

# 東方果實蠅小面積區域防治模式研究 (二) 柑橘園之測試<sup>1</sup>

黃毓斌<sup>2</sup> 高靜華<sup>2,4</sup> 江明耀<sup>2</sup> 鄭允<sup>2</sup> 李木川<sup>3</sup>

## 摘 要

黃毓斌、高靜華、江明耀、鄭允、李木川。2008。東方果實蠅小面積區域防治模式研究 (二) 柑橘園之測試。台灣農業研究 57:63-73。

柑橘為台灣重要水果產業，栽培面積逾 32,000 ha，長久以來受東方果實蠅 *Bactrocera dorsalis* (Hendel), Oriental fruit fly 之威脅。為有效防治東方果實蠅，農試所於 2000 年透過台美農業合作計畫，自夏威夷引進「區域防治」觀念，促成防治工作的轉型。本研究選定嘉義縣大林鎮芎蕉山進行，測試「區域防治」是否可應用於本省小面積柑桔果園，此區為典型柑橘單作，面積約 400 ha，主要種植葡萄柚、甜橙、椪柑及茂谷柑，其它果樹甚少。本所與大林鎮農會合作，整合芎蕉山地區同一產銷班成員約 40 人，參與防治工作。工作內容是藉由密度監測，搭配誘雄、滅雌等技術以及落實田間清潔等措施，進行區域防治工作。整個時期分成兩階段，第一階段自 2005 年 7 月起開始防治，各措施即能有效降低東方果實蠅密度，至 2006 年 2 月寄主水果產季結束，工作期大約共 8 個月；依據第 1 年實施的經驗，第二階段防治工作更提前於 6 月開始實施，將高峰期的密度由第一年 18 隻/陷阱/天，降低至 1 隻/陷阱/天；經由連續 2 年的田間監測資料判別顯示，(1) 本區並無密度熱點存在；(2) 全區果園管理良好，且無外來果實蠅族群再入侵之問題；(3) 在落實「區域防治」工作後，有效的壓制果實蠅密度，即使未實施果實套袋保護，受害率僅約 0.35%；(4) 農民主動停止使用農藥防治果實蠅，每年節省農藥成本新台幣約 140 萬元 (美金約 4 萬 3 千元)，除提昇栽培環境的安全外，亦減少收穫果實之農藥殘留問題。由本研究中更瞭解生產組織辦理共同防治時，其經濟利益的誘因是「區域防治」成功的重要條件，此柑橘園區域防治成功的模式對本省廣大的柑橘生產區及其他果樹栽培區具指標性的意義，未來若能擴大田間示範觀摩及加強宣導應用，可積極提升水果產業的產值。

**關鍵詞：**區域防治、東方果實蠅、柑橘、小面積模式。

## 前 言

雲嘉南地區柑橘類栽培面積廣大，其中椪柑之產量佔台灣的 50-55%，而甜橙產量約佔台灣 90% (Taipei Agricultural Products Marketing Cooperation 2004-2005)，惟因長期受東方果實蠅 *Bactrocera*

- 
1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2312 號。接受日期：97 年 3 月 27 日。
  2. 本所應用動物組助理研究員、副研究員、助理研究員及研究員。台灣 台中縣 霧峰鄉。
  3. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 植物防疫組病蟲害管理科科长。台灣 台北市。
  4. 通訊作者，電子郵件：chkao@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23309097。

*dorsalis* (Hendel) 之危害，農民於採果期仍需噴灑農藥保護果品不受危害，不僅增加生產成本，更直接影響水果之安全品質。農業試驗所及動植物防疫檢疫局為降低東方果實蠅之威脅，自 2000 年起與美國夏威夷之果實蠅防治研究團隊合作 (Cheng *et al.* 2002)，於台東地區約 15,000 ha 釋迦栽培區進行大面積之「區域防治」測試 (Cheng *et al.* 2003, 2005; Vargas *et al.* 2006)。但台灣之果園多屬小面積栽培區，是否亦能符合 Lindquist (2000) 闡述「區域防治」之定義而有待測試，尤其小區域受周圍之影響遠較大區域為甚，常有區外害蟲再侵入問題，除非有良好的環境隔離條件否則不易收效。

嘉義縣大林鎮芎蕉山之柑橘栽培區面積約 400 ha，作物種類單純，主要為芸香科之葡萄柚、甜橙、椪柑、茂谷柑等柑橘類作物，少有其它屬東方果實蠅寄主之雜果，且具備良好的地理隔離條件，經評估後認為可以試測「小面積」模式「區域防治」，比照嘉義縣梅山鄉圳南蓮霧栽培區之全區辦理方式 (Chiang *et al.* 2007)，不設置緩衝帶保護或空間預警。本研究藉由：(1) 組織農民進行協同防治；(2) 監測全區東方果實蠅之密度；(3) 水果產期前二個月即開始以含毒甲基丁香油誘劑「滅雄」至產期結束為止；(4) 發動農民進行果園清潔等措施，並評估區域防治的效益及可行性。

## 材料與方法

### 防治區地理資訊及生產栽培概況

嘉義縣大林鎮中坑里轄區海拔高度介於 40-164 m 之間，為國道 3 號所貫穿，西半部地形以平原為主，東半部則屬低海拔山坡地。芎蕉山地區位於中坑里東南角 (圖 1 紅線內)，海拔高度 70-150 m，北以葉子寮溪為界，南至三疊溪，東至竹崎鄉界，西至國道 3 號。

芎蕉山栽培的主要經濟作物為柑橘類果樹，占當地作物產量的 99.4%，除外僅有少量龍眼及荔枝 (圖 2)。柑橘類的產期長達 7 個月，自每年 8 月葡萄柚採收期開始，銜接甜橙、椪柑及茂谷柑，在翌年 3 月結束。

### 組織訓練及防治觀摩

「區域防治」示範工作由大林鎮農會整合芎蕉山地區柑橘產銷班及中坑里民共約 40 人參與，防治區涵蓋面積達 400 ha，其中柑橘栽培面積約 140 ha。

2005 年 5 月由農業試驗所協助規劃防治區，於 6 月 20 日辦理訓練說明會，指導農民正確防治觀念及資材操作技術，並遴選 12 位產銷班班員負責果實蠅密度監測及防治技術宣導等工作。7 月中旬即正式展開監測與防治，並透過定期班會檢討區域防治之各項工作執行狀況。同年 10 月 12 日配合台美合作計畫之美方人員參訪，舉辦觀摩會展示防治成果，並邀請縣政府、農會、改良場及鄰近農民共同參與。

2006 年持續辦理區域防治測試，於 6 月初產銷班會議時確認當年度防治時程及人員組織後，比照前一年之方式進行。

### 成蟲密度監測

密度監測工作規劃方式，以農試所購置之嘉義縣大林鎮芎蕉山地區航空正射影像圖 (群立科技股份有限公司之群立數位大地影像 GeoTAIWAN 系列產品，比例 1/5000，圖幅編號：95203064、95203065、95203066、95203073、95203074、95203075)，透過地理資訊軟體 (Mapinfo 7.0，九福

科技公司) 展現相關地理位置,再以虛擬實境軟體 (Landgene Scaper 3.80) 將地理資訊圖轉換為 3D 立體圖層。透過投影銀幕播放,讓農民瞭解區域空間分布及地形差異,選定適當之密度監測點位置 (Su *et al.* 2003)。完成監測點設置後,再利用衛星定位儀 (GARMIN GPSVT) 將 12 處密度監測點詳細位置標定。



圖 1. 嘉義縣大林鎮芎蕉山地區果實蠅密度監測點 (A-L) 地理分布立體地圖。

Fig. 1. The 3D geographic distribution of fruit fly monitoring sites (A-L) in Da-Lin, Chia-Yi county. (The monitoring sites were point coordinated by Transverse Mercator 2° projection with datum GRS67)

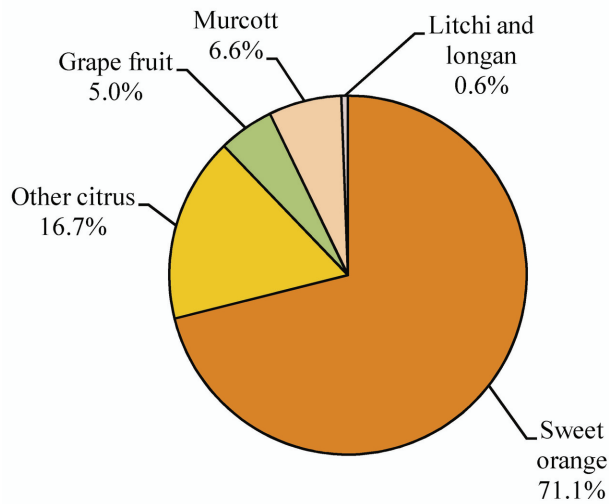


圖 2. 嘉義縣大林鎮芎蕉山地區主要果實蠅寄主作物分布比重。

Fig. 2. Ratio of major fruit production in the demonstration area of Da-Lin, Chia-Yi county.

監測用陷阱採用中改式誘蟲盒，盒內放置一片含毒甲基丁香油誘殺板 (5%乃力松與 90%甲基丁香油，大小  $4.0 \times 4.0 \times 0.9$  cm)，懸掛高度約 1.0-1.5 m。每 10 天計算誘殺之蟲數，交由農業試驗所進行統計分析，每個月更換一次誘殺板。第一階段果實蠅密度監測自 2005 年 7 月 13 日開始，至 2006 年 2 月柑橘產期結束，為期八個月。第二階段於 2006 年 7 月 13 日開始第 2 個年度的監測工作，至翌年 2 月柑橘產期結束止。

### 防治措施

**滅雄防治：**誘雄防治所需之含毒甲基丁香油藥液 (50 mL 瓶裝，主成份為 5%乃力松及 90%甲基丁香油)，係由動植物防疫檢疫局主辦之「作物有害生物整合性計畫」之瓜果實蠅共同防治工作項目下提供。誘蟲器 (長橢圓形，高 16 cm，中央寬度直徑 9 cm，具 2 個直徑 5 cm 之圓形開口) 每 ha 設置 4 個，內置浸漬含毒甲基丁香油藥液之棉片 ( $3.5 \times 3.5 \times 0.8$  cm)。果園內誘蟲器由農民自行購置，公共區域由農業試驗所提供 300 個誘蟲器及 2500 片棉片供防治使用。第一年全區共計使用 800 瓶藥液。第二年滅雄防治工作提前於 6 月初開始至柑橘產期結束，9 個月期間共計使用 900 瓶藥液，並補充誘蟲器 150 個。

**食物誘殺：**針對果實蠅發生高峰期，點噴 10:1 稀釋之 0.02%賜諾殺濃餌劑 (GF-120) 誘殺雌蠅，果園區 140 ha 內，共計實施點噴 12 ha 量，使用量約計 40 L 稀釋量。

**果園清潔：**為防止果實蠅繼續孳生，在各密度監測點及集貨場周圍共設置 15 個有蓋圓形塑膠桶 (直徑 65 cm × 高 90 cm) 示範廢棄果收集裝置，果園內由農民自行設置及收集落果並定期清理。

### 被害率調查

2007 年 1 月於防治區中選取 3 處果園 (面積約 6 ha) 取樣調查受害率。每處果園逢機取樣 5 棵果樹，每棵逢機摘取樹上果 80 個 (平均重量約 12 kg)，三處果園合計採樣 1200 個 (約 180 kg)，攜回實驗室鏡檢計算果實被害率，每週重複一次，連續採樣 3 次。

### 效益評估

收集果實蠅發生密度、柑橘類水果產量、產銷價格、防治費用及農藥殘留檢測之相關資料，進行效益分析。並採用問卷方式，針對參與區域防治工作農民進行訪談，以瞭解農民對「區域防治」工作之接受度及感受，共發出 20 份，回收 17 份。

## 結 果

本研究分兩階段進行，第一階段於 2005 年 6 月開始，勘定果實蠅密度監測點 12 處 (圖 1 A-L) 後，即由指定之 12 位農民專責密度監測工作，7 月 13 日開始每 10 天調查一次密度資料。由第一階段密度監測資料顯示，不同調查點誘蟲數有明顯的差異，變動範圍從 3 至 36 隻/陷阱/天，平均密度約 18 隻/陷阱/天 (圖 3A)，高密度期發生於 7-8 月，其走勢為單一高峰。實施滅雄防治後約 40 days (8 月 23 日) 起，田間東方果實蠅密度持續下降，至 10 月中旬時密度僅約 2 隻/陷阱/天，但不同調查點間差距不顯著。分析 2005 年個別監測點密度之變異係數 (標準差/平均值  $\times 100\%$ , Coefficient of Variation) 結果均相當一致，顯示個別資料變異不大。於第二階段 (2006 年) 繼續辦理時，將防治工作重點鎖定在積極地降低 8 月間龍眼或其他寄主可能造成的果實蠅密度高峰，因此將滅雄工作提早於 6 月上旬即全面展開，有效的將果實蠅密度高峰降低到前一年的十分之一。田間

密度自 9 月起更降至僅約 1 隻/陷阱/天 (圖 3B)，防治效果較 2005 年更明顯，監測點資料特性與前一年相似 (變異係數約 1-2%)，惟峰度並不明顯，由於無其它寄主作物可助長其繁衍，族群長期維持於 2 隻/陷阱/天以下。

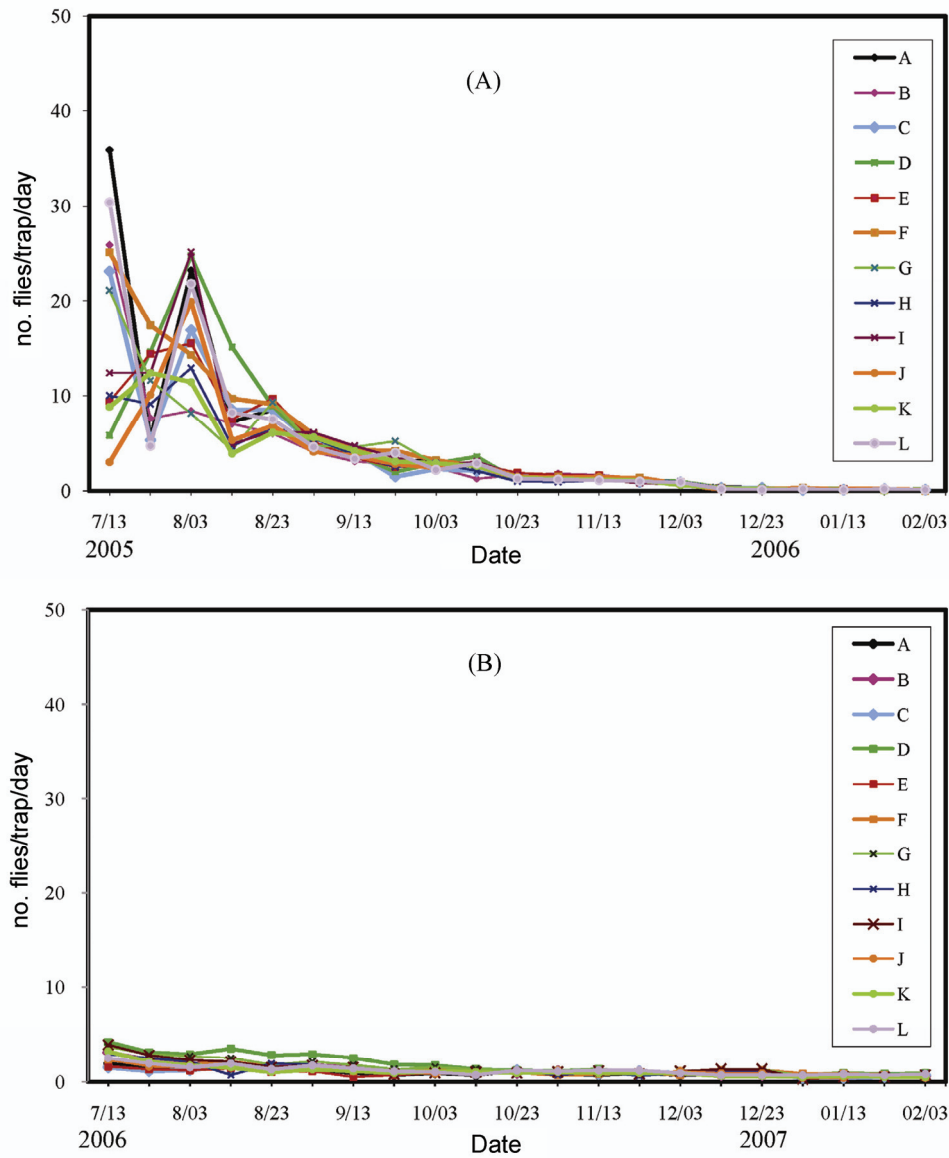


圖 3. 嘉義縣大林鎮芎蕉山 12 個監測點 (A-L) 之果實蠅密度消長情形。(A) 第一年；(B) 第二年。

Fig. 3. Oriental fruit fly density monitoring by 12 farmers (A-L) in Da-Lin, Chia-Yi county during. (A) First year, (B) Second year.

因連續兩年實施「區域防治」成效顯著，自 8 月下旬之後，果實蠅密度持續低於經濟防治水準，農民主動全面停止施用農藥防除果實蠅。在 9 月初甜橙等柑桔類水果產量逐漸進入高峰時，果實蠅密度亦未隨水果盛產而同步發生，顯示區域防治能有效壓制族群的增長 (圖 4)。期間葡萄柚及甜橙產量雖因 8 月 30 日「泰利」及 9 月 30 日「龍王」颱風 [中央氣象局颱風資料庫 (<http://rdc28.cwb.gov.tw/data.php>)] 侵襲造成落果而略為下降，就經濟防治效益而言，2004 年農藥支出達新台幣 1,419,000 元 (相當於美金 44,343 元)，而 2005 年全區果實蠅防治費用支出僅新台幣 77,550 元 (相當於美金 2,423 元) (如表 1)，除減少防治費用約 134 萬元 (相當於美金 41,920 元)，同時節省施藥的人力成本，且收穫的甜橙經農藥殘毒快速檢驗篩檢均無農藥殘留反應，另依據嘉義縣政府 2005 及 2006 年針對柑桔類農產品農藥殘留抽驗，本區均無檢出農藥殘毒超過標準，大大提高果品的安全性。2006 年因政策性疏果，甜橙產量更較 2004 年減少 34%，但因市場供需造成價格上揚，整體柑橘總產值仍維持相同水準。除防治果實蠅費用 84,249 元外，果園清潔由農民主動清理無需額外花費，生產總成本比 2004 年降低 94%，因此總收益仍較 2004 年成長約 3.6%。

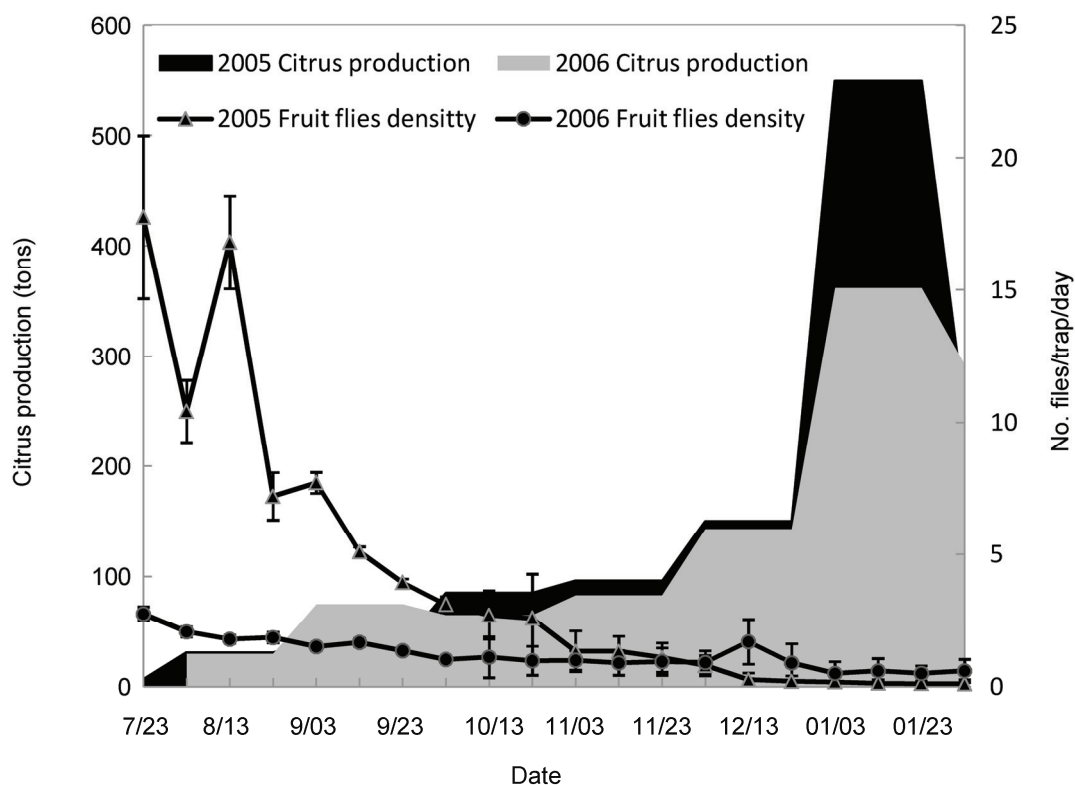


圖 4. 嘉義縣大林鎮芎蕉山柑橘類生產與果實蠅密度變化圖 (2005-2006)。

Fig. 4. Citrus production and oriental fruit fly density fluctuation in Da-Lin, Chia-Yi county during 2005-2006.

表 1. 嘉義縣大林鎮芎蕉山實施區域防治後與未實施前 (2004 年) 甜橙產量與防治成本之比較

Table 1. Citrus production and pest control cost in test area during 2004-2006

Items compared	2004	2005	2006	Difference		Gain in NT dollars	
				1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>
<b>Yield</b>							
Quantity, tons	1,595	1,200	1,050	-25.0% <sup>z</sup>	-34.1% <sup>y</sup>		
Price per Kg, NT dollars	15.5	20.5	23.4	+32.0%	+15.0%		
Value, million NT dollars	24.74	24.55	24.60	-0.4%	-1.1%	-186,450	-136,950
<b>Control expenses in NT dollars</b>							
Pesticides	1,419,000	0 <sup>x</sup>	0	-94.5%	-94.1%	+1,341,450	+1,334,874
Male annihilation (Methyl eugenol + Naled)	0	66,000	82,170				
Food bait (GF-120)	0	9,900	2,079				
Field sanitation	0	1,650	0				

<sup>z</sup> Production reduced 25% due to typhoon.

<sup>y</sup> Production reduced due to thinning fruits.

<sup>x</sup> First time ever, no pesticide was applied and caused no residual hazard.

比對連續 2 年的密度調查結果，發現果實蠅密度高於全區平均值的調查點分布狀況並不顯著 (表 2)，顯示此地區之東方果實蠅族群發生呈均勻分布，無特殊熱點 (Hot spots) 存在，與嘉義縣梅山鄉圳南村的蓮霧防治區顯有不同 (Chiang *et al.* 2007)。雖然實施前尚未有果實受害率之資料，然經兩階段全面性區域防治後，於 2007 年盛產季節連續進行 3 次甜橙被害率調查，因東方果實蠅所造成之損失僅 0.35% (表 3)，較實施前訪談農民所述 60% 之受害率有很大差異。

2007 年初柑橘產季結束進行工作檢討時，針對參與區域防治測試的農民進行問卷調查，每項題目依滿意度評等，分為 5 級進行分析 (表 4)。受訪者對「大家一起來防治」的配合意願評分最高 (平均評分為 4.24)，顯示此地區農民對果實蠅防治工作向心力強，具有一致的目標。在工作成效及水果產品品質方面，滿意度均達滿意等級 (評分為 4.0)，表示農民對區域防治的成效具有正面的評價，且肯定對品質的提升有幫助。另就實施區域防治後農藥減量及節省人力費用方面，平均評分達到 4.0，農民對實施後減少農藥使用及節省防治成本有明顯的感受。對於防治技術資訊的瞭解僅達一般程度 (平均評分為 3.0)，可能因本地區農民平均年齡偏高 (超過 55 歲)，對於防治技術未能深入瞭解。就整體問卷調查來看，受訪者對兩年來參與果實蠅區域防治工作給予正面評價 (總評分達到 4.03)，亦期望此工作能持續進行。

## 討 論

東方果實蠅是本省柑橘類水果生產的最大威脅，早年為順利出口柑橘至日本，即開始實施東方果實蠅共同防治，歷經了滅雄、釋放不孕雄蠅、噴灑含毒蛋白質水解物等技術之變革 (Lee & Chang 1980; Chiu & Yang 1998)，仍無法達到滅絕東方果實蠅的目標。在難以將其滅絕的前提下，導入綜合害蟲管理 (Integrated pest management, IPM) 的理念，以管理代替絕滅而轉型為「區域防治」是必要的方向。

表 2. 2005-2006 年嘉義縣大林鎮芎蕉山果實蠅密度監測結果

Table 2. Average OFF density in individual monitoring sites in Da-Lin, Chia-Yi county during 2005-2006

ID	2005		2006	
	No. flies/trap/day (±SE)	Above average	No. flies/trap/day (±SE)	Above average
A	16.0 ± 5.9	yes	1.4 ± 0.3	
B	11.0 ± 3.7	yes	2.1 ± 0.2	yes
C	12.5 ± 3.3	yes	1.4 ± 0.1	
D	13.8 ± 3.2	yes	3.3 ± 0.3	yes
E	11.3 ± 1.6	yes	1.3 ± 0.1	
F	15.1 ± 2.9	yes	1.9 ± 0.1	
G	10.9 ± 2.7		2.7 ± 0.1	yes
H	8.7 ± 1.4		2.0 ± 0.3	yes
I	12.2 ± 3.6	yes	2.5 ± 0.4	yes
J	9.0 ± 2.9		1.7 ± 0.2	
K	8.5 ± 1.6		1.9 ± 0.4	
L	14.5 ± 4.9	yes	1.8 ± 0.2	

表 3. 2007 年示範區甜橙被果實蠅為害之受害率調查

Table 3. Survey of OFF infestation on sweet orange in 2007

Sampling date	% Infestation (No. damage fruit/total fruit inspected)			
	Orchard 1	Orchard 2	Orchard 3	Mean
Jan. 16 <sup>th</sup> , 2007	0 (0/410)	0 (0/435)	0 (0/421)	0
Jan. 24 <sup>th</sup> , 2007	0.25 (1/400)	2.50 (12/489)	0.23 (1/420)	0.99
Jan. 30 <sup>th</sup> , 2007	0 (0/399)	0 (0/439)	0 (0/412)	0
Mean	0.08	0.88	0.08	0.33

表 4. 嘉義縣大林鎮芎蕉山實施區域防治後農民問卷調查結果 (滿意指數 1-5 分)

Table 4. Questionnaire on the area-wide control efficacies in a 5-point scale from growers in Da-Lin, Chia-Yi county

Questions	Rating obtained from 17 farmers <sup>z</sup>					Score
	5	4	3	2	1	
Are you satisfied with the results of OFF area-wide control program?	5	10	1	1	0	4.12
Your understanding of the area-wide control tactics is sufficient.	1	12	4	0	0	3.82
Are you willing to practice the area-wide control program?	6	9	2	0	0	4.24
Do you think the quality of harvested fruit improved in this program?	0	14	3	0	0	3.82
Did you reduce the cover spray after adapting area-wide control?	3	12	1	1	0	4.00
Did you gain financially after implementing the area-wide control?	5	10	2	0	0	4.18
Average rating						4.03

<sup>z</sup> 5: strong agree; 4: agree; 3: neither agree nor disagree; 2: disagree; 1: strong disagree.

根據兩年的果實蠅密度監測資料，可確認芎蕉山柑橘栽培區之東方果實蠅僅在 8 月份時會出現較高密度的單一高峰，由防治區作物組成及產季分析，此一高峰密度發生時尚未有柑橘類水果產出，可能來自於荔枝或龍眼生產末期的棄果所衍生之果實蠅新生族群。與區域防治實施前比較，農民訪談認為往年受東方果實蠅為害嚴重，受害率可高達 60%，雖然長期使用芬殺松及芬化利等農藥防治，但對果實的保護效果仍不佳。在實施全區滅雄 (Cunningham & Suda 1986)、果園清潔等工作後，將東方果實蠅密度大幅降低，無需再使用殺蟲劑防治果實蠅。在本試驗中亦發現，原先認為東方果實蠅由防治區外再侵入的問題可能會嚴重影響防治成效，但實際測試顯示，雖然東方果實蠅具有強大的遷移能力，但在自然環境中是否有長距離遷移之誘因，也應列入考慮，由芎蕉山地區的防治成效可確認此一觀點。結合轄區內具有共同目標的產銷班員共同執行東方果實蠅之密度監測與防治，由農民自行組織參與工作，更能深切感受到掌握防治時機的必要性及害蟲密度降低的對經營管理成本的直接影響。

嘉義縣大林鎮芎蕉山之柑橘類作物栽植管理屬不套袋的粗放經營，以往蟲害管理均採化學防治為主，經轉型測試區域防治策略後發現：(1) 東方果實蠅成蠅飛翔移動能力雖高，若無外在的誘因使其進行長距離的遷移，區外再侵入的威脅並不大；(2) 使用含毒甲基丁香油滅雄的效果在此地區得到良好印證，全面實施一個月後，果實蠅密度顯著降低；(3) 完善的密度監測系統，提供了害蟲發生動態及空間分布的最新資訊，而農民的直接參與更能立即掌握防治時機；(4) 全區作物均以柑橘類為主，種類單純且栽培管理方式相近，在同步且全面的防治措施下，防治成效相當顯著。

芎蕉山柑橘生產區之作物環境符合 Lindquist 所提區域防治要件，經試驗單位與農民縝密規劃，結合同樣共同目標的農民組織，運用新科技規劃防治區，落實滅雄、滅雌及清園等防治措施，可減少農藥的施用。由 2005-2006 年芎蕉山地區執行「區域防治」的成效證明，基於經濟利益 (如增加收入及提升品質) 使農民願意主動參與，配合簡便有效的防治技術，確實可使東方果實蠅密度大幅降低，此一模式可為未來其他柑橘產區或其他作物辦理「區域防治」的重要典範。

## 誌 謝

本研究承蒙農委會台美農業科技合作「東方果實蠅之區域防治研究」計畫 (93 中美-1.4-合-01) 及動植物防疫檢疫局「有害生物整合性防治」計畫 (94-管理-3.1-植防-1 及 95 管理-3.1-植防-1) 經費補助；嘉義縣政府及大林鎮農會全力配合規劃與執行；柑橘產銷班黃錫清、林文正、倪慶煌、涂芳一、蔡慶順、葉金漳、陳成叢、陳進雄、許石胆、黃金玉、陳春全、張李章興等 12 位農友協助密度監測及防治測試等工作，謹致以衷謝忱。

## 引用文獻 (Literature cited)

- Cheng, E. Y., Y. B. Hwang, C. H. Kao, and M. Y. Chiang. 2002. An area-wide control program for the oriental fruit fly in Taiwan. p.57-71. *in* the Proceeding of Symposium on Insect Ecology and Fruit Fly Management. Plant Prot. Soc. of the Republic of China Pub. Taichung, Taiwan, ROC. (in Chinese with English abstract)

- Cheng, E. Y., C. H. Kao, M. Y. Chiang, and Y. B. Hwang. 2003. Modernization of oriental fruit fly control in Taiwan: the planning and execution of an area-wide control project. p.49-66. *in* the Proceeding of Symposium on Plant Protection Management for Sustainable Development: Technology and New Dimension. Plant Prot. Soc. of the Republic of China Pub. Taichung, Taiwan. (in Chinese with English abstract)
- Cheng, E. Y., C. H. Kao, M. Y. Chiang, and Y. B. Hwang. 2005. Area-wide control of oriental fruit fly and melon fly in Taiwan. p.147-154. *in* the Proceeding of Symposium on Taiwan-American Agricultural Cooperative Projects. Agric. Res. Institute, COA Pub. Taichung, Taiwan, ROC.
- Chiang, M. Y., C. H. Kao, Y. B. Huang, E. Y. Cheng, and M. C. Lee. 2007. Studies on small model area-wide control of the oriental fruit fly for wax apple. *J. Taiwan Agric. Res.* 56:153-164. (in Chinese with English abstract)
- Chiu, H. H. and L. C. Yang. 1998. Current situation and prospect of controlling fruit fly in Taiwan. p.1-8. *in* the Proceeding of Symposium on Fruit Fly for Control Technique in Taiwan. (Liu, Y. C. and S. J. Cheng, eds.) National Chung Hsing Univ. Pub. Taichung, Taiwan. (in Chinese with English abstract)
- Cunningham, R. T. and D. Y. Suda. 1986. Male annihilation through mass-trapping of male flies with methyl eugenol to reduce infestation of oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) larvae in papaya. *J. Econ. Entomol.* 79:1580-1582.
- Lee, L. W. Y. and K. K. Chang. 1980. The Taiwan Project. p.85-97. *in* the Proceeding of Symposium on Fruit Fly Problems. Nat. Institute of Agric. Sciences Pub. Yatabe, Ibaraki, Japan.
- Lindquist, D. A. 2000. Pest management strategies: area-wide and conventional. p.13-19. *in* the Proceeding of Symposium on Area-wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests. Penerbit Univ. Sains Malaysia Pub. Penang, Malaysia.
- Su, W. Y., C. N. Chen, E. Y. Cheng, and Y. B. Hwang. 2003. The geographical distribution and statistical forecasting of Oriental fruit flies in Taiwan. p.67-110. *in* the Proceeding of Symposium on Plant Protection Management for Sustainable Development: Technology and New Dimension. Plant Protection Society of the Republic of China Pub. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC. (in Chinese with English abstract)
- Vargas, R. I., R. F. L. Mau, R. Wong, and E. B. Jang. 2006. Successful utilization of the area-wide approach management of fruit flies in Hawaii. p.31-40. *in* the Proceeding of International Symposium on Area-wide Management of Insect Pests. Okinawa Prefectural Agric. Res. Center Pub. Okinawa, Japan.

# Studies on Small Model Area-wide Control of the Oriental Fruit Fly for Citrus<sup>1</sup>

Yu-Bing Huang<sup>2</sup>, Ching-Hua Kao<sup>2,4</sup>, Ming-Yao Chiang<sup>2</sup>,  
Edward Y. Cheng<sup>4</sup>, and Mu-Chuan Lee<sup>3</sup>

## Abstract

Huang Y. B., C. H. Kao, M. Y. Chiang, E. Y. Cheng, and M. C. Lee. 2008. Studies on small model area-wide control of the oriental fruit fly for citrus. *J. Taiwan Agric. Res.* 57:63-73.

Citrus is a very important fruit crop in Taiwan with an acreage of more than 32,000 ha, however, the threat from the oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis* Hendel, OFF) is a constant problem. Current OFF control program started in 1959 for the purpose of protecting the citrus for export, and control of OFF has been on the priority list. Following the success of area-wide control of OFF in sugar apple (in Taitung) and wax apple (in Juan-Nan), practical test on citrus becomes urgent. Da-Lin Township of Chia-Yi County was selected because citrus is the only fruit crop grown in this area. With the corporation of growers from Da-Lin, an area-wide OFF control program was launched in 2005, which included measures such as geographic and agricultural information gathering, OFF population monitoring, male annihilation by methyl eugenol bait and protein food bait to kill and lure female OFF. The 400 ha test area covering 120 ha citrus orchards started the control program since early June of 2005, and the OFF population was greatly reduced to less than one fly per trap per day. No hot spots were found due to alternative hosts of OFF was rarely existed in this area. The citrus production in Da-Lin was not subjected to bagging as it was done to the wax apple or sugar apple. As such, the OFF damage rate was assessed directly. By sampling the citrus fruits from three orchards, 0.35% damage rate was obtained. Another benefit of this program was no insecticide spray needed. Reduction of OFF damage minimized the cost of insecticide spray and residual problem, which also improved the quality of citrus fruits and the environment in which farmers are routinely working. For two consecutive years, the saving of insecticide spray was estimated at 1.4 million NT dollars (US\$ 44,343) per year. It is also observed that economic motivation and farmer education were essential to a successful area-wide control program. The small acreage model in citrus is of vital importance because there are a number of similar production areas like Da-Lin in Taiwan, and field demonstration on area-wide OFF control to other citrus growers will be initiated in the near future.

**Key words:** Area-wide control, *Bactrocera dorsalis*, Citrus, Small acreage model.

- 
1. Contribution No.2312 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: March 27, 2008.
  2. Respectively, Assistant Entomologist, Associate Entomologist, Assistant Entomologist and Entomologist, Applied Zoology Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
  3. Chief, Pest Management Section, Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine (BAPHIQ), Council of Agriculture.
  4. Corresponding author, e-mail: [chkao@wufeng.tari.gov.tw](mailto:chkao@wufeng.tari.gov.tw); Fax: (04)23309097.