

氣候環境遽變，不利水稻生育

文圖 | 丁文彥 台東區農業改良場

作物賴以為生的自然環境中，包含光線、溫度、水分、空氣等影響作物生長的重要因子，一旦環境變遷，超過作物容許範圍，將對農業造成巨大影響。

水稻為台灣最主要的農藝作物，亦是全世界最重要的糧食作物之一。亞洲則為全世界稻米最主要的生產與消費地區，其栽培品種包括亞洲型的 *Oryza sativa* L. 及非洲型的 *Oryza glaberrima* Steud. 等兩種，亞洲型水稻栽培的地區及產量遠高於非洲型；而亞洲型水稻又可區分為秈型稻 (Indica)、粳型稻 (Japonica) 及爪哇型稻 (Javanica) 等 3 類型。台灣栽種的水稻品種以粳型稻 (蓬萊稻) 居多，秈型稻 (在來稻) 較少，品種的差異主要與飲食習慣有關。在台灣、日本、韓國、香港以及中國大陸的居民習慣食用蓬萊稻，東南亞國家

與北美洲、中南美洲、非洲等國家則以在來稻為主。

水稻從種子發芽、移植本田生長、營養生長、生殖生長乃至於成熟收穫及烘乾調製等，都與其生長的環境息息相關，生長過程中的每一階段無不受環境的控制與影響。一個優良的品種雖然先天上具備良好的遺傳因子，但也要有適當的環境配合才能顯現出來；影響作物的環境因子很多，有些可以預測的，有些可控制的，然大部分的環境因子均屬非人為所能操控，也造成了環境影響作物生長的複雜性；對於環境所造成的影響加以瞭解，適當因應確有其需要。

適期適作·發揮生產潛能

農作物的生長環境依空間分布而言，可以分為三大環境空間，包括地面以上的

氣象變因產生的氣象環境、地面上的栽培管理變因產生的栽培逆境以及地面以下的土壤變因產生的土壤逆境。在自然田間生長的農作物，隨時受到環境因子的影響，也可能同時受到超過一種以上的逆境因子的干擾。不同作物對環境的要求不盡相同，同一作物不同生長階段彼此之間的环境差異也很大；因此，若要作物生長良好應依不同的生長階段給予適當的生長環境，才可以讓作物充分發揮其優越的生產潛能。

水稻對環境的適應性十分廣泛，生產地區除了南北極之外，從海平面至海拔 3,000 公尺皆有栽種，雖然如此，水稻的生長發育及生產力的表現仍受到環境明顯的影響，造成各地區產量及品質的差異。

台灣地處亞洲大陸型氣候及海洋型氣候交界的亞熱帶地區，秈、粳兩型稻皆可栽種，一年為兩期作栽培制度。栽植期因各地農作時序的不同而異，南部地區氣溫較為炎熱，插秧期相對的也較中部、北部提早約 1 個月左右；一般而言，水稻生育期在一期作約為 2 月至 6 月，二期作則在 7 月至 11 月左右。通常一期作的氣溫及光輻射強度具有由低至高、由短至長的特性，可以獲得較高的生產量；二期作氣象因子的表現與一期作剛好相反，常常造成生產量不如一期作。

以全國的平均產量來論，一期作水稻單位面積平均稻穀產量約為 6 公噸／公頃，二期作平均產量則在 4.3 公噸／公頃上下，大致上二期作水稻產量只有一期作產量的 73%；其主要原因在於氣候環境上的顯著差異。至於台灣南北種植時期差異可達 1 個月以上，問題亦在於水稻營

養生長期與穀粒充實期間，台灣北、中、南、東各區域之氣象條件差異很大，為了確保稻米的產量與品質，農業從事人員必須依各地方的環境因子調整水稻的種植期。

氣候變遷·農業面臨挑戰

水稻自發芽至成熟所需的時間長短，隨著品種及種植環境的不同而異，期間約需 3 - 6 個月。在這生育期間裡，可以將水稻的生育周期劃分為營養生長期及生殖生長期兩個階段；亦有學者將生殖生長期再細分為：自幼穗分化期至抽穗期訂為生殖生長期，自抽穗期至成熟期訂為成熟期。水稻全生育期長短的不同主要為營養生長期之品種變異所致，生殖生長期加上成熟期的長短在同一環境下不同品種間大致相同。

水稻在生育期間隨時須面對不同環境變化的挑戰，諸如雨水、日射量、日照、溫度、相對溼度、風速與風向等因子都會影響水稻的生長發育，甚至於造成產量的減少與品質的劣化。不同的環境因子在不同生育期對水稻造成的影響程度亦有所不同，一般而言，環境逆境對於幼苗期及生育早期的影響以減少單位面積株數與穗數為主，幼穗形成期以減少每穗粒數與稔實率為主，抽穗之後則以減少每穗粒數與千粒重為主。

由於環境因子瞬息萬變，水稻在生育期間可能遭受一種或一種以上的因子所影響，因此，必須了解水稻出現不同的徵兆時須採取適度的相對因應措施，以確保植株正常的生長。現將不同的逆境影響水稻的生長發育，其植株出現的表徵及防範措



圖 1. 塑膠布覆蓋防止低溫傷害

施簡述如下：

1. 低溫：台灣地區在每年的 1 - 2 月為水稻的插秧適期，這段時間如果碰到低溫或寒流的危害，秧苗萌芽出土的時間會延遲，秧苗生長勢會減緩而且不整齊，生長發育過程亦會變得比較緩慢，嚴重時甚至會造成秧苗死亡。因此，水稻秧苗的保溫防寒措施必須要徹底，而且時間上的拿捏要非常小心。一般保溫的方法有隧道式塑膠布保溫、平覆式塑膠布保溫、平覆式不織布保溫等 3 種 (圖 1)，不織布具有透光、透氣、透水之優點，但保溫效果稍差，因此在低溫逆境時，應在不織布上面加蓋一層塑膠布，待寒流過後再予以移除。

低溫對水稻生長造成的傷害可分為 8 項，包括：抑制發芽、幼苗生長受阻、植株矮化、葉片黃化、幼穗尖端退化、延長生長期、空穎及不

正常成熟；這些不正常反應都會影響產量，其傷害的反應因生長季節、栽培地區的溫度、水稻品種、栽培方法的不同而有所區別。水稻進入生殖生長期之後，稻穗被認為是對低溫最敏感的器官，其最為敏感的時期是在開花前 10 - 11 天的孕穗期間，若在這段時間遭逢低溫逆境則會造成全穗不稔

，主要的原因是低溫造成花粉粒的不正常發育，使其失去授粉的能力。另外一個對低溫敏感階段為抽穗開花期，也會造成稻穗末端部分或小支梗不稔，影響產量的收成及稻穀的品質。

2. 雨水：一期作水稻在營養生長期間常常會遭遇到台灣 3 - 4 月的春雨，但大致上不會對水稻的生長發育造成重大的影響，惟需注意的是在高溫多濕的環境下，容易引起稻熱病的感染及蔓延 (圖 2)。

圖 2. 高溫多濕的環境容易造成稻熱病的蔓延





圖 3. 豪雨造成植株倒伏及穗上發芽

誘發病害的發生，尤其是白葉枯病最易罹患。

3. 高溫：大部分作物都無法長期忍受 35°C 以上的高溫，此時作物的生長與發育會受到相當的抑制。水稻正常發育的臨界溫度約在 20 - 30°C 左右，依不同生育期而對於高溫有其忍受臨界點 (附表)。高溫傷害會因品種而有不同的表徵，不同生長期對高溫傷害的反應亦不一樣，大致上營養生長期會造成葉尖白化、白色帶狀與斑點、分蘖數減少、株高降低等徵狀 (圖 4)；生殖生長期則有白色小穗、白色花序、小穗數目減少等現象出現；開花期會造成不稔；成熟期之表徵為米粒充實減少。



圖 4. 高溫逆境造成葉尖白化現象

水稻在整個生育期以抽穗期對高溫最為敏感，若在抽穗開花時遭逢 1 - 2 小時的高溫，則會引起稻穗不稔，造成減產。第二個敏感期是在抽穗前 9 天，然而，在開花前或後的高溫對不稔的影響則沒有抽穗開花期來得嚴重。生長期間遇到高溫逆境時，田間施予流放水可減輕高溫對水稻造成之傷害。

4. 風：水稻的光合作用因風速增加而提高，但風速過強，則無提高光合作用

每年 5 - 6 月為台灣之梅雨季，梅雨季的發生大多接近水稻生育後期，一期作水稻易因陰雨天氣多，而延遲成熟或無法進行收穫作業，若干不具休眠性水稻品種容易造成穗上發芽而損失。其因應之道為養成收看天氣預報的習慣，採取適度的搶收動作。近年來，梅雨對水稻所造成之損失已不多見。

另外，6 - 10 月的颱風季節或旺盛西南氣流引進的豪大雨則會影響一、二期作水稻的生長發育。若在抽穗開花期遭遇豪雨，常導致稔實率的降低；在成熟期遭遇豪雨則容易造成植株倒伏及穗上發芽 (圖 3)。遭逢豪大雨時，田區的管理極為重要，若為低窪田應於雨後儘速排水，不宜久浸，以免影響植株呼吸等作用的進行，因而



圖 5. 颱風造成水稻植株倒伏

之效用，反而會導致葉片的機械傷害。強風如發生在抽穗後，會造成倒伏與毀損、稻穗脫水、穎花不稔等現象（圖 5）。強風同時會加速細菌性葉部病害之傳播，尤其是白葉枯病的危害。

台灣在立夏之後，颱風形成的比例較高，除了風速超強之外，還挾帶大量雨水，對稻株的傷害更大。颱風季節裡還有另外一種環境逆境常常形成，即氣象學上的焚風，亦為台灣俗稱之「火燒風」，也被稱為「麒麟風」；焚風發生的原因，係由於溫濕之空氣受山嶺之阻隔，被迫上升而造成體積膨脹，水汽凝結成雲雨，再逐漸冷卻而下降，所以越過山嶺而下降之空氣遂成為乾燥的空氣，再因下降後受壓力壓縮而造成溫度的增加，明顯比鄰近的空氣溫度為高，此種下降氣流所成之高溫乾燥之熱乾風特稱焚風。

焚風現象將造成溫度驟升、濕度驟降、風速增強但又不下雨的情況，此等高溫、乾熱、無雨、強風的現象，對水稻生長造成極大的傷害。焚風帶來之損失，

因生育期不同而有不同的危害徵狀；其中以抽穗開花期較嚴重，若是在抽穗前會有不稔的現象，若逢稻穗剛抽出時期，常常造成白穗的發生（圖 6）。生育後期，則將影響穀粒之外觀品質及其飽滿度（圖 7）。遭遇焚風現象時，應即採行田間灌水，藉以降低溫度，以減輕災害造成的損失。

5. 乾旱：水稻在整個生長期間大部分都需要水的存在，正常的水分散失主要由於蒸發、蒸散、滲漏和滲出所引起。一旦水分失去平衡，在任何生長階段的缺水都會導致減產。缺水逆境最常見的特徵為葉片捲曲、葉片焦黃、分蘖不足、矮化、延遲開花、穎花不稔和穀粒充實的不完全。水稻自減數分裂期至抽穗期均對水分缺乏十分敏感，若在開花前 11 天至前 3 天發生乾旱缺水，將造成不稔率的增加及產量明顯的減少。若在插秧季節前至整地時長期無雨或水源乾涸，包括水庫存水不足或圳道水源不繼時，建議以休耕或轉作其他作物為宜。

加強應變·克服生長逆境

台灣位處亞熱帶地區，日夜溫差小，

附表. 水稻在不同生長階段的臨界溫度需求範圍

生長階段	臨界溫度 (°C)		
	低	高	最適
發芽期	10	45	20 - 35
出苗期	12 - 13	35	25 - 30
長根期	16	35	25 - 28
葉伸長期	7 - 12	45	31
分蘖期	9 - 16	33	25 - 31
幼穗始原體發生期	15		
幼穗分化期	15 - 20	38	
花粉期	22	35	30 - 33
成熟期	12 - 18	30	20 - 25

(資料來源：Yoshida, S. 1977)

一期作後期及二期作前中期常處於高溫及日夜溫差小的環境，不利水稻之淨光合作用，養分提供能力降低，影響稻米的品質；台灣的育種學家及稻作工作夥伴憑藉著雜交育種及栽培技術已稍稍克服這項不利條件。目前面對的是全球的暖化現象，異常溫度發生頻率增加，聖嬰與反聖嬰現象

頻仍，加上民生和工業用水的需求增加，農業生產的灌溉用水相對的受到壓縮，未來環境逆境對水稻的影響相信會較以往嚴重。因此，農業從事人員應更加注意氣象環境的變化，隨時採取應變措施，以因應全球環境變遷的挑戰，為台灣農業創造新契機。[豐]



圖 6. 焚風造成稻穗嚴重白化現象



圖 7. 颱風及焚風造成穀粒褐化現象

Safe Air 農業噴藥 · 最佳護具 · POWER MASK 電動送風口罩



2003 紐倫堡世界發明展 銅牌獎
醫療級矽膠口罩本體，柔軟舒適
二段式風量（40-100公升/分鐘），
呼吸順暢

ISO 國際品質認證



適用

農業噴藥 · 木工裝潢
石材切割 · 研磨雕刻
石棉及玻璃纖維等微
粒粉塵防護

濾罐式口罩系列 無送風

雙罐式 單罐式



盛將有限公司 SAFE AIR CO.,LTD

電話：04-24927569 傳真：04-24925233 台中縣大里市西湖路七巷11號
更多產品介紹在<http://www.safeair.com.tw> safeair@ms39.hinet.net