

新型害蟲遠距監控系統之研發¹

李汪盛²、施錫彬²

摘 要

本害蟲遠距監控系統（新型專利第 M339920 號）包括主機監控裝置及田間伺服器裝置兩部分。田間伺服器裝置藉由斜紋夜蛾性費洛蒙或東方果實蠅性誘引劑（甲基丁香油）以誘引雄性害蟲進入誘蟲裝置並自動計數。且透過 3G 無線通訊，將害蟲數目、衛星定位、微氣候及土壤水分含量等資訊傳送至主機監控端儲存於資料庫，並建立預警系統，即時監控害蟲族群密度，提供農民適時防治蟲害資訊，可有效降低因害蟲危害的農作物損失。田間測試結果顯示，自動計數與人工計數之誤差在斜紋夜蛾為 5%，東方果實蠅則為 8%，可經由適當調整加以改進。

關鍵詞：遠距監控、田間伺服器、害蟲

前 言

東方果實蠅（*Bactrocera dorsalis* (Hendel)）為國產果品重要害蟲，危害柑桔、桃及梨等三十餘種重要果樹，造成嚴重的經濟損失。且為果品外銷檢疫害蟲。本蟲全年可危害多種水果，繁殖力強，善飛翔及遷移，被害果實畸型或腐爛致失去商品價值或減產，影響農民收益甚鉅，政府每年投入龐大預算與人力，進行研究及實施教育宣導共同防治，惟其發生密度仍高。另休耕田種植田菁或青皮豆等綠肥作物，造成斜紋夜蛾（*Spodoptera litura* (Fabricius)）大量繁殖，嚴重危害蔬菜作物並造成民眾恐慌。

上述兩害蟲目前可分別使用雄性誘引劑性費洛蒙及甲基丁香油配合乃力松等農藥誘殺，藉以監測其發生密度，但誘殺數量必須以人工方式進行計算，相當費力及耗

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 423 號。

² 桃園區農業改良場副研究員(通訊作者，wslee@tydais.gov.tw)及副研究員。

時。目前雖有人工旬報統計方式，但無法掌握田間蟲害資訊，發揮即時通報功能，提供農民適時防治資訊，因此亟需發展自動化通報系統來解決上述的問題。

近年來無線傳輸技術精進，國內外有關利用無線感測器網路 (WSN) 在農業應用上成果豐碩，如日本農業試驗所田間監測伺服器 (Fukatsu et al., 2004) 已應用在農業推廣；Kim 等人於 2006 年提出應用 WSN 於自動化灌溉系統 (Kim et al., 2006)；Vellidis 等人於 2008 年應用 WSN 技術監測田間溫度、溼度及土壤水分含量等資訊 (Vellidis et al., 2008)；台灣大學森林系與識方科技於南投縣鹿谷鄉溪頭實驗林區架設森林監測系統 (賴等人, 2007) 等。國內利用 WSN 技術應用於田間害蟲自動偵測，肇始於國立台灣大學研發之田間小菜蛾自動偵測系統 (江等人, 2005)，原設計採害蟲被電擊時產生電壓變化原理計數。該系統經修改及變更計數方式為兩段式光信號遮斷後，成功應用於果實蠅蟲數自動偵測 (江等人, 2007；Tseng et al., 2008)。惟其誘蟲器計數方式易受到光線干擾而誤判，因此誘蟲器計數裝置外罩必須塗成黑色以減少誤差，因與傳統誘蟲器入口顏色及直徑不同，因此所誘殺之蟲數，必須經人工校正，方能應用於現行預警通報模式。本場為解決上述問題，擬直接採用農民慣用之誘蟲器進行改良，結合光纖與自動計數設備達到蟲害自動化通報目的，即時監控害蟲族群密度，提供農民適時防治蟲害資訊，俾降低農損。

材料與方法

一、害蟲遠距監控系統之開發

結合 3G 模組及網路系統進行整合研製 (如圖 1-4)。

二、試驗材料

- (一) 誘蟲裝置：自行設計製造之田間伺服裝置 (內含誘蟲裝置) 共計 12 組，即斜紋夜蛾及東方果實蠅誘蟲裝置各 6 組。
- (二) 誘引劑：斜紋夜蛾性費洛蒙誘引劑 (行政院農業委員會農業試驗所配製) 及甲基丁香油誘引劑 (嘉義縣民雄鄉瑞芳化工廠股份有限公司配製，商品名為奪蜂香)。

三、試驗方法

自 2009 年 7 月起，將放置性費洛蒙/甲基丁香油誘引劑之田間伺服裝置，分別安

裝於新屋本場、台北分場、新埔工作站、五峰工作站及楊梅紫城農場等地，進行長期誘殺東方果實蠅/斜紋夜蛾試驗，並以人工方式每旬檢視誘蟲數量及更換誘引劑。

結果與討論

害蟲遠距監控系統包括主機監控預警裝置及田間伺服裝置兩部分。主機監控預警裝置及田間伺服裝置，係藉由 3G 模組進行整合，主機監控預警裝置可透過網路對田間伺服裝置進行控制及資料存取，並針對蒐集之資訊進行分析，建立資料庫及蟲害預警通報，分述如下：

一、主機監控預警裝置

Pentium IV等級伺服工業電腦 1 部，資料庫為美國微軟公司 SQL 資料庫，作業系統為 Windows 2000 Server。系統管理者可於主機上進行田間伺服裝置監控、重置及電源管理，害蟲遠距監控系統前端及後端控制平台如圖 1 與圖 2。



圖 1. 害蟲遠距監控系統使用者介面

Fig. 1. A view of user interface of the remote pest monitoring system.



圖 2. 害蟲遠距監控系統控制介面

Fig. 2. Overview of control interface of the remote pest monitoring system.

二、田間伺服裝置

本裝置包括嵌入式控制模組、衛星定位儀、微氣候及土壤水分感測元件、3G 無線通訊模組、能源供應組、誘蟲裝置、機架及防水箱等零組件，外觀及主要構件（如圖 3 與 4），主要構件分述如下：

(一) 嵌入式控制模組：

採用國產工業規格嵌入式控制模組，具乙太網路、MiniOS7 作業系統及 I/O 擴充功能，主要在於接收害蟲計數、微氣候及土壤水分感測元件資料，將所有資料依特定格式編碼後，經由 3G 無線通訊模組傳回主機監控預警裝置，並儲存於資料庫，主機監控預警裝置，亦可透過 3G 無線通訊模組對嵌入式控制模組進行控制，如變更資料傳送時間間隔設定等。

(二) 衛星定位儀：

主要用於即時量測田間伺服裝置設置地點 GPS 座標。



圖 3. 田間伺服裝置外觀
Fig. 3. Appearance of field server of the remote pest monitoring system.



圖 4. 田間伺服裝置主要構件
Fig. 4. Components of field server.

(三) 微氣候及土壤水分感測元件：

採用本場自行研發之 I/O 擴充模組，可將即時量測之溫、溼度、照度及土壤水分含量等資料傳送至嵌入式控制模組暫存。土壤水分計主要作用為提供即時土壤水分資料以供農民灌溉參考，本研究使用之土壤水分感測元件如圖 5。



圖 5 土壤水分感測元件
Fig. 5. A soil moisture sensor.

(四) 能源供應組：

主要零件包括充電穩壓器及蓄電池等。

(五) 3G 無線通訊模組：

採用國產工業規格 3G 無線通訊模組，可接受嵌入式控制模組命令傳送資料，以及接受主機監控預警裝置控制指令修改嵌入式控制模組設定值。

(六) 誘蟲裝置：

1. 斜紋夜蛾誘蟲裝置：改良農民慣用之蛾類誘蟲盒，僅保留一個誘蟲孔，誘蟲孔內設置光纖式紅外線感測元件及自製之誘捕通道，裝置如圖 6。
2. 東方果實蠅誘蟲裝置：改良農民慣用之東方果實蠅誘蟲盒，並於誘捕通道出口處增設光纖式紅外線感測元件，誘蟲裝置如圖 7。



圖 6. 斜紋夜蛾誘蟲裝置外貌

Fig. 6. A trap for the tobacco cutworm.



圖 7. 東方果實蠅誘蟲裝置外貌

Fig. 7. A trap for the oriental fruit fly.

(七) 機架及防水箱：

白鐵製機架及進口塑膠防水箱，可以確保田間伺服裝置電子設備防水及避免干擾 3G 通訊。

三、害蟲遠距監控系統田間測試

斜紋夜蛾田間伺服裝置，主要誘蟲機制在利用雌蛾求偶期間會間歇性散發性費洛蒙，吸引雄蛾靠近之原理。因此，本系統於誘捕機構內置入人工合成之性費洛蒙作為誘引劑，以吸引雄蛾進入誘蟲裝置而將其捕殺。另東方果實蠅田間伺服裝置，主要誘

蟲機制在利用性誘引劑—甲基丁香油，並添加乃力松等農藥進行誘殺雄蠅。

斜紋夜蛾及東方果實蠅田間伺服裝置田間測試情形如圖 8。其中斜紋夜蛾田間伺服裝置，亦可用於其他夜蛾類害蟲誘捕監控，如螟蛾及花姬捲葉蛾等害蟲，僅需更換適當之性費洛蒙誘引劑。經由田間測試結果顯示，斜紋夜蛾田間伺服裝置誘蟲數回報誤差（(害蟲自動計數－害蟲人工計數)/害蟲人工計數）為 5%，東方果實蠅回報誤差則為 8%。造成計數誤差之主要原因為重複計數及未計數，可透過調整啟動害蟲計數時間間距，或改用具靈敏感測距離及感測直徑之光纖式紅外線感測元件，以降低誤差值。



圖 8. 斜紋夜蛾(右)及東方果實蠅(左)田間伺服裝置田間測試

Fig. 8. Field test of the pest trap for the tobacco cutworm (on the right) and the oriental fruit fly (left).

誘蟲裝置直接以農民慣用之誘蟲盒修改，可節省製作成本，且將計數光纖直接固定於傳統誘蟲盒上，不需增加其他電子零件，亦可減少加裝防護電子零件銹蝕設備之成本。田間伺服裝置所有電子零件均集中於防水箱內保護，此設計可降低因誘蟲裝置電子零件銹蝕引起之故障，延長系統使用壽命（李等，2008）。

本系統除可進行害蟲計數外，配合本場自行研發之 I/O 擴充模組，亦可同時量測監測點之溫度、溼度、照度及土壤水分含量等資訊，該等資料可提供害蟲生態研究參考。根據本研究分析收集之微氣候資料發現，斜紋夜蛾屬於夜行性蛾類，活動時間集中於晚間 10 時至隔日凌晨 4 時，且於溫度發生劇變時有較高之誘殺數量，如寒流來襲之當天夜晚。東方果實蠅屬於日行性活動昆蟲，夜間幾乎不活動，與已知論文所述相符（江，1986）。

害蟲遠距監控系統結合 3G 通信網路傳輸技術及機電整合技術，資料傳遞過程均為自動化運作，可適用於大範圍及長期監測應用需求，不僅提高了即時性、準確性及便利性，更可節省傳統監測方式所需耗費的大量人力，同時，藉由 3G 無線傳輸機制，可使田間資料收集不受空間及時間限制，更不需管理人員親臨現場待命即可進行遠距監測，大大的提高其管理效率，降低人力成本。此外，本系統所有元件均採工業化模組進行開發，擴展容易，未來只要有合適的害蟲感測器開發完成，則本系統可很容易地與之整合並應用於其他害蟲的生態監測。

參考文獻

- 江佩玲。1986。東方果實蠅對甲基丁香油誘引反應之研究。國立臺灣大學植物病蟲害學研究所碩士論文。
- 江昭皚、盧福明、曾傳蘆、李仁貴。2005。蟲害自動偵測系統。台灣農業機械 20(6):6-7。
- 江昭皚、曾傳蘆、盧福明、楊恩誠、林冠璋、吳宗修、廖誌聖、林詩翔、歐陽丞修。2007。果實蠅自動化誘捕計數系統。中華民國新型第 M314521 號專利。核准日期：2007 年 7 月 1 日。
- 李汪盛、鄭隨和、施錫彬。2008。田間害蟲遠距監控系統。中華民國新型第 M339920 號專利。核准日期：2008 年 9 月 11 日。
- 賴彥任、邱祈榮、魏聰輝、沈介文、林清儒。2007。無線感測網路技術進行森林氣溫與相對濕度觀測之先驅實驗。大氣科學 35(2):119-134。
- Fukatsu, T., M. Hirafuji, T. Kiura, A. Imada, and S. Ninomiya. 2004. Long-term monitoring system using field monitoring servers. Asian Federation of Information Technology in Agriculture and World Congress on Computers in Agriculture. Bangkok, Thailand. p.685-691.
- Kim, Y., R. G. Evans, W. Iversen, and F. J. Pierce. 2006. Instrumentation and Control for Wireless Sensor Network for Automated Irrigation. American Society of Agricultural and Biological Engineers. ASABE Paper No. 061105.
- Tseng, C. L., J. A. Jiang, E. C. Yang, F. M. Lu, C. S. Liao, C. Y. Lin, S. H. Szu, C. P. Chen, T. S. Lin, S. H. Lin, C. P. Tseng, and C. W. Yen. 2008. An Automatic Counting Trap with Wireless Transmission Capability for the Oriental Fruit Fly. The 4th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agricultural and Biosystems Engineering. Taichung, Taiwan. p.14-20.
- Vellids, G., M. Tucker, C. Perry, C. Kvien, and C. Bednarz. 2008. A real-time wireless smart sensor array for scheduling irrigation. Computers and Electronics in Agriculture. 61(1):44-50.

Development of a new remote monitoring system for insect pests¹

Wang-Sheng Li², Hsi-Pin Shih²

Abstract

A remote monitoring system for pests which consisted of a main monitoring server and some field servers was developed and its Taiwan patent number is M339920. The sex-pheromone and methyl eugenol were used to lure the males of the tobacco cutworm and the oriental fruit fly, respectively, to enter the auto-counting trap of the field server. Data including the number of pests, microclimate, soil moisture and GPS data were transmitted to the main monitoring server and stored in database. Field tests showed that there was a 5% and 8% discrepancy between the automatic count and manual count, respectively, for the moth trap and fruit fly trap. The developed system for pests can monitor instantly the population dynamic of pests and release correct information to farmers to prevent the crop damage by harmful insects.

Key words: remote monitoring system, field server, pest

¹. Contribution No.423 from Taoyuan DARES, COA.

². Associate Researcher (Corresponding author, wslee@tydais.gov.tw) and Associate Researcher, respectively, Taoyuan DARES, COA.