

## 교사 양성 대학 수학교육과 교육 과정 및 교수-학습 방법 개발에 관한 연구<sup>1)</sup>

신 현 용 (한국교원대학교)

### I. 연구의 목적 및 필요성

한 나라의 학교교육을 논의할 때 빼놓을 수 없는 것 중의 하나는 교사의 질이다. 물론, 교육의 문제는 정치, 사회, 문화 등 사회 전반과 관련하여 논의되어야 하겠지만, 무엇보다도 실제 교육현장에서 가장 직접적으로 중요한 역할을 차지하는 교사의 문제가 초점이 되기 때문이다. 사범대학이나 교육대학교와 같은 교사양성을 위한 특수목적대학은 4년간의 대학 교육을 통하여 국가와 인류의 이상 실현에 이바지하는 우수한 교원을 양성하고 다양한 학문적 도야를 통하여 초등 또는 중등학교에서 효율적으로 교과를 가르칠 수 있는 전문성을 개발하도록 도와줌으로써 궁극적으로는 한국교육의 전체적인 질을 향상시키는 데 귀중한 역할을 수행한다. 본 연구는 이와 같은 교사양성 대학의 전반적인 역할과 특성을 인식하고, 더 나아가 교사양성대학의 교육과정과 교수·학습 방법의 변화가 초·중등 학교의 교육과정과 교수·학습 방법의 변화에 우선해야 한다는 사실을 의식하면서, 수학교육과 관련된 부분을 다룬다.

수학교육의 주요 목적 중 하나는 긍정적인 수학적 성향을 지니고 문화로서의 수학을 즐기며 논리적으로 사고하고 판단하는 능력을 키우는 것이다. 하지만, 대부분의 사람들은 수학에 대해서 일종의 공포감 내지 부정적인 이미지를 가지고 있다. 이는 초·중등학교에서 배운 학교수학의 영향일 수 있거나, 수학교과로 인해 입시나 성

적에서 불이익을 당했거나, 또는 자신이 원했던 진로가 수학교과로 인해 장애를 받았거나 포기를 해야 했던 경험들을 가지고 있기 때문일 것이다. 이러한 부정적인 이미지는 제 7차 교육과정에서 수학교과 시간을 단축하게 만들었고 나아가서는 기초 과학 과목에 대한 관심이나 지원을 낮게 만드는 결과를 초래하기도 했다. 미래 사회에서 당당한 독립된 국가로 존립하기 위해서는 튼튼한 기초 과학과 기술력이 바탕이 되어야 하는데 현재처럼 기초과학을 경원시하고 외국의 기술 수입에 의존하게 되는 상황은 우리나라의 정치·경제·문화가 일종의 구속을 받는 예속국으로 전락하게 만들 수도 있다.

수학교과에 대한 부정적인 이미지는 비단 일반사람들의 문제로 끝나지 않는다. 수학을 상대적으로 잘하는 것으로 평가받은 학생들 역시 예외가 아니다. 예를 들어, 우리나라의 학생들은 세계 규모의 수학성취도 비교연구에서 일정하게 최상위권의 좋은 성적을 차지하고 있으면서도 유달리 수학에 대해서는 부정적인 성향을 가지고 있으며 특히 학년이 올라갈수록 수학에 대한 자신감을 잃어가고 있는 실정이다(김진규 외, 1996; Mullis et al., 1997, 2000). 더욱이 수학교사가 되기 위해 수학교육과에 진학한 학생들마저 그다지 긍정적인 수학적 신념이나 태도를 가지고 있지 않다(Noh, 1998). 이는 수학교과 자체에 대한 본질이나 흥미를 개발하기보다는 초·중등학교에서의 수학교육이 시험성적을 위한 도구로서만 주로 다루어지고 있기 때문일 것이다. 특히 수학교과에 대한 신념은 자신이 어떻게 수학을 배웠는가와 밀접한 관계가 있음을 고려해볼 때(Raymond, 1997), 장래의 수학교사가 부정적인 수학적 성향을 가지고 있다는 것은 쉽게 간과해서는 안 될 문제이다. 수학 교사 자신이 수학교과의 본질을 이해하고 수학을 행하는 즐거움을 느껴야 하고 전반적으로 수학 자체의 가치와 유용성, 아름다움을 발견할 수 있어야 그러한 수학교사로부터 수학을 배우는

\* 2003년 9월 투고, 2003년 11월 심사 완료.

\* ZDM분류: B5

\* MSC2000분류: 97B50

\* 주제어: 교사교육, 전문성 신장.

1) 이 글의 일부 내용은 신현용(2001)과 신현용(2003a)에 발표되었다.

학생들이 긍정적인 수학적 성향을 기를 수 있는 학습기회를 가질 수 있기 때문이다.

예비교사들이 교사양성 대학교육을 통하여 수학교과본질을 이해하고 바람직한 수학적 성향을 개발할 수 있을 것인가라는 측면에서 대학교육은 제 역할을 수행하지 못하고 있는 실정이다. 물론 교사양성 대학교육의 문제점을 교직에 관한 사회적 풍토, 교사의 임용방식, 교사재교육 등의 차원에서 논의할 수도 있겠지만, 보다 근본적이면서도 중요한 문제는 교육과정과 교수·학습방법의 문제로 귀착될 것이다. 우선 교육과정과 관련된 문제점으로 자연(이과)대학 수학과와 비슷한 교육과정 운영, 수학의 본질에 관한 이해 및 성향 개발 부족, 교과내용학·교과교육학·일반교육학의 불균형 등을 들 수 있고, 교수·학습방법과 관련된 문제점으로는 초·중등 현장교육과의 연계부족과 교수·학습 방법의 획일화를 들 수 있다(〈그림 1〉 참조). 이러한 각각의 문제점은 아무런 관련성 없이 명확하게 상호 구별되는 것이 아니다. 그러나 여기에서는 문제점간의 상호관련성을 상세하게 논의하기보다는 각각에 대해서 살펴보고, 교사양성 대학교육이 현재 안고 있는 문제점을 분석하며 이를 바탕으로 교사양성 대학으로서의 특성을 살릴 수 있는 방안을 모색해 본다.

우선, 현재 대부분의 중등 교사 양성 대학의 수학교육과 교육 과정은 일반 대학의 수학과 교육 과정과 실질적으로 크게 다르지 않다. 이로 인하여 교육과정에 관한 교사양성을 위한 특수목적대학으로서의 특수성이 모호한 형편이다. 이러한 현실의 필연적인 결과로 신입 교사가 교단에 섰을 때, 그간 습득한 지식은 그를 위해 투자한 시간과 노력에 비해 그 효용성이 적다. 이에 따라 중등 교사양성대학의 수학교육과 교육과정에 큰 변화가 있어야 한다는 요구가 있어 왔고 부분적이긴 하지만 이에 관한 연구가 진행되기도 하였다(박승안, 1990; 구광조, 1991; 박승재, 1996; 경상대학교 사범대학 중등교육연구소, 2000; 김수환 외, 2001). 이와 같은 현실은 초등 교사 양성 대학에서도 예외는 아니다. 실제, 몇몇 교대를 제외한 대부분의 교육대학교에 개설된 수학과 전공과목은 교육대학교가 4년제로 변경되면서 사범대학의 수학교육과 교육과정을 참고하여 작성한 과목을 그대로 유지하고 있는 실정이기 때문에 초등교사 양성대학으로서의 특수성을 제대로 발휘하지 못하고 있는 실정이다(남승인

외, 2000; 박영무, 1999).

둘째, 수학교사는 무엇보다도 수학의 본질을 이해하고 긍정적인 성향을 가지고 있어야 함에도 불구하고 현행 교사양성대학 교육의 교육과정은 이를 촉진시키지 못하고 있는 실정이다. 누구보다도 교사는 지식기반사회에 적극적으로 역동적으로 대처할 수 있어야 하는데, 이는 가르치는 내용에 대한 단편적인 지식이 아니라 유기적인 지식 체계를 갖추고 있어야 가능한 일일 것이다. 하지만, 초·중등 학교수학이 그렇듯이 수학 자체의 본질을 이해하고 수학의 힘은 물론 수학의 한계를 파악하기보다는 매 학기 배워야 하는 상당한 양의 수학 내용에 많은 부담을 안고 있으며 깊이 있는 이해보다는 단편적인 지식을 획득하기에 급급한 실정이다(김수환 외, 2001). 이와 같은 실정은 제 7차 교육과정 시행과 더불어 수학의 상당 부분이 필수가 아닌 선택으로 되었기 때문에 이전의 학생들과 비교해 볼 때 현행 교육과정에 따라 수학을 배운 학생들의 수학적 지식이 상당히 적은 상태에서 교사양성대학에 들어올 것이기 때문에 더욱 심화될 문제이기도 하다. 또한 초등교사 양성대학의 경우는 수학 심화과정이라 하더라도, 전 교과를 배우는 부담과 함께 상당히 많은 수학 내용을 추가로 공부해야 하기 때문에 더욱 많은 연구와 세심한 주의가 요구된다.

셋째, 교육과정 상에서 교과내용학·교과교육학·일반교육학이 불균형을 이루고 있다는 점이다. 우수한 수학교사가 되기 위해서는 분명히 가르칠 수학 내용 자체에 관한 지식, 그러한 지식을 해당 학교급과 관련지어 학생들의 이해를 증진시키기 위해서 어떻게 가르칠 것인가에 관한 교수 방법적 지식, 그리고 일반적인 교육학에 관련된 지식 모두가 필요할 것이다. 하지만, 이 각각의 지식이 과연 얼마만큼 필요한 것이며 그 상대적 중요성은 늘 교사양성 대학교육의 교육과정 개편과 더불어 논의되는 문제 중의 하나일 것이다. 구체적인 예로 사범대학의 경우는 국립대학과 사립대학간에 거의 차이가 없이 수학교육학과 수학교육학의 학점수 비율이 약 1:3 정도이지만, 수학교육학의 시간수 비율 측면에서는 현저한 차이가 나타나고 있다. 또한 교육대학교의 경우는 대부분의 대학에서 기존의 교육과정대로 수학교육학에 초점을 두어 운영하는 반면에 서울교대와 같은 일부 교육대학교에서는 초등교사 양성대학으로서의 특수성을 중점으

로 초등수학 교육학에 초점을 두는 방향으로 교육과정을 전면 개편하기도 하였다. 한편 김수환 외(2001)는 수업관찰과 교사 및 학생면담 방법을 적용하여 초·중등 수학교육의 실태를 분석한 후, 교사양성 대학교육에서 학교 수학의 내용과 교수방법론을 강화할 필요가 있음을 실증적으로 보여주기도 했다. 특히, 중등학교 수학교사의 전문성 신장을 위해서 세부적인 교과내용 지식에 대한 강조를 축소하고 그 대신에 교수 내용 지식과 교수방법론적인 지식을 대폭 강조하여 지도할 필요가 있음을 역설하고 있다. 이와 같은 일련의 경향 및 연구결과들은 교사양성대학에서의 다양한 교과지식간에 체계적이고 타당성 있는 균형점을 연구해야 함을 간접적으로 시사하는 것이라고 볼 수 있다. 이러한 측면에서 “교사양성대학의 교수는 각자의 전공대로 수학(교과내용), 교수법(교과교육) 등을 독립적으로 강의하고, 각 영역의 통합은 학생(예비교사) 몫으로 돌리는 교육과정 운영은 고쳐져야 한다”는 박한식(2003)의 지적은 주목할 필요가 있다.

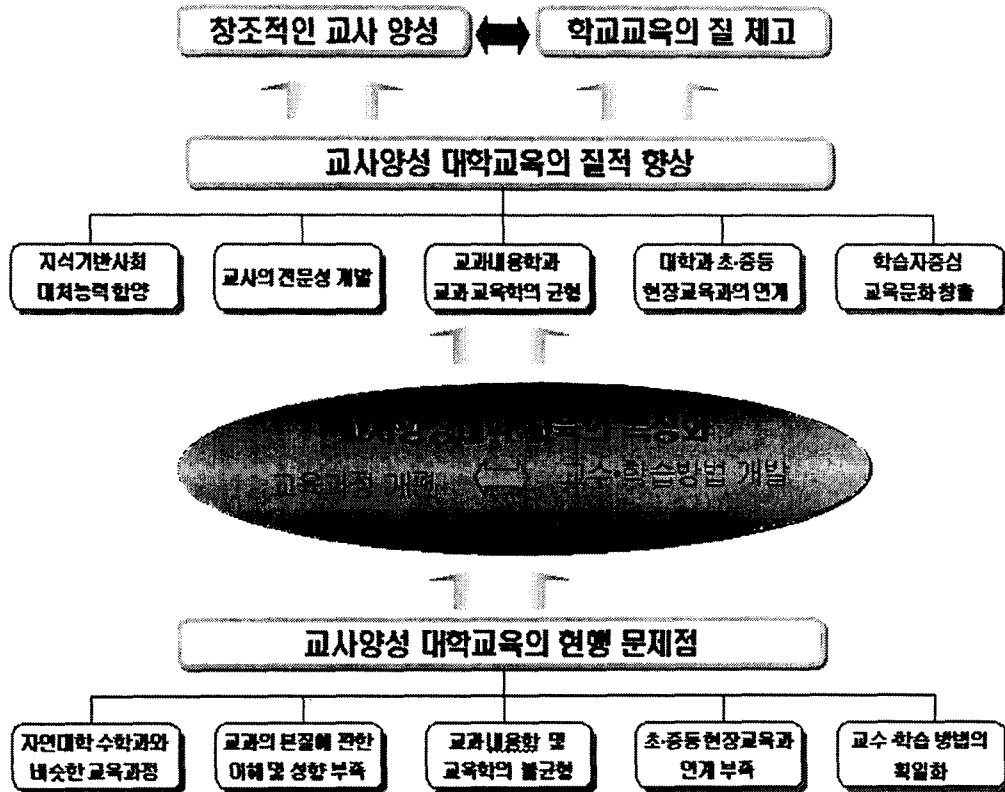
넷째, 교사양성대학의 교육과정은 초·중등 현장교육과 그 연계가 매우 부족한 형편이다. 대부분의 예비교사들은 실제 초·중등학교에서 가르칠 수학 내용과 무관한 듯 보이는 수학교육학 강의에 대해서 부정적으로 생각하는 경향이 있으며, 초임교사들 역시 대학에서 배운 수학 내용들이 현장에 직접적인 도움이 되지 않는다는 불평을 하기도 한다. 물론 이는 학습자인 교사 스스로 수학교육의 전반적인 특성이나 수학을 행함으로써 터득할 수 있는 바람직한 수학적 성향을 개발하지 못한 책임도 있겠지만, 상당부분은 대학 교육과정의 각 강좌에서 그러한 관련성을 충분히 짚어주지 아니한 것은 교사 양성 기관의 책임이라 하지 않을 수 없다.

마지막으로, 교수·학습 방법의 획일화 문제를 들 수 있다(조벽, 2002). 제 7차 수학과 교육과정은 학습자 중심으로 비 전형적인 문제를 해결하는 능력, 논리적으로 탐구하고 예측하며 추론하는 능력, 수학에 대해 또는 수학을 통해 의사 소통하는 능력, 수학 내에서 또는 수학과 다른 학문적 영역 사이의 아이디어를 연결하는 능력, 자신감과 수학적 성향을 포함한 수학적 힘의 신장을 궁극적인 목표점으로 하고 있다(교육부, 1997). 하지만, 교사양성 대학의 교수·학습 방법은 교수의 강의를 중심으로 한 지식전달에 초점이 주어지는 상태이며 이는 특

히 수학과에 두드러진 문제이다. 전형적인 수학 강의는 교사가 칠판을 적당히 나누어 필요한 정의, 정리, 증명 등을 기술해 나가면서 상당한 분량의 수학 내용을 일방적으로 설명해 주고 학생들은 공책에 적으면서 증명방법을 외우고 할당한 연습문제를 열심히 풀어서 그 방법을 익숙하게 획득해 나가는 형태이다. 교사 자신이 이런 방법으로 수학을 배우고 나서, 초·중등학교 교실에서 학습자 중심 또는 탐구학습 중심으로 수학을 가르치기란 쉽지 않다(Raymond, 1997).

또한 제 7차 교육과정의 시행과 더불어 강조되는 교과 목표의 달성과 연계된 정보통신기술(Information & Communication Technology)의 활용 또한 무시할 수 없는 상황이다(교육인적자원부, 2001). 수학과 교수의 목표를 극대화하기 위한 방편으로 정보통신기술을 어떻게 적절히 활용할 수 있는가 하는 문제는 지식기반사회의 도래와 함께 교사양성대학에서도 새로운 교수·학습 방법 개발이 절실하다는 것을 간접적으로 반영해 주는 것이다. 분명히 사회의 발달은 새로운 교육과정 개발의 중요한 요소 중의 하나이다. 교사양성 대학은 당연히 사회의 변화를 예측하고 그러한 변화에 넉넉히 대처할 수 있는 능력을 지닌 교사를 양성해야 할 것이다. 이 때, 정보통신기술이 수학 교육에 부주의하거나 부적절하게 활용되면 심각한 부작용을 야기할 수 있다는 사실이다. 본 연구에서는 이 점을 신중하게 고려한다.

위에서 언급된 일련의 문제점을 고려해 볼 때, 사범대학이나 교육대학교와 같은 교사양성 대학에서는 기존의 것과는 근본적으로 다른 교육과정으로 개편할 필요가 있으며, 이와 상호 작용을 통한 다양한 교수·학습 방법을 개발하여 교사양성대학 교육으로서의 특성화를 부각시킬 필요가 있다고 하겠다. 이와 같은 필요성을 바탕으로 본 연구는 지식기반사회에 대처하는 능력을 함양하고, 21세기의 교직사회에서 교과전문가로서의 교사 전문성을 향상하며 교과내용학과 교과교육학의 적절한 균형을 유지하고, 대학과 초·중등 현장교육과의 연계를 긴밀히 하고, 학습자 중심의 교육문화 창출을 통하여 일차적으로 교사양성 대학교육을 질적으로 향상시키며, 궁극적으로 창조적인 교사를 양성하며 학교교육의 질을 제고하려는 목적을 가지고 있다. 다음 그림은 본 연구의 목적 및 필요성을 시각적으로 표현한 것이다.



<그림 1> 교사양성 대학교육 특성화의 필요성 및 목적

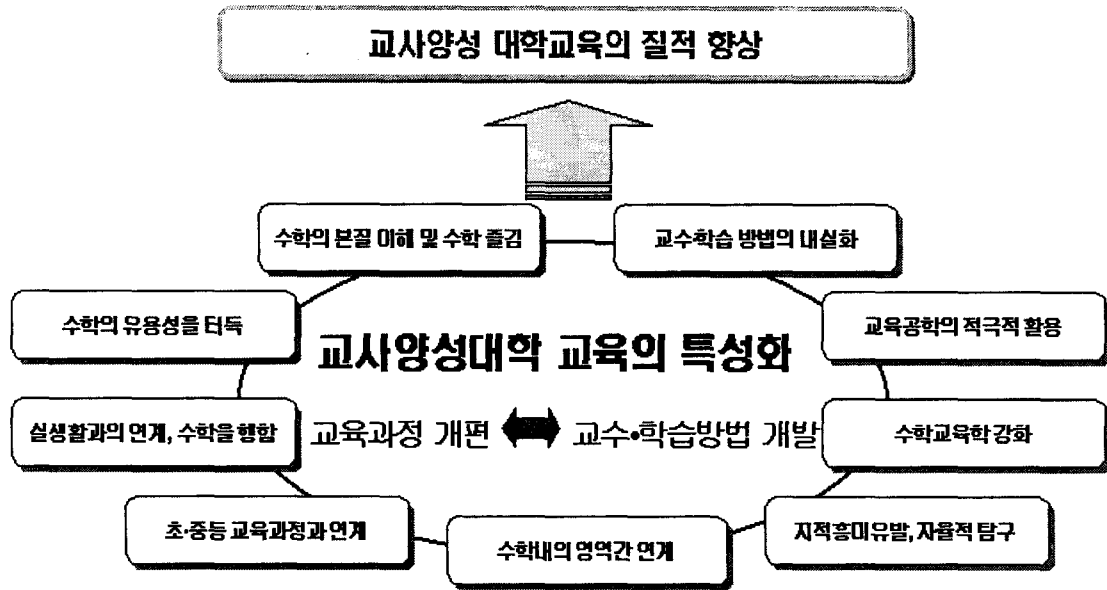
## II. 연구내용 및 방법

### 1. 연구내용

본 연구의 내용은 크게 교사양성대학의 교육과정 개발과 교수·학습 방법 개발이라는 두 가지 측면으로 나누어진다. 교수·학습 방법은 그 특성상 다양하고 종합적인 모든 방법을 개발하기보다는 본 연구의 전체 취지에 맞추어 개발된 새로운 교육과정을 효과적으로 구현하고 교사양성대학에서의 교수·학습 방법으로서 앞으로 선도적인 역할을 할 수 있는 방안들을 제안한다. 교육과정의 개발과 관련하여 교과내용학은 물론, 교과교육학에 대해서도 다룬다. 여기서 교과내용학은 본 연구에서 양

성대학 교육과정에 개설이 권장되는 수학의 전 분야를 의미하며, 교과교육학은 본 연구에서 양성대학 교육과정에 개설이 권장되는 수학교육학의 전 분야를 의미한다. 일반 교육학에서 다루지는 많은 부분이 수학 교육학에서 다루져야 할 필요성에 대하여 논의하고 그 안을 개발될 교육 과정에 함께 제시한다. 또한 중등교사 양성대학의 교육과정 및 교수·학습 방법 개발은 물론 초등교사 양성대학에서의 수학심화(또는 수학교육과) 교육과정 및 교수·학습 방법도 개발하여 우리나라의 모든 교사양성 대학교육에 적합한 안을 제시한다. 본 연구에서는 교육과정을 먼저 개발하고, 개발된 교육과정에 따라 개설되는 강좌에 대해서 그 강좌의 특성에 맞는 교수·학습방법을 각 강좌마다 따로따로 제안 할 것이다.

제 7차 수학과 교육과정에 이산 수학이 도입되었고, 프랙탈 기하학의 경우에는 교육 과정에 정식으로 도입되



<그림 2> 교사양성대학 교육과정 개편 및 교수·학습방법 개발을 위한 연구방향

지 아니했지만 교육 현장에서 다양하게 가르쳐 지고 있다. 따라서 교사 양성 대학에서는 그러한 분야의 내용들을 보다 체계적으로 가르쳐야 할 필요가 있다고 본다. 이는 곧 충분히 연구된 교육 과정의 개발을 요구한다. 그러나 본 연구에서는 이러한 강좌(이산수학은 제외)는 독립된 강좌로 개발하지 않고, 다른 강좌에 반영되도록 한다. 예를 들어, 암호학은 정수론이나 이산수학 강좌에서, 부호이론은 선형대수학이나 이산수학 강좌에서 다뤄질 것이다.

한 편, 본 연구에서 개발되는 교육과정에 따른 교육과정 중, 교과내용학 강좌에서 다루는 내용의 폭과 깊이는 일반 대학의 수학과와 비슷한 강좌에 비해 다소 좁고 얇을 것이다. 그러나 수강 학생 중에는 더 깊고 넓은 내용에 관심을 가지는 학생이 있을 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 각 강좌의 특성에 따라 참고/보충 자료 제공 또는 필독서 제시 등 다양한 방안이 제시될 것이다.

## 2. 연구방향

전문가로서의 수학 교사는 교과내용지식(수학), 교수

내용지식(학교수학과 직접적으로 관련된 수학내용), 교수 방법적 지식, 일반 교육학적인 지식을 고루 겸비하고 있을 것이다. 또한 교과내용지식과 관련하여 수학교과 내에서의 통합적인 연결은 물론(House & Coxford, 1995), 철학과 이론 물리학을 비롯한 학문 전체에 대해 정리된 인식을 가지고 있다면, 그 교사는 교육 현장에서 교재 연구 및 교수 경험을 통하여 학생들과 접하면서 본인 나름대로 수학 및 수학교육을 정립해 갈 수 있을 것이다. Ma(1999)의 연구에 의하면 학문적으로 잘 준비된 교사는 교수(teaching) 활동과 스스로에 의한 연구(schooling) 활동을 통하여 더 잘 준비된 교사가 된다. 결국, 일련의 이러한 과정을 통하여 교사는 교육학적 측면은 물론 내용학적 측면에서도 점점 발전하여 갈 수 있는 토대를 쌓게 된다. 따라서 학부 과정에서는 수학과 학교수학 내용에 관한 정확한 이해를 도모하되, 자연 또는 일상생활과의 밀접한 관련을 확실히 이해하도록 하여야 하며 이를 초·중등학교 학생들의 수준을 고려하여 적절한 언어와 방법으로 표현할 수 있어야 할 것이다. 이의 구현을 위하여 본 연구에서는 <그림 2>에서 보는 바와 같이 9가지의 기본 방향을 원칙으로 교사양성 대학의 교육과정 및 교수·학습 방법을 개발한다.

### 2.1 수학의 본질을 이해하고 수학을 즐기게 하는 교육과정 및 교수·학습 방법 개발

수학의 본질을 이해하게 되면 수학의 힘은 물론 수학의 한계도 알게 될 것이다. 수학에 대한 이러한 객관적인 이해는 수학의 맛을 알게 하고 이는 곧 수학에의 애착을 가능케 한다. 수학 교사는 필히 수학을 정확히 이해하고 수학의 아름다움을 보아야 하며 수학을 즐겨야 한다. 많은 초·중등학교 학생들이 '수학'하면 무조건 좋아하지 않는다. 그 주된 이유는 수학 자체의 속성에 있다기보다는 그들이 어떻게 수학을 배웠는가와 관련되며 이는 수학교사의 교수 방법과 무관하지 않다. 수학교사가 수학을 제대로 이해하지 못하거나 설명 제대로 이해한다 하여도 수학을 즐기지 아니한다면 그에게서 수학을 배우는 학생은 수학을 이해할 수 없고 더구나 수학을 좋아할 수는 없을 것이다.

수학의 본질을 논하기 위해서, 교사양성 대학의 수학교육과에서는 수학과와 수리철학의 개론 수준은 강의되어야 한다. 역사적으로 수학은 철학에 심대한 영향을 끼쳤고, 수학자는 철학자였는데 이 사실도 수학과 철학의 깊은 관련을 말해 주는 것이다. 수학자는 자연스럽게 철학적 문제에 접하게 된다. 비유클리드 기하학의 발견과 칸토어에 의한 집합론은 물론, 선택 공리나 연속체 가설에 관련한 괴델과 코언의 연구 결과는 수리철학은 물론 철학 전반에 심대한 영향을 끼쳤다. 직관주의, 논리주의, 형식주의 등 수학에 대한 다양한 견해, 그리고 라카토스(Lakatos, 1995) 등에 의한 수학적 증명에 관한 견해는 적절한 수준에서 교사 양성을 위한 교육 과정에 포함되어야 한다. 수학을 깊이 있고 폭 넓게 이해함이 최선이나 넓이와 깊이 중에서 한 가지에 가중치를 둔다면 교사 양성을 위한 교육 과정에서는 넓은 폭이 되어야 할 것이다. 이러한 강좌에서, 수학은 물론 증명에 관하여 보다 심층적인 논의가 이루어질 것이다. 이 때, 최근과 같은 정보 사회에 중요한 역할을 하는 증명의 한 가지 형식(아니면 정당화 방안)인 확률론적 논증이 논의되게 된다. 이 경우 양자역학에서의 불확정성 원리를 언급 할 수 있을 것이다.

또, 이 강좌를 통하여 학생들이 수학의 강점은 물론 약점까지도 이해하도록 해야 한다. 이러한 이해는 학생들이로 하여금 수학을 보다 정확히 이해하고, 이로 인하여

수학을 더욱 좋아하게 한다. 이 강좌는 사범대학의 경우에는 수학에 관하여 어느 정도 이해하게 되는 3학년 2학기 정도에서 개설될 수 있을 것이나, 교육대학의 경우에는 별도의 강좌 개설이 어려우면 수학 기초론 강좌에서 가볍게 다룰 수 있을 것이다. 이 때에는 물리학의 언급은 무리이다.

이치(二值) 논리적 입장과 함께 퍼지 논리적 사고(fuzzy logical thinking)를 교육함으로써 학생들의 직관을 최대한 개발하고 활용하여 보다 폭넓은 수학적 사고력을 향상시키기 위해 퍼지 집합론 등 퍼지 이론의 기본 개념을 소개할 수도 있을 것이다. 자유성으로 특징지어지는 수학적 사고의 산물은 실제로 많다. 많은 강좌에서 이 점에 초점을 맞추면 수학의 본질을 이해하는데 많은 도움을 줄 것이다.

### 2.2 수학의 유용성을 알고 활용하게 하는 교육과정 및 교수·학습 방법 개발

이론 물리학, 공학, 음악, 국어, 그리고 경제학에서 수학이 어떻게 활용되는가를 쉽고 재미있게 소개함으로써 수학의 유용성을 가르쳐줘야 할 필요가 있다. 그러나 이러한 유용성은 학생 스스로 수학적 기법을 익혀 직접 체험하게 하는 것이 보다 효과적일 것이다.

초등학교 저학년 단계에서의 간단한 암산, 구구단 등의 기초 계산력의 중요성은 의심할 여지가 없다. 수학교사는 대학 과정에서 수학 전문가로서 강도 높은 훈련을 받아야 한다. 대학 저학년 과정에서 수학 전반에 걸쳐 활용하게 되는 기초 계산력도 매우 중요하다. 예를 들어 집합론, 선형대수학, 미적분학 등에서는 계산에 관련된 많은 경험을 할 수 있도록 교육과정이 편성·운영되어야 한다.

집합론에서는 기본적인 수리논리, 집합의 연산, 함수, 동치관계와 분할, 순서관계, 그리고 무한 개념 등에 확실한 이해와 논증 훈련이 필수적이다. 물론 집합론에서는 무한에 대한 이론이 핵심이라 할 수 있다. 따라서 선택 공리나 연속체 가설, 초한 기수와 서수의 취급은 필수적이다. 그러나 집합론에 관한 전체적인 이해가 가능한 정도를 다루고, 그에 관한 심도 있는 내용은 후에 수학사나 수리철학 강좌에서 다룰 수 있을 것이다.

선형대수학에서도 벡터 공간의 구조는 현대대수학에

서 자세히 다루고, 행렬과 행렬식, 행렬의 계급수, 고유치의 문제, 내적 등이 우선적으로 다루지고, 이와 관련된 계산이 충분히 연습되어야 한다. 미적분학의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다. 전입 조교 제도를 도입해서라도 충분한 연습 시간이 제공되어야 한다.

해석학 부분에서는 근 100여년의 역사 속에서 계속 발전 및 응용되고 있는 부동점 이론의 활용성, 발전 역사 등을 소개함으로써 수학을 실질적으로 우리의 삶에 어떻게 도움이 되고 있는가를 교육할 필요가 있다. 한편, 최대치·최소치 문제를 다룸으로써, 우리의 삶의 많은 부분에서 수학적 중요하고 활용 가치가 크다는 것을 일깨워 준다.

중등 수학 양성 대학의 수학과에서는 이론 물리학의 개론 수준의 강좌는 개설될 필요가 있다. 별도의 강좌 개설이 어려운 경우에는 최소한 적절한 강좌에 분산하여 다루도록 할 필요가 있다. 즉, 개략적으로 다룬다고 해도 그 방대한 물리학을 수학의 한 강좌에서 다루기는 어려우므로 여러 강좌에서 관련된 물리 이론을 간단히 다루면 수학을 이해하는데 많은 도움이 될 것이다. 수학의 발달은 물리학의 발달과 무관하지 아니했음은 주지의 사실이다. 수학사를 통하여 큰 수학자는 대부분 큰 물리학자임을 알 수 있는데 이는 수학과 물리학의 깊은 관련을 말해 주는 것이다. 뉴턴 물리학에서의 유클리드 기하학과 해석 기하학의 유용성은 재론할 필요가 없고, 우주론 등에서의 공통된 인식도 간과할 수 없다. 특히 특수 상대성 이론과 민코프스키 기하학, 일반 상대성 이론과 리만 기하학의 관계는 어느 정도는 자세히 고찰되어야 한다. 고전 물리학의 결정론적인 특징은 고전적(유클리드적) 수학 증명의 결정론적인 특성과 무관하지 않다. 그러나 정보 사회의 도래에 따른 새로운 형태의 논증 방식은 확률론적인 특징이 두드러지며 이는 볼쯔만, 막스 프랑크, 하이젠베르크에 의한 양자역학에서의 확률도입과 함께 이해되어야 한다. 확률론적 접근은 수학의 여러 분야(특히, 정수론과 그래프 이론)에서 괄목할 만한 성과를 내고 있고, 과학 영재 학교에서는 매우 유익한 내용이라는 것도 주목할 필요가 있다. 교육 과정상 별도의 강좌 개설이 어려운 경우에 2학년 수준의 기하학 강좌에서 뉴턴 역학을 소개할 수 있을 것이고, 3학년 수준의 기하학 고급 강좌에서 특수 상대성 이론, 더 나아가 일

반 상대성 이론까지도 자연스럽게 다룰 수 있을 것이다. 정수론 강좌에서도 암호 이론을 소개하며 확률의 역할과 관련하여 양자 역학의 핵심 개념인 불확정성 원리를 소개할 수 있다. 한편, 수학 교사에게 물리학의 전문적인 이해는 어려울 수 있으므로, 물리학에 관한 많은 교양서를 읽게 하는 방법이 가능하다.

### 2.3 실생활에서 수학을 느끼고, 수학을 활용하게 하는 교육과정 및 교수·학습 방법 개발

이 점에서는 네덜란드의 수학자 Freudenthal이 주도한 인간 활동으로서의 수학이라는 아이디어를 강조하는 “현실적 수학 교육(Realistic Mathematics Education)”을 구체적으로 모색할 가치가 있다(Freudenthal, 1991). 실제 이와 같은 교육 추세는 여러 나라의 수학교육에 이미 상당한 영향을 끼쳐왔고 이를 기반으로 한 교재 및 강의가 진행되기도 한다(권오남, 2002).

수학 교사가 학교 현장에서 이러한 수준의 수학 교육을 실천할 수 있기 위해서는 그들이 교사로 양성되는 과정에서 그러한 훈련을 받아야 한다. 따라서 교사 양성 대학의 수학과 교육 과정은 수학적 자연과 실생활에 밀접한 관계를 가지고 있다는 사실을 충분히 이해하도록 구성되고 시행되어야 한다. 이 때, 일반 대학의 수학과 강좌의 내용보다 깊이가 얇고, 범위도 좁아질 수 있을 것이다. 그러나 교사 양성 대학의 수학과 교육 과정을 통하여 수학을 수학 그 자체로서 의미를 부여하기보다는 수학적 생활 속에서 자연스럽게 대두되고 유용하게 활용될 수 있는 지적 활동임을 강조하고 느끼게 하여야 한다. 즉, 수학자에게 수학은 그 자체로서 의미가 있고, 심지어 전부일 수 있어도, 수학 교사에게 수학은 생활 속의 수학, 생활로서의 수학이 되어야 한다. 수학 교사가 교실에서 만나게 되는 학생은 대부분 수학 영재가 아닌 보통의 학생이고, 그들에게 수학을 재미있게 가르치기 위해서는 수학적 우리와 관계가 깊은, 우리에게 매우 유용하고 필요한 것임을 인식시켜 관심과 흥미를 유발시켜야 한다. 그러기 위해서는 교사 자신이 먼저 그러한 이해를 가지고 있어야 한다. 교사 양성 대학의 수학과 교육 과정을 개발할 때에 이 점을 고려하여야 한다.

수학에서는 구체적인 대상이 추상화된다. 수학의 아름다움만을 위해서는 추상적인 개념에서 시작하여 추상

적인 결과로 완성될 수 있겠지만, 수학 교사에게 수학은 구체적이고 현실적인 터 위에서 있어야 한다. 우리 생활 속에 필수 불가결한, 그래서 초등학교에서 배우는, 자연수의 집합과 자연수의 덧셈, 곱셈의 원리를 의식하지 않는 한, 정수론에서 배우는 진법은 수학 교사에게 큰 의미가 없다. 중학교에서 배우는 일차방정식  $ax + b = c$ 의 풀이법을 언급하지 않으면, 현대대수학에서 배우는 군(group), 환(ring), 그리고 체(field)의 개념도 수학 교사에게는 큰 의미가 없다. 개구간(open interval)과 그의 다양한 성질을 잘 이해하고 관찰하여 그 중요성을 알고, 더 나아가 일반적인 개념의 필요성을 인식하지 못하는 한 topology의 정의나 Lebesgue measure의 개념은 큰 의미가 없다. 마찬가지로, 고등학교에서 배운 적분의 정의와 성질을 면밀히 관찰하여 어떠한 문제점이나 한계를 파악하지 못하는 한 Lebesgue 적분도 무의미하다. 마찬가지로 무리수  $a + b\sqrt{2}$  ( $a$ 와  $b$ 는 유리수)의 유리화는 단순화대체  $\mathbb{Q}(\sqrt{2})$ 를 강의할 때 필히 언급되어야 한다. 가르칠 내용과 관련된 구체적인 설명이 없이 곧 바로 추상적인 정의부터 시작한다면, 고전적 수학 강의의 형식에는 충실할 수 있겠지만, 앞으로 교단에 서게 될 학생에게는 심각한 부정적인 영향을 끼치게 된다. 스스로 열심히 공부하여 훗날 혼자 터득하도록 하는 것은 보통 학생의 경우, 특히 교직 관련 강좌를 이수해야 하는 학생에게는 무리가 아닐 수 없다. 기존의 대부분의 교재가 이러한 면을 언급하고는 있지만 큰 강조는 두지 않으며, 강좌에서는 더욱 소홀히 되곤 한다. 그러나 교사 양성을 목적으로 하는 강좌에서는 이러한 면이 매우 중요하다. 이러한 부분이 간과되면 수학 교사라는 전문직에 평생 종사할 사람이 오히려 수학을 오해하게 되고, 심지어 수학에 흥미를 느끼지 못하는 경우도 있게 된다. 교사의 이러한 바람직하지 못한 모습은 그대로 학생들에게 옮겨지기 쉽다.

물리학자가 선호하는 기하학과 수학자가 선호하는 기하학이 같은 내용을 다룬다 하여도 그 전개 방식이 다를 수 있다. 물리학자에게는 설명하고자 하는 물리학적 개념을 더 구체적으로 이해하게 하는 것을 좋아할 것이기 때문이다. 양자역학의 도입이 좋은 예가 된다. John von Neumann에 의한 접근 방식(von Neumann, 1996)은 수학자에게는 매력적일 수 있으나 물리학자에게는 크게 매

력적이 아닐 수 있다. 물리학적 개념이 지나치게 추상화되어 있으므로 보통의 물리학도에게는 큰 의미가 없기 때문이다. 이와 같은 이유에서 교사 양성 대학의 수학 강좌도 보통 수학과와 수학 강좌와는 차별화 되어야 한다. 즉, 교수 목적에 따라서 교수 방법이 달라야 한다는 것이다. 공과 대학생들에게 똑같은 수학 개념을 공과 대학 교수가 설명하면 쉬운데 수학과 교수가 설명하면 어렵다는 불만에 귀를 기울일 필요가 있다.

#### 2.4 초·중등 교육과정과 연계된 교육과정 및 교수·학습 방법 개발

수학 교육학 강좌에서 현행 초·중등 수학과 교육과정의 내용을 배우게 된다. 비록 배우기 전이라 하더라도 학생들은 초·중등 수학과 교육과정의 내용을 체계적이지는 못하더라도 기억하고 있다. 교과(수학) 내용학의 모든 강좌에서는 그 강의 내용을 현행 초·중등 수학과 교육과정과 관련시키는 노력을 하여야 한다. 이러한 교육과정과 교수·학습 방법은 대학 졸업 후 교단에 설 때 쉽게 적용하고 활용하게 할 것이다.

예를 들어, 정수론에서 진법을 배울 때에 초등학교에서 배우는 자연수의 덧셈, 뺄셈, 그리고 곱셈의 원리를 의식해야 한다. 앞에서 언급하였듯이, 현대대수학에서 대수적 구조를 다룰 때에는 중등학교에서 배우는 여러 가지 다항식의 풀이법과 연계되어야 한다. 이러한 접근은 대학 수학과 초·중등 학교 수학과와의 관련성을 분명히 이해하게 하는 등 적지 않은 효과를 거두게 할 것이다.

#### 2.5 수학의 각 영역간에 연계성이 강조된 종합화된 교육 과정 및 교수·학습 방법 개발

앞에서 대학 수학이 초·중등 수학과 긴밀히 관련지어져야 한다고 주장한 것과 비슷한 맥락이다. 대학 수학은 다양한 영역으로 나뉘어 강의되고 있다. 대수학, 기하학, 해석학 등 수학에서의 여러 영역은 다시 세분하여 배우게 된다. 그러다 보니 보통의 학생들에게는 수학 전체는 물론이고, 한 영역조차도(예를 들어, 대수학 영역도) 종합적인 이해가 어렵게 된다. 따라서 한 영역에서의 다양한 세분된 강좌를(예를 들어, 정수론) 강의 할 때에는 다른 세분된 강좌의 내용(예를 들어, 집합론이나 선형대수학, 현대대수학, 암호학 등은 물론 기하학과 해



석학 등)과 관련지으려는 노력을 게을리 하여서는 아니 된다. 물론 세분된 강좌에서도 이러한 접근이 가능하다는 좋은 것이다.

교사 양성 대학의 수학과 교육 과정에서는 기본적으로 필수적인 것은 3학년까지 모두 이수하게 하고, 4학년 1 학기에서는 수학의 각 영역(예를 들어, 대수학, 기하학, 해석학 등) 별로 종합적인 강의를 제공되는 게 바람직하다. 대수학의 예를 들면, 집합론, 정수론, 선형대수학, 현대대수학(군론, 환론, 체론 등), 응용대수학(암호학, 부호이론 등) 모두를 아우르는 3학점 정도의 한 강좌에서 종합적으로 복습하는 것이다. 이 때, 각 세분된 영역들 상호간의 밀접한 관련이 더욱 분명히 제시될 수 있을 것이다. 한편, 종합하는 과정에서, 앞 선 강좌들에서 미진하게 다뤄진 부분이 발견되면 이 강좌에서 보완이 가능할 것이다. 이러한 취지에서 개설을 권장하는 강좌는 다음과 같다: '학교수학을 위한 대수학', '학교수학을 위한 기하학', '학교수학을 위한 해석학', '학교수학을 위한 위상수학', '학교수학을 위한 확률과 통계'.

한편, 교직에 나가기 직전인 4학년 2학기에서는 수학적 분야에 걸친 종합적인 강의를 제공하되 현행 교과서의 교육과정과의 연계를 피하는 것도 고려할 만하다. 이 때, 각 분야별 기본 정리들(The Fundamental Theorems)과 이에 준하는 중요한 정리들을 중심으로 정리하는 것은 좋은 방법이 될 것이다. 이 때, 각 영역들 상호간의 밀접한 관련이 더욱 분명히 제시될 수 있을 것이다. 이러한 취지에서 개설을 권장하는 강좌는 '학교수학과 현대대수학'이다.

다음 예(Cuoco, 2001)들은 좋은 소재가 될 것이다: 선형대수학과 통계학에서의 Cauchy-Schwartz 부등식, 선형대수학과 미분방정식에서의 특성다항식, 가우스 정수의 제곱과 피타고라스 수.

## 2.6 지적 흥미를 유발하여 자율적으로 탐구하게 하는 교육 과정 및 교수·학습 방법 개발

학생들로 하여금 흥미를 가지고 연습과 복습을 할 수 있도록 교수 내용을 구성할 필요가 있다. 교사는 자기가 배우고 공부한대로 학생을 가르치는 게 보통이다.

각 강좌별로 적절한 책(교양서적 수준의 책이 좋다)을 필독서로 지정하여 많은 독서를 유도하고, 이를 통해

여 학습 내용을 포괄적으로 이해하게 하는 것이 한 방법이다. 모든 사람에게 마찬가지로만 특히 교사에게는 많은 독서량이 요구된다. 요즈음에는 일반인을 대상으로 하는 수학이나 물리학에 관련된 좋은 책이 많이 저술 또는 번역되어 있다. 그 책들은 수학이나 물리학의 내용에 관한 경우도 있고, 수학자나 물리학자의 삶에 관한 경우도 있다. 매 강좌(특히 1, 2 학년 강좌)마다 관련 교양서를 두 세 권 정도를 학기초에 추천하여 학기말까지 읽도록 하는 것은, 본 연구팀의 경험에 비추볼 때, 매우 효과적이다. 이러한 독서를 통하여 강의 시간에 충분히 다룰 수 없는 부분들이 잘 보충될 수 있기 때문이다. 특히 수강하고 있는 내용의 실생활과의 관련성, 타 분야 또는 타학문과의 관련성 등을 이해하는데 매우 효과적이다. 더 나아가 강좌와 잘 관련된 독서는 강좌 내용을 더 정확하고 폭 넓게 이해하게 도울 뿐 아니라 그 내용을 활용하여 교육 현장에서 어떻게 가르칠 것인가에도 많은 시사점을 얻게 된다. 수학이나 물리학 관련 교양서들은 비교적 쉬운 영어로 씌어 졌기 때문에 가능하다면 원서를 읽도록 권유한다. 번역자가 많은 노력을 기울여도 원저서의 맛과 분위기를 전달하는데는 한계가 있을 수밖에 없고, 또 교양서의 경우에는 전문서의 경우와는 달리 그 내용보다 더 중요한 무엇이 있기 때문이다. 그러나 원서는 구하기가 번거롭고 비싸며, 아무래도 부담이 될 수 있다. 요즈음 외국 특히 미국에서 나오는 좋은 책들이 곧 바로 우리말로 번역되어 출판되는 것은 꽤 다행이라 하겠다. 신현용 외(2003)와 <http://www.teacheredu.co.kr>에는 수학교사를 위한 추천도서 200여권의 목록과 간단한 설명이 제시되어 있다.

## 2.7 일반 교육학의 강좌를 수학 교육학에 대폭 흡수한 교육 과정 및 교수·학습 방법 개발

예전에는 수학 교육과의 강의를 크게 수학 강의와 교육학 강의로 구별되었었다. 그러다 보니 수학 강의에서는 교육적 측면을 도외시켰고, 교육학 강의에서는 수학적 측면을 도외시하였다. 그러나 근래에는 수학 교육학을 전공한 학자가 많아지면서 수학과 교육을 동시에 고려하는 강좌가 많이 개설되는 추세이다. 이는 매우 바람직한 현상이라고 아니할 수 없다. 그런데 문제는 이러한 상황에서도 순수 교육학 관련 강좌에 대한 부담이 크게

감소하지 않았다는 것이다. 이는 교사 양성 대학의 특성 상 많은 강좌를 수강해야 하는 학생들에게 커다란 짐이 아닐 수 없다. 결국 기존의 교육학에서 다루던 많은 내용이 교과(수학) 교육학에 흡수될 필요가 많다. 예를 들어, 수학 교육 철학, 수학 교육 심리학, 수학 교육 연구 방법론(교육 통계), 수학과 교육 과정(초·중등 학교 수학과 교육 과정의 이해와 분석), 그리고 수학 교육사 등에서 이전 보다 구체적이며 실감나는 강좌 개설이 가능하여야 한다. 예를 들어, 수학 교육사에서는 수학 교육 과정 변천을 살펴피 비판적 시각에서 연구함으로써 향후 교육 과정 개발에 많은 시사점을 얻을 수 있을 것이다. 한 편, 대부분의 일반 교육학은 선택 과목으로 제시하여 학생 개개인의 관심이나 취향에 일임할 필요가 있다.

### 2.8 교육 공학이 적극적으로 적용되는 교육 과정 및 교수·학습 방법 개발

요즘은 교육 공학에 대한 관심은 날이 커지고 그 영향도 무시할 수 없게 되었다. 그 영향은 수학 교육에도 예외는 아니다. 그러나 수학은 다른 자연 과학과는 분명히 다른 학문이고, 오히려 철학적 특성이 강하다고 볼 때, 교과교육의 목표를 제대로 고려하지 않은 교육공학의 무분별한 도입은 재고되어야 한다. 물론, 대학교 등의 고등 교육 기관에서는 강좌의 성격에 따라 컴퓨터가 매우 효과적으로 활용될 수 있다. 그러나 교사로 봉직하게 될 교사 양성 대학의 학생들은 교육적으로 중요한 시기의 학생들을 교육하여야 하므로 교육 공학에 분명한 이해와 원칙을 확립하여야 한다. 따라서, 수학 교육학 강좌로서 교육 공학은 개설할 때에는 긍정적인 기능을 전제하고 그 조작법만을 습득하는 것은 지양하여야 한다. 수학이라는 학문의 특성을 분명히 인식함으로써 교육 공학 특히 컴퓨터의 긍정적 측면과 함께 부정적인 측면도 유의하도록 하여야 한다.

초·중등 학교수학에서의 계산기나 컴퓨터의 활용은 순기능 못지 않게 역기능이 많으므로 교육 공학적 접근에 세심한 주의가 요구된다. 그러나 대학에서는 상황이 많이 다르다고 할 수 있다. 학생들이 여러 면에서 상당히 성숙되어 있다고 보아야 하기 때문이다. 따라서 정보통신기술의 활용에 있어 적극적 접근이 요구된다고 할 수 있다. 더 나아가 학생들이 가까운 장래에 교사로서

교단에 서면 컴퓨터 등의 활용은 빈번하게 될 것임을 유념할 필요가 있다. 다양한 교구를 통하여 배운 사람이 다양한 교구를 사용하여 가르친다는 것이 일반적인 경향이기에 때문에 '교육 공학'이라는 특별한 강좌나 수학교육학 강좌의 한 부분을 통해서 만이 아니라, 가능한 교과내용학 강좌에서 충분히 적용되어야 한다. 아직까지는 PC용 소프트웨어를 주로 활용하는 경향이었으나 웹을 기반으로 하는 방안이 적극 제시될 필요가 있다(이상구·함윤미, 2002; 조한혁, 2002). 웹 기반 환경은 경제적인 측면은 물론 효율적, 현실적, 그리고 교육적 측면에서도 바람직하기 때문이다. 미적분학, 선형대수학, 프랙탈기하학, 그리고 이산 수학 등의 강좌에서 교육 공학적 접근을 적극적으로 제시할 필요가 있다. 현대대수학과 같은 강좌에서도 ISETL 등을 활용하여 여러 계산을 해보도록 유도하는 것도 의미 있을 것이다(Dubinsky & Leron, 1994). 신현용 외(2003)와 <http://www.teacheredu.co.kr> 에는 수학교사를 위한 추천 웹사이트 200여개의 목록과 간단한 설명이 제시되어 있다.

### 2.9 교사가 학생들을 가르칠 때 사용하기를 바라는 그러한 수업 모형으로 미래의 교사를 양성할 수 있도록 교육 과정 및 교수-학습 방법 개발

직관과 논리적 사고는 서로 보완적이며, 또 수학적 사고와 깊이 관련되어 있고, 수학적 사고는 직관과 논리적 사고의 조화로운 그리고 협동적인 관계에서만 생산적이고 발전적이기 때문에(Koyama, 1997, 2001), 바람직한 수업 모형은 학생들의 직관을 최대한으로 활용하면서 논리적 사고와 분석적 사고를 발전시키는 방향으로 이루어져야 한다. 미래의 교사는 학생들의 직관을 최대한으로 활용할 수 있는 능력을 갖춘 교사이어야 한다.

또, 위에서 언급하였듯이 교육 공학적 접근이나 RME적 접근이 유용한 교과 내용 강좌에서는 그러한 접근을 적극적으로 도입할 필요가 있다. 그런데 이러한 원리는 모든 강좌에 적용되어야 한다. 즉, 교사가 학생들에게 수학의 유용성을 효과적으로 가르칠 수 있기 위해서는, 그 교사가 교사로 양성되는 과정에서 그렇게 배워야 한다. 마찬가지로 교사가 학생들에게 수학의 아름다움을 효과적으로 가르칠 수 있기 위해서도, 그 교사는 교사로 양성되는 과정에서 그렇게 배워야 한다. 이러한 노력은 '수

학 교수법' 등과 같은 교과 교육학에서만 가르쳐 질 것이 아니라 교과내용학을 포함한 모든 강좌에서 구체적으로 이루어져야 한다. 따라서, 교사양성대학에서의 강좌는 일반대학의 수학과 강좌와는 달라야 할 필요가 있다. 즉, 초·중등학교 교실에서의 교수·학습방법을 적용하는 방안을 적극 검토하여야 한다. 한 가지 예를 들어, 초·중등학교 교실에서처럼 학생들에게 예습을 요구하고, 강의 시작할 때에 그 날 배울 내용을 직접 써서 확인함으로써, 그 날 배울 것을 확실히 인식하게 하는 방법을 생각할 수 있을 것이다. Cuoco(2001)의 다음 지적은 주목할 필요가 있다:

"If we want prospective teachers to be effective and to teach the way they are taught, we should construct our undergraduate classrooms around what mathematicians do rather than around what they say(p. 171)."

즉, 학생들에게 수학을 효과적으로 가르치는 방법을 설명하기보다는 효과적으로 가르치는 모습을 보이는 게 효과적이다. NCTM(1991)이 교사 양성과정에서 모범적인 수학 교수(teaching)의 경험을 강조함도 같은 맥락일 것이다.

### 3. 연구방법

교사양성 대학의 교육과정과 교수·학습 방법을 합목적적으로 개발하여 교사양성대학 교육의 특성화를 추구하고 대학교육의 질적 향상을 유도하며 궁극적으로 창조적인 교원양성과 학교교육의 질 제고를 목적으로 다음과 같이 연구를 수행한다. 먼저 문헌을 통하여 국내·외 교사양성 대학의 실태를 분석하고, 이에 근거하여 일관성 있고 종합적인 교육과정 및 교수·학습방법 개발한다.

연구 종료 후에도 개발된 교육과정 및 교수·학습방법을 시범적으로 운영하여 문제점을 파악한 후, 수정 보완하여 보다 더 합리적이고 현실적인 교육과정 및 교수·학습방법으로 정교화 한다. 궁극적으로는 교사양성 대학에 적합한 교재를 수학과 수학교육의 전 분야에 걸쳐 개발할 것이다.

## III. 국내·외 교사 양성 대학 수학교육과 교육 과정 현황

### 1. 우리나라의 경우

우리나라에서 교사 양성 제도와 현직 교사 연수의 변화 필요성은 오래 전부터 제기되었고, 이를 위해 수학 교사 연수 자료가 개발되기도 하였다(중등학교 수학교육 재교육 교재편찬위원회(1973a, 1973b)). 이 자료 개발에 주도적인 역할을 한 박한식은 그 때 개발된 자료가 학교 교육과의 연관성이 부족했음을 아쉬워하며, 교수들은 수학과 교육학을 따로 따로 가르치면서 학생들로 하여금 그 둘을 통합하게 요구하는 것은 무리라고 회상했다(박한식, 2003).

사실, 우리나라 대부분의 교사 양성 대학교의 수학교육과정의 문제점으로서 교사양성대학의 교육과정이 초·중등 현장교육과의 연계의 부족함 등 여러 문제점을 지적할 수 있다.

#### 1.1 초등교사 양성 현황

우리나라에서는 11개 (국립)교육대학교 외에 종합대학교인 한국교원대학교와 이화여자대학교에서도 초등교육과에서 초등교사를 양성하고 있다. 각 대학의 교사양성 현황에 관하여는 김수환·박영희·정지선(2001)과 신현용 외(2003)에 비교적 상세히 분석되었다. 거기서 여러 대학 수학교육과의 홈페이지에 등록된 전공교육과정을 참조하였다. 그러나, 홈페이지에 제시된 자료와 실제는 차이가 있을 수 있다.

#### 1.2 중등교사 양성 현황

현재 우리나라에서의 수학교사 양성 기관으로는 국, 사립 사범대학의 수학교육과, 일반대학의 수학교육과, 일반 대학 수학과와 교직 과목 이수 과정, 그리고 교육대학원의 수학교육전공 과정이 있다. 이 과정을 수료함으로써 교사자격증을 취득하고, 소정의 절차를 거쳐 교사로 임용된다<sup>2)</sup>.

그러나, 대체적으로 중등학교 수학교사 양성 과정의

2) 국·공립학교 수학 교사로 임용되기 위해서는 임용고사에 합격해야 한다.

교육과정이 수학자를 양성하는 일반대학 수학과와 소위 교직과정과 대동소이한 것이 현실이며, 그 결과 수학교사 양성 기관의 정체성과 전문성에 거듭 의문이 제기되어 왔으며 수학교사의 전문성이 도전을 받아 온 것도 부정하기 어려운 현실이다.

특히, 각 대학(원) 또는 각 학과의 교육과정 운영이 지나치게 큰 편차를 보이고, 임용교사의 출제 범위와 원칙이 정립되지 않음은 우리나라 교사양성에 큰 문제가 아닐 수 없다.

이에 관한 여러 논의와 사범대학의 교사양성 현황에 관하여는 신현용 외(2003)에 비교적 상세히 소개되었다.

## 2. 미국의 경우

미국에서는 오래 전부터 학교 교육에서의 교사의 중요성을 절감하고, 교사의 양성과 재교육(연수)의 방향 등에 관련하여 주목할 만한 연구 보고서가 많이 나왔다. 그 중 일부를 간략히 살펴보면 다음과 같다.

### 2.1 Professional Standards for Teaching Mathematics

이 책은 NCTM(National Council of Teachers of Mathematics)에서 1991년에 발표한 보고서이다. 다른 보고서(예를 들어, Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics(NCTM, 1990), Principles and Standards for School Mathematics(NCTM, 2000))와 함께 미국은 물론 전 세계 수학 교육에 괄목할 만한 영향을 끼쳤다. 이 보고서에는 수학교사의 전문성 함양(professional development of teachers of mathematics)을 위한 여섯 가지 기준(standards)을 다음과 같이 제시한다.

가. 모범적인 수학 교수(teaching)를 경험한다.

교사는 자신이 보고 경험한 교수(teaching)에 영향을 받는다.

나. 수학과 학교 수학을 안다.

- 교사는 그가 가르치는 교과 내용 지식은 물론 학교 수학을 잘 이해해야 한다.

다. 수학 학습자로서의 학생을 안다.

- 교사는 학생들이 수학을 어떻게 배우는지를 알아야

한다.

라. 수학 교수법을 안다.

- 교사는 학생들에게 수학을 가르치는 방법과 평가 방법을 알아야 한다.

마. 수학 교사로 개발한다.

- 교사는 그의 교수 활동과 자기 연찬을 통하여 지속적으로 개발되어야 한다.

바. 전문성 개발에서의 교사의 역할

- 교사는 자기 개발에 적극적이고 능동적인 노력을 해야 한다.

한 편, Principles and Standards for School Mathematics(NCTM, 2000)에서도 교수 원리(teaching principle)로서 다음을 제시한다: 효과적인 교수를 위해서 수학, 학습자로서의 학생, 그리고 교수 전략을 알고 이해하여야 한다; 효과적인 교수를 위해서 도전적이고 적극적인 교실 학습 환경을 조성해야 한다; 효과적인 교수를 위해서 교수 활동 개선에 대한 지속적인 노력을 해야 한다.

### 2.2 A Call for Change: Recommendations for the Mathematical Preparation of Teachers of Mathematics

Mathematical Association America에서 1991년에 펴냈고, J. R. C. Leitzel 이 편집 책임을 맡았다. 제1부에서는 모든 수준에 공통인 교사교육 기준을 제시한다. 여기에서는 제2, 3, 4부에서는 각각 K-4(elementary), 5-8(middle grade), 9-12(secondary) 수준의 교사교육 기준을 제시한다.

### 2.3 Every Child Mathematically Proficient

Learning First Alliance의 활동 계획으로 1998년에 출판되었다. <http://www.learningfirst.org/publications.html>에서 읽을 수 있다. 주요 내용 중에서 교사 교육에 관한 다음과 같은 주장은 주목할 만 하다. 즉, 학생들은 교과 내용에 관한 확실한 지식을 소유하고, 그 내용을 최선으로 교수할 수 있는 교사에게 배워야 한다. 교사의 그러한 능력을 위해서 교사교육이 바뀌어야 하고, 교사의 자격요건을 강화해야 하며, 지속적인 자기 개발과 연찬이 필요하다. 또, 학교 수학에 관한 교수·학습과 교육 과정 등에서의 연구는 물론 그러한 연구 결과들이 교사 양성과

연수를 위한 유용한 자료로 개발되어야 한다.

#### 2.4 Investing in Tomorrow's Teachers

1998년 미국의 과학재단(National Science Foundation)이 주최한 워크숍 'The Integral Role of Two-Year Colleges in the Science and Mathematics Preparation of Prospective Teachers'의 보고서이다. 미국에서는 많은 수학 교사가 2년제 대학에서 양성되므로 그러한 대학들의 역할은 미국의 수학 교육에 중요한 역할을 한다. 이 보고서를 통하여 우수한 수학 교사의 양성을 위하여 학생 유치, 4년제 대학, 학회, 그리고고산업체와의 연계 방안, 구체적인 활동 방향 등 종합적인 방안을 제시한다. <http://www.nsf.gov> 에서 읽을 수 있다.

#### 2.5 To Touch the future : Transforming the way teachers are taught

American Council on Education에서 1999년에 펴낸 보고서로서 교사 양성을 담당하고 있는 대학 총장들의 활동 계획이다. 먼저 구체적인 방향을 제시하는데, 그 중 일부의 예를 들면 다음과 같다. 학생들의 성공은 교사의 질에 가장 영향을 받는다. 훌륭한 교사의 핵심 자질은 교과에 대한 확실한 이해, 효과적인 교수법 숙지, 그리고 높은 학문적 수행 능력이다. 이와 함께 교육 당국이나 국가 차원의 지원도 필수적임을 주장한다. 부록으로서 American Association of State College and Universities(AASCU)의 1999년 보고서인 'A Call for Teacher Education Reform: A Report of the AASCU Task Force on Teacher Education'과 American Association of Universities의 1999년 보고서인 'Resolution on Teacher Education'을 소개한다. <http://www.acenet.edu>에서 읽을 수 있다.

#### 2.6 Towards Excellence: Leading a Mathematics Department in the 21st Century (<http://www.ams.org/towardsexcellence>)

미국수학회의 'Task Force on Excellence'의 방대한 보고서로서 J. Ewing이 편집 책임을 맡고 1999년 미국 수학회에 의하여 출판되었다. 주로 수학과에 관한 보고서이나 수학교사 양성에 관해서도 언급한다. 수학교사

양성과 연수에 수학과와 적극적인 참여를 권장한다.

#### 2.7 Knowing And Teaching Elementary Mathematics

이 책은 수학교육에 관한 Liping Ma의 박사 학위 논문이지만 그 내용의 충격, 명쾌한 설득력 등으로 인하여 1999년 Lawrence Erlbaum Associates에서 출판되었고 미국의 베스트 셀러 반열에 올랐다. 우리나라에서는 2002년 신현용·승영조에 의하여 '초등학교 수학 이렇게 가르쳐라(도서출판 승산)'라는 제목으로 번역 소개되었다. 이 책은 우리나라의 한 수학교육학회 집중 세미나에서 연구되기도 하였다. 이 책은 수학교사의 수학 자체에 관한 지식, 즉 교수내용지식(pedagogical content knowledge)이 얼마나 중요한가를 실증적으로 밝혔다. 특히 기초적인 수학 개념에 관한 깊은 이해(PUFM: Profound Understand of Fundamental Mathematics)의 중요성을 역설한다. 이 책의 개략적인 이해를 위해서는 신현용 외(2002)를 참고할 수도 있다.

#### 2.8 Before It's Too Late

1999년 7월 20일 미국의 달 착륙 30주년을 기념하여 미국의 교육 장관은 달 착륙의 영웅 John Glenn 상원의원을 위원장으로 하고, 미국 학교 현장 교사, 교육 전문가, 영향력 있는 상원의원, 하원의원, 주지사, 그리고 대학 총장과 교수 등 다양한 사람들로 'National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century'를 구성하고, 21세기를 대비한 수학과 기술 교육 안을 제시하도록 임무를 부여하였다. 미국의 수학 교육이 심각한 상황이라는 인식하에 현 수학교육 전반을 획기적으로 개선해 보자는 시도였다. 이 보고서에서는 다음과 같은 두 가지 기본 전제를 설정한다: 첫째는, 미국 학생들이 세계 무대에서 성공적이고, 미국이 경쟁력 있는 나라가 되기 위해서는 미국 학생들은 수학과 과학에서의 수행 능력을 증대시켜야 한다. 둘째는, 이를 위한 가장 직접적인 방법은 수학과 과학 교육의 질 향상이다.

이에 따라 보고서는 다음과 같은 세 가지 목표를 설정한다: 첫째, K-12 전 학년에 이르는 수학과 과학 교육의 질 향상을 위하여 지속적인 교육 체계를 구축한다. 둘째, 교사 양성의 질을 높이고 교사 수를 대폭 확장한

다. 셋째, K-12 전 교사의 근무 환경을 개선하고 교직이 매력적인 전문직이 되도록 환경을 조성한다. 이 보고서는 이들 각각의 구현을 위한 구체적인 방안과 소요 예산도 제시한다. 특히, 교과 내용에 관한 교사들의 깊이 있는 지식의 필요성과 지속적인 연수의 필요성을 강조한다.

### 2.9 Educating Teachers Of Science, Mathematics, And Technology: New Practices For The New Millennium

이 책은 National Research Council 산하 Center for Education의 'Committee on Science and Mathematics Teacher Preparation'의 보고서로서 National Academy Press에서 2001년도에 펴낸 것으로 과학, 수학, 그리고 기술 교사 교육에 관한 괄목할만한 책이다. 이 보고서에서는 미국 과학, 수학, 기술 교육의 현황을 방대한 선행 연구에 근거하여 여러 측면에서 파악하고 문제점을 도출한다. 부각된 문제점들의 해결 방안의 초점을 교사 교육의 획기적인 개선에 두고 교육계는 물론 기업과 국가에 다양한 권고를 한다. 다음은 지적된 문제점들 중 일부이다: 첫째, 많은 수학 교사들이 수학을 가르치기에 충분히 준비되지 못했다. 둘째, 현행 교사 양성 프로그램은 현장의 수요에 적절히 대처하지 못한다. 셋째, 교사 양성은 교단에 선 이후에도 지속되어야 하는 연속 과정으로 볼 때 교사 연수는 매우 중요한데, 많은 연수 프로그램은 교사들의 효과적인 교수 활동에 필요한 교과 내용 지식이나 교수법 등을 제공하지 못한다. 이 보고서에서는 학교 교육에서 교사 변인이 가장 중요하고, 교사에게 교과 내용학적 지식이 결정적이라는 Ma(1999)등 다른 여러 선행 연구 결과들과 동일한 결론에 이른다. 바람직한 교사 양성을 위하여 제시하는 여러 방안 중 교사 교육이 국가 정책 우선 순위의 최우선이어야 하며, 바람직한 교사 교육의 문제는 교사 양성 기관만의 문제가 아니라 기업, 국가 등 사회 전체의 문제임을 강조한다. 의과대학과 병원과의 연계를 통한 의사 양성 제도와 같은 형식의 교사 양성 제도도 제안한다. 또, 교사가 평생을 걸쳐 자기 개발을 할 수 있는 교사 교육 체제가 갖추어져야 하며, 교사에게도 다른 전문직 종사자에 못지 않은 대우가 절실히 함을 강조한다. 부록에서는 이 보고서의 권고에 따른 교사 교육의 여러 예를 제시한다. 교사 교육에 관한 보고

서와 연구 결과를 참고 문헌으로 방대하게 제공한다.

### 2.10 The Mathematical Education Of Teachers

이 책은 'Conference Board of the Mathematical Sciences'의 보고서로서 교사 양성 대학의 교과 내용을 구체적으로 제시하는 괄목할만한 책이다. Glenn committee 보고서가 국가와 주(state)의 정책 결정자, 대학의 책임자, 현장 교육의 책임자 등을 주 대상으로 작성되었다면, 이 보고서는 대학 수준에서 수학 교사를 양성하는 교수들을 주 대상으로 작성되었다고 할 수 있다. 이 보고서에서도 교사의 교과 내용 지식의 중요성을 강조하며, 특히 교사에게 필요한 수학적 지식은 여느 다른 수학 지식과는 달라야 함을 강조한다. 수학 교사에게 필요한 교과 지식의 특별한 성격을 논하고 학교 급 별로 권고 사항을 달리 제시한다. 제3장은 초등학교(K-4) 교사 양성, 제4장은 중학교(5-8) 교사 양성, 제5장은 고등학교(9-12) 교사 양성을 위한 권고 사항이다. 제6장은 NCTM(2000) 권고와 맥을 같이하여 수학 교육에서의 technology의 적극적인 활용을 권고하는데, Krantz에 의하여 수학에서의 컴퓨터 활용의 지나친 권고라며 비판받았다(Cohen & Krantz, 2001). 제7, 8, 9장에서는 초·중등학교 교사 양성을 위한 교과 과정을 구체적으로 제시한다. 초·중등학교 교사 양성의 경우에는 수와 연산, 대수와 함수, 기하와 측정, 그리고 자료분석과 통계 및 확률 영역으로 나누어 제시한다. 고등학교 교사 양성의 경우에는 대수와 정수론, 기하와 삼각함수, 함수와 해석, 자료분석과 통계 및 확률, 이산수학과 컴퓨터 과학, 그리고 수학과, 수리 철학은 물론 교육 실습 등 학교 현장과 관련된 다양한 영역으로 나누어 제시한다. 여러 가지 제안 중에 늦어도 제5단계(중학교)에서부터는 수학 전문가에 의하여 수학이 교육되어야 한다고 제안한다.

여기에 제시되는 내용과 우리 나라 교사 양성 대학의 경우와의 주목되는 차이는 위상 수학과 미분 기하의 내용이 구체적으로 거명되지 않았다는 것이다. 우리 나라 교사 양성 대학에서 위상 수학과 미분 기하학이 전혀 개설되지 않는 경우는 없을 것이다. 이 보고서의 권고에 따르면 선택적으로 개설될 수 있는 가능성은 얼마든지 있지만, 이 보고서에서는 학교 교육과정을 강하게 의식한 결과라고 볼 수 있다.

### 2.11 Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics

이 책은 National Research Council의 Center for Education의 보고서로서 National Academy Press에서 2001년도에 펴낸 것으로 주목할 만한 책이다. Jeremy Kilpatrick등이 편집 책임을 맡았다. 이 보고서에서는 pre-kindergarten부터 8학년(grade 8)까지 걸친 수학 학습에 관한 연구가 다음 다섯 가지 측면에서 종합적으로 분석 정리되었다: 개념적 이해(conceptual understanding), 절차적 유창성(procedural fluency), 전략적 능력(strategic competence), 적응적 추론(adaptive reasoning), 생산적 성향(productive disposition). 수(정수, 유리수, 대수)의 지도를 통하여 구체적인 예를 제시한다. 제10장에서는 교사 교육(자격증, 연수 포함)을 위의 다섯 가지 측면에서 논한다. 여기에서도 학교 교사의 교과 내용 지식, 학생들에 대한 지식, 교수학적 지식의 중요성이 강조된다.

최근 일본에서 괄목할만한 효과를 거두고 있는 교사들의 학습연구(lesson study)도 소개한다. 이 보고서가 수학교육에서의 테크놀로지 활용에 관하여는 매우 모호한 결론에 이르는 흥미롭다.

### 2.12 그 외

NRC(1989)는 교사교육의 중요성을 일깨우는데 선도적인 역할을 하였다고 볼 수 있다. 그 이후 현재까지 교사교육에 관한 국가나 단체 차원에서의 연구는 매우 활발하다. 요즘과 같이 수학 교육자는 물론 수학자들에 의한 교사교육 연구가 많이 있음(예를 들어, Wu, 1997; 1999; 2002)은 바람직한 현상으로 볼 수 있다. 또, Cooney, Brown, Dossey, Schrage & Wittmann(1996)에서는 구체적인 수업 모형을 여러 개 제시한다. 한 편, 최근 들어 교사양성에 관한 박사학위 논문들이 다수 나오고 있으며(예를 들어, Kim(2003)), 교사 양성 대학의 평가에서도 교과 내용 지식이 어떻게 그리고 얼마나 가르쳐지는가에 많은 중점을 둔다(Chronicle of Higher Education, 2003)는 사실은 주목할 만 하다.

## 3. 프랑스의 경우

### 3.1 교사 양성 기관(Comiti, 1995)

1989년 새로운 교육법이 채택됨에 따라 교사 양성 대

학교인 I.U.F.M.(Instituts Universitaires de Formation des Maître<sup>3)</sup>)이 세 곳(Grenoble, Lille, Reims)에 세워졌다. 이후 1991년에 25 곳에 추가로 세워져 교사 교육을 주도하고 있다<sup>4)</sup>. 프랑스 교사 교육의 주안점은 다음과 같이 요약할 수 있다.

가. 초·중등의 연계

나. 5년에 걸친 교사 양성

다. 교사의 교과내용 지식과 교과교육 지식 개발을 위한 계획적 조정

라. 수학 교육에 관한 연구와 실제의 상호 보완적 연계

마. 교사의 연구와 전문성 개발의 연계

### 3.2 I.U.F.M. de Grenoble 에서의 교사 교육(Comiti, 1995)

가. 교사 양성은 5년 프로그램으로서 전반부 3년은 교과 내용(수학)을, 후반부 2년은 교과 교육(교육 실습 포함)으로 구성되어있다.

나. 앞에서 언급한 교사 교육 주안점에 관하여 다음과 같이 실시한다.

(1) 초·중등의 연계

- 상호간의 이해를 증진시킨다. 교육 환경의 차이, 교육 제도, 학교에서의 교사의 역할 등이 주로 토론된다.

(2) 5년에 걸친 교사 양성

- 학생에서 전문가(교사)로의 변화를 위한 체계적인 과정을 제공한다.

(3) 교사의 교과내용 지식과 교과교육 지식 개발을 위한 계획적 조정

- 수학은 물론 학교 수학을 이해한다. 수학에서는 정당화와 증명, 기호의 사용 등과 같은 수학에서의 기본 개념이 논의되고, 학교 수학에서는 교실에서의 교수와 학습에 관한 이론과 실체가 논의된다.

(4) 수학 교육에 관한 연구와 실제의 상호 보완적 연계

- 학생(예비 교사)들의 학교 경험과 반성 과정을 거쳐 이루어진다.

다. 일단, I.U.F.M. de Grenoble 제도는 괄목할만한 효

3) University Institutes for Teacher Education

4) 프랑스의 교육 행정 체제는 중앙 정부(교육부)와 그 산하 28개의 지방 교육청으로 구성되어있다. I.U.F.M은 각 교육청에 하나씩 설립된 것이다.

과를 거두고 있는 것으로 여겨진다. 예를 들어, 교사 교육에 관하여 확실한 모형을 정립하였고, I.U.F.M.과 일반대학의 상호 협조가 증진되었으며, 학생들의 수학교육에의 관심이 많이 증대되었다. 그러나 이 제도에 대한 보다 엄밀하고 종합적인 평가는 이루어져야 할 것이다.

### 3.3 I.U.F.M. de Créteil에서의 교사 교육(Barbin, 1995)

이 학교에서는 수학과 학생을 대상으로 2년 교육에 중점을 둔다. 이 2년 동안 교사에게 필요한 문화, 사회, 심리 등을 배운다.

가. 첫 해에는 직업 교육 과정으로 학교 수학과 밀접히 연관된 구체적인 문제를 교수학적 측면에서 다룬다. 이 과정에서 다루는 구체적인 예를 들면 다음과 같다.

- (1) 선형 방범에 의한 문제
- (2) 비례 문제
- (3) 수열
- (4) 함수
- (5) 해석 기하
- (6) 넓이와 부피
- (7) 평면과 공간에서의 수선
- (8) 방정식과 부등식

나. 둘째 해에는 교육 실습과 교육 현장 연구(또는 보고서)가 주를 이룬다. 교육 현장에서의 문제를 제기하고, 그 문제를 분석하며, 어떠한 해결책이 가능한지 등이 연구 보고서의 주요 내용이다.

## 4. 기타

4.1 중국에서도 1997년부터 사범대학수학교육과정개혁을 진행하고 있다. 동북사범대학에서는 해석, 기하, 대수 등의 책을 내놓았다. 즉 대학수학의 교육 과정에 학교 수학의 교육 과정을 적극적으로 반영하려는 시도로 볼 수 있다. 또한 교육과정개혁연구결과들을 보고서로 내놓기도 하였는데, 아직은 부족한 점이 많다고 지적되어 지속적인 연구를 수행하고 있다.

4.2 Canada의 Quebec에서 1992년 8월 18일부터 8월 22일까지 개최된 ICME7의 Working Group 6는 교사의 양성과 재교육을 주제로 하여 활동하였다. 1995년에 출간된 그 활동 보고서(Dossey, Jones, Dossey & Parmantie, 1995)에 미국과 프랑스를 비롯한 여러 나라<sup>5)</sup>의 교사 양

성과 재교육에 관하여 소개되었다. 각 나라마다 그의 특성과 여건에 따라서 다양한 교사 양성과 재교육 체제를 가지고 있지만, 학교 수학과 연계된 수학 내용에서의 깊은 이해가 강조되는 등 앞에서 살펴본 원칙과 방향에 크게 다르지 않음을 알 수 있다. 몇 가지 주목할 사항을 정리하여 보면 다음과 같다.

가. Klespis, M. 과 Beal, S. 가 소개한 'A Master's Program in Middle School Mathematics Education at a Small Liberal Arts University'에 언급된 강좌 이름의 예를 몇 개 들면 다음과 같다<sup>6)</sup>.

Algebra for Teachers, Geometry for Teachers, Number Theory for Teachers

History of Mathematics for Teachers

이는 교과(수학) 내용을 학교수학과 긴밀히 연계하려는 시도라고 볼 수 있다.

나. Retzer, K. A. 는 'An Adolescent Mathematics Course'에서 그의 강좌 하나를 상세히 소개하였다. 상당한 수학 내용은 물론, 주제 발표, 평가 원칙, 평가 문항 예시, 수업에의 활발한 참여, 그리고 문제 해결력의 강조 등 주목할만한 강좌이다.

다. 영국에서는 교사 자격 취득 후 보통 1년 간의 수습 기간을 거치도록 되어있다. 영국에서의 교사 연수는 국가 주도를 탈피하여 학교중심(school-based) 연수가 권장된다. 이러한 경향은 교사 양성에도 적용된다. Drake, P.는 'School-Based Teacher Training: A Report on Mathematics Mentors' Work with Graduate Teacher Trainees'에서 한 가지 사례를 보고한다.

라. 러시아에서는 교사양성을 위한 교육과정을 국가 수준에서 제시한다. 이에 관하여는 한인기·신현용(2003)에 상세히 설명되어 있다.

## 5. 결론

미국과 러시아에서는 위상수학이 포함되지 아니한다.

- 5) 미국, 영국, 호주, 이스라엘, 프랑스, 독일, 남아공화국, 파푸아뉴기니, 스웨덴, 칠레, 짐바브웨, 터키, 뉴질랜드 등이다.
- 6) 또 다른 학교의 프로그램에서는 'Reasoning in School Mathematics', 'Number Theory in School Mathematics', 또는 'Investigations in School Geometry' 등의 강좌 명을 사용하는데 그 취지는 같다.



학교 수학에 위상수학적 내용이 거의 없는 상황에서 일리가 있다. 그러나 우리나라에서의 오랜 관례와 현실적 상황을 고려하는 것도 중요하지만, 중등교사 양성강좌로서의 위상수학에 충분한 의미를 부여할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 위상수학 교육과정도 개발한다.

대학별로 보면 수학교육과교육학 영역이 차지하는 비율이 조사대상 대학간에 13%에서 41%까지 큰 차이를 보인다. 수학교육학을 전공한 교수가 확보된 경우 교과교육학의 비율이 높다. 교과 내용학의 경우도 전임 교수의 전공에 따라 개설 강좌가 크게 달라짐은 주지의 사실이다. 교사양성대학 각각의 특성에 따라 교육과정이 운영되는 다양성도 필요하지만 핵심적 내용의 통일성도 있어야 한다. 따라서, 중등교사를 양성하는 사범대학 수학교육과에서 바람직한 교과내용학 과목 및 학점에 대한 심도 있는 논의가 필요하다.

미국과 러시아에서는 알고리즘 이론 등 컴퓨터 과학이 포함된다. 컴퓨터 교육과에 일임하는 것보다 수학교육과에서도 개설할 필요가 있다. 본 연구에서는 별도의 강좌를 제시하지 아니하고 여러 강좌에 적절히 분산하여 포함하도록 한다.

미국에서는 미분기하학이 포함되지 아니하고, 러시아에서도 약하게 포함된다. 본 연구에서는 미분기하학 내용을 상당히 포함시킨다.

러시아에서는 수학사, 수리 철학, 수학 기초론 등이 강조되는 반면, 미국에서는 그렇지 않다<sup>7)</sup>. 본 연구에서는 세 강좌를 따로 따로 제시한다.

미국에서는 technology 활용이 강조되는 반면, 러시아에서는 그렇지 않다. 본 연구에서는 학교 현장에서의 활용에는 세심한 주의를 권하되 교사 양성 과정에서는 적극적으로 활용하도록 한다. 다만 별도의 강좌로 제시하지 않고, 각 강좌에서 그 특성에 따라 활용하도록 한다.

프랑스 교사 교육의 한 가지 주안점은 초·중등 교사 양성의 긴밀한 연계이다. 교과 내용 측면에서 상당한 차별성이 있는 것은 분명하지만 교과 교육이나 교실 환경의 이해 등 여러 측면에서는 공통점이 많고, 또 상호간

의 깊은 이해는 상호간에 큰 도움이 될 것으로 사료되어 바람직한 시도라고 할 수 있다. 이의 적극적인 실현을 위하여 교육 실습 과정을 적절히 이용할 수 있을 것이다. 지금 초등 교사 양성 대학에서의 교육 실습은 초등학교에 국한되고, 중등 교사 양성 대학 대부분의 경우의 교육 실습은 중등학교에 국한되고 있지만 상호 교차 실습 방안을 검토할 필요가 있다<sup>8)</sup>.

이론과 실제(theory and practice)의 상호 조화가 중요하듯이 연구와 구현(research and implementaion (action))도 상호 조화가 중요하다. 충분한 연구 없이 실시된 여러 제도가 실패한 사례가 많이 있다. 그러나 소중한 연구 결과가 사장되는 것도 바람직하지 않다. 철저히 과학적인 연구, 예비 구현과 준비, 그리고 실제 구현으로 이어지는 시스템이 정착되어야 한다. 앞에서 여러 번 언급하였듯이 교사 교육(교사 양성, 교사 임용, 교사 연수)은 교육의 핵심 사안이다. 교사 교육에 관한 연구들을 충분히 활용하려는 적극적인 노력이 매우 중요하다고 할 수 있다.

#### IV. 초등교사 양성기관의 수학교육과(수학 심화) 교육과정(안)

##### 1. 개발 교과목

본 연구에서 개발한 교과목은 초등학교 교사를 위한 수학기초론, 초등수학교육 I, 초등수학교육 II, 초등학교 교사를 위한 대수학, 초등학교 교사를 위한 기하학, 초등학교 교사를 위한 확률과 통계 등이며 나머지 교과목은 추후에 개발하기로 한다.

##### 1.1 초등학교 교사를 위한 수학기초론

교육대학에서 개설되는 '수학기초론' 강좌는 가끔 '수학 전반(대수, 기하, 해석, 통계 등)에 걸친 기초적인 내용들을 포괄적으로 다루는 것'으로 이해된다. 그러나 이는 시정되어야 한다. 왜냐하면, '수학기초론(Foundations of Mathematics)'은 집합론, 수리논리, 증명론 등을 다루는 엄연한 수학의 한 분야를 지칭하기 때문이다. 본 연

7) Dossey, Jones, Dossey & Parmantie(1995)에 소개된 스웨덴의 경우(Emanuelsson & Johansson)에서는 중요한 수학 주제의 역사적인 발전과정 등 수학사에 관한 교사들의 이해가 중요하다고 주장한다.

8) 우리 나라에도 부설초등학교가 설치되어 있는 사범대학에서는 이러한 교육 실습을 실시하는 경우가 있다.

구에서의 '수학기초론'은 이러한 의미이다. 수학의 기초를 다루는 교과로서 '수학이란 무엇인가?', '수학적 지식 및 인식의 본질은 무엇인가?', '수학에는 모순이 없는가?', '논리적으로 참이란 무엇인가?', '집합이란 무엇인가?', '집합론의 공리계는 완전한가?' 등에 대해 고찰하여 수학 교육의 철학적 토대를 마련하는 데 도움이 된다. 이 강좌에서는 보통의 집합론의 내용을 초등 교사에 맞게 구성하여 제시한다.

1.2 초등학교 교사를 위한 대수학

집합론, 정수론, 선형 대수학, 현대 대수학 등 대수학 관련 전 분야를 포괄적으로 다루되 상호간의 연관성, 학교 수학과와의 관계, 실생활에의 응용 등을 강조한다. 선형 대수학에 가장 많은 중점을 둔다. 정보 수학 등에서의 대수학의 응용성은 토의 자료나 과제로 제시한다.

1.3 이 외에도 초등 수학교육 I, 초등 수학교육 II, 초등학교 교사를 위한 기하학, 초등학교 교사를 위한 확률과 통계 등의 교육과정을 개발한다. 개설되는 강좌의 상세한 설명과 내용은 신현용 외(2003)나 <http://www.teacheredu.co.kr>에서 볼 수 있다.

1.4 교육 실습은 두 차례에 걸쳐서 개설하되 교육 실습 I (3학년 2학기)에서는 주로 교육 참관을, 교육실습 II (4학년 2학기)에서는 교육 실무를 익히도록 한다. 각각의 교육 실습 시 교육 현장과 관련하여 적절한 과제를 부여하도록 한다.

2. 개설 강좌

강좌 개설은 다음과 같이 한다. 본 연구에서는 < > 안의 강좌의 상세한 강의 내용과 교수·학습 방법은 제시하지 않는다.

과정	학년	과목	이수단위
교양 필수	1	<초등학교 교사를 위한 수학의 이해>	2
전공 필수	2	초등수학교육 I(이론)	2
전공 필수	3	초등수학교육 II(실제)	3

심화 필수	2	<초등학교 교사를 위한 확률과 통계>	2
심화 필수	2	초등학교 교사를 위한 기하학	3
심화 필수	3	초등학교 교사를 위한 수학기초론	2
심화 필수	3	<초등수학평가>	2
심화 필수	4	<초등수학연구 방법>	2
심화 필수	4	<수학학습 심리학>	3
심화 필수	4	<수학교수학습>	3
심화 필수	4	초등학교 교사를 위한 대수학	3

V. 중등학교교사 양성대학 수학교육과 교육과정

1. 개발 교과목

본 연구의 핵심 부분이다. 개설되는 강좌의 상세한 내용과 설명은 신현용 외(2003)나 <http://www.teacheredu.co.kr>에서 볼 수 있으며, 개략적인 내용은 뒤에 실린 신준식(2003), 한인기(2003), 신현용(2003b), 박혜숙(2003), 강미광(2003), 이병수(2003), 이강섭(2003), 이재학·황선욱(2003) 등을 참고한다.

2. 개설 강좌

강좌 개설은 다음과 같이 한다. 본 연구에서는 < > 안의 강좌의 상세한 강의 내용과 교수·학습 방법은 제시하지 않는다.

2.1 각 강좌 내용에 관한 종합적인 이해와 학교 수학과와의 연계 등에 유념함으로써 야기될 수 있는 수학적 깊이 문제를 해결하기 위하여 학생들의 적극적인 노력과 협조를 유도한다.

2.2 수학 내용학의 각 강좌는 3학년까지 마치고, 4학년에서는 수학 각 영역(대수, 해석, 기하, 통계 등) 별의 보다 포괄적인 이해와 학교 현장 교육과의 연계를 도모하기 위하여 '학교수학을 위한 대수학'과 같은 강좌를 통하여 교과 내용학적 성격과 교과 교육학적 성격의 강좌

를 개설한다.

2.3 교육 실습은 두 차례에 걸쳐서 개설하되 교육 실습 I에서는 주로 교육 참관을, 교육실습II에서는 교육 실무를 익히도록 한다. 각각의 교육 실습시 교육 현장과 관련하여 적절한 과제를 부여하도록 한다.

2.4 보통 교과 교육학 영역으로 개설되는 '교재 연구'는 각각의 교과 내용학, 특히 '학교수학을 위한 대수학' 등의 강좌로 대체된다.

	1학기	2학기
1학년	미적분학 I, 집합론	미적분학II, 이산수학
2학년	선형대수학과 응용, 기하학 해석학 I	정수론과 응용, 기하학II, 해석학II
3학년	현대대수학 I, 미분방정식, 위상수학, 확률과 통계, 수학교육기초론	현대대수학II, 복소함수론, 미분기하학, <응용수학>, 수학과 교수·학습 이론, <교육 실습 I>
4학년	<학교수학을 위한 대수학>, <학교수학 위한 기하학>, 교사를 위한 수해설, <수학과 문제해결>, <교육실습II>	<학교수학을 위한 해석학>, <학교수학을 위한 확률과 통계>, 교사를 위한 수리철학, <학교수학과 현대수학>, <수학과 평가>.

### VI. 연구 결과물의 활용방안

1. 개발된 교육 과정과 교수·학습 모형은 교사 양성 대학을 위한 교재 개발에 방향을 제시할 것이다. 본 연구팀은 본 연구 이후에도 교사 양성 대학에서 활용될 수 있는 교재를 수학은 물론 수학 교육학 전 영역을 통하여 개발할 계획이다.

2. 교사자격증을 소지했다 하여도 국가 임용고사를 통과하여야 교단에 설 수 있으므로 교육과정과 임용고사와의 연계는 현실적인 요구이지만 본 연구에서는 이러한 요구를 크게 고려하지 않는다. 이는 교육과정의 탄력적 운영과 각 강좌에서 적극적이고 능동적으로 대처하면 해결할 수 있다고 판단되기 때문이다. 그러나 임용 고사는

교사 양성 대학에 심대한 영향을 끼치고 있음은 분명하다. 결국 본 연구에서 개발될 교육 과정이 보다 효과적으로 구현되기 위해서는 임용 고사와 연계되지 않을 수 없다. 본 연구의 결과는 임용 고사의 평가 범위를 일관성 있게 제시할 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

강미광 (2003). 중등 교사 양성을 위한 미적분학 강좌 운영 방안, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 42(4), pp.523-540, 서울: 한국수학교육학회.

교육부 (1997). 초등학교 교육과정 해설(IV) - 수학, 과학, 실과

교육인적자원부 (2001). 교육혁신과 인적자원 개발을 위한 교육정보화 종합발전방안, 정부간행물등록번호 11-1340400-000004-01.

구광조 (1991). 수학교육과 교육프로그램 개발연구, 연구보고 제91-2-98호, 한국대학교육협의회.

권오남 (2002). 대학 미분방정식의 새로운 방향: RME 접근, 논문 초록집 39(1), 서울: 대한수학회.

경상대학교 사범대학 중등교육연구소 (2000). 세계의 학교 교육과 교사 양성 교육, 교육과학사.

김수환·박영희·정지선 (2001). 수학 교사의 전문성 개발 프로그램에 관한 연구, 연구보고 RR2000-VI-1, 한국교원대학교 교과교육공동 연구소.

김진규·김찬중·류희찬·임형 (1996). 학력평가 국제비교연구: TIMSS 본검사 질문지 분석 연구보고서, 서울: 국립교육평가원.

남승인·임정환 (2000). 전국 교육대학교 교육과정 비교·분석: 수학·과학 교과를 중심으로, 강현국 외 5인, 교육과정 개선 연구, 대구교대 초등교육연구소.

박승안 (1990). 수학과 교육프로그램 개발연구, 연구보고 제90-7-80호, 한국대학교육협의회.

박승재 (1996). 중등 교원양성 교육과정 연구, 교육부 정책 연구과제.

박영무 (1999). 초등교원 양성 교육과정의 분석: 교육대학을 중심으로, 청주교육대학교 논문집 36, pp.315-359.

박한식 (2003). 개인적 대화.

박혜숙 (2003). 중등 교사 양성을 위한 기하 영역의 교육

- 과정 개발, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 42(4), pp.503-521, 서울: 한국수학교육학회.
- 신현용 (2001). 교사 양성 대학에서의 수학과 교육과정 운영, 한국수학교육학회 뉴스레터 17(6), 서울: 한국수학교육학회.
- 신현용 (2003a). 수학교육과의 목적과 특성에 따른 교육과정 운영, 대한수학회 뉴스레터 88, 서울: 대한수학회.
- 신현용 (2003b). 교사 양성 대학에서의 대수 영역의 학습과 지도, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 42(4), pp.481-501, 서울: 한국수학교육학회.
- 신현용 · 강미광 · 박혜숙 · 신준식 · 이강섭 · 이기석 · 이병수 · 이재학 · 정순모 · 한인기 · 현종익 · 황선욱 (2003). 교사 양성 대학 수학 교육과 교육 과정 및 교수·학습 방법 개발, 학술진흥재단 연구 보고서 KRF-2002-076-C00008, 서울: 한국수학교육학회.
- 신현용 · 서봉건 · 조숙례 · 임한철 · 이경희 (2002). Liping Ma의 연구와 그 시사점, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집> 13(2), pp.717-727, 서울: 한국수학교육학회.
- 이강섭 (2003). 중등 교사 양성을 위한 확률과 통계 영역의 교육과정 개발, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 42(4), pp.561-577, 서울: 한국수학교육학회.
- 이병수 (2003). 교사 양성 대학에서의 해석학의 학습과 지도, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 42(4), pp.431-461.
- 이상구 · 함윤미 (2002). 플래쉬와 자바를 이용한 선형대수학 강의 모델 개발, 논문 초록집 39(1), 서울: 대한수학회.
- 이재학 (2003). 중등 교사 양성을 위한 이산수학 강좌에 대한 연구, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 42(4), pp.579-599, 서울: 한국수학교육학회.
- 조벽 (2002). 새시대 교수법, <http://www.me.mtu.edu/~peckcho/korean.htm>.
- 조한혁 (2002). 컴퓨터와 이산수학교육, 논문 초록집 39(1), 서울: 대한수학회.
- 중등학교수학교사재교육교재편찬위원회 (1973a). 중학교 수학교사 재교육 수학교재.
- 중등학교수학교사재교육교재편찬위원회 (1973b). 고등학교 수학교사 재교육 수학교재.
- 한인기 (2003). 중등학교 교사 양성을 위한 수학교육학 및 수학과 강좌에 대한 연구, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 42(4), pp.431-461, 서울: 한국수학교육학회.
- 한인기 · 신현용 (2003). 러시아의 수학교사 양성을 위한 국가 수준 교육과정에 대한 연구, 준비 중.
- American Council on Education (1999). *To Touch the Future: Transforming the way teachers are taught*, <http://www.acenet.edu>.
- Barbin, E. (1995). Preservice teacher education in the French I. U. F. M., In Dossey, J. A.; Jones, G.; Dossey, A. E. & Parmantie, M. (Eds.), *Preservice and inservice teacher education: The papers of working group 6 from ICME-7*, Illinois State University.
- Chronicle of Higher Education (2003). *Lawmakers want to close loophole in reporting on teacher-education colleges' success*, May 21. Also available at <http://chronicle.com/daily/2003/05/200305211102n.htm>.
- Cohen, A. & Krantz, S. G. (2001). Two reactions to the mathematical education of teachers, *Notices of the AMS* 48(9), October.
- Comiti, C. (1995). New trends in French teacher education: The creation of university institutes for teacher training, In Dossey, J. A.; Jones, G.; Dossey, A. E. & Parmantie, M. (Eds.), *Preservice and inservice teacher education: The papers of working group 6 from ICME-7*, Illinois State University.
- Conference Board of the Mathematical Sciences (2001). *The mathematical education of teachers*, American Mathematical Society, Providence, Rhode Island.
- Cooney, T. J.; Brown, S. I.; Dossey, J. A.; Schrage, G. and Wittmann, E. Ch. (1996). *Mathematics, Pedagogy, and Secondary Teacher Education*, Heinemann.
- Cuoco, A. (2001). Mathematics for teaching, *Notices of the AMS* 48(2).

- Dossey, J. A.; Jones, G.; Dossey, A. E. & Parmantie, M. (1995). *Preservice and Inservice Teacher Education: The Papers of Working Group 6 From ICME-7*, Mathematics Department, Illinois State University. Dossey, J. A.; Jones, G.; Dossey A. E.; & Parmantie, M. (1995).
- Dubinsky, E. & Leron, U. (1994), *Learning abstract algebra with ISETL*. Springer-Verlag, New York.
- Ewing, J. (Ed.) (1999). *Towards excellence: Leading a mathematics department in the 21st century*, <http://www.ams.org/owardsexellence>.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- House, P. A. & Coxford, A. E. (Eds.). (1995). *Connecting mathematics across the curriculum*, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Kilpatrick, J.; Swafford, J. & Findell, B. (Eds.) (2001). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*, National Research Council, Washington, DC.
- Kim, O. K. (2003). *K-3 Mathematics Teacher Professional Development from Individual and Collective Perspectives*, Doctoral Dissertation, University of Missouri-Columbia.
- Koyama, M. (1997), Research on the complementarity of intuition and logical thinking in the process of understanding mathematics: An examination of the two-axes process model by analyzing an elementary school mathematics class, *Hiroshima Journal of Mathematics Education* 5, pp.21-33.
- Koyama, M. (2001), A research on the validity and effectiveness of "two-axes process model" of understanding mathematics at elementary school level, *Hiroshima Journal of Mathematics Education* 9, pp.1-9.
- Lakatos, I. (1995). *Proofs and refutations*. Cambridge University Press.
- Learning First Alliance (1998). Every child mathematically proficient, <http://www.learningfirst.org/publications.html>.
- Leitzel, J. R. C. (1991). *A Call for Change: Recommendations for the Mathematical Preparation of Teachers of Mathematics*: Mathematical Association America.
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 신현용 · 승영조 역 (2002). 초등학교 수학 이렇게 가르쳐라, 승산.
- Mullis, I. V. S. et al., (1997). *Mathematics achievement in the primary school years: IEA's third international mathematics and science study (TIMSS)*, Chestnut Hill, MA: Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.
- Mullis, I. V. S. et al., (2000). *TIMSS 1999 international mathematics report*. Chestnut Hill, MA: The International Study Center, Boston College.
- National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century (2000). Before it's too late (Report), Education Publications Center, Jessup, MD.
- National Council of Teachers of Mathematics (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*, NCTM, Reston, VA.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). Principles and Standards for School Mathematics, NCTM, Reston, VA.
- National Research Council (1989). Everybody counts, National Academy Press, Washington, DC.
- National Research Council (1990). Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics, Academy Press, Washington, DC.
- National Research Council (2000). *Educating teachers of science, mathematics, and technology: New practices for the new millennium*, National Research Council, Washington, DC. Also available at <http://books.nap.edu/catalog/9832.html>.

- National Science Foundation (1999). *Investing in tomorrow's teachers: The integral role of two-year colleges in the science and mathematics preparation of prospective teachers*, <http://www.nsf.gov>.
- von Neumann, J. (1996). *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Noh, S. (1998). *Prospective mathematics teachers' preconceptions about learning and teaching mathematics*, Unpublished master thesis. Louisiana State University.
- Raymond, M. A. (1997). Inconsistency between a beginning elementary school teacher's mathematics beliefs and teaching practice, *Journal for Research in Mathematics Education* 28(5), pp.550-576.
- Wu, H. (1997). *On the education of mathematics teachers*, <http://www.berkeley.edu/~wu/>.
- Wu, H. (1999). *Preservice professional development of mathematics teachers*, <http://www.berkeley.edu/~wu/>.
- Wu, H. (2002). *What is so difficult about the preparation of mathematics teachers*, <http://www.berkeley.edu/~wu/>.

## A Study on Development of Curriculum and Teaching-Learning Method for Department of Mathematics Education at Teachers College

**Shin, Hyunyong**

Department of Mathematics Education, Korea National University of Education, 363-791, Korea

Email: [shin@knue.ac.kr](mailto:shin@knue.ac.kr)

In this paper we briefly survey recent works on training of mathematics teacher at universities of some countries. The main purpose of this work is to propose a desirable direction of curriculum and teaching/learning paradigm for training mathematics teachers at universities.

---

\* ZDM Classification : B5

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97B50

\* Key Word : teacher-training, professional development.