

被忽略的稻熱病初次感染源－『帶病秧苗』

陳繹年^{1,2}、陳珮臻^{2*}

¹ 行政院農業委員會農業試驗所

² 國立中興大學植物病理學系

* 聯絡作者, Email: janetchen@nchu.edu.tw

摘 要

陳繹年、陳珮臻。2020。被忽略的稻熱病初次感染源－『帶病秧苗』。植物醫學62(2): 13-16。

在台灣水稻栽培制度下，嘉南地區稻熱病 (rice blast disease) 主要好發在第一期作的清明節與梅雨季前後的高濕度環境。雖然許多研究嘗試透過田間孢子量及環境氣候監測進行病害發生預測，但都未能明確掌握病因與病害流行間之關聯性。近年田間調查結果發現，近一成左右剩餘秧砧常在插秧後2-3週就出現嚴重稻熱病危害，但同時間本田植株卻未有相同發病情勢。從2019年3月份嘉南地區稻熱病爆發後取得的發病地區空拍圖顯示，當地稻熱病大爆發的田區病害發生分佈與水稻插秧方向具一致性，顯示稻熱病的發生與秧苗有關。針對發病田進行稻種抽樣檢測，台南11號與台農71號種子的稻熱病菌 (*Pyricularia oryzae*) 帶菌率分別為1-3%與6-11%，病原在稻穀的護穎 (sterile lemma) 及米粒胚 (embryo) 對側的種皮 (testa) 部位可同時被檢出，此結果與前人文獻相符^(3, 8, 9)。綜合以上結果，顯示以未經處理的稻穀作為苗土介質或消毒未完全的帶菌稻種作為種原，都可能增加秧苗帶病、成為初次感染源的風險，進而造成稻熱病在田間以種傳病害形式傳播爆發。

關鍵詞：稻熱病、初次感染源、秧苗、*Pyricularia oryzae*

前 言

稻熱病 (rice blast disease) 為水稻重要真菌性病害，發生嚴重時可造成50－90%產量損失⁽⁷⁾，每年在南亞及東南亞地區引起的經濟損失估計達5,500萬美元⁽⁴⁾。由於環境氣候因素，台灣稻熱病主要好發在第一期作水稻⁽²⁾，春季日夜溫度的劇烈反差及清明節、梅雨季前後的高濕度環境，常營造有利此病害發生之條件。2013年台中、彰化、南投、雲林、嘉義、台南及台東等7縣市第一期稻作，因氣候陰晴不定、氣溫忽冷忽熱發生嚴



圖一、水稻插秧3週後的稻熱病發病狀況。(A) 田間剩餘秧砧因植株密集、微氣候濕度高，在稻熱病發生嚴重後出現苗株乾枯死亡；(B) 同時期本田水稻僅零星出現植株乾枯死亡，其餘多數稻叢未出現明顯罹病現象。

Fig. 1. The infected seedlings in the field 3 wks after transplanting. (A) The unplanted mat of seedlings was placed in a bunch, with the high humidity microclimate, the majority of the seedlings die quickly after *Pyricularia oryzae* infection; (B) in the same field away from the bunch, infected plants were scarce, most plants are healthy.

重稻熱病危害，農糧署估計當期水稻受害面積約3萬公頃、罹病率12-35%、受害田區減產10-40%。一般普遍認為，稻熱病的初次感染源 (initial inoculum) 主要來自田間殘存病原菌於環境適合下所產生的空飄孢子^(11, 12)，筆者統計2009年迄今約1,500筆田間調查資料，發現約四成稻田會預留秧砧，而其中有一至兩成左右比例 (隨地區不同)，可在插秧後2-3週時觀察到預留秧砧出現稻熱病危害、嚴重時甚至導致苗株乾枯的狀況 (圖一A)，但同時這些田區的植株卻鮮少觀察到發病情勢 (圖一B)。有研究指出^(6, 13)，空氣中最早捕捉到分生孢子的時間有時會出現在本田稻熱病發生之後，顯示稻熱病的傳佈除了因空氣中大量稻熱病菌 (*Pyricularia oryzae* Cavara) 分生孢子飄散外，應該還存在著另一個引發稻熱病的初次感染源。

2019年二、三月份由於平均氣溫較歷年同期溫度高出2-4℃，導致嘉南地區普遍認知在清明節前後發生的一期作水稻稻熱病提前在三月中旬大爆發。新聞曝光隔日，農試所農化組郭鴻裕組長帶領的無人機團隊立即前往病害發生地區進行田間影像空拍及受害面積調查。台南地區受害最嚴重的後壁、柳營、六甲發病面積比估計達40%左右，鄰近嘉義地區最嚴重的

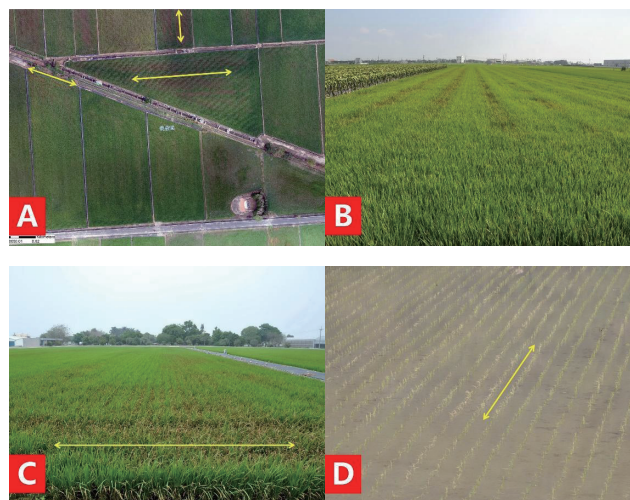


圖二、2019年3月中旬台南後壁稻熱病爆發田區空拍圖（農試所郭鴻裕組長提供）。紅褐色區塊為水稻受稻熱病嚴重危害後乾枯致死區域，黃色區塊為植株中度染病後葉片黃化所致。多數田區的病勢發展分佈（紅褐色區塊）都呈現相同線性方向（黃色箭頭），不符合空氣傳播型病害的自然分佈樣態，反而與水稻插秧方向具一致性。

Fig. 2. The aerial shot of rice fields in Houbi District, Tainan City taken in March 2019, that had severe *Pyricularia oryzae* epidemic (photo provide by H.Y. Guo). The red brown areas were plants heavily infected by *P. oryzae* and yellow areas were plants with mild infection. The picture showed the disease progress were in linear pattern as the yellow arrow indicated, concurrent with the seedling transplanting direction, and less like the air-borne pattern.

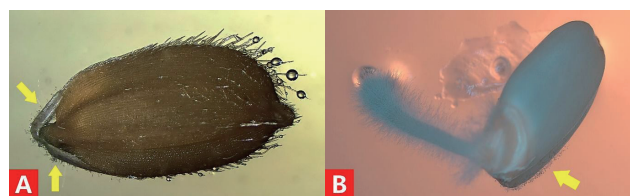
新港、民雄也達20%以上。從無人機取得的發病地區可見光空拍圖顯示（圖二），許多稻田因稻熱病嚴重危害導致稻株乾枯，而使整體巨觀色澤呈現紅褐色，且這些紅褐色區塊的分佈多明顯具線性規則，然此種線性分佈的病勢發展不符合空氣傳播型病害的自然分佈樣態⁽¹⁾，反而與田區水稻插秧方向具一致性。目前水稻利用插秧機插秧時，原則上同一盤秧苗會插植在同一直線上。類似的線性分佈情形在不同年度、地區與株齡的稻田也都曾出現過（圖三A、B、C、D），顯示罹病植株呈線性分布並非單一個案或隨機事件。然先前這些現象最終都被歸咎於施肥問題，而忽略了可能是秧苗帶病造成的結果。

水稻秧苗帶病的可能原因有二，一是使用了消毒未完全的帶菌稻種，另一為育苗土混拌用的稻穀（粗糠）帶菌。育苗場使用的稻種源自於田間採種田，若採種田管理不善即可能造成稻種在稻熱病、徒長病、胡麻葉枯病等病害的帶菌率過高。筆者採集2019年台南11號與台農71號品種稻熱病發病田稻穀，以隨機取樣方式將稻種直接置於2% (w/v) 水瓊脂培養基上觀察是否產生稻熱病菌分生孢子並進行帶菌率檢測，兩者帶菌率分別為1-3%與6-11%，產孢部位主要集中在護穎（sterile lemma）（圖四A），此結果與文獻報導稻種帶菌率約9.9%、主要存在護穎部位相符^(3, 10)。進一步剖殼檢測米粒與稻穀的帶菌狀況，結果發現只要稻穀帶稻熱病菌，其內部米粒一併可檢測出帶菌，部位則主要集中在胚（embryo）對側的種皮（testa）部位（圖四B），



圖三、不同年度、地區和株齡的稻田，稻熱病病害分佈方向與插秧方向具有一致性。(A) 2019年3月份台南後壁地區；(B) 2017年4月份台南柳營地區；(C) 2011年5月份雲林斗南地區；(D) 2013年3月份苗栗三義地區。

Fig. 3. Rice field photos taken in different years, areas, and plant stages showed the distribution of all the disease patterns were linear, which was concurrent with the seedling transplanting direction. (A) Photo in Houbi District, Tainan City 2019 March; (B) photo in Liuying Dist. Tainan City 2017 April; (C) photo in Dounan Township, Yunlin County 2011 May; (D) photo in Sanyi Township, Miaoli County 2013 March.



圖四、檢測稻種帶菌位置顯示，(A) 稻穀檢出稻熱病菌部位主要集中在護穎；(B) 米粒檢出稻熱病菌位置主要則集中在胚另一側的種皮部位（黃色箭頭所指為病原菌纏踞位置）。

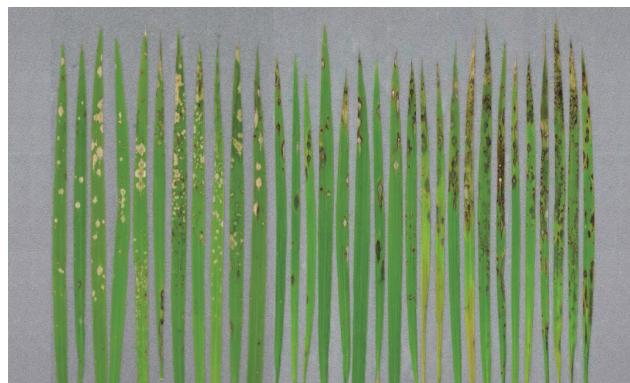
Fig. 4. Sampling for infected seeds showed *Pyricularia oryzae* colonized on different places where the yellow arrows indicated; (A) *Pyricularia oryzae* colonized on the sterile lemma on the hull; (B) the pathogen is usually found opposite of the embryo (germ) at testa.

此現象也曾經由Kato等學者報導⁽⁸⁾。由上述結果得知，罹病田稻穀一定比例帶有稻熱病菌，且病菌不只潛藏在稻穀護穎部位，也潛伏在米粒表面。而水稻機械化栽培模式下衍生出種子密集的育苗箱環境，正好提供稻熱病菌良好、適宜的生存環境⁽⁸⁾，使帶菌稻種成為可能的最初感染源^(5, 9)。雖然目前稻種消毒工作已成為育苗場作業標準程序，但在短時間內需進行巨量稻種的消毒工作，若選種、藥劑濃度、水量及循環系統等細節稍有疏忽，都可能導致稻種消毒不完全、造成秧苗帶病。此外，育苗場為了增加土壤通氣性、減輕秧苗盤重量，通常會在苗土中混拌適量稻穀。東部地區因稻穀量少、取得不易，所以育苗

場在取得稻穀後會預先與苗土進行混拌並置於戶外堆積3-6個月，一方面減少稻穀帶來的異品種問題，一方面也降低稻穀上的帶菌率。然西部地區進行預拌堆積的比例不高，通常將稻穀與苗土均勻混拌過篩後立即用於苗盤播種。未經堆積處理的稻穀在後續播種程序中，僅會接觸到灌注於土壤的藥劑如依得利、賽座滅等，然這類藥劑對於稻熱病菌並無抑制效果，若以10%稻穀帶菌率及稻穀、苗土1:1容積混合比計算，添加的未經處理稻穀將大幅提升秧苗帶病風險。

稻熱病菌生長速度不快，研究顯示帶菌率21%的稻種播種4週後，在第3或第4位葉出現稻熱病斑的植株比例僅3.8%⁽⁹⁾，這在苗株高度密集且葉片幾近直立的苗盤中若未仔細撥動翻找，其實並不容易被發現。而插秧後苗株分散、環境濕度降低、不利病原侵染繁衍，田間病害發展變得緩慢、甚至暫時停滯；但秧田密集的潮濕溫暖環境，則一直提供 *P. oryzae* 良好發展條件，因此秧田病害進程會較本田更快呈現。隨植株成長分蘖、稻叢逐漸茂密、微氣候濕度慢慢升高，潛伏在植株老葉病斑上之病原又再度開始活躍、繁衍、侵染。然稻田面積廣大且高密度的集約化栽培，使得初期出現在下位葉的零星病斑不容易被發現。等到病原菌經過2-3個世代的增殖繁衍，孢子逐漸往上位葉擴散侵染、造成明顯可見危害時，通常已錯失最佳防治時機，而此時間多半也正好落在水稻分蘖盛期期間。這些因秧苗帶病而率先發病的植株，則成為環境中空飄孢子的初始來源，這或許也說明了為什麼前人文獻發現有些田區最早捕捉到分生孢子的時間出現在本田稻熱病發生之後。因此，透過觀察預留秧田發病時間點與罹病度的表現，有助於判斷病害發生之感染源究竟是來自帶病秧苗或環境中空飄孢子。簡言之，帶病的秧田通常在插秧後一個月內，隨帶菌量差異可以觀察到不同程度的密集病斑與苗枯發生；而若是健康秧苗受環境中飄散孢子感染，時間點通常會發生在插秧後六週前後，病斑數量隨環境中孢子量變化，但尚不至於造成苗枯。

不可諱言在田間調查結果中，有預留秧田的田區約八至九成左右並未觀察到秧田罹稻熱病，加上初步藥劑試驗結果發現，撲克拉與得克利兩種稻種消毒常用藥劑對稻熱病菌仍具完全致死效果，顯示落實稻種消毒標準作業程序操作，應能將稻種帶菌可能性降至最低。為避免帶菌稻穀衍生出的帶病秧苗成為稻熱病防疫破口，如何有效降低混拌用稻穀帶菌率成為病害管理關鍵。在育苗場的管理措施上，除事先進行稻穀的預拌堆積處理外，也可參照植物保護資訊系統建議，於秧苗綠化過程中在秧苗盤添加推薦藥劑進行殺菌處理。農戶栽培管理上，可於插秧後在田間預留部份秧田、隨時觀察，若發現秧田在插秧後一個月內出現密集不明斑點（圖五）或乾枯等疑似秧苗帶病現象，應儘速以塑膠袋打包、移除並立即進行田間施藥預防，以避免進入分蘖盛期後田間微氣候的高濕度環境加速病菌擴展蔓延；若無上述情事，代表使用的秧苗帶病可能性低，可續留田間以監測環境中的稻熱病菌出現時機與菌量，作為防治參考



圖五、稻熱病菌感染水稻秧苗後，隨環境條件、品種及病勢發展進程不同，葉片會出現圓形至紡錘形、大小不同之斑點，斑點顏色從灰色、白色及褐色都有，當病斑聚合在一起時，會引起植株葉片黃化、枯死。圖示病葉均為台南11號品種，左側白色病斑樣本為2016年3月29日取樣自彰化縣田中鎮（23.85142，120.598）；中右側黑褐色病斑樣本為2014年3月12日取樣自雲林縣林內鄉一處田區。

Fig. 5. Rice leaves infected by *Pyricularia oryzae* showed spots with different color, sizes ranging from white, gray to brown based on the rice variety, disease progress stages and the field environment. When the leaf spots enlarge and emerge together, pathogen would eventually cause plant death. All the leaves were from TN 11 cultivar, the whitish spots on the left are samples collected in 2016 Mar. 29th, at Tianzhong Township, Changhua County (23.85142, 120.598); the brownish spots were samples collected in 2014 Mar. 12th, at Linnei Township, Yunlin County.

點使用。

歐式璜博士曾指出⁽¹¹⁾，種子處理可減少溫帶地區的稻熱病流行，本文觀察的結果也支持受感染秧苗是田間稻熱病主要初次感染源。秧田 (mat of seedlings) 是稻田的縮影，透過秧田發病狀況及嚴重程度來釐清稻熱病初始感染源是來自帶病秧苗或鄰近病田逸散孢子，將有助於田間稻熱病的預防管理。在密植且大面積集約栽培的水稻產業上，若能落實稻種及育苗介質的消毒工作，勢必能大幅降低稻熱病、徒長病及胡麻葉枯病等病害的發生機會。同時配合預留秧田觀察，一旦秧田出現嚴重罹病，本田立即投藥預防，除可降低病害爆發機會外，亦可減少農藥施用量與用藥次數。在秧苗帶菌率降低連動本田發病率與田間感染源數量減少的情況下，生產出的稻種帶菌比例自然減少，如此循環將有機會使田間稻熱病回歸空氣傳播型病害發生模式，如圖二所示的種傳型病害爆發模式也會趨緩。

謝 辭

本研究承蒙行政院農業委員會106至108農科-9.5.1-農-C1(7)及動植物防疫檢疫局103至108管理-3.1-植防-2(1)計畫補助試驗經費，及農業試驗所農化組郭鴻裕博士提供2019年嘉南地區稻熱病發病田空拍圖資，以利病害分佈模式分析，特此致謝。

引用文獻

1. Brow, J. F. 1997. Survival and dispersal of plant parasites: general concepts. Pages 195-206 in: Plant Pathogens and Plant Diseases. J. F. B. a. H. J. Ogle, ed. Australasian Plant Pathology Society Inc., Australia.
2. Chien, C. C. 1974. Studies on the physiologic races of rice blast fungus, *Pyricularia oryzae* Cav. J. Taiwan Agric. Res. 23:16-37. (in Chinese with English abstract).
3. Guerber, C., and TeBeest, D. O. 2006. Infection of rice seed grown in Arkansas by *Pyricularia grisea* and transmission to seedlings in the field. Plant Disease 90:170-176.
4. Herdt, R. W. 1991. Research priorities for rice biotechnology. Pages 19-54 in: Rice Biotechnology. G. S. Khush and G. H. Toenniessen, eds. CAB International, Wallingford.
5. Honda, Y., and Nemoto, M. 1985. Control of seedling blast of rice with ultraviolet-absorbing vinyl film. Plant Disease 69:596-598.
6. Huang, C. M., Liao, D. J., Wu, H. S., Shen, W. C., and Chung, C. L. 2016. Cyclone-based spore trapping, quantitative real-time polymerase chain reaction and high resolution melting analysis for monitoring airborne inoculum of *Magnaporthe oryzae*. Ann Appl Biol 169:75-90.
7. Jamal-u-ddin, H., Mumtaz, A. P., Qayoom, A. R., and Mubeen, A. L. 2011. Rice blast-mycoflora, symptomatology and pathogenicity. IJAVMS 5:53-63.
8. Kato, H., Ohata, K., Kauraw, L. P., and Lee, Y. H. 1988. Fungal diseases of rice seed. Pages 151-162 in: Rice Seed Health. International Rice Research Institute, Los Baños (Philippines).
9. Manandhar, H. K., Jorgensen, H. J. L., Smedegaard-Petersen, V., and Mathur, S. B. 1998. Seedborne infection of rice by *Pyricularia oryzae* and its transmission to seedlings. Plant Disease 82:1093-1099.
10. Mew, T. W., and Gonzales, P. 2002. A handbook of rice seedborne fungi. International Rice Research Institute, and Enfield, N.H. (USA): Science Publishers, Inc., Los Bafios (Philippines).
11. Ou, S. H. 1985. Blast. Pages 109-201 in: Rice Diseases. S. H. Ou, ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
12. Tsai, W. H. 2007. Rice blast. Pages 265-272 in: Picture Series of Plant Protection-8. Rice Protection (two books). C. Y. Lin, S. C. Hung, P. H. Hsiu, H. P. Shih, C. G. Chern, Y. T. Huang, C. H. Liu, D. X. Liu, Y. J. Chiang, M. Y. Chiang, C. H. Cheng and K. C. Lo, eds. Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, COA., Taipei, Taiwan. (in Chinese).
13. Tsai, W. H., and Chien, C. C. 1990. Occurrence and ecology of the rice blast. Pages 33-45 in: Occurrence prediction of rice diseases and insect pests - Rice blast. C. C. Tu, T. W. Tsai, C. C. Chien, W. H. Tsai and Y. C. Chang, eds. Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taichung, Taiwan. (in Chinese).

ABSTRACT

Chen, Y. N.^{1,2} and Chen, P. C.* 2020. The neglected first inoculum of rice blast pathogen *Pyricularia oryzae* on the mats of rice seedlings. J. Plant Med. 62(1): 13-16.

*Corresponding author, P.C. Chen, E-mail: janetchen@nchu.edu.tw

The epidemic of rice blast disease in central and southern Taiwan usually occurs in early April and May, before the rainy season when the weather is with high humidity. Weather information and the amount of pathogen spores have been used to establish the forecasting system, but the best timing to control the disease is yet to be found. Recent field monitoring results indicated that around 10% of the unplanted seedlings left in the field in a bunch were severely infected by rice blast fungi 2-3 wks after transplanting, while most of the plants in the same field remained healthy. The aerial shots of blast fungi infected rice fields in Tainan and Chiayi areas showed that the disease pattern of the fields is concurrent with the seedling transplanting direction, indicating a positive correlation between disease incidences and the transplanting seedlings. Random sampling of the seeds planted in those diseased fields showed that cultivars Tainan 11 and Tainung 71 seeds had 1-3% and 6-11% infected rates, respectively. Pathogen *Pyricularia oryzae* could be observed colonizing on the sterile lemma and testa, and this result is consistent with previous reports^(3, 8, 9). In conclusion, unsterilized seeds or infected hulls mixed in the rice seedling planting materials would increase the disease incidence of seedlings and seedlings as the first inoculum introduced to the field would cause rice blast epidemics when the weather condition is suitable for *P. oryzae* infection.

Keywords: first inoculum, *Pyricularia oryzae*, rice blast disease, seedlings