

한국과 미국의 초등학교 저학년 수학 교과서 비교 연구 : 더하기 문제를 중심으로*

박 영신 (배재대학교, 유아교육과)

한국과 미국 초등학교 1,2,3학년 산수 교과서를 분석 비교하였다. 두 나라 초등학교 교과서는 세 가지 측면에서 유사하였다. 첫째, 더하기 문제의 빈도는 학년이 올라갈수록 점차 감소하였다. 둘째, 두 나라에서 모두 더하기는 주로 숫자 문제를 중심으로 지도되었다. 셋째, 두 나라 모두에서 작은 문제 편파 (small facts bias)가 나타나서 작은 문제들이 큰 문제들 보다 많이 제시되는 경향을 보였다. 그러나 몇 가지 측면에서 뚜렷한 차이도 나타났는데, 우선 제시되는 전체 문제 수가 국가에 따라 달라서 미국에서 한국의 약 1.5배 정도의 문제들을 제시하였다. 둘째, 한국에서는 이미 다룬 문제들에 대한 복습은 거의 없는데 반해, 미국에서는 이미 배운 쉬운 더하기 문제들도 고학년에서 계속 반복하여 제시하면서 복습을 유도하고 있었다. 셋째, 어려운 문제들이 제시되는 정도에 차이가 있어서 한국에서는 일본, 중국과 대만과 같은 동양의 다른 나라들 처럼 미국보다 어려운 문제를 더 일찍 제시하는 경향이 있었다.

수와 관련된 여러 과제들과 수학에서 동양 아동들이 서양 아동들보다 우수함은 다양한 연령층을 다룬 여러 연구에서 계속 밝혀져 오고 있다. 예를 들어, 중국의 학령전기 유아들이 같은 연령의 미국 유아들보다 물건에 적절한 수를 더 잘 붙이고 또 수를 더 잘 세었을 뿐 아니라(Miller & Stigler, 1987), 일본의 유아들은 미국의 유아들보다 수학에 대한 이해가 더 뛰어났다(Stevenson, Lee, & Stigler, 1986). 또한 중국의 유아와 1, 2학년들의 숫자 기억폭이 미국의 유아와 1, 2학년들의 숫자 기억폭보다 더 컸다(Stigler, Lee & Stevenson, 1986). 교과서에서 다

루는 내용으로 구성된 수학 성취도 검사에서도 대만과 일본의 1학년이 미국의 1학년보다 점수가 높았으며 점수의 차이는 학년이 올라가면서 더 커졌다(Stevenson, Lee, & Stigler, 1986; Stevenson, Lee, Chen, Stigler, Hsu, & Kitamura, 1990). 이러한 결과는 미국과 중국의 아동들을 대상으로 한 유사한 연구에서 다시 확인되었다(Stevenson, Lee, Chen, Lummis, Stigler, Fan, & Ge, 1990). 수학 성취도 검사의 계산, 이야기 문제, 개념, 측정, 조작에 대한 이해 등 대부분의 영역에서 중국의 1학년과 5학년 아동들이 미국의 아동들보다 높은 점수를 보였다.

수학 수행에서의 문화적 차이를 다루는 대부분의 연구들은 동양에서는 주로 중국, 대만과 일

* 이 연구는 1997년도 배재대학교 교내 학술연구비의 지원으로 수행되었습니다.

본에 관심을 두었고, 한국 아동들에 대해서는 별 관심을 보이지 않았었다. 그러나 중국과 일본 아동들과 마찬가지로 한국 아동들도 미국 아동들보다 수학에서 우수함이 여러 연구에서 밝혀지고 있다. 만 4세부터 8세까지의 한국과 미국 아동들을 비교한 연구에 의하면(Song & Ginsburg, 1987), 수학 규칙에 대한 지식, 수학 사칙 계산, 십진법에 대한 이해에서 한국의 7세와 8세 아동들의 점수가 미국 아동들의 점수보다 더 높았다. 이러한 추세는 고학년들을 비교한 연구에서도 나타났다. 여러 나라의 9세에서 13세 사이의 아동들의 수학 수행을 비교한 연구(Lapointe, Mead, & Askew, 1992; Geary 1994에서 재인용)에 의하면, 9세의 한국 아동들은 (일본과 중국을 제외한) 15개국 가운데 제일 우수한 성적으로 보인 반면 미국의 아동들은 13위의 성적을 보였고, 한국의 13세 아동들은 10개국 가운데 최우수 성적을 거둔 반면 미국의 아동들은 9위의 성적을 보였다. 이처럼 한국, 일본, 중국과 대만 등 동양의 아동들은 미국의 아동들보다 수학의 여러 영역에서 더 우수하였다.

동양 아동들이 우수하다는 사실이 밝혀지면서 이러한 차이를 일으키는 요인들에 대해 다양한 가설들이 제안되어 왔다. 많은 관심을 끌었던 일부 가설들의 예를 든다면, 동서양 아동들의 지능 차이(Geary, 1994), 동서양 언어의 차이(Miller, Smith, Zhu, & Zhang, 1995; Miura, Kim, Chang, & Okamoto, 1988; Miura & Okamoto, 1989; Miura, Okamoto, Kim, Steere, & Fayol, 1993), 자녀의 학업에 대한 동서양 부모들의 기대의 차이(Stevenson, Lee, Chen, Lummis, Stigler, Fan, & Ge, 1990; Stevenson, Chen, & Lee, 1993), 학업에 미치는 노력과 능력의 영향에 대한 동서양 부모들의 이해의 차이와 동서양 가정의 학업 지향적인 분위기의 차이(Stevenson, Lee, Chen, Lummis, Stigler, Fan, & Ge, 1990), 수학의 중요성에 대한 동서양 사회의 인식 차이

(Stevenson, Lee, Chen, Lummis, Stigler, Fan, & Ge, 1990) 등이었다.

그러나 무엇보다도 중요한 것은 학교 교육의 차이일 것이다. 이미 여러 연구들이 중국, 일본 등 동양 학교들과 미국 학교들이 여러 가지 면에서 차이가 있음을 밝히고 있다. 우선 수학을 배울 수 있는 기회에 있어서 동서양의 차이가 발견되었다(Stevenson 등, 1986). 중국의 초등학교 1학년들은 1년동안 미국의 아동들 보다 수학교육을 약 60 시간 정도 더 받는데 이러한 차이는 학년이 올라갈수록 더 커져서 중국의 5학년 아동들은 일년 동안 미국 아동들보다 약 340 시간의 수학 교육을 더 받았다. 숙제의 양에도 동서양의 차이가 있어서(Stevenson 등, 1990) 미국의 1학년들은 매주 1시간 정도 숙제를 하는 반면, 대만과 일본의 1학년들은 각각 매주 8시간과 4시간 정도 숙제를 하였다. 미국의 5학년들은 매주 4시간 정도 숙제를 하는 반면, 대만과 일본의 5학년들은 각각 매주 13시간과 6시간 숙제를 하였다. 학급 내에서 교사가 하는 질문에도 동서양의 중요한 차이가 발견되었다(Perry, VanderStoep, & Yu, 1993). 1학년들에게 더하기와 빼기를 지도할 때 중국과 일본 교사들은 미국의 교사들보다는 개념적 이해와 문제해결 전략에 대한 질문들을 더 많이 할 뿐 아니라 문제를 낼 때 아동들이 익숙한 상황을 이용하여 아동들이 쉽게 문제를 이해하도록 돕는 경향이 강했다.

이 이외 동서양의 수학 교육의 차이를 잘 볼 수 있는 곳은 교과서이다. 왜냐하면 교과서에 제시되는 내용이 곧 아동들이 배우는 내용일 뿐 아니라 각 나라에서 아동들에게 기대하는 수준을 잘 반영하기 때문이다. 우선 미국의 초등학교 수학 교과서를 분석한 연구들을 통해 미국 교과서의 특징부터 살펴보자. 미국의 유치원과 초등학교 1학년부터 3학년까지의 수학 교과서를 분석한 연구에 의하면(Hamann & Ashcraft, 1986), 일 단위 더하기 문제가 제시되는 빈도는 균등하지

않아서 작은 문제들이 큰 문제들보다 더 많이 제시되었을 뿐 아니라 0을 포함한 문제는 모든 학년에서 별로 제시되지 않았다. 비슷한 결과가 초등학교 전학년의 수학 교과서를 분석한 연구(Ashcraft & Cristy, 1995)에서 다시 확인되었다. 가수가¹⁾ 2부터 5사이인 작은 더하기와 곱하기 문제들이 가수가 6이상인 큰 문제들보다 약 2배정도 더 제시되었을 뿐 아니라 0과 1을 포함한 문제는 적게 나타났다. 그러나 이 연구들은 미국 초등학교 수학 교과서의 특징은 잘 보여주지만, 다른 나라 교과서들과 어떤 차이가 있는지 보여주지는 못한다.

Fuson등이(Fuson, Stigler, & Bartsch, 1988) 중국, 대만, 일본, 소련과 미국의 초등학교 수학 교과서에 나타난 여러 종류의 숫자 더하기 문제들이 처음 소개되는 시기를 비교하였다. 그 결과, 다섯 나라에서 더하기와 빼기의 내용은 기본적으로 같았지만 중국, 대만, 일본과 소련에서는 같은 내용도 미국보다는 더 일찍 다루기 시작함이 밝혀졌다. 예를 들어, 받아올림이 필요한 십단위 숫자의 더하기 문제는 중국과 소련에서는 1학년 후반기, 그리고 일본과 대만에서는 2학년 전반기에 제시되었으나 미국에서는 거의 모든 종류의 교과서에서 2학년 후반기에 제시되었다. 십단위의 세 숫자를 더하는 문제는 중국과 소련에서는 1학년 후반기, 그리고 일본과 대만에서는 2학년 전반기에 다루어졌으나 미국의 대부분의 교과서에서는 3학년 전반기에 다루어졌다.

미국과 러시아의 초등학교 1학년에서 3학년 수학 교과서에 나타난 이야기 문제를 비교한 연구에서도 비슷한 결과가 발견되었다(Stigler, Fuson, Ham, & Kim, 1986). 미국의 교과서에 제시된 문제들이 러시아 교과서에 제시된 문제들보다 일반적으로 더 쉬웠고, 러시아 교과서에는 복잡하고 어려운 다단계 문제들이 많이 제시되었

1. 가수란 더하기 문제에 제시된 수를 말한다. 예를 들어, '4+2' 문제에서 4와 2는 가수이다.

으나 미국의 교과서에는 거의 한 단계의 쉽고, 확실적인 문제들이 제시되는 경향이 있었다.

이처럼 미국과 비교해 볼 때, 아동들의 수학 수행이 우수한 나라들, 즉 소련, 일본, 대만과 중국 등에서는 초등학교 시기에는 미국보다는 더 어려운 내용을 더 일찍 지도하는 공통적인 경향을 보이고 있었다. 이런 경향은 우선 동양의 나라들이 아동들의 수학에 대해 미국보다 더 높은 수준의 기대를 하고 있음을 보여주며, 또 이러한 기대가 아동들에게 수학을 지도하는 모든 과정에 반영될 가능성을 시사한다.

이 연구의 주된 목적은 이러한 선행 연구들을 기초로 한국과 미국 초등학교 수학 교과서를 분석, 비교하여 동양의 다른 나라들과 미국 교과서에서 발견된 차이들이 동일하게 나타나는지를 검토하는 것이다. 이를 통해 우리 나라와 미국 아동들의 수학 수행에서의 차이를 일으키는 요인들을 이해하고자 한다.

II. 연구방법

1. 교과서의 선택

우리 나라에서는 교육부에서 발간하는 수학 교과서 1종이 전국적으로 사용되며 각 학년마다 수학 교과서와 수학 익힘책의 2가지 교재가 있다. 따라서 이 연구에서는 초등학교 1학년에서 3학년까지의 수학 교과서 1학기용과 2학기용, 그리고 수학 익힘책 1학기용과 2학기용 총 12권을 분석하였다.

미국에서는 우리 나라와는 달리 수학 교과서가 여러 출판사에서 출판되고 각 학교마다 자신들의 목적에 적합하다고 생각되는 것을 선택하여 사용한다. 이 연구에서는 Scott Foresman-Addison Wesley 출판사에서 1998년에 발간한 1학년에서 3학년까지의 초등학교 수학 교과서를 선택하여 분석하였다. 이 교과서를 선택한 이유

는 Scott Foresman Mathematics 가 미국의 수학 교과서를 잘 대표하기 때문이었다 (Hamann과 Ashcraft, 1986). 우리 나라와는 달리 수학 교과서가 학기별로 따로 없었고, 우리 나라에서 사용되는 익힘책에 해당하는 교재도 없었기 때문에 초등학교 1학년부터 3학년까지의 교재 3권만을 분석하였다.

표 1. 한국과 미국 수학교과서의 체제비교

		페이지		크 기	
		교재	익힘책	교재	익힘책
한국	1학년	1학기	112	120	
		2학기	112	119	
	2학년	1학기	112	119	가로 18cm x 세로 25 cm
		2학기	112	120	
	3학년	1학기	128	128	
		2학기	128	128	
합 계		704	734		
미국	1학년	548		가로 22cm x 세로 30cm	
	2학년	548			
	3학년	546			
	합 계		1642		

이 연구에서 분석한 한국과 미국 수학 교과서의 체제가 표 1 에 비교되어 있다. 한국 교과서는 학년당 총 4권이었고 1학년용 교재들의 총 페이지 수는 463페이지, 2학년용 463페이지, 그리고 3학년용 512페이지였다. 미국 교과서는 1학년용이 548페이지, 2학년용이 548 페이지, 그리고 3학년용이 546페이지로 한국 교과서의 지면 수가 미국 교과서의 지면 수보다 더 적었다. 또한 한국 교과서의 크기는 대부분이 가로 18cm, 세로 25cm의 크기였고 (3학년 교과서는 이보다 약간 작아서 가로 15cm, 세로 21cm) 미국 교과서는 가로 22cm, 세로 30cm로 한국 교과서보다 훨씬 큰 편이었다.

2. 분석절차

한국과 미국 교과서에서 더하기 문제만을 분석하였다. 그 이유는 더하기가 산수 사칙 가운데

에서 가장 기초가 되는 조작으로 초등학교 저학년에서 집중적으로 지도되기 때문이었다. 전체 문제들 가운데 분석할 더하기 문제들을 아래와 같은 기준으로 선택하였다.

① 더하기를 지도하는 것이 주목적인 문제들만을 선택하였다. 또한 더하기를 가르칠 목적으로 제시되는 응용 문제이나 문제를 해결하기 위해서 반드시 더하기가 필요한 문제들, 예를 들어 두 수를 더한 후 크기를 비교하는 것과 같은 문제들은 선택하였다. 그러나 더하기를 지도하는 것이 주목적이 아니라 새로운 개념을 소개하기 위해 더하기 문제가 수단으로 사용되는 경우는 모두 제외하였다. 따라서 들어, 무게, 길이, 도표 읽기, 달력 읽기, 돈 계산, 도형의 둘레 구하기에서 동원되는 모든 더하기 문제들은 제외되었다.

② 정수로 구성되는 더하기 문제들만 선택하였고, 소수와 분수의 더하기는 제외하였다.

③ 더하기 문제라고 해도 계산의 절차를 아동들에게 이해시키기 위해서 동원된 설명용 더하기 문제는 제외하였다.

④ 한 단계 문제만을 선택하였고, 다단계 문제는 제외하였다. 다단계 문제란 아동들이 스스로 답을 계산한 후 그 답을 이용하여 또 다른 답을 찾아야 하는 문제였다. 예를 들어, '3+4=() ()+2=' 과 같은 문제이다. 아동들은 앞의 문제의 답을 구하고 그 답을 사용하여 뒷 문제의 답을 구하여야 한다. 이 문제들은 아동들이 첫 단계에서 어떤 답을 얻느냐에 따라 두 번째 단계에서 푸는 문제들이 달라질 수 있기 때문에 제외하였다.

위와 같은 기준으로 선택된 문제들을 우선 문제의 종류에 따라 분류한 후 각 나라의 학년별로 제시된 빈도를 계산하였다. 문제의 종류는 숫자 문제, 이야기문제, 가수가 빠진 문제(missing addend problem), 기타 문제의 네 가지였다.

숫자 문제란 4+2 와 같이 숫자와 더하기 부호로 이루어진 줄 형태나 단 형태의 문제, '674+193은 얼마일까?' 또는 '43, 258과 712의 합은 얼마일까?' 와 같이 + 부호가 제시되지 않았어도 숫자가 제시되면서 그 숫자들을 더하는 것이 요구되는 문제들이었다. 가수의 수 (두가수 문

제, 세가수 이상의 문제)와 가수의 크기(일 단위, 십단위, 백단위, 천단위 이상)에 따라 이 문제들이 제시된 빈도를 계산하였다. 가수의 크기는 문제를 구성하는 모든 가수들이 같은 단위일 때는 그 단위의 문제로 분류하였고, 문제를 구성하는 가수들이 서로 다른 단위일 때에는 더 큰 가수의 단위에 따라 분류하였다. 예를 들어, $4+2$ 는 일단위 문제로 분류하였고, $43+785$ 는 십단위 문제가 아니라 백단위 문제로 분류하였다.

이야기 문제란 “철수가 사과를 두 개 가지고 있었습니다. 그런데 영희가 사과를 세 개 더 주었습니다. 사과는 모두 몇 개입니까?” 또는 “철수가 사과를 2개 가지고 있었습니다. 그런데 영희가 사과를 3개 더 주었습니다. 사과는 모두 몇 개입니까?” 와 같이 더하기가 이야기의 형태로 제시된 문제들이었다.

가수가 빠진 문제는 + 부호를 포함하고 문제가 몇 개의 가수로 이루어져 있던지 한 가수 이상이 빠진 문제들이었다. 또 + 의 부호가 사용되지 않았다고 하더라도 내용상 위의 문제와 유사한 문제들, 예를 들어 10이 되도록 네모 칸을 메우라고 지시하면서 한 네모 칸에 3을 써 둔 문제들과 같은 문제였다. 저학년에서는 “9가 되는 두 수를 찾아보세요” 라는 문제처럼 어떤 조건에 해당하는 두 가수를 찾는 문제들도 포함되었다. 기타 문제들은 위의 세 범주로 분류할 수 없는 더하기 문제들이었다.

III. 결과

1. 전체 더하기 문제의 분포

전체 더하기 문제들의 종류별 분포가 나라와 학년별로 표 2에 제시되어 있다. 표 안에 제시된 것은 전체 문제에 대한 해당 범주에 속한 문제의 %이다. 각 범주에 해당하는 전체 문제수는 가장 오른쪽에 제시되어 있다.

우선 전체 더하기 문제 수는 한국이 총 2125

표 2. 전체 더하기 문제의 분포(%)

문제 종류	숫자 문제	이야기 문제	가수가 빠진 문제	기타 문제	전체 문제수
국가					
학년					
1	77	2	15	6	1036
한국 2	84	5	11	0	789
3	76	14	10	0	300
합 계					2125
1	80	7	10	3	1226
미국 2	86	6	6	3	905
3	85	4	8	3	789
합 계					2920

개, 미국이 총 2920개로서 한국보다 미국에서 더 많았다. 이러한 경향은 표 2에서 볼 수 있듯이 모든 학년에서 나타났다. 그러나 학년이 올라가면 한국과 미국 모두에서 더하기 문제의 수가 점차 감소하였고 그 정도는 미국보다 한국에서 더 컸다. 한국 3학년 교과서에는 더하기 문제가 일학년의 약 30% 정도 밖에 제시되지 않았으나 미국에서는 일학년의 약 65%가 제시되었다.

제시된 문제들의 종류별 분포를 살펴보면, 한국과 미국에서 가장 많이 제시된 문제는 숫자 문제로 전체 문제의 약 80% 정도였다. 한국에서는 2학년까지 숫자 문제의 비율이 증가했다가 2학년을 기점으로 하여 감소한 반면, 미국에서는 2학년까지 숫자 문제의 비율이 증가하였고 3학년에서도 2학년과 비슷한 정도로 유지되었다.

숫자문제 이외의 문제들도 제시되고 있으나 이 문제들은 전체 문제들의 약 20% 정도에 지나지 않았다. 이야기 문제의 비율은 한국에서는 학년이 올라갈수록 꾸준히 증가하여 3학년에서는 전체 문제들의 15% 정도를 차지하였으나 미국에서는 학년이 올라갈수록 오히려 감소하여 3학년에는 전체 문제의 5% 이하였다. 가수가 빠진 문제의 비율은 학년이 올라갈수록 두 나라에서 모두 감소하였으나 전체적 비율은 미국보다 한국의 모든 학년에서 더 높게 나타났다.

요약한다면, 초등학교 저학년에서는 한국보다

미국에서 더하기 문제들이 더 많이 제시되었다. 한국에서는 더하기를 1,2학년에서 집중적으로 지도하고 3학년에서는 큰 비중을 두고 지도하지 않는데 반해, 미국에서는 3학년까지도 더하기에 큰 비중을 두고 지도하고 있었다. 문제의 종류별로 살펴보면, 두 나라 모두에서 더하기는 주로 숫자 문제를 중심으로 지도되고 있었고 그 밖의 다른 종류의 문제들은 아주 적게 제시되었다.

2. 전체 숫자 문제의 분포

두 나라 모두에서 전체 더하기 문제의 80% 정도가 숫자 문제였으므로 이 연구에서는 숫자 문제들만 분석하였다. 숫자 문제의 분포가 나라

표 3. 전체 숫자 문제의 분포 (%)

문제의 종류	두가수				세가수이상			
	일 단위	십 단위	백 단위	천 단위	일 단위	십 단위	백 단위	천 단위
한국	1	63	28		8	1		
	2	13	40	36	2	6	3	
	3		15	42	28		9	5
미국	1	85	14		1			
	2	47	30	9	8	7		
	3	32	27	28	4	2	2	6

와 학년별로 표 3에 제시되어 있다. 전체 문제 중 두가수 문제의 비율이 한국의 1,2,3학년에서 91%, 89%, 85%, 미국에서 99%, 86%, 91%로 아주 높았으며 2학년을 제외한 모든 학년에서 두가수 문제의 비율은 한국보다 미국에서 더 높았다. 가수의 크기에 따라 문제의 비율을 비교해 보면 두나라의 차이가 더 크게 나타났다. 1학년에서는 두나라 공히 일 단위 문제가 가장 많았으나 십 단위 문제는 한국이 전체의 28%, 미국이 14%로 2배 정도 차이가 났다. 이러한 차이는 2학년에서도 계속되어서 한국에서는 전체의 76%의 문제가 십 단위이상의 문제였고 일 단위 문제는 13% 밖에 되지 않았으나, 미국에서는 십 단위 이상의 문제는 불과 39%였고, 일 단위 문제는 47%였다.

이러한 경향은 3학년에서도 계속 되어서 한국에서는 전체 문제의 70%가 백 단위 이상의 문제였는데 반해 미국에서는 백 단위 이상의 문제가 불과 32%였을 뿐 아니라 한국에서는 전혀 제시되지 않는 일 단위의 문제도 32%나 되었다.

전체 문제 가운데 세가수 문제의 비율은 한국과 미국의 세학년에서 각각 평균 11%와 9%로 비교적 낮은 편으로 두 나라간에 큰 차이가 없었다. 그러나 세가수 문제들을 가수의 크기에 따라 비교했을 때에는 두가수 문제와 비슷한 결과가 나타났다. 즉 한국의 1학년에서는 일 단위 문제, 2학년에서는 십단위 문제, 그리고 3학년에서는 백단위와 천단위 문제가 주로 제시되었다. 이와는 대조적으로 미국에서는 각 학년마다 한국보다 한 단위 낮은 문제들을 주로 제시하였다. 1학년에서는 세가수 문제가 거의 없었고, 2학년에서는 일 단위와 십단위 문제, 3학년에서는 백단위 문제가 주로 제시되었고, 천단위 문제는 전혀 제시되지 않았다.

전체 숫자 문제의 분포를 살펴보면, 가수의 수에 따른 문제의 분포는 한국과 미국에서 큰 차이가 없었으나, 가수의 크기를 비교했을 때에는 두 나라간의 차이가 분명하게 나타나서 한국의 1학년에서 3학년까지는 일단위 문제부터 천단위 문제까지 고루 다루고 있었지만 미국에서는 일 단위부터 백단위 까지의 문제를 주로 다루고 있었다. 즉 가수의 크기를 고려할 때 모든 학년에서 한국이 미국보다 더 어려운 숫자 문제들을 제시하고 있었다.

3. 일 단위 숫자 문제에 대한 분석

그림 1,2,3에 1,2,3학년에서 제시된 일 단위 문제에서 1부터 9까지 숫자가 가수로 제시된 (%가 아닌) 빈도가 나라에 따라 나타나 있다. 그림에서 가수1이란 더하기 문제에서 처음 제시된 숫자를 말하고, 가수2란 두 번째 제시된 숫자를 말한다.

그림 1을 살펴보면, 한국과 미국에서 비슷한 점이 나타난다. 우선 각 숫자들이 가수1과 가수2로 제시되는 빈도에는 큰 차이가 없었다. 둘째, 숫자가 커질수록 가수로 제시되는 빈도가 점차 감소하였다. 즉 한국에서는 6,7,8,9보다는 2,3,4,5가 더하기 문제에 더 많이 제시되었고, 미국에서도 마찬가지였다. 즉 한국과 미국의 일단위 문제에서 작은 숫자들이 큰 숫자들 보다 가수로 더 많이 제시되는 작은 문제 편파 (small facts bias)가 나타났다. 그러나 두 나라간의 차이도 발견되어서 미국에서는 숫자의 크기에 따라 문제에 제시되는 빈도가 많이 달라지는 반면, 한국에서는 숫자의 크기에 따라 문제에 제시되는 빈도가 미국만큼 달라지지 않았다. 흥미로운 점은 미국에서는 5가 4와 6 보다 가수로 더 많이 제시되었으나 한국에서는 이런 경향이 나타나지 않았다.

한국과 미국의 2학년과 미국의 3학년에서는 작은 문제 편파의 경향이 완전히 사라졌다. 우선 한국의 2학년에서는 모든 숫자들이 더하기 문제에 비슷한 정도로 제시되었고, 미국의 2학년에서는 숫자가 커질수록 문제에 제시되는 빈도가 오히려 늘어나서 9가 가장 많이 제시되었다. 특이한 점은 미국에서는 4이하의 숫자들은 첫 번째 가수 보다 두 번째 가수로 더 많이 제시되었으나 6이상의 숫자들은 두 번째 가수보다 첫 번째 가수로 더 많이 제시되었다. 한국의 3학년에서는 일 단위 문제가 전혀 제시되지 않았고 미국의 3학년에서는 모든 숫자들이 가수로 비슷한 정도로 제시되었을 뿐 아니라 모든 숫자들이 가수1과 2로 제시되는 정도에도 큰 차이가 없었다.

이 연구와 동일한 방법으로 미국 수학 교과서를 분석한 Hamann과 Ashcraft (1986)의 연구와 이 연구에서 나타난 미국 1학년의 결과를 비교해 보면, 두 연구 모두에서 작은 문제 편파가 나타났지만 그 정도는 1980년대에 이루어진 Hamann 등의 연구보다는 이 연구에서 더 약해졌다. 또한 Hamann 등의 연구의 2학년에서 약하지만 작은

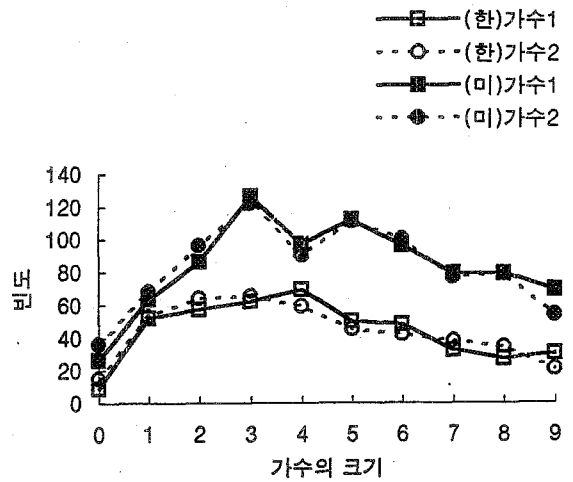


그림 1. 1학년 교과서의 일단위 문제에 제시된 각 가수의 빈도

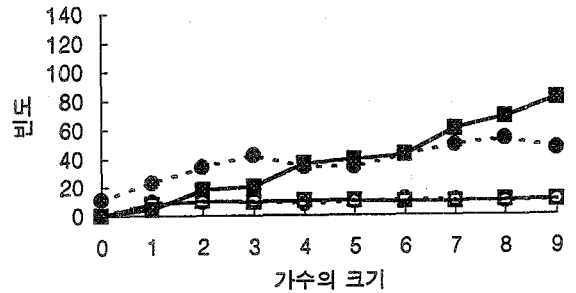


그림 2. 2학년 교과서의 일단위 문제에 제시된 각 가수의 빈도

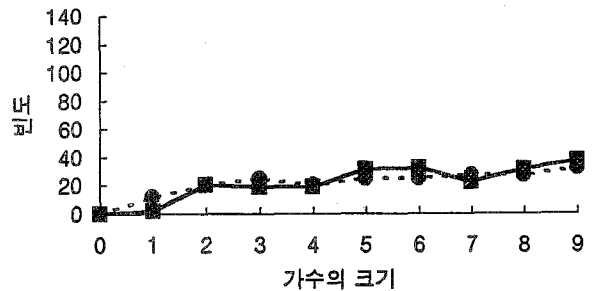


그림 3. 3학년 교과서의 일단위 문제에 제시된 각 가수의 빈도

문제 편파가 여전히 나타났는데 반해 이 연구에서는 오히려 큰 문제가 더 많이 제시되는 경향을

보였다. 이 결과들은 미국에서 더하기 문제를 작은 숫자들을 중심으로 지도하던 경향이 최근에 오면서 많이 변하고 있음을 보여준다.

0과 1이 가수로 제시된 빈도도 그림 1,2,3에 제시되어 있다. 나라에 관계없이 모든 학년에서 0이 더하기 문제에 제시되는 빈도는 다른 모든 숫자들이 제시되는 빈도보다 훨씬 적었다. 그러나 한국보다는 미국에서 0이 가수로 더 많이 제시되었으며, 2,3학년에서 보다는 주로 1학년에서 나타났다. 1이 가수로 제시되는 정도는 0보다는 높았으나 0과 마찬가지로 한국보다는 미국에서, 또 고학년보다는 저학년에서 더 높았다. 이러한 경향은 Hamann 등(1986) 과 Ashcraft (1995) 등의 결과와 유사하였다.

4. 십단위 숫자 문제에 대한 분석

십단위 문제란 34+45 또는 34+4와 같이 두 가수 가운데 한 가수가 십단위 숫자인 문제를 말한다. 십단위 문제에서 1부터 99까지의 숫자가 가수로 제시된 빈도가 나라와 학년에 따라 그림 4,5와 6에 제시되어 있다.²⁾ 1학년에서는 일 단위 문제에서 나타난 것보다 더 뚜렷한 작은 문제 편파가 한국과 미국 모두에서 나타나서 숫자가 커질수록 가수로 제시되는 빈도가 체계적으로 줄어들어서, 한국과 미국 모두에서 60이상의 숫자들은 가수로 별로 제시되지 않았다. 2학년에서도 비슷한 경향이 나타났지만, 60 이상의 수들이 가수로 1학년보다는 더 많이 제시되었다. 한국의 3학년에서는 10부터 99까지의 숫자들이 가수로 제시되는 정도에 별 차이가 없었으나, 미국에서는 20,30과 같은 작은 십단위 숫자들이 큰 십단위 숫자들보다 여전히 더 많이 제시되었다. 즉 십단

2. 그림 4에서 가수 1에 해당하는 빈도는 십단위 문제 중 한 가수가 일단위 숫자인 문제들의 총 빈도를 말한다. 또 다른 예를 들면 가수 40에 해당하는 빈도는 십단위 문제 중 한 가수가 40부터 49까지인 문제들의 총 빈도를 말한다.

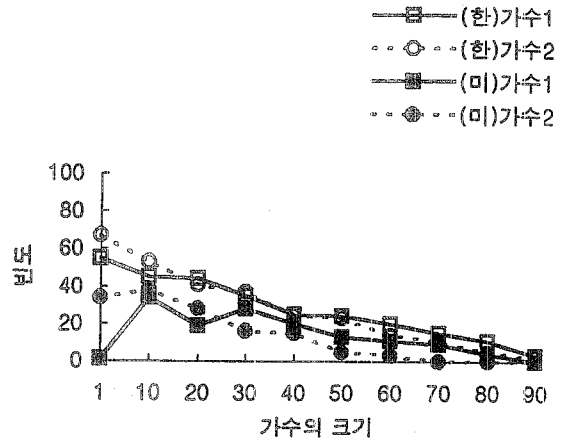


그림 4. 1학년 교과서의 십단위 문제에 제시된 각 가수의 빈도

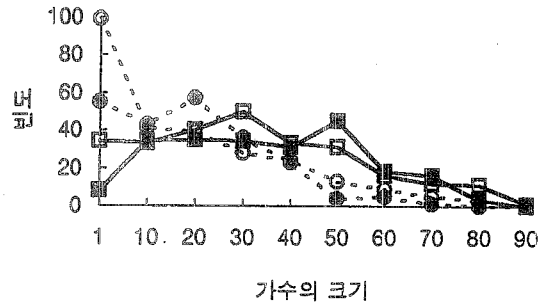


그림 5. 2학년 교과서의 십단위 문제에 제시된 각 가수의 빈도

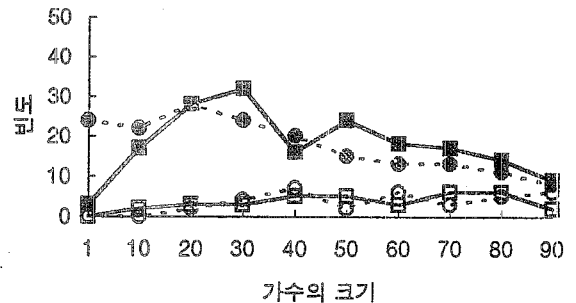


그림 6. 3학년 교과서의 십단위 문제에 제시된 각 가수의 빈도

위 문제들에서는 일 단위 문제들에서 나타난 것보다 더 뚜렷한 작은 문제 편파가 미국의 모든

학년에서 나타났으나, 한국에서는 1,2학년에서만 나타났다.

5. 백단위와 천단위 숫자 문제에 대한 분석

백단위 문제들은 두 가수 가운데 한 가수 이상이 백단위 숫자인 문제들이다. 한국과 미국의 1학년에서는 백단위 문제들이 전혀 제시되지 않았다. 따라서 2,3학년 교과서에 나타난 백단위 문제에 1부터 999까지의 숫자가 가수로 제시된 빈도가 나라와 학년별로 그림 7과 8에 제시되어 있다. 한국의 2학년에서는 뚜렷한 작은 문제 편파가 나타나서 200과 300이 가수로 가장 많이 제시되었고, 그 이상에서는 숫자가 커질수록 문제에 제시되는 빈도가 급격히 감소하였다. 이러한 작은 문제 편파는 미국의 2학년에서도 나타났으나 그 정도는 한국보다 훨씬 더 약했다. 그 이유는 미국의 2학년에서 큰 문제들이 한국보다 더 많이 제시되었기 때문이라기 보다는 백단위 문제 자체가 너무 적었기 때문이었다. 그러나 한국의 3학년에서는 작은 문제 편파가 많이 사라져서 큰 문제들도 작은 문제들만큼 제시되었으나, 미국의 3학년에서는 작은 문제 편파의 경향이 2학년 보다 더 뚜렷하게 나타났다.

천단위 문제는 두 가수 가운데 한 가수 이상이 천단위 숫자인 문제들이다. 한국과 미국의 1, 2학년에서는 천단위 문제들이 제시되지 않아서 그림9에 1부터 999까지의 숫자들이 가수로 제시된 빈도가 나라별로 제시되어 있다. 다른 문제들에서 살펴 본 것처럼, 한국과 미국 모두에서 가수가 4000 이하인 작은 문제들이 가수가 5000 이상인 큰 문제들보다 더 많이 제시되었다.

6. 한국과 미국 교과서의 질적 비교

일 단위 문제들을 중심으로 한국과 미국 교과서에서 더하기 문제를 지도하는 방법을 비교해

—■— (한)가수1
 - - ○ - - (한)가수2
 —■— (미)가수1
 - - ● - - (미)가수2

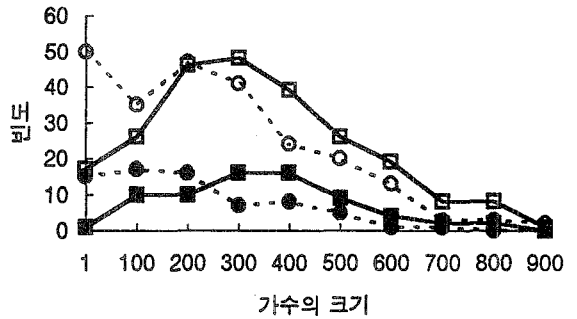


그림 7. 2학년 교과서의 백단위 문제에 제시된 각 가수의 빈도

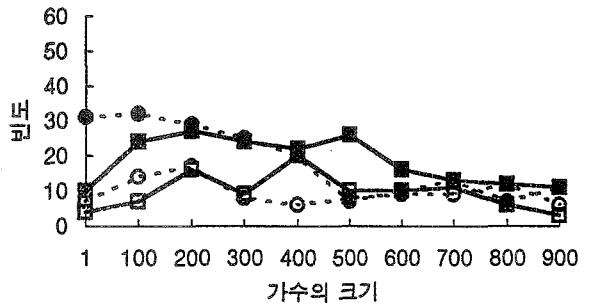


그림 8. 3학년 교과서의 백단위 문제에 제시된 각 가수의 빈도

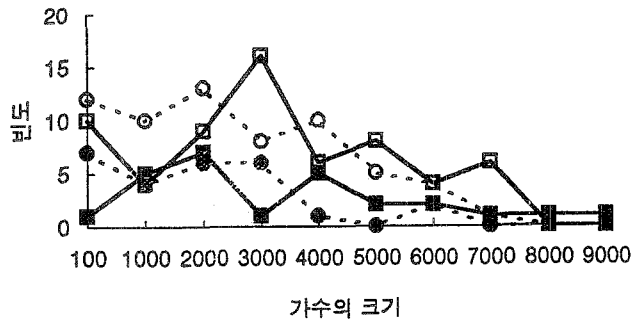


그림 9. 3학년 교과서의 천단위 문제에 제시된 각 가수의 빈도

보겠다. 우선 한국 교과서에서는 일 단위 문제들이 일단 한 번 다루어지고 나면, 그 다음에는 교

과서에서 별로 반복되지 않았다. 1학년 2학기 교과서의 마지막 부분에서 일 단위 문제들 가운데 큰 문제들이 한 페이지에 걸쳐 전체적으로 한 번 복습되는 것을 제외하고는 별로 복습이 없었다. 반면 미국 교과서에서는 일 단위 문제들이 일 학년에서 다루어지고 난 뒤 3학년에서 'basic fact review' 라는 제목으로 16회에 걸쳐 반복하여 제시되고 있었다. 이러한 차이는 일 단위 더하기 문제들이 한국과 미국의 세 학년 교과서에서 제시된 평균 횟수를 비교해 보아도 알 수 있다. 앞의 표 3을 살펴보면, 1학년에서 3학년까지 한국 교과서에서 제시된 일 단위 문제들의 수는 총 586개이고, 미국에서 제시된 문제들의 수는 1415개다. 문제 안에서 가수의 순서를 무시하고 일 단위 숫자로 구성할 수 있는 문제의 수가 총 55개이므로 한국에서는 3학년에 걸쳐 각 일단위 문제들이 평균 11회 제시되는 데 반해, 미국에서는 평균 25회가 제시되었다.

IV. 결론 및 논의

이 연구에서는 한국과 미국의 초등학교 저학년 수학 교과서를 분석, 비교함으로써 그 유사점과 차이점을 검토하고자 하였으며, 더 나아가서 한국과 미국의 초등학교 학생들의 수학 수행이 차이가 나는 이유를 이해하고자 하였다. 두 나라의 교과서는 여러 가지면에서 서로 비슷하였다. 우선 두 나라 모두에서 학년이 올라갈수록 더하기 문제가 점차적으로 줄어들었고, 대부분의 문제들이 두 가수로 구성된 숫자 문제라는 점에서 서로 비슷하였다. 또한 어떤 단위의 더하기 문제든지 학습의 초기 단계에서는 작은 문제 편파가 있었다는 점, 즉 작은 문제부터 지도하기 시작한다는 점에서도 유사했다.

그러나 이런 기본적 유사점 이외에도 여러 가지 차이점이 발견되었다. 가장 중요한 차이점은 미국에서는 쉬운 문제들을 집중적으로 지도하는

데 반해, 한국에서는 미국보다 어려운 문제들을 지도한다는 점이었다. 이런 차이는 교과서 분석의 여러 측면에서 관찰되었다. 우선, 더하기 문제들이 고학년에 올라가면서 미국보다 한국에서 훨씬 더 많이 감소하였다. 이것은 한국에서는 더하기 이외의 다른 조작들을 이미 가르치고 있음에도 불구하고, 미국에서는 여전히 더하기를 지도하고 있음을 의미한다. 둘째, 일,십,백,천단위의 모든 더하기 문제에서 작은 문제 편파가 한국에서는 빨리 사라지는 반면 미국에서는 더 오랫동안 관찰되었다. 이는 더하기를 지도할 때 한국에서는 비교적 빠르게 작은 문제에서 큰 문제들로 전환하는데 반해 미국에서는 작은 문제들을 상당히 오랫동안 다루고 있음을 시사한다. 셋째, 한국에서는 더 어려운 문제들이 미국보다 더 빨리 제시되었다. 예를 들어, 한국에서는 2학년에 십단위 두가수의 더하기가 많이 소개되었지만 미국에서는 3학년에 가서야 제시되었고, 한국에서는 3학년에 백단위와 천단위 숫자의 세가수 더하기 문제가 소개되었지만 미국에서는 3학년에도 전혀 제시되지 않았다.

이처럼 미국에서 오랫동안 작고 쉬운 문제들을 집중적으로 지도하는 것이 수학 사칙의 기초가 되는 더하기 문제들을 아동들이 숙지하게 한다는 측면에서는 긍정적으로 볼 수 있다. 하지만 작고 쉬운 문제들에 너무 오래 집중함으로써 미국 아동들이 다른 나라 아동들보다 수학을 더 늦게 배우게 할 가능성이 크다. 한국에서는 어려운 문제들을 일찍 지도하기 때문에 한국의 초등학교 학생들은 미국의 초등학교 학생들보다 더 일찍 어려운 문제들을 마스터하게 되는 것 같고, 이를 기초로 다른 수학 문제들도 잘 해결하게 되는 것 같다. 특히 더하기에 대한 이해가 빠기나 곱하기 등 다른 조작을 이해하는 데 있어서 기반이 된다는 점을 고려한다면, 미국 교육 내용의 진도가 느리다는 점은 미국 아동들이 다른 수학 조작을 학습하는 것도 지연시킬 수 있을 것이다.

그러나 본문에서도 지적한 것처럼, 최근의 미국 교과서는 과거와 비교해 볼 때 많이 변하고 있는 것 같다. 80년대 교과서에서 많이 나타났던 작은 문제 편파가 90년대 교과서에서는 크게 줄고 있는데 이는 미국의 교과서들이 작은 문제 편파에서 벗어나서 과거보다 어려운 문제들로 아동들을 지도하는 쪽으로 변화를 시도하고 있음을 의미한다. 미국의 아동들이 동양 아동들 보다 수학을 못하는 것이 너무 안이하고 쉬운 교육 내용 탓이라는 여러 연구의 결과들이 새로운 교과서를 제작하는데 적극적으로 반영되고 있는 것 같다.

그럼 한국의 교과서와 동양 다른 나라의 교과서는 서로 유사할까? 앞에서 지적한 것처럼, 전체적으로 볼 때 한국의 교과서는 미국의 교과서보다는 동양의 다른 나라 교과서들과 더 비슷했다. Fuson(1986) 등의 연구에서 중국, 대만, 일본과 소련의 교과서가 여러 종류의 더하기 문제를 미국보다 더 일찍 학생들에게 지도한다고 밝혔는데 이런 점에서 한국의 교과서는 동양 다른 나라의 교과서와 비슷했다. 그러나 한국에서는 동양의 다른 나라들보다 천단위 더하기 문제를 한 학기 정도 늦게 제시하였고, 중국, 일본과 소련 등에서 3학년 전반기에 제시되는 만 단위와 십만 단위 더하기 문제는 한국의 3학년에서는 전혀 제시하지 않았다. (비록 10여년 전의 자료이지만) Fuson 등의 연구에서 밝힌 여러 종류의 더하기 문제들이 제시되는 시기와 비교했을 때 한국은 미국보다는 빠른 편이지만 중국, 일본과 소련 등 다른 동양 나라들에 비해 초등학교 저학년에서 좀 덜 어려운 문제들을 제시하는 경향이 있었다.

이 연구의 결과는 한국과 미국의 초등학교 교과서를 전체적으로 비교하지 못했다는 점에서 한계를 갖는다. 특히 이 연구는 난이도가 다양한 더하기 문제들이 제시되는 빈도를 중심으로 두 나라의 교과서를 비교하였을 뿐이고 두 나라 교과서에서 더하기를 지도하는 과정들의 질적인 차이는 철저히 분석, 비교하지 못했다. 예를 들

어, 더하기를 소개하는 방법의 다양성, 지도과정에서 다양한 학습 보조자료들이 동원되는 정도, 또 더하기를 실생활 장면에서 적용하도록 유도하는 노력의 정도 등이 전혀 분석되지 못했다. 특히 최근 들어 초등학교 시기에 수학에서 나타나는 동양 아동들의 우수성이 나이가 들면서 점차 사라진다는 보고들이 있다는 점을 고려한다면, 단지 교과서에서 제시되는 수학 문제들의 양적인 측면 뿐 아니라 질적인 측면의 차이들에 대한 포괄적인 분석이 추후연구에서 계속 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- Ashcraft, M.H., & Christy, K.S. (1995). The frequency of arithmetic facts in elementary texts: Addition and multiplication in grade 1-6. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26, 396-421.
- Fuson, K.C., Stigler, J.W., & Bartsch, K. (1988). Grade placement of addition and subtraction topics in Japan, Mainland China, the Soviet Union, Taiwan, and the United States. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19, 449-456.
- Geary, D.C. (1994). *Children's mathematical development*. American Psychological Association.
- Hamann, M.S., & Ashcraft, M.H. (1986). Textbook presentations of the basic addition facts. *Cognition and Instruction*, 3, 173-192.
- Lapointe, A.E., Mead, N.A., & Askew, J.M. (1992). *Learning mathematics*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Miller, K., Smith, C.M., Zhu, J., & Zhang. (1995). Preschool origins of cross-cultural differences in mathematical competence: The role of number-naming systems. *Psychological Science*, 6, 56-60.
- Miller, K.F., & Stigler, J.W. (1987). Counting in Chinese: Cultural variation in a basic cognitive skill. *Cognitive Development*, 2, 279-305.
- Miura, I.T., & Okamoto, Y. (1989). Comparisons of U.S. and Japan first graders' cognitive representation of number and understanding of place value. *Journal of Educational Psychology*, 81, 109-113.
- Miura, I.T., Kim, C.C., Chang, C., & Okamoto, Y. (1988). Effects of language characteristics on children's cognitive representation of number: Cross-national comparisons. *Child Development*, 59, 1445-1450.
- Miura, I.T., Okamoto, Y., Kim, C., Steere, M., & Fayol, M. (1993). First grader's cognitive representation of number and understanding of place value: Cross-national comparisons-France, Japan, Korea, Sweden, and the United States. *Journal of Educational Psychology*, 85, 24-30.
- Perry, M., VanderStoep, S.W., & Yu, L. (1993). Asking questions in first-grade mathematics classes: Potential influences on mathematical thought. *Journal of Educational Psychology*, 85, 31-40.
- Song, M., & Ginsburg, H.P. (1987). The development of informal and formal mathematical thinking in Korean and U.S. children. *Child Development*, 58, 1286-1296.
- Stevenson, H.W., Chen, C., & Lee, S. (1993). Mathematics achievement of Chinese, Japanese and American children: Ten years later. *Science*, 259, 53-58.
- Stevenson, H.W., Lee, S., Chen, C., Lummis, M., Stigler, J., Fan, L., & Ge, F. (1990). Mathematics achievement of children in China and the United States. *Child Development*, 61, 1053-1066.
- Stevenson, H., Lee, S., Chen, C., Stigler, J.W., Hsu, C., & Kitamura, S. (1990). Contexts of achievement. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 55, 1-2.
- Stevenson, H.W., Lee, S., & Stigler, J.W. (1986). Mathematics achievement of Chinese, Japanese, and American children. *Science*, 231, 693-699.
- Stigler, J.W., Fuson, K.C., Ham, M., & Kim, M.S. (1986). An analysis of addition and subtraction word problems in American and Soviet elementary mathematics textbooks. *Cognition and Instruction*, 3, 153-171.
- Stigler, J.W., Lee, S., & Stevenson, H.W. (1986). Digit memory in Chinese and English: Evidence for a temporally limited store. *Cognition*, 23, 1-20.

韓國心理學會誌：發達

Korean Journal of Psychology : Developmentl

1998, Vol. 11, No. 2, 49-61.

Comparitive analysis of Korean and American elementary math textbooks : A case study of addition

Young-shin Park

Department of Early Childhood Education

Pai Chai University

Korean and American mathematics textbooks for grade 1 to 3 were compared. Textbooks for two countries are similar to each other in three aspects. First, frequencies of addition problems decreases progressively with grade in both countries. Second, numerical problems are presented more frequently than other kinds of problems such as story problems and missing addend problems. Third, small facts bias are observed in both countries, i.e., simple problems are presented more frequently than complex ones. On the other hand, following dissimilarities are also observed. Korean textbooks show less addition problems than American textbooks. Second, American textbooks review simple problems whose sums are less than 10 repeatedly over three grades, while Korean textbooks do not provide reviews. Third, complex problems are presented more in Korean textbooks than in American textbooks at each grade level.