

수학적 창의력에서의 성별 차이에 관한 연구

- 다답형 문항에 대한 반응을 중심으로* -

권오남** · 송상현*** · 박경미 · 임형**** · 허리금**

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

수학은 세는 것을 비롯하여 물건을 사고 팔거나, 재산을 관리하는 등 일상 생활에서뿐만 아니라 과학 기술 분야에서, 또는 다른 많은 학문에서 실제적으로 유용하게 이용되고 있다. 이렇게 우리 삶의 대부분의 영역에서 중요한 역할을 하는 것은 수학이 여러 가지 사고력과 창의력을 육성하는 데 도움을 주기 때문이라고 볼 수 있다. 특히 21세기 정보화 시대에는 어느 시대보다도 수학이 중요한 위치를 차지하게 될 것이며, 따라서 수학적 창의력이 있는 인재를 필요로 하게 될 것이다.

그러나 이러한 수학적 능력에서 성별 차이가 존재한다는 연구 보고가 있다. 여학생이 남학생보다 수학적 능력에 있어서 뒤떨어진다는 사회적 통념이 지배적이고, 이것은 여러 연구 결과와 메타분석 결과로 뒷받침되고 있다. 또한 학년이 올라갈수록 남학생이 여학생보다 수학 성적이 있어 점점 큰 차이의 우월함을 보이고, 수학과 관련된 분야에 종사하는 사람도 남자가 대부분이다. 그 동안 수학적 능력에서의

성별 차이를 알아보기 위하여 1995년 초·중·고등학교 수학 학업성취도 결과를 내용영역별, 행동영역별, 문제유형별로 성별 분석을 하였고, 수학에 대한 태도나 귀인감사에서 성별 차이, 공간 능력에서의 성별 차이에 관해 검사를 실시하여 연구하였다.(권오남, 박경미, 1995).

그러나 지금까지의 수학적 능력에 있어서의 성별 차이에 대한 대부분의 연구는 수학 성취도에서의 성별 차이를 지적해 내는 데 치중하였으며 근래에 이르러 강조되고 있는 창의적인 문제해결력 등과 같은 과정적 요소에 대한 연구의 노력은 부족하였다. 따라서 이 연구는 수학적 창의력에서 성별에 따른 차이가 존재하는지와 차이가 나타난다면 구체적으로 어떤 면에서 그러한 차이가 발생하는지를 알아보는데 있다.

따라서 본 연구에서는 기발하고 독특한 아이디어로 문제를 다양하게 해결해 나아갈 수 있도록 구성된 다답형 문항을 제시하여 학생들의 창의적인 문제해결능력을 알아보고, 학생들의 답안을 다각도로 종합·분석하여 성별 차이가 존재하는 영역을 구체적으로 조사해보도록 하겠다.

2. 연구문제

* 본 연구는 1995년도 학술진흥재단의 대학부설연구소 과제 학술연구 조성비에 의해 연구되었음. 이 연구에 도움을 주신 이화여자대학교 수학교육과 대학원생 손보경, 윤희선에게 감사드립니다

** 이화여자대학교

*** 인천교육대학교

**** 한국교육과정평가원

다답형 문항에 대한 학생들의 반응에 있어 수학적 창의력의 하위 요소인 유창성, 융통성, 독창성, 정교성에서의 성별 차이가 존재하는가?

3. 연구의 제한점

첫 번째 제한점은 연구 대상에 관한 것이다. 본 연구는 서울에 거주하는 중학교 2학년 370여명의 학생들을 대상으로 한 것으로 우리나라 전체 남녀학생들에게 일반화되기에는 미흡할 수도 있다.

두 번째 제한점은 검사문항에 관한 것이다. 창의력을 측정하기 위한 다답형 검사 문항이므로 주어진 수업시간(45분) 내에 각 문항을 해결하는데 필요한 시간을 최대한으로 주기 위해서는 문항의 수를 제한할 수밖에 없었다. 각각의 문항이 중학교 수준에서의 대수영역과 기하영역을 대표하는 문항으로 보기에는 제한점이 있을 수밖에 없다.

II. 수학적 창의력에서의 성별 차이에 대한 연구 고찰

1. 수학적 창의력에 대한 정의

우선 수학적 창의력이라는 용어에 대해 명확히 할 필요가 있다. Ervynck(1991)은 수학적 창의력이란 본질적으로 수학적 대상을 만들고 그 대상들의 상호 관련성을 찾아내는 능력이라고 전제하면서, 수학 교과외의 특별한 논리-연역적인 성격과 생성된 개념들이 수학의 중요한 핵심에 통합되는데 적절한지를 고려하여 문제를 풀고 구조적으로 사고하는 능력이라고 정의하고 있다. Krutetskii(1976)는 고정화 극복이나

자기 제한 극복 또는 해법을 찾는 판에 박힌 방법을 벗어나는 것처럼 창의력의 한 가지 요인인 융통성의 측면에서 본 사고과정의 유연성을 강조하였다. 수학적 창의력에 대한 연구들을 메타 분석한 Haylock(1987)은 수학적 창의력에 대한 명확한 개념 정의를 내리기는 어려움에도 불구하고 문헌 검토를 토대로 수학적 창의력에 대한 정의를 내리고 있다. 그는 수학적 창의력을 사고의 고착화를 극복하고 정신적 틀을 벗어나는 능력과 개방된 수학적 상황이나 문제에서 독창적이고 다양한 반응을 할 수 있는 능력 두 가지로 유형을 구분하여 정의하였다.

김홍원, 김명숙, 송상현(1996)에 의하면, 수학적 창의력은 창의적인 문제해결 과정을 통해 수학 문제를 해결하는 능력으로, 그것은 이미 알고 있는 지식, 개념, 원리, 문제해결 방법을 새롭게 관련지어 수학문제를 해결하거나, 자신이 새롭게 지식, 개념, 원리, 문제해결 방법을 창안하여 수학문제를 해결하는 능력이다. 수학적 창의력은 고정되고 정형화된 정신 상태에서 벗어날 수 있는 유연한 사고 능력이 기본이 되며, 수학적 문제해결력과 수학적 창의력이 상호작용하여 나타나는 가장 고차적인 사고 능력이다.

이러한 창의력은 주로 Guilford와 Torrance에 의해 개발된 확산적 산출물 검사에 의해 측정되어 왔다. 그 검사들의 공통적인 특징은 다양한 여러 가지 답을 갖는 문제 또는 많은 반응이 나타날 수 있는 상황을 제시하여 확산적 사고력을 측정하고자 하는 것이다. 확산적 산출물 검사에서 창의력은 전통적으로 유창성(반응의 수), 융통성(반응들이 서로 다른 범주로서 분류되는 수), 독창성(반응의 통계적 희소성)과 같은 척도(measure)에 의해 측정·평가되어 졌다. 이러한 측정 방법은 창의력에 대한

정의와 그 구성요인이 명료하지 않기 때문에 타당성과 신뢰성을 근거로 계속적인 논란의 대상이 되고 있으며, 수학에서의 창의력 측정에 대한 연구 또한 끊임없이 이루어지고 있다 (송상헌, 1998).

이상의 문헌을 바탕으로 하여, 본 연구에서는 수학적 창의력이란 “개방된 수학적 상황이나 문제에서 고착화되고 정형화된 사고로부터 벗어나 수학의 논리-연역적인 성격을 고려하면서 기발하고 독창적인 방법으로 문제를 풀고 구조적으로 사고하는 능력”이라고 정의하고 창의력의 하위 요인으로 유창성, 융통성, 독창성, 정교성을 고려한다.

2. 수학적 문제해결 과정에 대한 연구

위에서 살펴 본 수학적 창의력의 정의에서 알 수 있듯이, 수학적 창의력은 창의적인 문제 해결 과정과 활동에서 나타나는 수학적 능력이다. 문제해결 과정에서 나타나는 성별 차이에 대한 연구들을 살펴보면, Lowd와 Over(1993)는 미국의 10학년 학생들에게 문제를 해결하기에 적합하지 않은 —조건이 충분하거나, 부족하거나, 잘못된— 대수 문장제를 제시하여 문제를 풀게 하였다. 이 연구에 따르면, 남학생들은 문제의 전체적인 구조에 접근하여 그 문제의 정보가 충분한지, 부족한지, 잘못 되었는지를 구분하는 반면, 여학생들은 단지 문제를 분해하는 데에만 초점을 맞추어 문제해결에 적당한 알고리즘을 선택하는 데 실패하게 된다는 분석이 나왔다. 즉, 문제의 구조를 파악하는 것에서는 능력의 수준이나 성별에 따른 차이가 있었으나, 능력의 수준과 성별의 의미있는 상관관계는 나타나지 않았다.

Gallagher와 Lisi(1994)는 수학을 잘하는 남녀학생들을 대상으로 SAT에서 성차가 많이 나

타났던 문제를 제시하고, 그들이 사용하는 문제해결 전략에서도 성차가 나타나는지 알아보았다. 연구 결과, 여학생들은 정형적인 문제이든 비정형적인 문제이든 학교에서 배운 대로 정형적이고 익숙한 해결 전략에 의존하려 하나, 남학생은 비정형적인 전략을 많이 사용하려는 경향이 나타났다. 이것은 비정형적인 전략을 사용하는 것을 수학에 대한 자신감이나 흥미가 있다는 것으로, 학교에서 배운 대로 문제를 푸는 것은 수학에 대해 생각하는 방법엔 문제가 있거나 배운 방법에 문제가 있기 때문이라고 해석할 수 있다.

또한 McCoy(1994)는 초등학교 2-3학년 학생을 대상으로 Krulik & Rudnick(1987)에 의해 고안되어진 기하 영역과 대수 영역에 관련된 문제를 이용하여 문제해결 과정에서의 성별 차이를 연구한 결과, 정답의 수나 체계적인 문제해결 과정의 사용 등에서 유의미한 성차를 발견하지 못하였다. 그러나 Fennema(1990), McCoy & Dodl(1989) 등의 고학년을 대상으로 한 연구에서는 수학적 문제해결력에서의 성차를 발견하였다.

한편, 국내연구로는 백한미(1997)의 문제해결 과정에서 사용하는 전략의 선택에 있어서 성별 차이를 알아보기 위한 연구가 있다. 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 한 이 연구의 결과, 사용하는 문제해결 전략에 있어서의 전반적인 성별 차이는 나타나지 않았다.

이상에서 살펴본 선행연구들은 문제해결의 과정적 요소—예를 들면, 전략이나 발견술의 사용, 수학적 오류, 수학적 표상—에서 성별 차이가 나타나는지에 대한 것이었다. 결론적으로, 문제해결 과정에서는 어떤 유의미한 차이도 발견하지 못했으나, 미약하게나마 성별 차이는 존재함을 볼 수 있었고, 전략의 사용이나 범하고 있는 수학적 오류의 정도가 유사했다.

3. 다답형 문항을 통한 수학적 능력의 측정에 대한 연구

해답이 여러 가지인 문항을 제시하여 학생들의 기발하고 독창적인 풀이과정이나 해답에 대한 성찰 연구도 있다. Silver, Leung & Cai(1995)는 미국의 4, 5학년 학생들에게 다양한 방법으로 답을 찾을 수 있는 구슬 세기 문제를 제시하여 성별 차이가 있는지 분석하였다. 여학생들은 남학생들보다 더 많은 방법으로 답을 제시하였고 더 정확한 답을 제시하였으며 더 나아가서 완벽하게 답안을 작성한 비율도 여학생이 훨씬 높은 것으로 드러났다. 그러나 문제를 푸는 속도나 전략의 사용(직접 세기, 그룹화, 재구성의 방법)에 있어서는 성별 차이가 나타나지 않았다. 이 결과를 완벽하게 답안을 작성하고 또한 성별 차이가 나지 않는 일본의 학생들과 비교해 볼 때, 미국의 학생들이 일본의 학생들보다 이런 문제 유형에 덜 익숙하기 때문에 문제를 푸는 데 있어서 다양한 접근을 시도하거나 다양한 방법으로 설명하는 연습을 시킬 필요가 있다는 것과 수학적 경험과 높은 기대 수준의 성별적으로 동등한 접근이 필요하다는 것을 알 수 있다.

그리고 Gillian et al(1988)은 인지 작용(cognitive functioning)과 인성(personality)의 성차가 밀접하게 관련이 되어 있고 이것은 성 차별화된 사회화 과정에서 기인한다는 Block의 성특성화 이론을 4-8학년의 영재아들을 대상으로 연구하였다. 확산적 사고를 측정할 수 있는 익숙한 문제와 익숙하지 못한 두 개의 문제를 사용하였는데, 인성이나 인지적 유형에서 어떤 성별 차이도 발견하지 못하였고 그들의 유의미한 관계도 얻어내지 못하였다.

다답형 문항을 통해 수학적 능력을 측정하고자 한 국내 연구로는 송상헌(1998)의 연구가

있다. 영재아들을 대상으로 수학 영재성 측정과 판별에 관한 연구를 하였는데, 그 중 일부가 수학에서의 창의적 능력을 판별하고 측정하는 연구이다. 그는 유효한 많은 답을 내되, 다양하면서도 융통성이 있고, 독창적인 반응을 나타낼 수 있을 뿐만 아니라 주어진 문제로부터 유사한 응용 문제를 만들어 내기까지 하는 창의적 능력을 가려내기 위한 검사 문항을 개발하여 수학 영재성 측정과 판별 기준을 제시하였다.

III. 연구설계

1. 연구대상

서울 지역 6개 중학교(남녀공학 4개, 남자중학교 1개, 여자중학교 1개)를 임의로 선정하고 각 학교에 대하여 2학년 2개 학급씩(공학이 아닌 학교에 대해서는 1개 학급씩)을 선정하여 연구 대상으로 하였다. 학급 선정 과정에서 수준별 수업을 하지 않는 학교에 대해서는 임의로 2개 학급을 선택하였지만, 상·중·하로 수준별 수업을 하고 있는 학교에 대해서는 상·중 2개 학급을 대상으로 하였다. 하 수준의 학급 학생들은 진지하게 검사에 임하지 않을 가능성이 높아 유의미한 결과를 얻기 어렵다는 연구자들의 우려로 하 수준의 학급은 제외시켰다.

6개 학교에서 375명의 학생(남학생 200명, 여학생 175명)을 선정하여 검사를 실시한 결과, 채점과 분석과정에서 장난으로 검사에 임하거나 문제를 이해하지 못하여 부적절한 답안을 제시한 7명의 답안은 연구 대상에서 제외시켰다. 그 결과 최종적인 연구 대상은 368명(남학생 198명, 여학생 170명)이었다.

2. 검사도구

현행 교육과정에서 수학적 능력을 측정하기 위해 사용되고 있는 검사도구는 수학적 지식이나 문제풀이능력과 같은 인지적 능력에 초점을 맞춘 것이 대부분이며, 정의적 능력이나 비정형적인 문제해결능력의 측정을 위한 검사도구는 개발되어 있지 않다. 본 연구에서는 수학적 창의력에서의 성별차이의 존재여부를 측정하기 위하여 답이 여러 가지가 나올 뿐만 아니라 창의적인 답안이 가능하도록 구성된 수학적 창의력을 측정할 수 있는 검사도구 개발의 필요성을 인식하여, 기존의 국외연구에서 사용된 문제를 번역하여 사용하거나 국내연구 중 창의력 측정에 관한 논문에서 사용한 문제를 재인용하고 변형하여 사용하였다.

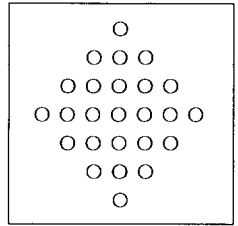
이론적 배경에서 살펴본 정의를 바탕으로 하여 전통적으로 많이 이용되어온 확산적 산출물을 이용하여 수학적 창의력을 측정하고자 하였다. 이러한 확산적 사고력을 측정하기 위해서 답이 다양하고 여러 가지인 문제 상황을 제시하는 다답형 문항을 수학의 두 영역—기하와 대수—에서 제시하였다. 다답형 문항을 통한 확산적 산출물 검사에서 수학적 창의력은 유창성, 융통성, 독창성, 정교성 요인을 척도로 하여 측정·평가하였다.

대수 영역으로 볼 수 있는 구슬 세기 문제는 Silver, Leung & Cai(1995)의 연구에 사용하였던 문항을 인용하였으며, 기하 영역으로 볼 수 있는 도형 그리기 문제는 송상헌(1998)의 수학적 창의적 문제해결력 검사에서 사용하였던 문항 중 하나를 변형하여 인용하였다. 변형과정에서 9개의 점으로 구성된 검사문항을 학생들의 사고의 범위를 넓혀주기 위해 16개의 점으로 확장하여 사용하였다. 검사에 사용된 문항은 <부록>에 제시되어 있다. 일반적으로 교육과정에서 도형이라고 하면 기본도형과 볼록 다각형을 중심으로 예시하고 있기에 학생들이 볼

규칙적인 도형이나 오목다각형은 고려하지 않는 제한된 사고를 극복할 수 있도록 검사지에서는 도형 그리기라는 용어대신에 ‘모양 만들기’라는 용어를 사용했다. 검사에 실시한 문항은 각각 다음과 같다.

【구슬 세기 문제 :

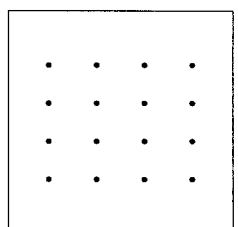
15분】 이것은 오른쪽 그림에 있는 구슬의 개수를 세는 문제입니다. 구슬은 모두 몇 개입니까? 여러분이 생각할 수 있는



모든 방법을 답안지의 그림에 나타내 보세요. 될 수 있는 한 많은 방법을 나타내는 것이 좋습니다.

【모양 만들기 문제 :

15분】 다음과 같이 가로, 세로 방향으로 한 칸이 1인 16개의 점이 찍혀있습니다. 이 16개의 점 안에 넓이가 2인 모



양을 한 개씩 그려봅시다. 모양의 가짓수는 많을수록 좋습니다. 만약 설명이 필요하다면 옆이나 아래 공간에 쓰세요. (단, 한 점에서만 만나든지 둘로 쪼개어진 도형은 안됩니다.)

3. 검사의 실시, 채점 및 결과분석 방법

선정된 375명의 학생들을 대상으로 1998년 7월 10일부터 16일까지 약 1주일동안 학교별로 실시하였다. 검사시간은 중학교 수업시간(45분)을 고려하여 처음 10분 동안은 검사 감독자가 답안 작성시 주의사항을 학생들에게 설명하고 각 문제 당 15분씩 배당하여 충분한 시간을 통해 여러 가지 유형의 기발하고 독특한 답을 많이 쓰도록 하였으며, 검사 감독자가 시작과 종

료시간을 알려주어 학생들이 두 번째 문제를 풀지 못하는 경우가 발생하지 않도록 하였다.

채점은 6개 학교에 대한 검사 실시가 모두 끝나고 난 후, 각 문항에 대한 답안을 분석하면서 상위 남녀 2개반의 답안지를 가채점하고 여기에 나타나는 모든 답을 Silver, Leung & Cai(1995), 송상현(1998)의 기준에 따라 유형별로 분류하여 가채점기준표를 만들었다. 이 가채점기준표를 가지고 나머지 다른 학생들의 답안을 확인하면서 새로 나타나는 답안의 종류와 유형을 첨가하여 채점기준표<표 1, 2>를 완성하였다. 각 답안의 종류에 따라 전체 학생들의 반응의 개수를 기입하고 틀리거나 중복으로 반응한 답안의 개수도 확인하였다.

구슬세기의 직접 세기는 불규칙적으로 일일이 직접 세기(유형1)와 규칙이 있는 선을 따라 세기(유형2)로 구분하였는데, 구슬 하나하나를 직접 세어나가는 방법으로 정확하고 꼼꼼하지만, 구슬의 배열을 고려하지 않은 비효율적인 방법이다. 채점과정에서 발견한 점은 학생들 대부분이 직접 세기 유형의 답을 적어도 하나 정도는 포함하고 있었고, 몇몇 소수의 학생들은 단지 직접 세기 방법으로 답안지를 채운 학생도 있었다. 그룹화는 불특정 그룹화(유형3), 일정한 묶음과 나머지(유형4), 구슬의 배열을 이용한 그룹화(유형5), 대칭을 이용한 비효율적인 그룹화(유형6), 대칭을 이용한 효율적인 그룹화(유형7)의 5개로 분류하였다. 재구성은 구슬의 재배치(유형8), 구슬의 침삭(유형9)으로 구성된다. 유형8은 구슬을 이동하여 효율적으로 재배치하여 계산을 수월하게 할 수 있게 하였고, 유형9는 구슬의 침삭을 이용하여 수학적인 계산 과정을 유도해 내어 수학적인 의미나 가

치를 담고 있는 유형의 답안이 포함되어 있다.

도형 그리기 문제에 대한 반응은 학생들이 만들어낸 모양을 수학적 도형과 연관지어 답안의 유형을 나누었다. 문제를 9개의 점에서 16개의 점으로 확장하여 사용한 결과 답의 개수와 종류는 일부 증가하였지만 특이한 도형을 나타내지는 않았다. 만들어낸 모양에 따라 단일 기본도형, 2개 이상의 기본도형을 붙인 복합 도형, 중점을 이용하여 그린 도형, 곡선을 이용하여 그린 도형으로 나누고 각각을 선대칭·점대칭·비대칭으로 세분하여 모두 12개의 유형으로 나누었다. 2개 이상의 기본도형을 붙여서 만들어낸 도형 중 반응의 빈도수를 확인하여 빈도가 낮은 도형들에 대해 독창성 점수를 부여하였다. 주어진 16개의 점 사이에 새로운 점을 찍어서 도형을 만들어 내는 경우(중점을 이용하여 그린 도형)나 곡선을 이용하여 넓이 개념을 도입한 유형(곡선을 이용하여 그린 도형)은 주어진 문제에 도전적이고, 반응의 빈도도 최소하기 때문에 독창성 점수를 차등적으로 부여하였다.

창의력 점수는 유창성, 융통성, 독창성, 정교성 점수의 합으로 계산했다.

유창성 점수는 각 문항에 대한 옳은 반응의 개수에 1점씩 부여하여 계산하였다. 다만, 구슬세기에서 직접세기는 불규칙적으로 세는 방법이 수없이 많이 나올 수 있고, 규칙적인 선을 따라 세는 방법도 안으로, 밖으로, 가운데서 등 여러 가지 방법이 있지만 이같은 반응은 결국 같은 방법이므로 창의성을 필요로 하는 문항이라는 문제의 특성상 최대 각각 2, 3개까지만 허용하고 나머지는 모두 중복된 반응으로 처리하였다.

융통성 점수는 각 유형의 요인별 점수의 합으로 계산하였다¹⁾ 요인별 점수를 구하기 위

1) 여기서 말하는 유형이란 채점기준표를 작성하면서 채점자들이 분류한 답안의 종류에 해당하는 것을 말하며, 유형별 요인이란 이들 유형을 요인분석을 통하여 동일한 요인으로 묶어서 새롭게 만들어진 유형요인을 말한다.

<표 1> 구슬 세기 문제의 답안 유형 분류표

유형		설명	그림 또는 계산의 예	반응의 수
I.	직접세기	유형 1 불규칙적으로 일일이 직접 세기		254
	유형 2 규칙이 있는 선따라 세기		175	
II.	그룹화	유형 3 불특정 그룹화		529
		유형 4 일정한 묶음과 나머지	 $2 \times 12 + 1$ $3 \times 8 + 1$ 5×5 $6 \times 2 + 4 \times 2 + 5$	622
	유형 5 구슬의 배열을 이용한 그룹화	 $4 + 3 + 4 + 3 + 4 + 4 + 3 + 4$ $1 + 3 + 5 + 5 + 3 + 1$ $7 + 12 + 8 + 4 + 11 + 3 + 5 + 7 + 9$	719	
	유형 6 대칭을 이용한 비효율적 그룹화	 $7 + 9 \times 2$ $3 + 11 \times 2$ $7 + (4 + 5) \times 2$	354	

<표 2> 도형 그리기 문제의 답안 유형 분류표

유형	분류	그림의 예	반응의 수
I. 단일 기본도형	유형 1 선대칭	 (0) (0) (0) (0)	1085
	유형 2 점대칭	 (0) (0) (0) (0)	613
	유형 3 비대칭	 (0) (0)	9
II. 2개 이상의 기본도형을 붙여 만든 복잡한 도형	유형 4 선대칭	 (0) (0) (1) (3) (3) 외 3종	253
	유형 5 점대칭	 (0) (3) (3) (3) (3)	41
	유형 6 비대칭	 (0) (1) (3) (3) (3) 외 46종	1013

유형	분류	그림의 예	반응수의	
III. 중점을 이용한 도형	유형 7	 (1) (3) (5)	외 9종	32
	유형 8	 (3) (5)	외 4종	11
	유형 9	 (5) (5)	외 17종	27
IV. 곡선을 이용한 도형	유형 10	 (3) (5) (5)	외 5종	25
	유형 11	 (3) (5)		7
	유형 12	 (3) (5) (5)	외 11종	21

() 안의 수는 독창 점수임.

해서는 채점기준표에 나타난 유형들에 대해 SPSS 통계프로그램을 사용하여 요인분석을 통해 같은 요인으로 묶이는 것을 찾았다.²⁾ 각 유형의 요인에 해당하는 답안의 개수가 평균점수를 전후로 한 점수대에는 3점, 평균점수대 이상은 5점, 평균점수대 이하는 1점, 그리고 옳은 반응의 개수가 없으면 0점으로 처리하였다. 융통성 점수를 부여하는 방법은 유형의 수에 따라 점수를 주거나, 유형별 요인의 개수에 비례적으로 점수를 주거나, 이 둘을 혼합할 수도 있고, 각 유형요인의 점수 배점을 달리함에 따라 다양할 수 있다. 그러나 여기서는 요인분석의 결과를 활용하여 융통성의 최고 점수를 유창성 점수와 형평을 고려하여 최고 20점이 되도록 배점하였다.

독창성 점수는 반응의 빈도수를 확인하고 반응의 수학적인 의미와 가치, 계산의 효율성, 아이디어의 독특성과 유용성 또는 회소성을 고려하여 차등적으로 1, 3, 5점으로 점수를 부여하였으며 합산한 전체 점수의 상한선은 두지 않았다. 정교성 점수는 틀린 정도를 정교성 점수에 반영하는 것으로 정하였다.

정교성 점수는 틀린 반응의 개수와 중복된 답의 개수에 1/2을 곱하여 이 둘을 합한 값을 빼기로 하였다.

각 문항에서의 유창성, 융통성, 독창성, 정교성 점수에 대하여 요인분석과 상관관계분석을 통해 4가지 하위요인들이 하나의 창의력 점수를 설명하고 있는지와 두 문항간의 상관관계, 문항의 하위요인들 간의 상관관계등을 알아본다.

IV. 자료 분석 및 연구 결과

1. 답안의 유형별 요인 및 결과 분석

(1) 구슬 세기 문제

구슬 세기 문제에 대해 Silver, Leung & Cai(1995)는 직접세기, 그룹화, 재구성의 3개 유형으로 분류하였다. 그러나 본 연구에 참가한 학생들의 반응을 요인분석한 결과 4개의 요인이 나타났다. 유형 1-9에 대하여 주성분 분석 결과 고유치가 1 이상인 성분이 4개가 나와 이들을 직교 회전을 시키고 유형간에 내용적으로 유사한 유형들끼리 분류하였다 <표 3>.

처음의 주성분분석에 의하면 유형 (1,7) (4,2) (8,3) (9,5,6)이 각각 하나씩의 성분으로 묶여 각각 전체변량의 60.987, 66.425, 60.768, 41.034%를 설명하고 있었다. 그러나 각 요인 안에는 음의 값이 존재하여 이것을 내용 타당도를 고려하여 비슷한 유형들끼리 다시 묶어 동일한 과정으로 요인분석을 실시하면서 고유치가 1이상인 것이 모두 하나씩만 되도록 요인을 추출하였다. 유형 (1,2)를 직접 세기 요인으로, 유형 (3,4)를 비효율적인 그룹화 요인, 유형 (5,6,7)을 효율적인 그룹화 요인, 유형 (8,9)를 재구성 요인으로 이름을 붙여 4개의 유형요인을 찾아냈다. 이들은 각각 전체 변량의 58.749, 56.216, 42.196, 55.235%를 설명하고 있다.

유창, 융통, 독창, 정교점수에 대해 주성분 분석을 하면 하나의 성분만 추출되고 융통, 유창, 정교, 독창의 순으로 기여하여 전체변량의 51.155%를 설명하고 있다.

성분	초기 고유값			추출 제공한 적재값			성분행렬	
	합계	% 분산	% 누적	합계	% 분산	% 누적		성분1
1	2.046	51.155	51.155	2.046	51.155	51.155	융통	.887
2	.972	24.303	75.458				유창	.768
3	.697	17.435	92.893				정교	.662
4	.284	7.107	100.000				독창	.481

2) 자세한 요인분석의 내용은 다음 장에서 살펴본다.

<표 3> 구술 세기 문제의 답안 유형과 창의력의 하위 요인별 성차 분석

유형별 요인		구술 세기										
		계					남		여		t-검증	
		개인별		총 개수	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	t값	유의 수준
		최소	최대									
I. 직접 세기	유형 1	0	2	254	.69	.65	.75	.59	.62	.70	1.808*	.071
	유형 2	0	3	175	.48	.84	.26	.57	.72	1.03	-5.204***	.000
	요인 1	0	5	429	1.17	1.15	1.01	.92	1.35	1.35	-2.747**	.006
II. 비효율적인 그룹화	유형 3	0	6	529	1.44	1.46	1.38	1.44	1.50	1.47	-.761	.447
	유형 4	0	6	622	1.69	1.69	1.71	1.71	1.66	1.66	.269	.788
	요인 2	0	9	1151	3.13	2.09	3.10	2.20	3.16	1.96	-.317	.751
III. 효율적인 그룹화	유형 5	0	4	719	1.95	1.01	1.98	.97	1.92	1.06	.632	.528
	유형 6	0	4	354	.96	.87	.93	.89	1.00	.84	-.781	.435
	유형 7	0	6	581	1.58	1.32	1.69	1.41	1.45	1.19	1.805*	.072
	요인 3	0	13	1654	4.49	2.10	4.61	2.16	4.36	2.03	1.104	.270
IV. 재구성	유형 8	0	3	78	.21	.53	.26	.53	.16	.54	1.786*	.075
	유형 9	0	3	71	.19	.49	.18	.46	.21	.52	-.467	.641
	요인 4	0	4	149	.40	.76	.44	.76	.36	.76	.942	.347

창의력 하위 요인별 점수		계					남		여		t-검증	
		개인별		총 점	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	t값	유의 수준
		최소	최대									
유창점수(반응의 개수)		0	22	3383	9.19	2.75	9.15	2.96	9.24	2.50	-.315	.753
융통점수 (유형의 요인별 점수의 합)	요인1	0	3	356	.96	.91	.86	.74	1.09	1.07	-2.42**	.016
	요인2	0	5	1145	3.11	2.10	3.03	2.12	3.21	2.08	-.849	.396
	요인3	0	5	1353	3.68	1.92	3.73	1.90	3.61	1.95	.652	.515
	요인4	0	5	515	1.40	2.25	1.54	2.31	1.24	2.16	1.306	.192
	계	0	18	3369	9.15	3.26	9.16	3.24	9.15	3.30	.043	.966
독창점수	1점	0	5	117	.32	.58	.35	.63	.31	.67	1.115	.266
	3점	0	9	162	.45	1.29	.35	1.05	.56	1.53	-1.433	.153
	5점	0	15	365	1.00	2.45	1.26	2.74	.65	1.93	2.514**	.012
	계	0	16	644	1.75	2.93	1.96	3.07	1.52	2.79	1.496	.136
정교점수 (틀린개수 -0.5×중복 된 개수)	틀린 개수	0	10	102	.28	.90	.37	1.15	.16	.44	.593	.553
	중복된개수	0	13	333	.90	1.63	.65	1.31	.51	.94	-1.485	.138
	계	-10	0.0	-268.5	-.73	1.17	-.82	1.38	-.62	.84	-1.678*	.094
합 계		-10	42.5	7127.5	19.37	7.36	19.45	7.44	19.27	7.28	.236	.814
비 고		요인점수는 각 요인에 해당하는 개수가 평균점수를 전후로 한 점수대에서 3점, 그 이상은 5점, 그 이하는 1점, 0개일 때 0점임 합 계= 유창 점수 + 융통 점수 + 독창 점수 + 정교 점수 * - p<.10, ** - p<.05, ***- p<.01										

<표 4> 도형 그리기 문제의 답안 유형과 창의력의 하위 요인별 성차 분석

유형별 요인		도형 그리기										
		계				남		여		t-검증		
		개인별		총 개수	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	t값	유의 수준
최소	최대											
I. 단일 기본도형	유형 1	0	5	1085	2.95	.96	2.97	.93	2.92	10.0	.565	.572
	유형 2	0	4	613	1.67	.90	1.71	.92	1.61	.87	1.074	.284
	유형 3	0	2	9	.02	.19	.03	.20	.02	.17	.656	.512
	요인 1	0	8	1707	4.64	1.56	4.72	1.57	4.55	1.55	1.042	.298
II. 복합 도형	유형 4	0	4	253	.69	.78	.63	.78	.76	.78	-1.623	.106
	유형 5	0	2	41	.11	.33	.11	.35	.11	.32	-.019	.985
	유형 6	0	10	1013	2.75	2.37	2.71	2.43	2.81	2.31	-.399	.690
	요인 2	0	13	1307	3.55	2.94	3.44	3.06	3.68	2.79	-.760	.447
III. 중점 이용한 도형	유형 7	0	3	32	.09	.37	.12	.43	.05	.27	1.710*	.088
	유형 8	0	3	11	.03	.23	.02	.17	.04	.27	-.860	.390
	유형 9	0	5	27	.07	.50	.12	.67	.02	.13	2.120**	.035
	요인 3	0	7	70	.19	.79	.26	.97	.11	.49	1.853**	.065
IV. 곡선 이용한 도형	유형10	0	4	25	.07	.38	.05	.35	.09	.42	-.933	.351
	유형11	0	1	7	.02	.14	.01	.01	.04	.19	-2.007**	.045
	유형12	0	2	21	.06	.29	.06	.31	.05	.27	.251	.802
	요인 4	0	6	53	.14	.70	.12	.59	.18	.82	-.801	.424

창의력 하위 요인별 점수		도형 그리기										
		계				남		여		t-검증		
		개인별		총점	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	t값	유의 수준
최소	최대											
유창 점수(반응의 개수)		0	21	3137	8.52	4.07	8.54	4.20	8.51	3.92	.056	.956
용통점수 (유형의 요인별 점수의 합)	요인 1	0	5	1495	4.06	1.72	4.00	1.75	4.14	1.68	-.756	.450
	요인 2	0	5	1139	3.10	2.21	2.94	2.26	3.27	2.15	-1.418	.157
	요인 3	0	5	170	.46	1.45	.53	1.54	.38	1.33	.987	.324
	요인 4	0	5	95	.26	1.11	.23	1.04	.29	1.18	-.571	.568
	계	0	20	2899	7.88	3.94	7.70	4.13	8.08	3.71	-.930	.353
독창점수	1점	0	5	93	.25	.66	.23	.63	.32	.79	-.630	.529
	3점	0	12	264	.72	1.94	.59	1.70	.88	2.30	-1.282	.201
	5점	0	25	360	1.00	3.65	1.14	4.07	.74	2.70	1.217	.224
	계	0	30	717	1.95	4.68	2.01	5.09	1.88	4.16	.277	.782
정교점수 (틀린개수 -0.5×중복된 개수)	틀린개수	0	15	791	2.15	2.73	2.07	2.66	2.24	2.82	.593	.553
	중복된개수	0	27	1008	2.75	4.01	3.02	4.16	2.42	3.82	-1.485	.138
	계	-15	0.0	-1297	-3.52	3.35	-2.59	3.36	-3.45	3.34	-.395	.693
합 계		-10	63	5456.0	14.83	12.42	14.66	12.93	15.02	11.83	-.280	.780
비 고		요인점수는 각 요인에 해당하는 개수가 평균점수를 전후로 한 점수 대에서 3점, 그 이상은 5점, 그 이하는 1점, 0개일 때 0점임 합 계 = 유창 점수 + 용통 점수 + 독창 점수 + 정교 점수 * - p<.10, ** - p<.05, ***- p<.01										

(2) 도형 그리기 문제

도형그리기는 송상헌(1998)이 사용한 9개의 점 문제를 16개로 바꿈으로써 유형 1- 12에 대하여 주성분분석후 직교회전한 결과 4개의 요인으로 묶였다. 이 중 (10,11,12)와 (7,8,9)는 각각 하나의 성분으로 묶였으나 1,2,3,4,5,6 중에서 유형3만 별도의 요인을 가지게 되었다. 다시 유형 1,2,3,4,5,6에 대하여 요인분석을 실시한 결과 2개의 성분이 나타나므로 유형 간에 성격이 비슷한 내용타당도를 고려하여 유형 (1,2,3) (4,5,6)으로 묶었더니 각각 1개씩의 성분으로 분리되었다.

(1,2,3) (4,5,6) (7,8,9) (10,11,12)으로 묶었을 때 각각 하나씩의 요인이 전체 변량의 46.276, 54.825, 48.042, 72.918%를 설명하고 있다.

따라서 모양만들기에서는 (1,2,3) (4,5,6) (7,8,9) (10,11,12)를 각각 하나씩의 유형별 요인으로 결정하고 이에 대해 단일기본도형 요인, 복합도형 요인, 중점을 사용한 도형 요인, 원형을 사용한 도형 요인으로 이름을 붙였다.

유창, 융통, 독창, 정교점수에 대해 주성분 분석을 하면 하나의 성분만 추출되고 유창, 융통, 독창, 정교의 순으로 기여하여 전체변량의 60.955%를 설명하고 있다.

성분	초기 고유값			추출 제한한 적재값			성분행렬	
	합계	% 분산	% 누적	합계	% 분산	% 누적	유창	성분1
1	2.438	60.955	60.955	2.438	60.955	60.955	.904	.904
2	.856	21.403	82.358				.903	.903
3	.508	12.697	95.055				.667	.667
4	.198	4.945	100.000				.600	.600

(3) 문항 간 및 문항 내 하위 요소들간의 상관관계

구슬 세기 문제(A)와 도형 그리기 문제(B)

의 유창, 융통, 독창, 정교 점수들은 요인 분석을 실시해 본 결과 각각 대수와 기하 영역의 창의력이라는 한가지 요인을 설명하고 있다. 두 문항간 및 문항내의 하위 요소간의 상관관계는 다음 <표 5>와 같다.

답안을 많이 낼수록, 유형의 수도 많아지므로 이 둘간의 상관관계가 높은 것은 당연하지만 그렇다고 독창점수까지 높아지는 것은 아니다. 독창성은 오히려 융통성과 더 높은 상관관계가 있다. 특이한 점은 구슬세기와 도형 그리기의 두 문항을 통한 각각의 창의성 점수간에는 상관이 매우 낮은 것으로 나타났다. 이는 서로 다른 성격의 두 문항에서 나타나는 창의성이 서로 다름을 뒷받침해 준다.³⁾

<표 5> 두 문항 사이의 상관관계

	A유창	A융통	A독창	A정교	B유창	B융통	B독창	B정교	A합계	B합계
A유창	1.000									
A융통	.614**	1.000								
A독창	.051	.410**	1.000							
A정교	.355**	.391**	.151**	1.000						
B유창	.169**	.145**	.154**	.015	1.000					
B융통	.115*	.093	.079	-.007	.801**	1.000				
B독창	.152**	.147**	.133*	.002	.470**	.494**	1.000			
B정교	-.038	-.003	.141**	.159**	.437**	.410**	.147**	1.000		
A합계	.723**	.898**	.623**	.525**	.191**	.115*	.175**	.066	1.000	
B합계	.139**	.132*	.164**	.046	.877**	.876**	.727**	.598**	.183**	1.000

2. 연구 결과

구슬 세기 문제에 대해 Silver, Leung & Cai(1995)는 직접세기, 그룹화, 재구성의 3개 유형으로 분류했던 것에 비해 본 연구에서는 요인분석을 통해 그룹화를 비효율적인 그룹화와 효율적인 그룹화로 더 세분화함으로써 4개 유

3) 권오남, 방승진, 송상헌 (1998)에서는 영재아들까지 포함한 경우 두 문항간의 상관관계가 유창, 융통, 정교 성분보다는 독창성 점수에서 두드러지게 향상되고 있음을 보여주고 있다.

형이 있음을 확인했다.

두 문항 모두 창의력의 하위 요인인 유창성, 융통성, 독창성에서는 통계적으로 유의미한 성차를 보이는 곳은 없었지만 구슬세기의 정교성에서만 여학생이 $p < .10$ 에서 통계적으로 유의미하게 높은 점수를 나타냈다. 전반적으로 남학생들은 독창성이 높은(5점) 반응을 보이면서도 틀리거나 중복된 답안을 많이 낸 반면 여학생들은 독창성이 높은 점수에서는 많은 점수를 얻지는 못했으나 틀린 답안의 수나 중복된 답안의 수가 남학생에 비해 적은 것으로 나타났다.

유형 요인별로 구분하여 볼 때, 구슬세기 문제의 직접 세기에서는 여학생들이, 도형그리기의 중점을 이용한 도형에서는 남학생들이 각각 $p < .01$, $p < .05$ 에서 통계적으로 유의미한 차이로 우세할 뿐 다른 요인에서는 성차가 나타나지 않았다. 세부 유형으로 들어가면 대칭을 이용한 효율적인 그룹화(유형 7)와 구슬의 재배치(유형 8)에서는 $p < .10$ 에서 통계적으로 유의미하게 남학생이 우세하였다. 한편 독창성 점수가 5점으로 부여된 유형은 남학생들이 $p < .10$ 에서 통계적으로 유의미하게 더 많은 반응을 보였지만 독창성의 전체 점수에서는 성별 차이가 나타나지 않았다. 여학생들은 남학생들보다 틀린 답안을 훨씬 적게 냈다.

그리고 구슬세기와 도형 그리기 같이 서로 다른 성격의 두 문항에서 나타나는 창의성은 서로 다른 성격임을 확인했다.

V. 결론 및 제언

지금까지 다답형 문항에 대한 반응을 통해 수학적 창의력의 하위요소인 유창성, 융통성, 독창성, 정교성에서 성차가 존재하는지를 살펴

보았다. 수학적 창의력과 수학적 문제해결력에서의 성별 차이에 대한 문헌들을 고찰한 뒤 그 내용을 바탕으로 구슬세기 문제와 도형 그리기 문제에 대한 학생들의 반응을 분석한 결과, 정교성과 독창성의 일부분을 제외하고는 전반적으로 통계적으로 유의미한 성차가 나타나지 않음을 확인하였다. 구슬세기 문항은 대수 영역으로, 도형 그리기 문항은 기하 영역으로 본다고 할 때, 이번 연구의 결과는 대수, 기하 영역의 학력에서 성별 차이가 존재한다는 기존의 통념이 다답형의 2문항을 통한 창의력 검사에서는 해당하지 않음을 보여주었다.

정교성과 독창성에 초점을 맞추어 볼 때, 남학생들은 여학생들보다 독창성 점수가 높은 답안을 비교적 많이 작성하는 반면 여학생들은 남학생들보다 중복되거나 틀린 답안을 적게 내는 것으로 드러났다. 남학생들은 자신 있게 다양하고 독창적인 답안을 제시하지만 여학생들은 자신의 답안에 정확성을 기하려는 경향이 있음을 알 수 있다.

Hanna(1994)는 수학 성취도에서의 성차를 설명하는 여러 통념들 중 하나로 “참신함(novelty)과 익숙함(familiarity)”을 들면서, 남학생들은 새롭고 도전적인 문제에 접했을 때 자신감을 가지고 적극적으로 대하지만, 여학생들은 남학생들보다 덜 자신감을 가지고 있다고 설명하고 있다. 이러한 가정은 여학생들이 문제를 접했을 때, 학교에서 학습한 대로 익숙한 방법으로만 해결하려고 하지만, 남학생들은 나름대로 새로운 방법을 사용하려는 경향을 말하고 있으며, 이것은 남학생들이 독창성 점수가 높은(5점) 반응을 보이고, 여학생들은 비교적 정형적인 문제해결 전략을 사용하는 이번 연구 결과와 비슷하다.

위에서 제시한 Silver, Leung & Cai의 연구 결과나 Hanna의 제언을 종합해 볼 때, 남녀학

생에게 동등한 수학적 경험과 높은 기대와 관심이 필요하다고 할 수 있다. 특히 여학생들에게 부족한 수학에 대한 자신감을 기르는 것이 무엇보다 중요하다. 여학생들도 남학생들과 마찬가지로 자신감을 가지고 다양한 방법으로 문제에 접근할 수 있도록 어려서부터 남녀학생들이 동등한 수학적 경험을 갖도록 해야 하며, 수학적 능력에 차이가 없다는 교사의 신념 또한 학생들에게 중요한 역할을 할 것이다.

참고문헌

권오남, 박경미 (1995). 수학 성취도에 있어서의 성별 차이에 대한 고찰. *한국 여성학*, 11, 202-232.

권오남, 방승진, 송상헌 (1998). 중학교 수학 영재아들이 다답형 문항에 반응하는 특성에 관한 연구. 제3회 국제 수학영재교육 세미나 자료집.

김홍원, 김명숙, 송상헌(1996). 수학 영재 판별 도구 개발 연구(I): 기초 연구 편. 한국교육개발원 연구보고 CR96-26. 한국교육개발원.

백한미 (1997). 수학 문제해결 전략 선택에 있어서의 성별 차이에 대한 연구. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.

서울특별시 교육청 (1997). 창의력 신장을 돕는 중학교 수학과 학습 평가 방법. 서울특별시 교육청, 행정간행물등록번호 71100-81132-97-9731.

송상헌 (1998). 수학 영재성 측정과 판별에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.

Becker, D. F., & Forsyth, R. A. (1990). Gender differences in academic achievement in

grades 3 through 12 : A longitudinal analysis. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 16-20.

Cai, J. (1995). Exploring gender differences in solving open-ended mathematical problems. *Paper presented at the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 21-24.

Caporrimo, R. (1990). Gender, confidence, math: Why aren't the girls "Where the boys are?". *Paper presented at the Annual Meeting of the American Psychological Association*.

Caporrimo, R. (1990). New perspectives on problem solving: Autonomous math learning behavior and math achievement. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 16-20.

Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* (pp.42-53). Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Fennema, E. (1990). Teacher's beliefs and gender differences in mathematics. In E. Fennema & G. C. Leder (Eds.), *Mathematics and gender* (pp.169-187). NY: Teachers College Press.

Gallagher, A. M., & Lisi, R. D. (1994). Gender differences in scholastic aptitude test-mathematics problem solving among high-ability students. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 204-211.

Hanna, G. (1994). Should girls and boys be taught differently? In R. Biehler et al.

- (Eds.), *Didactics of mathematics as a scientific discipline*. (pp.303-314). Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in schoolchildren. *Educational Studies in Mathematics*, 18, 59-74.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1987). *Problem solving: A handbook for teachers*(2nd ed.). Newton, MA: Allyn & Bacon.
- Krutetskii, V. A.(1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. The Univ. of Chicago Press.
- Low, R., & Over, R. (1993). Gender differences in solution of algebraic word problems containing irrelevant information. *Journal of Educational Psychology*, 85(2), 331-339.
- McCoy, L. P., & Dodl, N. R. (1989). Computer programming experience and mathematical problem solving. *Journal of Research on Computing in Education*, 22(1), 14-25.
- McCoy, L. P. (1994). Mathematical problem-solving processes of elementary male and female students. *School Science and Mathematics*, 94(5), 266-270.
- Rejskind, F. G. (1988). *Gender differences in divergent thinking? An investigation of block's gender specialization theory*. Ed 333650.
- Silver, E. A., Leung, S. S., & Cai, J. (1995). Generating multiple solutions for a problem: A comparison of the responses of U.S. and Japanese students. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 35-54.

A Study of Gender Differences in Mathematical Creativity

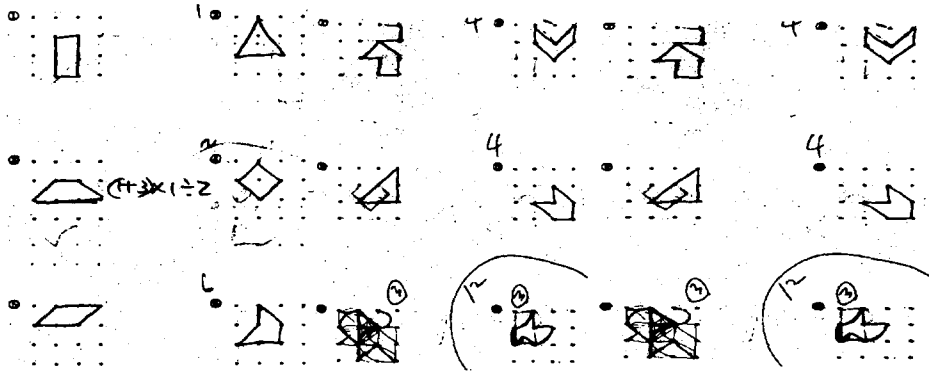
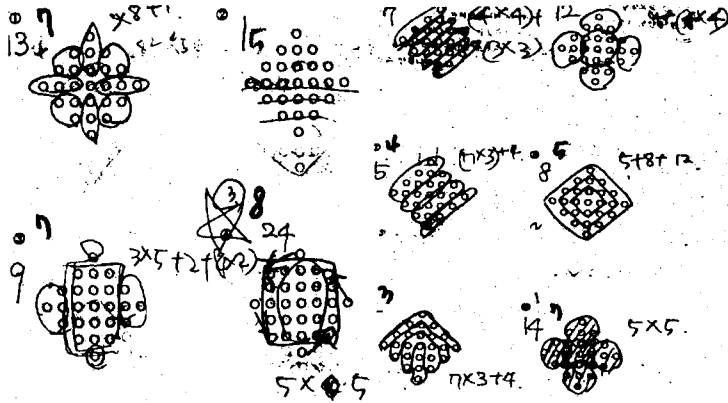
Oh-Nam Kwon · Sang-Hun Song · Kyung-Mee Park · Hyung Im · Ra-Keum Huh

This study was designed for the purpose of finding some gender differences in the mathematical creative problem-solving ability. For this research, we selected two problems. One is “counting marbles” of algebra, and the other is “drawing figures” of geometry. And we examined and analyzed the written responses of the students with classifying the four categories; fluency, flexibility, originality, and elaboration. These are the factors of the creativity.

There were no significant gender differences in the fluency, flexibility, and originality in both problems, but girls got significantly higher scores than boys in elaboration. In conclusion, boys tried unusual and special responses but gave many incorrect and many similiar answers, whereas girls had low scores in high originality but gave less incorrect and less overlapping answers than boys did.

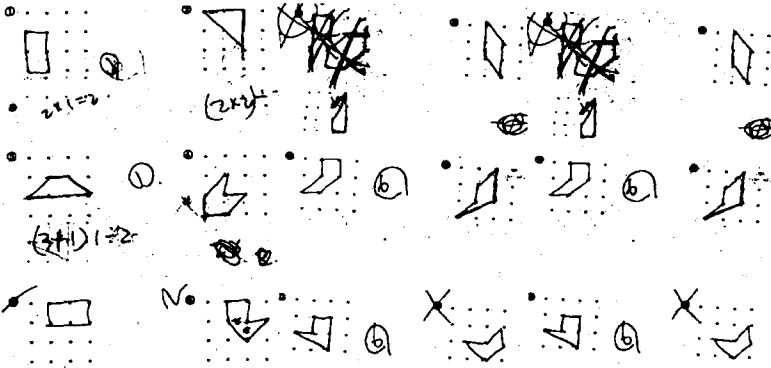
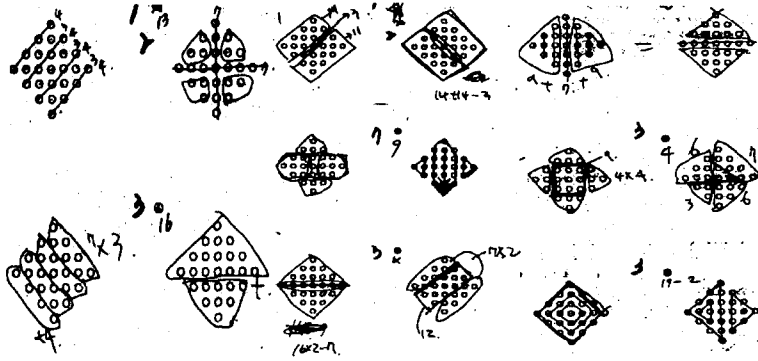
〈부록〉 점수대에 따른 남녀 학생들의 반응 사례

사례1. 최상위권 남학생



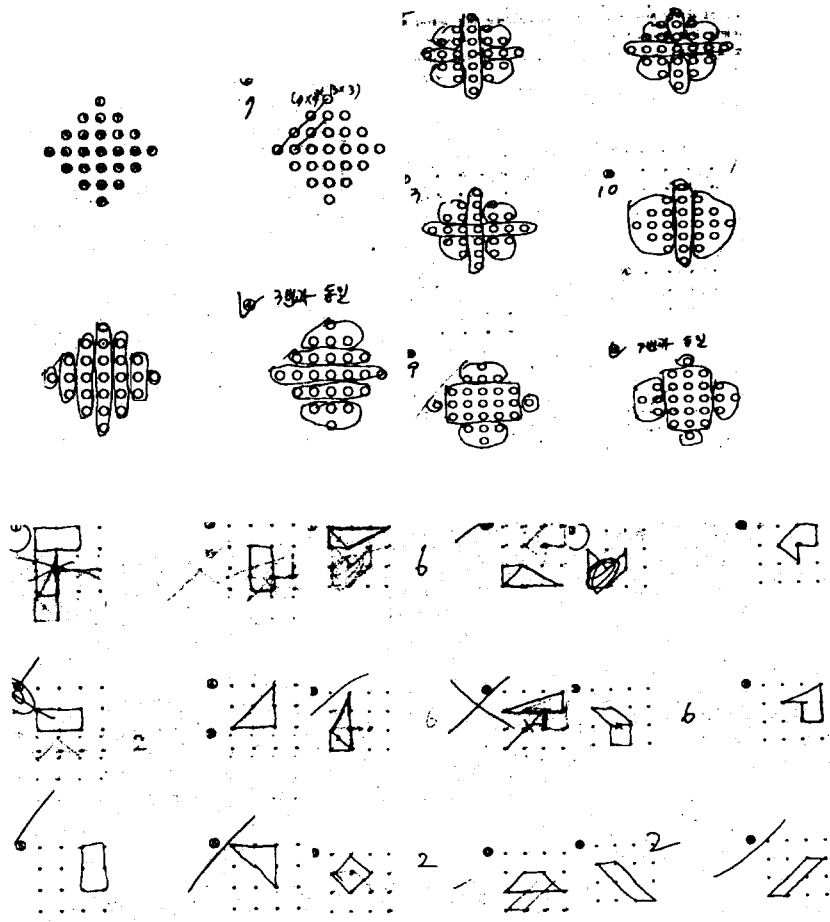
ID (성별)	문제 구분	유형												독창			정교		유창	응통	독창	정교	합계	석차 백분 위 점수
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1점	3점	5점	틀림	중복						
3140 (남)	구슬	1	0	1	0	2	0	4	1	0	0	-	-	1	0	1	0	0	10	12	6	0	28.0	89.4
	모양	4	2	0	0	0	3	0	2	1	1	0	2	0	1	5	0	0	15	20	28	0	63.0	100

사례2. 최상위권 여학생



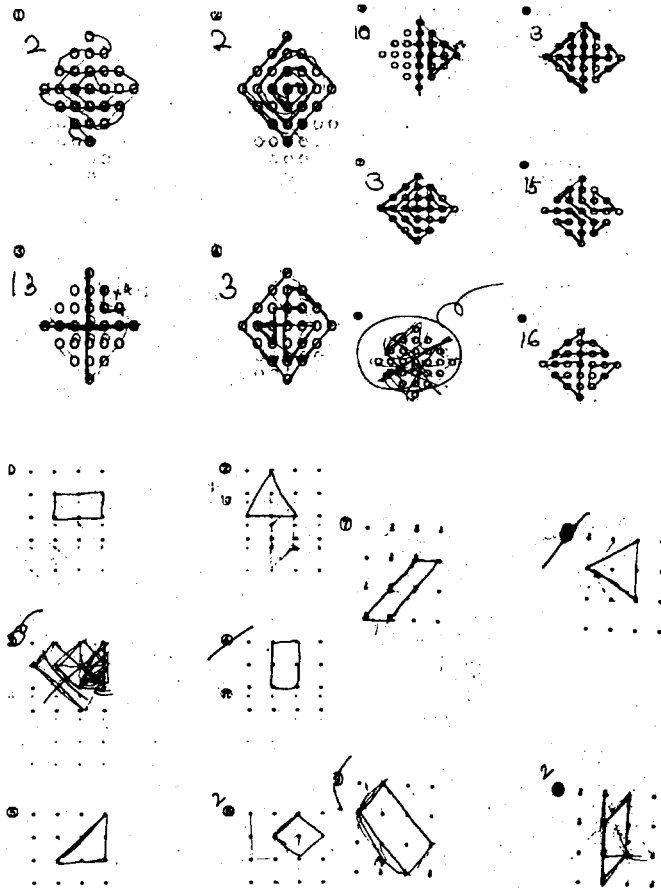
ID (성별)	문제 구분	유형												독창			정교		유창	융통	독창	정교	합계	석차 백분 위 점수
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1점	3점	5점	틀림	중복						
2226 (여)	구슬	0	0	4	1	2	2	3	0	3	0	-	-	0	3	0	0	1	15	15	9	-0.5	38.5	99.7
	모양	3	1	0	1	1	9	0	0	0	0	0	0	2	4	0	3	1	15	10	14	-3.5	35.5	94.6

사례3. 중하위권 남학생



ID (성별)	문제 구분	유형												독창			정교		유창	융통	독창	정교	합계	석 백분 위 점수
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1점	3점	5점	틀림	중복						
2122 (남)	구슬	1	0	1	0	2	1	2	0	0	0	-	-	0	0	0	0	3	7	7	0	-1.5	12.5	16.6
	모양	3	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	9	10	0	-5.0	14.0	49.2

사례4. 중하위권 여학생



ID (성별)	문제 구분	유형												독창			정교		유창	응통	독창	정교	합계	석차 백분 위 점수
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1점	3점	5점	틀림	중복						
6230 (여)	구슬	2	2	2	0	0	1	1	0	0	0	-	-	0	0	0	0	1	8	5	0	-5.0	12.5	16.6
	모양	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	5	0	-2.0	9.0	33.2