

マシン油乳剤を積極的に利用したカンキツ病害虫の効率的防除体系

佐賀県果樹試験場 田代^{たしろ}暢哉^{のぶや}・衛藤^{えとう}友紀^{ともき}・井手^{いで}洋一^{よういち}

はじめに

ミカンハダニが多く^の殺ダニ剤^に対して抵抗性^{を示し}ている現状では、抵抗性の発達する心配のないマシン油乳剤の利点が見直されている。一方、そうか病や黒点病防除剤にマシン油乳剤を加用することによって、殺菌剤単用散布の場合に比べて防除効果の向上することが知られている。

そこで、既存の病害虫防除体系にマシン油乳剤を積極的に組み入れることによって、ミカンハダニ防除の効率化と病害防除効果の向上を図ることが可能ではないかとの見地から、これまで検討を重ねてきた。まだ、改善すべき点は残されているが、これまでに得られた知見の一部について述べることにする。これからのカンキツ病害虫防除体系を構築する上での参考になれば幸いである。なお現在、マシン油乳剤(97%)には数種類の製品があるが、本稿で述べる試験にはすべてハーベストオイルを使用した。また、マンゼブの付着量分析についてはアグリード株式会社開発部にご協力をいただいた。ここに記して感謝申し上げます。

I マシン油乳剤の殺菌剤への加用による病害防除効果の向上

カンキツの病害防除においてマシン油乳剤を殺菌剤に加用した場合に、防除効果が向上する事例としては、ペノシル水和剤に加用した場合のそうか病(貞松・実松, 1981b)およびマンゼブ水和剤、マンネブ水和剤に加用した場合の黒点病(山本, 1988)で知られており、殺菌剤のみの散布の場合よりも発病が少なくなることが報告されている。しかし、これらの報告で供試されたマシン油乳剤は、現在一般に普及している剤とは種々の性状が異なっていることから、再度この点について黒点病、そうか病、灰色かび病を対象に検討した。

1 黒点病に対する加用効果

黒点病に対するマンゼブ水和剤の散布間隔は、同剤散

布後の累積降雨量が250~300 mmに達した時点で行われるのが一般的であるが、ここでは殺菌剤に対するマシン油乳剤の加用効果をより明確に判定するために、これよりも多い降雨条件下での試験を実施した。このため、散布後の累積降雨量は500~600 mmに達する場合もあった。その結果、表-1に示すようにマンゼブ水和剤にマシン油乳剤を加用した場合、マンゼブ水和剤単用散布の場合に比べて明らかに防除効果の向上が認められ、特に多雨のためにマンゼブ水和剤の効果が不十分であった試験1および試験3で顕著であった。この場合、加用するマシン油乳剤の濃度は400倍よりも200倍でより防除効果が向上した。

さらに、イミベンコナゾール・マンゼブ水和剤およびイミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤にマシン油乳剤を加用した場合にも、これらの殺菌剤の単用散布に比べて防除効果の向上する場合が6例中5例で認められ、マンゼブ水和剤の場合と同様に殺菌剤の効果が不十分であった試験3では顕著な加用効果が得られた。なお、これら2剤についてはマンゼブ水和剤の場合と異なり、加用するマシン油乳剤の濃度は400倍よりも200倍で防除効果が向上する傾向にあったが、例数が少ないため、さらに検討が必要である。

2 そうか病、灰色かび病に対する加用効果

そうか病に対しては表-2のようにイミベンコナゾール・マンゼブ水和剤およびイミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤ともにマシン油乳剤の加用効果が明らかに認められ、黒点病の場合と同様に殺菌剤単用散布での効果が不十分な状況下での加用効果が顕著であった。マシン油乳剤の濃度については、200倍が400倍よりも効果を向上させるようであった。

灰色かび病に対しても、同様にマシン油乳剤を加用することによって殺菌剤単用散布に比べて防除効果が向上した。マシン油乳剤の濃度については明らかな差は認められなかった。

以上のように、現在使用されている97%マシン油乳剤についても殺菌剤へ加用することによって、各種病害に対する殺菌剤の防除効果は殺菌剤の単用散布の場合に比べて向上することが明らかとなった。また、これらの加用効果は殺菌剤の防除効果が高く発現する場合には判然としませんが、殺菌剤の効果が低い場合には顕著に発現

Positive Used of Petroleum Oils for Effective Control System of Citrus Red Mite, *Panonychus citri* and Disease of Citrus.

By Nobuya TASHIRO, Tomoki ETOH and Yoichi IDE

(キーワード: マシン油乳剤, ミカンハダニ, カンキツ病害)

表-1 マシン油乳剤の各種殺菌剤への加用がカンキツ黒点病の防除効果に及ぼす影響^{a)}

供試薬剤	希釈倍数	試験1		試験2		試験3		試験4	
		発病度	防除価	発病度	防除価	発病度	防除価	発病度	防除価
マンゼブ水和剤 ^{b)}	600倍	12.4	78	3.9	85	18.7	47		
{ マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍	2.0	96	3.6	87	6.9	81		
	200倍								
{ マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍			5.9	78	11.2	68		
	400倍								
I・マンゼブ水和剤 ^{c)}	600倍					20.9	41	7.3	80
{ I・マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍					5.5	85	11.9	68
	200倍								
{ I・マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍					4.0	89		
	400倍								
I・A・マンゼブ水和剤 ^{d)}	600倍					19.2	46	10.6	71
{ I・A・マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍					11.5	67	8.6	77
	200倍								
{ I・A・マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍					6.8	81		
	400倍								
無散布	—	56.6		26.9		35.4		36.7	

a) 試験1：1997年試験，試験2, 3, 4：1998年試験。試験期間中の降雨状況は下記のとおり。網掛けはマシン油乳剤加用散布。

試験1：	6月3日	—	6月30日	—	7月15日	—	8月15日	—	10月31日(調査)	供試品種：山崎早生
降雨量(mm)	248		576		486		325			
降雨日数(日)	7		11		16		16			
試験2：	5月24日	—	6月29日	—	8月10日	—	10月31日(調査)		供試品種：興津早生	
降雨量(mm)	497		193		332					
降雨日数(日)	19		15		20					
試験3：	5月2日	—	6月15日	—	7月6日	—	8月7日	—	11月18日(調査)	供試品種：山崎早生
降雨量(mm)	342		392		178		343			
降雨日数(日)	17		15		12		22			
試験4：	5月11日	—	6月15日	—	7月6日	—	8月7日	—	11月18日(調査)	供試品種：林温州
降雨量(mm)	245		392		178		343			
降雨日数(日)	12		15		12		22			

b) ジマンダイセン水和剤。

c) イミベンコナゾール・マンゼブ水和剤。

d) イミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤。

することが特徴で、多雨条件下での防除効果の安定に寄与するものと期待される。

II マシン油乳剤および殺虫剤の殺菌剤への加用が防除効果に及ぼす影響

6~7月はカイガラムシ類およびゴマダラカミキリの重要防除時期でもあり、これらを対象とした殺虫剤が黒点病防除剤へ混用されて散布される場合が大部分である。一般にマンゼブ水和剤にDMTP乳剤を混用した場合にはマンゼブの付着量が減少し、黒点病に対する防除効果の低下することが示されている(山本, 1991)。しかし、これらの薬剤の混用散布の場合、さらにマシン油乳剤を加用することによって、殺菌剤の防除効果がどのように変化するかについて検討された例はこれまでな

かったことから、試験を行った。

その結果、表-3に示すように、マンゼブ水和剤にDMTP乳剤が混用され、さらにマシン油乳剤が加用された3薬剤の混用散布の場合、防除効果はマンゼブ水和剤単用散布に比べて低下することはなく、逆に向上する例も見られた。しかし、多発生条件下での試験結果を見ると、マンゼブ水和剤とマシン油乳剤の2種混用の効果にはやや劣るようであった。

III マシン油乳剤加用による殺菌剤の防除効果向上機構

マシン油乳剤を加用すると、殺菌剤の防除効果が向上するのであろうか。

殺菌剤にマシン油乳剤を加用すると、殺菌剤の付着量

表-2 マシン油乳剤の各種殺菌剤の加用がカンキツそうか病および灰色かび病の防除効果に及ぼす影響^{a)}

供試薬剤	希釈倍数	そうか病				灰色かび病			
		試験1		試験2		試験1		試験2	
		発病果率	防除価	発病果率	防除価	発病果率	防除価	発病果率	防除価
I・マンゼブ水和剤 ^{b)}	600倍	0.9	99	20.6	63	17.8	45	3.3	69
{ I・マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍	0	100	3.3	94	3.7	88	2.6	75
	200倍								
{ I・マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍	2.0	92			2.9	91		
	400倍								
I・A・マンゼブ水和剤 ^{c)}	600倍	33.6	66	19.1	66	4.1	87	3.8	64
{ I・A・マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍	2.9	97	10.5	81	2.7	92	2.9	73
	200倍								
{ I・A・マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍	21.2	78			2.1	93		
	400倍								
無散布	—	96.6		55.8		32.1		10.6	

- a) 1998年試験, 6月15日までの3回散布. 試験期間中の降雨状況は下記のとおり. 網掛けは散布月日.
- 試験1: 4月16日 - 5月2日 - 6月15日 - 6月24日(調査), 供試品種: 山崎早生
 降雨量(mm) 161 342 255
 降雨日数(日) 5 17 7
- 試験2: 4月20日 - 5月11日 - 6月15日 - 6月24日(調査), 供試品種: 林温州
 降雨量(mm) 174 245 255
 降雨日数(日) 8 12 7
- b) イミベンコナゾール・マンゼブ水和剤.
 c) イミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤.

表-3 マシン油乳剤およびDMTP乳剤をマンゼブ水和剤へ加用した場合のカンキツ黒点病の防除効果^{a)}

供試薬剤	希釈倍数	試験1		試験2	
		発病度	防除価	発病度	防除価
マンゼブ水和剤 ^{b)}	600倍	12.4	78	3.9	85
{ マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍	2.0	96	3.6	87
	200倍				
{ マンゼブ水和剤 DMTP乳剤	600倍	8.8	84	1.9	93
	1,500倍				
{ マシン油乳剤 マンゼブ水和剤	400倍	14.1	75		
	600倍				
{ DMTP乳剤	1,500倍				
無散布	—	56.6		26.9	

- a) 試験1: 1997年試験, 試験2: 1998年試験. 試験期間中の降雨状況は下記のとおり. 網掛けはマシン油乳剤加用散布.
- 試験1: 6月3日 - 6月30日 - 7月15日 - 8月15日 - 10月31日(調査), 供試品種: 山崎早生
 降雨量(mm) 248 576 486 325
 降雨日数(日) 7 11 16 16
- 試験2: 5月24日 - 6月29日 - 8月10日 - 10月31日(調査), 供試品種: 興津早生
 降雨量(mm) 497 193 332
 降雨日数(日) 19 15 20
- b) ジマンダイセン水和剤.

は大幅に減少することが知られている(貞松・実松, 1980a; 山本, 1991)。そこで, この点について再度検討した結果を示したのが図-1で, マンゼブ水和剤単用散布の場合に比べてマシン油乳剤200倍を加用することによって, 付着薬液量は約66%に, 400倍加用では約

71%に減少した。さらにDMTP乳剤を加用した3種混用の場合には, マシン油乳剤200倍では約46%, 同400倍では約51%に減少した。このように, マシン油乳剤の加用による付着薬液量の減少は明らかで, 付着量の面からは防除効果の向上にはつながらないと判断された。

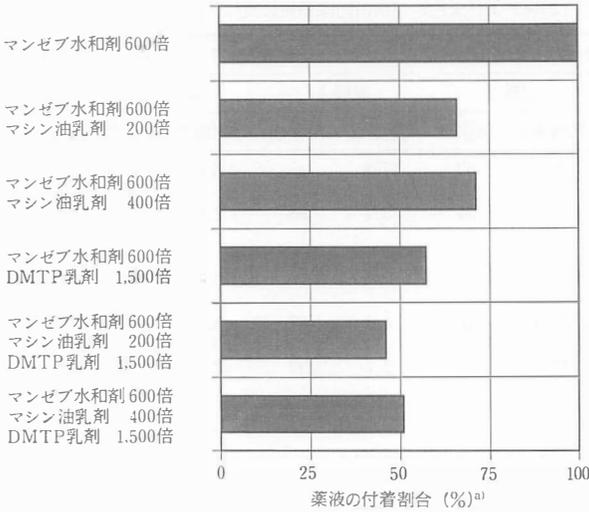


図-1 各種薬剤を混用散布した場合の薬液の附着状況
 a) 薬液の附着割合(%) = (各種薬剤混用散布時の薬液附着量/マンゼブ水和剤 600倍単用散布時の薬液附着量) × 100

そこで、次にマシン油乳剤の加用によってマンゼブ水和剤の耐雨性が向上しているのではないかと考え、人工降雨条件下におけるマンゼブの附着量の推移を調査した。その結果、図-2に示すように、初期の附着薬量は上述のようにマシン油乳剤 200倍加用区で明らかに少なく、マンゼブ水和剤単用散布の約50%で、その後降雨量の増加とともに附着薬量は減少したが、単用区、加用区ともにほぼ同様の減衰曲線を示し、400mm降雨時点でのマンゼブの附着量は単用区では4.2 μg/cm²、加用区では2.6 μg/cm²と散布直後に比べるとその差はやや縮まっているものの、なお、約1.6倍の差が認められた。このように、マシン油乳剤を加用することによる耐雨性の向上効果は認められなかった。

以上のように、薬剤の附着量および耐雨性の面からはマシン乳剤の加用による殺菌剤の防除効果の向上は説明できなかった。それでは、防除効果が高まる要因はどこにあるのであろうか。これまでの報告によると、殺菌剤にマシン油乳剤を加用することによって、葉中や果皮中への有効成分の取り込み量が大幅に増加することが報告されている (Brown, 1974; 貞松・実松, 1980c)。このため、現時点では仮説の域を出ないが、筆者らは表皮細胞への有効成分の取り込み量がマシン油乳剤の加用によって増加することによって防除効果の向上が図られているためではないかと考えている。植物体の表皮細胞や細胞間隙に殺菌剤の有効成分が存在するならば、病原菌の感染の場面で侵入阻止効果を発現することが考えられ、

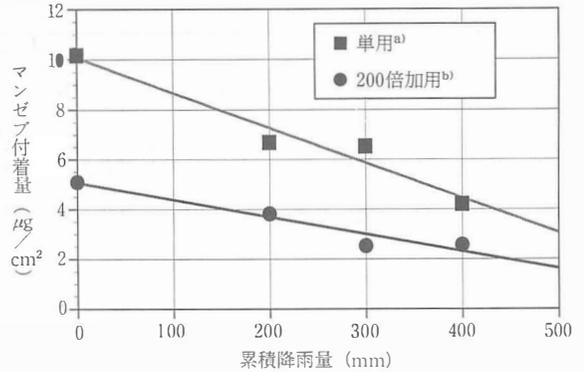


図-2 温州ミカン果実におけるマンゼブ附着量の減衰に及ぼすマシン油乳剤の加用および累積降雨量の影響
 a) マンゼブ水和剤 (ジマンダイセン水和剤) 600倍散布区。
 b) マシン油乳剤 200倍加用マンゼブ水和剤 (ジマンダイセン水和剤) 600倍散布区。

有効成分の取り込み量が多い場合には当然、効果も高く現れるはずであり、さらに表皮に有効成分が取り込まれていることによって降雨の影響も少なくなることが考えられる。本試験では植物体の表面と表皮細胞とに分けての薬量の測定は行っていないが、今後、このような分析を行って附着薬剤量の解析を進めることによって、マシン油乳剤の加用による殺菌剤の防除効果向上機構が解明されていくものと期待される。

IV 殺菌剤散布時にマシン油乳剤を加用した場合のミカンハダニに対する密度抑制効果

マシン油乳剤の散布によって、ミカンハダニに対する防除効果が発現するのは当然のことであるが、散布むらや散布後の降雨によっては効果が不安定になることが指摘されている。しかし、展葉期から梅雨期 (4月から6月下旬) までの殺菌剤の散布時にマシン油乳剤を加用することによって、図-3に示すように7月下旬までミカンハダニを極めて低密度に保つことができた。この場合、200倍と400倍との間に効果の差は見られず、400倍散布でも十分な密度抑制効果が認められた。

さらに、6月下旬までマシン油乳剤を加用し、8月下旬に殺ダニ剤としてエトキサゾール水和剤を散布することによって、図-4に示すように収穫期までミカンハダニを極めて低密度に抑制することができた。本試験ではマシン油乳剤 400倍加用区で8月下旬に若干、密度の上昇が見られたが、要防除水準に達することはなく、その後の殺ダニ剤の効果も極めて高く発現した。

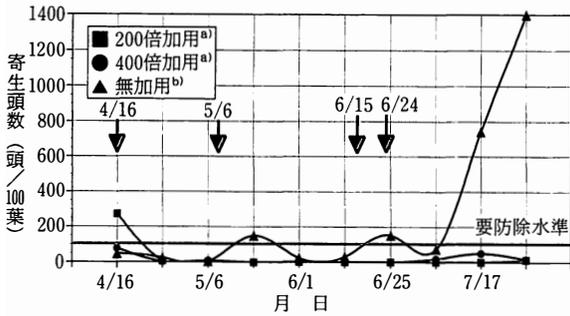


図-3 4月から6月下旬の殺菌剤散布時にマシ油乳剤を加用した場合のミカンハダニに対する密度抑制効果

- a) 4月16日, 5月9日, 6月15日, 6月24日の殺菌剤散布時にマシ油乳剤を加用。
b) 殺菌剤のみ散布。

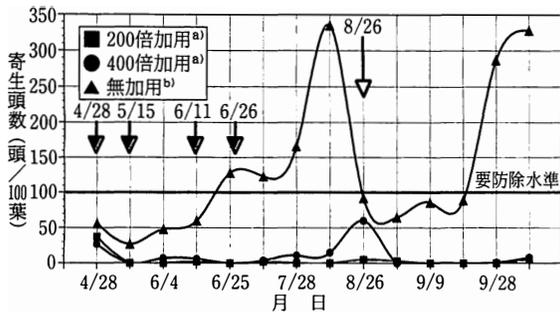


図-4 4月から6月下旬の殺菌剤散布時にマシ油乳剤を加用し, さらに8月下旬に殺ダニ剤を散布した防除体系によるミカンハダニの密度抑制効果

- a) 4月28日, 5月15日, 6月11日, 6月26日の殺菌剤散布時にマシ油乳剤を加用し, さらに8月26日にエトキサゾール水和剤2,000倍を散布。
b) 殺菌剤のみ散布し, エトキサゾール水和剤は無散布。

V マシ油を利用した防除体系の長所と問題点

マシ油乳剤を積極的に取り入れた防除体系の有用性を示したが, マシ油乳剤の使用による弊害(大井ら, 1998)も当然生じるわけで, この場合, マシ油乳剤加用のメリットとデメリットをどのようにとらえるかが, 問題となってくる。

効果が不十分な殺ダニ剤では1回の散布で密度を抑制することは困難で, 当然, 2回, 3回と散布回数は増加し, さらに殺ダニ剤のみでは効果が不十分なことから, 他の殺ダニ剤や有機リン剤あるいは合成ピレスロイド剤との混用散布も行われることになる。しかし, 散布回数が増加することは薬剤費はもちろんのこと栽培者の肉體

表-4 展葉期から梅雨期の殺菌剤散布時におけるマシ油乳剤の加用が果実品質に及ぼす影響^{a)}

試験区	試験 1 ^{b)}		試験 2 ^{c)}	
	糖度	酸度	糖度	酸度
マシ油乳剤 200倍加用	8.7 ^a	0.70 ^{bc}	9.1 ^a	0.87 ^a
マシ油乳剤 400倍加用	8.5 ^a	0.77 ^{ab}	9.7 ^a	0.94 ^a
無加用	9.3 ^a	0.77 ^{ab}	9.9 ^a	0.95 ^a
無散布	8.6 ^a	0.82 ^a		

a) FISHER'S PLSDの多重比較により同一文字間に5%水準で有意差がないことを示す。調査月日: 試験1(宮川早生)11月10日, 試験2(上野早生)10月14日。

b) 4月16日, 5月9日, 6月15日, 6月24日の殺菌剤散布時(4月16日はイミペンコナゾール水和剤2,000倍, 他はマンゼブ水和剤600倍)にマシ油乳剤を加用。

c) 4月28日, 5月15日, 6月11日, 6月26日の殺菌剤散布時(6月26日はマンゼブ水和剤600倍, 他はイミノクタジンアルベシル酸塩・マンゼブ水和剤500倍)にマシ油乳剤を加用。

的, 精神的負担も増加し, さらに, 混用散布は薬害の発生を助長し, 外観の品位を低下させたり, あるいは各種薬剤の淘汰圧が必要以上に加わることによって, よりいっそうの薬剤感受性の低下を引き起こす恐れもある。また, 現時点では効果の優れた殺ダニ剤が数剤あるものの, 当然, ミカンハダニの殺ダニ剤に対する抵抗性の発達は避けて通ることのできない問題で, 過去の経緯から判断すると, 数年の使用で効果が低下してくるのは明らかであり, これまでのような殺ダニ剤を主体としたミカンハダニの管理は困難なように思われる。

一方, 殺菌剤散布時のマシ油乳剤の加用は, 散布回数を増加させることなくこれまでの病害防除体系に組み込むことができ, 労力面で負担増を生じることはない。また, 殺ダニ剤に比べてマシ油乳剤の価格的なメリットもある。さらに, ミカンハダニに対する抑制効果ばかりでなく殺菌剤の防除効果も向上することから, 病害防除の面からの利点も生まれてくる。また, 8月下旬の秋ダニを対象とした殺ダニ剤の散布時までミカンハダニを低密度に抑制することができ, この時期までは殺ダニ剤の散布を行う必要がないことから, 感受性低下を助長することもない。

問題は, 展葉期から梅雨期(4月から7月上旬ごろ)までの間に行われる3~4回程度のマシ油乳剤の散布が, 樹体や果実品質にどのような影響を及ぼすのかということである。一般にマシ油乳剤の散布による果実品質の低下が指摘されているが, 今回示した防除体系ではマシ油乳剤の使用は4月から6月下旬まで, 遅くとも7月上旬までに限られており, 表-4に示すように糖度の

低下や他の果実形質に悪影響が現れることはなかった。しかし、この点については今後さらに樹体生理の面からのアプローチも加味して、マシン油乳剤散布が樹体や果実品質に及ぼす影響を明らかにしていくことが必要である。

なお、7月上旬まで殺ダニ剤を使用しないことで生じる問題にミカンサビダニの発生が挙げられる。これまでミカンサビダニは、マンゼブ水和剤をはじめとするジチオカーバメート系薬剤によってその発生はまったく問題なく抑制されてきたが、同系薬剤抵抗性個体群の出現によって、同系薬剤による防除は困難となっているのが現状である(渠ら, 1997)。しかし、ミカンサビダニに対しては数種の殺ダニ剤、特にピリダベン水和剤の効果が顕著である(渠ら, 1997; 衛藤ら, 1998)ことから、抵抗性個体群出現園や地域では、同水和剤等を6月下旬から7月上旬に使用する必要がある。なお、この場合のピリダベン水和剤等は、あくまでもミカンサビダニに対する専用防除剤としての使用であると考えべきである。

VI 本防除体系におけるマシン油乳剤の 具体的使用法

本体系では、展葉期から梅雨期(4月から7月上旬ごろ)までに3~4回程度のマシン油乳剤の散布が行われることになる。上述のように、この間のマシン油乳剤の散布による果実品質への悪影響は認められていないが、できるだけ樹への負担を少なくするために、散布回数や濃度を考慮して使用することが必要となってくる。

まず、散布回数については4月のマシン油乳剤の散布は冬季に同剤が散布されている場合には不要であるし、5月から梅雨期にかけてのマシン油乳剤の使用に当たっては、ミカンハダニの発生状況を考慮した濃度設定を行うことによって樹体への負担を少なくすることができる。すなわち、ミカンハダニが目につくようであればマシン油乳剤の濃度を200倍とし、一方、園内を観察してミカンハダニの発生に気づかないようであれば400倍とする。この場合、要防除水準の観点からマシン油乳剤の加用は不要ではないかとの指摘もあろうが、①栽培者の目につかないような場合でも発生が皆無ということはなく、マシン油乳剤の性質を考慮した場合にはより低密度時における散布が有効であること、②そうか病、灰色か

び病、黒点病に対する防除効果が向上すること、の二つの理由によって、7月上旬ごろまでの殺菌剤散布時にはマシン油乳剤を加用することが望ましいと考えている。なお、マシン油乳剤のみの散布では葉面や果面上での水滴保持時間が長くなるために、病害の発生を助長することが報告されており(貞松・実松, 1981b)、注意が必要である。

本県では本防除体系は広く普及しており、現在、露地栽培においてミカンハダニの発生が問題となるような園地はまず見あたらず、多雨条件下においても黒点病に対する防除効果は安定しているようである。また、殺ダニ剤の散布を8月下旬から9月上旬の時期の年1回のみに限っていることから、将来的には殺ダニ剤に対する感受性低下の遅延にもつながるものと期待される。現在、卓効を示す殺ダニ剤は3剤程度であるが、これらの薬剤のどれか一つを年1回、秋ダニ防除剤として使用すれば3年に1回の散布となり、さらに地域全体でこれらの殺ダニ剤のローテーションを行っていくことができるならば、抵抗性発達の遅延がよりいっそう図られるものと期待される。

おわりに

マシン油乳剤の使用による問題点を指摘する声もあるが、今回示したような梅雨期までの使用であれば特に問題を生じるようなことはなく、同剤を積極的に利用することによって生じるメリットのほうがはるかに大きいものと思われる。今後さらに、樹体への負担をより少なくするためにマシン油乳剤のより低濃度での使用の可能性について検討することが必要である。また、今回紹介した一連の試験ではマシン油乳剤としてハーベストオイルを使用しているが、他のマシン油乳剤についても同様の検討が望まれる。

引用文献

- 1) BROWN, G. E. (1974): *Phytopathology* 64: 539~542.
- 2) 衛藤友紀ら (1998): 九病虫研会報 44: 130~131.
- 3) 渠 慎春ら (1997): 同上 43: 125~129.
- 4) 大井利光ら (1998): 同上 44: 104~107.
- 5) 貞松光男・実松孝明 (1980a): 佐賀果試研報 7: 49~54.
- 6) ———— (1980b): 同上 7: 55~62.
- 7) ———— (1980c): 同上 7: 85~86.
- 8) 山本省二 (1991): 和歌山園試特報 1: 1~94.