

區域整合蟲害管理在瓜果實蠅防治上之應用

黃毓斌^{1,*} 丁柔心¹ 江明耀¹

¹行政院農業委員會農業試驗所應用動物組

*通訊作者：YBHUANG@tari.gov.tw

摘要

在一個特定區域內，整合許多農民的力量及蟲害管理技術，並考量經濟利益及環境友善層面，達成一個品質、安全及友善的農業生產目標，這就是實施區域防治的基本理念。所謂區域整合蟲害管理 (Area-Wide Integrated Pest Management, AW-IPM) 係在一定區域內，運用人力及蟲害防治資材，於同一時期進行全面性防治工作，使區域內害蟲族群長期控制於低密度的水平。可依作物及地區差異，推動區域防治整合性蟲害管理工作，其所要達成的目標是藉由生產者的參與，在特定區域內使目標害蟲密度降低到經濟限界 (Economic threshold)。區域整合防治技術著重全面性及持續性，當整合滅雄及食物誘餌撲殺等兩項防治技術，若再加入田間衛生工作，減少孳生源，此時族群受到壓制又無新生族群出現，防治區之害蟲族群就會被壓制至低密度水平，達到防治目標。藉由地方與中央共同推動之區域整合性蟲害防治工作，除了由團隊定期進行防治外，自願工作者協助設置密度監測點及運用 GIS 圖資展示地理相關位置，掌握蟲源熱點 (Hot spot) 動態，迅速加以防治，減低防治區內害蟲再入侵果園之機會，擴大緩衝區範圍，減低族群再為害之機會。此項管理策略必須藉由具有共同目標的產銷班，團結所有參與農民的力量共同來執行防治工作，成效方能夠彰顯，農業永續進行。

關鍵詞：區域防治、滅雄法、食物誘餌。

前言

參考夏威夷防治瓜、果實蠅之經驗，我國自 2001 年引進區域共同防治。實施之初，結合產銷組織中具有強烈共同意願之農民參與，自行劃定防治區，教育農民如何實施防治，並指導於區內外設置密度監測點，掌握果實蠅孳生源及可能入侵危害之族群，整個防治區輔以地理資訊系統 (Geographic Information System) 進行管理，全面性瞭解防治區附近作物相，使果實蠅防治管理工作邁入現代化 (圖 1)。因區域防治技術著重全面性及持續性，若能落實田間衛生 (清園) 工作，可大幅減少果實蠅滋生源，此時果實蠅族群受到壓制又無新生族群出現，防治區果實蠅密度就會被壓制 (Suppression) 至低密度水平，達到防治目標。採用區域防治策略可建立害蟲族群變化資訊、蟲害管理履歷及作物生產管理資訊，未來對於外銷供果園之建置，可快速轉型符合外銷檢疫上之要求，提供完善之供果園管理資料，減低檢疫處理之成本。

區域整合防治之概念與實施方式

一般農業地區最常見的蟲害管理方式，就是個別農民在單一處田區，利用最大強度的防治技術 (如農藥) 消滅目標害蟲，往往短期內目標害蟲就被控制下來，表面上好像解決了蟲害問題，惟經過一段時間後族群又於同一處所重新建立起來，必須重複進行相同防治工作，使防除工作效能無法彰顯，防治成本亦無法顯著降低。為避免受害蟲危害造成經濟損失，農民在目標作物田 (Target plant) 採取防治措施

如農藥，每位農民採取個別防治，卻忽略了鄰近環境中其它孳生源或庇護所等棲息地之防治，由於族群本身之補償作用，族群經一段時間後仍會重新建立，永續存在於田間（圖 2）。

臺灣農業耕地面積約有 80.8 萬公頃（2011 年農糧署統計資料），農地零星分配予小農操作，每位農友僅能針對所擁有耕作土地進行栽培或病蟲害管理，果實蠅管理採慣行個別作業，缺乏統整的觀念與做法，往往各行其事，致生產效率不彰。然我國農民有結社組織，農民可自由選擇加入生產合作社或農會等農民團體，在相同理念下，栽種相同作物的農民組織成立產銷班或合作社（grower association），因此組織成員就共同的生產目標及經濟利益動機，可以實施共同經營的農業管理模式，達到農作物高產量高收益的目標（鄭等，2004）。

區域整合防治之概念

「區域防治」的概念最早由美國學者 Knipling (1979) 提出，其主要論點為應用正規的防治技術，去壓制特定區域內每一個世代全部族群的發展，其所達成的防治效果會比施用高強度的防治技術但僅能處理部分的族群所獲得的防治成果佳。沿用這樣的理論基礎，Knipling 率先使用單一的不孕性技術 (Sterile Insect Technique) 應用於大面積的區域防治，成功控制催催蠅 (Tsetse flies, *Glossina spp.*) 的族群，此種概念由單一防治技術之防治策略，歷經 20 餘年的發展，其基礎與實施技術更趨完整與純熟。就「區域防治」其定義，在相對廣大的特定區域內，一群種植相同或相似作物的生產者，為了防治相同的目標昆蟲，其防治前提為具有共同的經營目標並針對特定關鍵害蟲 (Key pest) 所採取符合經濟效益的防治策略 (Lindquist, 2000)。

聯合國轄下之國際原子能委員會 (International Atomic Energy Agency) 基於維護人類和平用途，全力促成區域防治暨整合性蟲害管理策略 (Area-Wide Integrated Pest Management) 之推動。於 2007 年邀請各國專家撰寫之區域防治技術專書出版，針對世界各國重大害蟲如傳播病媒之蚊蠅類、蛀蛾類、果實蠅類、火蟻及福壽螺等，提供實施區域防治及蟲害整合性管理的規範 (Verysen *et al.*, 2007)。

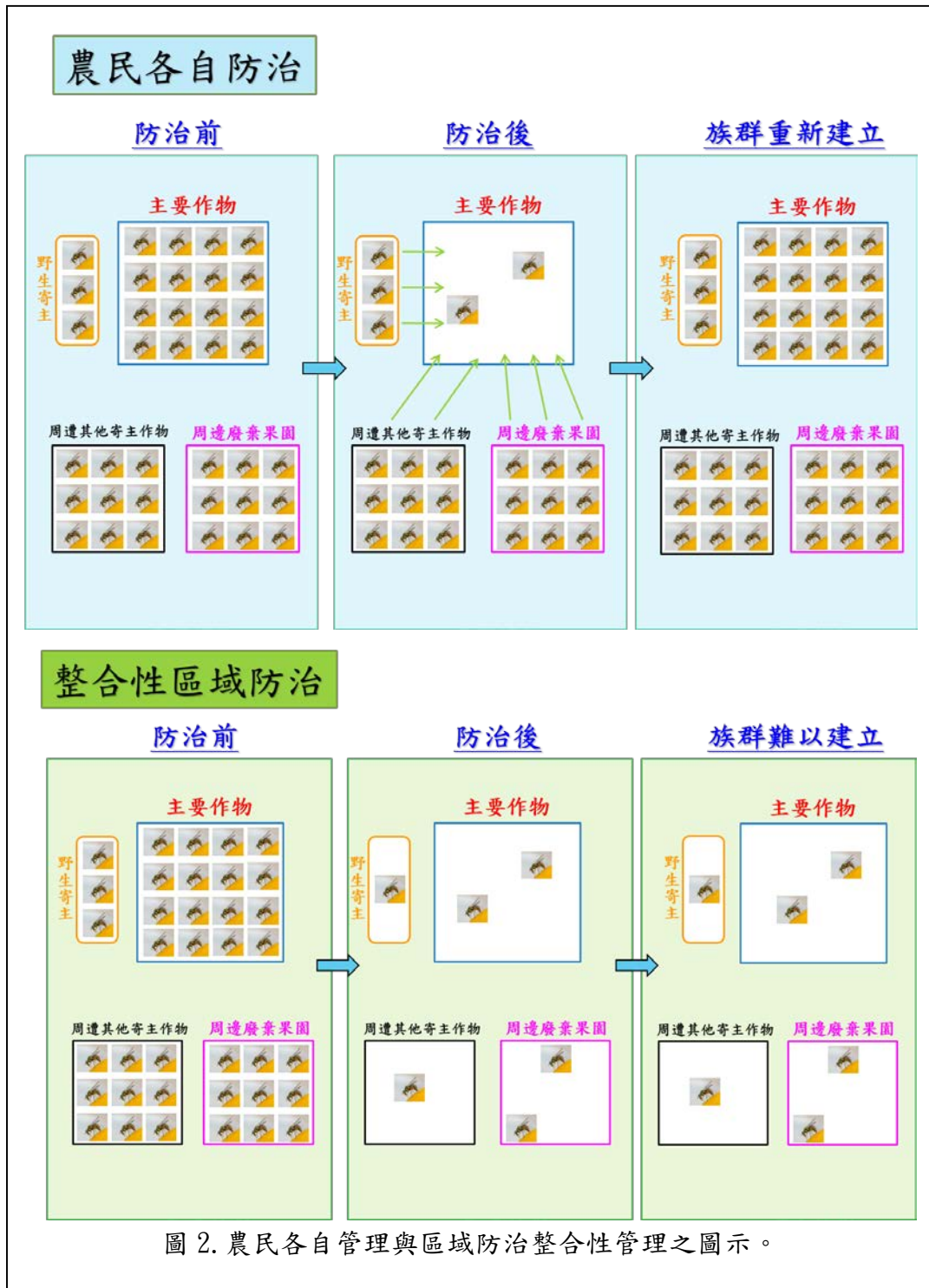


圖 1. 實施區域性整合性防治之方式。

區域整合防治策略之施用與方式

就管理者而言，首重於防治區之基本資料收集，如行政區圖、立體空照圖及周邊地區的栽培作物相、氣象資料及甚至於地區農民組織等。防治區的大小、核心區 (Core area) 及緩衝區 (Buffer zone) 的範圍，則須考慮經濟因素及害蟲本身的分散能力，單純作物相或防治區隔離與否，會直接影響害蟲族群的再入侵能力等。

基於對環境友善的考量，採用大面積防治策略，壓制族群的增長，為目前各國公認最佳之策略，然而減少孳生源，則是實施防治工作成功與否之關鍵，農民配合之耕作防治方法如套袋、棲息作物 (庇護所) 的防除或自備誘殺陷阱等納入區域整



合性蟲害防治管理體系內，更能落實全面防治而彰顯防治效能。因為實施方式係針對生產者或產銷組織，是由下而上的自主管理，再由公部門及試驗改良場所指導防治技術，因此區域防治有以下二項工作必須落實進行：

1. 農民教育訓練：

區域防治之核心就是把整個防治工作回歸到農民，唯有農民自發性的參與，防治工作才會落實。透過實施前與當地農民集會討論工作細節，廣徵農民的意見及協同參與規劃工作，再應用講習說明防治資材的正確使用知識及整體蟲害防治觀念，凝聚農民防治共識（圖 3）。

害蟲監測系統的建立與實施，必須透過講習訓練，簡化操作方法，以免因人為操作差異而影響資料可靠度。長期且持續的收集密度監測資料後，再經資料彙整分析歸納防治重點資訊，作為防治管理上重要背景知識並傳遞給農民。



圖 3. 防治技術說明與示範觀摩。

2. 防治效益評估：

評估區域防治工作的效益，可分成 (1) 蟲害密度或寄主受害率；(2) 作物生產成本及收益等二個客觀資料收集比對 (Verghese *et al.*, 2004)。

對生產者而言，採用最低之防治成本，達到最大收益是每位生產者之終極目標。區域防治之成果效益評估作業須以全區參與之農民為基礎，輔以當地氣候資訊，然後以書面或口頭問卷方式，調查實施前後農民對此防治工作之正負面影響及生產成本的差異，作為年度防治工作效益評估之依據。

國內外實施東方果實蠅區域防治實例

國外研究區域防治及整合性管理策略向以美國為翹楚，美國農部 (USDA, United State of Department Agriculture) 為了解決長久以來影響美國本土蘋果生產最嚴重之蘋果蠹蛾 (Codling moth, *Cydia pomonella*)，結合了產官學界共同擬定以性費洛蒙 (Sex pheromone) 干擾交尾 (Mating disruption) 方法為主，進行大面積區域整合性管理，致力於壓制蘋果蠹蛾的族群，實施近5年後成功控制此蛾類之危害，美國農部因此積極推展相關研究計畫。

果實蠅類研究重鎮則在夏威夷州，自2000年整合ARS (Agriculture Research Service, 相當於農業試驗所)及夏威夷大學研究團隊，針對瓜實蠅 (*Bactrocera cucurbitae*) 實施區域防治整合性管理 (AreaWide-Integrated Pest Management)，採用了1-2-3 (1) 清園 (Field sanitation), (2) 食物誘殺 (Food bait), and (3) 誘雄 (Male annihilation) 防治策略，在 Waimea、Kula 及 Ewa 等3地共約551公頃瓜類作物區進行測試，實施近 4 年後，有效降低瓜實蠅密度至 5~7 隻/陷阱/日，果實危害率

僅約 4%，並減少 90% 農藥的使用 (表1)，瓜農每公頃淨收益增加約 15,893 美金 (Mau *et al.*, 2007)。針對果實蠅類實施區域防治所採取之策略有 (1) (2) (3)等3種為主，有時會把生物防治 (寄生蜂) 及族群監測 (Population monitoring) 也列為區域防治工作項目。

我國則於 2001 年起與美國夏威夷州果實蠅研究團隊密切交流，經執行臺美農業科技合作計畫引進「區域防治」概念，促進我國東方果實蠅防治工作的現代化 (鄭等, 2003；蘇等, 2003)。2000年 至 2015 年間結合產地農民及產銷組織，採用三種防治手段，分別為滅雄誘殺、食物誘餌毒殺及清園，並結合地區性密度監測技術。依作物及地區差異，推動果瓜實蠅區域防治整合性蟲害管理概念，陸續於臺東地區釋迦園、嘉義梅山圳南村蓮霧園區、大林鎮甜橙園區、竹崎鄉椪柑園區、中埔鄉絲瓜園、雲林縣二崙鄉西瓜園，完成 6 個地區的果實蠅防治示範及評估(江等, 2007；高等, 2010；黃等, 2013)。

表 1. 在實施瓜實蠅區域防治策略下，夏威夷(Hawaii)、茂宜(Maui)及歐胡島(Oahu)等島防治區之效益評估資料。

實施區域防治工作對防治區之影響				
防治區實施面積	瓜實蠅族群密度變化		防治之效益	
	實施前(2000年) 隻/陷阱/日	實施後(2004年) 隻/陷阱/日	平均為害率 (%)	有機磷類農藥減少量
Waimea, Hawaii 46 公頃	12 (baseline)	0.52 (grid)	> 20 to < 2%	100% (目前已不用)
Kula, Maui 100 公頃	100 (baseline)	> 5 (baseline)	> 40 to < 5%	90%
Ewa, Oahu 405 公頃	135 (baseline)	> 7 (baseline)	>30 to < 6%	90%

(譯自 Mau *et al.*, 2007)

小型園區區域整合防治技術評估

除大面積使用方式外，於小型園區仍可利用區域防治概念進行。利用滅雄法及含毒蛋白質水解物兩種防治方法組合，配合作物生長季節進行東方果實蠅防治工作，為期三個月，並以酵母錠陷阱盒及園區內果實受害率調查，來評估不同防治方法對東方果實蠅的防治效力。試驗於嘉義縣中埔鄉的番石榴園進行，每個園區約 1 公頃，分為四個防治區，分別為 A. 滅雄、B. 含毒蛋白質水解物、C. 滅雄+含毒蛋白質水解物以及 D. 不防治，每週更換誘引劑並調查果實受害率，以評估不同防治方法對東方果實蠅的防治效力 (如圖 4)。

於中埔兩塊番石榴試驗田區進行果園整合防治技術效能測試，設置滅雄及含毒蛋白水解物誘殺陷阱，於 2 區果園進行果實蠅防治技術整合評估，第一區果園面積約 1.2 公頃，田區劃分 4 個小區，每個小區分別約 0.3 公頃，第二區果園面積約 1.0 公頃，每個小區分別約 0.25 公頃。分別進行滅雄、食物誘餌、滅雄+食物誘餌及對照組之防治效能比較。以 *Torula yeast* 所誘得之成蟲數及果實受害率做為評估指標。

結果顯示第一區果園之果實受害率顯示 4 個小區中，只有對照組的果實受害率與其他 3 小區相比有顯著差異 (LSD, $P>0.0005$) (如圖 5)，第二區果園之受害率也是以對照組為最高，A 小區 (滅雄法) 次之 (LSD, $P>0.0005$) (如圖 6)。如同時比較兩園區之受害率則可發現對照組最高，A 小區 (滅雄法) 次之，C 小區之果實受害率為最低 (LSD, $P>0.0001$) (如圖 7)。

利用 *Torula yeast* 所誘得平均成蟲數約 155 隻與對照組無顯著差異 (LSD, $P>0.05$)，顯示於番石榴結果期果實蠅族群進入園區相當頻繁，與防治資材並無絕對關係，此與田區緩衝區有關。然就果實平均受害率仍以對照組 53% 最高，滅雄及食物誘餌其受害率則分別為 35.0%，37.0%，滅雄+食物誘餌則為 33.0%。

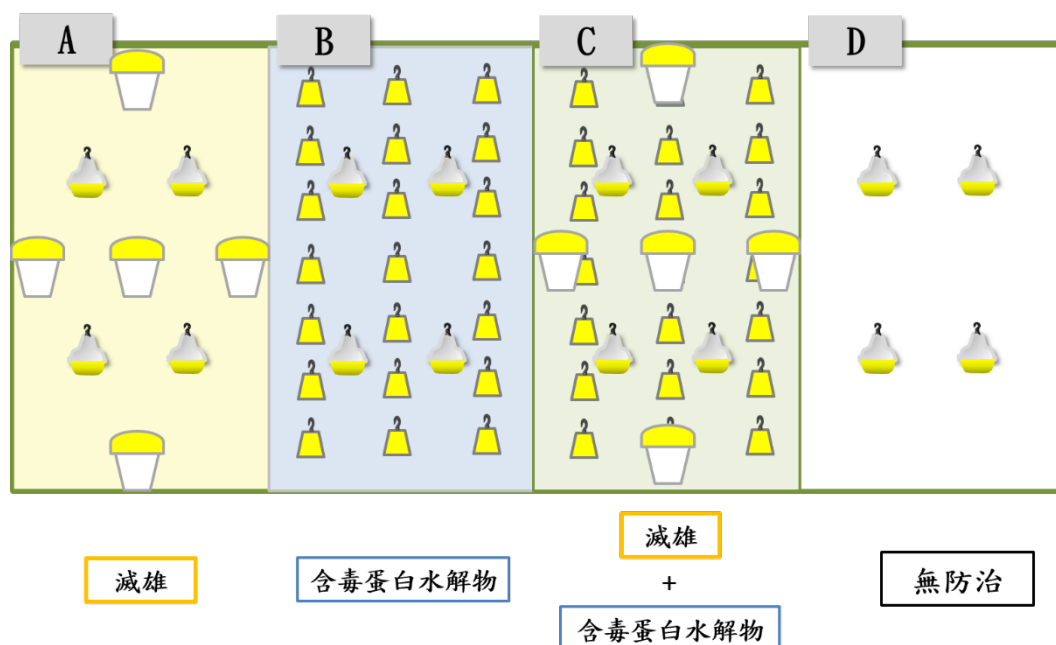


圖 4. 區域整合性蟲害管理方式評估測試。

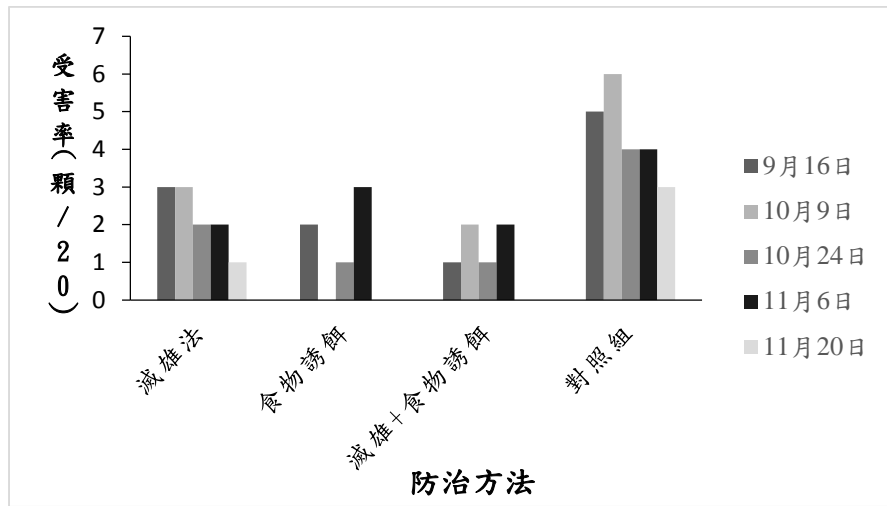


圖 5. 比較不同防治方法對果實受害率之影響(第 1 區)。

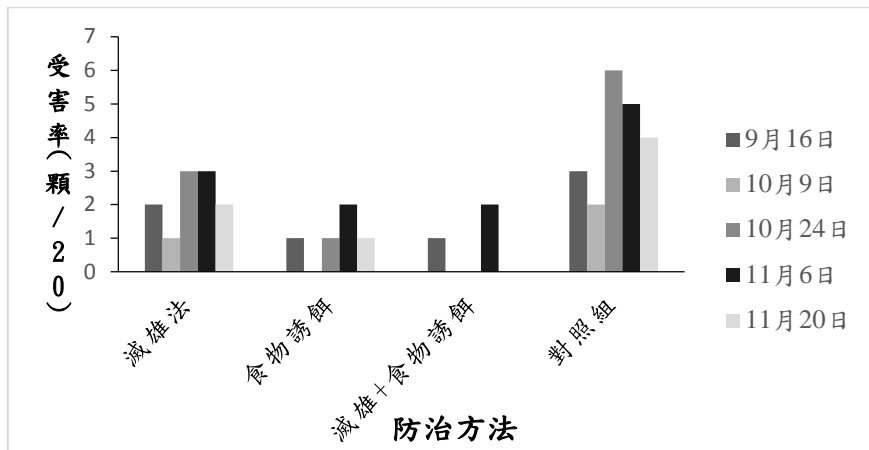


圖 6. 比較不同防治方法對果實受害率之影響(第 2 區)。

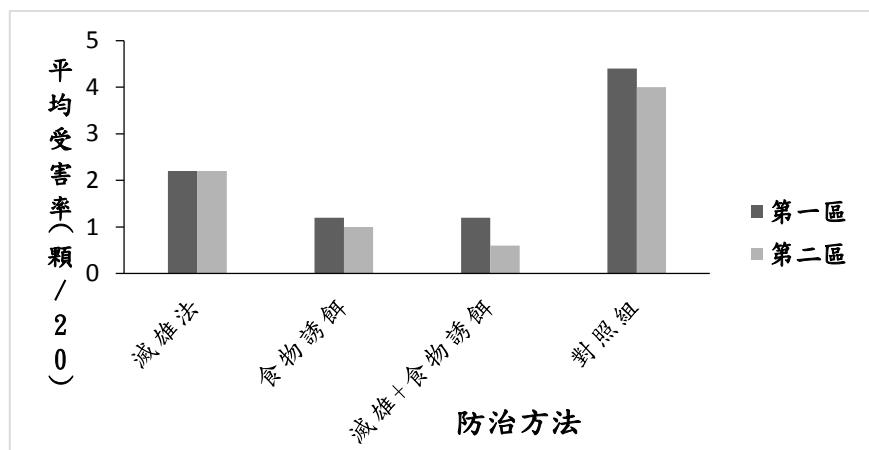


圖 7. 不同防治方法對兩區果園果實受害率之差異比較。

結論

運用區域防治觀念，進行整合性蟲害管理，主要目的就是要控制害蟲族群密度於經濟閾值以下或低密度水平，進而降低受害率，進而減少農藥的施用，提高農產品品質，增加農民收入。無形的效益則是藉由產銷組織及行政團隊的結合，推展在地特產或深耕基層農民教育。展望未來區域防治蟲害管理的施行，如能配合作物栽

培與合理化施肥管理，建立作物栽培期間病蟲害防治曆，教導農民依照栽培時程操作，整體農業環境管理將會更加落實及永續經營。

引用文獻

- 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。臺灣農業研究。56(3): 153-164。
- 高靜華、黃毓斌、江明耀、謝雨蒔。2010。東方果實蠅大面積區域防治效果評估模式研究-臺東地區釋迦果園測試。臺灣農業研究。59: 249-260。
- 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。臺灣農業研究。57(1): 63-73。
- 黃毓斌、高靜華、江明耀、謝雨蒔。2012。由區域防治觀念談蟲害整合性管理-以東方果實蠅為例。農業世界。342: 22-31。
- 鄭允、黃毓斌、高靜華、江明耀。2002。東方果實蠅防治之現代化-區域防治。昆蟲生態與瓜果實蠅研究研討會專刊 第 57-71 頁。中華植物保護學會。臺中。臺灣。
- 鄭允、高靜華、江明耀、黃毓斌。2003。東方果實蠅防治現代化-區域防治之策略與執行。植物保護管理永續發展研討會專刊 第 49-66 頁。中華植物保護學會。臺中。臺灣。
- Knipling, E. F. 1979. The basic principles of insect population suppression and management. ESA Agriculture Handbook No.512. U.S. Department of Agriculture.
- Lindquist, D. A. 2000. Pest management strategies: area-wide and conventional. p.13-19. in: Proceedings, Area-wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests. (K. H. Tan ed.). Penerbit University Sains Malaysia Pub., Penang, Malaysia.
- Mau, R. F. L., E. B. Jang, and R. I. Vargas. 2007. The Hawaii fruit fly area-wide fruit fly pest: management programme: influence of partnership and a good education programme. p.672-683. in: Verysen, M.J.B., Robinson, A. S. And Hendrichs, J. (eds) Area-wide Control of Insect Pests: from Research to Field Implementation. Springer, Dordrecht, Netherlands..
- Vargas, R. I, R. F. L. Mau, and E. B. Jang. 2007. The Hawaii fruit fly area-wide pest management program: Accomplishments and future directions. Proceedings of the Hawaii Entomological Society. 39: 99-104.
- Vergheese A, P. L. Tandon, and J. M. Stonehouse. 2004. Economic evaluation of the integrated management of the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in mango in india. Crop Prot. 23(1): 61-63.
- Verysen, M. J. B., A. S. Robinson, and J. Hendrichs. 2007. Area-Wide control of Insect Pests: From Research to Field Implementation. Springer press, Netherlands. 789 pp.