螺旋粉蝨 (*Aleurodicus dispersus*) 之發生與生物防治

錢景秦 周樑鎰 張淑貞

行政院農業委員會農業試驗所 臺中縣霧峰鄉中正路 189 號

摘 要

螺旋粉蝨 (*Aleurodicus dispersus* Russell) 原產於加勒比海與中美洲，1988 年首次在臺灣發現，爲蔬菜、果樹、糧食、觀賞植物、行道樹及林木等之雜食性害蟲。其危害方式除若蟲與成蟲直接吸食寄主植物汁液外，若蟲分泌之大量白色臘粉、絮毛及蜜露等亦影響寄主植物外觀及光合作用。由於該蟲之寄主廣泛且零星分布，不易施藥，致使生物防治成爲螺旋粉蝨最適行之防治方法。其天敵共有 91 種，有利用價值者僅三種瓢蟲 (*Delphastus catalinae* (Horn)、*Nephaspis oculatus* Blatchley 及 *Nephaspis bicolor* Gordon) 與三種寄生蜂 (海地恩蚜小蜂 (*Encarsia ?haitiensis* Dozier)、哥德恩蚜小蜂 (*Encarsia guadelopupae* Viggiani) 及 *Euderomphale vittata* Dozier)，其中尤以寄生蜂對螺旋粉蝨之抑制力受人重視。臺灣於 1995 年自夏威夷引進海地恩蚜小蜂與哥德恩蚜小蜂，進行螺旋粉蝨之生物防治，結果僅哥德恩蚜小蜂可以立足。本文除簡介有關螺旋粉蝨之分布、形態、生活史、危害、分散方式、經濟重要性及防治外，並針對世界各地對該蟲生物防治工作進行深入探討。

關鍵詞：螺旋粉蝨、發生、生物學、防治、生物防治

前 言

螺旋粉蝨 (*Aleurodicus dispersus* Russell) 原產於加勒比海與中美洲 (Russell, 1965)，雖其寄主植物廣泛但在當地並不成災 (Waterhouse and Norris, 1989)。直至該蟲於 1978 年侵入夏威夷且向太平洋各島嶼擴散後，其危害才受人重視 (Kumashiro *et al.*,1983)。尤其 1992 年當螺旋粉蝨在西非之 Ibadan、拉哥斯 (Lagos) 及奈及利亞 (Nigeria) 地區危害樹薯、大豆及樹豆後，更引起非洲各國與

聯合國糧農組織之重視 (M'Boob and van Oers, 1994; D'Almeida *et al.*, 1998)。臺灣於 1988 年首次在高雄縣大寮鄉發現螺旋粉蝨危害番石榴後，該蟲即迅速擴散，至 1994 年不僅分布於臺灣各地，且其寄主植物更廣達 156 種以上，包括蔬菜、果樹、觀賞植物及行道樹等 (Wen *et al.*, 1994a, 1995, 1997)。由於該蟲寄主廣泛且零星分布造成施藥不易、夏威夷等地螺旋粉蝨生物防治成功之先例、及 Waterhouse and Norris (1989) 指出生物防治爲螺旋粉蝨最適行之防治方法等，行政院農業委員會農業試驗所乃自 1990 與 1995 年試行自夏威夷引進螺旋粉蝨天敵進行臺灣地區螺旋粉蝨之生物防治。今將有關於螺旋粉蝨之分布、形態、生活史、危害、分散方式、經濟重要性及防治等簡介如下，並針對世界各地對該蟲生物防治工作進行深入探討。

螺旋粉蝨之分布

螺旋粉蝨原產於加勒比海與中美洲，但自 1957 至 1998 年該蟲已蔓延至南美、美國 (佛羅里達、夏威夷)、太平洋諸島、澳洲北端、臺灣、東南亞、印度、斯里蘭卡、馬爾地夫、加那利群島及西非等地 (Russell, 1965; Waterhouse and Norris, 1989; Wen *et al.*, 1994a; Cantrell and Lambkin, 1995; D'Almeida *et al.*, 1998; Ramani *et al.*, 2002)。

螺旋粉蝨之形態

卵：大小約 0.29×0.11 mm，長橢圓形，表面光滑，卵之一端有一柄狀物。卵呈半透明無色 (Wen *et al.*, 1994a; Chien *et al.*, 2000)。

若蟲：共有四齡。各齡大小爲 0.28×0.12、0.48×0.26、0.67×0.49 及 1.06×0.88 mm。各齡初蛻皮時均透明無色、扁平狀，但隨著發育逐漸變爲半透明且背面隆起。各齡體形相似，但隨發育程度由細長轉爲橢圓形。第一齡若蟲具分節明顯之 2 節觸角與具功能性之足，而其他齡期若蟲之觸角與足則均退化，分節不明顯 (Wen *et al.*, 1994a)。第一至三齡若蟲分泌之臘粉量較少且短，至第四齡若蟲時分泌之臘粉量才大增且其絮毛可長達 8 mm (Chien *et al.*, 2000)。

成蟲：雌、雄蟲體長各爲 1.97 與 2.10 mm。初羽化時翅透明，幾小時後翅面覆有白粉。雄蟲腹部末端有鋏狀交尾握器 (Wen *et al.*, 1994a; Chien *et al.*, 2000)。

螺旋粉蝨之生活史

雄蟲較雌蟲早羽化，羽化盛期在早上 6～8 點 (Wen *et al.*, 1997)。雌、雄性比在聖誕紅上爲 1.5：1，在菜豆上爲 2.4：1 (錢景秦、張淑貞，未發表資料)。交尾發生於下午，雄蟲先開展雙翅並快速上下拍動以吸引雌蟲接近，繼而交尾 (Waterhouse and Norris, 1989)。成蟲遷飛盛期於清晨 5～7 點，但氣溫低或陰天其活動時刻延後 (錢景秦、張淑貞，未發表資料)。一般而言雄蟲遷飛力較雌蟲弱，多停留在原寄主植物葉上。雌蟲卵巢內卵粒之成熟度與日齡有關，至第三日齡後雌蟲才開始陸續由原寄主植物處向上盤旋遷飛，以尋找新寄主植物之嫩葉產卵 (錢景秦、張淑貞，未發表資料)。雌蟲產卵於葉背，卵粒散列呈特殊螺旋狀，且覆有白色臘粉；卵有一小柄，直立插入葉之氣孔內 (Waterhouse and Norris, 1989)。25℃ 時在美人蕉上雌、雄壽命各爲 15 與 12 天 (Wen *et al.*, 1994b)，產雄孤雌生殖 (Waterhouse and Norris, 1989)，在聖誕紅上其終生產卵量 65.2 粒 (Wen *et al.*,

1996)。若蟲共有四齡，僅第一齡若蟲能行動。若蟲初孵化後集體爬行至附近之葉脈處即固著取食 (Wen *et al.*, 1994a)。一世代發育期與存活率視溫度而定，在菜豆上 25℃ 時完成一世代需時 26.5 天，存活率爲 91.9%；其中卵及第一齡至第四齡若蟲期各需 7.0、5.1、3.4、4.4 及 5.5 天，存活率各爲 100 及 98.2、100、97.3、96.2% (錢景秦、張淑貞，未發表資料)。成蟲活動之適溫帶爲 12.3～32.3℃ (Wen *et al.*,1994b)。螺旋粉蟲之發生與危害寄主植物種類之多寡均有季節性，在臺灣螺旋粉蟲盛發生於秋季 (10～12 月)，春、冬季次之，夏季很少；而螺旋粉蟲危害寄主植物之種類亦以秋季最多，春、冬季次之，夏季最少 (Wen *et al.*, 1994a)。成蟲對色澤之趨性，以黃色最強 (Wen, 1995)。由於雌蟲喜產卵於新葉，因而施用氮肥與修剪枝條後常可促進螺旋粉蟲族群密度之增長；但大雨、低溫則會減少該蟲之族群密度 (Waterhouse and Norris, 1989; Wen *et al.*, 1996)。

螺旋粉蟲之危害

螺旋粉蟲對人與植物之危害方式有五 (Waterhouse and Norris, 1989)，分述如下：

1. 若蟲與成蟲直接以口針於葉背吸食寄主植物汁液，在該蟲嚴重發生時雖可使寄主葉片提前落葉，但尚不會使寄主植物死亡。

2. 若蟲分泌之大量白色臘粉、絮毛不僅影響寄主植物之外觀，且其分泌物隨風吹散引人厭惡。甚至在夏威夷該成蟲、或其分泌物、或兩者，雖並未證實可導致過敏與皮膚炎，但人們對其驚恐、抱怨不已。

3. 若蟲分泌之蜜露誘發煤病，除影響寄主植物之光合作用，亦影響植株外觀並引來螞蟻與蠅等昆蟲。

4. 曾被懷疑可媒介可可椰子病毒 (lethal yellow disease) (Weems, 1971)，但現今已證實該蟲無此媒介能力 (Bennett and Noyes, 1989)。

5. 不僅影響糧食作物、經濟果樹等之產量，且導致觀賞植物出口檢疫之潛在威脅。在臺灣不論 1～2 或 4～5 年生之番石榴，若經螺旋粉蟲危害 4 個月，其果實產量損失高達 73～80% (Wen *et al.*,1995)。

螺旋粉蟲之分散方式

螺旋粉蟲之分散方式除藉成蟲本身之遷移外，尚可藉受害植株，其他動物、或交通工具 (車、船) 等之攜帶傳播。如在夏威夷主要道路兩旁、車站及停車場等地之植物受害嚴重 (Waterhouse and Norris, 1989)。另 Wen (1995) 謂成蟲可借風或氣流漂浮而遷移。

螺旋粉蟲之經濟重要性

螺旋粉蟲爲蔬菜、果樹、糧食、觀賞植物、行道樹及林木等之雜食性害蟲，其寄主植物曾記錄有 90 科、295 屬、481 種 (Srinivasa, 2000)。在夏威夷，其寄主植物超過 27 科、100 種以上，包括酪梨、香蕉、麵包樹、番椒、柑橘、椰子、赤素馨、番石榴、銀合歡、澳洲胡桃、檬果、木瓜及玫瑰等 (Nakahara, 1978)。在印度，其寄主植物達 60 科、176 屬、253 種，其中主要之經濟作物有香蕉、番石榴、酪梨、木瓜、椰子、南瓜、天竺牡丹、非洲菊、劍蘭、番茄、桑、樹薯、甜椒及行

道樹等 (Ramani *et al.*, 2002)。在非洲，螺旋粉蝨若不防治，則成爲農業與林木之重要害蟲，如果樹方面包括香蕉、木瓜、番石榴、柑橘、酪梨、椰子及檬果，林木方面包括栲皮樹屬 *Acacia* sp.、桉樹屬 *Eucalyptus* sp. 及欖仁樹屬 *Terminalia* sp.，糧食作物則有樹薯 (M'Boob and van Oers, 1994)。而在臺灣，該蟲之寄主植物廣達 65 科、156 種，其中又以番石榴、聖誕紅、欖仁、桑、鐵莧、木瓜、辣椒、茄子、朱槿、猩猩草、番荔枝、楓樹、枸杞、洋紫荊、大理花、杜鵑花、茉莉花、美人蕉及櫻桃等受害較嚴重 (Wen, 1995)。

螺旋粉蝨之防治

一、化學防治

藥劑：在田間番石榴上，2.8% 第滅寧乳劑 (deltamethrin EC) 1,000 倍、90% 納乃得可濕性粉劑 (methomy WP) 1,800 倍、50% 馬拉松乳劑 (malathion EC) 1,000 倍、25% 丁基加保扶可濕性粉劑 (carbosulfan WP) 1,000 倍、50% 歐滅松溶液 (omethoate SL) 1,000 倍及 5% 護賽寧乳劑 (flucythrinate EC) 3,000 倍等六種藥劑，每 10 天施藥一次、共施藥 2 次下，20 日後各藥劑對螺旋粉蝨若蟲之防治率可達 67～90%；室內在美人蕉上，前二種藥劑對螺旋粉蝨卵與成蟲之致死率各達 91～94% 與 89～99%，而第三與第四種藥劑對螺旋粉蝨成蟲之致死率亦高達 96～97% (Wen *et al.*, 1995)。

非藥劑：在田間番石榴上，皂脂類之 49% m-pede 500 倍、或 50% 苦楝油 (neem oil) 200 倍及白蘭洗衣粉 1,000 倍等物質，若混合展著劑出來通 (triton) 時，彼等對螺旋粉蝨若蟲之防治率均可達 76～82% (Wen *et al.*, 1995)。

二、物理防治

田間以每分鐘 12.5 公升之水速，每 2 天處理番石榴葉背一次，共連續處理 4 週後，對螺旋粉蝨成蟲與若蟲各有 86 與 79% 之防治率 (Wen *et al.*, 1995)。

三、生物防治

螺旋粉蝨之天敵種類共記錄 91 種，包括捕食性天敵 81 種，寄生性天敵 10 種 (附錄一)，但彼等天敵中有利用價值者僅三種瓢蟲 (*Delphastus catalinae* (Horn)、*Nephaspis oculatus* Blatchley 及 *Nephaspis bicolor* Gordon) 與三種寄生蜂 (海地恩蚜小蜂 (*Encarsia ?haitiensis* Dozier)、哥德恩蚜小蜂 (*Encarsia guadelopupae* Viggiani) 及 *Euderomphale vittata* Dozier)，其中尤以寄生蜂對螺旋粉蝨之抑制力受人重視 (附錄二)。而臺灣在螺旋粉蝨侵入後，亦曾進行其本地天敵種類之調查 (Wen, 1995)、外來天敵之引進與釋放 (Chien *et al.*, 2000)、螺旋粉蝨及其寄生蜂之大量繁殖 (Chien *et al.*, 2000)、寄生蜂之生物性等研究 (錢景秦、張淑貞，未發表資料)。茲將佛羅里達、夏威夷、太平洋島嶼、澳洲托列斯海峽 (Torres Strait)、臺灣、印度及西非貝南 (Benin) 等地有關螺旋粉蝨生物防治之實例 (附錄二) 簡介如下，並探討螺旋粉蝨生物防治之實效。

佛羅里達：螺旋粉蝨於 1960 年代即在佛州被發現，且幾年後成爲次要害蟲。1982 年曾試圖自夏威夷引進瓢蟲 *N. oculatus* 與海地恩蚜小蜂，不久前者可立足，但無證據顯示海地恩蚜小蜂立

足或減少螺旋粉蝨之族群。反而是另一種寄生蜂 *E. vittata* 之存在達成抑制螺旋粉蝨之效果 (Bennett and Noyes, 1989)。

夏威夷：1978 年 9 月首次在檀香山發現螺旋粉蝨危害澳洲胡桃，1979 年該蟲即成爲當地重要之經濟害蟲，至 1981 年該蟲更在 Kauai、Maui、Molokai、Lanai 及 Hawaii 等島發生，尤其海岸地區較爲嚴重，海拔 300 m 以上則較少發生。於是夏威夷在 1979～1980 年自千里達與宏都拉斯引進 3 種瓢蟲與 2 種寄生蜂，並進行天敵對寄主專一性之研究與釋放。首先在 Lanai 地區，於 1980 年 9 月僅釋放一次 120 隻海地恩蚜小蜂，但在同年 12 月即可回收該蜂，且螺旋粉蝨於 1981 年 7 月已受控制 (Waterhouse and Norris, 1989)。又如 Kumashiro *et al.* (1983) 報導在檀香山低海拔 (3.1～15.2 m、24～27℃) 與高海拔 (119～131 m、21～25℃) 地區，由於螺旋粉蝨天敵之存在，兩地區螺旋粉蝨發生之最高密度，1981 年者即較 1980 年者各銳減 79 與 98.9%。其中瓢蟲 *N. oculatus* 因搜尋寄主力弱，僅當螺旋粉蝨高密度時可有效抑制寄主密度，而海地恩蚜小蜂與哥德恩蚜小蜂，卻在螺旋粉蝨低密度時即可發揮其抑制害蟲之效果。另外在捕食性天敵方面，Kumashiro *et al.* (1983) 認爲僅 *D. catalinae*、*N. oculatus* 及 *N. bicolor* 等三種瓢蟲對螺旋粉蝨之偏好性強，而其他之捕食性天敵雖可捕食螺旋粉蝨，但受限彼等對寄主之偏好性或受重複寄生蜂之影響，導致此類天敵對螺旋粉蝨防治無效。至 1995 年 Kumashiro (私人通信) 指出在許多地區瓢蟲 *N. oculatus* 與海地恩蚜小蜂已被瓢蟲 *N. bicolor* 與哥德恩蚜小蜂取代。

科克群島：螺旋粉蝨於 1984 年侵入 Rarotonga，至 1985 年由夏威夷引進瓢蟲 *N. bicolor* 與海地恩蚜小蜂並進行釋放。由於釋放次日即噴藥，故不確知天敵是否立足，但害蟲卻自此不構成危害。直至 1988 年初，由於 3 個月之乾旱，致使螺旋粉蝨族群增多導致成災，於是自斐濟再次引進海地恩蚜小蜂 (Waterhouse and Norris, 1989)。

美屬薩摩亞：螺旋粉蝨於 1981 年侵入 Tutuila，隨即危害番石榴、觀賞植物、柑橘及其他果樹。於是在 1985 年自夏威夷引進三種瓢蟲 *D. catalinae*、*N. oculatus*、*N. bicolor* 及海地恩蚜小蜂進行螺旋粉蝨之生物防治。結果發現可快速有效防治螺旋粉蝨，且該蟲僅零星危害木瓜、麵包樹及芋等 (Waterhouse and Norris, 1989)。另外如 Ofu 與 Olosega 之外島於 1987 年亦發現螺旋粉蝨危害多種作物，於是在 1988 年初由 Tutuila 引進海地恩蚜小蜂，至 1988 年 10 月該蟲密度即降低 (Waterhouse and Norris, 1989)。

斐濟：螺旋粉蝨於 1986 年 4 月在 Suva 發現後，即快速分散且成爲重要害蟲。隨後在 1987 年自關島及夏威夷各引進海地恩蚜小蜂及二種瓢蟲 *N. oculatus* 與 *N. bicolor* 並進行釋放。幾個月後發現瓢蟲不但立足且可自行分散，而寄生蜂亦在釋放量少於 40 隻後之一年內立足 (Waterhouse and Norris, 1989)。

澳洲：螺旋粉蝨於 1991 年侵入澳洲北方托列斯海峽內之 Boigu 島，隨後在 1993 及 1995 年該蟲更分散至 Thursday 與 Horn 島及 Cape York 半島。於是在 1992 與 1993～1994 年分別自斐濟引入海地恩蚜小蜂並在 Boigu 與 Thursday 島釋放。結果在 1995 年時兩地螺旋粉蝨之密度各減少 98.5 與 75%。同時在托列斯海峽內之另 4 個島亦有海地恩蚜小蜂之立足 (Cantrell and Lambkin, 1995)。

澎鼻群島：海地恩蚜小蜂自 1987 年由關島引入後，1988 年該蜂即在當地立足 (Waterhouse and Norris, 1989)。

關島：螺旋粉蝨於 1981 年被發現後，即自夏威夷引進海地恩蚜小蜂與瓢蟲 *N. oculatus*，不久 2 種天敵即立足。同時在赤素馨上螺旋粉蝨密度由每葉 50～100 隻銳減至 10 隻以下 (Nechols, 1982)。但在某些寄主植物上如海葡萄 *Coccoloba* sp.，螺旋粉蝨仍發生普遍且定期大發生 (Waterhouse and Norris, 1989)。另外哥德恩蚜小蜂雖未經人爲引進，但在意外引入且經自然分散後，除乾旱期外，均可抑制螺旋粉蝨族群於低密度 (Nechols, 1982)。

帛琉：1986 年由關島引入海地恩蚜小蜂經釋放 80 隻後，即快速地控制螺旋粉蝨之危害 (Waterhouse and Norris, 1989)。

臺灣：螺旋粉蝨於 1988 年在高雄發現危害番石榴後，Wen *et al.* (1997) 即進行有關螺旋粉蝨之生物、生態及防治等之研究，Chien *et al.* (2000) 亦利用聖誕紅與菜豆進行螺旋粉蝨與其寄生蜂繁殖方法之建立。其中螺旋粉蝨本地天敵種類，雖記錄有 19 種捕食性天敵，但彼等無法抑制螺旋粉蝨之大發生 (Wen, 1995)。於是行政院農業委員會農業試驗所於 1990 年先自夏威夷引進瓢蟲 *N. oculatus*，但未立足 (Wen, 1995)。Chien *et al.* (2000) 另於 1995 年 12 月 10 日自夏威夷引進海地恩蚜小蜂與哥德恩蚜小蜂各 539 與 40 隻，經檢疫、增殖後，做爲寄生蜂繁殖之種源。經 1996 年 4 月至 1998 年 2 月止共在臺灣中南部與花東地區之番石榴、聖誕紅、欖仁、桑樹、威氏鐵莧、血桐、穗狀花洋紫荊、扶桑、葛藤、黃槿及水黃皮等植物上釋放海地恩蚜小蜂與哥德恩蚜小蜂各 57,032 與 66,929 隻。哥德恩蚜小蜂除可在大部份之釋放地點立足外，尚可自行分散到未釋放之地區，因此可以判斷哥德恩蚜小蜂已可在臺灣立足。但是海地恩蚜小蜂雖曾於 1997 年 12 月間自臺南縣曾文水庫之穗狀花洋紫荊、嘉義市嘉義技術學院之欖仁及臺中縣行政院農業委員會農業試驗所之威氏鐵莧回收，1998 與 1999 年調查時則未再發現，因此幾可確認海地恩蚜小蜂未能在臺灣立足。另外 1997 年 9 至 12 月在番石榴或 1998 年 9 月至 1999 年 6 月在欖仁、威氏鐵莧、聖誕紅及穗狀花洋紫荊等上探測寄生蜂對螺旋粉蝨防治效益時，得知螺旋粉蝨之發生主要受季節變化、樹種偏好性與落葉性等之影響，而寄生蜂之效益則不大。如螺旋粉蝨一般發生盛期在秋季，番石榴、聖誕紅及威氏鐵莧等爲螺旋粉蝨最偏好之寄主植物，欖仁與穗狀花洋紫荊則次之。且當番石榴與聖誕紅植株受害嚴重或欖仁、穗狀花洋紫荊及威氏鐵莧於冬末初春植株生理性落葉時，常造成螺旋粉蝨族群密度巨大波動。至於哥德恩蚜小蜂之發生密度在番石榴上雖維持在每葉 0.21～0.77 個蜂蛹，但螺旋粉蝨之密度卻未受抑制，其第四齡若蟲與成蟲數由每葉 0.48 隻漸升至 3.19 隻。在聖誕紅、欖仁、威氏鐵莧及穗狀花洋紫荊上，哥德恩蚜小蜂之密度亦僅螺旋粉蝨密度之 0～68%，尤其在高雄縣竹田鄉公路兩旁之聖誕紅，寄生蜂對螺旋粉蝨毫無抑制效果，聖誕紅受害嚴重。

印度：1993 年首次在 Kerala 發現螺旋粉蝨，隨後成爲印度當地之害蟲。如曾在落花生上大發生，使樹薯減產 53.1%，甚至由於對桑葉之危害而間接影響蠶繭之經濟價值。本地天敵記錄有 47 種，其中捕食性天敵 45 種，寄生性天敵 2 種，但彼等天敵對螺旋粉蝨抑制效果不大。在 Kerala 與 Minicoy 島兩地於 1998 與 1999 年先後意外發現海地恩蚜小蜂與哥德恩蚜小蜂，隨後兩種蜂即在印度半島上立足與分散。1999 年 Coimbatoren 地區之番石榴上，海地恩蚜小蜂對螺旋粉蝨之寄生率高達 70～80%，可是待兩種蜂於 2000 年經人爲釋放後，至 2001 年時，哥德恩蚜小蜂竟在 Minicoy、Agatti、Kavaratti、Karnataka 及 Kerala 等地幾乎完全取代海地恩蚜小蜂，成爲優勢種，此時寄生蜂對螺旋粉蝨之寄生率，在 Agatti 與 Kavaratti 地區達 60～100%，在邦加羅爾 (Bangalore) 地區達 17～97% (Ramani *et al.*, 2002)。另外發現寄生蜂對寄主之寄生率，不但與寄主密度呈高度依

變關係，同時其亦與寄主植物有關 (Ramani *et al.*, 2002)。

西非貝南：螺旋粉蝨於 1992 年初侵入非洲大陸之 Ibadan、拉哥斯及奈及利亞地區危害多種農作物、果樹、觀賞植物及行道樹，隨後在 1992～1994 年更蔓延分散至多哥 (Togo)、貝南、迦納 (Ghana)、剛果 (Congo)及幾內亞 (Guinea-Bissan) 等處。由於螺旋粉蝨對樹薯之危害遂引起國際熱帶農業研究所 (the International Institute of Tropical Agriculture (IITA))、國際生物研究所 (the International Institute of Biological Control (IIBC)) 及聯合國糧農組織 (FAO) 之重視，擬引進海地恩蚜小蜂進行螺旋粉蝨之生物防治。但至 1993 之下半年竟在貝南、多哥、迦納及奈及利亞等地意外發現海地恩蚜小蜂與哥德恩蚜小蜂寄生螺旋粉蝨。爲評估此二種意外引入寄生蜂及其他生物與非生物因子對螺旋粉蝨族群密度之影響，D'almeida *et al.* (1998) 除於 1993～1995 年在貝南地區 537 處、2,541 株樹共進行 4 次調查外，尚在 Calavi 地區之番石榴園，自 1993 年 9 月至 1996 年 5 月間每 2 星期調查一次，每次調查 8 株受害植株、每株逢機調查 40 片葉。得知在番石榴上，1993～1996 年間螺旋粉蝨族群發生之年高峰約下降 80%，且同期間內寄生蜂之寄生率增高。另外在 996 株受害樹上則證實影響螺旋粉蝨密度之主要因子依次爲人口密度、樹種、生態帶、雨量及寄生蜂存在之時間，同時螺旋粉蝨密度、受害樹葉之比例及危害等級等均與寄生蜂存在之時間呈顯著之負相關。並提及螺旋粉蝨目前雖在貝南南部不再成災，但不保證該蟲以後不會再猖獗，同時爲瞭解生物防治之達成，實應深入研究寄生蜂之生物學及寄主與寄生蜂間之相互關係。

討　論

螺旋粉蝨爲蔬菜、果樹、糧食、觀賞植物、行道樹及林木等之雜食性害蟲。在防治上，雖然化學防治與物理防治等均可達該蟲之有效防治，但由於其寄主廣泛且零星分布及世界上該蟲生物防治之實效，致使生物防治成爲螺旋粉蝨最適行之防治方法。在臺灣地區螺旋粉蝨之生物防治雖曾大量繁殖並釋放其寄生蜂 (海地恩蚜小蜂與哥德恩蚜小蜂各釋放 57,032 與 66,929 隻)，但其抑制螺旋粉蝨之成效卻不顯著，其因或爲海地恩蚜小蜂在夏威夷、太平洋島嶼、澳洲托列斯海峽、印度及西非貝南等地經釋放少量 (40～120 隻) 或意外引進即可迅速立足、分散，但在佛羅里達與臺灣該蜂卻不能立足。又夏威夷、太平洋島嶼、澳洲托列斯海峽及西非貝南等地雖強調海地恩蚜小蜂對螺旋粉蝨之抑制效果，但由夏威夷與西非貝南地區螺旋粉蝨與寄生蜂之消長圖，似顯示螺旋粉蝨密度下降除寄生蜂外，應尚有其它重要之生物與非生物因子。而臺灣地區螺旋粉蝨之族群密度主要係呈季節消長，哥德恩蚜小蜂之效應不大。

Debach (1964) 與 Luck (1981) 認爲天敵對害蟲生物防治效果之評估標準，應以天敵對害蟲之防治面積與經濟防治程度而定，並區分爲完全成功 (complete success, C)、大致成功 (substantial success, S)、部分成功 (partial success, P) 及失敗 (fail, N)。因此臺灣地區螺旋粉蝨之生物防治工作應屬失敗，未來或可嘗試自美國佛州另行引進釉小蜂 *E. vittata* 以進行螺旋粉蝨之生物防治。

害蟲生物防治時，天敵種間之干擾或競爭常爲一重要之評估條件。Hoelmer *et al.* (1994) 認爲當捕食性天敵對未被寄生之食餌具選擇性時，在害蟲管理上此種捕食性天敵可與寄生性天敵併用。室內試驗顯示斧瓢蟲 *A. puttarudriahi*、方頭出尾蟲 *Cybocephalus* sp. 及瓢蟲 *N. bicolor* 等之成蟲，均對未被哥德恩蚜小蜂寄生之螺旋粉蝨有此特性，完全不取食已被寄生之寄主

(Ramani and Bhumannavar, 2002; Ramani *et al.*, 2002)。至於海地恩蚜小蜂與哥德恩蚜小蜂間是否存有競爭，目前並不明瞭，不過在夏威夷、印度及加那利群島等地，均呈現海地恩蚜小蜂先立足後，哥德恩蚜小蜂再行取代成爲螺旋粉蝨之優勢蜂種 (Kumashiro, 1995 年私人通信; Ramani *et al.*, 2002)。而臺灣地區海地恩蚜小蜂之無法立足是否與寄生蜂間之競爭有關，有待於室內進一步試驗，目前僅哥德恩蚜小蜂立足 (Chien *et al.*, 2000)。

另外筆者等經 1997～1999 年之田間調查，發現在臺灣不利螺旋粉蝨寄生蜂釋放或立足之原因有四：

1. 生態環境不穩定。當寄主植物爲無經濟重要性者，如路邊之欖仁、威氏鐵莧及聖誕紅被危害即遭大幅修剪甚至砍伐。而當寄主植物爲有經濟重要性者，如番石榴一經危害農民即施以藥劑防治。同時在臺灣螺旋粉蝨較偏好之寄主植物，如欖仁、桑樹、穗狀花洋紫荊及威氏鐵莧，在冬末初春時有落葉習性，以致寄主與寄生蜂發生之同律性不易配合。

2. 螺旋粉蝨之發生盛期限於秋季，且蟲齡頗爲一致。由於螺旋粉蝨族群密度於秋季呈現突然激增現象，寄生蜂若以一般接種式釋放方式釋放，不易見其成效。但寄生蜂若以氾溢式釋放方式釋放，則又受限於寄生蜂之繁殖成本與寄主雜食之特性，亦不易實行。

3. 梅雨與颱風。螺旋粉蝨寄生蜂之釋放不僅受螺旋粉蝨密度之影響，尚受 5、6 月間梅雨與 7 至 9 月間颱風之影響。

4. 夏季高溫不適海地恩蚜小蜂之存活。田間調查顯示海地恩蚜小蜂僅在 1996 年寄生蜂初釋放後之一個月內、及次年 3 至 12 月寄生蜂增補釋放後之 12 月間，於部分地區回收其蜂蛹，其後即未見該蜂蹤跡。探究其因，或與溫度有關。如 15℃ 時海地恩蚜小蜂與哥德恩蚜小蜂之生殖力僅各 3 與 2 個蛹，20～25℃ 時兩蜂之生殖力各爲 158～165 與 108～157 個蛹，30℃ 時兩蜂之生殖力各爲 16 與 118 個蛹 (錢景秦、張淑貞，未發表資料)，而臺灣中、南部冬季氣溫除非寒流來襲會偶降至 15℃ 以下，但夏季白天氣溫卻經常高出 30℃ 以上，因而推論夏季高溫或爲該蜂不能立足臺灣之主因。但此論點與海地恩蚜小蜂在其他地區之表現是否一致尚待探討。目前僅知檀香山低海拔 (3.1～15.2 m) 與高海拔 (119～131 m) 地區之平均溫各爲 25.7℃ (月均溫爲 24～27℃) 與 23.2℃ (月均溫爲 21～25℃)，適合海地恩蚜小蜂之生存。

Gerling (1992) 認爲捕食性天敵對粉蝨之防治效果不大，且其角色甚少被研究。但 Alomar *et al.* (1990) 認爲若對捕食性天敵之特性做一系列之試驗與研究後，或可依捕食性天敵之活動力、生理反應及與食餌關係等之特性而建立其對害蟲之防治，同時捕食性天敵不僅可適用於長久之生態環境系統 (perennial ecological systems) (Waterhouse and Norris,1989)，尚可應用於短暫之農業系統 (temporary agricultural systems) (Gerling, 1992)。在夏威夷 Kumashiro *et al.* (1983) 認爲僅 *D. catalinae*、*N. oculatus* 及 *N. bicolor* 等三種瓢蟲對螺旋粉蝨之偏好性強，而其他之捕食性天敵雖可捕食螺旋粉蝨，但受限彼等對寄主之偏好性或受重複寄生蜂之影響，導致此類天敵對螺旋粉蝨防治無效。在印度一種方頭出尾蟲 *Cybocephalus* sp. 首先在 Minicoy 地區發現，後來普遍於邦加羅爾地區發生，其發生期不但可隨同寄主整年發生，尤其在寄主密度高時發生。由於 *Cybocephalus* spp. 之分散性強、成蟲壽命長、繁殖潛能高及在寄主密度低時仍持續存在等之生物特性，在盾介殼蟲生物防治中其捕食性天敵之地位，僅次於瓢蟲 (Ahmad, 1970)，因此方頭出尾蟲 *Cybocephalus* sp. 在印度螺旋粉蝨防治上即被看重，目前正進行相關試驗 (Ramani *et al.*, 2002)。在臺灣地區螺旋粉蝨

之本地種捕食性天敵計有 19 種，雖 Wen (1995) 認爲彼等天敵利用性不大，但據筆者等在野外重瓣朱槿上發現有瓢蟲、草蛉及花椿等活動之葉片，其上僅見螺旋粉蝨卵圈之痕跡而未見其卵與若蟲，因而可知捕食性天敵也可發揮部份抑制螺旋粉蝨之功能。祇是當螺旋粉蝨高密度發生時，不僅彼等捕食性天敵無防治效用，且見證 Gerling (1992) 所云當環境中有過多寄主之臘粉與蜜露等之分泌物時，亦不適寄生蜂之活動。

引用文獻

Alomar, O., C. Castane, R. Cabarra, and R. Ablajes. 1990. Mirid bugs another strategy for IPM on Mediterranean vegetable crops? IOBC/WPRS Bull. 13: 6-9.

Ahmad, R. 1970. Studies in West Pakistan on the biology of one nitidulid species and two coccinellid species (Coleoptera) that attack scale insects (Homoptera, Coccoidea). Bull. Entomol. Res. 60: 5-16.

Bennett, F. D., and J. S. Noyes. 1989. Three chalcidoid parasites of diaspines and whiteflies occurring in Florida. Fla. Entomol. 72: 370-373.

Cantrell, B. K., and T. A. Lambkin. 1995. Application to import and release *Encarsia* sp. A (Hymenoptera: Aphelinidae) for the biological control of spiraling whitefly *Aleurodicus dispersus* Russell (Homoptera: Aleyrodidae). Queensland Department of Primary Industries. 12 pp.

Chien C. C., L. Y. Chou, and S. C. Chang. 2000. Introduction, propagation, and liberation of two parasitoids for the control of spiraling whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in Taiwan. Chinese J. Entomol. 20: 163-178 (in Chinese with English summary).

D'Almeida, Y. A., J. A. Lys, P. Neuenschwander, and O. Ajuonu. 1998. Impact of two accidentally introduced *Encarsia* species (Hymenoptera: Aphelinidae) and other biotic and abiotic factors on the spiralling whitefly *Aleurodicus dispersus* (Russell) (Homoptera: Aleyrodidae), in Benin, West Africa. Biocont. Sci. Tech. 8: 163-173.

DeBach, P. 1964. Successes, trends, and future possibilities. pp. 673-713. *In*: P. DeBach, and E. I. Schlinger, eds. Biological Control of Insect Pests and Weeds. Chapman and Hall, London.

Evans, G. A., and A. Polaszek. 1998. The *Encarsia cubensis* species-group (Hymenoptera: Aphelinidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 100(2): 222-233.

Gerling, D. 1992. Approaches to the biological control of white flies. Fla. Entomol. 75: 446-456.

Hoelmer, K. A., L. S. Osborne, and R. K. Yokomi. 1994. Interactions of the whitefly predator *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae) with parasitized sweet potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). Environ. Entomol. 23: 137-139.

Kajita, H., M. Samudra, and A. Naito. 1991. Discovery of the spiralling whitefly *Aleurodicus dispersus* Russell (Homoptera: Aleyrodidae) from Indonesia, with notes on its host plants and natural enemies. Appl. Entomol. Zool. 26: 397-400.

Kumashiro, B. R., P. Y. Lai, G. Y. Funasaki, and K. K. Teramoto. 1983. Efficacy of *Nephaspis amnicola* and *Encarsia ?haitiensis* in controlling *Aleurodicus dispersus* in Hawaii. Proc. Hawaii

Entomol. Soc. 24: 261-269.

Luck, R. F. 1981. Parasitic insects introduced as biological agents for arthropod pests. pp. 125-306. *In*: D. Pimentel, ed. Handbook of Pest Management in Agriculture. Vol.II. CRC Press, Florida.

Mani, M., and A. Krishnamoorthy. 1999. Natural enemies and host plants of spiralling whitelfy *Aleurodicus disperusus* Russel (Homoptera: Aleyrodidae) in Bangalore, Karnataka. Entomon 24: 75-80.

Martin, J. H., E. Hernandez-Suarez, and A. Carnero. 1997. An introduced new species of *Lecanoideus* (Homoptera: Aleyrodidae) established and causing economic impact on the Canary Islands. J. Nat. Hist. 31: 1261-1272.

M'Boob, S. S., and C. C. C. M. van Oers. 1994. Spiralling whitefly (*Aleurodicus dispersus*): a new problem in Africa. FAO Plant Prot. Bull. 42: 59-62.

Nakahara, L. M. 1978. Hawaii cooperative economic pest report. State of Hawaii. October 20.

Nechols, J. R. 1981. Entomology: biological control. pp. 16-20. Annual Report 1981. Guam Agricultural Experiment Station.

Nechols, J. R. 1982. Entomology: biological control. pp. 33-49. Annual Report 1982. Guam Agricultural Experiment Station.

Polaszek, A., G. A. Evans, and F. D. Bennett. 1992. *Encarsia* parasitoids of *Bemisia tabaci* (Hymenoptera: Aphelinidae, Homoptera: Aleyrodidae): a preliminary guide to identification. Bull. Entomol. Res. 82: 375-392.

Ramani, S., and B. S. Bhumannavar. 2002. Interaction of two indigenous predators of the spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus* Russell (Homoptera: Aleyrodidae) with the introduced parasitoid, *Encarsia guadeloupae* Viggiani (Hymenoptera: Aphelinidae). Pest Management in Horticultural Ecosystems. (in print).

Ramani, S., J. Poorani, and B. S. Bhumannavar. 2002. Spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus*, in India. Biocontrol News and Information 23: 55-62.

Russell, L. M. 1965. A new species of *Aleurodicus douglas* and two close relatives. Fla. Entomol. 48: 47-55.

Srinivasa, M. V. 2000. Host plants of the spiraling whitefly *Aleurodicus dispersus* Russell (Hemiptera: Aleyrodidae). Pest Management in Horticultural Ecosystems 6: 79-105.

Villacarlos, L. T., and N. M. Robin. 1992. Biology and potential of *Curinus coerulens* Mulsant, an introduced predator of *Heteropsylla cubana* Crawford. Philipp. Entomol. 8: 1247-1258.

Waterhouse, D. F., and K. R. Norris. 1989. Biological control: Pacific prospects- Supplement 1. Austr. Centre. Intern. Agric. Res. Canberra. Monograph No. 12: 11-22.

Weems, H. V. Jr. 1971. *Aleurodicus dispersus* Russell (Homoptera: Aleyrodidae), a possible vector of the lethal yellowing disease of coconut palms. Fla. Dept. Agric. Division of Plant Industry. Ent. Circ. No. 111. 2 pp.

Wen, H. C. 1995. Bionomics and control of spiralling whitefly (*Aleurodicus dispersus* Russell) in

Taiwan. Doctoral dissertation of the Graduate Institute of Plant Pathology and Entomology. National Taiwan University. 194 pp.

Wen, H. C., C. N. Chen, and T. C. Hsu. 1996. Seasonal occurrence of spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus* Russell and host plant effects. Plant Prot. Bull. 38: 39-47 (in Chinese with English summary).

Wen, H. C., T. C. Hsu, and C. N. Chen. 1994a. Supplementary description and host plants of the spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus* Russell. Chinese J. Entomol. 14: 147-161 (in Chinese with English summary).

Wen, H. C., T. C. Hsu, and C. N. Chen. 1994b. Spatial distribution and sample size estimation of the spiralling whitefly (*Aleurodicus dispersus* Russell) on guava. Chinese J. Entomol. 14: 421-431 (in Chinese with English summary).

Wen, H. C., T. C. Hsu, and C. N. Chen. 1995. Yield loss and control of spiralling whitefly (*Aleurodicus dispersus* Russell). J. Agric. Res. China 44: 147-156 (in Chinese with English summary).

Wen, H. C., T. C. Hsu, and C. N. Chen. 1997. Review on the spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus* Russell. Plant Prot. Bull. 39: 139-149 (in Chinese with English summary).

Wuesekera, G. A. W., and C. Kudagamage. 1990. Life history and control of spiralling white fly *Aleurodicus dispersus* (Homoptera: Aleyrodidae): fast spreading pest in Sri Lanka. Q. Newsletter-Asia Pacific Plant Prot. Com. 33: 22-24.

附錄一　螺旋粉蝨天敵之地理分布

Appendix 1. Geographical records of natural enemies of *Aleurodicus dispersus*

Natural enemy		Location	Reference[1)]
Predators (81 spp.)			
Coleoptera (52 spp.)			
Coccinellidae			
	Anegleis cardoni	India	12
	A. perrotteti	India	12
小黑瓢蟲	*Axinoscymnus nigripennis*	Taiwan	15
	A. puttarudriahi	India, Sri Lanka	7,12,16
	Axinoscymnus sp.	Indonesia	5
六條瓢蟲	*Cheilomenes sexmaculatas*	Taiwan, Indonesia, India	5,7,12,15
	Coelophora inaequalis	Indonesia	5
十眼盤瓢蟲	*C. pupillata*	Hawaii	14
蒙氏瓢蟲	*Cryptolaemus montrouzieri*	Hawaii, Taiwan, India	7,14,15
	Curinus coeruleus	Hawaii, Philippines, India	12,13,14
	Delphastus catalinae	Trinidad, Hawaii, American Samoa	14
纖麗瓢蟲	*Harmonia sedecimnotata*	Indonesia	5
	Horniolus sp.	India	12
	Jauravia dorsalis	India	12
	J. pallidula	India	12
	Jauravia sp.	India	12
異色瓢蟲	*Leis axyridis*	Taiwan	15
錨紋瓢蟲	*Lemnia biplagiata*	Taiwan	15
赤星瓢蟲	*L. swinhoei*	Taiwan	15
	Megalocaria fijiensis	Fiji	14
	Nephaspis bicolor	Trinidad, Hawaii, American Samoa, Fiji	14
	N. oculatus	Honduras, Trinidad, West Indies, Florida, Hawaii, American Samoa, Fiji, Guam	1,6,10,14
	Nephus regularis	India	12
	N. roepkei	Guam	10,14
	Olla unigrum var. *plagiata*	Hawaii	14
	O. v-nigrum	Hawaii	14
五星小黃瓢蟲	*Platynaspidius maculosus*	Taiwan	15
龜紋瓢蟲	*Propylea japonica*	Taiwan	15
	Pseudaspidimerus flaviceps	India	12
	P. trinotatus	India	12
	Pseudoscymnus sp.	India	12
	Rodolia amabilis	India	12
	R. breviuscula	India	12
澳洲瓢蟲	*R. cardinalis*	Taiwan	15
	R. fumida	India	12
小紅瓢蟲	*R. pumila*	Taiwan	15
黃僞瓢蟲	*Saula japonia*	Taiwan	15
	Scymnus coccivora	India	12
	S. latemaculatus	India	12
	S. nubilus	India	12

附錄一　螺旋粉蝨天敵之地理分布（續）

Appendix 1. Geographical records of natural enemies of *Aleurodicus dispersus* (continued)

Natural enemy		Location	Reference[1)]
	S. posticalis	India	12
	S. saciformis	India	12
褐尾小黑瓢蟲	*Scymnus* sp.	Taiwan, India, Canary Is	8,12,15
	Serangiella sp.	Fiji	14
	Serangium maculigerum	Hawaii	14
	S. parcesetosum	India	12
粉蝨小黑瓢蟲	*Serangium* sp.	Taiwan	15
Cybocephalidae			
臺灣方頭出尾蟲	*Cybocephalus taiwanensis*	Taiwan	15
方頭出尾蟲	*Cybocephalus* sp.	Indonesia, India	5,12
Diptera (6 spp.)			
Cecidomyiidae			
	Triommata coccidivora	India	12
Chamaemyiidae			
	Leucopis sp.	India	12
Drosophilidae			
	Acletoxenus indicus	India	12
粉蝨蠅	*Acletoxenus* sp.	Taiwan	15
	Allograpta obliqua	Hawaii	14
短刺食蚜虻	*Paragus serratus*	Taiwan, Indonesia	5,15
Hymenoptera (3 spp.)			
Formicidae			
螞蟻	*Iridomyrmex anceps*	Indonesia	5
	Oecophylla smaragdina	India	12
	Solenopsis geminata	India	12
Lepidoptera (1 sp.)			
Lycaenidae			
	Spalgis epeus	India	12
Neuroptera (11 spp.)			
Chrysopidae			
	Apertochrysa sp.	India	12
	Chrysopa sp.	Fiji, Indonesia	5,14
	Chrysoperla carnea	India	12
葉通草蛉	*C. comanche*	Hawaii	14
	Mallada astur	India	12
安平草蛉	*M. boninensis*	Taiwan, India	7,12,15
	Nobilinus sp.	India	12
	Sympherobius barberi	Hawaii	14
Hemerobiidae			
	Hemerobius sp.	India	12
	Notiobiella viridinervis	India	12
Hemiptera (1 sp.)			
花椿象	*Orius* sp.	Taiwan	15
Araneae (1 sp.)			
長腳蜘蛛	*Tetraantha* sp.	Taiwan	15

附錄一　螺旋粉蝨天敵之地理分布 (續)

Appendix 1. Geographical records of natural enemies of *Aleurodicus dispersus* (continued)

Natural enemy		Location	Reference[1)]
Toad (1sp.)			
中華蟾蜍	*Bufo gargarizans*	Taiwan	15
Aves (5 spp.)			
	Passer domesticus	India	12
	Arachnothera longirostris	India	12
	Saxicola caprata	India	12
	sunbirds	India	12
	Orthotomus sutorius	India	12
Parasitoids (10 spp.)			
Acari (1sp)			
Erythraeidae			
	Leptus sp.	India	12
Hymenoptera (6 spp.)			
Aphelinidae			
海地恩蚜小蜂	*Encarsia ?haitiensis*	Trinidad, Hawaii, Cook Is, American Samoa, Fiji, Torres Strait, Pohnpei, Guam, Palau, Taiwan, India, Ghana, Togo, Benin, Ibadan, Nigeria	2,3,9,10, 12,14
	E. ?hispida	Canary Is	8
哥德恩蚜小蜂	*E. guadeloupae*	Trinidad, Hawaii, Guam, Taiwan, India	3,10,12,14
	E. nigricephala	Florida	1,4
	E. transvena	Sri Lanka	11
	Euderomphale vittata	Puerto Rico, Jamaica, Florida, Cayman Is	1
Pathogen (3 spp.)			
Moniliaceae			
叢梗孢	*Acremonium* sp.	Taiwan	15
Nectrioidaceae			
粉蝨座殼孢	*Aschersonia aleyrodis*	Taiwan	15
Moniliaceae			
粉質擬青霉	*Paecilomyces farinosus*	India	12

[1)] 1. Bennett and Noyes (1989), 2. Cantrell and Lambkin (1995), 3. Chien *et al.* (2000), 4. Evans and Polaszek (1998), 5. Kajita *et al.* (1991), 6. Kumashiro *et al.* (1983), 7. Mani and Krishnamoorthy (1999), 8. Martin *et al.* (1997), 9. M'Boob and van Oers (1994), 10. Nechols (1981,1982), 11. Polaszek *et al.* (1992), 12. Ramani *et al.* (2002), 13. Villacarlos and Robin (1992), 14. Waterhouse and Norris (1989), 15. Wen (1995), 16. Wuesekera and Kudagamage (1990).

附錄二　世界上螺旋粉蝨之生物防治

Appendix 2. Biological control programs against *Aleurodicus dispersus* worldwide

Location	Natural enemy		Liberated	From	Results	Reference[1)]
	parasitoid	predator				
Florida		*N. oculatus*	1982	Hawaii	established	1
	E. ?haitiensis		1982	Hawaii	not established	1
	E. vittata		?	unknown, accidentally introduced	effective	1
Hawaii		*D. catalinae*	1980	Trinidad	established and dispersed	5
		N. oculatus	1979	Trinidad	effective on high whitefly populations	5
		N. oculatus	1979	Honduras	effective on high whitefly populations	5
		N. bicolor	1979	Trinidad	established and dispersed	5
	E. ?haitiensis		1979	Trinidad	effective on low whitefly populations	5
	E. guadeloupae		1980	Trinidad	effective on low whitefly populations	5
Cook Is.		*N. bicolor*	1985	Hawaii	unknown	8
	E. ?haitiensis		1985	Hawaii	unknown	8
	E. ?haitiensis		1988	Fiji	unknown	8
American Samoa		*D. catalinae*	1984	Hawaii	effective	8
		N. oculatus	1984	Hawaii	effective	8
		N. bicolor	1984	Hawaii	effective	8
	E. ?haitiensis		1984	Hawaii	effective	8
	E. guadeloupae		?	unknown, accidentally introduced	effective	8
Fiji		*N. oculatus*	1987	Guam	established and dispersed	8
		N. oculatus	1987	Hawaii	established and dispersed	8
		N. bicolor	1987	Hawaii	established and dispersed	8
	E. ?haitiensis		1987	Guam	established	8
	E. ?haitiensis		1987	Hawaii	established	8
Australia	*E. ?haitiensis*		1993-1994	Fiji	effective	2
Pohnpei	*E. ?haitiensis*		1987	Guam	established	8
Guam		*N. oculatus*	1981	Hawaii	established	6
	E. ?haitiensis		1981	Hawaii	partial control	6
	E. guadeloupae		?	unknown, accidentally introduced	effective	6
Palau	*E. ?haitiensis*		1986	Guam	effective	8
Taiwan		*N. oculatus*	1990	Hawaii	not established	9
	E. ?haitiensis		1995	Hawaii	not established	3
	E. guadeloupae		1995	Hawaii	established	3

附錄二　世界上螺旋粉蝨之生物防治 (續)

Appendix 2. Biological control programs against *Aleurodicus dispersus* worldwide (continued)

Location	Natural enemy		Liberated	From	Results	Reference[1)]
	parasitoid	predator				
India	*E. ?haitiensis*		2000	unknown, accidentally introduced	established	7
	E. guadeloupae		2000	unknown, accidentally introduced	effective	7
Benin	*E. ?haitiensis*		1993	unknown, accidentally introduced	effective	4
	E. guadeloupae		1993	unknown, accidentally introduced	effective	4

1) 1. Bennett and Noyes (1989), 2. Cantrell and Lambkin (1995), 3. Chien *et al.* (2000), 4. D'Almeida *et al.* (1998), 5. Kumashiro *et al.* (1983), 6. Nechols (1982), 7. Ramani *et al.* (2002), 8. Waterhouse and Norris (1989), 9. Wen (1995).

Occurrence and Biological Control of *Aleurodicus dispersus*

Ching-Chin Chien, Liang-Yih Chou and Shu-Chen Chang

Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute,
Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

The spiraling whitefly (SWF) (*Aleurodicus dispersus* Russell), first discovered in southern Taiwan in 1988, is native to the Caribbean region and Central America. It is a pest of vegetables, fruit trees, food crops, ornamentals, shade trees, and forests, and damages plants by sucking the sap of leaves and secreting a sticky honeydew and white waxy flocculent substance which affects the photosynthesis and appearance of the plants. Because of the wide range and scattered distribution of its host plant, and the difficulty in insecticide spraying on tall trees, biological agents were sought to control SWF. Ninety-one species of natural enemies have been recorded for SWF. Of these, three species of coccinellid predators (*Delphastus catalinae* (Horn), *Nephaspis oculatus* Blatchley, and *Nephaspis bicolor* Gordon) and three species of aphelinid parasitoids (*Encarsia ?haitiensis* Dozier, *Encarsia guadelopupae* Viggiani, and *Euderomphale vittata* Dozier) are considered more useful for the control of SWF, especially the parasitoids. *E. ?haitiensis* and *E. guadelopupae* were introduced from Hawaii to Taiwan in December 1995 in an attempt at biological control of the SWF; however, only *E. guadelopupae* became well established. This paper summarized the distribution, morphology, life cycle, damage, dispersal, pest status, and control measures of the SWF, with more detailed information and discussion on worldwide biological control works.

Key words: *Aleurodicus dispersus*, occurrence, biology, control, biological control