

ブドウ黒とう病および枝膨病の萌芽前防除剤に補助剤として炭酸カルシウム剤を加用した場合の防除効果の向上とその機構

田代暢哉・貞松光男¹⁾・中村宏子²⁾

キーワード：ブドウ，萌芽前防除，補助剤，炭酸カルシウム剤，黒とう病，枝膨病

The addition effect of calcium carbonate powder (trade name : Whiton Powder) to fungicides applied for control of grapevine anthracnose caused by *Elsinoe ampelina* and swelling arm caused by *Phomopsis* sp. in pre-budding stages of grapevines

Nobuya TASHIRO, Mitsuo SADAMATSU and Hiroko NAKAMURA

ABSTRACT

The addition of calcium carbonate powder (trade name : Whiton Powder) to the wettable powder : thiophanate-methyl, benomyl, dithianon and fluazinam, was effective for control of grapevine anthracnose and swelling arm disease under high precipitation condition that control effect by single application of above fungicides could not be observed. By addition of calcium carbonate powder to wettable powders of thiophanate-methyl and dithianon, initial deposits of thiophanate-methyl and dithianon were 1.8~1.9 times in comparison with unaddition of calcium carbonate powder, on the other hand, initial deposit of benomyl was about 4.3 times by addition of calcium carbonate powder. By addition of calcium carbonate powder, the degree of decreases of deposit of thiophanate-methyl and dithianon after application were slower in comparison with unaddition of calcium carbonate powder, but it was not clear in the case of benomyl. The collapses of pycnidia as the infection source of swelling arm were accelerated by addition of calcium carbonate powder to benzimidazol fungicides.

Key words : grapevine, disease control before sprouting, auxiliary substance, calcium carbonate powder, anthracnose, swelling arm

結 言

落葉果樹栽培における萌芽前の薬剤防除は生育初期の発病を抑制し、その後の防除を効率的に行っていくために欠くことのできない病害防除の基本である。ブドウの萌芽前防除剤としてPCP（ペンタクロロフェノール）水溶剤の効果が明らかにされて以来（東海近畿農業試験場園芸部臨時報告第II号，1956；同第4号，1957；同第5号，1958），同剤はブドウにおける病害防除の基幹をなしてきた。このため，同剤が水質汚濁性

1) 現在，八洲化学工業株式会社

2) 現在，佐賀県農業試験研究センター

農薬として製造中止の事態に至ったことは大きな痛手で、他に有効な代替剤がなかったことから、同剤が使用されている間は問題となっていなかった黒とう病の発生が増加に転じた。そこで、1975年以降、PCP代替剤の検索が行われ、ベンズイミダゾール系薬剤の高濃度散布の効果が高いことが明らかにされた(野口・村山, 1976; 野口・村山, 1977; 野口・村山, 1978; 鶴ら, 1977; 貞松・実松, 1978)。しかし、同系剤は伝染源に直接的には作用しない(貞松・実松, 1978)ことから、伝染源の根絶力を有するPCP剤に比べると効果に安定性を欠いていた。一方、1980年代初め頃から枝膨病(御厨・貞松, 1987)が各地の‘巨峰群品種’栽培地帯で多発するようになった(御厨・貞松, 1988)が、本病は新病害であったことから有効な萌芽前防除剤は明らかでなかった。

そこで、両病害の同時防除を目的とした萌芽前防除剤の検討が行われたが、高い効果を安定して示す薬剤を見出すことはできなかった(貞松・御厨, 1985; 貞松・御厨, 1986)。この原因として、萌芽直前に散布した薬剤の効果が持続しないことが考えられた。すなわち、供試薬剤はすべて保護殺菌剤であるため伝染源の根絶力を有するPCP剤と異なり、その防除効果は残効性に大きく影響されることになるが、萌芽前防除では枝葉が繁茂していないことから枝幹部のみへの散布となるために樹体への薬液付着量が少なく、このことが残効が短くなる原因であると考えられた。そこで、効果の持続期間を長く保つための補助剤の利用について検討した結果、萌芽前防除剤に対して炭酸カルシウム剤の一種である樹幹用白塗剤(商品名: ホワイトトンパウダー)を加用することによって薬剤単用散布の場合よりも防除効果が著しく向上することが明らかにされた(貞松・御厨, 1985; 貞松・御厨, 1986)。

本研究は萌芽前防除剤への炭酸カルシウム剤加用による黒とう病および枝膨病に対する防除効果の向上を確認するとともに、その機構を明らかにするために行ったもので、概要については第54回九州病害虫研究会(1989年)で報告した。

試 験 方 法

本研究で用いた炭酸カルシウム剤は枝幹を日焼けなどから守るために使用されている樹幹用白塗剤(成分: 炭酸カルシウム80%, 水分散性ポリマーおよび水溶性ポリマー20%, 商品名: ホワイトトンパウダー)である。

1. 黒とう病および枝膨病の萌芽前防除剤に対する炭酸カルシウム剤の加用効果

1) 供試品種および樹齢

供試樹はすべて佐賀県果樹試験場内の黒とう病および枝膨病常発園の‘巨峰’で、1区あたり4~5樹を用いた。1987年の試験開始時の樹齢は7年生で、1989年まで3か年にわたり試験を実施した。

2) 供試薬剤および散布方法

各年次ともに3月下旬~4月中旬の萌芽直前に第1表に示す薬剤を十分量散布し、その後、調査時まで殺菌剤は散布しなかった。

3) 調査方法

黒とう病については5月中~下旬に試験区あたり400葉を任意に選び、発病程度別に調査した。枝膨病については6月上~中旬に試験区のすべての新梢基部における黒色病斑の発生を程度別に調査した。それぞれ発病度を求め、その結果をもとに防除価を算出した。

黒とう病の発病程度基準	少(指数1)	:	1葉あたりの病斑数が10以下
	中(指数3)	:	" 11~30
	多(指数5)	:	" 31以上

枝膨病の発病程度基準	少 (指数 1) :	新梢基部10cm内の黒色病斑の占める割合が 1/4 以下
	中 (指数 3) :	" 1/4 ~ 1/2
	多 (指数 5) :	" 1/2 以上

$$\text{発病度} = \frac{\Sigma (\text{発病程度別個体数} \times \text{指数})}{\text{調査個体数} \times 5} \times 100$$

$$\text{防除価} = \frac{\text{無散布区の発病度} - \text{散布区の発病度}}{\text{無散布区の発病度}} \times 100$$

なお、1987年から1989年までの試験の概要および降雨の状況については以下のとおりである。

[1987年試験]

(1) 散布時期：3月26日，調査時期：黒とう病5月20日，枝膨病6月20日

(2) 試験期間中の降雨状況：	4月13日	5月20日	6月20日
降雨量 (mm)	167	259	
降雨日数 (日)	11	8	

[1988年試験]

(1) 散布時期：4月13日，調査時期：黒とう病5月13日，枝膨病6月20日

(2) 試験期間中の降雨状況：	4月13日	5月13日	6月20日
降雨量 (mm)	214	379	
降雨日数 (日)	13	13	

[1989年試験]

(1) 散布時期：4月11日，調査時期：黒とう病5月15日，枝膨病6月14日

(2) 試験期間中の降雨状況：	4月11日	5月15日	6月14日
降雨量 (mm)	158	220	
降雨日数 (日)	11	12	

2. ブドウ枝上における付着薬量の推移と防除効果

1) ブドウ枝上における付着薬量の推移

(1) ジチアノン水和剤

‘巨峰’の1年生苗を供試し、1988年1月27日にジチアノン水和剤200倍液および同液に炭酸カルシウム剤が10倍濃度となるように加用した薬液をツリースプレーを用いて十分量散布した。風乾後、ただちに各苗の先端から10cm ずつ枝を切り取り、付着薬量の分析に供した。枝の採取は散布34日後の3月2日と同60日後の3月28日にも行い、同様に分析に供した。なお、1処理あたり4本の苗を用い、ジチアノンの分析は大日本除虫菊株式会社中央研究所に依頼した。

(2) チオファネートメチル水和剤およびベノミル水和剤

‘巨峰’の1年生苗を供試し、1988年4月22日にチオファネートメチル水和剤50倍液および同液に炭酸カルシウム剤10倍および100倍濃度となるように加用した薬液、ベノミル水和剤200倍液および同液に炭酸カルシウム剤を10倍濃度となるように加用した薬液をツリースプレーを用いて十分量散布した。風乾後、ただちに各苗の先端から10cm ずつ枝を切り取り、付着薬量の分析に供した。枝の採取は散布21日後の5月13日、同42日後の6月3日、同63日後の6月24日にも行い、同様に分析に供した。なお、1処理あたり4本の苗を用い、分析はチオファネートメチルについては日本曹達株式会社安全

性研究所、ベノミルについては九州三共株式会社研究部に依頼した。

2) 炭酸カルシウム剤を加用した場合の各種薬剤の防除効果

- (1) 供試ほ場：佐賀県果樹試験場内の黒とう病および枝膨病常発園
- (2) 供試品種・樹齢：‘巨峰’，8年生
- (3) 供試薬剤および散布方法

萌芽前防除剤としてチオファネートメチル水和剤50倍，ベノミル水和剤200倍，ジチアノン水和剤200倍を用い，第2表に示すように炭酸カルシウム剤を加用して，1988年4月22日に枝幹から薬液が滴り落ちる程度に十分量を散布した。

(4) 調査方法

黒とう病は散布20日後の5月12日と46日後の6月7日の2回，枝膨病は散布46日後の6月7日に前述の基準に従って発病状況を調査し，発病度から防除価を算出した。試験期間中の降雨の状況は以下のとおりである。

	4月22日	5月12日	6月7日
降雨量 (mm)	169	304	
降雨日数 (日)	10	8	

3. 枝膨病の黒色病斑上に形成された柄子殻からの胞子の溢出に及ぼす薬剤処理の影響

黒色病斑を多数形成した登熟枝を1987年12月に採取した。各区ともに15cmの長さに切断した枝を5本ずつ供試し，第2表に示す薬剤および炭酸カルシウム剤を加用した薬液をハンドスプレーを用いて十分量散布し，風乾後，温室容器に入れ，15℃に保持した。散布21日後に黒色病斑上の柄子殻をメスで切り出し，水滴中に沈めて各柄子殻からの胞子の溢出状況を顕微鏡下で調査し，胞子溢出柄子殻率および α 胞子溢出柄子殻率を算出した。

結 果

1. 黒とう病および枝膨病の萌芽前防除剤に対する炭酸カルシウム剤の加用効果

1987年から1989年にかけて実施したほ場試験の結果を第1表に示した。

萌芽前防除剤としてチオファネートメチル水和剤50倍を用いた場合，1989年は試験期間中の降雨量が黒とう病の試験では158mm，枝膨病の試験では378mmと比較的少なかったことから，同剤単用でも高い効果が得られた。このため補助剤としての炭酸カルシウム剤の加用効果は認められなかった。しかし，試験期間中の降雨が多く，殺菌剤単用散布では効果が低かった1988年には，炭酸カルシウム剤10倍を加用することによって黒とう病，枝膨病の両病害に対する防除効果が著しく向上した。すなわち，殺菌剤単用では黒とう病，枝膨病に対する防除価がそれぞれ36.8，18.5であったのに対し，加用した場合にはそれぞれ87.1，83.8に向上した。1987年については枝膨病に対する炭酸カルシウム剤の加用効果は認められなかったが，黒とう病に対しては単用の防除価30.7に対して炭酸カルシウム剤10倍を加用すると同68.8と著しい効果の向上が認められた。

ベノミル水和剤200倍に対しては1987年のみの結果であるが，黒とう病ではベノミル水和剤単用での防除価27.5に対して炭酸カルシウム剤10倍加用では同63.7と防除効果が向上した。枝膨病に対しても2回実施した試験でともに加用効果が認められ，特にベノミル水和剤単用での防除価が27.4と低い場合に炭酸カルシウム剤を加用すると同79.3と著しく向上した。

また、ジチアノン水和剤200倍の場合も1987年の試験で枝膨病に対して単用では防除価17.2と効果が認められなかったのに対し、炭酸カルシウム剤10倍を加用した場合には同68.8と大幅に効果が向上した。

さらに、1988年に試験したフルアジナム水和剤100倍についても炭酸カルシウム剤10倍を加用すると枝膨病では防除価が単用での29.7から79.0へと著しく向上した。しかし、黒とう病に対しては同剤を単用散布した場合でも防除価が99.7と極めて高かったことから、炭酸カルシウム剤の加用効果は認められなかった。

第1表 ブドウ黒とう病および枝膨病の萌芽直前防除剤に炭酸カルシウム剤を加用した場合の防除効果^{a)}

供試薬剤	希釈 倍数	1987						1988		1989	
		黒とう病	枝膨病		黒とう病	枝膨病	黒とう病	枝膨病	黒とう病	枝膨病	
			試験1	試験2							
チオファネートメチル水和剤	50	30.7	73.1			36.8	18.5	85.9	99.3		
チオファネートメチル水和剤 +炭酸カルシウム剤	50 10	68.8	63.0			87.1	83.8	87.6	98.1		
ベノミル水和剤	200	27.5	27.4	58.2							
ベノミル水和剤 +炭酸カルシウム剤	200 10	63.7	79.3	68.3							
ジチアノン水和剤	200			17.2							
ジチアノン水和剤 +炭酸カルシウム剤	200 10			68.8							
フルアジナム水和剤	100					99.7	29.7				
フルアジナム水和剤 +炭酸カルシウム剤	100 10					96.3	79.0				
P C P 水溶剤 +石灰硫黄合剤	300 30	74.6	32.5	58.2		95.1	21.4	99.7	83.8		
無散布の発病度		56.4	65.6	61.2		34.8	27.1	34.0	85.0		
薬剤散布から調査時 までの降雨量 (mm)		167	426			214	593	158	378		

a) 表中の数字は発病度に基づいて算出した防除価を示す。空欄は試験未実施。

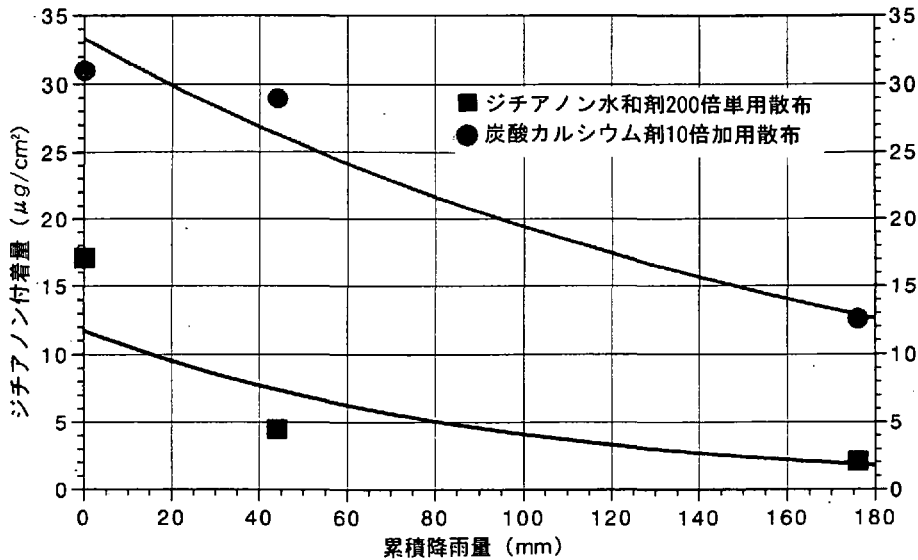
2. ブドウ枝上における付着薬量の推移と防除効果

1) ブドウ枝上における付着薬量の推移

(1) ジチアノン水和剤

ブドウ枝上におけるジチアノン付着量の推移を第1図に示した。散布直後の付着量はジチアノン水和剤200倍単用散布では枝の単位表面積当たり $17.1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ であったのに対し、炭酸カルシウム剤10倍を加用することによって $31.0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と約1.8倍に増加した。34日後の調査までに累積44mmの降雨があり、単用では $4.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と初期付着量の約25%にまで著しく減少したのに対し、炭酸カルシウム剤加用では $29.0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と減少はほとんどみられなかった。さらに50日後の調査までに累積176mmの降雨があり、単用では $2.6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と初期付着量の約15%にまで減少したが、炭酸カルシウム剤加用散布では $12.6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と初期の約41%が残存していた。

以上の付着薬量の推移は指数型減衰曲線で表され、単用区の付着薬量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) = $11.762 \times e^{-0.01050 \times \text{累積降雨量 (mm)}}$, $r^2 = 0.821$, 加用区の付着薬量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) = $33.351 \times e^{-0.00539 \times \text{累積降雨量 (mm)}}$, $r^2 = 0.969$ であった。



第1図 ブドウ枝上におけるジチアノン付着量の減衰に及ぼす累積降雨量の影響

(2) チオファネートメチル水和剤

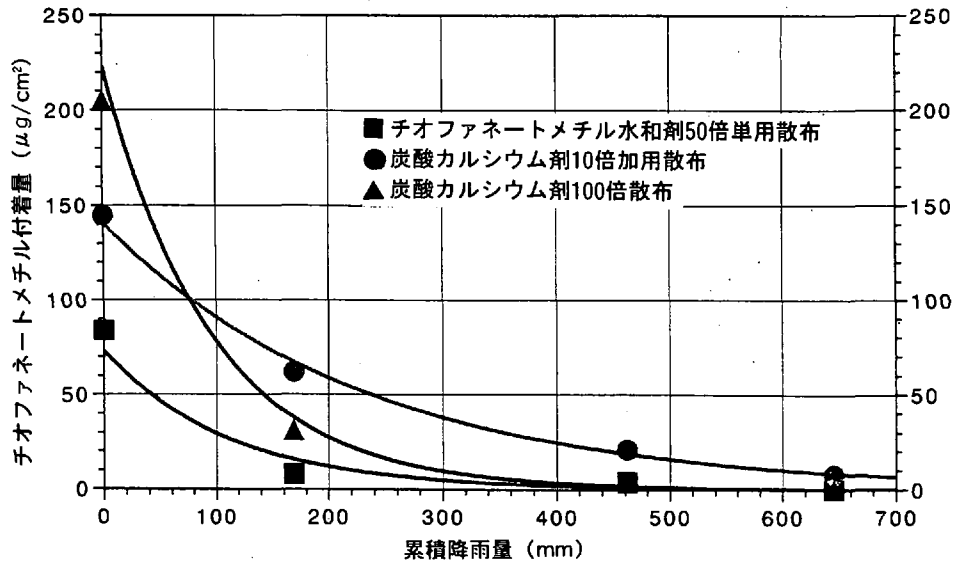
各処理区におけるチオファネートメチル付着量の推移を第2図に示した。散布直後の付着量をみると、同水和剤50倍単用散布では枝の単位表面積当たり $84 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ であったのに対して、炭酸カルシウム剤を加用することによって付着量の増加が認められた。すなわち、炭酸カルシウム剤10倍加用では $145 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、同100倍加用では $205 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ とそれぞれ単用散布の場合の1.9倍および2.5倍に増加し、特に100倍加用で顕著な増加がみられた。

その後、21日後の調査までに累積169mmの降雨があり、チオファネートメチル水和剤50倍単用散布では $8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と初期付着量の約10%にまで著しく減少した。炭酸カルシウム剤を加用した場合でも100倍加用での付着量は $31 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と初期の約15%に減少した。しかし、炭酸カルシウム剤10倍加用では $62 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と初期の約45%が残存しており、100倍加用の約2倍、無加用の約8倍の付着量を示した。散布42日後には累積降雨量が462mmとなり、単用および100倍加用の付着量はともに約 $4 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と著しく減少しており、これは初期のそれぞれ約5%および約2%であったが、10倍加用では $21 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と初期の約15%が残存していた。さらに、散布63日後になると累積降雨量が645mmに達し、単用および100倍加用ではともにほとんど検出されなかったが、10倍加用ではまだ $8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と初期付着量の約6%が残存していた。

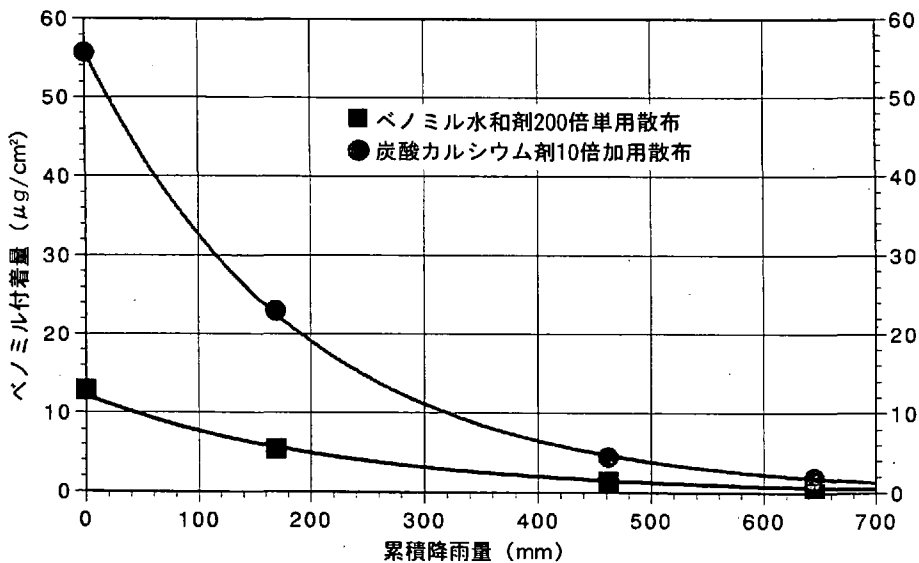
以上の付着量の推移は指数型減衰曲線で表され、単用区の付着量 $(\mu\text{g}/\text{cm}^2) = 73.221 \times e^{-0.00908 \times \text{累積降雨量 (mm)}}$, $r^2 = 0.885$, 10倍加用区の付着量 $(\mu\text{g}/\text{cm}^2) = 140.70 \times e^{-0.00136 \times \text{累積降雨量 (mm)}}$, $r^2 = 0.995$, 100倍加用区の付着量 $(\mu\text{g}/\text{cm}^2) = 223.30 \times e^{-0.01049 \times \text{累積降雨量 (mm)}}$, $r^2 = 0.964$ であった。

(3) ベノミル水和剤

ベノミル付着量の推移を第3図に示した。散布直後の付着量を比較すると、同水和剤200倍単用散布では枝の単位表面積当たり $12.9 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ の付着量であったのに対して、炭酸カルシウム剤10倍加用散布では $55.7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と約4.3倍に増加した。169mmの累積降雨があった散布21日後には単用散布、加用散布ともに初期の約42%に減少したが、単用の $5.4 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ に対して加用ではその約4倍の $23 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ が付着していた。累積降雨量が462mmとなった散布42日後には単用で $1.4 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、加用で $4.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ とそれぞれ初期の約11%、約8%に減少し、累積降雨量が645mmに達した63日後には単用で $0.7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、加用では $1.8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ とそれぞれ初期の約5%および約3%の付着量となった。



第2図 ブドウ枝上におけるチオファネートメチル付着量の減衰に及ぼす累積降雨量の影響



第3図 ブドウ枝上におけるベノミル付着量の減衰に及ぼす累積降雨量の影響

以上の付着薬量の推移は指数型減衰曲線で表され、単用区の付着薬量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) = $12.192 \times e^{-0.00453 \times \text{累積降雨量 (mm)}}$, $r^2=0.997$, 加用区の付着薬量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) = $55.845 \times e^{-0.00536 \times \text{累積降雨量 (mm)}}$, $r^2=0.999$ であった。

2) 炭酸カルシウム剤を加用した場合の各種薬剤の防除効果

第2表に示すように、黒とう病では無散布の発病葉率が78.5%と激発条件下の試験、枝膨病では無散布の発病枝率が63.8%と多発生条件下の試験となった。

(1) ジチアノン水和剤

本剤200倍の単用散布および炭酸カルシウム剤加用散布ともに黒とう病に対する効果は低かった。しかし、枝膨病に対しては炭酸カルシウム剤を10倍濃度となるように加用することによって単用での防除価88.4に対してまったく発病を認めず、極めて高い防除効果が得られた。

(2) チオファネートメチル水和剤

黒とう病に対して、本剤の50倍単用散布での5月12日の調査では、防除価77.6と無散布に比べて効果は認められたが十分ではなく、さらに6月7日になると防除価は43.4に低下し、防除効果はほとんど認められなくなった。しかし、同剤に炭酸カルシウム剤を加用することによって防除効果の著しい向上が認められた。この場合、100倍加用に比べ10倍加用で効果がより向上し、5月12日の調査では100倍加用での防除価が92.3に対して、10倍加用では98.1、6月7日の調査では100倍加用で同91.6に対して10倍加用では同93.1であった。

枝膨病に対しては、試験期間中の累積降雨量が473mmと比較的少なかったこともあって、50倍単用散布でも防除価95.6とすぐれた効果が認められ、さらに、同剤に炭酸カルシウム剤を加用すると10倍加用および100倍加用ともに発病をまったく認めず、単用よりも防除効果が向上した。

(3) ベノミル水和剤

炭酸カルシウム剤を10倍濃度となるように加用することによって、両病害に対して本剤の200倍単用散布に比べて著しい防除効果の向上が認められた。すなわち、黒とう病に対しては5月12日の調査で単用の防除価66.4に対して加用散布では同98.9、6月7日には単用で同28.7、加用で同82.8であり、枝膨病についても単用の防除価57.1に対して加用では同96.8とすぐれた効果を示した。

第2表 ブドウ黒とう病および枝膨病の萌芽直前防除剤に炭酸カルシウム剤を加用した場合の防除効果^{a)}

供試薬剤	希釈 倍数	黒とう病						枝膨病		
		5月12日			6月7日			発 枝 率	発 病 度	防 除 価
		発 葉 率	発 病 度	防 除 価	発 葉 率	発 病 度	防 除 価			
ジチアノン水和剤	200	51.1%	23.4	36.1	49.6%	33.3	47.5	13.3%	4.0	88.4
ジチアノン水和剤 +炭酸カルシウム剤	200 10	45.7	18.7	48.9	55.0	30.6	51.7	0	0	100
チオファネートメチル水和剤	50	17.6	8.2	77.6	58.6	35.9	43.4	4.7	1.5	95.6
チオファネートメチル水和剤 +炭酸カルシウム剤	50 10	3.5	0.7	98.1	13.4	4.4	93.1	0	0	100
チオファネートメチル水和剤 +炭酸カルシウム剤	50 100	6.9	2.8	92.3	18.0	5.3	91.6	0	0	100
ベノミル水和剤	200	33.3	12.3	66.4	69.1	45.2	28.7	47.8	14.8	57.1
ベノミル水和剤 +炭酸カルシウム剤	200 10	2.2	0.4	98.9	27.8	10.9	82.8	5.6	1.1	96.8
P C P水溶剤 +石灰硫黄合剤	300 30	0	0	100	9.3	3.0	95.3	21.9	18.1	47.5
無散布		67.5	36.6		78.5	63.4		63.8	34.5	

a) 散布：1988年4月22日、枝膨病の発病調査：6月7日、防除価は発病度で算出。

3. 枝膨病の黒色病斑上に形成された柄子殻からの柄胞子の溢出に及ぼす薬剤処理の影響

各薬剤処理区における柄胞子の検出状況を第3表に示した。病原性を有する α 胞子についてみると、薬剤無処理の柄子殻からの α 胞子の溢出率が30.6%に対して、殺菌剤単用処理、すなわちベノミル水和剤50倍では22.8%、チオファネートメチル水和剤50倍では28.2%、同100倍では8.2%とばらつきはあるものの

無処理とほぼ同等の検出状況であった。

一方、ベノミル水和剤50倍、100倍に炭酸カルシウム剤を10倍濃度となるように加用した場合にはともに柄子殻の崩壊が認められ、胞子の溢出率が著しく低下し、 α 胞子は検出されなかった。チオファネートメチル水和剤50倍に加用した場合にも α 胞子の検出率は1.9%と著しく減少したが、同剤100倍への加用では単用に比べて減少は認められなかった。

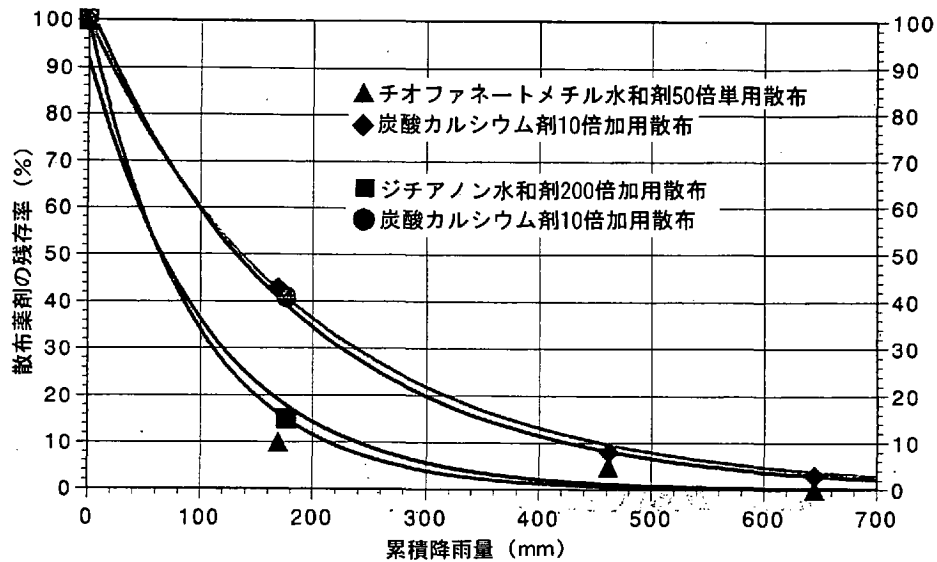
第3表 ブドウ枝膨病の黒色病斑上に形成された柄子殻からの胞子の溢出に及ぼす薬剤処理の影響

供試薬剤	希釈 倍数	調査 柄子殻数	胞子溢出柄子殻数				胞子溢出 柄子殻率 (%)	α 胞子溢出 柄子殻率 (%)
			α のみ	β のみ	$\alpha + \beta$	無		
チオファネートメチル水和剤	50	71	0	19	20	32	54.9	28.2
チオファネートメチル水和剤 +炭酸カルシウム剤	50 10	53	0	4	1	48	9.4	1.9
チオファネートメチル水和剤	100	61	0	11	5	45	26.2	8.2
チオファネートメチル水和剤 +炭酸カルシウム剤	100 10	61	2	19	11	29	52.5	21.3
ベノミル水和剤	50	101	2	16	21	62	38.6	22.8
ベノミル水和剤 +炭酸カルシウム剤	50 10	53	0	0	0	53	0	0
ベノミル水和剤 +炭酸カルシウム剤	100 10	55	0	3	0	52	5.5	0
無処理		36	0	14	11	11	69.4	30.6

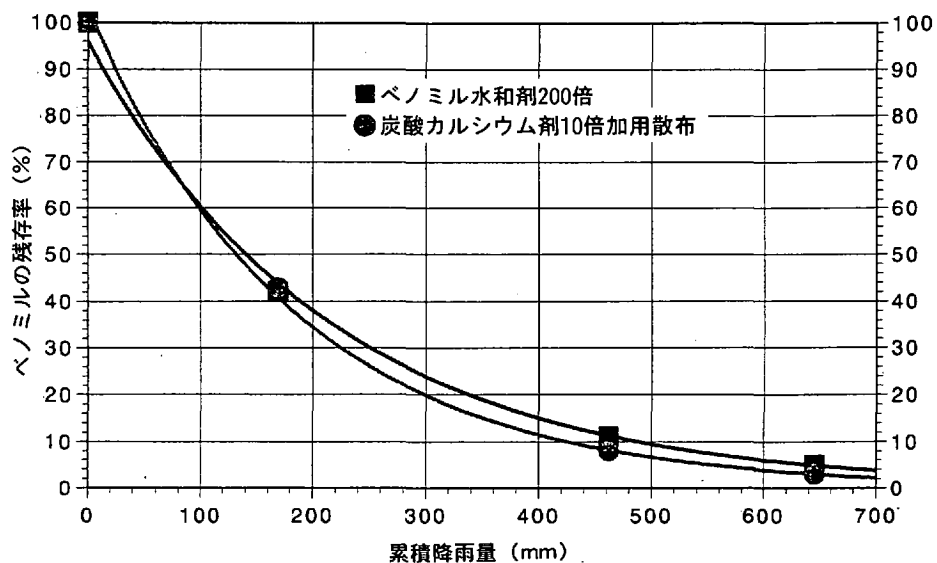
考 察

ブドウ病害に対する萌芽前防除剤の効果は薬剤散布後の累積降雨量の多少に影響されることが知られている(田代ら, 1998)。すなわち、枝膨病についてみると、チオファネートメチル水和剤50倍やベノミル水和剤200倍散布後の累積降雨量が400mm程度までは萌芽前防除剤の効果が認められるが、600mm程度に達すると大幅な効果の低下が生じている。このため、萌芽前防除剤の残効性を高める目的で加用した炭酸カルシウム剤(商品名:ホワイトンパウダー)の効果は、殺菌剤単用散布で効果が認められるような試験期間中の降雨量が少ない場合には発現しなかったが、降雨が多く殺菌剤の効果が低い場合には加用効果が顕著に認められた。そこで、その効果向上機構について、枝への薬剤の付着状況について検討したところ、炭酸カルシウム剤を加用した場合には初期付着量が大幅に増加すること、さらにその後の減衰が少なく、薬剤の付着が長期間持続することが明らかになった。

この場合、薬剤の種類によって初期付着量および減衰パターンに違いが認められた。初期付着量についてはチオファネートメチル水和剤50倍およびジチアノン水和剤200倍の場合、炭酸カルシウム剤10倍加用によってそれぞれの単用に比べて約1.8~1.9倍の付着量を示し、また、ベノミル水和剤200倍では単用の約4.3倍と大幅に増加した。その後の付着量の推移はすべて指数型減衰パターンを示し、このうち、チオファネートメチル水和剤50倍、ジチアノン水和剤200倍では第4図に示すように炭酸カルシウム剤を10倍濃度で加用することによって明らかに残存率が高まり、炭酸カルシウム剤が固着剤(守谷, 1990)として機能していることが明らかとなった。一方、ベノミル水和剤200倍については第5図に示すように、炭酸カルシウム剤加用の有無にかかわらずほぼ同様な減衰パターンを示し、炭酸カルシウム剤が枝幹上における付着薬剤の保持に寄与しているのかどうかについては判然としなかった。



第4図 ブドウ枝上におけるジチアノンおよびチオファネートメチルの残存率に及ぼす炭酸カルシウム剤加用の影響

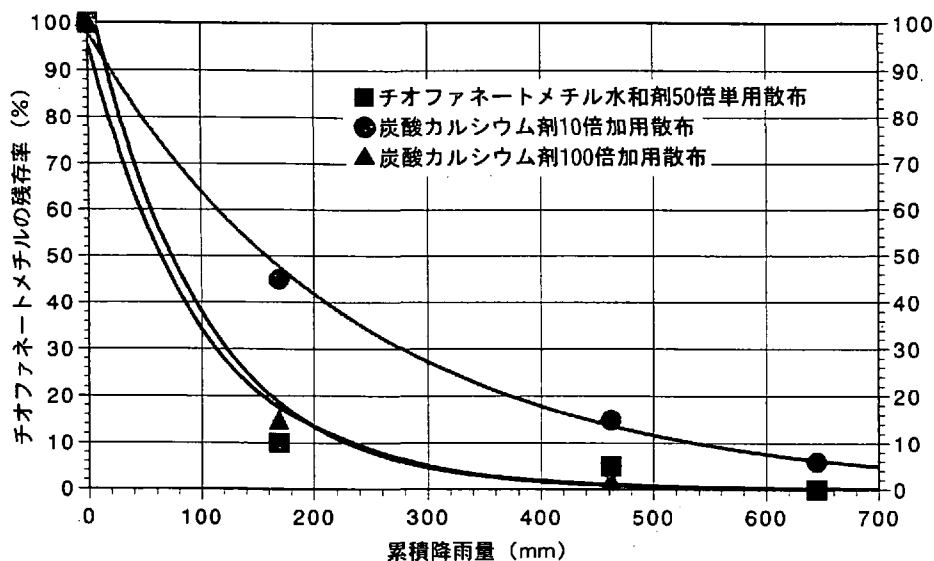


第5図 ブドウ枝上におけるベノミルの残存率に及ぼす炭酸カルシウム剤加用の影響

長期間枝幹に薬剤が保持されている要因として、まず、薬剤の付着量の多いことが考えられる。本試験では炭酸カルシウム剤の加用によって供試した3薬剤のすべてにおいて付着量が増加している。これは炭酸カルシウムが薬剤の担体として機能していること、すなわち、炭酸カルシウムの粒子に薬剤が吸着することによって、無加用の場合よりも薬剤の付着量が大幅に増加することによるものと考えられる。一般に薬剤の初期付着量が増加するとその後の残留量も増加するとされており(鈴木, 1958)、このことが薬剤の長期残留に大きく関与していると思われる。炭酸カルシウムが薬剤の付着性を高めた例としては、これをピレスロイド系殺虫剤 SSI-116の0.5%DL粉剤の担体として用いた場合に、クレーに比較して約1.7倍の付着量を示し、殺虫効果も優れることが報告されている(照岡ら, 1988)が、殺菌剤における報告は今までなされていない。

次に、炭酸カルシウム剤に添加されているポリマーが固着剤として作用することが考えられる。本研究で

供試した炭酸カルシウム剤はもともと樹幹用白塗剤であり、剤中に20%含まれているポリマーによって炭酸カルシウムが枝幹上に固着する性質、すなわち、耐雨性が高い性質を有している。このため、殺菌剤単用散布に比べて炭酸カルシウム剤を加用した場合には散布薬剤の耐雨性も向上することが考えられる。以上のように、炭酸カルシウム剤の加用によって薬剤の付着量が増加し、さらに、耐雨性も高まることから残効性が著しく増強され、このことが防除効果の向上に寄与していると思われる。この場合、炭酸カルシウム剤の加用濃度についてみると、チオファネートメチル剤に対して100倍加用では10倍加用よりも散布直後の付着量が約1.3倍に増加するものの、耐雨性は第6図に示すように10倍加用に比べて大きく劣ることから、加用する炭酸カルシウム剤の濃度が固着性および耐雨性に大きく影響していることが示唆された。なお、10倍加用に比べて100倍加用で散布直後の付着量が多かった要因として、100倍加用薬液の表面張力が10倍加用区に比べて高いことが考えられる。



第6図 ブドウ枝上におけるチオファネートメチルの残存率に及ぼす加用炭酸カルシウム剤の濃度の影響

一方、自然条件下では降雨以外の要因、すなわち成分の揮発、太陽光線、風なども薬剤の分解や流亡に関係している(鈴木, 1958; 中川, 1979)。しかし、累積降雨量の多少が防除効果に大きく影響していること(田代ら, 1998)を考えると、炭酸カルシウム剤の加用による付着量の増大および耐雨性の向上が防除効果を高めていると考えるのが妥当であろう。しかし、この点に関しては、さらに人工降雨条件下および無降雨条件下における付着量の推移などについての検討を行った上で判断したい。

さらに、本研究で枝膨病についてはベンズイミダゾール系薬剤への炭酸カルシウム剤の加用によって伝染源である柄子殻が崩壊することが明らかになった。柄子殻が崩壊した要因については、まず、炭酸カルシウム剤がアルカリ性(10倍希釈時のpH: 7.9)のため、これが病原菌の原形質タンパクに作用して生理的変調を起こさせることがあげられる(飯田, 1971)。さらに、ベノミル水和剤やチオファネートメチル水和剤などのベンズイミダゾール系薬剤は枝膨病菌に対して高い菌糸伸長抑制および胞子発芽抑制作用を有すること(田代ら, 1998)から、炭酸カルシウム剤と殺菌剤のこれらの作用が共軛的に機能し、柄子殻の崩壊をもたらすとともに、柄子殻内の胞子を死滅させるのではないかと考えられる。

現在、ブドウ病害の萌芽前防除剤としてベンズイミダゾール系薬剤であるチオファネートメチル水和剤50

倍、ベノミル水和剤200倍および500倍が登録されている。本報告で述べたように、これらの薬剤に補助剤として炭酸カルシウム剤を加用することにより防除効果が著しく向上することが明らかになって以来、黒とう病に対するPCP代替剤あるいは枝膨病防除剤として炭酸カルシウム剤を加用したベンズイミダゾール系水和剤の高濃度散布は1980年代後半以降広く普及し、両病害の防除に大きく貢献した。しかし、残効の長い薬剤を施用すると病原菌の耐性化の現象が目立ちやすいことが指摘されている（上杉，1979，1983）。実際、その後の研究で site-specific inhibitor 型薬剤であるベンズイミダゾール系薬剤の高濃度散布、特に、炭酸カルシウム剤を加用して残効が向上した場合には薬剤の淘汰圧が長期間持続し、このことが同系薬剤耐性黒とう病菌の出現を招き、防除効果の低下につながっていることが指摘された（田代，1994）。このため、1996年以降本県では同系薬剤の高濃度散布は防除基準から削除され、代わりにジチアノンフロアブル1,000倍、有機銅フロアブル600倍、ジチアノン・チオファネートメチル水和剤1,000倍による萌芽直前から生育初期にかけての3～4回の散布で対応されている。しかし、萌芽直前に散布した薬剤の防除効果が長期間持続することは効率的な防除、ひいては省(少)農業栽培につながることから、今後は薬剤耐性の発達が少ないとされる multi-site inhibitor 型薬剤について残効を長く保つ技術の開発が必要である。なお、ジチアノンは multi-site inhibitor 型の剤であり、現在、同剤200倍の萌芽前散布について登録取得のための試験が行われている。また、伝染源に直接作用して、伝染源密度を低下させるような浸透性を有する薬剤の開発も望まれるところである。

謝辞：本研究を行うにあたり、付着薬剤の分析を快くお引き受けいただいた大日本除虫菊株式会社中央研究所、日本曹達株式会社安全性研究所、九州三共株式会社研究部の各位、種々ご協力いただいた佐賀県果樹試験場病害虫研究室（現在、佐賀県佐賀中部家畜保健衛生所）福本久子氏、並びに本論文の御校閲を賜った佐賀大学名誉教授野中福次博士に厚くお礼申し上げます。

摘 要

1. ブドウ黒とう病および枝膨病に対する萌芽前防除剤として供試したチオファネートメチル水和剤、ベノミル水和剤、ジチアノン水和剤、フルアジナム水和剤に炭酸カルシウム剤（商品名：ホワイトンパウダー）を加用した場合、殺菌剤単用で防除効果が得られる条件下では炭酸カルシウム剤の加用効果は認められなかったが、多雨条件下で殺菌剤の効果が低い場合には加用することによって防除効果が著しく向上した。
2. 炭酸カルシウム剤を加用すると、薬剤の初期付着量が増加し、さらにその後の減衰が少なく、薬剤が長期間、枝幹に付着しており、このことが防除効果向上の大きな要因であると考えられた。
3. 炭酸カルシウム剤を加用した場合、薬剤の種類によって初期付着量および減衰パターンは異なっていた。チオファネートメチル水和剤およびジチアノン水和剤では炭酸カルシウム10倍加用の場合、初期付着量は単用それぞれの約1.9倍、約1.8倍とほぼ同程度であったのに対して、ベノミル水和剤の場合には約4.3倍と著しく増加した。付着薬量の減衰についてはチオファネートメチル水和剤およびジチアノン水和剤では炭酸カルシウム剤の加用によって残存率が高まったが、ベノミル水和剤については判然としなかった。
4. ベンズイミダゾール系薬剤に炭酸カルシウム剤を加用することによって、枝膨病に対しては伝染源である柄子殻の崩壊が認められた。

引用文献

飯田 格. 1971. 補助剤. p.180. 飯田 格・上遠 章・佐藤六郎・山崎輝男編. 現代農業講座 IV 殺菌剤・補助剤. 朝倉書店. 東京.

- 御厨秀樹・貞松光男, 1987. *Phomopsis* sp. によるブドウ枝膨病 (新称) について. 日本植物病理学会報 53 : 378 (講要).
- 御厨秀樹・貞松光男, 1988. 佐賀県におけるブドウ枝膨病の発生実態. 佐賀県果樹試験場研究報告 10 : 71-75.
- 守谷茂雄, 1990. 固着と流亡. p.42-43. 日本農薬学会製剤研究会編. 農薬の散布と付着. 日本植物防疫協会, 東京.
- 中川昌之, 1979. 光分解. p.588-609. 山本 出・深見順一編. 農薬—デザインと開発指針—. ソフトサイエンス社, 東京.
- 野口保弘・村山富男, 1976. ブドウ黒とう病に対する薬剤の休眠期防除の効果. 九州病害虫研究会報 22 : 11-14.
- 野口保弘・村山富男, 1977. ブドウ黒とう病に対する薬剤の休眠期防除の効果(2). 九州病害虫研究会報 23 : 69.
- 野口保弘・村山富男, 1978. ブドウ黒とう病に対する休眠期防除薬剤の効果(3). 九州病害虫研究会報 24 : 69-71.
- 貞松光男・実松孝明, 1978. ブドウ黒とう病に対する薬剤の種類と使用時期の検討. 九州病害虫研究会報 24 : 71-73.
- 貞松光男・御厨秀樹, 1985. ブドウ枝幹病害 (つる割病) の防除法試験. 昭和59年度防除法確定連絡試験成績 (果樹編) : 94-96.
- 貞松光男・御厨秀樹, 1986. ブドウ枝幹病害 (つる割病) の防除法試験. 昭和60年度防除法確定連絡試験成績 (果樹編) : 108-110.
- 昭和30年度果樹病害に対するPCP剤 (クロン) 撒布連絡試験成績. 1956. 東海近畿農業試験場園芸部臨時報告第II号 : 10-19, 48, 56.
- 昭和31年度果樹病害に対するPCP剤 (クロン) 撒布連絡試験成績. 1957. 東海近畿農業試験場園芸部臨時報告第4号 : 23-28, 57.
- 昭和32年度果樹病害に対するPCP剤 (クロン) 撒布連絡試験成績 第3報 IV葡萄に関する試験成績. 1958. 東海近畿農業試験場園芸部臨時報告第5号 : 14-17.
- 鈴木照麿, 1958. 農薬の物理化学的性状. p.654-655. 山本 亮監修. 新農薬研究法. 南光堂, 東京.
- 田代暢哉, 1994. ブドウ黒とう病におけるベンズイミダゾール系薬剤耐性菌の出現とその対策. 日本植物病理学会第4回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講演要旨集 : 31-39.
- 田代暢哉・井下美加乃・古賀孝明・井手洋一・衛藤友紀・中村宏子・貞松光男, 1998. ブドウ枝膨病菌 (*Phomopsis* sp.) の薬剤感受性と各種薬剤の防除効果. 佐賀県果樹試験場研究報告 14 : 79-91.
- 照岡ら, 1988. 日本農薬学会第13回大会講演要旨集 : 134.
- 鶴 範三・水町昭二郎・陣竹政七・高柳行雄・橋本和男・今泉哲文・秀島三郎, 1977. ブドウ黒とう病に対するベンレート水和剤の休眠期防除の効果. 九州病害虫研究会報 22 : 11-14.
- 上杉康彦, 1979. 殺菌剤耐性. p.744. 山本 出・深見順一編. 農薬—デザインと開発指針—. ソフトサイエンス社, 東京.
- 上杉康彦, 1983. 植物病原菌の耐性化要因. p.178-179. 深見順一・上杉康彦・石塚皓造編. 薬剤抵抗性—新しい農薬開発と総合防除の指針. ソフトサイエンス社, 東京.