

台灣和金門地區螺旋線蟲 (Nematoda: Rotylenchinae) 之種類鑑定

陳殿義¹ 倪蕙芳² 陳瑞祥³ 顏志恆⁴ 蔡東纂^{5,6}

¹ 台中縣 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組

² 嘉義市 行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所植物保護系

³ 嘉義市 國立嘉義大學生物科技研究所

⁴ 台中市 國立中興大學農業推廣中心

⁵ 台中市 國立中興大學植物病理學系

⁶ 聯絡作者：電子郵件 ttsay@nchu.edu.tw，傳真：+886-4-22876712

接受日期：中華民國 95 年 7 月 20 日

摘要

陳殿義、倪蕙芳、陳瑞祥、顏志恆、蔡東纂. 2006. 台灣和金門地區螺旋線蟲 (Nematoda: Rotylenchinae) 之種類鑑定. 植病會刊 15: 153-169

自 2005 年起，從台灣和金門地區不同地方和寄主作物的根圈土壤中分離得到 9 群 *Helicotylenchus dihystera* (Cobb, 1893) Sher, 1961、6 群 *H. crenacauda* Sher, 1966，以及 4 群 *Rotylenchus brevicaudatus* Colbran, 1962。各群線蟲之種類鑑定依據包括外觀形態、形態測量值 (morphometrics) 及核糖體 DNA (ribosomal DNA, rDNA) 片段之 5.8S 基因和內轉錄區間 (Internal transcribed spacer, ITS) 的序列相同度比對分析。本研究提供更多完整的形態測量值和 SEM 外觀形態方面資料，並首次在 GenBank 基因庫中登錄這三種螺旋線蟲 rDNA 片段 (由 4 個序列以上所獲得之，包含 5.8S 基因、ITS-1 及 ITS-2)，大小分別為 1317 bp、1316 bp 及 1222 bp 之代表性序列，提供世界各地研究者一項重要的輔助鑑定資料。

關鍵詞：螺旋線蟲、鑑定、核糖體 DNA、*Helicotylenchus dihystera*、*Helicotylenchus crenacauda*、*Rotylenchus brevicaudatus*

緒言

植物病原線蟲中之螺旋線蟲 (spiral nematode) 泛指 *Rotylenchus* Filipjev, 1936、*Helicotylenchus* Steiner, 1945 及 *Scutellonema* Andrassy, 1958 等三屬 (genus) 線蟲⁽¹⁾，其中前二屬線蟲屬於亞科 Rotylenchinae Golden, 1971，而 *Scutellonema* 則歸於亞科 Hoplolaiminae 之內⁽¹⁵⁾。Rotylenchinae 之代表屬 (type genus) 為 *Rotylenchus*，其主要形態特徵為側尾腺孔 (phasmids) 屬於小型，在尾部呈小點狀 (punctuate)，位於肛門附近。至於 *Rotylenchus* 和 *Helicotylenchus* 在形態上的主要差別為背部食道腺口 (orifice of dorsal esophageal gland, ODG) 位置距離口針結球底部的長度，在前者其

長度大多少於口針長度的 1/4，而後者的長度則相反地大多超過 1/4 以上。另外食道腺體和腸部的重疊情形，前者在背部的重疊區域較長，而後者在腹部方面較長^(15,18,19)。

自 2005 年起，陸續在台灣本島和金門地區共計分離到 25 群螺旋線蟲，其中有 9 群經鑑定為 *Helicotylenchus dihystera* (Cobb, 1893) Sher, 1961，6 群為 *H. crenacauda* Sher, 1966，4 群為 *Rotylenchus brevicaudatus* Colbran, 1962，其餘 9 群線蟲則屬於 *Scutellonema* spp.⁽⁹⁾。*H. dihystera* 是在全世界廣泛分佈的多犯性 (polyphagous) 線蟲種類，其寄主植物種類繁多⁽²⁰⁾。Diab 和 EL-Eraki 二氏⁽¹⁰⁾在溫室中接種 1000 隻

的 *H. dihystera* 於橄欖樹苗上，經 6 個月後，植株生長緩慢，其地上部鮮重減少 78 %。另外在草地 (turf) 上也發現，*H. dihystera* 的蟲口數量和草皮的生長緩慢有顯著的相關^(23,28)。在植物的複合病害方面，*H. dihystera* 的存在有增加番茄和康乃馨細菌性萎凋病 (分別由 *Pseudomonas solanacearum* 和 *P. caryophylli* 引起) 發病率的情形^(16,21)。

截至目前，*Helicotylenchus* 和 *Rotylenchus* 二屬線蟲在本國雖已記錄有 *Helicotylenchus crenacauda*⁽¹⁷⁾、*H. erythrinae* (Zimmermann, 1904) Golden, 1956⁽²⁹⁾、*H. exallus* Sher, 1966⁽²⁷⁾、*H. dihystera*⁽²⁶⁾、*Rotylenchus brachyurus* Steiner, 1938⁽²⁵⁾、*R. buxophilus* Golden, 1956⁽¹²⁾、*R. robustus* (de Man, 1876) Filipjev, 1936⁽¹²⁾ 及 *R. multicinctus* Cobb 1893⁽²⁴⁾ 等 8 個種，但其中僅於 *H. crenacauda* 和 *H. exallus* 有形態測量數據資料可供比對，其餘種類則僅有形態描述或以圖片顯示。在本研究中即針對此二屬螺旋線蟲，依其外觀形態學 (Morphology)、形態測量值 (morphometrics) 及包含內轉錄區間 (internal transcribed spacers, ITS-1 & ITS-2) 之 rDNA 片段序列的比對資料進行種類鑑定，並初步了解此三種線蟲在台灣和金門地區之寄主植物種類及其分佈情形。

材料和方法

本研究之螺旋線蟲群樣本，其來源主要從台灣和

金門地區的多年生和管理良好之單一品種果樹或蔬菜園區之根圈土樣分離得來 (表一)。土樣以改良式柏門氏漏斗分離法分離線蟲，所獲得之螺旋線蟲群以約 2% 福馬林溶液殺死且固定後，於 6°C 冷藏櫃中長期保存。至於線蟲形態的測量方法及 rDNA 片段 (包含完整 5.8S 基因，部分 18S 和 28S 基因及 ITS-1 和 ITS-2 內轉錄區間) 序列間之相同度等，所用之分析軟體和參數設定值皆和陳氏等⁽⁴⁾ 之報告相同。另外線蟲的 SEM 形態觀察、線蟲總量 DNA 抽取、rDNA 片段序列之選殖和解序等均依陳氏等⁽⁹⁾ 之方法，至於此三種線蟲的 rDNA 片段之代表性序列產生方法則詳述於後。另三種螺旋線蟲之各群雌蟲間之形態測量值差異分析是以 SAS 統計分析軟體 GLM 程序 (1999, V8.2) 進行變方分析。

線蟲 rDNA 片段之代表性序列

本研究中的三種螺旋線蟲之各別代表性序列 (一致性序列, consensus sequence) 的產生方式分別如下: 在 9 群 *Helicotylenchus dihystera* 中，由 Hdi1、Hdi3、Hdi4、Hdi6 及 Hdi9 等 5 群分別挑取 1、2、1、2 及 1 個選殖體進行定序，共獲得 7 條 rDNA 片段之原始序列，其中由前 4 群等共 6 個原始序列所產生之一致性序列，再經人為檢視修正後為上述該種線蟲之代表性序列 (1317 bp, GenBank, Accession No. DQ309585)；而 6 群的 *H. crenacauda* 中，由 Hcre3、Hcre4 和 Hcre6 各挑取 2 個選殖體進行定序，共獲得 6 條 rDNA 片段原始序列，其中由前二群共 4 個原始序列以前述同樣方

表一、供試 *Helicotylenchus* 和 *Rotylenchus* 線蟲群之來源

Table 1. The origins of *Helicotylenchus* and *Rotylenchus* populations investigated

Species	Code	Origin	Host
<i>H. dihystera</i>	Hdi1	Ruisui, Hualien County	Pineapple (<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.)
	Hdi2	Mingchien, Nantou County	Pineapple (<i>A. comosus</i> (L.) Merr.)
	Hdi3	Hengshan, Hsinchu County	Orange (<i>Citrus</i> spp.)(茂谷)
	Hdi4	Chiaohsi, Yilan County	Orange (<i>Citrus</i> spp.)(金桔)
	Hdi5	Chishang, Taitung County	Orange (<i>Citrus</i> spp.)(香丁)
	Hdi6	Sanhsing, Yilan County	Banana (<i>Musa</i> spp. cv. 'Ba-chiao')
	Hdi7	Mingchien, Nantou County	Banana (<i>Musa</i> spp. cv. 'Pei-chiao')
	Hdi8	Kinmen	Banana (<i>Musa</i> spp. cv. 'Pei-chiao')
	Hdi9	Dungshr, Taichung County	Pear (<i>Pyrus pyrifolia</i> var. yokoyama)
<i>H. crenacauda</i>	Hcre1	Hukou, Hsinchu County	rice (<i>Oryza sativa</i> L.)
	Hcre2	Mingchien, Nantou County	rice (<i>O. sativa</i> L.)
	Hcre3	Sanhsing, Yilan County	rice (<i>O. sativa</i> L.)
	Hcre4	Houli, Taichung County	rice (<i>O. sativa</i> L.)
	Hcre5	Yuannli, Miaoli County	rice (<i>O. sativa</i> L.)
	Hcre6	Tsautuen, Nantou County	Banana (<i>Musa</i> spp. cv. 'Pei-chiao')
<i>R. brevicaudatus</i>	Rbre1	Kinmen	Eggplant (<i>Solanum melongena</i> L.)
	Rbre2	Kinmen	Red pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.)
	Rbre3	Kinmen	Tomato (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)
	Rbre4	Kinmen	Garlic (<i>Allium sativum</i> L.)

法產生其代表性序列 (1316 bp, GenBank, Accession No. DQ309586) ; 在 4 群 *Rotylenchus brevicaudatus* 中, 分別由 Rbre2、Rbre3 及 Rbre4 中各挑取 1、2 及 1 個選殖體進行定序, 共獲得 4 條 rDNA 片段原始序列, 其中以前二群之 3 個原始序列產生其代表性序列 (1222 bp, GenBank, Accession No. DQ309587)。

結 果

Helicotylenchus dihystrera 之鑑定

在台灣的中、北部及東部的宜蘭和花東等地區共 9 個地點, 於鳳梨、柑桔 (茂谷、金桔、香丁)、香蕉 (北蕉和芭蕉) 及梨等作物的根圈土中共分離鑑定 9 群

表二、台灣和金門地區 *Helicotylenchus dihystrera* 之形態測量值及其與在澳洲地區已記錄地模標本(topotypes)之比較
Table 2. Morphometrics of the *Helicotylenchus dihystrera* populations isolated from Taiwan and Kinmen and its comparison with topotypes recorded in Australia

Character ¹	Locality and host (code)				
	Ruisui Pineapple (Hdi1)	Mingchien Pineapple (Hdi2)	Hengshan orange (Hdi3)	Chiaohsi orange (Hdi4)	Chishang orange (Hdi5)
n	12	12	22	15	15
L (mm)	0.65 ± 0.02 (0.62-0.69) ² ab ³	0.64 ± 0.05 (0.55-0.69) ab	0.57 ± 0.05 (0.49-0.65) c	0.63 ± 0.06 (0.51-0.75) ab	0.63 ± 0.06 (0.53-0.71) b
a	29.6 ± 2.5 (26.0-33.5) ab	30.7 ± 2.5 (27.5-34.5) ab	26.5 ± 1.5 (23.3-29.5) d	26.2 ± 2.0 (23.2-31.5) d	26.9 ± 2.8 (23.0-32.4) cd
b	8.0 ± 0.4 (7.5-8.7) c	8.4 ± 0.5 (7.7-9.2) abc	8.0 ± 0.5 (6.6-8.9) c	8.3 ± 0.7 (7.1-9.3) abc	8.6 ± 0.6 (7.4-9.7) ab
b'	-	4.6 ± 0.3(n=5) (4.2-4.9)	-	4.4 (n=4) (4.0-4.5)	4.6 ± 0.5(n=13) (4.0-5.9)
c	54.8 ± 6.8 (45.0-69.0) a	49.7 ± 5.0 (41.3-57.5) ab	45.5 ± 5.4 (37.3-54.2) b	45.4 ± 6.2(n=14) (35.3-57.3) b	50.5 ± 5.3(n=14) (43.1-61.0) ab
c'	0.93 ± 0.1 (0.7-1.1) b	0.97 ± 0.1 (0.9-1.1) ab	0.97 ± 0.1 (0.8-1.1) ab	1.00 ± 0.1 (0.8-1.1) ab	0.91 ± 0.1 (0.7-1.0) b
V	65.1 ± 0.7 (63.5-65.9) a	64.8 ± 1.4 (61.7-66.9) ab	64.3 ± 1.1 (62.8-66.1) abc	63.6 ± 0.9 (62.0-64.8) c	63.9 ± 1.3 (61.8-66.4) bc
Stylet (µm)	26.2 ± 0.8 (25.3-27.3) a	26.1 ± 1.2 (24.3-28.0) a	24.9 ± 0.8 (23.3-26.3) b	25.8 ± 1.1 (24.3-27.3) a	26.2 ± 1.3(n=14) (24.7-28.7) a
m	48.9 ± 1.2(n=11) (47.4-50.7) ab	49.2 ± 1.2 (46.8-51.3) a	-	-	-
ODG (µm)	13.9 ± 1.3 (12.0-16.7) ab	13.6 ± 1.3 (11.3-15.3) ab	11.8 ± 1.1(n=21) (9.3-14.0) c	13.4 ± 1.6(n=14) (11.3-16.0) ab	13.4 ± 1.1(n=13) (11.7-15.0) ab
O	53.3 ± 5.8 (44.9-66.0) ab	52.0 ± 4.2 (45.2-59.3) abc	47.6 ± 5.0 (38.3-57.1) c	52.0 ± 6.1 (44.9-64.5) ab	52.1 ± 3.7(n=12) (47.4-57.2) ab
EP (µm)	118 ± 5 (112-131) a	106 ± 7 (98-118) b	95 ± 6 (82-104) d	97 ± 6 (85-103) cd	96 ± 6(n=14) (81-108) cd
P	18.0 ± 0.7 (16.9-19.0) a	16.7 ± 1.2 (14.9-18.5) ab	16.6 ± 1.4 (14.2-20.2) b	15.4 ± 1.4 (13.5-17.7) bc	15.4 ± 1.4 (13.7-18.0) c
Tail (µm)	12 ± 1 (10-14) c	13 ± 1 (12-16) bc	13 ± 2 (10-16) bc	14 ± 2 (11-17) ab	13 ± 2 (10-16) bc
Anal body width (µm)	13 ± 1 (12-14) c	13 ± 1 (12-15) bc	13 ± 1 (12-15) c	14 ± 1 (12-17) ab	14 ± 1 (12-16) abc

表二、台灣和金門地區 *Helicotylenchus dihystra* 之形態測量值及其與在澳洲地區已記錄地模標本(topotypes)之比較(續)
 Table 2. Morphometrics of the *Helicotylenchus dihystra* populations isolated from Taiwan and Kinmen and its comparison with topotypes recorded in Australia (cont.)

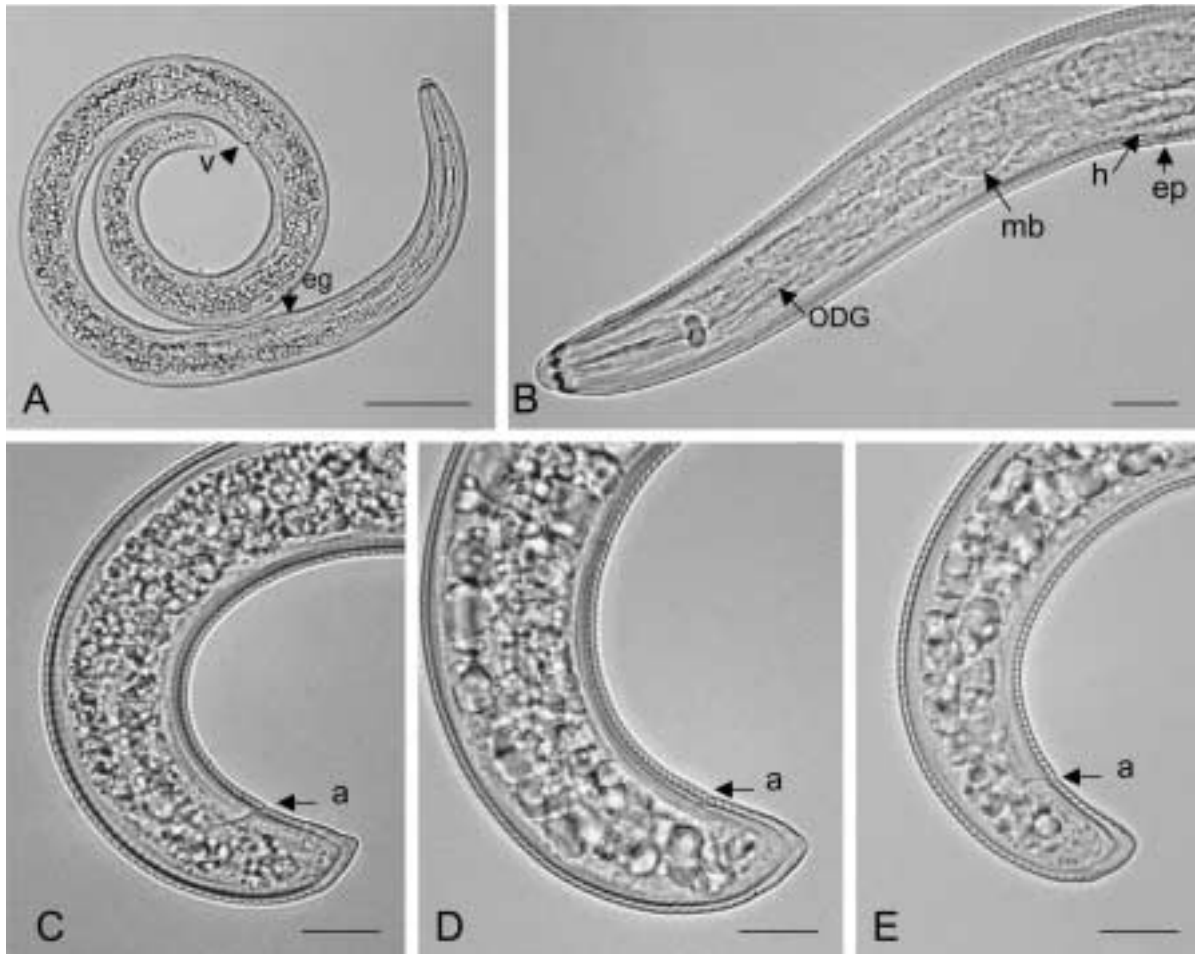
Character	Locality and host (code)				
	Sanhsing banana (Hdi6)	Mingchien banana (Hdi7)	Kinmen banana (Hdi8)	Dungshr Pear (Hdi9)	Australia Sugar cane (Topotypes) ⁴
n	16	10	12	12	10
L (mm)	0.66 ± 0.07 (0.53-0.75) ab	0.67 ± 0.04 (0.61-0.71) ab	0.68 ± 0.03 (0.63-0.75) a	0.63 ± 0.02 (0.58-0.66) b	0.59-0.79
a	28.6 ± 1.6 (24.6-30.5) bc	31.3 ± 2.1 (28.2-34.5) a	30.5 ± 2.4 (27.2-35.3) ab	26.2 ± 1.4 (23.9-28.3) d	27-35
b	8.5 ± 0.7 (7.3-9.5) abc	8.8 ± 0.5 (8.1-9.7) a	8.5 ± 0.4 (7.7-9.0) abc	8.3 ± 0.2 (7.9-8.8) abc	-
b'	-	4.8 (n=4) (4.6-5.1)	4.6, 4.7(n=2)	4.4 (n=4) (4.2-4.5)	4.4-5.9
c	48.1 ± 4.6 (39.4-56.2) b	49.2 ± 5.5 (40.7-56.7) ab	44.5 ± 8.6 (43.1-61.0) b	47.7 ± 6.5(n=11) (38.2-64.0) b	35-49
c'	0.99 ± 0.1 (0.9-1.3) ab	0.99 ± 0.1 (0.9-1.1) ab	1.1 ± 0.2 (0.7-1.4) a	0.98 ± 0.1 (0.7-1.2) ab	0.8-1.2
V	63.7 ± 1.0 (62.0-65.3) c	63.8 ± 0.9 (62.5-65.4) bc	63.7 ± 1.0 (61.9-66.0) c	64.4 ± 1.2 (62.1-66.6) abc	60-65
Stylet (µm)	25.8 ± 0.9 (24.3-27.5) a	26.2 ± 0.6 (25.3-27.0) a	25.6 ± 0.7 (24.0-26.7) ab	26.0 ± 0.7 (24.7-27.0) a	25-28
m	-	48.8 ± 0.7 (47.3-49.8) ab	47.7 ± 1.1(n=8) (46.2-48.8) b	-	46-50
ODG (µm)	12.9 ± 1.0 (10.8-14.0) b	13.9 ± 1.0(n=9) (12.0-15.3) ab	14.3 ± 1.4(n=11) (11.7-15.7) a	12.9 ± 0.7(n=10) (12.0-14.3) bc	-
O	50.1 ± 3.7 (43.7-55.3) bc	52.8 ± 3.7 (46.2-58.8) ab	55.3 ± 6.1 (43.8-60.5) a	49.5 ± 3.4 (44.4-54.2) bc	37-46
EP (µm)	101 ± 7 (92-112) bc	105 ± 8 (85-113) b	107 ± 4(n=10) (101-113) b	100 ± 6 (88-111) bcd	-
P	15.5 ± 1.0 (13.4-17.4) c	15.6 ± 1.1 (13.9-18.1) bc	15.8 ± 1.1 (14.0-17.6) bc	16.1 ± 1.2 (14.4-17.3) bc	-
Tail (µm)	14 ± 2 (11-18) bc	14 ± 1 (12-17) abc	16 ± 4 (11-23) a	13 ± 2 (10-17) bc	-
Anal body width (µm)	14 ± 2 (10-16) abc	14 ± 1 (13-15) abc	15 ± 2 (12-17) a	14 ± 1 (12-15) bc	-

¹ n=no. of nematodes; L=body length; a=body length divided by its maximum width; b= body length divided by the length from anterior end of body to the metacarpus; b'=body length divided by distance from head end to posterior end of esophageal glands; c=body length divided by length of tail; c'=tail length divided by anal diameter of body; V=ratio between distance from vulva to anterior end of body and total body length in %; ODG= the distance from base of stylet to orifice of dorsal gland; o=ratio between the length of ODG and total length of stylet in %; EP= the distance from excretory pore to the anterior end of body; p=ratio between the length of EP and body length in %.

² Measurements in the form: mean ± standard deviation (range), "-" = no data.

³ Means in each row with the same letter of letters were not significantly different at 1% level by LSMEANS/TDIFF.

⁴ Sher, S. A. 1966⁽¹⁹⁾



圖一、*Helicotylenchus dihystra* 雌蟲之光學影像形態：A, 蟲體靜止時形態 (eg, 食道腺體；v, 陰門)；B, 蟲體頭端部分 (ep, 排泄孔；h, 半月體；mb, 中部食道球；ODG, 背部食道腺體之開口位置)；C (Hdi6)、D (Hdi4) 和 E (Hdi2), 蟲體尾端部分 (a, 肛門位置)。比例尺長度：A=50 微米，B-E=10 微米。

Fig. 1. Photomicrographs of *Helicotylenchus dihystra* female, A: Whole body (eg, esophageal gland; v, vulva); B: Anterior region (ep, excretory pore; h, hemizonid; mb, median bulb; ODG, orifice of dorsal esophageal gland); C (Hdi6), D (Hdi4) & E (Hdi2): Posterior region (a, anus). Scale bars in A=50 μm ; in B-E=10 μm .

Helicotylenchus dihystra (表一)。由各項形態測量值可知，除了 Hdi1 群的 EP 項和 Hdi3 群的 L 項，以及 Hdi1 群的 p 項和 Hdi3 群的 ODG 項的平均值分別和其餘 8 群及其中 7 群呈現極顯著差異外 ($P=0.01$) (表二)，其他測量值的平均值在各群間都相當接近。在 rDNA 片段序列的比對上，7 個選殖體之原始序列 (1313-1318 bp) 和一致性序列 (1317 bp) 的相同度值範圍為 98.3-99.6%。另前述 Hdi1 和 Hdi3 的 3 個 rDNA 片段原始序列和一致性序列的相同度值為 98.3% 以上。

H. dihystra 以福馬林溶液固定後，蟲體為向腹面彎曲且大多呈現雙層螺旋形，而食道腺體與腸為腹面重疊 (ventral overlapping)，而陰門 (vulva) 位置在蟲體中央稍後 (V, 61.7-66.9%) (圖一, A)。唇部呈半圓球形 (hemispherical) 且與蟲體銜接處無明顯縮，其高度約

3.1-3.7 μm ；唇部上只有水平條溝 (transverse striation)，呈現出 4-5 個體環 (annules) (圖一, B; 圖二, B)。口針結球 (stylet knob) 表面前緣略突出而呈現鋸齒狀 (indented)，其橫寬約為 4.5-5.1 μm ；背食道腺開口的位置距口針結球底部約 10.8-16.7 μm ；中部食道球為卵圓形，其橫寬約為 9.0-10.1 μm ；半月體 (hemizonid) 正位於排泄口 (excretory pore) 的前方，而排泄口至頭端的距離約 85-131 μm (圖一, B)。尾端腹面有些具有較明顯的突起 (projection) (圖一, C; 圖二, C)，肛門 (anus) 和尾部頂端間在腹面約有 10 個體環，其間距離約 10-18 μm ，而側尾腺孔 (phasmid) 至尾部頂端間約有 18 個體環，其間距離則約為 26-34 μm (圖一, C, D, E 和圖二, C, D)。蟲體表面之側帶 (lateral field) 具有 4 條側帶溝 (incisures)，其寬度約 4.2-5.3 μm

表三、台灣地區 *Helicotylenchus crenacauda* 之形態測量值及與在印尼地區已記錄副模標本 (paratypes) 之比較
 Table 3. Morphometrics of the *Helicotylenchus crenacauda* populations isolated from Taiwan and its comparison with paratypes recorded in Indonesia

Character ¹	Locality (code)				
	Hukou (Hcre1)	Mingchien (Hcre2)	Sanhsing (Hcre3)	Houli (Hcre4)	Yuannli (Hcre5)
n	15	12	16	17	14
L (mm)	0.69 ± 0.04 (0.61-0.74) ² a ³	0.69 ± 0.04 (0.64-0.76) a	0.65 ± 0.04 (0.59-0.75) a	0.69 ± 0.04 (0.60-0.76) a	0.69 ± 0.06 (0.58-0.82) a
a	25.4 ± 2.1 (21.7-29.6) c	28.1 ± 2.4 (23.7-32.6) ab	28.2 ± 2.2 (23.7-31.3) a	26.2 ± 1.9 (23.5-30.4) bc	24.4 ± 1.7 (22.3-27.3) c
b	9.1 ± 0.7 (7.8-10.1) abc	9.6 ± 0.4 (9.1-10.4) a	8.9 ± 0.6 (8.1-10.1) c	9.2 ± 0.6 (8.1-10.1) abc	9.6 ± 0.7 (8.5-10.7) ab
b'	-	4.9, 5.4(n=2)	-	-	4.9 ± 0.5 (4.0-5.7)
c	44.7 ± 4.8 (32.0-50.7) ab	42.5 ± 4.6 (33.7-50.0) ab	40.4 ± 8.0 (29.5-59.2) b	39.6 ± 7.3 (26.2-54.3) b	47.1 ± 5.7 (37.1-56.2) a
c'	1.1 ± 0.1 (0.9-1.4) ab	1.2 ± 0.1 (1.0-1.4) a	1.2 ± 0.2 (0.9-1.4) a	1.2 ± 0.2 (0.9-1.7) a	1.0 ± 0.1 (0.8-1.2) b
V	63.2 ± 1.3 (61.2-65.8) a	62.8 ± 1.0 (60.9-64.3) a	63.5 ± 1.6 (60.9-67.5) a	63.8 ± 1.1 (62.1-65.8) a	63.0 ± 1.3 (61.1-65.7) a
Stylet (μm)	27.0 ± 1.1 (25.0-29.0) a	26.3 ± 0.9 (25.3-27.3) a	26.3 ± 1. (25.0-28.7) a	1 26.6 ± 1.0 (24.2-29.3) a	27.0 ± 1.0 (25.7-29.3) a
m	-	46.1 ± 1.6 (43.5-49.8) a	-	-	45.4 ± 0.9 (n=13) (43.5-47.2) a
ODG (μm)	10.3 ± 0.9 (8.7-12.0) b	11.5 ± 0.9 (10.3-13.3) a	9.8 ± 0.9 (8.3-11.0) b	10.4 ± 1.2(n=11) (9.2-12.7) ab	9.2 ± 1.5(n=13) (6.7-11.3) b
O	38.1 ± 2.9 (34.6-43.0) bc	43.7 ± 3.6 (38.1-50.2) a	37.4 ± 3.8 (28.9-42.3) bc	39.5 ± 4.6 (34.4-47.6) ab	34.1 ± 4.9 (25.1-40.1) c
EP (μm)	99 ± 8 (85-115) a	92 ± 4(n=11) (87-101) b	100 ± 4 (90-105) a	101 ± 5(n=14) (93-113) a	100 ± 6(n=13) (90-112) a
P	14.4 ± 1.4 (12.8-17.4) bc	13.3 ± 0.6 (11.8-14.1) c	15.4 ± 1.1 (12.5-17.8) a	14.9 ± 1.2 (13.1-17.4) ab	14.5 ± 1.1 (13.1-17.1) abc
Tail (μm)	16 ± 2 (14-20) b	16 ± 2 (13-19) ab	17 ± 3 (12-21) ab	18 ± 3 (13-26) a	15 ± 2 (12-18) b
Anal body width (μm)	15 ± 1 (13-16) ab	14 ± 1 (13-16) b	14 ± 1 (13-15) b	15 ± 1 (14-17) a	15 ± 1 (13-18) ab

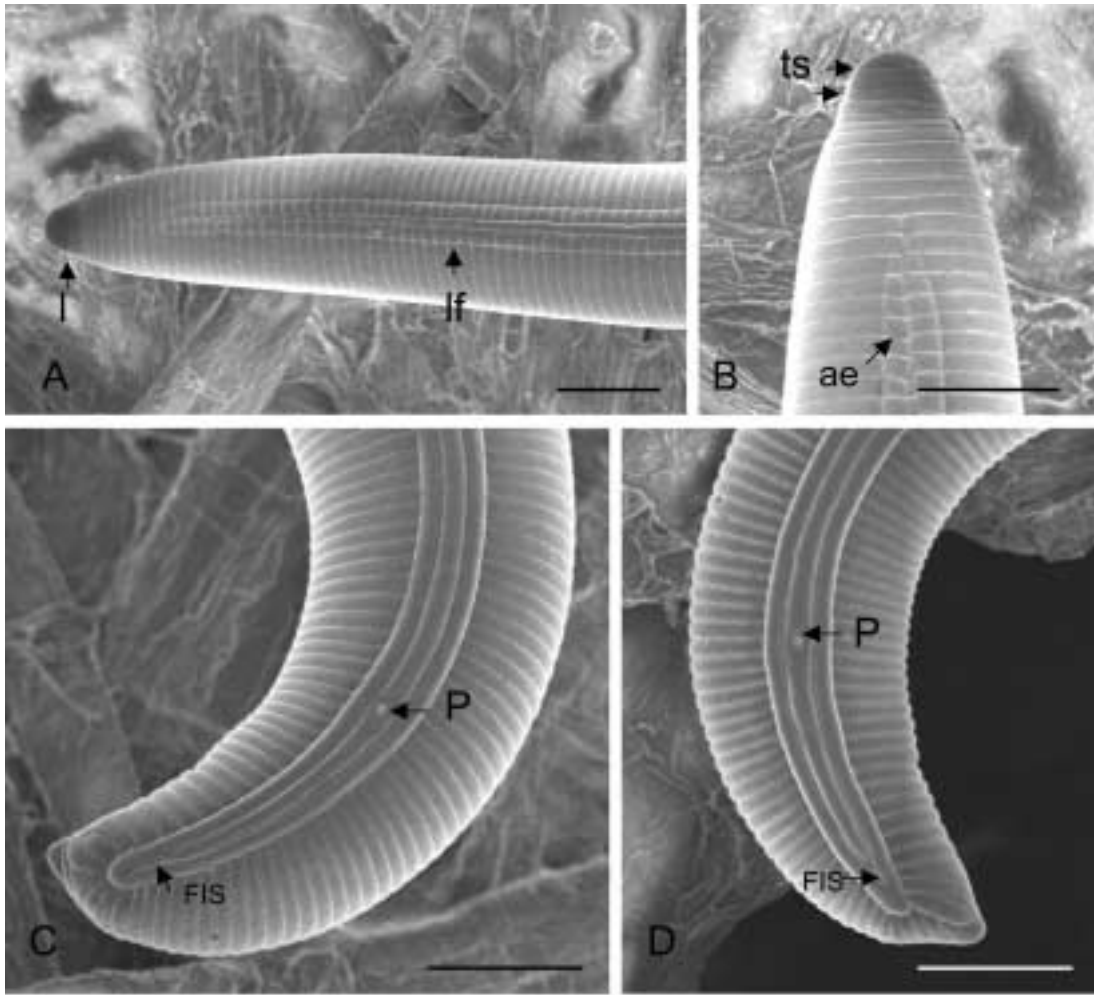
表三、台灣地區 *Helicotylenchus crenacauda* 之形態測量值及與在印尼地區已記錄副模標本 (paratypes) 之比較(續)
 Table 3. Morphometrics of the *Helicotylenchus crenacauda* populations isolated from Taiwan and its comparison with paratypes recorded in Indonesia (cont.)

Character	Tsautuen (Hcre6)	Taiwan ⁴	Indonesia (Paratypes) ⁵
n	14	50	20
L. (mm)	0.67 ± 0.04 (0.60-0.72) a	0.55-0.7	0.57-0.77
a	25.9 ± 2.2 (21.7-30.0) c	23-27	24-29
b	8.9 ± 0.5 (7.7-9.9) c	-	-
b'	4.9 ± 0.4 (4.5-5.6)	-	3.9-5.0
c	42.6 ± 5.6(n=12) (33.7-50.0) ab	30-39	31-52
c'	1.1 ± 0.2 (0.9-1.4) ab	-	1.0-1.3
V	63.4 ± 1.2 (61.1-65.6) a	64-66	59-64
Stylet (μm)	26.8 ± 0.8 (25.3-28.0) a	20-25.1	24-28
m	45.8 ± 1.3 (43.5-49.8) a	-	47-50
ODG (μm)	10.1 ± 1.1 (8.3-12.3) b	-	-
O	37.6 ± 4.2 (30.4-43.9) bc	-	26-39
EP (μm)	99 ± 4(n=13) (91-105) a	-	-
P	15.0 ± 0.9 (13.8-16.9) ab	-	-
Tail (μm)	16 ± 2 (13-18) ab	-	-
Anal body width (μm)	14 ± 1 (13-16) b	-	-

^{1, 2, 3} See table 2.

⁴ Lin, Y. Y. 1970⁽¹⁷⁾

⁵ Sher, S. A. 1966⁽¹⁹⁾



圖二、*Helicotylenchus dihystra* 雌蟲之 SEM 影像形態 (Hdi9)：A, 蟲體頭端部分 (l, 唇區；lf, 側帶)；B, 頭部 (ae, 側帶橫條溝；ts, 水平條溝)；C 和 D：尾部區 (FIS, 側帶內側二條側帶溝結合情形；p, 側尾腺孔)。比例尺長度：A-D=10 微米。

Fig. 2. SEM photomicrographs of *Helicotylenchus dihystra* (Hdi9) female, A: Anterior region (l, lip region; lf, lateral field); B: Head region (ae, aerolation; ts, transverse striations); C & D: Tail region (FIS, fusion of inner incisures; p, phasmids). Scale bars in A-D=10 μ m.

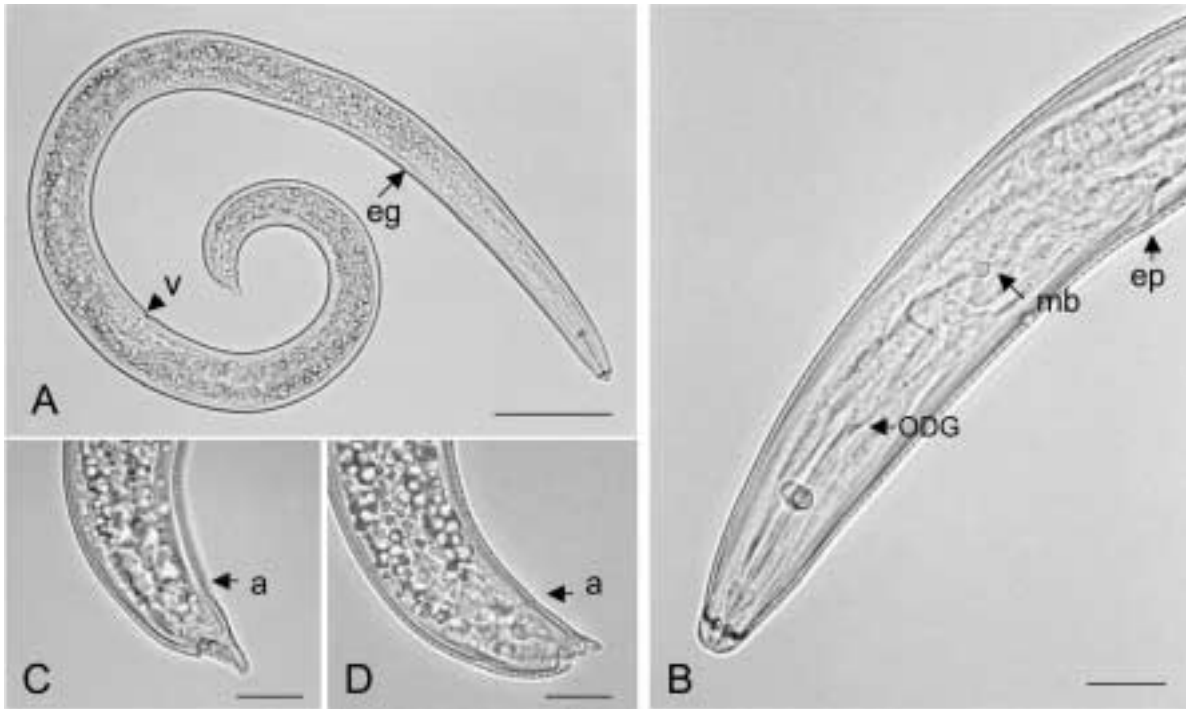
m，而側帶橫條溝 (aerolations) 只出現在蟲體前端 (圖二, A, B)，另側帶內側二條側帶溝在靠近尾部末端有結合情形 (圖二, C, D)。上述 9 群中皆未發現雄蟲。

Helicotylenchus crenacauda 之鑑定

在台灣的中、北部及東北部的宜蘭等地區，於 5 個水稻田和一個香蕉園中共分離鑑定 6 群 *Helicotylenchus crenacauda* (表一)。由各項形態測量值可知，除了 Hcre2 群的 ODG 和 o 二項的平均值和其中 4 群 (Hcre1, Hcre3, Hcre5 和 Hcre6) 間有極顯著差異外 ($p=0.01$)，其他測量值的平均值在各群間都相當接近 (表三)。在 rDNA 片段序列的比對上，6 個選殖體之原始序列 (1316-1323 bp) 和一致性序列 (1316 bp) 的相同

度值範圍為 97.9-100%。

H. crenacauda 於固定後，體態與 *H. dihystra* 相似，而陰門位置在蟲體中央稍後 (V, 60.9-67.5%) (圖三, A)。唇部呈半圓球形且與蟲體銜接處無明顯縮，其高度約 3.1-3.7 μ m；唇部上亦只有水平條溝，呈現出 4-5 個體環 (圖三, B; 圖四, A)。口針結球表面前緣略顯膨大 (flattened)，其橫寬約為 5.4-5.7 μ m；背食道腺開口的位置距口針結球底部約 6.7-13.3 μ m；中部食道球為圓球形，其橫寬約為 10.3-10.7 μ m；半月體正位於排泄口的前方，而排泄口至頭端的距離約 85-115 μ m (圖三, B)。尾端的腹面具有很明顯的突起 (projection)，肛門至尾部頂端的距離約 12-26 μ m，而側尾腺孔至尾部頂端約 32-36 μ m (圖三, C, D 和圖四, B, C)。側帶具有 4



圖三、*Helicotylenchus crenacauda* 雌蟲之光學影像形態：A, 蟲體靜止時形態 (eg, 食道腺體；v, 陰門)；B, 頭端部分 (ep, 排泄孔；mb, 中部食道球；ODG, 背部食道腺體之開口位置)；C (Hcre2) 和 D (Hcre1), 尾端部分 (a, 肛門位置)。比例尺長度：A=50 微米，B-D=10 微米。

Fig. 3. Photomicrographs of *Helicotylenchus crenacauda* female, A: Whole body (eg. esophageal gland ; v, vulva); B: Anterior region (ep, excretory pore; mb, median bulb; ODG, orifice of dorsal esophageal gland); C (Hcre2) & D (Hcre1): Posterior region (a, anus). Scale bars in A=50 μm ; in B-D=10 μm .

條側帶溝，其寬度約 3.5-5.9 μm ，而側帶橫條溝只出現在蟲體前端 (圖四, A)，另側帶內側二條側帶溝在靠近尾部末端結合的長度比 *H. dihystra* 為大 (圖四, B, C)。此 6 群中皆未發現雄蟲。

Rotylenchus brevicaudatus 之鑑定

在金門地區，於茄子、辣椒、番茄及蒜等作物上分離鑑定 4 群 *Rotylenchus brevicaudatus* (表一)，其各項形態測量的平均值在各群間都相當接近 (表四)。其中二群的雄蟲之各項形態測量平均值亦皆相當接近 (表五)。在 rDNA 片段序列的比對上，4 個選殖體之原始序列 (1222 bp) 和一致性序列 (1222 bp) 的相同度值範圍為 99.0-99.9%。

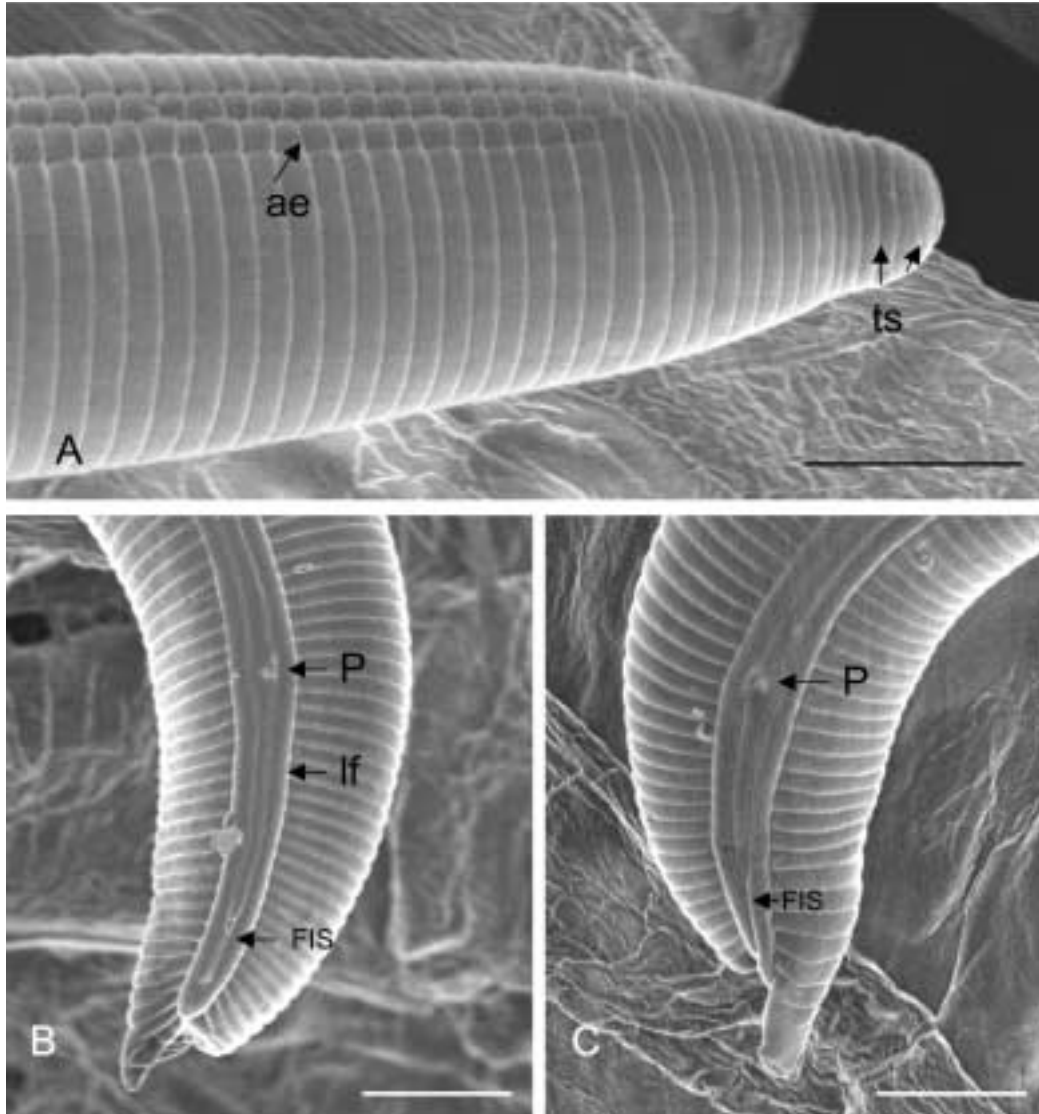
R. brevicaudatus 於固定後，蟲體為向腹面彎曲而大多呈現 'C' 字形，食道腺體與腸為背面重疊 (dorsal overlapping)，而陰門位置在蟲體中央稍後 (V, 51.2-59.6%) (圖五, A)。唇部稍高，呈半圓球形且與蟲體銜接處無明顯縮窄，其高度約 4.1-4.7 μm ；唇部上具有水平條溝和垂直條溝 (longitudinal striation)，呈現出 4-5 個體環 (圖五, B 和圖六, A, B, C)。口針結球圓形，前緣有

時略顯膨大，其橫寬約為 4.7-4.9 μm ；背食道腺開口的位置距口針結球底部約 4.7-7.3 μm ；中部食道球為圓球形，其橫寬約為 10.8-12.7 μm ；半月體正位於排泄口的前方，而排泄口至頭端的距離約 78-124 μm (圖五, B)。尾部大多呈現半圓球形，少數尾端體皮有稍增厚情形 (圖五, E)，肛門至尾部頂端的距離約 8-22 μm ，而側尾腺孔至尾部頂端約 29-35 μm (圖五, C, D, E 和圖六, D, E, F)。側帶上具有 4 條側帶溝，其寬度約 4.7-6.5 μm ，側帶橫條溝只出現在蟲體前端 (圖六, B, C)。 *R. brevicaudatus* 與 *H. dihystra* 和 *H. crenacauda* 之不同為尾端之側帶內側二條側帶溝至尾部末端大多仍未有結合情形 (圖六, E, F)。

R. brevicaudatus 雄蟲的外觀和雌蟲相類似，較大差異在性器官不同和體型較為短小。雄蟲的交接翼 (bursa) 明顯，覆蓋至尖細的尾部頂端，交接刺 (spicule) 的長度約 22.5-29.2 μm (圖七, A, B)。

討論

在台灣和金門地區所鑑定的 9 群 *Helicotylenchus dihystra* 雌蟲，其形態測量值和在澳洲所分離的地模

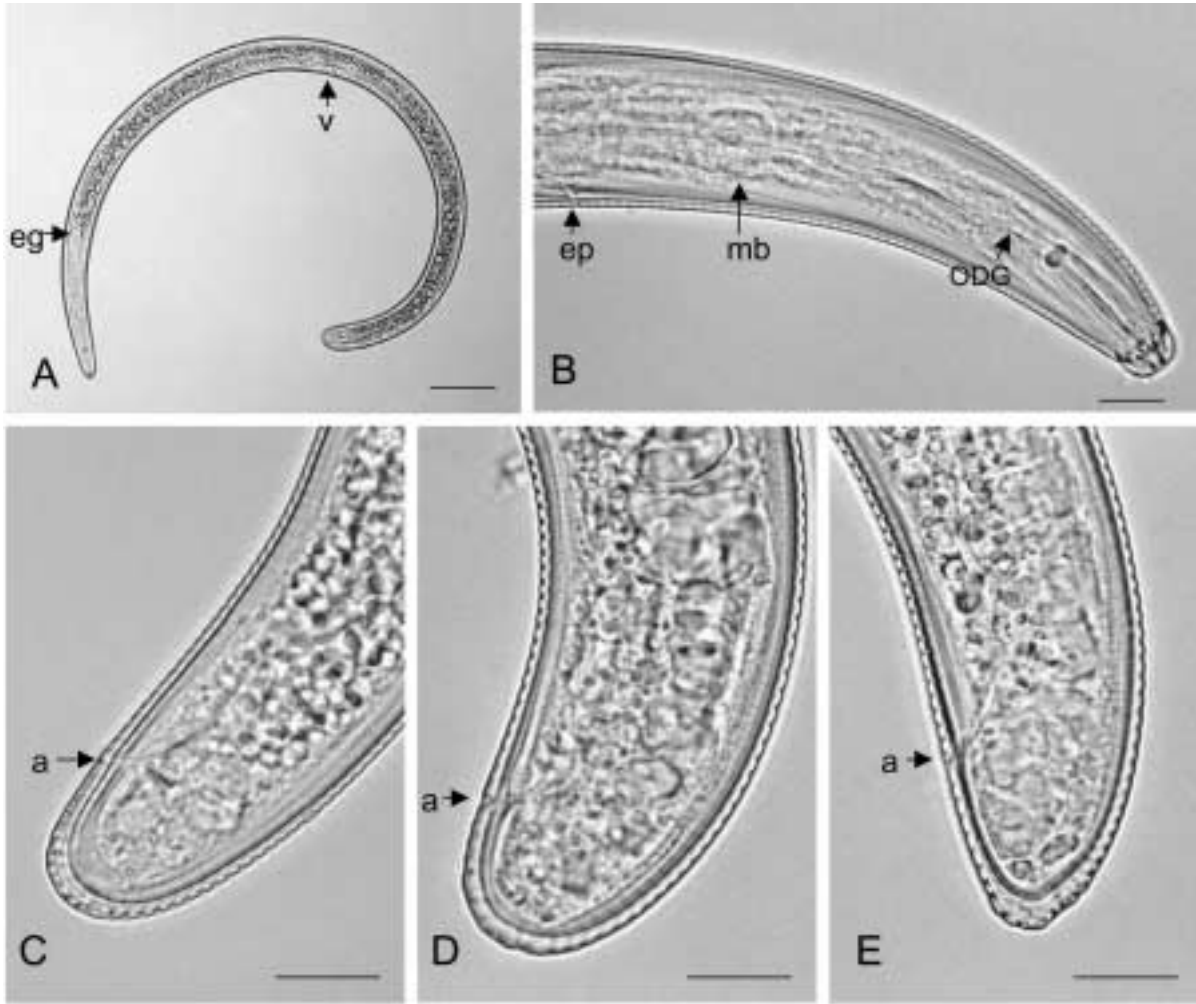


圖四、*Helicotylenchus crenacauda* 雌蟲之 SEM 影像形態 (Hcre5) : A, 頭端部分 (ae, 側帶橫條溝; ts, 水平條溝) ; B 和 C: 尾部 (FIS, 側帶內側二條側帶溝結合情形; lf, 側帶; p, 側尾腺孔)。比例尺長度: A-C=10微米。
Fig. 4. SEM photomicrographs of *Helicotylenchus crenacauda* (Hcre5) female, A: Anterior region (ae, aerolation; ts, transverse striations); B&C: Tail region (FIS, fusion of inner incisures; lf, lateral field; p, phasmids). Scale bars in A-C=10 μ m.

標本 (topotypes) 比較 (表二), 除 c 和 o 值的範圍有較大差異外 (35.3-69.0 和 35-49; 38.3-66.0 和 37-46), 其餘測量值的範圍皆相當吻合。另外與在加拿大所分離的樣本比較, 其 o 值的範圍則較為接近 (38.3-66.0 和 44-54)⁽¹⁾。至於 *H. dihystra* 雄蟲相當少見, 截至目前僅在美國所分離的二大群中發現4隻⁽¹⁹⁾。在台灣地區所鑑定的 6 群 *H. crenacauda* 雌蟲與在印尼爪哇島上所分離的副模標本 (paratypes) 比較 (表三), 其各項形態測量值的範圍皆相當接近, 但是和林氏⁽¹⁷⁾的鑑定資料比對, 在c值和口針的長度上差異較大 (26.2-59.2 和 30-39; 24.2-29.3 μ m 和 20-25.1 μ m)。在金門地區所分離鑑定的 4 群 *Rotylenchus brevicaudatus* 雌蟲和雄蟲, 其

形態測量值和在澳洲昆士蘭地區所分離的地模標本比較 (表四, 表五), 除 o 值的範圍差別較大外 (20.2-32.9 和 15-24; 24.1-36.7 和 17-24), 其餘各項皆相當接近。

依據傳統形態學和形態測量值所進行的線蟲種類鑑定, 在外觀相似的種間常因形態測量平均值的相近, 及其測量值範圍的相互重疊, 以至於對線蟲的種內 (intraspecific) 或種間 (interspecific) 變異的範圍, 因個人主觀認定而有不同見解。近幾年來, 針對隱蔽種 (sibling species), 或可能因外在不同環境所成的形態變異, 常可應用生物基因體的序列分析而獲得較為客觀的結果^(2,3,5,6,7,8,9,14,22)。在本研究中, 雖然 Hdi1、Hdi3 和 Hcre2 等三群的部分形態測量平均值 (分別為 EP 和 P;



圖五、*Rotylenchus brevicaudatus* 雌蟲之光學影像形態：A, 蟲體靜止時形態 (eg, 食道腺體；V, 陰門)；B, 頭端部分 (ep, 排泄孔；mb, 中部食道球；ODG, 背部食道腺體之開口位置)；C (Rbre2)、D (Rbre3) 和 E (Rbre3), 尾端部分 (a, 肛門位置)。比例尺長度：A=50 微米，B-D=10 微米。

Fig. 5. Photomicrographs of *Rotylenchus brevicaudatus* female, A: Whole body (eg, esophageal gland; v, vulva); B: Anterior region (ep, excretory pore; mb, median bulb; ODG, orifice of dorsal esophageal gland); C (Rbre2), D (Rbre3) & E (Rbre3): Posterior region (a, anus). Scale bars in A=50 μm ; in B-E=10 μm .

L 和 ODG；ODG 和 O) 和其種內其他多數群間有極顯著差異的情形，但因其餘形態測量平均值和其他各群間無連帶顯著差異情形，以及 Hdi1 和 Hdi3 二群共 3 個 rDNA 片段原始序列和一致性序列的相同度達 98.3% 以上，因此認定上述部分形態測量值的差異應屬於種內變異 (intraspecific variation)。至於 *H. dihystra* 和 *H. crenacauda* 的代表性序列長度分別為 1317 bp 和 1316 bp，而其相同度僅達 87.8%。

H. dihystra 為該屬線蟲中最廣泛分佈的種類且寄主植物種類繁多，其主要棲地為熱帶地區^(15,19)。依據黃氏等⁽¹³⁾之全省調查結果亦顯示，*Helicotylenchus* 線蟲在台灣之分佈相當普遍，惟未進行種類鑑定。王氏⁽²⁹⁾針對本省茶園進行線蟲相調查，發現 *H. erythrinae*

為茶產區中分佈最廣者，在所調查的 22 處茶園中，計有 18 處有該種線蟲存在，惟報告中僅有線蟲全隻照片，並未記錄相關形態測量資料。*H. erythrinae* 的外觀形態和主要測量值與 *H. dihystra* 最為相近^(15,19)，其間差異主要在 *H. erythrinae* 的尾端腹面有明顯的針狀突起，且其雄蟲普遍存在。另外本文作者調查南投縣鹿谷凍頂、名間松柏嶺及台北縣坪林等主要茶產區，共計採集 28 處茶園，除同樣發現較為普遍存在的鞘線蟲 (*Hemicriconemoides kanayaensis*)、釘線蟲 (*Paratylenchus* spp.) 及根腐線蟲 (*Pratylenchus* spp.) 外，皆尚未分離到 *Helicotylenchus* 屬線蟲 (未發表資料)。杜氏等⁽²⁷⁾調查早期本省南部植棉區的線蟲相，其中發現之螺旋線蟲種類為 *H. exallus*，然該報告中僅記

表四、金門地區 *Rotylenchus brevicaudatus* 雌蟲之形態測量值及其與在澳洲地區已記錄地模標本 (topotypes) 之比較
 Table 4. Morphometrics of the *Rotylenchus brevicaudatus* female populations isolated from Kimmen and its comparison with topotypes recorded in Australia

Character ¹	Host (code)				
	Egg-plant (Rbre1)	Red pepper (Rbre2)	Tomato (Rbre3)	Garlic (Rbre4)	Australia Sweet orange (topotypes) ⁴
n	10	12	23	15	20
L (mm)	0.76 ± 0.03 (0.72-0.81) ² a ³	0.74 ± 0.04 (0.67-0.81) a	0.73 ± 0.05 (0.63-0.87) a	0.72 ± 0.06 (0.65-0.81) a	0.59-0.79
a	29.7 ± 3.2 (25.2-35.0) ab	30.6 ± 2.1 (26.7-33.9) a	27.5 ± 2.3 (24.1-32.2) b	29.7 ± 2.5 (26.4-35.2) ab	21-27
b	10.6 ± 0.7 (9.9-12.1) a	10.5 ± 0.7 (9.5-11.7) a	10.5 ± 0.7 (8.9-11.9) a	10.7 ± 0.6 (9.7-12.1) a	-
b'	6.4 ± 0.5(n=8) (6.0-7.2) a	6.0 ± 0.4 (5.4-6.9) ab	6.0 ± 0.4(n=21) (5.1-6.8) ab	5.8 ± 0.3 (5.1-6.3) b	5.1-6.3
c	66.7 ± 13.4 (51.3-88.9) a	60.3 ± 10.1 (42.2-78.9) ab	53.5 ± 11.3(n=22) (31.8-78.8) b	53.9 ± 9.8(n=14) (40.6-72.0) b	33-69
c'	0.62 ± 0.1 (0.5-0.8) a	0.66 ± 0.1 (0.5-0.9) a	0.72 ± 0.1 (0.5-1.0) a	0.75 ± 0.1 (0.6-0.9) a	-
V	54.8 ± 1.7 (51.9-57.8) a	55.8 ± 2.2 (51.2-58.6) a	56.2 ± 1.6 (53.0-59.1) a	56.6 ± 1.4 (54.3-59.6) a	53-62
Stylet (μm)	24.0 ± 0.7 (23.3-25.0) a	23.7 ± 0.8 (22.0-24.9) ab	23.7 ± 0.8 (22.0-25.5) a	23.0 ± 0.9 (21.3-24.7) b	22-26
m	46.3 ± 1.6(n=9) (43.9-48.5) a	45.7 ± 1.9(n=7) (42.3-47.3) a	-	45.6 ± 1.9 (42.2-48.6) a	-
ODG (μm)	6.5 ± 0.7(n=9) (5.3-7.3) a	5.9 ± 0.7 (4.8-7.3) a	6.2 ± 0.8(n=19) (4.8-7.3) a	5.8 ± 0.8 (4.7-7.0) a	-
O	26.9 ± 2.4 (21.8-29.6) a	25.0 ± 3.0 (20.2-30.0) a	26.1 ± 3.2 (20.6-30.8) a	25.2 ± 3.3 (20.7-32.9) a	15-24
EP (μm)	104 ± 4(n=7) (99-110) a	99 ± 8 (83-110) a	99 ± 10(n=19) (78-124) a	96 ± 11 (79-110) a	-
P	13.6 ± 0.4 (13.0-14.1) a	13.4 ± 0.9 (11.4-14.6) a	13.6 ± 1.1 (12.1-15.8) a	13.4 ± 1.0 (11.4-15.1) a	-
Tail (μm)	12 ± 2 (9-15) a	13 ± 3 (9-18) a	14 ± 3 (8-22) a	14 ± 2 (10-18) a	-
Anal body width (μm)	19 ± 1 (18-20) a	19 ± 1 (18-22) a	20 ± 2 (14-23) a	18 ± 2 (15-21) a	-

^{1,2,3} See table 2.

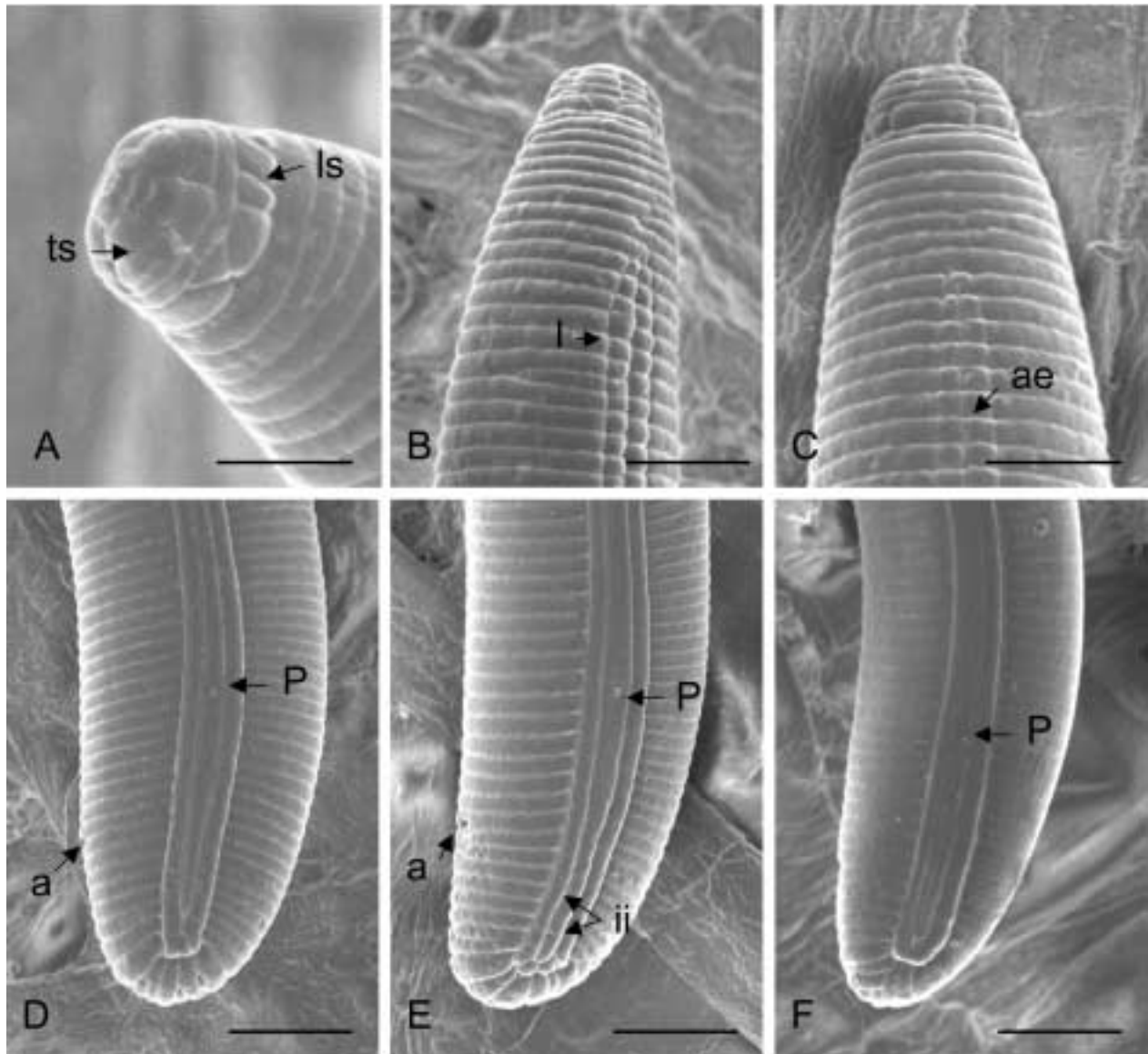
⁴ Sher, S. A. 1965⁽¹⁸⁾

表五、金門地區*Rotylenchus brevicaudatus* 雄蟲之形態測量值及其與在澳洲地區已記錄副模標本 (paratypes) 之比較
 Table 5. Morphometrics of the *Rotylenchus brevicaudatus* male populations isolated from Kimmen and its comparison with topotypes recorded in Australia

Character ¹	Host (Code)		
	Red pepper (Rbre2)	Tomato (Rbre3)	Australia orange (topotypes) ³
n	10	12	10
L (mm)	0.67 ± 0.03 (0.61-0.71) ²	0.69 ± 0.03 (0.64-0.74)	0.58-0.69
a	33.4 ± 2.8 (30.4-37.8)	32.1 ± 3.0 (27.8-36.7)	25-32
b	9.6 ± 0.7 (8.8-11.3)	10.2 ± 0.9 (8.8-11.6)	-
b'	5.5 ± 0.3 (5.2-5.9)	5.5 ± 0.4(n=8) (5.0-6.1)	4.1-5.8
c	38.2 ± 4.7 (30.5-46.7)	34.4 ± 2.0 (31.4-36.8)	28-35
c'	1.4 ± 0.1 (1.2-1.5)	1.5 ± 0.1 (1.3-1.7)	-
Spicule	26.4 ± 2.1 (22.5-29.2)	24.8 ± 1.5(n=11) (23.3-28.3)	22-27
Stylet (μm)	22.1 ± 0.5 (21.3-22.7)	21.7 ± 0.9 (20.7-23.3)	20-24
m	47.7 ± 0.9 (46.2-48.6)	-	-
ODG (μm)	6.4 ± 0.6(n=7) (5.3-7.3)	6.3 ± 0.7(n=10) (5.3-7.7)	-
O	29.2 ± 2.8 (24.1-32.7)	29.0 ± 3.3 (24.7-36.7)	17-24
EP (μm)	98 ± 8 (88-108)	95 ± 7 (80-104)	-
P	14.6 ± 1.0 (12.9-15.9)	13.9 ± 1.4 (11.6-16.3)	-
Tail (μm)	18 ± 2 (15-20)	20 ± 2 (18-23)	-
Anal body width (μm)	13 ± 1 (11-13)	14 ± 1 (12-15)	-

^{1,2} See table 2.

³ Sher, S. A. 1965⁽¹⁸⁾



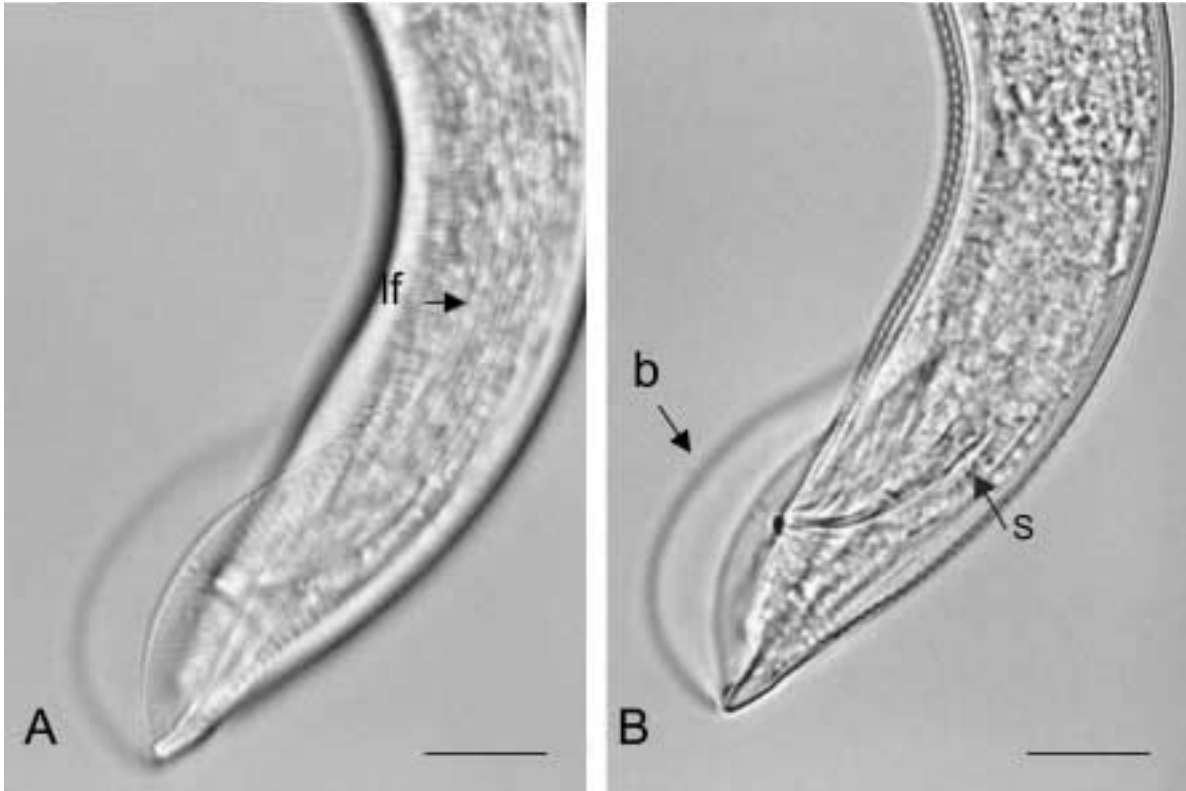
圖六、*Rotylenchus brevicaudatus* 雌蟲之SEM影像形態 (Rbre3)：A, 唇區 (ls, 垂直條溝；ts, 水平條溝)；B 和 C：頭端部分 (ae, 側帶橫條溝；l, 側帶)；D, E 和 F：尾端部分 (a, 肛門；ii, 側帶內側二條側帶溝；p, 側尾腺孔)。比例尺長度：A-F=10 微米。

Fig. 6. SEM photomicrographs of *Rotylenchus brevicaudatus* (Rbre3) female, A: Lip region (ls, longitudinal striation; ts, transverse striation); B&C: Anterior region (ae, aerolation; l, lateral field); D, E&F: Tail region (a, anus; ii, inner incisures; p, phasmid). Scale bars in A-F=10 μ m.

錄一隻該種線蟲雌蟲的主要形態測量值資料及敘述 "雄蟲藏精器 (spermatheca) 大而分歧具有精巢 (sperm)"，惟未提及雄蟲是否存在。*H. exallus* 的形態特徵和 *H. dihystra* 頗為相近，二者主要差別在於前者雌蟲的貯精囊 (spermatheca) 內具有精子 (sperm) 且雄蟲普遍同時存在，其次尾部腹面頂端具有些微突起^(15,19)。本省南部平原地區現已無專植棉區，唯有在該地區再進行各類作物根圈土樣分離方能確認該種螺旋線蟲存在與否。另外蔡氏⁽²⁶⁾在其文中引用之日本文獻提及台灣茶園中有 *H. dihystra*，但同樣無形態鑑定資料可供比

對。

H. crenacauda 在台灣地區水稻田的分佈相當廣泛⁽¹⁷⁾，而本研究所鑑定的 6 群該種螺旋線蟲，其中 5 群亦於水稻田發現，另外一群則在一處多年種植香蕉的園區內所分離。依據先前陳氏等^(3,7,9)在台灣和金門地區所進行的線蟲種類鑑定研究，在所調查的許多植物種類中，皆未發現該種線蟲。*H. crenacauda* 的模式棲息地 (type locality) 和模式寄主植物 (type habitat) 為印尼爪哇島上的水稻，迄今國外的報告亦顯示該種線蟲大多於稻田中發現，但是在爪哇地區的咖啡 (coffee) 和甘



圖七、*Rotylenchus brevicaudatus* 雄蟲尾部之光學影像形態：A 和 B, 尾端部分 (b, 交接翼；lf, 側帶；s, 交接刺)。比例尺長度：A 和 B=10 微米。

Fig. 7. Photomicrographs of *Rotylenchus brevicaudatus* male, A&B: Posterior region (b, bursa; lf, lateral field; s, spicule). Scale bars in A&B=10 μ m.

蔗(sugar cane) 的根圈土亦有發現^(15,19)。

截至目前，*Rotylenchus brevicaudatus* 僅在金門的尙義、后壠及陽宅等地區的蔬菜園中存在，而在台灣本島上迄今仍未發現該屬之線蟲種類^(3,9)。依據黃氏等⁽¹³⁾在台灣地區所進行的全面調查結果，*Rotylenchus* 屬線蟲在各類作物，記錄共計 24 種植物的根圈土壤中有該屬線蟲存在。另外先前分別在甘蔗⁽¹²⁾、柑橘⁽²⁴⁾及落花生⁽²⁵⁾上所記錄的 *R. robustus* 和 *R. buxophilus*、*R. multicinctus* 及 *R. brachyurus* 等 4 種螺旋線蟲，根據報告中所附圖片顯示，其蟲體整體外觀和尾部形態皆和 *R. brevicaudatus* 有明顯不同，而其中 *R. buxophilus* 和 *R. multicinctus* 的形態特徵和 *H. dihystra* 頗為相近。*R. brevicaudatus* 靜止時，其蟲體向腹面彎曲呈 'C' 字型，尾部為半圓球形，食道腺體與腸為背部重疊，前述特徵在解剖顯微鏡下觀察與先前在台灣本島所鑑定的 *Scutellonema truncatum* 相當近似⁽⁹⁾，其間差異在於 *R. brevicaudatus* 的分離群中同時存在有大量雄蟲，其次在高倍光學顯微鏡下，*R. brevicaudatus* 尾部上的側尾腺孔呈現為小點狀。

謝 辭

本研究承行政院農業委員會動植物防疫檢疫局計畫經費補助，並蒙金門縣政府前動植物防疫所李有世先生鼎力協助田間採樣工作；農委會農業藥物毒物試驗所蘇秋竹副研究員和李祈益先生提供掃描式電子顯微鏡之相關儀器和技術指導；本所農藝組試驗統計研究室呂椿棠助理研究員協助數據統計分析，特致謝忱。

引用文獻 (LITERATURE CITED)

1. Anderson, R. V. 1974. Canadian species of the genus *Helicotylenchus* Steiner, 1945 (Nematoda: Hoplolaimidae), their identifying characteristics and descriptions of three new species. *Canad. F. Zool.* 52: 1365-1381.
2. Boutsika, K., Brown, D. J. F., Philips, M., and Blok, V. C. 2004. Molecular characterization of the ribosomal DNA of *Paratrichodorus macrostylus*, *P. pachydermus*, *Trichodorus primitivus* and *T. similis*

- (Nematoda: Trichodoridae). *Nematology* 6: 641-654.
3. Chen, D. Y. 2004. Identification and variation of *Xiphinema* species from Taiwan. Ph. D. Thesis, National Chung Hsing Univ. Taichung, 162 pp. (in Chinese with English abstract).
 4. Chen, D. Y., Ni, H. F., Yen, J. H., Cheng, Y. H., and Tsay, T. T. 2004. Variability within *Xiphinema elongatum* populations in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 13: 45-60. (in Chinese with English abstract).
 5. Chen, D. Y., Ni, H. F., Yen, J. H., Cheng, Y. H., and Tsay, T. T. 2004. Variability within *Xiphinema insigne* populations in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 13: 127-142. (in Chinese with English abstract).
 6. Chen, D. Y., Ni, H. F., Yen, J. H., Cheng, Y. H., and Tsay, T. T. 2004. Identification and variation of *Xiphinema hunaniense* populations from Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 13: 155-166. (in Chinese with English abstract).
 7. Chen, D. Y., Ni, H. F., Cheng, Y. H., and Tsay, T. T. 2004. Identification of *Xiphinema* species from Kinmen. *Plant Pathol. Bull.* 13: 237-241. (in Chinese with English abstract).
 8. Chen, D. Y., Ni, H. F., Yen, J. H., Cheng, Y. H., and Tsay, T. T. 2005. Differentiation of the *Xiphinema americanum*-group nematodes *X. brevicollum*, *X. incognitum*, *X. diffusum* and *X. oxycaudatum* in Taiwan by morphometrics and nuclear ribosomal DNA sequences. *Nematology* 7: 713-725.
 9. Chen, D. Y., Chen, R. S., Yen, J. H., Tsay, T. T., and Ni, H. F. 2006. Species of spiral nematode and lance nematode (Nematoda: Hoplolaiminae) identified in Taiwan and Kinmen. *Plant Pathol. Bull.* 15: 25-38. (in Chinese with English abstract).
 10. Diab, K. A., and El-Eraki, S. 1968. Plant-parasitic nematodes associated with olive decline in the United Arab Republic. *Plant Dis. Repr* 52: 150-154.
 11. Dropkin, V. H. 1989. Introduction to plant nematology. John Wiley & Sons, 2nd. New York, 304 pp.
 12. Hu, C. H., and Chu, H. T. 1959. The nematode investigation in sugarcane field of Taiwan. *Taiwan Sugar Res. Inst.* 19: 35-51. (in Chinese with English abstract).
 13. Huang, C. S., Tsai, Y. P., Tu, C. C., Lin, Y. Y., and Huang, S. P. 1972. Plant parasitic nematodes in Taiwan, monograph series No. 1. Institute of Botany, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC, 61 pp. (in Chinese with English abstract).
 14. Hung, G.-C., Chilton, N. B., Beveridge, I., Zhu, X. Q., Lichtenfels, J. R., and Gasser, R. B. 1999. Molecular evidence for cryptic species within *Cylicostephanus minutus* (Nematoda: Strongylidae). *Int. J. Parasitol.* 29: 285-291.
 15. Krall', E. L. 1990. Root parasitic nematodes- Family Hoplolaimidae. E. J. Brill, Leiden, 580 pp.
 16. Libman, G., Leach, J. G., and Adams, R. E. 1964. Role of certain plant-parasitic nematodes in infection of tomatoes by *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology* 54: 151-153.
 17. Lin, Y. Y. 1970. Studies on the rice root parasitic nematodes in Taiwan. *Journal of Agriculture and Forestry* 19: 63-77.
 18. Sher, S. A. 1965. Revision of the Hoplolaiminae (Nematoda). V. *Rotylenchus* Filipjev, 1936. *Nematologica* 11: 173-198.
 19. Sher, S. A. 1966. Revision of the Hoplolaiminae (Nematoda). VI. *Helicotylenchus* Steiner, 1945. *Nematologica* 12: 1-56.
 20. Siddiqi, M. R. 1972. *Helicotylenchus dihystera*. C.I.H. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes. Set 1, No. 9. Farnham Royal, UK: Commonwealth Agricultural Bureaux.
 21. Stewart, R. N., and Schindler, A. F. 1956. The effect of some ectoparasitic and endoparasitic nematodes on the expression of bacterial wilt in carnations. *Phytopathology* 46: 219-222.
 22. Subbotin, S. A., Madani, M., Krall, E., Sturhan, D., and Moens, M. 2005. Molecular diagnostics, taxonomy, and phylogeny of the stem nematode *Ditylenchus dipsaci* species complex based on the sequences of the internal transcribed spacer-rDNA. *Phytopathology* 95: 1308-1315.
 23. Sumner, D. R. 1967. Nematodes in bluegrass. *Plant Dis. Repr* 51: 457-460.
 24. Toung, M. C. 1963. Some parasitic nematodes associated with citrus in Taiwan. *Plant Prot. Bull.* 5: 17-23. (In Chinese with English abstract).
 25. Tsay, T. T. 1997. Introductory occasions of exotic plant-parasitic nematodes into Taiwan and the retarding strategies. *Plant Prot. Bull.* 39:33-61.
 26. Tsay, Y. P. 1971. The plant-parasitic nematodes in Taiwan. *Taiwan Agriculture* 7: 139-151. (in Chinese).
 27. Tu, C. C., Cheng, Y. S., and Kuo, F. L. 1972. 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. *Plant Prot. Bull.* 14: 95-109. (in Chinese with English abstract).
 28. Wallace, H. R. 1971. The influence of the density of nematode populations on plants. *Nematologica* 17: 154-166.
 29. Wang, L. C. 1970. A study on soil nematodes of tea plantation in Taiwan. *Taiwan Agriculture* 6: 126-151. (in Chinese with English abstract).

ABSTRACT

Chen, D. Y.¹, Ni, H. F.², Chen, R. S.³, Yen, J. H.⁴, and Tsay, T. T.^{5,6}. 2006. Identification of spiral nematode (Nematoda: Rotylenchinae) collected from Taiwan and Kinmen. *Plant Pathol. Bull.* 15: 153-169 (¹ Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan; ² Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Taiwan; ³ Graduate Institute of Biotechnology, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan; ⁴ Agricultural Extension Center, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan; ⁵ Department of Plant Pathology, NCHU, Taichung, Taiwan; ⁶ Corresponding author, E-mail: ttsay@nchu.edu.tw, Fax: +886-4-22876712)

Soil samples collected from the rhizosphere of various crops in several locations in Taiwan and Kinmen yielded nine populations of *Helicotylenchus dihystera* (Cobb, 1893) Sher, 1961, six populations of *H. crenacauda* Sher, 1966 and four populations of *Rotylenchus brevicaudatus* Colbran, 1962. Based on the external morphology, morphometrics and the sequence of internal transcribed spacer (ITS) region and 5.8S gene of the ribosomal DNA, the species taxon for each nematode population was confirmed. In this study, additional morphometric data and SEM figures for these three spiral nematode species were also provided. The sequence of representative rDNA fragment of each species was the first deposited in GenBank for the benefits of worldwide researchers.

Key words: spiral nematode, identification, ribosomal DNA, *Helicotylenchus dihystera*, *Helicotylenchus crenacauda*, *Rotylenchus brevicaudatus*