イネ白葉枯病病原細菌の寄主体侵入に関する 解剖学的観察, とくに萎凋症状株の組織解剖

田 部 井 英 夫*

Hideo TABEI*: Anatomical Studies of Rice Plant Affected with Bacterial
Leaf Blight, with Special Reference to Wilt Symptom

Abstract

The wilting of rice seedlings appeared at high rate when inoculated at the four leaf stage in the nursery by immersed in bacterial suspension (10^5 cells/ml) for 16 hours. Most of the lower leaves of wilted seedlings showed ordinary yellow blight symptom and the sixth leaves wilted, whereas the fifth leaves did not show any symptoms.

Histological study revealed that the primary infection occurred only at the hydathode of the lower leaves which were already developed at the time of inoculation, and that the wilting of the upper leaves was due to the vessel embolisms caused by the secondary colonization of those infecting bacteria. The reason why the fifth leaf was not wilted, was that the vessels of this leaf are connected with those of the third leaf where bacterial multiplication was insufficient to induce the wilting. In general, the vessels of the even-numbered leaves did not connect with those of the uneven-numbered leaves. So far as this study, no direct invasion of the bacteria through the roots and the basal parts of the stems was found.

In several cases, the rupture of the infected vessels and bacterial exudation to the intercellular spaces of the parenchyma were observed. The vessels were always ruptured from the inside of the vessels and the infection of the healthy vessels by those exudated bacteria was never recognized.

(Received September 23, 1967)

イネ白葉枯病による異常生育, 特に急性萎凋症について, 吉村^{9,10)}は病原細菌が苗の茎基部から感染し, 約4週間の潜伏増殖期を経てその部分の維管束の閉そくと組織崩壊がおこる結果, 萎凋症状が発現すると推察している。

1966年6月, 九州農業試験場内の圃場でイネ白葉枯病菌を浸水接種⁶⁾したイネ苗に頂葉の萎凋が高率に発生したので, 直ちに組織解剖を行なつて病原細菌の侵入経路とその後の行動を追つた。その結果, 苗の茎基部からの直接感染はまったく認められず, 萎凋は接

種葉の排水組織から感染^{3,7)}した病原細菌に起因することを明らかにした。なお, 本報告におけるイネの葉位の記載は植物形態学的根拠⁴⁾から鞘葉の次の不完全葉を第1本葉とし, 以後は順を追つて記載しているので作物学的にいう本葉第1葉(展開第1葉)は第2本葉になる。

本実験に際して終始御指導を賜つた農事試験場田上義也部長ならびに九州農業試験場病害第1研究室の各位に深謝する。

I. 材料および方法

1. 供試イネ

品種: 十石。播種月日: 1966年5月25日。苗代

* 農林省九州農業試験場 Kyushu Agricultural Experiment Station, Chikugo, Fukuoka, Japan.

はビニール苗代で、まず 90 cm×380 cm の大きさで深さ 10cm に掘り起こし、囲りを角材で囲って幅 2m のビニールシートを敷き耕土を 10 cm の深さにもどして代かきし、落水して土面が固まるのを待って播種した。この苗代は角材の高さをかえることにより浸水深を自由に調節することができる。なお、耕種基準および管理は一般苗代に準じた。

2. 病原細菌の接種

1966 年 6 月 9 日の夕刻、播種後 15 日のイネ苗(3.1 葉期)に浸水接種した。供試菌は Q-6612 菌(病原性型 II, 溶菌型 A) で使用直前に分離した 48 時間培養のものを用いた。イネ苗が完全に水没するように苗代に水を入れ、 1×10^9 /ml 程度の病原細菌浮遊液約 200 ml を灌漑水中に滴下して軽く攪拌し、灌漑水中の菌液濃度を 6×10^5 /ml になるようにした。約 16 時間後(翌朝)に落水して接種を完了したが、接種中は上部をよしで覆った。

3. 試料の作製

1966 年 6 月 24 日に萎凋株(6.2 葉期)を採集し、直ちにホルマリン・醋酸・酒精混合液(No. 2)で固定して、常法にしたがつて脱水、パラフィン埋蔵、厚さ 20 μ の連続切片とした。

4. 染色

染色は石炭酸チオニンとオレンジ G により染分ける Stoughton 氏の細菌および菌類染色法⁷⁾を用いた。

II. 結 果

1. 萎凋症状株の発生

発病は接種 5 日後からはじまり、第 2, 第 3, 第 4 本葉に黄色の普通型病斑を形成した。萎凋症状はそれから 10 日後、接種日から数えて 25 日後に発生したが、第 5 本葉(接種時未抽出葉)は外観はまったく健全のまま第 6 本葉(接種時未抽出葉)が一斉に萎凋するという 1 葉とびの現象が現われた(Fig. III)。

2. 各葉の導管連絡

萎凋症状株の茎基部の連続切片(Fig. II)について、第 2~第 7 本葉の大維管束 7 本をたどって導管の相互連絡を調べ、偶數位葉を中心に展開したのが第 1 図である。図で明らかなように偶數位葉と奇數位葉の大維管束は互に合流することなく、独立しているので各葉位の導管連絡は葉序にしたがえば当然 1 葉とびになる。今回発生した萎凋症状が第 5 本葉をとばして第 6 本葉に現われたことは、導管連絡からみてもまた稲白葉枯病が導管病であることからしても当然と考える。

3. 病原細菌の行動

Fig. 1. Connection of the vessels of the rice seedling.

e: midrib of the even-numbered leaves.
u: midrib of the uneven-numbered leaves.

病原細菌は第 2, 第 3, 第 4 本葉の維管束部に存在し、外観健全である第 5 本葉および萎凋した第 6 本葉の維管束にまでおよんでいる(Fig. II-1)。第 2, 第 3, 第 4 本葉は接種葉であり(ただし第 4 本葉は接種当時は 0.1 葉)、しかも黄色の普通型病斑を葉身に形成しているので、これらの葉の葉鞘基部の維管束中の病原細菌は全て葉身の排水組織から感染したものである。第 5 本葉および第 6 本葉は接種時には未抽出であり、特に第 5 本葉は萎凋症状が発現した時期においても外観健全なので、この両葉の葉鞘基部維管束中の病原細菌は自らの葉身の排水組織からの感染ではなくて、第 5 本葉維管束中の病原細菌は第 3 本葉維管束から、同様に第 6 本葉維管束中の病原細菌は第 4 本葉維管束から増殖移行したものと考えた。病原細菌の根からの感染、および根が葉鞘基部を貫通して伸長した際に生じた傷口から侵入して維管束を侵すといった茎基部からの直接感染はまったく認められなかつた(Fig. II-16~20)。

茎基部維管束における病原細菌の充満は第 4 本葉がもつともいちじるしい(Fig. II-5~7)。今回の萎凋

Plate II

Explanation of plates

- Fig. II. Cross section of the wilted seedling. ($\times 20$)
 Fig. III. Wilted seedling.
 Fig. IV. Bacteria exuded into the lacuna of leaf sheath. ($\times 40$)
 Fig. V, VI. Bacteria exuded into the intercellular space of parenchyma. ($\times 60$)
 Fig. VII. Bacterial exudation at the inside of leaf sheath. ($\times 60$)

症状は第6本葉に現われたが、これは第4本葉における病原細菌の増殖がとくに良好で供給量も多かつたために、これと直接連絡している第6本葉の導管閉そくが特に顕著に現われた結果と解釈した。このように萎凋病状の発現は単に萎凋における病原細菌の増殖のみではなく、同側の下葉における病原細菌の生産能力つまり供給量が大きく関係するのではなからうか。

維管束部における病原細菌の増殖が進むと、導管は内側から裂けて病原細菌は維管束鞘の外に流出し、柔組織の細胞間隙中にひろがり、葉鞘部では細胞間空腔部をみたしたり (Fig. IV), 茎基部では2つの導管から流出した病原細菌塊が合流したり (Fig. V, VI), ついには外部に達して葉鞘内側に充満する場合も認められた (Fig. VII)。しかしこの場合維管束の破裂は内側からおこるものであつて、反対に柔組織の細胞間隙中に流れ出した病原細菌が直接健全維管束を侵すことはない。

III. 論 議

イネ白葉枯病による急性萎凋病について、吉村¹⁰⁾は既往の水上³⁾の試験結果から苗の茎基部よりの直接感染を推定している。すなわち、病原細菌は根原基が伸長するためにできた茎基部皮層組織の破損部から柔組織内に侵入して、さらに増殖して組織の崩壊をおこすと共に根の中心柱に入り、これにつながる髓走維管束に移行して他の部位に移動増殖を重ねる結果茎基部下部の維管束が閉そくし、そのために株の急激な萎凋がおこるのではないかとした。

今回発生した萎凋症状の組織観察の結果はこれと異なり、病原細菌の茎基部からの直接感染は認められず、感染は葉身の排水組織からで、導管内に侵入した病原細菌は葉鞘内を下降して茎基部に至り、茎基部の導管を閉そくする結果、若い上葉が萎凋することを明らかにできた。なお萎凋症状の場合は病原細菌の増殖が急激なために導管は内側から裂けて柔組織の細胞間隙中に病原細菌の流出がおこるが、これは萎凋症状に特有の現象で、このために感染の後期になると柔組織の細胞間隙は病原細菌が充満してやがては外部にまで達する。こうなると病原細菌の寄主体侵入から萎凋葉の出現までの一連の経過を追跡することは不可能で、茎基部からの直接感染とみまがう恐れがあろう。

IV. 摘 要

浸水接種により出現したイネの萎凋症状株の組織解剖を行なった結果、イネ白葉枯病の萎凋症状は葉身の

排水組織から感染した病原細菌に起因することを明らかにできた。萎凋部は第2, 第3, 第4本葉に黄色病斑を生じ、第5本葉は外観健全のまま第6本葉が萎凋している。茎基部の連続切片を観察した結果、病原細菌は接種葉である第2, 第3, 第4本葉の葉身排水組織から感染して導管内に侵入し、葉鞘内を下降して茎基部に至り、茎基部の導管を閉そくしているが、とくに第4本葉における病原細菌の増殖が顕著であつたためにこれと直接連絡している第6本葉が萎凋したことが判つた。茎基部における各葉の導管連絡もこの葉位の1葉とび現象を裏書きしている。病原細菌の根からの感染ならびに茎基部からの直接感染は認められなかつた。

病原細菌の増殖が進むと導管は内側から裂けて柔組織の細胞間隙中に流出し、葉鞘部では細胞間空腔部を充満したり、茎基部では流れ出した病原細菌塊が合流したり、ついには外部に達することがある。この現象は萎凋症状株に特有のものであるが、ただし導管の破裂はあくまで内側からおこっており、反対に柔組織の細胞間隙中の病原細菌による健全維管束の侵害は認められなかつた。

引用文献

1. 岩田和夫・吉村彰治 (1965). 日植病報, 30 (2): 72 (講要).
2. 水上武幸 (1956). 佐賀大学農学彙報第4号: 169-175.
3. 水上武幸 (1961). 同上第13号: 1-85.
4. 中山治彦 (1960). 稲の形態と機能 (松尾編). 農業技術協会.
5. 西山市三 (1948). 細胞遺伝学研究法. 養賢堂.
6. 関谷直正・久原重松 (1958). 日植病報 23 (1): 9 (講要).
7. 田部井英夫・向秀夫 (1960). 農業技術研究所報告 C 11: 37-43.
8. 田部井英夫 (1967). 日植病報 33 (2): 110-111 (講要).
9. 吉村彰治・岩田和夫・田原敬治 (1965). 北陸病虫研会報, 13: 40-42.
10. 吉村彰治・岩田和夫 (1965). 北陸病虫研会報, 13: 42-47.