

遺傳子の 기초지식

유전자의 분배

가와까미 마야사 지음
박 경 숙 옮김

유전자문집의 개정판 만들기

체세포는 2개의 유전자 장부를 가지고 있으므로 한쪽의 유전자가 손상을 입더라도 다른 한쪽의 유전자를 이용하면 우선은 정상으로 생활할 수 있고 수많은 체세포가 모여서 된 개체의 생활도 계속할 수 있다.

그런데, 이와 같은 암호문의 결함이 생식세포를 통해 자식이나 손자에게 전달된다. 그 전달이 많은 세대를 거침에 따라 그 생물의 자손의 부계 염색체에도 모계 염색체에도 많은 결함이 쌓여 가게 된다. 마침내는 부계 염색체의 문집과 모계 염색체의 문집에 섞여 있는 같은 효소 유전자의 암호문이 결함을 가지는 기회가 많아지게 된다. 그렇게 되면 그 종족(種族)의 생물은 멸망할 수밖에 없다.

포지티브사슬과 네가티브사슬의 어느 한쪽이 손상되었을 때는 한쪽의 원본이 남아 있어 수정이 가능했다. 그렇지만 일단 양쪽이 모두 손상되어 두 암호문집에 동시에 결함이 생겼을 때는 무엇을 기준으로 하여 복원해야 할지 모

르게 된다.

그러나 생물은 자기종족을 위해서는 이같은 암호문의 결함의 축적을 해소하여야만 된다.

이를 위하여 자연은 또한 교묘한 방법을 생각해 냈다. 이것이 「재조합」이라는 방법으로 행하여지는 암호문집의 소책자 또는 페이지의 교환이다.

생물, 예를 들어 인간은 이를 위해 우선 「생식세포」라는 특별한 세포를 만들고, 그것에다 각각 23권으로 된 암호문의 소책자를 분배한다. 체세포분열 때에는 각각의 자손세포는 필수적으로 각 소책자를 두 벌씩, 합계 46권을 가지게 되어 있으므로 어느 자손세포도 부계 유래의 23권의 소책자와 모계유래의 23권의 소책자를 가지고 있다. 그러나 「생식세포」는 소책자를 23권밖에 가지고 있지 않고, 더우기 그것들은 아버지와 어머니로부터 유래한 소책자가 혼합된 것이라는 것도 앞에서 이미 설명한 그대로이다 (그림 18-2).

즉, 어떤 정자세포가 가지고 있는 23권 중 부계 유래의 소책자가 압도적으로 많을지도 모르고, 또는 모계에서 유래하는 소책자가 반 이상을 차지할 가능성도 있다. 난자에 대해서도 마찬가지여서 부모의 각각으로부터 오는 비율이 일정하지 않다. 이 두 개의 생식세포가 융합한 후, 이것을 기점으로 하여 새로운 개체가 만들어지는데 이 새로운 개체의 할아버지(두 사람)와 할머니(두 사람)의 소책자(즉 염색체)가 새로운 개체속에 임의로 섞여 있게 된다.

만일 새로운 개체가 받은 소책자의 암호문의 결함이 심하면 그 개체는 죽어 버리지만, 우연히도 좋은 소책자만을 받을 수 있었던 새로운 개체는 살아남게 되어 그 정상적인 유전자 암호문을 다음 세대에 전달할 수가 있다.

결국 생물은 카드놀이 하는 경우처럼 혼합된 소책자들 중에서 좋은 패를 잡은 개체에게 그 종의 장래를 기대하는 방법으로 유전자의 결함을 보충하고 있다.

유전자 결함의 보충을 위한 또 다른 하나의 방법으로 유전자 암호문집의 「페이지 교환」이란 것이 있다. 세포는 감수분열을 하기 전에 특

수한 세포분열을 한다. 이때는 염색체수는 줄어들지 않고, 부계에서 유래하는 염색체와 그것과 대응하는 모계에서 유래하는 염색체(상동 염색체)의 DNA중간에서 절단과 재결합이 이루어진다.

염색체 지도

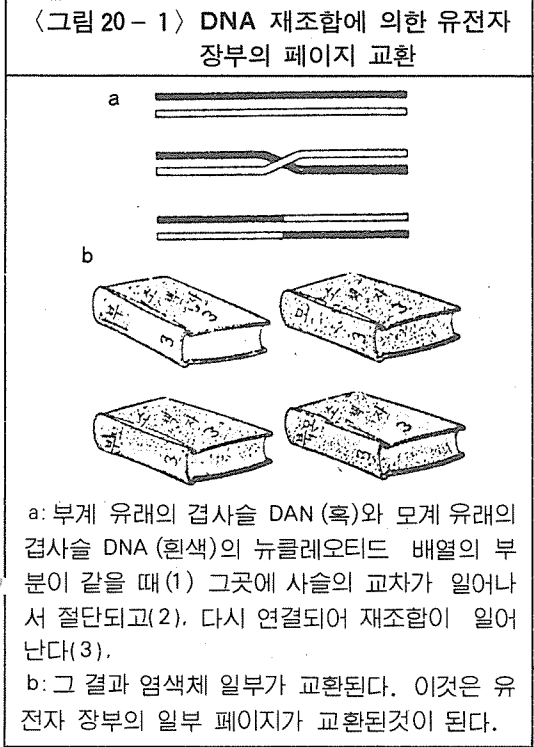
두 종류의 유전자가 같은 염색체에 있는지 아닌지에 대하여는 교배실험뿐만 아니라, 최근에는 세포배양의 실험으로도 알 수 있게 되었다. 조사하고 싶은 인간이나 동물의 세포를 떼어와서 이것을 암세포와 같은 증식을 잘하는 세포와 함께 배양한다.

이때 어떤 종의 바이러스나 폴리에틸렌글리콜이라는 물질을 가하면, 그것들이 접착제 역할을 하여 두 세포의 세포막이 융합하여 1개의 세포로 되어 버린다. 이 세포는 암세포의 염색체와 함께 조사하고자 하는 세포의 염색체도 포함하고 있지만 배양을 계속하는 동안에 그것의 일부가 점점 소실되어 간다. 어떤 형태의 염색체가 탈락되었을 때 그 세포가 가지고 있는 성질(예를 들어 효소생산의 능력)의 소실 유·무를 관찰하면 염색체의 종류와 그 유전자가 어느 염색체에 존재하는지를 확실히 알 수 있다.

동일 염색체에 있는 두 가지의 유전자는 보통의 경우 부모로부터 자식에게 2개가 함께 전달된다. 그렇지만 생식세포가 만들어지기 전에 크로마틴(염색질)의 DNA와 DNA사이에서 교환이 일어날 수 있다.

DNA의 교환은 일반적으로 동일하거나 또는 아주 비슷한 염기배열을 하는 부분에서(그림20-1)과 같이 일어난 염색체 사이의 교차에 의해 생긴 두 단편들이 교차점에서 서로 엇바뀌어 각 염색체에 연결됨으로써 일어난다. 아주 비슷한 염기배열은 상동염색체(그림18-1참조)의 곳곳에 있으므로 부모 각각으로부터 온 상동염색체의 DNA사슬 사이에 교환이 일어난다.

서로 손을 잡은 사람의 긴 대열이 있을 경우 임의로 이 대열의 어느 곳인가가 끊어 진다고 하자. 긴 대열의 오른쪽 끝의 사람과 왼쪽 끝의 사람이 손을 놓아 대열이 끊어지는 기회는 많아도 대열 속의 양 이웃사람이 손을 놓아 대열이 끊어지는 확률은 적다. 이와 마찬가지로



DNA사슬은 〈그림 20-1〉에서와 같이 그 일부가 서로 교차되어, 이른바 「재조합」 현상을 일으킨다. DNA사슬이 교차한 곳에서는 절단이 일어나서 부계의 절단된 끝이 모계의 절단된 끝에 연결되어, 결과적으로 각각의 사슬의 일부가 다른 사슬로 삽입되고 만다. 이것은 말하자면 암호문집의 페이지 교환과 같은 것이다.

이런 방법으로 부모의 각각의 문집을 섞은 후에 그중의 한 벌만을 생식세포로 보내주고 있는 것이다. 이 경우에도 전과 마찬가지로 우연히 좋은 조합을 가지는 세포만이 생존 경쟁을 이겨내어 살아 남게 된다.

이러한 방법으로 생물은 단순히 정상적인 자손을 만들 수 있다. 이것이 결국 생물진화의 추진력이 되고 있다.

이 DNA 사슬 위에 서로 인접하는 유전자 사이에서보다 서로 멀리 떨어져 있는 유전자 사이일수록 교차가 일어나는 가능성이 많다. 즉, 서로 가까이 있는 유전자 사이일수록 서로 끊겨지고 바뀌어지는 기회는 적어진다. 교차는 몇 대로 아무 데서나 일어나므로 2개의 유전자가 교환되어 다른 염색체로 이동하는 빈도를 조사하면, 그 2개의 유전자 사이의 대강의 거리가 추정된다. 이와같이 하여 몇 개의 유전자의 상대적 거리가 계산되어 어느 유전자가 염색체의 어느 위치에 있는가를 도입하면 <그림 21-1>과 같은 「염색체 지도」가 만들어진다. 세균과 같은 한 개의 겹사슬 DNA만을 가진 생물의 경우에서도 접합에 의하여 일어나는 유전자의 전달

때 빨리 다른 균으로 들어가는가 아니면 늦게 들어가는가로 유전자의 상대적 거리를 추정할 수 있다. 또한 박테리오파아지에 의해 유전자가 운반될 때는 2개의 유전자가 동시에 운반되는 빈도를 조사하는 방법도 사용된다.

인간 등의 고등생물의 유전자 지도를 작성할 때는 이 밖의 많은 데이터가 유력한 참고자료로 된다. 염색체의 한쪽 끝이 잘려져 그 절편이 다른 염색체의 절단된 곳에 연결되는 경우가 있다. 이것을 「전좌」(translocation)라고 한다. 전좌가 일어날 때 어떤 형질이 그 염색체로 이동했는가를 조사하면 전좌한 염색체의 절편에 그 형질의 유전자가 있다는 것을 알 수 있다.

21-1 생쥐의 제12염색체 지도

