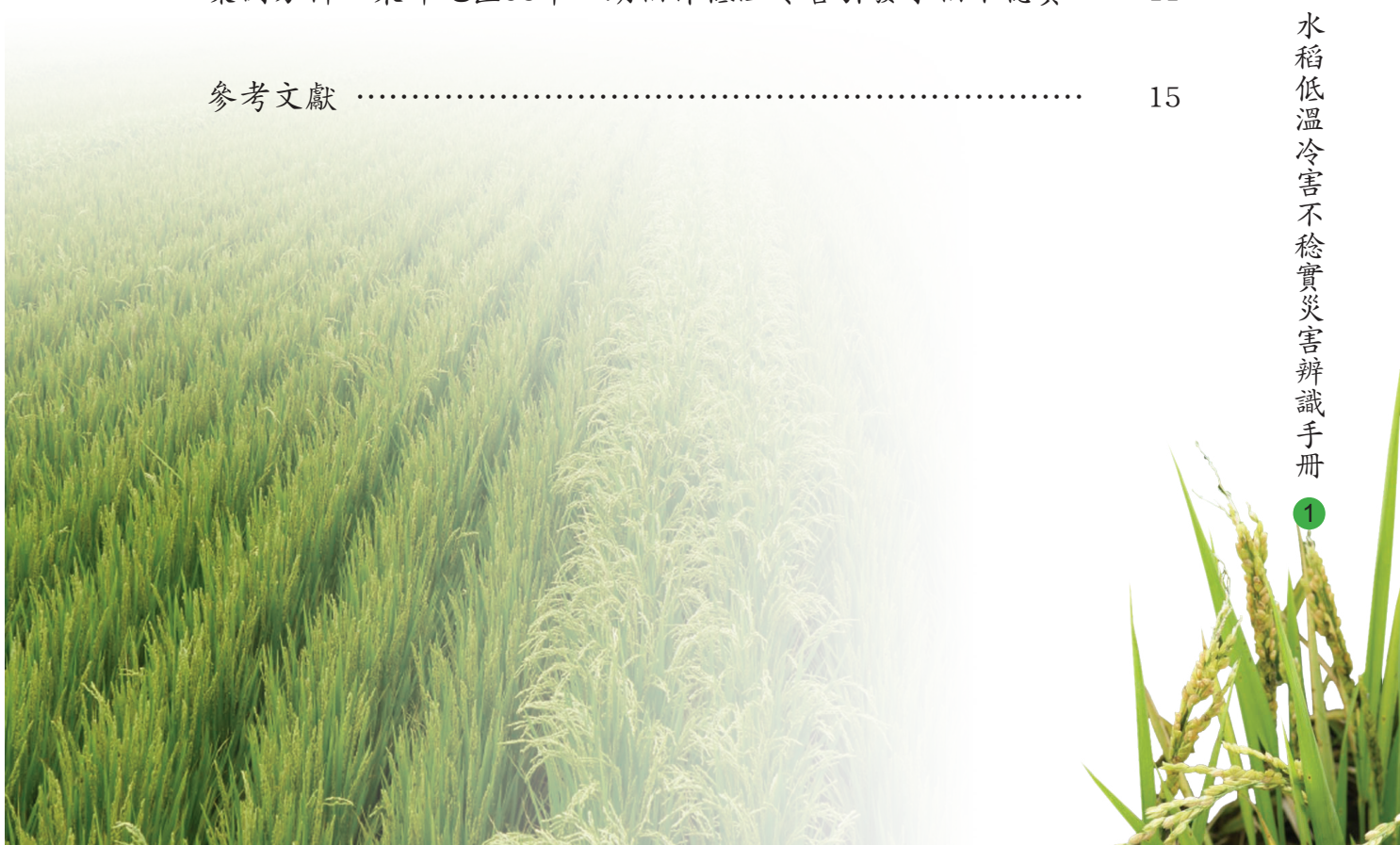




# 目 錄

序 .....	2
前言 .....	3
低溫冷害造成水稻不稔實之生理機制及特徵 .....	4
主要栽培品種對於低溫之耐受性比較 .....	7
低溫冷害與水稻病害造成不稔實特徵之比較 .....	9
案例分析：東部地區98年一期稻作低溫冷害引發水稻不稔實	11
參考文獻 .....	15





# 序

水稻為台灣地區最重要的栽培作物，稻作豐歉更攸關農家收益至鉅。近年來由於全球暖化現象，致使氣候變動頻繁，且波動幅度增大，這對農業生產時需提供的穩定氣象環境造成相當大的衝擊。

98年一期作水稻生育期間，東部地區因遭逢四～五月間低溫影響，此時期正值水稻對於低溫最敏感的幼穗分化至抽穗開花期間，導致稻株花粉死亡或發育不全，使穎花因授粉不良而產生稻穀不稔現象，即農友所謂之稻穗空包彈，造成本區稻作減產，農民損失重大。

鑑於未來水稻生育期間有可能再發生因低溫而影響水稻的正常生育，本場特別針對發生在東部地區一期稻作生育期間，因低溫而造成水稻不稔的相關資料加以彙整，並提供因低溫造成水稻生育傷害之機制、冷害症狀辨識方法及因應措施等，期提供大眾參酌。

行政院農業委員會花蓮區農業改良場

場長 **黃 鵬** 謹識

中華民國九十九年六月



# 前 言

水稻在生長期間需要有充足日照及溫暖的氣候環境，當栽培環境變動過大時，將有可能影響稻株之正常生長，甚而造成稻穀失收及稻米品質下降。台灣地處亞熱帶地區，氣候相當適合水稻生長，但由於栽培制度為一年雙期作，因此在一期稻作除育苗期易遭遇低溫冷害外，早植水稻或早熟品種在生育後期也常發生因低溫冷害而導致稔實不佳，產量降低之情形；二期稻作生育後期則由於氣溫逐漸下降，若延遲插秧或種植晚熟品種，亦有可能在抽穗期或成熟期因低溫危害而導致稔實率降低、穀粒不飽滿與產量下降進而影響米質。

東部花蓮縣玉里鎮及新城鄉在85年一期水稻生育後期曾發生因低溫冷害而造成稻穗不稔情形，受害田區零星分布約30公頃；88年一期作在花蓮、宜蘭等地區水稻於孕穗至抽穗期間曾遭遇兩次18°C以下低溫，引發稻穀不稔實現象。花蓮縣受害面積約290公頃；宜蘭縣受害面積約350公頃。而後，花蓮縣在98年一期作水稻幼穗分化至抽穗期間發生嚴重低溫冷害，造成大面積水稻栽培田間稻穗不稔情形，經勘查核定受害面積即超過3,800公頃，其中損害率達80%以上之嚴重受害田區約300公頃；宜蘭縣因插秧期普遍較花蓮縣延後，水稻生育後期因低溫而導致的稻穗不稔受害情形較輕，全縣受害面積約70公頃。

由於氣象變化每年不一致且難以預測，而不同水稻品種間及各生育時期對低溫忍受性亦互有差異，為避免再次發生低溫不稔情形及減少農民損失，本手冊將就低溫冷害於稻作生育期可能造成損害之時期、受害症狀辨識方法、不同品種耐寒程度差異及栽培上應注意事項等事項加以說明，希望能減輕未來可能之災害損失，並提供低溫災害發生時之處理參考。



# 低溫冷害造成水稻不稔實 之生理機制及特徵

水稻在生育過程中深受外在環境的影響，舉凡溫度變化、溼度、降雨量與日照時數等氣象因子皆與水稻的生長與發育有關，其中尤以溫度的變化對稻穀收量的豐歉與否最為關鍵。在水稻生育過程中，各生長時期對於環境最適溫度及極端溫度的忍受性互有差異(表一)，若不適溫度(過高或過低溫度)發生於水稻營養生長期，會造成水稻生長期延遲及植株枯萎，若不適溫度發生於水稻生殖生長期，將會導致幼穗死亡、稻穀充實不良或不稔實等情形發生，而水稻之產量主要由穗數、一穗粒數、結實率及千粒重等四個產量構成要素所構成，除穗數在營養生長期形成外，其餘三個影響稻穀產量的要素均是在生殖生長期形成，因此若水稻在幼穗分化期、花粉形成期(即花粉母細胞減數分裂期，約於抽穗期前兩週)及抽穗期間，碰到低於 $18^{\circ}\text{C}$ 之低溫且相對溼度低於60%以下時，易導致水稻不稔實而影響稻穀產量。(圖一)

## 造成水稻不稔實之生理機制及特徵：

- (一)幼穗於分化時，因低溫造成氣孔開閉異常，導致水分大量散失而死亡，其特徵為水稻稻穗尖端發育異常，呈現白化現象。(圖二)
- (二)幼穗分化完成尚未抽出，穎果內花粉正值形成時期，因低溫造成花粉死亡，使穎花因授粉不良或無法授粉而形成不稔實，其特徵為水稻穀粒因無法充實而呈現空殼(不勾頭)，外表呈青綠色或微黃(圖三、圖四)，稻穗於充實期因不充實仍維持直立狀態。
- (三)水稻已開始抽穗，但受低溫影響，花粉囊不裂開而無法授粉造成不稔實，其特徵與花粉形成時期危害相似。
- (四)水稻抽穗開花後，穎花將陸續完成授粉及進行穀粒充實，且隨著穀粒的逐漸充實而出現稻穗下垂及穀粒外觀轉黃現象。但在水稻生殖生長期因遭遇低溫而發生冷害初期，卻不易由稻株外觀來判定是否發生冷害，因此無法立刻判斷災情，災情會俟至充實期後才逐漸顯現。



表一、水稻不同生育階段最適溫度比較

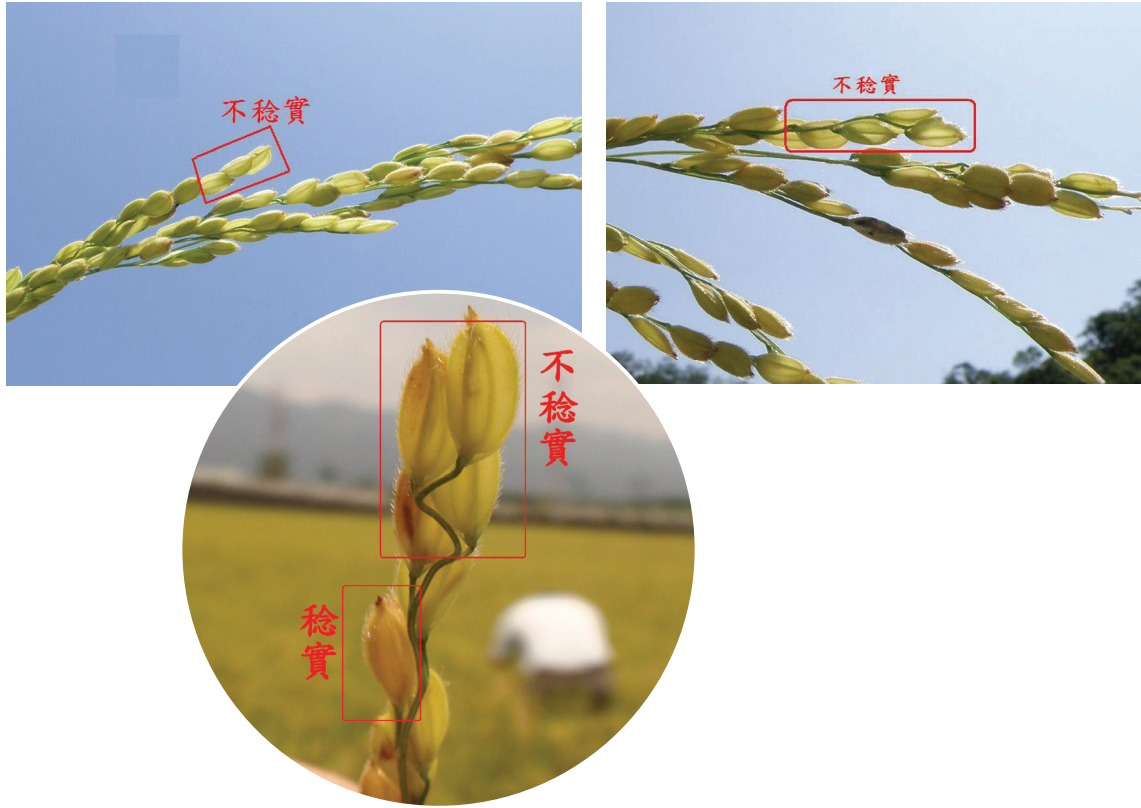
生長階段	最適溫度 (°C)
發芽期	20-35
長根期	25-28
葉伸長期	31
分蘖期	25-31
幼穗分化期	—
花粉形成期(減數分裂期)	30-33
穀粒成熟期	20-25



圖一、水稻受冷害後穀粒無法充實，稻穗於充實期後仍呈直立狀。



圖二、低溫造成幼穗死亡(稻穗前端白色毛狀物)。



圖三、受低溫冷害之稻穗，其中稔實(不透光)，與不稔實(透光)的穀粒比較。



圖四、水稻稔實穀粒(左)與不稔實穀粒(右)比較 (林駿奇提供)



## 主要栽培品種 對於低溫之耐受性比較

水稻生長期間對於低溫的耐受性隨品種不同而有差異。國內現有水稻新品系及主要推廣品種耐寒性特性檢定由行政院農業委員會桃園區農業改良場負責執行，水稻耐寒性檢定時期則因期作別而有所不同。第一期作檢定期為秧苗期，依據秧苗之成活率、葉色及生長勢判別等級；第二期作檢定期在水稻生育後期，依據成熟期之穀粒結實率作為判別等級，其調查標準如下表所列（表二）。一般而言，粳型（蓬萊）稻品種對低溫的耐受性較秈型（在來）稻品種為大，而不同粳型稻品種間，對低溫引起穎花不稔的忍受性亦互有差異（表三及圖六）。若以本次98年一期作水稻生育後期發生於花蓮地區的低溫冷害為例，在當期作栽培的粳稻品種中，台粳4號及台農71號品種因低溫而引致穎花不稔之受害程度有較其它品種嚴重之現象。

表二、第二期作水稻耐寒性檢定判別標準

等級	標準	耐寒性表現
1	稻穀結實率81%以上。	抗(R)
3	稻穀結實率61~80%。	中抗(MR)
5	稻穀結實率41~60%。	中感(MS)
7	稻穀結實率11~40%。	感(S)
9	稻穀結實率10%以下。	極感(HS)



表三、現有主要水稻栽培品種二期作生育後期耐寒性表現\*

品 種	耐 寒 性 表 現
台種2號	中 抗
台種4號	中感～感
台種8號	中抗～感
台種9號	中抗～中感
台種14號	中感～感
台種16號	中感～感
台南11號	中抗～感
台農71號	中感～感
高雄139號	中 感
高雄145號	中 感
台中秈10號	中抗～中感

資料來源：行政院農業委員會桃園區農業改良場97及98年二期作水稻耐寒性特性檢定資料

主要栽培品種對於低溫之耐受性比較



圖六、稻田左側台種4號品種（直立狀稻穗），屬於低溫敏感品種，受害後稻穗多無法充實；而右側為台種2號（稻穗下垂稻株），屬於較不敏感品種，雖有受害，但充實程度相較台種4號為佳。

# 低溫冷害與水稻病蟲危害 造成不稔實特徵之比較

水稻於生育過程中除了受到低溫冷害會導致不稔實外，若感染穗稻熱病、穀枯病、稻細蟎或稻葉鞘腐敗病等病蟲害，也同樣會造成不稔實，但所產生的特徵皆不相同，此可藉此判斷產生之原因為何。(表四)

表四、水稻低溫冷害與病蟲害造成不稔實特徵之差異比較

病蟲害名稱	病徵	差異
穗稻熱病	發生於穗頸、枝梗或穀粒上的稻熱病皆統稱為穗稻熱病。一般在穗頸及枝梗上會有淺褐色或暗褐色的病斑，在穀粒上則會有暗灰色及白色之病斑，發病後會造成穀粒不充實或不稔實。	穗稻熱病的穗頸或枝梗上有病斑，穀粒上病斑為暗灰色或白色，而受低溫冷害影響之穀粒外觀及穗頸仍為青綠色或淡黃色。(圖七)
穀枯病	本病易發生於水稻乳熟期之綠色穗，最初呈蒼白似缺乏水份狀萎凋之穀粒，之後被害穀粒漸變為灰白色或淡黃褐色，內外穎之先端或基部變紫褐色，護穎亦呈紫褐色，其患部與健全部界限明顯，罹病穀粒多呈不稔，若有稔實其糙米大多萎縮且畸形。	相較於受穀枯病影響之穀粒外觀為灰白色或黑褐色(圖八)，受低溫冷害影響之穀粒外觀仍為青綠色或淡黃色。
稻細蟎或稻葉鞘腐敗病	稻細蟎蟲體會寄生於葉鞘部位，隨著植物生長而向上危害，且其體表常會附著葉鞘腐敗病原菌感染水稻，造成雙重危害，其特徵為穀粒黑褐化、不稔實、穗頸矮化(抽不出來)及扭曲。	而受稻細蟎或葉鞘腐敗病影響之水稻，其葉鞘上會有黑褐色虎斑病徵且穗頸會矮化或扭曲，其穀粒會呈灰白色或黑褐色，而受低溫冷害影響之穀粒外觀仍為青綠色或淡黃色。



圖七、穗稻熱病（左圖下方、右圖右方）與低溫冷害（左圖上方、右圖左方）特徵之差異，穗稻熱病穀粒為暗灰色或白色，而受低溫冷害影響之穀粒外觀仍為青綠色或淡黃色。



圖八、穀枯病與低溫冷害特徵之差異，穀枯病（左圖，林立提供）穀粒為灰白色或黑褐色，低溫冷害（右圖）影響之穀粒外觀為青綠色或淡黃色。



# 案例分析：花蓮地區98年一期稻作 低溫冷害引發水稻不稔實

## 1. 栽培現況

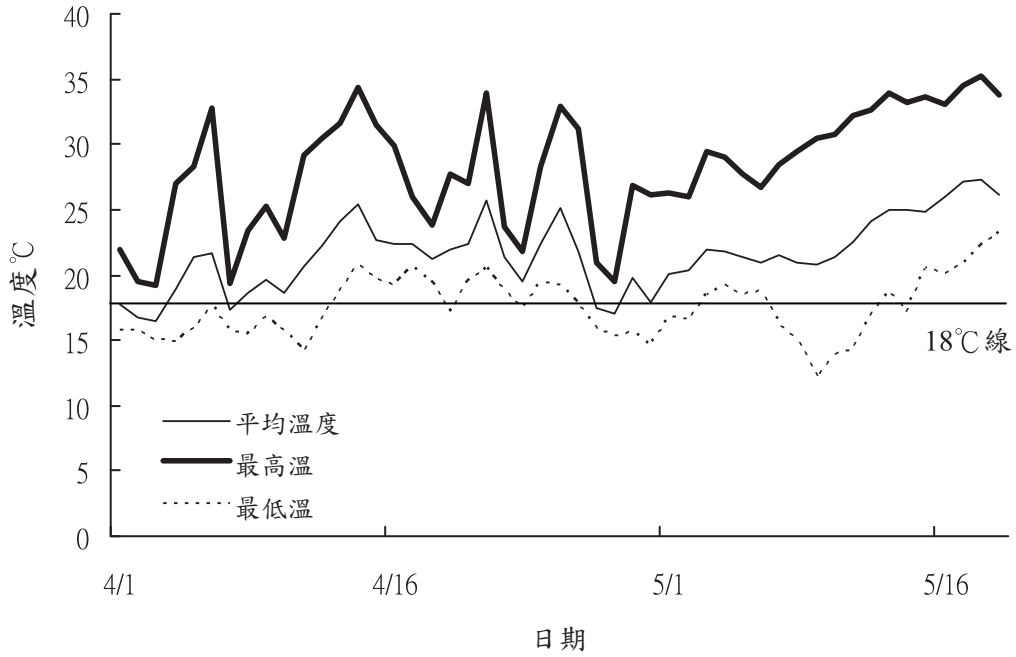
花蓮縣98年一期作水稻栽培面積7,289公頃，主要種植鄉鎮為玉里鎮（3,140公頃）及富里鄉（2,400公頃），約佔全縣種植面積76%。其中玉里鎮主要栽培品種為台梗2號、台梗16號及台梗4號；富里鄉則為高雄139號。一期作插秧適期為1月中旬至2月底，於六月上旬至七月中旬收穫。

## 2. 低溫冷害發生時期：幼穗分化期至抽穗期

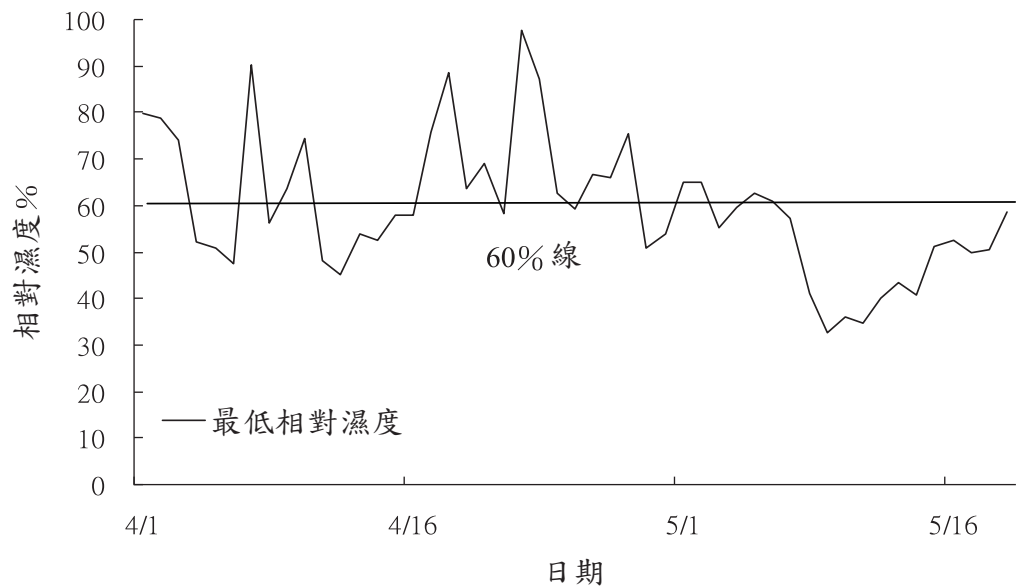
根據氣象資料(圖九及十)顯示，在98年4月~5月期間陸續發生數次低溫氣象環境，如4月1~3日、4月6~9日、4月26~29日及5月7~10日等四個時期。其中發生在4月份的3次低溫環境，其日均溫皆低於18°C。而在此低溫發生期間，正值水稻生育期中對低溫最敏感的幼穗分化期至抽穗開花期間，易導致稻株花粉死亡或發育不全，使穎花因授粉不良而產生稻穀不稔實現象。以玉里地區種植之水稻台梗2號品種為例，本期作約於插秧後80天開始幼穗分化，約於105天開始抽穗。由此推估農戶若於1月中至2月中旬期間插秧，其幼穗分化期至抽穗期間將會遭遇4月底至5月初之低溫冷害而造成不稔實。(圖十一)



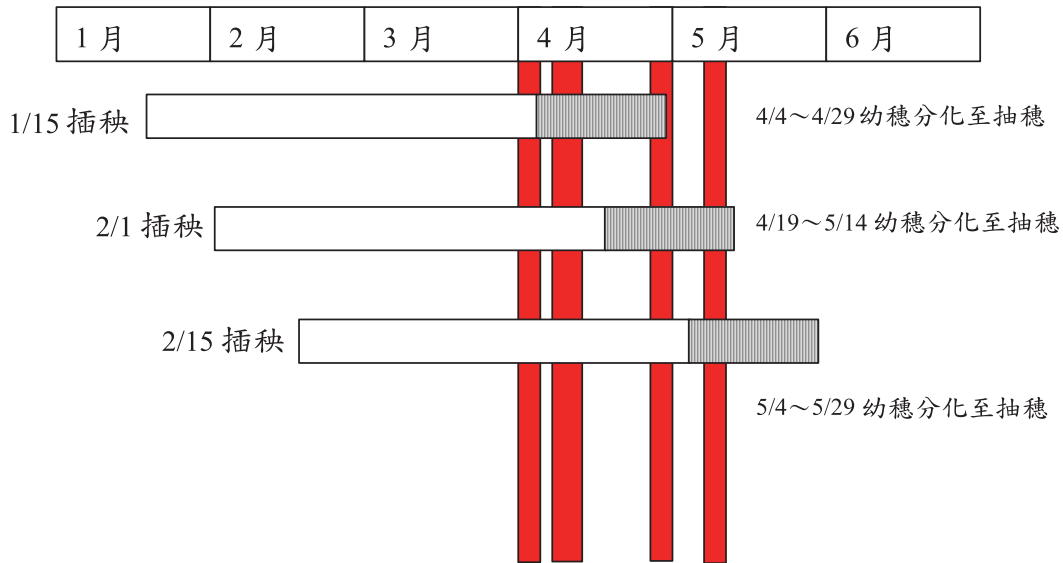
案例分析：花蓮地區98年一期稻作低溫冷害引發水稻不稔實



圖九、花蓮縣玉里鎮春日里4/1-5/19溫度變化圖



圖十、玉里鎮春日里4/1-5/19相對濕度變化圖



圖十一、水稻插秧日期、幼穗分化期及抽穗期遭遇低溫期間示意圖（圖例說明：本圖以台種2號品種為例，紅色部份為溫度低於18°C、同時濕度低於60%之冷害期間，分別為4月1-3日、4月6-10日、4月26-30日、5月7-10日，直線部份為幼穗分化至抽穗期間）。

### 3. 損害程度

經統計花蓮地區一期稻作受低溫冷害影響之栽培面積為3,800公頃，而在產量影響上，98年一期作每公頃稻穀平均產量4,473公斤，約為97年同期產量75%，其中以鳳林鎮減收比例較高，每公頃平均稻穀產量2,367公斤約為97年同期之42.4%，其次為壽豐鄉，每公頃平均稻穀產量2,969公斤約為97年同期之49.5%(表五)。若以本場豐欠試驗為例，台種4號受冷害影響最嚴重，產量僅為10年平均產量之11.5%而已(表六)。





表五、97年一期作及98年一期作花蓮地區各鄉鎮稻穀產量之比較

地 區	97年一期作產量 (公斤/公頃)	98年一期作產量 (公斤/公頃)	產 量 差 異	
			公斤/公頃	%
鳳林鎮	5,584	2,367	-3,217	42.4 %
玉里鎮	6,105	4,428	-1,677	72.5 %
新城鄉	5,644	5,930	+286	105.1 %
吉安鄉	5,651	5,121	-530	90.6 %
壽豐鄉	5,995	2,969	-3,026	49.5 %
光復鄉	5,882	3,348	-2,534	56.9 %
豐濱鄉	5,136	4,456	-681	86.8 %
瑞穗鄉	4,325	4,050	-275	93.6 %
富里鄉	5,811	5,059	-753	87.1 %
卓溪鄉	4,731	3,349	-1,382	70.8 %
平 均	5,487	4,108	-1,379	74.9 %

\* 稻穀產量資料來源：行政院農業委員會農糧署東區分署產量評估調查資料

表六、本場水稻豐歉試驗98年一期作及88年~97年一期作平均稻穀產量之比較

品 種	98年一期作產量 (公斤/公頃)	88~97年一期作平均產量 (公斤/公頃)	產 量 差 異	
			公斤/公頃	%
台稔2號	3,011	5,042	-2,031	60 %
台稔4號	488	4,253	-3,765	11.5 %
台農67號	2,299	4,739	-2,440	48.6 %

\* 稻穀產量資料來源：本場水稻豐歉試驗。



#### 4. 建議減少損害因應措施

- (1) 品種選擇：依據栽培期作及種植環境慎選栽培品種。水稻生育前期（插秧初期）或水稻生育後期（幼穗分化期後）易受低溫危害地區，應避免種植對低溫敏感品種，如台種4號、台農71號及台農74號等。
- (2) 調整插秧適期：一期稻作延後插秧；二期稻作提早插秧均能適度減輕低溫危害之風險，尤其是二期稻作擬種植晚熟品種時，更應避免晚植，以免生育後期遭遇低溫發生冷害，造成稻穀不稔。
- (3) 深水灌溉：水稻幼穗分化期後，如遇氣象低溫預報，可加高稻田灌溉水深度（水的熱容量大，降溫慢），俟天氣溫暖時再將水排出，可適度減輕低溫冷害。

### 參考文獻

1. 行政院農業委員會桃園區農業改良場97及98年二期作水稻耐寒性特性檢定資料。
2. 李超運、侯福分 1999 幼穗發育期低溫對於水稻生育和產量之影響 中華農業氣象 6(4):149-158。
3. 李蒼郎 1990 氣象因子對水稻產量構成因素之影響及產量估計模式 pp.6-11 國立中興大學農藝研究所碩士論文。
4. 李祿豐 1999 氣象因素對宜蘭地區水稻產量之影響 花蓮區農業改良場研究彙報 17: 93-102。
5. 張正賢譯著 1988 稻作學精要 pp.87-106 國立編譯館主編 茂昌圖書有限公司發行。
6. 黃義田 2007 生理障礙-寒害 植物保護圖鑑系列水稻保護（下冊） p.395-397 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。





書名：水稻低溫冷害不稔實災害辨識手冊

發行人：黃鵬

編輯委員：林學詩、宣大平、楊大吉

著者：潘昶儒、余宣穎、宣大平、黃井約

出版機關：行政院農業委員會花蓮區農業改良場

地址：97365花蓮縣吉安鄉吉安村吉安路二段150號

網址：<http://www.hdais.gov.tw/>

電話：(03) 8521108

傳真：(03) 8537040

出版年月：中華民國九十九年六月

版次：第一版第一刷1,000本

定價：新台幣50元（版權所有，翻印必究）

展售處：國家書店松江門市 <http://www.govbooks.com.tw/>

104臺北市松江路209號1樓 電話：02-25180207

五南文化廣場台中總店 <http://www.wunanbooks.com.tw/>

400台中市中山路6號 電話：04-22260330