

利用地理資訊系統 輔助基因轉殖作物監測之規劃

沈翰祖¹、郭寶錚²

根據 2011 年之 ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications) 統計資料，全世界種植基因轉殖作物 (Genetically Modified Crops, 簡稱 GM 作物) 之面積已達 1 億 6 千萬公頃，而 GM 生物及其產製品對生態環境與人體健康所可能產生的影響，廣泛的受到世界各國關切與重視，並各自訂有管理規範並建構檢測及監測平台。

全球定位系統(Global Position System, GPS)、遙感探測(Remote Sensing, RS)與地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)合稱為 3S 技術。GPS 扮演的角色為賦予每一項資訊參考的地理座標，記錄各項資訊的空間位置；RS 透過感測器獲取大面積的地面資訊，運用光譜資料進行種植面積的調查、作物生長情況及作物種類分佈等；GIS 在農業的應用上則是結合儲存、查詢、分析平台與展示空間資料的系統，可做為各項研究與決策支援的工具。國內 GIS 已廣泛應

用於防災、製圖、都市計畫、農業資源調查等相關領域。農委會曾利用 GIS 建置稻作及敏感作物調查等系統與空間位置進行連結，並經由航照或衛星影像套疊，明確表達出地理位置。

本研究針對如何運用 GPS 及 GIS 相關技術於 GM 與非 GM 作物之調查與監測進行規劃。過去傳統的作物調查方式為利用紙本紀錄調查點位座標，再以人工方式輸入電腦，如需要進入 GIS 將點位標記於地圖上時，則必須再進行轉檔等操作程序。但透過結合 GPS 及 GIS 之行動裝置協助作物調查與監測作業，可提升作業人員進行實地調查作業之效率，因此，客製化 GIS 行動裝置以統一管理基因轉殖作物檢測監測資訊，嚴密監控 GM 作物之分佈，並結合花粉飄散模式進一步評估非 GM 作物受到 GM 作物之影響，發展一套架構如圖 1 所示之 GM 作物調查與監測系統。

1 種苗改良繁殖場生物技術課 副研究員

2 國立中興大學農藝學系教授

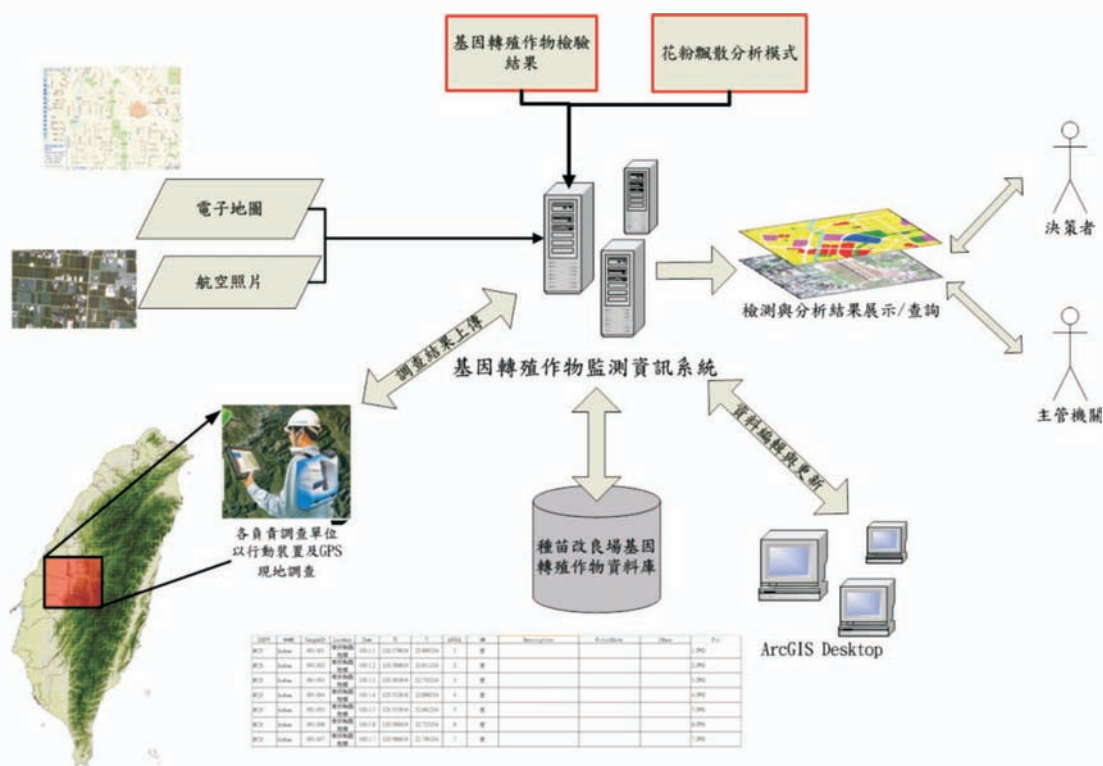


圖 1 | 基因轉殖作物監測系統整體架構圖

GM作物監測系統分四個階段來執行(如圖2所示)，以循序漸進的方式逐步建立，第一階段以基礎資料建構流程的訂定與資料庫之建置為主，同時搭配地理資訊系統基礎理論訓練，強化操作人員之空間資料處理與分析能力。第二階段以建構自動化資料處理流程為目標，並結合花粉飄散分析模式與GIS。第三與第四階段屬未來之規劃，其中第三階段將建立花粉飄散分析模式示範區域，並結合網際網路GIS，建置GM作物監測與分析之平台。第四階段目標為建立可在台灣任何地區使用的完整GM作物監測資訊

系統，並結合相關法規與行政流程，提升行政效率，建構完整監測體系。各項細部規劃茲分述如下：

壹、第一階段-建置空間基礎資料

第一階段已依據GM作物調查檢測需求，設計GM作物監測資料的建置程序、空間分析、查詢、編輯與製圖等工作流程，提升監測人員於作物資料與空間資料處理與分析能力，為後續工作奠定基礎。

首先設計現場作物調查之表格(如表一所示)，表中包含調查人員名稱、實際位置、點位名稱、點位坐標、是否

第一階段 已建置空間基礎資料

- 基礎資料建置流程設計與實作
- 空間資料處理與分析

第二階段 已發展行動調查系統

- 發展行動化基因轉殖作物調查系統，建構自動化資料處理流程
- 結合花粉飄散分析模式與地理資訊系統

第三階段 將建立資料分析模式 (預計 102 年完成)

- 建立花粉飄散分析模式實行示範區域。
- 結合網路服務與網際網路地理資訊系統，建構基因轉殖作物監測與分析平台。

第四階段 將建構作物監測平台 (預計 103 年完成)

- 建構可實行於全臺之完整基因轉殖作物監測資訊系統，將監測工作從調查到分析成為一貫化作業。
- 整合相關法規與行政流程，提升行政效率，成為完整之監測體系。

圖 2 | 基因轉殖作物監測系統發展藍圖

表一、基因轉殖作物調查表

DEPT	NAME	SampleID	Location	Date	X	Y	AREA	GM	Description	FinishDate	Others	Pic
FCU	Joshua	191-001	南投縣國姓鄉	100.1.1	120.579616	22.690234	1	否				1.JPG
FCU	Joshua	191-002	南投縣國姓鄉	100.1.2	120.589616	22.611234	2	否				2.JPG
FCU	Joshua	191-003	南投縣國姓鄉	100.1.3	120.563616	22.750234	3	否				3.JPG
FCU	Joshua	191-004	南投縣國姓鄉	100.1.4	120.512616	22.666234	4	否				4.JPG
FCU	Joshua	191-005	南投縣國姓鄉	100.1.5	120.535616	22.681234	5	否				5.JPG
FCU	Joshua	191-006	南投縣國姓鄉	100.1.6	120.588616	22.725234	6	否				6.JPG
FCU	Joshua	191-007	南投縣國姓鄉	100.1.7	120.566616	22.790234	7	否				7.JPG

有 GM 作物與實際照片等項目，提供調查人員記錄，以 100 年度利用衛星定位 (GPS) 模擬調查台灣玉米、大豆栽培區資料為例，並將點位轉入 GIS 標示如圖 3、4。

另設計一套標準作業程序，將 GM 作

物調查表格轉換為空間資料庫，以桌上型商用 GIS 套裝軟體為主要處理與分析工具，進行影響範圍分析、空間資訊查詢、資料修改編輯與地圖製作等工作，並舉辦教育訓練課程，以利監測人員進行實際操作，架構如圖 5 所示。

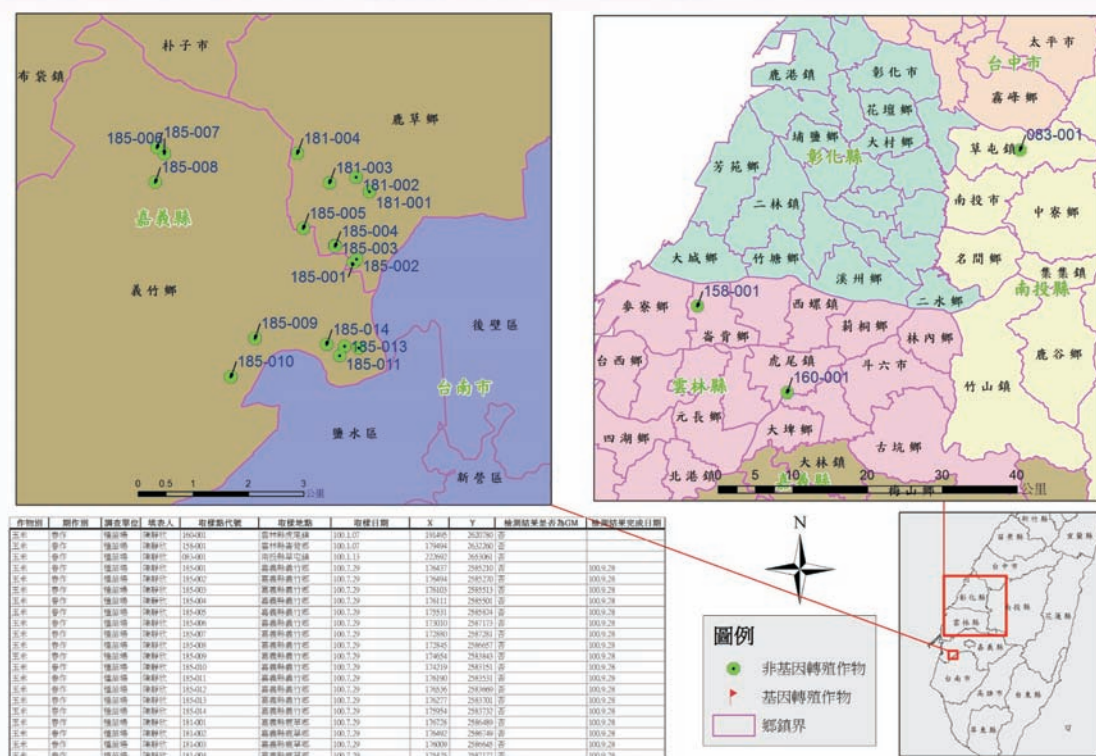


圖 3 | 玉米模擬取樣點分布圖

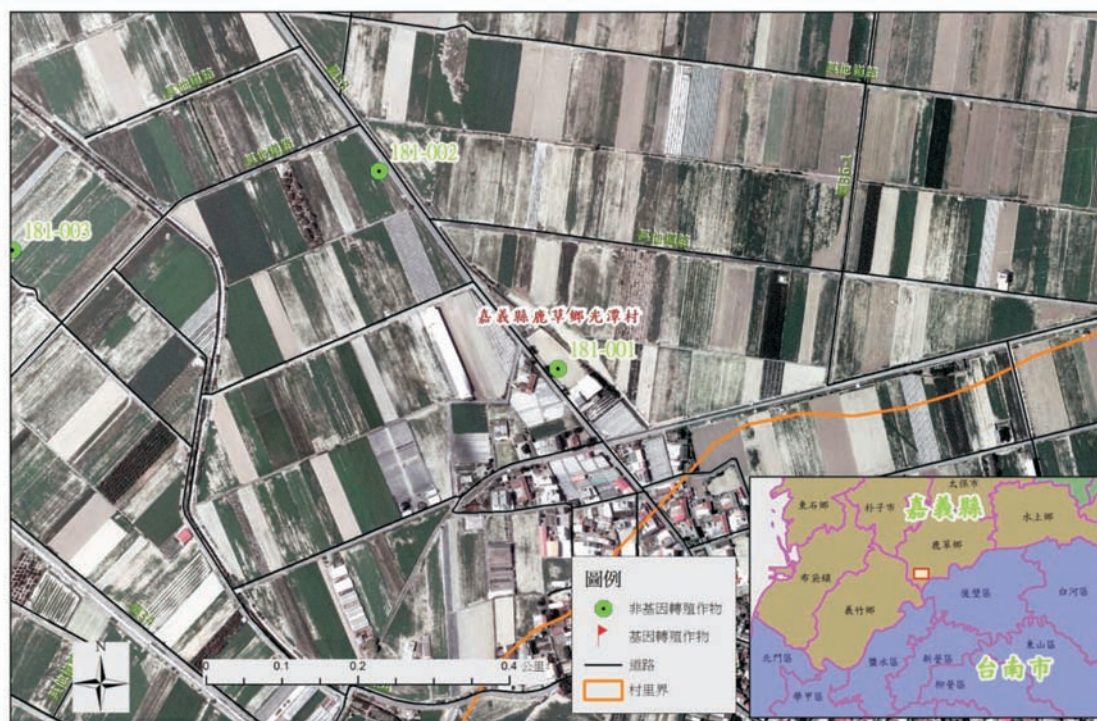


圖 4 | 玉米模擬取樣點位圖

研究成果

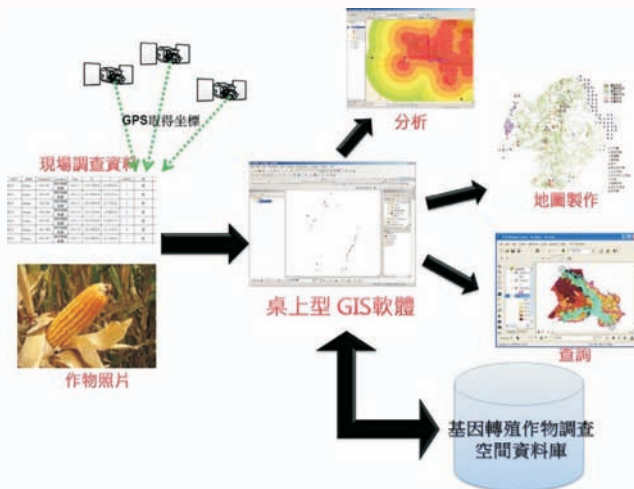


圖 5 | 基因轉殖作物監測系統第一階段架構圖

貳、第二階段-發展行動調查系統

第二階段發展行動化GM作物調查系統，簡化現地調查至後續分析處理之流程，並結合GIS與花粉飄散分析模式。

第二階段架構如圖 6 所示，監測人員利用行動化裝置配合開發之應用軟體，進行現場調查資料輸入與拍攝相關照片時，可同時接收GPS訊號獲得空間坐標，並存於同一筆調查記錄中，以取代過去以紙筆記錄的方式，直接由行動裝置以無線傳輸技術(Wi-Fi或3G)匯入GM作物監測資料庫，即可進行分析與呈現，省去繁瑣的資料輸入程序。GM作物監測資料庫將採關聯式資料庫方式進行管理，需依實際需求進行資料表設計，設計過程需考量未來需求預留彈性調整空間，並進行整體資料庫正規化，提升資料庫管理效率。另一方面，利用 GIS 軟體之特性，展示GM作物花粉飄散的空間變異



圖 6 | 行動化基因轉殖作物監測系統架構圖

性，以最直覺的方式呈現其影響範圍，以利後續分析應用。監測人員透過 GIS 軟體即可進行分析作業與相關研究，最後還須辦理教育訓練課程，協助監測人員進行實作。

參、第三階段-建立資料分析模式

本階段將建立花粉飄散分析模式示範區域，依實際飄散結果進行模式參數修正。結合網路服務與網際網路地理資訊系統，建構 GM 作物監測與分析之平台，預計於 102 年完成。

參數修正部分，將建立一～二個花粉飄散實驗區域，進行花粉擴散分析模式之監測與實作，再依實際狀況針對花粉飄散模式各項參數進行修正，並評估不同飄散模式之差異，做為後續利用之參考。本階段將延續前一階段成果，建置一套以網際網路地理資訊系統(Web-GIS)為基礎架構的平台，透過此一平台

使用者可於線上即時進行各項空間資訊查詢、處理與分析，平台圖資將以全國電子地圖做為底圖，並可透過網路服務(Web Service)連接農糧署現有航空照片，輔助資料分析與判讀。花粉飄散模式所需利用的氣象資料，經過主管機關許可後也可即時連結中央氣象局資料庫，取得溫度、溼度、降水量、日照、風速等相關氣象因子。監測小組人員可自本平台下載各項作物資料、花粉飄散分析參數與氣象資料，進行作物花粉飄散影響範圍模擬，最後將結果上傳，由平台進行各項資料套疊、分析與共享。本平台將以帳號控管，使用者需登入後才可存取與分析各項資料，如圖 7 所示。

肆、第四階段-建構作物監測平台

本階段將整合前三階段之成果，使監測工作由調查到分析成為一貫化作業，將原本由以商業軟體為基礎建構之分析模式整合至 Web-GIS 平台中，作物監測結果經由手持行動裝置上傳至平台後，監測人員透過該平台直接於線上即可執行分析、查詢、展示、製圖等相關功能，免除使用套裝軟體分析之程序（如圖 8 所示）。一方面降低對商用套裝軟體之依賴，也可節省未來於商用套裝軟體更新與升級之費用。同時也於監測系統中整合相關法規與行政流程，提升 GM 作物於檢舉、查報、監測、預警與處理等各項業務之效率及應變能力。



圖 7 | 基因轉殖作物監測系統第三階段架構圖

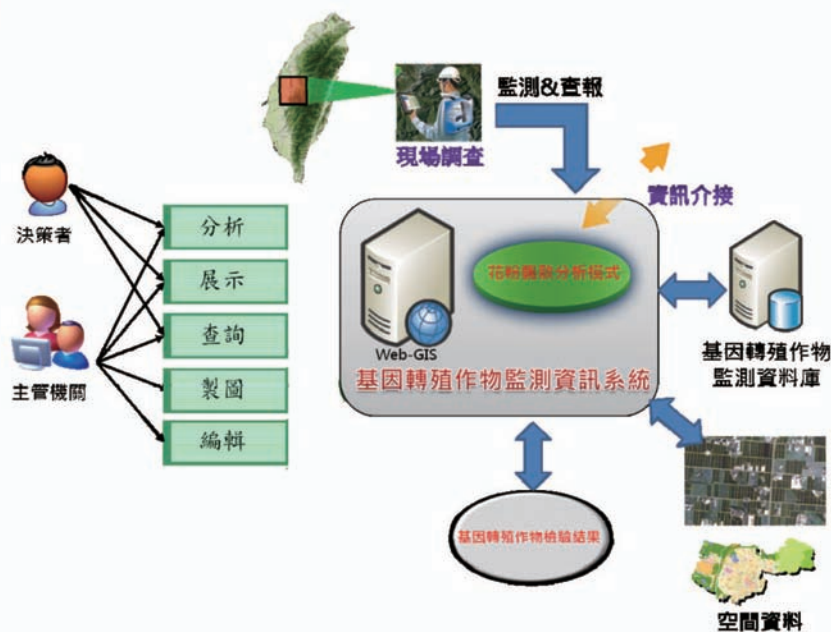


圖 8 | 基因轉殖作物監測系統第四階段細部規劃圖

本階段將建置在台灣任何地區都可使用的完整GM作物監測系統，除開發完整的作物監測功能與花粉飄散分析功能外，同時配合相關的GM作物管理法規與行政流程，在系統中建置相關管理與決策支援功能，強化各項業務之效率與應變能力，系統建置完成後將定期舉辦教育訓練，發揮系統建置效益。

GIS 近年來受智慧型手機普及化影響，開始朝向行動化裝置發展。而智慧型手機的優點是輕便、小巧、移動性強，有著較傳統手機更強大的運算功能；且與個人電腦相似，搭載作業系統，並可自行安裝或移除應用程式。在無線傳輸方面，大多數都具有紅外線和藍芽介面，以保證無線傳輸的便利性，Wi-Fi連線以

及GPS也都成為標準的配備。

因此運用GPS與GIS技術，以服務導向架構為運作機制，發展出一套跨組織資訊整合之GM作物調查與監測系統，可提升現場調查之便利性，並降低手寫作業發生錯誤之機會。以網際網路GIS平台為基礎，做為智慧型手機上傳的伺服器，而搭載GPS之行動裝置所調查的作物資料，經由無線傳輸技術更新至基因轉殖作物資料庫，並搭配GIS軟體可進行作物圖資編輯，而平台可依照需求提供主管機關與決策者進行資料分析、查詢、圖資展示與製圖等功能。最終期能藉由管理GM作物檢監測資料、監控GM作物分佈，並結合花粉飄散模式等，建立我國的「基因轉殖作物監測體系」。