

## 한국 유아들의 분수개념에 대한 이해의 발달 II : 연속적 양과 비연속적 양에서의 비율추리\*

Development of Korean Preschoolers' Understanding of Fractional Concepts II :  
Proportional Reasoning for Continuous and Discontinuous Quantities\*

박영신(Young-shin Park)<sup>1)</sup>

### ABSTRACT

In Experiment 1, 4- and 5-year-olds were shown either continuous(i.e., pizza) or discontinuous stimuli(i.e., biscuit) by the experimenter. After a proportion(e.g., 2/8, 4/8, or 6/8) was removed, children were asked to remove an equivalent proportion. Whereas 4-year-olds proportional reasoning was correct only when they shared the same stimulus with the experimenter, 5-year-olds reasoned correctly regardless whether or not they shared the stimulus with the experimenter. In Experiment 2, where the discontinuous stimulus was changed, 4-year-olds also made correct proportional reasoning even when their stimulus was different from the experimenter's. Contrary to other studies, quantity didn't affect children's proportional reasoning except the proportion 1/4, where problems with discontinuous quantity were solved more successfully than problems with continuous quantity.

**Key Words** : 분수개념(fractional concepts), 비율추리(proportional reasoning), 연속적 양(continuous quantity), 비연속적 양(discontinuous quantity).

### I. 서론

유아들의 삶에서 수는 아주 중요하다. 유아들은 주변 환경을 여러 차원에서 개념화하는데 수는 이 가운데 하나이다. 유아들은 일상 삶에서 끊임없이 주변에 있는 사물들을 세고, 끊임없이

사물들의 수를 비교한다. 자연수가 유아들에게 중요한 것처럼 분수도 유아들의 삶에서 중요하다. 유아들은 일상생활에서 다양한 형태로 분수를 경험한다. 예를 들어, 우유나 주스 반 컵을 먹기도 하고, 동생과 피자를 반판씩 나누어 먹기도 하고, 친구와 초콜릿을 반 상자씩 나누

\* 본 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2002-041-H00014).

<sup>1)</sup> 경북대학교 심리학과 교수

**Corresponding Author** : Young-shin Park, Department of Psychology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea E-mail : yoshpark@mail.knu.ac.kr

어 먹기도 한다. 이처럼 유아들이 아주 일찍부터 분수를 경험함에도 불구하고 유아들이 분수를 어떻게 학습해 나가는지에 대해서는 최근까지 별 관심이 기울여지지 않았다.

과거에는 분수에 대한 이해는 아주 늦게 발달한다고 생각해 왔다. Piaget(Piaget & Inhelder, 1975)는 분수는 두 양 사이의 관계를 나타내므로 두 분수를 비교하기 위해서는 이차적 관계(second-order relation) 즉 관계의 관계를 고려해야 하기 때문에 분수에 대한 추리는 11세경이 되어야 가능하다고 보았다.

그러나 최근 들어 공식적 수학교육을 받기 이전의 유아들이 분수 또는 분수의 기초가 되는 개념들을 이해하고 있는지가 많이 연구되고 있다. 이 연구들은 반비례 관계, 분수계산이나 비율추리 등 다양한 측면에서 이루어지고 있으며 Piaget(Piaget & Inhelder, 1975)의 주장과 달리 학령전기 유아들도 분수의 기초가 되는 여러 가지 개념들을 이해하고 있음을 밝히고 있다.

### 1. 학령전기 유아들의 분수기초 개념에 대한 이해

이러한 분수의 기초 개념들에 대한 이해는 동시에 발달하는 것이 아니라 시차를 두고 발달한다. Sophian, Garyantes, 및 Chang(1997)은 일정한 양을 수령자들에게 똑같이 나누어 줄 때 수령자의 수에 따라 각 수령자가 받는 양이 달라지는지를 이해하는 지로 반비례 관계에 대한 이해를 평가하였다. 5세에서 7세 아동들에게 일정한 양의 먹이를 두 마리, 세 마리 또는 네 마리 몬스터에게 똑같이 나누어 줄 때 각 몬스터들이 먹는 양을 비교하게 하였는데 7세 아동들은 몬스터가 많아질수록 각 몬스터들이 먹는 양이 적어진다는 사실을 이해하였으나 5세 유아들은 그런 사실을 잘 이해하지 못했다.

우리나라 6세 유아들도 일정한 양의 먹이를 두 마리, 세 마리 또는 다섯 마리의 피카추에게 똑같이 나누어 줄 때 피카추의 수가 많아질수록 각 피카추가 먹는 양이 적어진다는 사실을 잘 이해하였다(박영신, 2002). 이 결과들은 6세경이면 유아들이 반비례 관계를 이해함을 보여준다. 그러나 Sophian 등의 연구(1997)에서 짧은 훈련 기간 동안 몬스터들에게 먹이를 나누어 주는 것을 관찰하게 하자 5세 유아들도 몬스터가 많아질수록 각 몬스터가 먹는 양이 적어짐을 이해하였을 뿐 아니라 훈련에서 사용되지 않았던 문제도 풀 수 있었다.

분수계산에 대한 이해는 더 어린 연령에서 나타났다(Mix, Levine, & Huttenlocher, 1999). 3세에서 5세 유아들에게 어떤 분수, 예를 들어 원의  $\frac{3}{4}$ 을 보여준 다음 스크린으로 가리고 원의  $\frac{1}{4}$ 을 스크린 뒤로 넣어서 원래 자극에 변형을 가한 뒤, 원의  $\frac{1}{4}$ , 원의  $\frac{2}{4}$ , 원의  $\frac{3}{4}$ 과 온전한 원의 그림을 보여주고 스크린 뒤에 있는 원이 어떤 모양인지 선택하게 하였다. 모든 연령에서 유아들의 정반응이 우연수준 이상으로 3세부터 유아들은 비언어적으로 제시되는 쉬운 분수의 계산을 할 수 있었으며 이런 경향은 연령에 따라 증가하였다.

비율추리도 분수계산과 마찬가지로 비교적 일찍부터 발달한다. 비율추리는 부분-전체 관계라는 분수의 핵심적 요소를 다루고 있다는 점에서 특히 중요하다. Goswami(1989)는 만4세에서 7세 아동들에게 원, 네모, 마름모 등과 같이 모양이 다른 한 쌍의 자극에  $\frac{1}{2}$ 과 같은 하나의 비율을 제시한 뒤, 둘째 쌍에 속하는 첫째 자극에  $\frac{1}{4}$ 과 같이 첫째 쌍과 다른 비율을 제시하고 여러 자극들 가운데에서 둘째 쌍의 두 번째 자극을 선택하게 하자 6세부터 유아들은 적절한 비율을 선택할 수 있었다.

Spinillo와 Bryant(1991)도 4세에서 7세 아동들에게 사각형 그림에 흰색과 푸른색의 대비로 1/8, 3/8, 5/8, 7/8 가운데 한 비율을 제시한 다음 블록으로 만든 두 개의 모형 중에서 그림과 동일한 비율을 나타내는 모형을 선택하게 하자 일부 5세 유아들과 대부분의 6세 유아들이 블록을 정확하게 선택하였다.

우리나라 유아들을 대상으로 비율추리를 다룬 한 선행연구(박영신, 2004)에서 마름모, 원, 정사각형 등과 같이 모양이 다른 세 개의 도형에 비율 1/4, 2/4, 3/4와 자연수 4/4 가운데 하나를 제시한 다음, 모양이 같은 네 개의 도형에 서로 다른 네 비율을 제시하고 앞에 제시되었던 비율을 찾게 하자 5세 유아들은 정확하게 적절한 비율을 찾을 수 있었지만 4세 유아들은 그렇지 못했다. 이 연구들은 적어도 5세 또는 6세경부터 유아들이 비율추리를 할 수 있음을 시사한다.

그러나 최근에 이루어진 Singer-Freeman과 Goswami(2001)의 연구는 더 어린 연령 즉 3세와 4세에도 비율추리가 가능함을 보이고 있다. 실험자는 팔등분 된 피자나 여덟 개의 초콜릿을 가지고 유아들은 사등분된 피자나 네 개의 초콜릿을 가진 다음, 실험자가 자극에서 일부를 제거하고 자극의 2/8, 4/8, 6/8을 남긴 다음, 유아들이 가진 자극으로 동일한 비율을 만들어보게 하였다. 연구의 조건에 따라 약간 차이는 있었지만 유아들은 대부분의 조건에서 우연수준 이상의 반응을 보여 비율추리를 할 수 있음을 보여 주었다.

## 2. 연속적 양과 비연속적 양에서의 비율추리

이처럼 학령전기 유아들이 분수의 기초가 되는 다양한 개념을 이해하고 있음을 밝힌 연구들은 주로 연속적 양(continuous quantity)을 사용하였다. 예를 들어, Sophian등(1997)은 컵에 담긴

오렌지색의 아주 작은 콩알들, Mix등(1999)은 스폰지로 만든 원모형, Goswami(1989)와 박영신(2004)은 원, 직사각형, 정사각형, 마름모 등과 같은 여러 가지 형태의 도형을 사용하였다. 비율은 전체의 일부를 나타내는 개념이기 때문에 연속적 양에서 다루어지는 것이 더 보편적이고 일반적이다.

그러나 비연속적 양에서도 비율의 개념이 다루어진다. 예를 들어, 달걀 반 꾸러미, 초콜릿 반 상자, 사과 반 바구니등도 유아들이 배우고 이해해야 하는 중요한 개념이다. 연속적 양과 달리 비연속적 양은 그 하나하나가 독립된 개체이기 때문에 유아들은 비연속적 양을 하나의 전체로 보거나 개념화하는 것이 쉽지 않을 수 있다. 따라서 비율추리가 비연속적 양과 연속적 양에서 다르게 발달할 가능성이 있다(Mix, Huttenlocher, & Levine, 2002).

연속적 양과 비연속적 양에서 비율추리를 직접 비교한 연구는 많지 않다. Spinillo와 Bryant(1999)는 6세에서 8세 아동들에게 연속적(예, 등분되지 않은 원) 또는 비연속적(예, 등분된 원) 양으로 목표 비율을 제시한 다음 비연속적 양(예, 일렬로 배열된 등분된 원의 조각들)으로 두 비율을 제시하고 앞에서 제시되었던 비율을 찾게 하였다. 7세와 8세 아동들은 목표 비율이 연속적 양이나 비연속적 양으로 제시되거나 비율추리에 차이가 없었으나 6세 유아들은 목표 비율이 연속적 양으로 제시되었을 때 비율추리를 더 잘 하였다.

Singer-Freeman등(2001)은 3세에서 4세 유아들을 대상으로 연속적 양과 비연속적 양에서 비율추리를 직접 비교하였다. 유아들에게 연속적 양인 피자와 비연속적 양인 초콜릿을 사용하였는데 유아들은 비연속적 양인 초콜릿보다 연속적 양인 피자를 사용했을 때 비율추리를 더 잘

하였다.

Jeong(2003)은 4세에서 10세 아동들에게 연속적 양(예, 하나의 큰 사각형)이나 비연속적 양(예, 여러 개의 작은 사각형)으로 목표비율을 제시하고 세 자극 가운데에서 동일한 비율을 찾게 하였다. 모든 연령의 아동들이 연속적 양에서 비율추리를 더 잘 하였으며 비연속적 양에서의 비율추리는 10세경에나 나타났다.

이 연구들은 비연속적 양에서 비율추리가 나타나는 시기는 차이가 있지만 비율추리가 연속적 양에서 더 일찍 발달함을 보여준다. 그러나 이런 결과와 대조적으로 연속적 양과 비연속적 양에서 비율추리에 차이가 없음을 보이는 연구들도 있다. Sophian과 Wood(1997)는 비율추리가 부분-부분 비교에서 부분-전체 비교로 발전하는지를 검토하기 위해 5세에서 7세 아동들의 비율추리를 비교하였는데 연속적 양과 비연속적 양에서 비율추리에 차이가 없었다.

비율추리 이외의 분배적 수세기와 반비례 관계에 대한 이해에서도 유사한 결과가 발견되었다. Hunting과 Sharpley(1988)는 3세 4개월에서 5세 2개월 된 유아들에게 끈과 같은 연속적 양과 크레커와 같은 비연속적 양을 2명, 3명, 또는 4명의 인형에게 똑같이 나누어 주게 하였다. 세 명에게 나누어줄 때에는 약 40% 유아들이(비록 잘라진 두 끈의 길이는 동일하지 않았지만) 정확한 반응을 보였고 비스킷을 나누어줄 때는 70% 유아들이 정확한 반응을 보여서 연속적 양보다 비연속적 양에서 분배적 수세기를 더 정확하게 하였다. 또한 Sophian 등의(1997) 연구를 비연속적 자극으로 확장한 연구에서(박영신, 2002) 우리나라 5세와 6세 유아들은 피카추에게 줌쌀과 같은 연속적 양이나 사탕과 같은 비연속적 양을 나누어줄 때 수령자의 수와 수령하는 양 사이의 반비례 관계를 이해하는 정도에는 큰 차이가 없었다.

이처럼 비율추리가 연속적 양과 비연속적 양에서 차이가 나는지에 대해서 연구결과가 일치하지 않고 있다. 일부 연구들은 비율추리가 비연속적 양보다 연속적 양에서 더 먼저 발달한다고 밝히고 있고 일부 연구들은 큰 차이가 없다고 밝히고 있다. 특히 연속적 양에서 비율추리가 먼저 발달한다는 사실을 밝힌 연구들도 비연속적 양에서 비율추리가 나타나는 시기에 대해서는 4세에서 부터 10세에 이르기 까지 아주 넓은 범위를 보이고 있어 이 문제에 대한 검토가 요구된다.

## II. 연구 1

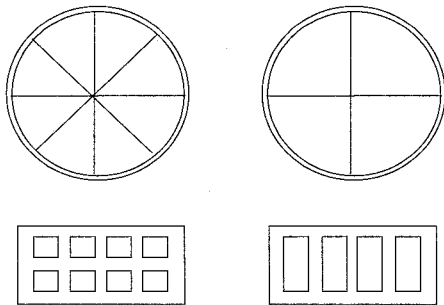
연구1의 목적은 친숙한 자극들을 사용하여 우리나라 유아들에서 비율추리가 어떻게 발달하는지, 또 비율추리가 연속적 양과 비연속적 양에서 다르게 발달하는지를 검토하는 것이었다. 유아들은 일상생활에서 피자나 비스킷을 나누거나 또는 나누어진 피자나 비스킷을 많이 보기 때문에 그림이나 도형과 같은 자극들에서 보다 비율추리가 더 일찍 나타날 가능성이 있다. 따라서 연구1에서는 Singer-Freeman 등(2001)과 같이 유아들이 많이 경험하는 연속적 양인 피자과 비연속적 양인 비스킷을 자극으로 사용하였다.

### 1. 연구방법

연구대상. D광역시외의 동구에 소재하고 있는 한 어린이집에 재원하고 있는 4세 유아 21명(남아 8명과 여아 13명)과 5세 유아 24명(남아 12명과 여아 12명)이 참여하였다. 4세 유아들의 연령범위는 4년 2개월에서 4년 11개월이었고 5세 유아들의 연령범위는 5년 2개월에서 6년이였다. 이 유아들의 사회경제적 지위는 중하정도에 속했다.

1) 연구도구

연구에 사용된 자극은 두 종류로 연속적 양을 나타내는 피자과 비연속적 양을 나타내는 비스킷이었다. 두 종류의 자극은 모두 우드락으로 제작하여 사용하였다. 피자는 지름이 25cm 정도로 지름이 30cm인 판 위에 제시되었다. 실제 피자를 디지털 카메라로 촬영한 다음 피자의 크기에 맞게 확대하여 우드락 위에 붙여서 실제 피자처럼 보이게 만들었다. 실험자용 피자과 유아용 피자는 동일한 크기로 실험자용 피자는 팔등분 되었고 유아용 피자는 사등분되었다. 비스킷은 가로 4.5cm, 세로 5cm로 가로 27cm, 세로 14cm인 사각판 위에 제시되었다. 피자과 마찬가지로 실제 비스킷을 디지털 카메라로 촬영한 다음 비스킷의 크기에 맞게 확대하여 우드락에 붙여서 실제 비스킷처럼 보이게 만들었다. 실험자용 비스킷은 여덟 개로 사각판의 위쪽과 아래쪽에 각각 네 개씩 두 줄로 나란히 배열되었고, 유아용 비스킷은 네 개로 사각판 위에 한 줄로 배열되었다. 이밖에도 연습시행을 위해서 실험자용 피자과 동일한 크기의 팔등분 된 피자를 제작하여 사용하였다.



〈그림 1〉 연구1에 사용된 도구

2) 연구절차

실험은 세 명의 여자 실험자들에 의해 유아들이 재원하고 있는 기관의 조용한 방에서 진행되

었다. 유아들이 들어오면 인사를 나누고 유아들의 이름을 물은 다음, 재미있는 게임을 할 것이라고 말해 주었다. 그리고 연습문제를 통해 문제를 푸는 방법을 이해하게 하였다. 실험자와 유아가 서로 팔등분 된 피자를 하나씩 가진 다음, 실험자가 피자의 일부를 먹을 것이라고 말해주고 유아가 가진 피자에서 같은 양을 먹어야 한다고 말해주었다. 실험자는 유아가 보지 않는 상태에서 피자의 일부를 제거하고 남아있는 피자를 보여준 다음 유아들도 같은 비율의 피자를 남기게 하였다. 연습시행에서는 실험자가 피자를 모두 다 먹거나, 전혀 먹지 않거나, 2/8, 4/8, 6/8을 남겨서 보여주었고 유아들이 정답을 하면 칭찬을 해주고 오답을 하였을 때에는 다시 한번 생각해 보게 하였다. 유아들이 실험의 절차를 이해하고 나면 실험을 시작하였는데 실험자는 항상 팔등분 된 피자 또는 여덟 개의 비스킷을 가졌고 유아는 항상 사등분된 피자나 네 개의 비스킷을 가졌다. 연습시행에서처럼 실험자는 유아가 보지 않는 상태에서 자극의 일부를 제거하고 2/8, 4/8, 6/8이 남은 피자나 비스킷을 보여주고 유아가 가진 피자나 비스킷으로 동일한 비율을 만들게 하였다.

실험에는 실험자와 유아가 같은 자극을 가진 두 조건과 다른 자극을 가진 두 조건이 제시되었다. 전자의 두 조건에서는 실험자와 유아가 모두 피자나 비스킷을 가졌고 후자의 두 조건에서는 실험자가 피자, 유아가 비스킷 또는 반대로 가졌다. 실험자와 유아가 같은 자극을 가진 두 조건이 항상 먼저 제시된 후에 실험자와 유아가 다른 자극을 가진 두 조건이 제시되었다. 전자와 후자의 조건 내에서 두 조건이 제시되는 순서는 피험자들 사이에 역순서화 하였고, 각 조건 내에서 문제 즉 1/4, 2/4, 3/4이 제시되는 순서는 무선으로 결정하였다. 유아들이 과제에 흥미를 유지할

수 있도록 각 문제를 마친 다음 종이에 그려진 포도모양에 자신이 원하는 스티커를 하나씩 붙이도록 하였다.

## 2. 연구결과

연령, 유아자극, 조건 및 비율에 따른 정반응률, 표준편차(괄호속), 그리고 t-검증 결과가 <표 1>에 제시되어 있다. 유아자극은 유아들이 가진 자극을 말하고, 조건은 유아와 실험자가 가진 자극이 같은지 또는 다른지를 말한다. 전체 정반응률은 4세가 .52였고 5세가 .70이었다. 각 문제에서 가능한 답이 네 개였으므로 우연수준 정반응률은 .25였다. 정반응률이 우연수준 정반응률인 .25와 유의하게 차이가 있는지 단일집단 t-검증으로 비교한 결과, 4세( $t=5.00$   $df=21$ ,  $p<.01$ )와 5세( $t=9.11$ ,  $df=23$ ,  $p<.01$ ) 유아들의 정반응률은 모두 우연수준 이상이였다. 또한 모든 셀에서 유아들의 정반응률이 우연수준 정반응률과 유의하게 차이가 있는지 t-검증으로 비교한 결과, <표 1>에 제시된 것처럼 4세 유아들은 전체 열 두 조건 가운데 일곱 조건에서, 5세 유아들은 한 조건을 제외한 모든 조건에서 우연수준 이상의 반응을 보였다.

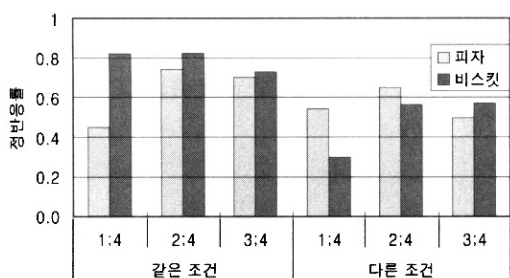
유아들의 비율추리가 여러 변인에 따라 어떻게 차이가 있는지 알아보기 위해 2(연령)×2(조건 : 같은 조건, 다른 조건)×2(유아자극 : 피자, 비스킷)×3(비율 : 1/4, 2/4, 3/4) 반복측정에 의한 변량분석으로 분석하였다. 우선 연령의 주효과가 있어서( $F_{1,44}=6.09$ ,  $p<.05$ ) 4세 유아보다 5세 유아들이 비율추리를 더 잘 하였다. 또한 조건( $F_{1,44}=17.36$ ,  $p<.01$ )의 주효과가 유의하여 유아들은 실험자와 같은 자극을 사용했을 때(.71) 실험자와 다른 자극을 사용했을 때(.52)보다 비율추리를 더 잘 하였다. 비율의 주효과도 유의하여( $F_{2,88}=6.34$ ,  $p<.01$ ) 유아들은 2/4(.66)와 3/4(.62)에서 1/4(.56)보다 비율추리를 더 잘 하였다.

유아자극의 주효과는 없었으나 유아자극×조건 상호작용( $F_{1,44}=5.65$ ,  $p<.05$ ) 뿐 아니라 유아자극×조건×비율 상호작용이 유의하여( $F_{2,88}=11.31$ ,  $p<.01$ ) 후자의 상호작용을 <그림 1>에 제시하였다. <그림 1>을 살펴보면, 실험자와 유아가 같은 자극을 가진 조건에서는 비율 2/4와 3/4에서 연속적 양인 피자과 비연속적 양인 비스킷을 사용했을 때 비율추리에 차이가 없었으나 1/4에서는 비연속적 양인 비스킷을 사용할 때 비율추리를 더 잘 했다. 실험자와 유아가 다른 자극을 가진

<표 1> 4세와 5세 유아들의 정반응률, 표준편차와 t-검증 결과

연령	유아자극 비율 조건	피자			비스킷			전체
		1/4	2/4	3/4	1/4	2/4	3/4	
4세	같은 조건	.32 (.47)	.59** (.50)	.64** (.49)	.77** (.43)	.73** (.46)	.64** (.49)	52**
	다른 조건	.45 (.51)	.55** (.51)	.41 (.50)	.27 (.46)	.36 (.49)	.55** (.51)	
5세	같은 조건	.58** (.50)	.88** (.34)	.75** (.44)	.88** (.34)	.92** (.28)	.83** (.38)	70**
	다른 조건	.63** (.50)	.75** (.44)	.58** (.50)	.33 (.49)	.75** (.44)	.58** (.50)	

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



〈그림 2〉 연구1에서 나타난 유아자극×조건×비율상호작용

조건에서는 비율 2/4와 3/4에서는 유아자극이 연속적 자극인 피자과 비연속적 자극인 비스킷일 때 비율추리에 차이가 없었으나 1/4에서는 유아자극이 연속적 자극인 피자일 때 비율추리를 더 잘 했다.

### 3. 논의

연구1에서는 4세와 5세 유아들을 대상으로 비율추리가 어떻게 발달하며, 자극의 여러 가지 특성에 따라 비율추리가 어떻게 달라지는지 검토하였다. 우선 5세 유아들은 실험자와 유아가 같은 자극을 사용한 조건뿐 아니라 다른 자극을 사용하여 순수하게 비율에 의존해야 했던 대부분의 조건에서 우연수준 이상의 반응을 보여 비율추리를 잘 하는 것으로 나타났다. 그러나 4세 유아들은 실험자와 유아가 같은 자극을 사용한 대부분의 조건에서 우연수준 이상의 반응을 보였으나 실험자와 유아가 다른 자극을 사용한 단지 일부 조건에서만 우연수준 이상의 반응을 보여 비율추리에 어려움을 보였다. 즉 5세 유아들은 자극의 물리적 유사성에 의존하지 않고 전적으로 비율에 근거하여 비율추리를 할 수 있는데 반해 4세 유아들은 자극의 물리적 유사성에 의존하여 비율추리를 하는 경향을 보였다.

유아들의 비율추리는 비율에 따라 달라져서 1/4보다 2/4와 3/4에서 더 나왔다. 개개조건을 살펴볼 때, 1/4에서는 4세가 한 조건, 5세가 네 조건 모두에서, 2/4에서는 4세가 세 조건, 5세가 네 조건 모두에서, 3/4에서는 4세가 세 조건, 5세가 네 조건 모두에서 우연수준 이상의 반응을 보여서 1/4보다 2/4와 3/4에서 비율추리가 더 나왔다. 이 결과는 ‘반’ 또는 ‘1/2’이 비율추리에서 중요한 역할을 한다고 밝힌 다른 연구(Spinillo 등, 1991, 1997; Singer-Freeman, 2001)의 결과와 어느 정도 일치한다.

또한 1/4에서 비율추리가 떨어짐을 발견한 Singer-Freeman 등(2001)의 결과와도 일관성이 있었다. 유아들은 1/4 문제에서 사등분 된 피자의 한 조각, 네 개의 비스킷 가운데 한 개를 남겨야 함에도 불구하고 4세 유아들의 55%와 5세 유아들의 71%가 실험자가 남긴 자극의 수만큼 즉 두 개를 남기는 오반응을 보였다. 이런 경향은 문제 2/4 에서도 나타났고 실험자와 유아가 서로 다른 자극을 사용한 조건에서 더 심했다. 이는 유아들이 비율추리에서 비율이 아니라 실험자가 남긴 자극의 수를 보고 반응하는 경향성을 가지고 있음을 보여준다.

실험자와 유아가 같은 자극을 사용한 조건에서 연속적 양과 비연속적 양에서 비율추리를 비교하였을 때 2/4와 3/4에서는 비율추리가 연속적 양이나 비연속적 양에서 별 차이가 없었을 뿐 아니라 1/4에서 연속적 양인 피자보다 비연속적 양인 비스킷에서 비율추리가 더 높게 나타났다. 이는 연속적 자극에서 비율추리가 더 용이함을 밝힌 다른 선행연구(Jeong, 2003; Jeong, Levine, & Huttenlocher, 2005; Singer-Freeman, 2001; Spinillo & Bryant, 1997)의 결과와 일치하지 않았다.

### Ⅲ. 연구 2

연구2에서는 비연속적 자극을 연속적 자극과 비연속적 자극에서 차이를 발견한 Singer-Freeman 등(2001)의 연구와 같이 변화시켜 연구1에서 나타난 선행연구와 다른 결과들을 재검토하였다. 첫째, 연구1에서 선행 연구들과 달리 4세 유아들이 실험자와 유아가 다른 자극을 사용한 조건에서 비율추리를 잘 하지 못하는 것으로 나타났기 때문에 4세 유아들이 비율추리를 하는 정도를 다시 확인하였다. 둘째, 연구1에서 선행 연구들과 달리 유아들의 비율추리는 연속적 양과 비연속적 양에서 차이가 없거나 일부 조건에서는 오히려 비연속적 양에서 더 우수한 것으로 나타나 연속적 양과 비연속적 양에서 비율추리가 어떻게 달라지는지를 다시 확인하였다.

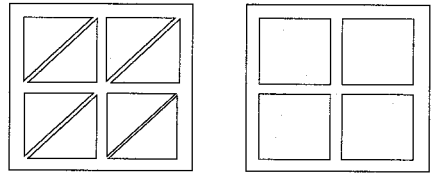
#### 1. 연구방법

##### 1) 연구대상

K시에 소재하고 있는 한 어린이집에 재원하고 있는 4세 유아 24명이 참여하였다. 이들 연령의 범위는 3세 7개월에서 4세 11개월이었다. 남아는 14명, 여아는 10명이었다. 이 유아들의 사회경제적 지위는 중하정도에 속했다.

##### 2) 연구도구

연속적 자극인 피자는 연구1과 동일하였다. 비연속적 자극인 비스킷은 연구1과 다르게 제작하였다. 유아용 자극은 가로와 세로 각각 5.5cm인 정사각형의 비스킷 네 개를 가로와 세로 각각 13cm인 자극판에 윗줄과 아래 줄에 각각 두개씩 배치하였다. 실험자용 자극은 유아용 자극과 동일하게 배열하나 단지 각각의 비스킷을 대각선으로 이등분하였고 이등분된 비스킷 사이에 간격을 두



〈그림 3〉 연구2에 사용된 도구

어 전체가 여덟 개의 비스킷으로 보이게 하였다.

#### 3) 연구절차

실험은 두 명의 여자 실험자들에 의해 기관의 조용한 방에서 진행되었다. 실험절차는 연구 1과 동일하였다.

### 2. 연구결과

유아자극, 조건 및 비율에 따른 정반응률, 표준편차, t-검증결과가 <표 2>에 제시되어 있다. 유아들의 전체 정반응률은 .87로 우연수준 정반응률인 .25와 유의하게 차이가 있었다( $t=10.47, df=23, p<.01$ ). 각 조건에서 유아들의 반응도 <표 2>에 제시된 것처럼 전체 열 두 조건 가운데 두 조건을 제외한 모든 조건에서 우연수준 이상의 반응을 보였다.

유아들의 비율추리가 여러 변인에 따라 어떻게 차이가 있는지 알아보기 위해 2(조건 : 같은 조건, 다른 조건)×2(유아자극 : 피자, 비스킷)×3(비율 : 1/4, 2/4, 3/4)반복측정에 의한 변량분석으로 분석하였다. 비율의 주효과가 유의하여서( $F_{2,46}=12.80, p<.01$ ) 유아들은 2/4(.79)와 3/4(.85)에서 1/4(.56)에서 보다 비율추리를 더 잘 하였다. 또한 연구1과 마찬가지로 유아자극의 주효과는 없었으나 유아자극×조건 상호작용( $F_{1,23}=5.69, p<.05$ ) 뿐 아니라 유아자극×조건×비율( $F_{2,88}=21.46, p<.01$ ) 상호작용이 유의하였다. 상호작용의 내용은 연구1과 동일하였다.



<표 2> 4세 유아들의 정반응률, 표준편차와 t-검증결과

조건	유아자극 비율			피자 비스킷		
	1/4	2/4	3/4	1/4	2/4	3/4
같은 조건	.33 (.48)	.83** (.38)	.88** (.34)	.79** (.41)	.79** (.41)	.75** (.44)
다른 조건	.79** (.41)	.83** (.38)	.88** (.34)	.33 (.48)	.71** (.46)	.92** (.28)
전 체				.87**		

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

### 3. 논의

연구2에서는 연구1에서 사용된 비연속적 자극을 변화시켜 4세 유아들이 비율추리를 할 수 있는지, 유아들의 비율추리가 비연속적 양과 연속적 양에서 차이가 있는지를 살펴보았다. 유사한 자극을 사용했던 Singer-Freeman 등(2002)의 연구에서처럼 4세 유아들은 연구1과 달리 실험자와 유아가 같은 자극을 사용한 조건뿐 아니라 다른 자극을 사용한 대부분의 조건에서도 우연수준 이상의 반응을 보였다. 실험자와 유아들이 서로 다른 자극을 사용하여 자극의 물리적 유사성에 의해 반응할 수 없었던 대부분의 조건에서도 우연수준 이상의 반응을 보여 4세 유아들이 비율추리를 할 수 있음을 보여주었다.

특히 연구2에서 4세 유아들의 비율추리가 크게 증가하였다. 이는 유아들의 비율추리가 전반적으로 증가했지만 특히 실험자와 유아가 다른 자극을 가진 조건에서 더 크게 증가한 데 기인하였다. 이는 연구2에 사용된 비연속적 자극이 연구1에 사용된 자극보다 피자와 비스킷 또는 비스킷과 피자사이의 관계를 더 잘 보여주었기 때문일 수 있다.

그러나 비연속적 자극을 변화시켰음에도 불구하고 연속적 자극과 비연속적 자극에 대한 비율추리는 달라지지 않았다. 연구1과 마찬가지로

비율추리가 비율 2/4와 3/4에서는 연속적 자극과 비연속적 자극에서 차이가 없었고 비율 1/4에서는 비연속적 자극에서 비율추리를 더 잘 하였다. 그 밖의 결과는 연구1과 유사하였다.

## IV. 전체 논의

두 개의 연구에서 유아들에게 친숙한 자극들을 사용하여 비율추리가 어떻게 발달하는지와 비율추리에 영향을 미치는 요인들, 특히 연속적 양과 비연속적 양에서 비율추리가 어떻게 다르게 발달하는지를 검토하였다. 연구의 결과와 논의점은 다음과 같다.

첫째, 5세 유아들뿐 아니라 4세 유아들도 비율추리를 할 수 있었다. 연구1에서 5세 유아들과 연구2에서 4세 유아들은 실험자와 유아가 비슷한 자극을 가진 조건뿐 아니라 서로 다른 자극을 가진 조건에서도 비율추리를 할 수 있었다.

이 결과는 기학적 도형을 사용하여 우리나라 5세 유아들이 비율추리를 할 수 있다고 밝힌 선행연구(박영신, 2004)의 결과를 더 어린 연령층으로 확대할 뿐 아니라 비슷한 자극과 절차로 미국의 3세와 4세 유아들을 연구한 Singer-Freeman 등(2002)의 결과와도 일치한다. 이 결과는 다른 선행연구들과 더불어 Piaget 등(Piaget & Inhelder, 1975)의 주장과 달리 학령전기 유아들도 비율추리를 할 수 있음을 재확인해 주었다.

둘째, 연속적 양에서 비연속적 양보다 비율추리가 우수한 경향은 발견되지 않았다. 연구1과 Singer-Freeman 등(2002)과 유사한 자극과 절차를 사용했던 연구2에서도 2/4와 3/4에서는 비율추리가 연속적 양과 비연속적 양에서 차이가 없었고 1/4에서는 비연속적 양에서 비율추리가 더 우수하였다. 이는 6세에 연속적 양에서 비율추리가

더 우수하다가 7세와 8세에는 차이를 보이지 않았던 Spinillo 등의 연구(Spinillo & Bryant, 1997)나 4세에서 10세 사이의 기간에는 연속적 양에서 비율추리가 우수하다고 밝힌 Jeong(2003; Jeong, Levine, & Huttenlocher, 2005)의 연구와 일치하지 않았다.

Singer-Freeman 등의 연구에 참여하였던 미국 유아들과 연구2에 참여하였던 우리나라 유아들을 비교하면 우리나라와 미국 유아들 모두 2/4에서는 비율추리가 양에 따라 차이가 없었고 3/4에서는 연속적 양에서 약간 더 나왔다. 그러나 1/4에서는 크게 차이가 있어서 미국 유아들은 비연속적 양(.12)보다 연속적 양(.50)에서 비율추리를 더 잘 했는데 우리나라 유아들은 반대로 연속적 양(.33)보다 비연속적 양(.79)에서 비율추리를 더 잘 하였다. 이는 우리나라 유아들이 미국 유아들보다 더 일찍부터 수세기를 배우기 시작하여 수에 대해 더 잘 아는 것과 관련이 있을 수 있다. 따라서 앞으로 연속적 양과 비연속적 양에서 비율추리가 어떻게 발달하는지가 더 검토되어야 할 것이다.

셋째, 이 밖에도 유아들의 비율추리는 여러 가지 요인의 영향을 받았다. 우선 유아들의 비율추리는 비율에 따라 달라져서 연구1과 2 모두에서 1/4보다 2/4와 3/4에서 더 높은 경향을 보였다. 1/2'에서 유아들의 반응이 우수했던 결과는 '반' 또는 '1/2'이 비율추리에서 중요한 역할을 한다고 밝힌 다른 연구의 결과와 일치한다. Spinillo 등(1991, 1997)은 6세 유아들에서 '반'이 비율추리에 중요한 역할을 함을 밝히고 있고, Jeong(2003)은 더 어린 연령 즉 4세 유아들에서도 비율추리에 '반'이 역할을 하고 있음을 밝히고 있는데 이 연구의 결과도 Jeong 등의 결과와 일치하여 여러 비율 가운데 '반'의 개념은 아주 일찍부터 발달할 뿐 아니라 다른 비율들을 이해하는 기반으로 작용함을 보여준다. 따라서 앞으로의 연구에서는 4세 이전의 유아들도 비율 '1/2'을

이해하는지 뿐 아니라 비율을 배우는 초기 단계에서 '1/2'에 대한 이해가 다른 비율에 대한 이해와 어떻게 관련되는지가 검토되어야 할 것이다.

이 연구는 4세와 5세 유아들이 비율추리를 할 수 있음을 보여준 동시에 유아들의 비율추리의 특성도 보여주었다. 우선 4세 유아들은 비율추리를 할 수 있지만 비율을 고려하기 보다는 비율을 나타내는 자극들의 지각적 특성에 많이 의존하였다. 연구1에서 유아들이 실험자와 유사한 자극을 사용했을 때 비율추리가 더 향상되었다. 이런 경향은 기학적 도형을 사용했던 선행연구(박영신, 2004)에서도 나타나서 4세 유아들의 비율추리는 자극을 등분하거나 자극에 있는 지각적 단서로 인해 비율을 추정하기 용이했을 때 크게 향상되었다. 이는 4세 유아들에서는 비율추리가 발달하는 과정에 있기 때문에 전적으로 비율에 근거한다기보다는 자극이 가지고 있는 여러 가지 지각적 특성에 의존하고 있음을 보여준다.

또한 유아들의 비율추리는 유아들이 가지고 있는 수에 관한 지식 즉 수세기의 영향을 많이 받았다. 연구1에서 유아들의 오반응은 주로 실험자가 비율을 나타내기 위해 사용했던 피자 조각이나 비스킷의 수와 같았다. 이처럼 비율추리에서 비율이 아니라 자극의 수에 의해 문제를 해결하려는 경향성이 여러 연령층에서 폭넓게 관찰되었다. Jeong(2003)이 4세와 6세 유아들에게 4/10과 같이 특정 비율을 제시한 후 2/5, 4/5, 3/5의 선택 자극을 제시하고 4/10과 같은 비율을 선택하게 하자 많은 아동들이 4/5를 선택하는 오류를 보였고 유사한 경향이 8세와 10세 아동들에서도 나타났다(Jeong, Levine, & Huttenlocher, 2005).

이런 결과들은 유아들에서 이미 잘 발달해 있는 수세기가 비율을 학습하는 초기 단계에서는 학습을 방해할 가능성이 있음을 보여준다. 이는 Gelman(1997)이 밝힌 유아들이 가지고 있는 자연수의 크기에 대한 지식이 분수의 크기를 학습하

는 과정을 방해하는 것과 유사한 현상으로 분수 개념뿐 아니라 분수와 관련된 기초개념의 학습에 유아들이 이미 가지고 있는 수와 관련된 지식이 영향을 미침을 시사한다(Wynn, 1995, 1997). 따라서 앞으로의 연구에서는 유아들이 분수개념을 학습해 나가는 과정에서 유아들이 이미 가지고 있는 수와 관련된 지식들이 어떻게 영향을 미치는지도 체계적으로 검토되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 박영신(2002). 분수의 기초적 개념에 대한 유아들의 이해. *유아교육연구*, 22, 5-22.
- 박영신(2004). 한국 유아들의 분수개념에 대한 이해의 발달 I : 비율추리를 중심으로. *유아교육연구*, 24, 305-321.
- Frydman, O., & Bryant, P.(1988). Sharing and the understanding of number equivalence by young children. *Cognitive Development*, 3, 323-339.
- Gelman, R.(1991). Epigenetic foundations of knowledge structures : Initial and transcendent constructions. In S. Carey & R. Gelman(Eds.), *The epigenesis of mind : Biology and knowledge*(pp.293-338). Hillsdale : Erlbaum.
- Goswami, U.(1989). Relational complexity and the development of analogical reasoning. *Cognitive Development*, 4, 251-268.
- Hunting, R. P., & Davis, G. E.(1991). Dimensions young children's conceptions of fraction one half. In R.P. Hunting & G.E. Davis(Ed.). *Early fractions learning*. New York : Springer-Verlag.
- Hunting, R. P., & Sharpley, C. F.(1988). Preschoolers' cognition of fractional units. *British Journal of Educational Psychology*, 58, 172-183.
- Jeong, Y.(2003). The development of proportional reasoning : Equivalence matching with continuous vs. discontinuous quantity. The University of Chicago. Ph.D. Dissertation.
- Jeong, Y., Levine, S., & Huttenlocher, J.(2005). The development of proportional reasoning : Effect of continuous vs. discrete quantities. Unpublished Manuscript.
- Mix, K. S., Levine, S. C., & Huttenlocher, J.(1999). Early fractional calculation ability. *Developmental Psychology*, 35, 164-174.
- Mix, K. S., Huttenlocher, J., & Levine, S. C.(2002). *Quantitative development in infancy and early childhood*. New York : Oxford University Press.
- Piaget, J., & Inhelder, B.(1975). The origin of the idea of chance in children. New York : Norton.
- Singer-Freeman, K. E., & Goswami, U.(2001). Does half a pizza equal half a box of chocolates? Proportional matching in an analogy task. *Cognitive Development*, 16, 811-829.
- Sophian, C.(1997). Young children's numerical cognition : What develops? In R. Vasta(Ed), *Annals of Child Development*, Jessica Kingsley Publishers.
- Sophian, C., & Wood, A.(1997). Proportional reasoning in young children : The parts and the whole of it. *Journal of Educational Psychology*, 89, 309-317.
- Sophian, C., Garyantes, D., & Chang, C.(1997). When three is less than two : Early developments in children's understanding of fractional quantities. *Developmental Psychology*, 33, 731-744.
- Spinillo, A. G., & Bryant, P.(1991). children's proportional judgments : The importance of "Halves". *Child Development*, 62, 427-440.
- Spinillo, A. G., & Bryant, P. E.(1999). Proportional reasoning in young children : Part-part comparisons about continuous and discontinuous quantity. *Mathematical Cognition*, 5, 181-197.
- Wynn, K.(1995). Origins of numerical knowledge. *Mathematical Cognition*, 1, 35-60.
- Wynn, K.(1997). Competence models of development. *Cognitive Development*, 12, 333-339.

2005년 8월 30일 투고 : 2005년 11월 3일 채택