

## 학업성취도 국제 비교 연구(PISA)에 나타난 수학적 소양의 성별 차이에 대한 고찰

박 경 미 (홍익대학교)

최 승 현 (한국교육과정평가원)

### I. 서 론

최근 들어 사회 제 분야에서 여성의 약진이 두드러지게 나타나면서 여학생의 학습 의욕에 긍정적인 영향을 주고 있다. 여학생에게 역할 모델이 될 수 있는 여성 인력의 수가 많아짐에 따라, 여성도 높은 성취 수준에 도달할 경우 사회에 진출하여 가치 있는 활동을 할 수 있다는 가능성을 새롭게 제시하여, 여학생의 전반적인 학습 욕구를 진작시키고 있다. 뿐만 아니라 앞으로의 시대는 여성적(feminine), 감성적(feeling), 가상적(fiction)인 것이 지배하는 3F의 시대가 될 것이라는 예측과 함께, 비율 상 '세상의 절반'인 여성이 전문 직업의 세계에 있어서도 '절반의 몫'을 할 수 있을 것이라는 전망이 심심치 않게 대두되고 있다. 이러한 전망은 갈수록 소프트화 되고 서비스지향적으로 되어 가는 경제 구조가 여성 인력을 더 많이 필요로 할 것이라는 사실과, 남성 위주의 동질적인 기업 문화보다는 남성적인 문화와 여성적인 문화가 조화를 이룰 때 생산성이 상승되므로 기업은 여성 인력 활용에 관심을 기울일 수밖에 없을 것이라는 예측 등을 토대로 하고 있다(권오남 외, 2001).

그런데 이와 같은 장미빛 전망과는 달리 2000년에 이루어진 OECD가 주관하는 학업성취도 국제 비교 연구(Program for International Student Assessment, 이하 PISA로 약칭)의 결과, 우리나라 여학생의 수학적 소양

수준은 남학생에 비하여 현저하게 낮은 것으로 드러났다. 여학생의 수학적 소양 수준과 남학생의 수학적 소양 수준 사이에 존재하는 심각한 불균형은 그 자체로서도 간과할 수 없는 문제이지만, 계열 선택과 직업 세계로의 진출이라는 거시적인 안목에서도 주목할 가치가 있다. 왜냐하면 대부분의 여학생이 계열 선택을 하는 주요 준거는 수학에 대한 호오(好惡)에서 비롯되는 경우가 많기 때문이다. 즉 수학에 대한 호감이나 높은 성취도 때문에 자연 계열을 선택하고, 수학에 대한 반감이나 낮은 성취도 때문에 인문 계열을 선택하는 경우가 대부분이다.

이러한 점에 비추어 볼 때 수학에서 여학생의 열세는 상급학교 진학을 저해하는 요인이 되고, 실사 대학에 진학하더라도 인문 계열의 전공에 치우치게 된다. 대학 전공별 남녀 학생 비율 보면, 인문계 전체 학생 중 여학생이 차지하는 비율은 36%, 자연계의 경우는 22%로 인문계에 편중되어 있다. 실제 자연계에는 가정 계열의 학생이 포함되어 여학생의 비율이 높아진 것으로, 공학 계열만을 고려할 경우 여학생의 비율은 13%로 더 낮아진다(교육부, 2000). 그런데 인문 계열은 자연 계열에 비하여 전문 직업인으로 진출하는 비율이 상대적으로 낮다. 이러한 점들을 종합적으로 고려할 때, 수학에서의 열세는 고등 교육 수혜 기회와 더 나아가 직업 세계로의 진출에 까지 영향을 미친다고 할 수 있다.

본 연구는 이러한 점을 염두에 두고 PISA의 수학 결과를 성별 차이라는 관점에서 분석하고 그 양상을 구체적으로 파악하고자 한다. 또 PISA 결과에 나타난 수학적 소양의 성별 차이를, 이와 관련된 기존의 연구나 이론의 관점에서 조망하고 성별 차이를 감소시키기 위한 방안을 모색하고자 한다.

\* 2002년 1월 투고, 2002년 11월 심사 완료.

\* ZDM분류 : D13

\* MSC2000분류 : 97D10

\* 주제어 : 학업성취도 국제비교 연구(PISA), 수학적 소양, 성별 차이.

## II. PISA 결과에 나타난 수학적 소양의 성별 차이

PISA는 OECD가 주관하는 국제 비교 평가로, 대부분의 OECD 국가에서 의무 교육이 종료되는 시점인 만 15세 학생을 대상으로 한다. PISA는 1998년부터 2006년까지 3년을 주기로 세 차례에 걸쳐 총 9년 동안 진행되는 데, 1주기에서는 읽기가 주영역이고 수학과 과학은 보조 영역이며, 2주기와 3주기에서는 수학과 과학이 각각 주영역이고 나머지 두 영역은 보조영역이 된다.

PISA는 학생들이 미래의 건전한 민주 시민으로 생활을 영위하는 데 필요한 읽기 소양, 수학적 소양, 과학적 소양을 측정하고자 하는 연구이다. PISA는 여러 분야의 소양(literacy)의 측정을 목적으로 하기 때문에 TIMSS나 TIMSS-R<sup>1)</sup>과 같이 교과 내용과 긴밀하게 연계되는 교과서적인 문항보다는 일상 생활에서 쉽게 접할 수 있는 다양한 상황을 위주로 하는 실생활 맥락의 문항이 검사 문항의 주류를 이룬다.

PISA 1주기에는 OECD 회원국 28개국과 비회원국 4개국 등, 총 32개국이 참여하였으며, 우리나라는 2000년 7월 전국 146개 중·고등학교 학생 5131명을 대상으로 검사를 실시하였다. PISA 1주기 자료를 분석한 결과 우리나라는 수학적 소양에 있어 32개국 중 2위를 기록하였다. PISA의 수학적 소양 점수는 미래 사회를 이끌어갈 미래의 주역들의 수학적 역량을 예측하는 지표라고 할 수 있기 때문에, 우리나라가 2위를 기록했다는 사실은 상당히 고무적인 현상으로 받아들일 수 있다. 그러나 이와 같이 화려한 결과의 이면에서 가장 심각한 성별 차이라는 어두운 현상이 드러워져 있다. 여기서는 PISA와 관련된 성별 차이를 여러 가지 관점에서 상세히 알아보고자 한다.

### 1) PISA 결과에 나타난 수학적 소양의 성별 차이

1) TIMSS는 제3차 수학·과학 성취도 국제 비교 연구(Third International Mathematics and Science Study)의 약칭이며, TIMSS-R은 TIMSS의 반복(Repeat) 연구의 약칭이다. 이 연구는 국제 교육 성취도 평가 협회(IEA)가 주관하는 연구로, TIMSS의 대상은 4학년, 8학년, 중등학교의 마지막 학년이며, 우리나라는 4학년과 8학년만 참여하였다. TIMSS-R은 1995년에 실시된 TIMSS와 4년 시차를 두고 1999년에 실시되어 그 추이를 비교하기 위한 연구로, 대상 학년은 8학년이다.

PISA 자료 분석 결과 <표 1>에 나타난 바와 같이 우리나라는 OECD 가입국 27개국<sup>2)</sup> 중 오스트리아와 더불어 수학적 소양 점수의 성별 차이가 가장 큰 것으로 나타났다(OECD, 2001, p. 276). 대부분의 국가에서 남학생 우위의 성별 차이를 보였지만, 아이슬란드와 뉴질랜드는 여학생의 수학적 소양 점수가 더 높은 반대의 성별 차이를 보였다. 대부분의 국가와 다른 경향성을 보인 국가 중 아이슬란드는 교육을 비롯한 사회의 제 분야에서 평등이 보장된 북유럽에 위치하고 있다. 잘 알려진 바와 같이 북유럽 국가에서는 철저한 사회보장 제도를 통해 지위나 물질적인 부의 정도에 따른 차별을 극소화하고 있을 뿐만 아니라 양성 평등에 대한 인식이 높다는 점에서 다른 국가와 반대의 경향으로 나타난 여학생 우위의 성별 차이를 이해할 수 있을 것이다.

<표 1> PISA 결과에 나타난 수학적 소양 점수의 성별 차이

국가명	남학생		여학생		성별 차이 (남-여)	
	평균	표준 오차	평균	표준 오차	평균	표준 오차
일본	561	7.3	553	5.9	8	7.4
한국	559	4.6	532	5.1	27	7.8
뉴질랜드	536	5.0	539	4.1	-3	6.7
핀란드	537	2.8	536	2.6	1	3.3
호주	539	4.1	527	5.1	12	6.2
캐나다	539	1.8	529	1.6	10	1.9
스위스	537	5.3	523	4.8	14	5.0
영국	534	3.5	526	3.7	8	5.0
벨기에	524	4.6	518	5.2	6	6.1
프랑스	525	4.1	511	2.8	14	4.2
오스트리아	530	4.0	503	3.7	27	5.9
덴마크	522	3.1	507	3.0	15	3.7
아이슬란드	513	3.1	518	2.9	-5	4.0
스웨덴	514	3.2	507	3.0	7	4.0
아일랜드	510	4.0	497	3.4	13	5.1
노르웨이	506	3.8	495	2.9	11	4.0
체코	504	4.4	492	3.0	12	5.2
미국	497	8.9	490	7.3	7	5.4
독일	498	3.1	483	4.0	15	5.1

2) 네덜란드는 표집 학교의 평가 참여율이 PISA의 기준에 미달하여 국가간 비교 분석에서 제외되었다.

국가명	남학생		여학생		성별 차이 (남-여)	
	평균	표준 오차	평균	표준 오차	평균	표준 오차
헝가리	492	5.2	485	4.9	7	6.2
스페인	487	4.3	469	3.3	18	4.5
폴란드	472	7.5	468	6.3	5	8.5
이탈리아	462	5.3	454	3.8	8	7.3
포르투갈	464	4.7	446	4.7	19	4.9
그리스	451	7.7	444	5.4	7	7.4
룩셈부르크	454	3.0	439	3.2	15	4.7
멕시코	393	4.5	382	3.8	11	4.9
OECD 평균	504	2.6	493	2.3	11	2.3

우리나라는 수학적 소양 점수의 성별 차이가 크게 나타났을 뿐만 아니라, 수학적 소양 점수가 낮은 집단과 높은 집단의 성별 분포에서도 편중성을 보였다. 수학적 소양 점수가 400점 이하인 학생은 남학생의 4%, 여학생의 6%로, 여학생의 비율이 더 높다. 이와 반대로 600점 이상의 수학적 소양 점수를 받은 학생은 전체 남학생의 32%, 여학생의 21%로 남학생의 비율이 높다. 즉 수학적 소양 점수의 하위권에는 여학생의 비율이 높고, 상위권에서는 남학생의 비율이 높은 것으로 드러났다.

높은 성취도를 보인 집단에서 여학생의 비율이 낮은 것은 TIMSS에서도 찾아볼 수 있는 경향으로, 성별 편중성은 학교급과 학년이 높아질수록 심화된다. TIMSS 수학 검사에서 75% 이상의 성취 수준을 보인 학생의 성비를 살펴보면, 4학년에서의 남녀 비율은 52%, 48%로 정상적인 비율인 50%, 50%에서 크게 벗어나지 않는다. 그러나 8학년에서는 75% 이상의 성취 수준을 보인 학생 중 남녀 비율은 각각 53%, 47%, 중등학교의 마지막 학년에서는 그 비율이 63%, 37%로 점점 더 편차가 커지게 된다(Mullis, et al, 2000a, pp. 34-36).

2) PISA와 TIMSS, TIMSS-R의 성별 차이 비교

PISA의 수학 검사에서 나타난 성별 차이는 비슷한 시기에 이루어진 다른 국제 비교 연구와 비교해서 논의할 필요가 있다. 1995년에 실시된 TIMSS에서 우리나라 학생들의 수학 성취도의 성별 차이는 17점으로, 이란에 이어 두 번째로 큰 차이를 보였다. 그러나 1999년 실시된 TIMSS-R에서는 성별 차이가 급격하게 감소하여 성취도

평균의 차이는 5점이었다. 실제 우리나라는 TIMSS와 TIMSS-R의 수학 성취도를 비교할 때 성별 차이라는 측면에서 유일하게 통계적으로 유의미한 변화를 나타낸 국가였다(Mullis, et al, 2000b). 여기서 제기될 수 있는 의문은 1999년 중학교 2학년을 대상으로 한 TIMSS-R에서 통계적으로 무시할 수 있을 정도로 미미하게 나타난 성별 차이가 2000년 고등학교 1학년을 대상으로 한 PISA에서는 왜 참여국 중 가장 크게 나타났는지 하는 점이다.3) 그 원인에 대하여 두 가지로 추론해 볼 수 있다.

첫 번째는 학교급과 학년의 차이이다. PISA는 만 15세, 우리나라 학제에 준할 때 고등학교 1학년(중학교 3학년과 고등학교 2학년 극소수 포함)을 대상으로 하기 때문에 중학교 2학년을 대상으로 한 TIMSS-R에 비하여 학교급과 학년이 높다. 그런데 수학 성취도에 대한 성별 차이의 연구에서 밝혀진 경향 중의 하나는 학교급과 학년이 높아질수록 성별 차이가 커진다는 점이며(Linn & Hyde, 1989), 이러한 점에 비추어 PISA의 결과가 TIMSS-R보다 큰 성별 차이를 보였다는 것을 어느 정도 설명할 수 있다.

실제 학교급과 학년의 변화에 따른 성별간 차이의 정도는 TIMSS의 결과를 통하여 확인해 볼 수 있는데, TIMSS의 결과 4학년에서 8학년, 중등학교의 마지막 학년으로 갈수록 수학 성취도의 성별 차이가 증가한다. 이러한 경향을 드러내는 또 하나의 지표는 <표 2>에 나타난 바와 같이 학교급과 학년이 높아질수록 여학생 우위의 문항 비율이 낮아지고, 중등학교의 마지막 학년에 이르면 여학생 우위의 문항이 전무하게 된다는 것이다(Mullis, et al, 2000a, p. 56).

<표 2> 성별 차이의 양상에 따른 TIMSS 문항의 비율

성취 경향에 따른 문항의 종류 검사 대상	남학생의 성취도가 여학생보다 높은 문항	여학생의 성취도가 남학생보다 높은 문항	여학생과 남학생의 성취도가 유사한 문항
4학년	33%	26%	41%
8학년	44%	28%	28%
중등학교 마지막 학년	87%	0%	13%

3) 실제 1999년 실시된 TIMSS-R과 2000년에 실시된 PISA의 모집단은 동일하다. TIMSS-R의 대상인 1999년 2월 당시 중학교 2학년이었던 학생이, PISA가 실시된 2000년 7월에는 고등학교 1학년이 되었기 때문이다.

두 번째는 PISA와 TIMSS-R의 문항이 상이한 특성을 가지고 있는 점이다. Hanna(1994)는 남학생과 여학생의 특성을 ‘생소함(novelty)’과 ‘친숙함(familiarity)’으로 대별하고, 교수·학습 과정이나 평가에도 이러한 경향이 반영된다고 보았다. 예를 들어 평가 상황에서 남학생은 수업 시간에 다루어지지 않은 새로운 내용일 경우 모험심을 가지고 도전하는 반면, 여학생은 그러한 진취적인 성향을 보이는 경우가 흔하지 않다. 그 대신 여학생은 수업 시간에 다루어진 내용을 성실하게 복습하는 경향이 있기 때문에 수업에서 취급한 내용과 평가 문항에서 다루는 내용의 유사성이 높을 경우 유리한 결과를 보이는 경향이 있다. 그런데 TIMSS-R의 문항은 교육과정과 교과서에 제시된 내용과 밀접하게 관련이 있기 때문에 ‘친숙함’으로 특정 지워지는 여학생의 성향과 잘 부합되며, PISA의 문항은 교육과정이나 교과서의 내용과 직접적인 관련이 없는 새로운 문항이기 때문에 ‘생소함’으로 대변되는 남학생의 성향에 잘 어울린다.<sup>4)</sup> 이와 같은 문항의 특성은 TIMSS-R에서 여학생의 성취도가 남학생과 거의 비슷하게 나타났지만 PISA의 수학적 소양 점수에서는 성별 차이가 두드러지게 나타난 것을 부분적으로 설명할 수 있다.

3) 수학적 능력 수준에 따른 PISA의 성별 차이 비교

PISA의 수학 문항은 문제 해결을 위하여 요구되는 수학적 능력에 따라 세 수준으로 구분된다. 1수준은 단순한 수학적 대상이나 성질을 기억하고 동치인 것을 인식하거나, 정형화된 알고리즘을 통해 기계적인 계산을 수행할 수 있는 능력을 말한다. 2수준은 간단한 실생활 문제를 해결하기 위하여 수학의 여러 영역과 주제를 연결하고, 다양한 수학적 표상을 다룰 수 있으며, 정의, 주장, 예, 조건, 증명 등의 진술을 구별할 수 있는 능력을 말한다. 마지막의 3수준은 통찰을 통해 문제의 상황에 내재해 있는 수학을 인식하고, 도출된 답을 문제의 맥락에

4) 이러한 경향은 남녀 공학에서 남학생과 여학생의 성취 경향을 비교할 때에도 드러난다. 일반적으로 여학생은 수학능력 시험보다 내신에서 상위의 성취 수준을 보이고 남학생은 이와 반대의 경향을 보인다. 이에 대해서는 ‘친숙함’의 특성을 지닌 교내 고사와 ‘생소함’으로 표현될 수 있는 수학능력시험의 특징과 관련지어 부분적으로 설명할 수 있다.

비추어 반성하는 능력을 말한다. 이와 더불어 3수준의 문항에서는 문제를 해결하기 위하여 분석하고, 해석하고, 증명하고, 일반화하고, 다양한 방식으로 의사소통 하는 능력이 요구된다.

수학적 능력의 수준에 따른 정답률의 성별 차이에 대하여 F-test<sup>5)</sup>를 한 결과 <표 3>에 제시된 바와 같이 1, 2, 3 수준 모두에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 그런데 여기서 주목할 만한 점은 1수준에서 2, 3수준으로 수준이 높아질수록 정답률의 평균 차이가 2.7점, 6점, 7.8점으로 점점 더 커진다는 사실이다(한국교육과정평가원, 2001). 이는 수학 성취도의 성별 차이에 대한 메타연구들이 밝히고 있는 공통적인 현상(Armstrong, 1985; Linn, 1986), 즉 여학생은 대개 ‘계산’과 같은 낮은 인지 수준의 사고를 요구하는 문항에서, 남학생은 ‘추론’이나 ‘다단계 문제해결’과 같이 높은 인지 수준의 사고를 주로 요구하는 문항에서 우세를 보인다는 사실과 관련지을 수 있다. 반대로 그러한 것은 아니지만 대개 1수준의 문항에서는 낮은 인지적 사고를 요구하는 단순 계산이 주류를 이루고, 3수준의 문항은 높은 인지 수준의 사고와 결부되기 때문에, 수준의 상승에 따라 요구되는 사고의 수준이 높아진다. 이러한 측면에서 수학적 능력의 수준에 따라 정답률의 성별 차이가 심화되는 현상을 해석할 수 있다.

<표 3> PISA 결과에 나타난 수학적 능력의 수준에 따른 성별 차이

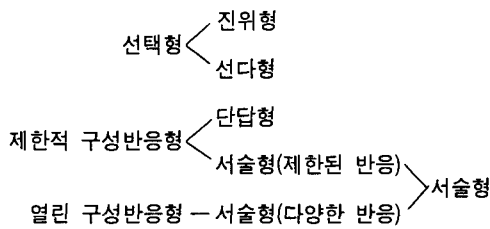
수학적 능력의 수준	남학생		여학생		전체		F value	p value
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차		
1수준	72.3	26.9	69.6	28.1	71.1	27.5	6.6	.010*
2수준	52.2	22.3	46.2	21.5	49.5	22.1	50.2	.000*
3수준	36.3	40.2	28.5	39.0	32.9	39.9	19.9	.000*

5) 본 연구에서는 성별 차이에 주안하므로 두 집단의 비교에 주로 사용하는 t-test 실시하는 것이 원칙이다. 그런데 PISA의 원 연구는 성별 차이 뿐 아니라 다양한 변인들에 대한 차이를 조사하고자 하기 때문에 세 집단 이상의 비교에서 실시하는 F-test를 하였다. F-test는 t-test와 달리 각각의 쌍에 대한 비교를 통하여 종합적인 비교를 할 수 있다는 점에서 차이가 있지만(예를 들어 a, b, c를 비교할 때 (a, b), (b, c), (c, a)를 각각 비교함), 두 집단의 비교에 있어서는 F-test와 t-test의 비교 결과는 본질적으로 동일하다.

한편 TIMSS의 결과는 낮은 인지 수준의 사고를 요구하는 수학 문제보다는 높은 인지 수준의 사고를 필요로 하는 수학 문제에서 더 큰 성별 차이가 존재한다는 기존의 연구와 잘 부합된다. 중학교 2학년의 수학 문항이 요구하는 인지 수준을 '알기와 절차(knowing and procedure)'와 '추론과 문제해결(reasoning and problem solving)'으로 대별하였을 때, '알기와 절차'에서의 성별 차이는 통계적으로 유의미하지 않았으나 '추론과 문제해결'에서는 국제 성취도와 우리나라의 성취도 모두 5% 유의수준에서 통계적으로 의미있는 성별 차이를 보였다 (Mullis, et al, 2000a, p. 81).

4) 문항의 유형에 따른 PISA의 성별 차이 비교

PISA 수학 문항은 선택형, 제한적 구성반응형, 열린 구성반응형의 세 가지 유형으로 분류된다. 선택형 문항에는 일반적인 문항 유형 분류에서와 마찬가지로 참과 거짓을 판단하는 진위형과 여러 답지 중 하나를 선택하는 선다형(multiple choice) 문항이 포함된다. 제한적 구성반응형(closed constructed response)에는 주로 단답형이 포함되며, 서술하도록 요구하는 문항이라도 반응의 방향이 고정되어 있는 서술형 문항의 경우는 이 유형으로 분류된다. 열린 구성반응형(open constructed response)에는 서술형 중 답안의 자유도가 높은, 즉 다양한 반응이 정답이 될 수 있는 경우가 해당된다.



PISA의 분석 결과 <표 4>에 제시된 바와 같이 문항의 세 유형 모두에서 통계적으로 유의미한 성별 차이가 나타났다(한국교육과정평가원, 2001). 이는 문항의 유형에 따른 성별 차이에 관한 기존의 연구(Meyer, 1992; Murphy, 1982)가 제안한 가설, 즉 남학생은 선택형 문항에서 우위를 보이고 서술형 문항은 여학생에게 유리하게 작용한다는 점을 명시적으로 뒷받침하지는 않는다.

<표 4> PISA 결과에 나타난 문항의 유형에 따른 성별 차이

문항의 유형	남학생		여학생		전체		F value	p value
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차		
선택형	68.4	27.5	61.3	28.8	65.3	28.3	44.2	.000*
제한적 구성반응형	49.1	22.7	45.1	22.0	47.3	22.5	20.9	.000*
열린 구성반응형	36.8	35.2	29.5	34.4	33.5	35.0	21.2	.000*

문항의 유형과 성별 차이를 관련짓는 연구는 다음과 같은 측면에서 여학생은 서술형에, 남학생은 선택형에 유리하다는 가설을 설명한다. 선택형 문항에서 처음에 답이라고 생각했던 것이 정답일 가능성이 높다고 가정할 때(물론 이에 대해서는 이견이 있을 수 있다.), 남학생은 처음에 선택한 답을 초지일관 유지하는 반면 여학생들은 높은 시험 불안 때문에 답의 선택을 여러 번 바꾸게 되고, 결국은 오답으로 귀결된다는 것이다. 또 서술형 문항에서 여학생은 우수한 문장구사력을 바탕으로 답을 도출한 과정을 일목요연하게 진술하기 때문에 남학생에 비하여 높은 점수를 얻을 가능성이 높다는 것이다(권오남·박경미, 1995).

PISA는 검사에 포함된 수학 문항의 수가 충분하지 않기 때문에 특별한 경향성이 드러나지 않은 것으로 판단된다. 이에 반해 TIMSS의 결과는 보다 직접적으로 위의 가설을 뒷받침하는데, 중학교 2학년 문항 중 선택형 문항에서는 통계적으로 의미있는 성별 차이가 나타났지만, 단답형과 서술형에서의 성별 차이는 통계적으로 유의하지 않다(Mullis, et al, 2000a, p. 91).

5) 문항별 성별 차이 분석

앞에서 진술한 바와 같이 PISA의 1주기에서 수학은 보조영역이기 때문에 수학 검사에 포함된 문항의 수가 32문항밖에 되지 않으며, 이러한 제한점으로 인해 성별 차이의 양상이 뚜렷하게 드러나지 않은 경향이 있다. 따라서 PISA 자료에 대한 성별 차이의 분석을 문항 수준으로 국소화시켜 성별 차이가 두드러지게 나타난 문항을 내용적인 관점에서 분석할 필요가 있다. 국내 분석 결과 PISA 검사에 포함된 모든 수학 문항에서 남학생의 정답률이 높은 것으로 나타났으며, 그 중에도 정답률의 성별

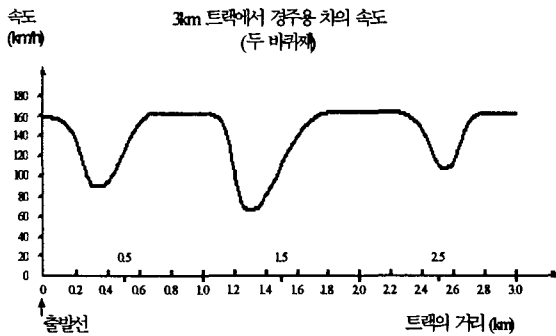
차이가 상대적으로 크게 나타난 문항은 <표 5>에 제시된 바와 같다(한국교육과정평가원, 2001).

<표 5> PISA 수학 문항 중 남학생과 여학생의 정답률 차이가 큰 문항

문항	국내			국제		
	남학생	여학생	전체	남학생	여학생	전체
통에 물 채우기	61.8	40.8	52.5	44.7	31.6	38.0
경주용 차의 속도	42.5	20.0	32.8	36.7	20.6	28.6
벽돌	55.7	45.8	51.3	42.1	36.1	39.0
방의 가구 배치도	78.7	68.1	74.0	75.3	72.7	73.9

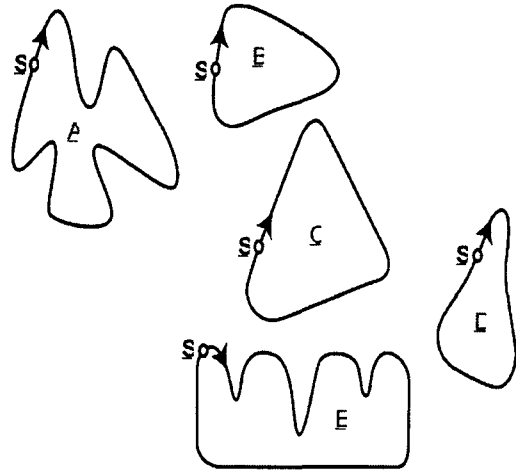
국내 정답률의 성별 차이는 20% 이상이고 OECD 전체 학생 정답률의 성별 차이는 10% 이상으로 국내와 국제 정답률에서 모두 큰 성별 차이를 보인 문항은 '통에 물 채우기'와 '경주용 차의 속도'이다. 이 두 문항은 서로 다른 수학 내용을 다루고 있기는 하지만 성격상 유사한 측면이 있다. 우선 통에 물 채우기 문항에서 요구하는 것은 원기둥 모양, 불규칙한 상자 모양, 원뿔 모양의 세 가지 통에 물을 채울 때 각각에 대한 시간과 물의 높이 사이의 그래프를 찾는 것이다. 다음에 제시된 경주용 차의 속도 문항은 주어진 거리와 속도 사이의 그래프를 나타내는 자동차의 트랙을 선택하는 것이다.<sup>6)</sup>

다음 그래프는 경주용 차가 3km의 평탄한 트랙에서 두 바퀴를 돌 때의 속도 변화를 나타낸 것이다.



6) 2000년 1주기에서 사용된 문항 중 일부는 2003년의 2주기와 2006년의 3주기에서 반복적으로 사용될 예정이다. 따라서 문항 비공개를 원칙으로 하며, 공개가 허용된 '경주용 차의 속도' 문항을 제외하고는 그 내용을 대략적으로 설명하였다.

다음의 다섯 가지 트랙 중 앞에 제시한 속도 그래프를 만족시키는 트랙은 어느 것인가?



S 출발점

성별 차이가 크게 나타난 문항은 주어진 그래프와 대응될 수 있는 트랙이나 입체를 분별하는 것으로, 모두 변화 현상과 관련된 역동적인 사고를 수반하기 때문에 남성적인 성향에 잘 부합되는 문항이라고 할 수 있다. 뿐만 아니라 '경주용 차의 속도'가 근거하고 있는 운전, 트랙, 경주 등은 남학생의 관심을 불러 일으키기 쉬운 소재이다. 즉 역동성을 지닌 변화 현상이라는 내용적 측면과 남성적인 소재라는 측면에서 성별 편향성을 내포하는 문항이라고 할 수 있다.

그 외에 국내와 국제 정답률 모두에서 비교적 큰 성별 차이가 나타난 문항으로 '벽돌'과 '방의 가구 배치도'를 들 수 있다. '벽돌'은 두 가지 크기의 벽돌이 여러 개 쌓여있는 모양을 정면과 후면에서 보여주고, 작은 벽돌로만 다시 동일한 모양을 쌓는다고 할 때 몇 개의 벽돌이 필요한지 구하는 문항이다. 또한 '방의 가구 배치도'는 주어진 가구 배치에 대한 평면도를 찾는 문항이다. 두 문항의 내용이 약간 다르기는 하지만 모두 공간지각력을 요구하는 문항으로, 수학의 내용 요소 중 '기하'에 해당한다. 수학의 제 능력 중 여학생이 남학생에 비하여 특별히 취약한 것이 공간지각력이라는 기존의 연구에 근거하

여 여학생이 이 두 문항에서 낮은 정답률을 보인 결과를 해석할 수 있다(Fennema, & Tarter, 1985; Linn & Peterson, 1985).

TIMSS에서 정답률의 성별 차이가 크게 나타난 문항을 내용적으로 분석해 볼 때, 남학생이 우위를 보인 문항은 주로 공간적 추론, 넓이의 계산, 지도 읽기, 비례적 추론과 관련된 문항이다. 예를 들어 비례적 추론을 요구하는 다음의 문항에서 국내 남녀 정답률은 각각 65%, 47%이며, 국제 남녀 정답률은 각각 58%, 48%로, 국제 정답률의 경우 통계적으로 의미 있는 차이가 존재하였다 (Mullis, *et al*, 2000a).

철수는 매일 5km씩 댕다. 철수가 도는 코스의 길이는  $\frac{1}{4}$  km이다. 하루에 이 코스를 몇 바퀴 도는지 쓰시오.

이에 반해 여학생의 성취도가 남학생에 비해 높게 나타난 문항은 자연수, 분수, 소수의 사칙연산을 요구하는 문항과 같이 대개 정형화된 알고리즘을 포함하는 문항이다. 예를 들어 2.201-0.753을 계산하는 문항에서 남학생과 여학생의 국제 정답률은 각각 72%, 80%이고, 국내 정답률은 각각 84%, 88%이다. 이 문항에 대한 국제 남녀 정답률 차이는 통계적으로 유의한 반면, 국내 남녀 정답률의 차이는 통계적으로 유의하지 않다. 그러나 수학 검사 전반에 걸쳐 남학생이 우위를 보인 결과에 비추어 볼 때 이 문항에서 여학생이 우위를 보였다는 사실은 주목할 만하다. 그 외에 여학생이 강세를 나타낸 문항 중에는 다음과 같이 주어진 상황을 문자를 사용하여 대수적으로 표현하는 문항이 포함되어 있다.

지원이가 가지고 있는 모자의 수는 소희의 것보다 5개 적다. 미애가 가지고 있는 모자의 수는 지원의 것의 3배이다. 소희가 n개의 모자를 가지고 있다고 할 때, 미애가 가지고 있는 모자의 수를 나타내는 식은 어느 것인가?

위의 문항에 대한 국제 남녀 정답률은 각각 46%, 51%로 통계적으로 유의한 성별 차이가 존재한다. 우리나라 남녀 학생의 정답률은 각각 63%, 65%로, 성별 차이가 국제 평균보다는 적게 나타났지만, 대수적인 사고를 요구하는 문항에서 여학생이 강세를 보인다는 것은 공통적인 결과라고 할 수 있다.

실제 성별 차이와 관련된 기존의 연구에서 일관되게 제기되는 주장은 여학생은 대수 영역에서, 남학생은 기하 영역에서 각각 우세를 나타낸다는 점이다. 대수와 기하 영역의 상이한 성취도를 설명하기 위하여 흔히 좌뇌·우뇌설이 동원되는데, 이에 따르면 여학생은 좌뇌가 관장하는 분석적 사고에 익숙하고, 남학생은 우뇌가 관장하는 공간적 능력과 종합적 사고에 능한 경향이 있다. 대수와 기하 문항을 해결하는 데에는 여러 가지 사고 기능이 종합적으로 요구되지만 대수적 사고의 특징은 분석적 사고로, 기하적 사고의 특징은 공간적, 종합적 사고로 특징지을 수 있으며, 이러한 점에 비추어 볼 때 대수와 기하 영역에서의 남녀의 차이는 좌뇌와 우뇌의 발달 정도라는 생물학적 차이로 설명될 수 있다(Creswell, *et al*, 1988).

PISA 수학 성취도를 내용 영역 측면에서 비교할 때, 모든 영역에서 5% 유의수준의 유의미한 차이를 보이기 때문에 기존의 연구와 잘 부합되지는 않는다. 그러나 문항별 분석 결과는 '여학생-대수, 남학생-기하'라는 경향과 어느 정도 관련지를 수 있다. 위의 문항 분석에서 살펴본 바와 같이 PISA 검사 결과 성별 차이가 크게 나타난 네 문항 중 공간지각력과 관련된 문항이 두 문항 포함되어 있으며, TIMSS 문항 중 여학생이 높은 성취도를 보인 문항은 대개 대수와 관련된 문항이다. 따라서 내용 영역별 분석보다는 문항별 분석이 좌뇌·우뇌설에 입각한 대수-기하 가설을 잘 뒷받침한다고 볼 수 있다

### III. 논의

한 국가의 인력 수준은 남성과 여성이라는 두 성의 조화에 의해 결정되며, 최근 들어 사회 여러 분야에서 여성의 약진이 두드러지게 나타나면서 여성도 절반의 몫을 담당하는 시대로 점차 접어들고 있다. 이와 같이 양성 평등과 관련된 사회 전반의 청신호에도 불구하고 우리나라는 2000년에 실시된 PISA에서 남학생과 여학생의 수학적 소양 점수 차이가 참여국 중 가장 큰 것으로 드러났다.

주지하고 있는 바와 같이 수학은 변별력이 높고 여러 교과 중 비중이 가장 큰 교과 중의 하나이므로, 전반적인 성취 수준을 결정하는 데 핵심적인 역할을 한다. 뿐만 아니라 수학 성취도에 있어서의 성별 차이는 그 자체

로서도 단기적인 영향력을 미치지 않지만, 여학생의 계열 선택과 대학 진학과 직업 세계로의 진출에까지 장기적인 영향력을 발휘하므로, 수학은 중요한 여과(critical filter) 기능을 가진 것으로 비유되기도 한다. 이러한 점에 비추어 볼 때, 국가 인력의 지적인 수준을 고양시키기 위해서는 수학적 성취도에 있어서의 성별 차이에 대한 경각심을 가지고 이를 감소시키는 방안을 강구할 필요가 있다. 즉각적으로 시도할 수 있는 노력은 양성 평등 교육에 대한 교사들의 인식 제고를 통해 수업 상황에서 남녀 차별을 없애는 것이다. 그렇지만 한 걸음 더 나아가 보다 근본적인 차원의 조망이 필요하다.

수학 교과에서의 성별 차이에 대한 연구의 초기 단계는 수학적 능력이나 성취도, 혹은 교수·학습 과정에서 성별 차이가 존재하는지에 대한 양적, 질적 연구들이 주류를 이루었다. 그러나 90년대에 이후에 좀 더 주력하는 분야는 성별 차이의 존재에 대한 결과론적인 논의에 앞서, 그러한 결과를 배태시킨 다양한 원인을 탐색하는 연구이다. 또 동일한 틀과 관점을 가지고 남녀의 수학 학습을 바라보기보다는 남녀가 자기 상이한 인지 구조를 가지고 상이한 사고 과정을 거친다는 전제 하에 남녀의 '다른 목소리(in a different voice)'를 인정하게 되었으며, 이와 같이 새로운 패러다임을 가지고 남녀의 인지 구조와 사고 과정을 밝히는 연구는 Gilligan(1982)과 Benlenky 등(1986)에 의해 수행되어 왔다.

특히 Benlenky 등은 여성이 지식을 습득하는 과정에 대한 유명한 연구물인 Women's Ways of Knowing(Benlenky *et al*, 1986)을 발표하였는데, 여기에서 남성과 여성을 각각 '분리된 인지(separated knowing)'와 '연결된 인지(connected knowing)'로 이분화하였다. 그리고 분리된 인지의 특징으로 논리성, 엄밀성, 추상성, 합리성, 공리성, 확실성, 연역성, 형식성, 완결성, 절대 진리, 힘과 통제를 제시하였으며, 연결된 인지는 분리된 인지와 상반되는 직관, 창의성, 가설화, 추측, 경험, 상대성, 귀납, 비완결성, 맥락화의 특징을 갖는다고 보았다. 분리된 인지에서는 학습자 자신이 옳다고 생각하는 것에 대해 제기되는 회의를 일소하기 위하여 연역적인 증명을 시도하므로, 여성에게 다소 생소한 방식이 될 수 있다. 이에 반해 연결된 인지는 주로 개인적 경험을 통해 지식을 획득하며, 결과를 유도하는 맥락을 중시하고,

귀납적인 사고를 선호하여, 여성의 인지 양식에 보다 가깝다고 할 수 있다(권오남 외, 2001).

남성과 여성의 인지 양식이 상이하다고 보는 연구들은 여학생이 수학에서 열세를 보이는 것이 선천적인 생물학적 차이나 사회화 과정에서의 차이에서도 연유하지만 보다 근본적인 원인은 수학 교수·학습이 남성의 인지 구조에 유리한 방식으로 이루어져왔기 때문이라고 해석한다. 요컨대 수학의 교수·학습에서 절대 진리와 확실성을 추구하고, 추상화와 논리적 엄밀성에 터한 연역적인 증명을 강조하는 것은 '분리된 인지'의 특징에 근접한 방식이라고 할 수 있다. 이에 반해 여성에게 많이 나타나는 연결된 인지의 특성에 부합되는 직관이나 경험에 의 의존, 추측하고 일반화하는 활동, 귀납적인 접근, 풍부한 상황이나 문맥과의 연결 등은 경시되어 온 경향이 없지 않다.

결과적으로 수학적 성취도에 있어서의 성별 차이를 감소시키고 양성 평등의 수학교육을 이루어나가기 위해서는 남녀의 인지 구조와 특성을 동등하게 고려할 필요가 있다(Jacobs & Becker, 1997). 여성의 '연결된 인지'에 부응하는 교수·학습 방법으로는 '수학과 학생의 경험 세계의 연계 모색', '소집단 활동을 통한 협력학습' 등을 모색해 볼 수 있으며, 이에 대한 다양한 논의와 실천적인 노력이 활성화될 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

- 교육부 (2000). 교육 통계 연보.
- 권오남·박경미 (1995). 수학 성취도에 있어서의 성별 차이에 대한 고찰. 한국여성학 11, pp.202-232.
- 권오남·박경미·임형·허라금 (2001). 고등학교 학생의 계열 선택에 대한 연구 - 성별 차이를 중심으로 -. 이화여자대학교 교과교육학연구 5(2).
- 한국교육과정평가원 (2001). PISA 2000 수학 평가 결과 분석 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2001-9-3.
- Armstrong, J.M. (1985). A national assessment of participation and achievement of women in mathematics. In S. F. Chipman, L. R. Brush, & D. M. Wilson (Eds.), *Women and Mathematics*:



- Balancing the Equation*, pp.59-94.
- Benlenky, M.F.; Clinchy, B.M.; Goldberger, N.R. & Tarule, J.M. (1986). *Women's Ways of Knowing: The Development of Self, Voice, and Mind*. New York, NY: Basic Books.
- Creswell, J.L.; Gifford, C. & Huffman, D. (1988). Implications of right/left brain research for mathematics educators. *School Science and Mathematics*, 88(2), pp.118-131.
- Fennema, E. & Tartre, L.A. (1985). The use of spatial visualization in mathematics by girls and boys. *Journal for Research in Mathematics Education* 16(3).
- Gilligan, C. (1982). *In a Different Voice: Psychology Theory and Women's Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hanna, G. (1994). Gender and instruction. In R. Biehler, R.W. Scholz, R. Straber, B. Winkelmann (Eds.), *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*, pp.303-314. Kluwer Academic Publishers.
- Jacob, J.E. & Becker, J.R. (1997). Creating a gender-equitable multicultural classroom using feminist pedagogy. In F. Trentacosta, M.J. Kenney (Eds.), *Multicultural and Gender Equity in the Mathematics Classroom*, pp.107-114. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Linn, M.C. (1986). Meta-analysis of studies of gender differences: implications and future directions. In I. S. Hyde & M. C. Linn (Eds.), *The Psychology of Gender: Advances Through Meta-analysis*, pp.210-231.
- Linn, M.C. & Peterson, A.C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56.
- Linn, M.C. & Hyde, J.S. (1989). Gender, mathematics and science, *Educational Researchers*, 18(8), pp.17-27.
- Meyer, M.R. (1992). Gender differences in test taking: A review. In R.A. Romberg (Ed.), *Mathematics Assessment and Evaluation*. pp.169-183.
- Mullis, I.V.S; Martin, M.O; Fierros, E.G.; Goldberg, A.L, & Stemler, S.E. (2000a). *Gender Differences in Achievement, IEA's Third International Mathematics and Science Study. TIMSS International Study Center*. Chestnut Hill, MA: Boston College.
- Mullis, I.V.S. et al (2000b). *TIMSS 1999 International Mathematics Report*. Boston, MA: The International Study Center. Chestnut Hill, MA: Boston College.
- Murphy, R.J.L. (1982). Sex differences in objective test performance, *British Journal of Educational Psychology*, 52.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2001). *Knowledge and Skills for Life: First Results from PISA 2000*. Paris: OECD Publications.

## A Study on the Gender Difference in Mathematical Literacy from the PISA

**Park, Kyung-Mee**

Dept. of Mathematics Education, Hongik University, Sangsu-dong, Mapo-gu, Seoul, Korea, 121-791

E-mail: kparkmath@netian.com

**Choe, Seung-Hyun**

Dept. of Mathematics Education, Korea Institute of Curriculum and Evaluation, Samchung-dong, Chongro-gu, Seoul, Korea, 110-230

The PISA(Program for International Student Assessment), an international comparative study supervised by OECD, aims at producing reliable and internationally comparable indicators of students' literacy in reading, mathematics, and science. In mathematical literacy, Korean students ranked the 2nd out of the 32 participating countries in PISA. This result is very encouraging in the sense that the scores in the mathematical literacy are a forecasting indicator for the mathematical level of future citizens who are supposed to lead their countries in every field. However, Korean students showed the largest gender difference in mathematical literacy, indicating that male students achieved significantly higher scores than female counterparts. With the consideration that mathematics plays a key role in determining the overall achievement level and influences on the long-term career opportunities, it is necessary to pay more attention to the gender difference in mathematical literacy, and make an effort to reduce it to enhance the overall intelligence level of Korean human resources.

---

\* ZDM classification : D13

\* MSC2000 classification : 97D10

\* key word : PISA, Mathematical literacy, Gender difference.