稻熱病と水田微氣象

橋 岡 良 夫

(埼玉農試)

稻熱病の流行機構に關して水田の微氣象より考察したものは、分生孢子の飛散に關する 1, 2 の觀察 (山形農試, 1943; 栗林及市川, 1941) の他資料が無いので、著者は流行學の見地より水田微氣象に關する各種の實驗觀測を行つた。但しこの研究は著者が元臺灣總督府農業試驗所在職中臺中 (24°09' N) に於て施行した亞熱帶水田に就ての成績であるのと、紙面の關係もあるので、茲にはその一部を選擇して記述する。茲に登載するものは 1943 年日本學術振興會の援助によつて行つたもので、詳細は依命中國側に提出した歐文報告に登載してあるが、未だ公刊の機に恵まれないので、今回微用解除歸國に當り一部を公表し、同學の士の叱正を仰ぎ度いと思う。方法の詳細も又省略するが、大體松野等 (1937) に準じた處が多い。

1. 稻熱病菌分生孢子飛散と稻株層微氣象

臺中 65 號を栽植せる 1 期作水田分蘗期 (流行初期) に於て灌漑水面より 30 cm 上部に平面に裝置したスライドガラス 4.0×2.5 (cm) (グリセリンゼラチン塗布) の面積内に落下粘着せる稻熱病菌分生孢子の數を晝夜を通じて 2 時間毎に計數し、第 1 圖の如き結果を得た。孢子

の飛散が夜間に限られることは栗林等 (1941) によつて既に指摘されたが、氏等の場合は採取孢子數少く、時間的推移は明にされていない。圖によれば飛散は夜半零時頃より急激に増加し、爾後黎明迄盛に飛散して日出と共に急激に劣えるもので、日光が最大の制約因子となつてゐること明である。次に重要なのは湿度であつて、著者 (1943) が既報せる如く人為的に湿度の調節せられた室内實驗に於ては 90% 以上の高濕區に於てのみ飛散したのであつたが、この結果は野外實驗に於ても又同様である。但し稻株層湿度 (スライド裝置點に於て Assman 通風乾濕計を以て測定) の上昇と孢子飛散との間に時間的ずれがあるのは、90% 以上の高濕に於て形成せられた孢子が暫時の後飛散するものと思われる。上記室内實驗に於ても又然りで、孢子の飛散よりは形成に高濕が必要であると考えられる。晝間に於ても湿度上昇の後には極少數の飛散を認められるが、夜間の數に比すれば九牛の一毛に過ぎぬ。而もこの觀測に於ては採取用スライドは稻葉の密生した稻株中層に置かれたから、日光及風の透過良好な稻株上層に於ては晴天晝間の飛散は殆ど無いと考へてもよいであろう。又この觀測の範圍に於ては飛散の制約因子としての温度條件は全く無視してよいので、栗林 (1928) の實驗に於ては 25—28°C に於て 20°C より

孢子形成遙に大であつたが、著者の觀測に於ては飛散の殆どない晝間の温度が概ね前者に相當し、飛散夥多の夜間温度が後者に近く、實驗結果と逆になつてゐる。従つて著者の觀測の温度範圍に於ては孢子の飛散は日射と空氣湿度とによつて制約されると謂い得る。

2. 稻葉に於ける水滴滯留の觀測

稻熱病菌の稻體内侵入に當り葉面に水滴が一定時間

第 1 圖 稻株中層に於ける分生孢子飛散數及溫濕度の變化

滯留することが必要であることは逸見及安部 (1932) によつて明にせられ、著者 (1943) もさきに菌の寄主體侵入を許容するに要する水滴の滯留時間と温度環境との關係につき實驗的に追究したが、その大要を示せば第1表の如くである。即ち實驗の範圍に於ては 19—32°C に於

第1表 異なる温度下に於ける稻熱病菌の寄主體侵入に要する水滴滯留時間

實驗温度(°C)	水滴滯留時間	潜伏日數	1個體當發生病斑數
15.0±1.0	5	—	0
	8	—	0
	11	—	0
	14	—	0
19.0±0.5	5	6	0.01
	8	6	0.01
	11	6	0.42
	14	6	1.00
26.0±0.5	5	6	0.01
	8	6	0.90
	11	6	2.50
	14	4	4.10
28.0±0.5	5	6	0.09
	8	5	0.09
	11	6	3.80
	14	5	7.00
32.0±0.5	5	6	0
	8	6	0.09
	11	6	0.08
	14	6	2.80

て侵入が可能であるが、特に 26—28°C に於ては最容易で 5—8 時間の滯留で相當數の侵入が見られる。併し乍らこの實驗は稻葉上に於ける水滴の滯留時間を人爲的に調節したものであるから、野外に於ける露滴の滯留時間に就て觀察する必要がある。次に 2, 3 の觀察例を第 2 表及第 3 表に擧げる。

第2表 露滴の稻葉上に出現する時刻、數及大小の觀察 (草丈 34.5 cm, 分蘖莖 4 本の分蘖期苗に就て、4 月 25—26 日觀測)

分蘖數	供試葉の大きさ (cm) 長さ× 巾	2 時(a. m.)に於ける露滴數				結露始時刻*
		徑約 1mm	徑約 2mm	徑約 3mm	計	
1	2.4×0.8	5	5	0	10	6.13p.m.
2	3.0×0.9	9	1	1	11	6.15
3	3.0×0.9	12	1	0	13	6.13
4	2.7×1.0	5	2	0	7	6.12

* 葉縁に溢泌せる水滴

觀察中の稻株上層の微氣象

觀 察	6 p. m.	7	2 a. m.	5	6	7	8
氣 温 (°C)	22.2	20.8	20.3	20.0	20.3	20.8	26.0
濕 度 (%)	89	94	100	100	94	94	75
記 事	日没					日出	風

第3表 露滴數の時間的推移の觀察 (草丈 42.0 cm, 分蘖莖 17 本の穂孕初期にある 1 株に就て (4 月 26—27 日觀測))

葉の種類	各時刻に計數された露滴數									
	6 p. m.	7	8	9	10	11	12	1 a. m.	2	計
止 葉	1			2	2	1	1			7
最 嫩 葉	1	1			1	3				6
嫩 葉		1		5	2					8
下部成熟葉					4	2			2	8
計	2	2	0	7	9	6	1	0	2	29

觀察中の稻株上層の微氣象

觀 察	5 p. m.	6	7	8	9	10	11	12	2 a. m.
氣温 (°C)	27.2	26.0	25.8	25.8	23.8	23.3	22.9	22.2	21.6
濕度 (%)	90	90	84	84	94	94	94	94	100

上記の結果より稻葉の溢泌液は日没直後温度の急降下、湿度の急上昇と共に葉の先端に多く露滴として現れ、靜穩高濕の下に於てはこの水滴は時と共に幾分大きくなるが、徑約 3mm に達した場合は落下する。一般に徑 2.5mm 以上の露滴は微風により容易に落下するが、漸時の後再び多くは同じ地點に結露を見る。故に單一の水滴が葉上に滯留する時間の測定は非常に困難である。日出による温度の急上昇、湿度の低下と共に露滴は漸次消滅するが、植被下層の露滴は靜穩高濕の日は午後迄も滯留することがある。黎明時温度の急降下ある場合は微少な露滴が無數に生ずるから、之が永く滯留し空中浮游胞子が充分ある時は多數の侵入が可能となる譯であるが、この型の結露は晴天に多く日出により消滅するので、侵入に重大な意義を有するのは夕刻より發生する溢泌に由來する結露であると考えられる。前節の如く胞子の飛散は深更より黎明にかけて多いが、黎明に飛散して稻葉に附着した胞子は日出による露滴の消滅と共に侵入不能なる場合が多いから、實際問題として深更に飛散附着し、黎明期迄に發芽し、黎明期より日出直後にかけて侵入するものを重視すべきである。この見地より朝露を拂い落すことが菌の侵入防止に有効なりや否やを検する爲、2 月 20 日に挿秧 (1 區 6.2a. 1240 株, 2 區制) せる臺

中特6號、臺中65號及臺中150號の分蘖期に於て、午前7時（臺灣時間）幅20米の試験區の兩側畦畔に1人宛互に麻繩を保持せしめ、稻株になるべく深く接觸振動せしめつつ2往復して露拂を行わしめた。露拂の施行日は結露状況によつて第4表の如くなつた。

第4表 分蘖期に於ける葉稻熱病を對象とせる水滴除去試験施行要項

試 験 區	施 行 期 間		施行回数	
	1943 年	1944 年	1943 年	1944 年
標 準（無處理）	—	—	0	0
流行全期處理	月日 月日 月日 月日 4. 5~4. 30 3. 25~4. 20		26	22
流行初期處理	4. 5~4. 20 3. 25~4. 10		16	12
猖けつ期處理	4. 10~4. 25 4. 10~4. 20		16	14
結露甚しき日のみ處理	4. 5~4. 30 3. 25~4. 20		5	5

葉稻熱病の發生は流行中期に於て一般に流行全期處理及初期處理の區に比較的少かつたが、罹病を容易にする爲多肥（窒素3倍量）栽培せる本實驗に於ては猖けつを極めた結果、流行の後期に於ては上記の傾向は不明瞭となつた。斯の如き現象の理由としては、一部の孢子は處理前既に侵入していること；微小の露滴、特に株の下層のものは上記の處理によつては完全に拂い落されぬこと；晴天に於ては處理後再結露を見たこと；等が考えられる。併し上記の結果よりすれば普通肥料を施用せる場合には或る程度の効果を得られるのではなからうか。

第2圖 播種量及施肥量を異にする苗代の温度及湿度

3. 苗稻熱病の流行と苗代植被層の微氣象

苗代の微氣象と流行との關係を見んが爲、基肥量及播種量を異にして植被の微氣象に相違を生ぜしめて苗を育成し、自然の罹病に放任した。即ち無肥並に施肥（ha當N, P_2O_5 及 K_2O 各75斤を基肥とす）の場合につき、各々坪當1合播（0.18立）及4合播（0.72立）、計4區の苗代（2區制、1區2坪宛）を作り、5月21日播種し、一定期間毎に苗代中央部の葉の最密生部並に大氣層（苗床地平面上1米）の温度及湿度を測定した。播種後25日目（6月15日）に觀測せる1例を示すと第2圖の如くである。圖示の如く温度は苗代内に於て常に大氣層より低く、特に日出直後の昇温時及午後的高温時に於ては兩者の差最大となる。例えば14時に於ける大氣層と苗代中最高温の無肥0.18立播との差は $1.3^{\circ}C$ 、最低温の基肥0.52立播との差は $2.6^{\circ}C$ に及ぶ。各苗代内の温度は無肥1合播、無肥4合播、基肥1合播、基肥4合播の順に低くなる。湿度は苗代植被内に於ては大氣層に於けるより常に相當高濕であり、正午に於ては第5表の如き相異を示した。

第5表 正午に於ける大氣層と苗代層との湿度の較差

實 測 値 %					大氣層との較差			
大氣	無肥 1 合	無肥 4 合	基肥 1 合	基肥 4 合	無肥 1 合	無肥 4 合	基肥 1 合	基肥 4 合
69	76	79	75	82	+7	+10	+6	+13

而して上記觀測時に於ける各區の苗の生育、苗葉の化學成分並發病程度は第6表の如くであつた。

稻熱病は無肥區に發生せず、基肥區特に、密播區に激發した。無肥密播區に於て高濕にも拘らず發病しないのは第6表の如く、苗體含有窒素量過少にしてCN率異常に上昇して老苗の性質を具え抵抗性なるに因る。施肥薄播區に於てはその湿度無肥密播區よりも小なるにも拘らず、上掲の體成分の關係より罹病したと考えられる。施肥區は薄播、厚播共に罹病し、その程度後者に於て著しく大であるのは、後者は前者に比し窒素含量小なりとは云えその差僅少であつて、この場合は植被内の湿度、從つて水滴の滯留時間がより有力に影響せるに因るを推察される。胡麻葉枯病は稻熱病に反し、土中窒素從つて體内含窒素の缺乏せる場合に發病する性質の疾病であ

第6表 微氣象の異なる苗代の稲苗の生育、成分並罹病度

施肥	播種量(合)	草丈(種)	葉數	分蘗	葉色	全窒素	CN率	稻熱病發生度	胡麻葉枯病發生度
無肥	1	30.1	5.3	1.0	淡	2.26	14.31	—	+
	4	21.2	4.3	1.0	淡	1.72	17.77	—	+
基肥	1	36.1	11.0	1.8	濃	3.70	4.61	+	—
	4	33.5	6.7	1.4	濃	2.71	8.72	+	—

つて、この實驗に於ては無肥區にのみ發生し、特に無肥厚播區に甚しいのは高濕に因るのみならず、1個體當りの吸收窒素量過少なるに原因する處大である。要するに苗代植被層は大氣層に比し常に低温高濕であるが、この微氣象は苗代の耕種法によつて著しい變化を生ずるのである。

4. 葉稻熱病の流行と本田植被層の微氣象

栽植密度を異にして稻株層の微氣象に變化を生ぜしめ、稻熱病の發生狀況を觀察した。臺中150號を供試し第7表の如く栽植距離及株當苗數を異にして育成し、分蘗極期に於て大氣層(水面上100cm、即稻株上40cm)及稻株各層(上層は水面上50cm、即頂葉の抽出せる層；中層は同30cm、即葉の交錯最多の層；下層は同10cm、即下垂せる葉の僅に存する層)の溫度及濕度(第7表)並水平面照度(第3圖)を測定した。但し多數の試驗區につき同時に測定して大氣層と比較することは計器の數の關係上不能であつた爲、1區毎に稻株各層と共に各區上の大氣層を測定比較したが、測定時の大氣象は比較的

第7表 栽植密度を異にせる本田の稻株層と大氣層との溫度及濕度の較差
(1943年2月20日挿秧、4月26日11時觀測開始)

栽植距離 (種)	株當苗數	1區栽植 列×條	大氣層實測値		大氣層との較差					
			溫度 ℃	濕度 %	稻株上層		稻株中層		稻株下層	
					溫度	濕度	溫度	濕度	溫度	濕度
5	1	24×20	26.8	86	-0.7	+4	-0.7	+4	-0.8	+5
10	1	12×17	27.0	83	-0.1	+3	-0.7	+7	-1.4	+4
10	5	12×17	26.8	87	-0.2	+2	-0.4	+4	-0.4	+4
15	1	8×22	25.8	89	+0.1	±0	-0.1	+2	-0.2	+1
15	5	8×22	25.3	89	-0.1	±0	-0.3	+3	-0.8	+1
20	1	6×31	26.0	85	+0.1	-2	±0	+2	±0	-1
20	5	6×33	25.5	89	-0.3	±0	-0.4	+3	±0	-1
25	1	6×31	25.6	84	+0.2	+1	±0	±0	+0.3	±0
25	5	6×31	27.1	83	-0.2	+4	-0.5	+5	-0.2	-3
30	5	5×40	26.0	86	-0.1	+1	-0.2	-2	-0.4	±0

第3圖 栽植密度を異にせる水田の稻株層水平面照度の變化
(1943年4月28日11時測定)

靜穩で觀測中大氣象の激變少かつたことは云え數名の觀測人を動員して猶全區の測定に水平面照度は20分、更に同轉濕度計による溫濕度の測定は40分を要した。

第7表並に第3圖によれば概ね栽植密度大なる場合に低温高濕照の度大となり、密度疎なる場合は之に反す

るが、斯る微氣象の差異を惹起する莖葉の繁茂程度は、栽植密度と生育期との關係により變遷するが故に、常に上記の關係が成立するとは限らぬ。罹病程度は分蘖初期に於ては5 糎1 本植最大に、次で10 糎5 本植及同1 本植大であつて密度に比例するが、この傾向は暫時の後逆轉する。斯る現象は著者の見解によれば分蘖初期の若苗に於ては各區共葉の窒素含量大にしてCN 率低く齊しく感受性なるが故に、密植のため植被層の照度小に、濕度高く、風の透通不良で露滴の保持時間大なる區に菌の寄主體侵入頻度大にして、從つて罹病度大であるが、苗の生育進むにつれて密植區は土壤中の養料に缺乏を來し、個體當吸收窒素量激減し、葉は黃綠化して抵抗性となるに反し、密度疎なる場合は之に反するのみならず、或る程度迄の疎植に於ては分蘖中期以後葉の繁茂著しく、稻株層濕度高まり、照度減少するに因るのである。

5. 結論及び摘要

紙面節約上歐文摘要を以て之に代える。

6. 引用文献

- 1) Hashioka, Y: (未刊), Studies on the mechanism of prevalence of the rice blast disease in the tropics.
- 2) 橋岡: (1943) 熱帯農學會誌. 15:99—110.
- 3) 逸見及安部: (1931) 植物病害研究. 1:33—45.
- 4) 栗林: (1928) 日本植病學會報. 2:99—117.
- 5) 栗林及市川: (1941) 病蟲害雜誌. 28:309—314: 404—416.
- 6) 山形農試 (1943), 病蟲害雜誌 30:232—234.

Resume

The Microclimate of the Paddy Field in Connection with Prevalence of the Rice Blast Disease.

Yoshio Hashioka

Some observations on the micro-climate of the paddy field were carried out at Taichung (24°09'N), Formosa, in order to confirm whether or not it is related to prevalence of the rice blast disease.

Dissemination of conidia of the blast fungus occurs only in night, especially from midnight to daybreak, during which humidity is above 90 per cent of relative humidity. The dew falls on the leaves in the dusk immediately following sunset at which air humidity increases suddenly as a result of a drop

in temperature. Under still conditions, especially in the plant layer, the dew drops stay on the leaves for a considerable length of time which is sufficient enough for the invasion of the host by the fungus. Removal of dew drops from the leaves accomplished at different intervals by brushing them off with use of jute rope, but the resultant data are not so clear-cut, except that in the middle period of the prevalence, the infection was somewhat slighter when the dew was brushed off more frequently.

Micro-temperature and humidity of the seedlings different in the amount of seeds as well as in amount of fertilizer was observed. The disease did not appeared in the plots densely sown with no fertilizer notwithstanding that the humidity of the above plots is higher than that of the thinly-sown plots. This may be due to the resistance of the former, since their nitrogen content is lower than that of the leaves of the manured plants. While in the manured plots, the infection was severer in the densely-sown plots than in the thinly-sown. This might be probably due to higher humidity in the former, since the nitrogen content of these manured plots is similarly higher than that of the non-manured. The Micro-climate of the paddy plots different in density of planting was also observed at the culmination of tillering. Coolness and damp of the plant layers are usually in proportion to the density of plants growing, but this relation does not always come about, since the grade of luxuriance which causes the difference of the temperature and humidity differs according to the density of planting and plant-age. The extent of infection appears to be in parallel with the density of planting in the early stage of tillering, but this relation becomes reversed after the time of tillering. This phenomenon may be attributable to the fact that in the early stage of tillering the seedlings in both plots are equally higher in nitrogen content and susceptible to the disease, but in the densely planted plots dew drops retain for a longer time, consequently, infection occurs more seriously in this plot than in the other, while in the later stage (after tillering) the plants in the densely planted plots become resistant, because the nitrogen content in the leaves and soil decreases in proportion to the age, and the humidity is lowered more extensively than in the sparsely planted plots where the plants grow more luxuriantly on account of the surplus nitrogen remaining in the soil.