

從生態學觀點研定柑橘立枯病現行之有效預防策略

黃秋雄¹ 廖春福²

台灣省農業試驗所研究員¹及約僱助理²

摘 要

柑橘類是本省栽培面積最廣，產量最多之重要鮮果。然而由於最嚴重的柑橘立枯病 (Likubin)，始終找不到有效藥劑來防治該病。近年來從探討該病田間發生生態，已獲具體結果。該病在果園之發生與蔓延主要係由媒介昆蟲東方柑橘木蝨 (*Diaphorina citri*) 吸取病株之病原而傳播。從 1988 年設置之試驗園，病區內之柑橘植株經調查木蝨族群週年消長之結果，已獲知木蝨成蟲族群密度在柑橘萌芽期木蝨繁殖極為快速。一般言，春夏芽時期，即三~五月，最適合木蝨之增殖。在病害傳播方面，病區不施藥且有媒介蟲情況下，春夏芽時期亦為重要傳病期。從試驗園之健康苗區與病區之中間種植百香果以隔離，再經加強施藥，經二年之栽培，健康苗區之柑橘苗未被傳染，但病區內種植之健康苗經二年栽培且未施藥，則全部被傳染。另外，在 1990 年以後的三次試驗，因健康苗區與病區僅隔離五公尺且中間為空地，因此健康苗區雖然有施藥，但卻被傳染，然傳染率已有顯著降低。總之，未來本省柑橘立枯病有效預防策略，除加強柑橘萌芽期木蝨族群消長之瞭解與防除外，應選用柑橘無病毒健康苗與砧木來繁殖，以預防病原經由嫁接而傳播，果園內若有發現可疑病株應加強作進一步鑑定，經確定為病株後應剷除。如果，柑橘萌芽期前後注意媒介蟲柑橘木蝨之發生與分佈，萌芽期加強柑橘園之管理與施藥，將可有效預防柑橘立枯病之發生與蔓延。

關鍵詞：柑橘立枯病(黃龍病)、媒介昆蟲、柑橘木蝨、族群消長、預防策略

前 言

柑橘為本省之重要鮮果。根據 83 年台灣農業年報記載，全省柑橘種植面積近 4 萬 3 千公頃，年產量約達 46 萬公噸⁽¹⁾，可謂本省各類水果中一種經濟價值較高者。本省柑橘主要栽培品種為椪柑、柳橙、桶柑及文旦柚類，其次為葡萄柚、檸檬及各種白柚，另外尚有栽培少量的品種，如晚審夏橙、溫州蜜柑及其他。因此綜觀本省柑橘產業確有相當規模，然該產業目前仍遭到一些困難，急待改進與解決。在病害方面，眾所皆知的柑橘立枯病 (Likubin)，俗稱黃龍病 (Huanglungpin) 及一些病毒病害，由於致使柑橘樹齡普遍縮短，產量降低且品質變壞，因此成為該產業上一項重要限制因子。為解決上述病害問題，振興該產業，行政院農業委員會曾於民國 62 年及 70 年先後二次成立柑橘無病毒種苗繁殖計畫，進行無病毒優良柑橘種苗之培育，以提供果農更新種植。雖然目前已培育多種無病毒種苗，但無病毒苗僅解決部份病害問題，因為經由媒介昆蟲傳播的病害，如 citrus tristeza virus (CTV) 是由蚜蟲傳播，全省柑橘果園如果無法全部更新，勢必再遭受傳染，然目前本省尚有抗病品種與砧木，因此較不受嚴重為害。但柑橘立枯病無病毒苗推廣後，若無法研擬有效預防措施，無病毒種苗後乃將遭受傳染且為害嚴重。

國外報告 greening - type 病與本省柑橘立枯病為相同或相似之病害，美國加州栽培之柑橘所發生之 stubborn 病則病原不同^(17,18)，然目前均無有效治療藥劑。為解決 greening - type 病，聯合國世界糧農組織 (FAO) 在東南亞地區成立一大型研究計畫，希望能瞭解該病之媒介蟲柑橘木蝨 (*Diaphorina citri*) 在田間之消長動態，再以生物或化學防治法來降低木蝨族群密度，進而有效地降低病害田間傳播速率^(12,13,21)。柑橘立枯病已證實其媒介蟲亦為柑橘木蝨⁽²⁰⁾。為瞭解該病田間發生生態，擬定病害傳播之有效預防策略，農業試驗所自 1983 年以來已加強該項之研究，且已獲一些重要結果^(4,5,6)。因此本文擬綜合近年來有關該病之研究資料，簡述它的病原傳播途徑、田間發生生態及現階段可行之預防策略，俾供有關人員參考與應用。

病原傳播途徑

- (一)嫁接傳播：立枯病病原過去曾認為是 CTV 所引起⁽²³⁾，但目前已進一步推論屬於細菌類且為革蘭氏陰性細菌 (gram negative bacterium) 所引起⁽¹⁷⁾。不論 CTV 或立枯病病原，均可經由嫁接方式而傳播。因此當帶病之接穗嫁接於健全之砧木或健全接穗嫁接於帶病之砧木，經繁殖後就會產生病徵或潛伏。
- (二)媒介昆蟲傳播：柑橘立枯病在早期 (1910 ~ 1940 年) 由於病因不明，曾推測由線蟲為害而引起^(10,11)，接著又認為是園地過份潮濕致使根系發育不良所造成^(8,9)。在這段期間實際上未涉及媒介昆蟲傳播之研究。中期 (1940 ~ 1970 年) 由於國外報告，CTV 可經由嫁接或蚜蟲傳播⁽¹⁶⁾。在本省，1966 年 Matsumoto 與 Su⁽²³⁾ 報告，利用大橘蚜 (*Toxoptera citricidus*) 傳播此病，可在墨西哥雷木 (Mexican lime) 幼苗上產生葉片透明化 (vein-clearing)，木質部凹陷 (stem-pitting) 等典型之 CTV 病徵，因而認為立枯病病原可能與 CTV 極為相似。這段期間雖然懷疑媒介傳播為蚜蟲，但由於從外觀健全或立枯病病株採集接穗，經嫁接於墨西哥雷木上，發現二者均可在墨西哥雷木上呈現 CTV 之病徵，但立枯病病穗嫁接在酸橘或廣東檸檬砧木上經 3 ~ 4 個月後，在極柑葉片上可呈現典型立枯病病徵，而外觀健全者則否⁽³⁾。很明顯地，立枯病還含有不同病原。近期，即 1970 年代以後，由於立枯病病原從 CTV 引起⁽²³⁾，進而認為擬菌質體病原 (mycoplasma-like organism, MLO)^(15,19,25)，但目前則認為屬革蘭氏陰性細菌 (gram negative bacterium)⁽¹⁷⁾。在媒介蟲傳播之研究方面，與立枯病相似之南非 greening 病，媒介蟲已在 1970 年證明由一種南非木蝨 (*Trioza erythrae*) 來傳播⁽²⁴⁾，但菲律賓之 leaf mottling⁽²²⁾ 與印度之 greening 則由東方柑橘木蝨 (*Diaphorina citri*) 傳播⁽¹⁴⁾。因而本省立枯病也被推測可能由柑橘木蝨來傳播，但始終未獲得結論。直到 1984 年，立枯病媒介蟲係柑橘木蝨 (*Diaphorina citri*) 才獲證實⁽²⁰⁾。

病害田間發生生態

(一)木蝨族群週年消長與木蝨傳病期

從 1988 ~ 1989 年在農試所附近農場選地設置試驗園 (台中) 進行木蝨族群週年消長之調查獲知，柑橘木蝨成蟲雖然在 1 ~ 2 月低溫下釋放於試驗園經 2 ~ 3 週後可發現成蟲蟲口數略為減少，但柑橘，即極柑品種，嫩芽上有卵，顯示木蝨族群在二月份只要有柑橘萌芽即可建立。一般言，木蝨成蟲在三月中旬後蟲口數漸增，五月達最高，六月以後視氣候因子可能影響木蝨蟲口數而逐漸減少，但乃可維持較低的蟲口密度，至翌年春天柑橘萌芽後再增加 (圖 1)。

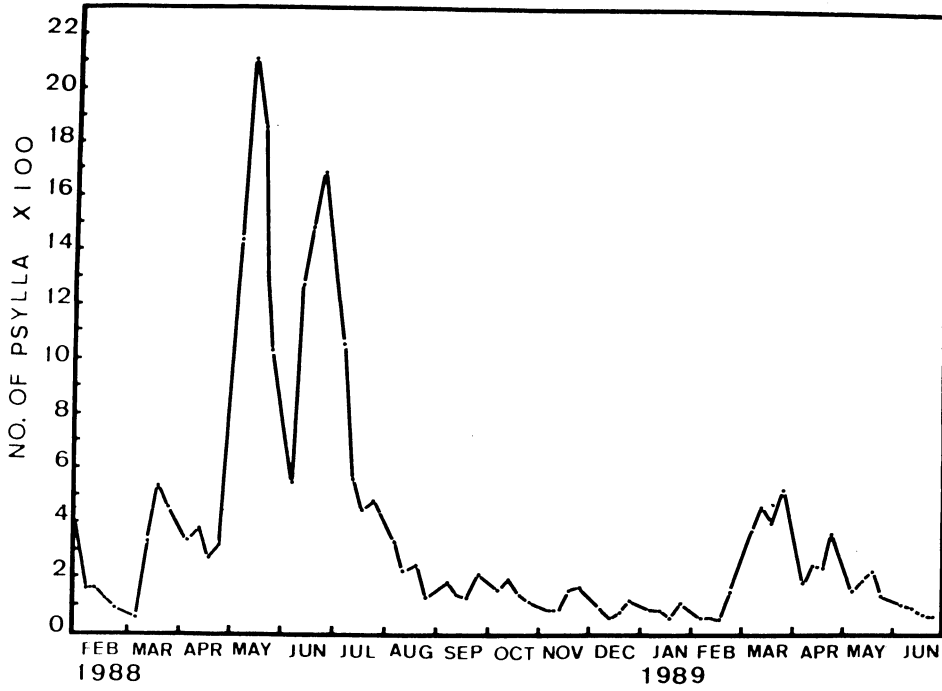


圖 1. 木蝨成蟲族群在試驗園立枯病病區之週年消長。本圖說明係在 1988 至 1989 年 6 月底，每月四次分別調查病園內已接種 (30 棵) 及未接種立枯病 (30 棵) 柑橘苗共 60 棵之總蟲口數。(黃秋雄等，1990)

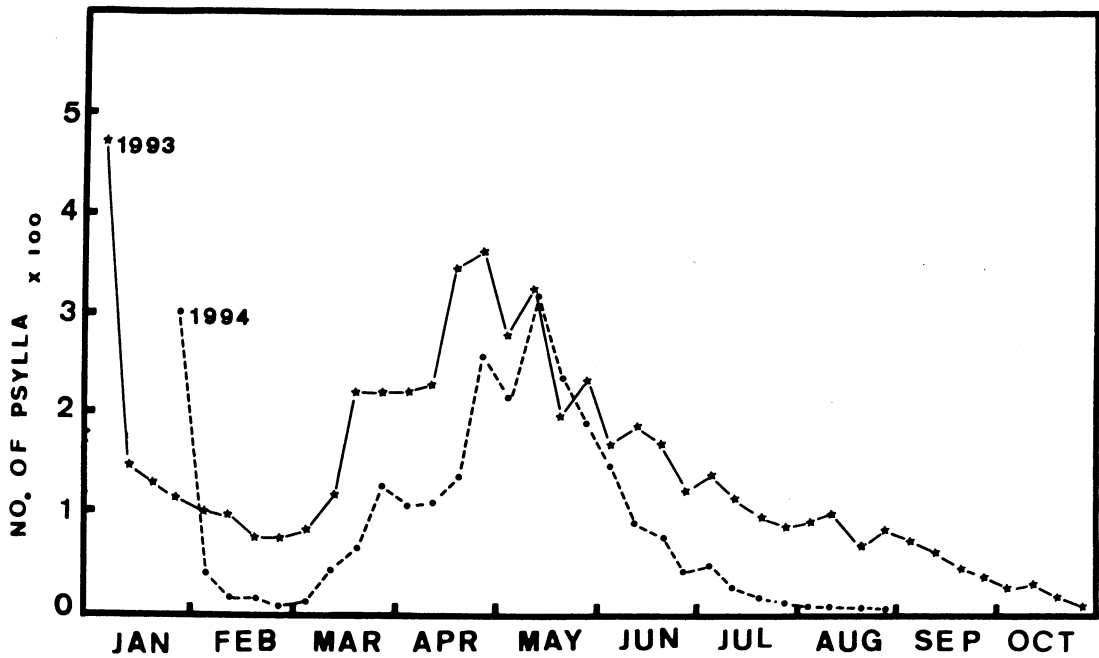


圖 2. 木蝨成蟲族群週年消長分別於 1993 與 1994 年在小型立枯病病區調查之結果。(黃秋雄，未發表資料)

爲求更深入的瞭解，在1990年又設置一塊小試驗區，中央爲病區種植病株，在病區兩旁僅距1公尺種植健康苗，然後又在距病區5公尺，兩旁種植健康苗，但分成四小區而加強噴藥（表1），從病區調查木蝨族群週年消長所得結果與上期試驗園所得結果相似，唯木蝨成蟲總蟲口數低，根據調查結果在該年三月至五月間，最高蟲口數約200隻。此現象可能因種植之椪柑病株略小且預先於網室嫁接病穗經四個月病徵呈現後才移出種植，因而影響病株發芽與生長。爲加強研究，1993年與1994年在相同地區之試驗田，分別重新種植椪柑病株與健康苗，從調查所獲得結果發現木蝨成蟲蟲口數因柑橘病植株略有不同，每年因氣候與雨量不盡相同，因而略爲影響蟲口密度，但族群週年消長與上面所述略同（圖2）。總而言之，木蝨族群在柑橘之週年消長主要在3~5月之春芽與夏芽生長期，成蟲在每年六月~七月逐漸減少，如未曾施藥防治，秋冬季節乃有少數成蟲存活。既然柑橘在本省之栽培普及全省，有關木蝨族群消長，除受氣候因子影響外，不同地區與柑橘品種亦會有所不同。例如嘉南地區柑橘萌芽期比北部地區早且氣溫較高，因此木蝨族群之建立應比北部地區早且蟲口數高。在柑橘品種方面，如嘉南地區種植之柳橙則萌芽期比椪柑或桶柑早。

在木蝨傳病期之探討方面，根據1988~1989年我們把健康苗每月15棵移入試驗園之病區混合栽培，經一個月後收回觀察及檢定所得結果，1988年（民國77年）以三、五及九月份供試之健康苗被感染率分別爲6.7（1/15）、13.3（2/15）及6.7%（1/15），1989年（78年）一月至六月期間，健康苗在三、四及五月份均有被傳染且比率甚高，各月份分別爲40（6/15）、33（5/15）與20%（3/15）（圖3）。從木蝨族群週年消長與傳病期之探討所獲得結果可以推知，柑橘園在有病株與媒介蟲存在下，三~五月間可能是木蝨重要傳病期。然北部及南部地區因柑橘萌芽期不同，可能略有差異。

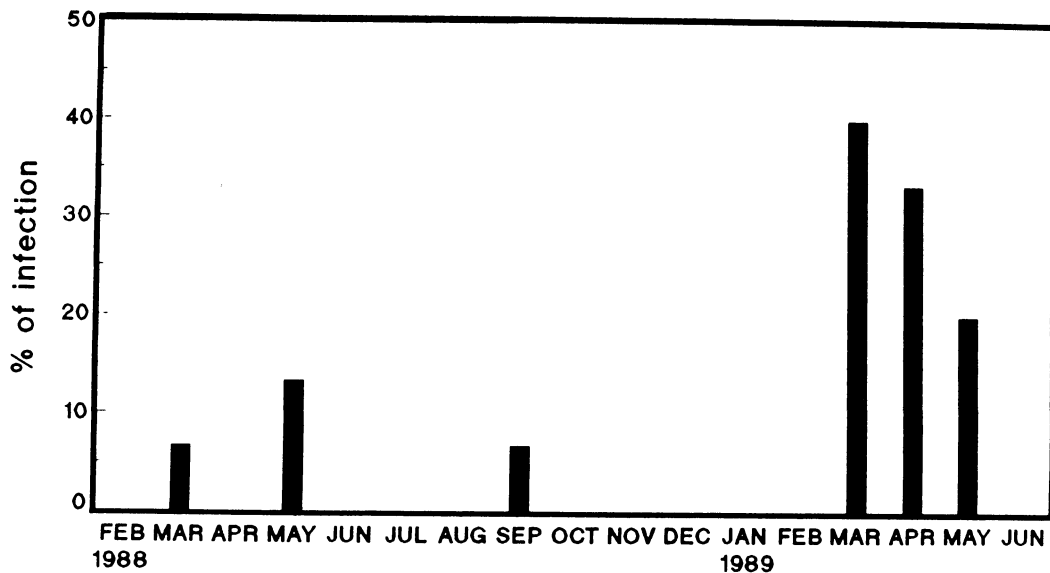


圖3. 1988至1989年6月間，不同月份之健苗置於立枯病區之被傳染率。傳染率係每月15棵健苗在病區之被感染百分率。（黃秋雄，1990）

(二)立枯病田間傳播速率與施藥預防效果

從 1988 年試驗所得結果獲知，病區內混合種植健康苗 30 棵，在未施藥劑的情況下，經六個月後發現有 57 % (17/30) 被傳染，經一年則有 73 % (22/30)，二年後則所有健康苗均被感染⁽⁶⁾。在 1990、1993 及 1994 年三次試驗所獲得之結果，病區內每年一~二月釋放木蠹，距離病區僅 1 公尺之健康苗經十個月就有 73 % 以上之健苗受感染 (表 1)。由此可知，柑橘園在有立枯病病原 (病株)，媒介蟲口數多及無施藥防治的情況下，立枯病之傳播速率很快。相對的，在加強施藥與管理下，可能不會受傳染。1988 年之試驗園，病區與健康苗區相距有 10 公尺，在健康苗區旁 5 公尺種植百香果，餘 5 公尺為病區旁種植健康苗，但均有施藥以加強隔離二區，因此健康苗區在施藥與管理下，二年之生長尚未被傳染⁽⁵⁾。值得注意的是 1990 年以後的三次試驗，健康柑橘苗種植於相距僅五公尺之病區旁，在加強噴藥的情形下，乃會被傳染，但傳染率已顯著降低 (表 1)。綜合言之，減少果園間感染源，即病株與媒介蟲，再適時施藥，將有助於立枯病發生與蔓延之預防。

表 1. 健康柑橘苗種植在有立枯病病株及媒介蟲情況下，強勢施藥對立枯病感染之預防效果 (黃秋雄，未發表資料)

| 處 與 分 區 | 年 區 | 噴 藥 隔 天 數 | 感染率% (被感染棵數/健苗數) | |
|----------------------|--------|-----------------------|------------------|------------|
| | | | 目 測 | 指示植物檢定 |
| 1 9 9 0 ^z | | | | |
| A | | 10 | 17.1 (6/35) | 11 (4/35) |
| B | | 20 | 20 (7/35) | 14 (5/35) |
| C | | 20 | 23 (8/35) | 17 (6/35) |
| D | | 10 | 14 (5/35) | 11 (4/35) |
| E | | 不施藥 | 90 (18/20) | 95 (19/20) |
| 1 9 9 3 ^y | | | | |
| A | | 10 | 0 (0/35) | 0 (0/35) |
| B | | 20 | 3 (1/35) | 3 (1/35) |
| C | | 20 | 11 (4/35) | 11 (4/35) |
| D | | 10 | 3 (1/35) | 3 (1/35) |
| E | | 不施藥 | 67 (20/30) | 73 (22/30) |
| 1 9 9 4 ^x | | | | |
| A | | 10 | 6 (2/35) | 3 (1/35) |
| B | | 20 | 14 (5/35) | 9 (3/35) |
| C | | 20 | 11 (4/35) | 6 (2/35) |
| D | | 10 | 3 (1/35) | 3 (1/35) |
| E | | 不施藥 | 50 (15/30) | 83 (25/30) |

^z 試驗進行自 1990 年 1 月至 12 月，種植之健康柑橘苗生長較大且繁茂，健苗區僅距病區 5 公尺，供試藥劑為萬靈、大滅松及好年冬精等三種，分別輪流噴灑。

^{x,y} 係在相同試驗田繼續二年，但每年均改種健康柑橘苗，健苗較 1990 年之健苗小。在 1993 年試驗係從 1 月至 10 月下旬，1994 年則為 1 月至 8 月底止，施藥方式與 1990 年相似。

討論與結論

柑橘立枯病之田間發生與蔓延，除經由帶病芽穗繁殖外，主要係由媒介昆蟲來傳播，該病的媒介蟲已在 1984 年證實為東方柑橘木蝨 (*Diaphorina citri*)⁽²⁰⁾。有關該蟲過去很多人都認為不是柑橘上的一種重要害蟲，在正常管理的柑橘園很少發現，然在一些立枯病罹病廢園，我們曾發現木蝨蟲口密度很高。在庭園栽培之月橘上則週年發生。過去林等⁽²⁾曾報告，木蝨的週年發生消長受柑橘發芽整齊程度與速度而影響，颱風或人為修剪促使柑橘萌芽，有利於木蝨產卵繁殖。例如綠籬的月橘經常修剪，整年萌芽，則為木蝨的溫床。1984 年蔡等⁽⁷⁾為瞭解該蟲在月橘上之分佈及季節性消長，曾在屏東九如之月橘進行調查，結果發現它整年發生，但以三及四月密度較高。至於木蝨族群在立枯病罹病柑橘樹之週年消長，詳見前段所述及文獻(4,5,6)。

綜合言之，既然目前國內外有關柑橘立枯病與 greening 病之研究，尚無發現有效治療藥劑或抗病品種／品系供栽培，因此現行研定之有效預防策略從田間發生生態來觀察，如果全省栽培業者能共同進行，定能減少該病田間急速蔓延與發生。有關該病之有效預防策略已於 1993 年在行政院農委會與省政府農林廳之輔導下，在“降低柑橘產銷成本推廣手冊”編印，已供給部份栽培業者瞭解與應用，茲簡述如下：(1) 繁殖苗木必須選用健康接穗及砧木，以預防病原經由嫁接而傳播。(2) 果園內立枯病罹病樹初期僅 1~2 枝條呈現病徵，此病徵與枝條受到機械性傷害引起之症狀極為相似，因此應依病徵呈現作進一步鑑定。另外，罹病枝條應先切除，待柑橘樹經確定為立枯病後，應速剷除。(3) 鄰近果園間必需彼此合作，如發現可疑病株應速處理。廢棄果園應剷除，以免影響鄰近果園。(4) 柑橘萌芽前後應注意媒介蟲之發生與分佈，萌芽期加強管理與施藥。以中部地區為例，柑橘萌芽期約在二~五月(春、夏芽)，這段期間是媒介蟲木蝨重要繁殖期，也是立枯病主要傳染期，但不同地區與柑橘品種萌芽時期略有不同，因此第一次施藥應酌情調整。

參考文獻

1. ——。1994。台灣農業年報。台灣省農林廳八十三年出版。
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(4): 234-242。
3. 黃秋雄。1972。柑橘毒素病之研究。農業研究 21(1): 62-70。
4. 黃秋雄。1989。柑橘立枯病媒介蟲傳播試驗之過去與現況。台灣省農業試驗所特刊 27:169-178。
5. 黃秋雄。1993。柑橘立枯病田間發生生態與現行之預防策略。台東地區作物病蟲害防治研討會專刊 17-24 頁。台東區農業改良場特刊。
6. 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 32:167-176。
7. 蔡雲鵬、黃明道、王惠娟。1984。寄生月橘之柑橘木蝨。植保會刊 26:285-287。
8. 羅清澤、張書枕、貢毅紳、邱人璋。1952。台灣柑橘病蟲害調查報告。農林學報第一輯 78-126。

9. 三宅勳、櫻井芳次郎。1936。宜蘭地方ン於ケル温州蜜柑之枯ン關スル調査。台北州農會出版(引自文獻8)。
10. 澤田兼吉。1913。柑橘立枯病。台農事報 7(10):903-914。
11. 澤田兼吉。1916。柑橘立枯病の病原蟲及其豫防法の一端。台農事報 10(5):342-364。
12. Aubert, B. 1990. Integrated activities for the control of Huanglungbin-greening and its vector *Diaphorina citri* kuwayama in Asia. In Proceedings of the 4th Asia Pacific Conference on Citrus Rehabilitation (B. Aubert et al., eds.), p. 133-144, Thailand.
13. Aubert, B. and S. Quilici. 1984. Biological control of the african and asian citrus psyllids (Homoptera:Psylloidea), through eulophid and encyrtid parasites (Hymenoptera:Chalcidoidea) in Reunion island. In S. M. Garnsey et al. (ed.), Proc. 9th Conf. Intern. Organization Citrus Virol. p.100-108, Univ. Calif. Riverside.
14. Capoor, S. P., D.G. Rao and S. M. Viswanath. 1974. Greening disease of citrus in the Deccan Trap county and its relationship with the vector, *Diaphorina citri* Kuwayama. In L. G. Weather and M. Cohen (ed.), Proc. 6th Conf. Intern. Organization Citrus Virol. p.43-49. Univ. Calif. Riverside.
15. Chen, M. H., T. Miyakawa and C. Matsui. 1971. Mycoplasma-like bodies associated with likubin-diseased Ponkan trees. Phytopathology 61:598.
16. Dickson, R. C., R.A. Flock, and M. McD. Johnson. 1951. Insect transmission of citrus quick-decline virus. J. of Economic Entomology 44(2):172-176.
17. Garnier, M., N. Daniel, and J. M. Bove. 1984. The greening organism is a gram negative bacterium. In S. M. Garnsey (ed.), Proc. 9th Conf. Intern. Organization Citrus Virol. p.115-124, Univ. Calif. Riverside.
18. Garnier, M., J. Latrille and J. M. Bove. 1976. *Spiroplasma citri* and the organism associated with likubin: comparison of their envelope systems. In E. C. Calavan (ed.), Proc. 7th Conf. Intern. Orgnization Citrus Virol. p.13-17. Univ. Calif. Riverside.
19. Huang, C. H., M.J. Chen and R. J. Chiu. 1980. Separation of a mycoplasma-like organism from the likubin complex in Citrus. Plant Disease 64(6):564-566.
20. Huang, C. H., M.Y. Tsai, and C.L. Wang. 1984. Transmission of citrus likubin by a psyllid, *Diaphorina citri*. J. Agric. Res. China 33(1):65-72.
21. Ke, C. and X. C. Fan. 1990. Successful integrated management of Huanglungbin disease in several farms of Guangdong and Fujian, by combining early eradication with targeted insecticide sprayings. In Proceedings of the 4th international Asia Pacific Conference on Citrus Rehabilitation. (B. Aubert et al., eds.), p.145-148, Thailand.
22. Martinez, A.L. and J.M. Wallace. 1967. Citrus leaf-mottle-yellows disease in the Philippines and transmission of the causal virus by a psyllid, *Diaphorina citri*. Plant Disease Reporter 51:692-695.

23. Matsumoto, T. and H.J. Su. 1966. Likubin or Huanglungpin, citrus virus disease closely related to tristeza (1). J. Agric. Assoc. China, New Series 56:1 – 12.
24. McClean, A. P. D. and R.E. Schwarz. 1970. Greening or Blotch mottle disease of Citrus. *Phytophylactica* 2:177 – 195.
25. Su, H.J. and S.C. Leu. 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.

A Proposed Strategy for Control of Citrus Likubin from Ecological Viewpoint in Taiwan

C. H. Huang¹ and C. F. Liaw²

Senior Plant Pathologist¹ and Research Assistant²
Department of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute

Summary

Citrus likubin is the most important disease in citrus cultivation in Taiwan. At present, it is still not found an effective chemicals to control the disease. From our recent research on the incidence and spread of the disease in relation to the population fluctuation of its vector psyllid, *Diaphorina citri*. The results clearly indicated that the number of adult psyllids increased from mid-March (mid-Spring), then reached the highest density in late April and early May (early Summer). The high population density lasted about 2 to 3 months (Fig. 1,2), but depends on environmental factors. Generally, psyllids increase in orchard after the new flushes coming out from citrus trees if adult psyllids were survived over winter season in next Spring. To understand the time of likubin transmitted by vector, the results indicated that higher transmission rates occurred in March, April and May from our field experiments. Based on above results, it is clearly that the timing of likubin infection may also be the timing of new sprouts flushing in fields, especially from March to May in one year. However, it is also important that different citrus species planted in different areas, the timing of new sprouts flushing may be somewhat different. Another experiments indicated that intensive insecticide sprayings were effectively prevented the spread of the disease. Therefore, we suggest that intensive spray of insecticides from March, i.e. new sprouts flushing, to May and early eradication of likubin-infected trees be carried out to reduce the spread of likubin in citrus cultivated industry.

Key words: Citrus likubin, Vector, Citrus psyllid, Population fluctuation, Control strategy.