

공학도를 위한 수학 원리의 가시화

강 인 석

포항공대 화학공학과 교수



원 고 청탁 전화를 받고 영접결에 승낙을 했지만 여러 가지 점에서 부족하다 생각이 되어 글 쓰기를 머뭇거린 것이 벌써 여러 날들이 흘렀다. 교수 생활을 시작한 지 6년밖에 되지 않을 뿐 아니라 강의철학이 정립된 것도, 색다른 수업방법도 없는 터이기 때문이다. 필자에게는 학생들이 붙여준 ‘학원 강사’라는 별명이 있는데 수업시간 내내 큰 소리로 열심히 떠든다고 붙여 준 것으로 생각된다. 처음 들었을 때는 거북했지만 자꾸 들을수록 나쁘지만은 않은 별명을 붙여 준 제자들을 생각하며 그간의 경험을 글로 적어보는 용기를 내어 본다.

많은 젊은 대학생들과 같이 필자의 경우도 교수가 되고 싶다는 막연한 꿈은 학부시절부터 가지고 있었다. 그러나 그 생각이 보다 구체화된 것은 미국 유학 시절이다. 유학 시절 화학공학 분야 중 유체역학을 전공하게 되었는데, 전공분야가 수학이 많이 필요한 분야이고 어려서부터 수학에 관심이 많은 터라 응용수학과

과목들을 상당수 수강하였다. 응용수학과 교수님 중 특히 감명을 주신 분으로 코헨, 켈러, 프랭클린 교수님 등이 계셨는데 강의하실 때의 모습을 보면 한결같이 신들린 사람들 같았다. 해박한 지식에 기초한 핵심을 찌르는 강의 내용은 말할 것도 없고 무엇보다도 학생에게 하나라도 더 가르쳐 주시려고 강의 시간이 부족한 듯 몰두하시는 그 분들의 자세가 매우 인상적이었다. 그때 당시 미국 대학에서 교수님들에 대한 평가가 주로 연구업적에 치우치는 점이 없지 않았음에도 불구하고 많은 시간을 할애하여 강의를 준비하고 수업시간에도 온 정열을 바쳐 강의하시는 것을 보고 ‘아! 이러한 것들이 미국의 힘이구나.’라고 느꼈다. 동시에 나의 마음 속에는 ‘나도 저분들같이 정말 신들린 사람처럼 강의를 해 볼 기회가 있으면 얼마나 좋을까?’ 하는 생각이 들었다.

교수 되기를 소원하던 필자에게 행운이 찾아와 1989년 봄에 포항공대 화학공학과 조교수

로 부임하게 되었다. 30대 초반의 나이에 공과 대학 교수로 부임하면서 나에게 맡겨지는 강의 들을 어떤 식으로 이끌어 나갈까 하면서 다음과 같은 생각을 해 보았다.

‘나의 강의를 듣는 학생들이 주로 활동하는 시기는 21세기이다. 그렇다면 21세기에 우리나라에는 어떠한 인재들이 필요할 것인가? 무엇보다도 아이디어가 많은 유능한 엔지니어들이어야 한다. 좋은 아이디어란 과연 무엇인가? 기발한 아이디어는 하늘에서 떨어지는 것이 아니고 어디까지나 머리 속에 들어있는 정보가 새로운 지적 자산 형태로 재창조되는 것이다. 그렇다면 새로운 지적 자산 형태의 재창조 과정은 무엇인가? 아마 그것은 골똘히 생각하여 얻어낸 작은 생각이 잠재의식 속에서 아이디어가 자라는 시간, 즉 배양기를 거쳐 충분히 자란 후에 좋은 생각으로 떠오른 것일 것이다. 그렇다면 아이디어의 배양기에 필요한 영양분은 무엇일까? 아마 그것은 각자 나름대로 머리 속에 잘 정리해 놓은 지식체계가 아닐까? 그렇다면 나의 강의는 학생들이 각자 나름대로 지식체계를 세워가는 데 도움이 되는 방향으로 초점을 맞추어야 하겠다. 어떠한 원리가 나왔을 때 그 개념을 학생들이 머리 속에 그림을 그릴 수 있도록 도와 주어야 하겠고, 강의 전체를 통해 나오는 원리들의 상호관계를 잘 이해시키는 방향으로 수업을 진행시켜야 하겠다.’

필자는 위와 같은 생각에 기초하여 강의를 진행시키고 있는데, 다음에는 필자가 가장 애착을 가지고 강의하고 있는 ‘화공수학’이라는 과목의 경우에 대한 이야기를 적어 보고자 한다. 이 과목은 화학공학도(주로 학부생)를 위해 꾸며진 일종의 공학수학으로서 수학분야 중 선형대수, 상미분 방정식, 편미분 방정식의 원리를 응용하여 화학공학 관련 문제들을 모델링

하고 해법을 익히는 것을 주목적으로 하는 전공선택과목이다. 앞서 이야기한 바와 같이 날개의 지식전달보다는 강의중에 나오는 여러 수학적 원리들의 상호 관련성을 잘 이해시키고, 원리에 대한 철저한 이해 위에 응용성을 키워주는 것이 필자의 강의 방침이기 때문에 아무래도 개념적 설명을 많이 하게 된다. 그런데 많은 공과계통 학생들이 기본원리의 충분한 이해 위에 응용력을 키우는 것보다는 어린 시절부터 숙달된 예제-유제 풀이 중심의 학습에 익숙하기 때문에 개념 위주의 강의에 어려움을 느끼는 경우가 있는 것으로 생각된다. 따라서 강의 첫 시간에 다음과 같이 과목과 직접 관계 없는 문장으로부터 직접 관계가 있는 문장까지 세 가지를 인용하여 과목의 특성을 소개한다.

첫째, “성공의 필요조건은 일찍 일어나는 것이다.”(A necessary condition for successful life is to get up early.) 이 문장은 어느 대선배께서 성서의 여호수아서를 읽고 말씀해 주신 것을 필자가 약간은 수학적으로 표현해 본 것이다. 아침에 일찍 일어나서 하루의 생활을 조율히 설계하는 것은 성공적인 삶의 필요조건이라는 생각이 들었을 뿐 아니라 제1교시에 시작하는 과목에 학생들이 지각하는 것을 막을 수 있다는 생각이 들었기 때문이다. 이 문장 덕분에 인지 출석은 한 번도 불러 본 적이 없는데 수업시간에 늦는 학생은 별로 없는 것 같다.

둘째, “한 바보가 할 수 있는 것은 다른 바보도 할 수 있다.”(What one fool can do, another can do.)와 “한 바보가 이해할 수 있는 것은 다른 바보도 이해할 수 있다.”(What one fool can understand, another can understand.) 금세기 최고의 물리학자 중의 한 분이

셨던 리처드 페인만 교수께서 고교 재학시절 선생님의 배려로 대학교재를 미리 독학으로 공부할 때 약간은 두려움이 앞섰으나 그 책의 서문에 적혀있던 위의 첫 문장을 보고 감명을 받아 이 문장과 같이 생각하면서 성공적으로 공부할 수 있었다는 일화에서 인용한 것이다. 이 문장들을 인용한 이유는 강의중에 어려운 개념이 나오더라도 그 개념은 어떤 사람언가가 이해하고 만들어 놓은 것이기 때문에 학생들도 문제없이 해낼 수 있다는 자신감을 심어 주기 위함이다.

셋째, “수학은 관계성을 따지는 학문이다.” (Mathematics is a science of relationship.) 이 문장은 강의 과목과 직접 관련이 있는 것으로, 많은 공학도들이 공학수학을 수강할 때 주어진 문제들의 해를 찾는 연습에만 치중한 나머지 전체적인 윤곽은 잡지 못하고 단순한 날개 지식들의 집합체 정도로만 이해하고 있는 잘못된 경향을 지양하기 위해 인용한 것이다. 이 문장을 인용하면서 앞으로 진행될 강의에서는 여러 수학적 원리들의 상호관련성을 강조할 것이기 때문에 학생들도 특별히 이와 같은 방향에 주의를 기울여 달라고 당부한다.

약간은 의외의 문장들을 인용하여 학생들의 관심을 끈 후에 과목의 전체적인 개략에 대해 첫 시간을 사용하고 있는데 본 과목에서 다루는 수학분야들, 즉 선형대수, 상미분 방정식, 편미분 방정식이 어떻게 연결되는지를 강조하여 학생들이 전체적인 윤곽을 파악하는 것을 돕고 있다. 특히 선형대수의 대상인 ‘벡터’와 미분방정식의 대상인 ‘함수’를 벡터의 개념을 확장하면 동시에 다룰 수 있다는 것을 강조하면서, 벡터란 무엇인가라는 질문으로 돌아가

고등학교 시절에 배운 것을 상기시킨다. 그러면 학생들은 벡터란 크기와 방향을 가진 것이라고 대답한다. 학생들의 대답을 들은 후 벡터의 크기는 단독으로 정의할 수 있는 것으로 대학생 이상은(농담으로 고교생과 차이를 내기 위해서) 이것을 ‘norm’이라 부른다 하고 방향은 단독으로 정의될 수 없는 상대적 개념이기 때문에 방향을 나타내기 위해서는 두 개의 벡터에 의해 정의되는 내적(inner product)이라는 개념이 사용되는데 이것들은 고교시절부터 잘 알고 있는 개념임을 확인시킨다. 다음에는 이 ‘norm’과 ‘inner product’ 개념을 이용하여 보통의 벡터를 대상으로 하는 선형대수 문제들과, 확장된 벡터로서의 함수들을 대상으로 하는 미분 방정식 문제들을 통일된 개념하에 다룰 수 있다는 점을 강조하면서 강의계획서를 나누어 주고 설명해 주는 것으로 첫 시간을 마친다. 이와 같이 전체 윤곽을 잡아주고 다음 시간부터는 각론에 들어가 강의를 진행하여 오고 있는데 그 간의 경험에 비추어 보면 상당히 효과가 있었다고 생각된다. 다음에는 강의중 필자가 특별히 강조하여 사용하고 있는 몇 가지 수업 방법에 대해 적어 본다.

여러 번에 걸쳐 이미 언급한 바와 같이 공학도들의 응용성을 키우는 데 필수적인 것은 개념의 정확한 이해는 물론이고 나아가서는 머리 속에 그림을 그려보는 가시화 작업(visualization of basic concepts)이라고 생각된다. 공학수학의 경우는 특히 그렇다 하겠다. 이런 관점에서 볼 때, 공학도를 위한 좋은 공학수학 교재를 찾기가 매우 힘든 것 같다. 물론 훌륭한 수학 교재는 많지만, 개념들이 엄밀성을 강조한 나머지 수학의 비전문가들이 보면 이해하기 매우 난해한 개념들이 많다. 필자는 이러한 개

념들을 능력이 닿는 한 일상생활 용어 또는 공학도들의 언어로 풀어서 설명하려고 노력하고 있다. 실제로 많은 수학 용어들은 일상생활 용어에서 채택한 것이 많은데 그 개념을 정립한 학자는 아마도 그의 개념과 일상생활에서 일어나는 일과의 관계를 염두에 두고 용어를 정했을 것이라 생각된다. 이러한 생각 아래 가능하면 개념의 창시자들이 비전문가들을 상대로 강연한 기록 같은 것들을 찾아서 용어선택의 유래를 파악해 학생들에게 설명해 주려 하고 있다. 이것이 가능하지 않은 경우에는 개념의 창시자가 된 기분으로 용어선택 과정을 상상해 봄으로써 개념의 이해를 수학적 차원을 넘어 가시화해 보려고 시도하고 있다. 예를 들자면 적분의 개념들 중 리만(Riemann)이 제시한 적분개념과 르베그(Lebesgue)가 제시한 적분개념이 있는데 일반 수학책을 보면 비전문가들이 볼 때 난해하게 서술되어 있어 개념들의 정수를 잡아내기가 힘들다. 그렇지만 리만 적분개념이 실패하고 르베그 개념이 적용되는 예로서 학생들이 즐기는 에틸 알코올과 물의 혼합물 무게를 적분을 통해 구하는 문제를 가지고 설명하면 모든 학생들이 쉽게 이해하는 것 같았다. 필자는 이와 같이 수학의 원리가 일상생활에서 적용된 예를 찾아 개념을 보다 확실하게 이해하고 나아가 응용의 기초를 잡는 것을 '수학의 생활화'라 하여 학생들을 웃기곤 한다.

모든 분야에 공통적으로 적용되는 것이지만, 어느 학문 분야를 보다 잘 이해하기 위해서는 학문체계 확립에 큰 공헌을 한 인물들을 공부하는 것이 필요하다고 생각한다. 필자는 이와 같은 생각과 더불어 수업시간의 재미를 더하기 위해 공학수학에 이름이 많이 나오는 위대한 수학자들의 일화를 자주 이야기 해주고 있다.

이렇게 함으로써 학생들로 하여금 그 학자들에 대해 친밀감을 갖도록 하고 이것을 계기로 그분들의 작품들을 좀 더 잘 이해할 수 있도록 유도하고 있다. 예를 들어 미분기하학에서 유명할 뿐 아니라 공학분야에서 널리 이용되고 있는 가우시안 곡률(Gaussian curvature) 개념은 독일의 위대한 수학자 가우스가 황제의 명에 의해 측량팀을 이끌고 독일 땅을 측량할 때 측량 현지에서 밤에 데이터를 정리하면서 포착한 아이디어를 발전시킨 개념이라는 것 등이다. 이와 더불어 진리탐구에 있어서는 주변 환경보다는 진리를 찾고자 하는 자세와 안목이 더욱 중요하다는 것을 강조하는 것을 잊지 않으면서 독일에서 가장 많이 사용하는 10 마르크 지폐에 가우스의 초상이 실려 있다는 이야기도 재미를 곁들여 이야기한다. 국내 도서관에 오래된 책들이 많지 않아 이와 같은 일화의 수집에 어려움을 겪고 있으나 기회가 있을 때마다 이 분야 데이터뱅크 충실화에 노력하고 있다.

한 학기라는 비교적 짧은 시간에 중요한 여러 개념들을 다루고 이에 대한 응용 문제들을 다루어야 하기 때문에 수업의 진행속도가 상당히 빠르고 주교재가 없는 상태로 3권의 부교재들을 이용하여 강의가 진행되기 때문에 학생들이 어려움을 느끼고 있다 생각된다. 따라서 과제물 작성은 이러한 어려움을 해소하는 방향에 주안점을 두고 있다. 과제물은 매주 한 세트 정도를 주고 있는데 수업시간에 다룬 원리에 대한 이해를 심화시키기 위한 문제들과 응용문제들을 적당히 배분하여 내고 있으며, 일주일에 6시간 정도면 강의 내용을 소화하고 과제물을 해결할 수 있도록 난이도를 조절하고 있다. 과제물의 충실성 여부가 강의 전체의 성패를

좌우하는 매우 중요한 요소라고 생각하기 때문에 참고서적들에 나와 있는 문제들 중 엄선하여 사용하고 있으며 필요에 따라서 상당 부분을 직접 출제하여 사용하고 있다. 학업 성취도에 대한 평가는 클로즈드 북과 오픈 북 시험을 병행하여 실시하고 있는데, 클로즈드 북 시험에서는 몇 가지 원리들의 상호 관련성을 논하는 논술형 문제를 출제함으로써 학생들이 개념을 정확히 파악하도록 유도해 오고 있는 것이 상당히 효과를 보고 있다.

화공수학이란 과목이 순수과학 분야의 심오한 이론을 다루는 것이 아니고 수학적 원리의 공학문제 해석에의 응용을 다루는 것이기 때문에, 원리에 관한 부분과 응용에 관한 부분이 조화를 이룬 내실있는 강의가 되어야 하는데, 그렇지 못하여 학생들의 귀중한 시간만 낭비하

게 만드는 것이 아닌가 항상 걱정이 앞선다.

그러나 필자의 강의를 통해 수학원리에 대한 든든한 이해를 바탕으로 공학문제를 해결할 때의 기쁨을 맛보는 학생들이 몇 명이라도 나오면 성공이라 생각하며 이러한 학생들이 점점 늘어날 것을 기대하면서 글을 맺는다. ■

강인석/서울대학교 화학공학과를 졸업하고 한국과학기술원에서 석사, 미국 칼텍 대학에서 박사학위를 받았다. 동 대학의 포스트닥과정 연구원을 지냈고 미국 걸프사에서 발행한 『유체역학 백과사전』을 공동집필하였다. 현재 포항공대 화학공학과 교수로 재직중이며, 동 대학의 졸업생들이 뽑는 '베스트 티처'로 92년부터 94년까지 3년 내리 선정되었다. 주요 논문으로 "Dynamics of a conducting drop in a time-periodic electric field" 의 다수를 발표하였다.