

台灣地區劍線蟲 *Xiphinema elongatum* 之變異性

陳殿義¹ 倪蕙芳² 顏志恒³ 程永雄² 蔡東纂^{4,5}

1 台中縣 行政院農業委員會農業試驗所

2 嘉義市 行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所

3 台中市 國立中興大學農業推廣中心

4 台中市 國立中興大學植物病理學系

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

接受日期：中華民國 93 年 1 月 25 日

摘要

陳殿義、倪蕙芳、顏志恒、程永雄、蔡東纂 2004. 台灣地區劍線蟲 *Xiphinema elongatum* 之變異性. 植病會刊 13: 45-60.

自 1998 年起至 2002 年，以改良式柏門氏漏斗分離法陸續在台灣地區收集到 10 群劍線蟲 *Xiphinema elongatum*。經由雌蟲和其 4 個齡期幼蟲的形態測量值比較後顯示，除了在百慕達草上所分離的三群雌蟲和其第三及第四齡期幼蟲的體長明顯較長外，各群間其餘的測量值皆相當一致。由每一群的雌蟲及其 4 個前後齡期幼蟲間的替代齒針和功能性齒針的長度相當接近，以及替代齒針和總口針的長度具有明顯區隔的結果，這 10 群劍線蟲中都無混雜其他形態類似的劍線蟲種類。*X. elongatum* 雄蟲的形態測量值和其雌蟲相差無幾，但是其尾部的形態具有較大的變異，而其補助突起 (supplements) 的數目為 3-4 個。在 rDNA 片段序列的比對結果顯示，3 個代表群的群內 (Xelo3 除外) 和群間的 ITS-1 和 ITS-2 的序列差異度都極小 (0~1.34 %)，因此具有開發種專一性引子對的可行性。在地理位置上，台灣和中國大陸南部及東南亞地區相當接近，在 *X. elongatum* 的形態上也較為相近，而和非洲及南美洲等地區相隔較遠，其形態上的差異則相對明顯，究竟此一變異情形為屬於種內變異的範圍或已是不同種劍線蟲的表現，其解決之道唯有補充其各齡期幼蟲和雄蟲的形態鑑定及 rDNA 分子序列的比對資料，如此方能對 *X. elongatum* 的變異性有充分的認知。

關鍵詞：劍線蟲、變異性、*Xiphinema elongatum*、ribosomal DNA、rDNA、ITS-1、ITS-2

緒言

劍線蟲 *Xiphinema elongatum* Schuurmans Stekhoven & Teunissen, 1938 的模式產地 (type locality) 為現今的薩伊共和國 (Zaire, 舊稱剛果人民共和國, Congo) 的 Rutshuru 地區，其模式寄主 (type host) 不詳⁽²⁷⁾。其後在夏威夷 (Hawaii)⁽⁵⁾、南非 (South Africa)⁽¹²⁾ 及南美洲的蘇利南 (Surinam)⁽¹⁷⁾ 和巴西^(8,18) 等地亦有關於該種劍線蟲的記錄報導。由於最初鑑定命名 *X. elongatum* 的樣本只有一隻雌蟲全模標本 (holotype)，而且關於其形態描述的資料極少，因此 Tarjan 和 Luc 二氏⁽²⁷⁾ 根據此一標本重新詳述其形態特徵，而其主要形態測量值 (morphometrics) 如下：L (體長) = 2.089 mm；a = 49；b = 6.1；c = 35；c' = 2.5；V % = 40；total stylet (全口針) = 153 μ m；functional odontostyle (功能性齒針) = 94 μ m；odontophore (齒針延長部) = 59 μ m；tail (尾部) = 59 μ m。同時 Tarjan 和 Luc

二氏依據此一新的資料檢視 *X. pratense* Loos, 1949 的 4 個合模式標本 (syntypes) 和 *X. campinense* Lordello, 1951 的 3 個地模標本 (topotypes) 後，認為該二種劍線蟲皆為 *X. elongatum* 的同種異名 (synonym)。另外 Cohn 和 Sher⁽⁵⁾ 認為 *X. truncatum* Thorne, 1939 是 *X. elongatum* 的同種異名，但是 Heyns 氏⁽¹²⁾ 持懷疑態度，而 Luc 和 Dalmasso⁽¹⁹⁾ 則主張其為未確定種 (*species inquirenda*)。

劍線蟲 *X. elongatum* 為一世界性普遍存在的種類⁽²⁰⁾，有關其變異性 (variability) 的報告，Heyns 氏⁽¹²⁾ 首先指出南非地區的 *X. elongatum* 群因地理區隔而有形態變異的現象，而 Luc 和 Southey 二氏⁽²⁰⁾ 依其尾部和全口針的長短不同，將 22 群不同地區來源的該種劍線蟲分成二個群集 (group)，其中第一群集包括來自西非地區的樣本都具有較短的尾部，但是其口針較長；而第二群集則大部分來自東非、東南亞及太平洋地區，其樣本形態則呈現和前述相反

之現象。另外 Luc 和 Southey 二氏⁽²⁰⁾亦指出來自西印度洋上模里西斯島 (Mauritius) 的樣本中同時出現可明顯區分的前述二群集劍線蟲，因此他們曾提出 "on the spot" 分化 (differentiation) 的看法。與台灣島地緣相近的中國大陸，Xu 氏等人⁽³¹⁾首先發表在福建省漳州 (Zhangzhou) 地區的雞冠花 (cockscorn) 的根圈土中所分離鑑定的 *X. elongatum*，隨後 Wang 氏等人⁽³⁰⁾報導在廣東省的深圳 (Shenzhen) 郊外的柑橘 (citrus) 園中發現該種劍線蟲，而最近 Pan 氏等人⁽²²⁾自福建省的鼓浪嶼 (Gulangyu Island)、廈門 (Xiamen) 及漳州地區的松、竹、玫瑰及李等 4 種寄主上分離鑑定 4 群 *X. elongatum*，他們認為其形態特徵比較相似於前述的第二群集，而其各項形態測量值尤其和泰國和菲律賓等地區的劍線蟲群最為相近。

依據前後齡期幼蟲的替代齒針 (replacement odontostyle) 和功能性齒針的長度必需相當吻合的原則⁽⁶⁾，本研究中將分離自田間的各別劍線蟲群分別隨機挑取足量的各齡期幼蟲樣本進行測量，其結果可以確定這些來自不同寄主或地區之劍線蟲群的鑑定樣本中是否只存在一種劍線蟲，其中未混雜其他形態相當類似的種類⁽³⁾，因此可以據以了解各種劍線蟲的不同群間在形態上可能的種內變異 (intraspecific variation) 程度。根據 Robbins 氏等人⁽²⁵⁾的整理報告顯示，大部分之劍線蟲種類，其幼蟲期的齡期數目及其各齡期幼蟲的形態測量值資料並不完善，而及至目前，僅在來自菲律賓一處甘蔗園的 *X. elongatum* 群有上述資料的記載。另外大部分的劍線蟲種類和其他類線蟲一樣，其生殖方式大多為行孤雌生殖 (parthenogenesis)，雄蟲非常少見，而至目前，僅在非洲南部的南非⁽¹²⁾和蒲隆地 (Burundi)⁽⁷⁾二地區有分離到 *X. elongatum* 雄蟲的記錄。

應用核糖體 DNA (ribosomal DNA, rDNA) 做為線蟲種類的分子標誌 (molecular markers) 的優點為其具有大量的拷貝數 (copy numbers)，而且其編碼區間 (coding region, 18S, 5.8S, 28S gene) 具有保守性序列 (conserved sequences) 的特點，因此可據以設計通用性引子對 (universal primers)，針對極少量或單一隻成蟲或幼蟲線蟲種類，進行包含非編碼區間 (noncoding region, internal transcribed spacer 1 or 2, ITS-1, ITS-2) 的 PCR 增幅。由於 rDNA 分子以 "concerted evolution" 的形式進行演化⁽¹¹⁾，因此其在種內 (intraspecific) 的序列相似程度遠較種間 (interspecific) 為高，而比較分析 ITS-1 或 ITS-2 的序列相似度情形，藉以輔助傳統形態鑑定上的不足，此一方法已經引起線蟲學家廣泛的重視^(1,4,9,10,13,14,15,16,21,23,26,28,29)。本研究的主要目的在於建立台灣地區劍線蟲 *X. elongatum* 的雌蟲、雄蟲及其各齡期幼蟲的完整形態鑑定資料，並輔以 rDNA 片段序列的相異度比對分析，據以探討該種線蟲在不同地區或寄主植物的環境下可能的種內形態和其 rDNA 序列的變異程度，並評估以 ITS-1 或 ITS-2 區間序列的差異性設計專一性引子對的可能性。

材料與方法

供試劍線蟲群之來源

主要針對台灣全島多年生和管理良好之果樹園區進行採集根圈土樣，並以改良式柏門氏漏斗分離法分離線蟲⁽²⁾。約 100 公克土樣經 24 小時的浸水靜置後，將指形管中的線蟲懸浮液倒入小型玻璃皿中，先在解剖顯微鏡 (Stemi SV 6, ZEISS, Germany) 下檢視有無劍線蟲後，以細玻璃吸管吸取懸浮液中的雌蟲、雄蟲和幼蟲至 3% 的福馬林 (37% aqueous solution, SIGMA, USA) 溶液中殺死、固定及保存，以供後續形態測量值的檢定。此一研究之供試劍線蟲群的來源地區和寄主植物種類如表一中所列。

劍線蟲 *X. elongatum* 之雌蟲、雄蟲及其各齡期幼蟲的形態鑑定

將上述保存在福馬林溶液中的各群劍線蟲，以挑針逢機挑取雌蟲、雄蟲及具有不同蟲體長度之幼蟲數隻至載玻片上之原福馬林溶液滴中，再於解剖顯微鏡下以挑針將蟲體排列於中間，蓋下蓋玻片後，將玻片移置到光學顯微鏡 (Axiolab, ZEISS, Germany) 下檢視，並以所附之光學照相機 (MC80) 先拍攝體長、體寬及尾部之部分，等蓋玻片壓緊後再拍取口針部位。待底片 (35mm, ISO 100, Elite Chrome, Kodak, USA) 洗出後，將幻燈片影像投射於桌上型投影機 (NOVAMAT 150 AFI-M monitor, BRAUN, Germany) 的看板上，以具適當彈性之細塑膠線量取體長、體寬、肛門位置體寬 (anal body width)、尾部、全口針、齒針延長部、替代齒針及交接刺 (spicule) 等之長度後，將不同拍攝倍率之影像，依比例尺長度換算成實際值。至於線蟲生活史中的幼蟲齡期數目和判別幼蟲的齡期的主要方法為根據前後齡期幼蟲的替代齒針和功能性齒針的長度是否符合大約相等的原則加以推論^(3,6)。以上各群劍線蟲之雌蟲和各齡期幼蟲之測量樣本大部分至少數 10 隻以上，鑑定樣本若是不足，先從先前保存的樣本中或其次回到原先田間相同採集點再採集根圈土樣分離之。

線蟲總量 DNA 之抽取

本研究中選取 Xelo1、Xelo3 及 Xelo8 等 3 群劍線蟲進行總量 DNA 之抽取。每一群供試線蟲均來自表一中所列相同地點及同一作物之根圈土中再分離得來。每一群主要挑取大約 50 到 200 隻雌蟲至微量離心管中，繼而進行冷凍乾燥以抽乾所含之水份。而後加入 DNA 萃取緩衝液 [200 mM Tris-HCl, pH8.5, 250mM NaCl, 25 mM EDTA, 10 % w/v sodium dodecyl-sulphate plus 0.5 μ g/ul proteinase K (Roche, Mannheim, Germany)，並靜置於 37°C 下，作用 12-14 小時後，再經振盪混合均勻，於室溫下以 12000 x g

離心 10 分鐘。將離心後之上層液取出以 DNA 純化套組 (Wizard™ DNA Clean-Up, Promega Cooperation, Madison, WI, USA) 進一步純化全量 DNA, 首先將上層液與套組中所提供之 resin 900 μ g 混合, 而後在室溫下 (22-24°C) 作用 1 分鐘後, 以注射針筒將此混合液注入套組中所附之 spin column 內用以附著 DNA, 繼而以針筒將 2ml 的 80 % isopropanol 溶劑注入上述 spin column 中藉以去除不純物, 再利用離心方法去除殘存在 spin column 中之 isopropanol, 最後加入預熱 65°C 的蒸餾水約 25-50 μ g 於 spin column 中並在室溫下靜置 1 分鐘, 再以 12000 xg 離心 20 秒, 藉以將吸附在 spin column 薄膜上的 DNA 洗出至新的微量離心管中, 最終將純化之 DNA 保存在 -20°C 下備用。

rDNA 片段序列之增幅

以Vrain氏等人⁽²⁹⁾所設計之一對引子進行部分 rDNA 的 PCR 增幅, 其上游引子 S-ITS-1 位於 18S 基因的 3' 端, 其序列為 5' TTGATTACGTCCCTGCCCTTT 3', 下游引子 P28S 位於 28S 基因的 5' 端, 其序列為 5' TTTCACCTCGCCGTTACTAAGG 3', 因此其所增幅的部分 rDNA 包含完整的 ITS-1 和 ITS-2 二個區間、5.8S 基因及部分 18S 和 28S 基因。上述進行 PCR 增幅反應的混合液總共 50 μ l, 其中包含二個引子, 各 1 μ M; 1.25 個單位的 *Taq* polymerase (Yeastern Biotech Co. Taipei, Taiwan); 1 X *Taq* DNA polymerase buffer; A、T、C、G 四種 deoxyribonucleotide (dATP, dTTP dCTP, dGTP), 各 0.1 mM。PCR 在自動溫度循環控制反應器 (BioRad iCycler, Hercules, CA, USA) 中依下述步驟進行增幅反應: 第一循環先以 94°C 持續 4 分鐘, 再以 94°C 30 秒、52°C 30 秒及 72°C 2 分鐘進行 30 個循環, 最後以 72°C 7 分鐘進行 PCR 產物的最後延長, 最終反應結束時保持在 4°C 下。反應完成後的產物以 1 X TBE buffer (40 mM Tris, 20 mM Boric acid, and 1 mM EDTA, pH 8.0) 在 1.5 % agarose gel 上進行電泳分析並檢視結果。試驗中另以反應液中不添加模板 DNA 之處理作為對照組。

rDNA 增幅片段之選殖和解序

將上述 PCR 產物以 PCR-M clean up system (Viogene, Taipei, Taiwan) 先進行純化, 再將已純化的 PCR 產物與 pGEM-T easy 載體 (Promega, USA) 或 yT&A 載體 (Yeastern Biotech. Taipei, Taiwan) 進行連結反應後再將連結完成之質體送入勝任細胞中 (*Escherichia coli*, ECOS101, Yeastern Biotech. Taipei, Taiwan)。將上述經轉型處理的細胞塗抹於已塗佈 100 μ l IPTG (5-bromo-4-chloro-3-indoyl- β -D-galactoside, 100 mM) 以及 20 μ l X-gal (isopropylthio- β -D-galactosidase, 50 mg/ml) 及含 ampicillin (100 μ g/ml)

的 LB 瓊脂平板上進行藍白篩選, 並將白色轉型成功的菌落以前述相同引子對 (S-ITS-1 和 P28S) 進行 PCR, 以確認其是否具有預期的 rDNA 片段。隨後並將所得含預期 rDNA 片段的菌株委由生工公司 (Taipei, Taiwan) 進行核酸定序之工作。

rDNA 片段序列比對分析

為獲得每一供試劍線蟲群比較正確的 rDNA 片段核酸序列資料, 除 Xelo3 只解序一個轉型株 (transformed clone) 外, 其餘 Xelo1 和 Xelo8 二群各解序 3 個轉型株, 再將此 3 個序列以 Genetics Computer Group (GCG) 所提供 SeqWeb 2.1 版中的 Pretty program 進行多條序列排列 (multiple sequences alignment), 而其所產生的一致性序列 (consensus sequence) 以人工校對的方式做部分的修正後, 成為該群劍線蟲的最終 rDNA 片段序列資料。而為得到 *X. elongatum* 的最具代表性 rDNA 片段序列, 其方法是直接將上述共 7 個轉型株的序列以前述同樣分析軟體得到其一致性序列, 再以人工校對方式進行修正。至於 3 群間的 ITS-1, 5.8S 和 ITS-2 的序列差異度分析方面, 同樣以前述套裝軟體中的另一 GAP program 進行排列和比對, 而其中所設定的分析參數 gap weight = 50, length weight = 3。至於 ITS-1、ITS-2 和 5.8S 序列區間的推測範圍, 其方法是將在台灣地區所分離鑑定的全部劍線蟲種類 (未發表資料), 以前述同樣分析軟體中的另一 BestFit program 進行其 rDNA 片段完整序列的兩兩比對後所推估得來。

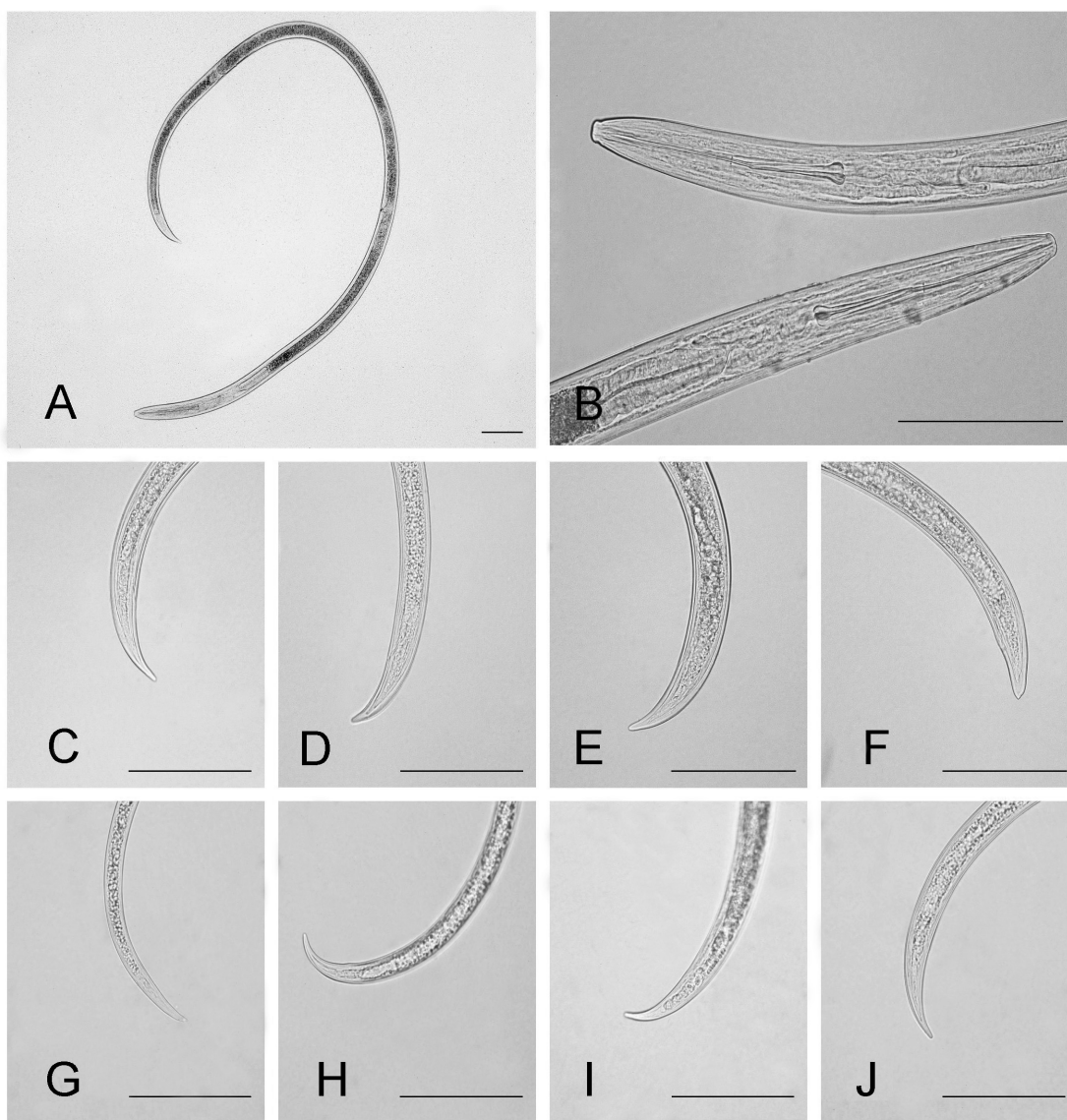
結 果

劍線蟲 *Xiphinema elongatum* 雌蟲的形態鑑定

及至目前, 在台灣中南部及台東市地區等共 10 個地點, 於枇杷、柳橙、李、番荔枝、麻竹及高爾夫球場果嶺上的百慕達草等寄主植物, 共計分離鑑定 10 群的劍線蟲 *X. elongatum* (表一)。其雌蟲之各項形態測量值及其主要形態特徵分別如表二和圖一所示。在體長方面, 於百慕達草上所分離的 3 群劍線蟲, 其長度平均值明顯比其他 7 群為大, 其中又以在台中縣大雅鄉的高爾夫球場 (Xelo3) 的練習果嶺上所分離的雌蟲為最長, 其長度平均值為 2.31 mm, 範圍為 2.15~2.50 mm; 而在草屯鎮平林地區的柳橙 (Xelo8) 和台東市豐田地區的番荔枝 (Xelo10) 園所鑑定的 2 群雌蟲, 其蟲體長度的最大值則分別只有 2.14 和 2.03 mm。在 a、b 及 c 的平均值上, 10 群中雖然有部分群間有較大差異, 但其範圍值皆有明顯的重疊; 在 c' 和 V % 方面, 其平均值和範圍皆相當接近, 尤其是 V % 的平均值介於 39.10~40.42 % 之間, 各群間相差無幾; 在全口針、功能性齒針及齒針延長部方面, 這三項測量值皆相當

表一、本研究供試之 *Xiphinema elongatum* 的代號、來源地區及其原始寄主植物Table 1. The list of geographical populations of *Xiphinema elongatum* investigated in this study

Code	Locality	Host
Xelo1	Shinshe Shiang, Taichung County	Loquat (<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.)
Xelo2	Guoshing Shiang, Nantou County	Loquat (<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.)
Xelo3	Daya Shiang, Taichung County (On green of golf course)	Bermuda-grass (<i>Cynodon dactylon</i> Pers.)
Xelo4	Taichung City (On green of golf course)	Bermuda-grass (<i>Cynodon dactylon</i> Pers.)
Xelo5	Wufeng Shiang, Taichung County (On green of golf course)	Bermuda-grass (<i>Cynodon dactylon</i> Pers.)
Xelo6	Shinhua Jen, Tainan County	Bamboo (<i>Bambusa</i> sp.)
Xelo7	Taichung City	Bamboo (<i>Bambusa</i> sp.)
Xelo8	Tsautuen Jen, Nantou County	Sweet orange (<i>Citrus sinensis</i> Osb.)
Xelo9	Dahu Shiang, Miaoli County	Plum (<i>Prunus salicina</i> Lindl.)
Xelo10	Taitung City, Taitung County	Sugar apple (<i>Annona squamosa</i> L.)



圖一、台灣地區之 *X. elongatum* (雌蟲和幼蟲)：A, 雌蟲靜止時形態；B, 2 隻雌蟲的頭部前端；C, D, E 和 F, 雌蟲的尾部 (F 為畸型)；G, H, I 和 J 分別為第一、二、三及四齡期幼蟲的尾部；比例尺長度 = 90 微毫米。

Fig. 1. *X. elongatum* (female and juvenile) from Taiwan: A, Female habitus; B, Anterior region of two females; C, D, E and F, Female tails (F is abnormal); G, H, I and J, Tails of the first, second, third and fourth stage of juveniles, respectively. Scale bar = 90 μ m.

表二、台灣地區 *X. elongatum* 雌蟲群之形態測量值及其與薩伊、泰國、菲律賓及中國大陸等群之比較
Table 2. Comparisons on morphometrics of *X. elongatum* female populations isolated from Taiwan, Zaire, Thailand, Philippines, and Mainland China

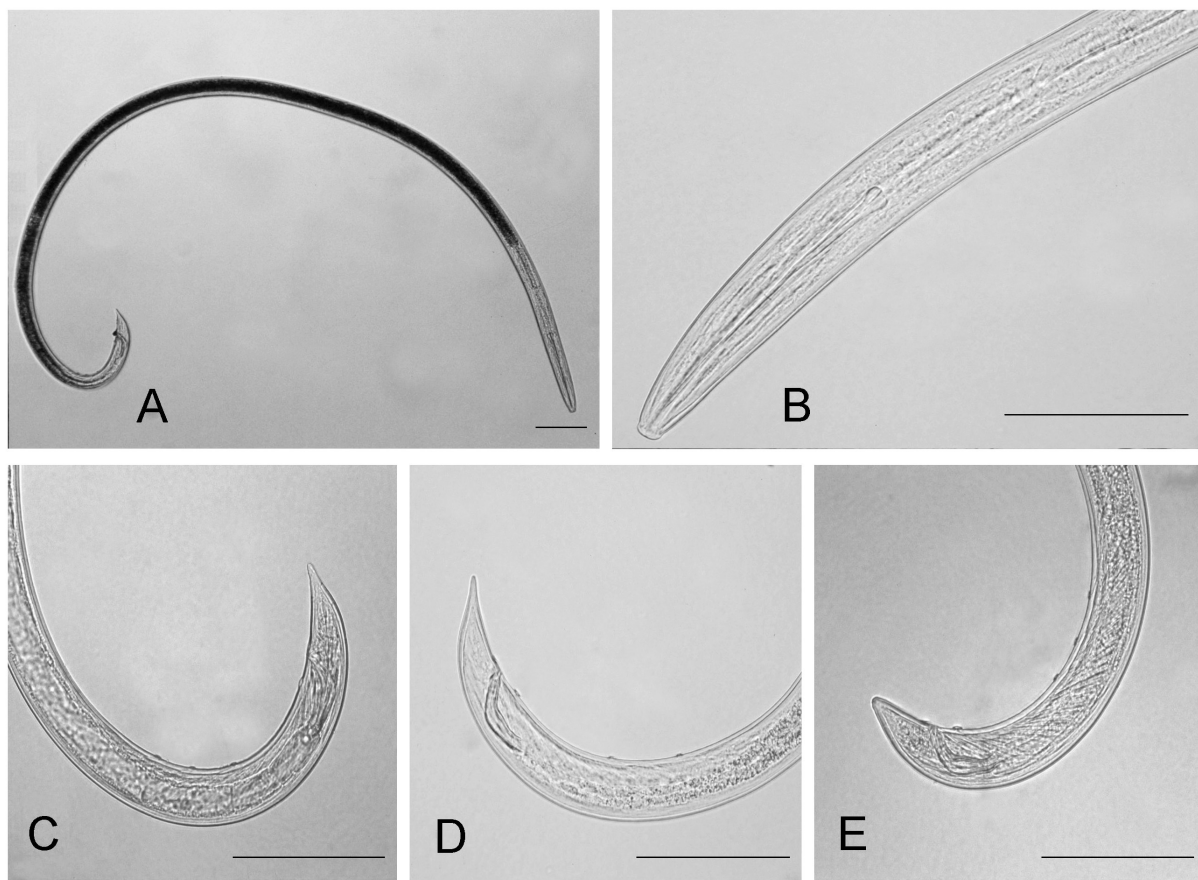
Character	Locality (Code)									
	Host									
	Shinshe (Xelo1)	Guoshing (Xelo2)	Daya (Xelo3)	Taichung (Xelo4)	Wufeng (Xelo5)	Shinhua (Xelo6)	Taichung (Xelo7)			
n	27	30	28	25	29	25	23			
L (mm)	2.02 ± 0.11 ¹ (1.82-2.25)	1.97 ± 0.13 (1.72-2.18)	2.31 ± 0.09 (2.15-2.50)	2.19 ± 0.11 (1.89-2.36)	2.19 ± 0.11 (1.99-2.41)	2.00 ± 0.11 (1.77-2.17)	2.06 ± 0.15 (1.74-2.37)			
a	55.74 ± 2.75 (49.19-61.71)	55.53 ± 4.11 (48.65-68.67)	60.11 ± 2.39 (55.90-64.10)	55.58 ± 2.72 (50.25-61.62)	61.64 ± 4.31 (52.56-69.39)	57.65 ± 4.87 (47.84-65.76)	56.93 ± 5.89 (47.03-72.33)			
b	6.03 ± 0.36 (5.23-6.74)	5.88 ± 0.47 (5.06-7.21)	6.96 ± 0.36 (6.31-7.78)	6.38 ± 0.35 (5.83-7.10)	6.57 ± 0.49 (5.64-8.03)	5.99 ± 0.28 (5.47-6.42)	6.56 ± 0.61 (5.27-7.90)			
c	38.27 ± 2.76 (32.61-46.22)	36.35 ± 2.73 (30.88-42.80)	39.30 ± 1.87 (36.45-43.04)	38.81 ± 2.20 (34.71-44.58)	37.39 ± 2.24 (32.54-42.41)	35.65 ± 1.92 (31.00-40.00)	35.56 ± 1.93 (32.22-40.86)			
c'	2.37 ± 0.23 (1.87-3.00)	2.49 ± 0.19 (2.22-2.85)	2.56 ± 0.12 (2.35-2.78)	2.47 ± 0.17 (2.09-2.96)	2.63 ± 0.15 (2.33-3.00)	2.55 ± 0.17 (2.30-2.86)	2.61 ± 0.16 (2.26-2.90)			
V %	39.96 ± 1.17 (37.30-42.70)	39.44 ± 1.22 (37.50-42.40)	39.55 ± 1.43 (36.30-41.90)	40.40 ± 1.25 (38.00-43.50)	40.88 ± 1.46 (37.90-43.30)	39.59 ± 1.25 (36.30-42.70)	39.29 ± 1.07 (37.00-41.10)			
Total stylet (μm)	147.44 ± 3.07 (140.80-155.80)	145.47 ± 3.17 (140.00-153.30)	146.25 ± 3.57 (140.80-153.00)	147.48 ± 2.82 (141.70-155.00)	145.09 ± 3.28 (138.30-150.80)	145.07 ± 3.19 (140.00-151.70)	143.62 ± 3.44 (137.50-149.20)			
Functional odontostyle (μm)	90.09 ± 2.44 (85.00-96.60)	88.85 ± 2.53 (84.20-93.40)	87.47 ± 3.20 (80.00-93.30)	87.96 ± 2.39 (84.10-92.50)	87.05 ± 2.78 (81.70-93.30)	88.34 ± 2.43 (83.30-92.50)	86.90 ± 2.79 (83.30-91.60)			
Odontophore (μm)	57.35 ± 1.96 (51.70-61.70)	56.61 ± 1.50 (53.30-60.80)	58.78 ± 1.61 (56.70-62.50)	59.53 ± 1.41 (57.50-62.50)	58.04 ± 1.98 (51.70-60.80)	56.73 ± 1.60 (55.00-61.70)	56.71 ± 1.70 (51.70-60.00)			
Tail (μm)	53.00 ± 5.00 (43.00-69.00)	54.00 ± 3.00 (48.00-58.00)	59.00 ± 3.00 (54.00-64.00)	57.00 ± 4.00 (48.00-68.00)	59.00 ± 3.00 (52.00-63.00)	56.00 ± 3.00 (51.00-63.00)	58.00 ± 4.00 (51.00-64.00)			
Anal body width (μm)	22.00 ± 1.00 (19.00-23.00)	22.00 ± 1.00 (20.00-23.00)	23.00 ± 1.00 (22.00-25.00)	23.00 ± 1.00 (22.00-24.00)	22.00 ± 1.00 (20.00-25.00)	22.00 ± 1.00 (20.00-24.00)	22.00 ± 1.00 (19.00-25.00)			



表二、台灣地區 *X. elongatum* 雌蟲群之形態測量值及其與薩伊、泰國、菲律賓及中國大陸等群之比較 (續)Table 2. Comparisons on morphometrics of *X. elongatum* female populations isolated from Taiwan, Zaire, Thailand, Philippines, and Mainland China (Cont'd)

Character	Locality (Code)									
	Host									
	Tsautuen (Xelo8) Sweet orange	Dahu (Xelo9) Plum	Taitung (Xelo10) Sugar apple	Zaire (holotype) ² Unknown	Thailand ³ Asparagus	Thailand ³ Carnation	Philippines ³ Sugarcane	Shenzhen, China ⁴ Citrus		
n	21	19	7	1	8	5	20	2		
L (mm)	2.00 ± 0.08 (1.85-2.14)	2.03 ± 0.13 (1.74-2.27)	1.91 ± 0.07 (1.81-2.03)	2.089	2.15 (2.03-2.24)	2.30 (2.15-2.45)	2.47 ± 0.18 (2.11-2.72)	2.0, 2.1		
a	59.53 ± 3.60 (49.50-66.33)	56.17 ± 4.67 (50.00-64.24)	55.77 ± 4.41 (50.81-62.67)	49	51.9 (48.3-56.9)	51.3 (47.9-55.7)	56.1 ± 4.3 (49.8-68.2)	56, 72		
b	5.71 ± 0.30 (5.14-6.30)	6.25 ± 0.46 (5.44-7.09)	6.03 ± 0.36 (5.66-6.55)	6.1	-	-	-	5.5, -		
c	37.74 ± 2.67 (33.16-42.04)	35.14 ± 2.59 (30.00-40.20)	35.21 ± 1.51 (32.98-37.60)	35	35.7 (32.7-40.3)	37.4 (37.9-39.6)	34 (n = 8) (32-37)	33, 37		
c'	2.50 ± 0.19 (2.13-2.89)	2.58 ± 0.22 (2.13-3.09)	2.63 ± 0.14 (2.41-2.80)	2.3	2.5 (2.3-2.6)	2.6 (2.5-2.8)	2.8 ± 0.2 (2.6-3.2)	2.8, 2.9		
V %	40.03 ± 1.20 (37.10-41.70)	40.42 ± 1.99 (37.10-44.60)	39.10 ± 0.65 (38.10-40.10)	40	38.2 (36.9-39.5)	38.4 (35.1-40.5)	39.9 ± 1.6 (37.0-43.0)	39, 39		
Total stylet (μ m)	145.83 ± 1.96 (141.70-150.00)	146.22 ± 3.33 (140.80-154.20)	142.84 ± 2.76 (140.80-148.30)	153	147.5 (146-151)	150 ± 2.2 (147-153)	152 ± 1.5 (149-154)	145, 149		
Functional odontostyle (μ m)	88.65 ± 1.74 (85.90-93.30)	89.15 ± 2.50 (85.00-93.30)	85.93 ± 1.62 (84.10-89.10)	94	91.5 ± 2.0 (89-94)	93 ± 1.8 (91-95)	91 ± 2.0 (89-97)	87, 88		
Odontophore (μ m)	57.18 ± 1.27 (55.00-60.00)	57.07 ± 1.62 (54.20-61.70)	56.91 ± 1.80 (55.00-59.20)	59	56 (54-59)	57 ± 1.6 (55-59)	61 ± 2.3 (56-65)	57, 62		
Tail (μ m)	53.00 ± 3.00 (47.00-57.00)	58.00 ± 5.00 (48.00-68.00)	54.00 ± 3.00 (50.00-58.00)	59	59.5 (54-64)	61.5 (58-65)	64 (n = 8) (58-70)	57, 61		
Anal body width (μ m)	21.00 ± 1.00 (19.00-23.00)	23.00 ± 1.00 (21.00-25.00)	21.00 ± 2.00 (19.00-23.00)	-	-	-	-	20, 22		

¹Measurements in the form: mean ± SD (range), "-" = No data.²Reference: Tarjan A. C. & Luc, M., 1963 (27)³Reference: Luc, M. & Southey, J. F. 1980 (20)⁴Reference: Wang, *et al.*, 1996 (30)



圖二、台灣地區 *X. elongatum* 之雄蟲 (Xelo4)：A, 雄蟲靜止時形態；B, 雄蟲的頭部前端；C, D 和 E, 雄蟲尾部形態 (E 為畸型)；比例尺長度 = 90 微毫米。

Fig. 2. *X. elongatum* (male) from Taiwan (Xelo4): A, Male habitus; B, Anterior region of male; C, D and E, Tails of males (E is abnormal); Scale bar = 90 μ m.

接近，其中尤以齒針延長部的差異最少；在尾部方面，其長度變異不大，平均值介於 53~59 μ m 之間。在形態外觀方面，*X. elongatum* 雌蟲靜止時呈現向腹面彎曲（圖一，A）；其唇部與頭部蟲體之間有少許縊縮（圖一，B）；尾部形狀似圓錐形（conoid），其長度約為肛門（anus）位置處之體寬的 2.5 倍，尾部末端大多數呈現指狀突起（圖一，C, D, E），但部分個體有畸形情形（圖一，F）。

劍線蟲 *X. elongatum* 各齡期幼蟲的形態鑑定

上項表一中所列的 10 群劍線蟲，其中除 Xelo10 缺少第三齡期幼蟲的資料外，其餘 9 群劍線蟲皆包含其完整 4 個齡期的主要形態測量值（表三）。在蟲體長度方面，10 群之間的一齡至三齡幼蟲皆相當接近，但是到第四齡期時，Xelo3、Xelo4 和 Xelo5 等 3 個分離自百慕達草的劍線蟲，其蟲體長度則較其他 7 群明顯稍長；於 a、b 及 c 值方面，10 群都隨著齡期遞增而變大，但是 c' 值則相反地逐漸變小，至於各群間之相對齡期的比較則皆差異不大；在全口針的長度方面，各群內皆隨著齡期增加而增長，而且前後齡期間的長度範圍值都無重疊情形，至於各群的 4

個相對齡期間的全口針長度皆相當接近；在功能性齒針、替代齒針及齒針延長部三方面，前二者在 Xelo3、Xelo7 及 Xelo8 群內有極少數前後齡期的個體，其長度範圍值有重疊的情形，而齒針延長部則僅在 Xelo8 的 2 和 3 齡期間有少數個體發生重疊；於尾部長度方面，各群內其長度平均值未因齡期增加而隨著體長顯著增長而明顯地變長（圖一，G, H, I, J），而且其範圍值在前後齡期間明顯重疊；至於尾寬（anal body width）部分則是隨著齡期提高，其寬度平均值呈現穩定增加，但是前後齡期間亦有重疊情形。

劍線蟲 *X. elongatum* 雄蟲的形態鑑定

劍線蟲 *X. elongatum* 的雄蟲相當少見，及至目前僅在高爾夫球場 (Xelo4) 的果嶺上分離到 8 隻雄蟲（表四）。雄蟲的唇部和尾部等外觀形態與其雌蟲極為相似，其主要差別在於性器官特徵，以及雄蟲靜止時，其蟲體尾端部分明顯向其腹面彎曲（圖二，A），而交接刺（spicule）亦呈現向腹部彎曲，且接近尾部的蟲體末端腹面有一系列 3 至 4 個的補助突起（supplements）（圖二，C, D, E）。雄蟲的尾端具指狀突起，但有少數個體並不明顯（圖二，E）。

表三、台灣地區 *X. elongatum* 群之各齡期幼蟲的形態測量值及其和來自菲律賓實群之比較
Table 3. Comparisons on morphometrics of the 4 juvenile stages of *X. elongatum* isolated from Taiwan and Philippines

Character	Locality (Code)															
	Shinshe (Xelo1)								Guoshing (Xelo2)							
	Loquat				Loquat				Loquat				Bermuda-grass			
Stages	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4
n	14	16	15	18	14	16	21	25	23	19	18	18	23	19	18	18
L (mm)	0.61 ± 0.04 ¹ (0.54-0.68)	0.85 ± 0.05 (0.79-0.96)	1.11 ± 0.04 (1.03-1.16)	1.50 ± 0.04 (1.29-1.66)	0.60 ± 0.04 (0.54-0.69)	0.83 ± 0.04 (0.76-0.90)	1.10 ± 0.05 (1.03-1.23)	1.48 ± 0.10 (1.29-1.68)	0.64 ± 0.03 (0.58-0.68)	0.83 ± 0.06 (0.76-0.97)	1.13 ± 0.07 (1.03-1.27)	1.54 ± 0.12 (1.42-1.80)	0.64 ± 0.03 (0.58-0.68)	0.83 ± 0.06 (0.76-0.97)	1.13 ± 0.07 (1.03-1.27)	1.54 ± 0.12 (1.42-1.80)
a	31.67 ± 2.33 (27.00-34.12)	40.34 ± 2.42 (34.44-44.00)	43.56 ± 3.56 (38.15-50.43)	48.90 ± 3.42 (43.00-55.33)	35.28 ± 4.05 (30.00-45.38)	39.53 ± 2.83 (34.17-44.74)	45.18 ± 4.02 (39.26-52.00)	49.98 ± 3.34 (44.06-56.96)	34.42 ± 1.95 (30.53-38.13)	41.55 ± 2.74 (38.50-50.00)	48.08 ± 2.92 (44.29-54.29)	53.63 ± 2.99 (48.33-58.00)	34.42 ± 1.95 (30.53-38.13)	41.55 ± 2.74 (38.50-50.00)	48.08 ± 2.92 (44.29-54.29)	53.63 ± 2.99 (48.33-58.00)
b	3.67 ± 0.30 (3.00-4.25)	4.12 ± 0.29 (3.73-4.63)	4.36 ± 0.31 (3.89-5.00)	4.95 ± 0.42 (4.23-5.59)	3.55 ± 0.31 (3.11-4.06)	4.05 ± 0.29 (3.57-4.53)	4.35 ± 0.25 (3.81-5.13)	4.84 ± 0.34 (4.21-5.55)	3.72 ± 0.20 (3.41-4.25)	4.03 ± 0.24 (3.67-4.55)	4.62 ± 0.42 (3.55-5.38)	5.04 ± 0.47 (4.24-6.00)	3.72 ± 0.20 (3.41-4.25)	4.03 ± 0.24 (3.67-4.55)	4.62 ± 0.42 (3.55-5.38)	5.04 ± 0.47 (4.24-6.00)
c	14.15 ± 0.68 (13.13-15.26)	17.38 ± 1.01 (15.77-19.59)	20.55 ± 1.15 (18.42-22.60)	27.77 ± 2.00 (22.63-30.74)	13.87 ± 0.73 (13.02-15.13)	16.88 ± 1.12 (15.66-19.11)	20.33 ± 0.71 (19.27-22.24)	26.23 ± 1.41 (23.45-29.26)	14.63 ± 0.84 (13.64-16.84)	16.83 ± 0.98 (15.29-19.02)	20.98 ± 1.24 (18.91-23.40)	26.58 ± 1.84 (24.38-30.51)	14.63 ± 0.84 (13.64-16.84)	16.83 ± 0.98 (15.29-19.02)	20.98 ± 1.24 (18.91-23.40)	26.58 ± 1.84 (24.38-30.51)
c'	3.70 ± 0.37 (3.17-4.60)	3.52 ± 0.26 (2.94-4.00)	3.26 ± 0.22 (2.94-3.63)	2.63 ± 0.14 (2.41-2.94)	3.96 ± 0.29 (3.54-4.30)	3.65 ± 0.22 (3.29-4.08)	3.38 ± 0.19 (2.94-3.73)	2.97 ± 0.18 (2.63-3.32)	3.80 ± 0.27 (3.33-4.40)	3.68 ± 0.24 (3.27-4.08)	3.34 ± 0.25 (2.94-3.73)	3.07 ± 0.17 (2.76-3.39)	3.80 ± 0.27 (3.33-4.40)	3.68 ± 0.24 (3.27-4.08)	3.34 ± 0.25 (2.94-3.73)	3.07 ± 0.17 (2.76-3.39)
Total stylet (μ m)	62.86 ± 1.53 (60.80-66.70)	82.56 ± 2.12 (79.20-85.80)	103.05 ± 2.28 (99.20-107.50)	124.59 ± 2.75 (119.20-129.20)	63.04 ± 1.27 (61.70-65.00)	82.34 ± 1.68 (80.00-86.70)	101.79 ± 2.24 (97.50-106.70)	122.47 ± 2.93 (118.30-130.80)	62.03 ± 1.91 (58.30-65.00)	80.69 ± 3.14 (77.50-91.70)	98.90 ± 3.03 (93.30-105.00)	121.62 ± 2.53 (116.70-125.80)	62.03 ± 1.91 (58.30-65.00)	80.69 ± 3.14 (77.50-91.70)	98.90 ± 3.03 (93.30-105.00)	121.62 ± 2.53 (116.70-125.80)
Functional odontostyle (μ m)	33.76 ± 1.38 (32.50-37.50)	46.16 ± 1.42 (43.40-48.40)	60.65 ± 1.67 (58.30-65.00)	74.64 ± 2.19 (70.90-78.40)	34.16 ± 1.02 (32.50-35.80)	46.10 ± 1.50 (44.10-48.40)	59.65 ± 1.48 (56.70-62.50)	73.35 ± 2.24 (69.20-79.10)	32.91 ± 1.73 (30.00-35.90)	45.77 ± 2.79 (42.50-55.90)	58.07 ± 2.37 (52.50-63.30)	73.01 ± 3.02 (68.40-79.20)	32.91 ± 1.73 (30.00-35.90)	45.77 ± 2.79 (42.50-55.90)	58.07 ± 2.37 (52.50-63.30)	73.01 ± 3.02 (68.40-79.20)
Odontophore (μ m)	29.09 ± 0.90 (28.30-30.80)	36.41 ± 1.31 (34.20-38.30)	42.40 ± 1.28 (40.00-45.00)	49.94 ± 1.01 (48.30-51.70)	28.87 ± 0.85 (27.50-30.00)	36.24 ± 0.76 (35.00-38.30)	42.14 ± 1.10 (40.00-45.00)	49.12 ± 1.67 (45.00-51.70)	29.12 ± 1.30 (25.80-31.70)	34.92 ± 1.44 (31.70-36.70)	40.83 ± 1.40 (38.30-43.30)	48.61 ± 1.79 (45.00-50.80)	29.12 ± 1.30 (25.80-31.70)	34.92 ± 1.44 (31.70-36.70)	40.83 ± 1.40 (38.30-43.30)	48.61 ± 1.79 (45.00-50.80)
Replacement odontostyle (μ m)	46.36 ± 1.01 (45.00-48.30)	62.33 ± 2.09 (59.20-67.50)	73.61 ± 6.98 (69.20-77.50)	91.97 ± 2.03 (87.50-95.00)	45.68 ± 0.80 (44.20-46.70)	61.73 ± 1.95 (58.30-66.70)	75.64 ± 2.11 (71.70-80.80)	91.33 ± 3.15 (85.80-98.30)	45.08 ± 1.29 (41.70-47.50)	57.11 ± 2.71 (51.70-64.20)	71.20 ± 4.20 (65.00-78.30)	88.02 ± 2.37 (82.50-92.50)	45.08 ± 1.29 (41.70-47.50)	57.11 ± 2.71 (51.70-64.20)	71.20 ± 4.20 (65.00-78.30)	88.02 ± 2.37 (82.50-92.50)
Tail (μ m)	43.00 ± 3.00 (38.00-48.00)	49.00 ± 1.00 (47.00-52.00)	54.00 ± 3.00 (48.00-58.00)	54.00 ± 3.00 (50.00-58.00)	43.00 ± 2.00 (39.00-47.00)	49.00 ± 3.00 (45.00-53.00)	54.00 ± 3.00 (49.00-62.00)	56.00 ± 3.00 (50.00-63.00)	44.00 ± 3.00 (37.00-48.00)	50.00 ± 3.00 (44.00-53.00)	54.00 ± 2.00 (51.00-60.00)	58.00 ± 3.00 (52.00-64.00)	44.00 ± 3.00 (37.00-48.00)	50.00 ± 3.00 (44.00-53.00)	54.00 ± 2.00 (51.00-60.00)	58.00 ± 3.00 (52.00-64.00)
Anal body width (μ m)	12.00 ± 1.00 (10.00-13.00)	14.00 ± 1.00 (13.00-17.00)	17.00 ± 1.00 (15.00-19.00)	21.00 ± 1.00 (18.00-23.00)	11.00 ± 1.00 (10.00-13.00)	14.00 ± 1.00 (12.00-15.00)	16.00 ± 1.00 (14.00-18.00)	19.00 ± 1.00 (17.00-20.00)	12.00 ± 1.00 (10.00-13.00)	14.00 ± 1.00 (12.00-16.00)	16.00 ± 1.00 (14.00-18.00)	19.00 ± 1.00 (18.00-21.00)	12.00 ± 1.00 (10.00-13.00)	14.00 ± 1.00 (12.00-16.00)	16.00 ± 1.00 (14.00-18.00)	19.00 ± 1.00 (18.00-21.00)



表三、台灣地區 *X. elongatum* 群之各齡期幼蟲的形態測量值及其和來自菲律賓賓群之比較 (續一)

Table 3. Comparisons on morphometrics of the 4 juvenile stages of <i>X. elongatum</i> isolated from Taiwan and Philippines (Cont'd 1)														
Character	Locality (Code)													
	Host													
	Taichung (Xelo4) Bermuda-grass							Wufeng (Xelo5) Bermuda-grass						
Stages														
	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2
n	22	18	21	23	20	15	17	15	18	21	15	26	15	26
L (mm)	0.60 ± 0.04 (0.56-0.69)	0.83 ± 0.04 (0.78-0.89)	1.16 ± 0.08 (1.03-1.32)	1.60 ± 0.13 (1.34-1.82)	0.62 ± 0.03 (0.57-0.69)	0.83 ± 0.06 (0.72-0.91)	1.15 ± 0.09 (1.02-1.35)	1.56 ± 0.10 (1.30-1.72)	0.59 ± 0.03 (0.54-0.66)	0.80 ± 0.06 (0.69-0.89)	1.06 ± 0.07 (0.96-1.23)	1.49 ± 0.12 (1.26-1.68)	1.06 ± 0.06 (0.96-1.23)	1.49 ± 0.12 (1.26-1.68)
a	31.53 ± 1.84 (29.00-34.71)	37.80 ± 2.39 (33.60-43.00)	45.51 ± 3.32 (40.00-51.90)	50.12 ± 3.55 (43.85-57.67)	34.54 ± 3.82 (30.50-46.15)	41.12 ± 2.38 (37.89-46.47)	49.10 ± 3.48 (41.20-56.67)	55.62 ± 3.01 (48.15-59.64)	33.89 ± 2.41 (29.47-38.82)	38.20 ± 2.70 (31.74-42.11)	46.79 ± 3.08 (41.74-52.50)	51.41 ± 2.38 (46.97-56.79)	46.79 ± 3.08 (41.74-52.50)	51.41 ± 2.38 (46.97-56.79)
b	3.51 ± 0.25 (3.17-4.06)	3.94 ± 0.20 (3.71-4.26)	4.43 ± 0.33 (3.89-5.17)	5.23 ± 0.40 (4.59-6.21)	3.62 ± 0.25 (3.32-4.06)	4.07 ± 0.28 (3.60-4.55)	4.54 ± 0.37 (3.92-5.27)	5.06 ± 0.40 (4.06-5.73)	3.53 ± 0.23 (3.22-4.07)	3.84 ± 0.15 (3.62-4.22)	4.20 ± 0.24 (3.88-4.78)	4.85 ± 0.22 (4.48-5.32)	4.20 ± 0.24 (3.88-4.78)	4.85 ± 0.22 (4.48-5.32)
c	13.88 ± 0.74 (12.44-15.61)	16.47 ± 0.89 (15.45-18.26)	20.83 ± 1.37 (18.62-22.80)	27.44 ± 2.06 (23.93-30.18)	14.86 ± 1.18 (13.26-17.11)	16.87 ± 0.65 (15.92-18.75)	20.54 ± 1.76 (17.46-24.55)	26.85 ± 1.70 (23.64-29.29)	14.02 ± 0.62 (12.86-15.26)	16.42 ± 1.07 (14.68-18.16)	20.04 ± 1.28 (18.46-23.21)	26.20 ± 1.78 (23.77-29.46)	20.04 ± 1.28 (18.46-23.21)	26.20 ± 1.78 (23.77-29.46)
c'	3.86 ± 0.25 (3.42-4.50)	3.70 ± 0.25 (3.20-4.25)	3.32 ± 0.26 (2.89-3.81)	2.82 ± 0.21 (2.39-3.39)	3.83 ± 0.43 (3.08-4.50)	3.70 ± 0.28 (3.07-4.08)	3.50 ± 0.44 (2.89-4.85)	3.07 ± 0.18 (2.75-3.33)	3.88 ± 0.27 (3.33-4.50)	3.57 ± 0.22 (3.20-3.85)	3.39 ± 0.15 (3.12-3.67)	2.94 ± 0.22 (2.50-3.50)	3.39 ± 0.15 (3.12-3.67)	2.94 ± 0.22 (2.50-3.50)
Total stylet (μ m)	62.58 ± 1.17 (60.00-64.70)	80.74 ± 1.41 (79.20-83.30)	102.06 ± 2.85 (95.00-107.50)	124.45 ± 1.91 (120.80-128.30)	61.78 ± 1.43 (59.20-63.30)	79.29 ± 2.49 (75.00-83.30)	99.08 ± 3.15 (90.80-104.20)	120.17 ± 3.26 (115.00-125.80)	62.32 ± 1.30 (60.00-64.20)	81.29 ± 2.04 (78.30-85.00)	98.96 ± 2.93 (92.50-104.20)	121.77 ± 2.79 (116.70-126.70)	98.96 ± 2.93 (92.50-104.20)	121.77 ± 2.79 (116.70-126.70)
Functional odontostyle (μ m)	32.87 ± 1.16 (30.80-35.00)	45.09 ± 2.45 (42.50-45.80)	58.81 ± 2.19 (54.20-63.30)	70.05 ± 1.65 (71.70-77.50)	33.33 ± 1.12 (30.80-35.00)	44.13 ± 2.09 (40.00-47.50)	57.94 ± 3.15 (51.60-63.40)	71.61 ± 2.53 (66.70-75.80)	33.38 ± 1.36 (30.80-35.80)	45.64 ± 1.23 (43.30-48.30)	58.07 ± 2.08 (53.30-62.50)	73.02 ± 1.77 (70.80-76.70)	58.07 ± 2.08 (53.30-62.50)	73.02 ± 1.77 (70.80-76.70)
Odontophore (μ m)	29.71 ± 1.03 (28.30-31.70)	36.21 ± 1.22 (34.20-38.30)	43.25 ± 1.54 (40.80-45.80)	50.40 ± 1.25 (47.50-52.50)	28.46 ± 1.13 (25.80-30.00)	35.16 ± 0.84 (33.30-36.70)	41.14 ± 1.56 (38.30-44.20)	48.56 ± 1.20 (46.70-50.00)	28.94 ± 0.81 (27.50-30.00)	35.65 ± 1.35 (33.30-38.30)	40.89 ± 1.52 (38.30-43.30)	48.75 ± 1.78 (44.20-51.70)	40.89 ± 1.52 (38.30-43.30)	48.75 ± 1.78 (44.20-51.70)
Replacement odontostyle (μ m)	45.91 ± 1.18 (44.20-48.30)	60.19 ± 1.74 (57.50-63.30)	75.43 ± 2.67 (71.70-83.30)	90.43 ± 2.49 (85.00-95.00)	44.84 ± 1.04 (43.30-46.70)	58.11 ± 2.12 (54.20-61.70)	73.92 ± 2.60 (68.30-78.30)	88.87 ± 2.77 (85.00-95.80)	44.42 ± 0.88 (43.30-45.80)	60.75 ± 2.47 (55.80-64.20)	72.90 ± 2.33 (70.00-76.70)	89.97 ± 3.38 (80.00-95.80)	72.90 ± 2.33 (70.00-76.70)	89.97 ± 3.38 (80.00-95.80)
Tail (μ m)	43.00 ± 2.00 (40.00-49.00)	50.00 ± 2.00 (46.00-55.00)	56.00 ± 4.00 (50.00-61.00)	58.00 ± 2.00 (55.00-64.00)	42.00 ± 3.00 (37.00-45.00)	49.00 ± 3.00 (43.00-53.00)	56.00 ± 5.00 (50.00-68.00)	58.00 ± 5.00 (54.00-62.00)	42.00 ± 2.00 (38.00-46.00)	49.00 ± 2.00 (43.00-52.00)	53.00 ± 2.00 (48.00-57.00)	57.00 ± 4.00 (47.00-63.00)	49.00 ± 2.00 (43.00-52.00)	57.00 ± 4.00 (47.00-63.00)
Anal body width(μ m)	11.00 ± 1.00 (10.00-13.00)	14.00 ± 1.00 (12.00-16.00)	17.00 ± 1.00 (15.00-19.00)	21.00 ± 1.00 (18.00-23.00)	11.00 ± 1.00 (10.00-13.00)	13.00 ± 1.00 (12.00-15.00)	16.00 ± 1.00 (13.00-19.00)	19.00 ± 2.00 (18.00-19.00)	11.00 ± 1.00 (10.00-12.00)	14.00 ± 1.00 (13.00-15.00)	16.00 ± 1.00 (15.00-17.00)	19.00 ± 1.00 (18.00-22.00)	14.00 ± 1.00 (13.00-15.00)	19.00 ± 1.00 (18.00-22.00)



表三、台灣地區 *X. elongatum* 群之各齡期幼蟲的形態測量值及其和來自菲律賓賓群之比較 (續二)

Table 3. Comparisons on morphometrics of the 4 juvenile stages of *X. elongatum* isolated from Taiwan and Philippines (Cont'd 2)

Character	Locality (Code)											
	Taichung (Xelo7)						Host					
	Bamboo						Tsautuen (Xelo8)					
							Sweet orange					
Stages	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J1	J2	J3	J4	J1	J2
n	7	13	22	23	14	17	14	17	10	17	7	14
L (mm)	0.63 ± 0.03 (0.57-0.66)	0.79 ± 0.04 (0.74-0.87)	1.08 ± 0.08 (0.99-1.29)	1.47 ± 0.08 (1.34-1.66)	0.59 ± 0.03 (0.54-0.64)	0.83 ± 0.10 (0.70-1.12)	1.50 ± 0.10 (1.35-1.66)	1.50 ± 0.10 (1.35-1.66)	1.13 ± 0.04 (1.06-1.21)	1.50 ± 0.10 (1.35-1.66)	0.63 ± 0.04 (0.60-0.72)	0.86 ± 0.07 (0.77-1.00)
a	34.21 ± 3.42 (31.00-41.33)	38.38 ± 1.67 (35.22-40.95)	44.84 ± 3.68 (37.41-54.00)	51.73 ± 4.23 (43.75-61.74)	32.69 ± 2.43 (27.00-36.88)	41.21 ± 4.52 (33.91-53.33)	53.89 ± 3.54 (48.13-58.40)	53.89 ± 3.54 (48.13-58.40)	47.63 ± 3.95 (44.17-55.00)	53.89 ± 3.54 (48.13-58.40)	35.67 ± 0.96 (33.68-36.47)	40.82 ± 2.61 (37.14-45.50)
b	3.78 ± 0.19 (3.44-4.06)	3.82 ± 0.27 (3.35-4.16)	4.34 ± 0.40 (3.48-5.00)	5.01 ± 0.38 (4.50-6.08)	3.37 ± 0.21 (3.06-3.76)	3.90 ± 0.43 (3.35-4.89)	5.00 ± 0.39 (4.45-5.59)	5.00 ± 0.39 (4.45-5.59)	4.20 ± 0.27 (3.77-4.68)	5.00 ± 0.39 (4.45-5.59)	3.60 ± 0.29 (3.39-4.24)	4.10 ± 0.47 (3.43-4.89)
c	14.29 ± 0.97 (12.39-15.35)	16.02 ± 0.64 (15.10-17.11)	19.64 ± 1.13 (17.68-21.60)	25.42 ± 2.04 (21.06-28.68)	14.25 ± 1.21 (12.56-16.32)	16.96 ± 1.58 (13.73-21.13)	27.25 ± 1.51 (24.55-29.25)	27.25 ± 1.51 (24.55-29.25)	20.52 ± 1.12 (18.62-22.41)	27.25 ± 1.51 (24.55-29.25)	14.83 ± 0.95 (13.26-16.32)	16.48 ± 0.76 (15.09-17.76)
c'	3.75 ± 0.24 (3.58-4.18)	3.71 ± 0.17 (3.36-4.00)	3.38 ± 0.26 (2.78-3.87)	3.01 ± 0.28 (2.45-3.50)	4.03 ± 0.37 (3.38-4.70)	3.76 ± 0.36 (3.44-4.80)	3.00 ± 0.19 (2.75-3.37)	3.00 ± 0.19 (2.75-3.37)	3.54 ± 0.24 (3.12-3.87)	3.00 ± 0.19 (2.75-3.37)	3.85 ± 0.39 (3.45-4.60)	3.71 ± 0.30 (3.24-4.17)
Total stylet (μ m)	62.03 ± 2.64 (58.30-66.70)	79.74 ± 1.05 (78.30-81.70)	100.87 ± 2.54 (96.70-106.70)	121.48 ± 2.34 (118.30-125.80)	62.83 ± 1.46 (60.80-65.00)	80.16 ± 1.90 (76.70-83.30)	121.38 ± 3.96 (114.20-126.70)	121.38 ± 3.96 (114.20-126.70)	101.58 ± 3.27 (97.50-108.30)	121.38 ± 3.96 (114.20-126.70)	63.81 ± 1.66 (60.80-65.80)	80.71 ± 2.21 (75.80-85.80)
Functional odontostyle (μ m)	33.60 ± 2.32 (31.60-38.40)	43.78 ± 1.16 (41.60-45.80)	59.62 ± 2.40 (55.00-64.20)	72.75 ± 2.06 (69.10-75.80)	33.86 ± 1.46 (31.60-36.70)	45.48 ± 3.89 (40.90-59.10)	72.55 ± 3.36 (65.90-78.40)	72.55 ± 3.36 (65.90-78.40)	59.65 ± 3.20 (55.80-65.80)	72.55 ± 3.36 (65.90-78.40)	34.56 ± 1.27 (32.50-35.90)	45.09 ± 2.14 (40.00-48.30)
Odontophore (μ m)	28.43 ± 1.20 (26.70-30.80)	35.95 ± 0.95 (35.00-38.30)	41.25 ± 1.21 (38.30-44.20)	48.73 ± 1.14 (46.70-50.80)	28.96 ± 0.71 (27.50-30.00)	35.89 ± 2.00 (33.30-41.70)	48.82 ± 1.46 (46.70-50.80)	48.82 ± 1.46 (46.70-50.80)	41.93 ± 0.87 (40.00-43.30)	48.82 ± 1.46 (46.70-50.80)	29.26 ± 1.22 (28.30-30.80)	35.61 ± 1.59 (31.70-38.30)
Replacement odontostyle (μ m)	45.24 ± 0.79 (44.20-46.70)	60.91 ± 3.23 (57.50-69.20)	75.17 ± 4.61 (69.20-89.20)	89.57 ± 3.36 (85.00-97.50)	46.14 ± 1.32 (43.30-48.30)	61.68 ± 4.29 (56.70-75.80)	89.81 ± 3.42 (82.50-95.00)	89.81 ± 3.42 (82.50-95.00)	74.84 ± 1.65 (72.50-77.50)	89.81 ± 3.42 (82.50-95.00)	46.81 ± 1.47 (44.20-49.20)	60.31 ± 1.81 (57.50-63.30)
Tail (μ m)	44.00 ± 1.00 (43.00-46.00)	50.00 ± 2.00 (45.00-53.00)	55.00 ± 3.00 (48.00-63.00)	58.00 ± 5.00 (49.00-66.00)	42.00 ± 3.00 (38.00-47.00)	49.00 ± 3.00 (43.00-55.00)	55.00 ± 2.00 (48.00-64.00)	55.00 ± 2.00 (48.00-64.00)	55.00 ± 2.00 (52.00-58.00)	55.00 ± 2.00 (48.00-64.00)	43.00 ± 4.00 (38.00-48.00)	52.00 ± 3.00 (48.00-61.00)
Anal body width (μ m)	12.00 ± 0.00 (11.00-12.00)	13.00 ± 1.00 (12.00-15.00)	16.00 ± 2.00 (15.00-19.00)	19.00 ± 1.00 (18.00-23.00)	10.00 ± 1.00 (10.00-13.00)	13.00 ± 1.00 (10.00-16.00)	18.00 ± 1.00 (15.00-17.00)	18.00 ± 1.00 (17.00-20.00)	16.00 ± 1.00 (15.00-17.00)	18.00 ± 1.00 (17.00-20.00)	11.00 ± 1.00 (10.00-13.00)	14.00 ± 2.00 (12.00-17.00)



表三、台灣地區 *X. elongatum* 群之各齡期幼蟲的形態測量值及其和來自菲律賓群之比較 (續三)Table 3. Comparisons on morphometrics of the 4 juvenile stages of *X. elongatum* isolated from Taiwan and Philippines (Cont'd 3)

Character	Locality (Code)						
	Host						
	Taitung (Xelo10) Sugar apple			Philippines ² Sugarcane			
Stages	J1	J3	J4	J1	J2	J3	J4
n	6	5	14	9	13	15	14
L (mm)	0.59 ± 0.03 (0.56-0.64)	1.05 ± 0.08 (0.98-1.18)	1.36 ± 0.06 (1.23-1.48)	0.66 ± 0.06 (0.53-0.72)	0.87 ± 0.04 (0.81-0.94)	1.29 ± 0.11 (1.19-1.64)	1.79 ± 0.26 (1.32-2.17)
a	35.49 ± 3.00 (32.94-39.33)	48.21 ± 3.63 (42.61-51.43)	54.98 ± 6.17 (41.00-62.86)	-	-	-	-
b	3.46 ± 0.16 (3.29-3.76)	4.13 ± 0.21 (3.92-4.37)	4.66 ± 0.25 (4.30-5.19)	-	-	-	-
c	13.85 ± 0.66 (12.73-14.55)	19.32 ± 0.54 (18.85-20.20)	25.55 ± 1.33 (23.04-27.92)	-	-	-	-
c'	4.18 ± 0.17 (4.00-4.40)	3.64 ± 0.30 (3.25-4.07)	3.14 ± 0.15 (2.94-3.50)	4.4 ± 0.1 (4.2-4.5)	4.4 ± 0.6 (3.5-5.0)	3.6 ± 0.3 (3.1-4.1)	3.5 ± 0.3 (3.1-4.0)
Total stylet (μ m)	62.08 ± 1.25 (60.00-63.30)	99.86 ± 2.73 (96.70-104.20)	119.05 ± 3.12 (114.20-124.20)	-	-	-	-
Functional odontostyle (μ m)	32.92 ± 0.46 (32.50-33.40)	60.86 ± 3.98 (58.30-67.50)	71.11 ± 2.19 (66.70-75.00)	34 ± 1.9 (31-37)	46 ± 1.3 (44-47)	62 ± 1.9 (59-65)	74 ± 2.8 (71-78)
Odontophore (μ m)	29.17 ± 1.06 (27.50-30.00)	39.00 ± 2.96 (35.00-41.70)	47.94 ± 1.75 (44.20-50.00)	29 ± 2.2 (25-31)	37 ± 1.5 (35-40)	44 ± 1.6 (41-47)	51 ± 2.3 (47-53)
Replacement odontostyle (μ m)	45.27 ± 1.46 (43.30-47.50)	74.16 ± 2.86 (71.70-78.30)	86.53 ± 2.09 (80.80-88.30)	46 ± 1.4 (44-47)	63 ± 2.4 (59-68)	79 ± 2.3 (75-83)	93 ± 3.7 (86-97)
Tail (μ m)	43.00 ± 2.00 (40.00-44.00)	54.00 ± 5.00 (49.00-61.00)	53.00 ± 3.00 (49.00-58.00)	-	-	-	-
Anal body width (μ m)	10.00 ± 0.00 (10.00-11.00)	15.00 ± 2.00 (13.00-17.00)	17.00 ± 1.00 (16.00-18.00)	-	-	-	-

¹Measurements in the form: mean ±SD (range), "-" = No data²Reference: Luc, M. & Southey, J. F. 1980 (20)

劍線蟲 *X. elongatum* 不同群間的 rDNA 片段序列比較

Xelo1、Xelo3 和 Xelo8 等三群劍線蟲以通用性引子對進行 PCR 增幅的 rDNA 片段產物，經選殖和解序後，其完整序列長度分別為 2083、2078 及 2083 個鹼基對 (base pair, bp)，而其 ITS-1、5.8S 和 ITS-2 的序列大小和其間的差異度百分比如表五中所列。在上述 3 個區間序列的長度方面，三群間大致一樣，只有 Xelo3 的 ITS-2 少了 5 個鹼基對；在序列差異度的百分比方面，ITS-1 之間皆少於 0.55，ITS-2 之間低於 1.34，而在 5.8S 方面，Xelo3 有 1 個鹼基和其他二群不同，其間的差異度百分比為 0.63。至於在 18S 和 28S 的部分序列上，三群間皆無差異 (資料未顯示)。有關 *X. elongatum* 的 rDNA 片段完整序列和其 ITS-1、5.8S 和 ITS-2 的序列區間資料已完成登錄於

GenBank 資料庫中，其登錄序號為 AY524971。

討 論

劍線蟲 *Xiphinema elongatum* 為世界性普遍存在的種類，有關其形態上的變異性值得多方面加以探討^(12,20)。及至目前在台灣地區所分離鑑定的 10 群劍線蟲 *X. elongatum* 中，只有在百慕達草上所分離的三群劍線蟲 (Xelo3, 4, 5)，其雌蟲的體長平均值明顯比其餘群為大，其中部份個體的長度甚至達到 2.41 和 2.50 mm，然而檢視該個體及其所屬整群之其他形態測量值，尤其是全口針的長度平均值及其範圍皆顯示 10 群間相當接近。另外有極少數雌蟲的尾部有畸型現象，然同樣地檢視該個體的各項形態測量值皆在其所屬群的測量值範圍內；在幼蟲的形態鑑

表四、台灣地區 *X. elongatum* 雄蟲之形態測量值及其和南非和蒲隆地等二群之比較

Table 4. Comparisons on morphometrics of males of *X. elongatum* isolated from Taiwan, South Africa and Brundi

Character	Locality (code)		
	Host		
	Taichung (Xelo4) Bermuda-grass	South Africa ¹ Unknown	Brundi ² Maize
n	8	3	1
L (mm)	2.01 ± 0.16 ³ (1.78-2.24)	2.59, 2.29, 2.30	2.45
a	55.68 ± 5.39 (48.11-63.33)	47, 57, 43	61
b	6.06 ± 0.73 (5.24-7.54)	7.0, 6.7, 8.2	5.8
c	42.21 ± 6.90 (33.58-52.37)	52, 46, 46	41.1
c'	1.88 ± 0.19 (1.52-2.04)	1.5, 2.0, 1.6	1.9
Total stylet (μm)	146.56 ± 2.10 (144.20-150.00)	158, 148, 150	168
Functional odontostyle (μm)	89.15 ± 1.86 (87.50-91.60)	101, 92, 94	102
Odontophore (μm)	57.41 ± 0.93 (56.70-59.20)	57, 56, 56	66
Tail (μm)	48.00 ± 6.00 (38.00-53.00)	50, 51, 50	53
Anal body width(μm)	26.00 ± 1.00 (25.00-27.00)	-	27.5
Spicule (μm)	47.06 ± 2.89 (42.50-50.00)	50, 47, 53	53.5

¹Reference: Heyns, J. 1974, (12)

²Reference: Coomans, *et al.*, 1990, (7)

³Measurements in the form: mean ± SD (range), "-" = No data.

定方面，各群內 4 個前後齡期間雖然有極少數個體的功能性齒針和替代齒針的長度值範圍有重疊情形，但是總口針長度方面則皆無重疊狀況，經由此三項主要的測量值可確定每一群 *X. elongatum* 的樣本中沒有混雜其他形態類似的劍線蟲種類。另外在其 4 個齡期幼蟲的長度測量值方面，10 群間的第一和第二齡期的體長平均值皆差異不大，但是到第三和第四齡期時，前述在百慕達草上所分離到的三群劍線蟲，其體長才逐漸和其他 7 群加大差距，但是同樣地，各群間相對齡期幼蟲的其他形態測量值仍差異極小；至於在 rDNA 片段序列的比對上，如同前述 Xelo3, 4, 5 等 3 群雌蟲都是由台灣中部地區的高爾夫球場果嶺上所分離，其原始寄主植物都是百慕達草，其形態測量值中只有體長一項和其餘 7 群有比較明顯的差異，如以該項特徵為

基準可將該 10 群 *X. elongatum* 雌蟲區分成 2 個群集 (Xelo3, 4, 5 和 Xelo1, 2, 6, 7, 8, 9, 10)，而且 2 個群集內各群間的雌蟲及其 4 個齡期幼蟲的其餘各項測量值皆相當一致，因此本研究在 2 個群集內分別只選取 Xelo3 和 Xelo1, 8 等共 3 個群進行 rDNA 片段序列比對分析，其結果應足以代表 2 群集間的差異度情形。雖然 Xelo3 的體長平均值明顯比 Xelo1 和 Xelo8 為大，但是三者的 ITS-1 序列長度皆為 1085 bp，而且其差異度百分比都低於 0.55，而在 ITS-2 和 5.8S 的序列長度和差異度方面，Xelo3 和其他 2 群間在總體上比 ITS-1 有較大的不同，其原因在於 Xelo3 只有一個成功的轉型株序列，因此無法經由多個序列排列後獲得其比較正確的一致性序列。由上述雌蟲和其 4 個齡期幼蟲的外觀特徵和其形態測量值，以及 rDNA 片段序列的比對結果，我們確定此 10 群劍線蟲皆為相同種——*X. elongatum*，而其在形態上的些微差異都是屬於種內變異的範圍，尤其是雌蟲的體長方面，可能是受到來自不同地區或寄主植物所造成，但是相對地，總口針、功能性齒針、齒針延長部及幼蟲的替代齒針的長度相對地較不受影響，其變異程度低⁽⁵⁾。

在台灣地區所分離鑑定的 *X. elongatum* 雌蟲和其全模標本的比對結果顯示，二者雖然主要在 a 值和總口針及功能性齒針的長度上面有一些差異，但是全模標本的各項單一測量值都在前者的範圍內 (表二)。Luc 和 Southey 二氏⁽²⁰⁾依尾部的長度，將來自不同國家地區的 22 群 *X. elongatum* 分成二個群集，其中第一 "short-tailed" 的群集，其尾部長度介於 48~54 μm，而其全口針的長度值等於或大於 164 μm，而屬於第二群集的線蟲具有相對較長的尾部，其尾部長度介於 59~67 μm，而其全口針反而較短，其長度等於或小於 161 μm。依據此一二分法，台灣地區的 10 群 *X. elongatum* 無法被歸屬於上述任一群集，因為其尾部長度平均值及其範圍比較接近於第一群集，而其全口針長度則比較接近於第二群集，但是若將各項形態測值加以比對，台灣地區的線蟲樣本和該報告中屬於第一群集中來自泰國蘆筍上的標本最為相近，其次為同樣該國的康乃馨上所分離的標本，其間的主要差異在於 a 值和陰門位置百分比值，但是其範圍值有明顯重疊；另外和屬於第二群集的菲律賓群的最主要差別在於後者的體長顯著較長，其次為尾部的長度平均值也較大 (表二)。在南非⁽¹²⁾和蒲隆地⁽⁷⁾二地區所分離的 *X. elongatum* 雌蟲群，依上述二分法皆屬於第二群集，其中前者自 25 群中所收集的 25 隻雌蟲，其蟲體長度平均值為 2.35 mm，其中個體體長最多達到 2.78 mm，且其全口針的長度值範圍相當寬 (144~178 μm)，而後者在玉米田上所分離的雌蟲長度較一般為長，其平均值更達到 2.73 mm；在馬來西亞地區也有前述在南非的情形，Razak 和 Loof⁽²⁴⁾於 3 個採集點所收集的 6 隻雌蟲樣本，其全口針長度的範圍值亦頗大 (138~177 μm)，相對的其功能性齒針和齒針延部的長度範圍也超乎尋

表五、台灣地區三群劍線蟲 *X. elongatum* 間 rDNA (ITS-1, 5.8S, ITS-2) 之大小及其序列差異度百分比Table 5. The size of rDNA ITS-1, 5.8S, ITS-2 and the pairwise percentage nucleotide dissimilarities among the three geographical populations of *X. elongatum* in Taiwan

Population (Code)	ITS-1			5.8S			ITS-2		
	No. of bases	Xelo1	Xelo3	No. of bases	Xelo1	Xelo3	No. of bases	Xelo1	Xelo3
Xelo1	1085	-		160	-		530	-	
Xelo3	1085	0.55	-	160	0.63	-	525	1.34	-
Xelo8	1085	0.55	0.00	160	0.00	0.63	530	0.76	0.57

常地寬，其測量值分別為 84~110 μm 和 54~67 μm 。在中國大陸，Wang 氏等人⁽³⁰⁾在廣東地區所分離的 2 隻 *X. elongatum* 雌蟲，其各項測量值都最相近於台灣地區的該種劍線蟲（表二）。另外 Pan 氏等人⁽²²⁾認為他們在福建地區所分離的 3 群 *X. elongatum* 雌蟲，其形態特徵較接近於上述 Luc 和 Southey 二氏所描述的第二群集，而且和其中來自泰國和菲律賓的劍線蟲群最為近似，同樣地其測量值和台灣地區的樣本仍有少許差異，其中在廈門地區的 2 群雌蟲，其體長的平均值較短 (1.82, 1.84 mm)；c' 的平均值較小 (2.2, 2.1)；功能性齒針的長度平均值較長 (90, 92 μm)；但是齒針延長部的長度平均值反而較短 (53, 51 μm)；尾部長度平均值較小 (50, 50 μm)。

關於 *X. elongatum* 的幼蟲鑑定資料，及至目前僅在菲律賓的甘蔗上所分離鑑定的 *X. elongatum* 有完整 4 個齡期的報導⁽²⁰⁾，但是其測量值項目並不完善（表三）。在蟲體長度方面，菲律賓群的第一和第二齡期和台灣地區的相對齡期間的差異不大，直到第三和第四齡期後，其間的差距逐漸明顯；在 c' 值方面，二者間都是隨著齡期增加而遞減，但是菲律賓群 4 個齡期的平均值顯然都比較大，這結果和其尾部較長可能有關，但無資料可考；在功能性齒針、齒針延長部及替代齒針方面，二者 4 個齡期間的差異並不若雌蟲明顯，尤其是第一和第二齡期間尤為相近。

及至目前唯一在百慕達草 (Xelo4) 上所分離到的 *X. elongatum* 雄蟲，雖然其外觀和雌蟲頗為相似，但其形態測量值 and 其所屬群的雌蟲仍有些許不同之處，尤其是在體長 (2.01 和 2.19 mm)、c' 值 (1.88 和 2.47)、尾長 (48 和 57 μm)、肛門位置體寬 (26 和 23 μm) 及尾部形態等。由於在 Xelo4 採集點上並未發現其他和其雌蟲形態相類似的劍線蟲種類，而且在全口針、功能性齒針和齒針延長部的長度平均值及其範圍都與其雌蟲相當吻合，而且其補助突起數目皆為 3~4 個，因此我們確定這些雄蟲的種類應為 *X. elongatum*，而且其尾部形態的變化是屬於種內變異的範圍。在南非的 3 個地區所分離的 3 隻 *X. elongatum* 雄蟲⁽¹²⁾，其全口針的長度接近於台灣地區雄蟲的平均值，但其個別變異程度比較大；在尾部長度方面，二者差異不大，而且皆比其雌蟲稍短（表四）。另一在蒲隆地的玉米上所分離鑑定的雄蟲⁽⁷⁾，其全口針長度明顯比其雌蟲長了許多，其測量值分別為 168 μm 和 143~158.5 μm ，但是其尾長

同樣也較其雌蟲為短，而且和前述二地區的測量值相當。在補助突起的數目方面，前述南非地區的雄蟲有 4~5 個，而蒲隆地地區的有 5 個，在台灣地區的 Xelo4 則有 3~4 個。

時至今日，各方線蟲學家應用 rDNA 序列上的內轉錄區間 (ITS-1 和 ITS-2) 做為分類上種的定義的分子標誌，並據以發展以 PCR 方法為基礎的診斷技術已日益普遍。在本研究中，代表群 Xelo1 和 Xelo8 所增幅共 6 個 rDNA 片段的序列長度大致一樣且相同度極高（資料未顯示），而且 Xelo3 的唯一序列和前述 2 群的一致性序列進行比較，3 群間的差異度都極小 (0~1.34%)，由此一結果顯示，在台灣地區所分離的 *X. elongatum*，其群內和群間的 rDNA 序列的變異程度不大，因此應該可以設計開發針對該種劍線蟲的專一性引子對。總結而論，及至目前在台灣的不同地區和寄主植物所分離鑑定的 10 群 *X. elongatum*，其各項形態特徵相當一致，其蟲體的長度只有在雌蟲上表現出較大的差異，而且其差異程度是隨著幼蟲齡期的遞增而逐漸明顯，另外藉由 3 個代表群間的 rDNA 片段序列呈現相當一致的結果，因此我們認為這些蟲體長度上的差異是受到不同外在環境因素影響所造成的種內變異。在地緣上，台灣和中國南部省分及東南亞地區國家較為接近，而 *X. elongatum* 的形態也較為相近，但其間仍有少許差異，和非洲南部等地區的距離較遠，其形態也呈現比較明顯的不同，究竟其為屬於種內的變異範圍，或是種間不同種的表現，其解決之道唯有提供更多關於幼蟲和雄蟲的形態鑑定資料，並利用 rDNA 分子序列的相互比對分析，如此方能更加認知 *X. elongatum* 的變異性情形。

引用文獻

1. 倪蕙芳、程永雄、陳瑞祥、蔡東纂、陳殿義. 2003. 利用 rDNA-RFLP 技術鑑識台灣常見劍線蟲植物病原線蟲. 植病會刊 12: 235-241。
2. 黃炤雄、蔡雲鵬、林奕耀、杜金池、黃修斌. 1972. 臺灣植物寄生線蟲. 中研院植研所專刊第一號 61 頁。
3. Alkemade, J. R. M., and Loof, P. A. A. 1989. Observations on the ontogeny of some *Xiphinema* species (Nematoda: Dorylaimida). Med. Fac. Landbouww.

- Rijksuniv. Gent. 54: 1177-1186.
4. Bulman, S. R., and Marshall, J. W. 1997. Differentiation of Australasian potato cyst nematode (PCN) populations using the polymerase chain reaction (PCR). *New Zealand J. Crop and Horti. Sci.* 25, 123-129.
 5. Cohn, E., and Sher, S. A. 1972. A contribution to the taxonomy of the genus *Xiphinema* Cobb, 1913. *J. Nematol.* 4:36-65.
 6. Coomans, A., and De Coninck, L. 1963. Observations on spear-formation in *Xiphinema*. *Nematologica* 9:85-96.
 7. Coomans, A., Rashid, F. M., and Luc, M. 1990. Observation on *Xiphinema vitis* Heyns, 1974, *X. elongatum* Schuurmans Stekhoven & Teunissen, 1938, *X. fatikae fatikae* Bos & Loof, 1985, and description of *X. fatikae eburnense* subsp. n. (Nemata: Longidoridae), from Africa. *Revue Nematol.* 13:239-248.
 8. Ferraz, L. C. C. B. 1980. Observations on some *Xiphinema* species found in Brazil (Nematoda: Dorylaimoidea). *Nematol. Medit.* 8:141-151.
 9. Ferris, V. R., Ferris, J. M., and Faghihi, J. 1993. Variation in spacer ribosomal DNA in some cyst-forming species of plant parasitic nematodes. *Fund. Appl. Nematol.* 16: 177-184.
 10. Ferris, V. R., Ferris, J. M., Faghihi, J., and Ireholm, A. 1994. Comparisons of isolates of *Heterodera avenae* using 2-D PAGE protein patterns and ribosomal DNA. *J. Nematol.* 26: 144-151.
 11. Gerbi, S. A. 1986. The evolution of eukaryotic ribosomal DNA. *BioSystems* 19: 247-258.
 12. Heyns, J. 1974. The genus *Xiphinema* in South Africa II. *X. elongatum*-group (Nematoda: Dorylaimida). *Phytophylactica* 6: 249-260.
 13. Hoste, H., Chilton, N. B., Beveridge, I., and Gasser, R. B. 1998. Differences in the first internal transcribed spacer of ribosomal DNA among five species of *Trichostrongylus*. *Int. J. Parasitol.* 28: 1251-1260.
 14. Hoste, H., Chilton, N. B., Gasser, R. B., and Beveridge, I. 1995. Differences in the second internal transcribed spacer (ribosomal DNA) between five species of *Trichostrongylus* (Nematoda: Trichostrongylidae). *Int. J. Parasitol.* 25: 75-80.
 15. Ibrahim, S. K., Baldwin, J. G., Roberts, P. A., and Hyman, B. C. 1997. Genetic variation in *Nacobbus aberrans*: an approach toward taxonomic resolution. *J. Nematol.* 29: 241-249.
 16. Lamberti, F., Sabova, M., DE Luca, F., Molinari, S., Agostinelli, A., Coiro, M. I., and Valocka, B. 1999. Phenotypic variations and genetic characterization of *Xiphinema* populations from Slovakia (Nematoda: Dorylaimida). *Nematol. Medit.* 27: 261-275.
 17. Loof, P. A. A., and Maas, P. W. Th. 1972. The genus *Xiphinema* (Dorylaimida) in Surinam. *Nematologica* 18:92-119.
 18. Loof, P. A. A., and Sharma, R. D. 1979. Plant parasitic nematodes from Bahia State, Brazil: The genus *Xiphinema* Cobb, 1913 (Dorylaimoidea). *Nematologica* 25:111-127.
 19. Luc, M., and Dalmasso, A. 1975. Considerations on the genus *Xiphinema* Cobb, 1913 (Nematoda, Longidoridae) and a "lattice" for the identification of species. *Cah. ORSTOM, Ser. Biol.* 10:303-327.
 20. Luc, M., and Southey, J. F. 1980. Study of biometrical variability in *Xiphinema insigne* Loos, 1949, and *X. elongatum* Schuurmans Stekhoven & Teunissen, 1938; description of *X. savanicola* n. s.p (Nematoda: Longidoridae) and comments on thelytokous species. *Revue Nematol.* 3:243-269.
 21. Newton, L. A., Chilton, N. B., Beveridge, I., and Gasser, R. B. 1998. Genetic evidence indicating that *Cooperia surnabada* and *Cooperia oncophora* are one species. *Int. J. Parasitol.* 28: 331-336.
 22. Pan, C., Zheng, J., Zhou, X., Neilson, R., and Brown, D. J. F. 2000. Preliminary assessment of the occurrence of longidorid and trichodorid nematodes (Nematoda: Longidoridae and Trichodoridae) in Xiamen, Fujian Province, China. *Russian J. Nematol.* 8:153-159.
 23. Powers, T. O., Todd, T. C., Burnell, A. M., Murray, P. C. B., Fleming, C. C., Szalanski, A. L., Adams, B. A., and Harris, T. S. 1997. The rDNA internal transcribed spacer region as a taxonomic marker for nematodes. *J. Nematol.* 29: 441-450.
 24. Razak, A. R., and Loof, P. A. A. 1998. The genus *Xiphinema* Cobb, 1913 (Nematoda: Longidoridae) in western Malaysia. *Fund. Appl. Nematol.* 21:413-428.
 25. Robbins, R. T., Brown, D. J. F., Halbrendt, M., and Vrain, T. C. 1996. Compendium of juvenile stages of *Xiphinema* species (Nematoda: Longidoridae). *Russian J. Nematol.* 4:163-171.
 26. Szalanski, A. L., Sui, D. D., Harris, T. S., and Powers, T. O. 1997. Identification of cyst nematodes of agronomic and regulatory concern with PCR-RFLP of ITS-1. *J. Nematol.* 29: 255-267.
 27. Tarjan, A. C., and Luc, M. 1963. Observations on *Xiphinema insigne* Loos, 1949 and *Xiphinema elongatum*

- Schuurmans Stekhoven & Teunissen, 1938 (Nematoda: Dorylaimidae). *Nematologica* 9:163-172.
28. Thiery, M., and Mugniery, D. 1996. Interspecific rDNA restriction fragment length polymorphism in *Globodera* species, parasites of Solanaceous plants. *Fund. Appl. Nematol.* 19: 471-479.
 29. Vrain, T. C., Wakarchuk, D. A., Lévesque, C. A., and Hamilton, R. I. 1992. Intraspecific rDNA restriction fragment length polymorphism in the *Xiphinema americanum* group. *Fund. Appl. Nematol.* 15: 563-573.
 30. Wang, S., Chiu, W. F., Yu, C., Li, C., and Robbins, R. T. 1996. The occurrence and geographical distribution of longidorid and trichodorid nematodes associated with vineyards and orchards in China. *Russian J. Nematol.* 4:145-153.
 31. Xu, J., Fu, P., and Cheng, H. 1995. A taxonomic study on species of *Xiphinema* from seven provinces of China (Nemata: Longidoridae). *J. Nanjing Agri. Uni.* 18: 37-42.

ABSTRACT

Chen, D. Y.¹, Ni, H. F.², Yen, J. H.³, Cheng, Y. H.², and Tsay, T. T.^{4, 5}. 2004. Variability within *Xiphinema elongatum* populations in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 13: 45-60. (¹ Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.; ² Department of Plant Protection, Chia Yi Agricultural Experiment Station, TARI, Taiwan; R.O.C.; ³ Agricultural Extension Center, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.; ⁴ Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.; ⁵ Corresponding author, E-mail: ttsay@nchu.edu.tw, Fax: +886-4-22876712)

Ten geographical populations of *X. elongatum* were collected successively from different area in Taiwan using modified Baermann funnel method during 1998 to 2002. Comparing the morphometrics of female and juveniles among these 10 populations, only the length item of female and the third and fourth stage of juveniles isolated from the Bermuda-grass were longer than the other population, however, the rest of morphometrics were almost identical. Based on the matchable length of the replacement odontostyle and functional odontostyle, and also the evident gap of the replacement odontostyle and total stylet length, between the four successive stages of juveniles and its female in each population, it assured that each population was not mix with other morphologically similar *Xiphinema* species. Most parts of the morphometrics of male were identical with female, the only difference showed in the tail shape with more variance. The dissimilarity within each population (except for Xelo3) and between the three representative populations (Xelo1, 3, 8) of the rDNA (ITS-1 & ITS-2) sequence alignment was not evident (only from 0 to 1.34 %); therefore, it was feasible to develop the species-specific primers. Taiwan, the southeast part of Mainland China, and the Southeast Asia were geographically close, the morphometrics of *X. elongatum*, according to the worldwide reported data, of these areas were more similar to each other than to that of *X. elongatum* of the South Africa and South America. Whether the variance occurred among the above areas belongs to the intraspecific or interspecific variation, more morphometric data of the juveniles, males and the sequences of rDNA were needed, so we could be more acknowledged about the variability of this cosmopolitan species.

Key words: Variability, *Xiphinema elongatum*, ribosomal DNA, rDNA, internal transcribed spacer, ITS-1, ITS-2