

西瓜蔓割病(麥凋病)に関する病理學的研究 VI. : FUSARIUM NIVEUM 培養陳久液が植物に及ぼす有害作用に就て

吉井, 甫
九州帝國大學農學部植物病理學教室

<https://doi.org/10.15017/20887>

出版情報：九州帝國大學農學部學藝雜誌. 6 (4), pp.331-347, 1935-12. 九州帝國大學農學部
バージョン：
権利関係：



西瓜蔓割病(萎凋病)に關する 病理學的研究 VI.

FUSARIUM NIVEUM の培養陳久液が 植物に及ぼす有害作用に就て

吉 井 甫

(昭和十年九月十七日受理)

萎凋病の病原菌を液體培養する時は、時日の經過に伴ひその培養陳久液中に或種の代謝產物が集積し、この物質は植物に對して有害作用を示し、遂にその處理を受けた植物の萎凋を起す云ふことは最初 HUTCHINSON 氏 (15) によつて唱道せられた處である。其後萎凋病の病原菌たる 絲狀菌の場合に於てこの種の研究をなすものが續出するに至つた (2, 5, 7, 8, 9, 14, 16, 20, 23, 30)。

之等の研究者は、萎凋現象の發現は一にかくの如き有害物質の生産が寄主體内に於て寄生菌によつて行はれる結果、その植物はついに萎凋状態に陥るなりしてゐるのである。

本文に於ては、*Fusarium niveum* の場合の培養陳久液にも、かくの如き物質の存するこゝ、及びその物質は植物に如何なる有害作用を與ふるものなるかについての實驗の結果を報告したのである。

I 培養陳久液が西瓜其他の植物に及ぼす有害作用

實驗其一 西瓜に對する場合

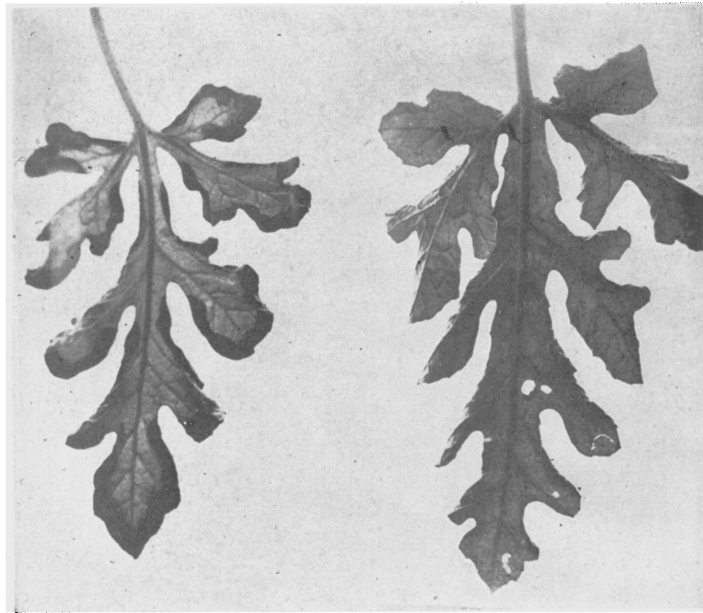
Fus. niveum を CZAPEK 液に二ヶ月培養した後この陳久液を BERKEFELD 濾過器を通じて無菌とし、これに等量の殺菌水を加へて供試液とした。對照として CZAPEK 液の 2 倍稀釋液を作り、又同時に殺菌井水を用意した。一方西瓜の旺盛に發育を遂げた部分より、成葉 3 個乃至 4 個を附した程度の長さに莖を水中にて切斷し、これを前記 3 種の液體に各區 3 本づつ挿入した。この實驗は夏季室溫下に於て行はれたものである。その結果は次の通りである。

Fus. niveum 培養陳久液の區に於ては、西瓜は試験初めより 17 時間後に於て、葉の主要葉脈の末端部を中心としてその周縁の柔組織は浸潤性壞死を來した。24 時間後には、この壞死

部は葉の周縁全部に擴大し、供試莖 3 本共その葉の壞死帶の深さ凡そ 6 耗に達した。而してこの壞死部はその初め浸潤性蒼白色を呈してゐたが後暗褐色を呈するに至つた。40 時間を經過した後に於ても葉は萎凋状態を示すこもなく、周縁の帶狀壞死部もその後餘り擴大の模様を示さなかつたが、葉片上所々に斑點性病害に於て見るが如き枯死斑を點々として生じた。

A

B



第 一 圖 (Fig. 1)

A 西瓜葉を *Fusarium niveum* の培養陳久液に挿入したるもの、葉は萎凋することなくその縁邊より枯死を始める、即ち周縁壞死を示す。B 標準

一般に *Fus. niveum* 培養陳久液に莖を挿入した場合の西瓜の葉に於ける病變は殆んど全部上に記録した病徴の轍を踏むのであるが、稀にかくの如き浸潤性暗色壞死を來さない場合もある。即ち或場合に於ては、試験開始後48時間にして葉は周縁部より内方に向けて漸次黄綠色化して乾燥状態を示し來り、周縁より内方へ捲込んだのである。而も何處にも浸潤性壞死を生じなかつたのである。而もこの場合に於ても依然葉の萎凋を來す様なことはなかつたのである。

培養陳久液に於ては上記の如き變化を示したのであるが、西瓜の莖を2倍に稀釋した CZAPEK 液及び水に挿入したものにあつては何等肉眼的的變狀を示すに至らなかつたのである。

然るにこの西瓜の莖を CZAPEK 原液等稍々濃度の高い溶液に移す時は、24 時間にして典型的的萎凋状態に入るのであつて、葉柄、葉片等の柔組織は總てその緊張を失し、葉は次第に下垂するのであつた。これを以て見るに供試西瓜の葉の構成に參與せる組織の多くは、萎凋し得

ざる程度に硬化したものではなかつたことが分る譯である。

實驗其二 西瓜以外の植物に對する場合

西瓜以外の植物に對する 本陳久液の毒性如何を検する爲に、手元にあつた棉、トマト、大豆、オジギサウを選び、之等に加ふるに西瓜をも併せて試験しその比較に供した。之等の植物は總て莖長 20 糎以下の苗で根付きのまま使用した。但し西瓜は鉢植えにしてあつた矮性化したもので、莖長僅か 15 糎であつたが播種後既に 50 日を經過したものであつた。而してオジギサウは莖長 10 糎内外のものであつた。

被檢液としては CZAPEK 培養陳久液を 無菌にせる後 2 倍に稀釋したもの、CZAPEK 液の 2 倍稀釋液、0.25 % ピクリン酸、及び蒸溜水であつた。

試験の方法としては、各液を 2 區づつ作り各區に 2 本づつ供試植物を挿入したのである。而して試験開始より 24 時間經過後の病狀の記録をなし、30 時間後に之等の植物の根を充分水洗後、改めて水中に挿入し、これを温室に 18 時間保つた後（即ち最初より 48 時間後）再びその病狀の如何を記録したのである。即ち第一表の通りである。

第 一 表 (Table 1)

		大 豆	棉	西 瓜	オジギサウ	ト マ ト
0.25 % ピクリン酸	24時間後	幼葉は稍萎凋 成葉は其儘乾枯	幼葉は不變 成葉は其儘乾枯	成葉の周縁より 枯死、萎凋せず	試験開始後10分 間にして萎凋	同 左
	48時間後	恢復せず全體 枯 死	同 左	同 左	同 左	同 左
培養陳久液 (2倍稀釋)	24時間後	幼葉は不變 成葉は其儘乾枯	幼莖稍曲る 其他 同 左	幼葉は不變、成 葉は葉先に暗色 壞死部を示した るあり	葉は開き、感應 あり、小葉の先 端は稍乾捲せり	30分後に萎凋、 葉片上蒼白斑を 生ず
	48時間後	恢復せず、乾 枯の儘、幼葉 も枯死	少數の幼葉は 恢復、其他枯 死	壞死を來さざり し部分は恢復	葉は開き、感應 なし、小葉は落 葉甚し	新芽の恢復を示 すもの一個、他 は全部枯死
CZAPEK 液 (2倍稀釋)	24時間後	不 變	稍萎凋狀態を 示す	不 變	萎凋を起し、 感應なし	半ば萎凋
	48時間後	不 變	老葉少數を除 き全部恢復	不 變	恢復、感應あり	老葉少數を除 き全部恢復

各種根付き苗に對する培養陳久液其他の有害作用、30 時間 供試液に挿入後、根を水洗し水中に挿入して18 時間温室に保つ。對照としての蒸溜水區は全部不變につき表より除く。

表に明かなる通り、*Fus.niveum* の培養陳久液は西瓜のみならず大豆、棉、トマト、オジギサウ等に對しても有害作用を示すもので、この液に挿入してより各一定の時間後には夫々特有の病狀を示してゐる。而して各植物の示した被害の程度は、勿論各植物の年齢、試験前の培養狀態等によつても異なるのであつて、各種間の被害程度の比較は少々困難であるが、先づ大體に於て、大豆、棉等は病狀の發現度が比較的緩慢であり、オジギサウ、トマトはその程度が強烈である。而して西瓜は被害の緩慢な方に入るものの如くである。而して一般に、若葉、新芽は被害少く、老葉は之に反し被害大なるものの様である。

ピクリン酸にて處理した場合に於ては、この場合の溶液が濃厚に過ぎた爲に、各植物共中毒の症狀が甚しく、30 時間處理後は恢復したものが皆無であつたが、24 時間目に於ける各植物の中毒症狀は *Fus.niveum* 培養陳久液の場合に酷似してゐる。2 倍に稀釋した CZAPEK 液の場合に於ては、供試植物が軟弱なものが多かつた爲に萎凋狀態に陥つたものもあつたが、給水後はその殆んど全部が恢復するのを見た。蒸溜水の場合は豫期の通り何れも不變であつたのである。

以上を通じ、本菌の培養陳久液に挿入した場合に示す各植物の病狀は、一般に、CZAPEK 2 倍液に挿入した場合は異なる處多く、むしろ甚しくピクリン酸の場合に類してゐて、一度障害の發現した後に於ては、給水するもその恢復は全然不可能と見るを得べく、CZAPEK 液の場合の如き單なる水分の缺乏の爲の萎凋とは異なるものであることが分る。

なほこの試験に於ては使用したピクリン酸の濃度が高きに失した爲に、これに挿入した植物は中毒症狀の進行が急激に過ぎ、ここにオジギサウの如きは急速に全身的萎凋狀態に陥つたのであつた。他の場合に於て著者は開花時期のオジギサウに對し稀薄なる (0.1 % 以下) ピクリン酸を使用した所、試験開始後一度葉は下垂閉葉するも後再び開葉し、しかもその感應は全然缺除し、小葉は落下甚しく、その狀態はこの試験に於ける本菌培養陳久液に對するオジギサウの場合と殆んど異なる所がなかつたのである。

II 培養陳久液中の有害物質の性質

萎凋病原たる多くの絲狀菌の培養陳久液が植物に對し有害作用を有するを云ふことについては文獻が多いのであるが、その物質が如何なるものであるかを云ふことについてはあまり多くの研究はなく、透析性、耐熱性の物質であるを云ふ説に加ふるに酵素説がその主たるものである。最近 SCHAFFNIT 及 LÜDTKE (28), LÜDTKE 及 AHMET (21), AHMET (1), LUZ (22),

GROSSMANN (12) 氏等はこの毒物が amine 様物質であるとした。又藪田, 神戸, 林氏等 (31) は *Gibberlla fujikuroi* の生長抑制物質として pyridin 誘導體なる新毒物を發見し之に フザリン酸なる名稱を與へた。

著者は *Fus. nivolum* の CZAPEK 液又は RICHARDS 液二ヶ月培養の陳久液を collodion 膜によつて同量の水に對して透析を行ひ、かくて得たる透析液につき前同様の試験をしてその毒力を檢した處、透析液は原液の 2 倍稀釋液と其の毒力に於て何等異なることのないのを認めた。又一方培養陳久液を一度煮沸したものゝ煮沸しなかつたものの毒性を比較した處、前者は後者に比して稍々毒力を減じたるかの觀があつた場合もあつたが大體に於てその毒性に大なる變化はないものと認められたのである。

又陳久液 200 珎を過量の 95 % 酒精にて處理し、かくて得たる沈澱を濾紙上に採り、これを 200 珎の蒸溜水に溶解して以て得たる粗酵素水に棉、大豆、西瓜、トマトの各植物の切枝を挿入してその毒性を檢した。然るに 48 時間後には各植物共中毒の症狀を呈し、大豆、棉、西瓜は葉縁より捲込んで乾燥し、葉片上處々に黄色の斑紋を生じたのである。一方之を對照として同上の粗酵素水を一度煮沸して同様に試験した處、同じく毒性を認めたが、植物の現はす中毒症狀は常にやゝ緩慢なるものがあつた。

又一方本陳久液 (CZAPEK 液) を同量の蒸溜水に對して透析を行ひ、かくて得たる透析液 250 珎を正確に採りこれに 80 珎の蒸溜水を加へて後蒸溜し、蒸溜物を LIEBIG 冷却管によつて捕集し、その凡そ 220 珎を採取した後之に水を加へて正確に 250 珎となし、他方蒸溜殘滓にも水を加へて 250 珎となし、この方は一度濾過した。かくの如く本陳久液の 2 倍に稀釋した透析液 (同量の水に對して透析せるを以て) を揮發物及不揮發物に分つて、その各々にトマトの切枝を各々 8 本づつ挿入して、各々の毒性を檢したのである。

然るに蒸溜殘滓の方に於ては軟弱に育つたトマト (8 本中 4 本) は 1—2 時間後に萎凋し終り、殘餘の粗剛なものも 24 時間後には葉面處々に斑點狀壞死部を生ずるに至り、葉は稍々乾燥し葉縁より萎縮を示すに至つたのである。そして一般にこの時に至るまでの液の吸収量は極めて少量であつたが、萎凋もしくは萎縮の甚しきものに於ては再び急にその増大を示した。之に對し蒸溜物の方に於ては 48 時間を経過するも、粗剛なる 4 本は勿論軟弱なる 4 本に於ても何等の變化をも示すことなく、各個體の溶液の吸収量は標準の蒸溜水區と何等異なることなくを示した。

以上の實驗の結果によれば、*Fus. nivolum* の培養陳久液中に存する所謂毒物は耐熱性、透

析性にして不揮發性なる物質がその主體をなし、之に多少の酵素性物質が存するものと云ふことが出来る。陳久液中に ethyl alcohol 其他の揮發性有害物質が存するとしても、上記試験の結果によれば、その量は極めて軟弱なる植物をすらも發病せしむるに足るものではないのである。

更にこの不揮發性毒物溶液を濃縮せんとして Lüdtke氏等 (21) の方法に従つて、陳久液を真空蒸溜し、殘滓を methyl alcohol によつて抽出した處、暗褐色、粘稠、一種の臭氣を有する物質を得た。これは 0.5 % に於て各種植物の組織を容易に壞死の状態に導くものである。本菌の生産するこの種毒物の組成に關しては別に報告せらるる筈である。

なほこの不揮發性の有毒物質は如何なる組成の培養液に於て生ずるかを試験せんとして、RICHARDS 液を基本として下記の如き數種の培養液を作つた。

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Glucose 50 gr.	Glucose 50 gr.	Glucose 50 gr.	Glucose 50 gr.	Glucose 50 gr.
KNO ₃ 10	KNO ₃ —	KNO ₃ 10	KNO ₃ 10	KNO ₃ 10
KH ₂ PO ₄ 5	KH ₂ PO ₄ 5	KH ₂ PO ₄ —	KH ₂ PO ₄ 5	KH ₂ PO ₄ —
MgSO ₄ 2.5	MgSO ₄ 2.5	MgSO ₄ 2.5	MgSO ₄ —	MgSO ₄ —
H ₂ O 1000 cc	H ₂ O 1000 cc	H ₂ O 1000 cc	H ₂ O 1000 cc	H ₂ O 1000 cc

かくて之等に *Fus. nivum* を植え、二ヶ月後に各々を濾過し、一度煮沸後 2 倍に稀釋し、これにトマト切枝を挿入した。然るに KNO₃ の加はつた [1] [3] [4] [5] に於てトマト組織の甚しき中毒壞死を見るに至つたのである。之を以て見るに、本菌の生産する有毒物質は糖及び硝酸鹽の存在下に於て生産せらるるものと云ふべきである。之は黒澤氏 (17) が *Gibberella fujikuroi* の稻生長抑制物質を糖及び硝酸加里の存在の下に於て得たるにその軌を一にするものである。

III 萎凋理論に於ける中毒説に對する異論

現今萎凋現象の病理を説く諸説 (35) 中この中毒説 (或は毒物説) なるものが最も有力なる位置を占めてゐるのである。

著者は西瓜の蔓割病の場合、その病徴等に於て中毒説を以てしては説明し難い點を六項に分つて指摘した (32)。即ち、

(a) 下方部が發病せざるに先端部の萎凋することあり。

- (b) 一側面又は二三枝のみ發病する場合あり。
- (c) 發病の初期にありては日中は萎凋するも早朝は恢復せる場合多し。
- (d) 病莖の先の方は發病の初期に於てこれを切斷して水に挿入する時は萎凋状態より恢復するこゝあり。
- (e) 培養陳久液による寄主の中毒現象は實際に於て發現する萎凋の現象とは異れり。
- (f) 寄主体内に於て生ずる毒素の質又は量については實驗が全く缺損せり。

ましたのであつた。これらの病狀は直接著者が觀察したもの以外に SMITH (29), 福士及田中 (10), PORTER (26) 諸氏もその一部若くは全部の記載をしてゐるのである。

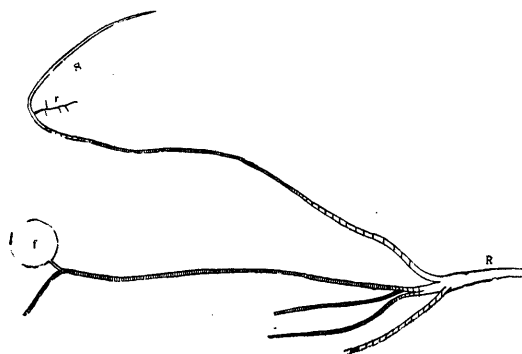
吾人が實地に於て觀察する處の蔓割病の病狀は植物體内の水分缺乏に由來する萎凋現象に酷似してゐる。SMITH 氏の記載を引用すれば、“日光の強き時は萎凋するも、雨に逢へば恢復す。而して天氣になれば又發病す。病菌なき部分を切枝として水に挿せば恢復す。全條萎凋するも西瓜の類の存する部分附近の葉は數日間生命を存す”等は前記陳久液による中毒の場合とは全然異なるのであつて、毒物説を以てしてはその萎凋現象を説明し難いのである。前記(c)(d)はこのことを西瓜の方面より述べたものであり、(e)はこれを陳久液給與の方面より述べたものであつて、その詳細は前實驗によつて明かであるので此處には更に之を論ずることを避け、其の殘餘について記するこゝにする。

1) 下方部が發病せざるに先端部の萎凋する場合

PORTER氏(26)はこの場合を觀察し、莖の中途より發生したる新根が發病し、かくしてその根によつて哺育せられた先端部がその根より來る毒素の爲に中毒萎凋するのであるとした。この説明は別段に實驗を伴つてゐるのではないが一見甚だ巧妙である。然しながら處々に疑問の生ずるものがある。即ち新たに生じたる支根によつてのみその植物の先端部は哺育せられるのではないが故に、新根の數倍若くは數十倍の吸水能力を有すべき下方部よりの給水によつて中毒枯死を免れるのが普通であらう。若し毒素が稀釋せられてもついには中毒し發病するこゝするならば、上騰流はかならずしも常に先端部へのみ行くとは限らず、莖中に於ては逆流するこゝもあるが故に、毒物説を用ひるならば、その部より下方の葉にも萎凋現象が現はれるのが普通であると思はれる。

著者は1932年8月この病狀の逆の實例を得た(第二圖)。即ち下方部の莖の葉は全く萎凋し、莖は半ばまで枯死してゐるに係らず、先端1米許りは未だ萎凋するこゝなく、その生命を完全に保つてゐたのである。これを採取して檢した處、この西瓜の主根(R)は未だ乾枯し

てはゐないがこれを切斷するに、維管束部内外は黄變し、皮部は容易に木質部より剥ぎ得るのであつた。中央の三枝は既に全く枯死し、之を切斷するに内部は暗褐變乾枯し汁液の漏出を認めなかつた。而してその一枝にはやゝ水分を喪失せる、徑 8 糎内外の幼顆 (f) を附してゐてその顆の内部は何等變狀を示してゐなかつた。上下の兩莖の下半は既に枯死せり認めらるもなほ乾枯するに至つてゐなかつたのである。而して上方莖はその中部に於て全く乾枯を示してゐた。然るにこの上方莖の先端部 (s) はなほ完全に生育してゐたのである。之を検した處その部の下端部の節に於て一本の新根 (r) を生じてゐたのである。この場合を毒物説では如何に説明するのであるか。幼顆を除く左方部總ての組織を枯死せしめた (R) 部の毒素が (s) 部にのみは行かなかつたのであるか。或は又新根 (r) より來る上騰液によつて稀釋せられたと云ふのであるか。前者は勿論之を認むる價值なく、後者は前例の發病の場合の説明と撞着するのである。



第二圖 (Fig. 2)

全枝殆んど總て枯死(密斜線部)又は半枯死(粗斜線部)の内にあつて、左方先端枝(s)はその基部に新根(r)を生じて生活を續け、左方下部の果(f)は未だ乾固せず。(R) 母根。

著者は西瓜の一莖のみを實驗的に發病せしめて見た。即ち *Fus. nivium* の CZAPEK 液 2 日培養の菌浮游液を、西瓜 (Preserving citron) の一莖(莖長 70 糎)の先端より 55 糎の所に注射し、夏日戸外に保つた處凡そ二週間後に於て發病するに至り、この莖の葉は全體黄變し、先端より 10 糎の部に於て莖は膨壓を失つて軟化し、淡褐色に變じ、その先方に存せる葉は急激に萎凋するに至つた。その後次第に被害は該莖全體

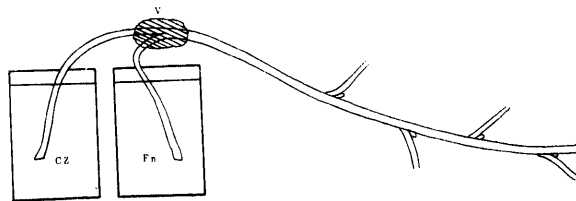
に擴がつたが、病徴は先端 10 糎並に注射部位の上下に亘る 10 糎に於て最も烈しく、發病より一週間後に於ては、莖の中途にはなほ青色の殘存するものがあり所謂半枯死の状態にあるに對し、先端及び注射部附近は全く乾枯するに至つたのである。かくの如き一被害莖の上下に於ける病徴の不整一殊に先端部附近の早期發病の如きは、切斷莖を本病菌の培養陳久液に挿入したる場合に於ては、これを見るこゝ全く不可能であつて、毒物説を以てしては解釋することが出來ないのである。

2) 莖の一側面又は二三枝のみの發病の場合

莖がその半面のみ發病して黑色を呈し、時にその部に長さ黑色條斑を生じ或は縦に裂開し、

これらの部より樹脂様物の分泌することは極めてよく目撃する處であり、又二三枝のみの發病もよく見受ける場合である。HAYMAKER 氏(14)はトマトの萎凋病原たる *Fusarium lycopersici* の培養陳久液中にトマトの根の内の或一側のものを挿入し、他を健土中に置いてこのトマトを保った。然るにこの側根によつて直接哺育せられた一側面のみが萎凋したと云つてゐる。この實驗により同氏は、半側面の萎凋はその同一側に存する或根が侵され、他の根は健全なる場合に發現する現象であるとした。同氏の記載は簡單に過ぎて、陳久液に挿入後何日位にして發病したか、又その發病の際及びその後の経過等については何等記載がないのである。

この場合に於ても前記の場合同様、植物の根はかくの如く選擇的に一側面のみを哺育するものであるか云ふ點より見て疑ひなきを得ないのである。例へば西瓜の莖の半側面を盛夏の候に少々長く切削いで放任し、その後一ヶ月に亘つて觀察するもその同一側面に位する莖の部分には何等の萎凋現象も現はれなかつたのである。即ち莖に於ける水分の供給は勿論上下に於て最も良好な筈であるが、而も横に對する水分の流動も少くないのを知るべきであつて、一側の根より來る毒素は必ずや他の一側面にも擴散すべき理であると思はれる。



第三圖 (Fig. 3)

莖下端を二股に裂き一半を CZAPEK 2 倍液に (左方)、一半を *Fus. niveum* 培養陳久液 (2 倍稀釋) に挿入せるもの (右方)。二股部にはワセリン塗布。Fn 培養陳久 2 倍液, CZ CZAPEK 2 倍液, V ワセリン。

著者は、西瓜の莖の長さ 30 糎乃至 40 糎で成葉を 5—6 個附したものを 7 本採り、第三圖の如くその莖の下端を二股に裂き、その一側を *Fus. niveum* 培養陳久液 (2 倍に稀釋したもの) に挿入し、他の一側を 2 倍稀釋の CZAPEK 液に挿入した。而してその二股部にはワセリンを塗布して、以て莖の外面を傳導して兩液が浸潤混淆するのを防いだ (第三圖)。而して之の對照としては 2 倍に稀釋した培養陳久液及び 2 倍に稀釋した CZAPEK 液の各々に、各別に西瓜の切枝を挿入したのである。

以上裝置後之を夏季室温下に保持し、24 時間後に檢した處、試驗區に於ては培養陳久液及び CZAPEK 液の何れもの吸水は良好であつて、兩者の減水量は略同様であつた。陳久液を吸収し

た半側に存せる葉は、その縁邊の導管部末端附近を中心として壞死を來したのに對し、他の半側に存せる葉即ち CZAPEK 液に莖の下端を挿入せる側の葉は正常であつた。而して對照區の内、培養陳久液を給與せる區にてはその葉が周縁より乾燥枯死を始め、稍捲縮せるを認めたのに對し、CZAPEK 液を給與せる區のものは正常であつて、兩者の關係は試驗區に於ける培養陳久液の半面對 CZAPEK 液の半面の關係と同一であつた。然るに試驗開始後 42 時間目に於ては、試驗區の方の半面を CZAPEK 液に挿入せる側の葉にも壞死部の存在が判然と觀察せられたのである。即ち葉縁に稍不完全なる帶狀の周縁壞死を生じ、葉片上處々に斑紋壞死を來したのである。勿論その同一時間に於ては、他の半側即ち培養陳久液の側に於ては葉莖部の壞死は一層甚しきを示した。對照區にあつては、陳久液に挿入したものは全葉が甚しく乾燥し、之に對し CZAPEK 液に挿入したものはなほも正常の儘であつた。ここに於て之等の植物を全部よく洗滌した後、莖の下端を水中に挿入し、且つ全體を濕室内に 24 時間保つた。然るに試驗區のものは培養陳久液の半側面或は CZAPEK 液の半側面の何れを問はず、その莖部又は葉の障害を示したる部分は何れも黑色軟化し以て全く枯死してゐることを示したが、未だ中毒症狀を示さなかつた諸組織はなほ生命を保つてゐることを示した。對照區中、陳久液に挿入したるものは全く枯死してゐて遂に恢復するを認めなかつた。以上一般に、最も速かに且つ激しく中毒の症狀を示したものは、對照區の陳久液給與區であつて、試驗區の陳久液給與の半側の莖葉はこれに次いでゐる。試驗區の CZAPEK 液給與の半側は中毒症狀の發現が遅れ、且つその程度も稍輕微であつた。然しながら時間の経過に連れて、この三者の何れの區のものも同様に壞死を來したのである。

即ち本試験の結果により明かなるが如く、莖の一側面よりのみ毒液を吸収せしめる時は、先づ最初その同一側面の葉に中毒現象を現はすも、間もなく他の半側の葉も同様の中毒現象を發現するに至るものであつて、その發現は時間の問題であると思はれる。斯の如くして一度中毒症狀發現の後に於ては、その部は遂に恢復することがないのである。

もし *Fus. nivium* が西瓜の根に寄生して、その部に於て毒素を生産し、この毒素が上騰流によつて菌の存在しない上方部にまで運搬せられ、かくてその部の組織を攻撃し、遂にこれを枯死せしむるものとすれば、病菌の毒素生産は持續的なべきが故に、假令病原菌が一側面の根にのみ寄生した場合にても、その毒素の影響は、最初はその同一側の莖葉に現はれるとしても、間もなくこれは全身的病變として現はれなければならない筈である。

故に毒素による中毒現象を以て萎凋現象を説明するならば、二三枝又は一側面のみの發病或

は一莖の上方部 又はその下方部等の一局部のみの萎凋云ふが如き現象は極めて瞬間的存在に過ぎないことになり、病徴觀察上稀有のことに屬する筈である。然るに事實は全く之に反し斯の如き例證は極めて容易に而も長期に亘つて觀察せられる處である。

3) 寄主體內に於て生産せらるべき毒素の質及量

萎凋病原たる多くの *Fusarium* 菌が糖分を添加したる培養液中に於て毒素を生産すること云ふことは多くの研究者によつて認められて來た處であり、又 *Fus. nivium* に於ても前實驗の結果より之を認めるのである。毒素の性質に就ては種々説をなすものがある。酵素性なりとするものに PICADO (25), BEWLEY (5), GOSS (11), WHITE (30), 等があり、耐熱性なりとするものに BEWLEY (5), FAHMY (9), PICADO (25), ROSEN (27), WHITE (30), NEAL (23), KULKARNI 及 MUNDKUR (16), 等があり、揮發性説には ROSEN (27), WHITE (30), LATHROP (18), ANDERSON (3,4), LETCHER 及 WILLAMAN (19), BIRKINSHAW 其他 (6) 等があり、不揮發性説には ROSEN (27), FAHMY (9) 等がある。之等諸説の内 ANDERSON, LETCHER 及 WILLAMAN 氏等は ethyl alcohol が毒素の本體であるとし、LATHROP 氏は aldehyde がその本體であるとしてゐる。なほ不揮發性説の内に入るものに於て、SCHAFFNIT, LÜDTKE, AHMET, LUZ, GROSSMANN (1, 12, 21, 22, 28) 氏等はこの毒素が或種の amine であるとしてゐる。*Fus. nivium* に於て著者の行つた實驗の結果より見れば、CZAPEK 液又は RICHARDS 液に培養して生ずる毒素の主體は透析性耐熱性であり而も不揮發性なる物質であつてこのものは LÜDTKE 氏一派の云ふ所のものに著るしく類してゐる。而して之に加ふるに多少の酵素性物質が存するものの如くである。

然しながら、假令寄主の水分吸収系或は水分通導系の組織内に於て、上記培養液中にて生ずる毒素と同一のものを生産するとしてもその甚だ僅かなる菌絲量を以てして、なほかの培養液中に於ける場合と同様強度の、即ち菌の存在しない先端部組織までを枯死せしむるに足る程度の分量の毒素(その揮發性なるや不揮發性なるや或は酵素性なるやを問はず)を生産し得るや否や甚だ疑はしいものとしなければならないのである。この點を明かにしない限り毒素による直接の被害としての寄主の萎凋云ふことは遽に承認出來難いのである。現に毒素説をなすものの内に於ても、寄主體內には容易に認め得る程の毒素は存在しないとするものもある (2, 8)。

IV 自家中毒説に對する批判

OVERTON (24), HASKELL (13) 氏等は *Fusarium* 病の場合は寄主の根組織が腐敗し、その分解

成生物の爲に遂に植物は萎凋するものとした。HASKELL 氏は馬鈴薯の浸出液にその莖を挿入した處がその切枝は萎凋するに至つたと云ふのである。

著者は大豆の根を煮沸して殺し、その儘水に挿入して二週間以上放置したが、その莖葉は正常根を有するものゝ何等異なる處はなかつたのである。但しこの實驗は溫室内に於て行はれたものであつた。他方夏季に於て甘藷及西瓜を多量の水を以て水耕し、水を交換するこゝなく永く放任して置いた處、甘藷は先端部の新芽のみ黒色に變じて枯死し、西瓜は下方葉より始まつて全體萎凋現象を示すに至つた。斯の如きものの根を検するに、その細根は總て甚しく腐敗し、ここに西瓜の細根部には微生物の繁殖が甚しくあつた。なほ之等をその儘放任して置いた處、西瓜甘藷共、液に接觸しない上方部より新細根を生じ、かくて再び全植物體は元の狀態に恢復するに至つたのである。この場合、酸素の不足は細根の生命を奪ふに至つた爲に、根は一時殆んど全く腐敗し、又葉にも枯死を來したものがあつたが、全植物體としては枯死するこゝなく、新根の形成を待つて又元へ恢復するに至つたのである。

即ち、水分さえ充分ならば、細根の腐敗が上方部に及ぼす影響は極めて緩慢であり、且又その影響は恢復し得べきものである。元より細根の腐敗による分解成生物或は枯死組織を通じて入る液中有害物質等の有害作用も考慮せらるべきではあるが、その被害局部は恢復すべからざる中毒の症狀を示すべきであつて、蔓割病に於ける萎凋現象とは異なるのである。

V 總 括

西瓜の蔓割病に於ける萎凋現象の發現の初期に於ける病狀は、土壤水分缺乏の際に於ける一般植物の萎凋現象、或は CZAPK 原液等に莖を挿入せる場合の各部柔組織の生理的乾燥による萎凋現象の場合と同様の経過を取るものであつて、早期に水分補給處置を施す時は恢復し得るものであるに係らず、西瓜蔓割病菌の培養陳久液に莖を挿入して得た病狀はピクリン酸液に莖を挿入した場合と同様の経過を取り、各部柔組織自體が中毒死への過程にあることを示す症狀であり、既に中毒現象を發現したる部分は恢復し得ないのである。而して細根の腐敗による自家中毒の場合も亦同様である。

即ち萎凋病に於ける萎凋現象の發現の原因の説明として今日最も一般に行はれてゐる處の病原菌の生産する毒物なる説の本病の病理を説くに不當なる所以である。

VI 摘 要

Fusarium nivium の陳久培養液を以て西瓜の切枝を培養する時は、西瓜の葉の柔組織ここに葉の周縁に於ける部に壞死部を生ずる。而して莖葉全體としては萎凋することはない。かかる中毒症状は西瓜のみならず大豆、棉、トマト、オジギサウ等の場合に於ても認められる處であり、この内トマト、オジギサウは中毒症状著しく、大豆、棉及び西瓜は比較的輕微である。而してこの中毒作用はピクリン酸の中毒作用に類似し、當該被害局部柔細胞の壞死となつて現はれるのである。

培養陳久液中に生ずる毒物は、寄主に特異性を持つものでなく、その一部には酵素性なる物質をも包含する模様であるが、その大部分は透析性耐熱性にして而も不揮發性なるものである。而してこれは木精によつて抽出せられる。

西瓜の蔓割病の萎凋發現を説明するにあたり、所謂毒物說によつて説明をなし難き諸例を列舉した。即ち a) 先端部のみの發病の場合、b) 一側面又は二三枝のみの發病の場合、c) 發病の初期には日中のみ萎凋し、早朝は恢復す、d) 發病初期にはその莖の先端部を切つて水に挿す時は恢復す、e) 培養陳久液による寄主の萎凋現象は、萎凋病に於ける萎凋現象とは異なる、f) 寄主體内に於ける毒素の質及量の不明、である。この内 c) d) e) は同一事實を異方面より述べたものであり、これに對しては本文前半によつて明かで、蔓割病に於ける萎凋現象の發現は柔組織の水分の缺乏による膨壓の減退であるに反し、毒素の場合はこれら組織の中毒壞死によるものである。a) b) については二三氏の説明があり、新根又は側根に病菌が寄生した結果毒素の上昇を來したるによるものとせられてゐるが、これに對し著者は數個の反對例證を挙げ、その説明の不備を指摘し、毒素說によつては、かかる部分枯死を説明し難しとみなした。

著者は又腐敗組織による自家中毒の說に對しても反對例證を擧げてゐる。

即ち著者は萎凋の病理を説明するに當り漫然たる毒物說に反對してゐるのである。

引用文獻

- 1) AHAMET, H., *Phytop. Zeitsch.* 6, 49-101, 1933.
- 2) AJREKAR, S. L., BALL, D. V., *Agr. Jour. India*, 16, 598-617, 1921.
- 3) ANDERSON, A. K., *Minn. Univ. Studies, Biol. Soc.*, 5, 237-280, 1924.
- 4) ANDERSON, A. K., *Jour. Agr. Res.*, 46, 473-482, 1933.
- 5) BEWLEY, W. F., *Annals. App. Biol.*, 9, 116-134, 1922.
- 6) BIRKINSHAW, J. H., CHARLES, J. H. V., STOYLE, J. A. R., RAISTRICK, H., *Roy. Soc. (London) Phil. Trans. ser. B.*, 220, 93-98, 1931.
- 7) BRANDES, E. W., *Phytop.*, 9, 339-389, 1919.
- 8) DUFRÉNOY, J., *Ann. des Epiphyties*, 7, 405-420, 1921.
- 9) FAHMY, T., *Phytop.*, 13, 543-550, 1923.
- 10) FUKUSHI, T., TANAKA, S., *Jour. Plant Protection (病蟲)*, 12, 189-194, 1925.
- 11) GOSS, R. W., *Neb. Agr. Exp. St. Res. Bull.*, 27, 1924.
- 12) GROSSMANN, H., *Phytop. Zeitsch.*, 545-583, 1934.
- 13) HASKELL, R. J., *Phytop.*, 9, 223-260, 1919.
- 14) HAYMAKER, H. H., *Jour. Agr. Res.*, 36, 697-719, 1928.
- 15) HUTCHINSON, C. M., *Memoir Dept. Agr. India, Bot. Ser.*, 1, 67-83, 1913.
- 16) KULKARNI, G. S., MUNDKUR, B. B., *Memoir Dept. Agr. India, Bot. Ser.*, 17, 21-27, 1928.
- 17) KUROSAWA, E., *Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa*, 21, 159-182, 1931.
- 18) LATROP, E. C., *Phytop.*, 7, 14-16, 1917.
- 19) LETCHER, H., WILLAMAN, J. J., *Phytop.*, 16, 941-949, 1926.
- 20) LINFORD, M. B., *Phytop.*, 21, 797-826, 1931.
- 21) LÜDTKE, M., AHMET, H., *Biochem. Zeitschr.*, 257, 256-266, 1933.
- 22) LUZ, G., *Phytop. Zeitschr.*, 7, 585-638, 1934.
- 23) NEAL, D. C., *Ann. Mo. Bot. Garden*, 14, 359-424, 1927.
- 24) OVERTON, J. B., *Bot. Gaz.*, 51, 28-63, 102-120, 1911.
- 25) PICADO, C., *Cong. Path. Veg. Strasbourg*, 1923, 28-34, 1923.
- 26) PORTER, D. R., *Iowa Agr. Exp. St. Res. Bull.*, 112, 1928.
- 27) ROSEN, H. R., *Jour. Agr. Res.*, 33, 1143-1162, 1926.
- 28) SCHIAFFNIT, E., LÜDTKE, M., *Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch.*, 50, 446-463, 1932.
- 29) SMITH, E. F., *U. S. D. A. Bull.*, 17, 1899.
- 30) WHITE, R. P., *Jour. Agr. Res.*, 34, 197-239, 1927.
- 31) YABUTA, T., KANDA, K., HAYASHI, T., *Jour. Agr. Chem. Soc. Japan*, 10, 1059-1068, 1934.
- 32) YOSHII, H., *Jour. Plant Protection (病蟲)*, 19, 633-639, 1932.
- 33) —, *Bul. Sci. Fak. Terkult., Kyushu Imp. Univ. (九大農藝)*, 6, 1-15, 1934.
- 34) —, " " " " , 6, 16-33, 1934.
- 35) —, " " " " , 6, 348-360, 1935.

PATHOLOGICAL STUDIES ON WATERMELON WILT.
VI. ON THE TOXIC EFFECT OF THE STALED CULTURE
SOLUTION OF *FUSARIUM NIVEUM* UPON PLANTS

(Résumé)

Hazime YOSHII

It is reported by many authors that in the staled solutions of wilt causing fungi are accumulated certain poisonous substances which give some injurious effects upon host plants. Concerning this point, some studies with the culture solution of *Fusarium niveum* were undertaken.

In the first part of the work it is attempted that how the poisoning action of this solution is upon watermelon and other plants, and that the poisoning effect upon these plants is not similar to the symptoms presented in the wilt diseases. Then some oppositions were proposed against the poison theory which is held at present most commonly to explain the cause of Wilting.

In the experiment, germ free solution was obtained with BERKEFELD filter from CZAPEK solution in which *Fus. niveum* had been cultured for two months. The solution was twice diluted with water, and were inserted in it several cuttings of watermelon, each bearing three or four leaves. For the control, twice diluted CZAPEK solution and sterilized water were used. After 24 hours, on the leaf edges, especially at the tips of the leaves, some wetted necrotic portions were found, and after 40 hours the necrotic parts extended to the whole of the leaf edges (Fig. 1), though no sign of wilting was observed at any point of the leaves. However the leaves and other parts of the treated plants showed the wilt phenomenon when the solution was replaced by CZAPEK solution of original concentration.

In the second, the injurious effect of the culture solution was tested upon soy bean, cotton, watermelon, tomato and *Mimosa pudica*, those being rooted plants and about several centimeters high. Picric acid of 0.25 per cent, twice diluted CZAPEK solution and distilled water were used for the control. The result is tabulary illustrated in Table 1, and shows that the staled solution gives an injurious effect on each of these plants. The seedings of tomato and *Mimosa* are most severely damaged, and wilted wholly after 24 hours from the beginning. While watermelon, cotton and soy bean are found to be rather resistant. The picric acid solution used for the control was rather high in its concentration, and the weak

plants withered wholly soon after they were inserted. In other case, the author tried the same experiment with picric acid of less than 0.1 per cent, in which well grown *Mimosa* was inserted. In this case, the injurious effect of the picric acid upon *Mimosa* was very similar to that of culture solution of *Fus. niveum*. The leaves drooped for a while but soon recovered, and at last the whole plant was dead without showing any sign of withering. From these experiments, it is clear that the staled culture solution of *Fus. niveum* gives some injurious effect upon watermelon and other plants, such a degree as the treated plants are brought to their partial or whole death. These injuries resemble that which is caused by picric acid, but not at all the wilt symptom of the disease.

The poison is consisted of two substances, one of enzymic, the other of dializable, non-volatile nature. Though some volatile poisons may be found in the staled solution, their quantity may be too small to cause wilting.

It is offered in the preliminary report³²⁾, that some types of symptoms in watermelon wilt pointed below can not be explained by poison theory. Such cases were too observed by SMITH²⁹⁾, by FUKUSHI and TANAKA¹⁰⁾, and by PORTER²⁶⁾; the case that,

- a) only upper part of a stem is affected ;
- b) only one side or a few shoots of a stem are affected ;
- c) at the beginning of the disease, the affected plants wither in day time, but recover perfectly in the other time especially in early morning ;
- d) at the beginning of the diseases, the upper parts of the affected plants will recover from wilting, when they are cut off and inserted in water ;
- e) the injurious effect given by the culture solution of the causal fungus is entirely different from the symptoms of the watermelon wilt.

Besides, the quantity and quality of the poisonous substance or substances which may present in the host tissue had not been ascertained.

Among these, c), d), and e) are nothing but one thing which is observed from different points, and concerning this it is given in the former part of this paper.

PORTER²⁶⁾ observed the case a), that upper part of a stem is affected. He considered that this would be the consequence of the injurious effect of the poison produced within some newly formed rootlets which had been affected by the causal fungus. It is obvious that the upper part of a plant is not so strictly

supplied by a few rootlets. So the poisonous substance arising from the diseased rootlets will be diluted with the large amount of sap ascending from the healthy roots. If the wilting is resulted from such highly diluting poison, how can be explained the case presented in Fig. 2. In this case a diseased vine is connected with a well grown shoot, and on examination a new root is found projecting at the basal node of it. If the poisonous substance had ascended upward through the vessel, the new shoot too would have been wilted, even though the substance had been diluted by the sap from the new rootlet.

HAYMAKER¹⁴⁾ observed in her studies on tomato wilt the case b) that "individual leaves in some cases as well as the plant as a whole exhibit one sided wilting". It is suggested by her that "wilting progresses from the lower to the higher leaves, affecting only those which are supplied by the diseased roots." Following experiment was given concerning this point. Several excised watermelon were teared in halves at their stem ends, and one was inserted in the staled solution prepared in the same way as the former experiment, and the other in the twice diluted CZAPEK solution. The method used was illustrated in Fig. 3. After 24 hours, it was observed that only one side of each plants, which had been fed directly on the staled solution was severely damaged. After 42 hours, however, on the other side directly fed on the dilute CZAPEK solution the same sign of injurious effect was also observed. It is supposed that this evidence will be a powerful opposition against HAYMAKER's suggestion. If it is the case under natural condition as her opinion, the symptom of one sided wilting of a diseased plant will not occur so commonly and so durably as we observe, because the poison will soon overcome the whole plant.

As to the quantity of the poison excreted by the pathogene in the host tissue, as it is produces by the small amount of mycelia, it must be suspect that the quantity of the poison will be sufficient to cause the wilting of the host plant, though its nature may be the same as in culture solution. It must be said, from this point too, that the poison theory is insufficient to explain the cause of Wilting.

Several opposit instances were afforded against the theory advanced by ORTON²⁴⁾ and HASKELL¹³⁾.

Laboratory of the Plant Pathology,
Dept. of Agr., Kyushu Imperial University.