

韓國에 있어서의 벼흰빛잎마름병의 發生生態와 防除에 관한 研究

李庚徽*

Studies on the Epidemiology and Control of Bacterial Leaf Blight of
Rice in Korea

Kyung-hee Lee*

SUMMARY

The study has been carried out to investigate the occurrence, damage, characteristics of the pathogen, environmental conditions affecting the disease outbreak, varietal resistance, forecasting, and chemical control of bacterial leaf blight of rice in Korea since 1964.

Bacterial leaf blight of rice became a major disease in Korea since 1960. A correlation was found between the annual increase of epidemics and increase of cultivation area of susceptible varieties, Jinheung, Keumnampung etc. Areal damage within the country showed that the more was at southern province, Jeonnam, Gyeongnam and western coast, and at flooded rice paddy. Yield reduction directly related with the amount of infection on upper leaves at heading stage. Fifty per cent of reduction resulted when the lesion area was more than 60 per cent. Less than 20 per cent of lesion area, however, was not affected so much on yield loss

One hundred and six isolates collected from all over the country were classified as 8 strains by using 4 different bacteriophages in 1973. It was, however, only two in 1965. There were some specificities on varietal distributions among the strains such as that the Jinheung attacked mainly by strain A,B,C and I, those attack Kimmaze were A,B,H and I. Most strains were found from Tongil except D and E, whereas Akibare was only variety that attacked by strain E.

Low temperature, high humidity, heavy rainfall and insufficient daylight favored the disease epidemics. Especially, typhoon and flooding at heading stage were critical factors. The earlier transplanting the more disease was resulted, and more nitrogen fertilizer application accelerated the disease development in general.

The resistance to the disease varied by growing stage of the same plants. All of recommended varieties in Korea were susceptible to the disease except Norin No. 6 and Sirogane which moderately resistant.

The pathogen, *Xanthomonas oryzae*, was detectable from extract of healthy seedlings that were grown in the field with an heavy infection previous year. The more bacteriophage in irrigation water resulted the more disease outbreak, and the existence of more than 50 bacteriophages in 1 ml. of irrigation water were necessary to initiate the disease outbreak. The curves representing occurrence of bacteriophages and disease outbreak were similar with 15 days interval. The survey of bacteriophage occurrence can be utilized in forecasting of the disease two weeks ahead of disease outbreak.

Three applications of chemicals, Phenazin and Sangkel, in weekly intervals at the early satage of outbreak depressed the symptom development, and increased yield by 20 per cent. Proper period for the chemical application was just before the number of bacteriophage reaches 50 in 1ml. of irrigation water.

* 農振廳 農業技術研究所 : Institute of Agricultural Science, Office of Rural Development, Suweon, Korea

I. 緒 言

벼 흰빛잎마름병(白葉枯病, bacterial leaf blight)은 우리나라 벼의 生育 期間中에 發生하는 唯一한 細菌病으로서 우리나라 뿐만 아니라 日本 및 東南亞一帶의 水稻作 栽培地域에 널리 分布하며 水稻의 重要病害로 取 扱되어 이에 대한 抵抗力品種 育成에 큰 比重을 두고 있다. 日本에서도 從來에는 暖地病害로서 九州 및 四國地方에서 重要視 되어 왔으나 近年에 와서는 거의 全國적으로 分布 發生 되고 있다^{10, 11, 13, 43, 46, 65}.

우리나라에서는 1930年 全南 海南郡에서 처음으로 發見⁷⁴이 된 후 30餘年間 거의 問題된 적이 없었으나, 1960年代를 基點으로 하여 漸次 發生面積이 擴大되어 1971년에는 全國 水稻 栽培面積의 約 4%가 이 病으로 因해 크게 被害를 받게 됨으로써 主要病害의 하나가 되었다. 이와 같은 原因은 單位面積當 生産量을 올리기 爲하여 多肥, 密植, 早植 및 外國과의 種子交換 및 導入이 活潑히 이루어져 本病의 發生樣相을 크게 變動시켰기 때문이라 하겠다.

1960年代初에 多收穫品種 이면서 本病에 對하여 罹病性인 金南風이 日本으로부터 導入되어 全南 地方을 爲始하여 南部地方에 栽培 普及 되었고 또한 中北部地方에서도 罹病性인 振興品種의 普及으로 거의 一時에 全國적으로 本病의 發生을 擴散시켜 놓은 가장 重要한 要因이라고 본다. 特히 低位 浸水地帶 및 海岸地帶에는 그 被害가 甚하였으며 또한 罹病性品種인 統一의 栽培 擴大는 더욱 本病 防除의 重要性을 뒷받침하게 되었다^{5, 37, 47, 49}.

本病은 細菌 *Xanthomonas oryzae* (Uyeda & Ishiyama) Dowson 에 依해서 感染 傳播되는 導管病이기 때문에 發病 進展이 빠르고 藥劑防除에 依한 防除效果面에 있어서도 糸狀菌에 依한 病害보다도 低下되는 傾向이 있어 아직도 本病 防除을 爲한 優秀農藥의 開發이 아쉬운 實情이다.

이와같이 本病은 여러가지 複合된 原因 등으로 因하여 近來에 와서 問題視 되었고 또한 防除도 어려워 1960年代 以前까지만 해도 우리 나라에서는 이에 對한 研究業績이 全無하여 本病에 對한 綜合的 防除對策의 一環으로서 被害, 病原菌의 分布, 特徵, 發生豫察, 發病環境 및 藥劑防除 등에 關하여 1965年 부터 1974年 까지 約 10個年에 걸쳐 研究하여온 結果를 記述한 報告文이라 하겠다.

本研究 遂行을 위하여 끊임없는 指導 鞭撻과 論文作成을 指導하여 주신 忠南大學校 農科大學 朴鍾聲教授, 서울大學校 農科大學 鄭厚燮, 趙鏞涉 兩博士에게 感

謝를 올린다. 아울러 研究의 機會를 주신 農村振興廳長 金正煥博士, 前農業技術研究所長 金泳燮博士, 農業技術研究所長 李正行博士, 病理研究擔當官 鄭昌朝博士에게 衷心으로 感謝를 드리며 끝으로 本研究가 遂行되기 까지 實驗調査 成績整理를 도와준 崔基哲博士와 論文作成을 도와준 金政和 朴昌錫 兩碩士를 비롯하여 病理研究 擔當官室 研究員들의 아낌없는 聲援에 謝意를 表한다.

II. 研究史

벼 흰빛잎마름病 研究의 初期인 1907年에 西田⁶⁰ 등은 本病이 寄生性 疾病이 아니고 土壤酸性에 依한 生理的 病害라고 하였으며 그 후 1909年 高石⁷³도 처음에는 酸性障害로 보았으나 더욱 상세한 研究끝에 被害葉에서 細菌의 集塊를 發見 함으로써 本病이 細菌에 依한 寄生性 病害임을 알게 되었다. 1911年에 卜藏⁴은 被害葉으로 부터 一種의 黃色細菌을 分離하여 *Bacillus oryzae* Hori et. Ishiyama 라고 命名하였으나 그 후 繼續해서 病原菌의 諸性質, 傳染經路 등이 밝혀짐으로써 細菌病이라는 것이 再確認 되었다. 1923년에는 曾我⁶⁶ 등은 本病의 分布狀態, 被害狀況, 發病誘因, 品種의 抵抗力 및 防除對策에 關한 調査를 實施한 바가 있다.

우리나라에 있어서는 처음으로 1930年에 武內⁷⁴가 全南 海南地域에서 發見 報告 하였으나 그 후 1960年 以前까지는 被害가 輕微하였으므로 이에 關한 報告는 거의 없었다.

이病은 日本이나 其他 東南亞細亞 地域에서는 못자리 末期에서 부터 이미 나타나지만^{53, 55, 69, 86} 李²⁷ 등의 研究에 依하면 우리나라에서는 幼苗期에는 潛伏狀態로 있을뿐 病徵이 發現되지 않고 普通 本畝期의 分蘖期以後에 病徵이 나타난다고 하였다. 또한 日本의 南部地方이나 인도네시아, 말레이시아^{9, 10} 등지에서 볼수 있는 所謂 急性萎凋徵狀(Kressek)은 우리나라에서는 아직 報告된바 없다. 그러나 우리나라에서도 6月下旬 또는 7月上旬에 일찍 豪雨가 와서 곳곳에 浸水되는 곳이 많을 때에는 7月上旬부터 일찍 發病되어 被害도 크지만 發病이 적은 해에는 普通 7月下旬부터 發病하기 始作하고 그 후의 進展狀態도 완만하여 被害도 적다고 하였다. 그러므로 우리나라에서 被害가 甚한 해에는 豪雨가 일찍 와서 發病이 빠르고 7·8월에 颱風의 頻度가 많고 低溫多濕, 日照不足인 때에 被害가 甚하다고 한다^{7, 33, 39, 49, 61, 85}.

이 病의 被害査定에 關한 研究中에서 桐生³⁹ 등은 罹病性品種인 十石을 供試하여 調査한 結果, 發病이 빠를수록 減收에 미치는 影響이 크며 일찍 發病한 것에

는 35%의 減收를 招來하였다고 하였으며, 井上⁸⁾ 등은 發病型과 減收率과의 相關을 맺어 1·2·3·4·5型으로 區分하여 各各 5%, 15%, 20%, 25%, 35%로 尺度를 만들었고 最高減收를 招來한 때에는 40% 内外라고 報告하였다. 李⁴³⁾ 등에 依하면 우리 나라에 있어서 本病의 發病은 빠른수확 被害가 크며 出穗期에 發病程度別로 區分 調査하여 減收率을 調査한 結果, 最高 40% 까지 減收가 되었다고 하였으며 또 一般農家 圃場에서 7月初에 浸水되고 그후의 被害가 急激히 進展되었던 1971년에는 罹病性品種인 振興等은 50% 以上の 被害가 있었음도 報告하고 있다.

이 病을 일으키는 病原菌 *Xanthomonas oryzae* 는 0.55~0.75×1.35~2.17 μm 程度의 짧은 桿菌으로 培養基에서 보다 寄主體內에서는 약간 작은 크기이며,⁸⁵⁾ 1個의 긴 鞭毛를 가지고 있다. 只今까지의 研究結果로 보면 이 菌은 젤라친을 液化시키지 못하고 窒酸도 利用하지 못하며 약간의 硫化水素개스를 生成하나 Ammonia 나 Indol 은 生成하지 않으며 여러가지 糖類를 利用하여 개스나 酸을 形成하지 않는다고 하였으나³⁾ 恒常 一定한 傾向을 보이지는 않으며 특히 젤라친液化, Ammonia 生成, 糖類의 利用等은 學者에 따라 많은 見解差異를 보이고 있다.^{6, 56, 61)} 現在까지 이 病菌의 培養을 爲한 培地가 考案되었으나 Wakimoto⁷⁹⁾가 考案한 감자 半合成培地가 가장 좋았으며, 單細菌 分離培地로는 EDTA-Fe를 加한 合成培地가 가장 좋았다⁶⁷⁾.

또한 病原細菌의 系統을 區分하려는 努力이 여러가지로 試圖되었으나 그중 代表的인 것이 病原性에 따른 分類^{30, 41, 61, 82)}와 Bacteriophage의 溶菌型에 따른 分類^{5, 42, 47, 79)} 方法인데 우리나라에서는 4가지 Phage를 日本의 農業技術研究所에서 分離받아^{15, 72, 73)} 우리나라에서 分離된 病菌을 分類한바 있다^{5, 47)}. 그밖에 필리핀, 印度, 臺灣 및 其他 東南亞 諸國家에서도 그나라에 分布되어 있는 病原菌을 純粹 分離同定하고 Phage에 依한 系統을 區分하고 있다.

이 病의 發病條件으로는 氣象的인 要因이 가장 크게 左右된다고 하였는데 鐵塚⁴⁵⁾는 7월에 200 mm 以上の 비가 오고 平均氣溫이 24°C 以上 일때 發病이 많았다고 하였으며, 後藤⁸⁾ 등은 8월과 9月上旬의 氣溫이 높고 많은 降雨과 颱風 및 日照不足 등이 따르면 이 病은 크게 誘發시킨다고 하였고 李^{48, 49)} 등은 罹病性品種, 浸水, 颱風과 日照不足等을 強調하는 한便 耕種的인 面에서 地下水水位가 높고 排水가 不良하여 쉽게 浸水되는 논이 被害가 크다고 하였다^{33, 47, 71)}. 한便 초가을에 안개가 짙게 끼는 山間이나 湖水 近處⁸⁶⁾, 및 酸性土壤에서 많이 發生한다는 報告가 있다^{18, 33, 34, 49, 67)}. 三要素의

施肥가 均衡을 이루지 못하였을때 發病되기 쉽다^{4, 32, 37)} 특히 窒素를 過用하면 發病이 促進된다고 하였다^{32, 37, 53, 66)}.

品種의 抵抗力에 關係서는 只今까지 우리나라 및 東南亞細亞 諸國에서 育成한 生産力이 높은 優秀한 品種들은 大部分이 이 病에 罹病性이다^{20, 22, 23, 24)}. 本病에 對한 抵抗力을 檢定하기 爲한 方法으로서 吉田, 向⁷⁹⁾ 등은 單針 및 多針接種法을 使用하였고 吉村⁸⁷⁾ 등은 幼苗 또는 成稻에 細菌 浮遊液을 噴霧接種 시키거나 幼植物의 뿌리를 細菌 浮遊液에 담그는 方法도 使用하였다. 이러한 人工 接種法은 모두 自然狀態下에서의 品種反應과 거의 같았으며 最近까지 많은 育種家들 및 病理學者들이 널리 使用하고 있다. Kauffman³⁶⁾은 最高分蘗期 以後에 있을 病原菌이 묻어있는 가위로 잘라서 接種시켜 한꺼번에 많은 品種 및 系統들을 效果의으로 接種시키는 方法을 考案하였다. 위의 方法들에 依하여 韓國에서는 1965年 부터 繼續하여 獎勵品種 및 育成系統들에 對한 抵抗力 檢定을 實施하고 있으며 1973年 부터는 國際米作研究所에서 供試한 種子에 對하여 抵抗力을 檢定함으로써 國際的인 共同研究가 實施되고 있다.

本病의 初發이 빠른 때에는 一般的으로 後期の 發病程度나 被害도 크며, 生育後期の 氣象環境에 依하여 年次間的 變動이 甚하기 때문에 發生豫察의 正確性을 期하기는 매우 어려운 것이다. 그러나 本病의 發生豫察法이 많이 研究되어 왔는데 罹病性品種을 栽植하고 窒素質肥料을 増施하여 못자리때 부터 觀察하여 初發 및 發病 進展程度를 豫察하였고^{7, 8, 38)} 7·8月の 氣象狀況, 특히 本畝의 浸水, 豪雨, 日照不足, 低溫, 颱風 等の 頻度等에 關하여 豫察을 企圖하였었다^{7, 8, 38)}.

近年에는 灌溉水中의 Bacteriophage 量의 變化에 따른 病原菌量을 豫察하는 方法으로 灌溉水路나 논물, 水源池, 河川을 調査하여 病發生과를 關聯짓기도 한다^{61, 68, 69, 86)}.

從前까지 耨도液이나 銅劑 等은 使用하여 多少의 防除效果를 認定하였으나 때로는 藥害를 이르게 減收를 招來하는 경우도 있었다^{4, 15, 46, 66)}. 그후 1950年代에 에서는 稻熱病防除에 많이 使用되는 水銀劑에 對한 防除效果를 널리 檢討한 結果³⁸⁾ 이들이 對한 意見은 서로 一致하지 않으나 大體로 增收된다고 하는 報告가 많다 그후 1955年頃 부터는 醫藥用으로 使用되어온 抗生劑가 많이 檢討되었는데, 특히 Streptomycin 誘導體는 藥効보다도 稻體의 澱粉蓄積과 移動을 妨害하고²⁾, Mg의 吸收를 阻害한다는 缺點이 있다고 한다⁵⁹⁾.

近年에는 合成農藥으로 Sankel, Phenazin, Cellodion

및 Cellocidin 等이 널리 사용되어 왔지만 어느 것이나 一般糸狀菌 病害防除 藥劑만큼 刮目할만한 防除効果는 거두지 못하였으며 正確한 發病豫察에 따른 適期 藥劑 撒布만이 發病菌을 多少 抑制할수 있다고 했다.

Ⅲ. 材料 및 方法

1. 被害調査

가. 發生面積

1965年 부터 1974年 까지 全國 農村指導所에서 定期的으로 報告된 病虫害 發生面積을 集計하여 道別 및 全國의 年次別 흰빛잎마름病 發生面積과 發生 進展 趨勢를 살펴 보았다.

나. 被害解析

出穗期の 發病程度와 收量과의 關係를 究明코자 1966年 前年度에 發病이 甚했던 京畿道 華城郡 安龍面의 水原 151號가 植栽된 一般農家 圃場에서 區當 10株式 止·次·三葉에 나타난 病斑面積率과 收量과의 關係를 分析하여 相關 및 回歸式을 求하였다. 調査基準은 止·次·三葉의 病斑面積率에 따라 病害等級을 無·少·中·多·甚으로 5區分하여 井上⁶¹⁾ 式에 準하여 發病率과 減收率과의 關係를 解析 하였다.

被害等級	無	少	中	多	甚
病斑面積率	0	1~10	11~25	26~50	50以上
發病指數	0	1	3	5	7

$$\text{發病率(\%)} = \frac{\text{少} \times 1 + \text{中} \times 3 + \text{多} \times 5 + \text{甚} \times 7}{\text{調査株數} \times 7} \times 100$$

2. 病原菌

가. 生理的 性質

1) 病原菌分離

罹病葉의 병든 部分을 1×0.5 cm 程度로 切斷하여 70% 알콜에 30秒, 昇汞水(1000×)에 1分間 浸漬 表面消毒을 한다음 殺菌蒸溜水로 數回 씻어 내고 여과지로 물을 除去한후 Wakimoto의 감자半合成培地 平板上에 꽂아 28°C 定溫器에서 48時間 培養 시켰다가 試料 周邊에 形成된 細菌 코르니를 斜面培地에 옮기고 다시 희석 培養에 依하여 單一 코르니를 本試驗의 供試菌으로 使用 하였다.

2) 供試菌株

本試驗에 使用된 菌株은 다음 表에서 처럼 필리핀의 國際米作研究所에서 分壤 받은 2 菌株와 日本 北陸農業試驗場에서 分壤 받은 H-5809 및 水原에서 1968~70年 사이에 各品種으로 부터 分離한 7個 菌株를 供試 하였다.

3) 使用한 炭素源의 種類

基礎培地로서 페프톤培地(페프톤 5g, 蒸溜水 1000cc)

를 使用 하였으며 單糖類(Glucose, Galactose), 二糖類(Saccharose, Lactose), 三糖類(Raffinose), 多糖類(Dextrin, Starch), 多價알콜(Mannitol) 및 倍糖體(Esculin, Saicin) 等을 1%式 加하여 實驗 하였다.

Origin of isolates used in the study

Isolates	Origin			
	Country	Area	Host var.	Year
S-103	Philippine	IRRI	—	68
S-20	Philippine	IRRI	—	68
H-5809	Japan	Hokuriku	—	68
K-68	Korea	Suweon	Kumnampung	68
K-69	"	"	Shinpung	69
K-70-1	"	"	Jinheung	70
K-70-2	"	"	Suweon 216	70
K-70-3	"	"	Chianung 242	70
K-70-4	"	"	Caloro	70
K-70-5	"	"	IR 8	70

4) 生理的 反應調査

Gelatin 液化, 硫化水素의 生成, Ammonia 生産. Indol 生成, 硝酸鹽還元, 澱粉의 糖化作用, Voges-proskaur, Methylred Test, 牛乳의 凝固. Litmus Milk, Methylene blue 還元 및 過酸化水素의 反應等은 Pelczar⁶¹⁾의 方法에 依據 調査 하였다.

나. Bacteriophage에 依한 系統分類

全國 各地의 여러가지 水稻品種 가운데 병든 잎을 採集하여 病原細菌을 分離한 다음 日本 農業技術研究所에서 分讓받은 4個의 Phage (OP₁, OP_{1h}, OP_{1h2}, OP₂)를 使用하여 나타나는 溶菌型의 差異에 따라 系統을 分類하였다. 各菌株는 Bacteriophage의 溶菌反應을 實驗하기 4日前에 새로운 培地에 옮겨서 生育이 旺盛하고 活性이 큰 少量의 細菌을 殺菌水로 희석하여 溶菌된 Wakimoto 半合成培地(45~50°C)와 섞어서 페트리접시 全面에 菌이 고루 자라도록 하였다. 培養基가 充分히 굳은 다음에 白金耳로서 4個의 Phage를 各各의 菌株마다 接種시켜 28°C에 24時間 지난 다음 Phage에 依하여 나타난 溶菌型에 따라 分類 하였다.

다. 水稻品種別 系統分類

1965年~1971年에 걸쳐 全國 各地에서 採集한 잎에서 分離한 菌株를 品種別로 Phage에 依하여 分類 하였다.

3. 發病環境

가. 氣象과 發病

며 흰빛잎마름病이 異例의으로 大發生한 京畿道 水

原의 1971 年의 氣象狀況과 發病과의 關係를 알아보기 위하여 7, 8, 9 月의 平均氣溫, 濕度, 降雨量 및 日照時數를 年平均值와 比較하였다.

나. 浸水時間과 發病

京畿道 平澤郡 浦升面의 浸水畝 가운데 浸水되었던 時間을 12 時間未滿, 24 時間 以上 및 48 時間 以上으로 區分하여 浸水時間과 發病과의 關係를 栽培品種別로 調査하였고 3 坪當 減收量을 調査하였다.

다. 移秧時期와 發病

1965 年 發病이 甚하였던 全南 3 個郡의 一般農家圃場에서 移秧時期를 早植(6 月 20 日 以前 移秧), 普通植(6 月 21 日~6 月 30 日 移秧) 및 晚植(7 月 1 日 以後 移秧)으로 區分하여 移秧時期에 따른 發病差異를 調査하였다.

라. 施肥와 發病

圃場에서 統一과 振興을 供試하여 磷酸과 加里質肥料를 標準보다 2 倍 水準으로, 即 10 a 當 磷酸은 統一 10 kg, 振興 6 kg, 加里는 統一 12 kg, 振興 8 kg 式 施用하면서 空素質肥料를 統一에는 8, 13, 18 kg, 振興에는 8, 11, 14 kg 으로 增施하여 成熟期에 發病率을 調査하였다.

4. 品種의 抵抗力

가. 抵抗力 檢定方法

統一, 農林 6 號等 8 個品種을 供試하고 前年度에 各地에서 分離한 44 個 菌株를 接種하여 病原性이 가장 높은 K71-3 을 檢定用 菌株로 選拔한 다음 이를 다시 8 月 26 日 統一에 針接種, 噴霧接種 및 가위 接種 하여 5 日, 10 日, 15 日後 擴大된 病斑 長이를 測定하여 抵抗力檢定을 爲한 效率의인 接種法을 알아 보았다.

나. 病原細菌의 噴出狀況과 抵抗力

供試品種으로 統一과 振興을 使用하여 病原細菌을 針接種 및 加위 接種한 다음 幼苗期와 分蘖期에 各各 接種地點으로부터 3, 6, 10 cm 되는 部位의 組織內에서 病原細菌의 噴出型과 數를 150 倍 顯微鏡下에서 調査하여 病原細菌의 增殖狀態에 依한 抵抗力檢定の 可能性 與否를 살펴 보았다.

이때 噴出型은 細菌噴出이 極히 적고 無色인 것과 噴出이 多少 많고 褐色인 것과 噴出이 極히 많아 黑褐色인 것으로 區分 調査하였다.

다. 主要品種의 抵抗力檢定

1) 主要栽培品種 및 育成系統의 抵抗力 比較

1967 年부터 1971 年까지 5 個年에 걸쳐 우리나라에서 많이 栽培되고 있는 18 個 品種에 對하여 溫室內에서 幼苗接種 圃場에서 出穗期에 人工接種 및 自然發病率을 調査하여 本病에 對한 品種間의 抵抗力을 比較

하였다.

溫室에서는 品種別로 포트에 30 粒式 심어서 7 葉期에 單針接種하고 圃場에서는 止葉期에 多針接種하여 各各 15 日後 進展된 病斑長이를 測定하였다. 病斑長이가 1 cm 以下인것을 抵抗力, 1.1~3 cm 인 것을 中度 抵抗力, 3.1 cm 以上으로 進展된 것을 罹病性으로 判定하였다.

5. 發生豫察

가. 못자리에 있어서의 Bacteriophage 에 依한 發病豫察

前年度 發病되었던 논에 設置한 3 個 못자리와 發病이 없었던 3 個 못자리에서 4~5 葉期の 모를 1 못자리 당 10 株式 採苗하여 殺菌蒸溜水를 加하여 磨碎한 다음 液體培地를 加하고 Phage 液을 加하여 振湯한 다음, 遠心分離器로 6000 rpm 에서 15 分間 廻轉시켜 찌꺼기를 沈澱시키고 即時 上₁液을 採取, 그 一部는 미리 培養해 놓은 病菌(10⁷)과 混合하여 平板培養하고 이때 나타난 溶菌斑을 比較區로 했다. 한便 上₁液을 28°C 恒溫器에 6 時間 放置하였다가 6000 rpm 에서 10 分間 再 廻轉시켜 이들 上₁液을 採取하여 위의 方法으로 Phage 의 溶菌斑數를 세어 試驗區로 하였다.

나. Bacteriophage 의 發生消長과 發病과의 關係

水原과 華城郡 安龍面에서 前年에 發病이 甚했던 곳과 發病이 없었던 곳 등 各各 4 個地點을 擇하여 5 月 부터 旬別로 落水期까지 調査하여 平均을 求하였다.

試驗管에 논물을 採取하여 一定量을 遠心分離器 6000 rpm 에서 10 分間 廻轉시킨後 上₁液 1 cc 式을 殺菌된 피펫을 使用하여 採取하고 미리 培養해 놓은 病菌浮遊液(10⁷) 3 cc 와 섞어서 Wakimoto 半合成培地와 함께 페트리 접시에 平板으로 굳히고 28°C 定溫器에 24 時間 두었다가 나타나는 溶菌斑數를 調査하였다. 發病率은 논물 採取地點의 논에서 初發日인 7 月 26 日부터 定期的으로 6 회에 걸쳐 調査하였다. Bacteriophage 의 檢出量과 15 日後의 發病과의 關係는 病原菌의 潛伏期關을 감안하여 灌溉水中에서 檢出된 Phage 의 量과 15 日後의 發病率을 調査하여 相關을 求하였다.

6. 藥劑防除

가. 藥効比較

京畿道 華城郡의 常習發病畝에서 振興을 供試하여 웨나진(Phenazin-5-oxide 700 倍), 상케루(Dimethyl-dithiocavamic acid Nickel 65% 500 倍), 세로지은(3-Benzylidiamin-4-phenyl thiasmline 50% : 500 倍), 다이센스텐레스(Dithanstenless 50% 700 倍) 등의 供試藥劑를 8 月 1 日부터 1 週 間隔으로 3 回 撒布한 後 最終 藥劑 撒布日로부터 1 週日 뒤에 各各 30 株式 止

次·三葉의 病斑面積率을 調査하였다.

이어서 10月 11日에는 各區當 9.9m²에 對한 收量 調査를 實施하였다.

나. Bacteriophage 發病消長을 利用한 藥劑防除效果

灌漑水中의 Bacteriophage의 發生消長을 調査하여 溶菌效數가 38個일때, 245個일때, 469個일때, 各各 1回式 畝나진 700倍를 撒布한것과 38個와 245個일때의 2回 및 3回 모두 撒布했을 때의 發病率을 調査하였다.

IV. 試驗結果

1. 被害

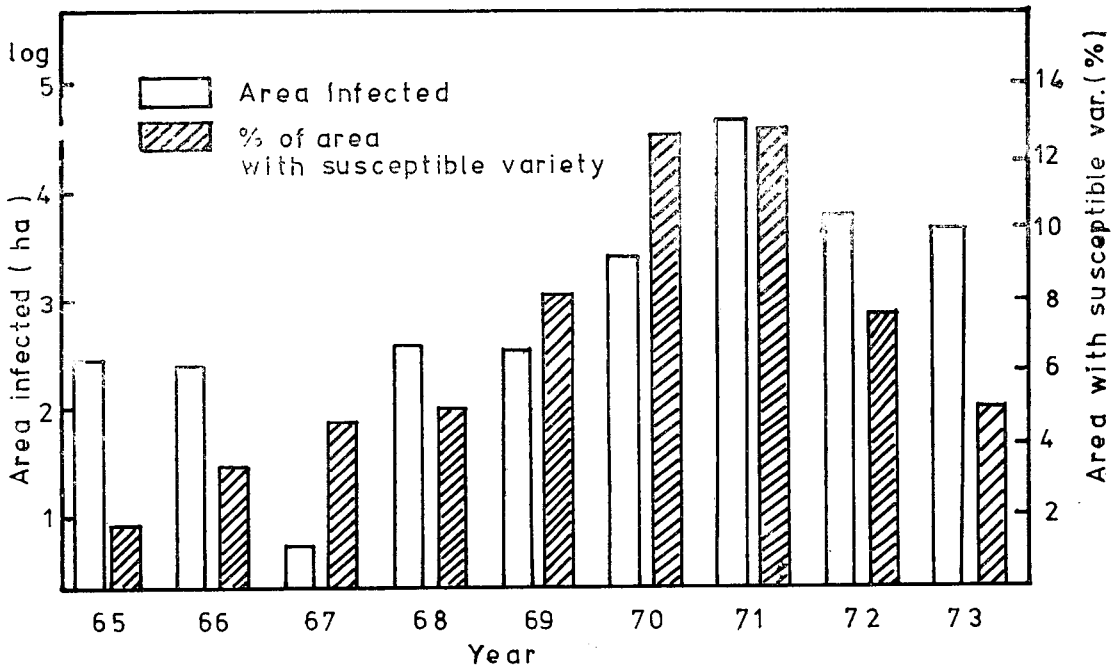


Fig. 1. Annual occurrence of bacterial leaf blight of rice and per cent area planted with susceptible varieties, Jinheung and Kimmaze, during the period of 1965-1974 in Korea

나. 被害解析

出穗期에 이르러 水原 151號의 止葉·次葉·三葉에 나타난 病斑面積率과 收量과의 關係는 그림 3에서와 같이 높은 負의 相關($r = -0.996^{**}$)이 있으며 病斑面積率이 20% 以下로 적을 때에는 收量에 큰 影響을 미치지 않았으나 60%가 되면 45.9%의 減收를 招來하였다.

2 病原菌

가. 生理的 性質

炭素源에 對한 10個 供試菌株의 糖分解反應을 보면

가. 發生面積

1965년부터 1974년까지 最近 10年間의 全國 農村 指導所에서 調査한 벼 흰빛잎마름病 發生面積을 集計하여 보면 그림 1과 같이 1965년에 296 ha였던것이 1969년까지는 別다른 增加를 보이지 않았으나 1970年 起부터 增加하여 1971년에는 39,186 ha로서 最高를 나타냈고 그후에도 높은 發生을 보이고 있다. 이러한 發病增加 趨勢의 原因에 對하여 罹病性品種인 金南風 및 振興의 栽培面積 擴大와 發病面積 擴大間에는 5% 水準의 有意性이 있음을 알 수 있었다 (그림 2). 한편 지난 4年間의 地域別 發生分布를 表 1에서 보면 全南 및 慶南 等 南部 海岸地方이 單然 많았고 忠南, 京畿 等 西海岸地方의 順位로 많았다.

모든 菌株가 glucose, galactose는 分解하였고, lactose, dextrin, starch는 分解하지 못하였으며 saccharose, raffinose, mannitol, esculin, salicin 等の 炭素源에서는 菌株間에 差異가 있었다. 그리고 菌株에 따라서는 제라친 液化程度에 差異가 있었으며 K-70-3 菌株가 다른 菌株보다 많이 液化시켰다. 其他 硫化水素는 培養 2日부터 發生하여 接種 5日後에는 鉛糖紙를 모두 黑變시켰으며 菌株間의 差異는 認定할수 없었다. 10個菌株 모두 硝酸鹽을 還元시키지 않았고 Indol도 生成하

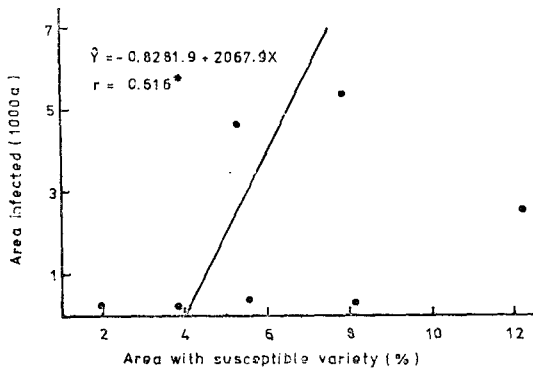


Fig. 2. Correlation between the diseases epidemics and cultivation area of susceptible varieties Jinheung and Kimmaze during the period from 1965 to 1973

Table 1. Annual occurrence of bacterial leaf blight in each province in Korea during the period of 1971-1974 (unit : ha)

Province	Infected area (ha) in the year of:			
	1971	1972	1973	1974
Gyunggi	1,192.3	281.2	837.8	1,271.4
Gangweon	14.2	1.9	3.2	10.5
Chungbuk	418.7	266.2	197.4	312.7
Chungnam	5,714.0	304.2	420.3	1,282.7
Jeonbuk	560.0	284.1	458.7	284.3
Jeonnam	20,086.0	1,479.6	858.4	1,408.6
Gyungbuk	281.9	133.4	731.8	1,025.2
Gyungnam	10,925.5	2,652.9	1,128.1	2,225.2
Jeju	3.5	9.5	24.4	312.9
Total	39,186.8	5,415.2	4,660.5	8,133.5

Table 2. Physiological characteristics of 10 isolates of *Xanthomonas oryzae* collected from various parts of the country

Characteristics	Isolates									
	S-103	S-20	H-5809	K-68	K-69	K-70-1	K-70-2	K-70-3	K-70-4	K-70-5
Gelatin liquefaction	-	±	+	±	++	+	++	+++	++	+
Esculin	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+
Mannitol	-	+	-	+	-	±	-	-	+	+
Raffinose	-	-	±	+	-	+	-	+	-	-
Salicion	-	+	-	-	+	+	-	-	-	±
Saccharose	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-

+: Positive

-: Negative

±: Variable

a: The other characteristics were similar to those of Muko et al. with no differences among the isolates tested.

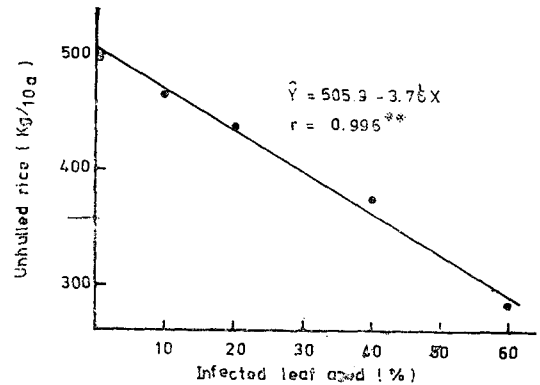


Fig. 3. Effect of the diseases on yield loss of rice when the correlation between per cent lesion area from flag, second and third leaf, and final yield was expressed on regression line

지 않았으나 암모니아는 생성하였다. Diastase 分解作用, Voges-proskauer 反應 및 Methyl red 還元反應에서도 모든 菌株가 다같이 어떤 反應도 보이지 않았다. 牛乳의 응고 및 리트마스牛乳에 있어서는 消化 및 응결을 認定할수 없었다. Methylen blue 還元試驗에서는 各 菌株 多같이 還元시켰으며 菌株間의 還元能力의 差異는 약간 認定할 수 있었다. 또한 過酸化水素 反應은 모든 菌株가 다같이 陽性을 나타냈다.

나. Bacteriophage에 의한 系統 分類

1965년부터 全國에서 採集, 分離한 總 106 個 菌株 (1965年 30, '72年 41, '73年 35)를 Bacteriophage의 溶菌反應에 따라 分類한 結果 表 3에서와 같이 9 個 系統으로 나눌수 있었다. 이 가운데 A·B·C·D·E 다섯 系統은 日本 農業技術研究所에서 採擇한 分類方式에 따라 命名한것이고 나머지 F·G·H·I 系統은 本 試驗結果에서 命名한 것이다. I 系統이 27 個로서 가장 많았고 다음이 B, A, F 系統의 順位였다.

1965년에 최초로 전국 7개 지역에서採集한 30菌株을 對象으로 한 試驗에서는 B, I 두가지 系統뿐이었으나 漸次 해를 거듭하면서 系統 또한 多樣化되고 있었다.

Table 3. Bacteriophage-type reactions of 106 isolates of *Xanthomonas oryzae* from all over the country when the isolates were exposed to four different bacteriophages

Strains	Lysotypes				Number of isolates
	OP ₁	OP _{1h₂}	OP _{1h₂}	OP ₂	
A	+	-	+	+	18
B	-	+	+	+	24
C	-	-	-	-	12
D	-	-	+	+	0
E	-	-	-	+	2
F	-	+	+	-	12
G	+	+	+	-	3
H	+	-	+	-	8
I	+	-	-	+	27
Total					106

+: Lysis -: No lysis

다. 水稻 品種別 系統 分布

品種에 對한 病原菌 系統間의 特異性을 알기 위하여 振興外 12 品種으로부터 分離된 82 菌株에 對한 系統을

調査한 結果 I, B, A, C 型의 順位로 分布 頻도가 높았다. 이들 品種中 統一은 다른 品種에 比하여 7 系統의 比較의 많은 系統이 分布하고 있었으며 그중에도 A·B 系統의 分布가 많았으나 振興에서는 4 系統中 B, I 系統의 分布가 많았고 金南風에서는 I 系統이 全供試菌株의 75%에 達하였으며 아끼바레에서는 4 系統中 다른 品種에서 볼수없는 E 系統이 半을 차지하였다.

3. 發病環境

가. 氣象과 發病

氣象과 發病과의 關係를 살피기 爲하여 가장 發病이 甚했던 1971年 京畿道 水原의 氣象狀況을 그림 4에서 分析하여 보면, 먼저 平均氣溫이 發病期인 7·8·9월에 平年보다 繼續 낮았으며 濕度 또한 平年보다 約 10% 程度 높아서 發病에 좋은 條件이었다. 특히 主要 發病要因의 하나인 降雨量은 發病最盛期인 7月中旬~8月中旬 사이에 平年보다 顯著히 많아서 半旬當 50mm보다 거의 倍가 넘었으며 이로 因하여 低地帶에서는 浸水現象이 일어나서 發病이 甚하였다. 또한 7月下旬의 不足했던 日照時數도 誘發 原因이 되었다. 특히 颱風의 影響은 本病發生과 密接한 關係가 있어서 그림 5에서 보는 바와같이 病的 發生은 颱風의 通過地域과 거의 비슷하였다.

나. 浸水과 發病

1971年 7月初에 豪雨로 浸水되었던 京畿道 平澤郡 浦升面에서 浸水된 時間別로 나누워 成熟期에 發病率

Table 4. Varietal distribution of phage-type strains of *Xanthomonas oryzae* in Korea (1971)

Varieties	Number of strains isolate									Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Jinheung	2	6	2	-	-	-	-	-	6	16
Kumnampung	1	1	-	-	-	-	-	2	12	16
Tongil	4	3	6	-	-	2	1	1	1	18
Chunbonuk	2	-	-	-	-	1	-	-	1	4
Shinpung	1	3	1	-	-	1	-	-	1	7
Nonggwang	1	1	-	-	-	2	-	-	1	5
Palgweng	-	1	1	-	-	1	-	-	-	3
Akibare	-	1	1	-	3	1	-	-	-	6
Mangyung	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Milsung	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Norin 6	1	-	1	-	-	-	-	-	1	3
Norin 25	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Norin 29	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Total	14	19	9	0	3	8	1	3	25	82

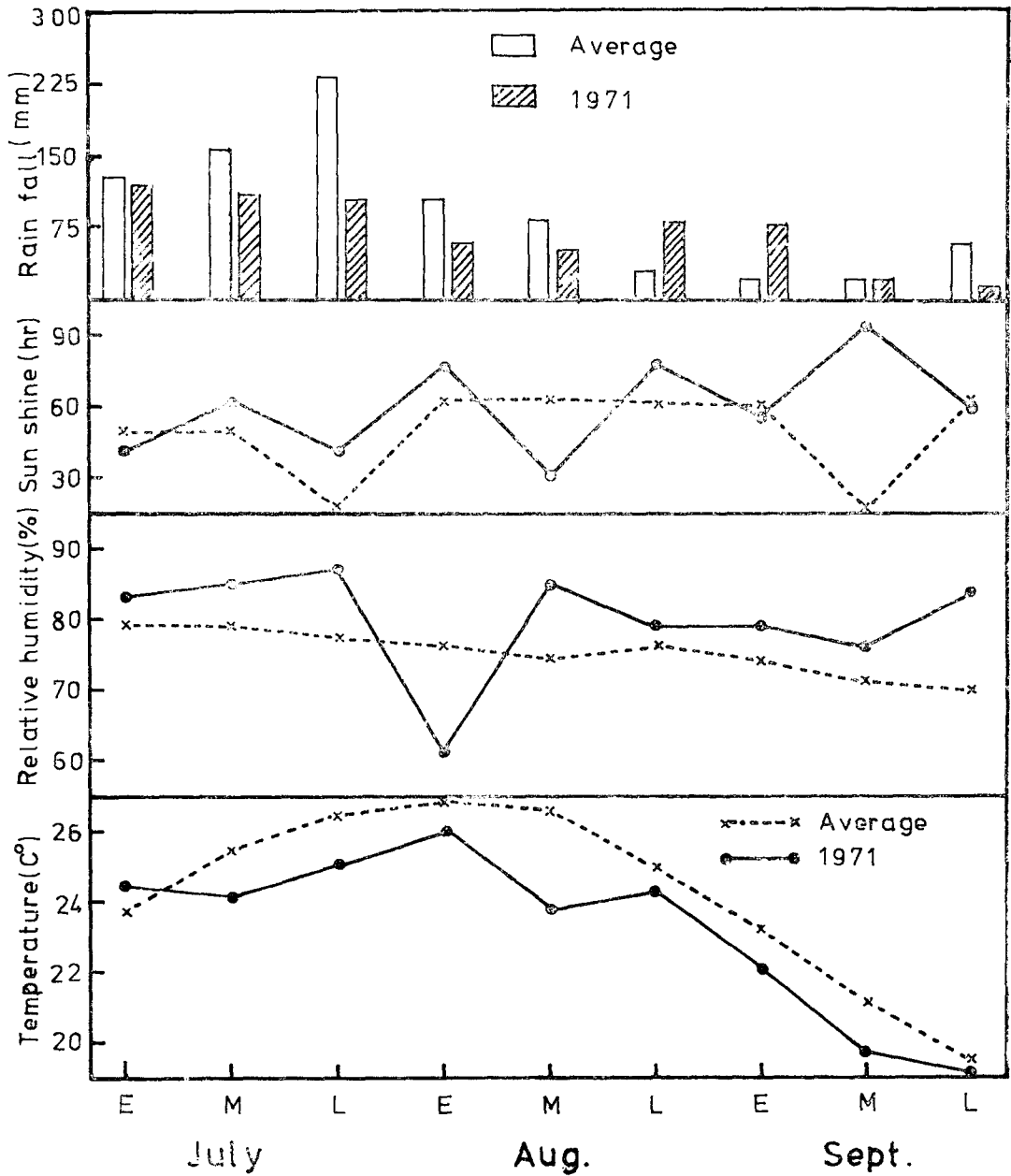


Fig. 4. Comparison of climatic condition of average year and 1971 when bacterial leaf blight epidemics were severe

을調査比較하여 본 結果, 表 5에서 보는 바와 같이 48時間 浸水區에서는 振興에 있어서 發病率 85.4%이었고 浸水時間이 적을수록 被害도 적었으며 아끼바레도 그 傾向은 비슷하였다.

다. 移秧時期와 發病

移秧時期의 早晚과 發病과의 關係를 表 7에서 보면

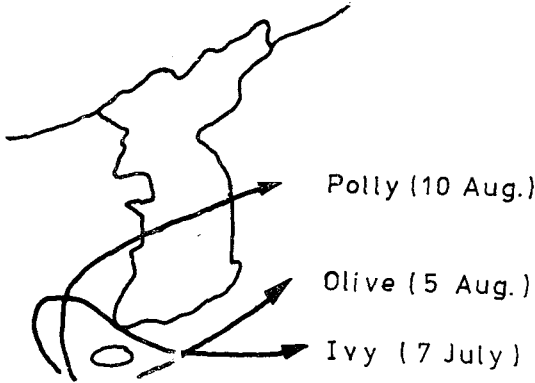


Fig. 5. Typhoons which passed through Korean peninsula in 1971.

Table 5. Relationship between flooding period and disease occurrence at Pyungtaek area in 1971

Flooding period	Per cent of lesion	
	Jinheung	Akibare
More than 48 hrs.	85.4	72.7
24-48 hrs	77.0	31.3
Less than 12 hrs.	34.0	8.8

Table 6. Effect of the disease on the yield loss of Akibare variety when samples were obtained from Pyungtaek area where the plants were flooded during the growing season in 1971

Disease incidence	Weight/10 a		
	Unhulled rice(kg)	Broken rice(g)	1,000 grain weight(g)
Very severe	245	5	17.6
Severe	381	3	18.0
Moderate	452	3	17.8
Light	524	3	19.2
Trace	536	0	20.2

Very severe: More than 50% infection
 Severe: 26-50% infection
 Moderate: 11-26% infection
 Light: 1-10% infection
 None: Less than 1% infection

平均値에서 早植畚이 20.9% 普通 移秧畚 15.0%, 晚植

畚 5.5%로서 早植할수록 發病이 많았으며 특히 이들 3個 地域中에서도 被害가 甚하였던 潭陽에서도 早植畚에서 30.2%, 普通移秧畚 19.5%, 晚植畚 6.7%로서 移秧期가 빠를수록 被害가 많았다.

라. 施肥와 發病

磷酸 加里肥料는 標準 施用量의 2倍 水準으로 施用 하면서 窒素質 肥料를 1, 2, 3倍肥하였을때 表 8에서와 같이 急激히 發病率이 增加하였다. 이것은 統一에서는 標準區에서 14.5%, 倍肥區에서 25.4%, 3倍肥區에서 44.9%였으며 振興에서는 各各 55.6%, 66.7%, 80.4%로서 品種에 關係없이 窒素質 肥料를 増施할수록 發病이 많았다.

Table 7. Effects of transplanting dates on occurrence of bacterial leaf blight on Kimmaze variety under the natural conditions in Jeonnam province in 1965

Location	Per cent infected leaf area of:		
	Early ^a	Ordinary ^b	Late ^c
Damyang	30.2	19.5	6.7
Daejeon	16.2	13.7	5.0
Yungsanpo	16.3	11.8	4.8
Average	20.9	15.0	5.5

a: Early transplanting: Before June 20

b: Ordinary transplanting: From June 21 to June 30

c: Late transplanting: After June 30

Table 8. Effects of nitrogen fertilizer levels on the occurrence of bacterial leaf blight of rice at field conditions

Nitrogen fertilizer level(N*)	Per cent infection on rice variety	
	Tongil	Jinheung
1 N	14.5	55.6
2 N	25.4	66.7
3 N	44.9	84.0

1N: Standard amount of nitrogen fertilizer (8kg/a)

4. 品種의 抵抗性

가. 抵抗性 檢定方法

本病에 對한 效果的인 抵抗性 檢定方法을 모색하기 爲하여 噴霧接種, 針接種 및 가위 接種等 3가지 方法을 使用하여 統一을 供試하여 接種後 5日, 10日, 15日 後에 發病狀況을 比較 檢討한바 가위 接種方法이 其他 方法에 比하여 病徵의 發現이 빨랐고 發病 進展 速度

도 빨랐으며 作業 能率面에서 보더라도 效果的인 方法으로 생각 된다.

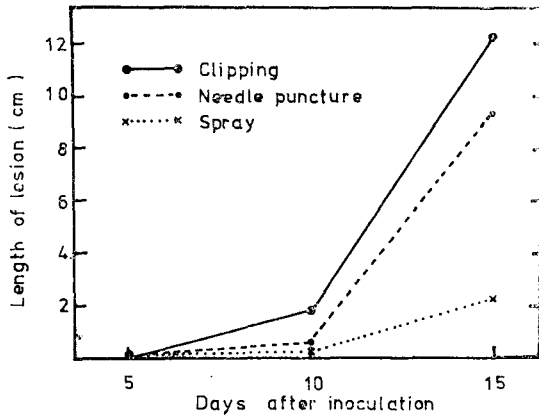


Fig. 6. Effect of inoculation methods on the symptom development of bacterial leaf blight of rice when the same concentration of inoculum was introduced into each of 30 plants by three different methods

다. 病原細菌의 噴出狀態와 抵抗力

品種間의 病原菌의 增殖狀態를 幼苗期와 分蘖期에 接種部位로부터 各各 3, 6, 10 cm 되는 部位에서 調査한 結果를 表 9에서 보면 噴出型에 關係없이 幼苗期에는 振興이 統一보다 細菌增殖이 旺盛하였으나 分蘖期에는 反對로 統一이 振興보다 많이 噴出되었다. 이때에 平均病斑길이 또한 細菌噴出數와 같은 傾向을 나타내었다. 이와같은 結果는 圃場에 있어서의 發病狀態도 같은 傾向으로 發病初期의 病勢 進展은 統一보다도 빠르나 後期の 病勢 進展은 統一이 빠른 傾向이었다.

다. 主要品種의 抵抗力 比較

1) 主要栽培品種의 抵抗力 比較

1967년부터 1971년까지 5個年에 걸쳐 우리나라 主要栽培品種에 對하여 幼苗期 및 出穗期에 人工接種하여 調査하여 본 結果 表 10에서 보여주는 碇과 같이 大部分의 品種이 罹病性이 었으나 그 중에서도 白金, 農林 6號만은 中度抵抗力이었다. 大體로 振興, 新豊等과 같이 잎이 두텁고 잎색이 진한 品種은 罹病性인 傾向이었다.

Table 9. Number of bacterial exudations at cut-end of three different distances from inoculation site when the observations were made at 15 days after inoculation to the varieties Jinheung and Tongil

Distance from inoculation site (cm)	Number of exudations* with the types of :					
	Jinheung			Tongil		
	Small ^a	Medium	Large	Small	Medium	Large
Seedling stage						
3	2.4	2.0	5.2	1.1	3.5	4.7
6	1.0	1.6	3.0	0.2	1.2	1.4
10	0.2	0.8	1.4	0.1	0.5	0.0
Tillering stage						
3	1.8	2.4	3.2	7.8	4.3	5.4
6	1.6	1.2	2.8	3.7	2.2	3.5
10	0.8	1.2	0.6	0.8	1.6	1.9

a: Averages from each of 10 observations

b: Color with diameter of bacterial exudations of beginning

Small: Colorless below 100 μm

Medium: Light brown 100-300 μm

Large: Dark brown above 300 μm

Table 10. Varietal reactions to bacterial leaf blight of rice when the screening was made with artificial inoculation under field conditions (1967-1971)

Reaction	Varieties
Moderately resistant	Norin No. 6, Baeggeum
Moderately susceptible	Palgoeng, Paldal, Norin No. 29, Sin No. 2, Hogwang
Susceptible	Sinpung, Geumnampung, Jaegeon, Jinheung, Suseong, Mangyeong, Milseong, Palgeum, Nonggwang, Akibare, Tongil

2) 育成系統 및 몇 品種의 抵抗力 檢定
83個 育成系統 및 品種을 溫室內에서 針接種하여
흰·빛잎마름病에 대한 抵抗力을 檢定한 結果 表 11에

서와 같이 IR1317-29-3 等 11 系統이 抵抗力이었고
IR781-1317-1-23 은 中度抵抗力이 있으며 나머지 水
原 213 號를 비롯한 71 系統은 罹病性으로 나타났다.

Table 11. Varietal trials for resistance screening on newly developed varieties and/or lines including Tongil under greenhouse condition

Varietal groups		
Resistant ^a	Moderate ^b resistant	Susceptible ^c
IR1317-29-3	IR-781-137-1-23	Tongil. Suweon 210, 213, 214, 215, 217, 218,
IR1317-89-2		220, 222, 223, 224.
IR1317-89-3		IR661-1-1-140. IR1317-70-1. IR1317-266-2.
IR1317-316-3-2		YR6F4-14, 12. YR9F4-20, 33. YR9F5-352.
IR1317-316-1-2		YR18, 59, . YR19F5-411. YR24F-281, 284, 285.
IR1317-316-2-2		YR6F4-69, 287. YR48F5-110. YR51F5-256.
		YR67F4-325, 328, 329. YR70F4-107, 121.
IR781B4-351-3-2-1		YR72F4-182, YR89F4-98, 89.
IR781B4-400-4-3-3		S52F6-137, 178, 183, 229. S6403F6-91. S6405F6
3-1-2-3		53, 54. S6428F5-65.
		I6402F6-160, 167, 184, 197, 198. I6409F6-263.
		I6415F5-286.
IR262		TRF5-252.
IR1325-B-219		Fukunohana. Kanto 79. Jinheung. Jugoku 41, 46. Jukeyi 314,
		342. Iri 310. Milyang 4, 8, 12. Milsung. Nongback. Oumochi
		259. Tokai 25. Tosenbon 11, 12, 13, 15. TN1.

a: Lesion less than 1 cm
b: Lesion 1-3 cm
c: Lesion more than 3 cm

3. 發生豫察

가. 못자리에 있어서의 Bacteriophage 에 의한
發生豫察

現在까지 우리나라에서는 못자리에서 病徵의 發現은
없다 하더라도 幼苗에 感染되어 第一次 傳染源으로서
重要한 役割을 하기때문에 Bacteriophage 法에 依해서
潛在 興否를 調査하였다. 表 12에서 보는 바와같이 前
년에 發病이 없었던 논에 設置한 못자리의 모에 있어
서는 對照區에서나 試驗區에서 溶菌斑의 數가 別 差異
가 없으므로 病原菌이 稻體內에서 없음이 證明되었다.
그러나 前년에 發病 했던 논의 모에서는 對照區 보다
試驗區에서 6~7 倍의 溶菌斑이 形成됨으로써 稻體內
에 病原菌이 潛伏되어 있음을 알 수 있었다.

나. Phage 의 發生消長과 發病

灌溉水中의 Phage 의 發生量과 發病과는 높은 正(+)
의 相關이 있었으며 本病 發生豫察에 活用될 수 있을

Table 12. Detection of *Xanthomonas oryzae* in rice seedlings by adding the bacteriophages into seedling extract and counting the number of bacteriophages increased in the extract

Seedling from	Sample	Number ^a of bacteriophages at:	
		beginning of the test	6 hours later
Disease pree area	A	36	48
	B	63	66
	C	96	93
Epidemic area	A	68	365
	B	74	585
	C	100	650

a: Average number of bacteriophages existed in 1 ml of seedling extract from each of 10 samples

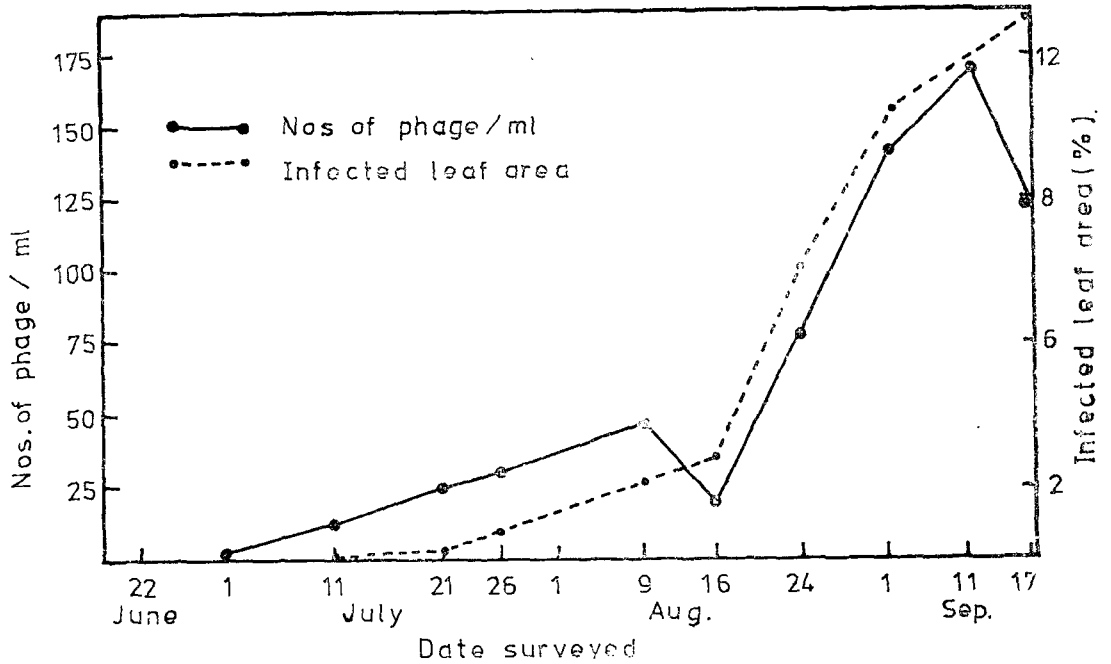


Fig. 7. Relationship between the numbers of bacteriophage in irrigation water and per cent of infected leaf area

것이라는 期待 아래 移秧後부터 定期的으로 前年에 發病했던 畝에서 灌溉水中의 Phage의 發生消長을 調査하여 發病과의 關係를 맺어 본 結果 그림 7과 같았다. 卽 흰빛잎마름病的 發病率은 Phage의 發生量 增加와 거이 比例해서 높았다.

그림 7에서 보여주는 바와같이 水原과 安龍面의 2 個 地域에서 調査한 平均値를 보면 初發病이 7월 21

일이 있으며 이때의 Phage 量은 25.5였다. 한편 Phage의 發生量과 發病과는 그림 8과같이 5% 水準의 有意性이 있었다.

다. Phage 檢出量과 15日後의 發病

그림 7에서 흰빛잎마름病 發病曲線이 Phage 發生消長曲線보다 約 2週日 間隔을 두고 늦게 並行하였는데 病原細菌의 寄主體 侵入後 發病까지의 潛伏期間을

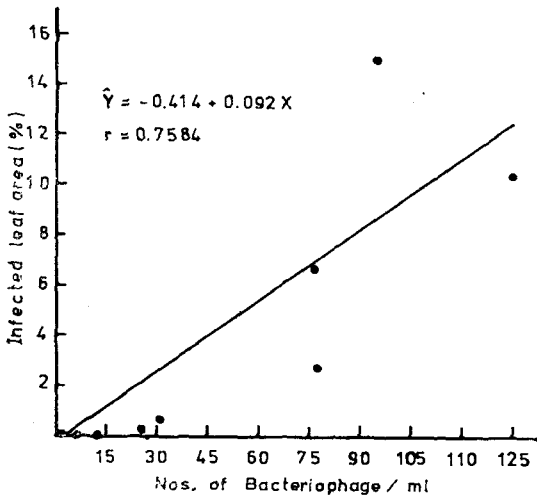


Fig. 8. Correlation between the diseases infection rate and number of bacteriophages in irrigation water

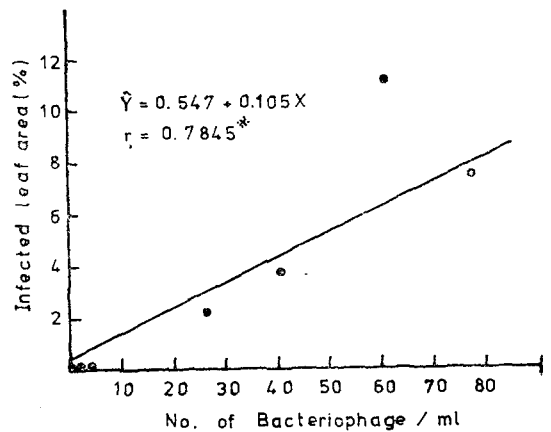


Fig. 9. Correlation between the number of phage in irrigation water and the disease severity when the per cent of infected leaf area was measured 15 days after phage occurrence

감안하여 Phage 檢出量과 15日後의 發病과의 關係를 分析하여 보면 그림 9와 같이 正(+)의 相關을 나타내었다. 그러므로 灌溉水中의 Phage 量을 調査함으로써 2週日 앞서 發生豫察이 可能함을 알수 있었다. 또 이때 檢出된 Phage 數를 回歸式에 代入함으로써 發病의 豫測도 어느 程度 可能한 것이다.

6. 藥劑防除

가. 防除効果

本病에 對한 藥劑防除效果를 證明하고자 Phenazin의 3個藥劑를 發病初期서 부터 1週日 間隔으로 3回 撒布하고 8月 29日에 調査한바 無撒布區의 發病率이 55.3%에 比하여 Phenazin 및 Sankel 水和劑의 撒布區는 各各 13.6%, 15.6%로서 效果가 좋았고 收量도 約 20%의 增收을 가져왔다.

Table 13. Effect of chemical sprays on the control of bacterial leaf blight of rice when the recommended concentrations of four chemicals were sprayed at epidemic period in 1969

Chemicals	Concentration	Per cent diseased	Unhulled rice(kg/10a)
Phenazine	700X	13.6	471
Sankel	500X	15.6	479
Celdion	500X	29.3	427
Dithane-stainles	700X	49.0	414
Check	—	55.3	383

Table 14. The effect of number of chemical application on the control of the disease with Phenazin (700X), when the application dates were made into a correlation with bacteriophage occurrence

Number of application	Dates of application	No. phage/ml in paddy water	Per cent disease
1	Aug. 3	38	24.3
	" 15	245	25.7
	" 21	469	30.1
2	Aug. 3	38	
	" 25	245	20.2
3	Aug. 3	38	
	" 15	245	17.5
	" 21	269	
Check	—	—	36.5

나. Bacteriophage의 發生消長을 利用한藥劑防除

效果

本病의 藥劑防除에 있어서는 發病 直前 또는 初期의 撒布가 效果의이다. 그러므로 灌溉水中의 Phage의 發生消長을 利用하여 일찍 藥劑撒布를 하여 防除效果를 높이고자 1974年 京畿 素砂地方에서 試驗한바 表 14에서 보는 바와같이 1回 撒布할때에는 發病 直前인 Phage의 溶菌斑數가 38個일때 撒布하는 것이 늦게 撒布하는것 보다 效果가 좋았으며 撒布回數에 있어서는 3回 撒布區가 發病率 17.5%에 比하여 2回 撒布區 20.2%로서 多少 낮았으나 큰 差異는 없는 것으로 본다.

따라서 本病防除에는 發病 直前이나 初期에 撒布하는 것이 效果의임을 알수 있었다.

V. 考 察

1. 被 害

벼 흰빛잎마름병은 水路에 自生하고 있는 禾本科雜草인 겨풀, 나도겨풀, 줄풀 등의 地下莖에서 徐徐히 增殖하면서 越冬하며 봄철 溫度가 높아지고 논에 물을 灌溉할때에 灌溉水中에 流入하여 못자리 또는 本畓으로 移動하여 뿌리의 地際部 周圍에서 漸次 增殖된 菌들이 第1次 傳染源을 이루게 된다. 日本 等에서는 못자리에서 感染되어 急性萎凋를 일으키는 수도 있으나^{9,86)} 本實驗에서는 前년에 發病했던 못자리에서 潛在感染을 確認함으로써 過去에 問題視 되지 않았던 못자리에서의 發病도 第1次 感染源으로 重要視 되어야 할 것으로 믿는다.

本畓에 있어서는 被害는 發生이 甚하였던 1965年과 1971年을 考察하여 보면 例年에 比하여 일찍 移秧되고 6月下旬~7月上旬에 일찍 集中 豪雨가 있었던 低位地帶 等에서는 浸水되는 곳이 많고 또한 7月 및 8月の 氣溫이 낮고 日照時數가 적으며 颱風의 被害가 큰 곳에 發病이 甚하였다.

1965년부터 1974年 까지의 發生狀況을 보면 1965년에는 不過 256 ha이었던 것이 1971년에는 39,186 ha로 急激히 增加 되었으며 道別 發生狀況에 있어서는 南部 일수록 被害가 많고 北으로 갈수록 發生이 적은 傾向이었다. 한편 本病이 1960年代 初부터 갑자기 重要視된 가장 큰 要因과 南部地方에 被害가 極甚하였던 原因을 考察하여 보면 本病에 高度로 罹病性인 金南風이 1959年에 日本으로부터 導入되어 全南地方을 비롯하여 南部地方에 그 栽培面積이 急激히 增加 普及 되었으며 中部地方에서도 優良品種으로 振興이 1962년부터 널리 普及되어 왔으나 또한 本病에 대하여 高度로 罹病性인 것을 注目 해야 한다. 結局 이와 같은 品種들이 一時에 全國적으로 普及된 것은 本病의 蔓延을

招來한 重要한 要因의 하나라고 생각된다.

本病으로 인한 減收는 發病 時期의 早晚, 品種 및 氣象과 密接한 關係가 있으나 日本의 桐生³⁹⁾ 등은 發病이 빠르고 罹病性 品種일 경우에는 35~50%의 減收를 招來한다고 報告하였다. 우리나라에서는 被害가 가장 甚했던 1971年에 浸水地區인 平澤地域의 一般 農家圃場에서 아끼마레, 振興 等 品種은 50%의 減收를 가져왔고 또한 1965年에 水原에서 水原 151號는 45% 까지 減收를 招來하였다. 그러나 出穗 後에는 全面發生 하더라도 收量에 미치는 影響은 別로 問題될 바가 아니었다. 그러므로 우리나라에 있어서 本病의 被害가 問題되는 것은 7月中의 早期發病과 그後의 颱風 等으로 因하여 發病을 加速化 할 때라고 생각된다. 1971年의 甚한 發病을 例로 들면 6月 下旬부터 豪雨が 있어 곳곳에서 浸水된 곳이 많았던 것과 8月 5日에는 颱風 Olive가 南海岸을 強打했고 이어서 8月 10日에는 Polly가 西海岸 깊이 北上하여 中部地方을 通過하였기 때문이다. 이와 같이 颱風이 本病의 發生을 急進的으로 誘發시킨다는 것은 이미 後藤 等⁸⁾에 依하여 報告된 바 있으며 또한 우리나라에 있어서도 같은 現象을 觀察할 수 있었다.

2. 病原菌

近年에 이르러 水稻 品種 및 栽培法의 變遷에 따라 本病의 發生 分布가 넓어지고 그 病原細菌에 있어서도 病原性이 다른 多數의 系統이 存在하는 것으로 알려져 있다. 우리나라에서 分離한 保存菌株과 日本과 ฟิล립핀에서 分讓 받은 菌株을 供試하여 病原細菌의 生理的 性質을 調査한 結果, 1964年 向, 伊阪⁵⁶⁾가 再實施한 試驗結果와 一致 하였으나 菌株別 제라틴 液化 程度에 差異가 있었는데 向⁵⁶⁾은 病原性이 강한 菌株 일수록 제라틴 溶解度가 크다고 하였지만 제라틴 液化 程度와 病原性의 強弱 關係를 밝히려면 더 많은 菌株을 供試하여야 될 것으로 생각 되었다. 其他 生理的 性質 試驗 結果는 向, 伊阪⁵³⁾의 結果와 一致 되었으나 제라틴 溶解 및 암모니아 發生을 볼 수 없었다는 石山³²⁾ 鐵塚⁴⁵⁾의 結果 와는 相反 되었다. 本實驗에서 얻어진 結果에 依하면 供試 菌株에 따라서 糖分解 能力이 各各 다르게 나타났으며 제라틴 液化 程度도 菌株에 따라서 큰 差異가 있었다.

Bacteriophage에 依한 흰빛잎마름병균의 系統 分類 方法은 實際 問題가 되는 各 菌株間의 病原性에 關한 差異를 알 수 없는 短點이 있으나 지금까지 우리나라에서는 全國的인 病原細菌의 調査와 分類가 되어있지 않으므로 一次的인 調査로서 判別 基準이 確固하고 分類가 容易한 Phage法을 使用하였다. 1965年 最初로 全國 7個 地域에서 採集한 30個 菌株을 對象으로 日本

에서 분양 받은 4가지 Phage의 溶菌型에 따라 分類한 結果 두개의 系統을 同定 하였고⁴⁷⁾ 1971年에 다시 採集한 51個 菌株에 對한 反應에서는 7系統이 늘어난 9系統으로 分類 할 수 있었다.⁵⁾ 이렇게 系統이 多樣化 된 것은 世代數가 많은 病原細菌이 外部의 影響을 받아 많은 遺傳的인 變異를 가져 왔고 外國에서 새로운 品種을 계속 導入하고 또 國內에서도 새로운 品種을 育成 普及 함에 따라 病原細菌 自體도 이에 適應하기 위하여 變異를 이르기 爲로 추측된다. 本實驗에서 特異한 것은 系統 分化가 多樣하여 졌음에도 불구하고 南方에 存在하는 D- 系統은 하나도 없었다. D- 系統은 日本에서도 檢出 되지 않았으며⁸⁰⁾ 서부 말레이시아에 많이 分布되어 있는 것으로 보아 이러한 菌株은 熱帶性 品種이나 環境에 適應되어 있는 것으로 생각된다.

한편 供試 菌株의 Phage 反應에 따른 系統들은 本品種에 대하여 뚜렷한 特異性을 보이지 않았으나 우리나라에 分布가 많은 A, B, C, F, I, 系統 등은 거의 모든 品種에서 分離 되었고 E- 系統이 아끼마레에서만 分離 되었다는 事實 以外에는 어느 한 品種에 限定되어 分離된 것은 없었다. 本實驗에서는 供試 菌株가 品種마다 크게 달랐고 그 分離된 菌株數가 너무 적어서 品種에 따른 病原細菌의 分布에 對하여서는 言及하기 어려우나 標本數가 커지고 品種마다 同一한 數의 菌株을 分離한다면 品種과 病原菌 系統의 特異性을 究明 할 수 있지 않을까 생각된다.

이러한 Phage에 依한 病原菌의 分類는 一次的인 것에 不週하고 이들 菌株의 病原性에 關한 實驗이 앞으로 本試驗의 結果를 바탕으로 行하여져야 할 것이다.

3. 發病環境

흰빛잎마름병의 發生 環境 가운데 氣象 條件은 發病後의 進展과 蔓延을 左右하는 가장 큰 要因으로 알려져 있다. 特히 降雨과 暴風에 뒤따른 浸水는 本病의 二次 感染을 誘發시켜 被害를 더욱 增大 시키는데 일찌기 藤川,⁷⁾ 卜藏,⁴⁾ 曾我⁶³⁾ 등은 8月의 日照 不足과 低溫, 颱風과 浸水는 本病 發生의 重要한 誘因이라고 報告하였다. 石山,³²⁾ 鐵塚⁴⁵⁾ 및 福井農試³⁰⁾의 試驗 結果도 8~9月에 多雨, 日照 不足으로 因한 氣溫의 降下와 暴風 및 7月 中旬의 浸水를 가장 큰 發病誘因으로 指摘하였다. 本 調査에서도 發病이 가장 甚하였던 1971年 京畿道 地方의 7, 8, 9月 氣象 狀態를 分析하여 보면 이들의 報告와 비슷 하였다. 即, 7月 中旬부터 9月末까지 平均 氣溫은 平年보다 계속해서 떨어졌으며 濕度는 10% 以上 높았다. 降雨量은 平年보다 越等히 많아서 7月下旬부터 무려 235.6mm 나 되었는데 이는 後藤⁸⁾이 發病 好條件으로 發表한 半旬別 50mm 보다

約 2.5 倍에 達하며 7 月下旬의 日照 時數 또한 平年보다 20 時間 以上 모자라는 등 1971 年에 모든 氣象 條件이 本病 發生에 가장 理想的이어서 큰 被害를 招來하게 된 것이라고 말 할 수 있다. 그러므로 最近에 와서 桐生³⁹⁾ 後藤,⁸⁾ 藤川⁷⁾ 등은 氣象 條件과 發病과에는 높은 相關을 求하여 이를 發生 豫察에 活用하고자 試圖하고 있는데 우리나라에서도 充分히 考慮해 볼 意義가 있다고 생각된다.

浸水 時間과 發病과의 關係를 보면 品種에 關係없이 浸水 時間이 길수록 發病이 甚했는데 48 時間 以上 浸水 되었던 圃場은 病斑 面積率이 約 50%에서 甚하면 85%까지 되었다. 日本에서도 7 月 中旬에 24 時間 以上 浸水되면 被害가 많았다고 했다. 伸長 中期에서 成熟期 사이의 벼가 長時間 浸水 되면 病原 細菌의 傳播 侵入이 容易하여질 뿐아니라⁸⁾ 물이 빠진 後에는 벼잎에 微細 土壤粒子가 皮膜을 形成하여 稻體의 正常的인 代謝作用이 阻害를 받아 病原菌에 對한 抵抗力을 잃기 때문에 被害는 더욱 커지리라 생각 되므로 低濕地, 河川流域 等 常習 浸水地帶은 本病에 對하여 注意를 기울여야 할 것이다.

移秧을 빨리 할수록 發病이 顯著하게 많았는데 이는 卜藏¹⁾의 結果와 一致 하였다. 이것은 病原菌의 增殖과 벼의 抵抗力과 關係가 있지 않으나 생각된다. 最近에 와서 多收穫을 爲하여 保溫 못자리를 設置하는 등 播種期 및 移秧期를 훨씬 앞당기는 耕種의 早期化가 이루어지고 있으므로 앞으로 本病 發生의 增加가 憂慮된다고 보아야 하겠다.

本 研究에서 흰빛잎마름병은 窒素質 肥料를 增施하면 病發生이 急激히 增加하는 傾向을 보였는데 이와 같은 結果는 이미 報告 된 바와 같았다^{17,33,37,39,41,45)}. 이는 窒素 吸收量이 많아져서 作物이 過剩 生長하게 되면 結果적으로 作物의 組織 自體는 軟弱하여지고 組織 成分 가운데 病原菌이 繁殖하기 容易한 形態의 窒素化合物이 增加하기 때문이라고 본다. 그러나 같은 量의 窒素를 施用 하더라도 山中⁸³⁾ 등은 分施하였을 때가 一時에 多用 하였을 때 보다 發病이 적었다고 하며 金⁸⁷⁾ 등은 磷酸, 加里質 肥料를 適量 並用하면 養分 均衡이 이루어져서 發病이 顯著히 抑制 되었다고 하였다. 그러므로 增產을 爲하여 多肥 栽培가 不可避한 以上 施肥量과 施肥 時期를 適切히 調節 함으로써 本病의 被害를 어느 程度 輕減 시킬수 있을 것으로 期待 된다.

4. 抵抗力 檢定

本 病에 對한 水稻의 抵抗力에 關한 研究는 다른 病害에 比하여 過去에는 關心이 적은듯 하였으나 最近 效果의인 防除 對策으로 抵抗力 品種 選拔이 가장 允

은 可能性을 보임에 따라 抵抗力의 本質 究明과 아울러 抵抗力 檢定 方法에 關한 研究가 日本, 필리핀 等地에서 活潑히 進行 되고 있다.

本 試驗에서는 效率의 檢定 方法을 찾아내기 爲하여 從來에 使用하여 오던 噴霧接種法과 向⁸¹⁾ 등이 考案한 針接種 및 Kauffman⁸⁶⁾ 등이 創案한 가위 接種法을 供試한 結果, 가위 接種法이 韓國의 環境 下에서도 發病 進展이 빠르고 差異가 뚜렷하여서 圃場에 있어서는 가장 좋은 抵抗力 檢定 方法임을 確認하게 되었으며 앞으로 圃場에서 大量 作物을 對象으로 抵抗力 檢定을 實施 할때는 더욱 效果의인 方法일 것으로 생각된다.

벼 잎에 病原細菌을 人工接種한 後 導管에서 분출되는 細菌의 噴出型과 數에 따라 抵抗力 檢定을 試圖하였는데 幼苗期에는 振興이 統一 보다 細菌 增殖이 旺盛 하였으나 分蘖期에는 反對로 統一이 振興보다 旺盛 하였는데 品種에 따라서 生育期 別로 抵抗力 程度의 變化가 있음을 確認하였다. 向,⁸¹⁾ 久原,⁴²⁾ 등도 벼 生育期 別로 보아 못자리 時期가 가장 弱하고 生育이 進展되면서 漸次 抵抗力이 높아진다고 하였으며 山中,⁸³⁾ 久原,⁴³⁾ 등은 벼 部位에 따라 葉鞘가 가장 抵抗力이 높고 上位葉이 下位葉 보다 強하며 같은 잎에서는 基部가 先端部 보다 抵抗力이 크다고 報告한 바 있다. 이러한 抵抗力의 機作에 對해서는 여러가지 角度에서 說明되었는데 桐生³⁹⁾는 잎의 길이가 짧고 폭이 좁은 品種은 넓은 品種보다 저항성이며 罹病性 品種은 抵抗力 品種보다 잎을 더 많이 갖고 있다고 하였고 水上,⁵³⁾ 朴⁶²⁾ 등은 病原細菌의 主된 侵入 部位인 排水腺의 數가 罹病性인 品種이 훨씬 많았다고 했으며, 朴,⁶²⁾은 罹病性 品種에서 導管節의 길이가 抵抗力 品種 보다 길었다고 하고, 罹病性인 品種의 生體汁에서 細菌의 增殖이 抵抗力 品種에 比하여 훨씬 빨랐다고 하였다. 病原 細菌이 일단 侵入한 後의 病斑 擴大 抵抗의 機作에 對하여 水上,⁵³⁾ 등은 稻體內的 榮養條件, 即 7가지 아미노산 含量 差로, Watanabe⁸²⁾ 등은 Cystine 과 Cysteine 의 量的인 差異로, 植原⁷⁵⁾는 病原菌과 寄主의 相互作用에 依하여 생겨나는 Phytoalexin 으로 抵抗力을 說明하려 하였다.

抵抗力의 差異는 벼 品種에 따라 顯著한데, 本 試驗 結果 우리나라 主要 栽培 品種 가운데 農林 6號, 白金 등이 中度 抵抗力을 나타냈을 뿐 本病에 抵抗力 品種은 없었다. 또한 83 個 統一 系統 가운데서는 IR1317-29-3 等 11 系統이 抵抗力으로 나타났으나 우리나라에 漸次 栽培 面積이 擴大되고 있는 統一 品種 및 그 姉妹 系統은 罹病性 임으로 앞으로 統一 品種의 短點 改善에 있어서 IR1317-29-3 等を 利用하여 本病에 對한 抵抗力 問題를 于先으로 考慮 해야 할 것이다. 이

와같이 稻熱病에 對하여 抵抗性인 品種이 本病에 對하여서는 罹病性인 경우가 있으므로 抵抗性 品種의 選拔 檢定에 있어 外界 條件에 대해서도 安定하고 病 뿐만 아니라 害虫에 대해서도 同時에 抵抗性을 갖는 것을 目標로 해야 할 것이다.

5. 發生豫察

本病은 벼 生育 後期에 氣象 狀態나 其他 環境條件에 따라 年次的인 變動이 甚할 뿐만 아니라 發病 進展이 빠르기 때문에 正確한 發生 豫察이 매우 어렵다고 알려져 왔다. 吉村^{85,86)}, 田上^{67,68,69)} 등은 灌溉水中의 Phage 量을 調查하여 本病 發生 豫察이 可能하다고 主張하였다. 本 實驗에서의 結果도 灌溉水中의 Phage 量과 發病과는 높은 正(+의) 相關을 나타냈으며 常習 發病畝의 灌溉水 1 cc 當 50 個 内外의 Phage가 檢出되던 初發을 豫見할 수 있어 九州農試의 成績¹²⁾과 거이 一致하였다. 즉 8 月中旬 한번을 除外하고 Phage의 發生 消長曲線과 發病率曲線과는 約 2 週日 間的 差가 있었는데 이는 病原菌이 寄主體內 潛伏期間이라 생각되며 따라서 Phage 檢出量과 그後 15 日의 發病과는 5% 水準의 有意性을 나타내므로써 Phage 發生消長을 調查하여 發生豫察에 活用할 수 있는 效果的인 方法이 아닌가 생각된다.

6. 藥劑防除

本病 研究의 初期인 1909 年에 高石⁷³⁾는 처음으로 보르도액을 撒布하여 防除 效果를 認定하였고 그後 銅劑 및 水銀劑를 使用하여 많은 防除 試驗을 實施하였으나^{4,14,34,38,50,56)} 實際 農民에게 普及 할만한 좋은 成績을 올리지 못하였다. 二次大戰後 抗生物質이 開發 되면서 지금까지 使用해 오던 銅 水銀劑 보다 顯著히 높은 防除 效果를 거두고 있다.

本 試驗에서도 發病 初期부터 1 週 간격으로 3 回 撒布 하였을때 無撒布區의 發病率 55.3%에 比하여 畦 나진 撒布區 13.6%, 상케루 撒布區 15.3%의 좋은 防除 效果를 얻었고 收量에 있어서도 無撒布區보다 約 20% 以上 增收效果를 보였다. 그리고 藥劑의 撒布 時期는 Bacteriophage의 溶菌數가 가장 많이 나타날때 보다 最初로 나타내기 始作 했을때 撒布하는 것이 效果的인 임을 알수 있었다.

本 病原菌은 罹病種子, 土壤, 灌溉水, 罹病植物의 그루터기 등에서 얼마간 生存이 可能하지만^{17,53,55,61,85)} 濕度 및 溫度 등에 크게 影響을 받아 이듬해 1차 傳染源이 될수없고^{15,17,53,55,61,85)} 다만 겨플, 줄플 등의 地下莖에서 越冬한 細菌이 增殖하여 一次 傳染源이 된다^{53,61,85)}. 本 實驗에서 얻어진 結果와 같이 前年에 發病이 甚했던 地域에서는 못자리에서 부터 이미 本病에

感染 되어 있지만 一般 農家에서는 病症이 發見된 후에야 藥劑를 撒布하므로 그 效果가 매우 낮아진다. 그러므로 常習의으로 本病이 發生하는 地域에서는 못자리 末期에 一次 藥劑를 撒布하여 病原菌의 增殖速度와 量을 減少 시키고 病原菌의 增殖이 가장 旺盛한 發病 直前인 7 月 上, 中旬에 다시한번 撒布하는 것이 좋다고 생각된다.

本 論文에서는 벼 흰빛잎마름병이 우리나라에 土着化하여 蔓延된 原因을 分析하였고 本病을 誘發시키는 諸要因을 指摘하였다. 그러나 多收獲을 爲한 多肥, 早期移秧, 密植 等 發病에 好條件이 되는 栽培法은 그대로 實施되고 있으며 氣象의인 要因 또한 變化 시킬수 없는 것이라 하겠다. 더욱이 近年에 와서 擴大 普及되고 있는 統一 品種 마저도 本病에 罹病性인 形便이다. 앞으로 本病을 效果的으로 防除하려면 우리나라에서의 病原菌의 越冬, 第一次 傳染原, 初期感染 및 增殖 等 生態學的인 研究가 補強 되어야 할 것이며 正確한 豫察에 依한 適期의 藥劑撒布가 요구되며 무엇보다도 本病에 抵抗性인 品種의 育成이 切實히 必要하다 하겠다

V. 摘 要

韓國에 있어서 벼 흰빛잎마름병의 防除 對策을 강구하기 위하여 被害, 病原菌의 性質, 發病環境, 品種의 抵抗性, Bacteriophage에 依한 發生豫察 및 藥劑防除에 關하여 1965 年 부터 1974 年 까지 얻은 試驗 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 被害

우리나라에 있어서 흰빛잎마름병은 거이 全國的으로 分布하여 被害를 주고 있으며 每年 發生이 增加하는 傾向이다. 本病 發生面積과 罹病性品種인 振興 및 金南風의 栽培面積 增加 사이에는 5% 水準의 有意性이 있었다. 地域別 被害狀況은 南海岸地帶인 全南, 慶南을 비롯하여 西海岸地帶에서 甚하며 또 地帶 別로 보면 低位 浸水地域이 甚하다. 被害 解析 結果 出穗期의 病斑 面積率과 收量과는 高度의 負(-)의 相關이 있었으며 病斑面積率이 20% 以下에서는 收量에 미치는 影響이 적었으나 60% 以上되면 約 50% 内外의 減收를 招來하였다.

2. 病原菌

供試한 10 菌株 모두 glucose, galactose 를 分解하였고 lactose, dextrin, starch 는 分解하지 못하였으며 saccharose, raffinose, manitol, esculin, salicin 等の 炭素源에 對하여는 菌株 間에 다소 差異가 있었다. 또 菌株에 따라 gelatin 液化 程度에 差異가 있었다. 全國 72 個 地域에서 採集 分離한 106 菌株를 4 가지 Bacterio-

phage의 용균反應에 따라 分類한 結果 1965年의 2系統에서 1971년에는 9系統으로 漸次 多樣化 되었다. 또 振興에서는 主로 A, B, C, I 등이 分離되었고 金南風에서는 A, B, H, I가 分離되었으며 統一에서는 D, E를 除外한 거의 모든 系統이 分離된 反面 E系統은 아끼바레에서만 分離되었다.

3. 發生環境

7~8月中에 平年보다 氣溫이 낮고 濕度가 높으며 降雨量이 많고 日照時數가 적을때 發病이 많았다. 出穗期를 前後하여 颱風과 浸水는 本病을 誘發 및 蔓延시키는 가장 큰 原因이 되었고 移秧期가 빠를수록 發病이 많았다.

4. 抵抗力 檢定

흰빛잎마름병에 對한 抵抗力 檢定方法 가운데서 가위 接種法이 發病 進展이 빠르고 가장 効率的 이었다. 우리나라 主要 장려 品種 中에서는 抵抗力 品種은 없었고 白金, 農林 6號가 中度 抵抗力 이었다.

5. 發生豫察

前年에 發病했던 논에 設置한 못자리에서 病原菌이 檢出되었고 灌溉水中의 Bacteriophage의 發生量과 病發生과는 높은 相關이 있었다. 灌溉水 1cc當 50個 内外의 Phage가 檢出되면 初發을 豫見할수 있었고 Phage의 發生消長 曲線과 15日後의 發病 曲線이 거의 一致됨에 따라 灌溉水中의 Phage 發生消長을 調査 함으로써 2週日 앞서 發生豫察이 可能 하였다.

6. 藥劑防除

發病 初期부터 1週 間隔으로 3回 藥劑 撤布 하였을때 휘나진, 상케루 水和劑 撤布區는 發病率이 떨어졌으며 收量도 20% 程度 增收되었다. Bacteriophage 發生消長을 利用해서 藥劑防除할 때에는 Phage가 50개 内外 程度 나타날때 撤布하는 것이 가장 效果的 이다.

參 考 文 獻

1. 青柳和雄, 大崎正雄, 杵鞭章平: 新潟縣における 水稻主要品種의 이네트라하갈레病에 對する 抵抗力 (豫報). 北陸病虫研會報 8: 28-31. (1960.)
2. 荒田武房, 堀眞雄, 井上好之利: 水稻에 對する 스트렙토마이신의 藥害에 對하여 (講要). 日植病報 26(2): 78. (1961).
3. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (7th ed.) Williams & Wilkins, Baltimore, Md., 1094, 1957.
4. 卜藏梅之丞: 稻의 白葉枯病. 帝國農會報 2(9): 62-66, (10): 54-57, (12): 58-61. (1911.)
5. 趙鏞涉, 朴昌錫, 李庚: Bacteriophage에 의 한 벼 흰빛잎마름병균의 계통분류 및 그 분포에 관한 연구. 한국식물학보호학회지 11: 85-89. (1972.)
6. 崔甫哲, 李庚, 趙義奎: 벼흰빛잎마름병균의 생리적 성장에 관한 연구. 한국식물보호학회지 10(2): 97-101. (1971).
7. 藤川隆, 岡留善次郎, 宇都宮務: 大分縣에 於ける 稻白葉枯病의 發生と 氣象との 關係. 農業氣象 12(4): 148-150. (1957).
8. 後藤和夫, 井上義孝, 深津量榮, 大畑貫一: 稻白葉病의 發生 並に 消長에 關する 圃場觀察. 東海近畿農試研報 栽培部. 2: 53-58. (1955).
9. Goto, M: Kreseck and pale yellow leaf, systemic symptom of bacterial blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* (Uyeda & Ishiyama) Dowson. Plant Disease Reprtr. 48: 858-861. (1964).
10. 後藤正夫: 東南 アジア의 이네 細菌病에 對하여. 日植病報 29: 291. (1964).
11. Goto, M: A technique for detecting the infected area of bacterial leaf blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* before symptom appearance. Ann. Phytopath. Soc. Japan 30: 37-41. (1965).
12. Goto, M: Phage-type of the causal bacteria of bacterial leaf streak (*X. translucens* f. sp. *oryzae*) of rice. Ann. Phytopathol. Soc. Japan, 30: 253-257. (1965).
13. Goto, M: Resistance of rice varieties and species of wild rice to bacterial leaf blight and bacterial leaf streak diseases. The Philippine Agriculturalist 48: 329-328. (1965).
14. 橋岡良夫: 稻의 白葉枯病と その 防除法. 農園 26: 644-648. (1951).
15. Hsieh, S.P.Y. and I.W. Buddenhagen: Survival of tropical *Xanthomonas oryzae* in relation to substrate, temperature, and humidity. Phytopathol. 65(5): 513-519. (1975).
16. 碓弘毅, 脇本哲: 九州農試で 分離された 稻白葉枯病菌의 特性. 九州病虫研會報 4. 38-40. (1958).
17. 井上義孝, 後藤和夫, 大畑貫一: 稻白葉枯病의 越冬 並に 傳染 經路에 對하여. 東海近畿研報栽培部, 4: 78-82. (1957).
18. 井上義孝, 津田保昭: 이네白葉枯病と 土壤環境との 關係. 日植病報 29: 59. (1964).
19. International Rice Research Institute: Annual Report Plant, Pathology Part. 1964, 1966, 1967, 1969,

- (1972).
20. 식물환경연구소 시험연구보고서 : 453~462 74—87. (1965).
 21. 식물환경연구소 시험연구보고서 : 216—229. (1966).
 22. 식물환경연구소 시험연구보고서 : 5~71—5~100. (1967).
 23. 식물환경연구소 시험연구보고서 : 5~44—5~66. (1968).
 24. 식물환경연구소 시험연구보고서 : (1969).
 25. 식물환경연구소 시험연구보고서 : 755~756. (1970).
 26. 식물환경연구소 시험연구보고서 : 1338~1954. (1971).
 27. 식물환경연구소 시험연구보고서 : 23~58. (1972).
 28. 농업기술연구소 시험연구보고서 : 80~90. (1973).
 29. 伊阪實人 : イネ 白葉枯病 菌泥の顯微的觀察. 北陸病虫研報 12 : 26—30. (1964).
 30. 伊阪實人, 野崎俊一 : 福井縣内 各地より 採集分離した イネシラハガレ 病原細菌の 菌型. 北陸病虫研會報 9 : 30—32. (1961).
 31. 伊阪實人 : イネ 白葉枯病의 新檢出方法. 日植病報 36 : 313—318. (1970).
 32. 石山信一 : 稻白葉枯病의 研究. 農事試驗場報告 45 (3) : 233—261. (1922).
 33. 岩瀬茂基 : 稻白葉枯病의 發生環境と 防除. 農及園 35(3) : 505—509. (1960).
 34. 加藤喜重郎, 中澤雅典. 稻白葉枯病 防除藥劑に關する 基礎的 研究 (講要). 關西病虫研會報 3 : 66. (1961).
 35. Kauffman, H.E. P.S. and Rao : Resistance to bacterial leaf blight. India. IRRI Rice Breeding. 283—287. (1972).
 36. Kauffman, H.E., A.P.K. Reddy, and S.D. Meca : A rapid method for bacterial leaf blight inoculation. Paper presented at the National Pest Control Conference, Bagiuo City, Philippines. (1972).
 37. 김정화, 조용섭 : 삼요소 시비량과 수도생육 상태가 백엽고병 발병에 미치는 영향. 한국식물보호학회지 9(1) : 7—13. (1970).
 38. 城戶義弘, 小林研三, 吉山信男 : 水稻白葉枯病に對する 藥劑防除効果について. 九州農業研究 11 : 114—116. (1953).
 39. 桐生知次郎 : 稻白葉枯病 常發地における 環境の解析. 日植病報 18 : 168. (1954).
 40. ____, 水田集人 : 風水害後の 稻病害對策. 植防 9 (7) : 273—276. (1955).
 41. 小島一政, 藤堂誠, 岩瀬茂基 : 稻熱病 並びに 稻白葉枯病の 發生 環境に 關する 研究. 愛知農試報 10 : 1—3. (1955).
 42. 久原重松, 栗田年代, 田上義也, 關谷直正 : イネ 白葉枯病の 病原細菌の 病原性 および ファージ 感受性について. 九州農試報告 11 : 263—312. (1965).
 43. Kuo, T.T., Huang, T. C., Wu, R. Y. and Yang, C.M. : Characterization of three bacteriophages of *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et. Ishiyema) Dowson. Botan. Bull. Acad. Sinica. 8 : 246—254. (1967).
 44. 草葉敏彦, 渡邊實, 田部井英夫 : イネ 白葉枯病菌 病原性にする 系統分類. 農技研報告 20 : 67—82. (1966).
 45. 鎌塚喜久治 : 稻の 白葉枯病に 就て. 農業. 63 4 : 14—27. (1933).
 46. ____, 稻白葉枯病 農業. 741 : 64—73. (1942).
 47. 李庚鄧, 鄭夏元 : Bacteriophage의 感受性에 의한 白葉枯病菌의 계통분류. 한국식물보호 4 : 29~32. (1965).
 48. ____, ____, 李始鍾, 金泳燮 : 全南地方의 벼흰빛잎마름병 피해조사. 한국식물보호 4 : 33—38. (1965).
 49. ____, 崔庸哲, 趙義奎, 鄭鳳朝, H.A. Lamey : 벼흰빛잎마름병의 激發原因과 被害調査. 淸園回甲記念 論文集 : 79—89. (1973).
 50. 眞木胖, 村上眞一, 河野弘 : 水稻白葉枯病의 藥劑防除効果に 關する 試驗. 愛媛農試研究速報 11 : 20—22. (1960).
 51. Manual of Microbiological Methods (Society of American Bacteriologist, 1957) Macgrow Hill Book Co.
 52. 松田元一郎 : 稻白葉枯病に 就つ. 大日農報 168 : 33—35. (1928).
 53. 水上武幸 : 稻白葉枯病に 關する 生態學的 研究. 佐賀大農學部彙報 13 : 85 (1961).
 54. Mizukami, I., S., Wakimoto, and T. Uemastu : On the properties of *Xanthomonas oryzae* phage isolated from India. Ann. Phytopathol Soc. Japan 29 : 260. (1964).
 55. ____, ____, Epidermiology and control of bacterial leaf blight of rice. Ann. Rev. Phytopath. 29 : 260. (1969).
 56. 向秀夫, 伊阪實人 : イネ 白葉枯病菌의 生理的 性質의 再檢討. 日植病報 29 : 13—19. (1964).
 57. ____, 草葉敏彦, 渡邊實, 田部井英夫 : 稻白葉枯病의 發病に 關する 2,3 要因について. 關東病虫研

- 報 4 : 7~8. (1957).
58. 中澤雅典 : 有機水銀剤の 防除機作に 關する研究. 愛知農試彙報 15 : 6-31. (1959).
 59. 奈須田和彦 勝見太 : 病害抵抗性に およぼす殺菌剤の 影響に 關する 研究. 北陸病虫研會報 9, 54-58. (1961).
 60. 西田藤次 : 稻の 白葉枯病. 農事雜報 127 : 68-75. (1909).
 61. 農林省 振興局 : 病害虫 發生豫察事業 20週年 記念誌 付録. (1962).
 62. 박 창석, 조 용섭 : 벼 흰빛잎마름병에 대한 수도 품종의 저항성에 관한 研究. 한국식물보호학회지 11(2) : 55-60. (1972).
 63. Sakaguchi, S. and N. Murata : Studies on the resistance to bacterial leaf blight, *Xanthomonas oryzae*, in the cultivated and wild rice. Nogyo Gijutsu Kenkyusho Hokoku, Ser. D. 18 : 1-29. (1968).
 64. 關正男, 水上武幸 : 稻白葉枯病に 對する 抗菌性物質の 効力檢定並びに 適用試驗. 九州農業研究. 17 : 98. (1956).
 65. Shekhawat, G.S. and D.N. Srivastava : Variability in Indian isolates of *Xanthomonas oryzae* (Ueyda & Ishiyama) Dowson, the incitant of bacterial leaf blight of rice. Ann. Phytopath. Soc. Japan 34 : 289-297. (1968).
 66. 曾我慶英 : 熊本縣下の 稻白葉枯病に 就て. 病虫雜 5 : 543-549. (1918).
 67. 田上義也, 藤井傳, 久原重松, 栗田年代 : 苗代期における 灌溉水路の フアージ量と イネ 白葉枯病の 發生. 日植病報 26(2) : 56-57. (1961).
 68. ____, ____, ____, ____ : 本田期に おける灌溉水路の フアージ量と イネ 白葉枯病の 發生. 日植病報 26 : 57. (1961).
 69. ____, ____, ____, ____ : 苗代田面水中における 稻白葉枯病菌 フアージ量と 本田の 發病. 日植病報 24(1) : 6. (1959).
 70. ____, ____, ____, ____ : イネ 白葉枯病に對する 藥劑防除時期について. 九州病虫研會報 12 : 92-95. (1966).
 71. ____, 水上武幸 : 稻白葉枯病に 關する 綜説. 農林省振興局 植物防疫課 病害虫豫察 特別報告 10號. (1962).
 72. ____, 吉村彰治, 渡邊文吉郎 : 稻白葉枯病の 病徵について. 日植病報 22 : 8. (1957).
 73. 高石政次郎 : 稻の 白葉枯病原研究 第一回 報告. 大日本 農會報 340 : 53-58. (1909).
 74. 武内晴好 : 稻白葉枯病遂に 發生す. 朝鮮總督府 農試彙報 5(1) : 62-64. (1930).
 75. 植原一雄 : 水稻と イネ 白葉枯病との 相互反應によって 生成される Phytoalexin について. 日植病報 25 : 149-155. (1960).
 76. 脇本哲 : 稻白葉枯病菌 フアージの 生物學的, 物理學的 性質. 九州農學藝報 14(4) : 458-493. (1954).
 77. 脇本哲 : OP₁ Phage (*Xanthomonas oryzae* Bacteriophage) の 増殖に 關する 研究 I. 九州農學藝報 15(2) : 151-160. (1955).
 78. ____ : 稻白葉枯病菌の 越冬と 發病 機構の 考察. 植防 10(10) : 421-424. (1956).
 79. Wakimoto, S : Classification of strains of *Xanthomonas oryzae* on the basis of their susceptibility to bacteriophage. Ann. Phytopathol. Soc. Japan : 25 : 193-198. (1960).
 80. ____ : Strains of *Xanthomonas oryzae* in Asia and their virulence against rice varieties. Proc. Symp. Rice Disease and their Control by Growing Resistant Varieties and Other Measure Tokyo : 11-18. (1967).
 81. Washio, O., Kariya, K. and K. Toriyama : Studies on the breeding rice variety for resistance to bacterial leaf blight. Bull. Chugoku Agr. Expt. Sta., A. 13 : 55-86. (1966).
 82. Watanabe, T. and Y. Sekizawa : Biochemical studies of the host-parasite relationship between *Xanthomonas oryzae* and rice plant (I). Ann. Phytopathol. Soc. Japan 30 : 1-7. (1964).
 83. 山中達, 中屋完, 富永時任, 内田和馬 : 稻白葉枯病の 發生に 及ぼす 各種 環境條件の 影響について. 日植病報 16(3~4) : 191. (1952).
 84. 吉田孝二, 向秀夫 : 多針接種による イネの 白葉枯病に 對する 抵抗力 檢定方法. 植防 15(8) : 343-346. (1961).
 85. 吉村彰治 : 稻白葉枯病の 發生生態に 關する 診斷學的 研究. 北陸農試報告 5 : 27-182. (1963).
 86. ____, 森橋俊春, 青柳和雄, 吉野嶺一, 西村秀雄 : イネシラハガレ病菌フアージの 消長と 發病との 關係について 特に 河川 及び 主要灌溉水路の フアージ量による 地域または 地區 發生豫察. 北陸病虫研會報 8 : 31-41. (1961).
 87. 吉村彰治 : イネ 白葉枯 に 對する 品種間抵抗性

- 検定方法に ついて. 北陸病虫研會報 7: 43-52. (1965).
88. ____, 齊藤正, 吉野嶺一, 森橋俊春: イネ シラハガレ 病菌フアージ OP₂ の 特性に ついて. 北陸病虫研會報 8: 15-20. (1960).
89. ____, 關谷直正: 抗生物質の 稻白葉枯病 菌に 對する 効力檢定 並びに ポット 試験に よる防除効果に ついて. 九州病虫研會報 3: 5-7. (1957).
90. ____, 田原敬治, 青柳和雄: 抗生劑に よるイネシラハガレ 病の 防除に ついて. 北陸病虫研會報 9: 27-30. (1961).