

# 遺傳子の 기초지식

## —항체의 유전자—

가와까미 마야사 지음

박 경 숙 옮김

〈誠信女大 교수〉

### ◇ 열쇠와 열쇠구멍

당신은 몇 개의 열쇠를 가졌는가? 집열쇠, 자동차열쇠, 장열쇠 등, 이제는 사용하지 않게 된 상자의 열쇠까지 포함하여 나는 다섯개밖에 가지고 있지 않다.

구미인은 우리와 비교하여 많은 열쇠를 가졌으며 또 소중히 다루고 있는 듯싶다. 개인주의의 소산일 수도 있고, 어쩌면 우리의 인감도장에 해당하는 것일지도 모른다. 구미에서는 중요한 곳의 열쇠는 힘의 상징이며, 그것을 보관한다는 것은 그 장소의 지배를 책임지고 있다는 것이라고 한다. 내가 수십년 전에 파스퇴르의 연구소에서 조출한 강연을 한 뒤 파스퇴르의 묘에 안내받아 참례한 적이 있다. 연구소의 연락으로 그 무덤의 출입문의 커다란 열쇠를 든 늙은 신부가 그 곳을 안내해 주었던 것은 무척 인상적이었다.

사실은 당신도 몇만 종류의 열쇠를 가지고 있다. 다만 그것은 「항체」라고 하는 작은 단백질의 열쇠이다. 당신의 몸은 나날이 찾아오는 침입자를 작기는 하나 많은 수의 열쇠를 사용함으로써 지키고 있는 것이다. 여기서서 그 열쇠

가 어떤 형태를 하고 있는가를 설명하기로 한다.

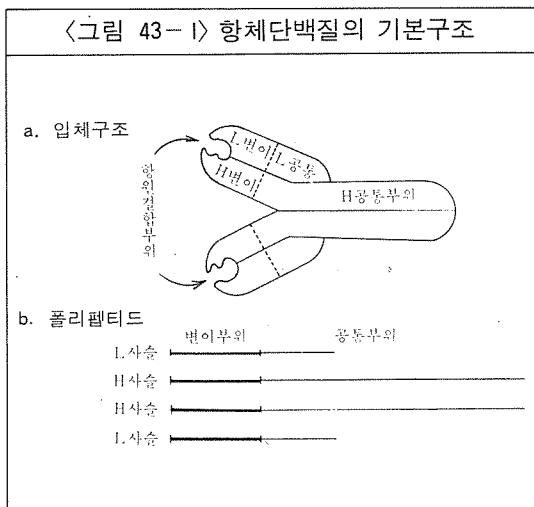
우리는 어렸을 적에 여러가지 예방주사를 맞은 경험이 있다. 디프테리아, 백일해, 홍역, 풍진, 인플루엔자, 천연두 등의ワク센이 그것이다. 어떤 미생물, 예를 들어 디프테리아의ワク센주사로 면역이 생길 때는 우리 몸속에서 그 미생물에게만 대응할 만한 항체가 형성된다. 이 항체는 다른 미생물에는 작용하지 않는다. 그러므로 이와 같이 많은 종류의 미생물의 예방주사를 따로따로 맞지 않으면 안된다.

디프테리아를 예방하기 위해서는 디프테리아균이 생산하는 독소단백질을 모아 포르말린 등을 가해서 무독화시킨 것을 예방주사로 사용한다. 무독화독소가 몸으로 들어가면 그것은 항원으로서 작용하여 몸의 항체생산을 촉진하기 때문에 우리 몸은 그 독소에 대한 항체를 대량으로 만들어 낸다. 나중에 다시 이야기 하겠지만, 이 항체단백질에는 디프테리아의 독소단백질의 구조와 맞물릴 수 있는 형태의「홈」이 있어 디프테리아의 독소와 결합하여 독소의 작용을 멈추게 만든다. 디프테리아균에 감염되어도 미리 예방주사를 맞아 두었다면, 이와 같은 항체가균이 생산하는 독소를 중화하기 때문에 우리의 세포는 파괴되지 않게 되는 것이다. 그러는 동안에 디프테리아균체에 대한 항체가 만들어져 균은 죽고 감염이 방지된다.

인플루엔자 예방용ワク센으로는 약품으로 죽인 인플루엔자바이러스가 사용된다. 이것을 주사하면 인플루엔자항원에 대한 항체가 몸속에 많이 만들어진다. 이 항체가 몸속에 충분히 준비되어 있으면 인플루엔자바이러스가 감염하더라도 항체가 바이러스와 결합하여 바이러스의 활동을 억제해 버리기 때문에 인플루엔자에는 걸리지 않게 된다.

항체는 단백질로 구성되어 있으며 그 기본형태는〈그림 43·1〉에서와 같이 Y자형을 하고 있다. Y자형의 두개의 선단에는 항원과 결합하는「홈」이 있다. 이것을 항체의「항원 결합 부위」라한다. 홈의 형태는 항체의 종류에 따라 다르다. 抗디프테리아 독소항체의 홈은 디프테리아 독

<그림 43-1> 항체단백질의 기본구조



항체단백질은 2개의 짧은 L사슬과 2개의 긴 H사슬 폴리펩티드로 된 Y자형 분자이고, 항원에 결합하기 위한 홈이 있는 변이부위(아미노산 배열이 항체에 따라 다르다)가 있고, 그 밖의 부분은 공통부위(아미노산 배열이 일정)으로 이루어진다.

소단백질의 표면 구조와 맞물리게 되어 있는데 인플루엔자바이러스와는 결코 맞물리지 않는 구조로 되어 있다. 한편 항인플루엔자 항체도 인플루엔자 형태와 맞물리는 형태를 하고 있어, 그 바이러스와는 결합하지만 디프테리아 독소와는 결합하지 않는다. 이와 같이 항체는 특정 항원에만 결합하는 성질이 있어, 이 성질을 항체의 「결합특이성」 또는 간단히 「특이성」이라 한다.

이미 주지하고 있는 바와 같이 단백질은 몇 개의 아미노산이 연결된 사슬, 즉 폴리펩티드사슬이며, 이 폴리펩티드가 구불구불 꼬이고 뭉쳐져서 한 개의 덩어리를 형성함으로써 단백질분자의 입체구조가 형성된다. 폴리펩티드의 꼬이는 방식은 그것을 구성하고 있는 아미노산의 배열순서에 따라 결정되고 있으므로 항체의 홈의 형태도 홈의 형태를 만들고 있는 폴리펩티드사슬의 아미노산 배열에 따라 결정될 것이 틀림없다. 실제로 그것이 사실임이 밝혀졌다.

영국의 폴랴크(R. J. Poljak)등은 항체에 X선 회절을 실시하여 2Å의 解像力으로 항체분자의 구조를 밝혔다. 그것에 의하면 항체의 홈의 부

분은 항원의 형태와 꼭 들어맞게 구부러진 폴리펩티드 사슬에 의하여 형태가 만들어지고, 그 사슬을 구성하고 있는 아미노산 사슬의 곡률을 결정하고 있었다.

<그림 43-1>에 보인 Y자형의 항체분자는 네 개의 폴리펩티드로 구성되어 있다. 그중 두 개는 215개 전후의 아미노산이 배열된 사슬로 「L사슬」(가볍다는 의미의 단어인 Light의 첫문자)이라고 불리고 있다. 나머지 두개는 L사슬보다 약 2배 정도의 길이를 가진 사슬로 「H」(무겁다는 의미의 단어인 Heavy의 첫문자)이라 한다.

항체가 항원에 결합하기 위한 홈의 입체구조는 <그림 43-1b>에서처럼 L사슬의 절반과 H사슬의 1/4에 해당하는 부분의 의해 형성되어 있다. 홈의 형태가 다른 항체에서는 이 부분의 아미노산 배열이 당연히 다르다. 다른 순서로 아미노산이 배열되는 부분이기 때문에 폴리펩티드의 이 부분은 「변이부」라 불린다. 항체의 홈 이외의 부분의 입체구조는 어느 항체에서도 같다(실은 나중에 말하겠지만, 이 부분 역시 몇 가지 종류가 있으며 그 형태에 따라 IgM, IgG, IgA 등으로 분류된다. 같은 종류의 항체라면 이 부분의 입체구조도 같다).

이 부분(변이부 이외의 부분)을 형성하고 있는 폴리펩티드의 아미노산 배열은 어느 항체에서도 같으므로 「공통부위」라 한다.

이상을 간단히 정리하자면,

① 항체의 형태를 열쇠라고 하면, 그의 항원에 결합하는 경우, 항원에 있는 열쇠구멍과 맞물리는 홈이 Y자형의 항체분자에 두 군데 존재하여, 이 홈이 항원과 결합한다.

② 이 Y자형 분자는 네 개의 폴리펩티드 (L사슬+H사슬)×2로 구성되어 있으며 각 사슬은 다시 다음과 같이 나눌 수 있다.

L사슬=L사슬의 변이부위+L사슬의 공통부위  
H사슬=H사슬의 변이부위+H사슬의 공통부위  
변이부위의 아미노산 배열은 항체에 따라 다르지만, 공통부위는 일정하다.

③ L사슬과 H사슬의 변이부위가 합쳐져서 항원과 결합하기 위한 홈을 만들고 있다.