한국초등수학교육학회지 15(1) 1-18.
2011. 04. 30
Journal of Elementary Mathematics Education in Korea 15(1) 1-18.
April 30. 2011.

어림하기를 통한 소수점 찍기가 소수의 곱셈과 나눗셈에 미치는 효과

이연미[1] · 박성선[2]

본 연구는 어림하기를 통한 소수점 찍기 활동이 초등학교 5학년 학생들의 연산과 소수점 오류를 줄이는 데에 어떤 영향을 주는지를 판단해 보고자 하는데 그 목적이 있다. 위의 연구를 위하여 실험 집단에는 소수의 연산에서 어림하기를 통한 소수점 찍기 활동을 실시하였고, 비교 집단에는 전통적인 방법의 소수점 찍기 활동을 각각 실시하였다. 그 결과 두 집단 사이의 문제해결력에서는 유의미한 차이가 없었으나 계산력에서 유의미한 차이를 발견할 수 있었으며 어림을 통한 소수점 찍기 활동이 소수점 오류를 줄이는데 지속적으로 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 어림하여 소수점을 찍는 활동이 소수의 개념적 이해와 소수 자릿값에 대한 이해를 도와주며, 소수의 곱셈, 나눗셈에서 소수점의 위치를 정하는데 도움을 준다는 것을 시사한다.

[주제어] 어림하기를 통한 소수점 찍기, 소수의 연산, 소수의 곱셈과 나눗셈, 소수점 오류

Ⅰ. 연구의 필요성 및 목적

하루가 다르게 변화하는 정보화시대인 동시에 고도의 기술을 요하는 첨단과학시대인 오늘날 수학교육에서는 수학을 이해하고 문제를 해결하는 능력이 강조되고 있다. 또한 수학은 단순한 기초 학문으로서의 수학이 아니라 다른 학과목과도 밀접한 관계를 맺고 있으며 실생활의 상황을 이해하기 위해서 중요한 위치에 있다고 할 수 있다. 실생활과 관련된 문제 상황은 학생들에게 풍부한 사고력과 다양한 풀이방법을 요구하고 있으며 형식화된 지식보다는 비형식적인 지식을 요구하기도 한다. 김영량(2006)에 의하면 지금까지 우리나라 학생들은 개념을 제대로 이해하지 못한 채 정형화된 알고리즘을 기억하여 문제를 해결해 왔고 획일적인 절차로 신속하게 문제를 해결해 왔기 때문에, 수동적이며 기계적인 학습에 익숙해져 있다고 한다. 그래서 정확한 답을 구하는 문제 해결력은 강하지만 비형식적 지식을 요구하는 문제에 약하고 다양한 풀이 방법을 찾지 못한다.

학생들이 접하는 일상생활의 문제해결 과정에는 정확한 계산이 필요한 경우도 있지만 어림을 바탕으로 한 다양한 방법이 요구되는 경우가 많다. Sowder(1992)에 의하면, 일상생활에 쓰이는 수학 계산의 80% 이상이 필산보다는 암산이나 어림셈에 해당한다. 계산에 있

1) [제1저자] 속초 소야초등학교
2) [교신저자] 춘천교육대학교 수학교육과

어서 어림셈은 계산 결과를 예측하고, 계산 과정을 점검하고, 계산 결과를 반성하는 기회를 제공한다. 또한 어림셈에 대한 체계적인 학습은 계산 능력을 향상시키는데 효과적이다. 따라서, 교사는 어림셈의 본질적인 기능을 인식하여 다양한 문제 상황에서 어림셈을 일관되게 강조해야 하며, 학생들에게 어림과 어림셈을 하는 기회를 충분히 제공해야 한다(NCTM, 1989).

이처럼 어림은 우리의 일상생활과 밀접한 관계를 맺고 있으나 수학 교수-학습에 있어서 어림 활동이 활발히 이루어지고 있지 않다. 우리나라 수학교육에 있어서 어림 학습은 주로 관계 영역 및 측정 영역에서만 주로 다루어지고 있고, 각 학년에서 다루어지는 어림 학습 내용은 이전 학년이나 다음 학년과 연결되어 체계적으로 심화 발전되지 못하고 있으며, 저학년에서는 주로 어림측정 영역만이 학습되고 고학년에서는 어림셈이 학습된다(권점례, 1998). 현행 교육과정에서의 어림학습은 어림활동의 효율성과 유용성을 충분하게 인식시키지 못하고 있으며 어림활동에 대한 융통성 있는 기능을 개발하지 못하고 있다고 할 수 있다. 그러므로 다양한 어림활동을 수학 학습에 체계적으로 제공해야 할 필요가 있다.

어림활동이나 어림셈에 관한 연구들을 보면(정효남, 1993; 김병희, 2006; 김영기, 2000; 김영랑, 2006; 박정례, 2003), 어림활동이나 어림셈이 수 감각을 키우며 연산능력을 향상시키고 바람직한 수학 학습 태도와 문제 해결 과정에서 순발력의 발달과 사고의 융통성 향상에 도움을 줄 수 있는 것으로 나타났다. 또 실생활 문제 상황에서 어림의 필요성을 인식하게 하고 어림을 이해하게 하는 것이 계산력에 효과적이었으며, 분수와 소수에 대한 수 감각 개발 학습 프로그램이 수학 학력 신장에 효과적인 것으로 나타났다. 이런 연산지도에 관한 효과적인 방안으로 정효남(1993)은 어림셈을 활용한 학습을 제시하였고 어림셈이 계산능력과 학습의 전이에 효과가 있다고 했다. 이것은 어림활동을 연산영역에 적용시켜서 사고의 유연성, 문제해결력을 기를 수 있는 방법을 찾을 수 있다는 것을 의미한다.

김수정(2007)에 의하면 현재 우리나라 학생들은 수와 연산 영역에서 개념의 이해 없이 행했던 단순하고 기계적인 알고리즘 때문에 수와 연산에 대한 학습을 어려워하고 재미없어 하며 배운 내용에 대해 많은 오류를 가지고 있다고 한다. 특히 소수의 개념 및 연산 지도에서 이런 현상이 많이 나타난다고 한다. 우리나라 학생들의 소수 계산에서의 오류를 분석한 연구에 의하면(Sherman et al., 2009; 김재화, 2006; 윤희태, 2002; 이경아, 1996), 소수의 계산에서 가장 많이 발생하는 오류는 소수점 찍기 오류인 것으로 나타났다. 또한 소수점 찍기 오류는 자릿값에 대한 개념 이해 없이 단순히 자연수의 연산 알고리즘을 적용한 다음 자릿수를 세어서 소수점을 찍기 때문에 일어난다(Sherman et al., 2009). 그러나 이러한 소수의 연산에서 소수점 찍기의 오류를 해결하기 위한 구체적인 지도방법에 대한 연구는 많지 않았다.

따라서 본 연구에서는 초등학교 5학년을 대상으로 소수의 곱셈과 나눗셈 계산력을 신장시키기 위한 방안으로 어림하기를 소수의 연산 활동에 적용하여 그 효과를 검증하고, 소수의 연산의 지도 방향에 대한 시사점을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 어림과 어림셈

NCTM에서는 초등학교 전 학년에 걸쳐 어림을 통한 어림셈을 강조하고 있으며, 일상생

활 장면에서 정답이 필요한 경우도 있지만 때로는 정답이 아닌 어림수나 어림셈에 의하여 얻어진 대략적인 답이 더욱 의미 있는 경우가 많으며 계산하기에 앞서 답을 예측하거나 생활에서 어림셈을 할 장면을 주어 어림셈의 올바른 태도를 형성시키는 것이 매우 바람직함을 주장하고 있다. Usiskin(1986)은 어림은 과정인 동시에 결과를 나타내므로 하나의 수학적 대상일 뿐만 아니라 수학적 과정이 된다고 주장하였다.

Sowder(1988)는 어림을 '물건의 개수, 수치 계산과 측정과 같은 상황에서 일반적으로 이루어지는 교육된 사고' 라고 하였다. Siegel, Goldsmith & Madson(1982)은 어림과 근사에 대해서, 어림을 근사와 구별되는 과정으로 보고 근사는 수에서 시작하여 수로 끝나는 연산 문제에서 미완성된 해를 구하는 과정인 반면에, 어림은 물리적 세계에서 시작하여 미완성된 수치 해를 구하는 것으로 보았다. 이는 어림이 근사를 포함하는 보다 포괄적인 개념임을 의미하며 다소 일반적인 정의로 어림을 '수세기나 측정 문제에서 미완성된 해를 구하는 과정'으로 정의한다. Carlow(1986)는 어림을 '실생활과 관련된 양에 대한 직접적이고 직관적인 판단을 내리기 위한 기술'이라고 보고 있다. Reys(1992)는 어림이 '의사결정 하는 것과 밀접한 관련이 있는 수치를 형성하는 과정'으로 정의하고 있으며 전평국(1997)과 Reys et al.(2009)에 의하면, 어림은 정확한 수, 계산, 측정하는 것과는 다른 지적 활동으로써 어림 기능이 발달되기 위해서는 정확한 답을 구하려는 성향을 바꾸지 않으면 안 된다고 지적하였다.

이와 같은 학자들의 정의에서 알 수 있듯이 어림은 상황과 함께 주어지며 그 상황에 따라 적절한 값을 구하는 활동이라고 볼 수 있다. 어림은 주어진 상황에 따라 수에 대한 어림, 계산에서의 어림, 측정에서의 어림의 세 영역으로 나눌 수 있다(Reys, 1992).

① 수에 대한 어림

수에 대한 어림은 수 감각과 자리 값 개념을 발달시키기 위한 자연스런 방법으로, 대상의 수가 적은 경우에는 세는 것이 자연스러우나, 수가 커지고 그것을 세기에는 너무 많은 시간이 소요된다면 어림이 유용하다.

② 계산에서의 어림

어림은 지적으로 행하는 계산(암산)을 필요로 하고, 또한 그것은 적절한 답을 이끌어 내기 위한 결정을 하는데 있어서 중요한 역할을 한다. 정확한 계산을 하기에 앞서서 하는 어림은 구하고자 하는 것에 대한 타당한 감을 잡는데 도움이 된다. 계산을 하는 과정에서 그 계산이 올바른 방법으로 가고 있는가의 여부를 판단하기 위한 점검은 어림을 통해서 이루어질 수 있다. 계산이 이루어지고 난 후에 어림은 그 결과가 타당한지 아닌지를 결정하는데 도움이 된다.

③ 측정에서의 어림

측정에서의 어림은 측정도구를 사용하지 않고 측정값을 알아보는 측정활동이다. 측정에 대한 개념을 발달시키는데 있어서 어림을 포함하는 이유에는 단위들의 크기와 단위들 사이의 관계를 강화하는데 도움이 된다.

어림이 중요한 이유는 일상적인 상황에서 유용하기 때문이다. 실생활에서 어림을 하는 데에는 여러 가지 전략과 방법이 있을 수 있다. 많은 연구에서 사람들이 사용하는 어림 전략이나 과정을 밝히고 있지만 실제로 어떻게 그런 어림전략을 습득하게 되는지, 사람들이 어떤 과정을 거쳐 어림값을 구하는지, 어떤 전략이 효율적인지는 명백하게 밝히기는 어렵다. 그렇지만 Reys(1986)는 어림셈에서 적절한 전략의 적용 여부가 그 문제를 해결하는 중요한 요소이므로 전략은 더욱 필요하다고 지적하고, 어림셈에 사용되는 5가지 전략을 다음과 같이 제시하였다.

① 왼쪽-오른쪽(front-end) 전략

매우 기본적이지만 다양한 상황에서 사용될 수 있는 강력한 방법이다. 지필 계산은 자릿값이 낮은 자리에서 높은 자리로 올라가면서 계산을 하지만 이 전략은 높은 자리에서 낮은 자리로 내려가면서 계산하는 방법이다. 이 전략은 정수, 분수, 소수의 사칙연산에서 모두 적용할 수 있다.

② 끝수처리(rounding) 전략

여러 자리인 두 수의 곱을 어림하는데 아주 적절하고 효율적인 전략이다. 이 전략은 우선 수를 끝수처리하고, 다음에 끝수처리한 수를 가지고 계산한다. 그리고 두 수가 같은 방향(두 수 모두 위로, 또는 두 수 모두 아래로)으로 끝수처리 되었을 때 조정하는 것을 포함한다. 끝수처리 전략의 목적은 수를 암산하기 쉽도록 만드는 것이다.

③ 조화수(compatible numbers) 전략

이 전략은 쉽게 짜 맞추어질 수 있는(쉽게 암산을 할 수 있는) 일련의 수와 관련이 있다. 조화수 전략을 사용할 때에는 문제에 제시된 수를 계산하기 쉬운 수로 바꾸거나 끝수처리하여 쉽게 계산할 수 있도록 하는 전략으로 특히 나눗셈에서 강력하게 사용된다.

④ 군집(clustering) 전략

일상생활의 경험에서 우리가 종종 직면하게 되는 특별한 문제들에 적합한 것이다. 이 전략은 하나의 수치 주위에 다른 수들이 집중되어 있을 때 사용할 수 있다. 즉 주어진 양을 하나의 그룹으로 묶어 대표값으로 처리하는 과정이다.

⑤ 특별한 수(special numbers) 전략

암산하기 쉬운 특별한 값을 찾아내어 어림셈 하는 방법이다. 머리 속에서 쉽게 계산할 수 있는 특별한 수들을 확인해 보는 것이 중요하다. 예를 들면, $\frac{1}{2}$에 가까운 수, 1에 가까운 수, 10에 가까운 수와 같이 특별한 수에 해당되는 수의 값을 사전에 알고 어림셈에 임하면 쉽게 계산할 수 있다. 특히 이 전략은 분수와 소수의 계산, 그리고 '퍼센트'를 산출할 때 효율적으로 이용된다.

2. 소수의 연산 지도

가. 소수의 연산

연산의 도입단계에서는 학생들에게 계산 알고리즘을 빨리 익히게 하는 것보다는 계산 원리에 대한 개념적 이해가 충분하게 이루어지는 지도방법이 우선되어야 한다. 소수의 곱셈과 나눗셈을 다루는 교과서를 살펴보면 연산과 관련된 실생활 문제를 제시하고 바로 연산식이 도입된다. 그리고 어떻게 모델링해야 하는지 안내되어 있고 그 다음에 형식화를 유도하고 있다. 이러한 교과서의 구성은 학생들의 사고활동을 촉진시키지 못하며 개념적인 이해보다는 알고리즘을 암기하게 한다. 또한 연산의 의미를 지도하는 내용이 부족하여 소수 연산에 대한 개념적 이해를 돕기가 어렵다.

소수의 연산 지도는 소수의 의미를 포함한 기초적 개념을 형성한 후에 시행해야 한다는 것과 같은 맥락으로 Hiebert(1992)는 0과 자연수, 분수, 소수 개념 사이에 연결이 이루어져야 한다고 하면서 다음의 세 가지를 제안하였다. 첫째, 소수는 자릿값이나 분수와 연결되어야 한다. 즉, 0.58은 0.1이 5개 0.01이 8개와 연결되든지 $\frac{58}{100}$과 연결되어져야 한다. 둘째, 절차와 알고리즘은 기호와 개념 및 원리에 연결되어야 한다. 즉 4.7+2.34는 4와 2, 0.7과

0.3, 0.04들의 합에 연결되든지 (4와 $\frac{70}{100}$) + (2와 $\frac{34}{100}$)와 연결되어야 한다. 셋째, 개념이나 연산을 실생활과 연결 지어야 하며, 아동은 계산결과를 실생활에서 일어나는 문제에 대응시켜서 검증할 수 있어야 한다.

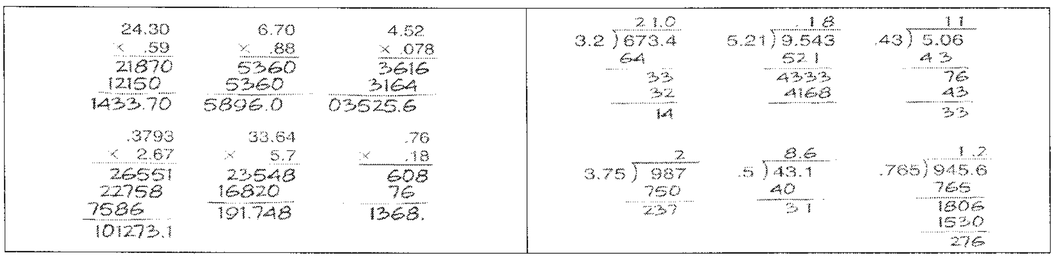
따라서 기본적인 소수 개념을 확립한 후 0과 자연수, 분수 개념과의 연결을 통한 소수의 연산 감각을 계발해야 한다. 이를 위한 하나의 방법으로써 박정례(2003)는 소수 계산을 어림하는 경우 소수점 아래 자리를 버림하고 자연수로 계산한다고 말하고 있다. 이러한 과정은 정확한 답이 필요하지 않은 계산에서 답을 어림하는데 사용할 수도 있고, 정확한 계산을 한 후 소수점의 위치를 결정하는데도 사용할 수 있으며, 그렇게 함으로써 학생들은 연산 결과의 합리성과 답의 타당성을 확인하는 습관을 기를 수 있다고 말하고 있다.

나. 소수의 연산 오류 분석

이경아(1996)는 6학년을 대상으로 분수 계산과 소수 계산에서의 오류를 유형화하고 각 유형별 발생 원인에 대해 분석하였다. 소수 계산의 오류 유형 빈도를 보면 가장 많은 유형이 자연수 계산 오류, 소수점 오류, 분수 오류 순이었다. 자연수 계산의 오류 중에서도 받아 올림이나 받아 내림의 오류가 곱셈이나 나눗셈의 계산보다도 많았고, 특히 곱셈이나 나눗셈에서는 피제수나 몫에 자릿수를 메우기 위해 0이 필요한 나눗셈 문제와 0이 있는 곱셈 계산의 문제를 더욱 어려워했다. 이러한 자연수 계산의 오류가 많이 발생하는 까닭은 자릿값과 소수에 대한 이해 부족에 기인한다. 소수점의 오류는 특히 소수 곱이나 소수 나눗셈에서의 소수점 알고리즘을 사용하는 경우에 많이 발생한다. 기계적 알고리즘은 개념적 이해 없이도 유창하게 계산을 할 수는 있으나 그 결과 알고리즘간의 혼동을 일으켜 소수점 찍기와 같은 계산상의 오류가 발생한다.

윤희태(2002)는 초등학생들의 기초 계산 오류에 대하여 곱셈과 나눗셈을 중심으로 분석을 하였다. 연구 결과, 초등학교 5학년을 대상으로 한 소수 곱셈과 나눗셈에서의 오류 유형을 살펴보면, 소수점 찍기 오류, 자연수 곱셈 오류, 알고리즘 오류의 순서로 나타났다.

초등학생에게 나타나는 소수 계산 오류에 대한 선행연구를 살펴본 결과 학생들이 소수의 연산에 대한 개념적 이해 없이 기계적인 알고리즘에 의해 문제를 해결하고 있음을 알 수 있고 이로 인해 오류도 많이 나타남을 알 수 있다. 특히, 아동들은 소수의 연산에 있어서 자연수의 연산 알고리즘을 그대로 이용한 다음에 자릿수를 세어서 소수점을 찍는 방법을 적용하는데, 이 과정에서 소수점 찍기의 오류가 발생한다(Sherman et al., 2009). 소수의 곱셈과 나눗셈에서 발생하는 소수점 찍기의 오류를 예로 들면 [그림 1]과 같다(Sherman et al., 2009). 소수의 연산에서 개념 이해 없이 숙달되어지는 단순한 알고리즘은 학생들로 하여금 흥미를 잃게 하며 많은 오류를 유발시킨다.



[그림 1] 소수 곱셈과 나눗셈에서 나타나는 소수점 찍기 오류

다. 소수의 연산에서의 어림 학습

소수의 연산에서 개념의 이해 없이 숙달되어지는 단순한 알고리즘은 학생들로 하여금 흥미를 잃게 하며 많은 오류를 유발시킨다. 시간이 많이 걸리고 귀찮은 계산을 수행해야 하는 소수의 연산은 어림셈을 가장 잘 활용할 수 있는 영역이라 할 수 있다. 소수의 곱셈이나 나눗셈의 경우, 결과의 타당성을 고려하지 않은 채 자릿수를 세어서 기계적으로 소수점 찍기를 한다. 이 경우 '곱이나 몫의 자리 수 어림하기'가 매우 유용한 활동이 될 수 있다. 소수의 연산에서 지도 가능한 어림 학습 내용을 살펴보면 <표 1>과 같다(권점례, 1998).

<표 1> 소수의 연산 영역에 지도 가능한 어림 학습 내용

학년	교육과정 요소	어림 학습 내용
4	· 소수의 덧셈과 뺄셈 · 자연수와 소수의 덧셈, 뺄셈	· 반올림 및 왼쪽-오른쪽 전략을 사용해서 소수의 합과 차 어림하기
5	· 소수와 자연수의 곱 · 소수와 소수의 곱 · 자연수의 나눗셈(몫이 소수) · 나눗셈의 몫을 근사값으로 나타내기	· 조화수 전략 사용해서 소수와 자연수의 곱 어림하기 · 반올림 및 조화수 전략을 사용해서 소수와 소수의 곱 어림하기 · 반올림과 조화수 전략을 사용해서 몫 어림하기 · 나누어 떨어 지지 않는 소수의 몫 반올림하기
6	· (소수)÷(소수) · (소수)÷(자연수) · 나누어 떨어 지지 않는 (소수)÷(소수) · 나눗셈의 몫을 근사값으로 나타내기 · 소수의 혼합계산 · (분수)÷(소수), (소수)÷(분수) · 분수와 소수의 혼합계산 · 분수와 소수의 사칙 혼합계산	· 나누어 떨어 지지 않는 소수의 몫 반올림하기 · 조화수 전략을 사용해서 소수의 몫 어림하기 · 반올림 사용해서 (분수)÷(소수), (소수)÷(분수) 몫 어림하기 · 적절한 어림전략을 선택하여 혼합계산하기

Ⅲ. 연구의 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 강원도 속초시에 소재하는 S초등학교 5학년 두 학급(58명)을 선정하였다. 이 두 학급 학생들의 학력은 속초시 지역 학교에서 중위에 해당하며 가정의 사회·경제적 수준도 대체로 중간에 속하는 편이다. 임의로 선정된 두 학급 중 한 학급(30명)은 실험집단으로 다른 한 학급(28명)은 비교집단으로 무선 할당하였다.

2. 연구 설계

본 연구의 실험설계는 준-실험설계에서 이질 통제집단 설계(nonequivalent control group design)를 적용했으며 사용된 설계 모형을 구체적으로 나타내면 <표 2>와 같다.

<표 2> 실험 설계

집단	사전 검사	실험 처치	사후 검사(실험직후)	사후검사(3달 후)
실험집단	O1 O2 O3 O4	X	O5 O6	O7 O8
비교집단	O1 O2 O3 O4		O5 O6	O7 O8

O1:자연수 계산력 검사, O2:자연수 문제해결력 검사, O3:소수 계산력 검사1, O4:소수 문제해결력 검사1, X:어림하기 학습 제공,
O5:소수 계산력 검사2, O6:소수 문제해결력 검사2, O7:소수 계산력 검사3, O8:소수 문제해결력 검사3

3. 검사 도구

본 연구의 연구문제를 해결하기 위하여 사전 검사와 사후 검사를 실시하였다. 모든 검사 도구는 연구자가 초등학교 3, 4, 5, 6학년 수학교과서와 수학익힘책을 참고로 하여 작성하였고, 수학교육전문가로부터 내용 타당도를 검증받았으며 각 검사 도구의 신뢰도는 Cronbach alpha(α)로 측정하였다. 구체적인 검사 도구의 내용 및 신뢰도는 다음과 같다.

가. 사전 검사

1) 자연수 계산력 검사

실험처치 이전에 실험집단과 비교집단 학생들의 계산력을 알아보기 위한 것으로 그 내용은 초등학교 교육과정에 나오는 자연수의 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 계산에 관한 20문항으로 구성되었다. 신뢰도는 Cronbach α=.786이다.

2) 자연수 문제해결력 검사

실험처치 이전에 실험집단과 비교집단 학생들의 문제해결력을 알아보기 위한 것으로 초등학교 교육과정에 나오는 자연수의 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 계산에 관한 문장제 10문항으로 되어 있다. 신뢰도는 Cronbach α=.735이다.

3) 소수 계산력 검사 1

실험처치 이전에 실험집단과 비교집단 학생들의 소수의 곱셈, 나눗셈 계산능력과 소수점 오류의 정도를 알아보기 위한 것이다. 검사지 내용은 소수의 곱셈, 나눗셈의 계산에 관한 20문항으로 작성하였으며 신뢰도는 Cronbach α=.886이다.

4) 소수 문제해결력 검사 1

실험처치 이전에 실험집단과 비교집단 학생들의 소수의 곱셈, 나눗셈에서의 문제해결력을 알아보기 위한 것이다. 검사지 내용은 소수의 곱셈, 나눗셈의 계산에 관한 문장제 10문항으로 작성하였으며 신뢰도는 Cronbach α=.659이다.

나. 사후 검사

1) 소수 계산력 검사 2

실험처치 직후에 실시하여 어림하기를 통한 소수점 찍기 활동을 한 학생들과 전통적인 방법으로 소수점 찍기를 한 학생들 간에 계산능력에 유의미한 차이가 있는지를 알아보고 소수점 오류가 얼마나 줄었는지를 알아보기 위한 것이다. 검사지 내용은 소수의 곱셈, 나눗셈의 계산에 관한 것 20문항으로 작성하여 실시하였으며 신뢰도는 Cronbach α=.724이다.

2) 소수 문제해결력 검사지 2

실험처치 직후에 실시하여 어림하기를 통한 소수점 찍기 활동을 한 학생들과 전통적인 방법으로 소수점 찍기를 한 학생들 간에 문제해결력에 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위한 것이다. 검사지 내용은 소수의 곱셈, 나눗셈의 계산에 관한 문장제 10문항으로 작성하여 실시하였으며 신뢰도는 Cronbach α=.681이다.

3) 소수 계산력 검사지 3

실험처치 3달 후에 실시하여 어림하기를 통한 소수점 찍기 활동을 한 학생들과 전통적인 방법으로 소수점 찍기를 한 학생들 간에 계산능력의 파지효과에 대한 차이가 지속되는지를 알아보고 소수점 오류가 얼마나 줄었는지를 알아보기 위한 것이다. 검사지 내용은 소수 계산력 검사지 2와 동일한 문항으로 실시하였으며 신뢰도는 Cronbach α=.773이다.

4) 소수 문제해결력 검사지 3

실험처치 3달 후에 실시하여 어림하기를 통한 소수점 찍기 활동을 한 학생들과 전통적인 방법으로 소수점 찍기를 한 학생들 간에 문제해결력의 파지효과에 대한 차이가 지속되는지를 알아보기 위한 것이다. 검사지 내용은 소수 문제해결력 검사지 2와 동일한 문항으로 실시하였으며 신뢰도는 Cronbach α=.757이다.

4. 연구 절차

가. 예비 연구(pilot study)

어림하기를 통한 소수점 찍기 활동이 소수의 곱셈, 나눗셈의 계산력 신장에 영향이 있는지를 미리 확인해 보기 위해 위의 학생 6명을 대상으로 사전 실험 수업을 실시하였다. 이를 위하여 속초시 S초등학교 5학년에서 실험집단과 비교집단으로 선정된 두 집단 이외의 학생들 중 수학학력수준이 상(1명), 중(2명), 하(3명)에 해당하는 학생들을 선정하였다.

나. 실험 처치 방법

예비 연구의 결과를 바탕으로 실험집단에는 어림을 통한 소수점 찍기 활동을, 비교집단에는 전통적인 방식(교과서 방법) 즉, 소수점 이하의 자릿수를 세어서 소수점 찍기 활동을 실시하였다. 실험집단에 실시된 실험 처치로는 연구자가 사전에 교수 · 학습 과정안을 작성하여 5-나, 단원 1 소수의 곱셈(6차시), 단원 4 소수의 나눗셈(7차시), 총 13차시 지도 시에 걸쳐서 다양한 어림하기를 통해 소수점 찍는 활동을 2008년 9월 22일부터 2009년 10월 21일까지 제공하였다. 본 연구에서 실험 집단에게 실시된 차시별 지도 내용은 <표 3>과 <표 4>와 같다.

<표 3> 소수의 곱셈과 나눗셈 차시별 지도내용

차시	지도 내용
1	· (소수)×(자연수)의 계산 원리 알아보기 · (소수)×(자연수)의 계산 형식화 -소수점 자리 어림하기
2	· (1보다 큰 소수)×(자연수)의 계산 원리 알아보기 · (1보다 큰 소수)×(자연수)의 계산 형식화 -소수점 자리 어림하기
3	· (자연수)×(소수)의 계산 원리 알아보기 · (자연수)×(소수)의 계산 형식화 -소수점 자리 어림하기
4	· (자연수)×(소수)의 곱을 자연수의 곱과 비교하여 곱의 소수점의 위치를 알아보기 · 소수에 10, 100, 1000을 곱하는 경우 곱의 소수점의 위치 어림하기 · 소수에 0.1, 0.01, 0.001을 곱하는 경우 곱의 소수점의 위치 알아보기
5	· (1보다 큰 소수)×(1보다 큰 소수)의 계산 원리 알아보기 · (1보다 큰 소수)×(1보다 큰 소수)의 계산 형식화 -소수점 자리 어림하기 · 세 소수의 곱셈하기 - 소수점 자리 어림하기
6	· 재미있는 놀이를 통하여 (소수)×(소수)의 계산을 능숙하게 하기 -소수점 자리 어림하기 · 문제 해결 전략을 사용하여 소수의 곱셈과 관련된 문제 해결하기 -소수점 자리 어림하기

<표 4> 소수의 나눗셈 차시별 지도내용

차시	지도 내용
1	· 몫이 소수 한 자리의 대소수인 (소수)÷(자연수)의 계산 원리 알아보기 · 몫이 소수 한 자리의 대소수인 (소수)÷(자연수)의 계산 형식화 -소수점 자리 어림하기
2	· 몫이 소수 두 자리의 대소수인 (소수)÷(자연수)의 계산 원리 알아보기 · 몫이 소수 두 자리의 대소수인 (소수)÷(자연수)의 계산 형식화 -소수점 자리 어림하기
3	· 몫이 소수인 (소수)÷(자연수)의 계산 원리 알아보기 · 몫이 소수인 (소수)÷(자연수)의 계산 형식화 -소수점 자리 어림하기
4	· 소수점 아래 0을 내려 계산하는 (소수)÷(자연수)의 계산 원리 알아보기 · 소수점 아래 0을 내려 계산하는 (소수)÷(자연수)의 계산 형식화 -소수점 자리 어림하기
5	· 몫의 소수 첫째 자리에 0이 있는 (소수)÷(자연수)의 계산 원리 알아보기 · 몫의 소수 첫째 자리에 0이 있는 (소수)÷(자연수)의 계산 형식화 -소수점 자리 어림하기
6	· 몫이 소수인 (자연수)÷(자연수)의 계산 원리 알아보기 · 나누어떨어지지 않는 (자연수)÷(자연수), (소수)÷(자연수)의 몫을 반올림하여 근사값으로 나타내기 -소수점 자리 어림하기
7	· 재미있는 놀이를 통하여 (소수)÷(자연수)의 계산을 능숙하게 하기 -소수점 자리 어림하기 · 주어진 문제를 소수의 나눗셈을 활용하여 해결하기 -소수점 자리 어림하기

Ⅳ. 결과 분석

1. 사전 검사 결과

사전 검사인 자연수 계산력 검사와 자연수 문제해결력 검사는 실험집단과 비교집단이 자연수 계산력과 문제해결력에 있어서 동일한 집단임을 보이고자 사용되었다. 또한 소수 계산력 검사1과 소수 문제해결력 검사1은 실험집단과 비교집단이 소수의 계산력과 문제해결력에 있어서 동일한 집단인지를 알아보기 위해 실시하였다. 이 모든 검사의 평균차를 t-검증한 결과, 이들 집단 사이에는 유의미한 차이가 없는 동일한 집단임을 알 수 있다. <표 5>는 자연수 계산력 검사에 대한 t-검증한 결과를, <표 6>은 문제해결력검사에 대한 t-검증한 결과를 나타낸 것이다. <표 7>은 소수 계산력 검사에 대한 t-검증한 결과를, <표 8>은 문제해결력검사에 대한 t-검증한 결과를 나타낸 것이다.

<표 5> 자연수 계산력 검사에 대한 t-검증

집 단	N	M	SD	df	t	p
실험집단	30	78.17#	16.054	56	0.923	0.360
비교집단	28	82.14#	16.746			

100점 만점

<표 6> 자연수 문제해결력 검사에 대한 t-검증

집 단	N	M	SD	df	t	p
실험집단	30	80.67#	17.798	56	-0.779	0.439
비교집단	28	76.43#	23.446			

100점 만점

<표 7> 소수 계산력 검사1에 대한 t-검증

집 단	N	M	SD	df	t	p
실험집단	30	65.50#	24.542	56	0.762	0.449
비교집단	28	70.00#	20.000			

100점 만점

<표 8> 소수 문제해결력 검사1에 대한 t-검증

집 단	N	M	SD	df	t	p
실험집단	30	52.67#	25.587	56	-0.781	0.438
비교집단	28	47.14#	28.266			

100점 만점

2. 사후검사 결과

어림하기를 통한 소수점 찍기를 적용한 실험 집단과 전통적 방법으로 수업한 비교 집단 사이에 소수의 계산력과 문제해결력에 있어서 차이가 있는지를 알아보기 위하여 소수 계산력 검사2와 문제해결력 검사2를 실시하였다.

사후 소수 계산력 검사2에서 실험집단의 평균 점수는 73.33점, 비교집단의 평균 점수는 64.82로 실험집단이 비교집단에 비해 평균 점수가 8.41점 높은 것으로 나타났다(<표 9>). 두 집단의 평균 차를 t-검증한 결과, 유의도가 .047(p<.05)로서 의미 있는 차이가 있는 것으로 나타났다. 소수 문제해결력 검사2를 t-검증한 결과, <표 10>과 같이 유의도가 .156(p>.05)로서 의미 있는 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 어림하기를 통한 소수점 찍기를 적용한 수업이 문제해결력에는 유의미한 효과가 없었으나, 계산력 신장에는 유의미한 효과가 있다는 것을 의미한다.

<표 9> 소수 계산력 검사2에 대한 t-검증

집 단	N	M	SD	df	t	p
실험집단	30	73.33#	17.087	56	-2.028	0.047*
비교집단	28	64.82#	14.687			

100점 만점 *p<.05

<표 10> 소수 문제해결력 검사2에 대한 t-검증

집 단	N	M	SD	df	t	p
실험집단	30	52.00#	19.369	56	-1.437	0.156
비교집단	28	44.29#	21.504			

100점 만점

실험처치 3달 후에 실시하여 어림하기를 통한 소수점 찍기 활동을 한 학생들과 전통적인 방법으로 소수점 찍기를 한 학생들 간에 계산력과 문제해결력에서의 파지효과에 지속적인 차이가 있는지를 알아보기 위하여 실시하였다.

소수 계산력검사 3에 대한 t-검증 결과, <표 11>과 같이 유의도가 .049(p<.05)로서 의미 있는 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 어림하기를 통한 소수점 찍기를 적용한 수업이 계산력 신장에 지속적으로 유의미한 효과가 있다는 것을 의미한다.

소수 문제해결력 검사3을 t-검증한 결과에서는 <표 12>와 같이 두 집단 간 유의도가 .081(p>.05)로서 의미 있는 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 어림하기를 적용한 수업이 문제해결력 신장에는 효과를 보이지 않음을 의미한다.

<표 11> 소수 계산력 검사3에 대한 t-검증

집 단	N	M	SD	df	t	p
실험집단	30	75.83#	15.033	56	-2.014	0.049*
비교집단	28	66.96#	18.426			

100점 만점 *p<.05

<표 12> 소수 문제해결력 검사3에 대한 t-검증

집 단	N	M	SD	df	t	p
실험집단	30	59.33#	22.733	56	-1.776	0.081
비교집단	28	48.21#	24.952			

100점 만점

3. 어림하기를 통한 소수점 찍기

소수의 곱셈, 나눗셈에서 학생들의 소수점 찍는 방법을 알아보고자 실험집단(30명)을 대상으로 실험처치를 하기 전에 소수의 곱셈, 나눗셈 문제에서 소수점을 붙인 방법을 조사하였고 실험처치 후에도 조사해 보았다. 전통적인 방법으로 붙인 학생이 실험처치 전에는 소수의 곱셈(19명), 소수의 나눗셈(11명)이었으나(<표 13>), 실험처치 후에는 소수의 곱셈(5명), 소수의 나눗셈(6명)으로 줄어들었다(<표 14>). 반면에, 어림하여 소수점을 찍은 학생은 실험처치 전에는 소수의 곱셈(0명), 소수의 나눗셈(2명)이었으나, 실험처치 후에는 소수점 자리를 어림하여 찍은 학생이 소수의 곱셈(25명), 소수의 나눗셈(24명)으로 크게 증가하였다.

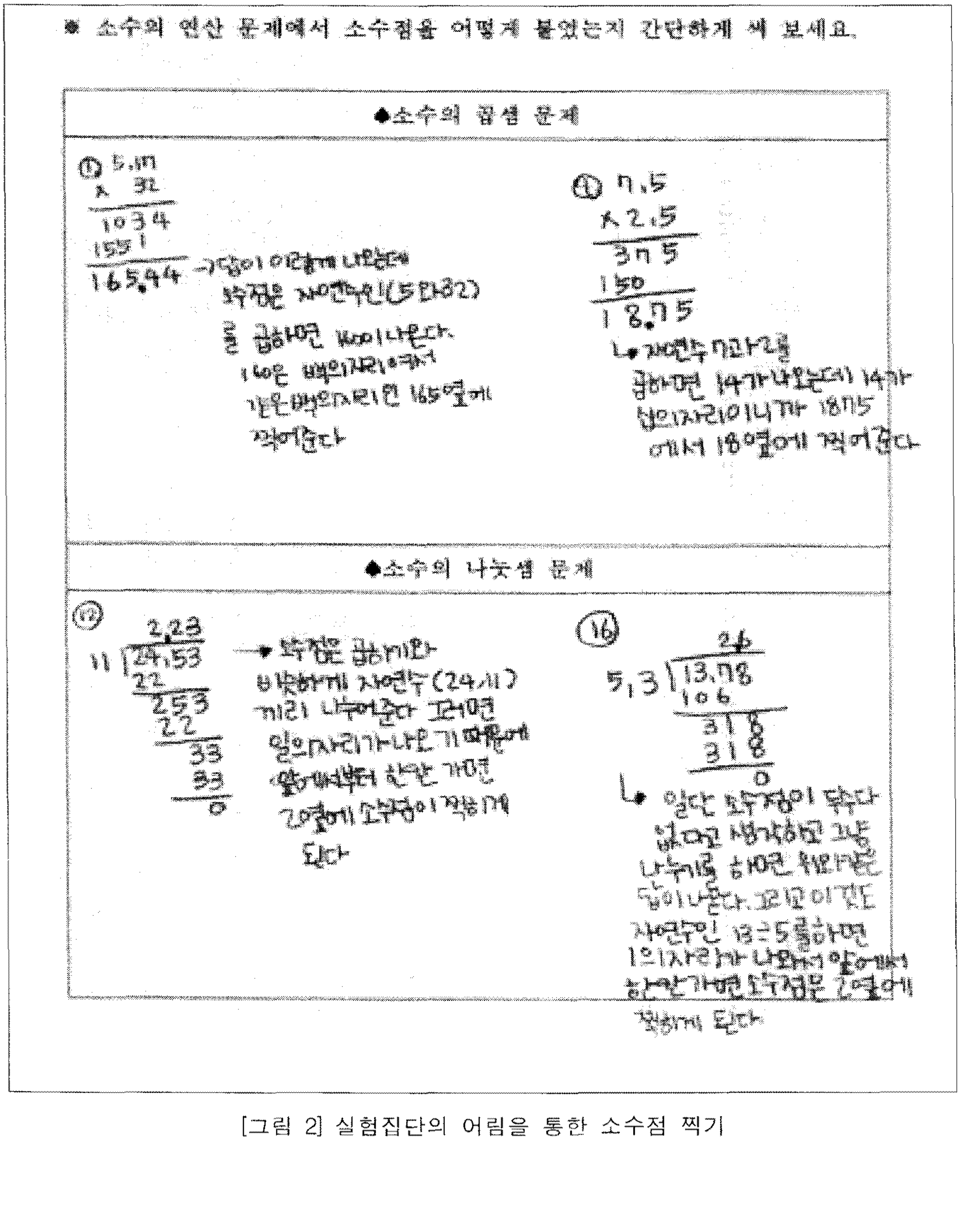
<표 13> 실험처치 전 소수점 붙인 방법

	방 법	학생수
소수의 곱셈	· 소수점을 그대로 아래로 내려서 찍음	2
	· 소수점 자릿수를 세어서 찍음(전통적인 방법)	19
	· 소수를 분수로 고쳤을 때 분모가 10, 100, 1000에 따라 소수점을 소수 한 자리, 두 자리, 세 자리로 찍음	2
	· 잘 모름	7
소수의 나눗셈	· 제수가 피제수에 들어간 만큼 어림해서 찍음(실험처치 방법)	2
	· 소수점을 그대로 위로 올려서 찍음(전통적인 방법)	11
	· 피제수의 소수점 자릿수만큼 몫에 찍음	8
	· 잘 모름	9

<표 14> 실험처치 후 소수점 붙인 방법

	방 법	학생수
소수의 곱셈	· 소수점 자릿수를 세어서 찍음(전통적인 방법)	5
	· 소수점 자리를 어림해서 찍음(실험처치 방법) - 자연수 부분이 있으면 그 부분만 곱해서 자리를 어림하여 찍음 - 자연수 부분이 없는 소수의 곱셈은 자릿수(10배, 100배..., 1/10배, 1/100배...)를 어림하여 찍음	25
소수의 나눗셈	· 소수점을 그대로 위로 올려서 찍음(전통적인 방법)	6
	· 제수가 피제수(자연수 부분만)에 들어간 만큼 어림해서 찍음 (실험처치 방법)	24

또한 학생이 어림한 방법을 살펴보면([그림 2]), 자연수 부분이 있는 소수의 곱셈, 나눗셈에서 소수점을 찍을 때 소수점 자릿수를 세어서 찍지 않고 자연수 부분만을 계산한 후 소수점 자리를 어림하여 찍었음을 알 수 있다. 특히 소수에 10, 100, 1000, 10000을 곱하는 경우 소수점 자리를 어림하는 방법을 적용시키기 쉬웠다. 6.325×10000의 계산에서 6×10000을 하여 60000이므로 63250으로 소수점 자리를 어림하였다. (소수)÷(자연수)에서 소수점 자리를 어림하는 방법으로는 피제수의 소수점을 그대로 올려 찍지 않고 자연수 부분만을 계산하여 소수점 자리를 어림하여 찍었음을 확인할 수 있다.



[그림 2] 실험집단의 어림을 통한 소수점 찍기

V. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 어림하기를 소수의 연산 활동에 이용하여 실제 수업에 적용하고 그 효과를 검증하여 구체적인 지도 방향에 대한 시사점을 얻고자 하는데 있다. 본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 어림하기를 통한 소수점 찍기를 한 수업과 전통적인 방법으로 소수점 찍기를 한 집단의 계산력 신장에 유의미한 차이를 보였으며 어림하기를 통한 소수점 찍기가 계산력 신장에 효과가 높은 것으로 나타났다. 반복 계산을 통한 기계적인 알고리즘 학습보다는 의미 이해를 통한 어림 활동이 계산력을 신장시키는데 더 효과를 보인 것이다. 소수의 연산에서 소수점의 위치를 정할 때 다양한 어림 방법을 생각할 수 있도록 충분한 시간과 기회를 주어서 자기 나름대로 해결하고, 또 결과의 합리성을 인식 할 수 있게 하며 자신의 방법을 친구들과 공유할 수 있는 기회가 많이 제공되는 수업이 이루어지므로 계산력이 신장된다는 것이다.

둘째, 어림하기를 통한 소수점 찍기를 한 집단과 전통적인 방법으로 소수점 찍기를 한 집단의 문제해결력에는 유의미한 차이를 보이지 않아서 어림하기를 통한 소수점 찍기가 문제해결력 신장에는 직접적으로 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 문제해결력 답안지를 살펴본 결과 실험집단과 비교집단 모두 문제해결을 위한 전략을 세우는 것을 실패한 학생이 많았다. 이것으로 보아 문제해결력은 문제 상황에 임한 학생이 먼저 문제를 이해하고 문제를 해결하기 위한 계획을 세우고 문제해결 전략을 실행하는 전 과정에서 나타나는 능력을 말하는 것인데 소수점의 위치를 정하는 것은 이미 전략이 세워진 후 계산이 이루어진 다음 이루어지는 것이므로 효과가 없다는 것이다.

셋째, 어림하기를 통한 소수점 찍기를 한 집단과 전통적인 방법으로 소수점 찍기를 한 집단의 실험처치 3달 후에 실시한 계산력에는 유의미한 차이를 보여서 어림하기를 통한 소수점 찍기가 계산력 신장에는 지속적으로 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 단순한 알고리즘을 기억하는 것은 오래가지 못하나 소수의 개념 및 자릿값의 이해를 바탕으로 한 어림활동은 학생들에게 계속 영향을 준다는 것이다.

넷째, 어림하기를 통한 소수점 찍기 활동을 한 수업이 전통적인 방법을 통한 소수점 찍기 활동을 한 수업보다 학생들의 소수점 오류를 줄일 수 있었다. 어림하기를 통해 소수점 찍기를 한 실험집단에서는 소수점 오류가 지속적으로 줄었으나 전통적인 방법을 통해 소수점 찍기를 한 비교집단은 소수점 오류가 처음보다 더 늘었다는 것이 특이한 점이다. 기계적인 알고리즘을 학생들이 정확하게 사용하지 못하였고 곱의 소수점의 위치가 피승수, 또는 승수의 소수점의 위치와 관계가 있음을 이해하지 못했기 때문이라고 할 수 있다. 또 몫의 소수점의 위치는 피제수의 소수점의 위치와 관계가 있음을 이해하지 못했기 때문이다.

이상의 연구 결과를 토대로 하여 소수의 곱셈, 나눗셈에서 어림하기를 통한 소수점 찍기 학습과 관련하여 다음과 같은 점을 제언하고자 한다.

첫째, 어림하기를 통한 소수점 찍기를 소수의 곱셈과 나눗셈에서 뿐만 아니라 소수의 모든 연산영역에서 활용할 수 있도록 구체적인 방법이 모색되고 그 영향에 대한 연구가 필요하다.

둘째, 어림활동이 체계적으로 이루어져야 한다. 어림은 실생활에 많이 쓰이고 있으며 수학적 개념 형성을 돕고 학습 도구로 사용되고 있지만 짧은 시간에 길러질 수 있는 것은

아니다. 그러므로 초등학교 전 학년을 통해 체계적으로 이루어져야 한다.

셋째, 본 연구에서 실시한 어림하기의 적용은 짧은 기간에 이루어졌으며 초등학교 5학년 학생 30명을 대상으로 수업이 이루어졌다. 더 많은 학생들에게 장기간의 실험 적용 연구가 필요하다. 그리고 학생 개개인의 소수의 연산에서 소수점 오류에 대해 분석을 해 보고 어림하기가 소수점 오류를 줄일 수 있는지 지속적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

권점례 (1998). **어림 학습 프로그램 개발에 대한 연구**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

김병희 (2006). **어림셈 학습지도를 통한 수 감각의 발달**. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

김수정 (2007). **십진블록을 활용한 소수의 곱셈과 나눗셈 지도에서 초등학교 5학년 학생들의 개념적 이해 과정 분석**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

김영기 (2000). **어림 활동을 강조한 지도가 아동의 수학적 힘에 미치는 영향**. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

김영랑 (2006). **실생활 문제 상황을 통한 어림학습에 관한 연구**. 청주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

김재화 (2006). **소수 계산에서 나타나는 오류와 선행지식과의 연결 관계 분석**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

박정례 (2003). **분수와 소수에 대한 수 감각 계발 지도를 위한 연구**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

윤희태 (2002). **초등학생들의 기초 계산 오류에 대한 분석적 연구**. 인천교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

이경아 (1996). **유리수 계산에서 나타나는 오류의 현상적 분석**. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.

전평국 (1997). **초등 수학교육의 이론과 실제**. 서울: 교학사.

정효남 (1993). **어림셈 학습이 산수과 계산능력과 학습흥미에 미치는 효과**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

Carlow, C. D. (1986). Critical balances and payoffs in an estimation program. In H. L. Schoen & M. J. Zweng (Eds.), *Estimation and mental computation: 1986 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 93-102). Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.

Hiebert, J. (1992). Mathematical, cognitive, and instructional analyses of decimal fraction. In G. Leinhardt, R. Putnam, & R. S. Hattrup (Eds.), *Analyses of arithmetic for mathematics teaching* (pp. 286-322). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

Reys, B. J. (1986). Teaching computational estimation : Concepts and strategies. In H. L. Schone & M. J. Zweng (Eds.), *Estimation and mental computation* (pp. 31-44). Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.

Reys, R. E. (1992). Research on computational estimation: What tell us and some question that need to be addressed. *Hiroshima Journal of Mathematics Education, 1*, 105-112.

Reys, R. E., Lindquist, M. M,, Lambdin, D. V., & Smith, N. L. (2009). *Helping children learn mathematics*. Hoboken, NJ: John Wiley & Son, Inc.

Sherman, H. J., Richardson, L. I., & Yard, G. J. (2009). *Teaching learners who struggle with mathematics: Systematic intervention and remediation*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

Siegel, A. W., Goldsmith, L. T., & Madson, C. R. (1982). Skill in estimation problems of extent and numerosity. *Journal for Research in Mathematics Education, 13*(3), 211-232.

Sowder, J. T. (1988). Mental computation and number comparison : Their roles in the development of number sense and computational estimation. In F. Hiebert & M. Behr (Eds.), *Number concepts and operations in the middle grades* (pp. 182-197). Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.

Sowder, J. T. (1992). Estimation and related topics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for research on mathematics teaching and learning* (pp. 371-389). New York: Macmillan.

Usiskin, Z. (1986). Reasons for estimating. In H. L. Schoen & M. J. Zweng (Eds.), *Estimation and mental computation* (pp. 1-15). Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.

<Abstract>

The Effect of the Estimation Strategy on Placing Decimal Point in Multiplication and Division of Decimals

Lee, Youn Mee[3]; & Park, Sung Sun[4]

The purpose of this study was to investigate the effects of estimation strategy on placing decimal point in multiplication and division of decimals. To examine the effects of improving calculation ability and reducing decimal point errors with this estimation strategy, the experimental research on operation with decimal was conducted. The operation group conducted the decimal point estimation strategy for operating decimal fractions, whereas the control group used the traditional method with the same test paper.

The results obtained in this research are as follows;

First, the estimation strategy with understanding a basic meaning of decimals was much more effective in calculation improvement than the algorism study with repeated calculations.

Second, the mathematical problem solving ability - including the whole procedure for solving the mathematical question - had no effects since the decimal point estimation strategy is normally performed after finishing problem solving strategy.

Third, the estimation strategy showed positive effects on the calculation ability. Th Memorizing algorithm doesn't last long to the students, but the estimation strategy based on the concept and the position of decimal fraction affects continually to the students.

Finally, the estimation strategy assisted the students in understanding the connection of the position of decimal points in the product with that in the multiplicand or the multiplier. Moreover, this strategy suggested to the students that there was relation between the placing decimal point of the quotient and that of the dividend.

Keywords: estimation strategy of decimal point, calculation ability, decimal point error

논문접수: 2011. 02. 24
논문심사: 2011. 04. 03
게재확정: 2011. 04. 14

3) enfanths@hanmail.net
4) starsun@cnue.ac.kr