

ムギ類赤かび病の発生と気象との関係¹⁾

上 田 進²⁾
(愛媛県農業指導課)

緒 言

愛媛県におけるムギ類赤かび病 (*Gibberella zeae*) の発生と気象との関係については、上田・松本 (1964) が 1955 ~ 1962 年の 8 年間、子のう胞子採集数との関係については、上田 (1973) が 1960 ~ 1969 年の 10 年間調査し、相関係数の高い因子について回帰式を求め、ムギ類赤かび病の発生予察に利用してきた。

ところが、その後のムギ品種や栽培体系の変遷に伴って、出穂時期が少し異ってきたこと等から、今までの予想式ではムギ類赤かび病の発生予察がうまくいかなくなってきた。

そこで筆者は、愛媛県の最近 10 年間のムギ類赤かび病に関する発生予察資料を中心に検討し、現在のヒノデハダカ等の栽培品種や全面全層播種栽培体系に合った発生予察式を新たに作成し、ムギ類赤かび病の発生予察を試みたので、その概要を報告する。

試 験 方 法

1. 赤かび病の発生状況

本病の発生程度および発生面積は、愛媛県病害虫発生予察事業成績書 (愛媛県, 1972 ~ 1987 年) より引用した。赤かび病発生度 (農林省, 1962) は次式により求めた。発生度 = $(7n_1 + 5n_2 + 3n_3 + 1n_4) \times 100 / 7N$ 。〔 n_1 : 被害率 31% 以上の圃場面積 (甚), n_2 : 被害率 16-30% の圃場面積 (多), n_3 : 被害率 6-15% の圃場面積 (中), n_4 : 被害率 1-5% の圃場面積 (少), N : ムギ栽培面積〕。

2. 気 象 因 子

松山地方気象台の観測資料を用いた。

3. 赤かび病菌子のう胞子の採集

1978 ~ 1980 年は西条市福武 (東予防除所の予察圃場), 1981 ~ 1986 年は北宇和郡三間町 (南予防除所の予察圃場), 1987 年は北条市上難波 (愛媛県農業試験場の予察圃場) で、それぞれ子のう胞子を採集した。胞子採集器はムギ畑の中央に地上 50 ~ 80 cm の高さで設置した。グリセリンとニカワの混合液 (小野, 1962) を塗ったスライドガラスを、採葉器 (第 1 図) の上面と内面にセットし、毎日とりかえて 18 mm × 18 mm のカバーガラス内の子のう胞子数を顕微鏡 100-400 倍率下で計数した。

1) Relationship between the occurrence of scab of wheat and barley caused by *Gibberella zeae* and weathen conditions in Ehime.

By Susumu UEDA.

2) 現在, 愛媛県農業試験場

Proc. Assoc. Pl. Protec. Shikoku, No. 23 : 21 ~ 27 (1988).



第1図 孢子採集器

結果および考察

1. 赤かび病の発生と子のう孢子採集数の年次別消長

愛媛県における最近16年間の赤かび病の発生状況および子のう孢子採集数は第1表に示した。赤かび病の発生度は1983年が27で最も高く、ついで、1977、1976、1986、1975であったが、他の年は概して低く経過した。

第1表 ムギ類赤かび病の発生状況および子のう孢子採集数の年次別消長

年次	赤かび病発生状況				子のう孢子数採集数			場所
	作付面積	発生面積率	県全体の発生度	ヒノデハダカの発生度 ¹⁾	4月全体	4月上旬	4月中旬	
1972	4,491 ha	31.2 %	5.0	9.0	60	22	17	西条
73	2,870	26.1	4.5	0.6	203	3	74	"
74	2,561	0.7	0.1	0	27	0	12	"
75	2,697	27.8	8.8	20.5	92	1	31	"
76	2,830	63.5	17.9	1.9	24	3	8	"
77	2,849	51.8	19.8	12.8	54	5	25	"
78	3,127	12.4	2.2	0	34	1	18	"
79	3,440	4.7	0.7	0	23	0	4	"
80	3,829	3.9	0.6	0.1	5	2	2	"
81	4,173	3.8	0.5	0	22	1	11	宇和島
82	4,131	5.6	0.8	0	23	1	6	"
83	4,121	89.5	27.4	26.5	151	16	106	"
84	3,758	0.7	0.1	0	1	0	0	"
85	3,879	2.7	0.5	0.5	1	0	0	"
86	3,918	60.8	9.3	11.5	216	1	51	"
87	4,322	4.8	0.7	0	43	14	11	北条

注) 1) 孢子採集地でのヒノデハダカ被害率。

栽培面積の最も多いヒノデハダカの子寮圃場における被害率と県全体の発生度との間には $r=0.780^{**}$ との正の高い相関がみられた。

4月中旬の子のう胞子採集数は、1983年が106、1973年が74、1986年が51と多く、次いで1975、1977年で、他の年は概して少なかった。4月中旬の子のう胞子採集数と4月全体の子のう胞子採集数との間には、 $r=0.835^{**}$ の正の高い相関がみられた。

2. 子のう胞子の大きさ

自然下のイネ株上で形成された子のう胞子と、胞子採集器で採集した子のう胞子の大きさを比較した(第2表)。子のう胞子の巾はイネ株上が $4.9\mu\text{m}$ であったのに比べ、採集器上が $5.1\mu\text{m}$ とやや大きかった。長さはイネ株上が $25.0\mu\text{m}$ であったのに対し、採集器上が $23.8\mu\text{m}$ と少し短かった。これは採集器上の子のう胞子では、スライドガラス上に塗ったグリセリンとニカワの影響だと考えられる。

第2表 ムギ類赤かび病菌子のう胞子の大きさ(1987)

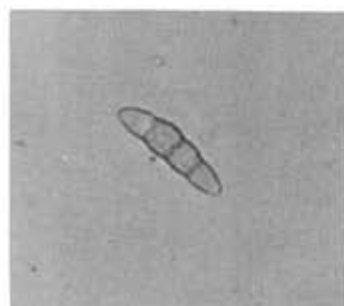
子のう胞子の採集場所	調査胞子数	子のう胞子の大きさ(μm)					
		長さ			巾		
		最長	最短	平均	最長	最短	平均
イネ株上	10	30.0	21.3	25.0	5.0	3.8	4.9
胞子採集器上	10	27.5	20.0	23.8	5.5	4.3	5.1

子のう胞子が採集される前から、圃場のイネ株上に黒色の子のう殻が形成されていた(第2図)。適度な温度と雨(湿度)があれば、子のう胞子が離脱するようになる(第3図)。そして、気温が $15-18^{\circ}\text{C}$ 以上の降雨後に、子のう胞子が飛散するようになる(第4図)。

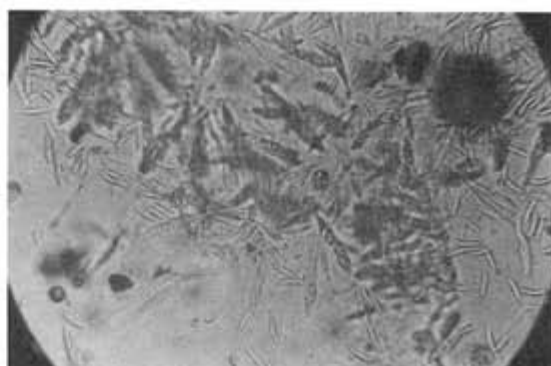
平良木(1986)はリンゴ黒星病(*Venturia inaequalis*)の発生子寮について、従来は空中飛散の子のう胞子を計測していたが、最近では子のう殻中の子のう胞子の成熟程度



第2図 イネ株上の子のう殻形成状況



第4図 胞子採集器(スライドガラス)上の子のう胞子($\times 600$)



第3図 子のう殻は成熟して子のう胞子が離脱している状況($\times 150$)

を調査し、自然条件下での子のう胞子飛散消長との整合性を確かめれば、発生程度を予測できると報告している。筆者はこの説と同じように、ムギ類赤かび病についても、ムギ畑におけるイネ株上などの子のう殻の成熟程度（子のう胞子の離脱状況など）を顕微鏡下で5-7日間隔で観察すれば、子のう胞子の飛散を1-2週間前に予想することができると考えている。

3. 赤かび病の発生と気象との関係

赤かび病の発生度と気象因子との相関係数は第3表に示した。4月の気象との間に高い正の相関がみられた。平均気温とが $r=0.935^{**}$ で最も高く、次いで最低および最高気温とであり、4月の気温が高い年には赤かび病の発生が多くなる現象が認められた。なお、4月における平均気温と平均湿度との間には $r=0.751^*$ とかなり高い正の相関がみられ、4月の気温が高い年には湿度も高くなるようであった。

第3表 ムギ類赤かび病の発生と気象因子との相関係数

要 因 月	最高気温	最低気温	平均気温	平均湿度	降 水 量	日照時間
1	0.113	0.120	0.101	0.037	-0.274	0.106
2	0.085	-0.211	-0.145	-0.204	-0.027	0.344
3	-0.040	0.272	0.103	0.263	0.266	-0.305
4	0.874**	0.891**	0.935**	0.546	0.478	-0.520
5	0.280	0.306	0.252	0.201	0.089	0.142

注) 降水量, 日照時間は月合計, 他の因子は月平均。

**…………… 1%有意水準。

そのほかの1, 2, 3, 5月の気象因子との間には、ほとんど相関がみられなかった。

次に、4, 5月における旬別気象因子との相関係数は第4表に示した。4月の気温との間に相関がみられ、なかでも4月上中旬とが $r=0.803^{**}$ と最も高かった。

岩田(1957)は、ムギ類赤かび病の発生は出穂前後の気象と密接な関係があり、多発生年では出穂期以降の平均気温が18-20℃以上で、降雨の多い(日照時間が少ない)場合や湿度80%以上の日が3日以上続く時であることを報告した。これらのことは、筆者の約30年間の観察結果と一致しているが、発病には15℃以上の平均気温が必要である(上田, 1988)と考えている。

第4表 ムギ類赤かび病と4, 5月旬別気象因子との相関係数

要 因 月 旬	最高気温	最低気温	平均気温	降 水 量	日照時間
4月上旬	0.534	0.675*	0.587	0.347	0.052
“ 中 ”	0.449	0.733*	0.698*	0.474	-0.502
“ 下 ”	0.704*	0.579	0.742*	0.167	0.090
“上中”	0.653*	0.803**	0.794**		
5月上旬				0.427	-0.104
“ 中 ”				-0.128	0.581
“ 下 ”				0.072	-0.054

注) *…………… 5%有意水準。

愛媛県における最近のムギ作は、4月上旬を中心に収穫する場合が多いことから、4月の気象、なかでも気温との相関が高かったものと推測される。

ムギ類赤かび病の薬剤防除に予察式を利用する場合には、少しでも早い時期の予測が必要となってくる。そこで、4月上中旬の最低気温による赤かび病の発生予測を行った結果が第5表である。すなわち、実測値と理論値との誤差は最大が7.3、最小が0.7、平均4.1で、愛媛県全体の赤かび病発生度を予測することができた。

第5表 ムギ類赤かび病の4月上中旬最低気温による発生予測

年度	実測値	理論値	誤差	α 値	予察式
1978	2.2	1.3	0.9	8.2	$y = 6.85x - 54.84$ $r = 0.803^{**}$ $n = 10$ y …… 愛媛県ムギ赤かび病発生度 x …… 4月上中旬最低気温 平均誤差 …… 4.1
79	0.7	2.0	-1.3	8.3	
80	0.6	1.3	-0.7	8.2	
81	0.5	2.7	-2.2	8.4	
82	0.8	-5.5	6.3	7.2	
83	27.4	21.2	6.2	11.1	
84	0.1	6.1	-6.0	8.9	
85	0.5	7.5	-7.0	9.1	
86	9.3	2.0	7.3	8.3	
87	0.7	4.1	-3.4	8.6	

4. 赤かび病の発生と子う胞子採集数との関係

赤かび病の発生度と子う胞子採集数との相関係数は第6表に示した。4月中旬胞子採集数との間には $r = 0.985^{**}$ と、正の高い相関が認められ、4月中旬の子う胞子採集数が多い年に赤かび病の発生が多くなる現象が認められた。4月中旬は愛媛県における大部分のムギ（ヒノデハダカ等）が収穫開花期にあたり、赤かび病の感染発病に好適（井上、西門、1959）であったためと推察される。

赤かび病発生度と4月中旬の子う胞子採集数との関係を示したのが第5図であり、 $y = 0.25x - 0.95$ の回帰式が得られた。

次に、愛媛県全体の赤かび病の発生を、4月中旬の子う胞子採集数で予測したのが第7表である。すなわち、実測値と理論値との誤差は、最大が-2.5、最小が0.1、平均1.0で、きわめて少ない誤差で赤かび病の発生を予測することができた。

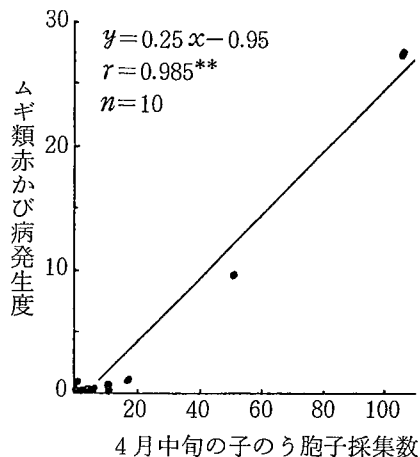
5. 子う胞子採集数と気象との関係

赤かび病の発生は4月中旬の子う胞子

第6表 ムギ類赤かび病の発生と4月の子う胞子採集数との相関係数

項目	4月上旬	4月中旬	4月全体
赤かび病発生度	0.659*	0.985**	0.732*

注) * … 5%有意水準
 ** … 1%有意水準



第5図 ムギ類赤かび病の発生度と4月中旬の子う胞子採集数との相関

第7表 ムギ類赤かび病の4月中旬の子のう胞子採集数による発生予測

年度	実測値	理論値	誤差	x 値	予 察 式
1978	2.2	3.6	-1.4	18	$y = 0.25x - 0.95$ $r = 0.985^{**}$ $n = 10$ y … 愛媛県ムギ赤かび病発生度 x … 4月中旬の子のう胞子採集数 平均誤差 … 1.0
79	0.7	0.1	0.6	4	
80	0.6	0.1	0.5	2	
81	0.5	1.8	-1.3	11	
82	0.8	0.6	0.2	6	
83	27.4	25.6	1.8	106	
84	0.1	0	0.1	0	
85	0.5	0	0.5	0	
86	9.3	11.8	-2.5	51	
87	0.7	1.8	-1.1	11	

第8表 4月中旬の子のう胞子採集数と気象との相関係数

要 因 月	最高気温	最低気温	平均気温	平均湿度	降水量	日照時間
1	0.083	0.116	0.081	-0.027	-0.347	0.039
2	-0.095	-0.252	-0.169	-0.269	-0.079	0.403
3	-0.033	0.246	0.096	0.216	0.175	-0.274
4	0.809 ^{**}	0.855 ^{**}	0.892 ^{**}	0.550	0.454	-0.577
5	0.175	0.260	0.178	0.238	0.080	0.054

注) 降水量, 日照時間は月合計, 他の因子は月平均。
^{**} …… 1%有意水準。

第9表 4月中旬の子のう胞子採集数と4, 5月の旬別気象との相関係数

要 因 月	最高気温	最低気温	平均気温	降水量	日照時間
4 月上 "	0.431	0.621	0.506	0.442	0.041
" 中 "	0.400	0.677 [*]	0.650 [*]	0.370	-0.485
" 下 "	0.714 [*]	0.600	0.754 [*]	-0.178	0.053
" 上中 "		0.740 [*]	0.713 [*]		

注) * …… 5%有意水準。

採集数と高い相関があった。そこで, 4月中旬の子のう胞子採集数と気象因子との相関係数を調べた結果を第8表に示した。4月の気象との間に高い相関がみられ, 平均気温と $r = 0.892^{**}$ で最も高く, 次いで最低および最高気温であり, 4月の気温が高い年は子のう胞子採集数が多くなる現象が認められた。

1, 2, 3, 5月の各気象因子との間には, 相関がみられなかった。

次に, 4月における旬別気象因子との相関係数は第9表に示した。4月上中旬の最低気温と $r = 0.740^*$ で最も高い相関があり, 次いで平均気温であった。

このように、4月中旬における子う胞子採集数と気象因子との関係は、赤かび病発生度との関係とはほぼ同様に、4月の気象、とくに気温と高い相関があった。以上のことから4月の気温は、発病の主因である子う胞子の飛散、さらには赤かび病の発生被害に重要な因子となっていると考えられ。

摘 要

1) 愛媛県の最近16年間におけるムギ類赤かび病の発生は、1983年が最も多く、次いで1977年であり、また、4月中旬の子う胞子採集数も概して多かった。

2) ムギ類赤かび病子う胞子の大きさは、自然下のイネ株上で形成されたものは $2.1.3 - 3.0.0$ (平均 25.0) \times $3.8 - 5.0$ (平均 4.9) μm であったが、胞子採集器のスライドガラス上では $20.0 - 27.5$ (平均 23.8) \times $4.3 - 5.5$ (平均 5.1) μm であり、前者に比べて、長さはやや短かく幅はやや大きかった。

3) ムギ類赤かび病子う胞子の飛散は、イネ株上などの子う胞子の殻成熟程度(胞子の離脱状況など)を、顕微鏡下で5~7日間隔で観察すれば、1~2週間前に予想ができると思われた。

4) 最近10年間におけるムギ類赤かび病の発生は、4月気象との関係が深く、とくに気温と正の高い相関が認められた。そこで、赤かび病の発生を4月上中旬の最低気温で予測した結果($y = 6.85x - 54.84$, $r = 0.803^{**}$), $0.7 - 7.3$, 平均 4.1 の誤差であった。

5) 赤かび病の発生と4月中旬の子う胞子採集数との間に、 $r = 0.985^{**}$, と正の高い相関係数が認められ、 $y = 0.25x - 0.95$, で予測した結果、 $0.1 - 2.5$, 平均 1.0 , という少ない誤差であった。

6) 4月中旬の赤かび病子う胞子採集数と、4月気象との関係が深く、とくに平均気温との間には $r = 0.892^{**}$, と正の高い相関係数が認められた。

7) 愛媛県における主要栽培品種であるヒノデハダカは、赤かび病に感染しやすい出穂開花期がほぼ4月中旬中心となっている。したがって、この時期の気温が高い年(概して湿度も高い)には、発病の主因となる子う胞子の飛散も多くなり、発生被害も多くなるものと考えられる。

引 用 文 献

愛媛県(1972~1987): 病害虫発生予察事業年報。

平良木武(1986): 岩手県におけるリンゴ黒星病の防除対応と臨機防除の考え方, 今月の農業, 30, 8, 7, 78-82.

井上成信, 西門義一(1959): 麦赤かび病に関する生態学的研究(第1報), 子う胞子の飛散と一次伝染の時期について, 農学研究, 46, 4, 164-179.

岩田吉人(1957): 病害虫の発生予察, ムギ赤かび病, 農業通信, 30, 29-31.

農林省農政局(1971): 病害虫発生予察事業実施要綱および要領, 71.

小野小三郎(1962): 植物病理実験法(明日山秀文ほか編), 第8章, 病気の生態, II, 胞子の形成, 飛散と採集, 東京, 238-239.

上田進, 松本益美(1964): 麦赤かび病に関する研究(第2報), 愛媛県農業試験場研究報告, 第4号, 51-54.

上田進(1973): ムギ赤かび病に関する研究(第4報), 子う胞子の採集数と発病との関係, 農業および園芸, 48, 6, 843-844.

上田進(1988): ムギ赤かび病に関する研究(第7報), 愛媛県における耐病性品種, 農業および園芸, 63, 5, 651-652.