

인지수준이론과 핵심지식이론을 통해 본 초기 유아의 수 개념 발달*

박 휴 용**

《요 약》

본고는 유아의 초기 수 개념 발달 양상을 두 명의 유아들의 발화 사례를 중심으로 질적 종단연구를 통해 분석하였다. 본고는 이를 위한 이론적 논의로써 유아 수 개념발달에 대한 초기 Piaget이론에 대해 비판적인 논의와, 그 대안으로 등장한 두 가지 초기 수 개념 발달이론인 인지-수준 이론과 핵심지식이론에 대해 논의하였다. 본고의 분석 대상은 두 명의 쌍생아의 12월~48월 사이의 발화 속에 나타난 수 용어를 중심으로 한 언어자료이다. 본고는 연구 문제는 크게 두 가지이다: 하나는 인지-수준 이론에 따른 각 발달단계의 등장 시점과 발달양상은 어떠한지이고, 다른 하나는 유아의 실제 수 개념 발달양상이 인지-수준 이론 및 핵심 지식이론이 설명하는 유아의 수 개념 발달과정에 부합하는지 여부이다. 분석 결과 첫째, 인지-수준 이론 차원에서 수 개념 발달 양상이 시기별로 1-인지 수준(20~21개월), 2-인지와 3-인지 수준(27~29개월), 그리고 기수원리 수준(37~38개월)으로 크게 세 단계로 나누어졌고, 이는 기존 연구 결과와 비슷한 것으로 나타났다. 둘째, 핵심지식 이론 차원에서 '수 인식과 명명'의 학습(1-인지와 2-인지 수준), '복수/수량 개념'의 획득(2-인지 및 3-인지 수준), '수의 증가 및 집합 개념' 이해(4 혹은 5의 기수원리 이해 수준)으로 관련될 수 있음을 알 수 있었다. 앞으로 본고의 분석을 더 확장할 수 있는 실증적 연구들이 필요하리라고 사료된다.

주제어: 수 개념(number concept)

인지수준이론(Knower-level theory)

핵심지식이론(Core-Knowledge theory)

수원리(cardinal principle)

※ 논문접수 10.29 / 수정본 접수 2.5 / 게재승인 2.23

* 이 논문은 2014년도 전북대학교 연구기반 조성비 지원에 의하여 연구되었음.

** 전북대학교 교육학과 부교수 (phy1@jbnu.ac.kr)

I. 서 론

일반적으로 아동들은 취학하기 전에 자연수에 대한 기본적인 이해를 얻게 된다 (Butterworth, 1999; Gelman & Gallistel, 1978). 자연수에 대한 기본적인 이해란, 예를 들면, 사물들의 수량(quantity)이 수 용어로 대표 혹은 재현(representation)될 수 있다는 것이나 수량이 하나씩 증가하면서 무한하게 커질 수 있다는 것 등에 대한 관념이다. 그런데, 전통적으로 우리는 이러한 유아가 자연수의 개념을 학습하는 것은 수셈, 수 용어 익히기, 그리고 기수(cardinality) 및 서수(ordinality) 개념을 배우가면서 자연스럽게 터득하는 것으로 이해해 왔고, 그 ‘자연스런’ 수 개념 발달의 원리가 무엇인가에 대한 탐구가 유아 수 교육의 이론적 바탕이 되어왔다(Gelman & Galistel, 1978).

그러던 중 수 자체를 다루는 법에 대한 교육보다는 논리적 사고의 발달이 더 우선되어야 한다는 Piaget 이론(1942, 1953, 1954, 1964)의 영향으로 수 개념 자체 보다는 일대일 대응, 분류하기, 순서 짓기 등을 통한 논리적 사고력의 교육에 더 큰 관심을 갖게 되었다. 이러한 Piaget의 이론은 유아의 수 개념 발달을 수 자체에 대한 이해를 넘어 보다 폭넓은 논리적, 관계적 사고의 발달 차원에서 이해했다는 점에서 큰 의미가 있다. 하지만 그러한 Piaget 이론들의 영향으로 인해 이후 유아의 수 개념 이해의 본질과 수셈의 학습 과정에 대한 연구가 오랜 동안 관심을 얻지 못했던 점을 지적하지 않을 수 없다. 예를 들어, 원시 부족에 대한 연구를 통해 어떤 수 개념은 그것을 나타내는 어휘가 존재하지 않으면 이해하기 어렵다는 Gordon(2004)의 연구가 시사 하듯이, 초기 유아의 수 개념 발달은 유아의 사고력 발달(즉, 일대일 대응성, 순서성, 기수원리, 추상화 원리, 서수원리 등)의 기초가 될 뿐 아니라 언어발달의 측면(수 용어, 수량 비교 표현 등의 학습)과도 밀접한 관련이 있다. 따라서 유아의 수 개념 학습의 양상을 언어발달의 차원에서 실증적으로 조명해보는 것은 매우 의미있는 연구가 될 것이다.

본고는 유아의 초기 수 개념발달 과정의 실제적인 양상을 그들의 발화 자료에 대한 분석을 바탕으로 실시함으로써, 유아의 기수원리(Cardinal principle: CP)의 이해의 기제를 살펴보고자 한다. 이에 앞서 유아 수 개념발달에 대한 초기 Piaget이론에 대해 비판적으로 논의하고, 이어서 그 대안으로 등장한 두 가지 초기 수 개념 발달이론인 인지-수준 이론과 핵심지식이론에 대해 차례로 논의하고자 한다. 인지-수준 이론은 유아들의 실제 수 단어의 발달 양상을 통해 그들의 수 개념 획득을 이해하는 귀납적인 방식이고, 핵심지식 이론은 유아의 수 학습이 내적인 개념 획득의 차원에서 어떻게 설명될 수 있는가에 대한 연역적인 설명 방식이라고 이해할 수 있다. 그런 점에서 본 연구가 시도하는 유아의 실제적 수 용어의 사용과 그 맥락에 대한 분석은 앞서 언급한 두 이론들을 통해 유아의 수 개념 발달을 설명하는 좋은 사례가 될 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

1. 수 개념 발달에 대한 초기 Piaget의 이론

유아의 수 개념 발달에 대한 초기 연구는 Piaget(1942)에 의해 이루어졌는데, 여기에서 Piaget는 영아 초기는 수량 보존(quantity conservation)에 대한 인식능력이 미발달된 상태라고 결론을 내린 바 있다. 이러한 Piaget의 유아 수 개념발달에 대한 초기 이론은 훗날 영장류 연구자나 동물학자들의 연구에 의해 많은 반박을 받았다. 예를 들어, Dantzig(1954)와 같은 동물학자들은 쥐나 비둘기도 수를 연산할 수 있는 정신적 모듈인 연산자(accumulator)를 가지고 있는데, 이러한 다양한 수량적 기록자(register)를 활용하여 연산을 수행할 수 있다고 여겼다. 그로 인해 쥐도 소리를 통해 수를 구별할 수 있고, 두 개의 수량에 대한 대략적인 덧셈을 수행할 수 있는데, 이러한 능력이 모든 동물이 가진 발달초기에 형성되는 수 감각(number sense)이라고 본 것이다.

이후 보다 과학적인 방법을 통한 이루어진 여러 실험적 연구들은 Piaget의 초기 연구가 유아의 수 개념에 대해 많은 오류를 포함한다는 사실을 밝혀냈다. 예를 들어, 4~7개월의 영아조차도 사물 2~3개의 수량까지는 구별할 수 있다고 보고되기도 하였고(Starkey, Spelke, & Gelman, 1983), 10~12개월의 영아가 사물 3~4개를, 때로는 4~5개까지도, 구별해낼 수 있다고 보고되기도 하였다(Strauss & Curtis, 1981). 하지만 영아들이 이처럼 사물의 수량을 직관적으로 구별해낼 수 있다고 하더라도, 그들이 2, 3, 4 등의 수량적 차이나 대소 관계를 정확히 이해하고 있는 것은 아니며, 3~4 정도의 수량에 대한 이러한 서수성(ordinality)은 약 18개월에 이르는 일상적 경험을 통해서 점차 획득되는 것으로 이해되고 있다(Geary, 1994).

또한 Piaget(1954, 1964)는 만 2세가 지난 영아들은 한두 개에서 서너 개 정도의 가시적인 작은 수의 물건들은 개별사물로 간주하고, 그 사물들에 영속성을 부여하여 사물의 위치가 변해도 이를 추적하여 동일한 사물로 인식할 수 있다고 보았다. 그런데 이러한 2세 경의 유아들은 대상영속성(object permanence)의 개념을 획득한 시점에서, 서로 다른 사물들이 서로 다른 시점에서 어떤 특정 기수 값(cardinal value)을 가진 집단이라는 사실, 즉 기수 값의 추상적 개념에 대해서는 이해하지 못하는 경우가 많았다(Spelke, 2000). 이러한 기수 값의 추상적 개념에 대해서는 36~42개월의 유아가 3이나 4의 수까지 이해할 수 있는 것으로 보고된바 있다(Starkey, 1992).

아울러 Piaget(1952, 1953)는 아이들이 전조작기인 6,7세 정도까지는 사물의 배치가 바뀌어도 수량에는 변함이 없다는 수 보존개념을 획득할 수 없고, 수 개념을 배우기 위해서는 먼저 수량 보존의 원리(the principle of conservation of quantity)를 이해해야 된다고 주장하였다.¹⁾ 그리고 Piaget(1964)는 구체적 조작기(만 7세 이후) 이전의 유아는 비록 수를 셀 수 있을지라도 그것은 단지 기계적으로 수 이름을 말하는 것이지 수 개념을 이해한

것이 아니라고 여겼다. 이러한 연구결과를 바탕으로 Piaget는 전조작기 유아들의 수셈을 무의미한 것으로 여겨 수셈보다는 그 이전 활동 즉, 분류 서열화, 1:1 대응 등의 활동을 중요한 인지적 발달 과업으로 여겼던 것이다.

하지만 훗날 여러 학자들의 연구는 아이들이 나열된 사물들의 개수가 더 많다고 생각 하는 것은 단순히 수량보존의 원리를 깨닫지 못해서가 아니라는 것을 보여 주었다 (Donaldson, 1978; Thompson, 1997). 같은 맥락에서 Gelman과 Gallistel(1978)은 전조작 기의 유아들도 나름대로의 합리적인 수 개념을 가지고 있어서 수셈이나 기본적인 수셈에 대해 많은 것을 배울 수 있다고 보았으며, 다른 학자들도 이 시기에 유아들은 구체적인 수셈 능력을 발달시키면서 수 보존 개념을 획득해간다고 밝히고 있다(Fuson, 1988; Munn, 1997). 위와 같은 연구들을 바탕으로 근래의 수학교육은 기존의 Piaget 이론을 기반으로 한 분류, 연결(matching), 일대일 대응, 그리고 수 보존개념을 중심으로 한 수 교육에서 탈피하려는 시도가 있어왔다(QCA, 1999).

따라서, 2세 전후의 어린이가 수 능력이 미발달된 상태라는 Piaget의 초기 주장은, 6개월 정도의 영아도 기본적인 덧셈, 뺄셈의 관념을 이해하고(Greary, 1994), 생후 1년 정도만 되어도 수에 대한 직관력을 가질 수 있다는 최근의 연구들에 의해 더 이상 지지를 받지 못하고 있다. 요컨대, 초기 유아의 수 개념 발달은 Piaget식의 대상영속성 개념이나 수량 보존의 개념과 같은 발달적 속성에 구속되지 않고, 대신 동물들도 가지고 있는 수 감각을 바탕으로 보다 추상적인 개념으로 발달될 수 있다는 것이다(Baroody, 1987). 이상의 논의를 바탕으로 다음 절에서는 Piaget의 이론의 대안으로 등장한 대표적인 이론들인 인지-수준이론과 핵심지식이론을 중심으로 유아 초기의 수 개념 발달에 대해 논의해보기로 한다.

2. 인지-수준(Knower-level) 이론

1) 인지-수준 이론의 개념

유아들은 비록 기계적인 학습에 의해 ‘하나, 둘, 셋...’을 말할 수 있지만 처음에는 그 각각의 수 단어(number words)들이 지칭하는 계량적(cardinal) 의미를 이해하지 못한 상태에서 배우기 시작한다(Fuson, 1988). 즉, 그 시점의 유아의 수 개념은 기수적 지식에도, 서수적(ordinal) 지식에도 해당되지 않는 것이고, 단지 ‘반복적인 수셈’(routine)에 익숙해지면서 수 단어를 배워나가는 단계로 볼 수 있다(Lee & Sarnecka, 2010; Wynn, 1990, 1992).

위와 같은 유아의 수 개념 발달 과정을 설명하기 위한 최근 이론들 중 하나가 인지-수준(knower-level) 이론²⁾이다(Carey, 2001; Carey & Sarnecka, 2006; Le Corre & Carey,

1) Piaget(1952, 1953)는 유아들이 수량보존의 원리를 이해한다는 것은 사물들이 놓여진 모양으로써가 아니라 사물들의 개수를 대표하는 수량(quantity)으로써 이해할 수 있다고 보았다.

2) 인지-수준이론에서는 유아들이 ‘하나’, ‘둘’, ‘셋’ 등의 작은 수 단어를 학습했는지의 여부를 ‘Give-N’(‘N개 주세요’) 과업을 통해 확인한다(e.g., Frye, Braisby, Lowe, Maroudas, & Nicholls, 1989; Wynn, 1990, 1992). 이 과업은 단순히 유아들에게 그들 앞에 놓인 사물에 대해 ‘N개 주세요’라고 요청한 후, 유아들의

2007; Lee & Sarnecka, 2010; Sarnecka & Gelman, 2004; Wynn, 1990, 1992). 인지수준 이론에 따르면, 유아의 수 개념 발달은 수 이해 이전(Prenumber-knowers)의 수준, 1-인지수준(1-knowers), 2-인지수준(2-knowers), 3- 혹은 4-인지수준(3-knowers), 그리고 기수원리-이해수준(CP-knowers)으로 진행되어진다고 본다. 즉 유아들은 1부터 시작해서 2, 그리고 3이나 4까지의 수 단어의 정확한 기수적 의미를 차근차근 하나씩 순서대로 배우다가 어느 시점에서 연역적 사고의 도약(inductive leap)을 통해 그들의 수셈 목록(count list) 상의 보다 큰 수들의 의미를 유추할 수 있게 된다는 것이다.

인지-수준 이론의 핵심은 유아들이 하나, 둘, 셋(혹은 넷)을 학습하는 방식과 다섯 이상의 수자를 이해하는 원리가 전혀 다르다고 본다. 즉, 하나에서 넷까지는 유아 초기에 경험적이고 단계적으로 배워나가지만, 다섯 이상의 수 개념은 추론에 의한 인지적 도약을 통해 기수 값을 이해함으로써 기수 원리를 익히게 된다는 것이다(Carey, 2001, 2004; Carey & Sarnecka, 2006). 이러한 인지-수준 이론이 얼마나 타당한지를 기수 원리 습득과 반복적 수셈의 역할에 대한 설명에 대해 논의함으로써 살펴보자.

2) 기수 원리의 습득

인지-수준 이론의 타당성은 유아들의 기수원리 습득 전후의 인지적 변화를 어떻게 설명하느냐에 달려있을 것이다. 기수 원리를 습득하지 못한 유아들은 눈앞에 보이는 구체적인 사물들의 수량을 나타내는 작은 수는 이해할 수 있지만, 가시적으로 구별되는 사물에 대응되는 (작은 수가 아닌) 추상적이고 관념적으로 존재하는 큰 수(예, 강아지 20마리에 대한 수량적 관념)은 이해하지 못한다. 그로 인해 어린 유아들은 눈에 보이는 큰 수량의 물건들(예, 구슬 11개)을 사물들의 한 집합으로써만 여기게 된다(즉, 구슬 ‘한 묶음’). 인지-수준 이론은 유아들이 사물들의 수량을 추상적으로 재현하는 단계에 도달하는 과정을 다음과 같이 설명하고 있다.

기수 원리 이해자(CP-knowers)가 되면 비로소 유아들은 정확하게 수셈을 통해 기수성(cardinality)을 판단하게 된다(Wynn, 1990, 1992). Gelman과 Gallistel(1978)과 Leslie, Gelman과 Gallistel(2008)등은 이러한 ‘CP-이해자’로서의 유아들의 수 지식을 ‘작은 수들을 대표하는 대상-기반(object-based) 핵심시스템에서 수셈을 통해 어떤 기수성도 대표할 수 있는 보다 복잡하고 구조적인 시스템으로의 개념적 변화과정을 통해 획득하는 것’이라고 보았다(Carey, 2009).³⁾ Carey(2009)는 유아들이 기수 원리를 이해하게 되는 기수 원리 전이(CP-transition)는 3이나 4를 완전히 이해하게 되는 시점에서 일어나는데, 그 이

반응행동을 질문-반응 (요청한 숫자-유아가 반응한 숫자)의 쌍으로 기록하여 분석하는데, 이를 통해 아이들의 정수 이해의 수준을 ‘수 이해 이전 수준’에서 ‘1-인지 수준’, ‘2-인지 수준’, ‘3-인지 수준’ 등을 거쳐 궁극적으로 ‘기수 원리-이해수준’에 도달한다고 보는 것이다.

3) Piantadosi, Tenenbaum & Goodman (2012)은 이러한 Carey(2009) 등의 주장을 기반으로 하여 유아들의 수 개념발달 과정을 관찰된 데이터와 통계적 추론을 통해 설명할 수 있는 계산모델(computational model)을 개발하기도 하였다.

유는 그 시점(혹은 수준)이 유아들이 사물을 추적하는 능력의 한계점이기 때문이라고 보았기 때문이다. 즉, 아이들이 적은 수의 사물들을 재현하기 위한 자원이 바닥날 때 기수원리 전이가 일어나고, 만일 이러한 사물 재현의 용량이 3~4 보다 더 크다면 유아들의 기수 원리 전이는 5~7 등과 같이 좀 더 큰 수에서 나타날 수 있다고 가정하는 것이다.

요컨대, 기수 원리 이론은 유아들은 발달단계에 따라 자신이 추적할 수 있는 사물들의 한계 개수(보통 3~4개)만큼 인지-수준 발달 단계를 거칠 것이며, 그 한계가 넘어서는 수량에 대해서는 기수-원리를 습득하게 된다고 가정한다. Snedeker, Geren & Shafto (2007, 2012)는 이러한 기수-원리의 학습이 동일한 순서의 발달 단계를 거치지만 각 단계가 특정 연령에 구속되지는 않기 때문에, 기수-원리를 습득하는 시점은 개인에 따라 달라질 수도 있다고 본다.

3) 반복적 수셈의 역할

초기 유아들은 ‘하나, 둘, 셋,...’과 같은 반복적 수셈을 기계적으로 배워 활용하지만 실제로는 그 수단어가 의미하는 정확한 개념을 모르는 단계가 존재한다(Fuson, 1988; Wynn, 1990; Griffin & Case, 1996). 예를 들어 Wynn(1990)은 2세에서 4세까지 유아들의 수 개념 이해도를 확인하고자 ‘Give-N’(“물고기 두 마리[주세요]) 과제를 통해 다음 표 1과 같은 결과를 얻은 바 있다.

<표 1> ‘Give-N’실험에 따른 유아의 수 개념 발달(Wynn, 1990)

시기	도 달 과 업	수 준
I. 24 월경	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하나의 사물에 대해서는 정확히 표현했지만, 다른 개수의 사물들에 대해서는 우연 수준의 수행. ○ ‘하나’와 그 ‘더 큰 수’의 요청을 구별하여 반응함 	‘하나’ 이해
II. 33 월경	<ul style="list-style-type: none"> ○ ‘둘’이라는 용어의 의미를 깨달음. ○ ‘한 -’, ‘두-’ 했을 때 그 의미를 정확히 이해 ○ 그 이외의 요청에는 한 줌(handful)으로 반응 	‘둘’ 이해
III. 36 월경	<ul style="list-style-type: none"> ○ 평균적으로 ‘셋’의 의미를 이해 ○ 그 이상의 수에 대해서는 우연 수준의 반응 	‘셋’ 이해
IV. 39 월경	<ul style="list-style-type: none"> ○ 반복적 수셈과 수 용어의 의미를 이해하기 시작 ○ 수셈 목록(count list) 속의 어떤 숫자의 물건을 요청해도 그 숫자에 적절히 반응할 수 있음 	기수 원리 이해

위 표에서 유아들은 24개월경에 ‘하나’, 33개월경에 ‘둘’, 36개월경에 ‘셋’, 그리고 그 얼마 후인 39개월경에 ‘넷’의 의미와 수셈에 대한 개략적인 이해를 형성한 것으로 볼 수 있다.

위와 같은 Wynn(1990) 등의 연구를 바탕으로 인지-수준 이론은 유아들이 성인들과의 상호작용 속에서 무의식중에 수셈 목록을 배우게 되고, 이 수셈 목록이 비계(scaffold) 역

할을 하여 1-, 2-, 3-인지수준과 기수 원리의 습득을 안내한다고 보고 있다. 이를 바탕으로 유아들은 학령기의 수학 학습을 통해 사물들의 모둠이 더하기와 빼기를 통해 새로운 모둠이 생길 수 있고, 그러한 모둠들이 새롭게 특정한 수 값으로 재현될 수 있다는 것을 이해하게 되는 것이다(Fuson, 1988; Wynn, 1992).

이상에서 설명한 인지-수준(Knower-level)이론은 작은 수에 대한 기수원리(CP)의 획득은 설명하고 있지만, 보다 더 큰 수들의 이해과정에 대한 설명은 제공하지 못한다는 한계를 가지고 있다. 따라서 그에 대한 보완적 이론으로 등장한 것이 바로 핵심 지식 이론이다.

3. 수 개념의 핵심 지식(Core Knowledge) 이론

1) 핵심 지식의 개념

Spelke(2000)는 유아의 수 개념 발달은 두 가지의 핵심 지식 체제 (Core-knowledge System: 이하 CS)의 발달로 인해 가능해진다고 주장하였다. 그 핵심 지식 하나는 수가 시간의 경과와 상관없이 지속적으로 사물을 재현할 수 있다는 것을 이해하는 것이고, 다른 하나는 수 모둠(set)과 그 모둠에 가장 근사한 수치 값을 재현할 수 있는 능력이 핵심 지식이라는 것이다.⁴⁾ 이 이론에 따라 Spelke는 수 개념 이해가 미숙한 유아와 성숙한 성인인 수 개념(numerosity) 재현에 있어서의 정밀성에서만 차이가 난다고 보았다.

핵심지식 시스템에 따르면, 핵심 지식을 아직 습득하지 못한 영아와 이를 습득한 학령기 아동의 수 이해의 차이점은 다음과 같다;

첫째, 영아들은 작은 수와 큰 수를 서로 다르게 재현하지만, 핵심 지식을 습득한 학령아동들은 모든 자연수들이 동일한 일반적 원칙하에 이해하고,

둘째, 영아들의 작은 수 재현방식은 대상 사물의 모둠(set)의 크기가 커지면 오류가 나타나고, 큰 수의 재현방식은 정확성이 떨어지지만, 학령아동들은 수 재현에 있어서 어떠한 제한도 받지 않고 무한하게 확장시킬 수 있으며,

셋째, 영아들은 덧셈이나 뺄셈을 적은 수의 물체들에 대해 수행할 수 있고, 큰 사물들의 모둠의 기수 값을 비교할 수 있지만, 큰 사물들의 모둠의 덧셈 뺄셈을 못하거나 작은 수의 물체들의 기수 값을 비교하지는 못한다. 반면, 학령아동들은 모든 사물들의 모둠 크기에 대해 덧셈이나 수적 비교가 가능하다.

핵심지식 이론은 유아들이 학습하게 되는 수 용어, 반복적 수셈, 자연어(natural language) 구문과 수셈에 기반 한 대수(arithmetic) 관련 지식은 모두 위와 같은 핵심 지식 원리에 기반하고 있다고 보고, 성숙된 수 개념을 가진 성인들은 이 세 가지 지식을 역

4) Spelke(2000)는 이 두 시스템이 영역 특수적(domain specific), 과업 특수적(task specific), 그리고 독립적(independent)이라는 특징을 갖는다고 보았다. 여기서 영역 특수적이라는 것은 하나는 사물에, 다른 하나는 수 묶음(set)에 관여한다는 것이고, 과업 특수적이라는 것은 하나는 더하는 역할, 다른 하나는 사물들의 모둠을 비교하는 역할을 수행하며, 그리고 독립적이라는 것은 한 시스템을 촉발하는 상황과 다른 시스템을 촉발하는 상황이 별개로 작동한다는 것을 의미한다.

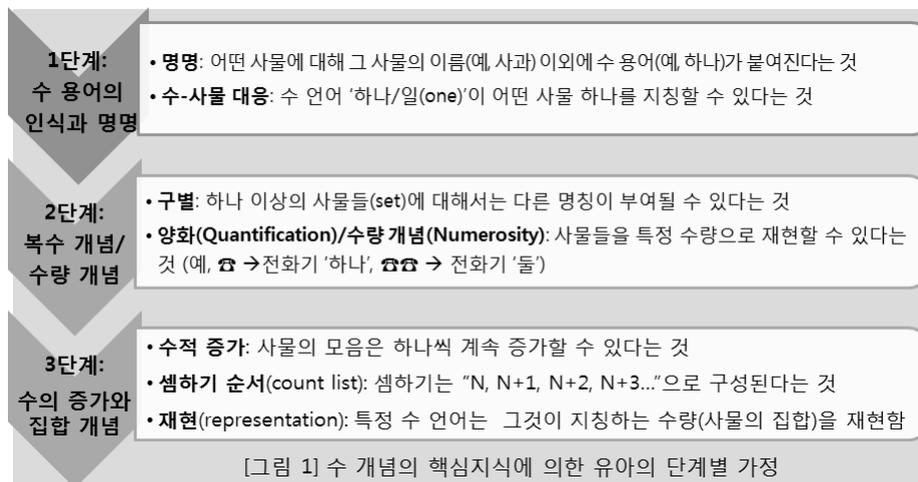
동적으로 작용하여 자연수를 다루고, 대수적 계산을 순조롭게 수행할 수 있다고 주장한다. 아울러 규칙성이나 패턴에 대한 이해가 수학에서의 대수적 사고의 기초가 될 수 있는데(이은정, 이상희, 이정옥, 2012), 이러한 이해를 위한 기본 지식이 바로 핵심지식이므로 설명될 수 있을 것이다.

2) 핵심 지식의 발달 과정

Spelke(2000)는 핵심 지식의 발달과정은 크게 다음과 같이 세 단계로 구분하고 있다. 첫 번째는 아이들이 자신들의 CS에 ‘일’이라는 단어를 ‘하나의 사물’을 나타내는 것이라고 연결 짓는 단계이다. 두 번째는 사물들이 특정 수량으로 재현될 수 있다는 것을 이해하는 단계이다. 즉 ‘둘’은 ‘하나의 사물과 다른 하나의 사물로 구성된 모임’이라는 것과, ‘셋’은 ‘사물 하나, 하나, 또 하나로 이루어진 모임’이라는 것을 이해하는 과정이다. 이러한 과정을 거치면서 아이들은 ‘사물의 개수와 그에 맞는 수 용어(number words)가 적절하게 대응해야 한다’는 것을 배우게 되는 것이다.

세 번째 단계에서 아이들은 두 가지 일반적인 추론, 즉 ‘둘’에서 ‘셋’으로 나아가는 것은 사물 하나를 사물의 집합(즉, 2개)에 더한다는 것과 이러한 발견을 다른 모든 수 용어에 확장시켜서 각 숫자들은 그 이전의 숫자들에 비해 하나 이상의 사물을 담고 있는 모음이 라는 사고를 일반화시키게 된다. 수 용어나 수셈을 반복하는 것은 바로 이러한 일반화의 과정에 기초하고 있는데, 이는 아이들로 하여금 3, 4, 5, 6...과 같은 숫자들이 지속적인 개체로서 사물들을 재현하고 있다는 것과 수 지식의 새로운 시스템을 구성하는 숫자들(numerosity)이라는 것을 이해하게 된다. 그리하여 아이들은 각 개별 숫자들은 독자적인 기수 값을 가진 개체들의 집합이라는 것을 이해할 수 있게 되는 것이다.

위의 세 단계를 통해서 유아들이 추론(inference)하는 핵심지식을 도식으로 요약하면 다음 그림 1과 같다:



위 그림이 설명하는 바를 간략히 정리하자면, 1단계는 ‘수 용어의 사용’, ‘수-사물의 대응’, ‘수 용어를 통한 사물의 구별’과 관련된 추론을 통해 수 개념을 형성하는 단계이고, 2단계는 사물들의 양화, 수량 개념, 그리고 수-언어의 대응에 대한 개념을 배워서 복수의 개념을 이해하는 단계이며, 3단계는 사물의 수가 무한하게 증가할 수 있고 이를 수셈으로 재현할 수 있다는 것을 이해하는 단계이다.

요컨대, 핵심지식 이론은 유아들은 자연어 개념을 두 가지 핵심시스템, 즉 지속성을 가진 개체로서의 사물들을 대표하는 시스템과 대략적인 수량(numerical magnitudes)을 재현하는 시스템의 원리를 조합함으로써 획득한다고 설명한다. 여기서 지속성을 가진 개체로서의 사물을 인식하는 능력이 바로 1, 2, 3과 같은 작은 수의 사물들을 재현하는 시스템에 의해서 이루어지고, 그 보다 큰 수에 대해서는 대략적인 수량을 근사적으로 재현하는 시스템에 의해 다루어진다고 이해할 수 있다. 따라서 아이들은 핵심 지식 시스템을 바탕으로 숫자가 서로 구별되는 개별 사물들에 적용되고, 더하거나 뺌으로써 변경될 수 있고, 아울러 숫자가 사물들의 집합에 적용되며 그 집합들은 각각의 기수 값에 의해 비교될 수 있다는 사실을 이해하게 되는 것이다.

지금까지 논의한 바와 같이, 인지수준 이론과 핵심지식 이론은 상호보완적인 이론으로써 인지-수준 이론은 1~4 정도의 작은 수들에 대한 유아들의 반복적이고 기계적 학습에 대한 설명력이 있다면, 핵심지식 이론은 그 보다 큰 수들에 대한 추론능력과 보다 일반화된 기수원리의 이해에 대한 설명력이 있다고 볼 수 있다. 본 연구는 이 두 이론을 바탕으로 유아의 발달과정에서 출현하는 실제적 수 용어에 대한 분석을 통해 위 두 이론의 타당성을 논의해보고자 한다.

Ⅲ. 본 연구

1. 연구문제

본고는 유아의 실제적 수 개념의 발달 과정을 인지-수준 이론과 핵심지식 이론의 측면에서 이해하기 위해 질적 연구의 방법론을 바탕으로 두 명의 쌍생아들의 발화(utterance)에서 나타나는 수 언어 자료들을 종단적으로 수집하여 분석하였다. 일반적으로 유아들의 수 개념에 대한 인지수준의 파악은 ‘Give-N’(N개 주세요) 검사를 통해 이루어지지만 (Frye, Braisby, Lowe, Maroudas, & Nicholls, 1989; Wynn, 1990, 1992), 본고는 그러한 실험적 상황이 아닌 일상생활에서 산출된 유아의 발화자료나 성인과의 의사소통 자료에 대한 분석으로 통해 이를 분석하고자 하였다.

본 연구 참여아동들의 수 용어 발달 양상이 인지-수준이론과 핵심지식 이론 차원에서

어떻게 설명될 수 있는가를 분석하기 위해 설정한 구체적 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 인지 수준 이론에 따른 각 단계(수이해 이전단계/ 1-인지 단계 / 2-인지 단계/ 3-인지 단계/ 기수원리 이해단계)의 등장 시점이 기존의 연구결과와 일치하는가?

둘째, 유아들의 발화에서 나타난 수 용어들과 수 개념 이해가 인지수준 이론이 설명하는 유아의 수 개념 발달 과정에 잘 부합하는가?

셋째, 유아들의 발화에 나타난 수 용어들을 통해 핵심지식 이론이 설명하는 유아들의 기수원리 이해의 양상을 설명할 수 있는가? 그리고,

넷째, 유아의 수 용어 발달이 인지-수준 이론과 핵심지식 이론의 설명하는 유아 수 개념 발달단계에 부합하는가?

본고는 위 네 가지 연구문제를 중심으로 유아 초기(만 1~4세)의 수 개념 발달 과정을 탐색해보고자 한다.

2. 연구참여자 및 자료수집 방법

본 연구의 관찰 및 자료수집 대상은 연구자의 자녀로서 이란성 쌍생(bi-zigot) 여아 2명이다. 본 연구의 주된 분석 대상 자료는 연구대상의 성장과정 중 만 12개월에서 48개월 사이의 발화를 수집한 언어발달 자료의 일부로써, 그들의 가정 안팎의 일상적 장면들을 비디오촬영, 녹음, 노트기록을 통해 관찰 및 기록한 것들이다. 자료가 수집된 장면은 대부분 가정에서의 식사 장면, 놀이 상황, 부모와의 상호작용 등으로 구성되어있고, 야외에서의 활동을 기록한 자료가 일부 포함되었다. 자료의 최종 수집시기인 만 48개월은 대상유아들이 유아교육기관에 입소하기 전이므로, 또래집단이나 교육기관 선생님, 다른 성인들과의 상호작용은 거의 포함되지 않았다.

본 연구의 분석에서 사용된 발화 자료들은 본 연구 과제를 수행하기 위해 인위적인 상황이나 환경을 조성한 뒤 수집한 것은 아니고, 영상/음성 녹음, 노트필기 등을 통해 수집된 자연스러운 생활 속의 발화들이다. 자료수집의 방법은 체계적이고 주기적인 방법이 아닌, 일상의 모든 언어적 상호작용을 자료수집이 가능한 모든 시간(부모가 곁에 있는 시간)에 실시하여 방대한 데이터를 수집하였다. 아울러, 본 연구에서 분석한 수 용어 관련 발화 자료는 연구자의 별건의 연구프로젝트를 위해 수집한 자료 중에서 수 언어발달 자료만을 따로 수집하여 분석한 자료이다.

녹음된 모든 발화 자료는 연구자에 의해 직접 전사된 후 분석되었는데, 문서파일에 저장된 자료를 키워드(‘하나’, ‘둘’, ‘셋’과 같은 수 용어와 ‘많이’ ‘적게’와 같은 수량 비교 용어 등) 검색기법을 통해 관련 어휘, 문장, 상황을 추출하였다. 단, 본 연구에서 분석한 수 용어들의 최초 등장 시점은 일(日)이나 주(週) 단위보다는 월(月) 단위에서 정확성을 갖고 있으며, 자료수집에서 포함되지 않은 발화들이 분석에서 누락되었을 수 있음을 밝혀 둔다. 본 연구의 주된 자료분석 방법은 수 용어의 사용맥락과 의미에 대한 언어학적(즉, 화

용론 혹은 의미론적) 분석 방법을 사용하고 있는 바, 언어학자로서의 연구가의 시각과 연구대상들의 부모로서의 상황과 맥락에 대한 세밀한 이해를 바탕으로 분석이 이루어졌음을 밝힌다. 발화내용의 이해나 전사의 정확성, 그리고 해석의 타당성은 바로 위의 두 가지 사실에 의존하고 있다.

3. 분석 및 논의

1) 수이해 이전 단계

연구대상 유아들의 수 이해 이전의 상태를 보여줄 수 있는 발화의 사례들은 다음 표 2와 같은 것들이 있다.

〈표 2〉 수 이해 이전 단계의 발화 예

유아,시기	상 황	발 화 사 례
S, 15	엄마가 ‘하나, 둘, 셋...’ 하자 손가락으로 따라하면서	(1) 하나, 두, 세, 네, 다섯! ⁵⁾
G, 15	혼자 놀면서	(2) 두, 세, 다섯!

유아들은 맨 처음 성인들과의 놀이 활동을 통해서 셈하는 법을 배우게 된다. 유아들은 성인의 하지만 이 시기의 유아들은 어휘가 갖는 계량적 의미를 이해하지 못한 상태에서 수 단어를 배우는 시기이다(Fuson, 1988). 따라서 이 시점에서 유아가 셈하는 순서를 아는 것은 기수적(cardinal) 지식도 아니고, 순서를 이해하는 서수적(ordinal) 지식에도 해당하지 않는다. 실제 유아의 발화(발화 예 1, 2)를 보면, 이는 단순히 성인의 언어를 단순히 반복하는 수준인데, 발음이나 순서도 정확하지 않다. 그럼에도 불구하고 유아는 성인이 하는 손짓(gesture)까지 따라 열심히 따라 하기도 하고, 나중에 혼자 놀이할 때 그것을 회상하면서 정확하지는 않지만 성인들이 가르쳐준 수셈을 반복하여 연습한다.

이 단계는 수에 관한 핵심지식을 익히지 못한 단계라고 볼 수 있다. 즉, 사물에 대해 명칭(예를 들어, 사과를 ‘사과’라고 부르기)을 붙여 이야기 할 수는 있지만, 그것을 ‘하나’ ‘둘’과 같은 수 언어(예: ‘사과 한 개’)로 바꿔 부르지 못하는 단계이다.

2) 1-인지 단계

1-인지 단계를 보여주는 대표적인 발화의 예는 다음과 같다:

5) 본 연구의 주제가 음운론적 발달이 아니므로, 유아 발화의 음운 표기(phonetic transcription)는 실제발화와 차이가 있을 수 있다.

〈표 3〉 1-인지 수준의 발화 예

시기	상 황 (화용론적 의미)	발화 사례
S, 20	엄마: “양말 하나만 갖고 올 줄 알았더니”	(3) 하나만...
S, 20	손가락 하나 들고	(4) 하나 더.
S, 21	바나나 한 조각 들고 지나한테	(5) 하나 주까?
G, 21	S가 크레파스 달라고 하니까 (“only one?”)	(6) 하나만?
G, 24	크레용을 달라고 하며 (하나라도: “at lease one”)	(7) 지나꺼, 지나꺼 하나만 주고...
G, 28	꿀을 까달라고 하며 (한 개체의 범주 전체: “all of it”)	(8) 아빠가 까줘. 지나 혼자 먹을 수 있어. 지나가 하나 다 먹을 수 있어.
G, 30	엄마에게 리모콘 주며 (불특정 대상: “anything one”)	(9) 엄마 이걸로 뭐 하나 틀어줘
S, 33	크레파스를 사용해 보고자 (시도: “try it out”)	(10) 아빠 여기다가 한번만 써볼게.
S, 35	핑크수저 둘 중 또 하나가 없어지니까 (추가: one more)	(11) 아빠 나 핑크수저 하나 더 없어졌어
S,36	(상상놀이) 블록을 하나씩 붙이며 (누적: one by one)	(12) 새들이 여기 하나씩 앉지는 거야

20개월경이 되자 대상유아들의 발화에서 ‘하나’가 나타나기 시작했다. 발화 (3)은 성인들과의 자연스러운 일상적 상호작용 속에서 유아가 수 언어에 해당되는 말(“하나만”)을 수취(intake)하여 반복하는 것을 보여준다. 이러한 성인의 언어에 대한 유아의 수취와 반복은 언어습득의 주요한 기재 중의 하나이다(Lyster, 2004). 발화 (4,5,6)는 대상유아들이 ‘하나’의 개념을 확실히 이해하고 있다는 것을 보여주는 행동이다. 특히 다음의 대화는 대상유아들이 ‘하나’와 그 이상의 수량 개념을 정확하게 이해하고 있음을 보여주고 있다.

S: 지나야, 크레파스 줘.

G: 하나만?

(G가 S에게 크레파스를 하나 건네 줌)

S: 하나 더.

(21월)

이 단계에서는 유아들이 최초로 핵심지식의 1단계(그림 1 참조)의 특징인 수 용어로 사물을 지칭할 수 있게 되고, 단독의 사물을 가리켜 ‘하나’라고 부른다는 것을 알게 된다. 아울러 이 단계의 유아들은 ‘하나’를 바탕으로 다양한 구문을 생성하여 의사소통을 시도하는 화용론적 변이를 시도하기 시작 한다;

- (6) 하나만?(21m): 단일 개수 요구인지에 대한 확인의 의미
- (7) 하나만(24m): 여러 개의 많은 개체 중에 하나라도 달라고 하는 의미
- (8) 하나 다(28m): 개체 하나가 가진 모든 범주를 원한다는 의미
- (9) 뭐 하나(30m): 여러 개중 아무거나 하나를 원한다는 의미
- (10) 한번 만(33m): 행위의 반복 횟수로서 1회라도 만족한다는 의미
- (11) 하나 더(35m): 비슷한 개체 중 하나를 더 원한다는 의미
- (12) 하나씩(36m): 개체가 하나하나 늘어난다는 의미

위와 같은 ‘하나’의 화용론적 변용과정은 유아들이 ‘하나’의 개념에 대한 이해범주를 확대해나가는 과정이고, 이는 자연스럽게 ‘하나’ 이상의 수량에 대한 이해를 수반하게 된다. 위와 같은 ‘하나’의 화용론적 변용은 2-인지 수준이 시작된 27개월 이후에 급격히 다양화된다는 사실에 주목할 필요가 있다. 즉, 유아들이 2-인지 수준에 접어들게 되자 ‘하나’의 용어를 다양하게 변화시켜 구사하고 있다는 것이다. 이러한 수 용어의 구문적 변용이 다음 절에서 분석될 2-인지(27개월 이후), 3-인지 단계(28월 이후)와 어떻게 관련되어지는지 주목할 필요가 있다.

3) 2-인지 수준

유아들이 2-인지 수준에 접어들었다는 것을 알려주는 발화는 다음 표 4에서 보듯이 27개월에 처음 등장한 ‘두 개’(13a,b)였다.

<표 4> 2-인지 수준의 발화 예

시기	상황	발화 사례
S,G,27	모기 물린 자국보고 밥 먹을 때 수저 달라고	(13a) S: 두 개나 물었네. (13b) G: 수저 두 개.
S,G,28	지나의 나무 블럭을 보고 소희가 가진 스티커보고	S: 지나는 두 개 들고 있어. G: 두 개 씩 들고 있어 왜?
G, 28	인형으로 상상놀이 하는 장면	(14a) 둘이 수저 바꾸고 아가도 바꿨어. (14b) 둘 다 아가 울을래, 아가 잉잉잉 울어.... (14c) 둘이가 울어, 때리지마~ 둘다가 울어...
G, 28	아빠에게 수저 달라고 요구함.	(15) 아빠 수저 두 개 주세요, 수저 두 개. 지나 하나 밖에 없잖아~
S, 29	아빠: “이(리모콘) 둘 중에 어느 게 더 좋아?” 문자	(16) 두 개나! (‘어느 게 더?’라는 질문을 이해 못함)
S, 33	집락주머니를 두 개 가지고 있는 지나가 샘나서.	(17) 너는 비닐 두 개나 있네. 아빠 하나 줘! 하나는 아빠 꺼니까 주라고~ 왜 너는 두 개나 있니, 비닐...
S, 36	색종이 더 달라고	(18) 나 두 개 밖에 없어, 둘 다 엄마 더 주세요.. 왜 두 마리지, 말이?
S,G,38	블록이 서로 잘 결합되자	(19) S: 응 딱 맞네, 애도 애도 딱 맞구. G: 둘 다 딱 맞네~

S,G,40	아빠가 순가락으로 밥 떠먹으라고 하자	(20) G: 아빠 나 두 번 먹었어 S: 한 번 더 먹어요? 왜 소희 한번 순가락 해? 한번 순가락, 두번 순가락...
--------	----------------------	--

이 ‘한 개’, ‘두 개’ 표현은 수량 단위 의존명사 ‘개’와 연합한 것으로 성인과의 일상대화에서 가장 흔하게 쓰이기 때문에 유아 언어에서 가장 일찍 등장한다(채옥자, 2012). 이어서 G유아는 ‘둘/둘 다’라는 수 용어에 주격접사(이/가)를 붙이는 형태의 발화(13a,b,c)을 하였고, 거의 비슷한 시기에 양 유아는 ‘두 개’(15, 16)란 표현을 사용하고 있다. 이처럼 대상 유아들이 모두 2-인지 수준에 도달했다는 것을 잘 보여주는 발화가 바로 다음의 대화이다:

(21) (두 유아들은 색연필 가지고 그림을 그리다가 서로의 색연필이 섞인 상황)

G: 지나 이거 아니야~ [이거 지나꺼 아니야]

S: 아니야, 이거 이거... 이게 다 소희 꺼야.

G: 하나, 둘, 셋, 다섯...

S: 지나, 이거 두 개 써.

G: 이거 두 개 써? (29월)

위 대화에서 G유아의 발화는 “하나, 둘, 셋, 다섯...”으로 아직 다섯까지도 정확하게 세지 못하는 상태였지만, 양 유아의 대화는 그들이 모두 사물 ‘두 개’의 개념을 잘 이해하고 있다는 것을 보여준다. 29개월 이후 약 1년간 그들은 ‘두 개’(16, 17), ‘둘 다’(14, 19)란 표현을 즐겨 사용하게 되었고, 40개월이 되자 ‘두 번’(19)이라는 표현을 사용하게 되었다.

2-인지 수준에 도달하면 유아들은 자연스럽게 사물들이 그 개수에 따라 서로 다른 수 용어와 대응될 수 있고, 그림으로 인해 하나 이상의 사물에 대해서는 다른 수 용어가 부여될 수 있다는 것을 이해할 수 있다. 이러한 사실을 이해하는 유아들에게는 ‘둘’과 ‘셋’의 개념을 습득하는 것에는 큰 차이가 나지 않는다. 즉, ‘하나’에서 ‘둘’을 이해하는 것은 어렵고 시간이 걸리지만, ‘둘’에서 ‘셋’을 이해하는 것은 금방이라는 것이다. 이는 다음 절의 3-인지 수준에 대한 분석에서 잘 나타난다.

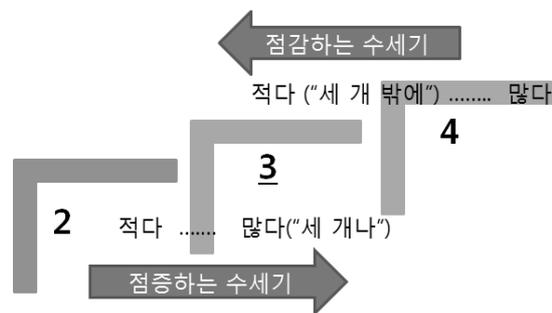
4) 3-인지 수준

대상유아들이 3-인지 수준에 도달한 시기는 2-인지 수준(27개월)과 큰 차이가 나타나지 않은 28개월경 부터였다.

<표 5> 3-인지 수준의 발화 예

유아,시기	상 황	발 화 사 례
G, 28	아빠가 “그림책 공부하자”라고 말하자...	(22) 지나 책 세 개씩 봤는데...
G, 29	아빠: 지나야, 이거 화이트블럭은 몇 개야?	(23) 이거, 하나, 둘, 셋.
S, 29	아빠: 저기는 옐로우블럭이 몇 개 있나?	(24) 세 개나 있네~
G, 33	씨리얼을 하나 씩 먹으면서 (혼자말로)	(25) 인제 지나 초코 세 개나 있다. ...인제 지나 초코 두 개나 있다... 하나 있다. 아빠, 여기까지 씨리얼 다 먹었다.
S/G, 36	지나랑 블록놀이 하면서 (블록 세 개를 끼우고)	(26) S: 이거 애기 집이야. 나도 이거 세 개 밖에 안 남았는데.. (27) G: 새들이 세 개나 앉어.
S, 38	블록놀이 중 (혼자말로)	(28) 응 애 세 개는 딱 맞고 애는 딱 안 맞고. 지나 소희도 딱 안 맞고, 세 마리만 여기 들어가네. 여기 도 세 마리고, 여기도 세 마리고, 여기는 두 개고.
G, 38	인형놀이 중 (혼자말로)	(29) 내가 언니니까 애기 세 마리 애기를 도와줘야 돼.

발화 예(22)에서 G유아(28개월)는 책에 대해 ‘세 개씩’이라고 표현했고, 발화 예(23, 24)에서 G와 S유아(29개월)는 사물의 수량을 묻는 질문에 대해 수셈과 정확한 대답을 통해 분명한 반응을 보이고 있다. 이러한 3-인지 수준에 도달했다는 것은 발화 예(25~27)의 혼자말(G, 33/ S, G, 36)에서도 잘 알 수 있다. 이 발화에서 유아들이 단순히 ‘세 개’란 표현을 쓰기 보다는 ‘세 개나’나 ‘세 개 밖에’라는 표현을 쓰고 있다는 점은 매우 흥미롭다. 이는 유아들이 두 개보다 더 많은 수량에 대해 ‘많다’고 인식하거나(예문 24, 25, 27), 네 개보다 적은 수량에 대해 ‘적다’라고 인식하고 있다(예문 26)고 해석할 수 있다. 즉, 다음 그림 2가 표현하는 바와 같이 3-인지 수준에 도달한 36개월경 유아들이 느끼는 ‘많고 적음’의 기준 수량이 3이라는 것이다.



[그림 2] 3-인지수준(36개월경)의 ‘많고 적음’의 기준

유아들은 ‘3’을 정확히 인지하게 된 수준에서는 점증하는(crescent) 수셈에서 ‘두 개’ 이상의 수량을 많다고 인식하는 반면, 점감하는(decrescent) 수셈(발화 26: “세 개 밖에 안 남았네”)에서는 세 개를 적다고 인식한다는 것이다. 이처럼 ‘3’을 ‘많고 적고’의 기준으로 인식하고 있다는 것은 이 시기에 유아들이 3에 대한 정확한 수량적 개념을 습득했다는 것을 보여준다. 이후 대상유아들은 예문 28, 29에서 나타나듯이 수량 단위 의존명사(마리, 개 등)와 결합하여 자유롭게 3-인지 수준의 수 용어를 구사하고 있다.

핵심지식의 관점에 따르면, 유아들은 2-인지 및 3-인지 수준에 도달함으로써 복수개념과 수량개념, 즉 사물들의 개수를 특정 수량으로 재현할 수 있다는 것을 이해하게 된다는 것이다. 이 수준에서 유아들은 사물의 개수에 따라 수 용어를 다르게 사용하는 법과 그것의 ‘많고 적음에 대한 관념’(numerosity)을 형성해나가는 단계인 것이다.

5) 기수원리 이해

유아들이 수셈을 할 수 있다고 해서, 그것으로 기수원리를 완전히 이해하고 있다고 판단하기는 어렵다. 다음의 발화 예를 보자:

- (30a) 하나, 둘, 셋, 넷, 다섯, 일곱, 야아! (인형가지고 둘이 놀면서) (S, 28월)
- (30b) 하나, 둘, 셋, 다섯, ... (이후 수자는 부정확하여 알아듣기 힘들) (G, 29월)
- (30c) 이거는 하나, 둘, 셋, 넷, 다섯, 일곱, 아홉, 열! 다섯 개나 있지. (G, 33월)

위 발화(30a)에서 S유아는 일곱까지를 세고 있지만, 중간에 빠진 수자도 있고 실제 사물의 수량과도 일치하지 않았다. 발화(30b)에서 G유아도 다섯은 세고 있지만, 구체적으로 사물과 대응되지 않은 수셈이었고, 발화(30c)가 나온 장면에서 G유아는 공기 돌을 가지고 혼자 놀면서 공기 돌을 세고 있었는데, 열까지의 수셈도 정확하지 않을 뿐 아니라, “다섯 개나 있지”라고 말한 것과는 다르게 실제로 가지고 있는 공기 돌도 다섯 개보다 더 많았다. 즉, 이 시점(33개월 이전)에서 대상유아들은 여전히 3-인지 수준에 머물러있었던 것이다. 실제로 대상유아들이 ‘넷’ 이상의 수자를 이해하면서 기수원리(CP)를 습득하게 된 것은 다음의 표 6과 같이 37개월 이후였다.

<표 6> 기수 원리 이해(CP-knowers) 수준의 발화 예

유아, 시기	상 황	발 화 사 례
S, 37	아몬드를 먹다가 세면서 놀	(31) 하나 둘, 하나 둘 셋 넷. 하나 잡아. 두 개 잡으라고. 빨리 두 개 잡으라고!
G, 38	엄마가 사온 요구르트 네 묶음 팩을 보고	(32) 하나, 둘, 셋, 넷. 애기들 하나 씩 줘야 돼~
G, 39	엄마: 애들아 너네 언제 씻을래?	(33) 아까 씻었자나. 다섯 번 놀다가 씻을래...
S, 48	아빠: 날아오는 비둘기는 몇 마리 입니까? (동화책 읽어주며)	(34) 몇 마리 있냐고? 하나, 둘, 셋, 넷, 다섯, 여섯, 일곱, 여덟, 아홉, 열!

예문(31)에서 S유아는 말하는 수 용어에 대응하여 아몬드를 정확히 세고 있었고, 예문(32)에서 G유아는 4개로 묶인 요구르트 한 팩을 놓고, 그 속의 요구르트를 하나씩 세면서 상상놀이를 하고 있었다.

곧이어 예문(33)은 G유아가 ‘하나’부터의 수셈을 거치지 않고, 자신이 원하는 특정 횟수(“다섯 번”)를 엄두에 두고 대답하는 장면을 보여주고, 같은 시기(39개월)에 S유아와 부모 사이에 이루어진 대화는 대상유아들이 5-인지 수준에 도달하였음을 보여준다.

(35) S: 엄마 나 감 먹고 싶다고 감.

아빠: 감은 내일 먹고 그 대신.../

S: /시러 시러 감~. 어저께 샀어 있어.

엄마: 두 개 꺾었자나...

S: 아니, 다섯 개 샀자나~

엄마: 아빠 뽀뽀해주면 (아빠가 사러) 갔다 온대.

S: 나도 갔다 오고 싶다. 아빠 다섯 개나 사갔고 와~ (S, 39월)

위 장면은 S유아가 디저트로 감을 먹고 싶다고 조르는데, 이미 다 먹고 떨어진 상황에서 나온 대화이다. 엄마는 나머지 두 개를 꺾아먹어서 없다고 응답했고, S유아는 어제 산 다섯 개 들이 한 팩의 감의 개수를 정확히 기억하고 있었다. S유아는 아빠가 다시 감을 사러나갔다 온다고 하자, 다시 감 한 팩(다섯 개)을 사오라고 조르고 있다. 즉, 이 시기에 S유아는 ‘다섯 개’의 정확한 기수 개념(cardinality)을 이해하고 있는 것이다.

핵심 지식의 관점에서 기수 원리의 이해는 기존에 기계적으로 외웠던 반복적 수셈을 사물의 수와 수 용어의 일대일 대응의 차원에서 제대로 이해하는 것에서 시작한다. 즉, 비록 ‘하나, 둘, 셋~ 열’의 수셈의 순서나 수 용어의 명칭이 비록 정확하지 않더라도 수 용어가 사물 하나하나에 정확히 대응한다는 사실을 이해하는 단계인 것이다. 그 다음은 이러한 수셈 순서가 사물의 개수가 “N, N+1, N+2, N+3...”과 같이 무한히 증가할 수 있고, 특정 수 언어는 그것이 지칭하는 사물의 수량을 재현해야 한다는 것을 이해하는 것이다. 핵심지식은 유아들이 이것을 이해한다면, 기수(cardinal numbers)에 관한 모든 것을 이해한 것으로 간주한다.

실제로 본 연구에서의 대상유아들은 이후 5보다 더 큰 수에 대해 구체적인 사물에 대응시켜 수셈을 이어갈 수 있었다. 예를 들어, 위 표 6의 예문(34)와 같이 성인들이 그림책 등을 통해 아이들에게 지속적으로 수셈을 가르치고, 아이들은 그에 따라 구체적인 사물들과 일대일로 대응시키는 수셈 과업을 수행할 수 있었던 것이다(S, 48m). 일반적으로 국내 외를 막론하고 대부분의 유아들은 만4세 정도가 되면 1부터 10까지의 수를 정확히 셀 수 있고, 사물들과 1대1로 대응시킬 수 있는 것으로 연구된 바 있다(홍혜경·이정옥·정정희, 2004). 물론 그 이후의 수량에 대해서는 개인별 발달수준 혹은 학습수준에 따라 차이가 나는 부분이다.

지금까지 논의한 인지-수준 이론과 핵심 지식 이론의 차원에서 본 연구대상 유아들의 발화에 대한 분석을 종합하면 다음 그림 3과 같이 정리할 수 있다:



[그림 3] 인지-수준 이론과 핵심지식 이론의 관점에서 본 수 개념 발달

위 그림은 인지-수준 이론의 측면과 핵심 지식의 측면에서 유아의 실질적인 초기 수 개념 발달을 어떻게 이해할 수 있는지를 잘 보여준다. 위 그림이 나타내는 결론은 다음 결론 장에서 논의하기로 한다.

IV. 결 론

오늘날 대부분의 유아교육기관에서의 최초의 수학교육은 Piaget의 수 보존 개념 발달 이론의 영향으로 수셈 활동보다는 서열화, 분류, 1:1 대응과 같은 수 이전(pre-number)의 논리적 사고력 활동을 중심으로 이루어지고 있다. 하지만, 가정에서 부모에 의해 이루어지는 수셈과 같은 기초적인 수 교육은 여전히 유아의 수 개념 이해에 매우 중요한 역할을 차지하고 있다. 올바른 수셈 교육은 유아가 지닌 비형식적인 수셈에 관한 지식(예, 즉지하기[subitizing] 능력)과 보다 체계적이고 형식적인 수셈 학습을 자연스럽게 이어줄 수 있는 중요한 경험이 된다(서동미, 윤은미, & 문주형, 2005). 특히 즉지하는 능력은 수셈 능력과 직접적인 연관성을 가지며, 시각적 정보 만을 통해 빠른 연산과 측정을 수행할 수 있

다(안진경, 2013).

본고는 유아의 수 개념 발달의 실제적 양상을 알아보기 위해, 12개월에서 48개월까지의 두 명의 쌍생아의 발화 자료를 중심으로 수 개념의 발달 과정을 분석하였다. 본고의 분석에 따른 인지-수준 이론과 핵심지식 이론의 관점에서 본 유아의 수 개념 발달에 관한 주요 결론은 다음과 같다;

우선 인지-수준 이론 차원의 분석에 의하면, 첫째, 본 연구대상 유아들의 수 개념 인지-수준의 월령별 발달 양상은 매우 유사하며, 이는 유아의 초기 수개념 발달에 대한 기존 연구 결과와 비슷한 것으로 나타났다(Lee & Sarnecka, 2010; Starkey, 1992; Wynn, 1990, 1992).

둘째, 수 개념의 발달수준은 시기별로 1-인지 수준(20~21개월), 2-인지와 3-인지 수준(27~29개월), 그리고 기수원리 수준(37~8개월)으로 크게 나누어질 수 있다는 것이다. 여기서 2-인지와 3-인지의 단계가 큰 시간적 격차 없이 이루어진다는 것이 주목할 만한 결과이다.

셋째, 핵심지식 이론 차원의 분석에 의하면, 핵심지식의 첫 번째 ‘수 인식과 명명’의 학습은 1-인지와 2-인지 수준에서 일어나고, 핵심지식의 두 번째인 ‘복수/수량 개념’의 획득은 2-인지 및 3-인지 수준에서 일어나며, 핵심지식의 세 번째인 ‘수의 증가 및 집합 개념’의 이해는 4 혹은 5의 개념을 이해하는 시점에서 기수원리를 이해함으로써 얻어질 수 있다는 것이다.

마지막으로 넷째, 유아들이 1~10까지를 셀 수 있는 만4세경이 되면, 수가 계속적으로 증가하고 그 수량은 특정 수 용어를 통해서 재현될 수 있다는 기수원리를 대부분 이해하게 된다는 것이다.

요컨대, 수셈은 유아의 수 개념학습의 기본이자 출발이다. 본고에서 분석하고 논의한 기수원리의 습득과정은, 비록 유아들이 자신이 가진 내재적인 수 감각을 활용하기도 하지만, 수셈의 학습과 모든 것을 구체적으로 세어보는 경험을 통하여 사물의 수량에 대한 수적 상징화(symbolization)를 이해하는 것과 수셈이 유아의 수 개념 발달의 기본 동력이라는 사실을 상기시켜준다(Baroody, 1987). 아울러 유아들은 일상적인 경험을 통해 수셈의 의미와 수셈 원리들을 구성해가고, 수셈이 사용되는 다양한 맥락들의 차이도 점차 구분할 수 있게 되며(이지현, 1999), 동등성과 비동등성, 수 크기의 순서를 이해하는 핵심지식이 되고, 수들 사이의 관계에 대해 추론하는데 기초가 되는 것이다(김경철, 1990).

참 고 문 헌

- 김경철(1990). 유아수학교육에서의 수세기(counting)에 관한 이론적 고찰. 유아교육연구, 10(단일호), 67-83.

- 김영선(1999). Piaget 의 수개념 과제 수행에 있어서의 유아의 언어적 표현능력과 수학적 사고능력간의 관계. *한국영유아보육학*, 17, 331-353.
- 서동미, 윤은미, 문주형(2005). 유아의 수셈 능력과 수셈에 대한 인식. *유아교육학논집*, 9(2), 169-187.
- 안진경(2013). 유아의 측지하기와 수학적 개념과의 관계. *유아교육연구*, 33(1), 135-151.
- 이은정, 이상희, 이정옥(2012). 수학적 패턴과제에서 나타나는 유아의 패턴문제해결전략과 패턴발달수준. *유아교육연구*, 32(5), 79-99.
- 이지현(1999). 유아 수교육 내용 및 방법에 관한 문화 심리학적 고찰. *유아교육연구*, 19(1), 111-131.
- 이현경, 박희숙(2010). 부모-자녀 간 수학적 상호작용과 가정 내 수학놀이감 활용도가 유아의 수개념 발달에 미치는 영향. *한국영유아보육학*, 62, 171-190.
- 정윤경(2006). 발달심리학회: 구두발표; 언어적 수셈 능력과 수 개념과의 관계. *한국심리학회 연차 학술발표논문집*, 2006(단일호), 270-271.
- 조현철, 오은희(2006). 동화 들려주기를 통한 수학활동이 유아의 수학적 개념발달에 미치는 영향. *교육종합연구*, 4(1), 133-148.
- 채옥자(2012). 한국어의 동작이나 사건의 횟수를 세는 동작단위사에 대하여. *국어학*, 64, 301-325.
- 홍혜경, 이정옥, 정정희(2004). 유아 수학능력 및 수학교육의 연구 동향. *유아교육연구* 24(7), 227-261.
- Baroody, A. J. (1987). The development of counting strategies for single-digit addition. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18, 141 - 157.
- Carey, S. (2001). Evolutionary and ontogenetic foundations of arithmetic. *Mind and Language*, 16(1), 37 - 55.
- Carey, S. (2004). Bootstrapping and the origins of concepts. *Daedalus*, 133(1), 59 - 68.
- Carey, S. (2009). *The origin of concepts*. Oxford: Oxford University Press.
- Carey, S., & Sarnecka, B. W. (2006). *The development of human conceptual representations*. In M. Johnson & Y. Munakata (Eds.), *Processes of change in brain and cognitive development: Attention and performance XXI* (pp. 473 - 496). New York: Academic Press.
- Dantzig, T. (1954). *Number the language of science*. New York: Doubleday & Company. (Original work published in 1930)
- Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics*. Oxford University Press.
- Dehaene, S. E., Pinel, P., Stanescu, R. & Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, 284(5416), 970-974.
- Donaldson, M. (1978). *Children's minds*. London: Fontana.
- Frye, D., Braisby, N., Lowe, J., Maroudas, C., & Nicholls, J. (1989). Young children's understanding of counting and cardinality. *Child Development*, 60, 1158 - 1171.
- Fuson, K. C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer-Verlag.
- Geary, D. C. (1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Gelman, R. & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA:

Harvard University Press.

- Gordon, P. (2004). Numerical cognition without words: Evidence from Amazonia. *Science*, 306(5695), 496-499.
- Griffin, R. & Case, S. (1996). Evaluating the breadth and depth of training effects when central conceptual structures are taught. *Society for Research in Child Development Monographs*, 59, 90 - 113.
- Kenneally, C. (2009). 언어의 진화: 최초의 언어를 찾아서[The First Word: The search for the origins of language]. (전소영 역). 서울: 도서출판 알마. (원전은 2007에 출판)
- Le Corre, M., & Carey, S. (2007). One, two, three, four, nothing more: An investigation of the conceptual sources of the verbal counting principles. *Cognition*, 105, 395 - 438.
- Lee, M. D., & Sarnecka, B. W. (2010). A Model of Knower Level Behavior in Number Concept Development. *Cognitive Science*, 34(1), 51-67.
- Leslie, A. M., Gelman, R., & Gallistel, C. R. (2008). The generative basis of natural number concepts. *Trends in cognitive sciences*, 12(6), 213-218.
- Lyster, R. (2004). Differential effects of prompts and recasts in form-focused instruction. *Studies in Second Language Acquisition*, 26(3), 399 - 432.
- Munn, P. (1997). Children's beliefs about counting. In L. Thompson (Ed.), *Teaching and learning early number* (pp. 9-19). Maidenhead: Open University/McGrawHill Education.
- Negen, J., & Sarnecka, B. W. (2012). Number Concept Acquisition and General Vocabulary Development. *Child development*, 83(6), 2019-2027.
- Piaget, J. (1942). *The child's conception of number*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. (1953). How children develop mathematical concepts. *Scientific American*, 189(5), 74-9.
- Piaget, J. (2002). The construction of reality in the child (M. Cook, Trans.). P. Chambers, M. Izaute & P. Marescaux (Eds.), *Metacognition-process, function and use*. Kluwer Academic Publishers. (Original work published in 1954)
- Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), 176-186.
- Piantadosi, S. T., Tenenbaum, J. B., & Goodman, N. D. (2012). Bootstrapping in a language of thought: A formal model of numerical concept learning. *Cognition*, 123(2), 199-217.
- QCA(Qualifications and Curriculum Authority). (1999). *Curriculum Guidance for the foundation stage*. London: QCA.
- Sarnecka, B. W., & Gelman, S. A. (2004). Six does not just mean a lot: Preschoolers see number words as specific. *Cognition*, 92, 329 - 352.
- Sarnecka, B. W., & Lee, M. D. (2009). Levels of number knowledge in early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(3), 325 - 337.
- Snedeker, J., Geren, J., & Shafto, C. L. (2007). Starting Over International Adoption as a Natural Experiment in Language Development. *Psychological science*, 18(1), 79-87.
- Snedeker, J., Geren, J., & Shafto, C. L. (2012). Disentangling the effects of cognitive development and linguistic expertise: A longitudinal study of the acquisition of English in internationally-adopted children. *Cognitive psychology*, 65(1), 39-76.

- Spelke, E. S. (2000). Core knowledge. *American psychologist*, 55(11), 1233-1243.
- Starkey P., Spelke E. S., Gelman R. (1983). Detection of Intermodal Numerical Correspondences by Human Infants. *Science* 222, 179-181.
- Starkey, P. (1992). The Early Development of Numerical Reasoning. *Cognition* 43, 93-126.
- Strauss M. S., & Curtis L. E. (1981). Infant Perception of Numerosity. *Child Development* 52, 1146-1152.
- Thompson, I., (1997). *Teaching and learning early number*. Buckingham: Open University Press.
- von Glaserfeld, E. (1982). Subitizing: The Role of Figural Patterns in the Development of Numerical Concepts. *Archives de Psychologie* 50, 191-218.
- Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*, 38(2), 155-193.
- Wynn, K. (1992). Children's acquisition of number words and the counting system. *Cognitive Psychology*, 24, 220 - 251.

K C I

ABSTRACT

The analysis of young children's number concept development through Knower-level theory and Core-knowledge theory

Park, Hyu-Yong

This paper investigates the development of number concepts of children via the analysis of their utterances as a qualitative longitudinal study. In doing so, this paper critically discusses Piagetian theories on the issue and suggests the Knower-level theory and the Core-knowledge theory as alternatives to Piagetian theories. The target of analysis is the verbal utterances of two twin girls that gathered from their 12 to 48 months. Two major questions of inquiry of this study are: 1) whether the appearing periods and aspects of the number words accord with the Knower-level theory, and 2) whether the reality of the development of number concepts comply with both the Knower-level and Core-knowledge theories. The findings of this paper are: 1) the appearances of 1-Knower, 2- and 3-Knower, and the cardinal principle level are 20~21, 27~29, and 37~38 months, respectively; 2) their learnings of number concepts occur for the recognition and naming of number words in 1- and 2-Knower level, for the plurality/numeracy in 2- and 3-Knower level, and for the cardinality and set concept in the Cardinal principle level.

к с і