

水稻葉稻熱病預測(Ⅲ)氣象變數與病斑面積率之關係

蔡 武 雄

臺灣省農業試驗所嘉義分所植物保護系

(接受日期：民國 74 年 11 月 18 日)

摘 要

利用複迴歸分析 1979~1984 年臺農 67 號之病斑面積率與氣象變數之間的關係，建立六個方程式來預測稻熱病在發病最高峰期之病斑面積率，並以 1985 年之氣象變數與病斑面積率數據來驗證此等預測方程式之準確性，結果顯示其各預測值與實測值之數據甚為接近，且依病斑面積率與產量損失之關係，預測值與實測值屬於同一級數。

各預測方程式係以病斑面積率與其角度值為因變數分別求得的。分析的結果，顯示轉角與否並無顯著的差別。在所建立的預測方程式含有 3~4 個氣象變數，分別為平均相對濕度，相對濕度在 90% 以上之小時數，降雨量及降雨日數，預測方程式中 R^2 之值為 0.89~0.96。在六個預測方程式中，四個係由二月中旬的之氣象變數組成的，而其餘二個係由二月下旬之氣象變數組成的。

(關鍵字：稻熱病、預測、病斑面積率、轉角)

ABSTRACT

Tsai, W. H. (1986) Prediction of Rice Leaf Blast. III. Meteorological Variables and Percentage of Leaf Area Infected by *Pyricularia oryzae*. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 28 : 111~117 (Dept. of Plant Protection, Chia-yi Agricultural Experiment Station, TARI.)

By using multiple regression to analyze the relationships between meteorological variables and percentage of leaf area infected by *Pyricularia oryzae* on rice cultivar, Tainung 67, six reliable predicting equations were derived. The equations derived from 1979-1984 were tested in 1985. The results showed that the predicting values were close to the observed values.

The predicting equations were obtained by using percentage of diseased leaf area with and without arcsin transformation. Equations derived from transformed and untransformed data were similar. The equations contained 3-4 meteorological variables, such as average RH, hours of RH over 90%,

rainfall and rainy days. The coefficients of determination of the equations were 0.89-0.96. Among the six equations, four were derived from the meteorological variables of middle February, and the other two were derived from late February.

(Key words: rice blast, prediction, percentage of leaf area infected, arcsin percentage transformation)

緒 言

葉稻熱病 (*Pyricularia oryzae*) 除了以病斑數表示發病的輕重外，均用病斑面積率。病斑數的預測已利用逐步迴歸分析氣象變數、分生孢子數以及病斑數之關係建立預測方程式^(4,5)。但田間病斑數的調查比病斑面積率的調查緩慢，尤其在大面積調查葉稻熱病時以調查葉片病斑面積率迅速省時，而且具實用性。

預測作物病害的目的，在於事先得知病害之發生而做事先之防患。稻熱病預測的目的亦然，若能預知當年葉稻熱病之病斑面積率，則預測病斑面積率大者應施藥防治，以減少產量損失，而預測病斑面積率不影響產量或其影響不達經濟水準時不必施藥。

本報告係分析 1979~1984 年水稻臺農 67 號之葉片病斑面積率與氣象因子之關係，建立預測方程式，並以所擬定之預測方程式驗證 1985 年之預測值與實測值，找出具有實用性之預測方程式。

材 料 與 方 法

在臺南縣白河鎮設置試驗田，試驗田分為四小區，每小區長 8 公尺，寬 6 公尺。依兩對角分別種植兩稈稻品種及兩秈稻品種，亦即臺農 67 號及臺南 5 號為對角，嘉農秈 8 號及臺中秈 3 號為對角⁽⁴⁾。行株距 22.5 公分×22.5 公分，施肥量每期作氮肥每公頃 120 公斤，於基肥，兩次追肥及穗肥分別施用。磷肥每公頃 60 公斤，當做基肥使用。鉀肥每公頃 90 公斤，分配於基肥及兩次追肥時施用。在試驗田中央設置自記濕溫度計，露水計及雨量計等氣象儀器以記載氣象資料。從 1979 年到 1982 年每年均在同一日期 (1 月 21 日) 插秧。1983 年

及 1984 年將插秧期分為早、中及晚植三個時期。每期間隔 15 天，1983 年早植在 1 月 12 日，1984 年早植在 1 月 10 日。插秧期分為三次的目的除了收集發病及氣象資料以外，又可觀察葉稻熱病是否因插秧期不同，其發病程度有所差異，1985 年仍在 1 月 21 日插秧。水稻插秧以後，每天巡視試驗田，當發現葉稻熱病開始發生時，每小區調查 20 叢水稻依農林廳編印之葉稻熱病罹病程度調查基準及基準圖⁽¹⁾調查病斑面積率。本試驗係利用 1979~1984 年水稻臺農 67 號之病斑面積率，以複迴歸分析方法探討病斑面積率和平均氣溫、平均相對濕度，相對濕度大於 90% 以上之小時數，降雨量和降雨日數之關係，推定出預測方程式。這些氣象變數亦包括在以前之報告所討論氣象變數和病斑數之關係的方程式中^(4,5)，所以才選定這些氣象變數當迴歸分析時之獨立變數。由於預測病害的目的係在病害未發生前能預知病害發生的可能性，而稻熱病高峰期在白河地區通常在三月下旬，故分析時利用每年二月上旬、中旬、下旬及三月上旬以及二月份全月之上述氣象變數 (表一) 與每年發病最高峰期之葉片病斑面積率做複迴歸分析以建立方程式。由於迴歸分析時得到甚多的方程式，於是再從所有之方程式按照過去學者所用之方法先選出達 1% 或 5% 顯著水準，同時 R^2 (決定係數) 亦達顯著水準者⁽⁷⁾，然後再以 1985 年之氣象變數代入方程式，求得預測值，最後再比較預測值和實測值。分析時病斑面積率分為轉角 (arcsin transformation) 及不轉角以比較所建立之方程式其準確性有何差異。本文統計分析係應用本分所之 HP-150 個人電腦所建立程式檔中之迴歸程式進行資料分析求算。

表一、1979~1985年不同時期之氣象變數及稻熱病斑面積率
 Table 1. Meteorological variables at various periods of time and percentage of leaf area infected by *Pyricularia oryzae* from 1979~1985

Year	Meteorological variables																		Percentage of leaf area infected by <i>Pyricularia oryzae</i>												
	Average temperature						Average RH (%)						Hours of RH > 90%							Quantity of rainfall (mm)						Rainy days					
	February	Early Feb.	Middle Feb.	Late Feb.	March	February	February	Early Feb.	Middle Feb.	Late Feb.	March	February	February	Early Feb.	Middle Feb.	Late Feb.	March	February		February	Early Feb.	Middle Feb.	Late Feb.	March							
1979	19.4	17.8	19.8	20.6	19.0	75.6	75.7	72.9	78.3	77.7	247.5	77	105.9	64.5	91.5	7.6	0	6.4	1.2	3.5	2	0	1	1	3	80.3					
1980	17.7	14.9	18.9	19.3	23.6	82.5	85.8	80.1	81.7	76.5	365.0	124	116.0	125.0	101.0	21.0	10.5	2.0	8.5	0	3	1	1	1	0	3.7					
1981	19.2	17.7	21.6	18.2	21.0	77.2	76.1	75.3	80.2	81.9	312.0	89.0	116.0	107.0	111.0	1.7	0	0.6	1.1	9.1	5	0	2	3	2	46.4					
1982	17.6	17.2	17.9	17.7	17.1	82.8	79.9	80.3	88.2	90.7	408.0	136.0	149.0	123.0	180.0	4.9	0	0.2	4.7	7.8	6	0	2	4	5	9.3					
1983	16.7	16.8	15.6	17.7	17.9	84.9	84.4	86.2	84.1	83.2	442.0	152.5	171.5	118.0	129.0	139.7	13.1	116.5	10.1	13.5	20	6	8	6	3	28.6 47.8 54.3 1) 2) 3)					
1984	16.5	14.8	17.4	17.3	15.7	81.7	80.8	83.2	81.1	81.2	348.5	101.5	139.5	107.5	129.0	5.6	0	5.6	0	9	3	0	3	0	3	0.06 0.16 0.16 1) 2) 3)					
1985	20.4	21.3	20.7	19.2	21.7	85.0	79.8	86.5	88.7	84.1	424.5	138.0	147.5	139.0	141.5	161.4	100.6	36.0	24.8	0.6	17	6	7	4	1	5.0					

1) Early transplanted 2) Middle transplanted 3) Late transplanted

表二、各預測方程式不同年度葉片病斑面積率之預測值與實測值比較
 Table 2. Comparison of predicted and observed values of percentage of leaf area infected by
Pyricularia oryzae for various years from different predicting equations

Predicting equations ¹	Year																				
	1979 ^a	1980	1981	1982	1983	1984	1985														
	P.V.O.V.O.V.-P.V.	P.V.O.V.O.V.-P.V.	P.V.O.V.O.V.-P.V.	P.V.O.V.O.V.-P.V.	P.V.O.V.O.V.-P.V.	P.V.O.V.O.V.-P.V.	P.V.O.V.O.V.-P.V.														
1. $Y = 674.79 - 8.27X_2$ $- 0.10X_3 + 0.33X_4$ $+ 7.49X_5$ ($R^2 = 0.92$)	70.86	80.30	9.44	7.86	3.70	-4.16	54.59	46.40	-8.19	9.81	9.30	-0.51	42.09	47.80	5.71	-3.95	0.16	4.11	8.93	5.00	-3.93
2. $Y = 679.36 - 8.47X_2$ $+ 0.95X_3 + 6.73X_4$ ($R^2 = 0.92$)	70.87	80.30	9.43	8.34	3.70	-4.64	55.24	46.40	-8.84	12.75	9.30	-3.45	43.87	47.80	3.93	-3.19	0.16	3.35	6.41	5.00	-1.41
3. $Y = 173.21 - 1.57X_2$ $+ 1.31X_3 + 7.38X_4$ ($R^2 = 0.89$)	80.89	80.30	-0.59	-4.52	3.70	8.22	47.80	46.40	-1.40	15.78	9.30	-6.48	45.46	47.80	2.34	4.43	0.16	-4.27	16.99	5.00	-11.99
4. $Y = 521.09 - 6.38X_2$ $+ 0.43X_3 + 2.47X_4$ ($R^2 = 0.92$)	61.21	63.65	2.44	13.38	11.09	-2.29	45.88	42.94	-2.94	13.81	17.76	3.95	40.99	43.74	2.75	0.09	2.29	2.20	1.99	12.92	10.93
5. $Y = 515.20 - 6.31X_2$ $+ 0.39X_3 + 3.04X_4$ ($R^2 = 0.96$)	60.74	63.65	2.91	13.59	11.09	-2.50	46.37	42.94	-3.43	14.67	17.76	3.09	41.04	43.74	2.70	1.51	2.29	0.78	4.70	12.92	8.22
6. $Y = 281.28 - 2.17X_2$ $- 0.92X_3 + 0.73X_4$ $+ 7.73X_5$ ($R^2 = 0.95$)	60.64	63.65	3.01	2.93	11.09	8.16	32.80	42.94	10.14	11.08	17.76	6.68	43.97	43.74	-0.23	6.39	2.29	-4.10	9.94	12.92	2.98

1) Equations 1~6 were derived from the data of 1979~1984. Among them, 1~3 were derived without arcsin percentage transformation, and 4~6 were derived with arcsin percentage transformation, X_2 =Average RH(%), X_3 =Hours of RH>90%, X_4 =Quantity of rainfall, X_5 =Rainy days (Equations 1, 2, 4, 5 were obtained from the middle of Feb, and equations 3, 6 were obtained from the late of Feb.)

2) P.V.= Predicted value O.V.= observed value

3) Predicted values of 1985 were calculated from the meteorological variables of 1985 with predicting equations based on 1979~1984 data

試驗結果

複迴歸分析以後，由甚多的方程式選出六個方程式（表二）；葉片病斑面積率不轉角時有三個方程式（方程式 1~3），其中方程式 1 和 2 係由二月中旬，方程式 3 由二月下旬得來的。當葉片病斑面積率轉角時亦可選出三個方程式（方程式 4~6），其中方程式 4 和 5 亦由二月中旬，方程式 6 由二月下旬得來的。將二月中旬及下旬之氣象變數分別代入方程式而得到病斑面積率之預測值分別列於表二。在所得之預測方程式中含有 3~4 個氣象變數，同時顯示病斑面積率與相對濕度及相對濕度大於 90% 以上之小時數成負相關，而與降雨量及降雨日數或正相關關係。當六個方程式以 1985 年之資料來做驗證時，以方程式 3 之實測值與預測值相差在 11.99 外，方程式 4 及 5 之實測值與預測值相差在 10.93 及 8.22，但此均為轉角值，而原值病斑面積率則為 3.6 及 2.05，故實際上各預測方程式之實測值與預測值是很相近的。同時依病斑面積率與產量損失之關係而分級時，當病斑面積率為 2、5、11、25 及 55%，其產量損失百分率各為 0、3.5、3.5、13.0 及 42.7，故病斑面積率在 5% 及 11% 時其產量損失均為 3.5%，屬於同一級數⁽²⁾，所以在 1985 年所得之預測值與實測值除方程式 3 之預測值 16.99 外，其餘均在同一級數。至於將病斑面積率轉角或不轉角而進行迴歸分析，由於本文係用六年之資料，結果顯示在方程式之建立並無明顯之差別，在方程式之驗證，實測值與預測值之相差值在轉角及不轉角時亦無顯著的差別。

在 1983 年及 1984 年插秧期不同時，1983 年早植者病斑面積率為 28.6%，中植者為 47.8%，晚植者為 54.3%。1984 年早植、中植及晚植，其病斑面積率分別為 0.06、0.16 及 0.16，屬於輕微的發病。二年之差異甚大，主要原因係降雨量及降雨日數的影響，1983 年二月份、二月上旬、中旬、下旬以及三月份之降雨量各為 139.7、13.1、116.5、10.1 及 13.5mm，而 1984 年同期之降雨量僅為 5.6、0、5.6、0 及 9mm。降雨日數在 1983 年二月份、二月

上旬、中旬、下旬以及三月份各為 20、6、8、6 以及 3 天，而 1984 年同期之降雨日數僅為 3、0、3、0 以及 3 天，降雨及降雨日數 1983 年均大於 1984 年，故病斑面積率 1983 年大於 1984 年。

討 論

氣象因子可被利用於許多病害的預測，例如馬鈴薯晚疫病 (*Phytophthora infestans*) 可以溫度、降雨、露水時間及日照來預測，同時亦可以溫度、相對濕度及降雨來預測。蘋果黑星病 (*Venturia inaequalis*) 可用溫度及降雨來預測，同時亦可用溫度、降雨及露水時間來預測⁽¹⁰⁾。其他如利用溫度、降雨、相對濕度及露水時間來預測蕃茄早疫病 (*Alternaria solani*)⁽⁹⁾ 及利用溫度於梨火傷病 (*Erwinia amylovora*) 之預測⁽¹¹⁾。故同一種病害或不同病害可利用不同的氣象因子來預測。本試驗利用平均溫度，平均相對濕度、相對濕度大於 90% 以上之小時數、降雨量及降雨日數等五種氣象因子來進行迴歸分析。在分析後得到許多方程式，上述氣象因子均含在方程式中，但經選汰以後再經驗證僅得到六個方程式，這六個方程式所含的氣象因子有平均相對濕度、相對濕度大於 90% 以上之小時數，降雨量及降雨日數等四個氣象因子。降雨量及降雨日數為影響稻熱病發生最主要的因子，當葉稻熱病開始發生 30 天之內之降雨日數達 16 天者其發病率達 93.5%，而降雨 2 天者其發病率為 40.1%⁽³⁾。當然，這並非說明葉稻熱病之發生完全由降雨來決定，而只表示降雨日數越多，葉稻熱病越嚴重。在所列出之六個方程式其預測值與實測值均相近，其中以方程式 2 及 6 在驗證時差值最低。此等方程式對於其他水稻品種及地域性適用問題，將來擬再繼續試測。

在葉稻熱病之預測，可以預測病斑數^(4,5)，但調查病斑數時甚為費時，尤其當葉稻熱病發生嚴重時，每個葉片上有許多的病斑，有時候病斑互相癒合在一起，更增加計算病斑數的困難。故除了調查病斑數外，應可調查葉片病斑面積率，尤其在面積甚為廣大之水稻田，甚至於一鄉鎮一縣市之水稻田調查時更為省時。

簡等⁽⁶⁾報告利用三個地點在1978年及1979年實測葉稻熱病斑數與病斑面積所算出之病斑面積率與利用基準園⁽¹⁾所得到之病斑面積率相比較結果在臺中縣霧峰鄉1978年嘉農秈8號，1979年臺中秈3號，在彰化縣社頭鄉1978年嘉農秈8號及臺南5號，1979年臺南5號及臺南67號，在臺南縣白河鎮1978年臺南5號等，兩種病斑面積率之簡單相關甚高，表示兩種估算方法均可利用於測量葉稻熱病之病斑面積率。唯在發病嚴重病斑互相癒合時，病斑數之調查比較困難，所以在發病嚴重時依基準圖比較容易測量。

在建立預測方程式做複迴歸分析時，資料有的有轉換，有的不轉換，例如在小麥赤銹病 (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) 建立預測方程式時，當被害度不轉換時比以 $\log_e \frac{x}{1-x}$ 或以 \log_{10} 轉換被害度及累積孢子數時，或以 \log_{10} 轉換每週孢子數時，預測方程式較準確。當每週孢子數以 $\log_e \frac{x}{1-x}$ 轉換時和預測方程式中有露水時間之變數存在而被害度不轉換時之準確性同⁽⁸⁾，故應變數或獨立變數轉換以後對預測準確性有何助益尚難下定論。在本文中，葉片病斑面積率在分析時亦分為轉角及不轉角，以比較所建立之方程式有何異同，結果顯示轉角及不轉角均可得到實用之預測方程式，同時轉角及不轉角所得之方程式其預測值及實測值之差異亦無顯著的不同，可見在建立方程式時轉角或不轉角均可。預測方程式之決定係數在 0.89~0.96，表示方程式可以解釋 89% 以上之變異。

第一期作葉稻熱病發病最高峰期一般在三月下旬，為了提早明瞭每年最高峰期之病斑面積率，所以迴歸分析時利用每年二月份、二月上旬、中旬、下旬及三月上旬的氣象變數，結果顯示二月中旬及下旬可以得到較佳之方程式。插秧期不同，水稻受稻熱病為害的程度可能不同，例如在1983年早、中及晚植其病斑面積率不同，而且比1984年早、中及晚植之病斑面積率為大，1984年不同時期插秧者其病斑面積率均甚輕微。故插秧期不同時也可能影響預測

的準確性。

謝 辭

本試驗經費承農委會農業重點研究計畫補助經費，試驗期間承邱人璋博士指導。文稿蒙本分所農藝系陳主任一心博士及中央研究院植物研究所鄔宏潘博士斧正，特此誌謝。

參 考 文 獻

1. 臺灣省政府農林廳。1963。水稻葉稻熱病罹病程度調查基準及基準圖。臺灣省政府農林廳編印。21頁。
2. 田春門、黃杉茂。1975。六十三年葉稻熱病罹病程度與損失相關研究報告。臺灣農業 11:139-144。
3. 蔡武雄。1980。氣溫及降雨日數對葉稻熱病的影響。中華農業研究 29:21-25。
4. 蔡武雄、蘇鴻基。1984。水稻葉稻熱病預測 I 氣象變數與病斑數進展。植保會列 26:171-180。
5. 蔡武雄、蘇鴻基。1985。水稻葉稻熱病預測。II 氣象變數、分生孢子數與病斑數進展之關係。中華農業研究 34:071-078。
6. 簡錦忠、蔡武雄、楊涌祚、劉清。1984。臺灣中部地區稻熱病流行學之研究。中華農業研究 33:169-180。
7. Butt, D. J. and D. J. Royle. 1974. Multiple regression analysis in the epidemiology of plant diseases. In Epidemic of Plant Diseases, ed. by J. Kranz, Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York. 170 P.
8. Eversmeyer, M. G. and J. R. Burleigh. 1970. A method of predicting epidemic development of wheat leaf rust. Phytopathology 60:805-811.
9. Madden, L., S. P. Pennypacker and A. A. Mac Nab. 1978. FAST, a forecast system for *Alternaria solani* on tomato. Phytopathology 68:1354-1358.

10. Pennypacker, S. P. and R. E. Stevenson. 1982. The management of plant pathogens. *In* *Biometeorology in Integrated Pest Management*, ed. by Hatfield, J. L., and I. J. Thomason, Academic Press, 491 P.
11. Thomson, S. V., M. N. Schroth, W. J. Moller and W. O. Reil. 1982. A forecasting model for fire blight of pear. *Plant Disease* 66:576-579.