

岡山県におけるベノミル剤耐性モモ灰星病菌の 発生分布ならびにその防除薬剤*

井上幸次・粕山新二・畑本 求

Distribution of Benomyl Resistant Strain of
Monilinia fructicola (Wint.) Honey on Peach in Okayama
Prefecture and Efficacy of Some Fungicides to Them.

Kouji INOUE, Shinji KASUYAMA and Motomu HATAMOTO

緒 言

モモ灰星病 (*Monilinia fructicola*) は果実を腐敗させるだけでなく、花腐れや芽枯れを起こすモモの重要病害の一つである。岡山県では1976年に発生が確認され、その後急速に県下全域に拡大した。それまでモモの病害防除は黒星病を対象とし、主に幼果期から袋掛け前後に3回程度の薬剤散布が行われていたが、灰星病の拡大によって、さらに開花期前後、収穫期の防除が必須となった。そのため、両病害に有効な殺菌剤であったベンズイミダゾール系薬剤(ベノミル、チオファネートメチル剤)の使用回数が増加し、これらの薬剤に対する耐性菌の発生が懸念されていた。そして、1987年に県内のモモ罹病花から分離した灰星病菌の中にベノミル剤耐性とみられる菌株が認められた。

そこで、1988~'90年、県内各地のモモ産地から灰星病菌を採集し、ベノミル剤耐性菌の発生分布を調査した。また、ベノミル剤耐性菌の病原力や有効な防除薬剤を検討した。

本試験の実施に当たり、灰星病菌の採集に御協力を頂いた農業試験場北部支場の粒生直義技師に厚く御礼申し上げる。

材料及び方法

1. ベノミル剤耐性菌の検定

1988~'90年の3か年にわたって県内主要産地のモモ罹病花、罹病果実を採集し、それぞれの年に分離した150, 423, 537菌株を供試した。P S A平板培地で、23~25℃で10~21日間培養した菌株の4mm角の菌叢片

を、所定濃度(1988年は1600ppmの2倍希釈法、'89年は同4倍希釈法、'90年は800ppmの8倍希釈法)のベノミル剤(水和剤 成分量50%)を添加したP S A平板培地に移植し、25℃で3~5日間培養後に各菌株の菌糸の生育の有無を調査して、M I C (Minimum Inhibitory Concentration: 最小生育阻止濃度)を求めた。検定は2反覆で行った。

2. ベノミル剤感性菌、耐性菌のモモに対する病原力の比較

1988年の単胞子分離菌株(ベノミル剤感性菌4菌株、耐性菌5菌株)をP S A平板培地で、25℃で約2週間培養し、接種源とした。

花卉への接種は1989年4月6日、満開のモモ(品種:清水白桃)の花を採取しシャーレに並べ、各菌株の分生子懸濁液(約100個/100倍・1視野、Tween 20の5000倍加用)を各花卉の中央部に1花卉当たり5μlずつ点滴接種した。20℃で湿室に5日間保った後、花卉の発病、分生子形成程度を調査した。発病度は次式で求めた。供試花数は1菌株当たり15花卉(3花)とした。

$$\text{発病度} = \frac{5A + 3B + C}{\text{供試花卉数} \times 5} \times 100$$

A: 花卉面積の61%以上が発病

B: " 31~60%が発病

C: " 30%以下が発病

D: 発病が認められない

果実への接種は1989年7月14日、清水白桃の未熟果(果実生長第3期初期)を採取し、果実側面の5mm角

*本報告の一部は1989年日本植物病理学会関西支部会(日植病報, 56(1):135-136)および1990年同支部会(日植病報, 57(1):107)において発表した。

の毛茸をピンセットで取り除いた部位に、各菌株の5mm角の菌叢を貼り付け接種した。接種部に蒸留水を20 μ lずつ滴下して、28 $^{\circ}$ Cで湿室に3日間保った後、病斑の大きさ、分生子形成程度を調査した。供試果実数は1菌株当たり22個とした。

3. ベノミル剤感性菌、耐性菌に対する薬剤の効果

1988, '89年に単胞子分離したベノミル剤感性菌(それぞれ4, 2菌株)および耐性菌(それぞれ5, 8菌株)を供試して、1989, '90年に数種薬剤の防除効果を圃場試験で検討した。なお、供試菌株のベノミル剤に対するMICは0.78~1600ppmの12段階で前項1.と同様の方法で検定した。

(1) 花腐れに対する効果

1989年4月6日に農試内圃場で開花したモモ(品種:清水白桃)にベノミル剤2000倍液, イプロジオン, トリフルミゾール剤の各1000倍液(それぞれに展着剤5000倍加用)を散布して乾燥後、各薬剤ごとに9菌株(1988年の分離菌株)の分生子懸濁液(約100個/100倍視野, Tween 20の5000倍加用)をそれぞれ噴霧接種した。接種後、直ちに枝ごとに紙袋を掛け、5月9日に花腐れの発生を調査した。供試樹数は1薬剤当たり2樹とし、1菌株当たりそれぞれ5~6枝供試した。

また、1990年4月9日に供試樹を白鳳, 供試菌を1989年に分離した10菌株として、1989年と同様の方法で薬剤の効果を検討した。

(2) 果実腐敗に対する効果

1989年7月24日、農試内圃場で有袋栽培のモモ(白鳳)果実に袋の底部を開いてベノミル剤2000倍液, イプロジオン, トリフルミゾールの各1000倍液, 蒸留水(それぞれに展着剤5000倍加用)をそれぞれ散布して乾燥後、ベノミル剤感性菌(No.88027, 88096), 耐性菌(No.88148, 88015)各2菌株の分生子懸濁液〔前項(1)と同じ〕を袋の底部から噴霧接種して、本病菌が侵入しないように袋を閉じた。7月29日の収穫時と、未発病の果実については収穫6日後まで室温(26~34 $^{\circ}$ C)で保存して発病の有無を調査した。供試果数は1薬剤, 1菌株当たり7~12個とした。

結 果

1. ベノミル剤耐性菌の発生分布

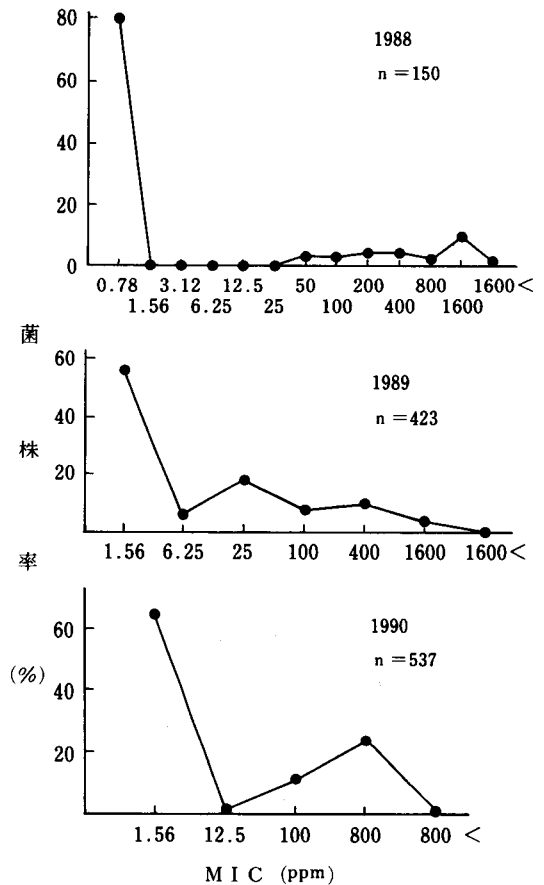
寒天平板希釈法によるベノミル剤に対するMICの頻度分布は、1988年は0.78ppmの菌株と50ppm以上の菌株に大別され、前者は感性菌、後者は耐性菌とみられた。耐性菌株率は20%で、耐性菌のMICは50ppmから1600ppm以上のものまで幅がみられたが、1600ppmの菌株

が最も多かった。1989年はピークの判然としない頻度分布を示したが、6.25ppm以上を耐性菌とすると耐性菌株率は43%であった。1990年は1.56, 800ppmをピークとする2山型を示し、12.5ppm以上を耐性菌とすると耐性菌株率は35%であった(第1図)。

県内のベノミル剤耐性菌の分布をみると、3か年とも倉敷市, 新見市, 勝田郡で耐性菌株率が高かった。また、耐性菌の分布は年ごとに拡大した。菌の分離部位別では、罹病花, 罹病果実から分離した菌の耐性菌検出圃場率, 耐性菌株率には一定の傾向はみられなかった(第1表)。

2. ベノミル剤感性菌、耐性菌のモモに対する病原力の比較

モモの花弁, 果実のいずれにおいても、発病程度, 分生子形成程度には、供試菌株による差異がみられたが、ベノミル剤感性菌と耐性菌とによる差異はほとんどみられなかった(第2表)。



第1図 モモ灰星病菌のベノミル剤に対するMICの頻度分布

第1表 岡山県におけるペノミル剤耐性モモ灰星病菌の分布

採 集 場 所	分 離 部 位	1988				1989				1990			
		調 査 圃 場 数	供 試 菌 株 数	耐 性 菌 検 出 率 (%)	耐 性 菌 株 率 (%)	調 査 圃 場 数	供 試 菌 株 数	耐 性 菌 検 出 率 (%)	耐 性 菌 株 率 (%)	調 査 圃 場 数	供 試 菌 株 数	耐 性 菌 検 出 率 (%)	耐 性 菌 株 率 (%)
岡山市	花	3	7	0(%)	0(%)	4	27	0(%)	0(%)	9	60	0(%)	0(%)
"	果 実	2	8	0	0	4	10	0	0	7	22	0	0
倉敷市	花	1	13	100	23	4	27	50	11	7	73	71	42
"	果 実	1	14	100	79	5	39	60	72	3	17	67	82
総社市	花									1	9	100	11
"	果 実	1	6	0	0	1	1	0	0	1	10	0	0
新見市	花	4	4	75	75	6	76	83	63	9	84	100	70
"	果 実	1	4	100	100	5	47	100	72	5	24	80	83
赤磐郡	花	5	43	0	0	9	40	0	0	16	101	13	4
"	果 実	4	19	0	0	11	62	9	2	5	17	0	0
浅口郡	花	1	2	0	0	1	1	0	0	4	27	25	7
"	果 実	1	2	0	0	1	6	0	0				
小田郡	花	1	7	0	0	1	5	0	0	1	1	100	100
"	果 実					1	7	100	29				
御津郡	花									4	18	25	6
"	果 実									1	1	0	0
久米郡	花									2	4	0	0
邑久郡	果 実					1	5	0	0				
勝田郡	花	3	15	67	60	4	39	100	90	8	57	88	77
"	果 実					5	30	80	93	5	12	100	92
川上郡	果 実	1	3	0	0	1	1	0	0				
計	花	18	94	33	16	29	215	38	40	56	406	45	34
	果 実	11	56	18	27	35	208	40	45	32	131	41	37
	合 計	29	150	28	20	64	423	39	42	88	537	43	35

3. ペノミル剤感性菌, 耐性菌に対する薬剤の効果

供試菌株のペノミル剤に対するMICを第3表に示した。

ペノミル剤の花腐れに対する効果は、1989, '90年とも同様の結果を示した。すなわち、寒天平板希釈法でペノミル剤感性菌と判定された菌株 (No.88005, 88027, 88096, 88136, 89001, 89046) ではいずれも効果が高かったが、耐性菌と判定された菌株 (上記以外の13菌株) ではいずれも効果が低いか、全く認められなかった。しかし、イプロジオン, トリフルミゾール, イミノクタジン酢酸塩・TMTD剤はいずれの菌株でも高い効果がみられた (第2, 3図)。

果実腐敗に対する効果は第4表に示すとおりで、ペノミル, イプロジオン, トリフルミゾール剤のいずれ

もペノミル剤感性菌株 (No.88027, 88096) では収穫6日後 (接種11日後) においても高い効果がみられた。しかし、ペノミル剤耐性菌株 (No.88148, 88015) ではイプロジオン, トリフルミゾール剤は効果が高かったものの、ペノミル剤は著しく効果が劣った。

考 察

わが国における核果類灰星病菌のベンズイミダゾール系剤耐性菌は、1978年に山形県のオウトウの罹病果実から発見され⁴⁾、その後長野県¹⁾、福島県³⁾などでモモの罹病果実からも確認されている。このように、これまで耐性菌の発生地域は関東以北の地域に限られており、西南暖地での報告はない。しかし、本試験の結果から、岡山県においてもモモ灰星病菌のペノミル剤耐性菌が確認され、県内各産地に拡大し始めている実態

第2表 モモに対するペノミル剤感性菌，耐性菌の病原力の比較

供試菌株 ^{a)}	花卉の発病程度			果実の発病程度		
	発病 花卉率	発病度	分生子 ^{b)} 形成程度	発病 花卉率	発病度	分生子 ^{b)} 形成程度
88005 (S)	73(%)	49	++	100(%)	3.6(mm)	+
88027 (S)	87	60	++	100	4.7	++
88096 (S)	100	89	+++	100	5.6	+++
88136 (S)	60	60	++	100	5.6	++
平均値	80	65		100	4.9	
88148 (R)	100	97	+++	100	3.5	-
88103 (R)	64	59	++	100	2.7	+
88140 (R)	53	37	++	100	5.5	+++
88015 (R)	67	56	+	100	5.7	+++
88133 (R)	80	69	+++	100	4.9	+++
平均値	73	64		100	4.5	

注 a) : (S)ペノミル剤感性菌, (R)ペノミル剤耐性菌。

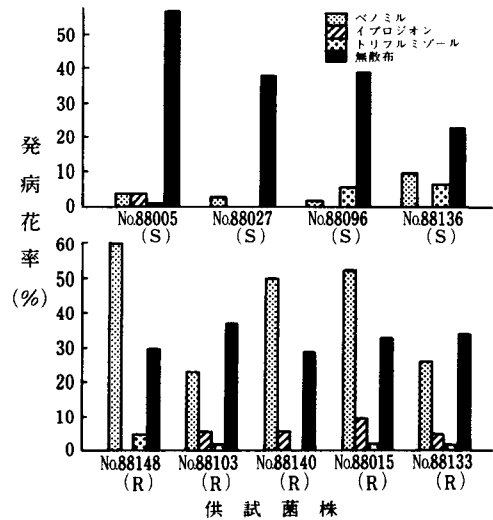
B) : 分生子形成程度は, - (無) ~ +++ (多) の4段階とした。

第3表 供試菌株のペノミル剤に対する感受性

ペノミル剤に 対するMIC (ppm)	供試菌株	
	1989	1990
0.78 \geq	88005, 88027 88096, 88136	89001, 89046
3.12		89163
12.5	88148	
25		89344, 89399
50		89161, 89418
200	88103, 88140	
800	88015, 88133	
1600		89074, 89107, 89109

が明らかになった。

大沼ら⁴⁾はオウトウ灰星病菌でペノミル剤に対するMICの頻度分布に4つのピークを認め、1ppm以下の菌株を感性菌とし、2~125ppmの菌株を中等度耐性菌(弱耐性菌)、250ppm以上の菌株を高度耐性菌(強耐性菌)としている。岡山県内のモモ灰星病菌のMICの頻度分布は、中等度耐性菌と高度耐性菌を明確に区別し得るほどのピークを示さなかったが、MICから判断すると本県にも大沼らの報告した中等度耐性菌や高度耐性菌が存在しているものと考えられる。



第2図 灰星病 (花腐れ) に対する薬剤の効果 (1989)

(S) : ペノミル剤感性菌

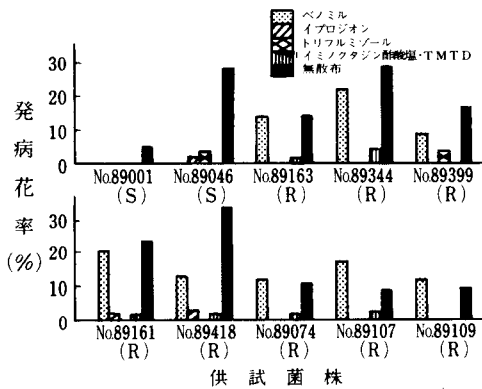
(R) : ペノミル剤耐性菌

また、大沼らは、耐性の程度にかかわらず、ペノミル剤の効果が低下することを室内試験で明らかにしている。岡山県内各地で採集したMICの異なる灰星病菌に対するペノミル剤の防除効果を圃場試験でみたところ、MIC3.12~200ppmの菌株でも800~1600ppmの菌株と同様に効果がほとんど認められず、大沼らの結果

と一致した。したがって、寒天平板希釈法による耐性菌の判定結果は圃場での防除効果と相関が高く、MIC 3.12 μ m以上の菌株を耐性菌とみなしてよいと考えられる。

県内各産地のベノミル剤耐性菌株率は、地域によって大きく異なり、3か年とも倉敷市、新見市、勝田郡で特に高かった。これらの地域で耐性菌株率が高かった理由は明らかではないが、新見市、勝田郡では近年まで無袋栽培が多く、ベンズイミダゾール系薬剤が多用されたからかも知れない。耐性菌の認められる地域は、1988年の3市郡から1990年には8市郡へ拡大しており、今後さらに拡大することが懸念される。

ベノミル剤耐性菌対策の一つとして、ベノミル剤の代替薬剤について検討したところ、イプロジオン、トリフルミゾール、イミノクタジン酢酸塩・TMTD剤は感性菌、耐性菌の両者に効果が高いことが明らかになった。したがって、イプロジオン剤以外のジカルボキシンイミド系剤（ブロンミドン、ピンクロゾリン剤）



第3図 灰星病（花腐れ）に対する薬剤の効果（1990）

(S)：ベノミル剤感性菌
(R)：ベノミル剤耐性菌

やトリフルミゾール剤以外のエルゴステロール生合成系阻害剤（ビテルタノール、フェナリモル剤など）も有効と考えられる。ベノミル剤耐性菌の発生地域では、上記代替薬剤や水和硫黄剤などベノミル剤と作用機作の異なる薬剤を輪番で使用することが大切である。

すでにベノミル剤耐性菌が発生した圃場で、ベンズイミダゾール系薬剤の使用を中止した場合の耐性菌株率の推移については、竹内ら⁹はトマト灰色かび病菌で耐性菌株率が低下した事例を報告している。しかし、ナン黒星病菌では石井ら²は強耐性菌は速やかに減少したものの中等度～弱耐性菌が増加したと報告し、富川ら⁷、梅本ら⁸はほとんど耐性菌の減少がみられなかったと報告している。核果類灰星病菌については、散布中止後の耐性菌株率の推移を調査した報告はないが、SONODARA⁵はベノミル剤耐性菌のモモ果実やP S A培地上での菌糸伸長速度が感性菌に比較してやや遅いことから、当該薬剤を使用しない場合には感性菌が優占になるものと推察している。本試験では両者をモモに接種した場合に発病程度や分生子形成程度に差がみられなかったことから、両者の病原力にはほとんど差がないと考えられ、SONODARAの結果と異なった。これらの報告を考慮すると、本県のモモ灰星病菌の場合、当該薬剤の散布中止後もベノミル剤耐性菌株率は容易に低下しない可能性もある。この点については、さらに両者の競合力、生存力の比較検討も必要であると考えられる。今後もベノミル剤耐性菌の動向を監視するため、モニタリング調査を継続していく必要がある。

摘 要

1988～'90年に岡山県内主要産地のベノミル剤耐性モモ灰星病菌の発生分布を調査するとともに、感性

第4表 灰星病（果実腐敗）に対する薬剤の効果（1989）

供試菌株 ^{a)}	ベノミル剤		イプロジオン剤		トリフルミゾール剤		蒸留水散布	
	収穫時	6日後	収穫時	6日後	収穫時	6日後	収穫時	6日後
88027 (s)	0/10(100)	1/10(90)	0/10(100)	2/10(80)	0/10(100)	2/10(80)	4/9	9/9
88096 (s)	0/7(100)	1/7(100)	0/10(100)	0/10(100)	1/9(50)	1/9(75)	2/9	4/9
88148 (R)	5/9(0)	7/9(7)	0/10(100)	0/10(100)	0/12(100)	0/12(100)	4/12	10/12
88015 (R)	5/10(14)	7/10(7)	0/11(100)	2/11(76)	0/11(100)	1/11(88)	7/12	9/12

注 a)：(s)ベノミル剤感性菌，(R)ベノミル剤耐性菌。

b)：表中の数字は、発病果数/調査果数（蒸留水散布区に対する防除値）を示す。

菌、耐性菌の病原力の差異と耐性菌に有効な防除薬剤を検討した。

1. 寒天平板希釈法によるベノミル剤耐性菌株率は20~42%で、倉敷市、新見市、勝田郡では特に高く、耐性菌の発生地域は年ごとに県内各地に拡大した。
2. ベノミル剤感性菌と耐性菌のモモに対する病原力には差がみられなかった。
3. ベノミル剤耐性菌に対しては、耐性の程度にかかわらず、ベノミル剤の効果が低下し、寒天平板希釈法によるベノミル剤耐性菌の判定結果は圃場におけるベノミル剤の防除効果とよく一致した。
4. ベノミル剤耐性菌に対しては、イプロジオン、トリフルミゾール、イミノクタジン酢酸塩・TMTD剤が有効であった。

引用文献

- 1) 広間勝己・尾沢 賢 (1980) モモ灰星病菌 *Monilinia fructicola* のチオファネートメチルおよびベノミル耐性菌の出現. 日植病報, 46 (3) : 407. (講要)
- 2) 石井英夫・宇田川英夫・柳瀬春夫・山口 昭 (1982) ナジ黒星病菌のチオファネートメチル剤およびベノミル剤に対する耐性一菌集団中に見られる stabilizing selection 類似の現象. 日植病報, 48 (3) : 382. (講要)
- 3) 落合政文・林 重昭 (1979) モモ灰星病菌のベノミル剤感受性値測定. 昭和54年度落葉果樹に関する試験研究打ち合わせ会議 病害虫部会資料, 211.
- 4) 大沼幸男・藤田靖久・平沢秀弥・北川 守 (1984) オウトウ灰星病のベノミル耐性菌の出現と耐性防止法に関する研究. 山形園試研報, 3 : 22-36.
- 5) R. M. SONODA・J. M. OGAWA (1982) Growth Rate of *Monilinia fructicola* Resistant and Sensitive to Benomyl on Potato-Dextrose Agar and on Peach Fruit. Plant Disease, 66 : 1155-1156.
- 6) 竹内妙子・長井雄治 (1981) 野菜灰色かび病の薬剤耐性菌に関する研究 第2報 チオファネートメチル耐性菌の発生推移と対策. 千葉農試研報, 22 : 29-36.
- 7) 富川 章・長江春季 (1984) ナジ黒星病菌 (*Venturia nashicola*) のチオファネートメチル耐性に関する研究 第1報 三重県におけるチオファネートメチル耐性ナジ黒星病菌の分布と耐性菌占有率の経年推移. 三重農技研報, 12 : 21-28.
- 8) 梅本清作・村田明夫 (1988) ベンゾイミダゾール系薬剤耐性ナジ黒星病菌の発生推移. 千葉農試研報, 29 : 137-147.