

2003 至 2008 年臺灣育成水稻品種 (系) 對稻熱病 抗性之探討¹

廖大經² 陳隆澤^{2,3}

摘 要

廖大經、陳隆澤。2011。2003 至 2008 年臺灣育成水稻品種 (系) 對稻熱病抗性之探討。台灣農業研究 60:279–292。

稻熱病抗性檢定是水稻抗病育種的基礎工作，可做為育種材料篩選之依據，亦有助於擬定抗病育種新策略。本試驗自 2003 年至 2008 年於嘉義農業試驗分所及臺東關山兩處稻熱病統一檢定病圃，針對臺灣九個稻作改良場所提供之水稻品種 (系) 進行稻熱病抗性檢定。除 2007 年與 2008 年於臺東關山病圃外，對於葉稻熱病及穗稻熱病的抗性，概以秈稻比粳稻強。歷年參試的品種 (系) 中，粳稻之抗葉稻熱病的比例顯著地比抗穗稻熱病為高，且葉稻熱病與穗稻熱病的抗性間有顯著相關性；秈稻則無一致的表現。除 2005 年外，粳稻品種 (系) 以水田式病圃的抗病比例較高，罹病程度顯著以旱田式病圃較嚴重。而秈稻品種 (系) 在旱田式與水田式病圃之抗病比例並無明顯差異，罹病程度則同樣以旱田式病圃較為嚴重。粳稻與秈稻品種 (系) 在不同期作間之抗葉稻熱病比例均無顯著差異，兩期作之罹病級數間的差異，則以秈稻於第二期作較為嚴重。比較水稻在嘉義及台東關山病圃之抗病比例與罹病程度，粳稻均無一致反應；秈稻於臺東關山病圃的罹病程度較嚴重。在目前種植面積前 10 位之水稻品種中，當時命名推廣屬抗稻熱病品種者，抗葉稻熱病及穗稻熱病有 7 個，至 2008 年依然抗病者，抗葉稻熱病者有 3 個，抗穗稻熱病者僅餘 1 個，顯示抗病育種工作仍有加強的必要。

關鍵詞：水稻、稻熱病、稻熱病檢定圃。

前 言

稻熱病是由 *Pyricularia oryzae* Cavara 寄生所引起的水稻真菌性病害，是臺灣水稻主要流行病之一。稻熱病於每年的第一、第二期作均可能發生，尤其常發生於第一期作 (Chien

1991)，通常對於稻穀產量及品質造成嚴重的損失。有鑑於農業經營的永續發展，栽培抗病品種被認為是低成本、低公害的稻熱病防治方法，因此選育產量穩定及抗病性持久的抗稻熱病品種為國內外農業試驗場所的主要育種目標之一。

-
1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2506 號。接受日期：100 年 8 月 31 日。
 2. 本所嘉義農業試驗分所農藝系助理研究員、研究員。台灣 嘉義市。
 3. 通訊作者，電子郵件：chenlgce@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05)2773630。

稻熱病抗性檢定是抗病育種的基礎工作，一方面可做為抗病育種材料篩選之依據，其歷年檢定資料的統計分析，亦有助於育種工作者瞭解病原、寄主與環境三者之間的變化及相關性，據此由宏觀的角度來擬定抗病育種新策略。本研究擬就 2003 年至 2008 年間臺灣九個稻作試驗改良場所提供之水稻品種 (系)，在嘉義農業試驗分所及臺東關山兩處檢定病圃的檢定結果進行分析，提供水稻抗病育種等相關人員參考。

材料與方法

供試水稻品種 (系)

參試品種 (系) 共 1161 個，由農業試驗所、嘉義農業試驗分所、與桃園、苗栗、臺中、臺南、高雄、花蓮及臺東區農業改良場等 9 個稻作改良場所於 2003–2008 年共 6 年間所提供，包括高級試驗品系、區域試驗品系及主要栽培推廣品種。

稻熱病檢定方法

稻熱病檢定病圃分為水田式及早田式病圃兩種，水田式病圃於每年第一期作進行葉稻熱病及穗稻熱病抗性檢定；旱田式病圃則於每年第一、第二期作進行葉稻熱病抗性檢定。

水田式病圃：歷年之第一期作均於嘉義農業試驗分所及臺東區農業改良場關山設置病圃，兩處試驗田均採順序排列，重複二次，每品種 (系) 種植二行，行株距 25 cm × 20 cm，每行七櫟，每櫟 3–5 支苗，每隔兩個品種 (系) 種植一行感病品種 Lomello 及每行前後各植一櫟 Lomello 做為感染源。另每隔 10 個品種 (系) 種植一行抗病品種臺農 70 號為對照品種。肥料偏施重肥以促進發病，施用量每公頃施用硫酸銨 320 kg，過磷酸鈣 54 kg，氯化鉀 60 kg。其他栽培管理方法依照一般慣行法實施，同時加強其他病蟲害之防治，以免影響檢定結果。

旱田式病圃：第一、第二期作均設置於

嘉義農業試驗分所，試驗田採順序排列，重複 2 次，參試品種 (系) 條播種植一行，每行播種 5 g 種子，行長 50 cm，行距 10 cm，每隔 10 行種植二行感病品種 Lomello，同時中間夾播一行抗病品種臺農 70 號做為對照品種，周圍邊行則全數播種 Lomello 做為感染源。肥料施用量每公頃施用硫酸銨 240 kg，過磷酸鈣 36 kg，氯化鉀 48 kg。稻種發芽後，每天早晨與黃昏於葉面上各噴灑水霧數次，以維持葉面適當濕度促進發病。

稻熱病調查方法與標準

葉稻熱病：依據國際稻熱病圃 (International Rice Blast Nursery, IRBN) 調查方法及標準 (IRRI 2002)，以目測方式實施，於發病初期、中期及末期各調查一次。每品種 (系) 調查 10 株，計算其平均罹病級數。

穗稻熱病：同葉稻熱病，依據國際稻熱病圃調查方法及標準實施，於水稻抽穗後 30 天調查一次，調查被害穗數，一穗中有三枝梗以上罹病者視為被害穗，並計算其罹病率，計算公式如下，

$$\text{罹病率} = \frac{\text{被害穗數}}{\text{全穗數}} \times 100\%$$

再計算品種 (系) 之平均罹病率，並依調查標準及反應判斷抗病性級數。

統計分析

為分析參試品種 (系) 之抗病與感病的分布，將極抗 (HR)、抗 (R) 及中抗 (MR) 合併為抗病，極感 (HS)、感 (S) 與中感 (MS) 合併為感病，此合併資料採用卡方測驗 (Chi-square test, χ^2 test) 來比較稈稻與籼稻對稻熱病之抗病比例差異；針對成對樣品資料，則以 McNemar test 比較水稻品種 (系) 葉稻熱病與穗稻熱病、水田與旱田式病圃、第一與第二期作以及不同地區之抗病反應；比較水田與旱田式病圃、第一與第二期作及不同地區之抗病級數則採用

Wilcoxon test。以上統計分析工作均使用 SAS/STAT 9.1 之 PROC FREQ (2004) 完成。

結 果

粳、秈稻品種 (系) 對稻熱病之抗病反應分析

2003 年至 2008 年在嘉義與臺東關山兩處水田式病圃同時檢定各試驗改良場所當年提供的品種 (系)，檢定結果列於表 1。對照品種臺農 70 號及 Lomello 之歷年抗病反應如表 2 所示：臺農 70 號對於葉稻熱病及穗稻熱病之抗病反應，除了 2008 年於臺東關山病圃之穗稻熱病為感病 (S) 之外，其餘年份在嘉義或臺東關山

病圃均為抗病 (R) 或中抗 (MR)；Lomello 則均為感病 (S) 或中感 (MS)。在旱田式病圃，臺農 70 號在兩期作間抗病反應表現一致，均為抗病或中抗；Lomello 則為感病或極感。檢定粳、秈稻之抗性差異與年度間之交互效應，發現僅有臺東關山病圃對穗稻熱病之抗性差異與年度間有極顯著的交互效應 (表 3)。比較歷年粳稻與秈稻之參試品種 (系) 對於稻熱病的抗性表現，除了 2007 年及 2008 年於臺東關山病圃，粳稻對於穗稻熱病的抗性與秈稻比較無顯著差異外；其他年度，無論葉稻熱病或穗稻熱病，均以秈稻的抗性較強 (表 4)。

表 1. 2003 至 2008 年間供試品種 (系) 在嘉義與臺東關山水田式病圃之稻熱病檢定結果

Table 1. Evaluation of rice varieties/lines for resistance to leaf and panicle blast in the paddy field nurseries at Chiayi and Kuanshan during 2003–2008

Nursery ^z location	Year	Leaf blast						Panicle blast					
		Japonica rice			Indica rice			Japonica rice			Indica rice		
		No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries
Chiayi	2003	151	116	76.8	32	31	96.9	151	75	49.7	32	31	96.9
	2004	168	112	66.7	27	26	96.3	168	76	45.2	27	25	92.6
	2005	173	106	61.3	27	26	96.3	173	95	57.9	27	26	96.3
	2006	171	77	45.0	29	28	96.6	171	59	34.5	29	27	93.1
	2007	167	71	42.5	28	27	96.4	167	62	37.1	28	26	92.9
	2008	160	100	62.5	28	26	92.9	160	58	36.3	28	19	67.9
	Total	990	582	58.8	171	164	95.9	990	425	42.9	171	154	90.1
Kuanshan	2003	151	88	58.3	32	29	90.6	151	18	11.9	32	25	78.1
	2004	168	128	76.2	27	26	96.3	168	116	69.0	27	26	96.3
	2005	173	113	65.3	27	26	96.3	173	116	67.1	27	26	96.3
	2006	171	74	43.3	29	28	96.6	171	22	12.9	29	18	62.1
	2007	167	64	38.3	28	24	85.7	167	50	30.0	28	10	35.7
	2008	160	90	56.3	28	23	82.1	160	20	12.5	28	7	25.0
	Total	990	557	56.3	171	156	91.2	990	342	34.5	171	112	65.5

^z Disease nurseries: Paddy fields in Chiayi and Kuanshan.

表 2. 2003 至 2008 年間臺農 70 號與 Lomello 在嘉義與臺東關山病圃之抗病反應

Table 2. Resistance of rice varieties TNG70 and Lomello to leaf and panicle blasts in paddy and upland nurseries in Chiayi and the paddy nursery in Kuanshan during 2003–2008

Location ^z	Year	TNG 70				Lomello			
		Paddy nursery		Upland nursery		Paddy nursery		Upland nursery	
		Leaf blast	Panicle blast	1 st crop season	2 nd crop season	Leaf blast	Panicle blast	1 st crop season	2 nd crop season
Chiayi	2003	R ^y	R	MR	MR	HS	—	HS	HS
	2004	R	MR	R	R	S	HS	HS	HS
	2005	R	R	R	R	S	HS	HS	HS
	2006	MR	R	R	R	S	HS	HS	HS
	2007	R	R	R	R	HS	HS	HS	HS
	2008	R	R	MR	MR	S	HS	HS	HS
Kuanshan	2003	R	MR	—	—	HS	—	—	—
	2004	R	MR	—	—	S	HS	—	—
	2005	MR	MR	—	—	S	HS	—	—
	2006	R	MR	—	—	HS	HS	—	—
	2007	MR	MR	—	—	HS	HS	—	—
	2008	R	S	—	—	S	HS	—	—

^z Chiayi has both paddy and upland nurseries, but Kuanshan has only paddy nursery.

^y R: Resistant; MR: Moderately resistant; S: Susceptible; HS: Highly susceptible.

表 3. 在嘉義與臺東關山水田式病圃梗、秈稻品種 (系) 之稻熱病檢定資料與年度間交感效應分析

Table 3. Interaction between year and type of rice varieties/lines (Japonica or Indica) on resistance to leaf and panicle blasts in the paddy nurseries in Chiayi and Kuanshan

Sources of Variation	Leaf blast		Panicle blast	
	Degrees of freedom	χ^2	Degrees of freedom	χ^2
Chiayi nursery				
T ^z	1	87.0043	1	116.6937
Y × T ^y	5	6.0714	5	4.7003
Total	6	93.0757	6	121.3940
Kuanshan nursery				
T	1	75.0096	1	57.8892
Y × T	5	9.5841	5	63.2240**
Total	6	84.5937	6	121.1132

^z T: rice type (Japonica and Indica).

^y Y × T: interaction of year and rice type.

*, ** significant at 5% and 1% level, respectively.

表 4. 在嘉義與臺東關山水田式病圃硬、秈稻品種(系)之稻熱病抗性表現的比較

Table 4. Differences in resistance to leaf and panicle blasts between Japonica rice and Indica rice tested in the paddy nurseries in Chiayi and Kuanshan during 2003–2008

Year	Variety	No. of entries respond to leaf blast			No. of entries respond to panicle blast		
		Resistant	Susceptible	<i>P</i> -value of χ^2 test	Resistant	Susceptible	<i>P</i> -value of χ^2 test
Chiayi nursery							
2003	Japonica	116	35	0.0095	75	58	< 0.0001
	Indica	31	1		31	0	
2004	Japonica	112	56	0.0017	76	92	< 0.0001
	Indica	26	1		25	2	
2005	Japonica	106	66	0.0004	95	73	< 0.0001
	Indica	26	1		26	1	
2006	Japonica	77	94	< 0.0001	59	112	< 0.0001
	Indica	28	1		27	2	
2007	Japonica	71	95	< 0.0001	62	70	< 0.0001
	Indica	27	1		26	2	
2008	Japonica	100	60	0.0016	58	102	0.0020
	Indica	26	2		19	9	
Kuanshan nursery							
2003	Japonica	88	63	0.0005	18	122	< 0.0001
	Indica	29	3		25	6	
2004	Japonica	128	40	0.0173	116	52	0.0031
	Indica	26	1		26	1	
2005	Japonica	113	59	0.0013	116	56	0.0020
	Indica	26	1		26	1	
2006	Japonica	74	97	< 0.0001	22	149	< 0.0001
	Indica	24	4		18	11	
2007	Japonica	64	103	< 0.0001	50	117	0.5401
	Indica	24	4		10	18	
2008	Japonica	90	70	0.0098	20	140	0.0819
	Indica	23	5		7	21	

水稻品種(系) 在水田式病圃對葉稻熱病與穗稻熱病之抗病反應分析

分析歷年水稻品種(系) 在水田式病圃對於葉稻熱病及穗稻熱病的抗病反應如表 5。稈稻除 2005 年於臺東關山病圃之抗葉稻熱病與抗穗稻熱病的表現無顯著差異，其餘年份均呈顯著差異，並以葉稻熱病的抗病比例較高；秈

稻在嘉義病圃除 2008 年外均無顯著差異，臺東關山病圃則於 2006 至 2008 年有顯著差異，同樣以抗葉稻熱病的比例較高。表 5 同時顯示在水田式病圃葉稻熱病及穗稻熱病之抗病反應的相關性，稈稻除 2005 年在臺東關山病圃外，對於兩者抗病反應間均有顯著相關性，秈稻則無一致的表現。

表 5. 水稻品種 (系) 對在嘉義與臺東關山水田式病圃葉稻熱病與穗稻熱病之反應的比較

Table 5. Compare Japonica rice and Indica rice for resistance to leaf blast and panicle blast in the disease nurseries of Chiayi and Kuanshan, 2003–2008

Year	Leaf blast	No. of entries in Japonica rice			No. of entries in Indica rice		
		Panicle blast		<i>P</i> -value ^z	Panicle blast		<i>P</i> -value
		Resistant	Susceptible		Resistant	Susceptible	
Chiayi nursery							
2003	Resistant	75	41	< 0.0001	31	0	—
	Susceptible	0	17		0	0	
2004	Resistant	75	37	< 0.0001	25	1	0.3173
	Susceptible	1	55		0	1	
2005	Resistant	94	12	0.0023	26	0	—
	Susceptible	1	61		0	1	
2006	Resistant	59	18	< 0.0001	27	1	0.3173
	Susceptible	0	94		0	1	
2007	Resistant	61	10	0.0067	26	1	0.3173
	Susceptible	1	60		0	1	
2008	Resistant	58	42	< 0.0001	19	7	0.0082
	Susceptible	0	60		0	2	
Kuanshan nursery							
2003	Resistant	16	72	< 0.0001	24	5	0.1025
	Susceptible	2	50		1	1	
2004	Resistant	115	13	0.0013	26	0	—
	Susceptible	1	39		0	1	
2005	Resistant	85	28	0.6961	26	0	—
	Susceptible	31	28		0	1	
2006	Resistant	21	53	< 0.0001	18	10	0.0016
	Susceptible	1	96		0	1	
2007	Resistant	43	21	0.0082	10	14	0.0002
	Susceptible	7	96		0	4	
2008	Resistant	20	70	< 0.0001	7	16	< 0.0001
	Susceptible	0	70		0	5	

水稻品種 (系) 在水田式及早田式病圃對葉稻熱病之抗病反應分析

2003 年至 2008 年在嘉義早田式病圃檢定的結果如表 6 所示。比較歷年水稻在水田式及早田式病圃對於葉稻熱病的抗性表現，粳稻除了在 2005 年未達顯著差異外，其餘年份均有顯

著差異；但是秈稻在兩種病圃的抗性反應則無顯著差異 (表 7)。比較歷年水田及早田式病圃抗病級數，除了粳稻在 2005 年以及秈稻在 2008 年抗病級數無顯著差異外，其餘年份均有顯著差異，且以早田式病圃的罹病程度較嚴重 (表 8)。

水稻品種 (系) 對葉稻熱病之期作抗病反應分析

旱田式病圃於每年第一、二期作均進行葉稻熱病抗性檢定，可藉此探討水稻品種 (系) 對於葉稻熱病之期作性反應。分析年度與期作

間是否有交感效應，結果顯示稈稻之交感效應極為顯著，秈稻則未達顯著水準 (表 9)。比較不同期作對於葉稻熱病抗病比例的差異，稈稻於無一致的表現；秈稻僅於 2003 年有顯著差異，其餘年份均無顯著差異 (表 10)。詳細比較

表 6. 2003 年至 2008 年間嘉義旱田式病圃抗葉稻熱病檢定結果

Table 6. Resistance of rice varieties/lines to leaf blast in the upland nursery in Chiayi, 2003–2008

Year	1 st crop season						2 nd crop season					
	Japonica rice			Indica rice			Japonica rice			Indica rice		
	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries	No. of entries tested	No. of resistant entries	% of resistant entries
2003	151	55	36.4	32	31	96.9	151	100	66.2	32	16	50.0
2004	167	89	53.3	28	27	96.4	167	88	52.7	28	27	96.4
2005	172	107	62.6	28	27	96.4	172	71	41.5	28	27	96.4
2006	171	54	31.6	29	28	96.6	171	73	42.7	29	28	96.6
2007	167	62	37.4	28	27	96.4	167	64	38.6	28	27	96.4
2008	160	61	38.1	28	24	85.7	160	74	46.3	28	23	82.1
Total	988	428	43.3	173	164	94.8	988	470	47.6	173	148	85.6

表 7. 水稻品種 (系) 於嘉義水田式及旱田式病圃葉稻熱病抗病性表現的比較

Table 7. Compare rice varieties/lines for differences in resistance to leaf blast between the paddy nursery and the upland nursery in Chiayi, 2003–2008

Year	Upland nursery	No. of entries in Japonica rice			No. of entries in Indica rice		
		Paddy nursery		<i>P</i> -value ^z	Paddy nursery		<i>P</i> -value
		Resistant	Susceptible		Resistant	Susceptible	
2003	Resistant	55	0	< 0.0001	31	0	—
	Susceptible	61	35		0	1	
2004	Resistant	79	11	0.0009	26	0	—
	Susceptible	33	45		0	1	
2005	Resistant	96	12	0.6698	26	0	—
	Susceptible	10	54		0	1	
2006	Resistant	53	1	< 0.0001	28	0	—
	Susceptible	24	93		0	1	
2007	Resistant	62	0	0.0027	27	0	—
	Susceptible	9	95		0	1	
2008	Resistant	60	1	< 0.0001	24	0	0.1573
	Susceptible	40	59		2	2	

^z The proportion of resistance to leaf blast between the paddy nursery and the upland nursery was analyzed by McNemar test.

表 8. 水稻品種 (系) 於嘉義水田式及旱田式病圃葉稻熱病抗病級數之比較

Table 8. Differences in score of resistance to leaf blast in Japonica rice and Indica rice tested in the paddy and upland nurseries in Chiayi, 2003–2008

Year	Japonica rice			Indica rice		
	Paddy ^z	Upland ^z	<i>P</i> -value of Wilcoxon test	Paddy ^z	Upland ^z	<i>P</i> -value of Wilcoxon test
2003	4 (1) ^y	6 (5)	< .0001	2 (1) ^y	4 (1)	< .0001
2004	4 (5)	5 (5)	0.0003	1.5 (1)	3 (2)	< .0001
2005	4 (5)	5 (7)	0.0652	2 (0)	2 (2)	0.0085
2006	6 (3)	9 (5)	< .0001	2 (0)	4 (1)	< .0001
2007	7 (4)	8.5 (5)	0.0001	1 (1)	3 (1.5)	< .0001
2008	5 (2)	8 (5)	< .0001	4 (2)	4 (1.5)	0.0652

^z Numbers are disease indices 1–9; 1 = Resistant and 9 = Highly susceptible (IRRI, 2002).

^y Data are disease indices: median, number in bracket is interquartile range.

表 9. 水稻品種 (系) 於嘉義旱田式病圃之葉稻熱病抗病性年度與期作間交感效應分析

Table 9. Interaction between year and crop-season on resistance of rice varieties/lines to leaf blast in the upland nursery in Chiayi

Source of variation	Japonica rice		Indica rice	
	Degrees of freedom	χ^2	Degrees of freedom	χ^2
C ^z	1	3.606	1	8.350
Y × C ^y	5	45.083**	5	9.808
Total	6	48.689	6	18.158

^z C: Crop season.

^y Y × C: interaction of year and crop season.

*, ** significant at 5% and 1% level, respectively.

表 10. 水稻品種 (系) 於嘉義旱田式病圃之第一與第二期作葉稻熱病抗病性表現比較

Table 10. Comparison of rice varieties/lines for resistances to leaf blast between first and second crop seasons of 2003–2008 in the upland nursery in Chiayi

Year	1 st crop season	No. of entries in Japonica rice			No. of entries in Indica rice		
		2 nd crop season		<i>P</i> -value ^z	2 nd crop season		<i>P</i> -value
		Resistant	Susceptible		Resistant	Susceptible	
2003	Resistant	54	1	< 0.0001	16	15	0.0001
	Susceptible	46	50		0	1	
2004	Resistant	78	12	0.8348	26	0	—
	Susceptible	11	67		0	1	
2005	Resistant	68	40	< 0.0001	26	0	—
	Susceptible	4	60		0	1	
2006	Resistant	54	0	< 0.0001	28	0	—
	Susceptible	19	98		0	1	
2007	Resistant	60	2	0.4142	27	0	—
	Susceptible	4	100		0	1	
2008	Resistant	60	1	0.0008	23	1	0.3173
	Susceptible	14	85		0	4	

^z The proportion of resistance to leaf blast between first and second crop seasons was analyzed by McNemar test.

歷年第一及第二期作抗病級數大小差異後，發現梗稻無一致的趨勢；秈稻除 2006 及 2008 年無顯著差異外，其餘年份均有顯著差異，並以第二期作之罹病程度較為嚴重 (表 11)。

水稻品種 (系) 在不同地區之抗病反應分析

比較歷年水稻品種 (系) 在嘉義及臺東關山病圃之稻熱病抗性表現差異，結果顯示梗稻在不同地區對於葉稻熱病之抗病比例差異顯著性無一致表現；對於穗稻熱病之抗病比例則有顯著差異，惟差異大小亦不一致。秈稻在不同地區對於葉稻熱病之抗病比例均無顯著差異；對於穗稻熱病抗病比例差異，歷年無一致的表現 (表 12)。比較不同地區之稻熱病抗病級數的差異，梗稻於年度間無一致反應。秈稻除了 2005 年穗稻熱病抗病級數無顯著差異，其餘年份於葉稻熱病及穗稻熱病之不同地區抗病級數均有顯著差異，且以臺東關山病圃的罹病程度較為嚴重 (表 13)。

目前水稻主要栽培品種對稻熱病之反應

目前栽培面積最廣的 10 大品種中，在命名推廣當時抗葉稻熱病的品種有 7 個，抗穗稻熱病的品種亦有 7 個，而至 2008 年抗葉稻熱病之品種減少為 3 個，抗穗稻熱病品種僅餘 1 個，

顯示田間稻熱病菌生理小種的持續變異，及加強抗病育種工作的必要性 (表 14)。

討 論

在稻熱病菌的傳染周期中，氣象條件是一個相當重要的影響因素。據研究指出，當氣溫 28°C、相對濕度 93%時其分生孢子產生的數量可達最高 (Hemmi & Imura 1939; Kato & Sasaki 1974)，而相對濕度接近飽和時最有利於分生孢子逸散 (Leach 1980)。葉稻熱病於自然環境下以 26–28°C 發病情況最為嚴重，穗稻熱病則以抽穗時期低溫較易發病。歸納前人研究結果，可知適於稻熱病發病的氣象條件為氣溫 14–30°C，而以 25–28°C 且濕度高 (大於 90%) 為最適宜發病 (Chien 1975)。2003 年至 2008 年於嘉義之稻熱病發生期間 (3 月至 6 月) 的平均溫度/相對濕度範圍在 14.39–31.23°C/70.90–91.35%之間，同時間於臺東之平均溫度/相對濕度範圍則在 14.90–27.50°C/63.00–93.10%，均適於稻熱病之發生。而 2003 年至 2008 年兩病圃之抗葉稻熱病比例，其中梗稻除 2006 年與 2007 年以外均達 55%以上，秈稻更高達 80%以上 (表 1)，顯示各試驗場所育成之水稻品種 (系) 在適於發病的氣象條件下，對於葉稻熱病已有

表 11. 水稻品種 (系) 在嘉義旱田式病圃第一及第二期作葉稻熱病抗病級數之比較

Table 11. Difference between first and second crop seasons in scores of resistance to leaf blast of rice tested during 2003–2008 in the upland nursery in Chiayi

Year	Japonica rice			Indica rice		
	1 st crop season ^z	2 nd crop season	P-value of Wilcoxon test	1 st crop season	2 nd crop season	P-value of Wilcoxon test
2003	6 (5) ^{z,y}	4 (3)	0.0001	4 (1)	5.5 (2)	0.0054
2004	5 (5)	5 (5)	0.8287	3 (2)	4 (0)	0.0131
2005	5 (7)	8 (5)	0.0264	2 (2)	4 (0.5)	0.0442
2006	9 (5)	7 (5)	0.0069	4 (1)	4 (0)	0.4200
2007	8.5 (5)	9 (5)	0.6729	3 (1.5)	4 (0)	0.0003
2008	8 (5)	6 (5)	0.0038	4 (1.5)	4 (1.5)	0.9929

^z Numbers are disease indices 1–9; 1 = Resistant and 9 = Highly susceptible (IRRI, 2002).

表 12. 水稻品種 (系) 在嘉義與臺東關山病圃稻熱病抗病性表現之比較

Table 12. Performance of rice varieties/lines in resistance to leaf and panicle blasts under different nurseries in Chiayi and Kuanshan, 2003–2008

Year	Chiayi nursery	No. of entries in Japonica rice			No. of entries in Indica rice		
		Kuanshan nursery		<i>P</i> -value ^z	Kuanshan nursery		<i>P</i> -value
		Resistant	Susceptible		Resistant	Susceptible	
Leaf blast							
2003	Resistant	87	29	< 0.0001	29	2	0.1573
	Susceptible	1	34		0	1	
2004	Resistant	107	5	0.0017	26	0	—
	Susceptible	21	35		0	1	
2005	Resistant	96	10	0.1779	26	0	—
	Susceptible	17	49		0	1	
2006	Resistant	64	13	0.5316	24	3	0.0833
	Susceptible	10	84		0	1	
2007	Resistant	63	8	0.0196	24	3	0.0833
	Susceptible	1	94		0	1	
2008	Resistant	86	14	0.0184	22	4	0.1797
	Susceptible	4	56		1	1	
Panicle blast							
2003	Resistant	15	60	< 0.0001	25	6	—
	Susceptible	3	52		0	0	
2004	Resistant	70	6	< 0.0001	25	0	0.3173
	Susceptible	46	46		1	1	
2005	Resistant	77	18	0.0054	26	0	—
	Susceptible	39	34		0	1	
2006	Resistant	16	43	< 0.0001	19	9	0.0027
	Susceptible	6	106		0	2	
2007	Resistant	40	22	0.0053	9	17	0.0002
	Susceptible	7	63		1	1	
2008	Resistant	14	44	< 0.0001	5	14	0.0027
	Susceptible	6	96		2	7	

^z The proportion of resistance to leaf blast and panicle blast between Chiayi nursery and Kuanshan nursery was analyzed by McNemar test.

相當程度的抗性。惟探討 2006 年與 2007 年抗病比例偏低之原因，發現嘉義地區 2006 年 3 月下旬至 4 月上旬之平均氣溫由 20.05°C 驟然上升至 25.18°C；2007 年 3 月下旬至 4 月上旬之平均氣溫則由 23.25°C 驟然下降至 19.02°C，

臺東地區亦有類似的變化趨勢。這段時間正是葉稻熱病發病的關鍵時期，此時氣溫忽冷忽熱可能導致水稻植株的抵抗力較差，進而造成抗病比例偏低 (Chien 1975)。

秈稻抗病性較粳稻強的現象已見於先前報

表 13. 水稻品種 (系) 在嘉義與臺東關山病圃抗病級數之比較

Table 13. Performance of rice varieties/lines in resistance to leaf and panicle blasts under different nurseries in Chiayi and Kuanshan, 2003–2008

Year	Japonica rice					
	Leaf blast			Panicle blast		
	Chiayi	Kuanshan	<i>P</i> -value of Wilcoxon test	Chiayi	Kuanshan	<i>P</i> -value of Wilcoxon test
2003	4 (1) ^{z,y}	5 (3)	< .0001	3 (2) ^y	5 (2)	< .0001
2004	4 (5)	4 (2)	0.4423	5 (6)	3 (2)	0.0005
2005	4 (5)	5 (2)	0.0123	3 (6)	3 (2)	0.2953
2006	6 (3)	6 (4)	0.0671	5 (6)	7 (4)	0.0070
2007	7 (4)	6 (4)	0.4098	5 (6)	5 (6)	0.1639
2008	5 (2)	5 (4)	0.0941	6 (6)	7 (4)	0.0023
Indica rice						
2003	2 (1)	4 (0.5)	< .0001	1 (0)	3 (4)	< .0001
2004	1.5 (1)	3 (0)	< .0001	1 (1)	3 (0)	< .0001
2005	2 (0)	4 (1)	< .0001	1 (0)	1 (0)	0.1023
2006	2 (0)	4 (1)	< .0001	1 (0)	3 (2)	< .0001
2007	1 (1)	4 (1)	< .0001	1 (0)	5 (2)	< .0001
2008	4 (2)	4 (1)	0.0004	1 (4)	5 (3)	0.0021

^z Numbers are disease indices 1-9; 1 = Resistant and 9 = Highly susceptible (IRRI, 2002).

^y Data are disease indices: median, number in bracket is interquartile range.

表 14. 水稻主要栽培品種對稻熱病之抗性反應

Table 14. Comparison of the top ten commercial varieties of rice in Taiwan for resistance to leaf and panicle blasts

Variety	Type	Planting area			Leaf blast		Panicle blast	
		ha	%	Year released	Year released	2008	Year released	2008
Tainan 11	Japonica	116,833	53.7	2004	R ^z	S	MR	HS
Taikeng 14	Japonica	21,810	10.0	1996	MR	MR	R	MS
Taikeng 16	Japonica	14,841	6.8	1996	R	S	MR	HS
Taikeng 8	Japonica	12,530	5.8	1992	R	MR	HR	S
Taichung sen 10	Indica	9,163	4.2	1979	MR	R	MR	R
Taikeng 9	Japonica	8,091	3.7	1993	MS	S	MS	HS
Taikeng 2	Japonica	6,995	3.2	1989	HS	MS	MS	S
Kaohsiung 139	Japonica	6,260	2.9	1975	MR	S	R	S
Taichung 192	Japonica	5,379	2.5	2007	HS	MR	HS	MS
Taikeng 4	Japonica	4,503	2.1	1990	MR	MS	MR	HS
Total		206,405	94.9					

^z R: resistant; MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; S: susceptible, and HS: highly susceptible.

告 (Chen 1990; Chen *et al.* 2004)，於本研究亦顯示有類似的結果。此一現象可能與臺灣水稻栽培長期以梗稻為主，致不同地區稻熱病菌生理小種已對梗稻栽培品種產生變異與適應有關。嘉義與臺東關山病圃水稻品種 (系) 抗病級數的差異並無一致反應，此與先前研究報告嘉義病圃之葉稻熱病較為嚴重，而穗稻熱病以關山病圃為嚴重的結論似有不同 (Chen 1990)。不同病圃間的發病程度，除了受生理小種分布不同的影響之外，也與水稻生育時期的氣象條件與地理環境有關。

穗稻熱病的發病率一般大於葉稻熱病，本研究資料顯示梗稻於嘉義及關山兩病圃歷年抗穗稻熱病品種 (系) 數量僅佔參試品種 (系) 之 42.8% 與 34.4%，低於抗葉稻熱病所佔比例之 58.7% 與 56.2%。其中 2008 年關山病圃檢定梗稻抗穗稻熱病所佔比例更僅有 12.5%，秈稻亦只有 25.0% 的抗病比例，比較同時同地之抗葉稻熱病比例則無特殊偏低現象；同年度嘉義病圃梗稻與秈稻抗穗稻熱病比例亦較其他年度為低。目前各試驗場所提供之水稻品種 (系) 均具一定程度之抗病性，同一地區稻熱病菌族群組成於一年之中大幅變異的可能性也不大，因此氣象條件的改變可能是影響抗病比例偏低的主要因素。2008 年 5 月中旬嘉義與臺東地區的平均氣溫為 24.1°C 與 22.1°C，均低於歷年平均溫度之 25.5°C 及 26.0°C (中央氣象局 1971–2000 年平均資料)，也是 2003–2008 年間同時期之最低平均氣溫，在低溫環境下有利於穗稻熱病之發生。本研究發現在嘉義病圃梗稻有 17.2%、秈稻有 5.8%；臺東關山病圃梗稻及秈稻更有 26.3% 與 26.2% 之比例的水稻品種 (系) 無法藉由葉稻熱病的抗性反應預測穗稻熱病反應，由於穗稻熱病影響稻作產量甚鉅，因此不論葉稻熱病與穗稻熱病相關性是否顯著，依然有檢定穗稻熱病的必要。

旱田式病圃除了可避免如水田式病圃因氣

候環境影響造成不完全發病或發病程度不一的缺點外，其試驗方法亦較為簡便，又可增加單位面積內栽培個體數量，提高檢定的效率 (Yang 1967)。本研究顯示旱田式病圃的檢定結果大致可代表水田式病圃之反應，且對於罹病品種 (系) 的篩選亦較為嚴格，但同時也存在有誤將中抗品種 (系) 淘汰的疑慮。

目前對於水稻抗稻熱病品種 (系) 的檢定多在第一期作進行，然而根據本研究對於稻熱病的期作性反應分析顯示，以秈稻有期作性反應且以第二期作較易感病，梗稻則無明顯反應。若僅以第一期作之抗病反應檢定結果做為篩選依據，則可能因避病現象而造成誤判。

誌 謝

本試驗承行政院農業委員會補助部分經費，臺東關山病圃檢定資料及嘉義病圃氣象資料承臺東區農業改良場及嘉義農業試驗分所利幸貞小姐提供，試驗調查工作承廖偉盛及羅俊欽先生協助，特此誌謝。

引用文獻 (Literature cited)

- Chen, L. C. 1990. Reaction of rice varieties and selections to blast in the uniform blast nurseries. *Jour. Agri. Res. China* 39:303–314. (in Chinese with English abstract)
- Chen, L. C., Y. S. Chen, and Y. H. Cheng. 2004. Test of rice varieties and strains resistant to rice blast in blast nurseries during 1990–2002. *Jour. Agric. Res. China* 53:269–283. (in Chinese with English abstract)
- Chien, C. C. 1975. A survey on the prevalence of panicle blast of the long grain *Indica* type rice, with special emphasis on the physiological races of blast fungus. *Jour. Agric. Res. China* 24:23–31. (in Chinese with English abstract)
- Chien, C. C. 1991. Review and future prospects of research on rice diseases in Taiwan. *Proceedings of symposium on rice diseases. TARI Special Publication No. 32:1–14.* (in Chinese with English abstract)

- Hemmi, T. and J. Imura. 1939. On the relation of airhumidity to conidial formation in the rice blast fungus, *Pyricularia oryzae*, and the characteristics in the germination of conidia produced by the strains showing different pathogenicity. Ann. Phytopath. Soc. Japan 9:147-156. (in Japanese with English abstract)
- International Rice Research Institute. 2002. Standard Evaluation System for Rice. Philippines. 56 pp.
- Kato, H. and T. Sasaki. 1974. Epidemiological studies of rice blast disease, with special reference to reproductive process in lesions on rice plants and disease forecast. Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. Ser. C 28:1-61. (in Japanese with English abstract)
- Leach, C. M. 1980. Influence of humidity, red-infrared radiation, and vibration on spore discharge by *Pyricularia oryzae*. Phytopathology 70:201-205.
- Yang, S. C. 1967. The use of non-irrigated nursery for breeding blast resistance of rice. Jour. Agric. Res. China 16:1-7. (in Chinese with English abstract)

Field Evaluation of Rice Varieties and Lines from Taiwan for Resistance to Leaf and Panicle Blasts caused by *Magnaporthe grisea* during 2003–2008¹

Dah-Jing Liao² and Lung-Che Chen^{3,4}

Abstract

Liao, D. J. and L. C. Chen 2011. Field evaluation of rice varieties and lines from Taiwan for resistance to leaf and panicle blasts caused by *Magnaporthe grisea* during 2003–2008. J. Taiwan Agric. Res. 60:279–292.

Breeding rice (*Oryza sativa*) for resistance to blast disease caused by *Magnaporthe grisea* (synonym *Pyricularia oryzae*) is an important strategy for control of this disease in Taiwan. Field trials were conducted in disease nurseries (one paddy field and one upland field in Chiayi and one paddy field in Kuanshan) in Taiwan, during 2003–2008 to screen 1161 varieties and lines of rice collected from nine research institutes and extension stations in Taiwan for resistance to leaf blast and/or panicle blast. Results showed that, among Japonica rice tested, the number of varieties/lines with resistance to leaf blast was higher than the number with resistance to panicle blast. Also, the number of Japonica rice varieties/lines with resistance to leaf blast in the paddy nursery in Chiayi was significantly ($P < 0.05$) higher than that in the upland nursery in Kuanshan. Thus, Japonica rice varieties/lines were more susceptible to blast diseases in the upland nursery than in the paddy nursery. For Indica rice varieties/lines, rice blast was more severe in the upland nursery in Kuanshan, compared to the results of the tests in the paddy nursery in Chiayi. Also, Indica rice varieties/lines were more susceptible to blast diseases in the second crop season than in the first crop season. In contrast, the disease severity indices for leaf blast and panicle blast in Japonica rice were not different significantly ($P > 0.05$) between the two crop seasons of each year. Among the top ten commercial rice varieties in Taiwan, seven were resistant to both leaf and panicle blasts at the time of their release for cultivation; however, there were only three varieties with resistance to leaf blast and one variety with resistance to panicle blast in the tests in 2008. This indicates that the resistance in some varieties may have broken down and whether the loss of resistance in a rice variety is due to presence of new race(s) of *M. grisea* remains unknown and thus, warrants further investigations.

Key words: Rice, *Oryza sativa*, Blast, *Magnaporthe grisea*, *Pyricularia oryzae*, Disease nursery.

1. Contribution No. 2556 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: August 31, 2011.

2. Assistant Researcher and Senior Researcher, Agronomy Department, Chiayi Agricultural Experiment Branch, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.

3. Corresponding author, e-mail: chenlgce@dns.caes.gov.tw; Fax: (05)2773630.