小豆の根瘤に関する研究*

井上重陽・清水敦

(三重大学農学部)

Studies on the root nodules of azuki bean. C. INOUE and T. SHIMIZU.

1. 緒言

小豆は菽穀類の内では、大豆に次ぐ重要な作物であるが、その根瘤については迄、余り多くの研究がなされて居なかつた。此研究は小豆の根瘤の構造を明かにすると共に、根瘤菌が何んな速さで、小豆の根に侵入するか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、秋小豆中納言の根瘤であつて、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。

3. 実験成績

小豆の根瘤はその形が大豆とよく似て居る。即ちやや扁平な球形を呈し、その直径は普通 0.4cm 内外であるが、稀に 1cm に達するものがある。

第1図は根瘤の断面図の一部であるが、根瘤の中央部に位する Bacteroid 細胞は、大豆の場合と同様に著しく肥大している。尙その核の中には Prochromosome と思われる染色質の小粒の散在して居るのを認める事が出来る。

小豆の根瘤菌は常に棍棒状を呈し、Bacteroid 時代に入つても其形が殆んど変らない。此点は大豆の場合と全く同様である。

然し乍ら大豆の根瘤に見られる様な、細胞膜の極めて厚い特殊な細胞を小豆で認める事が出来なかつた。その代りに小豆に於いては、形のやや大きな細胞が根瘤の表皮の内方に並んで居て、それ等の細胞内を第2図に示す様な管状の細胞が、横断して走つて居るのを屢々認める事が出来る。かかる管状細胞は恐らく、大豆の厚膜細胞と同様な役目、即ち根瘤を強化して、外敵に対して根瘤を保護すると共に、Bacteroid 細胞の肥大生長を適当に制限する役目を持つものであろう。

小豆の根瘤に於ても大豆の場合と同様 Bacteroid 細胞内に根瘤菌の小さな集団を認める事が出来る。

(第3図) 一つの集団内の根瘤菌の数は大豆と同じように 10~20 個内外である。また一つの Bacteroid 細胞に含まれて居る集団の数は 2,000 内外の場合が多い。以上の数字に基いて1細胞内に含まれて居る根瘤菌

第1図 小豆根瘤の断面図

a: 管状細胞
b: Bacteroid 細胞
c: 表皮
×200

第2図 管状細胞

a: 管状細胞 b: 核 ×600

第3図 根瘤菌の集団

(Bacteroid 細胞の一部)
a: 根瘤菌 (Bacteroid)
b: Bacteroid 細胞膜
×2400

* 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

の数を概算すると 20,000~40,000 個となる。

根瘤は根瘤菌の侵入による刺戟によつて形成されると言われて居るが、根瘤菌が小豆の根、特に根毛内に何んな速さで侵入するかを知るために、次の様な実験を行つた。

先ず消毒した小豆の種子を無菌状態の発芽床で発芽させ、暫らく経つて根毛の発生したものを、根瘤菌を含む水の中に 12 時間及び 24 時間浸した後、その根毛を顕微鏡下で検査し、根瘤菌の侵入の有無と、その数とを調べた処、次に掲げる様な成績を得た。但し根瘤菌を含む水とは 20cc の水の中に 1.5cg の根瘤菌を磨り潰したものである。

根毛内に侵入した根瘤菌数

根毛内に侵入した根瘤菌数		1個	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	根毛内の平均根瘤菌数
菌の侵入した根毛数	12時間後	0	5	8	13	12	4	2	2	2	1	1	0									4.8 個
	24時間後						2	3	3	3	4	5	8	7	4	2	2	3	2	2	0	10.2

以上の表に依れば、根瘤菌は可成りの速度をもつて、根毛内に侵入する事がわかる。即ち 12 時間後に於て 1 根毛内に平均 4.8 個の根瘤菌の侵入を認め、24 時間後には 10.2 個の根瘤菌の侵入を認める事が出来る。

4. 根瘤菌の侵入

従来の研究によれば、根瘤菌の豆科植物の根に侵入する経路について、次の様な三つの場合があると報告されて居る。

(1) 表皮細胞より侵入する場合

これは根瘤菌が根の表皮細胞から侵入する場合であるが、一般にかかる場合は極めて稀であると言われている。

(2) 表皮の損傷部より侵入する場合

これは根の表皮の損傷した部分を通じて、根瘤菌が侵入する場合である。一般に根が側根或は分根を出す場合に、それ等の根は当然、根の表皮を破つて外に出なければならない。従つて根瘤菌が斯かる機会を捕えて、根に侵入する事は極く普通に起り得る事である。小豆の根に根瘤菌の着生して居る状態を調べると、側根或は分根或は分根の根元附近に着生して居るものが比較的多い。しかも斯かる部位の根瘤は他の部位のものに較べて発育概して良好である。この事は側根或は分根によつて破られた表皮の部分から根瘤菌が侵入する事を裏書きするものであろう。

(3) 根毛より侵入する場合

一般に根瘤菌は根毛の先端又は側面から根に侵入すると言われている。

従来の研究 (WARD, 1887) によれば、根瘤菌が根毛から侵入する場合に屢々、その侵入した場所に光つた斑点が現われたり、或はまた其侵入部附近で、根毛が次第に屈折する事があると言われている。

根瘤菌が如何なる機構によつて根毛内に侵入するか、この点はまだ不明であるが、根瘤菌の侵入の一方法として、GILTNER (1915) は酵素説を主張して居る。即ち GILTNER に依れば根瘤菌は一種の酵素を分泌し、その働きによつて根毛の細胞膜を柔くした後に、根毛内に侵入すると言われている。

今回の実験に依れば、根瘤菌は可成りの速さで根毛内に侵入する事が明かにされた。即ち 12 時間後に平均 4.8 個の根瘤菌が根毛内に侵入する事が確められた。然し乍ら根瘤菌の侵入した跡の光つた斑点と考えられるものは、これを認める事が出来なかつた。

尙水の中で、根瘤菌が根毛内へ侵入する事実から考えると、根瘤菌が根毛の細胞膜を柔くするために、特別な酵素を分泌すると言う説は、俄かに信じ難い。何となれば一般に水のような、物を薄める作用を有するものの中で、比較的、短時間内に細胞膜を柔くするには、可成り多量の酵素を必要とするであらう。かかる多量の酵素が根瘤菌によつて、分泌される事は容易に信じ難い事である。

5. 摘 要

1. 小豆の根瘤菌は棍棒状を呈し、Bacteroid 時代に入つても、殆んど其形が変らない。尙 Bacteroid 時代に於いて 10 数個の根瘤菌が相集つて小さな集団を形成する事がある。
2. 一個の Bacteroid 細胞内に含まれている根瘤菌の概数は 20,000~40,000 個内外である。
3. 小豆の根瘤の表皮の内方にやや大型の細胞が並んでいるが、その大型の細胞内を横ぎつて、特殊な管状細胞の走つてゐるのを屢々認める事がある。これ等の管状細胞は根瘤を強化して外敵の侵入に対し、根瘤を保護すると共に Bacteroid 細胞の肥大生長を適当に制限する役目をもつものである。
4. 今回の実験によれば、小豆の根瘤菌が根毛内に侵入する速さは、12 時間後に 4.8 個、24 時間内後に 10.2 個である。

文 献

1. BIEBERDORF, F.W., Jour. Ameri. Soc. Agronomy, Vol. 30. No.5. 1938.
2. BRENCHLEY, W.E., and THORNTON, H.G., Roy. Soc. Proc. Ser. B., Vol. 98. 1925.
3. GILYNER, W., Mich. State Bd. Agr., Expt. Sta. Rpt., 1915.
4. Mc COY, E.F., Zentralbl. f. Bakt. Abt. 11. Bd. 79. 1929.
5. MILOVIDOV, P.F., Zentralbl. f. Bakt. Abt. 11. Bd. 68. 1926.
6. SPRATT, E., Ann. Bot., Vol. 33. 1919.
7. WARD, H.H., Roy. Soc. Phil. Trans. Ser. B. Bd. 178. 1887.

Summary

1. The nodule bacteria of azuki bean are rod-shaped and remain unchanged during the stage of bacteroid.

Sometimes, during the stage of bacteroid 10 or more bacteria unite together forming a small spherical group.

2. The numbers of bacteria contained in a cell of bacteroidal tissue are 20,000~40,000 in round figures.

3. Sometimes, a syindrical cell is found in a layer of cells in the nodule cortex. The syindrical cell may protect the nodule from external invaders and at the same time terminate the hypertrophy of the cells of bacteroidal tissue.

4. The nodule bacteria usually enters the host plant through the root hairs and according to this investigation the speed of infection is as follows;

No. of bacteria found in root hairs (Average)

After 12 hours	4.8
After 24 hours	10.2