

## 한국과 미국의 초등학교 6학년군 학생들의 수학 창의성과 수학적 사고력의 비교

이 강 섭 (단국대학교)  
황 동 주 (아주대학교)<sup>1)</sup>

본 연구는 한국교육개발원에서 개발한 '수학 창의적 문제해결력 검사'를 사용하여 한국과 미국의 초등학교 6학년군 학생들의 수학 창의성과 수학적 사고력을 비교한 것이다. 연구 대상은 한국의 6학년 학생 212명과 미국의 5~7학년 학생 148명이며, 2009년 4월에 검사를 실시하였다. 본 연구의 도구에 대한 검증은 SPSS 12.0K로 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )와 변별도를 구하고 Rasch의 1모수 문항반응이론으로 적합도 지수와 난이도를 구하였으며, 연구 자료에 대한 통계적 분석은 t-검정, 일원변량분석과 Scheffe의 다중 비교를 사용하였다. 연구 결과로서, 한국 학생들이 미국 학생들보다 수학 창의성과 수학적 사고력에서 높은 점수를 얻었고 또 수학 창의성과 수학적 사고력에서 수학 개념의 이해가 중요한 요인임을 확인하였다. 또한 미국 학생들의 경우 초등학교 5학년과 6학년은 수학 창의성의 모든 하위 영역에서 차이가 있었으며 수학적 사고력에서는 6개의 하위영역 중 4개에서 차이가 있음을 발견하였다. 이것은 초등학교 5학년과 6학년을 하나의 학년군으로 하는 2009 개정 교육과정에 시사점을 줄 것이다.

### I. 서론

최근 세계 각국의 수학교육에서 주요 논의 사항은 창의성과 사고력의 신장이다. 그러나 수학적 창의성과 수학적 사고력의 개념 정립 또는 그 요인이 무엇인가를 규명하는 것은 쉬운 일이 아니고 연구자마다의 이론이 존재한다(황동주, 2005 참조). 그럼에도 불구하고 수학 창의성은 전체 수학의 영역의 성장을 의미하는 것이며 수학자들이 새로운 수학 영역을 만드는 것으로 볼 수도 있다. 본 연구에서 수학 창의성은 유창성, 융통성, 독창성과 수학 창의성 총합으로 정의한다. 유창성은 여러 개의 의미 있는 아이디어와 답을 낼 수 있는 능력으로서 고정된 사고를 극복하는 것이며, 융통성은 서로 다른 범주의 반응과 아이디어를 낼 수 있는 능력이고, 독창성은 다른 사람들과 다른 반응을 낼 수 있는 능력을 의미한다. 수학 창의성 총합은 유창성, 융통성과 독창성의 총합으로 정의한다(송상헌, 1998; 황동주, 2005 참조). 한편, 수학적 사고 과정은 수학적 문제 상황을 해결하기 위한 사고의 과정

\* 접수일(2011년 1월 10일), 심사(수정)일(1차: 2011년 1월 25일, 2차: 1월 31일), 게재확정일자(2011년 2월 8일)

\* ZDM분류 : C33

\* MSC2000분류 : 97C30

\* 주제어 : 수학 창의성, 수학적 사고력, 신뢰도, 변별도

1) 교신저자

을 말하며, 외면적으로 드러내는 행동과 태도에 의하여 추적된다. 본 연구에서는 수학적 사고력의 하위요소로서 직관적 통찰 능력, 정보의 조직화 능력, 추론 능력, 일반화 및 적용 능력, 시각화/공간화 능력, 수학적 추상화 능력 및 총합으로 수학적 사고력을 정의한다(김홍원·김명숙·송상현, 1996; 황동주·이강섭·서종진, 2005; 신희영·고은성·이경화, 2007 참조).

수학 창의성에 대한 다양한 연구 결과는 황동주(2005)에 정리되어 있다. 한편, 수학적 사고력에 대한 연구는 주로 그 개념의 논의(Krutetskii, 1976; Tall, 1991), 관련된 문제해결의 발견술, 교재연구 및 지도법 등에 집중되었다(Feuerstein, 1980; Mason, Burrton & Stacey, 1982; Polya, 1962; Romberg, 1993; Schoenfeld, 1985; 이종희·한정혜, 2002; 조한혁·안준화·우혜영, 2002 등 참조). 또한, 학습자의 내재적 인지 작용과 관련된다는 연구도 있다(Davis, 1996; 이지현, 2005).

결국 학습자에 내재된 사고나 개념의 수준이 창의성, 사고력 등 수학적 힘의 원천이 되므로, 여러 가지 한계가 있음에도 불구하고 이들을 측정하여 그 정보를 활용할 필요가 있다. 이와 같은 이유로 본 논문에서는 한국의 초등학교 6학년과 미국의 5, 6, 7학년 학생들을 대상으로, 두 나라 사이에 수학 창의성 및 수학적 사고력에 차이가 있는지를 조사하여 여러 가지 기초 자료 및 시사점을 얻었다.

## II. 연구의 방법 및 절차

### 1. 검사 대상 및 시기

본 연구에서 실시한 검사의 대상 학생은 한국 서울의 Y초등학교 6학년 212명과 미국 뉴욕의 A학교 5학년 67명, 6학년 37명, 7학년 42명(미국 학생 합계 148명)으로 총 360명이다. 검사 시기는 2009년 4월이며 한국교육개발원에서 개발한 '수학 창의적 문제해결력 검사'의 매뉴얼에 따라 시행하였다. 한국과 미국은 학제, 교육과정 등에서 서로 다르므로 어느 특정한 학년을 정확하게 비교할 수는 없기 때문에 한국의 6학년에 미국의 5, 6, 7학년을 대응시킨 것이다. 또 이것이 6학년군이라는 단어를 사용한 이유이다.

### 2. 검사 도구 및 그의 평가

본 연구에서는 한국교육개발원(김홍원·김명숙·방승진·황동주, 1997)에서 개발하고 표준화한 '수학 창의적 문제 해결력 검사: 중학교 1-3학년용 검사'를 사용하여 수학 창의성과 수학적 사고력을 측정하였다. 한국교육개발원에서 개발한 같은 종류의 도구로서 '초등학교 4-6학년용 검사'가 있으나 검사 문항이 이미 박명전(2000)에 의하여 공개되었으므로 검사 도구로서의 공신력을 잃었으므로 이를 사용할 수가 없었다. 한편, 미국의 대상 학생으로서 7학년도 포함되었으며, 한국교육개발원에서 개발한 '수학 창의적 문제 해결력 검사'가 시간이 흐름에 따라 전반적으로 평이하다는 전문가들의 지적에

따라 '중학교 1-3학년용 검사'를 초등학교 6학년군에 적용하였다.

검사 도구의 신뢰도를 구하기 위하여 SPSS 12.0K를 사용하여 Cronbach  $\alpha$ 을 구하였고, 양호도를 검증하기 위하여 Rasch의 1-모수 문항반응 모형에 근거한 BIGSTEPS (Livacre & Wright, 2003)를 사용하였다.

### 1) 수학 창의성 측정

검사 도구의 문항 수는 9개이며 관련 사고력과 내용영역은 <표 1>과 같다. 또, 신뢰도는  $r=.9074$ 이고, 3개 하위 요인에 대한 사항은 <표 2>와 같다.

<표 1> 수학 창의성 검사 영역 분류

문항	난이도	사고력	내용 영역
1	81.2	추상화/일반화 및 적용	산술/수
2	51.8	공간화, 시각화/직관적 통찰	기하/평면도형
3	70.4	추론[귀납]/정보의 조직화	산술/사칙연산
4	47.7	공간화, 시각화/직관적 통찰	기하/평면도형
5	29.3	정보의 조직화/일반화 및 적용	산술/관계
6	27.9	추론[귀납]/일반화 및 적용	산술/관계
7	12.6	공간화, 시각화/직관적 통찰	기하/평면도형
8	23.9	추론[연역]/정보의 조직화	산술/사칙연산
9	23.0	직관적 통찰/추론[귀납]	산술/수

<표 2> 수학 창의성의 하위 요인 및 신뢰도

하위 영역	능력 설명	문항 번호	신뢰도
유창성	여러 개의 의미있는 아이디어와 답을 낼 수 있는 능력으로서, 유창성이 높은 사람은 유의미한 답을 더 많이 산출할 수 있다.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	.7654
융통성	고정된 사고를 극복하고 서로 다른 범주의 반응과 아이디어를 낼 수 있는 능력이다. 융통성이 높은 사람은 유의미하면서도 서로 다른 범주의 반응을 많은 낼 수 있다.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	.7480
독창성	다른 사람들과 다른 반응을 낼 수 있는 능력이다. 답이 희귀할 수록 독창적이다.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	.9849
총합			.9074

본 연구에서 사용한 검사 문항의 양호도는 <표 3>과 같다. 표에서 Infit은 피험자의 능력 수준 근처에 있는 문항들에 대해 기대와는 다른 반응의 정도를 말한다. 즉, 일정 수준의 능력을 지니고 있는 피험자가 그 수준보다 약간 쉬운 문항에 대해 오답을 하거나 약간 어려운 문항에 대해 정답을 할 경우 Infit의 값이 높게 나타난다. Outfit는 Infit과는 반대로, 피험자의 능력 수준과 떨어져 있는 문항에

대해 기대와는 다른 반응의 정도를 나타낸다. 즉, 피험자의 수준에 비해 아주 쉬운 문항에 대해 오답을 하거나 아주 어려운 문항에 대해 정답을 할 경우 Outfit의 값이 높게 나타난다. 적합도 지수가 1.5보다 큰 문항은 분석모형에 적합하지 않다고 보는 것이 일반적인 견해이다.

본 연구의 검사 문항의 적합도 지수는 2번과 7번 문항을 제외하고는 모두 1.5보다 작으므로 분석모형에 적합한 문항이라고 볼 수 있다. 2번과 7번 문항도 Infit과 Outfit 모두 1.5보다 큰 것은 아니므로 분석모형에 크게 벗어난다고 볼 수는 없다. 문항 난이도는  $-0.13 \sim 0.34$ 로 고루 분포되었으며, 변별도 역시 음수 값이 없으며 2번 문항을 제외한 최솟값이 0.43으로 검사 문항이 수학 창의성을 잘 변별해 주는 것으로 확인되었다.

<표 3> 수학 창의성 검사 문항의 양호도 분석

문항 번호	평균	표준편차	문항적합지수		난이도	변별도	비고	분포도
			Infit	Outfit				
1	7.03	5.79	.67	.70	-.13	.69	75.6	
2	3.48	2.29	.93	1.66	.12	.04	89.4	
3	7.44	8.34	1.22	1.04	-.14	.71	59.7	
4	6.58	4.26	.64	.84	-.10	.61	90.3	
5	5.91	5.26	.79	.75	-.06	.62	80.0	
6	7.03	6.15	.97	.92	-.12	.60	77.8	
7	5.45	7.56	1.62	1.29	-.04	.68	40.3	
8	3.26	4.34	.98	.77	.13	.63	48.1	
9	1.68	2.63	.95	1.00	.34	.43	44.4	
전체	47.86	32.91	.98	1.00	.00			

\* '비고'는 0점을 얻은 학생의 비율

## 2) 수학적 사고력 측정

수학적 사고력을 측정하기 위해 위의 문항을 하위 요인 별로 재분류하고 각 요인의 신뢰도를 구한 결과는 <표 4>와 같다.

&lt;표 4&gt; 수학적 사고력의 하위 요인 및 신뢰도

하위 요인	능력 설명	문항 번호	신뢰도
직관적 통찰 능력	주어진 정보나 조건들 사이의 관계나 구조의 본질적인 핵심을 직감적으로 파악해 내며, 문제 해결의 결정적 단서를 순간적으로 떠오르게 하는 능력	2, 4, 7, 9	.9146
정보의 조직화 능력	주어진 문제에서 필요한 정보를 수집하고, 문제 해결의 전략을 사용할 수 있도록 이를 분류하고 조직하는 능력	3, 5, 8	.9081
추론 능력	귀납이나 연역 등의 방법을 통해 체계적으로 추론, 추측해 내는 능력	3, 6, 8, 9	.9087
일반화 및 적용 능력	수학적인 문제를 해결하는 과정에서 수나 문자, 기호로 표현된 수적, 공간적 대상이나 관계, 공식 등을 빠르고 광범하게 조작하여 일반화시키고, 더 나아가 얻은 결과를 유사하거나 다른 상황의 새로운 문제에까지 확장하여 적용하는 능력	1, 5, 6	.9072
시각화/공간화 능력	주어진 공간적 정보를 머리 속에서 가시화 하여 그려 볼 수 있는 능력	2, 4, 7	.9175
수학적 추상화 능력	비구조화된 수학적 문제 상황을 적당한 수학적 개념이나 수학적 상징 기호나 수식, 그림 등으로 표현함으로써 형식화 해내는 능력	1	.9382
총합			.9299

### III. 자료의 분석과 결과

연구 과제인 한국 학생과 미국 학생의 수학 창의성과 수학적 사고력의 차이를 알아보기 위하여 측정 자료를 SPSS 12.0K로 t-검정을 하였으며, 미국 학생들의 학년 사이의 차이를 알아보기 위하여 일원변량분석 및 Scheffe의 다중비교를 하였다.

#### 1. 한국과 미국 학생들의 수학 창의성과 수학적 사고력의 비교

##### 1) 수학 창의성

다음 <표 5>는 검사의 9개 각 문항 및 독창성(유창성, 독창성, 융통성, 총합)에 대하여 한국과 미국 학생들의 기본 통계와 차이에 대한 t값을 제시한 것이다. 문항 2와 문항 9를 제외한 대부분의 문항과 창의성의 각 요소에서 한국 학생들의 점수가 미국 학생들 보다  $p < .001$  수준에서 통계적으로 높다고 볼 수 있다. 문항 2는 유일하게 미국 학생들이 한국 학생들 보다 평균이 높게 나온 것으로서, 한국 학생들에게 힘든 문제가 미국 학생들에게는 상대적으로 덜 어렵게 느껴진 것으로 보인다.

<표 5> 미국과 한국 학생들의 수학 창의성 차이 분석을 위한 t-검정

문항 내용	A타입(한국 6학년: 미국 5, 6, 7학년)					B타입(한국 6학년: 미국 6, 7학년)				
	집단	인원수	평균	표준편차	t	집단	인원수	평균	표준편차	t
문항 1	한국	212	10.29	4.89	.000***	한국	212	10.29	4.89	.000***
	미국	148	2.35	3.17		미국	81	2.74	3.56	
문항 2	한국	212	3.25	2.14	.023	한국	212	3.25	2.14	.001**
	미국	148	3.81	2.44		미국	81	4.28	2.79	
문항 3	한국	212	12.53	7.40	.000***	한국	212	12.53	7.40	.000***
	미국	148	0.15	0.71		미국	81	0.17	0.80	
문항 4	한국	212	8.31	4.34	.000***	한국	212	8.31	4.34	.000***
	미국	148	4.11	2.61		미국	81	4.37	2.82	
문항 5	한국	212	8.33	5.32	.000***	한국	212	8.33	5.32	.000***
	미국	148	2.45	2.56		미국	81	3.65	2.67	
문항 6	한국	212	9.75	6.41	.000***	한국	212	9.75	6.41	.000***
	미국	148	3.13	2.74		미국	81	3.59	3.05	
문항 7	한국	212	9.24	7.88	.000***	한국	212	9.24	7.88	.000***
	미국	148	0.03	0.33		미국	81	0.05	0.44	
문항 8	한국	212	5.40	4.52	.000***	한국	212	5.40	4.52	.000***
	미국	148	0.19	0.74		미국	81	0.19	0.76	
문항 9	한국	212	2.17	2.94	.000***	한국	212	2.17	2.94	.056
	미국	148	0.99	1.89		미국	81	1.47	2.29	
유창성 총합	한국	212	31.61	11.19	.000***	한국	212	31.61	11.19	.000***
	미국	148	8.49	3.84		미국	81	10.06	3.84	
독창성 총합	한국	212	11.54	7.45	.000***	한국	212	11.54	7.45	.000***
	미국	148	2.04	1.90		미국	81	2.80	2.11	
융통성 총합	한국	212	26.11	9.16	.000***	한국	212	26.11	9.16	.000***
	미국	148	6.67	2.82		미국	81	7.65	2.93	
창의성 총합	한국	212	69.26	26.14	.000***	한국	212	69.26	26.14	.000***
	미국	148	17.20	7.61		미국	81	20.52	7.65	

\*\*\* p<.001; \*\* p<.01

## 2) 수학적 사고력

다음 <표 6>은 수학적 사고력의 하위 요소인 직관적 통찰 능력, 정보의 조직화 능력, 시각화/공간화 능력, 수학적 추론 능력, 수학적 추상화 능력, 일반화 및 적용 능력과 사고력 총합에 대한 한국과 미국 학생들의 기본 통계와 차이에 대한 t값을 제시한 것이다. 결과로서 한국 학생들의 수학적 사고력의 점수가 미국 학생들 보다 높다고 할 수 있다.

<표 6> 한국과 미국 학생들의 수학적 사고력 차이 분석을 위한 t-검정

문항 내용	A타입(한국 6학년: 미국 5, 6, 7학년)					B타입(한국 6학년: 미국 6, 7학년)				
	집단	인원수	평균	표준 편차	t	집단	인원수	평균	표준 편차	t
직관적 통찰 능력	한국	212	22.96	12.21	.000***	한국	212	22.96	12.21	.000***
	미국	148	8.94	4.21		미국	81	10.17	4.62	
정보조직화 능력	한국	212	26.25	11.92	.000***	한국	212	26.25	11.92	.000***
	미국	148	2.78	2.76		미국	81	4.01	2.89	
시각화/공간화 능력	한국	212	29.84	13.92	.000***	한국	212	29.84	13.92	.000***
	미국	148	4.46	3.75		미국	81	5.42	4.20	
추론 능력	한국	212	28.37	11.44	.000***	한국	212	28.37	11.44	.000***
	미국	148	7.93	5.50		미국	81	9.99	5.87	
일반화/적용 능력	한국	212	20.80	10.68	.000***	한국	212	20.80	10.68	.000***
	미국	148	7.95	3.48		미국	81	8.70	3.73	
추상화 능력	한국	212	10.29	4.89	.000***	한국	212	10.29	4.89	.000***
	미국	148	2.35	3.17		미국	81	2.74	3.56	
사고력 총합	한국	212	138.52	52.29	.000***	한국	212	138.52	52.29	.000***
	미국	148	34.41	15.22		미국	81	41.04	15.30	

\*\*\* p<.001; \*\*p<.01

## 2. 미국 학생들의 학년 사이의 수학 창의성과 수학적 사고력의 비교

이제 미국의 5, 6, 7학년 사이의 수학 창의성(유창성, 융통성, 독창성 및 총합)과 수학적 사고력(직관적 통찰 능력, 정보의 조직화 능력, 시각화/공간화 능력, 추론 능력, 일반화/적용 능력, 추상화 능력 및 총합)을 비교하여 보자. 이 연구의 의의는, 학년 구분이 우리보다 느슨한 미국의 경우를 연구하여 2009개정 교육과정에서 도입된 학년군의 정착에 시사점을 얻는 데에 있다. 다음 <표 7>은 수학 창의성과 수학적 사고력에 대한 미국 5, 6, 7학년 학생들의 평균과 표준편차를 나타낸 것이다.

### 1) 수학 창의성

이 표에서 독창성의 융통성, 독창성, 총합의 성적은 7학년이 가장 높고 다음으로 6학년, 5학년의 순서임을 알 수 있다. 이것은 Camp(1994)가 밝힌, 도형 유창성과 융통성, 독창성이 1학년에서 6학년 까지 증가하다가 7학년에서 12학년까지는 감소한다는 연구와는 다른 결과를 보이고 있다. 그 이유로서 황동주·이강섭·서종진(2005)은 중학교 학생들의 수학적 상황과 비 수학적 상황에서 창의성의 관계를 연구한 결과, 일반 학생들은  $r=.27(p<.05)$ 의 낮은 상관을 가지고 있기 때문에 이러한 결과를 얻었다고 해석하였다. 즉, 수학 창의성 총합, 융통성과 독창성에서는 수학적 개념이 더 잘 이해되어야 다른 영역의 결과물을 도출할 수 있고 남들과는 다른 생각을 할 수 있다는 추론이 가

능하다. 유창성은 6학년, 7학년, 5학년 순으로 나타나고 있다. 이것은 초등학교 2, 4, 6학년들의 유창성 점수가 중학교 2학년들보다 높다는 하주현(2001)의 연구와 동일한 결과를 보이고 있으며 성숙의 효과를 고려했을 때, 그 차이는 더 크다고 볼 수 있다. 또 창의성의 부침은 1학년, 4학년, 7학년에서 일어난다는 Torrance (1962)의 연구와도 부합된다. 결국 융통성과 독창성 및 수학 창의성을 증진시키기 위해서는 수학적 개념을 더 잘 이해 시켜야 할 것이다.

## 2) 수학적 사고력

수학적 사고력에서는 직관적 통찰 능력, 일반화 및 적용 능력과 추상화 능력에 대한 점수는 6학년, 7학년, 5학년의 순으로 나타났다. 6학년의 점수와 7학년의 점수의 차이는, 성숙의 효과를 고려했을 때, 나타난 것보다 더 크다고 볼 수 있다. 수학 학습에서 중요한 직관과 일반화, 추상화 능력이 7학년에 약간의 슬럼프를 보이는 이유는 7학년에 학제가 바뀌고 학습의 내용과 양식이 급격히 변하기 때문으로 추측한다.

<표 7> 미국 5, 6, 7학년 학생들의 수학 창의성과 수학적 사고력의 평균과 표준편차

		5학년		6학년		7학년		총합	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
수학 창의성	유창성	6.60	2.88	10.13	3.85	10.00	3.88	7.87	3.47
	융통성	5.48	2.17	7.49	2.95	7.81	2.93	5.29	2.96
	독창성	1.12	1.02	2.64	1.83	2.95	2.36	4.04	4.48
	수학 창의성 총합	13.19	5.32	20.26	7.54	20.76	7.84	17.20	7.61
수학적 사고력	직관적 통찰 능력	7.45	3.06	10.21	3.59	10.14	5.45	8.94	4.21
	정보의 조직화 능력	1.30	1.67	3.59	2.79	4.40	2.96	2.78	2.76
	시각화/공간화 능력	3.30	2.72	4.90	3.98	5.90	4.38	4.46	3.75
	추론 능력	5.43	3.74	9.77	6.37	10.19	5.44	7.93	5.50
	일반화/적용 능력	7.03	2.92	8.95	2.97	8.48	4.35	7.95	3.48
	추상화 능력	1.88	2.58	3.10	4.10	2.40	2.98	2.35	3.17
	수학적 사고력 총합	26.39	10.64	40.51	15.08	41.52	15.67	34.41	15.22

위의 논의를 통계적으로 검증하기 위하여 일원변량분석을 실시하여 본 결과는 <표 8>과 같다.



<표 8> 미국 5, 6, 7학년 학생들의 수학 창의성과 수학적 사고력의 일원변량분석

			계급합	자유도	평균 제곱	F	p
수학 창의성	유창성 총합	집단 간	440.515	2	220.257	18.499	.000***
		집단 내	1726.478	145	11.907		
		전체	2166.993	147			
	독창성 총합	집단 간	105.833	2	52.916	18.100	.000***
		집단 내	423.924	145	2.924		
		전체	529.757	147			
	융통성 총합	집단 간	175.841	2	87.920	12.813	.000***
		집단 내	994.936	145	6.862		
		전체	1170.777	147			
	수학 창의성 총합	집단 간	1972.386	2	986.193	21.853	.000***
		집단 내	6543.533	145	45.128		
		전체	8515.919	147			
수학적 사고력	직관적 통찰 능력	집단 간	272.38	2.00	136.19	8.48	.000***
		집단 내	2328.07	145.00	16.06		
		전체	2600.45	147.00			
	정보의 조직화 능력	집단 간	283.50	2.00	141.75	24.54	.000***
		집단 내	837.58	145.00	5.78		
		전체	1121.08	147.00			
	시각화/공간 화 능력	집단 간	185.52	2.00	92.76	7.16	.011
		집단 내	1879.24	145.00	12.96		
		전체	2064.76	147.00			
	추론 능력	집단 간	764.34	2.00	382.17	15.05	.001**
		집단 내	3681.85	145.00	25.39		
		전체	4446.18	147.00			
	일반화 및 적용 능력	집단 간	107.25	2.00	53.63	4.64	.000***
		집단 내	1674.31	145.00	11.55		
		전체	1781.57	147.00			
	추상화 능력	집단 간	36.98	2.00	18.49	1.86	.159
		집단 내	1440.75	145.00	9.94		
		전체	1477.73	147.00			
수학적 사고력	집단 간	7889.55	2.00	3944.77	21.85	.000***	
	집단 내	26174.13	145.00	180.51			
	전체	34063.68	147.00				

\*\*\* p<.001; \*\*p<.01

3) 수학 창의성에 대한 동일집단군

수학 창의성과 그 하위 요인에서 동일집단군을 알아보기 위하여 Scheffe의 다중비교를 실시하였고 그 결과는 <표 9>와 같다. 여기에서 유창성, 융통성, 독창성과 총합은 6학년과 7학년이 동질집단군

을 이루고 5학년은 분리되어 있음을 알 수 있다.

<표 9> 미국 5, 6, 7학년 학생들의 수학 창의성에서의 동질집단군

학년	N	유창성		독창성		융통성		총합	
		Subset for alpha = .05		Subset for alpha = .05		Subset for alpha = .05		Subset for alpha = .05	
		1	2	1	2	1	2	1	2
5	67	6.5970		1.1194		5.4776		13.1940	
6	39		10.1282		2.6410		7.4872		20.2564
7	42		10.0000		2.9524		7.8095		20.7619
Sig.		1.000	.984	1.000	.680	1.000	.838	1.000	.936

4) 수학적 사고력에 대한 동질집단군

수학적 사고력에서 유의미한 차이를 보인 직관적 통찰 능력, 정보의 조직화 능력, 일반화 및 적용 능력과 사고력 총합에 대한 동질집단군 구성은 <표 10>과 같다.

직관적 통찰 능력, 정보의 조직화 능력, 수학적 추론 능력과 수학적 사고력에서 6학년과 7학년이 동질집단군을 이루고 5학년은 분리되어 있다. 이것은 수학적 사고력에서 5학년과 6학년을 구분짓는 중요한 정보이다. 시각화/공간화 능력은 5학년과 7학년이 동질집단군을 이루고 6학년과 7학년도 동질집단군을 이룬다. 일반화 및 적용 능력은 5학년과 6학년 및 6학년과 7학년이 동질집단군을 이루며, 추상화 능력은 학년 사이에 구분이 안 되는 것으로 나타났다.

<표 10> 미국 5, 6, 7학년 학생들의 수학적 사고력에서의 동질집단군

학년	N	직관적 통찰 능력		정보의 조직화 능력		시각화/공간화 능력			
		Subset for alpha = .05		Subset for alpha = .05		Subset for alpha = .05			
		1	2	1	2	1	2		
5	67	7.4478		1.2985		3.2985			
7	42		10.1429		3.5897	4.8974	4.8974		
6	39		10.2051		4.4048		5.9048		
Sig.		1.000	.997	1.000	.265	.104	.404		
학년	N	추론 능력		일반화/적용 능력		추상화 능력		수학적 사고력 총합	
		Subset for alpha = .05		Subset for alpha = .05		Subset for alpha = .05		Subset for alpha = .05	
		1	2	1	2	1	1	2	
5	67	5.4328		7.0299		1.8806		26.3881	
6	39		9.7692	8.4762	8.4762	2.4048		40.5128	
7	42		10.1905		8.9487	3.1026		41.5238	
Sig.		1.000	.922	.125	.799	.177	1.000	.936	

## IV. 요약 및 논의

본 연구에서는 한국의 초등학교 6학년 학생과 미국의 5, 6, 7학년 학생들의 사이에 수학 창의성과 수학적 사고력을 비교하였다. 또한, 2009년 개정 교육과정에 도입된 학년군의 운영에 필요한 정보를 얻고자, 수학 창의성과 수학적 사고력에 대하여 우리나라보다 학년 개념이 느슨한 미국의 5, 6, 7학년 사이의 차이를 분석하였다.

### 1. 한국과 미국의 6학년군 학생들의 수학 창의성 비교

한국의 6학년과 미국의 5, 6, 7학년을 비교한 A타입과, 한국의 6학년과 미국의 6, 7학년을 비교한 B타입 모두 수학 창의성의 유창성, 융통성, 독창성과 총합에서  $p < .001$  수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다. 즉, 한국 학생들의 수학 창의성이 미국 학생들 보다 높다고 볼 수 있다.

### 2. 한국과 미국의 6학년군 학생들의 수학적 사고력 비교

한국과 미국 학생들 사이의 수학적 사고력의 차이는 A타입과 B타입 모두 직관적 통찰 능력, 정보의 조직화 능력, 시각화/공간화 능력, 수학적 추론 능력(연역), 수학적 추론 능력(귀납), 수학적 추상화 능력, 일반화 능력과 사고력 총합에서  $p < .001$  수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다. 즉, 한국 학생들의 수학적 사고력이 미국 학생들 보다 높다고 볼 수 있다.

### 3. 미국 학생들의 학년 사이의 수학 창의성 비교

수학 창의성의 하위 요소인 융통성과 독창성 및 총합의 점수는 7학년, 6학년, 5학년의 순으로 나타났다. 이는 수학 창의성에서 학년이 높으면 점수가 좋아지는 것으로, 융통성과 독창성을 증진시키기 위해서는 수학적 개념이 뒷받침되어야 한다는 것을 의미한다. 유창성은 6학년, 7학년, 5학년의 순으로 나타나고 있는데, 이는 창의성의 부침은 1학년, 4학년, 7학년에서 일어난다는 하주현(2001)과 Torrance(1962)의 결론과 부합한다. Fletcher(1958)는 창의적인 지적 호기심은 분명히 인생 초기에 나타나며 창의성 개발은 사회적·물리적인 세계에서 경험한 것과 문화적 환경의 가치 기준들에 의존한다고 하였다. 그러나 본 연구의 결과에서 보는 바와 같이 학년이 높을수록 수학 창의성 점수가 높은 것으로 보아 수학 창의성은 수학적 개념의 이해 정도와 관련이 많다는 것을 알 수 있다. 따라서 수학 창의성을 증진하기 위해서는 명확하게 수학적 개념을 이해할 필요가 있다.

#### 4. 미국 학생들의 학년 사이의 수학적 사고력 비교

수학적 사고력에서의 점수는 직관적 통찰 능력, 일반화 및 적용 능력 및 추상화 능력에서는 6학년, 7학년, 5학년의 순으로; 정보의 조직화 능력, 시각화/공간화 능력, 수학적 추론 능력 및 사고력 총합에서는 7학년, 6학년, 5학년 순으로 나타났다. 보다 상세한 차이를 검증하기 위하여 일원변량분석을 실시한 결과는 직관적 통찰 능력, 정보의 조직화 능력, 일반화 및 적용 능력 및 사고력 총합은 모두 유의수준 .001에서, 수학적 추론 능력은 유의 수준 .01에서 학년 사이의 차이가 유의미하게 나타났다. 따라서 약간의 고려 사항이 있지만, 학년이 높아질수록 수학적 사고력 총합의 점수가 높아지는 것으로 보아 수학적 사고력을 증진하기 위해서는 명확하게 수학적 개념을 이해할 필요가 있다. 또 학습자의 수학적 사고력과 수학적 힘의 신장을 학습자 개인의 인지적 능력의 진보와 연관하여 고찰해 볼 필요가 있다.

#### 5. 2009 개정 교육과정에 대한 시사점

미국 학생들의 경우 초등학교 5학년과 6학년은 창의성의 총합은 물론이고 모든 하위 영역에서 차이가 있었다. 수학적 사고력에서는 총합과 더불어 6개의 하위 영역 중 4개의 영역 즉, 직관적 통찰 능력, 정보의 조직화 능력, 시각화/공간화 능력, 추론 능력에서 차이를 보였다. 이 결과는 수학적 힘의 중요한 요소인 창의성과 사고력에서 초등학교 5학년과 6학년은 차이가 있다는 것이다. 이것이 비록 우리나라의 결과는 아니라 하더라도 초등학교 5학년과 6학년을 하나의 학년군으로 하는 2009 개정 교육과정의 세부 운영에 참고하여야 할 것이다. 또한 우리나라 학생들을 대상으로 확인하여야 할 사항이다.

#### 6. 제언

첫째, 한국 학생들의 수학 창의성과 수학적 사고력의 점수가 미국 학생들 보다 높게 나타나는 것으로 보아 한국 학생들이 수학적 개념을 더 잘 이해한다고 볼 수 있다. 그러나 본 연구는 학생들의 수학적 사고 과정보다는 그 결과만을 다룰 수밖에 없다는 제한점을 가지고 있다. 앞으로는 한국과 미국 학생들의 수학적 사고 과정을 중심으로 질적 연구가 필요하다.

둘째, 미국 학생들의 경우 유창성에 대한 결과는, 창의성의 부침은 1학년, 4학년, 7학년에서 일어난다는 Torrance(1962)의 연구와 부합한다. 앞으로 한국 학생에 대하여도 학년별 비교 연구가 필요하다.

셋째, 학습자의 수학적 사고력과 수학적 힘의 신장을 학습자 개인의 인지적 능력의 발달과 연관하여 고찰하여 볼 질적 연구 필요하다.

넷째, 학자마다 다양하게 제시한 수학적 사고력의 하위 요소도 측정하고 비교하여야 할 것이다.  
다섯째, 2009 개정 교육과정에 도입된 학년군의 개념을 확실히 하기 위하여 수학 창의성, 수학적 사고력을 포함한 다양한 주제에 대하여 학년별 차이를 연구할 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

- 김홍원 · 김명숙 · 방승진 · 황동주 (1997). 수학 영재 판별 도구 개발 연구(II) - 검사 제작 편 -. 한국교육개발원 연구보고 CR97-50. 서울: 한국교육개발원.
- 김홍원 · 김명숙 · 송상헌 (1996). 수학 영재 판별 도구 개발 연구(I) - 기초 연구 편 -. 한국교육개발원 연구보고 CR96-26, 한국교육개발원.
- 박명전 (2000). 수학 영재의 창의적 문제해결력 신장을 위한 학습 자료 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 송상헌 (1998). 수학 영재성 측정과 판별에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 신희영 · 고은성 · 이경화(2007). 수학영재교육에서 관찰평가와 창의력평가. 학교수학. 9(2). 241-257. 서울: 대한수학교육학회
- 이종희 · 한정혜 (2002). 논리적 사고력과 공간 시각화 능력이 수학성취도와 문제 해결 과정에 미치는 영향. 교육과정평가연구. 5(1). 191-206. 서울: 한국교육과정평가원.
- 이지현 (2005). 수학적 사고력과 수학적 힘의 신장을 강조하는 한국과 미국 초등 수학 교과서 곱셈 단원 사례 비교 분석: 학습자 수행 용어를 중심으로. 교육과정연구. 23(1), 147-172. 서울: 한국교육과정학회.
- 조한혁 · 안준화 · 우혜영 (2002). 컴퓨터를 통한 수학적 사고력 신장의 가능성 모색. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>. 14 197-215.
- 하주현 (2001). 창의적 사고의 발달경향 연구. 대한사고개발학회 2001 연차학술발표대회 발표논문. 75-86. 대구: 대한사고력학회.
- 황동주 (2005). 수학 영재 판별의 타당도 향상을 위한 수학 창의성 및 문제 해결력 검사 개발과 채점 방법에 관한 연구. 단국대학교 대학원 박사학위 논문.
- 황동주 · 이강섭 · 서종진 (2005). Relationship between Divergent Thinking in Mathematical and Non-Mathematical Situations -Based on the TTCT; Figural A and the MCPSAT. 영재교육연구. 25(2), 51-66. 서울: 한국영재학회.
- Camp, G. C. (1994). A longitudinal study of correlates of creativity. *Creativity Research Journal*, 7, 125-144.
- Davis, R. B. (1996). *Cognition, mathematics, and education*. In *Theories of mathematical learning* (Ed.) L. P. Steffe, P. Nescher, P. Cobb, G. A. Golden, & B. Greer. Mahwah, NJ:

Lawrence Erlbaum.

- Feuerstein, R. (1980). *Instrumental enrichment: an intervention program for mathematics education*. London: Croom Helm.
- Fletcher, F. M. (1958). Manpower for tomorrow: A challenge. *Personnel & Guidance Journal*, 37, 32-39.
- Krutetskii, V. A. (1976). (J. Teller, Trans.) In J. Kilpatrick, & I. Wirszup (Eds.), *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: University of Chicago Press.
- Livacre, J. M., & Wright, B. D. (2003). *A User's Guide to BIGSTEPS Rasch-Model Computer Program*. Winsteps.com.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (1982). *Thinking mathematically*. London: Addison-Wesley.
- Polya, G. (1962). *Mathematical discovery: on understanding, learning, and teaching problem solving*. New York: Wiley.
- Romberg, T. A. (1993). How one comes to know. In M. Niss (Ed.), *Investigations into assessment in mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical problem solving*. San Diego, CA: Academic Press.
- Tall, D. (Ed.) (1991). *Advanced mathematical thinking*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Torrance, E. P. (1962). *Guilding creative talent*. Englewood Cliffs. N.J: Prentice Hall.

## A Comparison between Korean and American Sixth Grade Students in Mathematical Creativity Ability and Mathematical Thinking Ability

**Kang Sup Lee**

Dept. of Math. Ed., Dankook University, Jukjeon-dong, Sooji-ku, Yongin Kyunggi-do, Korea, 448-160

E-mail : leeks@dankook.ac.kr

**Dong Jou Hwang**

Dept. of Math. Ed., Aju University, Woncheon-dong, Youngdong-ku, Suwon, Kyunggi-do, Korea, 443-749

E-mail : djhwang@ajou.ac.kr

In this study, the instrument of mathematical creative problem solving ability test were considered the differences between Korean and American sixth grade students in mathematical creativity ability and mathematical thinking ability. The instrument consists of 9 items. The participants for the study were 212 Korean and 148 American students. SPSS were carried out to verify the validities and reliability. Reliabilities(Cronbach  $\alpha$ ) in mathematical creativity ability is 0.9047 and in mathematical thinking ability is 0.9299 which were satisfied internal validity evaluation on the test items. Internal validity were analyzed by BIGSTEPS based on Rasch's 1-parameter item response model. The results of this study can serve as a foundation for understanding the Korean and American students differences in mathematical creativity ability and mathematical thinking ability. Especially we get the some informations on mathematical creativity ability for American's fifth grade to seventh grade students.

---

\* ZDM Classification : C33

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C30

\* Key Words : mathematical creativity ability, mathematical thinking ability, intuitive insight ability, organizing ability of information, ability of space perception and visualization, mathematical reasoning ability, mathematical abstraction ability, generalization and application ability.