大豆の根瘤に関する研究*

井上重陽・藤田時雄

(三重大学農学部)

Studies on the root nodules of soy bean. C. INOUE and T. FUJITA.

1. 緒言

大豆の根瘤については、是迄、肥科学或は土壌学の立場から研究されたものが多いが、作物学の立場から研究されたものが比較的少ない。此研究は特に作物細胞学の立場から、大豆の根瘤の構造とその発育の模様とを知るために行つたものである。

2. 材料及方法

供試材料は、三重大学農学部農場内に栽培された、秋大豆・玉錦の根瘤であつて、BOUIN 氏液で固定し、HAIDENHAIN 氏鉄明礬ヘマトキシリン法で染色した。検鏡材料の厚さは 7~10 μ である。

尚ほ材料固定の時期は別に一定しなかつた。即ち播種後、約一ヶ月を経て、根瘤が形成された後、随時採取し固定した。

3. 実験成績

大豆の根瘤はやや扁平な球形を呈して居る。その直径は普通 0.5cm 内外であるが、稀に 1cm 近くのものがある。

第1図は大豆の根瘤の断面図である。根瘤菌は主として、根瘤の中央に位する細胞の中で繁殖するが、斯かる細胞を特に Bacteroid 細胞と呼んで居る(第1図 C)。また其の中に含まれて居る根瘤菌は特に Bacteroid と呼ばれ、普通の状態にある根瘤菌と區別されて居る。

一般に根瘤菌は、根の細胞に侵入した当初は、棍棒状又は棍棒状に近い形を呈して居るが、暫く経つて、Bacteroid 時代に入ると、根瘤菌は其形が變つてやや大きくなり、屢々分枝状を呈する事がある。処が大豆では Bacteroid 時代に入つても、根瘤菌の形は殆んど變らない。即ち常に棍棒状を呈して居る。

大豆の根瘤菌は Bacteroid 時代に於て屢々、10 数個集つて小さな集団を作る事がある(第2図)。従来の研究によれば根瘤菌は一種のゴム質を分泌すると言われて居るが、Bacteroid 時代に於いて生ずる根瘤菌の集団は、恐らく斯かるゴム物質によつて互に結びつけられた結果、生じたものであらう。

1つの集団の中に含まれて居る根瘤菌の数は多くの場合、10~20 個である。また1つの Bacteroid 細胞中に含まれる根瘤菌の集団の数は細胞の大きさ其他種々の事情によつて異なるが、多くの場合 2,000~3,000 内外のようである。今若し1集団内の根瘤菌の数を 10~20 個とせば1細胞内の根瘤菌の数は 20,000~60,000 個、平均 40,000 個内外となる。此数は素より概算に過ぎないが、これによつて如何に多くの根瘤菌が、根瘤内に含まれて居るかを想像する事が出来るであらう。

Bacteroid 細胞は根瘤菌の侵入しない前は、普通の大さの細胞に過ぎないが、根瘤菌の侵入を受けると次第に肥大生長を行う。その結果、直径が 2~3 倍ほど大きくなる。従つて其の容積は恐らく 8~27 倍に増大するに至るであらう。

根瘤菌が根瘤内の細胞に侵入すると非常に勢で増殖する。この事は1個の細胞内に少くとも数万の根瘤菌が含まれて居る事実から考へて、容易に首肯される事である。かかる根瘤菌の急激な増殖に應ずるため、細胞もまた急激な分裂によつて其の收容力を増さなければならない。処が細胞は根瘤菌の侵入を受けると、そのために細胞の機能の一部が妨げられ、其の分裂力は著しく阻害される。間もなく分裂不能に陥る。従つて根瘤菌の急激な増殖に應ずるために、細胞は新たに肥大生長を営む事となる。即ち細胞は分裂不能のため止むを得ず、肥大生長を行うが、收容力を急激に増大する点から考へると、肥大生長の方が、細胞分裂よりも遙かに有利の様に見える。

次に根瘤の断面を見ると、維管束が根瘤内を縦横に走つて居る(第1図 a)。BIEBERDORF (1938) によれば是等の維管束は、皮層の細胞が発達したものであつて、それが次第に延長して、宿主である根の維管束と連絡するに至ると報告されて居る。

大豆の根瘤はその表皮細胞の内方に 1~2 層からなる特殊な厚膜細胞を持つて居る(第1図 b 及第3図)。かかる特殊な細胞は他の豆類の根瘤に於いても、屢々見出されるが、大豆の様に著しく発達したものは極めて稀である。

* 昭和 24 年 10 月 29 日 第 84 回講演会に於て発表 同日受理

日本作物学会紀事 第 19 卷 第 3~4 号

第1図 大豆根瘤の断面図（根瘤発育の初期に属するもの）

a: 維管束 b: 厚膜細胞 c: Bacteroid 細胞 × 65

第2図 根瘤菌の集団（Bacteroid 細胞の一部）

a: 根瘤菌 (Bacteroid)
b: Bacteroid 細胞膜 × 1200

第3図 厚膜細胞

a: 細胞膜 b: 核 × 300

4. 厚膜細胞の役目

厚膜細胞のもつ主なる役目は、根瘤の組織を強化し、これを保護するにある事は素より言う迄もない。即ち大豆の根瘤は屢々、害虫或は他の細菌の侵入を受けて、著しい被害を蒙る事がある。従つて是等の外敵の侵入に対して、根瘤を保護するために、斯かる厚膜細胞の発達を見るに至つたものであらう。

尙大豆の厚膜細胞について BIEBERDORF は根瘤の大きさを適当に制限する役目を持つと述べて居る。何故、根瘤の大きさを制限しなければならないか。これに就いて色々な理由が考えられるが、その内で最も大きい理由は、恐らく Bacteroid 細胞の肥大生長を適当に制限するためではなかろうか。何故特に Bacteroid 細胞の肥大生長を制限しなければならないかというに、元来、根瘤菌の窒素固定作用は Bacteroid 細胞内で行われると言われて居る。従つて根瘤菌の侵入を受けた Bacteroid 細胞は他の有害な細菌の侵入を受けた細胞とその性質が著しく異なる。一般に細胞は外部から細菌の侵入を受けると、その細菌のために栄養を奪われ、生活力を失つて屢々崩壊するに至るものである。ところが Bacteroid 細胞は、根瘤菌の侵入を受けると、その急激な増殖によつて細胞の機能の一部が妨げられて、細胞分裂が不能となり、止むを得ず肥大生長を余儀なくされるが、それと同時に一方に於いて、根瘤菌の窒素固定作用に対し、適当な作業場を提供する特殊な役目を果さなければならない。従つて、細胞内に於ける根瘤菌の増殖を或程度、制限する事が必要となる。何故ならば無制限な増殖は独り、細胞の機能を妨げる許りでなく、若しも根瘤の増殖に対し、何等の制限をも加えず徒らに、その増殖に任せて置く時は、細胞は極度の肥大生長のため遂に、その細胞膜は破裂し、細胞自身は恐らく、崩壊するに至るであろう。かかる危険から細胞を保護するために、厚膜細胞は Bacteroid 細胞全体の外部となつて間接に、保護の役に任ずるものではなかろうか。即ち厚膜細胞は内部の Bacteroid 細胞の肥大生長に対して、これを適当に制限する役目を帯びるものと考えらる。此事は厚膜細胞が、根瘤の表皮と Bacteroid 細胞との略々中間に発達する点から考えても諒解される事である。若しも単に、外敵に対する防禦物であるならば、表皮にもつと近く、寧ろ表皮の位置に発達すべきであるが、表皮よりも可成り内部に厚膜細胞が発達して居る事は内外両面に対する保護者としての役目を併せ持つためであろう。

5. 摘 要

1. 大豆の根瘤菌は Bacteroid 時代に入つても、その形は常に棍棒状を呈して居て変形する事がない。但し Bacteroid 時代に於て屢々、10 数個相集つて集団を作る事がある。
2. Bacteroid 細胞は根瘤菌の侵入を受けると、次第に肥大生長を営み、遂にその直径が 2~3 倍の大きさに達する。
3. 1 個の Bacteroid 細胞内に含まれて居る根瘤菌の概数は 20,000~60,000 個、平均 40,000 個内外である。
4. 大豆の根瘤はその表皮の内方に、1~2 層からなる厚膜細胞を持つて居る。厚膜細胞は外敵の侵入に対して根瘤を保護すると共に、内部の Bacteroid 細胞の肥大生長を適当に制限して細胞の崩壊を防ぐ役目を持つものである。

文 献

1. BIEBERDORF, F. W. 1938. The cytology and histology of the root nodules of some Leguminosae. Jour. of the American Soc. of Agronomy. Vol. 30. No. 5.
2. DANGEARD, P. A. 1926. Recherches sur les Tubercules radicaux des Legumineuses. Le Botaniste. Ser. 16.
3. MCCOY, E. F. 1927. A cytological and histological study of the root nodules of the Bean, Phaseolus vulgaris L. Zentr. für Bakt. 2 Auf. 79 Bd.
4. MILOVIDOV, P. F. 1926. Über einige neue Beobachtungen an den Lupinenköllchen. Zentr. für Bakt. 2 Auf. 68 Bd.

Summary

1. In soy bean, the nodule bacteria do not transform their shape during the stage of bacteroid, and always remain in rod-form.
Sometimes, in the stage of bacteria are found to unite into small spherical groups each of which contains 10 or more bacteria.
2. As the result of infection, the cells of bacteroidal tissue show hypertrophy and become 2~3 times larger in diameter.
3. As roughly estimated, each bacteroidal cell contains 20,000~60,000 bacteria.
4. A conspicuous layer of sclerenchyma cells develop in the cortical parenchyma between the epidermis and the bacteroidal tissue of the soy bean nodule.
This layer of sclerenchyma cells may protect the nodule from external invaders such as injurious insects or microbes, and at the same time it may also terminate the hypertrophy of the cells of bacteroidal tissue.