

水稻低溫逆境篩選設施平台應用

曾清山
農業試驗所

一、水稻常見天災影響

台灣位置位於海陸交界，加上地貌複雜及山勢陡峻，發生氣象災害種類甚多。農業生產受環境條件的影響很大，而氣候變遷對於農業環境所造成的重大影響，除因大氣 CO₂ 濃度增高，造成氣候暖化，日、夜溫明顯上升外，極端氣候亦增加天然災害的頻率。依據科技部臺灣氣候調適科技服務資料顯示，過去 30 年 (1981-2010 年) 歷年農損災害所占比例之分析 (圖 1)，造成台灣農業災害的主要因素有颱風、水災、旱災、高溫害以及寒害，其中以颱風和豪雨危害最為嚴重。

水稻在臺灣一年可種植 2 個期作，栽培面積達 25 萬公頃。近年來極端氣候，使水稻生產受天然災害造成損失情形較為頻繁。就水稻生育期而言又以 2 至 3 月及 10 至 11 月的低溫、5 至 8 月的颱風及豪雨對產量之影響最為顯著。因此目前水稻栽培原則，以避開低溫寒害，並調整一、二期作的生育時期，使第一期作的抽穗期避開梅雨季節，第二期作的幼苗期則適逢颱風豪雨時期，以降低水稻在天然災害中的損失。天然災害對作物造成的傷害是難以避免的，但是透過防災技術的研發，可以降低天然災害的損失。

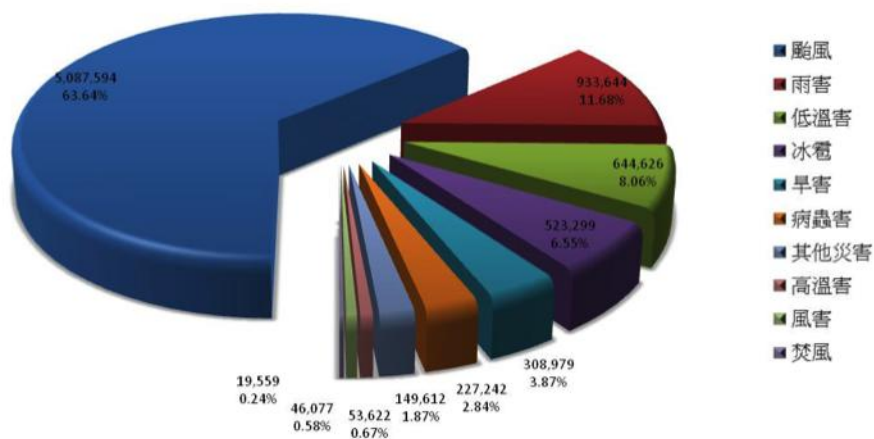


圖 1. 過去 30 年(1981-2010 年)歷年農業災害類別之農損災害所占比例及金額。資料來源：科技部臺灣氣候調適科技服務

二、模擬低溫情境下，水稻耐寒性表現

作物溫度逆境包括高溫、低溫危害，每個作物都有其適宜條件、最高及最低忍受值。低溫可分為冷害（chilling injury）及凍害（freezing）。凍害指 0°C 以下低溫對越冬作物所造成的傷害；冷害指 0°C 以上低溫對作物的損害。低溫對作物的影響，輕微者僅對生理代謝造成抑制，其中最明顯的是光合成速率的降低，同化產物供應不足等生理影響。嚴重時，農作物之組織將凍結，或使作物體內水分失衡引起之落葉或新梢、幼葉枯死等現象，或無法正常授粉或受精，引起花朵脫落或果實畸形彎曲，最終導致外觀劣化影響商品價值及產量明顯下降。

臺灣地區水稻受寒害有兩個時期，一為中南部地區一期水稻的生育初期，由於冬季平均溫度較高，一期作水稻播種較早，而強烈寒流入侵時期多在 1、2 月間，秧苗易遭受寒害。另一受害的時期為北部地區二期水稻的抽穗期，若水稻插秧晚，於 9 月下旬或 10 月上旬始抽穗，則易受寒流低溫影響，導致花粉母細胞畸形分裂，形成空穎、結實率降低或充實不良。

水稻品種育種過程中，需進行各項特性檢定，其中耐寒性檢定由桃園區農業改良場執行。耐寒性檢定圃設立於新竹縣五峰鄉，針對各稻作改良場所提供，包

括新育成高級試驗品系、區域試驗品系及主要推廣品種。耐寒性檢定圃為室外檢定圃，易受氣候變化影響，無法精準檢定各品系耐寒程度。面對天然災害所引發的重大農業損失，需要一可模擬氣象環境之試驗場域，進行防災技術研發及災損評估，提供精準及可重複之試驗數據，以降低防範天然災害所導致的損失。低溫逆境篩選設施平台具有人工光源和升降溫設備，可進行 10°C 以下模擬寒害之試驗，有效提升對低溫逆境的選拔效率和應用。



圖 2.低溫逆境篩選設施平台具有人工光源和環控設備，有效提升對低溫逆境的選拔效率和應用。

三、低溫逆境篩選設施平台對於後續研究之助益

多數重要作物特性皆由數量遺傳所調控，常受到環境因子影響，而不易探索相關功能基因。表型體學 (Phenomics) 為基因型表現的整體結果，更是育種目標性狀的表現結果，目標性狀如耐寒、耐熱、耐旱，因此是育種成敗的決定因素。表型體的表現易受環境因子影響，一個遺傳性狀必須在穩定的環境控制狀態下，進行表型體測定，才能獲得準確、穩定的外表型表現。低溫逆境篩選設施平台可配合未來建置的表型體分析設施，針對耐寒性發展表型體分析技術，完成臺灣重要農作物核心

種原基因體資源開發及快速育種平台的建置，以大幅提升未來種苗產業於新品種的開發速度與廣度，進而提升競爭力。

對於農業生產而言，氣候變遷下所衍伸的極端氣候變化，使得糧食生產環境變得更具挑戰，進而影響糧食供應的不確定性。為防止類似災情再次發生，作物防災技術研發及災損評估，需要可環控的試驗場域，才能提供精準及可重複的試驗數據，也可驗證防災技術成效。低溫逆境篩選設施平台提供各試驗場所及國內研究單位進行作物低溫逆境品種選育及栽培研究。



圖 3.低溫逆境篩選設施平台環控系統。

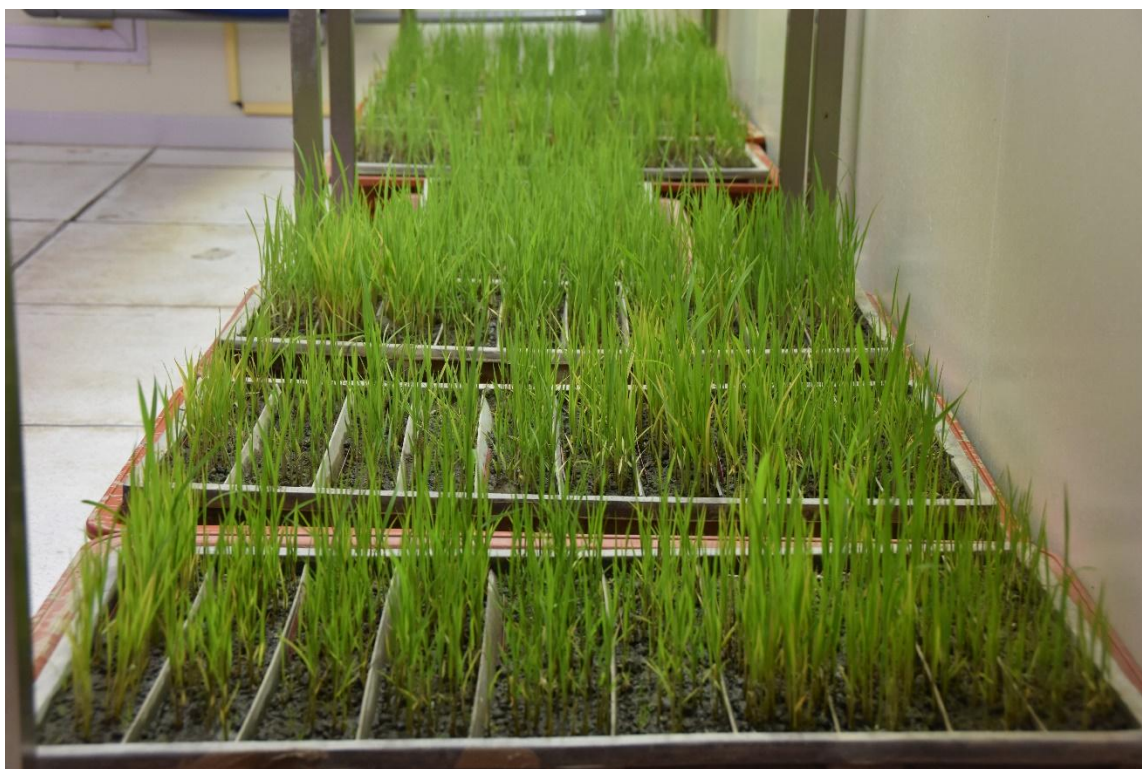


圖 4.低溫逆境篩選設施平台進行之水稻秧苗期耐寒性檢定情形。

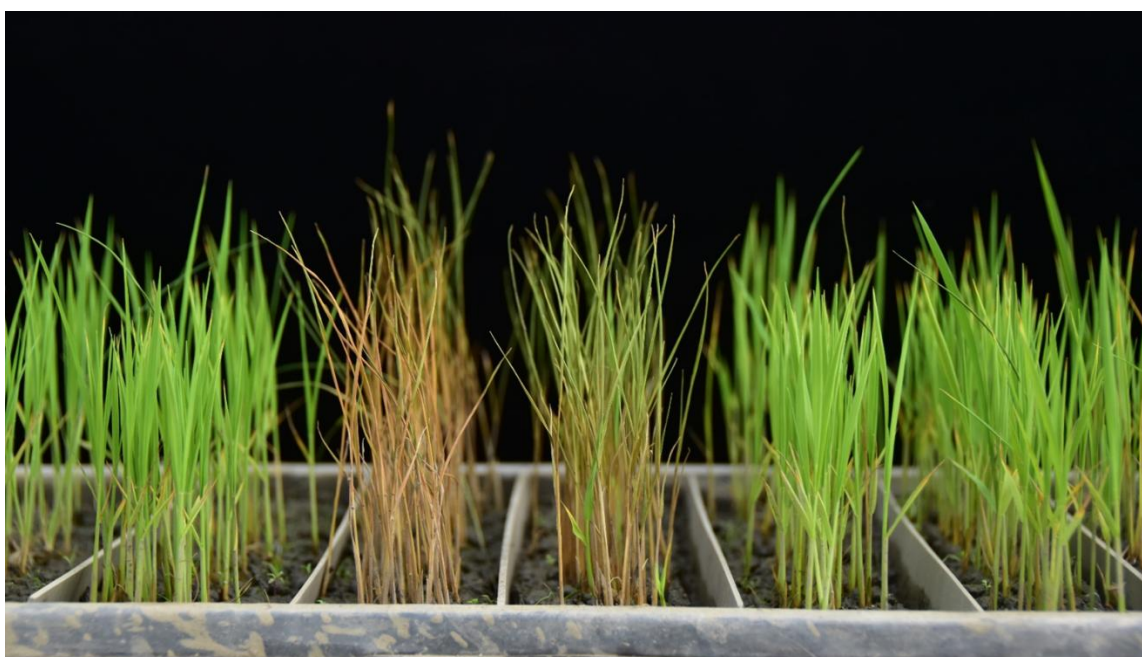


圖 5.低溫逆境篩選設施平台進行之水稻秧苗期耐寒性檢定結果。



圖 6.低溫逆境篩選設施平台進行之水稻孕穗期耐寒性檢定情形。



圖 7.低溫逆境篩選設施平台進行之水稻抽穗期耐寒性檢定情形。