

臺灣作物根腐線蟲之鑑定及生物學研究

吳信郁¹ 蔡東纂^{1,2} 林奕耀¹

1 台中市 國立中興大學植物病理系

2 通訊作者，電子郵件：TTTsay@mail.nchu.edu.tw；傳真：04-22873791

接受日期：中華民國91年6月30日

摘要

吳信郁、蔡東纂、林奕耀. 2002. 臺灣作物根腐線蟲之鑑定及生物學研究 植病會刊11:123-136.

根腐線蟲 (*Pratylenchus* spp., root-lesion nematode) 一屬目前共有 66 種，遍佈世界各地，且寄主範圍相當廣泛。根腐線蟲主要取食寄主植物地下部之幼嫩根尖，並侵入皮層細胞繁殖、潛移，造成根部組織腐爛，而影響植株生長；並常引起其他病原菌的侵入，造成複合性病害。在臺灣，根腐線蟲所造成之危害僅次於根瘤線蟲；先前調查記錄根腐線蟲種類共有五種，分別為 *P. penetrans*、*P. brachyurus*、*P. loosi*、*P. coffeae* 及 *P. pratensis*。然由於缺乏詳細之鑑定依據，且國外鑑定資料不斷更新，因此，臺灣根腐線蟲的種類，有進一步的鑑定及探討之必要。根據本省各地之採樣調查，於實驗室中進行根腐線蟲形態觀察與其測量值，鑑定出三種根腐線蟲，分別為南方根腐線蟲 (*P. coffeae*)、北方根腐線蟲 (*P. penetrans*) 及茶根腐線蟲 (*P. loosi*)。其中南方根腐線蟲危害寄主範圍最廣，分佈遍及全省，而以中南部為多；北方根腐線蟲主要危害草莓，分佈於中部以北；而茶根腐線蟲主要危害茶樹，於本省中部茶園普遍可發現，而由南方根腐線蟲及北方根腐線蟲所造成之共同感染，僅在國姓鄉之香蕉及草莓園中發現。進一步對其進行生物學研究，發現南方根腐線蟲培養於胡蘿蔔癒合組織中之族群發展以 30°C 為最好，12°C 以下或 36°C 以上線蟲無法繁殖，蟲卵的孵化率以 24°C 時最高，12°C 以下則無法孵化，其生活史在 28°C 時最短，為 27 天。北方根腐線蟲則以 24°C 為族群發展之最適溫度，在 36°C 以上線蟲無法繁殖，蟲卵的孵化率以 20°C 時最高，36°C 以上則無法孵化，其生活史在 24°C 時為 37 天；茶根腐線蟲以 20°C 為族群發展之最適溫度，在 32°C 以上線蟲無法繁殖，蟲卵的孵化率以 16°C 時最高，36°C 以上則無法孵化，其生活史在 20°C 時為 46 天。將這三種根腐線蟲進行相互交配試驗，發現均無法產生後代，顯示其已演化為形質特性獨立之種類。

關鍵詞：根腐線蟲、形態鑑定、寄主範圍、生物學研究

緒言

根據一項由世界各地調查因植物病蟲害所造成之損害報告指出，估計由植物寄生性線蟲所引起之經濟損失即高達 12.31%，而根腐線蟲位居全球十大植物寄生性線蟲之第二位⁽³⁰⁾。根腐線蟲 (*Pratylenchus* spp.)，俗稱 Root-lesion nematode，其分佈遍及世界各地且寄主範圍也相當廣泛⁽¹⁸⁾。目前此屬共有 66 種^(17,19,20,23)，其中如 *P. coffeae* 普遍存在熱帶及亞熱帶地區，O'Banon 氏⁽²⁷⁾ 指出，美國佛羅里達州之柑桔在感染此線蟲 4 年後，粗皮檸檬 (rough lemon) 生長降低 80%，酸橙 (sour orange) 則降低 77%，而美女桔 (cleopatra mandarin) 則為 49%。

在臺灣由於農業產業結構迥異往昔，專業區的設立、設施園藝模式的建立、水稻田轉作和新興花卉引進，採行定期、定點的集約栽培，皆有利於此線蟲的傳播與孳長，

引發嚴重的線蟲連作障害問題，依據蔡氏⁽⁸⁾ 十餘年來調查本省蔬菜、花卉、果樹、根莖屬類及特用作物之主要寄生性線蟲種類，發現引起作物連作障害的首推根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*、*M. javanica*、*M. arenaria*、*M. hapla*)，其次則為南方根腐線蟲 (*Pratylenchus coffeae*)，顯然根腐線蟲已成爲本省最重要的病原線蟲之一。

目前臺灣已知的根腐線蟲種類共有五種，分別為寄生於香蕉的 *P. penetrans* 及 *P. brachyurus*⁽³⁾、寄生於茶樹的 *P. loosi*⁽¹⁾、寄生於柑橘的 *P. coffeae*⁽⁵⁾ 及寄生於甘蔗和柑橘的 *P. pratensis*^(2,4)，除 *P. pratensis* 及 *P. coffeae* 有形態測量的數據可作爲鑑定之依據，其他則僅以文字或圖片表示，因此，臺灣根腐線蟲的種類及其寄主，仍有待進一步的鑑定及探討。

由於根腐線蟲的形態，具有種內變異 (Interspecific

morphological variation) 的特性⁽³²⁾，Luc 氏⁽²⁵⁾ 認為依據「種」層次上的少數鑑定特性來區分根腐線蟲的種，有所困難，況且其中某些特性具有種內變異，因此 *Pratylenchus* 屬內種的數目，就有 49⁽¹⁴⁾、55⁽⁹⁾ 和 63 種⁽²⁰⁾ 之差異。之後 Golden 氏等人⁽¹⁷⁾ 發表新種 *P. gutierrezii*，詳細紀錄其形態之測量數據，以及應用掃描式電子顯微鏡觀察此蟲之微細構造，Handoo 等氏⁽¹⁹⁾ 之 *P. arlingtoni* 及 Inserra 等氏⁽²³⁾ 之 *P. jaehni* 分類資料，更添加 DNA 序列差異性之比較。累計目前全球根腐線蟲種的種類達 66 種之多。

本研究的目的旨在探討台灣根腐線蟲之種類及分佈，應用形態特性之觀察及測量，並配合生物學之研究，以作為未來生態、防治及種之快速鑑定處理之檢防疫需求。

材料與方法

根腐線蟲的分離與培養

根腐線蟲的分離

選取感染根腐線蟲的柑橘、草莓及茶的罹病組織根部與根圈土壤，以根浸法 (root incubation technique)⁽⁶⁾ 分離，將根縱剖切成 1 公分根段，置於 60 網目之紗網之內，置於 125 毫升之三角瓶中，內注清水 20 毫升，以振盪器中正反方向搖動 1 小時，傾倒其中液體於培養皿鏡檢，以玻璃吸管於解剖顯微鏡下收集線蟲於標本瓶中，作為形態鑑定之需。

根腐線蟲的培養

(1) 胡蘿蔔癒合組織 (callus) 的製備

胡蘿蔔 (*Daucus carota* L.) 以漂白水十倍稀釋液浸漬二十分鐘進行表面殺菌，於無菌箱中以水果刀火焰殺菌後，橫向切取 0.5 公分的薄片，再以直徑 0.8 公分的打孔器打取含維管束形成層的胡蘿蔔圓盤，置入裝有培養基 (Gamborg's B5 medium)⁽¹⁶⁾ 的試管中，於 28°C 溫度下，無照光培養十四天後備用。

(2) 根腐線蟲的表面消毒與培養

將感染根腐線蟲的植物組織根系，縱剖切取成 1 公分長的根段，置於清水中 24 小時，待線蟲游出根段後，以玻璃吸管收集線蟲。於無菌箱中，利用顯微鏡操作技術，以拉細的玻璃管吸取 50 隻線蟲，依序以孔雀綠 (Malachite green) 1000 ppm 前處理 60 秒及鏈黴素 (Streptomycin sulfate) 1000 ppm 後處理 60 分鐘⁽⁶⁾，再以無菌水漂洗三次，最後再注入含有長出胡蘿蔔癒合組織的試管中，進行培養大量繁殖。

根腐線蟲的純系培養

為避免分離培養自田間罹病組織根系的根腐線蟲有種類混雜之虞，將不同來源且已人工培養大量繁殖的根腐線

蟲，分別於無菌箱中，利用顯微鏡操作技術，以拉細的玻璃管吸取單一的帶卵母蟲，培養於胡蘿蔔癒合組織的標本瓶中，使其繁殖，待於標本瓶瓶壁可以解剖顯微鏡觀察到線蟲時，移植瓶內帶蟲之癒合組織至新的胡蘿蔔癒合組織的試管中，進行培養大量繁殖，以供往後研究所需。

根腐線蟲的鑑定

罹病組織根系內根腐線蟲的形態測量

將由感染根腐線蟲的柑橘、草莓及茶樹的罹病組織根系，以根浸法分離，收集於標本瓶中之根腐線蟲，利用恆溫器以溫度 65°C 隔水加熱 2 分鐘殺死線蟲，再以 2.5% 的福馬林溶液進行固定，最後以拉細的玻璃管吸取線蟲，壓放於蓋玻片及載玻片中，以接目測微尺 (ocular micrometer) 於光學顯微鏡 800 倍率下，觀察描述線蟲的形態特性，並測量線蟲各部位的比例長度^(17,19)，固定後之線蟲，測量時間不超過 24 小時，以減少線蟲形態的變異。選取雌、雄蟲各 50 隻測量，取其範圍、平均值、標準偏差、標準偏差及變異係數。

根腐線蟲之掃描式電子顯微鏡觀察

將培養於胡蘿蔔癒合組織試管中的純系南方根腐線蟲、北方根腐線蟲和茶根腐線蟲洗出，參考 Eisenback⁽¹²⁾ 之方法處理後，以掃描式電子顯微鏡 (Scanning Electron Microscope, Topcon, ABT-150s) 於加速電壓 15kv 下觀察並照相記錄。

根腐線蟲之生物學研究

溫度對根腐線蟲族群發展的影響

將根腐線蟲培養於含胡蘿蔔癒合組織的試管一個半月後，於無菌箱中，加入少許無菌水，使成線蟲懸浮液。在解剖顯微鏡下，以拉細的玻璃試管吸取 20 隻雌蟲，接種於含胡蘿蔔癒合組織的試管，分別置於 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36°C 的定溫箱 (器名 Fame F360DN) 中，黑暗下培養二個月後取出，以鏡檢皿計算試管中的線蟲數，每一處理十重複，重複實驗兩次。計算蟲數時，除以無菌水洗出試管壁之線蟲外，並將培養基及癒合組織切碎浸水後，待線蟲完全游出，以計算蟲數。

溫度對根腐線蟲卵孵化的影響

以上述之實驗方法，用拉細的玻璃試管吸取內有一齡幼蟲的卵 10 顆，置於裝有 0.2% 水瓊脂的培養皿上，分別置於 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36°C 的定溫箱中，黑暗處理。六天後觀察並計算卵孵化的數目，每一處理十重複。

根腐線蟲的生活史

將南方根腐線蟲、北方根腐線蟲及茶根腐線蟲分別培養於含胡蘿蔔癒合組織的試管，一個半月後，於無菌箱中，加入少許無菌水，使成線蟲懸浮液。在解剖顯微鏡

下，以拉細的玻璃試管吸取 20 顆內有一齡幼蟲的卵，注入含胡蘿蔔癒合組織的試管中，將含南方根腐線蟲卵的試管置於 28°C、北方根腐線蟲 24°C、茶根腐線蟲 20°C 的定溫箱中，每隔七天取出 5 枝試管觀察，並計算卵、幼蟲及成蟲數；待出現成蟲後，改為每天觀察計數，直到再次出現幼蟲。

根腐線蟲種間的交配

依上述根腐線蟲的生活史的研究方法，製成線蟲懸浮液，在解剖顯微鏡下，以細玻璃試管吸取一隻南方根腐線蟲四齡幼蟲，再分別吸取北方根腐線蟲及茶根腐線蟲各十隻雄蟲，注入含胡蘿蔔癒合組織的標本瓶中，進行交配試驗以同種之一隻四齡幼蟲和十隻雄蟲的交配試驗為對照，於 20 及 40 天後觀察計數雌蟲、雄蟲、幼蟲及卵數，每一處理五重覆，實驗重複兩次。同法，依序進行北方根腐線蟲及茶樹根腐線蟲與其它兩不同種根腐線蟲的交配試驗。

結 果

根腐線蟲種之鑑定

罹病組織根系內根腐線蟲的形態觀察與測量

分別自感染根腐線蟲的柑橘、草莓及茶園採集罹病組織根部，以根浸法分離線蟲後，以挑針挑出於光學顯微鏡下進行形態觀察與測量。

- (1) 分離自柑橘根部之根腐線蟲形態觀察(圖一)與測量結果如下：
- 口唇部稍微分離，於 1000 倍油鏡觀察下，隱約可看到 2 個體環。
 - 口針基部結球呈廣圓形。
 - 側區具有 4 個體環。
 - 受精囊呈寬廣之卵行至圓形，內部充滿精子，雄蟲平凡。
 - 尾部呈圓柱狀，末端呈鋸齒狀，有些為平滑之圓形、平切狀或不規則之鈍齒狀。

雌蟲之形態測量值(表一)與雄蟲之形態測量值(表二)，比較 Handoo 與 Golden⁽²⁰⁾ 之檢索表、Golden 等氏⁽¹⁷⁾ 之 *Pratylenchus gutierrezii*、Handoo 等氏⁽¹⁹⁾ 之 *P. arlingtoni* 及 Inserra 等氏⁽²³⁾ 之 *P. jaehni* 分類資料，鑑定分離自柑橘之根腐線蟲，然而因無法明確觀察出口唇部體環，因此初步鑑定為南方根腐線蟲【*Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941】。

- (2) 分離自草莓根部之根腐線蟲的形態觀察(圖二)與測量結果如下：
- 口唇部稍微分離，前端低平，外緣呈圓形，於 1000 倍油鏡觀察下，隱約可看到 3 個體環。
 - 口針基部結球呈廣圓形。

- 側區具有 4 個體環。
- 受精囊呈球形，內部充滿精子，雄蟲平凡。
- 尾部呈圓柱狀，末端呈平滑的圓形。

雌蟲之形態測量值(表三)與雄蟲之形態測量值(表四)，比較 Handoo 與 Golden 之檢索表、Golden 等氏之 *Pratylenchus gutierrezii*、Handoo 等氏之 *P. arlingtoni* 及 Inserra 等氏之 *P. jaehni* 分類資料，鑑定分離自草莓根部之根腐線蟲，然而因無法明確觀察出口唇部體環及構造，因此初步鑑定結果疑是北方根腐線蟲【*Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Chitwood & Oteifa, 1952】或 *Pratylenchus mediterraneus* (Corbett, 1983)。

- (3) 分離自茶樹根部之根腐線蟲的形態觀察(圖三)與測量結果如下：
- 口唇部呈圓形，隱約可看到 2 個體環。
 - 口針基部結球呈圓形，廣泛地與矛結合。
 - 側區具有 4 個體環。
 - 受精囊呈延長之長方形，內部充滿精子，雄蟲平凡。
 - 尾部呈圓錐狀，末端呈窄圓形。

雌蟲之形態測量值(表五)與雄蟲之形態測量值(表六)，比較 Handoo 與 Golden 之檢索表、Golden 等氏之 *Pratylenchus gutierrezii*、Handoo 等氏之 *P. arlingtoni* 及 Inserra 等氏之 *P. jaehni* 分類資料，鑑定分離自茶樹之根腐線蟲，然而因無法明確觀察出口唇部體環，因此初步鑑定為茶根腐線蟲(*P. loosi* Loof, 1960)。

根腐線蟲之掃描式電子顯微鏡觀察

將純種培養所得之根腐線蟲，利用掃描式電子顯微鏡，於加速電壓 15KV，分別以 300、1000、2500、5000、10000 倍觀察蟲體、尾部、尾部末端、側區、口唇部之微細構造，其結果如下：

- (1) 分離培養自柑橘的根腐線蟲雌蟲之表面微細構造(圖四)：
- 口唇部稍微分離，可明確觀察出 2 個體環
 - 側區具有 4 個體環
 - 尾部呈圓柱狀，末端呈鋸齒狀，有些為平滑之圓形、平切狀或不規則之鈍齒狀
- (2) 分離培養自草莓的根腐線蟲雌蟲之表面微細構造(圖五)：
- 口唇部稍微分離，前端低平，外緣呈圓形，口腔開口部具有 6 個聚合之感應器，口腔圓盤之背部及腹部裂片呈啞鈴形，可明確觀察出 3 個體環。
 - 側區具有 4 個體環。
 - 尾部呈圓柱狀，末端呈平滑的圓形。
- (3) 分離培養自茶樹的根腐線蟲雌蟲之表面微細構造(圖六)：
- 口唇部呈圓形，可明確觀察出 2 個體環。
 - 側區具有 4 個體環。
 - 尾部呈圓錐狀，末端呈窄圓形。

表一、分離自柑橘罹病根部之南方根腐線蟲雌蟲形態測量值之比較

Table 1. Comparison of body dimension of the female of *P. coffeae* isolated from the infected roots of citrus

Character	Range	Mean	Standard error mean	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	Handoo & Golden (1989)
Linear (μm)						
Body length	530.0-705.0	604.6 ¹	5.48	36.76	6.08	370-690
Body width	20.0-27.5	23.9	0.25	1.67	6.99	
Tail length	25.0-36.3	29.7	0.37	2.51	8.45	
Excretory pore to head end	77.5-98.8	87.5	0.77	5.20	5.94	
Stylet length	17.0-17.8	17.4	0.03	0.19	1.09	15-18
Stylet Knob base	3.3-4.5	3.9	0.06	0.38	9.70	
DEGO to knob base	2.5-4.3	3.3	0.08	0.51	15.46	
Esophagus length	72.4-105.9	89.1	1.28	8.58	9.63	
Postvulval uterine sac	20.0-35.0	26.2	0.55	3.66	13.95	
Anus to vulva distance	77.5-127.5	94.2	1.52	10.21	10.84	
Ratios						
a	20.2-30.5	25.4	0.31	2.05	8.09	17.7-30.5
b	5.5-7.9	6.84	0.10	0.69	10.09	5.0-7.8
c	17.0-24.2	20.4	0.23	1.54	7.55	13.7-23.9
V	75.4-82.7	79.6	0.24	1.59	2.00	75.8-84.2

¹ Data are means of the measurements of fifty females

表二、分離自柑橘罹病根部之南方根腐線蟲雄蟲形態測量值之比較

Table 2. Comparison of body dimension of the male of *P. coffeae* isolated from the infected roots of citrus

Character	Range	Mean	Standard error mean	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	Siddiqi, 1972
Linear (μm)						
Body length	460.0-593.3	520.5 ¹	5.32	39.46	7.58	0.45-0.70
Body width	15.63-17.50	16.29	0.07	0.54	3.34	
Tail length	21.25-26.25	24.44	0.18	1.33	5.44	
Stylet length	16.25-17.50	16.43	0.05	0.36	2.18	15-17
Esophagus length	70.42-87.15	78.74	1.03	7.63	6.82	
Spicule length	12.50-16.25	15.18	0.15	1.14	7.52	
Gubernaculum length	4.46-5.80	5.42	0.06	0.41	7.52	
Ratios						
a	28.72-36.51	31.95	0.29	2.14	6.70	26-40
b	5.87-7.43	6.63	0.05	0.40	8.56	6-7
c	19.56-25.66	21.35	0.25	1.82	8.53	17-24
T	41.28-56.52	48.26	0.59	4.41	9.13	45-52

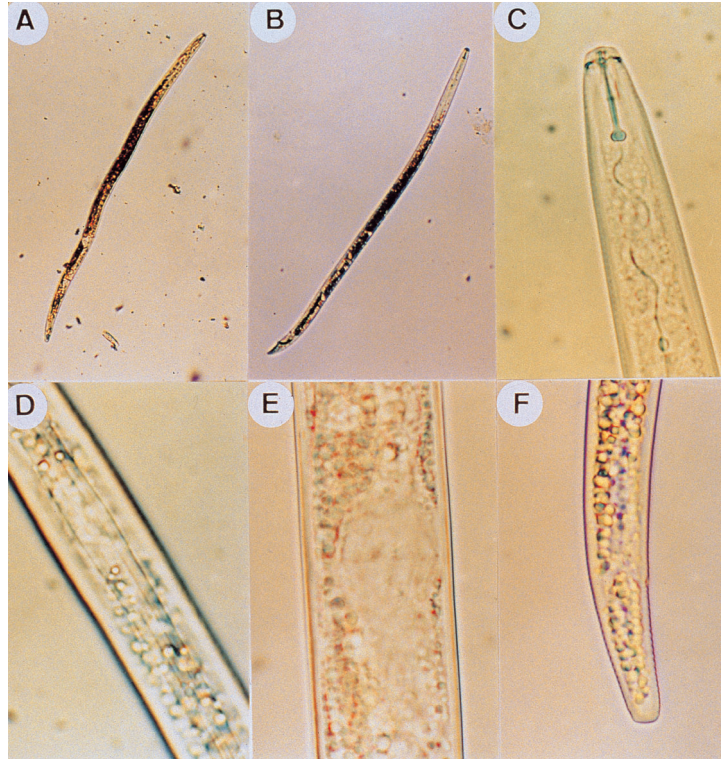
¹ Data are means of the measurements of fifty males

以掃描式電子顯微鏡觀察，可明確觀察根腐線蟲的表面微細構造，因此依據 Handoo 與 Golden 之檢索表、Golden 等氏之 *Pratylenchus gutierrezii*、Handoo 等氏之 *P. arlingtoni* 及 Inserra 等氏之 *P. jaehni* 分類資料，可進一步鑑定出分離自柑橘、草莓及茶樹罹病組織根系的根腐線蟲分別為南方根腐線蟲 (*Pratylenchus coffeae*)、北方根腐線蟲 (*Pratylenchus penetrans*) 及茶根腐線蟲 (*P. loosi*)。

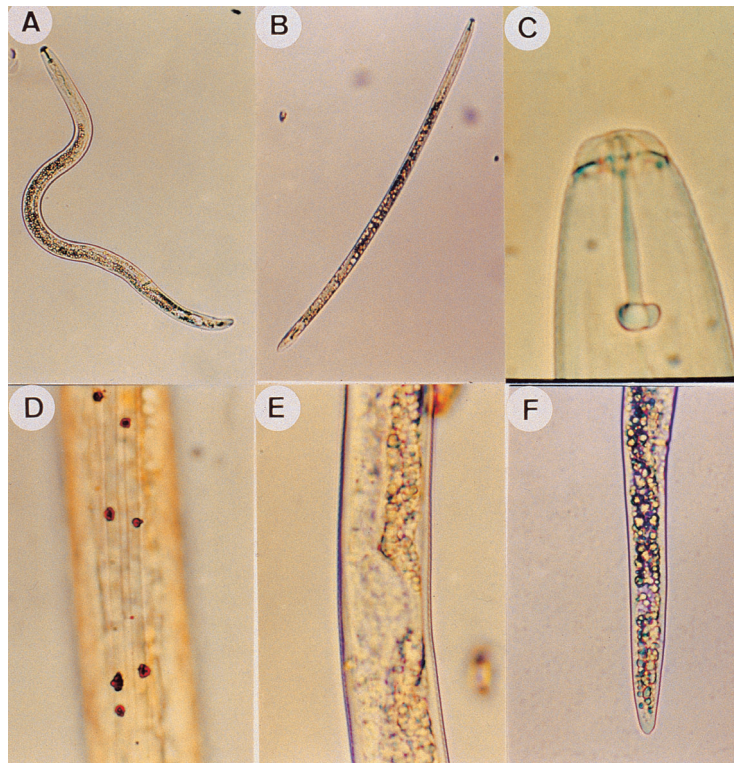
根腐線蟲之生物學研究

溫度對根腐線蟲族群發展之影響

南方根腐線蟲在胡蘿蔔圓盤上處理溫度 12 至 30°C 之間，族群的發展隨著溫度的升高而增加，但溫度在 30 至 36°C 之間則族群發展隨溫度升高而下降。其中以處理溫度 30°C 時，成蟲數、幼蟲數及蟲數總數最多，為南方根腐線蟲族群發展之最適處理溫度。而處理溫度分別為 12 與 36°C 時，並無線蟲卵的孵化而有幼蟲的出現且族群數



圖一、光學顯微鏡下 *Pratylenchus coffeae* 之形態特徵。(A) 雌蟲之形態 (120X)；(B) 雄蟲之形態 (120X)；(C) 雌蟲頭部之形態構造 (1000X)；(D) 雌蟲側區之形態構造 (1000X)；(E) 雌蟲藏精囊之形態構造 (800X)；(F) 尾部之形態構造 (400X)。
Fig. 1. Light micrographs of the features of *Pratylenchus coffeae*. (A)Female (120X). (B)Male (120X). (C)The head of female (1000X). (D)Lateral field of female (1000X). (E)The spermatheca of female (800X). (F)The tail of female (400X).



圖二、光學顯微鏡下 *Pratylenchus penetrans* 之形態特徵。(A) 雌蟲之形態 (120X)；(B) 雄蟲之形態 (120X)；(C) 雌蟲頭部之形態構造 (1000X)；(D) 雌蟲側區之形態構造 (1000X)；(E) 雌蟲藏精囊之形態構造 (800X)；(F) 尾部之形態構造 (400X)。
Fig. 2. Light micrographs of the features of *Pratylenchus penetrans*. (A)Female (120X). (B)Male (120X). (C) The head of female (1000X). (D)Lateral field of female (1000X). (E)The spermatheca of female (800X). (F)The tail of female (400X).

表三、分離自草莓罹病根部之北方根腐線蟲雌蟲形態測量值之比較

Table 3. Comparison of body dimension of the female of *P. penetrans* isolated from the infected roots of strawberry

Character	Range	Mean	Standard error mean	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	Handoo & Golden (1989)
Linear (μm)						
Body length	610.0-715.0	666.0 ¹	4.34	30.66	4.60	430-810
Body width	20.0-37.5	25.4	0.55	3.86	15.20	
Tail length	25.0-37.5	31.4	0.44	3.09	9.83	
Excretory pore to head end	56.3-127.5	91.9	1.76	12.46	13.57	
Stylet length	15.3-17.3	16.6	0.06	0.45	2.65	15-17
Stylet Knob base	3.0-5.0	3.8	0.06	0.42	11.11	
DEGO to knob base	2.3-4.0	3.0	0.07	0.47	15.57	
Esophagus length	100.0-135.0	118.7	1.29	9.13	7.69	
Postvulval uterine sac	17.5-50.0	24.9	0.76	5.40	21.68	
Anus to vulva distance	71.3-140.0	107.9	1.67	11.83	10.97	
Ratios						
a	18.1-32.5	26.8	0.51	3.60	13.45	19-32
b	4.8-6.5	5.6	0.05	0.38	6.66	5.3-7.9
c	17.7-27.6	21.4	0.31	2.19	10.21	15-24
V	73.2-84.3	78.7	0.31	2.18	2.77	75-84

¹ Data are means of the measurements of fifty females

表四、分離自草莓罹病根部之北方根腐線蟲雄蟲形態測量值之比較

Table 4. Comparison of body dimension of the male of *P. penetrans* isolated from the infected roots of strawberry

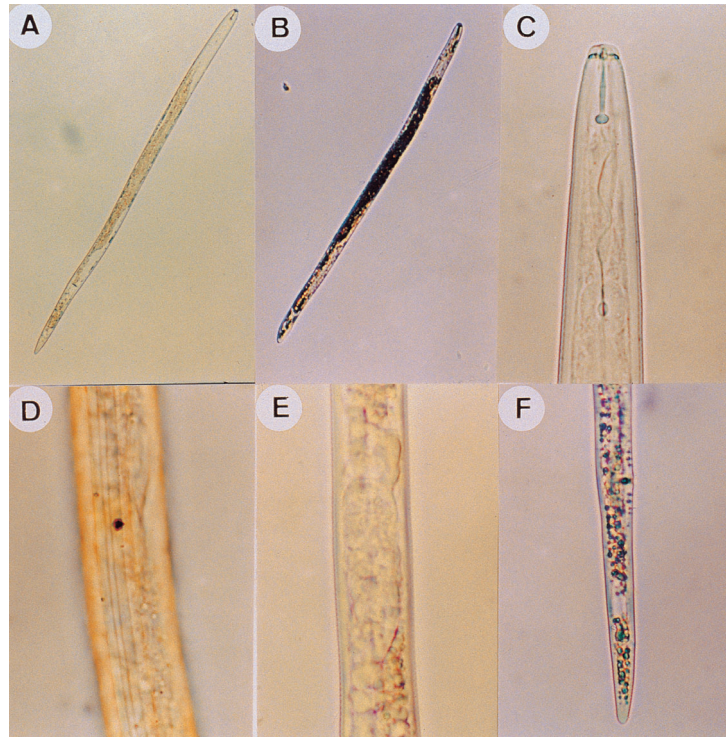
Character	Range	Mean	Standard error mean	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	Cobbert, 1973
Linear (μm)						
Body length	413.3-550.0	496.3 ¹	10.68	35.42	7.14	305-574
Body width	13.12-17.50	15.81	0.41	1.37	8.67	
Tail length	20.00-31.25	24.63	0.88	2.91	11.81	
Stylet length	12.5-16.25	14.63	0.31	1.01	6.94	13-16
Esophagus length	78.75-98.75	88.00	1.97	6.52	6.05	
Spicule length	13.75-16.25	14.94	0.29	0.95	6.33	14-17
Gubernaculum length	3.44-5.27	3.73	0.07	0.24	6.33	3.9-4.2
Ratios						
a	23.61-35.57	31.57	0.92	3.07	9.71	23-34
b	5.27-6.73	5.61	0.13	0.42	9.06	5.4-7.3
c	16.43-25.33	20.37	0.75	2.48	12.17	16-22
T	33.38-52.07	37.69	0.66	2.20	7.95	36-58

¹ Data are means of the measurements of fifty males

不超過最初接種數，顯示族群無法發展(圖七.上)。

北方根腐線蟲在胡蘿蔔圓盤上處理溫度 12 至 20°C 之間，族群的發展隨著溫度的升高而增加。處理溫度 20 與 24°C 的北方根腐線蟲族群數，雖以 24°C 時族群數較多，但並無顯著差異。而處理溫度 24 至 36°C 之間，族群發展則隨溫度升高而下降。處理溫度 36°C 時，並無線蟲卵的孵化而有幼蟲的出現且族群數不超過最初接種數，顯示族群無法發展(圖七.中)。

茶根腐線蟲在胡蘿蔔圓盤上處理溫度 12 至 20°C 之間，族群的發展隨著溫度的升高而增加。20 至 36°C 之間則族群發展隨溫度升高而下降。其中以處理溫度 20°C 時，成蟲數、幼蟲數及蟲數總數最多，為茶根腐線蟲族群發展之最適處理溫度。而處理溫度分別為 32 與 36°C 時，並無線蟲卵的孵化而有幼蟲的出現且族群數不超過最初接種數，顯示族群無法發展(圖七.下)。



圖三、光學顯微鏡下 *Pratylenchus loosi* 之形態特徵。(C) 雌蟲之形態 (120X)；(B) 雄蟲之形態 (120X)；(C) 雌蟲頭部之形態構造 (1000X)；(D) 雌蟲側區之形態構造 (1000X)；(E) 雌蟲藏精囊之形態構造 (800X)；(F) 尾部之形態構造 (200X)。

Fig. 3. Light micrographs of the features of *Pratylenchus loosi*. (A)Female (120X). (B)Male (120X). (C)The head of female (1000X). (D)Lateral field of female (1000X). (E)The spermatheca of female (800X). (F)The tail of female (200X).

表五、分離自茶樹罹病根部之茶根腐線蟲雌蟲形態測量值之比較

Table 5. Comparison of body dimension of the male of *P. loosi* isolated from the infected roots of tea

Character	Range	Mean	Standard error mean	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	Handoo & Golden (1989)
Linear (μm)						
Body length	490.0-710.0	610.4 ¹	8.05	56.94	9.33	480-640
Body width	16.3-26.3	20.9	0.40	2.80	13.41	
Tail length	28.13-40.63	34.24	0.24	1.69	13.30	
Excretory pore to head end	80.0-115.0	94.0	0.95	6.73	7.17	
Stylet length	16.3-19.0	17.3	0.07	0.53	3.03	14-18
Stylet Knob base	3.8-5.1	4.4	0.05	0.33	3.03	
DEGO to knob base	1.9-5.0	3.1	0.08	0.54	17.47	
Esophagus length	75.0-114.7	94.2	1.40	9.92	10.53	
Postvulval uterine sac	12.5-36.9	23.1	0.86	6.10	26.43	
Anus to vulva distance	60.0-102.5	80.5	1.33	9.39	11.67	
Ratios						
a	24.4-35.7	29.5	0.37	2.58	8.77	28-36
b	5.4-7.5	6.5	0.07	0.53	8.12	5.7-7.1
c	15.1-22.5	19.5	0.23	1.59	8.97	18-25
V	78.2-84.7	81.2	0.20	1.41	1.74	79-85

¹ Data are means of the measurements of fifty females

溫度對根腐線蟲卵孵化之影響

南方根腐線蟲在處理溫度 12 至 24°C 之間，卵孵化的比率隨著溫度的升高而增加，但 12 與 16°C 的卵孵化比率並無顯著差異。處理溫度 24 與 28°C 的卵孵化比率，雖無

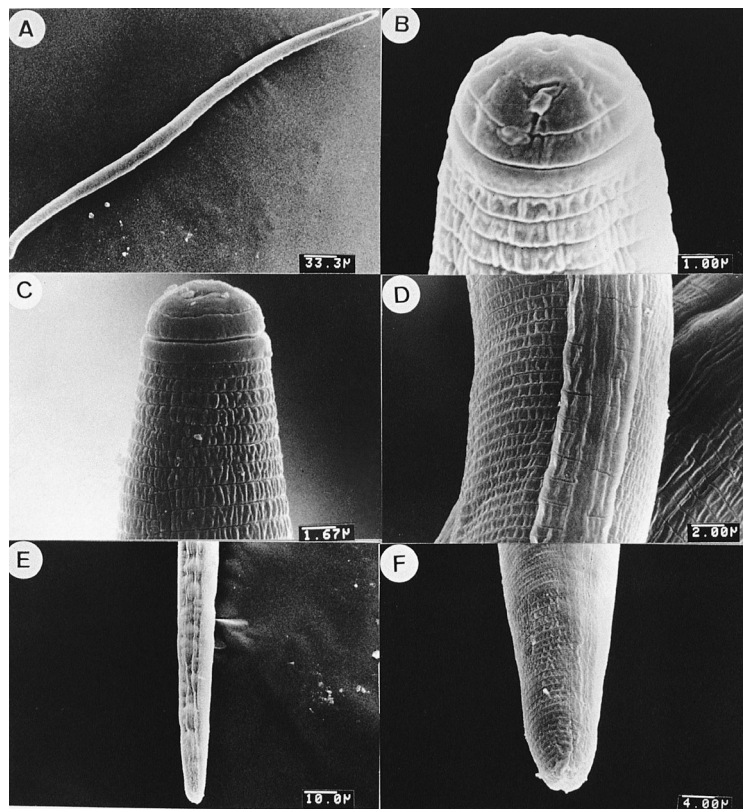
顯著差異，但以 24°C 的卵孵化比率較高；在處理溫度 28 至 36°C 之間，卵孵化的比率隨溫度升高而下降。而處理溫度 12°C 時，卵孵化的比率為零，顯示南方根腐線蟲卵無法在此溫度孵化(圖八.上)。

表六、分離自茶樹罹病根部之茶根腐線蟲雌蟲形態測量值之比較

Table 6. Comparison of body dimension of the female of *P. loosi* isolated from the infected roots of tea

Character	Range	Mean	Standard error mean	Standard deviation	Coefficient of variation (%)	Seinhorst, 1977
Linear (μm)						
Body length	420.0-610.0	564.0 ¹	10.46	34.70	5.71	380-580 (464)
Body width	14.6-18.25	16.11	0.53	1.75	9.97	
Tail length	26.25-31.25	28.47	0.47	1.56	5.48	
Stylet length	12.5-16.5	15.00	0.93	1.30	7.74	12-16
Esophagus length	96.25-125.0	111.54	2.96	9.80	8.79	
Spicule length	15.5-20.0	17.43	0.40	1.31	7.54	
Gubernaculum length	3.88-5.00	4.36	0.10	0.33	7.54	
Ratios						
a	28.8-40.0	34.96	0.96	3.17	9.07	28-41 (35.3)
b	4.83-6.43	5.48	0.15	0.51	9.35	5.4-6.7 (5.9)
c	18.89-23.67	21.38	0.43	1.42	6.65	18.5-23.2 (20.8)
T	39.39-46.77	44.17	0.73	2.41	5.46	36-52 (42)

¹. Data are means of the measurements of fifty males



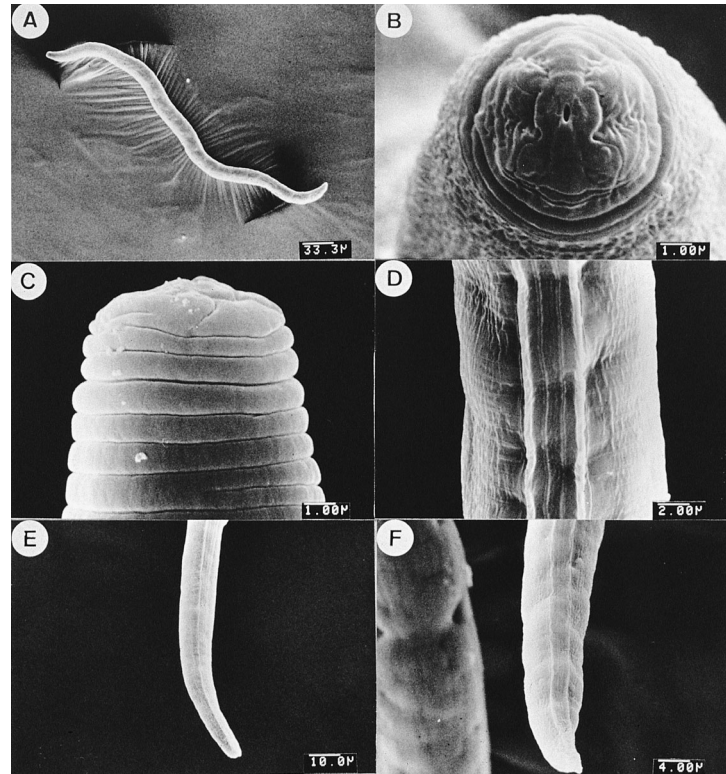
圖四、掃描式電子顯微鏡下 *Pratylenchus coffeae* 雌蟲之表面形態特徵。(A) 全蟲之形態；(B,C) 口唇部之形態構造；(D) 側區之形態構造；(E) 尾部之形態構造；(F) 尾末端之形態構造。

Fig. 4. The female surface features of *Pratylenchus coffeae* by using SEM. (A)Body. (B,C)Lip region. (D)Lateral field. E) Tail region. (F)The terminate region of tail.

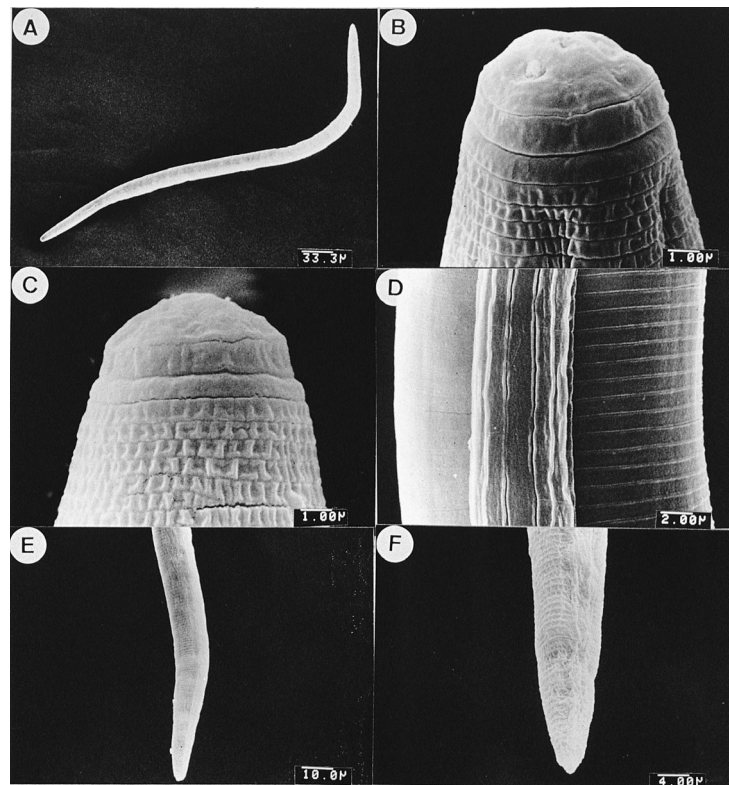
北方根腐線蟲在處理溫度 12 至 20°C 之間，卵孵化的比率隨著溫度的升高而增加；處理溫度 20 與 24°C 的卵孵化比率雖無顯著差異，但以 20°C 的卵孵化比率較高；在處理溫度 20 至 36°C 的卵孵化比率，卵孵化的比率隨溫度升高而下降。而處理溫度 36°C 時，卵孵化的比率為零，

顯示北方根腐線蟲卵無法在此溫度孵化(圖八中)。

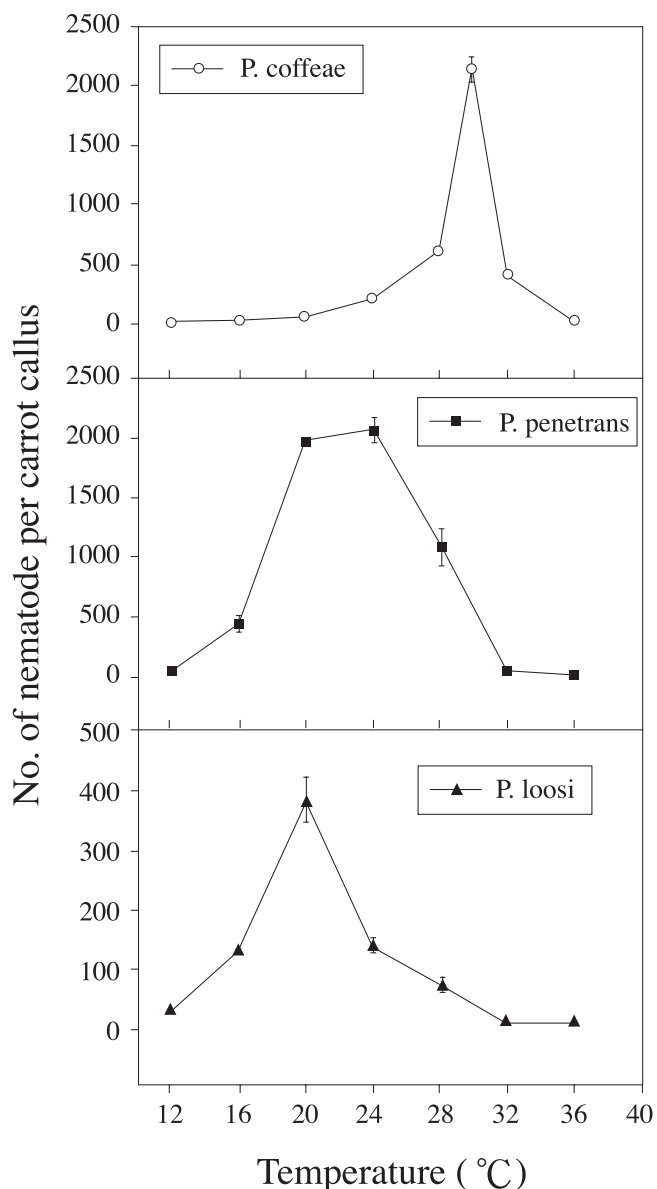
茶根腐線蟲在處理溫度 12 至 16°C 之間，卵孵化的比率隨著溫度的升高而增加。所有處理溫度中，以 16°C 的卵孵化比率最高，與 24°C 的卵孵化比率具顯著差異。處理溫度 20 至 28°C 之間，卵孵化的比率並無顯著差異，但



圖五、掃描式電子顯微鏡下 *Pratylenchus penetrans* 雌蟲之表面形態特徵。(A) 全蟲之形態；(B) 口唇部之正面形態構造；(C) 口唇部之形態構造；(D) 側區之形態構造；(E) 尾部之形態構造；(F) 尾末端之形態構造。
Fig. 5. The female surface features of *Pratylenchus penetrans* by using SEM. (A)Body. (B)Face view of the head. (C)Lip region. (D)Lateral field. (E)Tail region. (F)The terminate region of tail.



圖六、掃描式電子顯微鏡下 *Pratylenchus loosi* 雌蟲之表面形態特徵。(A) 全蟲之形態；(B,C) 口唇部之形態構造；(D) 側區之形態構造；(E) 尾部之形態構造；(F) 尾末端之形態構造。
Fig. 6. The female surface features of *Pratylenchus loosi* by using SEM. (A)Body. (B,C)Lip region. (D)Lateral field. (E)Tail region. (F)The terminate region of tail.



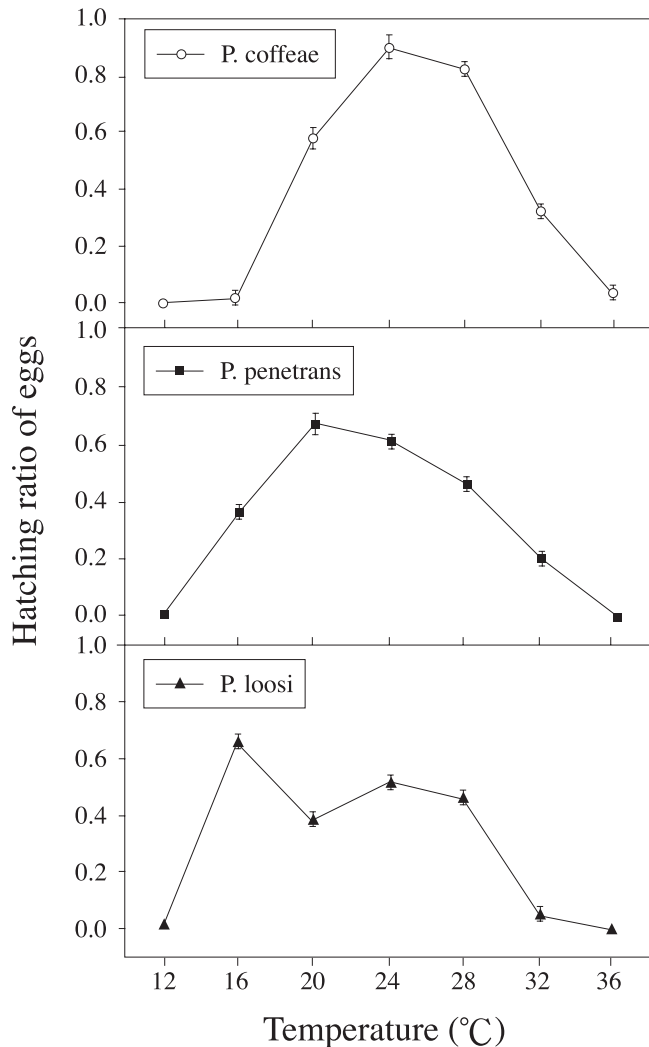
圖七、在胡蘿蔔癒合組織培養下，溫度對南方根腐線蟲、北方根腐線蟲及茶根腐線蟲族群發展之影響。

Fig. 7. Effect of temperature on the population development of *Pratylenchus coffeae*, *P. penetrans* and *P. loosi* in carrot calli.

以 24°C 時卵孵化的比率較高，28°C 次之，20°C 最低。處理溫度 28 至 36°C 之間，卵孵化的比率隨溫度升高而下降。在處理溫度 36°C 時，卵孵化的比率為零，顯示茶根腐線蟲卵無法在此溫度孵化(圖八.下)。

根腐線蟲之生活史

由溫度對蟲卵孵化影響之結果，已知內含一齡幼蟲之蟲卵在第一天即可孵化成二齡幼蟲。於最適生長溫度下，20 顆內含根腐線蟲一齡幼蟲之蟲卵在胡蘿蔔癒合組織上，南方根腐線蟲在第 7、14、20、28 天分別可觀察到幼蟲、成蟲、第二代蟲卵、第二代幼蟲的出現，推測南方根腐線蟲二齡幼蟲至成蟲所需時間為 13 天，成蟲至產卵所



圖八、溫度對南方根腐線蟲、北方根腐線蟲及茶根腐線蟲卵孵化之影響。

Fig. 8. Effect of the temperature on the eggs hatching of *Pratylenchus coffeae*, *P. penetrans* and *P. loosi*.

需時間為 6 天，而產卵至卵孵化成二齡幼蟲所需時間為 7 至 8 天，其生活史為 27 至 28 天。北方根腐線蟲在第 7、14、24、35 天分別可觀察到幼蟲、成蟲、第二代蟲卵、第二代幼蟲的出現，推測北方根腐線蟲二齡幼蟲至成蟲所需時間為 13 天，成蟲至產卵所需時間為 10 天，而產卵至卵孵化成二齡幼蟲所需時間為 11 至 12 天，其生活史為 34 至 35 天。茶根腐線蟲在第 7、21、35、46 天分別可觀察到幼蟲、成蟲、第二代蟲卵、第二代幼蟲的出現，因此推測茶根腐線蟲二齡幼蟲至成蟲所需時間為 20 天，成蟲至產卵所需時間為 14 天，而產卵至卵孵化成二齡幼蟲所需時間為 11 至 12 天，其生活史為 45 至 46 天。

根腐線蟲種間之交配

將純種培養所得之南方根腐線蟲、北方根腐線蟲及茶根腐線蟲，分別取單一之四齡幼蟲與不同種之根腐線蟲十

隻雄蟲進行交配，而以同種根腐線蟲之交配為對照 (表七)。發現南方根腐線蟲與北方根腐線蟲、南方根腐線蟲與茶根腐線蟲、北方根腐線茶根腐線蟲之不同種間之交配處理，皆無卵與幼蟲的產生，但可發現最初接種之十隻雄蟲及一隻由四齡幼蟲轉變之雌蟲，顯示不同種間之根腐線蟲雌雄蟲無法交配產生後代；而對照之同種交配，除最初接種之十隻雄蟲及一隻由四齡幼蟲轉變之雌蟲外，皆可發現卵及幼蟲的產生，顯示本試驗條件下同種間之交配繁殖正常。

討 論

以單一帶卵母蟲培養於胡蘿蔔癒合組織，獲得純種根腐線蟲，雖需要較長時間以發展其族群，但對於田間二種以上根腐線蟲之共同感染，可以此法區分以利於種之鑑定。利用光學顯微鏡及掃描式顯微鏡，進行分離自柑橘、草莓及茶樹與純種培養之根腐線蟲觀察形態及其測量值，其結果分別與 Handoo & Golden⁽²⁰⁾ 南方根腐線蟲 (*Pratylenchus coffeae*)、北方根腐線蟲 (*P. penetrans*) 及茶根腐線蟲 (*P. loosi*) 之報告比較，各形態特性及測量值皆符合。其中，口針長度及 V 值之測量值變異係數最小，證實 Tarte & Mai 氏⁽³³⁾ 及 Tarjan & Frederick 氏⁽³²⁾ 所言之口針長度及陰門位置是較可靠之鑑定依據。然而口針長度因測量時，難以辨識位於唇口腔壁筒內之口針尖端，欲準確測量口針長度並不容易的，而 Hooper 氏⁽²¹⁾ 發現添加氨水可使口針突出以利測量，但是否會造成形態變異仍未知，因此至今未被使用於根腐線蟲種之鑑定。

根據早期調查之結果，台灣已發現 *P. coffeae*、*P. penetrans*、*P. loosi*、*P. pratensis* 及 *P. brachyurus* 五種根腐線蟲，但經吾人採樣調查結果，至今未發現 *P. pratensis* 及 *P. brachyurus* 兩種。詳細閱讀童氏⁽⁴⁾ 之報告後，發現其以 Filipjev 氏⁽¹³⁾ 報告為依據，所鑑定之 *P. pratensis* 測量值，在口針長度及 V 值與 Handoo 與 Golden 氏⁽²⁰⁾ 之測量值差

異頗多，且在 Siddiqi 氏⁽³¹⁾ 及 Corbett 氏⁽¹⁰⁾ 報告中，亦指出 Filipjev 氏⁽¹³⁾ 所鑑定之 *P. pratensis* 可能為 *P. coffeae* 或 *P. penetrans*。而洪氏等人⁽³⁾ 之報告中，僅以圖片表示 *P. brachyurus*，未做進一步之形態描述或鑑定，有待進一步研究。

溫度對於根腐線蟲培養在胡蘿蔔癒合組織上族群發展試驗結果，顯示南方根腐線蟲之最適溫度為 30°C，與 Radewald 等人⁽²⁹⁾ 在柑橘上所測得之最適溫度 29°C 相近。北方根腐線蟲族群發展在 12 至 24°C 隨溫度上生而增加，與 Dunn 氏⁽¹¹⁾ 在苜蓿癒合組織上之族群發展研究結果大致相同；而茶根腐線蟲之最適溫度為 20°C，亦與 Hutchinson 及 Vythilingam 氏⁽²²⁾ 在茶樹上族群發展最是溫度相近。南方根腐線蟲、北方根腐線蟲及茶根腐線蟲卵孵化之最適溫度，分別為 24°C、20°C 及 16°C，與族群發展之最適溫度有所不同。

由根腐線蟲培養於胡蘿蔔癒合組織之生活史試驗，得知南方根腐線蟲在 28°C 時，二齡幼蟲至成蟲所需時間為 13 天，產卵至卵孵化成二齡幼蟲所需時間為 7-8 天，其生活史為 27-28 天，與 Zimmermann 氏⁽³⁴⁾ 所觀察之生活史頗為相近。北方根腐線蟲在 24°C 時，二齡幼蟲至成蟲所需時間為 13 天，成蟲至產卵所需時間為 10 天，而產卵至卵孵化成二齡幼蟲所需時間為 11-12 天，其生活史為 34-35 天，與 Mamiya 氏⁽²⁶⁾ 測量以成蟲至成蟲為一個生活史之研究結果相近。而茶根腐線蟲二齡幼蟲至成蟲所需時間為 20 天，成蟲至產卵所需時間為 14 天，而產卵至卵孵化成二齡幼蟲所需時間為 11-12 天，其生活史為 45-46 天，與 Gadd 及 Loos 氏⁽¹⁵⁾ 在茶樹所觀察之 *Anguillulina pratensis* (最可能為 *P. loosi*) 生活史則有所差異。

種之界定，以林奈系統 (Linnaean systematics) 基於形態特徵之模式來區分時有爭議，需再考量種系遺傳形式 (phylogenetic hierarchies)、族群天然雜交潛勢及獨立繁衍能力⁽²⁴⁾。根腐線蟲因種內變異，若單以形態特徵來區分種，則略顯不足，需進行交配試驗。吾人將分離自柑橘、

表七、南方根腐線蟲、北方根腐線蟲與茶根腐線蟲的相互交配試驗

Table 7. The mating test of *Pratylenchus coffeae*、*P. penetrans* and *P. loosi*.

Treatment	#N Eggs ⁴	#N Larves ⁵	#N #N Female ⁶	Male ⁷	Mating
PCOF ¹ ♂ ⁸ 10、♀ ⁹ 1	2.4	6.4	1	10	+ ¹⁰
PPE ² ♂ 10、♀ 1	3.6	3.0	1	10	+
PLO ³ ♂ 10、♀ 1	5.5	2.0	1	10	+
PCOF ♂ 10、PPE ♀ 1	0	0	1	10	- ¹¹
PCOF ♂ 10、PLO ♀ 1	0	0	1	10	-
PPE ♂ 10、PLO ♀ 1	0	0	1	10	-

¹ PCOF=*Pratylenchus coffeae* ; ² PPE=*P. penetrans* ; ³ PLO=*P. loosi*

⁴ #N Eggs=the number of eggs ; ⁵ #N Larves=the number of larves

⁶ #N Female=the number of female ; ⁷ #N Male=the number of male

⁸ ♂=male ; ⁹ ♀=female ; ¹⁰ +=mating ; ¹¹ -=no mating

表八、根腐線蟲在臺灣的分布

Table 8. The distribution of *Pratylenchus species* in Taiwan

Localities	Crops	Species	Prominence value
Toucheng	Guava	PCOF ¹	2
Beitou Chiu	Bamboo、Frangipani	PCOF	2
Dahu	Citrus	PCOF	5
Dungshr	Citrus	PCOF	3
Taichung City	Citrus、Bamboo	PCOF	5
Erlin	Grape	PCOF	10
Datsuen	Grape	PCOF	4
Shihu	Grape	PCOF	3
Tianwei	Chinese banyan	PCOF	1
Mingjian	Yam、Tea	PCOF	2
Guoshing	Banana、Kiwi fruit、Grape	PCOF	9
Nantou	Banana	PCOF	3
Tsautuen	Banana	PCOF	5
Puli	Banana	PCOF	10
Yuchr	Banana	PCOF	6
Jiji	Banana	PCOF	10
Jungliau	Citrus、Banana	PCOF	3
Ershuei	Guava	PCOF	5
Linnei	Citrus、Tea	PCOF	2
Douliou	Citrus、Pummelo、Bamboo	PCOF	3
Gukeng	Banana、Citrus、Sugar cane、Bamboo	PCOF	7
Meishan	Citrus	PCOF	5
Chiai city	Banana	PCOF	5
Jungpu	Banana、Yam	PCOF	7
Baihe	Mango	PCOF	1
Dungshan	Citrus	PCOF	4
Yanshuei	Pummelo	PCOF	3
Madou	Pummelo	PCOF	3
Shanshang	Banana、Pineapple	PCOF	2
Shinhua	Guava	PCOF	2
Yanchau	Guava	PCOF	3
Meinung	Banana	PCOF	2
Ligang	Banana、Bamboo	PCOF	5
Yanpu	Banana、Sugar cane	PCOF	4
Jiouru	Banana	PCOF	9
Hengchuen	Manila tamarind、Frangipani	PCOF	2
Taimali	Ponkan	PCOF	1
Guoshing	Banana、Strawberry	PCOF、PPE ²	4
Beitou Chiu	Strawberry	PPE	2
Dahu	Strawberry	PPE	6
Shinyi	Strawberry	PPE	3
Yuchr	Tea	PLO ³	5
Mingjian	Tea	PLO	2
Lugu	Tea	PLO	19

¹. PCOF=*Pratylenchus coffeae* ; ². PPE=*Pratylenchus penetrans* ; ³. PLO=*Pratylenchus loosi*

草莓及茶樹根系之根腐線蟲，進行形態鑑定種類，結果分別為南方根腐線蟲、北方根腐線蟲及茶根腐線蟲。進一步純種培養後，進行相互交配試驗，發現不同純種間之雌雄蟲無法繁殖後代，而同一種純種之雌雄蟲則可，顯示同種具生殖力，不同種間則無。因此可知，南方根腐線蟲、北方根腐線蟲及茶根腐線蟲相互間之親源性遠，已成獨立之根腐線蟲種。

根據本省採樣之調查結果(表八)，南方根腐線蟲主要分佈於中南部，北方根腐線蟲分佈於中部以北，此與蔡氏與程氏⁽⁷⁾於本省花卉之根腐線蟲病害分佈調查結果相同，而由溫度對根腐線蟲族群發展影響之結果，可知造成南方根腐線蟲及北方根腐線蟲分佈之差異，主要受環境溫度之影響。茶根腐線蟲之分佈為本省中北部，因所調查區域為本省茶與茶苗之最大宗產地，故以此做為代表性採樣。

由於根腐線蟲種類多且寄生範圍廣泛，因此以寄主範圍來區分根腐線蟲的種類是不適合的，而以不同寄主對同種不同分離群(isolate)來進行測定，則可了解病原性及寄主專一性，以作為不同病原型(pathotype)的區分⁽²⁸⁾。分子生物技術⁽²³⁾對根腐線蟲種的鑑定之應用，在於解決線蟲形態測量時種內變異所造成的鑑定困擾及掃描式電子顯微鏡使用的耗時，目前雖僅是鑑定的開始，卻也提供未來快速鑑定的另一方向。

引用文獻

1. 王兩全. 1970. 臺灣茶園土壤線蟲之研究. 臺灣農業季刊 6:126-151.
2. 朱學曾、胡舉和、蔡德坤. 1967. 台灣蔗園線蟲及其防治. 糖試所技術專刊, 30 號, 28p.
3. 洪元平、洪元禮、陳珠惜. 1966. 臺灣香蕉寄生性線蟲種類及其分佈. 植保會刊8:221-226.
4. 童慕秋. 1963. 有關柑桔之寄生性線蟲調查. 植保會刊 5:17-23.
5. 黃昭雄、江月琴. 1976. 根腐線蟲 *Pratylenchus coffeae* 在臺灣之首次記錄. 植保會刊18:75-77.
6. 蔡東纂、程永雄、陳弘毅、林奕耀、吳文希. 1995. 球根花卉線蟲之發生及防治. 植病會刊4:180-192.
7. 蔡東纂、程永雄. 1994. 台灣花卉線蟲問題. 台灣花卉病蟲害研討會專刊 pp.225- 241.
8. 蔡東纂. 1996. 台灣作物線蟲病連作障害發生及對策. 植病會刊5:113-128.
9. Caf'e-Filho, A. C. and Huang, C. S. 1989. Description of *Pratylenchus pseudofallax* n. sp. with a key to species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Pratylenchidae). *Rev. N'ematol.* 12:7-15.
10. Corbett, D. C. M. 1973. *Pratylenchus penetrans*. C.I.H. Descriptions of plant- parasitic nematodes. Set 2, No. 25. Commonwealth Institute of Helminthology, St. Albans, England.
11. Dunn, R. A. 1973. Effect of temperature on survival and reproduction of *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Filipjev and Schuurmans Stekhoven, 1941. Ph. D. thesis, Cornell Univ.
12. Eisenback, J. D. 1985. Technique for preparing nematodes for screening electron microscopy. Pages 79-105 in : An Advanced Treatise on Meloidogyne. Vol. 2. K. R. Barker, C. C. Carter, and J. N. Sasser, Eds. North Carolina State University Graphics, Raleigh.
13. Filipjev, I. N. and Schuurmans Stekhoven, Jr, J. H. 1941. *A manual of agricultural helminthology*. E. J. Brill, Leiden, Holland. 878 p.
14. Frederick, J. J., and Tarjan, A. C.. 1989. A compendium of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Pratylenchidae). *Revue de N'ematologie* 12:243-256.
15. Gadd, C. H., and Loos, C. A. 1941. Observations of the life history of *Anguillina pratensis*. *Ann. Appl. Biol.* 28:39-51.
16. Golden, A. M., Loez, R., and Vichez, H. 1992. Description of *Pratylenchus gutierrezii* n. sp. (Nematoda: Pratylenchidae) from Coffeae in Costa Risa. *J. Nematol.* 24:298-304.
17. Goodey, J. B., Franklin, T. M., and Hooper, J. D. 1965. The nematode parasites of plants catalogued under their hosts. *Comm. Agr. Bur., Farnham Royal*, 214 pp.
18. Handoo, Z. A., Carta L. K. and Skantar, A. M. 2001. Morphological and molecular characterisation of *Pratylenchus arlingtoni* n. sp., *P. convallariae* and *P. fallax* (Nematoda: Pratylenchidae). *Nematology* 3:607-618.
19. Handoo, Z. A. and Golden, A. M. 1989. A key and diagnostic compendium to the species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (lesion nematodes). *J. Nematol.* 21:202-218.
20. Hooper, D. J. 1977. Spicule and stylet protrusion induced by ammonia solution in some plant and soil nematodes. *Nematologica* 23:126-127.
21. Hutchinson, M. T., and Vythilingam, M. K. 1963. The distribution of *Pratylenchus loosi* Loof among tea estates in Ceylon, with particular reference to altitude. *Tea Quart.* 34:68-84.
22. Inserra, R. N., Duncan, L. W., Troccoli, A., Dunn, D., Maia Dos Santos, J., Kaplan, N. and Vovlas, N. 2001. *Pratylenchus jaehni* sp. N. from citrus in Brazil and its relationship with *P. coffeae* and *P. loosi* (Nematoda: Pratylenchidae). *Nematology* 3:653-665.
23. Lovtrup, S. 1979. The evolutionary species: fact or fiction. *Systematic Zoology*.28:386-392.
24. Luc, M. 1987. A reappraisal of Tylenchina (Nematoda). T. The family Pratylenchidae Thorne, 1940. *R'evue de N'ematologie* 10:203-218.
25. Mamiya, Y. 1971. Effect of temperature on the life cycle of *Pratylenchus penetrans* on *Cryptomeria* seedlings and

- observations on its reproduction. *Nematologica* 17:82-89.
26. O'Bannon, J. H., and Tomerlin, A. T. 1973. Citrus tree decline caused by *Pratylenchus coffeae*. *J. Nematol.* 5: 311-316.
27. Payan, L. A., and Dickson, D. W. 1988. Host specificity of four populations of *Pratylenchus brachyurus*. *J. Nematol.* 2:140-143.
28. Radewald, J. D., O'Bannon, J. H., and Williams, A. T. 1971. Temperature effects on reproduction and pathogenicity of *Pratylenchus coffeae* and *P. brachyurus* and survival of *P. coffeae* in roots of *Citrus Jambhiri*. *J. Nematol.* 3:390-394.
29. Sasser, J. N., and Freckman, D. W. 1987. A world perspective on Nematology: the role of the society. pp 7-14. In: *Vistas on Nematology*. J. A. Veech and D. W. Dickson, eds. Society of Nematologists Inc. U.S.A. 509 pp.
30. Siddiqi, M. R. 1972. *Pratylenchus coffeae*. C. I. H. Descriptions of plant- parasitic nematodes. Set1, No. 6. Commonwealth Institute of Helminthology, St. Albans, England.
31. Tarjan, A. C., and Frederick, J. J. 1978. Interspecific morphological variation among populations of *Pratylenchus penetrans*. *J. Nematol.* 10:152-160.
32. Tarte, R., and Mai, W. F. 1976. Morphological variation in *Pratylenchus penetrans*. *J. Nematol.* 8:185-195.
33. Zimmerman, A. 1898. Die Nematoden der Koffieworteles. *Meded. Plantentuin. Batavia.* 27:16-41.

ABSTRACT

Wu, H. Y.¹, Tsay, T. T.^{1,2}, and Lin, Y. Y.¹, 2002. Identification and biological study of *Pratylenchus* spp. isolated from the crops in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 11:123-136. (¹ Department of Plant Pathology, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C., ² Corresponding author, Email:TTTsay@mail.nchu.edu.tw; Fax:+886-4-22873791)

Pratylenchus coffeae、*P. penetrans* and *P. loosi* were identified in Taiwan by laboratory observation and measurements based on the morphological characters. According to the field-surveys in Taiwan, *P. coffeae* had a wide host range and was distributed mainly in the south-central Taiwan, *P. penetrans* causing the damage mainly on strawberry distributed at north of the central Taiwan, and *P. loosi* only causing the damage of tea trees was generally found in the central Taiwan. The coexistence of *P. coffeae* and *P. penetrans* in strawberry and banana fields was found only in Kuohsing where these two crops were grown nearby. In the biological study of *Pratylenchus* spp. , the optimum temperature for population development of *P. coffeae* cultivated in carrot calli was 30°C, *P. penetrans* was 24°C, and *P. loosi* was 20°C. The optimum temperature for eggs hatching of *P. coffeae* on 2% water agar was 24°C, *P. penetrans* was 20°C, and *P. loosi* was 16°C, respectively. The length of completing a life cycle of *P. coffeae* cultivated in carrot calli at the optimum temperature was about 27-28 days, *P. penetrans* was about 34-35 days, and *P. loosi* was 45-46 days, respectively. The mating test among *P. coffeae*、*P. penetrans* and *P. loosi* showed that there were no response each other.

Key words: root-lesion nematode, morphological identification, host range, biological