臺灣棉作線蟲種類調查及腎形線蟲，根瘤線蟲和殘根線蟲對棉作為害情形之初步觀察[1]

杜金池　　程永雄　　郭芬蓮[2]

摘要： 本項試驗以本省南部九個主要植棉區爲線蟲調查對象，並就三種主要植物寄生性線蟲進行玻璃室病原性接種試驗，旨在明瞭本省棉作主要寄生性線蟲之種類及其分佈情形，以及與棉黃化矮小、提早落葉等現象之關係。試驗結果得知本省棉田土中之植物寄生性線蟲計有 *Rotylenchulus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Aphelenchoides* sp., *Pratylenchus* sp., *Trichodorus* sp., *Hoplolaimus* sp., *Criconemoides* sp., *Tylenchus* sp., *Xiphinema* sp., *Longidorus* sp., 及 *Hirschmanniella* sp. 等 13 屬，其中 6 屬已鑑定種名者爲腎形線蟲 (*R. renifomis*)，根瘤線蟲 (*M. incognita*)，螺旋線蟲 (*H. exallus*)，殘根線蟲 (*T. christiei*)，刺線蟲 (*T. cylindricus*) 及根腐線蟲 (*P. minyus*) 等。

棉寄生性線蟲之種類及密度因棉栽培地區及生育時期而有差別。在老棉區如義竹、朴子等鄉鎮棉田寄生性線蟲種類較多，共有 10～11 屬，但在其他地區則僅有 5～6 屬，少者2～3 屬（圖 2），然而都以 *R. reniformis* 發生蟲數最多，次爲根瘤線蟲 (*M. incognita*) 或爲螺旋線蟲 (*H. exallus*)。棉生育初期主要寄生性線蟲以 *R. reniformis* 蟲數最多，*H. exallus* 次之，再次爲 *M. incognita*。生育後期亦是以 *H. reniformis* 居首位，次爲 *M. incognita*，再次爲 *T. cylindricus*，並有 *Longidorus* sp. 之出現。

以腎形線蟲 (*R. reniformis*)，根瘤線蟲 (*M. incognita*) 及殘根線蟲 (*T. christiei*) 進行玻璃室接種試驗結果，顯示此等寄生性線蟲均具有高度病原性，可使棉株生育受阻，產生矮小、根群生育不良、葉片黃化等病徵。接種後 30 日以 *T. christiei* 病象最明顯，但接種 60 日後則 *R. reniformis* 病徵最嚴重。田間調查矮小黃化、提早落葉等現象之棉株根圈土壤結果，發現含有高密度之腎形線蟲 (*R. reniformis*)，根瘤線蟲 (*M. incognita*)，螺旋線蟲 (*H. exallus*)，刺線蟲 (*T. cylindrichus*)，殘根線蟲 (*T. chrstiei*)，根腐線蟲 (*P. minyus*) 及 *Tylenchus* sp. 等。

棉 (*Gossypiun hirsutum* L.) 係本省主要纖維作物之一。但自民國 55 年以來在本省嘉南平原主要棉栽培區義竹、朴子等鄉鎮棉生育期間普遍發現有矮小黃化現象，致結鈴開絮期縮短，棉株提早落葉，接着衰竭枯萎終致死亡，對棉正常生育及籽棉產量與棉絮品質有重大之影響。本分所有鑑於棉栽培過程中此種不知名之黃化矮小早衰現象之嚴重性，乃着手多方面之探討，經鑑定結果並非栽培管理之不當，又非眞菌類、細菌類或毒素之侵染所致，必然尚有其他致病之因。

關於危害棉花線蟲種類之文獻國外早有研究[2,4,5,6,7,8,14]，惟本省尚無此項調查資料。棉作線蟲屬於內寄生 (Endoparasites) 者有 *Meloidogyne* spp.[7,8]，*Pratylenchus* sp.[13]，*Rotylenchulus*

1.臺灣省農業試驗所試驗報告農試字第 542 號，臺南棉麻試驗分所研報告新第 78 號。本研究之完成承農復會研究計劃 71—A12—A—2088b 號及 71 (NSC)—A12—A—2108 號之經費補助，工作期間蒙農復會羅技正宗爵多方鼓勵與關懷，謹此申謝。

2.分別爲臺灣省農業試驗所臺南棉麻試驗分所技正兼植物保護系主任，薦任技士，前任技術員。

本文於六十年十一月三日收到。

sp.[4,9]，尙有更多屬於外寄生 (Ectoparasites) 或半內寄生 (Semi-endoparasites) 線蟲如 *Belonolaimus longicaudatus, Hoplolaimus tylenchiformis,* *Tylenchorhynchus cylindricus* 等[8,11,15,16]。植物發生線蟲病初期一般可使植株生長受阻，繼而嚴重時乃引起黃化、矮小或終致枯死現象[15]，此一線蟲病害徵象與上述本省棉作普遍發生之黃化、矮小、落葉、提早衰竭枯死病象極相類似。民國58年筆者等在本分所農場對發生黃化矮小之棉株根圈土壤進行初步線蟲調查結果，除發現有多量之 *Meloidogyne incognita* 外，還有 *Rotylenchus reniformis, Trichodorus christiei* 及 *Helicotylenchus exallus* 等，益使吾人聯想前述本省棉株黃化矮小、提早枯死之現象，線蟲之加害爲可能原因之一。爲進一步究明棉作主要寄生性線蟲之種類及其病原性，確定其與棉栽培過程中黃化、矮小、提早落葉枯死等現象之關係，確保棉花之生產，增進農民之信心，乃自民國59年着手進行本項研究。

試 驗 材 料 及 方 法

一、臺灣南部地區棉田寄生性線蟲種類分佈調查：

爲瞭解棉生育期間寄生性線蟲種類、數量及其分佈情形，自民國59年8月起至60年9月止進行棉田採樣調查。調查方法與步驟如下：

㈠ 採取土樣：土中線蟲之調查，是以所採取土樣爲檢查材料，故採取土樣之標準及地點之適當與否，對線蟲檢查結果有密切之關連。本項調查以本省南部主要棉栽培鄉鎭爲逢機取樣調查對象（圖2）。每一調查田以10公畝爲基準，在二對角線交叉點及對角線格成之三角形中點處（圖1）等共五採土點各逢機取一棉株，先去除表土後在15公分深之範圍內挖取根圈土壤約100公克，每一調查田之

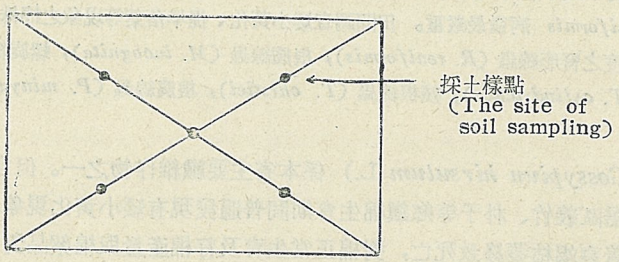


圖 1. 10公畝棉田採土樣點標示圖

Fig. 1. Diagrammatic map showing the site for soil sampling from 10-acre of cotton field

五採土點土樣共裝於一塑膠袋內，編號註明地名地號、棉株生育健全與否及日期，携回本分所，翌日分離鏡檢之。本項調查在同一地號分別於棉生育初期及後期各取土樣1次。

㈡ 分離鏡檢：採回之每號土樣，分別依改良柏門氏漏斗法分離線蟲[1]。每號土樣在塑膠袋內均勻混合後稱100公克倒入塑膠容器內，冲泡以自來水，充分攪拌後靜止30秒，經60 mesh網篩除去雜物後之濾過液再經270 mesh及325 mesh之網篩，此等網篩上之殘留物一起收集在漏斗上 (Baermann funnel)，經48小時後從漏斗下收取少量水液，經致死固定後在解剖顯微鏡下檢查總線蟲數及主要寄生性線蟲種類及其數量。

二、棉主要寄生性線蟲 *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis* 及 *Trichodorus christiei* 等對棉生長之影響：

供試主要寄生性線蟲有根瘤線蟲（*M. incognita*），腎形線蟲（*R. reniformis*）及殘根線蟲（*T. christiei*）等，係於民國59年9月分離自本分所農場生長不良、矮小黃化之棉株根圈土壤。依改良柏門氏漏斗法分離後，蟲體經無菌水漂洗三次，再分別收集供接種用。

直徑 23 公分陶土栽盆盛 3.3 公斤經蒸氣消毒之中性砂質壤土，每栽盆播種棉 Stoneville 7A 種籽5粒。待萌芽後一星期疏拔使每栽盆僅留 1 株，同時分別接種根瘤線蟲，（*M. incognita*），腎形線蟲（*R. reniformis*）或殘根線蟲（*T. christiei*）等各 50 隻線蟲懸浮液，收置於玻璃室內（平均溫度 28±2c），觀察供試各寄生性線蟲對棉株生長之影響。分別於接種線蟲後 30 及 60 天等二時期，小心拔取棉株，調查株高、根長、根群發育以及病徵等。每次每種線蟲均接種5栽盆，每栽盆視同一重複，並反覆試驗4次。

表 1. 臺灣南部地區棉田主要線蟲屬名及其發現頻率*

Table 1. Incidence of observed nematode genera in the cotton-growing area in southern Taiwan*

線蟲屬名 Nematode genus	數目 Number	百分率% percentage
Rotlyenchulus	99	90.0
Helicotylenchus	69	62.8
Tylenchorhynchus	51	46.4
Tylenchus	37	33.6
Meloidogyne	31	28.2
Aphelenchoides	25	22.7
Pratylenchus	18	16.4
Trichodorus	10	9.1
Hoplolaimus	10	9.1
Criconemoides	9	8.3
Xiphinema	3	2.7
Longidorus	1	0.9
Hirschmanniella	1	0.9

* 依據109個土樣之調查結果 (According to the investigation of 109 soil samples)。

試驗結果

一、臺灣南部地區棉田寄生性線蟲種類分佈調查：

㈠. 棉寄生性線蟲種類：

檢查自109個土樣結果發現本省棉作寄生性線蟲有 13 屬之多，其中六屬已鑑定種名爲腎形線蟲（*Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, 1940），螺旋線蟲(*Helicotylenchus exallus* Sher, 1966)，刺線蟲（*Tylenchorhynchus cylindricus* Cobb, 1913），根瘤線蟲（*Meloidogyne incogntia* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949），根腐線蟲（*Pratylenchus minyus* Sher

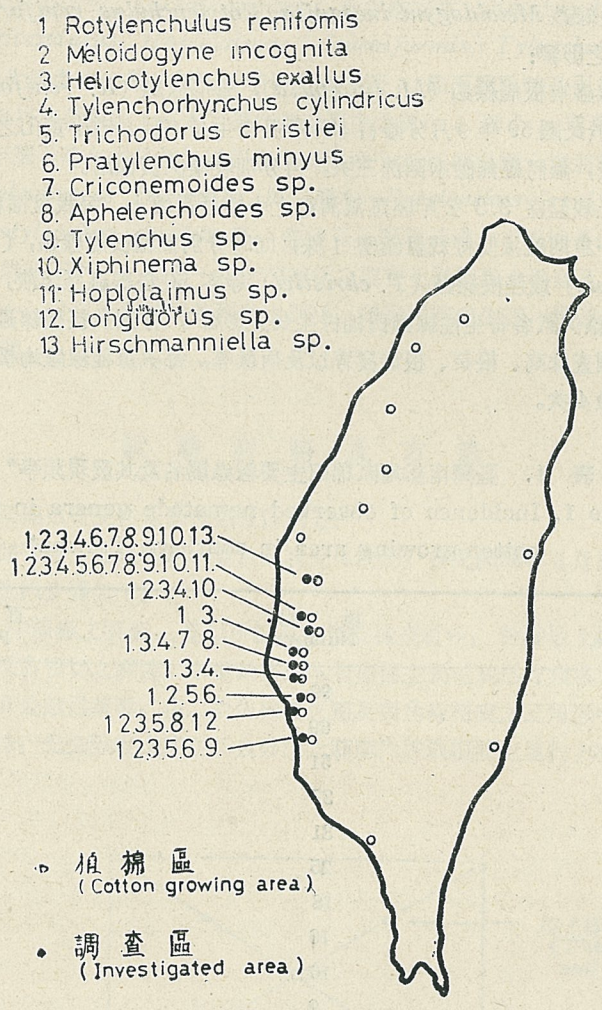


圖 2. 臺灣棉區之分佈和被調查棉區之位置以及各區被發現之植物寄生性線蟲種類

Fig. 2. The distribution of cotton-growing area and kinds of plant parasitic nematode in different cotton-growing area in Taiwan

and Allen, 1953), 殘根線蟲 (*Trichodorus christiei* Allen, 1957) 等。這些線蟲之中以 *R. reniformis* 之發現頻率最高達 90% 之多, 其次爲 *H. exallus* 62.8%, 再次 *T. cylindricus* 46.4%, *Tylenchus* sp. 33.6%, *M. incognita* 28.2%, *Aphelenchoides* sp. 22.7%, *P. minyus* 16.4%, *T. christiei* 9.1% ,其他如 *Hoplolaimus* sp., *Criconemoides* sp., *Xiphinema* sp., *Longidorus* sp. 及 *Hirschmanniella* sp., 亦有零星之發現 (表 1)。茲將已發現棉寄生性線蟲簡述其形態如下:

1. 已鑑定種名者六種:

(1) *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, 1940 (圖 4 A.B.C.D)

♀: 幼蟲: 0.39mm; a=21; b=4.1; c=13; 成蟲: 腎形體長 0.41mm; 體寬 0.15mm。本種線蟲當寄生於植物根部時, 雌蟲體後半部留於根部外, 變成腎狀形故有腎形線蟲 (Reniform nematode) 之稱。體角皮上有橫溝, 側帶 (Lateral fields) 具 4 縱線。唇部 (Lip region) 靭化具

有六片 (Sectors)，下唇 (Labial) 環節不明。中部食道球 (Metacorpus) 發達，食道基球延伸覆蓋於胃部前端。排洩孔開口於中部食道球，背部食道腺開口於口針下方明顯易察。雌蟲陰門橫列，雄蟲尾長約交接刺 (Spicula) 之1～1½倍，尾翼窄小，不達尾端[15]。

(2) *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949 (圖4E.F.G.H)

本種成熟雌蟲陰門模紋型 (Perineal patterns) (圖 4 E) 略呈卵圓狀具有不規則緊密弧形模紋，狀如一瓶頸。在肛門上方弧形模紋內部，呈一團曲折碎斷之條紋。有模糊不清之側線 (Lateral lines)，沿此側線處背部與腹部條紋有交錯之趨勢。本種線蟲，第二齡幼蟲 (圖 4F) 侵害植物根部引起腫瘤故有根瘤線蟲 (Root-knot nematode) 之稱，成熟雌蟲產卵被有卵囊露於根部外[15]。

(3) *Helicotylenchus exallus* Sher, 1966 (圖 4 J.I.K)

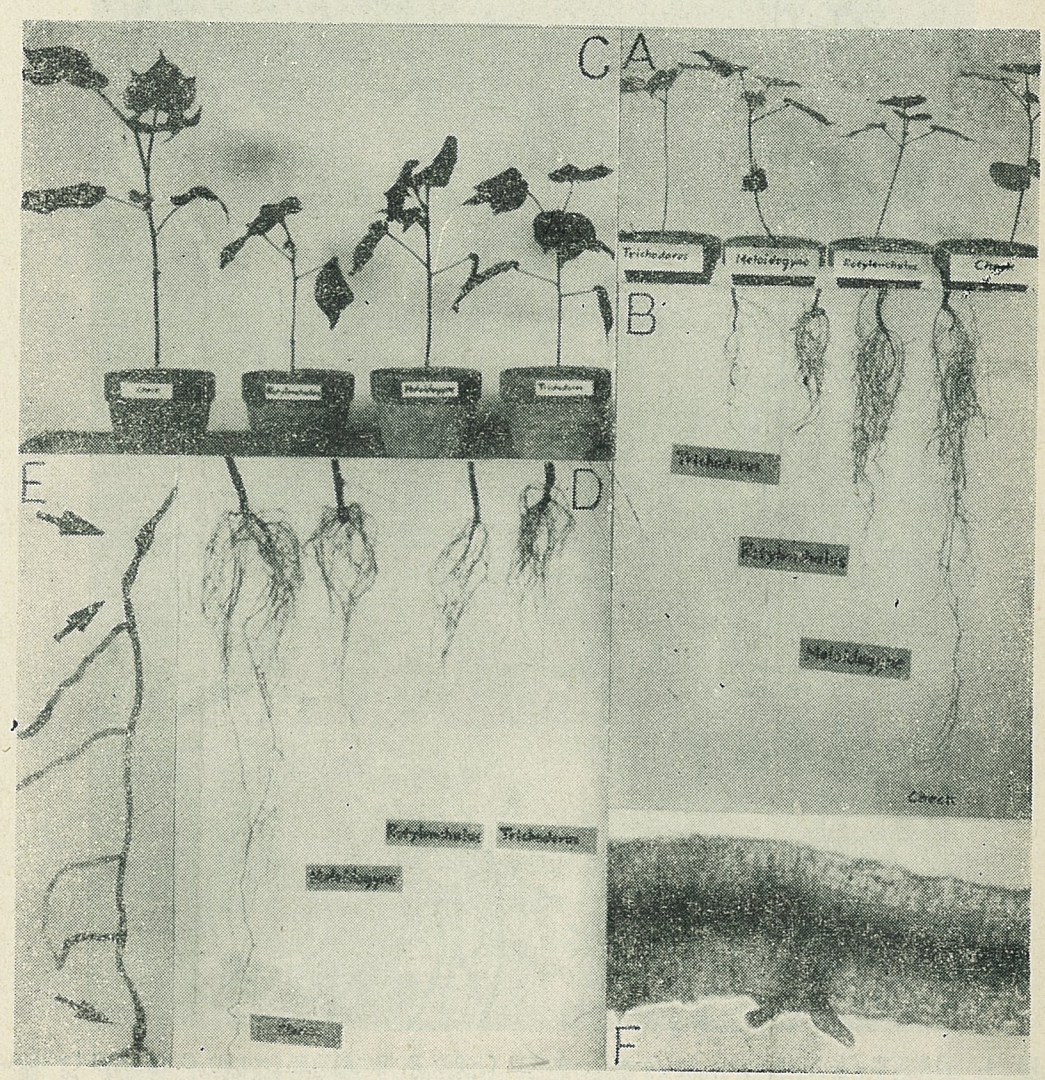


圖 3. *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne incognita* 和 *Trichodorus christiei* 對棉株之危害情形：A. 接種 30 天後之株高，B. 接種 30 日後之根群生長，C. 接種 60 日後之株高，D. 接種 60 日後之根群生長，E. *M. incognita* 侵染後引起之小形根瘤，F. *R. reniformis* 寄生在棉根情形。

♀: 0.65 mm; a=27; b=5.3; c=39.5; v=59.5; spear=28μ。本種線蟲體呈螺旋狀捲曲，故有螺旋線蟲 (Ring nematode) 之稱。唇部半圓形具有4環節，口針長具節瘤 (Spear knob) 其上表面扁平。排泄孔開口於 Esophagus-intestinal valve 處，雄蟲藏精器 (Spermatheca) 大而分歧具有精巢 (Sperm)[12]。

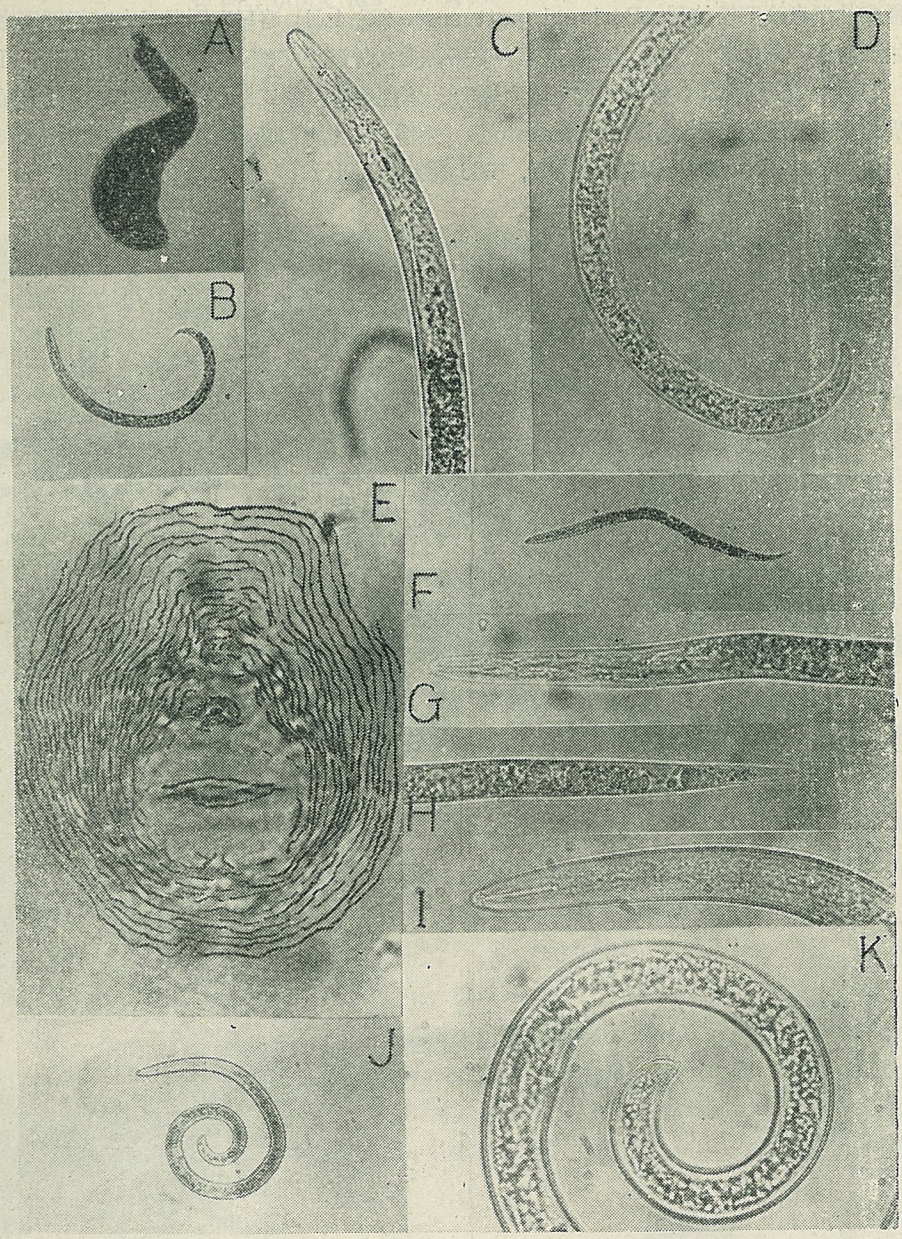


圖 4. 腎形線蟲 (*Rotylenchulus reniformis*): A.成蟲 (×90)。B. 第二齡幼蟲 (×120)。C.幼蟲頭部 (×480)。D.幼蟲尾部 (×480)。根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*): E.雌蟲陰門模紋型 (×860)。F.第二齡幼蟲 (×100)。G.幼蟲頭部 (×400)。H.幼蟲尾部 (×400)。螺旋線蟲 (*Helicotylenchus exallus*): I.頭部 (×400)。J. 雌性成蟲 (×110)。K. 雌性成蟲尾部 (×400)。

(4) *Tylenchorhynchus cylindricus* Cobb, 1913 (圖 5A.B.C.D.E)

♀：0.72mm; a=31; b=5.4; c=20; v=58; spear=22μ。本蟲體角皮有明顯橫溝，側帶具有4條隆起縱線。唇部半圓形，具有5環節，與胴體相接處有縊縮，口針明顯長約口唇寬之三倍，其

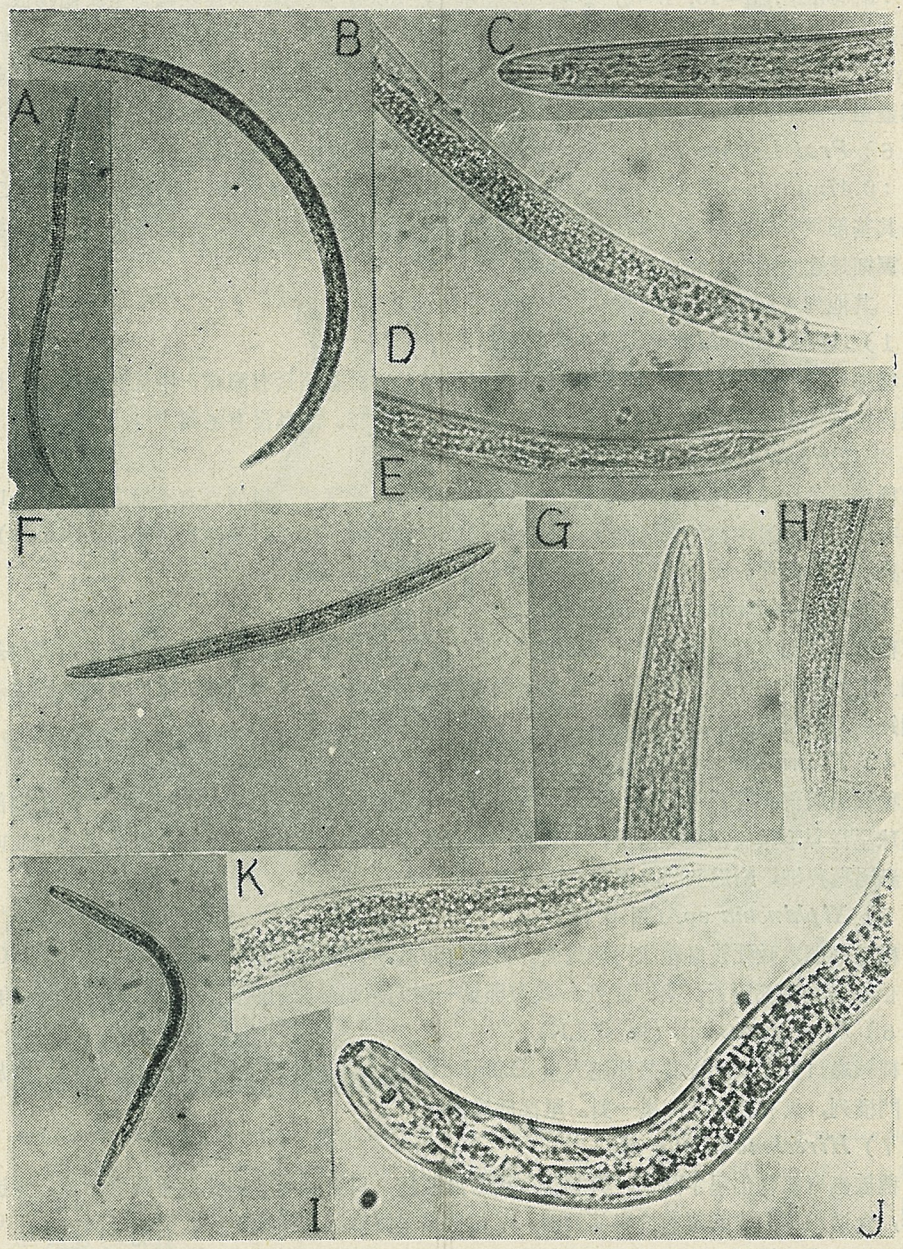


圖 5, 刺線蟲 (*Tylenchorhynchus cylindricus*): A. 雄性成蟲 (×100)。B. 雌性成蟲 (×120)。C. 雌性成蟲頭部 (×420)°D.雌性成蟲尾部 (×420)。E. 雄性成蟲尾部 (×420)。殘根線蟲 (*Trichodorus christiei*): F.雌性成蟲 (×100)。G.頭部 (×400)。H.尾部 (×350)。根腐線蟲 (*Pratylenchus minyus*): I.雌性成蟲 (×110)。J. 頭部 (×550)。K. 尾部 (×440)°

基部具有杯狀節球 (Cupped knobs)，中部食道球呈卵圓形，食道基球呈長洋梨狀。食道與胃有明顯之交界。尾端圓鈍狀。雄蟲交接刺略彎曲，尾翼細長及尾端[15]。

(5) ***Trichodorus christiei*** Allen, 1957 (圖 5 F.G.H)

♀：0.63mm; a=16; b=6; c=125; v=53; spear=35μ。本種線蟲寄生於植物根之外部，集於根端。阻碍根尖正常之生長，故有殘根線蟲 (Stubby-root nematode) 之稱。特徵爲體呈圓柱狀 (Cylindroid)，體角皮甚厚，尾端圓鈍。口針長略彎曲呈鐮刀狀 (Onchiostyle)。食道朝腹面稍微超越蓋過胃前端。雄蟲藏精器模糊不清，交接刺筆直長約 63μ，副刺小角質化而不明顯[15]。

(6) ***Pratylenchus minyus*** Sher and Allen, 1953 (圖 5 I.J.K)

♀：0.47mm; a=25.4; b=4.2; c=17.8; v=84.3; spear=17.5μ。本蟲唇部具有二環節，口針長其基部具有杯狀節球，陰門至肛門之距離等於或小於尾長之 2 倍，尾端圓鈍。雄蟲交接刺略彎曲，尾翼細長達尾端[15]。

2. 其他尚未鑑定種名者七種:

(1) ***Aphelenchoides*** sp. (圖 6 A.B.C)

本種線蟲唇部沒有環節，與胴體部交接處有縊縮。口針基部具有節球，中部食道球略呈長方形，食道腺向後延伸覆蓋於胃部前端。尾部稍彎曲，有尖狀突起。雄蟲沒有尾翼[15]。

(2) ***Criconemoides*** sp. (圖 6 D)

本種線蟲角皮具有深橫溝形成明顯之體環，但沒具刺狀突起。口唇具有不等之二環節。口針長其基部具有節球。食道中心球擴大與食道前方體 (Procorpus) 相混，食道狹細部 (Isthmus) 比食道基球略狹細。陰門位於距尾端前 5～10 體環處。雄蟲交接刺筆直尖銳[15]。

(3) ***Hoplolaimus*** sp. (圖 6 E.F.G)

本種線蟲唇部半圓形，具有縱橫環節細分呈瓦片狀。其唇部與胴體部有縊縮。口針發達基部具有尖點朝上之節球。中部食道球圓形，食道基部延伸向背部覆蓋於胃部前端。陰門橫列於蟲體近中心處。尾部圓鈍。雄蟲具有尾翼達尾端[15]。

(4) ***Tylenchus*** sp.

本種線蟲唇部上緣扁平。口針發達具有節球。中部食道球卵圓形具有中心瓣，食道狹細部細長，食道基球呈洋梨形與胃部交界區分清楚。陰門在蟲體中央之略下方處。尾部伸長略呈絲狀並向腹面捲曲。雄蟲尾翼狹細，約爲肛門處體寬之三倍[15]。

(5) ***Xiphinema*** sp. (圖 6 H.I)

本種線蟲溫水致死後蟲體成弓形彎曲。口針細長基部具有 Basal flanges。口針護環 (Guiding ring) 位於口針基部附近。陰門橫列，具有卵巢一對向兩端呈反射狀。尾部雌雄同狀呈銳角形[15]。

(6) ***Longidorus*** sp. (圖 6 J.K)

本種線蟲口針細長，惟其基部肥大呈 Basal flanges。口針護環 (Guiding ring) 位於口唇附近。陰門橫列，具有放射狀卵巢一對。尾部雌雄同狀[15]。

(7) ***Hirschmanniella*** sp.

本種線蟲唇部靴化呈半圓形，與胴體交接處無縊縮。口針發達其基部具有圓形節球。食道中心球橢圓形，食道腺朝向腹面覆蓋於胃部前端。尾部伸長呈圓椎狀其稍端有尖狀突起 (Mucro)[15]。

㈡. 主要寄生性線蟲之分佈:

棉主要寄生性線蟲之分佈及其出現之頻率因棉株生育時期及棉栽植地區 (圖2.表1) 而有差異。棉生育初期根圈土壤內共發現寄生性線蟲12屬。以植物寄生性線蟲發現總蟲數對土壤內總線蟲數之百分率而言，以義竹地區寄生性線蟲密度最高，可達該地區總蟲數之86.5%，其次爲學甲區80.3%，再

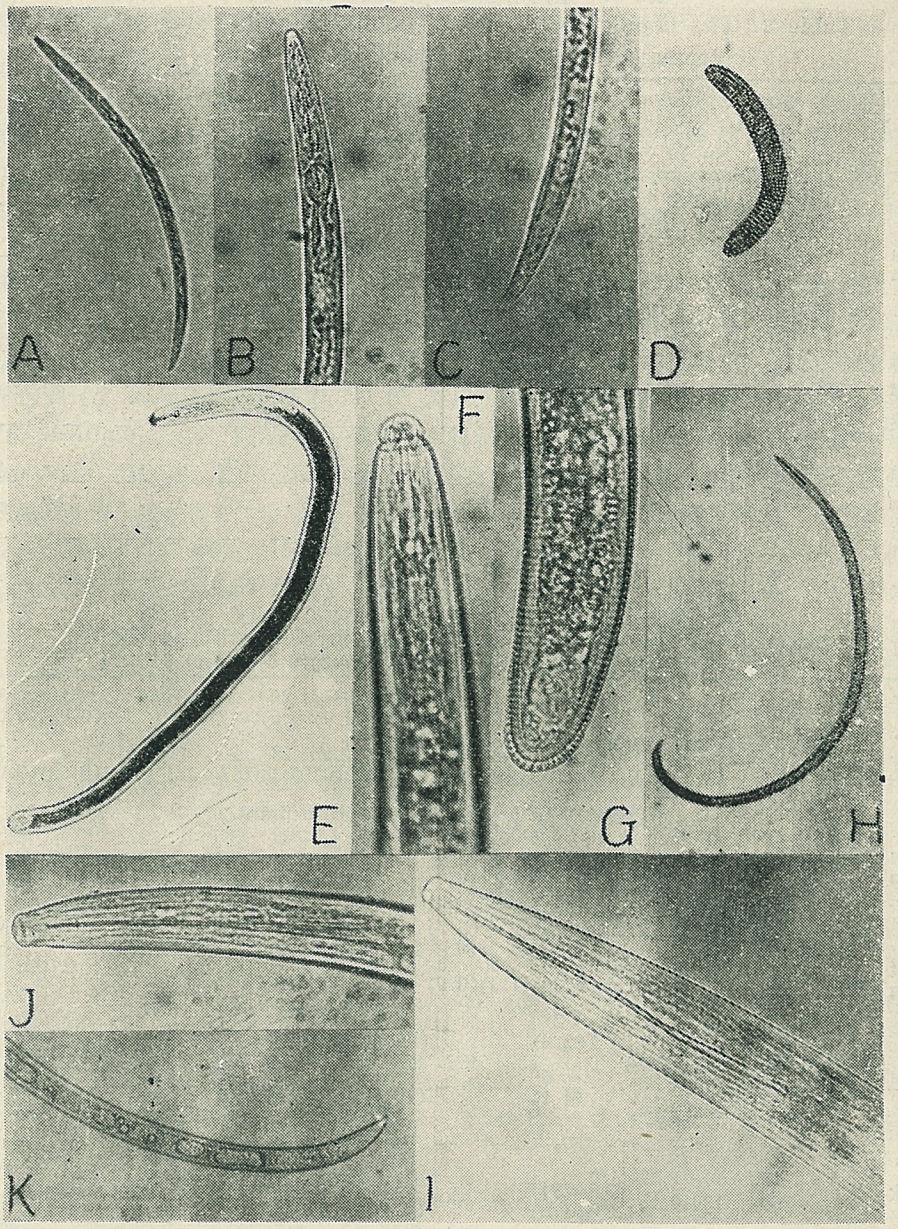


圖 6. *Aphelenchoides* sp: A. 雌性成蟲(×100)。B.頭部(×350)。C. 尾部 (×350)。*Criconemoides* sp. : D. 雌性成蟲 (×100)，*Hoplolaimus* sp.: E. 雌性成蟲 (×100)。F. 頭部 (×400)。G. 尾部 (×400)。*Xiphinema* sp.: H. 雌性成蟲 (×36)。I. 頭部 (×100)。*Longidorus* sp.: J. 雌性成蟲頭部(×110)。K. 尾部 (×50)。

次爲鹽水區79.6%及臺南區 74.54%，朴子區 38.4%最少。但到棉生育後期雖亦發現12屬植物寄生性線蟲（未發現 ***Hirschmanniella*** sp.，但增加 ***Longidolus*** sp.），但主要寄生性線蟲之百分率則反以朴子區最高達82.9%，次爲西港區67.2%，而以佳里區23.4%爲最少（表 2）。

表 2. 臺灣南部地區棉田主要線蟲之分份

Table 2. The population of the predominant nematodes in the soil of cotton-growing area in southern Taiwan

調查地點 Location	土樣數 No. of Soil Sample	檢查蟲數 No. of observed nema	每百公克土中平均蟲數 No. of nema per 100gr. soil	主要寄生性線蟲 a The most predominant nematodes													
				Mel.	Rot.	Pra.	Tri.	Tyl.	Hel.	Cri.	Aph.	Ty.	Hop.	Xip.	Hir.	Lon.	合計 Total
生育前期 In primary stage of cotton plant																	
岡山 Kangshan	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
臺南市 Tainan	2	833	416.5	251 (30.1)	354 (42.5)	—	12 (1.4)	—	4 (0.5)	—	—	—	—	—	—	—	621 (74.5)
永康 Yungkang	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
西港 Sikong	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
佳里 Chiali	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
學甲 Shiechia	1	51	51.0	—	29 (50.8)	—	—	—	12 (23.5)	—	—	—	—	—	—	—	41 (80.3)
鹽水 Yenshui	2	54	27.0	—	33 (61.1)	—	—	3 (5.6)	7 (12.9)	—	—	—	—	—	—	—	43 (79.6)
義竹 Itsu	28	1,498	53.5	53 (3.5)	584 (38.9)	48 (3.2)	—	150 (10.0)	408 (27.2)	8 (0.5)	6 (0.3)	29 (1.9)	10 (0.7)	—	—	—	1,296 (86.5)
朴子 Putzu	25	3,594	142.7	3 (0.08)	367 (10.3)	1 (0.02)	—	30 (0.8)	897 (24.9)	20 (0.5)	26 (0.7)	37 (1.0)	—	1 (0.02)	1 (0.02)	—	1,383 (38.4)
合計 Total	58	6,030	103.9	307 (5.1)	1,367 (22.7)	49 (0.8)	12 (0.2)	183 (3.0)	1,328 (22.0)	28 (0.4)	32 (0.5)	66 (1.1)	10 (0.2)	1 (0.02)	1 (0.02)	—	3,384 (56.1)
生育後期 In post stage of cotton plant																	
岡山 Kangshan	1	97	97.0	3 (3.0)	11 (11.3)	3 (3.0)	5 (5.1)	—	3 (3.0)	—	—	1 (1.0)	—	—	—	—	26 (26.8)
臺南市 Tainan	2	403	201.0	109 (27.0)	56 (13.8)	—	23 (5.7)	—	4 (0.9)	—	2 (0.4)	—	—	—	—	1 (0.2)	195 (48.5)
永康 Yungkang	3	343	114.3	74 (21.6)	25 (7.3)	5 (1.4)	3 (0.9)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	107 (31.2)
西港 Sikong	2	64	32.0	—	21 (32.8)	—	—	8 (12.5)	14 (21.9)	—	—	—	—	—	—	—	43 (67.2)
佳里 Chiali	2	145	72.5	—	6 (4.1)	—	—	2 (1.4)	21 (14.5)	2 (1.4)	3 (2.1)	—	—	—	—	—	34 (23.4)
學甲 Shiechia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鹽水 Yenshui	2	260	130.0	3 (1.2)	134 (51.5)	—	—	1 (0.4)	1 (0.4)	—	—	—	—	1 (0.4)	—	—	140 (53.8)
義竹 Itsu	28	2,573	919.0	144 (5.6)	1,167 (45.3)	—	2 (0.07)	129 (5.0)	50 (1.9)	—	—	13 (0.5)	1 (0.04)	1 (0.04)	—	—	1,507 (58.6)
朴子 Putzu	11	2,547	231.5	137 (5.4)	1,655 (64.9)	3 (0.1)	—	226 (8.9)	77 (3.0)	—	4 (0.2)	11 (0.4)	—	—	—	—	2,113 (82.9)
合計 Total	51	6,432	126.1	470 (7.3)	3,075 (47.8)	11 (0.2)	33 (0.5)	366 (5.7)	170 (2.6)	2 (0.03)	9 (0.1)	25 (0.4)	1 (0.02)	2 (0.03)	—	1 (0.01)	4,165 (64.8)

a. ( ) 表示各主要寄生性線蟲佔檢查總線蟲數之百分率 (Percentage of individual plant parasitic nema in total observed nemas)。

Mel.-*M. incognita* Rot-*R. reniformis* Pra.-*P. minyus* Tri.-*T. christiei*
Tyl.-*T. cylindricus* Hel.-*H. exallus* Cri.-*Criconemoides* sp. Aph.-*Aphelenchoides* s
Ty.-*Tylenchus* sp. Hop-*Hoplolaimus* sp. Xip.-*Xiphinema* sp. Lon.-*Lougidorns* sp.

在棉生育初期檢查58個土樣比較各屬線蟲數與總蟲數之百分率結果，以腎形線蟲(*R. reniformis*)佔 22.7% 爲最多，螺旋線蟲 (*H. exallus*) 22.0% 次之，再次根瘤線蟲 (*M. incognita*) 爲 5.1%，而以劍舌線蟲 (*Xiphinema* sp.) 及稻根線蟲 (*Hirschmanniella* sp.) 最少僅 0.02%。棉生育後期 51 個土樣檢查結果，亦是以腎形線蟲 (*R. reniformis*) 最多達 47.8%，次爲根瘤線蟲 (*M. incognita*) 7.3%，再次爲刺線蟲 (*T. cylindricus*) 5.7%，最少爲矛線蟲 (*Hoplolaimus* sp.)及針線蟲(*Longidorus* sp.)僅爲 0.02%，而稻根線蟲(*Hirschmanniella* sp.) 完全沒出現(表 2)。

㈢ 棉株矮小黃化、提早落葉情形與植物寄生性線蟲之關係:

在嘉南地區 4 主要棉區、分別選定生育健全與發生矮小黃化、提早落葉之棉田 18 處採取根圈土壤，依改良柏門氏漏斗法分離得之線蟲檢查結果，發現棉根圈土壤內所含主要寄生性線蟲之種類與數目對棉株矮小黃化、落葉等病象有密切之關連。取自不健全矮小黃化株之每 100 公克根圈土壤內平均含有腎形線蟲 (*R. reniformis*) 高達 111.88 隻，次爲根瘤線蟲 (*M. incognita*) 27.22 隻，螺旋線蟲 (*H. exallns*) 15.77 隻再次之，其他依次爲刺線蟲 (*T. cylindricus*) 5.44 隻，殘根線蟲 (*T. christiei*) 2.00 隻，*Tylenchus* sp. 1.72 隻及根腐線蟲 (*P. minyus*) 1.66 隻。健全株之根圈土壤內雖亦含有上述幾種寄生性線蟲，但線蟲數明顯減少，腎形線蟲僅25.38 隻，根瘤線蟲 1.55 隻，螺旋線蟲 4.38 隻，刺線蟲 1.44 隻，殘根線蟲 0.17 隻，*Tylenchus* sp. 0.55 隻及根腐線蟲 0.11 隻 (表 3)。

表 3. 棉田不健全矮小黃化株與主要寄生性線蟲之關係

Table 3. The role of plant parasitic nematodes in stunting, yellowing and poor growth of cotton

生育狀況 Cotton growth condition	調查地點 Location	土樣數 No. of soil sample	主要寄生性線蟲a The most predominant plant parasitic nema												
			Mel.	Rot.	Pra.	Tri.	Tyl.	Hel.	Cri.	Hop.	Xip.	Aph.	Lon.	Ty.	Hir.
矮小黃化棉株 Poor	臺南 Tainan	2	339	340	0	34	0	8	0	15	0	2	1	0	0
	鹽水 Yenshui	1	0	33	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
	義竹 Itsu	11	151	810	30	2	95	164	1	1	1	0	0	26	0
	朴子 Putzu	4	0	831	0	0	3	105	0	0	0	1	0	5	0
	合計 Total	18	490	2,014	30	36	98	284	1	16	1	3	1	31	0
	平均 Average		27.22	111.88	1.66	2.00	5.44	15.77	0.05	0.89	0.05	0.17	0.05	1.72	0
生育健全棉株 health	臺南 Tainan	2	21	70	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	鹽水 Yenshui	1	1	10	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	義竹 Itsu	11	6	51	2	2	16	47	9	4	1	3	0	6	0
	朴子 Putzu	4	0	326	0	0	8	30	0	0	0	2	0	4	0
	合計 Total	18	28	457	2	3	26	78	9	4	1	5	0	10	0
	平均 Average		1.55	25.38	0.11	0.17	1.44	4.38	0.50	0.22	0.05	0.28	0	0.55	0

a. 線蟲代號如表2 (The symbol of nema is same as table 2)。

二．三種主要寄生性線蟲 *Meloidogyne incognita, Rotylenchulus reniformis, Trichodorus christiei* 對棉生長之影響：

三種主要寄生性線蟲 *M. incognita, R. reniformis* 及 *T. christiei* 經進一步進行玻璃室盆栽接種試驗結果，證明此三種主要寄生性線蟲對棉株生長均有明顯之影響，可使罹病株顯著葉片萎黃及矮化，根群發育受阻(圖3)。*T. christiei* 接種 30 天後棉幼苗開始呈現矮化，株高平均僅有 21 公分，根群發育受到嚴重之阻礙，致根長僅有 8.6 公分，與對照 (無接種)棉株株高 24.5 公分、根長 27公分相較有明顯之差別。再就土中 *T. christiei* 線蟲消長情形觀之，則由原先 50 隻/栽盆、增至 129 隻/栽盆，約增加 2.5 倍之多 (表4)。*R. reniformis* 及 *M. incognita* 也使幼苗地上部莖長及重量與地下根長及根群重量明顯減少，但不似 *T. chrisfiei* 嚴重 (表2)。若根部經 0.1% acid fuchsin Lactophenol 液染色處理[3]後可在解剖顯微鏡下明顯見到 *R. reniformis* 侵染之情形 (圖 3 F)，及根瘤線蟲 (*M. incognita*) 侵染幼根而引起之輕微腫瘤 (圖 3 E)。棉之根瘤 (Roof-knot) 小而不易被察覺，係因供試棉品種 Stonville 7A 對根瘤線蟲之侵染具有抵抗性使然。棉株接種後 60 天之調查結果，植株生長受到這三種主要寄生性線蟲之影響更爲嚴重。經接種線蟲之棉株葉片較細而呈黃化，棉株地上部及地下根部之平均重量及株高根長與對照 (沒接種) 者比較，更明顯低劣。雖然殘根線蟲 (*T. christiei*) 在接種初期 (30 日內) 爲害甚烈，但接種期間一久 (60 日後)，則腎形線蟲 (*R. reniformis*) 之爲害情形顯然較爲嚴重。*R. reniformis* 接種棉株，株高僅 24.7 公分，根長 18.5 公分，植株地上部重量 6.3 公克，地下部重量 1.4 公克，而*T. christiei* 接種株，株高爲 27.7 公分，根長 21.8 公分，植株地上部重量 6.1 公克，地下部重量 2.1 公克，均比 *R. reniformis* 接種株生育情形爲佳。*M. incognita* 接種株雖亦可發生嚴重株高受阻，根群生育不良現象，但均比上述二種線蟲輕微 (表4)。

表 4. 三種主要寄生性線蟲對棉幼苗生育之影響*

Table 4. Influence of three most predominant parasitic nematodes on the growth of cotton seeding

供試寄生性線蟲種類 Nematode	原先接種線蟲數隻/栽盆 Inoculation number of nema (nema/pot)	接種後 30 天 (30 days after inoculation) 地上部 (Plant height) Height (cm.)/weight (gr.)	%Damage height/weight	地下部 (Root growth) Length (cm.)/weig ht(gr.)	%Damage Legth/weight	Number of nema /pot	接種後 60 天 (60 days after inoculation) 地上部 (Plant height) Height (cm.)/weight (gr.)	%Damage hength/weight	地下部 (Root growth) Length (cm.)/weight (gr)	%Damage Length/weight	Numbner of nema /pot
Rotylenchulus reniformis	50	22/5.8	10/4.9	9.2/0.8	65.9/69.2	5	24.7/6.1	32.3/32.2	18.5/1.4	57.0/68.9	43
Meloidogyne incognita	50	23/5.9	6.1 3.3	16/1.2	40.7/53.8	4	30/6.5	17.8/27.8	19.1/1.8	55.6/60	45
Trichodorus christiei	50	21/5.6	14.3/8.0	8.6/0.7	68.1/73.1	129	27.7/6.3	24.1/32.2	21.8/2.1	49.3/68.9	615
Check	0	24.5/6.1		27/2.6		0	36.5/9.0		43/4.5		0
LSD	0.05	N/N		2.33/0.28			5.79/N		8.17/0.69		
	0.01	N/N		3.53/0.43			8.77/N		12.37/1.05		

* 表列數字爲5重複之平均值 (The nematode number is the average of 5 replications)。

** 僅係每栽盆土壤內線蟲數 (Nematodes obtained from soil only)。

*** N—表示統計分析不顯着者 (Statistically non-significant)。

討論與結論

自民國59年8月起在本省南部主要棉栽培地區調查棉作寄生性線蟲，發現有腎形線蟲 (*R. reniformis*)，根瘤線蟲 (*M. incognita*)，螺旋線蟲 (*H. exallus*)，刺線蟲 (*T. cylindricus*)，根腐線蟲 (*P. minyus*)，殘根線蟲 (*T. christiei*)，矛線蟲 (*Hoplolaimus* sp.)，環紋線蟲 (*Criconemoides* sp.)，劍舌線蟲 (*Xiphinema* sp.)，針線蟲 (*Longidorus* sp.)，稻根線蟲 (*Hirschmanniella* sp.)，*Aphelenchoides* sp. 及 *Tylenchus* sp. 等 13 屬，前6屬已鑑定其種名。根瘤線蟲之成熟雌蟲經作肛門切片，鑑定其陰門模紋型(Perineal pattern)(圖 4 E) 結果，證明爲 *M. incognita* 。有關危害本省棉作之根瘤線蟲，因栽培 Stoneville 7A, Rex 及 Austin 等較具抵抗根瘤線蟲之品種，故被害株僅產生較小型根瘤不易被覺察，致忽略其重要性。其實在本省南部某些地區根瘤線蟲 (*Meloidogyne* spp.) 分佈極廣，以蔗田爲例，37 %蔗田土壤樣品均含有之[17]，故仍不失爲棉作主要寄生性線蟲之一。腎形線蟲 (*R. reniformis*) 首被 G. Steiner 鑑定爲棉作寄生線蟲[13]，廣泛分佈于美國各主要棉區[5,9,14]，嚴重影響棉花生產[4]，被害棉田因而減產恆達40～60%之鉅[5]。本省棉花無論病株或健株根圈土壤中均以 *R. reniformis* 蟲數最多 (表3)，發生最普遍 (表1圖2)，病原性試驗結果亦比 *M. incognita*, *T. christiei* 爲害更烈(表4)，故 *R. reniformis* 似爲本省棉田最主要寄生性線蟲。除了上述 *M. incognita* 和 *R. reniformis* 之外，尚有其他線蟲如 *H. exallus*, *T. cylindicus*, *Tylenchus* sp., *T. christiei*, *Aphelenchoides* sp., *P. minyus* 等六種在109個調查土樣中之出現頻率均在 16.4%以上，對棉作影響甚值注意。Martin 氏等[6] 報導 *Tylenchorhynchus* sp. 和 *Helicotylenchus* sp. 在棉根圈內繁殖快速，但對棉株生長並無很大影響。另據Reynolds and Evans [11] 在美國阿里桑那州發現 *T. cylindricus* 可使棉株產生顯著矮化現象。Perry [10] 認爲 *Helicotylenchus* sp. 爲目前最具潛力之植物寄生性線蟲。Christiei and Arndt[15] 發現棉田如嚴重發生 *Aphelenchoides parietinus* 時可使棉苗徒長腋芽，並發生落葉現象；幼根呈黃化，但並無斑點。*Pratylenchus pratensis* 在美國被認爲與棉萎凋病有密切關係[13]，但該種線蟲在本省並未發現。本省棉田所見者經鑑定爲 *P. minyus*, 該蟲是否亦與 *P. pratensis* 同樣與棉萎凋病有協力效應，尚待查考。

依棉栽培生育過程中主要寄生性線蟲種類 (表2) 觀之，在棉生育初期以腎形線蟲 (*Rotylenchulus* sp.) 發生最多，次爲螺旋線蟲 (*Helicotylenchus* sp.)，再次爲根瘤線蟲 (*Meloidogyne* sp.)，但在生育後期腎形線蟲 (*Rotylenchulus* sp.) 雖仍居首位，但螺旋線蟲 *Helicotylenchus* sp. 逐漸減少，根瘤線蟲則漸增多，並發現棉生育初期所未見到之針線蟲 (*Longidorus* sp.)。在棉生育初期發現之稻根線蟲 (*Hirschmanniella* sp.) 在後期棉株即未見到 (表2)，可能係因棉田前作物爲水稻之故，對棉正常生育似無影響。

棉寄生性線蟲之分佈與棉栽培地區有密切之關連。在本省主要棉栽培地區義竹鄉即出現有 11 屬寄生性線蟲；包括有 *Rotylenchulus* sp., *Meloidogyne* sp., *Helicotylenchus* sp., *Trichodorus* sp., *Pratylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Criconemoides* sp. *Xiphinema* sp., *Tylenchus* sp. *Hoplolaimus* sp. 及 *Aphelenchoides* sp. 等 (圖2)，幾乎概括本省已發現棉作寄生性線蟲之大部份種類。朴子地區亦出現10屬之多，僅缺少 *Trichodorus* sp.。此等地區棉線蟲種類特多之原因實緣於栽培棉花之歷史最久，且年年連作，致線蟲種類及密度逐漸增加。臺南地區棉田主要寄生性線蟲之種類則僅有6屬，以 *Meloidogyne* sp. 和 *Rotylenchulus* sp. 最多，*Helicotylenchus* sp. 較少，是由於台南地區棉田多採輪作制度，使爲害棉作線蟲相對減少。

在本省南部植棉地區分別於發生矮小黃、提化早落葉與生育正常健全棉田調查根圈土壤線蟲結果，

發現罹病株根圈主要寄生性線蟲之密度比健全者多達 4～20 倍之多 (表 3),尤其以 *Rotylenchulus* sp., *Meloidogyne* sp., *Helicotylenchus* sp., *Trichodorus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Pratylenchs* sp. 及 *Tylenchus* sp. 等七屬線蟲最明顯。該等線蟲之爲害似與棉株矮小黃化、落葉、提早衰竭枯死等原因有密切關係，唯植物寄生性線蟲是否形成棉株矮小黃化提早衰竭枯死之惟一原因，尙待進一步研究。

爲更進一步研究棉根圈主要寄生性線蟲之病原性，選擇根瘤線蟲 (*M. incognita*)、腎形線蟲 (*R. reniformis*) 及殘根線蟲 (*T. christiei*) 等三種寄生性線蟲進行玻璃室盆栽接種試驗，證實此等寄生性線蟲具有極高之病原性，寄生於棉株根部，吸取養份，阻碍棉株之正常生長，使根群發育不良，終致地上部呈現黃化而矮小等現象。

參 考 文 獻

1. Anderson, E. J. and Yanagihara, I. 1955. A method for estimating numbers of motile nematodes in large number of soil sample. Phytopathology 45 : 238-239.
2. Atkinson, G. F. 1892. Some diseases of cotton. Alabama Agr. Exp. sta. Bull. 41. 65pp.
3. Goodey, J. B. 1963. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Tech. Bull. 2, Minise. Agr., Fish and Food. London H.M.S.O. 4th ed. 72pp.
4. Jones, J. E., Newson, L. D. and Finley, E. L. 1959. Effect of the reniform nematode on yield, plant characters, and fiber properties of upland cotton. Agron. J. 51 : 353-356.
5. Martin, J. W. and Birchfeld, W. 1955. Notes on plant parasitic nematodes in Louisiana. Plant Disease Reptr. 39 : 3-4.
6. Martin, J. W., Newson, L. D. and Jones, J. E. 1956. Relationship of nematodes to the development of *Fusarium* wilt in cotton. phytopathology 46 : 285-289.
7. Miles, L. E. 1939. Some tests of varietal susceptibility to a combination of root-knot nematodes and cotton wilt. Phytopathology 29 : 974-978.
8. Norman, A. M. and Minton, E. B. 1966. Effect of root knot and sting nematodes on expression of *Fusarium* wilt of ctton in three soil. Phytopathology 56 : 319-322.
9. Peacock, F. C. 1956. The reniform nematode in the Gold Coast. Nematologica 1 : 307-310.
10. Perry, V. G. 1959. A note on digonic hermaphroditism in spiral nematodes (*Helicotylenchus* spp.). Nematologica 4 : 87-88.
11. Reynolds, H, W. and Evans, M. M. 1953. The stylet nematode, *Tylenchorhynchus dubius*, a root parasite of economic importance in the southwest. Plant Disease Reptr. 37 : 540-544.
12. Sher, S. A. 1966. Revision of the Hoplolaiminae (Nematoda) VI. *Helicotylenchus steiner*, 1945. Nematologica 12 : 1-56.
13. Smith, A. L. 1940. Distribution and relation of meadow nematode *Pratylenchus pratensis*, to *Fusarium* wilt of cotton in Georgia (Abstr.). Phytopathology 30 : 710.
14. Smith, A. L. and Taylor, A. L. 1941. Nematode distibution in the 1940 regional ctton-wilt plots (Abstr.). Phytopathology 31 : 711.
15. Thorne, G. 1961. Principles of nematology. McGraw-Hill Book Company, New York, Toronto, London. 95-428pp.

16. Williams, T. D. 1968. Plant-parasitic nematodes. In Ainsworth, G. C. *et. al.* (eds). Plant Pathologist's pocketbook. 119-136pp.

17. 胡擧和、朱學曾。1964. 臺灣蔗園土中線蟲調查(二)。臺灣糖業試驗所研究彙報。33：63～82。

An investigation on cotton nematodes of Taiwan and a preliminary study on the effects of reniform nematode, root-knot nematode and stubby-root nematode on cotton

C. C. Tu, Y. S. Cheng, and F. L. Kuo[1]

Several plant parasitic nematodes were found associated with cotton rhizosphere, the most predominant of which were reniform nematode (*Rotylenchulus* sp.), spiral nematode (*Helcotylenchus* sp.), stunt nematode (*Tylenchorhynchus* sp.), root-knot nematode (*Meloidgyne* sp.), lesion nematode (*Pratylenchus* sp.), stubby-root nematode (*Trichodorus* sp.), lance nematode (*Hoplolaimus* sp.), ring nematode (*Criconemoides* sp.), dagger nematode (*Xiphinema* sp.), needle nematode (*Longidorus* sp.), rice-root nematode (*Hirschimanniella* sp.), *Aphelenchoides* sp., and *Tylenchus* sp. Among them six were identified to species, they were reniform nematode (*R. reniformis*), root-knot nematode (*M. incognita*), spiral nematode (*H. exallus*), stubby-root nematode (*T. christiei*), stunt nematode (*T. cylindricus*), and lesion nematode (*P. minyus*).

The genera of nematode discovered were found to be different among cotton-growing areas. The older cotton-growing areas, such as Pu-tzu and I-tsu, harbored more plant parasitic nematodes with 10 to 11 genera; but the newly established or well rotated cotton-growing areas were found containing comparatively lesser nematodes with 5-6 genera or even only 2-3 genera.

Reniform nematode was probably the most important plant parasitic nematode of cotton in Taiwan. This nematode was found heavily associated with cotton root throughout the growing season. Great numbers of root-knot and stunt nematodes also fed on both young and mature cotton plants. Spiral nematode was generally found in the rhizosphere of cotton seedling, but was found less frequently from the soil of mature cotton plant. Populations of reniform, root-knot, spiral, stunt, stubby-root, and lesion nematodes, and *Tylenchus* sp. were generally higher on sites exhibiting poor growth (stunting and yellowing) of cotton.

In greenhouse tests, reniform, root-knot, and stubby-root nematodes all caused considerable root damage and inhibiting top growth cotton. Stubby-root nematodes were more destructive than reniform and root-knot nematodes in the first 30 days after inoculation. However, the damages caused by reniform nematodes were more pronounced than the other two nematodes after they fed longer on cotton roots.

1. Senior Plant Pathologist and Head, Plant Pathologist, and former Technism, respectively, Department of plant Protection, Tainan Fiber Crops Experiment Staion.