

嘉義地區柑橘木蝨族群消長與 柑橘立枯病田間發生生態

王麗媛¹ 洪士程¹ 洪挺軒² 蘇鴻基²

1. 嘉義市台灣省農業試驗所嘉義分所植物保護系

2. 台北市國立台灣大學植物病蟲害系病理組

(接受日期：民國85年12月24日)

摘 要

王麗媛、洪士程、洪挺軒、蘇鴻基 1996 嘉義地區柑橘木蝨族群消長與
柑橘立枯病田間發生生態 植保會刊 38: 355-365.

柑橘木蝨在田間的族群消長，成蟲一年分別於春芽、夏芽期出現兩個高峰，其中以春芽期蟲數最多。以聚集度值作為成蟲在空間分布變化之參考依據，當新芽長出時，成蟲逐漸聚集產卵，聚集度指標往上攀升，當若蟲大量羽化尚未分散之際，聚集度達最高值，隨著成蟲的分散，聚集度值往下降。由田間黃色粘板誘蟲結果得知，成蟲飛翔最活躍的時期發生在柑橘新芽出現後；羽化後的分散則以植株內的爬行為主，並在老葉下停留吸食汁液，不太活躍。柑橘園中木蝨較大量的遷移以三月中旬至四月下旬較多，木蝨侵入柑橘園後可迅速繁殖，於三個月內建立其族群，並在果園四處分散。於田間定植6個月的椪柑植株、在不施藥情況下，當73%的植株發現有木蝨成蟲或若蟲時，以核酸探針偵測，結果有89% (82/92)的植株感染立枯病，其中70% (62/92)有病徵。立枯病在田間發生是由病株向鄰株漸進的擴散，受感染的植株須經六個月才會表現病徵。有些外表健康的植株其實已帶有病原，甚至一年以後才會出現病徵。

(關鍵詞：柑橘木蝨、族群消長、柑橘立枯病、核酸探針)

緒 言

柑橘立枯病由柑橘木蝨 (*Diaphorina citri*) (以下簡稱木蝨) 傳播⁽¹⁷⁾，在全球許多柑橘產區如東南亞、中國大陸、台灣、

印尼、菲律賓、印度、非洲及阿拉伯半島等均有此病害產生，可謂為一世界性病害^(3,19)。本病1947年於南非首次發現，稱為綠化病 (*greening*)^(2,21)。在台灣，1951年由松本巍教授首先發現，因病株葉脈及

相鄰組織黃化，黃斑部份漸擴及整個葉片，病葉變硬而向外彎曲，葉脈木栓化，導致提早落葉、梢枯，最後全株枯死，故稱為立枯病(likubin)⁽¹⁹⁾。立枯病於台灣曾數度嚴重發生，迄今歷四十餘年，影響柑橘產業甚鉅^(3,8)。1970年以後麻豆地區的文旦亦陸續產生立枯病病徵，原本以為抗病的柚類植株亦開始得病，故立枯病幾乎可危害各類柑橘品種^(3,7)。黃等⁽⁹⁾調查柑橘木蝨族群週年消長發現在二月下旬密度漸增，三至五月成蟲密度最高，若蟲比成蟲早二至三週，而柑橘的萌芽期(一月下旬至三月間及五月)為木蝨重要繁殖期。健康植株在有病原與媒介昆蟲存在又不施藥的情況下，兩年後植株全部被感染。而在健區有施藥的情況下，經兩年尚未發現健株被感染。又認為柑橘萌芽期為木蝨繁殖期，可能亦為木蝨傳病期。至於立枯病原究竟為何？從1910年時懷疑是環境因子或線蟲引起^(10,11)，繼之認為是病毒或擬菌質體^(13,16,20)。目前已確知病原為擬細菌(*fastidious bacteria*)，菌體為多形性，寄生於維管束組織的篩管細胞中，新生的菌體較細長(100~250×500~2,500nm)，衰老後的菌體則呈球狀體(直徑約700~800nm)^(15,18)。1994年於台灣也已成功製備出立枯病病原之核酸探針⁽³⁾，可於植株呈現病徵前即快速正確的偵測出病原。本試驗調查嘉義地區未管理之柑橘園柑橘木蝨族群消長情形，另設置試驗園觀察柑橘木蝨遷移、棲息習性與利用核酸探針偵測植株罹病情形；另外亦偵測田間健康苗再感染情形。藉由了解嘉義地區柑橘木蝨族群消長及立枯病於田間發生生態，提供釐定防治立枯病的重要參考資料。

材料與方法

木蝨族群消長調查

1992年於嘉義縣竹崎鄉，選定一柳橙果園(0.3公頃、七年生柳橙80株、株高210公分)為試驗園，該園疏於管理，植株罹患立枯病，木蝨嚴重發生。於園中隨機選取20株柳橙病株，每株分別於四個不同方位選定一枝條，於枝條前端20公分掛上標識牌作為調查點，每十天調查一次，記錄柑橘芽數、木蝨四、五齡若蟲數及成蟲數，調查全年蟲數消長及分析聚集度時序動態。另於園中設置黃色粘板(10×12公分)8片，離地面150公分高，週年定期調查所捕獲之木蝨成蟲數目，以了解木蝨飛翔及遷移活動情形。

木蝨於田間傳播病原之生態觀察

1991年10月於省農試所嘉義分所附近選定一隔離之試驗地，約0.1公頃，將椴柑健康苗66株與經嫁接罹患立枯病之病株59株，以直行相鄰種植。於園中釋放木蝨，令其孳生繁殖，在不施用殺蟲劑的情況下，進行自然感染。1993年4月開始，觀察植株罹病情形，記錄病徵表現，同時選取生長勢良好，外表無病徵之健康株30株，每株採葉片50克，利用核酸探針以點漬雜配法(dot hybridization)偵測有無病原反應。另於1993年6月、8月再進行病原偵測及記錄植株病徵表現。核酸探針偵測步驟參照洪⁽³⁾。

木蝨遷移、侵入及增殖與立枯病在田間發生情形之調查

於省農試所嘉義分所設置0.78公頃試驗園，種植椴柑健康苗240株(行株距1.8×1.8m、1991年11月定植)，於1992年4月發現木蝨開始侵入，即以其周圍共100株(10×10)調查植株上木蝨若蟲、成蟲數目，並記錄植株病徵。另外利用核酸探針以點漬雜配法偵測植株有無病原反應。

田間健康苗再感染情形調查

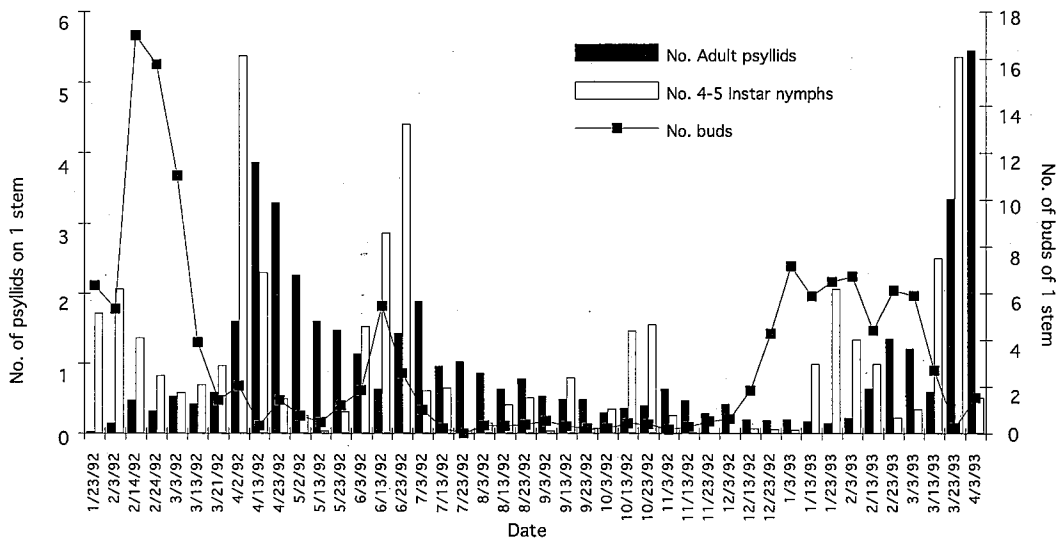
設置 0.09 公頃試驗園，以密植方式 (行株距 $1.8 \times 1.8\text{m}$) 種植柑桔健康苗 278 株於定植兩年半後 (1990 年 11 月至 1993 年 5 月) 以第一株罹患立枯病之病株為中心，取其周圍共 12 株 (3×4) 之小方塊區域，每隔兩個月採葉片利用核酸探針以點漬雜配法偵測有無病原反應。於 1993 年 11 月及 1994 年 4 月則擴大偵測範圍，取 100 株 (10×10) 進行偵測並記錄植株病徵，以了解健康苗於田間再感染情形。

結 果

木蝨族群消長

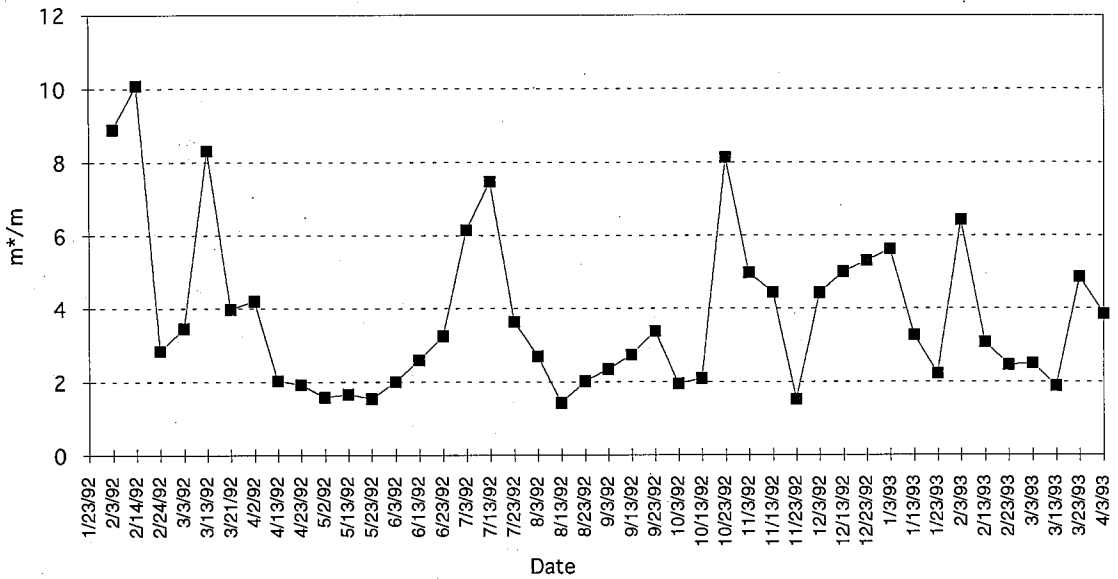
在不防治生態環境穩定之罹病果園調查木蝨族群週年消長情形 (圖一)，園中全年皆有成蟲取食危害。年中成蟲分別出現兩個高峰，於四月中旬、七月上旬，第一個高峰期約較柑橘之春芽期延遲兩個月出現、第二個高峰期則較夏芽期延遲約一

個月出現，其中以春芽期後蟲數最多。木蝨之繁殖主要在這兩個時期，其餘時間若無嫩芽，則成蟲在老葉下吸食汁液。以聚集度值 (m^*/m) 作為時序動態的指標 (圖二)，得知木蝨成蟲在空間變動的情形，當聚集度值愈接近 1 時表示族群愈接近隨機分布，聚集度值愈高表示個體愈聚集，可將其歸納為兩種情況：當新芽長出時，成蟲逐漸聚集產卵如 1992 年 5 月 23 日之情形，使聚集度指標往上攀升，至 7 月 13 日若蟲大量羽化且尚未分散之際，聚集度值達最高峰；8 月 13 日至 10 月 23 日、12 月 3 日至 2 月 3 日之情形亦如是。當成蟲開始分散，聚集度值便急劇下降，如 1992 年 4 月 13 日至 5 月 2 日、7 月 23 日至 8 月 13 日、11 月 3 日至 11 月 23 日及 1993 年 2 月 13 日至 3 月 13 日之情形。以黃色粘板誘集成蟲 (圖三)，於 3~5 月捕獲蟲數最多，且自柑橘開始萌芽後即可捕獲成蟲至芽期結束。此成蟲受黃色粘板誘集之現象，反應出這個時期為成蟲飛翔聚集芽上



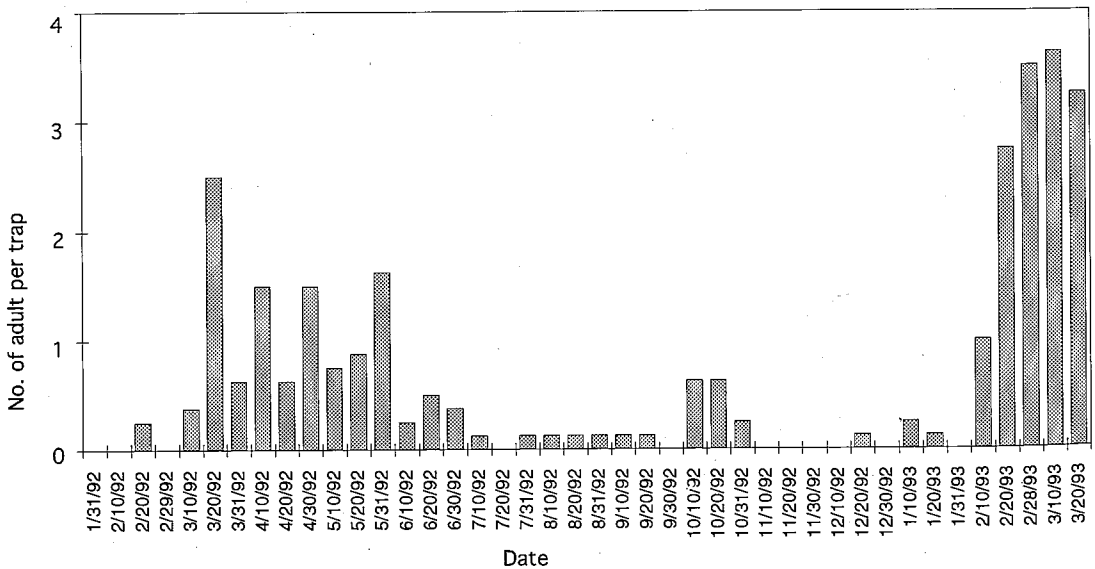
圖一、1992 ~ 1993 年竹崎鄉一罹病柑桔園內柑桔木蝨在柳橙植株上之消長。

Fig. 1. The density fluctuation of *Diaphorina citri* on Liucheng plants in a diseased citrus orchard at Chu-chi from 1992 to 1993.



圖二、1992~1993年柑桔木虱在竹崎鄉一罹病柳橙果園內自然種群聚集度(m*/m)之
時序動態。

Fig. 2. Relative degree of aggregation of *Diaphorina citri* adult in a diseased Liucheng orchard at Chu-chi from 1992 to 1993.



圖三、竹崎鄉罹病柳橙果園黃色黏板誘集之柑桔木虱成蟲。

Fig. 3. Variation of citrus psylla caught on yellow sticky traps in a diseased Liucheng orchard at Chu-chi from January 20, 1992 to March 20, 1993.

之產卵盛期。

木蝨於田間傳播病原之生態

於較隔離的試驗地，將立枯病株與椪柑健康苗直行相鄰種植，於園中發現木蝨後，任其孳生繁殖，在不施用殺蟲劑的情況下，進行自然感染。經一年半的傳播時間(1991年10月至1993年4月)，以核酸探針偵測30株生長勢較好，外表無病徵之椪柑植株有無病原反應。結果發現30株看來健康無病徵的植株，有27株有病原反應，即感染率為90%。兩個月後進行第二次偵測，30株都能偵測到病原，感染率達100%。其中有1株病徵明顯，8株剛開始出現病徵，即發病率為30%(9/30)。再經過兩個月(1993年6月)，則全部植株呈現嚴重病徵。亦即在有病原又不施藥讓木蝨自然繁衍的環境中傳播22個月後，30株實驗株都已發病(表一)。

木蝨遷移、侵入及增殖與立枯病在田間發生蔓延情形

定植6個月(1991年11月至1992年4月)之椪柑健康苗，發現有木蝨侵入，開始調查100株椪柑植株上木蝨蟲數，可於8株植株上找到木蝨若蟲或成蟲，棲息株率為8%，3個月後(1992年7月)73%的椪柑植株上有木蝨若蟲或成蟲(圖四A-D)。可見木蝨侵入果園後，於短時間內繁殖並分散到果園各處，擴散速度甚快。另從木蝨成蟲數量變化與棲息株率之變化情形來看(圖五)，木蝨成蟲數的增加以春芽期最多，夏芽期蟲數沒有明顯增加，然木蝨蟲口數受芽數限制，田間蟲數第一代在五月中旬(5月15日)出現高峰，數量較多；第二代則在夏芽出現後(7月5日)出現高峰。植株被棲息的比率，四月份為8%，七月份則增至73%。此顯示蟲量的增加主要是春芽期木蝨繁殖的結果，而成蟲分散後使植株被棲息率增加。前述植株

以核酸探針偵測結果，82株含有病原，感染率為89%(82/92)，其中62株呈現病徵，發病率為70%(62/92)(圖四E)。

田間健康苗再感染情形

椪柑健康苗於定植兩年半後(1990年11月至1993年5月)發現有1株呈現立枯病病徵，經核酸探針偵測後確定為立枯病。以此病株為中心，取其周圍共12株(3×4)之小方塊區域，每隔兩個月採樣偵測植株有無病原反應並記錄病徵表現，偵測七次，結果每次偵測的感染率都比發病率高(圖六)，此即表示，初受感染的植株需經過一段較長的時間才會出現病徵。於6個月後(1993年11月)，以100株(10×10)為偵測範圍，除了8個缺株外共偵測92株，結果成正反應的有44株，感染率為48%(44/92)，其中18株有病徵，發病率為20%(18/92)(圖七A)。再經6個月進行第二次偵測，感染率為80%(73/91)，較第一次偵測感染率上升了32%；而發病率33%(30/91)，較第一次偵測時上升了13%(圖七B)。

討 論

柑橘木蝨(*D. citri*)為柑橘立枯病的媒介昆蟲⁽¹⁷⁾，成蟲可獲取病原傳病，若蟲亦可獲取病原待羽化為成蟲後即可傳病，一旦成為傳病蟲即可終生攜帶病原⁽⁶⁾。黃等^(8,17)將飼養的木蝨成蟲在田間釋放，於每一椪柑植株上釋放15~20隻任其吸食兩個月，經四次的試驗，於12~17株供試株，都僅發現一株罹病，認為木蝨傳播立枯病的能力極低。洪⁽³⁾自罹病柳橙株上採集木蝨成蟲，利用核酸探針偵測，必須集合50隻以上方能偵測到病原，認為立枯病原與木蝨親和性不高。另一方面由於木蝨不善於長距離飛行^(2,12,14)，通常僅作樹間或鄰近樹間的移動，因此其傳播病

表一、立枯病田間傳播試驗之病原偵測與病徵記錄

Table 1. Detection of greening organism and symptom development of test citrus plants in test plot

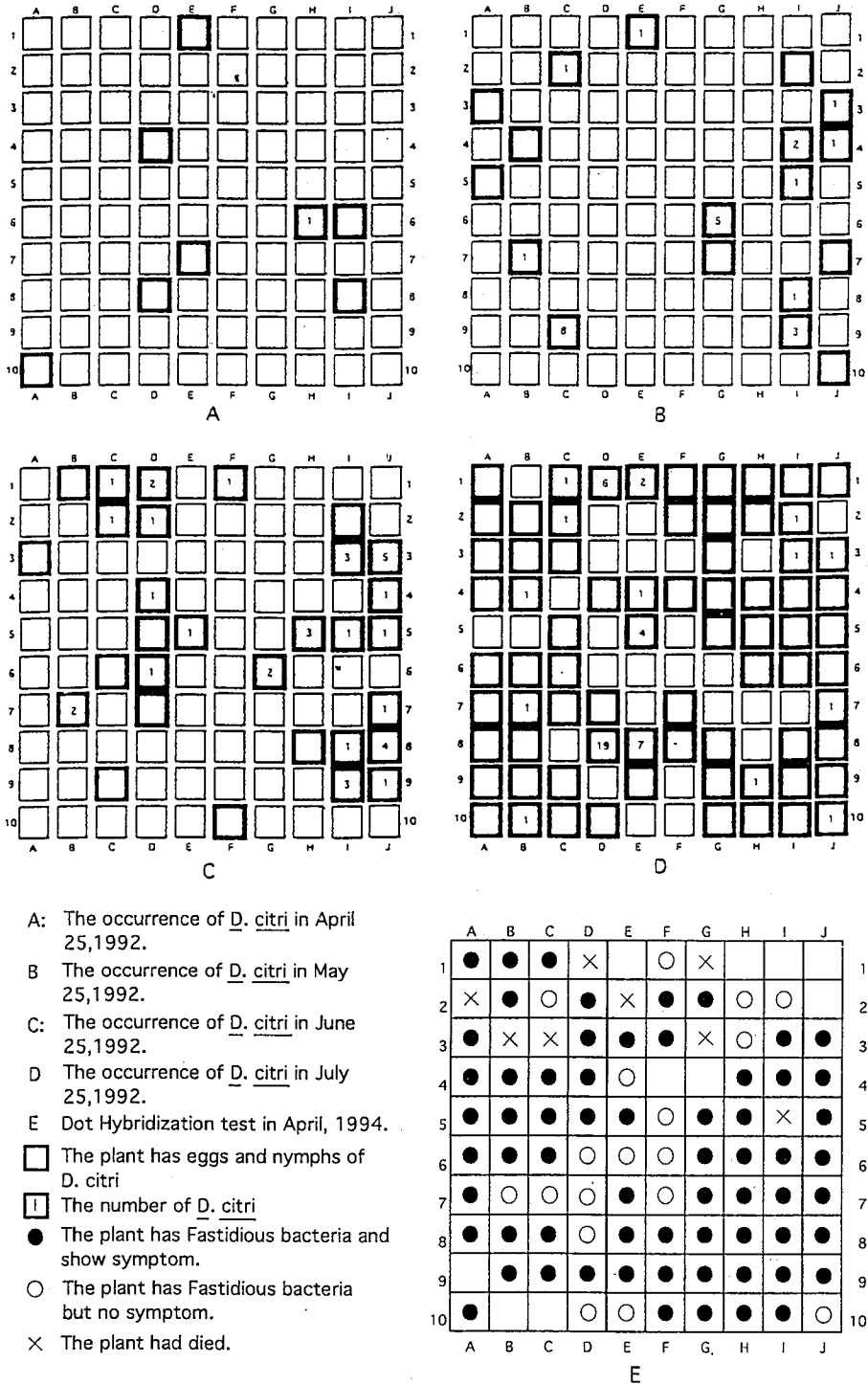
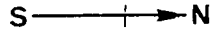
Planting data:1991/Oct.					
Plant no.	1993/Apr.		1993/Jun.		1993/Aug.
	DNA probe test	symptom	DNA probe test	symptom	symptom
1	+++ ¹⁾	H ²⁾	++++	H	M
2	++++	H	++++	I	S
3	++	H	+++	M	M
4	+	H	++++	H	I
5	++	H	+++	H	M
6	++	H	++++	H	M
7	+	H	++	H	M
8	+	H	++	H	S
9	++	H	+++	M	I
10	++	H	+++	H	S
11	+	H	++	H	I
12	+/-	H	+	H	I
13	+/-	H	+	H	I
14	+	H	++	H	I
15	-	H	+/-	H	M
16	-	H	+/-	H	M
17	++	H	+++	M	S
18	+	H	++	M	I
19	-	H	+/-	H	M
20	+	H	++	H	S
21	+++	H	+++	M	M
22	++	H	+++	M	M
23	+++	H	++++	H	I
24	+++	H	++++	M	S
25	+++	H	++++	H	M
26	+/-	H	++	H	I
27	+	H	++	H	I
28	++	H	+++	H	I
29	+++	H	++++	M	I
30	+	H	++	H	M

1) Signal of dot hybridization. signal index: -, no signal; +/-, very weak signal; +, weak signal; ++, intermediate signal; +++, strong signal; +++++, very strong signal.

2) Symptom of citrus likubin: H, healthy looking; M, mild symptom; I, intermediate symptom; S, severe symptom.

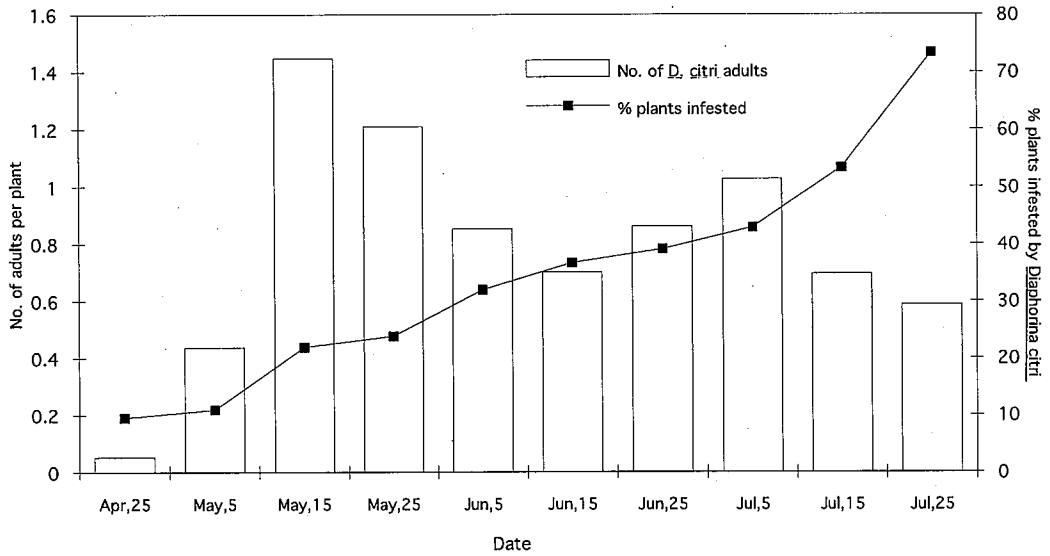
原的速度迥異於蚜蟲類或飛蝨、浮塵子類昆蟲(1,4,5), 顯得相對緩慢。黃等(9)在比較不同月份(二月至五月)每棵柑橘苗上

木蝨蟲數時發現木蝨移動速度緩慢, 由釋放到木蝨分布於整個園區需時約兩個月。試驗另將一年半生的極柑苗30株放置於



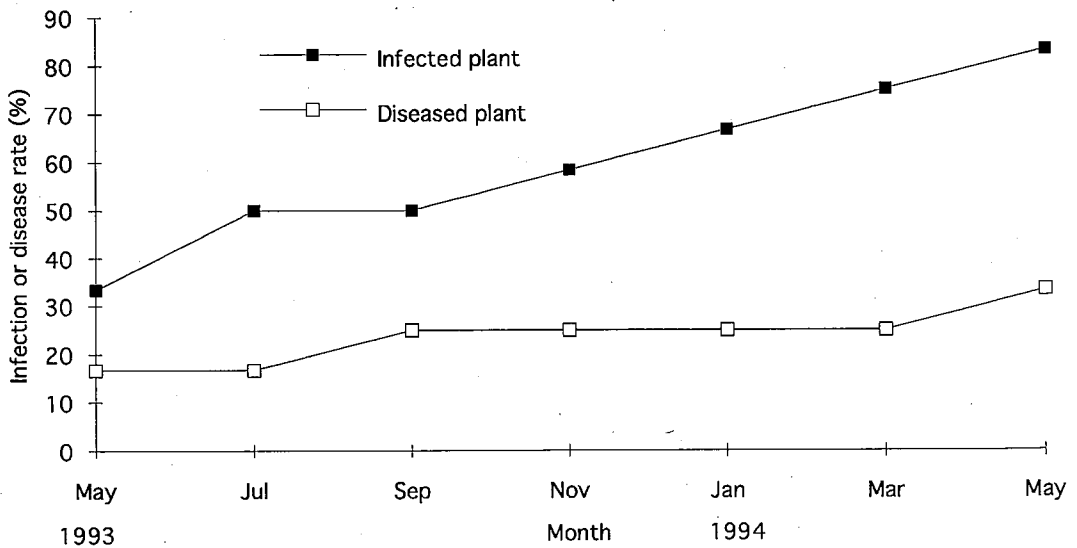
圖四、柑桔木蝨遷移、侵入及增殖與立枯病在田間發生蔓延之關係。

Fig. 4. Immigration, migration and multiplication of *Diaphorina citri* in relation to incidence and spread of likubin in the citrus orchards from 1992 to 1994.



圖五、嘉義分所椪柑果園受柑桔木蝨侵入後之蔓延情形。

Fig. 5. Spread of *Diaphorina citri* in a ponkan orchard at Chia-yi Station from April 25, 1992 to July 25, 1992.

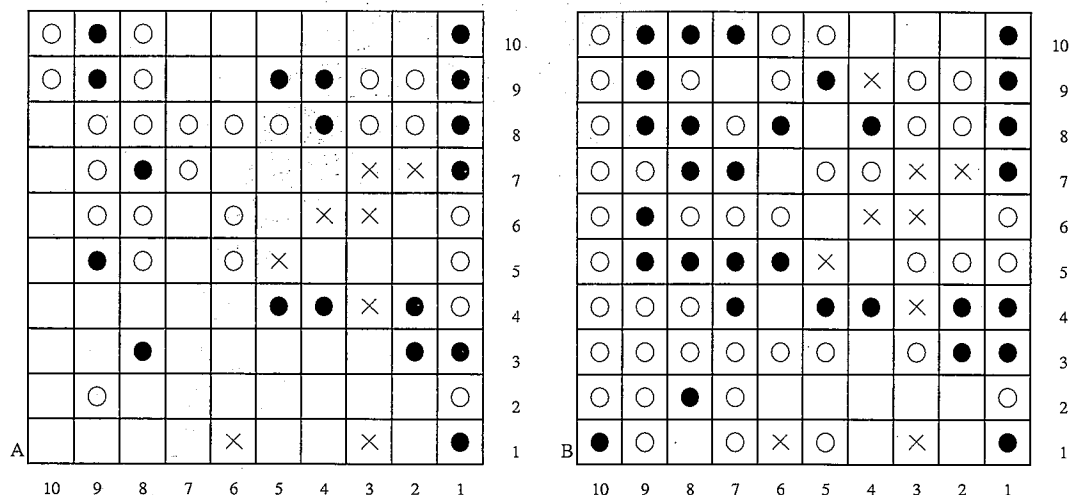


圖六、田間健康苗再感染立枯病之感染率與發病率。

Fig. 6. Reinfection and disease development of likubin in healthy ponkan trees at test orchard.

有立枯病原處，在不施藥的環境下，於6個月後，有57% (17 / 30) 被感染，經一年有73% 被感染，兩年後全部健康苗均

被感染。本試驗亦發現在椪柑園當8% 植株 (8 / 100) 有木蝨若蟲或成蟲棲息時，3個月後約73% (73 / 100) 的植株有木蝨分



圖七、以點漬雜配法檢測田間健康苗再感染立枯病之情形。

Fig. 7. Reinfection and disease spread of likubin at Chiayi test orchard detected by Dot Hybridization test in November, 1993 and April, 1994.

A : Dot Hybridization test in November, 1993.

B : Dot Hybridization test in April, 1994.

● :The plant has Fastidious bacteria and show symptom.

○ :The plant has Fastidious bacteria but no symptom.

× :The plant had died.

布棲息。若將健株與病株直行相鄰種植，約經 20 個月後 30 株健株均能偵測到病原，22 個月後 30 株健株全部罹病且呈現嚴重病徵。以上事實均說明，木蠹遷移性弱，傳播效率低，但由於柑橘類為多年生果樹，經年暴露在自然環境中，一旦果園疏於管理，在木蠹終年存在且田間有立枯病原的環境下，柑橘感染立枯病仍會十分嚴重。

嘉義地區柑橘園木蠹消長顯然受柑橘萌芽之影響，在不防治之果園，木蠹成蟲棲群於春芽(12月初~3月中)後兩個月及夏芽(5月中~6月底)後一個月分別出現高峰期，在田間以三~五月木蠹飛翔活動最為頻繁，因此果農若能把握二至三月間春梢萌發時的蟲口動態指標並於三至五月以殺蟲劑徹底防治柑橘園木蠹，以壓制第一代之蟲口密度。另外宜注意果園衛

生，一旦發現果園有立枯病株，必須立即拔除燒毀，如此始能有效減少立枯病的發生及蔓延。

謝 辭

本研究承行政院農委會 82 科技-2.3-糧 03(3)、83 科技-2.4-糧 27(2)及 84 科技-2.4-糧 23(4-3)，經費補助，文稿承陳慶忠博士、錢景秦博士、王清玲博士悉心斧正，謹此一併致謝。

引用文獻

1. 王惠亮 1981 台灣木瓜輪點病之蚜蟲媒介研究。 植保會刊 23: 229-233。
2. 林秀貞、柯永發、陶家駒 1973 柑

- 橘木蝨之生態觀察及其防除試驗。中國園藝 19: 234-242。
3. 洪挺軒 1994 柑橘黃龍病原擬細菌診斷用核酸探針之製備與應用於感染生態研究。國立台灣大學植物病蟲害學研究博士論文 253頁。
 4. 陳慶忠 1979 水稻黃葉病之黑尾浮塵子媒介傳播及流行學研究。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文 61頁。
 5. 陳慶忠 1991 台灣飛蝨與浮塵子類昆蟲傳播之植株病害。近年來台灣昆蟲學之研究發展研討會專刊 p.139-156。
 6. 許長藩、夏雨華、李升本、柯沖 1990 柑橘黃龍病的病原在木蝨體內循環期的研究。植物病理學報 20: 25-31。
 7. 黃秋雄、張清安 1980 菌質與麻豆文旦立枯症兆發生關係之研究。中華農業研究 p.13-19。
 8. 黃秋雄 1988 柑橘立枯病媒介蟲傳播試驗之過去與現況。柑橘試驗研究成果專題研討會專集 p.169-178;台灣省農業試驗所特刊第27號。
 9. 黃秋雄、廖春福、張春蕉、藍調 1990 柑橘立枯病之發生、蔓延與木蝨族群消長關係之研究。植保會刊 32: 167-172。
 10. 澤田兼吉 1913 柑橘立枯病。台農事報 7: 903-914。
 11. 澤田兼吉 1916 柑橘立枯病病原蟲及其預防法の一端。台農事報 10: 342-364。
 12. Catling, H. D. 1978. Citrus psylla *Trioza erytrae*(Del Guercio) In: E. C. G. Bedford (ed.), Citrus pests in the Republic of South Africa. Dep. Agric. Tech. Serv. Sci. Bull. S. Afr. 391, Preskor printers: Pretoria p.71-75.
 13. Chen, M. H., Miyakawa, T., and Matsui, C. 1971. Mycoplasma-like bodies associated with likubin-diseased ponkan trees. Phytopathology 61: 598.
 14. Catling, H. D. 1973. Notes on the biology of the South African citrus psylla, *Trioza erytrae* (Del Guercio) (Homoptera: Psyllidae) J. Entomol. Soc. South. Afr. 36: 299-306.
 15. Garnier, M., Daniel, N., and Bove, J. M. 1984. The greening organism is a Gram negative bacterium. In: Garnsey, et. al. (ed.). Proc. 9th. Conf. Intern. Organization Citrus Virol. p. 115-124. Univ. Calif. Riverside.
 16. Huang, C. H., Chen, M. J., and Chiu, R. J. 1980. Separation of a mycoplasma-like organism from the likubin complex in citrus. Plant Dis. 64: 564-566.
 17. Huang, C. H., Tsai, M. Y., and Wang, C. L. 1984. Transmission of citrus likubin by a psyllid, *Diaphorina citri*. J. of Agric. Res. of China 33: 65-72.
 18. Huang, A. L., and Su, H. J. 1987. Electronmicroscopical studies on the morphology and population dynamic of fastidious bacteria causing citrus likubin. Ph. D. thesis published by National Taiwan University, Taiwan.
 19. Matsumoto, T., Wang, M. C., and Su, H. J. 1961. Studies on Likubin. p. 121-125, In : Proceeding of the second Conference of the International Organization of Citrus Virologists. W. C. Price (ed.), University of Florida, Gainesville.
 20. Su, H. J., and Leu, S. C. 1972. Study on the pathogen complex causing likubin of citrus in Taiwan. I. Nature of mycoplasma-like organism associated

- with the disease. Proc. Natl. Sci. Coun. 5: 109-126.
21. Wallace, J. M. 1978. Virus and Virus like diseases p.131-140. In : Walter, R., Calavan E. C. and Carman, G. E. (ed.) The Citrus Industry Vol. IV. Division of Agri. Sci. University of California Berkeley, CA.

ABSTRACT

Wang, L. Y.¹, Hung, S. C.¹, Hung, T. H.², and Su, H. J.² 1996. Population fluctuation of *Diaphorina citri* Kuwayama and incidence of citrus likubin in citrus orchards in Chiayi area. Plant Prot. Bull. 38: 355-365. (¹ Department of Plant Protection, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan, R. O. C. ; ² Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R. O. C.)

Investigation on population dynamics of the psyllid in citrus orchards showed that the population of adults had two peaks per year which were coincided with the periods of citrus flushing at spring and summer. The number of adults was most abundance in the first population peak. As the space distribution of the adults in the field was referring to the Relative Degree of Aggregation (RDA), the index of RDA went up during the flushing period when the adults aggregated on the new shoots to lay eggs. The index went up to the highest when the adult emerged completely, then it fell down with the dispersion of adults. Newly emerging adults was not so active, most of them dispersed by climbing within the same trees and sucked juice from down surface of leaves. Migration of adults around citrus orchard was mostly from March to the end of April. While the adults immigrated into a new citrus orchard, they multiplied and set up population rapidly within three months, then spread to other trees all over the year. About 73 % of citrus plants could be recorded to be infested by the psyllid, 89 % of them could be detected by using dot hybridization(DH) test with DNA probe that had been infected by Likubin, only 70 % show symptom. The dissemination of likubin in the field from the primarily infected plants to the surrounding plants, which might be infected but not show any symptom within one year.

(Key words: *Diaphorina citri* Kuwayama, population dynamics, likubin, DNA probe)