

양성평등을 위한 수학교육의 과제와 전망¹⁾

권 오 남 (이화여자대학교)

“여성은 수학을 못한다” 또는 “수학적 능력에 있어서 남학생이 여학생보다 우월하다”는 우리 사회의 일반적 통념은 근거가 있는 것인가? 1970년대 이후 구미를 중심으로 외국에서는 교육에서의 성 평등(equity) 문제에 대한 관심이 높아지면서 수학에서의 성별차이(gender difference)에 대한 연구들이 상당히 이루어져 왔다. 그러나 국내의 연구는 한국학술진흥재단의 연구지원을 받아서 수행된 96년부터 98년까지의 3년 연구(권오남, 박경미, 임형, 허라금의 공동연구) 이외에는 거의 전무하다. 이 글에서는 수학적 능력에서의 성별차이라는 논제를 3년 연구의 결과를 중심으로 양적, 질적 연구방법으로 접근하며, 이를 바탕으로 수학교육에서의 양성평등의 과제와 전망을 논의한다.

I. 서론

수학 지식은 사회생활을 해야하는 모든 구성원들에게 필수적이다. 수학 지식은 시장 거래와 같은 일상에서의 셈하기로부터 시작해서, 원하는 분야의 대학에 입학하는데 이르기까지 거의 모든 삶의 영역에서 수학적 능력(mathematical ability)은 중요한 역할을 한다. 직업에서의 기회의 평등을 보장하는 현 자유주의적 시장 사회에서 실질적으로 개인이 자기 직업을 선택하거나 그 직업에서 원하는 목표를 이루기 위해서는 수학적 개념들을 이해하고 응용할 줄 아는 능력은 기본적이며, 분야에 따라서는 결정적 역할을 하기도 한다. 특히 20세기 후반 현재, 고도의 과학기술산업 중심으로한 국가간의 경쟁이 심화되고 있는 상황에서, 우리사회 역시 수학능력을 필수로 과학분야의 인재를 필요로 하는 것은 거스를 수 없는 추세이다. 이런 추세가 앞으로도 크게 변하지 않을 것이고 보면, 그 사회가 필요로 하는 능력을 갖추고, 개인적으로는 사회적 지위가 보장되는 전문직업을 갖는데 수학적 능력의 역할은 과거 어느 때보다 높아지고 있는 실정이다. 그런데, 불행히도 특정한 그룹이 수학능력에서 뒤쳐진다가, 그들의 수학적 잠재능력이 다른 그룹에 비해 발휘되지 못한다는 사회적 통념이 지배적이고, 또한 이런 통념을 뒷받침하는 연구 보고들이 있어 왔다.²⁾

특히 70년대 이후 서구에서, 교육에서의 성 평형(gender equity) 문제에 대한 관심이 높아지면서,

- 1) 이 글은 1995-1998년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 대학 부설 연구소 과제 학술 연구 조성비에 의해 연구된 “현대 사회가 요구하는 여성의 사회적 역할과 수학적 능력”(연구책임자 : 권오남(이화여대), 공동연구원 : 박경미(충북대학교), 임형(성공회대학교), 허라금(이화여대)) 과제중 일부임.
- 2) 외국의 선행 연구들에 따르면, 흑인 학생, 여학생, 사회경제적 지위가 낮은 계층의 학생들이 이들 그룹에 속한다.

수학에서의 성 차이에 대한 연구들이 상당히 이루어져 왔다. 학교 급이 높아지면서 여학생의 수학적 능력이 남학생에 비해 떨어지는 현상이나 대학 또는 대학 이후 전문적인 수학 분야에 종사하는 여성이 남성에 비해 훨씬 적은 현상들을 설명하고자 하는 시도들이 그것이다. 서구의 많은 연구 조사 결과들은 수학 성취도에서 남학생이 여학생 보다 거의 항상 우월함을 보고하고 있다. 이에 따라, 성취도에서 보여지는 남학생의 일반적 우월성은 어떤 요인에 기인하는 것으로 설명할 수 있을 것인가에 대한 연구들이 진행되어 왔다.

이 중 수학 성취에서의 차이를 설명하는 이론들은 일반적으로, 생물학적 변인과 환경적 변인, 학습자관련 요인 등 크게 세 가지를 고려한다. 첫 번째 생물학적 변인에 의한 설명은, 양성의 생물학적 차이가 수학 성취도를 결정할지 모른다는 가설이다. 좌뇌와 우뇌의 기능이 다르고 수학 능력은 우뇌에 속하는 능력인데 여성은 좌뇌가 남성은 우뇌가 더 발달하기 때문에 남성이 여성보다 수학에 있어서 더 우월하다는 주장이 대표적이다. 그러나 이런 주장을 확증할만한 증거는 없다.

대부분의 학자들은 생물학적 요인이 작용한다하더라도, 그것은 다른 환경과의 상호관계 속에서 작동하는 것인 만큼, 그 요인이 구체적인 개인의 수학 성취도를 결정하지 못한다는 데 의견의 일치를 보인다. 따라서 수학 성취도에 나타난 양성의 차이는 학교환경, 선생님, 또래 집단, 미디어를 포함한 사회 문화적 환경 등의 변인들을 통해 접근해 볼 필요가 있다는 것이다. 동시에 학습자 자신의 내적 요인들을 고려해 볼 수 있는데, 지능, 공간화 능력과 같은 학습자의 인지능력 변인들, 수학에 대한 태도, 귀인과 같은 학습자의 내부 믿음 변인들이 이에 속한다.

성별 차이에 관한 이들 연구와 관련해서 제기되는 문제점은 발표된 대개의 연구들이 중대한 성별 차이를 보고하는 경향 쪽으로 기울어져있지 않는가 하는 점이다(McHugh et al., 1982). 이런 경향은 더 나아가서, 여성은 남성과 다르게 행동한다는 것을 지적할 뿐 아니라, 그 행동은 부적절하고, 덜 바람직한 것으로 묘사되기도 함으로써 여성에게 오히려 불리한 방식으로 작동할 수 있다는 우려이다. 한편, 이런 연구 결과들의 정확성은 충분한 근거를 갖추지 못한 성급한 결과이며, 간혹 그 연구 결과는 여성에게 불리한 함축을 갖는다고 보는 논의도 만만치 않다.

수학과 성별 문제에서의 일반적 통념이나 수학과 관련된 전문 영역에서의 성별 문제는 우리 나라의 경우 역시 서구의 경우와 대동소이한 실정이다. 그럼에도 불구하고, 수학 능력과 성별 차이에 대한 국내연구는 한국학술진흥재단의 대학부설소 과제인 “현대사회가 요구하는 여성의 사회적 역할과 수학적 능력”의 3년 연구 이외에는 외국에 비해 극히 적은 실정이다. 이 글에서는 3년 연구의 결과물을 중심으로 수학적 능력에서의 성별차이라는 논제를 양적, 질적으로 접근한다.

II. 수학적 능력에서의 성별차이

수학적 능력에 있어서 남학생이 여학생보다 우월하다는 사실은 하나의 통념으로 받아들여지고 있다. 이러한 통념은 근거 있는 것일까? 1970년대 이후 국외에서는 교육에서의 성평형성 문제에 대한

관심이 높아지면서 수학에서의 성차에 대한 연구들이 상당히 이루어져 왔다. 그러나 국내의 연구는 90년대부터 시작하여 몇 편에 불과하다. 여기서는 국외연구를 중심으로 연구동향을 살펴보고 그 차이를 설명하는 변인과 대표적인 모델을 소개한다.

A. 수학적 능력에 있어서의 성별 차이에 대한 연구 동향

여기서는 국외연구를 중심으로 연구결과들에 대한 연구인 메타분석만을 정리하고, 메타분석 결과 큰 차이가 나는 것으로 보고된 공간능력에 대하여 자세히 알아보겠다.

메타분석이란 어떠한 주제에 대해 행해졌던 일련의 연구 결과에 대해 효과크기라는 공통된 수량을 계산하여 비교함으로써 연구결과들의 전체적인 추세를 파악하는 방법이다. 수학적 능력에 있어서의 성별차이에 대해서도 여러 번의 메타분석이 행해졌는데(Armstrong, 1985; Fennema, 1974; Linn, 1986; Linn & Hyde, 1989) 연구들의 공통된 결과는 다음과 같다. 첫째, 초등학교 저학년까지는 남녀의 차이가 거의 없고, 초등학교 고학년부터 중학교에 이르기까지는 통계적으로 무시할 수 있을 정도의 남학생의 우세가 나타나며, 그 차이는 고등학교에서부터 점차적으로 심화된다. 그러나 국내의 연구 중에서는 수학적 능력의 차이가 어느 정도 성별에 기인하기는 하지만 이 차이는 성별 뿐 아니라 다른 여러 변인들이 작용- 예를 들면 문제의 난이도가 작용-한 결과로 보고 있다(권오남 외, 1997). 둘째, 여학생들은 계산과 같은 낮은 인지단계의 사고를 요구하는 문제에서, 남학생들은 추론이나 다단계 문제 풀이와 같은 높은 인지단계의 사고를 주로 하는 문제에서 우세를 보인다. 따라서 위에 제시된 수학적 능력에 있어서의 성별 차이가 학년이 올라감에 따라 점점 가중되는 것은 교육과정 자체에서 높은 인지단계의 내용을 다루는 비율이 높아진다는 측면에서도 이해될 수 있다. 셋째, 수학적 능력에 있어서의 성별 차이는 현재로 올수록 점점 감소하고 있다. 즉 90년대에 행해진 연구에서는 70년대에 이루어졌던 연구에서보다 근소한 성별 차이가 보고되고 있다. 넷째, 공간능력을 필요로 하는 기하 과목에서는 특히 남학생들의 능력이 뛰어난 것으로 나타났다.

선행연구들의 메타분석 결과, 수학적 능력과 깊은 상관관계를 가지고 있는 공간능력에서 두드러진 성별차이가 나타난다는 것을 보았다. 그러면 이러한 공간능력은 무엇이며, 공간능력 중 특히 어떤 부분에서 그 차이가 현저하게 나타나는지, 또 그 차이는 언제부터 나타나는지 등을 살펴보는 것은 수학적 능력의 성별 차이를 밝히는데 도움이 될 것이다.

공간능력이란 공간 속에 있는 내적 표상을 기호화하거나 기억하여 이것을 다른 사물 또는 공간 위치에 관련시키는 능력이다. 즉 머릿속의 상들의 움직임과 변화를 시각화하는 능력으로, 대상물을 머릿속에서 평행이동, 선대칭, 점대칭하는 능력을 포함한다. 공간능력을 세분화하는 데는 여러 가지 모델이 있지만 여기서는 공간지각 능력, 회전 능력, 공간시각화 능력으로 분류하여 살펴보겠다. 공간지각 능력은 공간사이의 관계를 정확히 인지할 수 있는 능력, 회전능력은 2차원 또는 3차원의 물체를 회전하였을 때의 상태를 정확하게 파악할 수 있는 능력, 공간시각화 능력은 주어진 공간적 정보

를 머리 속에서 가시화하여 그려볼 수 있는 능력이다. 공간능력에서의 성별 차이는 회전능력에서 가장 두드러지게 나타나고 공간지각 능력에서도 어느 정도의 차이가 존재하나, 공간시각화 능력에서는 거의 차이가 없는 것으로 드러났다. 또한 그러한 차이는 초등학교부터 시작하여 모든 연령대에서 나타났다(Fennema & Tartre, 1985; Linn & Peterson, 1985). 이러한 성향은 생물학적인 차이인 좌뇌설과 우뇌설에서도 부분적으로 찾아볼 수 있다. 그러나 더 중요한 요인은 남학생과 여학생의 사회화 과정의 차이라고 볼 수 있다. 즉 남학생들은 성장과정에서 공간능력의 발달을 촉진시킬 수 있는 블록이나 장난감을 접하는 기회가 여학생들보다 많이 주어지므로 공간능력의 발달이 이루어지기 쉽다(권오남 외, 1995). 또한 공간능력에서의 차이는 성별 차이 뿐 아니라 대도시와 다른 지역의 학생들 사이에서도 유의미하게 나타나며, 그 차이의 증감 경향에서도 서로 다른 양상을 나타낸다. 따라서 공간능력의 차이가 성별 뿐 아니라 지역이나 학년에 기인함을 알 수 있다(권오남 외, 1997).

B. 수학적 능력에 있어서의 성별 차이에 대한 설명

수학적 능력에 있어서의 성별 차이에 대한 설명으로는 좌뇌와 우뇌의 기능과 호르몬의 차이 등으로 돌리는 생물학적 설명, 학생들의 사회화 과정의 차이로 보는 환경적 설명, 학습자의 인지 능력이나 내부 신념 변인들을 고려해보는 학습자 관련 설명 등이 있다.

1. 생물학적 변인

수학적 능력에 있어서의 성별 차이에 대한 가장 보편적인 설명 중의 하나가 선천적으로 타고난 생물학적 차이에서 기인한다는 가설이다. 좌뇌와 우뇌의 기능은 서로 다른데, 남자는 우뇌가 발달하여 시각적-공간적 기술이나 종합적·직관적·창조적 사고를 잘하는 반면, 여자는 좌뇌가 발달하여 언어적 기술이나 분석적·논리적 사고를 잘 한다는 설명이다.

이러한 생물학적 설명은 여학생이 언어 능력에 뛰어나다든지, 남학생이 수학 중 특히 공간 능력과 관련된 기하에서 두각을 나타낸다든지 하는 사실을 뒷받침해 주고 있기는 하지만, 이러한 주장을 확증할 만한 증거는 없다.

2. 환경적 변인

대부분의 학자들은 생물학적 요인이 작용한다고 해도, 그것은 다른 환경과의 상호관계 속에서 작용하는 것이므로, 생물학적 요인이 구체적인 개인의 수학적 능력을 결정하지는 못한다고 하는데 의견의 일치를 보인다. 따라서 수학적 능력의 성별 차이는 학교 환경, 교사, 또래 집단, 그 밖의 사회·문화적 환경, 부모 등의 변인들을 통해 접근해 볼 필요가 있다.

지난 20여 년간 많은 학자들이 다각도로 연구하였는데, 그 중 몇 가지를 살펴보면 다음과 같다.

교사는 학교에서의 사회화에 가장 중요한 역할을 하는데, 수업 시간의 교사와 학생의 상호작용이

그중 하나이다. 교사는 여학생보다는 남학생들에게 좀더 많은 관심과 기대를 가진다는 연구보고가 많이 있다(Galton, Simon, Croll, 1980; Spender, 1982 등). Waldon과 Walkerdine(1985)에 의해 종합적으로 수집된 자료에 의하면 수학 수업시간에 교사는 남학생들보다 여학생들에게 격려나 긍정적 강화를 하는데 인색한 것으로 드러났다. 이러한 기대의 차이로 인하여, 남학생들은 스스로 수학적 성취에 대한 노력으로 이어져 여학생들보다 좋은 결과를 낳게 된다고 볼 수 있다.

또한 또래 집단 구성원들끼리 접하는 놀이 문화의 차이도 중요한 환경적 요인이 될 수 있다. 남자 아이들은 활동적인 게임이나 사물을 지배하는 놀이를 하는 반면, 여자아이들은 내적인 개인 관계와 관련된 소극적이고 활동 영역이 좁은 놀이를 하도록 권장한다. 이러한 차이는 수학적 문제해결에 있어 적지 않은 영향을 미친다고 볼 수 있다.(Bendow, 1988)

그 밖에 미디어를 포함한 사회·문화적 환경의 차이에 대한 연구(Jacobs & Eccles; 1985), 학교의 형태 - 남녀공학과 그렇지 않은 학교의 여학생들의 성취도 차이 - 에 관한 연구(Lee & Bryk; 1986 등) 등 환경적 요인에 의한 접근이 많이 시도되었다.

3. 학습자 관련 변인

수학적 능력에서의 성별 차이의 원인을 사회화 과정으로만 설명할 수는 없다. 지능, 공간 능력과 같은 인지능력 변인들이나, 수학에 대한 자신감, 성공에 대한 두려움, 수학에 대한 태도, 귀인, 인내력 등과 같은 학습자의 내부 신념 변인들을 동시에 고려해 볼 필요가 있다.

여러 가지 내부 신념 변인들 중 수학 성취도와 가장 밀접한 상관 관계를 보이는 것은 자신감이다. Fennema와 Sherman(1977, 1978)의 연구에 의하면 남학생들이 여학생들보다 대체적으로 더 많은 자신감을 보여준다. 또한 성취 동기도 자신감과 마찬가지로 성공을 이루기 위한 개인적인 노력을 결정하는 중요한 요인이 될 수 있다. 이러한 차이가 수학에 대한 정서적 측면에 영향을 미치고, 수학적 능력의 성별 차이를 확대시킬 수도 있다.

또한 성공과 실패의 원인을 무엇에 두느냐에 따라 수학적 성취도에 영향을 줄 수 있다는 연구도 활발히 이루어졌다. 남학생과 여학생 모두 노력을 성공의 중요한 요소로 생각하지만 남학생은 여학생보다 성공의 요인을 안정적 요인으로 여학생은 불안정적 요인으로 돌리는 경향이 있다(Horner, 1968; Horner, Tresemer, Berens, & Watson, 1973). (남학생은 성공을 자신의 능력에 의해 성취한 것이라고 보는 반면, 여학생들은 노력이나 운, 또는 문제에 돌리는 경향이 많이 나타난다.) 이것은 여학생들이 남학생들보다 성공에 대해 더 어렵게 생각한다고 볼 수 있다. 이러한 귀인의 차이 역시 성별 차이를 심화시키는데 일조 한다.

C. 수학적 능력의 차이를 설명하는 모델

수학적 능력에 있어서의 성별 차이에 대한 연구의 메타분석 결과에서 나타났듯이 여학생은 남학

생에 비해 수학적 능력에서 어느 정도의 열세를 나타내고 있다. 특히 높은 인지단계를 필요로 하는 수학내용을 학습하는데 있어서의 여학생의 열세를 가장 설득력 있게 설명하는 것이 자율학습행동 모델(Fennema & Peterson, 1985)이다.

자율학습행동이란 높은 인지단계의 수학적 내용을 학습하는데 있어서 필요한 독립적, 창조적 사고와 지속적인 탐구의 자세를 말한다. 이러한 자율학습행동은 내적동기, 외적·사회적 영향과 높은 인지단계에 있어서의 성별 차이를 연결해주는 요소이다. 즉, 계산과 같은 낮은 인지단계에서는 수학적 능력이 내적 동기나 외적·사회적 영향에 크게 좌우되지 않지만, 다단계의 사고과정을 요구하는 높은 인지단계에 있어서는 이 두 가지 요소가 강력한 변인으로 작용한다.

자율학습행동 모델에서의 내적 동기는 자신감, 유용성, 남성과 여성의 성향, 성공과 실패의 요인 분석 방식 등을 포함한다. 자신감이 있고, 수학은 유용한 학문이라는 인식을 가지고 있으면 동기유발이 일어나고 문제에 적극적으로 도전하는 추진력이 생긴다. 그러나 여학생들은 남학생들에 비해 대체적으로 자신감이 부족하며, 수학적 능력이 동등한 남학생과 여학생에게조차도 자신감의 차이가 존재하는 것으로 나타나고 있다. 뿐만 아니라 여학생들은 남학생들보다 수학의 유용성에 대해 심각할 만큼의 부정적인 견해를 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한 수학은 남성적인 것이라는 편견 때문에 수학을 잘하는 여학생은 여성스러움을 소유하고 있지 않다고 보기도 하고, 수학에서 두각을 나타내는 여학생들 중 일부는 여성스러움을 택할지 수학적 재능을 발휘할 것인지에 대해 갈등하게 된다. 수학적 우수성이 자신에게 더 이상 바람직하게 느껴지지 않을 경우, 수학적 의욕은 감소하게 되고 수학적 능력에 부정적 영향을 미친다. 성공과 실패의 요인 분석 방식에서도 남학생과 여학생의 차이가 존재하는데, 남학생의 경우는 성공을 자신의 능력이나 노력과 같은 내적인 것에서 찾고 실패를 문제의 난이도나 운과 같은 외적인 데로 돌리는 성공 지향적 상태의 비율이, 여학생의 경우는 성공의 원인을 문제의 난이도나 운으로 돌리는 학습무능력 상태의 비율이 상대적으로 높게 나타난다(Parsons, 1982). 따라서 성공과 실패의 원인을 서로 다른 차원에서 찾는 남학생과 여학생의 경향이 수학적 능력의 차이를 심화시키는데 영향을 준다고 볼 수 있다. 그러나 우리 나라 학생들을 대상으로 한 귀인검사에서는 성별 차이에 따른 귀인패턴이 나타나지 않았고, 남녀 학생 모두 노력을 가장 중요한 요인으로 여기고 있으며, 수학 성취도의 귀인을 자신의 내부와 가변적인 요인에서 찾고 있다는 결과를 얻었다(권오남 외, 1997).

Ⅲ. 공간능력에서의 성별차이에 관한 연구

A. 연구의 배경과 목적

수학적 능력이 사회성원의 삶에 차지하는 비중은 과거 어느 때 보다 커지고 있다. 사회가 점점 기술 정보 산업 발달을 중심으로 하는 사회 경제 구조로 변해 감에 따라, 직업을 얻고 사회적 성취를

하는데 있어서 수학적 능력은 중요한 역할을 하게 된다. 수학적 능력은 그 분야의 진출여부 및 그 분야에서 성공여부를 결정하는 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. 수학적 능력과 공간능력 간에는 밀접한 관계가 있고, 일반적으로 수학적 능력에서의 성별 차이는 공간능력에서의 차이 때문이라는 논의가 있다. 이에 본 연구는 실제로 우리 나라 학생들에게도 이러한 논의가 적용될 수 있는지를 확인하기 위하여 공간검사를 시행하고 그 결과를 분석해 보았다.

1. 연구문제

- 1) 공간검사에 대한 성별 차이는 어떻게 나타나는가?
- 2) 공간검사에 대한 학년별 차이는 어떻게 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?

B. 선행 연구 분석

1. 공간능력에 대한 성별 차이 연구

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.

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 여학생과 낮은 공간시각화 능력과 높은 언어적 능력의 여학생 사이에는 통계적으로 유의미하지는 않지만 남학생의 경우보다는 큰 차이를 보였다.

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 이것을 다른 사물 또는

공간 위치에 관련시키는 능력을 말한다.

3. 공간 능력의 분석틀

공간능력을 구성하는 요소를 분석하는 틀에는 여러 가지가 있으나, 공간능력을 공간지각, 회전, 공간시각으로 설정한 Linn과 Peterson(1985), 시각화와 공간방향화로 설정한 McGee(1979), 공간방향, 공간시각, 공간 관계로 설정한 Lohman(1979)의 연구에서 나타난 분석이 주목할 만하다.

C. 연구 방법 및 절차

1. 연구대상

본 검사에서는 전국 초등학교 3학년과 6학년, 중학교 2학년, 고등학교 2학년 학생중 다단계 유층표 집방법으로 학년, 성, 지역에 따라 총 7977명을 선정하였다.

2. 공간검사지의 구성

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 없는 도형을 찾기

3차원 회전: 입체도형이 주어지고, 이를 회전하였을 때 얻을 수 없는 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, 입체를 이루고 있는 나무도막의 숫자 세기

도형유추: 주어진 두 개의 평면도형들 사이의 관계를 파악하여 다른 평면도형의 관계에 적용하기

D. 결론

공간능력은 수학의 성취도에 관계되는 제 능력 중 성별 차이가 가장 크게 나타나는 것으로 알려져 있다. 이런 인식을 뒷받침하는 생물학적 이론이 우뇌설과 좌뇌설이다. 인간의 뇌는 좌반구와 우반구로 나뉘어져 좌뇌는 주로 언어적 능력에, 우뇌는 주로 공간능력에 관여하고 있으며, 여성은 좌뇌가, 남성은 우뇌가 상대적으로 더 발달되어 있기 때문에, 여성은 언어적 능력에서, 남성은 공간능력에서 각각 우세를 보인다고 추론할 수 있다는 것이다. 본 연구에서도 어느 정도 그 결과를 확인해

볼 수 있다. 우선 성별이라는 변인에 대하여 공간검사의 모든 하위 요인 및 전체 점수는 연구의 대상이 된 네 학년 모두에서 유의수준 5% 이상의 유의한 차이를 보였다. 그러나 본 연구 조사에서 나타난 성별 차이의 내용이 남성이 우월, 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 공간능력이 있어서의 성차를 좁힐 수 있는 교육방법이 개발될 수 있으리라는 점에서 중요하다.

한편, 성별 못지 않게 학년별, 지역별 변인에 따라 차이들이 상당히 큰 것으로 발견되었다. 수학성취도 검사의 경우 초등학교에서는 거의 차이가 없다가 중고등학교로 올라갈수록 그 차이가 심화된다. 그러나, 공간검사는 학교 급이 높아질수록 차이가 감소하는, 상반된 경향을 보이는 결과를 보였다.

본 연구의 경험과 결과를 바탕으로 다음 사항을 제안한다.

첫째, 공간능력에 있어서 학년별·성별·지역별 차이점의 구체적 생성원인과 개선방안 등에 대한 후속 연구와 교육현장에서의 실제적 관심과 노력이 필요하다.

둘째, 공간능력 외에 대수적 능력, 논리력 등과 수학성취도의 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.

IV. 수학 검사의 난이도에 따른 성별 학업성취도

A. 연구의 배경과 목적

여학생들은 전체적으로 볼 때 계산(computation)과 같은 낮은 인지수준(Low cognitive level)의 사고를 요구하는 문제에서, 남학생은 추론(reasoning)이나 다단계 문제해결(multiple-step problem solving)과 같이 높은 인지수준(high cognitive level)의 사고를 주로 하는 문제를 잘하는 것으로 나타났다. 따라서 수학 성취도에 있어서의 성별 차이가 학년이 올라감에 따라 점점 가중되는 것은 교육과정 자체에서 높은 인지수준의 내용을 다루는 비율이 높아진다는 측면에서도 이해될 수 있다.

학교급이 높아지면서 여학생의 수학 성적이 남학생에 비해 떨어지고 여성은 비교적 낮은 인지수

준을 그리고 남성은 높은 인지수준의 사고를 요구하는 문제를 잘한다는 연구 결과는 통계적인 자료가 뒷받침되지 않더라도 대개 통념으로 받아들여지고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 국립교육평가원에서 전국적으로 매년 실시하는 학업성취도 평가자료를 사용함으로써 동일한 시점에 전국의 초등학교, 중학교, 고등학교에 다니는 남학생과 여학생의 수학 성취도에 관한 정보를 한 눈에 파악하여, 실제로 수학 검사의 난이도에 따라 성별 학업성취도에 차이가 있는지 알아보려고 한다.

1. 연구 문제

'95년 초, 중, 고등학교에 실시된 학업성취도 평가자료 중 수학 교과자료를 사용하여 첫째, 초, 중 고등학교에서의 수학 성취도의 난이도를 조사하고, 둘째, 성별 수학 성취도 차이를 통계적으로 검증하여 검사의 난이도가 성별 성취도와 연관이 있는지를 조사해 보며, 마지막으로 수학 점수가 80점 이상인 학생의 성별 백분율을 비교하여 높은 점수대에서 남녀 백분율을 차이를 조사해 본다.

B. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

초등학교 4학년 6,500명, 5학년 6,520명, 6학년 7,410명, 중학교 1학년 8,500명, 2학년 8,500명, 고등학교 1학년 8,200명, 2학년 중 인문계 4,000명, 자연계 4,000명을 대상으로 국어, 수학, 사회, 자연(과학), 영어 과목에 대한 학업 성취도를 통해 알아보았다.

2. 연구 방법

각급 학교의 수학 학업성취도 평가에 나타난 성별 차이의 분석은 상위50% 학생 자료를 사용하여 이루졌다. 먼저 학업성취도가 시행된 각 교과목의 평균을 조사하여 수학 검사의 난이도를 살펴보고, 성별 수학 성적의 차이를 검증하고, 남학생과 여학생의 수학 점수대별 분포를 비교한다.

C. 결론

학교급별 수학 평균을 비교하면 고등학교 2학년 인문계 수학 검사지가 가장 어려우며 중학교 2학년 수학 검사지와 초등학교 6학년 검사지가 가장 쉬운 것을 알 수 있다. 이 결과는 성별 평균의 차이에 그대로 나타나서 고등학교 2학년 인문계 성별 평균의 차이가 가장 크게 나타나며 중학교 2학년과 초등학교 6학년 성별 평균의 차이가 가장 적게 나타났다. 그리고 초등학교 4학년 검사지의 난이도는 세 번째로 높으며 성별 평균의 차이가 2.34점이었으나 그 결과는 매우 유의하게 나타났다. 이것은 선행 연구들이 언급한 초등학교 저학년에서는 성별 차이가 없다는 결론과는 다르다. 따라서 이 결론이 일반적인 통념으로 일반화 될 수 없을 것 같으며 성별 수학평균의 차이에 영향을 주는 여러

가지 요인이 있을 것이나 본 연구의 결과에 의하며 검사의 난이도가 성별 차이에 많은 영향을 주는 요인 중의 하나로 보인다. 그리고 성별 백분율의 차이를 살펴보면 난이도가 높거나 낮거나 수학점수가 80점 이상인 학생 중에는 남학생이 더 많으며 난이도가 높아지면 남학생이 많아지는 현상은 심화되어 나타난다.

수학검사의 난이도가 다른 교과에 비해서 높아서 여성들에게 불리하게 작용한다는 점이다. 학교급간의 국어검사의 난이도는 72.88-81.54사이에 있어서 다른 교과에 비해 난이도가 안정적이며 여학생의 성적이 남학생보다 높았다. 그러나 학교급간 수학검사의 난이도는 49.82-77.61사이에 있어서 수학검사는 학교급별로 난이도 차이가 가장 심한 교과로 보인다. 수학검사의 난이도가 어려운 경향은 대학수학능력시험에서도 거의 매년 나타나서 수리영역I의 난이도가 높게 출제되면 여학생들이 대학에 진학할 때 어려움을 겪는 것은 잘 알려진 사실이다. 고등학교 수학검사가 어려운 현상은 내신 성적에 그대로 적용되어 여학생들의 내신 성적이 남학생에 비해 나빠지며 이것은 대학에 진학할 때 여학생들은 본인이 원하는 학과를 지망하는데 어려움을 주는 것으로 연결될 것이다. 이것은 여성의 사회 진출은 어렵게 하는 결과를 낳는다. 바꾸어 말하면 여성이 여러 전문 분야로 진출을 하는데는 수학이 걸림돌이 될 수 있다는 것이다. 따라서 여성의 수학 성취도의 수준을 높이기 위한 많은 연구가 강화되어야 할 것이며 더불어 인문계나 예술계와 같은 높은 수준의 수학이 필요하지 않은 대학에서는 수학 성취도에 가중치를 낮게 주어서 대학 진학시 성별 불평등의 문제점을 적극적으로 줄여나가야 할 것이다.

V. 수학적 창의력에서의 성별 차이에 관한 연구: 다답형 문항에 대한 반응을 중심으로

A. 연구의 필요성 및 목적

21세기 정보화 시대에는 어느 시대보다도 수학이 중요한 위치를 차지하게 될 것이며, 따라서 수학적 창의력이 있는 인재를 필요로 하게 될 것이다. 그러나 수학적 능력에서 성별 차이가 존재한다는 연구 보고가 있다. 즉, 여학생이 남학생보다 수학적 능력에 있어서 뒤떨어진다는 사회적 통념이 지배적이라는 것이다. 그 동안 수학적 능력에서의 성별 차이를 알아보기 위하여 1995년 초·중·고등학교 수학 학업성취도 결과를 내용영역별, 행동영역별, 문제유형별로 성별 분석을 하였고, 수학에 대한 태도나 귀인검사에서의 성별 차이, 공간 능력에서의 성별 차이에 관해 검사를 실시하여 연구하였다.(권오남·박경미, 1995). 본 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 다각도

로 종합·분석하여 성별 차이가 존재하는 영역을 구체적으로 조사해보도록 하겠다.

1. 연구문제

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

B. 수학적 창의력에서의 성별 차이에 대한 연구 고찰

1. 수학적 창의력에 대한 정의

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 하위 요인으로 유창성, 융통성, 독창성, 정교성을 고려한다.

2. 수학적 문제해결 과정에 대한 연구

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(Lowd & Over, 1993; McCoy, 1994; 백한미, 1997), 미약하게나마 성별 차이는 존재함을 볼 수 있었고(Fennema, 1990; McCoy & Dohl, 1989), 전략의 사용이나 범하고 있는 수학적 오류의 정도가 유사했다.

3. 다답형 문항을 통한 수학적 능력의 측정에 대한 연구

Silver, Leung & Cai(1995)는 미국의 4, 5학년 학생들에게 다양한 방법으로 답을 찾을 수 있는 구슬 세기 문제를 제시하여 성별 차이가 있는지 분석하였다. Gillian 등(1988)은 인지 작용(cognitive functioning)과 인성(personality)의 성차가 밀접하게 관련이 되어 있고 이것은 성 차별화된 사회화 과정에서 기인한다는 Block의 성 특성화 이론을 4-8학년의 영재아들을 대상으로 연구하였다. 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.

C. 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.

2. 검사도구

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 송상현(1998)의 수학 창의적 문제 해결력 검사에서 사용하였던 문항 중 하나를 변형하여 인용하였다. 변형과정에서 9개의 점으로 구성된 검사문항을 학생들의 사고의 범위를 넓혀주기 위해 16개의 점으로 확장하여 사용하였다. 일반적으로 교육과정에서 도형이라고 하면 기본도형과 볼록 다각형을 중심으로 예시하고 있기에 학생들이 불규칙적인 도형이나 오목다각형은 고려하지 않는 제한된 사고를 극복할 수 있도록 검사지에서는 도형 그리기라는 용어대신에 ‘모양 만들기’라는 용어를 사용했다.

3. 검사의 실시, 채점 및 결과분석 방법

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

유창성 점수는 각 문항에 대한 옳은 반응의 개수에 1점씩 부여하여 계산하였다.

융통성 점수는 각 유형의 요인별 점수의 합으로 계산하였다.

독창성 점수는 반응의 빈도수를 확인하고 반응의 수학적 의미와 가치, 계산의 효율성, 아이디어의 독특성과 유용성 또는 희소성을 고려하여 차등적으로 1, 3, 5점으로 점수를 부여하였으며 합산한 전체 점수의 상한선은 두지 않았다.

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

D. 자료 분석 및 연구 결과

1. 답안의 유형별 요인 및 결과 분석

(1) 구슬 세기 문제

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

(2) 도형 그리기 문제

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

(3) 문항 간 및 문항 내 하위 요소들간의 상관관계

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.

2. 연구 결과

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

E. 결론

지금까지 다답형 문항에 대한 반응을 통해 수학적 창의력의 하위요소인 유창성, 융통성, 독창성, 정교성에서 성차가 존재하는지를 살펴보았다. 수학적 창의력과 수학적 문제해결력에서의 성별 차이에 대한 문헌들을 고찰한 뒤 그 내용을 바탕으로 구슬 세기 문제와 도형 그리기 문제에 대한 학생들의 반응을 분석한 결과, 정교성과 독창성의 일부분을 제외하고는 전반적으로 통계적으로 유의미한 성차가 나타나지 않음을 확인하였다. 구슬 세기 문항은 대수 영역으로, 도형 그리기 문항은 기하 영역으로 본다 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, 남녀학생에게 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 능력이 차이가 없다는 교사의 신념 또한 학생들에게 중요한 역할을 할 것이다.

VI. 고등학교 학생의 계열 선택에 대한 연구: 성별 차이를 중심으로

계열선택양상 및 계열선택에 영향을 주는 요인에 있어 성별 간에 유의미한 차이가 있는지를 조사

한 이 연구는 고등학교 학생의 전반적인 계열별 분포를 알아보기 위하여 서울 지역 8개 학교를 대상으로 인문·자연계열 분포 현황을 조사하였다. 발견된 본 연구 조사 결과들을 종합적으로 분석해 볼 때, 자연계열을 선택하는데 있어서 여학생과 남학생 사이에는 보이지 않는 조건의 차이가 상당히 작용하고 있음을 읽을 수 있다. 수학에 대한 자신의 적성과 능력에 대해 상당한 확신을 갖고 있는 여학생들만이 자연계열을 선택하는 반면, 그 보다 비교적 약한 정도의 적성과 확신을 갖고서도 많은 남학생들이 자연계열을 선택하고 있다는 사실은 자연계열을 선택하는데 남녀가 처한 위치가 동일하지 않음을 시사한다. 이런 위치의 차이는 남학생들이 여학생들 보다 계열선택에서 직업관, 장래 취업 및 대학 진학을 더 고려한다는 사실에 의해 어느 정도 설명될 수 있을 것이다. 이것은 남학생이 자신의 계열선택의 문제를 졸업 후의 장래 직업문제와의 연결선 상에서 파악하는 경향이 더 강함을 드러내주는 것이다. 이런 차이가 나타나는 원인은 우리 사회 문화적 제도 전반 현실에서 찾아야 할 것이다. 교육과정이 곧 직업과 연결되는 남성의 경우에 비해 여성의 교육은 직업과 연결되기 힘든 현실적 여건이, 계열 선택을 하는데서 여학생으로 하여금 단지 '자신의 적성이 무엇에 맞고 잘하는가' 내지는 '부모님의 기대'라는 개인적이며 가족 차원의 고려들에 의존하게 만드는 반면, 남학생에게는 '직업이나 취업'과 같은 사회적 조건들을 복합적으로 고려하게 만드는 것이라 분석할 수 있다. 더 나아가서, 수학관련 직종에서의 남성 편중 현실은 여학생들로 하여금 수학 관련 전공을 살린 직종에서 성공할 수 있으리라는 기대를 하기 힘들게 한다. 여학생이 자연계열을 선택하는데는 남학생보다 더 많은 용기와 의지를 우리의 현실이 요구하고 있는 것이다. 이것은 계열선택에서의 남녀 불균형 문제의 핵심은 학교 교육 내부에 있다기 보다는 그 학교 교육이 위치해있는 우리 사회 문화 전반적 맥락에 걸쳐있음을 의미한다. 따라서 이 불균형을 줄이는 문제는 근본적으로는 우리의 가부장적 삶의 질서 자체의 변화와 맞물려 있음을 인식해야 한다. 그러나 우선, 본 연구 결과에서 제안할 수 있는 구체적인 방안은 여학생의 경우 직업에 대한 의식을 강화하는 교육이 필요하다는 점이다. 또한 부모(특히 어머니)의 영향력이 매우 큰 만큼 여성의 삶에서 직업이 갖는 중요성에 대한 교육이나 전통적인 성 역할 고정관념을 깨치는 부모교육이 필요하다는 점이다.

고등학교 남학생과 여학생의 계열 선택 양상은 어떠하고, 계열 선택에 영향을 주는 요인에 있어 성별간에 어떠한 차이가 있는지 조사한 본 연구는 계열선택에서의 성비 불균형 문제 해결 방안을 보다 심도 있게 구체화하는 연구들에 기초가 될 수 있을 것이며, 이런 연구들을 통해 본 연구가 목표했던 의도가 달성될 수 있을 것이다.

VII. 고등학교 남녀 학생의 수학능력에 대한 담론 연구

이 연구는 성별간 뿐만 아니라 성별내, 지역별, 학년별로 수학적 능력의 차이가 존재한다는 1, 2차 년도의 연구결과를 기초로 수학능력에서의 성별 차이가 만들어지는 과정에 주목하고자 성별의 관점에서 수학에 대한 고등학교 학생들의 관념, 태도 등을 형성하고 영향을 주는 담론 들에 대한 질적

연구이다. 서울의 2개 남녀 공학 고등학교 학생들 중 상위 10%이내의 성적인 12명의 학생들과의 면접을 통해, 현재 그들을 지배하고 있는 수학과 관련된 성 담론들이 무엇인가를 알아보고, 이들이 어떤 과정을 거쳐 생성 유포되며, 실제로 학생들에게 어떤 영향을 미치는지 알아보았다. 연구결과에 따라 수학 능력을 둘러싼 몇 가지 통념들을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 대부분의 학생들은 생물학적으로 남성은 수리 능력이, 여성은 언어 능력이 뛰어나서 수학 능력에서 성별 차이가 있다고 믿는다. 이 믿음은 수학 능력을 둘러싼 강한 신화로 남학생과 여학생 모두에게 깊이 각인되어 남학생들에게 수학에 대한 친화력을 갖게 하는 긍정적인 작용을 하는 것으로 보인다.

둘째, 대부분의 학생들은 성별에 따라서 학습 방식이 다르다는 점을 깊이 인식한다. 즉 남학생을 이해력에 기초하여 수리 영역을 잘하고 응용력이 있으며, 여학생을 암기력에 기초하여 언어 영역을 잘하고 응용 능력이 떨어진다는 믿음이다. 이 믿음은 남학생들에게는 어려운 수학 문제에 도전할 용기를, 여학생들에게는 쉽게 포기하고 좌절하는 요인으로 영향을 줄 수 있을 것이다.

셋째, 고3 역전설로 남학생들은 수학을 끝까지 포기하지 않고 노력하면 잘 할 수 있다는 심리적 안정을 가지고 수학 공부를 계속한다. 그러나 여학생들은 수학 성적이 뛰어난 학생들도 고3이 되면 위기감을 느끼며 수학에 대한 자신감을 쉽게 상실하는 결과를 초래한다.

이러한 통념이 재생산되는 메카니즘 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 수학에 대한 태도와 성취 동기를 고무시키는데 부모의 영향을 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 진로 및 직업과 관련하여 딸과 아들에게 다른 태도를 보임으로써 수학 관련 분야의 접근이 어려운 것으로 나타났다.

둘째, 교사들이 언급하는 위의 세 가지 통념에 대하여 학생들은 의심 없이 받아들이며 남자는 직장 and 생계 부양, 여자는 가정이라는 전통적인 성 역할관을 가진 교사로부터 남녀 학생에게 각각 다른 성취 동기를 부여받는 것으로 보인다.

셋째, 수학적 능력이 여성성과 대립된다는 사실을 간파한 여학생들은 자신이 수학에 흥미를 느껴도 애써 감춰야 하는 상황까지 생긴다. 즉 여학생들이 남성의 능력으로 특권화된 영역 특히 수학이라는 과목에 관심을 기울일 때 주위의 시선이 여학생들의 학습 의욕을 좌절시킬 수 있다는 결과가 나왔다.

넷째, 남학생은 자연계열, 여학생은 인문계열로 편중되는 현상과 함께 수학과 관련된 공과나 이과 계통 직업에 대부분의 남학생들이 종사하기를 희망한다. 따라서 여학생들은 성 차별적인 사회 질서에 대한 도전보다는 그 질서를 수용함으로써 기존 질서는 재생산되고 있는 실정이다. 이상의 수학 능력을 둘러싼 사회적인 통념과 이 통념이 재생산되는 메카니즘을 살펴보면 고등학생들에게는 사회 전반에 깊이 뿌리내리고 있는 전통적인 인식 구조가 지배하고 있는 것을 알 수 있다. 21세기가 멀지 않고 빠르게 변해 가는 현대 사회에서 남자는 직장, 여자는 가정이라는 성역할에 대한 인식이 별로 많이 바뀌지 않았다. 남학생들은 생계 책임자로서 직장 또는 진로의 결정과 관련하여 고등학교에서

계열을 선택할 때 많은 이과 관련 직업을 고려한다. 이때 이과계열은 수학 능력에 많은 비중을 두며 이것은 남학생들이 수학을 잘하도록 강요하는 요인으로 작용한다. 이러한 현상은 수학 능력에 대한 사회적인 통념과 함께 수험 능력의 성별 차이를 심화시킨다. 그리고 이것은 제3차 수학·과학 학업 성취도 국제 비교 연구(TIMSS)에 참여한 세계 45개국 중에서 우리 나라가 수학 성취도의 성별 차이가 가장 큰 국가라는 결과로 나타났다(Beaton et al, 1996). 수학 능력의 차이를 줄이기 위하여 여러 가지 방법이 다양하게 시도되어야 할 서 같다. 본 연구에서 언급한 것처럼 학생의 수학 능력을 둘러싼 통념에 영향을 주는 사람들은 부모, 교사, 또래 집단일 것이다. 하지만, 본 연구에서는 고등학교 학생들의 수학에 대한 태도와 성취 동기를 고무시키는 데 부모의 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 따라서 수학 능력에 대한 통념을 없애기 위해서는 학교에서 교사의 역할이 매우 중요한 것으로 보인다. 부모 다음으로 가장 가까이 믿고 따르는 사람은 교사로서 교사의 성 역할관에 대한 인식의 전환이 우선 절실한 것 같다. 물론 사회 전반에 걸쳐있는 성역할론에 대한 인식을 하루 아침에 바꿀 수는 없지만 교사연수, 홍보 등을 통한 다양한 방법으로 시도할 수 있을 것이다. 또래 집단의 사고방식은 사회 전반의 흐름과 같이 할 것으로 사려된다. 따라서 수학 교사에 대한 연구로서 남녀 학생의 수학 능력과 연관된 태도, 인식 등에 관한 연구가 추후의 과제로 남는다.

VIII. 여성의 인지 과정의 특성 및 이를 고려한 수학 교수·학습의 원리

이 연구의 목적은 Gilligan과 Benlenky 등의 이론에 입각하여 여학생의 인지 과정의 특성을 정리하고, 이를 고려하여 성 중립적인(gender-free), 더 나아가 양성평등(gender-equitable) 수학 교수·학습의 원리를 도출하고 그 예를 탐색해 보는 것이다. 양성평등 교육은 남녀 모두에게 동일한 교육 내용을 동일한 방법으로 제공한다는 고전적인 의미도 있으나, 보다 합리적인 해석은 양성의 특성과 차이에 적합한 교육을 제공한다는 것이다. 본고가 취하는 입장은 후자로, 성별에 따른 사고 특성에 따라 교수-학습 방법이나 내용을 다소간 달리함으로써 수학에 있어서의 양성평등 교육을 실시하고자 하는 것이다. 이를 통해 성별에 따른 수학 교수·학습에서의 불평등 현상과 성차별 관례를 제거하고, 양성 모두가 자신의 잠재 능력을 개발할 수 있는 기반을 마련하고자 하였다.

Belenkey 등은 Gilligan의 연구를 바탕으로, 학생들의 인지 발달 단계를 구분하였는데, 남성과 여성의 차이는 '분리된 인지(separate knowing)'와 '연결된 인지(connected knowing)'로 집약시킬 수 있다. 그런데 현재까지의 수학 교수·학습은 남성에게 보다 적합한 분리된 인지 방식을 중심으로 진행되어 온 경향이 있다. 즉 수학에 있어서의 절대 진리와 확실성을 추구하고, 추상화와 논리적 엄밀성에 터한 연역적인 증명을 강조하여 왔기 때문에, 여성에게 많이 나타나는 연결된 인지자의 학습 특성에 부합되는 직관이나 경험의 중시, 추측과 일반화, 귀납화, 풍부한 상황이나 문맥과의 연결 등은 경시되어 온 경향이 없지 않다.

이 연구는 현재까지의 수학 교수·학습이 남성의 인지 구조에 유리한 방식으로 이루어져왔음에

문제의식을 갖고 남녀의 인지 구조와 과정을 동등하게 고려하는 양성 평등의 수학교육을 이루어나기 위한 방안을 모색하였다. 결과적으로 볼 때, 반드시 양성평등 교육에만 적용되는 특수한 원칙이 아니라 보편적인 수학 교수·학습이 추구하는 일반적인 원칙이 되기는 하였으나, '학생의 경험 존중', '소집단 활동을 통한 협력학습', '수학적 프로젝트의 수행'이라는 세 가지 원리를 설정하였다.

첫째, 학생의 경험 존중은 수학의 내용을 시각화하고 모델화하거나 혹은 공학적인 도구를 이용함으로써 학생의 구체적인 경험과 결부시키자는 것이다. 예를 들어 사다리꼴과 평행사변형 사이의 포함 관계를 다룬다고 할 때, 각각의 정의에 기초하여 '평행사변형이면 사다리꼴이나 그 역은 성립하지 않는다'는 연역적인 추론을 할 것이 아니라 Geometer's Sketchpad를 이용하여 직접 조작하고 실험해봄으로써 포함관계를 도출하도록 하는 것이다.

둘째, 소집단 활동을 통한 협력학습은 여학생들은 경쟁적인 분위기보다는 상호협조적인 분위기를 선호한다는 점에서 소집단 활동을 통한 협력학습은 설득력을 갖는다. 협력학습은 최근 초·중등 교육에서 가장 큰 영향력을 행사하고 있는 열린교육에서 선호하는 대표적인 교수·학습 방법으로, 소집단은 남녀를 혼합하여 구성할 수도 있고, 성별로 분리하여 구성할 수도 있다. 마찬가지로 성취수준이 높은 학생과 낮은 학생을 혼합하거나 분리하는 이질 능력 집단과 동질 능력 집단의 구성이 가능하다. 존슨과 존슨(Johnson, & Johnson, 1975)은 교수·학습 과정에서의 협동이라는 측면을 중심으로, 협동 학습, 경쟁 학습, 개별 학습으로 구분하고 다음과 같이 비교·설명하고 있다. 협동 학습에서는 소규모의 집단에 공통의 학습목표가 주어지고, 이것을 달성하기 위해 구성원이 서로 도우면서 학습하게 된다. 협동 학습에서는 타인이 성공해야 자신도 성공할 수 있음을 인식하게 되므로, 집단 모두에게 이익이 되는 결과를 얻으려고 노력하는 긍정적인 상호의존성을 갖게된다.

셋째, 현재까지의 수학교육의 문제이자 여학생들이 수학을 경원시한 원인 중의 하나는 수학적 사고가 형성되어 온 역동적인 과정을 거두절미하고 박제화된 알고리즘으로 가르치는 '화석화된 수학'에 있다고 할 수 있다. 수학의 발생 과정을 둘러싼 다양한 논의와 풍부한 맥락이 실종된 '단힌 수학'을 그 자체로 가치롭다고 생각하고 가르치는 관행은 수학교과가 학생들에게, 특히 여학생들에게 혐오 과목으로 자리매김되고 있는 현상과 무관하지 않을 것이다. 수학이 얼마나 의미 풍부한 것인지, 수학이 얼마나 아름답고 유용한 것인지, 얼마나 인간의 삶과 자연 세계와 밀접한 관련이 있는 것인지 알도록 단힌 수학을 열어 가르쳐야 학생들이 수학을 자신에게 의미있는 것으로 받아들일 수 있다. 이러한 단힌 수학을 여는 데에는 프로젝트의 수행이 큰 역할을 할 수 있다.

프로젝트는 학습자가 탐구하고 싶은 주제를 스스로 선택하고, 이에 관한 정보를 수집하고 분석하고 결론 짓는 일종의 창의적인 주제탐구 학습활동을 말한다. 따라서 대개의 경우 프로젝트의 결과는 정형화되어 있지 않으며, 열린 반응을 요구하는 일종의 수행과제의 형태를 띠게 된다. 프로젝트의 수행을 위해서는 자료의 수집에서부터 해결을 위해 필요한 수학적 지식과 사고 방법, 결과 분석과 결론에 이르기까지, 학생이 주도적으로 결정하게 되므로, 수학적 탐구력, 비판적 사고력, 창의적 문제해결력, 의사결정력, 의사소통 능력 등의 고등사고기능이 종합적으로 요구되는 경우가 대부분이다. 프

로젝트에 포함될 수 있는 내용으로는 실생활 문제 상황의 해결, 수학과 인접 교과와 내용 연계, 주어진 자료의 해석, 수학적 개념에 대한 찬반토론, 수학적 모델링을 통한 문제의 해결, 주어진 수학적 주제의 탐구, 수학사에 나타난 아이디어의 적용, 게임의 수행이나 패러독스의 탐구, 신문 활용 교육의 이용 등이 있다.

IX. 양성평등 수학교육을 위한 과제

“여성은 수학을 못한다”는 우리사회의 일반적 통념은 근거 있는 것인가? 와 관련하여 앞의 연구결과들을 종합해 보면 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다.

첫째, 수학 성취도 검사와 공간능력 검사에서 어느 정도의 성별 차이가 있음을 확인해 볼 수 있었다. 그러나 여기에서 확인된 차이가 성별에 기인한다고 볼 수는 없었다. 왜냐하면 공간능력에서는 성별 차이라고만 해석하기 어려운 다른 여러 변인들이 있음을 발견하였기 때문이다.

둘째, 수학검사의 난이도에 따른 성별 학업성취도에 관한 연구결과에서 우리가 주목할 점은 수학 검사의 난이도가 다른 교과에 비해서 높아서 여성들에게 불리하게 작용한다는 점이다. 비교해서 말하자면, 학교 급간의 국어검사의 난이도는 72.88-81.54사이에 있어서 다른 교과에 비해 난이도가 안정적이며 여학생의 성적이 남학생보다 높았다. 그러나 학교 급간 수학검사의 난이도는 49.82-77.61사이에 있어서 수학검사는 학교 급별로 난이도 차이가 가장 심한 교과로 보인다. 수학검사의 난이도가 어려운 경향은 대학수학능력시험에서도 거의 매년 나타나서 수리영역I의 난이도가 높게 출제되면 여학생들이 대학에 진학할 때 어려움을 겪는 것은 잘 알려진 사실이다. 고등학교 수학 검사가 어려운 현상은 내신 성적에 그대로 적용되어 여학생들의 내신 성적이 남학생에 비해 나빠지며 이것은 대학에 진학할 때 여학생들은 본인이 원하는 학과를 지망하는데 어려움을 주는 것으로 연결될 것이다. 이것은 여성의 사회진출을 어렵게 하는 결과를 낳는다. 바꾸어 말하면 우리 나라 대학 입시 제도하에서 여성이 여러 전문 분야로 진출을 하는데 수학이 걸림돌이 될 수 있다는 것이다. 따라서 여성의 수학 성취도의 수준을 높이기 위한 많은 연구가 강화되어야 할 것이며 더불어 인문계나 예술계와 같은 높은 수준의 수학이 필요하지 않은 대학에서는 수학 성취도에 가중치를 낮게 주어서 대학 진학시 성별 불평등의 문제점을 적극적으로 줄여나가야 할 것이다.

셋째, 수학적 창의력에서의 성별 차이에 관한 연구에서 창의력과 관련된 문제에 대한 남녀학생들의 반응을 분석한 결과, 정교성과 독창성의 일부분을 제외하고는 전반적으로 통계적으로 유의미한 성차가 나타나지 않음을 확인하였다. 따라서 여학생들에게 부족한 수학에 대한 자신감을 갖게 하여, 여학생들도 남학생들과 마찬가지로 자신감을 가지고 다양한 방법으로 문제에 접근할 수 있도록 어려서부터 남녀학생들이 동등한 수학적 경험을 갖도록 하는 것이 중요하다.

넷째, 고등학교 학생의 계열선택에 대한 연구에서 볼 수 있는 것은 계열 선택에서의 성비 불균형 문제의 핵심은 학교 교육 내부에 있다기보다는 그 학교 교육이 위치해 있는 우리 사회 문화 전반적

맥락에 걸쳐 있다는 것이다. 따라서 성비 불균형 문제를 해결하기 위한 방안을 보다 심도 있게 구체화하고 여학생의 경우, 직업에 대한 의식을 강화하는 교육이 필요할 것이다.

다섯째, 고등학교 남녀 학생의 수학능력에 대한 담론 연구에서 나타난 바와 같이 고등학생들에게는 사회 전반에 깊이 뿌리내리고 있는 전통적인 의식구조, 즉 수학 능력을 둘러싼 통념들이 지배하고 있다. 이 통념에 영향을 주는 사람으로 부모, 교사, 또래 집단이 있을 수 있으나 그 중에서도 교사의 영향이 가장 크므로, 이런 통념들을 없애기 위해서는 교사가 성 역할관에 대한 인식의 전환을 가지고 학생들을 지도해 나가야 할 것이다.

여섯째, 여성의 인지 과정의 특성 및 이를 고려한 수학 교수·학습의 원리에 관한 연구에서는 수학 교수·학습이 남성의 인지구조에 유리한 방식으로 이루어져왔음을 문제로 인식하고 양성평등 교육을 위한 다양한 원리를 세워보았다. 이 연구 결과에 비추어 보았을 때, 남녀의 인지구조와 과정을 동등하게 고려하는 양성평등의 수학교육을 이루어 가야 할 것이다.

수학적 능력에 있어서의 성별 차이에 대한 이전의 연구들은 그 차이를 대부분 선천적인 생물학적 특성으로 설명하였으나, 최근의 연구들은 사회화 과정의 차이에 관심을 집중시키고 있다. 즉, 남녀에게는 타고난 생물학적 특성 때문에 수학적 능력에 있어 어느 정도의 차이가 존재하나 이는 미미한 영향력을 가지고 있을 뿐이며, 성별 차이의 많은 부분이 사회화 과정 및 여러 외부적 요인에 의해 형성되고 증폭되어 왔다고 지적하고 있다.

이상에서 살펴본 “현대 사회가 요구하는 사회적 역할과 수학적 능력” 과제의 연구 결과에 비추어 양성평등을 위한 수학교육의 과제에 주는 함의를 찾아보면 다음과 같다. 첫째, 가장 중요한 사회적 요인인 교사는 수학적 능력에 있어 성별 차이가 존재하리라는 선입견을 버리고, 수학 수업 시간에 위축되어 있는 여학생들에게 자신감을 회복시켜 주는 것이 중요하다. 둘째, 수학 교재에 잔존해 있는 남녀 차별적 요소를 청산하는 것이다. 여학생의 관심사를 내용 설명이나 문장제의 소재로 삼고, 또한 각 단원의 도입부분에 언급되고 있는 수학자 칼럼에서 여류 수학자를 소개하여 여성도 수학 분야에서 뛰어난 업적을 남길 수 있다는 가능성을 시사해 줄 수 있다. 셋째, 남학생들에게 유리한 선다형의 시험 유형을 여학생들에게 유리한 서술형과 절충하는 것도 생각해 볼 수 있다. 넷째, 무엇보다도 중요한 것은 가정과 사회에서 전반적으로 불리하게 조성되어 있는 여성의 수학적 능력에 대한 선입관을 서서히 불식시켜 나가는 노력일 것이다. 다섯째, 여학생의 인지과정을 고려한 수학 교수-학습의 원리에 기반한 여성 친화력 프로그램을 개발할 필요가 있다. 외국의 경우, 오래 전부터 교육에서의 성차별을 시정하기 위해 다양한 법률적, 제도적 장치를 마련하고 시행해 오고 있다. 예를 들면, 양성평등교육 정책들에 의해 개발된 성평등 프로그램(미국의 과학분야 교사프로그램과 영국의 GIST프로그램), 여학생의 과학기술분야로의 진출을 촉진하기 위한 프로그램(미국의 EYH, 영국의 WISE)의 주요관심 분야는 수학 및 과학에서의 여성인력양성임을 알 수 있다. 또한 이러한 여러 가지 친화력 배양 개입 프로그램들의 공통점은 여학생들로 하여금 수학에 대해 흥미와 관심을 가지게 하고, 결과적으로 자신감을 북돋워 주어, 수학성취도를 높일 수 있게 한다는 것이며, 대부분 긍정적인 효과를 얻

있음을 주시할 필요가 있다. 우리 나라에서도 문화와 현실에 맞는 양성평등을 위한 수학 프로그램을 개발하여 여성 인력의 최첨단 과학기술 진출을 도모하여 여성의 이공계열 및 실질적인 사회 참여가 이루어 질 수 있도록 해야겠다.

앞에서도 언급했듯이 우리 나라에서 이루어진 수학적 능력에 있어서의 성별 차이에 대한 연구는 상당히 빈약하다. 우선 지금까지 살펴본 국외 연구들과 3년 연구를 바탕으로, 그 결과가 우리 나라의 실정에 맞는지를 확인해 보고 수학교육의 여성학적 관점에서의 자체 연구가 필요하다. 또한 이러한 연구들은 성별에 따른 능력차이의 존재 여부를 확인하려는 것이 아니라, 존재한다면 이로 인해 생길 수도 있는 차별적인 요소를 감소시킬 수 있는 방법을 모색하는데 도움을 주어 남녀가 경험하는 생활의 장에서의 차별을 없애고 여성인력을 적극 개발하고자 하는데 그 목적이 있다.

참 고 문 헌

- 국립교육평가원 (1992a). 문항개발의 방법과 절차.
- 국립교육평가원 (1992b). 평가문항개발의 실제.
- 국립교육평가원 (1995a). 전국국민학교 학업성취도 평가연구.
- 국립교육평가원 (1995b). 전국중학교 학업성취도 평가연구.
- 국립교육평가원 (1995c). 전국고등학교 학업성취도 평가연구.
- 국립교육평가원 (1995d). 고등학교 학업성취도 평가 우수문항집.
- 권오남·박경미 (1995). 수학 성취도에 있어서의 성별 차이에 대한 고찰, 한국 여성학 11, pp.202-232.
- 권오남·박경미 (1996). 공간능력에서의 성별 차이에 관한 연구, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 35(2), 서울: 한국수학교육학회, pp.125-141.
- 권오남·박경미·임형·허라금 (1997). 수학 검사의 난이도에 따른 성별 학업성취도, 대한수학교육학회 논문집 7(1), 서울: 대한수학교육학회, pp.199-209.
- 권오남·백한미 (1997). 수학 문제해결 전략 선택에 있어서의 성별 차이에 대한 연구 -고등학교 1학년 학생을 중심으로-, 대한수학교육학회 논문집 7(2), 서울: 대한수학교육학회, pp.255-267.
- 권오남·박경미·임형·허라금 (1998). 고등학교 학생의 계열 선택에 대한 연구 -성별 차이를 중심으로-(preprint).
- 권오남·박경미·임형·허라금 (1998). 수학적 창의력에서의 성별 차이에 관한 연구 -다답형 문항에 대한 반응을 중심으로-. 대한수학교육학회논문집 8(2), 서울: 대한수학교육학회, pp.723-743.
- 권오남·박경미·임형·허라금 (1998). 고등학교 남녀 학생의 수학능력에 대한 담론연구, 수학교육학 1(1).
- 권오남·박경미 (1995). 수학 성취도에 있어서의 성별 차이에 대한 고찰, 한국 여성학 11.
- 권오남 (1997). 수학적 능력에서의 성별 차이-여성은 수학을 못한다?, 현대 한국 사회의 변화와 여성,

한국여성연구원 기념 학술대회 자료집, pp.83-119.

- 조숙자 (1996). 학업성취도 평가에 나타난 수리 능력에서의 성차에 관한 논의, 한국여성심리연구회지 1.
- 권오남 · 박경미 · 임 형 · 허라금 (1996). 현대 사회가 요구하는 여성의 사회적 역할과 수학적 능력, 학술진흥재단 연구보고서 (1차년도).
- 백한미 (1997). 수학 문제해결 전략 선택에 있어서의 성별 차이에 대한 연구, 이화여자대학교 교육대학원 수학교육전공 석사학위논문.
- 송상헌 (1998). 수학 영재성 측정과 판별에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 한국교육개발원 (1990). KEDI 집단지능 검사.
- 한국교육개발원 (1992). KEDI 집단지능 검사.
- 한국교육개발원 (1996). KEDI 적성검사.
- Aiken, L. (1986-1987). Sex differences in mathematical ability: A review of the literature. *Educational Research Quarterly* 10, pp.25-35.
- Benbow, C.P. (1988). Sex differences in Mathematical reasoning in intellectually talented preadolescents: Their mature, effect, possibly causes, *Behavioral and Brain Sciences* 11, pp.169-232.
- 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, pp.51-71.
- Brody, L.E., & Benbow, C.P. (1990). Effects of high school course and time on SAT scores. *Journal of Educational Psychology* 82, pp.864-875.
- Chipman, S.F.; Brush, L.R., & Wilson, D.M. (1985). *Women and mathematics: Balancing the equation*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Deaux, D. (1976). Sex: A Perspective on the Attributional Process in J. Harvey, W. Ickes, & R. Kidd (eds), *New Directions in Attribution Research* (vol.1), Hillsdale, N.J.: Lawrence Earlbaum Associate.
- Douglas A. Grouws ed. (1992). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, NCTM.
- Fennema, E. (1990). Teacher's beliefs and gender differences in mathematics. In E. Fennema & G. C. Leder (Eds.), *Mathematics and gender*, 169-187. Teachers College Press, New York.
- Fennema, E. & Tartre, L. (1987). Developmental pattern of spatial visualization in mathematics by girls and boys. *Journal for Research in Mathematics Education* 16, pp.184-206.
- Fennema, E. & Tartre, L. (1985). The use of spatial visualization in mathematics by girls and

boys.

- 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.
- Hanna, G. (1994). Should Girls and Boys Be Taught Differently?. In R. Biehler et al. (Eds.), *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*, 303-314. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Hyde, H.S.; Fennema, E. & Lamon, S.J. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin* 107, pp.139-155.
- Johnson, E.S. & Meade, A.C. (1987). Developmental patterns of spatial ability: An early sex difference. *Child Development* 58, pp.725-740.
- Johnson, D.W. & Johnson, R.T. (1975). *Learning Together and Alone: Cooperation, Competition, and Individualization*. NJ: Prentice-Hall.
- Linn, M.C. & Peterson, A.C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta - analysis, *Child Development* 56, pp.1479-1498.
- Low, R. & Over, R. (1993). Gender Differences in Solution of Algebraic Word Problems Containing Irrelevant Information. *Journal of Educational Psychology* 85(2), pp.331-339.
- Lohman, D.F. (1979). Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature (Tech. Report. No. 8). Stanford. CA: Aptitude Research Project. School Education. Stanford University.
- Maccoby, E.E. & Jacklin, C.N. (1974). *The psychology of sex differences*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- McCoy, L.P. & Dodl, N.R. (1989). Computer Programming Experience & Mathematical Problem Solving. *Journal of Research on Computing in Education* 22(1), pp.14-25.
- McCoy, L.P. (1994). Mathematical Problem-Solving Processes of Elementary Male and Female Students. *School Science and Mathematics* 94(5), pp.266-270.
- McGee, M.G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin* 86(5), pp.889-918.
- Reyes, L.H. & Stanic, G.M.A. (1985). Race, Sex, Socioeconomic Status, and Mathematics, Linn, M.C., & Peterson, A.C. Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis, *Child Development* 56, pp.1479-1498.
- 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.

- Shea, K.A. & Llabre, M.M. (1985). *Gender Difference in Colledge Students's Attributions for Success in Two Subject Areas*, paper presented at the annual meeting of the American educational research association.
- Silver, E.A.; Leung, S.S. & Cai, J. (1995). Generating Multiple Solutions for a Problem: Comparison of The Responses of U.S. and Japanese Students. *Educational Studies in Mathematics* 28, pp.35-54
- Smith, I.M. (1964). *Spatial ability: Its educational and social significance*. London: University of London Press.
- Wahl, Maureen & Besag, Frank. (1986) *Gender, Attributions and Math Performance*, Paper presented at the annual meeting of the American educational research association.
- Wolleat, P.L.; Pedro, J.D.; Becker, A.V. & Fennema, E. (1980). Sex Difference in High School Students' Causal Attributions of Performence in Mathematics, *Journal for Research in Mathematics Education*, pp.356-1980.