

# 遺傳工學 어디까지 왔나?

— 세계生物工學의 오늘과 내일

玄 源 福

〈과학저널리스트〉



## 特 輯

1973년 美·스탠퍼드大의 S. 코엔과 H. 보이어등이 遺傳子 再結合의 기초 기술을 완성한 이래 이 기술을 이용한 호르몬, 효소등 생리활성물질 또는 의학의 생산을 산업기술로서 이용할 수 있는 가능성이 보이면서 세계의 귀와 눈은 바이오테크놀로지(Biotechnology)에 쏠리기 시작했다.

실제로 바이오테크놀로지가 관련된 분야는 의료, 의약품, 농림·수산업, 에너지, 환경, 기초과학등 광범위하게 번져 나가고 있으며 그 잠재적인 가능성의 규모로 보아 바이오테크놀로지는 가까운 장래에 산업과 사회의 모습을 크게 변모시킬 혁신적인 기술분야로 꿈고 있다.

19세기의 산업혁명이라 가장 큰 변화를 가져올 것으로 기대되는 바이오테크놀로지는 현재 미국과 일본등 선진국가에서 어떤 발전단계에 있는가 알아 보기 위해 이 특집을 꾸렸다. 〈편집자註〉

# 세계의 生物工學現況

세계적인 과학주간지인 사이언스(SCIENCE)는 지난 '83년 2월 11일호를 생물공학 특집호로 꾸몄다. 이 특집에서 주필인 저명한 과학자 에 이벨슨(P. H. Abelson)박사는 현재와 같은 속도로 연구개발이 진전된다면 몇해안으로 인류의 보전은 달라지게 향상될 것이라고 내다 보았다.

미국은 1982년 9월 유전공학에 의한 人型인술린을 내놓기 시작했으며 현재 10여가지의 인터페론, 人型성장호르몬, 人型칼시토닌, 알부민, 티모신 알파1, 조직형플라즈미노겐 활성제, 牛型성장호르몬, 구제역(口蹄疫)용약전, 牛型백혈구인터페론 등 헤아릴 수 없이 많은 의약품을 유전공학적 방법으로 개발하여 임상 또는 동물실험을 하고 있어 앞으로 짝 값으로 제공될 날도 멀지 않았다.

미국에는 현재 생물공학분야의 크고 작은 기업이 150개 이상이나 있으며 그중의 대다수는 최근 5~6년내에 설립된 신출나기 기업들이다. 제넨테크(Genentech)는 미국뿐만 아니라 세계의 대표적인 바이오테크놀로지기업으로서 DNA 재결합기술을 이용하여 그동안 10여종의 단백질제품을 새로 만들어 냈다. 70명의 박사를 포함하여 350여명의 종업원을 가진 이 기업은 연간 2천1백만달러(약160억원)의 연구개발비를 투자하고 있다. 이런 규모는 대규모의 제약회사와 비교하면 보잘 것 없는 것이지만 제넨테크가 지난 몇해동안 DNA 재결합 기술로 생산한 업적은 세계의 어떤 제약회사도 따라 오지 못한다.

그래서 바이오테크놀로지가 갖는 엄청난 잠재력을 인식한 세계의 대 제약회사와 화학회사,

그리고 석유회사등이 앞을 다투어 이 분야로 진출하거나 진출할 준비를 서둘고 있다.

## 世界大企業의 企業戰略

세계의 큰 기업들은 종래의 부가가치가 낮은 석유화학공업이나 합성섬유공업에서 차츰 벗어나 바이오테크놀로지를 포함한 화인화(精密化)나 또는 특수화노선으로 기업전략을 돌리고 있다. 이들은 종래의 양상품으로서 시장에서 우위를 지킬수 있는 것만 생산하여 매출고를 올리는 한편 장래성이 많고 부가가치가 높은 농업, 의약, 건강과 관련된 제품개발에 중점을 두고 있다.

예컨대 미국의 듀폰사는 이미 농업, 의약, 일렉트로닉스, 특수섬유등 특수분야의 매출고가 45%를 차지하고 있고 유전공학을 비롯한 바이오테크놀로지의 발전으로, 90년에는 이 분야의 매출고를 55%로 끌어 올릴 계획이다. 듀폰은 이미 섬유아세포형(纖維芽細胞型)인터페론분리에 성공했으며, 90년대에는 실용화할 준비를 하고 있다.

다우·케미컬은 1980년 종합의약품 메이커인 리처드슨·메렐을 사들였고, 유전공학연구개발회사인 콜라보러티브·제네틱과 연구개발계약을 맺었다.

영국의 ICI는 폴리에스테르, 나일론 섬유관계 공장을 폐쇄하고 바이오테크놀로지에 적극적인

관심을 보이기 시작했다. 이 회사는 이미 메탄올로부터 SCP를 제조하는 기술에서 유전자조작방법을 세균에 응용하여 에너지를 절약하는 플랜트를 운전중이다.

서독의 쾨스트사는 하버드대학에 5천만 달러를 기증했으며, 하바드대는 이 기금으로 유전공학연구소를 신설, 여기서 나오는 성과를 독점적으로 이용할 권리를 확보했다. 서독의 바이에르도 이에 맞서 미국 MIT에 거액의 유전공학연구자금을 제공하고 있다.

일본의 미쓰비시가세이(三菱化成) 사는 대장균을 이용하여 유전자조작기술로 인터페론을 양산화할 계획이며 스미토모가세이社(住友化成)도 지난해 영국의 의약품메이커인 웰컴에서 인터페론의 제조기술을 도입했다. 이들은 생물공학을 무기로하여 의약품을 개발해서 종합화학품메이커로 구축한 체통을 그대로 유지할 계획이다. 한편 쇼와덴코사는 발효기술을 이용하여 필수아미노산의 하나인 트립토판을 종래의 반값 이하로 코스트다운하는 기술을 확립했다. 또 아지노모도사는 대장균에게 아미노산을 생산시키는데 성공했다.

## 비싼 貴重藥品의 量産길 터

### 인터페론

1975년 스웨덴의 H. 스트랜던박사가 뉴욕에서 열린 국제회의에서 인터페론이 콜육종(암)환자에게 효험이 있었다는 증례를 보고한 이래 세계는 인터페론열병에 들뜨기 시작했다.

인터페론에 이토록 큰 기대를 걸고 있는 이유는 무엇일까? 페니실린발견이래 뒤를 이어 등장한 항생물질로 세균성질병은 거의 발을 붙이지 못하게 되었다. 그러나 바이러스성의 감염증에 대해서는 항생물질에 맞먹는 효력을 갖는 치료약이 없어 약전으로 바이러스감염을 예방하는 길 밖에 없으며, 그 약전이 없어 바이러스병

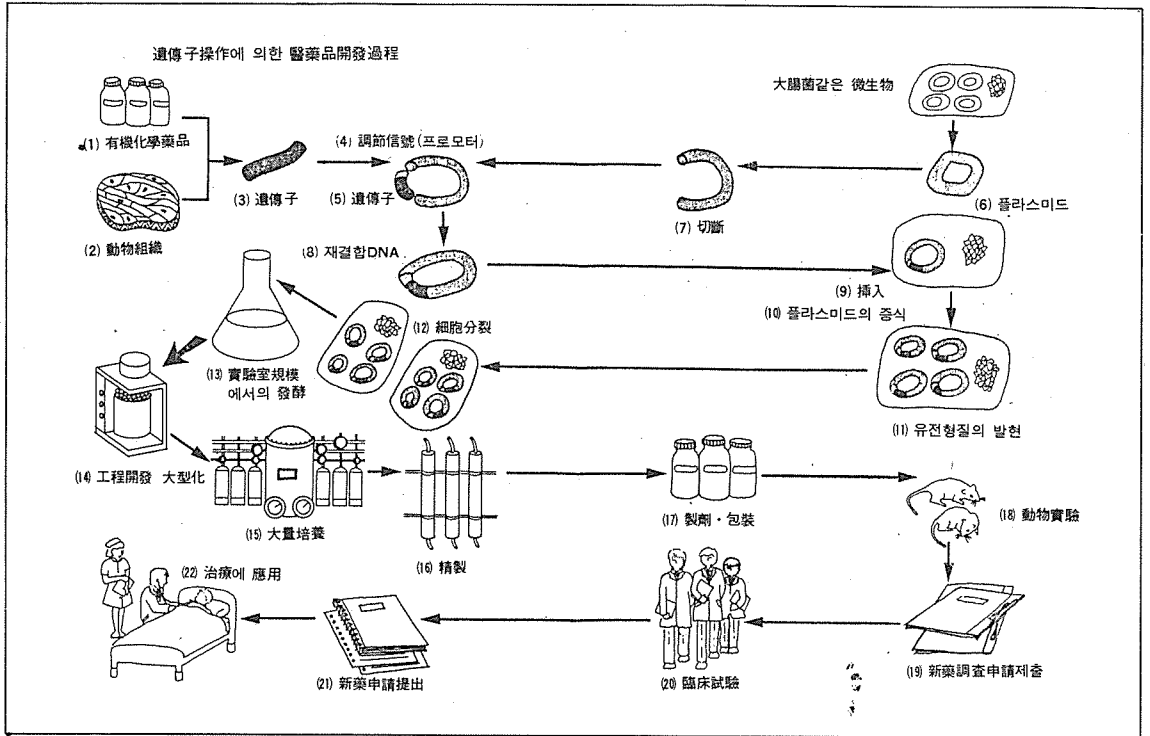
도 적지 않다. 인터페론에 대한 기대는 바이러스병의 치료약으로서 커다란 위력을 발휘하게 되기를 바라는 것이다. 인터페론의 특징은 바이러스의 종류와는 관계없이 어떤 바이러스에도 광범위한 효험이 있다는 점이다. 그런데 인터페론은 바이러스를 선택하지 않는 대신 어떤 동물 세포로 된 인터페론은 같은 동물이나 또는 매우 가까운 동물에게만 효과가 있다. 예컨대 닭세포로 만든 인터페론은 오리세포에서는 활성을 보여주지 않는다.

따라서 사람에게 쓰일 인터페론은 사람의 세포로 만들 수 밖에 없다. 실용화의 경우 대량의 인터페론을 생산해야 한다. 종래에는 백혈구에 바이러스를 감염시켜 배양한 뒤 인터페론을 추출하는 방법과 헬스터에 사람의 임파아구세포를 접종하여 배양한 뒤 여기에 바이러스를 넣어 만드는 방법등이 있으나 생산량은 제한되어 있었다.

그런데 인터페론을 만드는 유전자를 대장균에 꾸며넣어 주면 12시간에 1개가 1천억개로 늘어나는 대장균의 증식력으로 대량 생산할 수 있게 되었다. 인터페론의 값은 순도가 100%의 것이 라면 1g에 900억원이나 되기 때문에 현재 선진국의 50개의 가까운 기업들이 '인터페론 生産戰爭'에 참여하고 있다. 그중에는 미국의 멜크·파이저·애보트·브리스톨·마이어즈, 스위스의 모쉬·티바·가이거·샌드, 영국의 비첨, 일본의 미도리십자·다께다-로슈그룹 등 대 의약품이커외에도 미국의 뒤퐁·다우 케미컬, 서독의 쾨스트·바이에르, 영국의 ICI, 일본의 미도모 화학등 거대화학메이커도 참여하고 있다.

그런데 이 싸움의 승패의 향방을 결정하는 열쇠는 양산기술의 확립이다. 이 양산기술의 핵심인 유전자재결합기술은 미국과 유럽의 벤취·비지니스가 잡고 있다. 그래서 큰 의약품메이커들은 미국의 제네테크·제넥스·콜라보러티브 리서치, 스위스의 바이오젠과 같은 벤취·비지니스와 손을 잡고 있다. 예컨대 미국 브리스톨 마이어즈는 제넥스, 서독쉐링은 바이오젠, 로슈는 제네테크와 기술제휴를 하고 있다.

의약품의 상품화에는 10년의 세월이 걸리는



우선 유기합성 (1) 또는 조직과 같은 생물재료 (2)에서 DNA를 얻는다. 이 중에서 어느 한쪽이나 또는 양쪽에서 얻은 DNA로부터 유전자를 재단한다 (3). 유전자에는 사람 (人型)의 인터페론이나 사람 (人型)의 인슐린등을 목적으로 하는 산물을 만들기 위한 유전정보가 암호로 되어 내포되고 있다. 플라스미드 (6)에 포함되어 있는 조절신호 (4)는 대장균과 같은 미생물에서 분리된다. 플라스미드는 절단되어 (7) 유전자와 조절신호와 함께 다시 접합되어 (8) 「재결합 DNA」를 형성한다. 이 플라스미드는 숙주세포 (宿主細胞)내로 옮겨진다 (9).

각 플라스미드는 세포안에서 몇차례라도 카피된다. (10) 각 세포에서는 플라스미드가 갖고 있는 정보가 번역되어 발현되고 목적인 산물을 만든다 (11). 세포



것이 보통이다. ‘꿈의 의약품’이라는 기대에 부풀어 있는 인터페론은 1990년의 세계시장을 연간 약 80억달러로 내다보고 있다.

### 인슐린

DNA재결합기술을 이용하여 상품화된 의약품 중 선두 주자인 人型인슐린을 지난해 9월 미국

는 분열하여 (12) 어버이 세포가 갖고 있는 것과 같은 유전정보가 자손에게 전달된다.

유전자조작된 미생물은 우선 플라스크내 (13)에서 대량으로 배양되고 이에 소형의 발효로 (14)에서 배양 조건을 결정하며 최종적으로는 대형의 배양탱크 (15)에서 배양된다. 배양으로 얻은 세포추출액은 분리, 정제 (16)되어 의료용으로 제제, 포장 (17)된다.

의약품은 우선 동물실험 (18)으로 그 제품의 약리활성이나 안전성이 시험된다. 미국에서도 우선 신약조사신청을 제출 (19), 사람에 대한 임상시험을 한 (20) 다음 효과와 안전성을 확인한다. 임상시험이 끝난 뒤 신약신청을 식품의약품국 (FDA)에 제출한다 (21). 신약신청이 FDA에서 심의되고 승인되면 그 제품은 미국내에서 시판할 수 있게 된다 (22).

제약 메이커인 이라이·릴리사가 판매를 개시했다. 유전공학 벤처·비즈니스인 제넨테크사와 기술 제휴로 개발된 것이다.

인슐린은 췌장에서 분비되는 호르몬의 일종이며 血糖値를 끌어 내리는 효과가 있어 당뇨병의 특효약으로 널리 쓰인다. 종래의 인슐린은 소나 돼지의 췌장에서 추출한 것이어서 사람의

인슐린과는 구조가 약간 달랐기 때문에 부작용이 생겨 사용에 한계가 있었다. 그렇다고 해서 사람의 인슐린을 화학적으로 합성하기에는 어렵고 코스트도 많이 먹혀 화학합성에 의한 생산은 현실적으로 불가능한 것으로 되어 있었다.

릴리사는 대장균속에 인간의 유전자를 꾸며넣어 생산에 성공한 人型인슐린은 임상실험에서 종래의 돼지췌장의 인슐린이 환자의 5%에 대해 알려지성부작용을 일으키는데 비해 부작용이 거의 없다는 것이 드러났다. 릴리는 1990년께 약 3억달러로 추정되는 세계 人型인슐린시장을 독점할 태세를 갖추고 있으나 오랜 라이벌인 덴마크의 노보사가 최근 돼지에서 추출한 인슐린을 효소반응에 의해 '人型'으로 개조하여 양산할 태세이므로 세계시장에서 대접전이 예상되고 있다. 그런데 인슐린은 21개의 아미노산의 사슬(A사슬)과 30개의 아미노산으로 된 사슬(B사슬)등 2개의 사슬이 연결된 단백질이다.

### 人成長호르몬

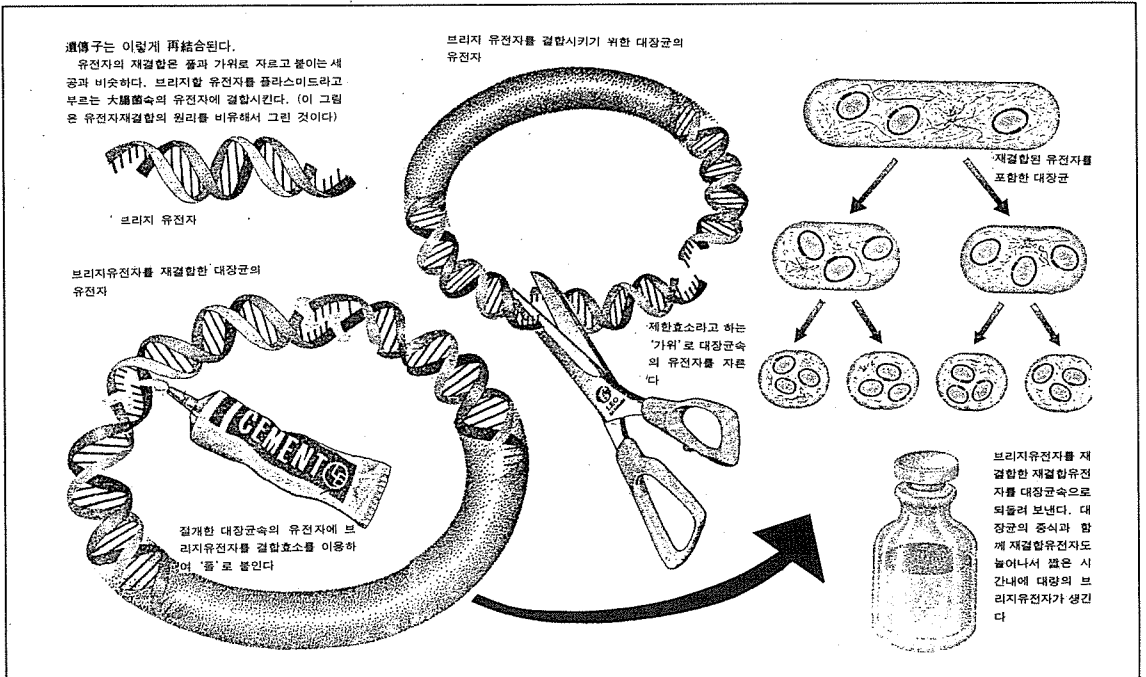
성장호르몬은 뇌하수체전엽의 특별한 세포에서 분비되어 몸전체의 성장을 촉진하는 작용이

있다. 이 호르몬이 모자라면 키가 비정상적으로 적어 下垂體小症이 되지만 어렸을때 성장호르몬을 투여하여 치료하면 성장이 촉진되어 보통 키는 자란다. 그러나 종래 이 호르몬은 사람이 죽은 직후 뇌하수체에서 추출하기 때문에 공급량은 매우 제한되어 있다.

유전자 재결합기술을 이용한 새로운 생산방법은 이미 미국의 유전공학전문회사인 제네테크사의 기술로 스웨덴의 제약메이커 가비사가 실용화 과정에 들어가고 있다. '81년 9월 미국식품의약품국(FDA)로부터 소인증환자에 대한 투여허가가 나왔으며 미국 10개병원을 비롯하여 스웨덴 영국에서도 임상시험중이다. 1990년 세계의 人成長호르몬 시장규모는 연간 약 1억달러로 보고 있다. 성장호르몬은 소인증 치료외에도 화상·폴절·절상등의 치유촉진, 궤양이나 암등에 의한 소화기의 출혈, 난치병인 류마티스성관절염에도 특효가 있다고 보고되고 있다.

### 血清알부민

미국 유전공학 전문기업인 제네테크는 1981년 11월 대장균과 효모에 사람의 유전자를 꾸며넣



어 血清알부민합성에 성공했다고 발표했다.

血清알부민은 혈액속에 있는 단백질의 하나로서 크게 다쳤을 때 피를 많이 흘려 쇼크로 죽는 것을 막고 외과수술과 화상치료에도 없어서는 안될 귀중한 약이다. 종래에는 현혈한 피에서 추출하기 때문에 언제나 부족한 상태이나 대장균으로 합성하게 되면 양의 확보도 어렵지 않고 값도 크게 내려 갈 것이다. 血清알부민을 585개의 아미노산이 연결된 분자량 68,000의 비교적 큰 단백질이어서 이렇게 큰 분자를 대장균이나 효모로 만드는 길을 튼 공은 높이 평가되고 있다. 1990년의 연간 세계시장 규모를 4억달러대로 내다 보고 있다.

### 高純度ワクチン

유전자재결합기술을 이용하여 높은 순도의 효능이 크고 안전성이 높은 백신생산연구가 진행되고 있다. 종래의 인플루엔자 백신은 닭의 수정란에 바이러스를 심어 생산하고 있다. 그러나 비용도 많이 들고 유효성도 문제이려니와 제조에 1년이상이나 걸려해마다 유행하는 바이러스의 유행기에 꼭 맞게 준비하기 어려운 점이 있다. 유전공학을 이용하면 제조기간도 짧아지고 가격도 1백분의 1로 떨어질 것으로 전망된다.

특히 요즘 사회문제로 까지 등장한 B형肝炎 바이러스(HB바이러스)에 대한 백신개발은 하나의 사회적인 요청이 되고 있다. DNA를 유전자로 갖는 이 DNA형바이러스는 혈액 및 침을 통해 전염하고 환자의 일부는 만성간염에서 간경변으로 진전되어 간암이 될 가능성도 있다. 현재 HB바이러스자체의 배양은 아직 성공을 거두지 못하고 있어 HB바이러스 보유자의 혈액에서 抗原을 추출, 정제하여 백신으로 쓰려는 시도가 이뤄지고 있으나 재료입수에 한계가 있다. 유전자 재결합기술을 이용한 HB바이러스 연구는 상당한 진전을 보이고 있다. 바이러스의 유전자지도가 해명되었고 B형肝炎백신에 필요한 抗原단백(HBs)를 만드는 DNA의 위치와 678개의 塩基配列도 밝혀졌다. 현재 연구는 이 DNA를 추출하여 대장균에 꾸며넣고 HBs 抗原을 생산할 대장균을 만들 단계까지 와있다.

우리나라의 럭키중앙연구소도 HB바이러스와 쥘과 그 진단용 시약 등을 개발한 것으로 알려져 있다.

### 單클론抗體

사람의 몸속에 병원같은 이물(抗原)이 침입하는 경우 백혈구의 일종인 임파구가 이에 대하여 抗體를 만든다는 것은 잘 알려져 있다. 그러나 '防衛軍'구실을 하는 이 임파구는 몸밖으로 나가면 증식하지 않는다. 그래서 등장한 것이 細胞融合기술이다. 암에 걸린 임파구는 몸밖에서도 증식하는 능력이 있다는 점을 이용하여 이 임파구와 보통임파구를 세포융합하면 抗體를 만들고 증식하는 매우 편리한 임파구가 생긴다. 바꿔 말하면 어떤 抗原에만 반응하는 抗體를 대량생산 할 수 있는 것이다.

현재 單클론抗體개발의 선두주자는 미국의 벤츄·비지니스인 하이브리텍사. 1978년 캘리포니아주에서 설립된 이 회사는 제넨테크, 시터스, 제넥스등 유전자재결합기술을 주로 하는 기업들과는 달리 細胞融合을 이용한 상품만을 다루고 있다. '81년 5월말에 FDA로부터 單클론抗體를 이용한 알러지병진단약 키트의 인가를 얻어 벌써 시판에 나섰다. 최근에는 암진단약개발에 나서고 있다.

한편 진단약의 범위를 벗어나서 單클론抗體를 운반체로 사용한 제암물질개발에도 열을 올리고 있다. 이 제암물질은 종래의 제암제를 암세포가 만들어 내는 물질만 골라서 결합하는 單클론抗體와 묶은 것. 그래서 인체내에 들어 가면 암세포만 공격할 수 있어 이것을 이른바 '미사일療法'이라고 한다. '미사일療法'의 가장 두드러진 특징은 부작용이 없다는 것이다. 종래의 제암제는 암세포뿐만 아니라 건강한 세포에도 해를 끼치는데 單클론抗體를 사용하면 제암제를 암세포에만 집중하게 할 수 있다. 영국의 분자생물학연구소등 세계의 저명한 연구기관들이 개발에 착수했다.

미국의 대화학메이커인 듀폰은 '81년 봄 면역진단약의 명문인 뉴잉글랜드·뉴크리어사를 사들여 세계최대의 單클론抗體메이커를 목표로 막

대한 투자를 하고 있다. 한편 영국의 반관반민의 벤처·비즈니스인 셀렉스사는 인터페론정제에 사용할 單클론抗體를 개발하여 큰 주목을 받고 있고, 일본의 산토리 미쓰비시가세이등도 이 경쟁에 뛰어 들었다.

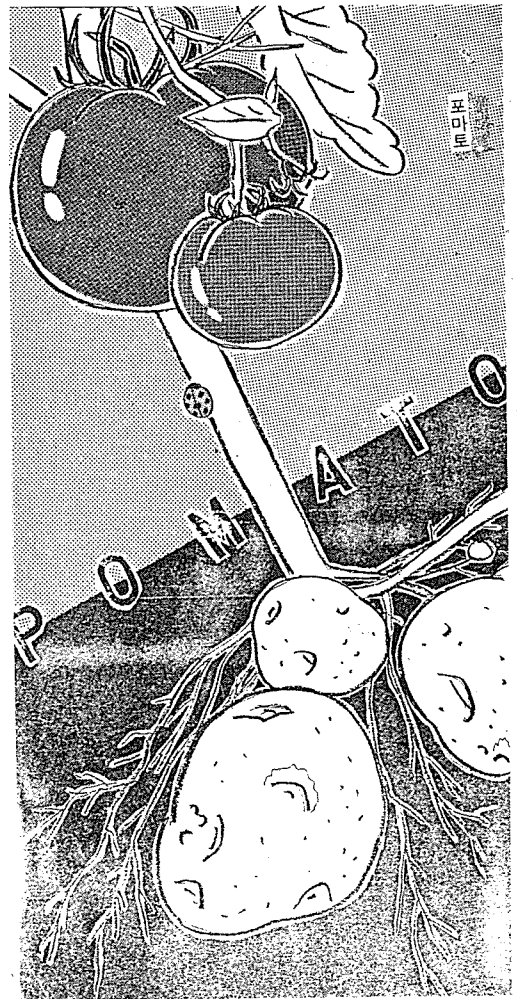
## 맛 좋고 빨리 자라는 食用牛

대화학회사인 몬산트와 유전공학 전문기업인 제넨테크사는 최근 유전자조작으로 소의 성장을 촉진하는 호르몬을 제조하는데 성공했다고 발표했다. 이 발표에 따르면 소의 성장호르몬은 식용우 및 유우의 성장을 부추겨서 쇠고기와 우유의 생산성을 높인다는 것이 확인되었으며, 호르몬을 첨가한 사료를 이용하여 쇠고기와 우유생산을 비약적으로 증산할 수 있다고 한다. 제넨테크는 이어서 소의 성장호르몬은 체내에서 자연적으로 발생하는 것이므로 의약품과는 달리 소의 몸체속에 남아 있을 염려가 없다는 것이다. 제넨테크는 미생물을 생산하고 몬산트가 쇠고기와 우유의 안전성과 효율성을 조사연구하여 '81년 미국립보건연구원(NIH)으로부터 생산설비의 확대인가를 받았다.

축산분야에서 생물공학의 목표는 식육부분이 많고, 고기의 맛이 좋으며, 빨리 자라고, 병에 대한 저항력이 강하며, 사료가 적어도 되는 뛰어난 품종을 육성하기 위해 불필요 하고 유해한 유전자를 제거하고 유용한 성질만을 세포질성 유전자로서 첨가하는 일이다.

## 農業의 工業化 부추기는 클론技術

최근 미국 캘리포니아대는 식물이 햇빛이나 소금끼에도 오래 견딜 수 있게 만든 유전자를 다른 박테리아에 이식하는데 성공했다. 이로서 건조한 땅이나 염분이 많은 땅에서도 식물을 재배할 수 있는 가능성이 보이기 시작했다.



포테이토(감자)와 토마토가 함께 열리는 꿈의 새 품종으로서 화제가 되었던 異種間雜種野菜는 서독의 막스·플랑크생물학연구소에서 1978년 개발되었다. 수확된 감자와 토마토는 알갱이가 너무 작아서 실용성은 없었다. 그러나 개발을 지도한 델하스 교수는 『이 연구의 목표는 감자의 내한성유전자를 토마토유전자에 도입하여 겨울에도 밖에서 수확할 수 있는 토마토를 실현하는데 있다』고 말하고 있다. 겨울에 들에서 여름야채를 경작할 수 있다면 온실에 소비하던 막대한 에너지를 절약할 수 있게 된다.

포마토를 만드는 방법은 감자와 토마토에서 적당한 세포를 잘라내어 프로토플라스트를 만들고 이것을 폴리에틸렌구리콜을 사용하여 융합시킨다. 융합 세포를 잘 배양하면 분열하여 세포의 덩어리를 만들고 거기에서 눈과 뿌리가 나와 포마토가 자란다.

이것은 식물의 환경이 건조하거나 염분이 많을 때 수분을 세포속에 간직하게 작용을 하는 프롤린을 만드는 박테리아의 유전자를 추출하여 다른 박테리아에 이식하는데 성공하므로써 이루어진 성과이다.

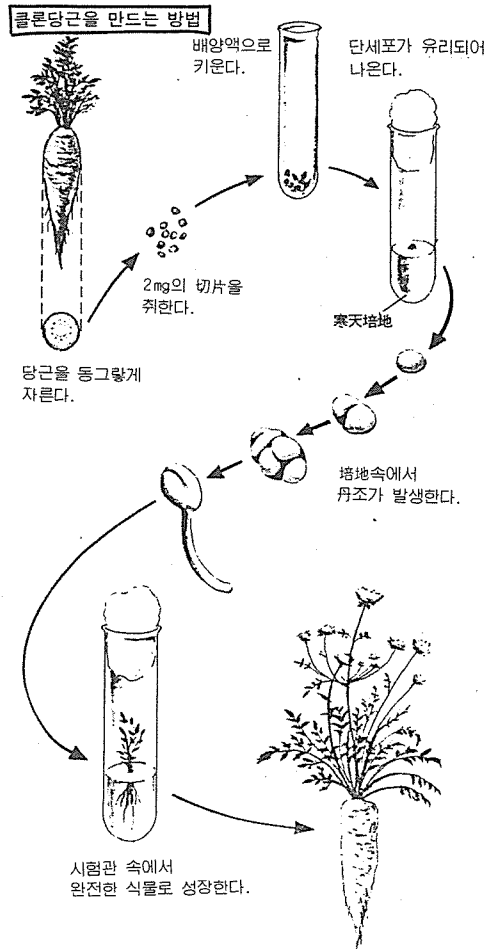
한편 애그리게네틱이라는 벤취·비지니스는 빵을 만드는데 쓰이는 것보다 품질이 뛰어나게 좋은 밀과 오일함유량이 많은 콩을 개발하고 있다. 듀풍사는 당분이나 지방분을 늘려 식물의 성장을 조정하는 화학물질개발에 열을 올리고 있다. 한편 미국농무성은 강남콩의 단백질 유전자를 해바라기에 이식하는데 성공했다. 이것은 이른바 '해바라기콩'이라고 불리는 신품종으로서 토마토와 감자의 세포융합으로 줄기에는 토마토, 땅속에는 감자가 달리는 '포마토'와 비슷한 것이다.

그런데 농업에서의 가장 큰 과제는 질소비료를 주지 않고도 자랄 수 있는 식물을 개발하는 일이다. 또 세포융합으로 새로운 품종의 담배, 특히 박하를 넣은 엽연초를 만드는 연구가 일본 전매공사에서 진행되고 있다.

일본의 北里大에서는 최근 5~6년 길러야 하는 人蔘을 클론技術을 이용해서 클론된 뿌리를 배양, 같은 양의 뿌리를 3주 정도로 얻을 수 있다는 것을 실험했다. 이밖에도 심장병용의 약초인 디기탈리스의 잎, 위장약용의 '오오렌' 뿌리의 양산에도 착수하고 있다. 클론기술이 농업을 공업화하는 구실을 맡을 시대가 다가오고 있는 것이다.

## 大變革期를 맞은 化學産業

대량생산을 바탕으로 하는 화학공업분야 유전자조작에 깊은 관심을 보이고 있다. '80년 가을 미국 유전공학전문기업인 시터스가 생물공학 기술을 이용하여 개발에 성공한 석유화학제품프로세스는 생물의 몸속에서 물질이나 에너지를 만들고 물질을 분해하는 반응에서 중개역할을 하는 酵素의 기능을 석유화학에서 이용하여 에



당근의 뿌리를 동그랗게 자른 것을 잘게 썰어 2밀리사방의 작은 조각을 만든다. 이 조각을 배양하면 세포가 부드럽게 흩어져서 증식하여 카르스라고 불리는 세포의 덩어리가 된다. 이것을 흩어지게 해서 한개의 세포를 추출, 식물호르몬이나 코코넛밀크를 첨가한 한천배지에 옮겨 키우면 1개 세포는 분열증식하여 다시 세포의 덩어리를 만들고 거기에서 뿌리와 싹이 나와 버젓한 당근이 된다. 클론 당근의 실험은 1958년 미국 생물학자 스투워드가 성공을 거두었다.

너지를 크게 절약하자는 것이다. 시터스사는 폴리에스테르섬유의 원료로 쓰이는 에틸렌옥사이드등을 효소반응으로 만드는 프로세스를 상업화하는데 뜻을 굳히고 있다.

석유화학은 생물공학을 장차 본격적으로 이



용할 분야로 꼽히고 있다. 아직도 이용분야가 석유화학반응의 일부에 지나지 않으나 차츰 기술이 고도화되면 하늘을 찌르듯 솟아올라 있는 거대한 에틸렌플랜트는 적은 반응탱크로 대체되어 화학산업에 대한 이미지가 완전히 바뀔 가능성이 있다. 어떤 이는 가까운 장래에 석유화학반응 프로세스의 20%가 생명공학을 이용한 것과 대체될 것으로 내다 보고 있다. 지난날의 기술혁신의 역사를 되돌아 볼 때 이런 변혁에 재빨리 적응 못하면 거대한 플랜트가 사라지기 전에 기업이 앞서 사라지는 일이 흔히 있었다.

석유화학제품생산에 효소, 미생물을 이용하는 기술은 생물공학에서는 바이오리액터(連續反應器)로 불린다. 그런데 석유화학제품과 같이 복잡한 반응에 알맞는 바이오리액터를 개발하자면 유전공학에서 새로운 효소를 만들어 내고 효소가 움직이지 않게하는 固定化기술의 수준을 향상시켜야 한다. 그런데 본격적인 바이오리액터가 움직이기 시작하면 설비비는 5분의 1 이하로, 에너지와 코스트는 2분의 1 이하로 될 것이라고 내다 보고 있다.

---

## 遺傳子 資源 찾아 탐험나서

---

유전자재결합, 세포융합과 같은 새로운 생물공학기술은 여러가지 유전자를 결합시켜 생물의 성질을 자유롭게 바꿀 수 있는 길을 텃다. 식물의 품종개량도 지금보다 훨씬 빨라지고 응용범위도 넓어졌다. 그런데 이렇게 하자면 우선 품종개량의 근본이 되는 풍부한 유전자 자원이 있어야 한다. 그러나 최근 세계적으로 자연의 개발이 진행되고 있어 야생식물은 급속히 그 모습을 잃어가고 있다. 질병에 강하고 추위에 견디고 성장이 빠른 성질을 식물에게 주고 있는 유전자들이 자연개발과 더불어 하나둘 사라지고 있는 것이다.

미국은 『유전자야 말로 앞으로의 국가의 사활을 결머련 새로운 자원이다』는 인식아래 세계 각지로 탐험대를 보내 '유전자자원'을 찾고 있

다. 특히 이들은 석유와 대체될 에너지식물, 화학공업원료가 되는 자원식물, 식량원이 될 성장이 빠른 고단백식물을 겨냥하고 있다. 현재 뉴욕식물원이 수집 확보한 샘플수는 550만점에 이르고 있으며 이것으로 「植物遺傳子뱅크」를 만들고 있다.

日本정부도 야생식물이 풍부하다고 알려진 중공 운남성에 '遺傳子資原탐험대'를 보내는 한편 본격적인 식물품종개량 기술에 착수했다.

일본 국립유전학연구소는 최근 泰國과 인도에서 수집한 3백여종의 야생의 범씨속에서 空中窒素고정능력을 가진 범씨를 찾아 냈다. 이들은 현재 유전자 재결합기술을 사용하여 질소비료를 공기중에서 자급할 수 있는 실용적인 범의 개발에 착수하고 있다.

식물의 품종개량에 혁명을 가져오고 있는 생물공학의 충격은 식물을 식량자원으로서 뿐만 아니라 에너지, 화학공업원료등의 새로운 자원으로 부상시키고 있다. 『중자를 컨트롤하는 자는 세계를 컨트롤한다』는 말이 생물공학의 등장으로 더욱 현실감을 갖게 된 것이다.

한편 미국에서는 세포융합, 유전자공학과 같은 새로운 기술을 등에 업고 새로운 식물품종개발에 나선 벤처·비즈니스들도 등장했다. 컨벡티커트주의 애드밴스트·제네틱사도 그중의 하나이다. 이 기업은 다수확곡물개발에 의욕을 보이고 있다.

---

## DNA 合成機의 등장

---

생물의 성질을 결정하고 생명활동에 필요한 모든 정보를 전달하는 유전자 DNA의 일부를 자동적으로 합성하는 기계가 나왔다. DNA신디사이저(合成機)라는 이름의 이 기계는 '81년 미국의 베가·바오케미컬사, 제네틱·인스트루먼트사, 그리고 캐나다의 바이오·로지사가 개발했다. 이어 미국의 제네틱 디자인사도 상업생산에 들어갔다.

DNA합성기는 DNA를 구성하는 기본단위인

뉴클레오티드를 그대로 인산과 연결하는 ‘인산 트리에스테르법’과 본래 결합하기 어려운 뉴클레오티드를 미리 결합하기 쉬운 형태로 만들어 인산과 합성하는 ‘표인산법’이 있다. 그 어느 쪽도 인산이 뉴클레오티드를 결합하는 역할을 하고 있는데 착안한 것이다. 미리 설정한 순서에 따라 4종류의 뉴클레오티드를 차례로 연결해 나간다. 사람의 손으로 합성하면 2주일간 걸리는 14개의 뉴클레오티드를 연결한 DNA를 불과 3일이면 끝낸다.

뉴클레오티드 DNA를 구성하는 기본단위의 염기로서 아데닌, 구아닌, 시트닌, 티민 등 4종류가 있으며, 그 배열순서가 유전암호가 된다. 예컨대 아미노산을 연결하여 펩티드나 단백질을 합성하는 경우, 어떤 아미노산을 어떤 순으로 결합해 나갈 것인가 하는 것은 4종의 뉴클레오티드

가 DNA분자상에서 어떻게 정렬되어 있는가로 결정된다. DNA합성기에서는 마이크로컴퓨터에 미리 프로그램시켜 두면 설계대로 뉴클레오티드배열을 가진 DNA가 자동적으로 합성되어 나온다. 인간의 경우 어떤 것은 200개 정도의 뉴클레오티드로 합성된 DNA도 있으나 세포1개속에 포함된 뉴클레오티드의 총수는 수백억에 이른다. 현재 DNA합성기는 뉴클레오티드가 20개 정도의 DNA밖에 합성할 능력이 없다. 그러나 유전자 재결합용으로 특정한 암호를 가진 DNA만을 생물세포에서 추출하기란 여간 까다로운 일이 아니지만 DNA합성기는 이런 수고를 덜어 주고 또 확실하게 설계대로 뉴클레오티드배열을 유전암호를 합성할 수 있어 유전자의 암호해독이라는 기초연구의 발전을 위해 커다란 도움이 되고 있다.

## 電波로 病을 진단

영국 옥스포드병원의 의료진은 세계최초로 국소자기공명법(局所磁氣共鳴法)이라는 새 기법으로 병을 진단했다. 이 새 진단법은 환자를 대형 자석속에 들어 있게 하고, 전파를 보내 그의 생화학구조를 조사하는 것이다.

옥스포드대학의 조지. 래더박사가 이끄는 연구진이 처음으로 개발해 쓰고 있는 이 기법의 원리는 자장(磁場)의 영향아래, 환자의 몸안에 있는 특정원자들이 특정주파로 전파를 흡수하는 것을 이용한 것. 이들 원자는 이 과정에서 그들 자체가 자기(磁氣)를 띄게 되고 동시에 전파를 내보낸다. 이 과정들을 탐지하고 측정할 수가 있는 것이다. 그래서 그 결과 인체내에서 무슨 일이 일어나고 있는가를 알게 되고, 이것을 정상적인 건강한 사람의 기록과 비교해서 이상유무를 가려내는 것이다.

형성된 자장을 환자 몸안의 작은 국소에 집중 시킴으로써, 체내의 어느 기관 또는 어느 부위로

부터의 정보를 얻을 수 있다. 예를 들어, 뇌, 심장, 간장 또 신장 따위들이다.

이 TMR진단기를 임상용으로 쓰고 있는 곳은 현재로서는 전세계에서 이 옥스포드병원 한군데 뿐이다. 크기는 사람의 팔하나 또는 다리 하나가 들어갈 수 있을 정도니까 현재로서는 근육상태의 이상유무를 조사하는데 그친다.

그러나 래더박사와 그 동료들은 지금까지 80여명의 환자들을 이 기계로 진찰했는데 그 중에는 당뇨병환자나 신장병환자등들도 들어 있었다. 이들의 병에서는 그 부작용이 정확히 근육에도 나타나기 때문이다. 근무력증(筋無力症)과 같은 근육의 병에 대해서는 말할 것도 없다. 이 기계의 가장 큰 장점은 X선과 같은 해로운 부작용이 전혀 없다는 점이다.

옥스포드 연구진에서는 현재, 인체전부를 넣을 수 있는 대형기를 개발중에 있다.

(영국대사관제공)