

微生物學科의 특성 및 개선 방향

金 鍾 國

(慶北大 微生物學科)

1. 머리말

경북대학교 자연과학대학 미생물학과는 1983년도에 1회 입학생을 받아들여, 현재 2회 졸업생을 배출하였으므로 이제 출발하는 단계에 있다고 해도 과언이 아니다. 그러나 미생물학과에서는 산업 혁명 반도체 산업에 이어 제3의 물결이라 불리는 새로운 산업 혁명의 일익을 담당하는 유전자 조작, 세포 융합, 효소 공업 등 소위 바이오테크놀로지(biotechnology)의 기초가 되는 生命科學을 연구하는 데 있어서 根幹을 이루는 분야를 취급하고 있으며, 微生物을 대상으로 하는 생명과학을 이론적인 분야와 응용적인 분야로 나누어서 다루고 있다. 이론적인 면에 있어서는 미생물의 생물로서의 특성과 생명 현상의 기본 원리를 추구하고, 응용적인 면에 있어서는 미생물을 이용한 생산적인 면을 다루며 산업 발전에 기여하고 국내 및 국제 사회에 이바지 할 수 있는 유능한 인재를 양성하고 있다.

미생물학 연구의 흐름을 간단히 요약해 보면, 1675년에 A. Leeuwenhoek가 최초로 자기가 만든 현미경으로 효모를 관찰하였으나 큰 진전은 보지 못하였고, 그후 1860년에 L. Pasteur가 발효 현상이 미생물에 의한 것이라는 관찰에서부터 미생물학 분야의 발전이 시작되었다. 미생

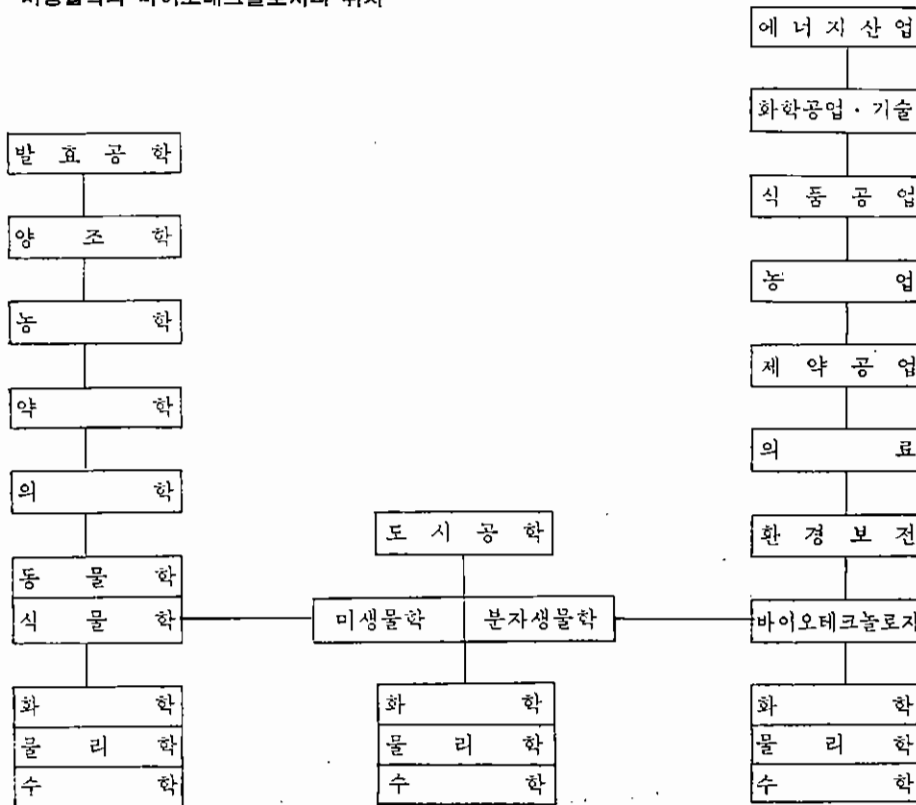
물 유전학의 연구는 1930년부터 급진적으로 발전하여 1945년에 Beadle이 '1유전자-1 효소설'을 주장했으며, 1950년대에 들어와서는 유전자의 화학적·유전학적 구조가 Watson과 Crick에 의해 해명되고, 1958년에는 Beadle, Tatum 및 Lederberg 등이 미생물을 사용한 생물화학적 유전학의 개척으로 노벨 의학상을 받았다. 1960년대에 들어와서는 유전 암호가 해독되었으며, 유전 정보의 조절 기구가 밝혀지고, 1967년에는 절단된 DNA 사슬을 결합하는 DNA ligase가 발견되었다. 이듬 해에는 DNA의 특정 염기 배열을 인식하여 절단하는 제한 효소가 발견되고, 1969년에는 Debruek, Hershey, Luria 등은 바이러스의 증식 구조와 유전학적인 연구로 노벨 의학상을 받았다. 미생물 유전학의 방법이 확립된 이래 생화학 기술의 발전과 더불어 분자생물학의 발전이 이루어지게 되었다. 급후 생명 현상의 규명과 유전자의 기능과 본체를 알기 위해서는 무엇보다도 미생물 유전학의 연구가 선행되어야 할 것으로 생각된다. 이와 같이 하여 세균의 유전자를 세균 세포에서 또는 진핵 세포에서 발현시킨다든지 또는 진핵 세포의 유전자를 세균 세포 또는 진핵 세포에서 발현시키는 것이 가능하게 되었다. 또한 진핵 세포의 유전자를 인공 합성한다든지, mRNA와 역전사에 의해서

상보사를 합성하여 세균 세포에서 클로닝을 행함으로써 이들 유전자 산물을 이용하는 재조합 DNA 기술이 발전되고 실용화의 연구가 행해지고 있다.

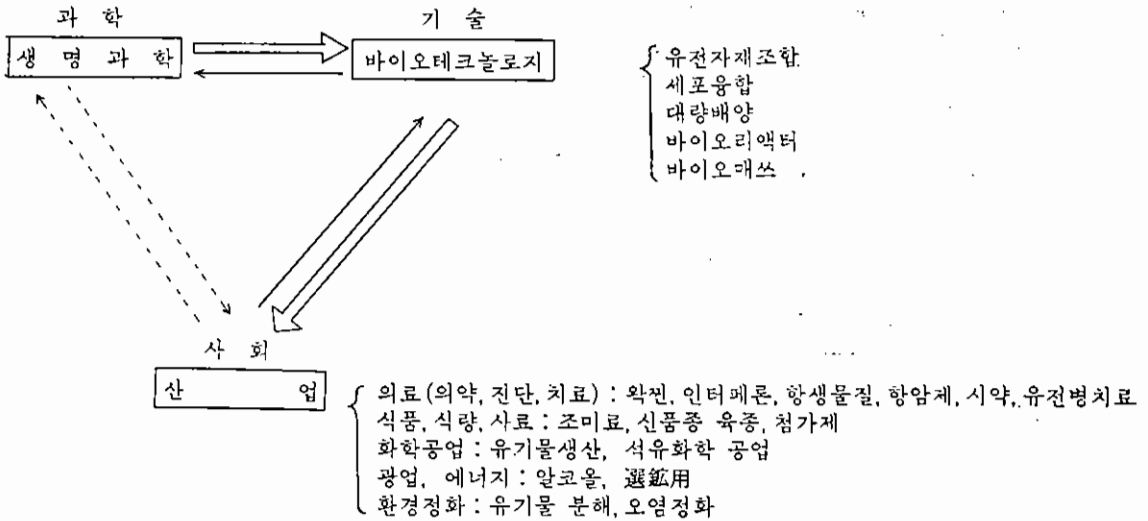
최근의 바이오(bio) 생산 기술의 진보로 식품에서 생리 활성 물질에 이르기까지 다종 다양한 제품이 제조되어 사용되고 있으며 인간의 생활을 보다 충실하게 해주고 있다. 수 많은 의약품이나 식품공업 중에서 활약하는 미생물에 대한 연구는 기초 과학 연구자의 손에 의해 이루어져 왔다. 수학, 물리학, 화학, 식물학 및 미생물학의 공헌이 크며 또한 의학부의 여러 기초 과학 중에서도 세균학, 면역학 등의 공헌도 무시할 수 없다. 이와 같은 기초적인 학문 분야의 하나에 화학과 생물학의 사이를 취급하는 생화학이 있으며, 물리학과 생물학의 사이를 취급하는 생물물리학이 있다. 이와 같이 생물을 분자 수준에서 취급하는 분자생물학이 생기게 되었으며, 이 학문 분야에서 유전자 조작이라는 기술이 발전되

었다. 이들 학문을 포함한 생명에 대한 지식의 체계를 生命科學이라 부르고 있다. 여기에 대해서 인간의 욕망을 충족시키기 위해 도움이 되는 기술을 개발하고 있는 입장이 바이오테크놀로지이다(〈표 1〉 참조). 바이오테크놀로지는 이미 현재 선진 공업국에서 경쟁을 벌이고 있으며, 이의 급속한 진보는 금후의 전개의 방향을 예측하기가 곤란할 정도이다. 바이오테크놀로지라고 하는 용어에 함축된 내용은 이와 같은 상황을 반영하여 아직 유동적이라고 할 수 있으나, 일단 '生命現象과 生體가 가지는 機能을 人類를 위해서 도움이 되게 하는 科學과 技術'이라고 넓게 정의할 수가 있다. 바이오테크놀로지는 여러 가지 학문 분야의 교류 및 협력으로 성립되는 학문 영역으로서 이 기술의 구성 요소는 복잡하며 응용면은 다양하다. 또한 새로운 생명 현상의 발견은 바이오테크놀로지의 새로운 연구 과제로 연결되며, 이를 위해 개발된 신기술이 다시 생명 현상의 해명에 도움이 되도록 발전된다.

〈표 1〉 미생물학과 바이오테크놀로지의 위치



〈표 2〉 과학·기술 및 사회의 상호 관계



바이오테크놀로지의 기초가 되는 생명공학은 미생물학의 바탕 위에 이루어진다는 사실은 이미 언급한 바와 같다. 生命科學과 바이오테크놀로지와 사회와의 관계를 간단히 고찰하면 〈표 2〉와 같이 나타낼 수 있다. 짧은 화살표는 바이오테크놀로지의 발전이 사회 또는 산업에 이익을 주는 현상으로 상세히 설명할 필요는 없겠다. 한편 미생물학 및 분자생물학을 중심으로 하는 생명과학이 기술인 바이오테크놀로지에 유전자 조작이라든지 세포 융합, 효소의 고정화 등에 대해 많은 기초를 제공해 오고 있다. 이러한 관계는 금후 점점더 강화될 것이다. 기술에 대한 산업의 관계는 말할 것도 없이 은혜를 제공하는 것이다. 인류의 복지에 공헌하도록 요구하는 것은 가는 화살표로 나타내고 있다. 바이오테크놀로지가 생명 과학에 제공하는 것은 인류에 유용한 항생 물질 등이 미생물의 행동을 파악하기 위해 어느 정도 도움이 되는지 측정하기 곤란한 경우도 있다. 이러한 것은 결국 기술에서 과학으로 향하는 가는 화살표이다. 또한 대장균의 유전자의 일부에 인터페론을 만드는 정보를 실을 수 있는데 이것이 科學이다. 이렇게 생명 과학의 성과가 사회에 전달되어 인터페론으로 암 치료의 가능성 및 감기 방지 등에 관한 정보가 사회에

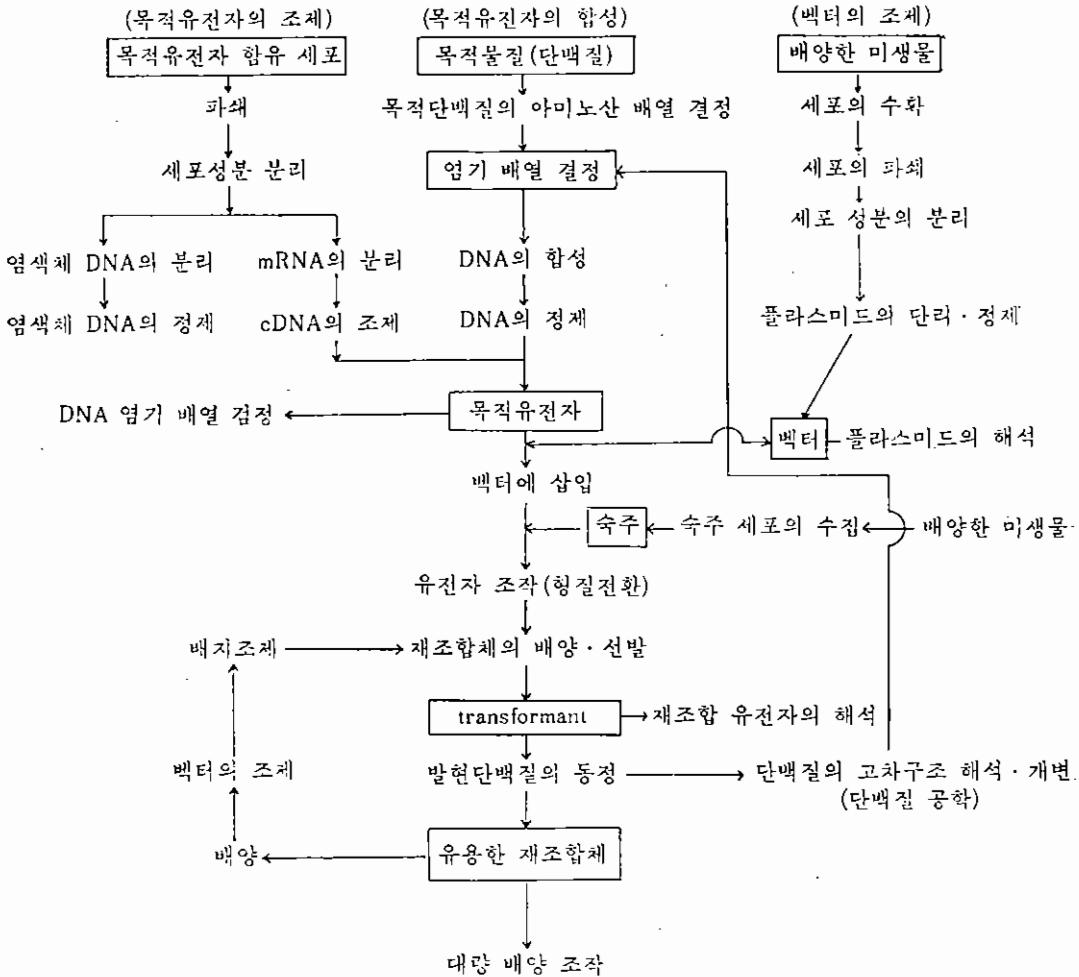
전달되면 사회 또는 산업측에서는 제빨리 이것을 상품화하여 병을 치료하려고 하는 요구가 생긴다. 이것을 수용하는 것은 당연히 바이오테크놀로지이다. 그러나 기술이 아직 성숙되지 않은 단계에서 과학 지식이 먼저 사회에 알려지고 만다. 이 결과 마치 기술이 완성되어 있는 것같이 인식되어 株價가 폭등하는 경제 현상이 생겨나게 되고, 이러한 현상이 뉴스를 통해서 사회에 전파되면 학생들은 생명 과학의 根幹이 되는 미생물학과에 물려드는 사회 현상이 계속해서 일어난다. 이러한 경우 다소 기술적인 면에서는 무리가 있다는 것은 알지만 이러한 현상이 일어나는 것은 피할 수 없다. 이와 같은 연결된 상황에서 바이오테크놀로지의 발전이 있으며 생명 과학은 진보하게 된다.

2. 微生物學科의 教育 領域 및 教育課程

1) 教育 領域

본 학과에서 개설중인 교과목에 관해서는 다음 항에서 기술하는 바와 같이 수학, 생물학, 화학, 물리학, 유기화학, 분석화학 등의 기초 과목을 이수함과 동시에 미생물이용학, 생화학, 바이러스학, 분자생물학, 유전공학, 미생물분류학,

〈표 3〉 유전자 조작의 과정

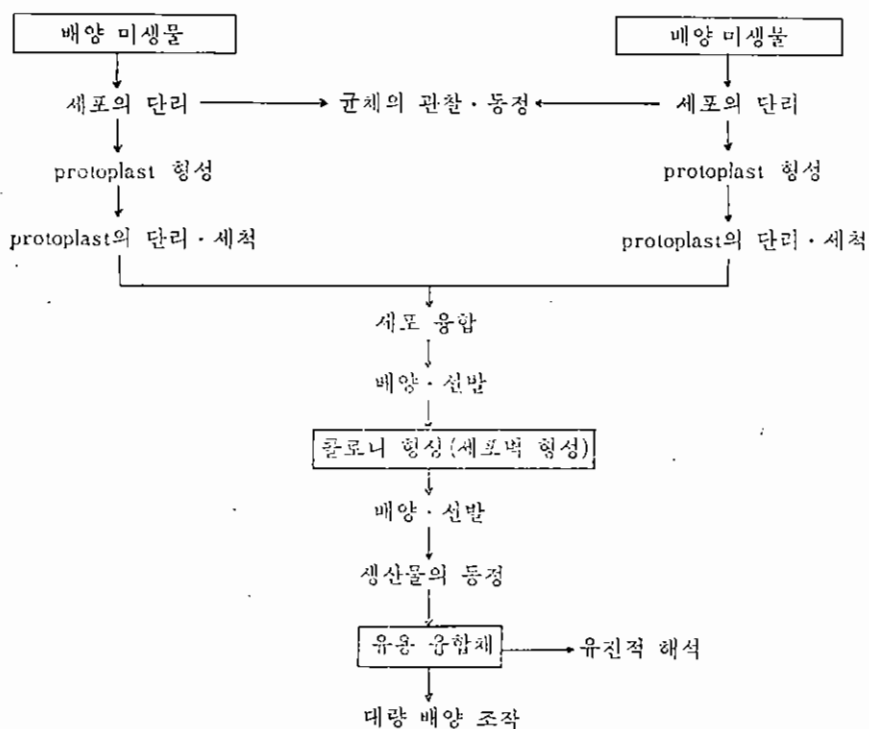


미생물유전학 등의 전공 과목을 이수하도록 되어 있다. 이러한 전공 과목을 이수한 후 여러 실험실에서 행해지고 있는 교육 및 연구의 대강을 종합적으로 살펴 보면 유전자 조작(〈표 3〉), 세포 융합(〈표 4〉), 대량 배양 연구(〈표 5〉), 분리·정제법의 연구(〈표 6〉) 등으로 나누어 생각할 수 있다.

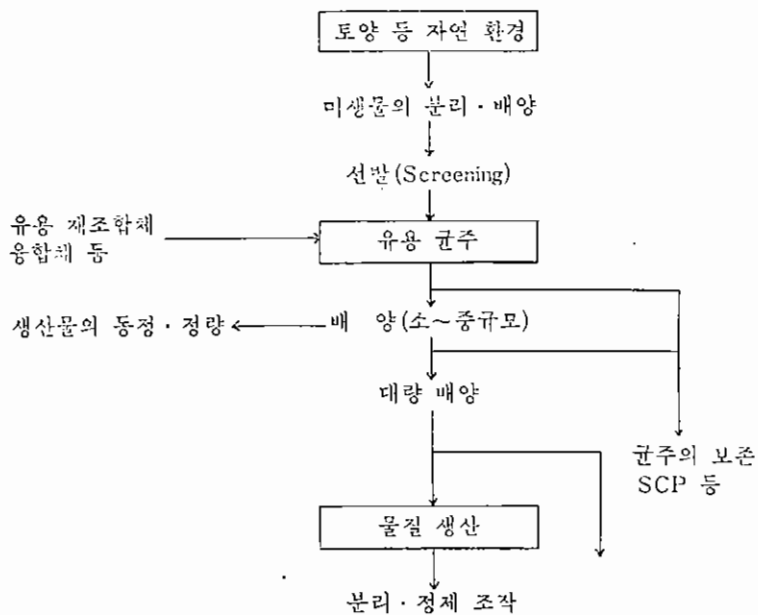
유전자 조작 연구는 위의 〈표 3〉과 같이 진행되고 있다. 유전자 조작을 하기 위해서는 목적으로 하는 유전자 단편을 분리(클로닝)하는 조작이 필수적이다. 이 단계에서 사용되는 외래 DNA의 운반체인 벡터에 관한 연구도 진행되고

있으며 이미 새로운 클로닝 벡터가 개발되고 있다. 클로닝을 하기 위한 가장 일반적인 방법으로서 목적 유전자를 가지고 있는 미생물을 배양하여 집균한 후 염색체 DNA를 분리·정제하여 제한 효소로 분해하여 생성되는 단편을 벡터에 실은 다음 숙주 세포에 형질 전환시켜서 선택 배지에서 활성에 의하여 선별하는 것이 가장 간단한 방법이다. 이와 같은 방법으로 수 개의 유전자가 클로닝되고 있다. 그러나 이와 같은 방법으로 클로닝이 되지 않을 경우에는 목적 유전자를 함유한 세포로부터 mRNA를 분리하여 cDNA를 조제하여 두고, 목적 물질(단백질)의 아미노

〈표 4〉 미생물의 세포 융합 연구



〈표 5〉 미생물의 대량 배양 연구

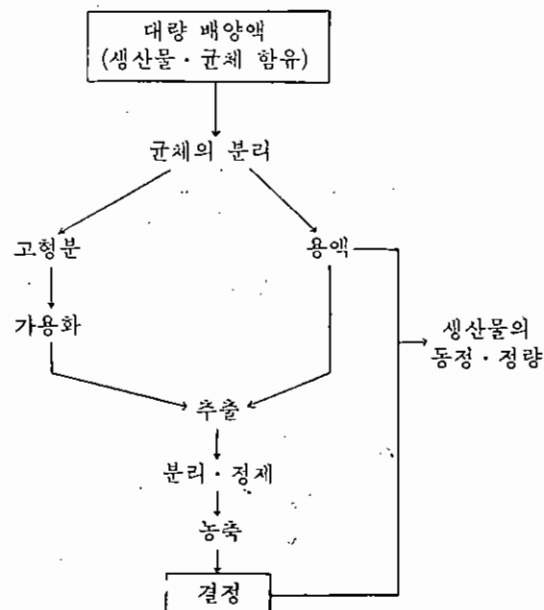


산 배열을 결정한 후 DNA 를 합성하여 Probe로 사용함으로써 목적 유전자를 클로닝할 수 있다. 이외에도 항체를 이용하는 선택법도 사용될 수 있다. 벡터의 조제면에서는 기존의 플라스미드를 미생물로부터 분리하여 필요한 영역만을 분리하여 개량함으로써 사용할 수도 있고, 기존의 벡터를 이용하여 더욱 다양한 기능을 첨가시킴으로써 유전자의 발현을 극대화시키려는 시도가 행하여지고 있으며 실제로 강력한 다기능 발현 벡터가 개발되고 있다. 이와 같이 재조합체가 얻어지면 염기 배열 해석 및 발현 단백질을 동정하여 대량 배양 조작으로 단백질 생산에 기여할 수도 있으며, 이들 단백을 이용한 고차 구조의 해석 및 단백질의 구조 변환 등의 시도가 행해질 수 있다.

미생물의 세포 융합 연구(〈표 4〉 참조)에 관하여는 두 가지의 우수한 형질을 가진 효모를 사용하여 protoplast 를 형성시킨 후 양자 융합을 목적으로 하는 새로운 세포 융합체를 선발함으로써 우수한 균주를 개발하는 것이 주목적으로 생산물의 동정 및 유전적인 해석을 행하고 있다.

미생물의 대량 배양을 위한 연구(〈표 5〉 참조)

〈표 6〉 분리·정제법 연구



로서는 토양 등의 자연 환경에서 우수한 미생물을 분리하거나 유용한 재조합체 또는 세포 융합체 등을 이용하여 실험실에서 jar fermenter 를 사용해서 배양하여 생산물의 동정 및 정량과 더불어 대량 배양을 위한 조건 검토도 행하고 있다. 분리·정제법의 연구(〈표 6〉 참조)는 필수적인 과정으로 각 실험실에서 진행되고 있다.

이외에도 식물 viroid 의 분리 및 염기 배열 해석 등이 행하여지고 있으며, 가까운 장래에 모노클로날 항체의 제작 등 면역학적 수법의 도입 및 DNA 염기 배열 해석 프로그램의 개발과 단백질의 고차 구조의 해석에 이르기까지 연구의 영역이 확대되리라 본다. 이상과 같은 교육 및 연구를 통하여 궁극적으로는 생명 현상의 신비를 밝히는 영역을 넓혀가고 있다.

〈표 7〉 학부의 교과과정

구분	1 학 기	2 학 기
1 학년	생물학 화 학 유기화학 생물학 실험	수 학 물리학 화 학 유기화학 일반화학 실험
2 학년	철학개론 일반미생물학 생화학(1) 생물물리화학 세포생물학 분석화학	프로그래밍언어 균학 생화학(2) 일반미생물학 실험 미생물유전학 미생물유전학 실험 세포생물학 실험
3 학년	공업미생물학 생화학 실험 분자생물학 바이러스학 면역학(1) 미생물분류학 공업미생물학 실험	유전공학 미생물생리학 미생물생리학 실험 항생물질학 면역학(2) 바이러스학 실험
4 학년	효소화학 유전자조작 실험 식품미생물학 발효공학 효소화학 실험 면역학 실험	환경미생물학 생물공학 미생물독소학

2) 教育課程

(1) 학부의 교육과정

미생물학 연구자의 기본 자질을 갖추게 하기 위해서 생물학, 화학, 물리학, 유기화학, 분석화학, 수학 등의 자연과학 일반에 걸친 폭 넓은 기초 지식을 갖추게 하고 동시에 앞으로의 요구에 대처하기 위해서 여러 가지 정보 처리 능력을 향상시킬 목적으로 프로그래밍 언어가 개설되어 있다.

전공 과목으로서는 생체 성분의 구조 및 기능을 규명하며 이들의 생합성을 목표로 하는 생화학학을 비롯하여 <표 7>에 개재된 것과 같이 여러 과목이 있다. 이들 교과목을 이수하는 동안에 미생물학 전반에 걸친 폭 넓은 흐름을 이해할 수 있게 된다. 학부 교과과정의 특징 중 한 가지는 실험 과목이 많은 점으로서 강의를 통해서 습득한 지식을 실제에 응용할 수 있는 능력을 배양하기 위해서 실제로 실험 단계를 체험할 수 있도록 계획되어 있다. 그래서 학부 졸업 후 연구 분야에 취업할 때에는 가능한한 빠른 기간 안에 적응이 되도록 하며 대학원에 진학하는 경우에는 전문 분야의 연구를 더욱 효율적으로 수행할 수 있는 기본적인 자질을 갖추고자 한다.

(2) 대학원 교육과정

미생물학의 각 전문 분야에 관해서 더욱 깊이 있는 학문적인 연구를 위해 석사 과정 및 박사 과정이 있어서 더욱 세분되고 전문적인 연구 인력을 양성하고 있다. 본 학과에는 응용미생물연구실, 생화학연구실, 바이러스학연구실, 분자생물학연구실, 유전공학연구실, 미생물분류학연구실 및 미생물유전학연구실이 있으며 대학원 학생들은 각 연구실에 배속되어 창의력을 최대한 발휘할 수 있도록 각자의 희망 및 연구실의 연구 방향에 맞추어 새로운 학문적인 사실을 규명하는 데 중점을 두고 있다.

교과과정은 <표 8>에 제시한 것과 같이 여러 과목이 개설되어 있으며 학부의 강의와는 달리 학생 각자의 연구 수행 능력 향상에 중점을 두고 있다. 각 실험실에서 교수진의 역할은 연구 진행 상황을 지도 평가하고 각 학술 잡지에 발표되는 최신의 연구 동향 및 방법론을 신속히 소개하고자 노력하고 있다.

<표 8> 대학원 교과과정(석사 및 박사과정)

구분	교 과 목	
기초공동	생화학특론 I·II 분자생물학특론 I·II 미생물분류학특론 I·II 유전공학특론 I·II	미생물유전학특론 I·II 바이러스학특론 I·II 미생물이용학특론 I·II
전공	미생물생태학 면역학특론 I·II 생물공학특론 생체고분자학 환경미생물학특론 미생물제해론 발효화학특론 중양바이러스학 전자현미경취급법 생체막생물학 세균학특론 진균학특론	병원미생물학 생리활성물질화학 미생물연구법 세포배양론 분자유전학특론 토양미생물학 효소반응론 식물병균학 생물물리화학특론 세포생물학특론 미생물생리학특론 효소학특론

3. 問題點 및 提言

첫째, 본 학과는 신설된 지 6년밖에 되지 않은 상태이어서 기존 학과에 비해서 연구 설비, 기자재, 연구 공간 등이 절대적으로 부족한 실정에 있다.

현재의 부족한 공간으로는 학부 강의실, 대학원 세미나실, 향온실, 저온실, 방사성 등위 원소 실험실 및 교수 연구실 등이다. 본 학과에서는 교수진이 잘 협조하여 가능한한 공동 기자재를 우선적으로 갖추려고 노력한 결과 현재의 수준이 되어 있으나, 내년부터는 박사 과정이 신설되므로 연구 공간 및 연구 설비의 부족 현상이 더욱 심각해지리라 생각된다. 그러므로 신설 학과에 대한 집중적인 육성책이 강구되어야만 한다.

둘째, 남녀가 균등한 취업의 기회를 보장받아야 한다고 하면 현실적으로 어려움이 있겠으나 학생의 입장에서 보면 여학생에 대해서는 거부 반응을 보이는 기업들이 많다는 사실을 지적하고 싶다. 실제로 입사 원서를 교부 받으려 갔다가 거절당한 경우도 있는 것으로 알고 있다. 그러므로 졸업생을 수용할 수 있는 사회 여건의 성숙이 시급히 요망된다. *