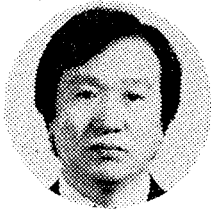


遺傳工學의 體系的解說(下)



姜 炫 三
〈서울대·微生物學科 教授〉

技術의 應用

遺傳工學은 앞서도 언급했듯이 어떤 하나의 원하는 遺傳子를 순수분리하고, 이것을 성장속도가 매우 빠르고 계속해서 번식할 수 있는 生物體에 주입시켜 그 유전자 산물을 값싸게 대량으로 얻을 수 있을 뿐 아니라 生物體의 特性을 변형시켜 전혀 새로운 個體를 생산해 낼 수 있기 때문에 실로 그 파급효과는 지대하다고 할 수 있다.

즉 질병퇴치, 식량증산, 대체 에너지개발, 환경개선등을 해결할 수 있는 多目的 産業으로 20世紀 尖端 技術이며 今世紀 最後의 技術로 評價

되고 있다. 유전공학 기술의 응용 실정 및 가능성에 대하여 살펴본다.

疾病退治 問題

재조합 DNA기술과 단일 클론 항체 기술을 이용한 연구중에 가장 흥미있는 것은 遺傳病과 癌의 진단 및 치료법의 개발을 찾는 일일 것이다. 이 두 종류의 질병은 醫學이 科學으로 시작한 때부터 그 정체를 파악하고 치료하려는 연구의 대상이 되어 왔다. 여러 형태의 癌의 치료법을 발견하는 것은 아마도 다음 世紀에나 實現이 될 것이다. 그러나 發病과 變異과정에 대한 이해가 없이는 치료가 불가능한바 이에 대한 지식이 점점 더 확대되어 가고 있다.

生物工學의 영속적인 공헌은 癌이나 遺傳病, 그리고 인류가 앓기 쉬운 수천가지의 질병의 퇴치만은 아닐 것이다.

즉 우리와 우리의 未來世대에 주는 무한한 이익은 生物工學 技術들이 보여준 生物學的 반응에 대한 광대한 지식을 제공하는 것일 것이다.

낫세포 빈혈과 같은 여러가지 종류의 질병, 그리고 Tay-Sachs병, Huntington씨병과 다른 혈액질환을 포함하는 많은 질병들은 遺傳된다. 즉 이 질병들은 결합이 있는 遺傳子가 어버이로부터 子孫에 傳達되어 發病한다. 이런 질병을 선천성 질병 혹은 遺傳病이라 한다.

현재 이런 遺傳病의 진단에 遺傳工學的 技法이 사용되고 있다. 예를들어 낫세포 빈혈을 진단하기 위해서는 낫세포 빈혈증을 나타내게 하는 遺傳子를 포함하는 DNA조각을 이용하여 임신한 여인의 양수 속에 있는 세포의 DNA로부터 그 遺傳子에 해당하는 DNA조각을 분리해 내어서 DNA의 A. T. G. C 등의 염기 순서를 조사하면 태아가 정상아인지 낫세포 빈혈증을 가지고 있는지를 진단할 수 있게 된다.

이와 비슷한 방법으로, 현재 50여종의 유전병에 대한 진단법이 개발되었다. 또한 크기가 작은 생쥐의 어린 배속으로 크기가 큰 쥐의 성장 촉진 遺傳子를 주사하여 작은 생쥐를 큰 생쥐로 만드는 실험에 成功함으로써 人間에게도 遺傳病을 극복할 수 있는 遺傳子를 주입시킬 수 있다는 것이 입증되었다.

遺傳病을 일으키는 遺傳子들이 發見되고 해독

이 됨에 따라 여러가지의 선천성질환의 존재를 밝히는데 비슷한 방법들을 사용하는 것이 가능해질 것이다.

암세포의 표면은 정상세포와는 다른 독특한 단백질을 가지고 있는데 이를 표면 항원이라고 한다. 만약, 단일 클론 항체 기술에 의하여 이 표면항원에 대한 항체를 만든다면 암의 조기진단을 가능하게 하고 따라서 암이 체내에 퍼지기 전에 치료하여 완치를 시킬 수도 있게 될 것이다. 또 다른 가능성은 이 표면항원의 항체에 인터페론, 림포카인(lymphokine) 등과 같은 자연적인 항암제나 기타 化學物質을 붙임으로써 소위 미사일 요법을 도입할 수 있게 될 것이다. 또, 현재 재조합 DNA 기술에 의해 여러 종류의 인터페론이 만들어 졌으며 이미 양산 단계에 있다.

오늘날 사용되고 있는 백신의 대부분은 바이러스나 박테리아를 약화시키거나 죽여서 만든 것이다. 이런 백신들은 일반적으로 안전하기는 하지만 부작용이 있을 수도 있다. 재조합 DNA를 사용함으로써 살아있는 生物體自體가 아니라 감염하는 生物體의 항원물질 중 단지 활성이 있는 부분만 합성백신을 만들 수도 있다. 이 방법은 바람직하지 못한 부작용을 일으키는 것을 배제시킬 수도 있다.

사람의 간염과 가축의 설사병에 대한 3가지의 백신이 재조합 DNA 기술에 의해서 開發되었다. 현재 美國의 몇몇 研究室에서, 인플루엔자, 폴리오, 허피스 바이러스에 대한 백신과, 콜레라와 독키산 선흥열에 대한 백신, 그리고 사람이나 動物의 이질에 대한 백신을 開發하고 있는 중이다.

人間的 성장 호르몬은 뇌하수체에서 분비되는 호르몬중의 하나로서 성장을 조절하는데 중요한 역할을 하는 것으로 추측이 된다. 이 호르몬을 만드는 遺傳子를 클로닝하고 그리고 배양된 세포에서 발현시킴으로써 종래에 가능했던 것보다 훨씬 많은 양을 공급할 수 있게 되었다. 결과적으로 科學者들은 난장이 병과 같은 질환을 치료하는데 사람의 성장호르몬의 效能을 研究하기가 훨씬 쉬워졌다.

재조합 DNA를 이용한 기초적인 研究가 생식 호르몬에서도 이루어지고 있다. 이 호르몬의 대

량 공급은 궁극적으로 수정불능의 男子와 女子를 치료하거나 임신여부검사 및 분만을 용이하게 할 것이다.

인슐린은 당뇨병의 치료에 사용되는 단백질(호르몬)으로서 從來에는 소나 돼지의 이자로부터 추출되었다. 재조합 DNA에 의해 만들어진 사람의 인슐린이 시판되고 있다.

반합성적인 人間的 인슐린은 그것이 化學적으로 사람의 본래의 인슐린에 더 가깝기 때문에 從來에 動物로부터 추출한 인슐린을 사용한 환자들이 종종 겪었던 알러지반응을 피하는데 도움이 될 것이다.

獸醫學에의 應用

人間的 백신생산에 적용되었던 遺傳工學의 技術的 진보는 獸醫學에도 사용되고 있다. 돼지나 송아지의 이질(Colibacillosis, 일탄적으로 설사병이라 부른다)에 대한 백신이 이미 開發되었으며 다른 동물들에 대한 백신도 開發중에 있다. 가금류의 감기바이러스와, 소나 토끼의 유전병의 진단과 치료에 사용될 단일 클론항체가 개발중에 있다. 또한 재조합 DNA 기술에 의하여 가축의 고기와 우유의 生産量을 늘리는 작업도 시도되고 있다.

農業分野에의 應用

農業에 사용되고 있는 재료인 植物體는 효모나 박테리아보다는 훨씬 더 복잡하고 그 접질이 단단하기 때문에 遺傳工學的 기법을 農業에 이용하기가 그리 용이하지 못하다. 그러나 최근에 개발된 여러가지 기술에 의해 어떤 遺傳子를 植物體속으로 주입시킬 수 있게 되었다. 즉 植物體에 감염하는 세균과 바이러스의 DNA에 원하는 遺傳子를 끼워넣는 방법과 화분세포에 DNA를 주입시키는 방법, 그리고 세포융합법에 의한 유전자교환 등이 개발되고 있다. 이중 특히 제일 처음의 방법에서 아그로 박테리아라는 세균 세포속에는 Ti 플라스미드라는 것이 存在하는데 이 플라스미드를 이용하여 植物體에서의 운반체 개발에 成工하였다. 따라서 재조합 DNA 기술의 식물체세포의 적용이 가능하게 되었다. 재조합 기술의 응용은 종자의 개량에 혁신을 가져올 것이다.

예를들면, 몇몇 종자에서 질병에 저항성을 나타내는 유전자가 발견이 되었는데 이를 현재 사용하는 種子品種에 도입시켜 저항성을 나타내는 遺傳子를 발현시키면 化學的 살충제를 뿌릴 필요가 줄어들고 살충제에 저항성을 나타내는 종자를 따로 개발할 필요가 없게될 것이다. 호도나무에서는 토마토등이 자라지 못하게 하는 物質을 분비하는데 이를 길항제라 부른다. 이 길항제 遺傳子를 農作物에 도입시키면 제초제를 뿌릴 필요가 없게될 것이다. 질병이나 해충, 살충제에 대한 저항성의 강화외에 토양의 염도나 가뭄, 알카리성 토양조건과 같이 경작에 해로운 조건에 강한 農作物을 개량할 수도 있을 것이다. 農業에서 가장 흥미있는 일은 질소고정유전자의 이식이다. 콩이나 다른 콩과식물들은 질소고정이라는 과정을 거쳐서 일종의 천연비료인 성장 촉진 물질을 만들수 있다. 이 과정은 植物體 뿌리에 공생하는 박테리아에 의해 일어난다. 질소고정 과정에서 미생물은 공중에 있는 질소를 흡수하여서 이를 수용성 질소로 전환시킨다. 이러한 형태의 질소가 식물체 수확의 질과 양을 증가시키는 필수 영양원이 된다. 이 박테리아는 옥수수나 곡류같은 다른 중요한 農作物에는 도움을 주지 못한다. 질소고정 박테리아나 비콩과 식물을 변형시켜서 많은 농작물들이 스스로 질소를 고정하게 할 수 있을 것이다.

化學藥品의 開發 및 生産

현재 각종 생물공정법에 의하여 식료품이나 제약품, 화장품 및 다른 여러가지 가정용품이 제조되고 있는 바 이중에서 특히 아미노산이나 효소 및 비타민과 같은 것은 재조합 DNA 기술의 응용을 비교적 쉽게할 수 있다. 즉 이들을 생산하는 遺傳子를 분리해 내어서 원하는 다른 生物體에 주입시켜서 발현시키기만 하면 되기 때문이다.

化學的 공정에 의해 생산되는 많은 화학약품들도 生物學的 방법을 도입한다면 좀더 제조원가를 절감할 수 있을 것이다. 현재 석유로부터 만들어지는 에탄올과 같은 공통 有機化合物의 많은 것들이 미생물에 의해 만들어질 수 있다. 비록 化學物質의 대부분이 석유에 기초한 공정으로 만들어질 것이지만 적은 량이면서 고가의

化學物質들이 차츰 生物學的 方法으로 만들어질 것이다.

환경오염의 해결

産業化 및 都市化의 결과로 초래되는 환경 특히 강하천의 오염은 자연적인 정화능력의 한계를 넘어서고 있는데 遺傳工學을 효과적으로 이용한다면 많은 이익을 줄 것이다. 최근에 폐기물에서 분리한 박테리아 가운데 여러형태의 고품폐기물을 분해할 수 있는 것이 발견되었다. 이러한 박테리아 균주를 大量生産함으로써 이를 박테리아의 自然的인 정화기능을 쉽게 이용할 수 있다. 다시 말해 폐기물을 삼키는 군대를 효과적으로 만들 수 있다. 특히 미생물들은 자기적응이라는 과정을 통하여 변화된 환경에 쉽게 적응하는 성질이 있는데 이를 이용하면 즉 폐기물이 있는 배지에서 어떤 미생물을 키워서 살아남는 미생물에 대해 폐기물의 농도를 높혀가면서 키운다면 효율적으로 폐기물을 분해하는 균주를 개발할 수 있을 것이다. 더 나아가 이 균주에 다른 형태의 폐기물을 분해하는 유전자를 도입시키면 여러 종류의 폐기물을 복합적으로 분해하는 좋은 미생물이 만들어질 것이다.

종래의 폐수처리에서 이미 효소와 微生物을 이용해왔다. 따라서 生物工學을 이용하여 이미 사용하고 있는 生物學的인 방법을 개량하고 새로운 방법을 개발할 수가 있다. 폐수분해효소를 분비하는 자생균주를 얻음으로써 그리고 재조합 DNA 기술을 통하여 효소를 생산함으로써 또 분해능력이 없는 생물체를 오니를 분해할 수 있는 균주를 遺傳學的으로 바꿈으로써 폐수처리는 좀더 효율적일 뿐만 아니라 비용이 적게 들수 있을 것이다.

鑛業에의 응용

미생물중에서 광물을 제련하는 능력을 가지고 있는 것이 발견되었다. 그러나 이들 미생물들이 실제로 産業的으로 사용될려면 염이나 알카리성분에서도 잘 자라야 한다. 만약 광물제련능력이 있는 균주를 돌연변이시켜서 광물이 있는 토양 성분에서 잘 자라게 하거나 광물을 제련하는 遺傳子를 그 토양에 천연적으로 존재하는 미생물에 주입시킨다면 종래의 방법으로 비경제적인

광석을 손쉽게 경제적으로 제련할 수 있을 것이다. 한편 석유채굴도 종래의 굴착식 방법으로는 지하매장량의 반 가량밖에 뽑아올릴 수가 없으나 미생물을 이용하면 잔류석유를 더 채굴할 수가 있다.

대체에너지의 開發

지구상에 존재하는 석유에너지는 한정되어 있기 때문에 앞으로 짧은 시간내에 고갈될 것으로 예상된다. 遺傳工學技術을 잘 이용하면 대체에너지의 개발이 가능하다. 즉, 섬유소가 주성분인 볏짚, 종이, 나무토막과 같은 바이오매스로부터 섬유소 분해효소 유전자를 효모나 기타 알코올을 생산하는 세균에 도입시켜서 이를 바이오매스에 처리함으로써 경제적으로 알코올을 생산할 수가 있다.

지구상의 바이오매스들에는 방대한 량의 재사용할 수 있는 에너지가 저장되어 있다. 적절한 연구와 개발노력으로 현재는 사용되지 않는 바이오매스를 에너지원으로 그리고 산업적인 화학약품을 만드는 데 사용되는 물질의 기초재료로 바꾸는 것이 바야흐로 가능해질 것이다.

技術의 安全性 問題

1976년에 미국국립보건원은 재조합 DNA 분자를 포함하는 실험에 대한 지침서를 제정하였다. 더 나아가 NIH는 科學者들과 관심있는 일반대중으로 이루어진 재조합 DNA 자문위원회(RAC)를 발족시켰다. 이 그룹은 1년에 서너번 모여서 지침에 속하는 실험들을 재고하고 이 지침서 수정이 필요한 지를 평가한다. 동시에 특수하게 고안된 대장균을 가지고 여러번의 실험을 하여 재조합 DNA 실험에 관련된 위험들을 조사하였다. 이들 대장균들은 성장요구물질들을 엄격하게 요구하도록 고안되었다.

이런 균주로부터 만들어진 재조합균주를 다량적인 動物에서 어떤 遺傳子產物과 박테리아도 발견되지 않았다. 이런 실험결과에 기초하여 원래의 지침에 수정을 가하여 오늘날에는 단지 몇 가지 종류의 실험만 제한하도록 하였다. 더 나아가 대장균 이외에 다른 미생물도 재조합 DNA

의 숙주세포로 사용하는 것을 승인하였다.

재조합균주의 대량생산은 재조합 DNA 기술의 상업적 이용에 필요한 것으로 이에 대한 지침이 1980년에 RAC에 의해 만들어졌다. 이들 지침들은 미생물들이 도망가지 못하도록 밀폐시설을 사용하도록 규정하였다. 즉 이들을 내어보내기 위해서 용기를 열기전에 열처리나 화학처리 같은 효과적인 방법으로 미생물을 살균시켜야 한다.

현재 선진 각국은 미국의 NIH 지침에 준하여 자국에 맞는 지침을 제정하여 법으로 엄격하게 통제하고 있는 실정이다. 그러나 遺傳工學的 연구가 진전됨에 따라 그리고 기술이 개발되고 정밀화됨에 따라 이 새로운 분야의 산업에 주어졌던 가능한 피해에 대한 초기의 우려들이 대부분 불식되었다. 아직 生物工學과 관련하여 사람과 동물 그리고 환경에 위험한 결과를 초래한 경우는 단 한건도 없었다. 그럼에도 불구하고 계속하여 安定性에 대한 관심을 두고 학자나 일반대중, 국가 기관 등이 공동 노력을 기울여야 한다.

장래의 전망

인류는 수세기 동안 生物工學的의 많은 기술을 사용해 왔다. 그러나 가장 훌륭한 조약은 불과 12년 이내에 일어났으며 어떻게 生物體가 살아가고 성장하며 변화해 가는가에 대한 기초적인 지식이 축적됨에 따라 가능한 이익을 몇갑절씩 얻어질 것이다.

1980年代 중반에 들어서면서 生物工學研究에 필요한 기초작업의 대부분이 이루어 졌고 實驗室연구에 필요한 특수한 시설들이 갖추어졌으며 몇몇 생물공학적 생산품들이 시장에 나왔다. 특히 최근에는 植物體나 動物體에 遺傳子를 운반할 수 있는 운반체의 개발로 각종 遺傳病的 퇴치 및 種子開發을 가능하게 하였고 遺傳子 발현을 강력하게 하고 遺傳子產物을 체외로 분비하게 하는 운반체의 개발로 遺傳子 產物을 대량으로 순수하게 얻게 되었다. 생명현상에 대한 새로운 것이 발견됨에 따라 과거의 기술은 완성되고 새로운 기술이 개발되어 이전에는 꿈도 꾸지 못했던 것들이 인류의 생활을 향상시키게 될 것이다. <끝>