

# 東方果實蠅小面積區域防治模式研究 (一) 蓮霧園之測試<sup>1</sup>

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

## 摘 要

江明耀、高靜華、黃毓斌、鄭允、李木川。2007。東方果實蠅小面積區域防治模式研究 (一) 蓮霧園之測試。台灣農業研究 56:153-164。

「區域防治」理論發展多年，在蟲害防治上亦有許多成功的案例，但鮮少針對其必要條件有明確的定義。本研究透過實際之測試驗證「區域防治」理論在小面積防治東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 的可行性，並探討「區域防治」可行的必要條件。經在嘉義縣梅山鄉圳南村 200 公頃之蓮霧果園進行兩年的測試，發現在經濟利益的誘因下，透過具有相同目標的防治組織，運用甲基丁香油誘雄、含毒食物誘餌滅雌及清園等防治措施，結合空照圖與 3D 虛擬軟體之高科技技術規劃田間果實蠅監測點，並隨時主動調整策略，可將果實蠅密度降低 50% 以上。2005 及 2006 年測試區之整體收益較 2004 年增加 402 萬及 945 萬台幣。2007 年進行之問卷調查顯示，農民對於「區域防治」策略應用及成果十分肯定，深覺可有效減少用藥及增加收益。此項田間測試證實，只要具備健全的農民組織、完善的規劃及有效的防治技術，東方果實蠅小面積區域防治確屬可行，相關的經驗模式與內容可供擬進行區域防治之鄉鎮參考。

**關鍵詞：**東方果實蠅、區域防治、蓮霧、小面積防治模式。

## 前 言

「區域防治」的概念由 Knipling (1979) 提出，經過 20 餘年的發展，理論更趨完整與成熟。Lindquist (2000) 在比較「區域防治」與「傳統防治」的異同時，提出「區域防治」的定義為：在相對廣大的區域，一群種植相同或相似作物的生產者防治相同的重要害蟲。其前提為具有共同目標並針對特定的主要害蟲。而影響區域防治能否成功的要素有：(1) 具有共同目標的生產群體；(2) 有健全的組織；(3) 有長期且主動的工作計畫；(4) 運用科技的方法；(5) 有對環境的考量。

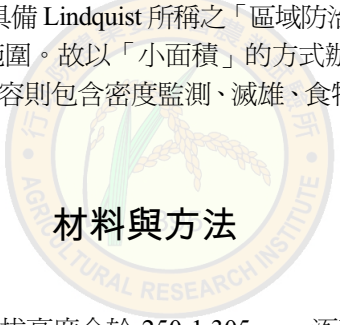
夏威夷自 2000 年起針對瓜實蠅 (*Bactrocera cucurbitae* (Coquillett)) 試辦區域防治，確認可有效降低瓜實蠅密度，並減少農藥的使用，近幾年也著手地中海果實蠅 (*Ceratitis capitata* Wiedemann) 及東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 之區域防治測試 (Mau et al. 2003; Vargas et al. 2006)。我國則於 2001 年起與美國夏威夷的果實蠅研究團隊密切交流，經由執行台美農業科技合作計畫引

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2291 號。接受日期：96 年 07 月 2 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。

進此一觀念，以促進東方果實蠅防治工作的現代化 (Cheng *et al.* 2000)。至 2005 年止，台東釋迦產區的區域防治示範面積漸擴增至 15,000 公頃，台灣西岸 14 個示範區的面積也超過 10,000 公頃，防治區內外東方果實蠅密度差可達 3-10 倍 (Cheng *et al.* 2002, 2003, 2004, 2005)。

蓮霧為台灣的重要水果，其中又以屏東地區供應之冬、春兩季蓮霧最著名(12 月至隔年 5 月)；宜蘭地區蓮霧產期則為春末至初夏(5 至 8 月)，夏季後期 8 至 11 月均非蓮霧之產期 (Cheng *et al.* 2000)。嘉義縣梅山鄉圳南地區自 2001 年起利用遮陽方式進行產期調節，已成為本省 8 至 11 月間少有之蓮霧產地，2004-2005 年圳南銷往台北市之總量超越宜蘭 (Taipei Agricultural Products Marketing Cooperation, 1996-2005)，因量少價高，故極具經濟價值。惟此一產期正逢高溫及水果盛產，也是東方果實蠅大量繁衍的季節，極易對寄主水果如蓮霧造成危害，嚴重時可達全無收成之地步。2005 年圳南地區蓮霧產銷班要求協助辦理東方果實蠅的防治，經農業試驗所初步勘查，發現蓮霧為圳南地區單一且最大宗之水果，東方果實蠅之其他水果寄主稀少且分布零散，距鄰近果樹栽培區亦甚遠，隔離條件良好，符合在一特定區域種植相同作物且防治相同重要蟲害的前提，適合進行區域防治測試。

本研究藉由實際測試 Lindquist (2000) 提出之區域防治理論，驗證此概念是否適用於台灣小面積的果園經營型態，由於圳南地區已具備 Lindquist 所稱之「區域防治」要素，但面積僅約 500 公頃，相對於果實蠅之移動能力而言屬小範圍。故以「小面積」的方式辦理，亦即全無設置「緩衝帶」，以全面防治之方式進行規劃，工作內容則包含密度監測、滅雄、食物誘殺及果園清潔(含果實套袋)等措施。



## 材料與方法

### 防治區地理資訊及栽培生產概況

嘉義縣梅山鄉圳南村(圖 1)海拔高度介於 250-1,305 m，涵蓋低海拔至中海拔地帶，地形落差超過 1,000 m。外圍由海拔約 1,000-1,300 m 的山脈環繞，以東北角的大尖山最高(1,305 m)，往西南方延伸依序為二尖山(1,279 m)、馬鞍山(1,265 m)、梨子腳山(1,176 m)及太平山(968 m)。南北面分別以九芎坑溪及倒孔溪為界，地勢以倒孔溪河谷最低(250 m)，形成獨立的山谷地形。其中海拔 600 m 以下呈東西走向的平緩山坡地，為主要的蓮霧栽培區。本區果樹以蓮霧為主要之栽培作物，栽培面積所佔比例為 95.2%，其次為龍眼 2.9%及柑橘 1.9%(圖 2)，約佔全區栽培面積的二十分之一，龍眼及柑橘僅零星分布於海拔 300-600 m 間。1993 年之前當地蓮霧產期以 6 月到 8 月為主，經農民應用黑色遮陽網進行產期調節，近五年來產期調整至 8 月到 11 月。在雨量充足水源無虞並配合套袋及管理，果品色澤及甜度大為提高，每公斤平均價格由原先 20 元竄升至 200 元，最高價格可達每公斤 480 元，成為高經濟效益之作物，任何有利於蓮霧栽培管理之活動，農民均因經濟利益誘因而積極參與。

### 農民組織與工作規劃

圳南地區之區域防治工作組織由梅山鄉農會整合 3 個產銷班及相關農民，總參與人數約 100 人，果園面積約 200 公頃，規劃之防治區涵蓋面積達 500 公頃(圖 1 紅線區域)。第一次工作說明會於 2005 年 5 月 24 日召開，由產銷班班長提供該區之簡要行政區圖，概略劃分責任區域及選定監測點位置。第二次說明會即利用農試所之虛擬實境軟體(LandGis Scape 3.80)製作圳南地區 3D 立體實境地圖，將第一次會議規劃之責任區範圍與密度監測點位置做詳細確認，並指定各監測點負責人及確認防治工作之執行時程。

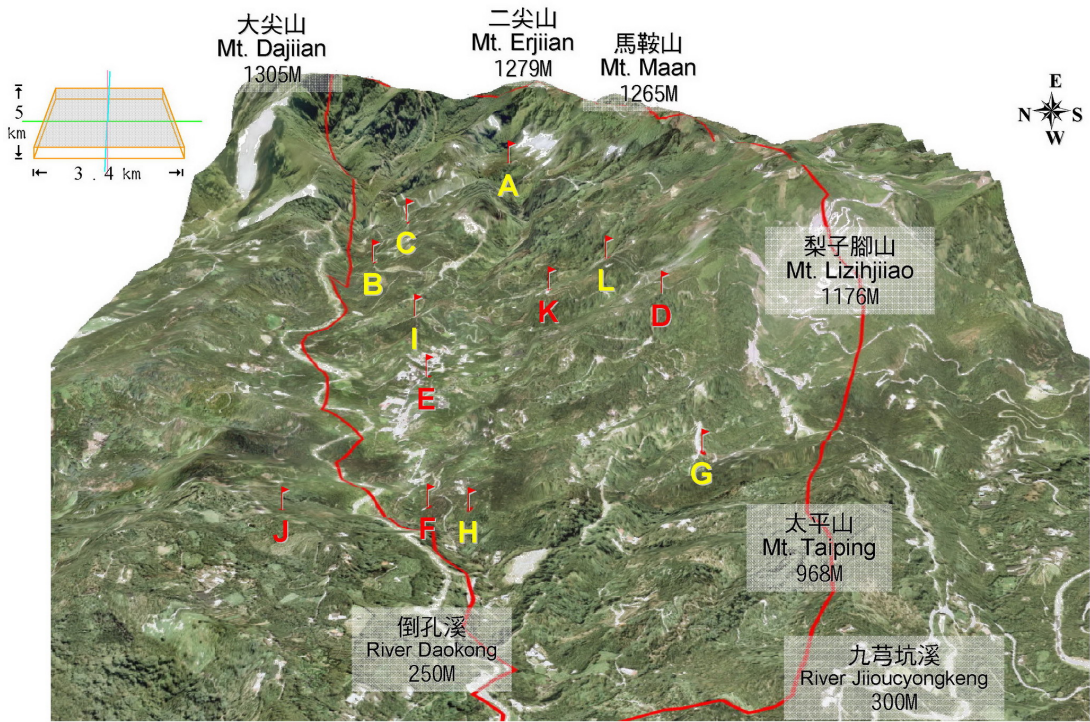


圖 1. 嘉義縣梅山鄉圳南地區果實蠅密度監測點 (A-L) 地理分布立體地圖。

Fig. 1. The 3D geographic distribution of oriental fruit fly monitoring sites (A-L) in Juan-Nan area of Mei-Shan township, Chia-Yi county.

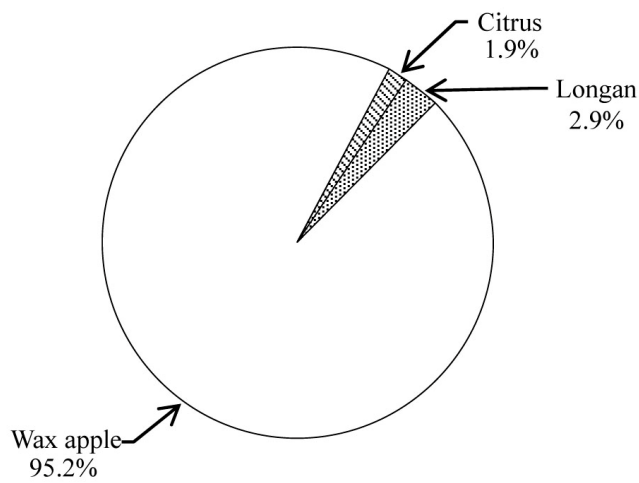


圖 2. 嘉義縣梅山鄉圳南地區果樹作物結構。

Fig. 2. Fruit crop structure in Juan-Nan area of Mei-Shan township, Chia-Yi county.

## 害蟲密度監測

密度監測點分布的相關位置由農試所統整，先行購置嘉義縣梅山鄉圳南村航空正射影像圖（群立科技股份有限公司 GeoTAIWAN 系列，五千分之一數位空照圖，圖幅編號：95203064、95203065、95203066、95203074、95203075、95203076），再利用衛星定位儀（GARMIN GPSVT，台灣國際航電股份有限公司）將密度監測點定位。以地理資訊軟體（Mapinfo 7.0，九福科技公司）套疊展現相關位置，並利用虛擬實境軟體（Scaper 3.80）將資訊圖轉換為 3D 立體圖層如圖 1，於大銀幕上顯示供農民瞭解、確認及體驗防治區域之整體空間分布與地形差異。

2005 年果實蠅成蟲密度監測工作自 6 月 10 日開始至 11 月產期結束，為期約六個月，2006 年亦維持相同規劃。密度監測工作由產銷班班長指定 12 位農友負責，每 10 天於各測定點（如圖 1 A-L）收集蟲體，統一寄回農業試驗所計算彙整。密度監測陷阱採用中改式誘蟲盒，內置含毒甲基丁香油誘殺板（ $4.0 \times 4.0 \times 0.9 \text{ cm}^3$  纖維板浸漬 95% 甲基丁香油與 5% 乃力松之混合液），懸掛高度約 1.0-1.5 m，每 2 個月更換誘殺板。

幼蟲發生密度之監測係逢機選取防治區內蓮霧果園進行採樣，採樣範圍為蓮霧植株周圍 5 m 內，取樣 100 個蓮霧落果，計算果實中之幼蟲數，共計 4 重複。

## 農民教育

本項測試期間除邀集農民參與規劃討論外，並針對區域防治之概念及其應用技術進行教育講習，兩年間共計辦理三次防治工作說明會、一次觀摩會及一次成效說明會：(1) 2005 年 5 月 24 日示範正確防治技術之運用與區域防治概念教育；(2) 2005 年 8 月 17 日舉辦受害果清理宣導及防治區空間分布研討，強化防治技術及組織工作向心力；(3) 2005 年 10 月 12 日由社區居民及小學協助，配合台美農業科技合作計畫美方人員參訪，辦理區域防治觀摩會；(4) 2005 年 10 月 31 日：召開蓮霧區域防治成效說明會；(5) 2006 年 5 月召開 95 年度工作說明會。

## 防治措施

**滅雄防治：**每公頃設置 4 個誘蟲器，內置浸漬含毒甲基丁香油之棉片（ $3.5 \times 3.5 \times 0.7 \text{ cm}^3$ ），每週添加藥劑，總計提供 800 個誘蟲器供 200 公頃之防治。每兩個月由農試所提供 50 mL 瓶裝含毒甲基丁香油藥液（95% 甲基丁香油與 5% 乃力松之混合液），每次全區供應 300 瓶藥液，由農民自行添加更新。2005 年 6 月至 12 月之防治期間，共供應 4 次藥液。2006 年則提早自 5 月上旬即開始實施滅雄工作，防治期間藥劑共供應 4 次。相關誘殺資材由動植物防疫檢疫局「果瓜實蠅共同防治計畫」配合提供。

**清園：**2005 年 7 月因發現果實蠅密度有上昇趨勢，且蓮霧果樹周圍落果嚴重，除逢機調查果實中之幼蟲密度外，於 7 月 15 日緊急發放 309 個含蓋圓形塑膠桶（直徑 65 cm × 高 90 cm），放置於果園內供收集廢棄果，以落實清園工作。

**食物誘殺：**於果實蠅密度達高峰時，提供含毒蛋白質水解物（GF-120，0.02% 賜諾殺濃餌劑），一次提供 8 公升（可涵蓋 100 公頃之防治用量），使用時將原液稀釋 10 倍，以點噴方式間隔 5 m 施用一處，施用位置選擇遮陰良好的樹幹、枝條、葉背或水泥柱等，每週使用一次。

**套袋：**由農民依往例自行辦理，每公頃約使用 10,000 個紙袋，於中果期疏果時進行套袋，連續兩年均實施。

## 效益評估

收集防治期間東方果實蠅發生密度資料、蓮霧產量、產銷價格及受害率等資料，並設計問卷調查農民實際參與此工作之感受，供進行效益分析。

## 結 果

2005 年及 2006 年嘉義縣梅山鄉圳南防治區之果實蠅密度調查係自 6 月開始，進行至同年 11 月為止。連續 2 年調查均出現 7 至 8 月之季節性單一高峰，此一高峰密度自 7 月中旬開始上升，8 月上旬達到高點，9 月中旬以後急遽下降（圖 3）。全區 12 個調查點之個別資料均呈現相同趨勢，但不同調查點間之密度差異可達 5 倍以上。2005 年的密度高峰發生於 7 月 30 日至 9 月 10 日之間，平均誘蟲數為 35 隻／陷阱／天；2006 年密度最高峰亦為 7 月 30 日至 9 月 10 日，平均蟲數為 17 隻／陷阱／天，較 2005 年降低 50%，兩年同一高峰之發生期均為 40 天，相當於東方果實蠅完成一個世代的時間。

監測資料顯示，2005 及 2006 年 12 處調查點之果實蠅發生消長雖相似，但 D、E、F、J 和 K 等 5 處密度均有偏高現象，經與全區平均密度相比較，推測可能為東方果實蠅區域性熱點 (Hot spots)（表 1）。相同的結果於 2007 年 7 月亦再度重現（表 2），顯見圳南地區的確存在密度熱點，未來將列為該地區之防治重點。

由於圳南地區蓮霧產期涵蓋 8 月至 11 月，偏高的氣溫雖適合果實蠅之發育繁殖，但果實蠅密度消長與蓮霧產量、產期並無同步的現象（圖 4），可能因防治區內蓮霧套袋與清園工作徹底，阻絕了東方果實蠅之繁殖，而使此害蟲未隨蓮霧之結實而持續孳生。推測 7 至 8 月間的單一密度高峰極可能來自該地區龍眼生產後期之落果，因嘉義在 7 至 8 月間為龍眼盛產期 (Taipei Agricultural Products Marketing Cooperation, 1996-2005)，後期缺乏管理之落果經常造成果實蠅孳生。由於連續 3 年之調查均於 7-8 月間出現此單一密度高峰，重現性甚高，未來之防治應於 6 至 7 月預先加強果園清潔工作，除主動收集或掩埋龍眼落果以外，亦須注意早生蓮霧落果之清理。

2005 年 7 至 8 月之果實蠅密度高峰，曾短暫影響到早熟之蓮霧。經調查蓮霧落果發現，平均每粒落果中約有 4 條果實蠅幼蟲，而缺乏管理之蓮霧果樹，每棵落果即達數千粒，所能繁殖的果實蠅為數逾萬隻，可嚴重危害 9-11 月盛產之蓮霧。為防範果實蠅大量發生，立即採取清園行動，7 月 15 日起於 200 公頃果園中放置 309 個大型落果收集桶，實施全面清園，經收集落果並滅蟲後，未見果實蠅之後續危害。2005 年圳南地區之蓮霧生產雖未受到果實蠅危害，但因該年歷經 7 月 16 日之「海棠颱風」、8 月 30 日之「泰利颱風」及 9 月 30 日之「龍王颱風」（中央氣象局颱風資料庫 (<http://rdc28.cwb.gov.tw/data.php>)) 之侵襲而減產，惟與 2004 年相比較，卻因產量減少反而單價提高，生產總值不減反增，效益評估見表 3。

2006 年工作計畫將清園工作提早辦理。雖然 7-9 月之單一密度高峰仍然出現，惟密度已下降（圖 2），全期果實蠅之發生密度亦降低，防治成效較 2005 年更佳，長達 6 個月的期間果實蠅密度均未上升，完全無區外再侵入的問題，蓮霧品質亦未受到蟲害影響。

實施區域防治之效益評估詳如表 3 及表 4，顯示實施後之收益增加且防治費用則呈降低的趨勢，整體獲利分別較往年增加新台幣 402 萬及 945 萬元（約合美金 12.2 萬及 28.6 萬元），並自 2005 年開始辦理外銷，拓展海外市場。為確實瞭解直接參與之農民對區域防治工作執行成效的評估，由農試所以問卷方式調查農民觀感，共計回收有效問卷 29 份。本項問卷將評分之等級區分為 1 至 5 分進行分析，結果如表 5，農民對區域防治的總評價屬正面且肯定，平均總評分達 4.0 分。其中對區域防治的效果有 90% 表示滿意，仍有 10% 不滿意；97% 農民認為農藥使用有減少，僅 3% 表示農藥使用量有增加一些；但所有的農民對於區域防治實施後防治相關費用的支出均表示有減省。另外依農民自行評估資料，實施區域防治前受害率平均為 38%，實施後受害率降至 18%，減少約 20%。

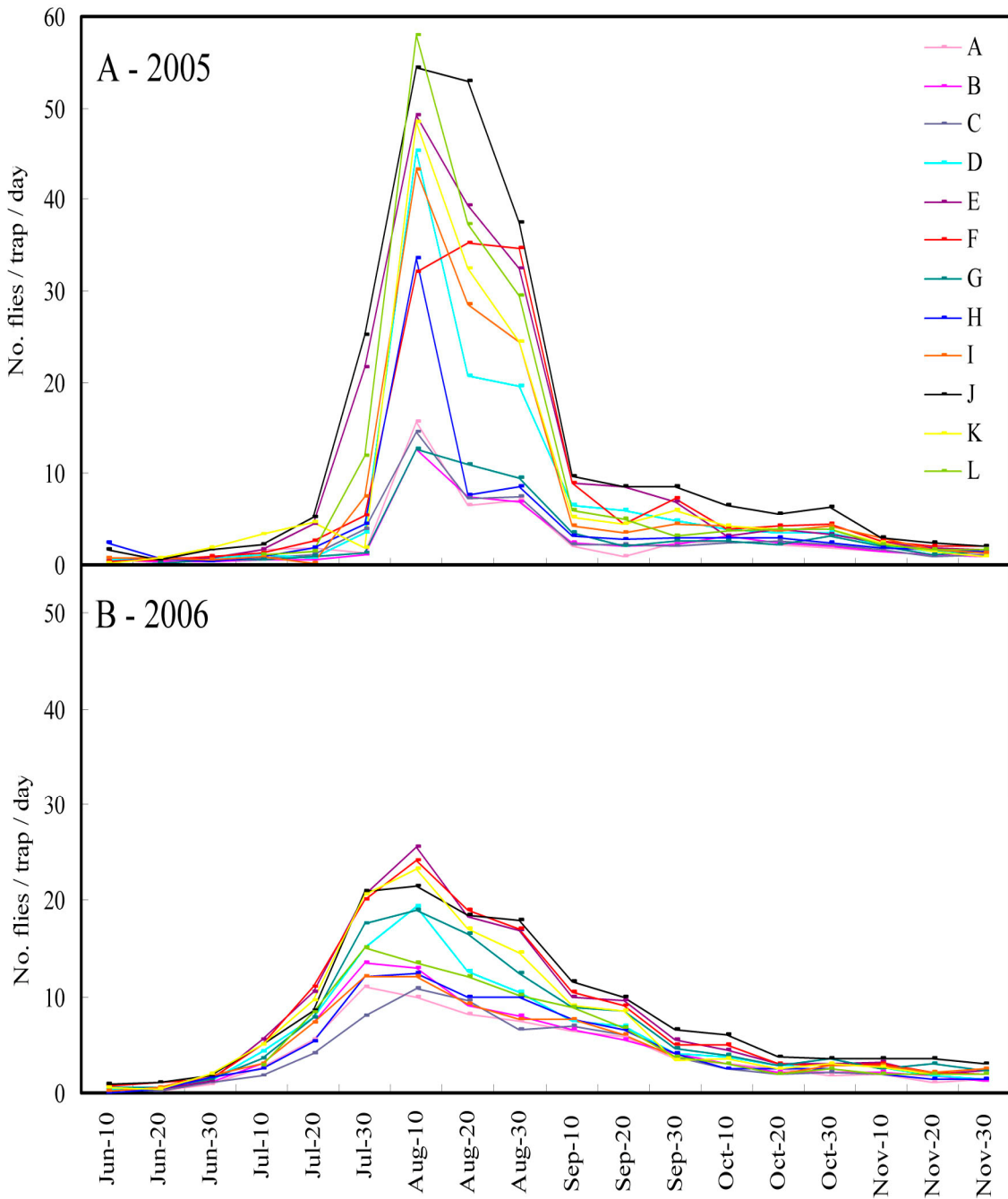


圖 3. 2005 及 2006 年嘉義縣梅山鄉圳南地區 12 處監測點 (A-L) 之果實蠅密度變化。

Fig. 3. Oriental fruit fly density monitoring by 12 farmers (A-L) in Juan-Nan area of Mei-Shan township, Chia-Yi county during 2005-2006.

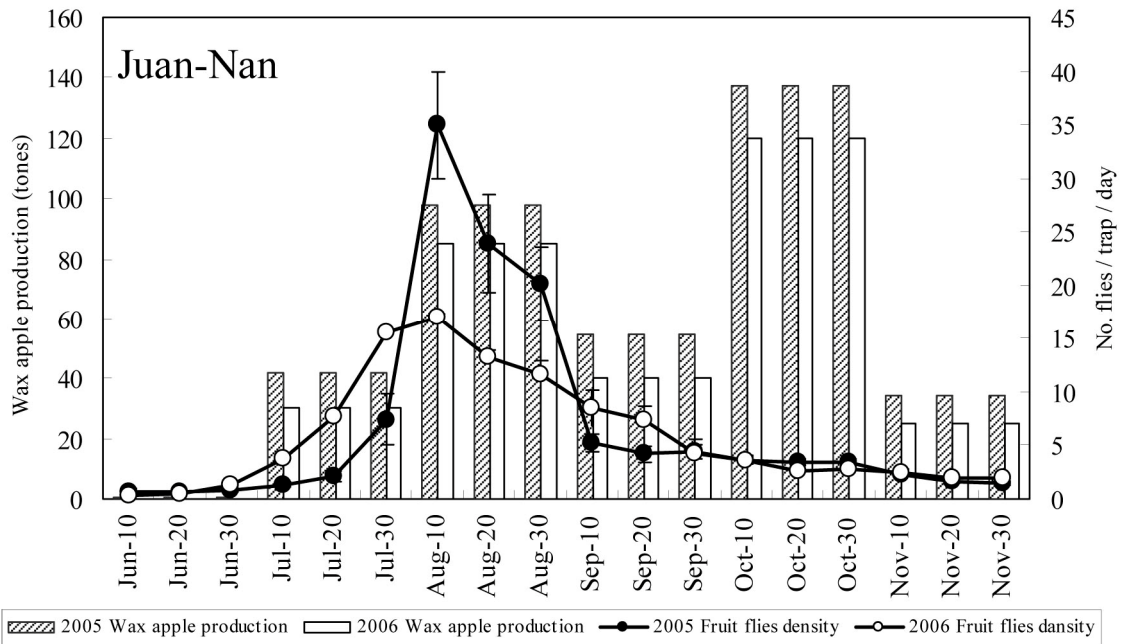


圖 4. 2005 及 2006 年嘉義縣梅山鄉圳南地區蓮霧產量與果實蠅密度變化圖。

Fig. 4. Wax apple production and oriental fruit fly density change in Juan-Nan area of Mei-Shan township, Chia-Yi county.

表 1. 2005-2006 年嘉義縣梅山鄉圳南地區果實蠅密度監測結果

Table 1. Average oriental fruit fly density in individual monitoring sites located at Juan-Nan area of Mei-Shan township, Chia-Yi county, during 2005-2006

ID of monitoring sites <sup>z</sup>			2005 density	Above	2006 density	Above	Hot pot
#	Longitude	Latitude	(No. flies/trap/day)	average	(No. flies/trap/day)	average	possibility
A	209366	2608089	5.6		7.5		
B	208629	2608669	4.9		9.0		
C	209035	2608557	5.9		6.8		
D	207414	2607592	15.1	Yes	11.6	Yes	Yes
E	207530	2608345	24.8	Yes	16.2	Yes	Yes
F	206636	2608275	18.6	Yes	16.0	Yes	Yes
G	206784	2607455	6.0		12.8	Yes	
H	206596	2608152	9.5		8.7		
I	208043	2608438	17.5	Yes	8.5		
J	206449	2608659	29.6	Yes	15.4	Yes	Yes
K	208064	2607907	19.2	Yes	15.0	Yes	Yes
L	208154	2607672	23.2	Yes	10.3		
Average density			15.0		11.5		

<sup>z</sup> The monitoring sites were point coordinated by Transverse Mercator 2° projection with datum GRS67.

表 2. 2007 年嘉義縣梅山鄉圳南地區果實蠅密度監測結果

Table 2. Oriental fruit fly density in individual monitoring sites located at Juan-Nan area of Mei-Shan township, Chia-Yi county in 2007

ID of monitoring sites	Hot spot possibility	OFF density in 2007 (No. flies/trap/day)					
		Jun-10	Jun-20	Jun-30	Jul-10	Jul-20	Jul-30
A		0.3	0.2	1.5	3	2	2.5
B		0.2	0.3	1.3	3	2.1	2.8
C		0.3	0	2	3.5	2	2.8
D	Yes	0.6	0.2	2.1	4.5	3.5	6
E	Yes	0.6	0.5	2.5	4.8	7	<b>12.5</b>
F	Yes	1.1	0.5	3	5.5	8.5	<b>15</b>
G		0.3	0.4	2.5	3.9	5	9.5
H		0.6	0.4	1.8	3.5	5.5	8.3
I		0.6	0.5	1.5	4	7	9.2
J	Yes	0.2	0.7	2.3	5	5.5	<b>11.6</b>
K	Yes	0.3	0.3	2	5.5	5	<b>10.5</b>
L		0	0.2	1.5	4	3.5	7

表 3. 2005 年嘉義縣梅山鄉圳南村實施區域防治後與未實施前（2004 年）之效益評估

Table 3. Comparison of wax apple production and oriental fruit fly control cost in Juan-Nan area of Mei-Shan township, Chia-Yi county for 2005 and 2004

Items compared	2005 / 2004	Difference	Gain in NT dollars
<b>Yield</b>			
Quantity (tons)	545 / 857	-36% <sup>z</sup>	
Price (NT dollars per kg)	102.3 / 61.1	+66%	
Value (NT dollars)	55,753,500 / 52,362,700	+6%	+3, 390,800
Export (tons)	20 <sup>y</sup> / 0		
<b>Control expenses(NT dollars)</b>			
Fruit bagging	5,202,813 / 6,092,295	- 889,482	
Male annihilation (Methyl eugenol + Naled)	99,000 / 0	} + 161,700	+727,782
Food bait (GF-120)	33,000 / 0		
Field sanitation	29,700 / 0		
<b>Total</b>			<b>+4,118,582</b>

<sup>z</sup> Production reduced 36% due to typhoon.<sup>y</sup> First time ever for exportation form Juan-Nan area of Mei-Shan township, Chia-Yi county.

而參與區域防治的動機，因果實蠅危害嚴重的佔 14%；希望降低成本的有 14%；希望提高品質的有 22%；期望增加收益者有 50%。

## 討 論

圳南地區自 2005 年實施東方果實蠅區域防治以來，果實蠅的密度僅有 7 至 8 月之單一高峰，連續 3 年均有顯示出相同的變化。根據作物相調查結果，本區域除蓮霧外，其他的寄主果樹栽培種

表 4. 2006 年嘉義縣梅山鄉圳南地區實施區域防治後與未實施前（2004 年）之效益評估

Table 4. Comparison of wax apple production and oriental fruit fly (OFF) control cost in Juan-Nan area of Mei-Shan township, Chia-Yi county for 2006 and 2004

Items compared	2006 / 2004	Difference	Gain in NT dollars
<b>Yield</b>			
Quantity (tons)	432 / 857	-50%	
Price (NT dollars per kg)	138.6 / 61.1	+227%	
Value (NT dollars)	59,875,200 / 52,362,700	+14%	+7,512,000
Export (tons)	23 / 20 <sup>z</sup>	+15% <sup>z</sup>	
<b>Control expenses (NT dollars)</b>			
Fruit bagging	4,125,000 / 6,092,295	- 1,967,295	
Male annihilation (Methyl eugenol + Naled)	99,000 / 0	} + 101,080	+1,866,215
Food bait (GF-120)	2,080 / 0		
Field sanitation	0 / 0		
<b>Total</b>			<b>+9,378,715</b>

<sup>z</sup> The second year for exportation since 2005.

表 5. 嘉義縣梅山鄉圳南地區蓮霧產區農民問卷調查結果（滿意指數 1-5 分）

Table 5. Questionnaire on the area-wide control efficacies in a 5-point scale from wax apple growers in Juan-Nan area of Mei-Shan township, Chia-Yi county

Question	Rating obtained from 29 farmers					Score
	5 <sup>z</sup>	4	3	2	1	
1. Are you satisfied with the results of OFF area-wide control program?	2	24	0	1	2	3.79
2. Your understanding of the area-wide control tactics is sufficient.	3	21	3	2	0	3.86
3. Are you willing to practice the area-wide control program?	6	21	1	1	0	4.10
4. Do you think the quality of harvested fruit improved in this program?	4	22	3	0	0	4.03
5. Did you reduce the cover spray after adapting area-wide control?	6	20	2	1	0	4.07
6. Did you gain financially after implementing the area-wide control?	5	24	0	0	0	4.17
<b>Average rating</b>						<b>4.00</b>

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

類少且數量不多，僅有龍眼 2.9%及柑橘 1.9%。嘉義地區龍眼產期為 7-8 月，柚子產期為 9-10 月，其他柑橘類為 10-2 月，顯示此高峰出現的時間僅與當地龍眼生產季節具有明顯同步的現象，而與後續生產之蓮霧及柑橘並無相關。該地區蓮霧栽培期間之果實蠅疫情確已受到良好控制，但仍應提早壓制因龍眼造成的果實蠅族群密度上升，減少對蓮霧之威脅。

2005 與 2006 年的密度監測結果均出現相同的走勢，顯示 7-8 月的密度高峰的產生係基於相同的原因，藉由持續的滅雄及清園工作，8 月以後果實蠅密度大幅降低。雖然 9-12 月圳南地區仍有相當高的蓮霧產量，但果實蠅密度仍維持於低密度，證實清園、滅雄誘殺及食物誘殺等工作確實可以達到壓制果實蠅族群的效果。從密度監測點的地理分布及密度調查結果看來，防治區域外圍的調查點在全區密度下降之後，並未出現區外侵入之果實蠅族群，顯見即使小區域的防治區，區外移入之果實蠅並未如預期嚴重。2005 年調查落果發現，每株蓮霧達數千粒之落果能繁衍上萬隻果實蠅，可直接影響防治區果實蠅密度。經機動修改防治策略，加強田間衛生，已有效的降低原發性果實蠅密度，2006 年更將防治時程提早一個月，5 月上旬即開始全面滅雄的工作，成功地將 7-8 月的密度高峰降低 50%。

本項測試期間曾於採收期進行果實受害率調查，惟因全區均實施套袋保護，所得數據無法反映真正的受害率，不列入本報告討論範圍。

圳南地區面積僅 500 公頃，以果實蠅之移動能力而言，本不易進行「區域防治」，但檢視連續兩年的密度監測結果，發現並未出現外來果實蠅入侵的現象，雖然果實蠅具有長距離遷移的潛力，但並未有強大的環境壓力促其遷移，且因該地區之隔離條件良好，作物種類單純，而能獲致良好防治成效。測試中亦發現，新興且具高潛力之蓮霧因具有價格之誘因，農民對於套袋保護及落實蟲害管理如清園與滅雄等工作的配合意願也相對地提高；且整個產銷班基於維護產品聲譽的目標，亦能有效約束團隊紀律，形成團結合作的組織，具有明確且共同的目標。透過簡便易行的技術如含毒甲基丁香油滅雄、食物誘餌滅雌及落實清園工作，再搭配運用地理資訊系統與影像處理技術及完善的長期工作計畫，依定期定點之密度監測資料主動針對果實蠅發生狀況調節防治措施，終能建立甚具示範成效之小面積「區域防治」模式，可供其他果樹栽培區之參考。

由 2005-2006 年圳南蓮霧栽培區實施區域防治的成效證明，小面積之東方果實蠅區域防治在部分果樹栽培區是可行的，分析其成功因素包括：(1) 作物種類單純，且產期調節提高蓮霧經濟價值，提昇農民防治意願及團隊向心力；(2) 東方果實蠅再侵入的威脅並不如預期；(3) 甲基丁香油滅雄及相關防治措施的效果顯著，成功地將密度壓制到經濟防治水準以下；(4) 良好的害蟲密度監測系統提供了確實的害蟲發生資訊，得以順利掌握現況，而能採取必要的防治措施；及 (5) 密度監測資料能顯現東方果實蠅密度熱點的位置，可供未來果園清潔及雜果寄主砍除等預防措施之參考。

比對本研究之發現，進一步將 Lindquist 原提的區域防治要素修正如下：(1) 具經濟利益的動機；(2) 有共同目標的防治組織；(3) 清晰的防治工作內容，具備可行的工作措施及完善的工作計畫；(4) 靈活運用現有的高科技技術；及 (5) 有主動性出擊的防治措施。

## 誌 謝

本研究承動植物防疫檢疫局「作物有害生物整合性防治計畫」(94-管理-3.1-植防-01 (3-1)及 95-管理-3.1-植防-1) 經費補助。嘉義縣政府及梅山鄉農會協助辦理防治工作。陳善土、陳世達、陳善印、林耀煌、林坤濟、謝啓郎、林繼成、江旺宜、劉文周、陳奉玲、張順景及林真章等農友協助密度監測工作，特此致謝。

## 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*: Proceedings of the Symposium on Insect Ecology and Fruit Fly Management. Plant Protection Society of the Republic of China, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC. (in Chinese with English abstract)
- Cheng, E. Y., Y. B. Hwang, C. H. Kao, and M. C. Lee. 2004. Current oriental fruit fly control strategy and future prospects. BAPHIQ Quarterly Report 2:25-26, BAPHIQ, Taipei, Taiwan, ROC. (in Chinese)
- Cheng, E. Y., Y. B. Hwang, C. H. Kao, and W. Y. Su. 2000. Oriental Fruit Fly Control Manual. Spec. Publ. No. 91, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC. 58 pp.
- 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*: Proceedings of the Workshop on Plant Protection Management for Sustainable Development: Technology and New Dimension (Ho, C. C. *et al.*, eds.). Plant Protection Society of the Republic of China, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC. (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*: Proceedings of the Symposium on Taiwan-American Agricultural Cooperative Projects, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
- Knippling, E. F. 1979. The basic principles of insect suppression and management. Agriculture Handbook No. 512. USDA, SEA, Washington, D. C. 659 pp.
- Lindquist, D. A. 2000. Pest management strategies: area-wide and conventional. p.13-19. *in*: Proceedings of Area-wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests (Tan, K. H., ed.), Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia.
- Mau, R. F. L., E. B. Jang, R. I. Vargas, C. Chan, M. Y. Chou, and J. S. Sugano. 2003. Implementation of a geographic information system with integrated control tactics for areawide fruit fly management. p.1-22. *in*: Proceeding of the Workshop on Plant Protection Management for Sustainable Development: Technology and New Dimension (Ho, C. C. *et al.*, eds.). Taichung, Taiwan, ROC.
- Taipei Agricultural Products Marketing Cooperation. 1996-2005. Monthly Report on Fruit and Vegetable Marketing, Taipei, Taiwan, ROC. (in Chinese)
- Vargas, R. I., R. F. L. Mau, L. Wong, and E. B. Jang. 2006. Successful utilization of the area-wide approach management of fruit flies in Hawaii. p.31-40. *in*: Proceedings of the International Symposium on Area-wide Management of Insect Pests, Japan.

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

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

## Abstract

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.

The area-wide (AW) control of the oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis* (Hendel), OFF) was tested, using the conditions defined by Lindquist, in Juan-Nan area of Mei-Shan township, Chia-Yi county, where wax apple is the major crop with significant economical importance. Growers in this area show a common interest in wax apple production, hence are highly cooperative in managing the fruit fly population. All available OFF control techniques have been utilized, e.g., methyl eugenol bait for male annihilation; protein bait for female fly control; bagging of the fruits; and thorough field sanitation in all wax apple orchards. A well organized OFF density monitoring program was established with 12 monitoring sites, which covered 500 ha testing area. By using 3D aero-photos display system, control planning and farmer education were conducted under the AW control scheme. In two years of AW control practice, the OFF population dropped below the economic threshold and fruit production was in excellent quality with a financial gain of NT\$ 4 million (\$122,000) in 2005. In 2006, the OFF population density was further reduced 50% from that of 2005, and the estimated economic gain on fruit value combining with the saving of pest control cost exceeded NT\$ 9 million (\$286,000). The evaluation of the AW control program also included a survey of farmers' inputs, which concluded a score of 4.0 in the scale of 1 to 5. The control practice covering 500 ha was considered small in the AW control model for OFF, as if did not have any buffer zone established. Despite the high mobility of OFF, no serious re-invasion problem from the adjacent area occurred due to the scarcity of alternative hosts in that area. This study, though confirmed the AW control requirements as proposed by Lindquist, recommends the requirements supplemented with such additional elements as effective control tactics, continuous farmer education, new and available technologies.

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

---

1. Contribution No. 2291 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July 2, 2007.

2. Respectively, Assistant Entomologist, Associate Entomologist, Assistant Entomologist and Entomologist, Applied Zoology Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Chief, Pest Management Section, Plant Protection Division, Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Taiwan, ROC.

4. Corresponding author, e-mail:chkao@wufeng.tari.gov.tw; Fax: (04)23309097.