

紋枯病罹病程度對稻穀產量之影響¹

張 義 璋²

摘要：本研究依照國際稻米研究所水稻檢定計畫所訂紋枯病罹病等級，將紋枯病分為 0、1、3、5、7 及 9 等 6 種罹病度，並分析水稻產量與紋枯病罹病度之相關性。第一期稻作，臺南 5 號及臺農 67 號之叢收量與罹病度呈直線負相關，其方程式分別為 $Y=30.5349-1.2814X$ 及 $Y=41.6277-1.9991X$ ，相關係數分別為 $r=-0.6006^{**}$ 及 $r=-0.6240^{**}$ 。兩個品種之穗重與罹病度呈直線負相關。臺南 5 號之程式 $Y=1.9692-0.0712X$ ， $r=-0.6503^{**}$ ；臺農 67 號之程式 $Y=2.4478-0.1120X$ ， $r=-0.7008^{**}$ 。兩個品種之稔實率與罹病度亦呈直線負相關，臺南 5 號之程式 $Y=87.3544-2.7693X$ ， $r=-0.6871^{**}$ ；臺農 67 號 $Y=86.3703-3.2101X$ ， $r=-0.6877^{**}$ 。估算紋枯病罹病度 1、3、5、7 及 9 等級引起之減產率，臺南 5 號分別為 14.2、26.9、29.0、32.9 及 40.2%，臺農 67 號則為 8.3、18.0、24.8、27.7 及 48.9%。第二期稻作，臺農 67 號水稻叢收量與紋枯病罹病度亦呈直線負相關，臺中大安試驗田相關程式 $Y=28.7854-0.8211X$ ， $r=-0.5554^{**}$ ；本所試驗田之程式 $Y=22.8985-0.6800X$ ， $r=-0.5107^{**}$ 。穗重與罹病度亦呈直線負相關，大安試驗田之程式 $Y=1.6381-0.0468X$ ， $r=-0.6228^{**}$ ；本所試驗田之程式 $Y=1.6746-0.0320X$ ， $r=-0.3914^{**}$ 。利用稻生育期間每 10 日調查一次之罹病度總和與叢收量或穗重分析相關性，得到相關直線之斜率與利用成熟期罹病度分析之直線斜率相似。

有關紋枯病引起水稻之減產，日本研究報告較多。堀^(10,14)報告比較粉劑和水和劑防治紋枯病之效果及增產情形。井上及內野⁽¹⁾與高坂^(8,9)均分別報告比較不同殺菌劑之防治效果及產量。岩田⁽⁷⁾則探討防治時機與防治次數問題。以上諸位學者均以藥劑防治，得到增產後以間接的方法推算減產率。吉村⁽²⁾比較分析粒重、穗重、穗長、穗着粒數、飽實粒率及空粒與田間調查之紋枯病罹病度之相關性，相關係數雖然不高，但因採樣數多，而且採取直接比較法，少了藥劑因子之參與，因而相關係數之可靠度相當之高。但吉村只比較穗與發病之關係，叢重則未提及。穗重又因分藥別之不同而有差異⁽²⁾，由穗重不易推算叢以上單位之產量。

本省有關紋枯病引起減產之研究，蔡^(11,17)分別以臺南 5 號、臺中在來一號及 IR833-6-2-1-1 等 3 個品種(系)，利用鐵甲磷酸銨殺菌劑控制發病度，比較不同發病度之減產情形。有機磷劑防治紋枯病時，防治時機及防治次數對水稻本身亦有影響^(1,8,9)。利用殺菌劑防治病害求取減產率，葉部病害之研究甚多⁽¹⁶⁾。稻紋枯病之病原菌 *Rhizoctonia solani* AG1 以菌核為主要初次感染源，菌核於本田期早期即已附著於秧苗上，至分蘗期再感染致病，第二次感染源則靠菌絲進行叢間傳播^(3,4,5,12,13,18)，在田間很少有空氣傳播現象，因此成聚集型發病，我們在同一塊稻田內不難找到不同被害度及健康之稻叢。本研究參考國際稻米研究所所訂之紋枯病罹病等級，並採取自然發病株樣品，迴歸分析一期作及二期作之紋枯病罹病度與減產之相關性，期能提供參考。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1274 號。本研究結果曾獲國科會 74 學年度研究獎助金，謹此誌謝。

2. 本所植病系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

材料與方法

一期作試驗係於農試所農場進行，供試水稻品種為臺農67號及臺南5號，兩品種之種植面積各為1,000m²。採用手插秧每叢插植約5株秧苗，叢距為20cm×25cm，插秧後按一般慣用栽培方式管理之，除了插秧後第2日施用5%丁基拉草粒劑除草外，植稻期間未再施用其他農藥。水稻收穫前5天調查紋枯病發病叢，參考國際稻米研究所水稻檢定計畫所訂紋枯病罹病等級⁽¹⁵⁾，標示各叢之罹病度。該罹病度之劃定為0=未發病；1=病斑低於四分之一葉鞘；3=病斑低於二分之一葉鞘；5=病斑高於二分之一葉鞘，並輕微感染第3及4位葉；7=病斑高於四分之三葉鞘，並感染到劍葉及第2位葉；9=病斑到達稻株頂端，嚴重地感染所有葉片，部分稻株已枯死。

收穫時隨機採取不同罹病度之稻叢各50叢之稻穗，即每品種各採取300叢水稻。採收之稻穗以叢為單位，分別裝於尼龍網袋後曬乾，並以人工將各穗脫粒。脫粒後將實粒與秕粒分開，數計兩者粒數後計算稔實率。再取實粒重量為叢收量，叢收量除以穗數即得該叢之平均穗重。將叢收量、穗重及稔實率分別與田間調查之紋枯病罹病度進行迴歸分析，並求取相關係數。

二期作試驗分設於本所農場及臺中大安農家稻田兩地，水稻品種為臺農67號，栽植及管理均與前述同，唯大安試驗田於齊穗後增加蟲害防治一次。為瞭解病勢進展對減產之影響，二期作自插秧後每隔10日調查一次紋枯病罹病度，記錄每叢水稻之罹病史，即總罹病指數。抽穗前之罹病度之判定，係依病斑高度與稻株高度之比例，比照前述6種罹病等級之比例判讀。兩地分別調查3小區，每小區為15×15叢即225叢。水稻成熟時割取所有罹病稻叢，並割取健叢。稻穀之採收、乾燥及脫粒均與前述同法。脫粒後以選種機除去秕粒，稱取叢收量及計算叢之平均穗重。分別以叢收量及穗重與成熟期罹病度及總罹病指數進行迴歸分析，求其相關程式及相關係數。

結 果

一期作兩供試品種之產量，以臺農67號之產量較高。兩品種叢收量與紋枯病罹病度之關係符合直線迴歸。臺農67號之迴歸程式為 $Y=41.6277-1.9991X$ ，相關係數 $r=-0.6240^{**}$ ；臺南5號之迴歸程式為 $Y=30.5349-1.2814X$ ，相關係數 $r=-0.6006^{**}$ ，詳如圖1所示。另由各罹病度之叢收量平均值推算減產率，則可發現罹病度較輕時，臺南5號之減產率比臺農67號為大，但罹病度達9級時臺農67號之減產率反較臺南5號為大，詳見表一所列。

表1. 水稻產量及減產與紋枯病罹病度之關係

Table 1. Yield and yield loss of rice in relation to disease severity of sheath blight.

罹 病 度 Disease scale	臺 南 5 號 Tainan 5		臺 農 67 號 Tainung 67	
	產 量(克/叢) Yield (gm/hill)	減 產 率(%) Yield decrease (%)	產 量(克/叢) Yield (gm/hill)	減 產 率(%) Yield decrease (%)
0	33.1 ± 1.8	0	42.3 ± 2.8	0
1	28.4 ± 1.5	14.2	38.8 ± 1.9	8.3
3	24.2 ± 1.3	26.9	34.7 ± 2.6	18.0
5	23.5 ± 1.1	29.0	31.8 ± 2.1	24.8
7	22.2 ± 1.3	32.9	30.6 ± 1.8	27.7
9	19.8 ± 1.6	40.2	21.6 ± 1.8	48.9

臺農67號之有效分蘗數，即穗數比臺南5號為多，但兩個品種之有效分蘗數與紋枯病罹病度並無相關性存在。穗重與紋枯病罹病度亦呈直線負相關，斜率與叢收量相似，詳見圖2。臺農67號之迴歸程式 $Y=2.4478-0.1120X$ ，相關係數 $r=-0.7008^{**}$ ；臺南5號之程式 $Y=1.9692-0.0712X$ ，相

關係數 $r = -0.6503^{**}$ 。兩個品種之稔實率與紋枯病罹病度均呈直線負相關，其斜率頗為相似，詳見圖 3 所示。臺農 67 號之程式 $Y = 86.3703 - 3.2101X$ ，相關係數 $r = -0.6877^{**}$ ；臺南 5 號之程式 $Y = 87.3544 - 2.7693X$ ，相關係數 $r = -0.6871^{**}$ 。

二期作試驗調查紋枯病罹病度之結果，得知雖然兩地病勢進展略有不同，但均具相同趨勢。兩地紋枯病發病叢數甚高，但將混有毒素病等病蟲害之稻叢排除後，本所試驗田餘有 49 叢參與分析；大安試驗田則為 48 叢。利用收穫前 3 日調查之罹病度和植稻期間每 10 日調查一次之罹病度總和，分別與叢收量或穗重進行相關程式分析，結果 4 條相關直線之斜率極為相似，詳見圖 4 及圖 5 所示。第二期作迴歸直線之相關係數較第一期作為低，但均達極顯著標準，負相關具有意義。

討 論

以往水稻紋枯病主要發生於第二期作^(3,12,13)，但近年來一、二期作間之發病率差異不大，有時一期作之發病率及罹病度反比第二期作為高^(4,5,6,12,13)，其原因可能和耕作方式之改變有關⁽⁵⁾。除毒素病或稻熱病之流行年外，第一期作之病蟲害較少，本試驗結果可看出第一期作產量比第二期作為高。本試驗進行時，第一期作未見稻熱病發生，但紋枯病仍可發病至最嚴重之罹病度 9 級。因此第一期作所作之相關分析，除未受農藥因子之干擾外，其他病蟲害之干擾亦甚小。兩個品種之相關係數分別為 -0.6 至 0.7 之間，由 t 值測試得知相關性之可靠度甚高。如果我們以各罹病等級之稻叢總收量或叢收量之平均值，與罹病度進行迴歸分析，得到之相關直線，其斜率與各叢收量個別帶入所得相關直線之斜率相同，相關係數約為 0.93 及 0.97，但 t 值反而降低，此為自由度減少之關係。

當紋枯病罹病度 7 級以下，臺農 67 號之減產率比臺南 5 號為低，臺農 67 號之莖及葉鞘較粗壯是否較耐病？值得再探討。另臺農 67 號之劍葉挺立距穗近，當罹病度達 9 級時稻穗亦常受感染，秕粒增加，減產率高達 48.9%，為罹病度 7 級之減產率 27.7% 之 1.77 倍；為臺南 5 號罹病度 9 級之減產率 40.2% 之 1.22 倍（表 1 及圖 3）。

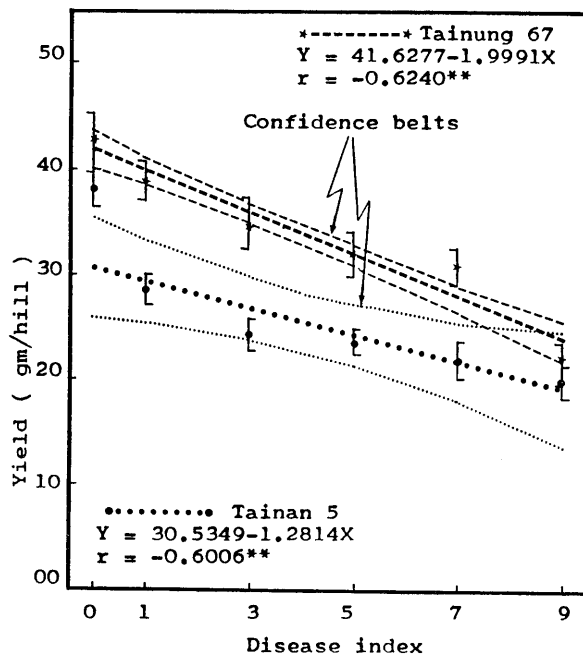


圖 1. 第一期作，臺農 67 號及臺南 5 號水稻之產量與紋枯病罹病程度之相關性。罹病指數係收穫前 5 日調查之結果。

Fig. 1. The relationship between disease severity of sheath blight and yield of Tainung 67 and Tainan 5 in the first rice crop. The disease index was referred to Standard Evaluation System for Rice of IRTP, IRRI.

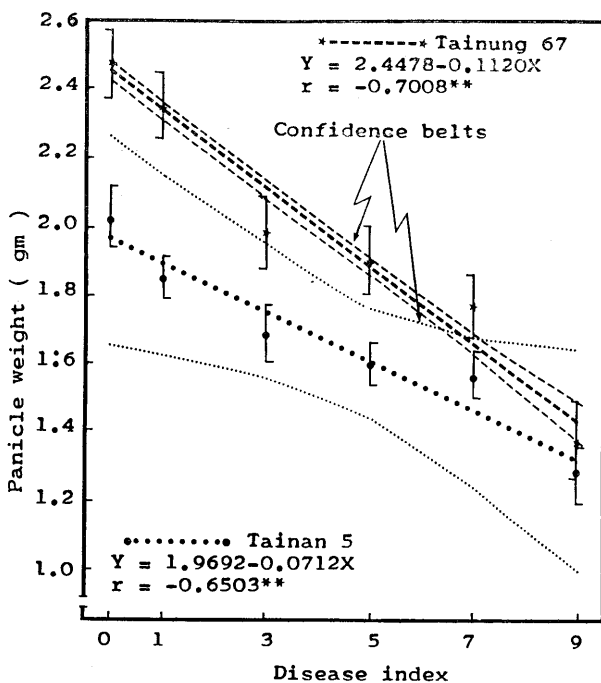


圖2. 第一期作，臺農67號及臺南5號水稻之穗重與紋枯病罹病程度之相關性。罹病指數係收穫前5日調查之結果。

Fig. 2. The relationship between disease severity of sheath blight and panicle weight of Tainung 67 and Tainan 5 in the first rice crop. The disease index was referred to Standard Evaluation System for Rice of IRTP, IRRI.

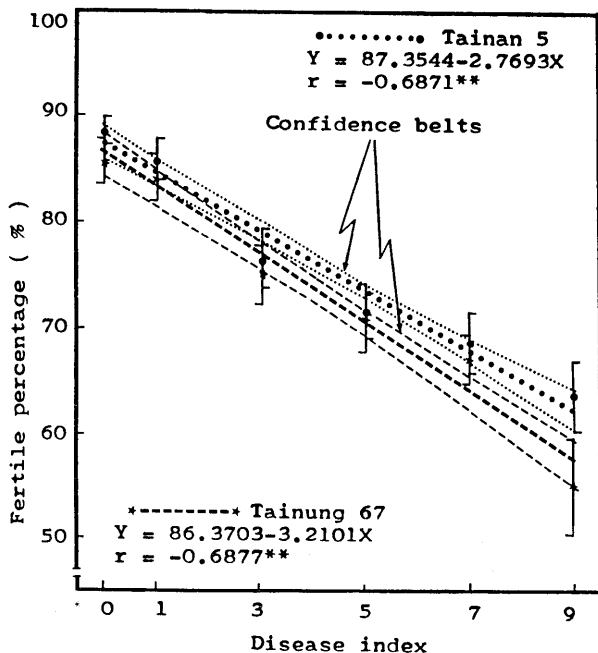


圖3. 第一期作，臺農67號及臺南5號水稻之稔實率與紋枯病罹病程度之相關性。罹病指數係收穫前5日調查之結果。

Fig. 3. The relationship between disease severity of sheath blight and fertility of Tainung 67 and Tainan 5 in the first rice crop. The disease index was referred to Standard Evaluation System for Rice of IRTP, IRRI.

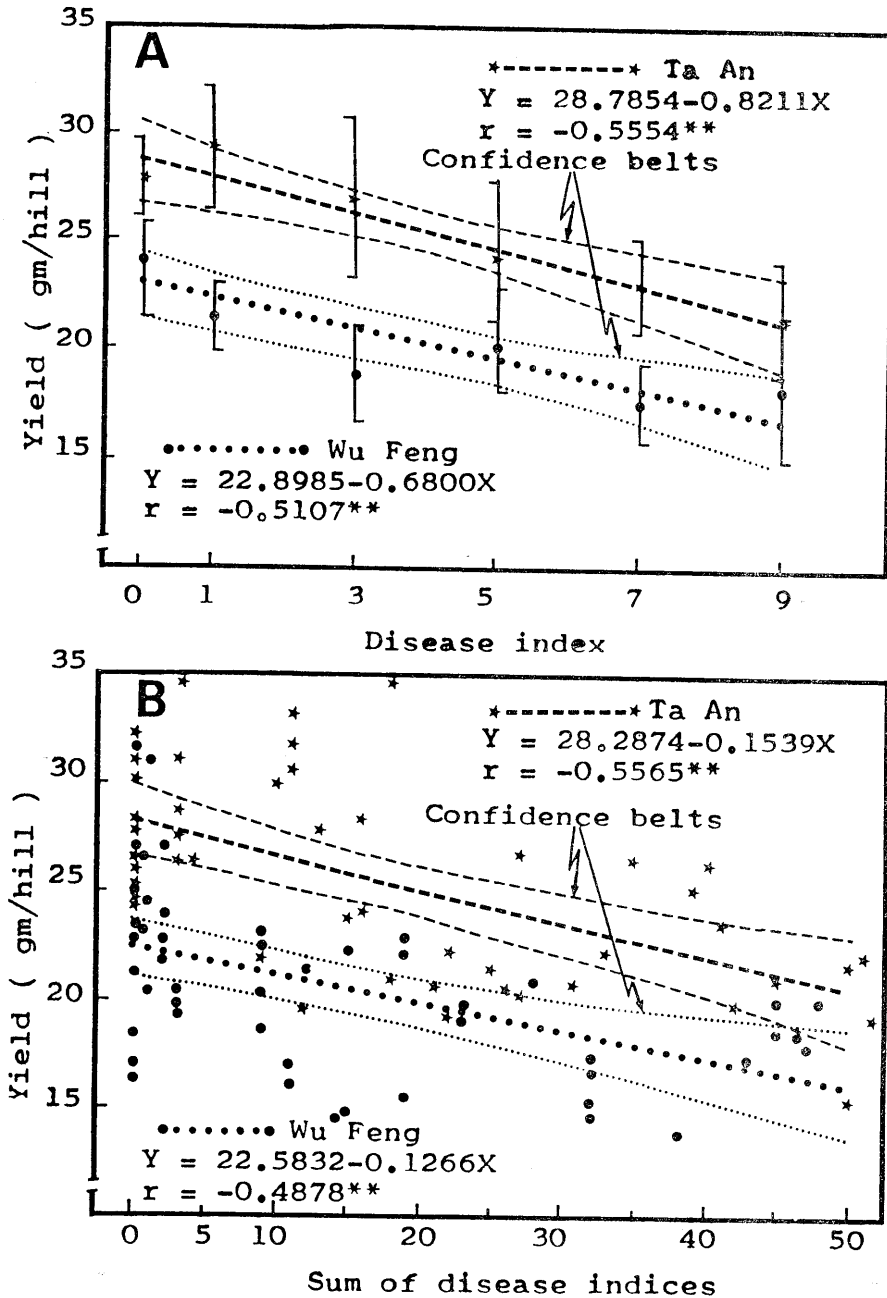


圖4. 臺中大安及霧峰兩地第二期作，臺農67號水稻之產量與紋枯病罹病程度之相關性。A) 收穫前3日調查之罹病度，B) 稻生長期間每10日調查一次罹病度之總和。

Fig. 4. The relationship between disease severity of sheath blight and yield of second-crop rice (Tainung 67) at Ta-An and Wu-Feng. A) the disease index was read 3 days before harvest; B) each disease index was a sum of disease indices which read every 10 days in rice growing period. The disease index was referred to Standard Evaluation System for Rice of IRTP, IRRI.

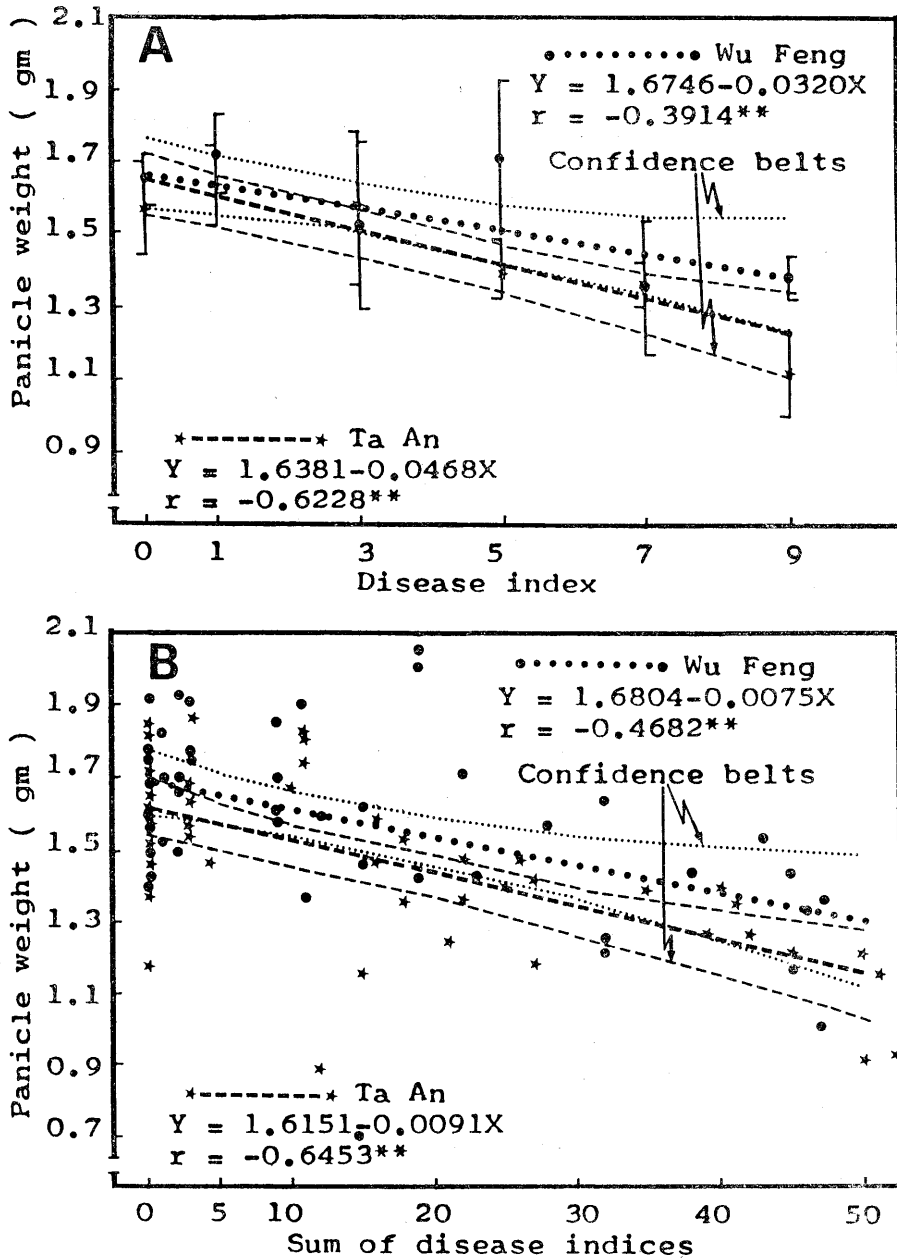


圖5.臺中大安及霧峰兩地第二期作，臺農67號水稻之穗重與紋枯病罹病程度之相關性。A) 收穫前3日調查之罹病度，B) 稻生長期間每10日調查一次罹病度之總和。

Fig. 5. The relationship between disease severity of sheath blight and panicle weight of second-crop rice (Tainung 67) at Ta-An and Wu-Feng. A) the disease index was read 3 days before harvest; B) each index was a sum of disease indices which read every 10 days during rice growing period. The disease index was referred to Standard Evaluation System for Rice of IRTP, IRRI.

二期作試驗結果顯示，產量及減產率均較一期作為低，直線迴歸之斜率較小，相關係數之可靠性（ t 值測試）雖達極顯著，但較一期作為小。其原因除氣象因子不同所致外，水稻受到其他病蟲害如胡麻葉枯病及飛蝨等為害，可能會降低單一病害（紋枯病）與減產之相關性。吉村⁽²⁾進行紋枯病被害度與穗重之相關分析時，亦指出所採 260 個樣品均有其他病蟲害同時存在，因此他所得之相關係數 r 值僅為 -0.186 ± 0.04 ，雖其 t 值亦達極顯著標準證實相關之存在，但相關性甚低。大安試驗田於水稻齊穗後防治飛蝨一次，降低蟲密度，其相關係數比本所農場之相關係數略高（圖 4 及圖 5），似可間接說明其他病蟲害之存在可能會影響減產之估算。無論利用成熟期罹病度或稻生育期間罹病度總和，與叢收量或穗重之相關分析，所得迴歸直線之斜率頗為相近。亦即在同一期間同地區之單叢水稻紋枯病之發病史（即總罹病度）與成熟期罹病度呈正相關。不同年份間之病勢進展將有不同，總罹病度與成熟期罹病度對產量之減產率，年與年之間是否一致？則需更多研究者進行探討。兩種罹病度與減產率之相關程度是否一致，會影響防治臨界點之判定。有關防治臨界點，日本堀^(10,14)，井上及內野⁽¹⁾，岩田⁽⁷⁾，高坂^(8,9) 等均有詳細之探討，可供參考。但本省與日本有地域性之差異，防治臨界點應有不同^(11,12)，況且紋枯病之生態近年來已有所改變^(4,5)。因此本省各地之防治臨界點甚值得分區進行測試，以求經濟防治之效。

病害損失估計常用殺菌劑控制病害，由增產量換算病害之損失率^(1,7-12,14,17)。紋枯病最常用之殺菌劑為有機砷劑，但容易產生藥害。堀^(10,14) 指出噴灑有機砷劑後雖肉眼未見藥害徵狀，但已可造成 2~3% 之減產，因此利用有機砷劑控制發病所估算之損失率，常無法估算殺菌劑本身引起之損失率。當供試水稻混有其他病害存在時，所用殺菌劑對各病害之藥效及降低各病害引起之減產情形，亦不易估算。由紋枯病生態瞭解同一稻田可找到健康及不同罹病等級之稻叢，採取自然發病株之樣品以迴歸方式分析相關性，結果顯示相關性甚高。但其應用之準確與否？則需更多地區及年份之減產估算比較。

參考文獻

- 井上好之利、內野一成 1963 稻紋枯病に關する研究。第一報被害の生態および藥劑防除。指定試驗（病蟲害）第 4 號，136 頁。日本農林水產技術會議事務局山口縣農業試驗場出版。
- 吉村彰治 1955 稻紋枯病の被害について。九州農試彙報 3（1）：143~154。
- 吳龍溪 1971 稻紋枯病。P. 49~76。邱人璋編 稻作病害。P. P. 372。農復會出版。
- 杜金池、張義璋、王仲文 1979 水稻紋枯病菌之生態研究。科學發展月刊 7（12）：1208~1219。
- 杜金池、張義璋 1981 水稻紋枯病原菌之生態及生物防治研究。南改場研究彙報 15·1~14。
- 杜金池、張義璋 1983 近年來本省 *Rhizoctonia* 屬病原真菌研究之回顧。植保會刊 25（4）：213~229。
- 岩田和夫 1975 紋枯病の要防除水準。今月の農藥 19（7）：18~22。
- 高坂淖爾 1958 稻紋枯病の發生機構並びにその防除に關する調查研究。病害蟲發生予察資料第 61 號，290 頁。日本農林省振興局植物防疫課出版。
- 高坂淖爾 1961 稻紋枯病に關する研究とくに發生生態に關する實驗的考察と藥劑防除法について。中國農業研究第 20 號，133 頁。日本中國農業研究協議會出版。
- 堀眞雄 1967 稻紋枯病の被害豫察と防除法。農業と園藝 42：1389~1392。
- 蔡武雄 1975 水稻紋枯病不同發病程度與產量及產量損失關係之研究。植保會刊 17（4）：410~417。
- 蔡武雄 1976 紋枯病對水稻產量損失估計。植保會刊 18（2）：106~119。
- 蔡武雄、游俊明 1978 水稻紋枯病之流行學及其對產量之影響。P. 247~262。邱人璋編 水稻病蟲害：生態學與流行學 P. P. 331。農復會出版。
- Hori, M. 1969. On forecasting the damage due to sheath blight of rice plants and the critical point for judging the necessity of chemical control of the disease. Rev. Pl. Prot. Res. 2：70~73.
- IRTP 1980. Standard Evaluation System for Rice. IRRI, Phillipines.
- James, W. C. 1974. Assessment of plant disease and losses. Ann. Rev. Phytopath. 12：27~48.

17. Tsai, W. H. 1974. Assessment of yield losses due to rice sheath blight at different inoculation stages. Jour. Agric. Res. China 23(3) : 188-194.
18. Tu, C. C. and Y. C. Chang 1978. Studies on the grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn in Taiwan. Jour. Agric. Res. China 27(4) : 325-343.

Studies on the Effect of Disease Severity of Sheath Blight on Rice Yield¹

Yih-Chang Chang²

Summary

In this study, the disease severity of sheath blight was read in scales of 0, 1, 3, 5, 7 and 9 which was referred to Standard Evaluation System for Rice of IRTP, IRRI. Yield, panicle weight and fertile percentage of rice were determined and related by regression to the severity of sheath blight observed 5 days before harvest of first-crop rice at Wu-Feng (TARI). The results indicated that negative correlations between disease severity and rice yield, panicle weight and fertile percentage were found on both varieties of Tainan 5 and Tainung 67. Their correlations were represented as following regression formulae: yield (gm/hill) $Y=30.5349-1.2814X$ ($r=-0.6006^{**}$), panicle weight (gm) $Y=1.9692-0.0712X$ ($r=-0.6503^{**}$), and fertile percentage (%) $Y=87.3544-2.7693X$ ($r=-0.6871^{**}$) on variety Tainan 5; yield $Y=41.6277-1.9991X$ ($r=-0.6240^{**}$), panicle weight $Y=2.4478-0.1120X$ ($r=-0.7008^{**}$), and fertile percentage $Y=86.3703-3.2101X$ ($r=-0.6877^{**}$) on variety Tainung 67; and here X was the scale of disease severity. The yield loss of rice corresponded to the disease severity which read in scales of 1, 3, 5, 7, and 9 was estimated at 14.2, 26.9, 29.0, 32.9 and 40.2% for Tainan 5, and 8.3, 18.0, 24.8, 27.7 and 48.9% for Tainung 67, respectively.

In the second crop, the severity of sheath blight was investigated every 10 days during rice growing period at Ta-An and Wu-Feng. Yield and panicle weight of rice were determined and related by regression to either the disease severity of mature rice investigated 3 days before harvest or the sum of all disease indices which had been recorded during rice growing season. The relationship of yield and panicle weight of rice to either the disease severity of mature rice or the sum of disease indices was in negative correlations. The correlation between the disease severity (X) of mature rice and yield or panicle weight of rice was represented as following regression formulae: yield $Y=28.7854-0.8211$ ($r=-0.5554^{**}$), panicle weight $Y=1.6381-0.0468X$ ($r=-0.6228^{**}$) for the rice at Ta-An; yield $Y=22.8985-0.6800X$ ($r=-0.5107^{**}$), panicle weight $Y=1.6746-0.320X$ ($r=-0.3914^{**}$) for the rice at Wu-Feng. When making the regression with the sum disease index (X), the formulae would be: yield $Y=28.2874-0.1539X$ ($r=-0.5565^{**}$), panicle weight $Y=1.6151-0.0091X$ ($r=-0.6453^{**}$) for the rice at Ta-An; yield $Y=22.5832-0.1266X$ ($r=-0.4878^{**}$), panicle weight $Y=1.6804-0.0075X$ ($r=-0.4682^{**}$) for the rice at Wu-Feng.

1. Contribution No. 1274 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Researcher, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.