

水稻 稻熱病의 疫學的 研究

I. 穗孕期 葉鞘內的 이삭 도열병 感染

朴 鍾 聲* · 劉 勝 憲 · 金 洪 琪

Epidemiological Studies of Blast Disease of Rice Plant

1. Infection of Panicle Blast in Leaf Sheaths during Booting Stage

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

Abstract

The pattern of blast disease incidence of Tongil-line rice varieties derived from the cross between Indica and Japonica type was quite different from that of Japonica-type rice varieties. The former showed discontinuity between the incidence of leaf blast and panicle blast; the incidence of leaf blast was slight, while that of panicle blast was very severe.

Different level of nitrogen fertilizer applied influenced significantly the incidence of leaf blast but influenced slightly the incidence of panicle blast of Tongil-line rice varieties.

The infection percentage of panicle blast of Tongil-line rice varieties was about 90% and most of them were infected in leaf sheaths during booting stage, but infection of panicle blast of Japonica-type rice varieties in leaf sheaths during booting stage was very low, only about 3%.

Infection route of panicle blast in leaf sheaths during booting stage, microflora in leaf sheaths, and specific susceptibility of young panicle to blast disease were investigated in the epidemiological point of view.

序 論

1900年代에 들어서서 우리나라의 農業에 關心을 지
사람들의 注目을 끈 水稻稻熱病의 發生이 네번 있
다. 그중 첫번째는 1917년에 局部的인 이기는 하나 黃海
信川郡 및 載寧郡內의 約 150餘町步의 논에 이삭목
熱病의 激發하여 앞으로 있을 全國的 大發生의 可能
을 우리들에게 提示한 發生事例이고 두번째는 1926
全國的으로 大發生하여 農業試驗研究機關에서의 重
研究課題로 登場한 發生事例이며, 세번째는 1969年

稻熱病 抵抗力品種으로 알려진 關玉이 獎勵品種으로
普及된지 3年째에 稻熱病이 激發하여 抵抗力에서 罹病
性으로의 逆轉이 일어난다는 것을 우리들에게 알려 준
發生事例이었고, 네번째는 1978年 우리나라 水稻의 綠
色革命을 일으킨 主導品種인 統一系品種에 이삭목稻熱
病이 全國的으로 大發生하여 抵抗力에서 罹病性으로의
逆轉이 不可避한 自然現象이며 例外가 없다는 證據를
提示해준 發生事例이다.^{3,10,11,17,18)}

이와 같은 稻熱病 抵抗力 逆轉을 經驗한 作物病學者
나 育種學者들은 크게 失望하고 있는 것이 事實이나 稻
熱病 抵抗力品種과 그 利用이 作物病防除의 原理 中的

* 忠南大學校 農科大學(College of Agriculture, Chungnam National Univ.)
(本 研究는 農業產學協同의 用役 研究事業으로 이루어졌음)

하나에 지나지 않는다는 것과 그 原理가 絕對性을 內包하고 있지 않다고 생각한다면 抵抗性 逆轉을 經驗하였다 해도 失望할 것이 못된다.

오래전부터 作物病害虫의 綜合防除의 重要性을 強調해 온 研究者들이 많다. 이들 가운데 病抵抗性品種의 育成과 그 利用이 가장 바랄직한 防除原理라는 것을 몰라서 綜合防除를 強調한다고 생각되는 사람은 하나도 없다. 오랫동안의 作物病學에 관한 깊은 研究에서 얻어진 結論이 綜合防除에 歸結된 것이라고 생각된다.

單獨防除의 研究가 病原體의 殺滅이나 增殖抑制라든가 또는 病原體의 接近을 許容하지 않은 遺傳的인 寄主의 病抵抗性的의 增強과 같은 平面的인 研究의 性格을 띠고 있다고 하면 綜合防除의 研究는 病原體라는 生物集團과 寄主라는 生物集團이 共存하는 生態系에서 그들과 環境과의 相互關係와 關聯된 立體的인 研究의 性格을 띠고 있다고 할 수 있다. 이런 點에서 作物病의 疫學的 研究가 病原體와 寄主와 環境의 立體的 相互關係를 다루어 病의 傳染經路라든가 發病이 環境과 어떤 關係에 있는가 그 病의 流行機構를 解明하는데 目的이 있으므로 實用的이며 効果的인 綜合防除를 위하여 重要性을 띠고 있다고 하겠다. 稻熱病의 疫學的 研究는 오래 전부터 斷片的이며 非定量的인 것은 하나 主로 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¹⁾ 등의 研究는 이와 같은 定量化를 위한 체계적인 것으로서 도열병의 流行機構의 解明에 크게 공헌하고 있다. 그러나 環境要因중에서 溫度^{4,5,6,13,19)}와 發病과의 關係는 相當히 많은 業積에서 疫學的인 解明이 可能한 것이 있지만 降雨, 이슬을 主體로 하는 葉面의 물 갈림의 問題, 光, 空氣의 搖動과 發病과의 關係에 있어서도 究明해야 할 여러가지 問題가 남아 있다.

水稻의 榮養 즉 施肥水準과 稻熱病의 發病關係는 가장 많이 研究되어 온 分野이며, 窒素施肥水準이 높아질수록 發病率이 높아진다는 것은 하나의 定說로 되어 있다.^{1,2,2,16)} 그러나 磷酸이나 加里의 施肥水準과 發病과의 關係에 대하여는 研究者들에 따라 結論이 一致하지 않은 것이 많다.

1978年 統一系品種에 이삭목稻熱病이 激發하였을 때 圃場觀察에서 거의 大部分의 罹病穗가 葉鞘內에서 感染되어 있는 것을 알았다. 또한 어떤 圃場은 이삭목稻熱病의 激發을 가져온 傳染源이 水稻以外에 있는 것이 아닌가 하고 疑心할 程度로 일도열병의 發生이 극히 輕微하다는 것을 注目하지 않을 수 없었다. 統一系品種에 이삭목稻熱病의 激發이 처음 있었던 일이라 그해에 限定된 特殊環境下의 穗孕期 感染이 아닌가 하고

여러가지 環境을 고려해 보았지만 特殊環境이라고는 推定할 수 없었으며 그 品種이 지닌 生態의 特性이라고 推定할 수 밖에 없었다.

오래 묵은 調査野帳에서 日本型 水稻의 晚植多肥栽培의 경우 10餘品種이 出穗後 15日까지에 이삭목 稻熱病의 病徵을 나타내고 있다는 것을 알았다.

이삭목稻熱病이 變動幅이 넓은 潛伏期間을 지나고 있다는 既往의 研究에서¹⁵⁾ 日本型 水稻에 있어서 發病은 出穗後에 볼 수 있어도 실제로 感染되는 時期는 穗孕期일지도 모른다는 疑問을 가지게 되었다. 堀²⁰⁾의 著書중에는 1954년부터 1957년까지 4年間 日本北海道 農業試驗場에서 發病畚의 實態를 調査한 結果를 引用하여 해에 따라서는 이삭목 稻熱病이 50%以上이나 葉鞘內에서 感染된 경우가 있다는 것을 밝히고 있다. 이밖에도 드문 일이지만 이와 같은 葉鞘內感染이 일어날 可能性이 提示된 研究報告도 있다.^{9,21)} 그러나 葉鞘內感染의 經路라든가 穗의 部位別 感染相의 差異등을 밝힌 研究報告는 하나도 없다.

이 研究는 自然條件下에서 統一系品種의 이삭목稻熱病 感染의 實態를 把握하고 感染의 經路를 疫學的으로 究明하고 考察해 보기 위하여 試圖된 것이다.

材料 및 方法

1. 供試品種: 魯豐, 統一, 密陽 23號, 振興, 密陽 14號.
2. 供試圃場: 過去 日本型水稻에 稻熱病이 輕微하게 發生한 일은 있으나 統一系品種에는 1978年과 같은 發病年에도 全然 發病을 볼 수 없었던 圃場으로서 農畜圃場과는 約 2km 以上 떨어진 곳에 位置하고 있는 隔離圃場이다.
3. 接種菌株: 일稻熱病을 誘發시키기 위한 接種菌株은 忠南農村振興院 實驗圃場에서 자라는 品種, 魯豐⁵⁾ 病葉에서 採取한 病斑을 使用하였으며 穗孕期葉鞘內⁴⁾ 幼穗의 接種用으로는 農村振興廳 農業技術研究所 病斑科에서 分讓받은 C-8¹⁴⁾ 菌을 大量增殖하여 使用하였다.
4. 接種菌株의 大量培養: 토마토汁 加用寒天병균배양(병균 200gr, 포도당 20gr, 토마토汁 30ml, 寒天 10gr 물 1,000ml) 를 1,000ml 후라스크에 注入하고 綿絨한 다음 15 LBS 高壓으로 殺菌(30分間)한後, 供試株를 接種한 것을 26±2°C의 恆溫器內에서 約 30日 培養하였다.
5. 胞子數의 計測: 病斑위의 胞子形成數의 計測 研究者가 考案한 Scotch taped filter paper hole glass로 行하였다. 이 計測器具는 濾紙의 兩面을 Scotch tape에 密着시킨다음 直徑 6mm의 punch로 구멍

내어 slide glass에 貼付한 것이며 試料을 이 slide의 구멍에 떨어뜨리면 물은 모두 濾紙에 吸收되고 孢子만 구멍안에 남게 되므로 이를 檢鏡하여 孢子數를 算한다.

6. 實驗區의 크기 및 配置: 1個 實驗區의 크기는 6.5m²이고 3反覆으로 Latin square method에 따라 配置하였다.

7. 育苗 및 移植: 忠南標準育苗法에 따라 育苗하고

40日苗를 1實驗區當 1本植 90株를 6月 20日에 移植하였다. 移植後 收穫할 때까지 病害虫防除을 위한 藥劑 撒布는 하지 않았다. 또한 除草는 모두 人力으로 行하였다.

8. 施肥量: 本畝期의 施肥量은 3水準으로 하였으며 6月 18日, 7月 21日, 8月 11日 세차례 分施하였다.

分施比率는 窒素7.5:3.2:3.2이고 加里 7:3:3이었고 磷酸은 全量 基肥로 施用하였다(表 1).

Table 1. Levels of fertilizer applied and their symbol.

Symbol	Volume of fertilizer (kg/10a)					
	N		P		K	
	Tongil-line variety	Japonica variety	Tongil-line variety	Japonica variety	Tongil-line variety	Japonica variety
0.5N	7.0	4.0	5.7	3.8	6.5	6.0
1.0N	14.0	7.8	11.4	7.5	13.0	11.7
1.5N	21.0	11.8	17.1	15.0	19.5	23.0

9. 發病率調査: 稻熱病의 發病莖率과 發病株率은 8月 30日에 20株의 平均値를 調査하였고 잎의 病斑數와 病斑面積率은 9月 30日에 各 試驗區에서 任意로 上位 5葉을 對象으로 하여 20莖의 平均値를 調査하였다. 이때 病斑面積率은 日本 中國農事試驗場의 病斑面積率基準度에 따라 算出하였다. 그리고 이삭稻熱病, 이삭목稻熱病, 마디稻熱病등의 調査는 9月 30日에 各區에서 任意로 골라낸 20株의 上位 5葉 以上을 가진 全體의 莖을 對象으로 發病率을 算出하였다.

穗孕期의 葉鞘內 人工接種 試驗의 發病率은 이삭목, 枝梗, 籾, 마디등 部位別로 供試한 全莖을 對象으로 算出하였다.

其他 調査項目의 調査方法은 結果 및 考察에서 說明하였다.

結果 및 考察

1. 施肥水準을 달리하는 實驗畝에 있어서의 稻熱病의 發生相

實驗畝에 있어서의 稻熱病의 初發生은 各 試驗區에 2個의 進展型 病斑을 上位 第 2葉에 punch 接種한 다음 13日째 되는 7月 20日에 統一系品種 魯豊의 1.5倍 肥區에서 볼 수 있었으며 8月初旬까지도 品種間, 施肥水準間의 差異를 찾아볼 수 없는 程度로 稻熱病의 發生은 輕微하였고 그후 穗孕期에서 出穗初期에 접어들면서 日本型水稻인 振興과 統一系品種間의 發生量의 差

異가 나타났으며 그후 계속해서 發生量이 增加하였다.

表 2에서 보는 바와 같이 統一系品種인 魯豊, 統一, 密陽 23號등에 있어서는 稻熱病의 發生이 가벼운데 비하여 이삭목 稻熱病이나 마디 稻熱病의 發生이 極甚한 樣相을 보여주고 있으며 한편 日本型品種인 振興에 있어서는 稻熱病의 發生이 極히 가벼울 뿐만 아니라 이삭목稻熱病이나 마디稻熱病의 發生도 가벼운 樣相을 보여주고 있다.

大體로 稻熱病의 發生이 가벼운 供試品種들의 1葉當 病斑數나 病斑面積率의 調査結果는 表 3과 같으며 統一系의 1.5倍 肥區에서도 1葉當 病斑數가 1個程度이고 病斑面積率도 0.5 程度에 지나지 않는다.

그리고 日本型品種인 振興에 있어서는 1.5倍肥區에서도 稻熱病의 發生이 極히 輕微하였다.

病斑面積率로 보아 같은 統一系品種中에서도 密陽23號가 統一이나 魯豊에 비하여 稻熱病 發生量이 적은 편이며 實際로 實驗圃場에서의 遠觀調査의 結果와 一致하고 있다. 그러나 密陽 23號도 耐病性이 大端히 弱한 品種임에 틀림없다.

이삭목稻熱病의 傳染源은 稻熱病이므로 稻熱病의 發生量의 多寡가 이삭목 稻熱病의 發生量을 左右한다는 것은 널리 알려진 事實이다. 그러나 例外가 없는 것도 아니다. 品種에 따라서는 稻熱病과 이삭목稻熱病에 對한 耐病性의 差異가 있다는 研究報告도 있으며¹⁶⁾ 또한 그해의 氣象環境에 따라서는 稻熱病의 發生量과 이삭목稻熱病의 發生量 사이에 相關이 없는 경우도 있다는 報告가 있다.⁷⁾

Table 2. Percentage of diseased leaf, neck and node Caused by *Pyricularia oryzae* in the paddy field (1979)

Variety	Leaf*			neck node			node		
	0.5N	1.0N	1.5N	0.5N	1.0N	1.5N	0.5N	1.0N	1.5N
Nopung	20.9	35.8	49.6	69.7	84.9	88.6	40.8	41.7	46.4
Tongil	19.6	28.5	53.1	52.7	76.4	90.7	50.6	52.9	55.8
Milyang 23	15.6	27.2	44.3	47.7	56.2	64.6	29.7	44.5	38.5
Jinheng	1.6	2.0	5.2	3.0	5.4	12.0	19.7	20.6	34.1

* Percentage of diseased tillers on Aug. 30 th.

Table 3. Number of lesions and percentage of diseased area per one leaf caused by *Pyricularia oryzae* in the paddy field.

Variety	Number of lesions			Percentage of diseased area		
	0.5N	1.0N	1.5N	0.5N	1.0N	1.5N
Nopung	0.29	0.51	1.23	0.20	0.42	0.53
Tongil	0.50	0.56	1.29	0.14	0.29	0.57
Milyang 23	0.34	0.69	1.04	0.08	0.23	0.37
Jinheung	0.02	0.06	0.19	—**	0.01	0.10

* Mean of the upper 5 leaves on Sep. 30th

** — : P.D.A. < 0.008 in mean of 100 leaves.

從來 우리나라에서 獎勵되었던 日本型 水稻品種들이 稈熱病 發生量은 적은 反面에 이삭목稻熱病 發生量은 많은 發生相을 나타낸다는 것은 研究者들이 오랫동안 經驗해 온 일이다. 統一系 水稻品種들의 發生相도 日本型 水稻品種들의 그것과 비슷할 것이라고 일단 推定할 수 있다. 그러나 施肥水準이 낮은 경우에도 이삭목稻熱病이 激發한다는 것을 생각하면 우리나라의 立地條件만으로는 稻熱病 發生相을 結論지을 수 없다.

供試品種들은 모두 施肥水準이 높아짐에 따라 多少間 稻熱病的 發生量도 增加하고 있다. 그러나 이와같은 施肥水準間的 稻熱病 發生量의 差異가 稈熱病的 경우에는 分明하게 나타나지만 이삭목稻熱病이나 마디稻熱病的 경우에는 그렇게 뚜렷하지 못하다는 것을 이 研究結果에서 찾아볼 수 있다. 統一이나 魯豊과 같은

品種에 있어서는 半肥區에 있어서는도 목稻熱病이나 마디 稻熱病이 約50% 가량 發生하고 있다(表2).

施肥水準이 높아짐에 따라 稻熱病的 發生量도 增加한다는 것은 從來 잘 알려진 事實이지만 統一系品種들의 稻熱病發生相은 日本型品種의 그것과는 特異한 點이 있다는 것을 짐작할 수 있다. 1978年度에 이삭목稻熱病이 激發한 統一系 品種들의 罹病狀況의 觀察에서 이삭목稻熱病의 大部分이 出穗前에 穗孕期の 葉鞘안에서 發病하고 있다는 것을 注目하지 않을 수 없다.

이 研究에서 모하나 注目되는 것은 이삭목稻熱病과 併發하거나 또는 單獨으로 發生하는 枝梗稻熱病이나 籾稻熱病이 대단히 많다는 事實이다. 調査結果에 의하면 이삭목稻熱病에 걸린 이삭의 枝梗이나 籾이 感染되어 있지 않은 것은 거의 없었으나 이삭목稻熱病에는

Table 4. Percentage of infected portions in the panicle blast caused by *Pyricularia oryzae*.

Variety	Neck node+Branch panicle+Spikelet			Branch panicle+Spikelet		
	1.5N	0.5N	1.0N	0.5N	1.0N	1.5N
Nopung	74.6	93.5	95.6	4.9	8.6	7.0
Tongil	69.4	87.2	93.7	16.7	10.8	3.7
Milyang 23	66.8	84.2	89.8	19.1	28.0	25.2
Jinheung	15.4	22.3	24.3	12.4	16.9	12.3

感染되어 있지 않아도 枝梗이나 籾이 感染되어 있는 것이 적지 않다. (表4).

實驗圃場에서의 觀察에 의하면 한개의 이삭에서 止葉節위로 抽出된 部分이 健全한 것이 많은 反面에 葉鞘에 싸인채 抽出되지 않은 部分은 거의 모두가 枝梗 稻熱病이나 籾稻熱病에 罹病되어 있었다. 穗孕期の 葉鞘內에서 이삭목, 枝梗, 籾등이 稻熱病에 感染되는 경우가 있다는 것이 報告된 일도 있지만^{9,20,21)} 日本型 水稻品種의 경우 드문 일인 것으로 알려져 있다.

2. 穗孕期 葉鞘內의 이삭稻熱病的 感染

供試品種中에서 密陽 23號는 魯豐이나 統一에 比하여 籾稻熱病 發生量이 적은 편이었으나 이삭稻熱病的 發生量에 있어서는 이들 品種과 거의 差異가 없다. 그리고 半肥區에서는 이삭稻熱病的 發生量이 標準施肥區나 1.5倍肥區보다 약간 줄어들었지만 標準施肥區와 1.5倍肥區간에는 큰 差異가 없다. 이와같은 實驗結果에서 葉鞘內의 이삭목이나 枝梗, 籾등이 稻熱病菌의 侵害를 받는 경우 品種間 또는 施肥水準間의 耐病性의 差異가 나타나지 않는다는 것을 짐작할 수 있다. 葉鞘에 둘러싸인 幼穗는 稻體中에서 가장 耐病성이 弱한

器官일뿐 아니라 또한 葉鞘內는 葉鞘밖보다 濕도가 훨씬 높고 光의 影響이나 空氣搖動의 影響을 덜 받는 등 稻熱病菌의 孢子發芽, 附着器 形成, 侵入등에 있어서 好適한 環境아래 놓여있다는 것을 생각한다면⁹⁾ 幼穗를 둘러싸고 있는 葉鞘는 自然에서 發見할 수 있는 가장 理想的인 稻熱病菌의 接種箱이라 할 수 있다.

잎이나 止葉節에서 抽出한 이삭목, 枝梗, 籾등을 侵害할 수 없는 稻熱病菌의 어떤 生態種이 葉鞘內의 幼穗를 侵害한다는 研究報告도 있다.⁹⁾ 稻熱病菌의 葉鞘內의 幼穗를 侵害하는 機作의 究明은 興味있는 研究課題라고 생각된다.

이삭목稻熱病的 感染이 穗孕期 葉鞘內에서 얼마만큼이나 일어나는가를 究明하기 위하여 調査한 結果는 表 5와 같으며 統一系品種에 있어서는 調査標本數의 約 40~85%가 穗孕期에 그리고 約 5~10%가 出穗期에 感染되고 있는 反面에 日本系品種에 있어서는 穗孕期에 感染되는 것은 約 3%以內에 지나지 않는다. 統一系 品種中에서도 魯豐이 가장 높은 穗孕期 感染率을 보여주고 있으며 그다음 統一, 密陽 23號의 順으로 感染率이 줄어들고 있으나 뚜렷한 差異는 볼 수 없다.

Table 5. Comparison of the diseased rate of neck nodes caused by *Pyricularia oryzae* between booting stage and heading stage*

Variety	Booting stage			Heading stage		
	0.5N	1.0N	1.5N	0.5N	1.0N	1.5N
Nopung	64.7%	84.5%	82.8%	5.4%	2.3%	4.0%
Tongil	49.9	76.2	69.9	3.8	7.7	10.5
Milyang 23	40.7	57.4	58.0	6.8	2.5	4.2
Jinheung	0	2.4	3.3	3.0	7.7	7.6

* Sampling number : 530-784 tillers

그리고 施肥水準이 半肥에서 標準肥로 높아짐에 따라 穗孕期感染率이 높아지는 傾向이 있으나 標準肥에서 1.5倍肥로 施肥水準이 높아져도 穗孕期感染率에는 差異가 나타나지 않는다.

이삭이 抽出하는 어느 段階에서 이삭목의 穗孕期感染이 일어나는가를 究明하기 위한 調査結果에서도 施肥水準에 對한 이삭목의 穗孕期感染의 反應에는 뚜렷한 差異를 볼 수 없다(表 6).

Table 6. Location of the diseased neck node caused by *Pyricularia oryzae* from flag leaf.

Variety	Booting stage			Heading stage		
	0.5N	1.0N	1.5N	0.5N	1.0N	1.5N
	* mm	mm	mm	** mm	mm	mm
Nopung	-20.7	-40.3	-42.1	+5.97	+9.1	+1.4
Tongil	-35.2	-43.8	-40.1	+18.0	+20.2	+16.0
Milyang 23	-39.8	-54.5	-54.5	+17.6	+28.4	+13.9
Jinheung	—	-23.9	-21.8	+45.0	+42.2	+33.7

* Down-side from frag leaf base

** Up-side from flag leaf base.

施肥水準이 낮아짐에 따라 病徵을 나타낸 이삭목의 位置는 止葉節에 가까운 距離에 있는 傾向이 穗孕期 感染에서 볼 수 있으나 標準肥와 1.5倍肥間에는 이와 같은 關係가 全然 나타나지 않는다. 즉 統一系品種에 있어서 이삭목에 病徵이 나타나는 葉鞘內의 位置는 半肥區에 있어서는 止葉節로부터 約 40mm 以下로 떨어진 곳에 그리고 標準肥區나 1.5倍肥區에 있어서는 止葉節로부터 約 40mm 以上 떨어진 곳에 있다. 稻熱病菌의 接種에서 病徵이 나타날 때 까지의 潛伏期間을 考證한다면 穗孕期の 葉鞘內感染은 相當히 이른 時期에 있는 것으로 推定된다.

日本型 水稻品種인 振興에 있어서는 穗孕期 葉鞘內의 稻熱病 感染率이 3% 程度에 지나지 않으며 病徵을 나타낸 이삭목의 位置도 統一系品種들보다 훨씬 止葉節에 가까운 곳에 있었다. 日本型 水稻品種들의 이삭목 稻熱病的 感染最盛期를 出穗直後라고 報告한 研究者들이 적지 않다.¹⁴⁾ 그러나 自然條件下에서 이삭목 稻熱病的 潛伏期間이 8日에서 26日까지의 變動幅이 있다는 것을 생각하면¹⁵⁾ 日本型 水稻品種들에 있어서도 穗孕期の 葉鞘內 感染이 無視할 것이 아니라고 생각된다. 日本 北海道 農業試驗場에서 1954년부터 1957년까지 4年間 調査結果에 의하면 어떤 圃場에서는 葉鞘內에서의 이삭稻熱病的 感染率이 約 58%나 된다고 한다. 이 研究에 供試한 統一系品種의 이삭稻熱病的 發生量보다는 低率이지만 甚하게 發生한 事例가 아닐 수 없다.²¹⁾

1978年 統一系品種 특히 魯豐에 처음으로 이삭목 稻熱病이 激發하였을 때 研究者들의 注目을 끄는 것은 大部分이 葉鞘內에서 感染되어 있었다는 點이다. 今年에도 例外가 있을 수는 없다. 이 研究를 遂行한 實驗圃場이나 忠南農村振興院의 藥劑防除試驗查에서 無防除區는 例外없이 이삭목 稻熱病的 葉鞘內感染이 注目되었다. 이들 2個圃場은 籾稻熱病的 發生量은 적었으나 이삭목 稻熱病的 發生量이 많았으며 그것이 穗孕期の 葉鞘內 感染에 의한 것이라는 共通點을 가지고 있다.

이와같은 籾稻熱病과 이삭목 稻熱病的 不連續性은 日本에서도 여러가지 事例가 報告되어 있다.^{7,8)} 그러나 이 不連續性을 시원스럽게 理解할 수 있는 研究報告는 하나도 없다. 自然狀態에서 찾아볼 수 있는 가장 理想的인 稻熱病菌의 接種裝置인 穗孕期の 葉鞘內에서는 籾稻熱病的 感染에 必要한 稻熱病菌의 孢子濃度보다도 훨씬 낮은 孢子濃度로도 接種이 가능하다고 假定을 하면 앞서 적은 稻熱病的 不連續性에 대한 解答이 되지 않을까 생각된다.

穗孕期の 葉鞘內에 稻熱病菌이 어떤 方法으로 侵入하는가를 究明하기 위한 實驗의 하나로써 降雨時 葉上에 떨어진 물이나 葉上結露에서 생긴 물이 葉身에서

葉鞘內으로 侵透할 것이란 假定아래 1% Eosin 溶液을 注射器에 넣어 止葉과 그 아래에 있는 2個葉의 葉身에 滴下한 다음 24時間後에 葉鞘를 벗겨서 그 안의 幼穗의 染色程度를 調査하였던 바 Eosin 溶液 3cc 以上이면 葉鞘內에 浸透되었으며 浸透量은 幼穗의 染色程度로 보아 止葉의 바로 아래에 있는 잎(n-2)에 滴下했을 때 가장 많고 그 다음이 止葉에, 그리고 (n-2)葉의 바로 아래에 있는 잎(n-3)에 滴下했을 때 가장 적었다.

또한 滴下한 染色液의 量이 많아도 葉鞘內에 잘 浸透되지 않은 경우도 있었다. 이것은 幼穗를 둘러싸고 있는 葉鞘의 縫合部의 緊密度가 높은 경우에는 잘 浸透되지 않은 것으로 判斷되었다. 出穗期에 가까워짐에 따라 縫合部의 緊密度가 점점 낮아져서 染色液의 浸透量이 많아지고 幼穗全體가 잘 染色되나 n-3葉에 滴下한 染色液은 많이 浸透한다 해도 幼穗의 下半部를 染色할 뿐이며 全體를 染色하는 경우는 하나도 없었다. 그리고 止葉에 滴下한 染色液은 葉鞘外側을 타고 n-2葉으로 흘러 내려와서 葉鞘內으로 浸透하는 것이 觀察되었다.

이 實驗結果에서 穗孕期の 葉鞘內으로 浸透하는 물은 주로 n-2葉의 葉身の 葉節部를 거쳐 葉鞘의 縫合部에서 浸透한다는 것을 알 수 있다. 自然의 雨水나 葉上結露에 의한 水滴등은 1% Eosin 溶液보다 그 粘性이 훨씬 낮기 때문에 그 浸透量도 훨씬 많을 것이라고 짐작된다. 그리고 統一系品種의 葉身은 日本系品種의 그것보다 葉幅이 넓고 葉面積도 훨씬 넓기 때문에 葉身을 거쳐 葉鞘內에 浸透하는 水量도 統一系品種이 日本系品種보다 훨씬 많을 것이라고 생각된다.

물과 함께 穗孕期の 葉鞘內에 侵入한 稻熱病菌은 幼穗의 各部位 즉 이삭목, 枝梗, 籾 등에 定着하게 될 것이므로 自然條件下에서 幼穗에 稻熱病菌의 孢子가 얼마나 定着하고 있는가를 調査하였던 바 葉鞘內의 幼穗에는 稻熱病菌(*Pyricularia oryzae* CAVARA)의 孢子以外에 *Alternaria* sp., *Macrosporium* sp., *Curvularia* sp., *Helminthosporium* sp., *Cladosporium* sp *Fusarium* sp., *Torula* sp., *Puccinia* sp., 등 眞菌의 孢子도 侵入定着하고 있었다. 葉鞘 1個當 0~180個 範圍로 平均 18.7個의 稻熱病菌의 孢子가 20%의 比率로 定着하고 있는 것으로 判明되었다.

稻熱病菌의 孢子보다도 훨씬 큰 다른 眞菌들의 孢子가 많이 侵入定着되어 있는 것으로 보아 稻熱病菌의 孢子가 물과 함께 葉鞘의 縫合部를 通過한다는 것이 어려운 일이라고는 생각되지 않는다.

葉鞘 1個當 幼穗에 定着되어 있는 最高 180個, 平均 18.7個의 稻熱病菌孢子가 이삭稻熱病的 感染에 充分히 接種量인지 疑問의 餘地가 있지만 降雨量이 많은 경우

에는 侵入定着하는 孢子數가 훨씬 늘어날 것으로 생각 된다.

穗孕期에 施肥水準을 달리하는 實驗圃場에서 生育中 인 魯豊(統一系)의 切取莖을 100ml의 殺菌水가 들어 있는 300ml 후라스크안에 直立시킨 다음 稻熱病菌의 孢子懸濁液 5cc를 止葉(n-1)과 그 아래의 n-2, n-3葉의 葉身に 滴下하여 葉鞘內에 浸透接種시킨 것을 26°C 恒溫器에 15日間 두었다가 이삭도열병의 感染狀況을 調査한 結果는 表 7과 같다. 孢子懸濁液이 葉鞘內로 滲透하는 量은 止葉(n-1)과 n-2葉에서는 비슷한 것 같 으며 n-3葉에서는 이들보다 多少間 줄어드는 것으로

推定된다. 대체로 稻熱病感染率은 枝梗이나 籾에서 높 고 이삭목에서 낮은 傾向이었다. 供試菌(c-8+)의 孢子 懸濁液의 1ml當 孢子數를 100個로 調整하였기 때문에 孢子數가 적었다고 생각하기 보다는 葉鞘안으로 浸透 하지 않고 流失된 孢子懸濁液이 많기 때문에 실제로 葉鞘안의 幼穗에 定着한 孢子數는 훨씬 적었을 것이며 따라서 이삭목의 感染率이 낮은 것이라고 推定된다. 한 편 枝梗稻熱病이나 籾稻熱病에는 비교적 많이 感染된 편이지만 枝梗의 感染部位는 1~4個程度이고 感染된 籾의 數의 比率은 30%를 넘지 않을 것이 觀察되었으 므로 感染率이 높았다고는 할 수 없다.

Table 7. Rate of diseased panicle by artificial inoculation** of *Pyricularia oryzae* on panicle in cutting rice leaf-sheath from tillers.

Level of fertilizer	Location of leaf blade	Diseased Panicle *			
		Necknode	Panicle branch	Spikelet	LPB ***
0.5 N	n-1 (flag leaf)	20%	60%	60%	2.4
	n-2 (2nd leaf)	20	60	60	1.2
	n-3 (3rd leaf)	0	20	40	0.2
1.0 N	n-1	0	60	80	1.0
	n-2	20	60	20	1.8
	n-3	0	40	60	1.0
1.5 N	n-1	20	60	20	1.4
	n-2	40	30	30	1.8
	n-3	30	40	20	0.2

* Mean of 10 sampled tillers.

** Spore population : 5000 spores per one leaf sheath

*** Number of lesion on panicle branch

Table 8. Rate of diseased panicle by artificial inoculation of *Pyricularia oryzae* to panicle in leaf sheath of growing rice in field.

Level of fertilizer	Population of spore	Diseased panicle			
		Neck node	Panicle branch	Spikelet	LPB *
0.5 N	500	11.1%	80.0%	100.0%	4.0
	1,500	8.9	74.9	100.0	3.2
	5,000	11.1	75.6	100.0	2.6
1.0 N	500	8.9	97.8	100.0	6.2
	1,500	8.9	93.3	100.0	9.8
	5,000	11.9	93.3	100.0	6.2
1.5 N	500	1.11	93.3	100.0	7.6
	1,500	13.3	83.2	100.0	6.4
	5,000	20.0	100.0	100.0	13.2

* LPB : Number of lesion on panicle branch

그리고 施肥水準과 이삭稻熱病的 感染率과의 사이에는 높은 相關이 있지 않으며 다만 이삭稻熱病的 感染率이 半肥區나 標準肥區보다 1.5倍肥區에서 약간 높은 편이다.

自然圃場條件下에서 生育 중인 魯豐(統一系)의 穗孕期 葉鞘內的 幼穗에 稻熱病菌의 孢子懸濁液을 注射器로 注入하여 人工接種한 다음 15日째에 이삭稻熱病的 感染狀況을 調査한 結果는 表 8과 같다. 대체로 이삭목의 感染率은 施肥水準이나 注入한 孢子數와 關係없이 20%以下의 낮은 편이었으며 1.5倍肥의 5,000個 孢子注入區에서도 感染率은 20%에 지나지 않는다. 한편 枝梗이나 籾의 感染率은 相當히 높은 편이었다.

切取莖의 葉鞘에 孢子懸濁液을 葉身을 거쳐 浸透시켜 人工接種한 것과 比較해 보면 注射器로 注入시킨 것이 이삭全體의 感染率이 높으나 이삭목의 感染率만을 比較해 보면 큰 差異가 없다.

接種한 孢子濃도가 높아도 施肥水準이 높아야만 感染率이 增加되는 傾向이 있으나 標準肥와 半肥區 사이에는 孢子濃度의 影響이 잘 나타나지 않았다. 다만 枝梗의 罹病率과 平均病斑數에 있어서는 標準施肥水準까지는 施肥水準이 높아짐에 따라 增加하는 傾向이 나타나지만 標準施肥區와 1.5倍肥區 사이에는 큰 差異가 없다. 또한 表 8의 籾稻熱病 感染率이 어느 實驗區에서나 100%로 나타나고 있지만 그 內容에 있어서는 差異가 있다는 것이 達觀的으로 觀察되었다. 즉 半肥區에 있어서는 全體 籾數에 대한 感染籾의 比率이 標準施肥區나 1.5倍肥區의 그것보다 훨씬 낮았으며 標準施肥區와 1.5倍肥區 사이의 그것은 큰 差異가 없었으며 枝梗稻熱病的 感染率과 비슷한 傾向을 보여주었다. 따라서 穗孕期葉鞘안에서의 이삭稻熱病的 感染은 標準施肥量 以上の水準에 있어서는 施肥量의 影響을 크게 받지 않은 것으로 推定되었다.

앞서 적은바와 같이 두가지 人工接種試驗의 結果에서 이삭稻熱病的 感染率이 낮을 때 대하여 疑問을 가지지 않을 수 없다. 그 感染率이 낮은 理由로는 接種한 孢子濃도가 낮거나 이삭稻熱病的 潛伏期間이 길거나 또는 接種時期와 이삭목의 感受期가 一致하지 않았거나 등 세가지를 들 수 있다. 이 實驗에서 孢子濃도가 낮다고는 생각되지 않는다. 두가지 人工接種實驗에 앞선 豫備實驗에서도 梗枝이나 籾이 500孢子/1ml의 濃度에서 잘 感染되어 있었다. 圃場에서의 調査에 依하면 止葉節에서 아래로 50mm 以上이나 떨어진 곳에서 이삭목이 나타나고 있으므로 潛伏期間을 考慮한다면 實際로 感染되는 것은 穗首節의 發達初期인 것으로 推定된다. 따라서 接種時期와 이삭목의 感受期의 不一致에서 그 理由를 찾아보기 힘들다. 그렇다면 潛伏期

間이 길기 때문이라고 생각하지 않을 수 없다. 岡本등에 의하면 自然條件下에서 이삭稻熱病的 潛伏期間에는 8日에서 26日까지의 變動幅이 있다고 하며 加藤등은 이삭목중에서도 齡首節이 가장 늦게 發病하며 稻熱病이 激發하는 해에는 이삭이 止葉葉鞘間에서 露出하는 時期에 感染된 것으로 생각되는 이삭稻熱病이 發見된다고 한다.^{9,15)}

穗孕期葉鞘內에서의 이삭稻熱病的 感染이 極히 드문 것으로 알려진 日本型水稻(密陽 15號)의 이삭稻熱病的 感染狀況을 大田과 公州의 2個地點의 農家圃場에서 調査한 結果 이삭稻熱病的 發生率이 낮은 今年에도 이삭稻熱病的의 約 3~5%가 穗孕期葉鞘內에서 感染된 것이었다. 이삭稻熱病的의 潛伏期間의 變動幅을 8~26日, 가장 病斑이 잘 나타나는 期間을 8~14日로 본다 면⁹⁾ 實際로 이삭稻熱病的의 感染時期를 出穗前後라고 하는 것이 妥當한 것이라고 생각된다.

이삭稻熱病이 激發하는 해에는 50% 以上이, 그리고 激發하지 않은 해에도 3~5% 가량이 穗孕期葉鞘內에서 感染되었다는 實地圃場調査結果로 미루어²⁰⁾ 이와 같은 表現이 잘못이라고 생각되지 않는다. 그리고 이 研究에서 실제로 統一系品種들의 이삭稻熱病은 大部分이 穗孕期葉鞘안에서 感染되어 있었기 때문이다.

摘 要

實驗圃場에 있어서의 稻熱病發生相은 籾稻熱病的의 發生量이 輕한데 비해 統一系品種의 이삭稻熱病은 激發型이었고 日本型品種의 그것은 역시 輕하였다.

施肥水準의 稻熱病 發生量의 差異는 統一系品種의 경우 籾稻熱病에서는 뚜렷하게 나타났으나 이삭稻熱病에서는 뚜렷하지 않았다.

止葉(n-1)이나 그 아래에 있는 n-2葉, n-3葉 등에서 降雨水나 葉上의 露滴水에서 만들어진 孢子懸濁液이 葉身에서 葉鞘의 縫合部를 거쳐 葉鞘內에 浸透하여 穗에 接着한 다음 感染을 일으키는 것으로 判明되었다.

自然環境下에서나 人工環境아래에서도 葉鞘內에 孢子懸濁液을 注入하면 穗의 各部分이 感染되었으며 自然環境아래에서 生育 중인 水稻의 穗孕期葉鞘內에는 稻熱病菌과 그밖에 여러가지 眞菌의 孢子가 檢出되어 孕期葉鞘內에서의 稻熱病 感染이 可能한 것으로 判明되었다.

實驗圃場에서의 統一系品種의 이삭稻熱病的의 發病은 90%內外이며 이 중에 穗孕期 感染이 出穗後 感보다 훨씬 많으며 0.5N 施肥區에서는 6~15倍, 1.0區에서는 10~40倍, 1.5N 區에서는 7~20倍 가량이 많았다. 한편 日本型水稻品種에 있어서는 이삭稻熱

의 穗孕期 感染率은 3%에 지나지 않았다.

參 考 文 獻

1. 崔鉉玉. 1965. 葉稻熱病 苗垡檢定試驗. 嶺南作試驗研究報告 39-60.
2. 鄭鳳朝. 朴鍾聲, 1979. 水稻의 病. 韓國植物保護論考 1-10.
3. 鄭厚燮. 1974. 韓國에서의 새로운 稻熱病菌의 리이스. 韓植保誌 13(1) : 19-23.
4. 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.
5. 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.
6. 後藤和夫. 大畑貫一, 1960. 環境 變化とイモチ病の發病: 低氣溫後の罹病度變動(講要). 日植病報25(1) : 1.
7. 日野稔彦. 古田 力, 1969. 葉イモチ病の進展における夏季の不連続現象(講要), 日植病報 35(2) : 100.
8. 石郷岡富夫. 1951. イモチ病異常發生の實態と2,3の環境要因について. 北日本病虫研報 12 : 32-34.
9. 加藤 肇. 佐佐木次雄, 1974. イネいもち病の疫學的研究 とくにイネ體上におけるイモチ 病菌の増殖過程と穗イモチ發生量の數値豫測, 日本農技研究報告. c-28 : 1-61.
10. 金寅權. 1968. 韓國에 있어서의 稻熱病菌의 生態品種과 水稻品種의 稻熱病抵抗性에 關한 研究. 韓植保誌 3號 別冊 23.
11. 李銀鍾. 1972. 抵抗性品種인 關玉의 稻熱病 激發要因. 韓植保誌 11 : 41-43.
12. 松山宣明. 1975. 細胞壁物質に及ぼす窒素多施の影響とイモチ病に對する其の重要性. 日植病報 41 : 56-61.
13. 大畑貫一. 1966. イネいもち病抵抗力に及ぼす低溫の影響ならびに抵抗力の變動とイネの體内成分との關係. 日本農技研報告. c-20 : 1-65.
14. 小野小三郎. 鈴木穗積, 1966. 稻熱病及稻小粒菌核病の發生機作並に發生生態に關する研究. 病害虫發生豫察特別報告 4 : 1-156.
15. 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の經濟的散布適期と氣溫との關係に就て. 四國農業研究 7 : 73-97.
16. 朴鍾聲. 1959. 過肥晚植畝에 있어서의 稻熱病防除에 關한 試驗研究. 忠南大論文集 1 : 292-323.
17. 朴鍾聲. 1965. 1966. 韓國의 水稻重要病害의 發生相의 變遷과 그 防除. 第11回 太平洋學術會議植物病理分科 報告集. 韓植保誌 4 : 1-6.
18. 山田昌雄. 李銀鍾. 1978. 韓國に於ける統一系イネ品種のイモチ病罹病化. 植物防疫 32(6) : 14-18.
19. 山中巖. 1965. 氣象條件と發生豫察. 日植病報 31(記念號-2) : 278-286.
20. 堀 正侃. 1960. イネ作病害虫の 新しい防ぎ方 50-15.
21. 山中達. 進藤敬助, 1964. イモチ病菌の Raceに關する研究. 葉身以外の部位から分離されたいモチ病菌の病原性(講要). 日植病報. 29 : 55.