



EJ112199600275

植物保護學會會刊 38:275 ~ 293, 1996

台灣甘蔗露菌病

呂理燊

台中縣霧峰鄉台灣省農業藥物毒物試驗所

(接受日期：85年10月8日)

緒 言

甘蔗露菌病由 *Peronosclerospora sacchari* (T. Miyake) Shirai & Hara 所引起，三宅勉於1912年首先報告在台灣發生。甘蔗露菌病原產新幾內亞 (New Guinea)，1907年四月由澳洲引進蔗苗時帶進台灣，然後擴散到台灣主要產蔗區⁽¹⁾。澳洲則於1910年發現⁽¹⁷⁾。本病僅發生於西太平洋地區、東亞及東南亞地區，曾嚴重發生於澳洲、斐濟 (Fiji)、菲律賓及台灣，也曾發生於印度、印尼及泰國^(17,26)。今仍嚴重發生於 Papua-New Guinea 地區⁽¹⁶⁾。

甘蔗露菌病曾嚴重威脅台灣糖業及另一寄主玉米之栽培，為減輕其威脅曾有拔除病株之嚴格規定，限制秋植玉米之栽培及發病區不能供苗之規定等⁽¹⁰⁾，但仍無法徹底消滅其威脅。鑑於品種間抗病性差異極大，台灣糖業研究所乃於1955年開始設立抗病測定苗圃，嚴格規定不抗病品系之汰選^(3,14,21)，經多年來之努力雖仍未能徹底消滅本病，但已不構成威脅。同時玉米也因抗病測定而育成抗病品種，及極有效拌種藥劑滅達樂 (acylalanine) 之出現⁽¹¹⁾，得以解決本病對甘蔗及玉米之威脅。

本文乃針對甘蔗露菌病做一般性之介紹，注重病菌之生態，其在寄主內之分佈，抗病測定及防治法等之作者及其它人員之研究報告彙整，由這些基礎研究成果導致良好之防治效果，得使原為一重要之病害減輕，不致再為害作物之歷程，以供參考。

病 徵

一般病徵

本病最典型的病徵為葉片出現由正常綠色組織相隔之1~3公厘或更寬淡黃條紋，條紋與葉脈平行，條紋之寬窄與品種有關，黃條紋剛出現時由基部向上部稍變窄，條紋最初出現於-1葉位即心葉處，甘蔗較大時不易被查覺。隨著生長，原-1葉片長成為0至+1葉片時，葉鞘與葉片分明時，即自頂點可見葉節(葉片與葉鞘交接處)之摺皺帶(dewlap)者為+1葉片時，病徵易辨識，出現在基部之黃條斑佔該葉片長度之1/20~1/5，其上一葉片長度達1/5~1/3，再上一葉片可達1/3~4/5，其上葉及再長出所有葉片可達葉片全長，即病斑之長度逐葉依序加長，經4~6枚葉片達葉片全長⁽⁶⁾，與玉米感染

本病要經2~4枚葉片者相似(圖一),此等病斑逐葉增長現象本文以“漸進式”稱之。葉片老化時黃條上極易出現大小不等之紅點及紅斑,乃為一些其它菌類,如 *Fusarium*, *Bipolaris* (*Helminthosporium*), *Macrosporium* 等為害所致,被害部無法產生本病菌分生孢子,至於葉鞘一般無法認清病斑存在,但於高溫多濕發芽不久病莖上可清楚認出縱走黃條病斑延至葉片上,斑上有少數分生孢子之出現。在適宜環境下黃色條斑上於夜間會產生白霧狀物(圖二),為本菌之分生孢子柄及分生孢子(圖三),是為本病最典型症狀。入秋冬時有些被害株會抽長,其高度可達正常者1公尺以上,極易由遠處辨認,蔗莖轉細有些則頂端處芽膨大甚至抽側芽呈掃把狀,所有抽出側芽皆呈現典型的黃條狀病徵。有些病株轉細會出現白色條紋,上面不產胞,不久葉片撕裂,組織內部產生多數厚膜之卵孢子(圖四)。在台灣一般蔗園幾乎不發現卵孢子,在抗病測定苗圃之病莖及少數有一些供試抗病測定品種早期發病者,入秋冬後會產生卵孢子(6)。

病菌在寄主體內之分佈

本病之病菌以菌絲狀態分佈被害組織內。病苗萌芽後之第一葉片上,黃條型病斑達全葉片之長,爾後所抽出之葉片上病斑長度亦如此,由此所出生之分蘖莖亦均呈現類似病徵,是為一典型之系統性病徵。被害植株生育受阻,於不良環境下則死亡。

健苗種植後受害者,因受害時間不同而病徵表現有所不同,若萌芽即受害者,母莖上所表現黃條形病徵長度為漸進式外,如病苗種植者母莖及所有分蘖皆表現病徵,分蘖上之病斑長度第一葉即到全葉長或表現漸進式。至於稍長大才有分蘖系統呈現病徵時,只有該分蘖系蔗莖有病徵,其他同株不同分蘖系全無病徵。再長

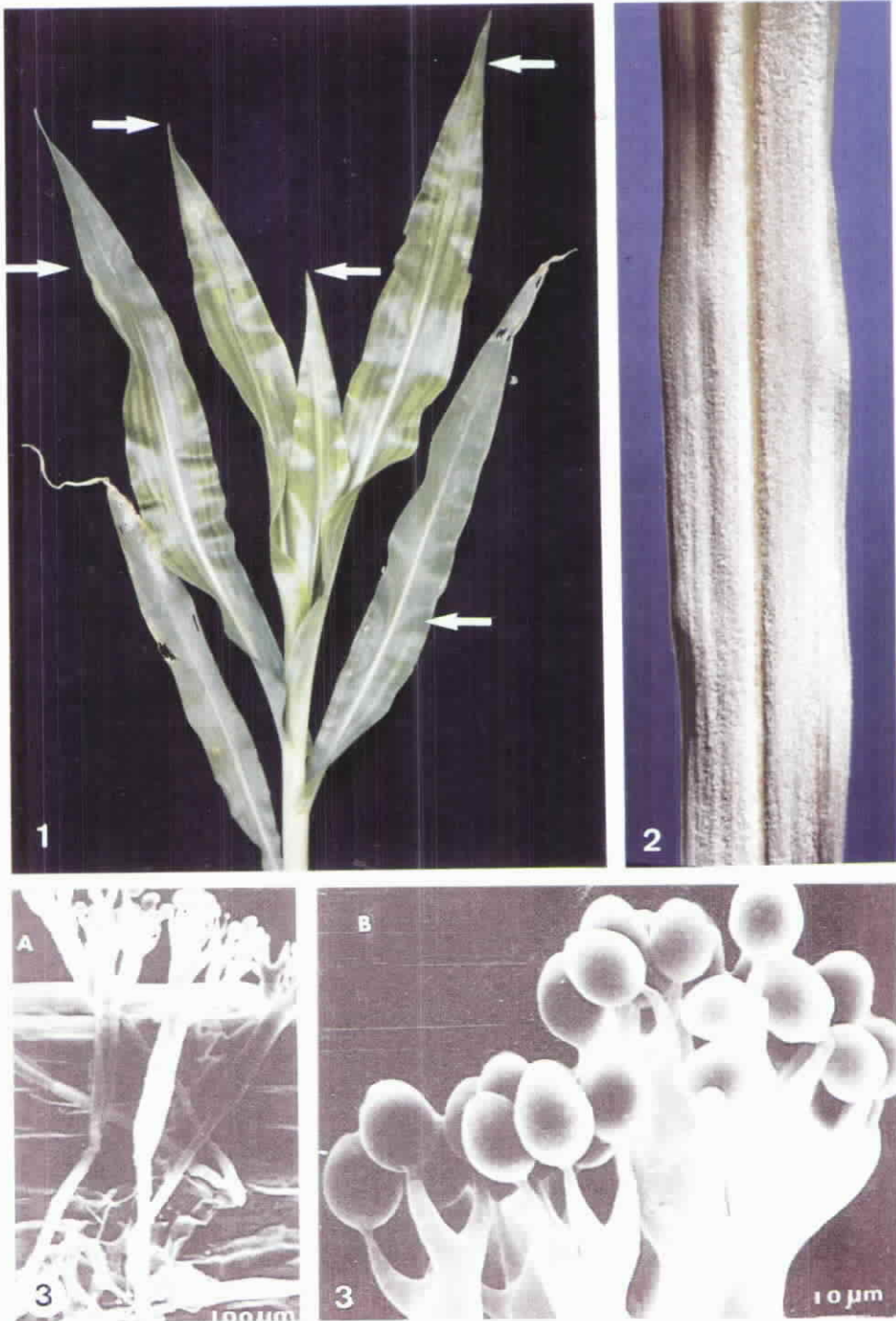
大受害時只有單莖有病徵或一株中兩莖有病徵,但互不相干,是為個別受侵害所致。有時蔗莖心葉仍健全,但抽出1~2側芽表現病徵。此等病徵表現方式經病莖種植及人工接種,可窺知病菌在組織內之分佈情況不同所致(6,20)(圖十一)。

病莖種植

病莖以最初表現黃條型病斑葉片為基點,做成記號,到該病莖成熟時,採單芽苗依序種植後發現,最初表現黃條型病斑之葉片所著生之莖節單芽苗為基點向下3~11節(但多為7~8節)起,向上各芽生長者皆具病徵,但其下面所有莖節長出者皆為健全株(圖八),由此得知早期感病者單芽苗生長皆發病,稍長大後從某一節始下面苗皆不長病,此等情形在單莖能採30支單芽苗種植者亦如此。至於僅側芽有病之單莖,除去該側芽加以種植時,所有發芽株皆為健株(6)。

人工接種

甘蔗露菌早有人工接種之嘗試,初期經由自然或人工接種,僅能使發芽中或極幼小之甘蔗發病(9),稍長大者即無法用人工接種使其發病,而使感病途徑之追蹤發生困擾。經過考慮原來接種所用病葉1×5公分左右改為20~30公分長全葉,每遇黃昏插入心葉部接種一次,共行三次時能使較大植株發病(20),追蹤侵害途徑如下:病葉產生之分生孢子發芽後由葉片氣孔侵入組織內,侵入處轉變紅色局部斑點,可由肉眼辨認,但自然界也許侵入較分散不易發現此等局部紅色斑點,病菌侵入葉片組織後向下移行,經葉節移入葉鞘再侵入莖節,爾後向下及向上移行,向下菌絲移行1~2莖節即不再移行,向上移行不久侵入接近生長點組織及生長點後,跟著組織漸趨成熟,乃分化而呈系統性之漸進式黃條型病斑,但此等黃條型病



圖一、受甘蔗露菌為害之玉米表現漸進式黃條型病斑。白色箭頭指該葉片之病斑頂端處，本株經四枚葉片後病斑延到葉片全長。

圖二、甘蔗露菌病病菌在甘蔗病葉上產孢呈白色露狀物。

圖三、甘蔗露菌病病菌分生孢子柄(A)，及其頂端著生之分生孢子(B)。

斑，由接種葉片著生莖節上4～6節才出現(圖八)，但菌絲應也出現在該葉之葉鞘⁽²⁷⁾，只是無法用肉眼辨認病徵，此等侵入過程有時僅為害接種葉所著生1～2莖節，但不再為害其它組織，因此僅能使其抽出側芽呈現病徵。即生長中之蔗莖抽出側芽表現病徵，除側芽因葉鞘脫落，使本身曝露直接受菌之為害外，亦可由此等經葉片侵入莖節之菌絲引起。

病原菌

本菌學名之更正

甘蔗露菌病病原菌 *Sclerospora sacchari* Miyake 為三宅氏所定名⁽¹⁾，後經改名為 *Peronosclerospora sacchari*。此乃 *Sclerospora* 屬定名種 *S. graminicola* 以釋放游走子發芽，而甘蔗露菌用發芽管發芽，為區別發芽方式之不同，Shaw氏於1978⁽²⁹⁾建議以抽發芽管方法發芽之 *Sclerospora* 皆改屬為 *Peronosclerospora* 所致。

組織內本菌菌絲形態

本病原菌以菌絲狀態存在被害組織內，菌絲皆位於細胞間隙而有不顯著之吸器(haustorium)。菌絲因組織位置不同而形狀迥異，在生長點及附近者皆呈細長型(slender type)，直徑小於5 μm (圖七)；在+1葉位產胞組織內者屬屈曲型(crooked type)直徑大於10 μm (圖六)；至於心葉部及其葉鞘仍未能產胞者為上述兩型之中間型，寬5～10 μm (圖五)⁽²⁷⁾。

分生孢子及卵孢子大小

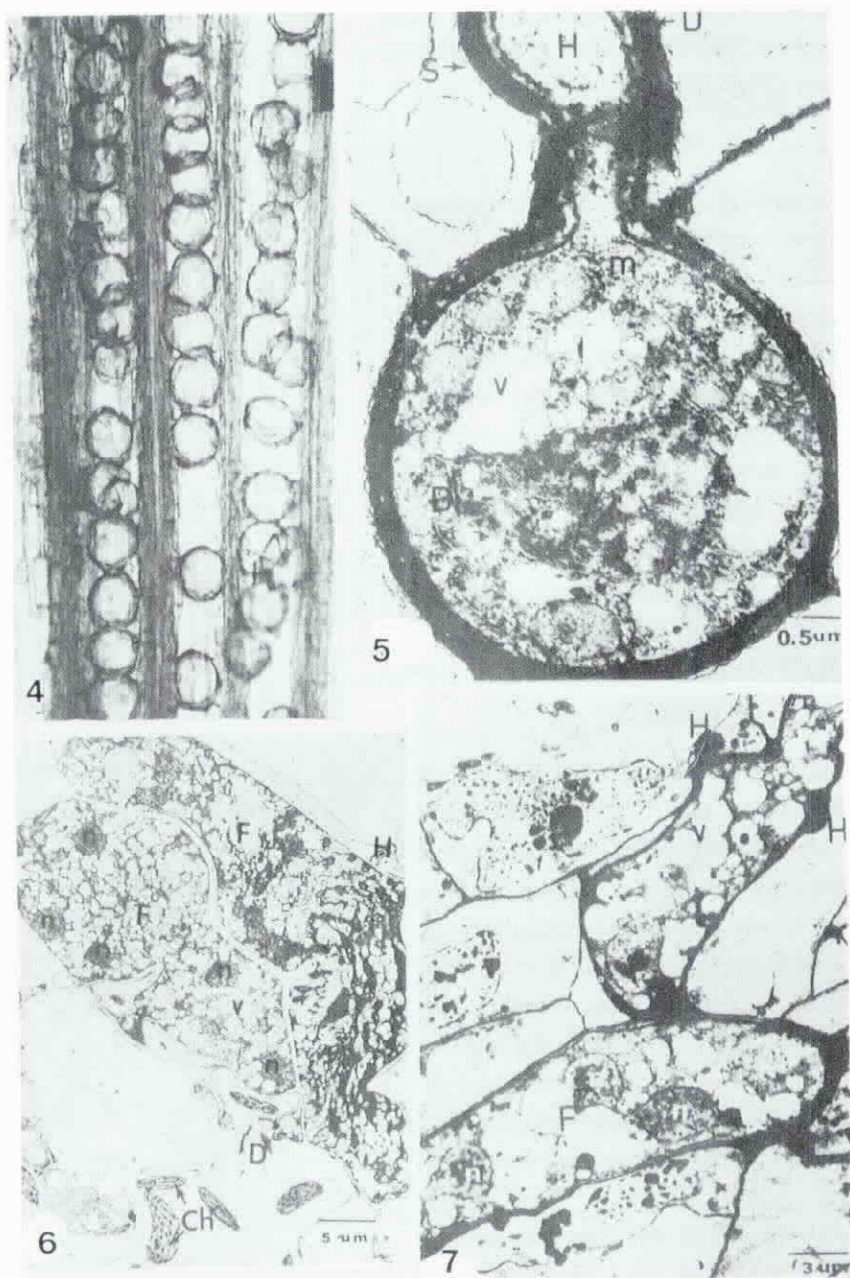
分生孢子柄單枝或數枝抽自氣孔，分生孢子著生於最後呈手掌狀分枝上，無色、單室，頂端稍呈圓椎鈍形，底端圓形或稍圓尖(圖三)。卵孢子埋生於維管束間，圓形，黃色厚壁3.8～5 μm ，分生孢子及卵孢子大小如表一。分生孢子之形狀及大小受氣溫之影響極大，22～30℃所生者平均長寬度為43×18 μm ，18℃者為36×19 μm ，10～14℃者為30×20 μm ，其長寬比依序為2.4，2.0及1.5，即溫度超過22℃時變細長，溫度趨低時趨近圓形⁽²⁴⁾。

分生孢子之產生

甘蔗露菌病病菌分生孢子為夜間產生者，田間試驗證明條件適宜時23:00開始有少數分生孢子逸散，逸散量在一個半鐘頭後之00:30開始大增，於01:30達高峰，04:00又只有少數逸散量，至06:00不再逸散，即孢子逸散時間前後共七小時，但於01:00至03:00之二個小時內逸散量達90%以上⁽²²⁾(圖九)。不同組織及葉位對產胞量影響頗大，不同葉位產胞量以-1位葉片最多，每平方公分病葉可產16,045個，0位葉片可產7,767個，+1至+10葉位依序為3,753、8,389、541、100、7、0、3、1、0及0，即葉片愈幼嫩產胞量愈多，+5位及其下位葉黃條斑雖未受雜菌為害亦幾不產胞。同一葉片產胞量下表皮比上表皮多5～10倍，平均約7.5倍，同一展開葉片上、中、下部位產胞量略同。病葉受他種菌類

表一、甘蔗露菌分生孢子、分生孢子柄及卵孢子大小(μm)

發表人(文獻)	分生孢子		分生孢子柄長度	卵孢子直徑
	長度	寬度		
三宅(1)	25～54	15～23.0	160～170	40～50
Leece(19)	25～53	25～26.5	300～400	41～59



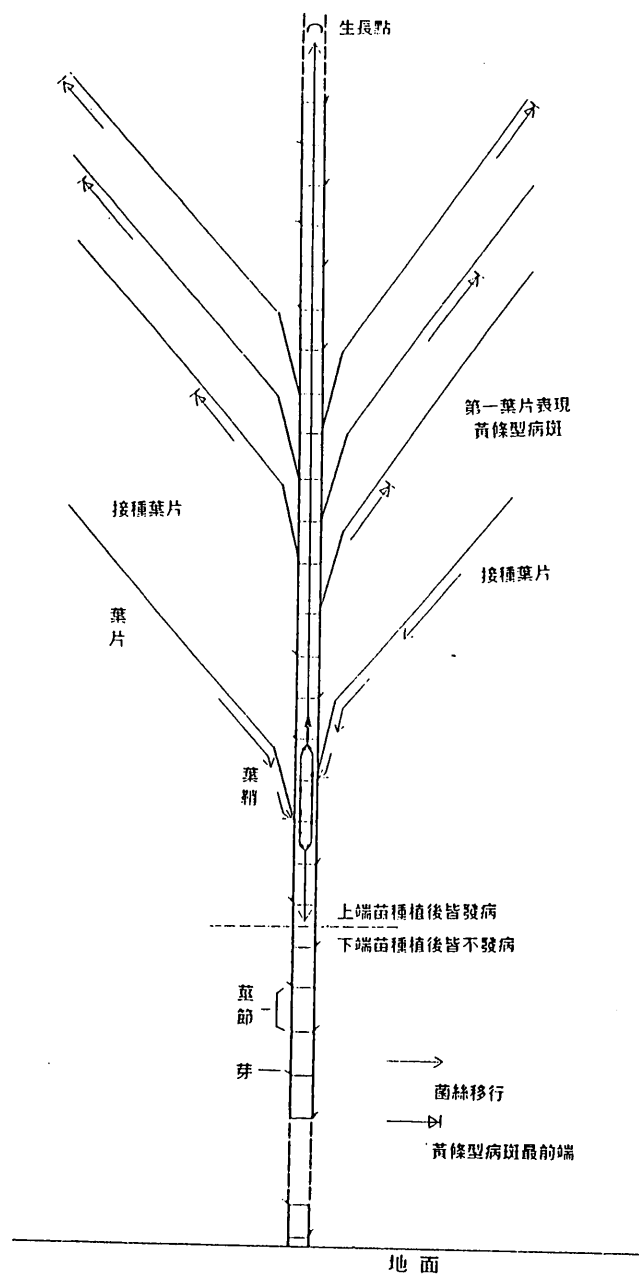
圖四、甘蔗露菌病菌卵孢子。

圖五、心葉部葉鞘內甘蔗露菌病菌菌絲，並著生吸器(haustorium)。

圖六、甘蔗 + 1 位葉產胞組織內甘蔗露菌病菌菌絲呈屈曲型(crooked type)。

圖七、生長點附近幼嫩組織內呈細長型(slender type)狀之甘蔗露菌病菌菌絲。

(圖五至七中簡字所指構造：CH = chloroplast 葉綠體；D = electron-dense layer 密電粒子層；F = hypha 菌絲；H = haustorium 吸器；m = mitochondria 微粒體；n = nucleus 細胞核；v = vacuole 空泡)



圖八、甘蔗露菌病病菌在蔗體內移行分佈模型圖。

(病葉插入心葉接種時因病葉之表面及背面皆能逸散分生孢子而由兩葉片侵入葉片組織，侵入後向下移入葉鞘後侵入莖節內，爾後菌絲向上及向下移行，向下移行二節後因組織老化不再移行，向上移行者不久移行至生長點，移入之菌絲隨組織分化而侵入新組織，終使黃條型病斑呈現漸進式之表現，即經數葉後葉片全長皆呈現病斑，病莖切成單芽種植後未被菌絲侵害組織皆不表現病徵而發育為健株，被菌絲侵入組織者發芽後皆呈現典型黃條斑系統性病徵。一般來講從最初葉片表現黃條型病斑為準，其所著生莖節向下之7~8節始，所有向上莖節種植後皆呈現病徵，向下者發芽後皆為健全。)

侵害而出現紅變時該處不產胞，又環境不適如晚上濕度不夠，或低溫連續較久時病斑上即不產胞。人工試驗證實若前晚未產胞組織安置適宜環境時，經5~6小時即開始逸散孢子，但一般產胞量不多；若前晚已產胞者同樣立即再置適宜環境時需10小時再逸散孢子，即本菌產胞有週期性：置適宜環境後6小時左右產胞，產胞時間約7小時，經10小時後再能逸散孢子，時間上共23小時，即自然條件下一切就緒能產胞後仍多1小時，表示有充分休息之時間。下雨時若水膜蓋住氣孔則無法產胞，此等組織除去水膜置適宜條件下亦需10小時後才逸散分生孢子，表示產胞所需能已用罄，只是分生孢子柄無法突出蓋住氣孔上水膜，因此雨天的晚上產胞依葉片濕潤度而有差異，並不適合產胞(22)。有露水而無風時產胞最多，露菌病之名字頗適合本菌接種原之產生而引起之病害名稱。

分生孢子之發芽

逸散後之分生孢子發芽為頗有趣之現象，利用收集自然逸散之本菌孢子，在3%水瓊脂平板上供發芽試驗時，發芽迅速，發芽率又高。逸散5~10分鐘開始發芽，20分鐘發芽率達4~13%，30分鐘達50%，40~60分鐘後達70~100%。發芽管長度在10、20、30、40、50、60及70分鐘時依序為9、16、32、61、69、110及166 μm 。一般多由頂端部抽出一發芽管，有兩端各抽出一支者(圖十)，孢子發芽率之高低受不同時間逸散者之影響，早期即6.5小時，盛期即7.5小時及晚期即9.5小時收集者經20、40、60及80分鐘之發芽率，早期者為0、0、18.8及54.3%、盛期者則為16.1、98.6、99.2及100%，晚期者為15.2、51.3、83.8、99.2%，即盛期逸散者發芽快且發芽率最高，晚期者次之，早期者最差(23)。

至於不同抗性品種葉片上之發芽率，以易感品種PT43-52及強抗品種F108上40及60分鐘後之發芽率分別為85和100%及77和98%，對照之水瓊脂上面為67和100%，但至80分鐘時三者皆為100%，即抗病品種葉片上似較慢，但發芽率仍極高。至於逸散後之孢子移到不同溫度下其發芽率在40分鐘後，於8、12、24及32℃下依序為26、53、65及33%，但80分鐘後皆達100%。以上結果表示，逸散之分生孢子，發芽能極高，不太受短時間內環境變異的影響而降低發芽率(23)。

傳 播

本病傳播主要途徑有二(1,17,26)：一為病莖攜帶，一為分生孢子感染健株；以卵孢子傳染途徑應很有限，田間可能不發生。

本病遠距離傳播依賴病苗可涉洋、跨國及越地區傳染，因此健苗之確立，供遠距離輸送，為抑制本病遠距離傳播最有效之方法。其實病苗本身並無法傳病給旁邊健株，一定要發芽後原潛伏病苗芽中之菌絲移到葉片形成黃色條斑，病斑上產生分生孢子，再逸散傳染侵害健株或其它寄主。病苗內菌絲本身無法傳給旁邊之健株或寄主，甚至取一塊病苗組織塞進健苗芽旁，亦無法使其發病。

分生孢子傳播，賴晚上逸散分生孢子落到心葉部幼嫩葉片組織發芽後，侵入組織內向下移行，經葉鞘再移行莖節後，向上移到生長點附近組織及生長點，後隨組織分化生長，出現典型的漸進式黃條型病斑(20)，本病發生之程度因品種之抗感性而有差異，但一般小甘蔗較大甘蔗易受害，此乃心葉至生長點距離因甘蔗品種及大小而有所差異，尤以植株大小影響最明顯(表二)。

植株高度(從地面至+1葉位之葉節，

表二、不同甘蔗高度時其+1葉位葉節至生長點之距離(公分)

品 種	項 目	日 期(不同月份中旬)					
		四月	五月	六月	七月	八月	九月
F.108	高 度 ¹⁾	8.9	21.4	36.5	88.5	128.8	149.1
	距 離 ²⁾	8.1	19.4	28.3	30.7	30.8	30.1
N:Co.310	高 度	8.4	25.6	51.3	104.5	137.0	172.1
	距 離	7.5	22.0	32.9	31.8	35.6	32.9
F.134	高 度	6.1	19.9	36.6	95.0	128.0	172.0
	距 離	5.4	17.8	26.6	27.8	28.5	29.3
P.T.43-52	高 度	8.9	20.5	38.2	100.0	151.0	176.8
	距 離	7.5	17.7	25.5	25.9	26.6	26.0

1) 高度：地面至+1葉位葉節處(葉片與葉鞘交接處)。

2) 距離：生長點至+1葉位葉節處。

即葉片與葉鞘交叉處)在6.1~8.9公分時，從+1葉位葉節處至生長點距離為5.4~8.1公分，植株高度為19.9~25.6公分時葉節處至生長點距離相距17.7~22公分，高度為36.5~51.3公分時相距為25.5~32.9公分，高度為88.5~104.5、128~151及149.1~176公分則依序為25.9~31.8公分、26.6~30.8公分及26.0~32.9公分。心葉至生長點距離隨植株長高而拉長，但至50公分左右後植株再長高其距離即固定不再拉長⁽²⁰⁾。

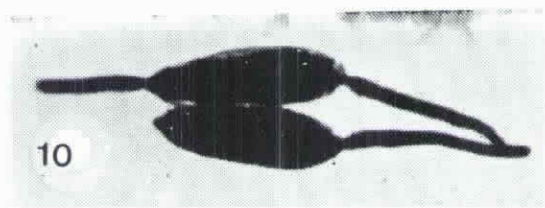
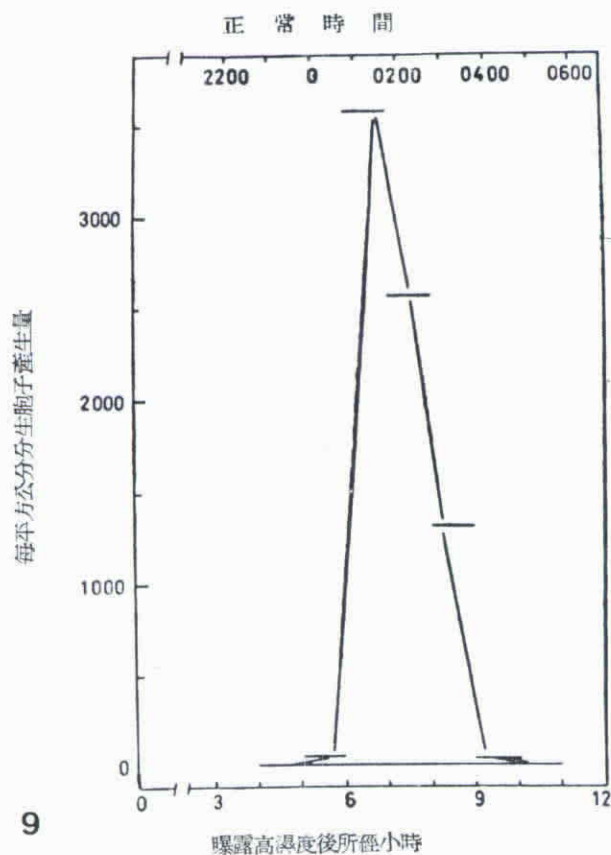
上述數字表示植株愈小，本菌菌絲從心葉入侵到生長點之距離愈短，即侵入移行過程受阻較少，發病機會大增，因此抗病品種在小植株時，曝露多病原感染或接種源增強時亦易發病道理在此。玉米感染發病亦如此。甘蔗播種種籽所得實生苗亦容易感染本病道理亦同。總之植株愈小及愈嫩，愈易受害，這表示甘蔗露菌病抗病測定如於秋植舉行，其結果不理想之原因可能在此(未發表)。

至於卵孢子傳病之機會，把收集之卵

孢子堆積在發芽中之蔗苗時，能使其抽出發芽管感染發病⁽²⁸⁾，但實際甘蔗園此等機遇微乎其微，何況台灣一般狀況下又不易產卵孢子，因此田間依靠卵孢子發病機會可說不發生。在此要提及白髮病一事，本病感染時田間發生很整齊，病株葉片撕裂產生大量卵孢子⁽¹³⁾，宿根時會再發病，是為典型系統性病害。但翻種後第二年不再發病，此種狀況在台灣及泰國曾發生。不再發病乃卵孢子落到土壤後之傳病力極微小，反之為何種植健苗而發病時幾乎全園發生，是否小株浸水時病菌感染，或有其它原因仍待追究，但一般發病機會太少，面積也極有限，恐不易追根究底合理解釋。

寄主範圍

甘蔗露菌病菌除為害甘蔗外，亦能為害玉米及Teosinte (*Euchlaena mexicana* Schrak.)⁽¹⁾。至於甘蔗屬(*Saccharum* spp.)包括 *S. officinarum*，*S. robustum*，*S.*



圖九、甘蔗露菌病病菌分生孢子夜晚逸散分生孢子狀況(下午6時45分覆蓋使葉片保持高濕度)。

圖十、甘蔗露菌病病菌分生孢子抽出發芽管發芽。

sinense, *S. barberi* 和 *S. spontaneum* 在台灣整體來講, 前兩者較感病, 後兩者抗病, *S. spontaneum* 未曾發病⁽¹⁴⁾, 但在斐濟島一些 *S. spontaneum* 曾發病⁽²⁶⁾。據報告一些高粱亦會發病, 但一般發生輕微, 有時亦不產胞。強森草 (*Sorghum*

halopense (L.) Pers), 蘇丹草 (*S. bicolor* × *drummondii* (Steudel) Millsp & Chasse (= *S. sudanense*)) 亦發病但不產胞⁽¹⁹⁾。Gama 草 (*Tripsacum dactyloides* L.), broom corn (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) 也曾發病⁽¹²⁾。

總之，寄主範圍雖然可達7種之多，但除甘蔗、玉米及 *Teosinte* (一般不做經濟栽培) 外，其它寄主皆在上述寄主病株下才發病，本身發病當傳播源之可能性不大，在自然界稍加注意即不會釀成災害。研究所得及自然界之病菌寄主範圍含義似有所不同，自然界下能自行傳播而擴大發病者，與本身在自然界下幾無傳病能力，而需依靠其它寄主才能發病者，在流行病學上似應加以區別。

防 治

抗病苗圃及品種淘汰

甘蔗露菌病之防治，最重要為抗病品種之育成及栽培，因本菌為絕對寄生菌，需設立測定病圃使其自然感染淘汰感病品系，此等方法除台灣外，澳洲、斐濟亦行之。一般建立病行，每兩行病行間設六行，每行 1.2×5 公尺⁽²¹⁾。在台灣於1955年實行，初在新竹，後移埔里、南投後，定位於名間。一般於二月間種植各種供試品系，病行則於3~4週前，半數病苗與半數感病品種健苗混植，因此蔗苗數一般稍多，同時另設下列五種對照品種：PT43-52、H44-3098、F134、NCo310及F108依序為易感、感病、中等、抗病及強抗品種，試驗品系或品種則每三行一小區，重複四小區，共120株左右；四月中旬每六行間種一行感病玉米品種台南五號，使病原快速增加，並自六月開始每個月調查病株數一次，至當年十二月止，以累計病株計數發病率，發病率高低為品系淘汰之標準。最初兩年1955及1956發病率定為10%，後改為5%⁽¹⁴⁾並維持15年⁽²¹⁾，從1972改為彈性設定淘汰標準之發病率⁽⁸⁾，此乃本菌為絕對寄生菌，發病率受環境影響極大，所設立對照品種之發病率因年度不同而有極大差異(表三)。

即1972年中等品種F134之發病率為14.5%，而抗病性品種NCo310為18.9%，參加試驗品系392個，若依5%之發病率，被淘汰品系高達327個即83.4%，若為NCo310之18.9%發病率則淘汰品系224個，淘汰率為40.4%。因此1972年後之淘汰標準之發病率選取彈性之原則，參考F134及NCo310之發病率，通常以F134者為準，若NCo310發病率超過F134時，則以NCo310為準，如此較能代表實際狀況，不僅可達成防治露菌病之最終目的，亦使更多田間具抵抗性品種能參加生產行列，此點植病人員應考慮育種人員之辛苦，不必站在本位主義而應回歸自然，設立可靠之制度。本淘汰方法目前仍採用，對台灣甘蔗菌露病之防治及栽培品種與親本之育成有其不可抹滅的貢獻⁽³⁾。

田間病株去除

田間病株拔除雖費工，但不失為消滅病原途徑之一，日據時期開始發生本病後即厲行之。挖除病株燒毀或埋入地下三尺深處，對於病株四周認為可疑之無病徵植株，亦作同樣處理，其拔除株數之規定因時地而異，幼小及生育中等之甘蔗為50~60株，大者30株，成長蔗者10株。又規定於12月至2月間，每月巡視拔除一次，其它月份每月二次，必要時可會同警察執行之(當時公權力有絕對權威)。至於實生苗發病者，拔除病株外，必要時病株周圍20公尺範圍內，噴波爾多液。光復後挖除病株雖未徹底執行，但仍強制執行使現場人員面臨極大的困擾，因拔除病株多時需用牛車搬運，銷毀工作極費時費工，當時人工雖易僱到，究意是一煩雜的工作。自從病菌在植體分佈及病菌分生孢子產生之研究有成果，作者推出下面簡易的去除方法⁽⁷⁾(圖十一)。1.若整株皆呈系統性病徵者則全株拔除。2.若一株內只有一些分孽系呈現病徵時由地面割除該罹

表三、十八年來露菌病抗性測定五個對照品種發病率及品系淘汰率

年 份	對 照 品 種 ¹⁾ 之 發 病 率(%)					供 試 品 系 數 ²⁾	淘 汰 率 ³⁾ (%)
	PT43-52	H44-3089	F134	NCo310	F108		
1955	34.2	9.4	8.5	2.0	0.0	65	69.2
1956	32.9	29.1	4.6	0.9	0.0	60	45.2
1957	17.9	4.9	2.5	0.6	0.0	248	20.6
1958	32.2	14.4	1.8	1.5	0.0	331	37.8
1959	46.4	16.5	9.2	2.7	0.4	350	34.9
1960	51.5	16.5	4.8	0.0	0.0	232	23.7
1961	39.3	17.1	4.3	0.8	0.0	253	26.5
1962	14.8	5.9	0.9	0.9	0.4	222	38.3
1963	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	211	0.5
1964	4.7	0.2	0.2	0.0	0.0	543	0.2
1965	45.8	9.6	2.7	1.1	0.7	153	14.2
1966	44.2	7.8	0.9	2.2	0.0	234	28.2
1967	42.2	5.9	0.9	0.0	0.9	256	39.3
1968	42.3	7.9	6.5	2.0	0.5	376	21.3
1969	58.3	16.4	7.5	5.8	1.0	378	54.8
1970	68.9	32.2	8.8	7.1	1.2	316	75.9
1971	78.1	27.5	11.9	7.7	1.0	394	83.7
1972	88.6	65.8	14.5	18.9	2.2	392	83.4

1) PT43-52，H44-3089，F134，NCo310和F108依序代表易感性、感染性、中等、抵抗性和強抗性品種。

2) 供試品系數未包括遺傳實驗用材料。

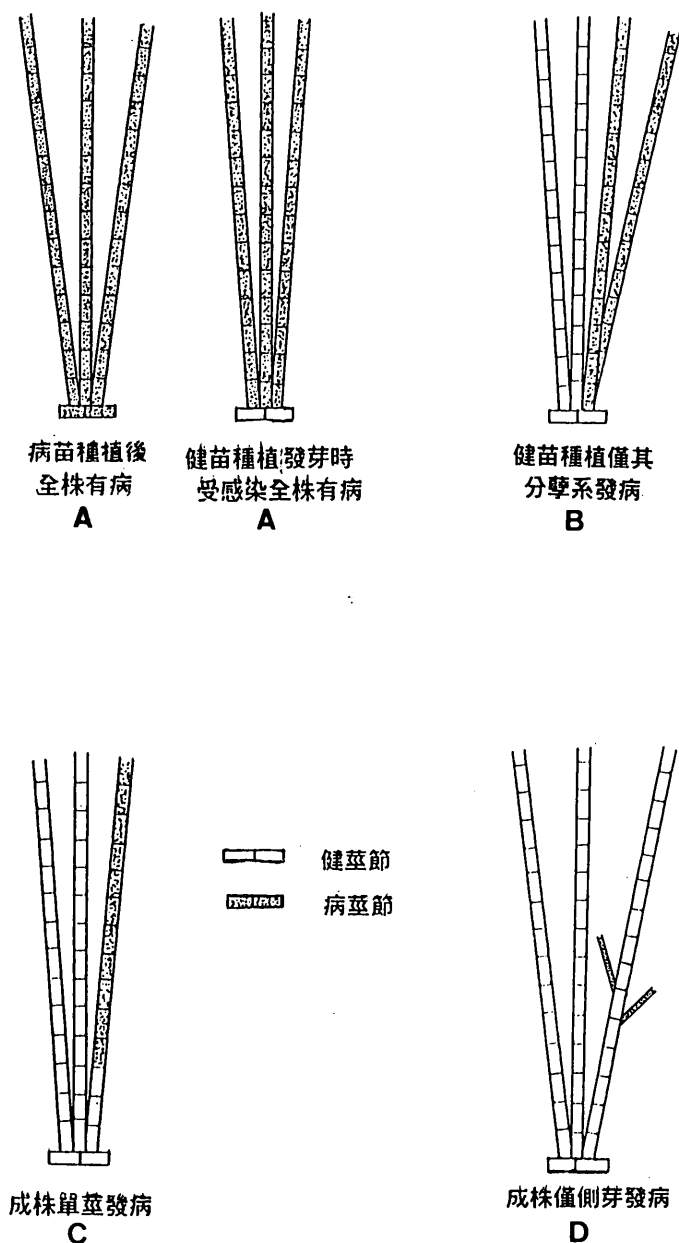
3) 淘汰率當發病率超過5%之品系所佔之百分率(1995、1996兩年期原定為10%，爲了資料整理方便，一律採用5%)。

病分孽系即可。3. 若一株內只有單莖或數莖呈病徵時由地面踩斷該莖去除之。4. 若只有側芽有病徵，而心葉正常者只把該側芽摘除即可。至於去除之病組織，葉部分削成片段棄置田間，成莖者把芽削去，莖剖半棄置田間即可。如此病莖不再發芽無法產胞供感染源，病葉切成片段後產胞機

會大減，或經日後根本無法產胞，而達到拔除病株消滅病原之目的。如此去除病株只要帶一把鐮刀或刀即可完成。免去挖除搬運、埋沒或燒毀之工作。

實生苗預防露菌病

甘蔗新品種育成過程，需播種培養小苗。在台灣先於木箱內裝消毒過培養土，



圖十一、甘蔗露菌病病菌系統性及局部系統性分佈圖。

(A. 病苗或健苗一發芽即受感染時長大者所有植株皆有病菌之分佈為典型之系統性者。B. 植株稍長大同一分蘖系植株受害呈現病徵，其它則仍健全。C. 成株常有單莖表現病徵，其它莖則為正常。D. 偶有1~2側芽抽出呈現典型病徵，其它則皆為健全。露菌病株之拔除可依菌體分佈狀況而不同，即A狀況者一般小甘蔗即呈現病徵，可用手拔除；B者可用腳踩斷或鐮刀割除有病分蘖系即可；C者踩斷發病莖即可；D者去除發病側芽即可。至於去除病莖及病葉部分可用鐮刀切段棄置田間，而蔗莖有芽時用刀削去，莖剖半即可棄置田間以取代整株挖除之煩及燒毀或埋沒整個病株之苦。)

放置在溫室讓交配所得種子發芽，小苗長至 5～10 公分左右時移假植床假植，一般經 40～60 天植株長至 20 公分左右並已有或仍無分蘖時，3～5 月間定植田間。溫室與外間隔離因此未有發病株，假植後曝露大氣中，夜間附近病株逸散之分生孢子落在幼嫩實生苗上，使其發病，雖經拔除，但移田間定植後部份潛伏感染者發病，亦有定植後才受感染而發病，引起極大的困擾。又此等幼苗發病，雖可淘汰該感染品種，但一些將來可成為抗病植株者，也大有機會發病而被淘汰，甚至部份植株屬易感染者因病原不均而有逃避者⁽¹⁵⁾。因此，乃利用本菌分生孢子於自然界僅能在晚上產胞及逸散之現象，於台糖屏東萬

丹育苗場配合工作方便，下午四時半至清晨八時，假植苗床覆蓋透明塑膠布，防止分生孢子與實生苗接觸⁽⁴⁾，結果假植苗床實生苗不再發病，經過四年配合實行育種場蔗田病株之拔除，終於消滅該場露菌病(表四)。

防止病苗之移動

任何供應蔗苗苗圃不得有露菌病之發生，即發生露菌病之苗圃或蔗園不得供應蔗苗。

病苗內病菌之去除

52℃溫湯處理 30 分鐘或二小時，可殺死蔗苗內之菌絲⁽²⁾，頂端生長點經 52

表四、塑膠布覆蓋與否對甘蔗實生苗露菌病發生情形

年 份	假植苗床				定 植		
	處 理	總 苗 數	發 病 株 數	發 病 率 (%)	總 株 數	發 病 株 數	發 病 率 (%)
1962	未	128,446	27	0.02	104,283	248	0.24
1963	覆	107,418	158	0.15	91,772	339	0.37
1964	蓋	244,417	196	0.08	207,940	101	0.05
1965	塑	169,703	389	0.23	110,704	1,442	1.30
1966	膠	561,584	20,989	3.74	331,203	10,023	3.03
1967	布	420,710	1,481	0.35	284,116	2,421	0.85
1968		398,746	9,308	2.33	324,201	12,676	3.91
總計		2,031,204	32,548	1.60	1,454,219	27,250	1.87
1969	覆 ¹⁾	692,414	0	0	599,162	75	0.01
1970	蓋	245,675	0	0	209,136	34	0.02
1971	塑	392,328	0	0	342,251	23	0.01
1972	膠	260,456	0	0	214,332	0	0.00
1972(夏)	布	30,029	0	0	24,575	0	0.00
總計		1,360,446	0	0	1,389,456	132	0.01

1) 假植期間下午四時半覆蓋，翌日上午八時除去。

℃溫湯處理10及20分鐘亦可得健康苗⁽²⁵⁾。

藥劑防治

新系統性藥劑，acylalanine可有效防治實生苗露菌病，也可浸苗5分鐘(1.25g ai metalaxyl/litre)而達防病目的⁽¹⁸⁾。但台灣常用塑膠布覆蓋實生苗，防除病菌侵染外，又可促進幼苗加速生育，且供苗採自無病蔗園，故不必使用藥劑。又田間試驗證實，生育中罹病株噴藥時可抑制病徵之呈現，但一個月後病徵會再度出現於新長出之葉片(未發表)。

玉米之甘蔗露菌病

玉米露菌病有多種，台灣只有甘蔗露菌為害玉米而稱玉米甘蔗露菌病，現時因抗病品種之育成及種子與acylalanine藥劑混拌而獲得控制。

玉米感病品種較甘蔗易受害，人工接種引起之局部性斑點有時也形成黃條斑而產胞，但絕大多數仍以呈現漸進式黃條型病斑發病。其產胞狀況與甘蔗相似，自罹病株採種子照常法乾燥，播種之植株不發病，病株亦不產生卵孢子，因此確定其發病病株所需第一次感染源來自甘蔗病株。換言之，若無發病甘蔗，玉米絕不會發生玉米甘蔗露菌病。但玉米發病迅速，短期內能產生大量分生孢子，已往若間作蔗園時，甘蔗發病大增，有時抵抗性品種如NC310秋植與玉米間作，本病猖獗原因在此，玉米與甘蔗互相感染力相等，亦經試驗加以確認⁽⁵⁾。

玉米為短期作物，種植4個月即採收，一般種植二週至抽穗期皆可呈現病徵，植株一個月內被侵入者會發生系統性黃條型斑，一個月後才被侵染時則不致發病⁽⁵⁾。因之滅達樂與種子混拌有效期間約一個月，剛好可保護玉米植株不致發生系統性黃條斑而發揮其保護之最高效果。

結 論

抗病測定

甘蔗露菌病為絕對寄生菌，書上記載引起系統性病害⁽¹⁾，系統性病害之定義下，只要病株留宿根再長出者必定呈現病徵，但事實不盡然。作者1958年始負責抗病測定工作時，希望病行能增加病原，曾採取每行(行長5公尺)頭尾兩端種植病株蔗頭，但長成後多數皆未發病。其原因經過病莖種植研究⁽⁶⁾及人工接種⁽²⁰⁾得知，甘蔗露菌病株之系統性並非絕對而為相對，小甘蔗罹病長大後確為典型之系統性；但甘蔗稍長大後再發病時，從某一莖節向上採種種植後皆發病，但下面莖節皆不發病；換言之，從某處向上才呈系統性，此等現象或可以“局部”或“部分”系統性(partial systemic)區分。因此在抗病測定苗圃病行所需病苗，可以春植甘蔗發病者不要採罹病莖全莖，而採取該莖一半處，利用上半段做病苗，下半段可用為健苗，或採取未發病易感性之全莖苗做健苗，病、健苗各半混合種植，可穩定試驗期間病原之確立，免除種植及挖取宿根病株所需，而仍達不到建立病原之目的。玉米從事抗病測定亦用發病蔗行建立病原，其實玉米本身種植發芽2~3葉時，將甘蔗病葉於黃昏插入心葉處後用塑膠布覆蓋，翌晨除去亦可建立病株，另一方法為玉米播種於二吋盆發芽後置病葉下任其自然感染2~3天後，再移植於預定病行處，約一個半月才種植供試玉米，亦為一建立病行之良好辦法。

簡化病株去除

有關病株拔除也因研究進展而簡化，從病株及其四周挖除，改為病株本身之去除，再簡化為單病莖之踩斷(圖十一)。需要整株拔除甘蔗病株皆為小株即時表現病徵，能用手力拔除。又由自然狀況僅能

在夜間產胞之徹底了解⁽²²⁾，及病莖內所帶菌絲需待其芽長出葉片並產胞才能傳染之事實⁽⁶⁾，省去拔除或踩斷植株之搬運，即拔除之病株乃就地把莖上芽削毀剖半棄置田間，蔗尾削成片段棄置田間，如此不僅省除病株搬運、燒毀或埋沒等處理，且帶一把刀即可對付所有病株。實生苗晚間蓋塑膠布可防治本病⁽⁴⁾，乃因本菌為夜間產胞，下雨時也不產胞，加以卵孢子產生機會在台灣微乎其微，因此實生苗假植床於晚間覆蓋塑膠布，隔絕病菌與植株接觸，即可有效防治，假植苗床用土也不必刻意消毒殺滅卵孢子。

地力與本病發生之關係

甘蔗感染露菌病之難易在同一品種重複小區地力條件不同而異。根據多年觀察，生長旺，即地力較好處較易罹病(未發表資料)。試驗時多重複，因此重複間發病受地力影響難免有差異，因此努力改善使地力較好且均勻，為可靠試驗資料之源，不得不慎重。

黃條型病斑呈漸進式表現之原因

本病病害典型病徵乃系統性黃條型病斑之呈現為一絕對之事實。其因乃本菌屬幼嫩組織侵害者(juvenile tissue invader)。本菌由心葉侵入組織後依靠團隊侵入(mass infection)，以菌絲狀態向上及向下移動，向上移動者因該處組織較老化或移動到葉片尖端而進展受阻，向下移動者經葉片通過葉節侵入葉鞘組織，再經過莖節接觸處侵入莖節內，爾後向下及向上進行。向下進行兩節時該處組織已較老化，菌絲無法再移行。向上移行者不久侵入生長點附近及生長點組織，其後隨生長點之分化進入組織內並向上移行，捉住未老化組織，並順利移行到某一點時，遇組織老化到某一程度時，即無法再侵入，甘蔗同一葉生長過程，葉片頂端先老化，且下位

葉較上位葉先成熟，因此葉片上呈漸進式之黃條型斑，至於葉鞘上之病斑一般肉眼雖無法辨識，其實有本菌菌絲之存在⁽²⁷⁾(圖五)，只能在特殊情形下才能用肉眼見其存在。

因此，若本病菌經由蔗苗之芽侵入後，菌體只限於該芽長出之蔗體內而不經由蔗苗組織移行到相鄰芽體。此等事實經雙芽苗中接單芽發病後，割開種植，或成莖剖葉鞘接芽時，皆可證實本菌菌絲在組織內移動只限於幼嫩組織，較老化組織則無法移動。甘蔗心葉在生育時葉片頂端較老化，向下組織愈幼嫩。至長到+1葉位時，葉組織包括葉片與葉鞘生理成熟度較趨一致。

分生孢子之發芽

從事病害研究者，常會發現一個病菌孢子之發芽率隨不同研究人員試驗而會有極大之差異，但若我們想像田間病害在環境適合下，發生迅速而猖獗，則擔任傳播之孢子發芽能應很高才對，有關本菌分生孢子之發芽，也因人而有極大的差異。

三宅氏⁽¹⁾報導病葉所產分生孢子以人工採下者不發芽，但自然狀態下落在水面者發芽率極高，萱島氏⁽⁹⁾亦報導人工採下者發芽率不固定，自然落下者發芽率於30分鐘內高達100%。Yang氏等⁽³⁰⁾將收集於乾玻片上之本菌分生孢子滴水置於25℃經3小時，得80~90%之發芽率。並指出分生孢子可於13~31℃之範圍內發芽，惟發率率差異極大。由上述前人之研究得知，人為採集者不發芽或發芽率極低或不穩定，但任其自然逸散者發芽率極高。由作者及Tan氏之研究得知⁽²³⁾自然逸散在其前期、高峰期及晚期逸散者發芽率就有差異，鑑於本菌於適宜環境下菌絲自氣孔開口抽出分生孢子柄，分化產生分生孢子，然後逸散之時間僅需數小時，時間極短，若採到未成熟分生孢子可能不發

芽，也許相差1~2小時再採者之發芽率可能極高，甚至分生孢子之初期產生者及後期者之發芽率與高峰期產生者其發芽潛能有很大差異，在從事此等工作，無論採自田間或人工引誘形成時應等別注意，以真正了解其生態，才能解釋自然現象。在自然界其它病菌因產胞之時間長短及環境不一而會有發芽率不一之現象，發芽潛能之了解應採自最適宜條件下形成者立即行之。

本病之防治

本病之防治因關係到玉米而曾有禁止間作秋植玉米⁽¹⁰⁾，及為消滅病原有挖除病株並加以銷毀之措施等，但最成功之防治，乃因抗病品種之育成。投資設立露菌病抗病測定苗圃，玉米亦利用甘蔗病株所生之病原供抗病測定用，加以滅達樂為有效系統性藥劑可拌種⁽¹¹⁾，本病在台灣已不具威脅，而使人們淡忘過去所付之龐大防治代價，目前只要繼續執行抗病品種(甘蔗、玉米)之栽培，感病玉米品種拌滅達樂及利用研究所得執行甘蔗假植苗夜間覆塑膠布，有必要時配合簡易之病株去除法，則作者深信本病不應再猖獗為害。

本病是否有生理小種之問題，雖無人能肯定，但從事研究本病病菌十多年之經驗，使作者相信本病菌到目前為止應無生理小種之存在，又鑑於近年來本病發生皆極為輕微，要演變出現生理小種之可能性應不大。有關本菌是否為雌雄同絲或雌雄異絲，作者有幸於1972年3月間到日本時，曾在九州一鄉村拜訪本病病菌之發表者三宅勉先生，雖然見面時間短促，但三宅先生曾提到此問題，可見三宅先生對此病菌之關心，翌年5月不幸得到先生去世信息，在此特別加以記載並刊登合照相片(圖十二)，感謝銘記甘蔗露菌病之發現者。



圖十二、1972年3月間作者與三宅勉(Miyake, T.)先生(掛助聽器)合照於日本九州一鄉間。

引用文獻

1. 三宅勉 1912 甘蔗露菌病調查報告。台灣糖業特報第一號61頁。
2. 朱學曾 1948 蔗苗溫浸處理對於防治露菌病之效果試驗。台灣糖業試驗所研究彙報 3: 227-231。
3. 李敬修 1992 台灣甘蔗品種對露菌病之抗感性測定。植保會刊 34: 162-170。
4. 李松、郭清陽、呂理燊 1973 塑膠布覆蓋苗床防治甘蔗實生苗露菌病。植保會刊 15: 126-129。
5. 呂理燊、朱德琳 1959 甘蔗及玉蜀黍間露菌病(*Sclerospora sacchari*)相互傳染之研究。台灣糖業試驗所研究彙報 20: 1-7。
6. 呂理燊 1962 甘蔗露菌病病徵及病莖種植之研究。台灣糖業試驗所研究彙報 26: 17-28。
7. 呂理燊 1968 甘蔗露菌病病株拔除方法之商榷。台糖通訊 43(13): 19-21。

8. 呂理桑 1974 新品系甘蔗露菌病淘汰商榷。台糖通訊 54(15): 8-11。
9. 萱嶋秀樹 1944 甘蔗露菌病 (*Sclerospora sacchari* Miyake) 之新接種法。台灣糖業試驗所研究彙報 1: 12-15。
10. 臺灣省政府農林廳 1958 台灣省甘蔗露菌病緊急防治工作報告。
11. 臺灣省政府農林廳 1994 植物保護手冊 106 頁。
12. Chang, S. C. 1966. New hosts for corn downy mildew *Sclerospora sacchari*-Gama grass and broom corn. Rep. Corn Res. Cent. (Tainan), 4: 38.
13. Chu, H. T. 1964. Leaf-splitting disease. In: C. G. Hughes, E. V. Abbott and C. A. Wismer (Editors), Sugar-Cane Diseases of the World. Vol. II. Elsevier, Amsterdam, pp. 37-39.
14. Chu, T. L., Leu, L. S., and Bau, Y. S. 1959. Progress report on the study of the mode of resistance of genus *Saccharum* and its relatives to downy mildew. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 10: 1098-1107.
15. Chu, T. L., and Leu, L. S. 1963. Testing the first-year seedlings of sugar cane against downy mildew (*Sclerospora sacchari*). Rep. Taiwan Sugar Exp. Sta. 30: 1-10.
16. Egan, B. T. 1984. Downy mildew disease and Australian cane varieties. BSES Bull. 5: 17-18.
17. Hughes, C. G., and Robinson, P. E. 1961. Downy mildew disease. In: J. P. Martin, E. V. Abbott and C. G. Hughes (Editors), Sugar-Cane Diseases of the World. Vol. I. Elsevier, Amsterdam, pp. 141-164.
18. James, G. L. 1983. The effects of pre-plant seedcane treatment with the fungicide acylalanine. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 18: 855-866.
19. Leece, C. W. 1941. Downy mildew disease of sugar cane and other grasses. Bur. Sugar Exp. Stn., Tech. Commun. 1941. No. 5.
20. Leu, L. S., and Lo, H. C. 1963. Studies on the artificial inoculation with sugarcane downy mildew. Rep. Taiwan Sugar Exp. Sta. 30: 11-29.
21. Leu, L. S. 1968. Methods for testing the resistance of sugarcane to disease. (4) Downy mildew disease. Sugarcane Pathol. Newsl. 1: 38-41.
22. Leu, L. S., and Tan, S. W. 1970. Studies on the sporulation of *Sclerospora sacchari* Miyake. Sugarcane Pathol. Newsl. 4: 40-47.
23. Leu, L. S., and Tan, S. W. 1970. Germination of conidia of *Sclerospora sacchari* Miyake. Sugarcane Pathol. Newsl. 5: 16-21.
24. Leu, L. S. 1973. Effects of temperature on conidial size and sporulation of *Sclerospora sacchari*. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 15: 106-115.
25. Leu, L. S. 1978. Apical meristem culture and redifferentiation of callus masses to free some sugarcane systemic diseases. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 20: 77-82.
26. Leu, L. S., and Egan, B. T. 1989. Downy mildew. In: Diseases of Sugarcane, major diseases. Ed. Ricaud, C., et al. Elsevier, Amsterdam pp. 107-121.
27. Leu, L. S., and Chang, C. W. 1983. Morphology of hyphae in the leaf tissues infected with *Peronosclerospora sacchari*. Plant Prot. Bull.

- (Taiwan) 25: 139-148.
28. Matsumoto, T., Chen, P. C., and Yang, S. M. 1961. Downy mildew of sugar cane in Taiwan. III. Leaf splitting and infection by oospores. Rep. Taiwan Sugar Exp. Stn, 25: 95-110.
29. Shaw, C. G. 1978. *Peronosclerospora* spp. and other downy mildews of the Gramineae. *Mycologia* 70: 594-604.
30. Yang, S. M., Cheng, W. Y., and Matsumoto, T. 1962. Downy mildew of sugar cane in Taiwan (IV) Effect of temperature and humidity on the production, germination and longevity of conidia. Rep. Taiwan Sugar Exp. Sta. 27: 67-78.

ABSTRACT

Leu, L. S. 1996. Downy mildew of sugarcane in Taiwan. Plant Prot. Bull. 38: 275-293. (Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taiwan, R. O. C.)

Downy mildew induced by *Peronosclerospora sacchari* (T. Miyake) Shirai and Hara in sugarcane was discovered in Taiwan in 1907. With its other host, corn, the disease damaged the sugar industry in Taiwan. Since 1955, downy mildew screening for new varieties and recommendations to cultivate resistant varieties, the disease had been suppressed to a negligible degree although total eradication has not been attained. Meanwhile, some good control has been achieved with corn by recommending resistant corn varieties and also by seed-dressing with acylalanine. Sporulation of this fungus is nocturnal, conidia discharge for seven hours with its maximum during 01:00-03:00, conidia germinate by germ tube and all are germinated 40min after discharge. Germ tubes pass via stomatal opening then moving downward, via a joint of the leaf blade and the leaf sheath, then via a joint of the leaf sheath and stem tissue. From there the hyphae of the fungus move downward and upward. Downward movement terminated at up to two single eye cuttings but upward movement to younger tissues finally catches up to the growing point, then from there moving to new growth tissues. This hyphal movement to young tissue expresses in four to six consecutive leaves showing the extension of systemic yellow symptoms step by step and finally reaching the full leaf blade length. Therefore, plant size affects systemic infection i. e., if infection takes place soon after germination, stalks including the mother stalk show systemic symptoms, while the plant grows to some extent only that serial tillers from the infected stalks show systemic symptoms and for well established plants usually only one stalk in the same stool shows systemic symptoms. If the single eye cuttings with their corresponding leaf foremost expresses systemic yellow stripe symptoms as a base, the downward seven or eight cuttings and from there all upward ones showed systemic symptoms after they germinated, while all cuttings below that germinated to healthy plants. This means that in the young cane the disease is systemic as the name implies but in the bigger cane the hyphae distribution is a partial systemic. Some matters on the screening of resistant varieties, field eradication of diseased plants and plastic covering nightly to protect seedlings raised from the true seeds all help to alleviate the occurrence of downy mildew in Taiwan.

(Key words: *Peronosclerospora sacchari*, sugarcane downy mildew)