

生命工學의 技術展望과 倫理

한 문 회

(유전 공학 연구소)

I. 생명 공학의 특성

생명 공학(Biotechnology)은 미생물과 동식물을 포함한 모든 생명체를 산업적으로 이용하는 기술로서 ①생체 기능을 물질의 생산, 변형, 분해 공정에 응용하는 '생체 이용 기술', ②생체의 구조와 기능을 결정해 주는 유전자를 조작하여 생산성을 올려 주고 새로운 기능을 부여해 주는 '생체 개조 기술', 그리고 ③생체 기능을 모방해서 새롭고도 효율적인 전자, 기계 장치나 화학 공정에 응용하고자 하는 '생체 모방 기술'로 구분된다. 이러한 생명 공학 기술은 생명 과학(Life Science)의 진보와 더불어 급속도로 발전하고 있다. 따라서, 생명체의 속성으로 보아 생명 공학은 기존 공업 기술과는 다른 특성을 지니고 있다. 말하자면, 생명 공학은 환경 오염을 근본적으로 해결해 줄 수 있는 '자연과 조화된 기술'이며, 에너지 다소비 기술이 아니라 에너지 절약형 기술이 되며, 이제까지 화학 공정으로는 불가능했던 여러 가지 유용 물질을 단일 공정으로 생산해 낼 수 있는 새로운 생산 기술로서 그 의미가 부여된다.

특히, 생명 공학은 생명체를 대상으로 하는 광범위하고도 종합적인 과학 기술이기 때문에 인간 생활과 밀접한 관계를 갖고 발전해 나가고 있다. 인간의 건강 문제를 다루는 의료 과학을 위시해서, 인간 생활에 영향을 주는 환경 문제, 인간의 식생활에 관련된 식량 자원의 확보와 식품의 안전성 문제, 그리고 탈공해, 탈석유 산업으로의 산업 구조 개편의 필요성에 부응하며 오늘날 우리 사회가 당면하고 있는 문제 해결의 관건이 되고 있다는 데 유의해야 할 것이다. 이러한 기술은 물리·화학의 원리를 근간으로 하고 이제까지 근대 문명의 발전에 커다란 영향을 미쳐 온 근대 공업 기술과는 달리 생명 공학은 생명체의 생명 원리를 기초로 발전해 나가고 있다는 점에서 앞

으로 새로운 차원에서 기술적, 경제적, 그리고 사회적 영향을 가져다 줄 것으로 기대하고 있다.

II. 생명 공학 기술의 전망과 과제

생명 공학의 발전은 전통적으로 미생물을 이용하는 발효 기술에서 시작되었으며, 1940년대에 이르러 페니실리움이란 푸른곰팡이에서 항생 물질의 원조인 페니실린을 양산할 수 있는 액침 배양 공정을 개발해 냄으로써 제1차 기술 혁신의 계기를 마련하게 되었다. 제2차 생명 공학의 기술 혁신은 1970년대에 이르러 유전 공학의 탄생에 의해 이루어졌다. 이 기술을 이용하여 사람의 유전자를 대장균에 도입하여 미생물이 원래 생산하지 않는 여러 가지 '바이오' 의약 물질을 대장균으로 하여금 양산해 낼 수 있는 길을 열게 된 것이다. 유전 공학 기술에 의해 개발되고 있는 의약 물질의 품목은 100여 가지가 넘고 있으나, 1978년 사람의 인슐린이 처음으로 개발된 이래 산업화된 품목은 알파-인터페론, B형 간염 백신, 사람 성장 호르몬, 혈전증 치료제(TPA), 조혈제(EPO) 등이 있다.

앞으로, 산업화 제품의 수가 급속도로 늘어날 전망이며, 늦어도 2000년대까지는 항암제, 고혈압 치료제, 면역 질환 치료제를 비롯해서 AIDS, 충치, 임신을 예방할 수 있는 백신 등이 산업화 될 것으로 예측하고 있다. 또한 농업 분야에 있어서도 인공 종묘 및 인공 종자, 내병충해성 작물들이 실용화되고 유전 공학적으로 생산된 축산물들이 우리 식탁에 선을 보이게 될 것이다. 환경 분야에 있어서는 농약이나 난분해성 물질을 처리할 수 있는 균주가 상품화되고 화학 농약을 대체할 수 있는 무공해 생물 농약 시대가 올 것으로 전망하고 있다. 또한 '바이오' 가공 식품이나 '바이오' 화장품 등 2차 가공 상품 등도 다수 출현할 것이다. 그러나 화학 분야에 있어서 원료 생

산에는 큰 발전이 없을 것으로 보이나, 대체 공정 개발에 의한 생산성 향상 및 원가 절감에 생명 공학 기술이 크게 기여해 나갈 것으로 기대되고 있다.

유전 공학으로 대변되는 신생명 공학의 국제적인 연구 개발 추세를 보면, 미생물 유전자를 대상으로 하는 연구에서 동식물의 유전자 및 세포 대량 배양 연구로 확대되어 가고 있으며, 부분적인 목표 유전자를 대상으로 하는 연구에서 '휴먼 게놈(인체 유전자)' 연구와 같이 인체 유전자 전체를 분석하고 유전 정보의 데이터 베이스를 구축하려는 총체적 접근 방식으로 전환하고 있다. 특히 기술 선진 7개국에서는 '휴먼 프론티어 사이언스(Human Frontier Science)' 프로그램을 공동으로 추진하면서 기술 후발국의 참여를 거부하고, 폐쇄적으로 생명 공학의 기초적 연구를 확대해 나가고 있다. 이 프로그램은 주로 생명 공학 분야에서 21세기의 첨단 지식이 될 감각과 기억 학습 기능 등 두뇌의 고차적 기능 해명, 그리고 유전 정보의 발현 조절과 생체 분자의 특이성 및 응답 기능 등 생체 기능의 분자론적 해명을 목표 과제로 설정하고 있다.

이와 같이 생명 공학의 연구 개발은 생명체를 이용하는 모든 산업 분야에 걸쳐 그 응용 영역을 넓혀 가고 기술적 파급을 노리면서 선진 각국이 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 이들 기술 선진국들은 자국의 생명 공학 기술의 유출을 막으면서 생산 제품의 세계 시장 점유를 위하여 정책적 지원을 아끼지 않고 있다는 것을 주목해야 할 것이다.

우리 나라의 생명 공학은 '80년대에 이르러 유전 공학의 국제적 육성 시책에 힘입어 이제 그 기술 개발의 기반이 구축되어 가고 있는 단계에 와 있다. 그런데, 아직도 투자 규모나 인력면에서 취약성을 면치 못하는 상황이기도 하나, 이러한 여건 속에서나마 우리는 국제 경쟁에 이겨나갈 수 있는 원천 기술 개발에 힘쓰고 기술의 비교 우위의 입지 확보를 위한 지혜를 모아야 할 것이다.

최근 2000년대를 향한 전략적 연구 개발 과제를 도출해 나가는 현시점에서 생명 공학 분야의 연구 개발 목표와 전략을 명확히 설정하고 국가

적 연구 개발 역량을 총동원해 나가는 것이 필요하다. 연구 개발의 목표 설정과 전략 과제 도출은 여러 가지 여건과 기준에 따라 달라질 수 있겠으나, 생명 공학의 연구 개발 과제는 생명 산업 전반에 걸쳐 공통 기반이 되고 핵심 거점이 되는 기술에 주안을 두어야 할 것이다.

이러한 맥락에서 생명 공학의 연구 개발 목표를 ①물질의 생합성 과정에 필요한 신기능 효소 및 이용 기술 개발, ②생명체의 생산성을 제고하고 신기능을 부여하는 유전 공학 기술 개발, ③단백질의 구조와 기능을 연구하는 단백질 공학 기술 개발, ④신약 개발의 기초가 되는 생체의 면역 및 두뇌 기능에 관한 연구, 그리고 ⑤생체 활성 물질의 지속적인 탐색과 세포 대량 배양 기술 등을 중점적으로 선정, 지원해 나가는 것이 바람직하다.

Ⅲ. 생명 공학 기술의 윤리

생명 공학의 발전은 기술이나 산업적 측면에서만 뿐만 아니라 인간 사회 전반에 걸쳐 막대한 파급 효과를 가져올 것으로 예측하고 있다. 새로운 기술 혁명이 일어날 때마다 우리가 경험했듯이 생명 공학도 그 기술의 오용과 남용에 따른 기술의 윤리적 문제를 심각하게 평가해 나가지 않으면 안 될 것이다. 어떠한 기술이라도 사용하기에 따라서는 인류에 대한 위해성과 공익성이라는 양면성이 있으며, 유해성보다 공익성이 클 때에 그 기술의 실용적 가치를 사회적으로 인정을 받게 마련이다. 그러나 기술 개발의 궁극적 목적이 그 기술 자체에 있는 것이 아니라 인간의 '질적 삶'을 위한 것이라면 작은 유해성이라 할지라도 인명과 생태계에 미치는 영향에 대해서 철저한 영향 평가를 실시하고 이에 대한 안전 관리에 대한 대책이 선행되어야 할 것이다.

우리 인류의 복지와 풍요를 가져다 줄 것으로 기대되는 생명 공학도 앞으로 인류의 생활상에 영향을 주고 인간 사회에 대한 가치관의 변혁을 가져올 수도 있다. 특히 근대 산업 사회를 건설한 원동력이 되었던 산업 혁명이 오늘날 기계와 화학 물질의 공해를 유발시킨 것처럼 신생명 공학도 유전자 조작의 남발로 유전 자원의 오염을

야기시키고 ‘생물 공해’를 유발시켜 생태계의 파괴에까지 이를 수 있다는 우려를 낳게 한다. 더욱이 유전자 조작에 의해서 인간이 기괴 생물을 만들어 내거나 병원균이나 유독성 물질을 유출시킬 수 있다는 위험성 문제는 사회적 불안 요인이 될 수도 있다. 따라서 유전 공학적으로 만들어진 미생물이나, 유독성 그리고 병원성 균주를 취급하거나 이러한 생명체에서 만들어진 생물 공학적 제품에 대한 안전성 및 환경 영향 평가를 철저히 시행하고 이를 위한 제도적 장치가 마련되어야 할 것이다. 실제로 유전자 조작의 안전성 평가에 따라 병원성이나 환경 유해 생물의 방출은 화학 물질보다 더 엄격한 안전 규제를 받고 있으며 이를 위한 시설을 필요로 하고 있다. 오늘날 이러한 취급 생물의 위험도에 따라 안전 관리 시설을 4단계로 나누어 실험 관리하게 된다. 가장 위험한 병원성 균주를 다룰 경우에는 P₄ 시설이라 하여 4중으로 격리된 청정 시설 속에서 실험을 실시하고 살아 있는 균주의 외부 유출을 철저히 차단토록 되어 있다. 그러나 아직 우리 나라에는 이러한 시설이 없으며, 앞으로 생명 공학 연구 개발의 진전에 따라 안전 평가 시설의 확충이 필요할 것이다.

생명 공학의 지속적인 발전은 궁극적으로 고등동물의 무성적 복제 기술이 개발되어 복제 인간의 창제 단계에까지도 기술적인 비약이 가능할 것으로 내다보고 있다. 또한 유전병의 근원적 치료를 목적으로 하는 ‘유전자 요법’의 발전은 인간의 유전자를 마음대로 조작하는 경지에까지 이를 것이다. 이러한 기술적 가능성은 비단 사회적 측면뿐만 아니라 종교적, 윤리적, 그리고 도덕적 측면에서 부정적으로 받아들여지게 된다. 이러한 문제들은 비단 생명 공학 기술 분야에서뿐만 아니라 인명을 다루는 의료 과학 분야에 있어서 식물 인간, 인공 장기, 시험관 아기, 대리모 등의 행위에서 공통적으로 나타나는 ‘생물 윤리’의 근본적인 쟁점이 되고 있다.

특히 유전 공학의 오용은 단순히 생명체의 개량·복제에 그치는 것이 아니라 앞으로 인간의 본성, 나아가서는 인간이 몸담고 있는 사회 환경

을 조작하는 단계까지 비약할 수 있다는 가능성은 그냥 지나칠 문제가 아니다. 따라서 생명체를 다루는 모든 과학 기술자들은 생명의 존엄성을 인식하고 올바른 생물 윤리관을 확립해 나감으로써 유전 공학을 포함한 생명 공학이 인류에 대한 피해와 공포의 기술이 아니라 복지와 번영의 수단으로 이용할 수 있는 길로 이끌어 나가야 할 것이다.

IV. 맺음말

결론적으로 우리 나라 생명 공학은 지난 10년간 유전 공학의 육성 시책으로 획기적인 발전을 이룩했다. 그러나 이러한 발전의 흐름이 우리 나라 생명 산업 전반으로 파급되고 2000년대 과학 기술의 선진화를 위하여 제2의 도약을 기해 나가려면 무엇보다도 생명 공학의 국제적 연구 개발 추세를 면밀히 분석 평가하고, 우리 고유의 연구 개발 목표를 설정하며, 창의적 연구 기반 구축을 위하여 힘써 나가는 것이 필요하다. 특히, 후기 산업 사회의 시대적 변천 과정에서 생명 공학의 역할과 의의를 음미하고, 국가가 목표로 하는 바 과학 기술 선진국으로의 진입과 복지 사회 구현을 위하여 생명 공학의 연구 개발을 범부처적 차원에서 적극 추진해 나가야 할 것이다.

이를 위해서는 유전 공학으로 대변되던 협의의 생명 공학을 중심으로 한 연구 개발에서 보건 의료, 환경, 식량 및 식품, 에너지, 화학 및 전자 공업 등 여러 산업 분야에 걸쳐 기술의 파급을 가져올 수 있는 광의의 생명 공학 연구 개발로 점차 그 영역을 넓혀나가야 할 것이다. 이를 위해서 이들 산업 분야에 공통 기반이 되는 기술 분야를 도출하고 하나의 학문적 협동 차원에서 연구 개발에 임해 나가는 것이 필요하다. 아울러 새로운 기술에 대한 사회적 인식을 올바르게 하고 새로운 가치관을 정립해 나가기 위하여 생명 공학 기술에 대한 환경과 인체 유해성 평가에 보다 신중하게 접근하고, 이에 대한 적절한 제도적 장치와 안전 시설의 확보를 위하여 적극적으로 지원해 나가야 할 것이다.*