

西瓜の蔓割病(麥凋病)に関する病理學的研究。 : IV. 被害植物の病理解剖

吉井, 甫
九州帝國大學農學部植物病理學教室

<https://doi.org/10.15017/20868>

出版情報 : 九州帝國大學農學部學藝雜誌. 6 (1), pp.16-33, 1934-07. 九州帝國大學農學部
バージョン :
権利関係 :



西瓜の蔓割病(萎凋病)に 關する病理學的研究。IV 被害植物の病理解剖

吉 井 甫

(昭和九年五月三十一日受理)

I 實驗方法及結果

幼 根

この實驗に供した病組織は實驗的に發病せしめた幼植物若くは成植物の幼根である。實驗の方法としては、之等を固定後パラフィン切片をなし、前報告¹⁰⁾の場合と同様に、及び後出の莖根部の時と同様の方法によつて檢したのである。

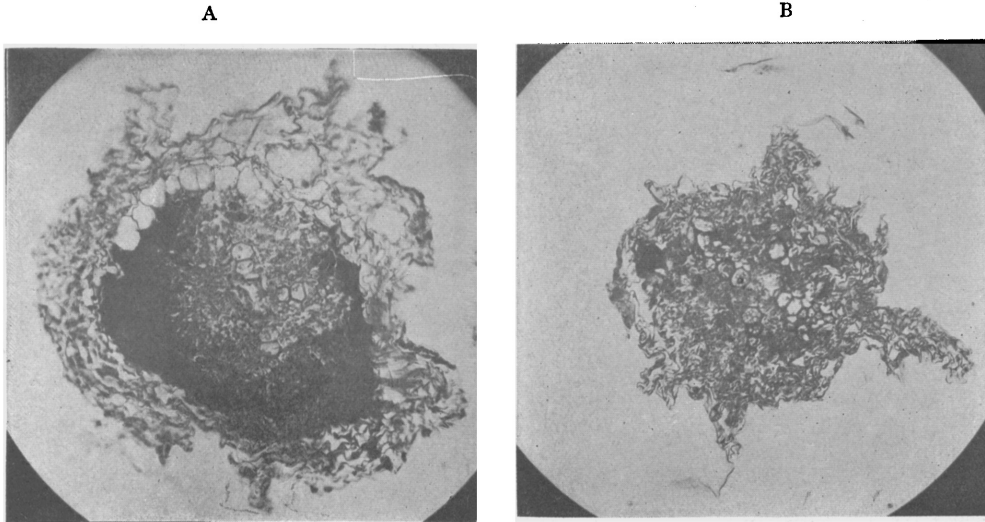
初生永久組織のみよりなる時代に於ける根の先端部の病理解剖の結果については既に報告した通りである⁸⁾。

かかる幼根の中部若くは基部に於ては、導管部は下方即ち根端方面より來た菌絲の存在を認めるのを常とする。ここに發病初期に於ては主として初生導管内に菌絲の存在を認めることが多く、然る後初生導管部附近に形成しつつある木質組織を侵し、かくて心柱内の全組織を崩壊し、ついには心柱全組織内に菌絲が充滿するに至ることもさへある(第一圖A)。

かくの如く甚しく侵された根は最早その生命を全く失ふのであるが、心柱内の組織が侵されてゐても、而もなほ病原菌の侵害が未だ甚しくない時期に於ては、未だ生命のある周圍形成層は分裂を開始して側根を生ずるに至るのである。然しながら、かくして病根より生じたる新側根は、未だなほ母根の皮部内に埋没してゐる時期に於て、母体内感染をすることが尠くないのを見受ける。即ちかかる時期に於て母根内に存した菌絲は新側根の心柱内を傳つてその先の方へ蔓延繁殖して行くのである(第二圖)。

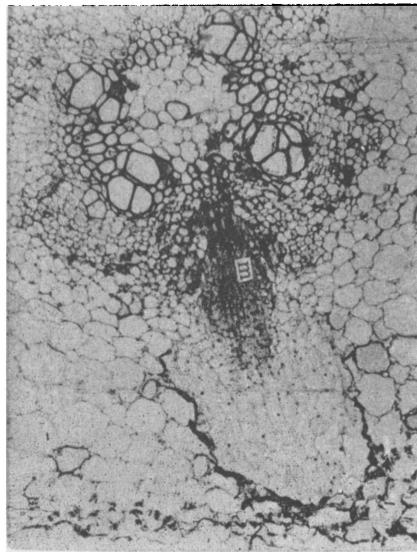
心柱はかくの如く容易に病菌の占むる所となるのであるが、その内の導管内に於ては、その周在の組織内に於ける程多量に菌絲を見出さないのを常とする。導管はその周在の組織の崩壊後もなほよくその原形を保存するものであつて、時にかくの如き導管内に填充體の形成を見

るこみもある(第一圖 B)。かくの如き被害幼根を外觀的に見る時は健全なる根に比して水浸狀で多少淡褐色に變色してゐるが其他は概ね健全根に類してゐて、特に被害甚しく軟化腐敗を來したるものに非ざる限り肉眼的に分別することは困難である。



第一圖 (Fig. 1)

幼根の被害、菌絲は導管内よりもむしろその外方に繁殖し、心柱内には菌絲が充満せり。A に於ては内皮が明かに栓質化を示し、B に於ては初生導管内に填充體の形成を示すものあり。



第二圖 (Fig. 2)

新根の母体内感染。新根の形成に伴ひ初生木質部にあつた菌絲は新根の心柱内に移行してゐり(m)。

根がかくの如く激しく侵さる時は根の生理機能は全く阻害せられ、新たな根が形成せられざる限り、根壓による水分の上騰²⁾³⁾は全く缺失し、一方崩壊した組織自体又は病原菌の分泌物より来る毒物の中毒作用も全くは無視するこゝが出来ず、又土壤中の各種の不透過性物質の崩壊部よりの紛入も度外視するこゝを得ない状態となる。かくの如き最悪の状態に立至つても土壤水分が多量ならば病植物は全體としてなほも一時はその緊張を持続するのであるが、一度土壤水分が一定度以下に減少するに至らば、かくの如き大多數の枯死根を有する植物の各器關の柔組織は忽にしてその膨壓を失ふに至り、ついにその植物は萎凋状態に入るのである。

成長せる植物の根基部（地際部）

苗の時代に於て感染はしたが、なほよく病原菌の侵害に堪え得て外部症状を發するに至らなかつたもの、或はやゝ成長したる後に於て感染を見るに至つた西瓜が其後に於て發病するが如き際には、一般に、その地際部即ち莖より根へ移行する部分附近に於て被害甚しく、爲についに萎凋するに至るものが甚だ多い。かの圃場に於て、莖長 20 釐内外に成長した未だ若い西瓜が日中のみ萎凋し其他の時には萎凋現象より全く恢復するのをよく見受けるのであるが、かかるものの内、地際部が浸潤状態（水浸狀）を示すものは殆んどすべてこれであつて、その地際部が侵されてゐるのである。

此實驗に供したる材料は 1932 年 夏糟屋郡和白村に於て採取した西瓜で、既に充分に成長した植物であり、その病狀は未だ甚しくは進行してゐないものであつて、地際部に於ても半面はなほ全く健全であつた。この材料を固定後セロイデン切片として、之に DELAFIELD haematoxylin-eosin, gentian violet-eosin, sudan III-methyl green, PIANEZE 染等を行つたのである。而して病患部就中木質部に於ける病的變化を觀察し、以て半面の健全部と比較した。今之等についての觀察の結果を逐次列擧すれば次の通りである。

一般に西瓜莖根の導管の周壁は厚膜の木質細胞膜を有する柔細胞の一層乃至數層より成つてゐる。而して、この厚膜柔細胞組織の外方には木質細胞よりなれる纖維群が處々に存し、その間をやや薄膜なる木質柔細胞を以て埋めてゐる。この薄膜木質細胞組織は維管束の木質部全組織を埋め、その兩側は大形の柔細胞よりなれる射出髓に連らなり外方は形成層に連絡してゐる。

健全なる組織に於ては、導管周圍の厚膜細胞の内容は原形質を以て充滿し、PIANEZE 染又は methyl green-acid fuchsin 染にて細胞膜は青色に、細胞内容は鮮紅色に染色する。而して導

管内腔は中空であるのを常體とする。

病組織に於ては、木質部に於ける病變は極めて複雑である。即ち(1)導管内腔には何等の異状をも認めざるもの、(2)内腔内部に樹脂様物質を認むるもの、(3)内腔内部に菌絲を認むるもの、(4)内腔内部に填充體を認むるもの等があり、又之等にして(5)導管周壁細胞の死を認め得るもの、或は反對に(6)周壁細胞のなほ生存してゐるを認められるもの等がある。

今之等病的變化の相互間の關係を述べれば次の通りである。

a) 被害部に存する導管内に填充體を形成するところは屢々認められる所であつて(第三圖 A, B) これを形成してゐる部分に於ては多くは樹脂様物質を生ずることもなく、又菌絲の存在をも認めることもなく、導管周壁細胞はその内容充實し、acid fuchsin にて紅色に染色するものが殆んど全部である。而してかかるものに於ては、填充體自體も acid fuchsin によつてその内容の充實せるを認め得べく、時には填充細胞内に核の存在を明かに認むることもある。

b) 導管内に樹脂様物を生じたるものに於ては、多くはその導管周圍組織はなほ生存してゐるを認められるものであるが、中には明かに枯死してゐると思はれるものもある。而して填充體の存在は認め難く、菌絲は存在しないことが多いが、時にはこれを認むることもある。

c) 被害組織の導管内には菌絲の存在を見、續いて microconidia を生ずることが多いのであるが、菌絲が存在しても周圍組織はなほ生活力を有してゐるものが尠くない。然しながら菌絲が相當に繁殖し、かくて後 microconidia を生ずるやうになつた部分に於ては、常に周圍組織の内容は崩壊し或は全く消失するのであつて、明かに細胞の死を示し、その内部には菌絲の存在を認める。

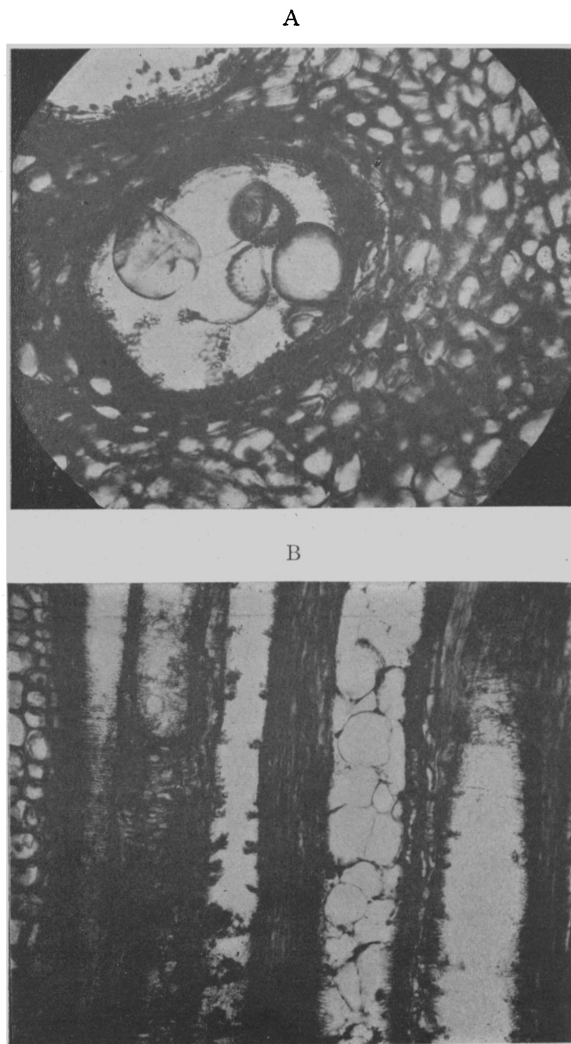
d) 之を反對に云ふならば、導管周壁細胞が枯死を示したものに於ては、すべて導管内に菌絲が繁殖してゐる(第七圖 B, 第八圖 B, C)。

e) 導管周壁組織の枯死の當初に於ては、この組織の細胞膜の色の變化は認め難いのであるが、時期が進むに連れて細胞膜は褐色を帶ぶに至り細胞内には菌絲が多くなる。

f) かくの如き病狀の進行した後には、その導管内に填充體の存在を認めることもあるが、かかる部分に於ける填充體は既に枯死してゐる。

g) 菌絲の伸長蔓延の方より見るならば、菌絲は最初導管内に繁殖し、次で導管周壁細胞内に蔓延することが多く、この際網紋導管内の菌絲は周壁の薄膜部を貫通して周壁細胞の内部に侵入するのである(第四圖)。かくて後その外側に存する薄膜細胞組織内に蔓延するのであ

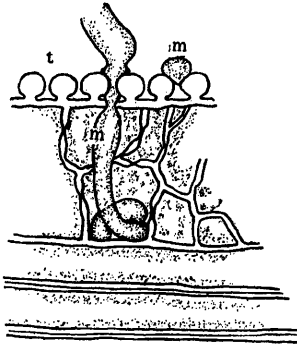
るが、この場合にも菌糸は直接細胞膜を貫通して進む（第五圖）。かくして菌の侵害に伴ひ被害組織は漸次枯死するに至るのであるが、木質組織に於てはきの部にも細胞の変形なく、かつ細胞膜は崩壊することなくその儘永く残存するのである。かくて被害細胞は空洞化し、組織は粗目の竹籠の如き状態となり、褐色に變じて乾燥するに至るのである（第七圖 B, 第八圖 B,C）。



第 三 圖 (Fig. 3)

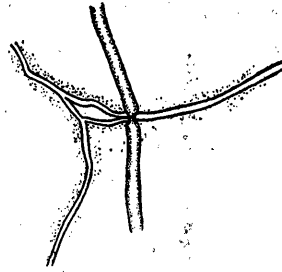
被害組織内の導管内に於ける填充體の形成を示す。

- A 導管の横断面, 填充體形成の中途
- B 導管の縦断面, 一導管は全く填充體によつて占めらる。



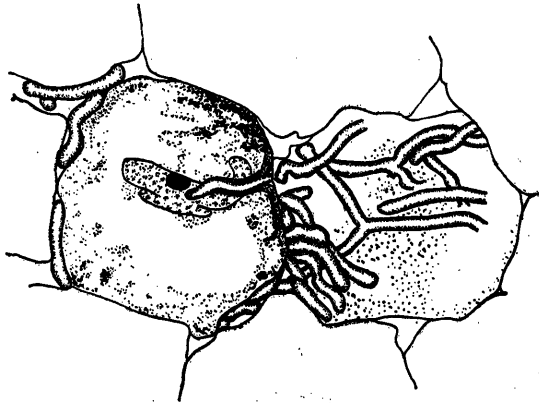
第四圖 (Fig. 4)

網紋導管の孔壁薄膜部を破
つて導管周壁組織内へ侵入
せる菌絲。m 菌絲, t 導管
孔隙。



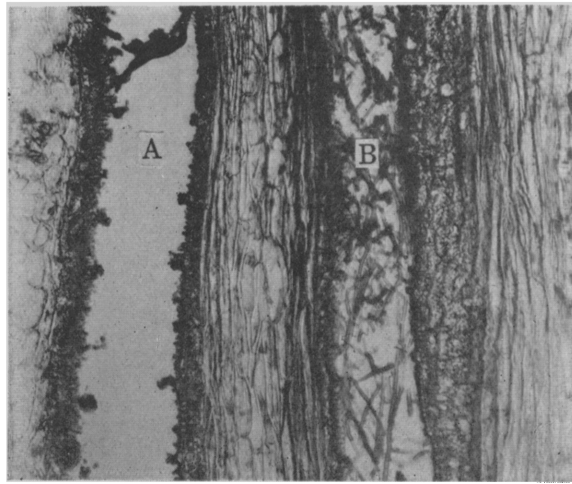
第五圖 (Fig. 5)

導管周圍組織より更に外方の周
在組織を侵しつゝある菌絲。此
圖の組織は射出髓組織に隣れる
薄膜の木質部柔組織なり。



第六圖 (Fig. 6)

皮部柔組織を右方より侵しつゝある菌絲。
菌絲は最初細胞間隙を侵すを常とす。



第七圖 (Fig. 7)

成西瓜根基部の被害木質中の導管。A, B 兩導管は共に其の水分通導を停止したるものなるも、A は圖示の範圍の局部に關する限りなほその生理機能を営み得るものにして、B は周在組織壞死し、全くその生理機能を失ひたるもの。

(第八圖 A, B, C 參照)

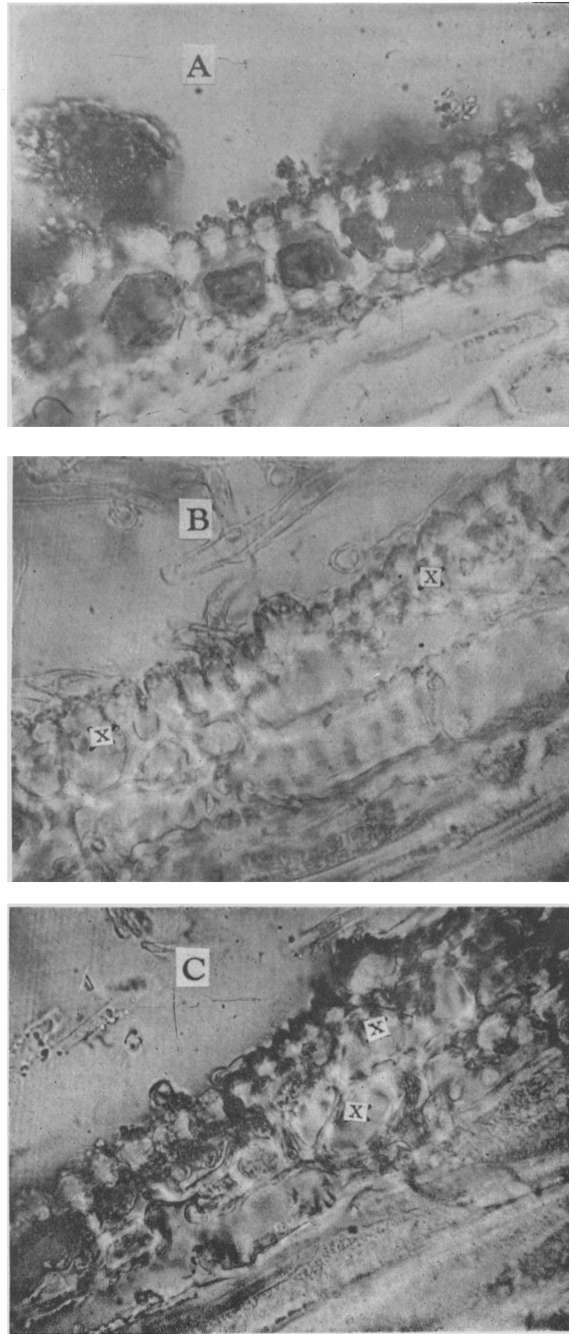
成長せる植物の莖

材料は1932年に糟屋郡和白村で採取したものである。この西瓜は何れも未だ全くは萎凋し終らないもので、莖の半面は淡褐色に變じてやや凹陷し、その部には數本の長い黑色條斑を生じてゐた。これを切斷して肉眼的に見るに、半面の被害部は内部まで淡褐色乃至褐色に變じ、一般に乾燥の狀態を示し、切斷部より水液の漏出を見ない。之に反し健全なる半面よりは、水液の漏出甚しく、その色等に於ても健全植物のそれと變化なく、之等の部は全く正常なる生理機能を營んで居るものと觀察せられた(第九圖)。かくの如き莖の病患部に於ける各組織の觀察の結果を列記すれば次の通りである。

culticula 部には何等變狀を認めない。

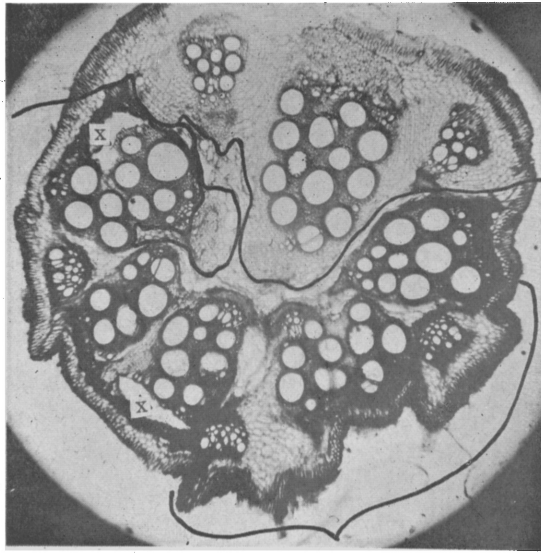
表皮及び6-7細胞層よりなつてゐる collenchyma に於ては、各細胞は著しく膨壓を失つて扁平となり、前後上下相密着して細胞内容是不明である。

外側皮部柔組織は3層乃至4層の細胞層よりなつてゐるが、その各細胞はこれも膨壓を失して相互に密に接着して一層の如くに帶狀となり、やや褐色を呈し collenchyma と sclerenchyma との間に密にはさまれてゐる。



第八圖 (Fig. 8)

第八圖 A は第七圖 A 導管を示したるものにして周壁組織はなほその生命を存するものと認めせらる。B, C は第七圖 B 導管を示し、周壁組織の細胞(X)はその内容を消失し、組織は粗目の竹籠の如き状態となる。



第九圖 (Fgi. 9)

半側を侵されたる西瓜莖。上半の淡色部は未だその生命を保てる部分にして、この部と下半の枯死部との間の柔組織は崩壊しつつあり。下半の被害部には形成層が崩壊して空洞化したものあり(X)。莖を横断せる劃線は健全部と發病部との大體の境界を示し、右下側圖外の劃線部は、當該病莖を外部より觀察したる場合に、黑色條斑を認め得る部分。

sclerenchyma は2層乃至3層よりなつて居り、組織の外形はほぼ不變であるが、處によつては外部よりの壓迫のためにやや變形して扁平になつてゐる。

内側皮部柔組織は4層乃至6層の細胞層よりなり、その被害輕微のものは一般にやや膨壓を減じ、韌皮部と sclerenchyma との間に帶狀になつて存するのであるが、一般に組織の萎縮の状態は比較的甚しくなく、外方部の細胞程正常に近いものの様である。被害の進んだものに於ては、全組織は黒褐色帶狀となり、韌皮組織と sclerenchyma との間に膠着してゐる。

外側韌皮部は内外兩方面より壓縮した様な状態に扁平となり組織内には小形の淡黄色樹脂狀の物質が點々散在する。被害甚じき場合に於ては、全く扁平となり内側皮部柔組織と共に sclerenchyma に膠着し形成層部を境界として木質部と遊離するに至るものが多い。

形成層部は最初やや hypertrophy を示し、ついで組織は崩壊して全く原形を止めず、一大空洞化し、この部に淡黄色樹脂様物を集積することも稀でない。

木質部は、病狀が進行した後に於ても、形態的の病變を示すことは稀で、單に組織が淡褐色に變ずる位であつて、一般に前掲の根に於ける病變と同一である。導管内に樹脂様物、填充體、

菌絲群落等を認めることも前記の根の場合と同様である。

射出髓組織は、被害甚しき木質部、或は韌皮部に接した部分の細胞は、全くその膨壓を失つて扁平となり之等の組織に密着してゐる。その外方即ち射出髓組織中の内方に位せる部の細胞は多くは扁平となり、かつその一部の細胞は hypertrophy によつて大形となり、爲に組織は目の粗い網状となつて相隣接せる兩維管束間に介在してゐる。而して之等の部には樹脂様物の堆積を見ることが稀でない。なほ一步病狀の進んだものに於ては、この部分より莖は裂開するに至るのである。

髓に於ける病變は大體に於て射出髓に於けるそれと相類してゐるが、殆んどすべてに於て異狀の程度が一段遅れてゐるものと見られる。

内側維管束に於ける病變は、外側維管束に於けるそれと殆んど同様である。

II 考 察

Fusarium nivium は土壤中に生棲するこの多い病菌であり、被害西瓜は細根より侵されるのであつて、かくてもし細根が全般的に侵されるが如き場合には、上方の根基部又は莖部に被害を受けなくても、多くの場合寄主は萎凋状態に入る筈である。

ORTON 氏⁵⁾ は植物の萎凋病に於ける萎凋現象は細根の腐敗に原因する云つて居り、FAHMY 氏⁷⁾ も亦之を支持してゐるが、上記の如き場合には ORTON 説が成立する譯である。成長した西瓜の *Fusarium* 病の場合に於ては萎縮現象は認め難いのであるが、或種植物の *Fusarium* 病に於ては往々にして萎縮現象を作るのである。(西瓜苗に於て PORTER 氏⁶⁾ はこれを認めてゐる)。かくの如きものの多くはその細根が甚しく侵されてゐるのに原因するのであつて、細根の腐敗は結局植物を乾燥の状態に置いたものと同様であるからである。

成長を遂げたる西瓜に於てその細根の一部を曝露してこれに本病菌を接種する時は、接種したる細根は違ひなく發病するも、病害はこの部分のみに限定せられて全般的病害なる萎凋病とはならないことが多いのである。勿論成植物の場合の細根も前掲同様その根端より侵されて淡褐色軟化腐敗の状態となり、ついにはその組織の内には病原菌の菌絲が充満するに至るのである。然しながら全植物體より見るならば、その極少部なる一部の細根が發病し、その結果その根の根壓が減少又は停止するとしても、他の多くの健全なる細根の根壓は充分であるが故に、發病したる細根に於ては土壤水分が上昇しないばかりか、蒸散現象による水分蒸騰力が根

壓による上騰力より弱い場合（夜間の如き）はむしろ水液は逆流する筈である。従つてかくの如き場合、被害部に形成せられたる microconidia は體腔を上昇し得ない結果となり、病害の進展は單に菌絲の蔓延によるの他なき状態となる。一方かかる幼根に於ては被害皮部柔組織の内方に於て容易に栓質層の形成を見るものであり⁸⁾ 又水液上昇の遞減又は停止したる導管内には填充體の形成を見る筈であるが故に、ここに於て病原菌の進展を一時は阻止し得べく、かくて植物全體としては發病を免がれる結果となるのである。即ち旺盛なる發育を遂げたる植物體に於てはその細根の一部が發病しても、全身的被害とは成り難いのである。 *Fusarium niveum* を南瓜の幼苗の根に寄生せしめた場合には、この菌を西瓜の幼根に寄生せしめた時と同様にその細根を侵して心柱内に入り、ついにこれを軟化腐敗せしめるのであるが、南瓜幼苗の發病することは稀である。これは畢竟、南瓜なる植物の發育の旺盛なるここにその主たる原因があるものと解せられるのである。即ち相次で極めて迅速に生ずる新細根の生理行動は病害の進展を阻止するに餘りあるものと解せられるのである。

發病してゐる成植物の莖、根基部の病理解剖的觀察の結果について云へば、一般に病患部と健全部との間には判然たる區劃はなく、唯僅かに切斷面に於ける兩者間の色の相違及び韌皮部と皮部柔組織等の壞死による不完全なる變形によつて知るのみで、病患部はやや褐色を呈してゐる。その境界部附近には別段に栓質層の形成を認めないのである。但し、その境界部附近に射出髓又は髓が存する時は、之等は hypertrophy 現象を示すのである。併しながら、かくてもし病害が進展して collenchyma 部が裂開する様な場合に於て、その兩壁の collenchyma の細胞が未だ充分生命を保つてゐる時には、その部に於て傷痕栓質層を形成することがある。かくの如き裂溝は collenchyma の附近より射出髓を通じ（時には形成層の裂溝を伴ひ）ついに髓にまで侵入するものであつて、その裂溝よりは樹脂様物質を漏出するに至り、又胞子を形成するところもある。かくの如き莖根部の裂開現象は、本病に於ける所謂“蔓割れ”の現象である。

Fus. niveum は純粹なる導管寄生菌とは云ひ難いのであつて、木質部以外に前記諸組織をも侵すのであるが、これらの組織が侵さる様な時には導管部附近は既に甚しく侵されてゐて、その用をなさない状態となつた時期である。VAN DER LEK 氏⁴⁾ が胡瓜の *Verticillium* 病に於て認めたる“葉の柔組織内に於ける病原菌の存在”は、既にその病狀の過度の進展したもののについての觀察の結果であつたのではなからうか。

成植物の木質部の病理解剖の結果によれば、病患部の變狀に二種あるのである。即ち一つは

導管周壁を構成せる木質柔組織が未だ生命を有してゐる場合であり、他は反對にその細胞組織が死滅してゐる場合である（第七圖，第八圖參照）。即ち導管自體が、その觀察局部に關する限り、十分に生理機能を営み得る場合に、今一つは生理機能を営み得べしとは斷言出來ない場合である。（生理學上、周壁の生細胞の存在が導管内水分通導作用に關與してゐるか否かは、今日の所不明である²⁾。然しながら或種禾本科植物の莖に於ては、周壁組織に全然生細胞のない場合がある處より見て、水分通導には必ずしも生細胞の存在を必要としないものの如く解せられるが、導管周壁が全部生細胞よりなれる西瓜の場合の如きに於ては、その組織構成細胞が生命を有してゐることは、その組織が水分通導に生理的に參與するに云ふことからでなく、完全なる通導周壁組織の構成上必要なのであると解せられるが、これは後に詳述する筈である）。

導管内に存したる異物としては病原菌の菌絲、樹脂様物質及び填充體である。病原菌の菌絲が導管内に存在しても、その量はこれが爲に水分通導が阻碍せられるに云ふ程多量ではないに云ふことは、この實驗に於てのみならず、連續解剖の際に於て明確に認めた處である¹⁰⁾。又樹脂様物質に於ても同様であつて、發病初期に於てはこれが爲に導管が填充せられたるを發見しないのである。又導管内に於ける填充體の存在は、遂には導管を閉塞するに至るであらうけれども、これが發生はむしろ其導管が水分通導機能を全く失つたか又はその生理機能に大なる故障を生じたる證左である。即ち他の部に於ける故障の結果その導管内の上騰流は減退又は停止し、その結果、未だ生命を有せる周壁細胞より填充體の形成を見るに至れるものと解せられるのである。SLEETH 氏⁷⁾ は melon (*Citrullus vulgaris*) に *F. niveum* が寄生した場合、菌の侵害を受けた組織内の導管の1/4より全部に亘り填充體によつて閉塞せられてゐるのを見た。そこで同氏は melon の萎凋病に於ける萎凋現象の發見の原因は、導管が填充體によつて閉塞せられることにありと見た。填充體の形成は、本病の罹病植物の場合のみならず、其他の多くの植物に於ても見られるものであり、その發生の原因は通導作用の遞下の結果であるに云ふ解釋が一般である。例へば、著者は盛夏の候に成長した西瓜の莖の半面を長さ 3-4 寸に亘つて削ぎ取りその儘放置したのであつたが、その西瓜は決して萎凋現象を示すことがなかつた。一ヶ月の後その傷部附近の解剖を行つた結果によれば、削ぎ取られたる傷面の組織は枯死したが、その内方部に全傷面に亘つて栓質化した組織が生じて全く傷面を覆ひ、以て傷部は完全に治癒してゐるのであつた。處でその一部を削ぎ取られたる導管群を傷口より 0.5 寸の距離に於て檢したる處、導管内には填充體の形成が甚だ旺盛に見られたのであつた。即ち同

一導管に於て他の部分に附傷した爲に水分の通導力に缺陷を生じた場合に、導管周壁組織細胞の生活力が旺盛ならば填充體が形成せられるのであつて、填充體の形成は導管保護作用の一つの表現に外ならないのである。西瓜の萎凋病の場合も同様であつて、一つの導管が他の部に於て故障を生じたが爲に活力旺盛なる周在細胞より填充細胞を形成するに至つたものである。即ち填充體は正常なる生理機能を營める導管内に生じて通導機能を阻害するが爲のものではなく、寧ろ被害を免れた部分の組織の再起を意味するものに外ならないのである。

觀察の結果によれば、被害木質部の導管部に於ての變状としては、導管内に於ける菌絲或は樹脂様物の存在又は填充體の形成等が認められ、又周壁組織の壞死が認められるのである。而してこれ等の變状の内、菌絲及び樹脂様物は、健全なる導管内に増殖して、内腔内に於ける水分の通導を阻碍するに足る程多量に存するこなく、又一方填充體は、既に述べたるが如くであつて、導管が水分通導機能を失したる後に於て當該導管の周壁の生細胞より生ずるものである。

然らばその最後のものについては如何であるか。西瓜莖の如き空隙の多き柔組織を多分に有するものに於ては、導管周壁を取まく木質部柔組織はその使命重大であつて、この組織が破壊せらるるが如きことがあれば、その導管は、破壊局部に於て、木質纖維組織及びその外方の皮部或は髓部柔組織と無撰擇的に相通ずる結果となる筈である。

今もしかくの如き周在組織の死が一導管群内の最外部のものに於て起つたとすれば、その導管内に於て行はれてゐる處の蒸散作用に基づく負壓の爲に、破壊局部に於て導管外部よりの水分の流入を來すに至るべきであり、かくて結局周壁組織はその周在の木質組織と共に乾燥の状態に立至るべく、然る後に於てはこの破壊局部より空氣の流入を來すに至り、ついにはここに於てその導管は全く水分通導機能遂行不能となる筈である。勿論かかる周在組織の壞死は一二細胞等の少數細胞の死ではなく、一定程度以上の面積に亘つて、且又一定程度以上の深度に於て現はれる必要があるのである。但し、もしかかる周壁の破壊現象が、一導管群の内方の少數導管に於て行はれたとすれば、その被害導管の周壁は爲に不用に歸するものとしてみても、なほその外側に存せる健全なる導管の保護の元に、被害導管の周在組織は乾燥状態となることはないが故に、なほその機能遂行可能である筈である。

斯の如くして、導管のかかる被害が一維管束の内一定程度以上に於て行はれるに至つたとすれば、その維管束の水分通導機能は著しく遞減せらるる筈であつて、かかる維管束の導管群は剖檢上、水分喪失の状態を示す筈である。かくの如き事態が一莖中の多數の維管束に於て、しか

も相互に聯絡して發生するが如き際には、遂にその局部以上の全組織は水分枯渴の状態に陥る筈である。

以上記述し來つた處は苗の時代に於ける萎凋現象即ち“腰折れ”の現象の病理に全く合致するものであつて、幼植物に於ては被害局部が殆んど柔組織のみより成るが爲に、その部に於て軟化し、ついに屈曲するに至るものである¹⁰⁾。

以上により、本病害の推定經過を要約すれば次の如くである。病原菌 *Fusarium niveum* は西瓜の根端又はその附近より侵入し、ついに導管又はその周圍にその位置を占め、其後は菌絲自體により又は microconidia の轉流⁹⁾によつて上方部の新たなる組織に轉移し、間もなくその部に於て繁殖を始め、かくて次第にその導管の周圍組織を侵すに至る時は、ついに其部に於て導管の水分上騰機能に缺陷を生ずる結果となるのである。即ち“菌絲の直接侵害による導管周圍組織の局部的崩壊”が原因となつて遂にその導管の機能遂行不能となるのである。かくて一度水分通導組織の一部に於て缺陷が生じたるが爲に水液を上騰せしむることが不能となるに及べば、其結果として破壊局部の附近に於ける、なほ生命を存續してゐる周壁細胞よりの填充細胞形成を招來するこゝとなる筈であり、周圍組織に病害が及んだ後に於ては、それらの組織の細胞より導管内に向けて樹脂様物質を漏出するに至るものと思はれる。

之等の病變が單に一個又は數個の導管に於て發見するに止まらず、一定數以上の維管束に於て、且つ相互間にはば相連絡して起るが如き時に、初めて萎凋現象の發現となるのである。

なほ注目すべきことは、*Fus. niveum* の寄主侵入の當初に於ては、本菌は細胞間隙より侵入し⁸⁾、又柔組織を侵害する際にも最初は好んで細胞間隙に蔓延するのであるが(第六圖)、成植物こゝにその莖、根部の木質部を侵害する際には、その薄膜部を貫通しつつ組織内に蔓延して行くのである。而して又寄主侵入の當初に於ては、被害組織の周圍の内皮或は外皮には容易に治癒組織が形成せられて被害部の擴大を防止するのであるが⁸⁾、成植物の各組織或は幼根の場合に於ても初生皮部柔組織が侵された場合にはその被害局部の周圍には治癒栓質層の發生を見ないのである。之等の重要な異同については、前者の場合には木質部組織の細胞間膜のリグニン化及びその組織間隙の有無、後者の場合に於ては當該組織の使命、年齢等の異りも勿論考慮に入れる必要はある筈であるが、之が主たる原因は、既に寄主体内に侵入しかつ繁殖したる病原菌の分泌する酵素性及び非酵素性の有害物質¹¹⁾の爲に、菌絲による直接の侵害を未だ蒙らない處の病患部周在組織が不正常的の生理状態を示し、その爲に菌の侵害を蒙り易く、又他方治癒組織形成を容易に示すに至らないものと解すべきである。

III 摘 要

1) 根端又は其附近より侵入した *Fusarium nivium* は間もなく心柱内全組織を崩壊し、菌絲を以て充滿するに至る。多くの幼根が斯の如く激しく侵さる時は細根による根壓の現象は著しく減退するが故に、もしこの際土壤水分が一定程度以下に減退する時は萎凋現象の發現となるのである。

2) 被害甚しからざる根より新側根が形成せらるる時は、新根の多くは根端が未だ抽出しない内に母根内に於て感染するのである。

3) 被害を受けた莖又は地際の根に於ては、最初その木質部に被害を見るのであるが、組織はその形態に變化を來すことなく單に組織構成細胞の内容の崩壊を見るのみである。被害甚しきに至れば組織は乾燥し褐色を呈するに至る。被害組織内の導管内に存する異物としては、菌絲、樹脂様物質及び填充體を擧げ得るが、これらは何れも導管の水分通導を阻礙する原因とはならないものであることを認めた。

4) 被害皮部柔組織及び韌皮部は次第に崩壊して褐色を呈し扁平となる。而して射出髓、髓及び形成層部は崩壊してついに空洞化し、その内腔に樹脂様物質の集積を見ることが稀でない。

5) 根の先端部より侵入したる病原菌は、ついに寄主の導管内に入り、かくて後 microconidia の轉流によつて遠方に轉移し、かくて後導管の周壁を破つて周在組織を侵すのである。かくの如くしてついに導管周在組織は全くその形骸のみを残すに至る結果、これによつて保護せられたる導管の水分通導機能は遂行不可能の状態に陥る筈である。これらの病變が單に一個又は少數の導管に於て發生するに止まらず、一定數以上の維管束に於て且つ相互に略相連絡して起る時は即ち萎凋現象の發現となるのである。

引用文献

- 1) FAHMY, T., Univ., Geneve Inst. Bot. These 881, 1930.
 - 2) KÔKETSU, R., 生理植物學(東京) 1931.
 - 3) KRAMER, P. J., American Journal of Botany 19, 148-164, 1932.
 - 4) LEK, H. A. A. VAN DER, Meded Landbouwhoogesh., Wageningen, 15, 1-45, 1918.
 - 5) ORTON, W. A., U.S.D.A. Pl. Ind. Bull., 17, 9 22, 1929.
 - 6) PORTER, D. R., Iowa Agr. Exp. St. Res. Bull., 112, 1928.
 - 7) SLEETH, B., Phytop., 23, 33, 1933.
 - 8) YOSHII, H., Bul. Sci. Fak. Terkult. Kyushu Imp. Univ. 5, 313-326, 1933.
 - 9) YOSHII, H., Bul. Sci. Fak. Terkult. Kyushu Imp. Univ. 5, 578-589, 1933.
 - 10) YOSHII, H., Bul. Sci. Fak. Terkult. Kyushu Imp. Univ. 6, 1-15, 1934.
 - 11) YOSHII, H., 西瓜の蔓割病に関する病理學的研究 VI. *Fusarium nivaeum* の培養陳久液が植物に及ぼす有害作用に就て(不日公表の豫定)
-

PATHOLOGICAL STUDIES ON WATERMELON WILT.
IV. THE PATHOLOGICAL ANATOMY OF THE
AFFECTED PLANTS

(Résumé)

Hazime YOSHII

The present paper reports the results on the anatomical studies of the affected grown plants, with special reference to their rootlets, main roots and stems.

Fusarium nivium which has entered the host plant at the top of the rootlet, soon invades the vascular tissue, and finally fills up the disintegrated stele with mycelia (Fig. 1, A. B.).

When the projection of the secondary roots from the diseased roots takes place, majority of them may be affected with the casual fungus at their steles, before their root tops pass through the cortex parenchyma of the mother roots (Fig. 2).

In the case of these pathological changes happened in the majority of the rootlets of the host plant, it will be certain that the latter may wilt, when soil water content decreases to a certain point.

When the grown plants are affected at some of their rootlets, none of them may become diseased, however the inoculated parts may be strongly affected. It is suggested that the root pressure supported by many other healthy rootlets may prevent the ascending stream from the diseased rootlets which scarcely have their own root pressure, and that the premature suberization of the exo- and endodermis and the tyloses formed within the affected vessels may hinder, for a while, the further invasion of the pathogen into the upper healthy roots.

In main roots and stems of the affected grown plants, it is observed that the cortex parenchyma and the leptome disintegrate gradually and wither to flattened shapes with brown colour. The cells of the medullary ray and of pith parenchyma together with that of cambium at first become hypertrophied then disintegrate to form large hollows, in which yellowish resinlike substances are often observed.

These pathological changes of these tissues are as a rule preceded by that of hadrome. The affected hadrome shows no morphological change. The substances found in the vessels are such as mycelia, tyloses (Fig. 3) and resinlike

substances. None of these substances, however, are found to be the direct cause of the wilting. The tyloses, notwithstanding SLEETH's⁷⁾ opinion, are observed to be the products from the living elements around the useless vessels, which have been damaged at some other places of the water conductive systems.

The causal fungus which has intruded into the root top and has invaded into the stele, soon gains its position in the vessel far from the infected portion by the aid of the migration of microconidia.⁹⁾ The mycelia of the new colony thus formed within the upper healthy vessels, may invade the living tissues around the vessels, intruding from the thinner membranes of the pitted vessels. Thus the bordered tissues of the vessels are affected successively and at last they may become hollow, being disintegrated their cell contents (Fig. 7, B; 8, B.C). In the case of watermelon, looking upon the construction of its water conductive tissues, it is clear that these vessels with hollow surrounding tissues may be impossible to act their function.

If such pathological changes may be the case not only with a few vessels but also with the majority in a greater part of the vascular bundles, connecting with each other, it will be certain that the wilting of the affected plant may happen.

It will be worth to note that no suberization occurs around the diseased tissues in the affected grown plants, although this is the case at the beginning of the infection, and that the mycelia lodging in the tissues of the grown plants may intrude rather easily into the host cells piercing directly the cell walls at their weaker points, though in the case of the beginning of the disease, the mycelia grow up rather intercellularly (Fig. 4, 5, 6). These differences are considered to be mainly due to the poisoning effect upon the host tissues of a certain substance or substances¹¹⁾ excreted from the mycelia growing vigorously in the tissues.