臺灣水稻白葉枯病發生近況與展望

Recent Status and Future Prospects on Bacterial Blight in Taiwan

謝 式 坪 鈺*

Shih-pan-yu Hsieh

一、前　　言 ---------- 117
二、掌握抗病基因 ---------- 118
三、了解病原菌致病能力之變異性 ---------- 119
四、穩定檢定用病原菌之致病力 ---------- 120
五、影響病葉內病菌做接種源之因子 ------- 124
六、必須有可靠損失估計之方法 ---------- 127
七、建立病害預測系統 ---------- 128
八、期　　望 ---------- 128
九、參 考 文 獻 ---------- 129

一、前　言

水稻白葉枯病由 *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* (Ishiyama) Dye 引起，本省在民國四十年間首次發現(4)，但當時發生輕微，一直到民國四十九年推出臺中在來一號，以及利用此品種做親本育成耐高氮肥，不倒伏品種後，白葉枯病才逐漸變成本省水稻重要病害。民國六十三年更因推廣嘉農秈11號和嘉農秈8號(7)，而使本省從未發生的急性萎凋型(Kresek)病徵首次在田間出現，這兩個品種停止栽培後，田間急性萎凋型病徵隨著消失了。

民國七十四年第二期作本省水稻白葉枯病突然空前大發生，受害面積不但高達 42,845 公頃，平均罹病莖數率爲26%，而且發生地區遍及全省各地，從此以後稻白葉枯病年年都嚴重發生，民國七十八年第一期作受害面積更超過一萬公頃達13,355公頃，同年第二期作創本省最高受害面積紀錄，高達45,017公頃(表一)。

這些年來水稻白葉枯病的嚴重大發生，到底是什麼原因造成？一個鐵的事實，是目

* 國立中興大學 植物病理學研究所

前本省栽培之品種，普遍對白葉枯病沒有抗病基因。有關單位每年雖花很多經費在水稻育種方面，其追求之目標是高產量及良好品質，抗稻熱病及飛蝨之育種，但對白葉枯病只形式上做了一下事後之檢定工作，而很少有意地利用具有抗白葉枯病基因品種做親本，而以抗白葉枯病爲主要目標。除此之外很可能育種者所採用於檢定抗病之病菌，不能代表田間存在之病菌。使用病菌如經不當的保存與繁殖，其致病力很快降低，利用此種菌株檢定所育出之品種，往往在自然界表現極度的感病性，目前大部份推廣品種都是屬於所謂中抗品種，但在田間表現的反應卻是中感，甚至極感病。因此對本省白葉枯病菌病原性之變異應有所了解，才能提出具有代表性菌株，供育種家檢定抗病品種之用。

本文介紹近年來本省水稻白葉枯病之發生概況，並報告這兩年來筆者實驗室所獲得之一些未發表之研究結果（研究計畫，78農建-7.1-糧-12和79農建-7.1-糧-23經費蒙農委會補助，在此誌謝）另一方面展望未來對本病研究之方向及可能防治之道，希望將來本省的稻白葉枯病，不再普遍而嚴重之大發生。

表一、民國75-79年本省稻白葉枯病發生面積（公頃，農林廳資料）

Table 1 Prevalence of rice bacterial blight in Taiwan from 1986 to 1990

年份 Year	第一期作 First crop		第二期作 Second crop	
	面積 Area(ha)	罹病莖數率 (%) % diseased stems	面積 Area(ha)	罹病莖數率 (%) % diseased stems
75	4,925	34.7	24,489	13.9
76	6,930	33.2	21,157	20.7
77	5,327	7.8	24,421	18.4
78	13,355	23.7	45,017	18.7
79	10,232	15.2		

二、掌握抗病基因

水稻品種具有對白葉枯病之抗病基因， 主要來自日本及菲律賓國際稻米研究所(IRRI)測試出來的。如日本之Wase Aikoku 3 (Xa-3)[2]，Kogyoku (Xa-1,Xa-kg)，Kidama group，Tetep，和 Rantai Emas 2 (Xa-1，Xa-2)，Java 14 (Xa-1,Xa-3，Xa-kg)[16,18,24]，IRRI 測試得抗病基因有 IR 8 (Xa-11)，Pelita I/1 和 IR 20 (Xa-4)，

Kele，Chinsurah Boro II 和 IR 1545-339(xa-5) IR 944-102 和 Zenith (Xa-6)，DV 85 (xa-5，Xa-7)，Cas 209 (Xa-10)[19,20,21,24]，隱性抗病基因除 xa-5 外，尚有 xa-8 和 xa-9[11]，但只有xa-5 比較清楚，這些抗病基因並不是全部適合本省做育種材料 ，約二十年前筆者測試 Wase Aikoku 3 對本省菌株時，發現所有菌株皆表現弱致病力，但如今有些菌株對此品種能造成中度致病能力。 IR 8 對本省菌株具極感病性，Cas 209對所有菌株皆具極感病性，而 Tetep，Rantai Emas 2 和 Java 14，本省有些菌株也可造成中等以上之傷害。由此可見 Xa-1，Xa-2，Xa-3，Xa-kg，Xa-10，Xa-11，六種抗病基因並不能很有效的抵抗本省所有存在之病原菌，因此不適合本省做爲抗白葉枯病之育種親本，而可利用的只有 IR-20，DV 85 和 IR 1545-339 所具有的 Xa-4，xa-5，Xa-7 基因，本省所分離之菌株至今尚無和這三個基因有密切之親和性。測試本省目前及近十年來栽培之主要品種發現只有高雄秈 7號具抵抗性外，其他供試一百多品種皆表現中度感病至極度感病之間。至於高雄秈7號的抗病基因爲何？尚有待鑑定。

三、了解病原菌致病能力之變異性

水稻白葉枯病菌菌株間之致病力常有變異現象，各菌株之致病力常有不同，了解本省白葉枯病菌菌株特異情形，是抗病育種或抗病篩選時不可或缺之資料。

民國七十八年第二期作，由本省各地所採集分離之 134菌株，經接種到日本[1,5]與 IRRI[5,14]判別品種發現，IRRI 判別品種除 IR 8 有示差之外，其他四種對本省菌株無判別作用；IR 20，IR 1545-339和 DV 85，對所有菌株皆表現抵抗性，而 Cas 209 則都表現感病性。約10%菌株對 IR 8 表現弱致病力，12%菌株對 IR 8 表現中度致病力，而其他菌株則對 IR 8 表現强致病力。日本判別品種除 Kinmaze 因沒有抗病性基因，對本省大多數菌株都表現感病性外，其他四個品種 Kogyoku，Tetep，Wase Aikoku 3， Java 14 都有示差作用 。本省菌株利用日本之判別品種可分成 6 群，第一群除對 Kinmaze 表現强致病力外對其他品種都表現弱致病力，本次分離菌株約 60%即 80個菌株屬此群，第二群則對 Kinmaze 和 Kogyoku 表現强致病力，而對其他三個品種表現弱致病力，有10個菌株屬此群，第三群對 Kinmaze，Kogyoku 和 Tetep表現强致病力，而對其他兩個品種表現弱致病力，有 8個菌株屬此群，第四群對 Kinmaze 和Wase Aikoku 3 表現强致病力而對其他三個品種表現弱致病力，有5個菌株屬此群。第五群對Kinmaze，IR 24 和臺中在來一號等沒有抗病基因品種表現中度致病力，這些菌株對其他具抗病基因之品種都表現弱致病力，約5%即 7菌株屬此群，第六群有24個菌株無法歸屬於任何已定之五個群中。分析日本及菲律賓判別品種對本省菌株之反應表現，本省之菌株比較

接近日本之菌株，如日本及本省菌株對 Cas 209 皆表現强致病力，對 IR 1545-339 表現弱致病力，而對 Java 14，Wase Aikoku 3 和 IR 8 表現有些强有些弱致病力，這些性質和菲律賓菌株相反，菲律賓菌株對 IR 8 皆表現强致病力，對 Wase Aikoku 3 和 Java 14，皆表現弱致病力，而對 Cas 209 和 IR 1545-339 表現有强和弱致病力。因此本省比較適合用日本之判別品種，但我們可以用臺中在來一號來代替 Kinmaze 做感病對照，另外增加 IR 8 使判別起來更爲完全。

四、穩定檢定用病原菌之致病力

植物病原細菌在培養基上，經數次移植培養後有逐漸減低其致病力之現象，稻白葉枯病菌也不例外，在馬鈴薯蔗糖瓊脂或 Wakimoto 培養基繁殖，其致病力常逐漸減低，如抗病檢定用菌種保存及繁殖不當，其選出之所謂抗病品種，可能在田間表現感病之現象，本研究爲了了解白葉枯病菌在不同抵抗力水稻品種體內之穩定性，觀察病原菌在同一品種連續繁殖，是否會有逐漸減低其致病力，以做爲提供最簡便病菌保存及增殖之方法，供抗病育種檢定之用。四個菌株 XO 52 (採自雲林土庫) XO 94(採自南投中興新村) XO 111 (採自臺中石岡) XO 121(採自宜蘭壯東橋)分別接種到具有不同抵抗性基因之水稻上，水稻品種有 Chugoku，Wase Aikoku 3 (Xa-3)，Cas 209 (Xa-10)，Java 14 (Xa-1，Xa-3，Xa-kg)，Kaohsiung Sen 7 (Unknown)，IR 1545-339 (xa-5)，IR 8 (Xa-11)，IR 24 (none) 等八種。民國78年7月30日第一次接種，到民國79年5月2日最後一次，分別由病葉得到接種源利用剪葉法[10]接到相同之品種上，總共通過相同寄主10次之後，再分別把每一菌株在每一品種之病葉當接種源，先接種到 IR 24，所得病葉再接種到上述八個品種及Kinmaze (none)，Tetep (Xa-1，Xa-2)，IR 20 (Xa-4)，DV 85 (Xa-5，Xa-7)，Kogyoku (Xa-1，Xa-kg)，Rantai Emas 2 (Xa-1，Xa-2)等品種。以觀察菌株在連續通過不同抵抗性品種之後，致病力是否會發生改變。結果發現除通過品種 IR 1545-339者外，通過其他品種者或多或少致病力有降低現象，尤其通過Wase Aikoku 3 和 Cas 209 者致病力銳減。利用人工剪葉接種方法把病原細菌接入寄主內繁殖，可能是一種强迫性的行爲，就如同在培養基上繁殖一樣，不能經由寄主之選擇壓力，使致病力較强者得到優勢，所以如要用病葉當接種源，最好使用噴霧接種法，此種類似自然感染方法，致病力較弱者侵入寄主較難，而致病力降低之現象可能較少，另一方面必須注意避免連續在同一品種繁殖，或者可以利用 IR 1545-339 品種繁殖病原細菌當接種源(表二)。

表二～1、水稻白葉枯病菌在同一水稻品種連續繁殖十次後致病力之改變

Table 2-1 Changes in virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* after ten successive passages through the same rice variety

品種[1]代號 Varietal number	菌株 Isolates[2]								
	94-ck	94-2	94-3	94-4	94-6	94-8	94-10	94-12	94-13
1	7.0	7.0	4.2	3.6	6.2	5.4	6.8	5.0	6.3[3]
2	6.4	5.2	2.3	4.1	6.5	5.7	6.7	4.4	6.6
3	6.5	6.0	4.9	4.3	5.5	5.8	6.8	4.5	5.6
4	8.5	6.7	4.3	5.5	7.5	7.1	7.7	5.6	7.2
5	2.1	5.9	2.6	3.7	1.5	1.6	6.3	3.7	3.8
6	7.7	4.7	3.6	4.3	6.0	6.5	7.4	5.6	5.8
7	8.4	8.5	3.2	3.7	4.3	5.5	6.5	7.5	6.1
8	3.5	2.5	2.1	2.8	2.0	2.9	5.6	3.1	4.7
9	7.9	6.5	2.3	3.4	2.9	5.7	7.3	6.0	6.8
10	3.3	2.5	1.7	2.7	1.8	3.1	3.3	3.8	3.8
11	4.3	3.3	4.9	2.8	3.4	3.0	4.2	4.1	3.8
12	6.8	5.1	3.3	3.2	6.4	6.2	6.2	5.4	6.3
13	8.7	6.6	2.5	3.6	6.1	6.0	6.6	6.2	5.5
14	8.9	6.6	5.9	5.3	6.6	6.7	7.8	6.6	7.4
Average	6.43	5.14	3.41	3.79	4.76	5.09	6.37	5.11	5.69

(1) 品種代號(Varietal number)：

1= Kogyoku, 2= Chugoku, 3= Wase Aikoku 3, 4= Cas 209, 5= DV-85, 6= Java 14, 7= Tetep, 8= Kaohsiung sen 7, 9= Kinmaze, 10= IR 1545-339, 11= IR 20, 12= IR 8, 13= IR 24, 14= Rantai Emas 2.

(2) 前面號碼爲原菌株號碼，後面數字爲通過十次繁殖之品種代號。

Original isolate number followed by varietal number used for ten successive passages.

(3) 平均三重複之病害指數，每重複十葉片。

The numerals represent aveerage values of disease indices of 3 replications with 10 leaves per replication.

表二～2、水稻白葉枯病菌在同一水稻品種連續繁殖十次後致病力之改變

Table 2-2 Changes in virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* after ten successive passages through the same rice variety

品種[1]代號 Varietal number	菌株 Isolates[2]								
	111-ck	111-2	111-3	111-4	111-6	111-8	111-10	111-12	111-13
1	6.7	3.7	5.2	4.7	6.1	4.5	6.7	5.6	5.9[3]
2	6.5	7.1	5.8	4.0	4.0	4.2	5.0	5.3	4.3
3	6.5	7.1	6.2	4.3	5.6	6.4	5.7	5.1	4.8
4	7.4	7.6	7.5	6.2	7.4	5.9	6.5	7.2	5.8
5	3.2	5.2	2.5	2.5	2.8	4.5	6.9	4.8	2.2
6	7.5	3.8	6.0	4.1	5.9	4.6	5.6	6.9	6.0
7	6.0	3.9	4.8	5.6	4.1	4.8	5.4	6.4	5.2
8	2.9	2.4	2.6	2.3	1.4	3.8	4.1	2.6	3.0
9	5.7	6.9	7.1	3.6	4.8	5.9	3.6	6.3	5.3
10	3.5	3.0	3.3	2.6	2.7	1.8	2.1	3.1	3.0
11	3.9	3.5	2.4	2.5	2.9	2.8	2.6	4.3	4.3
12	6.1	6.6	5.6	3.5	7.5	3.6	4.9	6.8	5.9
13	7.1	8.3	5.6	3.6	7.3	4.8	5.8	6.3	5.4
14	7.6	7.5	7.1	6.3	6.2	6.1	6.3	8.3	6.8
Average	5.76	5.00	5.12	3.99	4.91	4.55	5.09	5.64	4.85

(1)，(2)，(3) 同表二～1

表二～3、水稻白葉枯病菌在同一水稻品種連續繁殖十次後致病力之改變

Table 2-3 Changes in virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* after ten successive passages through the same rice variety

品種[1]代號 Varietal number	菌株 Isolates[2]								
	121-ck	121-2	121-3	121-4	121-6	121-8	121-10	121-12	121-13
1	7.7	5.2	2.4	3.2	5.6	4.9	7.5	5.2	5.9[3]
2	5.9	5.8	2.3	3.7	4.4	2.6	4.6	4.8	3.8
3	5.9	5.6	3.6	5.4	5.0	4.2	5.2	5.3	4.3
4	8.2	7.3	3.8	3.8	7.4	3.4	5.6	6.2	7.7
5	4.6	4.5	2.3	2.6	2.2	4.9	4.8	5.8	3.3
6	5.9	4.4	4.1	5.6	5.1	4.1	6.6	5.3	5.1
7	7.3	6.5	4.1	4.0	3.6	5.0	6.4	5.3	5.5
8	2.5	2.4	2.3	1.9	1.4	3.3	4.2	4.2	1.8
9	7.3	6.2	3.2	3.5	3.7	4.4	5.7	5.2	7.2
10	3.5	2.4	1.9	3.0	2.1	2.8	3.2	4.4	3.2
11	2.7	3.1	2.3	2.5	1.6	2.6	4.4	4.5	4.0
12	7.2	5.7	3.3	3.0	6.8	3.8	6.1	5.8	4.9
13	6.8	6.6	1.8	4.1	7.6	3.5	7.0	5.8	6.5
14	7.8	6.5	4.7	5.4	5.9	4.7	7.3	8.0	7.0
Average	5.95	5.16	3.01	3.69	4.46	3.87	5.61	5.41	5.01

(1)，(2)，(3) 同表二～1

表二～4、水稻白葉枯病菌在同一水稻品種連續繁殖十次後致病力之改變

Table 2-4 Changes in virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* after ten successive passages through the same rice variety

品種[1] 代號 Varietal number	菌株 Isolates[2] 52-ck	52-2	52-3	52-4	52-6	52-8	52-10	52-12	52-13
1	6.6	4.8	1.8	3.7	6.8	4.5	7.2	5.5	4.8 [3]
2	8.0	5.8	2.8	3.6	6.9	5.5	7.6	6.1	5.0
3	7.4	6.6	4.4	4.5	6.7	5.4	7.3	5.9	4.0
4	8.7	6.7	5.4	4.4	7.9	6.6	8.3	7.6	5.5
5	4.7	4.7	2.8	4.4	2.7	3.6	5.8	2.8	4.9
6	8.2	6.1	4.3	3.8	6.8	6.9	8.2	5.0	3.7
7	7.6	5.2	4.5	2.8	6.5	6.5	7.4	6.2	4.2
8	3.6	3.1	1.9	1.6	1.5	3.3	5.4	3.8	5.2
9	8.0	5.9	2.4	4.4	3.6	5.1	7.3	6.1	6.8
10	4.7	3.7	2.2	2.6	1.8	3.7	3.4	4.5	3.4
11	5.3	3.7	2.5	3.2	4.3	3.3	4.2	4.2	4.1
12	7.7	5.8	4.0	3.0	8.4	4.1	6.9	6.7	4.5
13	7.8	6.1	4.2	4.0	8.3	4.7	8.5	6.7	5.7
14	8.5	4.8	2.5	3.8	5.5	6.2	7.9	7.7	5.7
Average	6.91	5.21	3.26	3.56	5.55	4.96	6.81	5.63	4.82

(1)，(2)，(3) 同表二～1

五、影響病葉內病菌做接種源之因子

1.保存時間：

早期之研究結果顯示稻白葉枯病菌在病葉，於低溫低濕下可殘存一年以上[6]，本試驗把 XO 52 菌株接種到 IR 24 所得病葉保存在相對濕度 0%，溫度0～4℃下，每 2個月測試單位乾重量之活菌量，並以病葉80 mg/ml之水浸液當接種源，利用剪葉法[10]接到 IR 24 觀察發病率及發病度。由表三可見病葉保存在相對濕度0%及溫度

0～4℃下，經6個月後作爲接種源，其致病力並未減弱 。而保存 6個月以上之病葉由於其內之活菌數降低，而使部分接種葉片不發病，然其罹病率仍高達82%，此結果顯示於 0%相對濕度0～4℃下，保存於病葉內之白葉枯病菌經10個月後仍有很强之致病力，而利用病葉保存白葉枯病菌可達長期保存之目的。

表三、白葉枯病菌在病葉之殘存及其當接種源之可能性

Table 3 Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in diseased leaves kept at 0% RH and 0-4℃ and its possible usage as inoculum

保存時間 Duration of storage	病菌數/毫克 Log CFU bacteria/ mg diseased leaves	罹病率 % diseased leaves	罹病指數 Disease index
新鮮乾葉 Fresh dry	7.688	100	9.00
2月(months)	6.929	100	9.00
4月(months)	6.554	100	9.00
6月(months)	5.967	100	8.23
8月(months)	5.780	94	7.93
10月(months)	4.903	82	6.25

2.水稻品種：

把菌株 XO 52 接種到 IR 24，Kinmaze，IR 8，Wase Aikoku 3，和 Java 14 等五品種，經兩星期病徵出現後，測定病葉單位面積之病菌含量。結果病原菌在前三品種造成萎凋型病徵，而在後兩品種造成典型病徵，經定量測定每單位面積之病菌時發現不同病徵型在組織內含病菌量並沒有明顯差別，如以 log CFU/cm 病葉表示則在 8～8.54 之間 (平均爲8.37)，顯示病菌在不同病徵型和不同抗性之水稻葉片上，其單位面積內之菌量並沒有差異。但如果把病徵所佔面積與其進展速度等因子計算進去則病菌在感病性品種之繁殖速度當然快很多。由此試驗得知，不管是那種品種，只要是水稻白葉枯病病葉，皆可得到充分之菌量來當接種源。

3.浸水時間：

IR 24 接種菌株 XO 52採得病葉，一半立即放入眞空抽氣瓶內乾燥，一半放在密封塑膠袋置入冷藏箱，經2小時後分別將其剪成約2mm長，浸水後經 5、10、30、60分鐘後取樣測定病菌量。由表四可以看出，乾病葉與鮮病葉病菌之釋出量沒有明顯差別

，浸水5分鐘後乾病葉比鮮病葉略高。10分鐘後釋出量相似，10分鐘以上不再增加，由此可見浸水時間至少要10分鐘。

表四、稻白葉枯病乾病葉及鮮病葉浸水後病菌之釋出量

Table 4 Release of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* from dried or fresh diseased leaves immersed in water for different periods

浸水時間(分) Immersion time(min)	乾病葉 Dried leaves	鮮病葉 Fresh leaves
5	3.77×10^{7}*	2.16×10^{7}
10	2.53×10^{8}	1.05×10^{8}
30	1.31×10^{8}	1.02×10^{8}
60	1.25×10^{8}	9.95×10^{8}

* CFU/cm diseased leaves

4.病葉浸出液在室溫及冰櫃下保存時間：

菌株 XO 52 接種到 IR 24，所得病葉經乾燥後，剪成2mm長，分別在室溫 (25～30℃)及冰櫃內(1～4℃)以80mg病葉/ml水比例浸水，然後經 1、3、5、7、9、12、24小時後利用剪葉法接種到 IR 24上，經20天後調查發病率及發病度，不發病之病葉不加入計算發病度 。由表五之結果可以看出，放在室外7小時內病葉浸出液，仍然如剛浸出者保持最高發病率100%及發病度9 。9小時後則發病率及發病度急速下降，至12小時即不會發病。可能由於在高溫下雜菌繁殖所造成之結果，但如保存在冰櫃，則保存到24小時仍保持原有的發病率與發病度，因此夏天接種時接種源宜放置在冰櫃內。

5.浸水時病葉之長度：

菌株 XO 52 接種到 IR 24 所得病葉，一半急速乾燥，一半放在冰箱塑膠袋內，然後分別剪成約2、4、6、8、10mm長，依1cm病葉/ml水比例浸入水中，經10、20和30分鐘後做病菌定量分析。由表六可以看出病葉剪得愈短，病菌愈容易釋出水中。而病菌在乾燥病葉又比鮮病葉較易釋出，可能由於病菌在乾燥葉組織內吸水後膨脹比較容易破壞葉組織而釋出，而鮮組織大都由剪切面釋出。但浸水10分鐘後足夠把病菌釋出，延長時間並沒有明顯增加釋出量。

六、必須有可靠損失估計之方法

水稻白葉枯病近年來在本省造成很大爲害，但病害調查之數據往往只有爲害面積或罹病莖數率，而對產量之損失從無客觀之評估，因而無從了解本病所造成之眞正傷害和

表五、稻白葉枯病病葉浸出液在室溫及冰櫃下保存不同時間後當接種源之發病情形

Table 5 Infectivities of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* released from diseased leaves after incubated at room temperature or at 0-4 ℃ for different periods.

保存時間 Incubation time (hr)	罹病率 (%) Diseased leaves (%)		罹病指數 Disease index	
	0-4℃	25-30℃	0-4℃	25-30℃
1	100	100	9.0	9.0
3	100	100	9.0	9.0
5	100	100	9.0	9.0
7	100	100	9.0	9.0
9	100	43	9.0	6.1
12	100	0	9.0	0
24	100	0	9.0	0

表六、水稻白葉枯病病葉不同長度浸入水中經不同時間後病菌之釋出量(CFU/cm)

Table 6 Release of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* from different length of diseased leaves immersed in water

病葉長度 Leaf length (mm)	浸水時間 (Immersion time, min)					
	乾燥葉 Dried leaves			鮮葉 Fresh leaves		
	10	20	30	10	20	30
2	1.5×10^8	1.4×10^8	1.6×10^8	1.2×10^8	9.8×10^7	9.7×10^7
4	1.3×10^8	1.4×10^8	1.5×10^8	8.4×10^7	7.8×10^7	8.6×10^7
6	9.8×10^7	1.1×10^8	1.2×10^8	2.3×10^7	4.6×10^7	4.5×10^7
8	6.4×10^7	8.8×10^7	9.2×10^7	8.8×10^6	7.6×10^6	8.2×10^6
10	7.8×10^7	8.2×10^7	8.4×10^7	4.3×10^6	5.2×10^6	4.7×10^6

產量損失。此乃由於尚無一個很好的損失估計之方法，早期井上及津田〔8〕在日本報告一個公式，依此公式水稻白葉枯病造成產量損失在 5～35%之間，但事實上很多嚴重受害區之產量損失高於35%。過去由於沒有藥劑可以控制白葉枯病，因此只能利用天然發病田或接種田，調查病害程度與產量之關係，無法從一品種中造出病害階梯，來做損失估計之統計資料，此外日本之地理環境與本省相差甚大，筆者過去曾測試此公式發現，並不適用於本省。因此我們必須選用不同病徵型水稻品種，利用最近剛審查通過之藥劑10%克枯爛 WP 做不同程度之防治，造成傷害階梯。利用回歸方程，找出最可靠之方程式及最適當調查時期，做今後損失估計之依據〔9,12,23〕。並做爲將來對本病經濟防治及流行性學研究之參考。

七、建立病害預測系統

準確的病害預測是件複雜而困難工作，流行病害之發生受氣象及其他環境因子之影響。過去因爲沒有防治白葉枯病之藥劑，預測的結果也無法執行防治工作，因此早年日本雖用噬菌體做預測而得到若干結果〔15,22〕，但預測要發生也只能眼睜的看它發生，目前已有推廣藥劑，所以如能準確預測病害之發生，就可以做到有效的經濟防治。預測系統之建立可由下列三方面探討其可行性。

1. 設置預測田：選擇適當地點設置預測田，種植不同抵抗性品種，施用多量之氮肥誘導病害之發生，由預測田病害發生的早晚及不同嚴重度可以做爲該地區發生病害情形之參考〔15〕。
2. 利用氣象因子預測：日本在早期曾用雨量、光線、溫度、颱風之次數及嚴重性來預測白葉枯病發生。有些地區得到良好結果，但大多數並不十分準確〔3〕。
3. 利用噬菌體預測：在日本曾偵測秧苗田、本田或灌溉水內噬菌體數量來預測病害之發生，苗田如採不到噬菌體，則本田發生白葉枯病機率很低，本田噬菌體數量愈高，病害發生愈早且愈嚴重。然所用的白葉枯菌株必須對當地之噬菌體有親和性，採取水樣品最好在清晨，否則其他時間可能因陽光或水溫上升而減少噬菌體數量，而失去預測的準確性〔22〕。

八、期　望

白葉枯病已成爲本省最重要水稻病害，爲害程度可能遠超過稻熱病與紋枯病，過去只局部發生在第二期作水稻，如今不但在第二期作水稻到處可見，且很多地區發生嚴重，而且在第一期作也非常普遍，今後之水稻育種工作，除了一般的農藝性狀外，應注重抗病品種之育成，利用具有抗病基因之品種做親本，將其抗病基因導入栽培品種，使一般栽培品種都具有某些特定之抗病基因，另外應該建立預測系統，以達到綜合防治之最後目標。

九、參考文獻

1. Ezuka, A., and Horino, O. 1974. Classification of rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strains on the basis of their differential interactions. Tokai-kinki Nat. Agric. Exp. Stn. Bull. 29. 19p.
2. Ezuka, A., Horino, O., Toriyama, K., Shinoda, H., and Morinaka, T. 1975. Inheritance of resistance of rice variety Wase Aikoku 3 to *Xanthomonas oryzae*. Bull. Tokai-Kinki Nat. Agric. Exp. Stn. 28 : 124-130.
3. Fujikawa, T., Okadome, Z., Utsunomiya, T. 1957. Relationship between the climatic conditions and the occurrence of bacterial leaf blight of rice in Oita Prefecture. Agric. Meteorol., Japan, 12 : 148-150.
4. Hashioka, Y. 1951. Bacterial leaf blight of rice and its control. Agric. and Hort., Tokyo 26 : 644-648.
5. Horino, O., Mew, T. W., Khush, G. S., and Ezuka, A. 1981. Comparisons of two differential systems for distinguishing pathotypes of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 47 : 1-14.
6. Hsieh, S. P. Y., and Buddenhagen, I. W. 1975. Survival of tropical *Xanthomonas oryzae* in relation to substrate, temperature, and humidity. Phytopathology 65 : 513-519.
7. Hsieh, S. P. Y., and Chang, S. C. 1977. Some factors affecting the expression of kresek symptom on rice infected with *Xanthomonas oryzae*. Plant Prot. Bull.(Taiwan) 19 : 275-286.
8. Inoue, Y., and Tsuda, Y. 1959. On the assessment of damages in yield of the rice plant attacked by bacterial leaf blight. Tokai-kinki Nat. Agric Exp. Sta. 1(6) : 154-167.
9. James, W. C. 1974. Assessment of plant diseases and losses. Annu. Rev. Phytopathol. 12 : 27-48.
10. Kauffman, H. E., Reddy, A. P. K., Hsieh, S. P. Y., and Merca, S. D. 1973 An improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae*. Plant Dis. Reptr. 57 : 537-541.
11. Khush, G. S., and Virmani, S. S. 1985. Breeding rice for disease resistance. Progress in Plant Breeding, et. G. E. Russell, 1 : 239-279. Butterworths. 392 pp.
12. Madden, L. V. 1983. Measuring and modeling crop losses at the field

level. Phytopathology 73 : 1591-1596.

13. Mew, T. W. 1987. Current status and future prospects of research on bacterial blight of rice. Ann. Rev. Phytopathol. 25 : 359-382.
14. Mew, T. W., and Vera Cruz, C. M. 1979. Variability of *Xanthomonas oryzae* : Specificity in infection of rice differentials. Phytopathology 72 : 786 -789.
15. Mizukami, T., and Wakimoto, S. 1969. Epidemiology and control of bacterial leaf blight of rice. Annu. Rev. Phytopathol. 7 : 51-72.
16. Ogawa, T., Morinaka, T., Fujii, K., and Kimura, T. 1978. Inheritance of resistance of rice varieties Kogyoku and Java 14 to bacterial group V of *Xanthomonas oryzae*. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 44 : 137-141.
17. Olufowote, J. O., Khush, G. S., and Kauffman, H. E. 1977. Inheritance of bacterial blight resistance in rice. Phytopathology 67 : 772-775.
18. Sakaguchi, S. 1967. Linkage studies on the resistance to bacterial leaf blight, *Xanthomonas oryzae*(Uyeda et Ishiyama)Dowson, in rice. Bull. Nat. Inst. Aggr. Sci., Ser. D, 16 : 1-17.
19. Sidhu, G. S., and Khush, G. S. 1978. Dominance reversal of bacterial blight resistance gene in some rice cultivars. Phytopathology 68:461-463
20. Sidhu, G. S., Khush, G. S., and Mew, T. W. 1978. Genetic analysis of bacterial blight resistance in seventy-four cultivars of rice, *Oryza sativa* L. Theor. Appl. Genet. 53 : 105-111.
21. Singh, R. J., Khush, G. S., and Mew, T. W. 1983. A new gene for resistance to bacterial blight in rice. Crop Sci. 23 : 558-560.
22. Tagami, Y., Kuhara, S., Kurita, T., Sekiya, N.1958. Relation between the population of *Xanthomonas oryzae* phage in paddy field water and the occurrence of bacterial leaf blight. Proc. Assoc. Plant Protect., Kyushu, 4, 63-64.
23. Teng, P. S., and Johnson, K. B. 1988. Analysis of epidemiological components in yield loss assessments. Pages 179-189 in : Experimental Techniques in Plant Disease Epidemiology. J. Kranz and J.Rotem, ets. Springer-Verlag, New York.
24. Yoshimura, A., Mew, T. W., Khush, G. S., and Omura, T. 1983. Inheritance of resistance to bacterial blight in rice cultivar CAS 209. Phytopathology 73 : 1409-1412.