

## 應用 3S 技術於嘉義地區紅火蟻監測調查與防治的規劃

### Application of 3S techniques in planning of detection survey and control of red imported fire ants in Chaiyi

朱容君<sup>1</sup> 黃莉欣<sup>2</sup> 尹建盛<sup>3</sup> 陳昇寬<sup>4</sup> 黃守宏<sup>5</sup> 林明瑩<sup>6</sup> 蘇文瀛<sup>7</sup>

Jung-Chun Chu Li-Hsin Huang Jian-Cheng Yin Shen-Kuan Chen Shou-Hong Huang

Ming-Ying Lin Wen-Ying Su

#### 摘 要

嘉義地區於 2003 年 10 月發現入侵紅火蟻，隔年 10 月開始展開發生區域的定界調查，以全球衛星定位系統(GPS)取得蟻丘位置，再利用地理資訊系統(GIS)平台套疊航空照片或衛星影像，呈現入侵紅火蟻之發生位置及其在地理空間上的分布狀態，進而藉由 GIS 規劃監測及防治範圍。另以發生區域之面積及嚴重度，利用 GIS 規劃地面樣區(Sampling plot)進行防治效果評估，作為嘉義地區入侵紅火蟻防治成效的指標。初步規劃定界圖是利用已知蟻丘的定位座標資料透過 GIS 以網格 2 km x 2 km 劃設，共計 60 km<sup>2</sup>。由於防治工作急迫且調查區域廣泛，在人力與時間有限下無法進行全面定界調查，故參考入侵紅火蟻移動分布的特性及 GIS 軟體環域分析的功能，以半徑 100 m 規劃為發生區域，半徑 300 m 為監測範圍，防治區域則為半徑 500 m。地面樣區調查是採用目測法及誘餌法，調查時若發現蟻丘則予以定位，並更新圖資，以掌握空間分布資料。誘餌調查則先利用 GIS 劃設 50 m x 50 m 之網格，於交叉點設為餌站位置，完成內業準備。外業調查時，則透過行動地理資訊系統軟體及 GPS 於現地進行餌站的設置。至 2012 年止，嘉義地區入侵紅火蟻發生區域面積已明顯下降且呈零星的分布。顯示整合 GPS、GIS 及 SP 於嘉義地區入侵紅火蟻之監測與防治範圍的規劃，確實可掌握防治區域及時機。

關鍵字：入侵紅火蟻、地理資訊系統、全球衛星定位系統、地面樣區、監測。

---

<sup>1</sup>行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所農藥應用組助理

<sup>2</sup>行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所農藥應用組助理研究員

<sup>3</sup>國立中央大學應用地質研究所助理

<sup>4</sup>行政院農業委員會臺南區農業改良場作物環境助理研究員

<sup>5</sup>行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所植物保護系助理研究員

<sup>6</sup>行政院農業委員會臺南區農業改良場作物環境課副研究員

<sup>7</sup>行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所農藥應用組研究員兼組長

## ABSTRACT

Red imported fire ants (*Solenopsis invicta* Buren, RIFA) were first found in Chiayi in October of 2003, and a detection survey was begun at the end of October 2004. The coordinates of RIFA mound positions were obtained using the Global Positioning System (GPS), and were then overlaid on aerial photographs or satellite images by a geographic information system (GIS), which allowed for the display RIFA locations and geospatial distribution and for planning the ranges of survey and control efforts. The land sampling plot (SP) method was applied to evaluate the efficacy of the RIFA control efforts undertaken in Chiayi. The sampling plots were picked out from the more severely infested areas in the infested regions according to the GIS data, and the efficacy of RIFA control efforts applied to the sampling plots was regarded as an indicator of the overall effectiveness of RIFA control in Chiayi. Using the GIS, the coordinates of numerous known RIFA mounds were drawn on maps including 2 km by 2 km grids and covering the preliminary area of RIFA infestation, an area totaling 60 km<sup>2</sup>. The urgent control task was launched rapidly to prevent the RIFA from spreading. In addition, the survey area was extremely extensive, and so we could not complete the delimitation survey for acquiring the actual region of the RIFA infestation in Chiayi due to labor and time limitations. Therefore, according to the characteristics of the ants' movements and spread, a radius of 100 m was designated for the infested area, a 300 m radius was designated for monitoring, and a 500 m radius was designated for control using a buffer analysis provided via the GIS. The survey methods used in the sampling plots included visual and bait methods. For the bait survey, grids of 50 m by 50 m were initially created on map layers using the GIS platform and every crossover point was assigned as a bait station for designing the number and locations of bait stations prior to field investigation. Then mobile GIS and GPS were used to find bait stations and to place the bait traps during the field investigations. During both visual and bait survey, the RIFA mounds would be positioned once they were found in order to update the map layers of the infested region for acquiring the latest information of RIFA geospatial distribution. The total area of RIFA infestation in Chiayi was decreased significantly by 2012, with mounds present only in a few scattered regions. These findings demonstrated that integrating the GPS, GIS and SP techniques into the RIFA monitoring and control efforts conducted in Chiayi allowed for the RIFA population to be decreased in a highly effective and timely manner.

Key words : Red imported fire ants, *Solenopsis invicta*, Global Positioning System, geographic information system, sampling plot, survey

## 壹、前言

入侵紅火蟻(red imported fire ants, *Solenopsis invicta* Buren)原分布於南美洲一帶，在 1930 年代傳入美國，並在國際貿易與航空、海運等交通運輸發達的情況下，透過貨櫃箱及草皮從美國蔓延至澳大利亞及臺灣地區(Callcott and Collins, 1996)，在臺灣地區於 2003 年 10 月在桃園與嘉義地區發現疑似紅火蟻入侵農地的案例，經國立臺灣大學昆蟲學系鑑定後確認。對於臺灣農業、校園及居家安全造成威脅與損失，因國內對紅火蟻之活動範圍、擴散速度等特性認知有限，因此行政院農業委員會動植物防疫檢疫局立即展開全國性的調查，參考美國及澳洲的防治方法、緊急採購防治藥劑進行防治作業。

2004 年起針對紅火蟻防治及撲滅計畫組成 2 個行動團隊，第一大隊為防治大隊由中埔鄉與水上鄉農會組成，為實際施藥的團隊；第二大隊則由臺南區農業改良場、嘉義大學生物資源系、中興大學昆蟲系、農業試驗所嘉義分所及農業藥物毒物試驗所組成的技術團隊，主要負責紅火蟻的監測調查、衛星定位與製圖、規劃施藥範圍及出圖、協助監督施藥、資料彙整與分析等工作。2006 年起第二大隊由臺南區農業改良場、農業試驗所嘉義分所及農業藥物毒物試驗所組成。

嘉義地區紅火蟻發生區域廣泛，為掌握大尺度之空間資訊及迅速獲取地面樣區(Sampling Plot, SP)之地理位置，本研究採用全球衛星定位系統(Global Position System, GPS)進行紅火蟻之發生點座標定位，並透過地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)有效快速地整合紅火蟻發生之空間資訊。本研究透過 SP、GPS 及 GIS 的結合，來瞭解嘉義地區紅火蟻之發生潛在分布範圍，並規劃地面樣區之調查，以確實掌握嘉義地區紅火蟻之防治時機與成效。

## 貳、材料與方法

### 2-1、研究區地理概況

嘉義縣位於臺灣西南部，西邊濱臨臺灣海峽，東邊以阿里山山脈以及玉山主峰接壤，北邊以北港溪與雲林縣相鄰，南邊以八掌溪與臺南市相鄰，共計有 14 個鄉，其中紅火蟻發現區域包括嘉義縣中埔鄉及水上鄉、番路鄉內甕村及嘉義市區，本研究以嘉義地區的中埔鄉及水上鄉為研究區域，中埔鄉全鄉面積約 12,900 ha；水上鄉約為 6,900 ha(維基百科，2012)。

本研究區域氣候資料由嘉義氣象站取得，年均溫為 23.1°C，1 月最低，平均氣溫為 16.5°C；7 月最高 28.6°C。嘉義地區降雨量受到季風影響，冬季乾旱，夏季多雨，年降雨量 1774.3 mm，分布於 4 至 9 月，降雨量集中於夏季 7、8 月份，平均相對溼度介於 77.5 至 82.6%(中央氣象局，2012)。

## 2-2、研究材料與方法

本研究主要利用嘉義地區紅火蟻蟻巢點位座標資料為材料，結合 GPS 及 GIS 軟、硬體功能，規劃紅火蟻之定界範圍、發生區域、監測區域、防治區域及地面樣區。地面調查分成誘餌法及目測法兩種方式，依據 GIS 軟體的事前規劃進行監測及防治效果評估。

### 一、定界調查之規劃

2004 年嘉義地區中埔鄉及水上鄉發現紅火蟻時，立即利用 GPS 取得紅火蟻發生點之座標位置，以瞭解紅火蟻發生的地理位置。利用 2 km × 2 km 網格劃設紅火蟻之發生區域與緩衝區域，並以該範圍設為定界調查之模板。紅火蟻之座標資料落於 2 km × 2 km 網格內者，該網格被視為發生區域，其鄰近網格未有發生點位資料者則視為緩衝區域(黃莉欣等，2008)。

2006 年因調查人力縮編，於 2008 年將歷年所得紅火蟻之發生點座標資料，利用 GIS 環域分析的功能重新定義及估算發生區域、監測區域及防治區域，逐步建立紅火蟻之潛在分布範圍。

### 二、地面調查方法

本研究進行紅火蟻地面調查採用目測法及誘餌法，以目測法為主調查方法。依據紅火蟻標準作業程序(2011)，紅火蟻之調查區域需經連續 6 個月或 6 個月以上至少 6 次的調查皆未發現紅火蟻者，即可申請辦理解除列管的作業。本研究針對防治效果評估及普查是採用地毯式的目測調查，為了解除列管者，則採用 4 次目測法及 2 次誘餌法的調查。

#### (一) 目測法

目測法採用步行的方式進行目視調查，依據劃設之調查範圍，以目測觀察紅火蟻的蟻巢存在與否，調查期間發現的蟻巢均以 GPS 定位，以更新發生點位的資訊。

#### (二) 誘餌法

解除列管區域為確保調查區域確實無紅火蟻的發生，需再以誘餌法進行調查確認。

依據 GIS 劃設之餌站位置，於田間進行餌站的設置及誘集調查。本研究之餌料是採用市售品牌原味洋芋片，剝裂成小片，每片大小約 6.5 × 2 cm。取 1 小片洋芋片及洋芋片細碎放入透明塑膠離心管(50 ml，管口直徑 22 mm)中，拴緊離心管蓋備用。各餌站間之距離約為 50 m，經 GPS 導航至規劃之誘餌點後，視現場環境調整誘餌

點，選定後，將含洋芋片之離心管至於土表，並將洋芋片細碎稍微倒出離心管口，並插上標誌旗(粗鐵線直徑約 2 mm，長約 550 mm)，記錄放置誘餌的時間，並於該點進行 GPS 定位，紀錄餌站的座標，誘餌設置 60 分鐘後再進行回收，迅速上蓋密封離心管，確認已無螞蟻在管外後，攜回室內並存放於冷凍庫中，冰凍 12 小時以上，再進行鑑識及計數的工作。

### 三、硬體設備及應用軟體

#### (一) 全球衛星定位儀(GPS)

GPS 藉由接收衛星信號來即時定位，且可應用即時差分定位技術，有效提升定位之準確度(林明璋，2009)。本研究採用具即時差分的 Trimble Geo XM GPS(精度可達 1~3 m)以及 Leica GS5+(精度可達 1~2 m)進行野外紅火蟻蟻巢發生點之定位，並於誘餌調查法中配合 ESRI Arc Pad 7.0.1 行動地理資訊系統軟體，進行地面樣區之調查。

#### (二) 航空照片、衛星影像及電子地圖

本研究初期使用之航空照片座標系統為 TWD97，圖幅比例尺有 1/5000 及 1/2500 兩種，其解析度分別為 50 cm 及 25 cm(群立科技公司)，以航空照片為底圖套疊嘉義地區電子地圖，判釋調查現地之地形與地貌，進行地面樣區之規劃。隨著時間、土地的變遷，地形地物改變，2012 年改採用瑞竣科技公司提供之 ShowTaiwan & RiChi Online 線上服務平台，配合 ESRI Arc GIS10.1 地理資訊系統軟體，應用其最新之衛星影像，如 2012 年拍攝之 WorldView2 影像，解析度為 50 cm 及 2012 年繪製之電子地圖，藉以掌握調查區之地形地貌最近況。

#### (三) ESRI Arc GIS 10.1 地理資訊系統軟體

利用 ESRI Arc GIS10.1 地理資訊系統軟體之環域分析(buffer analysis)，繪製紅火蟻發生區域、監測區域及防治區域，並利用螢幕數化之功能修正地面調查區域，包括人力無法到達之地、水源地、建築地等。調查範圍繪製完成後，利用 Arc Toolbox 之建立網格(Create fishnet)功能，繪製 50 m× 50 m 之網格，於網格交叉點設置為地面調查誘餌點，若誘餌點位置於衛星影像上判釋，其點設置於建地上，則利用數化編輯的功能，移動誘餌點至可進行調查之區域(互動國際數位股份有限公司，2011)。

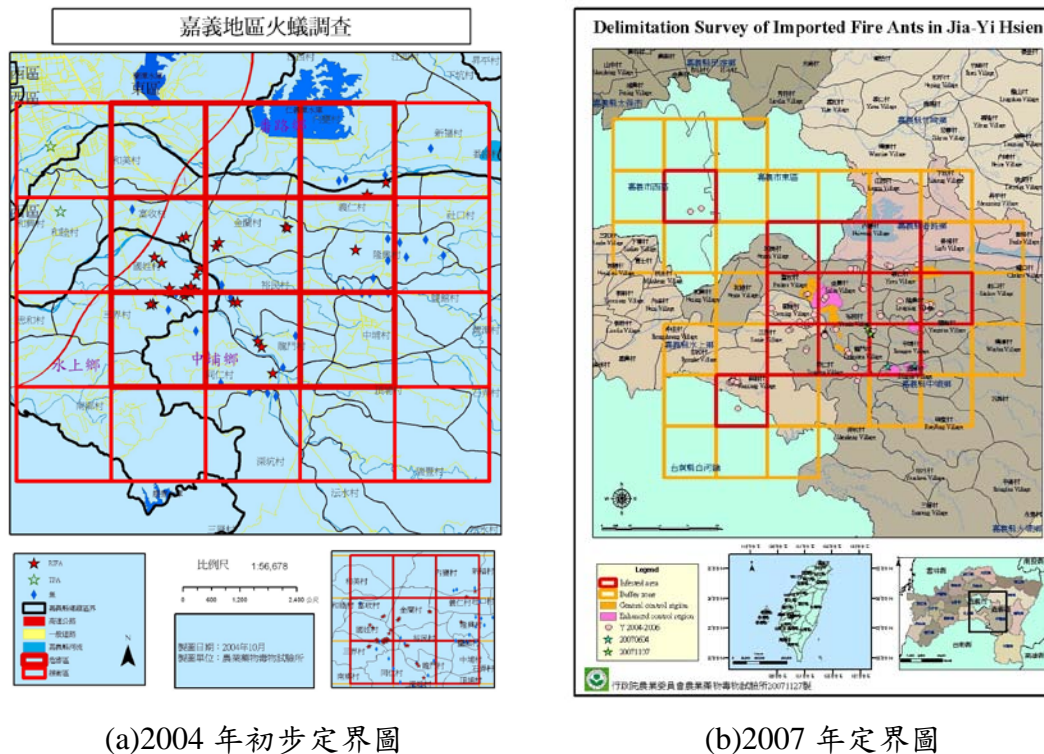
#### (四) ESRI Arc Pad 7.0.1 行動地理資訊系統軟體

經 GIS 軟體完成地面調查工作之事前規劃，於現地調查中，利用 ESRI Arc Pad 7.0.1 行動地理資訊系統軟體，進行樣區導航至誘餌點，並於實際設置誘餌點進行定位，以記錄每次調查之時間與結果，確實掌握紅火蟻之蹤跡。

## 參、 結果與討論

### 3-1、 定界調查規劃及發生範圍之定義

2004 年 10 月第一次正式調查前，先以臺南區農業改良場初步的定位資料，以 2 km × 2 km 網格套疊，紅火蟻之點位落在網格內者視為發生區域，為避免因其遷飛的能力而向外擴散，發生區域之鄰近網格設為緩衝區域，列為定界調查的重點區域，共劃定發生區域 6 格及緩衝區域 14 格，面積共計 80 km<sup>2</sup>，以此 80 km<sup>2</sup> 劃設為紅火蟻之潛在分布，並以該範圍設為定界調查之模板(圖 1a)。由圖 1a 可知，初期嘉義地區紅火蟻之分布多集中於水上鄉之三界村、國姓村及中埔鄉之金蘭村、義仁村及隆興村等。



(a)2004 年初步定界圖

(b)2007 年定界圖

圖 1、嘉義地區紅火蟻定界圖

2004 年至 2005 年調查團隊分區進行定界調查，調查作業卻因人力、物力及時間的因素，加上防治工作被迫同時進行且需進行防治效果評估工作，故未能完成預定之 80 km<sup>2</sup> (8,000 ha) 的大面積調查，但防治及調查期間亦陸續收到農民通報紅火蟻的新發生點，經 GPS 定位取得最新紅火蟻新發生點座標資料後，大部分仍維持在原訂的 6 格的發生區域內，少部分落在緩衝區內，基於人力與時間的

考量，改以監測及通報二體系來取得紅火蟻的發生範圍，至 2007 年發生區域共佔 12 格，換算面積為 4,800 ha，緩衝區有 28 格(圖 1b)。從圖 2b 也可看出部分網格內紅火蟻發生點極少，若依 2 km × 2 km 網格作為發生面積的估算，則高估許多，事實上，紅火蟻的發生點位是較為集中的。

Markin *et al.*, (1971)研究中提到紅火蟻的飛行距離約在 100 ~1,600 m，因紅火蟻為土棲性且具社會性的昆蟲，以群落(colony)方式形成明顯的蟻巢為其特徵，每一蟻巢有可能由單一蟻后或多蟻后所組成(Vinson, 1997)，新形成的蟻巢經 3~9 個月後，會出現土壤堆高約 10~30 cm 的成熟蟻丘，且紅火蟻會堆出明顯的覓食蟻道，這些蟻道可拓展至距蟻丘 10~100 m 以外的區域。為了以保守方式估算紅火蟻發生面積，進而規劃監測及防治區域，本研究參考紅火蟻移動分布的特性，並利用 GIS 軟體之環域分析功能，以紅火蟻發生點為中心，其半徑 100 m 內的範圍定義為發生區域，以半徑 300 m 為監測區域，為了有效控制紅火蟻的發生範圍，將防治區域定義為半徑 500 m 的範圍(圖 2)。將 2004 年至 2007 年取得的點位資料重新估算發生面積，水上鄉及中埔鄉共計約為 613 ha。

### 3-2、地面樣區規劃

嘉義地區紅火蟻調查歷時多年，而隨著時間的演進、調查團隊經驗的累積以及調查方法的改進，嘉義地區紅火蟻之發生區域，已有顯著的防治成效，本研究針對歷年重要之地面樣區規劃說明其結果。

#### 一、防治效果評估樣區劃設

由於防治工作急迫且調查區域廣泛，在人力與時間有限下無法進行全面調查，以評估防治成效。本研究嘗試以紅火蟻發生較為嚴重且密集的區域劃設為防治效果評估樣區。每一評估樣區再依調查人員組別，利用 GIS 軟體數化功能劃分約等面積的小區，進行目測調查。2004 年至 2005 年選定水上鄉三界村約 14 ha 及中埔鄉金蘭村約 18 ha 的農地，每一評估樣區分為 6 小區，由各技術團隊進行目測調查(黃莉欣等，2009)。若僅以該 2 評估樣區作為防治效果的指標，恐有偏漏，2006 年至 2009 年陸續加入水上鄉國姓村及中埔鄉的隆興村、頂埔村及鹽館村等發生區域，因人力縮編為 3 組，各防治效果評估樣區，經 GIS 軟體套疊航照，以螢幕數化的方式，將每一評估區規劃約 9 ha 農地，再分為 3 小區進行目測調查。

#### 二、監測及防治區域規劃

監測區域與防治區域利用 GIS 功能環域分析劃設，分別以半徑 300 m 及半徑 500 m 劃設，各區域的規劃依調查團隊監測作業方式而不同，其監測方式分述如下：

### (一) 一般監測及防治區域規劃

2008 年調查團隊應用 GIS 軟體功能估算紅火蟻新發生點面積，並利用環域分析功能，繪製發生區域、監測區域與防治區域。新發生點的定位座標，是以蟻巢數進行定位，因此定位座標會有 1 個以上，進行環域分析時，環域的範圍會重疊出現，需利用 GIS 軟體進行合併(Dissolve analysis)，將重疊處合併並以村為單位，再利用 GIS 軟體裁切功能(Clip analysis)，依村形狀進行裁切(周天穎等，2011)，確立新發生點之發生區域、監測區域及防治區域面積，因此由圖 2 可看出，新發生點之面積估算，依村形狀裁切而顯示不規則形狀。

紅火蟻新發生點各分區繪製完成後，防治大隊於劃定之監測區域進行普查，以地毯式的目測調查執行，每位人員皆須配戴 GPS，除記錄目測步行的軌跡外，如發現紅火蟻之蹤跡，需立即進行座標定位並通報執行緊急性的施藥作業。依防治規劃範圍進行施藥作業，並依發生區嚴重程度，規劃其年施藥次數，並依經費調整施藥範圍，防治大隊於施藥作業執行的同時，需配戴 GPS 開啟軌跡紀錄功能，並利用 GIS 軟體繪製施藥軌跡圖，於施藥作業完成後檢視，以確認防治大隊之施藥作業確實有執行，且可了解施藥之範圍是否皆有涵蓋，如需補強，則需另尋時間進行補強之作業，以落實紅火蟻之防治作業。

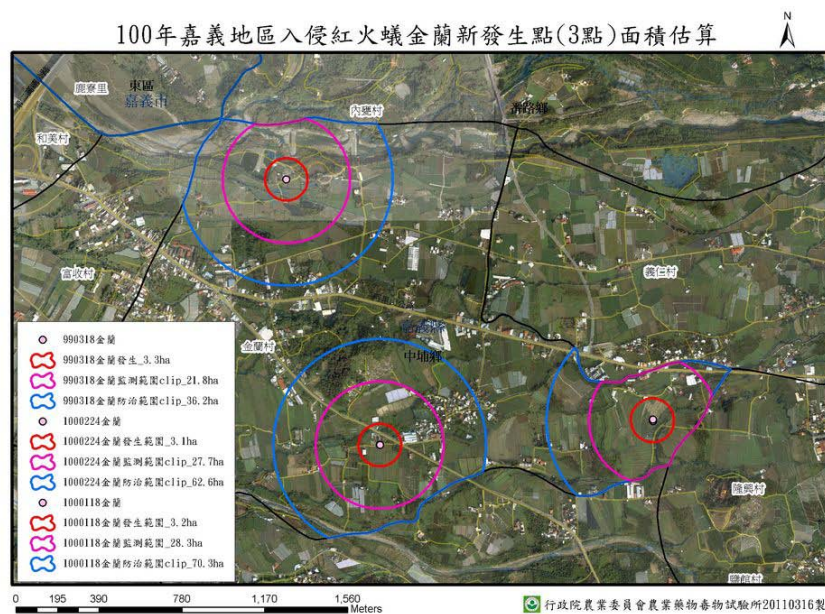


圖 2、紅火蟻新發生點面積估算

### (二) 解除列管監測區域規劃

解除列管區域的規劃，以監測區域與發生區域進行監測調查的規

劃，於監測區域進行4次目測法調查，以及發生區域進行2次誘餌法調查，共計6次調查，如連續6次調查未發現紅火蟻者，即提出申請辦理解除列管。

技術團隊於監測區域(半徑300 m)進行地毯式調查，本研究利用GIS軟體以航照或衛照及電子地圖為底圖，套疊監測區域範圍，繪製技術團隊調查時步行路線的參考圖，可於現地地面樣區調查時，迅速了解地理位置與周邊地物地貌，可加速技術團隊的監測調查。

為了確保欲解列的區域無紅火蟻的發生，技術團隊需要再以誘餌法進行調查確認。誘餌法以發生區域(半徑100 m)為調查範圍，利用GIS軟體以建立網格的功能繪製50 m×50 m網格，產生50 m網格後，為產生地面調查誘餌點，利用螢幕數化功能，套疊50 m網格及航照或衛照進行判釋，於網格交叉點建立地面誘餌放置點，如網格交叉點經判釋位於建物、水體或人力無法到達之處，則利用數化編輯功能，移動誘餌點至可進行調查之區域(圖3)。

誘餌調查需利用GIS軟體，套疊發生區域、50 m網格、誘餌點、航照或衛照及電子地圖等圖層，繪製誘餌調查圖，並將相關圖層匯入GPS中，以Arc Pad軟體進行操作，利用此軟體開啟衛星並以導航的功能帶領技術團隊至誘餌點進行設置。而誘餌點的建立是根據航照或衛照進行螢幕上的規劃與調整，與現地的狀況未必符合，航照與衛照拍攝的時間並未能與調查時間同步更新，因此誘餌調查時，需以現地環境狀況機動調整誘餌點的設置，並進行定位以更新實際誘餌點的座標。

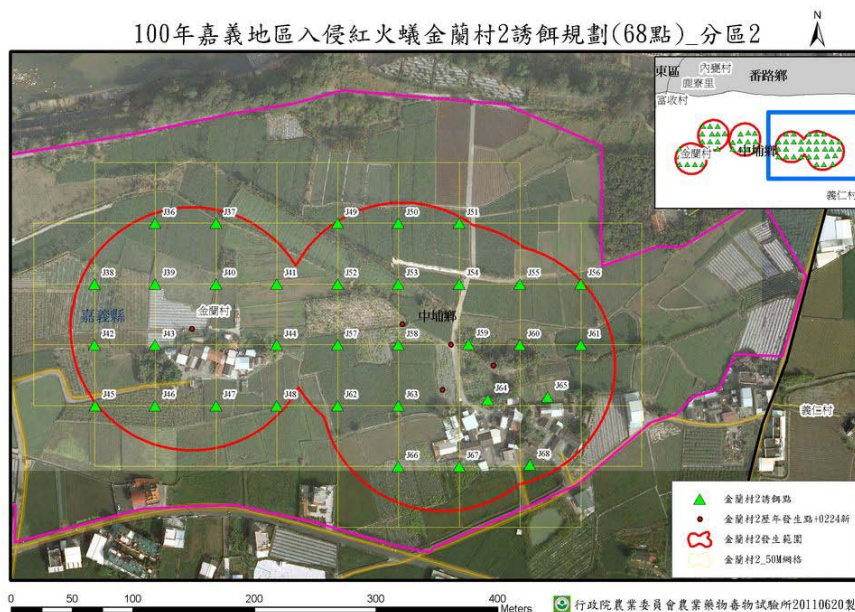


圖3、紅火蟻之誘餌調查-發生區域(紅色)

### 3-3、紅火蟻之防治成效

嘉義地區紅火蟻於 2003 年 10 月被發現，技術團隊於 2004 年至 2007 年間進行初步的定界調查以及防治效果評估研究。2008 年開始，配合 GPS 及 GIS，並整合 SP 的概念，導入嘉義地區紅火蟻監測及防治作業，在技術團隊與防治大隊的配合下，均能有效掌握紅火蟻的發生區域，並依規劃範圍執行防治工作，經過約 8 年的防治作業，發生面積已有明顯縮小，且逐步邁向完全解列的階段(表 1)。

由表 1 可知，於 2004 年至 2007 年紅火蟻在水上鄉及中埔鄉的發生面積約 613 ha，經過防治大隊及技術團隊積極防治及監測調查的努力下，截至 2012 年止，嘉義地區紅火蟻發生區域已降為 52.5 ha，並呈現零星的分布。

表 1、嘉義地區紅火蟻之發生面積

鄉鎮	村里	發生面積(ha)		
		2004-2007 年	2008-2010 年	2011-2012 年
	嘉義市	----	----	11.5
	國姓村	100	3.6	----
水上鄉	三界村	15.6	----	----
	南鄉村	15.6	----	5.4
	和睦村	0.9	----	----
	和美村	3.1	3.4	----
	鹽館村	13.2	8.8	----
	富收村	31.3	----	----
	龍門村	28.2	----	----
中埔鄉	義仁村	110.2	6.2	10.2
	隆興村	57.7	9.3	6.1
	裕民村	124.1	3.1	3.2
	同仁村	9.4	7.1	3.8
	頂埔村	----	3.1	----
	金蘭村	104	12.6	6.3
	社口村	----	----	6
總計		613.3	57.2	52.5

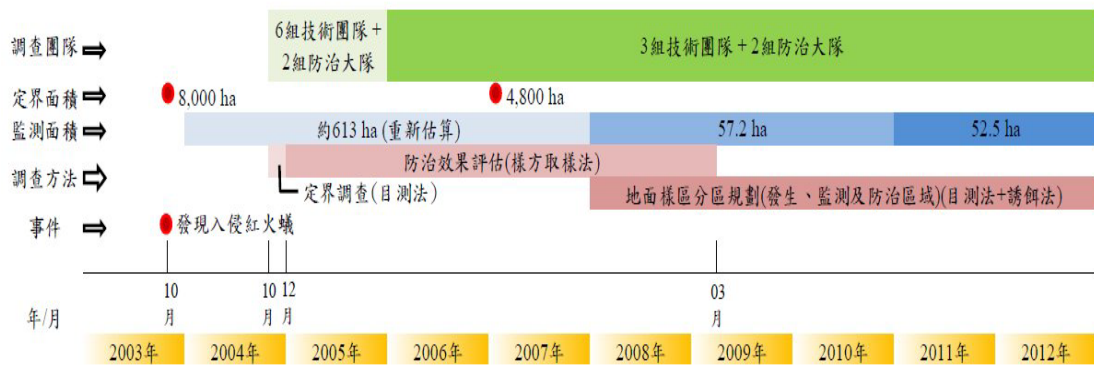


圖 4、嘉義地區紅火蟻調查團隊、方法及面積變遷

由圖 4 可了解，嘉義地區針對紅火蟻防治的歷程，從 2003 年 10 月發現紅火蟻後，2004 年 10 月整合調查團隊及防治團隊開始進行監測與施藥作業，發生區域雖陸續增加，但也隨著防治作業的持續進行，使得發生面積也逐漸縮減，並且連續 6 次調查均未發現紅火蟻的區域也逐漸增加，依據紅火蟻標準作業程序提出解列申請，至 2012 年 12 月止共提出解列面積約 355.4 ha，包括水上鄉三界村、國姓村及中埔鄉富收村、金蘭村、裕民村、頂埔村、隆興村、同仁村及鹽館村等。從本研究結果顯示，確實掌握紅火蟻發生點才能正確規劃防治區域，以有效防治紅火蟻。

#### 肆、結語

本研究團隊自 2004 年紅火蟻於嘉義地區出現蹤跡開始，即投入大量人力、物力及精神進行規劃與防治作業，至 2012 年止，嘉義地區紅火蟻發生面積已呈零星的分布。整合 GPS、GIS 及 SP 的技術劃分團隊的各別責任區，確實執行後，的確反映出防治成效，由此也顯示，3S 技術應用於嘉義地區紅火蟻之監測與防治範圍的規劃，確實可掌握防治區域及時機。在當地居民配合通報及積極防治下，嘉義地區紅火蟻已接近全區解列的目標，期待不久之後嘉義地區紅火蟻可以達成撲滅的最高目標。

#### 伍、致謝

本研究承行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 93 農科-1.7.2-檢-B4、94-救助調整-檢-01、95-救助調整-檢-01、96-農發基金-植防-01、97-農發基金-植防-01 計畫、98 農科-9.2.4-檢-B9(2)、99 管理-3.2-植防-1(2)、100 管理-3.2-植防-1(1)、101 管理-3.2-植防-1(1)經費補助。僅此感謝試驗期間中興大學昆蟲系、嘉義大學生物資源系、水上農會及中埔農會的協助，在此一併致謝。

## 陸、 參考文獻

- 互動國際數位股份有限公司，2011年，ArcGIS10 基礎學習與應用寶典，初版，  
新北市：新文京開發出版股份有限公司。
- 行政院農業委員會，2011年，紅火蟻標準作業程序，五版，臺北：行政院農業  
委員會編印。
- 周天穎、葉美伶、洪正民、吳政廷編著，2011年，輕輕鬆鬆學 ArcGIS9，二版，  
臺北：儒林圖書有限公司。
- 林明璋，2009，地理資訊與地景史，科學發展，第 439 期，pp.14-21。
- 黃莉欣、陳昇寬、黃守宏、林明瑩、楊正澤、蕭文鳳等，2008，嘉義地區紅火蟻  
防治效果評估及監測調查概況，豐年雜誌，第 57 卷，第 19 期，pp. 48-55。
- 黃莉欣、尹建盛、陳昇寬、林明瑩、黃守宏、蘇文瀛，2009，GIS與GPS於嘉義  
地區紅火蟻監測調查上的應用，台北：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局  
編印。
- Callcott, A. M. A., and Collins, H. L. 1996. Invasion and range expansion of imported  
fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in North America from 1918-1995. Fla.  
Entomol. 79: 240-251.
- Markin, G.P., Dillier, J.H., Hill, S.O., Blum, M.S., & Hermann, H.R., 1971 Nuptial  
flight and flight ranges of the imported fire ant, *Solenopsis saevissima richteri*  
(Hymenoptera:Formicidae). *Journal of the Georgia Entomological Society*, No.6,  
pp.145-156.
- Vinson, S. B. 1997. Invasion of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae)  
spread, biology, and impact. Am. Entomol, No.43, pp. 23-39.
- 中央氣象局，2012，嘉義氣候站月平均氣候統計資料，2013年5月26日，取自：  
[http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/monthlyMean/Taiwan\\_tx.htm](http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/monthlyMean/Taiwan_tx.htm)。
- 維基百科，2012，嘉義縣介紹，2013年5月26日，取自：  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/Talk:%E5%98%89%E7%BE%A9%E7%B8%A3>。

## 應用 3S 技術於嘉義地區紅火蟻監測調查與防治的規劃

### Application of 3S techniques in planning of detection survey and control of red imported fire ants in Chaiyi

朱容君<sup>1</sup> 黃莉欣<sup>2</sup> 尹建盛<sup>3</sup> 陳昇寬<sup>4</sup> 黃守宏<sup>5</sup> 林明瑩<sup>6</sup> 蘇文瀛<sup>7</sup>

Jung-Chun Chu Li-Hsin Huang Jian-Cheng Yin Shen-Kuan Chen Shou-Hong Huang

Ming-Ying Lin Wen-Ying Su

#### 摘要

嘉義地區於 2003 年 10 月發現入侵紅火蟻，隔年 10 月開始展開發生區域的定界調查，以全球衛星定位系統(GPS)取得蟻丘位置，再利用地理資訊系統(GIS)平台套疊航空照片或衛星影像，呈現入侵紅火蟻之發生位置及其在地理空間上的分布狀態，進而藉由 GIS 規劃監測及防治範圍。另以發生區域之面積及嚴重度，利用 GIS 規劃地面樣區(Sampling plot)進行防治效果評估，作為嘉義地區入侵紅火蟻防治成效的指標。初步規劃定界圖是利用已知蟻丘的定位座標資料透過 GIS 以網格 2 km x 2 km 劃設，共計 60 km<sup>2</sup>。由於防治工作急迫且調查區域廣泛，在人力與時間有限下無法進行全面定界調查，故參考入侵紅火蟻移動分布的特性及 GIS 軟體環域分析的功能，以半徑 100m 規劃為發生區域，半徑 300m 為監測範圍，防治區域則為半徑 500m，地面樣區調查是採用目測法及誘餌法，調查時若發現蟻丘則予以定位，並更新圖資，以掌握空間分布資料。誘餌調查則先利用 GIS 劃設 50 m x 50 m 之網格，於交叉點設為餌站位置，完成內業準備。外業調查時，則透過行動地理資訊系統軟體及 GPS 於現地進行餌站的設置。至 2012 年止，嘉義地區入侵紅火蟻發生區域面積已明顯下降且呈零星的分布。顯示整合 GPS、GIS 及 SP 於嘉義地區入侵紅火蟻之監測與防治範圍的規劃，確實可掌握防治區域及時機。

關鍵字：入侵紅火蟻、地理資訊系統、全球衛星定位系統、地面樣區、監測。

論文發表

402 室 6/28

10:30~12:1

<sup>1</sup>行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所農藥應用組助理

<sup>2</sup>行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所農藥應用組助理研究員

<sup>3</sup>國立中央大學應用地質研究所助理

<sup>4</sup>行政院農業委員會臺南區農業改良場作物環境助理研究員

<sup>5</sup>行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所植物保護系助理研究員

<sup>6</sup>行政院農業委員會臺南區農業改良場作物環境課副研究員

<sup>7</sup>行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所農藥應用組研究員 兼組長