

# 台灣地區斑潛蠅發生與防治概況

錢景秦

台灣省台中縣霧峰鄉台灣省農業試驗所應用動物系

## 摘要

非洲菊斑潛蠅 (*Liriomyza trifolii* (Burgess))、番茄斑潛蠅 (*L. bryoniae* (Kaltenbach)) 及蔬菜斑潛蠅 (*L. sativae* (Blanchard)) 為世界上重要之檢疫害蟲。台灣地區自 1984 ~ 1995 年間雖曾陸續發生上述三種斑潛蠅等之危害，但經研究人員之努力，目前三種斑潛蠅之發生已受控制。為加強海峽兩岸對害蟲防治方法之交流，本文報導台灣地區三種斑潛蠅之分類、寄生蜂相研究、生物性與生態觀察、蟲源與猖獗危害原因探討及防治等，藉供斑潛蠅防治之參考。

(關鍵詞：斑潛蠅、分類、發生、防治)

## 前言

全球雙翅目 (Diptera) 潛蠅科 (Agromyzidae) 斑潛蠅屬 (*Liriomyza*) 之種類約有 300 種以上<sup>(32)</sup>。分布範圍大部分於溫帶，少部分於熱帶地區。其中因成蟲之戳食與幼蟲潛食對觀賞與農業作物造成經濟上危害之種類雖有 23 種，但以重要性而言，非洲菊斑潛蠅 (三葉斑潛蠅，*Liriomyza trifolii* (Burgess))、番茄斑潛蠅 (瓜斑潛蠅，*L. bryoniae* (Kaltenbach)) 及蔬菜斑潛蠅 (美洲斑潛蠅，*L. sativae* (Blanchard)) 更列屬於世界上重要之檢疫害蟲<sup>(32)</sup>。至於斑潛蠅自 1975 年後突然猖獗危害之原因，各學者之推測為 ①其繁殖潛能高、世代短、易產生抗藥性。②田間廣效性殺蟲劑高濃度之密集施用致使其天敵被毒殺。③作物栽培品種多屬感蟲品種，同時作物溫室栽培提供其良好繁殖環境並阻隔感藥品系蟲體之遷入等<sup>(27,29,30,31,33)</sup>。

台灣地區自 1984 ~ 1995 年間曾陸續發生番茄斑潛蠅、非洲菊斑潛蠅及蔬菜斑潛蠅等之危害。由於彼等害蟲在檢疫上之重要性，當前兩種蟲害發生之初，不僅農民所受損失不貲，政府農政單作亦受極大衝擊，因而研究人員投注相當之人力、物力，進行彼等害蟲之分類及其寄生蜂相研究、生物性與生態之觀察、蟲源與猖獗危害原因之探討、及防治之研究等。為加強海峽兩岸對害蟲防治方法之交流，本文將近年來台灣地區有關斑潛蠅之研究摘述如後，藉供斑潛蠅防治之參考。

## 台灣地區斑潛蠅屬之分類研究

台灣地區斑潛蠅屬之傳統分類研究，過去因研究者甚少，已記錄之種類僅 5

種，如白菜斑潛蠅 (*L. brassicae* (Riley))、蔥斑潛蠅 (*L. chinensis* (Kato))、小菊斑潛蠅 (*L. pusilla* (Meigen))、月盾斑潛蠅 (*L. subpusilla* (Malloch)) 及黃額頂斑潛蠅 (*L. yasumatsui* Sasakawa) <sup>(28,34,35,36,40,41,42,43)</sup>。至 1991 年後蕭旭峰因進行其「台灣斑潛蠅屬昆蟲之系統分類研究」之碩士論文與博士論文之研究，因而台灣地區斑潛蠅之登錄種類迅速又增列 9 種，如昭和草斑潛蠅 (*L. asterivora* Sasakawa)、棕額斑潛蠅 (*L. brunnifrons* (Malloch))、番茄斑潛蠅、寬額斑潛蠅 (*L. frontella* (Malloch))、加藤斑潛蠅 (*L. katoi* Sasakawa)、海濱斑潛蠅 (*L. litorea* Shiao & Wu)、蔬菜斑潛蠅、非洲菊斑潛蠅及牡荊斑潛蠅 (*L. viticola* (Sasakawa)) <sup>(23,24,37,38,39)</sup>。同時其研究重點亦從傳統分類漸轉為利用包括形態與異構酶資料作數值分類學分析 <sup>(23)</sup> 及利用形態測量學與分支分類學之方法構建系統樹 (蕭旭峰，私人通訊)。至於包括台灣地區斑潛蠅之名錄，則有林發表之「台灣的潛蠅科昆蟲」<sup>(12)</sup> 及笹川與范發表之中國潛蠅科 (雙翅目) 初步名錄 <sup>(16)</sup>。

### 台灣地區斑潛蠅之寄生蜂相

據李等 <sup>(8)</sup>、林與王 <sup>(14)</sup>、蕭 <sup>(23)</sup>、Hansson and LaSalle <sup>(26)</sup> 及錢景秦與古琇芷 (未發表資料) 之資料，得知台灣地區斑潛蠅之種類雖有 14 種，但其中僅昭和草斑潛蠅、番茄斑潛蠅、加藤斑潛蠅、蔬菜斑潛蠅、非洲菊斑潛蠅及黃額頂斑潛蠅等 6 種記錄其寄生蜂相。另由表一中發現在全部 18 種寄生蜂中之異角釉小蜂 (*Hemiptarsenus varicornis* (Girault))、岡崎釉小蜂 (*Chrysonotomyia okazakii* (Kamijo))、底比斯釉小蜂 (*Chrysoncharis pentheus* (Walker))，二種小繭蜂 *Opius phaseoli* complex sp. 1 與 *Opius* sp. 及一種釉瘦蜂 *Nordlanderia* sp. 1 均對寄主斑潛蠅之專一性並不強，彼等寄生蜂之寄主範圍可達 2~5 種。顯示台灣地區斑潛蠅之寄生蜂相間具有某種程度之共通性。

### 台灣地區三種重要斑潛蠅之生物學研究

#### 1. 番茄斑潛蠅

番茄斑潛蠅於 1984 年 3 月在高雄鳳山發現其危害甘藍後 <sup>(7)</sup>，研究人員即進行有關其寄主植物與對作物危害損失調查、生活史觀察、族群消長調查、寄生蜂調查、及防治方法等工作，茲將各項研究成果分述如下。

##### (1) 番茄斑潛蠅之寄主植物與對作物之危害損失

番茄斑潛蠅之寄主植物全球已記錄者有 16 科 <sup>(44)</sup>，但在台灣地區則記錄有 6 科、30 種 <sup>(11,22,23)</sup>。如十字花科 (Cruciferae) 之包心芥菜 (*Brassica juncea* (L.) Czerniak. et Coss.)、包心白菜 (*B. campestris* L. ssp. *pekinensis* (Lour.) Olsson)、球莖甘藍 (*B. oleracea* L. *Gongyloides* group)、甘藍 (*B. oleracea* L. *Capitata* group)、花椰菜 (*B. oleracea* L. *Botrytis* group)、芥藍 (*B. oleracea* L. *Alboglabra* group)、小白菜 (*B. campestris* L. ssp. *chinensis* var. *communis* Tsen et Lee)、油菜 (*B. campestris* L.)、蘿蔔 (*Raphanus sativus* L.) 及青梗白菜 (*B. campestris* L. ssp. *chinensis* (L.) Mak.)，

葫蘆科 (Cucurbitaceae) 之洋香瓜 (*Cucumis melo* L.)、甜瓜 (*C. melo* var. *makuwa* L.)、胡瓜 (*C. sativus* L.)、西瓜 (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai)、絲瓜 (*Luffa aegyptiaca* Mill.) 及香瓜 (*Cucumis melo* L.)，菊科 (Compositae) 之茼蒿 (*Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey)、菊花 (x *C. morifolium* Ramatuelle)、非洲菊 (*Gerbera jamesonii* Bolues ex Hook. f.) 及皺葉萵苣 (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.)，茄科 (Solanaceae) 之馬鈴薯 (*Solanum tuberosum* L.)、番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill) 及茄子 (*Solanum melongena* L.)，豆科 (Leguminosae) 之豌豆 (*Pisum sativum* L.)、菜豆 (*Phaseolus vulgaris* var. *communis* Aeschers)、皇帝豆 (*P. limensis* Macf.)、矮性菜豆 (*P. vulgaris* var. *humilis* Alef.)、敏豆 (*P. vulgaris* L.) 及豇豆 (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)，及繖形科 (Umbelliferae) 之芹菜 (*Anthriscus graveolens* L. var. *dulce* (Mill.) DC.) 等。

番茄斑潛蠅對作物生長期之危害以苗期為大，而對作物種類間之危害，則以洋香瓜與包心芥菜為重。如於 1984 ~ 1989 年間在中南部，因番茄斑潛蠅之危害曾使甘藍苗期之被害葉率達 49%<sup>(7)</sup>、包心芥菜之危害株率達 100%<sup>(9)</sup>、馬鈴薯之產量損失 30%<sup>(21)</sup>、甚至已結果之洋香瓜園遭廢耕<sup>(21)</sup> 等。至於番茄斑潛蠅對洋香瓜產量與品質之影響，發現栽種 "蜜世界" 時，若不防治，至收穫時不但植株葉片約有 1/2 以上乾枯，且瓜數與重量均減，可導致 60% 以上之產量損失<sup>(21,22)</sup>。但若至收穫時，葉片被害度不超過 2 級，即被第二、第三齡幼蟲 2 ~ 3 隻危害之葉片數不超過全部葉片之 1/5 時，則對瓜果產量與品質無影響<sup>(21,22)</sup>。另試驗顯示洋香瓜在苗期至著果期間遭受番茄斑潛蠅危害，其對瓜果產量之影響較著果後始受害者為明顯<sup>(21,22)</sup>。

## (2) 番茄斑潛蠅之生活史

番茄斑潛蠅之生活史，李等<sup>(9,10)</sup> 與鄭<sup>(20,21,22)</sup> 曾分別在包心芥菜與洋香瓜上做過詳盡之觀察，今將結果簡述如下。

① 包心芥菜上番茄斑潛蠅之生活史。在包心芥菜上成蠅之壽命與溫度 (15 ~ 30 °C) 呈直線迴歸  $y = 14.898 - 0.3868x$ 、 $R^2 = 0.9712$ ，溫度愈高壽命愈短，如 25 °C 時為 4.6 天，15 °C 時為 9.1 天。同時雌蠅之產卵數亦與溫度有關，當供食 1% 蜂蜜水與奶粉，在 15、20、25 及 30 °C 下，雌蠅之產卵數各為 63、102、184 及 34 粒卵。顯示在 25 °C 下雌蠅之產卵數最多，且其產卵盛期為羽化後之第四至第五天。該蠅喜產卵於成熟葉片，因而在包心芥菜之葉序上，最基部之葉片產卵最多，其次循序由下而上，頗有規律。卵至成蟲之發育速率與溫度 (15 ~ 35 °C) 呈直線迴歸  $y = 0.0028x - 0.0199$ 、 $R^2 = 0.9594$ 。卵、幼蟲及蛹之發育臨界低溫為 8.43、5.65 及 5.53 °C，有效積溫為 81.23、92.32 及 205.98 日度。在鳳山地區一年約可發生 25 ~ 26 個世代。

② 洋香瓜上番茄斑潛蠅之生活史。在洋香瓜 (香蘭) 上，成蠅活動屬晝行性，在 1 月時 (13.9 ~ 21.6 °C) 每日活動盛期出現於 10 ~ 12 時及 14 ~ 16 時兩個時段。成蠅一般活動高度為接近地面上方，此時以黃色水盤所誘集之雌雄性比為 1.1 : 1，但其亦可隨氣流分散，此時於屋頂上所誘集之雌雄性比為 4 : 1。在 23 ~ 28 °C

時，雌、雄蠅壽命各為 7.7 與 7.3 天。產卵前期為 1.5 天，產卵盛期為羽化後之第二至第四天，一生之產卵數為 171 粒卵，其中 75% 之卵產於葉片之葉背，而葉緣部又佔 50%；產於葉片之葉面者，則以靠近葉柄部位佔 62%。在葉序上，雌蠅喜產卵於已成熟之葉片上，如在 12 葉齡株上，產卵數以中位葉（第四至第七葉片）較多，於其上、下位葉片上之產卵數漸次減少；而在 20 葉齡株上，雌蠅產卵數以上位葉較多。

雌蠅產卵時利用產卵管刺破葉表皮將卵產於其下，卵半透明乳黃色橢圓形，單粒散產。幼蟲有 3 齡，蛆狀。幼蟲孵化後即在葉片組織內取食，形成蜿蜒曲折之白色食痕，其中以第三齡幼蟲之食量最大。在 25°C、秋香品種上，第三齡幼蟲之取食面積佔總取食面積 (385.6 mm<sup>2</sup>) 之 83.2%，第二與第一齡幼蟲之取食百分率各為 15.1 與 1.6%，葉片被害嚴重時導致葉片枯萎。第三齡幼蟲之前端為乳黃色，後端白色，幼蟲老熟時於食痕前端之葉片表皮鑽出，60.5% 滾落地面化蛹，其它則於葉面化蛹。蛹初為金黃色後漸變暗褐色。

在 25°C 下，一代發育期 18.7 天，卵至成蟲之存活率為 91%；而 15、20、30 及 35°C 時，卵至成蟲之存活率各為 35、84、46 及 0%。顯示低溫與高溫均不適番茄斑潛蠅之存活。卵、幼蟲及蛹之發育臨界低溫為 7.05、7.08 及 7.70°C，有效積溫為 42.7、93.2 及 187.8 日度。在嘉南地區一年約可完成 17 個世代。

番茄斑潛蠅之成蠅除產卵時在葉片上留下 0.23 × 0.15 mm 大小之產卵痕外，亦會留下成蠅以產卵管戳破葉面組織再以口器吮吸汁液之 0.4 × 0.5 mm 大小之戳食痕。25°C 下雌蠅一生之戳食孔數達 4,032 個，但溫度升高或下降，其戳食孔數即減少，尤以低溫時顯著降低。幼蟲潛食葉片之面積亦受溫度影響，以 20°C 時最大 (515mm<sup>2</sup>)，30°C 時僅為 20°C 時之 61%。植株受害後葉片自植株基部往上部黃化枯萎，嚴重時除心葉保持綠色外，其它葉片全部乾枯。

### (3) 番茄斑潛蠅之族群消長

番茄斑潛蠅之發生盛期與密度深受地區、寄主作物之種類、栽植面積及氣候等之影響。如在鳳山地區以連續栽植之盆栽甘藍調查番茄斑潛蠅之發生消長時，得知該蟲在甘藍上全年有二次發生盛期，第一次在 3~6 月，高峰在 4 月；第二次在 10~12 月，高峰在 10 月。同時上半年之族群密度較下半年為高。至於 7~9 月因受降雨量多之影響，發生較少<sup>(11)</sup>。而在台南地區洋香瓜上，則發現番茄斑潛蠅族群密度於春作洋香瓜發育之初、中期並無顯著變動，待洋香瓜發育後期，該蠅密度始略有增加。於秋作植株發育初期，該蠅密度雖顯著較春作為低，但以後呈快速增長。如於栽植後第五至第八週時，該蠅密度較第一至第四週時增加 10 倍，第九至第十二週時，該蠅密度又較第五至第八週時增加 100 餘至 200 倍左右，其後至果實採收期該蠅密度始呈下降<sup>(20,22)</sup>。同時一年中該蠅在洋香瓜上亦出現二次盛期，各為 10~2 月與 5~6 月，但前一高峰顯著較後一高峰為大<sup>(20,22)</sup>。

鄭<sup>(20,22)</sup>推測嘉南地區番茄斑潛蠅在美濃瓜、包心芥菜及甘藍上之季節消長呈現秋、冬季發生密度遠較春、夏季為高之原因，係與冬季裡作於 10 月中、下旬展開，且主要栽培之作物均為番茄斑潛蠅較偏好之寄主植物有關。至於 6~8 月時，

因適逢雨季、高溫，且為全年瓜類與蔬菜種植面積較少之季節，因而番茄斑潛蠅發生較少。而李等<sup>(11)</sup>則發現番茄斑潛蠅在甘藍上每年發生豐度之多寡與紋白蝶 (*Pieris rapae rapae* Linnaeus) 有此消彼長之密切關係。其因係兩種害蟲之發生盛期均在3~4月間，且危害亦在植株之生長初期出現，此時若恰逢連續陰雨天，則不利紋白蝶成蟲之活動產卵，紋白蝶族群密度因而降低，間接致使番茄斑潛蠅有較大之生息空間。

#### (4) 番茄斑潛蠅之寄生蜂

共記錄4種寄生蜂<sup>(8,23)</sup>，分別為小繭蜂科之 *Opius phaseoli* complex sp. 2，與 *Opius* sp.，黃金小蜂科之 *Halticoptera circulus* (walker)，及釉癭蜂科之 *Nordlanderia* sp. 1。

#### (5) 番茄斑潛蠅之防治方法

藥劑防治 鄭<sup>(22)</sup>推薦用於防治洋香瓜上番茄斑潛蠅之藥劑有75%賽滅淨 (cyromazine) 可濕性粉劑5,000倍、2%阿巴汀 (abamectin) 乳劑2,000倍及24%歐殺滅 (oxamyl) 溶液500倍。前二者可自苗期至果實發育中期每間隔14天噴佈一次，全期共施4~5次；後者則當該蠅發生時，每隔7~10天噴佈一次。而1996年台灣省政府農林廳出版之「植物保護手冊」<sup>(1)</sup>推薦用於防治洋香瓜上番茄斑潛蠅之藥劑有75%賽滅淨可濕性粉劑5,000倍與2%阿巴汀乳劑2,000倍。當該蠅初發生或發生時，每隔14天噴藥一次，採收前各15與6天停止施藥。「植物保護手冊」<sup>(1)</sup>推薦用於防治醃漬用包心芥菜上番茄斑潛蠅之藥劑有75%賽滅淨可濕性粉劑5,000倍、8.9%賽滅淨溶液800倍、24%歐殺滅溶液500倍、2.8%第滅靈 (deltamethrin) 乳劑1,000倍、2%阿巴汀乳劑2,000倍及43%佈飛松 (profenofos) 乳劑1,000倍。前二者當該蠅發生或幼苗期發現葉面有該蠅幼蟲之潛食痕時，每隔7~14天施藥一次，且採收前7天停止施藥。其後三者當該蠅發生或幼苗期發現葉面有該蠅幼蟲之潛食痕時，各每隔7~10、7及14天施藥一次，採收前6天均停止施藥，其中歐殺滅因對眼具刺激性、呼吸毒高，施用時應注意防護。而佈飛松當該蠅發生時，每隔7天施藥一次，採收前10~15天停止施藥。「植物保護手冊」<sup>(1)</sup>推薦用於防治豌豆上番茄斑潛蠅之藥劑有75%賽滅淨可濕性粉劑6,000倍與8.9%賽滅淨溶液1,000倍，二者均當該蟲發生時每隔7天施藥一次，採收前7天停止施藥。「植物保護手冊」<sup>(1)</sup>推薦用於防治西瓜上番茄斑潛蠅之藥劑為75%賽滅淨可濕性粉劑5,000倍與24%歐殺滅溶液600倍，前者該蠅發生時每隔7天施藥一次，後者每隔7~10天施藥一次，兩者均採收前6天停止施藥。

物理防治 大面積使用黃色黏板或黃色水盤 (水盤中之水需加數滴洗潔精) 除可誘殺番茄斑潛蠅之成蠅，亦可兼誘蚜蟲、薊馬及果實蠅等小型害蟲。黏板以平置於畦面，每2~3m放一張，每3~4週更換一次，可減少上述害蟲之密度<sup>(22)</sup>。另外吸附紫外線 (ultraviolet absorption film) PE 塑膠布之覆蓋亦對番茄斑潛蠅具防治效果 (鄭清煥，私人通訊)。

## 2. 非洲菊斑潛蠅

非洲菊斑潛蠅自1988年2月於臺中大坑地區首次被發現危害非洲菊後<sup>(4,46)</sup>，

農政單位與研究人員一方面除緊急進行非洲菊斑潛蠅有效藥劑之篩選外，另一方面則利用黃色黏板偵測該蠅在台灣之分布與擴散。至1989年6月當確定該蠅已在台灣中、南部發生且以菊花與非洲菊為其主要寄主後，此時研究人員有鑑於非洲菊之棲所穩定性(3~4年更新分株)與收穫方式(僅花之部分供做切花用)較其它作物更適於非洲菊斑潛蠅生物防治之施行，乃進行非洲菊園內該蠅與其寄生蜂相之消長調查、及該蠅與其重要寄生蜂之生活史、繁殖力、及彼等對藥劑感受性等之研究。今將結果摘述如下。

#### (1) 非洲菊斑潛蠅之田間偵測

非洲菊斑潛蠅於1988年2月在台中大坑之非洲菊園首次發生危害後<sup>(4,46)</sup>，為確實掌握該蟲在台灣地區之擴散與蔓延，農政單位即決定開發黃色黏板進行該項調查工作。其中有關黃色黏板之設計、田間使用方式及調查成果簡述如下。

① 黃色黏板之設計。由於黃色黏板之色度與亮度會影響其誘蟲效果，林與王經多次誘蟲試驗後，發現其中以檸檬黃之美製 Pherocon 誘蟲效果最佳，其次為帶有檸檬黃之農試所 #2<sup>(13)</sup>。

② 黃色黏板之設立方式。林與王<sup>(13)</sup>及劉與王<sup>(17)</sup>經由在非洲菊與菊花上黃色黏板之插立高度與放置試驗，建議黃色黏板在田間設置時其高度應與調查作物同高或稍高；至於黃色黏板之放置方式雖以平放植株上之誘蟲效果最佳，但為顧及田間使用之方便，建議應將黃色黏板固定於木條上迎風插立於田間較為理想<sup>(13)</sup>。

③ 黃色黏板上非洲菊斑潛蠅與番茄斑潛蠅之簡易區分法。雄性生殖器原係斑潛蠅類重要之分類依據。但當大量黃色黏板上所誘之斑潛蠅蟲數多且帶有黏蟲膠時，為求檢數誘蟲數之快速、省力及確實，林與王<sup>(13)</sup>發現雄性生殖器之玻片標本已不適用於非洲菊斑潛蠅與番茄斑潛蠅間之辨識，反而直接用解剖顯微鏡檢視黏板上蟲體之翅脈與腹部背板斑紋，即可區分該兩種斑潛蠅。如非洲菊斑潛蠅其翅室縱脈(M<sub>1+2</sub>)約為橫脈(m-m)之2倍長，且腹部背板之黃色斑紋在中央處向前方延伸；而番茄斑潛蠅其翅室縱脈約為橫脈之3倍長，腹部背板之黃色斑紋呈平直形。

④ 利用黃色黏板偵測非洲菊斑潛蠅之擴散。非洲菊斑潛蠅在台灣擴散分布之調查工作共動員40餘人，包括有中央之農業委員會、台灣省之農林廳、農業試驗所及各區農業改良場等工作人員。林與王<sup>(13)</sup>於1988年6月與1989年6月及1989年1月各進行一次全省性及一次中南部區域性調查。調查之作物包括有瓜類、豆類、茄子、番茄、菊花、非洲菊、杭菊(*Chrysanthemum morifolium* Ramatuelle)、大理花、滿天星(*Gypsophila paniculata* L.)、康乃馨(*Dianthus caryophyllus* L.)及其它可能有非洲菊斑潛蠅發生之作物。調查期間除利用農試所 #2 之黃色黏板誘集非洲菊斑潛蠅之成蠅外，亦採集帶有非洲菊斑潛蠅幼蟲之被害葉，檢查鑑定是否有非洲菊斑潛蠅發生。結果得知在首次發現非洲菊斑潛蠅危害後之第四個月，亦即在1988年6月做全省性調查時，雖發現該蠅仍侷限危害台中縣、市與彰化縣地區約3ha之非洲菊與菊花，但由黃色黏板之誘蟲數顯示非洲菊斑潛蠅有擴散遷至蔬菜作物危害之趨勢。待至1989年1月在中、南部調查時證實該蠅危害之作物種

類除非洲菊與菊花外，尚增加有大理花、馬鈴薯、番茄、茄子、敏豆及豌豆等，但以受害面積而言，仍以非洲菊與菊花為主，如田尾鄉與永靖鄉之非洲菊與菊花已全數被害，受害面積達 453.8 ha，幾佔全部總受害面積之 99.5%，至於其餘作物僅零星受害。此時由於非洲菊斑潛蠅之發生猖獗，於是在 1989 年 2~3 月即施行藥劑之緊急防治。至 1989 年 6 月再次進行全省性調查時，雖然非洲菊斑潛蠅之發生地區已擴及南投縣、雲林縣、嘉義市及高雄縣等地，危害作物有非洲菊、菊花、滿天星、菜豆及水耕之芥藍與白菜等，但由各地黃色黏板之誘蟲數得知藥劑之緊急防治雖有壓抑非洲菊斑潛蠅密度之效果，但卻無法控制該蠅之逐步擴散。另嘉義市與高雄縣菊花之受害，推測係與購入帶蟲之菊花扦插苗有關。

綜論以上三次田間大規模之調查結果，得知利用黃色黏板確可成功偵測非洲菊斑潛蠅侵入台灣後發生危害與擴散等資料，進而有效掌握該蠅之分布範圍並進行其防治輔導工作。

### (2) 非洲菊斑潛蠅之寄主植物

非洲菊斑潛蠅之寄主植物全球已記錄者有 21 科、120 種<sup>(44)</sup>，但在台灣地區根據林與王<sup>(13)</sup>、蕭<sup>(23)</sup>及錢景秦與古琇芷之未發表資料則記錄有 8 科、31 種，包括菊科花卉、蔬菜及雜草。如菊科之菊花、非洲菊、大理花 (*Dahlia pinnata* Cav.)、向日葵 (*Helianthus annuus* L.)、茼蒿、昭和草 (*Crassocephalum rabens* (Juss. ex Jacq.) S. Moore.)、紫花藿香薊 (*Ageratum houstonianum* Mill.)、白花藿香薊 (*A. conyzoides* L.)、鼠麴舅 (*Gnaphalium purpureum* L.)、苦苣菜 (*Sonchus arvensis* L.)、泥胡菜 (*Hemistepta lyrata* Bunge)、兔仔菜 (*Ixeris chinensis* (Thunb.) Nakai)、咸豐草 (*Bidens pilosa* L.)，茄科之馬鈴薯、番茄、茄子、辣椒 (*Capsicum annuum* L.) 及龍葵 (*Solanum nigrum* L.)，十字花科之芥菜、白菜、甘藍、花椰菜，葫蘆科之胡瓜與絲瓜，豆科之豌豆、菜豆及敏豆，唇形科 (Labiatae) 之澤蘭 (*Lycopus lucidus* Turcz. var. *formosana* Hayata)，百合科 (Liliaceae) 之蔥 (*Allium fistulosum* L.) 及莧科 (Amaranthaceae) 之長梗滿天星 (*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.) 與野莧 (*Amaranthus viridis* L.) 等。但其中在兔仔菜與咸豐草上僅發現成蠅之戳食孔。

### (3) 非洲菊斑潛蠅之生活史與繁殖力

錢與古<sup>(25)</sup>曾以菜豆苗飼育非洲菊斑潛蠅並詳盡觀察該蠅之形態、生活史及交尾次數與溫度對其族群增長之影響。結果得知，成蠅之羽化、交尾、產卵、取食及老熟幼蟲鑽出葉片等活動均屬晝行性。尤其羽化、交尾及老熟幼蟲鑽出葉片之盛期各在 5~7、5~9 及 8~11 時，而取食盛期則在 11~19 時。該蠅之交尾前期與其羽化時刻有關，於 6~12 時羽化者，交尾前期為 6.5 小時；於 12~16 時羽化之成蠅，其交尾前期為 17.3 小時。該蠅第一日齡之交尾率雖僅 26%，但至第二日齡時即達 99%。雌雄蠅皆行多次交尾 (4~20 次以上)，在 25°C 下、未交尾雌蠅雖可產少數之卵，但均不孵化，而僅交尾 1 次或 1 次以上之雌蠅之內在增殖率各為 0.2301 與 0.2329/日。另外雌成蠅在戳食與產卵行為中，亦對寄主植物之葉面造成不同大小之白色刻點，影響寄主植物之光合作用。雌蠅可自戳食孔或產卵孔取食，雌蠅在產卵孔處之吸食可提高卵之孵化。雌蠅對豆苗之真葉與複葉間具極顯

著之產卵與取食偏好性，完全不產卵於複葉。卵之形成屬應變式產卵策略 (synovigeny)。雌蠅產卵時利用產卵管刺破葉表皮將卵產於其下，單粒散產，初乳白色半透明，48 小時後變無色透明，且在發育期不增大。幼蟲有 3 齡，蛆狀，初無色，後隨成熟而呈黃色。孵化時，第一齡幼蟲在卵內先行 180° 之轉動，然後咬破卵殼，背向產卵孔開口之方向，在寄主葉表皮下利用大顎在柵狀葉肉 (palisade mesophyll) 層中取食並蠕動蛇行。至第二或第三齡幼蟲時，有時受食物量之限制，幼蟲亦可在海綿葉肉 (spongy mesophyll) 層中取食。其食痕初呈無色，隨後轉白色，同時在食痕隧道兩側交互留有明顯之黑色排泄物。幼蟲之食痕形狀與寄主植物之種類與品種有關。在菜豆上，食痕一般呈蜿蜒狀 (serpentine-shape)，有時亦呈大斑點狀 (blotchlike)。第三齡幼蟲之食痕長度各為第一與第二齡幼蟲之 9.0 與 4.7 倍。幼蟲危害嚴重時，葉片初為灰白色，繼之轉為黃褐色，影響外觀及植物生長。第三齡幼蟲老熟時視其在葉肉內潛行之位置，將食痕末端或近末端之葉上表皮或下表皮咬破一半圓形，然後自葉內鑽出，此時老熟幼蟲依其趨暗性與趨觸性，大多滾落土中或暗處化蛹，少數者因葉面較平未滾落土中乃於葉面化蛹。化蛹初期蛹淡褐色，後轉褐色，至羽化前，蛹體呈黑褐色。

在 25°C 下，非洲菊斑潛蠅自卵發育至成蠅羽化需 16.6 天。其中卵期為 3.3 天，幼蟲期為 4.6 天，第一至第三齡幼蟲之發育期各為 0.9、0.9 及 2.8 天，蛹期為 8.6 天。該蠅一代存活率為 81.6%，其中卵之孵化率為 99.0%，幼蟲與蛹之存活率各為 97.8 與 84.5%。產卵期雌蠅之實測臨界低溫與臨界高溫各為 12°C 與 40°C。卵至成蟲期之發育臨界低溫與實測致死高溫各為 8.7°C 與 38°C。餵食蜂蜜時，35°C 為該蠅族群增長最大之溫度 (內在增殖率為 0.3236/天)；15°C 時族群幾停止增長 (內在增殖率為 0.0051/天)；而 20~25°C 為該蠅最適繁殖之溫度 (淨增殖率為 152~188 粒雌性有活力之卵/雌)。在 25°C 室溫下、每日供食蜂蜜、並以 15~20 cm 高之菜豆苗供該蠅產卵為最佳飼養條件。同時於 20~35°C 時，可利用豆葉內第三齡幼蟲數估算該蠅之產卵數 (孵化率 94~99%，幼蟲存活率 90~98%)。

#### (4) 非洲菊斑潛蠅及其寄生蜂之發生調查

1991 年 10 月至 1994 年 6 月在台中大坑選定二處非洲菊栽培園 (每園約 1 分地)，每週定期調查一次，每次每園逢機選取非洲菊之中葉 (自心葉外數第三或第四葉) 與老葉 (自心葉外數第六或第七葉) 各 30 葉及雜草之被害葉，攜回室內調查其上非洲菊斑潛蠅之幼蟲數與寄生蜂之種類數。希冀瞭解非洲菊園內非洲菊斑潛蠅之空間分布、最適取樣數、非洲菊與雜草上非洲菊斑潛蠅與其寄生蜂之發生消長、寄生蜂種類、及寄生率等，進而評估本地寄生蜂對該蠅之抑制情形。茲將結果摘述如下。

① 非洲菊斑潛蠅空間分布。非洲菊斑潛蠅第二齡與第三齡幼蟲之空間分布型為聚集型，其基本單位為 3.3~7.3 個體群分布。二園之中葉或老葉之理論取樣葉數，當精確度為 0.2、平均每葉斑潛蠅幼蟲數為 4 隻時，為 12~41 葉片；若平均每葉斑潛蠅幼蟲數為 8 隻時則為 3~14 葉片 (錢景秦與古琇芷，未發表資料)。

② 非洲菊上非洲菊斑潛蠅與其寄生蜂之消長。在台中大坑二處施藥非洲菊園



內，經近四年之調查得知，非洲菊斑潛蠅與其寄生蜂發生同步，且該蠅在施藥與本地種寄生蜂之抑制下，該蠅第三齡幼蟲之發生密度已由1991~1993年之0~18.4隻/葉，明顯降為1994年之0~7.7隻/葉，同時該蠅之發生頻率亦由經常發生降為偶發性(錢景秦與古琇芷，未發表資料)。

③雜草上非洲菊斑潛蠅與其寄生蜂之消長。台中大坑非洲菊園內常見之雜草共有11種，如莧科之長梗滿天星與野莧，茄科之龍葵，及菊科之昭和草、紫花蠶香薷、白花蠶香薷、鼠麴舅、苦苣菜、泥胡菜、兔仔菜、咸豐草等。而此11種雜草之葉上雖均可發現非洲菊斑潛蠅成蠅之戳食孔，但僅在前9種雜草上發現該蠅幼蟲危害及羽化，尤以在昭和草上發生最多，龍葵其次(錢景秦與古琇芷，未發表資料)。至於雜草上非洲菊斑潛蠅寄生蜂之發生情形，在昭和草與龍葵上均可採得5種寄生蜂(異角釉小蜂、華釉小蜂、岡崎釉小蜂、底比斯釉小蜂及小繭蜂 *Opius* sp.)，寄生率為0~50%。在紫花蠶香薷上則採得3種寄生蜂(異角釉小蜂、華釉小蜂及小繭蜂 *Opius* sp.)。而在鼠麴舅與泥胡菜上則各僅採得1種異角釉小蜂與華釉小蜂(錢景秦與古琇芷，未發表資料)。

④非洲菊斑潛蠅寄生蜂之種類。林與王<sup>(14)</sup>記錄非洲菊斑潛蠅之本地種寄生蜂有7種，其中以異角釉小蜂最為常見。而錢景秦與古琇芷(未發表資料)在臺灣中部經1991年7月至1994年6月之調查，則記錄有7種寄生蜂。總計非洲菊斑潛蠅之本地種寄生蜂共9種，分別為釉小蜂科之異角釉小蜂、華釉小蜂(*Neochrysocharis formosa* (Westwood))、岡崎釉小蜂、底比斯釉小蜂、斑潛蠅釉小蜂(*Quadrastichus liriomyzae* Hansson & LaSalle)、異溝釉小蜂(*Cirrospilus ambiguus* Hansson & LaSalle)、小繭蜂科之 *Opius* sp.、及黃金小蜂科之 *Halticoptera* sp.1 與 *Halticoptera* sp. 2<sup>(14,26)</sup>。其中以華釉小蜂與異角釉小蜂最為常見，各佔寄生蜂發生量之45與39% (n=18,490隻)，且未發現有重複寄生蜂(錢景秦與古琇芷，未發表資料)。

#### (5) 非洲菊斑潛蠅有效寄生蜂之生物學

①異角釉小蜂。異角釉小蜂之生殖方式為孤雌產雄。寄生策略屬非共育(idio-biont)性之單元外寄生。在室內25°C定溫下，雌、雄蜂壽命各為22.4與14.5天；一代發育期12.0天，卵至成蟲期之存活率87%，雌性比0.62。致死寄主方式有寄生與取食寄主2種，其間兩者之比例為1:1.4。寄生與取食寄主時對寄主之齡期偏好性均為第三齡幼蟲。25°C時，內在增殖率為0.2569雌蜂/日。相較於每雌寄主之繁殖力(463 ± 3隻)，當每日供應40隻第三齡非洲菊斑潛蠅幼蟲時，雌蜂終生致死寄主數為497 ± 38隻，對寄主之抑制力達100%，顯示異角釉小蜂確為非洲菊斑潛蠅之有效寄生蜂。繁殖時之最適條件，為在25°C定溫、供食蜂蜜情況下，雌蜂與寄主第三齡幼蟲數之比例為1:20(錢景秦與古琇芷，未發表資料)。

②華釉小蜂。華釉小蜂之生殖方式為孤雌產雄。寄生策略屬非共育性之單元內寄生。在室內25°C定溫下，雌、雄蜂壽命各為22.3與7.5天，一代發育期14.4天，卵至成蟲期之存活率86.6%，雌性比0.54。致死寄主方式有寄生與取食寄主2種，其間兩者之比例為1.2:1。寄生與取食寄主時，對寄主齡期之偏好性均為第三

齡幼蟲。25℃時，內在增殖率為0.2067雌蜂/日。相較於其寄主每雌之繁殖力(463±36粒有效卵)，當每日供應40隻第三齡非洲菊斑潛蠅幼蟲時，雌蜂終生致死寄主數為385±31隻，對寄主之抑制力達83%。顯示華釉小蜂確為非洲菊斑潛蠅之有效寄生蜂。繁殖時之最適條件，為在25℃定溫、供食蜂蜜情況下，雌蜂與寄主第三齡幼蟲數之比例為1:15(錢景秦與古琇芷，未發表資料)。

#### (6) 非洲菊園常用藥劑對非洲菊斑潛蠅有效寄生蜂之影響

非洲菊斑潛蠅在有效藥劑與本地種寄生蜂之抑制下，該蠅對非洲菊之危害雖已大幅降低，但由於非洲菊園內除非洲菊斑潛蠅危害外，尚有斜紋夜盜蛾(*Spodoptera litura* Fabricius)、粉蝨、介殼蟲、蚜蟲、薊馬、葉蟬及白粉病等之發生，因而為達非洲菊園內病、蟲、蟎害綜合防治之可行性，乃進行非洲菊園內常用之六種藥劑如培丹(cartap)、硫賜安(thiocyclam hydrogenoxalate)、三落松(triazophos)、白粉松(pyrazophos)、阿巴汀及賽滅淨及水(對照組)等，對非洲菊斑潛蠅兩種有效寄生蜂—異角釉小蜂與華釉小蜂成蟲之直接與間接影響，及彼等藥劑對兩種釉小蜂卵、老熟幼蟲及蛹之直接或間接影響。結果如下(錢景秦與古琇芷，未發表資料)。

①異角釉小蜂。以六種藥劑對異角釉小蜂卵至成蟲期存活率之毒害程度而言，培丹、硫賜安、三落松及白粉松對該蜂之致死率高達94~99%，而阿巴汀雖對該蜂之直接致死率(12%)與對照組(7%)或賽滅淨(18%)間無顯著差異，但阿巴汀仍對成蜂產生減低產卵寄生之亞致死影響，致使其子蜂數為13隻，與對照組(78隻)或賽滅淨(58隻)間呈顯著差異。另藥劑與寄生蜂併用之各處理組、或僅寄生蜂之對照組，均對非洲菊斑潛蠅幼蟲之致死率達99.8~100%，處理間無顯著差異。因而顯示在非洲菊斑潛蠅幼蟲密度為300隻時，各藥劑與20隻異角釉小蜂雌蜂對該蠅均具相等之防治效力。而另就藥劑與華釉小蜂之相容性，則以賽滅淨最佳。

②華釉小蜂。六種藥劑對華釉小蜂卵至成蟲期之致死率，以三落松與培丹最高(81~100%)，硫賜安與白粉松次之(40~47%)，而阿巴汀與賽滅淨雖對該蜂之直接致死影響低(7%)，與對照組(4%)間無顯著差異，但兩種藥劑仍對成蜂產生減低產卵寄生之亞致死影響，致使其子蜂數各為31與118隻，與對照組(205隻)間呈顯著差異。另藥劑與寄生蜂併用之各處理組、或僅寄生蜂之對照組，均對非洲菊斑潛蠅幼蟲之致死率達98~100%，處理間無顯著差異。因而顯示在非洲菊斑潛蠅幼蟲密度為300隻時，各藥劑與20隻華釉小蜂雌蜂對該蠅均具相等之防治效力。而另就藥劑與華釉小蜂之相容性，則以賽滅淨最佳。

#### (7) 非洲菊斑潛蠅之防治方法

綜論上述之研究結果，得知非洲菊斑潛蠅之防治方法共有五種，略述如下。

化學防治1996年臺灣省政府農林廳出版之「植物保護手冊」<sup>(1)</sup>推薦用於防治花卉上非洲菊斑潛蠅之藥劑有50%培丹可溶性粉劑1,000倍、50%硫賜安可濕性粉劑1,000倍、75%賽滅淨可濕性粉劑5,000倍、2%阿巴汀乳劑2,000倍及40%三落松乳劑1,000倍。前四者當該蠅發生時，每隔7天施藥一次，而後者當該蠅發生

時，每隔 14 天施藥一次。至於在連續採收之豆類蔬菜上，鄭<sup>(18)</sup>為顧及藥劑之殘毒與藥害問題，建議僅登記於蔬菜上之培丹與硫賜安可以考慮使用，但後者之稀釋濃度需提高 1,000 ~ 750 倍才可達 100% 之防治效果。

**物理防治** 非洲菊斑潛蠅對黃色具顯著偏好性。臺灣在 1988 至 1989 年曾成功地利用黃色黏板進行該蠅侵入後之區域性與全省性之發生偵測調查<sup>(13)</sup>。但由於非洲菊斑潛蠅有多次交尾之習性，且雌蠅交尾 1 次之內在增殖率與多次者間無顯著差異<sup>(25)</sup>；而黃色黏板對該蠅之誘蟲距離不但小於 2 m，且對雌雄蠅之誘捕回收率又各低於 23.8 與 28.1%<sup>(5)</sup>；以及黃色黏板亦對寄生蜂有誘引效果等，因而欲單獨利用黃色黏板誘集雌蠅或雄蠅之方法以降低非洲菊斑潛蠅之密度，實有其限制<sup>(25)</sup>。

**農業防治** 非洲菊之經濟栽培品種繁多，品種間對非洲菊斑潛蠅取食之反應不一。目前栽培品種對該蠅較具抗性之品種為 Cilia、Michelle，較感性品種為 Tennessee 與 Lieselot 等，但 Cilia 與 Michelle 又各為二點葉蟎 (*Tetranychus urticae* Koch) 與銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring) 之較感性品種<sup>(6)</sup>。另外肥培管理時，氮肥之增加雖可促進非洲菊之抽花與減少二點葉蟎之密度，但卻會增加非洲菊斑潛蠅之密度；若是氮肥與鉀肥同時增加，雖可抑制非洲菊斑潛蠅之危害，但卻會增加二點葉蟎之密度<sup>(6)</sup>。

**生物防治** 異角釉小蜂與華釉小蜂為非洲菊斑潛蠅之本地種重要寄生蜂。兩蜂之發生與寄主同步且無重複寄生蜂之寄生，寄生方式均屬非共育寄生性策略，內在增殖率不僅均較寄主非洲菊斑潛蠅為高且具取食寄主能力，同時與賽滅淨可配合使用等之特性，顯示此兩種寄生蜂對非洲菊斑潛蠅極具防治潛能(錢景秦與古琇芷，未發表資料)。

**綜合防治** 非洲菊園內病蟲鉤害之綜合防治策略為，當非洲菊園內非洲菊斑潛蠅幼蟲因受其寄生蜂之抑制，呈現低密度穩定消長時，該蠅不需施藥防治，但當該蠅幼蟲密度呈現突然暴升時，可施用賽滅淨防治之。又當非洲菊園內有白粉病發生時建議施用白粉松，若有斜紋夜盜蛾、蚜蟲、粉蝨、介殼蟲、薊馬及葉蟎等發生時，則建議施用阿巴汀防治之(錢景秦與古琇芷，未發表資料)。

### 3. 蔬菜斑潛蠅

於 1995 年 2 月 16 日至 4 月 6 日在台中霧峰之不施藥菜豆田與南投之施藥番茄園內(每園約 1 分地)，每週定期採集蔬菜斑潛蠅危害之葉片，攜回室內調查其上蔬菜斑潛蠅之幼蟲數與寄生蜂之種類數(錢景秦與古琇芷，未發表資料)。結果得知在菜豆上蔬菜斑潛蠅之寄生蜂共 6 種，如釉小蜂科之異角釉小蜂、岡崎釉小蜂、底比斯釉小蜂，及三種未定名種之寄生蜂。其中以底比斯釉小蜂與岡崎釉小蜂較為常見，各占寄生蜂發生量之 65.04 與 18.14% (n= 452 隻)。同時寄生蜂對蔬菜斑潛蠅之致死率高達 92.7%。在番茄上蔬菜斑潛蠅之寄生蜂共 8 種，如釉小蜂科之異角釉小蜂、岡崎釉小蜂、底比斯釉小蜂，小繭蜂科之 *Opius* sp.，及四種未定名種之寄生蜂。其中以底比斯釉小蜂與小繭蜂 *Opius* sp. 較為常見，各占寄生蜂發生量之 55.22 與 21.08% (n= 996 隻)。

## 台灣地區重要斑潛蠅來源與猖獗危害原因之探討

在台灣，三種重要斑潛蠅如番茄斑潛蠅、非洲菊斑潛蠅及蔬菜斑潛蠅之來源，是新侵入性害蟲之擴張，或原有次要害蟲因耕作制度之改變而成爲重要害蟲，目前尚無定論。因爲祇有在原有害蟲種類已有充分資料，且侵入害蟲在作物上之危害較以往害蟲十分彰顯時，才能確定一種新害蟲之侵入，並追蹤其侵入時間與地點<sup>(4)</sup>。但對於上述三種害蟲猖獗危害之原因，多位學者之意見如下。

### 1. 番茄斑潛蠅

番茄斑潛蠅雖於1982年在台灣即有記錄<sup>(23)</sup>，但真正猖獗危害之年代卻自1984年後<sup>(7)</sup>。鄭<sup>(19,20)</sup>推測該蠅猖獗之原因有三，分述如下。

(1) 洋香瓜 PE 隧道式栽培。台灣洋香瓜之栽培原係採用畦面敷設稻草之露天栽培，但自1985年經推廣 PE 布隧道式栽培方式後，即改採用 PE 隧道栽培。而 PE 隧道式栽培洋香瓜之優點係在12~3月間較露天環境下可各提升隧道內之日、夜溫度及地溫約8、2及3°C，致使栽植於 PE 隧道內之洋香瓜與露天栽植者間，前者不僅葉片較大、發育較快，其著果期與採收期，可各提早19與24~30天<sup>(20,21)</sup>；品質與糖分較佳<sup>(45)</sup>；同時毒素病、蔓枯病及露菌病之發生率較低<sup>(45)</sup>。但試驗顯示，在此種 PE 隧道式栽培洋香瓜環境下，不但明顯促進番茄斑潛蠅族群在冬季之增長達3倍，亦對該蠅成蟲之覓食具有促進作用<sup>(21)</sup>。

(2) 洋香瓜大面積栽培。番茄斑潛蠅之發生豐度與其寄主作物之種植面積呈密切關係<sup>(19,20)</sup>。而洋香瓜自採用 PE 隧道式栽培後，洋香瓜之栽種面積即迅速不斷擴增。如洋香瓜之栽種面積於1989年時僅3,528 ha<sup>(2)</sup>，而至1991與1993年卻各擴增爲8,235與8,649 ha<sup>(3)</sup>。

(3) 過度使用農藥毒殺天敵。番茄斑潛蠅在台灣發生嚴重危害作物之初期(1989~1993年)，由於政府尚無登記推薦於該蠅之防治藥劑，因而瓜農在每3~5天過度施用防治效果不彰之廣效性殺蟲劑之際，其天敵可能一併遭受毒殺。如在少施用農藥之蘿蔔田，番茄斑潛蠅之被寄生率可達60%以上，而於施藥之洋香瓜田，該蟲之被寄生率除少數爲10~20%外，大多數未能發現被寄生者<sup>(20,22)</sup>。

綜合以上三點，番茄斑潛蠅之突發性猖獗可謂係先由洋香瓜在 PE 隧道式栽培之大面積推廣下，提供該蠅繁衍之良好環境，而該蠅之天敵又因受瓜農濫用廣效性藥劑之影響，喪失其對該蠅原有之抑制力，因而在此雙重因子作用下致使番茄斑潛蠅不但在洋香瓜上猖獗成災，其尚波及危害其它寄主作物。

### 2. 非洲菊斑潛蠅

非洲菊斑潛蠅雖於1988年2月在台中大坑之非洲菊園內首次被記錄<sup>(4,46)</sup>。但據園主表示於1987年秋季自荷蘭進口之一批種苗上就已發現該蠅<sup>(4)</sup>，惜未留意。不料經一冬後，該蠅密度迅速上升，且在連續施用多種劇毒農藥後均無法抑制其增殖<sup>(4)</sup>。因而在缺少先前非洲菊斑潛蠅在台灣發生記錄之情況下，王<sup>(4)</sup>與 Wang and Lin<sup>(46)</sup>推測該蠅係來自荷蘭之新侵入性害蟲。另蕭<sup>(23)</sup>利用酯酶電泳比較中部大發生時所採之蟲源與屏東枋山所採之蟲源，發現兩者間爲不同之品系，進而認

為引發台灣中部地區猖獗危害之非洲菊斑潛蠅，較為可能係來自荷蘭之一抗藥性品系之侵入。至於造成該蠅猖獗危害之原因，亦有三，分述如下。

(1) 荷蘭抗藥性品系侵入。由於係一抗藥性品系之侵入，且政府一時尚無登記推薦於非洲菊斑潛蠅之防治藥劑，致使該蠅之發生失去控制。

(2) 過度使用農藥毒殺天敵。非洲菊斑潛蠅之本地寄生蜂相複雜，其中異角釉小蜂與華釉小蜂雖均對該蠅極具防治潛能<sup>(25)</sup>，然該兩種寄生蜂對非洲菊園內之常用藥劑除賽滅淨與阿巴汀外均甚為敏感(錢景秦與古琇芷，未發表資料)。因而非洲菊斑潛蠅大發生初期，在花農盲目濫施劇毒農藥防治情況下，無意間破壞寄生蜂對該蠅之抑制力。

(3) 非洲菊感蟲品種之栽植。非洲菊之經濟栽培品種不僅多且品種之汰換率甚高，台灣地區幾達每3~4年一換。另外非洲菊各品種間對非洲菊斑潛蠅取食之反應不一<sup>(6)</sup>。因而非洲菊斑潛蠅之大發生或與非洲菊感蟲品種之栽植有關，但當時究竟栽種之品種為何，因事過境遷已不能考。

綜論以上三點，且參照目前非洲菊斑潛蠅在台灣北、中部之發生，得知當時非洲菊斑潛蠅從無到有、至嚴重發生、再至發生輕微等之趨勢，其因除與非洲菊斑潛蠅抗藥性品系之侵入，寄生蜂遭受藥劑之毒殺及非洲菊品種之汰換有關外，防治該蟲有效藥劑之篩選亦為重要因子。

### 3. 蔬菜斑潛蠅

蔬菜斑潛蠅於1995年2、3月才在台中霧峰之菜豆與南投之番茄園內首次被記錄。當時該蠅在寄生蜂之抑制下，發生密度不高且葉片之被害狀輕微。由於缺少先前蔬菜斑潛蠅在台灣之發生記錄，筆者僅在與非洲菊斑潛蠅幼蟲比對下，直覺地認為該蠅為番茄斑潛蠅。後因大陸閩錦曾先生輾轉來函需要台灣地區番茄斑潛蠅與非洲菊斑潛蠅之標本進行研究，待寄出少量標本經其鑑定後，發現原被誤認之番茄斑潛蠅實為蔬菜斑潛蠅<sup>(15)</sup>。此時即將所剩標本全數送請蕭旭峰先生鑑定，亦證實為蔬菜斑潛蠅(蕭旭峰，私人通訊)。

由於蔬菜斑潛蠅在台灣地區之發生年代較晚，同時政府已有登記推薦於防治斑潛蠅類之有效藥劑，因而農民對蔬菜斑潛蠅之防治，較具信心且不過度施用藥劑；在此良性互動下，該蠅之寄生蜂不但有了存活生機且可發揮其抑制寄主害蟲之能力，致使蔬菜斑潛蠅之危害維持輕微，不致成災。

### 結語

植物檢疫害蟲對農業經濟上之影響向為各國所重視，而其防治之道除應首重政府海關嚴格之檢疫措施與一般民衆對植物檢疫之認識外，有關該蟲之分類、基礎生物學、生態學、及防治法等亦均需深入瞭解，以備不時之需。筆者在回顧番茄斑潛蠅、非洲菊斑潛蠅及蔬菜斑潛蠅在台灣之發生與防治時，除深切體會前述檢疫害蟲基礎研究之重要性外，亦發現檢疫害蟲祇要防治得宜，該蟲並不一定在新侵入地區造成巨大危害。至於對新侵入性害蟲之防治，筆者提出如下之建言。

## 1. 分類研究之強化

Parrella<sup>(32)</sup> 曾提及潛蠅因種類鑑定之不易常造成分類上之混淆，致使防治不易。在台灣，番茄斑潛蠅與蔬菜斑潛蠅初發生時，或因文獻之不足、或因研究人員警覺性之缺乏，均曾發生誤判為白菜斑潛蠅<sup>(7,9)</sup> 與番茄斑潛蠅(錢景秦與古琇芷，未發表資料)之情形。因此加強檢疫人員對檢疫害蟲之分辨力與警覺心即為新侵入性害蟲防治之首要課題。

## 2. 民眾對植物進口檢疫觀念之再教育

適逢國際間交通與經貿往來之頻繁，為杜絕檢疫害蟲之侵入，除靠政府有限人力之檢疫把關外，實有賴大眾對植物進口檢疫觀念之認識，共同努力減少檢疫害蟲侵入之機會。

## 3. 有效藥劑登記證之開發

台灣地區新農藥之進口必經代理商辦妥新藥之委託試驗，但遇新突發性害蟲發生時，此一過程在防治害蟲時常緩不濟急。如賽滅淨為一種昆蟲生長調節劑，用量低、殺蟲作用屬抑制生長化蛹，係斑潛蠅類之有效防治藥劑。雖然該藥在美國早已登記於蔬菜上使用，但在台灣因其屬新藥未有登記證，因而在緊急防治非洲菊斑潛蠅時，未能及時進口，而延誤防治該蟲之先機。鄭(18)因而建議或可利用政府經費事先發展昆蟲生長調節劑類之登記，除有助於害蟲防治外，亦可達安全用藥之目的。

## 4. 非農藥防治法之研發

在大眾環保意識高漲、農民用藥安全壓力、及害蟲抗藥性等問題交相產生時，研究人員除持續研發防治害蟲之選擇性、低毒有效藥劑外，尚應針對作物栽培環境、作物對害蟲危害之忍受性、害蟲之生物特性、及天敵之有效性等，開發適於害蟲之各種非農藥防治法，並兼顧作物害蟲相之整體防治。

## 引用文獻

1. 未具名。1986。植物保護手冊。台灣省政府農林廳編印。686頁。
2. 未具名。1993。台灣農業年報:98。台灣省政府農林廳。
3. 未具名。1994。台灣農業年報:98。台灣省政府農林廳。
4. 王清玲。1988。台灣新侵入之園藝作物害蟲簡介。中華昆蟲特刊 2: 145-153。
5. 王清玲、林鳳琪。1992。黃色黏板誘捕非洲菊斑潛蠅(*Liriomyza trifolii* (Burgess)) 之效果測定。中華農業研究 41: 61-69。
6. 王雪香。1994。設施花卉—非洲菊害蟲防治。台灣花卉病蟲害研討會專刊: 185-197。
7. 李錫山。1986。甘藍主要害蟲在台灣南部之發生消長。中華農業研究 35: 530-542。
8. 李錫山。1990。殺蟲劑防治番茄斑潛蠅(*Liriomyza bryoniae* (Kalt.)) 及其對寄生蜂之影響。中華昆蟲 10: 409-418。
9. 李錫山、呂鳳鳴、溫宏治。1989。番茄斑潛蠅 *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach) 1858 之生態及防治。中華昆蟲特刊 4: 53-58。
10. 李錫山、呂鳳鳴、溫宏治。1990。溫度對番茄斑潛蠅 (*Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach)) 發育之影

響。中華昆蟲 10: 143-150。

11. 李錫山、溫宏治、呂鳳鳴。1990。番茄斑潛蠅 (*Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach)) 在台灣之發生調查。中華昆蟲 10: 133-142。
12. 林政行。1983。台灣的潛蠅科昆蟲。台灣省立博物館科學年刊 26: 87-99。
13. 林鳳琪、王清玲。1989。非洲菊斑潛蠅之田間偵測。中華昆蟲特刊 4: 59-69。
14. 林鳳琪、王清玲。1992。非洲菊斑潛蠅寄生蜂之種類及發生調查。中華昆蟲 12: 247-257。
15. 問錦曾、王音、雷仲仁。1996。美洲斑潛蠅中國新記錄。昆蟲分類學報 18: 311-312。
16. 笹川滿廣、范滋德。1985。中國潛蠅科(雙翅目)初步名錄,並記四新種。昆蟲學研究集刊 5: 275-294。
17. 劉達修、王玉沙。1992。非洲菊斑潛蠅 (*Liriomyza trifolii* (Burgess)) 之藥劑篩選及黃色黏板在防治上之應用。台中區農業改良場研究彙報 36: 7-16。
18. 鄭允。1989。防治非洲菊斑潛蠅之用藥選擇。興農 68: 31-33。
19. 鄭清煥。1993。危害洋香瓜之番茄斑潛蠅的生態與防治。蔬菜保護研討會專刊: 135-152。
20. 鄭清煥。1994。番茄斑潛蠅在洋香瓜上之生態觀察。中華昆蟲 14: 65-81。
21. 鄭清煥。1994。番茄斑潛蠅在洋香瓜上之危害及對產量與品質之影響。中華昆蟲 14: 433-444。
22. 鄭清煥。1994。危害瓜類之番茄斑潛蠅的發生與防治。瓜類作物保護技術研討會專刊: 183-193。
23. 蕭旭峰。1991。台灣斑潛蠅屬昆蟲之系統分類研究。國立台灣大學植物病蟲害學研究所碩士論文。129頁。
24. 蕭旭峰、吳文哲。1996。雙翅目潛蠅科。植物檢疫診斷(二): 579-677。經濟部商品檢驗局新竹分局。
25. 錢景秦、古琇芷。1996。非洲菊斑潛蠅之形態、生活史及繁殖力。中華農業研究 45: 69-88。
26. Hansson C., and J. LaSalle. 1996. Two new eulophid parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eulophidae) of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). *Oriental Insects* 30: 193-202.
27. Kennedy, G. G., G. W. Bohn, A. K. Stoner, and R. E. Webb. 1978. Leafminer resistance in Muskmelon. *J. Amer. Soc.* 103: 571-574.
28. Malloch, J. R. 1914. Formosan Agromyzidae. *Ann. Mus. Nat. Hung.* 12: 306-336.
29. Mason, G. A., B. E. Tabashnik, and M. W. Johnson. 1989. Effect of biological and operational factors on evolution of insecticide resistance in *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae). *J. Econ. Entomol.* 82: 369-373.
30. Minkenberg, O. P. J. M. 1988. Dispersal of *Liriomyza trifolii*. *Bull. OEPP* 18: 173-182.
31. Oatman, E. R., and G. G. Kennedy. 1976. Methomyl induced outbreak of *Liriomyza sativae* on tomato. *J. Econ. Entomol.* 69: 667-668.
32. Parrella, M. P. 1987. Biology of *Liriomyza*. *Ann. Rev. Entomol.* 32: 201-224.
33. Parrella, M. P., and C. B. Keil. 1984. Insect pest management: the lesson of *Liriomyza*. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 30: 22-25.
34. Sasakawa, M. 1963. Oriental Agromyzidae (Diptera) in Bishop Museum, part 1. *Pac. Insects* 5: 23-50.
35. Sasakawa, M. 1972. Formosan Agromyzidae (Diptera). *Sci. Rep. Kyoto Pref. Univ., Agric.* 24: 43-82.
36. Sasakawa, M. 1977. Family Agromyzidae (Diptera), in *A Catalog of the Diptera of the Oriental Region Vol. III*. (M. D. Delfinado, and D. E. Hardy eds.), pp. 243-269. Honolulu.
37. Shiao, S. F., F. J. Lin, and W. J. Wu. 1991. Redescription of four *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) from Taiwan. *Chinese J. Entomol.* 11: 65-74.

38. Shiao, S. F., and W. J. Wu. 1989. Four new records of *Liriomyza leaf-miners* (Diptera: Agromyzidae) from Taiwan. *J. Taiwan Mus.* 42: 15-23.
39. Shiao, S. F., and W. J. Wu. 1995. A new *Liriomyza* species from Taiwan (Diptera: Agromyzidae). *Pan-Pacific Entomologist* 71: 161-168.
40. Spencer, K. A. 1961. A synopsis of the Oriental Agromyzidae (Diptera). *Trans. R. Entomol. Soc. Lond.* 113: 55-100.
41. Spencer, K. A. 1962. Notes on the Oriental Agromyzidae (Diptera) - 1. *Pacific Insects* 4: 661-680.
42. Spencer, K. A. 1966. Notes on the Oriental Agromyzidae - 4. *Stuttgarter Beitrage zur Natukunde* 147: 1-15.
43. Spencer, K. A. 1966. Agromyzidae (Diptera) from the Bismarck Archipelago, with appendix on some related species from the Oriental region. *Entomol. Medd.* 34: 489-520.
44. Spencer, K. A. 1990. Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera). Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. 444 pp.
45. Tu, C. C., S. L. Hwang, and S. C. Hwang. 1986. The PE-sheet tunnel cultivation of muskmelon. Scientific meeting report, Tainan District Agricultural Improvement Station: 11-19.
46. Wang, C. L., and F. C. Lin. 1988. A newly invaded insect pest *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in Taiwan. *J. Agric. Res. China* 37: 453-457.

## Current Occurrence and Control of *Liriomyza* Leafminers in Taiwan.

Chien, C. C. 1997.

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

### ABSTRACT

The polyphagous leafminers, *Liriomyza trifolii* (Burgess), *L. bryoniae* (Kaltenbach) and *L. sativae* (Blanchard) are important quarantine insect pests throughout the world. Although these leafminers seriously damaged ornamentals and vegetables during 1984 to 1995 in Taiwan, however, they have been under controlled. In order to fortify the exchange between the strait on the pest control methods, the current situation with regard to the classification and the parasitoids of *Liriomyza* in Taiwan are reported in this paper. The biology, ecology, the source, the outbreak and the control of *L. trifolii*, *L. bryoniae* and *L. sativae* are reviewed.

(Key words: *Liriomyza* leafminers, taxonomy, occurrence, control)