

교사, 수업 변인과 학생 성취도의 상관관계 - TIMSS-1999 결과 분석 -

한 경 혜 (인하대학교 강사)

I. 서 론

국제교육성취도평가협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement: 이하 IEA)에서 주관하는 수학·과학 성취도 평가 연구(the Third International Mathematics and Science Study: 이하 TIMSS)¹⁾는 OECD에서 주관하는 학생 성취도 평가 연구(Programme for International Student Assessment: 이하 PISA)와 더불어 우리나라가 참여하고 있는 대표적인 교육성취도 국제비교연구인데 다른 교육체계와 정책을 수행하고 있는 여러 나라의 성취 결과를 비교 분석해 볼 수 있다는 점에서 유용하다.

본 논문에서는 한국교육과정평가원이 참여하고 있는 TIMSS 1999 자료²⁾(1999년 시행, 2000년 결과 발표)를 활용하여 교수·학습과 관련된 교사와 학생의 특징들을 파악할 수 있는 정보를 정리하고 분석하여 실제 성취도 결과와 유의미한 상관관계를 가지고 있는지를 살펴보고 시사점을 도출할 수 있는 내용을 다루었다.³⁾

본 논문에서 주안점을 가지고 살펴본 교사와 수업에 관한 연구 내용은 크게 두 가지이다.

* 2005년 2월 투고, 2005년 5월 심사 완료.

* ZDM분류 : D40

* MSC2000분류 : 97D90

* 주제어 : 국제비교 연구, 학생성취도, 교사, 수업변인.

1) TIMSS는 1990년대부터 IEA 회원국들의 참여로 진행되고 있으며, 우리나라도 1990년대부터 참여하여 1995년에 1차 시행을 거쳐 1999년에 반복 시행을 하였고, 2003에는 추이 변화를 파악하기 위한 시행을 하였다. 1995년과 1999년 결과 발표에 의하면 우리나라 중학교 2학년 학생들은 수학과 과학에서 우수한 성취를 보이고 있다.

2) 1999, 김성숙 외, 2000, 박정 외, 2001, IEA, 2000, Martin

3) 본 연구에서 사용하는 TIMSS 1999 자료는 1999년 2월 우리나라 150개 중학교 2학년 6,138명 학생과 수학교사 193명을 대상으로 시행한 결과이다.

첫째, 우리나라 중학생을 가르치는 수학 교사의 특성을 다른 나라와 비교해보고, 이 특성들과 학생의 성취 정도와의 관련성을 파악하였다.

둘째, 우리나라 중학교 수학 수업 활동에 나타나는 현상들을 양적으로 파악하여 수업 활동과 학생들의 성취 정도와의 관련성을 분석하였다.

TIMSS⁴⁾에서 다룬 교사변인은 두 종류인데 하나는 교사 개인에 관한 것으로 교사의 경력과 학력, 전공 및 교수 과목에 대한 자신감과 준비 정도, 교육과정과 관련된 것으로 주당 수업시수와 교사 협의 정도 및 교육 과정에 대한 인지 정도, 교직 만족도 등이다. 다른 하나는 학생의 학습과 관련된 것으로 교수 방법과 평가 방식이다. 본고에서 다루는 학생의 학습과 수업에 관한 정보는 교사의 수업에 관한 설문 내용과 학생에게 질문한 학교에서의 학습에 관한 내용을 토대로, 설문 분석 결과 비교적 의미가 있는, 즉 성취도와 유의미한 상관관계를 가지고 있다고 보이는 내용을 중심으로 다루었다. 수학 성취도에 영향을 줄 수 있는 변인들을 살펴보기 위하여 사용된 조사 도구는 학교장 설문지, 교사 설문지, 학생 설문지이다. 각 설문지의 내용을 정리하면 <표 I-1>과 같다.

4) TIMSS 개관 및 전체참가국과의 비교 결과는 「교사, 수업, 그리고 학생성취」 보고서(2004, 박정 외)를 참조하기 바란다.

<표 I-1> 교육상황 조사 도구

조사 도구	문항 수	조사 내용
교장 설문지	25문항	학교의 특성 학교의 현황 수업의 저해 요인 (교육자원의 현황과 학생 현황)
수학 교사용 설문지	각 43문항	교사의 개인적인 배경 교과에 대한 의견 근무 시간과 근무와 시간 활동 수업 관련 내용 및 평가 방법 TIMSS 1999 내용의 지도 여부
학생용 설문지	39문항	개인배경과 가정환경 수학과 과학에 대한 태도 수학과 과학 학습활동 실태 컴퓨터의 사용수준 여가시간의 활용과 교외활동

그리고 학생들의 수학과 성취도를 파악하기 위하여 사용된 도구는 선택형 문항과 자유 반응형 문항들로 수학 162문항으로 구성된 성취검사로서 연구 참여국들의 교육과정에 기초하여 제작되었다. 성취 검사 점수는 수학 전체 점수와 각 내용 영역별 점수로 구성되어 있고, 각 점수는 평균이 500이고 표준편차가 100인 표준점수로서 200점부터 800점 사이의 분포이다.

우리나라는 수학 성취도 평균 587점으로 1위인 싱가포르에 이어 2위를 나타냈으며, 성취도 등위 상위 5개국(대만, 홍콩, 일본)은 모두 아시아권에 속해 있음을 알 수 있다. 본 논문에서는 주로 상위5개국 또는 국제 평균과의 비교를 통해서 변인과 성취도와의 상관관계를 분석하였다.

<표 I-2> TIMSS 1999 수학성취도 결과(중2)

순위	국가명	평균점수
1	싱가포르	604
2	대한민국	587
3	대만	585
4	홍콩	582
5	일본	579

학생의 성취도에 영향을 주는 교육 상황 변인을 조사하기 위하여 개발된 학교, 교사, 학생 설문지 내용들은 하나의 문항으로 제시하거나 여러 문항으로 구성된 복합 지수를 사용하기도 하였다. 본 연구에서 사용한 각 조사 도구의 구체적인 문항과 지수 구성방식을 표시하면 <표 I-3>, <표 I-4>, <표 I-5>과 같다.

<표 1-3> 학교 설문지

내용	비고
· 학교의 위치	
· 수업시간	
· 학교장이 인식하는 교사의 자질	- 교사의 자질 부족이 미치는 영향을 '전혀 영향을 미치지 못함/거의 영향을 미치지 못함/약간 영향을 미침/많은 영향을 미침'의 4점 척도로 응답
· 학생의 문제행동	- 관련문항(18개)에 대하여 '문제가 아님/경미한 문제/심각한 문제'의 3점 척도로 응답 - 응답결과를 합산하여 문제행동 측정

<표 1-4> 학생 설문지

구분	내용	비고
개인배경과 가정환경	· 부, 모의 학력	
	· 교과 학습 활동과 기타 학습활동	- 관련문항(5개)에 대하여 '하지 않음/1시간 미만/1~2시간/3~5시간/5시간 이상'으로 응답 - 응답 결과를 합산하여 방과 후 학습활동 측정
과목에 대한 태도	· 수학에 대한 자아개념	- 관련문항(5개)에 대하여 '매우 중요/중요/중요하지 않음/전혀 중요하지 않음'의 4점 척도로 응답 - 응답 결과의 평균으로 상, 중, 하의 자아개념 지수 산출
	· 수학에 대한 긍정적 태도	- 관련문항(6개)에 대하여 '매우 그렇다/그렇다/그렇지 않다/전혀 그렇지 않다'의 4점 척도로 응답 - 응답 결과의 평균으로 상, 중, 하의 긍정적 태도 지수 산출
	· 수학에 대한 자신감	- '매우 중요/중요/중요하지 않음/전혀 중요하지 않음'의 4점 척도로 응답
	· 본인의 성취에 대한 압력	- '매우 중요/중요/중요하지 않음/전혀 중요하지 않음'의 4점 척도로 응답
	· 모·친구의 성취에 대한 압력	- 각각 '매우 중요/중요/중요하지 않음/전혀 중요하지 않음'의 4점 척도로 응답
학습 활동 실태	· 학생의 수업 활동	- 각 활동 유형별로 '거의 항상/꽤 자주/가끔/전혀 하지 않음'의 4점 척도로 응답
	· 일상생활의 예	- '거의 항상/꽤 자주/가끔/전혀 하지 않음'의 4점 척도로 응답
	· 수업매체	- 각 매체 사용에 대하여 '거의 항상/꽤 자주/가끔/전혀 하지 않음'의 4점 척도로 응답
	· 컴퓨터 사용	- '거의 항상/꽤 자주/가끔/전혀 하지 않음'의 4점 척도로 응답
	· 수업을 방해 받는 빈도	- '거의 항상/꽤 자주/가끔/전혀 하지 않음'의 4점 척도로 응답

<표 1-5> 교사 설문지

구분	내용	비고
일반 사항	· 개인적 배경 - 연령, 성별, 전공, 자격증 유무	- 관련 주제(수학12개, 과학 10개)에 대하여 '이런 주제를 가르치지 않음/준비가 잘 되어있지 않음/약간 준비가 되어 있음/충분히 준비되어 있음'의 4점 척도로 응답
	· 수학 교사의 교과 내용에 대한 준비 정도	- 응답 결과의 평균으로 상, 중, 하의 자신감 지수 산출
	· 교사의 수학 교육에 대한 인식	- 수학/과학의 본성에 대한 4개의 진술문에 '전혀 동의하지 않음/동의하지 않음/동의함/전적으로 동의함'의 4점 척도로 응답
	· 수업시간 중 교수활동	- 관련문항(수학4개, 과학6개)에 대하여 '전혀 동의하지 않음/동의하지 않음/동의함/전적으로 동의함'의 4점 척도로 응답 - 응답 결과를 합산하여 교수활동 측정
	· 수학을 잘하는 데 필요한 능력에 대한 교사의 인식	- 4가지 항목에 대하여 '중요하지 않음/다소 중요함/매우 중요함'의 3점 척도로 응답
	· 공식적인 근무 시간에 수행하는 활동	- 각 활동 유형별 소요 시간으로 응답
교육 관련 활동	· 국가별 선택 사항	- 3개 문항에 대하여 '예/아니오'로 응답 - 응답 결과를 합산하여 교직민족도 측정
교수 학습 활동 사항	· 수학 시간에 강조하는 내용 영역	- 각 내용에 대하여 '이전 해에 지도/급년에 1~5차시 지도/급년에 5차시 이상 지도/아직 지도하지 않았음/잘 모르겠음'으로 응답
	· 수학의 TIMSS 1999 검사 내용 및 주제에 대한 지도	
	· 학급당 학생 수	
	· 주당 수학 수업 시수	
	· 교사의 수업 활동	- 수업 중 수학/과학 교사의 활동 유형별 시간 비율로 응답
	· 추론과 문제 해결 활동	- 5가지 활동 유형별로 '전혀 또는 거의 하지 않음/가끔씩 수업에서 함/대부분의 수업에서 함/매 수업마다 함'의 4점 척도로 응답 - 응답 결과의 평균으로 상, 중, 하의 추론과 문제해결 강조 지수 산출
	· 수학 수업에서 계산기 사용	- '무제한적으로 사용/제한적으로 사용/사용 불허'의 3점 척도로 응답 - 계산기 사용에 대한 학생 반응과 통합하여 상, 중, 하의 계산기 사용 강조 지수 산출
	· 평가 방법	- 숙제의 빈도 및 양
		- 숙제의 빈도와 분량을 통합하여 상, 중, 하의 숙제 강조 지수 산출
	· 평가 유형	- 각 유형별로 '전혀 하지 않음/거의 하지 않음/가끔 함/항상 함'의 4점 척도로 응답

II. 교사 변인과 학생의 성취도

TIMSS 1999 시행 결과 학생의 성취도를 교사 변인과 관련지어 살펴보기 위하여 교사와 학교 대상의 설문 내용 중에서 교사의 연령, 성별, 전공 등의 배경변인, 교과 내용에 대한 자신감에 대하여 조사, 분석한 결과는 다음과 같다.

가. 교사의 배경변인

1) 교사의 연령과 성별에 따른 학생 비율

수학 교사의 연령과 성별에 따른 학생의 분포는 <표 II-1>에 나타나 있다. 우리나라 30대교사에게서 배우는 학생의 비율이 53%로 참가국 중 가장 높으며 국제 평균(30%)에 견주어서도 상당히 높은 편이다. 교사의 꾸준한 수급을 전제로 한다면 모든 연령대의 비율이 비슷 해야겠지만 30대 이하의 교사의 비율이 더 높다는 것은 특이할 만하다. 이는 성취도 상위권 5개국에서 대체로 공통인 현상으로 싱가포르를 제외한 대만, 일본, 홍콩 등에서도 비율이 다소 다르기는 해도 30대 교사에게서 배우는 학생의 비율이 가장 높다는 것을 알 수 있다.

<표 II-1> 수학 교사의 연령과 성별에 따른 학생 비율

국가명	교사의 연령에 따른 학생 비율				교사의 성별에 따른 학생 비율	
	29세 이하	30-39세	40-49세	50세 이상	여교사	남교사
대만	10 (2.6)	34 (4.0)	30 (4.0)	26 (3.4)	51 (4.1)	49 (4.1)
홍콩	32 (4.2)	38 (4.5)	19 (3.3)	11 (2.6)	44 (4.1)	56 (4.1)
일본	21 (3.3)	39 (4.3)	33 (3.7)	7 (2.1)	27 (3.6)	73 (3.6)
대한민국	19 (3.0)	53 (3.7)	15 (2.5)	13 (2.8)	59 (3.4)	41 (3.4)
싱가포르	37 (4.4)	25 (4.0)	15 (3.2)	23 (3.6)	75 (4.1)	25 (4.1)
국제평균	16 (0.5)	30 (0.6)	33 (0.6)	21 (0.5)	60 (0.6)	40 (0.6)

특히 성취도 1위인 싱가포르는 20대 교사에게서 배우는 학생의 비율이 37%로 국제평균인 16%에 비해 월등히 높다. 상위권 5개국 교사의 연령에 따른 학생 분포에서 20대, 30대 교사에게서 배우는 학생의 비율이 높다는 사실을 확인할 수 있다.

교사의 성별에 따른 학생 분포를 살펴보자면 우선 국제평균에서는 여교사에게서 배우는 학생의 비율이 60%, 남교사에게서 배우는 학생의 비율은 40%이며, 우리나라를 포함한 많은 나라에서 이와 비슷한 분포를 보이고 있다. 우리나라의 경우 여교사에게서 배우는 학생의 비율이 59%, 남교사에게서 배우는 학생의 비율은 41%로 각각 국제 평균인 60%, 40%와 거의 유사하다. 상하위권을 막론하고 교사의 성별에 따른 학생의 성취도 결과 사이에 일정한 경향성은 눈에 띄지 않는다. 다만 일반적으로 남자 교사의 비율이 높다고 알려져 있는 수학 교과에서 여교사의 비율이 훨씬 높다는 것을 국제평균에서 알 수 있다.

2) 교사의 전공에 따른 학생 비율

교사가 학부 혹은 대학원에서 무엇을 전공했는가는 수학 교과를 지도하기 위한 준비가 어느 정도 되어있는지를 시사한다. 이를 알아보기 위하여 대학 또는 이에 준하는 교사 교육 기관에서 무엇을 전공했는지를 알아본 결과 국제평균에서는 수학을 전공한 교사의 비율이 71%, 수학교육을 전공한 교사의 비율이 31%로 나타났다. 눈에 띄는 것으로는 과학 혹은 과학교육을 전공한 교사나 교육학을 전공한 교사의 비율이 수학교육학을 전공한 교사의 비율보다 높다는 것이다. 그렇지만 싱가포르를 제외한 상위권 5개국에서는 수학 또는 수학교육을 전공한 교사의 비율이 압도적으로 높게 나왔다. 따라서 교사의 전공에 대한 전문적인 준비 정도가 학생의 성취도에 영향을 미친다고 결론지을 수 있다. 우리나라의 경우 국제 평균인 31%에 견주어 볼 때 수학교육학을 전공한 교사에게서 배우는 학생의 비율은 61%로 상당히 높은 것으로 드러났다. 뿐만 아니라 모든 참가국에서 수학 교육학을 전공한 교사의 비율이 수학을 전공한 교사의

비율보다 유일하게 높은 나라라는 결과가 나왔다. 이런 결과가 우리나라에서 나타난 것은 교과교육학으로서 수학교육학의 전문성에 대한 인식이 상대적으로 높은 테기인한다고 할 수 있다. 그렇지만 수학교육을 전공한 교사의 비율이 곧바로 높은 성취도 결과로 직결된다고 단정할 수는 없다는 것을 본 검사의 결과가 보여주고 있

다. 본 TIMSS 1999 평가에서 가장 성취도가 가장 높았던 싱가포르를 비롯해서 성취도가 한국 다음인 대만, 일본 등 상위권 나라들의 경우 수학교육을 전공한 교사에게서 학습하는 학생의 비율이 국제평균을 약간 웃들거나 밀도는 정도로 나타났을 뿐만 아니라, 수학을 전공한 교사에게서 배우는 비율이 훨씬 높게 나타났다.

<표 II-2> 수학 교사의 전공에 따른 학생 비율

국가명	교사의 전공 영역에 따른 학생 비율 ¹				
	수학	수학교육	과학 또는 과학교육	교육학	기타
대만	82 (3.7)	39 (4.2)	11 (2.1)	32 (3.6)	23 (3.9)
홍콩	57 (4.2)	30 (3.9)	38 (4.4)	36 (3.8)	47 (4.5)
일본	79 (3.6)	27 (3.6)	4 (1.7)	15 (3.2)	21 (3.5)
대한민국	55 (4.2)	61 (4.0)	4 (1.5)	19 (3.2)	9 (2.2)
싱가포르	78 (3.6)	32 (4.0)	38 (4.2)	48 (4.8)	47 (4.3)
국제평균	71 (0.6)	31 (0.6)	35 (0.6)	32 (0.6)	32 (0.6)

¹ 전공 영역이 한가지 이상인 교사들의 응답은 해당하는 모든 범주에 반영되었다.

3) 교사의 자격증 유무에 따른 학생 비율

TIMSS 1999에서 참가 학생들을 가르치는 수학 교사의 교사자격증 소지 여부를 조사한 결과 국제평균에서는

우선 전공여부와 상관없이 교사자격증을 소지하고 있는 교사에게서 배우는 학생의 비율이 85%인 것으로 나타났다.

<표 II-3> 수학 교사의 자격증 유무에 따른 학생 비율

국가명	BA, MA 또는 교사 양성 프로그램에서 수학을 전공한 교사들에게 배운 학생 비율 ¹	교사 자격증이 있는 교사들에게 배운 학생 비율 ²	교사 자격증도 있고 수학을 전공한 교사에게서 배운 학생 비율
대만	89 (2.8)	95 (1.9)	86 (3.0)
홍콩	68 (4.3)	78 (3.6)	56 (4.3)
일본	93 (2.4)	100 (0.0)	93 (2.4)
대한민국	97 (1.2)	99 (0.6)	97 (1.4)
싱가포르	84 (3.4)	100 (0.0)	84 (3.4)
국제평균	84 (0.4)	85 (0.4)	73 (0.6)

<표 II-3>을 보면 교사자격증을 소지하고 있는 교사의 비율은 78%인 홍콩에서 100%에 이르는 일본, 싱가포르에 이르기까지 다양한 분포 양상을 보이고 있다. 그리고 수학을 전공하고 있으면서 교사자격증을 가지고 있는 비율은 더욱 다양하게 나타난다.

우리나라는 전공이 수학인 교사에게서 배우는 학생의

비율은 99%에 이르고 있다고 할 수 있다. 이는 국제평균인 85%에 견주어보면 비교적 높은 수준으로 비슷한 제도가 시행중인 성취도 결과 상위권인 여러 나라에서도 나타나는 특징이다. 이를 토대로 교사가 자신이 가르치는 교과의 자격증을 가지고 있는지의 여부가 성취도에 영향을 미친다는 것을 유추할 수 있다.

나. 교사의 교과 내용에 대한 자신감

TIMSS 1999에서는 수학을 가르치는 데 대한 교사의 자신감의 정도(CPTM: confidence in their preparation to teach mathematics)를 측정하기 위해 교사 자신이 얼마나 준비되어 있다고 생각하는지를 묻고 그에 대한 결과를 산출하였다.

전체적으로 교사 자신이 수학을 가르치는 데 잘 준비되어 있다고 자신감을 느끼는 경우 학생의 평균적인 성

취도가 높은 것으로 나타난다.

사실 교사가 어느 정도로 준비되어 있는지 여부에 대해서는 객관적으로 측정할 방도가 마련되어 있지 않다. 이는 각 나라의 수학 교사 양성 과정에 대한 형식, 내용면의 비교가 현실적으로 불가능하기 때문이다. 여기서는 다만 교사가 스스로 자신이 가르쳐야 할 여러 주제에 대하여 어느 정도로 자신감을 가지고 있으며 그것이 학생의 성취도에 미치는 영향의 정도를 알아볼 수 있다.

<표 II-4> 교과 내용을 가르치기 위한 수학 교사의 준비 정도(자신감)와 수학 성취도

순위	국가명	상 CPTM		중 CPTM		하 CPTM	
		학생 비율	평균	학생 비율	평균	학생 비율	평균
1	미국	87 (2.4)	505 (4.2)	11 (2.3)	489 (7.0)	2 (1.0)	~ ~
9	대만	71 (3.6)	586 (4.5)	15 (3.1)	587 (10.9)	14 (2.7)	572 (6.8)
11	싱가포르	66 (4.2)	603 (7.1)	24 (3.7)	619 (12.0)	10 (2.8)	578 (20.8)
14	홍콩	61 (4.3)	579 (5.5)	28 (3.9)	591 (8.2)	11 (2.7)	571 (12.0)
17	대한민국	48 (3.9)	585 (3.2)	31 (3.8)	590 (4.1)	21 (3.0)	588 (3.5)
19	일본	8 (2.1)	584 (6.1)	24 (3.6)	589 (4.2)	68 (4.0)	573 (2.6)
국제평균		63 (0.6)	489 (1.1)	23 (0.6)	481 (1.7)	14 (0.5)	473 (2.9)

~ 은 성취도를 보고하기에 불충분한 자료를 의미한다. 이하 표에서도 같은 의미로 사용되었다.

우리나라의 수학 교사들이 스스로 잘 준비되어 있는지에 대한 자신감의 정도는 국제 평균과도 다소 차이가 있으며, 학생들의 성취도와도 직접적 관련성이 적어 보인다.(<표 II-4>참조)

국제평균을 살펴보면 자신감이 높은 교사에게서 배우는 63%에 달하는 학생들의 성취도 평균이 489로 가장 높았으며, 중간, 낮은 단계로 갈수록 481, 473으로 눈에 띄게 낮아지는 걸 관찰할 수 있다. 그러나 우리나라 교사들을 대상으로 한 조사에서는 이와는 다른 현상을 볼 수 있다. 우선 국제 평균인 63%보다 적은 48%의 교사가 스스로 잘 준비되어 있다고 여길 뿐이며, 잘 준비되어 있지 못하다고 생각하는 교사의 비율은 국제평균인 14%보다 높은 21%로 나타났다. 그리고 자신감이 높은 교사에게서 배우는 학생의 성취도가 그렇지 못한 학생의 성취도에 비해 오히려 더 낮은 특징이 드러난다.

이에 대한 원인은 여러 갈래로 분석, 유추해 볼 수

있겠다. 무엇보다도 잘 준비되어 있는지에 대한 객관적 척도가 존재하지 않으므로 결국 주관적인 판단에 따르게 되어 있으며, 설령 잘 준비되어 있다 하더라도 그것이 곧바로 학생들의 성취도를 높이는 것에 직결되지 않는다고 볼 수 있다.

수학의 여러 주제를 가르치는 것에 대한 교사의 자신감의 정도를 측정하기 위하여 모두 12가지 주제에 대하여 교사 자신이 지도할 준비가 어느 정도 되어있는지를 물었다.(<표 II-5>참조) 그 결과 각 주제에 대하여 자신감을 느끼는 한국의 교사들은 전체적으로 국제평균보다 훨씬 낮은 비율이었다.

우리나라의 경우 '간단한 확률의 이해와 계산'(67%, 국제평균 55%)과 '일차방정식과 일차부등식의 풀이' 영역(83%, 국제평균 81%)만이 국제 평균보다 높게 나타난 두 개의 주제였다.

<표 II-5> 수학의 여러 주제를 가르치기 위한 교사의 준비 정도(자신감)

국가명	가르칠 준비가 충분히 준비되어 있다고 응답한 교사들의 학생 비율 ¹					
	분수, 소수, 퍼센트	비와 비율	측정- 단위, 도구, 정확성	둘레, 넓이, 부피	도형- 정의와 성질	도형- 대칭, 운동과 변환, 합동과 닮음
대만	80 (3.3)	83 (2.9)	65 (3.8)	77 (3.4)	77 (3.1)	70 (3.5)
홍콩	75 (3.6)	76 (3.7)	67 (4.1)	86 (3.0)	66 (4.0)	53 (4.3)
일본	15 (3.2)	20 (3.2)	9 (2.0)	26 (3.7)	23 (3.6)	20 (3.5)
대한민국	57 (3.7)	52 (3.9)	38 (3.8)	63 (3.2)	72 (3.2)	63 (3.7)
싱가포르	80 (3.8)	82 (3.4)	76 (4.3)	90 (2.9)	79 (3.6)	69 (4.0)
국제평균	82 (0.5)	79 (0.5)	65 (0.6)	82 (0.5)	77 (0.6)	65 (0.6)

<표 II-5> 수학의 여러 주제를 가르치기 위한 교사의 준비 정도(자신감)(계속)

국가명	가르칠 준비가 충분히 준비되어 있다고 느낀다고 응답한 교사들의 학생 비율 ¹					
	좌표기하학	대수적 표현	대수적 식을 계산하고 값을 구하기	일차방정식과 일차부등식의 풀이	그래프, 도표, 표로 된 자료의 제시와 풀이	간단한 확률- 이해와 계산
대만	81 (3.2)	82 (2.9)	85 (2.9)	84 (3.0)	74 (3.7)	73 (3.7)
홍콩	82 (3.4)	85 (3.2)	87 (3.0)	74 (3.9)	58 (4.4)	58 (3.9)
일본	25 (3.9)	28 (4.4)	33 (4.3)	37 (4.4)	19 (3.3)	19 (3.7)
대한민국	49 (3.4)	56 (3.9)	74 (3.3)	83 (2.9)	55 (3.8)	67 (3.9)
싱가포르	79 (3.6)	85 (3.3)	86 (3.1)	89 (2.9)	80 (3.6)	46 (5.2)
국제평균	66 (0.7)	76 (0.6)	80 (0.6)	81 (0.5)	68 (0.7)	55 (0.7)
						73 (0.4)

III. 수업 변인과 학생의 성취도

TIMSS 1999의 결과에서 학생의 성취도를 수업과 관련지어 살펴보기 위하여 국가 조정위원, 교사, 학생 대상의 설문 내용 중에서 교육과정과 수업 활동에 대하여 조사한 결과는 다음과 같다.

가. 수업 활동과 학생의 성취도

1) 학급 규모

좋은 수업을 위해서는 적정선의 학급규모를 유지해야 한다고 보는 것이 일반적이다. TIMSS 1999 연구에 참

여한 국가들의 학급당 평균 학생 수는 31명으로 나타났다.(<표 III-1> 참조) 그렇지만 그 분포는 아주 다양하다. 42명으로 국제평균 학생수가 가장 많은 우리나라를 비롯하여 대만, 홍콩, 일본, 싱가포르의 경우 학급당 학생 수가 36명 이상으로 밝혀졌다. 20명 정도가 양질의 수업을 위한 적정수라는 일반적인 견해에 비추어 보면 상위권 5개국의 학생수는 다소 많은 편이라 할 수 있다. 우리나라는 갈수록 학급당 학생수가 줄어드는 추세에 있으므로 성취도와의 상관관계를 추적해 보고 분석해 볼 수 있는 단서를 제공한다고 여겨진다.

<표 III-1> 학급 규모와 수학 성취도

국가명	전체 학급규모 평균	1 - 20명		21 - 35명		36명 이상	
		학생비율	평균	학생비율	평균	학생비율	평균
대만	39 (0.5)	0 (0.0)	~ ~	14 (2.9)	578 (11.5)	86 (3.0)	586 (4.6)
홍콩	37 (0.5)	7 (1.8)	521 (20.0)	15 (3.0)	530 (10.5)	78 (3.4)	597 (4.3)
일본	36 (0.2)	1 (0.0)	~ ~	41 (3.4)	572 (2.9)	58 (3.3)	582 (2.3)
대한민국	42 (0.5)	0 (0.0)	~ ~	12 (2.2)	584 (6.7)	88 (2.2)	587 (2.1)
싱가포르	37 (0.3)	1 (0.4)	~ ~	32 (3.8)	602 (11.6)	68 (3.8)	607 (6.4)
국제평균	31 (0.1)	17 (0.4)	468 (2.4)	53 (0.6)	488 (1.4)	30 (0.4)	471 (4.3)

2) 수학 수업 시수

TIMSS 1999에 참여한 나라의 8학년 학생들이 받는 수학 수업 시간의 양에 대한 정보를 <표 III-2>에 제시하였다. 연간 수업시수는 국제 평균 129시간인 데 비해 우리나라에는 118시간으로 다소 적은 편이며, 전체 수업 시수 중 차지하는 비율도 11%로 국제 평균 13%에 비해서도 다소 낮은 수치이다. 이러한 통계치는 수학성취도 성적

상위권 5개국 중에서도 가장 낮은 것이다. 그렇지만 방과 후에 이루어지는 사교육에서 수학이 차지하는 비중이 결코 작지 않다는 것 역시 염연한 사실이므로 이 표에서 드러난 결과를 근거로 우리나라에서 효율적인 수학 수업이 이루어지고 있다고 결론내리는 것이 반드시 타당하다고 말할 수는 없다고 하겠다.

<표 III-2> 8학년의 수학 수업 시간

순위	국가명	학생들의 연평균 수학 수업 시간	전체 수업 시간에 대한 수학 수업 시간의 백분율
1	캐나다	r 150 (2.3)	r 15 (0.2)
2	홍콩	r 149 (5.4)	s 15 (0.5)
11	일본	127 (1.8)	12 (0.2)
12	대만	126 (1.9)	9 (0.1)
13	싱가포르	126 (3.8)	15 (0.5)
14	대한민국	118 (3.5)	11 (0.3)
	국제평균	129 (0.7)	13 (0.1)

수학 수업 시간은 교사들이 응답한 자료이고 전체 수업 시간은 학교가 응답한 자료이다.

r은 전체 학생 중 70-84%가 유효한 학교/교사의 응답 자료를 나타낸다.

s는 전체 학생 중 50-69%가 유효한 학교/교사의 응답 자료를 나타낸다.

3) 교사의 근무 시간의 활동

수학 교사가 학교에서 어떤 활동에 어느 시간의 시

간을 보내고 있는지를 알아보기 위하여 수학 교사를 대상으로 설문한 결과는 <표 III-3>과 같다.

<표 III-3> 수학 교사가 공식적인 근무시간에 수행하는 활동

국가명	공식적으로 계획된 학교 시간의 비율				
	수학, 과학, 다른 과목의 수업	수학 수업	학습지도안 작성 ¹	행정적인 업무	기타 ²
대만	55 (2.0)	55 (2.0)	9 (0.9)	4 (0.9)	32 (1.6)
홍콩	x x	x x	x x	x x	x x
일본	68 (1.8)	63 (1.9)	7 (0.8)	4 (0.4)	21 (1.4)
대한민국	54 (1.3)	54 (1.3)	11 (0.6)	14 (0.8)	21 (0.9)
싱가포르	73 (0.8)	55 (1.8)	- -	3 (0.3)	24 (0.7)
국제평균	71 (0.3)	60 (0.3)	9 (0.1)	4 (0.1)	16 (0.2)

¹ 개별 학습지도안과 공동 학습지도안 작성은 포함한다.² 수업이외의 학생지도, 학생 면담/사정, 학생 이외의 사람들과의 면담, 기타 활동을 포함한다.

우리나라의 경우는 아직까지 수학 교사가 수학 이외의 과목을 복수로 가르치는 경우가 드물기 때문에 수학을 가르치는 데 할애하는 시간의 비중이나 다른 과목을 더불어 가르치는 비중이 같은 것으로 나타난다.(<표 III-3> 참조) 그럼에도 국제평균인 60%에 비하여 다소 낮은 수치인 54%로 나타난 것은 수업 이외의 다른 업무에 많은 시간을 할애하는 데 기인하는 것으로 추정할 수 있다. 실제로 행정업무에 소요되는 시간의 비율이 14%로 국제평균인 4%에 비하여 훨씬 높았고, 상위권 5개국 중에서도 가장 높은 것으로 드러났다. 다른 나라와 비교하지 않더라도 교사가 수업과 관련되지 않은 업무를 수행하는 데 많은 시간을 보내는 것은 바람직한 현상은 아니

므로 실태를 분석하여 문제점이 있다고 판단되면 이에 대한 대책 마련이 필요하다. 학습지도안 작성이나 공동 학습지도안 작성에 소요되는 시간의 비중은 11%로 국제평균인 9%에 비해서는 다소 높은 것으로 나타났다.

4) 교사의 수업 활동

TIMSS 1999에서는 수학 수업시간 중 교사의 활동 유형에 따른 비중을 알아보기 위하여 ‘행정적인 일(수업의 내용/ 목적과 무관한 일)’, ‘숙제검사’, ‘교사에 의한 강의 형태의 설명’ 등의 항목에 얼마만큼의 시간을 소요하는지를 묻고 그에 대한 답변의 결과를 분석하였다. 그 결과는 아래 <표 III-4>에 나타나 있다.

<표 III-4> 수학 수업시간 중 교사의 활동 유형별 시간 비율

국가명	전형적인 한 달 수업에서 보내는 시간의 비율							
	행정적인 일	숙제 검사	교사에 의한 강의 형태의 설명	교사의 안내를 받으며 학생이 하는 연습	내용/절차를 반복지도 하거나 명료화 함	학생이 독립적으로 연습함	시험과 퀴즈	기타
대만	3 (0.6)	12 (0.5)	39 (1.3)	15 (0.5)	11 (0.6)	9 (0.5)	10 (0.5)	2 (0.4)
홍콩	5 (0.7)	12 (0.7)	32 (1.6)	18 (0.8)	8 (0.4)	14 (0.8)	8 (0.4)	3 (0.4)
일본	2 (0.5)	5 (0.4)	34 (1.6)	26 (1.3)	16 (0.9)	9 (0.7)	7 (0.5)	2 (0.3)
대한민국	3 (0.6)	6 (0.3)	33 (1.4)	22 (0.8)	14 (0.8)	14 (0.8)	7 (0.3)	3 (0.4)
싱가포르	6 (0.6)	13 (0.7)	28 (1.5)	20 (1.2)	9 (0.3)	12 (0.8)	8 (0.4)	3 (0.3)
국제평균	5 (0.1)	12 (0.1)	23 (0.2)	22 (0.2)	13 (0.1)	15 (0.2)	11 (0.1)	4 (0.1)

표에 나타난 분석 결과 주요한 두 가지 유형의 활동

은 ‘교사에 의한 강의 형태의 설명’과 ‘교사의 안내를 받

으며 학생이 하는 연습'으로 국제평균이 각각 23%, 22%에 달했다. 상위권 5개국의 경우 모두 '교사에 의한 강의 형태의 설명' 활동에 가장 많은 시간을 할애하는 것으로 나타났다. 우리나라 역시 '교사에 의한 강의 형태의 설명'을 하는 시간의 비중이 33%로 다른 활동에 비해서 역시 가장 높았다. 이는 그간 수학교육학계에서 발견학습, 탐구학습, 수학 실험실 학습방법 등 여러 가지 수학과 교수-학습이론을 주장해 왔으나 오스벨(Ausubel)이 이론 바 '의미충실한 언어적 학습'(meaningful verbal learning)이라 주장했던 이론이 현실적으로 가장 큰 흐름을 형성하고 있다는 것을 보여준다. 그는 교사의 설명에 의한 지도를 통하여 인류의 끝없는 세대를 통해 누적

된 지식이 전수되어 온 것을 상기시키며 설명식 지도법 이야기로 가장 효과적이고 의미있는 학습을 할 수 있게 하는 한 방법이라고 주장하였다(강옥기, 2001). 실제 많은 수학과 학습이론 가운데 이 이론이 타당한지를 검증할 수 있는 자료는 부족하지만 적어도 가장 현실에서 광범하게 적용되고 있다고 추정할 수는 있다.

5) 학생의 수업 활동

TIMSS 1999에서는 수학 수업 시간 중 학생의 활동 유형을 알아보기 위하여 수학시간에 이루어지는 여러 가지 일의 빈도를 조사하였다. (<표 III-5>참조)

<표 III-5> 수학 수업 시간 중 학생의 활동 유형(학생응답)

국가명	거의 항상 혹은 때 자주에 응답한 학생 비율				
	완성된 숙제에 대해 토의함	교사가 문제 푸는 방법을 보여줌	학습지나 교과서로 스스로 공부함	수학 과제를 해결함	숙제를 시작함
대만	55 (1.0)	91 (0.5)	59 (1.2)	55 (1.2)	34 (1.0)
홍콩	35 (1.1)	91 (0.6)	69 (1.2)	67 (1.4)	40 (1.1)
일본	19 (1.2)	88 (0.7)	38 (1.5)	6 (0.7)	20 (1.3)
대한민국	10 (0.5)	85 (0.8)	29 (0.7)	46 (1.2)	17 (0.7)
싱가포르	61 (1.0)	97 (0.4)	75 (0.9)	15 (1.1)	60 (1.9)
국제평균	55 (0.2)	86 (0.2)	59 (0.2)	36 (0.2)	42 (0.2)

그 결과는 앞의 '4) 교사의 수업활동'에서 나타난 것에 상응하여 학생들이 느끼기에도 수학 수업 시간에 하는 활동 중 가장 큰 비중을 차지하는 것은 역시 '선생님이 수학 문제 푸는 방법을 보여준다'는 것이었다. 그 비율은 국제 평균 86%이며 우리나라의 경우 그와 비슷한 85%로 나타났다. 그 다음으로는 '완성된 숙제에 대하여 토의'하거나 '학습지나 교과서로 스스로 공부'하는 활동으로 55%에서 59%에 이르는 학생이 가장 큰 비중으로 행해진다고 여기고 있었다.

6) 추론과 문제 해결 활동

수학 수업 중 학생들로 하여금 문제해결을 위시한 여러 가지 유형의 활동에 얼마만큼의 비중을 두는지를 조사한 결과 우리나라는 국제평균과 많은 차이를 드러냈다(<표 III-6>참조). 우선 국제평균에서는 '계산 기술의 연습' 활동의 비율이 73%로 가장 큰 비중을 두는 것으로 드러났다. 이 항목의 경우 홍콩을 제외한 상위권 5개국의 경우 모두에서 국제평균보다 낮은 비중을 두고 있음을 확인할 수 있다.

<표 III-6> 수학 수업 중 학생들이 수행하는 활동 유형(교사 응답)

국가명	대부분 또는 매 수업시간에 하게 한다고 응답한 교사의 학생 비율				
	이론에 도달하는 과정 설명	표, 도표, 그래프 등을 사용하여 관계를 표현하고 분석	즉시 쉽게 해결할 수 없는 문제 풀기	관계를 표현하기 위해 방정식 세우기	계산 기술의 연습
대만	54 (4.1)	39 (4.4)	11 (2.1)	57 (4.2)	54 (4.5)
홍콩	33 (4.1)	17 (3.5)	18 (3.5)	60 (3.5)	78 (3.1)
일본	82 (3.2)	62 (4.1)	41 (4.4)	80 (3.0)	62 (4.5)
대한민국	65 (3.2)	38 (4.0)	28 (3.5)	65 (3.9)	55 (4.3)
싱가포르	44 (4.9)	14 (3.2)	15 (3.4)	29 (3.8)	51 (4.4)
국제평균	70 (0.6)	26 (0.6)	21 (0.6)	43 (0.6)	73 (0.6)

이는 계산 기술의 연습 자체가 초등학교 단계에서는 논리적 사고의 훈련이 될 수 있으나 8단계에 이를 정도가 되면 이미 다른 유형의 활동이 수학적 능력의 배양을 위하여 더욱 중요하다는 인식을 상위권 대부분의 나라에서 많은 교사가 하고 있음을 반영한다고 볼 수 있다. 이 보다는 오히려 ‘관계를 표현하기 위해 방정식 세우기’ 활동에 더욱 큰 비중을 두고 있다는 것을 확인할 수 있다. 국제평균이 43%인 데 반해 29%의 수치를 보인 싱가포르 말고는 대체로 높은 수치를 나타낸 것이다. 우리나라의 경우는 65%로 80%의 비율을 보인 일본에 비해서는

낮은 수치이긴 하나 ‘이론에 도달하는 과정 설명’과 더불어 가장 큰 비중을 두고 있음을 알 수 있다.

80년대 이후로 문제해결력의 신장은 수학교육의 주요한 목적의 하나로 자리매김 되어 왔다.(1998, 우정호, p.70) TIMSS 1999에서는 ‘수학적 추론과 문제 해결에 대한 교사의 강조 정도’(EMRPS: emphasis on mathematics reasoning and problem-solving)에 대한 지표를 만들어 조사한 결과를 <표 III-7>과 같이 나타내었다.

<표 III-7> 수학적 추론과 문제 해결에 대한 교사의 강조 정도와 수학 성취도

순위	국가명	상 EMRPS		중 EMRPS		하 EMRPS	
		학생비율	평균	학생비율	평균	학생비율	평균
1	일본	49 (4.1)	584 (2.6)	45 (4.1)	574 (2.5)	7 (2.1)	562 (6.2)
6	대한민국	21 (3.0)	588 (4.0)	66 (3.3)	586 (2.6)	13 (2.4)	594 (4.6)
10	대만	13 (2.4)	571 (7.5)	58 (4.2)	594 (6.0)	29 (3.8)	573 (6.9)
15	싱가포르	7 (2.1)	617 (25.9)	47 (4.0)	607 (8.8)	47 (4.4)	599 (8.2)
16	홍콩	6 (2.2)	597 (13.7)	56 (3.6)	591 (5.7)	38 (3.7)	570 (8.1)
	국제평균	15 (0.5)	493 (3.5)	61 (0.7)	490 (1.0)	24 (0.6)	479 (1.5)

국제 평균에서는 중 수준인 비율이 61%로 가장 높았다. 그렇지만 성취도와의 상관관계를 보면 ‘상’에 속하는 학생들의 성취도 평균이 493으로 가장 높았으며, 중, 하로 내려갈수록 성취도 평균도 낮아지고 있다는 것을 확인할 수 있다. 이러한 경향성은 대부분의 나라에서도 유

사하게 나타났다. 그러나 우리나라의 경우 ‘하’에 속하는 학생들의 비율은 국제평균보다 낮긴 하지만 EMRPS 정도가 높은 학생들의 성취도 평균에 비해서 가장 높은 것으로 나타나 국제적인 경향성과는 다소 거리가 있다는 것을 알 수 있다.(<표 III-7> 참조)

<표 III-8> 교사의 수학 추론과 문제해결력 강조지표(EMRPS)의 추이

국가명	상 EMRPS			중 EMRPS			하 EMRPS					
	학생 비율		1995-1999년 차이	학생 비율		1995-1999년 차이	학생 비율		1995-1999년 차이			
	1995년	1999년		1995년	1999년		1995년	1999년				
홍콩	5(2.4)	6(2.2)	1(3.2)	•	41(5.5)	56(3.6)	15(6.6)	•	54(5.4)	38(3.7)	-16(6.5)	•
일본	37(4.1)	49(4.1)	12(5.9)	•	54(4.1)	45(4.1)	-9(5.8)	•	10(2.3)	7(2.1)	-3(3.1)	•
대한민국	15(3.2)	21(3.0)	6(4.4)	•	70(4.2)	66(3.3)	-4(5.3)	•	15(3.5)	13(2.4)	-2(4.3)	•
싱가포르	s 2(1.4)	7(2.1)	5(2.5)	•	48(4.9)	47(4.0)	-1(6.3)	•	50(4.8)	47(4.4)	-3(6.5)	•
국제평균	§ 11(0.6)	15(0.6)	4(0.9)	•	59(1.0)	61(0.9)	2(1.3)	•	30(0.9)	24(0.7)	-6(1.1)	▼

▲ 1999년이 1995년보다 유의하게 높음 • 1999년과 1995년이 유의한 차이가 없음

▼ 1999년이 1995년보다 유의하게 낮음; 교사들이 응답한 배경변인 자료이다.

§ 국제평균은 1995년과 1999년 모두 참가하고 표본 참여율을 지침을 만족시키는 국가들에 대한 것이다.

s는 1995년이나 1999년 중 더 낮은 응답율에 기초하여, 전체 학생 중 50-69%를 가르친 교사의 응답을 의미한다.

한편 교사가 수학 추론과 문제해결력을 강조하는 정도가 지난 4년간(1995-1999; TIMSS-1995, TIMSS 1999) 어떻게 변화했는지를 살펴보기 위한 조사 결과 국제평균에서는 전체적으로 큰 변화는 보이지 않으나, '상'에 속하는 비율의 경우 4% 증가로 유의하게 유의한 변화를 나타내었다.<표 III-8> 그리고 '중'에 속하는 비율

도 유의한 수준은 아니었지만 2% 증가했음을 볼 수 있다. 이처럼 미약하나마 시간이 갈수록 수학 교사가 수학 추론과 문제해결력을 강조하는 정도가 강해지는 추세에 있다는 것을 알 수 있다. 우리나라 역시 통계적으로 유의한 수준은 아니지만 '상'에 속하는 비율이 1995년에서 1999 사이에 6% 증가하였다.

<표 III-9> 학생들이 수학문제를 풀 때 일상생활에서 일어나는 일을 응용하는 빈도(학생응답)

국가명	거의 항상		자주		가끔 꽤		전혀 하지 않음	
	학생비율	평균	학생비율	평균	학생비율	평균	학생비율	평균
대만	11 (0.5)	596 (6.2)	31 (0.8)	600 (4.0)	43 (0.8)	590 (4.4)	15 (0.7)	540 (6.5)
홍콩	6 (0.3)	573 (8.0)	24 (0.8)	583 (6.5)	56 (0.9)	587 (4.0)	15 (0.7)	570 (6.1)
일본	2 (0.2)	~ ~	17 (0.7)	590 (3.5)	55 (0.8)	583 (2.1)	27 (1.0)	564 (3.3)
대한민국	3 (0.3)	580 (7.5)	12 (0.6)	602 (3.2)	47 (0.8)	595 (2.3)	37 (0.8)	573 (2.7)
싱가포르	16 (0.8)	578 (7.8)	34 (0.9)	606 (6.9)	36 (1.1)	617 (6.3)	14 (0.8)	599 (6.1)
국제평균	15 (0.1)	474 (1.4)	26 (0.2)	493 (0.9)	39 (0.2)	497 (0.9)	19 (0.2)	478 (1.0)

~ 은 성취도를 보고하기에 불충분한 자료를 의미한다.

수학 문제를 해결하기 위해서 일상생활에서 일어나는 일을 얼마나 응용하는지에 대해서 학생을 대상으로 설문 조사한 결과 대부분의 나라에서 '가끔'이라고 39%로 대답한 비율이 가장 높았다.<표 III-9> 참조) '꽤 자주'(26%) 또는 '거의 항상'(15%)이라고 대답한 비율까지 합하면 80% 가량이 일상생활과 문제해결 활동 사이에 상당히 연관이 있다고 생각하는 것이다.

우리나라는 거의 항상 응용한다는 대답은 3%에 불과하여 국제평균인 15%보다 아주 낮은 수치를 나타냈다. 전혀 하지 않는다는 비율은 37%로 가장 높은 응답률을 보임으로써 수학 문제 해결에 일상생활을 응용하는 정도가 낮음을 알 수 있다. 수학교육의 목표가 수학적 힘의 배양이라든지 수학적 소양의 함양 등 사회 구성원으로 살아나가는 데 실질적으로 요구되는 내용을 기르도록 하

는 게 최근의 추세라는 것을 감안하면 이러한 결과는 그다지 긍정적이라고 할 수 없다.(황혜정 외, 2000) 실생활과의 관련성을 다양한 각도에서 제기하고 이를 응용하는데 좀 더 노력을 기울여야 할 것이다.

7) 수업 매체

수학 수업 시간에 칠판, OHP, 컴퓨터 등을 사용하는 빈도에 대하여 학생 대상으로 설문한 결과는 <표 III-10>과 같다.

국제평균에 따르면 92%의 학생들이 교사가 거의 항상 또는 꽤 자주 칠판을 사용하다고 답변하였다. 이는 상위권 5개국에서도 예외가 아니었다. 칠판을 주로 활용하는 것은 일반적으로 전통적 교수법이라 여기지만 여전

히 대부분의 나라에서 애용되고 있다는 것을 알 수 있다. 우리나라의 경우 학생들이 칠판을 사용하는 비율(38%)이 국제평균(60%)보다 훨씬 낮았으며 상위 5개국 중에서도 가장 낮았다. 이는 학생들로 하여금 문제해결 과정을 다른 학생들에게 보여주거나 발표하게 하는 활동이 미약하다는 것을 뜻한다. 한편 교사가 OHP를 사용하는 비율(10%) 역시 국제평균(19%)보다 상당히 낮다. 그리고 학생이 OHP를 사용하는 비율(3%)도 국제평균(9%)보다 낮다는 것을 알 수 있는데, 특히 성취도 1위인 싱가포르에서 학생들이 OHP를 사용하는 비율이 21%에 달한다는 사실에 주목할 필요가 있다고 여겨진다. 또한 근래 들어 일반적으로 높을 것으로 예상되는 컴퓨터의 활용 비율이 의외로 낮은 것을 알 수 있다.

<표 III-10> 수학 수업시간에 사용하는 프리젠테이션 방법

국가명	거의 항상 혹은 꽤 자주에 응답한 학생 비율				
	교사가 칠판을 사용함	교사가 OHP를 사용함	교사가 수학의 개념을 설명하기 위해 컴퓨터를 사용함	학생이 칠판을 사용함	학생이 OHP를 사용함
대만	96 (0.4)	4 (0.4)	2 (0.2)	48 (1.6)	2 (0.3)
홍콩	96 (0.4)	9 (0.8)	3 (0.4)	46 (1.7)	3 (0.4)
일본	99 (0.2)	4 (0.8)	1 (0.4)	50 (2.5)	1 (0.3)
대한민국	93 (0.5)	10 (0.8)	7 (0.9)	38 (1.7)	3 (0.3)
싱가포르	96 (1.3)	75 (2.1)	11 (1.2)	52 (2.0)	21 (1.1)
국제평균	92 (0.1)	19 (0.3)	5 (0.1)	60 (0.2)	9 (0.1)

수학 수업 시간에 계산기를 사용하는 것에 관해서는 여러 가지 견해가 존재한다. 일찍이 프로이덴탈은 '수학적 이해를 유발하고 증진시키기 위해 계산기와 컴퓨터를 어떻게 활용할 것인가'라는 문제를 수학교육의 주요 문제로 제기한 바 있었다(Freudenthal, 1981). 그는 수학적 사고력 증진이라는 수학교육의 가장 큰 목표를 달성하기 위한 강력한 수단으로서 계산기를 비롯한 공학적

도구를 활용할 것을 주장하였다. 그런 한편 방법론의 측면에서 도입된 공학적 도구가 가르치고자 하는 수학 내용과 지식의 성격을 변형시키고 왜곡할 위험성에 대해 우려하는 입장 역시 존재하는 게 사실이다. TIMSS 1999에서는 수학수업에서 계산기 사용 방침과 학생들이 여러 활동을 위하여 얼마나 자주 계산기를 사용하는지를 조사하였다.(<표 III-11> 참조)

<표 III-11> 수학 수업시간에 계산기 사용과 수학 성취도(교사 응답)

국가명	수업시간에 계산기를 사용하는 학생 비율	수학 수업 중 계산기 사용 방침					
		자유로운 사용		제한적 사용		사용 불가	
		학생 비율	평균	학생 비율	평균	학생 비율	평균
대만	51 (4.6)	13 (3.9)	576 (13.0)	85 (4.3)	577 (5.7)	3 (2.0)	599 (76.8)
홍콩	99 (0.5)	67 (4.3)	579 (5.2)	32 (4.2)	590 (6.6)	1 (0.0)	~ ~
일본	34 (4.3)	13 (3.9)	579 (5.4)	85 (4.4)	579 (5.1)	2 (0.2)	~ ~
대한민국	28 (3.4)	5 (3.3)	601 (9.0)	77 (6.3)	589 (4.6)	18 (5.7)	586 (9.0)
싱가포르	100 (0.0)	31 (4.7)	622 (11.0)	69 (4.7)	597 (6.2)	0 (0.0)	~ ~
국제평균	73 (0.5)	21 (0.5)	490 (2.2)	67 (0.7)	488 (1.2)	12 (0.6)	464 (3.5)

* TIMSS에서 계산기의 사용은 1995년 또는 1999년에 허용되지 않았다.

우선 몇몇 나라를 제외하고는 수업 시간에 계산기를 사용하는 학생의 비율이 90%를 넘고 있다는 것을 알 수 있다. 그러면서도 많은 교사가 제한적으로(67%) 사용을 허용하는 방침을 가지고 있는 것으로 드러났다. 무엇보다 눈에 띄는 것은 수업 시간에 계산기를 사용하는 학생의 비율이 국제평균 73%인데 반해 우리나라는 28%로 최하위라는 점이다. 이는 아마도 앞서 언급한 것처럼 계산기를 도입함으로써 수학교육을 통하여 획득하고자 하

는 능력의 배양에 부정적인 영향을 미치지 않을까하는 교사들의 보수적인 견해가 작용한 결과라 추정할 수 있다.

한편 계산기를 자유롭게 사용해도 되는 학생들(21%)의 성취도 평균(490)이 가장 높고 제한적으로 혹은 사용을 불허하는 경우(12%) 성취도 평균(464)이 낮아지는 경향은 국제평균뿐만 아니라 우리나라에서도 마찬가지로 드러난다.

<표 III-12> 수학 수업 중 계산기 사용 강조 지표(ECMC)*와 수학 성취도

순위	국가명	상 ECMC		중 ECMC		하 ECMC	
		학생 비율	평균	학생 비율	평균	학생 비율	평균
1	네덜란드	95 (1.1)	538 (7.2)	5 (1.1)	512 (23.5)	0 (0.0)	~ ~
2	싱가포르	85 (1.6)	611 (6.3)	15 (1.6)	567 (7.1)	0 (0.0)	~ ~
7	홍콩	75 (1.9)	586 (4.4)	25 (1.8)	577 (6.3)	0 (0.2)	~ ~
18	대만	2 (0.4)	~ ~	48 (4.0)	576 (4.8)	50 (4.2)	598 (5.4)
20	대한민국	0 (0.3)	~ ~	29 (3.3)	587 (4.0)	71 (3.3)	587 (2.4)
21	일본	0 (0.1)	~ ~	21 (3.2)	573 (6.4)	79 (3.2)	579 (2.2)
	국제평균	32 (0.3)	481 (1.8)	42 (0.5)	484 (1.2)	26 (0.5)	481 (3.3)

성취도 상위권 5개국 외에 순위 1위인 네덜란드도 함께 나타내었다.

TIMSS 1999에서는 수학 수업 중 계산기 사용 강조 지표(ECMC; emphasis on calculators in mathematics class)를 설정하여 계산기 사용에 관한 설문에 대한 교사와 학생의 반응을 종합하여 그 결과를 <표 III-12>와 같이 나타내었다. 네덜란드, 싱가포르는 전체 학생의 4/5 이상(84%~95%)이 ‘상’ 수준에 속해 있다. 반면 우리나라를 비롯하여 대만, 일본 등 최상위권에 속하는 나라에서

는 ‘상’ 수준에 속하는 학생의 비율이 0%에 가까울 정도로 아주 낮다는 것을 알 수 있다. 말하자면 학생들의 성취도와 계산기 사용을 얼마나 강조하는지 사이에 직접적인 상관관계를 발견하기는 쉽지 않다. 이처럼 국제평균에서도 일정한 경향성을 발견할 수는 없지만 대부분의 나라에서 계산기를 사용하는 데 대한 강조 정도가 상당히 높은 것을 보면 계산기 사용과 수학 성취도 사이의

관련성이 긍정적이라는 것을 추정할 수는 있다. 계산기를 수업에 도입하는 것은 하나의 시대적 조류라는 것을 인정하고 이를 더욱 효율적으로 수학과 교수-학습에 활용하는 것이 요구된다고 할 수 있다.

수학 수업에서 계산기 강조 정도의 추이와 성취도 사

이에 유의한 변화를 찾는 것은 어렵다. 그런 가운데 국제 평균에서는 '중', '하' 수준의 비율이 미세하게 늘어난 데 반해 우리나라에서는 '중' 수준이 미세하게 늘어난 것을 관찰할 수 있다. 그렇지만 이 역시 통계적으로 유의한 변화라고 하기는 어렵다.(<표 III-13> 참조)

<표 III-13> 수학 수업에서 계산기 강조 정도의 추이와 수학 성취도(학생, 교사 응답)

국가명	상 ECMC			중 ECMC			하 ECMC		
	학생 비율			학생 비율			학생 비율		
	1995년	1999년	1995-1999년 차이	1995년	1999년	1995-1999년 차이	1995년	1999년	1995-1999년 차이
홍콩	76(4.2)	75(1.9)	-1(4.6)	• 18(3.5)	25(1.8)	7(3.9)	• 6(2.4)	0(0.2)	-5(2.4) •
일본	0(0.2)	0(0.1)	0(0.2)	• 23(3.2)	21(3.2)	-3(4.5)	• 76(3.3)	79(3.2)	3(4.6) •
대한민국	0(0.1)	0(0.3)	0(0.3)	• 25(3.7)	29(3.3)	3(4.9)	• 74(3.7)	71(3.3)	-3(5.0) •
싱가포르	79(2.2)	85(1.6)	6(2.7)	• 20(2.1)	15(1.6)	-5(2.6)	• 1(0.1)	0(0.0)	-1(0.1) •
국제평균	§ 47(0.6)	43(0.5)	-4(0.8)	▼ 33(0.7)	36(0.6)	3(0.9)	• 20(0.6)	20(0.6)	1(0.8) •

컴퓨터 사용의 빈도와 성취도와의 관계를 조사해 봤더니 국제평균에서는 컴퓨터를 전혀 사용하지 않는 학생들(80%)의 성취도가 498로 가장 높았다. 우리나라에는 이

와는 다소 다른 결과였는데 가끔 사용한다는 학생들(13%)의 성취도가 가장 높게 나타났다.(<표 III-14> 참조)

<표 III-14> 수학 수업에서 컴퓨터 사용 빈도와 수학 성취도 (학생 응답)

국가명	거의 항상 또는 꽤 자주 사용함		가끔 사용함		전혀 사용하지 않음	
	학생 비율	평균	학생 비율	평균	학생 비율	평균
대만	13 (0.6)	548 (7.5)	21 (0.6)	564 (5.2)	66 (0.9)	601 (3.8)
홍콩	8 (0.5)	561 (9.5)	18 (0.8)	577 (6.2)	75 (1.1)	587 (4.1)
일본	2 (0.5)	~ ~	21 (2.3)	576 (3.7)	76 (2.7)	581 (2.0)
대한민국	3 (0.3)	567 (7.9)	13 (0.7)	596 (3.9)	83 (0.8)	587 (2.2)
싱가포르	11 (0.8)	590 (11.0)	43 (2.5)	625 (6.8)	46 (2.7)	589 (6.1)
국제평균	5 (0.1)	455 (2.8)	14 (0.2)	488 (1.5)	80 (0.3)	498 (0.7)

1995년과 1999년 사이의 컴퓨터 사용 빈도에 관한 추이를 살펴보면 국제평균에서는 전혀 사용하지 않는다는 테에서 가끔 사용한다는 쪽으로 약간 옮겨갔음을 살펴볼 수 있다.(<표 III-15> 참조) 우리나라 역시 전혀 사용하

지 않는다는 비율은 10%정도 줄어든 반면 가끔 사용한다는 비율이 8%, 꽤 자주 또는 거의 항상 사용한다는 비율이 2% 정도로 높아져서 갈수록 컴퓨터를 활발하게 사용하는 추세로 간다는 것을 알아볼 수 있다.

<표 III-15> 수학 수업에서 컴퓨터 사용 빈도의 추이(학생응답)

국가명	거의 항상 또는 꽤 자주 사용함		가끔 사용함		전혀 사용하지 않음	
	1999년 학생 비율	1995-1999년 차이	1999년 학생 비율	1995-1999년 차이	1999년 학생 비율	1995-1999년 차이
홍콩	8 (0.5)	4 (0.7) ▲	18 (0.8)	11 (0.9) ▲	75 (1.1)	-16 (1.3) ▼
일본	s 2 (0.5)	-2 (1.3) •	21 (2.3)	2 (3.5) •	76 (2.7)	0 (4.2) •
대한민국	3 (0.3)	2 (0.4) ▲	13 (0.7)	8 (0.8) ▲	83 (0.8)	-10 (1.0) ▼
싱가포르	11 (0.8)	9 (1.0) ▲	43 (2.5)	35 (2.8) ▲	46 (2.7)	-44 (3.1) ▼
국제평균	§ 5 (0.2)	0 (0.2) •	16 (0.4)	4 (0.5) ▲	79 (0.4)	-4 (0.6) ▼

▲ 1999년이 1995년보다 유의하게 높음 • 1999년과 1995년이 유의한 차이가 없음

▼ 1999년이 1995년보다 유의하게 낮음

8) 평가활동

평가는 학교 교육을 개선하는 데 중요한 토대가 되므로 근래에 와서 그 중요성이 더욱 부각된다고 할 수 있다. 제7차 교육과정에 따르면 평가의 목적은 교육과정 전체가 추구하는 건강하고 자주적이며 창의적이고 도덕적인 인간을 길러내는 전인 교육의 실현에 기여해야 하므로 무엇보다도 상대평가를 통해 학생을 줄세우기식의 선발적인 평가보다는 일련의 수학 교수-학습 과정의 중요한 부분으로서 시행되고, 평가의 결과가 차후 연계되는 수학학습의 개선적 지도를 위한 자료로 재활용될 수 있도록 해야 한다고 했다. 또한 학생의 학습 활동 측면에 대한 평가뿐만 아니라 교사의 지도 활동 측면에 대해서도 자발적인 평가를 함으로써 발전적인 학습지도 개선의 자료로서 활용되어야 한다는 것을 목적으로 삼고 있음을 밝혔다. 또한 이러한 목표를 구현하기 위한 충실히 평가를 위해서는 해당 내용의 성격과 목표에 따라 기법을 달리 할 수 있으며 타당도와 신뢰도를 갖춘 다양한 평가의 방법을 개발할 수 있어야 함을 명시하였다.

TIMSS 1999에서는 다양한 자료나 방법을 사용하여 다변화하는 평가의 유형에 대하여 알아보기 위하여 '수

업시간에 학생들의 다양한 활동에 대하여 각각 얼마만큼의 비중을 두는지'를 조사하였다. (<표 III-16> 참조) 그 결과는 나라에 따라서 큰 폭으로 다르게 나왔는데 국제 평균에서 가장 낮은 비율로 나타난 답변이 '외부에서 출제한 표준화된 시험'으로 37%의 교사만이 '매우 많이' 또는 '많이' 비중을 둔다고 답변하였다. 그리고 전체의 5분의 2 정도의 학생(37-42%)에 대해서는 '교사가 출제한 선다형, 진위형, 짹짓기형 문제'나 '학생들이 과제나 실험/실습 문제를 수행하는 정도'에 '매우 많이' 또는 '많이' 비중을 두는 것으로 드러났다. 가장 많은 교사들이 평가를 위하여 '매우 많이' 또는 '많이' 비중을 두는 활동으로 드러난 것은 '수업 시간에 학생들의 반응'으로 국제평균 77%로 나타났다.

그리고 다음으로 평가에서 비중을 '매우 많이' 또는 '많이' 두는 활동이 '학생들이 추론과정을 설명하거나 기술할 것을 요구하는 교사가 출제한 간단한 단답형이나 서술형 문제'와 '학생들에 대한 관찰'로서 국제평균이 각각 67%, 64%인 것으로 나타났다. 국제평균(60%)과 비교해 봤을 때 우리나라는 숙제를 근거로 평가하는 비율(32%)이 상위 5개국 중에서 가장 낮은 것으로 나타났다.

<표 III-16> 수학 교사가 주로 활용하는 평가 유형(교사 응답)

국가명	평가 유형에 대한 학생 비율						
	외부에서 출제한 표준화된 시험	교사가 제작한 설명을 요하는 시험	교사가 제작한 객관식 시험	숙제	과제나 실습 문제의 수행	학생들에 대한 관찰	수업시간에 학생들의 반응
대만	36 (4.0)	43 (4.0)	76 (3.4)	81 (3.2)	17 (3.4)	68 (3.1)	72 (3.6)
홍콩	17 (3.2)	52 (4.2)	47 (3.6)	44 (4.0)	10 (2.6)	38 (4.3)	44 (4.3)
일본	15 (2.9)	55 (4.4)	25 (3.9)	47 (4.0)	41 (4.0)	67 (4.1)	65 (4.3)
대한민국	37 (3.8)	48 (3.7)	45 (3.7)	32 (3.6)	43 (3.3)	50 (4.1)	61 (4.1)
싱가포르	36 (4.2)	22 (3.9)	5 (2.0)	61 (4.5)	37 (4.2)	46 (4.6)	52 (4.2)
국제평균	37 (0.6)	67 (0.6)	39 (0.6)	60 (0.6)	42 (0.6)	64 (0.6)	77 (0.5)

수학 수업 시간에 퀴즈나 시험 등의 평가를 시행하는 빈도에 관해서 조사한 결과는 <표 III-17>과 같다.

<표 III-17> 수학 수업 시간에 퀴즈나 시험을 보는 빈도 (교사 응답)

국가명	거의 항상		꽤 자주		가끔 또는 전혀 없음	
	학생 비율	평균	학생 비율	평균	학생 비율	평균
대만	27 (1.2)	589 (5.1)	46 (1.0)	590 (4.2)	27 (1.5)	576 (6.5)
홍콩	9 (0.7)	569 (7.3)	37 (1.6)	579 (4.9)	54 (2.2)	587 (5.2)
일본	12 (1.4)	571 (6.1)	30 (1.5)	582 (3.2)	58 (2.1)	579 (2.6)
대한민국	7 (0.5)	587 (6.9)	18 (0.8)	601 (4.5)	75 (1.2)	584 (1.9)
싱가포르	19 (0.9)	597 (8.3)	45 (1.0)	609 (6.5)	36 (1.4)	602 (6.4)
국제평균	21 (0.2)	473 (1.2)	36 (0.2)	493 (0.9)	43 (0.2)	490 (0.9)

수학 수업 시간에 퀴즈나 시험 등의 평가를 시행하는 빈도에 관해서 조사한 결과 나라에 따라 편차가 있었지만 ‘거의 항상’ 또는 ‘꽤 자주’로 응답한 비율은 57%였고, 가끔 또는 전혀 없다고 답한 비율도 43%에 이르렀다. 성취도와의 관계를 살펴보면 수학 수업 시간에 거의 항상 퀴즈나 시험을 친다고 답한 학생들의 성취도가 그렇지 않은 학생들보다 큰 차이로 낮은 것이 두드러진다. 성취도와의 관계에서 일정한 경향성을 발견하기는 쉽지 않다. 다만 우리나라의 경우 수학 수업 시간에 거의 항상 퀴즈나 시험을 친다고 답한 학생들의 성취도가 가끔 또는 전혀 없다고 답한 학생들과 거의 차이가 나지 않았다. 평가는 다양한 방법으로 자주 이루어짐으로써 더 나은 수업을 위해 반영이 되어야 하겠지만 퀴즈나 시험 등 형상적으로 시행되는 평가가 성취도를 향상하는 데 기여

하는 것은 아니라고 추정할 수 있다.

9) 숙제

이론적으로는 학생들이 수학 숙제를 위해 소요하는 시간의 양은 수학 학습을 얼마나 하는가 하는 지표가 될 수 있으므로 중요한 사항이라고 할 수 있다.

수학 숙제를 내주는 빈도와 평균적 소요시간에 관한 설문 조사 결과 가장 두드러진 특징은 싱가포르를 제외한 상위권 대부분의 나라가 국제 평균에 비해 훨씬 낮은 빈도로 숙제를 내주고 있다는 것이다. 구체적으로 살펴보면 국제평균에서는 30분 가량 소요되는 숙제를 주당 3회 이상 내주는 비율이 41%인데 반해 우리나라의 경우 24%로 상위권 5개국에서는 대체로 낮은 비율을 나타냈다. 다만 성취도 1위인 싱가포르의 경우 30분 이상 소요

되는 숙제를 주당 3회 이상 내주는 비율이 54%에 이르고 있음을 알 수 있다.(<표 III-18> 참조)

먼저 숙제를 내주는 빈도와 그 소요시간을 살펴보면 국제 평균에서는 1주에 3회 이상 30분 미만 걸리는 숙제

를 내는 경우가 41%로 가장 많았다. 그리고 30분 이상 소요되는 분량의 숙제를 1주일에 3회 이상 내 주는 경우도 26%에 달했다.

<표 III-18> 수학 숙제를 내는 빈도와 소요시간(교사응답)

국가명	교사가 가르친 학생 비율					
	1주일에 3회 이상 숙제를 내줌		일주일에 1회 또는 2회 숙제를 내줌		일주일에 1회 미만 숙제를 내줌	
	30분 미만	30분 이상	30분 미만	30분 이상	30분 미만	30분 이상
대만	21 (3.1)	25 (3.6)	27 (3.4)	23 (3.4)	2 (1.1)	2 (1.1)
홍콩	30 (4.0)	19 (3.1)	26 (3.1)	23 (3.7)	2 (1.2)	1 (0.0)
일본	14 (2.7)	3 (1.4)	27 (4.0)	8 (2.1)	34 (4.3)	6 (2.0)
대한민국	24 (3.3)	9 (2.3)	29 (3.4)	15 (2.7)	14 (2.6)	6 (2.0)
싱가포르	26 (4.2)	54 (4.3)	8 (2.1)	12 (2.4)	0 (0.0)	0 (0.0)
국제평균	41 (0.6)	26 (0.5)	16 (0.5)	10 (0.4)	4 (0.2)	2 (0.2)
						1 (0.1)

TIMSS 1999에서는 교사를 대상으로 한 수학 숙제의 빈도와 분량에 관한 설문 결과를 토대로, 수학 교사가 '수학 숙제를 강조하는 정도'(EMH: emphasis on mathematics homework 이하 EMH)에 대한 지표를 설정하여 지수를 산출하였다.(<표 III-19> 참조) 여기서는

30분 이상 소요되는 숙제를 적어도 1주일에 1회 또는 2회 내주는 경우에 '상'으로, 30분 미만 소요되는 숙제를 1주일에 1회 미만 또는 전혀 숙제를 내주지 않는 경우에 '하' 수준으로 설정하였다. 나머지 다른 경우는 모두 '중'으로 설정하였다.

<표 III-19> 수학 숙제 강조 정도와 수학 성취도

순위	국가명	상 EMH		중 EMH		하 EMH	
		학생 비율	평균	학생 비율	평균	학생 비율	평균
1	말레이시아	72 (3.8)	518 (6.0)	27 (3.8)	518 (9.6)	1 (0.0)	- -
2	싱가포르	66 (4.6)	613 (6.9)	34 (4.6)	587 (10.6)	0 (0.0)	- -
5	대만	48 (3.6)	593 (6.4)	50 (3.7)	580 (5.5)	2 (1.1)	- -
6	홍콩	41 (4.3)	580 (5.9)	57 (4.4)	585 (5.8)	2 (1.2)	- -
9	대한민국	25 (3.4)	587 (4.2)	62 (3.6)	586 (2.9)	14 (2.6)	593 (4.4)
14	일본	11 (2.5)	578 (3.9)	55 (4.3)	580 (2.8)	34 (4.3)	574 (5.3)
	국제평균	35 (0.6)	491 (1.8)	62 (0.6)	485 (1.0)	4 (0.2)	484 (4.0)

그 결과 국제평균에서는 수학 숙제를 상대적으로 많이 내는 편으로 '상' 수준에 속하는 교사에게 배우는 학생들의 비율이 35%, '중'에 해당하는 학생의 비율이 62%, '하'에 해당하는 학생의 비율은 4%로 나타났다.

국제 평균에서는 EMH 지수가 '상'인 교사에게 배우는 학생들의 수학 성적과 그렇지 않은 경우의 수학 성적 사

이에 그다지 큰 차이는 아니지만 정적인 상관관계를 나타내고 있다. 우리나라에는 비교 대상 국가 중에서는 순위가 아홉 번째로 비교적 숙제를 강조하는 정도가 높은 것으로 보이지만 국제 평균 지수인 35 보다는 낮은 수치를 기록하고 있다. 그렇지만 '중' 수준에 해당하는 학생들의 비율은 62로 국제평균과 동일한 정도임을 알 수 있다.

<표 III-20> 수학 숙제 강조 정도의 추이와 수학 성취도

국가명	상 EMH			중 EMH			하 EMH		
	학생 비율		1995-1999년 차이	학생 비율		1995-1999년 차이	학생 비율		1995-1999년 차이
	1995년	1999년		1995년	1999년		1995년	1999년	
홍콩	28(4.8)	41(4.3)	14(6.5) •	68(5.3)	57(4.4)	-10(7.0) •	5(3.0)	2(1.2)	-3(3.2) •
일본	16(3.4)	11(2.5)	-5(4.2) •	57(4.3)	55(4.3)	-2(6.1) •	27(3.7)	34(4.3)	7(5.7) •
대한민국	38(4.7)	25(3.4)	-14(5.8) •	57(4.8)	62(3.6)	5(6.0) •	5(2.0)	14(2.6)	9(3.3) •
싱가포르	69(4.6)	66(4.6)	-3(6.4) •	30(4.4)	34(4.6)	4(6.3) •	1(0.9)	0(0.0)	-1(0.9) •
국제평균	30(0.7)	31(0.7)	0(1.0) •	66(0.8)	65(0.7)	-1(1.1) •	4(0.4)	4(0.3)	0(0.5) •

1995년과 1999년에 시행된 조사 결과를 토대로 수학 숙제를 강조하는 정도에 관한 추이 변화를 살펴본 결과 크게 달라진 점은 보이지 않는다. 우리나라의 경우 '상' 수준에 속하는 학생의 비율이 14% 줄어들어 수학 숙제를 강조하는 정도가 대체로 낮아졌다고 생각할 수 있으나 이 역시 통계적으로 유의한 수준은 아닌 것으로 나와

있다.

문제해결을 위한 활동은 교실 밖 상황에서도 오랜 시간에 걸쳐 계속된다면 바람직하다는 생각에서 TIMSS 1999에서는 개별적으로든 소집단으로든 장기 과제나 실험을 중심으로 한 숙제를 얼마나 내는지 여부를 교사 대상으로 설문 조사하였다.

<표 III-21> 장기과제나 조사에 기초한 수학 숙제를 내는 빈도*(교사 응답)

국가명	가끔 또는 항상 냄		전혀 또는 거의 내지 않음	
	학생 비율	평균	학생 비율	평균
대만	4 (1.6)	577 (22.9)	96 (1.6)	585 (4.1)
홍콩	3 (1.4)	636 (14.9)	97 (1.4)	581 (4.4)
일본	1 (0.7)	~ ~	99 (0.7)	579 (1.8)
대한민국	16 (2.9)	586 (5.6)	84 (2.9)	588 (2.3)
싱가포르	20 (3.6)	616 (14.5)	80 (3.6)	602 (6.8)
국제평균	18 (0.5)	491 (2.2)	82 (0.5)	487 (0.8)

* 소극모의 조사 또는 자료수집, 개별적인 장기 과제나 실험, 소집단별 장기 과제나 실험에 대한 숙제를 내준다는 문항에 대한 평균이다.

그 결과 대부분의 교사는 그러한 유형의 숙제를 내주지 않는 것으로 나타났다. 즉 국제평균에서는 18% 정도 만이 가끔 또는 항상 냈다는 답변을 하였다. 우리나라로 예외가 아니어서 국제평균과 거의 같은 수치를 기록하였다. 그리고 성취도에서도 장기 과제나 조사 중심의 숙제를 가끔 또는 항상 내는 교사들이 가르치는 학생들의 결과가 비록 큰 차이는 아니지만 더 높게 나옴으로써 성취도와 유의한 상관관계를 가진다고 결론내릴 수는 없다. 다만 갈수록 생활 전반에 걸쳐서 발휘할 수 있는 수학적 능력 혹은 수학적 소양을 기르는 것이 수학교육의 목표

로 설정되어가는 추세에 비추어 이러한 유형의 숙제를 제시하고 활용하는 현실적인 방안에 대하여 고려해야 한다고 하겠다.

수학 과제를 해결하기 위하여 인터넷에 접근할 수 있는 장소 및 그 접속 빈도에 대하여 알아보기 위하여 집 또는 학교나 다른 장소에서 접속 가능한지와 적어도 한번 이상 사용하는지를 물어보았다.

보편적으로 인터넷은 자료를 수집하거나 분석하기 위해 유용하다고 여겨지지만 우리나라라는 실제 인터넷 접속 가능성은 집에서는 23%로 국제평균인 19%보다는 높지

만 상위권 5개국 중에서는 낮은 편에 속하였다. 특히 학교에서의 접속가능성은 6%로 국제평균인 27%보다 훨씬 낮으며 일본과 더불어 상위권 5개국 중에서 최하위인 것으로 나타났다. 성취도 1위인 싱가포르는 집에서나 학교

에서 공히 인터넷 접속 가능성이 높다는 것을 알 수 있다. 그렇지만 전체적으로 성취도 결과와 직접적인 관련성이 있다고 보기는 어렵다고 할 수 있다.

<표 III-22> 수학 과제 수행을 위한 인터넷 접근과 사용 장소 및 목적(학생 응답)

국가명	학생 비율				
	인터넷 접속 장소			수학과제를 위해 적어도 한 달에 한 번 인터넷 사용	
	집에서	학교에서	다른 장소에서	다른 학교 학생들과 수학 숙제를 하기 위해 E-mail을 사용	수학 숙제의 정보를 얻기 위해 World Wide Web 사용
대만	32 (1.1)	61 (3.1)	41 (0.8)	10 (0.5)	12 (0.5)
홍콩	34 (1.1)	26 (2.2)	34 (0.8)	10 (0.6)	11 (0.6)
일본	s 13 (1.2)	s 6 (2.5)	s 2 (0.3)	8 (0.9)	7 (0.9)
대한민국	23 (0.7)	6 (1.2)	36 (1.0)	4 (0.3)	6 (0.4)
싱가포르	47 (1.9)	48 (2.9)	39 (0.9)	9 (0.8)	15 (0.9)
국제평균	18 (0.2)	25 (0.4)	43 (0.2)	8 (0.1)	9 (0.1)

10) 수업시간을 방해받는 빈도
수업 중에 외부적인 요인으로 수업이 방해받는 정도
를 알아보기 위하여 학생 대상의 설문에서 선생님이 방

문객이나 전하는 말로 인해 방해를 받는다'라는 항목에
답하도록 하여 결과를 분석하였다.

<표 III-23> 수학 수업시간 중에 외부로부터 방해받는 빈도와 수학 성취도(학생 응답)

국가명	전혀 없음		가끔		꽤 자주		거의 항상	
	학생비율	평균	학생비율	평균	학생비율	평균	학생비율	평균
대만	22(1.1)	580(6.1)	56(1.0)	594(4.4)	17(0.9)	580(5.4)	6(0.6)	563(9.0)
홍콩	36(1.0)	585(4.4)	54(0.8)	588(4.0)	8(0.6)	552(8.9)	2(0.2)	~ ~
일본	53(1.4)	580(2.7)	42(1.3)	581(2.5)	4(0.3)	559(5.9)	1(0.2)	~ ~
대한민국	57(0.9)	581(2.0)	38(0.8)	598(3.0)	4(0.2)	579(7.5)	1(0.1)	~ ~
싱가포르	16(0.8)	592(8.9)	64(1.0)	614(5.9)	14(0.6)	585(7.4)	6(0.4)	579(9.5)
국제평균	28(0.2)	487(1.2)	52(0.2)	499(0.8)	13(0.1)	474(1.4)	8(0.1)	442(1.8)

국제 평균을 살펴보면 가끔 방해를 받는다는 응답이 52%로 가장 많았으며 '거의 항상'(8%) 또는 '꽤 자주'(13%) 방해를 받는다는 답변은 합해서 21%로 나타났다. 전혀 방해를 받지 않는다는 응답은 국제평균 28%로 나타났으며, 우리나라의 경우 비교 대상 국가 중 57%로 가장 높았다. 이는 수업 환경이 비교적 좋다는 것을 뜻하는 것으로 가장 바람직한 상태라 추정할 수 있지만 실제로 수학 성취도와의 직접적 관계를 발견하기는 어렵

다. 국제평균에서도 가끔 방해를 받는다고 응답한 학생들의 성취도 평균이 499로 가장 높았으며, 우리나라의 경우에서도 마찬가지로 성취도 평균 598로서 전혀 방해 받지 않는다고 답변한 학생들의 평균 581보다 훨씬 높았다. 다만 '꽤 자주', 또는 '거의 항상' 방해를 받는다고 답변한 학생들의 성취도 국제 평균은 474, 442로 현저히 낮다는 것을 살펴볼 수 있다. 이로써 적어도 외부적 방해가 없는 것이 학생들의 성취도와 정적인 상관관계를

가지고 있다고 추정할 수는 있다.

IV. 시사점 및 제언

본 연구 결과를 통해 학교 교육의 질적 제고를 위해 다음과 같은 제언을 할 수 있다고 본다.

첫째, 학교 교육의 질적 제고를 위해 교육과정의 최종 운영 단위이면서 핵심요소인 교사에 대한 전·현직 교육이 강화되어야 할 것이다. 이를 위해서는 우선 교사를 양성하고 선발하는 기관의 교육과정이 적절하게 개발되고 충실히 운영되어야 할 것이다. 교사의 연령과 성별, 교사의 전공, 교사의 자격증 유무 등 교사 배경변인과 성취도와의 관계에 대한 국제 비교 결과에 의하면, 연령이나 성별에서는 뚜렷한 관련성을 발견할 수 없었지만, 교사의 전공에 대한 전문적인 준비 정도나 자격증 소지 유무는 학생들의 성취도와 어느 정도의 관련성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 교과 교육에 대한 교사의 전문적인 준비도는 학생들의 성취도에 정적인 관련성이 있기 때문에 교사 양성 기관에서는 예비 교사들이 교과 교육에 대하여 충분한 지식과 능력을 갖출 수 있도록 교육 프로그램을 강화하여 실효성 있는 교사 교육이 되도록 해야 할 것이다.

그리고 교사의 직전 및 현직교육 내용의 다양화 및 충실화가 이루어져야 할 것이다. 교사의 교과내용에 대한 자신감이 학생의 성취도에 미치는 영향을 조사한 결과, 우리나라의 경우 수학 교사들이 스스로 잘 준비되어 있는지에 대한 자신감이 국제평균보다 낮았으며, 학생들의 성취도와도 직접적 관련성이 적은 것으로 나타났다. 특히 자신감이 높은 교사에게서 배우는 학생의 성취도가 그렇지 못한 학생의 성취도에 비해 오히려 더 낮았다. 이는 역으로 성취도가 높은 학생들을 가르치는 교사의 자신감이 낮다는 것을 뜻한다고도 볼 수 있다. 근래 들어 교과 교육에서 학생들의 지적인 성취만이 아니라 정의적 영역에서의 성취 역시 진정한 교육목표에 도달하기 위한 중요한 토대라는 인식이 넓혀지는 추세인데, 이러한 인식의 변화는 교사들에게도 적용된다고 하겠다. 교수-학습은 하나의 과정에 대한 양면적인 내용을 담고 있는 것으로 교사의 자신감은 학생들의 정의적 성취감의 고취에도 연관이 있으리라는 추정을 할 수 있으며 실제

연구에서도 학생들은, 자신에게 회의적이어서 자신감이 부족한 교사보다는 효능감을 가진 교사에게 더 많은 것을 배우고(Bandura, 1997), 교사의 효능감은 학생의 효능감과 학업성취에 영향을 준다는 결과(Ashton, Webb & Doda, 1983)가 있다.

국제적인 평균에 비해 우리 교사들의 수업에 대한 준비나 교과 주제에 대한 자신감이 낮았고 자신감이 높은 교사들에게 배운 학생들의 교과 성취도가 높다는 국제 결과 뿐 아니라, 선행연구에서도 지적하였듯이 교사의 자신감은 학생들의 지적 성취와 정의적 성취에도 긍정적인 영향을 주므로 교사의 자신감 고양은 교사 교육에서 무엇보다도 중요한 목표가 될 수 있다. 따라서 교사의 직전 및 현직 교육 프로그램에서는 관련 내용을 강화하여 예비 교사들을 포함한 교사들의 자신감 고취를 위해 노력해야 할 것이다.

둘째, 교사 행정업무량이 훨씬 줄어들어야 한다. 교사들이 학교 일과 중에서 무엇보다 수업에 전념할 수 있도록 학교 여건이 개선되어야 할 것이다. 본 연구 결과에 따르면, 우리나라의 수학 교사들은 근무시간 중 행정업무에 상대적으로 많은 시간을 소요하는 것으로 나타났고 성취도 순위 상위 5개국 중에서도 가장 높은 것으로 드러났다. 다른 나라와 비교해서가 아니더라도 교사 스스로가 수업과 관련되지 않은 업무를 수행하는 데 많은 시간을 보내는 것은 바람직하지 않기 때문에, 교사들이 자신의 주된 임무이며 전문적인 분야인 수업에 보다 충실히 할 수 있도록 행정 업무의 양을 과감하게 줄이려는 노력이 필요하다.

셋째, 학생들의 교과 학습 내용을 일상생활과 관련지어 지도할 필요가 있다. 수학 수업에서 문제를 해결하기 위해서 일상생활에서 일어나는 일을 응용하는 정도가 국제 평균에 비해 상당히 낮았다. 또한, 최근 수학교육의 목표가 수학적 힘의 배양이라든지 수학적 소양의 함양 등 사회 구성원으로 살아나가는 데 실질적으로 요구되는 내용을 기르도록 하는 것이라는 점을 감안할 때 이러한 결과는 긍정적이라 할 수 없다. 따라서 학생들이 일상생활과 관련지어 수학을 이해할 수 있도록 학습 내용을 실생활과의 연계성 속에서 지도할 수 있게 계획하고 실천하는 교사의 노력이 필요하며 이를 위한 학교 당국의 지원도 병행되어야 할 것이다.

넷째, 교과 수업의 특성화가 이루어져야 한다. 교과의 수업은 해당 교과의 특성을 살릴 수 있도록 다양하게 전개되어야 할 것이며 아울러 교과 수업의 현실을 정확하게 파악하여 문제점을 진단하고, 관련 대책을 세우는 일도 필요하다. 성취도 상위권 5개국의 경우 모두 '교사에 의한 강의 형태의 설명' 활동에 가장 많은 시간을 할애하는 것으로 나타났다. 그간 수학 교육학계에서 발견학습, 탐구학습, 수학 실험실 학습방법 등 여러 가지 수학과 교수-학습이론이 제기되어 왔다. 그렇지만 현실에서는 교사들이 의식하든 그렇지 않은 오스벨(Ausubel)이 이론과 '의미 충실한 언어적 학습'(meaningful verbal learning)이라 주장했던 이론이 가장 큰 영향을 끼치고 있다는 것을 보여준다고 하겠다. 수학 교육의 현실이 그렇다면 새로운 교수-학습이론에 근거한 학습지도법을 연구하는 것 못지않게 '강의 형태의 설명'을 더욱 풍부하게 할 수 있는 방안에 대해서도 노력을 기울이는 것이 요구된다.

한편 80년대 이후로 강조되어 온 수학적 문제해결과 추론에 대하여 교사가 강조하는 정도와 성취도와의 관계를 분석해 보면 국제평균에서는 대체로 비례하는 양상을 보였다. 그러나 우리나라의 경우 오히려 교사의 강조 정도가 낮은 학생들의 성취도가 더 높게 나와 국제적인 경향성과는 다소 거리가 있다. 교사가 수학 추론과 문제해결력을 강조하는 정도는 지난 4년간(1995-1999; TIMSS-1995, TIMSS 1999) 국제평균에서나 우리나라에서나 모두 약간의 증가 추세를 보이고 있는데, 우리나라의 경우 실제로 성취도와의 관련성이 적다는 것에 대해서는 보다 깊은 분석과 대책을 요한다고 할 수 있다. 문제해결력을 강조하면서도 그에 상응하여 문제해결력 또는 추론을 잘 하기 위한 수학적 능력을 기르는 실질적 방안을 마련하는 데 부족한 점이 없지는 않았는지, 또는 더욱 근본적으로 학교에서 교사가 취하는 여러 가지 교수방법이 실제 학생들의 수학적 능력에 별다른 효과를 발휘하지 못하는 것은 아닌지 등에 관해서 고찰할 필요가 있을 것이다.

위에서 논의한 교육과정 및 교수-학습의 개선에 대한 다양한 제언들은 실제 우리 교육에서 수용할 수 있도록 정책적인 지원을 바탕으로 할 때 현실화될 수 있다. 지금까지 학생의 성취도와 관련된 연구 결과가 지속적으로

산출되어 왔지만 교육정책 입안 과정에 적극적으로 반영되지 못해 왔다는 지적이 있다. 그것은 기존 연구들이 실증적이면서 다양한 결과들을 내지 못한 것에도 원인이 있겠지만 학생, 교사, 학교, 학부모 뿐 아니라, 교육행정이나 교육 정책 입안자들과의 연구 결과에 대한 활용 체계가 다양하고 긴밀하지 못한 것에도 그 원인이 있다고 할 수 있다. 따라서 이러한 연구 결과를 바탕으로 이루어진 제언들이 교육 관계자들에게 적극적으로 검토되어 실효성 있는 정책적 대안으로 거듭날 때 이 연구는 학교 교육의 질적 제고에 기여할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 강옥기 (2001). 수학과 학습지도와 평가론, 서울: 경문사.
- 교육부 (1997). 수학과 교육과정, 교육부.
- 김성숙·유준희·서동엽·이춘식·임찬빈 (1999). 제3차 수학·과학 성취도 국제비교 반복 연구(TIMSS-R) 국내 평가 결과 분석 연구, 한국교육과정평가원. RRE 99-7-1.
- 박정·홍미영·김성숙 (2000). 제3차 수학·과학 성취도 국제비교 반복 연구(TIMSS-R) 국내 평가 결과 분석 연구 II, 한국교육과정평가원 RRE 2000-7.
- 박정·홍미영·나귀수 (2001). 수학·과학 성취도 추이변화 국제 비교 연구(TIMSS-2003) 1차년도 시행보고서: 평가틀 확정 및 예비검사 준비, 한국교육과정평가원, 연구자료 ORM 2001-29.
- 박정·홍미영·나귀수·김성숙 (2001). TIMSS-R 공개 문항 분석 자료집, 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2001-9.
- 박정·홍미영·박현정·전현정·이봉주 (2002). 수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구(TIMSS-2003) 예비검사 시행보고서, 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2002-5.
- 박정·정은영·김경희·한경혜·전현정 (2004). 교사, 수업, 그리고 학생 성취, 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2004-3-1.
- 우정호 (1998). 학교수학의 교육적 기초, 서울대학교 출판부.
- 황혜정·나귀수·서동엽 (2000). 수학과 교육목표 및 내

- 용체계화 연구, 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2000-3.
- Ashton, P. T.; Webb, R. B. & Doda, N. (1983). *A study of teachers' sense of efficacy*. (ERIC Document Reproduction Service No. 231833)
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy*. NY: W. H. Freeman and Company, 1-161.
- Freudenthal (1981). Major Problems of Mathematics Education, *Educational Studies in Mathematics* 12, 33-150.
- IEA (2001d). TIMSS Assessment frameworks and specifications 2003. MA: Boston College.
- Martin, M.O.; Mullis, I.V.S.; Gonzalez, E.J.; Gregory, K.D.; Smith, T.A.; Kelly, D.L.; Chrostowski, S.J.; Garden, R. A. & O'Connor, K. M. (2000). *TIMSS International Science Report: Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eighth Grade*. Boston: Boston College, Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy.
- Martin, M. O.; Mullis, I. V. S.; Gonzalez, E. J.; Gregory, K.D. & Stemler, S. E. (2000). *TIMSS-R technical Reprot: IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eighth Grade*. Boston: Boston College, Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy.

The Relationship between Teacher, Instruction Variables and Students

- Achievement based on TIMSS-1999 -

Han, Kyeonghye Hye

Inha University

This article is to provide information on school contexts for learning and instruction of mathematics based on the results and data of TIMSS 1999. It is organized around two major topics: teacher and students achievement, instruction and students achievement In this article the following summarizes the major findings.

First, about 50% of Korean eight-grade students were taught mathematics by teachers in their 30s, and this was higher than the international average. Most of teachers in Korea had certification of teachers majors in mathematics. Korean teachers reported relatively low confidence to teach mathematics compared to other countries. And Korean students taught by teachers who believes they were well prepared attained low achievement scores in contrast to international result.

Second, korean teachers spent about 50 % of their formally scheduled school time teaching their subject, but is was below the international average. They spent much more time on administrative duties and other related activities than other countries. Korean students reported

that most of their class time were spent lecture style presentations by teacher. Also they reported that teachers showed them how to do mathematics. The percentages of Korean students were placed on the low level of index of emphasis on mathematics reasoning and problem-solving. The students taught by teachers who emphasized reasoning and problem-solving showed low achievement scores in contrast with result of the previous literatures. Korean teachers didn't seem to emphasize homework and assessments. Internationally, teachers frequently used teacher-made objective tests and projects or practical exercises, but Korean teachers die less in most of categories.

Based on the above findings, this article presents implications about teacher education, reduction of administrative working in teachers tasks, using everyday life topics, as learning materials, specialization instruction methods for each subject matter. This article is a kind of descriptive and factual in nature, but some attempt has been made to contextualize these results focused on teachers and instruction.

* ZDM classification : D40

* 2000Mathematics Classification : 97D90

* key word : international comparative studies, students achievement, teacher, instruction variables