

4, 5세 아동의 기수성 발달과 인지 발달의 관계 : 분석과 처리통제 이론을 중심으로*

Relationship between Understanding of Cardinality and Development of Cognitive Processing in 4- to 5-Year-Olds*

이귀옥(Kwee-Ock Lee)¹⁾

이혜련(Hae-Ryoun Lee)²⁾

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate children's acquisition of cardinality in terms of a framework that isolates two cognitive components, analysis of knowledge and control of processing. The subjects were 30 4-and 5- year-olds who were asked to solve three problems that required an understanding of cardinality. The problems were designed to place different demands on these processing components and examine their involvement in specific problems. The results show the 5-year-olds performed on the tasks than the 4-year-olds and correlation among scores on the three tasks show that there is no correlation between the tower task assessing control and the two tasks that assessed analysis. The implications of the results are that aspects of symbolic development may be a broadly based process that extends beyond domain-specific boundaries.

Key Words : 기수성(cardinality), 유아(preschool), 분석(analysis of knowledge)과 처리통제(control of processing).

I. 서 론

아동들은 아주 어릴 때부터 수세기를 경험하며 약 2세경이 되면 부분적이기는 하지만 수세를 하게 된다. 그러나 어린 아동들은 수체계의

기능과 구조에 대해 완전한 지식을 갖추고 있지 않다. 어린 아동들이 하나, 둘, 셋과 같은 수어를 말하는 것은 수의 호칭을 말하는 것에 불과하며 수 본래의 의미를 이해하고 사용하는 것은 아니기 때문이다(황명연, 1990). 수개념을 이해하

* 이 논문은 2003학년도 경성대학교 학술지원연구비에 의하여 연구되었음.

¹⁾ 경성대학교 생활경영학전공 교수

²⁾ 경북대학교 아동가족학과 강사

Corresponding Author : Kwee-Ock Lee, Department of Human Ecology, Kyung Sung University, Pusan, Korea
E-mail : klee@ks.ac.kr

고 수세기를 하기 위해서는 일대일 대응원리, 영속적인 순서 원리, 기수성 원리 등 수에 관련된 원리들을 습득하고 있어야 한다. 즉 숫자의 순서가 양을 의미하는 방식과 양이 산수 과정을 통해 상징적으로 조작되는 방식을 이해해야 한다. 일대일 대응의 원리는 하나의 사물에 단 하나의 수 이름을 배치하는 것을 의미한다. 이러한 일대일 대응 기술은 기수의 개념을 형성하기 위한 전체 조건으로서, 두 집합이 동일한 수인가를 확인하는데 중요한 것이다. 이 원리를 사용할 때 아동들은 대체로 수이름을 소리 내어 세거나 손가락으로 지적하면서 세는 경향이 있고, 이런 방법이 일대일 대응을 더 쉽게 하도록 도와주는 것으로 보인다. 영속적인 순서의 원리는 수세기를 하기 위해 수이름들을 순서적으로 반복할 수 있어야 한다는 것이다. 즉 여러 번의 수세기 과정에서 수이름은 순서화되고 그 순서는 일정불변해야 한다. 이는 수이름들을 고정된 순서로 기억하는 능력의 발달이 선행되어야 수세기를 할 수 있음을 의미한다(나귀옥·김경희, 1997). 기수성은 수세기를 하여 한 집합의 전체 항목의 개수를 아는 것이다. 즉, 수세기에서 마지막 수이름은 그 집합에 있는 전체 사물의 개수를 나타낸다는 것을 이해하는 것을 의미한다. 기수성 개념을 획득하기 위해서는 수이름을 순서대로 외울 수 있어야 하고 수이름과 셈하는 사물을 대응시킬 수 있어야 하므로 일대일 대응 원리와 영속적인 순서 원리를 획득한 이후에 기수성 원리가 획득된다. 기수성 원리를 획득하여야 기본적인 더하기나 빼기, 나누기 등을 수행할 수 있을 뿐만 아니라 더 어려운 산수 과제들을 해결할 수 있으므로 기수성 원리의 획득은 산수 능력의 중요한 초석이 된다(Bialystok & Codd, 1997).

아동의 기수성을 평정할 때에는 어떠한 과제를 실시하는가가 매우 중요한 영향을 미친다.

즉 전체 크기를 묻는 과제를 사용한 연구와 나누기 과제를 사용한 연구의 결과는 다를 것이다. 전체 크기를 묻는 과제는 아동들이 왜 그 수가 정확한 답인지를 이해하지 못하더라도 마지막 수를 말함으로써 정답을 말할 수 있다. 또한, 수세기 과제의 집합이 2나 3과 같이 작은 수일 때는 기수 원리를 이해하지 못하고도 질문에 답을 할 수 있다. Klahr와 Wallace(1973)은 나이가 어린 아동은 수를 판단할 때 지각적 과정을 사용하기 때문에 작은 수는 정확하게 셀 수 있지만 4개 또는 5개보다 큰 수일 경우에는 정확하게 셀 수 없다는 결론을 내렸다. 즉 어린 아동은 이 시기의 수개념이 직관적이고 지각적이기 때문에 작은 수일 때만 수세기를 할 수 있다는 것이다.

아동들의 기수성 개념은 몇 년에 걸쳐서 서서히 획득되는데 선행 연구들을 종합해 보면, 아동들은 2세반 정도에서 기본적인 수세기 기술을 습득하기 시작하며(Gallistel & Gelaman, 1991), 3세에는 수세기 기술이 아직 정착되지 않아 성취의 굴곡이 심하고(Klahr & Wallace, 1973; Wynn, 1990), 4세에 이르면 수세기가 어느 정도 안정적으로 이루어지며, 5세가 되면 대체로 10 이하의 수를 셀 수 있으며(나귀옥·김경희, 1997; Schuster, 1995; 서상숙, 1994) 기수 개념을 획득한다고 보고했다. 대체로 3-4세 경이 되면 실물과 수 이름과의 대응 관계가 가능해지므로 유아기는 수이름을 영속적으로 외울 수 있고 사물과 수 이름을 일대일로 대응시킬 수 있으며 수세기를 한 마지막 수 이름이 그 집합의 전체 개수를 나타낸다는 것을 이해하는 기수성 개념을 어느 정도 획득해가는 과정이라고 볼 수 있다.

Bialystok과 Codd(1997)는 분석(analysis of knowledge)과 처리통제(control of processing)라

는 두 가지 요소가 정신적 표상을 재구조화하고, 그러한 표상에 대해 통제된 접근을 가능하게 함으로써 언어 발달과 기수성 발달에 기여한다는 것을 밝혔다. 여기에서 분석(analysis of knowledge)이란 정신적 표상이 더 명백해지고 더 형식적인 범주로 조직되는 과정이다. 분석(analysis)을 통하여 평범한 일상들이 형식적 지식으로서 의미를 갖게 되는 구성 요소가 되므로 정신적 표상은 점차 더 세부적이고 추상적인 조직을 포함하여 차츰 명료해진다.

처리통제(control of processing)는 표상의 다른 측면이나 다른 표상에 대한 선택적 주의 집중을 의미한다. 이것은 실행을 향상시키는 동시에, 빠르고 효율적인 실행을 위해 적절하게 주의를 집중하는 능력을 의미하는 것으로, 착오를 일으킬 수 있는 혼란스러운 상황에서 가장 필요한 능력이다. 언어를 사용할 때는 자연스럽게 의미에 주의를 기울이므로 대화를 하는 동안에는 처리통제가 거의 필요하지 않지만, 글을 읽을 때에는 문자, 단어, 의미 등에 적절하게 주의를 배분하기 위해 높은 수준의 주의 통제가 필요하다. Bialystok은 이러한 분석과 처리통제 능력이 상위 인지능력의 중요한 구성 성분인 동시에 이 두 가지 요소가 분리 가능한 것으로서 각각 독특한 역할을 한다고 보았다. 이를 증명하기 위해 언어 과제, 비언어 과제를 이용한 연구에서 분석과 처리통제가 제각기 개별적인 역할을 한다는 것을 밝혔다(Bialystok, 1999; Bialystok & Codd, 1997).

분석과 처리통제과제는 모든 인지 과제에 모두 포함되어 있으나 두 가지 인지 요소 중 한 가지가 특히 더 중요하게 기여하는 과제들을 사용하여 분석 과제와 처리통제 과제를 분리하는데, 일반적으로 원칙에 대한 세부적 혹은 명료한 지식에 더 무게를 둔 과제들을 분석 과제라 하고, 아동이 착오를 일으킬 수 있는 혼란스

러운(distracting) 정보를 포함하고 있는 과제를 처리통제 과제라 한다(Bialystok, 1999).

기수성에 있어서 분석은 자신이 센 마지막 숫자가 전체수를 의미함을 이해하는 것이다. 그러므로 아동들이 분석 과제를 해결하기 위해서는 이어서 세거나, 덧셈, 또는 다시 세기 등의 방법을 알고 있어야 한다. 분석 과제는 아동의 분석 능력을 평가하기 위한 과제로서 나누기 과제와 이어 세기 과제로 구성되어 있다.

나누기 과제(sharing task)는 Frydman과 Bryant (1988)가 개발하였는데, Frydman과 Bryant에 의하면 4세아동은 양이 똑같은 두 집단 중 하나를 세어도 남은 한 집단의 수가 자신이 방금 센 수와 같음을 알지 못한다고 한다. 반면에, Sophian (1992)은 아동들에게 똑같은 두 집단을 세어 보고 비교하게 하였는데, 이 연구에서는 등지와 새처럼 두 항목이 한 쌍이 되는 것을 사용하였다. 즉 등지는 상자 속에 두고, 아동들에게 새의 수를 세어 보게 한 후 상자 속에 든 등지가 몇 개인지 물어보았다. 이 연구에서는 4세 아동의 80% 정도가 정답을 이야기하여 Frydman과 Bryant (1988)와는 상반된 결과를 보고했다. 그러나 Sophian(1992)이 사용한 과제는 등지와 새라는 두 항목의 관련성 때문에 아동들이 두 가지 항목의 양이 같음을 인식하는 데에 수개념의 분석 자체를 덜 이용했을 수 있다. 그러므로 두 항목의 관계로 정답을 추론할 수 없는 단순한 나누기 과제가 두 집단의 양 자체에 관련된 훨씬 더 분석된 수표상을 필요로 하는 과제로 볼 수 있으므로 (Bialystok & Codd, 1997), 본 연구에서는 단순한 나누기 과제를 실시하여 아동의 분석 능력을 알아보고자 하였다.

이어 세기 과제에 관한 연구에서 Hughes (1986), Steffe와 Cobb(1988)은 어린 아동들은 전체 수를 알기 위해 일부를 먼저 센 후에 이어서

세는 것은 하지 못한다고 보고했다. 그 이유 중 하나는 어린 아동들은 자신이 먼저 센 일부분이 몇 개인지 인식하지 못하기 때문이다. 이러한 이어 세기 과제에서 아동들이 어떠한 전략을 사용하는 가로 아동의 분석 능력을 평가할 수 있는데, 처음부터 다시 모든 항목을 세거나 간단하게 마지막 수만을 언급하는 것과 같은 전략(Hitch, Cundick, Haughey, Pugh, & Wright, 1987; Miller & Paredes, 1990)은 수개념에 있어서 분석 능력이 낮음을 의미한다. 그러므로 본 연구에서는 이어 세기 과제에서 아동이 어떠한 전략을 사용하는지 알아보기 위하여 이어 세기, 한쪽만 세기, 모두 다시 세기, 그리고 내면적 세기 등의 4가지 전략으로 평가함으로써 연령에 따라 아동의 분석 능력에 차이가 있는가를 알아보고자 하였다.

처리통제 과제는 혼란스러운 정보를 포함하는 과제로 측정되는데, 이 과제를 해결하기 위해서는 인지적으로 두드러지는 다른 측면은 무시하고 기수성 자체에만 주의를 집중하여야 해결할 수 있다. 기수성 개념에 있어서 처리통제 과제는 수보존 문제가 전형적인 예이다. 예를 들어, 길이는 다르지만 수는 같은 두 줄의 구슬 중 어느 구슬이 더 많은지를 묻는 과제를 해결하기 위해서는 인지적으로 두드러지는 길이를 무시하고, 구슬의 길이가 구슬의 수와는 관련이 없음을 이해해야 한다. 이러한 결과를 좀더 확장하여 Miller (1989)는 두 세트의 수는 같지만 색깔, 길이, 크기의 세 가지에 차이가 있는 과제를 제시한 결과, 아동들이 크기 변화를 가장 혼란스러워함을 발견하였다. 그러므로 크기를 무시하기 위해서는 가장 많은 주의 통제가 필요한 혼란스러운 정보라고 보고, 본 연구에서는 크기 중 높이를 무시해야 해결할 수 있는 타워 과제를 처리통제 과제로 구성하였다.

기수성이 분석과 처리통제 능력의 향상으로

발달한다면, 기수성의 분석 지식에 기초한 과제와 주의 통제에 기초한 과제의 수행은 그 해결을 위해 다른 과정이 필요하므로 통계적으로 구별될 것이다. 그리고 분석과 처리통제가 필요한 수문제를 해결하기 위한 아동의 능력은 학령 전기 동안 이러한 인지 과정의 발달과 함께 향상되어야 한다. Bialystok(1997)는 아동의 기수성 발달에 있어서도 분석과 처리통제 능력이 구별되고, 아동들이 분석보다 처리통제 능력이 필요한 기수성 과제를 더 어려워한다고 보고하였다.

국내에서는 일대일 대응(권영심, 1993; 나귀옥, 2002)이나 단순한 수세기 과제 수행에서의 연령차와 성차(나귀옥, 2002; 나귀옥·김경희, 1997; 신은수·김은정·김소향, 1993)를 살펴본 연구들이 주로 행해져 왔다. 이를 위하여 3-5세 아동들을 대상으로 간단한 나누기 과제나 간단한 덧셈, 뺄셈 등을 과제로 사용하였는데, 그 결과 3세는 기수 개념을 이해하기 시작하고, 5세경이 되면 10 이하의 기수 과제는 대체로 잘 해결하여 5세경에는 기수 개념이 대체로 획득된 것으로 보고하고 있다. 그러나 아동의 기수성 발달에 있어서 인지능력이 어떠한 관련성이 있는가에 관한 연구는 찾아보기 힘들다. 이에 본 연구는 만 4,5세 아동들을 대상으로 분석과 처리통제 과제를 이용하여 아동의 기수성 발달 과정을 살펴보고, 분석과 처리통제가 기수성 발달을 어느 정도 설명할 수 있는가를 알아보고자 하였다. 본 연구에서는 3세아동을 포함하지 않았는데 그 이유는 예비조사에서 3세아동들중 선별과제 중 이어세기 과제를 통과하는 아동들이 거의 없었으며, 6세아동들은 학령기이므로 유아들과 비교하기에 무리가 있을 뿐만 아니라 예비조사에서도 6세아동들은 본 연구의 과제를 모두 잘 수행하는 것으로 나타나 포함하지 않았다. 이러한 연구 목적을 수행하기 위한 연구 문제는 다음과 같다.

<연구문제 1> 아동의 과제(분석 과제, 처리통제 과제) 수행에 있어서 발달적 차이가 있는가?

- 1-1. 분석 과제(나누기과제, 이어 세기)와 처리통제 과제의 수행에 있어서 발달적 차이가 있는가?
- 1-2. 이어 세기 해결 전략 사용에 있어서 발달적 차이가 있는가?

<연구문제 2> 아동의 기수성 개념 발달과 인지 능력의 관계는 어떠한가?

- 2-1. 과제 유형(분석 과제와 처리통제 과제)에 따라 아동의 수행에 차이가 있는가?
- 2-2. 분석 과제와 처리통제 과제의 수행 정도는 상관관계가 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 부산시에 위치한 어린이집에 취원하고 있는 아동들 중 4세(51-58개월, 평균 : 54개월)와 5세(65-71개월, 평균 : 67개월) 15명씩 총 30명을 대상으로 하였다. 과제를 실시하기 전에 숫자에 대한 기본 지식이 있는 아동들을 선별하기 위해 2가지 과제를 실시하여 2가지 과제를 모두 통과한 아동들만을 연구에 포함하였다. 먼저, 1부터 10까지 셀 수 있는지 세어 보게 하였고, 두 번째로 실험자가 1부터 세다가 중단한 수부터 아동이 이어서 10까지 세어 보게 했다.

2. 검사 과제와 실시 방법

1) 분석과제 1 : 나누기 과제

먼저 아동에게 색깔이 다른 강아지 인형 두

마리를 아동에게 소개하고, 6cm×3cm 레고블럭 6개를 책상 위에 제시한다. 그런 다음 실험자가 “자, 이 강아지는 ‘누리’고, 이 강아지는 ‘두리’야. 누리와 두리는 이 블럭들을 똑같이 나누어 가지려고 해. 그러니까 네가 누리 한 개, 두리 한 개, 이런 식으로 블럭들을 나누어줘.”라고 말한다. 아동이 블럭을 모두 나누고 나면, 아동에게 “이 강아지들이 블럭을 똑같이 갖고 있니?”라고 물어보고 두 강아지가 같은 수의 블럭을 갖고 있음을 아동이 확인하게 하고, 이때 아동이 잘 모르겠다고 하면 다시 수를 세어 보게 하여 두 마리 강아지가 갖고 있는 블럭 수가 동일하다는 것을 아동이 인식하게 한다. 그런 다음 “자, 그럼 누리가 갖고 있는 블럭이 몇 개인지 세어 보고 선생님한테 몇 개인지 이야기 해 줘”라고 말하여 아동이 한 마리 강아지가 갖고 있는 블럭들을 세어 보고 검사자에게 그 수를 이야기 해주고 나면, 검사자는 다른 한 마리 강아지가 갖고 있는 블럭의 일부를 손으로 가린 후 “그럼, 두리가 갖고 있는 블럭은 몇 개니?”라고 질문한다. 이때 아동이 손을 치우라고 하거나 손에 가려서 보이지 않기 때문에 모르겠다고 하면 오답으로 처리한다. 같은 방식으로 플라스틱 공기돌 10개와 장난감 동물 8개에 대해서도 나누기를 실시하여 총 3회의 나누기 과제를 실시하였다.

2) 분석과제 2 : 이어서 세기

본 과제는 Steffe와 Cobb(1988), Huges(1986)의 도구를 기초로 제작하였다. 먼저 아동들에게 상자 안에 들어 있는 사탕을 보여주고 몇 개인지 세어 보라고 한다. 그런 다음 뚜껑을 덮고, 책상 위에 사탕을 몇 개 더 제시한다. 그리고 나서 상자 안에 든 사탕과 책상 위에 놓여 있는 사탕들이 모두 몇 개인지 물어본다. 아동들의

반응은 정확성과 아동들이 사용한 전략이라는 두 가지로 채점하였다. 각 아동에게 2번을 실시하였는데 한번은 작은 수인 3개와 2개, 다른 한번은 큰 수인 5개와 3개로 하였다. 아동들이 자신이 처음에 세었던 숫자가 상자 안에 든 사탕의 양이라는 것을 이해한다면, 전체 사탕의 양을 알기 위해 자신이 처음에 세었던 그 다음 숫자부터 세면 된다는 것을 알아야 한다. 그러므로 이때 아동들이 어떤 전략을 사용하여 답을 도출하는지를 알아보았다. 전략은 모두 4가지로 측정하였는데 첫째, 이어 세기(count on)는 가장 효율적인 방법으로서 자신이 이미 세었던 상자 안 사탕의 다음 숫자부터 시작하여 책상 위 사탕을 세는 것이다. 두 번째 전략은 한쪽만 세기(count 1 side)로서 상자 안 사탕이든, 책상 위 사탕이든 둘 중 한 가지만 세는 것이다. 세 번째 전략인 모두 다시 세기(count all)는 상자 안 사탕(이미 뚜껑을 덮어서 보이지 않는)을 다시 세고 난 후, 이어서 책상 위 사탕을 세어 전체 수를 알아내는 것이다. 마지막 전략인 내면적 세기(covert) 전략은 아동들이 어떠한 과정 없이 간단하게 답을 제시하는 것이다.

3) 처리통제과제 : 타워 과제

타워 과제는 아동의 처리통제 능력을 알아보기 위한 과제로서 블록을 쌓아서 타워를 만들어 타워의 높이를 무시하여야 해결할 수 있는 과제를 제시하기 위해서 높이가 작은 나무블럭의 2배가 되는 큰나무블럭을 제작하여 사용하였다.

먼저 아동에게 큰나무블럭 1개와 작은 나무블럭 1개를 보여주고 “이것들은 아파트야. 블록 한 개가 아파트 1개야. 그러니까 블록 한 개에 한 가족만 살고 있어. 이 두 아파트의 크기가 다

르지? 이걸 실제 아파트의 크기가 다른 것처럼 이 아파트도 크기가 다른 것뿐이야. 그렇기 때문에 블록 한 개에 한 가족만이 살고 있어. 그러니까 아파트 건물 1개 전체에 몇 가족이 살고 있는지 알려면 블록 수를 세어 보면 돼.”라고 말한다. 그런 다음 연습 과제로 아동에게 큰나무블럭 타워 3층과 큰나무블럭 타워 7층을 보여주고 “자, 선생님이 블록 한 개가 아파트 1개라고 했지. 이 건물에 몇 가족이 살고 있는지 알려면 블록 수를 세어 보면 돼. 그럼 이 두 건물을 각각 세어 보고 어느 건물에 더 많은 가족이 살고 있는지 이야기해 줘”라고 질문한다. 아동이 스스로 타워의 블록 수를 세어 보지 않으면, “자, 이 건물에 몇 가족이 살고 있는지 알려면 블록 수를 세어 보라고 했지? 블록 수를 하나씩 내가 세어 봐.”라고 이야기한다. 같은 방식으로 작은나무블럭 타워로 연습 과제를 한번 더 실시한다. 두 번의 연습 과제가 끝나면 본 과제를 실시하는데, 본 과제는 총 4가지 과제로서 2가지의 일치(corresponding) 과제와 2가지의 불일치(noncorresponding) 과제로 이루어져 있다. 일치 과제는 높이가 높은 타워가 블록 수도 더 많은 과제이고, 불일치 과제는 높이가 낮은 타워가 블록 수가 더 많은 갈등 과제 1가지와 두 타워의 높이는 같으면서 블록 수는 다른 동등 과제 1가지를 실시하였다. 과제는 일치-동등-일치-갈등 과제의 순으로 실시하여, 아동에게 큰나무블럭 타워 8층과 작은블럭 3층, 큰나무블럭 타워 4층과 작은 나무블럭 타워 2층, 큰나무블럭 타워 5층과 작은 나무블럭 타워 3층, 큰나무블럭 타워 4층과 작은 나무블럭 타워 5층의 순으로 과제를 제시하고 동일한 질문을 하였다. 각 과제마다 정답이면 1점, 오답이면 0점으로 처리하였다.

〈표 1〉 분석 과제의 연령별 평균과 표준편차

분 석 과 제	4세(N=15)		5세(N=15)		t값	
	M	SD	M	SD		
나누기 과제	과제1(블록6개)	.87	.35	.93	.26	-.59
	과제2(공기돌 10개)	.73	.46	1.00	.00	-2.25*
	과제3(장난감 동물8개)	.80	.41	1.00	.00	-1.87
	총 점	2.33	1.00	2.80	.56	
이어 세기	작은수(5 미만) 나누기	.47	.52	.80	.41	-1.95
	큰수(5 이상) 나누기	.06	.25	.66	.48	-4.20**
	총 점	.20	.56	1.73	1.16	

* $p<.05$ ** $p<.01$

3. 연구 절차

본 연구는 부산시에 위치한 어린이집에 재원 중인 만 4, 5세 아동 30명을 대상으로 2004년 4월에 실시하였다. 실험은 유치원내에 있는 별도의 독립적인 공간에서 개별적으로 실시하였다. 먼저 연구자를 소개하고 친밀감을 형성하기 위해 이름, 친구 등에 관해 잠시 대화를 나눈 후 아동이 편안한 상태가 된 듯하면 본 실험을 실시하였다. 실험은 나누기 과제, 이어세기 과제, 타워 과제의 순으로 실시하였고 총소요시간은 아동 한명 당 10-15분 정도였다.

4. 자료 분석

본 연구의 자료 분석은 SPSS/PC+ 프로그램을 이용하여 전산처리하였다. 아동들의 과제 수행에서의 발달적 차이를 알아보기 위해 t-test와 반복 측정 변량 분석을 실시하였고, 과제들 간의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson 상관분석을 실시하였다.

Ⅲ. 결 과

아동의 분석 과제 수행에 있어서 발달적 차

이가 있는가를 알아보기 위해 아동의 연령에 따라 나누기 과제와 이어 세기 과제의 수행에 대해 t-test를 실시한 결과는 <표 1>과 같다.

<표 1>에서 알 수 있듯이, 5세 아동들이 4세 아동들보다 나누기 과제2($t=-2.25$, $p<.05$)와 큰수 이어 세기($t=-4.20$, $p<.001$)를 더 잘하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 4세 아동들보다 5세 아동들이 5 이상의 큰수 과제를 더 잘 수행하는 것을 보여주는 것이다.

아동의 타워 과제 수행 결과는 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 처리통제 과제의 연령별 평균과 표준편차

통 제 과 제	4세(N=15)		5세(N=15)		
	M	SD	M	SD	
일치과제	일치과제1	1.00	.00	1.00	.00
	일치과제2	1.00	.00	1.00	.00
불일치과제	동등 과제	.93	.26	1.00	.00
	갈등 과제	.20	.41	.80**	.41

** $p<.001$

아동의 처리통제 과제 수행에 있어서 발달적 차이를 알아보기 위해 아동의 연령(4, 5세)을 피험자간 변인으로 하고, 두 가지 타워 과제 유형(일치, 불일치)을 피험자내 변인으로 하여 2(연령)×2(과제유형) 반복 측정 변량 분석을 실시하였다. 그 결과 아동들이 일치 과제를 불일치 과

〈표 3〉 아동의 나누기 과제의 사용 전략과 성공률

연령	사용 전략 과제	이어 세기		한쪽만 세기		모두다시세기		내면적 세기	
		사용수 (N)	성공률 (%)	사용수 (N)	성공률 (%)	사용수 (N)	성공률 (%)	사용수 (N)	성공률 (%)
4세	작은수 나누기	0	0	5	0	4	75.0	6	83.3
	큰수 나누기	0	0	3	0	5	0	7	14.2
5세	작은수 나누기	7	71.4	1	0	0	0	7	100.0
	큰수 나누기	2	100.0	1	0	0	0	12	53.3

제보다($F(1, 27) = 12.26, p < .05$) 더 잘 하고, 5세 아동이 4세 아동보다($F(1, 27) = 4.08, p < .001$) 더 잘 수행하는 것으로 나타났다

아동이 이어 세기 과제를 수행할 때 사용한 전략과 정답률은 <표 3>과 같다.

<표 3>에서 알 수 있듯이, 아동들은 4가지 전략을 모두 사용하였으나 4세 아동들은 이어 세기 전략은 전혀 사용하지 않았고, 5세 아동들은 주로 내면적 세기와 이어 세기 전략을 많이 사용하는 것으로 나타났다.

불일치 과제내에서 동등 과제와 같등 과제 수행에서 차이가 있는가를 알아보기 위해 2(연령)×2(불일치 과제 유형) 반복 측정 변량 분석을 실시하였다. 그 결과 아동들이 같등 과제보다 동등 과제를($F(1, 27) = 11.33, p < .05$) 더 잘하고, 4세 아동들이 5세 아동들보다($F(1, 27) = 2.78, p < .05$) 더 잘하는 것으로 나타났다.

분석 과제와 처리통제 과제의 수행 정도에 있어서 상관관계가 있는지 알아보기 위해 연령을 통제하고 분석 과제와 처리통제 과제의 상관관계 분석을 실시한 결과는 <표 4>와 같다.

이 때, 일치 과제는 모든 아동이 정답을 제시하였으므로 정규분포를 이루지 않기 때문에 상관관계 분석에서 제외하였다.

<표 4>에서 알 수 있듯이, 나누기 과제 이어 세기 과제 간에만 유의한 상관관계가 나타났고,

〈표 4〉 과제들간의 상관관계

과제	나누기 과제	이어 세기	동등 과제
이어 세기 과제	.47*		
동등 과제	.29	.07	
같등 과제	.33	-.19	.09

* $p < .05$

나누기 과제와 타워 과제, 이어 세기와 타워 과제 간에는 상관관계가 유의하지 않았다.

타워과제에서도 동등 과제와 같등 과제 간에 상관관계가 유의하지 않은 것으로 나타났다.

IV. 논의 및 결론

본 연구는 아동의 인지능력과 기수성 발달의 관계를 알아보기 위해 상위 인지능력인 분석과 처리통제 과제를 이용하여 기수성 발달 과정을 살펴보고, 분석과 처리통제가 기수성 발달을 어느 정도 설명할 수 있는지 알아보려고 하였다. 이를 위해 분석 과제로 나누기 과제 이어 세기 과제를, 처리통제 과제인 타워 과제를 실시하여 연령에 따른 차이와 과제 유형에 따른 차이를 살펴보았다.

본 연구의 결과는 수를 셀 수 있는 기초적 수

지식이 있는 아동들이 점차적으로 기수성이 나타남을 보여주었다. 즉, 모든 과제에서 4세 아동들보다 5세 아동들이 더 잘하는 것으로 나타나 유아기가 기수성이 발달되는 과정임을 알 수 있다.

나누기 과제는 수가 똑같은 두 묶음의 경우 한 묶음을 세어 봄으로써 나머지 한 묶음이 몇 개인가를 아는 논리적 추론을 알아보는 것이었다. 그 결과 5보다 작은 수 나누기 과제는 4, 5세 아동들이 모두 잘 수행한 반면, 5보다 큰 수 나누기 과제에서는 연령차가 나타나 4세 아동들보다 5세 아동들이 더 잘 수행하는 것으로 나타났다.

이어 세기는 좀더 어려운 과제로서 이 과제에서도 아동은 수세기가 양을 알기 위한 적절한 절차임을 이해해야 하지만, 책상 위에 놓여 있는 개수와 상자 뚜껑을 덮어 보이지 않는 개수를 모두 다 세어야 한다는 것도 알아야 하고, 뚜껑을 덮은 것은 이미 세었기 때문에 다시 셀 필요가 없음도 알아야 한다. 물론 뚜껑을 덮은 것부터 모두 다시 세어 봄으로써 또는, 모두 세는 다른 전략을 이용함으로써 정답에 도달할 수는 있다. 이어 세기 과제의 수행 결과는 이어 세기가 나누기 과제보다 더 어려운 과제임을 보여주어, 4세 아동들은 거의 대부분 수행에 실패하였고 5세 아동들도 이어 세어야 하는 총수가 5보다 큰 수인 과제2에서는 66% 정도만이 성공하여 나누기 과제의 결과와는 차이가 있었다. 나누기 과제와 이어 세기 과제에서 4세 아동들은 5세 아동들에 비해 5 이상의 큰 수 과제를 잘 해결하지 못하였는데, 이러한 결과는 4세 아동들은 5 이하의 작은 수에 대해서는 일대일 대응이나 기초적인 더하기를 하지만, 5 이상의 큰 수에 대해서는 잘 하지 못한다는 선행 연구(권영심, 1993; 나귀옥, 1998, 2002; 박영신,

1997)와 일치하는 것이다.

이어 세기 과제에서는 이어 세기 수행할 때 아동이 사용한 전략을 알아봄으로써 아동의 분석 능력을 살펴보았는데, 그 결과 가장 낮은 수준의 전략인 한쪽만 세기는 4세 아동들이 많이 사용하는 전략이었고, 가장 적절한 전략이라고 판단하여 아동 선별시에도 이어 세기 과제를 넣었음에도 불구하고 4세 아동들은 이어 세기 전략을 한명도 사용하지 않은 반면, 5세 아동들은 많이 사용하였다. 이것은 5세 아동들은 전체 양을 알기 위해 모든 대상을 다 포함해야 한다는 것을 인식하고 있음을 보여주는 결과라 할 수 있다. 이러한 아동이 사용한 전략에 있어서도 이어 세기 5세 아동들이 더 많이 사용하고 4세 아동들은 한쪽만 세기를 많이 사용함으로써 4세 아동보다 5세 아동의 분석 능력이 더 발달되어 있음을 확인할 수 있다. 그런데 본 연구에서는 많은 아동들이 내면적 세기 전략을 모호한 전략을 사용했다. 내면적 세기 전략의 문제는 아동이 어떻게 답을 구했는지 알 수 없다는 것이다. 아동이 덧셈을 했을 수도 있고, 소리 없이 세어 보았을 수도 있으며 또는 빠르게 이어 세기 했을 수도 있지만 아동이 사용한 방법을 드러내는 분명한 행동은 없었다. 상자에 들어 있지 않은 사탕의 양이 적었기 때문에 내면적 세기 전략을 사용한 아동들 중 일부는 조용하고 빠르게 이어 세기 했을 수도 있다. 아동들에게 상자안 물건 수를 종이에 쓰게 했을 때 3개가 담긴 경우 종종 “1-2-3”이라고 썼다고 보고한 Hughes(1986)에서 알 수 있듯이, 본 연구에서 내면적 세기 전략으로 분류된 아동들 중에도 사실은 이어 세기 전략을 사용한 아동들일 수도 있다. 그러나 본 연구에서는 아동에게 답을 도출한 과정에 대해 질문하지 않았기 때문에 좀더 자세한 정보는 알 수 없으므로 후속 연구에서

아동들의 기수성 과제 해결 전략에 대해 좀더 자세한 연구가 이루어져야 할 것이다.

세 가지 중 가장 어려운 과제가 타워 과제다. 특히 불일치 과제는 높이의 차이에 상관없이 각 타워의 블록 수에만 주의를 기울여야 답을 얻을 수 있다. 아동들이 수를 세어 봄으로써 이 과제를 해결할 것이라고 간단하게 생각할 수도 있지만, 이 과제는 앞의 두 과제보다 기수성 개념에 대한 좀더 많은 통제가 필요하다. 특히 높이를 무시하여야 해결할 수 있는 갈등 과제가 아동의 처리통제 능력을 가장 잘 반영하는 과제인데 이 과제의 수행 결과, 4세 아동과 5세 아동의 연령차가 유의하게 나타났다. 특히, 일치 과제나 동등 과제에서는 연령차가 나타나지 않았고, <표 3>에서도 알 수 있듯이 4세 아동들도 일치 과제나 동등 과제는 거의 모두 잘 수행함을 알 수 있다. 그러나 갈등 과제에서는 4세 아동의 평균 점수가 .20으로서 5세 아동에 비해 매우 낮은 수행 결과를 보여주었다. 이러한 결과는 4세 아동들이 5세 아동들보다 처리통제 능력이 매우 낮음을 보여주는 것이며, 분석 과제보다 처리통제 과제가 훨씬 더 어려운 과제임을 보여주는 결과이다. 4세 아동들이 갈등 과제에서 대부분 실패한 이유는 4세 아동들은 높이라는 혼란스러운 정보를 통제하지 못했기 때문이다. 본 연구에서는 과제를 실시할 때 아동들에게 두 타워를 직접 손으로 세어 본 후 답하게 하였는데도 불구하고, 아동들이 갈등 과제에서 틀린 답을 제시한 것은 숫자는 정확하게 세었지만 과제의 답은 높이가 높은 타워를 선택했기 때문이다. 높이가 같을 때에는 4세 아동들도 자신이 센 숫자로 답을 제시하였으나 높이가 다른 과제에서는 4세 아동들의 대부분이 틀린 답을 답한 것은 4세 아동들은 수보존 개념이 매우 부족하다는 것을 보여주는 결과이며 5세 아동들은 대부분

잘 수행함으로써 5세경이 되면 처리통제 능력이 충분히 발달됨을 알 수 있다.

본 연구에서는 분석 과제와 처리통제 과제의 상관관계도 알아보았는데, 그 결과 나누기 과제 간에는 상관관계가 유의하지 않았다. 세 가지 과제 모두 아동들이 수세기를 함으로써 해결하는 과제이지만 나누기 과제 이어 세기 과제는 분석이라는 인지능력이 필요한 과제이고, 타워 과제는 처리통제가 필요한 과제이므로 이 두 과제 간에 상관관계가 유의하지 않은 것은 이 두 가지 능력이 개별적인 능력으로 분리될 수 있음을 보여주는 결과로서 Bialystok과 Codd(1997)의 결과를 지지하는 것이다.

본 결과는 표상의 분석과 주의 통제의 관점에서 아동들의 인지능력이 향상됨에 따라 기수성의 개념이 발달한다는 개념(Bialystok, 1999; Bialystok & Codd, 1997)을 지지하는 것으로서 본 연구의 결과로 언어 발달과 마찬가지로 기수성 발달에서도 수와 양의 관계에 대한 명료한 지식뿐만 아니라 자신이 세고 있는 수자체에 주의를 기울이는 주의 통제 능력이 충분히 발달하여야 기수성 개념이 확립된다는 것을 알 수 있다. 그러나 본 연구는 부산시의 어린이집에 재원 중인 30명의 아동들만을 대상으로 하였으므로 본 연구의 결과를 일반화하는 데에는 다소 무리가 있을 것이다. 또한 본 연구 결과로 본 연구에서 실시한 과제들이 기수성 개념 발달과 인지 발달에 있어서 매우 중요한 4, 5세 아동들에게는 적절하다는 것을 알 수 있으나 기수성이나 인지 발달의 초기 단계인 3세 아동들은 선별 과제에서 거의 모두 탈락하여 실시할 수 없었으며, 6세 이상의 아동들은 모두 정답을 맞추어 6세 이상의 아동들에게는 기수성과 인지 발달의 관련성을 밝히기에는 부족할

과제였다. 그러므로 3세 이하와 6세 이상 아동들을 대상으로 실시할 수 있는 과제를 개발하는 후속 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

- 권영심(1993). 유아 수개념 발달에서의 수세기와 짝짓기의 역할. *교육심리연구*, 7(2), 1-31.
- 나귀옥(2002). 취학전 유아의 수 및 연산의 기초개념에 관한 연구. *미래유아교육학회지*, 9(1), 83-113.
- 나귀옥 · 김경희(1997). 연령, 대상물 및 과제 유형에 따른 유아의 수세기 능력. *순천향대학교 인문과학 논총*, 3, 141-164.
- 박영신(1997). 두가지 수체계의 대응성에 대한 이해의 발달. *한국심리학회지 : 발달*, 10(1), 92-112.
- 서상숙(1994). 유아의 수세기와 분류 능력과의 관계. *원광대학교 석사학위논문*.
- 신은수 · 김은정 · 김소향(1993). 3, 4, 5세 유아의 합리적 수세기, 더하기, 빼기 능력 발달에 관한 연구. *아동학회지*, 14(1), 23-47.
- 황명연(1990). 5세 아동의 수 기초 개념 형성에 관한 연구. *단국대학교 석사학위 논문*.
- Bialystok, E., & Codd, J.(1997). Cardinal limits : Evidence from language awareness and bilingualism for developing concepts of number. *Cognitive Development*, 12, 85-106.
- Bialystok, E.(1999). Cognitive complexity and attentional control in the bilingual mind. *Child Development*, 70(3), 636-644.
- Frydman, O., & Bryant, P(1998). Sharing and understanding of number equivalence by young children. *Cognitive Development*, 3, 323-339.
- Gallistel, C. R., & Gelman, R.(1991). The preverbal counting process. In W. E. Kessen, A. Ortony, & F. I. M. Craik (Eds). *Thought, memories and emotions : Essays in honor of George Mandler* (pp. 65-81). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Gelman, R., & Gallistel, C. R.(1978). The child's understanding of number. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Hitch, G., Cundick, J., Haughey, M., Pugh, R., & Wright, H.(1987). Aspects of counting in children's arithmetic. In J. A. Sloboda & D. Rogers(Eds.), *Cognitive process in mathematics*. Oxford, England : Clarendon, 1987.
- Hughes, M.(1986). *Children and number*. Oxford, England : Basil Blackwell.
- Jacjendoff, R(1987). *Consciousness and the computational mind*. New York : Academic.
- Klahr, D., & Wallace, J. G.(1973). The role of quantification operators in the development of conservation of quantity. *Cognitive Psychology*, 4, 301-327.
- Miller, K. F.(1989). Measurement as a tool for thought : The role of measuring procedures in children's understanding of quantitative invariance. *Developmental Psychology*, 25, 589-600.
- Miller, M. M., & Paredoes, D. R(1990). Starting to add worse : Effects of learning to multiply on children's addition. *Cognition*, 37, 213-242.
- Schuster, B. V.(1995). Effects of contextual cues on children's understanding of ordinality and cardinality. MA : New York University, Ontario.
- Sophian, C.(1992). Learning about numbers : Lessons for mathematics education from preschool number development. In J. Bideaua C. Meljac, & J.-P. Fischer(Eds.), *Pathways to number : Children's developing numerical abilities*(pp.19-40). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Wynn, K.(1990). Children's understanding of counting. *cognitions*, 36, 155-193.

2004년 10월 31일 투고 : 2004년 12월 27일 채택