

자연수 연산의 학습 내용 구성 방향

신 준 식(춘천교육대학교)

I. 서론

옛날부터 계산을 잘하는 것이 수학적으로 우수하다고 생각해왔으며, 거의 1900년까지도 교육을 받았다는 것은 계산할 수 있다는 것을 의미하였다. 초등학교의 대부분의 시간은 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈을 배우는 데 투입되었다. 현재에도 초등학교의 교육과정은 기본 교육에 중점을 두어 3'Rs(reading, writing, arithmetic)을 강조하고 있으며, 많은 교사나 학부모들은 계산 능력에 대해 지대한 관심을 가지고 있다. 1970년대의 '새 수학' 운동으로 계산력이 약화되었다는 비난이 쏟아지자 '기본에 충실하자(Back to basic)'는 운동으로 계산이 강화되기도 하였다.

우리나라의 교육과정에서 밝힌 수학과목의 목표는 '수학의 기초 기능을 익히게 하고, 이를 일상생활에 적용할 수 있게 하며, 여러 가지 문제를 해결할 수 있게 한다'이다. 기초 기능 중에서 가장 중요한 것은 계산이다. 계산은 일상 생활에서 많이 활용되는 기능이고, 수학의 다른 영역을 학습하는 데 꼭 필요한 기능이다. 그래서, 초등학교에 입학하자마자 계산 방법을 배우고 있으며, 교육과정에서 가장 많은 부분을 차지하고 있다. 초등학교에서 수학을 학습하는 시간은 820차시(1학년- 116차시, 2, 3, 4학년-각각 128차시, 5, 6학년- 각각 160차시)이고, 그 중에서 계산 학습이 차지하는 시간은 275차시(1학년- 38차시, 2학년- 61차시, 3학년- 54차시, 4학년- 45차시, 5학년- 46차시, 6학년- 31차시)로서 전체의 34%를 차지하고 있다. 이와 같이 계산 학습에 많은 시간과 노력을 기울이는 것은 교육과정에 명시되어 있듯이 일상 생활에 적용하여 문제를 해결할 수 있게 하는 수단의 역할을 하고 있다. 계산 기능을 익히는 목적은 계산 그 자체에 있는 것이 아니라 문제를 해결하는 수단으로 제시하고 있다.

옛날에는 계산을 하기 위해서는 암산이나 지필에 의존할 수 밖에 없었으므로 학교에서 지필 계산 방법을 가르쳤고, 복잡한 계산을 정확하고 빠르게 계산하기 위해 가정이나 직장에서 수판이 널리 사용되었으며, 직장에 따라서는 수판으로 계산하는 능력이 우수한 사람을 필요로 하였다. 따라서, 학교에서도 수판셈을 가르쳤다(현재에도 수판셈

은 초등학교에서 조금 가르치고 있다).

우리의 현실을 살펴보자. 눈부신 과학 기술로 계산기와 컴퓨터가 발명되었고, 경제 발달로 개인, 가정, 사회에 계산기와 컴퓨터가 널리 보급되어 이를 활용하고 있다. 거의 모든 개인, 가정, 직장에 계산기가 있어서 필요한 계산은 계산기를 이용하고 있다. 이제 지필 계산은 가정에서나 직장에서나 거의 하지 않고 있다. 위에서도 밝혔듯이 계산은 그 자체가 목적이 아니라 하나의 수단이다. 어떤 수단을 취할 것인가는 학생에게 맡겨야 할 때가 된 것 같다. 이제는 계산에 대한 학습 지도 방법이 달라져야 할 때가 왔다.

현행 교육과정에서 계산기나 컴퓨터의 사용이 가능하고(교육부, 1993), 많은 수학교육전문가들이 이들의 사용을 적극 권장하고 있지만 실현이 안되는 것은 계산기를 사용했을 때 교육과정의 내용이 어떻게 바뀌어야 한다는 것을 구체적으로 제시하지 못하고 있기 때문이라고 생각한다. 따라서, 본고에서는 계산기가 널리 보급되어 사용하고 있는 현실에서 학생들이 수업에서 계산기를 사용해야 한다고 보고, 교육과정의 내용 중에서 자연수 계산에 관한 학습 내용이 어떻게 구성되어야 하겠는가에 대해 논의하고자 한다.

II. 계산 학습의 지도 방향

가. 계산의 중요성

계산은 수학과 교육과정의 중요한 부분이지만 가장 중요한 것은 아니다. 왜냐하면, 계산은 그 자체가 목적이 아니라 수단이기 때문이고, 문제에 적절한 계산을 모르면 계산 기능은 아무 쓸모없는 것이다(Stone, 1917; Suydam, 1982, 재인용). 계산 절차는 계산에 대한 개념과 계산을 적용하는 능력에 부수적인 기능이다.

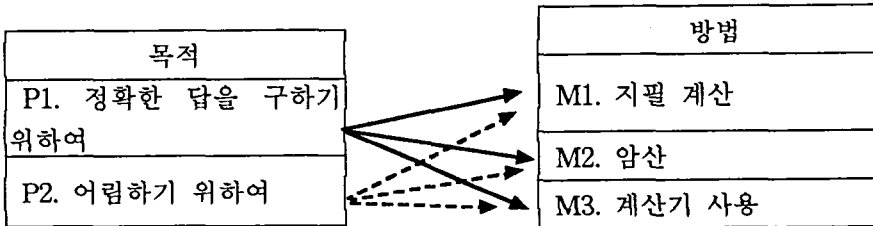
수학과 교육과정에서 계산을 가르치는 두 가지 이유가 있다. 첫째, 계산이 일상생활과 직업에서 활용된다는 것이다. 사회는 계산할 수 있는 사람, 계산에 대해 많이 알고 있는 사람을 필요로 한다. 물론 사회는 계산기를 사용하느냐 안하느냐는 고려하지 않고 있다. 과거에 정확하고 빠른 계산을 위하여 수판을 사용했던 것과 마찬가지로 어떤 방법으로도든지 정확하고 빠른 계산을 하여 문제를 해결할 수 있으면 된다. 둘째, 계산 능력은 다른 영역을 학습하는 데 필요하다는 것이다. Trafton, Suydam(1975)은 계산 학습은 여러 영역의 학습에 도움이 되어야 한다고 주장하였다.

수학 학습에서 계산기를 사용하자는 것은 현행 교육과정에서 계산의 중요성을 감소시키자는 것은 아니다. 오히려, 오직 지필에 의한 계산만을 계산이라고 하지 말고 계산의 정의를 더욱 넓혀서 암산이나 계산기에 의한 계산도 이에 포함시키자는 것이다. 그리고, 수학교육에서 중요시하는 문제해결을 더욱 강조하자는 것이다. 또, 계산 학습에 소요되는 시간을 줄이면 그 시간만큼 개념 발달을 강조할 수도 있고, 다른 영역의 학습 시간을 늘이거나 다른 주제를 도입할 수 있을 것이다. 또, 현재 딱딱한 학습 시간을 여유있게 운영할 수 있어 다양한 수학적 활동을 제공할 수 있을 것이다.

나. 계산에 대한 정의

이제까지 학교에서 계산이란 지필 계산을 의미하고 있으며, 그에 대한 계산 절차를 아주 세분하여 많은 기간동안 가르치고 있다. 많은 시간과 노력을 기울여 가르치다보니 '수학'이라는 말을 들었을 때 맨 먼저 떠오르는 것은 아마도 계산일 것이고, 이것이 수학에 대해 부정적인 성향을 갖게 한 한 요인이 되었다.

오래전부터 수학교육자나 일선 교사들은 계산의 학습 지도 방향에 큰 전환이 있어야 한다고 요구하고 있다(Coburn, 1989). Coburn에 의하면 그 전환의 방향은 문제해결을 더욱 강조하고, 지필 계산의 수준을 낮추어야 한다는 것이다. Coburn은 지필 계산의 수준을 낮추어야 한다는 주장을 뒷받침하기 위해 계산에 대해 폭넓은 정의를 내리고 있다. 계산은 다음과 같이 2가지 목적과 3가지 방법으로 이루어지고 있다.



이를 조합하면 모두 6가지의 경우가 있는데 현재에는 P1-M1의 경우에 많은 시간과 노력을 기울이고 있으며, 교사 학부모가 중요시하는 경우이다. 일상생활에서 정확한 답을 구하기 위해 암산을 할 필요가 있을 것이고, 계산기를 사용할 필요가 있을 것이다. 또, 정확한 답을 구하는 것보다는 얼마쯤 될 것이라는 어렵이 더 자주 유용하게 쓰이고 있다. 그러나, 학교에서는 정확한 답을 오직 지필로만 계산할 것을 요구하고 있다. 학습 수요자의 입장은 전혀 고려하지 않고 있는 셈이다.

폭넓게 정의된 계산의 6가지 경우는 다음과 같이 생각할 수 있다.

P1-M1: 암산하기가 어렵거나 계산기가 없어서 지필로 정확한 답을 구하는 경우로서

현재 학교에서 가장 많이 강조하여 가르치고 있다. 예를 들면, '27(또는 275명)명에게 공책을 15권씩 주려면 공책은 몇 권이 있어야 하는가?'의 문제를 암산으로 해결하기가 어렵거나 계산기가 없을 때에는 지필로 계산해야 할 것이다. 지필마저 없다면 어렵겠지만 암산으로 해결해야 할 것이다.

P1-M2: 정확한 답을 구하기 위해 암산으로 해결하는 경우이다. 어려운 계산은 지필이나 계산기를 이용하여 해결하겠지만 간단한 계산 즉, 4×5 , $100 \div 10$, $350 + 200$, ... 등의 계산은 암산으로 해결할 것이다. 굳이 이를 계산기나 지필로 계산하는 것은 시간이 더 걸리고 번잡스러울 것이다.

P1-M3: 암산이나 지필로 해결하기가 어려울 때 정확한 답을 구하기 위해 계산기를 사용하는 경우이다. 물론 계산기가 없다면 시간과 노력이 더 들겠지만 지필로 해결할 수 있어야 할 것이다. 예를 들면, 넓이가 1296cm^2 인 정사각형의 한 변의 길이는 얼마인가의 문제를 종전에는 어려운 절차를 학습하여 지필로 계산하였다. 이를 편리하게 계산할 수 있는 도구가 없어서 지필 계산의 절차를 학습해야 했었다. 그러나, 이제는 편리한 계산기가 널리 보급되어 있기 때문에 굳이 이런 절차를 학습하여 지필로 계산할 필요가 없다. 이런 절차를 학습할 시간에 좀더 나은 수학적 능력을 학습하는 데 투입하는 것이 좋을 것이다.

P2-M1: 정확한 답보다는 어렵하여 답을 구하는 데 암산으로 해결할 수 있는 간단한 수는 아니며 계산기가 없을 때 지필을 사용하여 해결하는 경우이다. 예를 들면, '벽지 1장의 크기는 가로 35cm, 세로 130cm이다. 이 벽지로 가로 365cm, 세로 240cm인 벽을 바르려고 한다. 벽지는 몇 장이나 필요하겠는가?

이 문제에서 필요한 벽지는 벽의 넓이보다 커야 한다. 따라서, 벽의 가로의 길이를 370cm 또는 400cm로 생각하여 계산한다. 큰 수이므로 암산으로 해결하기는 어렵고, 계산기가 없으므로 지필로 계산한다. $370 \div 35 \approx 10.5$ 이므로 가로로 11장, $240 \div 130 \approx 1.8$ 이므로 세로로 2장이 필요하므로 벽을 바르기 위해서는 $11 \times 2 = 22$ 장이 필요하다.

P2-M2: 어렵하여 답을 구하는 데 간단한 수라서 암산으로 해결하는 경우이다. 예를 들면, '철수 학교에서는 일주일 동안 폐품을 3000kg 모으기로 하였다. 다음은 일주일 동안 모은 폐품의 양이다. 목표에 도달하였는지를 알아보아라.'

월요일: 532kg 화요일: 521kg 수요일: 501kg

목요일: 490kg 금요일: 492kg 토요일: 523kg

이 문제에서 요구하는 것은 폐품의 양이 3000kg이 되는지 안되는지를 알아보라는

것이다. 일주일 동안 모은 폐품의 양을 정확하게 구할 필요가 없다. 매일 모은 폐품은 거의 500kg이거나 500kg이상이기 때문에 일주일 동안 모은 폐품의 양은 500×6 이 되고, 이것은 암산으로 해결할 수 있다.

P2-M3: 어렵하여 답을 구하는 데 계산기를 이용하는 경우이다. 예를 들면, '다음은 일주일 동안 어느 박물관의 입장료 수입이다. 한 달 동안 이 박물관의 입장료 수입은 얼마나 되겠는가?

월요일: 휴관 화요일: 514300원 수요일: 528200원 목요일: 479600원
 금요일: 498600원 토요일: 643100원 일요일: 653900원

이 문제를 다음과 같이 암산으로 해결할 수 있다. 즉, 하루 수입이 50만원씩이므로 1주일이면 $50 \times 6 = 300$ 만원, 1달이면 $300 \times 4 = 1200$ 만원이다. 그러나, 이를 좀 더 정확하게 알아보기 위해서는 계산기를 이용하여 1주일 동안의 입장료를 계산한 다음, 그 값에 4를 곱한다. 즉, 계산기로 $(514300 + 528200 + 479600 + 498600 + 643100 + 653900) \times 4$ 를 계산하여 답을 구할 수 있을 것이다.

이상과 같이 우리 일상생활에서 일어나는 문제를 해결하기 위해서는 계산이 필요하다. 종전에서 말하는 계산이란 정확한 답만을 요구하는 지필 계산을 의미하였다. 그러나, 이제는 계산에 대한 정의를 더욱 넓혀서 어렵, 암산, 계산기 등을 포함해야 할 것이다.

다. 학생들에게 가르쳐야 할 계산

1. 암산과 어렵

암산과 어림을 강조하는 이유는 암산과 어림이 실용적인 기능이고, 학생 자신이 구한 답의 의미 및 타당성을 빨리 검증할 수 있으며, 일상 생활에서도 일반인들은 지필 계산보다 암산과 어림을 더 많이 사용하고 있기 때문이다(Reys et. al. 1982, Hope, 1986). 그럼에도 불구하고 학교에서는 정확한 답을 구하는 것에 많은 시간과 노력을 기울이고 있으며, 더군다나 지필에 의한 계산만을 강조하고 있다. 계산기의 보급으로 종전의 지필 계산 방법은 약화시키고 암산과 어림 학습을 강조해야 한다.

모든 학생들은 간단한 수로 이루어진 문제를 정확하고 빠르게 해결할 수 있는 기능을 습득해야 한다. 20×30 의 곱을 구하기 위해서는 계산기나 연필을 찾을 필요가 없다. 당연히 암산으로 ' $2 \times 3 = 6$ 이므로 600'이라는 답이 나와야 한다. 종전에 학생들은 이런 계산 기능을 학습하지 않았으므로 연필을 먼저 찾게 된다. 또, 394×252 가 정확하게 얼마인지를 아는 것보다는 얼마쯤 될까에 관심이 더 많아서 394는 400으로 생각하

고, 252는 200, 300 또는 250으로 생각하여 80000, 120000, 100000쯤 될 것이라는 어렵
을 하여 문제를 해결할 것이다. 정확한 답을 요구하는 상황이라면 계산기를 사용할 것
이다.

가) 기본수의 계산

계산에 대해 개념적으로 이해가 충분히 되었으면 기본수에 대한 연산은 반복 연습
을 통하여 즉각적으로 계산할 수 있어야 한다. 두뇌는 유용한 계산 도구이며, 계산기
보다 더 빠르게 계산할 수 있으며, 원활한 지필 계산의 밑바탕이 되므로 강조해야 한
다. 학생들이 반드시 암산으로 해결해야 할 기본수의 계산은 모두 390가지인데 그 내
용은 다음과 같다.

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

-	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

×	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

기본수에 대한 나눗셈은 곱셈의
역연산으로 해결한다. 단, 나누는
수가 0인 경우는 제외

나) 추론을 통한 계산

암산은 연산 영역에서 추론 능력을 발달시킬 수 있다. 추론이란 이미 알고 있는 지
식을 이용하여 새로운 지식을 만들어내는 능력이다. 예를 들면, 7×6 의 곱이 얼마인가
를 알기 위하여 7×5 가 35이므로 $35 + 7$ 은 42라는 것을 암산으로 해결할 수 있다. 이와
같은 암산 과정은 다양한 계산 방법을 제공한다. 우리 학생들은 19×5 는 얼마인가를

계산할 때 무조건 지필로만 계산하려고 덤벼든다. 다양한 계산 전략을 학습할 기회가 없었기 때문이다. 이미 학생들은 10×5 나 20×5 는 잘 알고 있으므로 이를 활용할 수 있는 기회를 제공해야 한다. 10×5 는 50이고 9×5 는 45이므로 19×5 는 95, 20×5 가 100이므로 19×5 는 $100 - 5$ 을 계산해서 95라는 전략을 학습할 기회를 제공하는 것은 수와 계산에 대한 다양한 개념을 형성시킬 수 있으며, 알고 있는 지식을 활용할 수 있는 추론 능력을 향상시킬 수 있다.

다) 어렵

현재 교육과정은 5차 교육과정보다 어렵에 대한 학습이 강조되기는 하였지만 그 유용성에 비하면 학습 기회가 많지 않다. 첫째, 어렵은 계산 결과의 타당성을 검증하는데 필요하다. 계산기를 사용하는 과정에서 숫자키를 잘못 눌러 엉뚱한 답이 나오더라도 계산 결과가 얼마쯤 될 것이라고 미리 어렵하고 계산한다면 이를 수정할 수 있을 것이다. 둘째, 지필 계산 절차를 학습하기 전에 어렵을 학습하는 것은 계산의 절차를 학습하는 데 도움이 된다. $472 + 249$ 의 예를 들어보자. 이 과정에서 학생들은 받아올림을 이해할 수 있을 것이다.

$$\begin{array}{r}
 472 \qquad \qquad 500 \\
 + 249 \quad \leftarrow \quad + 200 \\
 \hline
 \qquad \qquad \qquad 700
 \end{array}$$

셋째, 어렵은 일상생활에서 정확한 계산보다 더 자주, 유용하게 사용된다. 따라서, (몇 십)±(몇 십), (몇 백)±(몇 백), ..., (몇 십)×(몇 십), (몇 백)×(몇 백), ..., (몇 백)÷(몇 십), (몇 천)×(몇 백), ... 등을 암산으로 능숙하게 해결 할 수 있도록 지도한다. 이에 대한 계산을 지필로 한다든가, 계산기로 하는 것은 암산보다 더 시간이 걸리고 귀찮을 것이다. 특히, 특별한 수(10, 15, 25, 50, 100, 1000 등)에 대한 사칙 연산은 암산을 통하여 해결하게 한다.

2. 지필 계산

지필 계산 방법은 인류가 오랫동안 사용해왔으며 계산 결과가 정확하지만 그 절차가 복잡하고 속도가 느리다. 정확하고 빠른 계산을 위해서 수판이나 계산기가 발명되기는 하였지만 그런 도구가 없을 때에는 지필 계산에 의존할 수밖에 없다. 따라서, 지필 계산 절차에 대한 학습은 계속 이루어져야 한다. 만약 암산하기가 곤란하고 계산기가 없을 때에는 부득이 지필로 계산해야 할 경우가 있기 때문이다. word processor가

글을 쓰는 데 강력한 도구이기는 하지만 여전히 손으로 글을 쓰고 있듯이 계산기로 계산한다고 해서 지필 계산을 완전히 없애지는 못할 것이다. 예를 들면, 계산기가 과연 정확한지를 알아보기 위하여 지필로 계산해 볼 수도 있다.

과학 기술과 경제의 발전으로 가정, 직장은 물론 개인마다 계산기를 가지고 있으며, 일상생활에서 계산은 거의 계산기에 의존하고 있다. 편리한 계산을 위해 수판셈을 지도했듯이 이제는 계산기가 널리 보급되어 활용되고 있으므로 학교에서도 계산기 사용은 피할 수 없을 것이다. 계산기의 사용을 허용한다고 해서 지필 계산 방법에 대한 학습을 하지 말자는 것은 아니다. 다만 계산 절차에 관한 학습 수준을 낮추고 암산과 어렵에 관한 학습을 강조하자는 것이다.

가. 지필 계산 절차의 학습 수준

계산 절차의 학습 수준은 계산기를 가지고 있지 않을 때 계산할 수 있는 방법과 관련지을 수 있다. 계산기가 없고, 암산도 하기 어려울 때에는 지필로 계산해야 하는데 어느 수준까지만 학습하면 지필 계산을 완전히 할 수 있겠는가? 여기에서 지필 계산을 완전히 할 수 있다는 것은 계산의 정확성에 의미를 두며, 속도는 큰 문제가 안된다. 시간이 좀 더 걸리더라도 정확히 계산할 수 있다면 문제를 해결하는 데 그다지 지장을 주지 않기 때문이다.

현재 교육과정에는 4학년에서 자연수에 대한 연산을 완성하고 있다. 4자리수 이상의 자연수에 대한 덧셈과 뺄셈, 4자리수와 3자리수의 곱셈, 5자리수와 3자리수의 나눗셈을 4학년에서 학습하며, 그 이상의 수에 대한 연산은 이를 바탕으로 유추하여 계산하도록 하고 있다. 그러나, 일상생활에서 계산이 활용되는 경우를 살펴보면 기껏해야 2자리수의 덧셈과 뺄셈, 2자리수 \times 1자리수, 2자리수 \div 1자리수까지만 암산으로 해결하며 그 이상의 수에 대해서는 계산기를 사용하여 해결하고 있다.

1) 실험 연구

덧셈과 뺄셈의 경우를 예로 하여 일정 수준까지 학습하면 그 절차를 유추하여 그 이상의 수준의 계산이 가능한지를 알아보려고 다음과 같은 연구가설을 설정하여 실험을 실시하였다.

연구가설: 덧셈과 뺄셈에서 세 자리수의 계산 능력과 네 자리수의 계산 능력에는 차이가 없을 것이다.

3학년을 대상으로 하여 세 자리수의 덧셈과 뺄셈만 학습하여도 학생 스스로 그 절차를 유추하여 네 자리수의 계산도 할 수 있겠는가를 알아 보는 것이 이 실험의 주요

목적이다. 이 실험은 춘천시에 있는 어느 학교 3학년을 대상으로 1997년 6월 5일에 실시하였다. 실험 학생들은 받아올림이 2번 있는 세 자리수의 덧셈(예, 347+295: 1000의 자리로 받아올림 없음)과 받아내림이 2번 있는 세자리수의 뺄셈(예, 315-296)을 3월에 이미 학습하였으며, 학습한 지 3개월이 지났다.

검사문항은 3학년 수준의 덧셈과 뺄셈 10문제와 4학년 수준의 덧셈과 뺄셈 10문제로 연구자가 제작하였다. 문항은 받아올림 및 받아내림이 없는 경우, 1, 2, 3번 있는 경우로 구성하였다. 특히, 뺄셈에서 학생들이 틀리기 쉬운 (몇 백)-(몇)의 문항도 포함시켰다. 검사문항은 다음과 같으며, 제한시간은 30분이었다.

검사 문항

* 다음을 계산하십시오.				
1) 134 + 252	2) 273 + 419	3) 668 + 251	4) 139 + 496	5) 257 - 141
6) 383 - 226	7) 228 - 143	8) 315 - 296	9) 400 - 52	10) 700 - 321
* 위에서 계산한 방법대로 다음을 계산하십시오.				
11) 2363 + 1512	12) 5243 + 2319	13) 5737 + 1191	14) 5479 + 3842	15) 756 + 379
16) 4248 - 1135	17) 6494 - 2286	18) 7341 - 2563	19) 3325 - 2963	20) 4000 - 3452

2) 결과 분석

결과 분석은 유의수준 95%로 paired samples t-검증을 하였으며, 결과는 다음 표와 같다.

세, 네 자리수의 덧셈과 뺄셈의 능력에 대한 실험 결과

변인	사례수	평균	분산	차이				
				평균	분산	t값	자유도	P
세 자리수 (1번~10번)	40	8.55	1.87	0.77	1.49	3.28	39	0.002
네 자리수 (11번~20번)		7.78	2.15					

위의 실험 결과 분석에서 P값이 0.002이므로 유의수준 0.05%에서 연구가설은 기각된다. 따라서, 세 자리수의 덧셈, 뺄셈 성적과 네 자리수의 덧셈, 뺄셈 성적 사이에는 통계적으로 의미있는 차가 있다는 것을 알 수 있다. 그러나, 받아올림이 2번 있는 세 자리수의 덧셈과 뺄셈을 배운 학생들이 받아올림이 3회있는 덧셈과 뺄셈을 해결할 수 있으며, 3학년 학생들이 아직 미성숙 단계에 있음에도 불구하고 그 평균 성적이 7.78로 우수한 결과를 나타내었다. 또, 틀린 답을 분석해 보면 대부분 학생들이 계산 절차를 몰라서 틀렸다가 보다는 받아올림과 받아내림의 처리를 잘못된 것이다. 다시 말하면, 세 자리수의 덧셈과 뺄셈을 학습한 학생들은 그 과정을 유추하여 네 자리수의 덧셈과 뺄셈의 계산도 할 수 있다. 다만, 아직 덜 숙달되었다는 것 뿐이다. 숙련도에 관한 문제는 시간을 두고 연습하면 극복할 수 있는 문제이다.

3) 시사점

현행 4학년 학생들에게 가르치고 있는 네 자리수의 덧셈과 뺄셈은 가르치지 않아도 학생들은 이미 세 자리수에 관한 계산 절차를 알고 있어 해결할 수 있다. 학교에서 굳이 네 자리수의 덧셈과 뺄셈을 가르칠 필요가 없다는 것을 말해준다. 계산기가 있다면 두말할 것도 없이 계산기로 계산할 것이고, 계산기가 없다면 느리겠지만 지필로 계산할 수 있다.

곱셈과 나눗셈에 대해서도 덧셈과 뺄셈의 실험 결과를 적용할 수 있을 것이다. 학생들은 여러 자리수의 곱셈 계산 절차를 추론하기 위해서는 적어도 곱하는 수가 두 자리 이상은 되어야 할 것이다. 따라서, 학생들이 34×85 또는 234×85 와 같은 수준의 계산 절차만 이해할 수 있다면 현행 4학년에서 학습하는 2345×859 , 2345×8595 , ... 이상의 곱셈도 계산할 수 있을 것이다. 나눗셈도 곱셈과 마찬가지로이다. 예를 들면 $654 \div 42$ 와 같이 나누는 수가 적어도 두 자리수 이상은 되어야 그 이상의 수에 대해서도 계산 절차를 추론하여 적용할 수 있을 것이다.

나. 지필 계산의 내용 구성안

1) 덧셈과 뺄셈

한, 두 자리수의 덧셈과 뺄셈- 실생활 장면에서 계산에 대한 개념을 충분히 익히고, 적용할 수 있도록 학습한 다음, 반복 훈련을 통하여 기계적으로 계산할 수 있도록 지도한다. 두 자리수의 계산은 한 자리수의 계산과 달리 암기까지 할 필요는 없겠지만 암산으로 빨리 계산할 수 있도록 한다. 이 내용은 3학년까지 학습 기간을 충분히 제공하고, 남은 시간은 계산 이외의 수학 학습 내용을 제공하는 것이 좋다. 저학년부터 계산 학습에 집중하게 되면 수학에 대한 부정적인 성향을 갖게 할 수 있기 때문이다.

세 자리수의 덧셈과 뺄셈- 실생활에서는 이를 지필로 계산하지 않으며, 계산기를 사용하여 해결하게 된다. 그러나, 계산기가 없을 때를 대비하여 그 계산 절차를 학습하는 데 목적을 두고 지도한다. 지필로 세 자리수의 계산을 능숙하게 하도록 지도하는 것으로 덧셈에 관한 계산 학습을 마친다. 이 내용은 4학년에서 학습하는 것이 학생의 발달 성숙도에 비추어 적절할 것이고, 추론에 의해 그 이상의 수도 학습할 수 있을 것이다.

2) 곱셈

기본수의 곱셈- 덧셈·뺄셈과 마찬가지로 실생활 장면에서 계산에 대한 개념을 충분히 익히고, 적용할 수 있도록 학습한 다음, 반복 훈련을 통하여 기계적으로 계산할 수 있도록 지도한다. 교육 현장에서 한 자리수의 곱셈 지도는 다양한 개념을 형성보다는 기계적으로 암기하는 데 많은 비중을 두고 지도하고 있다. 충분하고 다양한 개념을 형성하게 한 다음 기계적인 암기 활동을 제공해야 할 것이다. 이 내용은 2학년에서 현행 처럼 단기간에 학습을 끝내기보다는 1년을 통하여 지속적으로 지도하는 것이 바람직하다.

두 자리수×한 자리수의 곱셈- 추론을 통하여 그 의미를 이해하게 하며, 그 추론 과정이 암산으로 연결될 수 있게 한다. 예를 들면, '24×8은 20×8이 160이고 4×8이 32이므로 192이다'와 같이 학생들이 말로 표현하여 계산하도록 한다. 이 과정은 곧 암산의 과정으로 발절하게 되어 두 자리수×한 자리수를 암산으로 해결하게 한다.

두, 세 자리수×두 자리수의 곱셈- 실생활에서 많이 활용되는 계산이지만 주로 계산기로 이를 처리한다. 따라서, 여기에서는 계산기가 없을 때 계산할 수 있도록 계산 절차를 중심으로 학습한다. 암산이나 능숙한 두 자리수×한 자리수의 계산을 바탕으로 이를 계산할 수 있도록 한다. 지필에 의한 곱셈 학습은 여기에서 끝마치게 되며, 이를

적용하는 실생활 문제를 해결할 때에는 계산기를 사용할 수 있게 한다.

3) 나눗셈

기본수의 나눗셈- 곱셈과 마찬가지로 충분하고 다양한 구체물 활동을 통하여 나눗셈 개념이 형성되게 하고, 곱셈 구구의 역연산으로서 몫을 구할 수 있게 한다.

두 자리수÷한 자리수- 기본수의 나눗셈을 바탕으로 추론에 의해 암산이 가능하게 한다. 예를 들면, $75 \div 5$ 의 경우 이를 $70 \div 5$ 와 $5 \div 5$ 로 계산하게 하는 것은 $70 \div 5$ 때문에 암산을 어렵게 한다. 따라서, '10개짜리 7묶음을 5으로 나누면, 1묶음이 되고 2묶음이 남는다. 2묶음을 5으로 나눌 수 없으므로 날개로 풀면 날개는 25개이다. $25 \div 5$ 는 5이다. 몫은 10개짜리 1묶음과 날개로 5이므로 15이다'와 같이 계산 과정을 설명하게 하고 이를 암산과 관련짓게 하고, 이런 과정 설명이 능숙하게 되면 두 자리수÷한 자리수는 암산으로 해결하게 한다. 이 과정을 거치면 세 자리수÷한 자리수도 같은 절차를 통하여 계산해보게 한다.

두, 세 자리수÷두 자리 수-나누는 수가 두 자리수인 나눗셈을 하기 위한 전 단계로서 두 자리수÷몇 십을 학습한 다음에 두, 세 자리수÷두 자리수의 계산 절차를 학습한다. 곱셈과 마찬가지로 이런 계산은 계산기로 처리하지만 계산기가 없을 때를 대비하여 계산 절차의 학습에 목적을 둔다. 나누는 수가 세 자리수 이상인 나눗셈은 이 계산 절차를 유추하여 계산기 없이 계산할 수 있도록 하고, 여기에서 나눗셈을 끝마친다.

3. 계산기 사용

가. 계산기 사용에 대한 견해

류회찬(1991)은 초등학교에서 계산기를 사용하게 되면 첫째, 계산에 집중되는 시간을 줄일 수 있으며, 남은 시간에 개념 학습이나 문제해결 학습을 할 수 있으며 둘째, 수학 학습과 계산을 동일시하는 수학에 대한 성향을 바꾸는 데 기여할 수 있다고 하였다. 남승인(1992)은 계산기 사용에 대한 긍정적인 견해와 부정적인 견해를 다음과 같이 제시하였다.

계산기 사용에 대한 견해

긍정적	부정적
교수-학습 보조물이다	계산기는 도구 이상의 가치가 없다
실생활에 널리 보급되어 있으며 다양하게 활용되고 있다.	초등학교 수학 교육과정의 주요 흐름을 파괴할 수 있다.
수학 학습에 흥미와 학습의 동기를 촉진시킨다	수학의 본질에 대해 그릇된 인상을 줄 수 있다
학습 시간의 효율성을 높일 수 있다	수학적 사고력을 감소시킬 수 있다
문제해결력과 태도를 기른다	학생들의 실수를 찾아내는 능력을 감소시킬 수 있다
수 감각 및 개념을 촉진시키고 수학적 원리와 법칙의 이해를 돕는다	기본적인 계산과 기능을 배우려는 동기를 저해할 수 있다
학습 내용의 폭을 넓힐 수 있으며, 심도 있는 학습이 되도록 한다	수학교육에 계산기의 도입은 위험할 뿐만 아니라 많은 사람들이 반대하고 있다

본 연구와 같이 계산 학습 내용을 구성했을 때 계산기 사용에 대한 부정적인 견해에 대해 반론을 제기하고자 한다.

첫째, 계산기는 도구 이상의 가치가 없다. 계산기는 분명히 학습 보조물이고, 계산을 하기 위한 도구에 불과하다. 문제를 해결하기 위해 계산하는 것이므로 그 수단은 학생의 선택에 맡겨도 된다(지필에 의한 계산도 하나의 수단에 불과하다). 계산기를 대체로 하는 학습 내용을 구성하자는 것이 아니기 때문에 계산기는 도구 이상의 가치를 부여할 필요가 없다.

둘째, 초등학교 수학 교육과정의 주요 흐름을 파괴할 수 있다. 당연히 21세기를 바라보는 교육과정은 변화되어야 한다. 종전의 지필 계산을 전제로하는 학습 내용 구성은 재고되어야 한다. 지필 계산에만 의존해야 하는 경우에는 수학적 개념을 실생활의 문제 해결에 적용하는 데 여러 가지 제한을 받았다. 계산기를 사용한다면 이를 해결할 수 있다. 또, 현재와 같은 지필 계산 중심의 학습의 양을 줄일 수 있으며, 계산 학습의 질을 높일 수 있다. 계산 학습에서 기대되는 변화는 안 쓰이는 기능을 삭제하고, 새로운 내용을 첨가하고, 계산 학습에 대한 속도를 조절할 수 있다.

셋째, 수학의 본질에 대해 그릇된 인상을 줄 수 있으며, 수학적 사고력을 감소시킬 수 있다. 이에 대한 견해는 수학의 본질이 무엇인가를 되묻고 싶다. 1, 2, 3학년에 과도

하게 부과된 계산 학습을 축소하고 분산시킨다면 학생들이 지루하지 않게 학습할 수 있으며, 계산만 한다는 학생들의 수학에 대한 생각을 바꿀 수 있을 것이다. 또, 계산기를 사용한다고 해서 계산 절차를 전혀 학습하지 않는 것은 아니다. 오히려, 지필 계산 학습 시간을 축소하여 다른 수학적 사고력을 신장시킬 수 있는 학습 내용을 제공할 수 있다. 수학에서 개념적 사고는 사실적인 지식과 기능의 바탕에서 이루어져야 함에도 불구하고 전통적인 학습은 사실과 기능을 지나치게 강조하고, 기계적인 암기와 연습을 주요 활동으로 하는 학습이다. 이런 학습은 수학적 지식의 이해를 어렵게 하며, 파지나 적용하는 능력에 도움이 되지 않는다. 더욱이, 이런 지도는 수학이나 학습 그 자체에 역효과를 가져온다(NACME, 1975; Suydam, 1982 재인용).

넷째, 학생들의 실수를 찾아내는 능력을 감소시킬 수 있다. 암산과 어림을 강조하면 이 견해는 해소될 수 있을 것이다. 꼭 지필에 의해 계산해야 자신의 실수를 찾아낼 수 있는가?

다섯째, 기본적인 계산과 기능을 배우려는 동기를 저해할 수 있다. 계산기를 사용한다고 해서 모든 계산을 계산기로만 해결하는 것은 아니다. 이것은 지필 계산을 배웠다고 해서 모든 학생들이 지필에만 의존해서 계산할 것이라는 생각과 같은 이치이다. 예를 들면, $5+4$, 5×4 를 계산하는 데 계산기를 사용하는 것은 더 시간이 걸릴 것이고 오히려 귀찮게 생각할 것이다. 김진수 외(1995)의 연구에 의하면 계산기를 사용했을 때 가장 재미 없었던 것은 무엇인가에 대해 학생들의 13%가 '암산을 해도 되는 것을 계산기로 할 때'라는 반응을 보였다. 이로 미루어 계산기의 사용을 허용해도 학생들은 모든 계산을 계산기의 의존하지 않을 것임을 알 수 있다.

여러 가지 계산 방법에 대한 수업을 제대로 학생은 122×300 을 계산할 때 암산으로 하거나 적어도 계산 방법을 축소($122 \times 3 = 366$ 이므로 36600)하여 계산할 것이며, 굳이 계산기를 사용하지 않을 것이다.

여섯째, 수학교육에 계산기의 도입은 위험할 뿐아니라 많은 사람들이 반대하고 있다. 계산기를 사용한다고 해서 수학 교육이 퇴보되는 것은 아닐 것이며, 많은 사람들이 반대하는 이유는 '새 수학'을 실시한 결과 성적이 떨어진 것을 기억하고 있기 때문이다. 관습은 교육과정을 구성하는 데 상당한 역할을 한다. '내가 학교 다닐 때 배운 것은 내 자녀들이 배워야 한다'는 것은 왜 계산을 계속 배워야 하는가에 대한 기본적인 근거가 된다(Suydam, 1982). 많은 부모들은 자녀들이 학교에서 지필 계산을 학습하기를 원할 것이고, 부모들이 학교 다닐 때 공부했던 방법대로 학습했을 때 안심할 것

이다. 따라서, 수학 교육자나 교사들은 계산 학습의 목표에 대해 학부모, 일반인들을 이해시켜야 할 것이다.

나. 계산기의 사용

계산은 생활 장면의 문제를 수리적으로 해결하는 도구이다. 따라서, 많은 사람들이 계산 기능은 아주 중요하다고 생각하고 있으며, 그 중요성은 점차 증가되고 있다. 기계가 사람보다 더 정확하고 빠르게 계산하기 때문에 사람은 기계가 할 수 없는 일(아직까지는 생각)을 배워야 한다. 학생들은 기계가 어떻게 해서 사람보다 더 빨리, 더 정확하게 계산하는가를 배우기 보다는 수학적 문제를 해결하기 위해 기계에 명령을 내릴 수 있는 방법을 배워야 한다.

NCTM(1980)의 Agenda for Action에서는 계산 기능, 문제해결과 공학의 사용에 대해 두 가지 사항- 기본적인 기능에 대한 개념에 계산의 편의성을 포함시켜야 하고, 수학 학습 내용은 각 학년에서 계산기와 컴퓨터의 힘을 최대한 이용해야 한다-을 권고하였다. 한 시대의 기능이 다른 시대에서도 충분히 활용될 것이라는 가정은 위험한 것이다. 필수적이라고 생각했던 기능은 필요없게 되고, 공학의 발전으로 개인, 사회, 경제적인 삶에 대변혁이 일어나게 됨에 따라 새로운 기능이 필요하게 된다.

Agenda는 계산기를 사용하지 않고 계산에 능숙하게 되는 것이 필요하다는 것을 분명히 인식하고 있다. 그러나, 기본수에 간단한 계산은 암산을, 쉽게 빨리 해결되는 문제는 지필 계산을, 복잡한 문제이거나 계산 능력이 목표가 아닌 문제는 계산기를 사용할 수 있게 하는 것이 합리적이다. 더욱이, 기계적인 계산이 발달하더라도 일상 생활 문제를 해결하기 위해 어떤 계산을 해야 하는지를 인식하지 못한다는 것은 생활에 곤란을 겪을 것이다.

III. 결 론

현행 교육과정에서 계산 절차에 대한 학습이 절대적으로 많이 차지하고 있다. 그만큼 계산 기능은 초등학교 교육 목표에서 매우 중요하다는 것을 의미한다. 계산 절차를 학습하는 목적은 계산 그 자체에 있는 것이 아니라 일상생활의 문제를 해결하고, 수학의 다른 영역을 학습하기 위한 수단에 있다. 따라서, 모든 학생들은 기본수 연산, 계산 절차의 이해, 정확하고 빠른 계산 절차의 사용, 암산 및 어렵에 능숙해야 하며, 계산 기능은 학습자에게 의미있게 지도되어야 한다.

계산기 사용을 허용하게 되면 지필 계산에서 여러 자리수의 계산을 대폭 축소할 수 있고, 학년간 계산 학습 내용을 조정할 수 있다. 암산과 어림에서는 계산에 대한 개념을 발달시킬 수 있으며, 생활에서 활용되는 실질적인 기능과 수에 대한 양감을 발달시킬 수 있을 것이다. 계산 절차에 투입되는 노력과 시간을 문제해결력 향상과 고등 사고력 배양에 투입할 수 있다. 현재 교육과정에서 학습은 지필 계산의 기능과 기호 조작에 비하여 문제 해결과 고등적인 사고에 대해서는 관심이 적다. 이것은 지필 계산에만 의존하고 있기 때문이다.

수학 학습에서 계산기의 사용은 필수적이라고 생각하고, 본 연구에서는 자연수의 연산에 대한 학습 내용이 어떻게 구성되어야 하는가에 대해서만 언급하였다. 이외에도 분수, 소수의 연산뿐만 아니라 다른 영역에서도 교육과정이 어떻게 변해야 되는지를 연구해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 교육부(1993). 국민학교 교육과정 해설(I). (주)대한교과서.
- 김진수, 정창현(1995). 국민학교 수학교육에서 계산기 이용에 관한 연구, 수학교육 34권 1호. 한국수학교육학회.
- 남승인(1992). 국민학교 산수과에서 계산기의 활용에 대한 고찰, 청람수학교육. 한국교원대학교.
- Coburn, Terrence G.(1989). The role of computation in the changing mathematics curriculum, New direction for elementary mathematics, 1989 year book. NCTM.
- Hope, John A.(1986). Mental Calculation: Anachronism or Basic Skill?, Estimation and Mental Computation, 1986 yearbook. NCTM.
- NACME(National Advisory Committee on Mathematical Education, 1975). Overview and Analysis of School Mathematics, Grade K-12. Washington, D.C.: NACOME.
- NCTM(1980). An Agenda for Action: Recommendation for School Mathematics for the 1980's: Reston, Va.: The Council, 1980.
- Reys, Robert E., Bestgen, Babara J.(1982). Computational estimation is a basic

skill, *Education in the 80's*. edited by Shirley Hill. National Education Association of the United States.

Stone, John C.(1918). *The Teaching of Arithmetic*. New York:Benjamin H. Sanborn and Co.

Suydam, Marilyn N.(1982). *Computation: Yesterday, Today, and Tomorrow, Education in the 80's*. edited by Shirley Hill. National Education Association of the United States.

Trafton, Paul R., Suydam, Marilyn N.(1975). *Computational Skills: A Point of View*, *Arithmetic Teacher* 22, Nov.