

客製化農業氣象災害預警探討_以臺東地區番荔枝為例

曾俊傑¹ 王文清² 林延諭³ 雷雅如¹ 林佑泰⁴ 盧安邦⁴ 江采蔚⁴
國立臺東大學防災科技資訊中心¹ 國立臺東大學資訊管理學系²
行政院農業委員會東區農業改良場³ 鋒巢數據科技公司⁴

摘要

從農人口及農業產值佔國內生產毛額比率雖不高，但就糧食安全及農村發展、農民生活照護、農業生產與救助等所引發的議題，卻往往讓中央及地方政府不敢掉以輕心。近年遂有農村再生、氣候調適、農林防災計畫及農業保險等政策的推動及資源挹注，期能維護與增進農民收入，促進農村的韌性永續發展，而在減少損失增進農民收入方面，農業氣象災害預警便是其中之一重要工作。本文就現今相關單位的農業氣象災害預警作業進行探討，並以臺東縣太麻里溪出口地區番荔枝園為示範區，嘗試依據作物逆境及農民降低農損需求，進行客製化氣象災害示警模式規劃，提供農民農業災害管理的防減災作業參考，俾對農業生產及農民收入有所增益，另也期望相關預警作業模式能推廣至其他作物及地區。

關鍵字: 氣候變遷調適、農業氣象災害、預警、番荔枝、鳳梨釋迦

壹、前言

農業所涵括的面向除生產外，亦涉及土地利用、環境生態、農村發展與農民生活，甚至國家糧食安全及國際關係。由此可知，農業的發展對一個國家的影響可說是相當多面向。是以，農業除經濟面的損益外，農業議題往往脫離不了社會及政治紛爭(黃，2013)。近年來頻傳的作物盛產傷農事件，所引發的紛擾更甚於以往，確實對整個社會及政治造成不小的衝擊，至今仍餘波盪漾。所以，我國農業產值及從農人口比率雖低，有關農業的議題地方及中央政府仍竭慮思考解決之道，歷年來以 99 年度通過的「農村再生條例」，所推動的「農村再生」最具規模，面向也最廣，農村再生的推動在促進農村發展及農村活化再生，改善基礎生產條件，維護農村生態及文化，提升生活品質(行政院農業委員會，2018)。

而為因應全球暖化與氣候變遷所帶來的影響，尤其是極端天氣可能對農業的衝擊。行政院農業委員會(以下簡稱農委會)自民國 99 年起即陸續召開「因應氣候變遷農業調適政策會議」、「APEC 糧食安全論壇」及「全國農業與農地研討會」(陳，2011)。依此些會議決議，由農業試驗所(以下簡稱農試所)辦理「因應氣候變遷作物育種及生產環境管理研討會」，於會中研擬行動方案以因應氣候變遷對我國農業發展的影響，更於四年期程(101 年~104 年)，結合 35 個跨領域、跨

機關的研發能量與研究資源共同執行「因應氣候變遷及糧食安全之農業創新研究」計畫，希能提升我國因應氣候變遷之農業生產調適能力，以維護國內糧食安全(王等，2015)。

另依據 103 年核定的「國家氣候變遷調適行動計畫」，農委會專責辦理「農業生產與生物多樣性領域」各項行動計畫之統籌執行，並參與其他領域之調適計畫。在行動計畫執行過程中，農委會每年盤點辦理情形及彙整階段性執行成果，同時持續滾動檢討調整，除調適策略架構，亦因循農業施政推展，更陸續加入綠色環境給付、大糧倉計畫、強固型溫網室設施、農業保險等相關措施，逐步強化氣候變遷調適工作之辦理(張純媽，2018)。而作物災害預警系統探討與規劃也為其中之一重要工作，而這項工作可說是近年來針對農業氣象災害預警作業的重要推手。

而預警系統或平台真正進入測試與作業應用階段，主要是來自農委會民國 105 年起所執行的「農林氣象災害風險指標建置及災害調適策略之研究」計畫(以下簡稱農林防災計畫)。此計畫跨域結合交通部中央氣象局(以下簡稱氣象局)、科技部國家災害防救科技中心(以下簡稱 NCDR)、農委會各改良場及大專院校等單位的協力合作，尤其在客製化氣象資訊提供，及如何將氣象資訊轉為農業防災的具體作為上，盼能將成果用以穩定農業生產、提升救災效率及減少農民損失(姚等，2017)。此計畫透過資料庫整合、防災技術

研發及重要作物生產區防災整體營造等主動作為，由過去消極救災轉化為積極防範，推動防災調適策略以照顧農民生計及穩定農產品供應(農試所，2018)。

「農林防災計畫」預計：1.擴增並升級農業氣象站，提供農民更詳盡氣象或災防資訊。2.重要作物生產區精緻化預報服務，針對重要農作物生產區提供農民精緻化氣象預報。3.建置農業災害情資網，由 NCDR 開發農業災害情資網，提供農政單位應變及農民防災之用。4.作物防災栽培曆，針對重要及易受損作物建立防災栽培曆，提供農民耕作上防災參考。5.農作物早期預警及推播系統，依氣象局氣象預報資訊進行農作物災害預警通報，並提供手機 APP 推播功能，方便農民接收災防訊息。6.作物防災技術研發，選擇重要經濟作物作為技術研發目標，推廣至農民。7.研發並運用無人飛行載具災害勘查技術，協助災後勘災救助作業及森林生物量變化估算。8.森林承載力風險評估系統，利用長期氣象及土地利用變遷資料，評估山村聚落社經脆弱度及風險暴露程度，提出適宜土地利用策略與防(減)災調適措施(農業知識入口網站，2017)。

此計畫無非希望透過研發成果強化防災資訊利用及推播，讓農民在面對災害時有充分的準備，以減少災害所帶來的損失，同時配合農委會推動之災害保險，建構完整的農業災害調適能力。就災害防救角度觀之，「農林防災計畫」最終目的在提升農民對於防災的自主能力，而這不啻為因應極端天候建構韌性農業的一大里程碑。

相較臺灣其他地區的農業氣象災害，雖說臺東偏少，但從曾等(2018)的探討可知，105 年尼伯特颱風的農損達 12 億元，發放農損救助金近 6.34 億元之多，對臺東地區農業發展的影響相當大。而楊(2010)的統計分析可知，農業氣象災害係臺灣農業災害的主要根源，每年的氣象災害為農業帶來近 18 億元損失。張等(2008)類似的探討則發現，農業氣象災害年平均損失已達 47.4 億元，若以每 10 年為一年代，則損失金額幾乎是呈倍數增加。由相關研究探討及尼伯特颱風的災害觀之，臺東地區對於氣候變遷所可能帶來的衝擊實已不容小覷。

基此，本文將循農林防災計畫成果，嘗試針對臺東地區農業氣象災害進行示警規劃。目前選取太麻里溪出海口地區一番荔枝果園為示範區，架設農業氣象站，並再配合農民需求，客製化一預警作業模式，藉此模式以提升農民農業防災自主能力，以因應極端天氣所帶來的衝擊，確保農民收益及其生活。

貳、資料來源及探討

為掌握現有作業方式，以尋求彙整氣象資訊機制，先以定性分析方式，針對當前農業氣象災害資訊系統進行探討。現行的農業氣象資訊及災害預警資訊系統或平台有：農作物災害預警平台、農業氣象觀測網監測系統、農業災害情資網、及中央氣象局農業氣象等。以下摘要說明各資訊系統及平台的發展緣由及其所提供的氣象資料：

一、災害預警資訊平台

本平台是「農林防災計畫」成果，係為彌補以往氣象災害來臨前，農政相關單位缺乏系統性及即時通報系統以發佈警訊提醒農民注意防災的罅隙。系統由農試所來負責進行整合，由作物生育特性，掌握其易致災生育期及臨界氣象條件，配合已長期累積之作物災損及氣象資料，建構作物及氣象資料庫整合系統，再與氣象局即時氣象資料及災害預報作業相結合。空間上針對各鄉鎮及重要作物生產專區主要栽培農作物，進行“週”時間尺度之作物災害早期預警，以提供農民平時氣象資訊及早期災害預警。所進行的農作物災害預警通報，亦提供手機 APP 功能，方便農民接收災害訊息(圖一、圖二)。

平台也提供農業氣象活動訊息、農業氣象站即時觀測資料、專區氣象預報及災害資料等最新資訊，過去歷史資料等如臺灣農業氣候型態、氣象災害發生率與常見災害熱區圖資、農作物防災栽培曆、二十四節氣及農林防災計畫的成果展現等，平台資料主要提供農民災前防範用，以減少災害損失。(姚等，2018、呂等，2018)

二、農業氣象觀測網監測系統

基於觀測儀器老舊與資料錯誤、漏失及品質不佳等問題的增加。又極端天氣為農業所帶來的巨額損失，加以舊有各地農業氣象資料，無法提供下游端應用的即時資訊平台，更缺乏對作物產區的精緻預報資訊，益顯出無法提供農業從業相關人員在農作物栽培規劃、及農林防災準備與研究工作等需求。因此氣象局與農委會合作執行「農業氣象觀測網之強化與災防化(105年~108年)」計畫。在此計畫中，除加強氣象資料蒐集密度，同時透過「農業氣象觀測網監測系統的建立，「即時」呈現多種測站來源觀測資料，並提供 57 個作物生產專區精緻預報，加強農事建議等整合性資訊功能。前項服務網頁主要分為三個資訊面向，(1)即時觀測、(2)觀測及氣候資料，及(3)預報資料(圖三)。

總之，是藉由近年增設的自動站及農業氣象站設備更新及升級，確保精確觀測資料，並能即時提供農事參考及防減災等實務應用。而網頁平台的建置，可呈現測站過去、現在及未來的氣象要素訊息，更對農業生產地提供客製化預報服務，以作為農業從事人員防災、減災及日常作業的參考應用，增進氣象資料在農業生產上跨域服務之應用價值。(柳等，2018)。

三、農業災害情資網

本系統係 NCDR 參與「農林防災」計畫所開發，旨在強化作物災害預警及農業災損通報體系的研發。農業災損通報平台建置上，著重在配合重要作物生產區防災體系的建置，其重要任務為提供重要經濟作物與主要栽培區域，在天然災害發生時，進行各式觀測情資整合工作。

災害訊息的整合研發主要參據農委會 93 至 106 年農業天然災害災損調查資料所獲致的颱風、豪雨、低溫等三大主要農業災損的氣象因素。此外，亦考量氣候異常所導致的灌溉用水供給短缺情況，再納入水庫水情等合計四種模組進行設計，希望藉由 NCDR 災害應變資訊加值與運用的經驗，能完整、精準地提供農業端需求的整合性災害資訊(圖四)(徐等，2018)。

四、中央氣象局農業氣象

氣象局官網中有兩處提供農業氣象資訊，一屬統計資料，在氣候頁籤下有農業氣象的旬報及月統計資料。另一是天氣預報頁籤下的一週農業氣象預報，內有未來一週天氣預報、未來 1 個月及 3 個月長期天氣展望等訊息。氣象局的農業氣象資料常為以上其他平台或系統連結使用。

叁、客製化作業模式建置

一、作物及樣區

番荔枝是臺東地區重要經濟果樹，其中包括番荔枝(釋迦)及鳳梨釋迦兩類，主要的種植分布在卑南鄉、臺東市、太麻里鄉、東河鄉、鹿野鄉及金峰鄉等地(圖五)，種植總面積逐年增加，106 年全縣總面積近 5000 公頃，總產量有 49,012.92 公噸，占全國比率達 94% 之多。從曾等(2018)的探討可知，臺東地區歷年較高受損農地大都位在東河鄉、太麻里、卑南及臺東市等地，其中番荔枝是主要受害作物之一，顯見氣象災害對種植番荔枝農民的生計影響甚鉅，而有必要進行相關的氣象災害管理以為因應。

是以，本文在近年農政單位提升農民自主性防災能力的基礎上，以已建立有生產專區精緻預報的番荔

枝為例，期能更進一步滿足農民於降低農損及農事管理成本的氣象預報需求。選定之樣區位於太麻里鄉泰和村，面積為 4.5 公頃，栽培有釋迦及鳳梨釋迦，由第二代青年農民管理，該果園鄰近之太麻里溪出海口沖積扇，番荔枝種植面積達 500 公頃(圖六)。

二、農民農事管理需求

除颱風、豪雨及低溫等易造成農業災害之氣象預警外，農民於肥培管理、病蟲害防治及採收作業前，亦有氣象預報之需求。如降雨及強風皆會降低病蟲害防治成效，增加成本；雨後高溫則易造成果實異常軟熟、裂果及落果，進而失去商品價值將影響農民收入。

目前農民所需的預報條件及預警時間為：氣溫高於 27°C/24 小時、高低溫差達 10°C/24 小時、風向及風速大到可使枝條擺動達 30 公分(風速?)/12 小時、降雨(雨量?)/12 小時…。

三、客制化作業模式規劃

此模式的建置與操作，以兩年為期。第一年藉由氣象站的架設監測及現有數值預報模式的彙整運用，一方面了解局部環流特徵，也測試及揀選適宜數值預報模式。另與農民的溝通，掌握作物逆境及農民農事管理需求，進行預警通報建置與測試。第二年則將第一年所獲知的局部環流特性及所供應的預報資料編制教案，透過教育訓練提升農民運用氣象資訊的能力，以便於未來農業氣象災害管理應用與推廣。(圖七)

在彙整現行預報模式資訊的考量上，係參考曾等(2018)針對臺東地區農損的相關研究，該研究發現由於臺東地區的農業氣象災害伴隨季節變換而來，因此可針對季節及作物可能遭遇的氣象災害特性，以短中長期預報的區分進行防減災及復原因應。如以冬季與春季的天氣變化特徵與周期，可掌握短中期預報以為因應。而乾旱往往須長期監視。5~6 月豪雨災害對象主要為稻作，為避免一期稻作倒伏或穗上發芽，農民可留意短中期氣象預報，除控制施肥量外，播種插秧時間可提早，以避開 6 月份較大降雨的危害。至於為害最大的颱風，由於路徑預測確有其不確定性，因此需以風險概念進行必要的防災整備，特別要留意短中期預報，甚至投保農業保險以分散風險。除上述短中長期預報考量外，亦就農民農事管理需求為目標進行預報相關氣象資訊彙整，以建構一可操作的農業氣象災害預警模式。目前供應給農民的天氣預報資料包括：

1. 即時天氣系統狀況：作為預報模式初步校驗使用，校驗何模式較接近真實現狀。
2. 預報模式校對：除氣象局模式外，NCDR 及其他

國外模式也納入參考。

3. 未來 2~4 日天氣預報:主要是考量依據農民目前的作業需求及模式較長天期的誤差。
4. 應注意事項:針對作物逆境及可能帶來對收成影響的情況有所說明。

預報供應自 2 月 15 日起開始試作,至 3 月底計供應預報 11 次,另也依天氣系統變化進行 2 次修正及補充。這段預報供應期間經歷局部降雨、鋒面雨帶、南風焚風及東北風降溫與溫差等,檢視預報結果,農民表示相當程度符合果樹病程害控制及採收作業需求。

肆、討論與結語

面對氣候變遷的衝擊,如何建構韌性農業是農政單位的重要工作之一。近年來透過政策型計畫「農林防災計畫」的執行,以提升農民「自主性」防災能力,尤其在作物災害預警通報方面,已有長足進展。然而由於臺灣地形複雜,局部環流盛行,縱使相鄰的平原及坡地,同時間的天候情況也有些許的不同,而這些許差異對農業的發展可有相當的影響。因此,本文嘗試就現有作業系統或平台下,尋求在地應用以符風災、豪雨、寒害、焚風、乾旱等農業氣象災害,及農民農事作業短中長期預警需求的可能性,這在於:

1. 現今的預報技術雖已有相當的進步及可靠性,但模式不可避免的誤差,讓我們在使用氣象數值預報時,仍需考慮地方特性進行修正。
2. 目前的平台及系統,大體上係針對主要作物的專區進行預警,但縱使是專區內仍存有區域差異。如臺東番荔枝專區所在之卑南鄉,鄉內靠近臺東平原的太平村與位在山區的美農村。因此,番荔枝的其他主要鄉鎮市,如臺東市、太麻里等也有不同的預警需求。
3. 而不在專區的地方,大抵以氣象局的鄉鎮預報為預警條件,但這如前述,不能不考量模式的誤差及地方特性的修正。
4. 現行氣象觀測網,可說相當密集,但農業的微氣象需求仍高。如示範區的鄰近測站不是在山坡就是在山谷,又測站以自動雨量站為主,這實不符太麻里溪出海口 500 公頃番荔枝農地的需求。

由於極端氣候所帶來的農業氣象災害管理需求,為因應此挑戰,以在地的思考協助農民建立自主防災能力勢在必行。從本探討及規劃來看,對於較大範圍

的高經濟作物應是可行的。因此,期盼未來能將成果應用與推廣到其他作物及地區。

伍、參考文獻

- 王毓華、陳駿季,2015。“因應氣候變遷及糧食安全之農業創新研究”—104 年度成果發表暨研討會成果介紹,臺北:農政與農情,第 282 期,30-。
- 行政院農業委員會,2018。“農村再生 2.0 創造臺灣農村的新價值“,台北,
<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2506098>。
- 行政院農業委員會農業試驗所,2018。臺中:農業試驗所特刊,第 210 號,1。
- 呂椿棠、李亭儀、姚銘輝,2018。“農作物早期預警及推播系統介紹”,臺中:農業試驗所特刊,第 210 號,18-25。
- 姚銘輝、柳再明、蔣順惠、錢根樹,2017。“氣象資訊運用於農業防災之研究”,臺北:106 年天氣分析與預報研討會論文集,A7-3。
- 姚銘輝、徐永衡、陳永明、呂椿棠、陳琦玲、柳再明,2018。“臺灣農業災害及防災推動現況”,台北:2018 臺灣災害管理研討會論文集,421-427。
- 柳再明、錢根樹、蔣順慧,2018。“農業氣象站更新、建置及資訊提供”,臺中:農業試驗所特刊,第 210 號,5-11。
- 徐永衡、蘇文瑞、李欣輯、黃雅雯、陳永明,2018。“農業災害情資網建置與推廣”,臺中:農業試驗所特刊,第 210 號,12-17。
- 張純媽,2018。“整合資源,建構強韌永續農業”,台北:農政與農情,第 313 期,6-11。
- 張紉芳、梁仁有、楊慧玉,2008。“臺灣農業氣象災害分析”,臺北:氣象學報,第 47 卷第 4 期,15-24。
- 陳帥如,2011。“當前我國糧食安全政策規劃方向”,臺北:農政與農情,第 226 期,75-81。
- 黃育徵,2013。“臺灣新農業:新詮釋、新態度“,台北:<http://www.thinkingtaiwan.com/content/1474>。
- 楊純明,2010。“農業氣象災害之因應策略”,臺北:作物、環境與生物資訊,第 7 卷第 1 期,63-71。
- 曾俊傑、王文清、劉清煌、吳蕙昕,2018。“臺東農業災損分析及其防災需求探討“,臺北:2018 年天氣分析與預報研討會,A5-20。
- 中央氣象局 https://www.cwb.gov.tw/V7/index_home.htm
- 農業知識入口網 <http://kmweb.coa.gov.tw/mp.asp?mp=1>
- 農業氣象觀測網監測系統 <http://agr.cwb.gov.tw/NAGR/monitor>
- 農業災害情資網 <http://eocdss.ncdr.nat.gov.tw/web/ot/coa>
- 農作物災害預警平台 <https://disaster.tari.gov.tw/>

致謝

本文蒙科技部計畫編號 MOST-108-2119-M-143-001 補助研究經費及中心同仁協助,深表感謝!

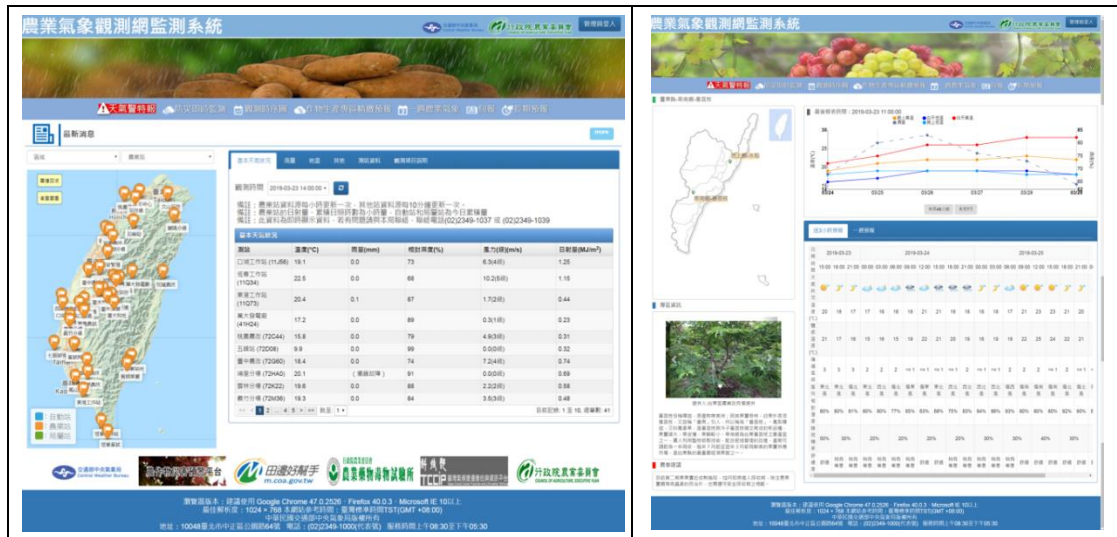


圖一 農作物災害預警平台示意圖

資料引自: <https://disaster.tari.gov.tw/>



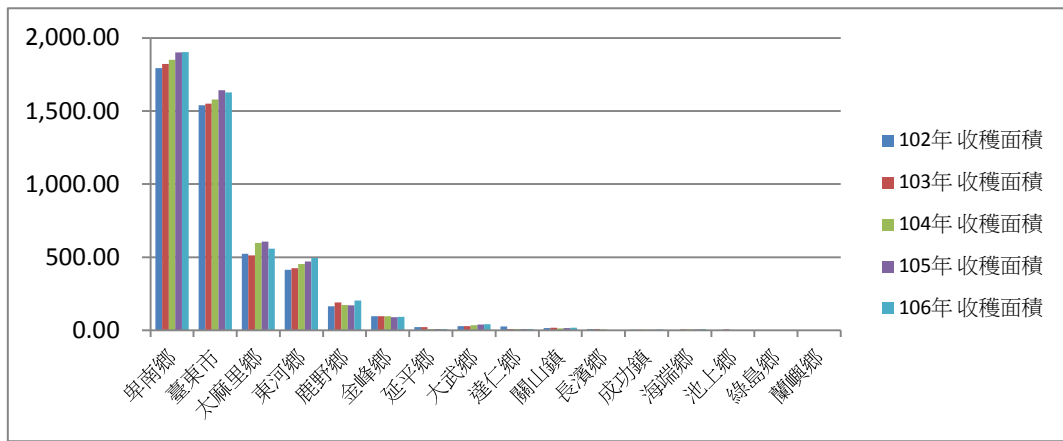
圖二 農作物災害預警 APP 示意圖



圖三 農業氣象觀測網監測系統示意圖，資料引自: <http://agr.cwb.gov.tw/NAGR/monitor>



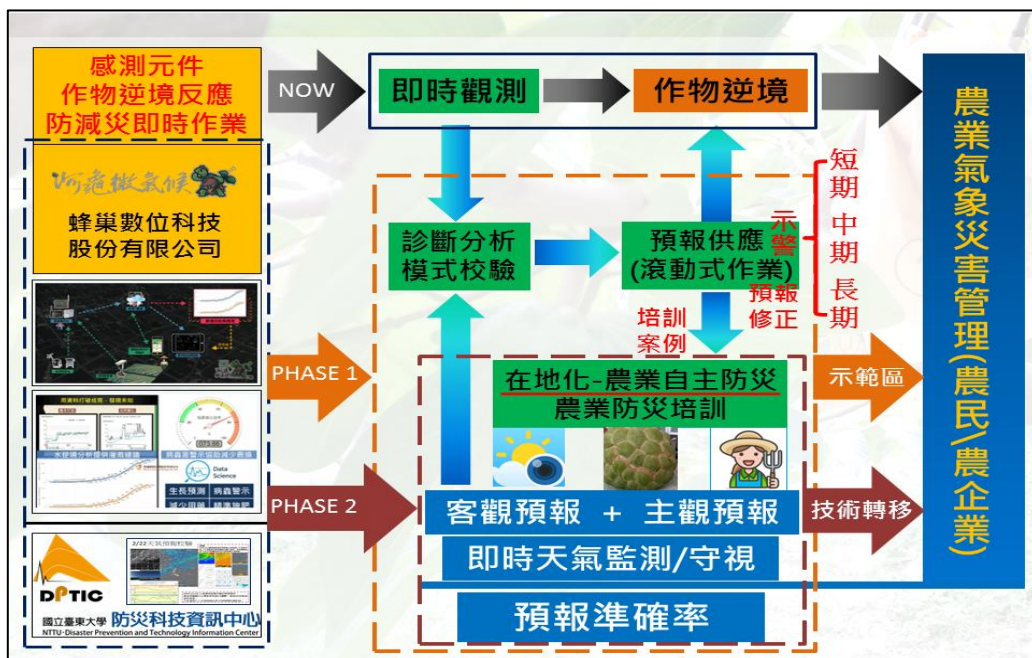
圖四 農業災害情資網示意圖，資料引自 <http://eocdss.ncdr.nat.gov.tw/web/ot/coa>



圖五 102~106年臺東縣鄉鎮市番荔枝收穫面積統計圖(單位:公頃)，資料來自:農情報告資源網



圖六 樣區位置及太麻里溪出海口鄰近地區示意圖(紅色框為園區位置)，底圖引自 google earth。



圖七 示範區農業氣象災害管理操作示意圖