



高溫對水稻苗期的熱傷害與調適對策



文、圖 / 連苡廷

前言

氣候變遷導致全球氣溫逐年上升，極端天氣發生頻率漸增，水稻為東部地區重要產業，其生長過程中對溫度變化尤為敏感，高溫造成的環境逆境，容易引發2期作苗期的系列生理及病理問題，對後期的水稻產量和品質造成負面影響。因此，了解高溫對水稻苗期的熱傷害並採取有效的防治及調適對策，是確保水稻穩定生產的重要課題。

高溫對水稻苗期的熱傷害

水稻幼苗生育的最適溫度為25-30℃，當溫度超過35℃，會影響水稻幼

苗的生長發育，易出現生長遲緩和發育不良的現象（Yoshida,1981）。Hsuan等人（2019）研究指出，水稻幼苗在不同高溫處理3小時會降低幼苗存活率，44℃高溫會使存活率降低33.3%、46℃使存活率降低75-100%，48℃則是水稻幼苗的致死溫度。

以國家災害防救科技中心（簡稱NCDR）開發之農業氣候情境查詢圖臺，模擬氣候變遷下未來發生高溫之風險情境，推估未來平均氣溫增溫1.5℃，7月至8月份2期作水稻幼苗期，臺東市日高溫超過35℃的日數為5次，若平均

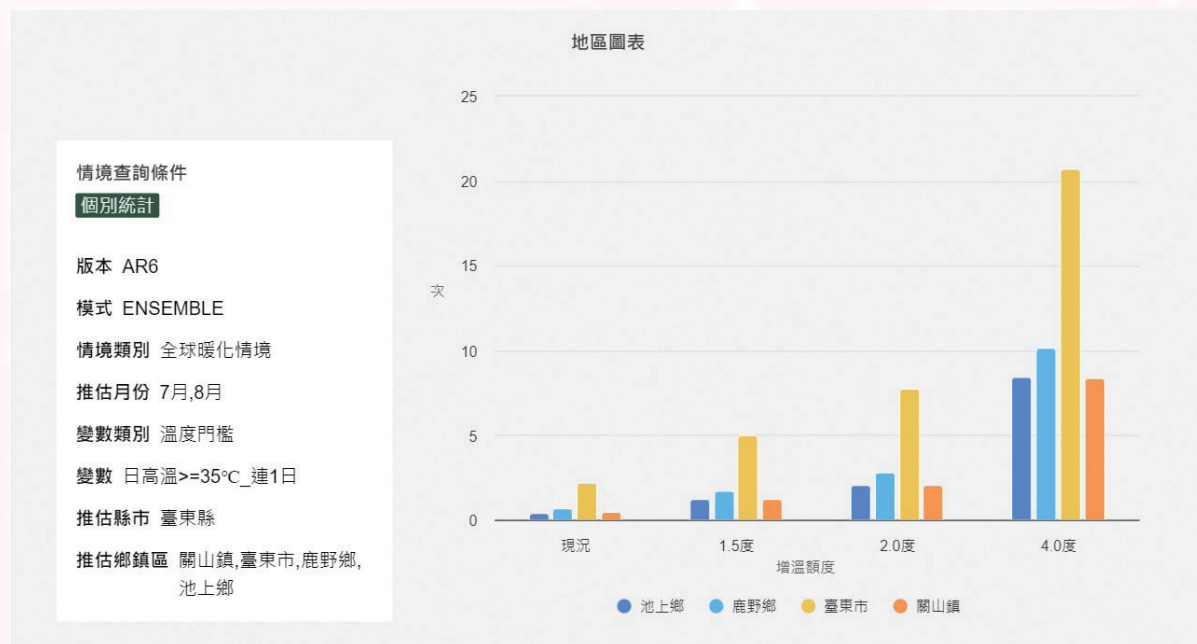


圖 1. 農業氣候情境查詢圖臺模擬全球暖化升溫 1.5℃、2℃及 4℃下，池上鄉、鹿野鄉、臺東市及關山鎮發生日高溫超過 35℃的日數（網址出處：<https://acca.ncdr.nat.gov.tw/scenario>）



圖 2. 112 年 2 期作臺東池上地區發生水稻窒息病情形

氣溫增溫 4℃，日高溫超過 35℃ 的日數則達到 20.8 次（圖 1）。此模擬顯示，全球暖化對苗期造成高溫逆境的機率增加，而高溫對苗期造成的傷害包含以下兩類：

一、生理機制失調造成的直接危害

Wassmann 等人（2009）研究指出，在溫度超過 35℃ 時，水稻的光合作用和呼吸作用會受到顯著影響，包含高溫導致光合作用的酶活性下降，電子傳遞鏈受到破壞，光合產物積累減少。高溫也會增加葉片的呼吸作用，消耗大量能量，影響植株的生長和發育。高溫環境會加劇水分蒸發，導致秧苗失水速度加快，出現生理乾旱現象，不僅影響植株的正常代謝活動，還會增加秧苗的死亡率（Yoshida, 1981）。

二、不良環境造成的間接威脅

高溫環境容易提高病菌和害蟲的繁殖速度，導致水稻苗期容易受到病蟲害侵襲，進一步削弱植株的抵抗力，例如縱捲葉蟲、窒息病等。秧苗若種植於有機質含量較多且排水不良的田區，高溫會加速微生物分解有機質，使土壤中的氧氣逐漸下降，並累積還原性物質，對秧苗造成毒害。根系

也會因氧氣供應不足，導致根系變褐、腐爛，使水分和養分的吸收受到影響，葉片則會出現紅棕色鏽斑，生長速度延遲，嚴重時植株會枯萎死亡。112 年 2 期作臺東池上地區發生大規模窒息病（圖 2），雖後期植株略有恢復生長勢，但生長延遲造成收穫時成熟度不一致，使青米率過多，影響稻米的產量及品質。

因應高溫的調適方法

一、選擇耐高溫品種

秧苗期較耐高溫品種在高溫環境下能保持較好的生長勢和產量穩定性。Hsuan 等人（2019）的研究結合高溫處理技術（HT）和溫度誘導反應（TIR）技術，篩選 27 個水稻品種的苗期耐熱性，評選出臺梗 14 號、新竹 56 號、臺東 30 號、臺梗 8 號、臺農 70 號和花蓮 21 號為耐熱品種，高雄 145 號則為熱敏感型品種。



二、改善幼苗的生長環境

1. 適當的栽培管理

透過合理調整播種和移植時間可避開高溫期，例如在高溫季節前或後進行播種和移植，可以減少苗期遭受高溫的風險。適當降低秧苗的種植密度，增強秧苗之間的通風及透光性，可以減少高溫下的熱量聚積，提高光合作用效率。

2. 適當的水分管理

在高溫環境下，適當土壤水分管理是確保苗期水分供應的關鍵，應根據土壤含水量和苗期需水情況，適時適量地進行灌溉，保持土壤濕潤。可以採用間歇灌溉技術，即灌溉至水深 5 公分後，待田水自然消退至表面無水後，再行反

覆灌溉的操作模式，不僅能提高水分利用效率，有助於維持根系健康，並可避免田間長時間湛水，增加根系通氣量，以降低高溫高濕環境引起的病害發生。

3. 有效的肥培管理

高溫會使秧苗的新陳代謝加快，對養分的需求增加。應及時施用氮、磷、鉀等主要養分，並補充微量元素，促進秧苗的生長發育，惟需注意過量可能導致秧苗徒長。適度增施粗質地有機肥，可以改善土壤結構，增強土壤保水能力。

臺東地區 2 期作水稻分蘖初期常見窒息病的危害，發生成因複雜，包含管理措施及氣候環境等，高溫則易增加其嚴重性。為加強秧苗於高溫環境中的

表 1. 營養處理及品種對窒息病罹病率之影響

品種	處理	資材用量	窒息病罹病率 (%)	
			移植後 36 天	移植後 57 天
臺梗 9 號	對照組	-	11.67 ± 1.67 bc ¹	20.83 ± 4.41 c
	高量稻稈田區 + 矽酸鉀	1.32kg/ha	16.67 ± 1.67 b	51.67 ± 5.83 a
	高量稻稈田區 + 氧化鋅	0.79kg/ha	4.17 ± 0.83 c	20.00 ± 3.82 c
	高量稻稈田區 + 腐植酸	3.29kg/ha	18.33 ± 3.00 ab	55.83 ± 0.83 a
	高量稻稈田區 + 無資材	-	25.00 ± 3.82 a	32.50 ± 5.20 b
	平均		15.17 ± 2.07	36.17 ± 4.36
高雄 147 號	對照組	-	25.00 ± 3.82 b	50.00 ± 9.01 b
	高量稻稈田區 + 矽酸鉀	1.32kg/ha	29.17 ± 3.33 b	67.50 ± 7.22 ab
	高量稻稈田區 + 氧化鋅	0.79kg/ha	21.67 ± 3.63 b	47.50 ± 11.46 b
	高量稻稈田區 + 腐植酸	3.29kg/ha	31.67 ± 3.63 b	79.17 ± 4.41 a
	高量稻稈田區 + 無資材	-	60.83 ± 7.12 a	73.33 ± 4.41 ab
	平均		33.67 ± 4.12	63.50 ± 4.48

¹ 平均值 ± 標準誤差 (n=10)，固定品種進行檢定，同欄中數值右方英文字母相同者，表示經費雪最小顯著性差異法測驗 (Fisher's protected least significant difference test, LSD test)，在 5% 水準下差異不顯著。



生長勢，本場以秧苗窒息病為目標，於池上鄉進行營養調適試驗。以臺梗 9 號及高雄 147 號為參試品種，於田區土壤施高量稻稈誘發窒息病，再以葉面施肥測試 3 種營養調適資材調查對窒息病改善效果。研究結果顯示（表 1），移植後 36 天及 57 天，臺梗 9 號以施用氧化鋅處理之窒息病罹病率顯著低於其他處理，有效改善窒息病的發生。高雄 147 號發病狀況較臺梗 9 號嚴重，移植後 57 天的平均罹病率達到 63.5%，種植此品種之農友須特別防範窒息病的發生。

除施用營養資材外，還可藉由其他方法進行窒息病的預防及調適，包含 1 期作收穫後，將田區淺水灌溉後整地兩次，使稻稈等有機質確實腐爛，並須將田區拉平，減少局部低窪地區積水。已發病的田區，可以輕度曬田，使土壤排水透氣，減緩窒息病的癥狀；無法完全排水的地區，可以透過同時進水及排水的流灌方式，或挖淺溝排水，以提高田間水分含氧量，降低土壤溫度，稀釋毒害物質。

結語

面對全球氣候變遷帶來的挑戰，高溫對水稻苗期的熱傷害問題日益嚴重，2 期作生育初期的高溫、高日射量為造成抑制分蘖及減少穗數的主要原因。採取綜合措施進行調適是減少高溫傷害的重要手段，透過選擇耐高溫品種、適當的栽培管理、水分管理及肥培管理等方法，可以有效降低高溫對水稻苗期的傷害，並減緩水稻窒息病的發生。未來，隨著研究的不斷深入和技術的進步，應

對高溫逆境的策略將會更加多樣化和有效化，建議農友因應田間作物的生長情形，採取適當的調節措施，提高作物韌性，保障水稻的穩定生產。

參考資料

Hsuan, T. P., Jhuang, P. R., Wu, W. C., and Lur, H. S. 2019. Thermotolerance evaluation of Taiwan Japonica type rice cultivars at the seedling stage. *Botanical studies* 60: 1-18.

Prasad, P. V. V., Boote, K. J., Allen Jr, L. H., Sheehy, J. E., and Thomas, J. M. G. 2006. Species, ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to high temperature stress. *Field Crops Research* 95 (2-3) : 398-411.

Wassmann, R., Jagadish, S. V. K., Sumfleth, K., Pathak, H., Howell, G., Ismail, A., Serraj, R., Redona, E., Singh, R.K., and Heuer, S. 2009. Regional vulnerability of climate change impacts on asian rice production and scope for adaptation. *Advances in Agronomy* 102: 91-133.

Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of rice crop science*. International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines: 269.