

第 3 의 産業革命

遺傳工學의 現實과 未來

The Reality and the Future of Genetics Technology

韓 文 熙

韓國科學技術院 遺傳工學센터 所長 (理博)

18世紀 末葉부터 시작된 産業革命은 農業社會를 근대 기계문명 社會로 발전시킨 一大 變혁이었으며 이러한 社會經濟의 파급을 “第 2 의 물결”로 비유한 바 있다. 이와같은 기계문명의 발전은 人間의 생존력을 극대화시키고 人間生活의 편익을 증대시키는 데 기여해 온 것이 事實이다.

그러나 그반면에 환경의 오염, 식량 및 에너지 資源의 고갈, 건강 障礙 要因의 증대, 그리고 기계 문명 속에서 人間의 가치관의 變化 등 여러가지 문제를 야기시키게 되었다. 더우기 人間은 그 자신이 만들어 낸 수단에 의하여 自身이 살고있는 自然을 파괴하고 환경의 變化를 초래케 한 것이다. 이제 우리 人間은 자신의 生存과 번영을 위하여 새로운 길을 찾아 나가지 않으면 안되게 되었다.

오늘날 科學技術의 계속적인 발전과 産業構造의 변화는 앞으로 人類社會에 또 다른 變혁을 가져다 줄 “제 3 의 물결”의 파급을 예고하고 있다. 이러한 새로운 産業革命의 시작은 半導體, 컴퓨터를 비롯하여 로보트技術의 발전도 있겠으나 生命체를 임의로 개조하고 복제해 낼 수 있는 遺傳工學技術과 같은 尖端技術의 급진적인 발전도 이에 주요한 역할을 하고 있다.

遺傳工學技術의 發展은

첫째로 사람의 유전자를 대장균에 이식하여 人間の 질병치료에 필요한 인슐린, 成長호르몬, 인터페론과 같은 희귀 의약품을 量産할 수 있는 길을 열어

놓았으며,

둘째로 이제까지 양수의 生殖細胞의 교배를 통해서만 증식시킬 수 있었던 動植物을 무성적으로복 제해낼 수 있는 生物複製技術을 출현케 하였다. 특히 이러한 技術들은 무엇보다도 근대 産業社會가 안고 있는 人口, 食糧, 에너지, 環境, 保健醫療등 여러가지 어려운 문제를 해결해 나갈 수 있는 關鍵이 되고 있다는 데서 그 主要性을 찾아볼 수 있다. 이제 이러한 遺傳工學技術은 20세기의 최후의 산업혁명이라 일컬을 만큼 모든 産業分野에 깊숙히 관련되어 있다해도 과언이 아니다.

遺傳工學技術은 生命체의 기능과 형질을 결정해주는 遺傳子를 인위적으로 변형시켜 生命체를 개조하거나 전혀 새로운 生命체를 만들어 내는 生體改造 또는 新生命체의 創製技術이다. 이러한 技術을 통하여 기존 生命체가 지니고 있는 기능을 보강시키거나, 生成物의 生産性を 향상시키는데 그 뜻이 있다. 따라서 生命체를 대상으로 하는 모든 생물산업에 걸쳐 응용될 수 있는 획기적인 기술로 평가되고 있다. 遺傳工學技術을 통하여

- 1) 産業微生物의 형질을 개량하여 微生物 발효 산업의 生産성을 향상시켜 나갈 수 있을 뿐 아니라
- 2) 化學工業, 製藥工業에 관련되는 原料生産의 多樣化를 기해 나갈 수 있다. 나아가서는
- 3) 環境보전과 대체에너지 생산을 위한 새로운 工程의 개발

4) 새로운 育種技術의 개발에 의한 食糧增産, 그리고

5) 유전병이나 암과 같은 난치병을 根本적으로 치료할 수 있는 의학적 研究에도 응용될 수 있기 때문에 유전공학은 工業, 農業, 醫學 등 우리 生活와 밀접한 관계를 가지고 있는 모든 分野에 걸쳐 가져다 줄 波及效果는 막대한 것이다.

이와같은 技術의 開發은 우연한 것이 아니다. 1953年 노벨상 수상자인 와트슨과 크릭이 遺傳子를 구성하고 있는 DNA가 二重나선형으로 되어 있다는 사실을 제창한 以來 20余年간 여러 과학자들이 遺傳現象의 신비를 밝혀내고 遺傳子를 시험관 내에서 임의로 再組合할 수 있는 技法을 성공적으로 개발해냄으로써 이루어진 것이다. 이 技術이 처음으로 개발된 것은 10여년 전의 일이며, 더우기 이 技術이 産業적으로 응용되기 시작한 것은 불과 5~6年밖에 안된다. 따라서 유전공학은 이제 막 개발되기 시작하는 最尖端技術이라 할 수 있다.

예를 들면 '78년에 사람의 인슈린 遺傳子를 추출하여 대장균에 이식, 발현시키는데 成功하여 대장균의 발효법으로 사람 인슈린을 量産해 내게 되었다. 이어서 이 人工인슈린은 임상시험을 거쳐서 '82년에 미국 FDA의 허가를 얻어 "휴무린"이란 상품명으로 市販하기에 이르렀다.

遺傳工學은 第2의 産業革命으로 알려진 半導體技術에 이어 第3의 産業革命을 가져다 줄 것이며, 앞으로 2000年代의 主導産業으로 발전해 나갈 것으로 展望하고 있다. 美國을 비롯한 先進外國에서는 70年代에 이미 씨터스, 제넨텍, 바이오젠과 같은 벤처 社會들이 設立되어 遺傳工學技術 開發에 힘을 기울여 왔으며, 최근에 와서는 大企業들이 기술개발에 直接 참여하여 막대한 투자를 하기에 이르렀다. 日本 및 구주 각국에서도 官民이 협동으로 유전공학기술 개발에 열을 올리고 있으며, 다른 開發國에서도 기술개발의 필요성에 대한 관심이 고조되어 가고 있다.

이와같이 遺傳工學技術 開發의 열풍은 그 결실을 맺기 시작했으며, 차차 실용화 技術로서 그 자리를 굳혀가고 있다. 더우기 遺傳工學技術 開發에 대한 치열한 경쟁은 開發研究를 촉진시키고 있으며, 그 결과가 사회경제에 미치는 영향도 우리가 기대했던 것보다 빨리 그리고 크게 파급되어 나갈 것이 전망

된다.

일반적으로 遺傳工學技術은 80년부터 2000年 사이에 획기적인 발전을 이룰 것으로 내다보고 있다. 또한 대부분의 技術혁신은 이 기간의 초반인 80년대에 이루어질 것으로 예측하고 있다. 遺傳工學 製品의 산업화 시기는 대체로 基礎研究가 이루어진 이후 5年 程度의 개발기간이 소요될 것으로 내다보고 있다. 그러나 遺傳工學에 의한 農作物 育種技術의 개발은 實用化 단계까지는 좀더 오랜 研究期間이 소요될 것으로 전망하고 있다. 遺傳病 치료와 같은 醫學的 응용은 적어도 20~40年間的 장기적인 연구가 필요하다.

앞으로 遺傳工學技術이 기여할 수 있는 직접적인 시장규모는 '90년까지 적어도 現在 市場의 1천배가 되는 271億불, 2000年代까지는 648億불에 달할 것으로 美國 T.A.시스社가 推定한 바 있다. 그러나 日本의 長期信用 銀行의 통계에 의하면 市場規模는 에너지 및 農業分野의 波及效果가 훨씬 클 것으로 評價하여 총 市場이 약 4000億불에 이를 것으로 推定하고 있다. 한편 美國의 제빅스社의 社長은 앞으로 유전공학기술에 의하여 적어도 107種의 製品이 개발될 수 있을 것으로 보고 있으며 그 生産高는 약 250億불에 달할 것으로 추정하는 바 있다. 一般的으로 '90年代의 遺傳工學의 市場은 200億불, 2000年代에 가서는 2,900億불 정도가 될 것으로 豫測하고 있다.

이와같이 세계적인 관심 속에서 發展하기 시작한 遺傳工學技術開發의 거센 파도는 '80年代에 이르러 우리나라에도 밀려오기 시작하였다. 그 間 4차에 걸친 社會經濟開發 期間 중 발전해 온 生物工學技術의 발전을 바탕으로 지난 '82년에는 遺傳工學을 國策的 研究開發事業으로 지정하고 國家的인 차원에서 적극 지원하기에 이르렀다. 아직 우리나라의 遺傳工學技術은 유년기에 있기는 하나 그간 쌓아온 生物工學技術 開發의 저력과 우수한 人的資源은 이제 막 세계적으로 시작된 유전공학기술개발의 대열에 동참하여 충분히 경쟁해 나갈 수 있다고 生覺한다.

지난 10余年間 食品 및 醫藥分野에서 이룩한 生物工學技術의 國內開發 事例를 살펴보면 라이신 生産菌株를 비롯하여 單細胞 蛋白質, 잔탄 겔, 그리고 설탕 代替 甘味料인 異性化糖 등을 들 수 있다. 특히 製藥産業分野에서는 테트라사이클린, 리파마

이신과 같은 抗生物質의 발효生産技術이 開發된 바 있다. 최근에 와서는 α -인터페론 그리고 B型 肝炎백신과 같은 生物學的 製劑가 國內技術로 개발生産되었다. 이와같이 발전해 온 國內 生物工業은 '80年度에 이르러 그 제품의 生産高가 1兆 3000億원(19.6億불)에 달했으며 이 生産高는 同年度의 우리나라 總 GNP의 3.8%에 해당하는 것이었다. 이것은 같은 해 日本의 生産高 221億불에 비하면 1/10 정도 밖에 안되는 규모이다.

앞으로 우리나라의 生物工業제품의 生産性 向上 그리고 製品의 다양화를 위하여 계속적으로 技術革新을 도모해 나가야 할 것이다. 특히 유전공학기술 개발에 적극 참여하여 앞으로 2000年代를 향한 새로운 尖端産業 발전의 기술기반을 구축해 나가는 것이 必要하다.

現在 우리나라 生物工業技術의 수준은 전반적으로 日本에 비해 적어도 10年, 美國에 비하면 약 20年 정도 낙후되었다 해도 과언이 아니다. 더우기 이들 先進國들은 이미 제 3의 産業革命을 主導해 나가려고 遺傳工學技術에 박차를 가하고 있기 때문에 앞으로 國內 技術開發이 적극적으로 이루어지지 않는다면 기술격차는 더 심해질 것이 우려된다. 특히 遺傳工學에 의한 新技術은 技術이전을 회피하거나 高價의 기술료를 요구하는 경향이 있기 때문에 國內 技術開發이 더욱 시급한 상황에 놓여 있다.

이러한 遺傳工學技術 개발의 시급성에 따라 지난 '82년부터 科技處에서는 國策研究事業으로 技術開發을 지원하고 있다. 아직 生命科學 分野의 基礎研究가 취약한 실정에 있긴 하지만 一部大學과 研究所에서 遺傳工學 관련 기초연구 또는 기본기술개발에 힘을 기울여 이제 遺傳工學 연구기반과 저변확대가 차차 이루어지고 있다.

韓國科學技術院에서는 우리나라 遺傳工學 技術開發과 전문기술인력 양성의 중추적 역할을 담당해 나갈 附設 遺傳工學센터를 금년 2月 1日부로 設立하여 그 기능을 擴大發展시키고 있다. 이 센터의 주요역할은 주로 1) 産業界가 필요로하는 技術人력을 早期에 훈련양성하고, 2) 遺傳工學의 核心技術 및 관련 技術을 開發 보급하며, 3) 遺傳子 銀行, 素材 開發 보급, 生体活性試驗과 같은 支援事業을 수행해 나가는 것이다. 이와같은 목적으로 現在 同 센터에서 수행하고 있는 연구과제들은

1) 인터페론, 림포카인, 간염백신, 지혈제 등 생물학적 제제生産에 관계되는 유전자조작 기본기술의 개발

2) 遺傳子 合成 및 새로운 宿主-백터系의 개발

3) 單一클론抗体的 생산과 응용기술개발

4) 미생물 살충제 및 비료의 개발 등에 주력을 두어왔다. 今年부터는 開發技術分野를

(1) 환경정화에 관련된 微生物(Super bug)

(2) 細胞微細操作에 의한 巨大動物(Super animal)의 生産技術

(3) 人工種子의 開發 그리고

(4) 바이오에너지의 生産工程技術도 研究해 나갈 計劃으로 있다. 적어도 '88년까지는 약 300名 규모의 研究人력을 구합하고 研究体制을 구축하여 명실공히 우리나라 遺傳工學技術開發의 중추적 역할을 할 수 있는 전문研究기관으로 育成할 계획으로 있다.

農水産部 산하의 農振廳에서도 農業에 관련된 遺傳工學技術開發에 힘을 기울이고 있다. 농진청에서는 주로 벼와 같은 주곡작물의 育種 또는 家畜질병에 관련된 백신이나 藥品개발에 주력을 두고 있다. 內務部 산하의 林木育種研究所에서도 우량 林木의 育種을 위하여 遺傳工學技術을 도입응용하고 있다.

한편 産業界에서도 生物工業의 技術革新을 促進하고 遺傳工學技術開發에 적극 참여할 것을 다짐하여 '82年 3月에 14個 業체가 모여 韓國遺傳工學研究組合을 設立하고 肝炎백신, 인터페론, 진단용 試藥 등 有用物質 生産技術開發에 주력을 두고 있다. 특히 (株)럭키는 美國 카이론社와 第一製糖(株)는 在美科學者로 구성된 유진택社와 技術 제휴를 맺고 技術導入과 人力양성을 서두르고 있다. 금년에 이르러서는 組合을 통한 기술개발 자금지원에 힘입어 組合가입會員社가 무려 20개로 늘어났다는 事實은 고무적이 아닐 수 없다. 아직 國內에서 遺傳工學製品이 기업화된 사례는 없으나 產學研이 協同적으로 先進尖端技術을 조기흡수하고 國內開發能力을 제고하려는 노력이 경주되고 있기 때문에 머지않은 장래에 우리나라에서도 遺傳工學 製品의 産業化가 곧 實現될 것으로 기대된다.

이와같은 尖端産業技術開發의 노력을 뒷받침하기 위하여 政府에서도 技術開發人력의 집중적 양성과 그리고 尖端技術의 開發投資를 적극 支援할 것을 다

침하고 있다. 특히 國會에서는 遺傳工業技術의 積極적인 育成을 위한 制度的인 장치로서 “遺傳工業育成法”을 制定한바 있으며, 이어서 政府는 同施行令을 제정공포한 바 있다. 이 育成法에 의하면 1) 遺傳工業 관련 부처는 遺傳工業育成을 위한 5個年計劃을 수립하도록 되어 있으며, 2) 遺傳工業技術開發의 지속적인 투자를 위한 基金을 마련하고 3) 技術開發이 중추적 役割을 할 專門研究所를 設立하도록 되어 있다.

結論의으로 지난 10여年間 세계적인 관심 속에서 발전되고 있는 遺傳工業은 여러 産業分野에 걸쳐 기술혁신의 길을 열어주며 次世紀의 主導産業으로 發展해 나갈 것이 전망된다. 아직 우리나라 遺傳工業의 技術開發 여건은 관련기술의 취약성, 人力의 不

足, 研究費의 영세성 때문에 어려운 점이 많이 있지만 그간 쌓아온 生物工業의 기반과 產學研究 및 政府의 協동적 노력으로 國內 技術開發의 여건이 차차 성숙되어 가고 있다. 특히 遺傳工業에 대한 社會的인 관심과 産業界의 의욕이 고조되어 있기 때문에 우리나라 生物産業의 발전전망은 매우 밝다고 하겠다.

말할 것도 없이 遺傳工業이 産業發展에 가져다줄 경제적 그리고 社會적 파급효과는 막대할 것이며, 오는 2000年代에 우리 生活의 豊요와 복지를 안겨 줄 主要기술로 발전할 것이 確實하다. 이를 위해서는 이 時代에 사는 우리 모두가 이 技術의 育成 발전을 위하여 적극적으로 참여하고 과감히 投資해 나가야 할 것이다. *

● 日本通信 ●

日本電氣協會 新會長에

田中精一 中部電力 會長

日本電氣協會 會長에 中部電力會長の 다나카 세이이찌(田中精一)씨가 決定되었다. 中部電力은 올림픽 誘致를 韓國의 서울과 벌여 敗北한 나고야(名古屋)市에 본거를 둔 電力會社로서 日本은 9個地域으로 나누어지는 獨占企業체로 되어 있는데 東京의 東京電力과 大阪에 본거를 둔 關西電力과 함께 日本의 3大電力會社의 하나이다.

日本의 電力會社는 거의 모두가 이른바 「社員에서 昇進하는 社長制」로 되어 있으나 田中씨에 限해서 오우너에서 나온 社長으로서 日本의 電力界 에서는 유니크한 존재이다. 물론 資本家로서 出世한 것이 아니라 平社員으로 現場에서 쌓아 올린 實力으로서 最高位에 올랐는데 지난날의 오일쇼크 때는 節電을 呼訴하기위해 社長이면서도 스스로 街頭에 나서 傳單을 나누어 주었다는 實踐派이기도 하다.

田中電氣協會 新會長은 日本의 電力王이라고 불리워 지고 있으며 電力의 鬼神 또는 奇蹟의 日本經濟繁榮의 基礎를 만든 松永씨의 사위(婿)라기 보다는 이 松永씨가 電力王의 地位를 차지하게 된 것은 田中新會長의 嚴父 田中徳二郎씨의 巨大한 역할이



田中精一 新會長

있으므로 해서 이루어진 것인데 당연히 田中씨는 日本의 電力王이 되어야 했으나 早逝로 그 뜻을 이루지 못했다. 그리고 松永씨와 戰前戰後를 통하여 財界 巨頭의 한사람인 小林씨가 그 土台로한 阪急電鐵이 一時危機에 處했을 때 이를 救하여 오늘 날 不動의 것으로 만든 것은 이 田中新會長의 父君이며, 그後 계속 電力界의 元老로서 굳건한 자리를 차지하고 있는 芦原義重(關西電力會長)씨도 小林씨의 힘으로 出世했던 것으로 이 田中씨의 電氣協會 會長 就任으로 日本 電氣界의 体制은 不動한 것이 되었다. (1911年生)