

稻熱病流行學之研究

IV. 葉稻熱病盛行率預測模式之發展

黃 益 田

EPIDEMIOLOGY OF RICE BLAST

IV. Development of forecasting models for disease prevalence
of rice leaf blast

Yih-tyang Huang

摘 要

本研究主要目的在探討本省七個地區第一期作葉稻熱病盛行率與冬季氣候之關係及建立盛行率預測模式。分析結果顯示，冬季氣候之變異對葉稻熱病盛行率有顯著之影響：在各種氣候因素中，以氣溫因素最為顯著；與盛行率呈正相關性。冬季三個月，以二月份之氣候對稻熱病之影響最大。利用各種不同之迴歸分析法，共建立七個區域性長期預測模式；預測時間達 30～60 天，所有模式在三月上半旬，可作成預報；經民國 68～71 年盛行率實測資料之驗證，台北、新竹、台中、台南、高雄、花蓮六區之模式預測效果較佳；台東之模式次之。檢討部分模式効力較差之原因有二：其一因預測因子有外插之現象，影響預測值。其二可能因意外因素如葯劑防治方法顯著改變，而影響實測值。

一、引 言

預測為病害管理體系中之主要決策構成要素；現代化的病害管理必須考慮風險、成本、利潤三種因素的平衡關係。而準確的病害預測在病害管理的經濟層面上可發揮決定性的功能。

作物病害預測係對於隨生育時期變動的病勢進展狀態，事先予以推測。由於預測目的變數不同，預測之時間自有長短；因此，就有長期與短期預測之別：長期預測乃利用某一時段之氣象變數推求至少一個月以上之可能發病程度；短期預測即逐日估算前一段時程內之氣象對發病之效應，進而預估近期（二週內）病勢的演變。

本省現階段稻熱病預測方法之研究工作，係以發展長期與短期預測為重點。發展長期預測的目的；希望早期告訴農友當年之可能最大發病度，俾供農友防治工作預措之參考；尤有甚者，提供政府植物保護技術行政部門，早期釐訂動態的防治策略，或作為農藥業者調節供需之指標。短期預測係利用發病與氣象變數關係之方程估算初發時期，或臨界週期，用以推計防治適期，作為稻熱病嚴重地區農友葯劑防治決策的參考。

遠在 1935 年，澤田氏即指出稻熱病發病率受到冬季休閒期氣候所影響；若冬季氣候較乾旱、日照短、溫度高，而生育期雨日多，則適於翌春稻熱病之發生⁽¹⁰⁾。逮至 1980 年，黃氏纔着手整理歷年之巡迴調查資料，用比擬法比較葉稻熱病流行年與不流行年發病期以前，即冬季休閒期與生育初期之氣候型態；結果顯示除高雄區外，葉稻熱病流行年之先決氣候條件為冬季平均氣溫，日照時間比平年高，平均雨量比平年低。此外，並發現年發病度受發病前期氣候因素顯著的影響⁽¹³⁾。因此，本研究乃進一步再探討葉稻熱病年發病度（盛行率）與冬季氣候的關係，求出對葉稻熱病有長期顯著影響的關鍵氣候因素，試行建立氣象參數與發病之關係模式，俾供作為葉稻熱病發病度長期預測之應用。

二、材料與方法

(一)材料

本文所採用之資料為氣象及葉稻熱病發病度資料。氣象資料引自中央氣象局民國五六至六七年之氣象年報^(1,2,3)；所引資料來自圖一所示各觀測站。發病度資料則採用台北、新竹、台中、台南、高雄、台東、花蓮各區農業改良場所提供之巡迴調查資料。葉稻熱病發病度以第一期作發病高峯期（或稱發病盛期）之盛行率表示；所謂盛行率係發病面積佔栽培面積所得之比率。各地區之葉稻熱病盛行率如表一。

氣候變數包括冬季及其各月份（十二、一、二月）之平均氣溫（MT）、平均最高氣溫（MAT）、平均最低氣溫（MIT）、氣溫較差（TR）、相對濕度（RH）、日照時數（DS）、平均風速（WS）、降水量（PR）、降水日數（PD）、蒸發量（EV）等。

表一、五六～六七年第一期作全省各地區葉稻熱病盛行率(%)

Table 1. Disease prevalence(%) of rice leaf blast in Taiwan from 1967-1978

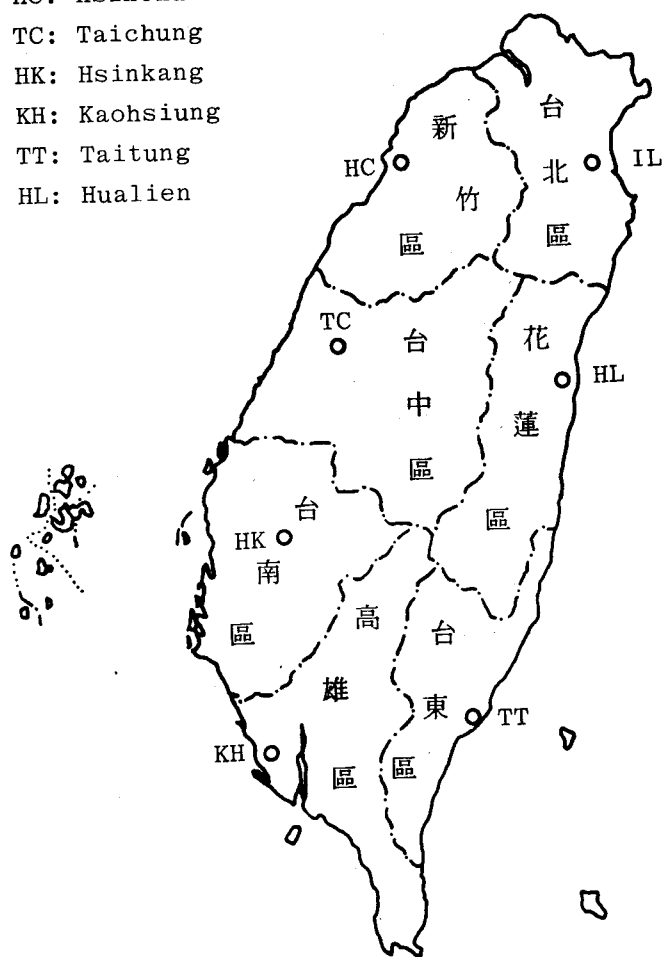
年 別 Year	台北 T P	新竹 H C	台中 T C	台南 T N	高雄 K H	台東 T T	花蓮 H L	平 均 Average
56	5.45	5.01	8.99	9.53	12.53	4.94	12.62	8.44
57	1.78	4.53	8.81	6.69	13.57	6.27	7.61	7.04
58	6.37	4.17	12.89	14.23	10.21	33.43	18.73	14.29
59	1.65	12.04	16.12	14.52	13.14	21.57	37.87	16.70
60	1.66	5.38	11.62	7.66	21.85	27.17	15.28	12.95
61	2.09	3.25	9.79	11.56	23.79	16.96	39.51	15.28
62	8.24	13.48	16.84	21.34	28.74	34.48	56.41	25.65
63	2.33	4.52	7.47	9.86	12.87	19.58	27.06	11.96
64	3.00	6.97	19.16	14.94	30.64	23.62	31.21	18.51
65	5.78	5.48	14.25	11.20	4.84	26.92	35.55	14.86
66	2.63	3.45	7.71	3.60	5.31	7.70	7.51	5.42
67	2.36	1.97	10.66	17.64	22.91	9.86	6.34	10.25
平 均 Average	3.61	5.84	12.03	11.90	16.71	19.38	24.64	13.45

註(1) 盛行率 = $\frac{\text{發病面積}}{\text{栽培面積}} \times 100$

Disease prevalence = $\frac{\text{Diseased areas}}{\text{Cultivated areas}} \times 100$

註(2) TP = Taipei, HC = Hsinchu, TC = Taichung, TN = Tainan
KH = Kaoshiung, TT = Taitung, HL = Hualien.

IL: Ilan
 HC: Hsinchu
 TC: Taichung
 HK: Hsinkang
 KH: Kaohsiung
 TT: Taitung
 HL: Hualien



圖一 台灣稻熱病盛行率預測模式氣象資料來源測站之分布

Fig. 1. Locations of weather stations from which meteorological data were obtained for development of disease prevalence forecasting models.

(二) 分析方法

以盛行率Y爲因變數，假設盛行率Y受10種氣象因素之影響：

$$Y(\%) = f(MT, MAT, MIT, TR, RH, DS, WS, PR, PD, EV)$$

各氣候因素爲自變數，採用三種方法建立模式：

- (1)應用冬季月氣象變數及季氣象變數作逐步複線性迴歸分析。
- (2)先將月氣象變數作因子分析，減少因子數目，再進行逐步複線性迴歸分析。
- (3)應用相關分析所得之顯著氣象變數作多項式迴歸分析。

迴歸方程式之適用性利用下列方法判別(1)相關係數顯著與否(2)剩餘值(預測誤差)之大小、分佈(3)標準誤(SE)之大小。

(三) 模式驗證

主要採用兩種方法來驗證模式之良窳。第一種方法係比較預測值與觀測值之殘差大小在幾個標準誤(SE)之範圍內，在1~3個SE內即爲預測正確。第二種方法，將發生年分爲多發、中發、少發三類(如表二)；比較其預測準確率。

表二、台灣各地區葉稻熱病發生年之類別

Table 2. Tentative classification for category of disease outbreak of rice leaf blast in Taiwan

District	盛行率 Disease prevalence (%)			
	範圍 Range	少發年 Light outbreak	中發年 Moderate outbreak	多發年 Severe outbreak
台北 TP	1.6- 8.3	< 4.0	4.0- 6.0	6.0<
新竹 HC	2.0-14.0	< 5.3	5.3-10.0	10.0<
台中 TT	7.0-20.0	< 10.3	10.3-15.8	15.8<
台南 TN	3.5-21.0	< 8.1	8.1-16.9	16.9<
高雄 KH	4.8-31.0	< 14.1	14.1-24.7	24.7<
台東 TT	4.9-35.0	< 9.3	9.3-26.9	26.9<
花蓮 HL	6.0-57.0	< 13.7	13.7-30.5	30.5<

三、結 果

(一)發病度與前冬氣象變數之關係

分析全省七個地區，第一期作葉稻熱病盛行率與前冬氣候之關係；結果如表三所示。由表三可知，無論是以季或月氣象資料作為分析基礎，所得結果大致相同，在各種氣象因素中，以氣溫因素最為顯著；除高雄區外，其他六地區均出現顯著之氣溫變數。至於與其他氣象因素之關係則因地區而異，出現情形不一致。

各地區葉稻熱病盛行率與氣象變數之關係，如下所述：

(1)台北區

葉稻熱病盛行率與冬季平均氣溫、平均最高氣溫、蒸發量，十二月、二月之蒸發量、二月之平均氣溫、平均最高氣溫、平均最低氣溫呈正相關。

(2)新竹區

葉稻熱病盛行率與冬季氣象變數無顯著關係，而與二月之平均氣溫、平均最高氣溫、平均最低氣溫呈正相關。

(3)台中區

葉稻熱病盛行率與冬季平均氣溫、二月平均氣溫、平均最高氣溫、平均最低氣溫、日照時數呈正相關。

(4)台南區

葉稻熱病盛行率與冬季平均氣溫、平均最高氣溫、平均最低氣溫、相對濕度、二月平均氣溫、平均最高氣溫、平均最低氣溫呈正相關，而與一月之降水日數呈負相關。

(5)高雄區

葉稻熱病盛行率與十二月、一月之日照時數呈負相關；與一月之降水量與降水日數呈正相關。

(6)台東區

葉稻熱病盛行率與冬季平均氣溫、平均最高氣溫、二月平均氣溫、平均最高氣溫、平均最低氣溫、一月氣溫較差呈正相關。

(7)花蓮區

葉稻熱病盛行率與冬季氣象變數無顯著相關性；而與二月之平均氣溫、平均最高氣溫、平均最低氣溫、日照時數呈正相關。

表三、葉稻熱病盛行率與前冬氣象變數之單相關係數

Table 3. Correlation of disease prevalence of rice leaf blast with climatic factor for winter season and months.
Based on data collected at seven districts, Taiwan 1967-1978.

區別 District	氣象變數 Climatic variable	平均氣溫 Mean temp (C)	平均最高氣溫 Mean Max. temp (C)	平均最低氣溫 Mean Min. temp (C)	氣溫較差 Temp range	相對濕度 Relative humidity (%)	日照時數 Duration of sunshine	平均風速 Mean Wind speed (m/s)	降水量 Precipitation (mm)	降水日數 No. of precipitation days	蒸發量 Evaporation
台北 T P	DEC	.264	.345	.163	.331	-.258	.315	.014	-.295	-.311	.645*
	JAN	.441	.408	.528	-.007	.473	-.175	-.274	-.187	.459	.499
	FEB	.603*	.577*	.603*	.369	.046	.355	.087	-.187	-.152	.649**
	SEASON	.599*	.609*	.564	.375	.033	.338	-.041	-.370	-.128	.742**
新竹 H C	DEC	-.127	-.069	-.118	-.037	.024	-.059	.137	-.112	-.109	-.089
	JAN	-.087	-.277	.117	-.493	.248	-.346	-.223	.351	.487	-.439
	FEB	.633*	.618*	.592*	.390	.215	.278	-.413	-.250	-.122	-.012
	SEASON	.229	.220	.216	.066	-.172	-.216	-.215	-.030	.230	-.207
台中 T C	DEC	.278	.057	.292	-.325	.415	-.335	.180	.366	.355	-.164
	JAN	.133	-.171	.258	-.476	.239	-.265	.310	.277	.438	-.135
	FEB	.802**	.760**	.726**	.479	-.088	.655*	-.406	-.369	-.341	.362
	SEASON	.587*	.492	.568	-.160	.198	.040	.045	.0039	.091	.003
台南 T N	DEC	.311	.361	.258	.250	.375	-.012	-.172	.219	.034	-.459
	JAN	.348	.236	.316	.038	.401	.079	-.153	-.247	-.648*	-.290
	FEB	.723**	.704*	.727**	.509	.445	.533	-.234	-.445	-.272	.316
	SEASON	.679*	.712*	.610*	.472	.624*	.424	-.190	-.171	-.423	-.419
高雄 K H	DEC	.450	.349	.460	-.260	.454	-.792**	-.296	.337	.403	-.335
	JAN	.047	.0003	.031	-.026	.072	-.576*	-.133	.654*	.693*	-.331
	FEB	.381	.271	.444	-.147	.112	-.145	-.248	.173	.005	.019
	SEASON	.452	.283	.439	-.157	.427	-.190	.187	.543	.545	.1739
台東 T T	DEC	.267	.345	.154	.215	.074	.076	.399	.116	.213	.459
	JAN	.343	.503	.265	.652*	.303	.336	.233	.200	.304	.313
	FEB	.739**	.719**	.735**	.510	.371	.484	.382	-.139	-.225	.474
	SEASON	.646*	.686*	.530	.472	.323	.541	-.002	.090	-.023	.522
花蓮 H L	DEC	-.199	-.134	-.159	.022	.198	-.228	.201	.171	.264	-.392
	JAN	.107	.200	.221	.114	.361	-.046	.045	-.182	.273	-.402
	FEB	.697*	.710**	.767**	.438	.318	.662*	.017	-.296	-.458	.002
	SEASON	.272	.380	.271	.260	.350	.278	.099	-.253	-.105	-.500

* Significant at p=0.05

** Singificant at p=0.01

此外，由表三可知，在38個顯著氣象變數中，季變數有10個，十二月變數有2個，一月變數有5個，二月變數有21個；充分顯示二月份氣候對第一期作業稻熱病盛行率有相當顯著的影響。

(二)預測模式

本省七個地區葉稻熱病盛行率預測模式其決定係數 R^2 ，及標準誤 $S E$ ，如表四所示。各地區預測模式 R^2 大小由 0.79 至 0.98 不等，表示各地區模式可解釋盛行率變異程度之能力因地區而異。利用表四模式，最遲可在三月上半旬，獲得預測情報；預測時間長達 30 ~ 60 天之間不等。高雄地區，可在二月上旬作成預測情報。

台北區預測模式包括三個變數；冬季平均最低氣溫 (MIT)、冬季平均風速 (WS) 及冬季蒸發量 (EV)，此三種因素解釋變異能力達82%。新竹區預測模式為三次多項式僅含二月平均最高氣溫 (MAT) 一種變數，其解釋盛行率變異能力為82%。台中區預測模式含二月平均氣溫 (MT_2)、二月平均最低氣溫 (MIT_2)、二月降雨日數 (PD_2) 三種變數，其解釋盛行率變異能力為83%。台南區預測模式包括二月平均最高氣溫 (MAT_2) 及十二月相對濕度 (RH_{12}) 一月降水量 (PR_1) 三種變數，其解釋盛行率變異能力為79%。高雄區預測模式由一月平均最高氣溫 (MAT_1)、十二月日照時數 (DS_{12})、一月日照時數 (DS_1)、十二月降水量 (PR_{12}) 四種變數所組成；其解釋盛行率變異能力達96%。台東區預測模式由二月平均氣溫 (MT_2)、一月氣溫較差 (TR_1)、十二月日照時數 (DS_{12})、一月降水量 (PR_1) 等四種因素所組成；其解釋盛行率變異能力達92%。花蓮區預測模式由十二月平均最低氣溫 (MIT_{12})、二月平均最低氣溫 (MIT_2)、二月相對濕度 (RH_2)、二月降水量 (PR_2)、十二月降水日數 (PD_{12})、十二月蒸發量 (EV_{12}) 等六種變數所組成；其解釋盛行率變異之能力達98%。

表四、台灣各地區葉稻熱病盛行率預測模式

Table 4. Regional forecasting models for disease prevalence of rice leaf blast in Taiwan

區	別	預報日期 Date of forecasting	預測目標時間 Period for forecasting	模 Model	式	代 號 Code	決定係數 R^2	標準誤 SE
台 北	TP	Early March	Late April- Early May		$Y = -16.779 + 0.811MIT - 4.156WS + 0.292EV$	(I)	0.82	1.11
新 竹	HC	Early March	Late April- Early May		$Y = -525.531 + 97.146MAT_2 - 5.888MAT_2^2 + 0.118MAT_2^3$	(II)	0.82	2.66
台 中	TC	Early March	Middle April		$Y = -41.07 + 6.24MT_2 - 4.38MIT_2 + 0.72PD_2$	(III)	0.83	1.82
台 南	TN	Early March	Early April		$Y = -69.729 + 2.424MAT_2 + 0.443RH_{12} - 0.057PR_1$	(IV)	0.79	2.62
高 雄	KH	Early February	Early-Middle April		$Y = 26.808 + 2.458MAT_1 - 0.252DS_{12} - 0.153DS_1 - 0.375PR_{12}$	(V)	0.96	1.87
台 東	TT	Early March	Early-Middle April		$Y = -155.389 + 4.62MT_2 + 8.717TR_1 + 0.205DS_{12} + 0.105PR_1$	(VI)	0.92	3.63
花 蓮	HL	Early March	Early-Middle April		$Y = -75.587 - 5.973MIT_{12} + 7.944MIT_2 + 1.151RH_2 - 0.076PR_2 + 1.309PD_{12} - 0.306EV_{12}$	(VII)	0.98	3.06

(三)模式驗證

為確定模式之具證效力 (*Prima facie validity*)，乃比較 68,69,70,71 年葉稻熱病盛行率預測值與觀測值，其結果見表五～表九。如果以殘差判斷，七個區域性模式，五個模式預測結果令人滿意；這些模式為模式 I、II、III、IV、V、模式 VII 尚可，模式 VI 則不滿意 (表五)。由表五可知，如果以一個 SE 為基準，共有十三次預測正確，準確率為 46%，如果以二個 SE 為基準，共有二十三次預測正確，準確率為 82%，如果以三個 SE 為基準，共有二十五次預測正確，準確率為 89%。

表六係根據多發、中發、少發三種分類，所作預報。根據表六，可製成表七～表九三種關連表。

表七顯示：預測多發有五次，實際出現三次；預測中發有十五次，實際出現十二次，預測少發有八次；實際出現八次。各級發生程度，預測準確率依次為 100 % , 80 % , 60% (表八)。

總準確預報有 23 次；相差一級者有 5 次，差兩級者 0 次。預測準確率為 82%。

從表八、九中可以看出：預測多發，實際也是多發，雖然佔預報多發次數的百分之六十，但卻佔實際多發總次數的百分之七十五；預測中發，佔實際中發總次數之百分之八六；預測少發，佔實際少發總次數之百分之八十。

表五、68~71年度葉稻熱病盛行率實測值與預測值之比較

Table 5. Comparison of model predictions with observed disease prevalence of rice leaf blast during 1979-1982.

區 別 District		台 北 TP	新 竹 HC	台 中 TC	台 南 TN	高 雄 KH	台 東 TT	花 蓮 HL
模 式 Model		I	II	III	IV	V	VI	VII
68	Observed	6.47	7.21	14.76	16.46	30.44	38.42	34.81
	Predicted	6.03	9.73	17.69	16.91	27.72	21.99	34.86
	Residual	0.44 ¹	-2.52 ¹	-2.93 ²	-0.45 ¹	2.72 ²	16.43 ⁵	-0.05 ¹
69	Observed	3.46	2.93	12.00	8.68	7.08	4.76	22.14
	Predicted	2.29	3.85	14.12	15.38	7.69	20.46	15.92
	Residual	1.17 ²	-0.92 ¹	-2.12 ²	-6.70 ³	-0.61 ¹	-15.70 ⁵	6.22 ³
70	Observed	2.38	3.05	12.49	14.00	5.36	18.17	8.08
	Predicted	2.02	6.31	13.26	12.09	8.12	13.47	10.68
	Residual	0.36 ¹	-3.26 ²	-0.75 ¹	1.91 ¹	-2.76 ²	4.70 ²	-2.60 ¹
71	Observed	3.52	1.77	11.82	10.42	21.86	12.93	16.18
	Predicted	2.10	3.71	10.76	15.53	23.04	9.51	36.87
	Residual	1.42 ²	-1.94 ²	1.06 ¹	-5.11 ²	-1.18 ¹	3.42 ¹	-20.69 ⁷

表六、依發生年類別作成預報之結果

Table 6. Forecasts based on the category of disease outbreak

區 別 District		68.		69.		70.		71.	
		實測	預測	實測	預測	實測	預測	實測	預測
		Observed	Predicted	Observed	Predicted	Observed	Predicted	Observed	Predicted
台北	TP	多	多	少	少	少	少	少	少
新竹	HC	中	中	少	少	少	中	少	少
台中	TC	中	多	中	中	中	中	中	中
台南	TN	中	中	中	中	中	中	中	中
高雄	KH	多	多	少	中	少	少	中	中
台東	TT	多	中	少	少	中	中	中	中
花蓮	HL	多	多	中	中	少	少	中	多

表七、發生類別預測關連表

Table 7. Contingency table of forecasts for category of outbreak

		預 測 Predicted			合 計 Total
		少 發	中 發	多 發	
實 測 Observed	少 發	8	2	0	10
	中 發	0	12	2	14
	多 發	0	1	3	4
		8	15	5	28

表八、每一預報事件在各類別出現的百分比

Table 8. Relative percentage of predictions at different category

		預 測 Predicted			合 計 Total
		少 發	中 發	多 發	
實 測 Observed	少 發	100	13	0	36
	中 發	0	80	40	50
	多 發	0	7	60	14
		100	100	100	100

表九、每一實測類別命中百分比

Table 9. Percentage of accuracy of prediction vs observed categories

		預 測 Predicted			合 計 Total
		少 發	中 發	多 發	
實 測 Observed	少 發	80	20	0	100
	中 發	0	86	14	100
	多 發	0	25	75	100

四、討 論

台灣葉稻熱病發病度（盛行率），年別間之變動非常明顯（表一），然而這種變動，不能全歸咎於品種、生理小種、或管理方法之改變。事實上，56～67年間主要栽培品種均具感病性；雖然生理小種之存在，為無可否認之事實；但是其變異之程度，是否足以完全左右葉稻熱病之輕重消長，則不無疑問。因此，年別間葉稻熱病發生之差異不能不歸因於氣候變化之影響。

1981年黃氏報告，葉稻熱病之年發病度受發病前之氣象條件所影響；同時指出一月與二月為決定年發病度之臨界月份^(4,13)。上述論點係根據各區農業改良場氣象觀測資料所作之分析。而各場所提供之資料，氣象變數之數目多寡不同，部分變數並未加入分析；因此，為求氣象變數之完整、一致，本研究乃引用中央氣象局發表之資料加以分析。分析結果證明冬季氣候對第一期作葉稻熱病之發生程度確有顯著之影響，而且以二月份的氣候最為顯著（表三）。此外，並證明氣溫為最重要的關鍵因素。此與過去研究的結果相符。

水稻病蟲害預測系統，以發生時期及發生量預測為其柱石⁽⁷⁾。盛行率為發病度（disease intensity）屬性（Attribute）之一種量度⁽¹⁶⁾，因此，盛行率預測係屬發生量預測之一種；由於盛行率預測之估算在三月上半旬，距預測目標時間（發病盛期）長達一個月以上（表四），因此，此種預測可視為一種長期預測。預報方式除明確的預報數值外，也可以預報類別，表六即為類別預報之一種結果，這種預報還是根據預測值的大小來分類，惟其區分尺度較寬而已；況且巡迴調查資料之搜集方法較為粗放，採較寬尺度做為指標，亦合邏輯。1965年，奧野氏，也曾指出實際預測時以預報大發生、中發生、少發生為宜⁽⁹⁾。然而，在三種類別外，是否可以採用如橋口、加藤氏所報告之分類方法；在多發生上設激發一種變級，少發下設微發、無發兩種變級⁽¹¹⁾；誠值在近期內加以研究。

因為區域性模式可資比較之實測值只有四個，難以評估迴歸模式之效力（validity）。因此，本文乃將七個模式所作預報，作整體之研究分析，探討缺失，作為今後改進預測系統之參考。從模式驗證之結果得知，盛行率預測有部分失誤；如容許有三個標準誤，數值預測準確率為89%（表五）；而類別預測之準確率為82%。其所以產生失誤之原因可能有兩種：1. 複迴歸模式因變數與自變數為線性關係，必須符合一致變異（Uniform variance）之準則，超過原始資料範圍之外插，相當危險⁽¹²⁾。基於上述，筆者檢驗68～71年各區之氣候資料，發現部分氣象變數有超出原始資料範圍之現象，此可能為部分預測值產生誤差之原因。2. 意外因素（如品種、栽培方法、防治方法大幅度改變）產生；以致影響實測值；例如七十年一期作首次大量施用葉稻

熱病預防藥劑撲殺熱粒劑，據估計全省施用面積達 22,907 公頃，此種藥劑在初發期以前使用，效果極優；與過去慣用藥劑之特性不同，對實測值之效應，可能有不同程度的影響。再如，七十年新竹區之預測值為 6.31 屬中發年，而實測值為 3.05 屬少發年；如僅據此二值之比較，判定預測失誤，可能犯下嚴重之錯誤；因為根據稻熱病流行學觀測田調查結果顯示，70 年為近五年來葉稻熱病較嚴重之一年；而在新竹地區共有 2,657 公頃施用撲殺熱粒劑，佔栽培面積之 3.59%；設以此值加上實測值 3.05%，則實測值可能為 6.59%；應為中發年。由此可見，根據各種實際資料，調整實測值；然後作為預報準確度之考核，可能更為合理。總之，瞭解預測值之先天限制條件，及實測值可能所受之影響，再作經驗之判斷，合理的調整，謹慎的驗證，預測之價值，才能被肯定。此外，值得一提者；即河野氏報告水稻栽培作業年復一年的改變，影響病蟲害季節之盛行（Seasonal prevalence）；如果引用過多陳年資料作成迴歸模式，並不太適當，所以採用過去 10 年之資料建立預測式⁽⁸⁾。此可引證：應用迴歸模式預測，尚須經常檢視模式之效力，作必要之修正。所有病害管理決策都涉及預測，不論用何種方式預測，其作用都是作為管理者決策判斷的基礎或指導，減輕不確定的風險。例如（表一）所示，62 年為發病最嚴重年，全省平均盛行率為 25.65%，最少發生年為 66 年，平均盛行率為 5.42%，相差 20.23%，換算面積達七萬公頃，因為盛行率為高峯期之發病度，其實際值已受各種綜合管理之影響，而實際差異也許不止此數；如果以此數為基準，多發年與少發年間，粗淺估計防治與不防治之成本達 1～2 億元；換句話說，如果預測少發減少施藥面積，無形中可降低以億計之成本。如上所述，盛行率預測模式應用作為策略性之模式有相當的價值，比如，共同防治或空中施藥範圍、時期、次數之決策，除考慮社會經濟因素（Socioeconomic factor）外應該以病害發生預測為決策基礎。

本研究之結果充分證明，冬季氣候變異（climatic variation）對年發病度有顯著之影響；而氣候變異乃自然界之正常現象，因此，探討應用氣象單位之長期預報來進行葉稻熱病之長期預測，作為早期研訂動態的防治策略之依據，有早日深入研究的必要。

五、參考文獻

1. 中央氣象局，1974。氣象報告彙編 第三編。
2. 中央氣象局，1971～77。中央氣象局年報。
3. 中央氣象局，1978～80。氣候資料年報。
4. 黃益田、游俊明、詹雲峰、黃提源，1979。稻熱病流行學之研究Ⅱ葉稻熱病發生預測程式之探索。新竹區農業改良場研究報告 第37號。
5. 戚啓勳、嚴夢輝，1978。氣象統計學。復興書局印行。
6. 山仲巖，1965。B.氣象條件と發生預察 I 氣象條件における發生預察(西南暖地) 日植病報XXXI(記念號-2): 278～282。
7. 村松義司、小柳德二，1977。イネの病害蟲發生預察事業における電子計算機の試み—巡廻調査から預測へ—植物防疫，31(2): 13～17。
8. 河野富香，1977。病蟲害發生預察事業における電子計算機利用方法。第4報重回歸分析を中心とした預測値計算システム。廣島農試報告39: 1～20。
9. 奥野忠一，1965。E.發生預察式ならびに今後の方向 1.發生預察式に關する問題。日植病報XXXI(記念號-2): 313～318。
10. 澤田兼吉，1935。台灣に於ける稻イモチ病の翌年蔓延の預察並に其の措置，台灣農事報，31(11): 1058～1068。
11. 橋口涉子、加藤肇、清水節夫，1981。長野縣における氣象條件のパターン分類—イネいもち病預測モデルの改良へ向けて—環境情報科學10(1): 46～53。
12. Butt, D.J. and Royle, D.J. 1974. Multiple regression analysis in the epidemiology of plant diseases. In "Epidemics of Plant Diseases: Mathematical Analysis and Modeling" (J. Kranz, ed), pp. 78-114. Springer-Verlag, Berlin and New York.
13. Huang, Y.T. 1980. Some epidemiological studies on rice blast disease in Taiwan. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 22: 153-181.
14. IBM. 1967, Application problem. 1-120-01665-5, IMB World Trade Corporation, New York.
15. Snedecor G.W. and Cochran W.G. 1975. Statistical Methods, pp. 172-185 Iowa University Press, Ames. Iowa.
16. Zadoks J.C. and R.D. Schein 1979. Epidemiology and Plant Disease Management. Oxford University Press 427 pp.

EPIDEMIOLOGY OF RICE BLAST

IV. Development of forecasting models for disease prevalence of rice leaf blast

Yih- tyang Huang

Summary

The influence of winter climatic variation on the regional disease prevalence of rice leaf blast for 1967-1980 was studied by the correlation and regression analysis. In most regions, disease prevalence of leaf blast was positively correlated with February temperatures except Kaohsiung. In Taipei, disease prevalence was also correlated with evaporations. Winter relative humidity was positively correlated with disease prevalence in Tainan. Duration of sunshine in February was positively correlated with disease prevalence in Taichung and Hualien; on the contrary, negative correlation was found between the disease prevalence and duration of sunshine in Kaohsiung. Amount and frequency of precipitation in January were positively correlated with disease prevalence in Kaohsiung; while in Tainan January frequency of precipitation was negatively correlated with disease prevalence.

Seven regional forecasting models were developed; and the forecasts were verified against independent survey data for 1979, 1980, 1981 and 1982. Most of the forecasting models performed satisfactorily. The partial failure of forecasts from the models was observed; this might be attributed to extrapolating outside of range of original data for predictors or the effects of some unexpected factors such as drastic change in the control method.

本研究承各區農業改良場植保股提供巡迴調查資料並承行政院國家科學委員會獎助，謹此誌謝。