

水稻 稻熱病의 疫學的 研究

II. 이삭 稻熱病 傳染源으로서의 葉位別 病斑分布의 意義

朴鍾聲* · 劉勝憲 · 金洪琪

Epidemiological Studies of Blast Disease of Rice Plant

II. Significance of Differential Distribution of Leaf Lesions at Different Location of Each Tiller as an Inoculum Source of Panicle Blast.

Park, J.S., S.H. Yu and H.G. Kim

ABSTRACT

Number and percentage of diseased area of leaf blast lesions formed on different leaf location were mostly distributed from the flag leaf(n-1) to the 3rd leaf from the top(n-3) in Tongil line rice varieties and on the 2nd leaf from the top(n-2) in Japonica type rice varieties. Especially leaf lesions of Nopung which was more susceptible to leaf blast among Tongil line rice varieties were mostly distributed on flag leaf.

Relation between the degree of lesion distribution and level of fertilizer was more clear with an increase of fertilizer quantity. Leaf blast lesions of rice varieties were generally distributed from the flag leaf to the 5th leaf from the top but mainly those at flag leaf and the 2nd leaf from the top were found to be most responsible for inoculum source of panicle blast after booting stage.

Increase of the conidia formation was resulted from fluctuation of temperature(24°C~16°C) in low temperature range after booting stage and many inoculum sources were supplied on panicles until the end of September without impeding dispersal from leaf blast lesions as an inoculum source of panicle blast.

緒 言

稻熱病의 疫學的 研究는 오래 전부터 斷片的이며 非 定量的이기는 하나 주로 日本의 研究者들에 의하여 많이 進行되어 왔으며, 1970年代 以後부터는 病原體와

寄主와 環境의 立體的 相互關係를 定量化하는데 힘쓰고 있다. 加藤 등^{9,10}의 研究는 이와 같은 定量化를 위한 體系的인 것으로서 稻熱病의 流行機構의 解明에 크게 貢獻하고 있다. 그러나 環境要因중에서 溫度^{2,3,5,9,15,20}와 發病과의 關係는 많은 業績에서 疫學的인 解明이 可能하지만 氣溫의 日變化라든가 葉溫의 日變化와

*忠南大學校 農科大學(College of Agriculture, Chungnam National Univ.)

發病과의 關係는 充分히 解明되어 있지 않다.

우리나라의 稻熱病 發生相은 稈稻熱病의 發生量은 적어도 이삭목 稻熱病이 激發하는 경우가 있다는 것이指摘되었다^{17,18}.

또한 이삭목 稻熱病의 傳染源으로서의 稈稻熱病 病斑分布의 意義에 關하여 日本型 水稻品種을 對象으로 調査된 바도 있다. 즉 이삭稻熱病이 激發한 해에는 止葉(n-1)의 稻熱病斑 分布가 大端히 높다는 報告^{6,11}와 이삭稻熱病 發生量과 稈稻熱病 發生量 特히 止葉과 次葉위의 病斑分布는 相關이 높다는 報告도 있다. 그러나 우리나라에서 統一系 水稻品種의 稈稻熱病 病斑分布가 이삭稻熱病의 傳染源으로서 어떤 意味가 있는지는 研究된 바가 없다. 出穗期の 低溫이 이삭목 稻熱病의 激發原因으로서 注目되는 여러가지 發生事例가 報告되었다^{8,12,14}.

最近 日本에서는 稻熱病의 激發과 冷害와는 높은 相關이 있는 것으로 舉論되고 있다¹⁴. 統一系 品種에 있어서 出穗期에 高溫일 경우 發病率이 높다는 報告도 있다². 出穗期の 氣溫과 이삭목 稻熱病의 發病關係에 對하여는 低溫下에서의 稻熱病菌의 增殖, 飛散, 侵入, 感染등에 關하여 보다 많은 疫學的 研究가 있어야 하겠다는 것을 痛感한다. 日本型 水稻보다 統一系 品種에 低溫障害가 甚할 많이 일어난다는 既往의 研究報告^{1,6}에서 統一系 品種의 이삭목 稻熱病의 發病에 미치는 低溫의 影響을 좀 더 깊이 研究하면 稻熱病型 冷害의 機構를 解明할 可能性이 많다고 생각한다.

이 研究는 統一系 品種에 있어서 이삭稻熱病의 傳染源으로서 葉位別 病斑分布의 意義와 出穗期の 低溫範圍에서의 稻熱病菌의 增殖과 孢子形成, 飛散을 疫學的으로 究明하고 考察하기 爲하여 시도하였다.

材料 및 方法

魯豊, 密陽23號, 振興, 密陽15號 等 4 品種을 供試

하여 忠南大學校 農科大學 實驗畝에서 栽培하였다.

育苗는 忠南標準育苗法에 따라 行하였고 40日苗를 1 區當 1本植 90株를 6月 20日에 移植하였다. 本畝期の 施肥는 前報에서와 같이 3水準(0.5N, 1.0N, 1.5N)으로 하였으며 1個 實驗區의 크기는 6.5m²이고 3反覆으로 Latin square method에 따라 配置하였다.

稈稻熱病을 誘發시키기 위하여 稻熱病菌을 人工接種하였으며 接種菌株는 忠南農村振興院 實驗圃場에서 자라는 魯豊과 密陽15號 病葉에서 採取한 進展型 病斑을 使用하여 7月 7日 各 實驗區에 2個씩 上位 第二葉에 편치接種하였다.

또한 葉位別 病斑分布를 調査하기 위하여 9月 30日에 各 試驗區에서 任意로 上位葉으로부터 第七葉까지를 對象으로 20株의 稈의 病斑數와 病斑面積率을 調査하였다.

病斑위의 孢子形成數의 計測은 研究者가 考案한 Scotch-taped Filter paper hole glass法으로 10個 以上の 試料를 濕室處理한 다음 經時的으로 檢鏡하여 5 反覆으로 調査하였다. 處理溫度는 ① 16~24°C 變溫處理, ② 24°C 恒溫, ③ 24~32°C 變溫處理 等 3 方法에 의하였다.

稻熱病의 發生과 關係가 있는 氣象環境의 觀測值는 忠南農村振興院의 資料를 引用하였다.

其他 調査方法은 結果 및 考察에서 說明하였다.

結果 및 考察

이삭稻熱病 傳染源으로서의 葉位別 病斑分布의 意義 이삭稻熱病의 傳染源으로서의 役割을 擔當하는 葉位를 調査한 結果, 密陽23號는 七葉, 나머지 供試品種들은 六葉까지 殘存하여 있었으며 收穫時에 孢子形成能을 가진 病斑의 葉位別 分布狀況을 調査한 結果 密陽23號는 殘存한 6個葉이 모두 孢子形成能을 가지고 있었으나 葉位別로 차이가 있었다(表 1).

Table 1. Potential for conidial formation of *Pyricularia oryzae* in the lesions on respective leaf of different location at the harvest stage of rice plant(Milyang 23)_a

Potential for conidial formation	Location of leaf _b						
	n-1	n-2	n-3	n-4	n-5	n-6	n-7
Percentage of lesions(%)	86.7	70.0	46.7	30.0	30.0	13.3	0
Number of conidia (range) formed (mean) _c	0~440	0~440	0~520	0~280	0~200	0~40	0
	75	51	36	33	9	2	0

_a Mean of 90 tillers

_b Mean of 5 replications per lesion

_c Leaf location from the top.

止葉(n-1)에서 아래로 6번째의 (n-6)葉은 殘存은 하지만 病斑을 가진 잎층 胞子形成能力이 있는 것은 13.3%에 지나지 않고, 또 1個病斑當 胞子形成數도 0~5.0個 範圍에 平均 2.2개에 지나지 않아 出穗前에 이미 籼稻熱病의 傳染源으로서의 役割을 擔當할 수 없었던 것으로 推定되었다. 따라서 止葉(n-1)에서 아래에 있는 (n-5)葉까지의 病葉이 籼稻熱病의 傳染源으로서 重要的 것으로 생각된다.

葉位別로 보면 止葉(n-1)에 形成된 病斑의 86.7%가 胞子形成能力을 지니고 있었으며 胞子形成數는 0~440個 範圍에 平均 75個이었다. 그 다음으로 n-2>n-3>n-4>n-5>n-6의 順序로 葉位가 아래로 내려 갈수록 胞子形成能力을 지닌 病斑數나 1個病斑當 胞子形成數도 줄어 들었다. 胞子形成能力으로 보아 n-1~n-3葉까지가 籼稻熱病의 傳染源으로서의 關與度가 크며 n-4葉 以下의 病斑은 止葉의 病斑보다도 약 20%이상 앞서 出現한 것들이 많을 것이므로 出穗期 以前에 胞子の 形成, 離脫, 飛散이 거의 끝난 것으로 推定되므로 籼稻熱病의 傳染源으로서의 關與度는 크지 않은 것으로 생각된다.

葉位別로 收穫期까지 形成된 病斑數 및 病斑面積率 등을 調査한 結果는 表 2와 같으며 發生量이 많은 統系品種과 發生量이 적은 日本型品種 사이에 큰 差異가 있었다(表 2). 즉 籼稻熱病이 激發한 統系品種인 魯豐은 病斑의 分布度나 病斑面積率이 n-1葉에서 가장 높은 경향이 있으며 또한 日本型品種인 振興

은 n-2葉에서 病斑의 分布度나 病斑面積率이 가장 높은 경향이였다. 그러나 密蕩23號에 있어서는 病斑의 分布度가 n-1葉과 n-2葉이 비슷하였으며 病斑面積率은 n-1葉이 n-2葉보다도 높은 傾向이 있다는 것을 標準肥區나 1.5倍肥區에서 볼 수 있었다. 또한 日本系品種 振興에 있어서는 病斑의 分布度나 病斑面積率이 n-1葉에서 n-4葉까지는 큰 變動이 없다는 것이 주목되었는데 반하여 統系品種에 있어서는 n-1~n-2葉과, n-3~n-5葉 사이의 病斑의 分布度나 病斑面積率의 變動幅이 대단히 크다는 것이 주목되었다.

加藤²⁾는 日本型水稻의 葉位別 病斑의 分布에 관한 研究에서 籼稻熱病 蔓延開始時의 病斑의 分布度는 그때의 n-3葉에서 가장 높으나 籼稻熱病 發生量과의 相關은 止葉(n-1)과 n-2葉위의 病斑이 가장 높다고 結論지었다. 또한 籼稻熱病이 激發하는 해에는 止葉(n-1)의 病斑의 分布度가 대단히 높다고 한다⁴⁾¹¹⁾. 이 研究에 쓰인 實驗圃場에서의 觀察에 의하면 8月以後 穗孕期에 있어서 籼稻熱病의 發生量이 늘어나기 始作하여 주로 出穗期에 籼稻熱病이 急激히 蔓延하였으며, n-1葉에서 n-5葉까지의 病斑의 分布度(表 2)가 보여 주듯이 籼稻熱病의 發生量이 出穗期以後까지 계속 增加하고 있었다. 出穗前에 n-1, n-2葉이 나같이 出穗해 있었지만 出穗期에 胞子形成能力이 가장 큰 것은 이들 葉位위의 病斑들임에 틀림없고 또 이 實驗에서 보여준 n-1, n-2葉위의 높은 病斑分布도가 統系品種으로 하여금 籼稻熱病의 發生은 가볍게 經過하였지만 籼稻

Table 2. Number of blast lesions and percentage of diseased area on respective leaf of different location in the harvest stage of rice plant.

Level of fertilizer	Variety	Location of leaf _a									
		n-1		n-2		n-3		n-4		n-5	
		N.L. _b	P.D.A. _c	N.L.	P.D.A.	N.L.	P.D.A.	N.L.	P.D.A.	N.L.	P.D.A.
0.5N	Nopung	0.45	0.23	0.50	0.30	0.16	0.08	0.24	0.09	0.08	0.02
	Milyang 23	0.27	0.08	0.35	0.12	0.49	0.11	0.38	0.08	0.12	0.03
	Jinheung	0.01	0.002	0.03	0.005	0.02	0.003	0.03	0.004	0.02	0.004
1.0N	Nopung	1.10	0.46	0.69	0.42	0.37	0.12	0.22	0.07	0.19	0.09
	Milyang 23	0.95	0.47	0.76	0.28	0.74	0.18	0.53	0.12	0.49	0.11
	Jinheung	0.06	0.01	0.08	0.03	0.07	0.02	0.05	0.01	0.02	0.003
1.5N	Nopung	2.28	1.77	1.87	0.85	1.02	0.42	0.43	0.22	0.28	0.28
	Milyang 23	1.54	0.70	1.70	0.64	0.69	0.36	0.56	0.14	0.36	0.09
	Jinheung	0.24	0.09	0.26	0.10	0.20	0.05	0.16	0.10	0.11	0.03

_a Leaf location from the top.

_b Mean of number of lesions on 20 tillers.

_c Mean of percentage of diseased area on 20 tillers.

熱病의 激發을 가져오는 原因이 되었다고 생각한다. 더구나 이삭稻熱病의 感染이 大部分 穗孕期の 葉鞘內에서 進行되었기에 感染率은 훨씬 加重된 것으로 判斷된다. 實驗圃場 全體의 1葉當 病斑面積率은 높은 試驗區라 해도 0.5程度이지만 止葉(n-1)의 平均病斑面積率은 1.5倍肥區에서 1.0을 넘어서고 있는 것이 많았다. 말하자면 胞子形成能力이 가장 큰 止葉의 病斑分布度가 가장 높다는 것이며 1.0을 약간 上廻하는 病斑面積率이라해도 이삭稻熱病을 激發시킬 수 있다는 것을 주목해야 한다.

잎의 病斑이 지니고 있는 胞子形成能力을 究明하기 위하여 約 30mm²의 進展型病斑들을 圃場에서 採取하여 濕室에 두었다가 經時的으로 胞子形成數를 調査한 結果는 表 3과 같다. 1個 病斑當 胞子形成量은 약 4,000~16,000개의 범위에 평균 9,000개이었다. 그리고 胞子形成 持續期間은 약 30日 以上이었으며 形成된 胞子の 약 80%以上이 습실처리한 7日內에 形成되며 약 95%의 胞子が 14日內에 形成되었다.

Table 3. Number of conidia of *Pyricularia oryzae* formed on the lesion after moist chamber treatment at 16~24°C^a

Sample source (Variety)	Treated days			Total	
	7	14	30	Range	Mean
Nopung	7,587	1,664	704	3,853~15,440	9,955
Milyang 15	6,958	696	93	3,734~12,960	7,766
Mean	7,273	1,180	402	3,734~15,440	8,860

^a Mean of 20 samples

이 實驗結果에서 얻은 數值를 表 2의 調査資料에 따라 止葉(n-1)과 n-2葉위의 病斑에서 形成되어 이삭稻熱病의 傳染源이 될 수 있는 胞子數를 算하여 보면 1개의 止葉上의 病斑에서 약 11,000개의 胞子が, 그리고 1個의 n-2葉上의 病斑에서 약 9,000個의 胞子が 形成되어 n-1, n-2葉에서 1個穗에 供給된 胞子數해도 20,000個 가량이나 되었다. 前報¹⁹⁾에서 5,000個의 胞子를 葉鞘內에 注入시켜 人工接種한 結果로 미루어 20,000個의 胞子が 1個穗의 接種源으로서 不足하다고 생각되지 않는다.

이삭稻熱病의 感染이 出穗後에 進行되는 日本型水稻에 있어서는 일찍이 感染된 이삭목, 枝梗, 穗 등의 病斑에서 胞子が 形成되어 다시 이삭稻熱病의 傳染源으로서 重要的 役割을 擔當하고 있다는 것은 잘 알려진 사실이다. 그러나 統系品種에서 볼 수 있는 穗孕期 葉鞘內의 感染의 경우에는 發病穗가 葉鞘에서 抽出하

Table 4. Number of conidia of *Pyricularia oryzae* formed in the lesions on panicle and upper 1st node at the harvest stage of rice plant^a

Location of lesion ^b	Number of conidia formed Range	Mean
Spikelet	0~35	19.2
Panicle branch	80~992	637.6
Neck node	112~2,192	692.8
Upper 1st node	0~1,720	637.6

^a Mean of 5 replicated measurement of 10 samples at 26°C in moist chamber for 4 days.

^b Sample source: Nopung

지 않고 그 一部 혹은 全部가 葉鞘에 싸여 있는 것이 많으므로 發病한 이삭목, 枝梗, 穎 등에서 胞子が 形成되어도 다른 個體의 穗의 傳染源으로서 얼마큼이나 큰 役割을 할 것인가에 對하여 의문의 여지가 많다.

收穫期에 發病穗와 發病節을 採取하여 穎, 枝梗, 이삭목, 上位第一節別로 胞子形成數를 調査한 結果는 表 4와 같으며 穎위의 病斑을 除外하고는 모두 殘存葉위의 病斑의 胞子形成能力보다는 약 10倍의 胞子形成能力을 지니고 있었다.

平均 600~700個의 胞子를 形成할 수 있는 病斑이라면 水稻生育期間中에 傳染源으로서 輕視할 수 없는 病斑들이다. 葉鞘內感染이라는 特殊條件때문에 收穫期까지 계속 胞子形成能力을 지니고 있으며 그동안 이들 病斑에서 形成된 胞子들이 長期間 葉鞘內에서의 感染을 되풀이 하였을 것이 推定된다. 이와같은 考察에서 穗孕期 葉鞘內의 感染이 많은 統系系統들의 이삭稻熱病의 發病率이 대단히 높은 理由를 찾아볼 수 있다고 생각한다. 出穗期의 氣象環境이 稻熱病菌의 胞子の 形成, 離脫, 飛散에 不利한 條件으로 바뀌어 진다해도 葉鞘內에 侵入, 定着한 胞子들의 感染과 病斑에서의 胞子形成, 再感染에는 큰 影響을 주지 못할 것이므로 穗孕期以後 出穗期에 걸쳐 止葉(n-1)이나 n-2葉위에 形成되는 病斑으로부터의 傳染源의 供給은 이삭稻熱病의 發生과 極히 密接한 關係가 있다는 것을 주목하여야 한다. 이들 n-1, n-2葉 등은 계속 葉鞘보다는 높은 位置에서 胞子를 形成하고 있을 뿐만 아니라 雨水나 露滴에 떨어진 胞子를 葉鞘內에 쉽게 주입시키는 補助裝置로서도 重要的 役割을 擔當하고 있다는 것을 再強調하지 않을 수 없다.

稻熱病菌의 胞子形成 및 飛散에 미치는 變溫의 影響 出穗期以後의 變溫 즉 晝夜間의 溫度較差가 稻熱病菌의 病斑에서의 胞子形成量에 미치는 影響을 究明

하기 위한 實驗의 結果는 表5와 같으며 24°C에서 16°C까지의 溫度較差가 있는 경우에는 24°C 恒溫條件이나 24°C에서 32°C까지의 變溫條件下에서 보다 더 많은 胞子를 形成하였다. 胞子形成量에 있어서 24°C 恒溫下에서 濕室處理한 것보다 低溫에서의 變溫條件이 注目할만큼 많은 胞子를 形成하지는 않았으나 高溫下에서의 變溫條件하에 비하면 약 4배의 胞子形成량을 보여 주었다.

高溫條件下에서의 稈熱病的 發生의 停滯現象⁷⁾이나, 低溫條件下에서의 이삭稈熱病的 激發에 關하여 많은 實例가 報告되어 있지만¹⁴⁾ 그 原因에 對하여는 아직 定說이 없다.

Table 5. Effect of fluctuation of temperature on conidial formation of *Pyricularia oryzae* in moist chamber. (a)

Source of lesions	Fluctuation of temperature		
	16~24°C	24°C	24~32°C
Nopung	9,955	7,530	2,019
Milyang 15	7,766	7,510	2,445
Mean	8,860	7,520	2,232

(a Mean of 20 samples)

寄主의 生育이나 病原菌의 生育에 適當한 溫度條件下에서 보다는 不適當한 溫度條件下에서 훨씬 發病率이 높은 경우는 붉은 곰팡이병菌(*Gibberella zeae*)에 의한 옥수수나 밀의 잔류病에서 흔히 볼 수 있는 것이라고 報告되어 있다¹⁵⁾. 自然條件下에서 高溫에서의 變溫보다는 低溫에서의 變溫이 稈熱病菌의 胞子形成량을 增加시킬 뿐만 아니라 好高溫作物인 水稻의 生育을 阻害한다고 假定하면 低溫下에서의 稈熱病의 激發이 前述한 옥수수나 밀의 잔류病의 그것과 發生樣相이 다를 것이 없다고 생각된다. 特히 統一系 水稻品種은 日本 粳水稻品種보다 低溫阻害를 훨씬 많이 받는다는 國內 研究報告가 적지 않다^{16,21)}. 이 研究의 結果나 加藤 등^{9,10)}의 研究結果는 거의 一致하는 것으로 보며 低溫下의 稈熱病의 激發을 解明하는데 있어서 病原菌의 胞子形成量이란 側面에서 興味있는 事實이라고 생각된다.

實驗圃場의 氣象條件으로는 24°C에서 16°C까지의 變溫條件이 9月上旬부터 갖추어졌다(Fig. 1). 9월에 들어서서 稈熱病菌의 胞子が 얼마큼이나 언제까지 계속 飛散하는 가를 究明하기 위하여 施肥水準이 다른 實驗圃場의 3個地點에서 葉上露滴층에 落下한 胞子數를 아침 9시에 檢鏡計測하여 본 結果는 表 6과 같으며 出穗期前보다 出穗期後에 더 많은 胞子が 葉上露滴에 落下

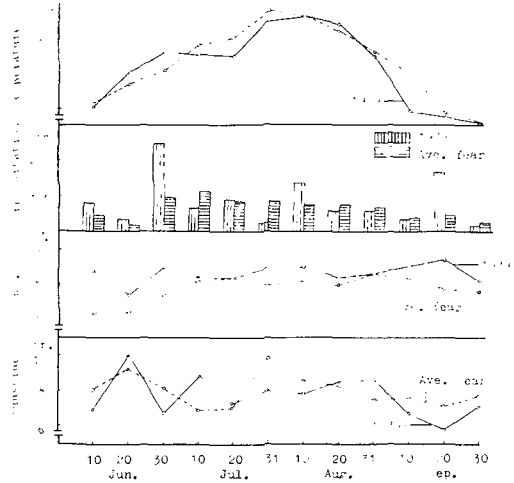


Fig. 1. Comparison of meteorological conditions between average year(1969~1978) and 1979

Table 6. Number of conidia of *Pyricularia oryzae* in one ml dew drop on leaves of rice plant (1979) La

Location of spore collection	Date of conidia collected						
	August		September				
	11th	22th	15th	19th	20th	28th	29th
A	45	40	167	114	140	160	47
B	94	40	220	60	314	20	94
C	47	0	167	100	14	7	34
Mean	62	27	185	91	156	62	58

La Mean of 3 replication per one sample.

하고 있다는 것을 알았다.

그리고 胞子の 飛散이 9月末까지 계속되고 있으며 그 數가 8月中旬의 그것과 비슷하다는 것이 주목되어 있다. 이 實驗結果에서 出穗以後의 低溫域의 變溫이 일의 病斑에서의 胞子形成을 促進할 뿐만 아니라 胞子の 離脫, 飛散에 아무런 支障을 주지 않은 것이라고 判斷되었다. 實驗圃場의 氣溫이 9月上旬以後 最高 25.3~23.5°C, 最低 16.1~12.4°C로서 그 較差가 約 10°C이었으므로 變溫의 幅은 10°C가량이며 胞子形成量의 實驗에서, 變溫幅보다 2°C나 더 넓었다는 것을 考慮한다면 相當히 낮은 低溫에서도 胞子の 形成, 離脫, 飛散이 계속되는 것으로 생각된다. 이런 點에서 止葉(n-1)이나 n-2葉에 形成된 病斑이 이삭稈熱病 傳染源으로서 重要함을 다시 찾아볼 수 있다고 생각된다. 三澤, 松川¹³⁾의 研究에서도 胞子の 飛散이 30°C나 25°C

에서 보다는 18°C나 15°C에서 많다는 결과를 얻고 있으며 일稻熱病과 이삭목稻熱病의 不連續現象⁷⁾, 出穗後期以後에 있어서의 枝梗稻熱病의 大發生¹²⁾, 稻熱病型冷害¹⁴⁾ 등의 解明을 위한 이 研究의 重要性을 찾아 볼 수 있다.

摘 要

葉位別로 形成된 病斑數나 病斑面積率은 統一系品種에 있어서는 n-1에서 n-3까지 그리고 日本型水稻品種에 있어서는 n-2에서 많았으나 統一系品種중에서도 高度로 感受性인 魯豊에 있어서는 n-1(止葉)에 가장 많이 分布되어 있었다. 病斑의 分布度와 施肥水準과의 關係는 施肥水準이 높아질수록 뚜렷하게 나타나는 傾向을 보여주고 있다.

葉位別로 보면 穗孕期以後 이삭稻熱病의 傳染源으로는 n-1葉에서 n-5葉까지의 上위의 病斑이 關與하나 주로 n-1葉과 n-2葉의 關與度가 큰 것으로 考察되었다.

穗孕期以後의 低溫域에서의 變溫(24°C~16°C)은 上위의 病斑에서의 孢子 形成量을 增加시키며 孢子的 形成, 離脫, 飛散에 아무런 支障을 주지않고 9月末까지도 多量의 傳染源을 穗에 供給하고 있었다.

引 用 文 獻

1. 安壽奉, 1973. 水稻登熟의 品種間 差異와 그 向上에 關한 研究. 韓作誌 14 : 1-40.
2. 鄭厚燮, 1978. 稻熱病 發病進展과 溫度와의 關係 試驗, 1978年度 農事試驗研究事業 綜合發表資料(病理, 昆蟲, 農藥, 菌茸) : 123-124.
3. 古野嶺一, 山口富夫, 1970. イモチ病菌 接種後 溫度と 發病との 關係(講要). 日植病報 36(3) : 156-157.
4. 後藤和夫, 1960. 稻の 葉位と 葉イモチ罹病(講要). 日植病報 25(1) : 39.
5. 後藤和夫, 大畑貫一, 1960. 環境變化とイモチ病의 發病: 低氣溫後의 罹病度 變動(講要). 日植病報 25(1) : 1.
6. 許 輝, 1978. 水稻 Indica×Japonica 遠緣交雜品

- 種의 生理生體的 特性에 關한 研究. 農振廳 試驗 研究報告 20 : 1-47.
7. 日野稔彦, 古田力, 1969. 葉イモチ病의 進展에 關한 夏季의 不連續現象(講要). 日植病報 35(2) : 100.
8. 石郷岡富夫, 1961. イモチ病 異常發生의 實態と 2, 3의 環境要因について. 北日本病虫研報 12 : 32-34.
9. 加藤肇, 佐佐木次雄, 1974. イネ이もち病의 疫學的 研究, とくに イネ體上における イモチ病菌의 増殖過程と 穗イモチ發生量의 數値豫測. 日本農技 研究報 C-28 : 1-61.
10. 加藤肇, 1975. イネ이もち病의 疫學的 研究의 現狀と 問題點. 植物防疫 29(6) : 35-39.
11. 小林 裕, 中川九一, 1961. 止葉의 葉イモチ病의 品種間差と 穗イモチ病의 關係に 就いて(講要). 日植病報 26(2) : 56.
12. 李殷雄, 朴淳直, 1979. 1978年度 稻熱病 大發生의 要因分析, 韓作誌 24(1) : 1-10.
13. 三澤正生, 松山宣明, 1960. 稻熱病菌 分生孢子의 傳播に 關する 研究(講要). 日植病報 25(1) : 3.
14. 茂木靜夫, 1977. 最近의 異常氣象と イモチ病 多發生との 關係. 農業及園藝 52(5) : 621-623, 52(6) : 745-749.
15. 大畑貫一, 1966. イネ이もち病 抵抗力に 及ぼす 低溫의 影響ならびに 抵抗力의 變動と イネ의 體內成分との 關係, 日本農技研報告 C-20 : 1-65.
16. 岡本弘, 山本勉, 1960. 穗イモチ病及 節イモチ病に 對する 水銀粉劑의 經濟的 散布適期と 氣溫との 關係に 就て, 四國農事研究 7 : 73-97.
17. 朴鍾聲, 1959. 過肥晚植番에 있어서의 稻熱病防除에 關한 試驗研究, 忠南大論文集 1 : 292-323.
18. 朴鍾聲, 1976. 新稿植物病理學 p. 188. 郷文社
19. 朴鍾聲, 劉勝憲, 金洪琪, 1980. 水稻 稻熱病의 疫學的 研究, I. 穗孕期 葉鞘內의 이삭稻熱病 感染. 韓植保護誌 19(4) : 203-211.
20. 山中 巖, 1965. 氣象條件と 發生豫察. 日植病報 31(記念號 2) : 278-286.
21. 李弘祐, 趙亨烈, 林炳琦, 許 輝, 1974. 水稻의 障害型冷害에 關한 研究. 韓作誌 15 : 85-97.