

穗稻熱病引起水稻產量損失估計¹

蔡 武 雄²

摘要：稻穗受稻熱病菌 (*Pyricularia oryzae*) 為害引起之產量損失，依稻穗受害程度分為 0 (穗軸上有病斑，但稻穗未受害)， $\frac{1}{3}$ (稻穗 $\frac{1}{3}$ 以上受害)， $\frac{1}{2}$ (稻穗 $\frac{1}{2}$ 以上受害)， $\frac{2}{3}$ (稻穗 $\frac{2}{3}$ 以上受害) 及 1 (稻穗整穗受害) 等不同等級時，在民國75年及76年第一期分別在臺南縣白河鎮及嘉義分所試驗田以水稻品種臺農 67 號及臺農70號在早植期、中植期及晚植期之單穗穀重估計穗稻熱病引起之產量損失率 (%) 可以下式求得。產量損失率 (%) = $5n_1$ (整穗受害之穗數) + $3n_2$ (稻穗 $\frac{2}{3}$ 以上受害之穗數) + $2n_3$ (稻穗 $\frac{1}{2}$ 以上受害之穗數) + $1n_4$ (稻穗 $\frac{1}{3}$ 以上受害之穗數) + $0n_5$ (稻穗穗軸上有病斑，但稻穗未受害之穗數) + $0n_6$ (健康之穗數) / $6N$ (調查總穗數)。穗稻熱病不同發病等級和產量損失率之關係為 $\hat{Y} = -5.11 + 84.56X$

作物病害估計，依 James⁽⁴⁾ 可分為 disease incidence 及 disease severity。所謂 disease incidence 係指植株或葉片發病數目的百分率，而 disease severity 係指發病植株或葉片發病面積的百分率。換言之，前者僅考慮到發病的個體數，並未考慮其發病的輕重，而後者不僅考慮到發病的個體數，同時考慮其發病的輕重，是比較準確的方法。在穗稻熱病為害穀粒方面，由穀粒受稻熱病菌 (*Pyricularia oryzae*) 為害時間之早晚有異，故其受害程度亦有別，有的穀粒在未飽滿以前就受害，則損失較重，若是穀粒在完全飽滿以後再受害，則損失較輕或者不影響其產量。另一方面，有的稻穗可能全部受害，有的稻穗僅一部份受害，其他部分則未受害。所以稻穗受稻熱病為害而引起之損失比較複雜，往往不能僅考慮罹病穗率而已，必須按其受害之程度加以分級比較，才能正確估算其損失。

材料與方法

民國75年第一期作在臺南縣白河鎮及民國76年第一期作在嘉義分所設置試驗田。供試水稻品種臺農67號及臺農70號，插秧期分為早植期、中植期及晚植期等三次，每次相隔15天。試驗小區面積為20平方公尺，每品種每植期重複4次，採逢機完全區集設計。當水稻達成熟期時，依稻穗受稻熱病為害之程度以肉眼分為 0 (穗軸上有病斑，但稻穗未受害)， $\frac{1}{3}$ (稻穗 $\frac{1}{3}$ 以上受害)， $\frac{1}{2}$ (稻穗 $\frac{1}{2}$ 以上受害)， $\frac{2}{3}$ (稻穗 $\frac{2}{3}$ 以上受害)，1 (稻穗整穗受害) 以及對照 (健康之稻穗) 等六級 (圖 1)。一般在田間並非同一叢水稻之稻穗均會同時受稻熱病為害，有時在一叢稻穗中可能只有一穗或兩穗受害，同時其受害程度亦有差異，有的稻穗有 $\frac{1}{3}$ ， $\frac{1}{2}$ ， $\frac{2}{3}$ 以上或全部受害，所以在取樣時以單穗為準。取樣時每小區每發病等級隨機取樣90稻穗，稻穗取樣後放置於紙袋，晒乾後，在穀粒含水量12—13時秤其單穗穀重，並計算產量損失率。產量損失率 (%) = $\frac{\text{對照穀重} - \text{不同發病等級之穀重}}{\text{對照穀重}} \times 100$

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1393 號。本研究承國科會 (NSC76-0409-B055b-04) 補助經費，特此誌謝。

2. 臺灣省農業試驗所嘉義分所副研究員。臺灣省 嘉義市。

100%。

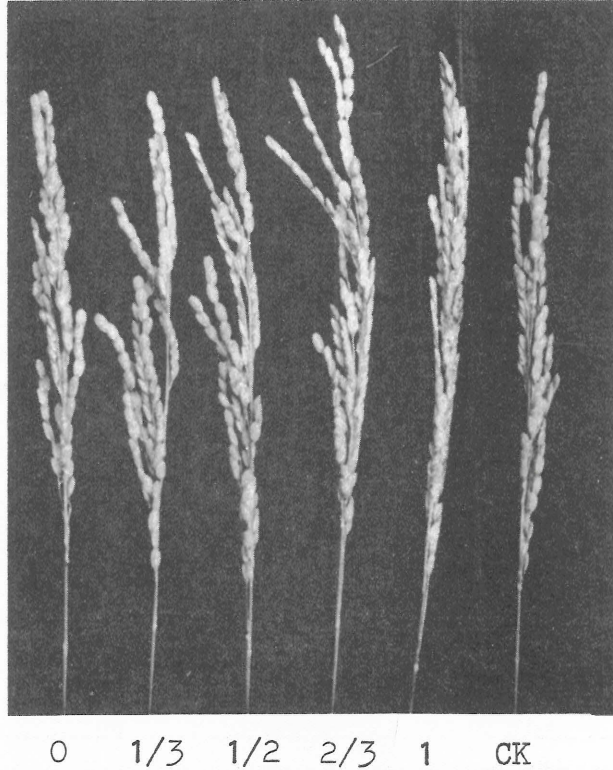


圖1. 穗稻熱病等級

Fig. 1. Disease scale of panicle blast

- 0：穗軸上有病斑，但稻穗未受害(Panicle neck with necrotic lesions but rice grains without damage)
- $\frac{1}{3}$ ：稻穗 $\frac{1}{3}$ 以上受害 (more than 1/3 of the panicle was damaged)
- $\frac{1}{2}$ ：稻穗 $\frac{1}{2}$ 以上受害 (more than 1/2 of the panicle was damaged)
- $\frac{2}{3}$ ：稻穗 $\frac{2}{3}$ 以上受害 (more than 2/3 of the panicle was damaged)
- 1：稻穗整穗受害 (total of the panicle was damaged)
- CK：健康穗 (healthy panicle)

結 果

民國75及76年第一期作在白河及嘉義分所臺農67號及臺農70號在不同植期下不同發病等級之平均穀重及產量損失率如表1。在白河試驗田水稻品種臺農67號在早植期不同發病等級0， $\frac{1}{3}$ ， $\frac{1}{2}$ ， $\frac{2}{3}$ ，1及對照之平均穀重為2.23，1.89，1.49，1.08，0.34及2.28克，其相對產量損失率為2.19，17.11，34.65，52.63及85.09%。中植期之平均穀重為2.26，1.90，1.53，1.13，0.37及2.28克，其相對產量損失率為0.88，16.67，32.89，50.44及83.77%。晚植期之平均穀重為2.15，1.81，1.39，1.05，0.35及2.17克，其相對產量損失率為0.92，16.59，35.94，51.61及83.87%。水稻品種臺農70號在0， $\frac{1}{3}$ ， $\frac{1}{2}$ ， $\frac{2}{3}$ ，1及對照之平均穀重在早植期為2.28，1.90，1.49，1.03，0.31及2.30克，其相對產量損失率為0.87，17.39，35.22，53.04及86.52%。中植期之平均穀重為2.21，1.85，1.46，1.07，0.27及2.25克，其相對產量損失率為1.78，17.78，35.11，52.44及88.00%。晚植期之平均穀重為2.15，1.83，1.45，1.10，0.37及2.20克，其相對產量損失率為2.27，16.82，34.09，50.00及83.18%。在嘉義分所試驗田水稻品種臺農67號在早植期不同發病程度0， $\frac{1}{3}$ ， $\frac{1}{2}$ ， $\frac{2}{3}$ 及1之相對產量損失

表1. 水稻臺農67號及臺農70號在白河及嘉義不同穗稻熱病等級之穀重(克)及產量損失(%)

Table 1. Grain weight(g)and yield loss (%) of rice cultivar Tainung 67 and Tainung 70 with different panicle blast disease scale under various transplanting stages at Chia-yi and Pai-ho

Disease scale	Pai-ho					
	Tainung 67			Tainung 70		
	E ⁴	I	L	E	I	L
0 ¹ {	2.23 ² (2.19) ³	2.26 (0.88)	2.15 (0.92)	2.28 (0.87)	2.21 (1.78)	2.15 (2.27)
1/3 {	1.89 (17.11)	1.90 (16.67)	1.81 (16.59)	1.90 (17.39)	1.85 (17.78)	1.83 (16.82)
1/2 {	1.49 (34.65)	1.53 (32.89)	1.30 (35.94)	1.49 (33.22)	1.46 (35.11)	1.45 (34.09)
2/3 {	1.08 (52.63)	1.13 (53.44)	1.05 (51.61)	1.08 (53.04)	1.07 (52.44)	1.10 (50.00)
1 {	0.34 (85.09)	0.37 (83.77)	0.35 (83.87)	0.31 (83.52)	0.27 (88.00)	0.37 (83.18)
CK {	2.28 (0.00)	2.28 (0.00)	2.17 (0.00)	2.30 (0.00)	2.25 (0.00)	2.20 (0.00)

Disease scale	Chia-yi						Total	Ave.	Yield loss	Ratio
	Tainung 67			Tainung 70						
	E	I	L	E	I	L				
0 ¹ {	2.26 (1.31)	2.21 (0.90)	2.46 (0.40)	2.23 (0.45)	2.20 (0.45)	2.32 (0.00)	26.96	2.25	0.88	0
1/3 {	1.92 (16.16)	1.86 (16.59)	2.10 (14.98)	1.89 (15.63)	1.86 (15.84)	1.89 (17.47)	22.70	1.89	16.74	1
1/2 {	1.49 (34.93)	1.52 (31.84)	1.71 (30.77)	1.49 (33.48)	1.55 (29.86)	1.43 (37.55)	18.00	1.50	33.92	2
2/3 {	1.07 (53.28)	1.11 (50.22)	1.40 (43.32)	1.19 (46.88)	1.14 (49.42)	1.06 (53.71)	13.48	1.12	50.62	3
1 {	0.37 (83.84)	0.37 (83.41)	0.54 (78.14)	0.43 (80.80)	0.41 (81.45)	0.32 (86.03)	4.45	0.37	83.70	5
CK {	2.29 (0.00)	2.23 (0.00)	2.47 (0.00)	2.24 (0.00)	2.21 (0.00)	2.29 (0.00)	27.21	2.27	0	0

¹ 0 : Panicle neck with necrotic lesion but rice grains without damage, 1/3, 1/2, 2/3 and 1 indicated that more than 1/3, 1/2, 2/3 and total of the rice grains were infected.

² Means in each column were the average of four replications, and each replication was the average of 90 panicles.

³ Values in parentheses were percentage of yield losses. Yield loss (%) = grain weight of CK - grain weight of different disease scale / grain weight of CK × 100%.

⁴ E : Early transplanting plot I : Intermediate transplanting plot L : Late transplanting plot.

率為 1.31, 16.16, 34.93, 53.28 及 83.84%, 中植期之相對產量損失率為 0.90, 16.59, 31.84, 50.22及83.41%, 晚植期之相對產量損失率為0.40, 14.98, 30.77, 43.32及78.14%。水稻品種臺農70號在 0, 1/3, 1/2, 2/3及 1 之發病等級下其相對產量損失率在早植期為 0.45, 15.63, 33.48, 46.88及80.80%, 中植期為0.45, 15.84, 29.86, 48.42及81.45%, 而晚植期為 0, 17.47, 37.55, 53.71及 86.03%。經由 Duncan's 多變域測定知在 0 級之單穗穀重與對照差異不顯著, 故不考慮其產量損失。綜觀兩個水稻品種在兩個年度內在兩個不同地點之發病等級在 1/3, 1/2, 2/3及 1 時, 無論早植, 中植或晚植其產量損失比皆為 1 : 2 : 3 : 5, 故其產量損失率可以下式估算。產量損失率 (%) = 5n₁ (整穗受害之穗數) + 3n₂ (稻穗2/3以上受害之穗數) + 2n₃ (稻穗1/2以上之受害之穗數) + 1n₄ (稻穗1/3以上受害之穗數) + 0n₅ (稻穗穗軸上有病斑, 但稻穗未受害之穗數) + 0n₆ (健康之穗數) 6N / (調查總穗數)。穗稻熱病不同發病等級和產量損失率之關係經由迴歸分析得 $\hat{Y} = -5.11 + 84.56X$ (R²=0.98**) (\hat{Y} 為產量損失率, X 為穗稻熱病等級) (圖 2)。

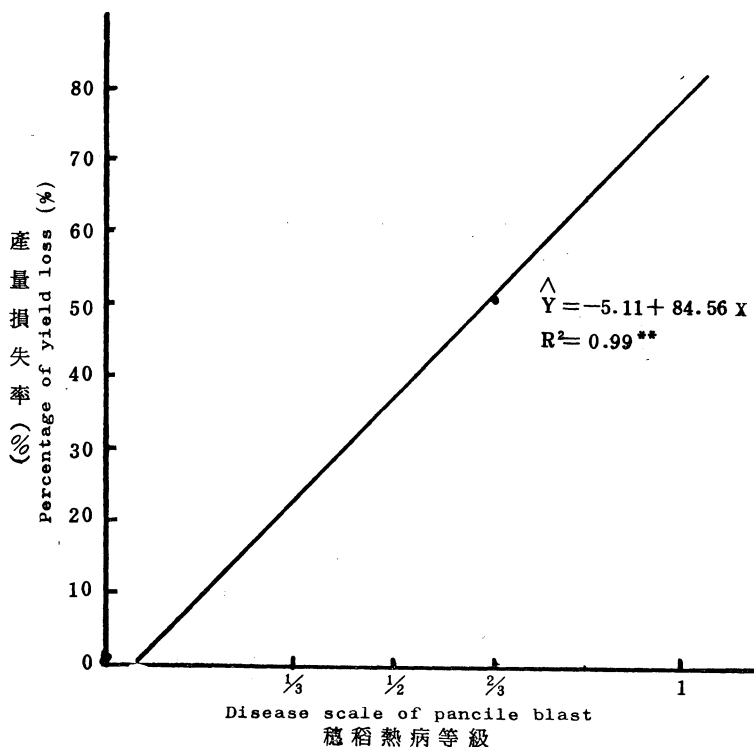


圖2. 穗稻熱病發病等級與產量損失率之關係

Fig. 2. Relationships between disease scale of panicle blast and percentage of yield loss.

討 論

稻穗受稻熱病菌 (*P. oryza*) 為害而引起之產量損失估計方法複雜而且使用不方便, 缺少一個明確的公式, 例如有以從水稻抽穗到感染稻熱病之日數來估算產量損失者, 有以稻穗受害部位來估算產量損失者⁽³⁾。但因為一叢水稻的稻穗並非抽穗期完全一致, 所以稻穀之飽滿或成熟亦不一致, 於是雖然同一日期感染穗稻熱病, 其產量損失未必一致。至於利用稻穗受害部位來估算損失者, 要考慮其穗軸或支梗的位置及色澤, 又要考慮小穗的成熟度, 相當繁雜。而利用本方法將稻穗受害程度加以分級, 再將各種不同等級之穗數代入公式即可得到產量損失率。本公式與1968年日本農林省農林經濟局統計調查部所出版之「夏作減收推定尺度」⁽¹⁾第 152—153 頁所載穗稻熱病罹病指數 = (80 × 1 穗

內 $\frac{1}{3}$ 以上不稔粒之穗數) + (50 × 1 穗內 $\frac{1}{2}$ 不稔粒之穗數) + (20 × 1 穗內 $\frac{1}{3}$ 以下不稔粒之穗數) / 總穗數之算法甚為接近, 但其公式僅算出罹病指數, 並不直接算出損失率, 而本公式能直接算出損失率, 所以配合本省水稻病蟲害預測員來估算每年稻穀受稻熱病為害而引起之產量損失甚為實用。本報告之部分資料已在75年中華植物保護學會論文宣讀⁽²⁾。

參 考 文 獻

1. 日本農林省農林經濟局統計調查部, 1968. 夏作減收推定尺度. P. 152—153.
2. 蔡武雄, 1986. 稻熱病引起之水稻產量損失估計方法之改進. 植保會刊28: 434.
3. Goto, K. 1965. Estimating losses from rice blast in Japan. In The Rice Blast Disease: Proc. Symp. at IRRI, July, 1965. P. 195—202. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins Press.
4. James, W. C. 1974. Assessment of plant disease and losses. Ann. Rev. Phytopath. 12: 27-48.

Estimation of Rice Yield Losses Caused by Panicle Blast Disease¹

W. H. Tsai²

Summary

Yield losses of rice panicles caused by *Pyricularia oryzae* was studied. Rice cultivars of Tainung 67 and Tainung 70 were cultivated during the first crop of both 1986 and 1987 at Pai-ho and Chia-yi experimental fields, respectively, under early, intermediate and late transplanting stages. The disease severity of the panicles infected by blast disease based on the grains damaged were divided into five degrees: 0 (panicle neck with necrotic lesions but rice grains without damage), 1/3, 1/2, 2/3 and 1 (more than 1/3, 1/2, 2/3 and total of the panicles were damaged). From the grain weight ratio under various disease severity on both cultivars at different transplanting stages and different locations, it indicated that the percentage of yield losses could be calculated by the following formula. Percentage of yield losses (%) = $5n_1$ (number of panicles with all the panicle damaged) + $3n_2$ (number of the panicles with more than 2/3 of the panicle was damaged) + $2n_3$ (number of the panicles with more than 1/2 of the panicle was damaged) + $1n_4$ (number of the panicles with more than 1/3 of the panicle was damaged) + $0n_5$ (number of the panicles with necrotic lesions but rice grains without damage) + $0n_6$ (number of panicles healthy) / $6N$ (total panicles investigated). The relationships between percentage of yield loss and disease scale of panicle blast was $\hat{Y} = -5.11 + 84.56X$.

1. Contribution No. 1393 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by NSC-76-0409-B055b-04.

2. Plant Pathologist, Chia-yi Agricultural Experiment Station, TARI, Chia-yi, Taiwan, ROC.