

## 벼 흰잎마름병圃場抵抗性檢定方法體系確立+

李斗求·沈載成\*  
湖南作物試驗場  
\* 培材大學校産業大學

### Establishment of the Test Method for Evaluating the Field Resistance of Rice Varieties to Rice Leaf Blight

Du-Ku, Lee · Jai-Sung, Shim\*  
*Ho-nam Crop Experiment Station*  
\* *College of Industry, Pai-Chai University*

본 研究는 벼 흰잎마름병圃場抵抗性檢定方法體系確立을 위해 25개品種에 대하여眞性抵抗性檢定, 2次感染檢定, 2次傳染檢定 및 常習地現地檢定을 실시한 結果는 다음과 같다. 1. 供試한 25개品種에 대한眞性抵抗性檢定結果 ①섬진벼등 13개品種은 HB9011菌에抵抗性인品種群으로, ②풍산벼등 5개品種이 HB9022菌에抵抗性인品種群으로, ③삼강벼 등 2品種은 HB9011, HB9022, HB9033菌에抵抗性인品種群으로 ④운봉벼 등 12개品種이 接種菌 모두에罹病性인品種群으로 각각分類되었다. 2. 2次感染檢定結果 HB9011菌에 대해서는 영덕벼 등 3品種이, HB9022에 대해서는 태백벼 등 3品種이, HB9033에 대해서는 태백벼가眞性抵抗性檢定결과와 상이한 반응을 보였다. 3. 25개品種에 대한 2次傳染檢定결과와 2次感染檢定 결과는 각 畝주에 대해 相關係數가 각각 0.972, 0.894, 0.919로 나타나 거의 일치하는 경향이었다. 4. 眞性抵抗性檢定결과와 常習地檢定결과 사이에는 相關係數가 각 菌株에 대해 각각 0.203, 0.460, 0.591로 나타났는데 常習地現地檢定 결과는 운봉벼, 추청벼, 영덕벼가眞性抵抗性檢定時는 罹病性品種群으로分類되었으나 동일品種群內에서도品種間 차이가 많았다. 5. 4가지檢定結果는 發病指數로 나타내기 위해 각檢定方法別로指數 25를 부여하여 전체합이 100이 되도록 하였다. 發病指數가 15이하이면圃場抵抗性이 있다고判定할 수 있는데, 각檢定方法을 통해 나타난 결과를 종합해보면 서해벼, 화진벼, 영덕벼, 풍산벼 등 4品種이 發病指數 15 이하로 나타나圃場抵抗性品種으로選拔되었다.

To establish the simple and practical test method of estimating resistance of rice varieties against rice leaf blight, trials were made to correlate among the four test methods such as true resistance test, secondary infection test, secondary epidemic test and field test. The results obtained through the experiment on 25 rice varieties and 3 pathogenic isolates designated to HB9011, HB9022 and HB9033 can be summarized as follows. 1. Based on the results of true resistance test, 25 rice varieties can be classified into four groups: 1) Samgang variety group ; resistant to HB9011, 13 varieties, 2) Pungsan variety group ; resistant to HB9011 and HB9022, 5 varieties, 3) Samgang variety group ; resistant to all three isolates, 2 varieties, 4) Unbong variety group : sensitive to all three isolates, 12 varieties. 2. The responses of rice varieties to isolates showed some discrepancies among on the test methods. These examples were found in 3 varieties including Yeongdeog varieties to HB9011, 3 varieties including Taebaeg variety to HB9022 and Taebaek varieties to HB9033. 3. Correlation coefficients between the secondary infection test and the secondary epidemic test for HB9011, HB9022 and HB9033 were 0.972, 0.894 and 0.919, respectively. It suggests that the two methods

are not significantly different so that one of the two methods are not significantly different so that one of the two methods can be omitted from resistant test without affecting the result., 4. Between the true resistance test and the field test at the disease common area, there were no significant correlations. Unbong, Chucheong and Yeongdeog varieties are appeared as resistant varieties in the true resistant test, but their responses in the field test were different and appeared as sensitive varieties. 5. The disease index was used to express the results from four test methods. The disease index was calculated as the sum of each numerical values of the results from the four test methods by giving the same weights(0 to 25)to each test method. If the disease index for certain variety is less than 15, then the variety is considered to be resistant. 4 varieties such as Seohae, Hwajin, Yeongdeog and Pungsan varieties-disease indices were less than 15 were selected as field resistance varieties.

## I. 緒論

벼 흰잎마름병은 벼 재배지역에 널리 分布하고 있는 細菌病으로, 동남아시아 지역의 벼 재배지역에서 被害가 심한 병으로 알려져있다.<sup>13, 35)</sup>

본 병에 의한 被害는 地域 및 品種에 따라 큰 차이가 나타나는데, 일본에서는 發生程度에 따라 차이가 있지만, 심할 때에는 20 - 30%의 收量減少를 보였고, 필리핀, 인도네시아에서는 60% 정도의 減少도 보고되었다.<sup>35)</sup>

우리나라에서는 1979년에 罹病性 品種의 栽培面積이 증가되면서 전국적으로 1.0%의 收量減少를 보였으나 특히 본 병의 常習發病地에서는 해마다 큰 被害가 나타나고 있다.<sup>40)</sup>

벼 흰잎마름병은 細菌性病으로 藥劑 防除가 매우 어려워 抵抗性 品種을 이용하지 않으면 뚜렷한 防除對策이 없는 실정이므로 이 병을 防除하기 위해서는 抵抗性 品種을 育成하여 栽培하는 것이 가장 이상적인 方法으로 알려져지고있다.

그러나, 요즘 다시 罹病性品種의 栽培面積이 증가되고 있으며, 특히 이 罹病性 品種이 많이 재배되고 있는 西海岸과 東海岸 地域에서 常習의 發生되고 있는데, 벼 흰잎마름병 레이스 分布 樣相의 多樣化로 中산간지까지 病原性이 강한 K2, K3 레이스의 分布地域이 擴大되고 있는 실정이다.<sup>23, 24, 25)</sup>

또한, 抵抗性 品種의 罹病化에 의한 育種上의 問題點도 나타나고 있다.

이러한 問題點은 栽培法 多樣化<sup>3, 28, 32)</sup> 및 病原性의 分化와 관련이 깊은데, 밀양 23호 栽培地域에서의 大發生과 밀양 30호의 罹病化와 같은 경우에서 그 예를 볼 수 있다.<sup>31)</sup>

최근 病原性이 강한 레이스의 分布가 확대되고 있는 현실에 비추어 현재의 抵抗性 品種만으로 이 병을 防除하는데는 많은 어려움이 따를 것으로 예상된다.<sup>23, 34)</sup>

벼 흰잎마름병에 대한 벼 品種의 抵抗性은 각 레이스에 의한 發病 有無에 따라 質的 抵抗性, 量的 抵抗性 및 圃場 抵抗性으로 區分된다.

質的 抵抗性은 主動遺傳子(Major gene)의 지배를 받으나<sup>10)</sup>, 量的 抵抗性은 多因子(Poly gene)의 지배를 받아 菌系의 變異에 대해서도 안정된 抵抗性을 나타낸다고 한다.<sup>9, 11)</sup>

그동안 圃場抵抗性은 株內, 株間의 傳播速度를<sup>41)</sup> 가지고 抵抗性 檢定을 하였는데 이러한 檢定方法은 特定 菌株에 대하여서만 이루어지므로, 현재의 檢定方法만으로는 栽培法의 多樣化로 인한 病原性의 分化라든가 抵抗性 品種의 罹病化<sup>9, 14, 21, 45)</sup>가 加速化 되고있는 趨勢에 대응하기가 어려울 것으로 생각된다.

이러한 抵抗性 品種의 罹病化와 病原性 分化에 대응할 수 있는 抵抗性 檢定方法을 摸索하고자, 眞性抵抗性 檢定法, 2次感染 檢定法, 2次傳染 檢定法 등 人工接種法과 病原菌이 多樣하게 분포되어있는 發病常習地의 自然發病條件에서 나타나는 결과를 가지고 각 檢定方法을 綜合하여 벼 흰잎마름병 圃場抵抗性 檢定 方法體系를 확립하였으며, 이를 이용해 圃場抵抗性 品種을 選拔하고 궁극적으로 본병의 病原性 分化에 대처하기위해 본 試驗을 수행하였다.

## II. 研究史

벼 흰잎마름병은 1884년 일본 구주지방에서 처음 발견되었다.<sup>44)</sup> 연구초기인 1907년에는 西川<sup>32)</sup> 등이 본 병이 寄生性 疾病이 아니고 土壤酸性에 의한 生理的 病害라고 하였으나, 1909년 高石<sup>46)</sup>이 피해일에서 細菌을 발견함으로써 본 병이 細菌에 의한 寄生性병임이 밝혀졌다.

1911년에 下藏<sup>3)</sup>은 피해일로 부터 일종의 黃色 細菌을 分離하여 *Bacillus oryzae* Hori et.

Ishiyama 라고命名하였다. 그후 1922년 石山<sup>16)</sup>에 의해 病原細菌의 感染에 의한 發病으로 확립되었으며, 病原菌은 *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* 로 同定되었다.

1923년 曾我 등<sup>17)</sup>은 본병의 分布狀態, 被害現況, 發病誘因, 品種抵抗性 및 防除對策에 관한 調査를 처음으로 실시하였다.

우리나라에서는 1930년에 武內<sup>14, 17)</sup>가 전남 해남지역에서 처음 발견 보고 하였으며, 그 후 1960년까지는 거의 문제가 되지 않았으나 1960년을 기점으로 점차 發生面積이 增加하여 1971년에는 전국 水稻 栽培面積의 약 4%가 이 병의 被害를 받게됨으로써 주요병으로 대두 되었다.<sup>40)</sup>

이와같은 原因은 單位面積當 生産量을 올리기 위하여 多肥, 密植栽培를 하게되고 또 외국과의 種子交換이 활발하게 이루어지는 등 병 發生의 要因을 제공하였기 때문으로 생각된다.

그 예로 1960년 일본의 金南豊이 도입되어 전남지방을 시작으로 남부지방에까지 보급되었고 또한 중부지방에는 罹病性 品種인 振興 品種의 보급으로 거의 일시에 전국적으로 본병의 發生이 확대되었다.<sup>19, 28, 29)</sup>

1957년 일본 구주 지방에서 抵抗性 品種인 Asakaze가 罹病化 되면서 久原<sup>20)</sup>은 抵抗性이 다른 두 判別品種을 이용하여 일본 벼 흰마름병균을 I, II 菌群으로 類別하고 여기서부터 抵抗性檢定에 레이스가 도입되기 시작하였다.

1970년 필리핀에서 抵抗性 因子를 가진 IR20등이 새로운 菌型에 의해서 罹病化되어 큰 물의를 일으켰으며,<sup>29)</sup> 그후 Reddy 등<sup>4, 38)</sup>에 의해 籼주와 품종간에 뚜렷한 菌型이 존재한다는 것이 확인되었다.

벼의 生育期에 따른 抵抗性의 변화는 많은 연구자에 의해서 보고되어있다.

久原 등<sup>20)</sup>은 벼의 抵抗性은 生育이 進展되면서 점차적으로 나타나 出穗期 이후에 가장 강하게 나타나며 葉초가 가장 抵抗性이 높고 上位葉이 下位葉보다 抵抗性이 강하다고 하였다. 脇木<sup>22)</sup>과 Horino<sup>15)</sup> 등은 黃玉 品種群이 止葉期에 抵抗性を 보이고, 幼苗期에는 罹病 反應을 보이는 것으로 보고하였다. Ezuka 등<sup>11)</sup>은 Wase Aikoku군의 品種들이 幼苗期에는 대부분 罹病性으로 나타나나 止葉期에는 고도의 抵抗性으로 나타난다고 보고하였다.

한편, Rao 등<sup>5, 37)</sup>은 幼苗期의 抵抗性 反應과 出穗 이후의 抵抗性 反應사이에는 아무런 상관관계가 없다고 보고하면서, 抵抗性 檢定은 出穗期에 하는 것이 가장 좋다고 하였다. 그러나 1989년

野田 등<sup>33, 36)</sup>은 幼苗期와 成熟期에 각각 抵抗性檢定을 실시한 結果 두 時期의 抵抗性 反應 사이에는 高度의 正의 相關이 있다고 보고하였다.

이러한 品種들의 抵抗性 檢定方法으로 吉川 등<sup>18, 31, 53)</sup>은 單針 및 多針接種法을 이용하였고 吉材 등<sup>49, 50, 51, 52)</sup>은 噴霧 接種 및 뿌리를 담그는 淡水 方法도 이용하였다. 이러한 人工 接種法은 自然狀態下에서의 品種反應과 동일하다고 하였으며, 1975년 堀野 등<sup>10)</sup>은 量的抵抗性 檢定法으로 病斑面積率, 病斑進展度 등을 이용하였다. Kauffman 등<sup>17)</sup>은 最高分蘗期 이후에 가위剪葉 接種만을 이용하여 한꺼번에 많은 品種 및 系統을 효과적으로 接種시키는 方法을 시도하였다. 이 방법이 1965년부터 우리나라에 실시되어 抵抗性檢定 方法으로 이용되었는데, 그 후 1973년부터 國際 米作研究所에서 共試한 品種에 대한 抵抗性檢定을 이 方法으로 실시함으로써 國際의 共同研究가 시작되었다.

圃場抵抗性 檢定法으로는 1977년 佐藤 등<sup>11)</sup>은 供試品種주위에 罹病性 品種을 심고 止葉期에 針接種하여 2次感染程度에 따라서 抵抗性을 判定하였다. 우리나라에서도 1981년 최 등<sup>6)</sup>이 2次感染檢定法을 이용하여 抵抗性 品種을 選拔하였으며, 1985년 최 등<sup>7)</sup>은 隣接植物體 接種法과 接種植物體 接種法을 실시하여 현재까지 圃場抵抗性 檢定方法으로 이용되고있다.

### III. 材料 및 方法

본 試驗은 湖南作物試驗場 圃場과 전남 해남군 해남읍 고도리 벼 흰잎마름병 發病 常習畓인 일반농가 圃場에서 1991년 - 1993년에 걸쳐 실시하였다. 운봉벼 외 24品種을 供試하여 4월25일 保溫折衷 못자리 播種後 35일간 育苗하여 6월1일에 株當 1本씩, 30x13cm의 栽植距離로 移秧하였으며 施肥水準은 N-P-K=15-9-11(kg/10a) 로 栽培하였다. 空素 비료는 基肥:分蘗肥를 5:5로 分施하였고 磷酸 및 칼륨은 全量基肥 하였다. 試驗區當 30주씩 栽植하여, 亂塊法 3反覆로 실시하였다.

#### A. 病原菌 分離 및 病原性 檢定

接種菌株은 湖南作物試驗場 病理研究室에서 分離한 HB9011 (K1), HB9022 (K2), HB9033 (K3)를 사용하였다. 호남지역 일반농가에서 수집된 벼 흰잎

마름병罹病部位를 0.5x1cm 정도로 잘라서 70% 알콜에 40초, 승홍수 1000배액에 40초간 浸漬消毒을 한후 滅菌 蒸溜수로 10초간 씻어낸다음 Wakimoto 감자 寒天 培地에서 28℃ 恒溫器에 48시간 培養후 噴出된 細菌 colony를 增殖시켜 벼 흰잎마름병 判別品種에 대한 病原성을 토대로 레이스 별로 分類하여 試驗에 供試하였다. (표1)

Table 1. Reactions of rice differential varieties to *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* tested

Differential varieties	Reaction to race*		
	HB9011 (K1)	HB9022 (K2)	HB9033 (K3)
Milyang23	S	S	S
Dongjin	S	S	S
Cheongcheong	R	S	S
Daechong	R	S	S
Pungsan	R	R	S
Seogwang	R	R	S
Hangangchal	R	R	R
Milyang 42	R	R	R
Chugoku 45	R	R	R

\* R : Resistant, S: Susceptible

## B. 檢定方法

### 1. 眞性 抵抗力 檢定

운봉벼 외 24品種을 移秧後 35 - 40일된 最高分蘗期에 病原성이 검정된 供試菌株를 PS 培地 (Potato 300g decoction 1 L,

Ca<sub>2</sub> (NO<sub>3</sub>) 0.5g, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 12H<sub>2</sub>O 2g, Peptone 5g, Sucrose 15g, pH7.0)에서 48시간 振湯培養後 接種 濃度 10<sup>6</sup>Cells/ml 로 中上位 葉 部分에 가위 剪葉接種 하였다.

### 2. 2次 感染 檢定

供試品種과 抵抗力 品種 (K1, K2, K3 레이스에 강한 品種:中國 45호)을 交互로 栽植하여 接種葉間의 傳染을 방지 하였으며, 最高分蘗期에 眞性抵抗力 檢定方法과 동일하게 接種하여 2次 感染檢定을 하였다.

### 3. 2次 傳染 檢定

罹病性 品種에 벼 흰잎마름병을 誘發시켜 罹病性 品種에서 2次 傳染에 의한 供試品種의 發病狀況을 調査하고자 罹病性 品種 (K1, K2, K3 레이스에 약한품종 : 밀양 23호)과 供試品種을 交互로 재배하여 最高分蘗期에 罹病性品種에 眞性抵抗力 接種方法과 동일하게 接種하여 檢定하였다.

## 4. 常習地 現地檢定

李 등<sup>23, 24, 25)</sup>에 의한 벼 흰잎마름병 레이스 調査 結果 매년 K1이 31%, K2가 30%, K3가 39%의 發生을 보이며 해마다 浸冠水 피해를 받고 自然發生條件이 좋은 試驗圃場인 벼 흰잎마름병 發病 常習地에 移秧栽培하여 現地檢定을 실시하였다.

## C. 調査內容 및 方法

眞性抵抗力 檢定은 接種後 21일에 病斑長(cm)을 調査하였다. 眞性抵抗力 檢定에서 金 등<sup>19)</sup>은 接種後 14일째 調査하였고, Mew<sup>20)</sup>는 接種 21일에 調査하였는데 본 實驗에서는 接種後 發病日時를 조사한 結果 接種 21일에 조사하는 것이 좋은 것으로 나타났다 2次 感染 檢定은 接種葉에서 새로운 잎에 전개되는 病斑 面積率을, 2次 傳染 檢定은 接種한 植物體로부터 인접한 植物體로 2次 傳染된 病斑 面積率을 接種後 20일 부터 1주 간격5회 調査하였다. 한편, 常習地 現地 檢定은 첫 發生日로부터 일정기간 病斑面積率을 調査하였다. 調査方法으로는 品種과 레이스에 따라 임의로 10주씩 선정하여 3反覆 調査하였다. 抵抗性和 罹病性 기준은 眞性抵抗力에서 病斑長 3cm를 기준으로 하였으며, 2次感染 및 2次傳染檢定, 常習地現地檢定에서는 發病面積率 5%이하이면 圃場 抵抗力, 5% 이상이면 罹病性品種으로 하였다.

## IV. 結果 및 考察

### A. 眞性 抵抗力 檢定

25개 品種을 最高分蘗期에 가위 剪葉接種<sup>17)</sup>하여 나타난 반응은 표 2와 같다.

接種菌株 HB9011, HB9022, HB9033 菌에 의해 나타난 病斑長에 따라 크게 4品種群으로 나누어지는데 HB9011 菌에 抵抗性으로 나타난 심진벼 品種群, HB9011, HB9022 菌에 抵抗性을 나타낸 풍산벼 品種群, HB9011, HB9022, HB9033 菌에 抵抗性을 나타낸 삼강벼 品種群, 또한 接種菌株 모두에서 罹病性으로 나타나 眞性 抵抗性이 없는 品種群으로 分類할 수 있었다.<sup>30)</sup>

25개 品種중 심진벼를 비롯해서 13개 品種이 HB9011 菌에 抵抗性을 보였고 이중 안중벼, 풍산벼, 서광벼, 삼강벼, 백양벼는 HB9022 菌에 대해서도 抵抗性 反應을 보였다.

백양벼와 삼강벼에 있어서는 HB9011, HB9022 菌에 의해 發病되지 않았고, HB9033 菌에 의해서는 각각 0.2cm, 1.0cm길이의 病斑이 나타났으며, HB9022 菌에 의해서도 같은 品種群 內에서 원풍벼가 病斑長이 17.7cm, 심진벼는 4.3cm 대청벼 4.7cm, 화청벼 5.3cm, 계화벼 3.8cm로 나타났다.

운봉벼, 금오벼 등 11品種은 病斑長이 20.9cm에서 7.5cm 까지 多樣한 反應을 보여 진성저항성이 없는 것으로 나타났다.

화진벼와 태백벼에 있어서는 HB9011 菌에 의한 病斑長이 각각 2.2cm, 3.2cm로 나타났다.

Table 2. True resistant reactions of rice varieties to 3 races of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

Cultivars	Lesion length (cm)*		
	HB9011(K1)	HB9022(K2)	HB9033(K3)
Unbongbyeo	14.7 b**	15.1 b-f	17.3 a-d
Geumobyeo	17.2 ab	15.4 b-f	13.8 c-f
Daeseongbyeo	13.9 b	20.6 ab	17.5 a-d
Baegambyeo	15.3 b	19.0 abc	17.3 a-d
Sinseonchalbyeo	20.9 a	18.1 a-d	17.7 abc
Nagdongbyeo	15.7 b	16.3 a-e	16.5 b-e
Chucheongbyeo	15.9 b	15.7 a-e	18.4 abc
Dongjinbyeo	13.9 bc	17.3 a-e	15.4 b-e
Mangeumbyeo	17.0 ab	19.3 ab	17.9 abc
Yeongdeogbyeo	7.5 de	11.8 efg	11.6 efg
Seohaebyeo	2.3 f	12.8 d-g	9.5 fg
Hwajinbyeo	2.2 f	7.5 ghi	12.7 d-g
Seomjinbyeo	0 f	4.3 ij	8.1 g
Daechongbyeo	0 f	4.7 hij	7.8 g
Hwacheongbyeo	0 f	5.3 hij	8.8 g
Gyehwabyeo	0 f	3.8 ij	8.8 g
Anjungbyeo	0 f	0.7 j	9.5 fg
Gayabyeo	8.7 cd	13.5 c-f	16.4 b-e
Taebaegbyeo	3.2 ef	10.0 fgh	8.9 g
Jangseongbyeo	0 f	21.2 a	22.0 a
Weonpungbyeo	0 f	17.7 a-d	19.6 ab
Pungsanbyeo	0 f	1.8 j	15.6 b-e
Seogwangbyeo	0 f	1.5 j	15.4 b-e
Samgangbyeo	0 f	0 j	1.0 h
Baegyongbyeo	0 f	0 j	0.2 h

\* Estimated at 21 days after inoculation  
 \*\* Means in the same column followed common letter are not significantly different (p=0.05) according to Duncan's multiple range test.

표 3에서 보는 바와같이 抵抗性 發現에 있어서 接種菌株와 品種間의 관계는 病原性이 강할 경우에는 病徵이 일찍 나타나고 病原性이 약할 경우에는 病徵이 늦게 나타나는 경향을 볼 수 있었다. 풍산벼, 서광벼, 계화벼는 HB9022 菌株에서 9-10日 後에 病斑이 나타나고, HB9033 菌株에서

는 3-5日 後에 나타나 약간 이른 경향이였다. HB9022 菌株와 HB9033 菌株에 대한 각 品種의 反應은 病斑長과 發病日 사이에 일정한 경향을 보였으나, HB9011 菌株의 경우에는 病斑長에 의해 眞性抵抗性으로 분류되었던 화진벼, 서해벼가 發病日을 통해 볼 때는 다른 反應을 보여 일치하지 않는 경향이였다.

眞性 抵抗性이 없는 品種중 운봉벼, 대성벼, 가야벼는 接種後 1-2日 경과시에 病徵이 나타났고, 금오벼, 백양벼, 신선찰벼, 낙동벼, 추청벼의 경우에는 病徵 發現이 그보다 약간 늦은 3-4日 경과시에 病徵이 나타났으며, 태백벼, 동진벼, 만금벼, 서해벼, 영덕벼, 화진벼는 接種後 일정기간이 지난 후(5-8日)에야 病徵이 나타났다.

Table 3. Infection degrees in rice varieties depending upon races followed by days after inoculation \*

Race	Days after inoculation										N.I.**
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
HB9011	Unbong	Geumo	Dongjin	Yeongdeog							Seomjin
	Daeseong	Baegam	Mangeum	Hwajin							Daechong
	Gaya	Sinseonchal	Seohae	Taebaeg							Hwacheong
		Nagdong									Gyehwa
		Chucheong									Anjung
											Jangseong
HB9022	Unbong	Geumo	Dongjin	Taebaeg	Gyehwa	Anjung					
	Daeseong	Baegam	Mangeum		Pungsan	Samgang					
	Gaya	Sinseonchal	Yeongdeog		Seogwang	Baegyong					
	Jangseong	Nagdong	Seohae								
	Weonpung	Chucheong	Hwajin								
			Seomjin								
HB9033	Unbong	Geumo	Mangeum	Taebaeg							Baegyong
	Daeseong	Baegam	Yeongdeog	Samgang							
	Gaya	Sinseonchal	Seohae								
	Jangseong	Dongjin	Hwajin								
	Weonpung	Nagdong	Seomjin								
		Chucheong	Daechong								
		Pungsan	Hwacheong								
		Seogwang	Gyehwa								
			Anjung								

\* Estimated test method of true resistance  
 \*\* Not infected

B. 2次感染檢定

圃場抵抗性 檢定方法을 모색하기 위하여 最高分蘖期에 가위剪葉 接種하여 發病된 잎에서 새로 나온 잎으로 感染되어 나타난 病斑面積率을 표 4에 나타냈다.

接種菌株 HB9011, HB9022, HB9033 菌에 의해 삼강벼, 백양벼가 病徵을 나타내지 않아 圃場抵抗性이 강한 品種으로 나타났다. 풍산벼, 서광벼는 HB9011, HB9022 菌에 의해 發病되지 않았고, HB9033 菌에 의해서는 각각 5.5, 5.4%의 病斑面積率을 나타냈으며, 태백벼는 HB9011, HB9022 菌에 의해 發病되지 않았고, HB9033 菌에 의해서는 1.7%의 病斑面積率을 나타냈다. 섬진벼, 대청벼, 화청벼, 계화벼, 안중벼는 HB9011 菌에 의해 發病되지 않았고, HB9022 菌에 의해서는 섬진벼 4.6%, 대청벼 2.7%, 화청벼 3.7%, 계화벼 2.9%, 안중벼 5.5%의 病斑面積率을 보였다. 영덕벼는 眞性抵抗性檢定 結果 HB9011 菌에 罹病性 品種으로 나타났는데 2次感染檢定에서는 病斑面積率 3.0%로 抵抗性을 나타내었다.

이와는 반대로 장성벼, 원풍벼는 眞性抵抗性檢定 結果 HB9011 菌에 의해 發病이 되지 않았으나 2次感染檢定에서는 病斑面積率이 각각 3.6, 4.0%로 나타나 같은 品種群으로서 다른 反應을 보였으며, 서해벼는 眞性抵抗性檢定에서 HB9011 菌에 의해 2.3cm의 病斑長으로 나타났고 2次感染檢定에서는 6.2%의 中度抵抗性을 나타냈다.

운봉벼, 금오벼, 대성벼, 백암벼, 신선찰벼, 낙동벼, 추청벼, 동진벼, 만금벼, 영덕벼, 가야벼는 眞性抵抗性檢定에서 HB9011 菌에 抵抗性이 없는 品種群에 속하는 것으로 나타났다. 그러나 2次感染檢定에서 가야벼는 6.4%의 적은 發病으로 동일 品種群 내에서도 나타나는 反應이 달랐다.

圃場抵抗性을 評定하는데 病斑 進展度는 重要한 요소다. 일반적으로 病斑 進展度가 완만하고 첫 發病이 늦은 品種들은 圃場抵抗性 品種으로 分類한다<sup>7)</sup>.

그림 1은 接種이후 20일부터 일주일 간격으로 5회 調査한 病斑 面積率에 따라 病斑 進展度를 나타냈으며, 品種의 抵抗性 程度에 따라서 6개 品種群으로 나눌 수 있었다.

대청벼, 섬진벼, 화청벼, 계화벼, 서광벼, 풍산벼, 태백벼는 接種 이후 첫 發病이 늦고 病斑 進展도 완만한 곡선을 나타내어 抵抗性 品種群으로 分類되었으며, 첫 發病이 빠르고 接種 27일부터 42일 사이에서 病斑進展도 빨라지는 금오벼, 대성벼, 장성벼, 낙동벼, 동진벼, 만금벼, 가야벼, 원풍벼 등은 罹病性 品種群으로 나타났다.

영덕벼, 서해벼, 화진벼, 안중벼는 첫 發病이 빠르나 病斑 進展度가 완만한 곡선을 나타내어

中度抵抗性 品種群으로 分類되었다.

Table 4. Secondary infection rates of rice varieties to 3 races of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

Cultivars	Diseased leaf area(%)*			
	HB9011(K1)	HB9022(K2)	HB9033(K3)	
Unbongbyeo	71.4 a**	69.3 a	67.8 a	a
Geumobyeo	30.2 c	17.8 efg	43.1 cd	cd
Daeseongbyeo	25.5 cd	31.9 cd	48.3 bc	bc
Baegambyeo	47.1 b	44.8 b	55.0 b	b
Sinseonchalbyeo	18.9 de	20.8 ef	27.1 fgh	fg
Nagdongbyeo	23.6 cd	20.0 ef	27.5 efg	efg
Chucheongbyeo	23.5 cd	25.7 de	31.1 ef	ef
Dongjinbyeo	18.2 de	19.3 ef	18.0 hi	hi
Mangeumbyeo	14.5 ef	14.1 fgh	19.0 ghi	ghi
Yeongdeogbyeo	3.0 g	4.7 ij	8.3 jk	jk
Hwajinbyeo	0 g	3.5 ij	8.5 jk	jk
Seohaebyeo	6.2 fg	9.7 ghi	5.6 jk	jk
Seomjinbyeo	0 g	4.6 ij	4.6 jk	jk
Daecheongbyeo	0 g	2.7 ij	4.6 jk	jk
Hwacheongbyeo	0 g	3.7 ij	5.1 jk	jk
Gyehwabyeo	0 g	2.9 ij	4.2 jk	jk
Anjungbyeo	0 g	5.5 hij	12.0 ij	ij
Gayabyeo	6.4 fg	20.6 ef	20.3 ghi	ghi
Taebaegbyeo	0 g	0 j	1.7 k	k
Jangseongbyeo	3.6 g	35.5 c	36.5 de	de
Weonpungbyeo	4.0 g	17.9 e g	24.9 fgh	fgh
Pungsanbyeo	0 g	0 j	5.4 jk	jk
Seogwangbyeo	0 g	0 j	5.5 jk	jk
Samgangbyeo	0 g	0 j	0 k	k
Baegyangbyeo	0 g	0 j	0 k	k

\* Estimated at 50 days after inoculation  
 \*\* Means in the same column followed common letter not significantly different (p=0.05) according to Duncan's multiple range test.

C. 2次傳染檢定

圃場抵抗性檢定을 실시하기 위하여 罹病性 品種인 밀양 23호에 벼 흰잎마름병균을 접종하여 집종잎에 인접해 있는 25개의 供試品種으로 2次傳染되어 나타난 病斑 面積率을 調査하였다.

표 5에서 보는 바와 같이 接種菌株 HB9011, HB9022, HB9033 菌에 삼강벼, 백양벼는 발병되지 않아 강한 圃場抵抗性 品種으로 나타났다. 동일 品種群내에서 풍산벼는 病斑面積率이 接種菌株 HB9022 菌에 0.8%, HB9033 菌에 8.3%이며 서광벼에서는 HB9022 菌에 0%, HB9033 菌에 4.9%의 病斑面積率으로 서광벼가 풍산벼보다 圃場抵抗性이 강한 品種으로 나타났다. 태백벼는 眞性抵抗性 檢定에서 菌株間의 病原性 차이가 큰데도 2次傳染檢定에서는 病斑 面積率이 모두 적

은 것으로 나타나 고도의 圃場抵抗性 品種으로 생각된다. 眞性抵抗性檢定에서 동일 品種群으로 분류된 화진벼, 장성벼, 원풍벼는 2次傳染檢定에서 HB9011 菌에 의해 病斑面積率이 각각 1.1%, 3.0%, 3.7%로 나타났으며, 섬진벼, 대청벼, 화청벼, 계화벼, 안중벼는 發病되지 않았고 HB9022, HB9033 菌에 의해 섬진벼, 대청벼, 화청벼, 계화벼에는 2次傳染 및 2次感染 病斑面積率이 적게 나타나 圃場抵抗性 品種으로 생각된다. 또한 眞性抵抗性이 없는 운봉벼, 금오벼, 대성벼, 백암벼, 신선찰벼, 낙동벼, 추청벼, 동진벼, 만금벼, 영덕벼, 가야벼는 HB9011, HB9022, HB9033 菌에 의해 罹病性으로 나타나고, 화진벼는 HB9011 菌에 의해 1.1%의 病斑面積率이 나타나 동일 品種群 내에서도 2次傳染에 의한 發病의 차이를 區分할 수 있었다.

2次感染檢定과 2次傳染檢定の 接種後 첫 發病日은 표5와같다. 금오벼, 백암벼는 2次感染檢定時 接種後 20日, 2次傳染檢定에서 接種後 25日에 病斑이 처음 나타났으며 계화벼, 섬진벼, 서광벼도 2次傳染檢定에서 늦게 나타났다.

동일 品種群 내에서 圃場抵抗性 차이는 品種이 가지고 있는 抵抗性 遺傳子에 의해 나타나는 것으로 인정되지만<sup>48)</sup>, 본 시험에서는 眞性抵抗性 品種이 아닌 경우에도 圃場抵抗性 品種을 選拔할 수 있었는데 이와 같은 사실로 미루어 眞性抵抗性과 圃場抵抗性은 동일 遺傳子에 의해 지배되는 것이 아닌 것으로 思料된다.

D. 常習地 現地檢定

해남읍 고도리 일반농가 圃場에서 벼 흰잎마름병 病斑面積率을 調査한 結果 표 6 과 같다. 常習地 現地檢定에서 病斑面積率 및 進展度, 첫 發生時期 등은 氣象과 環境에 차이가 있어 어려움이 인정되나 본 試驗은 이러한 모순된 조건을 보완하기 위해 申<sup>42)</sup>의 方法에 따라 실시하였다.

常習地 現地檢定에서 病斑面積率은 추청벼 49.7%, 장성벼 34.4%, 낙동벼 24.9%, 원풍벼 41.6%, 운봉벼 24.4%로 높은 발병을 보였고, 금오벼, 백암벼, 화청벼, 안중벼, 계화벼, 서광벼는 1.3-2.8%이었다. 또한 영덕벼, 서해벼 섬진벼 대청벼는 0.1-1.0%의 극히 적은 病斑面積率을 나타냈으며 태백벼, 삼강벼, 백양벼는 發病되지 않았다. 眞性抵抗性檢定에서는 운봉벼, 추청벼, 영덕벼가 罹病性 品種群이었으나 常習地

Table 5. Secondary epidemics of rice varieties to 3 races of Xanthomonas oryzae pv. oryzae

Cultivars	Diseased leaf area (%)*					
	HB9011(K1)	HB9022(K2)	HB9033(K3)			
Unbongbyeo	64.2	a**	55.9	a	46.5	a
Geumobyeo	25.7	b	22.0	cd	21.7	efg
Daeseongbyeo	32.3	b	38.1	b	41.1	ab
Baegambyeo	36.9	b	35.2	b	34.6	bc
Sinseonchalbyeo	21.1	bc	23.8	c	25.6	def
Nagdongbyeo	20.7	bc	22.4	cd	28.9	cde
Chucheongbyeo	25.9	b	20.9	cde	21.9	efg
Dongjinbyeo	16.8	cd	14.5	def	17.2	fgh
Mangeumbyeo	9.5	de	9.3	fgh	13.1	g k
Yeongdeogbyeo	7.9	ef	6.8	f i	9.1	h l
Hwajinbyeo	1.1	ef	19.5	cde	15.7	ghi
Seohaebyeo	0	f	10.7	fgh	15.0	ghi
Seomjinbyeo	0	f	1.0	i	4.0	lm
Daechyeongbyeo	0	f	3.8	ghi	5.0	j m
Hwacheongbyeo	0	f	4.3	ghi	5.7	g j
Gyehwabyeo	0	f	3.5	ghi	5.5	j m
Anjungbyeo	0	f	11.1	fg	13.8	g j
Gayabyeo	2.7	ef	2.9	hi	16.3	ghi
Taebaegbyeo	0	f	0.7	i	1.5	lm
Jangseongbyeo	3.0	ef	26.4	c	32.1	cd
Weonpungbyeo	3.7	ef	13.6	ef	17.0	f i
Pungsanbyeo	0	f	0.8	i	8.3	i m
Seogwangbyeo	0	f	0	i	4.9	klm
Samgangbyeo	0	f	0	i	0	m
Baegyangbyeo	0	f	0	i	0	m

\* Estimated at 50 days after inoculation

\*\* Means in the same column followed common letter are not significantly different (p=0.05) according to Duncan's multiple range test.

Table 6. Symptom appearance of rice varieties according to test methods followed by days after inoculation

Test methods	Days after inoculation					W.S.*
	20	25	30	40	45	
Secondary	Unbong	Dongjin	Yeongdeog		Taebaeg	Samgang
	Daeseong	Mangeum	Hwajin			Baegyang
	Baegam	Anjung	Seohae			
Infection (K3)	Jangseong	Pungsan	Seomjin			
	Geumo	Seogwang	Daechyeong			
	Sinseonchal	Hwacheong				
	Chucheong	Gyehwa				
	Nagdong					
	Gaya					
	Weonpung					
Secondary	Unbong	Geumo	Mangeum	Gyehwa	Taebaeg	Samgang
	Daeseong	Baegam	Yeongdeog	Seomjin		Baegyang
	Jangseong	Dongjin	Hwajin			
Epidermic (K3)	Chucheong	Anjung	Seohae			
	Sinseonchal	Pungsan	Hwacheong			
	Nagdong		Daechyeong			
	Gaya		Seogwang			
	Weonpung					

\* without symptom

現地 反應은 病斑面積率이 운봉벼 24.4%, 추청벼 49.7%, 백암벼 2.0%, 영덕벼 0.9%로 나타나 동일 品種群내에서도 品種間에 많은 發病의 차이를 보였다.

첫 發病 일자는 대략 7월 下旬으로 나타났고, 8月1日 부터 9月18日 까지 5회에 걸쳐 조사하여 얻어진 病斑面積率의 進展度는 그림 2와 같다. 病斑面積率의 進展度에 따라서 5개 品種群으로 區分할 수 있었다.

A品種群은 영덕벼, 서해벼, 섬진벼, 대청벼, 계화벼, 안중벼, 서광벼이며 B品種群은 금오벼, 백암벼, 만금벼, 화진벼, 화청벼, 가야벼로 이들 品種들은 첫 發病 時期도 8月12日로 늦었으며 病斑進展度도 완만하였다. 그러나 추청벼, 원풍벼, 장성벼, 낙동벼, 운봉벼는 첫 發病 時期가 7월 下旬으로 다른 품종보다 빠르고 病斑進展도 8月 12日부터 급격히 이루어져 罹病性 品種으로 나타났다.

Table 7. Infectivity of rice leaf blight on different rice varieties at the field where the disease is commonly occurred

Varities	diseased leaf area (%)	Varities	diseased leaf area (%)
Unbongbyeo	24.4 c*	Seomjinbyeo	0.3 fg
Geumobyeo	2.8 d-g	Daechongbyeo	0.7 efg
Daeseongbyeo	6.9 def	Hwacheongbyeo	2.2 d-g
Baegambyeo	2.1 d-g	Gyehwabyeo	1.5 d-g
Sinseonchalbyeo	7.1 de	Anjungbyeo	1.5 d-g
Nagdongbyeo	24.9 c	Gayabyeo	3.0 d-g
Chucheongbyeo	49.7 a	Taebaegbyeo	0 g
Dongjinbyeo	6.2 d-g	Jangseongbyeo	34.4 b
Mangeumbyeo	4.8 d-g	Weonpungbyeo	41.6 ab
Yeongdeogbyeo	0.9 efg	Pungsanbyeo	10.0 d
Hwajinbyeo	4.1 d-g	Seogwangbyeo	1.3 d-g
Seohaebyeo	0.4 efg	Samgang, Baegyangbyeo	0 g

First occurred day : late July

Survayed day : 18 September

\* Means in the same column followed by common letter are not significantly different (p=0.05) according to Duncan's multiple range test.

금오벼, 백암벼, 신신찰벼는 眞性抵抗性이 없는 品種으로 HB9011 菌에 眞性抵抗性檢定에서 病斑長이 17.2cm, 15.3cm, 20.9cm 이었으며, 2次感染檢定時 病斑面積率이 30.2%, 47.1%, 18.9% 이었고, 常習地檢定에서는 病斑面積率이 2.8%, 2.1%, 7.1%로 각각 나타났다. 장성벼는 眞性抵抗性檢定에서 無發病, 2次感染檢定에서 病斑面積率이 3.6%이었으나 常習地檢定에서는

34.4%로 나타났다. (표 8)

이상에서와 같이 각 檢定 方法間에 病徵이 나타나는 樣相은 상당한 차이를 나타내었다. 單一 菌株에 대한 抵抗性 判定으로는 病原性 分化和 抵抗性品種의 罹病化에 대처할 수 없기 때문에 佐藤 등<sup>41)</sup>은 전 生育期間을 통하여 표현되는 抵抗性을 檢定할 수 있는 方法으로 檢定方法이 중요하다고 하였는데 본 시험에서도 같은 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 抵抗性 檢定時 常習地 檢定이 꼭 필요할 것으로 思料된다.

檢定方法에 대한 相關關係는 표9와 같다. 眞性抵抗性 檢定方法과 常習地 現地檢定方法에서 나타난 結果 사이의 相關係數는 K1, K2, K3 菌群에서 각각 r= 0.203, 0.460, 0.591로 나타나 病原性이 강한 K3 菌群에서 有意性이 비교적 높은 경향이었으나, K1, K2, K3 菌群을 綜合的으로 볼 때 有意性이 낮은 것으로 나타나 眞性抵抗性 檢定과 常習地 檢定을 병행해서 실시해야 한다고 思料된다.

眞性抵抗性 檢定과 2次感染檢定 사이의 相關係數 r=0.718, 0.591, 0.676이며 眞性抵抗性과 2次傳染檢定 사이의 相關係數 r=0.734, 0.607,

0.634이고 2次感染檢定과 2次傳染檢定은 각각 眞性抵抗性檢定과 正의 相關을 나타내었다.

또한 2次 傳染과 2次 感染 사이의 相關係數 r=0.972, 0.894, 0.919로 高度의 正의 相關關係를 나타냈다.

2次傳染檢定은 최 등<sup>7)</sup>이 보고한 바와 같이 時間, 勞力, 經費, 圃場面積 등이 많이 들어가는 단점이 있다

반면에 2次感染檢定法은 2次傳染檢定法에 비하여 品種間 反覆變異가 적을 뿐 아니라 勞力, 經費, 圃場面積 등 省力化 측면도있어 圃場抵抗性 檢定方法이 보다 효율적이라고 思料된다.<sup>7)</sup>

檢定方法에 따라서 品種에 나타난 病斑長과 病斑面積率을 發病指數로 계산하여 綜合적으로 抵抗性 程度를 평가하여 얻어진 결과는 그림 3과 같다.

病原性이 강한 K3菌을 이용해 檢定한 결과 나타난 病斑長 및 病斑 面積率을 發病指數로 계산〔眞性抵抗性檢定(0-100)+2次感染檢定(0-100)+2次傳染檢定(0-100)+常習地 現地檢定(0-100)/4〕하여 供試한 品種을 4品種群으로 나눌 수 있었다.



Table 8. Reactions of rice varieties to Bacterial Leaf Blight under different screening methods

Cultivars	HB8801 (K1)		
	True* resistance	Secondary** infection	Field test**
Unbongbyeo	14.7	71.4	24.4
Geumobyeo	17.2	30.2	2.8
Daeseongbyeo	13.9	25.5	6.9
Baegambyeo	15.3	47.1	2.1
Sinseonchalbyeo	20.9	18.9	7.1
Nagdongbyeo	15.7	23.6	24.9
Chucheongbyeo	15.9	23.5	49.7
Dongjinbyeo	13.9	18.2	6.2
Mangeumbyeo	17.0	14.5	4.8
Yeongdeogbyeo	7.5	3.0	0.9
Hwajinbyeo	2.3	0	4.1
Seohaebyeo	2.2	6.2	0.4
Seomjinbyeo	0	0	0.3
Daecheongbyeo	0	0	0.7
Hwacheongbyeo	0	0	2.2
Gyehwabyeo	0	0	1.5
Anjungbyeo	0	0	1.5
Gayabyeo	8.7	6.4	3.0
Taebaegbyeo	3.2	0	0
Jangseongbyeo	0	3.6	34.4
Weonpungbyeo	0	4.0	41.6
Pungsanbyeo	0	0	10.0
Seogwangbyeo	0	0	1.3
Samgangbyeo	0	0	0
Baegyongbyeo	0	0	0

\* Lesion length(cm) estimated at 21 days after inoculation

\*\* % area of lesion estimated at 50 days after inoculation

Table 9. Correlations among 4 different screening methods to Bacterial Leaf Blight in 25 varieties

Screening methods	True resistance			Secondary infection			Secondary epidemic		
	K1	K2	K3	K1	K2	K3	K1	K2	K3
Secondary infection	0.718**	0.591**	0.676**						
Secondary epidemic	0.734**	0.607**	0.634**	0.972**	0.894**	0.919**			
Field test (Haenam)	0.203ns	0.460**	0.591**	0.288**	0.466**	0.444**	0.326**	0.420**	0.452**

계화벼, 대청벼, 화청벼, 안중벼, 태백벼, 심진벼, 서광벼, 삼강벼, 백양벼 등은 發病指數 10 이하로 강한 圃場抵抗性 品種으로 選拔되었고 서해벼, 화진벼, 영덕벼, 풍산벼는 發病指數 15로 圃場抵抗性 品種으로, 각각 選拔되었다. 그러나 운봉벼, 낙동벼, 추청벼, 장성벼, 원풍벼는 發病指數 48로 罹病性 品種으로 나타났다.

圃場抵抗性 品種을 選拔하기 위한 圃場抵抗性 檢定方法으로 지금까지의 결과에서 나타난 4가지 檢定方法에서 2次傳染檢定法을 2次感染檢定으로 대치할 수 있으므로 2次傳染檢定法을 빼고 眞性抵抗性檢定, 2次感染檢定, 常習地 現地檢定만을 실시하여 發病指數로 계산하고 發病指數 15이하이면 圃場抵抗性 品種으로 選拔할수 있을 것으로 생각된다.

앞에서 설명한 바와 같이 벼 品種에 대해 病原性이 다양한 菌株의 출현으로 圃場抵抗性檢定の 중요성은 매우 크다. 따라서 南部 地域의 벼 흰잎마름병균 레이스 分布調査를 1980-1992년까지 13년간 調査하였으며 그 結果<sup>23,24,25)</sup>는 그림 4와 같다.

病原性이 강한 레이스가 分布하는 地域이 1981년에는 얼마 되지 않았으나 1992년에는 전 地域으로 확산되었고, K1, K2, K3菌이 혼재되어 있는 지역은 해마다 常習적으로 벼 흰잎마름병이 發生되는 것으로 調査되었다<sup>23)</sup>. 이러한 發病地域에서 본 試驗에서와 같은 圃場抵抗性檢定을 실시하여 얻어진 抵抗性 品種을 재배하면 벼 흰잎마름병의 發生을 줄일 수 있을 것으로 料된다.

### 참고문헌

1. 曾我慶英. 1918. 熊本縣下の白葉枯病に就て. 病蟲雜 5:543~549.
2. Aoyagi, K., M. Osaki, and S. Kinemuchi. 1963. Resistance of rice plant to bacterial leaf blight disease and its problems(in japanese) Nogyo Gijutsu 1S(2):78~80, 18(3)131~132.
3. 卜藏梅之承. 1911. 稻の白葉枯病. 帝國農會報 2 (9):62~66, (10):54~57, (12):58~61.
4. Buddenhagen, I. W. and A. P. X. Reddy. 1972. The host, the environment, Xanthomonas oryzae, and the researcher, in Rice Breeding(IRRI) Philippines. pp. 289~295.
5. 趙鏞涉, 李舜九. 1979. 벼 흰잎마름병의 病原性 發現과 벼의 品種 및 生育時期 와의 關係. 77~84pp.
6. 崔泳根, 崔在乙, 李斗求, 徐在煥. 1981. 2次 感

- 染에 의한品種抵抗性檢定試驗. 湖試年報 701~706pp.
7. 崔在乙, 李斗求, 徐在煥, 裴聖浩. 1985. 벼 흰잎마름병에 대한圃場抵抗性的 새로운檢定法. 韓植病誌(1):115~121.
  8. 崔庸哲, 李正行, 鄭鳳朝, 李銀鐘. 水稻新品種密陽 21,23號의 벼 흰잎마름병에 대한抵抗性程度에 대하여, 農試年報 130~143.
  9. Ezuka, A., O. Horino. 1974. Classification of rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strains on the basis of their differential interactions. Bull. Tokai-Kinki Nat. Agric. Exp. Stn. 27:1~19.
  10. Ezuka, A., O. Horino, K. Toriyama, H. Sinoda, and T. Morinaka. 1975. Inheritance of resistance of rice variety Wase Aikoku 3 to *Xanthomonas oryzae*. Bull. Tokai-Kinki Nat. Agric. Exp. Stn. 28:124~130.
  11. 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.
  12. 福岡農式. 1920. 稻白葉枯病試驗成績. 福岡農試特別報告 159pp.
  13. 後藤正夫. 1964. 東南アジアのイネ細菌病に關つて. 日植 29:291.
  14. 堀野修. 1978. 最近の日本におけるイネ白葉枯病苗菌系の分布 日植病報 44(3):297~304.
  15. Horino, O. and H. R. Hifni. 1978. Resistance of some rice varieties to bacterial leaf blight and new pathogenic group of the causal bacterium, *Xanthomonas oryzae*. Contro. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor. (Indonesia) 44:1~17.
  16. 石山信一. 1922. 稻白葉枯病の研究. 農事試報 43(3):233~261.
  17. Kauffman, H. E. and P. S. Rao. 1972. Resistance to bacterial leaf blight-India. in Rice Breeding, IRRI. Philippines. pp.283~287.
  18. Kusaba, T., M. Watanabe and H. Tabei. 1966. Classification of the strains of *Xanthomonas oryzae*(U. & I.) Dowson on the basis of their virulence against rice plant. B. National Inst. Agr. Sci. (Japan) Ser. C. 20:67~82.
  19. 金政和, 趙庸涉. 1970. 3要素施肥量과 水稻生育狀態가 白葉枯病發病에 미치는影響. 韓國植物保護誌 9(1):7~13.
  20. 久原重松, 關谷直正. 1957. 稻の生育時期と稻白葉枯病の發生について(短報). 日植病報 22(1)9.
  21. 久原重松, 要田年代, 田上義也, 藤井薄, 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.
  22. 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.
  23. 李斗求, 朴洪圭, 沈亨權. 1992. 南部地方의 벼 흰잎마름병 레이스發生樣相究明. 湖試年報 564~568pp.
  24. 李斗求, 李相範, 沈亨權, 蘇在敦. 1990. 레이스分布調査. 湖試年報 639~643pp.
  25. 李斗求, 徐在煥, 崔在乙, 朴建浩, 裴聖浩. 1986. 湖南地域에 分布하는 벼 흰잎마름병균의菌型. 韓植病誌 2(2):102~106.
  26. 李庚徽, 鄭夏元. Bacteriophage의感受性에 의한白葉枯病菌의系統分類. 韓國植物保護 4:29~32.
  27. 李庚徽, 崔庸哲, 趙義奎, 鄭鳳朝, H. A. Lamey. 1973. 벼 흰잎마름병의激發原因과被害調査. 清園回甲記念論文集. 79~89pp.
  28. 丸山方作. 1909. 稻葉枯病と大豆粕. 靜岡農會報 142:28~29.
  29. 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.
  30. Mew, T. W., C. M. Vera Cruz. 1979. Variability of *Xanthomonas oryzae*; Specificity in infection of rice differential. Phytopathology 69:152~155.
  31. Muco, H. and K. Yosida. 1951. A niddle inoculation method for bacterial leaf blight disease of rice. (In Japan) Ann. Phytopath. Soc. Japan 15:3~4; 179(Abst.)

32. 西田藤次. 1909. 稻の白葉枯病. 農事研報 127:68~75.
33. 野田孝人, 大内昭. 1989. イネ幼苗期における白葉枯病抵抗性に關する研究. 北陸農試報告 30:25~104.
34. Noda, T., O. Horino and A. Ohuchi. 1990. Variability of pathogenicity in races of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in Japan. *Trop. Agric. Res. Cntr. JARQ* 23(3):182~189.
35. Ou, S. H. (Edited). 1985. Rice diseases, 2nd edition. Commonwealth Mycological institute. pp.61~96.
36. Ou, S. H., F. L. Nague and J. P. Silva. 1971. Varietal resistance to bacterial blight of rice. *Plant Dis. Rep.* 55:17~21.
37. 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):62~65.
38. Reddy, O. R. and S. H. Ou. 1976. Pathogenic variability in *Xanthomonas oryzae*. *Phytopathology* 66:906~909.
39. Reitsma, J. and P. S. J. Schure. 1950. "Kresek" a bacterial disease of rice. *Contr. gen. Agric. Res. Stn Bogor.* 117:17.
40. 農村振興廳. 1978. 作物保護 事業報告書.
41. 佐藤徹. 1978. 白葉枯病に對するイネ品種のは場抵抗性. *植物防疫* 32:187~192.
42. 申文植, 河基庸, 李暎泰, 李斗求, 沈亨權, 田炳泰. 1991. 白葉枯病發病常習地에서 벼品種間抵抗性變異. *韓育誌* 23(2):87~92.
43. Sidhu, G. S. and G. S. Khush. 1978. Dominance reversal of a bacterial blight resistance gene in some rice cultivars. *Phytopathology* 68:461~463.
44. 田上義也, 水上武幸. 1962. 稻白葉枯病に關する總說. *病害發生豫察特報* 10:1.
45. 高坂倬彌. 1969. イネ病害防除における抵抗性品種の利用. *農業および園藝* 44:208~212.
46. 高石政次郎. 1909. 稻の白葉枯病原研究第1回報告. *大日本農會報* 340:53~58.
47. 武内晴好. 1930. 稻白葉枯病遂に發生す. *朝鮮總督府 農試彙報*, 5(1):62~64.
48. 鷲尾養, 反谷桂, 島山國土. 1966. 水稻白葉枯病抵抗性品種の育成に關する研究. *中國農試報告 A(13):55~85.*
49. Yamamoto, T. and S. Yosimura. 1966. Abnormal growth of rice plant caused by bacterial leaf blight disease. 4. relation between soaking inoculation in basal part of root-cut young plant and the occurrence of the disease. (Japanese) *Proc. Assoc. Plant Protec. Hokuriku* 14:32~33.
50. Yamamoto, T. and S. Yosimura. 1970. relation between elapsed time from cutting of rice root to dip inoculation with leaf blight bacteria and the occurrence of wilting. (In Japanese) *Proc. Assoc. Plant Protec. Hokuriku* 18:8~10.
51. Yamamoto, T. and S. Yosimura. 1968. Abnormal growth of rice plant caused by bacterial leaf blight disease. 5. Infection of bacteria from cut of root. (In Japanese). *Proc. Assoc. Plant Protec. Hokuriku* 16:40~41.
52. 吉村彭治, 森橋俊春, 青柳和雄, 吉野嶺一, 西村秀雄. 1961. イネシラハカレ病菌フアージの消長と發病との關係について特に河川及び主要灌漑水路のフアージ量による地域または地區發生豫察. *北陸病蟲研會報* 8:31~41.
53. 吉田孝二, 向秀夫. 1961. 多針接鍾によるイネの白葉枯病に對する抵抗力檢定方法. *植防* 15(8):343~346.