

대학 수학 교육의 현황과 전망

이 정 립

포항공대 수학과 교수



1. 머리말

우리나라의 대학에서 수학과가 독립적으로 운영된 것은 해방 후의 일이다. 해방 전에는 유일한 대학인 경성제국대학에 물리와 수학을 합한 수물과가 있었다. 수학과가 독립한 후 중·고등학교 교사를 양성하는 수학교육과가 분리되어 나갔고, 수학의 일부로 운영해 오던 통계학과도 독립 운영되고 있는 데도 많다. 해외 선진국에는 응용수학과가 또 독립해서 운영되는 대학들이 있는데 미국의 MIT, 뉴욕 대학, 브라운 대학, 코넬 대학, 칼텍과 영국의 케임브리지와 옥스퍼드 등이 있다. 그 외 대학들은

1970년대부터 거의 예외 없이 응용수학 프로그램을 개발 운영하고 있다. 우리나라 수학전공 대학 졸업자수는 연간 5,438명(1996년 기준)으로 그 절대수가 일본의 4,877명(1996년 기준)보다 더 많다. 현재 국내 163개 대학 중 수학과가 없는 대학은 드물다. 심지어는 신학 대학까지도 수학과를 두고 있다. 비교적 비용이 적게 드는 수학전공 졸업생을 많이 배출하는 것은 국가적으로 보아 좋은 현상일 수도 있다. 왜냐하면 이들이 졸업 후 어디에서 무엇을 하든지 조직적이고 논리적 사고능력을 가진 인재는 모든 분야에서 필수적이기 때문이다. 서구의 과학문명이 동양보다 먼저 발달한 것은 기원전 300년대에 이룩한 유클리드의 방대한 수학체계에 기인한다고 할 수 있을 것이

* 학과별 교육과제 칼럼에 실린 내용에 대해 이견이나 반론이 있는 분은 8,000자 이내 분량으로 『대학 교육』지 편집실에 투고해 주시면 편집자문위원회의 심의를 거쳐 게재해 드립니다.

다. 이렇게 중요한 수학을 우리나라 대학에서 바로 가르치고 있는지는 자주 검토해 보아야 한다. 아래에서는 필자의 40년 대학교육 경험을 토대로 해서 얻은 우리나라 대학교육에 관한 견해를 적어 보기로 한다.

2. 내가 경험한 대학 수학교육의 방향 전환 과정

필자는 1950년에 서울대 수학과에 입학하여 6·25 동란으로 피난 다니다가 1951년 부산에서 열린 전시연합대학에서 비로소 대학 수학교육을 받게 되었다. 수학 교수는 세 분뿐이었고 교재는 선생님의 책을 빌려다 손으로 복사하여 공부했다. 전쟁으로 인해 궁핍하고 혼란하던 중에도 수학에 대한 애착심을 갖게 해주신 분은 바로 세 명의 교수님 중 이임학 선생님이었다. 그 선생님의 수학에 대한 진지한 태도는 당시 누가 보더라도 존경스러웠고 선망의 대상이었다. 1953년 그 분은 북미로 유학을 떠나셨고, 필자는 졸업 후 1955년 말 미국 버지니아 대학에 유학하였다. 거기서는 나의 전공 희망과목인 Topology 강의를 소위 R. L. Moore식 교수법으로 하고 있었다. 그것은 선생님이 칠판에 적은 정의와 정리를 학생들이 노트에 복사했다가 집에 가서 혼자 증명하여 발표하는 것이었다.

이렇게 하여 학생들의 독립심과 창작력을 길러 주는 것인데, 나는 이미 자습을 통해서 이런 훈련이 잘 되어 있었기 때문에 언어의 장벽에도 불구하고 빨리 적응할 수가 있었다. 버지니아 대학 재학중 수학교육계에 일어났던 중대한 사건은 소련의 인공위성 스푸트니크의 성공에 따른 미국 교육정책

의 혁신이었다. 그것은 1957년에 일어났던 일로 그 때까지만 해도 미국인들은 자기 나라의 과학이 세계의 최정상이라고 생각했었는데, 치열한 냉전의 적이었던 소련이 앞서 있다는 것을 알게 되었을 때 상당한 충격을 받았던 것이다. 이로 인해서 미국 정부는 과학정책을 전반적으로 개편했다. 그 중 과학교육을 강화하는 정책의 하나로 중·고등학교 수학을 소위 새 수학(New Math)이라는 이름의 극히 추상적인 수학으로 바꾸어 가르치기 시작했다. 이런 수학을 가르치기 위해서 수학 교사들은 재교육을 받아야 했고, 학부모들은 자식이 공부하는 수학이 무엇인지를 알 길이 없어 상당한 당혹과 저항감을 느꼈다. 대학 수학은 불란서의 부르바끼(Bourbaki)의 영향으로 이미 추상적인 순수 수학만 가르쳤기 때문에 별로 달라진 것이 없었다. 물론 학과가 다른 응용수학과는 별도였다.

필자는 예정대로 석·박사 과정을 끝내고 미시간 대학(앤아버)에 부임하여 1987년 귀국할 때까지 근 30년간 교수생활을 했다. 1950년대와 '60년대는 위상수학의 전성기였으며, 미시간 대학의 Wilder 교수는 이미 세계적 대학자였고, 젊은 층으로 Smale, Bott, Brown이 있었는데 이들의 미시간 대학 재직시의 연구결과로 Fields 상까지 받게 됐던 것이다. 그런데 1960년대 후반부터 미국 정부와 국민들은 수학연구 결과가 과학기술에 얼마나 도움이 되느냐 하는 질문을 하기 시작했다. 여기에 대해서 맨 먼저 발언한 사람은 고차원 Poincare 예상을 증명한 결과로 1962년 Fields 상을 받은 Smale이었다. 그는 “지금까지 지적 호기심에 의해서만 수학연구를 했는데, 앞으로는 사회과학, 과학기술에 도움이 되는 수학을

연구하겠다.”고 선언한 후 수리경제학을 연구하기 시작했다. 이런 운동이 전 수학계에 퍼지면서 옥스퍼드 대학의 Atiyah는 수리물리, 프린스턴 대학의 Milnor는 수리역학을 연구하기 시작했다. 이에 따라서 응용수학과가 별도로 없는 대학들의 수학과에서도 응용 가능한 과목들을 신설하여 전통적으로 순수 수학이 아닌 응용을 목적으로 한 교육과정들을 개설 운영하기 시작했다. 그 중에 대표적인 새로운 과정은 단순히 응용수학 교육과정 하나뿐인 데가 많았고 어떤 대학들은 전산수학, 보험수학 등의 교육과정도 개설 운영하기 시작하여 현재 예외는 거의 찾아보기 힘들 정도로 확산되어 있다. 대학원도 마찬가지로 석·박사 과정에 순수 수학 이외에 비주류 순수분야와 응용분야를 전공할 수 있게 되어 있다. 정부에서도 실리주의 정책을 채택하여 순수 수학에 대한 연구비 지원을 날로 감소하여 최근에는 국제적으로 이름난 극히 소수 교수들에게만 혜택을 주고 있다. 미국의 기초과학을 지원하는 NSF에서는 수학을 수리과학으로 분류한 바, 그 안에는 조합론, 수치해석 등과 같은 전산수학뿐만 아니라 컴퓨터 과학까지 포함하고 있기 때문에 수리과학에 지원하는 총액수는 매년 증가해 오고 있으나, 다만 분야별 지원에 차등을 심화하고 있을 뿐이다.

최근에 주목할 만한 일이 미국의 어느 대학에서 일어났다. 그 대학 예산이 부족하다는 이유로 수학과 대학원 교육과정을 폐지함과 동시에 교수진도 대폭 감원하겠다는 대학측의 안이 발표되자, 여기에 대한 반대운동이 그 대학 수학과를 중심으로 인터넷을 타고 전 세계에 확산되었다. 그 결과로 대학측에서 냈던 원안을 수정하여 교수진은 반으로 줄이고 연구활동은 고립된 과제보다

타학과, 특히 물리나 천문학과와 공동으로 할 수 있는 과제를 선택할 것과, 대학원 교육과정도 이공 분야에 관련된 과목들을 개설 운영하도록 되었다. 그 대학 수학과 교수들 중에는 세계적으로 인정받고 있는 교수들도 있으나, 타학과 교수나 학생들에게 순수 수학이 얼마만큼 중요한지를 잘 납득시켜 주지 못한 것 같다. 이 점은 우리나라 수학자들도 심각하게 생각해야 한다고 본다. 수학자들이 자신이 연구하고 있는 수학이 인류에게 어떻게 도움이 되는지를 모르고서야 어떻게 타분야 사람과 정부의 과학정책을 결정하는 행정가를 설득시킬 수 있을 것인가. 학생들을 교육하는 데도 마찬가지다. 물론 응용분야를 전공하는 학생이나 교수들에게는 해당되지 않는 이야기다. 순수 수학을 전공하는 사람들도 자기가 하는 학문이 궁극적으로 어떻게 과학기술이나 사회과학에 공헌할 수 있는지를 미리 생각해 두어야 한다는 것이다.

3. 수학교육의 목표

수학은 자연과학이 아니다. 그렇다고 공학도 아니며 사회과학도 아니다. 이들은 모두 세상에 있는 현상을 관찰하거나 제작하는 것이지만, 수학은 언어이며 논리이다. 그렇다고 해서 단순한 말장난은 아니고, 다루는 대상은 숫자를 추상화한 대수나 공간을 공리화한 해석학과 기하 등이다.

그래서 1960년대에 물리학자 Feynman이 “자연은 수학이라는 언어를 통해서 우리에게 말하고 있다. 따라서 수학을 모르면 자연도 이해할 수 없다.”고 말한 것은 자주 인용되는 명언이다. 21세기를 주도할 정보

과학의 기초를 이루는 “컴퓨터 과학은 수학”이라고 한 그 분야의 조부인 Knuth가 주장한 것도 같은 뜻이다. 수학은 이렇게 유용한 면이 있는가 하면, 그 자체가 아름답고 우아하고 매력이 있는 학문이다. 이것을 표현해서 Gauss는 말하기를 “수학은 모든 과학의 여왕이다.”라고 했다. 수학의 교육목표는 수학의 이 두 가지 면을 잘 조화시켜 설정해야 할 것인데, 필자의 견해는 다음과 같다.

첫째, 넓은 의미에서의 목표는 인격수양이며 고급두뇌 양성이다. 서양에서는 기원전 300년대에 완성된 유클리드의 13권의 저서 “*Elements*”가 2,000년 동안 수학교육의 핵심일 뿐 아니라 서양문화의 중심이었고 많은 철학자와 정치가들의 정신수양용 애독서였다. 이런 뜻에서 프린스턴 대학의 요람에는 “수학은 현대 과학의 언어요, 인간사회의 기본적 지적 성취이다. 따라서 모든 학부생들은 학사학위 취득에 관계 없이 수학과목들을 택할 것을 충고한다.”라고 써여 있다. 이것은 수학이 쓰이지 않는 학문을 전공하는 학생들도 수학을 교양으로 공부해 두라는 뜻이다. 그런데 우리나라에는 수학이 많이 쓰이는 학과 학생들도 되도록 수학을 피하려는 경향이 있는 것 같다.

이것은 학생들보다 담당 수학교수들의 타 분야에 대한 무관심에 기인한다고 할 수 있고, 이는 미국에서도 마찬가지다. 그렇기 때문에 자기 분야에 필요한 수학 내용만을 가르치기 위해서 별도로 수학과목들을 개설하려는 경향이 있다. 그러나 수학은 수학과 교수들에 의해서 심도 있게 다루어져야 하며, 동시에 응용이 많은 선형대수나 미분방정식 같은 과목들은 다양한 응용문제들을 포함시키는 것이 바람직하다.

둘째, 세계적으로 우수한 수학자를 배출해야 한다. 수학은 아무나 훈련시켜서 되는 것이 아니고 음악처럼 타고난 재질이 있어야 한다. 가끔 우리는 신동에 관한 소문을 들곤 한다. 어린아이가 벌써 대학 수준의 미적분 문제를 푼다든가 하는 따위의 이야기가 나돌다가 몇 년 후 어디론가 사라져 버린다. 고교에서 수학을 잘한다고 대학에서 수학과를 선택하는 경우가 많은데 이것은 큰 잘못이다. 수학의 재질은 현대대수 같은 추상수학을 얼마나 빨리 소화하느냐에 의해서 판단해야 된다. 물론 그것만 가지고는 불충분하다. 창의력과 수학에 대한 애착심과 끈질긴 성격의 소유자라야 세계적으로 손꼽히는 수학자가 될 가능성이 있다. 그 가능성을 실현시키기 위해서는 교수들의 바른 지도를 받아야 하며 현재와 같은 획일적인 교육과정에서 벗어나야 한다. 우리나라의 초등학생의 수학 실력은 세계 최상급으로 평가되고 있다. 최근에는 고등학생들의 국제수학경시대회 올림피아드에서도 1, 2등을 다투고 있다. 올림피아드에 출제된 문제들을 주어진 시간 내에 풀기 위해서는 비상한 두뇌를 가져야 한다. 그렇다고 해서 창의력이 요구되지 않는 것은 아니다. 아무리 비상한 두뇌의 소유자라도 창의력이 없으면 세계 최상급의 수학자는 될 수 없다. 물론 천재적 두뇌와 창의력을 동시에 갖춘 학자들도 많다. 1970년대부터 많은 순수수학자들이 동시에 응용분야에 관심을 두기 시작하여 근래에는 응용수학과 순수수학의 거리가 좁아졌다. 물론 과거에도 Poincare, Hilbert, Von Neumann 같은 순수수학의 대가들이 동시에 응용수학의 대가들이었다. 이런 맥락에서 보면 응용수학의 대가가 되려면 우선 순수수학의 대가가 되는 것이 순

리인지도 모른다.

셋째, 국제적으로 우수한 수학자가 될 가능성이냐 뜻이 없는 학생에 대해서는 취업이 교육의 목적이 되어야 할 것이다. 그렇다고 해서 응용수학만을 가르칠 필요는 물론 없고, 순수수학에 의한 고급 두뇌를 양성하는 것도 바람직한 일이다. 다만, 배운 수학을 직접 쓰는 데는 없고 취업한 분야의 새로운 훈련을 받아야 한다. 수학에서 박사 학위를 취득한 후, 컴퓨터과학 분야에서 세계 최정상급으로 활약하는 학자들도 많다. 물론 수학을 응용하는 연구원이 되려면 먼저 관련된 순수수학의 튼튼한 교육을 받아야 할 것이며, 박사논문은 관심있는 분야를 전공하는 교수의 공동지도를 받아야 하고, 논문도 수학 전용학술지가 아닌 관심분야의 학술지에 게재할 수 있어야 할 것이다.

4. 우리나라의 대학 수학 교육과정

우리나라 대학의 수학 교육과정은 이수 학점수와 이수 전공 과목수가 많고, 교육과정이 획일적으로 운영되며, 응용수학 전공 교수가 부족하다는 문제점을 안고 있다. 아래에서는 이를 차례대로 살펴보겠다.

첫째, 최근 많은 대학들이 학부제로 전환하였고 교육과정도 최소 전공학점 이수제도를 도입할 조짐이나, 아직은 학사과정에 별로 달라진 것이 없다. 학부제도는 이미 한국과학기술원(이하 과기원)에서 처음부터 해 온 것이고 미국을 위시한 선진국에서는 오래 전부터 해 오고 있었다. 대표적인 예로 과기원의 수학과 학사과정을 보면 재학 중에 140학점을 취득해야 하는데, 대개 한 강좌당 3학점이기 때문에 46강좌를 이수하

도록 되어 있다. 따라서 140학점을 4년에 마치려면 학기당 5 또는 6과목을 이수해야 한다. 이것은 서울대, 연세대, 포항공대 등의 경우도 모두 마찬가지이다. 그런데 미국 같은 선진국의 경우를 보면, 이수해야 할 학점수도 낮고 강좌수도 적다. 대표적으로 프린스턴 대학을 보면 학사학위 취득에 이수해야 할 과목수는 30강좌이다. 유. 시. 버클리 역시 비슷한 학사과정을 운영하고 있다. 따라서 한국의 대학을 졸업하기 위해서 미국 대학에 비해서 같은 4년 동안 1.5배나 더 많은 과목을 이수해야 한다는 것이다. 그러나 한 강좌의 한 학기 동안 계획된 시간수는 한국 대학이 미국에 비해서 오히려 더 많다.

둘째, 이수해야 할 전공과목의 수도 미국에 비해서 과다하다. 구체적으로 과기원의 예를 들면 전공과목 61학점 중 9학점까지는 타과에서 이수할 수 있고, 나머지 52학점, 즉 17과목을 수학과에서 개설한 과목을 이수해야 한다. 서울대와 연세대는 비슷하고 포항공대는 약간 덜하나 큰 차이는 없다. 여기에 비해서 프린스턴 대학이나 유. 시. 버클리는 순수수학 전공인 경우는 미적분 1, 2를 제외하면 수학과에 개설되어 있는 6과목(다변수 미적분, 선형대수와 미방, 해석학, 선형대수, 추상대수, 복소함수론)과 3개 분야(I : 컴퓨터 과학, II : 기하<미분기하, 위상수학>, III : 논리와 기초)에서 두 분야를 선택하여 한 과목씩 이수, 포함 8과목을 이수해야 하며, 응용수학 전공인 경우는 전공필수 6과목은 같고 전공선택을 지도 교수의 승인 아래 타학과의 상위권에 있는 3과목을 이수, 즉 9과목을 이수하도록 되어 있다. 프린스턴 대학도 비슷하다. 한국의 경우 1, 2학년에서 교양과목, 기초필수를 이

수하면 결국 3, 4학년 때 주로 전공과목을 수강해야 하는데, 4년 내에 졸업하려면 학기당 4과목 이상의 상위권 수학과목을 이수해야 한다. 이것은 분명히 무리다. 이래서야 학생이나 교수가 수학을 심도 있게 다룰 수가 없고, 아무리 재미있는 과목도 너무 많으면 취미를 잃게 될 가능성이 많다. 그리고 한국 대학의 교과내용을 보면, 미국 대학에서 한 학기에 충분히 강의할 수 있는 내용이 두 학기에 나누어져 있는가 하면, 과기원이나 서울대의 경우에는 미국 명문 대학의 대학원 1년 수준의 내용까지 계획되어 있다.

셋째, 포항공대를 제외한 우리나라 대학들의 수학 교육과정은 획일적이며, 모두 같은 과정을 이수하도록 되어 있다. 그러나 미국 대학은 수학전공에 순수수학과 응용수학 등 적어도 두 가지가 있다. 하버드, 코넬, 브라운 대학, 영국의 케임브리지 대학은 응용수학과를 별도로 운영하고 있기 때문에 당연히 다양한 전공분야를 위한 교육과정을 운영해 오고 있다. 캐나다의 워털루 대학에서는 수리과학이 한 개의 학부(faculty)로 되어 있어 그 안에 순수수학, 응용수학, 조합론, 정보과학, 통계학 등의 전공분야가 있다. 러시아의 모스크바 대학교에는 아예 수학대학이 설치되어 있다. 우리나라에서는 아직도 대학 수학에 대한 인식 부족으로 그와 같은 폭넓은 교육을 위한 시설과 제도로 갑자기 발전시킬 수는 없을 것이다. 현재로서는 획일적으로 된 수학전공 프로그램을 미국이나 영국 같이 다양하게 개편할 필요가 있다고 본다.

넷째, 수학 전공과정을 다양하게 하려면 학과 교수들의 전공 분야도 다양해야 된다. 여기에 관해서 미국의 대표적인 몇 대학과

우리나라 상위권 대학 수학과 교수들의 전공을 전통적인 순수수학(즉, 대수, 해석, 기하·위상수학)과 응용수학으로 나누어 비교해 본 결과 유. 시. 버클리 수학과는 30 대 30, 즉 반반이고, MIT 같은 공과대학은 21 대 31, 즉 2 대 3이다. 이에 비해 서울대 수학과는 22 대 2, 과기원은 11 대 4, 포항공대는 9 대 6이다. 이 문제를 해결하는 데는 우선 수학 교수의 정원을 늘려야 하며, 늘어난 정원만큼 국내·외에서 응용분야의 박사학위를 취득한 인재들을 임용할 뿐 아니라 대학 내에서도 수리물리나 조합론을 전공하는 타과 교수들을 겸직교수로 임명할 수 있어야 한다. 물론 서울대 같은 경우에는 계산통계과를 수학과에 흡수시키는 방법도 있을 것이다.

5. 맺는 말

현재 서울대와 과기원을 위시해서 많은 대학들이 교육부에서 지시한 최소전공학점제를 채택할 것을 검토중이다. 필자가 듣기에는 여기에 대해서 교수들이 상당한 거부 반응을 보이고 있다고 한다. 그러나 해외 선진국의 예를 좀더 연구하여 필자가 지적한 사항들을 신중히 고려해야 한다고 생각한다. 요컨대, 학사과정의 140학점은 120학점으로 줄일 뿐더러 연습시간이나 강의실 외에서 활동한 시간을 고려하여 주당 3시간 강의하는 과목들의 학점수를 4학점으로 하여 120학점에 해당하는 과목수가 30이 조금 넘도록 함이 바람직하다.

프린스턴 대학에서는 학사과정을 아예 30과목이라고 요람에 명시하였다. 수학전공을 위해서 수학과목은 10과목 정도로 줄여

서 수학교육을 선택한 학생들이 3, 4학년에는 수학과목을 한 학기에 2과목 또는 많아야 3과목으로 제한해야 그 수준의 수학교육을 충분히 소화할 것으로 본다. 그리고 거의 확실히 되어 있는 학사과정을 다양하게 하여 취업을 해도 좀더 유용한 인재를 양성함이 바람직하다고 본다. 이는 박사수준에서는 더욱 그렇다. 예를 들어, 화학분야의 박사급 연구원이 필요한 수학을 공부하는 것보다는 필요한 수학이 무엇인지 수학교육 전공 박사가 이해, 해결하는 편이 훨씬 빠르다. 그런 결과로 노벨 화학상까지 수상한 메릴랜드 대학의 Hauptman의 이야기는 주지의 사실이다.

대학 수학교육을 통해서 수학에 천재적인 재질을 가지고 있는 인재를 발굴하여 특수교육을 할 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 한다. 미국은 이미 고등학교부터 같은 학년의 수학 수준이 세 가지로 되어 있는데, 같은 미적분이라도 상위권은 대학 수준이다. 대학에서도 마찬가지로 Honor's class 제도가 있어 우수한 학생들만 등록할 수 있게 되어있고, 3학년 강의는 대학원 수준이다. 그러나 수학적 능력이 수준 이하거나 또는 수학을 전공하지 않는 타학과 학생들을 위한 과목들도 충분히 개설하여 타학과들과 건전한 관계를 유지하는 것이 바람직하다. 수학교수들은 언제나 타학과 교수들이나 대학정책을 다루는 교수들에게 수학교육의 중요성을 납득시켜야 한다. 그러기

위해서는 수학교수 자신도 수학이 그들에게 미치는 영향을 그들이 알아들을 수 있는 말로 설명할 수 있어야 한다. 이제는 대학 수학교육도 발전해야 되고 바뀌어야 한다. 과거의 획일적이고 폐쇄적인 교육과정을 다양하고 개방적인 것으로 바꾸어야 한다. ♣

〈참고문헌〉

- 『교육통계연보 1996』, 교육부 중앙교육평가원.
- 『서울대학교 요람 1994~5』 및 『교과과정 1993』.
- 『연세대학교 요람 1996~7』.
- 『포항공과대학교 요람 1996~7』.
- 『한국과학기술원 학사요람 1995~6』.
- U. C. Berkeley 요람(1996) 및 world wide web의 home page.
- Harvard 대학의 요람(1988) 및 world wide web의 home page.
- Michigan 대학의 요람(1996~7) 및 world wide web의 home page.
- Princeton 대학의 요람(1988) 및 world wide web의 home page.

이정림/서울대 수학과를 졸업하고 미국 버지니아 대학에서 석·박사학위를 받았다. 미국 미시간 대학에서 28년간 수학과 교수로 재직하였으며, 영국 케임브리지 대학과 서울대 방문교수를 역임하고, 현재 포항공과대학교 교수로 재직중이다. 주요 논문으로 "인공지능과 차세대 수학교육", "Holes & Genus of 2D & 3D Digital Images", "Winding and Euler Numbers for 2D and 3D Digital Images" 의 다수를 발표하였다.