

# 氣象資訊運用於農業防災之研究

姚銘輝<sup>1</sup>、柳再明<sup>2</sup>、蔣順惠<sup>2</sup>、錢根樹<sup>2</sup>

農委會農業試驗所<sup>1</sup> 中央氣象局氣象科技研究中心<sup>2</sup>

## 摘要

農業氣象災害威脅農作物生產及農產品穩定供應，尤其是豪雨及颱風發生對於農業的影響更形劇烈。農業委員會自民國75年度起即與交通部中央氣象局合作，規劃「農業氣象觀測網」建置計畫，該觀測網共設立28處農業氣象站，然就現況及需求而言，觀測網已呈現觀測資料分佈不足及觀測資料品質不佳的缺點。本文主要介紹強化農業氣象資源及對於農業防災的具體作為，包括現有觀測網內觀測儀器自動化與更新，預計4年期程(105年-108年)完成農業區130個農業氣象站設置；建置農業氣象觀測之監控系統，檢核即時觀測資料之準確性。此外，目前中央氣象局在天氣或災害預報，最小空間尺度為鄉鎮，對於農業需求而言，空間尺度並不足，但台灣作物種植分佈零散，應篩選重要經濟作物及種植集中之作物栽培區，再規劃由中央氣象局產製重要作物生產區之精緻化預報產品，目前規劃55個農業生產區，提供鄉鎮預報等級之網格(2.5x2.5公里)預報資料，預計此成果將大幅提升農業領域對於氣象資訊的利用。另依據即時氣象資訊、災害預報及作物致災氣象臨界條件資料庫，建置『作物災害預警資訊平台』，依中央氣象局所發布未來一週氣象預報資料，由作物防災資料庫內作物致災臨界條件，進行農業災害發生之判斷，以燈號方式呈現作物不同生育時期特定災害發生可能性，提醒農民注意及防範，並訂定量化指標供日後例行性發佈機制作準備，並由災害發生後實際情形進行驗證。未來面對氣候變遷下災害發生頻率與強度將更為極端化，必須建構更完整與更有效率之防(減)災體系，透過跨域整合方式，善用氣象資源及調整農耕制度，以減緩極端天氣所帶來的衝擊。

關鍵字：農業氣象、農作物、災害、預警

## 一、前言

農業是高度環境依賴型的產業，尤其是對於氣候變遷所帶來氣象災害發生頻率的增加，衝擊農產品穩定生產及對農地的破壞。有鑒於此，行政院農業委員會(以下簡稱農委會)105年起執行『農林氣象災害風險指標建置及災害調適策略之研究』之政策型計畫(以下簡稱農林防災計畫)，希望透過創新科技研發以輔助相關災害救助及農業保險政策推動，此項計畫屬於跨域整合，尤其是對於客製化氣象資訊的需求甚殷，及如何將氣象資訊轉為農業防災的具體作為，用以穩定農業生產、提升救災效率及減少農民損失。

農委會自民國75年度起即與交通部中央氣象局(以下簡稱中央氣象局)合作，規劃及完成『農業氣象觀測網』建置計畫，各測站觀測資料傳回中央氣象局彙整及作為農業氣象預報用。目前該觀測網共設立28處農業氣象站，其中一級農業氣象站(以網路即時傳回資料)17站，二級農業氣象站(每10天送回觀測資料)11站。至於設站地點的選擇以農委會所轄試驗改良場所為主，且不與中央氣象局既有之綜觀氣象站重疊，使整體氣象站分布更均勻、整體氣象資料的使用相輔相成，確實掌握天氣系統的中小尺度結構，可提高其實際應用性。然就現況及需求而言，

觀測網已呈現觀測資料分佈不足及觀測資料品質不佳的缺點。另外，目前中央氣象局有關氣象預報最小空間尺度為鄉鎮預報，但對農業實際運用而言，尺度仍過大運用上受到侷限，以歷年果樹最主要受災熱區為台中市和平區為例，區公所預報網格點至果樹種植集中區的距離超過40公里，加上高山峻嶺，就預報運用意義上並不大，但台灣農作物種植分散，加上地形複雜及多變，如何選擇重要作物種植區進行氣象預報需要更多的探討。

作物的生長發育與生理活動過程對氣候條件有嚴苛要求與可適應的範圍，因此各種不利的天氣現象，如乾旱、豪雨、冷害及風災等，皆稱之為氣象災害。在農業生產過程中氣象災害的發生經常會導致作物顯著減產，隨著全球氣候變遷之下，極端天氣事件發生將越發頻繁，台灣無可避免地遭受氣象災害將增多，遂防災議題已成為政府重要施政項目。圖1為歷年(2004-2015年)農業災損及救助金額之統計資料，每年因災害所造成農業損失約在40-50億元，不僅農民收益受損，消費者也須承受高菜價的生活壓力。事實上，當面臨災害來襲，應具有全面性災害防範及通報機制，不論在災前、災中及災後，皆有助於災情減緩與災損減少。目前雖然在災害發生前各區改良場會發佈警訊提醒農民注意，但缺乏系統性及即時通報系統，針對作物生育特性，易致

災生育期及其臨界氣象條件，配合已累積之長期作物災損及氣象資料，進行建置整合性資料庫建置，並與中央氣象局即時氣象資料及災害預報作業作結合，以建置符合全國農作物災害預警系統以提供農民作災前預防用。本文將介紹農林防災計畫執行現況，尤其強調氣象資訊如何協助農民防災，內容包括農業氣象測站更新、主要農作物生產區精緻化預報，及如何結合氣象(或災害)預報資料，提供農民災前防範資訊及實際防災作為。

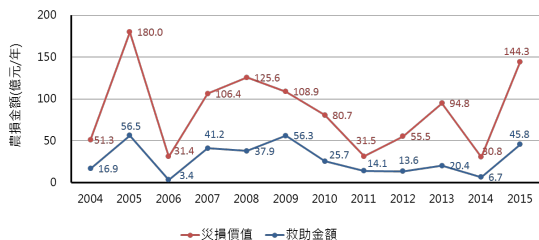


圖1. 歷年(2004-2015年)農業災損及救助金額之統計資料

## 二、農業氣象觀測站更新與農作物生產區精緻化預報

農委會『農業氣象觀測網』已建置近30年(民國75年起陸續建立)，包括一、二級與合作站共40站，目前現況存在儀器老舊導致觀測資料品質不佳的缺點。農林防災計畫進行部分觀測儀器更新及自動化傳輸資料等功能，更新與自動化完成後，不僅在作物致災關鍵問題上增加精確分析判斷能力，也會對精緻化災害預報有助益。此外，現有中央氣象局54個自動站將轉為具有農業氣象觀測項目之測站，預計在108年前完成更新或新增共130個農業氣象測站。另有關測站站址的選擇將依據災害發生風險高低之評估結果選定，及現有重要作物生產區為優先，也著重氣象站選址位置及周邊環境，以期新設測站在計畫結束後仍能永續運作。中央氣象局建置『農業氣象觀測網監控系統』，系統的核心工作為監控現有農業氣象測站及未來新增站之即時觀測資料，維持測站觀測品質，並發佈供各界使用。先期規劃功能包括觀測資料的即時監控、資料偵除錯品管、資料提供與資料導出量應用等項目的功能建置。

目前中央氣象局在天氣或災害預報，最小空間尺度為鄉鎮，但對重要農作物生產區有必要提供更小尺度的客製化預報資訊。由農委會選定55個農作物生產區(圖2)，涵蓋各主要農作物、易受災損作物生產區，及大型農企業的生產區(例如台南後壁之蘭花園區)，進行鄉鎮預報方式及相同內容之氣象預報，未來在中央氣象局官網提供專區讓農民查詢。另農民對於預報氣象資料的需求，希望將現行1週預報長度延長至2-3週，才能符合農業耕作需求，此部分仍需再努力。

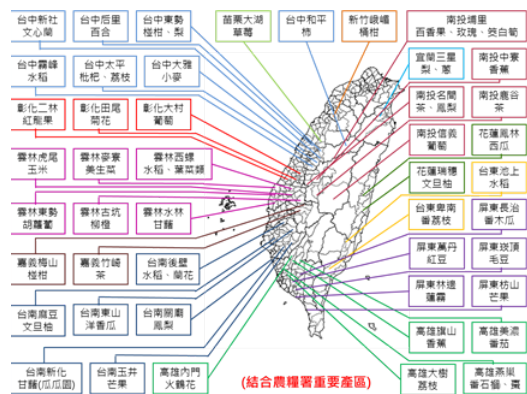


圖2. 選定55個重要農作物生產區之精緻化預報

## 三、台灣農業氣象災害現況

我國地理位置位於海陸交界，加上地貌複雜及山勢陡峻，發生氣象災害種類甚多，然而，以雨害及颱風對於農作物生產威脅最為嚴重。圖3為過去30年(1985-2014年)歷年農損災害所占比例之分析。颱風所造成災害為最主要，約為74.8%；雨害則指春雨、梅雨及夏季對流雨，約占14.7%；低溫則為一期作水稻插秧期、坡地果樹及茶區所受之寒害，約占5.2%；冰雹大多發生在春夏交界，當對流雲(積雨雲)強烈發展時，產生球狀或不規則冰塊形式之降水，一般屬於局部性且發生時間短，它對農作物枝葉、莖幹和果實產生機械損傷，造成作物減產或歉收，約占1.9%；其餘災害包括旱害、高溫害、風害及焚風等。就受損之作物種類分析(圖4)，果品占47.8%，蔬菜28.0%，單一作物則以水稻之10.8%最多。果品以梨、香蕉及木瓜為主要受損作物，其餘包括番荔枝、葡萄、蓮霧及柿也占整體果品損失5%以上。蔬菜以葉菜類蔬菜占34%，西瓜17%，竹筍9%及香瓜6%、蔥5%，其餘所占比例較少。作物受災害影響程度受作物生育期、種植環境及對災害敏感度而有顯著差異，由過去災害及農損資料可歸納出易發生重大損失之時期及地域，以105年二月『霸王寒流』為例，主要受損與民國94年及97年曾發生寒害之年份相較，受害作物種類是相似，受損區域也是重複出現，說明災害發生有其規則性，經由分析標示各項作物災害發生熱區(hot zone)，對於災害防範及防(救)災更能集中資源及掌握災情。

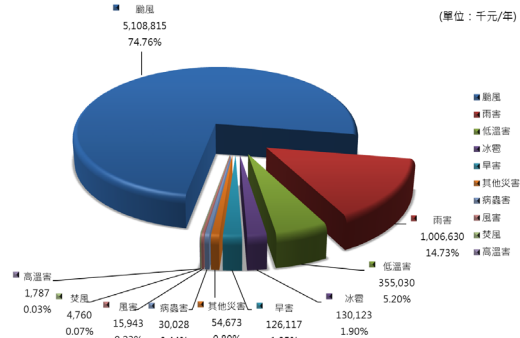


圖3. 歷年(1985-2014年)不同農業氣象災害造成農業受損之平均金額及比例

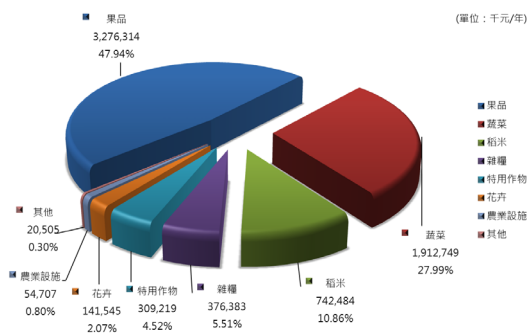


圖4. 歷年(1985-2014年)不同農作物受氣象災害造成損失之平均金額及比例

#### 四、作物災害預警資訊平台

災害管理涵蓋災前風險降低(pre-disaster risk reduction)與災後復原(post disaster recovery)(Seneviratne et al., 2010)，前者可經由早期預警系統與標準化作業流程來達成，早期預警系統被認為具有較大的防災效益，基於所需投資金額少，但能保存的人身安全與財物相對較多(Rogers and Tsirkunov, 2010)。完善的早期預警系統須具備4項要素：(一)持續監測與即時更新信息，預測者必須相當了解災害導致的威脅與受災者受到的災害風險；(二)預報資料具高度準確性；(三)通過適合的發佈途徑，確保所有的利害關係人皆能即時獲得資訊；(四)資訊接收者具有實質且高配合度的回饋行動，方能使早期預警系統發揮最大效益(Tembo et al., 2014)。

農業氣象預報作為中央與地方單位指導農業生產的參考指標，已是世界各國農業生產發展的趨勢。農業氣象預報之主要提供信息應涵蓋作物產量預報、農田灌溉量預報、作物物候期預報、關鍵農事季節之農業氣象條件預報，及農業氣象災害預報，才能因應國家糧食安全的需求。其中農業氣象災害預報是最為重要的項目，因為即時準確的農業氣象災害預警預報有助於減少農民損失，另農產品供需政策迅速因應調整以發揮平抑物價的功能，維護農產業的穩定發展。然而，現有作物及災害調查資料存在著零碎、不足及不精確的問題，也缺乏災損量化指標。需調查及彙整作物致災關鍵生育期、氣象臨界條件、災損樣態及現有防災技術，另立地條件不同將影響災害樣態，例如屏東枋山及台南玉井皆是芒果生產區，但災害類別及臨界氣象條件並不同，因此空間分布及栽培環境差異也納入調查項目。臺灣農作物種類繁多，加上多變之氣象環境，作物致災氣象臨界條件之資料庫需考慮因素，包括作物生理、生育及生殖等生育期對於不同災害類型之敏感度，有些災害是多重氣象因子組合而成，例

如台東地區常發生之焚風，是高溫加上低濕對葉片、花器及果實造成灼傷。

目前依據中央氣象局所提供之即時氣象資訊及災害預報；各區改良場及學校單位所建置之作物致災氣象臨界條件資料庫，已完成建置『作物災害預警資訊平台』(圖5)。針對中央氣象局所發布之氣象預報期程，以燈號方式呈現作物不同生育時期特定災害發生之可能性，提醒農民注意及防範，訂定量化指標供日後例行性發佈機制作準備，及由災害發生後實際情形進行驗證。除農業災害預警與即時通報功能外，系統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之成果展現等，豐富的農業氣象及災害防範資訊，將提供農民災前防範用，以減少災害損失。另研發防災標準作業流程及技術，當災害發生機率達至某程度時，即宣導農民進行相對應之防範措施，如利用網路、簡訊、APP等媒體傳遞訊息。



圖5. 作物災害預警資訊平台之首頁

#### 五、結論

雖然災害對農作物生產影響甚鉅，但目前對於災害預測的能力仍有侷限性，這是科學上的限制，但增加測站密度將有助於預報準確性的提升，而多元化的服務有助於使用者對於氣象資訊使用頻度。在短期內災害預報能力提升仍無法期待下，宣導災害發生機率的觀念，建立相對應之防範措施才能避免損失，雖然有些災害確實難以預報及防範(如冰雹)，但以颱風災害為例，由預報發布至颱風登陸有一段防範關鍵時間，建立防災標準作業程序，尤其是災前防範是效果最好及成本最低之災害調適策略。農林防災計畫所建置之氣象災害早期預警資訊及相對應防災配套機制，提供農業氣象測站密度及觀測品質，以集中資源及災害熱區概念客製化氣象預報以滿足農民需求，經由辦理農民教育訓練機制及說明會的推廣，可落實防災觀念及防範作為於農

業生產者。另外，台灣農作物種類繁多，對於災害敏感度不同，建立各種重要經濟作物之防災栽培曆，包含作物致災臨界條件、災損樣態及相對之防災技術，可作為作物災害預警、災損評估及農業保險辦理之依據，同時也可作為氣候變遷衝擊評估之知識庫，未來可與作物、土壤、病蟲害及栽培耕作制度等結合，有效整合農業生產及氣象資源，精確掌握氣候在時間與空間中的變異，進行高效率的農業經營與管理，以減少氣象災害對農作生產的負面影響。

## 六、參考文獻

1. 姚銘輝、游舒婷、呂椿棠、陳琦玲、郭坤峯,2016: “農業防災資訊推廣及技術研發”, 農政與農情,292,85-89
2. Chevalier, R.F., Hoogenboom, G., McClendon, R.W., Paz, J.O., 2012:“A webbased fuzzy expert system for frost warnings in horticultural crops.”, *Env. Model. S.* 35,84-91.
3. Rogers, D., Tsirkunov, V., 2010: The costs and benefits of early warning systems. In: Global assessment report on disaster risk reduction. Published by United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland.
4. Seneviratne, K., Baldry, D., Pathirage, C., 2010: “Disaster knowledge factors in managing disasters successfully. *Int. J. Strateg. Prop. Manag*”, 14,376-390.
5. Tembo, G., Chimai, B., Tembo, N., Ndiyoi, M., 2014:“Observations on Zambia’s Crop Monitoring and Early Warning Systems.” *J. Agr. Sci.* 6,99-107.