

遺傳工學의 體系的解說(上)



姜炫三

<서울大·微生物學科 教授>

머릿말

최근 전세계적으로 遺傳工學의 대단한 봄이 일고 있다. 國內의 매스컴들도 서로 뒤질세라 이에 대한 報道에 열을 올리고 있고, 많은 情報를 提供함으로써 국민들의 관심을 날로 고조시키고 있다. 지난 한 햇 동안 大學에 新設된 遺傳工學科의 숫자와 遺傳工學을 지망하는 대입 수험생의 급증은 바로 국민의 관심이 상당 수준에 와 있음을 말해준다.

유전공학이란 무엇이며 어떠한 잇점이 있기에 이렇듯 인류가 많은 관심을 가지며 심지어 政府에서 政策事業으로까지 지정하여 육성하려 하는

가?

한 마디로 遺傳工學이라 함은 생명현상의 기본이 되는 遺傳子를 選別의으로 골라내어 재조합함으로써 필요에 따라 유용한 遺傳子 산물을 대량으로 획득할 수 있는 기술을 말한다. 이 技術은 최근 20餘年 동안 급격히 발달한 粉子遺傳學과 微生物學 및 生化學이 창조해낸 최고의 결작품이라 할 수 있다.

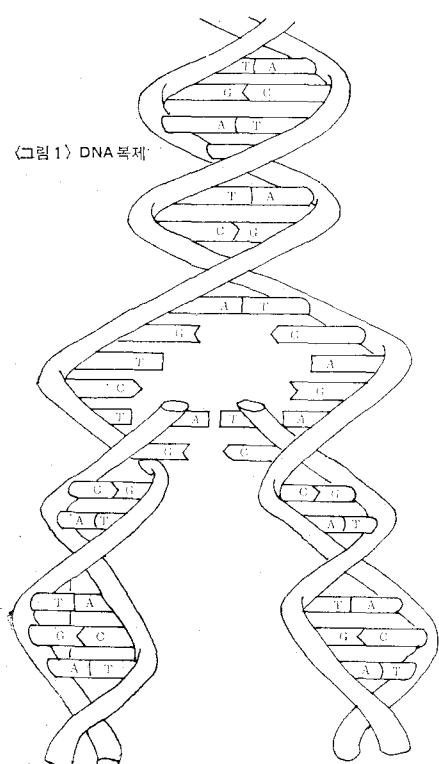
遺傳子란 무엇인가?

遺傳工學을 이해하기 위해서는 먼저 遺傳工學의 材料가 되는 遺傳子에 대해 알아야 한다.

地球上에는 현재 150萬이 넘는 다양한 종류의 生命體가 살고 있다. 그들은 크기나 모양 그리고 生活樣式이 서로 다르다. 한가지 모든 生命체에 있어 공통된 점이 있다면 각각의 독특한 生命현상들이 그대로 遺傳된다는 점이다. 그 유전되는 生命현상을 결정하는 어떤 요소가 곧 遺傳子이다. 따라서 遺傳이란 그 요소들이 어떠한 방식으로 다음 世代에 그대로 전달되기 때문에 똑같은 生命현상이 후손들에 나타나는 것이라 할 수 있다. 生命현상이란 먹고, 배설하고, 성장하고, 자극에 반응하고, 자손을 생산하고, 기억하고, 생각해내는 일 등 生物이 無生物로부터 구분되어지는 모든 속성을 일컫는데 이 生命현상들은 일반적으로 생체 외계에서는 쉽게 일어날 수 없는 化學的 또는 物理的 반응들이 그 근거를 이루고 있다. 生體內에서는 이러한 반응들이 각 生命體들이 독특하게 합유하고 있는 단백질에 의해 촉진된다. 산소가 각 조직의 말단세포에 전달되는 현상을 예로 들어 보자.高等動物의 세포들은 산소가 없으면 살 수가 없다. 따라서 어떠한 方法으로든 이 산소를 공급 받아야 한다. 온 몸을 둘고 있는 혈액이 허파를 지날 때 허파 속에 들어온 산소를 흡수하여 각 조직에 전달해 주는데 용액 속에 自然의으로 녹아 들어가는 산소의 양은 극히 미세하여 한 個體를 이루는 모든 세포들에 필요한 만큼의 산소를 공급해 줄 수가 없다. 그러나 혈액 속에는 적혈구라는 세포가 있고 이 세포내에는 해모글로빈이라는 단백질이 가득차 있다.

이 해모글로빈은 산소와의 결합력이 상당해

크기 때문에 많은 산소를 흡수할 수가 있다. 그러므로 해모글로빈은 각 조직에 산소를 공급해 주는 현상에 중요한 역할을 담당한다고 할 수 있겠다. 이와 마찬가지로 대부분의 생명현상들에는 여러 種類의 단백질들이 결정적인 技能을 담당한다. 따라서 많은 생명현상들은 단백질의 기능에 의해 나타난다고 할 수 있다. 그러나 단백질은 하나의 소모형 物質인 까닭에 그 自體가 遺傳의 요소가 되기에는 부적합하다. 그러므로 必要한 시기에 언제든지 이 단백질들을 합성해 낼 수 있는 프로그램이 수록될 수 있는 物質이 있다면 그것이 곧 遺傳의 요소가 될 수 있을 것이다. 生體內는 DNA(데옥시리보 핵산)라는 物質이 있어 단백질에 해당하는 정보를 수록하고 있다. DNA는 A, T, G, C라는 4個의, 일종의 프로그램 單位言語에 해당하는 염기들이 A와 T, G와 C가 서로 상보적으로 결합된 상태로 길게 연결된 모양의 이중나선 구조를 지닌다. 이 구조가 곧 프로그램이 다음 世代에 그대로 전달되는 原動力이 된다. 세포가 분열하면서 DNA도 두배로 증가되어 나누어지는데 이것을 DNA 복제라 한다. 이 DNA복제는 이중나선이 풀리



〈그림1〉 DNA 복제

면서 각각의 가닥에 상보적인 염기가 결합되는 방식으로 이루어지는데 결국 복제가 끝난 후의 두 DNA는 똑같은 구조를 갖게되고 따라서 프로그램도 똑같을 수 밖에 없다. <그림1 참조>

3個의 DNA언어 즉 3個의 염기는 단백질 언어에 해당하는 아미노산 하나에 대한 정보를 수록한다. 따라서 DNA상에 4種類의 염기가 어떻게 프로그램되어 있는가에 따라 20餘種의 아미노산들의 배열이 결정되고 이 아미노산의 배열에 따라 단백질의 種類가 결정된다. DNA언어와 단백질언어는 지구상에 존재하는 거의 모든 生物體에 공통적이다.

정리를 해보면 생명현상은 生體內의 단백질들에 의해 나타나며 DNA상에는 이 단백질의 구조에 대한 정보가 수록되어 있다. 한편 DNA는 그 독특한 구조로 인해 다음 世代로 똑같게 傳達되므로 단백질의 구조에 대한 정보가 그대로 傳達되어 똑같은 단백질이 생성되고 따라서 똑같은 생명현상이 나타나게 된다. 여기서 技能을 지니는 단백질하나에 해당하는 정보를 포함한 일정한 길이의 DNA부위를 우리는 하나의 遺傳子라 하며, 遺傳子의 정보에 따라 단백질이 생성되는 과정을 유전자발현이라 한다. 단백질은 유전자발현을 통해 만들어지는 遺傳子產物로써 인류의 生活에 유용한 것이 무궁무진하게 많다.

遺傳工學의 原理

地球上의 生命體가 다양한 만큼 遺傳子의 種類도 多樣하며, 많은 遺傳子產物들은 醫藥界나 產業界에 있어 대단히 중요하다. 인간에게 유용한 이러한 遺傳子產物들은 그 遺傳子를 지니고 있는 개체군의 밀도와 증식 속도에 問題가 있거나, 유전자의 숫자가 적거나 또는 그 산물의 생성조건이 까다로움으로 인해 손쉽게 다량을 얻어낼 수 없는 경우가 많다. 예를 들면 당뇨병 치료제로 쓰이는 인슐린(Insuline)이라는 호르몬은 소의 이자로부터 얻어낸다. 그러나 소 한마리로부터 얻어낼 수 있는 인슐린의 양은 극히 미량이라서 많은 사람을 치료할 수가 없다. 소가 한없이 많은 생물이 아니므로 인슐린의 가격이 비싼 것은 당연하며 따라서 당뇨병에 걸린 환자

는 가산을 탕진하는 경우가 많았다. 일반적으로 고등동물은 세포수가 10兆 정도가 되도록 성장하는데 수년 또는 10年 이상이 걸린다. 하지만 대장균은 그 정도의 세포 수로 증식하는데 불과 하루면 충분하다. 그러므로 만약 소나 사람의 인슐린遺傳子를 어떤 方法으로든 대장균속에 안정하게 집어 넣어 발현만 시킬수 있다면 DNA와 단백질의 언어는 사람이나 소 또한 대장균 사이에서 공통적으로 使用될 수 있으므로 대장균내에서 인슐린이 만들어질 수 있고, 그것도 단 시간내에 다량을 얻어낼 수 있을 것이다. 같은 方法으로 產業의나 醫學의로 유용한 遺傳子들을 대장균이나 기타 증식이 빠른 세균에 넣을 수가 있다면 우리는 여러 분야에서 많은 혜택을 얻을 수가 있을 것이다. 遺傳工學은 바로 이를 수행하는 기술 즉, 어떤 특정 遺傳子를 다른 生命體에 삽입시켜 발현시키는 기술을 말한다. 어떤 특정 유전자를 다른 生命體에 안정하게 삽입시키는 과정을 클로닝(cloning)이라 하는데 이는 遺傳工學의 기초적인 기술이다. 어떤 遺傳子를 클로닝하여 발현시키는데는 몇가지 技術的인 問題가 있다.

첫째, 클로닝하고자 하는 遺傳子가 긴 DNA상의 어디에 존재하는지 알 수 없으므로 일단 그 遺傳子를 충분히 포함하되 지나치게 길지 않게 DNA를 잘라낼 수 있어야 하며, 나중에 필요에 따라 이 DNA를 손쉽게 집어넣었던 生命體로부터 냉었다 빼었다 할 수 있도록 잘라진 부위의 염기배열에 대한 지식이 있어야 한다.

둘째, 잘라낸 DNA는 自然的으로 넣고자하는 生命體에 들어가는 빈도는 극히 낮으므로 人爲的으로 이 빈도를 증가시켜야 한다.

셋째, 모든 生命體는 外部로부터 들어오는 遺傳物質(DNA 또는 RNA)을 파괴시키는 기작이 있으므로, 삽입된 DNA가 파괴되지 않도록 어떠한 방법으로든 安定化시켜야 한다.

넷째, DNA가 삽입되었는지를 확인할 수 있어야 하며, 그 삽입된 DNA가 원하는 遺傳子를 포함하고 있는지를 알아 낼 수 있어야 한다.

다섯째, 원하는 遺傳子를 삽입시킨 生命체안에서 정상적으로 발현이 되도록 하여야 한다. 종간거리가 먼 生命體일수록 서로 유전자발현 기작이 차이가 나므로 이런 경우 이것이 가장 어

려운 問題가 된다. 위의 問題들 이외에도 복잡한 技術的인 問題가 있겠으나 대략 이들이 해결되면 어렵지 않게 두 生命체사이의 遺傳子들을 이동시킬 수 있다.

遺傳工學의 方法

앞서 제시한 技術的인 問題의 대부분은 제한효소와 운반체 DNA를 이용함으로써 해결되었다. 제한효소라하는 것은 자신의 DNA에는 영향을 미치지 않고 외부로부터 들어오는 DNA만 파괴함으로써 자신의 遺傳情報 를 보호하는 일종의 DNA절단효소이다. 이 효소는 특정한 염기배열을 인식하여 자르므로 긴 DNA상에 이러한 염기배열이 존재하는 부위는 모두 잘려진다. 현재까지 밝혀진 제한효소의 種類는 約 500餘 種에 이르는데, 이들이 인식하는 염기 배열은 種類마다 각각 다르다. 따라서 제한효소를 다양하게 사용하게 되면, DNA상의 거의 모든 부분을 자를 수가 있다. 또한 제한효소는 어떤 특정한 염기배열만 인식하여 자르게 되므로 한번 잘라졌던 DNA는 어디로 끼어 들어가던 간에 항상 똑같은 형태로 빼내어 질 수가 있다. 운반체 DNA란 원하는 遺傳子를 집어 넣고자하는 生命體의 세포내에서 안정하게 증식할 수 있는 DNA를 말하는데, 주로 세균 또는 고등동식물의 세포에 감염하는 바이러스나 플라스미드가 이에 속한다. 이들 운반체속에 원하는 遺傳子를 끼워 넣으면 이들 운반체가 증식하는대로 안정하게 증식하게 된다. 일반적으로 한 세포안에서는 많은 수의 운반체가 존재하기 때문에 끼어들어간 遺傳子 수도 많게 되어 보다 많은 遺傳子 產物을 얻어 낼 수가 있다.

운반체 속에 DNA를 끼워 넣는 일은 아주 간단하다. 그것은 대부분의 제한효소가 두가닥의 DNA를 그림처럼 서로 어긋나게 자르기 때문이다. 따라서 양쪽이 잘린 DNA는 서로 상보적으로 결합할 수 있는 한가닥의 끝이 양쪽에 생성된다. 그러므로 같은 제한효소로 끼워 넣고자 하는 DNA와 운반체를 잘라 섞어 놓으면 양끝의 상보적인 염기들이 서로 무작위적으로 결합하여 원형의 DNA를 형성하게 되는데 이중에 두DNA가 합쳐진 형태가 만들어지게 된다.

여기에서 끊어졌던 부분을 DNA연결효소인 리가제(ligase)로 붙여주기만 하면된다. 이렇게 하여 생성된 원형의 DNA는 삽입코자하는 세포의 세포막을 변화시키거나, 운반체 DNA를 바이러스 DNA로 사용하면 쉽게 세포안으로 집어넣을 수가 있다. 다음엔 재조합 DNA가 삽입된 세포 중에서 원하는遺傳子가 들어간 세포를 골라내기만 하면 된다. 원하는遺傳子의 종류나 삽입

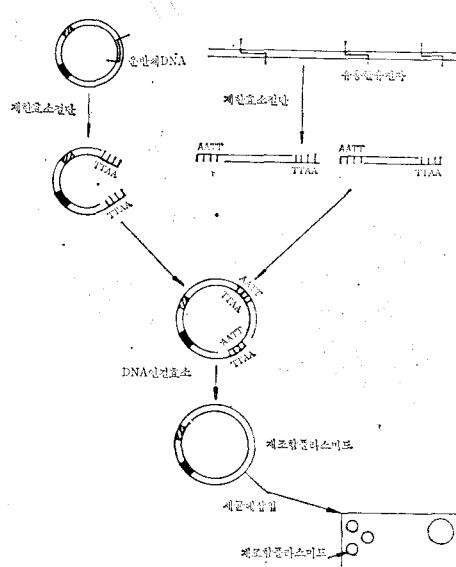
손쉽게 만들어 낼수 있는 기술이다. 이地球上에는 이遺傳工學의 재료가 되는遺傳子가 무궁무진하게 많다. 따라서遺傳工學의 범위는 무한히 넓으며, 生命體나 그 산물을 이용하는人間의 모든 생활에 있어서 무한한 혜택을 이遺傳工學을 통해 얻을 수 있다. 食糧問題, 環境問題, 疾病問題, 에너지문제 등등 현재人類가 직면한 이러한 문제들을遺傳工學은 해결해 줄 수가 있다. 그러나遺傳子 조작은 항상 인간에게 해로운 결과를 초래할 수 있는 위험을 내포하고 있다. 따라서 이 조작은, 반드시生物學의 지식이 豐富한 專門家에 의해 수행되어야 하며 철저한 安全管理가 수반되어야 한다.

최근에는遺傳子를 직접적으로 조작하는 방법 외에도 세포융합을 통해 두종류의生命體의 장점들을 살린 잡종세포를 만들어 내는 방법이 개발되었다.

이 기술도遺傳工學에 속한다 하겠다. 실제로 이 기술을 이용하여 하이브리도마라는 한 종류의 항체만을 죽지 않고 계속 생산해 낼수 있는 세포가 합성되어 암치료에 밝은展望을 보여주고 있다.

(계속)

〈그림 2〉遺傳工學의 方法



시키고자 하는 세포의 종류에 따라 이 작업은 간단할 수도 있고, 고도의 정밀한 테크닉을 필요로 할 수도 있다. 여기까지의 과정을 cloning이라 한다. cloning된 유전자는 쉽게 발현되어 많은遺傳子產物을 생성할 수도 있으나遺傳子의 종류와 사용된生命體에 따라 발현이 힘드는 경우도 있다. 이럴때에는 더 복잡하고精密한技術이 필요하게 된다. 〈그림 2 참조〉

맺는 말

이상에서 본 바와 같이遺傳工學이란 모든생명현상의 본체가 되는遺傳子를 조작함으로써人間生活에 유용한 산물 또는 잡종 유전물질을

◎ 新刊案内 ◎

特許法概要

[第6版]

吉藤幸朔著

유미특허법률사무소
YOU ME Patent & Law Firm 譯

562-5432 566-7058

別冊附錄

韓日特許法·實用新案法條文對比表

730면 / 값 9,600원