

# 遺傳子의 기초지식

## 유전자의 분배

가와까미 마야사 지음  
박 경 숙 옮김

### 이중 장부제

유전자는 포지티브사슬, 네가티브사슬 2개가 합쳐진 형태로 보존된다고 설명했다. 그러므로 한쪽에 손상이 있어도 다른 쪽을 주형으로 하여 수복을 할 수 있다.

세균 등의 하등생물은 겹사슬DNA 중 한 가닥만을 세포 속에 가지고 있다. 만일 포지티브사슬과 네가티브사슬의 양쪽 모두가 손상을 입었을 때는, DNA가 원래의 형태대로 복원될 수가 없으므로 세포는 죽고 만다. 이와 같은 생물에서는 유전자 암호문의 수가 적기 때문에 DNA의 사슬도 짧다(인간의 DNA 길이의 100분의 1).

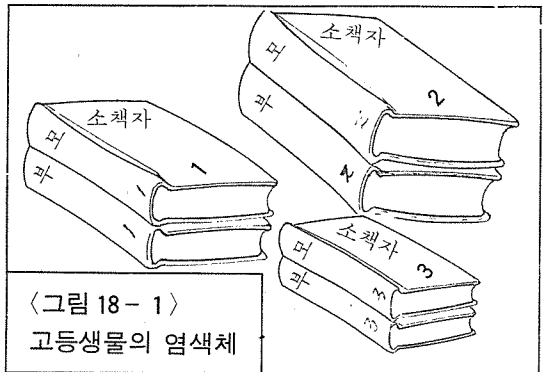
그래서 공장경영이 소규모이어서 빨리 분열·증식을 할 수 있다. 그러므로 세균은 DNA의 손상으로 죽는 일이 많지만, 개체수를 빨리 증가시킬 수 있기 때문에 종족보존이 가능하다.

세균은 충분한 영양이 있는 적당한 환경에서는 한개의 세포에 두가닥의 겹사슬DNA를 가지는 때도 있는데, 이럴 경우에는 원래의 형태

로 복원이 안되는 기회가 훨씬 적어진다. 그러나 진화하여 유전자의 수가 증가하고 복잡한 기능을 갖게 된 생물에서는 이와 같은 방법만으로는 충분하지 않다.

예를 들어 곰팡이 같은 약간 진화한 생물에서는 겹사슬 DNA를 언제나 2벌씩 가지고 있다. 이것은 우리 인간에서도 마찬가지로 자신의 필요한 단백질을 위한 설계도를 원본과 부분의 2벌의 장부로서 보관하고 있다. 원본도 부분도 각각 포지티브사슬과 네가티브사슬을 합친 겹사슬 DNA로 되어 있다. 여기에서는 편의상 원본과 부분으로 이름을 붙였지만, 어느 쪽도 같은 겹사슬의 DNA이라서 기능에는 구별이 없다. 고등세포가 가지고 있는 2벌의 유전자 장부 중에서 한벌은 부친으로부터 다른 한 벌은 모친으로부터 온 것이다.

〈그림 18-1〉에는 1개의 세포가 가지고 있는 염색체를 장부로 비유해 그려 놓았다. 모친에게서 유래하는 염색체 즉, 유전자 장부는 암호문이 정리되어 대·중·소의 3개의 소책자로 나누어져 있다. 부친에게서 유래하는 염색체도 마찬가지로 3개의 소책자로 나누어져 있다.



〈그림 18-1〉  
고등생물의 염색체

DNA에 쓰여 있는 많은 유전자 암호문을 수용한 장부는, 염색체라고 하는 몇 개의 소책자로 나누어져 있다. 각각의 소책자의 크기는 가지가지이고, 같은 크기의 것이 2개씩 되어 있고, 그 내용의 유전자 종류도 거의 같다. 2개 중 하나는 아버지, 다른 하나는 어머니로부터 받은 복사판이다.

그리고 부친에게서 유래하는 제1소책자(제1 염색체)와 모친에게서 유래하는 제1 소책자의 크기는 같고, 그 속에 띄여 있는 암호문(유전

자)의 종류도 기본적으로는 거의 같으며, 표현 방법이 약간 다르다고나 하면 좋을듯 싶다. 제 2, 제3의 소책자도 마찬가지로 부모의 각각에서 유래한 같은 소책자는 그 속에 섞여진 암호문의 종류가 거의 같다.

이와 같이 부친과 모친에게서 유래한 한 벌의 소책자, 즉 염색체는 서로 그 크기나 형태, 그리고 그 내용인 유전자의 종류가 같으므로 「상동염색체」라고 불린다.

이와 같은 이중 장부제는 세무서의 눈을 속이거나 분식결산을 하기 위한 것이 아니다. 그것은 만일의 경우, 한쪽 장부가 파손되더라도 다른 한쪽 장부에 있는 설계도를 원본으로 하여 세포에 필요한 단백질을 만들 수 있도록 정확한 것을 두벌씩 보관한다는 생물의 조심성을 여실히 보여 주고 있다. 또 이중장부제의 다른 하나의 이점은 뒤에서도 말하겠지만 생물의 종족보존과 진화에 있어서 표현되고 있다.

고등동물에서는 세포가 분열하기 전에 두벌의 염색체가 각각 복제가 되어 <그림 18-2B>에 보인 것처럼 네벌이 된다. 이때는 각각의 염색체에 포함되어 있는 겹사슬 DNA가 앞에서 설명했듯이 기존 포지티브사슬로부터 새로운 네가티브사슬을, 기존 네가티브사슬로부터 새로운 포지티브사슬을 복제하여 새로운 염색체 2개를 만든다 (그림 11-1참조). 모든 염색체는 이와 같이 두개씩 복제되어 전체로는 4벌이 되는 것이다.

세포분열로 2개의 세포가 될 때에 4벌의 염색체는 2벌씩 각각의 세포에게 분배된다. 이때는 <그림 18-2C>와 같이

부친에게서 유래하는 각각의 소책자 1벌

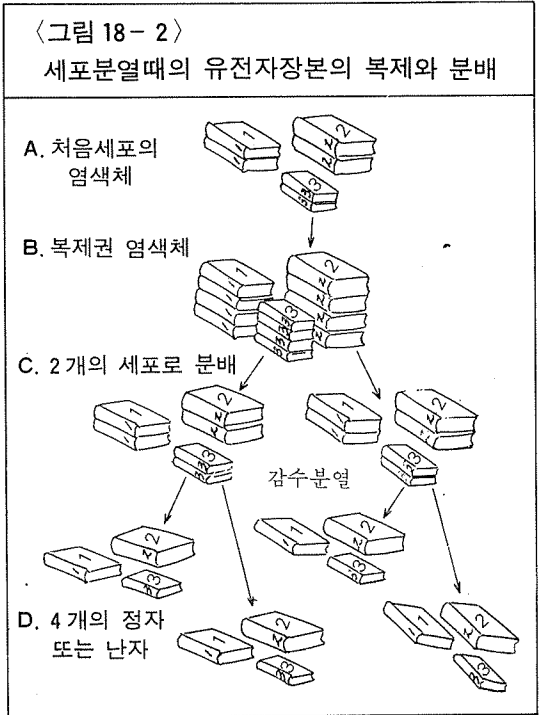
모친에게서 유래하는 각각의 소책자 1벌

이 정확하게 1개의 세포에 분배된다.

이것은 일반 체세포의 경우이며, 정자나 난자 등의 생식세포의 생성에서는 그 경우가 조금 다르다.

생식세포가 분열을 반복하여 정자와 난자로 될 때는 염색체의 복제가 체세포분열에 비해 한번 빠지게 되고, 세포분열만을 하게 된다. 그 때문에 두벌 이었던 염색체는 한벌만으로

되어 버린다. 이것을 「감수분열」이라 한다. <그림 18-2D>



모친 유래의 염색체 1, 2, 3을 흰색 장부로, 부친 유래의 염색체 1, 2, 3을 흑색 장부로 표시하였다.

정자와 난자는 세권으로 된 소책자를 한 벌씩 물려받지만, 그 세권의 소책자 중에서 어느 것이 아버지 또는 어머니로부터 유래하는 소책자가 될 것인지는 결정되어 있지 않으며, 여러 가지의 조합이 일어날 수 있다.

수정에 의하여 생긴 수정란은 정자가 가졌던 3권의 소책자와 난자가 가졌던 3권의 소책자를 받아 다시 두벌의 염색체를 갖게 된다. 수정란의 분열로써 형성되는 생물의 몸의 모든 세포가 두벌의 염색체를 지니게 된다.

여기서 예로 든 생물에서는 3권으로 된 두벌의 염색체를 지니게 된다.

여기서 예로 든 생물에서는 3권으로 된 소책자 두벌의 염색체를 가지고 있지만, 우리 인간의 경우는 체세포의 염색체는 전부 46개이므로 23권의 소책자로 된 유전자 장부를 두벌 (부모 각각에서 유래한) 가지고 있다. 그러므로

우리의 정자와 난자는 23권의 소책자를 한벌씩 갖고 있는 셈이다.

**염색체의 분배**

의학이나 생물학 연구실에 가면 대개 「근교계(近交系)」인 생쥐를 많이 기르고 있다. 약의 정확한 작용을 조사하기 위하여는 이와 같은 근교계 동물이 필요하기 때문이다.

야생쥐를 사용한 경우에는 개체차가 있어 어떤 때는 약의 효력이 있고, 어떤 때는 효력이 없다는 결과가 나와 실험의 재현성(再現性)을 추구하기 어렵다. 근교계인 실험동물은 어느 개체의 경우라도 유전자가 거의 동일하다고 할 수 있어서 약의 효력을 조사할 때 정확한 실험 자료를 얻을 수 있다.

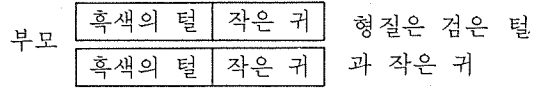
근교계의 동물이란, 어떤 한 쌍의 부모로부터 출발하여 그 자식들 중, 오빠-여동생, 누나-남동생 사이에서 자손을 만들고, 또 그 자손의 경우도 마찬가지로 교배하여 다음 세대의 자식을 만드는 동물의 경우로, 이와 같이 몇 대를 거쳐 근친결혼을 계속하여 후손을 만든다. 그 결과 최초의 양친의 유전자 중에서 특정의 것만이 계승되어 어느 개체를 취하건 같은 유전자를 가지고 있음을 알게 된다. 왜 그렇게 되는가는 다음에 다시 설명하겠다.

생쥐는 몇 가지의 근교계가 만들어져 있다. 어떤 계통은 털색이 검고 꼬리가 짧으며 귀가 작다. 또 다른 계통은 쥐는 형태는 물론 세포안의 효소도 같고 여러 가지 성질도 거의 같다

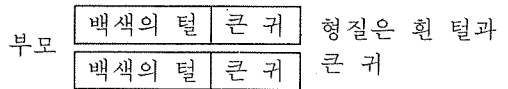
앞에서 말했듯이 고등동물의 DNA는 몇 개의 염색체로 나누어져 있다. 수정에 의해 부친의 염색체와 모친의 염색체가 혼합되어 자신의 세포에 전달된다. 인간을 포함하여, 자연계의 동물들은 아버지와 어머니로부터 약간씩의 다른 염색체를 받고 있지만, 근교계의 동물은 아버지로부터 유래하는 염색체와 어머니로부터 유래하는 염색체가 완전히 같은 유전자로 되어 있다.

털이 검고, 작은 귀를 가진 쥐는 다음과 같

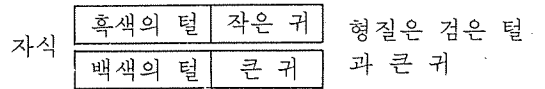
은 크고 작은 카드(염색체)를 2장씩 가지고 있다.



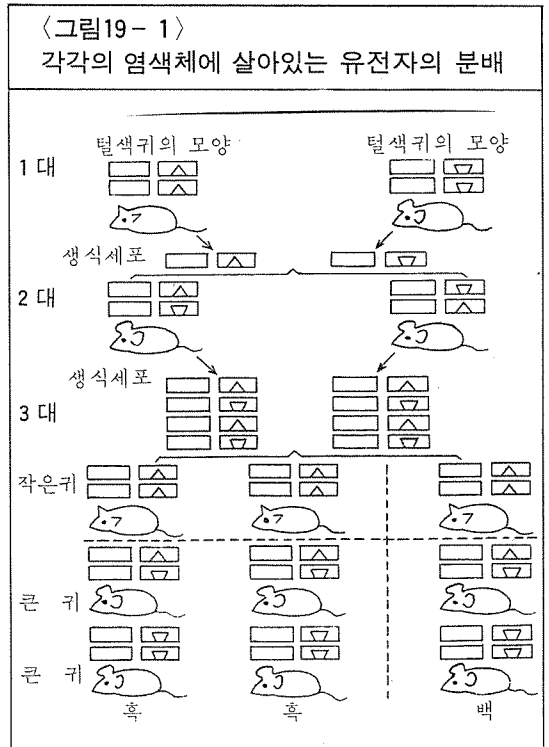
털이 희고, 큰 귀를 가지는 쥐는 다음과 같은 카드를 2장씩 갖는다.



부모는 자신의 염색체를 혼합하여 1벌씩(여기서는 큰 카드 1개와 작은 카드 1개)을 자식에게 건네 주는데 이 두 계통의 부모일 때는 아무리 혼합시켜도 다음과 같은 조합밖에 성립되지 않는데, 즉 그 자식은



로 표현된다.



여기서 흑색이 백색에 대해 우성이고, 큰 귀가 작은 귀에 대해 우성이라 하면 결국 그 쥐는 검은 털과 큰 귀의 형질을 가진 쥐가 되는 것이다.

이와같이 하여 생긴 두 마리의 자식으로부터 손자가 생겼다고 하자. 이번에는 두 마리의 좌우의 카드를 섞어 크고 작은 카드 1개씩의 한 벌을 손자에게 건네주므로 손자가 받은 카드는 <그림19-1>과 같이 9가지의 조합이 된다. 그때, 표현되는 형질로서는 검은 털과 작은 귀, 검은 털과 큰 귀, 흰 털과 작은 귀, 흰 털과 큰 귀와 같은 모든 조합이 나타나는 것이 특징이다.

그러면 1개의 염색체에 2개의 유전자가 실려 있을 경우는 어떻게 될까? 검은 색의 부모는 짧은 꼬리를 가지고 있고, 흰색의 부모는 긴 꼬리를 가지고 있다고 하자. 두 유전자는 한 카드에 있고 카드는 한 벌씩 있으므로

부모	흑색, 짧은 꼬리	형질은 흑색의 털과 짧은 꼬리
	흑색, 짧은 꼬리	
부모	흰색, 긴 꼬리	형질은 흰색의 털과 긴 꼬리
	흰색, 긴 꼬리	

로 나타난다.

이 양친으로부터 태어난 자식은 앞의 경우처럼 다음과 같은 조합의 카드밖에 가지고 있지

않다. 그리고 긴 꼬리가 짧은 꼬리에 대하여 우성이라 한다면,

자식	흑색, 짧은 꼬리	형질은 흑색의 털과 긴 꼬리
	흰색, 긴 꼬리	

로 표현된다.

그런데 앞의 경우와는 달리 이렇게 태어난 두 마리의 자식으로부터 태어나는 손자의 카드는 다음의 세가지 조합밖에는 나올 수가 없다.

흑색, 짧은 꼬리	흑색, 짧은 꼬리	형질은 흑색의 털과 짧은 꼬리
흰색, 긴 꼬리	흰색, 긴 꼬리	형질은 흰색의 털과 긴꼬리

즉, 흰색의 털에 짧은 꼬리를 가지는 손자는 태어나지 않는다.

이와 같은 교배실험을 통해서 몇 가지 유전자가 각각 다른 염색체에 존재하는가, 아니면 같은 염색체에 존재하는가를 구별할 수 있다. 2개의 유전자는 「연관(聯關)되어 있다」고 말한다.

### 건망증에 기쁜 소식

흔히 열쇠를 어디다 두었는지 찾지 못해 애를 태우는 사람들을 건망증이 심하다고 한다. 그러나 최근 영국 우스터의 버언즈 앤드 거드프리스라는 이런 건망증이 심한 사람들이 열쇠나 핸드백이나 그밖에 잘못 둔 물건들을 추적하는 것을 돕는 전자시스템을 개발했다. 파인더블립퍼즈라는 이름의 이 시스템은 2개의 배터리로 움직이는 장치로 되어 있다. 작은 담배라이터크기로 1백21그램무

게의 이 '블립퍼'는 스코틀랜드 에딘버러대학의 월프슨 연구소가 개발한 실리콘칩과 2개의 작은 배터리 그리고 소형전등으로 구성되어 있다. 열쇠는 이 '블립퍼'에 달아 두거나 또는 이 장치를 핸드백 속에 넣어 둘 수 있다. 열쇠나 또는 백을 찾지 못했을 때 '파인더' (탐지기)를 등장시킨다. 버튼을 누르면 이 장치가 방울을 흔든다. '파인더'가 초음파를 발사하면 '블립퍼'가 이것을

포착한다. '블립퍼'가 '파인더'에서 4.5미터 거리내에 있으면 장농속에 있어도 깜박거리면서 2음정의 신호를 발산한다. '파인더'는 2개의 '블립퍼'까지 수용할 수 있다.

또 '파인더'를 분실하는 것을 막을 수도 있다. 이용자가 이 장치와 함께 제공한 특별 꼬리쇠에 걸어두는 것을 잊은 경우에는 '파인더'가 1분간격으로 뽁뽁 소리를 낸다. 값은 55달러.

<Newsweek>