

수개념 발달에서의 한국적 특성: 한국 아동의 수개념 발달에 영향을 주는 문화 심리학적 요인

신은수

덕성여자대학교 유아교육과

본 연구는 한국 아동의 수학적 능력 발달에 영향을 주는 심리적 요인을 문화심리학적 관점에 기초하여 살펴본 이론 연구이다. 한국 아동의 수학적 능력의 독특성을 살펴본 결과, 한국 아동은 서양 아동보다 유아기부터 수개념 발달의 하위 능력인 수세기, 수연산 및 조작, 수상징 능력, 수추론 능력등에서 수학적 우수성을 나타냈다. 한국 아동의 수학적 우수성은 한국 문화와 관련된 가정, 학교, 사회의 수학적 교육환경과 관련성이 높으며, 한국 아동의 수개념 발달에 영향을 주는 문화 심리적 요인은 교육 문화 심리적 요인과 언어 문화 심리적 요인으로 나타났다.

첫째, 한국의 교육 문화 심리적 요인으로 한국 가정과 학교의 수학교육에 관한 교육태도의 적극성과 높은 기대, 교육방법 및 내용의 높은 난이도와 교육시간, 연산의 구구사용과 수학적 도구의 사용은 한국 아동의 수학적 합리성이 높은 사고구조를 발달시킨다고 볼 수 있다. 둘째, 한국의 언어 문화 심리적 요인으로 한국의 언어에 기초한 수량 단어의 논리성과 규칙성, 수체계의 합리성과 이중체계는 한국 아동의 인지적 수표상과 수학추론 능력에서 긍정적인 교육효과를 나타낸다고 볼 수 있다.

핵심용어: 수개념 · 문화심리학 · 수학교육

동양권, 주로 중국, 일본과 한국 아동들의 발달적 독특성으로서 수학적 능력의 우수성에 대한 인식은 오래 전부터 많이 알려져 있고 학령전기 아동부터 고등학교

이상의 청소년기 이후까지 다양한 연령집단을 통한 연구들이 증명하고 있다. 특히, 선행의 많은 연구들은 유아기와 초등학교 저학년 아동들의 수학 성취도에 초점을

두고 서양 아동과 동양 아동의 비교를 통하여 수학적 능력의 차이와 그 원인을 규명하려고 한다. 본 글은 서양 아동과 동양 아동 특히 한국 아동의 독특성으로서 수학적 우수성의 존재여부, 이러한 현상에 대한 설명 요인으로 유전이나 선천적 특성 혹은 환경적 특성을 살펴보는 것을 목적으로 하며, 현 시점에서 발달 및 교육적 측면에서 연구자들이 인식하고 확인하여야 할 요인에 관하여 알아보고자 한다.

아동의 수학적 능력은 형식적 교육(즉, 초등학교 1학년)이 제공되기 이전에 획득되며, 특히 태어난 이후 영·유아기의 수학에 관한 비형식적 경험이 초등학교 이후의 정규 교육기관의 수학학습에 중요한 역할을 한다고 본다. 최근의 영·유아기의 아동을 대상으로 한 선행 연구들에 의하면 아동이 일상생활에서 수량을 다루고, 수를 손가락, 물체, 말(구어, 혹은 문어)로 나타내고 세어보는 등의 실제적 수량 경험이 수에 대한 개념 및 산술 능력(연산능력)과 높은 상관성이 있다고 밝히고 있다(Aubrey, 1997, NCTM, 1990, Baroody, 1987a). 영·유아기의 수와 관련된 경험은 아동기 이후의 수학적 능력과 밀접한 관련이 있다는 연구들과 동시에 비교 문화적 관점에서 정규 교육과정에 의한 수학교육을 받기 이전의 유아들의 수학적 능력의 우수성에 대한 발달적 요인을 규명하려는 시도를 하고 있다.

한국 아동의 수학적 능력으로 합리적 수세기, 더하기, 빼기 등의 연산능력도 동양권 아동들만큼 우수하다고 밝히고 있다(Song & Ginsberg, 1987; Fuson & Kwon, 1992). 한국 아동을 포함한 동양

아동의 수학적 우수성의 설명 가능한 요인에 관하여 선천적 특성과 환경적 특성으로 살펴본 연구는 동양 아동들의 지능검사 및 적성검사 등과 수학적취도 검사와의 관계를 다양한 연구들을 분석 종합한 결과 상관성을 증명할 수 없다고 하였으나, 환경적 요인으로 설명할 수 있음을 밝히고 있다(d'Ailly, 1992). 본 글도 한국 아동의 독특성으로서 수학적 우수성에 대하여 유전 및 선천적 요인에 의한 특성으로 밝히려는 연구의 제한점에 의하여 한국 아동의 수학적 능력의 우수성도 동양 아동의 수학적 능력의 우수성을 설명하는 요인인 환경 및 사회 문화적 맥락과 동일하게 설명하고자 한다.

아동의 수학적 능력 발달에 관하여 최근까지 보편적 이론으로 제시된 인지적 구성주의(Piaget, 1965; Kamii, 1982; DeVries, & Kohlberg, 1987)에 의하면 아동 개인의 수학적 인지 구조 변화와 지식의 구성과정을 발달의 주요 요인으로 보면서, 모든 문화권에 동일하게 나타나는 수학적 인지발달 단계의 구조적 보편성을 주장하여 왔다. 그러나 Bodrova와 Leong(1996)은 Vygotsky이론에 기초한 문화심리학적 요인에 의하여 아동의 수학, 과학, 언어와 관련된 지식 발달과의 관계를 설명하고 있다. 문화심리학적 견해에 의하면 아동의 지식 구성에 사회적 맥락과 언어의 기능을 강조하여 문화생태, 문화 역사적 전달에 의한 사회적 공유지식의 역할을 중요시하고 있다. Vygotsky(1962, 1978)는 아동의 논리적 관계에 대한 지식은 공유된 사회활동 경험을 통하여 전수되며, 사회적 상호작용을 통하여 언어로 가르쳐진다고 하였다. 공유된

지식을 제공하는 사회적 맥락은 역사적으로 연결되므로 인간의 사고와 정신은 인간 역사와 개인 역사의 산물로, 한 세대는 문화를 통해 지식과 기술을 다음 세대에 전수하며 각 세대마다 새로운 지식과 기술을 추가시켜 누적된 경험과 문화 정보가 다음세대에 전달된다. 즉, 아동은 자신만의 경험 지식과 이해를 구성하여 가는 것이 아니고 문화 속에 축적된 풍부한 지식의 체계를 자기 것으로 내면화하는 것으로, 문화에 기초한 아동의 공유된 경험은 언어를 매개로 내면화되어야 지식과 사고가 되므로 수학적 사고도 같은 과정으로 형성된다고 설명하고 있다.

아동의 지식과 사고과정에 영향을 주는 사회적 맥락은 즉각적 현재의 상호작용 수준, 사회적 구조(가정이나 학교), 문화(언어, 수체계)라고 문화심리학적 관점은 설명하고 있다(Cole, 1996; Edwina, 1992). 현재 아동의 수학적 지식과 사고과정을 결정하는 요인은 아동의 수개념에 영향을 주는 문화인 수상징과 체계, 수가 사용되는 생활 속의 사회적 맥락, 수학적 도구의 사용, 화폐 및 측정단위 언어와 체계 등은 가정과 학교의 사회적 구조 속에서 사회적 상호작용을 통하여 아동에게 전수된 결과라고 볼 수 있다. 이러한 관점에 의하면, 수학적으로 우수한 동양문화의 지식은 문화심리를 통하여 아동에게 전달된다는 것이다.

본 글에서는 한국 아동이 포함된 연구를 중심으로 동양 아동의 수학적 능력의 독특성을 밝힌 비교 문화적 연구에 기초하여 첫째, 한국 아동의 수학적 능력에 대한 연구를 분석 검토하여 서양 아동과 비교한 상대적 우수성을 제시하고, 둘째,

한국 아동의 수학적 독특성을 문화 심리적 요인에 기초하여 교육 문화적 심리 요인과 언어 문화적 심리 요인으로 구분하여 논의하고, 마지막으로, 한국 아동의 수학적 독특성 즉 우수성을 지원할 수 있는 발달 및 교육적 요인에 대한 제언을 제시하고자 한다.

한국 아동의 수학적 능력의 독특성에 대한 검토

한국 아동의 수학적 능력의 독특성에 대하여 한국 유아를 대상으로 한 최근의 연구를 중심으로 유아기의 수교육 내용으로 유아교육과정(교육부, 1998)에서 최근까지 상대적으로 경시되어 교수방법에 오류가 있었던 수개념과 직접적으로 관련된 수세기, 수조작과 수연산 및 수상징(수표상, 수언어)과 관련된 수학적 능력을 중심으로 분석하여 보고자 한다.

첫째, 한국 아동의 수세기 및 수연산 능력은 서양 아동과 비교하여 우수한 것으로 밝혀지고 있다. 한국 유아의 수세기 능력과 수리능력을 밝힌 연구(홍혜경, 1991)는 유아기에도 우수한 수리능력이 있으며, 수리능력 중 더하기와 빼기 능력을 알아보기 위하여 물체와 숫자를 제시한 연구 결과 유아기의 수단어로 말하는 기계적 수세기, 수개념에 기초한 합리적 수세기 능력은 수리능력과 상관이 높다고 밝히면서 수리능력의 57%의 주요인으로 밝히고 있다.

한국 유아들은 유아교육기관에서 수세기, 더하기, 빼기, 나누기와 곱하기(분수) 등의 개념이 3세 경부터 발달되며, 구체

적 사물에 대한 수개념이 서양 아동을 대상으로 한 연구보다 높은 것으로 관찰되었다(신은수 등, 1993). 3세 유아도 5이하의 수에 대하여 수단어를 단순히 말하는 기계적 수세기가 아니고 합리적 수개념이 있는 합리적 수세기, 더나아가 더하기, 빼기의 능력도 있음이 밝혀졌다.

서양 유아를 대상으로 한 Baroody (1987a), Levine & Jordan(1992)의 연구에 의하면 구체적 사물을 사용한 합리적 수세기, 더하기, 빼기의 과제에서 3세 아는 답을 구하려는 수세기 등의 시도나 더하기, 빼기 등의 수학적 시도도 하지 않으며, 4세 경에 수해아리기를 시도하기 시작하나 정확하지는 않다고 밝히고 있다. 그러나 한국의 유아들은 3세경에 3은 정확히 알고 있으며 5 정도의 수를 더하거나 빼기 위한 수세기를 시도하며, 4세 경에는 5이하의 수에서 더하기와 빼기를 위한 수세기를 정확히 시도하고, 5세 경에는 5에서 10이하의 수에서 더하기와 빼기를 위한 수세기를 시도하여 정확한 답을 계산하고 있다.

한국 아동들은 수세기와 수연산에서 수단어를 통한 수개념의 명확성에 기초하여 서양 아동들보다 합리적 수세기, 더하기, 빼기 등의 능력에서 2, 5, 10으로 묶어 세기 등의 수학적인 경제적 세기의 능력이 우수한 것으로 밝혀졌다.

둘째, 한국 아동의 수연산 전략은 서양 아동과 비교하여 수의 정신적 표상을 활용한 수학적 능력이 우수하다고 밝혀지고 있다. 한국의 유아를 대상으로 한 연구에 의하면 수개념과 수단어에 대한 정확한 이해에 기초한 수연산 전략이 유아의 수학적 능력에 긍정적 관계가 있음을 밝히

고 있다. 신은수(1995)는 유아들이 수연산에서 사용하는 수학적 능력을 밝히고 수연산 과정에서 사용하는 인지적 전략을 분석하여, 한국 유아들의 수학적 능력을 살펴보았다. 그 결과, 서양 유아들이 사용하는 낮은 수준의 전략인 모든 가수 세어 보고 모두 세기, 서양의 수교육자들이 유아들에게 교육하려는 중간 수표상하여 세기 등을 한국 유아들은 사용하지 않았다(Starky & Gelman, 1982; Baroody, 1987b; Thompson, 1997; Gray, 1997).

한국의 유아들의 더하기 개념 발달을 살펴보면, 더하기 과정의 초기 단계부터 정신적 표상을 사용하는 수연산 전략의 사용이 급진적으로 나타나며, 서양 유아들이 더하기 과정에서 사용하는 정신적 표상의 중간 과정인 중간 수표상의 단계 즉, 피가수 다음부터 계속세기, 큰 가수 다음부터 계속세기의 전략을 비교적 적게 사용하고 있다. 예를 들면, 서양 유아들은 '3+4'의 더하기를 위하여 '셋-, 넷, 다섯, 여섯, 일곱-(피가수의 중간 수 표상과 구체물 세어 더하기)' 혹은 수세기의 정신적 절약을 위하여 큰 가수부터 '넷-, 다섯, 여섯, 일곱-(큰 가수의 중간 수 표상과 구체물 세어 더하기)'같은 중간 수 표상의 전략을 사용하며 수전략을 발달시킨다. 그러나 한국 유아들은 중간의 수표상 단계를 사용한 수세기의 전이과정을 거치지 않고 정신적 암산으로 발전한다. 예를 들면, 한국 유아들은 각 가수 모두를 합하여 '처음 수 혹은 큰 수부터 모두세기(하나, 둘, 셋, 넷, 다섯, 여섯, 일곱-)'를 하는 전략을 초기 단계에서 사용하다가 '손가락을 세 개, 네 개를 편 후 칠-, 혹

은 암산으로 칠-'하고 답을 하는 정신적 표상의 단계로 전이하는 단계로 비약적으로 발달한다.

빼기에서도 한국 유아는 덜어내기의 수 전략을 사용하며, 피감수까지 세기, 거꾸로 세기 등의 전략을 사용하지 않았고 정신적 암산에 의한 수세기 전략을 사용하였다. 예를 들면, 서양 아동들은 '7-4'의 빼기에서 '하나, 둘, 셋, 넷-, 하나, 둘, 셋-(감수의 수를 세어 놓기의 중간 수표상과 나머지 수세기)' 혹은 '일곱-, 하나, 둘, 셋, 넷-까지 세어 내려간 후 하나, 둘, 셋-(피감수 확인 후 감수의 수를 세어 놓기의 중간 수표상과 나머지 수세기)'의 중간 수표상의 전략을 사용하나, 한국 유아들은 '넷-을 세어 접어놓고 일곱까지 하나, 둘, 셋-'의 초기 수세기 전략의 단계를 사용하다가 '손가락 등의 물체로 일곱을 표상한 후 넷을 덜어내고 남은 수 셋-' 혹은 암산으로 '셋'이라고 답하는 수표상 마지막 전략 단계로 비약적으로 전이되어 발전한다. 즉, 한국 유아들은 3, 4, 5세 모두 수학적 표상능력에 의한 정신적 수세기 전략의 사용이 서양 아동과 비교하여 높으며, 발달이 급진적으로 나타났다.

한국의 유아들은 수학의 연산문제를 해결하는 인지적 전략으로 구체적으로 하나씩 세기를 하다가 다른 상징물을 사용한 표상에서 정신적 표상으로 중간표상을 거치지 않고 발달하는 능력을 보이고 있다. 즉 수의 표상에서 서양 아동보다 탁월한 능력을 보이고 있다.

셋째, 한국 아동의 수학적 표상능력은 수학적 문제해결을 위한 인지능력으로 중요한 수량화 어렵하기의 능력의 발달을

통하여 서양 아동과 비교한 연구를 통하여 우수성을 밝힐 수 있다. 수학적 능력 중 어렵하기 능력은 유아의 수학적 판단과 의견을 종합한 합리적 추론에 기초하여 실제의 수량 값과 근접한 타당한 수량 값을 결정하는 능력이다. 수학적으로 어렵하기를 위하여 유아는 수의 관계에 대한 감각과 통찰력을 활용하여 일상생활의 실제 사회적 맥락에서 수학적 문제상황을 해결하는 정신적 과정을 사용할 수 있어야 한다. 즉 어렵하기는 수에 관한 문제의 이해와 자신이 갖고 있는 수량 지식에 새로운 정보를 관련시키고 답의 타당성을 판단하고, 명료화하여 재조정하는 고차원의 과정이다(Sowder, 1992; Forrester & Pike, 1998).

신은수(1998, 1999)는 유아의 수량 표상 능력에 의하여 나타나는 수학 문제 해결력 과정을 어렵하기 능력을 통하여 밝혀보려고 하였다. 즉, 어렵하기는 수의 양을 판단하는 정보처리 과정으로 수량의 판단에 중요하며 세부적 수학문제해결의 기본과정으로 볼 수 있다. 한국 유아들이 수량화를 어렵하기에서 4세이는 8까지의 수, 5세이는 12까지의 수를 어렵하는 정확한 능력이 있는 것으로 나타났다. 4세이는 15까지는 적당한 어렵하기를 나타내며, 5세이는 15까지의 수는 적당한 어렵하기를 하는 능력이 있는 것으로 나타났다. 서양 유아를 대상으로 연구한 Baroody와 Gatzky(1991)는 유치원의 영재아를 대상으로 수량 어렵하기 능력을 측정한 결과, 수 8까지 정확한 어렵하기를 하였으며, 수 15이상은 부정확한 어렵하기를 하는 것으로 나타났다. 한국 유아들과 비교한 결과, 미국의 유치원 연령의

영재아가 한국 정상 유아의 4세아와 유사한 능력을 보이는 것으로 나타났다. 신은수(1999)는 수의 표상능력을 돕는 지각 판단치를 제시한 결과 4세아는 10이상의 수에서 정확한 어림하기의 능력이 높아졌고, 5세아는 12이상의 수에서 정확한 어림하기를 하는 능력이 높아졌다. 4세아는 15까지의 수, 5세아는 25, 35정도의 수도 적당한 어림하기를 하는 능력도 나타났다.

한국 아동의 수량화 어림하기의 능력은 서양 아동보다 수학 추론능력이 높은 것을 보여주고 있다. 덧붙여, 수량화 판단을 돕는 지각 판단치를 활용하는 유아의 수학 추론 능력도 높은 것으로 밝혀져, 한국의 아동들은 수량을 표상하는 인지능력이 서양 아동보다 높다는 것을 연구결과들이 밝혀주고 있다. 한국 연구자들이 밝힌 한국 아동의 수세기, 수연산능력에서 수의 표상, 수량화 인지전략을 사용하는 능력은 수학적 능력의 발달이 서양의 아동들보다 발달되어 있음을 밝혀주고 있다.

한국 아동의 수학적 독특성과 문화 심리적 요인과의 관계

한국 아동의 수학적 능력의 독특성으로서 한국 아동의 수학적 능력의 우수성을 살펴본 결과, 그 독특성의 존재에 기초하여 선행의 동양과 서양 아동을 대상으로 한 비교 문화적 연구에 기초하여 문화 생태적, 문화 역사적으로 전달되는 문화심리학으로 아동의 수학적 능력에 미치는 요인을 설명하고자 한다.

아동이 수학적 문제를 해결하기 위하여

필요한 지식은 논리 수학적 지식(Piaget, 1965)으로 이러한 논리 수학적 지식은 수학에 관한 개념적 지식(conceptual knowledge)과 문제를 해결하기 위한 바른 과정을 단계-단계로 연결할 수 있는 절차적 지식(procedual knowledge)으로 구분할 수 있다. 개념적 지식은 수학의 개념과 관련된 정보의 관계망으로 구성된 지식이며, 절차적 지식은 수학과제 수행을 위한 규칙의 적용, 연산의 적용과 관련된 지식이다(Byrnes & Wasik, 1991). 한국 아동들을 포함한 동양 아동들은 태어난 이후 초기에 수학에 관한 개념적 지식의 획득에 도움이 되는 사회 문화적 경험이 많은 것으로 볼 수 있다.

아동의 수학적 능력에 관한 비교 문화적 연구에 기초한 아동의 수학적 능력 중 더하기 및 빼기 능력에 대한 연구에 의하면 사회 문화적 요인에 의하여 동양 아동이 서양 아동보다 수학적 능력이 우수하다고 밝히고 있다. 예를 들면, 한국, 일본, 중국 등 동양 아동이 학령전기에 물체에 대한 수세기와 수개념에 기초한 수명명화가 우수하고, 수학에 대한 이해가 높으며, 숫자에 대한 기억과 이해의 폭이 높은 것으로 나타났다(Miller & Stiegler, 1987; Song & Ginsberg, 1987; Stevenson, Chen, & Lee, 1993; Stevenson, Lee, & Stiegler, 1986). 특히, 동양 아동의 학령전기의 우수성은 초등학교 이후의 수학적 능력에 영향을 주어 수학적취도 검사의 수학연산, 수학의 개념 등의 능력이 우수하다고 밝히고 있다(Song & Ginsberg, 1987; Stevenson, Chen, & Lee, 1993; Stevenson, Lee, & Stiegler, 1986).

아동의 수학적 능력을 밝히기 위한 연구 중 수의 표상 방식에 대한 비교 문화적 연구에서 초등학교 1학년 아동을 대상으로 일본, 중국, 한국의 아동은 숫자를 10단위와 1단위로 구분하여 표상하고 다양하게 표상하나 미국, 프랑스, 스웨덴 아동은 숫자를 하나씩 표상한다고 밝히고 있다(Miura, Okamoto, Kim, Steere, & Fayol, 1993; Miura & Okamoto, 1989). 동양 아동들은 12를 수막대로 표상할 때, 10개 묶음의 표상물 1개와 1의 표상물 2개로 표현하지만 서양 아동들은 1의 표상물을 12개 늘어놓는 형태로 표상한다. 즉, 동양과 서양 아동들이 수를 표상하는 방식에 차이가 있다고 밝히며, 이러한 표상능력은 결과적으로 수에 대한 정보를 경제적으로 처리하는 능력의 우수성과 관련되어 수의 진법, 수량 자동화나 수의 묶음을 활용한 수전략의 우수성과 연관된다고 볼 수 있다. 박영신(1999)도 대학생을 대상으로 더하기 합의 표상정도를 연구한 결과, 합의 활성화 지속도가 서양(캐나다)의 대학생보다 높다고 밝히면서, 초기 아동의 더하기등 암산에 의한 학습효과가 나타난 것으로 해석하고 있다.

다음 글은 위에서 제시한 한국 아동의 수학적 능력의 우수성에 영향을 주는 문화 심리적 요인으로 교육 문화적 심리 요인과 언어 문화적 심리 요인으로 나누어 살펴보고자 한다.

1. 한국 아동의 수학적 능력에 영향을 주는 교육 문화적 심리 요인

한국 아동의 수학적 능력에 영향을 주는 교육 문화적 심리 요인으로 한국 아동

의 가정 문화, 학교 문화, 사회 문화적 심리요인으로 구분하여 살펴보고자 한다.

첫째, 한국 아동의 수개념의 발달에 학령기 이전의 가정에서 부모의 기대와 관심에 의한 저연령(영, 유아기) 시기의 수학 학습의 내용, 시간적 요인에 작용한다고 볼 수 있다. 동양계 아동의 가정환경 요인이 수학적 우수성과 관련된 연구를 많이 한 Stigler와 Stevenson등이 많은 연구자들과 공동으로 수행한 일련의 연구(1982, 1986, 1987)에 의하면 동양계와 서양계 아동의 어머니를 비교한 결과 같은 능력을 갖고 있는 아동에 대하여 미국계 어머니는 수학적 능력을 높이 평가하고 아동의 능력에 만족을 하며(Uttal, Lummis, & Stevenson, 1988), 수학학습의 문제에 관한 원인도 동양계 어머니는 수학적 지식과 기술 부족으로 생각한 반면 미국계 어머니는 아동의 지능이나 주의집중력의 부족으로 생각하였다. 결과적으로 아동의 수학적 능력에 대한 부모의 기대수준과 아동능력에 대한 관점은 수학교육에 대한 관심이나 수학 숙제지도 시간에 차이를 있는 가정환경을 제공하여 아동의 수학성취도에 차이를 가져온다고 밝히고 있다. 덧붙여, Stevenson, Lee, Chen, Stigler, Hsu와 Kitamura(1990)과 Song과 Ginsberg(1987), Hess와 Azuma(1991)은 동양 아동들의 수학적 우수성은 가정에서의 산수공부 시간과 연습과 함께 수학교육에 대한 수용적인 환경에 의한 효과라고 설명하고 있다. 박영신(1997)도 한국 유아의 어머니들이 3세 이전의 유아들에게 수체계를 지도하는 것으로 밝히고 있다. 동양 아동들의 우수성의 원인에 대한 비교 문화적 연구들도 학

업 지향적인 가족 문화에 의하여 수학교육에 대한 부모들의 기대수준, 중요성의 인식에 기초한 아동의 수학학습에 대한 동기 유발과 노력에 의한 학습시간이 많음(Carol, 1996; Carol & Paul, 1997; Chen & Stevenson, 1995; Fuligni & Stevenson, 1995)과 Stevenson등(1986, 1990)은 부모들이 아동의 수학적 능력에 대한 중요성과 기대가 높으며 이에 기초하여 동양 아동이 미국 아동보다 수학적 능력이 높다고 밝히고 있다.

둘째, 한국 아동의 수학적 능력 우수성은 학교의 교육과정, 교사행동과 학습정도, 수업시간, 교수방법과 숙제의 양에 영향을 주며 이러한 학교의 문화 심리적 요인과 관련성이 높다고 볼 수 있다. 동양 아동들의 우수성의 원인에 대한 비교 문화적 연구는 수학교육과정을 분석한 결과 미국보다 난이도가 높은 내용을 초등학교 저학년에 지도하며 수학학습의 시간이 많은 교육과정을 적용하고 있다고 밝히고 있다(박영신, 1998), Stevenson등(1986, 1990)은 가정의 부모들이 아동의 수학적 능력에 대한 중요성과 기대에 맞추어, 그 결과 학교교육에서 수학교육을 받는 시간이 초등학교 1학년만 중국이나 일본 아동이 미국 아동 보다 60시간 더 받으며, 5학년에는 340시간 더 받고, 수학숙제를 하는 시간도 1학년 아동이 1주일에 일본 아동이 가장 많고 일반적으로 동양 아동은 8-4시간(미국 아동은 1시간), 5학년 아동은 일본 아동이 가장 많으며 일반적으로 13-6시간(미국 아동은 4시간)으로 차이가 있었다. 교사의 교수행동에서도 동서양 교사간 차이가 있는데, 일반적으로 미국교사는 수학교육을 위한 직접교수

의 방법에서 개별교수가 전체 집단을 위한 교수의 비율이 높았으며(46 대 33), 동양의 교사는 전체 집단을 위한 교수가 개별교수보다 현저한 비율로 높았다(86 대 13). 교사의 수학과 관련된 질문도 전체 질문 중 미국교사는 개인에게 2배, 동양 교사는 집단에게 2배를 하였으며, 교사의 질문내용도 동양계 교사가 수학의 개념과 문제해결 전략에 관한 질문을 활용하여 지도하였다(Perry, VanderStoep, & Yu, 1993).

셋째, 한국 아동의 수학적 능력에 영향을 주는 사회적 요인으로 연산의 구구 사용과 주판 등의 한국 사회의 수학적 도구 사용을 제시할 수 있다. 아동의 수에 대한 개념적 지식과 관련된 연구로 수와 관련된 연합망의 형태에 의한 표상은 문제와 답들이 연합되는 강도는 문제와 답들이 같이 경험된 빈도에 비례하며, 연합망을 위한 활성화의 확산(spreading activation)에 의한 답의 인출(직관적 수의 사용)(Siegler & Shrager, 1984)을 만들어 낸다(박영신, 1994). 한국 아동의 연산에서 사용하는 구구(number facts)의 대표인 '구구단'의 활용은 수동적 사회적 전수로 보는 행동주의 이론보다는 아동에게 수개념에 대한 사회적 맥락으로 수언어의 암기술과 수책략을 제공하여 수와 관련된 연합망의 강도를 강화하는 기능과 역할로 보는 문화 심리적 요인으로 재고할 수 있다. d'Ailly(1992)는 주판을 사용하는 동양권 국가의 아동이 수학적 지식에서 우수하다는 발견에 기초하여 5와 10단위를 1단위로 표상하여 수학적 표상을 위한 도구로 사용하는 주판의 역할이 아동의 수학적 능력을 전달하는 사

회적으로 공유된 지식과 사고과정을 갖는 문화와 다른 문화를 비교하였다. Miller (1988)는 주판이나 수상징 대체물의 사용을 할 수 있는 능력은 아동이 수의 특성과 개념에 민감하게 이끈다고 하였다. 즉, 아동에게 수학문제에 분석적으로 접근하여 해결하는 능력을 갖게 하고 수학문제의 해결시 자신이 사용한 수전략을 사용한 순서와 과정을 확인하고 답을 확인하는 상위순서 과정에 집중하도록 하는 인지능력을 발달시키는 효과를 제공한다.

수개념 교육에 대한 문화 심리적 이론가들은 유아의 학습과정을 Piaget와 Bruner등이 제안하는 동작적 단계에서 영상적 단계로 상징적 단계로 진행되는 이론적 설명만으로 유아들의 학습을 설명되지는 않는다고 주장하고 있다(Gifford, 1997). 즉 유아는 일상의 사전경험을 통하여 추상적 상징, 단어 등을 먼저 학습하고, 이러한 상징과 실제 상황이나 경험과의 연관성을 후에 학습되기도 한다는 것이다. Piaget 이론가(DeVries & Kohlberg, 1987; Kamii, 1982)들이 수상징의 단계를 수량, 양의 변화의 관계를 표상하는 상징적 과정인 마지막 단계로 보며, 유아들에게 동작적 혹은 영상적 과정 단계인 논리 수학적 지식 구조가 발달하기 전에 숫자, 수의 관계에 대한 기호 등의 지필식 사용은 적합하지 않다는 주장과는 다른 이론적 배경을 가지고 있다. 즉 아동들은 태어나서 정규교육기관에 들어가지 전에 학교 밖 일상의 사전경험에서 수에 대한 수상징(수단어, 수기호)과 관련된 경험으로 수상징에 대한 사전지식이 구성되어 있다는 것이다. Post Piagetian도 특정 인지영역의 사회 문화

적 요인이 아동의 인지발달을 촉진하고 방해하는 요인으로 작용한다고 밝히고 있다(Inagaki, 1992; Walsh, 1998; Howe & Jones, 1993). 즉, 영역 특정적 인지구조는 생득적으로 갖고 있으며, 아동들이 갖고 있는 인지분야에 적합한 사회맥락적 환경에서 적합한 상호작용에 주어지면 특정영역으로 사고구조가 발달하게 된다는 것이다. 이러한 관점에서 아동이 소유한 수리적 영역 특정적 인지구조에 합리적 수체계와 수상징의 체계에 속한 사회 문화적 맥락은 아동의 수학적 능력 발달을 촉진하는 중요한 요인이라고 할 수 있다.

2. 한국 아동의 수학적 능력에 영향을 주는 언어 문화적 심리 요인

수상징(수단어)의 개념에 대한 최근의 이론들은 수상징(수단어)은 문화적 도구로 다른 학습을 매개하는 매우 중요한 수단이다. 즉 아동은 자신이 속한 사회문화의 공유된 활동을 통하여 사회 문화적 학습도구로 수단어에 기초하여 수학적 능력을 발달시키게 된다(Vygotsky, 1962, 1978; Bodrova & Leong, 1996; Gifford, 1997). NCTM(1996)에서 출판한 '수학에서의 의사소통: 유치원에서 12학년 이상 (Communication in mathematics: K-12 and beyond)'은 수학적 능력을 교육하기 위한 미국의 변화된 교육관을 반영하고 있다. Usiskin(1996)은 이 책에서 언어로서의 수학에 대하여 밝히고 있다. 즉 수학에서 얻어지는 지식은 세계적으로 동일하나 각 국가에서 동일한 수학적 지식을 표상하여 전달하는 언어의 차이에 의하여 아동의 수학적 능력에 영향을 준다

는 수언어의 중요성을 밝히고 있다. 아동의 수책략에 관한 비교 문화적 연구에서 수언어와 관련된 체계적인 문화적 차이를 설명하고 있다. 즉, 한국 등의 동양 아동이 미국 아동보다 합리적 수세기의 수 명명화가 높으며, 수언어에 대한 실수가 적고(Miller & Stiegler, 1987), 수의 명칭 기억하기(Stiegler, Lee, & Stevenson, 1986), 산수의 사칙연산 이해하기(Song & Ginsberg, 1987)에서 우수한 것으로 나타났다. 학령기 아동들도 동양 아동이 서양 아동의 수개념, 십진법 개념(자릿값의 개념)과 비교한 Miura등의 연구(1989, 1993)를 통하여 우수성이 검증되고 있다. 즉, 동·서양 초등학교 1, 2학년의 아동들이 십단위의 수를 제공하여 인지적으로 표상하도록 하거나 십진법의 자릿값을 이해하는 능력을 비교할 때, 동양 아동이 서양 아동보다 우수하며 수학적으로 경제적인 표상을 하며, 정확한 이해를 하는 것으로 나타났다. 이러한 능력의 차이를 선행 연구자들은 언어 문화적 심리 요인으로 설명하고 있다(Miura, Kim, Chang & Okamoto, 1988).

수단어는 아동의 수량개념 및 표상에 도움을 주어 논리 수학적 지식 형성에 도움을 준다. '수학은 사고를 경제적으로 하는데 도움을 주는 학문'으로의 특성을 갖는다. 즉, 서양 아동들은 많은 수(십이상의 수)도 일대일 대응으로 수를 세는 방법을 사용하나, 동양 아동들은 많은 수를 십씩 묶어 놓고 남은 일자리 수를 세어 십으로 묶어진 것의 수와 일자리의 수를 함께 읽어 인지 사용량을 줄이는 책략을 사용하는 능력에는 언어적 문화가 주는 영향이 크게 작용한다. 이러한 수학을 사

용하는 인지전략은 같은 수학 문제를 푸는 과정에서 효율적 전략으로 수세기에 사용되는 인지적 사용량을 다른 문제의 해결에 활용하도록 돕는 것이다. 결과적으로 이러한 과정은 아동의 수학적 사고와 해결능력이 영유아기에 발달되도록 촉진하는 역할을 한다.

한국은 동양의 중국계 수단어인 '십'을 기준으로 규칙적 수체계 언어를 사용하여 중국, 일본과 함께 동양 국가 아동의 수개념을 발달시키는 수학적 우수성과 연관된 언어 문화적 심리 요인을 갖고 있다고 할 수 있다. 수단어와 관련된 언어 문화적 심리 요인을 밝히기 위하여 불규칙적 수체계 언어를 사용하는 미국, 프랑스, 스웨덴등 서양 국가의 수단어를 제시하여 동양권의 수량 언어의 논리적 우수성을 제시하고자 한다(표1 참조).

표1에 의하면, 한국을 포함한 동양 국가의 수체계는 '십(중국의 shi, 일본의 juu)'에 의한 규칙적 수단어 체계로 구성되어 있으나, 서양 국가의 수체계는 불규칙 수체계로, 미국과 스웨덴의 수체계는 1에서 12까지는 '10(ten/tio)'과의 관계성을 발견할 수 없으며, 동시에 'ten/tio'와 '-teen/ton' 및 '-ty/tjugo'등 불규칙적 수체계로 구성되어 있다. 프랑스의 수체계도 '10(dix)'과 관계성을 발견할 수 없도록 '11에서 16까지는' '-ze', '17에서 19까지는' 'dix-'의 형태로 '10'과 관련된 단어가 접두사와 접미사로 혼용되어 구성되고, '20'은 'vingt-', '30'부터는 '-nte'로 구성되어 있다. 이와 같이 동·서양 6개국의 수단어 체계를 비교하여 보면 동양아동보다 서양아동들이 갖는 수의 표상, 진법 등 초기의 수학적 개념 획득과 수학

표 1. 동서양 6개국의 수 명칭

수	미국	프랑스	스웨덴	중국	일본	한국
1	one	un, une	en, ett	yi	ichi	일
2	two	deux	tva	er	ni	이
3	three	trois	tre	san	san	삼
4	four	quatre	fyra	si	shi	사
5	five	cinq	fem	wu	go	오
6	six	six	sex	liu	roku	육
7	seven	sept	sju	qi	shichi	칠
8	eight	huit	atta	ba	hachi	팔
9	nine	neuf	nio	jui	kyu	구
10	ten	dix	tio	shi	juu	십
11	eleven	onze	elva	shi-yi	juu-ichi	십일
12	twelve	douze	tolve	shi-er	juu-ni	십이
13	thirteen	treize	tretton	shi-san	juu-san	십삼
14	fourteen	quatorze	fjorton	shi-si	juu-shi	십사
15	fifteen	quinze	femton	shi-wu	juu-go	십오
16	sixteen	seize	sexton	shi-liu	juu-roku	십육
17	seventeen	dix-sept	sjutton	shi-qi	juu-shichi	십칠
18	eighteen	dix-huit	arton	shi-ba	juu-gachi	십팔
19	nineteen	dix-neuf	nitton	shi-jui	juu-kyu	십구
20	twenty	vingt	tjugo	er-shi	ni-juu	이십
21	twenty-one	vingt et un	tjugoett	er-shi-yi	ni-juu-ichi	이십일
22	twenty-two	vingt-deux	tjugotva	er-shi-er	ni-juu-ni	이십이
30	thirty	trente	trettio	san-shi	san-juu	삼십
40	forty	quarante	fyrtio	si-shi	shi-juu	사십
50	fifty	cinquante	femtio	wu-shi	go-juu	오십
60	sixty	soixante	sextio	liu-shi	roku-juu	육십
70	seventy	soixante-dix	sjuttio	qi-shi	shichi-juu	칠십
80	eighty	quatre-vingts	attio	ba-shi	hachi-juu	팔십
90	ninety	quatre-vingt-dix	nittio	jui-shi	kyu-juu	구십

적 사고 발달의 어려움을 예측할 수 있다.

덧붙여, 한국 아동들의 수체계는 다른 동양 문화권과 차이가 있는 이중체계를 가지고 있으며, 이러한 이중체계는 한국

아동들의 수단어와 수체계에 의한 수개념 획득에 단기적으로는 학습의 어려움을 제 공하나, 장기적으로는 학습에 효율성을 제 공한다(Song & Ginsberg, 1987; Song

& Ginsberg, 1988; 송명자, 1990; 홍혜경, 1990; 박영신, 1997). 즉 한국의 수 단어는 한글 숫자(하나, 둘, 셋, -----열, 열 하나, 열 둘, -----)와 한자 숫자(일, 이, 삼, -----십, 십일, 십이, -----)의 이중 체계로 구성되어 있다. 이러한 한국의 수체계는 아동들에게 초기의 수단어 획득에 어려움을 주어 중국, 일본 아동보다 낮은 수행력이 나타나는 원인으로 작용하게 된다. 즉, 3, 4세의 수를 학습하는 초기에는 다른 나라의 아동들보다 낮은 수단어 말하기가 나타나지만 5, 6세부터는 수단어 및 수개념에 우수성이 나타난다. 한국 아동의 수단어와 수개념 발달에 대한 연구들은 이중 체계에 의한 수단어 획득은 한국 아동들에게 수개념의 이해에 기여하는 결과를 제공하게 된다고 밝히고 있다. 이중 체계는 이중언어 교육에서 밝히는 효율성으로 설명될 수 있다. 이중언어를 사용하는 아동들이 단일 언어를 사용하는 아동들 보다 언어적 의미를 분석하는 능력이 우수하며, 인지적 융통성, 사고의 다양성을 갖도록 하는 요인이 된다고 밝히고 있다(Pavio & Begg, 1981; Palemo, 1970; Saxe, 1982, 1985, 1989). 즉 아동의 수단어 기억에서 이중 부호의 촉진효과가 수단어 및 수개념에 긍정적 효과를 제공한다.

한국 유아들의 수단어 체계 연구를 종합하면, 2세 이전의 한글 체계 획득 단계, 2세에서 3세의 한글체계 확장 및 한자체계 획득 단계, 3세에서 5세의 한글과 한자체계 병행 단계, 5세 이후의 한글체계 둔화 및 한자체계 확장단계의 과정으로 수단어 발달이 이루어진다(박영신, 1997;

홍혜경, 1990; 송명자, 1990). 홍혜경(1990)은 한국 유아는 2, 3세 경에 한글 체계의 수단어를 획득하여 사용하는 경향이 있으며, 4, 5세 경에는 한자체계의 수단어를 획득하고 사용하는 경향이 앞선다고 밝히면서, 유아들이 한글 수단어를 먼저 획득하나 한자 수단어의 획득이 앞서는 이유를 다음과 같이 언어 문화적 심리 요인으로 설명하고 있다. 즉 2, 3세 경에 사용하는 한글체계는 언어환경에서 영아기부터 작은 수에 한글 수단어를 주로 사용하나, 수의 양이 십, 백단위를 커지면 문자 수와 함께 한자 수단어를 생활언어로 사용하게 된다(두살, 세 개---->삼십, 백원). 3세 이후에 획득하여 사용하는 한자수체계는 수단어의 사용과 획득에 중요한 단위반복(digit-repetition)과 규칙 적용(rule-application)의 원리를 적용하기 용이한 구성체계를 가지며(Stiegler & Robinson, 1982), 언어적 음절이 발음과 기억에 필요한 인지적 용량이 적어 5세 경의 아동에게 적합한 수단어 체계로 아동의 수개념 형성에 발달 촉진 요인이 된다고 볼 수 있다.

선행연구에 의하면, 3, 4세 경의 수를 말로 표상할 때 한글체계로 말을 하다가, 5세 경의 수를 글로 표상하는 시기부터 한자체계가 익숙하고 우수하게 되며, 이중 구조의 수단어 생성 규칙을 터득하는 결정적 시기라고 설명하고 있다. 5세 이후의 이중 수체계에 의한 효과는 초등학교 시기에 나타나며, 송명자(1990)의 연구에서도 초등학교 5, 6학년 아동들이 다른 동서양 아동들보다 비형식적인 수의 이해와 전용능력에 비약적 발달을 보인다고 밝히고 있다. 이러한 현상은 이중언어

연구에 의하여 이중부호에 의한 개념적 표상체계의 발달이 12세 경에 나타나는 현상과 같은 결과이며, 이중 수체계에 의한 수개념의 긍정적 교육 효과의 결과를 보여준다고 설명하고 있다(송명자, 1990; Rohwer, 1970). 그러나 한국의 수단어의 이중체계가 아동의 수학적 능력에 미치는 영향을 살펴본 연구들은(홍혜경, 1990; 박영신, 1997) 초등학교 5학년 시기까지 한글과 한자체계에 의한 상호 교환적 사용이 수 헤아리기, 수 더하기와 빼기의 초기 수학적 사고 발달수준을 저하시키는 요인이므로 그 영향을 고려한 교육적 배려가 필요하다고 밝히고 있다.

서양 아동과 비교하여 한국 아동은 체계적 수이름의 본질적 특성에 의하여 수의 순서와 진법이 포함된 언어구조를 사용하게 되어 수학적 인지발달에 도움이 된다고 볼 수 있다. 이러한 언어적 요인은 인지적 수표상, 진법의 사용이 활성화되며 측정단위의 개념화와 사용등 결과적으로 일상생활에서 수의 사용에 영향을 주게 된다(Saxe, 1989). 덧붙여, 수단어에 의한 표상능력을 발달시키는 이중언어 효과가 첨가되어 수상징 대체물로 이중의 수체계 단어를 사용하는 한글체계의 수단어와 한자체계의 수단어에 의한 이중언어 효과가 나타나 분석적 수학적 능력이 나타난다고 연구들은 밝히고 있다.

한국 아동의 수학적 능력의 독특성에 기초한 수학교육의 방향

한국 아동들의 수학적 능력의 독특성으로서 수학적 우수성을 교육문화 및 언어

문화적 심리 요인인 문화 심리적 접근으로 살펴보았다. 그러나, 현재 한국의 중등 교육 이상의 수학교육을 담당하는 교육자들은 다시 언어 문화적 심리요인에 의한 부정적 문제를 제기하고 있다. 즉 한국 아동들은 유아기까지는 가정과 유아교육 기관에서 구체물과 실생활 중심의 체계적 수단어에 의한 수학교육에서 발달적 우수성이 나타나지만, 학교교육에서는 한국 아동 및 청소년에게 적합한 수학용어의 부족에 의한 문제에 직면하고 있다. 즉, 한국 아동에게 가르치는 초등학교 이상의 수학교육과정은 한국 아동의 특성에 의한 교육보다는 서양의 수학교육과정을 일본의 수학교육과정으로 받아들여, 다시 한국 수학교육과정으로 바꾸어 가르치고 있다. 덧붙여, 서양의 수학교육과정에서 사용하는 수학용어들은 서양의 언어문화와 관련된 용어이나, 한국의 수학교육과정에서 사용하는 수학용어는 일본식, 중국식, 영어식의 수학용어로 아동들의 일상에서 경험하는 용어와 차이가 있어 수학적 개념 형성에 어려움이 있는 것으로 밝혀지고 있다.

1999년 미국 수학교육협회(NCTM: National Council of Teachers of Mathematics)에서 개정할 예정인 미국 수학교육의 원칙과 기준, 영국의 유아기 수교육의 지침을 제공한 Thompson (1997)은 동양 아동의 수학적 우수성의 요인을 분석하여 통합을 시도하고 있다. 즉, 1989년 미국의 수학교육과정 및 평가기준이나 Piaget이론에 기초한 수학교육 이론과 비교하면, 영유아기의 수량경험에 의한 비형식적 수학적지식과 수학 언어의 중요성을 인식하여 언어 문화적 맥

락에 기초한 교육의 중요성을 인식하여 적용하고자 한다. 미국과 영국의 수학교육과정의 관점 변화는 한국 아동의 수학적 능력 발달과 교육에 시사하는 바가 크며 다음과 같은 세 가지 측면을 고려할 필요가 있다.

첫째, 수학교육 대상의 하향화로 유치원 연령 이전의 영, 유아들의 비형식적 수학지식의 많은 능력을 인용한 연구들에 기초하여 영, 유아기를 미래의 수학적 사고발달의 토대가 확립되는 시기로 강조하고 있다. 즉 태어난 이후 영, 유아가 실생활 경험에서 획득되는 비형식적 수학지식의 가치를 인식하여 형식적 교육에서 학교수학과 연계하려는 움직임을 볼 수 있다.

둘째, 수학적 능력의 발달을 위한 아동의 수세기 기능과 역할, 암산의 사용을 강조하고 있다. 즉, 분류, 일대일 대응, 순서짓기 등의 접근보다 수세기와 암산을 형식적인 문자 상징 이전에 제공하여야 한다고 제안하고 있다. 수세기가 수단어의 사용과 구체물 세기인 합리적 수세기를 연결하는 수량 표상과정으로서의 그 중요성을 인식하고 아동의 수단어, 수상징의 사용등 과거에 수학교육에서 간과하였던 오류를 수정하려는 움직임을 볼 수 있다.

셋째, 수학교수와 학습에서 의사소통으로서의 수학의 기능과 함께, 수학교육에서의 언어 역할을 강조하고 있다. 덧붙여, 영어의 수단어 구조 비규칙성에서 발생하는 잠재적 교육문제와 어려움을 인식하여 극복하도록 지도하고 유아기의 말, 그림, 기타 상징수단을 이용하여 수량을 표시하는 의사소통 능력의 역할이 수학교육의

기초가 된다는 것을 인식하여 수학교육에 적용하고자 하는 움직임을 볼 수 있다.

21세기를 향하여 현재 한국 아동의 수학적 능력에 기초한 교육적 관점에서 살펴볼 때, 위에서 살펴본 미국의 수학교육 협회와 영국의 수교육에 관한 연구에서 현재 진행중인 수학교육의 원칙과 기준에 비추어 현재 한국 아동의 수학적 능력에 관한 발달과 교육적 과제를 살펴보고자 한다.

첫째, 한국의 문화적 요인으로 태어난 이후 가정에서의 비형식적 수학교육의 중요성 인식을 제언한다. 한국 문화에서 전수되는 가정, 사회의 공유된 가치와 기술 및 지식이 아동의 수학적 능력 발달에 핵심적인 요인으로 제시한 학령기 이전의 가정교육을 통하여 획득된 문화 역사적 지식으로의 수학의 역할과 기능을 인식하여 부모나 주변의 성인 및 형제 자매들과의 일상생활과 놀이를 통한 언어적 상호작용을 통한 수학교육을 계속 발전시킬 필요가 있다. 따라서 학령기 이전의 수와 관련된 놀이들이 아동의 수학적 능력에 미치는 영향에 관한 수학적 능력의 발달 및 교육에 관한 연구가 요구된다.

둘째, 한국의 문화 역사적 문화심리적 수와 관련된 언어와 수학적 능력과의 관계를 인식하여 정규 수학교육에의 적용을 제언한다. 한국의 수언어 중 학령기 이전의 생활언어로서 구어들은 한글체제나 한자체제 모두 아동의 수학적 능력 즉, 수, 진법 등의 표상에 긍정적 역할을 하고 논리 수학적 지식의 구성 및 체계를 발달시키는 요인이다. 그러나, 정규교육이 시작된 이후, 수학용어의 혼돈이 아동의 수학적 능력에 미치는 영향은 구체적으로 밝

혀지지 않았으나, 현장교육에서 문제점이 제기되고 있다. 따라서 학령기 이후의 수학 용어의 체계가 아동의 수학적 능력에 미치는 영향에 관한 연구가 요구된다.

셋째, 한국의 문화는 수학적 능력과 교육에 관한 기대와 요구가 비교 문화적 관점에서 높다고 볼 수 있으므로, 이러한 문화적 기대와 요구의 긍정적 가치를 아동의 인지적 발달에 대한 긍정적 요인으로 연결할 필요가 있음을 제안한다. 한국의 가정과 학교는 수학교육에 관한 기대와 요구를 조기교육에 많은 시간을 사용하며, 정규교육이외의 학습지, 과외교육에 사용하고, 아동이 숙제 및 학습시간에 많은 양을 사용하고 있다. 그러나 이러한 사회문화는 부정적 영향도 주고 있으므로, 수학적 능력에 발달에 관한 체계적 연구를 통하여 가정교육과 학교교육의 연계 체계가 아동의 수학적 능력의 발달에 장기적 교육 효율성이 나타나도록 하여야 함을 제안한다.

참 고 문 헌

교육부(1998). 유치원 교육과정. 서울: 교육부.

박영신(1994). 산수지식의 인출의 발달. 한국심리학회지: 발달, 7, 77-97.

박영신(1997). 두 가지 수체계의 대응성에 대한 이해의 발달. 한국심리학회지: 발달, 10, 93-114.

박영신(1998). 한국과 미국의 초등학교 저학년 수학교과서 비교연구: 더하기 문제를 중심으로. 한국심리학회지: 발

달, 11, 49-61.

박영신(1999). 더하기 지식의 자동적 활성화. 인간발달연구, 6(1), 16-28.

송명자(1990). 한국 수의 이중 명명체계가 아동의 수사고에 미치는 영향: 두 수 체계의 전용 분석. 교육학연구, 28(2), 81-90.

신은수(1995). 3, 4, 5세 유아의 비형식적 더하기와 빼기의 수화능력 및 인지적 전략의 발달에 관한 연구. 유아교육연구, 15(1), 101-121.

신은수, 김은정, 김소향(1993). 3, 4, 5세 유아의 합리적 수세기, 더하기, 빼기 능력의 발달에 관한 연구. 아동학회지, 14(1), 23-37.

신은수(1998). 유아의 수량화 어렵하기 능력 발달에 관한 연구. 인간발달연구, 5(1), 74-86.

신은수(1999). 유아의 수량화 어렵하기 능력에 미치는 수량화 지각 판단치 제시의 효과. 인간발달연구, 6(1), 30-45.

홍혜경(1990). 한국 유아의 수단어 획득에 관한 연구. 아동학회지, 11(2), 5-19.

홍혜경(1991). 유아의 수세기 능력과 수리능력과의 관계에 관한 연구. 아동학회지, 12(1), 78-90.

Aubrey, C.(1997). Children's early learning of number in school and out. In I. Thompson(ed.), *Teaching and learning early number*(pp. 20-29). Buckingham: Open University.

Baroody, A. (1987a). *Children's mathematical thinking: A developmental framework for preschool,*

- primary, and special education teachers. New York: Teachers College Press.
- Baroody, A. J.(1987b). The development of counting strategies for single-digit addition. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(2), 141-157.
- Baroody, A., & Gatzky, M. (1991). The estimation of set size by potentially gifted kindergarten-age children. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(1), 59-68.
- Bodrova, E., & Leong, D. J. (1996). *Tools of the mind: The Vygotskian approach to early childhood education*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Byrnes, J. P., & Wasik, B. A.(1991). Role of conceptual knowledge in mathematical procedural learning. *Developmental Psychology*, 27(5), 777-786.
- Carol, H. S.(Ed.).(1996). *Different cultures, different competencies: A comparison of Chinese-American and Euro-American first a and second Grade children*. Paper presented at the biennial conference on Human Development (14th, Birmingham, AL, March 29-31).
- Carol, H. S., & Paul, J. E.(1997). *Cultural differences in parents's facilitation of mathematics learning: A comparison of Euro-American and Chinese-American families*. Chicago, Ill: Spencer Foundation.
- Chen, C., & Stevenson, H. W.(1995). Motivation and mathematics achievement: A comparative study of Asian-American, Caucasian-American, and East Asian high school students. *Child Development*, 66, 1215-1234.
- Cole, M.(1996). *Cultural psychology: A once and future discipline*. Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University.
- d'Ailly, H. H.(1992). Asian mathematics superiority: A search for explanations. *Educational Psychologist*, 27(2), 243-261.
- DeVries. R., & Kohlberg, L.(1987). *Constructivist early education: Overview and comparison with other programs*. Washington, D.C.: NAEYC.
- Edwina, B. V.(Ed.).(1992). *Multicultural education in early childhood classrooms*. Washington, D.C: National Education Association.
- Forrester, M. A., & Pike, C. D.(1998). Learning to estimate in the mathematics classroom: A conversation-analytic approach. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29, 334-356.
- Fuligni, A. J. & Stevenson, H. w.(1995). Time use and mathematics achievement among American, Chinese, and Japanese high school students.

- Child development*, 66, 830-842.
- Fuson, K. C., & Kwon, Y.(1992). Korean children's understanding of multidigit addition and subtraction. *Child Development*, 63, 491-506.
- Fuson, K. C., Stiegler, 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* 19, 449-456.
- Gifford, S.(1997). When should they start doing sums? A critical consideration of the emergent mathematics approach. In I. Thompson(ed.), *Teaching and learning early number*(pp. 75-88). Buckingham: Open University.
- Gray, E. (1997). Compressing the counting process: Developing a flexible interpretation of symbols. In I. Thompson(ed.), *Teaching and learning early number*(pp. 63-72). Buckingham: Open University.
- Hess, R. D., & Azuma, H. (1991). Cultural support for schooling: Contrasts between Japan and the United States. *Educational Researcher*, 20, 2-8.
- Howe, C., & Jones, L.(1993). *Engaging in science*. New York: Macmillan.
- Inagaki, K.(1992). Piagetian and post-Piagetian conceptions of development and their implications for science education in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, 7, 115-133.
- Kamii, C.(1982). *Numbers in preschool and kindergarten: Educational implication of Piaget's theory*. Washington, D.C.: NAEYC.
- Levine, S. C., & Jordan, N. C.(1992). Development of calculation abilities in young children. *Journal for Experimental Child Psychology*, 53, 72-103.
- Miller, K. F.(1988, November). *Conceptual transparency and the abacus: A paradox of expertise*. Paper presented at the meeting of the psychonomic Society, Chicago.
- Miller, K. F., & Stiegler, J. W.(1987). Counting in Chinese: Cultural variation in a basic cognitive skill. *Cognitive Development*, 2, 279-305.
- Miura, L. J., Kim, C. C., Chang, C., Okamoto, Y. (1988). Effects of language characteristics on children's cognitive representation of number: Cross-national comparison. *Cognitive Development*, 59, 6, 1445-1459.
- Miura, I. T., & Okamoto, Y. (1989). Comparisons of U. S. and Japanese first graders' cognitive representation of number and understanding of place value. *Journal of Educational Psychology*, 81, 109-113.
- Miura, I. T., Okamoto, Y., Kim, C. C.,

- Steere, M., & Fayol, M.(1993). First graders' cognitive representation of number and understanding of place value: Cross-national comparisons. *Journal of Educational Psychology, 85*(1), 24-30.
- National Council of Teachers of Mathematics(1996). *Communication in mathematics: K-12 and beyond*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics(1999). *Principles and standards for school mathematics: Discussion draft*. Reston, VA: NCTM.
- Palemo, D. S.(1970). Imagery in children's learning. *Psychological Bulletin, 73*, 415-421.
- Pavio, A., & Begg, I. (1981). *Psychology of language*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Perry, M., VanderStoep, S. W., & Yu, L.(1993). Asking questions in first-grade mathematics classes: Potential influences on mathematics thought. *Journal of Educational Psychology, 85*, 31-40.
- Piaget, J.(1965). *The child's conception of number*. New York: Norton.
- Rohwer, W. J.(1970). Images and pictures in children's learning: Research results and educational implications. *Psychological Bulletin, 73*, 309-403.
- Saxe, G. B.(1982). Culture and the development of numerical cognition: Studies among the Oksapmin of Papua New Guinea. In C. Brainard(Ed.), *Children's logical and mathematical cognition: Progress in cognitive development*. New York: Springer-Verlag.
- Saxe, G. B.(1985). Effects of schooling on arithmetical understandings: Studies with Oksapmin children in Papua New Guinea. *Journal of Educational Psychology, 77*(5), 503-513.
- Saxe, G. B.(1989). Selling candy: A study of cognition in context. *Quarterly Newsletter of the Laboratory of Comparative Human Cognition, 11*(1&2), 19-22.
- Siegler, R. S., & Shrager, J. (1984). Strategy choices in addition and subtraction: How do children know what to do? In C. Sophian(Ed.), *Origin to cognitive skills*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Song, M. J., & Ginsberg, H. P.(1987). The development of informal and formal mathematical thinking of Korean and American children. *Child Development, 58*, 1286-1296.
- Song, M. J., & Ginsberg, H. P.(1988). The effect of Korean number system on young children's counting: A natural experiment in numerical bilinguals. *International Journal of Psychology, 23*, 319-332.
- Sowder, J.(1992). Estimation and

- number sense. In D. A. Grouws(Ed.), *Handbook of research in mathematics teaching and learning*(pp. 371-389). New York: Macmillan.
- Starkey, P., & Gelman, R. (1982). The development of addition and subtraction abilities prior to formal schooling in arithmetic. In T. P. Carpenter, J. M. Moser, & T. A. Romberg(Eds.), *Addition and subtraction: A cognitive perspective*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Association.
- Stevenson, H. W., Chen, C.,& Lee, S. Y.(1993). Mathematics achievement of Chinese, Japanese, and American children: Ten years later. *Science*, 259, 53-58.
- Stevenson, H. W., Lee, S. Y., & Stigler, J. W.(1986). Mathematics achievement of Chinese, Japanese, and American children. *Science*, 231, 693-699.
- Stevenson, H. W., Lee, S. Y., Chen, S., Stielger, J. W., Hsu, C. C., & Kitamura, S. (1990). Contexts of achievement. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 55(1-2, Serial No. 221).
- Stigler, R. S., & Robinson, M(1982). The development of numerical understanding. In H. W. Reese & L. P. Lispsitt(ED.), *Advances in child development and behavior*(vol. 1, pp. 241-312). New York: Academic Press.
- Stiegler, J. W., Lee, S. Y., Sacker, G. W., & Stevenson, H. W.(1982). Curriculum and achievement in mathematics: A Study of elementary school children in Japan, Taiwan and the United stated. *Journal of Educational Psychology*. 74, 315-322.
- Stiegler, J. W., Lee, S., & Stevenson, H. W.(1986), Digit memory in Chinese and English: Evidence for a temporally limited store. *Cognition*, 23, 1-20.
- Stiegler, J. W., Lee, S., & Stevenson, H. W.(1987), Mathematics classroom in Japan, Taiwan, and the United States. *Child Development*, 58, 1272-1285.
- Thompson, I.(1997). The role of counting in derived fact strategies. In I. Thompson(ed.), *Teaching and learning early number*(pp. 52-62). Buckingham: Open University.
- Usiskin, Z.(1996). Mathematics as a language. In National Council of Teachers of Mathematics(Ed.), *Communication in mathematics: K-12 and beyond*(pp231-243). Reston, VA: NCTM.
- Uttal, D. H., Lummis, M., & Stevenson, H. W.(1988). Low and high mathematics achievement in Japanese, Chinese, and American elementary-school children. *Developmental Psychology*,

24(3), 335-342.

Vygotsky, L.(1962). *Thought and language*. Cambridge, MA: M. I. T. Press.

Vygotsky, L.(1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University.

Walsh, D.(1998). *Good research and good question: Exceedingly extended with extremely small matters*. 유아교육에서의 질적 연구. 한국 유아교육학회 1998년도 연차학술대회.

Critical Considerations of Cultural Psychological Factors on the Development of Korean Children's Mathematical Concept

Eunsoo Shin

Department Early Childhood Education
Duksung Women's University

This study examines the cultural psychological factors for developing children's mathematical abilities as Korean characteristics. Korean children's mathematic superiority is associated with cultural psychological factors as the education environment and language related to mathematics education. Being affected by two cultural psychological factors, first, Korean parental and teachers high expectation and more emphasis on mathematics teaching are contributed to children's motivation and behavior of mathematics achievement at home and school education environment. Second, the regular numerical name and the dual number system based on Korean language characteristics influence Korean children's superior mathematics performance related to cognitive representation of number and numerical reasoning.

Key Words: Mathematical Concept • Cultural Psychology •
Mathematic Education