

공간축척에 대한 이해가 어떻게 발달하는지 두 개의 실험에서 검토하였다. 실험 1에서는 만 4세와 5세 유아들에게 모래상자의 길이를 따라 물체가 숨겨진 위치를 나타내는 네 개의 지도를 제시하고 실제 모래상자에서 물체의 위치를 지적하게 하였다. 만 4세 유아들이 만 5세 유아들보다 더 큰 오차를 보였지만 만 4세와 5세 유아들 모두 지도를 보고 모래상자에 숨겨진 물체의 위치를 비교적 정확하게 지적하였다. 유아들은 물체가 모래상자의 양쪽 모서리 근처에 숨겨져 있을 때 더 정확하게 물체의 위치를 지적하였다. 실험 2에서는 물체가 숨겨진 위치를 더 세분화하고 만 5세 유아들의 반응을 관찰하였다. 모래상자의 길이를 따라 물체가 숨겨진 위치를 나타내는 일곱 개의 지도를 제시하였다. 실험 1과 마찬가지로 유아들은 지도를 보고 모래상자에 숨겨진 물체의 위치를 비교적 정확하게 지적하였으며 물체가 모래상자의 양쪽 모서리 근처와 정중앙에 숨겨졌을 때 물체의 위치를 더 정확하게 지적하였다. 이 결과는 유아들이 일찍부터 공간축척을 이해하고 있으며 물체의 위치를 파악하는데 모래상자의 양쪽 모서리와 정중앙과 같은 다양한 단서로 사용하고 있음을 보여준다.

주요어: 공간능력, 공간축척, 지도사용, 요소-요소 대응성, 공간-관계적 대응성

우리 주변에서는 특정 공간을 표상하기 위해 지도나 모형을 많이 사용한다. 놀이공원에 가면 각종 놀이기구의 위치가 큰 지도에 표시되어 있어서 그 지도를 보고 원하는 놀이기구를 찾아가기도 하고 학교를 방문하면 우리관 속에 학교의 여러 교사들의 모형이 들어져 있어서 그 모형을 보고 학교의 특정 장소를 찾아가기도 한다. 유아들의 주변에서도 지도나 모형은 흔히 사용되는 공간을 표

상하는 방법이므로 지도나 모형을 이해하고 사용하는 능력은 유아들이 자라면서 발달시켜야 하는 중요한 능력이다.

지도나 모형은 모두 특정 공간을 표상한다. 지도에서는 이차원의 평면에, 모형에서는 삼차원의 공간에 표상하고 지도는 실제 표상하는 대상과 물리적으로 전혀 닮은 점이 없지만 모형은 실제 표상하는 대상과 물리적으로 유사한 경우가 많다. 그리고 지도나 모형은

그들이 표상하는 공간과는 크기가 달라서 표상하는 공간의 축소판인 경우가 대부분이다.

따라서 지도나 모형을 이해하고 사용하려면 여러 가지 사실을 이해하여야 한다. 우선 일반적 수준에서는 지도나 모형과 실제 공간의 관계 즉 지도나 모형이 실제 공간에 대한 표상이라는 사실을 이해하여야 한다. 둘째, 요소-요소 대응성을 이해하여야 하고 셋째, 공간-관계적 대응성을 이해하여야 한다(Bluestein & Acredolo, 1979; Liben & Yekel, 1996; Newcombe & Huttenlocher, 2000; Presson, 1982)

### 요소-요소 대응성에 대한 이해

지도나 모형에 있는 요소들이 실제 공간에 존재하는 물체를 나타낸다는 사실을 요소-요소 대응성(element-to-element correspondence) 혹은 표상적 대응성(representational correspondence)이라고 부른다.

학령기 아동들은 요소-요소 대응성을 잘 이해한다. 예를 들어, Presson(1982)은 방에 장난감을 숨기고 장난감이 숨겨진 위치를 x로 표시한 지도를 제시하였는데 8세 아동들뿐 아니라 5세 유아들도 지도에서 x로 표시된 지점이 물체가 숨겨진 위치를 나타낸다는 사실을 알았다. 또한 Sandberg와 Huttenlocher(2001)은 6세 아동들에게 지도를 보고 실제 공간에서 길을 찾게 하였다. 6세 아동들은 지도에 표시된 푸른 점은 출발점을 또 금색별은 목표 지점을 나타내는 것으로 보는데 아무런 문제가 없었다. 학령기 아동들은 지도에 사용된 상징과 그 상징이 지시하는 물체 또는 의미가 유사한 점이 전혀 없어도 그들 사이의

임의적 관계를 잘 이해하였다.

이러한 이해는 학령전기 유아들에서도 나타났다. DeLoache(1987)는 2.5세와 3세 유아들에게 여러 가지 가구들이(예, 담요, 테이블, 의자, 침대, 베개 등) 배치된 방을 축소한 모형을 보여주었다. 축소된 어떤 가구 아래에 축소된 물체를 숨기는 것을 보여 준 다음 유아들을 모형과 동일하게 구성된 큰방으로 데리고 가서 그 물체를 찾게 하였다. 실험자는 모형이 큰방을 나타낸다는 사실을 분명하게 알려주었다. 2.5세와 3세 유아들이 모두 축소된 모형에서 물체가 숨겨진 위치를 정확하게 기억하였음에도 불구하고 3세 유아들만이 큰방에서 물체를 성공적으로 찾았다. 이 결과는 이후에 여러 연구에서 반복적으로 관찰되어 서(DeLoache, 1989, 1991) 유아들이 3세 정도가 되면 모형이 큰방을 나타낸다는 사실 뿐 아니라 모형에 있는 물체들 하나하나가 큰방에 있는 물체들을 나타낸다는 사실을 이해함을 보여준다.

지도에서 요소-요소 대응성에 대한 이해도 비슷한 시기에 나타났다. Bluestein과 Acredolo(1979)는 유아들에게 방의 각 모서리 중앙에 상자를 놓고 그 상자 가운데 어떤 상자 속에 물체를 숨긴 다음 그 방 전체와 물체가 숨겨진 상자를 나타내는 지도를 제시하였다. 3세, 4세와 5세 유아들 모두 지도속의 물체들을 보고 각각에 해당하는 물체를 방에서 정확하게 지적할 수 있었다. 또한 지도의 방향과 방의 방향이 일치하게 놓은 다음, 실제 방에서 물체를 찾게 하였다. 5세 유아들의 100%, 4세 유아들의 86%, 그리고 3세 유아들의 55%가 물체를 정확하게 찾았다.

Dalke(1998)는 DeLoache 등이 사용한 모형

을 평면지도로 그려 만 3세와 4세 유아들에게 제시하였다. 지도에는 모형에 있는 물체들이 같은 색깔의 네모로 표시되었다. 모형의 방향과 지도의 방향을 동일하게 제시한 후 모형에 있는 물체들을 지적하고 지도에서 해당하는 물체를 찾게 하였다. 만 3세 유아들의 70%와 만 4세 유아들의 90%가 지도에서 해당하는 물체를 정확하게 찾았다. 또한 스티커를 모형에 있는 물체 아래 숨긴 다음 그 위치를 나타내는 지도를 주고 실제 모형에서 스티커를 찾게 하자 만 3세 유아들의 약 50%와 만 4세 유아들의 약 90%가 비교적 정확한 반응을 보였다.

이 결과들은 요소-요소 대응성에 대한 이해가 만 3세 정도부터 나타나서 발달하기 시작하며 이러한 이해는 지도와 모형에서 비슷한 시기에 나타남을 보여준다. 요소-요소 사이의 물리적 유사성은 지도보다 모형에서 훨씬 크다는 점을 고려할 때 이런 결과는 요소-요소 대응성에 대한 이해는 요소-요소 사이의 물리적 유사성과 무관하게 발달할 가능성은 시사한다. 그러나 요소-요소 대응성에 대한 이해는 지도나 모형과 실제 공간의 방향이 일치하느냐의 영향을 많이 받아서 만 3세와 4세 유아들은 지도와 실제 공간의 방향이 일치할 때에 요소-요소 대응성을 잘 이해하는데 반해 만 5세 유아들은 지도와 실제 공간의 방향이 180도 다를 때에도 요소-요소 대응성을 정확하게 이해하였다(Bluestein & Acredolo, 1979; Presson, 1982).

### 공간-관계적 대응성에 대한 이해

지도나 모형에 제시된 요소들 사이의 공간

적 관계가 실제 공간에 있는 물체들 사이의 공간적 관계와 일치한다는 사실을 공간-관계적 대응성(*correspondence of spatial relations*) 또는 기하학적 대응성(*geometric correspondence*)이라고 부른다. 물체들 사이의 공간적 관계는 위치(*direction*)와 거리(*distance*)라는 두 요소에 의해 결정되기 때문에(Newcomb & Huttenlocher, 2000) 공간-관계적 대응성을 이해하기 위해서는 지도나 모형에 있는 물체들의 상대적 위치가 실제 공간에 있는 물체들의 상대적 위치를 나타낸다는 사실과 지도나 모형에 있는 물체들 사이의 거리가 실제 공간에 있는 물체들 사이의 거리를 나타낸다는 사실을 이해하여야 한다. 예를 들어, 지도에서 강 뒤에 공원이 있고 공원 뒤에 산이 있다면 실제 공간에서도 공원이 강 뒤에, 그리고 산이 공원 뒤에 있고 지도에서 공원과 강 사이의 거리가 공원과 산 사이의 거리의 두 배이라면 실제 공간에서도 그러함을 이해해야 한다.

공간-관계적 대응성에 대한 이해는 요소-요소 대응성에 대한 이해보다 조금 늦게 나타나는 경향을 보였다. Liben과 Yekel (1996)는 4세와 5세 유아들에게 그들이 많이 생활하여 친숙한 유치원의 교실을 평면지도와 입체지도로 제시하고 지도상의 특정 물체에 스티커를 붙이게 하였다. 평면지도와 입체지도에서 모든 물체들을 동일한 모양 즉 원이나 사각형 등으로 표시하였기 때문에 유아들이 특정 물체를 파악하는데 사용할 수 있는 다른 단서는 없었고 실제 공간과 지도에서 물체들 사이의 공간적 관계만을 고려해야 했다. 만 4세와 5세 유아들은 어느 정도는 지도에 있는 요소들과 방에 있는 물체들 사이의 관계를 이해하였지만 그 수행은 아주 저조하여 지도

와 실제 공간 사이의 공간-관계적 대응성을 잘 이해하지 못하는 것으로 나타났다.

그러나 지도를 보고 실제 공간에서 물체를 놓아보게 한 연구에서는 물체들의 위치에 대한 이해가 일찍부터 나타났다. Uttal (1994; 1996)은 4세와 5세, 6세와 7세 아동들과 성인들에게 여섯 개의 물체가 그려진 지도를 보여준 다음 큰 공간에서 여섯 개의 물체를 적절한 위치에 놓아보게 하였다. 모든 연령의 피험자들은 실제 공간에서 지도에서 본 것과 같은 위치에 여섯 물체들을 배치할 수 있었다. 즉 학령전기 유아들은 지도로부터 물체들의 상대적 위치를 비교적 정확하게 파악하여 공간에 재구성할 수 있었다.

지도나 모형에서는 실제 공간이 일정 비율로 축소되어 표현되므로 지도나 모형을 정확하게 사용하기 위해서 필요한 또 다른 능력은 지도 또는 모형에서의 물체들 사이의 거리와 실제 공간에서의 물체들 사이의 거리의 관계 즉 공간축척(spatial scaling)에 대한 이해이다(Huttenlocher, Newcombe, & Vasilyeva, 1999). 공간축척에 대한 이해는 비교적 늦게 나타난다고 생각되어 왔다. Piaget(1956)는 학령전기 유아들은 공간축척을 이해하지 못한다고 보았다. 그 한가지 이유는 공간축척을 이해하기 위해서는 우선 공간에서 물체들 사이의 거리를 파악할 수 있어야 하는데 학령전기 유아들은 공간관계를 위상학적으로 표상하지 거리를 사용하여 표상하지 못한다고 보았다. 즉 어린 유아들은 공간에서 어떤 물체의 위치를 파악할 때 “나무 앞”, “나의 뒤”와 같이 어떤 대상물을 중심으로 표상하지 거리를 중심으로 표상하지 못한다고 보았다. 또 다른 이유는 공간축척을 이해하기 위해서

는 비율추리가 요구된다. 즉 지도에서 어떤 물체의 위치를 보고 실제 공간에서 해당하는 위치를 찾기 위해서는 지도에서 전체 거리와 물체가 위치한 거리 사이의 비율을 파악하여 이를 실제 공간에 적용할 수 있어야 한다. 따라서 공간축척에 대한 이해는 비율에 대한 이해가 나타나는 형식적 조작기에 가서나 가능하다고 보았다.

이러한 견해와 일치하여 앞에서 기술한 Uttal의 연구(1994, 1996)에서 4세와 5세 유아들은 물체의 위치 즉 물체들의 방향은 정확하게 놓았지만 물체들 사이의 거리를 정확하게 재구성하지는 못했고 물체를 더 멀리 또는 더 가까이 놓는 경향을 보였다. 또한 유아들은 물체들의 배치가 대칭일 때보다 비대칭일 때 더 어려움을 보였으나 물체의 배치가 비대칭이라도 지도와 동일한 크기의 공간에 물체를 놓게 하여 공간축척을 고려할 필요가 없었을 때에는 어려움이 덜 하였다. 이는 학령전기 유아들이 지도에서 물체들 사이의 거리는 정확하게 파악하여 공간에 재구성하지 못함을 의미한다.

그러나 일부 연구들은 이와 다른 결과를 보이고 있다. Piaget는 학령전기 유아들이 물체들 사이의 거리로 공간을 표상할 수 없다고 주장하였지만 실험 상황을 아주 단순하게 만들었을 때에는 16개월에서 24개월 사이의 유아들도 거리를 사용하여 공간을 표상할 수 있었다(Huttenlocher, Newcombe, & Sandberg, 1994). 유아가 보는 앞에서 길이가 긴 모래상자의 어떤 지점에 장난감을 숨기고 일정 시간이 경과한 후 유아에게 장난감을 찾게 하였다. 이 모래상자에는 거리 이외에는 장난감의 위치를 파악하는데 사용할 수 있는 다른

단서가 전혀 없었음에도 불구하고 유아들은 장난감의 위치를 정확하게 찾았다.

이 연구에 기초하여 Huttenlocher 등(1999)은 유아들도 공간축척을 이해하지만 과제에 공간관계가 너무 많이 포함되어 기억에 부담이 되는 상황에서는 이런 능력을 보이지 못할 것이라고 추정하고 과제를 아주 간단하게 한 후 3세와 4세 유아들의 공간축척에 대한 이해를 검토하였다. 긴 모래상자의 길이를 따라 물체를 숨기고 그 물체의 위치가 그려진 지도를 제시한 다음 유아들이 실제 모래상자에서 물체의 위치를 지적하게 하였다. 이 과제에서는 단 하나의 물체의 위치를 한 차원(모래상자의 길이)에 따라 어디에 있는지만 고려하면 되었다. 모든 4세 유아들은 물체의 위치를 상당히 정확하게 지적하였다. 그러나 3세 유아들의 수행은 양분되어서 약 60%의 유아들은 4세 유아들과 비슷하게 반응한데 반해 나머지 유아들의 반응을 아주 부정확했다. 이 결과는 3세부터 축척에 대한 이해가 나타나기 시작하여 4세가 되면 잘 발달함을 의미한다.

## 실험 1

실험 1에서는 우리나라 만 4세와 5세 유아들을 대상으로 Huttenlocher 등(1999)과 동일한 방법을 사용하여 유아들의 공간축척에 대한 이해가 어떻게 발달하는지 살펴보았다.

## 연구대상

실험 1에는 대전시 중구에 위치한 병설유

치원에 재원하고 있는 만 4세 유아 24명과 만 5세 유아 24명 총 48명이 참여하였다. 만 4세는 남아 16명, 여아 8명으로 평균 연령은 60.7 개월(연령범위=56개월-66개월)이었으며 만 5세 유아는 남아 9명, 여아 15명으로 평균 연령은 73.75개월(연령범위=66개월-80개월)이었다.

## 연구도구

실험 1에 사용된 도구는 모래상자, 모래상자에 숨길 동전, 모래상자에 숨겨진 동전의 위치를 나타내는 지도였다. 모래상자는 2cm 두께의 합판으로 길이 150cm, 폭 45cm, 깊이 30cm의 긴 직육면체 모양으로 제작하였다. 제작된 상자에 모래를 5cm 높이까지 채우고 상자의 길이 즉 150cm인 모서리를 따라 매 7.5 cm마다 상자의 벽면에 눈금을 표시하였다. 모래상자에 숨기는 물건은 동전을 검은 색으로 칠해서 사용하였다. 모래상자에 숨긴 동전의 위치를 나타내는 지도는 흰색 A4용지에 길이 20cm, 폭 5cm의 사각형을 그려 모래상을 표시하였고 사각형 안에 동전이 숨겨진 위치를 점으로 표시하였다. 모래상자와 지도로 사용된 사각형의 길이의 비는 150 : 20 이었다.

## 연구절차

모래상자는 유치원의 독립된 조용한 방의 중앙에 놓았다. 유아들이 실험자가 모래상자에 동전을 숨기는 것을 보지 못하도록 상자의 한 쪽에 가리개를 설치하고 그 뒤에 유아들이 앉을 의자를 배치하였다. 모래상자와 유아들이 잘 보이는 곳에 삼각대를 놓고 그 위에 비디오 카메라를 설치하고 유아들의 모든

반응을 녹화하였다(그림 1 참조).

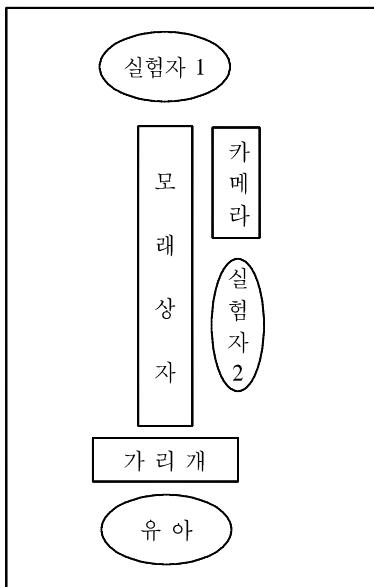


그림 1. 실험 상황 배치도

실험은 두 명의 실험자에 의해 진행되었다. 한 명은 유아교육과에 재학중인 학생이었고 다른 한 명은 유아교육과 대학원에 재학중인 학생이었다. 유아들이 오면 실험이 이루어지는 방과 모래상자에 친숙해지도록 모래상자 안의 동전으로 놀이를 하게 한 다음, 두 번의 연습시행을 통해 문제를 푸는 방법을 설명하였다. 이 과정에서 실험자 1은 모래상자에 동전을 숨겼고, 실험자 2는 유아가 동전의 위치를 지적하는 것을 도와주었다. 첫 번째 연습시행에서는 실험자 2가 동전의 위치를 찾는 방법을 설명해 주었다. 유아들에게 지도를 제시하고 “이 지도가 모래상자에 동전이 숨겨져 있는 곳을 알려주는 거야. 이 사각형이 모래상자이고 이 점이 동전이 있는 곳이야”라고 말해주고 지도를 보고 유아가 모래상자에 동전이 숨겨진 곳을 손가락으로 지적하여 보

게 하였다. 두 번째 시행에서는 유아가 혼자 하게하고 반응하는 방법을 이해했는지 보았다. 만약 유아가 실수를 하거나 (예, 위치를 가리키는 대신 동전을 파내는 행동 등) 숨겨진 위치보다 더 멀리 가리키면, 지도를 다시 보여준 다음 동전이 숨겨져 있는 곳을 지적하면서 유아들의 반응을 고쳐주었다.

실험은 두 번째 시행과 유사하게 이루어졌으나 연습시행과 달리 실험자가 전혀 도와주지 않았다. 실험자가 모래상자에 동전을 숨기는 동안 유아들은 가리개 뒤에 앉아 있었고 실험자가 동전을 숨기고 나면 나와서 동전이 숨겨진 위치를 지적하였다. 실험자가 다시 동전을 숨기고 나면 새로운 시행이 시작되었다.

동전은 모래상자의 길이 즉 150cm인 모서리를 따라 앞쪽(가리개가 있는 쪽)에서부터 30cm, 60cm, 90cm, 120cm에 숨겼고, 지도상의 동전의 위치는 사각형의 길이 즉 20cm인 모서리를 따라 앞쪽에서부터 4cm, 8cm, 12cm, 16cm에 점을 찍어 표시하였다. 총 8개의 지도를 제작하여 유아들에게 네 위치를 두 번씩 제시하였다. 여덟 개의 지도가 무작위의 순서로 제시되었으며 연속된 시행에서 동일한 위치가 제시되지 않도록 하였다.

<그림 1>에 제시된 대로 모래상자는 유아들 앞에 길게 놓아서 유아들은 모래상자의 길이 즉 150cm인 모서리를 따라 위와 아래로 이동하면서 동전의 위치를 지적하였다. 유아들에게 제시되는 지도도 모래상자와 방향이 일치하게 길게 제시하였다.

유아들의 반응을 녹화한 비디오를 분석하

여 때 시행에서 유아들이 반응한 거리를 기록하였다. 동전이 숨겨진 거리는 모래상자의 앞쪽 모서리(가리개가 있는 쪽 모서리)에서부터 동전이 숨겨진 위치까지의 거리이고 유아들이 반응한 거리는 모래상자의 앞쪽 모서리에서부터 유아들이 지적한 위치까지의 거리였다. 대부분의 유아들이 모래상자의 벽면에 표시된 눈금이나 눈금과 눈금 사이의 가운데를 지적하는 경향을 보였으므로 비디오를 보고 모래상자의 제일 앞쪽 모서리에서부터 유아들이 지적한 위치까지의 거리를 벽면에 표시된 눈금을 사용하여 측정하였다.

유아들이 공간축척을 이해하는지 알아보기 위해 유아들의 반응을 세 가지 측면--반응거리, 반응거리의 오차, 반응거리의 순서--에서 분석하였다.

**반응거리분석.** 유아들에게 네 거리가 각각 두 번씩 제시되었으므로 각 거리에 대해 유아들이 반응한 거리의 평균을 계산하여 <표 1>에 제시하였다. 모든 경우에 유아들이 반응한 위치는 실제 동전이 제시된 위치보다 약간 짧았지만 만 4세와 5세 유아 모두에서 실제 거리와 별 차이가 없었다. 지도를 보고 모

래상자에서 반응한 거리가 유아들의 연령, 성과 동전의 위치에 따라 달라지는지 알아보기 위해 이 자료를 2(연령)  $\times$  2(성)  $\times$  4(동전이 숨겨진 거리) 반복측정에 의한 변량분석으로 분석하였다. 연령과 성은 피험자간 변인이었고 동전이 숨겨진 거리는 피험자내 변인이었다. 그 결과, 연령의 주효과가 유의미하여( $F_{1,44}=4.55$ ,  $P<.05$ ) 만 5세 유아들의 반응거리가 만 4세 유아들의 반응거리보다 더 길었고 또 실제 거리와 더 일치하였다. 그러나 성의 주효과는 유의미하지 않아서 남아와 여아들의 반응거리는 차이가 없었다. 더 중요하게는 동전이 제시된 거리의 주효과가 유의미하여( $F_{3,132}=429.08$ ,  $P<.01$ ) 유아들의 반응거리는 실제 동전이 숨겨진 거리에 따라 달라졌다 : 동전이 숨겨진 거리가 증가할수록 유아들의 반응거리도 증가하였고 이런 경향은 만 4세와 5세 유아들 모두에서 나타났다. 이 결과는 만 4세와 5세 유아들이 작은 지도에 제시된 동전의 위치로부터 지도보다 훨씬 큰 모래상자에서의 동전의 위치를 상당히 정확하게 추정할 수 있음을 의미하여 만 4세와 5세 유아들이 공간축척을 어느 정도 이해하고 있음을 보여준다.

표 1. 만 4세와 5세 유아들의 반응거리의 평균과 표준편차(괄호속)

동전이 숨겨진 거리 (cm)	만4세			만5세		
	남	여	전체	남	여	전체
30	28.39 (9.78)	28.32 (9.93)	28.37 (9.62)	29.23 (5.70)	27.00 (8.77)	27.84 (7.70)
60	56.21 (21.37)	48.62 (13.24)	53.68 (19.09)	56.53 (7.97)	54.80 (15.39)	55.45 (12.92)
90	83.01 (12.11)	91.54 (11.22)	85.85 (12.28)	97.60 (9.32)	92.50 (9.68)	94.41 (9.68)
120	113.42 (15.52)	118.00 (12.41)	114.95 (14.45)	118.14 (8.77)	120.28 (6.59)	119.47 (7.37)

**반응거리의 오차분석.** 위의 분석과 Huttenlocher 등의 연구(1999)에서는 한 거리가 두 번 제시되었으므로 두 시행에서의 반응거리의 평균을 내어 사용하였다. 평균을 사용하면 개개 시행에서 유아들의 반응거리의 특징이 사라질 수 있다. 예를 들어, 어떤 유아가 동전이 모래상자의 30cm 거리에 숨겨진 첫 번째 시행에서 35cm로 반응하고 두 번째 시행에서 25cm로 반응하였다면 두 시행의 평균은 30cm로 각 시행에서 유아들의 반응거리가 실제거리와 5cm 차이가 있음에도 불구하고 유아들이 매 시행에서 정확하게 반응한 것처럼 파악된다. 유아들의 수행을 더 정확하게 파악하기 위해 각 시행에서의 오차를 분석하였다.

오차는 실제 동전이 숨겨진 거리와 유아들이 반응한 거리 사이의 차이의 절대값으로 계산하였다. <그림 1>에 만 4세와 만 5세 남녀 유아들이 보인 오차의 평균을 제시하였다. 만 4세 유아들의 오차의 전체 평균은 13.75cm였고 만 5세 유아들의 오차의 전체 평균은 9cm로 반응거리를 살펴 본 <표 1>과 비교할

때 유아들의 반응이 더 부정확한 것으로 나타났다. 오차가 유아들의 연령, 성과 동전이 숨겨진 거리에 따라 달라지는지 보기 위해 <그림 1>의 자료를 2(연령)×2(성)×4(동전이 숨겨진 거리) 반복측정에 의한 변량분석으로 분석하였다. 변량분석 결과는 반응거리에 대한 분석과 유사하였다. 연령의 주효과가 유의미하여( $F_{1,44}=7.38$ ,  $P<.01$ ) 만 5세 유아들의 오차가 만 4세 유아들의 오차보다 더 작았다. 또한 동전이 숨겨진 거리( $F_{3,132}=10.22$ ,  $p<.01$ )의 주효과도 유의미하여 동전이 제시된 거리에 따라 오차가 달라졌다. <그림 1>을 살펴보면, 모든 경우에 동전이 30cm에 숨겨졌을 때 오차가 가장 작았고 그 다음이 120cm, 90cm와 60cm의 순이었다. 즉 30cm와 120cm에서 비교적 오차가 작았고 60cm에서 가장 커졌다. 이 결과는 많은 만 4세와 5세 유아들이 모래상자의 앞 모서리와 뒷 모서리를 단서로 하여 동전의 위치를 파악함을 시사한다.

**반응거리의 순서분석.** 유아들의 공간축척에 대한 이해를 검토하는 또 다른 방법은

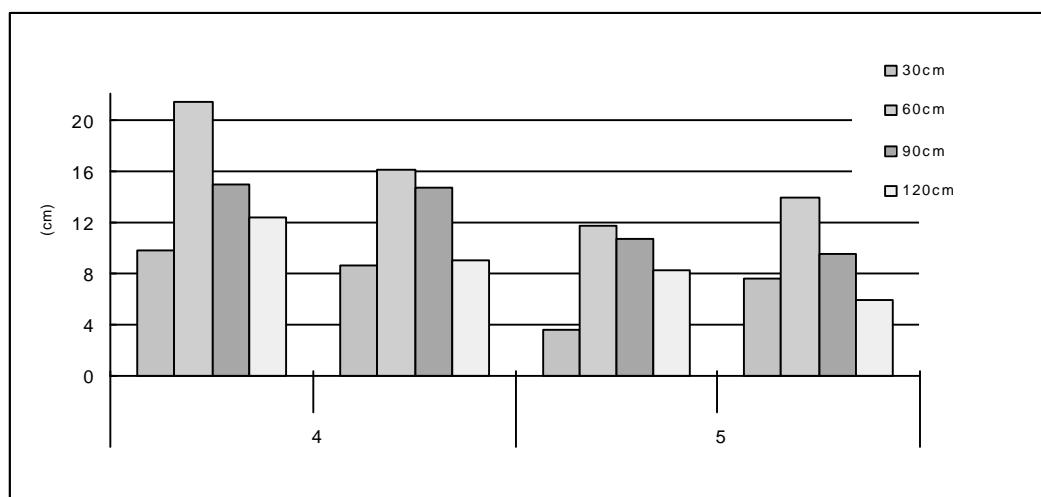


그림 1. 동전이 숨겨진 거리에 따른 만 4세와 5세 유아들의 반응거리의 오차

Huttenlocher 등이 했던 것처럼 지도에 제시된 동전의 위치의 순서가 모래상자에서 유아들이 보인 반응에서 그대로 유지되는지를 분석하는 것이다. 동전을 같은 거리에 두 번 숨겼기 때문에 유아들은 총 여덟 번 위치를 찾아 반응하였다. 만약 유아들이 공간축척을 이해한다면 여덟 시행에서 유아들이 반응한 거리가 실제 동전이 숨겨진 거리와 같은 순서로 배열되어야 할 것이다. 즉, 동전이 120cm에 숨겨진 두 시행에서의 반응거리가 동전이 90cm에 숨겨진 두 시행에서의 반응거리보다, 동전이 90cm에 숨겨진 두 시행에서의 반응거리보다, 동전이 60cm에 숨겨진 두 시행에서의 반응거리보다, 동전이 60cm에 숨겨진 두 시행에서의 반응거리가 동전이 30cm에 숨겨진 두 시행에서의 반응거리보다 길어야 할 것이다. 이와 같이 모래상자에서 반응거리의 순서를 유지한 유아들과 그렇지 못한 유아들의 수와 백분율이 <표 2>에 제시되어 있다.

표 2. 만 4세와 5세 유아들 가운데 순서를 유지한 유아들과 그렇지 못한 유아들의 수와 백분율 (괄호속)

	만 4 세	만 5 세
순서유지	7(29.17)	18(75)
순서 불유지	1번	2(8.33)
	2번 이상	4(16.67)

만 4세 유아들 가운데 여덟 번의 시행에서 순서를 완전하게 유지한 유아들은 29.17%, 유지하지 못한 유아들은 70.83%로 순서를 유지하지 못한 유아들이 더 많았다. 이와는 대조적으로 만 5세 유아들 가운데에는 순서를 유지한 유아들이 75%, 유지하지 못한 유아들이 25%로 순서를 유지한 유아들이 더 많아서 연

령에 따른 차이가 있었다( $\chi^2=10.10$ ,  $df=1$ ,  $p<.01$ ). 그러나 순서를 유지하지 못한 유아들의 반응을 더 상세하게 살펴보면 연령에 따른 이런 차이는 총 시행에서 한번 순서를 어긴 유아들 때문에 나타났다. 만 4세의 경우 한번 순서를 어긴 유아들이 약 54%로 반 이상이었다. 따라서 Huttenlocher 등과 같이 순서가 한번 틀린 유아도 전체적으로 순서를 유지한 것으로 판단한다면 만 5세 유아들뿐 아니라 만 4세 유아들도 반응거리에서 동전이 숨겨진 위치의 상대적 순서를 잘 유지하고 있는 것으로 나타났다. 반응거리, 반응거리의 오차 및 반응거리의 순서로 살펴볼 때, 만 5세 유아들뿐 아니라 만 4세 유아들도 공간축척을 이해하고 있는 것으로 보인다.

## 실험 2

실험 1에서 만 5세 유아들이 공간축척을 잘 이해하고 있는 것으로 나타났기 때문에 실험 2에서는 모래상자에서 동전이 숨겨진 위치를 더 세분화한 다음 만 5세 유아들의 공간축척에 대한 이해를 살펴보았다. 동전은 모래상자의 길이를 따라 8.75cm, 37.5cm, 56.25cm, 75cm, 93.75cm, 112.5cm와 131.25cm 위치에 숨겼다. 지도에서 동전의 위치는 지도의 길이를 따라 2.5cm, 5cm, 7.5cm, 10cm, 12.5cm, 15cm와 17.5cm에 점을 그려 표시하였다.

## 연구대상

연구대상은 실험 1에 참여한 유아들과 동

일한 병설유치원에 재원하고 있는 만 5세 유아 24명이었다. 남아 11명, 여아 13명으로 평균 연령은 73개월(연령범위=66개월에서 78개월)이었다.

## 연구도구

실험 2에서는 실험 1에서 사용된 연구도구를 그대로 사용하였다. 단지 동전을 숨기는 거리를 실험 1보다 더 세분화하여 일곱 개의 거리를 사용하였기 때문에 일곱 개의 지도와 연습시행에 사용된 두 개의 지도, 총 아홉 개의 지도를 제작하여 사용하였다.

## 절차

실험절차는 실험 1과 동일하였으나 일곱 개의 거리를 한번씩만 제시되었다.

**반응거리분석.** 남녀 유아들의 반응거리의 평균과 표준편차가 <표 3>에 제시되어 있다. 유아들의 반응거리는 전체적으로 실제 동전이 숨겨진 거리와 큰 차이가 없었다. 유아들의 반응거리가 성과 동전이 숨겨진 거리에

따라 어떻게 달라지는지 보기 위해 이 자료를 2(성) × 7(동전이 숨겨진 거리) 반복측정에 의한 변량분석으로 분석하였다. 실험 1에서처럼 성의 주효과는 유의미하지 않았다. 그러나 거리의 주효과는 유의미하여 ( $F_{6,132}=236.04$ ,  $P<.01$ ) 유아들의 반응거리가 실제 거리에 따라 달라졌으며 실제거리가 길어질수록 그에 상응하여 반응거리도 길어졌다. 이는 실험 1에서 보다 동전이 숨겨진 거리를 훨씬 더 세분화하였을 때에도 유아들은 지도로부터 모래상자에 숨겨진 물체의 위치를 정확하게 파악함을 의미한다.

반응거리의 오차분석. 유아들의 반응거리와 실제 동전이 숨겨진 거리 사이의 오차가 <그림 2>에 제시되어 있다. 오차가 성과 동전이 숨겨진 거리에 따라 달라지는지 보기 위해 2(성) × 7(동전이 숨겨진 거리) 반복측정에 의한 변량분석으로 분석하였다. 성의 주효과는 없었으나 거리의 주효과가 유의하여 ( $F_{6,132}=6.01$ ,  $P<.01$ ) 오차가 실제거리에 따라 달라졌다. <그림 2>를 살펴보면 실제거리 18.75cm, 75cm와 131.25cm에서 오차가 다른 거리에서보다 더 작았다. 즉, 모래상자의 앞 모서리, 정중앙과 뒷 모서리에 가까운 위치에서는 오차가 다른 위치에서 보다 더 작았다. 그 밖의 위치에서도 앞 모서리와 뒷 모서리에 가까운 37.5cm

표 3. 만 5세 유아들의 반응거리의 평균과 표준편차(괄호속)

동전이 숨겨진 거리(cm)	18.75	37.5	56.25	75	93.75	112.5	131.25
남	16.38 (3.52)	31.86 (7.14)	55.63 (28.10)	77.25 (7.76)	111.04 (12.05)	115.13 (13.80)	131.79 (4.63)
여	18.06 (9.35)	30.71 (13.59)	51.80 (21.19)	78.63 (11.86)	94.57 (16.21)	115.73 (9.34)	129.19 (11.98)
전체	17.29 (7.20)	31.24 (10.90)	53.55 (24.11)	78.00 (10.00)	102.12 (16.45)	115.45 (11.33)	130.38 (9.27)

와 112.5cm에서 오차가 더 작았고 정중앙에 가까운 56.25cm와 93.75cm에서 오차가 가장 크게 나타났다.

모래상자의 앞 모서리와 뒷 모서리 부분에 동전을 숨겼을 때 오차가 작다는 발견은 실험 1과 동일하였다. 이에 덧붙여 실험 2에서는 동전이 정중앙에 숨겨져 있을 때에 오차가 상대적으로 작은 것으로 나타났다. 이는 유아들이 모래상자에서 동전의 위치를 파악할 때 사용하는 책략을 반영하는 것으로 생각된다. 즉 만 5세 유아들이 실제 공간에서 동전의 위치를 결정하는데 있어서 실험 1에서 확인된 것처럼 모래상자의 앞 모서리와 뒷 모서리를 단서로 할 뿐 아니라 모래상자의 정중앙도 단서로 사용하고 있음을 보여준다.

반응거리의 순서분석. 유아들의 반응거리의 순서가 실제 거리의 순서와 일치하는지 여부도 검토하였다. 일곱 번의 시행 모두에서 반응거리의 순서가 실제거리의 순서와 일치한 유아들의 수와 한 시행 이상에서 반응거리와 실제 거리의 순서가 일치하지 않는 유

아들의 수를 <표 4>에 제시하였다. 순서를 완벽하게 유지한 유아들이 50%, 한번 실수한 유아들이 16.67%였고 두 번 이상 실수한 유아들은 33%정도여서 Huttenlocher 등과 같은 기준을 적용하면 약 70%의 유아들이 모래상자에서 반응할 때 반응거리의 순서가 동전이 숨겨진 위치의 순서와 일치하였다.

표 4. 실험 2의 만 5세 유아들 가운데 순서를 유지한 유아들과 유지하지 못한 유아들의 수와 백분율

	남(%)	여(%)	전체(%)
순서유지	7 (63.64)	5 (38.46)	12(50)
순서 1번	0(0)	4 (30.77)	4(16.67)
불유지 2번이상	4 (36.36)	4 (30.77)	8(33.33)
계	11 (100)	13 (100)	24(100)

반응거리, 반응거리의 오차 및 반응거리의 순서로 살펴볼 때 만 5세 유아들의 공간축척에 대한 이해는 실험 1에서 밝혀진 것보다 더 발달해 있을 뿐 아니라 공간에서 위치를 파악할 때 다양한 단서들을 사용하고 있음을 알 수 있다.

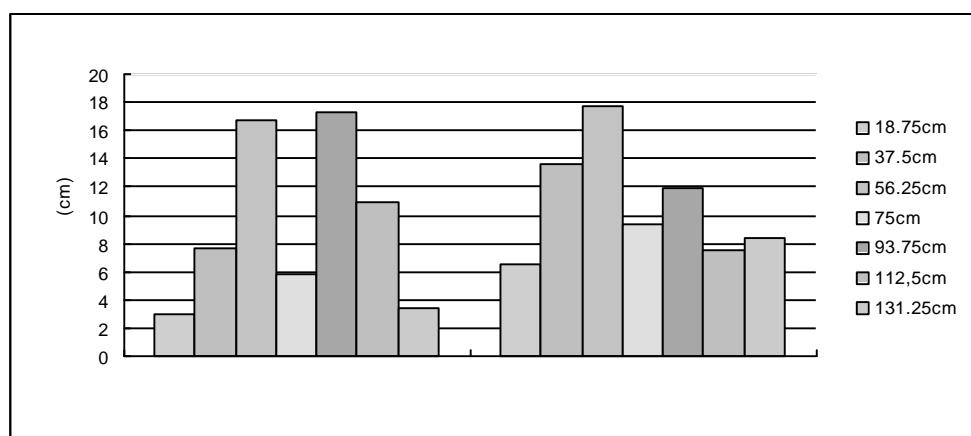


그림 2. 동전이 숨겨진 거리에 따른 만 5세 유아들의 반응거리의 오차

우리나라 유아들에서 공간축척에 대한 이해가 어떻게 발달하는지 두 개의 실험을 통해 살펴보았다. 이 연구에서 밝혀진 결과는 다음과 같다. 첫째, 만 4세와 5세 유아들도 지도에 표시된 모래상자를 나타내는 사각형과 실제 모래상자의 관계를 잘 이해하였을 뿐 아니라 지도에 제시된 점이 동전이 숨겨진 위치를 나타낸다는 사실도 잘 이해하였다. 만 4세 유아들도 요소-요소 대응성을 잘 이해하였다. 이 연구에 참여한 유아들은 4세 이상으로 DeLoache가 말하는 표상적 통찰(representational insight)이 생기는 연령 즉 3.5세 이상이므로 지도와 실제 공간 사이의 관계를 이해하는 데 어려움이 없었던 것 같다.

둘째, 만 4세와 5세 유아들 모두 지도에서 공간축척을 어느 정도 이해하고 있었다. 우선 지도에 제시된 물체들의 위치의 순서가 실제 모래상자에서도 비교적 잘 유지되었고 이런 경향에는 연령에 따른 차이가 별로 없었다. 만 4세와 5세 유아들의 약 80%가 순서를 유지하여 지도에서 동전을 나타내는 점이 앞쪽 모서리 가까이 있을수록 모래상자의 앞쪽 모서리 가까이, 멀리 있을수록 앞쪽 모서리로부터 멀리 지적하는 경향을 보였다. 유아들은 실제 공간을 150:20으로 축소시킨 지도에서 비교된 물체의 위치를 실제 공간에서 비교적 정확하게 지적하였는데 이는 만 4세와 5세 유아들이 공간축척을 어느 정도 이해하고 있음을 보여준다.

이 결과는 공간축척에 대한 이해는 청소년기에 가서나 가능하다는 Piaget 등의 주장과는 달리 실험 상황을 충분히 단순화하였을

때에는 공간축척에 대한 이해가 만 4세에서 도 나타남을 보여주어 Huttenlocher 등의 결과(1999)를 지지하고 있을 뿐 아니라 모형이나 지도를 이해하는 능력은 생득적이거나(Landau, 1986) 아주 일찍부터 나타난다고 보는 입장을 지지하고 있다(Blaut, 1997a; 1997b).

유아들이 이렇게 공간축척에 대한 이해를 보인 것은 이 연구의 실험 상황이 다른 연구들과는 달리 아주 단순하였기 때문인 것 같다. 다른 연구에서는 지도와 실제 공간에 여러 물체들이 제시되어서 유아들은 물체들 사이의 다양한 관계를 동시에 고려하여야 했다. 그러나 이 연구에서는 단 하나의 물체를 사용하였고 한 방향으로의 하나의 거리 즉 모래상자의 앞쪽 모서리로부터 동전이 숨겨진 위치까지의 거리만 고려하면 되었기 때문에 유아들의 공간축척에 대한 이해가 나타날 수 있었던 것 같다.

또한 이 연구에서 만 4세와 5세 유아들의 반응은 비율추리에 의한 것은 아닌 것 같다. 엄밀한 의미에서 공간축척을 이해한다면 지도를 볼 때 전체 거리에 대한 특정 물체까지의 거리의 비율을 파악하고 지도보다 훨씬 더 큰 실제 공간에서 이 비율을 적용하여 특정 물체의 위치를 결정해야한다. 그러나 이 연구에서는 한눈에 들어오는 아주 제한된 공간을 사용하였기 때문에 Huttenlocher 등(1999)이 주장하듯이 유아들의 반응이 지각적 판단에 근거하였을 수 있다. 즉 유아들은 지도에서 거리를 파악할 때 한 모서리에서 목표물체까지의 거리와 목표물체에서 다른 모서리까지의 거리를 파악하고 눈에 보이는 이 두 거리를 비교한 다음 실제 공간에 적용하였을 수 있다. 만 5세 유아들이 물체가 모래상자의

정중앙에 숨겨져 있을 때 지도를 보고 물체의 위치를 파악할 때 작은 오차를 보였는데 이는 이러한 논의와 일치한다. 세째, 실제 공간에서 상대적 위치가 유지되는 정도에는 연령에 따른 차이가 별로 없었으나 실제 공간에서 물체의 위치를 정확하게 찾는 정도에서 연령에 따른 차이가 있었다. 반응거리와 반응거리의 오차로 볼 때 5세 유아들의 반응이 4세 유아들의 반응보다 더 정확하여 공간축척에 대한 이해가 만 4세 보다 5세에서 더 발달해 있음을 보여주었다.

또한 이 결과는 Uttal (1994, 1996)의 결과와도 일치하는 것으로 공간-관계적 대응성에 대한 이해에서 지도와 실제 공간에서의 물체들의 상대적 위치(direction)에 대한 이해가 먼저 나타나고 그 다음에 지도와 실제 공간에서의 물체들 사이의 거리의 관계 즉 공간축척에 대한 이해가 나타남을 시사한다. 넷째, 만 4세와 5세 유아들은 지도를 보고 실제 공간에서 물체의 위치를 파악하는 과정에서 나름대로 독특한 책략을 사용하는 것으로 나타났다. 즉 만 4세 유아들은 동전이 상자의 양쪽 모서리 가까이에 그리고 만 5세 유아들은 동전이 양쪽 모서리 가까이와 정중앙에 숨겨져 있을 때 오차를 적게 보였다. 그러나 Huttenlocher 등의 연구에 참여한 미국의 3세와 4세 유아들에서는 이러한 경향은 나타나지 않았다. 이는 우리나라의 만 4세 유아들은 모래상자의 앞쪽과 뒤쪽 모서리를 물체의 위치를 파악하는 단서로 사용하고 만 5세 유아들은 모래상자의 앞쪽과 뒤쪽 모서리 뿐 아니라 정중앙도 단서로 사용함을 의미하여 만 5세 유아들이 공간에서 물체의 위치를 파악하는데 있어서 만 4세 유아들 보다 더 폭넓

은 단서를 사용함을 보여주고 있다. 이는 또한 유아들이 지도에서 동전의 위치를 위상학적으로 부호화했을 가능성을 보여준다. 즉 지도에서 동전이 어느 모서리 가까이에 제시되었을 때에는 ‘상자의 모서리 가까이’라고 동전의 위치를 부호화하고 실제 모래상자에서 해당 모서리의 가까이를 지적하였을 수 있다. 마찬가지로 지도에서 물체가 정중앙에 제시되었을 때에도 유아들은 지도에서 동전의 위치를 ‘전체의 가운데’라고 부호화하고 모래상자의 정 가운데를 지적하였을 수 있다. 따라서 이 자료들은 만 4세와 5세 유아들이 지도에서 파악한 물체들의 위치를 실제 공간에서 재구성할 때 공간축척에 대한 이해와 더불어 물체들의 위치에 대한 위상학적 표상을 사용할 가능성을 보여준다. 따라서 앞으로의 연구에서는 학령전기 유아들의 공간축척에 대한 이해가 어떤 상황에서 가능한지, 또 공간축척을 이해한다면 과연 어떤 과정이 기초가 되는지가 더 검토되어야 할 것이다. 특히 이 연구에서는 Huttenlocher 등의 연구와 달리 만 4세와 5세 유아들을 대상으로 하였기 때문에 우리 나라 만 3세 유아들에서 공간-관계적 대응성에 이해가 어느 정도 발달해 있는지 밝히기는 어려워서 추후연구가 요구된다.

또 관심을 두어야 할 주제는 공간축척에 대한 이해에서 나타나는 성차이다. 실험 1과 2 모두에서 뚜렷한 성차가 발견되지는 않았다. 그러나 실험 2에서 실제 공간에서 물체들의 상대적 위치를 파악하는 정도에서는 통계적으로 유의미하지는 않았지만 남아들이 여아들보다 우수한 경향을 보였다. 단지 네 위치만을 사용한 실험 1과 달리 일곱 위치를 사용한 실험 2에서는 거리에 대해 훨씬 더

상세하게 표상하여야 하여 더 어려운 과제였으므로 실험 1에서 나타나지 않았던 성차가 나타난 것 같다. 따라서 다른 공간능력에서와 같이 공간축척에 대한 이해에서도 성차가 나타나는지, 그렇다면 이런 성차는 과연 언제부터 나타나며 다른 공간능력에서의 성차들과는 어떻게 관련되어야 할 것이다.

- Blaut, J.M. (1997a). The mapping abilities of young children. *Annals of Association of American Geographers*, 87, 152-158.
- Blaut, J.M. (1997b) Piagetian pessimism and the mapping abilities of children: A rejoinder to Liben and Downs. *Annals of the Association of American Geographers*, 87, 168-177.
- Bluestein, N., & Acredolo, L. (1979). Developmental changes in map-reading skills. *Child Development*, 50, 69-697.
- Dalke, D. E. (1998). Charting the development of representational skills: When do children know that maps can lead and mislead? *Cognitive Development*, 13, 53-72.
- DeLoache, J. S. (1987). Rapid change in the symbolic function of very young children. *Science*, 238, 1556-1557.
- DeLoache, J.S. (1989). Young children's understanding of correspondence between a scale model and a larger space. *Cognitive Development*, 4, 121-139.
- DeLoache, J. S. (1991). Symbolic functioning in very young children: understanding of pictures and models. *Child Development*, 62, 736-752.
- Huttenlocher, J., Newcombe, N. & Sandberg, E. H. (1994). The coding of spatial location in young children. *Cognitive Psychology*, 27, 115-147.

- Huttenlocher, J., Newcombe, N., & Vasilyeva, M. (1999). Spatial scaling in young children. *Psychological Science*, 10, 393-398.
- Landau, B. (1986). Early map use as an unlearned ability. *Cognition*, 22, 201-223.
- Liben, L. S. & Yekel, C. A.(1996). Preschoolers' understanding of plan and oblique maps: The role of geometric and representational correspondence. *Child Development*. 67, 2780-2796.
- Newcombe, N., & Huttenlocher, J.(2000). *Making space: The development of spatial representation and reasoning*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The Child's Conception of Space*. New York : Norton.
- Presson, C.C. (1982). The development of map-reading skills. *Child Development*, 53, 196-199.
- Sandberg, E.H., & Huttenlocher, J. (2001). Advanced spatial skills and advance planning: components of 6-year-olds' navigational map use. *Journal of Cognition and Development*, 2, 51-70.
- Uttal, D.H. (1994). Preschoolers' and adults' scale translation and reconstruction of spatial information acquired from maps. *British Journal of Developmental Psychology*, 12, 259-275.
- Uttal, D.H. (1996). Angles and distances: Children's and adults' reconstruction and scaling of spatial configuration. *Child Development*, 67, 2763-2779.

한국심리학회지: 발달

The Korean Journal of Developmental Psychology  
2003. Vol. 16, No. 3, 1-??

## Preschoolers' understanding of spatial scaling

Hyoun - kyoung Moon

Young - shin Park

Dept. of Early - Childhood Education, Pai Chai University

Preschoolers' ability to utilize a map that displays a scaled version of a larger landscape was examined in two experiments. In the first experiment, children of 4- and 5-year-old children were asked to procure an object hidden in the sandbox with a map. The object was hidden at four different locations. All of the 5-year old children and the majority of 4-year old children succeeded well in finding the object. Children performed better when the objects were hidden at either ends of the sandbox rather than at other positions. In the second experiment, only 5-year-old children were asked to find an object with a map seven times in seven different locations. The outcome was quite similar to the first experiment. However, the children found objects better at the both ends and middle of the sandbox. The results from two experiments demonstrate that the skill to use a map to infer distances in actual space develops quite early. Also, children spontaneously employed a strategy to utilize the landmarks in the given situation.

*Keywords:* spatial ability, spatial scaling, map use, one-one correspondence, correspondence of spatial relations