

수학과 생명과학계열의 협조적 교과과정 개발 방향의 연구

최 은 미 (한남대학교)

1. 서론

오늘 날 세계는 지식기반의 무한 경쟁 사회이며, 이 가운데 대학은 인재양성을 통해 사회에 공헌한다. 그러나 21세기 과학기술을 선도할 인재 교육의 현상이 되는 우리나라 이공계열의 현실은 그다지 밝지 못하다. 이공계 기피현상(장수명 외, 2005)은 수학능력 저하현상(이경우, 2004)과 더불어 심각한 수준에 도달하였으며¹⁾, 문제 해결을 위해 많은 연구가 있었지만 그 어려움은 날로 심해지고 있다. 대학입시의 선택형 수능과 교차지원²⁾ 그리고 선택 중심 고교교육과정 등의 제도적인 문제로부터, 인구감소로 인한 사회구조적 문제에 이르기까지 우리 대학사회는 복합적인 문제들을 안고 있다. 이러한 외적인 문제는 제도의 보완 연구(김재춘, 2001; 소경희, 2002; 허경철, 2003; 강현석, 2003; 허봉규, 2004; 정광희, 2006)를 통해 어느 정도 해결할 수 있다하더라도, 더욱 심각한 것은 수학의 중요성에 대한 개개인의 인식 부족이다. 홍후조(2005)는 대학에서 전공학습을 효과적으로 수행하는데 필요한 고교의 선수 학습과목이 무엇인가를 설문했는데 대학 3학년 이상 학생들은 전공 학습과 일상생활에 도움이 되는 과목으로서 영어와 국어를 응답했다. 그러나 그들은 국어, 영어와 함께 주요 과목이라고 할 수 있는 '수학'에 대해서는 일상적으로 여겨지는 것 보다, 그리고 대학입시에서 중요시되는 것보다 매우 낮게 그 효

용성을 인정했다는 심각한 보고를 했다. 학생들의 편견뿐만 아니라, 타 학과에서 수학에 대한 과소평가는 더욱 큰 문제를 유발하여, 이공계열이면서도 기초수학을 편성하지 않거나 혹은 개설하더라도 비 수학 전문가가 강의하는 기현상으로 드러나고 있다.

수학은 이공계 전체 분야의 공통 언어이며 사과의 기초일 뿐만 아니라, 경제, 사회, 회계, 법 등의 분야에서도 그 논리적 기초와 기술적 응용의 역할을 빼 놓을 수 없다. 수학은 수학 그 자체의 연구뿐만 아니라 서비스 학문만으로도 더할 나위 없이 중요하게 평가되어야 한다. 이 논문에서는 서비스 학문으로서의 대학수학 교과과정 개발의 방향을 고찰할 때, 그 수요자집단을 생물과학, 의생명과학 또한 BT분야를 포함하는 광범위한 의생명과학기술의 융합계열(이 논문에서는 간단히 생명과학계열이라고 부름)로 하려고 한다. 수학과 생명과학계열의 협조적 관계를 위한 대학수학 교과과정 개발 방향을 논의하여 우리 대학 현장에 적용 가능한 방안을 모색하기 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

연구문제: ① 수학과 생명과학기술 분야의 역사적 상호 관계를 알아보고, ② 두 분야의 협조적 교육과 연구를 위한 외국 사례를 조사할 때, 특별히 Bio2010과 Math & Bio2010의 제안을 분석한다. ③ 대학 학부 교과과정개편의 기본 방향을 연구하고 ④ 대학생의 기초조사를 통해 교과과정 개편의 방향과 수준을 제시하고자 한다.

제한점: 수학과 생명과학계열의 보편적 교과과정 개발 방안 연구를 위해 본 논문에서는 중위권 사립대학 학생들의 수준을 조사하여 그들의 교과과정에 적용할 수 있는 모형을 연구하였다. 그러나 이 연구는 궁극적으로 중고등학교의 수학과 생물학 교실의 학습현장으로 확장되어야 하며, 이를 위해 미국 K-12의 연구 사례를 조사하여 그 가능성을 함께 모색하였다.

* 2008년 6월 투고, 2008년 7월 심사 완료.

* JDM분류 : D35

* MSC2000분류 : 97D30

* 주제어: 대학수학교육, 교과과정개발

* 이 논문은 학술진흥재단 2007년 이공계 교육과정 개발 연구 지원사업 KRF-2005-082-C0008의 지원으로 수행됨.

1) 문화일보(2007.4.12) 수학·과학 학력저하 심각 80%; 동아일보(2007.1.15) 수학·과학 교육현실 참담한 지경

2) 한국경제(2007.2.5) 중위권 공대 합격자 절반은 문과생; 국민일보(2005.3.25) 선택형수능 학력저하 불러

2. 선행 연구

새생물(New Biology)이라고 불리는 생물학은 더욱 더 수리적으로 되어가는 21세기 생물학을 총체적으로 지칭하는 분야이다. 과학영역이면서도 수학과 거의 관계가 없는 것으로 인식되어왔던 생명과학계열 영역과 수학분야의 상호 보완적 관계에 대한 연구는 미국을 중심으로 최근 5년 동안 활발히 진행되었다. 그 중에서 2003년 2월 말에 개최된 Math & Bio2010 학회는 가장 큰 관심을 끌었으며, 그 외에도 뉴욕주립대학교(Stony Brook)의 Reinvention Center와 Rutgers대학교 DIMACS (Center for Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science)등은 수많은 학술회의와 워크숍을 개최하여 새생물에 관한 연구에 앞장 서왔다. 또한 MAA Math Fest 2003의 Reading the Book of Life의 학술 발표와 Project Kaleidoscope Faculty for the 21st Century 등도 수학과 생명과학계열의 분야의 상호관계연구에 큰 역할을 해 왔다. 학회에서 토론된 결과를 대학교 교육현장에 적용한 많은 사례들이 있어서, Hodgson et.al.(2005)은 생물학 교실에서 수학적 개념의 학습을 다루었으며, Wallace(2002)는 예비의과(pre-med)계열 학생들을 위한 수학강좌를, 그리고 Hammerman et.al.(2004)는 생물학과 전산수학의 공통영역 강의를 연구했다. 특별히 Hope대학(MI)은 두 분야의 서로 보완적인 대학 교과과정 개발을 위한 논의를 위해 2003년 7월에 워크숍 'Creating Courses that integrate Biology and Mathematics'를 1주일 동안 개최했다. 이에 따른 교육과정 개편의 결과 검증도 다수 진행되었다(Hastings et.al., 2003; Palmer et.al., 2003; Bialek et.al., 2004).

한편 생물과 수학의 보완적 관계에 대한 교육을 대학에서 뿐 만 아니라 K-12 고등학교 과정으로 확장하려는 많은 노력이 있었다. 그 중에서 Rutgers대학교는 Bio Math Connection(BMC) 프로그램을 통해 고등학교에서 적용가능한 수준의 교육 자료를 개발하고 연구하도록 도움을 주어왔다. 수학과 컴퓨터를 절대적으로 필요로 하는 새생물학이 대학 내에서는 어느 정도 자리 잡으면서 수학-생물학의 두 학문 분야를 오가며 연구하는 학생들이 조금씩 늘어나고 있는 반면, 고교 과정에서는 거의 백지상태에 있다고 우려를 표하면서, 고교 과정에서부터

새생물학의 준비를 시작해야하는데 '이것을 달성하기 위해 교사들이 교실에서 수학과 생물학의 상호관계를 잘 설명할 수 있는 강의 자료를 준비하는 것이 필수적이다'고 BMC의 설립목적을 명시했다. BMC는 2001년 이후 매년 고교 교사와 학생들이 참가하는 워크숍을 개최해 왔다. 2001~2003년까지 고등학생 연구회의는 'Graph theory and its applications to problems of society'를 주제로 했으며, 2004년 이후부터는 'Bio/Math Connect Institute: Conference on linking mathematics and biology in the high schools'를 개최하여 교사·학생들의 연구 증진에 큰 역할을 했다. 특별히 2006년 'The Biology/Math Interface: Topics in Molecular Biology, Bioinformatics, Epidemiology, Ecology'를 통해 두 분야의 협조적 관계교육에 심혈을 기울였다.

많은 연구 논문들이 발표되어서, Kimberly et.al.(2003)과 Andersen(2007)은 K-12교육에서 수학과 생물학의 상호관계를 교육할 수 있는 방안을 논의했는데, 특별히 Andersen은 수학적 개념을 사용하여 분자면역에 관련된 생물학 강의를 실험한 결과, 학생들의 이해도가 훨씬 높아졌다고 보고했다. Horak(2005a)은 고교 생물학에 나오는 선형방정식을 사용하여 수학과 과학 교사들의 팀티칭 모형을 연구했고, Horak(2005b)는 이와 관련된 학생들의 협동학습 모형을 제시했다. Lukens et.al.(2000)은 고등학생 1780명을 대상으로 전통적인 AP생물학과 AP미적분을 수강한 집단과, 통합된 AP생물학/AP미적분을 배운 집단 사이의 학력수준을 비교 연구했다. 수학적 모델링을 사용하여 고교 생물학에 적용하는 여러 방안도 보고(Cartier et.al., 2000, 2006)되었으며, 컴퓨터를 활용한 고교 생물학 강의 모형에 관한 연구(Wilder et.al. 2007)도 있었다. 또한 Tanner et.al.(2003)는 고등학교에서 수학과 생물학의 협조적 관계를 가르치기 위해 대학과 고등학교의 파트너십의 중요성을 보고했다.

우리나라에서도 '융합과학에서의 수학의 역할'(여성수리과학회, 2007, 포항공대), '생물수학 여름학교'(2007, 포항공대)등 여러 형태의 학술회의와, 송규영(1999)과 전태수(2006)등의 많은 논단이 있으며, 또한 한국수리생물학

3) To achieve these ends, it is critical to have available for teachers to use in their classes curricular materials that highlight the interconnections between the mathematical and biological sciences.

회가 설립되어 큰 역할을 하고 있다. 이러한 논의는 여러 대학에서 생물정보학, 시스템생물학 등의 새로운 교과목을 만드는데 어느 정도 영향을 미쳤다. 그러나 대학교과과정의 새로운 편성에 대한 공개적이고 구체적인 논의(최은미 외, 2007)를 찾아보기 어려울 뿐 만 아니라, 더욱이 우리나라 중고등학교 과정에 적용하려는 노력은 거의 전무하다고 할 수 있다.

3. 21세기 수학과 과학 영역의 변화

현대과학이 갈릴레오와 뉴턴과 함께 시작되었다는 주장(Motz, 1987)에 따르면 그들에게 있어서 과학과 수학은 별개의 것이 아니라 물리학 문제를 풀기위한 수학적 도구의 개발이었다고 한다. 이로 인해 20세기의 대부분 동안, 수학과 물리학의 긴밀한 협조관계는 과학 발전을 주도해 왔다. 수학의 많은 영역은 물리학에서 응용되도록 구성되었고 미적분학, 미분방정식 등은 물리학 과목과 평행한 것으로 여겨졌으며, 또한 수학적공학자에게도 미적분을 기초로 하는 물리학의 수장이 적극 권고되었다.

대부분의 사람들은 정확한 이론은 잘 모른다하더라도 수학과 물리학이, 가령 중력으로부터 상대성 이론까지, 깊은 관계에 있다고 알고 있다. 그러나 수학과 생명과학계열의 밀접한 관계를 알고 있는 사람은 거의 없으며, 과학의 많은 영역 중에서 유독 생명과학계열은 수학과 먼 거리의 학문처럼 인식되곤 한다. 사실은, 생물학자인 R. Brown은 꽃가루를 관찰하는 과정에서 브라운 운동을 발견했으며, 파국(catastrophe)이론, 동역학이론 그리고 편미분방정식 이론 등은 생명계열학적 문제에 깊이 관여하고 있다. 게놈(genome)해석이 많이 보고되고 있는 오늘날조차도, 수학과 물리학이나 천문학에서 중요한 도구가 되는 것처럼, 생명과학 연구에 필수적인 도구라고 인식하지 못한다.

이런 대중적인 편견은 전통적인 수학 교과과정이 물리-과학 지향으로 구성되어 온 학교 교육의 결과로 보인다. 한편 이러한 인식이 전혀 잘못된 것만은 아닌데, 생명과학계열 학문 중에서 가령 전염병학이나 인구통계학은 수리적문제와 밀접하지만, 분류학이나 생리학 등에서는 그 관계가 조금 덜 하다. 또한 몇 가지 예외는 있지만, 생명과학계열에서 사용되는 수리적인 도구들은 물

리분야에서 응용되는 정도와 비교할 때 그 효과가 적어 보이는 것도 사실이다. 과학자들은 생명계의 패턴을 알아내고 그 과정을 모델화할 수 있는 수리적 모형(Adams, 2003)을 만들었다. 그러나 이러한 모델들은 연구 문제에 답을 줄 만한 충분한 정확도가 없을 뿐 만 아니라, 물리학에서 보이는 것과 필적할 만한 영향력 있는 정리로 나타나기도 쉽지 않다. 생명분야의 수학적 모델은 상당히 구어적이어서, 흥미로운 수학적 가설을 만들 뿐이지 검증의 결론을 보여주지 못하는 경우가 대부분이다.

최근에는 이 모든 상황이 바뀌었다. 현대 생명과학계열의 연구는 수학적이고 실험적인 방식이 완전히 통합되는 단계를 맞이하면서 실험데이터를 설명할 수 있는 수학적 추상화와 분석, 그리고 직관적 사고를 필요로 하고 있다. 분자학, 세포학, 유기체학 그리고 생태학 등, 생명과학계열 어느 분야도 수학과 통계학과 무관한 영역이 없다. '생명과학계열 학생들이 수학과 전산학을 더 많이 배울수록 전문적으로 그리고 경제적으로 성공할 가능성이 높아진다.'는 보고(Gross, 2000)도 있듯이, 비 수리적인 과학으로서의 생명과학계열의 이미지를 버려야만 21세기 융합과학으로서의 BT와 NT의 발전을 기대할 수 있다. 마치 뉴턴이 만유인력을 이해하기위해 스스로 미적분을 개발했던 것처럼, 생명과학의 문제를 연구하는 과학자들이 가령 Lotka-Volterra 피식자-포식자 모형방정식과 같은 새로운 수학을 개발하도록 기대되어야 한다.

4. 수학과 생명과학의 협조적 교육과 연구

수학의 유력한 파트너로 등장한 생명과학분야는 수학 교육의 변혁을 요구하고 있다. 최신의 게놈이론은 차치해두고라도, 수학과 생명과학이론 사이의 간격은 놀라울 만큼 가까워졌는데, 수학은 생명과학의 언어와 알고리즘이 되어가는 것이다. 지난 수년간 MAA와 NSF/DUE⁴⁾ 등의 여러 단체는 두 학문의 보완적 성질을 연구해왔다. CRAFTY⁵⁾(2000)는 'Technical Mathematics: Biotechnology & Environmental Technology'에서 학부 교육과정 개발 가능성을 논의했으며, CUPM⁶⁾(2004)은

4) National Science Foundation Division of Undergraduate Education

5) Curriculum Renewal Across the First Two Years

'Curriculum Guide 2004'에서 21세기의 처음 15년 동안 학부 수학 교과과정의 목표와 전략을 제시했다.

Math & Bio2010 (Steen, 2005)는 수학과 생명과학의 보완적 역할의 제안서들 중에서 가장 잘 알려진 것이다. MAA의 5개 단체가 2003년 초에 개최한 학술대회 'Meeting the Challenges: Education across the Biological, Mathematical & Computer Sciences' (Bethesda, MD)의 보고서로서, 수학과 생명과학계열의 학제간 학부교육과정에 관심을 가진 다양한 전공의 사람들이 참여했다. 이 학회보다 조금 앞서, 2002년 가을에 National Research Council (NRC)는 'Bio 2010: Transforming Undergraduate Education for Future Research Biologists' (NRC, 2003a)를 개최하여, 생명과학전공 학부과정에서 수학 뿐 만 아니라, 공학, 전산학, 화학, 물리학의 전반적인 역할에 대해 폭넓게 다루었다. Bio2010은 논의의 결론으로서 8가지 제안을 했는데 그 중 처음 3가지가 생명과학에서 수학의 역할에 대한 것으로, 결국 Math & Bio2010은 Bio2010에서 제기된 문제에 대한 수학분야의 응답으로 볼 수 있다. 이 결과는 수학과 생명과학계 뿐 만 아니라, 의·약학과 전산·통계의 여러 영역에 큰 파장을 불렀다.

학부과정 개편 방향으로 Bio2010의 8가지 제안은 다음과 같이 요약될 수 있다.

① 생명과학의 고유성질이 변함에 따라 각 교육기관은 현재의 교과과정과 교수방법이 오늘날 생명과학계열 학생들에게 적합한지를 검토해야 한다. 학생들이 수학, 물리학 또한 정보과학에서 기초를 다져서 더욱 많이 요구되는 학제간 연구를 준비시켜야 한다.

② 수학적 개념, 예제, 기술은 물론, 물리, 정보과학은 생명과학계열 교과내용에 반드시 포함되어야 한다. 마찬가지로 생명과학의 개념과 예제들은 다른 과학교과에 포함되어야 한다. 수학을 생명과학강좌에 통합시키는 방법을 마련하고, 동시에 수학과 물리학에 생명과학의 예제를 반영할 수 있는 수단을 모색한다.

③ 대학은 수학, 과학 그리고 생명과학계열 교수들이 학제간 강좌를 개발할 수 있도록 프로그램을 조성한다. 서로 다른 학과 소속 교수들의 공동 연구에 대한 행정적 장벽과 연구비 수혜의 어려움은 없어야 한다.

④ 실험과목은 가능한 한 학제간 형태로 만든다.

⑤ 학생들이 개별연구를 하도록 장려하며, 이를 통해 학점을 부여해야 한다.

⑥ 세미나 형식의 강좌는 연속적이고 정기적으로 제공되어야 한다.

⑦ 의과대학진학을 위한 필수과목과 입학시험은 생명과학계열 학부교육과정 개편에 큰 어려움이 되므로, 그 내용을 다시 검토해보아야 한다.

⑧ 교수개발은 교육 개선의 핵심이다. 교수개발을 위한 프로그램이 대학에서 뿐 만 아니라 전국적으로 조성하여, 교수들 스스로 생명과학, 수학 그리고 물리학의 통합적인 관계를 정립해야 한다. 또한 강의시간에 잘 반영될 수 있는 여건이 제공되어야 한다.

제안 ①, ②는 생명과학에서 수학의 필요성과 역할을, 제안 ③은 수학과 생명과학의 학제간 강좌의 중요성을 언급했다. 그리고 제안 ⑧은 교육개혁을 위해 반드시 선행되어야 하는 교수개발과 그에 따른 지원문제를 말했다. 여기서 볼 수 있듯이, Bio2010의 가장 큰 주제는 생명과학이 수학과 동떨어진 분야가 아니라 통합적인 영역이라는 것으로서 수학, 정보학, 물리학 그리고 생명과학을 통합적으로 다룰 수 있는 학제간 교과과정의 필요성을 강조하고 있다. 최소한의 수학만이 가르쳐지던 생명과학의 오랜 전통을 넘어서, 생명과학자들이 수학과 정보과학에 깊은 관심을 가져야 한다고 제안했다. 또한 수학자들에게도 유사한 변화를 촉구했는데, 오늘날의 수학 전공학생이, 과거에 물리학에서 강한 배경이 요구되었던 것처럼, 생명과학에 깊은 관심을 갖도록 유도되어야 한다고 제안했다. 이와 더불어 주목해야 할 부분은 제안 ⑦로서, 생명과학 내에서 발생하는 예비의과대학(premed)문제에 관한 것이다. 우리나라에 의학전문대학원이 도입됨에 따라, 이와 유사한 문제가 우리 대학교육현장에 곧 나타날 것이라는 예측과 함께 미리 대처해야 할 문제이다.

Bio2010의 제안에 대해 Math & Bio2010은 많은 논의를 거쳐 구체적인 방안을 마련했으며, 몇몇 선구적인 대학과 교수들에 의해 교과과정개혁이 추진되었다. Michigan주립대학의 미생물학교수인 Jackson(2005)은 수학, 전산학 또한 생명과학을 교차하여 과학자들을 한데 묶을 수 있는 계획과 전략을 제시했다. 각 교수들의 자신이 속한 학과의 좁은 영역을 넘어 설 수 있도록 장

려하고, 그런 노력을 보상하는 계획이 학과나 대학 차원에서 수립되어야 한다면서 다음과 같은 제안을 했다.

- **팁티칭:** 강의 부담을 줄이고, 교수와 학부생들의 연구 할당 시간을 늘림
- **강의시수 계산:** 실제 강의한 시간이 아니라, 참여한 교과목에 의해 강의시수를 계산
- **강의와 연구의 협조:** 수학, 전산, 생명과학의 대학 부서 간 연구와 강의 협조 장려
- **학제간 강좌 장려:** 학제간 강좌를 하는 교수에게 가중치 적용
- **교수재량 부여:** 강좌에서 개인적인 변화를 줄 수 있는 교수 선택 재량을 부여하여 수학과 과학을 잘 조합한 생명과학의 계량적 기술을 개발하도록 함.
- **교과과정 개혁:** 미적분을 필수과목으로 지정하고, 실험적이고 새로운 강의법을 장려
- **교수지원 확대:** 재교육을 위한 수당과 연구비 지원

이러한 노력은 몇 대학에서 가시적인 변화를 만들었다.

- **Cornell대학**은 수리생명과학에 중점을 둔 수학프로그램을 제공하면서, 수학/생명과학의 공통분야 3과목을 수강하고, 수학에서 2과목을 더 이수하도록 했다.
- **Maryland대학(College Park)**은 생명과학 강좌들에 걸쳐 생물정보학을 통합시켰다.
- **Wisconsin대학(Parkside)**은 생물정보학전공을 신설했다.
- **Rochester공과대학**은 Center for Biotechnology Education & Training을 통해 생물정보학 학위 프로그램을 학부과정에 신설했다.
- **Foothill대학(CA)**은 biotechnology 프로그램을 통해 생물정보학 자격증을 수여한다.

5. 교과과정 개편의 네 가지 구성요소

대학수학을 생명과학계열의 교육에 적용하기위해 4가지 구성요소- 교과내용, 교수, 행정기관, 학생-에서 복합적인 변화를 이끌어 내야한다. 각 구성요소의 역할을 살펴본 후, 그 시행방안을 고찰하려고 한다.

1) 교과내용은 추구하는 목적은 물론 주변의 협조상황을 고려하여 결정해야한다. 내용의 수준에 따라 '교양지식' (생명과학에서 다루는 수학적 기초개념과 표현 이해능력), '자격지식' (복잡한 데이터 분석 능력과 전문대학원 진학준비), 그리고 '전문지식' (수학적 방법을 생명과학기술 영역에 응용할 수 있는 학제간 연구자질)으로 구분하여 각 단계에 적절하도록 구성한다. 또한 어떤 강좌와 프로그램이 필요하며 가능한지, 그 강좌를 보조할 수 있는 환경과 도구가 충분한지에 대한 각 대학의 고유한 주변상황을 고려한다. 더욱이 대학의 행정적 규제가 예상되는 어떠한 개혁도 성공할 수 없음을 인식하여, 학위과정이 길어지거나 비용 또는 보조 인력의 지나친 증대가 요구되는 방향은 제고해 보아야한다.

시행방안 : 교과목을 고안하고 강의 자료를 개발하기 위해 다음을 고려할 수 있다.

<p><교양지식 관련></p> <ul style="list-style-type: none"> * 생명과학 문제의 해결에 서비스할 수 있는 내용으로 구성된 기초수학 강좌. * 1,2학점 분량의 보조적인 수학강좌로서, 현재 운영되는 생명과학계열 과목에 수리적으로 도움을 줄 수 있는 강좌. * 수학적 응용을 포함하는 기초생명과학 강좌. <p><자격지식 또는 전문지식 관련></p> <ul style="list-style-type: none"> * 양 분야의 공통영역을 소개하기 위해 특별히 마련된 수학강좌나 수리적 생명과학 강좌. * 현대생물학의 수학적 방법에 관한 강좌로서 '수리적 모델링', '생명과학시스템 분석' 또는 '생물정보학의 수학적 원리' 같은 과목 * 미적분I은 선수과목이 되어야하며, 양 분야 학생들이 함께 수강할 수 있도록 함.

한편, 생명과학전공을 위한 수학교과 내용의 구성에서 고려되어야하는 또 하나의 특별한 상황은 의과대학문제이다. 미국의 경우, 생명과학계열 전공생의 수는 꾸준히 증가해서 현재 이공계열 중에서 가장 대단위 전공 프로그램이 되었다. 그러나 그들 중 거의 50%이상이 예비 의과대학 프로그램에 속하여, 의대진학시험인 MCAT과

DAT⁷⁾를 위한 생명과학을 원하는 경우가 대부분이다. Wallace(2002)는 다트머스대학 생명과학계열의 대부분 학생들이 예비의대프로그램에 속해있으며 생명과학 자체에는 관심을 보이지 않는다고 했다. 이런 현상은 다트머스대학과 같은 아이비리그에서 뿐 만 아니라, 미국 대학들의 공통 상황으로서, 소규모 사립인 Detroit Mercy대학도 의과대학을 준비하는 너무나 많은 학생들로 인해 Bio2010의 제안에 따른 교과과정 개편에 큰 어려움이 있다고(Bakes, 2005)했다. 그는 교수와 학생 모두가 생명과학강좌가 이러한 시험 준비에 적합하게 구성되어야한다고 생각하고 있다고 보고했다. 의과대학 진학을 주요 교육목표로 하는 학과에서 MCAT등의 시험을 무관심하게 넘기거나 생명과학계열전공의 교육에 지장을 초래하는 대신 더욱 적극적으로 시험의 요소를 점검해보아야 한다는 것이 Bio2010의 7번째 제안이다.

생명과학계열의 대다수가 예비의대프로그램에 관심을 두고 있다는 현상은, 학문 영역에서 수학교과와 역할과 마찬가지로, 생명과학계열은 하나의 독립적인 연구영역인 동시에 서비스학문이 되어간다는 것이다. 이러한 상황이 특별히 주목되는 이유는, 생명과학계열을 염두에 두고 대학수학 교과내용을 구성할 때, 교과목의 목적이 불분명해 질 수 있기 때문이다. 생리학, 유전학 등을 포함하는 새생물에서 수학적 모델링과 분석에 능숙한 지식인을 지향하는지, 아니면 의학에 적용하고 사회적 요구에 부응하는 기술인을 지향하는지에 대한 심각한 논의가 선행되어야한다.

2) 교수들은 교과과정개발에서 가장 중요한 역할을 한다.

- 강의와 강의자료 개발을 위한 연구
- 연구와 교육의 통합 방안 연구
- 수학 외 전공의 학문용어와 기초지식의 이해를 위한 교수들의 교수법 개발

대부분의 교수들은 전통적으로 강의되어 온 내용과 더불어 자신의 연구 영역에서 익숙한 내용을 강의하며, 한편 학생들은 새로운 강의 자료와 연구 경험의 기회가 제공되는 강좌를 통해 좋은 학습을 할 수 있다. 그러나

새로운 강의를 준비하는 것은 교수들에게 큰 부담이 되며, 여러 가지 이유에서 교수들은 강의 준비에 많은 시간 들이는 것을 원치 않는다. NRC는 강의와 연구를 통합할 수 있는 시범적 프로그램인 ‘연구와 교육의 통합’(NRC, 2003b)을 개최하여, 연구관련 지원을 받은 과학자들과 교육학적 연구를 통해 교과과정 개발을 하는 교수들의 파트너십을 도모했다. 이 워크숍의 목적은 자신의 연구프로젝트를 강의에 적용할 수 있는 교육학적 접근 방법을 논의하는 것이었다.

시행방안 : 강의 모듈의 개발과 온라인 자료 구축을 위해, 다음의 것을 고려할 수 있다.

<p><교과과정 개발의 필요성 인식> 교수들의 절대적인 시간과 노력을 필요로 하는 작업이므로, 무엇보다 그것이 반드시 필요하다는 인식을 갖추는 것이 선행되어야함.</p>
<p><학제간 팀의 구성> 학제간 교과와 자료부족은 새로운 강좌 개설에 가장 큰 어려움이 되므로, 서로 다른 지식배경을 가진 교수들의 협력이 필요.</p>
<p><교육환경 변화에 따른 교수 개발> 새로운 연구의 소개, 교수시간의 효과적 사용, 교수 개발을 위한 대학 내 장치 마련 등이 모색되어야하며, 여기에는 적절한 포상과 인정시스템 등 대학 행정적 지원이 필수적임</p>

수학과 생명과학계열의 내용을 통합한 교재나 강의 자료의 부족은 교수들이 수리적 생명과학 과목을 개발하는데 가장 큰 어려움이 될 것이다.

3) 행정기관의 지원은 필수적이다. 교수들은 새로운 교과목과 자료 개발을 위해 노력하며, 학제간 분야의 학회를 결성되고 또한 연구 논문도 발표한다. 그러나 그 결과를 교육현장에 적용하고 보급하기위해 전문 학회나 대학의 행정적 지원이 절대적으로 요구되는데, 이것은 대학교 구조의 변화를 필요로 하는 쉽지 않은 일이기 때문이다. 대학 교육과정 결정과정의 어려움은 임은정(2007)에서 잘 볼 수 있다. 교육과정의 수많은 개편에도 불구하고 계속 제기되는 불만은 지금까지 대학 교육과정

7) Medical College Admission Test; Dental Admission Test

이 다양한 요구를 적절히 수렴하지 못했을 뿐 만 아니라 충분한 개선을 이룰 만큼 필요한 변화가 제대로 일어나지 못했음을 말하고 있다면서, 이것은 대학사회의 정치성, 보수성, 복잡성, 불연속성등과 같은 특징 때문이라고 했다. 교육과정 개발에 대한 무관심, 전공 이기주의, 정체성 문제 등은 큰 어려움이 되는데, 바로 여기에 행정기관의 조정과 지원이 필요한 것이다.

시행방안 : 대학 내의 복잡한 상황을 고려하여 실제적인 운영을 이루어 내야한다.

<p><개혁적 강좌 지원></p> <p>훌륭한 강의교수가 대학으로부터 보상받는 일이 종종 있기는 하지만, 승진이나 연봉에 영향을 미치는 일은 거의 없음. 탁월한 강의교수는 훌륭한 연구교수와 비교되는 평가가 요망됨.</p>
<p><교수개발을 위한 프로그램></p> <p>위스콘신대학은 연구중심대학과 강의중심대학의 교수들을 함께 초청하여, 학부 생명과학에 초점을 맞춘 학술대회를 개최함.</p>
<p><대학간 혹은 부서간 조정></p> <p>Morgan주립대와 Wheaton대학에서는 생물정보학을 가르치기 위해 생물학과와 전산학과가 연합함.</p> <p>대·소규모 대학사이의 협조로서, Goucher대학에서 3년 동안 생물학전공을 한 후, Johns Hopkins대학에서 2년 동안 공학전공을 하는, 3/2공학프로그램을 운영함.</p>
<p><강좌개발을 위한 교수시간></p> <p>Maryland대학(College Park)은 대학연구비를 사용하여 강좌개발을 위한 교수시간을 확보해 줌.</p>

이와 더불어 대학 내에 보조기관의 운영이 효과적이다.

- 강좌 개발의 교육학적 지원을 할 수 있는 강의개선센터 운영.
- 수학적 기초지식을 필요로 하는 학생들을 도와줄 수 있는 수학센터 운영.
- 수학, 생명과학, 전산학 그리고 공학과 협력으로 운영할 수 있는 협동센터 운영.

팁티칭이나 TA 문제 등은 상당히 심각한 논쟁을 유

발할 지도 모른다. Jackson(2005)은 “변화를 위해 학과 전체의 강력한 지지를 받는 것은 절대로 쉬운 일이 아니며 특히 생명과학과 수학의 결합은 더욱 그렇다. 교수들이 동의를 하게 되면, 대학 당국은 충분한 재정적 지원을 해야 한다. 교과목과 교과과정을 성공적으로 개발하기위해서 교수들의 협력 뿐 만 아니라 대학의 물질적, 행정적인 지원이 필수적이다.”고 대학행정의 역할을 언급했다. 더욱이 수리적 내용이 더해진 생명과학계열 강좌는, 의과대학진학시험과 더불어 담당 교수들의 어려움을 가중시키게 되므로, 이러한 문제해결을 위해 대학 행정기관의 적극적인 협조가 수반되어야 한다.

4) 학생부분은 교과과정 개편에서 가장 조심스럽게 다루어져야하는데 구성요소인데, 이는 개편의 모든 결과가 궁극적으로 적용되는 부분이기 때문이다. 학생들의 상황 파악이 선행되어야 하며, 크게 3가지를 고려한다.

- 학생들의 다양성 - 학력기초수준과 성별
- 미래의 직업군에 대한 학생들의 관심사
- 새로운 지식사회에 대한 준비

학생들의 다양성, 특별히 학력수준은 교과과정 구성의 기초자료이다. 본 연구에서는 설문조사를 통해 그 수준을 파악하였으며 이에 대한 논의는 다음 장에서 한다.

Seymour et.al.(1997)은 미국대학의 예비과학(science) 전공생의 수가 가장 현저히 줄어드는 때는 대학 1학년이라고 했다. 이 기간에 많은 학생들이 과학을 포기하고 전공을 바꾸는데, 그 이유로서 흥미를 유발시키지 못하는 강의와 미래의 직업에 대한 불투명성 등을 들었다. 이는 교과과정 개발 시 학생들의 다양성과 그들의 미래 직업군의 관심사를 고려하여 직업에 관한 청사진을 제공하는 것이 필요함을 시사해준다.

시행방안 : 양 분야의 상호관계에 대한 편견을 깨는 일부터 시작한다.

<p><수학의 모든 영역은 생명과학과 공통점을 가짐></p> <ul style="list-style-type: none"> * 수리통계적 모델은 분자생물학부터 환경학의 전 분야에서 사용됨. * 생명과학적 질문은 수리과학의 진보를 일으킴. * 방대한 데이터로 인해, 수학과 생명과학의 많은 관계들이 더욱 본질적인 것으로 됨.

<미래의사에게는 기초 수학지식이 필요함>
 Illinois대 Nusbaum(2006)는 '모든 예비의대생들이 미적분학을 필요로 하는가?'에서 의사들에게 수학적 지식의 필요성을 주장함. 다만 전통적인 미적분 교과 내용 보다, 대수, 통계, 수리적 사고능력과 같은 기초 지식이 더 중요하다고 함.

지난 30년 동안 수학과 생명과학에서 완전히 새로운 영역이 출현하고 또한 이러한 새 지식이 무척 빨리 응용된다는 것을 충분히 목격해 왔다. 바로 여기에 학제간 교과 개발의 필요성이 있다. 앞으로 도래할 새로운 지식 사회를 준비하기 위해 생명과학계열 학생이 배워야 하는 수리적 지식의 종류들은, 기존의 교과에 통합되고 또는 새로운 교과목으로 만들어지기 전에 충분한 토론과 더 많은 검증 단계를 거쳐야 한다. 분명한 것은, 대학의 지원, 교수들의 노력, 정부의 정책, 그리고 학회의 방향제시가 없이는 수학과 생명과학기술 분야의 상호 교과 개선은 기대할 수 없다.

6. 우리나라 대학교육에서 적용 가능성

수학과 생명과학의 통합교육을 가장 잘 할 수 있는 방안은 고등학교 교육의 정상화에 있다. 고교과정에서 탄탄한 수학적 배경을 가지고 대학의 전공으로 들어오는 것이 가장 효과적이지만, 우리의 현실이 그렇지 못함은 잘 알려져 있다. 본 연구에서는 2006, 07, 08년도 3년 동안 중부권 대학신입생을 대상으로 기초설문을 실시하여, 그 결과를 바탕으로 교과과정의 수준을 설정하고자 했다.

3년 동안 설문의 기본내용은 유사했지만, 매년 응답을 분석한 후, 미비한 점이 발견될 때마다 내용을 조금씩 보충했다. 1차 년도에는 성별조사가 이루어지지 않았던데 비해, 2차 년도에는 학생들의 구성 현황을 깊이 살펴 보기위해 성별조사 항목을 추가했다. 또한 3차 년도에서는 대학입시모집 형태 (정시, 수시1차, 2차 모집)도 조사했다. 이 논문에서는 이미 분석이 다 진행된 1, 2차 년도의 결과를 바탕으로 논의를 하고자 한다.

* 2006년 3월 9일	* 2007년 3월 6일
* 생명과학계열: 275명	* 생명과학계열: 197명
* 비교연구를 위해, 이과대(수학,물리학) 90명과 공대(기계공학) 57명을 설문	* 비교연구를 위해, 이과대(수학) 57명과 공대(기계공학) 62명을 설문
* 대상자: 총 422명	* 대상자: 총 316명

조사 결과, 06년과 07년도 사이에 큰 차이는 없었지만, 조금씩의 차이는 분명히 드러났다.

<표 1> '07 전체신입생(316명), 생명계열(197명)의 이과/문과 출신 유형

	이과	문과	기타(오류)
전체316명	278명(88.0%)	30명(9.5%)	8명(2.5%)
생명계열197명	176명(89.3%)	19명(9.6%)	2명(1.0%)

<표 1>에서, 약 9.5%에 달하는 문과출신 학생이 이과대, 생명과학계열로 교차 진학했다. 고교시절 이과/문과 분포비율은 이공계와 생명과학계열에서 거의 차이가 없어서, 문과출신의 교차지원이 생명과학계열에서 더 심화된 것은 아니다. 한편 2006년도 교차지원 (문과→이과)의 비율은 11.8%⁸⁾로서 07년도 보다 높았었다.

<표 2> '07 전체 316명의 수강과목

10-가	10-나	수학1 9)	수학2	미적 분	확률 통계	실용 수학	이산 수학
296명 93.7%	290명 91.7%	293명 92.7%	248명 78.5%	240명 75.9%	44명 13.9%	20명 6.3%	5명 1.6%

<표 3> 비교표 '06 전체 422명의 수강과목

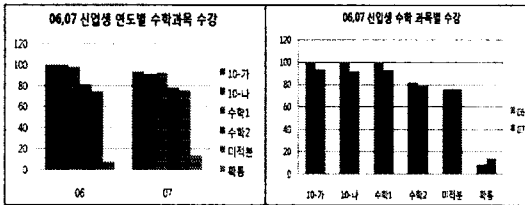
10-가	10-나	수학1	수학2	미적 분	확률 통계	실용 수학	이산 수학
421명 99.8%	421명 99.8%	416명 98.6%	343명 81.3%	318명 75.4%	36명 8.5%	20명 4.7%	13명 3.1%

대학신입생들의 수학실력에 대한 우려는 <표 2>에서 다시 확인할 수 있다. 이과와 문과의 공통 분야인 수학 1까지는 92%가 이수했으나, 이과 영역으로 분류되는 수

8) 2006년도 데이터는 (최은미 외, 2007) 참조.

9) 10-나 와 수학1 사이의 수치차이는 표기실수로 보임.

학 2와 미적분은 평균 77%만이 이수했다. 즉 이공/생명 과학계열 신입생 중 23%가 이과영역의 수학을 수강하지 않은 것으로서, 이는 40명 단위로 구성된 강의실에서 10명이 미적분을 배우지 않았음을 시사한다. 이러한 상황은 06년도 <표 3>과 비교해 볼 때, 더욱 악화된 형편으로서, 06년에는 81%이상의 학생이 수학 2를 이수했었다.



<그림 1> '06, '07 전체 신입생의 수강과목

한편, 수학 선택과목인 확률통계, 실용수학, 이산수학의 수강율은 07년도 평균 7.27%로서, 06년도 평균 수강율인 5.43%보다 다소 증가하였다. 이는 일선고교에서 선택교과의 개설이 점차 다양화되고 있다는 고무적인 현상으로 보인다. 그 중에서 확률통계는 06년도 8.5%에서 07년도에서 13.9%로 눈에 띄이는 성장을 보였다. 그와는 반대로 이산수학은 3.1%에서 1.6%로 감소하는 현상도 감지되었다.

<표 2, 3>은 전체 신입생을 대상으로 하였으나, 이 연구의 주요 대상인 생명과학계열에 대한 세밀한 조사를 위해 <표 4, 5, 6>에서는 계열별로, 또한 연도별로 분석했다.

<표 4> '07 이공계열 119명의 수강과목

10-가	10-나	수학1	수학2	미적분	확률통계	실용수학	이산수학
110	110	110	97	91	22	9	1
92.4%	92.4%	92.4%	81.5%	76.5%	18.5%	7.6%	0.8%

<표 5> '07 생명계열 197명의 수강과목

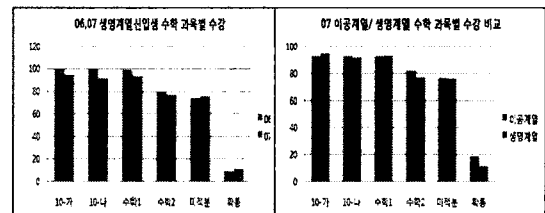
10-가	10-나	수학1	수학2	미적분	확률통계	실용수학	이산수학
186	180	183	151	149	22	11	4
94.4%	91.4%	92.9%	76.6%	75.6%	11.2%	5.6%	2.1%

<표 4, 5>에서, 수학 10-가, 나 그리고 수학 1까지

수강율은 두 집단이 거의 동일했으나, 수학 2는 이공계열이 81.5%로서 생명과학계열의 76.6%과 확연한 차이를 보였다. 그러나 그 다음 과정인 미적분의 수강율은 두 집단에서 다시 거의 동일했는데, 이는 이공계열에서도 수학 2까지만 선택하고 미적분을 포기하며, 반면 생명계열의 경우 수학에 관심을 갖고 수학 2를 이수한 학생의 거의 대부분이 미적분까지 연결된 것이다. <표 5, 6>은 연도별 추세를 보여주는데, 전반적으로 수학 이수현상이 감소했다.

<표 6> 비교표: 06 생명계열 275명의 수강과목

10-가	10-나	수학1	수학2	미적분	확률통계	실용수학	이산수학
274	274	272	219	202	25	13	7
99.6%	99.6%	98.9%	79.6%	73.5%	9.1%	4.7%	2.5%



<그림 2> 연도/계열별 : '06, '07 생명계열의 수강과목

수학능력시험의 수리가/나 또한 과학탐구/사회탐구의 응시유형은 교과과정 개발에 또 하나의 중요한 자료가 된다. <표 7, 8>에서는 수능응시 유형에 대한 질문을 07년, 06년 전체 신입생과 계열별로 분석했다.

<표 7> '07 전체신입생과 계열별 수능유형

	전체 316명	생명계열 197명	이공계 119명
수리가/과탐	163 (51.6%)	106 (53.8%)	57 (47.9%)
수리가/사탐	3 (0.9%)	2 (1.0%)	1 (0.8%)
수리나/과탐	96 (30.4%)	64 (32.5%)	32 (26.9%)
수리나/사탐	26 (8.2%)	15 (7.6%)	11 (9.3%)
무응답	28 (8.9%)	10 (5.1%)	18 (15.1%)

<표 7>에서 특이한 점은 다른 어떤 항목보다 무응답(오류포함)이 많다는 것이다. 단순오류일수도 있으나 실제로 학생들 자신이 어떤 유형의 수능시험을 선택했는지를 모르거나 혹은 특별한 형태의 모집을 통해 수능시험

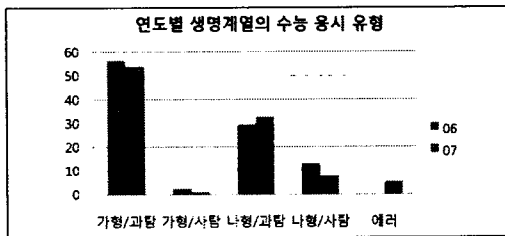
을 치르지 않은 경우라고 생각된다. 철저한 분석을 위해 08년에는, 입시모집 형태(정시, 수시1, 2)를 물어보았다.

<표 8> 비교: '06 전체신입생과 계열별 수능유형

	전체422명	생명계275명	이과90명	공과57명
수리가/과탐	246명 (58.3%)	155명 (56.4%)	59명 (65.6%)	32명 (56.1%)
수리가/사탐	7명 (1.7%)	3명 (2.3%)	1명 (1.1%)	3명 (5.3%)
수리나/과탐	124명 (29.4%)	81명 (29.5%)	24명 (26.7%)	19명 (33.3%)
수리나/사탐	45명 (10.7%)	36명 (13.1%)	6명 (6.7%)	3명 (5.1%)

06년도의 신입생 58.3%가량이 수리가/과탐을 선택했다. 이 학생들을 순수 이과집단이라고 할 때, 이는 고교 교과과정상 수학2와 미적분을 수강한 비율 81.3%, 75.4% (<표 6>)보다 상당히 낮은 수치이다. 심지어는 자신을 이과출신이라고 답한 86.5% (<표 1>)와도 큰 차이를 보인다. 이는 학생들이 고교과정에서 이과 교육과정을 따랐다하더라도 정작 수능시험에서는 보다 쉽고 유리한 수리나형을 선택한 것으로서, 수리가형 응시자에게 가산점¹⁰⁾ 부여가 더욱 적극적으로 고려되어야 함을 입증한다.

한편 07년도 조사에서는 거의 9%에 달하는 무응답으로 인해 신입생 전체적으로 판단을 내리기는 무리이지만, 생명과학계열에서 무응답이 5%이므로 생명과학계열을 중심으로 연도별 추세를 살펴볼 수 있다.



<그림 3> 연도별 '06, '07 생명계열의 수능유형

전체적으로 수리가/과탐의 응시 비율이 감소했으며, 특히 생명과학계열에서 56.4% → 53.3%로 되었다. 반면 수리나/과탐은 29.5% → 32.5%로 증가하였다. 이는 우리 대학의 이공계열의 형편이 더 나빠진 것을 시사한다.

07년 전체신입생(316명)의 성별분포는 남학생 213명(67.4%), 여학생 103명(32.6%)이다. 한편 생명과학계열(197명)의 남학생은 124명(62.9%), 여학생 73명(37.1%)이다. 여학생은 전체 이공/생명계열의 약 1/3인 32.6%이며, 생명과학계열에서는 이보다 조금 높은 37.1%이다. <표 9, 10>은 신입생의 성별에 따른 수능 응시유형을 분석하였다.

<표 9> '07 생명계열의 성별 수능유형 (백분율/전체인원수)

	수리가/과탐	수리가/사탐	수리나/과탐	수리나/사탐	오류
남124명 (62.9%)	70명 (35.6%)	2명 (1.0%)	39명 (19.8%)	5명 (2.5%)	8명 (4.0%)
여73명 (37.1%)	36명 (18.3%)		25명 (12.7%)	10명 (5.1%)	2명 (1.0%)
전체 197명	106명 (53.8%)	2명 (1.0%)	64명 (32.5%)	15명 (7.6%)	10명 (5.1%)

<표 10> '07 생명계열의 성별 수능유형 (백분율/성별인원수)

	수리가/과탐	수리가/사탐	수리나/과탐	수리나/사탐	오류
남124명	70명 (56.5%)	2명 (1.6%)	39명 (31.5%)	5명 (4.0%)	8명 (6.4%)
여73명	36명 (49.3%)		25명 (34.3%)	10명 (13.7%)	2명 (2.7%)
197명	106명	2명	64명	15명	10명

생명과학계열 197명 중 수리가/과탐을 응시한 학생은 106명으로 53.8%이며, 이 중 여학생 36명, 남학생 69명으로 각각 전체 197명 중에서 18.3%와 35.6%이다. 한편, <표 10>은 이것을 성별로 분석한 것으로서 <표 9>보다 많은 것을 보여준다. 여학생 73명 중 수리가/과탐 선택자인 36명은 49.3%로서, 남학생 124명 중 70명의 비율 56.5%와 비교할 때, 다소 적은 비율이다. 수리나/과탐은 여학생 73명 중 25명이, 남학생 124명 중 39명이 응시하여 여학생 비율이 조금 높았다. 그러나 수리나/사탐은

10) 연합뉴스(2007.5.28) 서울대 인문계수리가형 가산점 검토; 한국경제 (2008.3.29), 자연계 수리가형 가산점 높여야;

여학생 73명 중 10명이, 남학생 124명 중 5명이 선택하여 각각 13.7%와 4%로서 큰 차이를 보였다.

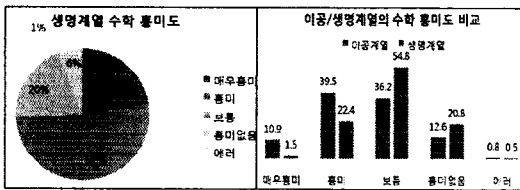
결국, 수리나/사탐을 순수 문과출신이라고 볼 때, 문과에서 이과로 교차 지원한 학생의 비율이 여학생에서 상당히 높는데 비해, 순수 이과출신으로 볼 수 있는 수리/과탐 선택비율은 남학생에게서 비교적 높았다. 이는 여학생에서 교차지원의 현상이 더 많이 드러난 것으로 주목할 필요가 있다.

2007년도에는 수학의 흥미도 조사도 포함되어 있었다.

<표 11> '07 전체316명과 생명계197명의 수학흥미도

	매우흥미	흥미	보통	흥미없음	오류
전체 316명	16명 (5.1%)	91명 (28.8%)	151명 (47.8%)	56명 (17.7%)	2명 (0.6%)
생명계 197명	3명 (1.5%)	44명 (22.4%)	108명 (54.8%)	41명 (20.8%)	1명 (0.5%)
이공계 119명	13명 (10.9%)	47명 (39.5%)	43명 (36.2%)	15명 (12.6%)	1명 (0.8%)

<표 11>에서 흥미 없음이 생명과학계열 20.8% (41명)인데 비해, 매우 흥미와 흥미로 답한 학생이 23.8%(47명)이다. 보통으로 답한 54.8%까지 생각하면, 수학에 대한 원천적인 거부감을 표현한 학생은 20%정도이다. 이것은 전체응답자 316명의 결과인 흥미 없음 17.7% (56명)보다 높은 수치로서 생명계열에서 수학거부감이 큰 것으로 다시 확인되었다.



<그림 4> 계열별 비교: 이공계와 생명계의 수학흥미도

앞서 언급한 홍후조(2005)는 대학 3학년 이상의 학생들 대부분은 고교과정에서 배운 교과목이 대학전공을 학습하는데 불충분하거나 부적합하다고 응답했으며 그나마 도움이 되는 고교과목으로서 영어와 국어가 응답된 반면 수학은 거의 모든 전공에서 하위로 언급되었다고 했다.

‘고교에서 정작 배워야 할 것은 제대로 가르치지 않는 교육과정을 개선해야한다’고 했지만, 이런 환경에서 고교와 대학 학습 사이의 연계를 찾는 것은 매우 어렵다. 결과적으로 학생들의 수학적 기초 부족과 더불어 인식 전환이야말로 대학에서 담당해야할 가장 시급한 일 중의 하나이며, 학생들을 올바르게 파악하는 것이야말로 문제 해결의 실마리를 찾는 일이 된다.

7. 문제점 논의

수학은, 과학 모든 분야에서 그런 것처럼, 생명과학 전반에 걸쳐 중요한 역할을 해 왔다. 그럼에도 불구하고, 일반인들이 가진 편견의 근원에 대해, Jungck(2005)은 생명과학 분야 교재의 저자들이 교재에서 너무 적은 분량의 수학 내용을 다룸으로 인해 생명과학과 수학이 무관한 것처럼 보이도록 조장했다고 비난했다. 저자들 뿐만 아니라 대다수의 생명과학 계열 교수들은 그들의 학생들이 수학적으로 준비가 부족한 상태라고 가정하면서 강의에서 수학내용을 제외시켰으며, 더욱이 출판사는 ‘교재에 방정식 하나가 늘어나면 판매의 10%가 줄어든다 (for every equation we lose 10% of our market)’라면서 교재에서 수학적 설명을 배제하려는 의도를 공공연히 드러낸다고 했다. 최은미 외(2007)에서는 우리나라 8개 대학 생명과학계열의 핵심 교과과정과 그에 준하는 주요 전공서적을 조사하여 수학의 어떠한 내용과 어느 정도 관계가 있는지를 알아보았다. 그러나 Jungck의 주장에 따르면 이러한 방법은 저자와 출판사의 잘못된 의도에 의해 수학이 생명과학 분야에서 과소평가된 현상으로 드러나기 쉽다.

한편 ‘생물학을 바꾼 10가지 방정식’(Jungck, 1997)은 생명과학에서 필요한 수학 방정식을 소개했다. 그 중 5개 방정식은 생명과학분야의 노벨수상자의 연구결과이며, 나머지 5개는 이미 상식이 되어 일반생명과학 교재에 나오는 것이지만 수학적 근원은 무시되고 설명되지 않고 있다. 가령, 개체군의 다양성을 보존하고 환경변화에서 살아남기 위한 최적의 조건은 평미분방정식을 사용하여 찾아야 함에도 불구하고 이러한 과정에 대한 설명은 일반생명과학 교재는 물론 심지어는 진화론에 관한 학부 교재에도 거의 나오지 않는다. Jungck(2005)은 자

신이 다른 10개의 방정식이 생명과학에서 가장 중요하다고 주장하는 것이 아니라, 역사적으로 수학의 중요성과 더불어 현대 생명과학에서 수학과 전산학의 중요성이 지속되고 있음을 생명과학교육을 담당하는 사람들에게 알리기 위한 목적이라고 밝혔다.

본 연구의 설문을 통해 생명과학계열 학생들은 이공계학생들보다 고교 수학을 덜 배웠으며(<표 4, 5>), 이러한 현상은 06년도 보다 07년도에 더욱 악화되었음을 보았다(<표 6>). 수학의 흥미도도 이공계열의 (매우)흥미 비율이 51%인데 비해 생명계열은 24%로서 두 배 이상 차이가 있었다(<표 11>). 결국 수학을 피하여 선택한 전공에서 특별한 장치가 없는 한 그들은 계속적으로 수학을 기피할 것이다. 그러나 그들이 수학을 선호하지 않을 뿐이지, 수학적 능력이나 준비가 부족하다는 결론은 성급해 보이는데, 이러한 양상을 부추기듯이 의도적으로 수학의 내용을 줄이는 교재 편찬이나 강의설정은 생명과학기술이 수리적으로 되어가는 변화를 역행하는 큰 과오가 될 것이다.

8. 결론 및 제언

학부과정의 교육은 사회, 학문 그리고 학생들 기초수준의 변화 등으로 인해 중요한 변환기를 맞이하고 있으며, 특별히 생명과학기술 분야에서의 놀라운 변화는 그에 준하는 교육의 변혁을 요구하고 있다. 이 연구에서는 학부과정에서 수학과 생명과학의 상호 보완관계를 교육할 수 있는 방안을 질문했다. 이를 위해 4가지 연구 과제를 설정했으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

① 상호보완적 역사 고찰: 생명과학의 역사에서 수학은 항상 중요한 역할을 해 왔지만, 20세기에 수학-물리학의 긴밀한 협조가 지속되는 과정에서 상대적으로 수학-생명과학의 관계가 주목받지 못했다. 그러나 융합과학으로서 BT와 NT의 부상은 수학적 분석을 요구하게 되었으며, 더욱이 21세기 새생물이라고 불리는 생명과학분야는 방대한 데이터를 기본으로 하며 이는 수학적 도구의 도움 없이는 분석이 불가능한 상태가 되었다.

② 협조적 교육과 연구의 사례: CRAFTY, CUPM의

보고와 더불어, Math & Bio2010과 Bio 2010의 잇단 발표는 미국 내의 수학, 생명과학, 전산학, 물리학의 여러 분야에서 큰 파장을 일으켰다. Bio2010은 생명과학계열의 교과과정 개선방향으로 8가지를 제안했는데, 그 중 처음 3개가 수학과와의 협조적 교육에 관한 것이며, 8번째가 학교 행정적 지원에 관한 것이다. 또한 의과대학문제에 관한 7번째 제안도 우리가 눈여겨 보아야한다. 이에 대해 Math & Bio2010은 적극적이며 직접적인 많은 방안을 발표해서, 미국 내 수많은 대학과 K12 고등학교 교과과정의 변화를 이끌어 냈다.

③ 교과과정 개편의 방안: 생명과학계열에 서비스 할 수 있는 수학 교과과정 개발의 4가지 요소를 분석했다.

(교과내용)은 생명과학 문제의 해결에 도움이 되는 교양지식으로 구성된 기초수학강좌나, 현재 운영되는 생명계열 과목에 계량적으로 도움을 줄 수 있는 1, 2학점 분량의 보조적인 수학강좌를 개발한다. 또한 '수학적 모델링', '생명과학시스템 분석' 또는 '생물정보학의 수학적 원리'같은 수리생물학적 강좌를 마련한다.

(교수)들은 서로 다른 지식배경을 가진 사람들로 연구와 교육의 팀을 구성한다. 교수개발 프로그램을 만들어 학제간 연구에 친숙해지도록 하며, 서로의 강의자료를 공유하고 보급하는 네트워크를 만든다. 무엇보다 전공간의 팀티칭과 학제간 강좌 구성을 노력해야한다.

(행정기관)은 대학 내의 두, 세 전공을 융합하는 교육과정 결정과정의 많은 어려움을 조정하고 지원해야한다. 새로운 교과디자인과 교수지원, 그리고 재교육 문제를 적극적으로 담당해야 한다.

(학생)들에게 미래의 지식사회에 필요한 기초지식을 잘 교육하며, 생명과학계열 전공생에게 수리적 지식이 필수적임을 인식시킨다. 수학에 대한 불신과 과소평가를 반드시 극복시키며, 학생들의 기초수준 파악을 선행하며, 그들의 미래 직업에 관심을 가져야한다.

④ 학생 기초상황 조사는 교과내용의 수준을 판단하는데 결정적인 역할을 한다. 그림 1,2에서 보듯이, 수학 과목 수강율은 연도별로 감소하였으며, 더욱이 생명과학계열 학생들의 수학 2의 이수율(76.6%)은 이공계열의 비율보다 현격히 낮았다. 결국 40명 기준의 한 학급에서 10명이 수학 2 이후의 강좌를 배우지 않은 형편이다. 더

욱 심각한 것은, 학생들의 수능시험 응시 유형으로 볼 때 비록 고교에서 수학 2를 배운 경우에 조차도, 그것이 수능시험의 수리가형 선택으로 이어지는 않았다. 실제 수리가형/과탐을 선택한 신입생들은 06년 58.3%, 07년 51.6%로서 전체 학생의 절반 정도에 불과하며, 더욱이 그 비율 감소가 두드러졌다. 성별 분석으로 볼 때 생명과학계열의 여학생 73명중 단지 49%가, 또한 남학생 124명중 56.5%가 수리가/과탐을 응시함으로써, 여학생들의 교차지원 현상이 더 심각했다. 이러한 조사를 통해 대학수학 교과내용을 어떻게 구성해야하는지에 대한 답을 알 수 있다. 생명과학계열과 전형적인 이공계열 학생들과의 차이점이 분명히 존재하며, 이공계열 전체에 강의 되는 형태의 강좌는 생명과학계열에게 적절치 않음을 알 수 있다. 학생들의 눈높이에 맞춘 교과 수준을 설정하고, 교과내용과 교수법을 재고를 할 때 생명과학계열 전공교수와의 협조적 연구를 모색해야한다.

위의 논의를 바탕으로 다음을 제안해 볼 수 있다.

(i) 기존 대학수학 내용을 재검토하여 생명과학계열에 적합한 내용으로 구성된 새로운 강좌를 개설한다. 과거 대부분의 대학수학이 물리학 응용을 많이 다루었던 것과 차별화하여, 수학 내용의 선별과 생물학적 응용, 예제를 주로 다룬다.

(ii) 수학과 생명과학의 협조적 관계를, 외국 사례를 바탕으로 대학, 교수, 학생들에게 적극적으로 알린다. 우리나라 대학의 생명과학계열에서는 수학 관련과목으로 통계학만이 편성된 경우가 많이 있는데 비해, 미국에서는 적어도 미적분1과 통계학을 듣는 경우와 미적분1, 2를 듣는 경우가 대부분이다. 더욱이 Math & Bio2010에서 제안된 최소의 형태는 미적분1, 2, 상미분방정식 1학기, 일반통계학 1학기, 비모수통계학 1학기이다.

(iii) 기존의 생물학 강좌에 더 많은 수학을 포함시키는 방안도 있으나, 이것은 현실적으로 우리가 할 수 있는 일은 아니다. 다만 필요시 팀티칭과 학제간 과목을 통해 적극적으로 서비스 할 수 있어야 한다.

이러한 논의의 궁극적인 결론은 고등학교 과정까지 확장하는 방안을 마련하는 것이어야 한다. 미국의 K-12 교육을 위해 대학이 주도하여 고등학교 교사와 학생들을

위한 프로그램을 운영하면서 파트너십을 강조하고 있음을 눈여겨보아야 할 것이다.

21세기는 나노, 바이오, 그리고 정보기술의 융합과학기술이 대세를 이루는 사회가 될 것이라고 한다. 융합과학의 중요성이 부각되는 현대과학의 논의는 대학과정에 적용되는 구체적인 교과과정 연구 없이는 허상일 뿐이며, 이를 위해 대학 신입생 때부터, 혹은 중고등학교 과정부터 적극적인 교육과 홍보가 필요하다. 21세기 과학 시대에 부응할 수 있도록 대학수학교육의 변혁을 준비하고 적극적으로 교육을 해야 할 때이다.

참 고 문 헌

- 강현석 (2003). 제 7차 선택중심 교육과정에 따른 균형적인 학습기회체제 설계모형 개발, 교육학연구 41(1), pp.195-224.
- 김재춘 (2001). 일반계고등학교 선택중심 교육과정의 효율적인 적용방안 연구, 2001년도 교육과정 후속지원 연구과제 답신보고, 교육인적자원부.
- 소경희 (2002). 고등학교 선택중심 교육과정에 제시된 '학생선택권'의 의미와 구현방안 탐색, 교육과정연구 20(4), pp.87-106.
- 송규영 (1999). 수학적 사고가 미래 생물학을 지배한다. 인간계능프로젝트, 과학동아 12.
- 이경우 (2004). 이공계 학력 저하와 이공계 기피, 철학과 현실, 61, pp.93-102.
- 임은정 (2007). 대학 교육과정 결정과정의 특징: 4개 대학 교양 교육과정 결정 사례를 중심으로, 교육과정연구 25(3), pp.81-107.
- 장수명·서혜애 (2005). 이공계 기피현상의 경제적 진단, 교육재정경제연구 14(2), pp.25-52.
- 전태수 (2007). 수리생물학의 주요 주제, 대한수학회뉴스 108(7), pp.24-18.
- 정광희 (2006). 일반계 고교 운영체제 다양화 연구, RR 2006-04 한국교육개발원.
- 최은미·유천성·서종진 (2007). 대학 신입생의 학력수준을 고려한 대학수학 범위 연구- 생명과학전공을 중심으로, 교육과학연구 38(1), pp.195-214.
- 허경철 (2003). 국가수준 교육과정 개정방식의 개선방안

- 탐색, 교육과정연구 21(3), pp.1-25.
- 허봉규 (2004). 학교현장에서 본 선택 중심 교육과정, 교육과정연구 22(3), pp.93-122.
- 홍후조 (2005). 대학전공학습을 위한 고교의 선수학습과목에 관한 대학생의 인식 조사 연구, 교육과정연구 23(3), pp.257-288.
- Adam, J. (2003). *Mathematics in Nature: Modeling Patterns in Natural World*, Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.
- Andersen, J. (2007). Enriching the Teaching of Biology with Mathematical Concepts, *American Biology Teacher* 69(4), pp.205-209.
- Bakes, S. (2005). Overcoming premed barriers, *Math & Bio2010*, L.Steen(ed.) MAA.
- Bialek, W. & Botstein, D. (2004). Introductory science and mathematics education for 21st-century biologist, *Mathematics in Biology, Science*, 303.
- Cartier, J. & Stewart, J. (2000). A modeling approach to teaching high school genetics. *BioQUEST Notes* 10(2), pp.10-12.
- Cartier, J.; Stewart, J. & Zoellner, B. (2006). Modeling and inquiry in a high school genetics class. *The American Biology Teacher* 68(6), pp.342-345.
- CRAFTY (2000). *Technical Mathematics:Biotechnology and Environmental Technology*, MAA, Washington, DC.
- CUPM (2004). *Curriculum Guide 2004: Undergraduate Programs and Courses in the Mathematical Sciences*, MAA, Washington, DC.
- Gross, J. (2000). Education for a biocomplex future, *Science* 28, pp.807.
- Hammerman, N.; Tolvo, A. & Goldberg, R. (2004). Using Mathematics to Bridge the Gap between Biology and Computer Science, *Math & Computer edu.* 38(3), pp.271-290.
- Hastings, A. & Palmer, M.A. (2003). A bright future for biologists and mathematicians? *Science* 299.
- Hodgson, T.; Keck, R.; Patterson, R. & Maki, D. (2005). Mathematics in the Biology Classroom: A Model of Interdisciplinary Education, *J. of College Science Teaching* 34(5), pp.46-50.
- Horak, V. (2005a). Biology as a Source for Algebra Equations: *Mathematics Teacher* 99(1), pp.55-57
- Horak, V. (2005b). Activities for Students: Biology as a Source for Algebra Equations, *Mathematics Teacher* 99(4), pp.296-299.
- Jackson, J. (2005). Bioinformatics and Genomics, *Math & Bio2010*, Steen, L. (Ed.) MAA.
- Jungck, J. (1997). Ten equations that changed Biology: Mathematics in problem solving biology curricula, *J. of College Biology Teaching* 23(1), pp.11-36.
- Jungck, J. (2005). Challenge, Connection, Complexity: Education for collaboration, *Math & Bio2010* Steen, L. (Ed.) MAA.
- Lukens, J. & Feinstein, S. (2000). Raise Test Scores: Integrate Biology and Calculus, *National Center for Research on Teacher Learning*. ERIC # ED 445926.
- Motz, L. (1987). *The World of Physics*, Weaver, J. (Ed.) Simon & Schuster, NY. pp.17-27.
- NRC (2003a). *Bio 2010: Transforming Undergraduate Education for Future Research Biologists*. Washington DC. National Academies Press.
- NRC (2003b). *Integrating Research and Education: Biocomplexity Investigators Explore the Possibilities: Summary of a Workshop*. Washington, DC, National Academies Press.
- Nusbaum, J. (2006). Mathematics Preparation for medical school: Do all premedical students need calculus? *Teaching & Learning in Medicine* 18(2), pp.165-168.
- Palmer, A.; Arzberge, P.; Cohen, E.; Hastings, A. & Holt, D. (2003). *Accelerating mathematical-biological linkages*. Report of a joint NSF - NIH Workshop; 2003 NIH, Bethesda, Maryland.
- Seymour, E. & Hewitt, N. (1997). *Talking about leaving: Why undergraduates leave the science*, Westview Press, Boulder, CO.
- Steen, L. (Ed.) (2005). *Math & Bio2010*, Linking

- Undergraduate Disciplines, MAA.
- Tanner, K.; Chatman, L. & Allen, D. (2003). Approaches to Biology Teaching & Learning: Across the School-University Divide-Cultivating Conversations through Scientist-Teacher Partnerships, *Cell Biol. Educ.* 2, pp.195-201.
- Wallace, D. (2002). The Compleat Modeler: Application of Calculus in Medicine and Biology- at Dartmouth College. *Source:Primus*, 12(3), pp.219-29.
- Wilder, A. & Brinkerhoff, J. (2007). Supporting representational competence in High School Biology with Computer-Based Biomolecular Visualizations, *J. of Computers in Mathematics & Science Teaching* 26(1), pp.5-26.

A Study of Curriculum Renewal of Interdisciplinary between Mathematics and Life & Biological Science

Choi Eun Mi

Department of Mathematics, Hannam University, Daejeon, Korea

E-mail: emc@hnu.ac.kr

The intersection between mathematics and biology is rapidly expanding. The purpose of this paper is to develop college mathematics curriculum to improve the quantitative and mathematical skills of life & biological science students, and to help them better appreciate the importance and utility of mathematics. We deal with 4 questions. We first study how mathematics plays an important role in biological education and the history of biology. Secondly, we do a case study about partnership between mathematics and biology societies not only in university but in highschool of US, specially via Bio2010 and Math & Bio2010. We then investigate a way to enhance new mathematics curriculum as a service in biological science. Finally, we survey university students' basic background in order to determine the level of curriculum. From our investigation, we suggest some points to renew curriculum.

* ZDM classification : D35

* 2000 Mathematics Subjects Classification : 97D30

* Key Words : college mathematics education, curriculum development