 P형에 해당된다. P형은 비교적 쉬운 주제나 쉽게 오류를 찾을 수 있는 문항에 대해서는 바람직하지만, 틀린 이유를 스스로 찾기 어렵거나 틀린 이유가 여러 가지로 나올 수 있는 경우에는 바람직하지 못하다. 따라서 이런 경우는 틀린 이유에 대해 동료들과 의견을 교환하거나, 직접적인 힌트를 제공하는 Q형과 R형을 적절하게 사용하는 것이 좋을 것이다.

반면 7차 교육과정에 제시된 문제의 형태는 학습 주제에 따라 P형(7문항), Q형(6문항), R형(5문항)이 고루 포함되어 있다. 학습 주제가 비

교적 용이한 경우인 소수의 덧셈과 뺄셈의 자연수 지배 오류와 자연수 계산 오류에 해당되는 문제는 P형으로 되어 있다. 또한 ‘몫이 소수인 (소수) ÷ (자연수)’, ‘소수점 아래 0을 내려 계산하는 (소수) ÷ (자연수)’에서의 문제는 Q형으로 되어 있다. 자연수의 나눗셈에서는 가정 몫 구하기와 검산하는 방법에 관련된 문제가 R형으로 제시되어 있다.

문제의 유형은 일률적으로 틀린 곳을 고치는 것 보다는 학습 주제의 난이도에 따라, 목적에 따라 적절한 형태를 취하는 것이 바람직할 것이다. 이러한 관점에서 보면 7차의 문제 유형 안배는 6차 보다 적절해 보인다.

바. 교사용 지도서의 설명부분과 설명방식
6차 교사용 지도서에서는 ‘지도상의 유의점’, ‘평가상의 유의점’, ‘지도내용 및 활동’, ‘교재연구’ 부분에서 계산 오류에 대해 언급하고 있으나, 주로 ‘지도상의 유의점’에서 실제적인 정보를 다루고 있다. 반면 7차 교사용 지도서에서는 주로 ‘익힘책의 활용’ 코너에서 수학 익힘책에 계산 오류와 관련된 문제가 포함되어 있다는 정도로 간단하게 언급하고 있어 교사들에게 실제로 도움이 되는 정보를 제공하지 못하고 있다.

6차 교사용 지도서에는 학생들이 계산 과정에서 틀리기 쉬운 문제 유형을 설명하면서, 오류의 진단과 처방을 강조하는 내용이 자주 등장한다. 특히 자연수와 분수 계산 영역에서는 오류 유형과 더불어 지도상의 유의점을 소상하게 설명하고 있다. 교재 연구 시간이 충분하지 않은 현실에서 교사들은 적어도 지도상의 유의점만은 읽어보고 지도하는 경우가 많으므로, 이와 같은 교재 구성은 차후 교사용 지도서 개발에 반영되어야 할 항목이다.

또한 6차에서는 교과서에서 다루지 못한 오

류에 대해서 교사용 지도서의 교재 연구 부분에서 다루고 있다. 분량의 제한 때문에 미처 교과서에서 다루지 못하는 내용이 있다 해도 교사용 지도서에서 다루어 준다면, 이 분야의 관심 있는 교사들에게 도움이 될 것이다.

IV. 마치며

본 연구는 교재의 유형, 문제의 유형, 오류 유형 및 문항수, 지도서의 구성 및 설명 방식 등의 4가지 관점에서 6, 7차 수학 교재를 비교 분석하였으며, 그 결과 전반적으로는 7차가 6차에 비해 계산 오류 활용도가 크게 낮은 것으로 나타났다. 보다 세부적인 연구 결과 및 결론은 다음과 같다.

첫째, 교재의 유형으로는 교과서, 익힘책, 지도서가 있으며, 이 가운데 교과서의 계산 오류 활용도가 크게 낮은 것으로 나타났다. 특히 7차에서는 계산 오류에 대해 교과서를 전혀 활용하지 않고 대신 익힘책을 활용하고 있다. 그러나 교과서가 수학 교수 학습에 미치는 영향력이 가장 크다는 점을 감안하면, 계산 오류에 대한 교과서의 반영률을 높이는 방안을 강구해야 할 것이다.

둘째, 6차에서는 단순히 틀린 곳을 찾아 고치게 하는 유형이 천편일률적으로 교재에 제시된 반면, 7차에서는 틀린 이유를 설명하게 하거나, 몇 가지 단서를 제공하는 식으로 다양한 유형의 문제가 제시되고 있다. 이는 바람직한 현상으로 차기 수학 교재 개발 시 고려되어야 할 사항으로 생각된다.

셋째, 교재에서 다루고 있는 계산 오류 유형 역시 7차는 매우 제한적인 것으로 나타났다. 본 연구에서 제시한 오류 유형 45가지 가운데 겨우 11가지가 다루어지고 있을 뿐만 아니라,

문항 수도 18문항으로 매우 적은 분량이다. 이는 27가지의 오류 유형을 82문항에 걸쳐 다루었던 6차 교재와 비교된다. 따라서 차후 교재 개발에서는 무엇보다도 양적인 측면에서의 보완이 강조되어야 한다. 그러나 제한된 지면과 제한된 수업시간을 감안한다면 무조건 모든 유형의 오류를 다루라고 하는 것은 무리일 테고, 특정한 몇 주제를 통해서도 여러 유형의 오류를 효과적으로 다루는 방법을 생각해 볼 수 있다. 그러나 계산의 기본 단계부터 매 주제마다 한두 개의 오류 유형을 지속적으로 수업에서 다루어 준다면 오류의 예방 효과도 기대할 수 있을 것이다.

넷째, 계산 오류에 대한 교사용 지도서의 설명 정도가 7차에서 매우 미흡한 것으로 나타났다. 6차의 경우는 ‘지도상의 유의점’이라는 코너에서 교과서 및 익힘책에서 미처 다루지 못한 오류의 유형, 그리고 그 지도 방법에 대해 비교적 자세하게 정보를 제공해 주고 있는 반면 7차에서는 익힘책에 그러한 문제가 있다는 정도로 간단히 언급하고 넘어가기 때문에 교사들에게 실제적인 정보를 제공하지 못하고 있다. 교사들 역시 학생과 마찬가지로 오개념과 오류 보유자라는 점을 감안한다면, 보다 자세한 정보를 제공하는 것이 바람직 할 것이다.

마지막으로 본 연구의 제한점 및 제언을 정리하면 다음 두 가지이다.

첫째, 수학교재의 분석만으로는 계산 오류의 활용 실태를 정확하게 진단할 수 없기 때문에, 차후 수학 교재를 사용하는 교사나 학습자를 대상으로 한 실제적인 조사 연구가 수행되어야 할 것이다.

둘째, 계산 오류와 관련하여 효과적으로 수학 교재를 구성하기 위해서는 계산 오류를 교수 학습에 활용하기 위한 수업모형이나 지도 방안이 다각적으로 연구 되어야 할 것이다.

참고문헌

- 교육부(1996a). 수학 교과서·익힘책 3-1·3-2. 충남: 국정교과서주식회사.
- 교육부(1996b). 수학 교과서·익힘책 4-1·4-2. 충남: 국정교과서주식회사.
- 교육부(1997a). 수학 교과서·익힘책 5-1·5-2. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(1997b). 수학 교과서·익힘책 6-1·6-2. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(2001a). 수학 교과서·익힘책 3-가·3-나. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(2001b). 수학 교과서·익힘책 4-가·4-나. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(2002a). 수학 교과서·익힘책 5-가·5-나. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(2002b). 수학 교과서·익힘책 6-가·6-나. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(1996c). 수학 교사용 지도서 3-1·3-2. 충남: 국정교과서주식회사.
- 교육부(1996d). 수학 교사용 지도서 4-1·4-2. 충남: 국정교과서주식회사.
- 교육부(1997c). 수학 교사용 지도서 5-1·5-2. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(1997d). 수학 교사용 지도서 6-1·6-2. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(2001c). 수학 교사용 지도서 3-가·3-나. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(2001d). 수학 교사용 지도서 4-가·4-나. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(2002c). 수학 교사용 지도서 5-가·5-나. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(2002d). 수학 교사용 지도서 6-가·6-나. 서울: 대한교과서주식회사.
- 교육부(1998). 초등학교 교육과정 해설(IV). 서울: 교육부.
- 김민경(2003). 나눗셈 개념에 대한 초등예비교사의 이해도 분석. *학교수학*, 5(2), 223-239.
- 김종태(1975). 산수학습에 따른 계산능력 향상을 위한 오류의 교정지도. 동아대학교 석사학위논문.
- 김진식(1995). 국민학교 아동의 분수 계산에서 오류 유형 분석. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 노은정(2002). 수학학습에서 오류의 활용 효과-정의 지도를 중심으로-. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 민인영(2003). 분수의 나눗셈에서 나타나는 오류 분석. 부산교육대학교 석사학위논문.
- 오운숙(2001). 분수의 지도 과정에서 나타난 오류의 진단 및 처방에 관한 연구. 광주교육대학교 석사학위논문.
- 윤희태(2002). 초등학생들의 기초 계산 오류에 대한 분석적 연구. 인천교육대학교 석사학위논문.
- 이경아(1997). 유리수 계산에서 나타나는 오류의 현상적 분석-초등학교 6학년을 중심으로-. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 이영숙(1998). 비례문제 해결 전략과 오류에 대한 분석-초등학교 5,6학년을 대상으로-. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 장영숙(2003). 오류 분석을 통한 뺄셈 부진아 지도 방안 연구. 경인교육대학교 석사학위논문.
- 조병윤(1992). 분수 계산 오류의 효과적이 교정지도 방안. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 차승진(2001). '문자와 식' 단원에서 학습능력 수준에 따른 오류분석과 교정에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 추은영(2003). 이분모 분수의 덧셈과 뺄셈에서 오류와 원인 분석. 춘천교육대학교 석사학위논문.

Brousseau, G. (1983). Les obstacles epistemologiques et les problemes en mathematiques. *Researches en Didactique des Mathematicques*, 4, 2.

Fischbein, E. (1987). Intuition in science and mathematics. Dordrecht: D.Reidel Publishing Company.

Analysis of Korean Elementary Mathematics Textbooks, Workbooks, and Teachers's Guide Books in respect of Using Computational Error Patterns

Lee, Young Sun (Onsu Elementary School)

Kim, Soo Mi (Gyeongin National University of Education)

Many researchers have studied students' error patterns in learning mathematics but the results haven't much effected on teaching situation. This paper is to find out how the results have been reflected on 6th and 7th Korean elementary school mathematics textbooks, workbooks, and teachers' guide books. The focuses of analysis are the four; (a)Type of materials, (b)Type of problems,

(c)Type of errors and number of related problems, and (d)organization and explanation type. Results indicate that both 6th and 7th materials don't use effectively students' error patterns to teach computation, in particular, 7th textbooks scarcely treat them. It suggests that we should grope a way to use the fruitful results of this area to teach mathematics effectively.

* key word: Using computational error patterns(계산 오류 활용), Analysis of mathematical materials(수학교재 분석), mathematics textbooks(수학교과서), mathematics workbooks(수학익힘책), mathematics teachers' guide books(수학 교사용 지도서)

논문접수 : 2004. 10. 30

심사완료 : 2004. 12. 3