稻細菌性穀枯病

Bacterial Grain Rot of Rice

簡錦忠* 張義璋*
Chin-Chung Chien Yih-Chang Chang

一、前　　言 ---------- 131
二、病　　徵 ---------- 132
三、發生生態 ---------- 132
四、發病程度與產量之關係 ---------- 139
五、防治對策 ---------- 140
六、參考文獻 ---------- 143

一、前　　言

稻細菌性穀枯病首先於1955年秋季，在日本福岡縣的水稻 Benesengoku品種上發現，乳熟期的綠色稻穗上，有一半不稔穀粒之病變。後藤、大畑(10)經鏡檢發現病組織有細菌溢出物，經分離接種後確定爲一種新的細菌性病害，1956年訂名爲「稻籾枯性細菌病」，同氏等並於1958年報告較詳細之分離接種結果，但未將病原細菌定名。至1967年栗田及田部井(9)，方完成病原菌之生理特性試驗，認爲係一新種並訂名 *Pseudomonas glumae* Kurita et Tabei。據推測(12,14)可能早於1950年即有本病發生，爾後每年發生面積差異甚大。最近因栽培方式之變遷，被害面積有增加之趨勢(4,8,12,13)，且防治極爲困難(12)。植松等(18,19)，吉村等(3)，遠藤等(20,21)報告，本病原菌可以引起育苗箱幼苗腐敗症，爲箱育苗的一新問題，頗受重視。

本省於民國71年第二期稻作，在中、南部地區之台南 5號及台農67號水稻田，發現有類似後藤等(10)報告之穀枯病症。被害稻穀經鏡檢、分離、接種試驗及生理特性試驗，證實確爲細菌所引起之病害，訂中文名爲「稻細菌性穀枯病」(23)。

* 臺灣省農業試驗所植物病理系。

二、病　　徵

稻細菌性穀枯病發生於水稻齊穗後，乳熟期之綠色穗中，最初呈蒼白色而且似缺乏水份狀萎凋的罹病穀粒。被害穀漸變爲灰白色或淡黃褐色，內外穎之先端或基部變紫褐色，護穎呈紫褐色。其穗軸及枝梗皆爲健全綠色。每一被害稻穗之罹病穀粒約爲10～20粒，但發病激烈則有一半以上之穀粒枯死。被害嚴重之稻穗呈直立狀而不易彎曲。罹病穀多呈不稔，若能稔實其糙米大多萎縮且畸形，糙米之一部分或全部變爲灰白色、黃褐色或濃褐色，患部與健全部界限明顯，多呈濃褐色帶狀之境界。

三、發 生 生 態

(一)病原細菌不同菌株間之病原性

簡等[23]於民國71年所得13個菌株，在農試所(台中縣霧峰鄉)稻田供試台農67號，接種菌株均以培養72小時之病原細菌斜面調製濃度約爲10^8個細菌/ml懸浮液，以小型噴霧器均勻噴灑於抽穗期之稻穗上。接種日期在71年10月12日17時左右，並於11月15日調查。其結果如表一。由接種結果顯示，菌株間病原性差異甚大，其中以 B9及B11病原性最強，被害空粒及半飽粒百分率合計分別爲48.8及47.9%；B6最弱其發病率僅 8.5%與對照處理之自然被害率 4.5%差異不顯著。被害稻穀中半飽粒與空粒之比率，菌株間略有差異，菌株B9之被害空粒達38.6%最多，被害半飽粒則以菌株B12 及 P4等2菌株各爲18.5%最高。

(二)病原細菌接種濃度與發病之關係

對馬等[22]於1a/5,000花盆培育供試稻Asominoli品種 ，另供試菌用馬鈴薯半合成培養基，28℃下培養24小時後用無菌蒸餾水調製所定濃度的懸浮液。稻完全抽穗後，每一花盆噴霧25cc懸浮液接種。另設噴霧無菌水爲對照區，接種後放於28℃，保持24小時濕度，其後移到室外。試驗2年，所得結果可知接種濃度愈高其發病度亦愈高 。接種後第7天調查時，10^2/ml區2年均未見發病，10^4/ml區，1983及1984年之發病度各爲10.6及4.7% ，接種14日時各處理均增加其發病度，10^2/ml區的1983年及1984年之發病度各爲17.2及6.9%比7日時增加，其他區接種濃度愈高其發病度亦愈高，此傾向可推測，初期感染濃度對穀粒發病具很大的影響，即10^4/ml以上濃度時就極易引起發病(圖一)。

(三)接種溫度與發病之關係

供試稻品種及試驗方法和(二)項相同[22]。接種(細菌濃度10^8/ml)後第7日調查結果(圖二)，2 年皆爲接種溫度較低區其發病亦較低的傾向，但1983年Ⅰ及Ⅱ區的24與28℃，1984年Ⅰ區的24與28℃，各區的發病度均無差異。接種後第14日調查結果，除1984年Ⅱ區的溫度間之發病度稍有差異外，其他處理區均無差異，由此可知在高濃度(10^8 / ml)接種時，溫度對發病似無多大影響。不過發病初期溫度較高時，其發病度亦較高之

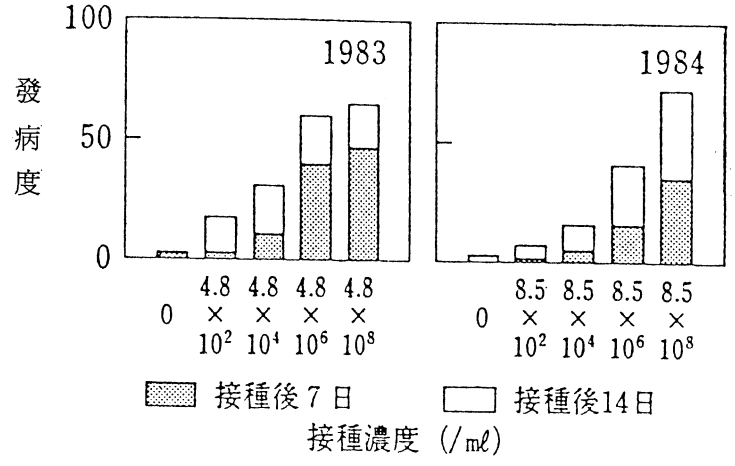
事實，可推測本病害之初發生易受溫度之影響。

表一：不同菌株間病原性之差異 (簡及張，1983)

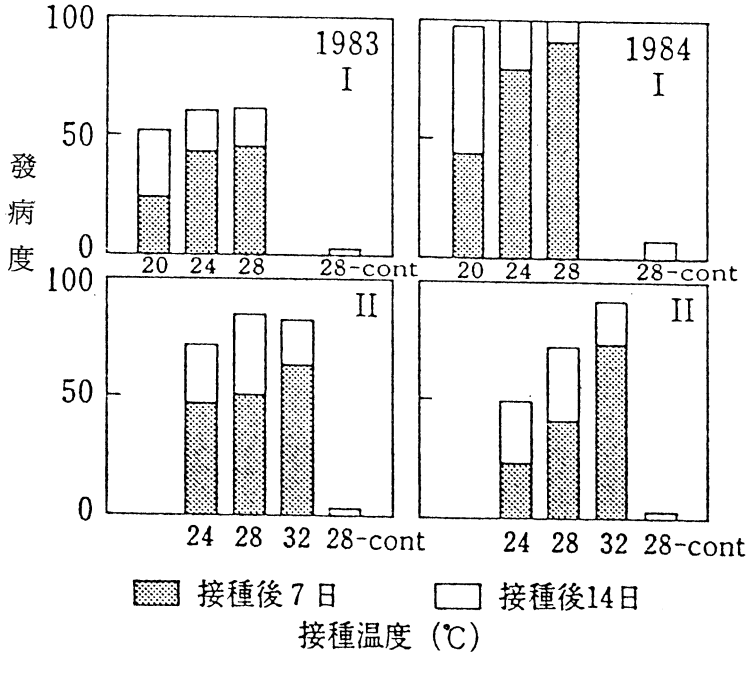
菌株	正常穀粒百分率		病害穀粒百分率		
	飽實粒	空　粒	半飽粒	空　粒	合　計
B3	53.6	21.8	4.7	19.9	24.6
B5	55.3	15.2	9.3	20.2	29.5
B6	75.9	15.6	3.4	5.1	8.5
B7	45.6	19.0	8.2	27.2	35.4
B8	66.1	18.1	8.7	7.1	15.8
B9	38.7	12.5	10.2	38.6	48.8
B10	58.2	12.7	17.5	11.6	29.1
B11	38.5	13.6	14.2	33.7	47.9
B12	56.5	8.5	18.5	16.5	35.0
B13	55.9	13.9	14.7	15.5	30.2
O1	49.6	9.9	15.7	24.8	40.5
P3	58.3	21.1	3.5	17.1	20.6
P4	62.1	5.6	18.5	13.8	32.3
CK	85.8	9.7	3.6	0.9	4.5

(四)濕室保持時間與發病之關係

供試稻種及試驗方法和(二)項相同[22]。接種細菌濃度10^8/ml，接種箱保持28℃ 。保持時間到，即自接種箱內移放於箱外面，並用電風扇吹風，待穗上的水滴乾後再移置室外。



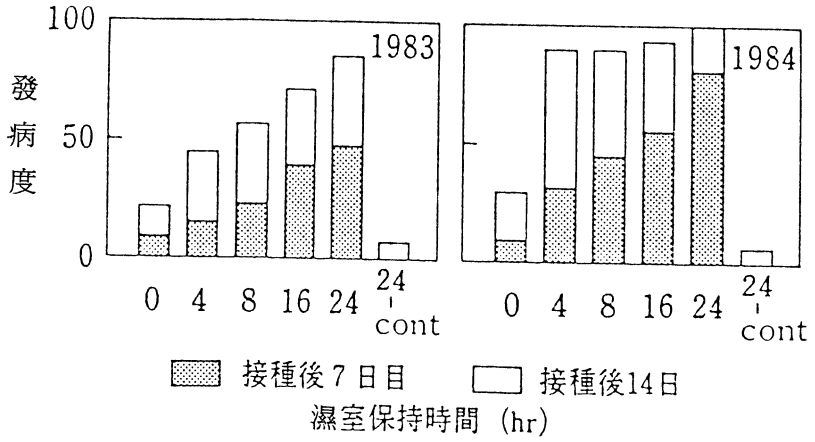
圖一、 接種濃度與發病之關係(對馬等，1985)



圖二、 接種溫度與發病之關係(對馬等，1985)

對照區係噴霧無菌水，並在接種箱內保持24小時後移置室外。接種後第7日調查結果(圖三)，2年之結果，皆顯示濕室保持時間愈短，其發病度愈低。接種後第14日調查結果，1983年濕室保持時間愈短，其發病度愈低之狀況並無變化，但1984年保持 4小時以上之各區，其發病度皆達 80～100%，即區間之差異不大。由此推測接種後稻穗上的水滴之

存在，對本病之發生具有很大的影響，其保持時間愈長發病愈嚴重。



圖三、 濕室保持時間與發病之關係(對馬等，1985)

(五)栽培方式與發病之關係

茂木[5]指出，近來本病害之發生漸有增加之原因，可能用箱育苗方式，提供了病原菌的增殖場所，因利用插秧機插秧的面積年年增加，而本病害亦與插秧機平行的增加。即插秧機插秧比手工插秧的發病株率、發病穗率等很明顯的增加(表二)。稚苗可提早插秧，故稻出穗期易遇高溫，因此稻感染病菌之機會亦相對的增加，此現象可能引起本病害之主要原因之一。

表二：稻栽培方式與發病之關係

(茂木，1984)

栽培方式	發病叢率(%)	發病穗率(%)
插秧機	9～72	0.6～12.7
人工插秧	0～4	0～0.3

品種＝日本晴； 插秧＝6月上、中旬

(六)不同稻齡與發病之關係

1. 病原細菌對秧苗之致病性

簡等[24]以*Pseudomonas glumae*懸浮液接種於稻種，再以一般方式浸種、催芽及播種。結果顯示，病菌對稻種之發芽皆無影響，發芽率與接種非病原細菌之對照無顯著差異 。但至播種後20日，接種病原細菌區之秧苗大部份發病枯萎(表三)。

表三、 稻細菌性穀枯病菌對秧苗期水稻之致病性*

(簡及張，1987)

菌　　株	稻發芽百分率	健康秧苗百分率
B 15	87.9	2.4 b**
B 23	88.4	2.0 b
B 24	89.2	2.3 b
O 1	88.0	1.9 b
CK	88.6	98.5 a
5% LSD值	n.s.	1.9

* ：供試稻品種爲臺農67號。

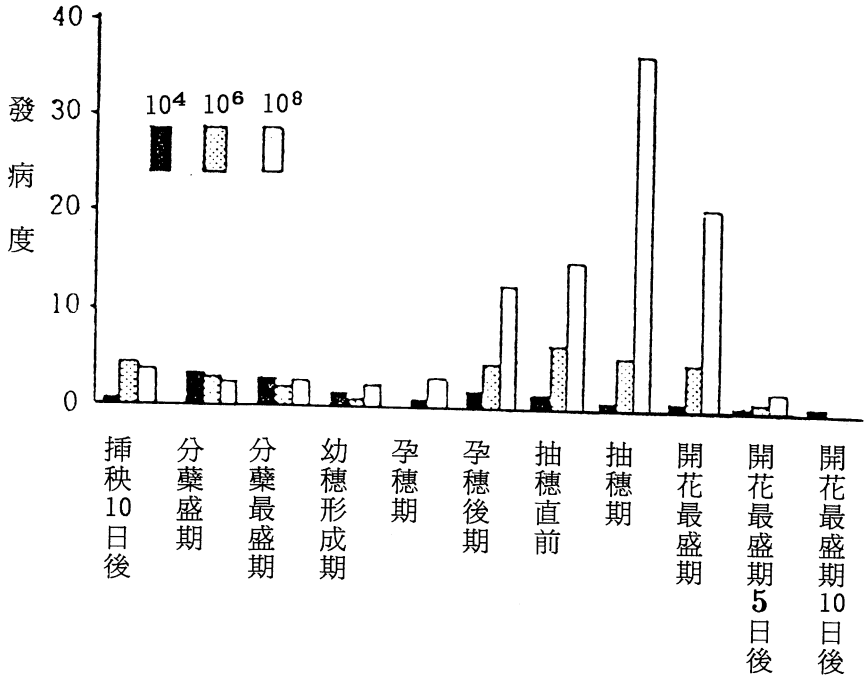
**：英文字母相同者爲 FLSD 測試，5%基準差異不顯著。

2. 本田各生育期與發病之關係

茂木[5]報告，供試金南風品種，自插秧後第10日開始至開花盛期10日後分期行接種不同菌濃度(10^4，10^6，10^8/ml)結果(圖四)，10^4/ml低濃度如在抽穗前接種，雖然發病度較低，但亦可發病。菌濃度愈高，其發病度呈正比例的增加，但自開花盛期 5日後接種者，急速的減少其發病率，且10日後接種者皆未發病。在孕穗期～開花最盛期接種區之發病度最高。

簡等[24]於本省，培育台農67號品種於本田並按一般栽培管理方法耕種之。待稻生長至孕穗中期，即幼穗長度約10cm時，分別以劍葉內側注射法及噴霧法接種病原細菌(菌濃度10^8/ml)。劍葉內側注射法係以注射筒將病原細菌懸浮液，自劍葉葉鞘下部位打入，使該液與幼穗直接地接觸，待懸浮液自葉鞘上端處溢出爲止。噴霧法即以小型噴霧器將細菌懸浮液均勻地噴灑於稻植株上，每叢平均接種量爲15ml，另以同量之無菌水接種作爲對照。接種後隨時觀察其病變，並於成熟期調查稻穗之稔實率(表四、五) 。結果以注射法接種後，第2天葉鞘就呈現水浸狀病變，第3天病變組織轉爲黃綠色，第5天即出現雲狀之病斑，約第10天該病斑轉爲黃褐色並開始枯死。稻穗常無法完全抽出，穗上穀粒皆無法稔實，穀粒外穎均呈褐色病變，極少數穀粒尙能開花授粉，但亦隨之被感染而枯死 。供試4菌株其飽實穀粒皆呈0%，半飽穀粒僅有2.5～3.1%，與空穀粒合計均爲100%受害，對照區之飽實穀粒達83.5%。以噴霧法接種者比注射接種法之受害狀況較輕，即對照區之飽實穀粒爲86.1%，病菌接種區僅達28.9～39.3%，而半飽穀粒與空穀

粒合計對照區僅有13.9%，而病菌接種區達60.7～71.1%之多，供試 4菌株間之受害差異不大，病菌接種區與對照區之差異極顯著。



圖四、 接種時期、菌濃度與發病之關係(茂木，1984)

據後藤[15,16]報告，本病害多發生之年度，皆在稻抽穗期間的氣象有密切之關係，即高溫多日照，降雨量少之氣象條件下發病較多。彼曾於稻抽穗日前(-3,-7,-10)及後(+3,+7,+10,+15)行人工接種，調查穀粒發病狀況(圖五)，所得結果顯示抽穗當日接種區皆嚴重發病，其次於抽穗後 3日接種區，如果抽穗前接種者，其發病程度則較輕微。

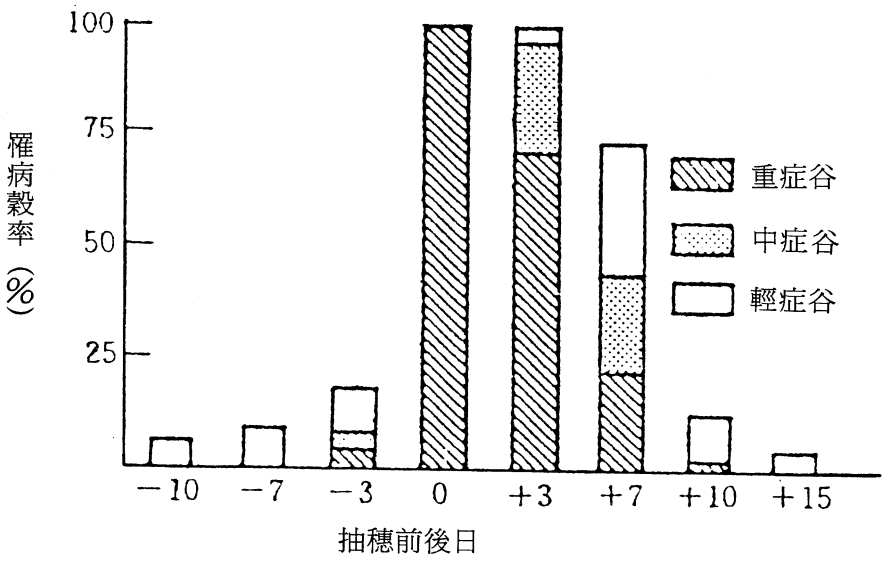
簡等[24]報告，稻抽穗期以噴霧法接種 *P. glumae*懸浮液後，稻葉鞘未見病變之現象，至稻成熟期調查罹病穀率 ，每處理(接種同一菌株及抽穗日期相同之稻穗)調查50穗，每穗記錄其飽實穀粒及未飽實穀粒數目 。結果顯示，在稻抽穗期前至抽穗後2日之間最爲感病。但菌株B15及B23兩菌株對抽穗後第4日之穗亦可分別引起48.8及43.1%之未飽實穀粒(圖六)。開始抽穗後第10日，B15及B24兩菌株接種區業已全部抽出，因此第11日只有B23、01及CK等3接種區尚在抽穗，但抽穗穗數皆未達50穗，故未將資料表示於圖內 。3個接種區之未飽實穀粒百分率，B23接種區只有2穗，未飽實穀粒率平均 43.0%，01區有30穗平均爲 69.1%，對照區有10穗平均爲10.9%。

表四：以注射法接種對孕穗期水稻之致病性(簡及張，1987)

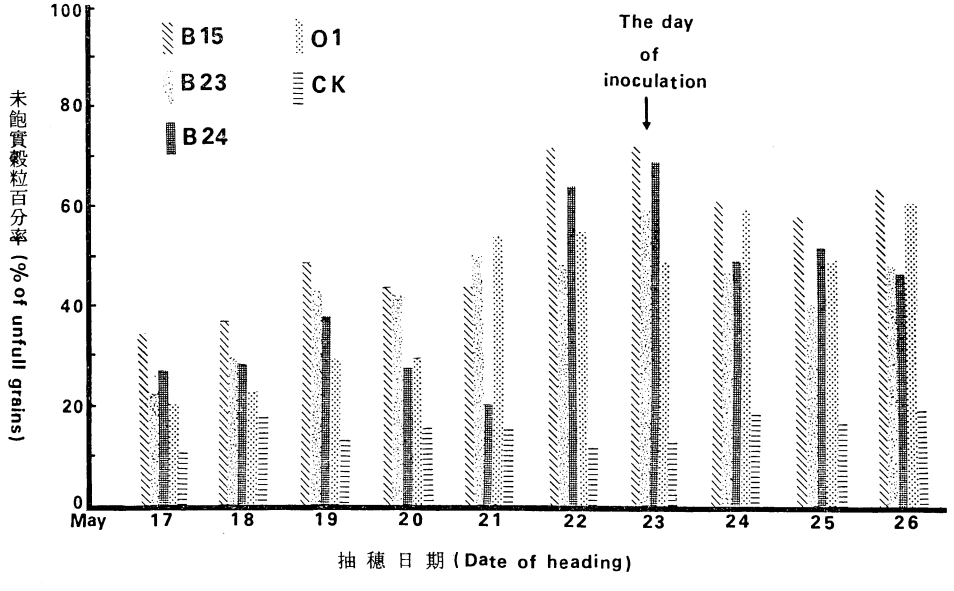
菌株	飽實穀粒百分率	未飽實穀粒百分率		
		半飽穀粒	空穀	小計
B15	0.	2.5	97.5	100
B23	0.	3.1	96.9	100
B24	0.	3.8	96.2	100
01	0.	2.7	97.3	100
CK	83.5	5.9	10.6	16.5

表五：以噴霧法接種對孕穗期水稻之致病性(簡及張，1987)

菌株	飽實穀粒百分率	未飽實穀粒百分率		
		半飽穀粒	空穀	小計
B15	28.9	44.4	26.7	71.1
B23	37.0	34.3	28.7	63.0
B24	32.4	35.6	32.0	67.6
01	39.3	39.1	21.6	60.7
CK	86.1	4.6	9.3	13.9



圖五、 抽穗前後噴霧接種與罹病穀發生之關係(後藤，1983)

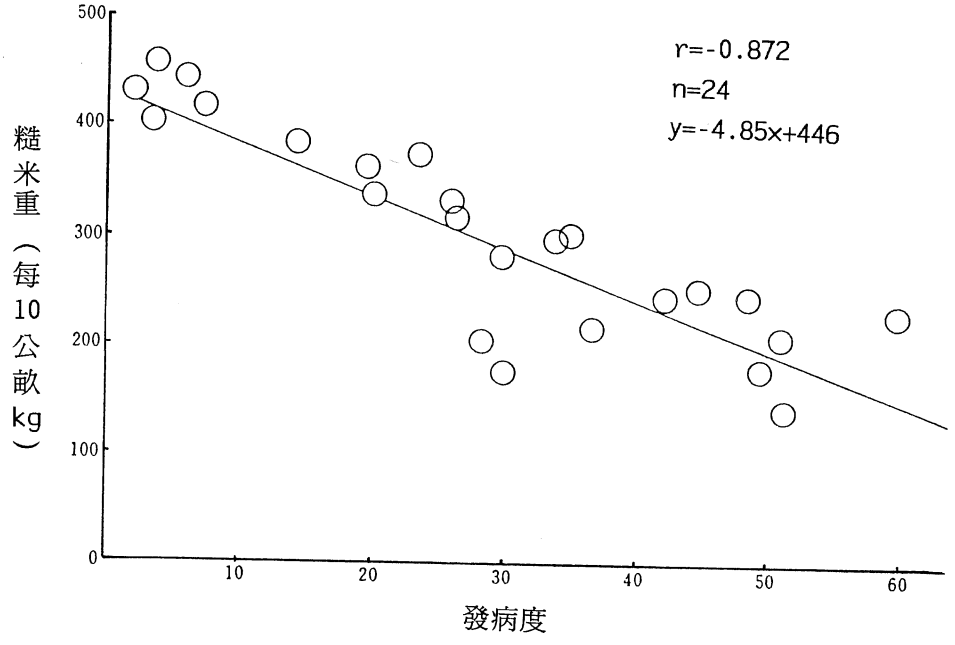


圖六、 抽穗期水稻接種*Pseudomonas glumae*後未飽實穀粒之百分率(簡及張，1987)

四、發病程度與產量之關係

本病害可直接侵害穀粒，而引起大部份的被害穀呈空粒或稔實不良，若能飽實其糙米多呈腹白對品質之影響頗大，故發病嚴重時穗呈直立狀而不易彎曲。茂木及對馬(4)

曾測定發病度(= 4A+3B+2C+D/4×調查穗數×100；A = 1 穗之發病穀率61%；B = 病穀率31-60%；C = 病穀率11-30%；D = 病穀率10%以下；E = 健全)與產量之關係，結果得到相當高的相關係數(圖七) 。另五十川[2]報告，糙米產量Y與發病度X之間的相關係數 r = -0.9208**，回歸直線Y = -2.70X+355。按此計算如果發病度50時，其減收率爲44%。



圖七、 發病度與產量之關係(茂木及對馬，1984)

五、防治對策

1.稻品種間之感病性

據許多報告[1,6,7,11,15,24]均指出，無論抽穗的早、中、晚，所有的供試品種皆可被感染發病，雖品種間發病程度有差異，但至今尚未見抗病品種(表六)。一般認爲稻抽穗期中遇高溫時發病較多，因此早熟品種較晚熟品種之發病較多的傾向，有時同一品種的抽穗期僅差 1-2日，因受抽穗當日的氣象條件，對發病程度之影響頗大。在本省[24]曾選取栽培面積1,000公頃以上之21個品種，種植於田間(每品種栽植30叢)，並按一般栽培管理方法耕種之。於抽穗前約10日時，將病原細菌4個菌株，分別以噴霧接種法接種，至乳熟期調查(中央12叢)各品種被害度。調查時依照各穗罹病穀粒之百分率，將各穗被害程度分爲五級，即0(未感染)，1(輕微～20%)，2(20-40%)，3(40-60%)，4(60-80%)及 5(80%)以上，再換算成被害率。結果如表七所示，菌株間之病原性或品種間之感病性均呈顯著差異。病原細菌以菌株 B89之病原性最強，供試稻品種平均被害率86.3%；其次爲B90及B43分別爲51.5及50.9%；菌株B 88之病原

表六：稻品種對細菌性穀枯病之發生程度 (鹿兒島農試，1983)

品種	抽穗期 月日	齊穗期 月日	發病叢率 (%)	發病穗率 (%)	發病度 (%)
關東 131 號	8、14	8、15	100	82.5	36.5
日本晴	8、15	8、16	100	95.0	45.8
中國 85 號	8、18	8、19	100	91.0	44.4
南海 86 號	8、18	8、19	100	94.5	49.5
コガネマサリ	8、21	8、22	100	100.0	85.4
西海 168 號	8、25	8、26	100	77.0	29.5
西海 169 號	8、25	8、26	100	100.0	78.6
南海 91 號	8、28	8、30	100	92.0	40.5
ニシホマレ	8、29	8、30	100	93.0	47.0
ニシヒカリ	8、30	8、31	100	51.0	15.6
西海 167 號	8、30	9、1	100	85.0	40.4
西海 164 號	8、31	9、2	100	72.0	29.0
ミズホ	9、5	9、7	90	20.5	5.6
南海 88 號	9、7	9、9	85	22.5	6.5

性最弱，僅爲31.9%。稻品種中以台南6號平均被害率64.6%最爲感病；其次爲新竹糯4號及台東27號，分別爲61.7及59.6%。高雄秈 7號被害率最低，平均僅爲28.2%；豐錦及轟早生則次之，平均被害率分別爲30.4及35.4%。稻品種與病原菌株間之交感作用亦呈顯著性，菌株 B43對台南6號及新竹糯4號之病原性最强，分別爲87.4及83.2%；菌株B88較弱，對台農67號及台中在來1號之病原性較對其他品種稍强，分別爲48.4及47.4%；B89對各品種之病原性均甚强；菌株B90對各品種之病原性，差異較大，對台南6號引起86.4%被害率，對高雄秈7號引起22.0%。由此交感作用結果顯示，本病原細菌可能有不同病原型之存在。

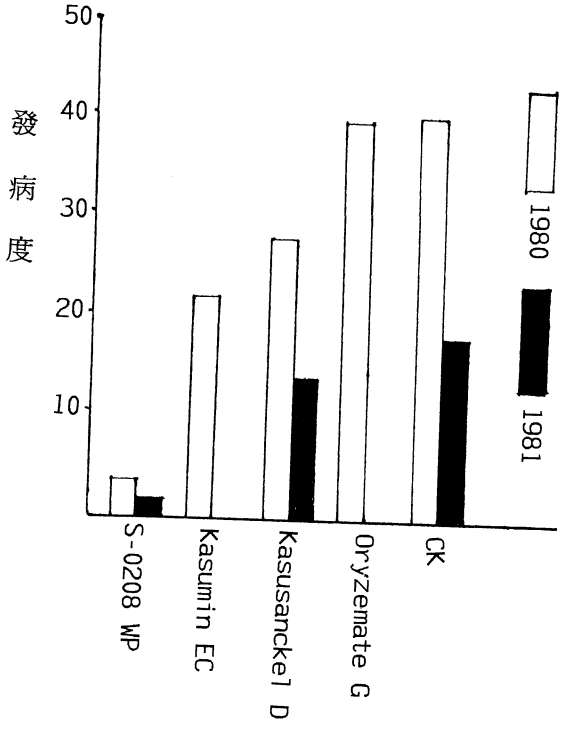
表七：稻品種對細菌性穀枯病菌之感病性　　(簡及張，1987)

品種	菌株					平均
	B43	B88	B89	B90	CK	
豐錦	38.2*	28.0	48.9	29.6	7.5	30.4
轟早生	38.0	23.6	78.9	25.5	10.9	35.4
新竹矮脚尖	62.7	46.9	82.4	59.6	20.1	54.3
新竹糯 4 號	83.2	35.7	95.5	79.7	14.7	61.7
台東 27 號	80.2	33.9	94.6	74.8	14.5	59.6
高雄 139 號	57.5	30.5	92.3	37.3	17.7	47.1
台南 6 號	87.4	37.3	95.8	86.4	16.2	64.6
台北 306 號	48.2	27.4	96.6	39.7	15.7	45.5
台北 309 號	53.5	24.9	96.4	38.8	12.4	45.2
台中 65 號	64.2	24.9	93.3	47.8	15.8	49.2
台中秈 10 號	39.6	24.0	76.5	34.8	9.1	36.8
台中在來1 號	55.3	47.4	95.4	54.1	20.0	54.4
高雄選 1 號	37.5	34.3	79.1	58.2	13.8	44.6
高雄 141 號	42.5	25.2	93.6	48.0	14.4	44.8
新竹 56 號	36.4	26.0	99.0	65.8	15.2	48.5
台東 29 號	52.9	31.4	96.9	64.5	12.5	51.6
台中糯 46 號	49.0	28.5	99.0	64.5	17.2	51.7
台南 5 號	38.7	30.4	83.9	60.0	15.9	45.8
台農 67 號	32.9	48.4	91.1	61.6	15.8	50.0
高雄秈 7 號	26.8	27.6	50.9	22.0	13.6	28.2
台中秈 3 號	43.5	32.8	73.2	29.6	6.5	37.1
平均	50.9	31.9	86.3	51.5	14.3	47.0
5% LSD	交感：7.04；品種間：3.15；菌株間：1.54					

* 被害百分率

2.藥劑防治

經過許多藥劑防治試驗結果，對本病害之防治效果均不理想，據本病害之發生生態可推測種子傳染之機會極大，因此僅靠本田的藥劑防治可能其效果不明顯，需自種子處理開始，至抽穗後的一貫體系的防治。現試述茂木及對馬(4)報告，各種藥劑之防治效果比較如圖八，作爲參考。



圖八、 各種藥劑之防治效果 (茂木及對馬，1984)

六、參考文獻

1. 十河和博、都崎芳久 1978 イネもみ枯細菌病の發病と減收量との關係(講要)。日植病報。44(3)：383-384。
2. 五十川是治 1986 稻もみ枯細菌病の感染條件と發病度、收量との關係，今月の農業。30(7)：97-101。
3. 吉村大三郎、植松勉 1977 籾枯細菌病菌によるイネ苗腐敗症について(講要)，日植病報。43(1)：116。
4. 茂木靜夫、對馬誠也 1984 最近のイネもみ枯細菌病多發生とその生態。昭和59年度九州農試年報 47-53。
5. 茂木靜夫 1984 九州におけるイネ籾枯細菌病の發生生態と防除。九州における

主要作物病害の發生生態と防除(脇本編)，22-44。
6．茂木靜夫　1984　イネもみ枯細菌病の發生生態と防除(2)。農及園　59(6)：782～788。
7．茂木靜夫　1984　イネもみ枯細菌病に對する品種耐病性(1)。農業技術 39(12)：537～542。
8．茂木靜夫　1985　イネもみ枯細菌病の全國發生概況。 農業技術 40(5)：198-202。
9．栗田年代丶田部井英夫　1967　イネもみ枯細菌病の病原細菌について(講要)。日植病報 33(2)：111。
10．後藤和夫丶大畑貫一　1958　稻籾枯性細菌病。日植病報 23(3)：155。
11．後藤孝雄丶渡邊文吉郎　1975　イネ籾枯細菌病に對する品種間差について。九病虫研會報 21：141～143。
12．後藤孝雄　1978　イネもみ枯細菌病。農藥研究 24(3)：32-37。
13．後藤孝雄丶渡邊文吉郎　1978　イネもみ枯細菌病の發生と耕種條件との關係（講要)。日植病報 44(3)：383。
14．後藤孝雄　1980 イネもみ枯細菌病の發生生態。植物防疫 34(6)：242～247。
15．後藤孝雄　1980　イネもみ枯細菌病による穗の感染時期に及ぼす溫度の影響（講要)。日植病報 46(3)：398。
16．後藤孝雄　1982　イネもみ枯細菌病のリ病もみの穗における位置とそれからの苗腐敗症(講要)。日植病報 48(1)：94。
17．後藤孝雄　1983　イネもみ枯細菌病の發生生態と研究の現狀。植物防疫 37(9)：395～399。
18．植松勉丶吉村大三郎丶西山幸司丶茨木忠雄丶藤井溥　1976　イネもみ枯細菌による育苗箱の幼苗腐敗症の發生。日植病報 42(3)：310-312。
19．植松勉丶吉村大三郎丶西山幸司丶茨木忠雄丶藤井溥　1976　育苗箱のイネ幼苗に腐敗症をおこす病原細菌について。日植病報 42(4)：464～471。
20．遠藤賴嗣丶茨木忠雄　1977　イネ苗立枯病に關する研究。 13.籾枯細菌病菌による苗腐敗症の發生條件について(講要)。日植病報 43(3)：348。
21．遠藤嗣　1982　中苗育苗における籾枯細菌病菌による苗腐敗症の發生について。今月の農藥 26(4)：25～30。
22．對馬誠也丶茂木靜夫丶齊藤初雄　1985　イネもみ枯細菌病の發病に及ぼす接種溫度丶接種濃度および濕室保持時間の影響，九病虫研會報。31：11～12。
23．簡錦忠丶張義璋丶廖英明丶歐世璜　1983　台灣水稻新病害—稻細菌性穀枯病。中華農業研究 32(4)：360～366。

24. 簡錦忠、張義璋 1987 水稻不同齡期及品種對稻細菌性穀枯病菌之感病性。中華農業研究 36(3)：302-310。