

臺灣南部地區熱帶果樹氣象災害防護技術研究(第一年)

郭同慶¹、賴榮茂¹、申雍²、唐琦³、廖志翔⁴、李炳和⁴、郭嘉樹⁵、黃基偉⁶

摘要

臺灣南部地區氣候資源豐富，可以生產多種熱帶果樹，但受地形、季風及海洋和大陸相關位置的影響，各類氣象災害亦多。農民為利用所擁有的氣候和土地資源，通常無法兼顧氣候上的安全性，所以經常會因農業氣象災害而蒙受損失。本計畫擬開發一具整合性功能的熱帶果樹氣象災害防護專家系統，能依據歷年之氣象觀測資料，提供可能遭受之氣象災害損失的風險評估，並開發相關之防護與栽培管理措施，協助農民因應異常氣象災害，以減輕因異常氣象災害所招致的損失。

本年度為計劃執行第一年，工作目標以相關基礎資料之建立和分析，以及蓮霧和番荔枝果樹防護措施之研擬為主。本年度工作成果包括：1. 完成「氣象站及作物資料庫查詢系統」，內含中央氣象局之局屬站，遙測自動氣象雨量站，農業氣象觀測網一、二級測站，和專用站四類觀測站的歷年逐日氣象資料。使用者可選擇所需測站進行有關氣象災害發生機率、統計資料，以及實際觀測記錄的查詢。作物資料庫內分基本資料、生育需求、氣象災害、以及栽培管理技術四大部分，可協助設定氣象資料庫的應用範圍。2. 完成對蓮霧和番荔枝專業果農有關各種氣象災害發生機率、受損情形及防護方式等項目之問卷調查，分析得知寒害、颱風害、與雨害是主要的農業氣象災害，亟需研發相關防護技術。3. 分別於屬於高雄縣北部之六龜與新威，屏東縣北部之里港與高樹，和屏東縣南部之南州與枋寮等蓮霧主要產區，以及台東縣之東河、斑鳩、康樂、和太麻里等番荔枝主要產區，選擇適當果園共十處設置微氣象觀測站，以明瞭農業氣象災害發生期間果園內微氣象環境的動態變化。4. 針對九月初的杜鵑颱風，分析觀測資料得知，在台東和南部沿海之枋寮、南州等地，瞬間最大陣風相當於十一級風，因此導致蓮霧與番荔枝植株發生嚴重落葉、折枝、折斷等傷害，其中枋寮地區瞬間最大陣風相當於十五級風，因此該地區蓮霧受損特別嚴重。颱風期間大雨使土壤鬆軟，更加

¹ 行政院農業委員會高雄區農業改良場技士、副研究員

² 國立中興大學教授

³ 國立屏東科技大學副教授

⁴ 中央氣象局科長、技士

⁵ 行政院農業委員會台東區農業改良場助理研究員

⁶ 行政院農業委員會鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員

惡化果樹倒伏情形。5. 對颱風防護措施效果之初步測試指出，鐵柱直撐法和棚架支撐法具有較佳的防護效果，預定從下年度起，進行經濟效益測試。在寒害防護措施設計部分，也已選定測試區，並完成多種相關防護措施之規劃、安裝與架設工作，將於今年(93)冬天寒流來襲時，進行防護效果之比較，選擇較適合的設計，於下年度(94)進行經濟效益測試。

關鍵語：農業氣象災害、防護技術、熱帶果樹、蓮霧、番荔枝

前言

臺灣南部地區氣候資源豐富，可以生產多種熱帶果樹，但受地形、季風及海洋和大陸相關位置的影響，各類氣象災害亦多，其中以強風、雨害、寒害、旱害、焚風害等最為常見。農民為利用所擁有的氣候和土地資源，通常無法兼顧氣候上的安全性，所以經常會因農業氣象災害而蒙受損失。受全球氣候逐漸暖化之影響，未來發生異常氣象災害的機率將逐漸升高(IPCC, 2001)，因而農民受不良氣象環境影響所遭致的損失將更為增加。楊(1995)指出從 1945 至 1993 年間，台灣地區農業災害的估計損失高達新台幣九百餘億元，其中農業氣象災害所佔比例達 97% 以上，因此農政單位及各試驗單位及需針對農業氣象災害問題進行研究，採行有效的管理策略或防治(範)措施，以降低農業氣象災害的損失。李和董(1998)及李等(2000)曾針對颱風、豪雨、寒潮、乾旱所引起的農業氣象災害，探討農民的識覺和因應態度，結果指出農民對農業氣象災害多有明顯的情感反應，但對於災害形成原因和採取預防措施態度兩方面卻略有不足，也顯示亟需進行相關之教育及防護措施之開發。為協助農民因應異常氣象災害所招致的損失，本計畫將針對南部地區兩種重要的經濟果樹(蓮霧和番荔枝)，進行相關之研究，提供農民對於可能遭受之各類氣象災害損失的風險評估，並開發相關之防護管理措施。

蓮霧屬熱帶果樹，性喜溫暖忌寒冷，生育期間最適溫度為 25-30°C，近來蓮霧經產期調節已可生產 11 月至翌年 3 月之冬果或春果，此時氣溫低、病蟲害少，所生產果實品質高(黃，1985)。惟開花結果期間若遭遇寒流，當氣溫降至 7°C 以下時，花蕾及幼果將受寒害而落果，其中以分粒期、黑丕期、紅頭期、和成熟採收期對寒害最為敏感(王，1988、1991 及 1996)。郭(1994)指出 10°C 以下之低溫，即可造成 25-45% 的落果，且落果嚴重情形與低溫持續時間成顯著正相關。盧等(1997)就本省民國 72 年至 85 年間氣象與農業災害統計指出，高屏地區蓮霧於民國 80、82、84 年(12 月至隔年 2 月間)曾因

寒害來襲造成重大損失。此外，生育期間也常遭受焚風、雨害、及乾濕失調等農業氣象災害。其中焚風和雨害往往造成產期調節失敗，乾濕失調則可能造成嚴重裂果達 80% 以上。

番荔枝是台東地區重要之熱帶果樹，生育期間常遭受強風、高溫低溼、低溫等農業氣象災害。據百年來統計，約有 48.7% 颱風路徑過境台東，故一旦颱風來襲，果樹首當其衝，造成枝條受損、幹莖斷裂、樹相殘破、落花、落果，及落葉等，並促使再次萌芽或開花，使同化作用減低，樹勢衰弱，著果率低，果實品質差。甚至因風吹植株搖動，根系損傷，地上部缺水，同化量減少，呼吸量增大等，使損害加劇，甚且因強風或豪雨使地盤軟弱，而植株易傾斜倒伏，甚至連根拔起等，損失慘重。另中央山脈與東海岸山脈之屏障，產生了高溫低溼之乾熱焚風現象，高溫、無雨、強風等致植株蒸散量增加，樹體缺水、萎凋。且提高開花期間花粉不稔性比率，影響授粉能力，使著果率降低，產量減低且果實易軟熟。另低溫將造成落果及裂果嚴重，尤以寒流來襲，更影響果實外觀及商品價值(楊，1997a, b)。

徐(1983)分析南部地區低溫再現期指出，氣溫低於 10°C 以下約 1.1 年一次，7°C 以下約 2.5 年一次，因此南部地區冬天發生寒害之頻率甚高。程與賴(1998)分析近年來降雨類型與趨勢指出，颱風雨在東部地區增加，其餘地區減少；對流雨和地形雨在山區和東部以外地區有增加趨勢；梅雨在玉山以北減少，但在玉山以南增加。申與陳(1994a)曾探討台灣西南部地區在梅雨期間發生豪雨機率的空間分佈特性，並配合作物受損率估算多項作物遭受豪雨時的風險成本(申與陳，1994b)。郭(1980)曾分析颱風路徑對台灣各地區所造成之風害和雨害的影響。郭和楊(1982)指出侵台颱風在台灣地區誘發焚風之頻率高達七成，由焚風所導致的氣溫升高多在 5°C 以內，最高可達 11.7°C；相對溼度降低幅度多在 25% 以內，最低可達 49%；持續時間多在 6 小時以內，但亦有長達 16 小時者。徐等(1991)和唐等(2001)曾利用氣象因子推估作物的蒸發散量，申與黃(1996)則利用日射和氣溫計算台灣西南部地區的潛在蒸發散量，並配合土壤中可利用水分和有效降雨量資料，推估區內發生乾旱的機率。

有關蓮霧寒害預防措施方面，申等(1998)曾分析果園中的微氣象環境和熱通量變化，指出蓮霧寒害主要發生於寒流入侵之後，地面風速微弱、夜間輻射冷卻強烈的時期，並曾提出若干防護措施之建議；賴(2000)曾利用根部覆蓋和噴施生長調節劑之方式預防寒害；傅(1994)曾採用溫室栽培方式預防寒害。有關焚風之預防措施方面，邱(1994)以全株噴水或噴施葉面蒸散抑制

劑的方式進行防護。鄭(1999)則嘗試以地表覆蓋的方式減緩土壤水分之損失進行防護。

由於每年氣象環境變化不易確實掌握，且各種農時與災害危害期間均有不同，因而各項防護措施的預防效果和經濟效益評估，都仍有待累積多年期之當地氣象觀測資料和果樹受損調查紀錄，才能進行準確之分析。本計畫擬開發一具整合性功能的熱帶果樹氣象災害防護專家系統，能依據歷年之氣象觀測資料，提供可能遭受之氣象災害損失的風險評估，並開發相關之防護與栽培管理措施，協助農民因應異常氣象災害，以減輕因異常氣象災害所招致的損失。

材料與方法

本計畫將分四年完成，第一年(92 年度)之工作目標以相關基礎資料之建立和分析，以及防護措施之研擬為主；其後三年(93-95 年度)則以進行各項相關防護措施測試、改良和經濟效益評估為主。本年度重要工作項目及實施方法概述如下：

一、氣候資料庫建置：

收集台灣南部地區農業氣象觀測網一、二級氣象站，以及中央氣象局所屬氣象站及專用氣象站歷年每日之相關氣象資料建立資料庫，並撰寫相關資料檢索程式，依特定栽培關鍵期間、災害種類、災害強度、持續時間、…等條件計算異常氣象災害發生的機率。其中，歷年逐日資料將由中央氣象局負責提供；資料庫建置與查詢功能，則由中興大學和中央氣象局共同進行規劃，再委託地理資訊系統專業廠商撰寫軟體程式。

二、氣象災害風險分析：

依據計算所得之異常氣象災害發生機率，配合以專家訪談及收集國內外出版相關資料之方式，收集果樹遭受逆境後的損傷程度，進行氣象災害風險評估。其中，有關災害機率估算之工作由中興大學負責，與專家和農民訪談之工作由中央氣象局負責，風險評估應用由高雄場、台東場、鳳山分所、中央氣象局共同進行。

三、果園微氣象環境監測：

於屏南、屏北和高北蓮霧主要產區和台東番荔枝主要產區，選擇適當果園共十處，分別設置微氣象觀測站，定期收集果園內微氣象環境資料，並配合進行相關的果樹生育性狀調查，以明瞭關鍵期間果園內微氣象環境的動態變化與果樹逆境間的關係。其中有關微氣象測站之架設，將由中興

大學和屏科大負責；各測站資料由高雄場、台東場、鳳山分所分別依據責任分區定期讀取，並交由屏科大負責進行初步整理與分析。

四、果樹受損情形調查：

災害發生後，由高雄場、台東場、鳳山分所依據責任分區，就各微氣象監測果園和鄰近地區之果園，調查果樹受損狀況。蓮霧氣象災害(寒害)調查方法及項目為每處果園調查 4 株，各選單株枝條 10 枝掛牌(該枝條具有老葉及新葉)，於低溫來襲前先行標示，並調查葉數。低溫後 5-7 天調查落葉率、落果率、果實凍傷及裂果率。防護措施試驗處理區，每處理 4 重複，每重複 1 株，調查方式同上。番荔枝氣象災害調查方法及項目為每處果園調查 10 株，焚風災害發生當日調查落花率與落果率；颱風災害發生後，調查枝條折斷與枯死枝數、以及落花率與落果率；低溫災害發生後，調查裂果率與裂果程度(長度—即有幾個鱗目長度)，和裂果果粒大小(重量及裂果日期)。

五、防護措施研擬：

由所有研究人員共同研商，分別依據果園微氣象監測資料，設計適當的物理性防護措施，以及依據果樹生理特性，設計適當的化學性防護措施。於選擇數種防護方法後，於微氣象監測果園內同步進行必要之測試。

結果與討論

一、氣象與作物資料庫建置：

氣象資料庫建置部分，已將過去百年的氣象資料輸入，包含之氣象測站分為中央氣象局之局屬站，遙測自動氣象雨量站，農業氣象觀測網一、二級測站，和專用站四類。使用者即可依需求選擇適當測站進行相關氣象資料查詢。查詢功能包含各種氣象災害發生機率查詢，各種統計資料查詢，以及實際觀測記錄查詢三大部分。其中氣象災害發生機率查詢部分，除可由使用者輸入受損程度估計值，計算災害發生的風險機率外，若使用者能提供成本資料，系統將進一步計算該氣象災害所需負擔的風險成本，可供協助農民判斷設置防護措施是否合乎經濟效益。

作物資料庫內分基本資料、生育需求、氣象災害、以及栽培管理技術四大部分。基本資料部分主要包含作物的名稱、產地、用途、氣候和土宜等項目。生育需求部分主要包含各生育階段的最高和最低適溫、日夜溫差、日照需求、日射需求、灌溉需求等項目。氣象災害部分主要包含各生育階段發生低溫、暴雨、降雨、淹水、乾旱、強風、焚風等氣象逆境之條

件。生育需求和氣象災害之項目可視需要再新增。栽培管理技術部分主要包含栽培法、肥培法、易發生之病蟲害和空污傷害等項目。填報資料來源和填報人也都有記錄可查，以便利確認資料的正確性。

二、氣象災害風險分析：經由問卷調查的分析結果得知

(一)寒害：

蓮霧寒害並非經常發生，近八成果農認為寒害發生機率在 40% 以下，但也有近一成的果農認為寒害發生機率在 70% 以上。寒害可造成嚴重減產，有五成農民認為寒害減產達 50%-70%，有二成農民認為蓮霧減產可達 70%-90%。顯示寒害雖不常發生，但發生時卻會造成嚴重傷害，蓮霧遭受寒害時，主要產生落果、落葉、裂果、養分吸收困難，生育停滯等症狀；多數農民利用噴水或灌水進行防護，也有採行燻煙、噴灑藥劑或施肥的方法，少數則採用黑色遮光網進行防護。

番荔枝寒害也並非經常發生，近六成果農認為寒害發生機率在 40% 以下，但認為發生機率在 70% 以上的農民也超過一成。多數農民認為寒害減產幅度不大，約四成農民認為寒害僅減產 10% 以下，減產幅度達 50% 以上者還不到二成。顯示番荔枝生產受寒害影響不大。番荔枝遭受寒害時，主要產生裂果、落果、落葉、養分吸收困難等症狀；農民利用噴水或灌水、套袋、噴灑藥劑或施肥等方式進行防護。

(二)颱風害：

多數蓮霧果農認為遭受颱風傷害機率不大，近八成果農認為發生機率在 40% 以下，認為發生機率超過 70% 以上之果農略超過一成。但颱風對減產的評估差異極大，54% 果農認為減產幅度超過 50%，且有 31% 果農認為減產可達 70%-90%，但也有 12% 的果農認為減產幅度在 30% 以下。顯示颱風傷害發生機會很少，但一旦發生卻會造成嚴重傷害，且遭受颱風傷害地區主要集中於沿海空曠地區，因此防護技術必須能耐久，且投資成本低，才會符合經濟效益。蓮霧遭受颱風害時，主要產生植株倒伏、枝幹折斷或連根拔起、以及落果、落葉和裂果等症狀；農民利用修剪枝條、豎立支柱等方式進行防護。多數番荔枝果農認為會遭受颱風傷害，超過四成果農認為發生機率在 50% 以上，認為發生機率少於 20% 之果農只有二成。但颱風對減產的評估差異極大，近四成果農認為減產幅度超過 50%，且有約一成果農認為減產可達 70%-90%，但也有 15% 的果農認為減產幅度在 30% 以下。顯示颱風傷害經常發生，也會造成嚴重傷害，因此有必要研發防護技術，但局部地區可能受地形屏蔽保

護，因此傷害並不大。番荔枝遭受颱風害時，主要產生植株倒伏、枝幹折斷或連根拔起、以及落果、落葉等症狀；農民利用豎立支柱、修剪枝條、和擋風網等方式進行防護。

(三)雨害：蓮霧雨害經常發生，超過五成之果農認為發生機率在 50% 以上，認為發生機率低於 20% 之果農僅二成。雨害會對蓮霧生產造成傷害，認為減產幅度達 50% 以上的果農超過四成，認為減產幅度少於 30% 者低於二成。顯示雨害對蓮霧生產有很大之影響，亟需開發相關防護技術。蓮霧遭受雨害時，主要產生裂果及落葉、落果等症狀；農民利用排水、提前採收、噴灑藥劑或施肥等方式進行防護。番荔枝雨害發生機率不如蓮霧頻繁，少於四成果農認為發生機率在 50% 以上，但有一成果農認為每年都會發生，認為發生機率在 30% 以下者則佔三成。雨害對番荔枝生產影響很小，認為減產幅度超過 50% 者僅有 4%，七成果農認為減產幅度小於 30%。顯示由於番荔枝多種植於坡地上，降雨多以地表逕流流失，因此對於雨害防護措施的需求不大。番荔枝遭受雨害時，主要產生裂果、落葉、落果，產生開花與結果障礙，以及容易罹患病害等症狀；農民利用排水、噴灑藥劑或施肥等方式進行防護。

(四)焚風害：多數蓮霧果農認為遭受焚風傷害機率不大，超過八成果農認為發生機率在 40% 以下，認為發生機率超過 70% 之果農少於一成。但焚風對蓮霧生產影響大，有六成果農認為減產會超過 50%，且有一成果農認為減產超過 70%。顯示焚風傷害發生機會很少，但一旦發生卻會造成嚴重傷害，因此防護技術必須能耐久，且投資成本低，才會符合經濟效益。蓮霧遭受焚風害時，主要產生落果、落葉，果實脫水及養分吸收困難等症狀；農民利用噴(灌)水、噴灑藥劑或施肥等方式進行防護。

番荔枝果農對於遭受焚風傷害機率的評估差異很大，認為發生機率在 90%-100%，50%-60%，30%-40，和 10%-20% 間的果農分別約各佔四分之一，顯示台東地區焚風之發生機率可能有明顯之地域性差異。但焚風對於番荔枝生產影響並不大，只有 15% 果農認為減產幅度超過 50%，超過五成的果農認為減產幅度在 30% 以下。顯示焚風在番荔枝產區的發生有地域性，且為害並不嚴重，因此是否需要特別開發防護技術仍值得考慮。番荔枝遭受焚風害時，主要產生開花和結果障礙、以及果實脫水變形等症狀；農民主要利用噴(灌)水方式進行防護，但極少數會噴灑藥劑或施肥方式進行防護。

(五)旱害：多數蓮霧果農認為遭受乾旱傷害機率不大，八成果農認為發生機率在 40%以下，另外二成果農也認為發生機率僅在 50%-60%間。乾旱對蓮霧生產影響輕微，六成果農認為減產幅度在 10%以下，二成果農認為減產幅度在 10%-30%間，認為減產幅度在 30%-50%間之果農也只有二成。顯示高屏地區農業用水供給可能還算充足，因此乾旱並不常發生，即使發生也不很嚴重，還不需要發展防護措施。蓮霧遭受旱害時，主要產生落果、落葉及裂果等症狀；農民則利用抽取地下水灌溉方式進行防護。

番荔枝是否容易遭受乾旱傷害的看法成兩極化反應，超過八成果農認為發生機率小於 40%，且其中四成果農認為發生機率在 10%-20%間，但也有超過一成果農認為每年都會遭受乾旱傷害。超過一半果農認為減產幅度小於 30%，但也有二成果農認為減產幅度超過 70%。顯示種於山坡地上之番荔枝果園，由於缺乏水源，可能經常遭遇乾旱為害，或許有必要開發相關防護措施。番荔枝遭受乾害時，主要產生養分吸收困難、開花和結果障礙、以及影響果實生長等症狀；農民主要利用抽取地下水灌溉方式進行防護。

(六)高溫傷害：多數蓮霧果農認為遭受高溫傷害機率不大，約七成果農認為發生機率在 40%以下，認為發生機率在 50%以上之果農只有三成。高溫傷害對於減產幅度影響也不大，七成果農認為減產幅度在 30%以下，約二成果農認為減產幅度在 30%-50%間。顯示農民認為高溫傷害並不是重要問題，且由於減產幅度不大，因此不需進行降溫措施的研發。農民利用噴(灑)水方式進行防護。

多數番荔枝果農也認為遭受高溫傷害機率不大，超過七成果農認為發生機率在 40%以下。但高溫傷害有可能造成較大幅度之減產，雖然有近五成之果農認為減產幅度在 30%以下，但也有近二成果農認為減產幅度在 70%-90%間。顯示農民雖認為高溫傷害不常發生，但由於減產幅度大，或許值得進行降溫措施的研發。農民利用噴(灑)水、和抽取地下水灌溉等方式進行防護。

三、果園微氣象環境監測為明瞭農業氣象災害發生期間果園內微氣象環境的動態變化，已分別於屬於高雄縣北部之六龜與新威，屏東縣北部之里港與高樹，和屏東縣南部之南州與枋寮等蓮霧主要產區，以及台東縣之東河、斑鳩、康樂、和太麻里等番荔枝主要產區，選擇位於生產區內，範圍方正且面積超過 5 分地以上，週遭遠離房舍建築之適當果園共十處，分別設置

微氣象觀測站。觀測項目包含氣溫、土溫、葉溫、日射量、淨輻射量、土壤熱流量、風速、風向、相對溼度、土壤水分張力、以及雨量等，利用資料蒐集器每隔 10 秒鐘，自動取樣測定一次，將 15 分鐘的平均值存入資料儲存器中。依工作團隊任務規劃，各測站負責人，每月定期前往測站更換資料儲存器，並目視檢查儀器是否正常。攜回之資料儲存器內的觀測資料下載後，則透過網際網路傳送給屏科大唐琦老師，進行資料整理與初步分析，然後將資料傳送至興大申雍教授處進行細部分析。

各地區氣象資料方面：里港地區 92 年 7 月至 92 年 11 月間，氣溫明顯由 30°C 降為 22~23°C，蓋網時間氣溫為 25~30°C，而於里港地區觀察的蓮霧園，因催花時間訂為 9 月初催白露花，所以採行的蓋網時間並不長(約 30 日)，催花後的花芽生育期間氣溫已由 28°C 緩緩降低至 22~23°C。至於相對溼度方面，維持在 75% 以上，因蓮霧園常有灌水會噴水因此溼度高。新威地區：92 年 7 月至 92 年 11 月，氣溫明顯由 30°C 降為 22~23°C，而於新威觀察的蓮霧園，催花時間訂為 10 月初催寒露花，所以並無蓋黑網，催花後的花芽生育期間氣溫已由 28°C 緩緩降低至 22~23°C。至於相對溼度方面，維持在 80% 以上，因蓮霧園常有灌水會噴水因此溼度高。六龜地區：92 年 7 月至 92 年 11 月，氣溫明顯由 30°C 降為 22~23°C，而於六龜舊庄觀察的蓮霧園，催花時間訂為 8 月 22 日催花，並無蓋黑網，催花後的花芽生育期間氣溫已由 28°C 緩緩降低至 22~23°C。至於相對溼度方面，維持在 80% 以上，因蓮霧園常有灌水會噴水因此溼度高。

就三處果園微氣象調查初步發現，雖氣溫逐漸降低，里港地區的氣溫明顯較新威及六龜高 1~2°C，尤其夜間溫度更為明顯，六龜氣溫降低變化較新威及里港量測站大，至於相對溼度方面，亦以六龜二處果園因處山區之地理位置之故，相對溼度較里港高。

四、果樹受損情形調查

截至 92 年 11 月中，南部地區果樹遭受的農業氣象災害以九月初的杜鵑颱風最為嚴重。據農委會中部辦公室統計資料，台灣地區農作物損失被損害面積達 16052 公頃，損害程度 29%，換算無收穫面積 4710 公頃，農作物損失達 14 億 1 千 7 百萬，受害作物以梨、番荔枝、香蕉、木瓜、蘋果、蓮霧、與棗等果樹之落果、倒伏最為嚴重。其中蓮霧受害主要集中於屏東南部產區，以枋寮鄉、南州鄉、和佳冬鄉等沿海產區的受害面積最多，發生倒伏、折枝、落花、落果和葉面破損等不同之傷害，受損程度最高可減產達 60%。番荔枝受害則集中於台東卑南鄉和太麻里鄉等產區，也以倒

伏、折枝、落花、落果和葉面破損等傷害為多，受損程度最高可減產達 40%。

杜鵑颱風過境時，由本計劃設置之測站所記錄各觀測果園局地微氣象的變化，可知在東部和南部沿海之枋寮、南州等地，每 15 分鐘的平均風速約可達 10ms^{-1} 以上，瞬間最大陣風風速應可高達 30ms^{-1} 以上，相當於十一級風，因此導致蓮霧與番荔枝植株發生嚴重落葉、折枝、折斷等傷害。利用遮光網進行遮陰處理之蓮霧植株，由於遮光網增加風的阻力，因此受害特別嚴重。番荔枝果實也因遭受葉片與枝條的打擊作用而產生黑斑。枋寮地區因颱風環流受中央山脈阻擋，高空強風順山坡下滑，因此每 15 分鐘的平均風速高達 16.4ms^{-1} ，瞬間最大陣風風速應可高達 50ms^{-1} ，相當於十五級風，因此該地區蓮霧受損特別嚴重，種植於山坡上之蓮霧植株的葉片幾乎全被強風掃光。處於南部內陸之里港、高樹、新威、六龜等地，受山脈屏障保護，因此每 15 分鐘的平均風速約在 5ms^{-1} 以下，瞬間最大陣風風速應在 15ms^{-1} 以下，因此在觀測果園附近，蓮霧果樹並未遭受嚴重損傷。但計劃工作團隊成員於杜鵑颱風過境後所進行的區域災損調查指出，仍有零星地點之蓮霧遭受風損，推測可能係因局地地形產生之峽谷效應所造成。

各測站雨量記錄顯示，在杜鵑颱風過境期間，東部和南部沿海之枋寮、南州等地，不僅降雨量遠大於受山脈雨蔭屏障的內陸地區，降雨強度也可達 20mm hr^{-1} 以上，其中以斑鳩地區的累積降雨量在 2 天內達 316mm ，最大降雨強度達 43mm hr^{-1} 最為嚴重。大雨使土壤鬆軟，再配合強風吹襲，因而導致種植於平坦地區之蓮霧和番荔枝果樹倒伏嚴重(圖 1、2)，果樹種植前若未深耕打破犁底層，則因根系無法深入底土中更易倒伏(圖 3)。對於倒伏但仍有存活可能之植株之善後處理，工作團隊成員一致認為不應強行扶正，以免根系再度受損，應於日後以剪枝的方式修整，逐漸使植株恢復成直立狀態。



圖 1. 杜鵑颱風導致番荔枝果樹發生折枝傷害

Fig1. Broken twigs and trunks of Aemoya caused by Typhoon Dujan.



圖 2. 杜鵑颱風導致蓮霧果樹發生倒伏情形

Fig2. Lodging of wax apples caused by Typhoon Dujan.



圖 3. 倒伏之蓮霧果樹根系的生長情形

Fig 3. Root system of a lodged wax apple tree.

各觀測果園植株生育情形說明如後。六龜測站：20 年生蓮霧，於 6 月底進行環狀剝皮處理，並於催花前 2 週前斷根處理，催花時間約為 8 月 22 日；截至 11 月 6 日，幼果已達增丕轉青斫期，即將套袋。新威測站：10 年生蓮霧，於 7 月底進行環狀剝皮處理，並於催花前 2 週前斷根處理，催花時間約為 10 月 10 日；截至 11 月 6 日，已達綠豆期轉黃豆粒期。里港測站：6 年生蓮霧，約 8 月 7 日於樹幹基部環狀剝皮及樹冠上蓋 90% 遮光黑網，遮光後 30 日後即掀開行催花處理，催花時間為 9 月 9 日；截至 11 月 6 日，已達黃豆轉白肚。高樹測站：8 年生蓮霧，目前生育狀況正常。南州測站：13 年生蓮霧，杜鵑颱風期間迎風面植株有落葉情形，果園也發生淹水狀況，目前生育狀況正常。枋寮測站：15 年生蓮霧，杜鵑颱風期間迎風面落葉嚴重，並有折枝和倒伏狀況，目前生育狀況正常。太麻里測站：3 年生番荔枝，杜鵑颱風期間有嚴重落葉與倒伏狀況發生，目前生育狀況正常。康樂測站：棚架支撐試驗區果齡 5 年，生育正常。杜鵑颱風時因枝條尚未用布繩固定，部分植株有輕微傾斜現象，目前已看不出來傾斜，預定可於 12 月中旬採收；鐵管直撐試驗區，果齡 3 年，目前為採收期，受杜鵑颱風折枝之果樹雖已長出新枝，但果實的果鱗呈結疤，影響商品價

值。斑鳩測站：11 年生番荔枝，生育狀況正常，目前為採收期。東河測站：10 年生番荔枝，生育狀況正常，目前為中果期。

五、防護措施研擬

在颱風防護措施設計部分，今年度已於台東番荔枝產區內進行多種防護方法效果之初步測試，包括(1)鐵筋斜撐法，(2)鐵管直撐法，和(3)棚架支撐法。鐵筋斜撐法係利用 5 分粗，長 1.8 m 的鐵筋，依 45°角打入土中約 0.9m，樹體與鐵筋斜交處先以塑膠套保護後，再以布繩網綁。鐵筋斜插方向應正對主要受風方向，以獲得最佳防護效果。測試結果顯示，本法對枝條和葉片仍稀疏的幼株具有保護作用，但成株因枝條上長滿葉片，受風面積大，因此保護效果不佳，對於處於果園上風處的成株則完全沒有保護效果。

鐵管直撐法係利用直徑約 5cm，長 1.8 m 的鐵管，垂直打入土中約 0.9m，樹幹及主枝與鐵管間利用布繩網綁(圖 4)。此法對於成株的保護效果比鐵筋斜撐法好，在試驗區中若未加以保護者，會因無法承受強風的作用力而倒伏。本法缺點在於並未真正固定枝條，因此位於鐵管上風處的枝條會隨風擺動，因此仍造成部分樹枝折斷，小果因枝條搖動，果皮磨擦變黑斑，失去商品價值，剛形成的小花亦因樹枝搖動而脫落。



圖 4. 鐵柱直撐法的固定方法

Fig 4. Supporting method using steel poles.

棚架支撐法係於果園內以網格方式設置鐵管或水泥石柱，以鐵索連結形成網狀，再將主枝條以布繩固定於鐵索上，可以避免倒伏和主枝條折斷。杜鵑颱風時因枝條尚未用布繩固定，因此部分植株有傾斜現象。由於此法與中部地區寄接梨和葡萄的棚架栽培極為類似，因此探查美濃高台寄接梨生產區，得知陳義郎班長之番荔枝果園即採用寄接梨棚架方式進行生產(圖 5)，據現場觀察以及與陳班長經驗告知，利用此法不僅可防止倒伏

與主枝的折斷，甚至可減少果實被小枝條和葉片打擊所造成的黑斑現象。唯採用此種方式進行防護，必須由幼株開始管理，才能使主枝平鋪於棚架上，且栽培管理方式和肥培技術可能與農民習慣的傳統方法不盡相同，推廣實行時可能阻力較大。



圖 5.棚架支撐法的固定方法

Fig 5. Supporting method using steel wire nets.

在寒害防護措施設計部分，已選定六龜黃先生果園為測試區，目前已完成防寒簡易設施、加熱燈、風扇等屬於物理性防護措施之安裝與架設工作，也已選定利用防寒藥劑(α -SNA)及細胞分裂素(6-BA)等屬於化學性之防護措施，進行不同濃度及施用次數防寒效果的比較。其中，防寒簡易設施係以阻絕長波輻射逸散，加熱燈係以提供額外熱源，風扇係以增加大氣向下之感熱輸送，防寒藥劑(α -SNA)係以防止果實及葉片離層形成，細胞分裂素(6-BA)係以增加果皮厚度及果梗強度，達到防寒之目標。將於今年冬天寒流來襲時，進行前述各種措施寒害防護效果之比較，以選擇較適合的 2-3 種設計，於下年度進行較大規模之測試工作。

參考文獻

1. 王德男. 1988. 蓮霧栽培及產期調節技術. 台灣省農林廳. 行政院農業委員會. P.1-17.
2. 王德男. 1991. 台灣蓮霧栽培之過去與前瞻. 台灣果樹之生產及研究發展研討會刊. P.339-355.
3. 王德男、翁瑞亨. 1996. 台灣蓮霧產業之變革及展望. 台灣熱帶地區果園經營管理研討會專刊. P.101-108.
4. 申雍、陳守泓. 1994a. 台灣西南部地區梅雨期間大雨發生機率空間分佈之研究. 氣象學報. 40:160-167.
5. 申雍、陳守泓. 1994b. 梅雨期間作物承受豪雨風險機率之估算. 中華農

- 學會報. 新 168:93-99.
6. 申雍、黃學文. 1996. 臺灣西南部地區潛在蒸發散量之估算與應用. 中華農業氣象. 3:141-149.
 7. 申雍、詹文揚、郭同慶. 1998. 屏東地區蓮霧園寒害防護措施之評估. 中華農業氣象 5:7-13.
 8. 李炳和、董時叡. 1998. 嘉義地區農漁民農業氣象災害預防態度之探討. 中華農業氣象. 5:49-57.
 9. 李炳和、董時叡、廖志翔. 2000. 嘉南平原農民農業氣象災害識覺即因應方式之研究. 中華農業氣象. 7:43-60.
 10. 徐森雄. 1983. 屏東地區之寒潮. 屏東農專水土保持學報. 7:132-134.
 11. 徐森雄、黃國禎、王少峰. 1991. 從微氣象資料推測盤固草牧草地之蒸發散量. 中華農學會報. 新 154:82-93.
 12. 邱禮弘. 1994. 焚風對枇杷之傷害及防範之探討. 枇杷生產技術研習會專集. pp.163-174.
 13. 黃子彬. 1985. 蓮霧冬果生產技術. 果農合作 447:13-21.
 14. 唐琦、游繁結、徐森雄. 以氣象因子推估不同草地蒸發散量. 中華農業氣象. 8:55-64.
 15. 楊純明. 1995. 臺灣地區農業氣象災害(1945-1993)及因應之研究方向. 中華農業氣象. 2:31-35.
 16. 楊正山. 1997a. 番荔枝天然災害預防及復育. 果樹天然災害預防及復育特刊第 39 號. 台中區農業改良場編印. P.93-98.
 17. 楊正山. 1997b. 番荔枝、木瓜、枇杷天然災害損害率客觀指標. 園藝作物天然災害損害率客觀指標. 台灣省政府農林廳編印。
 18. 郭文鑠. 1980. 臺灣農業氣候區域規劃. 中央氣象局。
 19. 郭文鑠、楊之遠. 1982. 颱風誘發焚風現象及其對農作物之影響. 氣象學報 28(3,4):1-12.
 20. 郭同慶. 1994. 低溫對屏東地區冬季蓮霧之落花及落果及果實品質之影響. 中華農業氣象. 1:101-105.
 21. 傅炳山. 1994. 簡易保溫設施對發育中蓮霧果實之防寒效果. 台灣經濟果樹栽培技術及應用研討會專集. P.15-24.
 22. 賴榮茂. 蓮霧田間寒害預防之研究. 中華農業氣象. 7:17-22.
 23. 鄭混元. 1998. 茶園地表敷蓋處理之微氣候及其對茶樹產量與品質之影響. 中華農業氣象. 5:75-84.

24. 盧虎生、朱鈞、王慶裕、朱德民. 1997. 災害性天氣與氣候對台灣地區農作物生產影響及因應策略. 氣候變遷對農作物生產之影響(林俊義 楊純民主編). 台灣省農業試驗所專刊. P.87-108.
25. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. J.H. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson. Cambridge University Press. Cambridge. 881pp.

Agrometeorological Disaster Protection Techniques for Tropical Fruit Trees in Southern Taiwan

Kuo-Tung Ching¹. Lai-Jung Mao¹. Shen-Yuan². Tang-Chi³.
Liao-Chih Hsiang⁴. Lee-Ping Ho⁴. Kuo-Chia Shu⁵. Huang-Ji Jwo⁶

Abstract

The southern part of Taiwan is full of agrometeorological resources and suitable for producing tropical fruits. But, many agrometeorological disasters also exist due to the complexity of weather generating system. To fully use the agrometeorological and land resources, farmers often neglected the climatic safety and thus may suffered great economical losses. The purpose of this project is to develop an integrated expert system for protecting agrometeorological disasters of tropical fruit trees. The system will not only provide risk analysis based on climatic record, but can also suggest the best management practices to assist farmers protecting the agrometeorological disasters and reduce their economical losses.

During the first year of this four-year project, the main research goals are to establish required basic databases, and to develop and evaluate protection schemes for waxapple and atemoya, in particular. A climatic database inquiring system was developed to allow easy access of daily climatic data from observation networks of CWB and agrometeorological observation networks. Users can make risk analysis, calculate statistics, or observe continuous records of selected stations. A crop database inquiring system was also developed to help users making decisions.

¹ Assistant Researcher and Associate Researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA.

² Professor, National Chung-Hsing University, Taichung city, Taiwan, R.O.C.

³ Associate Professor, National Pingtung University of Sciences Technical, Pingtung, Taiwan, R.O.C.

⁴ Section Chief, Assistant Researcher, Central Weather Bureau, Taipei city. R.O.C

⁵ Assistant Researcher, Taitung District Agricultural Research and Extension Station, COA.

⁶ Assistant Researcher, Fengshan Tropical Agricultural Horticultural Experiment Station, Agricultural Research and Extension, COA.

Farmer's surveys indicated that cold, typhoon, and rainfall are three major agrometeorological disasters for waxapple and atemoya and require immediate attention in developing protection schemes. Ten micrometeorological stations are also established in major producing areas to observe dynamic changes of various micrometeorological variables during the events of different disasters. Typhoon Dujuan, with maximum wind speed researched 16 ms^{-1} , caused severe damages to southern Taiwan in 2003. Field test indicated that vertical steel pole method and wire-net hanger method are two promising methods to protect fruit trees from strong wind damages. Further experiments regarding economical return will be conducted in next three years.

Key words: Agrometeorological Disaster, Protection Techniques, Tropical Fruit Trees, Wax apple, Atemoya