



# 이화여자대학교 생명과학 특성화 사업 포스트 게놈시대의 생명과학 융합체제 구축

이 공 주 | 이화여자대학교 연구처장

이화여자대학교는 ‘포스트 게놈시대의 생명과학 융합체제 구축’이라는 제목으로 2003, 2004년에 이어 2005년부터 4년간 교육부 특성화 사업을 지원받았다. 이화여대에서의 생명과학 분야 발전은 비교적 오랜 역사를 가지고 있고, 대학사회에서 기존의 틀을 깨고, 새로운 시도를 하여 성공한 좋은 예가 되었다. 동시에 이러한 역사에 근거하여 앞으로 한국 생명과학의 발전 및 생명과학 관련 산업의 큰 발전에 견인차 역할을 할 수 있는 교육 및 연구를 수행해 가리라 예상된다. 이 글에서는 이화여대 생명과학 특성화 사업단의 교육 및 연구를 위한 새로운 시도와 미래의 전망에 대하여 기술하고자 한다.

## ■ 이화, 생명과학의 역사를 쓰기 시작하다

2002년 인류는 달나라에 도착한 것과 같은 또 하나의 위대한 업적을 이룩하였다. 인간 게놈 지도의 100% 해독이 그것이다. 사람이 가지고 있는 모든 유전자의 정보를 해독하여

DNA 및 단백질 배열 순서를 확보하였다. 이 정보의 양은 전화번호부와 같이 뽁뽁이 적으면, 1000페이지짜리 책 1000권에 해당되는 양이다. 이러한 대량의 정보를 이용하여 생명현상을 어떻게 이해하고 이를 활용할 수 있는지에 대하여 많은 연구가 진행되고 있다.

동시에 한쪽에서는 체세포를 이용하여 복제 양 돌리를 만들고, 줄기세포 연구가 활발히 진행되어, 배아에서 줄기세포로, 또 줄기세포에서 각 장기 세포로 분화할 수 있는 작용 기전을 밝히고자 많은 노력이 진행되고 있다. 이와 같이 생명과학의 발전에 의해 인간은 지금까지와는 전혀 다른 삶을 살게 될지도 모른다. 불치병이란 용어가 지구상에서 완전히 사라지고 인간의 평균 수명이 100세가 되는 세상, 신의 영역이라고 굳게 믿었던 생명체의 탄생도 인간의 손에서 디자인되는 첨단과학의 시대가 가능하게 되리라 많은 사람들은 믿고 있다. 그러나 아직은 이것이 꿈이고, 희망이나, 이를 앞으로 가능하게 하는 것은 생명과학에 근거한 바이오테크놀러지이다. 인간의 힘으로 이루어 낸 중요한 기술이고, 현재 과학의 정점

인 생명과학 한가운데에 이화여대가 중요한 역할을 하고 있다.

이러한 변화가 이화여대에서 일어난 것은 1997년의 일이다. 이화여대는 21세기의 발전 비전을 '전문 여성인력 양성'으로 정하고, 이를 위하여 다양한 분야(생명과학, 정보과학, 디자인, 국제학, 여성학 등)의 전문 인력 양성을 위한 투자를 시작하였다. 지난 100년간 이화여대는 좋은 인문학적 배경을 갖추게 되었으나, 21세기에는 이공계 전문 여성인력의 양성이 필수적이란 판단하에 특성화 작업을 시작하게 되었다. 특히 이화여대는 우수학생이 의과대학, 약학대학, 자연대학에 오는 것을 근거로 하여 동시에 발전할 수 있는 분야로 생명과학을 선택하게 되었다. 동시에 생명과학이 2010년 이후에는 정보산업을 능가하는 주요 핵심 기술로 떠오를 것에 대비해 발 빠른 행보를 시작하였다. 이화여대는 생명과학의 수월성을 확보하기 위한 전략으로 이미 의학, 약학, 생물학, 화학 분야에 교육 및 연구의 자원을 확보하고 있으므로 이를 근거로 생명과학의 광범위한 분야 중 의약생명과학과 밀접한 관계를 가지고 있는 세포 신호 전달 연구에 대한 연구로 집중화를 시도하게 되었다.

이를 위하여 의학, 약학, 생물학, 화학 등 생명과학 분야의 학제 간 연구를 활성화하고, 여성 과학 인재 양성을 위하여 학부 교육과 더불어 전문 인력 양성을 위한 획기적인 대학원 교육 및 프로그램을 강화해 왔다. 이를 위한 본격적인 학생과 연구 지원, 국내외 우수 교수진 확보, 연구 및 교육시설 확보, 새로운 열린 연구 및 교육체계 구축, 산학 협동 연구지원을 통하여 이화여대는 생명과학의 시대를 앞서가기 위해 많은 노력을 기울여 왔다. 그 결과 이화여대

의 생명과학 분야는 현재 세계적 경쟁력을 갖춘 전문 인력을 배출해 낼 만큼 우수한 연구 기반을 확보하고 있고, 이 분야에서는 국내외에서 최고의 연구력을 가지고 인정받게 되었다.

## ■ BT의 미래를 위한 새로운 시도들

1997년, 이화여대 본부는 생명과학분야의 발전을 위하여 그때까지 국내 대학사회에서는 가능하지 않았던 몇 가지 새로운 시도를 하였다. 우선 분야를 키우기 위하여 그 분야의 지도자급이 필요하다고 판단하여 미국국립보건원(NIH) 생화학분야의 세계적 권위자인 재미 과학자 이서구 박사를 석좌교수로 초빙하였다. 그리고 1998년 생물과, 화학과, 약대에서 우수 교원을 선발하고, 대학원 분자생명과학부를 구성하였다. 기본 목표는 한국 '세포신호전달' 분야에 이화여대가 있다는 세계적인 명성을 가질 수 있도록 하여 세계적인 연구와 여기에서 배출된 인력의 우수성을 확보할 수 있는 체계를 갖추고자 하였다. 이를 위하여 연구, 교육 및 인프라 구축은 특별히 준비한 과정과 결과가 있었다.

## ■ 세계에서 인정받는 연구 경쟁력

발전 방향을 정하는 많은 일을 석좌교수와 학부장이 결정할 수 있도록 많은 권한을 부여함과 동시에 이에 대한 평가를 받는 책임을 부여하여 새로운 대학의 행정체계를 갖출 수 있도록 본부는 지원하였다. 먼저 교원을 확보하기 위하여 우수한 의대, 약대, 공대, 자연대, 수의대, 농대 등 다양한 학부 배경을 가진 15여 명의 신입 교수를 채용했다. 이들 20여 명

의 교수는 동물 분야의 연구를 하고 배경은 다양하나, 이들의 연구를 모으면, 질병 관련 연구를 하기에 적합한 구성이 되도록 대형 공동연구가 가능할 수 있도록 교수를 채용하였다. 이 과정에서도 실적에 대한 정량 평가 보다는 연구 내용과 발전가능성을 자세히 관찰하여 필요성에 따라 채용하였다. 대학원 소속 교수들은 분자생명과학부의 대학원 수업과 학부 수업을 자연대, 약대, 간호대, 사대 등 캠퍼스 전체의 자신의 전공에 따라 맡는 방식을 취하고 있다. 이와 같이 연구 중심으로 학과를 운영하고, 수업을 캠퍼스 전체(campus-wide)로 진행하는 방식은 미국 매사추세츠공과대학(MIT) 등 우수대학들에서는 이미 오래 전에 채택한 방식이나, 우리 대학에서 시도된 적이 없었다. 동시에 신입교원의 연구력에 대한 평가를 대폭 강화하였으며, 교수 평가에도 정량 평가를 지양하고, 임팩트 있는 연구만을 평가하는 형태로 전환하였다.

동시에 인간 게놈의 해독과 관련하여 새로이 발전한 학문 분야인 생물정보학을 보강하기 위하여, 컴퓨터와 화학 배경의 교수를 미국 NIH에서 생물정보학을 연구할 수 있도록 지원하였다. 2002년 이후에는 생물정보학에 대한 연구와 강의가 개설되었고, 2005년에는 공대와 같이 프로그램을 확대하고 있다.

생명과학 분야에서 이화여대의 약진의 배경에는 이를 지원하는 대형 연구비의 지원이 있었다. 1998년 이화는 '세포신호전달센터'를 과학기술부와 한국과학재단으로부터 우수 연구센터로 지정받았고, 이를 seed로 하여 이화여대 본부가 다양한 지원을 하였다. 그 이후 포항공대와 BK21 생명과학 분야 선정(1999), SK(주)와 랩프런티어에서 대형 산

학 협동 연구비 지원(2001), 교육부 특성화 사업 지원(2005) 등을 받게 되었다. 그리하여 연구공간과 연구에 필요한 첨단 과학 기자재와 시설(대형 실험동물실, 프로테오믹스 센터, 공초점 현미경 등)을 확보하게 되었다.

이를 배경으로 좋은 결과를 얻기 위한 시도들을 보면, 먼저 연구공간의 개방성을 들 수 있다. 2004년 완공된 생명과학 연구동은 한 건물에 모든 연구인력과 장비가 집중돼 있다는 것이다. 약 2200여 평의 건물은 지하 2층, 지상 5층으로 매 층이 다 트여 있다. 실험실간 벽도 없다. 가운데 핵심설비를 모아놓고 20명의 교수가 공동으로 사용한다. 연구에 대한 정보, 필요한 재료, 기술과 지식이 자유롭게 오갈 수 있도록, 연구공간이 완전히 열려 있고, 연구장비들은 공동으로 사용할 수 있는 체계를 갖추었다. 이는 연구력의 증진 뿐 아니라, 연구자들의 의사소통 능력이 크게 향상되어 학생들이 갖는 큰 힘이 된다. 또 하나는 연구정보의 개방성으로 교수들이 모두 모여 각자가 연구가 진행되는 것을 서로 발표하는 '연구회의(research meeting)'를 들 수 있다. 이 과정을 통하여 교수들 사이에 필요한 정보를 교환하고, 서로 논평을 하며, 지적인 도움을 받고, 많은 공동연구를 할 수 있는 장이 펼쳐지는 것이다.

이러한 결과가 최근 3년 동안 세계적으로 impact 있는 학술지(Science, Nature, Cell, J. Exp. Med, Blood, Mol. Cell. Biol., JBC 등)에 150여 편 이상이 발표됨에 따라 신호전달에 관한 연구로 암, 심혈관, 뇌, 면역 관련 질병, 노화 등의 질병을 치료하는 신약 개발에 획기적 기여를 할 수 있을 것으로 학계에서 주목하고 있다.

이를 이화여대에 국한하지 않고, 국내로 확산하기 위하여 '고사리 세포신호전달 심포지엄'을 1999년부터 매해 겨울에 이화여대 수련관인 충북 고사리에서 2박 3일 동안 열고 있다. 이 분야의 연구자들 250여 명이 매해 모여 연구 진행을 심도 있게 논의하며 연구 정보를 공유하고 개방하는 장으로 활용되고 있다.

## ■ 이화에서 과학 인재 양성

이화인은 한국 사회에서 여성을 크게 격려하는 학교의 보살핌 속에서 성장한다. 인재는 만들어진다는 믿음 속에서 이화여대는 다양한 교육을 실천하고 있다. 여성의 사회적 역할이 강조되는 시대에 여성 과학 인재 배출을 위해 분발하고 있다. 교육시설과 체제의 정비, 프로그램의 확충 등의 노력이 계속되고 있다.

이러한 환경 속에서 이화여대에서 자란 인력이 생명과학의 혁명기인 현재에 중요한 역할을 할 수 있도록 지원하고자 노력하고 있다. 여성에 대한 특징은 육아와 관련하여 중간의 공백을 가질 수 있다는 점이다. 이를 해결하기 위하여 연구와 교육의 효율성이 중요하다. 서로 교류하고, 지식을 공유하여 좀 더 큰일을 이룰 수 있는 체계를 갖추고자 많은 노력을 하고 있다.

교과과정의 변화가 크게 요구되고 있는 현재, 생명과학 분야의 기초 학부인 의학, 약학, 생물학, 화학의 연계 전공과목 개설, 최첨단 분야의 강의 개설(실험 기법, biotechnology, bioinformatics, proteomics, 영어논문작성법 등), 대학원 중심 체제, 실험 중심의 강의 개설, 장학금 수혜율 제고, 하버드·스탠포드 대학 등 해외 초빙 교수 강의, 영어강의제 도입, 학부생 인턴제, 해외 대학 인턴십 프로그

램 등 다양한 교육 프로그램의 수혜를 받은 이화인은 과학 인재로 자라게 된다. 최근 과학계는 여성 과학자들의 활동이 날로 두드러지고 있다. 특히 생명과학 분야는 이미 세계적으로 여성의 능력이 검증되고 있다. 미국은 생명과학자 중 40~50%가 여성 과학자이다. 생명과학 분야는 섬세하고 세밀한 분야를 다루는 만큼 여성에게 적합한 요소가 많은 학문이다. 한국의 생명과학 연구 수준은 세계 최고에 이르고 있다. 여기에 여성 최고의 인재들이 합류한다면 생명과학의 발전은 배가될 것이다.

이러한 과정을 살펴보면, '개방과 집중'을 통해 남이 하지 않는 교육제도와 체제를 만들기 위하여 많은 새로운 시도를 하였고, 여기에 알맹이를 만들기 위해 노력을 차곡차곡 채워 넣는 작업을 하여 왔음을 알 수 있다. 많은 시간이 걸렸고, 기존의 개념을 깨야 하는 많은 어려움이 있었으나, 우리 사회의 발전을 위하여 타박타박 걸어온 좋은 예라 할 수 있겠다. 사회가 모두 대형화되고 있으나, 적은 숫자라도 좋은 시스템을 만들어 낸 좋은 성공의 예로 사용할 수 있겠다. 앞으로 또 한 단계의 발전이 있으리라 기대해 본다. 어려운 세월을 열심히 살아낸 여성 중심의 교육과 제도의 모습이 건강하고, 도덕적인 선진사회로 가는 길목에서는 새로운 모델이 될 수 있다고 생각된다. 우리의 희망사항은 실질적으로 좋은 내용이 좋은 평가를 받을 수 있고, 이러한 역사가 사회 발전의 원동력이 될 수 있도록 기여하였으면 하는 것이다.

현재까지, 이러한 유연성을 가진 수월성의 역사가, 혁명적으로 변화되고 있는 21세기 생명과학 분야에 중요한 기여를 할 수 있는 교육 및 연구체제로 한 걸음 더 확대되리라 예상된

다. 10년 후에 대한민국이 BT 강국으로 자리 잡을 수 있도록 이화여대가 큰 기여를 할 수 있기를 희망하여 본다. 

## ■ 신문 보도 기사들

[한겨레, 2005. 5. 19]

- “국내 석사과정 대학원생, <네이처>에 ‘퍼룩시리 독신에 의한 혈소판 유도성장 인자 신호전달 및 혈관 리모델링의 조절’의 제1저자로 등재.”
- “국내 박사과정 대학원생, <네이처 머티리얼스>에 ‘광자결정 액정 이종접합계에 기초한 전기 - 가변 광다이오드’의 제1저자로 등재.”(2005. 4. 24)
- “국내 석사과정 대학원생, <사이언스>에 ‘생체 물질대사에 관여하는 산소화효소의 작용 기전에 관한 연구’의 제1저자로 등재.”(2003. 2. 14)

이단 개가를 올린 대학원생들은 모두 이화여대 출신이다. 전통적으로 문과에 강한 이화여대에서 과학적 성과들이 잇따르고 있는 까닭은 무엇일까?

학교 쪽은 분자생명과학부와 나노과학부의 ‘개방과 집중’이라는 독특한 운영 방식에서 이유를 찾는다. 이공주 이화여대 연구처장은 19일 “학과 사이의 벽을 허물고 연구인력을 한 곳에 모아 한 분야에 집중해 공동연구를 할 수 있는 환경을 조성한 결과”라고 분석했다.

분자생명과학부는 1998년 출범했다. 당시 장상 총장은 과학 쪽을 강화하지 않고서는 기존의 대학 위상을 지키기 어렵다고 판단하고, 일을 맡을 인물의 물색에 나섰다. 이화여대의 ‘삼고초려’를 받은 사람은 미국 국립보건원(NIH) 세포신호전달연구실 책임연구원이던 이서구(62) 현 이화여대 석좌교수였다.

이 교수가 학교 쪽에 요구한 것은 세포신호전달이라는 한 분야에 연구를 집중하게 해달라는 것 하나다. 이 교수는 세포신호전달 분야의 세계적 권위자다. 그의 연구실을 거쳐간 국내 과학자들만 60여

명에 이를 정도다. 전권을 위임받은 이 교수는 엄밀한 심사를 통해 생물과, 화학과, 약대에서 각각 3명씩을 선발해 학부를 꾸렸다. 이후 의대, 약대, 공대, 수의대, 농대 등 다양한 학부 배경을 가진 13명의 신입 교수를 채용했다. 올 6월에는 미국 하버드대학과 노스캐롤라이나대학에서 2명이 합류한다. 이들 20여 명의 교수는 모두 신호전달을 연구한다. 학부 수업은 가정대·수의대·의대 등 자신의 전공에 따라 맡는다. 미국 매사추세츠공과대학(MIT) 암연구센터 등 우수대학들에서는 이미 오래 전에 채택한 방식이지만, 우리 대학에서 시도된 적이 없다. 이 교수는 “국내에서는 출신 학과 중심으로 움직여 다른 데 가는 것을 마치 배신 행위로 여기는 풍토가 있다.”며 “학문 소속감보다 학과 소속감이 더 크기 때문인 것 같다.”고 말했다.

이화여대 분자생명과학부의 또 다른 특성은 한 건물에 모든 연구인력과 장비가 집중돼 있다는 것이다. 지난해 완공된 지하 2층, 지상 5층짜리 건물은 매 층마다 200여 평이 다 쓰여 있다. 실험실간 벽도 없다. 가운데 핵심설비를 모아놓고 20명의 교수가 공동으로 사용한다. 교수들은 수시로 모여 세미나를 한다. 강상원 교수는 “1mm밖에 안 되는 실험용 쥐의 혈관에 실험기구를 집어넣은 기술을 지원하는 등 인근 교수들의 도움이 없었다면 이번 <네이처> 발표 연구는 불가능했을 것”이라고 말했다.

이곳에서 연구하고 있는 인력은 박사과정 51명, 석사 41명, 포스닥 10명, 석사 연구원 20명, 연구교수 3명 등이다. 트인 공간은 교수들이 아무나 가르치고, 학생들이 서로 물어보고 토론하는 분위기를 만들어 학생들의 학습 속도가 빠르다. 장비 운용 부담이 줄어 5년 만에 박사학위까지 마치는 확률이 점점 더 높아지고 있다.

이런 집중 연구의 성과는 논문 수로도 나타나고 있다. 2002년 교수 19명이 제출한 논문이 43편, 임팩트 팩터(논문 인용지수)는 2.3이던 것이 2003년 각각 46편·5.5, 2004년 69편·5.6으로 늘어났다.

올해 5월 현재 37편의 논문이 제출되고 임팩트 팩터가 7.2에 이른다. 이 교수는 “연구인력과 지원 등에서 열악하지만 포항공대 수준에 이르렀을 것으로 스스로 평가하고 있다.”고 말했다.

이화여대는 분자생명과학부의 성과를 바탕으로 2003년에는 한국과학기술연구원(키스트) 출신의 손연수 교수와 서울대 화학과의 최진호 교수를 석좌교수로 초빙해 나노과학부를 만들었다.

여자대학에 이공계 대학원 과정을 둔 사례는 세계에서 찾기 힘들다. 이화여대 분자생명과학부와 나노과학부가 장상 전 총장의 말대로 “여자도 과학을 할 수 있다.”는 새로운 인식을 심어줄지 주목된다.

#### [동아일보, 2005. 11. 4]

장 속에 사는 세균 수가 많아지면 우리 몸 스스로 세균 증식 억제 효소를 이용해 살균을 함으로써 건강을 유지한다는 사실이 국내 연구진에 의해 세계 최초로 규명됐다.

이월재 이화여대 분자생명과학부 교수는 3일 “생명체의 장은 세균 수가 많아지면 듀옥스라는 효소를 이용해 만든 활성산소로 살균을 해 세균 증식을 억제한다는 사실을 처음 알아냈다”며 “듀옥스가 제대로 활동을 하지 않으면 장내 세균이 최고 1천배 이상 불어나 결국 죽음에 이른다는 것도 발견했다”고 밝혔다. 이번 연구 논문은 박사과정 대학원생인 하은미씨를 제1저자로 <사이언스> 4일치에 실린다.

이 교수는 “생명체의 장 안에는 몸 전체 세포 수보다도 더 많은 세균이 살고 있지만, 대부분 생명체는 이들 세균을 스스로 조절해 생명 유지에 큰 지장을 받지 않는다”며 “초파리 모델을 이용해 연구한 결과 듀옥스라는 효소가 이런 살균 작용을 한다는 것을 찾아냈다”고 말했다. 이번 연구로 장내 만성 염증 질환의 원인인 ‘활성산소 조절 이상’의 원리가 밝혀졌다. 듀옥스 효소의 조절제를 개발할 경우 대장염이나 류머티즘 같은 만성 염증 질환과 관련 암의 예방과 치료제 개발에 획기적 전기가 마련될 것으로 기대되고 있다.

으로 기대되고 있다.

이번 연구는 과학기술부 우수연구센터(SRC)인 ‘세포신호전달 연구센터’와 한국파스퇴르연구소의 지원으로 이뤄졌다.

#### [동아일보, 2005. 11. 7]

이서구 이화여대 석좌교수(바이오벤처 랩프런티어 CTO)가 퍼옥시레독신이라는 새로운 항산화 효소의 발견과 활성산소의 생체내 신호전달 역할규명 연구업적으로 국제 활성산소연구단체로부터 ‘올해의 과학자’로 뽑혔다.

활성산소 분야의 권위 있는 국제연구단체인 SFRBM는 올해의 최고상 가운데 하나인 ‘SFRBM 디스커버리 어워즈’ 부문에 이서구 교수를 지명했다고 랩프런티어가 6일 밝혔다. 이교수는 오는 16일부터 미 텍사스에서 열리는 SFRBM정기총회에 참석해 수 상할 예정이다.

#### 이공주

이화여자대학교 약학대학에서 석사학위, KAIST 생물공학과에서 석사학위, 미국 스탠포드대학교 화학과에서 Ph.D.를 취득하였다. 이후 Stanford Medical School에서 박사 후 연구생, 한국표준과학연구원에서 선임연구원으로 활동하였으며, 현재 이화여대 약대 교수로 재직 중이다. 1999년부터 이화여대 분자생명과학부 BK21 과학기술 분야 사업단장을 맡고 있으며, 현재는 연구처장 및 산학협력단장으로 활동하고 있다. 연구분야는 프로테오믹스를 이용하여 질병과 관련한 중요한 작용 기전을 밝히고, 이를 조절하는 치료제를 개발하는 연구를 진행하고 있으며, 이 분야에서 세계적으로 중요한 학술지인 『Molecular Cellular Proteomics』 편집위원으로 활동하고 있다.