

ナシ黒星病菌 (*Venturia nashicola*) の チオファネートメチル耐性に関する研究

第2報 チオファネートメチル耐性菌に 起因するナシ黒星病の防除

富川 章 ・ 長江 春季 ・ 山本 敏夫

Studies on Resitance of the Pear Scab Fungus
(*Venturia nashicola*) to Thiophanate-methyl

(2) Control of the Pear Scab Fungus caused
by Thiophanate-methyl Resistant strains

Akira TOMIKAWA, Shunki NAGAE
and Toshio YAMAMOTO

緒 言

1975年 県下の主要なナシ産地において、ナシ黒星病が多発し、圃場によっては落葉、落果が著しく、大幅な減収となり近年にない大被害を生じた。著者らは、その原因として、気象条件、圃場の管理条件等に加え、当時萌芽～幼果期頃まで主な防除薬剤として使用されていたチオファネートメチル剤をはじめとするベンズイミダゾール系薬剤に対する耐性菌（以下耐性菌という）が高率に分布していたため、これが主な要因の一つであることを明らかにした¹⁶⁾。（第1報）

ベンズイミダゾール系薬剤は他剤に比べ、本病に対し極めて高い防除効果を示していたので、その防除に果たす役割は大きく、早急にこれら耐性菌存在圃場における防除対策を確立する必要に迫られ、一連の試験を行った。

本剤に対する耐性菌についての対策としては、ほぼ同時期に果菜類などを侵す灰色かび病菌 (*Botrytis cinerea*) では、当該薬剤を含む混合散布、当該薬剤との交互散布、代替薬剤の検索・開発について検討がおこなわれてきた⁹⁾。しかし、ナシ黒星病菌 (*Venturia nashicola*) とは、圃場における耐性菌占有率、耐性程度、その年次推移などが異っていることから、新たな問題としてとりあげた。

耐性菌に起因するナシ黒星病の防除対策の方向として次のことが考えられた。

(1) 耐性菌が存在する圃場において、感性菌に対するベンズイミダゾール系薬剤の薬効を期待し、同剤の交互あるいは混合使用により緊急対策を図ること。

(2) 耐性菌占有率の自然低下を図るため、全く当該

薬剤の使用を休止し、代替薬剤のより効率的な使用方法を検討すること。

(3) 耐性菌に特異的に有効な薬剤を検索し、その防除への適用と、積極的に耐性菌占有率の低下を図ること。

(4) 耐性菌占有率が明からに低下した時点で、改めて、ベンズイミダゾール系薬剤による防除をおこない、防除効果回復の有無、耐性菌占有率の推移を明らかにし、適切な薬剤の使用方法を検討すること。

一連の試験の中から、その一部が明らかとなったのでその結果について報告する。なお、本県における耐性菌占有率の現状は、当該薬剤の使用休止後10年を経過したが、明瞭に低下する傾向は認められていない¹⁷⁾。

1. 耐性菌が存在する圃場における防除

(1) ベンズイミダゾール系薬剤と他剤との交互散布による防除

材料及び方法

1) 処理方法

1976年～78年、農技センター場内ナシ園の5～7年生の同一樹を供試し、1プロット1樹3連制乱塊法配置でおこなった。処理は下表に示す散布歴のとおりとし、いずれも十分な薬液を動力噴霧機により散布した。

2) 調査方法

a) 防除効果

1976年は、1プロット中の任意の徒長枝10枝の全葉について、7月23日に春型病斑、9月2日に春型、秋型病斑の有無、秋型病斑の発病程度を、また、8月31日に1プロット中の任意の垂主枝4枝に着生する全果実につい

第1表 ベンズイミダゾール系薬剤と他剤の交互散布歴 (1975~78年 農技センター場内)

	散 布 月 日								
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月		
散布日	①⑤⑩	⑰	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	'75.9.3,9.17
1976年 チオファネートメチル剤と他剤の交互散布区	L,S,T,M,TM	T M + ジネブ	マンゼブ	マンゼブ,T M	有機銅キャプタン	有機銅キャプタン	有機銅キャプタン	有機銅キャプタン	有機銅キャプタン
散布日	⑥	⑪	⑳ ㉑	㉒ ㉓	㉔	㉕ ㉖		㉗	
1977年 チオファネートメチル剤と他剤の交互散布区	有機銅キャプタン	有機銅キャプタン	T M	チアジアジンマンゼブ	T M	有機銅キャプタン	有機銅キャプタン	有機銅キャプタン	
散布日		⑪ ⑰	㉑ ㉒	㉓ ㉔	㉕ ㉖ ㉗	㉘	㉙		
1978年 チオファネートメチル剤と他剤の交互散布区		ダイホルタンジネブ	ジネブ T M	チアジアジン有機銅キャプタン	マンゼブ,T M	有機銅キャプタン	チアジアジン		

- 1) 1976~1978年のチオファネートメチル剤連用区、ジネブ剤連用区はそれぞれ「チオファネートメチル剤と他剤の交互散布区」の散布時に同様に薬剤を散布した。
- 2) 薬剤の散布濃度
 - ・ T M (チオファネートメチル)水和剤 1,500倍・ジネブ水和剤 500倍・L S (石灰いおう合剤) 7倍
 - ・ マンゼブ水和剤 600倍 ・有機銅キャプタン水和剤 500倍 ・チアジアジン水和剤 800倍
 - ・ ダイホルタン水和剤 1,000倍

て、発病の有無を調べた。

1977年は、6月15日に1プロット中の任意の50果そう葉、7月29日に同様に任意の徒長枝50枝の全葉について春型病斑の有無を、9月10日に任意の徒長枝20枝の全葉について春型病斑の有無、秋型病斑の発病程度を調べた。

1978年は、6月27日に1プロット中の任意の50果そう葉、任意の徒長枝20枝の全葉について、春型、円型、秋型病斑の有無を調べた。

葉の秋型病斑の発病度は、発病程度を病斑面積率が0, 1~25%, 26~50%, 51~75%, 76~100%の5段階に分け、それぞれ0, 1, 2, 3, 4の重みを付し次式により求めた。

$$\text{発病度} = \frac{0 N_1 + 1 N_2 + 2 N_3 + 3 N_4 + 4 N_5}{4 \sum i N_i} \times 100$$

ただし、 $N_1 \dots N_5$ は各段階の個体数

以下、同様に算出した。

b) 耐性菌占有率

1977年は9月10日、各処理区から任意に発病葉を5葉ずつ採取し、1葉中1病斑から単胞子分離をおこない、

各処理区から15菌株（無処理区からは5菌株）を得た。

これらをPDA培地上で3~4週間前培養した。その後3~4mmに菌糸片を切り取り、1978年1月31日、2月2日に薬剤耐性検定用培地に置床し、22℃定温器内暗黒条件下で培養し、2月22日に菌糸伸長の有無を3反復で調べた。なお、農林水産省果樹試験場から分譲していただいた「平塚1-1」、松阪市内放任園から単胞子分離

して得た「松阪」（いずれも感性菌株）を対照とした。（以下菌糸生育阻止法という）

1978年は、10月18日、各処理区の発病葉を採取し、各葉から1病斑を選び、1処理区で24病斑を供試した。あらかじめ殺菌したスライドガラス上に殺菌蒸留水を1滴置き、これに供試病斑上の分生胞子塊を白金耳でかきとったものを加え、濃厚胞子懸濁液とし、「菌糸生育阻止法」と同様の薬剤耐性検定用培地になすりつけ置床した。これを15℃の定温器内暗黒条件下に保ち、72時間経過後、胞子発芽、発芽管隔膜形成の有無を顕微鏡下で観察した。（以下胞子発芽法という）

薬剤耐性検定用培地は次により調製した。培地は栄研化学製PDAを用い、常法により作製し、オートクレブで滅菌後60℃程度まで放置し、これにチオファネートメチル[1・2-ビス(3-メトキシカルボニル-2-チオウレイド)ベンゼン]が所定の濃度となるようトップジンM水和剤（日本曹達株式会社製、チオファネートメチル70%含有）を無菌的に添加し、よく混和後、ペトリ皿に分注し供試した。

試験結果

a) 防除効果

1976年：4月下旬から6月上旬にかけ低温傾向で、降雨量が多く推移し、やや多発条件となった。試験結果は第2表のとおりである。

7月23日の調査では、チオファネートメチル水和剤を4月上旬（2回単用）、4月中旬（1回混用）、5月下

第2表 ナシ黒星病の防除効果

(1976年 農技センター場内)

調査月日 事項 処理	7月23日		9月2日				調査果数	被害果率 (%)
	調査葉数	春型病班 発病葉率 (%) ^c	調査葉数	春型病班 発病葉率 (%) ^b	秋型病班 発病葉率 (%) ^b	発病度		
チオファネートメチル剤 連用	206.5	73.3 ^c	172.3	79.8 ^b	94.5 ^b	68.8	26.3	12.6
ジネブ剤連用	207.5	22.4 ^b	174.7	39.2 ^a	31.3 ^a	11.9	31.7	6.4
チオファネートメチル剤と 他剤の交互散布	206.1	4.3 ^a	183.7	17.2 ^a	18.0 ^a	5.4	33.0	1.0
無散布	212.0	89.2	140.0	93.6	100.0	89.5	34.0	35.3

a b c...New multiple range test (5%水準) 同一英文字を含むものの間に有意差なし

第3表 ナシ黒星病の防除効果

(1977年 農技センター場内)

調査部位 事項 処理	6月15日		7月29日		9月10日			
	調査葉数	春型病班 発病葉率 (%) ^b	調査葉数	春型病班 発病葉率 (%) ^b	調査葉数	春型病班 発病葉率 (%) ^b	秋型病班 発病葉率 (%) ^b	発病程度
チオファネートメチル剤 連用	195.0	5.3 ^b	689.7	45.4 ^b	247.7	63.7 ^b	87.3 ^b	52.3
ジネブ剤 連用	207.0	4.7 ^b	778.7	13.9 ^a	259.0	33.5 ^a	39.8 ^a	12.9
チオファネートメチル剤と 他剤の交互散布	201.7	1.0 ^a	755.3	5.1 ^a	261.0	16.2 ^a	18.2 ^a	4.9
無散布	213.0	10.8	241.0	70.5	171.0	73.1	88.9	58.8

a, b...New multiple range test (5%水準) 同一英文字を含むものの間に有意差なし

旬(1回単用)に、その他はマンゼブ水和剤を、6月下旬以降は有機銅キャプタン水和剤を散布した区の防除効果は、ジネブ水和剤連用区に比較しても明らかに高かった。チオファネートメチル水和剤連用区の効果は、前述の2処理に比べ明らかに低かったが、参考の無散布区に比べ発病葉率はやや低く、若干の防除効果が同えた。しかし、過去の防除成績に比較し著しく低下していた。9月2日の調査では、発病葉率、発病程度、発病果率のいずれにおいても同様の傾向が認められ、チオファネートメチル剤と他剤との交互散布区の防除効果が他の処理に比べ明らかに高い効果を示し、実用性が高いと考えられた。

1977年：本年の試験は中～やや多発条件下でおこなった。その結果は第3表のとおりである。

6月15日の調査では、チオファネートメチル水和剤を4月下旬、6月中旬(各単用1回)に散布、これ以外の時は他剤を散布した区の防除効果は、ジネブ水和剤連用区、チオファネートメチル水和剤連用区に比べ、各プロットとも発病が少ないものの、明らかに高い防除効果を示した。この時点では、チオファネートメチル水和剤連用区

とジネブ水和剤連用区の間で差はないものと思われた。7月29日、9月10日の調査においても、チオファネートメチル水和剤と他剤との交互散布区は、他の2処理に比べ防除効果が高い傾向がみられ、なかでもチオファネートメチル水和剤連用区に比べ明らかに高い防除効果を示し、実用性が高いと考えられた。

1978年：本年の試験は、やや少～中発生条件下でおこなった。その結果は第4表のとおりである。

6月27日の調査では、チオファネートメチル水和剤を4月下旬、6月中旬(各単用1回)に散布、それ以外の時は他剤を散布した区の防除効果は、ジネブ水和剤連用区とほぼ同等、チオファネートメチル水和剤連用区に比べ明らかに高い防除効果を示した。この処理の実用性があることが伺われた。

b) 耐性菌占有率

耐性の判定は次の方法によりおこなった。チオファネートメチルが100, 10, 0, ppmとなるように薬剤耐性検定用培地を調製し、所定の条件で菌糸または分生胞子塊を培養後、菌糸の伸長が認められるか否か(菌糸生育阻止法)あるいは、分生胞子が正常に発芽し、その発芽管

第4表 薬剤処理と耐性菌占有状況 (1977年)

調査部位 事項 処理	50 果 そう 葉			20 徒 長 枝 葉		
	調査葉数	発 病 葉 率 (%)		調査葉数	発 病 葉 率 (%)	
		春型病斑	秋型病斑		春型病斑	秋型病斑
チオファネートメチル剤 連 用	223.3	20.6 ^b	13.3 ^b	246.7	8.2 ^b	3.9 ^b
ジ ネ ブ 剤 連 用	229.0	1.5 ^a	1.9 ^a	271.0	2.0 ^a	0.6 ^a
チオファネートメチル剤と 他剤の交互散布	228.0	2.9 ^a	1.9 ^a	256.3	2.6 ^a	0.7 ^a
無 散 布	197.0	69.5	62.9	301.0	18.3	10.6

a, b...New multiple range test (5%) 同一英文字を含むもの間に有意差なし

第5表 薬剤処理と耐性菌占有状況 (1977年)

処 理	供 試 菌株数	チオファネートメチル濃度												感 性 菌 (%)	耐 性 菌 (%)		
		0			1 ppm			10 ppm			100 ppm				弱 度	中 等 度	強 度
		++	+	-	++	+	-	++	+	-	++	+	-				
チオファネートメチル剤 連 用	15	15	0	0	15	0	0	15	0	0	4	11	0	0.0	0.0	0.0	100.0
ジ ネ ブ 剤 連 用	15	15	0	0	15	0	0	6	1	8	1	5	9	0.0	0.0	40.0	60.0
チオファネートメチル剤と 他剤の交互散布	15	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0.0	0.0	0.0	100.0
無 散 布	15	5	0	0	15	0	0	2	0	3	0	2	3	0.0	0.0	60.0	40.0
対 照																	
松 阪	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	100.0	-	-	-
平塚 1-1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	100.0	-	-	-

凡例：++置床した菌片から菌糸の伸長が認められる (10mm以上)
+置床した菌片から菌糸の伸長が認められる (10mm未満)
-置床した菌片から菌糸の伸長が認められない。

に隔膜形成が認められるか否か(孢子発芽管隔膜形成法)を観察した。チオファネートメチルが100ppm以上で菌糸の伸長、あるいは分生胞子の発芽が正常で、発芽管に隔膜形成が認められるものを強度耐性菌、同様に100ppm未満、10ppm以上の場合を中等度耐性菌、10ppm未満、1ppm以上の場合を弱度耐性菌、1ppm未満の場合を感性菌とした。

1977年：各プロットの薬剤処理前の耐性菌占有率は、他の試験例を含め考え合わせ、無散布区と同程度であったと仮定すると、前述の耐性程度の基準から、強度耐性菌は40%、弱度耐性菌は60%、感性菌は全く認められない状態であった。

チオファネートメチル水和剤を2年間に各10回以上連用すると、強度耐性菌の割合は100%となり、耐性程度

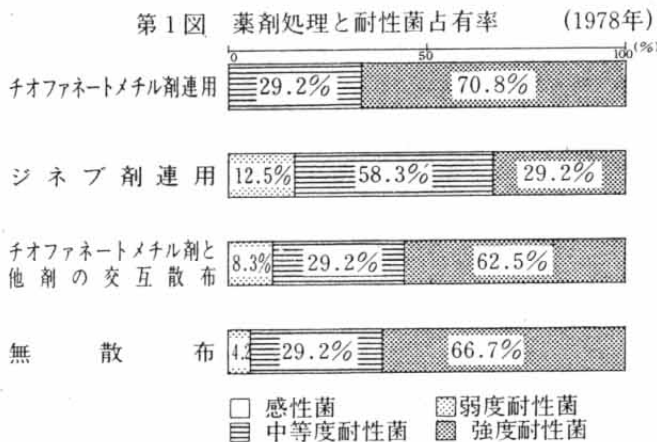
は高まった。ジネブ水和剤の連用区は、強度耐性菌が40%、中等度耐性菌が6.7%、弱度耐性菌が53.3%で感性菌は検出されなかった。チオファネートメチル水和剤と他剤との交互散布区では、強度耐性菌の占有率は、チオファネートメチル水和剤連用区と同様に、強度耐性菌が100%を占めた。(第5表)

1978年：いずれのプロットからも、1977年の場合と同様に感性菌は検出されなかった。チオファネートメチル水和剤連用区、チオファネートメチル水和剤と他剤の交互散布区は、1977年の場合と異なり、強度耐性菌の占有率が低下しており、それぞれ70.8%、62.5%となった。チオファネートメチル水和剤連用区の中等度耐性菌は29.2%、同交互散布区は29.2%、弱度耐性菌は8.3%、ジネブ水和剤連用区は、無散布区に比べ強度耐性菌占有率は

第6表 薬剤処理と耐性菌占有状況 (1978年)

処 理	供試病斑数 (胞子塊数)	チオファネートメチル濃度 (PPm)							
		0		1		10		100	
		+	-	+	-	+	-	+	-
チオファネートメチル 連 用	24	24	0	24	0	24	0	17	7
ジ ン ン 連 用	24	24	0	24	0	21	3	7	17
チオファネートメチル 剤と他剤の交互散布	24	24	0	24	0	22	2	15	9
無 散 布	24	24	0	24	0	23	1	16	8

凡例+：胞子発芽管に隔膜形成が認められる胞子塊
 -：胞子発芽管に隔膜形成が認められない胞子塊



減少し、中等度耐性菌、弱度耐性菌の占有率が増加する傾向がみられた。(第6表、第1図)

考 察

耐性菌が存在する圃場における緊急対策の一つとして、当該薬剤としての防除効果は低下したものの、従来高い効果を示したベンズイミダゾール系薬剤を重要防除時期に処理した。黒星病の発生程度は年次により異っていたが、やや多い発生と思われた、1976年、1977年は、チオファネートメチル水和剤を落苞期、開花期と、5月下旬または6月中旬に散布した防除体系区は、チオファネートメチル水和剤連用区、ジネブ水和剤連用区に比較し明らかに高い防除効果を示した。やや少発生年であった1978年には、チオファネートメチル水和剤連用区において比較的高いと思われる防除効果が認められた。このことは、チオファネートメチル水和剤連用区における強度耐性菌占有率が低下したとにより、防除効果が向上し

たのではないと思われた。この強度耐性菌占有率が低下した原因は不明であるが、1977年の無散布区における供試菌株数は少いものの、この区を除いていずれも耐性程度が低くなった。発病状況と2年次の耐性菌占有率の調査から少々大胆な推察になるが、耐性菌は問題となる数年前から存在しており、それが1975年は気象要因と相まって、感性菌の淘汰圧が高まり強耐性菌の占有率が高まり、黒星病の大発生年となり、少〜並発生年にはもち論、強耐性菌は存在するが、気象要因などにより大発生に至らず大きな問題とならなかったものと思われる。

以上のことから、耐性菌が存在する圃場において、春先から初夏にかけて、ベンズイミダゾール剤を混用あるいは他剤と混用使用する方法は防除効果が高く、実用性はあると考えられた。しかし、耐性菌占有率は、2年間の調査のいずれも高く、チオファネートメチル剤の連用区とほぼ同じ傾向を示しており、チオファネートメチル剤の使用を今後も考える上で問題が残った。

(2) ベンズイミダゾール系薬剤の使用法の検討

材料及び方法

1) 処理方法

1977年、78年に場内ナシ園の長十郎6、7年生を供試し1プロット2樹3連制乱塊法配置で第7表に示す散布歴のとおりとし、動力噴霧機により散布した。

1977年、久居市小野辺町の現地ナシ園で、長十郎15年生を供試し、1プロット2樹3連制乱塊法配置でおこなった。処理は第7表に示すとおりとし、動力噴霧機により散布した。

2) 調査方法

a) 防除効果

1977年、場内でおこなった試験では、6月13日、7月

第7表 ベンズイミダゾール系薬剤による防除

散布月日	散布月日							試験年次 試験場所
	3月	4月			5月	6月	7月	
散布月日	⑬	⑥	⑪ ⑳	⑳	⑨ ㉑	⑭	① ⑫	
ベノミル1回混用(慣行)	L.S	ジネブ	ジネブ マンゼブ	ジネブ + ベノミル	チアジアジン マンゼブ	ダイホルタン	有機銅キャブタン 有機銅キャブタン	1977年
ベノミル3回単用	L.S	ジネブ	ベノミル マンゼブ	ジネブ	チアジアジン マンゼブ	ダイホルタン	有機銅キャブタン ベノミル	嬉野町川北
ベノミル7回混用	L.S	ジネブ + ベノミル	ジネブ + マンゼブ + ベノミル	ジネブ + マンゼブ + ベノミル	チアジアジン + マンゼブ + ベノミル	ダイホルタン	有機銅キャブタン チアジアジン + ベノミル	(農技センター場内)
散布月日	㉑	②	⑨	⑮	㉒	⑥ ⑫ ㉑ ㉒	④ ⑬ ㉑ ㉒	③
ベノミル1回単用	L.S	ダイホルタン ベノミル	ジネブ	マンゼブ マンネブ	チアジアジン マンゼブ チアジアジン	ダイホルタン マンゼブ 有機銅キャブタン 有機銅キャブタン	有機銅キャブタン	1977年
ベノミル3回単用	L.S	ダイホルタン ベノミル	ベノミル	ベノミル マンネブ	チアジアジン マンゼブ チアジアジン	ダイホルタン マンゼブ 有機銅キャブタン 有機銅キャブタン	有機銅キャブタン	久居市小野辺町
ベノミル7回混用	L.S	ダイホルタン ベノミル	ジネブ + ベノミル	マンゼブ + マンネブ + ベノミル	チアジアジン チアジアジン マンゼブ + ベノミル	ダイホルタン マンゼブ + 有機銅キャブタン + ベノミル	チアジアジン + ベノミル	(現地)
散布月日	㉓		⑪ ⑰	㉑ ㉒	⑧ ㉑	① ⑫ ㉑	⑦	㉑
ベノミル1回混用(慣行)	L.S		ダイホルタン ジネブ + ベノミル	ジネブ マンゼブ	チアジアジン 有機銅キャブタン	マンゼブ 有機銅キャブタン 有機銅キャブタン	有機銅キャブタン	チアジアジン
ベノミル3回混用	L.S		ダイホルタン ジネブ + ベノミル	ジネブ + マンゼブ + ベノミル	チアジアジン 有機銅キャブタン	マンゼブ 有機銅キャブタン 有機銅キャブタン	有機銅キャブタン	チアジアジン
ベノミル6回混用	L.S		ダイホルタン ジネブ + ベノミル	ジネブ + マンゼブ + ベノミル	チアジアジン + 有機銅キャブタン + ベノミル	マンゼブ 有機銅キャブタン + 有機銅キャブタン + ベノミル	チアジアジン + ベノミル	チアジアジン

1) 薬剤の散布濃度

- ・ L.S (石灰いおう合剤) 7倍
- ・ ベノミル水和剤 2,000倍
- ・ 有機銅キャブタン水和剤 600倍
- ・ ジネブ水和剤 500倍
- ・ チアジアジン水和剤 800倍
- ・ マンゼブ水和剤 600倍
- ・ マンネブ水和剤 500倍
- ・ ダイホルタン水和剤 1,000倍

29日に1プロット中の任意の徒長枝50枝の全葉について、春型病斑の発病葉率、9月8日に1プロット中の任意の徒長枝20枝の全葉について、春型病斑、秋型病斑の発病葉率、秋型病斑の発病度を算出した。同様に、現地でおこなった試験では、6月3日、7月28日に春型病斑の発病葉率を、8月29日に春型病斑、秋型病斑の発病葉率、秋型病斑の発病度を、また任意の50果について発病率を算出した。

1978年、場内でおこなった試験では、7月11日に1プロット中の任意の徒長枝20枝の全葉について、春型、円型、秋型病斑の発病率を算出した。

b) 耐性菌占有状況

1977年、場内試験では、10月15日に無散布区の発病葉5葉から単孢子分離により得た5菌株について、菌糸生育阻止法により、耐性の有無、程度を調べた。同様に、現地でおこなった試験では、10月15日に慣行区の発病葉10葉から単孢子分離により得た10菌株について調べた。

1978年は、9月16日に各プロットから任意の発病葉を15葉採取し、孢子発芽管隔膜形成法により調べた。

試験結果

1977年の場内試験において、ベノミル3回単用区(この時点では、落苞期、開花直前期の2回散布)、落花期にベノミル水和剤とジネブ水和剤を1回混用した区、ベノミル水和剤と他剤を7回混用した区(この時点では6回混用)は、いずれも無処理に比べ少発生条件ながら明らかに高い防除効果を示した。これらベノミル剤を処理した区の間で有意の差は認められなかったが、ベノミル2回単用区の効果はやや劣る傾向がみられ、耐性菌の存在による防除効果の低下が伺われた。

7月29日、9月8日の調査では、プロット間に差が大きかったものの、ベノミル水和剤と他剤を7回混用した区で防除効果が高いことが伺われた。

試験圃場における耐性菌占有率は100%で、強度耐性菌は40%、弱度耐性菌は60%で強～弱度耐性菌が混在していた。

1978年に前年と同じ場内圃場で試験をおこなったところ、7月11日の調査までに、ベノミル剤と他剤を満開期から6回混用した区、同様に満開期から落花期に3回混用した区、満開期に1回混用した区は、無処理区に比べ

第8表 ベノミル剤の使用時期、回数と防除効果 (1977年 農技センター)

事項 処 理	調査月日 6月13日		7月29日		9月8日			
	調査葉数	春型病班 発病葉率	調査葉数	春型病班 発病葉率	調査葉数	春型病班 発病葉率	秋型病班 発病葉率	発病度
ベノミル1回混用	250.0	1.1 ^a (%)	848.0	14.9 ^(%)	245.8	31.5 ^(%)	35.9 ^(%)	13.0
ベノミル3回単用	261.2	2.9 ^a	821.9	18.5	282.6	28.0	38.9	16.0
ベノミル7回混用	243.8	1.6 ^a	873.5	5.8	237.8	10.3	12.2	3.5
無 散 布	249.5	8.3 ^b	856.3	17.3	241.9	20.9	25.1	10.3

第9表 ベノミル剤の使用時期、回数と防除効果 (1978年 農技センター)

処 理	調査葉数	発 病 葉 率 (%)		
		春型病班	円型病班	秋型病班
ベノミル混用1回	336.0	1.6 ^a	5.5 ^a	3.6 ^a
ベノミル混用3回	338.3	0.6 ^a	3.6 ^a	3.0 ^a
ベノミル混用6回	297.7	0.7 ^a	5.1 ^a	4.5 ^a
無 散 布	321.7	4.9 ^b	16.0 ^b	11.4 ^b

a, b New multiple range test (5%) 同一英文字を含むもの間に有意差が認められない。

第10表 ベノミル剤の使用時期、回数と防除効果 (1977年 久居市小野町)

事項 処 理	調査月日 6月3日		7月28日		8月29日					
	調査葉数	春型病班 発病葉率	調査葉数	春型病班 発病葉率	調査葉数	春型病班 発病葉率	秋型病班 発病葉率	発病度	調査果数	発病率
ベノミル1回単用	1100.0	0.4	1390.8	1.8	2600.9	1.9	3.3	0.8	50.0	2.7
ベノミル3回単用	1080.4	0.4	1356.7	1.8	2649.9	2.9	6.4	1.7	50.0	2.7
ベノミル7回混用	1116.9	0.5	1421.5	2.0	2451.5	3.1	4.1	1.0	50.0	1.3

明らかに高い効果を示したが、ベノミル剤混用区の間で混用回数による差はみられなかった。

試験終了後における耐性菌占有率は100%で、全て中等度耐性以上であった。

1977年に現地でおこなった試験では、6月3日の調査時までには、落苞期から果実指頭大期頃にかけて、ベノミル剤と他剤を5回混用した区における防除効果は、ベノミル剤1回単用、同3回単用した区と比較したところ、いずれの処理区も発病が少なく、同等と思われる防除効果であった。その後、7月28日の調査時までには、ベノミル剤5回混用区にさらに2回混用散布し、他の処理区と比較したが、発病が少なく差は認められなかった。(第10表)

この圃場における耐性菌占有率は100%で、強度耐性菌が80%、中等度耐性菌が20%を占めていた。

考 察

ベノミル剤と他剤を混用するメリットは、当該圃場における耐性菌占有率、耐性菌の耐性程度により左右されると考えられる。試験圃場の耐性菌占有率は、いずれも100%であったが、その程度が多少ずつ異っていた。1977年に農技センター場内でおこなった試験では、多数回混用によるメリットが伺われる結果となったが、他の2例では、殆んど差が認められなかった。その原因として、各圃場における耐性菌の耐性程度が影響したのではないかと考えられた。

ベノミル剤を他剤と混用し、防除効果の向上を図るには、当該圃場における耐性菌の占有率、耐性程度を予めしておくことが必要であると考えられる。しかし、ベノミル剤の多数回混用は、前述の試験結果からみても強度耐性菌占有率が高まる結果となることが推察され、その時点ではベノミル剤の効果が期待できないため、実用

上問題があると思われた。ベノミル剤が有効とされる圃場においては、落苞期から満開期頃に1～3回程度、ベノミル剤と他剤を混用散布することが実用的であろうと考えられた。

(3) キャプタン・ベノミル剤の防除効果

あらかじめキャプタン60.0%、ベノミル10.0%が混合されている製剤について、1978年に防除効果を検討した。

1) 処理方法

①農技センター場内ナシ園で、長十郎7年生を供試し1プロット2樹3連制乱塊法配置でおこなった。処理はキャプタン・ベノミル(商品名キャプレート)水和剤の600倍、800倍を6月1日、12日、29日、7月7日に散布した。対照として、ポリカーバメート水和剤800倍を同日に散布した区、無散布区を設け比較した。なお、試験前処理として、3月31日、石灰いおう合剤7倍、4月11日、ダイホルタン水和剤1000倍、17日、ジネブ水和剤500倍とチオファネートメチル水和剤1500倍を混用、21日、ジネブ水和剤500倍、27日、マンゼブ水和剤600倍、5月8日、ポリカーバメート水和剤800倍の各薬液を全プロットに同様に散布した。

②一志郡香良州町の現地ナシ園において、長十郎18年生を供試し、1プロット1樹3連制乱塊法配置でおこなった。処理はキャプタン・ベノミル水和剤600倍、800倍を6月3日、16日、21日に散布した。対照として現地慣行区(6月3日、16日に有機銅キャプタン水和剤600倍、21日にベノミル水和剤2000倍)を散布した。なお、試験前処理として、3月25日 石灰いおう合剤7倍、4月2日、5-5式石灰ボルドー、11日 ジネブ水和剤500倍、18日 ポリカーバメート水和剤800倍、23日、ジネブ水和剤、5月3日 チオファネートメチル水和剤 1500倍、9日 ポリオキシシ・キャプタン水和剤800倍、14日、チアジアジン水和剤 800倍、21日 ポリカーバメート水和剤の各薬液を全プロットに散布した。

キャプタン・ベノミル剤とベンズイミダゾール系薬剤の防除体系による効果について次の2試験をおこなった。

③農技センター場内ナシ園の長十郎7年生を供試し、1プロット2樹3連制乱塊法配置でおこなった。処理は慣行防除を基本とし、ベノミル水和剤2回単用、チオファネートメチル水和剤単用、ベノミル水和剤2回単用とキャプタン・ベノミル水和剤2回散布の区を設けた。慣行区は、3月31日 石灰いおう合剤7倍、4月11日 ダイホルタン水和剤1000倍、17日 ジネブ水和剤500倍とベノミル水和剤2000倍の混用、21日 ジネブ水和剤500倍、27日、マンゼブ水和剤600倍、5月8日 チアジアジン水和剤800倍、20日 有機銅キャプタン水和剤600倍、6月1日 マンゼブ水和剤、12日、29日、7月7日有機銅

キャプタン水和剤、8月28日 チアジアジン水和剤を散布した。ベノミル水和剤2回単用区、チオファネートメチル水和剤2回単用区は、それぞれ前者は2000倍、後者は1500倍とし、4月21日、27日に散布した。試験前にそれぞれジネブ水和剤を散布した。ベノミル水和剤2回単用とキャプタン・ベノミル水和剤2回散布の体系防除区は、前期のベノミル水和剤2回単用に加えて、6月12日、29日にベノミル・キャプタン水和剤600倍を散布した。

④津市雲出町の現地ナシ園において、長十郎9年生を供試し、1プロット1樹3連制乱塊法配置でおこなった。処理区は③と同様に設けた。慣行区は、3月18日 石灰いおう合剤7倍、4月3日 マンゼブ水和剤500倍、8日、15日 ジネブ水和剤500倍、20日 マンゼブ水和剤600倍、27日、チアジアジン水和剤600倍、5月7日 ジネブ水和剤500倍、20日、6月5日 マンゼブ水和剤、16日、28日、7月9日 有機銅キャプタン水和剤600倍、8月27日 チアジアジン水和剤、9月10日 有機銅キャプタン水和剤を散布した。ベノミル水和剤2回単用区は4月27日、5月20日に2000倍を散布し、チオファネートメチル水和剤2回単用区は、ベノミル水和剤2000倍単用散布区と同日、当該薬剤の1500倍を散布した。ベノミル水和剤2回単用とキャプタン・ベノミル水和剤2回散布の体系防除区は、前期のベノミル水和剤2回単用に加えて、6月16日、28日に、キャプタン・ベノミル水和剤600倍を散布した。

2) 調査方法

a) 防除効果

①と③については、7月11日、②については7月10日に各プロットの任意の20徒長枝の全葉について、春型、円型、秋型病斑の有無を調べた。④については、5月30日に各プロットの任意の50果そうの全葉について、6月14日にベノミル剤とキャプタン・ベノミル剤との体系防除区、慣行区だけを対象に1プロット中任意の20果そうの全葉について、また7月10日に、各プロット中任意の20果そうの全葉について、春型、円型、秋型病斑の有無を調べ発病葉率を算出した。

b) 耐性菌占有状況

①と③は、9月16日に、②は10月19日に、④は6月3日、10月19日に、それぞれ各プロットから10～15病葉を採取し、いずれも孢子発芽管隔膜形成法により耐性菌占有状況を調べた。

試験結果

①試験開始前まで慣行防除で経過した後、6月1日から7月7日にかけて、キャプタン・ベノミル剤4回連続

第11表 キャプタン・ベノミル剤の防除効果

(1978年 農技センター場内)

処 理	調査葉数	発 病 葉 率 (%)		
		春型病班	円型病班	秋型病班
キャプタン・ベノミル水和剤 600倍	347.3	0.9 ^b	1.7 ^b	2.1 ^b
キャプタン・ベノミル水和剤 800倍	342.3	1.5 ^b	2.4 ^b	1.6 ^b
ポリカーバメート水和剤 800倍(対照)	323.3	0.4 ^b	2.6 ^b	2.9 ^b
無 散 布	321.7	4.9 ^a	16.0 ^a	11.4 ^a

a, b New multiple range test (5%) 同一英文字を含むもの間に有意差なし。

第12表 キャプタン・ベノミル剤の防除効果

(1978年 一志郡香良州町現地圃場)

処 理	調査葉数	発 病 葉 率 (%)		
		春型病班	円型病班	秋型病班
キャプタン・ベノミル水和剤 600倍	473.0	1.6	0.7	0.0
キャプタン・ベノミル水和剤 800倍	503.3	1.1	0.7	0.1
現 地 慣 行(対照)	450.3	2.2	1.0	1.4

第13表 キャプタン・ベノミル剤の体系防除効果

(1978年 農技センター場内)

処 理	調査葉数	発 病 葉 率 (%)		
		春型病班	円型病班	秋型病班
ベノミル 2回単用	323.0	1.4 ^{ab}	2.6 ^a	3.5 ^a
有機銅キヤプタン 2回単用	299.0	1.8 ^{ab}	4.3 ^a	3.6 ^a
キャプタン・ベノミル 2回	336.0	0.7 ^a	3.4 ^a	1.5 ^a
ベノミル 1回混用	334.0	1.0 ^a	5.5 ^a	3.6 ^a
無 散 布	321.7	4.9 ^b	15.9 ^b	11.5 ^b

a, b...New multiple range test (5%) 同一英文字を含む処理間に有意差なし。

して散布したところ、少発生条件ではあったが、無散布に比べ、明らかに高い防除効果を示し、対照のポリカーバメート水和剤800倍区とほぼ同等の効果を示した。供試薬剤の処理濃度間に差はないものと思われた。葉害は認められなかった(第11表)

②現地圃場において、①と同様に慣行防除で経過した後、6月3日から21日にかけて、供試薬剤を3回連続して散布した。慣行の有機銅・キャプタン剤600倍を2回、ベノミル剤2000倍を1回散布した区と比較し、少発生条件ではあったが、ほぼ同等ないしややまさる効果を示した。供試薬剤の処理濃度間に差はないものと思われた。葉害は認められなかった。(第12表)

③満開期から落花期にかけて、ベンズイミダゾール系薬剤を単用し、6月中・下旬に2回、キャプタン・ベノ

ミル剤を散布した区は、ベノミル剤を満開期に1回他剤と混用し、その後は慣行の防除暦にそった区と比較し、少発生条件ながら、ほぼ同等の効果を示した。ベンズイミダゾール系薬剤を満開期から落花期にかけ2回単用し、その後は慣行の防除暦にそった防除区と比較し、ややまさる傾向を示し、また、有機銅キャプタン区に比べ、同様にややまさる防除効果が伺われた。

なお、いずれの薬剤処理区においても無散布区と比較し、明らかに高い防除効果を示した。(第13表)

④現地において、4月下旬、5月下旬にベンズイミダゾール剤を単用で散布したところ、5月30日の調査では、慣行区に比べ、少発生条件下ではあるがやや劣る傾向がみられ、強耐性菌の占有率が高い傾向にあることが伺われた。この傾向は6月14日の調査においても同様であっ

第14表 キャプタン・ベノミル剤の体系防除効果

(1978年 津市雲出町)

処 理 事 項	調査月日 5月30日			6月14日			7月10日			
	調査葉数	発病葉率(%)		調査葉数	発病葉率(%)		調査葉数	発病葉率(%)		
		春型病斑	秋型病斑		春型病斑	円型病斑		秋型病斑	春型病斑	円型病斑
ベノミル 2回単用	244.0	10.9	10.4	-	-	-	322.0	12.3	10.0	1.7
チオファネートメチル 2回単用	255.3	9.4	9.7	-	-	-	309.3	10.3	8.7	2.9
ベノミル 2回単用・ キャプタン・ベノミル 2回 慣 行	254.7	8.7	6.3	109.7	16.2	15.9	308.3	5.4	7.7	0.9
	277.3	5.9	5.7	110.3	11.3	9.2	328.3	7.8	7.2	1.0

た。

6月中旬、下旬に各1回、ベノミル・キャプタン剤を散布したところ、対照として有機銅・キャプタン剤を散布した区に比較し、防除効果の高い傾向が認められた。また、有機銅・キャプタンを主体とした慣行区と比べ、ほぼ同等と思われた。供試薬剤の散布前の発病状況を併せ考えると治療の効果のあることが推察された。(第14表)

①～④のいずれの試験圃場においても、耐性菌占有状況は、耐性程度が中以上の分生孢子塊が100%占めていた。

考 察

耐性菌が存在する圃場で、前述のように、ベンズイミダゾール系薬剤と他剤との交互、混合散布は一応の防除効果が認められたため、予めベンズイミダゾール剤が混合されたキャプタン・ベノミル剤について防除効果等を検討した。

キャプタン・ベノミル剤の防除効果は、いずれも少発生条件ではあったが、対照(慣行)に比べ、ほぼ同等の防除効果が認められ、葉害もみられなかったことから実用性はあると思われた。

キャプタン・ベノミル剤を体系防除剤の一つとして考えた時、従来の有機銅・キャプタン剤に比べ、治療効果のあることが同われ、実用性があると考えられた。

千葉県でその後おこなわれた試験においてもほぼ同様の防除効果が得られている¹⁹⁾。

(4) ベンズイミダゾール系薬剤の代替薬剤による防除

耐性菌が存在する圃場において、新規に開発され、農薬として未登録段階の薬剤の効果については、社団法人日本植物防疫協会の農業連絡試験等を通じ検討した。この成績については既に公開されており、ここでは、耐性菌に対する緊急対策ということから、既存の登録農薬の中から有効と思われるジチアノン剤(商品名メルクデラ

ン)について別途検討した結果を報告する。

材料及び方法

1979年：①農技センター場内ナシ園の長十郎8年生を供試し、1プロット2樹3連制乱塊法配置でおこなった。処理は次に示す散布歴のとおりとし、動力噴霧機により散布した。

処理は、ジチアノン水和剤1000倍を4月6日～5月18日に5回、同4回、チオファネートメチル水和剤1000倍を5回散布の区とした。対照として、ポリカーバメート水和剤800倍を同様に5回散布した区と、無散布区を設けた。

散布は、4月6日、20日、28日、5月10日、18日とした。4回散布区は、5回散布区のうち、4月20日の散布を休止した。各処理に共通の防除として3月28日に石灰硫黄合剤7倍、5月28日にマンゼブ水和剤600倍を、無散布区を除く全プロットに散布した。

調査は、防除効果については、6月8日に各プロットから任意に20徒長枝を選び、その全葉について、春型、秋型病斑の有無を調べた。

耐性菌の占有状況は、6月8日に無処理区から任意に16病葉をとり、孢子発芽管隔膜形成法により調べた。

②一志郡香良州町の現地農家圃場で長十郎20年生を供試し、1プロット1樹3連制乱塊法配置でおこなった。

処理は次に示す散布歴のとおりとし、いずれも動力噴霧機で散布した。

処理は、ジチアノン水和剤1000倍、ポリカーバメート水和剤800倍を5回(4月29日、5月7日、16日、25日、6月13日)散布した。各処理に共通の防除として、3月24日に5-5式石灰ボルドー、31日にジネブ水和剤600倍、4月4日にジネブ水和剤600倍、9日にポリカーバメート水和剤800倍、13日にチアジアジン水和剤800倍、16日にポリカーバメート水和剤800倍、18日にジネブ水和剤600倍、23日にポリカーバメート水和剤800倍、27日にチアジアジン水和剤800倍を散布した。

調査は、防除効果については、7月6日に各プロット

第15表 ベンズイミダゾール系薬剤の代替薬剤の効果 (1979年 農技センター)

処 理	調査葉数	発病葉率 (%)		葉害
		春型病班	秋型病班	
ジチアノン水和剤 5 回	415.7	0.16 ^a	0.00	—
ジチアノン水和剤 4 回	376.7	0.45 ^{ab}	0.36	—
チオファネートメチル水和剤 5 回	357.3	4.20 ^{cd}	2.41	—
ポリカーバメート水和剤 5 回	387.3	1.80 ^{abc}	0.86	—
無 処 理	356.7	6.67 ^d	5.51	—

* a-d New multiple range test (5%) 同一英文字を含むもの間に有意差が認められない。

から任意に20徒長枝を選び、その全葉について、春型病斑の有無を調べた。耐性菌の占有状況は、7月10日に慣行区から任意に採取した15病葉について、孢子発芽管隔膜法により調べた。

1980年：農技センター場内ナシ園の長十郎9年生を供試し、1プロット2樹3連制乱塊法配置でおこなった。

処理は、次に示す散布歴のとおりとし、動力噴霧機により散布した。ジチアノン水和剤1000倍5回散布区(4月11日, 16日, 5月10日, 19日, 23日), 同4回散布区(5回散布のうち4月11日の散布休止), 同3回散布区(5回散布のうち4月11日, 16日の散布休止), ポリカーバメート水和剤800倍5回散布区(ジチアノン水和剤の5回散布区と同日), 慣行区として、ジネブ水和剤500倍(4月11日), ジネブ水和剤500倍とチオファネートメチル水和剤1500倍の混用(4月16日), チアアジアジン水和剤800倍(5月10日), ジチアノン水和剤1000倍(5月19日), マンゼブ水和剤600倍(5月22日)を散布した。その他の防除は、いずれの区もおこなわなかった。

調査は、防除効果については、7月15日に各プロットから任意に徒長枝20枝を選び、その全葉について、春型、秋型病斑の有無、秋型病斑の発病程度を調べた。耐性菌の占有状況は、7月15日に無処理区から採取した任意の20病葉について、孢子発芽管隔膜形成法により調べた。

試験結果

1979年：①少発生条件下における試験であったが、ジチアノン水和剤1000倍を、萌芽期から幼果期まで5~4回散布したところ、6月8日の調査では、対照のポリカーバメート水和剤1000倍区と比較し、同等ないしややまさる防除効果が認められた。また同日にチオファネートメチル水和剤1500倍を5回連続散布した区、無処理区と比べ明らかに高い防除効果を示した。ジチアノン水和剤を5回散布した区に比べ、満開期に1回休止した区では、やや防除効果の劣る傾向がみられた。葉害は認められな

かった。(第15表)

試験圃場の無処理区における耐性菌の占有状況は、中等度以上が56.3%, 弱度が45.7%で、耐性菌占有率としては100%であった。

②少発生条件下であったが、ジチアノン水和剤1000倍を4月下旬から6月中旬に5回散布したところ、対照のポリカーバメート水和剤800倍を同日に散布した区と比較し、差は認められなかった。葉害は認められず、実用性はあると思われた(第16表)

第16表 ベンズイミダゾール系薬剤の代替剤の効果 (1979年 志都香良州町)

処 理	調査葉数	発病葉率 (%)		葉害
		春型病班	秋型病班	
ジチアノン水和剤 1,000倍 5 回	427.0	0.90	—	—
ポリカーバメート水和剤 800倍 5 回	378.3	0.90	—	—

試験圃場における耐性菌の占有状況は、薬剤処理後の慣行区で、中等度以上の耐性菌が93.3%, 弱度が6.7%, 耐性菌占有率として100%であった。

1980年：平年並の発生状況であった。ジチアノン水和剤1000倍を落苞直前期から幼果期にかけて5~3回散布した区は、7月15日の調査では、プロット間に差が大きく有意の差は認められなかったが、ポリカーバメート水和剤800倍区に比較しややまさる傾向、慣行処理区に比べて同等ないしやや劣る傾向であった。ジチアノン水和剤を処理した区間で、防除回数による差は明瞭ではなかった。葉害はいずれも認められなかった(第17表)

試験圃場における耐性菌の占有状況は、無処理区において、中等度以上が75.0%, 弱度が15.0%, 感性菌が10.0%であった。

考 察

耐性菌が存在する圃場で、緊急対策として、既に農

第17表 ベンズイミダゾール系薬剤の代替薬剤の効果

(1980年 農技センター)

処 理	調査葉数	発 病 葉 率 (%)			秋型病斑の 発 病 度	薬 害
		春型病斑・秋型病斑	春型病斑	秋型病斑		
ジチアノン水和剤 5回	350.7	5.7 ^a	3.1	3.6	0.9	—
ジチアノン水和剤 4回	343.0	4.9 ^a	2.8	3.0	0.7	—
ジチアノン水和剤 3回	364.3	4.9 ^a	1.9	3.7	0.9	—
ポリカーバメート水和剤 5回	337.7	10.3 ^a	8.2	5.4	1.4	—
慣 行	416.7	3.9 ^a	2.0	2.3	0.6	—
無 散 布	365.3	32.6 ^b	24.2	29.2	7.8	—

a, b. New multiple range test (5%) 同一英文字を含むもの間に有意差が認められない。

薬登録がされ、ベンズイミダゾール系薬剤と作用機作が異なる薬剤を選択し、防除試験をおこなった。

ジチアノン剤は、予防効果が比較的長く、胞子の発芽阻害性が大きいとされており、また農薬の安全使用の面から散布後収穫までの日数が長いことから、落苞期から幼果期までの防除薬剤として検討した。対照として供試したポリカーバメート剤と比べ、同等ないしややまさる効果を示し実用性があると思われた。

なお1979年におこなった試験の中で、満開期に薬剤防除を休止するとやや防除効果が低下した事例があり、この時期の防除の重要性が伺われた。しかし、次に述べる試験の結果からジチアノン剤は花粉発芽への影響が考えられるため、満開期には他の薬剤を選択するのがのぞましいと思われた。

(5) ジチアノン水和剤等がナシ花粉の発芽に及ぼす影響

黒星病の重要防除時期の一つである開花期間中に、薬剤を防除することにより、受粉、結実に影響を与える可能性を検討する。

材料及び方法

ジネブ水和剤 (1800ppm) チアジアジン水和剤 (1167ppm) ダイホルタン水和剤 (800ppm) , ジチアノン水和剤 (1400ppm) , チオファネートメチル水和剤 (1500ppm) , メプロニル水和剤 (1500ppm) , トリアジメホン水和剤 (50ppm) , 対照としてHgcl₂ (1000ppm) を供試し、それぞれの薬剤がショ糖10%加用の素寒天培地に所定の濃度となるように調製した。花粉は1979年4月13日に農技センター場内で採取し5月18日まで冷蔵保存したものを供試した。

5月18日に花粉を前述の所定の培地上に軽く散布した後、25℃暗黒条件下で24時間経過後、花粉発芽の有無を顕微鏡下で観察した。1処理について1ペトリ皿を用い

4反復でおこなった。

試験結果

薬剤添加前の基本培地のpHは5.5であった。

無処理区における発芽率は35.3%であった。発芽率に影響がないと思われる薬剤は、チオファネートメチル剤、トリアジメホン剤であった。次いで、チアジアジン剤、メプロニル剤であった。ジネブ剤、ダイホルタン剤、ジチアノン剤は、対照として供試したHgCl₂と同程度の低い発芽率であった (第18表)

考 察

供試花粉は採取後約1ヶ月冷蔵保存したことに起因したためか、その期間中に発芽能が低下しており無処理区でも比較的発芽率は低かった。

トリアジメホン剤、チオファネートメチル剤以外は、いずれも開花期間中に散布すれば花粉の発芽に影響を与えるものと判明した。しかし、現実には、ナシの開花、受粉は午前中におこなわれる頻度が高いこと、薬剤散布の2時間前迄に授粉したものは薬剤の影響を回避する旨の報告があることから、防除を午後に行えば比較的影響は少ないものと考えられた。なお、実際にはメシベの柱頭に対する薬剤の影響も平行して調べる必要があると思われる。

2. 耐性菌に特異的に有効な薬剤の検索と防除

薬剤耐性菌に対する防除法として、的確な防除効果を示す薬剤の選択、なかでも耐性菌に特異的に高い効果を示す (耐性菌に負の交差耐性を示す) 薬剤の選択が大きな命題の一つである。耐性菌の占有率が高まった圃場において、急速に耐性菌占有率を低下させ、再び当該薬剤の効果回復が期待される有効な手段となるものと考えられる。

第18条 薬剤処理とナシ花粉の発芽

供試薬剤	農 度	調査花粉数	花粉の発芽率(%)	発芽状況
トリアジメホン	50ppm	238.3	40.7 ^d	発芽管が太く長い
チオファネートメチル	1,500	259.0	31.8 ^d	発芽管が短い
チアジアジン	1,167	232.3	13.2 ^c	発芽管がこぶ状で太く短い
メプロニル	1,500	295.0	4.7 ^b	発芽管が短い
ジネブ	1,800	277.5	1.3 ^a	発芽管が極端に短い
ジチアノン	1,400	232.3	1.1 ^a	
ダイホルタン	800	276.5	0.7 ^a	
HgCl ₂	1,000	351.8	0.5 ^a	
無 処 理		266.8	35.3 ^d	

a~d New multiple range test (5%) 同一英文字を含む処理間に有意差は認められない。

第19条 耐性菌に特異的に有効な薬剤の検索

供試薬剤	検 定 濃 度 (ppm)						
ジチアノン	700.0	70.0	7.0	0.7			
チアジアジン	875.0	87.5	8.75	0.875			
フェナリモル	30.0	3.0	0.3				
トリフミゾール	75.0	7.5	0.75				
フェンプロピモルク	1,000.0	500.0	100.0	50.0	10.0	5.0	1.0
IKF-1216	250.0	125.0	25.0	5.0	1.0		
S-165	1,000.0	100.0	10.0	1.0	0.1		
NF-124	1,000.0	100.0	10.0	1.0	0.1		
NF-124C	NF-124	1,000.0	100.0	10.0	1.0	0.1	
	チオファネートメチル	6,000.0	600.0	60.0	6.0	0.6	
チオファネートメチル	1,000.0	100.0	10.0	1.0			

(1) 耐性菌に特異的に有効な薬剤の検索

材料及び方法

1982年：予め一志郡嬉野町川北，農技センター場内の発病葉の分生孢子塊から単孢子分離をおこない，3週間前培養した10菌株を供試し，3反復により菌糸生育阻止濃度を調べた。

チオファネートメチル，SF-8003（新規化合物，三共株式会社製）をそれぞれ，1000ppm，100ppm，10ppm，1ppmを含有する前述の薬剤検定用培地を調製し，菌糸生育阻止法により調べた。薬剤検定用培地への置床は6月25日，調査は7月23日におこなった。

1984年：予め，一志郡嬉野町川北，農技センター場内，一志郡香良州町，度会郡玉城町の各現地圃場の発病葉の分生孢子塊から単孢子分離をおこない，3週間前培養した36~98菌株を供試した。薬剤は既にナシ黒星病に農薬登録がされている薬剤と，新規登録をめざす未登録薬剤について，それぞれ散布濃度を上限に，段階希釈によ

り検討した。

供試薬剤と供試濃度は，第19表のとおりとした。

ジチアノンは，メルクデラン水和剤（大日本除虫菊製），チアジアジンは，サニパー水和剤（三共製），フェナリモルはルビゲン（EL-222）水和剤（イーライリリー製），トリフミゾールはトリフミン水和剤（NF-114，日本曹達製），フェンプロピモルクはBJL-831水和剤（BASF-ジャパン製），IKF-1216はピリジナミン系化合物（石原産業製），S-165はN-フェニル系化合物（住友化学製），NF-124はN-フェニル系化合物（日本曹達製），NF-124Cは，NF-124 10%とチオファネートメチル剤60%の混合剤（日本曹達製）をそれぞれ用いた。

検定は，所定の薬液濃度となるように前述の薬剤耐性検定用培地を調製し，菌糸生育阻止法により3反復で調べた。

ジチアノン，チアジアジン，フェナリモルは3月15日に置床，4月6日に調査，フェンプロピモルク，トリフミゾールは7月15日に置床，8月10日に調査，S-165，I

KF-1216は11月4日に置床、12月3日に調査、S-165、NF-124、NF-124Cは2月12日に置床、3月20日に調査した。対照のチオファネートメチル（トップジンM水和剤、日本曹達製）を添加した区と薬剤を添加しない区については、検定の度ごとに同様に置床し、調査した。

試験結果

1982年：SF-8003剤について、強度耐性菌10菌株を供試し、菌糸生育阻止法により検討した。耐性程度によって菌糸生育阻止濃度に一定の傾向は認められなかった。（第2図）

1984年：ジチアノン剤について、強度耐性菌-27菌株、弱度耐性菌-2菌株、感性菌-9菌株、計38菌株を供試した。耐性の程度にかかわらず、菌糸生育最大許容濃度は概ね700ppm前後で、耐性程度による差はないものと思われた。（第3図）

チアジジン剤について、強度耐性菌-26菌株、弱度耐性菌-3菌株、感性菌-9菌株、計38菌株を供試した。耐性の程度にかかわらず、菌糸生育最大許容濃度は概ね0.875~8.75ppmで、耐性程度による差はないものと思われた（第4図）

エルゴステロールの生合成を阻害するフェナリモル剤について、強度耐性菌-28菌株、弱度耐性菌-4菌株、感性菌-6菌株、計38菌株を供試した。耐性の程度にかかわらず、菌糸生育最大許容濃度は概ね0.3~3.0ppmで耐性程度による差はないものと思われた。（第5図）

エルゴステロールの生合成を阻害する、トリフミゾール剤について、強度耐性菌-27菌株、弱度耐性菌-6菌株、感性菌-6菌株、計39菌株を供試した。耐性の程度にかかわらず、菌糸生育最大許容濃度は概ね0.75~7.5ppmで耐性程度による差はないものと思われた（第6図）

フェンプロピモルク剤について、強度耐性菌-26菌株、弱度耐性菌-1菌株、感性菌-9菌株、計36菌株を供試した。耐性の程度にかかわらず、菌糸生育最大許容濃度は概ね0.1ppm以下から1ppmで、耐性程度による差はないものと思われた（第7図）

IKF-1216剤について、強度耐性菌-26菌株、弱度耐性菌-3菌株、感性菌-9菌株、計38菌株を供試した。耐性の程度にかかわらず、菌糸の生育は旺盛で概ね、250ppmでも菌糸の生育がみられた（第8図）

S-165剤について、強度耐性菌-13菌株、弱度耐性菌-26菌株、感性菌-6菌株、計45菌株を供試した。感受生菌群における菌糸生育最大許容濃度は全て100ppm以上で、1000ppmでも菌糸が生育する菌株は、4菌株（66.7%）であった。弱度耐性菌についても、ほぼ同様の傾向がみられ、全ての菌株が100ppm以上で菌糸生育が認め

られた。1000ppmでも菌糸が生育する菌株は、9菌株（34.6%）であった。

強度耐性菌群における菌糸生育最大許容濃度は、0.1ppmが11菌株（84.6%）で、弱度~感性菌群と比較し、非常に低濃度で菌糸の生育が抑制されていた。（第9図）

同様に、強度耐性菌-27菌株、弱度耐性菌-2菌株、感性菌-8菌株、計37菌株を供試した試験（第10図）、また、強度耐性菌-15菌株、弱度耐性菌-1菌株、感性菌-15菌株、計62菌株を供試した（第11図）ところ、その傾向は一定で、強度耐性菌に対しては概ね、0.1~1.0ppm弱度耐性菌、感性菌に対しては、概ね100~1000ppm以上で菌糸が生育し、耐性菌に特異的に有効であることが判明した（第10、11図）

NF-124剤について、強度耐性菌-50菌株、弱度耐性菌-27菌株、感性菌-21菌株、計98菌株を供試した、

感性菌群における菌糸生育最大許容濃度は、100ppm以上で、1000ppmでも菌糸が生育する菌株は、19菌株（90.5%）であった。弱度耐性菌については、多少の幅がみられ、10~1000ppm以上で、10ppmとするものは、15菌株（55.6%）であった。

強度耐性菌群における菌糸生育最大許容濃度は、40菌株（81.6%）が0.1ppm未満であった。これは、弱度耐性菌群、感性菌群と比較し、非常に低濃度であり、耐性菌に特異的に有効であることが判明した（第12図）

NF-124C剤について、強度耐性菌-50菌株、弱度耐性菌-27菌株、感性菌-21菌株、計98株を供試した。

感性菌における菌糸生育最大許容濃度は、チオファネートメチル剤の菌糸生育抑制効果によると思われるが、チオファネートメチル0.6ppm以下、NF-124が0.1ppm以下であった。弱度耐性菌についても同様で、供試菌株の全てにおいて、チオファネートメチル0.6ppm以下、NF-124 0.1ppm以下であった。

強度耐性菌については、菌糸生育抑制はNF-124剤の効果によると思われるが、やはり同様の濃度であった。強度耐性菌から感性菌まで幅広く、低濃度で菌糸の生育を抑制することが判明した（第13図）

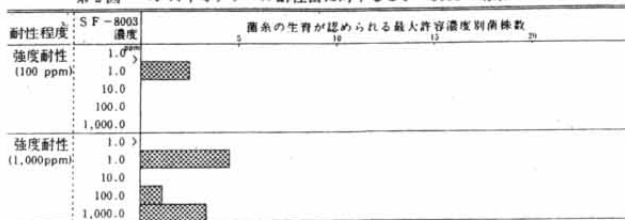
考察

菌糸生育阻止法で、耐性菌に特異的に有効であると考えられたのは、S-165剤、NF-124剤のN-フェニル系化合物であった。S-165剤については、加藤ら⁸⁾¹²⁾¹³⁾¹⁸⁾、村越¹⁰⁾、長井ら¹¹⁾が、iso-propyl 3,4-dioxyphenyl carbamate 等を供試して*Botrytis cinerea*等の耐性菌を対象に抗菌活性を調査し、十分な防除効果のあることを報告している。

ナシ黒星病菌 (*Venturia nashicola*) においても

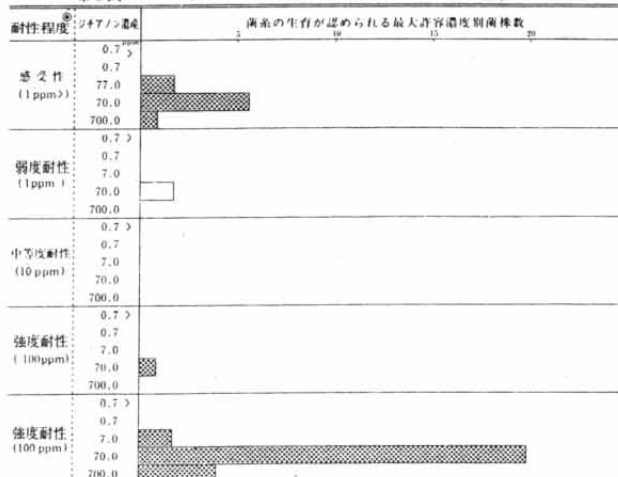
(イタリック)

第2図 ベンズイミダゾール耐性菌に対するSF-8003の効果 (1985)



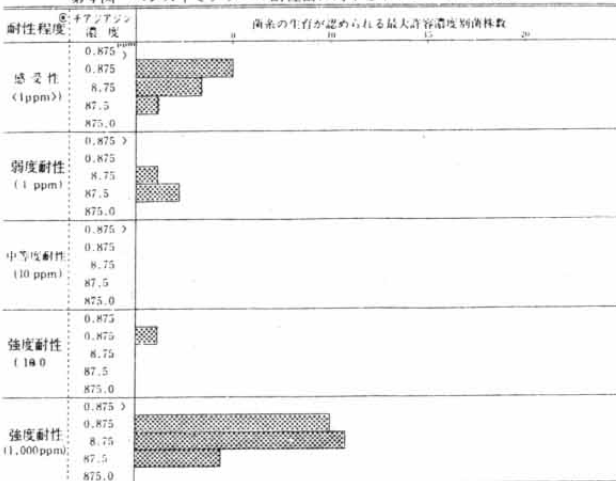
④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 10)

第3図 ベンズイミダゾール耐性菌に対するジチアノンの効果



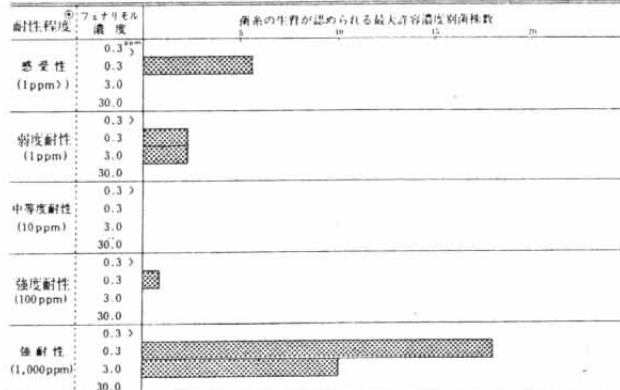
④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 38)

第4図 ベンズイミダゾール耐性菌に対するチアジアシンの効果



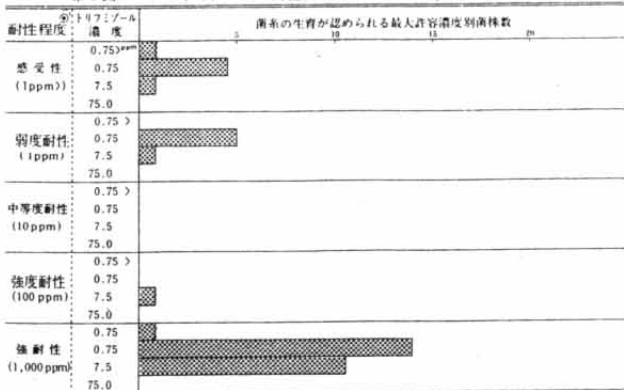
④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 38)

第5図 ベンズイミダゾール耐性菌に対するフェナリモルの効果



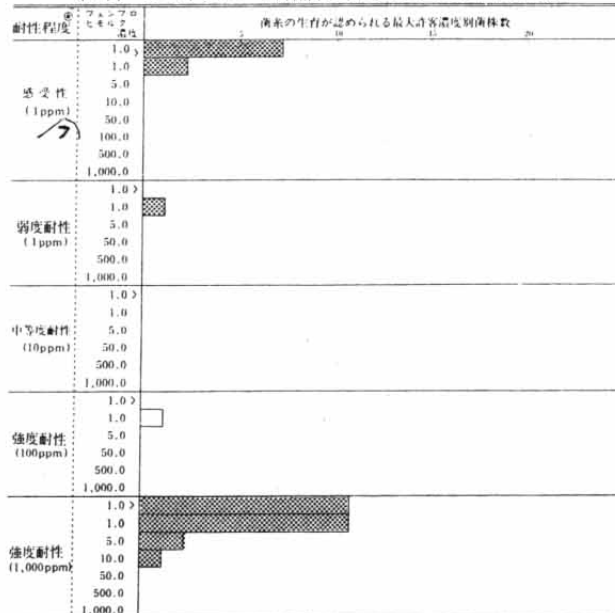
④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 38)

第6図 ベンズイミダゾール耐性菌に対するトリファミゾールの効果



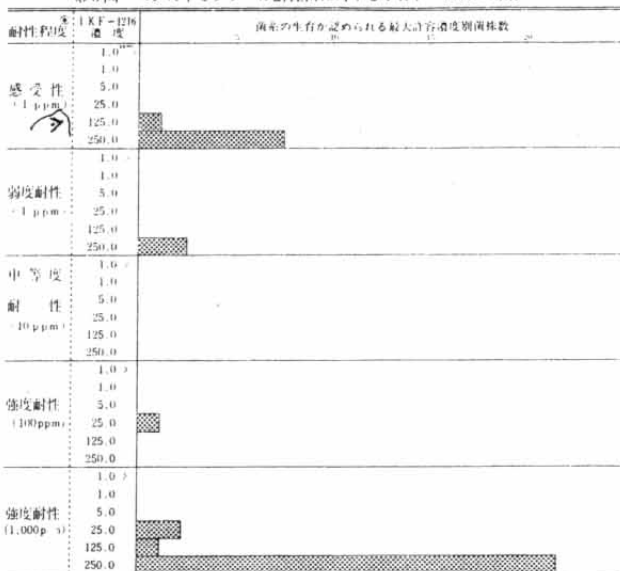
④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 39)

第7図 ベンズイミダゾール耐性菌に対するフェンプロビモルの効果



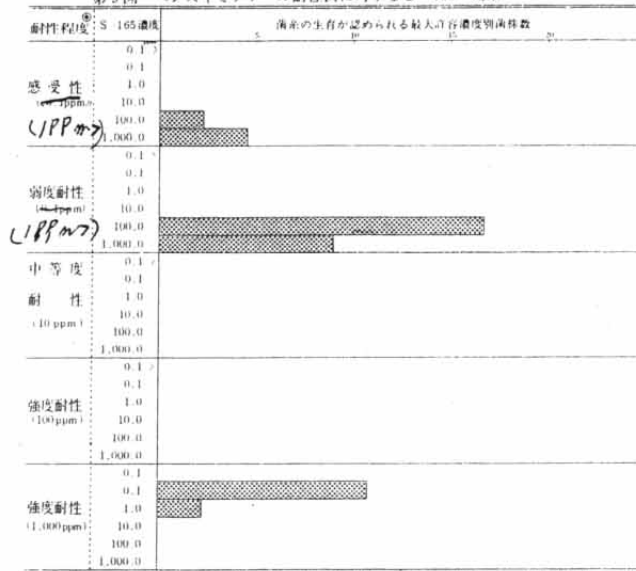
④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 36)

第8図 ベンズイミダゾール耐性菌に対する1KF-1216の効果



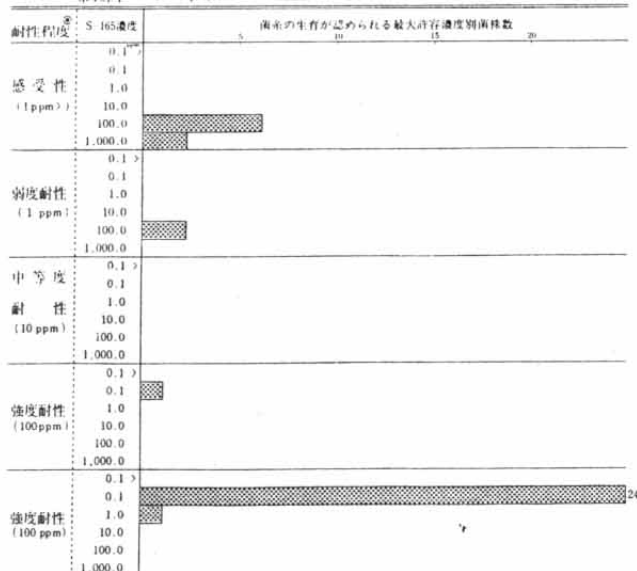
④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 38)

第9図 ベンズイミダゾール耐性菌に対するS-165の効果



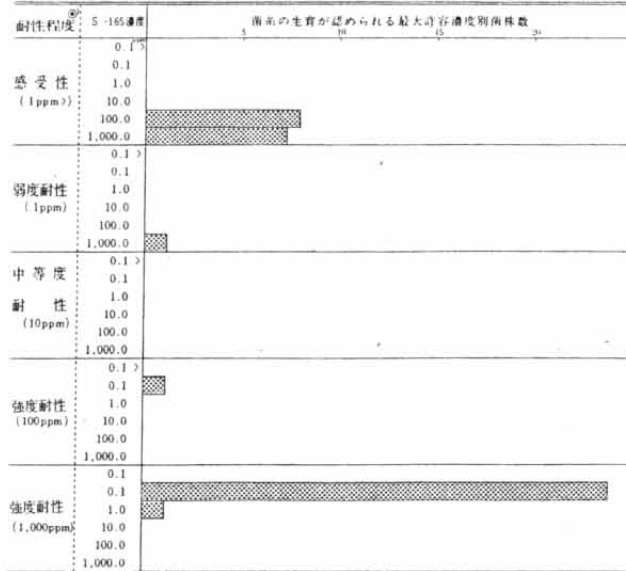
④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 45)

第10図 ベンズイミダゾール耐性菌に対するS-165の効果



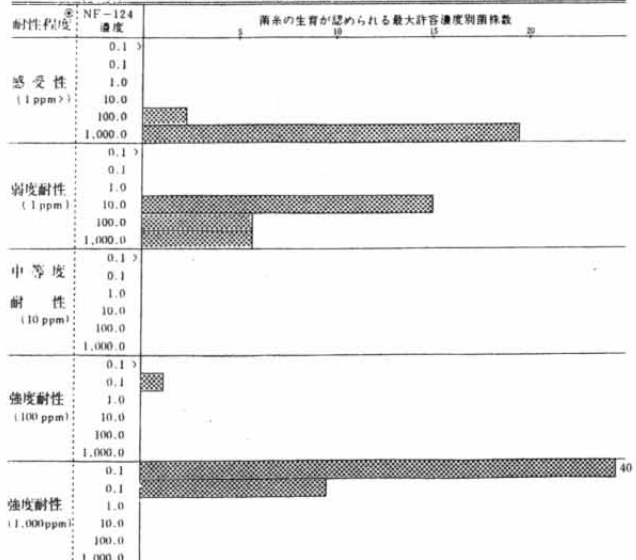
④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 37)

第11図 ベンズイミダゾール耐性菌に対するS-165の効果



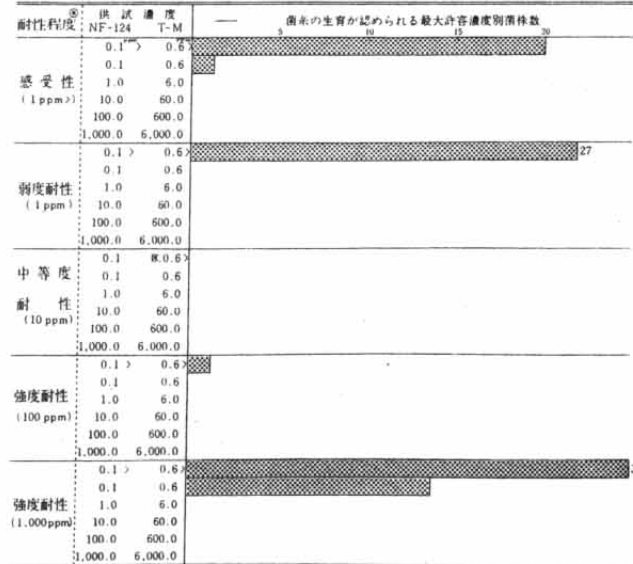
④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 62)

第12図 ベンズイミダゾール耐性菌に対するNF-124の効果



④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 98)

第13図 ベンズイミダゾール耐性菌に対するNF-124Cの効果



④チオファネートメチル含有検定培地で菌系生育阻止法により判定 (供試菌株 98)

一連の本試験から同様な傾向が認められ、これらは明らかに負の交差耐性を示した。石井ら⁴⁾も同様の事実を報告している。

NF-124剤は、弱度耐性菌に対し、10ppmで菌糸伸長が認められ、S-165剤と比べ、耐性程度と薬剤濃度の間に少し差があると思われた。

また、NF-124剤とベンズイミダゾール系薬剤との混合剤であるNF-124C剤は、強度耐性菌、感性菌のいずれにおいても高い抗菌活性を示し、実用防除のうえから、期待が高いものと思われた。

また、薬剤検定用培地上に、分生胞子を置床し、20°Cで48~72時間経過後、その発芽状態を観察した。その結果、強度耐性菌と思われるグループの分生胞子塊では菌糸の生育阻止濃度と同レベルで、胞子発芽に異常がみられた。このため、胞子の発芽についてもこれらの薬剤が影響を及ぼしていることが判明した。

(2) 耐性菌に特異的に有効な薬剤による防除

材料及び方法

a) 1982年：農技センター場内ナシ園の長十郎11年生を供試し、1プロット1樹2連制乱塊法配置で、A、Bの2回、条件を変えておこなった。処理はSF-8003水和剤の500倍、同1000倍液を、対照としてポリカーバメート水和剤800倍液を6月8日、22日、7月8日に動力噴霧機により散布した。A処理は試験前の4月8日、15日、20日、5月12日、25日にポリカーバメート水和剤800倍液を散布した。B処理は試験前に薬剤の散布は全くおこなわなかった。

調査は7月29日に1プロットあたり任意の徒長枝20枝の全葉について、春型、秋型病斑の有無、秋型病斑の発病程度を調べた。

b) 1985年：農技センター場内ナシ園の長十郎14年生を供試し、1プロット1樹3連制乱塊法配置でおこなった。1984年におこなった耐性菌に対し負の交差耐性を示す薬剤を検索する過程で、特に有効と考えられたS-165、S-365 (S-165 25%とベンズイミダゾール系薬剤25%との混合製剤)、NF-124、NF-124C (NF-124とベンズイミダゾール系薬剤との混合製剤) を供試した。S-165水和剤の1000倍液、同2000倍液、S-365水和剤の1000倍液、NF-124水和剤の2000倍液、NF-124C水和剤の1500倍液、対照としてチオファネートメチル水和剤の1500倍液、ポリカーバメート水和剤の800倍液を5月9日、17日、22日、30日、6月5日、17日に動力噴霧機により散布した。

調査は、防除効果については、7月11日に各プロットから任意に徒長枝20枝を選び、その全葉について、春型、

秋型病斑の有無、秋型病斑の発病程度を調べた。

耐性菌占有状況は、試験圃場の代表として無処理区から、6月15日に任意に35病葉を採取し胞子発芽管隔膜形成法により調べた。また、処理終了後の7月31日、各処理区から任意に32病葉を採取し、同様の方法により調べた。

1986年：農技センター場内ナシ園の長十郎15年生を供試し、1プロット1樹2連制乱塊法配置でおこなった。

S-165水和剤1000倍、同2000倍、S-365水和剤1000倍、NF-124水和剤1000倍、NF-124C水和剤1500倍、対照としてチオファネートメチル水和剤1500倍、ポリカーバメート水和剤800倍の各薬液を、5月8日、21日、6月9日、19日、7月4日に動力噴霧機により、1985年に供試した同一の樹を対象に散布した。

調査は、防除効果については、7月24日に各プロットから任意に20徒長枝を選び、その全葉について、春型、秋型病斑の有無、秋型病斑の発病程度を調べた。耐性菌の各処理による占有状況は5月8日、7月4日、10月21日に各処理区から任意に20~24病葉をとり、胞子発芽管隔膜形成法により調べた。

試験結果

1982年：供試した圃場における耐性菌占有率は、100%で、中等度以上が60%~70%を占めていた。

SF-8003水和剤を処理する以前にポリカーバメート水和剤を散布したA試験では、前散布の影響、気象条件等により、殆ど発病が認められず、結果は判然としなかった。B試験では、すでに発病をみてからの処理であったが、SF-8003水和剤の防除効果は、無散布に比較してあると思われ、対照のポリカーバメート水和剤800倍に比較し同等ないしややまさると思われた。

供試薬剤の濃度間差はないものと思われた。葉害は認められなかった(第20表)

1985年：供試圃場の耐性菌占有率は、処理期間中の6月15日の調査では、100%を占めており、強度耐性菌が52.9%、中等度耐性菌が32.4%、弱度耐性菌が14.7%を占めていた。

菌糸生育阻止法により、耐性菌に特異的に有効であると考えられたS-165水和剤、耐性菌、感性菌のいずれにも有効と思われたS-365水和剤、NF-124C水和剤は、ほぼ同等の高い防除効果を示した。次いで、ポリカーバメート水和剤、NF-124水和剤の順で、いずれの処理においても、チオファネートメチル水和剤に比べ、明らかに高い防除効果を示した。なお、チオファネートメチル剤においても、無処理に比べ発病葉率は低く、防除効果が認められた(第21表)

第20表 ベンズイミダゾール耐性・ナシ黒星病菌に特異的に有効な薬剤による防除 (1982年 農技センター)

処 理	A 試験					B 試験				
	調査葉数	発 病 葉 率 (%)		秋型病斑の		調査葉数	発 病 葉 率 (%)		秋型病斑の	
		春型	秋型	春型	秋型		春型	秋型	春型	秋型
S F-8003水和剤 500倍	421.0	0.0	0.0	0.0	0.0	230.5	56.4	50.9	30.2	10.2
S F-8003水和剤 1,000倍	419.5	0.2	0.0	0.2	0.1	259.5	58.5	54.6	32.7	10.4
ポリカーバメート水和剤 800倍	430.0	0.0	0.0	0.0	0.0	225.5	68.4	62.5	48.6	19.3
無 散 布	471.5	0.2	0.0	0.2	0.1	235.5	79.3	72.2	60.6	23.7

第21表 ベンズイミダゾール耐性菌に負の交差耐性を示す薬剤による防除 (1985年 農技センター)

処 理	調査葉数	発病葉率	春型病斑	秋型病斑	発病度(秋型病斑)	薬害
S-165水和剤 1,000倍	297.3	6.0 ^a	2.8	4.1	1.1	—
S-165水和剤 2,000倍	305.7	6.7 ^{ab}	4.1	5.1	1.4	—
S-365水和剤 1,000倍	318.0	4.5 ^a	2.2	2.6	0.7	—
NF-124水和剤 2,000倍	307.3	22.7 ^c	10.7	17.1	5.3	—
NF-124C水和剤 1,500倍	353.0	6.4 ^a	3.1	5.1	1.3	—
チオファネートメチル水和剤 1,500倍	291.7	45.1 ^d	33.6	32.2	9.7	—
ポリカーバメート水和剤 800倍	314.0	16.5 ^{bc}	11.2	13.1	2.4	—
無 処 理	288.3	65.4 ^e	51.3	51.9	18.3	—

a ~ e、New multiple range test (5%水準) 同一アルファベットを含むもの間に有意差なし

菌占有状況を調べた。その結果は、第14図のとおりである。無処理区から6月15日に得た耐性菌占有状況と比較すると、S-165剤、NF-124剤の強度耐性菌占有率は減少し、弱度耐性菌、感性菌が増加する傾向がみられた。S-365剤、NF-124C剤では、強耐性菌がやや減少し、S-365剤では、感性菌が増加し、NF-124C剤では、弱度耐性菌の占有率が増加する傾向がみとめられた。

チオファネートメチル水和剤を連続散布した区では、強度耐性菌が100%を占めた。

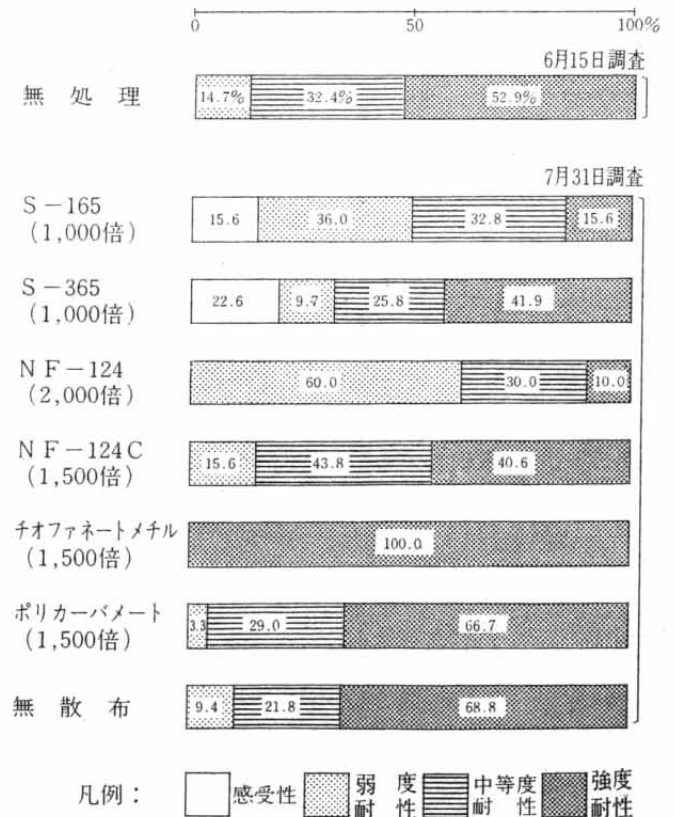
ポリカーバメート水和剤を連続散布した区の耐性菌占有状況は、無散布区における場合とよく類似しており、6月15日調査時に比べ、7月31日調査時では、強度耐性菌がやや増加し、弱度耐性菌が減少する傾向がみられた。(第14図)

1986年：供試圃場における各処理前の耐性菌占有率を予めしるため、発病をみてからの処理となった。

処理前の耐性菌占有状況は、1985年の7月31日調査時以降、チオファネートメチル水和剤連用区を除き、高率に強度耐性菌占有率が高くなっていた。

この様な条件下で1985年に供試した樹と同一の樹に、同一の処理をおこなった。本年の場合、ある程度の発病をみてからの防除であったためか、供試薬剤間の防除効

第14図 耐性菌占有率の推移(1985年 農技センター)



第22表 ベンズイミダゾール耐性菌に負の交差耐性を示す薬剤による防除 (1986年 農技センター)

処 理	調査葉数	発病葉率	発病度(秋型病斑)	葉害
S-165水和剤 1,000倍	271.0	32.1 ^a	4.9	—
S-165水和剤 2,000倍	308.5	27.9 ^a	3.9	—
S-365水和剤 1,000倍	300.0	22.5 ^a	2.7	—
NF-124水和剤 2,000倍	232.0	33.8 ^a	5.1	—
NF-124C水和剤 1,500倍	294.0	24.0 ^a	2.9	—
チオファネートメチル水和剤 1,500倍	252.0	63.9 ^b	8.4	—
ポリカーバメート水和剤 800倍	286.0	25.4 ^a	3.9	—
無 散 布	252.5	77.0 ^b	17.4	—

a・b New multiple range test (5%水準) 同一アルファベットを含むもの間に有意差なし

果は、チオファネートメチル水和剤連用区を除き、ポリカーバメート水和剤800倍の連用区とほぼ同等であると思われた。S-165水和剤に比べ、S-365水和剤が、NF-124水和剤に比べ、NF-124C水和剤の防除効果の高いことが同われた(第22表)

処理終了後(7月4日~5日)の耐性菌占有状況について調べた。強度耐性菌は処理開始時に比べ、S-165水和剤、S-365水和剤、NF-124水和剤、NF-124C水和剤処理区で著しく低下する傾向みられた。S-165水和剤処理区では、中第度、弱度耐性菌、感性菌が増加しS365水和剤処理区では、中等度耐性菌が増加した。NF-124水和剤処理区では、中弱耐性菌が増加した。チオファネートメチル水和剤を処理した区では、強度耐性菌が急増し、100%となった。ポリカーバメート水和剤を連用した区と、無処理区は強度耐性菌が約1/2程度となり、中等度耐性菌、弱度耐性菌が増加する傾向がみられ、ほぼ同じパターンであった。

最終散布109日後(10月21日)に、各区について耐性菌占有状況を調べた。S-165水和剤処理区においては、7月31日調査時と比べ、弱耐性菌が減少し、感性菌が増加した。

S-365水和剤処理区、NF-124水和剤処理区、NF-124C水和剤処理、ポリカーバメート水和剤処理区、無処理区では、強度耐性菌が再び増加しており、季節的変動のあることが推察された。(第15図)

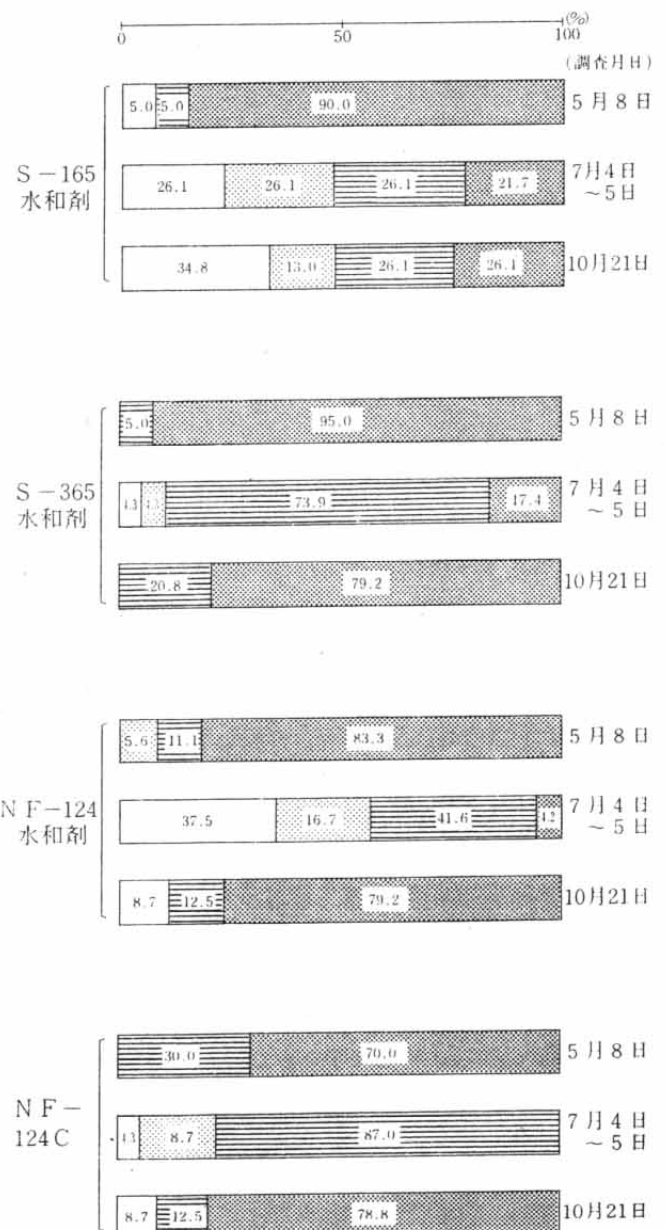
考 察

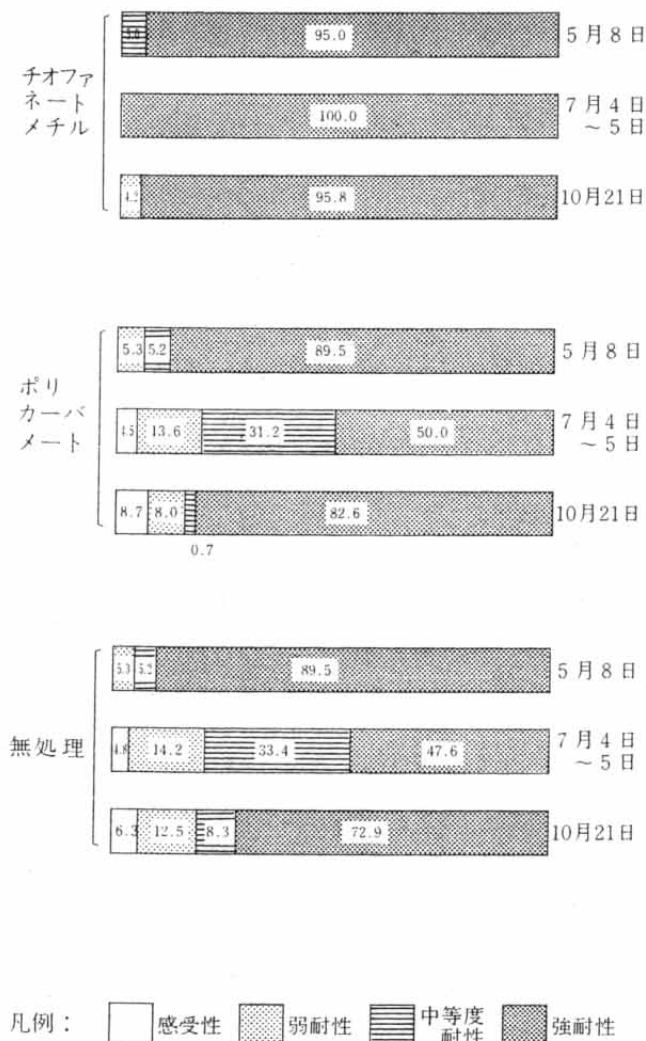
SF-8003の防除効果は対照とほぼ同等と思われ、目的とした耐性菌に特異的に有効な薬剤ではなかった。

S-165, S-365, NF-124, NF-124Cを供試して防除効果、および、処理後の耐性菌占有率の推移を調べた。

いずれも対照としたポリカーバメート剤に比較し、強度耐性菌占有率が高い圃場において防除効果は高かった。

第15図 耐性菌占有率の推移 (1986年 農技センター)





ゾール系薬剤の混合剤は、それぞれの単剤に比べて高いと思われる防除効果を示した。

しかし、耐性菌占有状況をみても、薬剤処理により一時的に強度耐性菌が減少しても、時間の経過とともに、強度耐性菌の復原がみられることから、その有効な使用時期、例えば、翌春の発生につながる秋季の芽基部形成時の感染を防止する時期等に本剤の使用を検討することや、中等度耐性菌に対する防除効果、竹内が *Botrytis cinerea* でその存在を明らかにした二剤耐性の可能性¹⁵⁾等、今後さらに検討を要する課題が残されたものと思われる。

総合考察

1975年、ナン黒星病は近年に例をみない程の大発生となり、著しい被害を生じた。その原因の一つとして、第1報によりベンズイミダゾール系薬剤耐性菌が高率に分布していることを確認、報告¹⁶⁾した。

これら耐性菌に起因する本病の防除対策を緊急に樹立する必要があり、一連の試験をおこなった。

まず、当面の対策の一つとして、耐性菌が存在する圃場において当該薬剤を供試し他剤との交互散布、混用散布について検討した。これらの処理による防除効果は、対照（慣行）に比べ明らかに高い場合、差が少ない場合があった。このような防除効果への影響は、圃場における耐性菌占有率、なかでも強度耐性菌占有率の多寡により大きく左右されるのではないかと考えられた。例えば、チオファネートメチル水和剤を1500倍で散布した時の薬液中のチオファネートメチル濃度は、466.7ppmで、強耐性菌、特に1000ppmを含有する薬剤耐性検定用培地で正常に菌糸の生育が認められたり、胞子発芽が認められる菌株が優占する圃場においては殆ど防除効果が期待できないのではないかと考えられた。

実際に現地圃場における耐性菌占有率あるいはその耐性程度を十分に把握しておくことが、本来期待される薬効を発揮させるために必要なことであると考えられる。

また、ベンズイミダゾール剤の単用の効果がかかなり低下した時点では、相乗効果が期待される組み合わせ以外ではその散布によるメリットはなく、防除回数の増加、必要以上の高濃度散布などの過剰防除となってしまう、経営的にも無理があるものと考えられる。なお、現行の薬剤の中で特に相乗効果が期待される組み合わせは見出されていない。

ベンズイミダゾール剤と他剤の交互散布、混用散布をおこなうことにより、耐性菌占有率は低下せず、むしろ当該薬剤による淘汰圧を受け、耐性菌占有率の増加、耐性程度の高まり、特に強度耐性菌占有率が増加し、最終的には当該薬剤の薬効が全く期待できなくなるのではないかと考えられる。

次に当該薬剤と作用機作が異なり、耐性菌占有率を現状以上に高めないことも、耐性菌対策の重要な一手段であると考え、既存の薬剤について防除効果、その後の耐性菌占有状況について検討した。その中で、ジチアノン剤の効果は、胞子発芽を抑制し予防効果が期待できると考えられ、防除試験の結果、対照であるポリカーバメート剤とほぼ同等ないしややまさる結果を得た。薬害もなく実用性は高いと考えられたが、本病の重要防除時期にあたる落苞期から幼果期、なかでも開花期から満開期に本剤を散布すると、花粉の発芽に影響を与えるおそれが

あり、花粉あるいはめしべ柱頭に影響が少なく、高い防除効果を持つ薬剤の開発が望まれるところである。

しかし、これらの薬剤について、菌糸生育許容最大濃度を調べたところ、強度耐性から感受性に至る広範な耐性程度を示す個々の菌株群は、耐性程度にかかわらず、それぞれの薬剤により概ね決定されており、正、負相関の交差耐性を示さなかった。このことから、これらの散布により圃場における耐性菌占有率へ与える影響は小さいと考えられる。

S-165剤 (isopropyl 3,4-diethoxyphenyl carbamate) については、検定培地上における菌糸生育、胞子発芽の面から、NF-124剤 (ホルムアミジン系化合物) は、同様に菌糸生育の面から、ベンズイミダゾール系薬剤と負相関交差耐性が認められ、また圃場における防除試験においてもその効果が確認された。

筆者らがおこなった試験では、薬剤検定培地上で、中等度耐性菌を供試する機会がなく、明らかとはならなかったが、圃場において強度耐性菌が漸次減少し、中等度耐性菌が高率となった場合、S-165剤やNF-124剤の十分な防除効果が発揮できるか否か若干の危惧が残るものと思われる⁵⁾。

S-165剤、NF-124剤とベンズイミダゾール系薬剤との混合剤であるS-365剤、NF-124C剤については、薬剤培地上で強耐性菌、感性菌の双方に有効に作用し、また、圃場における防除効果も高く実用性があるものと思われた。

S-165剤については村越¹⁰⁾、加藤ら⁸⁾¹³⁾¹⁸⁾、長井ら¹¹⁾が*Botrytis cinerea*他において、培地上、圃場における試験で有効なことを報告し、ベンズイミダゾール耐性を示す比較的広い病原糸状菌に有効であると思われた。またB.D.L.Fitt¹¹⁾らは、1985年*Pseudo cercospora herpotrichoides*について、長井ら¹¹⁾は1984年*Botrytis cinerea*についてベンズイミダゾール剤とN-フェニルカーバメート剤の混合剤の防除効果が高いことを報告している。筆者らレトマト灰色かび病菌 (*Botrytis cinerea*) について同様の結果を得ている。

Venturia nashicola, *Botrytis cinerea* については、本県における農業耐性菌検定調査事業の結果から多くは強度耐性菌で比較的中等度耐性菌は低率であった。このため、実用的防除については、S-365剤、NF-124C剤の使用による問題はないと思われるが、ある期間の使用に伴う、薬剤淘汰圧により、今後、中等度耐性菌占有率の高まりも予想されるので、その使用については十分な注意が必要であると考えられる。

また、石井ら⁵⁾⁶⁾、竹内¹⁵⁾は、自然界で*Venturia nashicola*, *Botrytis cinerea*で、ベンズイミダゾール

剤とN-フェニル化合物との間でdouble resistanceと思われる菌株を採取しており、また、1987年橋本ら¹²⁾はN-フェニルホルムアミドキシム系化合物が*Botrytis cinerea*, *Cercospora beticola*, *Venturia inaequalis*等のベンズイミダゾール強度耐性菌に有効であるとしたが、一部の中等度、強度耐性菌の中に非感受性菌株のあることを報告している。この面においても長い目でみた場合、実用性評価にかかわってくるものと考えられる。

筆者はこれらのことから、防除効果を安定させ、強度耐性占有率を低下させるため、作用機作が全く異なる、例えばエルゴステロールの生合成阻害剤等の薬剤とのコンビネーションが良いのではないかと考えた。

なお、表現型として負相関交差耐性が認められた薬剤についても、その作用機作、特に明らかにされているベンズイミダゾール剤⁷⁾との違いを明確にする必要がある。また、それが石井ら³⁾により明らかになりつつあるが、果して耐性を示す遺伝子にどのように影響しているのか、防除効果が十分な菌株、あるいは、一部で効果がないと思われる菌株の存在も認められるため、S-165剤、NF-124剤の連用、多数回散布により、その推移が変わり、耐性菌占有率が低下してくるのか、まだ多少の問題点が残されている。

本県では、耐性菌による防除効果の低下が顕在化し十数年を経過したが、その間、無相関交差耐性を示すと思われる代替薬剤を散布したにもかかわらず、一向に低下する傾向はみられていない¹⁶⁾。耐性菌占有率は、季節的変動もあり、その推移する原因は不明な点が多い。また、竹内らはジカルボキシイミド耐性灰色かび病菌 (*Botrytis cinerea*) については生存力の差がある¹⁴⁾と報告している。このような事例は多いと思われ、ナシ黒星病についても耐性菌と感受性菌との間に病原力の差や、増殖力、温度適応性などの生理的な面で差があることも考えられる。この点については未検討であり、今後の課題の一つであろう。

以上、耐性菌に起因するナシ黒星病の防除対策等について検討した。検討したいずれの方法においても、防除効果は高かったが、耐性菌占有率、特に強度耐性菌占有率を明らかに低下させたのは、N-フェニルカーバメート系薬剤であった。これらを用い強度耐性菌占有率を積極的に低下させるため、今後の使用方法について、さらに検討をすすめる必要があると思われる。

摘 要

1. 1975年、ベンズイミダゾール剤耐性菌に起因するナシ黒星病の防除対策を早急に確立するため一連の試験を

おこなった。

2. 耐性菌が存在する圃場において、ベンズイミダゾール系薬剤と他剤との交互散布、当該薬剤と他剤との混用、予め混合製剤されたキャプタン・ベノミル剤、これらと他剤との体系防除による効果は、多くの場合、有効であった。しかし、ベンズイミダゾール剤を含む場合には、耐性菌占有率や耐性程度の高くなることが観察された。このため、ベンズイミダゾール剤の防除効果が発現しないことが危惧された。また、圃場の耐性菌占有状況により防除効果が左右されるものと思われた。

3. ベンズイミダゾール系薬剤と作用機作の異なる、既登録薬剤のうち、ジチアノン剤について検討した。実用性があると思われたが、重要防除時期の一つである満開期には、花粉発芽への影響が認められた。

4. 耐性菌に対する防除効果と耐性菌占有率の低下を期待して、特異的に有効な薬剤を培地上で検索した。その結果、S-165剤、NF-124剤がその傾向を示した。

5. 特異的に有効なS-165剤、NF-124剤とそれぞれに、ベンズイミダゾール系薬剤を混合したS-365剤、NF-124C剤は、耐性菌に起因する本病防除の効果は高く、S-165剤、NF-124剤では強度耐性菌の占有率が低下した。しかし、散布翌春には、耐性菌占有状況は散布前に近い状況となった。

謝 辞

本試験の遂行にあたり、ご助言をいただいた農林水産省果樹試験場保護部病害第一研究室石井英夫技官、圃場試験などのご協力をいただいた園芸部元果樹研究室長現主監専門技術員渋谷久治氏、果樹研究室服部吉男技師、終始ご協力をいただいた環境部病害研究室長田上征夫氏、また、こころよく供試薬剤を提供いただいた関係農薬メーカーの皆様にご心から感謝の意を表します。

引用文献

- 1) B.D.L.Fitt, G.L.BATEMAN, D.W.HOLLON, C.SMITH (1984) : Response of Eyespot Isolates to MBC and MDPC in Culture and in pot Experiments British Crop Protection Conference Pests and Piseaes (1) 91-96
- 2) 深谷富夫 (1987) : 有機燐系殺菌剤及びイソプロチオラン剤の使用中止後のIBP耐性イネいもち病菌の動向 日植病報 53 400
- 3) 石井英夫, L.C.Davidse, J.Dekker, 柳瀬春夫 (1985) : ナシ黒星病菌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-耐性の生化学的メカニズム

(1) 日植病報 51 381

4) 石井英夫, M. van Roak, 津田敏輝, 柳瀬春夫 (1986) : ナシ黒星病菌のベンズイミダゾール系薬剤に対する耐性-新規薬剤NF-124に対する負相関交差耐性とその遺伝 日植病報 52 515

5) 石井英夫 (1987) : ナシ黒星病菌のベンズイミダゾール系薬剤に対する耐性-耐性の生化学的メカニズム (2) 日植病報 53 401

6) 石井英夫, 井上生人, 豊島貴子, 岩崎成夫, 佐藤善司 (1988) : ナシ黒星病菌のベンズイミダゾール系薬剤に対する耐性-各地より分離された耐性菌のMDPC, DCPFおよびリゾキニンに対する感受性 日植病報 54 125

7) 石崎寛 (1987) : 農薬化学 東京 42-69

8) 加藤寿郎, 鈴木恵子, 日高淳也, 鴨下克三 (1983) : ベンズイミダゾール系殺菌剤耐性菌のMDPCに対する負相関交差耐性 (第1報) 日植病報 49 418

9) 木曾皓, 野村良邦, 大塚利一郎 (1983) : イプロジオン剤耐性灰色かび病菌の密度変動と耐性菌の再発現に関与する薬剤の影響 日植病報 49 417-418

10) 村越重雄 (1983) : ベンズイミダゾール系殺菌剤耐性菌が負の交差耐性を示すN-フェニルカーバメート系剤による灰色かび病防除効果 日植病報 49 418

11) 長井雄治, 竹内妙子 (1984) : N-フェニルカーバメート系化合物のトマト灰色かび病に対する効果 関東東山病害虫研究会報 31 39-40

12) Sho HASHIMOTO, Koichi HAYAKAWA, Hiroki NISHIKAWA and Yasushi YASUDA (1987) : Negatively Corelated Cross-Resistance to N-phenylformamidoximes in Benzimidazole-Resistant Phytopathogenic fungi Ann.Phytopath.Soc.Japan 53 659-662

13) 鈴木恵子, 加藤寿郎, 高橋淳也, 鴨下克三 (1983) : ベンズイミダゾール系殺菌剤耐性菌のMDPCに対する負相関交差耐性 (第2報) 日植病報 49 418

14) 竹内妙子, 長井雄治 (1984) : ジカルボキシイミド系殺菌剤耐性灰色かび病菌の生存力 日植病報 50 273-275

15) 竹内妙子 (1986) : ベンズイミダゾール系剤およびN-フェニルカーバメート系剤等に耐性を示す灰色かび病菌について 日植病報 52 98-99

16) 富川章 長江春季 (1984) : ナシ黒星病菌 (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シ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

- 17) 富川章 (1985) ベンズイミダゾール系薬剤耐性ナシ黒星病菌に特異的に有効な薬剤 今月の農業29 (10) 26-33
- 18) Toshiro KATO, Keiko SUZUKI, Junya TAKAHASHI, and Katuzo KAMOSHITA (1984) : Negatively Correlated Cross-Resistance between Benzimidazole Fungicides and Methyl N- (3,5-Dichlorophenyl) carbamate J, Pesticide Sci, 9 489-495
- 19) 梅本清作 長井雄治 (1983) : ナシ黒星病防除におけるベノミル剤およびキャプタン・ベノミル剤の年間使用回数と耐性菌率および防除効果 日植病報 49 417
- 20) Yoshio HISADA, Toshiro KATO and Chikara NODA (1984) : Biological Properties of Procymidone-Resistant Field Isolate of *Botrytis cinerea* 日植病報 50 590-599