

공간능력에서의 성별차이에 관한 연구¹⁾

권 오 남 (이화여자대학교 수학교육과)
박 정 미 (한국교육개발원)
임 형 (국립교육평가원)
허 라 금 (이화여자대학교 여성학과)

I. 서론

1. 연구의 배경과 목적

수학적 능력이 사회성원의 삶에 차지하는 비중은 과거 어느 때 보다 커지고 있다. 사회가 점점 기술 정보 산업을 중심으로 하는 사회 경제 구조로 변해감에 따라, 직업을 얻고 사회적 성취를 하는데 있어서 수학적 능력은 중요한 역할을 하게 된다. 직종이나 직업의 선택에 있어서 어떤 차별도 금지하는 이른바 기회의 평등을 보장하는 민주적 과정에 실질적으로 충분히 참여하기 위해서 수학적 개념들을 이해하고 적용할 수 있는 능력이 필수적인 것으로 대두되고 있다. 더 나아가서 많은 사람들이 선호하는 사회경제적으로 성취적인 전문 분야, 특히 이공계나 자연과학 계통의 분야에서 수학적 능력은 그 분야의 진출 및 성공여부를 결정하는 중요한 지표 역할을 하고 있다.

이런 상황에서, 여성이 남성보다 수학적 능력이 떨어진다는 연구 보고들이 있어왔다. 여성의 사회적 성취 욕구가 증대되고 있다는 점을 고려한다면, 수학에 있어서 여성의 낮은 흥미나 성취도는 여성의 사회진출에 장애가 된다는 점에서 중요한 연구 과제가 된다. 남녀의 교육 기

회 균등이 보장되어 있어 있고, 물리적으로 비슷한 여건 속에서 교육받는데도 불구하고, 수학에 있어 여성이 남성에 비해 상대적으로 낮은 흥미와 성취를 보이고 있다고 한다면, 그 이유는 무엇일까?

수학적 능력과 공간능력 간에는 밀접한 관계가 있고, 일반적으로 수학적 능력에서의 성별 차이는 공간능력에서의 차이 때문이라는 논의가 있다. 본 연구는 실제로 우리 나라 학생들에게도 이러한 논의가 적용될 수 있는지를 확인하기 위하여 공간검사를 시행하고 그 결과를 분석해 보았다.

2. 연구문제

공간능력에서의 남학생과 여학생의 차이를 연구하는데 있어서 성별 요인만 가지고 접근하는 것에는 무리가 있다. 공간능력의 차이를 생물학적 성이 결정한다고 가정할 근거가 없으며, 다른 요인보다 생물학적 차이가 더 중요하게 작용한다고 볼 근거도 없기 때문이다. 따라서 본 연구는 공간능력에서의 성 차이가 변인별로 어떻게 나타나는가 뿐만 아니라, 거기에서 나타난 결과가 갖는 의미를 추론하고 분석하기 위해 지역별, 학년별 변인 및 그들 간의 상호관계에 대해서도 조사하였다. 연구 조사한 문제는 다음과 같다.

1) 공간검사에 대한 성별 차이는 어떻게 나타나는가?

2) 공간검사에 대한 학년별 차이는 어떻게

1) 본 연구는 1995년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 과제 학술연구 조성비에 의해 연구되었음.

나타나는가?

3) 공간검사에 대한 지역별 차이는 어떻게 나타나는가?

4) 공간검사에 대한 학년과 성별 상호관계는 어떻게 나타나는가?

5) 공간검사에 대한 지역과 성의 상호관계는 어떻게 나타나는가?

6) 공간검사에 대한 지역과 학년의 상호관계는 어떻게 나타나는가?

7) 공간검사에 대한 성, 지역, 학년간의 상호관계는 어떻게 나타나는가?

II. 선행 연구 분석

1. 공간능력에 대한 성별 차이 연구

여러 선행 연구들에 의하면(Ben-Chaim, Lappan, & Housng, 1988; Fennema & Tartre, 1985; Harris, 1981; Johnson & Meade, 1987), 수학적 성취도와 공간능력 사이의 상관계수는 0.3 - 0.6으로 비교적 높은 양의 상관관계를 지니고 있기 때문에, 수학 성취도에 있어서의 성별 차이는 상당 부분 공간능력에 있어서의 성별 차이에서 기인한다고 볼 수 있다. 공간능력이 수학적 성취도에 지대한 영향력을 미치는 이유에 대하여 Smith(1964)는 공간능력은 기하적 형태나 일반적인 수학적 기호에 있어서의 규칙성을 인식하는 것과 관련이 있기 때문이라고 기술하고 있으며, Schonberger(1980)는 공간능력은 수학을 학습하는데 있어 중요한 도구인 표, 다이어그램, 그래프 등을 다루는 것과 연관되어 있기 때문이라고 진술하고 있다.

수학적 성취도에 대한 공간능력의 영향력에 있어 성별 차이가 존재하는가에 대한 Fennema와 Tarte(1985)의 연구에 의하면, 높은 공간시각화 능력과 낮은 언어적 능력의 남학생과 낮은 공간시각화 능력과 높은 언어적 능력의 남학생 사이에는 거의 차이가 나타나지 않았으나, 높은 공간시각화 능력과 낮은 언어적 능력의 여학생

과 낮은 공간시각화 능력과 높은 언어적 능력의 여학생 사이에는 통계적으로 유의미하지는 않지만 남학생의 경우보다는 큰 차이를 보였다. 따라서 이 연구는 공간능력이 수학적 성취도에 미치는 영향은 남학생보다는 여학생에게서 더 뚜렷하게 나타난다고 결론짓고 있다.

Battista(1990)는 Krutetskii의 언어적-논리적(verbal-logical) 사고와 시각적-그림적(visual - pictorial) 사고의 분류에 착안하여 기하문제를 해결하는데 있어 공간시각화와 논리적 추론 능력의 관계를 연구하였다. 우선 공간시각화 점수가 논리적 추론 점수보다 월등하게 높은 경우가 남학생은 30.7%, 여학생은 5.7% 였으며, 논리적 추론 점수가 공간시각화 점수를 훨씬 상회하는 경우가 남학생은 13.3%, 여학생은 34.0% 였다. 따라서 남학생은 공간시각화 능력이, 여학생은 논리적 추론 능력이 상대적으로 뛰어나다고 할 수 있다. 한편 공간시각화, 논리적 추론, 기하성취도 사이에는 모두 유의수준 5%에서 통계적으로 유의한 상관관계가 발견되었다. 앞의 Fennema와 Tartre의 연구와 마찬가지로 공간시각화 점수와 기하성취도의 상관관계는 여학생들에게 더 높게 나타났으며 (.61>.39), 논리적 추론 점수와 기하성취도의 상관관계는 남학생에게 더 높게 나타났다 (.43>.36).

2. '공간 능력'의 정의

공간능력(spatial ability)이란 인간에 대한 심리측정적 연구방법으로부터 나온 구인(construct)으로, 공간 속에 있는 내적 표상(internal representation)을 기호화하거나 기억하여 다른 사물 또는 공간 위치에 관련시키는 능력을 말한다. 즉, 공간 능력은 머릿속의 상들의 움직임과 변화를 시각화하는 능력으로, 대상물을 머릿속에서 평행이동, 선대칭, 정대칭하는 능력을 포함한다. 한편 기하학은 「공간과 그 공간의 성질을 취급하여, 그 공간 안에 있는 도

형의 성질과 서로의 관계를 다루는 수학의 한 분야」이므로 공간능력은 기하적 사고의 요체가 된다고 할 수 있다.

3. 공간 능력의 분석틀

공간능력을 구성하는 요소를 분석하는 방법에는 여러 가지가 있으나, Linn과 Peterson (1985), Mcgee(1979), Lohman(1979)의 연구에서 나타난 분석이 주목할 만하다.

1) Linn과 Peterson의 공간요인 분석

Linn과 Peterson은 공간능력을 구성하는 요인으로 공간지각, 회전, 공간시각을 설정하였다. 공간지각(spatial perception) 능력이란 중력적(gravitational), 운동 감각적(kinesthetic) 단서를 통해 공간 사이의 관계를 정확하게 인지할 수 있는 능력이고, 회전(mental rotation) 능력이란 2차원 혹은 3차원의 물체를 회전하였을 때의 상태를 정확하게 파악할 수 있는 능력이며, 공간시각화(spatial visualization) 능력이란 주어진 공간적 정보를 머릿속에서 가시화하여 그려 볼 수 있는 능력을 말한다.

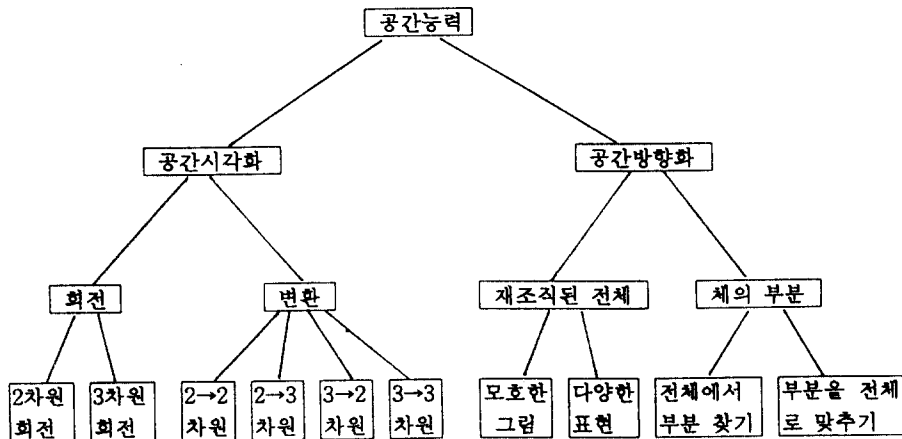
2) Mcgee의 공간요인 분석

Mcgee는 공간능력을 구성하는 요인을 공간

시각화(spatial visualization), 공간방향화(spatial orientation)로 보고, 공간시각화에 회전(rotation)과 변환(transformation), 공간방향화에 재조직된 전체(reorganized whole), 체의 부분(part of field)이라는 하위요인을 설정하였다. 공간시각화란 주어진 물체를 심상에 의하여 회전시키거나 재배열 혹은 조합시키는 능력이며, 공간방향화란 시각적 표현을 이해하거나 두 표현 사이에 일어난 변화를 감지하는 능력을 말한다.

3) Lohman의 공간요인 분석

Lohman은 Mcgee의 두 가지 요인에 공간관계(spatial relation)를 첨가하여 공간방향(spatial orientation), 공간시각(spatial visualization)의 세 가지 요인으로 공간능력이 구성된다고 보았다. 첫 번째의 공간방향은 주어진 대상물이나 일련의 대상물들이 실제로 그 대상물이 보여지는 것과 다른 공간적 조망으로부터 어떻게 나타내어질 것인가를 상상할 수 있는 능력이다. 두 번째의 공간관계는 주로 심적회전(mental rotation)이라고 할 수 있는데, 하나 혹은 그 이상의 시각화된 대상물을 빠르고 정확하게 심적으로 회전하는 능력이다. 세



번제의 공간시각에는 종이 접기나 전체적인 형태를 완성시키기 위하여 한 대상물의 조각들을 심적으로 재배열하는 능력이 요구된다. 이 세 가지 요인 중 첫 번째의 공간방향은 공간검사와 크게 관련되지 않는다고 볼 수 있으므로, 공간관계와 공간시각만 고려의 대상으로 삼았으며 그 하위요인들을 도식하면 아래와 같다.

본 연구는 공간능력의 구성요인들에 대한 위의 결과들을 종합하고, 기존의 지능검사(KEDI 집단지능검사, 1992), 적성검사(KEDI 적성검사, 1996)의 공간검사 문항들을 참조하여 다음과 같은 검사의 하위요인들을 선정하였다.

2차원 회전: 평면도형이 주어지고, 이를 회전하였을 때 얻을 수 있는 도형을 찾기

3차원 회전: 입체도형이 주어지고, 이를 회전하였을 때 얻을 수 있는 도형을 찾기

2차원→3차원 변환: 전개도를 보고 이를 접었을 때 나타나는 입체 찾기

3차원→2차원 변환: 나무도막으로 이루어진 입체물을 보고 밑면, 앞면, 옆면의 모양 찾기

나무도막 세기: 나무도막이 쌓여 있는 입체물을 보고, 그 입체를 이루고 있는 나무도막의 숫자 세기

도형유추: 두 개의 평면도형이 주어지고 이들 사이의 관계를 파악하여 다른 평면도형의 관계에 적용하기

III. 연구의 방법 및 절차

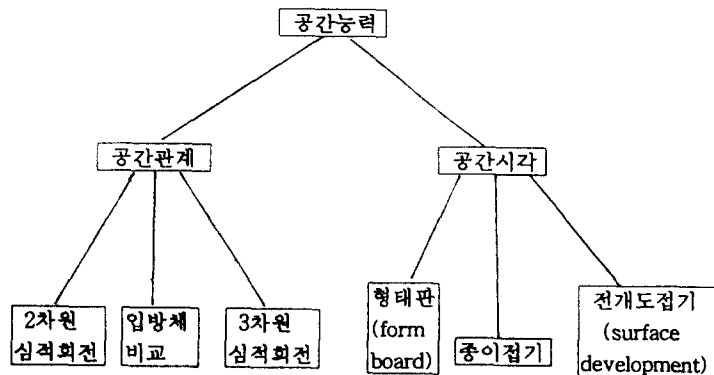
1. 연구대상

본 연구의 대상은 우리 나라 전국 초등학교 3학년과 6학년, 중학교 2학년과 고등학교 2학년 전체를 모집단으로 한다. 문항의 양호도 검증은 위하여 서울 지역 1개 초등학교, 1개 중학교, 1개 고등학교를 선정하여 예비검사를 실시하였으며, 통계처리된 예비검사의 실패본수는 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 예비검사 통계처리수

학년	남	여	전체
초 3	96	96	192
초 6	48	48	96
중 2	12	12	24
고 2	12	12	24
계	162	162	324

예비검사의 결과는 spss-pc+프로그램을 이용하여 기초통계량, 변량분석, 카이제곱 검정을 실시하였으며, 분석 결과를 토대로 공간검사의 일부 문항을 수정·보완하였다.



본 검사에서는 전국 초등학교 3학년과 6학년, 중학교 2학년, 고등학교 2학년 학생중 다단계 유층표집방법으로 학년, 성, 지역에 따라 총 7977명을 선정하였다. 우선 행정구역별 및 도시, 농어촌 학생수의 비율을 고려하여, 대도시, 중소도시, 농어촌 학교 및 학생의 비율을 약 3:2:1로 표집하기로 하였다. 이 비율은 표집과정에서 엄밀히 지켜지지 않았으나, 표집의 대략적인 기준이 되었다. 그 다음 각 지역별로 학년, 성을 고려하여 표본을 무선적으로 선정하여, 검사지를 발송하였다. 검사실시후 회수된 자료는 표집계획수에 미달되었으며, 데이터 베이스작업을 통해 부적합한 자료는 제외하고, 통계처리되어 실제 분석에 사용된 표본수는 총 6221명이었다. 본 검사 지역별 성별로 표집계획된 수와 실 표본수는 다음 <표 2>와 같다.

2. 공간검사지의 구성

공간검사의 문항을 만들기 위하여 기존 지능검사나 적성검사의 문항들을 참고하였다. 그러나 이 문항들은 수학에서의 성차를 알아보는 데는 변인의 구성이 적절치 못하였다고 판단되어, 연구자들이 변인을 설정하고 이에 맞는 문항들을 Tartre, KEDI집단 지능검사(1992), KEDI 적성검사(1996)등 여러 기존 연구를 참조하여 작성하였다. 공간검사의 변인과 그에 해당하는 문항은 다음 <표 3>과 같으며, 검사에 이용된 문

항은 <부록>에 수록되어 있다.

<표 3> 공간검사의 변인과 문항

변인	하위 변인	문항
회전	2차원 회전	1, 2, 3
	3차원 회전	4
변환	2차원 → 3차원 변환	5, 6, 7, 8
	3차원 → 2차원 변환	13,14,15,16
나무도막 세기		9,10,11,12
도형유추		17,18,19,20

3. 검사실시와 자료분석

개발된 검사도구는 1996년 6월 서울지역의 학생 324명을 대상으로 실시된 예비검사의 결과를 바탕으로 수정되었다. 수정된 검사는 1996년 7월 각 학교의 담당교사를 통해서 학생들에게 실시되었다. 공간검사는 4지 일반 선택형 20문항으로 구성되었다. 본 검사에서는 초등학교 6학년, 중학교 2학년, 고등학교 2학년은 OMR카드를 사용하여 답을 기록하게 하였다. OMR카드를 기입할 수 있는 능력이 없는 초등학교 3학년은 문제지에 답을 기록하게 하고, 회수된 문제지를 바탕으로 연구보조원들이 OMR카드

<표 2> 본 검사 지역별 성별 표집계획 및 실 표본수 (괄호 안은 실 표본수)

학년	대도시		중소도시		농어촌		계		총계
	남	여	남	여	남	여	남	여	
초등학교 3학년	462(298)	464(286)	299(273)	301(243)	157(69)	159(93)	918(640)	924(622)	1842(1262)
	487(408)	487(401)	302(191)	303(181)	145(79)	146(86)	934(678)	936(668)	1870(1346)
중학교 2학년	560(504)	480(340)	398(385)	306(302)	223(172)	180(174)	1181(1061)	966(816)	2147(1877)
고등학교 2학년	527(316)	542(550)	367(322)	296(287)	248(92)	138(169)	1142(730)	976(1006)	2118(1736)
계	2036(1526)	1973(1577)	1366(1171)	1206(1013)	773(412)	623(522)	4175(3109)	3802(3112)	
총계	4009(3103)		2572(2184)		1396(934)				7977(6221)

에 이기하였다. 자료의 분석은 SAS통계 프로그램을 이용하여 각 변인별로 성별, 학년별 및 지역별로 진행되었으며 기초통계분석, 일원분산분석, 삼원분산분석, 카이제곱검정을 실시하였다.

IV. 결과 분석 및 해석

공간검사에 대한 변인별 분산 분석표에 따르면, 성, 학년, 지역의 세 변인은 공간검사의 전체점수 뿐 아니라, 그 하위요인들인 2차원 회전, 3차원 회전, 2-3차원 변환, 3-2차원 변환,

나무도막 세기, 도형유추에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 좀더 상세하면 2-3차원 변화, 3-2차원 변환, 도형유추의 하위요인들에서는 성별에 대하여 유의수준 5%에서 차이를 보였으며, 2차원 회전, 3차원 회전, 나무도막 세기 및 전체점수에 있어서는 유의수준 0.1%에서 차이를 보였다. 따라서 전개도를 보고 대응되는 입체도형을 찾는 능력, 입체도형을 보고 밑면, 앞면, 옆면의 모양을 찾는 능력, 두 도형 사이의 관계를 파악하여 다른 도형에 적용하는 능력에 있어서는 다른 영역들에 비하여 성별 차이가 극심하지 않은 것으로

<표 4> 공간검사 변인별 분산 분석표

변인	성 ^a	학년 ^b	지역 ^c	성*학년 ^d	성*지역 ^e	학년*지역 ^f	성*학년*지역 ^g
2차원 회전	126.56***	565.32***	31.12***	6.57***	1.03	6.39***	2.10*
3차원 회전	17.42***	318.75***	15.95***	0.47	1.96	1.49	1.72
2-3차원 변환	6.10*	172.34***	25.85***	0.47	0.77	5.67***	1.26
3-2차원 변환	6.20*	166.02***	21.62***	2.39	0.21	4.42***	1.36
나무도막 세기	34.74***	690.35***	16.01***	4.29**	1.67	7.51***	3.02**
도형유추	6.11*	738.09***	44.27***	2.18	0.29	6.52***	0.44
전체	62.02**	1031.73***	73.79***	0.17	1.37	12.37***	1.75

* p<.05

** p<.01

*** p<.001

df(자유도): a, b, c, d, e, f, g = 1, 3, 2, 3, 2, 6, 6

<표 5> 공간검사의 평균과 표준편차 (성별)

성	2차원 회전		3 차원 회전		2-3차원 변환		3-2차원 변환		나무도막 세기		도형유추		전체	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
남	2.34	0.94	0.72	0.45	2.45	1.09	2.00	1.21	2.64	1.09	2.00	1.25	12.14	3.93
여	2.13	1.03	0.68	0.47	2.42	1.09	1.97	1.19	2.55	1.12	1.99	1.20	11.74	3.98

나타났다. 상호관계, 성과 지역의 상호관계, 성과 학년과 한편 성과 본 학년의 주관심 사항인 학년의 지역 사이의 상호관계에서는 대부분의 하위요

<표 6> 공간검사의 평균과 표준편차 (학년별)

학년	2차원 회전		3차원 회전		2-3차원 변환		3-2차원 변환		나무도막 세기		도형유추		전체	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
초 3	1.41	1.06	0.38	0.49	2.08	1.02	1.50	1.10	1.72	0.96	0.95	0.88	8.04	2.88
초 6	2.24	0.96	0.73	0.45	2.83	0.96	1.86	1.18	2.28	1.06	1.83	1.12	11.76	3.43
중 2	2.36	0.89	0.76	0.43	2.18	1.12	2.00	1.13	2.83	0.99	2.12	1.13	12.25	3.44
고 2	2.70	0.63	0.84	0.37	2.65	1.07	2.42	1.20	3.22	0.84	2.74	1.04	14.58	3.18

<표 7> 공간검사의 평균과 표준편차 (지역별)

지역	2차원 회전		3차원 회전		2-3차원 변환		3-2차원 변환		나무도막 세기		도형유추		전체	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
대도시	2.31	0.95	0.73	0.45	2.52	1.08	2.02	1.18	2.64	1.10	2.09	1.21	12.32	3.84
중소	2.19	1.01	0.68	0.47	2.41	1.09	2.02	1.22	2.57	1.11	1.96	1.26	11.81	4.12
농어촌	2.07	1.03	0.65	0.48	2.19	1.10	1.77	1.20	2.50	1.12	1.77	1.15	10.95	3.79

<표 8> 공간검사의 평균과 표준편차 (학년별 · 성별)

변인 학년 성	2차원 회전		3차원 회전		2-3차원 변환		3-2차원 변환		나무도막 세기		도형유추		전체		
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	
초3	남	1.59	1.06	0.40	0.49	2.11	1.04	1.47	1.07	1.83	0.96	0.97	0.88	8.37	2.90
	여	1.22	1.02	0.35	0.48	2.05	0.99	1.52	1.12	1.61	0.95	0.94	0.87	7.70	2.83
초6	남	2.38	0.90	0.74	0.44	2.88	0.95	1.91	1.19	2.41	1.04	1.81	1.13	12.13	3.48
	여	2.10	1.00	0.71	0.45	2.78	0.96	1.81	1.17	2.15	1.06	1.85	1.10	11.39	3.34
중2	남	2.48	0.82	0.76	0.42	2.19	1.13	2.02	1.16	2.87	1.00	2.18	1.16	12.52	3.43
	여	2.20	0.95	0.74	0.44	2.17	1.11	1.97	1.10	2.78	0.98	2.05	1.09	11.90	3.43
고2	남	2.76	0.58	0.88	0.33	2.70	1.02	2.52	1.20	3.25	0.85	2.80	1.07	14.91	3.14
	여	2.66	0.66	0.81	0.39	2.61	1.10	2.35	1.20	3.20	0.83	2.70	1.01	14.33	3.19

인이나 전체점수에 있어 유의한 차이를 보이지 않고 있으나, 학년과 지역 사이에는 대부분의 하위요인이 유의수준 0.1%에서 차이를 보였다.

공간검사의 결과는 분산분석에서 대체적인 윤곽이 드러났지만, 평균 등 좀 더 자세한 정보를 위하여 각 변인별 통계자료를 제시하고 이에 대한 해석을 덧붙였다.

앞의 분산분석표에서도 확인할 수 있는 사실이지만, 각 하위요인별 전체 점수의 성별 차이는 2차원 회전에서 0.21, 3차원 회전에서 0.04, 나무도막 세기에서 0.09로 2-3차원 변환의 0.03이나 3-2차원 변환의 0.03, 도형유추에서의 0.01에 비하여 비교적 큰 차이를 보였다.

공간검사에 대한 학년별 점수 비교에 따르면

<표 9> 공간검사의 평균과 표준편차 (지역별 · 성별)

변인 지역	성	2차원 회전		3차원 회전		2-3차원 변환		3-2차원 변환		나무도막 세기		도형유추		전체	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
대도시	남	2.39	0.91	0.73	0.44	2.52	1.10	2.02	1.19	2.67	1.10	2.06	1.24	12.39	3.85
	여	2.24	0.99	0.72	0.45	2.53	1.06	2.03	1.16	2.62	1.10	2.12	1.18	12.26	3.84
중소	남	2.32	0.96	0.71	0.45	2.42	1.09	2.05	1.21	2.66	1.07	2.00	1.27	12.16	4.04
	여	2.04	1.05	0.64	0.48	2.39	1.09	1.98	1.24	2.46	1.14	1.90	1.25	11.40	4.18
농어촌	남	2.19	0.99	0.66	0.47	2.24	1.06	1.78	1.23	2.52	1.11	1.75	1.17	11.13	3.80
	여	1.98	1.05	0.64	0.48	2.15	1.12	1.77	1.18	2.49	1.12	1.78	1.13	10.82	3.77

<표 10> 공간검사의 평균과 표준편차 (지역별 · 학년별)

변인 지역	학년	2차원 회전		3차원 회전		2-3차원 변환		3-2차원 변환		나무도막 세기		도형유추		전체	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
대도시	초3	1.42	1.07	0.39	0.49	2.09	1.00	1.47	1.06	1.73	1.00	1.04	0.90	8.15	2.92
	초6	2.36	0.90	0.76	0.43	2.91	0.96	1.96	1.16	2.44	1.06	1.98	1.13	12.41	3.31
	중2	2.49	0.80	0.82	0.40	2.34	1.12	2.09	1.13	2.89	0.98	2.24	1.12	12.86	3.30
	고2	2.70	0.63	0.85	0.36	2.63	1.05	2.39	1.17	3.21	0.84	2.76	1.01	14.55	3.06
중소	초3	1.42	1.07	0.38	0.49	2.08	1.02	1.53	1.13	1.73	0.93	0.84	0.86	7.99	2.87
	초6	2.13	0.98	0.68	0.47	2.71	0.94	1.79	1.17	2.08	1.00	1.70	1.07	11.09	3.37
	중2	2.33	0.91	0.76	0.43	2.15	1.10	2.00	1.12	2.80	0.98	2.14	1.13	12.17	3.45
	고2	2.73	0.61	0.84	0.36	2.77	1.04	2.60	1.22	3.30	1.79	2.85	1.01	15.09	3.16
농어촌	초3	1.33	0.96	0.35	0.48	2.04	1.06	1.48	1.14	1.64	0.91	0.98	0.80	7.81	2.78
	초6	1.88	1.09	0.66	0.48	2.66	0.91	1.52	1.23	1.94	1.03	1.40	0.97	10.05	3.30
	중2	2.08	0.99	0.67	0.47	1.87	1.06	1.77	1.15	2.75	1.02	1.81	1.10	10.96	3.43
	고2	2.65	0.68	0.80	0.40	2.41	1.12	2.11	1.19	3.07	0.93	2.43	1.12	13.46	3.34

2차원 회전 (1.41→2.24→2.36→2.70), 3차원 회전 (0.38→0.73→0.76→0.84), 도형유추 (0.95→1.83→2.12→2.74), 나무도막 세기 (1.72→2.28→2.83→3.22)에서는 초등학교 3학년과 고등학교 2학년 사이에 두 배 가까운 평균점수 차이를 보인 반면, 2-3차원 변환 (2.08→2.83→2.18→2.65), 3-2차원 변환 (1.50→1.86→2.00→2.42)에서는 비교적 근소한 차이를 보였으며, 전체 점수는 (8.04→11.76→12.25→14.58)의 차이를 보이고 있다.

공간점사에 대한 지역별 점수 비교에 따르

면, 상식적으로 예측할 수 있는 바와 같이, 하위요인들과 전체점수에 있어 대도시>중소도시>농어촌의 순으로 나타났으며, 지역간의 차이는 비교적 균등하게 나타났다.

공간점사 전체점수에 있어서의 성별 차이에 대한 학년별 변화 추이를 보면, 초등학교 3학년에서 0.67, 초등학교 6학년에서 0.74, 중학교 2학년에서 0.62, 고등학교 2학년에서 0.58로, 초등학교 6학년에서 다소 증가하기는 하나, 전체적인 경향은 학년 증가에 따라 성별 차이가 점점 감소한다고 볼 수 있다. 초등학교에서 상대

<표 11> 공간점사의 평균과 표준편차 (지역별 · 학년별 · 성별)

지역	변인	학년	성	2차원 회전		3차원 회전		2-3차원 변환		3-2차원 변환		나무도막 세기		도형유추		전체	
				\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
대도시	초3	남	여	1.61	1.09	0.43	0.50	2.12	1.03	1.46	1.03	1.86	1.02	1.06	0.91	8.54	3.03
				1.23	1.01	0.34	0.48	2.07	0.97	1.48	1.08	1.60	0.97	1.02	0.90	7.74	2.75
	초6	남	여	2.49	0.82	0.77	0.42	2.99	0.93	1.99	1.15	2.61	1.06	1.96	1.13	12.81	3.30
				2.23	0.91	0.76	0.43	2.84	0.99	1.92	1.16	2.27	1.04	1.99	1.14	12.01	3.27
	중2	남	여	2.61	0.69	0.80	0.40	2.34	1.13	2.09	1.16	2.86	1.03	2.27	1.16	12.95	3.37
				2.32	0.91	0.81	0.40	2.34	1.12	2.11	1.07	2.93	0.91	2.21	1.05	12.71	3.18
고2	남	여	2.66	0.70	0.87	0.34	2.58	1.11	2.47	1.23	3.20	0.89	2.81	1.12	14.60	3.34	
			2.72	0.58	0.84	0.37	2.66	1.02	2.35	1.14	3.21	0.81	2.74	0.95	14.51	2.89	
중소	초3	남	여	1.58	1.07	0.40	0.49	2.10	1.05	1.50	1.12	1.81	0.92	0.87	0.86	8.26	2.85
				1.25	1.05	0.35	0.48	2.07	0.99	1.56	1.14	1.65	0.94	0.81	0.86	7.67	2.87
	초6	남	여	2.25	0.94	0.70	0.46	2.71	0.97	1.89	1.18	2.15	0.96	1.65	1.11	11.35	3.51
				2.01	1.00	0.66	0.48	2.71	0.92	1.70	1.15	2.01	1.05	1.74	1.03	10.82	3.20
	중2	남	여	2.44	0.87	0.79	0.41	2.16	1.13	2.06	1.11	2.93	0.92	2.23	1.15	12.62	3.27
				2.19	0.95	0.71	0.46	2.15	1.07	1.91	1.13	2.61	1.04	2.02	1.11	11.59	3.59
고2	남	여	2.85	0.41	0.89	0.32	2.84	0.94	2.61	1.19	3.34	0.75	2.88	1.01	15.42	2.88	
			2.59	0.75	0.79	0.41	2.70	1.14	2.58	1.26	3.26	0.83	2.81	1.02	14.73	3.42	
농어촌	초3	남	여	1.57	0.90	0.30	0.46	2.13	1.11	1.36	1.06	1.74	0.85	0.93	0.81	8.03	2.50
				1.15	0.98	0.38	0.49	1.97	1.02	1.57	1.19	1.56	0.95	1.02	0.78	7.65	2.97
	초6	남	여	2.09	1.10	0.72	0.45	2.72	0.89	1.51	1.32	2.05	0.96	1.41	1.04	10.49	3.44
				1.69	1.07	0.59	0.49	2.62	0.92	1.53	1.17	1.85	1.08	1.42	0.90	9.70	3.11
	중2	남	여	2.19	0.99	0.67	0.47	1.86	1.04	1.76	1.20	2.74	1.08	1.84	1.13	11.05	3.59
				1.98	0.98	0.68	0.47	1.88	1.08	1.79	1.10	2.75	0.96	1.78	1.07	10.86	3.27
고2	남	여	2.75	0.55	0.86	0.35	2.60	0.91	2.36	1.11	3.09	0.99	2.50	1.09	14.15	3.06	
			2.59	0.74	0.76	0.43	2.30	1.21	1.98	1.22	3.06	0.90	2.39	0.90	13.09	3.44	

적으로 큰 차이가 발생하고 학교급과 학년이 올라갈수록 그 차이가 감소하는 점으로 미루어 보아 공간능력의 성별차이는 생물학적인 선천적 차이뿐 아니라 학습에 의한 후천적 차이로 상당부분 개입하는 것으로 해석할 수 있다.

공간검사에 있어서의 성별 차이는 중소도시에서(0.76) 가장 극심하게 나타나고, 그 다음에 농어촌이며 (0.31), 대도시에서는 거의 차이가 없는 것으로 (0.13) 드러났다. 대도시 학생들은 학교에서의 공교육 뿐 아니라 다양한 사교육을 받기 때문에, 공간능력에 있어서의 선천적인 차이를 극복할 기회가 중소도시나 농어촌에 비하여 풍부했던 것으로 해석할 수 있다.

공간검사에 대한 학년별 점수의 범위는 중소도시가 7.99부터 15.09로 가장 넓고, 그 다음은 8.15부터 14.55까지의 대도시, 7.81부터 13.46까지의 농어촌 순이다. 초등학교 3학년 (8.15 > 7.99), 초등학교 6학년 (12.41 > 11.09), 중학교 2학년 (12.86 > 12.17)에서는 대도시의 점수가 중소도시보다 월등히 높으나, 고등학교 2학년에서는 (14.55 < 15.09) 반전되는 현상을 보이고 있는데, 중소도시에는 아직 비평준화 고등학교가 다수 존재하고, 표본 추출 과정에서 이러한 학교의 학생들이 일부 포함되었기 때문인 것으로 유추할 수 있다.

공간검사에 대한 성별 차이는 다음 표에서 보듯이 전체적인 경향이 대도시의 경우 학교급과 학년이 높아질수록 감소하는데 반해, 중소도시나 농어촌은 학교 급과 학년이 높아짐에 따라 증가하는 경향이 있다.

<표 12> 공간검사 전체 평균의 성별 차이

	대도시	중소도시	농어촌
초3	0.80	0.59	0.38
초6	0.70	0.53	0.79
중2	0.24	1.03	0.19
고2	0.09	0.69	1.06

V. 결론 및 제언

공간능력은 수학의 성취도에 관계되는 제 능력 중 그 성 차이가 가장 크게 나타나는 것으로 알려져 있다. 공간능력에 있어서의 성 차이는 대부분 선천적인 생물학적 요인에서 그 원인을 찾을 수 있으므로, 지적 훈련 등의 후천적 노력이나 환경에 의해 극복되는 여타의 수학적 능력과는 달리 그 차이를 좁히기 어려운 것으로 인식되어 왔다. 이런 인식을 뒷받침하는 이론이 우뇌설과 좌뇌설이다. 인간의 뇌는 좌반구와 우반구로 나뉘어져 좌뇌는 주로 언어적 능력에, 우뇌는 주로 공간능력에 관여하고 있으며, 여성에게는 좌뇌가, 남성에게는 우뇌가 상대적으로 더 발달되어 있기 때문에, 여성은 언어적 능력에서, 남성은 공간능력에서 각각 우세를 보인다고 추론할 수 있다는 것이다.

공간능력에서의 성별 차이는 본 연구를 통해서도 어느 정도 확인해 볼 수 있다. 우선 성별이라는 변인에 대하여 공간검사의 모든 하위 요인 및 전체 점수는 유의수준 5% 이상의 유의한 차이를 보였고, 연구의 대상이 된 네 학년 모두에서 성별 차이가 존재하였다. 그러나 본 연구 조사에서 나타난 성별 차이의 내용이 남성의 공간능력이 우월하고 여성이 열등한 것으로 이루어져 있다는 것은 아니다. 따라서 본 연구조사에서 나타난 성별 차이는 이른바 우뇌설과 좌뇌설에 근거해서 주장되는 성별 차이 주장을 뒷받침해주는 결과로 단정적으로 해석될 수는 없다.

주목할 만한 점은 공간검사에 대한 성별 차이는 대도시의 경우 학교급과 학년이 높아질수록 감소하는데 반해, 중소도시나 농어촌의 경우 대체적으로 그 차이가 증가하는 경향이 발견된다는 점이다. 이것은 공간능력과 성별간의 상관관계가 생물학적 요인에 의해 결정되는 것도, 또 중요한 것도 아니라는 점을 시사한다. 이 결과는 대도시와 다른 지역 간에 차이를 만든 요인이 무엇인가를 밝힘으로써 공간능력에 있

어서의 성차를 좁힐 수 있는 교육방법이 개발될 수 있으리라는 점에서 중요하다.

본 연구에서는, 성별 못지 않게 학년별, 지역별 변인에 따라 차이들이 상당히 큰 것으로 발견되었다. 수학성취도 검사의 경우 일반적으로 초등학교에서는 거의 차이가 감지되지 않다가 중고등학교로 올라갈수록 그 차이가 심화되는 것에 비해, 공간검사는 학교 급이 높아질수록 차이가 감소하는, 상반된 경향을 보이는 점도 주목할 만하다. 한편 상식적으로 쉽게 예상되는 바와 같이, 공간검사 역시 대도시의 점수가 가장 높고 중소도시, 농어촌으로 갈수록 낮아지는 경향이 있으며, 성별 차이는 중소도시에서 가장 극심하게 나타나고 그 다음이 농어촌이며 대도시는 비교적 차이가 미미한 것으로 드러났다. 특이할 만한 현상으로는 초등학교, 중학교까지는 평균점수에 있어 대도시>중소도시>농어촌의 관계가 유지되나, 고등학교 2학년에서는 중소도시>대도시>농어촌의 경향을 나타내는 점으로, 지방 명문고가 표본에 포함되어 있기 때문인 것으로 해석된다.

공간검사에 대한 국외의 연구들은 공간능력 자체만을 측정하기보다는 언어적 능력, 수학적 능력 등 다른 여타의 능력과 함께 파악하고 그들 사이의 상호관련성에 관심을 두거나, 공간능력과 수학성취도의 상관관계를 밝히는 연구가 대부분이었기 때문에, 본 연구와 연구설계나 방법론 등이 유사하여 직접적인 비교가 가능한 경우는 드물다. 하지만 본 연구는 공간검사에 있어 다양한 이론틀 안에서 유의미한 성별 차이들을 보고했던 다수의 연구들과 맥을 같이한다고 볼 수 있다.

본 연구의 경험과 결과를 바탕으로 다음 사항을 제안한다.

첫째, 본 연구는 공간능력에 있어서 학년별·성별·지역별 차이점들을 살펴보았다. 그러나 본 연구는 이러한 차이점의 구체적 생성원인과의 개선방안 등은 제시하지 못했다. 따라서 이에 대한 후속 연구와 교육현장에서의 실제적 관심

과 노력이 필요하다.

둘째, 본 연구는 수학적 능력 중 공간능력만을 연구대상으로 삼았다. 남녀의 수학실력을 결정하는 요인에는 공간능력 외에 대수적 능력, 논리력 등도 있다. 이러한 능력과 공간능력 간의 관련성, 수학성취도와 공간능력의 관련성도 수학에 있어서의 성차이를 규명하는 관점에서 매우 중요한 문제이며 폭넓은 연구가 절실히 필요하다.

셋째, 수학적 능력에 영향을 미치는 요인으로는 공간능력을 비롯한 인지적 요인 이외에 환경적 요인, 정의적 요인 등이 있다. 국내에서 연구된 바는 없지만, 외국의 여러 연구에 따르면 이들 요인들은 수학적 능력에 독립적으로 작용한다기 보다는 상호의존적으로 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 따라서 이들 요인의 상호작용 관계를 규명하는 연구도 필요하다.

참 고 문 헌

- 한국교육개발원 (1990), KEDI 집단지능 검사
 한국교육개발원 (1996), KEDI 적성검사
 Battista, M. T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 47-60.
 Ben-Chaim, D., Lappan, G., & Housang, R. T. (1988). The effect of instruction on spatial visualization skills of middle school boys and girls. *American Educational Research Journal*, 25, 51-71.
 Felson, R. B., & Trudeau, L. (1991). Gender differences in mathematics performance. *Social Psychology Quarterly*, 54(2), 113-126.
 Fennema, E., & Tartre, L. (1985). The use of spatial visualization in mathematics by girls and boys. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16, 184-206.
 Hanna, G. (1994). Should girls and boys be

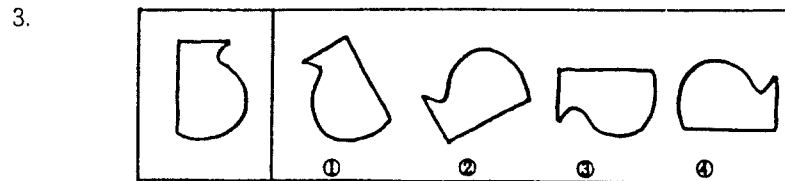
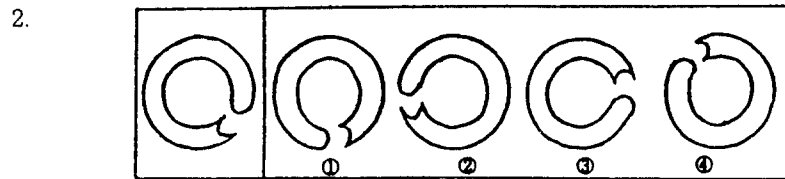
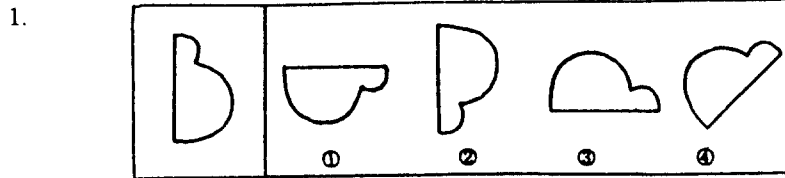
- taught differently? In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Sträßer, B. Winkelmann (Eds.) *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*, 303-314.
- Harris, L. J. (1981). Sex-related variations in spatial skill. In L. S. Liben, A. H. Patterson, & N. Newcombe (Eds.), *Spatial representation and behavior across the lifespan*, pp. 83-125. New York: Academic Press.
- Johnson, E. S., & Meade, A. C. (1987). Developmental patterns of spatial ability: An early sex difference. *Child Development*, 58, 725-740.
- Kimball, M. M. (1989). A new perspective on women's math achievement. *Psychological Bulletin*, 105(2), 198-214.
- Linn, M. C., & Peterson, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1979). Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature (Tech. Report. No. 8). Stanford, CA: Aptitude Research Project. School of Education. Stanford University.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.
- Schonberger, A. K. (1980). Sex-related issues in mathematics education. In M. M. Lindquist (Ed.), *Selected issues in mathematics education*, pp. 185-198. Berkeley: McCutchan
- Smith, I. M. (1964). *Spatial ability: Its educational and social significance*. London: University of London Press.
- Tartre, L.A. (1990). Spatial skills, gender, and Mathematics. In E. Fennema & G.C. Leder (ds.), *Mathematics and Gender*, pp. 27-59. New York : Teachers College Press.

부록 공간화검사(초등학교 6학년용)

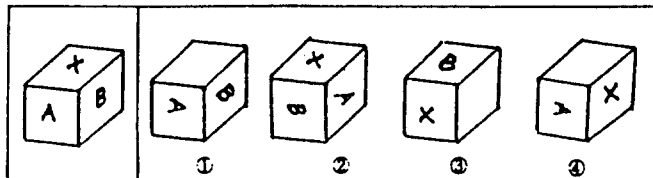
공간화 검사

이 검사는 여러분의 공간화 능력을 알아보는 것입니다. 다음 문제에 알맞는 답을 하나만 골라서 답안지에 컴퓨터용 싸인펜으로 번호를 표시하세요.

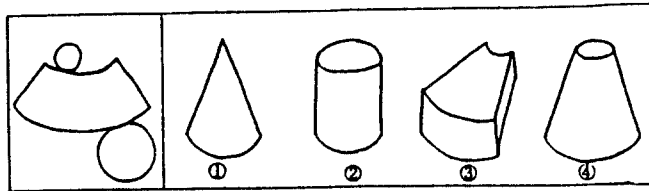
1 ~ 3) 왼편 그림을 왼쪽이나 오른쪽으로 돌려서 나올 수 있는 도형이 오른쪽에 하나 있습니다. 어느 것일까요?



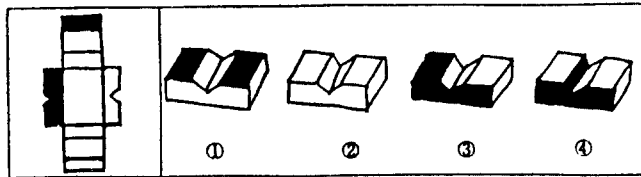
4. 왼편 주사위에는 3면에만 그림처럼 표시가 되어 있습니다. 주사위를 굴려서 나오는 그림으로 맞는 것은 무엇일까요?



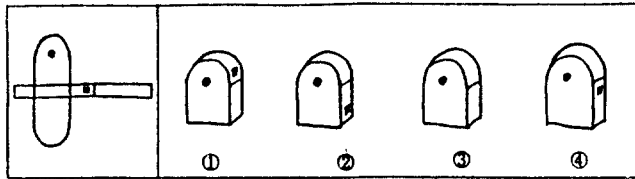
5 ~ 8) 왼쪽 그림은 펼친 그림입니다. 이 그림을 접어서 나타나는 도형은 어느 것 일까요?
5.



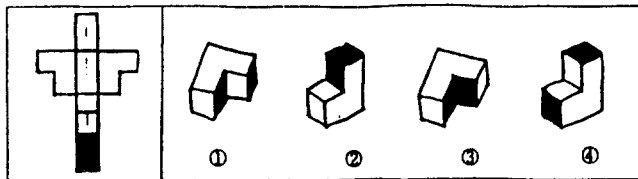
6.



7.

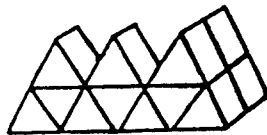


8.



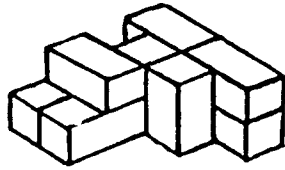
9 ~ 12) 왼쪽 그림은 크기와 모양이 똑같은 나무 도막을 여러개 쌓아 놓은 것입니다. 몇 개의 도막이 있는지 알아 보세요.

9.



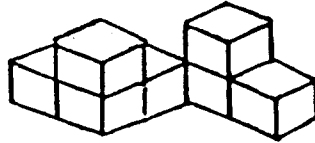
- ① 14 개 ② 12 개
- ③ 10 개 ④ 8 개

10.



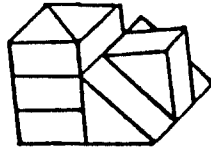
- ① 8 개 ② 9 개
- ③ 10 개 ④ 11 개

11.



- ① 6 개 ② 7 개
- ③ 9 개 ④ 10 개

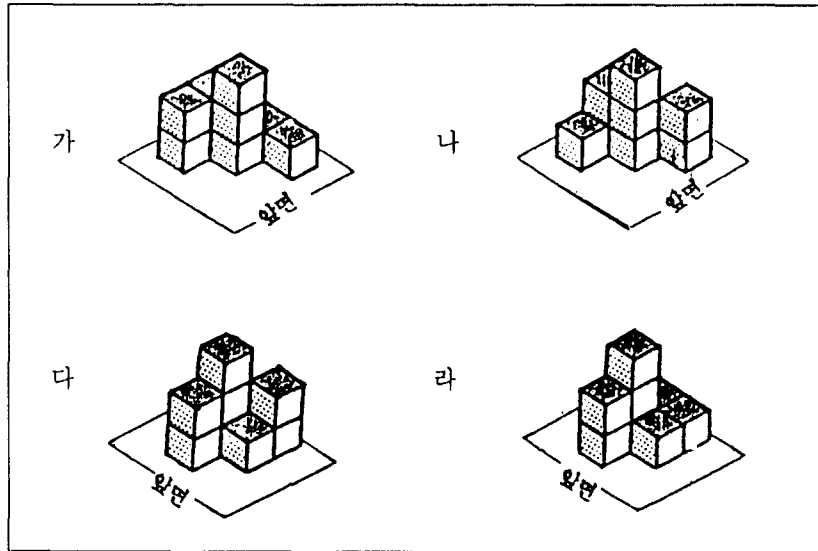
12.



- ① 7 개 ② 9 개
- ③ 10 개 ④ 11 개

● 보기의 도형을 잘 보십시오. 크기와 모양이 같은 나무도막을 쌓아 놓은 것입니다.
가와 나 는 앞면의 방향이 같습니다. 다와 라도 앞면의 방향이 같습니다.

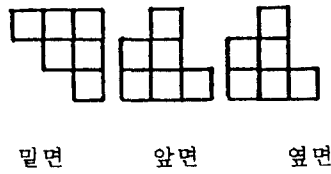
< 보 기 >



13 ~ 16) 다음 그림은 보기에 있는 도형의 밑면, 앞면, 옆면의 모양입니다.

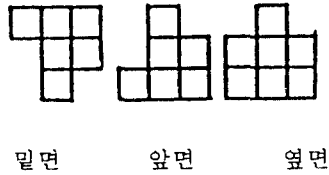
위 보기의 도형 중 어느 것인지 하나만 골라서 답안지에 컴퓨터용 싸인펜으로 번호를 표시하세요.

13.



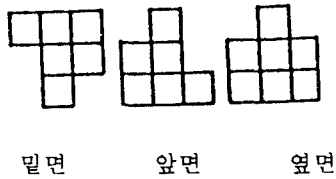
① 가 ② 나 ③ 다 ④ 라

14.



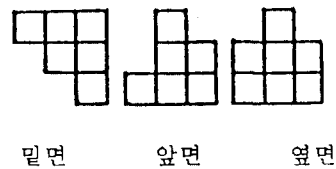
① 가 ② 나 ③ 다 ④ 라

15.



① 가 ② 나 ③ 다 ④ 라

16.

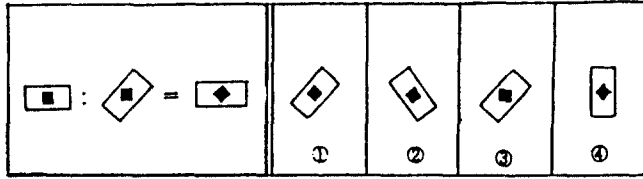


① 가 ② 나 ③ 다 ④ 라

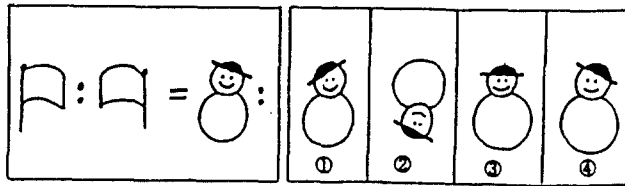
17 ~ 20) 왼쪽 그림 두개의 관계를 보면 세번째와 맞는 짝은 어느 것일까요?

세번째 그림의 짝을 오른쪽에서 하나만 골라서 답안지에 컴퓨터용 싸인펜으로 번호를 표시하세요.

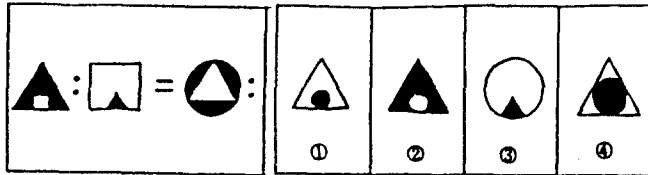
17.



18.



19.



20.

