

덧셈문제에서의 두 수체계의 사용에 대한 연구

조숙자

이화여자대학교 교육심리학과

우리나라는 아라비아 숫자 이외에 수를 나타내는 두체계를 갖고 있다. 한글체계는 하나, 둘, 셋 등으로 물건을 셀 때나 구어체에서 주로 사용하고 한자체계는 숫자를 읽을 때나 문어체에서 많이 사용한다. 본 연구에서는 덧셈문제에서의 두 수체계의 사용을 알아보기 위하여 초등학교 1, 2, 3학년 아동들에게 아라비아 숫자체계, 한글체계, 한자체계로 표현한 5가지 덧셈문제 유형을 제시하여 그 수행을 검토하였다. 또한 한글 및 한자체계를 아라비아 숫자로 변환하여 계산하는지의 여부를 검토함으로써 수체계 간의 전환성 여부를 살펴보고 어떤 수체계를 사용하여 답을 쓰는지 알아보았다. 그 결과, 학년에 따른 덧셈점수의 차이는 없었으나 문제유형에 따른 효과와 문제유형과 학년간의 상호작용 효과는 의미있게 나타났다. 아라비아 숫자체계에서 가장 높은 점수를 보였으며 한글체계에선 1학년이 2학년과 3학년보다 높은 점수를 보였다. 덧셈의 과정에서 한글 또는 한자체계를 아라비아 숫자로 변환시키는 비율은 학년이 올라갈수록 감소하였으며 한글 또는 한자체계 답쓰기도 학년이 올라갈수록 감소하였다. 이같은 결과는 학년이 올라갈수록 수개념이 증가함에도 불구하고 아라비아 숫자 이외의 수체계를 덜 사용한다는 것을 반영한다.

우리 나라의 학생들은 초등학교에 입학하면서 본격적인 수의 세계에 들어서게 된다. 물론 그 이전에도 세기나 서열매기기 등을 통해 일상적인 수 활동을 하고 있으며 수와 관련된 학습도 조기 교육의 열풍으로 그 시기가 점차 앞당겨지고 있는 추세이다. 그러나 종합적으로 수와 관련된 공식적인 학습은 초등학교 시기이며 초등학교 수 교육의 근간은

아라비아 숫자이다.

수리능력의 발달에서 수(number)는 특수한 위치를 차지하고 있으며 수 개념은 수리능력 발달의 기본이 된다. 초등학교 시절의 산수는 기본적으로 아라비아 숫자와 관습적인 산술적 조작을 사용하며 아라비아 숫자는 10을 범으로 하기 때문에 연산의 적용이 매우 간단하다. 예를 들어 아라비아 숫자로

쓰여진 덧셈은 각 자릿수에 쓰여진 숫자를 더하는 것으로 문제가 해결된다. 그러나 똑같은 수라도 로마자로 쓰여진 덧셈은 로마자를 수로 해석해내는 과정이 필요하며 이 과정에서 아라비아 숫자의 덧셈에서는 나타나지 않는 독특한 오류가 발생할 수 있다. 수의 표현 방식에 따른 수 조작의 차이는 수리 능력의 발달을 이해하는 중요한 요인 중의 하나가 된다.

Ferrara와 Turner(1993)은 아동에게 일련의 세기와 수과제를 제시하고 요인분석을 한 후 세기에서의 개인차는 언어적 요인, 행동 요인, 맥락 요인의 세가지 구조로 설명될 수 있음을 밝혔다. 여기서 언어적 요인이란 수와 단어의 순서에 관한 관습에 숙달되는 것을 포함한다. 또한 Miller(1996)는 세기 발달로부터 나온 요인들을 바탕으로 수리능력에 관한 일반적 틀을 언급하고 있다. 그에 따르면 수리능력의 발달은 상징적 능력, 연산적 능력, 개념적 능력의 상호작용이다. 수리능력은 각 능력의 발달과 상호작용이 제대로 기능해야만 가능한 것으로 보았다. 여기서 상징적 능력이란 수표상과 산술부호와 같은 상징적 기호의 세트에 숙달되는 것을 뜻한다.

수의 언어적 요인 또는 상징적 요인이라고 할 수 있는 수체계는 문화권에 따라 각기 다른 모습을 갖고 있다. 우리나라의 경우, 두 개의 수체계를 갖고 있다. 물건의 개수를 셀 때나 구어적인 표현에서는 '하나, 둘, 셋, 넷...'의 한글체계를 사용하고 있고, 숫자를 읽을 때나 문어적 표현에서는 '일, 이, 삼, 사...'의 한자체계를 사용하고 있다 (홍혜경, 1990).

Song과 Ginsburg(1988)의 한국 유아의 수체계 발달 연구에 의하면, 3, 4세에는 한글과 한자체계를 사용하는 정도가 비슷하고 5세부터는 한자체계의 사용이 한글체계 사용보다 증가하였다. 비슷한 결과가 홍혜경(1990)의 연구에서도 보고되고 있다. 이에 따르면, 2세 이전에 먼저 한글체계가 획득되고 3세에는 한글체계가 확대되면서 한자체계의 획득이 시작되고 3세와 5세 사이에는 두 수체계가 비슷한 수준으로 획득, 사용되다가 5세 이후부터는 한글체계의 획득이 둔화되면서 한자체계의 획득이 급진장된다. 이같은 결과로 볼 때 적어도 초등학교 입학

전까지는 두 수체계에 대한 이해가 획득되고 사용됨을 알 수 있다.

한글과 한자체계는 둘 다 수를 표상한다는 점에서 수리능력 발달의 기본이 된다. 이 두 체계는 각기 사용 맥락이 다르기는 하지만 수를 정확히 표상하고 조작하기 위해서는 둘 간의 관계를 이해해야 한다. 이를 대응성이라고 한다. 즉 '일, 이, 삼, 사...'와 '하나, 둘, 셋, 넷...'이 수를 나타내는 서로 다른 체계로서 '하나와 일', '둘과 이'... 등과 같이 서로 대응되는 요소를 갖는다는 사실을 알아야 한다. 이는 Ferrare와 Turner(1993)가 지적한 언어적 요인 및 Miller(1996)가 지적한 상징적 능력에 해당된다. 여기에는 우리나라 수체계가 갖는 두가지의 각기 다른 수체계의 이름을 정해진 순서대로 기억해서 사용하는 것과 두체계가 관습적으로 사용되는 상황에 대한 이해가 포함된다.

우리나라 유아의 두 수체계의 대응성에 대한 이해를 밝힌 박영신(1997)의 연구에 따르면, 3세 유아들은 거의 두 수체계의 대응성을 이해하지 못하나 4세와 5세에 이르러 대응성을 이해하게 됨을 보여준다. 또한 이런 경향은 어머니들이 두 수체계를 서로 다른 상황에서 즉 한글체계는 주로 물건을 세는 상황에서 또 한자체계는 주로 숫자와 관련시켜 가르치는 데서 기인한다고 보고 있다.

이와 같은 결과로 볼 때, 1에서 10까지의 작은 수에 대한 두 수체계의 대응성에 대한 이해는 4세와 5세 경에 획득되고 사용되고 있음을 알 수 있다. 좀 더 큰 수에 대한 두 수체계의 대응성에 대한 학습은 초등학교에 입학하면서 본격적으로 나타난다.

우리나라는 수체계는 두가지이기 때문에 단일 수체계를 갖고 있는 미국이나 중국에 비해 유아의 수세기 능력이 떨어지는 것으로 나타났다 (Song과 Ginsburg, 1988) 또한 수의 상대적 크기, 계산과 같이 수학습의 초기단계에서 우리나라 유아들은 수체계의 복잡성 때문에 수행이 상대적으로 떨어지는 것으로 나타났다.

Paredes(1993)는 상이한 수체계가 계산에 미치는 효과를 알아보고 있다. 그는 미국과 중국의 2, 3, 4학년 아동을 대상으로 한자리 또는 두자리 숫자의 덧셈문제를 아라비아 숫자와 자국문자로 표현하여

그 수행을 비교하였다. 중국 문자의 수체계는 영어 수체계와는 달리 십진법과 일치하는 면이 많다. 예상대로 모든 연령과 조건에서 중국학생들이 더 잘했다. 또한 자국 문자로 표현한 덧셈문제에서는 아라비아 숫자의 덧셈에서는 일어나지 않는 오류의 패턴이 나타났다.

우리 나라의 아동들이 초등학교에서 배우는 산수 교과서에는 각 학년 마다 수에 관한 내용이 있다. 여기에 우리 나라가 갖고 있는 두 가지 수체계가 등장하고 있다. 초등학교 1-1학기 산수 교과서에는 1 (하나, 일), 2 (둘, 이) 등과 같은 작은 수 뿐 아니라 14 (열넷, 십사), 40 (마흔, 사십)과 같이 비교적 큰 수에 대한 두 가지 수체계가 동시에 표현되고 있다. 1-1학기가 1에서 50까지의 수를 다루는데 비해 1-2학기는 51-99까지의 수를 다루고 있다. 여기에도 한글체계와 한자체계가 동시에 같은 아라비아 숫자를 나타내는 기호로 나타나고 있다. 1학년 교과서와는 달리 2학년부서는 한글체계가 사라진다. 세 자리의 수를 알아보면서 '245는 100이 2, 10이 4, 1이 5이며 이백사십오라고 읽습니다' 라고 소개하고 있다. 3학년 교과서에서는 4자리 수를 알아보면서 '1000이 3, 100이 5, 10이 7, 1이 8이면 3578이라 쓰고 삼천오백칠십팔이라고 읽습니다' 라고 나타내고 있다. 2학년부서는 아라비아 숫자와 한자체계 만이 교과서에 등장하고 있다. 이는 한글체계가 백 이상의 단위는 한자체계를 차용하는 데서 그 이유를 찾을 수 있을 것 같다. 예를 들어 324를 한글체계로 표현할 때 삼백스물둘이라고 하는데 여기서 삼백은 한자체계와 동일하다. 결국 순수한 한글체계로 표현할 수 있는 최대수는 아흔 아홉이고 그 이상의 수는 한자체계를 일부 차용하고 나머지 두자리 수를 한글체계로 표현하게 된다. 또한 숫자를 다룰 때는 한자체계를 사용하는 관습적인 것도 작용하고 있다. 수에 관한 부분을 제외하고 수학 교과서의 다른 부분에는 한글체계가 나타나지 않는다.

초등학교 저학년부서 수에 대한 어느 정도의 지식을 바탕으로 수의 조작인 연산을 시작한다. 이 연산의 과정에서 수를 어떤 식으로 표현하는가는 영향을 미칠 수 있을 것이다. 아라비아 숫자로 표현하는지 아니면 한글체계 또는 한자체계로 표현하는

지에 따라 수행의 정도가 다를 것이다. 또한 아라비아 숫자의 연산에서는 나타나지 않는 오류가 한글 및 한자체계에서는 나타나 수행의 저조를 가져올 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 덧셈문제를 중심으로 두가지 수체계의 표현이 수행에 미치는 영향을 밝히고자 한다. 또한 이 과정에서 나타나는 수체계 간의 전환 여부를 알아보고자 한다. 이를 위하여 덧셈문제의 수행을 분석하고 수체계의 전환여부 및 답쓰기 유형을 분석하였다.

방 법

연구대상

본 연구의 피험자는 경기도 소재 초등학교에 재학중인 1, 2, 3학년 학생 192명이다. 각 학년 64명씩 참여하였고 남녀 동수이다. 이 학교는 신도시에 위치하고 있으며 아동 가정의 사회 경제적 지위는 중정도이다.

측정도구

본 연구는 아동들이 덧셈문제에서 두 수체계를 어떻게 사용하는지를 알아보기 위하여 각 학년간 동일한 난이도를 가진 덧셈문제를 다섯가지 유형으로 제시하였다. 덧셈문제는 1, 2, 3학년에게 동일한 문제를 사용하였을 경우 높은 학년에서 ceiling effect가 나타날 것을 우려하여, 각 학년마다 덧셈문제는 다르지만 각 학년의 2학기 수학교과서의 수 단위에 제시되는 정도의 곤란도를 유지함으로써 학년간의 난이도를 동일하게 유지하고자 했다. 덧셈문제 내에서의 문제유형은 각 학년마다 동일한 형태이다. 문제유형은 다음의 5가지 유형이다. 아라비아 숫자체계(숫자), 한글체계(한글1), 한자체계(한자1), 덧셈의 수에 0이 포함된 한글체계(한글2), 덧셈의 수에 0이 포함된 한자체계(한자2)가 그것이다. 숫자체계의 덧셈에는 0이 포함되는 문제도 들어있다. 예를 들어 다음은 2학년 각 유형별 문제의 예이다. 숫자체계; $105 + 233$, 한글1체계; 삼백이십육 + 이백스물넷, 한자1체계; 육백이십육 + 삼백삼십이, 한

글2체계; 삼백열 + 백마흔돌, 한자2체계; 삼백육십 + 오백이십구. 덧셈문제는 세로 형식으로 제시되었다. 계산에 0 이 포함될 경우는 그렇지 않은 경우에 비해 계산 상의 곤란을 경험하며 (특히 뺄셈인 경우), 본 연구에서는 0을 한글 또는 한자체계로 표현함에 따라 문제가 차지하는 공간이 달라지며 이는 자릿수의 셈에 영향을 미칠 수 있기 때문에 문제유형에서 한글2와 한자2 유형을 한글1 및 한자1과 구별하였다.

덧셈문제는 각 학년의 교과진행에 따라 연구자가 출제하여 초등학교 교사들의 안면타당도를 받았다. 그 결과, 1학년 덧셈문제는 두자리 수끼리의 덧셈이며 자리올림이 없는 것으로 선택하였고, 2학년은 세자리 수끼리의 덧셈이며 자리올림이 없는 것이었고, 3학년은 세자리 수끼리의 덧셈이지만 자리올림이 있는 것이었다. 각 유형별 5문항 총 25문항이었다. 문제를 풀기 위해서는 아라비아 숫자의 덧셈 연산뿐 아니라 한글과 한자체계에 대한 언어, 상징적 이해가 전제되어야 한다. 만약 한글 및 한자체계와 아라비아 숫자 체계에 익숙치 못하거나 연산의 절차를 모른다면 정답을 산출하지 못할 것이다.

절차

덧셈문제는 각 학년에서 두학년씩 선정하여 집단으로 실시하였다. 최초의 실시 인원은 1학년 77명(남 38명, 여 39), 2학년 93명(남 48명, 여 45명), 3학년 68명(남 36명, 여 32명)이었으나 학년간의 비례를 맞추기 위하여 각 학급에서 무선적으로 같은 비율로 피험자를 제외시켰다. 각 학년 두학급의 덧셈문제는 같은 문항이지만 순서를 달리하며 counterbalance 했다. 각 문항에 대한 답은 아라비아 숫자, 한글체계, 한자체계 모두 가능하며 전적으로 아동들의 선택에 맡겼다. 덧셈문제를 푸는 동안 한글 또는 한자체계를 아라비아 숫자로 전환하는지의 여부를 알아보기 위하여 계산을 위한 다른 종이의 사용을 금하고 계산은 문제지의 여백을 사용하도록 유도하였다. 덧셈문제를 푸는데 걸리는 시간은 보통 15분에서 20분 정도 였다.

분석방법

덧셈문제의 전체 수행 정도를 알아보기 위하여 전체점수를 계산하였고 각 유형별 수행을 비교하기 위하여 유형점수를 산출하였다. 전체점수의 최고점은 25점이며, 각 유형점수의 최고점수는 5점이다. 덧셈문제 유형과 학년에 따른 수행 차이를 알아보기 위하여 학년을 피험자간 변인으로 하고 덧셈문제 유형을 피험자내 변인으로 하는 이원 변량분석을 실시하였다.

한글 또는 한자체계를 아라비아 숫자로 바꾸어 덧셈을 하는지의 여부를 빈도로서 알아 보았으며 이들 체계간의 전환이 학년에 따라 다른지를 알아보기 위하여 전환여부와 학년간의 χ^2 검증을 하였다. 또한 답을 어떤 유형으로 표현하는지를 알아보기 위하여 한글체계의 사용 여부와 한자체계의 사용 여부를 빈도로서 알아보고 이들 체계의 사용이 학년에 따라 다른지를 알아보기 위하여 한글 및 한자체계의 사용 여부와 학년 간의 χ^2 검증을 하였다.

결 과

1. 덧셈문제 점수

학년에 따른 각 유형별 덧셈문제 점수의 평균과 표준편차가 표 1에 제시되어 있다.

표 1. 각 유형 덧셈점수의 평균과 표준편차

	1학년	2학년	3학년
전체	22.41 (3.37)	21.41 (3.95)	21.03 (3.44)
숫자	4.86 (0.42)	4.97 (0.18)	4.70 (0.53)
한글1	4.47 (0.85)	4.16 (1.28)	4.00 (1.26)
한자1	4.22 (1.15)	4.17 (1.24)	4.38 (0.97)
한글2	4.53 (1.13)	3.95 (1.29)	3.73 (1.23)
한자2	4.31 (1.04)	4.16 (1.24)	4.22 (1.24)

* 전체점수의 최고점수는 25점이며 유형별

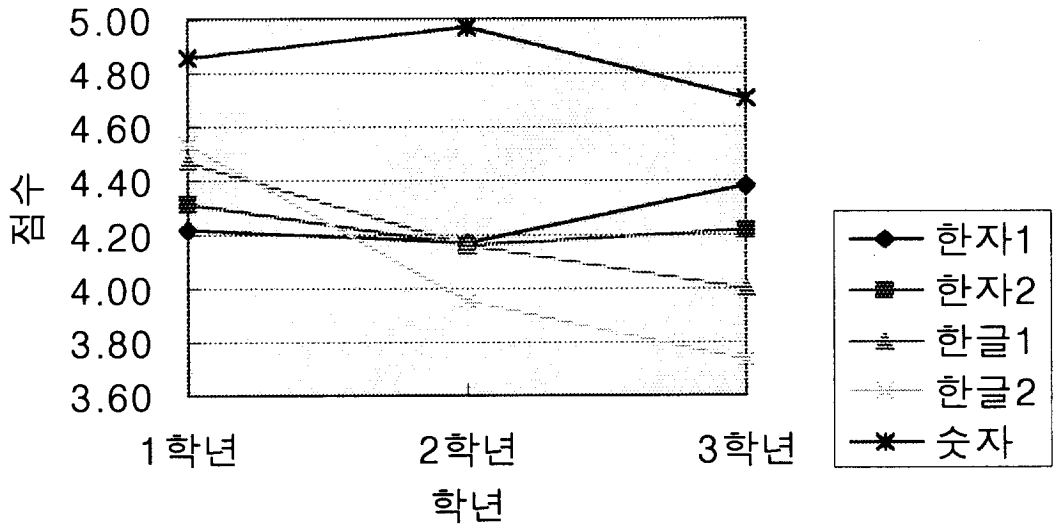


그림 16. 덧셈문제와 학년의 상호작용

최고점수는 5점이다.

문제 유형과 학년에 따라 수행이 달라지는지를 검증하기 위하여 학년을 피험자간 변인으로 하고 문제 유형을 피험자내 변인으로 하는 이원 변량분석을 실시한 결과가 표 2에 나타나 있다.

표 2. 덧셈 점수에 대한 문제유형과 학년간 이원변량분석

Source	df	SS	MS	F
학년	2	12.93	6.47	2.50
오차	189	488.96	2.58	
문제유형	4	70.22	17.55	23.32***
문제유형x학년	8	20.62	2.58	3.42***
오차	756	569.16	0.75	

***p<.001

표 2에 의하면 학년에 따라 점수의 차이는 없었다. 이는 학년 간의 난이도를 조정한 결과로 해석할 수 있다. 학년에 따른 차이는 없었으나 문제 유형에 따라서는 점수가 유의하게 달랐다. 문제유형에 따른 효과를 알아보기 위하여 5가지 문제유형에 대한 contrast를 한 결과 숫자체계와 나머지 문제유형 간의 유의한 차이를 보였으며, 한글1, 한자1, 한글2, 한자2 유형 간의 차이는 없었다. 결국 숫자체계의 점수가 다른 유형의 점수보다 유의하게 높았음을 알 수 있다. 이는 학년간 문제유형 난이도가 같았음을 고려해 볼 때 매우 의미있는 차이라고 볼 수 있다. 문제유형과 학년의 상호작용을 도식화 한 것이 그림 1에 제시되어 있으며 이에 대한 단순 주효과 분석을 한 결과가 표 3에 제시되어 있다.

표 3. 문제유형과 학년에 따른 단순주효과분석

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
숫자	2	2.32	1.16	7.25	0.00
오차	189	30.03	0.16		
한글1	2	7.29	3.65	2.77	0.06
오차	189	248.38	1.31		
한자1	2	1.45	0.72	0.57	0.57
오차	189	239.05	1.26		
한글2	2	21.70	10.85	7.34	0.00
오차	189	279.28	1.48		
한자2	2	0.79	0.39	0.29	0.75
오차	189	261.13	1.38		

표3에 따르면 숫자체계와 한글2에서는 학년에 따라 유의한 차이가 있으며 한글1에서도 통계적으로 유의하지는 않지만 학년간의 차이가 있었다. 이에 대한 Tukey 검중에 따르면 아라비아 숫자체계는 학년에 따라 유의한 차이를 보여 3학년의 점수는 1, 2학년에 비해 유의하게 낮았다(df = 189, MSE = .16, MSD = .17). 한글2에서도 학년에 따라 유의한 차이를 보여 1학년의 점수는 2, 3학년에 비해 유의하게 높았다(df = 189, MSE = 1.48, MSD = .51). 또한 한글1에서도 학년에 따른 차이의 경향이 나타나며 1학년의 점수가 2학년과 3학년에 비해 높은 점으로 보아 한글2와 같은 패턴을 보이는 것으로 해석할 수 있다(df = 189, MSE = 1.31, MSD = .48). 결국 한글과 한자체계를 비교해 볼 때 한글 체계에서는 학년에 따른 덧셈점수의 차이가 있었고 1학년, 2학년, 3학년의 순으로 점수가 높았으나 한자체계에서는 학년에 따른 차이가 전혀 나타나지 않았다. 이같은 결과는 한글과 한자체계 간의 난이도가 같았다는 점에 비추어 볼 때 의미있는 차이로 해석할 수 있다.

2. 수체계의 변환

여기서는 덧셈문제를 풀면서 한글 또한 한자체계를 아라비아 숫자체계로 바꾸어 계산하는지의 여부를 살펴보았다. 변환여부와 학년 간의 빈도가 표 4에 제시되었다.

표 4. 학년에 따른 수체계의 변환여부 빈도

	1학년	2학년	3학년	계
변환안함	35 (54.69)	25 (39.06)	8 (12.50)	68 (35.42)
변환함	29 (45.31)	39 (60.94)	56 (87.50)	124 (64.58)

()안은 row % 임

이에 대한 x^2 결과, 변환 여부는 학년에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ($x^2 = 25.46$, $p < .001$). 전체적으로 변환을 하는 비율이 변환하지 않고 계산하는 비율보다 높았으며 학년이 올라감에 따라 덧셈문제에서 한글 또는 한자 체계를 아라비아 숫자체계로 변환하는 비율이 높아졌다. 1학년의 경우 변환 안하는 비율이 약간 더 높았으나 2, 3학년의 경우 변환하는 비율이 매우 높았다.

3. 답 쓰기에서의 한글 및 한자체계

각 유형의 덧셈문제에 대한 답을 쓰는 과정에서 문제 유형에 따라 아라비아 숫자로 쓰지 않고 한글이나 한자체계로 답하는지의 여부를 알아보았다. 여기서는 문제유형과 상관없이 답 중 한 문항이라도 한글 또는 한자로 답한 것을 한글 또는 한자 답으로 처리하여 그 빈도를 알아보았다. 학년에 따른 한글체계 답쓰기 또는 한자체계 답쓰기의 빈도가 표 5와 표 6에 제시되어 있다.

표 5. 학년에 따른 한글체계 답쓰기 빈도

	1학년	2학년	3학년	계
한글답	13 (20.31)	10 (15.63)	2 (3.13)	25 (13.02)
한글 외	51 (79.69)	54 (84.38)	62 (96.88)	167 (86.98)

()안은 row %

표 6. 학년에 따른 한자체계 답쓰기 빈도

	1학년	2학년	3학년	계
한자답	12 (18.75)	13 (20.31)	8 (12.50)	33 (17.19)
한자 외	52 (81.25)	51 (79.69)	56 (86.50)	159 (82.81)

()안은 row %

한글체계 답쓰기 여부는 학년에 따라 유의한 차이가 있었다 ($\chi^2 = 8.92, p < .01$). 전체적으로 한글로 답을 쓰는 비율은 높지 않았으나 학년에 따라 한글 사용의 비율이 유의하게 달라 학년이 올라갈수록 한글 답쓰기가 감소하였다. 이에 비해 한자체계 답쓰기 여부는 학년에 따라 유의한 차이가 없었다. 그러나 한글체계 답쓰기에 비해 약간 높은 비율을 나타냈고 특히 3학년의 경우 한글체계보다는 한자체계로 답하는 비율이 높았다.

답쓰기에서 한글과 한자체계를 모두 이용한 학생은 모두 17명이었다. 결국 한글체제로 답한 학생 중 17명은 한글과 한자체계를 모두 사용하였고 8명은 한글체계만을 사용하였다. 한자체계를 사용한 학생 중 한글과 한자체계를 모두 사용한 학생은 17명이고 16명은 한자체계만을 사용하였다.

논 의

본 연구는 수를 나타내는 상징체계의 차이가 덧셈의 수행에 영향을 미치는지의 여부를 알아보며 이 과정에서 나타나는 수체계 간의 전환 여부를 알아보고자 하였다. 이를 위하여 1, 2, 3학년을 대상으로 난이도가 같은 덧셈문제를 각 학년 교과서 수준으로 출제하였다. 덧셈문제의 유형은 수체계의 사용을 알아보기 위하여 아라비아 숫자로만 제시한 숫자체계, 한글 수체계로 제시한 한글1체계, 한자 수체계로 제시한 한자1체계, 덧셈에 0이 포함되는 한글2체계, 덧셈에 0이 포함되는 한자2체계의 5가지 유형으로 나뉜다.

분석 결과에 따르면 덧셈 점수는 학년에 따라 유의한 차이가 없었다. 이는 학년에 따라 교과서를 중심으로 난이도가 같은 문제를 출제했기 때문으로 해석할 수 있다. 그러나 p의 수준이 .05보다는 컸지만 .10보다 작았다는 점에서 유의미한 통계적 차이는 아니지만 학년간의 차이 경향을 읽을 수 있다. 이같은 경향은 문제 유형과 학년의 상호작용에 반영되고 있다.

학년에 따른 유의한 차이는 없는 반면 문제 유형에 따라서는 유의한 차이가 났다. 사후 비교에 따르면, 아라비아 숫자체계로 제시한 덧셈문제는 다른 유형의 덧셈문제에 비해 유의하게 높은 점수를 나타냈다. 이는 다른 유형의 덧셈문제와는 달리 아라비아 숫자는 수학문제를 풀 때 흔히 접했던 것으로 익숙하기 때문으로 해석할 수 있다. 이에 비해 한글 또는 한자체계로 제시되는 덧셈문제는 교과서에서 접하지 않은 새로운 형태였기에 숫자체계에 비해 유의하게 낮은 점수를 보였다.

또한 문제 유형에서의 유의한 차이는 각 각의 수 체계가 갖는 특성으로도 설명될 수 있다. 한글체계는 아라비아 숫자체계와는 달리 불규칙적이다. 하나, 둘, 셋, 넷 등의 일의 자리수를 나타내는 방식과 열, 스물, 서른, 마흔 등의 십의 자리수를 나타내는 방식은 일치하지 않는다. 이에 비해 아라비아 숫자체계는 수 표상 방식이 자릿수와 상관없이 일치한

다. 그런 점에서 덧셈문제를 풀 때 훨씬 단순한 절차를 거친다. 또한 자리수를 나타내는 데에도 한글 체계는 숫자체계와 다르다. 숫자체계에서는 1, 2, 3, 4 등이 같은 공간을 차지하는데 비해 한글체계에서는 하나, 다섯, 여섯, 일곱, 여덟, 아홉은 둘, 셋, 넷과 다르다. 본 연구에서와 같이 덧셈문제를 한글체계로 나타내 세로로 표현할 때, 차지하는 공간이 다르고 수를 나타내는 자릿수가 서로 대응하지 않는 점은 덧셈 수행의 저조를 가져올 수 있다. 또한 덧셈에 0이 포함되는 한글2체계에서는 아라비아 숫자와 같이 550으로 표시되는 것이 아니라 오백 원과 같이 자리수가 생략된다. 이것 역시 수행의 저조를 일으킬 수 있는 한 요소가 된다.

한자체계는 일, 이, 삼, 사 등의 일의 자리수와 십, 이십, 삼십, 사십 등의 십의 자리수, 백, 이백, 삼백, 사백 등의 백의 자리수가 아라비아 숫자체계와 같이 대응된다. 그러나 아라비아 숫자체계가 자릿수를 나타내는데 혼동이 없는 반면, 한자체계는 십을 일십으로 표현하지 않고 십으로 하고 백을 일백으로 하지 않고 백으로 표현한다는 점에서 자리수의 혼동을 가져올 수 있다. 또한 0을 포함하는 덧셈에서는 0이 포함된 자릿수를 표시하지 않고 그냥 생략한다는 점에서 아라비아 숫자체계와 차이가 있다.

이상과 같이 아라비아 숫자체계는 한글 및 한자체계와는 달리 덧셈문제에 유리한 특성을 갖고 있으며 이같은 특성이 본 연구 결과에 반영되어 다른 문제 유형보다 아라비아 숫자체계가 좋은 수행을 보였다고 해석할 수 있다.

덧셈문제에 대한 문제유형과 학년의 상호작용 효과 역시 유의미하였다. 우선 아라비아 숫자체계로 제시한 덧셈문제에서 학년에 따른 유의한 차이가 나타났다. 숫자체계 점수에서 2학년과 1학년의 점수는 3학년에 비해 높았다. 이는 3학년 덧셈문제부터는 1, 2학년과는 달리 자리 올림의 문제가 등장하는 것과 관련지어 해석할 수 있다. 1, 2학년까지는 자리수의 덧셈만으로 문제가 해결이 되었기 때문에 덧셈문제 자체에 대해 갖는 아동들이 느끼는 곤란도가 3학년의 덧셈문제에 비해 적으리라고 예상할 수 있다. 이는 교과서를 중심으로 난이도를 조정했음에도

불구하고 3학년 경에 이르면 수학에 곤란을 느끼는 아동의 수가 점차 증가하기 시작한다는 점과도 관련된다.

문제 유형과 학년의 상호작용 효과 중 또 다른 유의미한 차이는 한글2체계에서 나타났다. 한글 2체계는 덧셈문제에 0이 포함되는 것이다. 여기서 1학년의 점수는 2학년과 3학년에 비해 유의하게 높았다. 통계적으로 유의하지는 않지만 $p < .06$ 의 수준에서 이런 경향은 한글1체계에서도 나타나 1학년, 2학년, 3학년의 순으로 점수가 높았다. 이렇듯 한글1과 한글2의 한글체계에서는 학년에 따른 유의한 차이가 나타나는 반면 한자체계에서는 학년에 따른 효과가 나타나지 않았다. 즉 한자체계 덧셈문제에서는 학년에 따른 효과가 없었다. 이는 산수 교과서의 차이에서 일부 기인한다고 해석할 수 있다. 즉 1학년 수학 교과서에는 아라비아 숫자와 더불어 한글체계와 한자체계가 동시에 등장하는 반면 2학년부터는 아라비아 숫자와 한자체계 만이 등장하고 있다. 그러므로 한글체계가 1학년에게는 비교적 익숙한 수체계로 인식되는데 비해 2학년과 3학년에게는 익숙하지 않기 때문에 덧셈문제의 한글체계와 한자체계 간의 난이도가 같음에도 불구하고 한글체계에는 학년 효과가 나타났다고 볼 수 있다.

우리나라 유아를 대상으로한 연구들에 따르면 한글체계와 한자체계에 대한 발달은 3세부터 시작되어 3세에서 5세 사이에는 두 수체계가 비슷하게 발달하다가 5세 이후 부터는 한자체계의 획득이 급진적이라고 보고 하고 있다 (홍혜경, 1990) 또한 4, 5세 경에는 두 수체계에 대한 대응성을 이해한다고 보고하고 있다 (박영신, 1997). 이런 선행 연구에 비추어 볼 때 본 연구의 피험자인 초등학교 저학년 아동들은 두 수체계를 비교적 정확히 이해하고 있다고 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 덧셈문제의 수행에서 아라비아 숫자체계와 한글 및 한자체계에서 수행의 차이를 보인 것은 수학 교과가 아라비아 숫자를 중심으로 진행되기 때문으로 해석할 수 있다. 또한 한글체계와 한자체계간의 학년에 따른 수행의 차이 역시 수학 교과에서 두 수체계의 등장여부로 인한 친숙성 때문으로 해석할 수 있다. 학년이 올라갈수록 수에 대한 이해가 증가함에도 불구하고 한

글체계에서의 수행이 기대와는 달리 학년이 올라갈수록 저조한 것은 의미있는 결과라고 볼 수 있다.

덧셈문제를 풀 때 한글 또한 한자체계로 제시된 문제를 아라비아 숫자로 변환하는지의 여부는 덧셈문제에서의 수체계 간의 변환성을 알아볼 수 있는 방법이다. 본 연구 결과에 따르면 수체계의 변환 여부는 학년에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 전반적으로 학년이 올라갈수록 변환을 더 많이 하여 3학년의 경우 87.5%의 아동이 한글 또는 한자로 제시된 덧셈문제를 아라비아 숫자로 변환시켜 계산을 하는 것으로 나타났다. 이는 학년이 올라갈수록 한글 또한 한자체계보다는 아라비아 숫자체계로서 수를 표현하는 것에 익숙하다는 것을 나타내며 이 역시 앞의 결과와 마찬가지로 교과서의 수체계 표현방식과 관련된다고 볼 수 있다. 1학년의 경우 한글이나 한자체계로 제시된 문제를 아라비아 숫자로 변환시키지 않고 직접 덧셈 계산을 할 뿐 아니라 수행의 정도가 2학년과 3학년에 비해 저조하지 않은 점을 주목할 만하다.

이런 경향은 답쓰기에서도 비슷하게 나타난다. 답쓰기의 체계를 전적으로 아동의 선택에 맡겼고 문제 유형내에 한글 및 한자체계가 포함됨에도 불구하고 대부분의 아동들이 아라비아 숫자로서 답을 쓴 것은 수를 표상할 때 아라비아 숫자를 가장 편안하게 받아들이고 사용한다는 것을 반영한다. 또한 적은 비율이지만 한글 또는 한자체계로 답쓰기를 한 경우에도 그 비율은 학년이 올라갈수록 감소하였다. 특히 한글체계로 답을 쓰는 비율은 3학년의 경우 3.13%에 지나지 않았으며 한자체계로 답을 쓴 비율이 12.5%와 비교하면 매우 큰 차이라고 볼 수 있다.

이상과 같은 점을 종합해 볼 때, 덧셈문제의 수행에는 친숙한 수체계가 무엇인가 뿐 아니라 수체계 자체가 갖는 특성도 영향을 미친다고 볼 수 있다. 초등학교 1, 2, 3학년의 수학 교과서를 바탕으로 볼 때 한글체계가 등장하는 1학년의 경우, 수 개념이 상대적으로 취약함에도 불구하고 한글체계로 표현된 덧셈문제에서 다른 학년보다 수행이 좋았다. 또한 다른 문제 유형보다 아라비아 숫자체계에서 수행이 좋았던 점은 아라비아 숫자가 수를 표상하는

일반적인 방법이라는 점 외에 한글 및 한자체계로 표현된 덧셈문제보다 아라비아 숫자로 표현된 덧셈문제가 갖는 유리한 특성이 반영된 것이라고 볼 수 있다. 덧셈문제의 계산 과정 중 한글 또는 한자체계를 아라비아 숫자체계로 변환하는지의 여부 및 답쓰기 유형의 결과를 종합해 보면 학년이 올라갈수록 아라비아 숫자에 의한 수표상이 익숙해져서 한글 또는 한자체계의 사용을 억제하는 것으로 해석할 수 있다.

본연구에서 사용한 측정도구가 학년 간의 난이도를 동일하게 유지하고자 하였음에도 불구하고 학년마다 상이한 덧셈문제를 사용하여 생기는 효과를 완전히 배제하지 못한 점은 본 연구의 제한점이라 할 수 있다.

본 연구에서는 단순히 덧셈 점수의 분석과 변환 여부, 답쓰기 유형만을 분석하였다. 그러나 앞으로의 후속 연구에서 덧셈문제에 대한 오류분석을 하게 되면 보다 구체적으로 수체계가 갖는 특성이 밝혀지고 덧셈상의 문제가 밝혀지리라 기대한다.

참고문헌

- 박 영신 (1997). 두 가지 수체계의 대응성에 대한 이해의 발달. 한국심리학회지: 발달, 10, 92-112.
- 홍 혜경 (1990). 한국 유아의 수단어 획득에 관한 연구. 아동학회지, 11, 5-23.
- Ferrara, R.A., & Turner, T. (1993). The structure of early counting competence. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 31, 257-260.
- Geary, D.C., Bow-Thomas, C. C., Fan, L., & Siegler, R.S. (1993). Even before formal instruction Chinese children outperform American children in mental addition. *Cognitive Development*, 8, 517-529.
- Millet, K.F. (1996). Origins of quantitative competence. In R. Gelman, & T. Au, (Eds.). *Perceptual and cognitive development*. Academic Press. 213-241.
- Miller, K.F. (1989). Measurement as a tool for t

hought: The role of measuring procedures on children's understanding of quantitative invariance. *Developmental Psychology*, 25, 589-600.

Miller K.F., Smith, C. M., Zhu, J., & Zhang, H. (1995). Preschool origins of cross-national differences in Mathematical competence : The role of numer naming systems. *Psychological Science*, 6, 56-60.

Paredes, D. R.(1993). Sources and consequences of developing skill in mental addition : A comparison of U.S. and Chinese grade school children. Unpublished dissertation. Univ. of Texas at Austin.

Song, M., & Ginsburg, H.P. (1988). The effect of social class. In J. Altaribu.(Ed.), *A cross cultural approach to cognitive psychology*. New York: North-Holland.

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., Lee, S. Y., & Stigler, J.W. (1986). Mathematics achievement of Chinese, Japanese and American children. *Science*, 233, 693-699.

부록. 학년별 덧셈문제

< 1학년용 >

$\begin{array}{r} 32 \\ + 14 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 21 \\ + 34 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 73 \\ + 21 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 20 \\ + 33 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 42 \\ + 50 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} \text{서른하나} \\ + \text{스물넷} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{스물셋} \\ + \text{스물다섯} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{일흔둘} \\ + \text{열일곱} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{마흔넷} \\ + \text{서른다섯} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{여든일곱} \\ + \text{열하나} \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} \text{이십육} \\ + \text{삼십이} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{사십육} \\ + \text{십삼} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{칠십이} \\ + \text{십삼} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{오십삼} \\ + \text{사십육} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{삼십칠} \\ + \text{오십이} \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} \text{서른다섯} \\ + \text{스물} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{마흔넷} \\ + \text{열} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{서른} \\ + \text{스물다섯} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{마흔} \\ + \text{열둘} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{스물다섯} \\ + \text{열} \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} \text{이십} \\ + \text{삼십이} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{육십} \\ + \text{이십육} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{칠십삼} \\ + \text{오십} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{삼십} \\ + \text{십구} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{십이} \\ + \text{육십} \\ \hline \end{array}$

< 2학년용 >

$\begin{array}{r} 432 \\ + 214 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 421 \\ + 334 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 173 \\ + 720 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 105 \\ + 233 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 542 \\ + 207 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} \text{삼백서른하나} \\ + \text{이백스물넷} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{사백스물셋} \\ + \text{백스물다섯} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{이백일흔둘} \\ + \text{삼백열일곱} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{백마흔넷} \\ + \text{사백서른다섯} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{이백여든일곱} \\ + \text{삼백열하나} \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} \text{육백이십육} \\ + \text{삼백삼십이} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{백사십육} \\ + \text{이백삼십삼} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{이백칠십이} \\ + \text{칠백삼십삼} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{삼백오십삼} \\ + \text{오백사십육} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{백삼십칠} \\ + \text{오백오십이} \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} \text{삼백열} \\ + \text{백마흔둘} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{이백여덟} \\ + \text{이백스물하나} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{사백마흔} \\ + \text{백여섯} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{오백스물} \\ + \text{이백마흔일곱} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{백일곱} \\ + \text{삼백서른둘} \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} \text{삼백육십} \\ + \text{오백이십구} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{사백이십} \\ + \text{백구} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{백이십} \\ + \text{삼백삼십삼} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{이백사십칠} \\ + \text{삼백이} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{오백십이} \\ + \text{이백육십} \\ \hline \end{array}$

< 3학년용 >

276	127	420	145	509
+ 196	+ 494	+ 306	+ 280	+ 187
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>

삼백서른하나 + 이백일흔아홉	이백일흔셋 + 백마흔여덟	사백선여섯 + 백예순일곱	칠백마흔넷 + 백여든일곱	백아흔셋 + 사백스물아홉
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>

육백구십이 + 이백삼십팔	삼백육십칠 + 이백칠십칠	백칠십구 + 오백팔십삼	사백오십구 + 백육십칠	삼백이십칠 + 이백구십육
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>

삼백여든아홉 + 이백선	이백일곱 + 삼백선여섯	사백서른 + 오백일곱	백열다섯 + 삼백아홉	오백여든 + 백스물일곱
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>

삼백오십구 + 백육	백구십 + 삼백이십구	오백삼십 + 삼백육	칠백구 + 백오십칠	이백이십 + 삼백구
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>

Usage of two number systems in addition problems

Sook-Ja Cho

Ewha Womans University

Excluding the Arabic number system, Korea has two number systems. When Koreans count things or verbalize numbers they use the Hangul system(hana, dul, set,...) and when they read a number or use written language they use the Hanza (il, yee, sam...)system. This study examines the usage of these two number systems in addition problems. The addition problems were investigated with first, second and third grade students of an elementary school. The addition problems consisted of various types (Arabic number, Hangul and Hanza system). The scores of the addition problems were analyzed. The existence of conversion from the Hangul or the Hanza systems to Arabic numbers during the calculation was examined. In answering, which type of number systems preferred was checked too. The result indicates that there was no grade effect on addition problems but there were significant problem type effect and problem type and grade interaction effects. As expected, Arabic number type resulted in the highest score among the problem types. With the Hangul system, first grade students' scores were higher than other grades. Incidence of conversion from the Hangul or the Hanza system to Arabic number decreased as the grade level increased. Arabic numbers were used most for the solutions to the problems and the rate of the Hangul or the Hanza system being used for answers decreased as the grade level increased. These results indicate that even though the number concept increased as the grade level increased, the usage of the Hangul or the Hanza system are inhibiting. In follow up studies, the analysis of errors in addition problems will provide more detailed characteristics of the Hangul or the Hanza system.