

초등학교 남·녀 학생들의 공간 능력 및 과학 탐구 능력에 따른 그래프 작성 및 해석 능력에 관한 연구

전복희 · 이형철[†]

(반산초등학교) · (부산교육대학교)[†]

The Study on Elementary Male and Female Students' Abilities to Construct and Interpret Graphs Based on Their Spatial Abilities and Science Process Skills

Jeon, Bok-Hee · Lee, Hyeong Cheol[†]

(Bansan Elementary School) · (Busan National University of Education)[†]

ABSTRACT

This study was to examine elementary male and female students' spatial abilities, science process skills, and graph construction and interpretation abilities in order to understand the effect that their spatial abilities and science process skills would have on their graph abilities. To conduct this study, total 12 classes of 435 pupils, 6 classes each from grades 5 and 6 in elementary schools were selected for subjects. The number of male student was 207 and that of female one was 228 of them. And previous test papers of spatial abilities, of science process abilities, and of graph abilities were retouched and updated for reuse in new tests. The results of this study are briefed as follows: Firstly, when spatial abilities for male and female group were compared, female group showed a little higher rate of correct answering than male, but not providing statistically significant gap. Secondly, the science process skill tests revealed basic process skills of both groups were more excellent than their integrated process skills, while female group was found to have more correct answers than male, all of which were proving statistical distinction. Thirdly, of graphing skills for two groups, the graph interpretation skills turned out to be better than the graph construction skills, with female group scoring higher than male and with meaningful difference. Fourthly, both between spatial abilities and graph abilities, and between science process skills and graph abilities, static correlations existed with statistical meaning. In other words, those with higher spatial abilities or science process skills were to do better in constructing and interpreting graphs.

Key words : abilities to construct and interpret graphs, spatial abilities, science process skills

I. 서 론

현대 사회는 정보화 사회이므로 범람하는 정보의 홍수 속에서 자신에게 필요한 정보만을 골라 이를 적절하게 조직하고 활용하는 능력이 필연적으로 요구되는데, 그래프는 복잡한 변수들의 관계를 언어적 표현이나 도표보다 더 간결하게 나타낼 수 있어

많은 양의 정보를 전달하는데 매우 효과적이다(최영순, 2005). 따라서 그래프를 작성하고 해석하는 능력은 지식 정보화의 시대를 살아가기 위해 반드시 갖추어야 할 기본적인 소양이라고 할 수 있다(오영재, 2005).

그래프는 매우 중요한 상징 체계이며 상당히 많은 측정치를 요약하고 있으므로, 특히 과학에서 널

리 사용되고 있다(김태선, 1998). 과학 자료를 그래프로 나타낸 것은 표로 기록한 것보다 전체적인 경향성을 찾기 쉬우며, 선 그래프를 수학적으로 해석하고 변형하면 새로운 정보를 추론해낼 수도 있다(Cleveland, 1993). Mckenzie & Padilla(1986)는 그래프의 작성과 해석이 실험 과정의 통합적 부분으로서 이론과 실험을 연결시키고 학습자와 정보 산물을 연결하는 역할을 하며, 변수들 사이의 관계를 예측하고 그것을 정량화하는 장점이 있다고 하였다. 현재 초등학교 과학 교과서에서는 여러 가지 단원에서 과학적 개념을 전달하기 위하여 그래프를 작성하거나 해석하도록 하고 있으며, 학생들은 과학적인 의사결정을 하기 위하여 자료를 수집하고 변환하며 예측하는 활동에 그래프를 사용하고 있다(오영재, 2005). 따라서 그래프를 작성하거나 해석하는 능력은 과학에 대한 이해에 지대한 영향을 미치게 된다(이재희, 2000).

김태선과 김범기(2002)는 중·고등학생들의 과학 그래프 작성 능력과 해석 능력을 연구하였고, 김진선(2009)은 초등학교 5학년 학생들의 그래프 작성 및 해석 능력과 논리적 사고력과의 관계를 연구하였다. 김유정 등(2009a, 2009b)은 중·고등학생들의 그래프의 작성 및 해석 과정에서의 과학 학업 성취 수준에 따른 오류 유형을 조사하였고, 양수진과 장명덕(2012)은 초등 4~6학년 학생들이 과학 선 그래프를 작성하고 해석하는 과정에서 보이는 특징을 분석하는 연구를 하였으며, 신원섭과 신동훈(2012)은 안구 운동 추적 방법을 이용하여 초등 교사들의 과학 교과서에 제시된 그래프 정보의 이해 과정을 분석하고 과학 교과서에 제시된 과학 그래프의 개선점을 연구하였다.

지금까지 학생들의 그래프 능력에 영향을 미치는 여러 가지 요인들에 대한 많은 연구가 이루어졌으나 각 능력을 측정하는 검사 도구에 서로 중복되는 개념과 요소들이 있어 연구 결과의 해석에 다소 혼란이 있었다고 사료된다. 따라서 그래프 개념이 배제된 공간 능력 검사지 및 과학 탐구 능력 검사지, 그리고 과학적 개념이 배제된 그래프 능력 검사지를 사용함으로써 초등학생들의 공간 능력과 과학 탐구 능력, 그래프 작성·해석 능력을 각각 독립적으로 조사한 뒤 그 관계를 연구할 필요가 있다.

이에 본 연구자는 각 검사지를 연구의 목적에 맞게 조금씩 수정하였고, 그 수정된 검사지를 활용하

여 다음과 같은 연구를 하였다. 첫째, 초등학교 5, 6학년 남녀의 공간 능력과 과학 탐구 능력은 어떠한가? 둘째, 동 학생들의 그래프 작성 및 해석 능력은 어떠한가? 셋째, 동 학생들의 공간 능력 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력은 어떠한가? 넷째, 동 학생들의 과학 탐구 능력 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력은 어떠한가?

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 초등학생들의 공간 능력, 과학 탐구 능력, 그래프 작성·해석 능력을 알아보고자 한 연구로서 본 연구에서 요구되는 지식과 인식 수준을 고려하여 초등학교 고학년 학생인 5학년, 6학년 학생을 연구 대상으로 하였다. 이에, 부산광역시에 소재하고 있는 A초등학교 5학년 6학급, 6학년 6학급, 모두 12학급 435명을 선정하여 연구를 실시하였다. 표 1은 연구 대상인 5, 6학년 학생들의 구성을 나타낸 것이다.

2. 검사 도구

연구 대상의 공간 능력을 측정하기 위하여 권오남 등(1996)이 개발한 공간 능력 검사지를 사용하였다. 이 검사 도구는 기존의 지능검사(DEI)와 적성검사(KEDI)의 공간검사 문항을 참조하여 만든 것으로, 총 20문항으로 구성되어 있으며, 회전, 변환, 나무도막 세기, 도형 유추의 총 4개 하위 요소로 구성되어 있다. 문제는 모두 4지 선다형으로 되어 있고, 문항 내적 일관성 신뢰도(Cronbach α)는 0.85로 비교적 높게 나타났다.

연구 대상의 과학 탐구 능력을 측정하기 위한 도구로는 송경혜(2004)가 개발한 과학 탐구 능력 검사지를 수정하여 사용하였다. 이 검사 도구는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 문제 인식, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 실험 설계의 총 10개 하위 요소로 구성되어 있는데, 10개 하위 요소별 3문항씩 총 30문항으로 구성되어 있던 것을 10개 하위 요소별 2문

표 1. 연구 대상의 구성

학년	학급 수	남	여	계
5	6	104	107	211
6	6	103	121	224
계	12	207	228	435

항씩 총 20문항으로 문항수를 줄였다. 불명확한 그림이나 표현들을 정확하게 수정하였고, 과학 탐구 능력 검사지 자체에 그래프 관련 문항이 포함되어 있을 경우 과학 탐구 능력과 그래프 능력과의 관계를 정확하게 측정할 수 없으므로 그래프 관련 문항을 모두 삭제하였다. Cronbach α 는 0.77로 나타났다.

본 연구에서는 연구 대상의 그래프 능력을 측정하기 위하여 오영재(2005)가 사용한 검사 도구를 수정하여 사용하였는데, 오영재(2005)는 그래프 능력을 그래프 작성 능력과 그래프 해석 능력으로 나누었으며, 작성 능력과 해석 능력의 하위 요소들을 각각 4개 항목으로 구분하여 총 8개의 하위 요소를 선정하였다. 각 하위 요소별 문항 수는 각각 2문항씩으로 총 문항 수는 16문항이며, Cronbach α 는 0.80으로 나타났다. 본 연구에서는 애매한 표현들을 좀 더 명확하게 보완하였고, 그래프가 잘못 그려져 있는 문항은 정확하게 수정하여 사용하였다.

3. 자료의 처리 및 분석

공간 능력 검사지와 과학 탐구 능력 검사지, 그리고 그래프 능력 검사지는 모두 표집 대상 학급의 담임교사에 의해 배부되었으며, 배부 후 30분 동안 응답하도록 한 후 회수하였다. 문항마다 정답을 선택한 경우에 1점을 부여하였으며, 원점수를 100점으로 환산했을 때의 점수를 P로 나타내었다.

공간 능력과 과학 탐구 능력, 그래프 능력 모두 각각의 하위 요소별로 평균, 정답률, 표준편차를 알아보고 학년과 성별에 따라 각 하위 요소별로 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위하여 t -검증을 실시하였으며, 각 검사의 상위·중위·하위 수준별 집단 간에 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위하여 F -검증과 Scheffe 방법에 의한 사후 검증을 실시하였다. 본 연구에 있어 통계치의 유의미 차이는 보편적으로 채택하고 있는 $p < .05$ 수준으로 하였고, 모든 통계 처리는 SPSS/WIN 10.0 통계 프로그램을 이용하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 초등학생들의 공간 능력

연구 대상 초등학생들의 공간 능력을 조사한 결과는 표 2와 같다. 회전이 83.8%, 평면 도형을 주로 다루고 있는 변환이 88.0%로서 높게 나온 반면, 입체

표 2. 학생들의 공간 능력에 대한 하위 요소별 결과

하위 요소	M	SD	P(%)
회전	3.35	.93	83.8
변환	2차→3차	.92	85.0
	3차→2차	.90	91.0
	합계	1.47	88.0
나무도막 세기	2.75	1.02	68.8
도형 유추	2.71	1.00	67.8
합계	15.84	3.19	79.2

도형을 다루고 있는 나무도막 세기는 68.8%, 도형 간의 관계를 유추해야 하는 도형 유추는 67.8%로 상대적으로 낮게 나왔다. 이것은 이상균(2002)의 연구 결과와도 일치하는 것으로서 학생들이 입체도형이나 도형 유추를 어려워하는 것은 아직 많은 학생들이 유클리드적 공간 개념의 단계에 이르지 못하고, 투영적 공간 개념의 단계에 머물러 있기 때문인 것으로 보인다.

학생들의 성별에 따른 공간 능력 검사의 결과는 표 3과 같다. 여학생들의 평균 정답률이 79.9%로서 남학생들의 78.6%보다 높은 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의미한 차이는 보이지 않았다.

2. 초등학생들의 과학 탐구 능력

초등학생들의 하위 요소별 과학 탐구 능력을 측정해본 결과는 표 4와 같다. 관찰이 90.0%로 가장 높게 나왔고, 그 다음으로 측정 87.0%, 추리 81.0%의 순으로 나타났다. 반면 예상이 67.0%로 가장 낮게 나왔고, 자료 해석, 결론 도출의 정답률도 68.5%로 다른 요소들보다 낮게 나왔는데, 이것은 학생들이 직접적인 조작과 관계되는 요소보다 고등 사고를 통해 답을 얻어내야 하는 요소를 더 어려워하기 때문인 것으로 사료된다.

성별에 따른 과학 탐구 능력을 비교한 결과는 표 5와 같다. 여학생들의 과학 탐구 능력은 79.6%로서 남학생들의 71.5%보다 우수한 것으로 나타났는데, 이러한 경향은 김명호(2001)와 이상균(2002)의 연구 결과와도 일치하는 것이며, 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

3. 초등학생들의 그래프 작성 및 해석 능력

연구 대상 학생들의 그래프 작성 능력과 해석 능력을 측정해 본 결과는 표 6과 같다. 점 찍기/좌표값 찾

표 3. 남학생과 여학생의 공간 능력 하위 요소별 비교

하위 요소	남학생		여학생		t	p	
	M	P(%)	M	P(%)			
회전	3.41	85.3	3.29	82.3	1.352	.177	
변환	2차→3차	3.40	85.0	3.40	85.0	-.029	.977
	3차→2차	3.56	89.0	3.72	93.0	-1.881	.061
	합 계	6.96	87.0	7.12	89.0	-1.162	.246
나무도막 세기	2.73	68.3	2.76	69.0	-.284	.777	
도형 유추	2.61	65.3	2.80	70.0	-1.955	.051	
합계	15.71	78.6	15.97	79.9	-.836	.404	

표 4. 과학 탐구 능력에 대한 하위 요소별 결과

하위 요소	M	SD	P(%)
관찰	1.80	.43	90.0
분류	1.44	.63	72.0
측정	1.74	.49	87.0
예상	1.34	.71	67.0
추리	1.62	.60	81.0
문제 인식	1.49	.67	74.5
변인 통제	1.41	.64	70.5
자료 해석	1.37	.74	68.5
결론 도출	1.37	.70	68.5
실험 설계	1.55	.66	77.5
합계	15.14	3.57	75.7

표 5. 남학생과 여학생의 과학 탐구 능력 비교

하위 요소	남학생		여학생		t	p
	M	P(%)	M	P(%)		
관찰	1.76	88.0	1.84	92.0	-2.023	.044
분류	1.28	64.0	1.58	79.0	-5.123	.000
측정	1.70	85.0	1.79	89.5	-1.995	.047
예상	1.23	61.5	1.45	72.5	-3.233	.001
추리	1.63	81.5	1.61	80.5	.242	.809
문제 인식	1.41	70.5	1.56	78.0	-2.400	.017
변인 통제	1.38	69.0	1.43	71.5	-.852	.395
자료 해석	1.24	62.0	1.49	74.5	-3.470	.001
결론 도출	1.26	63.0	1.48	74.0	-3.324	.001
실험 설계	1.42	71.0	1.67	83.5	-3.967	.000
합계	14.29	71.5	15.91	79.6	-4.745	.000

기가 85.5%, 그래프로 나타내기가 83.0%, 변수의 대응값 찾기가 90.0%로서 높은 정답률을 보인 반면, 축에 변수 지정하기와 축에 눈금 매기기는 모두 43.0%

표 6. 그래프 작성 및 해석 능력에 대한 하위 요소별 결과

그래프 능력	하위 요소	M	SD	P(%)
작성 능력	축에 변수 지정하기	.86	.72	43.0
	축에 눈금 매기기	.86	.62	43.0
	점 찍기/좌표값 찾기	1.71	.58	85.5
	그래프로 나타내기	1.66	.64	83.0
	합계	5.09	1.50	63.6
해석 능력	변수의 대응값 찾기	1.80	.53	90.0
	내삽과 외삽	1.63	.67	61.5
	변인 간의 관계 진술	1.53	.89	76.5
	그래프끼리 관련짓기	1.40	.74	70.0
	합계	6.36	2.09	79.5
	합계	11.45	3.14	71.6

로서 정답률이 50%에도 미치지 못했다. 이것은 김명호(2001), 이재희(2001), 오영재(2005)의 연구 결과에서도 볼 수 있었던 것으로, 학생들이 그래프를 그릴 때 축에 변수를 지정하고 등 간격으로 눈금을 매기는 활동에 어려움을 느낀다는 것을 알 수 있다. 그래프 능력을 작성 능력과 해석 능력으로 나누어 살펴 보면, 그래프 작성 능력의 평균 정답률은 63.6%, 그래프 해석 능력은 79.5%로 나타나 학생들이 그래프를 작성하는 활동을 해석하는 활동보다는 더 어려워한다는 것을 알 수 있었는데, 이것 역시 김명호(2001), 오영재(2005)의 연구와 동일한 결과이다.

남학생과 여학생의 그래프 작성 및 해석 능력을 비교한 결과는 표 7과 같다. 그래프 작성 능력과 해석 능력 모두 남학생보다 여학생이 우수하였고, 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

이재분 등(2001)이 초·중학교 학생들의 지적·정 의적 발달 수준을 분석한 결과에 따르면, 남학생에 비해 여학생이 주의집중 행동과 학습 기술 적용 행 동을 더 잘 하며, 이러한 학습 습관에 있어 남학생 과 여학생 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타 났다. 그래프를 작성하거나 해석하는 데에는 꼼꼼 한 분석과 높은 주의집중력을 필요로 하므로 이러 한 결과가 나온 것이라고 생각된다.

4. 초등학생들의 공간 능력에 따른 그래프 작성 및 해석 능력

학생들의 공간 능력 점수를 바탕으로 학생들을 공

표 8. 초등학교 학생들의 공간 능력 수준별 분류

공간 능력수준	점수분포	인원수 (%)	M	SD	P(%)
상위 집단	20~18	152(34.9)	18.78	.80	93.9
중위 집단	17~15	164(37.7)	16.09	.76	80.5
하위 집단	14점 이하	119(27.4)	11.64	2.47	58.2
합계		435(100)	15.82	3.16	79.1

간 능력 상위·중위·하위 집단으로 표 8과 같이 분 류하였고, 각 집단별 그래프 작성 및 해석 능력을 비교한 결과는 표 9와 같다.

모든 하위 요소에서 공간 능력 상위 수준 학생들의

표 7. 남학생과 여학생의 그래프 작성 및 해석 능력 비교

그래프 능력	하위 요소	남학생		여학생		t	p
		M	P(%)	M	P(%)		
작성 능력	축에 변수 지정하기	.86	46.0	.86	43.0	-.130	.897
	축에 눈금 매기기	.80	40.0	.91	45.5	-1.859	.064
	점 찍기/좌표값 찾기	1.65	82.5	1.77	88.5	-2.148	.032
	그래프로 나타내기	1.58	79.0	1.72	86.0	-2.333	.020
	합계	4.89	61.1	5.27	65.9	-2.641	.009
해석 능력	변수의 대응값 찾기	1.75	87.5	1.85	92.5	-1.981	.048
	내삽과 외삽	1.53	76.5	1.71	85.5	-2.932	.004
	변인 간의 관계 진술	1.57	78.5	1.50	75.0	.765	.445
	그래프끼리 관련짓기	1.27	63.5	1.52	76.0	-3.556	.000
	합계	6.11	76.4	6.58	82.3	-2.359	.019
총합계	11.00	68.8	11.86	74.1	-2.841	.005	

표 9. 공간 능력 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력의 하위 요소별 비교

그래프 능력	하위 요소	공간 능력 수준			F	p
		상위 M(SD)	중위 M(SD)	하위 M(SD)		
작성 능력	축에 변수 지정하기	.95(.74)	.89(.72)	.86(.67)	4.554	.011
	축에 눈금 매기기	.95(.59)	.82(.62)	.86(.65)	2.825	.060
	점 찍기/좌표값 찾기	1.85(.41)	1.70(.62)	1.71(.66)	8.109	.000
	그래프로 나타내기	1.78(.49)	1.68(.65)	1.66(.76)	8.813	.000
	합계	5.54(1.22)	5.09(1.57)	4.52(1.57)	16.287	.000
해석 능력	변수의 대응값 찾기	1.91(.39)	1.79(.55)	1.80(.63)	5.883	.003
	변인 간의 관계 진술	1.77(.56)	1.66(.61)	1.63(.80)	12.002	.000
	내삽과 외삽	1.74(1.04)	1.58(.69)	1.53(.83)	13.983	.000
	그래프끼리 관련짓기	1.59(.67)	1.37(.77)	1.40(.73)	10.342	.000
	합계	7.01(1.95)	6.40(1.96)	5.46(2.12)	20.020	.000
총합계	12.55(2.65)	11.48(3.11)	9.98(3.21)	24.738	.000	

그래프 작성 및 해석 능력이 가장 높은 것으로 나왔으며, 축에 눈금 매기기를 제외한 모든 하위 요소에서 공간 능력 상·중·하위 집단의 그래프 능력에 있어 유의미한 차이가 있는 것으로 조사되었다. 축에 눈금 매기기에서 유의미한 차이가 나타나지 않은 것은 공간 능력 상위, 중위, 하위 집단의 학생들 모두가 어려움을 느끼고 있기 때문인 것으로 사료된다. 공간 능력 수준별 그래프 능력에 대한 사후 검증 결과는 표 10과 같으며, 공간 능력 상위와 중위, 상위와 하위, 중위와 하위 집단 간 그래프 작성 및 해석 능력에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

공간 능력 상위, 중위, 하위 수준 학생들의 그래프 작성 및 해석 능력을 성별로 나누어 집단 간 비교해 본 결과는 표 11과 같다. 그래프 작성 능력의 경우 남학생은 축에 변수 지정하기와 축에 눈금 매기기를 제외한 나머지 하위 요소에서 집단 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났고, 여학생의 경

표 10. 공간 능력 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력에 대한 사후 검증

		상위	중위
작성 능력	중위	.45411*	.56436*
	하위	1.01847*	
해석 능력	중위	.61682*	.93416*
	하위	1.55097*	
합계	중위	1.07092*	1.49851*
	하위	2.56944*	

* $p < .05$

우에는 축에 눈금 매기기를 제외한 나머지 요소에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그래프 해석 능력의 경우에는 남학생과 여학생 모두 모든 하위 요소에서 공간 능력 상위·중위·하위 집단 간의 그래프 작성 및 해석 능력에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

표 11. 공간 능력 수준에 따른 그래프 능력의 남녀별 비교

성별	그래프 능력	하위 요소	공간 능력 수준			F	p
			상위	중위	하위		
			M	M	M		
남학생	작성 능력	축에 변수 지정하기	1.01	.77	.77	2.516	.083
		축에 눈금 매기기	.93	.73	.74	2.359	.097
		점 찍기/좌표값 찾기	1.85	1.54	1.56	5.453	.005
		그래프로 나타내기	1.75	1.54	1.43	3.915	.021
		합계	5.54	4.58	4.49	9.668	.000
	해석 능력	변수의 대응값 찾기	1.90	1.68	1.66	3.817	.024
		변인 간의 관계 진술	1.69	1.53	1.33	4.304	.015
		내삽과 외삽	1.85	1.55	1.25	5.781	.004
		그래프끼리 관련짓기	1.54	1.12	1.11	6.919	.001
		합계	6.99	5.88	5.34	9.294	.000
총합계			12.53	10.46	9.84	12.530	.000
여학생	작성 능력	축에 변수 지정하기	.90	.99	.62	5.353	.005
		축에 눈금 매기기	.98	.90	.84	.796	.452
		점 찍기/좌표값 찾기	1.85	1.82	1.59	5.321	.006
		그래프로 나타내기	1.81	1.79	1.50	5.979	.003
		합계	5.54	5.50	4.55	11.816	.000
	해석 능력	변수의 대응값 찾기	1.91	1.88	1.72	3.072	.048
		변인 간의 관계 진술	1.84	1.78	1.45	8.546	.000
		내삽과 외삽	1.65	1.60	1.14	10.664	.000
		그래프끼리 관련짓기	1.64	1.57	1.28	5.682	.004
		합계	7.04	6.82	5.59	13.598	.000
총합계			12.58	12.32	10.14	17.525	.000

공간 능력 수준에 따른 그래프 능력을 남녀별로 사후 검증한 결과는 표 12와 같다. 남학생의 경우 상위와 중위, 상위와 하위 집단 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났고, 여학생의 경우에는 상위와 하위, 중위와 하위 집단 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 조사되었다.

공간 능력과 그래프 작성 및 해석 능력의 상관 관계를 하위 요소 별로 살펴본 결과, 표 13과 같이 그래프 작성 및 해석 능력 하위 요소들 모두 공간 능력 하위 요소들과 정적으로 유의미한 상관관계를 보였다.

5. 초등학생들의 과학 탐구 능력에 따른 그래프 작성 및 해석 능력

학생들의 과학 탐구 능력 점수를 바탕으로 연구

표 12. 공간 능력 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력에 대한 남녀별 사후 검증

			상위	중위
남학생	작성 능력	중위	.96059*	.08928
		하위	1.04986*	
	해석 능력	중위	1.10773*	.53412
		하위	1.64185*	
	합계	중위	2.06832*	.62339
		하위	2.69171*	
여학생	작성 능력	중위	.03750	.97828*
		하위	.98578*	
	해석 능력	중위	.21528	1.23602*
		하위	1.45129*	
	합계	중위	.25278	2.18429*
		하위	2.43707*	

* p<.05

대상을 과학 탐구 능력 상위·중위·하위 집단으로 분류한 결과는 표 14와 같고, 과학 탐구 능력 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력의 하위 요소별 비교는 표 15와 같다. 그래프 작성 능력과 해석 능력 모두 과학 탐구 능력 상위 집단 학생들이 과학 탐구 능력 중위, 하위 집단 학생들보다 우수한 것으로 나타났으며, 모든 하위 요소에서 각 집단 간 유의미한 차이를 보였다.

과학 탐구 능력 수준에 따른 그래프 능력을 사후 검증한 결과는 표 16과 같다. 그래프 작성 및 해석 능력 모두 과학 탐구 능력 상위와 하위, 중위와 하위 집단 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나왔고, 전체적으로 보았을 때에는 각 집단 간에 모두 유의미한 차이가 있는 것으로 조사되었다.

과학 탐구 능력 상위·중위·하위 집단 학생들을 성별로 나누어 그래프 작성 및 해석 능력을 비교한 결과는 표 17과 같다. 남학생과 여학생 모두 과학 탐구 능력 상위, 중위, 하위 집단 간에 그래프 작성 및 해석 능력에 있어 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 남학생, 여학생 모두 대부분의 그래프 작성 및 해석 능력 하위 요소에서 과학 탐구 능력 상위 수준 학생들의 점수가 가장 높게 나타났다.

표 14. 과학 탐구 능력 수준별 분류

과학 탐구 능력 수준	점수 분포	인원 수 (%)	M	SD	P (%)
상위 집단	20~18	128(29.4)	18.72	.75	93.6
중위 집단	17~15	163(37.5)	16.01	.80	80.1
하위 집단	14점 이하	144(33.1)	10.97	2.77	54.9
합계		435(100)	15.14	3.57	75.7

표 13. 공간 능력과 그래프 작성 및 해석 능력의 하위 요소 별 상관관계

공간 능력	그래프 능력				작성 능력				해석 능력				작성 능력	해석 능력	합계
	측에 변수	측에 눈금	점/좌표값	그래프 표현	대응값 찾기	변인 관계	내삽 외삽	관련 짓기	작성 능력	해석 능력					
회전	.172*	-.035	.167*	.181*	.129*	.242*	.241*	.220*	.208*	.290*	.293*				
변환	2차→3차	.045	.005	.115*	.180*	.161*	.202*	.164*	.165*	.144*	.234*	.224*			
	3차→2차	.104*	.088	.131*	.201*	.174*	.198*	.179*	.201*	.221*	.255*	.275*			
합계	.093	.060	.151*	.233*	.205*	.244*	.209*	.225*	.225*	.299*	.307*				
나무도막세기	.071	.093	.062	.093	.061	.119*	.187*	.176*	.136*	.195*	.195*				
도형 유추	.090	.145*	.242*	.183*	.168*	.176*	.172*	.129*	.273*	.217*	.275*				
합계	.143*	.091	.213*	.245*	.201*	.274*	.281*	.262*	.292*	.351*	.373*				

* p<.05

표 15. 과학 탐구 능력 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력의 하위 요소별 비교

그래프 능력	하위 요소	과학 탐구 능력 수준			F	p
		상위 M(SD)	중위 M(SD)	하위 M(SD)		
작성 능력	축에 변수 지정하기	1.05(.77)	.82(.69)	.74(.68)	7.342	.001
	축에 눈금 매기기	.99(.60)	.89(.61)	.71(.62)	7.647	.001
	점 찍기/좌표값 찾기	1.84(.45)	1.83(.44)	1.48(.73)	19.487	.000
	그래프로 나타내기	1.80(.51)	1.75(.54)	1.42(.78)	15.186	.000
	합계	5.68(1.29)	5.28(1.23)	4.35(1.67)	32.740	.000
해석 능력	변수의 대응값 찾기	1.94(.30)	1.89(.42)	1.58(.71)	20.130	.000
	변인 간의 관계 진술	1.88(.40)	1.74(.58)	1.28(.80)	36.918	.000
	내삽과 외삽	1.77(1.09)	1.67(.62)	1.16(.83)	21.100	.000
	그래프끼리 관련짓기	1.67(.58)	1.45(.70)	1.10(.80)	23.123	.000
	합계	7.26(1.66)	6.75(1.69)	5.11(2.27)	49.250	.000
총합계	2.94(2.54)	12.03(2.46)	9.46(3.32)	58.078	.000	

표 16. 과학 탐구 능력 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력에 대한 사후 검증

		상위	중위
작성 능력	중위	.39748	
	하위	1.33247*	.93499*
해석 능력	중위	.50935	
	하위	2.14670*	1.63736*
합계	중위	.90683*	
	하위	3.47917*	2.57234*

* p<.05

과학 탐구 능력 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력을 남녀별로 사후 검증한 결과는 표 18와 같으며, 남학생과 여학생 모두 상위와 하위, 중위와 하위 집단 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 조사되었다.

과학 탐구 능력과 그래프 작성 및 해석 능력의 상관관계를 하위 요소별로 살펴본 결과, 표 19와 같이 정적으로 유의미한 상관관계를 보였으며, 이것은 김명호(2001)의 연구와도 일치하는 결과이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 초등학교 5, 6학년 남녀 학생들의 공간 능력과 과학 탐구 능력, 그리고 그래프 작성 및 해석 능력이 어느 정도인지를 알아보고 공간 능력과 그래프 작성 및 해석 능력, 과학 탐구 능력과 그래

프 작성 및 해석 능력과의 관련성을 조사하고 비교함으로써 교육적으로 유용한 정보를 제공하는데 목적이 있다.

연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 연구 대상 학생들의 공간 능력을 조사한 결과, 학생들 모두 입체 도형이나 도형 유추를 어려워하는 것으로 나타났는데, 이는 학생들이 유클리드적 공간 개념의 단계에 이르지 못하고 아직 투영적 공간 개념의 단계에 머물러 있기 때문인 것으로 보인다. 공간 능력에 있어 남녀 학생들 간의 유의미한 차이는 없었다.

둘째, 학생들의 과학 탐구 능력을 조사한 결과, 남녀 학생 모두 기초탐구 능력이 통합탐구 능력보다 우수한 것으로 나타났다. 이것은 학생들이 직접적인 조작과 관계되는 요소보다 고등 사고를 통해 답을 얻어내야 하는 요소를 더 어려워하기 때문인 것으로 사료된다. 과학 탐구 능력을 남녀별로 비교해 보았을 때 여학생이 남학생보다 정답률이 높았고 이 결과는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 조사되었다.

셋째, 학생들의 그래프 작성 및 해석 능력을 조사한 결과, 그래프를 해석하는 능력이 그래프를 작성하는 능력보다 더 우수한 것으로 나타났다. 이것은 학생들이 그래프를 작성하는 과정에서 축에 변수를 지정하고 눈금을 매기는 활동에 많은 어려움을 느끼기 때문인 것으로 보인다. 또 그래프 작성 능력과 해석 능력 모두 여학생이 남학생보다 우수한 것으로

표 17. 과학 탐구 능력 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력의 남녀별 비교

성별	그래프 능력	하위 요소	과학 탐구 능력 수준			F	p
			상위 M	중위 M	하위 M		
남 학 생	작성 능력	축에 변수 지정하기	1.13	.81	.73	5.251	.006
		축에 눈금 매기기	.92	.88	.67	3.521	.031
		점 찍기/좌표값 찾기	1.85	1.81	1.42	11.289	.000
		그래프로 나타내기	1.71	1.65	1.38	7.152	.001
		합계	5.62	5.24	4.19	17.045	.000
	해석 능력	변수의 대응값 찾기	1.96	1.88	1.52	12.592	.000
		변인 간의 관계 진술	1.83	1.69	1.23	15.291	.000
		내삽과 외삽	1.88	1.82	1.18	11.522	.000
		그래프끼리 관련짓기	1.58	1.39	.99	10.913	.000
		합계	7.25	6.78	4.92	24.706	.000
총합계			12.85	12.01	9.11	29.822	.000
여 학 생	작성 능력	축에 변수 지정하기	1.00	.82	.75	2.425	.091
		축에 눈금 매기기	1.04	.90	.77	3.332	.037
		점 찍기/좌표값 찾기	1.83	1.74	1.57	5.893	.003
		그래프로 나타내기	1.86	1.75	1.50	6.412	.002
		합계	5.72	5.31	4.59	12.256	.000
	해석 능력	변수의 대응값 찾기	1.92	1.90	1.68	5.374	.005
		변인 간의 관계 진술	1.91	1.78	1.34	18.104	.000
		내삽과 외삽	1.70	1.56	1.13	11.700	.000
		그래프끼리 관련짓기	1.74	1.49	1.27	8.858	.000
		합계	7.26	6.73	5.41	20.674	.000
총합계			12.99	12.04	10.00	23.102	.000

표 18. 과학 탐구 능력 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력에 대한 남녀별 사후 검증

			상위	중위
남학생	작성 능력	중위	.37658	
		하위	1.4222*	1.04562*
	해석 능력	중위	.47388	
		하위	2.32955*	1.85566*
합계	중위	.85046		
	하위	3.75175*	2.90129*	
여학생	작성 능력	중위	.411118	
		하위	1.13440*	.72321*
	해석 능력	중위	.53399	
		하위	1.85244*	1.31845*
합계	중위	.94518		
	하위	2.98684*	2.04167*	

* p<.05

조사되었으며 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

넷째, 학생들의 공간 능력 상·중·하위 수준에 따른 그래프 작성 및 해석 능력을 비교한 결과, 대부분의 요소에서 남녀 상·중·하위 집단의 순으로 그래프 작성 및 해석 능력이 우수하였고 또 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 공간 능력과 그래프 작성 및 해석 능력의 상관 관계를 하위 요소 별로 살펴본 결과, 모든 요소들 각각에 있어 정적으로 유의미한 상관관계를 보였다. 즉, 공간 능력이 우수한 학생은 그래프를 작성하고 해석하는 능력도 우수하다는 결과를 얻을 수 있었다.

다섯째, 학생들의 과학 탐구 능력 상·중·하위에 따른 그래프 작성 및 해석 능력을 비교한 결과, 대부분의 하위 요소에서 남녀 상·중·하위 집단의 순으로 그래프 작성 및 해석 능력이 우수하였고 또 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 과

표 19. 과학 탐구 능력과 그래프 작성 및 해석 능력의 하위 요소 별 상관관계

과학 탐구 능력	그래프 능력	작성 능력				해석 능력				작성 능력	해석 능력	합계
		축에 변수 지정	축에 눈금 매기기	점 찍기/좌표값 찾기	그래프 나타내기	변수의 대응값 찾기	변인 관계 진술	내삽 외삽	그래프 관련 짓기			
관찰	.075	-.009	.98*	.180*	.112*	.168*	.120*	.133*	.146*	.180*	.190*	
분류	.060	.046	.155*	.211*	.136*	.168*	.143*	.154*	.197*	.203*	.230*	
측정	.029	.087	.192*	.087	.152*	.272*	.090	.167*	.160*	.223*	.225*	
예상	.108*	.188*	.238*	.113*	.240*	.217*	.174*	.204*	.267*	.277*	.312*	
추리	.079	.080	.139*	.180*	.190*	.236*	.137*	.159*	.200*	.238*	.255*	
문제 인식	.094	.186*	.281*	.236*	.276*	.304*	.244*	.340*	.329*	.392*	.418*	
변인 통제	.164*	.092	.141*	.187*	.136*	.234*	.111*	.204*	.250*	.229*	.272*	
자료 해석	.210	.144*	.248*	.241*	.256*	.318*	.282*	.277*	.356*	.385*	.427*	
결론 도출	.155*	.142*	.270*	.241*	.316*	.344*	.234*	.265*	.338*	.384*	.417*	
실험 설계	.144*	.099*	.329*	.249*	.311*	.396*	.253*	.252*	.341*	.403*	.431*	
합계	.206*	.198*	.379*	.344*	.387*	.475*	.326*	.390*	.471*	.527*	.576*	

* $p < .05$

학 탐구 능력과 그래프 작성 및 해석 능력의 상관관계를 하위 요소 별로 살펴본 결과, 거의 대부분의 하위 요소들 각각에 있어 정적으로 유의미한 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 과학 탐구 능력이 우수한 학생은 그래프를 작성하고 해석하는 능력도 우수하다는 것을 말해준다.

결론을 바탕으로 후속 연구를 위해 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 공간 능력과 과학 탐구 능력 외에도 그래프의 작성·해석 능력에 영향을 주는 요인에 어떤 것이 있는지를 밝혀내는 연구가 필요하며, 그래프 작성·해석 능력을 향상시키기 위한 노력이 요구된다.

둘째, 학생들이 그래프를 해석하는 것보다 작성하는 것을 더 어려워 하는데, 특히 축에 변수를 지정하는 것과 축에 눈금을 매기는 활동에 큰 어려움을 느끼므로 이 부분을 개선할 수 있는 많은 연구가 이루어졌으면 한다.

셋째, 그래프 작성 및 해석 능력은 선다형 평가 도구를 이용하여 측정된 것이므로, 초등학교생들이 그래프의 작성이나 해석과 관련하여 겪고 있는 어려움에 대한 질적인 연구가 필요하리라 생각된다.

참고문헌

권오남, 박경미, 임형, 허라금(1996). 공간 능력에서의 성별 차이에 관한 연구. 한국수학교육학회지 시

리즈 A 수학교육, 35(2), 125-141.
 김명호(2001). 초등학교생의 그래프 작성·해석 능력과 과학 탐구 능력에 관한 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
 김유정, 문세정, 강훈식, 노태희(2009). 중학생들의 과학 그래프 작성 과정에서의 오류 유형 분석. 한국과학교육학회지, 29(2), 168-178.
 김유정, 최길순, 노태희(2009). 고등학생들의 과학 그래프 작성 과정에서의 오류. 한국과학교육학회지, 29(8), 978-989.
 김진선(2009). 초등학교 5학년 학생들의 그래프 작성 및 해석 능력과 논리적 사고력과의 관계. 청주교육대학교 대학원 석사학위논문.
 김태선(1998). 고등학생들의 과학관련 그래프 해석 능력. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
 김태선, 김범기(2002). 중고등학생들의 과학 그래프 작성 및 해석 능력. 한국과학교육학회지, 22(4), 768-778.
 송경혜(2004). 초등학교 고학년 학생의 과학 탐구 능력 측정을 위한 평가 도구 개발. 대구교육대학교 대학원 석사학위논문.
 신원섭, 신동훈(2012). 초등 교사들의 과학 교과서 그래프 이해 과정에 대한 안구 운동 분석. 초등과학교육, 31(3), 386-397.
 양수진, 김명덕(2012). 초등학교생들의 과학 선 그래프 작성 및 해석 과정 분석. 초등과학교육, 31(3), 321-

333.

- 오영재(2005). 초등학생들의 과학 그래프 작성과 해석 능력 조사. 대구교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 이상균(2002). 초등학교 학생들의 공간 능력과 친체 운동개념 및 과학 탐구 능력과의 관계. 진주교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 이재분 외(2001). 초·중학생의 지적·정의적 발달수준 분석 연구(II). 한국교육개발원.
- 이재희(2000). 초등학생의 그래프 능력과 논리적 사

- 고력, 과학 탐구 능력 및 과학에 관한 태도와의 관계. 서울교육대학교 대학원 석사학위논문.
- 최영순(2005). 중학생의 과학관련 그래프 작성 능력. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- Cleveland, W. S. (1993). Graphs in scientific publications. ERIC ED 241-588.
- McKenzie, D. L. & Padilla, M. J. (1986). The construction and validation of the test of graphing in science (TOGS). *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 571-580.