中華農業研究28(1)：1～6 (1979)

秈稻白葉枯病抗病育種及遺傳之研究[1]

III. 抗白葉枯病與耐寒性相關性之研究

許東暉　鄧耀宗[2]

摘要：利用抗白葉枯病耐寒之 PI 162319，分別與感病不耐寒之嘉農秈 11 號與嘉農秈育 12 號等品種雜交，由其 F_2 及 F_3 後裔，分別測定其耐寒性及對白葉枯病之反應，以探討控制該兩性狀之遺傳因子是否有相關關係存在，以供育成抗病、耐寒及豐產品種之參考。試驗結果得知 F_2 族羣中抗白葉枯病個體出現之頻度，不因供試材料經低溫處理而顯著的減少或增加。又由 F_3 後裔檢驗之結果得知，供試兩組合之抗病與耐寒性間之簡單相關係數分別爲 $r=0.1859$ 與 -0.1874，均爲不顯著。由此可推知，耐寒與抗白葉枯病因子之分離係獨立，似無相互牽制連鎖現象。因此吾人欲育成抗病耐寒之秈稻品種，可以一般育種方法，將粳稻抗病耐寒因子轉移於秈稻品種。

秈稻具有很多優良特性，如較抗稻熱病[16]，耐肥性較强[1]，分蘖旺盛以及較抗蟲[2]，且適合較高溫下栽培[10]等。但秈稻亦有其缺點，諸如對白葉枯病的抗病性與對低溫的耐寒性較差以及稻米的顆粒澱粉含量較高而影響食味等。白葉枯病係目前本省四大病害之一，常發生於氣候溫暖，土壤肥沃之水田，尤其在本省第二期作，於豪雨或颱風侵襲後連續陰雨之環境下，易造成流行性病害，爲害稻株，致稻穀減產損失頗大。

近年來本省由於水稻耕作法逐漸改善，趨於密植重肥之栽培，故水稻白葉枯病之發生，有逐漸嚴重之趨勢。據臺灣省政府農林廳，民國 66 年統計報告指出[14]，63 年全省遭白葉枯病爲害之稻田面積，共 9,190 公頃，64 年則增至 18,101 公頃之多。白葉枯病爲細菌性病害，目前尚缺乏有經濟價值之防治藥劑，即使有之，其不但浪費金錢與人力，同時嚴重影響環境之汚染。其解決之方法，不外乎保護水稻免受外傷，田埂中間寄主之剷除以及栽植抗病品種等。其中尤以栽培抗病品種最經濟而有效。

水稻對白葉枯病的抵抗性，係由第二對染色體上有兩對隱性因子所控制，即 X_{a1} 及 X_{a2}，如 Tadukan 及 Tetep 等品種屬之；另一類抵抗性則係顯性抗病因子 X_{a3} 所控制，如 TKM 6 及早生愛國 3 號等是[21]。在國際稻米研究所認爲 TKM 6、早生愛國 3 號、Zenith 及 B 589-A4-18-1 等品種的抵抗性，係由一對顯性因子控制，BJ 1 則受一對不完全顯性因子控制，而 DZ 192 則受二對隱性因子所控制[19]，惟作者試驗結果，則認爲 BJ 1 係一對隱性因子所控制，與上述報告不同[9]。

低溫對水稻的爲害，以苗期及生殖生長期比較嚴重，前者影響秧苗的成活率，常於第一期作發生；後者係第二期作後期，影響稻穗及穀粒的形成。本省雖屬於亞熱帶性氣候，但每屆冬季常遭受大陸性冷氣團之侵襲，氣溫常驟降，使播種後之稻種延遲發芽或生育受阻，甚至因之而枯萎者時有發生。因此秈稻抗白葉枯病暨優良農藝性狀品種之育成，導入耐寒因子以確保稻米之產量，乃目前產米國

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 857 號。
2. 本所農藝系技士、技正。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。

家的共同課題。苗期耐寒性檢定，日本[26,27,28]、美國的加州[17]、國際稻米研究所[25]以及張氏[6]等常使用冷水槽檢定法，但本省第一期作苗期的寒害，主要受寒流的影響，而非冷水的問題。作者等曾以恆溫箱控制溫度方式，以研究稻苗之耐寒性等試驗[8]，結果與張氏等[5]在臺灣農業研究中心之人工氣候室低溫處理的結果相吻合，如其能被應用於苗期的耐寒性檢定，當有助於秈稻耐寒性改良。至於苗期耐寒的遺傳研究，迄今尚無一系統報告。

目前本省在秈稻品種改良方面，大部份以國際稻米研究所育成之品系爲材料，進行抗白葉枯病育種工作。但這些材料均不具耐寒特性。因此以這些材料所育成的抗病品種，不具耐寒特性，如嘉農秈6號等是。設若白葉枯病的抗病性與耐寒性有連鎖遺傳的現象，則以一般雜交育種法，勢難育成抗病而又耐寒的品種。因此本研究的目的旨在利用雜交種後代，檢定其對低溫及對白葉枯病的反應，以研究該兩特性是否有相關關係存在，俾供秈稻品種改良之參考。

材料與方法

一、試驗材料

（一）供試組合以及雜種後代與系統：採用抗白葉枯病又耐寒之稻種 PI 162319，分別與感病不耐寒之長粒型秈稻，嘉農秈 11 號（CNS 11）以及嘉農秈育 12 號（CNS 12）等品種雜交，以雜種第一代、第二代、第三代系統以及親本 P_1 與 P_2 爲供試材料。

（二）菌種：中央研究院白葉枯病病菌，菌系 604 爲菌種。

二、試驗方法

（一）第二代族羣之檢定：以 CNS 11×PI 162319 與 PI 162319×CNSY 12 等兩雜交組合之 F_2 爲材料，分兩處理進行，其處理方法如下：

1. T_1 處理：F_2 族羣及親本，以恆溫箱檢定法，先進行稻苗耐寒性測定，淘汰不耐寒稻苗，健全者再移植於本田，待抽穗時檢定其對白葉枯病的抵抗性。

2. T_0 處理：材料與 T_1 者相同，但稻苗不經耐寒處理（對照），直接移植於本田，進行白葉枯病抗病性檢定。

由 T_1 與 T_0 處理結果，所得之資料，利用卡方（Chi-square）統計法，進行處理間差異顯著性測驗。

（二）F_3 後裔檢驗：由 T_0 處理（不經耐寒處理者）之 F_2 族羣中，任取 70 株，每株分別收刈與脫粒並加以編號爲系統。每系統稻種均分成兩份供進一步進行 F_3 後裔測驗用。一爲各系統育苗後進行耐寒性檢定，每系統種植 50 粒種子，記錄各系統之耐寒性（以成活率表示）。另一部份材料經育苗後，移植田間，行抗病性檢定。每系統三行區，每行 11 株，調查各系統內每株之感病或抗病程度。上述各系統分別檢定之耐寒性及抗病程度所得之資料，利用簡單相關係數法，計算耐寒性與抗病性間之相關係數，以探討耐寒性與抗病性二者之相關情形，進而推斷該兩特性之遺傳因子是否有連鎖關係存在。

（三）檢定方法：

1. 白葉枯病抗病檢定：菌種以液體培養劑振盪，培養繁殖 20 小時，於水稻孕穗期，即抽穗前，將病原菌以剪葉法（Clipping method），接種於水稻之劍葉上，每株接種兩葉以上。接種後 20 天，調查其發病程度。調查標準依國際稻米研究所的分級記錄之[12]。

抗病級別：

1 級：極抗，HR（Highly resistant）。　　4～5 級：中感，MS(Moderately susceptible)。

2 級：抗，R（Resistant）。　　6～7 級：感，S（Susceptible）。

3 級：中抗，MR（Moderately resistant）。　8～9 級：極感，HS（Highly susceptible）。

2. 耐寒性檢定：稻種先經消毒，浸種與催芽後，選擇發芽良好而整齊的種子，播種於 50 × 30

×10 cm 之鉛盤中育苗，待稻苗長至第二完全葉完全展開後，移入 3°C 恆溫箱內行低溫處理 48 小時，處理後，取出先置於蔭涼處 12 小時後，移於網室內。處理後 14 天調查耐寒程度，以成活率表示之（$\frac{\text{成活苗數}}{\text{總苗數}}\times 100$）。

結果與討論

一、雜種第二代族羣經耐寒處理與否，對抗白葉枯病之反應

試驗的結果如圖 1。由圖 1 知 T_1（稻苗先經低溫處理，再移植田間，行抗病檢定）與 T_0（稻苗未經低溫處理，直接移植田間，行抗病檢定）處理間所得之曲線變化情形，可明顯的看出具相同的趨勢，即供試兩組合之 F_2 後裔，在 T_1 與 T_0 處理下，對白葉枯病抗病個體出現之頻度，兩者相差甚微，且兩組合之反應頻爲一致。如 CNS 11×PI 162319 組合，在 T_1 處理中，獲 1 級（HR）屬極抗病稻株之出現頻度，雖大於 T_0 處理者，但僅有 7 %之差異而已。出現 2 級（R）屬抗病的稻株，T_1 與 T_0 處理間呈無差異存在。抗病程度屬 3 或 4 級者（MR 或（MS，二處理間出現頻度之差異亦很小，介於 4～5 % 之間。另一組合 PI 162319×CNSY 12 表現之情形與上述組合相似。由此得知，抗病個體出現之頻度，不因 T_1 與 T_0 處理之不同而異。T_1 與 T_0 處理間之差異，經卡方統計，作顯著性測定，其結果如表 1 所示。

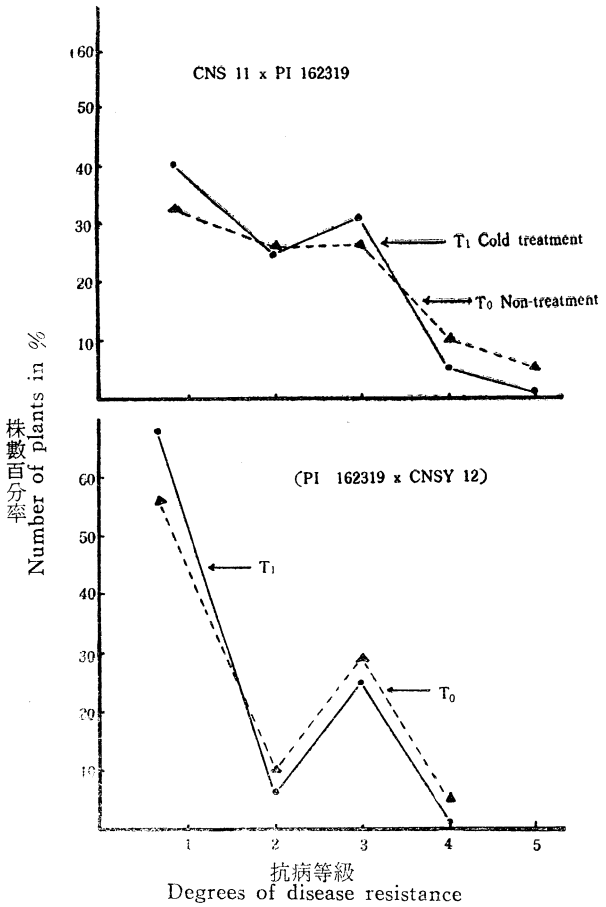


圖 1. 水稻雜交第二世代族羣經耐寒處理與未經耐寒處理間對白葉枯病反應之比較。

Fig. 1. The effects of low temperature screening on the frequency distribution of the bacterial leaf blight in the two F_2 popclations.

由表 1 統計的結果知，兩供試組合之 T_1 與 T_0 處理間，X^2 值分別爲 6.36 (df=4) 與 5.96 (df=3)，P 值均介於 0.1 與 0.2 之間，此表示 T_1 與 T_0 間之差異不顯著。換言之，F_2 族羣經低溫處理後，雖已淘汰不耐寒個體，但抗病個體之出現頻度與不經低溫處理者，並無顯著的差異。即經低溫處理後，仍不影響抗白葉枯病因子之表現。由此知耐寒因子與抗病因子，在雜種後代係獨立分離，並無相關關係存在。

表 1. 兩處理間差異之顯著性測驗

Table 1. Test to significance between the two treatments

雜交組合 Cross combination	自由度 df	卡方 X^2	機率 P value
CNS 11 × PI 162319	4	6.36	0.1～0.2
PI 162319 × CNSY 12	3	5.96	0.1～0.2

二、雜種第三代後裔耐寒性與白葉枯病抗病性之相關

自 T_0 處理區之 F_2 族羣中，逢機取 70 個單株爲系統，供 F_3 後裔檢定用。自各系統分別進行耐寒與抗病性檢定之結果如圖 2。圖 2 顯示各系統之分佈情形：PI 162319×CNSY 12 組合之抗病與耐寒性之相關係數 (r) 爲 0.1859；另一組合 CNS 11×PI 162319 則爲—0.1874，兩雜交組合之耐寒性與抗病性之相關係數均未達 5% 之顯著水準 (5%, r=0.2319；1%, r=0.3217)，故知抗白葉枯病與耐寒性間，沒有顯著的相關關係，即經由雜交後之分離族羣可選出抗病又耐寒的個體。

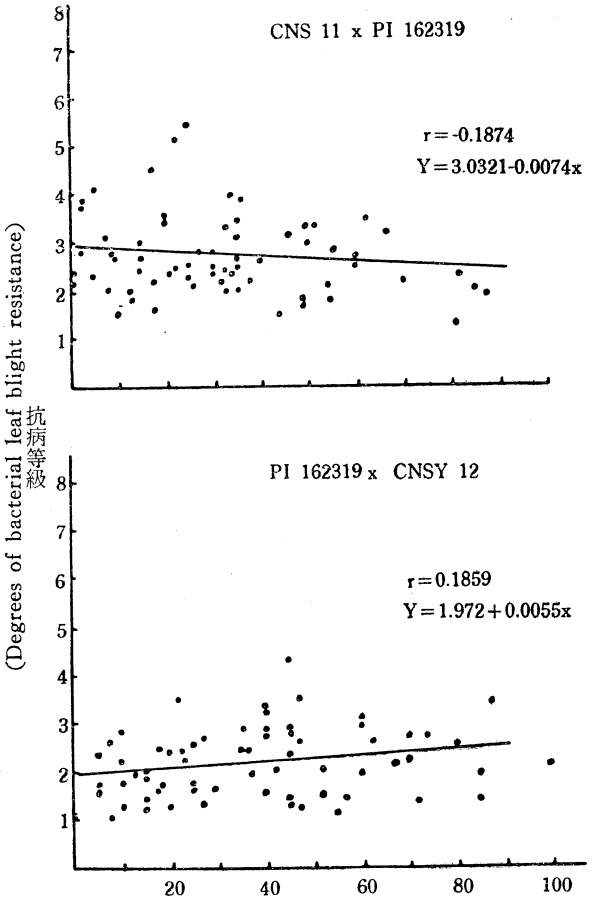


圖 2. PI 162319 雜交第三代後裔稻苗耐寒性與白葉枯病抗病性之相關。

Fig. 2. Correlation between cold tolerance and disease reaction in F_3 progenies to isolate # 604 of *Xanthomonas oryzae* of the two cross combinations.

由上述抗自葉枯病因子與耐寒因子，在雜種後代可獨立分離結果，吾人可得知，即欲育成抗白葉枯病並具有耐寒性之秈稻品種並無困難，可採用一般之育種法來達成目的。粳稻之耐寒性一般較秈稻爲强，白葉枯病之抗病性亦同，因此似可利用秈粳稻雜交，把粳稻之耐寒，抗白葉枯病與米質等遺傳因子以及其他優良性狀，轉移於秈稻品種中以育成優良秈稻品種。若欲保持原有秈稻之優良性狀與高度稔實率，Oka氏 [23] 曾建議，在秈粳稻雜交工作中，可用往返之單向行多次回交，以期能突破性狀之連鎖及其他之困難，以添加具有希望之因子而不致改變秈稻之本質。最近由日本引進之水稻品種，多數具有高度之抗病、耐寒與早熟特性 [10]，可供爲育種材料。此外爲尋求秈稻耐寒性較强之品種，本所邱與作者等 [3] 檢定保存之秈稻品種（包括中國大陸稻）之耐寒性的結果，發現中國大陸品種，如山胄、永川沙刁子、上杭大冬及本省之菜園種等具有耐寒性，但該等品種之耐寒程度尚不及粳稻。至於白葉枯病抗病性之改善方面 TKM 6、BJ 1、PI 162319、IR 34 等引進品種，可供爲抗病之來源，以育成耐寒性强且抗白葉枯病之品種，供推廣種植。

參 考 文 獻

1. 李水龍、湯文通・1963・臺灣水稻第二期作單位面積產量不如第一期作之原因及其改進方法・科學農業 11(1,2)：9-33・
2. 汪呈因・1974・稻作學與米・徐氏基金會出版・
3. 邱善美等・1977・稻苗耐寒性品種檢定試驗・中華農業研究 26(2)：123-126・
4. 張德慈・1961・今後臺灣水稻品種改良之芻議・中華農學會報 新 36：1-15・
5. 張新雄・1974・水稻秧苗抗寒性之研究・Ⅰ.不同苗齡及類型品種間耐寒力之差異・中華農學會報新 86：19-

27・
6. 張萬來・1973・水稻耐寒性檢定及育種・62 年稻作改良年報：13-14・臺灣省政府農林廳編印・
7. 許東暉等・1976・秈稻白葉枯病抗病育種及遺傳之研究・ I 新育成秈稻品系對白葉枯病抵抗性及產量之探討・中華農業研究 25(3);191-198・
8. 許東暉等・1975・利用恆溫箱檢定稻苗耐寒性之研究・I 水稻類型及苗齡大小對低溫忍受力之差異・中華農業研究 24(3,4):8-12・
9. 許東暉等・1796・秈稻白葉枯病抗病育種及遺傳之研究・II 水稻品種 BJ 1 對白葉枯病抗病性之遺傳・中華農業研究 25(4):269-271。
10. 許東暉等・1978・引進早熟稻試驗全年報告、本所直播、插植日期試驗：1-13・臺灣省農業試驗所編・
11. 葉樹蕃・1962・試驗設計學・第一部份生物統計學・
12. 歐世璜・1971・熱帶地區之水稻白葉枯病・稻作病害 99-112・農復會刊印・
13. 謝順景・1975・水稻蛋白質含量變異之研究・中華農學會報 新 89：10-16。
14. 臺灣省政府農林廳・1976・臺灣省植物保護工作總報告・
15. Futsuhara, Y. and K. Toriyama. 1964.Studies on the testing methods of cold resistance in rice. Jap. J. Breeding. 14 (3) : 166-172.
16. Hashioka, Y. 1950. Studies on the mechanism of prevalence of the rice blast disease in the tropics. Techinical Bul. 8:96-107.
17. Jones, D. B., M. L. Peterson, and J. N. Rutger. 1974.Screening rice seedling for tolerance to low temperatures. Rice J. 77(7) :41.
18. Kaneda, C. and M. Beachell. 1974.Response of Indica-Japonica rice hybrid to low temperature. SABRAO. J. 6 (11):17-32.
19. Murty, V. V. and G. S. Khush. 1972. Studies on the inheritance to bacterial leaf blight in rice varieties. Rice breeding. :301-305. IRRI, Philippines.
20. Murty, V. V., G. S. Khush and N. F. Jensen. 1973. Inheritance of resistance to bacterial leaf blight, *Xanthomonas oryzae* (Uyeda and Ishiyama) Dowson in rice. (1) Allelic relationships of resistance genes in Donor varieties. Jap. J. Breeding. 23 (6):325-328.
21. Nagao, S. and M. Takahashi. 1963. Trial construction of twelve linkage groups in Japanese rice. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 53(1):72-130.
22. Ou, S. H. 1972. Varietal resistance and variability of *Xanthomonas oryzae*. Rice Breeding. :297-300. IRRI. Philippines.
23. Oka, H. I. 1957. Tendencies of characters to associate in lines derived from hybrid populations. Jap. J. Breeding 7:1-6.
24. Sakaguch, S. 1967. Linkage studies on the resistance to bacterial leaf blight, *Xanthomonas oryzae*. Agr. Sci. (Japan) Ser. D. 16:1-17.
25. Salahuddin, A. B. M. and B. S. Vergara. 1974. Criteria for screening rice cultivars resistance to low water temperature at seedling stage. SABRAO. J. 7 (2) : 151-156.
26. Toriyama, K. and Y. Futsuhara. 1960. Genetic studies on cool tolerance in rice. I. Inheritance of cool tolerance. Jap. J. Breeding. 10 (3):143-152.
27. Toriyama, K. and Y. Futsuhara. 1961. Genetic studies on cool tolerance in rice. II. Relations between cool tolerance and other character. Jap. J. Breeding. 11 (3):191-198.
28. Toriyama, K. and Y. Futsuhara. 1966. Genetic studies on cool tolerance in rice. III. Linkage relations between gene controlling cool tolerance and marker genes of Nagao and Takahashi. Jap. J. Breeding. 16 (4):231-142.

Breeding and genetic studies for the resistance to bacterial leaf blight disease in *indica* rice

III. On the relationship between the resistance to bacterial leaf blight disease and cold tolerance [1]

T. H. Hsu and Y. C. Teng [2]

Summary

Most of the *indica* rice varieties in Taiwan are found susceptible to bacterial leaf blight (*Xanthomonas oryzae*) and sensitive to low temperature, especially during the nursery of first crop and ripening stage of second crop. The bacterial leaf blight disease seems to be associated with low temperature. It may become severe in *indica* rice. In order to clear genetic correlation between bacterial leaf blight disease and cold tolerance, experiment was carried out by using introduced rice variety PI 162319 (resistance to B. L. B. and low temperature) to cross with the local varieties Chianung Sen 11 and Chianung Sen yu 12 (Susceptible to disease and sensitive to low temperature). Two F_2 populations and their F_3 progenies were subjected to genetic analyses. Results obtained from this experiment were as follows: It was found that the differences of the bacterial leaf blight reaction of the two F_2 populations between cold treatment and control were not significant at 5%of probability. This means that the two characters segregated independently.

There were no significant correlations between bacterial leaf blight resistance and cold tolerance (r=0,1859 and _0,1874 for respective cross) in their F_3 progenies.

It is recommended to use the *japonica* rice for varietal improvement of *indica* rice. Most *indica* rice varieties are susceptible to cold temperature which can be improved by transfering the cold tolerant gene from the *japonica* rice.

---

1. Contribution No. 857 from the Taiwan Agricultural Reserach Institute.

2. Research associate and plant breeder, Department of Agronomy, respectively, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 431, ROC.