

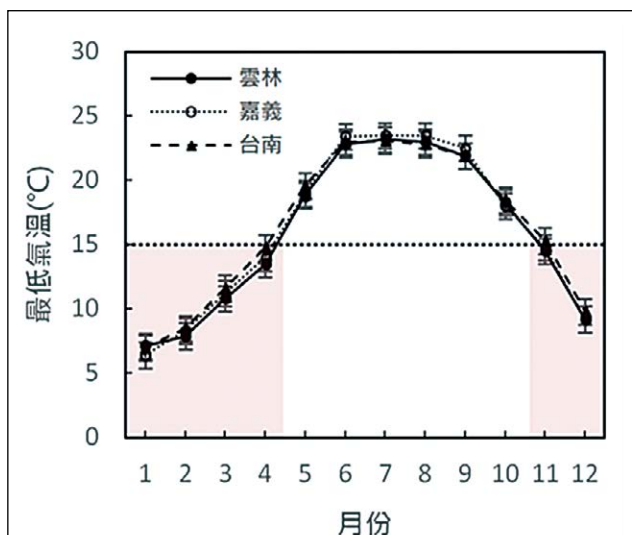
水稻寒害逆境之因應策略

文／莊子瑩 圖／莊子瑩、陳榮坤

前言

水稻是雲嘉南地區最主要的種植作物，111年全年種植面積達85,000公頃，而近年因氣候變遷加劇發生極端氣候，使得水稻在生育期間常遭遇颱風、豪雨、霪雨、寒流、旱災等農業天然災害，導致水稻生產風險逐漸提高。雖然全球暖化使得臺灣冬季的平均溫度有上升的趨勢，但近年偶發之極端低溫事件也時常造成稻農重大的損失。稻作寒害好發時期會因不同期作而異，在一期作水稻栽培過程中，水稻育苗期及孕穗期最易受低溫影響，其中插秧時期則會是幼穗分化至孕穗期是否遭遇寒害的關鍵之一；而二期作水稻栽培過程中，插秧較晚地區，在穀粒充實期易受東北季風之低溫影響。

一般寒害定義為 0°C 至 15°C 溫度範圍間對作物產生之傷害，而分析雲嘉南地區過去5年(108~112年)之氣象資料，每年以1至4月及11至12月期間常出現最低氣溫低於 15°C 之氣候環境(圖一)。統計該等期間因低溫所造成之天然災害損失，被害面積達1,049公頃，損失金額約為2,085萬，其中又以發生在4月之低溫事件所造成的



圖一、雲嘉南地區108至112年度每月最低氣溫之平均值

損失金額最高(表一)。因此，本文將介紹低溫對水稻各生育期之影響，並藉由模擬不同插秧日期與寒害發生之關聯性，並提供寒害來臨前後之因應措施，提供稻農參考，期可以減少雲嘉南地區稻田因遭受寒害之損失。

水稻不同生育期寒害之影響

在一期稻作生育過程中，育苗期及本田初期階段遭遇寒害會導致秧苗根系生長受阻、葉片黃化萎凋甚至死亡，其中育苗

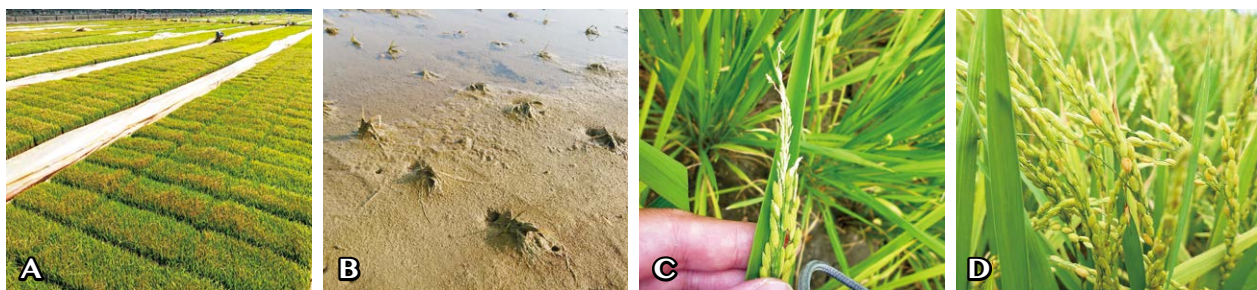
表一、108年至112年雲嘉南地區水稻農業天然災害(寒害)統計

縣市別	年度	災害別	被害面積 (公頃)	被害程度 (%)	損失金額 (千元)
雲林縣	109	4月13日低溫	432	16	10,729
	111	2月寒流	5	5	39
		4月上旬低溫(遲發性)	61	29	3,760
	112	112年1月下旬寒流	57	24	635
嘉義縣	109	1月29日寒流	0	7	13
		4月13日低溫	40	10	608
	110	109年12月30日及110年1月上旬寒流	148	10	3,064
	111	2月寒流等	0	61	260
		4月上旬低溫(遲發性)	1	20	18
	112	112年1月下旬寒流	140	10	588
台南縣	109	4月13日低溫	2	5	15
	110	109年12月30日及110年1月上旬寒流	162	5	1,126
	111	12月中旬寒流	1	2	2
		2月寒流等	0	10	1

(引用自農業統計年報、農糧署農業災情統計)

期階段會造成秧苗生長遲緩、影響秧苗品質(圖二A)；本田初期則會造成黃化死亡等田間缺株損失(圖二B)。而進入生殖生長階段之寒害則會直接影響稻穀產量，幼穗分化期之寒害，會導致穎花退化，呈現穗尖端白化(圖二C)；而孕穗期間，尤其是抽穗開花前7~14天左右之花粉減數分裂期間對低溫最為敏感，此時期對低溫的臨界溫

度因品種而異，一般介於15~18℃間，低於臨界溫度時會使花粉生育受阻，產生稻穀不稔實的情形，也就是農民常俗稱「空包彈」(圖二D)。此外，二期作生育過程中，若水稻種植時間過晚，抽穗後7~18天左右之乳熟期至糊熟期間受15℃以下低溫影響，會導致水稻成熟期延遲、穀粒充實不良，影響稻穀的產量及品質。



圖二、水稻於(A)育苗期、(B)成活期、(C)幼穗分化期、(D)孕穗期遭遇低溫之外表型態

寒害逆境下水稻栽培調適策略

寒害發生前之調適作為

1.調整插秧適期-
以積溫探討插秧期跟寒害之關係

在植物發育的過程中，將每日最高氣溫及最低氣溫之平均扣除生育基礎溫度後，累計至一定發育階段時，為該發育階段所需積溫，可以用來預測作物生育階段。雲嘉南地區在過去5年間之天然災害，以109年時發生的寒害事件造成的損失最為嚴重，因此本文中將以109年種植於本場鹿草分場(嘉義縣鹿草鄉)之中晚熟品種-臺南11號為例，

其生育時期如下表所示(表二)，將此資料利用農業氣象觀測網監測系統 (https://agr.cwa.gov.tw/NAGR/agriculture_helper/gdd_calculation) 換算為生育積溫(基礎溫度為10℃)，可得知一期作抽穗期及成熟期積溫為1,038.8度日及1,624.6度日、二期作為1,303.6度日及1,877.5度日。並依此積溫資料評估不同插秧期對於水稻生育期間可能受寒害之影響(圖三)。

表二、109年種植於鹿草分場之臺南11號生育期資料

期別	插秧期	抽穗期	成熟期	抽穗期積溫	成熟期積溫
一期作	2月7日	5月6日	6月8日	1,038.8	1,624.6
二期作	7月23日	9月30日	11月6日	1,303.6	1,877.5

109年1期作： ↓01/29低溫(連4天<10℃)

↓04/13低溫(連3天<15℃)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	生育天數
01/01插秧	孕穗期		04/16抽穗	05/23成熟		143天
01/11插秧	孕穗期		04/22抽穗	05/28成熟		138天
01/21插秧	孕穗期		04/29抽穗	06/02成熟		133天
02/01插秧	孕穗期		05/04抽穗	06/06成熟		126天
02/11插秧	孕穗期		05/08抽穗	06/11成熟		121天
02/21插秧	孕穗期		05/13抽穗	06/16成熟		116天

←抽穗前7~14天減數分裂期(孕穗期)

109年2期作：

12/30及110年1月上旬寒流
↓(1月上旬12天<10℃)

7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月(110年)	生育天數
07/11插秧	09/17抽穗		10/21成熟				102天
07/21插秧	09/28抽穗		11/04成熟				106天
08/01插秧	10/11抽穗		11/20成熟				111天
08/11插秧	10/23抽穗		12/04成熟				115天
08/21插秧	11/05抽穗		12/22成熟				123天
09/01插秧	11/20抽穗		01/22成熟				143天

←抽穗後7~18天乳熟期至糊熟期(穀粒充實期)

圖三、水稻臺南11號依據生育積溫模擬不同插秧日期之生育階段(以109年度嘉義地區為例)

依據農業天然災害統計資料，109年間有發生1月29日寒流、4月13日低溫及12月31日至隔年1月上旬寒流等農業天然災害事件，由圖三可以看出，一期作時中晚熟水稻品種若提早於1月上旬插秧，雖能提早收穫，但根據積溫數據觀察，則相對會造成生育期延長，並使抽穗前7~14天對低溫最敏感之花粉減數分裂期間落在4月中旬之前。而從過去氣溫資料顯示，雲嘉南地區4月時溫度仍然偏低，尤其以4月中旬前較常有15°C以下之低溫 (圖四A)。因此，雲嘉南地區一期作中晚熟水稻品種宜於1月下旬後插秧，而對低溫敏感的秈稻、早熟粳稻或粳型香米品種延遲至2月下旬種植相對較為安全，避免過早插秧導致增加移植初期及孕穗期間遭遇寒害之風險。

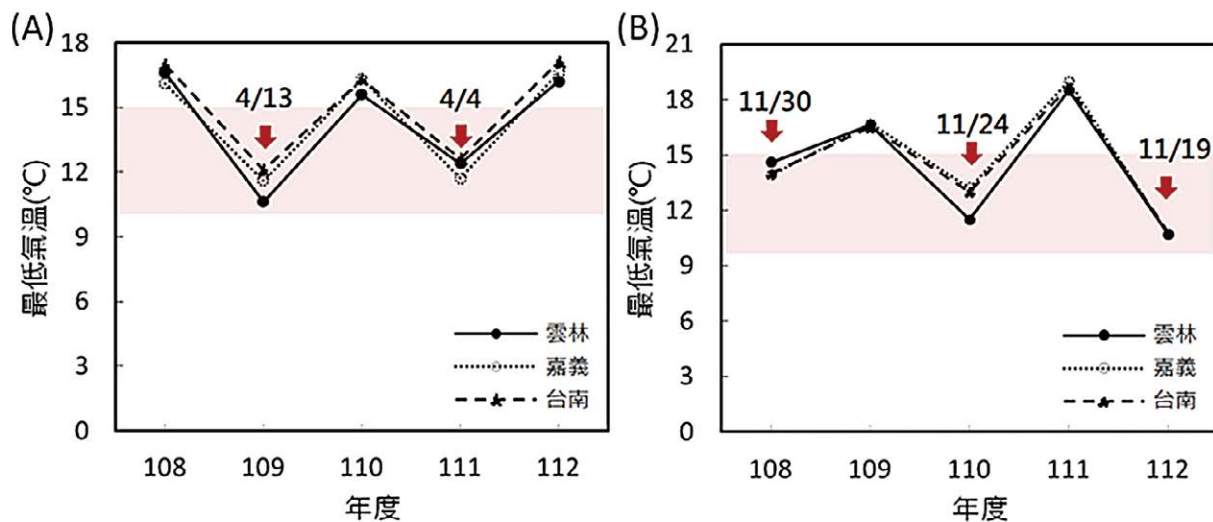
二期作時若超過8月中旬插秧，會於11月上旬之後陸續抽穗，使抽穗後7~18天

左右之乳熟期至糊熟期間落在11月中旬至12月間。而依據歷史氣溫資料顯示，雲嘉南地區11月中、下旬即可能出現15°C以下之低溫 (圖四B)，加上東北季風影響，越晚插秧之田區，受寒害影響機率便會提高。因此，二期作時，於8月上旬即插秧完畢遭遇生育後期寒害的風險最低，尤其晚熟品種更應避免過晚插秧，以避免生育後期之寒害。

2.田間栽培管理措施

(1) 秧苗物理性保溫

一期作的水稻在育苗期時環境溫度較低，因此需要特別注意秧苗的保溫防寒措施。當秧苗移至室外進行綠化作業時，一般育苗場會在秧苗上方覆蓋一層不織布或透明塑膠布，以物理方式保持溫度，避免幼苗遭受寒害；其中又以透明塑膠布的透



圖四、雲嘉南地區108至112年度 (A) 4月份及 (B) 11月份最低氣溫

光保溫效果較好，但溫度過高容易使秧苗熱傷害，因此天氣晴朗時須注意塑膠布內溫度是否過高（需低於36°C）。而不織布透光保溫效果雖然較差，但透氣性優於塑膠布，秧苗受熱傷害風險低，因此育苗業者需依據天氣狀況進行調整，以培育出健康秧苗。

(2) 田間水分管理

水稻於各生育期遭遇寒害時，可透過水分管理，灌水進行保溫，緩衝田間溫度變化，以減少寒害對於水稻之影響。例如在生育初期遭遇低溫時，已插秧田區可灌水3~5公分，以不淹過秧苗為原則；孕穗期間則可加高灌溉水深度至15~20公分，避免稻株遭受寒害。

(3) 合理化施肥

正確的施用肥料可增加水稻產量及提高稻米的品質，但當過度施用時反而會增加生產成本，甚至對其造成毒害。而在水稻生育期間肥料的施用以氮、磷、鉀為主，尤其氮最為重要。水稻產量會隨著氮肥用量的增加而提高，但過量施用氮肥，除加劇病蟲害發生及增加生育後期倒伏之風險，更會導致植株細胞變薄及含水量增多，使其對於低溫的反應更敏感。磷肥能促進水稻根系發育與增加分蘗，並強化幼穗分化；因此當寒害來臨前，可酌量施用磷肥，以增強植株對低溫的耐受性。鉀肥則可以促進碳水化合物形成，使植株莖稈健壯。因此，農民於栽培期間應掌握品種特性，配合土壤條件，適時適量施肥，使植株生育強健，增強抗逆性。

寒害發生後之調適作為

在寒流來臨前，一般會透過灌水方式以維持田間溫度，因此在寒流過後溫度回升時，應立即排水並恢復一般管理，如此可讓田間溫度提升，恢復稻株生長勢。而在育苗期進行綠化作業期間，需隨時移除塑膠布上積水，以避免低溫積水持續危害秧苗；移植初期已插秧田區，如因低溫導致秧苗死亡，應先行補植，待根系恢復生長時，可酌施少量氮肥促進恢復生長。

結語

近年來，受氣候變遷影響下，極端天氣愈加頻繁，而常被提及的主要為乾旱或是高溫等災害，然而寒害也是不可忽視的問題，其中水稻作為臺灣栽培面積最大的糧食作物，也面臨著寒害之威脅，因此，本文透過統整過去災害事件及模擬不同插秧期，歸納出每年好發寒害之時期及發生原因，據以提供相關調適策略，包含調整種植時期、土壤水分管理、肥培管理等，期望可以透過事前積極的預防以及災後復育措施，減輕寒害對水稻之影響。