水稻稻熱病研究回顧

蔡武雄*

嘉義市　行政院農委會農試所嘉義分所

摘　要

蔡武雄. 2009. 水稻稻熱病研究回顧. 台灣水稻保護成果及新展望研討會專刊，第 1- 12 頁. 倪蕙芳、楊宏仁編. 160 頁. 農業試驗所印。

水稻品種台農 67 號、台南 5 號及台農 70 號在葉稻熱病病斑面積率 5 及 11%之產量與對照不發病之產量在 5%顯著水準時差異不顯著，但在 25、55 及 80%之產量差異顯著。穗稻熱病引起之產量損失率(%)＝$5n_1$(整穗受害之穗數)＋$3n_2$(稻穗 2/3 以上受害之穗數)＋$2n_3$ (稻穗 1/2 以上受害之穗數)＋$1n_4$ (稻穗 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之關係爲 $\hat{Y}$ ＝-5.11＋84.56X ($\hat{Y}$ 爲產量損失率，X 爲穗稻熱病等級)。民國 65、66 及 67 年葉稻熱病發病前 7 天之日平均溫度在 19-25℃之間。從發病開始 30 天內之降雨日數 65 年爲 3 天，66 年爲 2 天，67 年爲 16 天，其發病率各爲 58.2%、40.1%及 93.5%。一天當中，空氣中分生胞子之採集數從下午 8 時到次日上午 8 時較多，故分生胞子之釋放仍以晚間居多。分生胞子採集數量受雨量之影響，小雨後分生胞子收集數多，大雨後分生胞子收集反而較少。其原因可能是大雨將病斑上之分生胞子沖洗掉或者雨水將胞子採集器內載玻片上之分生胞子洗掉。至於分生胞子收集數與露水時間長短無直接關係，露水時間長可採集到甚多的分生胞子，但有時候露水時間短，甚至無露水，亦可採集到胞子。利用插秧後 20 天開始 10 天之平均相對溼度，相對溼度大於 90%之小時數，降雨量及降雨日數等資料輸入電腦，電腦即顯示要不要施藥，施藥 1 次或施藥 2 次。

（關鍵詞：稻熱病、產量損失、預測）

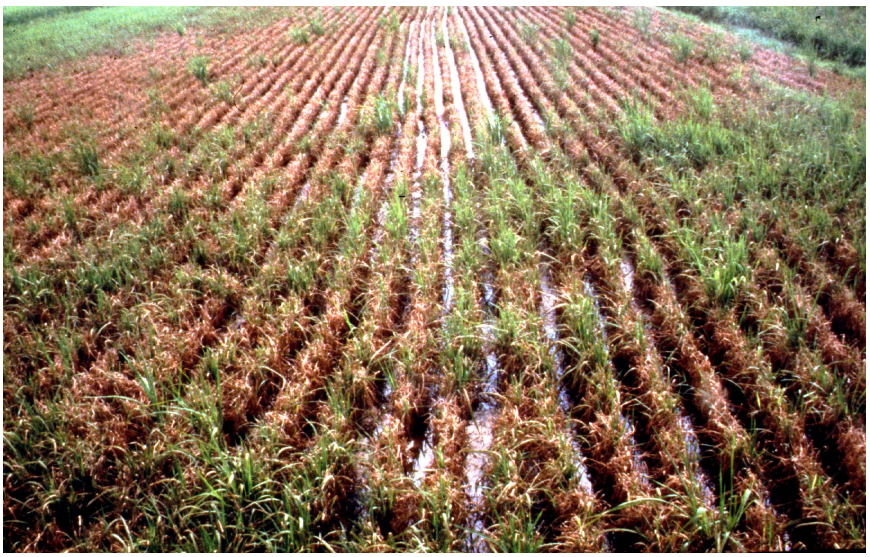
*E-mail: tsai@dns.caes.gov.tw

前　言

稻熱病(由 *Pyricularia grisea* 引起，有性世代 *Magnaporthe grisea*)爲台灣水稻最主要病害之一，每年均會發生，有些年發生嚴重(圖一)。根據過去台灣省政府農林廳從 1966~1988 年計 23 年間之統計報告，第 1 期作葉稻熱病平均發生面積爲 34,269 公頃，穗稻熱病發生面積爲 26,400 公頃，約占稻作栽培面積 1/10 以上，稻穀損失達年產量之 1.5-5.0%。

台灣稻作病蟲害發生預測始於民國 50 年，台南區農業改良場首先試辦建立預測網，發佈水稻病蟲害發生速報，指導農民適時防治。因成績卓著，農林廳乃於民國 55 年起建立全省預測網，在各區農業改良場設置預測員，負責病蟲害發生調查、氣象資料記錄及發佈病蟲害發生警報，各地病蟲害發生情形再經改良場報由農林廳彙整。水稻病蟲害之發生情形，除有完整紀錄外，預測技術由傳統之目測法進步到電腦預測，告訴農友何時防治最符合經濟效益。

本人從民國 60 年代開始從事水稻病害的研究，尤其針對稻熱病及紋枯病，民國 77 年以後，再轉到玉米及其他病害研究。目前僅就稻熱病預測方面過去的成果，做一些簡要的整理，以供諸學者專家的參考。



圖一. 田間葉稻熱病嚴重發生

Fig.1. Rice blast occurred seriously in the field

(一)葉稻熱病引起水稻產量損失估計

民國 72 年第 1 期作在台南縣白河鎮及嘉義分所設置試驗田，供試品種爲台農 67 號及台南 5 號。每品種各 20 公畝，行株距 20x25 公分，其中 10 公畝按一般栽培管理，但不施藥防治葉稻熱病。另外 10 公畝水稻在插秧後 30 天尙未發生葉稻熱以前即以 35%護粒丹可濕性粉劑施藥 1 次，7 天以後再施藥 1 次。無施藥田在插秧後 45 天發生葉稻熱病，於發病最高峰期分別 3 次，每次隨機選取合乎所期望的病斑面積率 5、11、25、55 及 80%之稻叢各 50 叢並掛上標示牌，同時亦分 3 次在施藥區選取無發病稻叢每次 50 叢。所有水稻在抽穗前 7 天及齊穗期再施藥 1 次，以防止穗稻熱病發生。水稻收穫期，選取在高峰期所標示合乎不同等級之病斑面積率(1)且未發生穗稻熱病之稻叢各 30 叢，若稻叢受到穗稻熱病爲害時就不取樣。取樣後之稻穗分別割取稻穗置於紙袋中，經曬乾後以種子分級機風選以後，秤其不同病斑面積率之單叢穀重，然後換成公頃產量，再經變方分析，比較其差異顯著性。

民國 76 年第 1 期作在嘉義分所設置試驗田，供試水稻台農 67 號及台農 70 號。田間設計及管理方法與民國 72 年第 1 期作相同。本期作兩品種皆在插秧後 52 天發生葉稻熱病。

結果(表一)3 個品種台農 67 號、台南 5 號及台農 70 號在葉稻熱病斑面積率 5 及 11%之產量與對照不發病之產量在 5%顯著水準時差異不顯著，但在 25、55 及 80%之產量差異顯著(6)。

表一、不同水稻品種在葉稻熱病不同病斑面積率之產量及損失率

Table 1. Yield and yield loss of various rice varieties under different diseased leaf area of rice blast disease.

病斑面積率(%)	七十二年第一期作				七十六年第一期作	
	台農 67 號		台農 5 號		台農 67 號	台農 70 號
	嘉義	白河	嘉義	白河	嘉義	嘉義
5	7,152[1]a	6,572 a	6,556 a	6,090 a	6,824 a	6,770a
	(0.47)[2]	(1.35)	(0.46)	(0.81)	(0.32)	(0.44)
11	6,880a[3]	6,370 a	6,308 a	5,890 a	6,612a	6,504 a
	(4.26)	(4.38)	(4.22)	(4.07)	(3.42)	(4.35)
25	5,648 b	5,118 b	5,290 b	4,902 b	5,540 a	5,260 b
	(21.40)	(23.18)	(19.68)	(20.16)	(19.08)	(22.65)
55	3,292 c	3,064 c	3,258 c	2,842 c	3,630 c	3,772 c
	(54.19)	(54.01)	(50.53)	(53.71)	(46.98)	(44.53)
80	1,300 d	1,166 d	1,256 d	1,130 d	1,410 d	1,246 d
	(81.91)	(82.50)	(80.93)	(81.60)	(79.40)	(81.68)
對照(不發病)	7,186 a	6,662 a	6,586 a	6,140 a	6,846 a	6,800 a
	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)

1.產量(公斤/公頃)爲三次之平均值，每次水稻 30 叢。

2.括弧內之數字爲產量損失率。產量損失率＝對照產量－不同病斑面積率產量/對照產量x100%。

3.表中英文字母相同者表示依 Duncan' s多變域測定在 5%顯著水準時差異不顯著。

(二)穗稻熱病引起水稻產量損失估計

民國 75 年第 1 期作在台南縣白河鎮及民國 76 年第 1 期作在嘉義分所設置試驗田。供試水稻品種台農 67 號及台農 70 號，插秧期分爲早、中、晚 3 次，每次相隔 15 天。小區面積爲 20 平方公尺，每品種每插秧期重複 4 次，採逢機完全區集設計，當水稻達成熟期時，依稻穗受稻熱病爲害之程度以肉眼分爲 0 (穗軸上有病斑，稻穗未受害)，1 (稻穗整穗受害)，⅓ (稻穗⅓以上受害)，½ (稻穗½以上受害)，⅔ (稻穗⅔以上受害)，1 (稻穗整穗受害)以及對照 (健康之稻穗)等 6 級(圖二)。



圖二、穗稻熱病等級

Fig.2. 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)

⅓：稻穗⅓以上受害者 (more than ⅓ of the panicle was damaged)

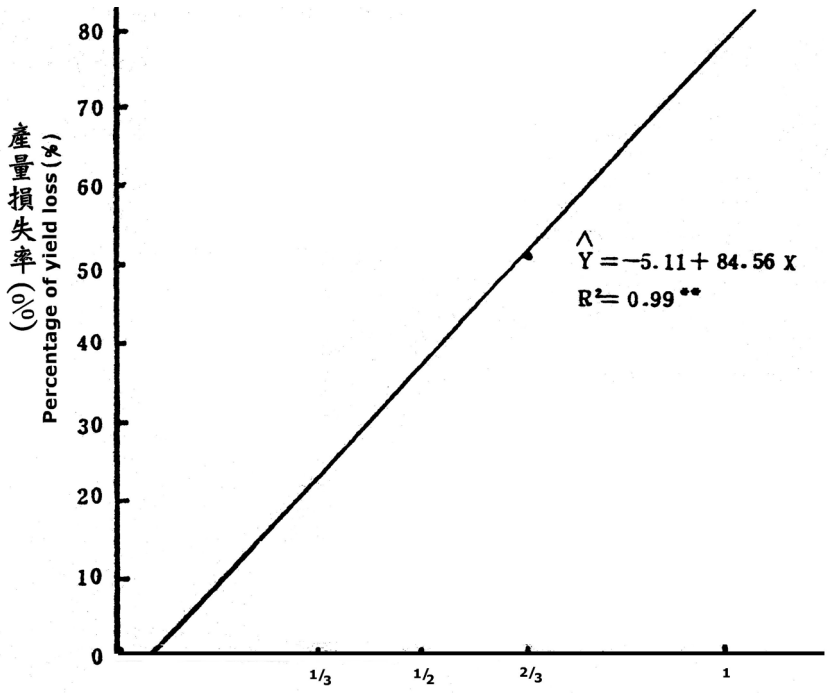
½：稻穗½以上受害者 (more than ½ of the panicle was damaged)

⅔：稻穗⅔以上受害者 (more than ⅔ of the panicle was damaged)

1：稻穗整穗受害 (total of the panicle was damaged)

CK：健康穗 (healthy panicle)

取樣時以單穗爲準，每小區依發病等級隨機取樣 90 稻穗，稻穗置於紙袋，曬乾後，在稻穀含水量 12-13 時秤其單穗穀重，並計算產量損失率。產量損失率 (%)＝對照穀重－不同發病等級之穀重/對照穀重 × 100%。結果顯示不同年代、不同地點及不同品種在不同插秧期，稻穗整穗受害時，其產量損失最高可達 86.03%，2/3 稻穗受害時，其產量損失最高達 53.71%，$\frac{1}{2}$時產量損失可達 37.55%，$\frac{1}{3}$時達 17.47%。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爲 $\hat{Y}$ ＝-5.11＋84.56X ($\hat{Y}$ 爲產量損失率，X 爲穗稻熱病等級) (圖三)[5]。



Disease scale of panicle blast

穗稻熱病等級

圖三、 穗稻熱病發病等級與產量損失率之關係

Fig.3. Relationships between disease scale of panicle blast and percentage of yield loss.

(三)氣溫及降雨日數對葉稻熱病的影響

民國 65、66 及 67 年葉稻熱病發病前 7 天的日平均溫度在 19-25℃之間。從發病開始 30 天內之降雨日數 65 年爲 3 天，66 年爲 2 天，67 年爲 16 天，其發病率各爲 58.2%、40.1%及 93.5%[4]。當然除了氣溫及降雨日數影響葉稻熱病之發生外，尚有其他因子。

(四)稻熱病病菌分生胞子每天採集數的變化

一天當中，空氣中分生胞子之採集數從下午 8 時到次日上午 8 時較多，故分生胞子之釋放仍以晚間居多(表二)[2]。

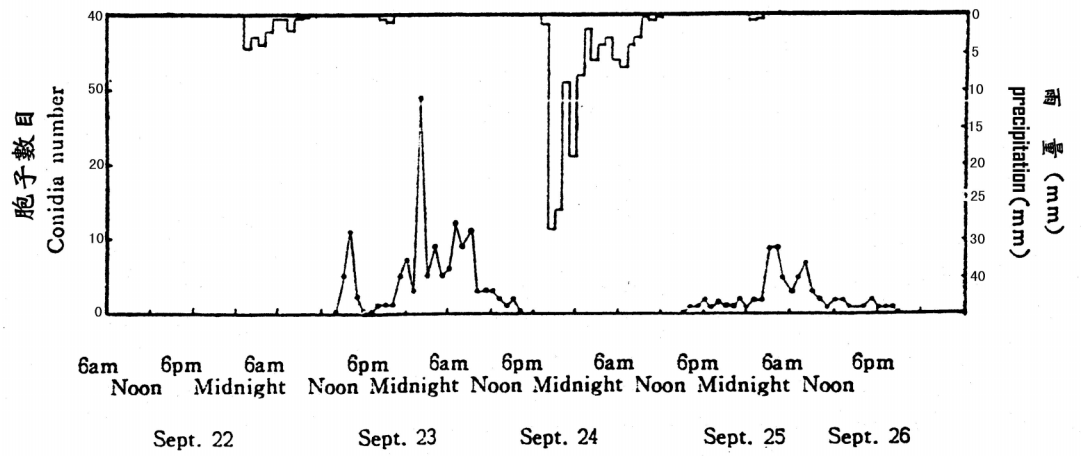
表二、每天的胞子採集數之變化 (1977 年 10 月 2~10 日)

Table 2. Diurnal changes in rates of conidia trapped (Oct. 2-10, 1977)

日期 Date	10 月 oct. 2	3	4	5	6	7	8	9	10	計 Total
14-15	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
15-16	0	0	0	1	0	4	0	0	1	6
16-17	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
17-18	0	0	0	1	4	8	0	1	0	14
18-19	0	0	1	1	1	5	0	2	0	10
19-20	1	1	0	0	2	4	1	1	0	10
20-21	0	4	2	2	1	3	0	3	0	15
21-22	0	2	5	2	2	7	0	2	0	20
22-23	0	11	1	4	0	2	0	4	2	24
23-24	1	10	8	5	5	5	2	1	2	39
24-1	0	5	15	7	4	5	14	2	0	52
1-2	0	17	30	24	0	3	12	5	3	94
2-3	1	12	14	17	4	2	27	4	2	83
3-4	6	1	19	17	7	4	5	6	4	69
4-5	3	13	23	30	6	4	21	1	1	102
5-6	4	9	12	0	2	1	1	1	0	32
6-7	2	2	1	2	8	8	18	3	2	40
7-8	2	3	7	0	5	12	2	2	1	34
8-9	0	0	5	0	0	1	0	3	2	11
9-10	1	0	3	0	0	3	0	8	2	17
10-11	5	0	9	0	1	1	0	0	0	16
11-12	4	0	0	0	0	1	0	1	0	6
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
13-14	0	0	0	0	2	6	0	0	0	8
計 Total	30	90	155	113	55	90	105	50	23	711
露水時門 Dew Period	12(20-8)	14(17-7)	12(19-7)	11(21-8)	11(21-8)	14(20-10)	12(19-7)	9(23-8)	6(23-5)	

(五)稻熱病病菌分生胞子採集數與雨量之關係

民國 66 年 9 月 22 日下午 7 時開始下雨，到 23 日上午 4 時止共 9 小時，下雨量 17mm，經過 5 小時才開始收集到胞子，9 月 23 日下午 2~4 小時下雨 1.6mm，雨後立即連續可以採集到甚多的胞子。9 月 24 日下午 1 時到 25 日上午 5 時共 17 小時，下雨 127.6mm，經過 5 小時後才開始採集到胞子，但最初幾個小時胞子數並不多。9 月 25 日下午 6~8 時下雨 1.1mm，收集到的胞子數顯著地較下雨前爲多。故小雨後空氣中胞子數多，大雨後空氣中胞子數反而減少 (圖四)[2]。



圖四、雨量對空氣中稻熱病菌胞子數目的影響

Fig.4. Influence of precipitation on the number of airborne conidia of *Magnaporthe grisea* .

(六)稻熱病菌分生胞子採集量與露水時間之關係

分生胞子採集量與露水時間長短無直接關係，露水時間長可以採集到甚多的分生胞子，但有時候露水時間短，甚至無露水，亦可採集到胞子(表三)。

表三、胞子採集量與露水時間(小時)

Table 3. Number of conidia trapped and dew period (hrs)

月份 / 露水及胞子 日期	三月		四月		五月	
	露水時間	胞子數目	露水時間	胞子數目	露水時間	胞子數目
1	下雨	0	2.5	16	下雨	21
2	下雨	0	12	56	12.5	55
3	下雨	0	0	53	11	74
4	0	0	0	26	下雨	3
5	7.5	0	故障	19	下雨	0
6	10	0	0	7	0	0
7	10.5	2	0	174	5.5	48
8	13	1	8.5	93	12	65
9	13	1	14	193	12	87
10	0	1	0	133	12	31
11	8.5	4	0	27	9.5	8
12	0	4	12	86	13	57
13	0	1	12.5	365	13.5	31
14	13	0	7	163	7	26
15	13	1	下雨	183	9.5	32
16	0	0	0	252	12.5	28
17	4.5	14	0	247	13	16
18	0	13	11	425	11.5	48
19	3	13	9.5	616	13.5	11
0	0	2	9.5	353	13	12
21	0	0	12.5	288	11	9
22	0	0	0	142	6.5	7
23	0	3	0	78	17.5	1
24	0	0	下雨	61	15.5	10
25	11	0	0	44	11.5	8
26	6	1	9	43	9.5	6
27	6.5	53	0	152	下雨	1
28	6.0	71	13	130	下雨	0
29	0	95	11.5	56	下雨	0
30	0	98	12.9	63	下雨	0
31		273			下雨	0

(七)葉稻熱病的預測

從民國 66-76 年等 11 年間設置預測田，並於田間放置氣象儀器以記載氣象資料(圖五)。葉稻熱病發生後定時紀錄病勢進展，最後分析葉稻熱病發生與氣象因子之關係而建立預測模式，並於民國 77 及 78 年在台南區農業改良場之轄區內進行驗證，證實其適用性(表四)。



圖五、稻熱病田間發病與氣象關係調查

Fig.5. Relationships of rice blast and meteorological factors

表四、水稻葉稻熱病田間預測結果 (1988 及 1989)

Table 4. Prediction of rice leaf blast under field condition (1988-1989)

預測小區	1988		1989	
	預測發病	實際發病	預測發病	實際發病
斗六小區	輕*	輕	中	輕-中
虎尾小區	輕-中	輕-中	重	輕
北港小區	輕	輕	輕-中	輕-中
嘉義小區	輕	輕	輕	輕-中
東石小區	輕-中	輕-中	重	輕-中
中埔小區	輕	中	輕	輕
新營小區	輕-中	輕-中	中	輕-中
曾文小區	輕	輕	輕	輕
北門小區	輕	輕	重	輕
新化小區	輕	輕	輕	輕

稻熱病病斑面積率＜11%爲輕，11-55%爲中，55%以上爲重。

利用插秧後 20 天開始 10 天內之平均相對溼度，相對溼度大於 90%之小時數，降雨量及降雨日數等資料輸入電腦，電腦即顯示要不要施藥，施藥 1 次或施藥 2 次(圖六)[7]。



圖六、利用電腦預測葉稻熱病

Fig.6. Forecasting of rice leaf blast by computer

結　論

稻熱病的防治除了栽培抗病品種以外，就是利用藥劑防治。但是藥劑防治，要有施藥的依據，也就是利用預測的結果來作爲防治的依據，預測的結果告訴農友要不要施藥，若是要施藥時，到底施藥 1 次，2 次或幾次，才不致浪費農藥或施藥成本，同時可達到防治稻熱病的目的。

本文提到的葉稻熱病預測係在台南縣白河鎮所收集的發病及氣象資料，分析兩者的關係而建立的預測模式，並在台南區農業改良場之轄區進行驗證，證實其實用性。但已經相隔 20 年，期間由於水稻品種及栽培環境不同，葉稻熱病的發生生態應有改變，尤其病原菌是善變的，故本預測模式目前的適用性如何，亦不得而知，唯有靠往

後的學者來驗證或修正，所以從這裡也可以明瞭許多研究工作應該是持續的，才不至於出現空窗期。

引用文獻

1. 台灣省政府農林廳。1963。水稻葉稻熱病罹病程度調查基準及基準圖。台灣省政府農林廳編印。21 頁。
2. 蔡武雄。1977。旱田病圃稻熱病的發生與氣象。中華農業研究 26（4）：290-295。
3. 蔡武雄。1978。稻熱病流行學之田間研究。科學發展月刊 6(5)：490-497。
4. 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(1)：21-25。
5. 蔡武雄。1988。穗稻熱病引起水稻產量損失估計。中華農業研究 37（1）：86-90。
6. 蔡武雄。1988。葉稻熱病引起水稻產量損失估計。中華農業研究 37（2）：207-201。
7. 蔡武雄。1990。利用電腦預測水稻葉稻熱病。台灣省農業試驗所研究成果展覽會。1990 年 2 月 23 日至 28 日於台中市立文化中心。

Abstract

Tsai, W. H. 2009. The review on the studies of rice blast. pp.1-12. *In*: Proceedings of Symposium on Achievements and Perspectives of Rice Protection in Taiwan. 160 pp. (Chiayi Agriculture Experimental Station, ARI, Chiayi 600, Taiwan, ROC.)

Yield of rice cultivar Tainung 67, Tainan 5 and Tainung 67 caused by leaf blast under various diseased leaf area 5 and 11% were not different significantly. However, it was different significantly at 25, 55 and 80% diseased leaf area. Yield losses caused by panicle blast could be calculated by the formula Ý= -5.11+84.56X (Ý is percentage Yield loss, X is disease scale of panicle blast). The daily average air temperature during the seven-day period before the disease first appeared fell within 19-25℃. The number of rainy days during the 30 day period fallowing the disease occurrence in 1978, 1977 and 1976 were 16, 2 and 3, and the highest incidence were 93.5, 40.1 and 58.2 % respectively. A diurnal change of releasing conidia with greater numbers was from 8 p.m. to 8 a.m. But the number of conidia could be diminished by a heavy rain. However, a drizzle was favored for conidia released. No close relation ship was bound between the number of conidia trapped and the duration of dew period. More conidia were trapped when the dew period lasted a long time, however ,conidia could also be trapped when dew did not appear. Prediction of rice leaf blast with computer by using the 10 days' average R.H., hours of R.H. > 90%, rainfall, and rainy days at 20 days after transplanting. The computer will show non-chemical application, one-time application or two-time applications.

(Key words: Rice Blast; Estimation of yield loss; Prediction)