

柑橘木虱之生物防治

1. 亮腹釉小蜂 (*Tamarixia radiata*) 之引進繁殖與釋放試驗¹

錢景泰 邱瑞珍 古琇芷²

摘要：柑橘木虱 (*Diaphorina citri*) 為柑橘立枯病之媒介昆蟲，法屬留尼旺島曾利用亮腹釉小蜂 (*Tamarixia radiata*) 防治柑橘木虱，成效卓著。省農業試驗所為減少木虱的傳病機會，從該島引進該寄生蜂。經室內檢疫與增殖後，於民國 73 至 77 年共繁殖該釉小蜂 21,164 隻，分別在農試所甜橙以及臺灣 12 縣市共 39 處月橘綠籬上釋放。目前亮腹釉小蜂已在全省立足。其對於本省木虱寄生情形以臺中地區為最好，其寄生率顯著超越木虱本地天敵，紅腹跳小蜂 (*Diaphorencyrtus diaphorinae*)。釉小蜂在本省其他釋放地區也十分活躍，受本地重複寄生蜂之影響不超過 1.0 %。

柑橘木虱 (*Diaphorina citri* Kuwayama) 為害柑橘除直接吸食嫩芽或嫩葉外，且分泌蜜露誘發煤病。Huang 等氏更證實其能傳播本省柑橘立枯病⁽⁶⁾，嚴重影響柑橘生產。本省對此害蟲之防治一向以藥劑為主，管理良好之橘園，木虱族群密度發生均低，其為害多集中在柑橘之春、夏、秋芽期。另外在月橘 (*Murraya paniculata* Linn.)、黃皮 (*Phellodendron chinense* Schneid) 及一些芸香科植物上，木虱也可繁衍⁽¹⁾。因此，普遍作綠籬用月橘和疏於管理以及廢耕之柑橘園，便成為木虱孳生溫床和柑橘立枯病之傳播站。柑橘木虱之本地產天敵有安平草蜻蛉 (*Chrysopa boninensis* Okam.)、六條瓢蟲 (*Menochilus sexmaculatus* Fabr.) 以及紅腹跳小蜂 (*Diaphorencyrtus diaphorinae* (Lin & Tao))⁽¹⁾。春季木虱族群激增時，二種捕食性天敵族群上升緩慢，因此無法控制柑橘木虱之為害⁽¹⁾。法屬留尼旺島 (Reunion Is.) 利用亮腹釉小蜂 (*Tamarixia radiata* (Waters.)), Eulophidae⁽⁴⁾ 防治柑橘木虱，寄生率高達 92.5%，成效卓著⁽³⁾。筆者等有鑑於此，於72年12月9日自留尼旺島果樹農業試驗所 (Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes) 將該蜂引進本省，經過室內檢疫與飼育繁殖後並釋放於甜橙 (*Citrus sinensis*) 與月橘上防治柑橘木虱。

材料與方法

亮腹釉小蜂之引進：Aubert 博士在法屬留尼旺島利用盆栽月橘苗飼育柑橘木虱若蟲，在無重複寄生之環境下，繁殖亮腹釉小蜂。並用航空郵件寄達農試所供試。

亮腹釉小蜂之大量繁殖：在溫室栽植廣東檸檬 (*Citrus limonia* Osbeck) 苗木 800 盆作為柑橘木虱之寄主植物，每週定期修剪 200 盆苗木，促使其萌發新芽，待新葉展開生育茂盛時移入室溫 25±1°C 室內飼育木虱若蟲。另在田間栽種月橘綠籬 (25×1m) 3 排，經常修剪，使新芽萌發，

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1437 號。

2. 臺灣省農業試驗所助理研究員、前研究員、計畫助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

誘引柑橘木虱前來產卵。每日將產有木虱卵之月橘枝條剪回，除去側生枝葉，只剩枝梢有卵之芽條，放入盛水之塑膠杯（9.5×4.5 cm）內，移置 25°C 生長箱。待木虱卵孵化為 1~2 齡若蟲時，將帶有若蟲之芽段放在盆栽廣東檸檬苗上，使木虱自動遷移至苗上繼續發育至第 5 齡若蟲時，再用兩端開口，一端覆以 1,764 meshes 尼龍網之透明塑膠筒（22×11.8 cm）罩住，並將 300 隻木虱與 15 或 20 隻寄生蜂（即 20 或 15 比 1）之比率接入亮腹釉小蜂，24 小時後將蜂移出，重新更換寄主供其產卵寄生。接蜂後第 5 日被寄生之木虱變成乾屍（Mummy），再經 4 日後即可收集自乾屍羽化出之釉小蜂。

亮腹釉小蜂之釋放：釉小蜂最初係在農試所甜橙園內釋放，因發現柑橘木虱之發生頗受柑橘春、夏、秋芽期之限制，若蟲無法終年在柑橘上存活，為增加引進寄生蜂釋放後之成功機會，乃改在月橘綠籬上進行。其釋放方法一為網罩式，一為直接放蜂。前式在農試所、萬豐及霧峰等地選定有第 5 齡木虱若蟲為害之月橘枝條，用兩端開口之細密尼龍網（60×44 cm，1,764 meshes）罩住。先收緊網下方之開口，將蜂引入後再將其上方之開口收緊，2 天後將網罩取下。較遠地區，因恐月橘枝條長期罩網，會影響植株生長與木虱發育，因此直接將蜂釋放在有木虱第 5 齡若蟲為害之月橘上。

亮腹釉小蜂之立足與分散：釉小蜂在各釋放點之立足情形，係以放蜂後 7~15 天或 1 個月後在原釋放蜂之枝條或地點，檢視木虱被該蜂寄生之乾屍與寄生蜂已羽化之空殼，並持續觀察該蜂在自然環境下之增殖情形，以確定其立足與否。各地調查時間因地點之遠近而不同，如臺中地區每 7 天 1 次，彰化地區每 14 天 1 次，嘉義與高雄及屏東地區則每 30 天 1 次。自 76 年 2 月開始釉小蜂在全省各地分散之追蹤調查，以臺中為中心，沿西部縱貫線分赴南北各地未放蜂地區，調查月橘綠籬上有無被釉小蜂寄生之木虱乾屍。同年 9 月與 11 月更遠赴東部，調查宜蘭與花蓮、臺東等地月橘上之釉小蜂寄生情形。

亮腹釉小蜂與本地紅腹跳小蜂之競爭：亮腹釉小蜂釋放本省田間後其與本地紅腹跳小蜂間之族羣消長情況，係依據月橘上木虱被兩種蜂寄生而尚未羽化之乾屍數比例予以評定。木虱被亮腹釉小蜂寄生之乾屍，體扁平，暗褐色，體周邊有白色絲狀物固著植物表面，羽化孔位於其胸部背面。被紅腹跳小蜂寄生之乾屍，體呈半球形隆起，紅褐色，羽化孔位於木虱乾屍腹部背面。

重複寄生蜂對木虱寄生蜂之影響：在臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄及屏東等地月橘上採集被紅腹跳小蜂與亮腹釉小蜂寄生之木虱乾屍，攜回室內飼育並記錄所羽化出之重複寄生蜂種類與寄生率，以瞭解重複寄生蜂對前述兩種木虱寄生蜂之影響。

結 果

亮腹釉小蜂之引進：亮腹釉小蜂經法屬留尼旺島實驗室繁殖後寄達臺灣省農業試驗所供試。自民國 72 至 75 年共引進 4 批。首批於 72 年 12 月 9 日收到，成蜂在寄遞途中全部死亡，73 年 2 月 13 日改用被釉小蜂寄生之木虱乾屍寄遞，到達時有 6 雌，4 雄活著，於是在農試所天敵檢疫室進行該蜂之檢疫、飼育及增殖。並釋放於農試所甜橙園，但自 7 月份起因氣溫上升，木虱若蟲期較短，且羽化之成蟲迅速飛散，因此釋放後之釉小蜂在缺乏適當寄主之情況下無法繼續繁殖。73 年 10 月 19 日再次引進 5 雌，6 雄釉小蜂，經檢疫增殖後，除部分供釉小蜂之生物學研究外，其餘則分批釋放田間。74 年 12 月至 75 年 1 月發現室內之釉小蜂經果代飼育至 21 代後，其繁殖率由 25 倍降為 1 倍，成蜂僅能活 1 天。於是 75 年 5 月 14 日引進第 4 批釉小蜂，計雌蜂 32 隻、雄蜂 9 隻。

亮腹釉小蜂之釋放與立足：亮腹釉小蜂自 73 年引進臺灣後，於同年 5~6 月、11~12 月及 74 年 3 月，在農試所甜橙園用網罩式釋放成蜂 15 次，計 593 隻。僅在放蜂後 7~15 天，放蜂枝條上發現被寄生之木虱乾屍，寄生率為 0~36.4%，但此後未再發現。74 年 3~5 月與 11 月，分別將 1,509 隻與 195 隻釉小蜂分批釋放於農試所與萬豐派出所之月橘綠籬上，兩地在釋放後 7~15 天，均有被寄生之木虱乾屍被發現，且後者平均寄生率為 12.9%（0-28.9%）。但仍未能確定其已經立足。至 75 年 3 月採集木虱若蟲時，竟在萬豐派出所月橘上首次回收到釉小蜂寄生木虱之乾屍，寄

生率為 16.8 %，此時才認為該蜂可望在臺灣立足。繼將田間回收之稚小蜂在室內增殖，且於 75 與 76 年分別在霧峰、田尾、烏山頭、大埔、澄清湖、屏東農專、高雄區農業改良場、麟洛及潮州等地陸續釋放 9 次，計 714 隻。結果發現僅釋放十餘隻，多至百餘隻，經過 1~5 個月就可在各釋放點採到木蝨被該蜂寄生的乾屍（表 1）。追蹤調查時，發現該蜂已分散至其他地區（表 2，圖 1）。為謀加速稚小蜂在臺灣之立足與分散，筆者等繼續在已經發現有稚小蜂分布的 12 縣市 39 地點的月橘綠籬上釋放稚小蜂。總計自 73 年 5 月至 77 年 6 月共釋放 184 次，共約 21,164 隻蜂（表 3）。

表 1. 亮腹稚小蜂之釋放與回收日期

Table 1. The release and recovery dates of *Tamarixia radiata* in Taiwan

地點 Sites	釋放日期 Date of release	放蜂數 No. parasitoids released	回收日期 Date of 1st recovery	寄主植物 Host plant
臺中：農試所 農試所 萬豐 霧峰	May 1984-Mar. 1985	593	Aug. 1986	甜橙
	Mar.-May 1985	1,509	Sept. 1986	月橘
	Nov. 1985	195	Mar. 1986	月橘
	May 1986	236	Aug. 1986	月橘
彰化：田尾	May 1986	134	Aug. 1986	月橘
臺南：烏山頭	Oct. 1986	84	Mar. 1987	月橘
嘉義：大埔	Feb. 1987	12	Mar. 1987	月橘
高雄：澄清湖	Feb. 1987	53	Mar. 1987	月橘
屏東：屏東農專 高雄農改場 麟洛 潮州	Feb. 1987	25	Mar. 1987	月橘
	Feb. 1987	26	May 1987	月橘
	Apr. 1987	112	Jun. 1987	月橘
	Apr. 1987	32	Sept. 1987	月橘

表 2. 引進亮腹稚小蜂在本省之立足點

Table 2. The established localities of the introduced *Tamarixia radiata* in Taiwan

調查日期 Date of survey	立足地點 Established localities
Mar. 1986	臺中（萬豐）
Aug.	臺中（霧峰）、南投（中興新村）
Oct.	彰化（員林，永靖，田尾）、南投（草屯）
Feb. 1987	臺中（臺中市，后里，外埔）、南投（埔里）、嘉義（竹崎，中埔）、臺南（烏樹林）
Mar.	南投（名間）、彰化（彰化市，二水）、雲林（林內，斗六，斗南）、嘉義（嘉義市，民雄，梅山，水上，大埔）、臺南（白河，東山，新營，柳營，烏山頭）、高雄（澄清湖）、屏東（屏東農專）
Apr.	臺中（大甲，清水，沙鹿）、苗栗（竹南，後龍，通霄，苑裡）、新竹（新竹市，新豐，新埔，香山）、高雄（旗山，大樹）
May	苗栗（頭份，銅鑼）、桃園（龜山，桃園市，內壢，中壢，楊梅）、臺北（公館，三重，新莊，樹林）、屏東（高雄區農業改良場）、臺東（臺東市）
Jun.	屏東（麟洛，內埔）、臺北（泰山）
Aug.	屏東（林邊，恆春）
Sept.	宜蘭（宜蘭市，二城，礁溪）、臺北（景美）
Nov.	花蓮（花蓮市，天祥，吉安，壽豐，鳳林，光復，瑞穗，玉里）、臺東（成功，新港，都歷，泰源，東河，都蘭）

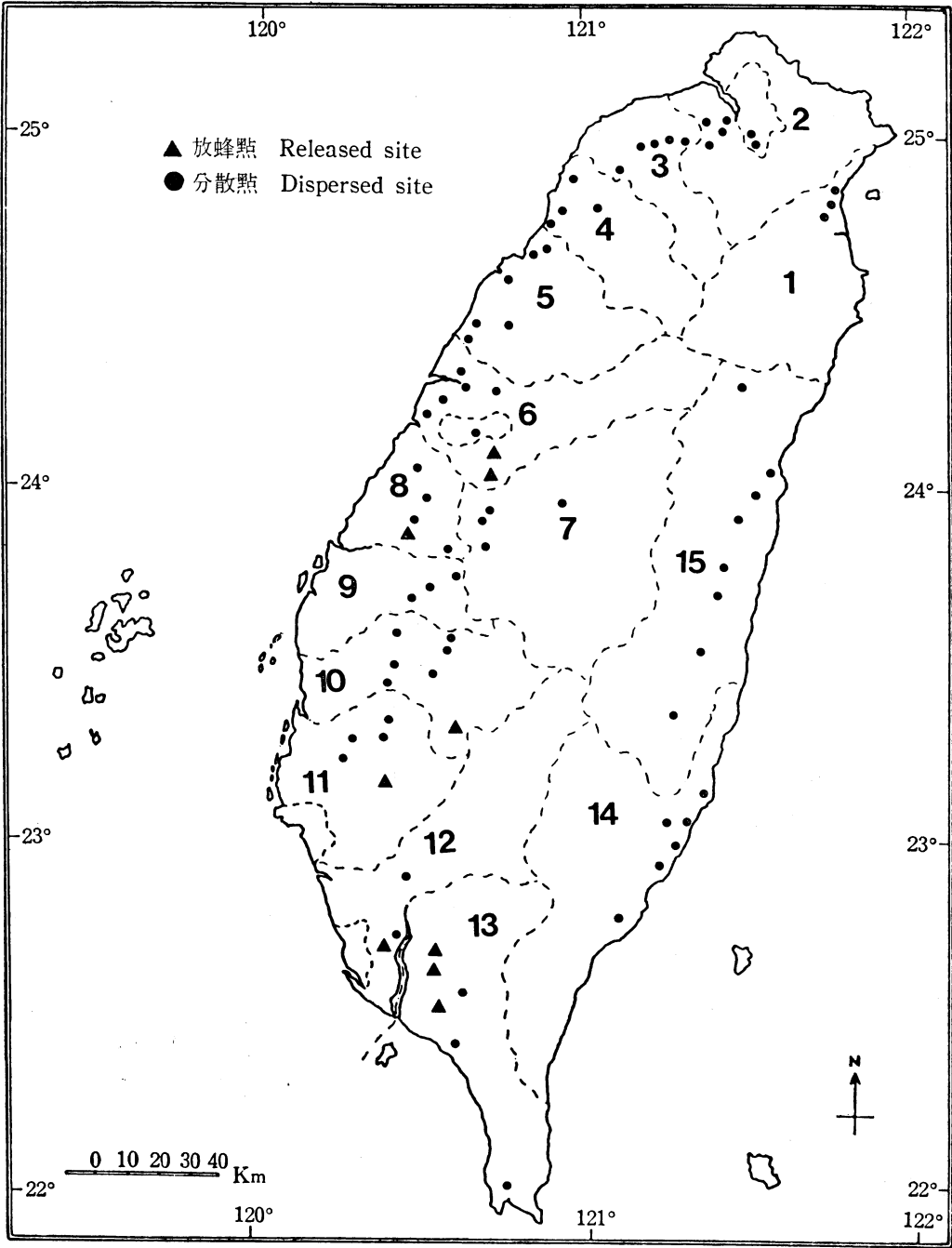


圖 1. 亮腹袖小蜂釋放與分散圖

Fig. 1. Map of the released and dispersed sites of *Tamarixia radiata* in Taiwan

- | | | | |
|-------------------|------------------|------------------|--------------------|
| 1. 宜蘭 (Ilan) | 2. 臺北 (Taipei) | 3. 桃園 (Taoyuan) | 4. 新竹 (Hsinchu) |
| 5. 苗栗 (Miaoli) | 6. 臺中 (Taichung) | 7. 南投 (Nantou) | 8. 彰化 (Changhua) |
| 9. 雲林 (Yunlin) | 10. 嘉義 (Chiayi) | 11. 臺南 (Tainan) | 12. 高雄 (Kaohsiung) |
| 13. 屏東 (Pingtung) | 14. 臺東 (Taitung) | 15. 花蓮 (Hualien) | |

表 3. 73 年 5 月至 77 年 6 月亮腹袖小蜂在各地之總釋放數

Table 3. Total number of *Tamarixia radiata* released at different localities from May 1984 to June 1988 in Taiwan

釋放地點 Released localities	釋放次數 No. of release	釋放蜂數 No. parasitoids released	寄主植物 Host plant
宜蘭	4	340	月橘
臺北	3	281	月橘
桃園	1	22	月橘
新竹	3	85	月橘
苗栗	2	49	月橘
臺中	83	9,679	月橘, 甜橙
南投	1	23	月橘
彰化	24	3,675	月橘
雲林	5	287	月橘
嘉義	14	1,351	月橘
臺南	4	202	月橘
高雄	13	1,283	月橘
屏東	27	3,887	月橘
合計	184	21,164	

亮腹袖小蜂之分散：亮腹袖小蜂引進臺灣初期之放蜂雖然失敗，但至75年3月31日該蜂首次在萬豐發現後，約隔4個半月，偶然在農試所甜橙園與距離放蜂區9公里之南投中興新村月橘上發現有袖小蜂寄生之木虱乾屍，後者被寄生率約達11.4%。同年5月17日與26日在霧峰省議會與彰化田尾鄉放蜂，但未立即進行調查，隔3~4個月後，在霧峰街上與距田尾放蜂區約3至9公里之彰化縣永靖、員林等地亦發現有袖小蜂蹤跡，顯示袖小蜂已能自行分散。76年2月至11月止，以臺中為中心進行全省袖小蜂分散之調查，得知隨著時日增加，袖小蜂能够由近而遠自各原釋放點逐漸擴散到其

表 4. 紅腹跳小蜂與亮腹袖小蜂之重複寄生蜂及其寄生率

Table 4. Hyperparasitoids and their percent of parasitism on *Diaphorencyrtus diaphorinae* and *Tamarixia radiata* form May 1985 to May 1988 in Taiwan

重複寄生蜂 Hyperparasitoids	寄生率 Parasitism (%)	
	<i>D. diaphorinae</i>	<i>T. radiata</i>
Pteromalidae <i>Pachyneuron concolor</i>	18.50	0.45
Signiphoridae <i>Chartocerus walkeri</i>	13.50	0.03
Aphelinidae <i>Encarsia</i> sp. near <i>shafeei</i>	0.80	0.11
<i>Coccophagus ceroplastae</i>	0.01	0.00
<i>Coccophagus</i> sp.	0.10	0.00
<i>Marietta leopardina</i>	2.50	0.25
Unidentified	0.01	0.05
Encyrtidae <i>Syrphophagus taiwanus</i>	6.80	0.05
<i>Cheiloneurus</i> sp.	0.01	0.00
<i>Ageniaspis</i> sp.	0.01	0.00
Eulophidae <i>Tetrastichus</i> sp.	0.00	0.01
Total	42.22 (14,319)	0.95 (11,342)

他地區(表2)。表2所載之釉小蜂分散日期係以筆者等調查月份為準,釉小蜂極可能早在筆者等調查前已分散到各地。

亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂之競爭:臺中地區釉小蜂釋放時期較早、且在放蜂量較多之情形下,目前該蜂已穩定地占優勢。彰化地區則顯示跳小蜂占優勢,但在2至5月間跳小蜂發生較少之月份,釉小蜂仍能發揮其寄生效果。至於嘉義地區,則兩蜂互有消長,高雄與屏東地區,仍以跳小蜂占優勢(圖2)。

重複寄生蜂對木虱寄生蜂之影響:依據73年11月至77年3月本省中部地區之調查結果,得知紅腹跳小蜂在月橘與柑橘上均十分活躍。6~12月該蜂在月橘上對木虱之寄生率維持在15~56.9%,1至5月之寄生率則低於15.1%。尤其3至4月木虱族群激增,其寄生率為0。同時發現該蜂有被寄生之現象,一般寄生率為25~70.0%,74年12月與75年1月竟高達88%(圖3)。木虱之重複寄生蜂種類多達11種,但以金小蜂 *Pachyneuron concolor* Förster、橫盾小蜂 *Chartocerus walkeri* Hayat 及臺灣蚜跳小蜂 (*Syrphophagus taiwanus* Hayat & Lin) 較為重要⁽⁵⁾(表4)。依據臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄及屏東等地採得紅腹跳小蜂之寄生蜂類,發現金小蜂、橫盾小蜂及臺灣蚜跳小蜂發生較多,可視為各地共有種。嘉義以南,矮蜂 *Marietta leopardina* Motschulsky 崛起形成臺灣南部木虱之重要重複寄生蜂(表5)。74年5月至77年5月在全省共採得紅腹跳小蜂寄生的木虱乾屍14,319個,其中42.2%被10種寄生蜂重複寄生。而亮腹釉小蜂在引進時雖然已經過隔離

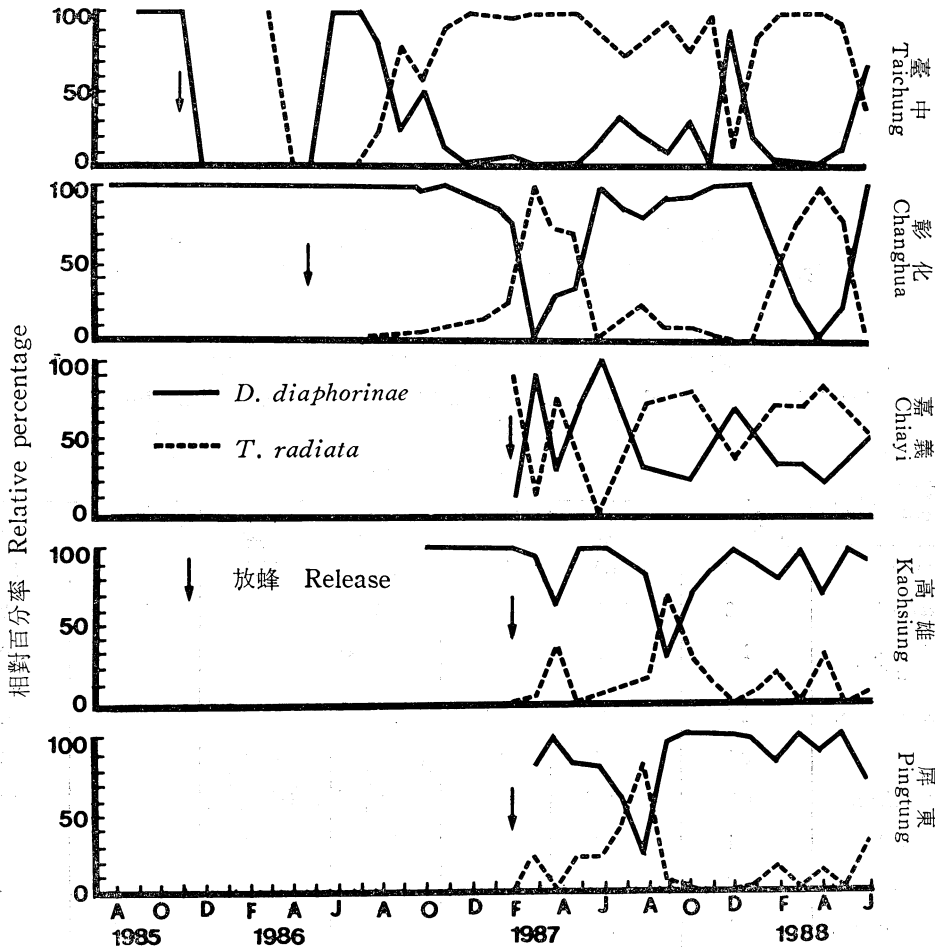


圖2. 釉小蜂與跳小蜂在五地區之相對密度

Fig. 2. The relative density of *Tamarixia radiata* and *Diaphorencyrtus diaphorinae* in five areas of Taiwan

檢疫，未將寄生蜂帶入臺灣，但自75年9月至77年5月在全省採得亮腹袖小蜂寄生的木蠹乾屍11,342個，竟發現有1.0% 遭受7種本地重複寄生蜂寄生（表4）。

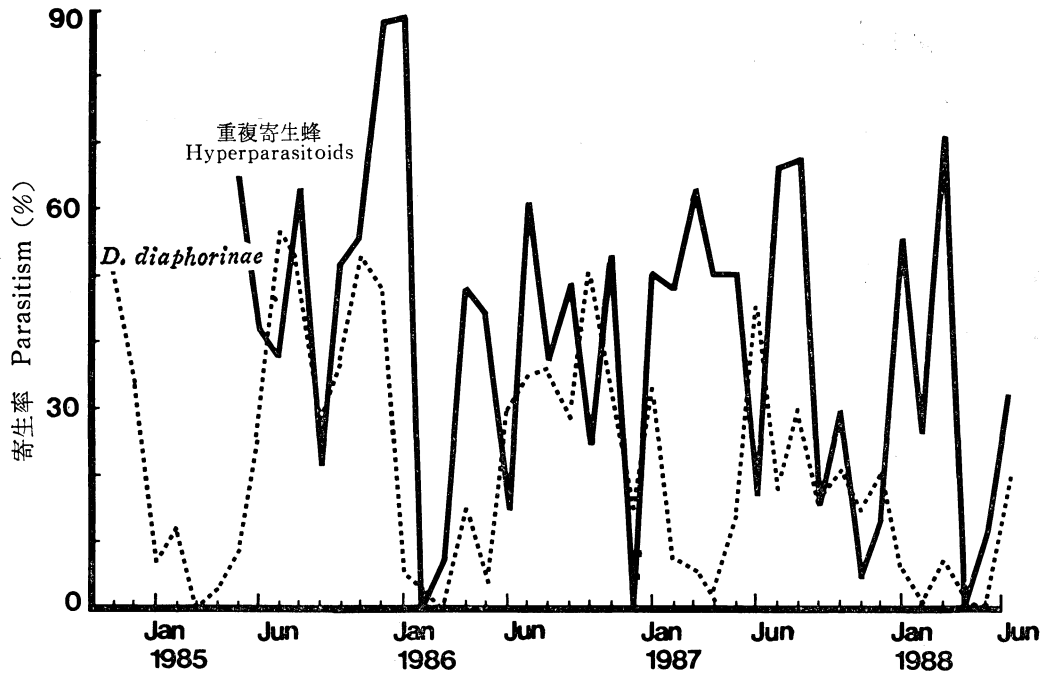


圖 3. 中部地區月橘上紅腹跳小蜂與其重複寄生蜂之發生消長

Fig. 3. Population fluctuation of *Diaphorencyrtus diaphorinae* and its hyperparasitoids in central Taiwan

表 5. 不同地區紅腹跳小蜂之重複寄生蜂類及其寄生率

Table 5. Hyperparasitoids and percent parasitism on *Diaphorencyrtus diaphorinae* at different localities of Taiwan from May 1985 to May 1988

重複寄生蜂 Hyperparasitoids	寄生率 Parasitism (%)						
	臺中 Taichung	彰化 Changhua	雲林 Yunlin	嘉義 Chiayi	臺南 Tainan	高雄 Kaohsiung	屏東 Pingtung
<i>P. concolor</i>	16.3	19.0	21.0	47.7	11.9	13.2	13.6
<i>Ch. walkeri</i>	14.6	14.1	0.8	6.0	17.6	16.0	7.3
<i>Encarsia</i> sp. near <i>shafeei</i>	1.0	0.7	0.0	1.6	0.0	1.1	0.6
<i>Coccophagus</i> sp.	0.4	0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
<i>C. Ceroplastae</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>M. leopardina</i>	0.7	0.06	0.0	9.5	40.3	12.9	14.9
Unidentified	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>S. taiwanus</i>	2.5	8.5	0.03	4.3	2.5	4.5	2.5
<i>Cheiloneurus</i> sp.	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Ageniaspis</i> sp.	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total mummies	2,133	9,885	129	304	159	536	1,223

討論與結論

亮腹釉小蜂引進臺灣後，初期的表現雖甚不理想，但目前似已適應臺灣之冬季低溫、春季梅雨及夏秋颱風豪雨等之襲擊，且能穩定立足與快速擴散。更由於釉小蜂之發生較早，能在每年5月以前紅腹跳小蜂發生少時，先行發揮其對木虱若蟲族羣之抑制。又因釉小蜂受本地木虱重複寄生蜂之寄生率目前僅1.0%，顯示該蜂可以增強臺灣木虱生物防治之陣容。至於該蜂能否顯著發揮對月橘上柑橘木虱族羣之抑制，與紅腹跳小蜂之長期競爭結果為何，以及是否會受本地重複寄生蜂之影響，則須進一步探討。

一般比較兩種寄生蜂在田間之競爭力係將寄主若蟲（或幼蟲）攜回室內飼育，觀察並計算其被寄生蟲數，並用兩蜂被寄生率表示之。但就比較臺中地區亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂之寄生能力時，依據田間釉小蜂與跳小蜂之寄生木虱乾屍數比例，則釉小蜂極佔優勢，約55.6~100%。但依採回木虱第五齡若蟲之寄生率估算時往往釉小蜂遠不如跳小蜂（表6）。探究原因可能由於釉小蜂乃寄生於木虱體外，當木虱被迫遷移活動時，可使釉小蜂幼蟲脫落，影響調查寄生率之準確度，因此評估釉小蜂之寄生能力，應以在田間已經形成而尚未羽化之木虱乾屍數為判定標準。

亮腹釉小蜂引進臺灣釋放後，在3年6個月內（73年5月至76年11月）即分散全島，因而引起部分學者對該蜂之立足與分散表示懷疑，彼等所持之唯一理由，為難以相信該蜂之遷移分散能力，臺

表 6. 不同取樣法對兩種木虱寄生蜂寄生能力估算之影響

Table 6. Effect of sampling methods for estimation of parasitism of *Diaphorencyrtus diaphorinae* and *Tamarixia radiata*

調查日期 Date	取樣若蟲 Sampling nymph			取樣乾屍 Sampling mummy		
	蟲數 No. of insect	寄生率 Parasitism (%)		<i>diaphorinae</i> + <i>radiata</i>	相對百分率 Relative percentage	
		<i>diaphorinae</i>	<i>radiata</i>		<i>diaphorine</i>	<i>radiata</i>
Sept. 1986	498	9.6	29.9	955	11.0	89.0
Oct.	4,031	44.6	3.1	804	44.4	55.6
Nov.	1,431	15.4	0.0	1,248	12.3	87.7
Dec.	2,273	10.4	0.0	795	0.0	100.0
Jan. 1987	755	17.4	2.1	1,434	2.1	97.6
Feb.	1,866	3.5	27.3	1,019	2.5	97.5
Mar.	3,719	6.8	17.1	2,773	0.0	100.0
Apr.	1,319	0.0	9.6	872	0.0	100.0
May	77	0.0	12.9	450	0.0	100.0
Jun.	254	7.9	0.0	291	13.1	96.9
Jul.	75	28.0	6.7	165	30.3	69.7
Aug.	1,553	18.2	11.4	778	20.3	79.7
Sept.	936	17.0	6.6	579	7.1	92.9
Oct.	375	8.0	7.2	661	27.4	72.6
Nov.	277	6.7	5.1	781	2.3	97.7
Dec.	1,167	20.1	0.1	182	84.6	15.4

灣可能在引進該蜂之前，已有釉小蜂存在。關於此點筆者等因未進行釉小蜂之遷飛試驗，故未能提供確切證據，但根據筆者等搜集之文獻，田間採集之經過及室內試驗，引述下列 6 點提供認定該蜂是否早已分布臺灣西部之參考。

1. 文獻：林等 (1973) 在臺北公館之 6 年生桶柑，2 年生高接福木及綠籬月橘；蔡等 (1984) 在屏東九如綠籬月橘，分別定期調查木蝨各蟲期之發生消長，為期一年（前者每 7 天 1 次，後者每 30 天 1 次）。當時僅發現木蝨寄生蜂 1 種即紅腹跳小蜂。

2. 田間採集：筆者等自 73 年 11 月至 75 年 3 月在臺中與田尾地區綠籬月橘上採集 1 年 4 個月，共採得被紅腹跳小蜂寄生之木蝨乾屍 4,196 個，未曾發現亮腹釉小蜂（圖 3）。74 年 11 月在臺中萬豐月橘上釋放釉小蜂，75 年 3 月才在當地回收。又 75 年 10 月至 76 年 4 月在南部各釋放點釋放釉小蜂前亦曾先調查當地月橘木蝨之被寄生情形，亦未發現釉小蜂蹤跡，而在釋放後 1 至 5 個月才發現該蜂（表 1，圖 2）。圖 2 雖顯示嘉義地區 76 年 2 月釋放同時就發現釉小蜂，其原因是嘉義地區包括了竹崎、中埔及大埔等地。而筆者等在追蹤釉小蜂分散時，於 76 年 2 月即發現該蜂已分布於竹崎與中埔兩地，可能係由 75 年 10 月臺南烏山頭釋放點擴散所致。又於 76 年 3 月前往烏山頭調查，果真發現釉小蜂除已在該處立足外，並在嘉義與臺南一帶均有分布（表 2）。

3. 重複寄生蜂：一般言之，本地產之害蟲、天敵及其重複寄生蜂三者間常維持一均衡狀態，因此天敵之重複寄生現象常普遍存在且其被寄生率亦高。筆者等自 74 年至 77 年採得木蝨被本地天敵紅腹跳小蜂寄生乾屍 14,319 個，得重複寄生蜂 10 種，平均重複寄生率為 42.2%。反觀亮腹釉小蜂自 75 年 3 月首次回收至 77 年 6 月共採得木蝨乾屍 11,343 個，飼育得重複寄生蜂自 1 種增至 7 種，平均重複寄生率為 0.95 %（表 4）。不過 77 年 8 月在臺中霧峰一地採得釉小蜂寄生乾屍 2,375 個，其重複寄生率已增至 6 %（錢，未發表資料）。此種現象是否意味天敵初引進一地時，受當地重複寄生蜂之影響較小，爾後隨其數量之增加，本地重複寄生蜂逐漸對其產生適應，致使重複寄生率增高。

4. 被寄生之位置：木蝨產卵於寄主植物之芽部，若蟲初孵化後先在原處取食，至 2、3 齡才向枝條處遷移，至 4、5 齡時在枝幹固定取食。此時若被釉、跳兩蜂寄生，其乾屍之位置即是木蝨老熟若蟲為害之部位，兩蜂間並無不同。若是釉小蜂早已存在本省，相信定能採到。

5. 苗木移植的人為傳播：寄生蜂之分散除藉其本身近距離之分散能力外，尚可憑藉氣流、寄主苗木等遠播各地。近幾年臺灣建築業蓬勃，月橘又廣泛做為綠籬，76 年 5 月筆者等曾在臺北三重新建公寓前，即在剛種植且根部尚包紮有稻草之月橘上，發現被釉小蜂寄生之木蝨乾屍為數頗多。

6. 競爭：由室內觀察得知亮腹釉小蜂生殖力強、發育期短、及對寄主齡期有顯著偏好，因此不論釉、跳兩蜂同時產卵寄生於同一木蝨上，或跳小蜂先產卵寄生 7、8 天後，釉小蜂再產卵，此二種競爭之情況，待兩蜂發育至老熟幼蟲時，釉小蜂均取得優勢（錢，未發表）。又臺中地區月橘綠籬上亦顯示釉小蜂在釋放後 10 個月，該蜂之寄生率已較跳小蜂為強（圖 2）。因而筆者等懷疑若釉小蜂早已存在本省，則其發生數必較多，當不難採到，不至於在中部地區該蜂釋放前 1 年又 4 個月均未採到被該蜂寄生之木蝨乾屍。南部屏東地區釉小蜂之釋放，如麟洛與高雄區農改場須在釋放後 2~3 個月才發現釉小蜂寄生之木蝨乾屍，而潮州甚至須在放蜂後 5 個月才發現被釉小蜂寄生之木蝨乾屍。

對於宜蘭、花蓮、臺東等地亮腹釉小蜂之分散結果，因為在 76 年 5 月及 9 月前均無人進行當地柑橘木蝨天敵之調查工作，而筆者等在確認釉小蜂已在西部各地分布後，才試探性地進行東部地區該蜂之調查，不料第一次調查即發現亮腹釉小蜂之分布，所以對該蜂何時擴散至該地區，本文無法提出直接之說辭，有待進一步之探討。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會補助部分經費 [74 農建-4.1-產植 30(1), 75 農建-7.1-糧 14(1), 76 農建-8.1-糧 64(4), 77 農建-4.1-糧 66 (1-4)]。本項工作進行時, 承蒙美國夏威夷州農業廳賴博永博士協助引進袖小蜂。法屬 Reunion 果樹試驗所 B. Aubert 博士數度寄贈袖小蜂, 提供試驗蟲源。林珪瑞、M. Hayat 及 D. I. Farooqi 等氏鑑定重複寄生蜂學名。謹此一併誌謝。

參考文獻

1. 林秀貞、柯永發、陶家駒。1973。柑橘木虱之生態觀察與其防除試驗。中國園藝 19(4): 234-242。
2. 蔡雲鵬、黃明道、王惠娟。1984。寄生月橘之柑橘木虱。植保會刊 26: 285-287。
3. 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 (ed.) Proc. 9th Conf. IOCV: 100-108.
4. Graham, M. W. R. de V. 1987. A reclassification of the European *Tetrastichinae* (Hymenoptera: Eulophidae), with a revision certain genera. Bull. Br. Mus. (N. H.) Ent. 55:1-392。
5. Hayat, M. and K. S. Lin. 1988. A new species of *Syrphophagus taiwanus* from Taiwan, a hyperparasite of *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae). J. Taiwan Mus. 41(1): 99-102.
6. 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.

Biological Control of Citrus Psylla, *Diaphorina citri*

1. The introduction, augmentation and release of *Tamarixia radiata*¹

Ching-chin Chien, Shui-chen Chiu and Shiu-chih Ku²

The citrus psylla, *Diaphorina citri*, is a vector of citrus Likubin in Taiwan. It was reported to be effectively controlled by its nymphal parasitoid, *Tamarixia radiata* in Reunion Islands. Taiwan Agricultural Research Institute introduced the parasitoid from Reunion Islands for the control citrus psylla to reduce the transmission of citrus Likubin. A total of 64 adult parasitoids in 4 shipments was obtained from 1983 to 1986. Then totally 21,164 adults of *T. radiata* were propagated and released to 39 citrus orchards and common jasmine orange (*Murraya paniculata*) bushes in 12 counties during 1984-1988. Results revealed that *T. radiata* has successfully established in this island. *T. radiata* is significantly predominance over the indigenous, *Diaphorencyrtus diaphorinae* in central Taiwan. Fortunately, the hyperparasitism of the introduced parasitoid is below 1.0% at the present.

1. Contribution No. 1437 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Entomologist, former Senior Entomologist and Project Assistant, respectively, of Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.