韓國數學敎育學會誌 시리즈 E
<數學敎育 論文集>
제 20권 제 4호, 2006. 11. 503-521

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 20 No 4, Nov. 2006. 503-521

"생명과학을 위한 수학" 강의 분석 및 개선 방안에 대한 소고

강 혜 정 · 김 도 한 · 서 승 현 · 안 홍 주 (서울대학교)
최 광 석 (인하대학교)

1. 서 론

수학에 관한 오랜 격언 중에 "수학은 과학의 여왕"이란 것이 있다. 논리의 완벽성이라든지 그 결과 및 과정의 아름다움을 생각해보면 쉽게 수긍이 가는 표현이다. 이 격언은 대한민국에서 적어도 고등학교까지는 누구나 수긍하는 격언임에 틀림없다. (고등학교까지 수학에 들이는 공을 생각해 보라.) 그러나, 대학으로 무대를 바꾸어 보면 더 이상 이 격언이 보편적으로 받아들여지기는 힘든 것으로 보인다. 빠르게 발전해 나가는 첨단 과학 앞에서 수학은 더 이상 권위를 내세우는 것도 우아함을 뽐내는 것도 구태의연한 형태로 받아들여지는 양상이다. 한 예로 현재 가장 각광을 받는 생명과학을 전공하고자 하는 학생들은 수학을 배워야한다는 필요성을 느끼지 못하고 있으며, 심지어 심한 거부감을 나타내기조차 한다. 이에 서울대학교 수학과에서는 그 원인을 분석하고 대책을 숙의한 결과, 기존의 수학과는 차별화된 "생명과학을 위한 수학"이란 강좌를 개설하게 되었다.

"생명과학을 위한 수학"이 갖는 가장 큰 의미는 교양으로서의 수학이 아니라 도구로서의 수학을 자처한 것이 아닌가 싶다. 기존의 교양수학은, 현재는 많이 완화되긴 하였지만 여전히, 수학자의 입장에서 볼 때 교양으로서 응당 알아야 할 수학을 가르치는 데에 치중하였다고 할 수 있다. 따라서 학생들의 전공에 상관없이 일률적인 주제들(미적분학)을 가르쳐 왔으며 그 방법에 있어서도 수학적인 방법만을 고집하여 왔다. 그러나 "생명과학을 위한 수학"에서는 그 주제 선정에서부터 보기 및 연습문제의 선정까지 생명과학에 유용한 내용을 우선 순위로 삼았으며 그 방법에 있어서도 수학적 방법과 함께 소프트웨어를 도입한 것이 눈에 띈다. 앞으로 이러한 변화는 생명과학뿐만 아니라 다른 분야에서도 요구될 것으로 추정된다.

이에 본 연구에서는 "생명과학을 위한 수학"의 운영 현황과 문제점 그리고 그 개선 방안을 살펴보기로 한다.

II 절에서는 "생명과학을 위한 수학"을 간단하게 소개하였고 III 절에서는 교과과정의 변화를 2001년부터 2005년까지의 강의계획서와 강좌 홈페이지를 참고하여 살펴보았다. IV 절에서는 현황과 문제

* ZDM 분류 : D15
* MSC2000 분류 : 97D99
* 주제어 : 생명과학을 위한 수학, 대학 교양 수학

점을 살펴보기 위하여 2002년부터 2005년까지의 "생명과학을 위한 수학"과 "수학 및 연습"의 강의평가를 분석하였다. 또한 학생들이 느끼는 문제점과 개선방안을 파악하기 위하여 2005년 수강생을 대상으로 설문 조사를 실시하여 그 결과를 분석하였다. V 절에서는 학생들의 설문과 강사들의 인터뷰를 기초로 한 교재의 개선 방안을 제시하였고 VI 절에서는 그 외의 개선 방안을 제시하였다.

2. "생명과학을 위한 수학" 소개

2.1 개설 취지 및 목표

본 강좌를 개설하기 전에는 농생대, 의예과 학생들에게 이공계 위주의 미적분학을 강의하였다. 이에 대하여 생명과학 관련 학과에서 이의를 제기함에 따라, 수학과에서는 생명과학에 필요한 내용을 개발하여 새롭게 "생명과학을 위한 수학"이라는 강좌를 개설하게 되었다. 개설 당시의 글(김도한, 2000)로부터 강좌 개설 배경과 계기에 대한 보다 자세한 설명을 얻을 수 있다.

"생명과학을 위한 수학"의 목표는 다음과 같다. 첫째, 생명과학을 중심으로 자연계에 나타나는 여러 자연현상의 수학적 모델링을 소개하고 이것의 수학적 표현인 미분방정식과 다변수함수의 이해에 목표를 둔다. 특히 컴퓨터 프로그램을 이용한 수치적인 해법을 터득하고 미분방정식의 정성적인 접근법(qualitative method)을 이용한 문제 해결에 역점을 둔다. 둘째, 생명체의 유전법칙을 다루는데 기본이 되는 확률론(특히 마르코프 연쇄)을 이해하고 생물정보학의 여러 문제에 내재된 수학(이산수학)을 소개하여 학생들의 생물정보학에 대한 심도 있는 이해를 돕는다.

2.2 "생명과학을 위한 수학" 강좌 소개

"생명과학을 위한 수학"은 1학년 대상의 교양필수과목이다. 의예, 수의예, 약대 대상의 4강좌(약대는 1학기만 수강)와 생명과학부 1강좌 및 농생대 3강좌가 개설되어 있다. 1주일에 150분의 이론 수업을 진행하며 별도의 연습시간은 없다. 모든 강좌는 동일한 시험을 보지만 퀴즈 및 과제물은 각 강좌별로 강사의 재량에 따라 부과된다. 또한 성적 평가는 강좌별로 이루어진다. 교재는 2003년까지 Calculus in context(Callahan & Hoffman, 1995)를 사용하였고, 2004년부터는 이 책을 번역한 '상황 속의 미적분학(강현배 역, 2004)'을 사용하고 있다. 주교재의 주요 내용은 부록 1에 소개되어 있다. 주 교재 이외에 미분방정식, 확률, 생물정보학 등의 주제에 대하여는 자체적으로 보조교재를 개발하여 사용하고 있다.

수리과학부에서 개설한 기존의 교양수학과 "생명과학을 위한 수학"의 가장 큰 차이점은 다루는 주제와 접근방법에서 찾아 볼 수 있다. 기존의 교양수학에서 다룬 주제들은 크게 급수, 벡터와 행렬, 적분과 미분 등으로 특히 다변수 함수의 미분과 적분을 다루는 벡터해석학에 많은 시간을 할애하고

있다. 반면, "생명과학을 의한 수학"에서는 일변수함수의 미분과 적분, 급수 등, 기존의 주제에 수학적 모형화, 동력학계 등을 다루는 미분방정식, 확률, 생물정보학 등을 추가하여 강의를 진행하고 있다. 문제해결을 위한 접근방법에도 큰 차이를 보이는데 기존의 수학 강좌들이 정의 및 정리의 이해와 이를 이용한 정확한 히(closed form)를 얻는 방법에 주력했다면 "생명과학을 위한 수학"에서는 상대적으로 직관적인 이해와 근사적 해를 찾는 방법에 초점을 맞추고 있다. 이를 위하여 수학용 소프트웨어인 메이플(Maple)을 이용하고 있다.

3. 교과과정의 변화 (2001년~2005년)

"생명과학을 위한 수학"은 1999년 처음 개설되었으나 현재 기록이 남아 있는 2001년 이후의 교과과정에 국한하여 살펴보기로 한다.

2001년에는 교과과정을 교재의 순서와 상관없이 큰 주제별로 분류하여 편성하였다. 교재의 내용 중에서 미분기법, 적분기법 등 고교과정에서 배운 부분을 생략하였고, 생물정보학에 대한 보조교재를 사용하였다. 또, 교재와는 별도로 각 강좌에서 공통으로 사용하는 강의록과 메이플 실습 자료를 제작하여 수업에 사용하였고 메이플을 이용한 알고리즘에 많은 시간을 할애하였다.

2002년과 2003년에는 2001년에 사용되었던 보조교재 "생물정보학"을 제외하고 대신 교재의 내용을 생략 없이 순서대로 가르쳤다. 한편, 정규 강의시간에서 메이플 실습 시간이 현저하게 줄었으며, 메이플이 수업시간에 사용되는 빈도도 줄었다. 이는 수강생들이 메이플을 어려워하고 실습에 대한 현실적 어려움(실습 공간 부족) 때문에 나온 조치인 듯하다.

2004년부터는 한글로 번역된 교재가 사용되었고, 교재의 부족한 내용을 보완하기 위해 확률·통계에 대한 보조교재를 개발하여 2학기부터 사용하였다. 또한 생물정보학에 대한 보조교재가 다시 사용되었다. 메이플 실습은 각 강좌별로 운영되어 강좌별 편차가 나타났다.

2005년의 교과과정과 운영은 전체적으로 2004년과 비슷하지만 1학기에는 메이플 자습을 위한 보조교재와 미분방정식의 심화학습을 위한 보조교재를 개발하여 사용하였다. 또 2학기에는 확률과 통계에 관한 보조교재에서 통계 부분을 제외하고 확률 부분을 보완하여 사용하였다.

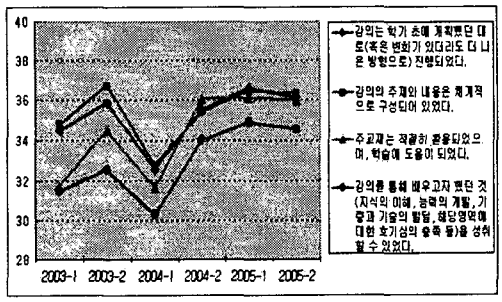
4. 현황 및 문제점

이 절에서는 현재 운영되고 있는 "생명과학을 위한 수학" 강좌에서 제기되는 문제점이 무엇인지 살펴보기로 한다. 첫 번째 절에서는 2003년 1학기부터 2005년 2학기까지 수강생들의 강의 평가를 분석해보고, 두 번째 절에서는 2005년 수강생을 대상으로 한 설문조사를 바탕으로 현재의 교과과정에 대해 분석해보기로 한다.

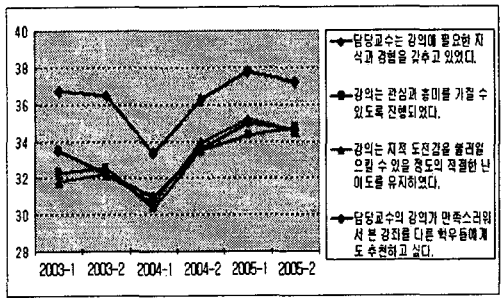
4.1 강의 평가 결과의 분석

2003년부터 2005년까지 서울대학교에서 실시한 강의평가 문항을 크게 강의 구성에 대한 평가, 담당교수에 대한 평가, 과제물에 대한 평가 등 3개의 항목으로 나누고, 각각의 항목에 대하여 학생들의 답변을 정리, 분석하여 보았다.

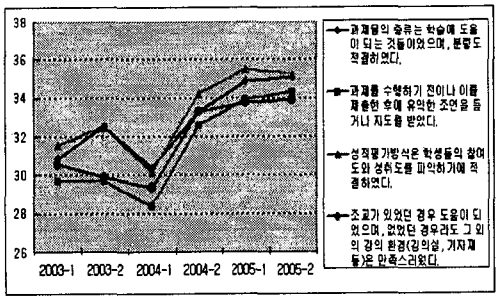
응답부호별 내용은 (1) 전혀 그렇게 생각하지 않는다, (2) 별로 동의하지 않는다, (3) 그저 그렇다, (4) 대체로 동의한다, (5) 진심으로 그렇게 생각한다 등 다섯 개다. 응답 결과는 그림 1~그림 3에 나타나 있다. 여기서 각 그림의 세로축은 응답부호의 평균에 10을 곱한 것이고, 가로축은 해당 학기이다.



<그림 1> 강의 구성 평가



<그림 2> 담당교수 평가



<그림 3> 과제물 평가

<그림 1>~<그림 3>에서 볼 수 있듯이 세 항목은 모두 비슷한 양상을 보인다. 이는 담당강좌를 운영하는 강사의 역량이 강의 구성에 대한 평가도 좌우한다고 볼 수도 있으나, 다른 한편으로는 수강생들이 해당 과목에 가지는 인상이 교수 평가/강의 구성 평가로 명확하게 분리되지 않고 두 항목 모두에 반영되었다고 볼 수도 있다. 또한 1학기 강의평가가 2학기 강의평가보다 다소 낮게 나타나는데, 이는 1·2학기의 강의 내용과 관련이 있는 듯하다.

1학기 강의 내용에는 고등학교에서 이미 배운 미분과 적분에 관한 내용과 미분방정식을 메이플을 이용하여 분석하는 내용이 대부분을 차지한다. 이미 배운 것을 반복하는 것에 대한 불만과 명확한 답이 아닌 메이플을 이용한 근사해를 구하는 것이 학생들에게 낯설고 막연하게 받아들여졌을 가능성

이 있다. 또한 처음 접해보는 프로그램(메이플)을 따로 공부해야 한다는 것이 학생들에게 부담으로 작용한 것으로 추측된다. 이에 반해 2학기 강의 내용은 고교 교과과정과 중복되는 것이 거의 없으며, 접근 방법도 프로그램을 이용한 근사해보다는 구체적인 이론으로 명확한 결과를 얻을 수 있는 내용이 주를 이루고 있다. 또한 메이플에 관련된 부분도 학생들이 메이플을 직접 다루어야 했던 1학기와는 달리, 메이플을 이용한 결과를 수업 시간에 참고하는 수준으로 다룬 것이 학생들의 부담감을 덜어준 것이라 짐작된다.

4.2 2005년 수강생 설문 분석

수강생들이 "생명과학을 위한 수학" 강좌에서 무엇을 바라는지 알아보기 위하여 2005년 2학기 말에 학교에서 시행되는 강의평가와 별도로 자체적으로 제작된 설문지로 수강생을 대상으로 한 조사를 실시하였다. 다음은 설문의 일부이다. 참고로, 설문의 전문을 부록 2에 실었다.

교재		보조교재
수학적 모형화, 미분방정식 (1장, 2장, 4장)		메이플
미분, 미분기법 (3장, 5장)	적분, 적분기법 (6장, 11장)	확률
주기성, 동력학계 (7장, 8장)	다변수함수 (9장)	미분방정식
테일러 정리 (10장)	푸리에급수 (12장)	생물정보학

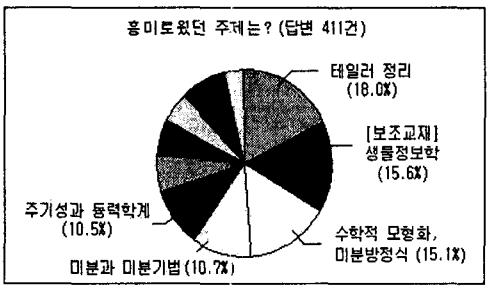
★ 다음은 "생명과학을 위한 수학" 에서 다룬 주제들입니다.

[질문1] 흥미로웠던 주제는 무엇입니까? (중복선택 가능, 총 411건)

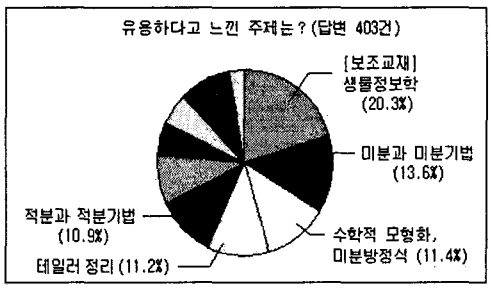
[질문2] 유용하다고 느꼈던 주제는 무엇입니까? (중복선택 가능, 총 403건)

[질문4] 더 자세히 다루었으면 하는 주제는 무엇입니까? (중복선택 가능, 총 332건)

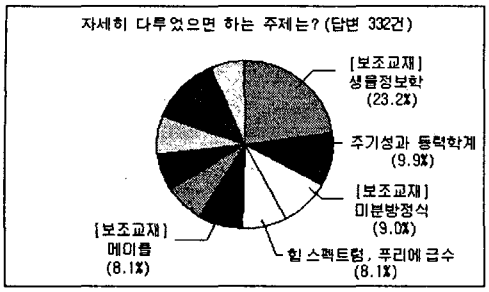
[질문5] 제외하고 싶은 주제는 무엇입니까? (중복선택 가능, 총 245건) 또, 그 이유는 무엇입니까?



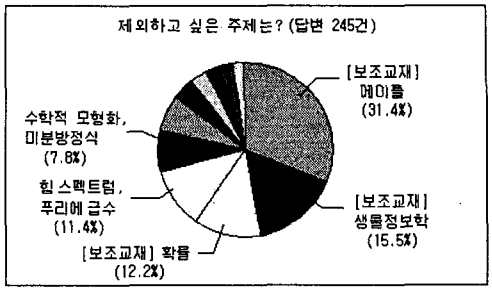
<그림 4> 흥미로웠던 주제



<그림 5> 유용하다고 느낀 주제



<그림 6> 자세히 다루기를 바라는 주제



<그림 7> 제외하고 싶은 주제

<그림 4>~<그림 7>에서 볼 수 있듯이 수강생들은 자신의 전공과 연관이 있을 것 같은 주제들--생물정보학, 수학적 모형화와 미분방정식--이 흥미롭거나 유용하다고 답하였다. 반면 메이플은 흥미롭지도 않고 유용하지도 않다고 생각한 학생이 많았으며 오히려 제외하기를 바란 학생이 많아 최악의 평가를 받았다. 한편 생물정보학에 대해서는 상반된 평가가 나왔는데, 유용하거나 흥미롭다고 생각한 학생들도 많은 반면, 제외해야 한다고 생각한 학생도 많았다.

[질문5]에 언급된 주제를 제외하고 싶은 이유로 수강생들은 대부분 "전공에 도움이 되지 않는 것 같다" 또는 "어렵다"라고 대답하였다. 특히, 메이플이나 생물정보학에 대해서는 아래와 같은 이유를 들었다.

(메이플이 제외되었으면 하는 이유)
- 별로 도움이 되지 않는다. -- 29건
- 너무 어렵다. -- 23건
- 실습 기회가 부족하다. -- 8건
- 메이플 사용에 제한이 있다. -- 3건

(생물정보학이 제외되었으면 하는 이유)
- 별로 유용하지 않은 것 같다. -- 11건
- 이해하기 어렵다. -- 7건
- 수학과 무관.(생물학에서 배움) -- 4건 등

참고로, 수학적 모형화와 미분방정식, 주기성과 동력학계의 경우 계산이 필요한 부분에서 메이플을 사용하고 있는데, 몇몇 학생들은 메이플 사용이 부담스럽다는 이유로 이 주제들을 제외하기를 바라고 있었다.

5. 교과과정의 개선방안

메이플을 이용한 계산과 생물정보학은 각각 2001학년도 1·2학기의 중심 주제라고 볼 수 있는데, 2002년 이후에는 여러 이유로 생략되거나 축소되었다. 이 두 주제는 현재 수강생들과 강사들 모두 개선의 필요성을 느끼는 것들이므로, 각각의 문제점을 짚어보고 개선방안을 생각해 보고자 한다.

5.1 메이플

2001년 이전에는 MATLAB이 강의에 사용된 적도 있으나, 2001년 이후로 서울대학교의 캠퍼스 라이센스 소프트웨어로 등록되어 있는 메이플을 본 강좌에 도입하였다. 2001년에는 실습실에서 실습을 하도록 하는 등, 메이플 사용법을 1학기 초에 2주 이상 강의하였다. 하지만 실습 공간과 인력 부족 등의 이유로 2002년 이후에는 실습시간이 크게 줄었다. 또, 강의 내용 중에서 메이플이 차지하는 비중도 줄었다.

현재 메이플 강의는 각 강좌에 위임된 상태이다. 강사에 따라 학교 중앙전산원 실습실에서 실습수업을 하거나, 별도의 실습 없이 메이플을 간단하게 소개한 후에 보조교재를 보고 자습할 것을 권유하는 등 큰 편차를 보이고 있다.

메이플 사용에 대한 원칙을 정착시키는 일은 1학기 진도를 구성하는 것과 밀접하게 관련되므로 가장 중요한 문제라고 볼 수 있다. "생명과학을 위한 수학" 강좌에 메이플을 사용하는 것에 대해 수강생들은 다음과 같은 반응을 보였다.

[질문6-A] 현재 메이플을 수업시간에 사용하고 있습니다. 당신의 생각은?
(가) 메이플 실습 시간을 두고, 메이플을 1~2주 동안 체계적으로 가르쳐야 한다. -- 42.7%
(나) 각자 자습하게 하되 현재의 보조 교재를 보완해야 한다. -- 12.9%
(다) 현행대로 유지하는 것이 좋다. -- 11.9%
(라) 교과 과정에서 제외하는 것이 좋다. -- 32.6%

메이플을 제외하자는 의견이 1/3에 다다른다. 이는 메이플 강의를 교재의 내용과 조화시키지 못한 탓도 있지만 메이플 실습이 제대로 이루어지지 않기 때문이기도 하다. 실제로 "생명과학을 위한 수학"의 각 강좌의 수강인원은 50여 명인데, 중앙전산원의 실습실의 수용인원은 최대 30여 명이고, 각 단과대학이나 학과의 전산 실습실은 중앙전산원에 비해 훨씬 작다. 이런 상황에서는 컴퓨터 한 대를 두 명이 쓰도록 하여 실습수업을 진행하거나, 수강반을 둘로 나누어 25명씩 소규모로 실습 강의를 진행할 수밖에 없다. 그러나 전자의 경우 실습 효율이 떨어지고, 후자의 경우 시간과 공간상의 제한이 따르고 인력이 부족하다는 문제점이 있다.

한편, 학생들이 메이플을 구하기 힘든 것도 문제점으로 지적된다. 현재 캠퍼스 라이센스 소프트웨어로 등록되어 있는 메이플은 낮은 버전인데다 캠퍼스 밖에서는 사용이 불가능하다. 이러한 이유 때문에 많은 수강생들이 메이플의 사용에 어려움을 느끼고 있다.

그러나 소프트웨어를 수학 문제에 활용하는 것이 1학기 수업의 핵심 내용이므로 메이플을 폐지하는 것은 바람직하지 않다. 또한 설문에 응답한 학생들 중 40% 이상이 메이플 수업을 강화할 것을 바라고 있다. 메이플과 관련된 강의는 다음과 같이 진행하는 방안을 고려할 수 있다. 각 강좌는 자율적으로 운영하는 것을 원칙으로 하되, 수강생들이 문제를 해결하기 위한 알고리즘, 특히 반복문을 작

성하는 것에 중점을 두도록 한다. 메이플에 대해서는 다른 프로그램을 배울 때와 마찬가지로 샘플 프로그램을 이해하고 그 프로그램을 자신이 풀고자 하는 문제에 맞게 변형, 적용시킬 수 있는 능력을 키우는 것을 목표로 한다.

강좌별 편차를 줄이기 위하여 수업시간에 사용할 프로그램은 공동으로 작성하고 수강생들이 이 프로그램에서 초기값이나 매개변수, 반복문을 바꾸어 다른 문제에 적용할 수 있도록 유도한다. 메이플 보조교재는 이들 프로그램에 대한 설명을 덧붙여 개정하도록 한다.

학생들의 실습을 원활하게 할 수 있도록 하기 위하여 무엇보다도 수강생들이 학기 중에 자유롭게 메이플을 쓸 수 있도록 지원해야 한다. 수강 기간 동안 인터넷으로 서버에 접속하여 쓸 수 있도록 하는 방안이나, 구하기 쉬운 프로그램으로 바꾸는 방안, 또는 학과 전산실에 메이플을 설치하여 수강생들이 자유롭게 이용하도록 독려하는 방안 등을 검토할 필요가 있다. 또한, 각 강좌에 배정된 조교들을 교육하여 메이플 실습 시간에 강사를 보조하는 인력으로 활용하도록 한다. 그리고 1학기 초에 몇 주 동안 수리과학부 전산실에 메이플 Help desk를 운영하여 메이플 실습에 관한 질문을 받아 학생들의 자습에 도움을 주도록 한다.

5.2 생물정보학

오늘날 생물정보학은 생물학자뿐만 아니라 수학자, 통계학자, 물리학자 등, 여러 분야의 과학자들이 공동으로 연구하는 분야가 되었다. 이에 학부 학생들에게 생물정보학에 사용되는 수학을 소개한다는 취지로 도입되었다. 생물정보학 보조교재의 난이도와 개정 여부에 대한 학생들의 반응은 다음과 같다.

[질문9-B] 보조교재 4장 생물정보학에 대한 당신의 생각은?
(가) 몇 주 동안 좀 더 체계적으로 가르쳐야 한다. -- 31.6%
(나) 현행대로 유지하되, 보조교재를 조금 더 쉽게 써서 자습할 수 있도록 한다. -- 43.8%
(다) 현재의 내용보다 더 축소하여 가르쳐야 한다. -- 9.4%
(라) 폐지하고 아예 다루지 않았으면 한다. -- 15.3%

교과 과정에서 생물정보학을 제외하자는 의견도 있었으나 응답자 중 75% 이상의 학생들이 현행대로 유지하거나 강화할 것을 바라고 있으며, 보조교재의 난이도에 대해서도 응답자의 절반 이상이 쉽거나 적당하다고 대답하였다. 반면 일부 학생들은 유용함을 느끼지 못하거나 수업 내용이 단순하다고 생각하고 있다(<그림 4>~<그림 7> 참조). 즉, 많은 학생들이 생물정보학 강의에 대해 흥미를 느끼거나 유용하다고 생각하지만 강의 내용은 기대에 미치지 못하고 있는 것으로 판단된다. 실제로 강사들은 이 강좌를 강의하기 전 생물정보학에 대하여 알고 있었던 것이 거의 없었으며, "생명과학을 위한 수학"을 강의하기 위하여 보조교재를 공부하고 관련 서적을 읽어 본 것으로 드러났다.

생물정보학은 생명과학에서도 중요한 분야로 떠오르고 있으며 "생명과학을 위한 수학"의 취지와 가장 부합되는 주제라고도 할 수 있다. 따라서 지금의 강좌를 확대, 보완하여 강의하는 것이 좋을 듯 하다. 이를 위해서는 두 가지 문제가 반드시 해결되어야 하는데, 첫째는 보조교재의 개정이고 둘째는 강사들의 교육이다.

현재의 보조교재는 2001년도에 작성된 보조교재의 축소판인데, 2001년도의 보조교재는 외국의 전문가가 쓴 강의 노트를 기반으로 작성된 것이다. 이를 보완하여 학생들의 학습 동기를 유발하고 생물학적인 문제와 수학적인 문제를 조화롭게 융화시키는 방향으로 보조교재를 개정할 필요가 있다. 이를 위해서는 관련 분야의 전문가에게 교재 집필을 의뢰하거나 수학자가 생물학자의 도움을 받아 교재를 새로 쓸 필요가 있다. DNA 서열 정렬문제와 관련이 있는 이산수학을 강의한 후, 이것을 응용하여 생물학적인 문제를 다루는 방안도 생각해 볼 수 있다.

수강생과 강사에게 모두 만족스러운 강의를 위해 강사들이 생물정보학과 관련된 분야를 공부하여 수업시간에 활용할 필요가 있다. 이 부분은 "생명과학을 위한 수학"을 강의했던 강사들도 대체로 동의하는 바이기도 하다. 이를 위해서는 "생명과학을 위한 수학" 강사와 조교들을 대상으로 전문가의 특별강의를 실시하는 방안을 고려해 보도록 한다.

5.3 주 교재

현재 사용되는 교재는 미국에서 출판된 책을 번역한 것으로 미분과 적분에 대한 지식이 전혀 없는 학생들을 대상으로 하여 쓰여 있다. 따라서 고등학교에서 이미 미분과 적분을 공부한 우리 학생들에게는 많은 부분이 중복되며 난이도 또한 너무 쉽다는 의견이 다수이다. 또한 "난이도가 맞지 않는다", "통일성이 떨어진다" 등의 불만과 함께 교재를 바꾸어야 한다는 의견이 나오고 있다. 그러나 현재 출판되어 있는 도서 중에서 "생명과학을 위한 수학"의 취지에 적합한 교재를 찾는 것은 어려울 것으로 보인다. 가장 바람직한 방향은 이 강좌에 적합한 새로운 교재를 개발하는 것인데, 이를 위해서는 상당한 기간이 소요되리라 판단된다. 따라서 단기적으로는 1·2학기에 중점을 두어 강의할 주제를 선별하여 보조교재를 보완하고, 장기적으로는 이를 바탕으로 이 강좌에 적합한 교재를 개발해야 한다.

6. 기타 개선방안

6.1 강사

"생명과학을 위한 수학"의 대부분의 강좌는 시간강사와 전임대우강사들이 담당하여 왔다. 실제로 2004년 2학기를 제외하고는 주임교수 1명만이 전임교원이고, 나머지 강좌들에는 모두 시간강사 및

전임대우강사가 배정되었다(<표 2>).

<표 2> 직급별 담당 강좌 수

	01/1	01/2	02/1	02/2	03/1	03/2	04/1	04/2	05/1	05/2
전임 교원	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
전임대우강사	0	0	0	0	0	0	3	4	6	5
시간 강사	8	9	8	6	7	7	4	2	1	2

전체강좌의 강의계획 운영을 담당하는 주임교수의 역할은 새로이 개설된 강좌를 정착시키는 데에 가장 중요한 요소로 간주된다. 그러나 "생명과학을 위한 수학"의 경우 강좌 개설 이후 해마다 주임교수가 교체되었으며 이는 연속성 있는 강좌의 보완 및 교재개발에 걸림돌로 작용한 것으로 보인다. 또한 담당 강사의 교체도 다른 강좌에 비하여 심한 것으로 판단된다. 2002년부터 2005년까지 강좌 중 신임강사[1]들이 맡은 강좌의 수가 전체 64강좌 중 42강좌로 약 66%에 이른다(<표 3> 참조).

<표 3> 신임강사들이 담당한 강좌의 수

	02/1	02/2	03/1	03/2	04/1	04/2	05/1	05/2
신임	7	5	3	5	5	7	6	4
전체	9	7	8	8	8	8	8	8

전통적인 의미의 교양수학에 해당하는 "수학 및 연습"의 경우도 상당수의 강좌가 신임강사들에 의하여 이루어진다. 그러나 "수학 및 연습"의 교과과정은 수학과에서 학부 또는 대학원에서 배운 내용이 주를 이루고 있다. 또한 대부분의 신임강사들이 연습조교를 하면서 교과과정을 숙지한 상태이므로 수업준비에 따르는 부담이 훨씬 덜하다. 반면 "생명과학을 위한 수학"의 경우 다루는 주제들이 생소한 것들이 많고 접근방법도 기존의 다른 강좌와는 판이하게 다르다. 또한 메이플을 이용한 결과를 수업 시간에 보여주어야 하므로 메이플을 새로 익혀야 하는 등, 수업 준비에 소요되는 시간이 다른 강좌에 비하여 많이 필요하다. 이러한 부담은 강좌를 처음 맡았을 때 현저히 크며 그 이후로는 상당부분 감소함을 강사들과의 인터뷰에서 확인할 수 있었다.

불안정한 신분과 적은 강사료 등, 열악한 환경에 있는 시간강사들에게 많은 시간을 들여 강의 준비를 충실히 하라고 요구하기는 어렵다. 대다수의 시간강사들은 수업부담이 적은 과목을 선호하며, "앞으로 "생명과학을 위한 수학"강좌는 맡지 않겠다"라고 말하는 시간강사들도 있는 형편이다. 이런 상황에서 해마다 강사가 자주 바뀌는 것은 당연한 결과라고 할 수 있다.

1) 생명과학을 위한 수학을 처음 강의하거나 이전 해에 강의하지 않았던 강사를 총칭한다.

따라서, 담당강사의 부담을 줄이기 위하여 다음과 같은 방안을 제안하고자 한다. 첫째, 교과과정 개선과 교재 개발에 의지가 있는 주임교수를 선정하여야 한다. 둘째, 강사 배정에 있어서도 본 강좌의 강의 경험이 있는 강사를 우선 배정하고 가능한 한 연속적으로 강의를 의뢰한다. 셋째, 수업 준비에 필요한 시간을 줄일 수 있도록 메이플 프로그램과 다양한 시청각자료도 공동으로 제작하여 사용한다.

6.2 강사 및 조교에 대한 교육

앞서도 언급했듯이 "생명과학을 위한 수학"에서 다루는 주제들은 전통적인 수학과의 교과과정과는 많은 차이점이 있다. 실제로 본 강좌의 어떤 주제들은 강사들에게 무척 생소하며, 강사들이 교재의 내용을 이해하고 있다고 하더라도 그 배경지식이 취약하여, 학교에서 강사들을 위한 교육 자료와 강연 등의 제공이 미흡한 현 상황에서는, 수업 진행에 심리적인 부담감을 느낄 수 있다.

따라서 이를 개선하기 위해서는 "생명과학을 위한 수학"의 각 주제(예를 들어, 생물정보학이라든지 동력학계 등)에 관련된 적절한 참고도서와 관련 자료들을 전문가에게 의뢰하여, 적절한 내용을 선정하는 과정이 필요하다. 또한, 이해하기 어려운 부분이나 도움이 필요한 주제에 대하여는 전문가를 초빙하여 특별강의를 실시하는 등 실속 있는 강의가 되도록 최선의 조치를 취하는 것이 바람직하다.

정도의 차이는 있지만 생소한 주제와 다른 접근법에서 오는 어려움은 조교들에게도 공통적인 문제점을 야기한다. "생명과학을 위한 수학"의 각 강좌는 연습 시간이 없으며 조교가 1~2명씩 배정되어 퀴즈 및 과제물을 채점하고, 면담 시간을 통하여 학생들을 도와주도록 되어 있다. 그러나 일부 조교들은 강좌에서 가르치는 내용을 모르면서도 알려는 노력을 기울이지 않는 경우도 있다. 특히 대부분의 조교들이 메이플 사용에 익숙하지가 않아 실습 등에 보조 인력으로서 활용이 불가능하다. 따라서 새로 배정된 조교들을 대상으로 한 교육의 필요성이 대두되며, 그 중에서도 메이플에 대한 교육은 원활한 실습 진행을 위한 전제조건이라 할 수 있다. 또한 강사와 마찬가지로, 조교들에게도 연속적으로 이 강좌를 배정하는 것이 효율적인 운영을 위한 방안이 될 것이다. 신규 조교가 배정될 경우, 숙련된 조교와 신규 조교 2명을 같은 강좌에 배정하여 도움을 받을 수 있도록 한다.

7. 결 론

현대 과학의 두드러진 특징 중 하나는 본질적으로 다른 연구 분야들이 만나 새로운 분야를 만들어 낸다는 것이다. 생명과학 분야의 경우 수리 생물학(Mathematical Biology)이라 불리는 생명과학과 수학의 만남은 고전적인 예에 속하며, 생물정보학(Bioinformatics)이라 불리는 생명과학과 정보과학의 만남은 최근의 예(Mount, 2001; Jones & Pevzner, 2004)라고 할 수 있다. 컴퓨터의 성능 개선에 의한 정보과학의 발달은 과거에는 불가능했던 많은 것을 가능하게 하여, 새로운 이론과 기술을 창출하는

시너지 효과를 나타내고 있다. 그리고 그 이론적인 기반에는 확률론, 그래프 이론 등의 수학 이론이 자리하고 있다.

이러한 분야는 생물학적인 지식과 더불어 수학, 전산학 등 다양한 배경지식과 이러한 배경지식들을 효과적으로 통합하는 능력을 요구한다. 그러나 우리나라의 경우 학제의 특성상 이러한 필요성을 충족시켜 주는 교육이 현재까지는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 서울대학교 수리과학부에서는 이러한 필요성에 따라 "생명과학을 위한 수학"이란 강좌를 개설하였으며 그 현황과 문제점 및 개선방안 등을 III 절에서 VI 절에 걸쳐 살펴보았다.

상기의 내용을 토대로 "생명과학을 위한 수학" 강좌의 발전을 위해 다음 두 가지 사항을 지적하고자 한다.

첫째, 교과과정 조정과 이에 따른 교재개발이 필요하다. 교과과정에 대한 설문조사와 2005년도 강사진의 토의내용은 교과과정과 교재의 변화를 요구하였다. 이에 2006년 "생명과학을 위한 수학"의 교과과정은 수리 생물학과 생물정보학에 초점을 맞추었으며 다음의 주제들을 다루고 있다.

1학기 전반: 알고리즘, 수학적 모형화
1학기 후반: 미분방정식, 동력학계
2학기 전반: 다변수함수, 무한급수
2학기 후반: 확률 및 마르코프 연쇄, 생물정보학

위의 교과과정에 걸맞은 교재는 2006년 강좌에 사용되는 강의록을 바탕으로 수강생들과 강사들의 피드백을 거쳐 개발될 예정이다. 이러한 교과과정 개선과 교재개발이 원활하게 이루어지기 위해서는 일회성이 아닌, 장기적인 안목에서의 교재개발 프로젝트가 이루어져야 한다.

둘째, "생명과학을 위한 수학"을 운영하는 데에 있어서 가장 큰 어려움은 생명과학과 관련된 여러 주제를 잘 아는 강사를 지속적으로 확보하는 일이다. 이는 특화된 한 분야만 강의하는 전공수학과는 달리 여러 주제를 가르쳐야 하는 교양수학에서는 당연한 결과라 할 수 있다. "생명과학을 위한 수학"의 경우는 생명과학, 전산학 등 수학과는 본질적으로 판이한 분야의 배경지식을 요구하므로 어려움이 더 크다고 할 수 있다. 이 강좌의 모든 주제를 잘 아는 강사를 확보하는 것이 쉽지 않은 현재의 상황에서는 담당 강사들이 필요한 주제들을 연구하면서 강의를 진행할 수밖에 없다. 이를 개선하기 위해서는 학과와 대학 당국의 일관되고 지속적인 지원이 절실히 요구된다.

참 고 문 헌

Callahan, J. & Hoffmann, K. (1995). *Calculus in Context: The five college calculus project*, New York: W. H. Freeman and Company.

Callahan, J. & Hoffmann, K. (강현배 대표 번역) (2004). 상황속의 미적분학, 서울: 경문사.

Jones, N. & Pevzner, P. (2004). *An Introduction to Bioinformatics Algorithm*, Cambridge: MIT Press.

Mount, D. W. (2001). *Bioinformatics: Sequence and Genome analysis*, Cold Spring Harbor: CSHL Press.

김도한 (2000), 서울대 의예과 미적분학 강의 내용, 대한수학회 소식지 **69**, pp.36-38.

On the Analysis and Improvement of Calculus for Life Science

Kang, Hye-Jeong; Kim, Dohan; Seo, Seunghyun & Ahn Heungju
Department of Mathematical Science, Seoul National University, Seoul 151-747, Korea.
E-mail: shseo@snu.ac.kr

Choe, Kwangseok
Department of Mathematics, Inha University, Incheon 402-751, Korea.

"Calculus for Life Science" is one of the calculus courses for students majoring life science in Seoul National University. Contrary to the other calculus courses for students in natural sciences and engineerings, in "Calculus for Life Science" we have primarily chosen computer-based curriculum that is useful to life science and so we have tried to fulfill the requirements of the students majoring life science. Like this, we are of the opinion that there are diverse requirements in life science as well as other majors in basic mathematical education of the university. Upon this view, in this research, we consider the present conditions, the points at issue and study improvements of them.

In section II and III, we introduce briefly the present "Calculus for Life Science" focused on the curriculum. In section IV, according to the course evaluations and questionnaire, we make an analysis of the present condition and the points at issue of "Calculus for Life Science". In section V and VI, we present the improvements of the curriculum and the several education environments.

* ZDM classification : D15
* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D99
* Key Words : Calculus for Life Science, Mathematics Courses in Liberal Education

<부록 1> 주 교재 "상황속의 미적분학" 각 단원 주요 내용 소개

1장 미적분학의 배경

질병이 확산되는 상황을 설명하는 SIR-모형을 소개하고 그것을 표현하는 비율방정식을 구성한다. 이외에 실생활에 나타나는 몇 가지 다른 상황도 수학적 모형으로 기술해 본다.

2장 순차적 근사

초기조건을 가진 비율방정식에 의해 정의된 함수에 대해 오일러의 방법을 이용하여 순차적으로 함수의 근사값을 구해본다. 이 때 컴퓨터를 이용하여 오일러 근사의 수열을 구성하고 값들을 도시한다.

3장 도함수

함수의 변화율과 그래프의 기하적 성질 사이의 관계를 설명하면서 미분계수와 국소선형성의 개념을 설명한다. 또한 도함수와 편도함수도 소개한다.

4장 미분방정식

미분방정식을 정의하고 그것을 이용하여 여러 상황에 대한 모형을 기술해 본다. 한편 오일러의 방법을 이용하여 미분방정식의 근사해를 구한다.

5장 미분기법

간단한 함수에 대해 도함수와 편도함수를 구하는 공식과 기법을 설명한다. 그리고 도함수를 이용하여 함수의 최대·최소를 구한다. 또한 뉴턴의 방법을 소개한다.

6장 적분

리만합을 소개하고 그로부터 주어진 함수의 정적분을 정의한다. 또한 원시함수와 미적분학의 기본정리를 설명한다.

7장 주기성

주기함수에 나오는 여러 개념(주기, 진동수, 진폭 등)을 익히고 선형·비선형 스프링과 진자운동 등 주기적인 특징을 갖는 모형을 연립 미분방정식으로 표현한다.

8장 동력학계

상태공간과 벡터장을 소개하고, 미분방정식의 해와 상태공간의 궤적간의 대응관계를 설명한다. 벡터장에서 나타나는 평형점을 분류하고 미분방정식의 해의 특징과 연관 짓게 한다.

9장 다변수함수

이변수함수의 그래프와 등위도면을 통해 이변수함수의 최대·최소와 안장점을 인지할 수 있게 한다. 또한 기울기 벡터, 선형근사를 찾는 법을 설명하고 라그랑즈 승수법을 소개한다.

10장 급수와 근사

테일러 정리를 이용하여 함수의 근사값을 구한다. 교대급수 판정법, 비율판정법등을 통해 급수의 수렴여부를 확인할 수 있게 한다. 이울러 구간에서 주어진 함수의 최소제곱 다항근사도 소개한다.

11장 적분기법

치환적분법, 부분적분법, 부분분수법, 역삼각함수 치환 등을 이용하여 역도함수를 구하는 기법을 설명한다. 사다리꼴 규칙과 심프슨 규칙을 이용하여 보다 효과적인 적분의 근사값 계산을 수행해 본다. 아울러 특이적분도 소개한다.

12장 사례연구

그동안 배운 미적분학의 개념과 기법들을 다음의 구체적인 사례들에 도입해본다: 스털링의 공식, 포아송 분포, 힘 스펙트럼, 푸리에 급수.

<부록 2> 2005년 수강생 설문 조사 문항

★ 자신이 소속한 계열에 체크해주세요.

(가) 농생대 (나) 의예 (다) 생명과학부 (라) 수의예 (마) 기타

★ 다음은 "생명과학을 위한 수학" 1,2에서 다룬 주제들입니다.

주교재	① 수학적 모형화, 미분방정식 (1, 2, 4장)	
	② 미분, 미분기법 (3, 5장)	③ 적분, 적분기법 (6, 11장)
	④ 주기성, 동력학계 (7, 8장)	⑤ 다변수함수, 최적화 (9장)
	⑥ 테일러 정리 (10장)	⑦ 힘 스펙트럼과 푸리에급수 (12장)
보조교재	(8) 1장 메이플	(9) 2장 미분방정식
	(10) 3장 확률	(11) 4장 생물정보학

[질문1] 흥미로웠던 주제는 무엇입니까? (중복선택 가능)

[질문2] 유용하다고 느꼈던 주제는 무엇입니까? (중복선택 가능)

[질문3] 이해하기 어려웠던 주제는 무엇입니까? (중복선택 가능)

[질문4] 더 자세히 다루었으면 하는 주제는 무엇입니까? (중복선택 가능)

[질문5] 제외하고 싶은 주제는 무엇입니까? (중복선택 가능) 또, 그 이유는 무엇입니까?

★ 다음은 메이플 및 보조교재에 관련된 설문입니다.

[질문6-A] 현재 메이플(Maple)을 수업시간에 사용하고 있습니다. 당신의 생각은?

(가) 메이플 실습시간을 두고, 메이플을 1~2주 동안 체계적으로 가르쳐야 한다.

(나) 각자 자습하게 하되 현재의 보조교재를 보완해야 한다.

(다) 현행대로 유지하는 것이 좋다.

(라) 교과 과정에서 제외하는 것이 좋다.

[질문6-B] 보조교재 1장 메이플에 대한 당신의 생각은?

(가) 현재의 버전은 좋은 편이다. 이대로 유지하자.

(나) 2학기 진도에 해당하는 메이플 문법을 추가하자.

(다) 메이플 문법을 보충하고 (진도와 관련 없더라도) 알고리즘을 짜는 예제를 추가하자.

(라) 진도와 관련된 메이플 문법, 교재에 나오는 Maple 프로그램만 수록하면 된다.

[질문7-A] 보조교재 2장 미분방정식의 난이도는 어떠한가요?

(가) 쉽다. (나) 적당하다.

(다) 약간 어렵다. (라) 아주 어렵다.

[질문7-B] 보조교재 2장 미분방정식에 대한 당신의 생각은?

(가) 몇 주 동안 좀 더 체계적으로 가르쳐야 한다.

(나) 현행대로 유지하되, 보조교재를 조금 더 쉽게 써서 자습할 수 있도록 한다.

(다) 현재의 내용보다 더 축소하여 가르쳐야 한다.

(라) 폐지하고 아예 다루지 않았으면 한다.

[질문8-A] 보조교재 3장 확률의 난이도는 어떠한가요?

(가) 쉽다. (나) 적당하다.

(다) 약간 어렵다. (라) 아주 어렵다.

[질문8-B] 보조교재 3장 확률에 대한 당신의 생각은?

(가) 몇 주 동안 좀 더 체계적으로 가르쳐야 한다.

(나) 현행대로 유지하는 편이 좋다.

(다) 현재의 내용보다 더 축소하여 가르쳐야 한다.

(라) 폐지하고 아예 다루지 않았으면 한다.

[질문9-A] 보조교재 4장 생물정보학의 난이도는 어떠한가요?

(가) 쉽다. (나) 적당하다.

(다) 약간 어렵다. (라) 아주 어렵다.

[질문9-B] 보조교재 4장 생물정보학에 대한 당신의 생각은?

(가) 몇 주 동안 좀 더 체계적으로 가르쳐야 한다.

(나) 현행대로 유지하되, 보조교재를 조금 더 쉽게 써서 자습할 수 있도록 한다.

(다) 현재의 내용보다 더 축소하여 가르쳐야 한다.

(라) 폐지하고 아예 다루지 않았으면 한다.

★ 다음은 퀴즈, 과제물, Office hour, Tutor Room에 관련된 설문입니다.

[질문10] 현재 강좌에서 퀴즈를 보는 경우에

1. 퀴즈를 보는 것이 학습에 도움이 되는가?
   (가) 그렇다. (나) 아니다.
2. 퀴즈는 수업 내용과 일치하는가?
   (가) 그렇다. (나) 아니다.

[질문11] 현재 강좌에서 과제물을 내는 경우에

1. 과제물이 학습에 도움이 되는가?
   (가) 그렇다. (나) 아니다.
2. 과제물이 수업 내용과 일치하는가?
   (가) 그렇다. (나) 아니다.

[질문11] 퀴즈를 보는 것과 과제물을 내는 것 중 어느 편을 선호하는가?
(가) 퀴즈만 본다. (나) 과제물만 낸다. (다) 반반씩 섞는다.

[질문11] 현재 실시되는 Office hour는 도움이 되는가?
(가) 그렇다. (나) 아니다.
도움이 안 된다면 그 이유는 무엇입니까?

[질문12] 현재 실시되는 Tutor room은 도움이 되는가?
(가) 그렇다. (나) 아니다.
도움이 안 된다면 그 이유는 무엇입니까?

[질문13] 기타 건의 사항을 써주세요.