

遺傳子の 기초지식

=바이러스의 유전자=

가와까미 마야사 지음
박 경 숙 옮김

〈誠信女大生物學科 교수〉

침략자 바이러스

『처마를 빌어 안채를 차지한다』라는 속담이 있다.

옛날에 오랫동안 부지런히 일한 보람이 있어 가까스로 집을 마련한 돌쇠라는 이가 있었다. 어느날 초라한 차림의 한 남자가 찾아와서 『죄송하지만 장사를 좀 할 수 없을까요? 아니, 그저 맥의 처마 밑에 물건을 빌어 놓을 수 있게만 해 주신다면...』하고 간청했다. 마음이 좋은 돌쇠는 승낙을 하고는 그 사람에게 여러 가지로 편의까지 도모하며 장사를 원조해 주었다.

도로에 면한 이유도 있고 하여 그의 장사는 번창했고, 이윽고는 가게를 확장해야 하겠으니 문간방을 빌어 달라고 돌쇠에게 부탁했다. 돈이 많이 벌리자 사랑채를 빌어 점포를 확장하고 또 확장하고..... 결국엔 그 집을 전부 차지하게 되었다. 그래서 돌쇠는 냉정하게도 그 집으로부터 쫓겨나는 신세가 되었다. 바이러스도 이와 같은 냉혹한 침략자이다.

세포라고 하는 자기복제 공장을 생각해 보자.

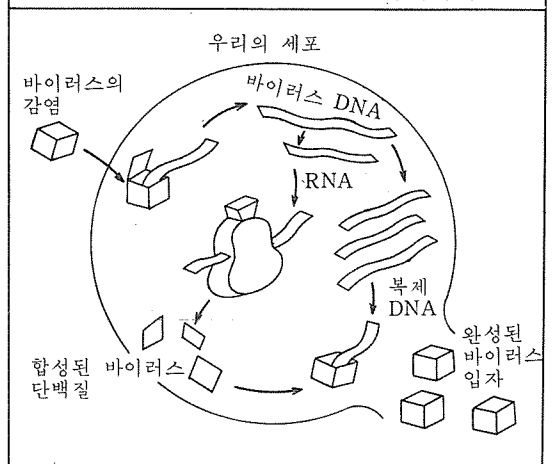
많은 수의 공작 로봇이 일하는 공장 중앙에는 핵이라는 설계도의 관리실이 있으며 원부에 있는 DNA로부터 복사된 RNA가 끊임없이 관리실 밖으로 내보내어진다. 단백질 합성기는 이 복사판을 받아 그 암호문에 따라 로봇(즉 단백질)를 만들며, 만들어진 로봇은 공장 속에서 일을 하며 돌아다닌다.

이곳에 어느날 바이러스가 찾아온다. 비교적 짧은 유전 암호문으로 씌어진 DNA 또는 RNA를 자그마한 단백질의 상자 안에 넣은 것이 바이러스이다(그림 22-1). 이 상자가 세포공장에 들어오면 뚜껑이 열리고 암호문이 이 작은 상자로부터 밖으로 나오게 된다.

이런 과정은 몰래 살짝 일어나기 때문에 세포는 전혀 알아채지 못한다.

이 암호문이 DNA이라면 로봇의 일종인 DNA 합성효소가 와서 공장의 DNA에 대한 것과 똑 같은 방법으로 이 상자 밖으로 나온 DNA를 복제한다. 바이러스의 DNA는 이렇게 하여 점점 늘어나게 된다. 또 RNA 합성 로봇은 이 DNA의 암호문을 충실히 복사하여 RNA를 많이 만든다.

〈그림 22-1〉 바이러스의 세포 속에서의 활동



이 RNA에는 바이러스 단백질의 설계도에 해당하는 암호가 씌여져 있다. 이것이 단백질 합성기로 보내어지면 바이러스 상자에 해당하는 단백질이 암호에 따라 계속 만들어진다. 복제에 의해 불어난 바이러스의 DNA는 준비된 많

은 상자 속에 넣어져 뚜껑이 닫혀지고 새로운 바이러스가 세포공장 속에 꼭 차게 되는 것이다.

또 바이러스에 따라서는 그 암호문 위에 공장의 기계를 파괴할 수 있는 로봇의 설계도가 그려진 경우도 있다. 세포의 충실한 로봇들은 그 설계도를 읽고 공장을 파괴하는 로봇을 만들기 때문에 이러한 바이러스가 충만하게 되면 파괴 로봇은 공장의 기계를 닥치는 대로 파괴하여 세포공장을 폐허화시킨다. 이렇게 하여 복제된 나쁜 암호문을 수용할 수많은 상자는 공장을 뛰어나가 또 다른 가까운 공장으로 들어가 다시 그 공장을 파괴한다.

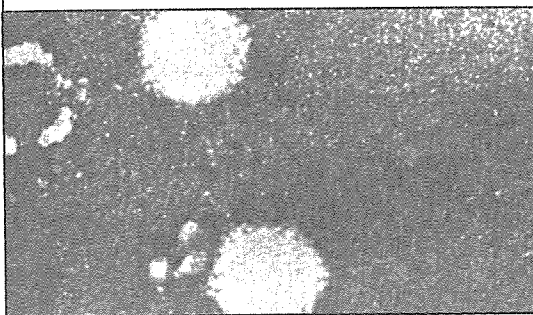
바이러스 상자에 들어 있는 유전자가 RNA인 경우도 거의 같은 일이 일어난다. 바이러스 RNA는 세포의 효소의 작용으로 증식하고 바이러스의 단백질도 거기에 섞어진 암호문에 따라 합성되어 양자가 한몸이 되어 새로운 RNA 바이러스가 수많이 만들어진다.

이와같이 바이러스의 구조는 간단한 단백질 상자 속에 그 단백질을 위한 설계도를 넣었을 뿐인 것으로, 세포처럼 영양소라는 소재를 섭취하여 아미노산이라는 부품을 만들고 단백질을 합성하는 따위의 능력을 바이러스는 전혀 가지고 있지 않다.

또 영양소를 태워 에너지를 만드는 기관도 갖추지 않았다. 그러나 자신의 단백질 합성을 위한 유전암호를 기록한 DNA 또는 RNA를 다른 세포에 넣어보냄으로써 그 세포에게 자신의 몸을 만들게 하고 있다.

자신은 어떤 건설적인 일도 하지 않는 회사 약탈자, 그것이 일반적인 바이러스의 모습이다.

〈그림 22-2〉 바이러스의 전자현미경 사진



게으름뱅이 바이러스와 운반자 바이러스

바이러스 중에는 그다지 증식을 하지 않는 게으른 것도 있다. 이런 바이러스가 세포에 침입하여 그 상자 속에서 DNA가 나오면, 그 DNA는 핵 속에 들어가 세포의 DNA와 결합해 버린다. 그 방법은 〈그림 23-1〉과 같이 세포 DNA사슬의 적당한 곳을 잘라내고 바이러스 자신의 DNA를 삽입하여 세포의 DNA를 원래의 형태대로 연결시킨다.

그러나 절단, 삽입, 재조합의 작업은 대개 바이러스가 하는 것이 아니라, 세포의 효소에 의하여 이루어진다.

게으름뱅이 바이러스가 세포로 침입하여 그것의 DNA가 세포의 DNA에 삽입되어도 그 세포에는 아무런 일도 일어나지 않고, 이전과 같은 생활이 영위된다. 그리고 세포분열 때에는 DNA 복제가 평소와 같이 일어나며, 더우기 바이러스 DNA가 삽입된 부분도 다른 부분과 함께 복제가 된다.

그래서 야릇한 일이 생기게 된다. 즉, 이와 같은 세포의 자손은 몇대를 거쳐 분열한 뒤에도 처음에 침입한 바이러스의 유전암호를 꼭 1개씩 자신의 DNA 위에 가지고 있게 된다.

이대로만 그냥 있다면 사실 그리 문제가 되지 않지만, 곤란한 것은 이 바이러스 DNA의 암호문이 때때로 세포 DNA에서 떨어져 나와 세포의 효소에 의해 복제현상이 일어나는 일이다. 일단 복제가 시작되면 이 DNA가 RNA로 복사되어 바이러스 단백질이 생산된다. 그래서 침략자 바이러스가 감염했을 때와 마찬가지로 수많은 바이러스 입자가 세포를 점령하게 되며, 결국 그 세포는 파괴되고 만다. 바이러스 DNA가 세포 DNA에 들어간 후에 그 세포가 증식하여 세포의 많은 자손들이 그들의 DNA의 일부로서 바이러스의 DNA를 가지게 되면, 여기 저기의 세포에서 이와 같은 바이러스의 증식과 세포의 파괴가 일어난다.

우리에게 구강염, 포진, 신경염 등을 일으키

는 헤르페스라는 바이러스를 비롯하여 여러가지 바이러스가 게으름뱅이 바이러스의 일종으로서 우리 주위에 존재하고 있으며, 그것들이 우리에게 감염되면 꽤 긴 잠복기를 거친 후에 증상이 나타나기 때문에 감염의 시기도 알기 어려울 뿐더러 예방하기도 어렵다.

게으름뱅이 바이러스 중에는 세포의 유전자를 운반하는 운반 바이러스가 있다. 운반 바이러스가 세포에 감염하여 자신의 DNA를 방출하고 그 DNA가 세포의 DNA에 삽입되는 것까지는 앞에서 설명한 경우와 같다. 얼마 후 바이러스 DNA가 세포 DNA에서 떨어져 나갈때 바이러스 DNA의 옆에 있는 세포 DNA의 일부와 결합한 채로 떨어져 나가는 경우가 있다. 세포 DNA의 일부를 결합시킨 바이러스 DNA는 앞에서 설명했듯이 세포 속의 효소에 의해 복제된다. 그리고 앞의 경우와 마찬가지로 바이러스 RNA가 만들어지고 이어 바이러스 단

백질이 만들어진다. 바이러스 단백질에 의해 상자가 만들어지면 바이러스 DNA는 세포 DNA와 결합한 채로 이 상자 속으로 들어가는 것이다(그림 23-1).

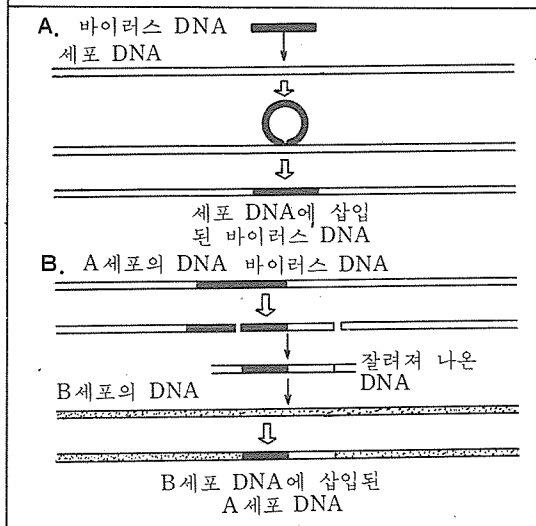
운반 바이러스는 게으름뱅이인 동시에 좀 불손하다. 그래서 일은 그다지 하지 않으면서 남의 유전자에 끼어들어 빈들빈들 놀며 살아간다. 그러다가 문득 생각이 나서 그곳을 나올 때 남의 DNA의 일부분을 같이 가지고 나와 버린다.

이와 같은 운반 바이러스가 세포 DNA를 가지고 자기 상자 속으로 들어가면 침략자 바이러스처럼 세포를 파괴하여 외부로 뛰어나온다.

뛰어나온 바이러스는 다른 생물을 감염시키기도 한다. 이렇게 바이러스가 이 생물의 세포 속으로 침입하면 DNA는 새로운 세포의 DNA안으로 삽입된다. 이와같이 하여 새로운 세포는 운반 바이러스의 DNA와 함께 바이러스에 감염된 생물의 유전자를 받아들이고 만다.

이미 바이러스에 감염된 생물이 가지고 있던 유전자가 해가 없는 것이라면 아무런 일도 없고, 또 만일 유익한 유전자라면 새로운 생물은 훌륭한 선물을 받은 것이 되지만 자칫하면 선물이 엉뚱한 재해를 가져오는 일이 많다. 암유전자를 선물로 받은 생물은 그 최악의 상태로 빠지게 된다.

〈그림 23-1〉 게으름뱅이 바이러스와 운반자 바이러스의 DNA



A: 게으름뱅이 바이러스의 DNA는 그것이 감염한 세포의 DNA에 들어가 세포 DNA의 일부분이 된다.

B: 운반자 바이러스의 DNA는 감염된 세포 A의 DNA 일부분을 연결한 채로 잘려 나온 바이러스가 되어 다른 세포 B에 감염하여 그 세포의 DNA에 삽입된다. 그 결과 A세포의 유전자를 B세포에 운반하게 된다.

다양한 바이러스의 유전자

단세포생물에서 사람에 이르기까지 모든 생물은 겹사슬 DNA가 유전정보의 보존을 위해 사용되고 있는데, 가장 간단한 생물인 바이러스는 달리 여러 가지 종류의 핵산(DNA)을 유전정보로 이용하고 있다(표 24-1).

◎ DNA 바이러스

앞에서 언급한 바이러스는 DNA를 유전자로 하고 있는 것이지만, 이것들에는 아주 많은 종류의 병원성 바이러스가 포함되어 있다. 그 대표적인 것으로는 천연두바이러스, 파피로마바이

〈표 24-1〉 여러 바이러스 유전자의 복제 방법

바이러스의 유전자 자가 되는 핵산	유전자 복제 효소(폴리머라제)	복제의 중간체	바이러스 RNA	주요 바이러스
겉사슬 ± DNA	DNA/DNA	없음	+ RNA	천연두, 파피로마, 아데노, 헤르페스, 수두
겉사슬 ± RNA	RNA/RNA	없음	± RNA	레오(감기), 로타(유아설사), 돌발성 발진, 마스버어그열, 어떤종류의 당뇨병
외사슬 ± RNA	RNA/RNA	± RNA	+ RNA	소아마비(폴리오), 콕삭키, 에코, 레오, 일본뇌염, 황열
외사슬 + RNA	RNA/DNA	-DNA ± DNA	± RNA	RNA 중양(백혈병 등) 슬로우(일종의 뇌염)
외사슬 - RNA	RNA/RNA	없음	+ RNA	인플루엔자, 홍역, 풍진, 광견병

러스 등이 있으며 이외에도 아데노바이러스 라는 감기증상을 일으키는 바이러스도 있다. 또 세균에 감염하여 그 속에서 증식하여 세균을 녹여 버리는 따위의 「박테리오파아지」 등도 있는데, 대부분이 여기에 속한다. 이들 바이러스 유전자는 우리의 세포와 마찬가지로 겉사슬 DNA로 되어 있다. 세포에 감염된 뒤 바이러스 단백질의 합성을 위한 mRNA를 만들고, 또 자신의 DNA를 복제해가는 모양은 이미 앞에서 이야기한 것과 같고, 이 모든 것이 우리 세포의 유전자의 경우와 마찬가지로이다.

박테리오파아지 중에는 외사슬 DNA에 그 유전자를 의탁하여 바이러스 입자를 만드는 것도 있다. 「 $\phi \times 174$ 」라는 박테리오파아지가 이것에 속한다. 이 바이러스는 포지티브사슬의 외사슬을 유전자로 삼고 있는데, 세균에 감염하면 세균세포의 효소를 이용하여 네가티브사슬을 만들어 겉사슬이 된 다음에 복제가 이루어진다.

바이러스 단백질의 합성을 위한 mRNA는 이 DNA의 네가티브사슬을 주형으로 하여 만들어진다. 바이러스 입자에 들어가 있는 DNA는 포지티브사슬이므로 그대로는 mRNA를 만들 수가 없고, 일단 네가티브사슬로 치환된 다음 RNA 합성, 즉 전사가 이루어진다.

◎ RNA 바이러스

RNA 바이러스의 경우도 여러가지 형태의 복

제를 하는 것이 있다. 「레오바이러스군」이라는 것은 그 입자 속에 「겉사슬의 RNA」가 유전자로서 수용되어 있다. 바이러스가 세포에 감염하면, 이 RNA를 주형으로 하여 겉사슬 RNA가 만들어진다. 이 상태는 겉사슬 DNA의 복제와 거의 비슷하다. 그러나 이때에는 RNA의 존성 RNA 폴리머라제라는 효소가 사용된다. mRNA는 겉사슬 RNA의 네가티브사슬을 주형으로 하여 만들어진다.

이 바이러스에 속하는 것으로는 어린이에게 돌발성 발진증이라는 병을 일으키는 것과 어른의 당뇨병의 증상을 유발하는 것, 또는 마르버어그열이라고 하여 아프리카의 원숭이의 일종에서부터 인간에게 감염하며 치사율이 높은 열병을 일으키는 것으로 유명해진 무서운 바이러스가 포함되어 있다. 또 식물에 감염하여 농작물에 피해를 끼치는 여러가지 바이러스도 많이 알려져 있다.

「외사슬 RNA」를 유전자로 하는 바이러스도 있다. 피코르나바이러스군의 바이러스는 포지티브사슬을 바이러스 입자속에 가지고 있지만 세포에 감염하면 네가티브사슬을 합성하여 겉사슬 RNA가 된다. mRNA는 네가티브사슬을 주형으로 하여 만들어진다. 이것에 속하는 병원성 바이러스도 아주 많은데, 소아마비를 일으키는 폴리오바이러스를 비롯하여 콕삭키, 에코 등 소화관이나 신경장애를 일으키는 것이 많다. 위험한것으로는 황열바이러스가 알려져 있고, 또 세균에 감염하는 이러한 타입의 RNA 박테리오파아지도 많이 있다.

「레트로바이러스군」에 속하는 RNA 바이러스도 포지티브사슬의 외사슬 RNA를 유전자로 하고 있다. 조금 다른 점이 있다면 이 바이러스가 세균에 감염하면 우선 네가티브사슬의 DNA를 만든다는 점이다.

여기에는 「RNA의존성 DNA 폴리머라제」가 필요한데, 이 효소는 바이러스 입자속의 단백질의 일종으로 감염 전부터 포함되어 있다. 감염 후 이 효소가 작용하여 네가티브인 외사슬 DNA가 만들어져 세포의 효소가 협력하여 겉사슬 DNA로 된다.

mRNA는 네가티브 DNA사슬을 주형으로 하여 만들어진다. 이것에 속하는 병원성 바이러스로서는 사람이나 가축에 감염하여 서서히 증식하여 신경마비 등의 증상을 나타내는 것이 있다. 구루병이나 크로이츠펠트제이콥병은 이러한 바이러스에 의해 일어나는 것으로 알려져 있다. 또 이것에 속하는 몇가지 것은, 여러 동물에 감염하여 암을 유발하는 것으로도 유명하다.

믹소바이러스군이나 램도바이러스군에 속하여 있는 것은 「네가티브사슬의 외사슬 RNA」을 유전자로 하고 있다. 바이러스 입자에는 R

NA의존성 RNA폴리머라제도 포함되어 있다. 그 때문에 감염한 뒤 포지티브사슬의 RNA를 주형으로 하여 바이러스 RNA가 많이 만들어진다. 이것에 비해, 바이러스 단백질합성용 mRNA쪽은 네가티브사슬을 주형으로 하여 만들어진다.

병원성 바이러스로서는 감기 바이러스의 두 목인 인플루엔자를 들 수 있다. 그 밖에 어린이에게 홍역이나 이하선염 감기, 소포성 구내염 등을 일으키는 바이러스가 여기에 속한다. 무서운 것으로는 광경병바이러스 등이 있다.

— 이웃끼리 나눈온정 밝아오는 우리나라 —

진동요법으로 골절치료기간 단축

적절한 진동을 가하는 요법에 의해 四肢의 골절로 고통받고 있는 환자의 회복기간이 크게 단축될 수 있다는 새로운 사실이 미국의 의료용품 메이커의 영국 자회사인 존슨 앤드 존슨사(Johnson and Johnson Orthopaedics)연구진에 의해 밝혀졌다.

이에 따라 남부 잉글랜드 뉴밀턴에 소재한 동사는 심각한 골절환자의 골절부위에 고정시키기 위한 진동고속프레임의 생산에 본격적으로 착수할 계획 지금까지의 연구결과에 따르면 파괴된 뼈조직에 소량의 기계적 스트레스를 가하면 종래의 치료방법에 비해 적어도 30%의 치료시간이 단축되는 것으로 알려졌다.

연구는 브리스톨대학교와 옥스포드의 뉴필드(Nuffield) 정

형외과 기술센터 연구진들과 공동으로 추진되었다. 실험대상은 모터사이클사고등으로 인해 심하게 골절된 환자였으며 이들에 대해 하루에 약 15분동안 골절부위를 특수한 진동장치로 감싸는 방식으로 추진되었다.

이 장치는 유압식으로 작동되도록 했으며 골절환자의 골절부위에 부착한 프레임에 기계적 스트레스가 가해지도록 했다. 또 컴퓨터를 이 장치에 연결, 연구진은 진동의 주파수와 가해지는 스트레스의 정도등에 대해 다양한 변수를 주고 그 서로 다른 변수가 환자의 회복속도의 변화에 어떻게 영향을 미치는가를 정밀하게 측정했다.

연구팀의 리더인 돈 에반스(Don Evans)박사는 이같은 시도의 결과는 매우 만족스러운 정도였다고 밝히고 있다. 또 유

압작동식이 아닌 공기압 작동식의 진동장치에 대해서도 실험이 진행되었으나 이 경우는 치료가 이뤄지는 과정에 영향을 미치는 하드웨어의 변화가 어떻게 진행되는지는 모니터하기가 곤란하기 때문에 실용화가 곤란한 것으로 밝혀졌다. 그러나 이 경우에도 심하게 골절된 다리가 완쾌되는데 필요한 시간이 크게 단축, 종래의 경우는 평균 4-5개월이었으나 3-4개월로 짧아지는 것으로 나타났다.

에반즈박사는 이같은 새로운 골절치료 방법이 지금까지의 실험에서는 매우 성공적인 성과를 거두고 있으며 따라서 앞으로는 진동장치가 정도가 심한 골절상을 치료하기 위한 핵심적인 역할을 하게 될 것이라고 평가하고 있다.