

淺談水稻韌性農業

—— 以暖化為例

文·圖/張芳瑜

前言

《國家氣候變遷科學報告2024》指出，受到氣候變遷衝擊，臺灣未來年均溫將持續上升，不僅縮短冬季、延長夏季，更提高極度高溫出現的頻率。除了升溫外，也提高未來暴雨機率，而影響國內的颱風數量雖然有減少趨勢，但強颱生成機率卻增加。作物無法選擇主動逃避逆境的方式，在未來氣候變遷衝擊下，需要有應對逆境的韌性。何謂韌性以及如何幫助作物增加韌性？韌性並非作物在逆境下不受任何影響，而是即使遭遇逆境後仍具有恢復或降低傷害的能力。唯有透過適當的調適策略，才能幫助作物提升韌性。本篇主要以水稻為範例，淺談國內水稻韌性農業在面臨暖化（全球升溫1.5°C）挑戰下的可能作為。

升溫1.5°C對水稻的影響

高溫逆境在水稻不同生育階段的影響情況不同，較常見的情況有：(1) 在秧苗期的熱障礙伴隨窒息病發生；(2) 花粉在高溫環境活性下降，產生不稔實粒（圖1）；(3) 在穀粒充實期導致粒重變輕及增加白垩質粒。其中白垩質粒是目前國內水稻產業受高溫逆境影響最有感的現象（圖2）。以目前國內主要



圖1. 高溫環境下穀粒不稔實現象
(稻殼仍保持綠色部分)

食用米的種型稻為例，相關研究指出當抽穗後20日內的平均溫度超過 26°C ，容易提高白垩質粒生成比率，又以乳白粒、背白粒及基白粒為高溫逆境下主要生成的白垩質粒型態。

從農業災害與氣候變遷風險資訊站資料檢視臺灣目前兩期稻作的生產環境，一期作穀粒充實期要到5月才明顯高於 26°C ，除了高屏地區

尚未受到明顯波及，其餘地區的穀粒充實期已明顯高於臨界值 26°C ；二期作穀粒充實期則呈現相反現象，僅高屏地區在高溫逆境(圖3)，但因高屏地區二期作大多為休耕，對產業的衝擊不如其他地區一期稻作明顯。反觀未來全球溫度上升 1.5°C 情境下，不僅增加高屏地區一期作穀粒充實期高於 26°C 的風險，更使臺中以南及臺東的區域在10月份月均溫將高於 26°C (圖4)，表示未來某些區域可能在二期稻作也須留意高溫帶來的衝擊。



圖2. 高溫環境下糙米發生白垩質現象
(光板下呈現不透明區域)

升溫 1.5°C 的調適策略及考量因素

在調適策略上，選擇合適品種是最有效益的方式。除了運用耐高溫的品種，還可考慮利用早熟品種縮短生育日數躲避高溫環境，降低風險。然而品種替換有時牽扯許多面向，加上不同區域除了高溫環境外尚有其他環境因素會影響品種整體表現，實務面上有可能不易執行。此外，全球暖化不僅是現在進行式亦是未來式，現有栽培品種是否能因應未來環境，值得研究人員評估。不可否認，開發新的耐高溫品種有其必要性，更需要在符合未來暖化情境的環境下篩選，但相對需要時間的等候。這也表示相關栽培技術研究應同時進行，讓生產者可以有更多的調適選擇。

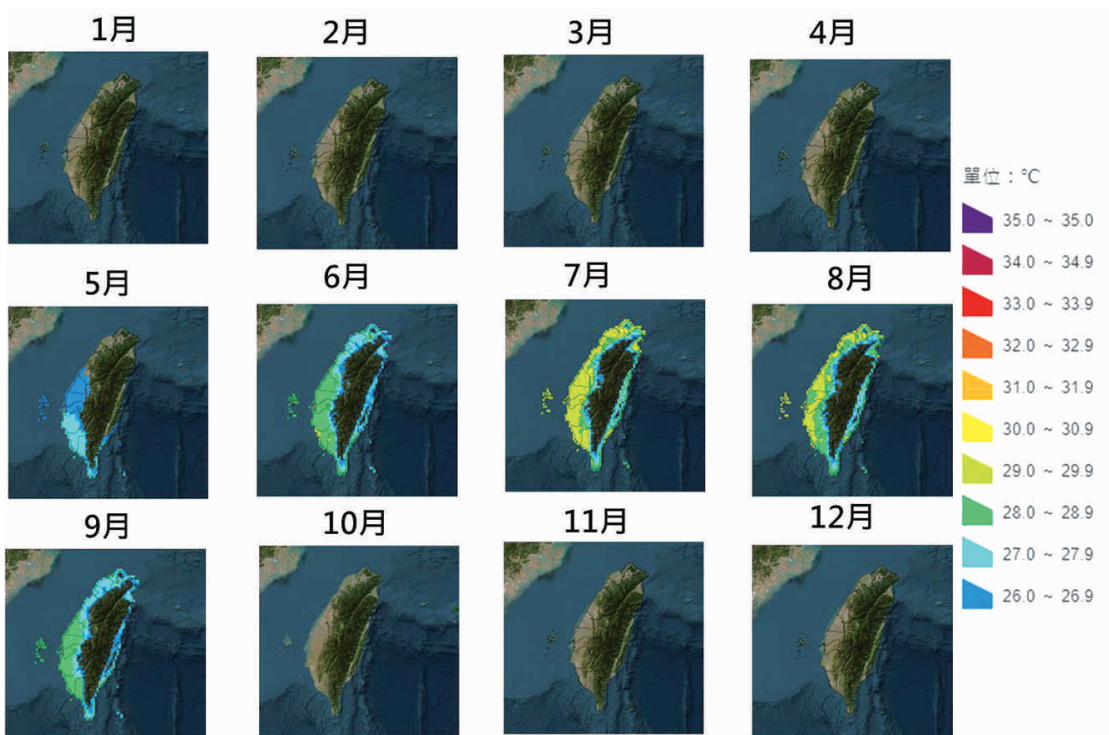


圖3. 臺灣現況月均溫超過26°C分布情形(農業災害與氣候變遷風險資訊站情境查詢圖臺下AR6模式)

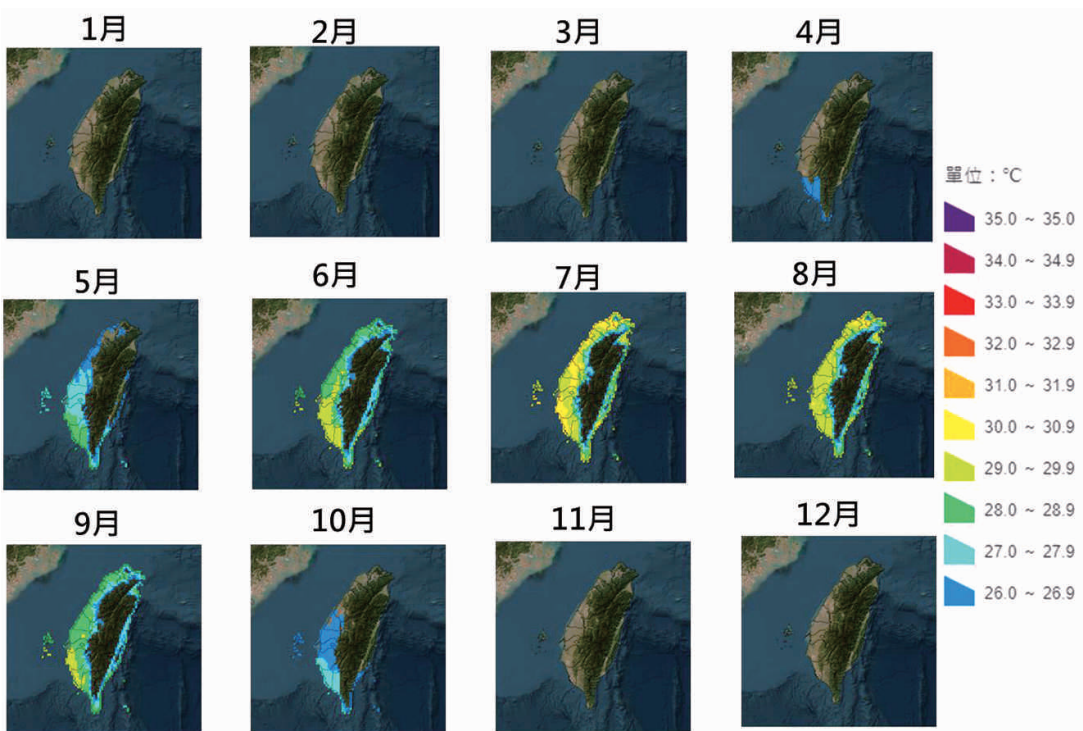


圖4. 全球升溫1.5°C下臺灣月均溫超過26°C分布情形(農業災害與氣候變遷風險資訊站情境查詢圖臺下AR6模式)

在栽培技術上，可以朝調整栽培期、選擇適栽區、透過肥培管理、水分管理或是施用資材等方式進行。舉例而言，本場水稻品種高雄139號素有「醜美人」的稱號，主要栽培區域為花東地區。部分生產單位因了解高雄139號的特性，選擇以二期作作為主要的栽培期，減少白堊質粒的發生。表示生產者在應對氣候變遷，已有自行進行調適的想法及行動。

在選擇栽培技術的同時，也需一併考量品種其他特性及當地或當時的其他環境因素。以調整插秧期而言，假使一期作想透過提早插秧躲避生育後期高溫環境，就得評估品種在秧苗與孕穗期的耐寒性，以免受低溫影響導致秧苗受損或穀粒不稔實。在肥培管理上，日本相關研究報告指出背白粒及基白粒形成的原因是氮素不足，於生育後期補充少許氮肥可以降低背白粒及基白粒。但由於臺灣合理化施肥的推薦用量(120公斤氮/公頃)已高於日本(60~90公斤氮/公頃)，加上農友普遍的施用量高於推薦用量，在現行環境下依舊無法避免白堊質的發生，表示特定的調適策略未必適合所有品種。目前全球以淨零排碳為目標，透過增施氮肥來降低熱傷害是否恰當，值得商榷。針對水分管理，相關研究報告亦有指出在穀粒充實期採取流水灌溉可以降低穀粒熱傷害，筆者也曾描述過高溫下其他的水分管理方式(高雄區農業專訊 第121期 生存之稻)，但臺灣的環境已面臨旱澇急遽的現象，未來當高溫環境又遭遇水資源不足，是否有合適的調適策略，值得省思。綜合上述，更彰顯臺灣需要建立適合自己的栽培模式，或許可嘗試投入某些資材並搭配其他栽培管理。不過調適技術中或多或少需要額外的投入，評估支出的成本與最後的收益也是影響生產者選擇調適策略的因素之一。

結 論

再次呼籲，氣候變遷下選擇合適品種是最符合經濟效益的作法。世上並無十全十美的品種，惟有生產者了解所選的品種特性，掌握栽培地區的環境趨勢，並搭配合適的栽培技術，找到產量、品質與收益的平衡點，才能幫助田間作物提升韌性也確保栽培者的收益。