

# マシン油乳剤のアジュバントとしての利用による温州ミカン病害 に対する防除効果の向上と薬剤散布回数の低減並びに ミカンハダニ密度の抑制

田代 暢哉・井手 洋一・衛 藤友紀\*・井下美加乃\*\*・古賀 孝明\*\*\*

キーワード：アジュバント，病害防除，黒点病，マシン油乳剤，ミカンハダニ，  
薬剤散布回数低減，温州ミカン

Improvement of the Efficacy to the Satsuma-Mandarin Diseases, Decreasing of the Number of Spraying Times  
and Suppressing of the Citrus Red Mite, by Using the Machine Oil as Adjuvant

Nobuya TASHIRO, Youichi IDE, Mikano INOSHITA and Taka-aki KOGA

## Summary

The efficacy of the several fungicides co-sprayed with the 0.5~0.25% machine oil (97%) to the citrus scab, gray mold and melanose were increased than only fungicides application. In this case, improvement of the efficacy was notably in a lot of rain conditions. For after flowering to rainy season term, when mancozeb was co-sprayed with the machine oil (97%), the number of times of spraying decreased one to twice than only mancozeb spraying, and the concentration of the citrus red mite, *Panonychus citri*, was controlled below at economy injury level. For these reasons, reduction of the cost for control and shortening of working hours was achieved. In this co-spraying system, the degree of fruit sugar didn't decreased at 0.25% machine oil concentration, but did at 0.5%. Based on the above knowledge, the spray calendar, using the machine oil as adjuvant positively at spraying fungicides from sprouting to rainy season term and making accumulation precipitation and concentration of citrus red mite judgment material was proposed.

**key words** : adjuvant, disease control, melanose, machine oil, citrus red mite, decreasing of the spraying times, Satsuma mandarin

## 第1節 緒 言

温州ミカンの病害虫制御技術として耕種的な手法はきわめて重要である(田代, 1998)が, 樹体を健全に維持し, 高品質果実を生産するためにはそれだけでは不十分で, どうしても薬剤防除に頼らざるを得ない。そのため, これまで数十年にわたって数多くの広範な知見が積み重ねられ, より効果的な薬剤防除体系が組み立てられてきた。しかし, いまだに温州ミカンの薬剤防除には多くの問題が存在している。すなわち, 多雨条件下では薬剤の流亡によって防除効果の低下を生じやすく, このことによって特に病害の多発生を招き(田代, 1994), それを回避するためには薬剤の散布回数を増やさなければならないこと, 加えて多雨条

件下では思うような適期防除が行えないこと(田代, 1994), 薬剤抵抗性病害虫の発生にともなって的確な防除が困難になっていること(駒崎, 1991; 渠ら, 1997; 大橋, 1983; 松本, 1983)などがあげられる。さらに, リサーチェンス(古橋・森本, 1993)が問題化している反面, 選択性の高い薬剤の増加が複数種の病害虫に対する同時防除を難しくしている点も指摘できる。一方, 経営面では昨今の果実価格の低迷によって資材費の低減を図る必要にせまられているが, 以前に比べて高価な薬剤の使用頻度が増え, 経営を圧迫する要因の一つになっている。また, 最近の減農薬志向の高まりに対応するとともに環境負荷の低減を図るためにも, できるだけ散布回数の少ない効率的な防除体系の普及が望まれているが, 現状の要防除水準を

\* 現在：佐賀県杵島農業改良普及センター

\*\* 元：佐賀県果樹試験場

\*\*\*現在：佐賀県東松浦農業改良普及センター

満たさなければならぬという条件の下ではこれ以上の散布回数の低減は困難なように思われる。このため、散布回数といった低減を目指すためには、現状よりもさらに安定的でより効率的な防除技術の開発が必要である。そして、そのためには発生予察技術の精度向上や耕種的、化学的、物理的、生物的な個々の防除技術の向上とそれらを組み合わせた総合的な方策、すなわち総合的病害虫管理 (IPM: Integrated Pest Management) を講じていかなければならないが、まずは現状の薬剤防除法を少しでも改善していくことが最も優先して取り組むべき課題であると考えられる。

以上のような観点から、著者らは温州ミカンの重要病害虫である黒点病、そうか病、灰色かび病およびミカンハダニに対する効率的防除体系を構築するための資材として、マシン油乳剤に注目している。すなわち、マシン油乳剤はミカンハダニが多く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がない唯一の防除資材としてその利点が見直されており (田中, 1979; 真梶・桑原, 1983; 駒崎, 1991), さらに、マシン油乳剤をそうか病や黒点病防除剤に混用すると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 (貞松・実松, 1980-b; 山本, 1991) からである。

しかし、これまでマシン油乳剤が殺ダニ剤としての役割を果たしながら、あわせて殺菌剤の効果を高めるためのアジュバント: 機能性展着剤 (Underwood, 2000) としての働きも含めて温州ミカンにおける病害虫防除体系の中で総合的に評価されたことはなかった。そこで、著者らは現行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各種病害に対する防除効果の安定と向上を図り、そのことによって散布回数や資材費の低減を目指すことを目的としてこれまで検討を重ねてきた (田代ら, 1999; 田代, 2000)。その結果、まだ、未解明の点や改善すべき点は残されているが、マシン油乳剤を積極的に利用することによって、これまでよりも効果的で散布回数の低減が可能な効率的防除体系を構築することができたので、ここにその概要を報告する。

## 第2節 マシン油乳剤の殺菌剤への混用による病害防除効果の向上

温州ミカンの病害防除においてマシン油乳剤を殺菌剤に混用した場合に防除効果が向上する事例としては、ペノミル水和剤に混用した場合のそうか病 (貞松・実松, 1980-b) およびマンゼブ水和剤、マンネブ水和剤に混用した場合の黒点病 (山本, 1988) で知られており、殺菌剤

のみを散布した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製剤とは種々の性状が異なっていることから、再度、マシン油乳剤混用による殺菌剤の防除効果の向上について黒点病、そうか病、灰色かび病を対象に検討した。また、そうか病に卓効を示すジチアノン水和剤 (フロアブル) へのマシン油乳剤の混用は果実にケロイド状の薬害が発生するために行うことができない (山本・海田, 1975; 古橋 1992; 磯田, 1992; 島津, 1997) が、果実が存在しない展葉初期から落弁期までの混用散布は可能ではないかと考え、あわせて検討した。なお、現在、春から梅雨期に使用されているのはマシン油 (97%) 乳剤 (以下、マシン油乳剤と略記) で、数種類の製品があるが、本研究ではこれらの製品のなかで使用時の希釈倍数が150~200倍および400倍の登録を有しているハーベストオイルを使用した。

## 材料および方法

温州ミカンの生育初期から中期に問題となる病害の重要防除時期である展葉初期 (そうか病の防除適期), 落弁期 (そうか病, 灰色かび病, 黒点病の防除適期), 梅雨期 (そうか病, 黒点病の防除適期) における各種殺菌剤の散布時にマシン油乳剤を混用した場合、殺菌剤単用散布に比べて防除効果がどの程度向上するのかについて検討した。すなわち、1995年から2000年までの6年間に場内ほ場を供試し、1区1樹3反復で試験を実施した。ジチアノンフロアブルとマシン油乳剤の混用薬害試験は1995年と翌1996年に場内ほ場を供試し、1区1樹5反復で実施した。

試験設計の概要は以下のとおりである。なお、試験年次、供試品種、樹齢、散布月日、調査月日および試験期間中の降雨状況については第1表~第4表の脚注に示した。

### 1) 供試薬剤

そうか病, 灰色かび病, 黒点病の同時防除剤としてイミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤 (商品名: サーガ水和剤) 600倍およびイミベンコナゾール・マンゼブ水和剤 (商品名: マネージM水和剤) 600倍を供試した。また、黒点病防除剤としてマンゼブ水和剤 (商品名: ジマンガイセン水和剤) 600倍, そうか病防除剤としてジチアノンフロアブル (商品名: デランフロアブル) 1000倍を用いた。これらの殺菌剤に混用するマシン油乳剤の濃度は200倍および400倍とした。マシン油乳剤の混用は樹体および果実品質への悪影響を考慮して梅雨明け以降の散布では行わなかった。対照として、殺菌剤単用散布区および無散布区を設けた。

第1表 マシン油乳剤を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・マンゼブ水和剤へ混用した場合のそうか病および灰色かび病に対する防除効果の向上<sup>a)</sup>

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3		試験1		試験2		試験3	
		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	発病果率	防除価	発病果率	防除価
I・マンゼブ水和剤 <sup>b)</sup>	600倍	0.9	99	20.6	63	1.8	96	17.8	45	3.3	69	3.9	92
{ I・マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍	0	100	3.3	94	0	100	3.7	88	2.6	75	1.7	97
	200倍												
{ I・マンゼブ水和剤 マシン油乳剤	600倍	2.0	92			0	100	2.9	91			2.5	95
	400倍												
I・A・マンゼブ水和剤 <sup>c)</sup>	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		40.0		32.1		10.6		48.6	

a) 試験1, 2: 1998年試験, 試験3: 1999年試験, 散布月日, 調査月日および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' 34年生, 1区1樹3反復。

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' 30年生, 1区1樹3反復。

降雨量(mm) 174 245 255  
降雨日数(日) 8 12 7

試験3: 4月15日 - 5月20日 - 6月25日 - 7月19日(調査), 供試品種: '山崎早生' 35年生, 1区1樹3反復。

降雨量(mm) 174 328 255  
降雨日数(日) 8 16 7

b) イミベンコナゾール・マンゼブ水和剤(商品名: マネージM水和剤)。

c) イミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤(商品名: サーガ水和剤)。

## 2) 散布時期と散布間隔の設定

展葉初期および落弁期の散布は各試験年次の生育ステージにあわせた。入梅後の主要防除対象病害である黒点病に対するマンゼブ水和剤の散布間隔は同剤を散布した後, 次回の散布までの累積降雨量が200~250mm(山田, 1986; 重田, 1991)あるいは250~300mm(北島, 1989; 島津, 1997; 家城, 2001)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混用効果をより明確に判定するために, これよりも降雨が多い条件下, すなわち薬剤散布後から次回散布までの累積降雨量を300~400mmに設定して試験を実施した。このため, 試験によっては散布後から次回散布までの累積降雨量が500~600mmに達する場合もあった。

なお, ジチアノンフロアブルについては展葉初期, 落弁期および幼果期の各時期にマシン油乳剤と混用散布する区を設けた。1995年試験では混用散布以外の時期にはジチアノンフロアブルを単用で散布し, 1996年試験では各時期における混用散布のみとし, 他の時期は無散

布とした。

## 3) 調査方法

1樹あたり任意に選んだ約100果について, そうか病では発病の有無, 灰色かび病では傷果発生の有無を調査し, 発病果率を求め, 黒点病については下記の基準に従って発病を程度別に調査して発病度を求めた。さらに, 下記の式に従って各処理区の防除価を算出した。

発病程度	発病程度	調査基準
無	0	黒点の発生を認めない
少	1	黒点が散見される
中	3	黒点が果面の1/4以下に認められる
多	5	黒点が果面の1/4以上1/2に認められる
甚	7	黒点が果面の1/2以上に認められる

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{発病指数} \times \text{該当発病果数})}{7 \times \text{調査果数}} \times 100$$

防除価 =

$$\frac{\text{無散布区の発病度 (発病果率)} - \text{試験区の発病度 (発病果率)}}{\text{無散布区の発病度 (発病果率)}} \times 100$$

第2表 マシン油乳剤をマンゼブ水和剤、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ンアルベシル酸塩・マンゼブ水和剤へ混用した場合の黒点病に対する防除効果の向上<sup>a)</sup>

供試薬剤	試験1		試験2		試験3		試験4		試験5		試験6	
	希釈倍数	発病度	防除価	発病度	防除価	発病度	防除価	発病度	防除価	発病度	防除価	防除価
マンゼブ水和剤 <sup>b)</sup>	600倍	12.4	78	3.9	85	18.7	47	7.3	58	18.7	58	77
{マンゼブ水和剤	600倍	2.0	96	3.6	87	6.9	81	11.9	99	0.3	99	94
{マシン油乳剤 <sup>c)</sup>	200倍											
{マンゼブ水和剤	600倍			5.9	78	11.2	68	0.9	98	0.9	98	96
{マシン油乳剤	400倍											
I・A・マンゼブ水和剤 <sup>d)</sup>	600倍			20.9	41	20.9	41	7.3	80	0.1	100	
{I・A・マンゼブ水和剤	600倍			5.5	85	5.5	85	11.9	68	1.1	98	
{マシン油乳剤	200倍											
{I・A・マンゼブ水和剤	600倍			4.0	89	4.0	89					
{マシン油乳剤	400倍											
I・A・マンゼブ水和剤 <sup>e)</sup>	600倍			19.2	46	19.2	46	10.6	71			
{I・A・マンゼブ水和剤	600倍			11.5	67	11.5	67	8.6	77			
{マシン油乳剤	200倍											
{I・A・マンゼブ水和剤	600倍			6.8	81	6.8	81					
{マシン油乳剤	400倍											
無散布	-	56.6		26.9		35.4		36.7		45.0		51.1

a) 試験1：1997年試験、試験2、3、4：1998年試験、試験5：1999年試験、試験6：2000年試験。散布月日、調査月日および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混用散布。

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' 33年生、1区1樹3反復。

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' 20年生、1区1樹3反復。

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 - 8月7日 - 11月18日 (調査)、供試品種：'山崎早生' 34年生、1区1樹3反復。

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 - 8月7日 - 11月18日 (調査)、供試品種：'林温州' 29年生、1区1樹3反復。

降雨量(mm) 245 392 178 343  
 降雨日数(日) 12 15 12 22

試験5：5月20日 - 6月25日 - 8月4日 - 8月27日 - 9月13日 - 10月18日 (調査)、供試品種：'山崎早生' 28年生、1区1樹3反復。

降雨量(mm) 328 396 182 266 190 124  
 降雨日数(日) 16 14 515 9 13

試験6：6月6日 - 7月13日 - 8月4日 - 11月18日 (調査)、供試品種：'山崎早生' 36年生、1区1樹3反復。

降雨量(mm) 339 178 343  
 降雨日数(日) 16 14 5

b) 商品名：ジマンガイセン水和剤。

c) 商品名：ハーベストオイル。

d) I・A・マンゼブ水和剤：イミベンコナゾール・マンゼブ水和剤 (商品名：マネージM水和剤)。

e) I・A・マンゼブ水和剤：イミノクタジンアルベシル酸塩・マンゼブ水和剤 (商品名：サーガ水和剤)。

第3表 ジチアノンフロアブルとマシン油乳剤の混用散布時期が果実における葉害の発生とそうか病の防除効果に及ぼす影響<sup>a)</sup>

展葉初期(4月19日)	散布時期および供試薬剤 <sup>b)</sup>				葉害発生程度別果数割合 <sup>c)</sup>	葉害発生果率 (%)	そうか病		
	落弁期(5月23日)	幼果期(6月19日)	0	1			2	3	葉害発生度 <sup>d)</sup>
{ジチアノンフロアブル マシン油乳剤	ジチアノンフロアブル	ジチアノンフロアブル	100	0	0	0.0	0.0	0.6	99.2
ジチアノンフロアブル	{ジチアノンフロアブル マシン油乳剤	ジチアノンフロアブル	100	0	0	0.0	0.0	2.2	97.2
ジチアノンフロアブル	ジチアノンフロアブル	{ジチアノンフロアブル マシン油乳剤	26.5	40.9	22.2	10.4	73.5	33.3	95.1
ジチアノンフロアブル	ジチアノンフロアブル	マシン油乳剤	100	0	0	0.0	0.0	0.3	99.6
無散布	無散布	無散布	100	0	0	0.0	0.0	- <sup>e)</sup>	-

a) 1995年試験。供試品種：'山崎早生' 31年生，1区1樹5反復。7月19日に果実における葉害およびそうか病の発生状況を調査。  
 b) 希釈倍数はジチアノンフロアブル(商品名：デランフロアブル)：1,000倍，マシン油乳剤(商品名：ハーベストオイル)：200倍。試験期間中の降雨状況は下記のとおり。

4月19日 - 5月23日 - 6月19日 - 7月19日(調査)

降雨量(mm) 359 150 783  
 降雨日数(日) 12 11 16

c) 葉害発生程度：1：葉害が果面の1/4以下に認められる(指数1)，2：果面の1/4~1/2に認められる(指数3)，3：果面の1/2以上に認められる(指数5)。

d) 葉害発生度 =  $\frac{\sum(\text{葉害指数} \times \text{該当葉害発生果数})}{5 \times \text{調査果数}} \times 100$

e) 調査を実施しなかった。

第4表 ジチアノンフロアブルとマシン油乳剤の混用散布時期が新梢および果実における葉害発生に及ぼす影響<sup>a)</sup>

展葉初期(4月18日)	散布時期および供試薬剤 <sup>b)</sup>		希釈倍率	葉害の発生状況	
	落弁期(5月28日)	幼果期(6月6日)		新梢	果実
ジチアノンフロアブル	-	-	1,000倍	- <sup>c)</sup>	-
+マシン油乳剤	-	-	100倍	-	-
+マシン油乳剤	-	-	200倍	-	-
+マシン油乳剤	-	-	400倍	-	-
-	ジチアノンフロアブル	-	1,000倍	-	-
-	+マシン油乳剤	-	100倍	-	-
-	+マシン油乳剤	-	200倍	-	-
-	+マシン油乳剤	-	400倍	-	-
-	ジチアノンフロアブル	ジチアノンフロアブル	1,000倍	-	-
-	+マシン油乳剤	+マシン油乳剤	100倍	-	-
-	+マシン油乳剤	+マシン油乳剤	200倍	-	-
-	+マシン油乳剤	+マシン油乳剤	400倍	-	-

a) 1996年試験。供試品種：'山崎早生' 32年生，1区1樹5反復。7月19日に新梢および果実における葉害の発生状況を調査。

b) 試験期間中の降雨状況は下記のとおり。

4月18日 - 5月28日 - 6月6日 - 7月19日(調査)

降雨量(mm) 96 46 638  
 降雨日数(日) 9 5 31

c) -：葉害の発生を認めなかった。

ジチアノンフロアブルとマシン油乳剤との混用薬害試験では第3表の脚注に示す基準に従って薬害の発生を程度別に調査して薬害発生果率を求め、さらに脚注の式に従って薬害発生度を算出した。

## 結 果

### そうか病防除剤に対するマシン油乳剤の混用効果

第1表に示すように、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・マンゼブ水和剤とともにマシン油乳剤を混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が明らかに向上した。この効果の向上は殺菌剤単用散布の効果が不十分な状況下、すなわち試験1のイミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤600倍の場合および試験2で顕著に発現した。マシン油乳剤の濃度については比較した3例のなかで、2例については殺菌剤単用散布の効果が高かったために、混用濃度の違いは判然としなかったが、試験1のイミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤600倍の場合には200倍が400倍にまさる効果を示した。

一方、第3表に示すようにジチアノンフロアブルに対してはマシン油乳剤の混用にとまなう防除効果の向上は認められず、ジチアノンフロアブル単用散布と同程度の効果であった。

### 灰色かび病防除剤に対するマシン油乳剤の混用効果

第1表に示すように、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・マンゼブ水和剤とともにマシン油乳剤を混用することによって、実施した5例の試験すべてにおいて殺菌剤単用散布の場合に比べて防除効果が向上した。混用したマシン油乳剤の濃度については200倍と400倍で明確な差は認められなかった。

### 黒点病防除剤に対するマシン油乳剤の混用効果

第2表に示すように、マンゼブ水和剤にマシン油乳剤を混用することによって、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が向上した。この効果の向上はマンゼブ水和剤単用散布の効果が不十分であった試験3および試験5で顕著であった。混用するマシン油乳剤の濃度について200倍と400倍とを比較した4例の試験についてみると、3例は濃度間に差を認めなかったが、1例については200倍が400倍にまさる助長効果を示した。

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混用した場合にも、これら殺菌剤の単用散布に比べて防除効果の向上する事例が8試験のうち5試験で認められた。マシン油乳剤混用による助長効果の発現はマンゼブ

水和剤の場合と同様に殺菌剤単用散布の効果が不十分であった試験3で顕著であった。なお、マシン油乳剤の混用濃度の違いによる効果の差異については例数が少ないために判然としなかった。

### 薬害の発生状況

マンゼブ水和剤600倍、イミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤600倍およびイミベンコナゾール・マンゼブ水和剤600倍の各薬剤とマシン油乳剤とを混用して展葉初期、落弁期および梅雨期に実施した3～4回の散布による薬害の発生は新梢葉および果実ともに各試験すべてにおいて認められなかった。

一方、ジチアノンフロアブルの場合、1995年試験では第3表に示すように展葉初期および落弁期におけるマシン油乳剤との混用散布では何らの薬害も認めなかったが、6月19日に実施した幼果期の混用散布では果実に激しいケロイド状の薬害を生じ、発生果率は73.5%に達した。しかし、1996年試験では第4表に示すように6月6日に実施した幼果期での混用散布でも薬害の発生はまったく認められなかった。

## 考 察

本試験で示されたように、現在、春～梅雨期に使用されているマシン油乳剤についても以前使用されていたマシン油乳剤と同様に殺菌剤へ混用することによって、各種病害に対する防除効果を殺菌剤単用散布の場合に比べて向上させることが明らかとなった。また、マシン油乳剤混用による防除効果の向上は殺菌剤の防除効果が高く発現する場合には判然としないが、殺菌剤の効果が低い場合に顕著に発現することが特徴であった。本試験で用いた殺菌剤はすべて保護殺菌剤であり、その残効にもっとも大きく影響するのは降雨量であること、さらに本試験では薬剤散布後の累積降雨量が300～400mmに達した時点で次の散布を実施しており、このような多雨条件下では殺菌剤の効果が不安定になりやすいことなどを考慮すると、殺菌剤へのマシン油乳剤の混用は病害の発生が特に懸念される多雨条件下での防除効果の安定に大きく寄与するものと期待される。また、このことはマシン油乳剤の混用によって殺菌剤の耐雨性が向上していることを示唆している。このため、黒点病を対象としたマンゼブ水和剤600倍の散布間隔は薬剤散布後から次回散布までの累積降雨量が200～250mm（山田，1986；重田，1991）あるいは250～300mm（北島，1989；島津，1997；家城，2001）と250mm前後に達した時点毎に設定されているのが一般的であるが、この設定値をより大きくすることが可能になり、その結果、薬剤散

布回数を低減できることも期待され、このことについては第3節で検討した。

現在、市販されているマシン油乳剤のなかで400倍で使用できる製品はハーベストオイルのみに限られるが、本剤はマンゼブ水和剤等の殺菌剤に対するアジュバントとしての使用ができないこと、一方、クミアイアタックオイルについては200～400倍でベノミル剤、チオファネートメチル剤およびマンネブ剤に対する展着剤として、またラビサンスプレー98では400～500倍でチオファネートメチル剤およびマンネブ・チオファネートメチル剤に対する展着剤としてそれぞれ使用できるが、他の殺菌剤に対しての登録はないこと等の問題がある。実際には各種殺菌剤にマシン油乳剤を混用して散布することについては現行の農薬登録基準上何ら問題はないが、今後マシン油乳剤をアジュバントとしても位置づけ、その積極的な利用を図ろうとするためには登録内容の早急な変更が望まれる。一方で、マシン油乳剤の混用にとまなう樹体および果実等への悪影響や防除に要する経費を考慮すると、殺菌剤の効果を助長する限界の混用濃度を明らかにする必要がある。このことについては今後さらに基礎的な試験結果も加味して判断する必要があるが、本試験では200倍と400倍では防除効果の向上面で大きな差を認めていない。このため現時点では果実等への悪影響が200倍の場合よりも少ないと考えられ、経費についても12で済む400倍を殺菌剤へ混用する際の基準濃度に設定しておき、散布時点でミカンハダニ密度が要防除水準である寄生葉率30%または2頭/葉(古橋, 1997)を超えている場合にのみミカンハダニに対する効果が400倍よりも安定している200倍で混用することが望ましいと考えている。

以上のように、マシン油乳剤と各種殺菌剤との混用によるメリットについて述べたが、薬剤混用の場面では個々の薬剤が相互に反応しあって薬害の発生を引き起こすことがあり(行本・浜田, 1985)、マシン油乳剤とジネブ水和剤等の殺菌剤とを混用散布した場合には、ハッサクや甘夏等の中晩生カンキツ類の果実表面にリング斑状の薬害を生じることが報告されている(貞井ら, 1978)。この原因として、マシン油乳剤とジネブ水和剤等との混合液中では油分が分離し、この分離した油分によって果実表面のワックスが溶けて果皮に亀裂が生じることが走査電顕による形態観察の結果から指摘されている(貞井ら, 1980)。このため、甘夏等の中晩生カンキツ類ではマシン油乳剤とマンネブ水和剤等との混用散布は行われていない。著者らも2000年6月に実施したマシン油乳剤とマンゼブ水和剤との混用散布で甘夏、ハッサク、晩白柚で同様の薬害が発生することを確認している(未発表データ)。しかし、本試験で明らか

になったように温州ミカンではマシン油乳剤とマンゼブ水和剤やイミベンコナゾール・マンゼブ水和剤、イミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤との混用散布を行っても何らの薬害も生ずることはなく、実用上問題はないものと判断された。このため、JA全農作成の薬剤混用適否表ではマシン油乳剤とマンゼブ水和剤との混用は中晩生カンキツ類での薬害発生の事例を根拠にこれまで不可とされてきたが、本試験の結果に基づいて2001年度版からは温州ミカンに限って混用可に変更された(JA全農, 2000)。なお、中晩生カンキツ類で問題になる薬害が温州ミカンで発生しない要因として、果面のワックス層の発達程度の違いが指摘されている。すなわち、温州ミカンではワックスの量が多く、しかも緻密であるため、薬害の原因であるマシン油乳剤から分離した油分の影響を受けにくく、薬斑が発生しにくくなるのではないかと推定されている(貞井ら, 1980)。

また、ジチアノン水和剤(フロアブル)については、これまで薬害発生の面からマシン油乳剤との混用はできないとされていた(山本・海田, 1975; 古橋, 1992; 磯田, 1992; 島津, 1997)。しかし、本試験で明らかになったように落弁期までの散布であれば果実に薬害が発生するようなことはなく、混用散布が可能であることが示された。実際場面では落弁期の散布が遅れると果実に薬害の発生するおそれがあるので、あくまでも展葉初期の混用散布にとどめるほうが望ましいと思われる。本剤についても本試験等の結果をもとに2001年1月から展葉初期のマシン油乳剤との混用散布は問題ないことが剤の使用上の注意事項に付け加えられた。冬季にマシン油乳剤が散布されなかったため展葉初期にミカンハダニの密度が高くなり、この時点でマシン油乳剤を散布する必要性に迫られる場合がある。この時期はそうか病の重要防除期でもあり、本病に卓効を示すジチアノン水和剤(フロアブル)との混用散布を実施できることは両病害虫に対する防除対策を効率的に行う上できわめて有用であると思われる。

### 第3節 マシン油乳剤の混用による黒点病防除剤の耐雨性の向上と散布回数の低減

第2節の結果から、殺菌剤にマシン油乳剤を混用した場合の防除効果の向上機構として、薬剤の耐雨性の向上が考えられた。そこで、温州ミカンの重要病害であり、落弁期から梅雨期にかけて数回の防除が実施される黒点病の主要な防除薬剤であるマンゼブ水和剤の散布時にマシン油乳剤を混用した場合、マンゼブ水和剤の耐雨性がどの程度向上し、また散布回数の低減がどの程度図られるのかを明らか

にしようとした。すなわち、散布後から次回散布までの累積降雨量を1999年試験では約200～250 mm、約300～400 mm および約400～500 mm の3段階に、2000年試験では約200～250 mm および約300～400 mm の2段階に設定した場合の防除効果の違いについて検討した。

## 材料および方法

1999年および2000年の2ヵ年間、場内ほ場で試験を実施した。材料および方法の概要は以下のとおりである。なお、供試品種、樹齢、散布月日、調査月日および試験期間中の降雨状況については第5表および第6表の脚注に示した。

### 1) 供試薬剤

黒点病防除剤としてマンゼブ水和剤（商品名：ジマンガイセン水和剤）600倍を供試し、混用するマシン油乳剤（商品名：ハーベストオイル）の濃度は200倍とした。

### 2) 散布時期・散布間隔の設定

[1999年試験] マンゼブ水和剤600倍とマシン油乳剤200倍との混用散布区では落花直後の5月20日から6月27日まで、第5表に示すように薬剤散布後から次回散布までの累積降雨量を約200～250 mm、約300～400 mm、約400～500 mm の3段階に設定し、動力噴霧機を用いて枝葉および果実から薬液が滴り落ちる程度に十分量（10リットル/樹）を散布した。対照としてマンゼブ水和剤600倍を単用で累積降雨量約200～250 mm 毎に散布する区、および無散布区を設けた。梅雨明け後の7月21日以降については無散布区を除く全区にマンゼブ水和剤600倍を単用で累積降雨量約200～250 mm 毎に散布した。

[2000年試験] マンゼブ水和剤600倍とマシン油乳剤200倍との混用散布区では6月6日から7月26日まで、第6表に示すように薬剤散布後の累積降雨量を約200～250 mm および約300～400 mm の2段階に設定し、動力噴霧機を用いて枝葉および果実から薬液が滴り落ちる程度に十分量（10リットル/樹）を散布した。対照としてマンゼブ水和剤600倍を単用で累積降雨量約200～250 mm 毎および同300～400 mm 毎に散布する区、および無散布区を設けた。8月21日以降については無散布区を除く全区にマンゼブ水和剤600倍を単用で累積降雨量約200～250 mm 毎に散布した。

### 3) 調査方法

1樹あたり約100果について黒点病の発生を第1節に示した基準に従って程度別に調査し、発病度および防除価を算出した。

## 結 果

[1999年試験] 第5表に示すように落弁期から9月中旬までの散布回数は200～250 mm 区で7回、300～400 mm 区で6回、400～500 mm 区で5回であった。薬剤散布後の累積降雨量が200～250 mm と通常の間隔で散布した場合、マンゼブ水和剤単用区の発病度は10.7で実用上十分な効果が得られ、さらに同水和剤とマシン油乳剤200倍との混用区の発病度は0.4と極めて低く、防除効果の著しい向上が認められた。薬剤散布後の累積降雨量を300～350 mm 間隔としてもマシン油乳剤混用区の発病度は0.4で、累積降雨量200～250 mm 間隔で散布した場合と同様の高い効果が認められた。一方、累積降雨量を400～450 mm 間隔とした場合にはマシン油乳剤を混用しても発病度は10.4に達して同300～350 mm 間隔の場合の防除効果には及ばなかったが、累積降雨量200～250 mm 間隔のマンゼブ水和剤単用区と同程度の実用上十分な効果を示した。

[2000年試験] 第6表に示すように幼果期から8月下旬までの散布回数は200～250 mm 区で4回、300～400 mm 区で3回であった。薬剤散布後の累積降雨量が200～250 mm と通常の間隔で散布した場合、マンゼブ水和剤単用区での発病度は3.9と低く、すぐれた効果が認められた。同水和剤とマシン油乳剤200倍との混用区の発病度は2.1であった。一方、薬剤散布後の累積降雨量を300～400 mm 間隔とした場合、マンゼブ水和剤単用区の発病度は11.9で累積降雨量200～250 mm 間隔区に比べるとやや不十分な効果であったが、マシン油乳剤200倍混用区では同200～250 mm 間隔のマンゼブ水和剤単用区の場合と同等の高い効果が認められた。

## 考 察

落弁期から梅雨期に黒点病防除を目的として散布されるマンゼブ水和剤にマシン油乳剤200倍を混用した場合、薬剤散布後から次回散布までの累積降雨量を300～400 mm や400～500 mm に設定してもマンゼブ水和剤をその一般的な散布間隔である累積降雨量200～250 mm 間隔（山田、1986；重田、1991）で使用した場合と同等の実用上十分な、あるいはそれ以上の効果が得られた。このことから、マシン油乳剤の混用によってマンゼブ水和剤の耐雨性が向上したものと判断され、累積降雨量200～250 mm 間隔で散布する場合に比べて1～2回の散布回数の削減が図られた。通常、佐賀県における5月下旬から8月中旬までの累積降雨量は約1000 mm で、マンゼブ水和剤を一般的な基準である累積降雨量200～250 mm 前後の間隔（山田、1986；



第5表 マシン油乳剤混用マンゼブ水和剤散布時における薬剤散布後の累積降雨量がカンキツ黒点病に対する防除効果に及ぼす影響<sup>a)</sup>

試験区	薬剤散布月日 <sup>b)</sup>									
	5月20日	6月21日	6月25日	6月27日	7月21日	8月4日	発病度	防除価	散布回数	経費 <sup>c)</sup>
累積降雨量200～250mm	● ← 225mm <sup>d)</sup> → ● ←	241mm	→ ● ←	182mm	→ ○ ← 259mm	→ ○	0.4	99	7	16,518
	○ ← 225mm → ○ ←	241mm	→ ○ ←	182mm	→ ○ ← 259mm	→ ○	10.7	76	7	14,352
累積降雨量300～350mm	● ←	328mm	→ ● ←	319mm	→ ○ ← 259mm	→ ○	0.4	99	6	13,764
累積降雨量400～500mm	● ←	466mm	→ ● ←	440mm		→ ○	10.4	77	5	10,974
無 散 布	-	-	-	-	-	-	45.0			

a) 1999年試験。‘上野早生’15年生を供試し、1区1樹3反復で実施。10月15日に調査。

●：マンゼブ水和剤（商品名：ジマンガイセイセン水和剤）600倍+マシン油乳剤（商品名：ハーベストオイル）200倍の混用散布。

○：マンゼブ水和剤（商品名：ジマンガイセイセン水和剤）600倍（8月4日はマンネブ水和剤600倍）の単用散布。

b) 8月4日以降降雨量が多かったため、8月27日と9月13日の2回、無散布区を除くすべての区に黒点病防除剤を散布した。

c) 10aあたりの薬剤散布（500リットル）に要した経費（薬剤費+労働費）を示す。薬剤費については県内JA小売価格をもとに算出し、労働費については10aあたりの散布時間を50分、時間あたりの労働費を1,000円として算出した。

d) 薬剤散布日間の累積降雨量（mm）。

第6表 マシン油乳剤混用マンゼブ水和剤散布時における薬剤散布後の累積降雨量がカンキツ黒点病に対する防除効果に及ぼす影響<sup>a)</sup>

試験区	薬剤散布月日									
	6月6日	6月26日	7月13日	7月26日	8月21日	8月25日	発病度	防除価	散布回数	経費 <sup>b)</sup>
累積降雨量200～250mm	● ← 191mm <sup>c)</sup> → ● ←	303mm	→ ● ←	205mm	205mm	→ ○	2.1	96	4	9,645
	○ ← 191mm → ○ ←	303mm	→ ○ ←	205mm	205mm	→ ○	3.9	92	4	8,201
累積降雨量300～350mm	● ←	339mm	→ ● ←	326mm	→ ○	-	3.0	94	3	7,595
	○ ←	339mm	→ ○ ←	326mm	→ ○	-	11.9	77	3	6,151
無 散 布	-	-	-	-	-	-	-	51.1		

a) 2000年試験。‘上野早生’16年生を供試し、1区1樹3反復で実施。10月11日に調査。

●：マンゼブ水和剤（商品名：ジマンガイセイセン水和剤）600倍+マシン油乳剤（商品名：ハーベストオイル）200倍の混用散布。

○：マンゼブ水和剤（商品名：ジマンガイセイセン水和剤）600倍の単用散布。

b) 10aあたりの薬剤散布（500リットル）に要した経費（薬剤費+労働費）を示す。薬剤費については県内JA小売価格をもとに算出し、労働費については10aあたりの散布時間を50分、時間あたりの労働費を1,000円として算出した。

c) 薬剤散布日間の累積降雨量（mm）。

重田, 1991; 北島, 1989; 島津, 1997; 家城, 2000) で散布すると防除回数は4~5回必要である。一方, 同剤にマシン油乳剤を混用した場合には累積降雨量300~350 mm間隔では2.8~3.3回, 同400~500 mm間隔では2~2.5回となり, 無加用の場合に比べて1~2回の散布回数の削減が可能で, 上述の結果とほぼ一致している。なお, これは黒点病の発病度が10以下の商品性の高い果実を生産するための要防除水準を前提にしたときのことであり, 同水準を引き下げた場合にはさらに散布回数を少なくすることが可能であると思われる。

次に, 散布に要する経費についてみると, マシン油乳剤を混用して散布回数を1回削減した場合, マンゼブ水和剤単用散布と同等~やや節減され, 2回削減した場合には2割程度の節減となり, 資材費の低減に寄与できると期待される。さらに, 労働時間についてみると, 手散布の場合, 1 haの散布には2日程度を要することから, 1~2回削減されることによって散布に要する時間のかなりの短縮が図られる。特に栽培面積が3~4 ha以上と広い場合にはその効果は明らかで, 例えば栽培面積が4 haの場合, 2回削減されたとするると延べ16日も短縮されることになり, 余剰の日数を高品質果実生産のための栽培管理等へ振り向けることができる。また, 散布回数が削減されることによって環境への負荷も低減されることになる。

今後の課題として, 本試験ではマシン油乳剤の混用濃度を200倍としているが, 400倍あるいはそれ以下の低濃度で耐雨性の向上がどの程度発現するのかを明らかにする必要がある。しかし, ほ場試験では降雨の制御ができないために意図した累積降雨量の間隔で散布を行うことはまず不可能である。このため, 自然条件にできるだけ合致した人工降雨条件下での実験系を確立し, これによって基礎的な知見を積み重ねていくことも必要である。

#### 第4節 マシン油乳剤および殺虫剤のマンゼブ水和剤への混用が黒点病の防除効果に及ぼす影響

6月中旬~7月中旬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, 現場ではこれらの害虫を対象としてDMTP剤等の殺虫剤が黒点病防除剤であるマンゼブ水和剤へ混用されて散布される。マンゼブ水和剤にDMTP乳剤を混用した場合には薬液の表面張力が低下するために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(夏見・山本, 1973; 山本, 1991)。しかし, マンゼブ水和剤に殺虫剤を混用し, さらにマシン油乳剤を混用した場合, マンゼブ水和剤の黒

点病に対する防除効果がどのように変化するのの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。

#### 材料および方法

1997年から1999年までの3年間, 場内ほ場を供試し, 1区1樹3反復で試験を実施した。材料および方法の概要は以下のとおりである。なお, 供試品種, 樹齢, 調査月日および試験期間中の降雨状況については第7表の脚注に示した。

##### 1) 供試薬剤

黒点病防除剤としてマンゼブ水和剤(商品名:ジマンガイセン水和剤)600倍, カイガラムシ類およびゴマダラカミキリ防除剤としてDMTP乳剤(商品名:スプラサイド乳剤40)1500倍およびマシン油乳剤としてハーベストオイル200倍, 400倍を供試した。

##### 2) 散布時期と散布間隔の設定

落弁期から梅雨期における散布は, 薬剤散布後から次回散布までの累積降雨量が300~400 mmに達した時点で行った。なお, 累積降雨量がこれに達しない場合には散布1ヵ月後をめどに次回の散布を実施した。梅雨明け以降はマシン油乳剤による果実品質および樹体への悪影響を考慮してジマンガイセン水和剤600倍の単用散布とした。

[1997年試験] 6月3日, 6月30日および7月15日の3回, 供試薬液を動力噴霧機を用いて, 果実および枝葉から薬液が滴り落ちる程度に十分量(10リットル/樹)を散布した。その後, 8月15日には無散布区を除くすべての区にマンゼブ水和剤600倍を単用で散布した。

[1998年試験] 5月24日および6月29日の2回, 供試薬液を動力噴霧機を用いて, 果実および枝葉から薬液が滴り落ちる程度に十分量(10リットル/樹)を散布した。その後, 8月10日には無散布区を除くすべての区にマンゼブ水和剤600倍を単用で散布した。

[1999年試験] 5月25日および6月28日の2回, 供試薬液を動力噴霧機を用いて, 果実および枝葉から薬液が滴り落ちる程度に十分量(約16リットル/樹)を散布した。その後, 8月2日, 9月3日には無散布区を除くすべての区にマンゼブ水和剤600倍を単用で散布した。

##### 3) 調査方法

1樹あたり約100果について黒点病の発病を第1節に示した基準に従って程度別に調査し, 発病度および防除価を算出した。

第7表 マシン油乳剤およびDMTP乳剤をマンゼブ水和剤へ混用した場合のカンキツ黒点病に対する防除効果<sup>a)</sup>

供試薬剤	希釈倍数	1997年試験		1998年試験		1999年試験	
		発病度	防除値	発病度	防除値	発病度	防除値
マンゼブ水和剤 <sup>b)</sup>	600倍	12.4	78	3.9	85	28.6	44
{ マンゼブ水和剤 マシン油乳剤 <sup>c)</sup>	600倍 200倍	2.0	96	3.6	87	14.8	71
{ マンゼブ水和剤 マシン油乳剤 <sup>c)</sup>	600倍 400倍	-	-	-	-	14.3	72
{ マンゼブ水和剤 DMTP乳剤 <sup>d)</sup>	600倍 1,500倍	8.8	84	1.9	93	18.9	63
{ マンゼブ水和剤 DMTP乳剤 <sup>d)</sup>	600倍 1,500倍	-	-	-	-	13.6	73
{ マンゼブ水和剤 DMTP乳剤	600倍 1,500倍	14.1	75	-	-	25.8	50
無 散 布	-	56.6		26.9		51.2	

a) 薬剤散布月日および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混用散布。

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’ 33年生。

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’ 20年生。

降雨量(mm) 497 193 332  
降雨日数(日) 19 15 20

試験3：5月25日 - 6月28日 - 8月2日 - 9月3日 - 10月18日（調査），供試品種：‘興津早生’ 21年生。

降雨量(mm) 415 440 266 313  
降雨日数(日) 17 17 15 22

b) 商品名：ジマンガイセン水和剤。

c) 商品名：ハーベストオイル。

d) 商品名：スプラサイド乳剤。

## 結 果

第7表にマシン油乳剤およびDMTP乳剤をマンゼブ水和剤へ混用した場合のカンキツ黒点病に対する防除効果を示した。

[1997年試験] 多発生条件下での試験となり、マンゼブ水和剤600倍単用散布の防除値は78でやや不十分であったが、マシン油乳剤200倍を混用することによって防除値は96に高まった。DMTP乳剤1500倍混用では同75で、単用散布の場合とほぼ同等の効果を示した。マンゼブ水和剤600倍とマシン油乳剤200倍およびDMTP乳剤1500倍との3種混用散布の場合、防除値は84で単用散布にまさる効果を示した。

[1998年試験] 中発生条件下での試験となり、マンゼブ水和剤600倍単用散布の防除値は85で十分な効果が得られた。このため同剤に対するマシン油乳剤混用による防除効果の向上はみられなかった。マンゼブ水和剤600倍とマシン油乳剤200倍およびDMTP乳剤1500倍との3種混

用散布の場合、マンゼブ水和剤単用散布および同剤とマシン油乳剤との2種混用の場合とほぼ同等ないしややまさる効果が得られた。

[1999年試験] 多発生条件下での試験となり、マンゼブ水和剤600倍単用散布の防除値は44で不十分であったが、マシン油乳剤200倍および同400倍を混用することによって防除値は71および72に高まった。DMTP乳剤1500倍混用の場合の防除値は50で、単用散布とほぼ同程度の不十分な効果であった。マンゼブ水和剤600倍とマシン油乳剤およびDMTP乳剤1500倍との3種混用散布の場合、マシン油乳剤200倍では防除値63でマンゼブ水和剤とマシン油乳剤200倍との2種混用の場合よりもやや効果は低く、マシン油乳剤400倍では防除値73でマンゼブ水和剤とマシン油乳剤200倍との2種混用の場合とほぼ同等の防除効果を示した。

以上のように、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混用された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、逆に向上する例もみられた。しかし、多発生条件下では、マンゼブ水和剤とマシン油乳剤の2種混用の防除効果にはやや劣った。

## 考 察

マンゼブ水和剤にDMTP乳剤などの殺虫剤を混用散布すると、黒点病に対する防除効果は低下することが報告されている(夏見・山本, 1973; 山本, 1991)。本試験でもマンゼブ水和剤にDMTP乳剤を混用した場合の防除効果について検討したが、これまで指摘されていたような大幅な効果の低下は認められず、マンゼブ水和剤単用散布と同程度の効果が得られた。この原因については不明で、今後さらに人工降雨条件下での基礎的な試験結果等も含めて明らかにしたい。

一方、これら2種類の薬剤に対してさらにマシン油乳剤を混用することによって黒点病に対する防除効果はマンゼブ水和剤単用散布を上まわり、マンゼブ水和剤とマシン油乳剤との2種混用の場合とほぼ同程度～やや劣る程度にまで向上した。このことから、3種混用の場合にもマシン油乳剤は防除効果を助長するアジュバントとして機能していることが明らかになった。今後さらにDMTP乳剤以外の主要殺虫剤との組み合わせについても検討する必要がある。

なお、殺菌剤にマシン油乳剤を混用することによって第2節で示したように対象病害に対する防除効果の向上が明らかになっているが、殺虫剤や殺ダニ剤にマシン油乳剤を混用した場合、それらの薬剤の防除効果がどのように変動するのかについての報告は少ないようである。しかし、ミカンサビダニに卓効を示すピリダベン水和剤にマシン油乳剤を混用した場合、同水和剤の残効が短くなり、防除効果の低下をきたすことが明らかになっている(衛藤・田代, 1999)。このため、今後は殺虫剤や殺ダニ剤の防除効果に及ぼすマシン油乳剤混用の影響についても明らかにしていく必要がある。

### 第5節 マシン油乳剤混用による殺菌剤の防除効果向上機構

殺菌剤にマシン油乳剤を混用すると、なぜ殺菌剤の防除効果が向上するのであろうか。その点を明らかにするために、まず黒点病防除剤であるマンゼブ水和剤を用いて同剤にマシン油乳剤およびDMTP乳剤を混用した場合の薬液の初期付着量を比較した。さらに、第3節で述べたようにマシン油乳剤の混用によってマンゼブ水和剤の耐雨性の向上が示唆されたので、温州ミカンの果実や春葉等に単用散

布またはマシン油乳剤と混用散布した場合のマンゼブ付着量の減衰状況を人工降雨および自然降雨条件下において調査した。

## 材料および方法

### 1) 供試薬剤

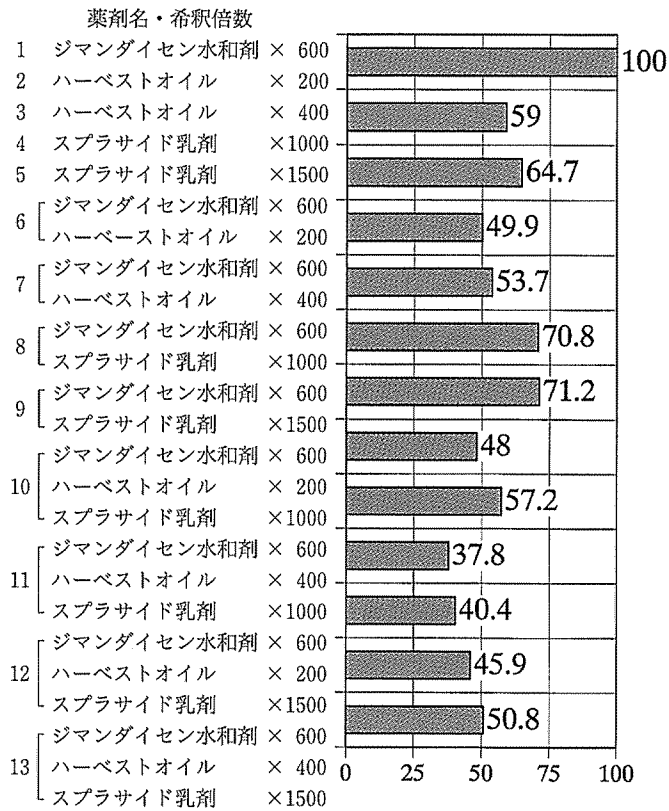
殺菌剤として黒点病防除剤であるマンゼブ水和剤(ジマンガイセン水和剤)600倍、殺虫剤としてカイガラムシ類およびゴマダラカミキリ防除剤であるDMTP乳剤(スプラサイド乳剤40)1000倍、1500倍、マシン油乳剤としてハーベストオイル200倍、400倍を供試した。

### 2) 薬液の初期付着量調査

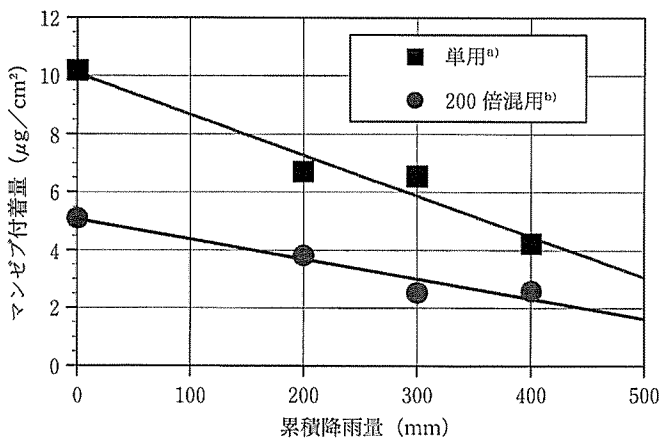
第1図に示すように各薬剤の単用および混用薬液を調整し、ハンドスプレーを用いて温州ミカン(品種: '大津4号')果実から薬液が流れ落ちる直前まで十分量を散布した。直ちに果実重量を測定し、散布前の果実重量との差を薬液の初期付着量とした。測定は3回繰り返し、その平均値を求め、マンゼブ水和剤600倍散布時の付着量を100%として各薬剤の付着割合を算出した。

### 3) 人工降雨および自然降雨条件下におけるマンゼブ付着量の分析

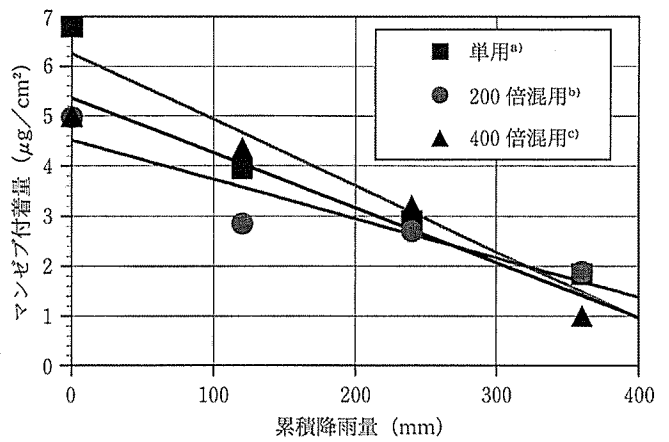
第2図～第4図に示すような薬液を調整し、ハンドスプレーを用いて試験1では温州ミカン果実(品種: '興津早生'), 試験2では市販のオレンジ果実から薬液が流れ落ちる直前まで十分量を散布した。風乾後、人工降雨機(DIK-6000)を用いて試験1では累積降雨量200mm, 300mm, 400mm, 試験2では累積降雨量120mm, 240mm, 360mmの降雨処理を行った。降雨強度は17mm/時間で、1日あたりの連続降雨量は試験1では50mm, 試験2では60mmとし、それぞれの累積降雨量に達した時点で任意に8果を回収し、分析に供した。試験3では動力噴霧器を用いて温州ミカン樹(品種: '興津早生')の枝葉から薬液が滴り落ちる程度に十分量を散布し、自然降雨条件下で薬剤散布後の累積降雨量が115mm, 195mm, 315mmに達した時点でそれぞれ春葉10葉を回収し、同様に分析に供した。これらの試料の付着マンゼブ量を分析後、単位面積あたりの付着量( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )を算出した。なお、分析はアグリード株式会社日本リサーチセンターに依頼した。



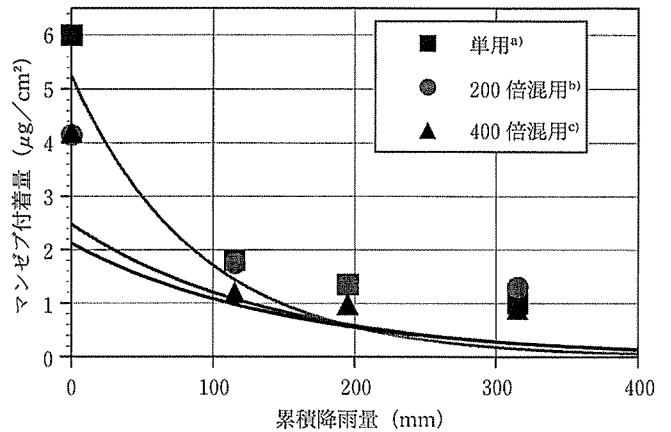
第1図 各種薬剤を混用散布した場合の薬液の付着割合  
 a) 薬液の付着割合 (%) = (各種薬剤混用散布時の付着量 / ジマンダイセン水和剤 600 倍単用散布時の付着量) × 100



第2図 温州ミカン果実に散布されたマンゼブの減衰に及ぼすマシン油乳剤の混用および累積降雨量の影響  
 a) マンゼブ水和剤 (商品名: ジマンダイセン水和剤) 散布区。  
 b) マシン油乳剤 200 倍混用マンゼブ水和剤 (商品名: ジマンダイセン水和剤) 600 倍散布区。



第3図 オレンジ果実に散布されたマンゼブの減衰に及ぼすマシン油乳剤の混用および累積降雨量の影響 (人工降雨条件下)  
 a) マンゼブ水和剤 (商品名: ジマンダイセン水和剤) 散布区。  
 b) マシン油乳剤 200 倍混用マンゼブ水和剤 (商品名: ジマンダイセン水和剤) 600 倍散布区。  
 c) マシン油乳剤 400 倍混用マンゼブ水和剤 (商品名: ジマンダイセン水和剤) 600 倍散布区。



第4図 温州ミカン春葉に散布されたマンゼブ付着量の減衰に及ぼすマシン油乳剤の混用および累積降雨量の影響 (自然降雨条件下)  
 a) マンゼブ水和剤 (商品名: ジマンダイセン水和剤) 散布区。  
 b) マシン油乳剤 200 倍混用マンゼブ水和剤 (商品名: ジマンダイセン水和剤) 600 倍散布区。  
 c) マシン油乳剤 400 倍混用マンゼブ水和剤 (商品名: ジマンダイセン水和剤) 600 倍散布区。

## 結 果

マンゼブ水和剤へのマシン油乳剤および DMTP 乳剤の混用が薬液の初期付着量に及ぼす影響

マンゼブ水和剤 600 倍にマシン油乳剤および DMTP 乳剤を混用した場合の薬液の初期付着量の比較を第1図に示

した。マンゼブ水和剤 600 倍の果面への初期付着量を 100%とした場合、本剤 600 倍にマシン油乳剤 200 倍、400 倍を混用したところ、それぞれ 70.8%、71.2%に減少し、DMTP 乳剤 1000 倍、1500 倍混用ではそれぞれ 48.0%、57.2%に減少した。さらに、マンゼブ水和剤 600 倍にマシン油乳剤 200 倍と DMTP 乳剤 1000 倍の 2 薬剤を同時に混用した場合の付着量は 40.4%に減少した。一方、マシン油乳剤 200 倍と DMTP 乳剤 1500 倍を同時に混用した場合には 45.9%、マシン油乳剤 400 倍と DMTP 乳剤 1500 倍を同時に混用した場合には 50.8%に減少した。

#### マンゼブ水和剤へのマシン油乳剤の混用が降雨によるマンゼブの流亡に及ぼす影響

試験 1：第 2 図に示すように温州ミカン果実上でのマンゼブの初期付着量はマシン油乳剤 200 倍混用区で明らかに少なく、マンゼブ水和剤単用散布の約 50%であった。その後、降雨量の増加とともに付着量は減少したが、マシン油乳剤 200 倍混用区が単用区よりも緩やかな減衰曲線を示し、このため累積降雨量 400 mm 時点でのマンゼブ付着量は単用区では  $4.2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、混用区では  $2.6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と散布直後に比べるとその差は縮まった。しかし、初期付着量の違いが大きかったため、なお約 16 倍の差が認められた。

試験 2：第 3 図に示すようにオレンジ果実上でのマンゼブの初期付着量はマシン油乳剤 200 倍混用区および同 400 倍混用区ともにマンゼブ水和剤単用散布の約 70%であった。その後、降雨量の増加とともに付着量は減少したが、単用区に比べてマシン油乳剤混用区が緩やかな減衰曲線を示した。このため、累積降雨量 120 mm 時点でのマンゼブ付着量は単用区と 400 倍混用区でほぼ同等の約  $4 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ となり、200 倍混用区では  $2.8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ であった。累積降雨量 240 mm 時点では差はさらに縮まり、累積降雨量 360 mm 時点ではすべての区で約  $2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ となった。

試験 3：第 4 図に示すように温州ミカン春葉上でのマンゼブの初期付着量はマシン油乳剤混用区で明らかに少なく、マシン油乳剤 200 倍混用区および 400 倍混用区ともにマンゼブ水和剤単用散布の約 70%であった。その後、降雨量の増加とともに付着量は減少したが、単用区に比べてマシン油乳剤混用区が緩やかな減衰曲線を示した。しかし、葉面上でのマンゼブの減衰は果実上の場合よりも早く、累積降雨量 195 mm 以降は各処理区ともに約  $1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 前後で推移した。

## 考 察

殺菌剤にマシン油乳剤を混用すると殺菌剤の付着量は大幅に減少することが知られている（貞松・実松，1980-a，

山本，1991）。本試験においても、マシン油乳剤の混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。また、薬剤の耐雨性の面からもマシン油乳剤の混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混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, G.E., 1974, 磯田・山本, 1980; 貞松, 1980-b; 貞松・実松, 1980-a)。このため、現時点では仮説の域を出ないが、著者らはワックス層および表皮細胞への殺菌剤の有効成分の取り込み量がマシン油乳剤の混用によって増加することで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。植物体のワックス層や表皮細胞あるいは細胞間隙等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予想され、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、さらにこれらの部位に有効成分が取り込まれたことによって降雨の影響を受けにくくなることが考えられる。本試験では植物体の表面とワックス層および表皮細胞とに分別し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い、付着薬量の解析を進めることによって、マシン油乳剤の混用による殺菌剤の防除効果向上機構の解明が図られていくものと期待される。

なお、本試験では 2 回、3 回と薬剤散布を繰り返した場合のマンゼブ付着量の推移については検討していない。銅水和剤とマシン油乳剤とを混用散布した場合、銅剤の単用散布に比べて初期の銅付着量は少ないが、さらに 2 回、3 回と散布を繰り返すことによってカンキツ葉上の銅付着量が大幅に増加することが示されている（磯田・山本, 1980; 長浜ら, 1981; 磯田・山本, 1983)。この機構として、マシン油乳剤に含まれているパラフィン系物質が固着剤として作用し、連続散布によって銅剤の固着性を向上させている可能性が指摘されている（磯田・山本, 1983)。今後さらに、重複散布条件下における殺菌剤の付着量に及ぼす降雨の影響についても検討を加え、マシン油乳剤混用による殺菌剤の防除効果向上機構を明らかにしていく必要がある。

## 第 6 節 展葉初期から梅雨期までの殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用した場合のミカンハダニに対する密度抑制効果

マシン油乳剤はミカンハダニの気門閉塞という物理的な

作用機作（内山ら，1971）を有していることから抵抗性発達のおそれがなく（真梶・桑原，1983；古橋，1992），ミカンハダニ防除において重要な位置を占めている（真梶・桑原，1983；駒崎，1991）。しかし，カンキツの生育期における本剤の効果は150倍から200倍液の梅雨期1回散布での試験事例について論じられているのが一般的で，この場合，散布むらや散布直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（古橋，1992）。一方，マシン油乳剤の連続散布によるミカンハダニ密度の抑制効果について検討された例はこれまで夏柑でみられるのみであるが，この場合，3月から9月まで7回程度の散布（山本ら，1981）が行われており，温州ミカンにおいては果実品質に及ぼす悪影響の面などから実用的でないと思われた。そこで，本試験では温州ミカンの展葉初期から梅雨期にかけて3～4回散布される殺菌剤にマシン油乳剤を200倍および400倍で混用した場合のミカンハダニに対する密度抑制効果について1998年から2000年までの3年にわたり検討した。

## 材料および方法

### 1) 散布時期と方法

展葉初期から梅雨期における殺菌剤散布時にマシン油乳剤を200倍または400倍となるように混用し，薬液が枝葉および果実から滴り落ちる程度に十分量を散布した。さらに，試験によっては8月下旬～9月上旬に殺ダニ剤を散布する区を設けた。散布時期は第5図～第10図に示すとおりで，供試品種，区制，供試殺ダニ剤，試験期間中の降雨状況については各図の脚注に示した。

### 2) 調査方法

第1回目の薬剤散布直前に供試樹の赤道面部から任意に選んだ30葉に寄生しているミカンハダニの雌成虫数を計数し，100葉あたりの寄生頭数を算出した。その後，経時的に同様の調査を行った。

## 結 果

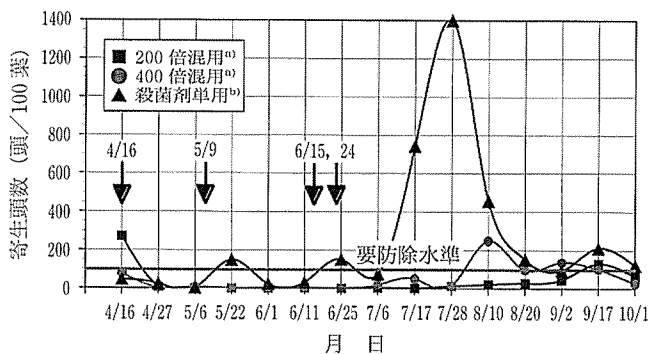
展葉初期から梅雨期までの殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用することによって，ミカンハダニに対してどの程度の密度抑制効果が得られるのかについて検討した結果を第5図に示した。マシン油乳剤を混用しなかった場合には5月下旬および6月下旬に寄生率30%の要防除水準（古橋，1997）を上まわり，さらに7月中旬から下旬にかけて急激に密度が上昇し，その後も寄生密度は要防除水準を超えた状態が続き，葉および果実が白っぽいカスリ状になっ

た。一方，マシン油乳剤混用区では4回の散布によって7月下旬まで極めて低密度に推移した。この場合，本剤の200倍と400倍との濃度間差は認められず，400倍区でも十分な密度抑制効果が得られた。200倍区ではその後，収穫期まで要防除水準以下で推移し，400倍区では8月10日および9月2日の調査で同水準をやや上まわったが，被害果の発生までには至らなかった。

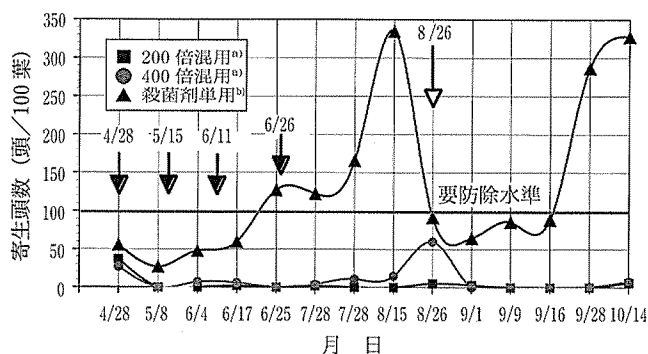
次に，展葉初期から7月上旬までの間に3～4回実施した殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用し，さらに8月下旬～9月上旬に殺ダニ剤を散布する体系による密度抑制効果を検討した。その結果，1998年試験では第6図に示すように殺菌剤単用区では6月25日に要防除水準を超え，8月15日には約330頭/100葉に達した。その後，9月中旬までは比較的低密度で推移したが，9月28日以降は要防除水準を上まわり，果実被害を生じた。一方，マシン油乳剤混用区では400倍区で8月下旬に密度の上昇がみられたが，要防除水準に達することはなく，このため200倍区，400倍区ともに8月26日に散布されたエトキサゾールフロアブルの効果は高く発現し，10月上旬の収穫時期までごく低密度で推移したことから被害果を生じることはなかった。

1999年試験のうち‘宮川早生’で実施した結果を第7図に示した。マシン油乳剤混用区では200倍区および400倍区ともに8月上旬まで要防除水準以下に密度を抑制した。これに対して殺菌剤単用区では7月中旬以降急激に密度が上昇して7月30日には約750頭/100葉にまで達し，8月下旬までは高密度状態が続いたために葉の白化を生じた。その後，400倍混用区では8月27日に要防除水準をやや上まわったが急増することなく，また，殺菌剤単用区では寄生頭数が激減したため，9月13日に散布したアセキノシルフロアブルの効果はマシン油乳剤混用区，殺菌剤単用区ともに極めて高く発現し，10月20日の最終調査時までミカンハダニの寄生はほとんど認められなかった。次に‘上野早生’での結果を第8図に示した。殺菌剤単用区では7月22日に要防除水準を上まわり，8月16日には約450頭/100葉に達し，葉の白化を生じたが，その後は激減し，9月2日以降は要防除水準以下で推移した。一方，マシン油乳剤混用区では200倍区，400倍区ともに9月3日のアセキノシルフロアブル散布時まで要防除水準に達することなく，同フロアブルの散布によって10月18日の最終調査時までミカンハダニの寄生はほとんど認められなかった。

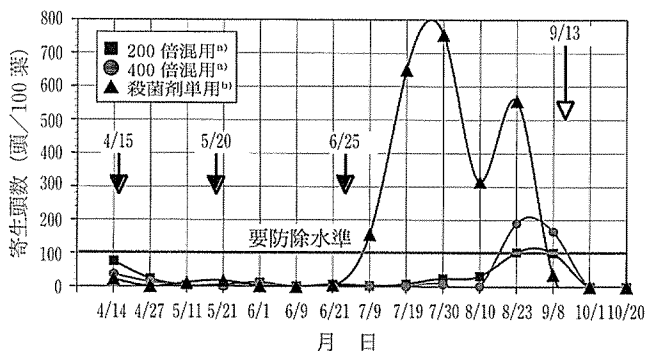
2000年試験のうち‘上野早生’で実施した結果は第9図に示した。マシン油乳剤混用区では200倍区および400倍混用区ともに8月下旬まで要防除水準以下に密度を抑制し



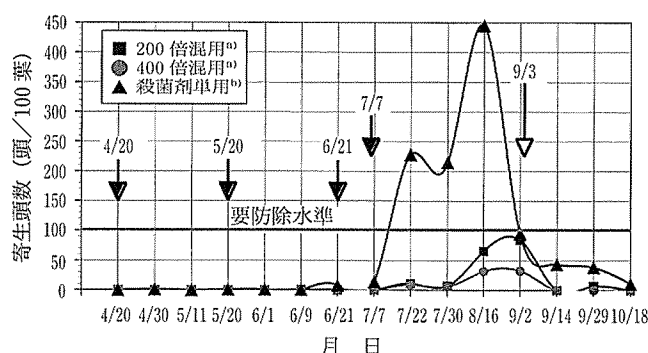
第5図 4月から6月下旬の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用した場合のミカンハダニの密度抑制効果 (1998年試験)<sup>○</sup>  
 a) 4月16日, 5月9日, 6月15日, 6月24日の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用。  
 b) 殺菌剤のみを散布。  
 c) 佐賀県果樹試験場内ほ場, '宮川早生' 27年生, 1区3樹。



第6図 4月から6月下旬の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用し, 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 (1998年試験)<sup>○</sup>  
 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ン油乳剤を混用し, さらに8月23日にエトキサゾールフロアブル (商品名: パロックフロアブル) 2,000倍液を散布。  
 b) 殺菌剤のみを散布, 8月23日のエトキサゾールフロアブルも無散布。  
 c) 多久市別府の現地農家ほ場, '上野早生' 11年生, 1区6樹。



第7図 4月から6月下旬の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用し, さらに9月中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 (1999年試験)<sup>○</sup>  
 a) 4月15日, 5月20日, 6月25日の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用し, さらに9月13日にアセキノシルフロアブル (商品名: カネマイトフロアブル) 1,000倍液を散布。  
 b) 6月25日まで殺菌剤のみを散布, 9月13日にアセキノシルフロアブル 1,000倍液を散布。  
 c) 佐賀県果樹試験場内ほ場, '宮川早生' 28年生, 1区5樹。

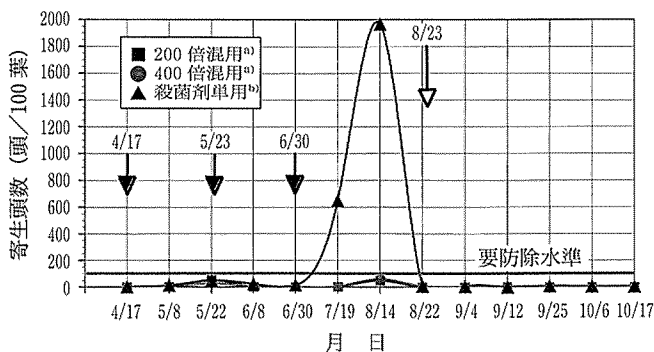


第8図 4月から7月上旬の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用し, さらに9月上旬に殺ダニ剤を散布した防除体系によるミカンハダニの密度抑制効果 (1999年試験)<sup>○</sup>  
 a) 4月28日, 5月23日, 6月30日の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用し, さらに9月3日にアセキノシルフロアブル (商品名: カネマイトフロアブル) 1,000倍液を散布。  
 b) 殺菌剤のみを散布, 9月3日のアセキノシルフロアブルも無散布。  
 c) 多久市別府の現地農家ほ場, '上野早生' 12年生, 1区6樹。

た。これに対して殺菌剤単用区では7月中旬以降急激に密度が上昇し, 8月14日には約2,000頭/100葉にまで達して葉の白化を生じた。その後寄生頭数が激減したために8月23日に散布したミルベメクチン水和剤の効果はマシン油乳剤混用区, 無混用区ともに極めて高く発現し, 約2ヵ月後の10月17日の最終調査時までミカンハダニの寄生はほとんど認められなかった。'大津4号'での結果は第10図

に示した。殺菌剤単用区では5月下旬に要防除水準を上まわる350頭/100葉に密度が上昇し, その後低下したものの7月21日には再び同水準を上まわった。さらに, その後の寄生頭数は急増し, 9月4日には約600頭/100葉, 9月2日には約950頭/100葉に達し, 10月中旬まで要防除水準を上まわり, 果実および葉の白化を生じた。一方, マシン油乳剤200倍混用区では9月4日のアセキノシル散





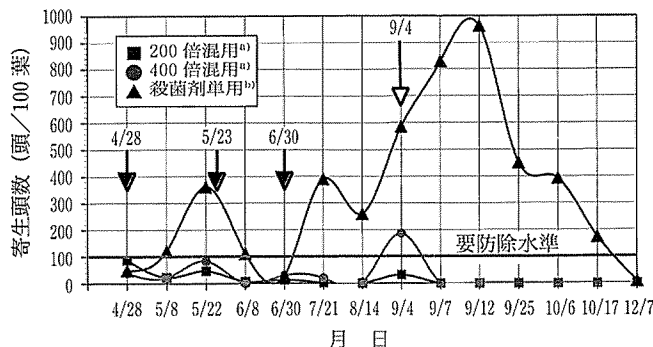
第9図 4月から6月下旬の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用し、さらに8月下旬に殺ダニ剤を散布した防除体系によるミカンハダニの密度抑制効果 (2000年試験)<sup>a)</sup>

- a) 4月17日、5月23日、6月30日の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用し、さらに8月23日にミルベメクテン水和剤 (商品名: コロマイト水和剤) 2,000倍液を散布。
- b) 6月30日まで殺菌剤のみを散布, 8月23日にミルベメクテン水和剤 2,000倍液を散布。
- c) 多久市別府の現地農家ほ場, '上野早生' 13年生, 1区6樹。

布時まで要防除水準に達することはなかったが、同400倍混用区では9月4日に要防除水準をやや上まわる200頭/100葉まで寄生密度が上昇した。しかし、9月4日に散布されたアセキノシルフロアブルによって12月7日の最終調査時までミカンハダニの寄生はほとんど認められなかった。

## 考 察

マシン油乳剤をミカンハダニ防除を目的として春～梅雨期に使用する場合、150倍から200倍の希釈液を1回散布するのが一般的である (古橋, 1992)。しかし、本試験ではマシン油乳剤の連続散布が樹体や果実品質に及ぼす悪影響をできるだけ少なくするという観点から、使用基準のなかでも低濃度の設定である200倍およびさらにその12濃度である400倍を殺菌剤へ混用した場合のミカンハダニに対する密度抑制効果について検討した。その結果、マシン油乳剤200倍液の展葉初期から梅雨期にかけての連続散布によって高い密度抑制効果が得られた。一方、400倍区では6例中3例で要防除水準を越える場合もみられたが、その時期は8月中旬以降で、急増することなく、8月下旬以降の殺ダニ剤散布時まで十分な密度抑制効果が持続し、ミカンハダニに対するマシン油乳剤の低濃度連続散布の有効性が実証された。今後はミカンハダニの密度に応じてマシン油乳剤の濃度を変えた場合の密度抑制効果について検討する必要がある。なお、本試験はマシン油乳剤に殺菌剤



第10図 4月から6月下旬の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用し、さらに9月上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 (2000年試験)<sup>a)</sup>

- a) 4月28日、5月23日、6月30日の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用し、さらに9月4日にアセキノシルフロアブル (商品名: カネマイトフロアブル) 1,000倍液を散布。
- b) 殺菌剤のみを散布。
- c) 多久市別府の現地農家ほ場, '大津4号' 11年生, 1区6樹。

を混用した場合の密度抑制効果をみたものであり、マシン油乳剤単独散布との効果比較は行っていない、しかし、これまでの知見によると、マシン油乳剤にマンゼブ水和剤を混用しても殺ダニ効果は低下しないことが明らかにされており (大久保, 1980; 清田・山本, 1980; 河野・橋元, 1980), マンゼブ水和剤以外の殺菌剤について検討する必要は残されているものの、ミカンハダニの密度抑制効果の面からはマシン油乳剤と殺菌剤との混用散布について問題が生じることはないと思われる。

マシン油乳剤の欠点として、一般に有機合成された殺ダニ剤に比べて残効の短いことが指摘されている (古橋, 1992) が、本試験で行ったような連続散布によってこの欠点は改善されるものと考えられる。一般にマシン油乳剤のミカンハダニに対する効果の発現場面として、気門閉塞による物理的な殺虫作用 (内山ら, 1971) があげられるが、このこと以外にマシン油乳剤を散布した葉上では雌成虫の寿命の短縮と産卵数の減少および卵の孵化率の低下が生じることが明らかになっている (横尾ら, 1978; 大久保, 1982)。このため、200倍混用でももちろんのこと、400倍という低濃度での混用の場合にも本剤の連続散布によってこれらの作用がさらに向上して密度抑制効果の安定に寄与していることが考えられ、今後の検討課題である。

本試験では展葉初期から梅雨期にかけて3～4回の実験用マシン油乳剤散布を行っており、冬季散布も含めると本防除体系における年間の使用回数は4～5回となる。試験を実施していた当時、マシン油乳剤の使用回数は農薬安全使用基

準で3回以内に制限されていた。この基準は冬季1回、夏季1回の計2回の散布を念頭に置いて設定されたもので、マシン油乳剤の積極的な利用を図る上で支障があったことから早急な見直しを要望した。その結果、天然資材であるマシン油乳剤の残留基準値は設定されていないこともあって2002年12月に使用回数は5回以内に変更された。

今後は3～4回の連続散布条件下においてミカンハダニ密度を抑制できる限界の濃度を明らかにし、樹体や果実品質への悪影響をできるだけ低減するためにより低濃度での登録を図ることも必要である。

### 第7節 展葉期から梅雨期までの殺菌剤散布時におけるマシン油乳剤の混用が果実品質に及ぼす影響

カンキツに対するマシン油乳剤の散布は一般に光合成作用、呼吸作用を低下させ（Weddingら、1952；森永ら、1981；大井ら、1998）、その結果、果実形質に悪影響を及ぼすとされている（Dean and Hoelscher, 1967；Rielら、1954；Rielら、1956；松永、1976）。また、温州ミカンでは各種殺菌剤の散布直後に光合成速度が大きく低下すること、しかし、その後4～5日目には散布前の状態に回復することが示されている（日野ら、1974）。さらに、‘大三島ネーブル’ではマシン油乳剤とマンゼブ水和剤との混用散布によって光合成速度が長期にわたって抑制される（門屋ら、1985）が、このことが果実品質へ及ぼす影響については明らかにされていない。そこで、展葉初期から梅雨期における3～4回の殺菌剤散布時にマシン油乳剤を混用した場合、温州ミカンの果実品質にどのような影響が生じるのかについて検討した。

#### 材料および方法

##### 1) 散布時期と方法

1998年から2000年にかけて展葉初期から梅雨期における殺菌剤散布時にマシン油乳剤を200倍または400倍となるように混用し、葉液が枝葉および果実から滴り落ちる程度に十分量を散布した。供試薬剤、散布時期は第8表～第12表に示すとおりで、供試品種、区制、試験期間中の降雨状況については各表の脚注に示した。

##### 2) 調査方法

慣行収穫期に1樹あたり20果ずつ収穫し、糖度および酸度は糖酸分析計（HORIBA製）で、着色については色差計（日本電色工業ND1001DI）で1果ずつ測定した。

## 結 果

1998年の試験では第8表に示す‘宮川早生’の場合および第9表に示す‘上野早生’の場合ともにマシン油乳剤200倍混用区および同400倍混用区における果実の糖度、酸度、糖酸比および着色程度は殺菌剤単用区と同程度で、有意な差は認められなかった。

1999年に‘上野早生’を用いた試験では第10表に示すようにマシン油乳剤200倍混用区および同400倍混用区における果実の糖度および糖酸比については殺菌剤単用区と有意な差は認められなかったが、酸度については400倍混用区で高く、着色については400倍混用区でL値が低い傾向にあった。

2000年に‘上野早生’を用いた試験では第11表に示すようにマシン油乳剤200倍混用区および同400倍混用区ともに果実の糖度、酸度および糖酸比は殺菌剤単用区に劣った。一方、‘大津4号’では第12表に示すようにマシン油乳剤の混用の有無にかかわらず果実形質に有意な差は認められなかった。

## 考 察

梅雨期の最終散布から収穫までの期間が温州ミカンのなかでは比較的短い極早生品種‘上野早生’において、展葉初期から梅雨期にかけて行った4回の殺菌剤散布時に混用したマシン油乳剤の果実品質に及ぼす悪影響は1998年と1999年に実施した試験では認められなかった。一方、2000年の試験ではマシン油乳剤の散布回数は3回とこれまでよりも少なかったにもかかわらず、糖度の低下などを生じた。しかし、マシン油乳剤を混用していない場合にはミカンハダニの密度が8月中旬には1400頭/葉に達し、このような多発条件下では果実糖度が上昇することが認められており（内田ら、1967；松尾・関、1969）、マシン油乳剤の混用によって糖度の低下が引き起こされているのかどうかは判然としない。また、1例ずつの試験ではあるが、早生品種である‘宮川早生’に対する4回散布、中生品種である‘大津4号’に対する3回散布ではマシン油乳剤の混用による果実品質への悪影響は認められなかった。このように試験例数が少なく、さらに、厳密な意味でマシン油乳剤が果実形質に及ぼす影響について検討できていないことから、展葉初期から梅雨期にかけてのマシン油乳剤の連続散布が果実品質に及ぼす影響については現時点では明らかでない。さらに、本試験における試験区の規模は1区1樹3反復と小さく、一方で果実形質は樹体間差が大きかったことから、処理間差を十分に検討できていないとは言い難い面

第8表 展葉初期から梅雨期の殺菌剤散布時におけるマシン油乳剤の混用が‘宮川早生’の果実品質に及ぼす影響 (1998年)<sup>a)</sup>

供試薬剤と散布時期			糖度	酸度	糖酸比	着色程度		
4月16日	5月9日	6月15日・6月24日				L	a	b
{ ジチアノン F <sup>b)</sup> マシン油乳剤 200 倍 <sup>d)</sup>	{ マンゼブ W <sup>c)</sup> マシン油乳剤 200 倍	{ マンゼブ W マシン油乳剤 200 倍	8.7 <sup>a)</sup>	0.70 <sup>b)</sup>	12.4 <sup>b)</sup>	57.6	25.5	36.0
{ ジチアノン F マシン油乳剤 400 倍	{ マンゼブ W マシン油乳剤 400 倍	{ マンゼブ W マシン油乳剤 400 倍	8.5 <sup>a)</sup>	0.77 <sup>ab)</sup>	11.0 <sup>ab)</sup>	58.3	25.9	37.3
ジチアノン F	マンゼブ W	マンゼブ W	9.3 <sup>a)</sup>	0.77 <sup>ab)</sup>	12.1 <sup>b)</sup>	57.2	26.9	35.3
-	-	-	8.6 <sup>a)</sup>	0.82 <sup>a)</sup>	10.5 <sup>a)</sup>	56.0	24.2	34.3

a) 場内ほ場で実施，供試品種：‘宮川早生’ 27年生，1区1樹3反復，試験期間中の降雨状況および調査月日は下記のとおり。  
表中の数字のアルファベットは Fisher's PLSD の多重検定により同一文字間に 5%水準で有意差がないことを示す。

4月16日 - 5月9日 - 6月15日 - 6月24日 - 11月10日 (調査)

降雨量(mm)	161	361	376	636
降雨日数(日)	9	17	7	39

- b) ジチアノンフロアブル (商品名：デランフロアブル) 1,000倍。  
c) マンゼブ水和剤 (商品名：ジマンガイセン水和剤) 600倍。  
d) 商品名：ハーベストオイル。

第9表 展葉初期から梅雨期の殺菌剤散布時におけるマシン油乳剤の混用が‘上野早生’の果実品質に及ぼす影響 (1998年)<sup>a)</sup>

供試薬剤と散布時期			糖度	酸度	糖酸比	着色程度		
4月28日	5月15日	6月11日・6月26日				L	a	b
マシン油乳剤 200 倍 <sup>d)</sup>	{ マンゼブ W <sup>b)</sup> マシン油乳剤 200 倍	{ イミノクタジン・AW <sup>c)</sup> マシン油乳剤 200 倍	9.1 <sup>a)</sup>	0.87 <sup>a)</sup>	10.5 <sup>a)</sup>	63.2	3.3	39.1
マシン油乳剤 400 倍	{ マンゼブ W マシン油乳剤 400 倍	{ イミノクタジン・AW マシン油乳剤 400 倍	9.7 <sup>a)</sup>	0.94 <sup>a)</sup>	10.3 <sup>a)</sup>	62.4	1.0	38.0
-	-	イミノクタジン・AW	9.9 <sup>a)</sup>	0.95 <sup>a)</sup>	10.4 <sup>a)</sup>	63.0	3.9	38.8

a) 多久市別府の農家ほ場で実施，供試品種：‘上野早生’ 11年生，1区1樹3反復，試験期間中の降雨状況および調査月日は下記のとおり。  
表中の数字のアルファベットは Fisher's PLSD の多重検定により同一文字間に 5%水準で有意差がないことを示す。

4月28日 - 5月15日 - 6月11日 - 6月26日 - 10月14日 (調査)

降雨量(mm)	212	151	553	450
降雨日数(日)	7	11	12	32

- b) マンゼブ水和剤 (商品名：ジマンガイセン水和剤) 600倍。  
c) イミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤 (商品名：サーガ水和剤) 500倍。  
d) 商品名：ハーベストオイル。

第10表 展葉初期から梅雨期の殺菌剤散布時におけるマシン油乳剤の混用が‘上野早生’の果実品質に及ぼす影響 (1999年)<sup>a)</sup>

供試薬剤と散布時期			糖度	酸度	糖酸比	着色程度		
4月20日	5月20日	6月21日・7月7日				L	a	b
{ ジチアノン F <sup>b)</sup> マシン油乳剤 200 倍 <sup>e)</sup>	{ I・マンゼブ W <sup>c)</sup> マシン油乳剤 200 倍	{ マンゼブ W <sup>d)</sup> マシン油乳剤 200 倍	8.1 <sup>a)</sup>	1.02 <sup>a)</sup>	7.9 <sup>a)</sup>	60.4	-1.6	36.9
{ ジチアノン F マシン油乳剤 400 倍	{ I・マンゼブ W マシン油乳剤 400 倍	{ マンゼブ W マシン油乳剤 400 倍	8.4 <sup>a)</sup>	1.05 <sup>a)</sup>	8.0 <sup>a)</sup>	58.0	-1.8	36.5
ジチアノン F	I・マンゼブ W	マンゼブ W	8.2 <sup>a)</sup>	0.96 <sup>a)</sup>	8.6 <sup>a)</sup>	61.8	-1.0	37.9

a) 多久市別府の農家ほ場で実施，供試品種：‘上野早生’ 12年生，1区1樹3反復，試験期間中の降雨状況および調査月日は下記のとおり。  
表中の数字のアルファベットは Fisher's PLSD の多重検定により同一文字間に 5%水準で有意差がないことを示す。

4月20日 - 5月20日 - 6月21日 - 7月7日 - 10月19日 (調査)

降雨量(mm)	66	237	401	911
降雨日数(日)	6	14	11	49

- b) ジチアノンフロアブル (商品名：デランフロアブル) 1,000倍。  
c) イミベンコナゾール・マンゼブ水和剤 (商品名：マネーJM水和剤) 600倍。  
d) マンゼブ水和剤 (商品名：ジマンガイセン水和剤) 600倍。  
e) 商品名：ハーベストオイル。

第 11 表 展葉初期から梅雨期の殺菌剤散布時におけるマシン油乳剤の混用が‘上野早生’の果実品質に及ぼす影響 (2000 年)<sup>a)</sup>

供試薬剤と散布時期			糖度	酸度	糖酸比	着色程度		
4月17日	5月23日	6月30日				L	a	b
{ジチアノン F <sup>b)</sup> マシン油乳剤 200 倍 <sup>c)</sup>	{I・マンゼブ W <sup>c)</sup> マシン油乳剤 200 倍	{マンゼブ W <sup>d)</sup> マシン油乳剤 200 倍	8.7 <sup>b)</sup>	0.92 <sup>ab)</sup>	9.5 <sup>b)</sup>	64.0	10.8	41.4
{ジチアノン F マシン油乳剤 400 倍	{I・マンゼブ W マシン油乳剤 400 倍	{マンゼブ W マシン油乳剤 400 倍	8.9 <sup>ab)</sup>	0.97 <sup>b)</sup>	9.2 <sup>b)</sup>	65.8	11.3	42.0
ジチアノン F	I・マンゼブ W	マンゼブ W	9.4 <sup>a)</sup>	0.88 <sup>a)</sup>	10.7 <sup>a)</sup>	65.5	12.5	42.4

a) 多久市別府の農家は場で実施，供試品種：‘上野早生’ 13 年生，1 区 1 樹 3 反復，試験期間中の降雨状況および調査月日は下記のとおり。表中の数字のアルファベットは Fisher's PLSD の多重検定により同一文字間に 5%水準で有意差がないことを示す。

	4月17日	5月23日	6月30日	10月19日 (調査)
降雨量(mm)	66	237	401	
降雨日数(日)	6	14	11	

- b) ジチアノンフロアブル (商品名：デランフロアブル) 1,000 倍。  
 c) イミベンコナゾール・マンゼブ水和剤 (商品名：マネージM水和剤) 600 倍。  
 d) マンゼブ水和剤 (商品名：ジマンガイセン水和剤) 600 倍。  
 e) 商品名：ハーベストオイル。

第 12 表 展葉初期から梅雨期の殺菌剤散布時におけるマシン油乳剤の混用が‘大津 4 号’の果実品質に及ぼす影響 (2000 年)<sup>a)</sup>

供試薬剤と散布時期			糖度	酸度	糖酸比	着色程度		
4月28日	5月23日	6月30日				L	a	b
{ジチアノン F <sup>b)</sup> マシン油乳剤 200 倍 <sup>c)</sup>	{I・マンゼブ W <sup>c)</sup> マシン油乳剤 200 倍	{マンゼブ W <sup>d)</sup> マシン油乳剤 200 倍	9.3 <sup>b)</sup>	1.11 <sup>a)</sup>	8.4 <sup>a)</sup>	60.9	27.3	38.3
{ジチアノン F マシン油乳剤 400 倍	{I・マンゼブ W マシン油乳剤 400 倍	{マンゼブ W マシン油乳剤 400 倍	9.9 <sup>a)</sup>	1.10 <sup>a)</sup>	9.0 <sup>a)</sup>	60.3	28.7	38.0
ジチアノン F	I・マンゼブ W	マンゼブ W	10.0 <sup>a)</sup>	1.15 <sup>a)</sup>	8.7 <sup>a)</sup>	60.2	29.3	38.3

a) 多久市別府の農家は場で実施，供試品種：‘大津 4 号’ 11 年生，1 区 1 樹 3 反復，試験期間中の降雨状況および調査月日は下記のとおり。表中の数字のアルファベットは Fisher's PLSD の多重検定により同一文字間に 5%水準で有意差がないことを示す。

	4月28日	5月23日	6月30日	12月7日 (調査)
降雨量(mm)	66	237	401	
降雨日数(日)	6	14	11	

- b) ジチアノンフロアブル (商品名：デランフロアブル) 1,000 倍。  
 c) イミベンコナゾール・マンゼブ水和剤 (商品名：マネージM水和剤) 600 倍。  
 d) マンゼブ水和剤 (商品名：ジマンガイセン水和剤) 600 倍。  
 e) 商品名：ハーベストオイル。

もある。このため，今後はポット試験レベルでの厳密な解析とともに，より大きな試験規模での検討が望まれるが，これまでは果実分析などに要する手間などを考慮すると困難であった。しかし，現在普及が始まっている非破壊（光センサー）選果機を利用することによってこの問題は解決可能である。今後は例えば一つの処理区の面積が 2～3 a 程度で，ラテン方格法による解析が可能な試験を行い，マシン油乳剤の散布濃度や散布時期および他剤との混用が果実形質に及ぼす影響について明らかにしていく必要があると思われる。さらに，果実品質を左右すると考えられる光合成に及ぼす影響や生理落果を助長する可能性，同一樹に

対する連年散布が樹勢に及ぼす影響などの解明も今後の課題である。

一方，中晩生カンキツの生育期に無機銅剤とマシン油乳剤との混用散布を 5 ヶ年間連続して行っても，樹勢や果実品質等に対して悪影響を与えないことが明らかにされている（磯田・山本，1983）。また，第 2 節で述べたように中晩生カンキツの一部品種ではマンゼブ水和剤やマンネブ水和剤などの殺菌剤にマシン油乳剤を混用散布した場合，果実に薬害を生じる場合がある（貞井ら，1978）。しかし，‘伊予柑’や‘不知火’での薬害発生については現在までのところ認めておらず，使用可能であると判断している。そこ

で、今後はこれらの品種の果実品質に及ぼすマシン油乳剤とマンゼブ水和剤等との落弁期から梅雨期にかけての連続散布が光合成能や果実品質に及ぼす影響についても検討する必要がある。

## 第8節 総合考察

本研究ではマシン油乳剤をアジュバント：機能性展着剤 (Underwood, 2000) として位置づけ、温州ミカンの展葉初期から梅雨期にかけての殺菌剤散布時に混用するという手法を提示し、それによって各種病害に対する防除効果の向上と防除回数低減の両面に貢献できることを示した。しかし、マシン油乳剤の使用にあたってはいくつかの弊害 (松永, 1976) も生じるわけで、この場合、マシン油乳剤混用のメリットとデメリットをどのようにとらえるのが、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、栽培者の肉体的、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て、果実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、防除対象であるミカンハダニのみならず他の害虫も含め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、現時点で効果の優れた殺ダニ剤についても、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 (真梶・桑原, 1983; 松本, 1986; 大橋, 1986; 村岡, 1992)、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ン油乳剤の混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、ミカンハダニを低密度に維持できる。また、殺ダニ剤に比べてマシン油乳剤は大幅に安価であるという価格的なメリットもある。さらに、マシン油乳剤は黄斑病に対して効果を示す (貞松, 1980) とともに本研究で示されたようにアジュバントとして殺菌剤の効果を上向きさせ、そのことによって殺菌剤散布回数の削減も図られることから、病害防除の面における利点のみならず、栽培管理上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できるこ

とから、この時期までは殺ダニ剤の散布を行う必要がなく、年1回の殺ダニ剤の使用が可能となることも有利な点としてあげられる。

問題は展葉初期から梅雨期までの間に行われる3~4回程度のマシン油乳剤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。一般にマシン油乳剤の散布による果実品質の低下 (Dean and Hoelscher, 1967; Riel ら, 1954; Riel ら, 1956; 松永, 1976) が指摘されているが、今回示した防除体系ではマシン油乳剤の使用は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、果実糖度の低下などの悪影響が現れることは5例中1例を除いて認められなかった。しかし、この点については今後さらにポット試験レベルでの詳細な検討および大規模なほ場レベルでの検討を進めるとともに、樹体生理の面からのアプローチも加味して、マシン油乳剤の散布濃度や散布時期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被害の増加があげられる。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イ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、抵抗性個体群が出現している園や地域では同水和剤等を6月中旬から7月上旬に使用する必要がある。

本報告で示したようなマシン油乳剤の使用法、すなわち最終散布時期を梅雨中期までに限るような使用法であれば連続散布を行っても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得られるメリットのほうがかはるかに大きいと思われる。しかし、これまでの経緯から生産現場ではマシン油乳剤を展葉初期から梅雨期にかけて連用することに対する抵抗感があるのも事実である。このため、マシン油乳剤を殺菌剤に混用するにあたっては、散布回数や濃度を考慮して使用することが必要となる。まず、4月の展葉初期の殺菌剤散布時におけるマシン油乳剤の混用は冬季に同剤が散布されている場合には不要である。さらに、5月から梅雨期にかけてのマシン油乳剤の混用にあたっては、殺菌剤に対するアジュバントとしての作用面で200倍と400倍との間に効果の差がないことからミカンハダニの発生状況を考慮した濃度設定を行う。すなわち、通常は400倍を基準濃度としておき、ミカンハダニ密度が要防除水準である寄生葉率30% (古橋, 1997) を超えて

いる場合には本種に対して安定した効果が発現する 200 倍とする。なお、マシン油乳剤のみを散布した場合、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，1981-a），このことを防ぐためにも殺菌剤との混用散布が必要である。以上の点を考慮して、温州ミカンの病害虫防除においてマシン油乳剤を積極的に利用し、降雨量およびミカンハダニ密度を防除要否の判断材料としたスプレーカレンダーを以下のように提案する。一方、中晩生カンキツでは無機銅剤とマシン油乳剤との混用散布体系によって、かいよう病、黒点病およびミカンハダニを同時防除できることが示されている（磯田・山本，1983）。しかし、銅剤の耐雨性や各種病害に対する残効期間およびミカンハダニ密度を考慮して組み立てられた防除体系になっていない点で改善の余地があると思われる。

本県の露地栽培ミカン園ではマシン油乳剤を積極的に組み入れた防除体系が急速に普及しており、展葉初期から梅雨期にかけてマシン油乳剤を数回使用している園地では多雨条件下においても黒点病に対する防除効果の安定が図られており、ミカンハダニの発生が問題となるようなところも見あたらない。また、本防除体系では年間を通して殺ダニ剤の使用を 8 月下旬から 9 月上旬の時期の 1 回で済ませ

ることができるため、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、ミカンハダニに卓効を示す殺ダニ剤はミルベメクチン水和剤、エトキサゾールフロアブル、アセキノシルフロアブルおよびビフェナゼートフロアブルの 4 剤程度であるが、これらの薬剤のどれか一つを年 1 回、初秋期のミカンハダニ防除剤として使用すれば 4 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いつそう図られるものと思われる。

今後の課題として、果実品質への悪影響や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、殺菌剤に対するアジュバントとしての効果およびミカンハダニ密度の抑制効果の両面から検討することが必要である。具体的には、ミカンハダニに対するマシン油乳剤の殺虫活性は同剤の濃度が 400 倍から 800 倍の間で著しく低下すること（益子，1997），1000 倍では展葉初期から梅雨期にかけて 3～4 回の連続散布を行った場合、殺菌剤の防除効果は向上するものの、ミカンハダニ密度の抑制効果は低いこと（著者ら，未発表データ），マシン油乳剤 500 倍については極早生温州に対して 8 月の盛夏期に 2 回連続散布しても果実品質に悪影響を及ぼさない

温州ミカンの主要病害とミカンハダニに対する展葉初期から梅雨期においてマシン油乳剤を積極的に利用したスプレーカレンダー

散布時期	対象病害虫	使用薬剤・希釈倍数	防除要否およびマシン油乳剤の濃度設定
展葉初期	そうか病 ミカンハダニ	・ジチアノンフロアブル 1,000 倍 ・クレソキシムメチルフロアブル 1,000 倍	・冬季にマシン油乳剤が散布されていれば同剤の混用は不要。 ・旧葉にそうか病の発生が認められない場合はこの時期の散布は不要。 ・ミカンハダニの寄生葉率が 30% を超えていればマシン油乳剤を 200 倍で混用散布する。30% 以下であれば同剤の混用は不要。
落弁期	そうか病 灰色かび病 黒点病 ミカンハダニ	・イミベンコナゾール・マンゼブ水和剤 600 倍 ・イミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤 500 倍 のいずれか	・ミカンハダニの寄生葉率が 30% を超えていればマシン油乳剤を 200 倍で混用する。30% 以下であれば 400 倍で混用する。
一次落果期	そうか病 灰色かび病 ミカンハダニ	・イミベンコナゾール・マンゼブ水和剤 600 倍 ・イミノクタジナルベシル酸塩・マンゼブ水和剤 500 倍 のいずれか	・そうか病，灰色かび病が問題となる園あるいは多発時に散布する。 ・ミカンハダニの寄生葉率が 30% を超えていればマシン油乳剤を 200 倍で混用する。30% 以下であれば 400 倍で混用する。
梅雨期	黒点病 ミカンハダニ	・マンゼブ水和剤 600 倍	・ミカンハダニの寄生葉率が 30% を超えていればマシン油乳剤を 200 倍で混用する。30% 以下であれば 400 倍で混用する。 ・マシン油乳剤を混用した場合，マンゼブ水和剤の散布間隔は累積降雨量 300～400 ミリメートルとする。 ・マシン油乳剤の混用は 6 月下旬までとする。

注) 落弁期および梅雨期の防除は必須

こと(大井ら, 1998)などを考慮して, 500~700倍での検討を今後実施すべきであると考え。また, 今回実施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必要である。

謝辞: 本研究を遂行するにあたり, 佐賀県果樹試験場病害虫研究室の中村美智子, 今泉由美子, 吉末 英, 森永攝美, 中山初美の各氏ならびに佐賀県農業大学校果樹分校の病害虫専攻学生の諸氏には多大のご助力を賜った。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御協力をいただいた。ここに記して厚くお礼申し上げる。

## 摘 要

1. 温州ミカンの展葉初期から梅雨期にかけての各種殺菌剤散布時にマシン油乳剤を200倍または400倍で混用することによって, そうか病, 灰色かび病および黒点病に対する防除効果が殺菌剤単用散布の場合に比べて向上した。また, マシン油乳剤混用による防除効果の向上は殺菌剤の防除効果が高く発現する場合には判然としなかったが, 殺菌剤の効果が低い場合, すなわち多雨条件下で顕著に発現した。
2. 落弁期から梅雨期に黒点病防除を目的として散布されるマンゼブ水和剤にマシン油乳剤200倍を混用することによって, 薬剤散布後から次回散布までの累積降雨量を300~400mmや400~500mmに設定してもマンゼブ水和剤をその一般的な散布間隔である累積降雨量200~250mm間隔で使用した場合と同等の実用上十分な, あるいはそれ以上の効果が得られた。このため, 累積降雨量200~250mm間隔で散布する場合に比べて1~2回の散布回数削減が図られ, 散布に要する経費の低減および労働時間の短縮が図られた。
3. 黒点病防除剤であるマンゼブ水和剤にゴマダラカミキリやヤノネカイガラムシ防除剤であるDMTP乳剤を混用した場合, 黒点病に対してはマンゼブ水和剤単用散布と同程度の防除効果が得られ, 効果の低下は認められなかった。さらに, これら2剤にマシン油乳剤を混用した3種混用の場合, 防除効果はマンゼブ水和剤単用散布を上まわり, マンゼブ水和剤とマシン油乳剤との2種混用とほぼ同程度~やや劣る程度にまで向上した。
4. マシン油乳剤をマンゼブ水和剤に混用すると薬液の初期付着量は大幅に減少した。マンゼブの付着量は降雨量の増加につれて減少したが, マシン油乳剤混用区がマンゼブ水和剤単用散布区よりも緩やかな減衰曲線を示した。

しかし, 初期付着量の違いが大きかったため, 累積降雨量300~400mm時点においても単用散布区の付着量はマシン油乳剤混用区と同程度~上まわっていた。このようにマシン油乳剤混用による防除効果の向上は薬剤付着量および耐雨性の面からは説明できなかった。

5. 展葉初期から梅雨期にかけての殺菌剤散布時にマシン油乳剤200倍を混用することでミカンハダニに対する高い密度抑制効果が得られた。一方, 同400倍混用の場合には6例中3例で要防除水準を越える場合もみられたが, その時期は8月中旬以降で, 急増することはなく, 8月下旬以降の殺菌剤散布時まで十分な密度抑制効果が得られ, ミカンハダニに対するマシン油乳剤の低濃度連続散布の有効性が実証された。
6. 展葉初期から梅雨期にかけて3~4回実施した殺菌剤の散布時に混用したマシン油乳剤の果実品質に及ぼす悪影響は200倍混用の場合, 5例中1例で糖度の低下として認められたが, 400倍混用では5例すべてにおいて果実糖度の低下を生じることはなかった。
7. 温州ミカンの展葉初期から梅雨期にかけての殺菌剤散布時にマシン油乳剤を積極的に混用し, 薬剤散布後の累積降雨量およびミカンハダニ密度を防除要否の判断材料としたスプレーカレンダーを提案した。

## 引用文献

- Brown, G. E. 1974. Benomyl residues in Valencia Oranges from postharvest applications containing emulsified oil. *Phytopathology* 64: 539-542.
- Dean, H. A. and Hoelscher, C.E. 1967. Responses of pineapple orange trees to selected petroleum oil fractions. *Journal of Economic Entomology* 60: 1668-1672.
- 衛藤友紀・田代暢哉・井手洋一. 1998. ミカンサビダニに対する数種薬剤の防除効果とピリダベン水和剤の使用法の検討. *九州病害虫研究会報* 44: 130-131 (講要).
- 衛藤友紀・田代暢哉. 1999. ピリダベン水和剤に対するマシン油乳剤の混用がミカンサビダニの防除効果に及ぼす影響. 第43回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨集: 60.
- 古橋嘉一・森本輝一. 1989. ハダニ類の合成ピレスロイド剤によるリサーチェンスと防止. *植物防疫* 43: 375-379.
- 古橋嘉一. 1992. マシン油乳剤. p.563-564. *農業総覧病害虫防除・資材編10 防除資材便覧*. 農山漁村文化協会, 東京.

- 日野 昭・真鍋守久・倉岡唯行, 1974, 果樹の光合成作用に関する研究, (第3報) 農薬散布が各種果樹幼木の光合成速度に及ぼす影響, 農業および園芸 49: 1167-1168.
- 家城洋之, 2001, カンキツ黒点病, p.122-123, 佐藤仁彦・山下修一・本間保男編, 植物病虫害の事典, 朝倉書店, 東京.
- 磯田隆晴・山本 滋, 1980, 川野なつだいだいの病虫害防除体系確立試験 第1報 無機銅剤とマシン油乳剤混用による銅の付着量について, 九州病虫害研究会報 26: 83-86.
- 磯田隆晴・山本 滋, 1983, 川野なつだいだいの病虫害防除体系確立試験 第5報 銅剤とマシン油乳剤の連続散布, 九州病虫害研究会報 29: 51-54.
- 磯田隆晴, 1992, 作物の薬害<カンキツ>, p.22, 農業総覧 病虫害防除・資材編 10 防除資材便覧, 農山漁村文化協会, 東京.
- JA 全農肥料農薬部農薬技術普及課, 2000, 農薬混用適否表, p.1968, クミアイ農薬総覧 2001, 全農, 東京.
- 門屋一臣・渡辺潤一郎・天野勝司・日野 昭・秋好広明・井上荘三, 1985, カンキツ栽培におけるマシン油乳剤の開発と利用に関する生理生態学的研究, 愛媛大学農学部農場報告 6: 21-33.
- 河野通昭・橋元祥一, 1981, ジマンダイセンとマシン油乳剤の混用効果, 九州病虫害防除推進協議会昭和54年度防除法確定連絡試験成績(果樹編): 36-37.
- 北島 博, 1989, 黒点病, p.23-34, 果樹病害各論, 養賢堂, 東京.
- 清田洋次・山本 滋, 1981, ジマンダイセンとマシン油乳剤の混用効果, 九州病虫害防除推進協議会昭和54年度防除法確定連絡試験成績(果樹編): 33-35.
- 駒崎進吉, 1991, 常緑果樹害虫の発生と防除, 今月の農業 35(4): 67-70.
- 渠 慎春・田代暢哉・衛藤友紀・貞松光男, 1997, 佐賀県におけるジチオカーバメイト系薬剤抵抗性ミカンサビダニの発生と有効薬剤の探索, 九州病虫害研究会報 43: 125-129.
- 益子道生, 1997, ハーベストオイルのハダニに対する作用性, 塩野義製薬油日ラボラトリーズ管理課題報告: 1-8.
- 松本 要, 1986, 広島県のカンキツ園におけるミカンハダニ薬剤感受性, 今月の農業 30(6): 25-29.
- 松永良夫, 1976, カンキツにおけるマシン油乳剤の現状と問題点, 植物防疫 30: 21-26.
- 松尾喜行・関 道生, 1969, ミカンハダニによる被害の解析的研究(第3報) ミカンハダニの加害が温州みかん果実の品質におよぼす影響, 佐賀県果樹試験場研究報告 5: 59-64.
- 森永邦久・富永茂人・小野裕幸・大東 宏, 1981, マシン油乳剤散布がカンキツ類の樹体・果実に及ぼす影響, 第1報 カンキツの光合成能について, 四国農業試験場報告 36: 27-34.
- 村岡 実, 1992, ミカンハダニ, p.126-139, 佐賀の植物防疫史-佐賀県病虫害発生予察事業50周年記念誌-, 佐賀県植物防疫協会, 佐賀.
- 長浜正照・禧久 保・河野通明・土持武男, 1981, ポンカン園における病虫害防除体系確立試験 第1報 無機銅剤の使用法について, 九州病虫害研究会報 27: 62-64.
- 夏見兼男・山本省二, 1973, カンキツ農薬の混用について(4)有機硫黄殺菌剤の他剤混用による黒点病防除効果, 関西病虫害研究会報 15: 80-84.
- 大橋弘和, 1986, 和歌山県のカンキツ園におけるミカンハダニの薬剤感受性変化, 今月の農業 30(6): 31-33.
- 大井利光・高須康年・橋爪 裕・佐藤亮助, 1998, 盛夏期における高精製マシン油乳剤の低濃度散布がカンキツに及ぼす影響, 九州病虫害研究会報 44: 104-107.
- 大久保宣雄, 1981, ジマンダイセンとマシン油乳剤の混用効果, 九州病虫害防除推進協議会昭和54年度防除法確定連絡試験成績(果樹編): 28-30.
- 大久保宣雄, 1982, マシン油乳剤のミカンハダニに対する残効性, 九州病虫害研究会報 28: 209-211.
- Riel, L. A., Bartholomew, E. T. and LaDue, J. P. 1954, Effect of narrowcut petroleum fractions of naphthenic and paraffinic composition on leaf drop and fruit juice quality of citrus. Journal of Economic Entomology 47: 107-113.
- Riel, L. A., Wedding, R. T. and Rodriguez. 1956, Effect of oil spray application timing on juice quality, yield, and size of Valencia oranges in southern California orchard. Journal of Economic Entomology 49: 376-382.
- 貞井慶三・松本 要・平田克明, 1978, 農薬混用による中晩生カンキツの薬害に関する研究 第1報 高度精製マシン油乳剤による薬害症状とその発生機構, 広島県果樹試験場研究報告 4: 13-22.
- 貞井慶三・松本 要・平田克明, 1980, 農薬混用による中晩生カンキツの薬害に関する研究 第2報 果皮表面の性状と薬害, 広島県果樹試験場研究報告 4: 13-22.
- 貞松光男, 1980-a, カンキツ黄斑病の発生と防除に関する



- る 2, 3 の知見. 佐賀県果樹試験場研究報告 7: 41-48.
- 貞松光男. 1980-b. 銅水和剤散布におけるミカン葉中の銅含量. 佐賀県果樹試験場研究報告 7: 85.
- 貞松光男・実松孝明. 1980-a. 温州ミカンにおけるマシン油乳剤散布が殺菌剤におよぼす影響. 1. 付着薬量について. 佐賀県果樹試験場研究報告 7: 49-54.
- 貞松光男・実松孝明. 1980-b. 温州ミカンにおけるマシン油乳剤散布が殺菌剤におよぼす影響. 2. そうか病防除におけるベンレート水和剤に対するマシン油乳剤の共力作用. 佐賀県果樹試験場研究報告 7: 55-62.
- 重田 進. 1991. カンキツ黒点病の生態と最近の防除法. 今月の農業 35(4): 42-46.
- 島津 康. 1997. カンキツ<黒点病>. p.225-230. 農業総覧 病害虫防除・資材編 5 果樹 カンキツ リンゴ. 農山漁村文化協会, 東京.
- 真梶徳純・桑原雅彦. 1983. 5. グニの抵抗性と生化学. p.142-150. 深見順一・上杉康彦・石塚浩蔵編. 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.
- 田中 学. 1979. 柑橘害虫防除におけるマシン油乳剤の使用の現状と問題点 (その 2). 今月の農業 23(11): 65-71.
- 田代暢哉. 1994. 異常気象により多発した病害の実態と対応. p.13-14. 農林水産省果樹試験場編. 平成 5 年度果樹課題別研究会資料「最近多発するカンキツ病害の発生実態とその原因」.
- 田代暢哉. 1998. 柑橘の病害防除における耕種的手法の有効性と実施にあたっての課題. 果実日本 53(8): 32-37.
- 田代暢哉・衛藤友紀・井手洋一. 1999. 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防除体系. 植物防疫 53(8): 323-328.
- 田代暢哉. 2000. カンキツにおける慣行散布の問題点と効率防除のための今後の展開方向. シンポジウム「21 世紀の農薬散布技術の展開」講演要旨 (日本植物防疫協会): 21-35.
- 富永茂人・大東 宏. 1981. マシン油乳剤散布がカンキツ類の樹体・果実に及ぼす影響. 第 2 報 温州ミカン果実品質について. 四国農業試験場報告 36: 35-47.
- 内田正人・牛山欽司・大垣智昭. 1967. 温州ミカンの主要病害虫の発生予察法に関する研究 (第 2 報) 2. ミカンハダニの発生量が温州ミカンの生育, 品質におよぼす影響について. 神奈川県園芸試験場研究報告 14: 17-24.
- 内山正昭・佐藤六郎・山崎輝男. 1971. 6. 天然殺虫剤. p.89-90. 飯田 格・上遠 章・佐藤六郎・山崎輝男編. 現代農薬講座]. 殺虫剤・殺そ剤・殺虫殺菌混合剤. 朝倉書店, 東京.
- Underwood, A. K. 2000. Adjuvants and their effects on spray application. Proceedings JPPA symposium on pesticide application (Japan Plant Protection Association): 109-136.
- Wedding, R. T., Riel, L. A., and Rhoads, W. A. 1952. Effect of petroleum oil spray on photosynthesis and respiration in citrus leaves. Plant Physiology 27: 269-278.
- 山田駿一. 1986. コクテン病. p.11-20. 農業総覧 原色病害虫診断防除編 5 果樹 ミカン リンゴ (追録第 17 号). 農山漁村文化協会, 東京.
- 山本栄一・海田晴美. 1975. マシン油乳剤の夏季散布におけるミカンの薬害について. 九州病害虫研究会報 21: 52-54.
- 山本 滋・清田洋次・磯田隆晴. 1981. 柑橘に対する夏期マシン油乳剤使用体系確立試験 I—1 夏柑における通年防除. 九州病害虫防除推進協議会昭和 55 年度防除法確定連絡試験成績 (果樹編): 3-10.
- 山本省二. 1972. カンキツに対する殺菌, 殺虫剤混用散布上の問題点. 植物防疫 26: 27-29.
- 山本省二. 1973. カンキツ農薬の混用について(3)薬液の表面張力の変化と薬液付着量. 関西病害虫研究会報 15: 73-79.
- 山本省二. 1991. カンキツ黒点病およびそばかす病の生態と防除に関する研究. 和歌山県果樹園芸試験場特別研究報告 1: 1-94.
- 横尾廣規・村山 隆・久富 勝・廣田幸喜. 1978. マシン油乳剤に関する研究—オイル粘度が効力, 薬害ならびに残留性に及ぼす影響. 三共研究所年報 30: 212-217.
- 行本峰子・浜田虔二. 1985. 農薬の相互作用による薬害. p.147-155. 原色作物の薬害. 全国農村教育協会, 東京.