

대학 수학교육 연구의 동향과 과제

권오남 (이화여자대학교)

주미경 (이화여자대학교 대학원)

보고 외국의 대학 수학교육연구의 발전을 토대로 대학 수학교육의 과제와 전망을 설명한다.

1. 서론

1.1 연구의 목적 및 필요성

지난 100년간 학문으로서 수학교육학에서의 연구는 수학 교수-학습 과정을 규명하기 위한 노력을 해 왔다. 수학교육연구의 대상과 주제는 처음에는 학습의 초기인 영유아기의 수학학습에 관한 연구가 수행되었으며 그 다음에는 초등학교, 중등학교 순으로 확장되어가는 추세이나 대학 이상의 수학교육에 관한 연구는 상대적으로 빈약하다고 할 수 있다. 그러나 대학교육이 더 이상 소수 엘리트층을 위한 교육이 아니고 대학에서 수학과목 수강하는 학생들이 숫자가 적지 않은 상황을 감안하면, 대학 수학교육에 관한 연구는 필요한 분야임 분명하다. 또한, 최근 국내에는 이공계 기피현상과 학부제 영향으로 수학과 특히 교육중심대학의 수학과 존재성에 위기에 처해 있다(이준열·홍성표, 2000; 이춘호, 2002). 한 예로, 대교협 주관 수학과 학문 분야로 평가를 받은 대학은 81개로 이는 2002년도 발행 대한수학회 명부에 등재된 92개의 수학과 수(교육대학과 사범대학 수학교육과 제외)에 비해 10여개나 감소되었다는 사안의 심각성 쉽게 읽을 수 있다(박형빈, 2003). 이러한 상황은 대학 수학교육에 관한 연구가 필요한 연구분야 일뿐 아니라 시급한 연구 과제임을 의미한다.

본 연구는 지난 40년간 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육>에 게재된 대학 수학교육에 관한 논문을 중심으로 국내 대학 수학교육에 관한 연구의 동향을 살펴

1.2 대학 수학교육 연구의 정의 및 연구분야 분류

먼저 본 연구의 분석 대상인 '대학 수학교육' 라는 용어의 정의를 할 필요가 있다. 대학 수학교육이라는 용어에 관한 정의를 시도한 이춘호(2002)는 다음과 같이 대학 수학교육에 관한 정의를 내리고 있다.

대학 수학교육이란 종합대학 및 단과 대학 내의 수학 관련 전공 및 교양수학에 관한 교과과정, 교육정책, 교과 내용 등의 연구를 통한 수학교육의 제반 사항을 말한다(p. 5).

반면에 Grouws (1992)는 수학 교수-학습연구 편람(Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning)에서 수학 교수 분류 안에 교사교육(대학에서의 수학교사양성교육과 현직 교사교육 포함)을 다루고 있으며, 증명이나 극한 등 대학교 1, 2학년 학생들이 연구대상인 연구분야는 고등 수학적 사고(advanced mathematical thinking) 범주에서 소개하고 있다. 한편, Bishop 등(1996)은 수학 교수-학습 내에 초, 중등 수학교육 과 직업교육, 고등수학교육(higher mathematics education)으로 분류하여 고등수학교육에서 다루는 연구 분야는 미적분학, 선형대수학, 이산수학 등 대학교 일, 이학년의 대학수학연구로 정의하고 있다. 그들은 또한 교사의 전문성개발이라는 범주아래 교사양성교육과, 현직 교사교육(in-service teacher education)을 포함하고 있다. 2004년 Denmark에서 개최 예정인 ICME-11은 주제연구 집단(Topic Study Groups)을 29개로, 토론 집단(Discussion Groups)을 24개로 분류하고 있으며 이 중 대학 수학교육연구와 관련된 분류는 다음과 같다.

* 2003년 5월 투고, 2003년 5월 심사 완료
* ZDM분류 : B45, B59
* MSC2000분류 : 97-02, 97B40
* 주제어 : 대학 수학교육, 교사교육, 고등교육.

TSG 3: New developments and trends in mathematics education at the tertiary level

TSG 12: Research and development in the teaching and learning of calculus

TSG 13: Research and development in the teaching and learning of advanced mathematical topics

TSG 14: Innovative approaches to the teaching of mathematics

TSG 23: Education, professional life and development of mathematics teachers

DG 6: The education of mathematics teachers

DG 21: Current problems and challenges in non-university tertiary mathematics education

DG 22: Current problems and challenges in university mathematics education

따라서, 국외의 대학 수학교육에 관한 분류 경향을 보면 대학 수학교육의 분류는 대학수학의 교수-학습과정 전 분야에 걸쳐 폭넓게 분포되어있고 교사교육에 대한 연구도 중요한 연구 과제로 다루어지고 있음을 알 수 있다. 교사교육을 담당하는 주체가 대학이라는 국내의 상황을 감안하면 대학 수학교육 연구 정의는 이춘호의 정의보다는 좀더 광의의 의미로 해석할 필요가 있다. 이에, 본 연구는 연구 주제가 초·중등 수학교육을 제외한 고등교육(higher education)에 관한 내용이나 연구대상이 대학생(대학에서 수학과목을 수강하는 모든 학생), 교사(in-service teacher), 혹은 교수인 연구를 의미한다. 이와 같은 광의의 의미에 따라서 국내·외에서 발행되는 수학교육 학회지에 발표된 논문을 분석하여, '수학 교육과정', '교사교육', '교육공학', '수업모형', '평가', '문제해결', '개념적 이해 분석'을 포함하는 일곱 개의 범주로 분류하였다. '수학 교육과정' 범주는 대학과 수학 교육과정에 관한 연구를 비롯하여 대학과 수학 교육과정을 구성하는 개념의 수학적 분석에 관한 연구를 포함한다. '교사교육' 범주는 사범대학 교사교육 프로그램의 평가 연구와 사범대학 교사교육에 재학 중 학생이나 재교육을 받

는 현직 교사의 수학적 사고와 이해, 수학에 관한 견해 등을 분석한 연구를 포함한다. '교육공학' 범주는 계산기나 컴퓨터를 도입한 수학 교수법의 효과, 예를 들어 수학 학습 성취도나 학습자의 수학적 개념 발달에 주는 영향을 검증하는 논문을 포함한다. '수업모형' 범주는 다양한 교수법, 예를 들면, 소집단 토론 학습, 프로젝트 학습법, 모델링 기법을 도입한 수업 모델이 수학 학습에 주는 영향을 분석한 논문을 포함한다. '평가' 범주는 구체적인 평가 방안이 수학 학습과 성취도, 학생들의 수학적 발달에 주는 영향을 연구한 논문을 포함한다. '문제해결' 범주는 학생들이 구체적인 문제 상황에서 적용하는 문제해결 전략의 특성을 분석한 논문을 포함한다. '개념적 이해 분석' 범주는 특정한 수학적 개념에 관해 학생들이 지니고 있는 개념적 모델의 특성을 분석한 논문을 포함한다. 학생들의 개념적 이해 분석은 분류 상 개념의 수학적 분석과는 구분되며 후자는 '수학 교육과정' 범주에 포함시켰다. 여기에 제시한 범주의 묘사는 대략적인 것이며 각 범주에 속하는 논문의 실례는 각 학술지를 분석하는 과정에서 제시할 것이다.

대학 수학교육 논문을 이들 범주에 따라 분류하는 방법이 모든 대학 수학교육 논문이 이 범주 가운데 하나에 반드시 속한다는 의미로 확장 해석되어서는 안 된다. 이들 범주는 위의 학술지에 게재되었던 논문의 내용 분석 과정에서 비교적 다수의 논문을 포괄하는 주요 범주로 판명되었으므로 자료 제시의 편의 상 대표 범주로 채택된 것이며 이들 범주에 포함되지 않는 소수를 형성하는 연구들은 일단 분류에서 제외하였다. 그러나 이들 소수 연구를 단순히 주변적인 것으로 보는 것은 대학 수학교육 연구의 다양성과 역동성을 과소평가하여 앞으로의 연구 발전을 저해하는 결과를 낳을 수 있다. 다시 말하자면, 소수 연구 과제는 현재까지 그 중요성이 크게 부각되지 않았지만 앞으로의 대학 수학교육 연구가 보다 체계적이고 적극적으로 탐구해야 할 연구 과제로서 잠재성을 갖는다고 보고 본 논문의 결론에 대학 수학교육의 발전 방향에서 대한 논의에서 자세히 다룰 것이다.

II. 시리즈 A <수학교육>에 나타난 대학 수학교육의 연구동향

1963년에 우리나라 최초의 수학교육 전문학술지 시리즈

즈 A <수학교육>이 발간된 이래 40년이 지난 오늘 한국수학교육학회에서 발간하는 학회지의 종류는 시리즈 A부터 시리즈 F까지 여섯 종류이다. 이 가운데 시리즈 B <순수 및 응용수학>를 제외한 나머지 시리즈에서는 초등수학교육, 영재 수학교육을 포함하여 전반적인 수학교육에 관한 논문을 게재하고 있다. 이 절에서는 시리즈 A <수학교육>에 게재된 대학 수학교육에 관한 논문을 분석하여 국내 대학 수학교육의 동향을 요약하기로 한다. 1963년부터 2002년에 걸쳐 시리즈 A <수학교육>에 총 868편의 연구논문이 게재되었으며 이중 대학 수학교육에 관한 논문의 편수는 단 16편으로 약 1.8%에 불과하다. 이를 10년을 단위로 시리즈 A <수학교육>에 실린 논문의 편수를 비교해 보면 초창기 10년의 대부분의 연구논문은 수학내용학이나 수학교육 일반 및 중등수학교육에 관한 논문으로 구성되어 있으며 대학 수학교육에 관한 논문은 한편도 없었다. 1973년-1982년 사이에는 수학내용학에 관한 논문이 50% 이상을 차지하고 있어 이러한 경향이 모태가 되어 1994년 시리즈 B <순수 및 응용수학>이 창간되었다. 반면, 이 시기에 대학 수학교육

에 관한 주제로 게재된 논문의 편수는 한편에 불과하다. 수학내용학에 관한 논문이 시리즈 A <수학교육>이 주류를 이루는 경향은 1983-1992년 사이에도 계속되어 이 기간에 수학내용학 논문은 47.7%에 달하나 대학 수학교육에 관한 0.69%이며, 논문의 편수도 2편에 불과하다. 그러나 최근 10년은 대학 수학교육에 관한 논문의 편수가 5.3%정도로 이전 30년에 게재된 논문의 총 편수보다 많은 편수가 발표되었으며, 시리즈 A <수학교육>에 발표된 대학 수학교육에 관한 연구논문은 증가추세에 있음을 알 수 있다. 이는 Schoenfeld(1999)가 지적하듯이 서구에서도 대학 수학교육 분야가 수학 교육 연구에서 최근 10년 사이에 발전을 하고 있는 새로운 분야라는 사실이 국내에서도 확인된 것이라고 할 수 있다.

수학교육지에 게재된 대학 수학교육에 관련된 논문을 국내외 수학교육 학술지에 게재된 논문의 연구주제에 따라 대학 수학교육과정, 교사교육, 교육공학, 수업모형, 평가, 문제해결, 개념적 이해 분석의 7개의 요목으로 분류하였다. <표 2-2>는 1963년부터 2002년까지 대학 수학

<표 2-1> 1963-2002 시리즈 A <수학교육> 대학 수학교육과 수학내용학에 관한 논문 편수

년도(총편수)		1963-1972 (131편)	1973-1982 (205편)	1983-1992 (291편)	1993-2002 (241편)
논문편수 (백분율)	수학 내용학	26(19.8%)	118(57.6%)	139(47.7%)	24(9.9%)
	대학 수학교육	0(0%)	1(0.5%)	2(0.7%)	13(5.3%)

<표 2-2 > 1963-2002 시리즈 A <수학교육> 대학 수학교육 논문 주제별 분포

년도 분류	1982	1989	1992	1993	1994	1995	1996	1998	2000	2001	계(백분율)
	수학교육과정	1	1	1	3	1					
교사교육				1							1(6.2)
교육공학						2	1			1	4(25.0)
수업모형							1	1	1		3(18.7)
평가											0(0.0)
문제해결											0(0.0)
개념적 이해분석					1						1(6.2)
계(백분율)	1(4.7)	1(5.5)	1(3.5)	4(13.3)	1(6.2)	2(7.4)	2(9.0)	1(5.5)	1(3.1)	1(1.8)	

교육에 관한 논문이 발표된 년도의 권을 주제에 따라 분류하여 빈도수를 구한 것이다.

<표 2-2>는 1994년을 기점으로 대학 수학교육 논문 주제의 변화가 있음을 보여준다. 1982년부터 1994년까지의 연구는 대부분 수학과나 수학교육과의 교육과정이나 교사교육에 관한 연구로 이루어져 있으나 1994년 이후 교육공학이나 교수모형에 관한 주제로 이루어져 있다. 또한 문제해결이나 평가에 관한 연구는 한편도 발표되지 않았다. 그러나 미적분학, 선형 대수학 등의 학생들의 개념적 이해 및 인식론적 관점에 근거한 연구논문이 구미의 대학수학연구의 주류(Artigue, 1999; Harel & Trgalova, 1996)였음을 주목할 필요가 있다.

2.1. 대학 수학교육과정

대학 수학교육에 관한 연구논문의 효시는 김연식 등이 1982년 발표한 대학원 수학교육과 교육과정 연구라 할 수 있다. 이 논문은 그 당시 시대적 요청이었던 수학교육 전공 박사과정 교육과정안을 제시하여 이후 국내에서 수학교육전공 석, 박사과정 교육과정의 모형을 제시하였다. 수학과 교육과정 개선에 관한 연구논문에서 신현성(1989)은 수학과 교육과정에 고려되는 세 가지 요구(학생의 심리적인 측면, 사회적인 측면, 수학내용의 구조 측면)에서 교육과정은 논의되어야 하나, 현행 교육과정을 내용의 구조적 측면에서 치우쳐져 있어 학생의 심리적 측면을 보완해야 한다고 주장하였다. 보완하는 방법으로는 특정한 수학적 개념에 대해서는 점진적 발전단계를 제시하거나, 문제해결 기능에 대한 경험을 제공하는 것이 꼽을 수 있다. 그러나 그의 지적에도 불구하고 이와 관련된 연구 논문은 단 한 편도 발표되지 않았다. 수학교육과의 교육과정에 관한 연구논문에서 신현성(1992), 전평국(1993), 박근생 등(1993)은 국내의 수학교육과 교육과정은 수학과 교육과정과 교직과목을 합한 상태이며 수학과 교육과정과 차별화 되지 않는다고 비판하면서 수학교육과의 특성을 살릴 수 있는 교육과정 편성과 수학교사의 교수·학습에 관한 전문성을 갖게 하기 위하여 수학교육학 영역에 관한 교과목의 지도가 강조되어야 한다고 주장하였다. 이강섭(2003)은 전국 29개 사범대학 수학교육과 교육과정 현황을 조사한 연구에서 수학교과교육학이 수학교육과에서 개설된 교과과목의 18.8%에 달

하는 것으로 나타났다. 이는 최근 10년 사이에 교과과정 상에 양적으로는 교과 교육학 관련 과목 수가 크게 늘었음을 알 수 있다. 그러나 실제로 교과교육 관련과목이 교과내용학과 어떤 연계를 가지고 운영하는지 이들 교과목이 학생들의 심리적인 측면을 고려한 과목설정에 대한 연구는 미흡하다.

2.2. 교사교육

교육의 수준은 교사의 수준을 넘지 못하다는 말에서 교사의 전문성 개발이 교육의 질을 고양하는데 중요한 과제임을 알 수 있다. 그러나 시리즈 A <수학교육>에서 교사교육은 대학 수학교육과정에 비해 관심을 받지 못한 분야였다. 박근생(1993)은 일본의 수학교사의 연수현황을 보고한 논문에서 일본의 교사 연수기관은 이론과 실체가 통합된 연수과정을 운영하여 교사양성기관과 교사 연수기관에서의 교사교육의 연속성을 도모하고 있다고 분석한 연구가 시리즈 A <수학교육>에 발표된 교사 교육에 관한 최초의 논문이다. 정창현 등(1995)은 외국의 수학과 교사 재교육 연수 내용과 방법을 요약하고, 외국의 교사 재교육 실태 분석을 토대로 우리나라 교사 재교육의 개선방향을 탐색하였으며, 연수기관에서 개선해야 할 연수 내용의 교수요목을 제시한 연구로서 우리나라 수학과 교사교육에 기초에 되는 연구를 발표하였다. 그들은 우리나라 교사 재교육의 문제점 해결을 위하여 가장 시급한 일은 교사들에게 직접적으로 도움이 되며 그들로 하여금 교육자로서의 전문성 향상에 도움이 된다고 믿을 수 있는 연수 내용과 방법을 제공해야 하는 일이라고 주장하였다(정창현 등, 1994). 또한 교사교육의 연수 내용은 수학과 교육학의 답습만으로 이루어져서는 안 되며 이론과 실체가 통합되는 교육이 되어야 하며, 연수생들의 활발한 참여를 유인하는 다양한 교수 방법 강구될 수 있는 수학교사 재교육이 지향해야 할 방향을 제시하였다.

2.3. 교육공학

테크놀로지의 발달로 인하여 수학교육에서 교육공학의 활동은 최근 수학교육에서 집중적으로 연구하고 있는 분야이다. 1980년대 중반 미적분학 혁신(Calculus Reform)을 촉발하게 된 계기 중의 하나는 테크놀로지의 발달이었다. 국내에서 대학 수학교육에서 교육공학을 주

제로 수행된 연구는 Mathematica를 활용한 미적분지도 (황일, 1996), 평면 변환기하에서 Mathematica를 이용한 교수-학습 방법(김향숙, 2001)이며, 두 논문 모두 대학수학내용에서 Mathematica를 이용하는 방법이 소개되어 있을 뿐 대학 수학교육에서 소프트웨어 활용시 나타나는 학습자의 학습과정에 관한 부분에 대한 연구는 되어있지 않다. 김영호 등(1995)은 편미분방정식의 수치해에 대한 교육용 소프트웨어 ESPDE의 개발연구를 발표하였다. 교육공학이라는 범주에 속하는 논문의 편수가 3편이기 때문에 시리즈 A <수학교육>에 게재된 논문의 경향을 분석하는 일은 큰 의미가 없으나, 국외의 연구경향은 대학수학용 소프트웨어의 개발, 웹기반 수학교육용 교육공학 활용의 교수-학습방법은 물론 학습자가 어떻게 개념을 이해하여 발달해 나가는지, 교육공학의 활용이 학습자에게 야기되는 오개념은 무엇인지 등에 학습자의 인지양식에 관한 연구가 주류를 이루고 있다는 사실과는 분명 대비되는 현상이라고 할 수 있다.

2.4 수업모형

시리즈 A <수학교육>에 게재된 대학 수학교육에 관한 논문 중 엄밀한 의미에서 앞에서 분류한 '수업모형'의 범주에 속하는 논문은 없었으나, 수업모형 연구를 위한 요구분석(needs analysis)에 관한 논문을 포함시키면, 대학 수학 수업실태 조사 분석(김병무, 1996), 대학 수학 학업 성취도에 영향을 미치는 요인 분석(김병무·김규상, 1998), 대학수학 크리닉의 필요성과 운영방안에 관한 연구(김병무, 2000)의 3편이 있다. 그러나 이러한 요구분석에 따라 다양한 교수법, 예를 들면, 소집단 토론 학습, 프로젝트 학습법, 모델링 기법을 도입한 수업 모델이 수학 학습에 주는 영향을 분석한 논문은 게재되지 않았다. 1990년대 수학교육전공 석사학위논문을 분석한 논문(최태형·송병근, 2000)에서 초, 중등 수학교육에 관한 연구의 대부분이 교과내용 지도, 수업설계, 수업방법에 관한 연구 즉, 본 연구에서 분류한 범주에 의하면 수업모형에 속하는 연구가 전체의 35.17%에 달하는 것과는 다른 양상을 보여주고 있음을 알 수 있다.

2.5 개념적 이해 분석

유클리드 기하만을 학습한 대학교 1, 2학년과 비유클

리트 기하학과 위상수학을 학습한 3, 4학년학생들의 van Hiele 이론에 근거한 기하발달 수준을 비교한 연구(계영희, 1994)만이 시리즈 A <수학교육>에 게재된 개념적 이해 분석 범주에 속하는 논문이라고 할 수 있다. 그러나 외국의 대학 수학교육 연구에서 개념적 이해 분석은 학습자의 실제적인 인지 과정에 바탕을 둔 상향식(bottom-up) 연구 결과이며 이로부터 교과과정의 논의가 도출되고 있다는 사실을 다시 한번 주목할 필요가 있다. 실제로, Harel과 Trgalov(1996)는 고등 수학 교육 연구동향을 분석한 논문에서 함수, 극한 등의 대학 수학의 기본적인 개념에 대한 학습자의 인지과정을 연구한 논문이 주류를 이루고 있음을 밝히고 있다. 시리즈 A <수학교육>에 게재된 대학 수학교육 논문이 대부분 수학의 구조적인 면에서 대학 수학교육과정에 논의에 머물고 있어 학습자의 실제적인 개념적 이해 분석에 바탕을 둔 교육과정에 관한 연구가 필요하다.

III. 외국 대학 수학교육 연구 동향

이 절에서는 국내 대학 수학교육 연구 동향과의 비교를 위해 국외 대학 수학교육 학술지 가운데 인지도가 높은 대표적인 수학교육 학술지를 선정하여 국외 대학 수학교육의 연구 동향을 살펴보고자 한다. 구체적으로 본 논문에서는 Journal for Research in Mathematics Education, Journal of Mathematical Behavior, Educational Studies in Mathematics, 그리고 Issues in Mathematics Education을 선정하여 1990년부터 2000년까지의 시기에 각 학술지에 발표된 대학 수학교육 논문이 차지하는 비중과 주제별 분포 상황을 백분율을 통해 제시하고자 한다. 또, 앞 절에 제시된 국내 대학 수학교육 연구 동향과의 비교를 위한 근거와 차후 대학 수학교육 연구 방향에 관한 논의의 준거를 마련하고자 한다.

3.1 Journal for Research in Mathematics Education (JRME)

JRME는 미국교사협회(National Council of Teachers of Mathematics)가 수학교육 분야에서의 학술 연구 결과를 보급하기 위해 1970년부터 발행해 온 수학교육 학술지이다. JRME는 수학 교육 분야에서 유일한

SSCI(Social Science Citation Index) 학술지라는 점이 시사하듯, 수학 교육 분야에서 가장 대표적인 학술지라고 할 수 있다. JRME는 기본적으로 초중등을 비롯하여 대학수학까지 모든 학년 수준에서 다양한 연구 주제를 토대로 이루어진 연구를 포괄적으로 다루고 있다. 다음 <표 3.1>은 1990년부터 2000년 사이에 JRME에 발표된 대학 수학교육 연구논문의 편수를 연구 주제에 따라 분류한 결과이다. <표 3.1>의 마지막 행의 수치는 각 연도 동안 JRME에 발표된 수학 교육 연구 논문 전체에 대해 대학 수학교육 연구 논문이 차지하는 백분율을 나타내며, 마지막 열의 수치는 JRME 대학 수학교육 논문의 연구 주제별 백분율을 나타낸다.

1990년부터 2000년에 걸쳐 JRME에는 총 290편의 논문이 발표되었으며 그 가운데 대학 수학교육을 다룬 논문은 21편이었다. 이는 전체 논문의 7.2%에 해당한다. 이와 같은 낮은 백분율은 JRME가 다양한 학년 수준에서의 수학교육 연구를 다루고 있다는 점을 감안한다고 하더라도 대학 수학교육 연구가 수학 교육 연구에서 차지하는 상대적으로 낮은 비중을 차지하고 있음을 보여준다.

JRME에 발표된 대학 수학교육 논문을 주제 영역에 대한 백분율을 살펴보면 교사교육이 전체 대학 수학교육 연구의 52.3%를 차지하여 주요 연구 영역을 이루고 있다. 특히 교사교육은 1990년대 후반기 들어 발표 논문 편수가 비약적으로 증가하는 것을 주목할 수 있다.

JRME에 게재된 교사교육 논문은 주로 대학 수학 교사 교육 프로그램에 참여하는 학생들의 문제해결 전략이나 개념적 이해를 분석하거나, 특정 교사 교육 프로그램이 학생들의 개념적 이해에 어떤 효과를 주는가, 또 학생들의 오개념에 관한 교사의 이해 정도, 수학 교수-학습에 대한 신념 체계를 탐구한 연구들로 이루어져 있다.

이외에도 수학 학습의 정의적 측면에 관한 논문이 1990년 1편 발표되었고, 대학생들이 아닌 전문적인 수학자들의 문제해결 전략을 분석한 논문이 1993년 1편 발표되었다. 끝으로, 1990년 이후 초·중등 수학교육에서는 학교수학 개혁 운동 정신을 반영하는 평가 방안의 모색을 위한 활발한 움직임이 있었던 반면, JRME에 게재된 대학 수학교육 논문 가운데 '평가'를 다룬 논문이 한 편도 발표되지 않았다는 점도 주목할 만하다.

3.2 Journal of Mathematical Behavior (JMB)

JMB는 수학 교수-학습을 개선하고 수학 학습과 인지에 관한 이해를 심화하고 이에 관한 수학교육학자들 사이의 학문적 상호작용을 촉진하는 것을 목표로 1980년 창간된 계간지이다. JMB에서는 학습자의 수학적 사고, 수학적 성취도, 수학교육과정이나 교수법을 개선하기 위한 수학교육과정 프로젝트 등 폭넓은 수학교육 주제를 유치원부터 대학 수준에 이르기까지 다양한 수준에서 다

<표 3.1> 1990-2000 JRME 대학 수학교육 논문 주제별 분포

분류 \ 년도	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	계 (백분율)
수학교육과정												0(0.0)
교사교육	2				2		1	1	2	2	1	11(52.2)
교육공학		1							1			2(9.5)
수업모형		1										1(4.7)
평가												0(0.0)
문제해결												0(0.0)
개념적이해분석		1		1			2		1			5(23.3)
기타	1		1									2(9.5)
계 (백분율)	3 (9.3)	3 (13.0)	1 (3.8)	1 (4.1)	2 (6.4)	0 (0.0)	3 (10.0)	1 (3.8)	4 (15.3)	2 (7.4)	1 (7.1)	

루고 있다. 다음 도표에는 1996년부터 2000년 사이 JMB에 발표된 대학 수학교육 논문의 주제별 분포와 매해 전체 발행 논문 편수에 대한 백분율을 수록하였다. 자료 검색 상황으로 인해 1990년대 전반기의 논문에 관한 수치는 포함되지 못했다.

1996년부터 2000년 사이 JMB에는 총 148편의 수학교육 논문이 발표되었다. 그 가운데 대학 수학교육에 관한 논문은 20편, 즉 전체 논문의 13.5%를 차지하였다. 이는 JRME에 비해 높은 수준이지만 초·중등 수학교육에 관한 논문과 비교해볼 때 아직도 낮은 수준이라고 할 수 있다.

연구 주제면에서 볼 때 1996년부터 2000년까지 JMB에 발표된 대학 수학교육 논문의 60%가 개념적 이해 분석을 연구 과제로 다루고 있는 것에서 볼 수 있듯이 학생들의 수학적 이해에 관한 연구의 비중이 압도적으로 높았다. JRME 대학 수학교육 논문의 주요 과제였던 교사교육은 5%를 차지하고 있다. 그리고 교육 공학과 문제해결은 10%를 차지하였다. 마지막으로 주목할 만한 점은 2000년에 수학 학습을 사회문화적 관점에서 분석 설명하는 논문이 두 편 게재되었다는 점이다. 수학교육에 관한 사회문화적 이론은 1990년대 비약적인 발전을 이루어왔으나 이러한 발전은 주로 초·중등 수학교육 연구 분야에 국한된 양상을 보여 왔다. 이러한 맥락에서, 2000년 JMB에 대학 수학교육 수준에서의 사회문화적 연구에 관한 논문이 두 편 게재된 사실은 대학 수학교육 연구에서의 중요한 발전을 보여주는 것으로 평가될 수 있다. McNeal & Simon(2000)의 교사교육에 관한 논문

은 대학 수학 교사교육 프로그램에 참여하는 학생들이 수업에서 사회수학적 규범과 관행에 관해 재조정해 가는 과정을 분석하였다. 분석결과, 규범의 재조정에 핵심적인 상호작용의 범주 네 가지를 추출하고 이들 범주가 새로운 규범과 관행의 재조정에 기여하는 방식을 예시하였다. Yackel 등(2000)은 그동안 초·중등 수학 교실에서 행해온 사회적 상호작용의 패턴을 대학 미분 방정식 교실로 확장 적용하여 의미있는 수학 학습을 위한 대학 수학 교실의 사회적 측면을 탐구하였다.

3.3 Educational Studies in Mathematics (ESM)

JRME와 JMB가 미국에서 출간되는 학술지라면, ESM은 Netherland의 Kluwer에서 출간하는 수학 교육 학술지이다. ESM은 1968년 출간된 이후 매해 4회 또는 8회 발행되고 있으며 앞서 살펴본 다른 학술지들과 마찬가지로 ESM에 발표되는 논문들 역시 다양한 학년 수준과 주제의 수학 교육 연구를 다루고 있다.

1990년부터 2000년까지 ESM에 발표된 논문은 총 316편이고 그 가운데 대학 수학교육 논문은 48편으로 전체 논문 편수의 15.1%를 차지한다. 이 수치는 초·중등 수학교육 논문에 대한 상대적인 비중을 살펴볼 때 미흡하지만, 앞서 살펴본 JRME와 JMB의 평균백분율보다 높은 수치이다. 뿐만 아니라, 주제별 백분율을 살펴보면, ESM에 발표된 대학 수학교육 논문들은 앞서 살펴본 JRME와 JMB에 비해 다양한 연구 주제를 비교적 고르게 다루고 있음을 볼 수 있다. 여러 수학 교육 연구 주

<표 3.2> 1996-2000 JMB 대학 수학교육 논문 주제별 분포

분류 \ 년도	1996	1997	1998	1999	2000	계(백분율)
수학교육과정						0(0.0)
교사교육	1					1(5.0)
교육공학		1	1			2(10.0)
수업모형		1				1(5.0)
평가						0(0.0)
문제해결		1				1(5.0)
개념적 이해 분석	2	5	3	1	1	12(60.0)
기타					2	2(10.0)
계(백분율)	3(7.3)	9(34.6)	4(13.3)	1(3.7)	3(12.5)	

<표 3.3> 1990-2000 ESM 대학 수학교육 논문 주제별 분포

년도 분류	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	계 (백분율)
수학교육과정							1	1				2(4.1)
교사교육	2	2	2		2	2	2	2	2	4		20(41.6)
교육공학			2			1		1			1	5(10.4)
수업모형	2				1	1		1		1	1	7(14.5)
평가						1		1				2(4.1)
문제해결			1			1	1			1	1	5(10.4)
개념적 이해 분석					3	3						6(12.5)
기타										1		1(2.0)
계 (백분율)	4 (13.3)	2 (7.6)	5 (17.8)	0 (0.0)	6 (16.2)	9 (25.7)	4 (15.3)	6 (22.2)	2 (8.0)	7 (23.2)	3 (21.4)	

제 가운데 JRME와 마찬가지로 교사교육이 41.6%를 차지하여 가장 현저한 연구 주제로 다루어지고 있다. 그 이어 구체적인 수업 지도를 통한 학습 결과를 분석한 수업 모형에 관한 연구가 14.5%로 중요한 연구 주제를 형성하고 있다. ESM 논문의 10.4%를 구성하고 있는 컴퓨터나 계산기를 활용한 수업의 효율성을 검증한 교육공학에 관한 연구를 일종의 수업 모형 연구에 포함시켜 생각한다면 ESM에서 수업 모형에 관한 연구의 비중은 더욱 크다고 할 수 있다. 교사 교육과 수업 모형에 관한 연구와 더불어 학습자의 개념적 이해와 문제 해결에 관한 연구도 각각 ESM 전체 논문의 12.5%와 10.4%를 차지하여 주요 과제로 분류할 수 있다.

3.4 Issues in Mathematics Education (CBMS)

Issues in Mathematics Education은 American Mathematical Society와 Mathematical Association of America가 함께 구성한 Conference Board of the Mathematical Science에서 1990년 이래 1년 또는 2년에 한 번씩 출간되는 대학 수학교육 전문 학술지이다. 창간호 서문에서 밝히고 있듯이, 본 학술지의 목적은 대학 수학교육에 관계하는 수학자와 수학교육학자 사이에 네트워크를 구성하여 다양한 분야에서 개발된 대학 수학교육에 관한 전문화된 지식을 공유하여 수학교육을 활성화시키는 것이다. 이러한 취지 하에 1권부터 3권까지는 '수학자와 교육 개혁', 4권부터 7권까지는 '대학 수학교육 연구'라는 부제 하에 다양한 주제의 논문이 게재되었다. 다음 표에서는 1990년에서 1998년에 이르는 기간 동안 출판된 CBMS에 발표된 대학 수학교육 논문들을 연구

<표 3.4> 1990-2000 CBMS 대학 수학교육 논문 주제별 분포

년도 분류	1990(1권)	1991(2권)	1993(3권)	1994(4권)	1996(6권)	1998(7권)	계(백분율)
수학교육과정	5	5	2		2		14(33.3)
교사교육	2		3	1			6(14.2)
교육공학			1	1			2(4.7)
수업모형	1		1	4	2	2	10(23.8)
수학과 평가					1	1	2(4.7)
문제해결					2	1	3(6.9)
개념적 이해						2	2(4.7)

주제별로 분류하였다. 제 5권에 관한 분석 결과는 자료 검색 상황으로 인해 포함되지 못했다.

앞의 주제별 분포표로부터 CBMS에 게재된 대학 수학교육 논문의 대다수가 수학 교육과정에 관련되어 있음을 알 수 있다. 예를 들면, 미네소타 대학의 영재교육프로그램 (Berger & Keynes, 1990; Keynes, 1991), 버클리 대학의 소수민족 학생들을 위한 수학과 교육과정 (Treisman & Asera, 1990), 데이비스 대학 수학과 교수진이 대학 진학을 준비하는 고등학교 학생들을 위해 고안한 수학 교육과정 등 대학 수학과에서 고안되고 실행된 구체적인 수학 교육 과정의 묘사와 교육 효과 등을 소개하는 논문들이 1990년대 전반기에 CBMS에 게재된 논문 가운데 높은 비중을 차지하였다. 수학교육과정과 더불어 교사교육에 관한 논문 역시 중요한 논문 주제로 나타났다. 이들 논문들은 예를 들면, 중등학교 교사들을 위한 미적분학 과정의 내용과 교수법(Braunfeld, 1993), 수학-과학 통합 교육과정을 지도할 교사 개발을 위한 프로그램(Goldberg & Wagreich, 1990) 등은 수학 교사들의 전문성을 함양을 위해 고안된 교사 교육 프로그램의 내용과 교육 방법 등을 묘사하고 있다.

수학과 교육과정과 교사교육은 전반기 CBMS(1권 - 3권) 논문의 주요 논제에 해당한다. 이 범주의 논문은 주로 특정 대학에서 실행되어 온 수학과 교육과정의 역사와 교육목적, 또 교육적 강조점에 대한 묘사를 제공한다는 점에서 대학에서 수학을 지도하는 수학자들의 수학교육에 대한 안목을 제공했다고 할 수 있다. 수학과 교육과정에 관한 논문이 이어 교사교육에 관한 논문이 24%를 차지하였다. 일반적으로, 1990년대 전반기 CBMS는 '수학자와 수학 교육 개혁'이라는 부제가 시사하듯, 대학 수학교육의 질적 개선을 위하여 구체적인 방법론의 모색에 기여할 수 있는 연구에 중점을 두고 있다. 수업 모형에 관한 논문 역시 전체 게재 논문의 23.8%를 차지하여 CBMS의 주요 연구 분야로 분류할 수 있다. 그러나 수학과 교육 과정이나 교사 교육이 전반기 CBMS 논문의 주요 과제라면 수업모형에 관한 논문은 출간된 후반기 CBMS(4권 - 7권)에 자주 등장하고 있다.

CBMS 전반기의 논문들이 주로 수학 교육과정, 교사 교육, 그리고 교육 공학을 포함한 수업 모형에 관한 주제에 치중하고 있다면, '대학 수학교육 연구'라는 보다

포괄적인 부제를 가지고 있는 후반기의 CBMS에서는 다양한 범주의 연구 주제들이 다루어지고 있음을 볼 수 있다. 물론 수학 교육 과정, 교사 교육, 수업 모형에 관한 연구들이 50% 이상의 비율을 차지하고 있지만, 전반기 CBMS와는 달리 학생들의 개념적 이해와 문제 해결 등 학습자의 수학적 사고에 관한 연구와 같이 대학 수학교육의 질적 개선에 중요한 이론적 기반이 되는 학습자에 관한 이론적 이해를 추구하는 논문의 게재가 증가하고 있다는 점은 주목할 만한 추세이다.

IV. 결론: 국내 대학 수학교육 연구의 과제

본 논문에서는 대학 수준에서 이루어진 국내의 수학교육 연구의 동향을 살펴보기 위해 대표적인 국내의 수학교육 학술지를 선정하여 각각에서 대학 수학교육이 차지하는 비중과 주요 연구 주제를 검토해 보았다. 제시된 분석 자료에 비추어 볼 때, 대학 수학교육 연구는 양적인 면에서나 질적인 면에서 아직 발달 과정에 있는 새로운 연구 분야이며 수학 교육 연구에서 차지하는 비중이 아직은 미미하다고 할 수 있다. 우선, 각 학술지에 게재된 대학 수학교육 연구 논문 게재율은 평균 15% 이하로 초·중등 수준의 수학 교육 연구 논문에 비해 낮은 비율을 차지하고 있다. 연구 주제 역시 대체로 수학 교육 과정과 교사교육과 연관되어 초·중등 수학 교육 연구에 비해 크게 다양화되지 않은 상황이다.

그러나 이는 대학 수학교육이 정체되어 있음을 의미하는 것은 아니라는 점을 지적할 필요가 있다. 실제로 대학 수학교육은 1990년대 이후 양적인 면과 질적인 면에서 비약적인 발전을 하고 있다. 예를 들어 대학 수학교육 전문 학술지인 CBMS가 1990년 발간되었고 대학 수학교육 전문 연례 국제 학술 대회인 International Conference of Teaching Mathematics at the Undergraduate Level 이 1998년 이후 4년에 한 번씩 대규모로 개최되고 있다. 또, Mathematical Association of America(MAA) 산하 연구 단체인 RUME (Research in Undergraduate Mathematics Education)이 1999년 결성되어 매해 연례발표회를 개최하고 있다. 이와 같은 움직임이 보여주듯이, 초·중등 수학 교육에 비해 아직은 수학 교육 분야에서 대학 수학교육이 차지하는 위상이 공

고하게 정립되지 않았다고 하더라도 많은 발전 가능성을 지닌 분야임을 간과해서는 안 될 것이다. 이러한 관점에서, 본 논문은 대학 수학교육 학술지 분석 결과에 기초하여 대학 수학교육의 발전 방향에 대한 제언으로 끝을 맺고자 한다. 일반적으로, 본 논문이 제시하고자 하는 제언은 크게 나누어 연구 과제와 연구 방법론에 관한 논의로 분류할 수 있다.

4.1. 대학 수학교육 연구의 주요 과제

본 논문에서는 대학 수학교육 연구의 국내외 동향을 파악하기 위하여 대표적인 국내외 수학 교육 학술지를 선정하여 게재된 논문의 내용을 분석하여 주제어에 따라 분류를 시도하였다. 분류 결과에 대한 수치적 자료를 통해 현재까지 진행되어 온 대학 수학교육 연구에서 '수학과 교육과정', '교사교육', '교육공학 및 수업 모형', '개념적 이해 분석'이 주요 연구 과제로 다루어져 온 것을 볼 수 있었다. 반면, '수학과 평가', '수학적 태도', '수학적 신념', '정의적 측면', '성별차', '수학적 인지와 수학 교실에 관한 사회문화적 접근' 등의 주제는 초·중등 수학교육 연구 추세와 비교해볼 때 상대적으로 미미한 비중을 차지하고 있음을 발견하였다. 이 절에서는 이들 각 연구 주제에 대해 현재까지의 연구 상황과 앞으로의 주제 발전 방향에 관한 조망을 하고자 한다.

우선, 살펴본 바와 같이, '대학 수학과 교육과정'에 관한 논문은 국내 및 국외의 대학 수학교육 연구의 주요 부분을 차지해 왔다. 이 범주에는 대학 수학과 교육과정의 개발 운용에 관한 논문과 수학과 교육과정의 일부인 개념을 수학적 측면에서 분석하는 논문이 포함되었다. 대학 수학과에서 실제로 실행되어 온 교육과정, 특히 특수한 수학적 필요를 가지고 있는 학생 집단을 위해 개발된 대학 수학과 교육과정에 관한 묘사, 교수-학습 방법, 그리고 교육 효과를 설명하였는데 이러한 연구는 다원화된 현대 사회에서 대두되는 다양한 학습자 집단의 다양한 수학적 필요를 만족시킬 수 있는 수학 교육과정 개발에 유용한 정보를 제공한다. 뿐만 아니라, 수학과 교육과정을 구성하는 주요 수학적 개념을 수학적 관점에서 분석한 논문들은 대학 수학과 교육과정을 수학적으로 일관성 있게 구성하는데 유용한 기초를 제공한다는 점에 그

연구의 중요성이 있다고 할 수 있다.

'교사교육'은 '수학과 교육과정'과 더불어 1990년대 이후 대학 수학교육의 중요한 연구 주제로 다루어져 왔다. 학교 수학 교육 성공 여부는 수학 교사의 수준에 의해 결정된다고 해도 과언이 아닐 정도로 수학 교사는 수학교육에서 핵심적인 위치를 차지한다는 점에는 이견이 없을 것이다. 20세기 초부터 진행되어 온 학교 수학 교육 개혁의 거듭된 실패와 세계가 산업 사회에서 정보화 사회에서 변화하는 과정에서 학교 수학을 통해 교육되어야 하는 수학적 기본능력이 재정립되어야 한다는 공감대가 1980년대 이후 형성되었다. 지식이 기하급수적으로 증가하는 복잡다단한 현대 정보화 사회의 민중적인 시민에게 요구되는 수학적 소양은 전통적인 학교 수학에서 강조되었던 단순 계산 능력을 넘어서 창의적이고 능동적인 문제해결 능력, 자신의 수학적 아이디어를 효율적으로 공유하면서 협동할 수 있는 능력, 수학적 상황에 대해 논리적으로 추론할 수 있는 능력 등을 포함하는 보다 고등적인 수학적 능력으로 보는 시각이 형성되었다. 이와 같이 현대 정보화 사회가 요구하는 수학적 소양을 배양하기 위해 학교 수학의 근원적인 개혁이 필요하다는 의식과 더불어 진정한 학교수학 개혁은 새로운 교육적 필요를 반영하는 학교 수학교육에 관한 관점을 공유한 수학 교사에 의해 가능하다는 공감대가 형성되었다(NCTM, 1980, 1989, 1991). 학교수학 개혁에 대한 사회적 공감대는 사범대학이 수학교사의 전문적 발달에 기여해야 하는 필요성의 인식으로 이어졌고, 교사 교육에 관한 관심도의 증가는 대학 교사교육의 질적 개선을 위한 체계적인 연구를 촉진했다고 할 수 있다. 예를 들어, 교사교육과정을 이수하고 있는 사범대학 수학교육과 학생들의 개념적 이해의 양상, 수학적 추론 능력, 수학적 태도와 신념 등의 분석함으로써 사범대학 교사교육 프로그램의 평가와 개선을 위한 방향을 제시하였다.

'교육공학' 역시 대학 수학교육 연구에서 중요한 과제로 제기되어 왔다. 예를 들어 The International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education이나 The International Journal for Mathematical Learning 등은 대학 수준 수학 수업에서 교육 공학의 역할을 주요 논제로 다루는 학술지들이다. 본 논문에서 검토한 학술지들에서도 공통적으로 교육 공학은 주요한 연구 분야를

형성하고 있었다. 그러나, 국내의 교육공학 연구가 주로 수업 방안을 제시하는 것에 초점을 두고 있다면, 외국의 교육공학 연구는 수학 교실에 특정 테크놀로지의 도입·활용이 초래하는 학생들의 개념적 이해에서의 변화 양상, 그리고 컴퓨터 도입의 효과와 학생들의 정의적 측면과의 관련성 탐구 등 다양한 과제에 중점을 두고 있다. '교육공학'과 더불어 대학 수학교육 연구의 주요 과제를 형성하는 '수업 모형'에 관한 연구 역시 프로젝트, 협동 학습 등 구체적인 수업 모형의 도입과 운영이 수학 학습에 주는 영향을 탐구하는 것을 주요 질문으로 진행되었다.

지금까지 논의한 '수학과 교육과정', '교사교육', '교육공학', '수업 모형'에 관한 연구는 '학교 수학 개선'에 합당한 체제 구성에 직접적 관련된 주제라면, '개념적 이해 분석' 연구는 학교 수학 교육 개선을 위해 효과적인 체제의 마련에 필요한 이론적 기반과 피드백을 제공하는 역할을 한다고 할 수 있다. 개념적 이해 분석에 관한 연구들은 학습자의 수학적 사고 능력에 관한 이해의 기반을 제공하여 학습자의 수학적 잠재력을 보다 효율적으로 개발하고 동시에 수학 학습에서 학습자들이 경험하는 인지적 곤란을 경감할 수 있는 수학 교육 과정과 교수법을 고안하는데 지침이 되는 이론적 자료를 제공한다는 점에서 중요성을 갖는다. 이러한 맥락에서 국내 대학 수학교육 연구에서 개념적 이해 분석에 관한 연구의 비율이 매우 낮다는 사실은 이 분야에 관한 관심을 증대시킬 필요성을 시사한다. 외국의 대학 수학교육 연구에서 개념적 이해 분석은 점차 그 중요성이 증대되어 가고 있으며 한 가지 주목할 만한 중요한 경향은 개념적 이해 분석에 관한 연구가 가지고 있는 복합적이고 실제적인 측면이다. 우선 개념적 이해 분석 연구가 실제적이라는 것은 학습자들로부터 수집된 자료의 체계적인 분석에 기초하고 있다는 것을 의미한다. 이처럼 수학 교육 현장에 참여하고 있는 학습자의 수학적 이해에 관한 체계적 탐구를 기반으로 구성된 상향식 이론은 내성적 이론에 비해 대학 수학교육의 개선에 현실적인 지침을 제공한다. 뿐만 아니라 개념적 이해 분석은 통합적 접근에 기초한다는 점에서, 복합적이다. 우선 학습자의 개념적 이해 분석은 순수학적 개념의 논리적 성격에 비추어 비교적인 관점에서 진행된다. 그리고 최근 개념적 이해 분석 연구는 개념적

은유(예를 들면 주미경 외, 2003)나 제스처(예를 들면 Rasmussen, 2003)와 같은 다양한 분석 단위를 채택하여 학습자의 개념적 이해를 보다 심층적으로 접근하려는 추세를 보인다는 점에서 사회언어학, 인지과학, 문화인류학 등 다양한 인접학문과의 통합 양상을 보인다.

앞서 수학교육 학술지를 분석하는 과정에서 지난 10년간의 대학 수학교육 연구에서 '평가'에 관한 연구가 매우 미약함을 지적한 바 있다. 실제로, JRME와 JMB에서는 평가에 관한 논문이 한편도 발표되지 않았다. ESM와 CBMS에서는 각각 2편의 논문이 발표되었으나 이는 매우 낮은 백분율에 해당한다. '수학교육 근대화 운동', '새 수학 운동', '기본으로 돌아가기' 등, 20세기 초부터 진행되어온 미국의 학교 수학 교육 개혁 운동의 반복적인 실패는 궁극적으로 학교 수학 교육의 목표 및 지도 방법론에 관한 전반적인 반성을 촉구하였다. 결과적으로 학교 수학교육이 추구해야 하는 기본 기능의 범위를 단순한 계산 기능으로부터 보다 고차원적인 수학적 능력으로 확장해야 한다는 결론에 도달하였다. 예를 들어, NCTM이 1980년 제안한 '1980년대 학교수학을 위한 제안'(Agenda for Action)에서는 문제해결 능력의 함양을 1980년대 학교 수학 교육의 목표로 제시하였고 이어 1989년 발간된 '학교 수학의 교육과정과 평가 기준'에서는 문제해결, 수학적 의사소통, 수학적 추론, 수학적 연결성을 초·중등 수학교육에서 공통적으로 강조해야 할 수학교육의 목표로 제시하였다.

이처럼 새롭게 정립된 학교 수학 교육 목표를 학교 현장에 도입하고 성공적으로 구현하기 위해서는 그에 합당한 지도 방법과 더불어 평가 방법에서의 변화가 수반되어야 한다. 이와 같은 맥락에서 1980년대 이후부터 진행되어 온 학교 수학 교육 개혁 운동에서 전통적인 수학 평가 방법의 문제점을 보완할 수 있는 새로운 대안적 평가 방법의 개발과 도입이 강조되어 왔다(NCTM, 1980, 1991). 물론 이와 같은 논의는 초·중등 수준의 수학 교육에서 유래하지만, 현대 사회에서 대학 수학교육은 더 이상 소수의 엘리트만을 위한 교육이 아니라는 점을 감안할 때, 위에 제시된 논의는 대학 수학교육의 반성에도 시사하는 점이 크다고 할 수 있다. 이러한 맥락에서 '평가'는 대학 수학교육의 개선에 핵심적인 교육적 논제라고 할 수 있으며, 새로운 학교 수학 교육에 대한 관점을

현실화하기 위해 평가에 관한 연구와 개발에 중대한 관심이 필요하다고 할 수 있다.

‘수학적 태도’, ‘수학적 신념’ 및 ‘정의적 측면’ 역시 대학 수학교육 연구에서는 앞으로 보다 체계적으로 다루어야 할 중요한 연구 과제라고 할 수 있다. 전통적으로 수학은 인간 이성의 진수라고 믿어져 왔으나 최근 들어 인지과학, 인류학, 문화심리학 등을 비롯한 다양한 분야에서 이론적 발달은 수학이 인간의 삶의 경험과 유리된 순수 이성의 산물이 아닌 그들의 구체적인 삶의 경험을 반영하고 그 경험의 틀 안에서 구성되어 온 지식임을 입증하였다(Lakoff & Nunez, 2000; Lave, 1986; Scribner, 1986). 이는 인간의 수학적 사고와 삶의 경험, 그에 기초한 수학적 태도, 신념, 정의적 태도가 밀접하게 연관되어 서로를 형성해 감을 의미한다. 실제로, Schoenfeld(1985)가 그의 저서 ‘Mathematical Problem Solving’에서 수학적 신념, 즉 ‘수학’이라는 지식에 대해 가지고 있는 관점이 그들의 성공적인 문제해결 나아가 수학 학습의 성패를 결정하는 주요 요소 가운데 하나임을 규명하였다. Williams(1991)는 미적분학을 수강하는 대학생들의 극한 개념이 그들이 이전에 접해본 간단한 함수 그래프를 다루어본 경험을 통해 형성된 수학적 신념, 그리고 개념적으로 단순하고 실용적인 모델을 선호하고 변칙적인 경우를 단순히 법칙에 예외가 되는 경우로 과소평가하는 태도의 영향을 받는다는 것을 발견하였다. 이처럼 학습자가 가지고 있는 수학적 태도와 신념 등은 학습자의 세계관에 통합되어 “수학”은 어떤 지식인가?, “어떤 수학적 지식이 학습 가치가 있는가?”, 그리고 “어떻게 학습하는가?” 등에 관한 학습자의 판단을 포함하여 일반적으로 수학 학습을 근원적으로 조건화하는 변인이다. 이러한 맥락에서, 수학적 태도와 신념, 학습 스타일과 학습 성취도, 양자 사이의 관계에 관한 체계적인 연구는 의미 있는 학습 환경과 교수법을 고안하는데 기여할 수 있을 것이다.

1990년대 이후 수학 교육 연구 동향에서 주목할 만한 변화 가운데 하나로 수학 교수-학습을 문화적 현상으로 설명하는 사회문화적 이론의 비약적 발전을 들 수 있다. 사회문화적인 수학 교육 이론은 그 이론적 근거를 상황 학습 이론에 두고 있다. 상황 학습 이론은 수학을 비롯한 인간의 모든 지식은 하나의 구체적이고 독특한 문화

적 맥락 속에서의 행해진 공동체 고유의 문화적 관행의 산물로 설명한다. 이러한 상황 학습 이론의 관점에서 볼 때, 수학 학습은 수학 공동체의 문화적 관행에의 합법적이고 주변적인 참여의 과정을 통해 학습자가 사회적 변환하여 수학 공동체의 합법적인 일원으로서 정체성을 형성해가는 과정으로 설명된다(Lave & Wenger, 1991; Wenger, 1998).

사회문화적 수학 교육 이론은 수학과 수학 학습이 가지는 문화 역사적 측면을 강조하면서 학습자의 개념적 발달에 대한 비교 문화적 연구를 촉진하였고 최근 들어 수학 교실을 하나의 관행 공동체로 보는 관점을 통해 교실에서의 교수-학습 현상을 설명하는 이론을 산출하고 있다. 그러나, Mannheim(1936)이 지적했듯이, 역사적으로 서구 이성주의적 전통의 중심에 위치해온 수학은 사회학적 접근이 가장 어려운 학문이었다. 또한, 대학이 전통적으로 엘리트 교육의 장이었다는 점을 감안할 때 대학 수학교육을 사회문화적 현상으로 설명하는 것의 난점을 이해할 수 있다. 따라서, 사회문화적 수학교육 이론은 주로 초·중등 수준의 수학 교육 위주로 형성되어 왔고 (예를 들면 Cobb & Bauersfeld, 1995), 이러한 맥락에서 1990년대 말부터 대학 수학교육 연구에 사회문화적 이론의 도입이 적극적으로 시도되고 있다는 점은 중요한 변화라고 할 수 있다. 현재 대표적인 사회문화적 수학 교육 연구는 Cobb과 Yackel(1996)이 제기한 “사회수학적 규범”을 중심으로 이루어지고 있다. “사회수학적 규범”이란 수학을 공동체의 사회문화적 산물이라고 할 때 예를 들어, “무엇이 수학적으로 좋은 해결방법인가?” 등과 같이 수학을 행하는 것과 관련하여 규범의 집합을 의미한다. 그러나, 이와 같이 수학을 행하는 것에 관련된 규범은 주어지는 것이 아니라, 수학 교실에서의 교사와 학생 사이의 수학적 상호작용을 통해 구성되고 궁극적으로 공유된다는 의미에서 사회적 규범이다. 따라서, 한 수학 교실에 누가 참여하느냐에 따라 독특한 사회수학적 규범이 형성될 수 있고 이는 수학 학습 과정에서 합당한 사회수학적 규범 형성을 위한 교사의 역할이 중요함을 시사하며 나아가 수학 교사가 학생들에게 제공하게 될 수학 학습의 질을 좌우하게 된다(Yackel, Rasmussen, & Whitehead, 2000).

이처럼 사회문화적 이론은 수학 교수-학습을 수학 공

동체의 문화적 맥락 속에서 설명함으로써 효과적인 학습 환경의 조성이 단순히 심리학적 문제가 아니라 수학 공동체의 문화에 관한 이해와 직결된다는 인식을 제공한다. 나아가 수학 학습이 수학적 기능의 획득과 숙달의 영역을 넘어, 학습자의 수학에 관한 관점, 즉, '어떻게 수학을 행할 것인가', '하나의 수학적 개념을 통해 어떻게 현상을 바라볼 것인가'에 관한 학습자의 관점, 좀더 일반적으로 말하자면, 학습자의 세계관이 수학 공동체의 문화적 구조에 따라 변화되어 가는 과정임을 시사한다. 이러한 관점에서 볼 때, 사회문화적 이론에서 수학 학습이란 학습자의 세계관이 수학 공동체의 문화적 관행에 참여하는 과정을 통해 사회적으로 변화되어가는 과정으로 해석된다. 이는 사회적 변환 과정에 관한 묘사와 분석이 앞으로 대학 수학교육의 사회문화적 연구에서 추구하고야 할 과제임을 시사한다.

마지막으로, 연구 방법론에 대한 언급으로 대학 수학교육 연구 과제에 관한 본 논문의 논의를 마무리하고자 한다. 1990년대의 국내의 대학 수학교육 연구를 비교적 관점에서 살펴볼 때, 연구 주제면에서의 다양화와 더불어 연구 방법론에서의 체계화와 다양화를 지적할 수 있다. 국내 연구와 마찬가지로 외국의 대학 수학교육 연구 역시 초기에는 대학 수학교육 연구가 묘사 형식을 띄었지만 점차로 주어진 주제와 관련하여 제기된 세부적인 연구 과제를 해결하기 위해 다양하고도 체계적인 연구 방법을 개발·적용하는 추세를 보이고 있다. 연구 방법은 대체로 분석 자료의 유형과 방법에 따라 크게 양적(quantitative) 연구와 질적(qualitative) 연구로 구분하여 볼 수 있다. 양적 연구란 주로 수치적 자료를 통계적 방법으로 처리하여 값(-value)의 크기에 따라 연구의 가설을 기각 또는 수용하는 방법을 사용하는 경우이다. 문제해결력 평가를 위해 문항지를 활용하거나 수학적 신념, 태도, 관점을 탐구하기 위해 설문지를 사용하는 경우를 들 수 있다. 질적 연구란 면담 자료, 관찰 노트, 교실 발화 등과 같이 양화되지 않은 자료를 분석하여 그 안에서 반복되는 패턴을 발견하여 그 의미를 분석하는 연구 방법이다. 예를 들어, 교사와 학생 사이의 상호작용의 패턴이나 학생들 수학적 개념에 대한 이해를 언어적 측면에서 분석하는 경우를 들 수 있다. 본 연구에서 분석한 학술지 논문들을 대상으로 생각할 때 대학 수학교육 연

구에서 질적 연구가 차지하는 비중이 양적 연구가 차지하는 비중에 비해 늘어나고 있음을 주목할 수 있었다. 그러나, 양적 연구와 질적 연구는 어느 하나가 방법론 그 자체로서 절대적으로 우월함을 의미하는 것은 아니다. 각각의 연구 방법은 나름대로의 장단점을 가지고 있다. 예를 들어, 양적 연구는 교육 현상의 전체적인 패턴 제시나 교육적 처치의 효과 검증에 유용한 반면, 결과 위주의 분석을 제공한다는 점에서 주목되는 변화나 패턴이 발생하는 과정에 대한 이해를 구하는 연구에는 질적 연구방법이 더욱 적절하다고 할 수 있다. 따라서 연구 과제에 비추어 적절한 연구 방법을 선정하고 연구 문제를 답하는 데 필요한 자료의 유형을 결정·수집·분석하는 하는 것이 보다 중요하다고 할 수 있다.

연구 방법론과 관련하여 지적할 또 한 가지 점은, 외국의 대학 수학교육 연구는 수업 현장에서의 자료에 입각하여 이론을 구성하는 상향식 연구 방법을 통해 현장에 뿌리를 둔 이론(grounded theory)를 구성하는 것에 주력하고 있다는 점이다. 이는 국내 대학 수학교육 연구와 대비되는 연구 동향이라고 할 수 있다. '무엇이 과학적이고 객관적인 이론인가?'라는 질문에 관한 답은 과학의 패러다임에 의해 결정되는 상대적인 성격을 가지며 다양한 관점들이 나름대로 기여할 수 있는 바가 있다고 할 수 있다. 그러나, 철학적인 논의를 벗어나, 현장에 기초한 수학 교육 이론이 '이론과 현실 사이의 단절 극복'이 수학 교육의 오래된 과제를 해결하는 데 기여할 수 있는 바를 감안할 때, 연구 방법론에 대한 체계적인 지식과 활용은 대학 수학교육 연구의 중요한 과제 가운데 하나라고 할 수 있다.

4.2 맺는 말

미국을 중심으로 수학 교육학이 이론적으로 정립되기 시작한 역사적 기원은 20세기 초에서 찾아볼 수 있다. 20세기 이전의 수학 교육은 소수의 엘리트 위주의 교육이었고 수학 교육 이론은 내성적 사유를 통해 구성되었다. 그러나 20세기 초 세계가 산업화되어 가며 학교는 대중교육의 장으로 변모하였다. 이러한 시대적 맥락 속에서 대두된 "학교의 합리적 경영"이라는 사회적 필요성은 Thorndike 등 실험심리학자들에 의한 학습 이론의

등장을 촉진하였다. 실험심리학적 수학 교육 이론은 역사적으로 수학 교육의 형이상학적 측면이 가지는 중요성을 간과했다는 비판을 받고 있지만 수학 교육의 이론적 발달과 방법론적 발달의 기원을 마련하는 역할을 수행했다는 점에서 중요한 위치를 차지한다. 실험심리학적 수학 교육 이론의 등장 이후, 다양한 수학 교육자들의 상호작용 속에서 수학 교육 이론은 20세기를 통해 비약적인 발달을 하였다. 그러나 이러한 이론적 발달은 주로 초·중등 수학 교육을 중심으로 이루어졌고 대학 수학교육이 수학교육의 관심의 대상이 된 것은 비교적 최근의 일이다. 따라서 현재 대학 수학교육이 수학 교육 분야에서 차지하는 비중은 매우 미미하다고 할 수 있고 이러한 현실은 본 논문에서 살펴본 학술지에 나타난 게재율이나 주제의 다양성 측면에 충분히 반영되어 있다. 그러나 이는 대학 수학교육 연구가 주변적 연구 과제로 정체되어 있음을 의미하지 않는다. 앞서 지적했듯이, 최근 들어 대학 수학교육 분야에서 과거에 비해 다양한 주제의 연구가 보다 체계적인 방법론을 통해 이루어지는 중요한 비약의 시기에 있다고 할 수 있다. 본 논문은 이러한 추세를 발전적으로 유지하기 위해 요구되는 현재까지의 연구 동향의 양상과 동향에 대한 분석을 제공함으로써 대학 수학교육 연구의 주제를 다양화하고 그들에 대한 체계적인 접근으로 통해 이론적 발전의 전망을 제시하고자 했다.

참 고 문 헌

- 계영희 (1994). van Hiele 이론에 근거한 대학생의 기하 발달 수준의 측정, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 33(1), pp.45-50.
- 김병무·김규상 (1998). 대학 수학 학업 성취도에 영향을 미치는 요인 분석, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 37(2), pp.159-172.
- 김병무 (2000). 대학수학 클리닉의 필요성과 운영 방안에 대한 연구 I, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 39(2), pp.187-199.
- 김병무 (1996). 대학 수학 수업 실태의 조사 분석, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 35(2), pp.187-196.
- 김영호·신동호·유승목·김상동(1995). 시간 종속적인 편미분방정식의 수치해에 대한 교육용 소프트웨어 ESPDE 의 개발, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 34(1), pp.131-136.
- 김웅태·김연식·우정호·박한식·조승제 (1982). 대학원 수학교육과 교육과정 연구, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 20(3), pp.1-10.
- 김향숙 (2001). 평면변환기하에 있어서 Mathematica 를 이용한 교수 - 학습방법, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 40(1), pp.93-102.
- 박근덕 (1993). 일본의 수학과 교원연수 상황 고찰, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 32(4), pp.412-430.
- 박근생·권영인·이상근·조열제·전영배 (1993). 중등수학교사 양성 교육의 개선에 관한 연구, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 32(4), pp.431-451.
- 박형빈 (2003). 전국대학의 수학과(전공) 교과과정에 관한 비교연구, 대한수학회 춘계학술대회.
- 신현성 (1989). 수학과 교육과정 개선에 관한 연구, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 28(2), pp.115-120.
- 신현성 (1992). 수학교육학과의 교과과정 과목설정에 대한 연구, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 31(2), pp.79-92.
- 이강섭 (2003). 교원양성기관의 통계분야 교육과정에 대한 기본 자료, 한국수학교육학회 시리즈 E <수학교육 논문집> 15, pp.59-64.
- 이춘호 (2002). 대학수학 교육에 관한 고찰. 수학교육포럼, 1(1) 15, 1-16.
- 전평국 (1993). 수학교육과 교육여건과 프로그램 개선 방향, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 32(4), pp.404-411.
- 정창현·구광조·김원경·류희찬·박배훈·신현용·이재학·이태욱·전평국 (1995). 수학과 초·중등교사 재교육 실태분석 및 개선 방안 연구, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 34(2), pp.297-343.
- 정형찬·심재동·이경희 (1993). 공학기초과목으로서 수학과정 및 교육방법에 관한 연구, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 32(3), pp.256-262.
- 주미경·권오남 (2003). 학생들의 미분방정식 개념에 대한 수학적 은유의 분석: 개념적 모델의 이중성에 대한 사회문화적 관점, 학교수학, 5(1), pp.135-149.

- 최운행 (1994). 공과대학생을 위한 수학 교육의 개선, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 33(2), pp.195-196.
- 최태형 · 송병근 (2000). 1990년대 우리나라 수학교육연구 동향: 석사학위 논문을 중심으로, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 40(1), pp.77-92.
- 황일 (1996). 수학교육에서의 컴퓨터의 이용 Mathematica를 이용한 미적분 지도를 중심으로, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> 35(1), pp.15-23.
- Artigue, M. (1999). The teaching and Learning of Mathematics at the University Level: Crucial Questions for Contemporary Research in Education, *Notice of the American Mathematical Society*, pp.1377-1385.
- Berger, T. R. & Keynes, H. B. (1990). The Challenge of Educating Mathematical Talented Students: The University of Minnesota Talented Youth Mathematics Program. *Conference Board of the Mathematical Society: Issues in Mathematics Education 1*, pp.11-30. Providence, Rhode Island: American Mathematical Society.
- Bishop, A.; Clements, K.; Keitel, C.; Kilpatrick, J. & Laborde, C. (Eds.) (1996). *International Handbook of Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Braunfeld, P. (1992). Calculus for High School Teachers: Content, History, Pedagogy. *Conference Board of the Mathematical Society: Issues in Mathematics Education 3*, p.39-50. Providence, Rhode Island: American Mathematical Society.
- Burn, B. (1996). What are the Fundamental Concepts of Group Theory? *Educational Studies in Mathematics* 31(4), pp.371-377.
- Cobb, P. & Bauersfeld, H. (1995). *The Emergence of Mathematical Meaning: Interaction in Classroom Cultures*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cobb, P. & Yackel, E. (1996). Constructivist, Emergent, and Sociocultural Perspectives in the Context of Developmental Research. *Educational Psychologist* 31(3/4), pp.175-190.
- Fischbein, E. (1995). The Concept of Irrational Numbers in High-School Students and Prospective Teachers. *Educational Studies in Mathematics* 29(1), pp.29-44.
- Ganguli, A. B. (1992). The Effect on Students' Attitudes of the Computer as a Teaching Aid. *Educational Studies in Mathematics* 23(6), pp.611-618.
- Goldberg, H. & Wagreich, P. (1990). Teaching Integrated Math and Science: A Curriculum and Staff Development Project for the Elementary School. *Conference Board of the Mathematical Society: Issues in Mathematics Education 1*, pp.63-130. Providence, Rhode Island: American Mathematical Society.
- Grouws, D. (Ed.) (1992). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Keynes, H. B. (1991). Equity and Excellence in the University of Minnesota Talented Youth Mathematics Program (UMTYMP). *Conference Board of the Mathematical Society: Issues in Mathematics Education 2*, pp.85-96. Providence, Rhode Island: American Mathematical Society.
- Khoury, H. A. & Rina, Z. (1994). On Fractions and Non-Standard Representations: Pre-Service Teacher's Concepts. *Educational Studies in Mathematics* 27(2), pp.191-204.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Leron, U. (1995). Learning Group Isomorphism: A Crossroads of Many Concepts. *Educational Studies of Mathematics* 29(2), pp.153-74.
- Mannheim, K. (1936). The Sociology of Knowledge. In J. E. Curtis & J. W. Petras (Eds.), *The Sociology of Knowledge: A Reader* pp.109-130, New York:

- Praeger Publishers.
- McNeal, B. & Simon, M. A. (2000). Mathematics Culture Clash: Negotiation New Classroom Norms with Prospective Teachers. *Journal of Mathematical Behavior* 18(4), pp.475-509.
- National Council of Teachers of Mathematics (1980). *An Agenda for Action: Recommendations for School Mathematics of the 1980s*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Rasmussen, C.; Stephan, M. & Whitehead, K. (2003). Gesture and Classroom Mathematical Practices, Paper presented at the annual meeting of American Educational Research Association, Chicago, IL, April.
- Treisman, P. U. & Asera, R. (1990). Teaching Mathematics to a Changing Population: The Professional Development Program at the University of California, Berkeley. *Conference Board of the Mathematical Society: Issues in Mathematics Education* 1, pp.31-62, American Mathematical Society: Providence, Rhode Island.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Williams, S. T. (1991). Models of Limit Held by College Calculus Students. *Journal for Research in Mathematics Education* 22(3), pp.219-236.
- Yackel, E.; Rasmussen, C. & King, K. (2000). Social and Sociomathematical Norms in an Advanced Undergraduate Mathematics Course, *Journal of Mathematical Behavior* 19(3), pp.275-287.

Research Trends and Tasks in Collegiate Mathematics Education

Kwon, Oh Nam & Ju, Mi-Kyung

Dept. of Mathematics Education Ewha Womans University 11-1 Daehyun-Dong Sudaemun-Gu Seoul, Korea

E-mail: onkwon@ewha.ac.kr

E-mail: mkju11@yahoo.co.kr

In this paper, we present a review of research perspectives and investigations in collegiate mathematics education from the four decades of development in the journal <The Mathematical Education> published by Korea Society of Mathematical Education.

Research of mathematics education at the tertiary level, which had been a minor area in mathematics education, has made a significant development in the last decade in Europe and U.S.A. In this context, international journals for research in mathematics education were selected to comparatively examine and identify research trends and tasks in collegiate mathematics education.

Based on the analysis of domestic & international journals, we present recommendations for further the development of Korean collegiate mathematics education research. First, it is necessary to diversify the topics of educational research. Korean research of mathematics education at the tertiary level has been limited to the issues of curriculum developments, teacher education and computer technology. It is necessary to pursue more various topics such as conceptual development, mathematical attitude and belief, gender, socio-cultural aspect of teaching and learning mathematics.

Second, it is necessary to apply research methods for systematic investigations. It is important to note that international research of mathematics education introduces variety of research methods such as observation, interview, and survey in order to develop grounded theory of mathematics education. We end with pedagogical implications of the analyses presented and general conclusions concerning the perspectives for the future in collegiate mathematics education.

* ZDM classification : B45, B59

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97-02, 97B40

* key word : higher mathematics education, teacher education.