

## 공간 능력을 활성화하는 과학 활동이 초등학생의 공간 능력과 창의성에 미치는 효과

김은선 · 권영식<sup>†</sup> · 이길재<sup>‡</sup>

(진흥초등학교) · (서울세종고등학교)<sup>†</sup> · (한국교원대학교)<sup>‡</sup>

### The Effect of Science Activity Activating Spatial Ability on Elementary School Students' Spatial Ability and Creativity Improvement

Kim, Eun-Sun · Kwon, Young-Sik<sup>†</sup> · Lee, Kil-Jae<sup>‡</sup>

(Jinheung Elementary School) · (Seoul Sejong High School)<sup>†</sup> · (Korea National University of Education)<sup>‡</sup>

#### ABSTRACT

This study was to find the effects of science activity activating spatial ability on spatial ability and creativity of the elementary school students. The survey was conducted with 30 second grade students in one class of "J" elementary school located in "C" City, Chungcheong-bukdo province. The students were taught with the program of science activity activating the spatial ability. According to the result, the science activity had significantly influence on the improvement of spatial ability of the elementary school students. It had also significantly influence on the improvement of spatial relationship ability. The science activity was also effective in the improvement of creativity, and especially in the subdomain of originality and sensitiveness. The students who has right brain preference showed much more improvement in the spatial ability compared to left brain preference students after science activity class. However there is no difference between the students who had the right brain preference and left brain preference in the creativity.

**Key words** : spatial ability, creativity, science activity

#### I. 서 론

인류의 역사는 불과 전기의 발견처럼 ‘새로운 것’에 의해 변화하고 발전해 왔다. 21세기는 첨단 과학 기술의 발달로 변화가 가속화되고 있으며, 더 이상 창의성은 예술가 등의 몇몇 사람들에게만 해당되는 특별한 것이 아니다. 창의성은 생존을 위해 누구나 지녀야 할 필요불가결한 것이 되었다.

창의성 교육을 위한 다양한 방법적 연구들이 시도되고 있는 가운데, Gardner (1983; 이경희, 1993에서 재인용)의 다중지능은 창의성 교육을 위한 새로운 접근 방법을 제시하였다. 그는 상호 협력하여 작

용하나 독립적으로 존재하는 7개의 지능을 모든 사람이 태어날 때부터 가지고 있으며, 개인마다 각 지능의 발달 정도가 다르다고 하였다. 따라서 개인의 능력과 소질에 적합한 교육 과정과 교수 방법을 적용하는 개별화 교육을 통해 개인의 발달된 지능과 관련된 창의성을 향상시킬 수 있다고 하였다.

Gardner(1983)는 7개의 지능 중 공간 지능을 창의성의 기초가 되는 ‘상상’과 관계된 것으로 보았다. Friedrich Kekule는 깜박 든 잠에서 본 이미지를 통해 고리 형태의 벤젠 구조를 발견하였다. 이처럼 과학자들이 창의적으로 문제를 해결할 때와 같은 ‘상상적인 문제들’은 현실에서도 조작 가능한 방법으

로 변형시킬 수 있는 정신적 이미지를 통해 이루어진다고 하였다. 그리고 이것은 공간 지능의 활용이라고 하였다(이경희, 1993). Arnheim(1979; 김정오, 2004에서 재인용)은 시심상(視心像)이 모든 독창적 사고에 필수적이라 하였다. 시심상은 고도로 발달한 공간적 직관(spatial intuition)을 포함하는데, 상대성 이론, DNA 분자구조 이론 등과 같은 창의적인 과학이론의 모형을 발전시킬 때 연구자들이 이를 활용한다고 한다.

Sternberg 등(2008)은 과학적인 성공에 관련 있는 특정한 사고양식이 있다고 하였다. 시각적 형태의 사고 방법을 사용하여 문제를 해결하는 과학자들이 언어적 혹은 상징적 형태의 사고 방법을 주로 사용하는 과학자들보다 영향력 면에서나 논문 발표에 있어 높은 군집에 속하는 경향이 있다고 하였다(임웅, 2009).

뇌과학 연구에서, 창의성은 좌·우뇌의 기능이 모두 필요하지만 그 시작은 우뇌에서 출발하며, 좌뇌에 비해 우뇌가 우세하다고 한다. 공간과 관계된 기능도 우뇌에 해당된다. 박재근(2002)은 전방전두엽에서의 뇌파를 분석한 결과, 공간 지각력과 과학적 사고력 문제 해결 활동 시 우뇌가 우세하게 활성화되었다고 하였다. 이때, 우뇌의  $\theta$  파와  $\beta$  파의 활성도가 크게 증가하였다고 하였는데,  $\theta$  파는 창의성과 학습 능력에 공헌한다고 보고되어 있다.

이와 같이 공간 능력과 창의성은 깊은 관련이 있는 것으로 여겨지고 있다. 그러나 초등학생을 대상으로 하며, 학습 활동과 연계된 공간 능력 교육이 창의성 교육의 한 방법으로서 유의미한 것인지에 대한 연구는 미비하다.

이에 이 연구에서는 공간 능력을 활성화하는 과학 활동이 초등학생의 공간 능력과 창의성에 미치는 영향을 알아보고자 다음과 같은 연구 내용을 설정하였다.

- (1) 공간 능력을 활성화하는 과학 활동 프로그램을 개발한다.
- (2) 공간 능력을 활성화하는 과학 활동이 초등학생의 공간 능력과 창의성에 어떠한 영향을 주는지 알아본다.

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 연구 대상

연구 대상은 C시 J초등학교 2학년 1개 학급 30명

을 대상으로 하였다. 과학 활동 프로그램의 특성상 통제 집단을 둘 수 없어 단일 집단 사전 사후 설계 방법으로 구성하였다.

BPI(brain preference indicator) 검사를 통해 학생의 뇌 선호도를 분석한 결과는 표 1과 같다.

우뇌를 선호하는 학생이 80%로 뇌 기능 분화 발달 단계상 우뇌 우세에 해당하는 학생들이 많았다. 이는 고영희(1988), 서보운(1999)의 연구 결과와 비슷한 결과이다.

### 2. 과학 활동 프로그램 개발 자료

박매옥 등(2009)은 이성미와 방정숙(2007)의 연구에 따라 공간 능력의 하위 요인을 공간 시각화 능력, 공간 방향화 능력, 공간 관계 능력으로 보았다. 박매옥 등(2009)의 공간 능력 하위 요인별 구체적 기준은 표 2와 같다.

표 3은 박매옥 등(2009)이 초등학교 3~6학년의 과학 교과서 단원 중에서 과학 활동이 포함된 학습

표 1. 뇌 선호도에 따른 학생 분포

좌뇌	우뇌
6	24

표 2. 공간 능력 하위 요인별 구체적 기준(박매옥 등, 2009)

공간 능력 하위 요인	구체적인 기준
공간 시각화	-관찰한 것을 단순화 또는 구체화하여 나타내기 -관찰한 것을 신체로 나타내기 -비 시각적인 요인을 시각적으로 표현하기 -공간적인 정보를 머릿속으로 그려보기 -복잡한 바탕 안에서 주어진 형태, 모양 찾아내기
공간 방향화	-공간 패턴 안에서 요인의 배열을 이해하기 -물체의 위치가 바뀌어도 원래의 물체 찾아내기 -물체의 방향이 바뀌어도 원래의 물체 찾아내기 -여러 물체를 중에서 서로 같은 물체 찾아내기 -거울에 비친 상을 이해하기
공간 관계	-물체와 나 사이의 상호관계 이해하기 -물체와 물체 사이의 상호관계 이해하기 -물체와 나 사이의 관계를 이해하여 그 물체를 움직이기 -물체들 사이의 비슷한 점과 다른 점 찾기 -물체들 사이의 거리, 위치, 방향 이해하기

표 3. 공간 능력 하위 요인에 따른 교과서 내용 분석(박매옥 등, 2009)

학년 학기	단원명	학습 주제	공간 능력 하위 요인
3-1	2. 자석놀이	자석의 둘레에 철가루가 늘어선 모양 관찰하기	공간 관계
	3. 소중한 공기	풍선으로 여러 가지 모양 만들기	공간 방향화
3-2	2. 빛의 나아감	재미있는 모양으로 그림자 만들기 그림자의 크기	공간 방향화
4-1	8. 별자리를 찾아서	별자리 이야기와 별자리 만들기	공간 관계
4-2	7. 모습을 바꾸는 물	물이 얼 때의 부피 변화	공간 관계
5-1	1. 거울과 렌즈	여러 가지 물체에 자신의 모습 비추기 거울을 사용하여 보이지 않는 물체 보기	공간 방향화
6-2	4. 계절의 변화	태양의 고도에 따른 그림자의 길이 변화	공간 관계

주제별로 공간 능력 하위 요인 가운데 어느 요인이 중점적으로 통합되어 있는지를 분석한 것이다.

이 중에서 3학년 2학기 2단원 빛의 나아감과 6학년 2학기 4단원 계절의 변화 관련 내용은 2학년 2학기 2단원 그림자와 친구해요와 중복되는 내용이므로, 2학년 내용으로 본 과학 활동 프로그램을 구성하였다.

### 3. 검사 도구

사전·사후에 공간 능력과 창의성을 검사하여 그 결과를 비교·분석하였다. 또한 사전에 뇌 선호도 검사를 실시하여 그 결과에 따라 학생을 분류한 후 개인별 공간 능력과 창의성의 변화를 살펴 보았다.

#### 1) 공간 능력 검사지

공간 능력 검사 도구는 권오남 등(1996)이 개발한 검사지를 사용하였다. 이 검사지의 신뢰도 계수는 0.73이며, 문항은 회전, 변화, 나무도막 세기, 도형 유추 관련 요인으로 구성되어 있다. 전체 20문항으

로 형식은 모두 4지선다형으로 되어 있으며, 문항당 1점씩 20점 만점으로 채점하였다. 공간 능력 검사도구의 문항 구성은 표 4와 같다.

이 연구에서는 과학 교육 전문가와의 협의를 통해, 검사지의 문항을 공간 능력의 하위 요인(공간 시각화 능력, 공간 방향화 능력, 공간 관계 능력)별로 분류한 후, 요인별로 검사 결과를 살펴보았다. 회전 문항(1~4문항)은 도형의 위치나 방향이 달라졌어도 같은 도형을 찾는 것이므로 공간 방향화 문항으로 분류하였다. 변환 문항(5~8, 13~16문항)은 공간적인 정보를 머릿속으로 그려 재구성하는 것, 즉 도안을 보고 3차원 공간에서 상상하여 조작하는 것과 3차원 공간의 정보를 보는 위치에 따라 달라지는 2차원의 정보로 머릿속에서 시각화하여 해결하는 것이므로 공간 시각화 문항으로 분류하였다. 나무도막 세기 문항(9~12문항)은 3차원 형태를 구성하고 있는 나무도막들의 상호 위치 관계를 파악해야 하는 것이고, 도형 유추 문항(17~20문항)은 두 도형의 관계(변화)를 파악해서 해결하는 것이므로 공간 관계 문항으로 분류하였다.

표 4. 공간 능력 검사 도구의 문항 구성

문항 요인	문항 세부 요인	문항 번호	공간 능력 하위 요인
회전	2차원 회전	1, 2, 3 4	공간 방향화
	3차원 회전		
변환	2차원 → 3차원 변환	5, 6, 7, 8 13, 14, 15, 16	공간 시각화
	3차원 → 2차원 변환		
나무도막 세기		9, 10, 11, 12	공간 관계
도형 유추		17, 18, 19, 20	공간 관계

## 2) 창의성 검사지

전경남과 전경원(2008)이 개발한 초등 도형 창의성 검사지(K-FCSTES)를 사용하였다. 이 검사는 초등 학교 1~6학년을 대상으로 실시할 수 있으며, 2개의 하위 검사로 구성되어 있다. 즉, 으뜸 도형을 이용하여 연상되는 모양을 그리는 <검사 1: 으뜸 도형으로 그리기>와 제시된 5개의 도형을 이용하여 자유롭게 그림을 그리는 <검사 2: 자극도 형으로 그리기>로 구성되어 있다. 이 검사는 유창성, 독창성, 개방성, 민감성을 측정하며, 이 검사지의 신뢰도 계수는 0.73이다. 검사지의 채점은 채점 지침에 따라 연구자가 직접 하였다.

## 3) 뇌 선호도 검사(BPI)

뇌 선호도란 좌뇌형의 사고 방식을 선호하느냐, 혹은 우뇌형의 사고 방식을 선호하느냐를 검사하는 것이다. 이 연구에서는 Torrance, Reynolds, Ball과 Riegel(1977)이 제작한 ‘Your Style of Learning and Thinking(Form B)’을 번역하여 우리 실정에 맞도록 수정·보완한 고영희(1991)의 것을 수정 및 보완하여 사용한 하중덕(1992)의 것을 사용하였다.

총 40문항으로 구성되어 있으며, 각 문항은 좌뇌, 우뇌, 양뇌와 관련된 세 개의 진술문으로 이루어져 있다. 자신에게 가장 적합하다고 생각하는 진술문 하나를 선택하여 응답하도록 하는 자기 반응식 검사로, 가장 많은 반응을 나타낸 뇌반구를 선호하는 뇌로 하였다. 좌뇌형과 우뇌형이 동일한 수를 나타내면 이를 좌·우뇌가 균형된 양뇌형으로 보았다. 이 검사지의 신뢰도는 좌뇌  $r=0.78$ , 우뇌  $r=0.75$ , 양뇌  $r=0.70$ (하중덕, 1992)이다.

## 4. 자료의 처치 방법

사전·사후에 실시한 공간 능력과 창의성 검사 결과는 부호화 작업을 한 후, SPSS(Win 12.0) 프로그램을 이용하여 사전·사후 대응표본  $t$ -test를 하였다. 학생의 뇌 선호도에 따른 공간 능력과 창의성의 변화 분석은 뇌 선호도 검사를 통해 얻어진 자료를 개인별 사례 추출 방법을 사용하여 분석하였다.

공간 능력을 활성화하는 과학 활동에 대한 학생들의 반응 조사 결과에서, 흥미도와 학습 내용의 난이도, 학생들의 성취도, 학생들의 공간에 대한 인식에 준 영향은 리커트척도 5점 만점을 기준으로 하여 평균값을 산출하였다. 그리고 과학 활동 학습 주

제에 대한 선호도와 각 수업에서 이루어진 학습 활동에 대한 선호도, 학생들의 공간에 대한 인식에 구체적으로 준 영향은 응답 빈도를 분석하였다.

# III. 연구 결과 및 논의

## 1. 공간 능력을 활성화하는 과학 활동 개발

인간이 공간적인 정보를 받아들여 이를 신체적으로 표현하는 것과 같은 공간과 관련된 대부분의 행위들은 공간 능력 하위 요인들이 상호 복합적으로 작용하여 이루어진다. 그러나 이 연구에서는 각각의 과학 활동에서 다루고자 하는 학습 주제나 학습 구성 의도와 관련이 있는 공간 능력 하위 요인을, 해당하는 과학 활동의 중점 공간 능력 하위 요인으로 정하였다.

공간 능력을 활성화하는 과학 활동 프로그램은 공간 능력의 하위 요인인 공간 시각화 능력, 공간 방향화 능력, 공간 관계 능력별로 4차례의 활동이 이루어지도록 하였다. 학습 주제는 생명, 에너지, 지구, 물질 영역별로 3가지씩 선정하였으며, 연구 대상이 초등학교 저학년이기 때문에 기본적인 과학 지식이나 공간 관련 사실(현상)들을 학습 내용으로 다루었다. Armstrong (1994)과 임채성(2005) 등이 제시한 공간 지능을 활성화하는 교수·학습 방법을 적용하였다.

개발된 12가지의 과학 활동들은 천체 영역처럼 공간과 직접적으로 연관된 학습 주제를 다루는 활동들과, 잎을 관찰한 후 자세하게 그리는 것과 같이 교수·학습 방법으로써 공간 능력의 하위 요인을 사용하게 되는 활동들로 구분되어진다. 12가지의 과학 활동 중 7가지 활동은 선행 연구(박매옥 등, 2009)를 통해 타당성이 검증되었다. 그 외의 5가지 활동은 초등과학교육 전공 석사 1명, 대학원생 1명, 중등과학교육 대학원 박사과정 1명, 과학교육 전문가 1명을 통해 타당도를 검증받았으며, 타당도는 5점 만점에 4.1점이었다. 개발된 공간 능력을 활성화하는 과학 활동 프로그램은 표 5와 같다.

표 5를 보면, 1차시는 ‘꽃’이라는 공간 패턴 안에 암술, 수술, 꽃잎, 꽃받침이 어떻게 배열되는지를 알고, 이 구조에 맞추어 새로운 꽃을 만드는 것이므로 공간 패턴 안에서 요인의 배열을 이해하기 즉, 공간 방향화 능력에 해당한다.

2차시는 다양한 잎을 관찰하여 잎의 특징(초록색

표 5. 공간 능력을 활성화하는 과학 활동 프로그램

차시	영역	주제	활동 내용	공간 능력 하위 요인
1	생명	꽃의 구조	꽃을 관찰하여 꽃의 구조를 알고, 새로운 꽃 만들기	공간 방향화
2		잎의 특징	여러 가지 잎을 관찰하여 잎의 특징을 알고, 잎을 자세하게 그리기	공간 시각화
3		줄기의 역할	백합 줄기를 이용한 실험을 통해 줄기의 역할을 알고, 줄기 모형 만들기	공간 시각화
4	에너지	자석의 성질	여러 종류의 자석을 탐색하여 자석의 성질을 알고, 자석과 철가루를 이용하여 여러 모양 만들기	공간 관계
5		빛과 그림자	빛과 그림자의 관계를 이해하여, 주어진 그림자에 알맞은 물체 모양을 조각으로 맞추기	공간 방향화
6	지구	거울에 비친 상	평면거울을 통해 보이는 현상(상)을 알고, 거울에 비친 글자 알아맞히기	공간 방향화
7		그림자 길이 변화	하룻동안 달라지는 그림자의 길이 변화를 알아보고, 그림자 시계 만들기	공간 관계
8		별자리	별자리의 개념을 알고, 북두칠성 모형 만들기	공간 관계
9	물질	돌(암석)의 특징	돌(암석)을 관찰하여 특징을 알고, 돌을 자세하게 그리기	공간 시각화
10		물과 얼음 부피 비교	물과 얼음의 부피를 비교하고, 응용 만화 그리기	공간 관계
11		녹는다는 의미	녹는다는 의미를 알고, 녹아 있는 액체의 모습을 상상하여 그리기	공간 시각화
12		공기의 성질	공기의 성질을 이해하며 풍선아트 하기	공간 방향화

이다, 모양이 다양하다 등)을 알고, 잎 모양을 자세하게 그리는 것이다. 이것은 관찰한 것을 단순화 또는 구체화하여 나타내기 즉, 공간 시각화 능력에 해당한다.

3차시는 백합 줄기를 2가닥으로 잘라 2종의 색소물에 담근 후, 나타나는 외현적 현상과 자른 줄기 단면을 관찰한다. 이동된 색소물을 통해 줄기의 역할(물의 이동 통로)과 구조를 알고, 이것을 모형으로 재현해 보는 활동으로, 관찰한 것을 단순화 또는 구체화하여 나타내기 즉, 공간 시각화 능력에 해당한다.

4차시는 자석과, 눈에 보이지는 않지만 공간상에 존재하는 자력에 달라붙는 철가루의 상호 작용을 이용하여 재미있는 철가루 모양을 만드는 것으로 물체와 물체 사이의 상호관계 이해하기 즉, 공간 관계 능력에 해당한다.

5차시는 빛이 있기 때문에 그림자가 생기는 것이고, 그림자의 크기와 방향은 달라질 수 있지만 본 물체와 모양이 유사하다는 것을 알고 그림자에 맞는 물체를 칠교로 맞추는 것이다. 이것은 물체의 위치나 방향이 바뀌어도 원래의 물체 찾아내기 즉, 공간 방향화 능력에 해당한다.

6차시는 평면거울을 통해 보여지는 여러 현상을 관찰하여 알고, 거울에 비친 글자를 심상으로 파악

하여 알아맞히는 것으로 거울에 비친 상을 이해하기 즉, 공간 방향화 능력에 해당한다.

7차시는 일정한 시간마다 그림자의 길이를 측정하여 하룻동안 그림자의 길이가 어떻게 변하는지를 알고, 그림자의 길이 변화와 태양의 위치를 관련짓는 것이다. 이것은 물체와 물체 사이의 상호관계 이해하기 즉, 공간 관계 능력에 해당한다.

8차시는 북두칠성 모형 만들기를 통해 한 평면상에 존재하는 것처럼 보이는 별자리가, 사실은 넓은 공간상에서 위치와 거리가 각기 다른 여러 별들이 모여져 보이는 것임을 안다. 이것은 물체들 사이의 거리, 위치, 방향 이해하기 즉, 공간 관계 능력에 해당한다.

9차시는 돌을 관찰하여 특징을 알고, 자세하게 그리는 것이다. 이것은 관찰한 것을 단순화 또는 구체화하여 나타내기 즉, 공간 시각화 능력에 해당한다.

10차시는 같은 양의 물을 상온에 둔 것과 얼린 것의 부피를 비교하여 물이 얼면 부피가 증가함을 아는 것으로 물체들 사이의 비슷한 점과 다른 점 찾기 즉, 공간 관계 능력에 해당한다. 또한 물이 얼면 부피가 증가하면서 용기에 힘이 가해져 용기의 모양이 달라짐을 아는 것으로 물체와 물체 사이의 상호관계 이해하기 즉, 공간 관계 능력에 해당한다.

11차시는 물에 여러 가지 가루를 넣어 저어봄을

통해 ‘녹는다(가라앉는 것이 없다)’의 의미를 알고, 가루가 녹아 있는 물의 모습을 상상하여 그리는 것이다. 이것은 비 시각적인 요인을 시각적으로 표현하기 즉, 공간 시각화 활동에 해당한다.

12차시는 우리가 의식적으로 느끼지는 못하지만 무색, 무취의 공기가 항상 존재하고, 풍선 아트 활동을 통해 공기가 담는 그릇에 따라 모양이 달라진다는 것을 아는 것이다. 이것은 물체의 위치나 방향이 바뀌어도 원래의 물체 찾아내기 즉, 공간 방향화 능력에 해당한다.

## 2. 공간 능력을 활성화하는 프로그램에 대한 인식

공간 능력을 활성화하는 과학 활동에 대한 학생들의 반응을 조사하였다.

그림 1은 본 과학 활동의 학습 주제에 대한 선호도이다.

그림 1에서 보면, 공간 능력을 활성화하는 과학

활동의 학습 주제 중 흥미가 있었던 학습 주제는 30명 중 12명이 별자리라고 응답하였으며, 만들기가 재미있거나 신기했기 때문이라 하였다(A). 흥미가 없었던 학습 주제는 30명 중 9명이 잎 모양이라고 응답하였으며, 자세하게 그리는 것이 어려웠기 때문이라 하였다(B).

그림 2는 관찰하여 자세하게 그리거나 만들기와 같이, 12개의 과학 활동 수업에서 전개된 여러 가지의 학습 활동에 대한 선호도이다.

그림 2에서 보면, 공간 능력을 활성화하는 과학 활동의 학습 활동 중 흥미가 있었던 학습 활동은 30명 중 7명이 거울과 관련한 활동에서 거울을 이용한 게임하기, 6명이 별자리 관련 활동에서 북두칠성의 모형 만들기라고 응답하였다(A). 흥미가 없었던 학습 활동은 30명 중 10명이 잎과 돌을 관찰하여 자세하게 그리기, 8명이 물과 얼음의 부피 비교를 응용하여 만화 그리기라고 응답하였다(B).

공간 능력을 활성화하는 과학 활동에 대한 학생의

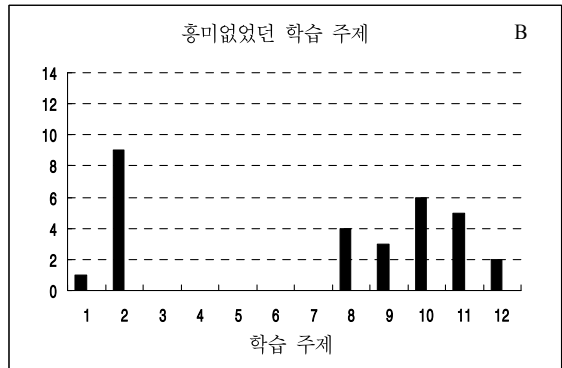
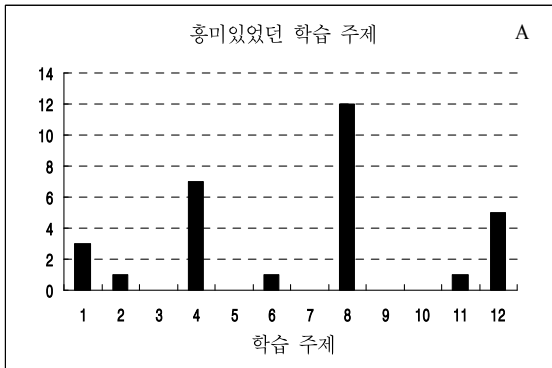


그림 1. 학습 주제 선호도

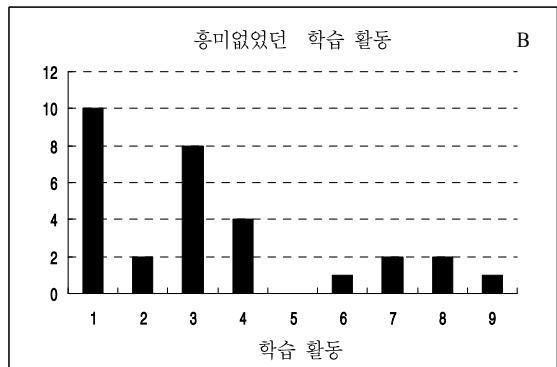
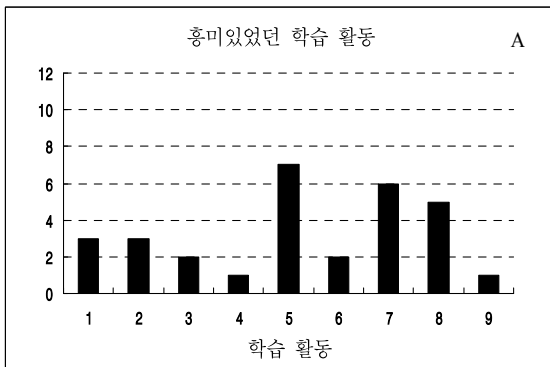


그림 2. 학습 활동 선호도

흥미도는 가장 높은 흥미를 가진 경우를 리커트척도 5점 만점으로 조사한 결과, 전체 평균이 3.87이다. 30명 중 11명이 5점을 부여하는 높은 흥미도를 보였다.

공간 능력을 활성화하는 과학 활동이 학생의 공간에 대한 인식에 준 영향은 아주 많은 영향을 준 경우를 리커트 척도 5점 만점으로 조사한 결과, 전체 평균이 3.57이다. 30명 중 12명이 5점 또는 4점을 부여하며, 본 과학 활동이 학생의 공간에 대한 인식을 높였음을 보였다.

### 3. 공간 능력과 창의성의 변화

#### 1) 공간 능력의 변화

공간 능력을 활성화하는 과학 활동을 실시하기 전과 후의 공간 능력 검사 결과를 비교한 것은 표 6과 같다.

표 6에서 보면, 사후 공간 능력 평균은 9.93으로 사전 공간 능력 평균 8.33보다 유의미하게 향상된 것으로 나타났다.

구체적으로 공간 능력 하위 요인에 어떠한 변화가 있는지 알아보기 위해 하위 요인별로 분석한 결

과는 표 7과 같다.

표 7에서 보면, 공간 능력을 활성화하는 과학 활동이 공간 시각화 능력과 공간 방향화 능력을 향상시키지 못한 것으로 나타났으나, 공간 관계 능력은 유의미하게 향상시킨 것으로 나타났다.

본 과학 활동 프로그램은 공간 능력 하위 요인별로 과학 활동이 4차례씩 고르게 이루어졌음에도 불구하고 공간 관계 능력만 유의미하게 향상되었다. 이것은 본 과학 활동 프로그램 중에서 학생들이 어떤 과학 활동을 선호하였는가에 의한 영향으로 보여진다. 즉, 그림 1의 A와 그림 2의 A에 나타난 것처럼 학생들이 가장 선호하였던 과학 활동 학습 주제는 별자리와 자석으로, 공간 관계 능력에 해당하는 활동들이다. 평상시 학생들의 호기심과 흥미가 높은 학습 주제이고, 별자리 모형이나 다양한 철가루 모양을 만들어 보는 학습 활동도 학생들이 선호한 학습 활동이었기 때문에 두 활동이 학생들에게 많은 영향을 준 것으로 보여진다.

#### 2) 창의성의 변화

공간 능력을 활성화하는 과학 활동을 실시하기 전과 후의 창의성 검사 결과를 비교한 것은 표 8과

표 6. 공간 능력 검사 결과

N=30

구분	사전		사후		t	p
	M	SD	M	SD		
공간 능력	8.33	2.97	9.93	3.05	-2.835	0.008*

\*p<0.05.

표 7. 공간 능력 하위 요인 검사 결과

N=30

구분	사전		사후		t	p
	M	SD	M	SD		
공간 시각화 능력	3.80	1.75	4.43	2.01	-1.420	0.166
공간 방향화 능력	1.60	1.13	1.77	1.40	-0.645	0.524
공간 관계 능력	2.93	1.31	3.70	1.57	-2.292	0.029*

\*p<0.05

표 8. 창의성 검사 결과

N=30

구분	사전		사후		t	p
	M	SD	M	SD		
창의성	34.80	10.98	40.87	9.61	-2.997	0.006*

\*p<0.05.

같다.

표 8에서 보면, 사후 창의성 평균은 40.87로 사전 창의성 평균 34.80보다 유의미하게 향상된 것으로 나타났다.

구체적으로 창의성 하위 요인에 어떠한 변화가 있는지 알아보기 위해 하위 요인별로 분석한 결과는 표 9와 같다.

표 9에서 보면, 공간 능력을 활성화하는 과학 활동이 유창성과 개방성을 유의미하게 향상시키지 못한 것으로 나타났으나, 독창성과 민감성을 유의미하게 향상시킨 것으로 나타났다.

강호감과 최선영(2002)은 과학과 교수·학습 방법 활동으로, 문제에 대한 민감성을 기르기 위해 세밀하게 관찰하여 그리기를, 독창성을 기르기 위해 유도된 공상을 통한 되어보기 활동을 제안하였다. 본 과학 활동 프로그램 중 잎과 돌을 자세하게 관찰하여 그리기와 가루가 녹아 있는 물의 상태를 상상하여 그리는 교수·학습 활동이 이루어졌다. 이 활동들은 학생들에게 어렵고, 흥미가 없었던 활동이었으나, 점차 활동에 익숙해지면서 학습 결과물의 수준이 향상되었다. 따라서 민감성과 독창성의 향상은 공간 능력을 활성화하는 과학 활동의 교수·학습 방법이자 공간 시각화 능력에 해당하는 활동의 영향인 것으로 보여진다.

공간 능력을 활성화하는 과학 활동은 초등학생의 공간 능력과 창의성을 향상시켰다. 박매옥 등(2009)과 김상달 등(2005)의 연구에 의하면, 공간 능력은 관찰, 분류, 추리, 예상 등의 과학 탐구 능력과 유의미한 상관 관계가 있고, 공간 능력이 과학 탐구 능력의 수준을 결정짓는 중요한 요인으로 작용한다고 한다. 특히, 김상달 등(2005)은 이 연구에서 사용한 공간 능력 검사지의 문항 중 나무세기가 과학 탐구 능력에 높은 영향력을 가진다고 하였다. 나무세기

는 이 연구에서 공간 관계 능력에 해당되는 문항으로, 공간 관계 능력은 공간 능력의 하위 요인 중 유일하게 유의한 향상을 보인 능력이다. 그리고 과학 탐구 능력을 중심으로 하는 과학 활동은 유아의 창의성을 향상시킨다고 한다(이정희, 2001; 원은실, 2002; 노현희, 2005). 따라서 공간 능력을 활성화하는 과학 활동은 학생의 공간 능력을 향상시켰고, 이것은 창의성의 향상에 영향을 준 것으로 볼 수 있다.

### 3) 뇌 선호도에 따른 공간 능력과 창의성

뇌 선호도에 따른 공간 능력과 창의성의 변화를 알아보았다. 뇌 선호도에 따른 개인별 공간 능력의 변화는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보면, 좌뇌 선호형 학생들의 사후 공간 능력은 사전 공간 능력 점수와 관계없이 대부분 8점 전·후이었다.

우뇌 선호형 학생들의 사후 공간 능력은 좌뇌 선호형 학생들보다 비교적 높은 편이다. 구체적으로 살펴보면, 사전 공간 능력이 9점 이하이었던 학생들의 사후 공간 능력이 사전 공간 능력이 9점 이상이었던 학생들에 비해 두드러지게 향상되었다.

뇌 선호도에 따른 공간 능력의 평균 변화량을 살펴보면, 좌뇌 선호형이 0.5점 저하되었고, 우뇌 선호형이 2.125점 향상되었다.

뇌 선호도에 따른 개인별 창의성의 변화는 그림 4와 같다.

그림 4에서 보면, 좌뇌 선호형과 우뇌 선호형 학생들의 창의성 변화는 유사한 경향을 보인다. 구체적으로 살펴보면 사전 창의성이 40점 이하이었던 학생들의 사후 창의성은 향상되는 반면, 사전 창의성이 40점 이상이었던 학생들의 사후 창의성은 향상되는 경향을 보이지 않았다.

뇌 선호도에 따른 창의성의 평균 변화량을 살펴

표 9. 창의성 하위 요인 검사 결과

N=30

구분	사전		사후		t	p
	M	SD	M	SD		
유창성	9.00	4.51	10.53	3.63	-2.004	0.055
독창성	6.00	3.19	7.47	3.44	-2.362	0.025*
개방성	12.17	2.93	11.20	3.39	1.779	0.086
민감성	7.63	5.78	11.67	6.35	-3.698	0.001*

\*p<0.05.



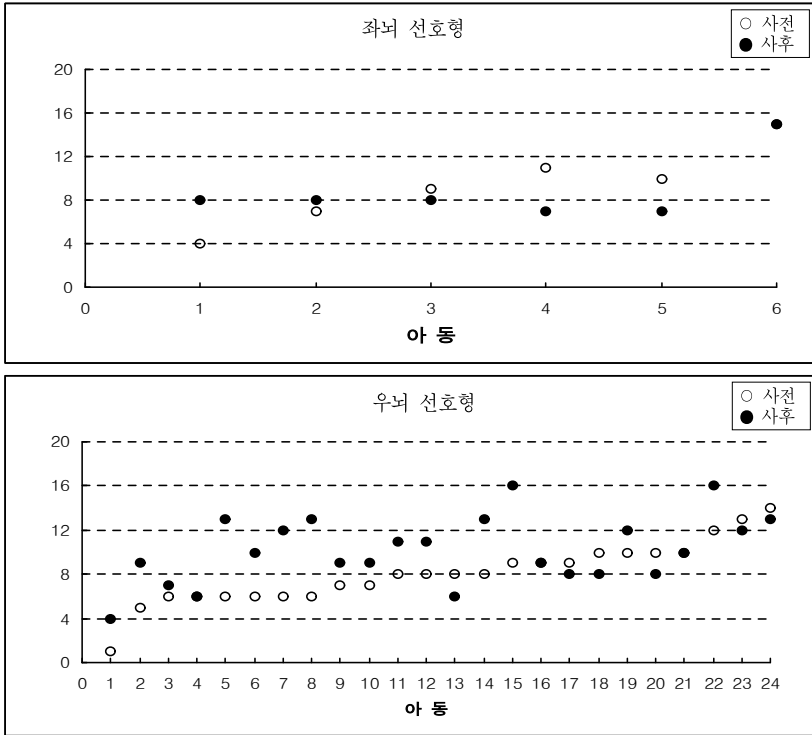


그림 3. 뇌 선호도에 따른 개인별 공간 능력의 변화

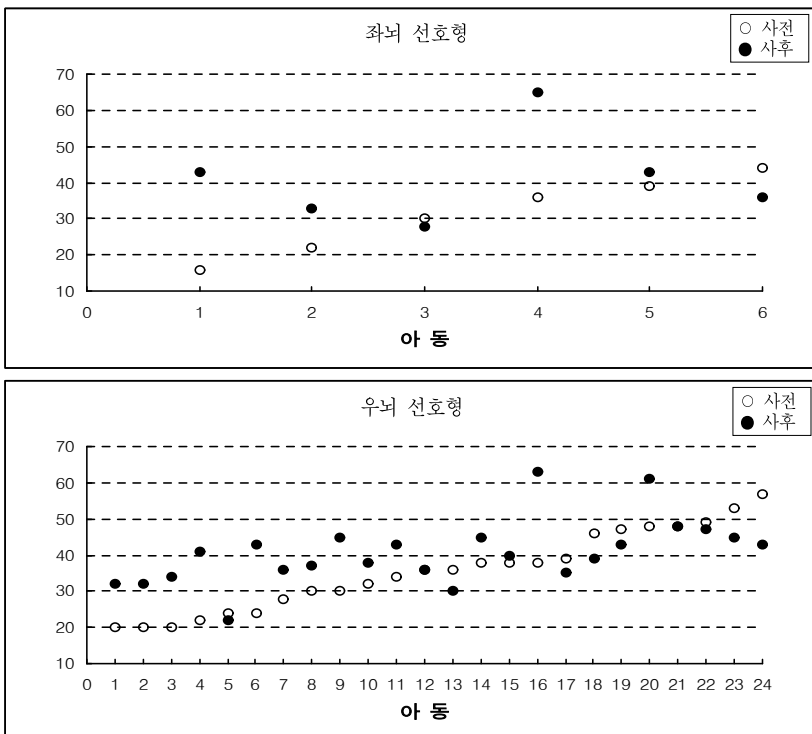


그림 4. 뇌 선호도에 따른 개인별 창의성의 변화

보면, 좌뇌 선호형이 약 10.17점, 우뇌 선호형이 약 5.04점 향상되었다.

뇌 선호도에 따른 공간 능력은 좌뇌 선호형 학생보다 우뇌 선호형 학생에게서 향상된 사례가 많았다. 공간적인 사고 양식을 특징으로 하는 우뇌의 기능을 확인할 수 있는 결과이다. 뇌 선호도에 따른 창의성은 좌뇌와 우뇌 선호형 학생들에게서 유사한 경향이 나타났으나, 창의성이 가장 많이 향상된 1, 2위의 학생은 좌뇌 선호형이었다. 이것은 좌·우뇌의 균등한 발달을 통해 창의성 향상에 더 큰 효과가 있다는 연구 결과(박숙희, 1997; 송연자와 이윤옥, 2004; 조영훈, 2005)들과 일치하는 사례이다. 따라서 창의성의 발현은 우뇌의 시각적, 공간적인 작용에 의한 결과라 할 수 있지만 좌뇌의 논리적, 분석적인 노력이 뒷받침되어야 한다.

공간 능력을 활성화하는 과학 활동은 우뇌 선호형 학생은 물론 좌뇌 선호형 학생의 창의성 향상에 효과적일 수 있으며, 좌뇌 위주의 학교 교육에서 공간 능력을 활성화하는 과학 활동을 통한 창의성 교육이 의미가 있을 것이다.

#### IV. 결론 및 제언

공간 능력을 활성화하는 과학 활동은 초등학생의 공간 능력을 유의미하게 향상시켰다. 특히, 공간 능력 하위 요인 중 공간 관계 능력이 유의미하게 향상되었다. 그리고 공간 능력을 활성화하는 과학 활동은 초등학생의 창의성을 유의미하게 향상시켰다. 특히, 창의성의 하위 요인 중 독창성과 민감성이 유의미하게 향상되었다.

뇌 선호도에 따른 공간 능력과 창의성의 변화를 분석한 결과, 우뇌 선호형 학생에게서 공간 능력이 향상된 사례가 많았다. 창의성은 좌뇌와 우뇌 선호형 학생들 모두에게서 사전 창의성이 40점 이하이었던 학생들의 사후 창의성은 향상된 반면, 사전 창의성이 40점 이상이었던 학생들의 사후 창의성은 향상되는 경향을 보이지 않았다.

이에 따라 공간 능력을 활성화하는 과학 활동은 우뇌 선호형이 강한 초등학생들에게 좌뇌 위주의 학교 교육에서 유의미한 창의성 교육 방법이라고 할 수 있다.

연구 결과, 공간 능력을 활성화하는 과학 활동이 강조된 교육이 창의성을 향상시키는 유의미한 교육

방법인 것으로 나타났다. 그러나 학년에 따라 습득되는 지식의 양이나 경험, 뇌 발달 등이 달라지므로, 학년에 따른 공간 능력과 창의성 연구가 있어야 할 것이다. 즉, 학년이 올라감에 따라 공간 능력을 활성화하는 과학 활동이 강조된 교육이 창의성에 어떠한 영향을 주는지, 성별에 따라 어떠한 차이가 있는지에 대한 연구가 필요하다.

#### 참고문헌

강호감, 최선영(2002). 창의력을 계발하기 위한 과학과 교수·학습 방법. *과학교육논총*, 14, 237-252.

고영희(1988). 한국인의 뇌. *아주대학교 논문집*, 11, 141-174.

권오남, 박경미, 임형, 허라금(1996). 공간 능력에서의 성별 차이에 관한 연구. *한국수학교육학회지*, 35(2), 125-141.

김상달, 이용섭, 이상균(2005). 초등학교 학생들의 공간 능력과 친체운동개념 및 과학 탐구 능력과의 관계. *한국지구과학회지*, 26(6), 461-468.

노현희(2005). 탐구중심 과학 활동이 유아의 과학적 탐구 능력 및 창의성에 미치는 영향. *계명대학교 교육대학원 석사학위논문*.

박매옥, 강호감, 최선영(2009). 공간 능력에 따른 초등과학 학업성취도 및 과학 탐구 능력간의 상관관계. *과학교육논총*, 22(1), 95-108.

박숙희(1997). 뇌 기능분화와 창의성과 학업성취의 관련 연구. *교육학연구*, 35(3), 97-125.

박재근(2002). 과학 학습 활동 중의 전방전두엽에서의 뇌파 분석에 의한 두뇌의 기능 평가에 관한 연구. *서울대학교 대학원 박사학위논문*.

서보윤(1999). 초등학교 아동의 뇌의 기능분화와 선호도에 관한 연구. *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*.

송연자, 이윤옥(2004). 우뇌 창의성 프로그램과 전뇌 창의성 프로그램이 유아의 창의성에 미치는 효과. *유아교육연구*, 24(6), 5-26.

원은실(2002). 탐구학습 중심 과학교수 방법이 유아의 창의성 증진에 미치는 효과. *과학교육논총*, 109-120.

이성미, 방정숙(2007). 초등학생들의 공간감각 이해능력 실태조사. *한국수학교육학회지*, 46(3), 273-292.

이정희(2001). 탐구학습중심의 과학교수방법이 유아의 창의적 사고력에 미치는 영향. *인천대학교 교육대학원 석사학위논문*.

임채성(2005). 초등 과학 교수학습에서 다중지능의 활용 유형에 관한 연구: 생명 영역을 중심으로. *과학교육연구*, 29, 31-49.

전경원, 전경남(2008). 초등 도형 창의성검사. *학지사 심리검사연구소*.

조영훈(2005). 우뇌 기능을 자극하는 훈련프로그램이 창

- 의성 신장에 미치는 효과. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 하종덕(1992). 우뇌기능 훈련이 뇌의 인지특성 및 수학적 문제해결력에 미치는 효과. 원광대학교 대학원 박사학위논문.
- Arnheim, R. (1979). *Visual thinking*. 김정오 역(2004). 시각적 사고. 이화여자대학교출판부. pp. 477.
- Armstrong, T. (1994). Multiple intelligences in the classroom. Alexandria, VA: *Association for the supervision and curriculum Development*. 전윤식, 강영심 역(1997). 복합지능과 교육. 중앙적성출판사. pp. 134-139.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Sternberg, Robert J., Grigorenko, Elena L. & Singer, Jerome L. (2008). *Creativity: From potential realization*. 임웅 역(2009). 창의성: 그 잠재력의 실현을 위하여. 학지사. pp. 217.