

벼 흰빛잎마름病菌의 병원성 發現과 벼의 品種 및 生育時期와의 關係

趙 鏞 涉 · 李 舜 九

Interactions among Isolates of *Xanthomonas oryzae*, Rice Varieties and Growth Stages of Hosts

Cho, Yong-Sup Soon-Gu Lee

ABSTRACT

Ten isolates of *Xanthomonas oryzae* were inoculated to three rice varieties; 'Milyang 23' in Kinmaze group, 'Yushin' in Kogyoku group and 'Tongil' in Rantai-emas group, at the seedling stage, early-tillering stage, Maximum-tillering stage and flag-leaf stage. Much fluctuation was existed in virulence pattern of isolates at each growth stage. Especially, the isolates of pathotype II showed much more variation in virulence. This suggests that there would be more sub-divided pathotypes involved in pathotype II. Isolate G 7716 of pathotype II showed its virulence to 'Yushin' variety only after booting stage. On the result of the analysis of variance for the reaction of three rice varieties to three isolates at each growth stage; the isolates, varieties, growth stages were the main factors of variations of virulence, and the interaction of isolates with varieties was significant but other interactions were not.

序 論

벼 흰빛잎마름病(白葉枯病)은 韓國을 포함하여 東南亞細亞 水稻栽培 地域에 큰 被害를 끼치는 重要病이다. 東南亞地域 및 印度, 緬甸, 等地에서는 稻熱病보다 훨씬 많은 被害를 주고있는 實情으로 벼 病害 중에서 가

장 重要視되고 있다.

이 病에 대한 防除은 農藥 效果가 아주 낮기 때문에 주로 抵抗性 品種에 의존하고 있어 이에 對한 연구가 활발하게 進行되고 있다. 그러나 病原細菌, *Xanthomonas oryzae*(Uyeda et Ishiyama) Dowson의 病原性 이 점점 分化되고 있어서 菌型에 대한 研究가 品種 抵

* 서울大學校 農科大學 農生物學科
(Department of Agricultural biology, College of Agriculture, Seoul National University, Suweon, Korea)

抗性 연구와 병행되어 실시되고 있다. 또한品種抗性 자체가 벼의生育時期에 따라 달리 나타나므로 저항성檢定 및 菌型調査의 어려움이 있고, 그것의相互關係에 對한 研究의 必要性이 요구되고 있다.

이病的 菌型(pathotype)에 대한 研究는 1957年 日本 九洲地方에서 抵抗性 品種인 Asakaze의 罹病化(Break down)以後, 病原性이 다른 菌型이 있음이 認識되어 日本에서 많은 研究가 있었다.^{4,9,14,16} 1972년 필리핀에서, Xa 4因자를 가진 抵抗性 品種들(IR 20 등)이 새로운 菌型(Isabela strain)에 依해서 罹病化되어 큰 물의를 일으켰으며⁽¹⁸⁾, 그 후 Reddy 등⁽²⁷⁾에 의해 균주와 品種간에 뚜렷한 菌型이 存在함을 확실히 했다. 그러나 Buddenhagen 등⁽¹⁾은 6個品種으로 8群의 病原群型을 類別하였지만, 호주 菌株를 제외한 다른 나라의 菌株間에는 寄主特異性을 가진 레이스 혹은 菌型이 存在하지 않았다고 報告했으며, 그밖에도 이와 비슷한 結論을 내린 報告들이 있다.^{12,22} 반대로 Kuffman 등⁽¹¹⁾은 印度에서 161菌株를 7個品種에 接種한 결과로서 菌型의 存在를 보고하였으며, 다른 研究者들^{26,27}에 의해서도 확인되었다. 最近에는 이러한 病原性이 서로 다른 菌型이 各國에서 類別되어 抵抗性品種 모색과 育種의 기초자료로 利用되고 있다. 病原菌의 菌型이 밝혀짐에 따라 各 菌型에 대한 抵抗性品種에 對한 遺傳子分析이 이루어졌으며^{7,8,18,20,24,28,29} 대부분의 研究結果, 대개 單因子遺傳, 혹은 몇개의 主動因子가 주로 抵抗性에 關與하고 있었다. 이러한 點을 고려해서 보아도, 品種과 菌型間 垂直的 關係가 存在함을 알 수 있다.

벼의 生育時期에 따른 抵抗性의 變化는 많은 研究者에 의해서 보고되어있다. 久原等⁽¹⁵⁾은 벼의 抵抗性이 대개 出穗期 以後에 나타난다고 했으며 脇本等⁽³²⁾은 止葉期에 抵抗性을 發現하는 品種(Kogyoku)이 幼苗期에는 罹病性 品種(Fukuoka Asahi)보다 더 罹病性

反應을 보인 것을 보고하였다. Ezuka 등⁽⁶⁾은 Wase-Aikoku 群의 品種들이 幼苗期에는 대부분 罹病性으로 나타나나 止葉期에는 高度의 抵抗性으로 나타난다고 보고하였다. 또 Horino 등⁽¹⁰⁾은 Kogyoku 群의 品種인 Pelita I-1이 生育이 進行됨에 따라 抵抗性이 增加하는 것을 報告하면서, 이 品種이 I·V 群에 대해서는 幼苗期에는 不完全하게 抵抗性을 나타내지만 出穗以後에는 完全한 質의 抵抗性을 發現하고, II·III·IV 群菌에 대해서는 生育이 進行됨에 따라 量的 抵抗性이 增大된다고 하였다. 이들과는 反對로 Devadath 등⁽³⁾은 20個 品種에 9個菌株를 接種한 結果, 接種후 病斑進展速度가 止葉期가 幼苗期에서 보다 훨씬 빨랐다고 했으며, 例外的으로 Wase-Aikoku 等の 4個 日本品種에서는 反對로 나타났다고 報告하였다. Ou 등⁽²¹⁾은 幼苗期에 抵抗性을 보이는 品種들이 止葉期에도 抵抗性을 나타내었고 이는 高度의 相關關係를 가진다고 보고했다. 그러나 Rao 등⁽²⁵⁾은 幼苗期과 出穗以後의 品種抵抗性 사이에는 아무런 相關關係가 없다고 報告하면서 抵抗性檢定은 出穗期에 하는 것이 가장 좋다고 하였다.

이 實驗은 抵抗性이 밝혀진 三個의 品種에 病原性이 有別된 10個 菌株를 各 生育時期 別로 接種하여 調査하였다. 이는 生育時期가 病原性 혹은 抵抗性에 關與하고 있는 相關關係를 調査研究하고 그 結果로서 抵抗性 研究의 實證的 基礎資料를 얻기 위함이다.

材料 및 方法

供試菌株 : 1977년도에 채집한³⁴ 菌株중에서 判別品種^{14,34}에 의해 그 病原性이 檢定된 10個 菌株를 供試하였다. (표 1 참조) 供試菌은 와키모도 培養液(Agar 제외)에 接種한 후 48~72시간 震盪하여 培養하였으며 (溫度 28°C±2°C 유지) 培養後 즉시 植物體에 接種하였다.

Table 1. Qualitative Reactions of 10 isolates of *Xanthomonas oryzae* to differentials (1977, IAS)³⁴

Pathotype	isolates	Differentials				
		Jukkoku	Kogyoku	Rantai-emas	70X-46	Chu-goku 45
	KB 7785	S	R	R	R	R
	G 7712	S	R	R	M	R
	JM 7706	S	R	R	R	R
	JN 7709	S	S	R	R	R
	JN 7791	S	S	M	M	R
	CB 7737	S	S	R	R	R
	G 7716	S	M	R	R	R

JN 7721	S	S	S	R	R
JN 77100	S	S	S	R	R
CN 7798	S	S	M	R	R

S-Susceptible R-Resistant M-Moderately susceptible

供試品種: 抵抗力이 서로 다른 다음 3個 品種을 供試하였는데 가장 罹病性 品種인 '밀양 23호'(Kinmaze 群), 중도 저항성인 '유신'(Kogyoku 群), 저항성인 '통일'(Rantai-emas 群)을 溫室에서 育苗하였다. 幼苗期와 分얼초기까지는 pot 栽培하여 接種에 供試하였고 최고분얼기와 止葉期는 圃場에서 接種에 供試하였다. 幼苗期 接種에 供試한 pot는 5×15×10(cm) 플라스틱製로 1 pot 에 20個 個體를 핀셋과종하여 育苗, 2~3 葉期에 接種하였다. 分얼초기 接種에 供試한 pot는 직경 10cm, 높이 15cm의 圓기둥형의 유리 pot 로써 1 pot 에 1個體씩 과중하였다. 分얼초기(分얼경이 나오기 시작)까지 육묘했으며 10反復하였다. 分얼초기 幼苗와 幼苗는 모두 溫室(25~30°C 유지)에서 試驗되었다.

接種方法; 供試菌株의 接種을 各 生育時期에 알맞은 方法으로 실시하기 위하여 幼苗期에는 가위接種方法으로

로, 分얼 초기에는 針接種方法으로 행하였으며, 分얼 최성기와 止葉期는 圃場狀態이므로 便利한 가위接種¹³⁾ 方法을 사용했다. 接種 菌濃度는 10⁸cells/ml 程度로 하였다.

發病指數; 各 生育時期마다 接種한 후 14日에 發病을 調査하였다. 發病調査는 接種部位에서 부터 病斑長으로 행하였고 그것을 다시 1에서 10까지의 程度를 매겨 品種間差를 比較하였다.

實驗結果

幼苗期接種; 幼苗期에 接種한 結果, 3品種의 發病反應은 그림 1에 표시한 바와 같다. I 群 菌株들은 밀양 23호'에만 發病을 일으킬 수 있었고 '유신', '통일'은 發病의 程度가 微少하였다. 또 I 群의 3菌株는 그 病原性的 程度가 매우 비슷하였다. II 群 菌株들의 경우,

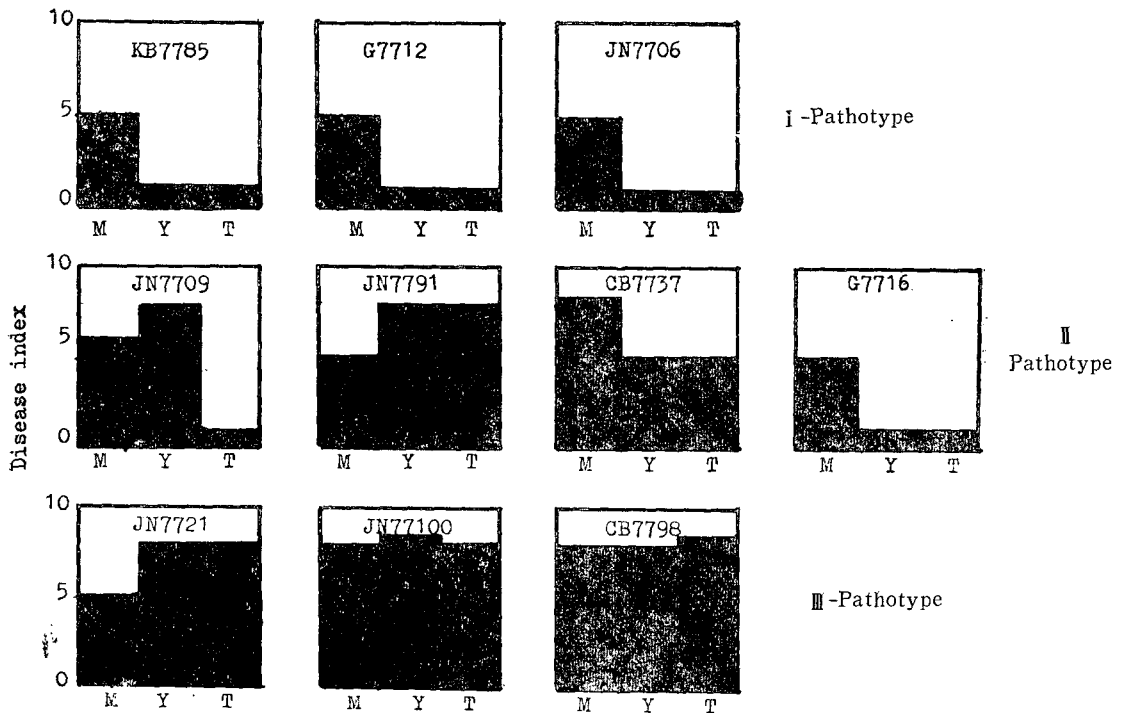


Fig. 1: Reaction pattern of three rice varieties to 10 isolates of *Xanthomonas oryzae* at seedling stage (4 leaf-stage)

M: Milyang 23, Y: Yushin, T: Tongil

3개 供試品種에 對해 각 菌株마다 매우 特異하게 서로 다른 病原性 程度를 나타내었다. JN 7791 菌株은 Ⅲ群 菌株과 비슷한 양상으로, G 7716 菌株은 I群의 菌株 처럼 病原性을 나타내었다. 또 Ⅲ群의 경우는 3個菌株가 모두 3個品種에 높은 病原性을 나타내었으나, 그 發病型(virulence pattern)이 약간씩 다르게 나타났다.

분얼初期接種; 3個 供試品種의 분얼初期에 接種한 結果는 그림 2에 나타내었다. I群 菌株들이 '통일'을

侵入할 수 있었음이 特異한 事實이었고, 病原性의 程度는 대개 비슷했으나 幼菌期에 比해서 더 뚜렷해짐을 알 수 있었다. Ⅱ群 菌株의 경우, 幼苗期에서와 마찬가지로 여러가지 發病型으로 나타났고, 그 程度가 더 深化된 것을 알 수 있었다. G 7716 菌株은 가장 病原性이 적었으며 I群 菌株과 비슷하였다. Ⅱ群 菌株의 경우, '유신'品種에서 다른 菌株보다 더 큰 病原性이 있음을 알 수 있었다. Ⅲ群 菌株은 그 發病型이 모두 비슷하였

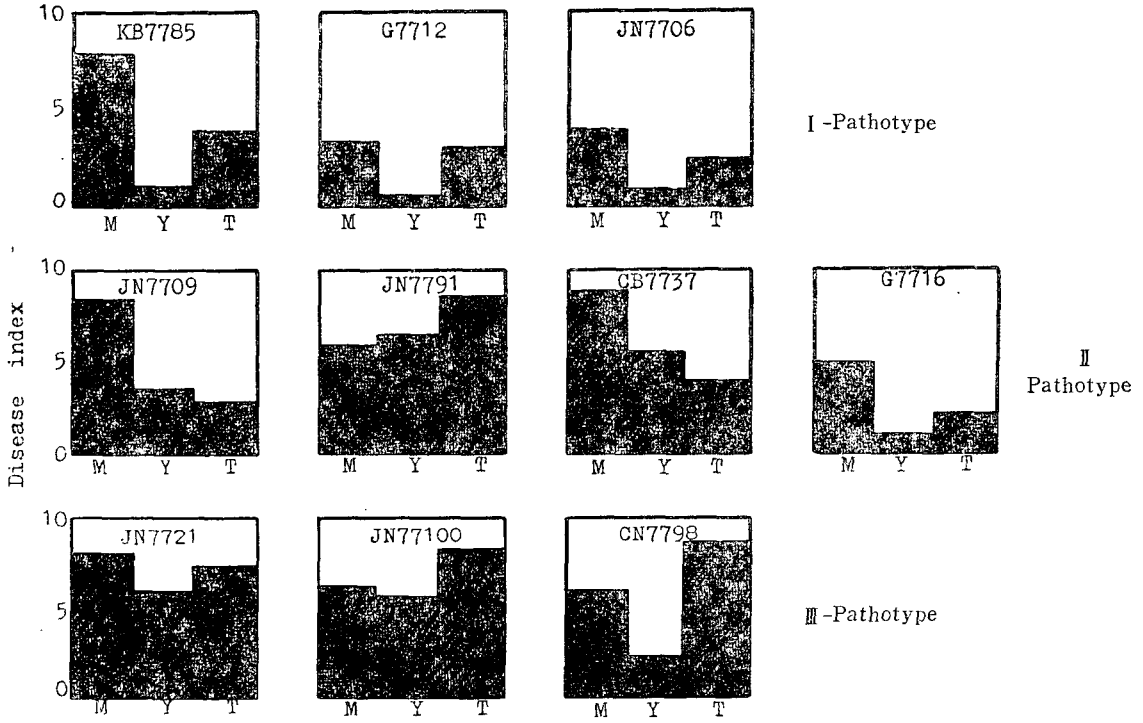


Fig. 2: Reaction pattern of three rice varieties to 10 isolates of *Xanthomonas oryzae* at early-tillering stage

M: Milyang 23 Y: Yushin T: Tongil

고, '통일'品種에 가장 큰 病原性을 보였다. 그림 2에 서 3個 供試品種 中에서 '유신'품종이 10個 菌株에 對

해서 상대적으로 抵抗性으로 나타나는 것 같지만 Ⅱ群의 菌株에 對해서는 높은 罹病性으로 나타났다.

Table 2. Pathogenicity of 3 isolates of *Xanthomonas oryzae* to 3 different rice varieties

Bacterial isolate	Lesion development on each variety inoculated at each growth stage											
	Milyang 23				Yushin				Tongil			
	S	ET	MT	F	S	ET	MT	F	S	ET	Mt	F
G 7712 (I)	5	3.5	6.5	8	1	0.5	1.5	1.5	1	3	1	2
G 7716 (II)	5	5	6.5	8.5	1	1.5	1.5	7.5	1	3	1.5	2
JN 7721 (III)	5	8	7.5	9.5	8	6	7	7	8	7.5	9	10

S: Seedling stage, ET: Early-tillering stage, MT: Maximum-tillering stage, F: Flag-leaf stage.

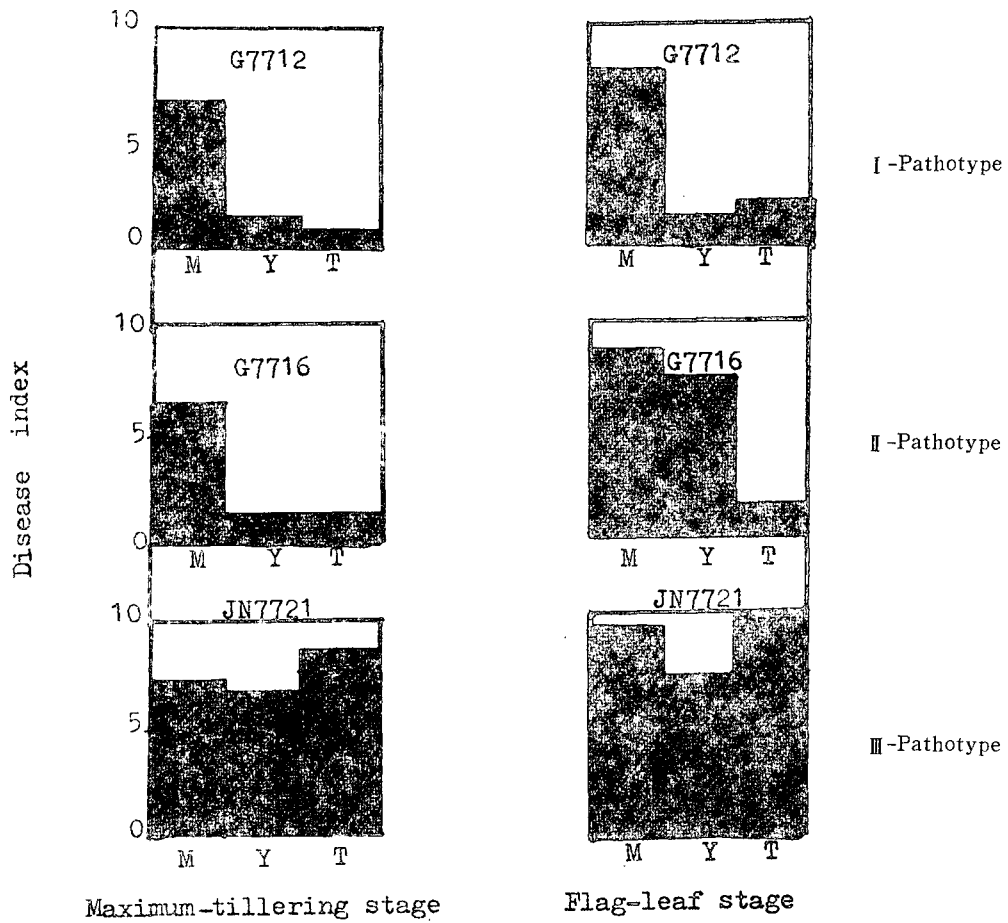


Fig. 3: Reaction pattern of three rice varieties to three isolates of *Xanthomonas oryzae* at maximum tillering stage and flag-leaf stage

M: Milyang 23, Y: Yushin, T: Tongil

Table. 3. Analysis of variance for the reaction of 3 rice varieties to 3 isolates of *Xanthomonas oryzae* at 4 growth stages

Source of Variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean square	F
Growth stages	28.75000	3	9.58333	4.56198*
Isolates	161.29167	2	80.64583	38.39008**
Varieties	56.16667	2	28.08333	13.36860**
Growth stages × isolates	5.20833	6	0.86806	0.41322
Growth stages × varieties	10.83333	6	1.80556	0.85950
Isolates × Varieties	41.79167	4	10.44792	4.97355*
Error	25.20833	12	2.10067	
Total	329.25000	35		

** 0.1% significant

* 0.5% significant

最高分얼期接種；Ⅰ群菌株과 Ⅲ群菌株가 가장 전형적인 發病型(virulence pattern)으로 나타났다. Ⅱ群菌株 G 7716은 최고분얼기에도 ‘유신’을 침입할 수 없었다. (그림 3 참조)

止葉期接種；Ⅰ群, Ⅱ群, Ⅲ群, 모두 전형적인 發病型(virulence pattern)을 나타내었다. Ⅱ군 균주인 G 7716은 유신品種의 止葉期에 와서야 發病을 일으킬 수 있었다. ‘유신’품종은 Ⅰ군과 Ⅲ군의 菌에 對해서 비교적 發病이 적었으나, Ⅱ군균인 G 7716菌株에 비해서는 큰 發病을 나타내었다.

各 生育時期 동안 3菌型間 品種 反應의 差異를 표 2에 나타내었다. 표 2를 살펴보면, 各 菌株의 病原性이 生育時期에 따라 다르게 나타난 것을 알 수 있다. 특히 Ⅱ군 균주인 G 7716은 ‘유신’품종의 止葉期以後에 높은 病原性을 나타내었다. Ⅰ군 균주 G 7712는 ‘밀양 23호’품종에서 生育時期가 進行될 수록 더 높은 病原性을 나타내었고, Ⅲ군균주인 N 7721도 마찬가지로 ‘통일’品種에서 生育이 進行될 수록 더 큰 病原性을 보였다.

表 3은 表 2를 統計分散分析(ANOVA)한 것으로 病原性의 變異의 主要因으로는 菌株, 品種 및 生育時期이며 그중 가장 큰 要因이 바로 病原細菌의 菌型이 關係하고 있음을 나타내었다. 菌株과 品種 間에는 相互作用(interaction)이 있었고 다른 要因間에는 있지 않았다.

考 察

벼 흰빛잎마름病의 菌型에 對한 研究는 各國에서 활발히 進行되어왔지만 아직도 菌型類別에 모호한 點이 많이 있는 것 같다. 그것은 判別品種자체가 生育時期에 따라 매우 큰 反應의 차이를 보이고 있는 것에 대개 由來하는 듯하다. 또한 各國에서 栽培하는 品種 자체의 차이에서 오는 菌型類別의 特殊性이 고려되어야 할 것이다. 崔等²⁾에 의해서 日本에서 報告^{4,14)}된 판별품종을 이용하여, 우리나라에 分布하는 菌株의 菌型을 調査한 結果, 거의 대부분이 Ⅰ群균주로 밝혀졌고, 이 結果는 日本에서의 報告⁹⁾와 거의 一致하고 있다. 그러나 日本에서의 栽培品種과 우리나라의 栽培品種의 性格이 判異하게 다른데에도 불구하고 균형분포는 비슷하게 나타났다. 우리나라 뿐만 아니라 인도네시아에서도 日本式 판별품종으로써 균형분포가 調査^{10, 33)}되었는데 病原性이 큰 Ⅲ群과 Ⅳ群의 分布가 많았고 또 새로이 Ⅵ群이 있음을 報告했다. 인도네시아의 경우는 菌型에 대한 研究가 日本學者들에 의해서 주로 이루어졌고 또 그들의 菌型시스템에 억지로 끼어맞춰져 있어 올바른 菌型 類別이라고 생각할 수가 없다.

우리나라의 경우에도 日本式 判別品種을 利用해서 균형을 調査하고 있지만 이 實驗의 結果를 보면, Ⅱ群균주들이 매우 多樣한 病原性을 나타내고 있어 Ⅱ群의 菌型이 우리나라에 드러맞지 않고, 더 많은 菌型으로 細分될 수 있음을 알 수 있다. 最近에는 日本判別 品종을 우리나라 栽培品種으로 대체하려는 試圖가 있어 더욱 큰 問題라 할 수 있겠다. 균형判別의 기준을 日本式 判別品種과 같은 抵抗性인 品종을 골라서 다만 品종만 바꾸는데만 지나지 않는 判別品種模索試驗은 과기되어야 할 것이며 될 수 있는 限 많은 品種에 對한 우리나라의 全菌株의 反應을 調査하여 그 中에서 判別作用이 있는 品種들을 찾아야 할 것이다.

벼의 生育時期에 따른 菌型의 病原性의 變化는 매우 多樣한데 이 實驗의 結果로서는 生育時期에 따른 發病型(virulence pattern)의 變化는 主로 菌株의 病原性에 기인하는 것 같다. 久原等¹⁵⁾과 脇本等³²⁾은 어떤 品種들이 幼苗期에는 罹病性이지만 止葉期에는 抵抗性으로 나타났다고 報告하였다.^{5,10,15,32)} 또 Ou 等²¹⁾은 幼苗期과 止葉期反應이 대개 비슷했다고 했으며 Rao 等²⁵⁾은 그렇지 않다고 했다. 이렇게 研究者들 間에 相異한 結果가 나타난 것은 研究의 主眼點의 差異에 기인할 수도 있지만, 무엇보다도 가장 큰 要因은 發病指數 혹은 罹病程度의 測定方法이 研究者마다 다르기 때문일 것이다. 이 實驗에서의 結果는 Ⅰ群菌株가 ‘밀양 23호’품종에서, Ⅱ군菌株가 ‘유신’에서 Ⅲ군菌株가 ‘통일’품종에서, 止葉期에 현저하게 病原性을 나타냈고, ‘통일’품종의 경우 분얼초기에 Ⅰ군의 균주에 의해 약한 發病이 되나 止葉期에는 고도의 저항성으로 나타났다. 그리고 ‘유신’품종에서는 G 7716같은 菌株에 의해 止葉期에 가서 高度로 罹病됨을 알 수 있었다. 대체로 止葉期로 갈수록 供試品種들의 發病指數가 높게 나타났다. 이것은 Devadath 等⁹⁾의 報告와 비슷한 結果이다. 그러나 止葉期에 發病指數가 가장 뚜렷하게 나타났던 것은 Rao 等²⁵⁾의 報告와 일치된다.

Ezuka 等⁹⁾은 統計分散分析으로 病原菌과 品種間에 相互作用(interaction)이 있는 것을 조사하였다. 그들은 Van der plank의 理論³⁰⁾을 빌어서 判別品種과 菌型 間에 垂直關係(Vertical relation)가 있다고 했다. 이 實驗에서도 品種과 菌型의 相互作用에 有意성이 나타났다. 그러나 많은 學者들에 의해 이러한 統計分散分析(ANOVA)이 많은 경우에 일치되지 않고 있음이 발표되었고, 最近 Van der plank³¹⁾는 그의 理論을 一部 수정하여 수직저항성(Vertical Resistance)을 찾는 데에는 分散分析을 해서는 안되고, 수평저항성(Horizontal Resistance)을 규명하는 경우에 限 사용해야 한다고 했다. 抵抗性에 對한 研究는 이러한 菌株과 品

種間的 相互作用(interaction) 규명과 더불어 抵抗性的의 遺傳子分析도 함께 병행되어야 하며, 실제 圃場에서의 發病 進展度(infection rate), tolerance 등의 epidemiology의 方法으로까지 확대되어야 할 것이다. 그리고 이에 대한 앞으로의 研究가 더 深化되어야만 病原 細菌에 대한 品種抵抗性이 올바르게 규명될 것이다.

근래에 들어서 흰빛잎마름病的의 罹病性 品種이 점점 더 栽培擴大되고 있어 發病만연과 病被害가 우려되고 있다. 또한 最近 中南美에서도 이 病的의 發生報告¹⁷⁾가 있어 植物檢疫上으로도 全世界에서 가장 要注意視되는 病으로 水稻栽培의 安全多收穫을 위해서는 항상 念頭에 두고 防除에 만전을 기해야 할 것이다.

摘 要

벼 흰빛잎마름病菌의 10菌株(I群 3菌株, II群 4菌株, III群 3菌株)를 抵抗性이 서로 다른 벼品種 '밀양 23호'(金南風群), '유신'(黃玉群), '통일'(Rantaimas群)의 幼苗期와 分蘖初期, 最高分蘖期, 止葉期에 각각 接種하였다. 그 結果

- 1) 病原性 發現의 樣狀이 菌株 間 매우 多樣하였다.
- 2) 특히 II群의 菌株들은 같은 群菌內에서도 變異가 매우 큰 것으로 나타났다. II群은 더 많은 菌型으로 細分될 수 있었다.
- 3) 生育時期 別로 病原性 發現 樣狀이 달랐으며, 대체로 止葉期 以後 높은 發病을 나타내었다. II群중 G 7716菌株는 出穗以後에야 비로소 '유신'品種에 發病을 일으킬 수 있었다.
- 4) 統計分散分析(ANOVA) 結果, 각각 다른 菌型의 菌株, 品種, 生育時期가 發病程度의 分散에 主要因으로 作用하였고, 菌株와 品種간의 相互作用(interaction)에 有意性이 있었으나 다른 要因間에는 없었다.

謝 意

本 研究를 수행하는데 物心兩面으로 도와주시고 尙상 助言을 아끼지 않으신 前 農技研 病理研究擔當官 故鄭鳳朝博士와 研究陣 여러분께 感謝드리며 아울러 여러가지로 같이 힘써준 남 석현, 이 태호, 박 성걸 學士들의 勞苦와 뜨거운 友情에 謝意를 표하는 바이다.

引用文獻

1. Buddenhagen, I.W., and A.P.K. Reddy 1972. The host, the environment, *Xanthomonas oryzae*, and the researcher, in *Rice Breeding* (IRRI) Philippines. pp. 289-295.

2. 崔庸哲, 李舜九, 鄭鳳朝, 趙鏞涉, 1979. 벼 흰빛잎마름病菌의 菌群分布에 關한 研究. 韓植保誌 18(1)23-27

3. Devadath, S. and Y. Padmanabhan. 1969. A preliminary study on the variability of *Xanthomonas oryzae* on some rice varieties. Plant. Dis. Rept. 53:145-148

4. Ezuka, A. and O. Horino. 1974. Classification of rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strains on the basis of their differential interactions. Bull. Tokai-Kinki Nat. Agr. Exp. Sta. 27:1-19

5. Ezuka, A., Y. Watanabe and O. Horino 1974. Difference in resistance expression to *Xanthomonas oryzae* between seedlings and adults of Wase Aikoku group rice varieties (1). Bull. Tokai-Kinki Nat. Agric. Exp. Sta. 27: 20-25.

6. Ezuka, A. and O. Horino 1974. Virulence and aggressiveness in *Xanthomonas oryzae*. Bull. Tokai-Kinki Nat. Agric. Exp. Sta. 27: 26-34.

7. Ezuka, A., O. Horino, K. Toriyama, H. Shinoda, T. Morinaka 1975. Inheritance of resistance of rice variety Wase Aikoku 3 to *Xanthomonas oryzae*. Bull. Tokai-Kinki Nat. Agr. Exp. Sta. 28: 124-130

8. 許文會, 徐學洙, 趙鏞涉, 1976 水稻 耐病耐虫 耐冷性 品種育成에 關한 研究 1. 水稻 IR 2061의 흰 빛잎마름病 抵抗性的의 遺傳 한국육종학회지 8(2) 91-96

9. 堀野修, 1978 最近の日本におけるイネ白葉枯病菌 菌系の分布日植病報 44(3) : 297-304

10. Horino, O. and H.R. Hifni, 1978. Resistance of some rice varieties to bacterial leaf blight and a new pathogenic group of the causal bacterium, *Xanthomonas oryzae*. Contro. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor, (Indonesia) No.44, 1-17p.

11. Kauffman, H.E., and P.S. Rao. 1972. Resistance to bacterial leaf blight-India. in *Rice Breeding*, IRRI. Philippines. pp. 283-287.

12. Kauffman, H.E. and R.S.K.V.S. Pantulu. 1972. Virulence patterns and phage sensitivity of

- Indian isolates of *Xanthomonas oryzae*. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 38:68-74.
13. Kauffman, H.E., A.P.K. Reddy, S.P.Y. Hsieh, and S.D. Merca. 1973. An improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae*. Plant Dis. Rep. 56: 536-541.
 14. 高坂淳爾 1969 イネ病害防除における抵抗性品種の利用農業わらび園藝 44: 208-212
 15. 久原重松, 關谷直正, 1957 稻の生育時期と稻白葉枯病の發病について(短報) 日植病報 22(1)9
 16. 久原重松, 栗田年代, 田上義也, 藤井淳, 關谷直正 1965 稻白葉枯病菌の系統に關する研究—とくにその病原性型と溶菌型について—九州農試彙報 11(314) 263-312
 17. Lozano, J.C. 1977. Identification of bacterial leaf blight in rice, caused by *Xanthomonas oryzae*, in America. Plant Dis. Rep. 61: 644-648
 18. Mew, T.W., and C.M. Vera Cruz. 1976. The pathogenic strains of *Xanthomonas oryzae* and the resistance to bacterial blight. Saturday Seminar, Nov. 13, 1976. IRRI, Philippines.
 19. Murty, V.V.S. and G.S. Khush. 1972. Studies on the inheritance of resistance to bacterial leaf blight in rice varieties. in *Rice Breeding* (IRRI), Philippines. pp.301-305.
 20. Olufowote, J.O., G.S. Khush and H.E. Kauffman. 1977. Inheritance of Bacterial blight resistance in rice. *Phytopathology* 67:772-775.
 21. Ou, S.H., F.L. Nuque, and J.P. Silva 1971. Varietal resistance to bacterial blight of rice. Plant Dis. Rep. 55:17-21.
 22. Ou, S.H., F.L. Nuque and J.P. Silva 1971. Pathogenic variation among isolates of *Xanthomonas oryzae* of the Philippines. Plant Dis. Rep. 55:22-26.
 23. Ou, S.H. 1972. Varietal resistance and variability of *Xanthomonas oryzae*. in *Rice Breeding*, Philippines. pp.297-300.
 24. Petpisit, V., G.S. Khush, and H.E. Kauffman. 1977. Inheritance of resistance to bacterial blight in rice. *Crop Science*. 17:551-554.
 25. Rao, P.S. and A.P.K. Reddy. 1975. Seedling and adult plant reactions to bacterial leaf blight. FAO, International Rice Commission Newsletter 24(1) 62-66.
 26. Rao, Y.P., S.K. Mohan, and P.R. Reddy. 1971. Pathogenic variability in *Xanthomonas oryzae*. Plant Dis. Rep. 55:593-595.
 27. Reddy, O.R., and S.H.Ou. 1976. Pathogenic variability in *Xanthomonas oryzae*. *Phytopathology* 66:906-909.
 28. Sakaguchi, S. 1967. Linkage studies on the resistance to bacterial leaf blight, *Xanthomonas oryzae* in Rice. Bull. Nat. Inst. Agric. Sci. Ser. D 16, 1-18.
 29. Toriyama, K. 1972. Breeding for resistance to major rice diseases in Japan. in *Rice Breeding* (IRRI), Philippines, pp 253-281.
 30. Van der Plank, J.E. 1968. Disease resistance in plants. Academic press, New York and London, 206 pp.
 31. Van der Plank, J.E. 1978. Genetic and molecular basis of plant pathogenesis, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 167pp.
 32. 脇本哲, 吉井甫, 1954 稻白葉枯病に對する水稻品種の生育時期による抵抗性の變化, 九大農學藝雜, 14: 475-477
 33. Yamamoto, T., H.R. Hifni, M. Machmud, T. Nishizawa and D.M. Tantera. 1977. Variation in pathogenicity of *Xanthomonas oryzae* and resistance of rice varieties to the pathogen. Contr. Res. Inst. Agric. Bogor(Indonesia) No.28 1-28p.
 34. 農村振興廳 農業技術研究所. 1977 시험연구보고서(병해충편) pp.167-186.