

病害虫防除技術の最前線

連絡試験成果集

—平成10年から18年を中心に—

第15集

温州ミカン病害虫防除の合理化を図るための 各種マシン油乳剤の特性解明

編集・執筆 田代 暢哉（佐賀県上場宮農センター）



2008年5月

九州病害虫防除推進協議会

序

九州病害虫防除推進協議会は、九州地域における主要作物（普通作・野菜・果樹・茶樹）に発生し、問題となっている病害虫を農薬（天敵を含む）を基軸とし、自然環境と調和しながら、減農薬を目途に、的確、かつ、効率的に、農家が現場で適用できる防除法の開発を行っております。この防除技術開発のための基礎資料を得るために、本協議会では九州に所在する試験研究機関の協力のもと、賛助会員の援助を得て、病害虫防除法改善連絡試験を実施、その結果を毎年まとめて成績書として発行し、防除技術の普及に努めてきました。従来これを基に「暖地作物病害虫防除指針」を四年ごとに改訂・発行し、これが九州各県の「防除こよみ」の参考資料として活用されてきました。ところが、近年農産物の生産は当然のことながら、安全・安心の指向から、また、環境保全の面からも、農薬をめぐる規制がポジティブリストをはじめ、非常に厳しくなり、これと共に農薬の適用基準も変動が激しく、これらに対応しながら従来のような「防除指針」を成書にして出版することは非常に困難な情勢となっております。

一方、本協議会が発行している成績書の中には、現在問題となっている個々の病害虫について、同一の設計のもとで複数の試験場所が数年間に亘って現地ほ場を中心に実証試験を行い、農家に適用できる貴重な成果が得られたものが多く見られます。これら貴重な成果の中から、普通作・野菜・果樹・茶樹の各部門毎の病害と虫害について、主査の方を中心に「連絡試験成果集—平成10年度から18年度を中心に—」として編集・執筆していただき、「防除指針」に代わるものとして刊行したものがこの冊子であります。

従いまして、この成果集は農家が個々の病害虫を防除するに当たり、新規開発の農薬と従来から使われてきた農薬を組み合わせ、それぞれの農薬の特性を生かしながら、効率的に防除するという体系防除が中心となっております。そして、薬剤に対する病害虫の耐性を回避するための防除法、更には、減農薬と環境に配慮した微生物農薬やフェロモン剤等による防除など、新しい防除法もこの一連の成果集の中に含まれており、現時点では最新の防除法として活用していただけるものと思っています。

ご多忙のなか、この成果集を編集・執筆していただいた各位に衷心より敬意を表します。

平成20年5月

九州病害虫防除推進協議会

会長 野中福次

温州ミカン病害虫防除の合理化を図るための 各種マシン油乳剤の特性解明

佐賀県上場営農センター 田代暢哉

はじめに

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)。しかし、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う的確な防除が困難になっていること(駒崎, 1991; 渠ら, 1997; 大橋, 1986; 松本, 1986)などがあげられる。さらに、リサージェンス(古橋・森本, 1989)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ており、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満たさなければならない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、散布回数のいっそうの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、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、マシン油乳剤が注目されている。すなわち、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、マシン油乳剤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がみられる(貞松・実松, 1980; 山本, 1991)からである。ところが、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、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た検討が積み重ねられてきた。その結果、4月から6月にかけてマシン油乳剤を殺菌剤散布時に加用することによって、これまでよりも効果的でありながら散布回数を低減した病害虫防除が可能になった(田代ら, 1999; 田代, 2000; 田代ら, 2004)。

しかし、これらの報告で供試されたマシン油乳剤は、ハーベストオイルのみで、いくつもあるマシン油乳剤間でアジュバント作用や殺ダニ効果、樹体や果実品質へ及ぼす影響について比較されているわけではない。そこで、九州

病害虫防除推進協議会では現在、使用量の多いマシン油乳剤、すなわち、97%マシン油乳剤としてハーベストオイル、クミアイアタックオイル、スプレーオイル、スピンドロン乳剤の 4 薬剤、98%マシン油乳剤としてラビサンスプレーの合計 5 薬剤を用いて前述の各種効果等についての評価を行ない、現場で使用する際の最適なマシン油乳剤を見出すことを目的とした連絡試験を実施したので、ここにその概要を報告する。なお、一連の連絡試験は、佐賀、長崎、鹿児島各県では温州ミカンを対象に、大分県ではカボスを対象に実施されており、今回のとりまとめでは、データ数の多い温州ミカンの結果を中心に紹介する。

1. マシン油乳剤を殺菌剤散布時に加用した防除体系

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加用する防除体系を計画した。各場所で実施された大部分の試験では、開花期～落弁期の灰色かび病・そうか病・黒点病の3病害同時防除剤並びに6月～7月散布の黒点病防除剤へ加用された。

当初の計画では、梅雨期の散布は6月下旬までに終わるようにしていたが、実際には散布後の累積降雨量の関係から、7月上旬までずれ込むことが多かった。

第1表には2004年に佐賀果樹試で実施された試験の状況を示した。第1回目の散布は5月11日(落弁期)で、サーガ水和剤500倍に各種マシン油乳剤200倍が加用された。その後、6月8日、7月6日にはジマンダイセン水和剤600倍、モスピラン水溶剤2,000倍に各種マシン油乳剤200倍を加用した散布が行われた。さらに、8月11日にエムダイファー水和剤600倍、9月14日にジマンダイセン水和剤600倍が散布された。対照区としては、マシン油乳剤無加用区(殺菌剤単用散布区)および薬剤無散布区が設けられた。

第2表には2005年に鹿児島果樹試で実施された試験の状況を示した。

第1表 供試マシン油乳剤と散布月日、累積降雨量等

供試マシン油乳剤	希釈倍数	散布月日					
		5/11	6/8	7/6	8/11	9/14	10/31
ハーベストオイル	200	◎	◎	◎	○	○	
クミアイアタックオイル	200	◎	◎	◎	○	○	
スプレーオイル	200	◎	◎	◎	○	○	
スピンドロン乳剤	200	◎	◎	◎	○	○	
ラビサンスプレー	200	◎	◎	◎	○	○	
マシン油乳剤無加用	-	○	○	○	○	○	
薬剤無散布	-	-	-	-	-	-	
<累積降雨日数>		3	14	13	18	5	
<累積降雨量>		56.5	192.5	359	213.5	25	

注)2004年佐賀果樹試試験, ◎;マシン油乳剤加用散布, ○;殺菌剤・殺虫剤のみ散布
5/11;サーガ水和剤500倍, 6/8・7/6;ジマンダイセン水和剤水和剤600倍・モスピラン水溶剤
2,000倍, 8/11;エムダイファー水和剤600倍, 9/14;ジマンダイセン水和剤400倍
10/31は黒点病の調査日

第2表 供試マシン油乳剤と散布月日

供試マシン油乳剤	希釈倍数	散布月日			
		5/11	6/6	7/1	9/15
クミアイアタックオイル	200	+S	+J	+J	J
スピンドロン乳剤	200	+S	+J	+J	J
マシン油乳剤無加用	-	S	J	J	J

注)2005年鹿児島果樹試試験, S:サーガ水和剤500倍, J:ジマンダイセン水和剤600倍, +は
マシン油乳剤と混用散布したことを示す。上記以外は, 3区ともに, 4月5日にデランフロアブル
1000倍を散布した。

2. 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

3 年間の試験を通じて、そうか病と灰色かび病については各場所ともに少発生～無発生であったことから、加用したマシン油乳剤の効果については明らかでなかった。

一方、黒点病については、少発生～甚発生条件下とその他の発生条件下の試験があり、各種マシン油乳剤のアジュバントとしての効果を比較することができた。

第3表に3か年にわたって実施された試験の成績を示した。殺菌剤のみの散布でも優れた防除効果が得られている場合(マシン油乳剤無加用区の発病度が10以下の場合)には、マシン油乳剤を殺菌剤散布時に加用しても、そのアジュバントとしての効果は認められていない。しかし、多発生条件下での試験となった佐賀果樹試2005年試験2、同2006年試験2、3および鹿児島果樹試2004年試験、同2005年試験では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向上していた(第4表、第5表、第6表)。

そこで、同一調査規模で実施された佐賀果樹試2006年試験の結果をメタ・アナリシスによって統合評価したところ、第7表に示すようにアタックオイルでは加用することによって防除効果は向上する傾向にはあるが、リスク比の95%信頼区間が1.0を超えていることから、無加用と比べて統計的な有意差はないと判断された。一方、ハーベストオイルは無加用の48%程度、スピンドロン乳剤は同58%程度に発病が抑制され、これらは統計的に有意であることが示され、この程度の差があれば加用する意義は十分にあると考えられた。

そこで、さらにハーベストオイルとスピンドロン乳剤を比較してみると、第5表に示すように、そのリスク比は0.793、95%信頼区間は0.5934～1.0597で、ハーベストオイルの加用効果が高い傾向にはあるが、両者間に統計的な有意差は認められなかった。

以上の結果に基づき、各種マシン油乳剤のアジュバント効果は、ハーベストオイル \geq スピンドロン乳剤 $>$ アタックオイルの順になることが明らかになり、さらに、その加用効果の程度を数値で示すことができた。これらの解析結果は現場においてマシン油乳剤の選択にあたっての有用なエビデンスとして利用できると思われる。

一方、ラビサンスプレーおよびスプレーオイルについては、多発条件下の試験がそれぞれ1例のみなので、確実なことはいえないが、ラビサンスプレーについては鹿児島果樹試2004年試験によれば、アジュバントとしての効果はクミアイアタックオイルには劣るようで、スプレーオイルについては佐賀果樹試2005年試験2の結果から、ハーベストオイルには劣る傾向にあるが、スピンドロン乳剤と同等ではないかと考えられた。

以上、現在までに得られた結果を総合的に判断すると、ハーベストオイル \geq スピンドロン乳剤 = スプレーオイル $>$ アタックオイル $>$ ラビサンスプレーの順にアジュバント効果が期待できるものと判断される。

なお、マシン油乳剤を展葉期から7月上旬にかけて3～4回、殺菌剤に加用して散布した場合の薬害発生については、試験されたジマンダイセン水和剤600倍、サーガ水和剤600倍およびマネージM水和剤600倍の各殺菌剤との組み合わせにおいて、新梢葉および果実ともにすべての試験で認められなかった。

第3表 黒点病防除剤の効果に及ぼす各種マシン油乳剤加用の影響

供試マシン油乳剤	佐賀						長崎			大分		鹿児島		
	2004年		2005年		2006年			2004年	2005年	2006年	2004年	2005年	2004年	2005年
	試験-1	試験-2	試験-1	試験-2	試験-1	試験-2	試験-3							
ハーベストオイル	6.7	1.6	9.9	8.9	5.9	11.0	13.8	2.1	0.6	2.3	6.5	0.9	-	-
クミアイアタックオイル	5.1	2.3	8.7	15.9	8.3	12.2	21.4	-	-	-	-	1.3	8.3	6.7
ラビサンスプレー	2.7	1.9	8.2	-	-	-	-	-	-	-	4.0	-	25.0	-
スプレーオイル	5.2	1.9	7.9	12.3	-	-	-	-	4.0	-	5.7	1.6	-	-
スピンドロン乳剤	5.1	1.7	7.0	11.6	5.6	10.8	18.5	1.5	1.9	-	-	-	-	-
無加用	7.0	2.7	9.2	25.4	7.8	15.7	31.3	3.3	3.9	4.2	6.5	3.5	18.3	15.0
無散布	54.8	8.1	30.1	58.9	-	-	-	-	51.3	28.8	-	-	96.7	93.3

第4表 黒点病防除剤の効果に及ぼす各種マシン油乳剤加用の影響

供試マシン油乳剤	調査時期				
	5/25	5/25	6/22	7/21	9/10
クミアイアタックオイル	0.0	0.0	1.7	1.7	8.3
ラピサンスプレー	0.0	0.0	0.0	6.7	25.0
無加用	0.0	0.0	0.0	6.7	18.3
無散布	16.7	0.0	1.7	58.3	96.7

注) 鹿児島果樹試 2004 年試験, 表中の数字は発病度

第5表 マシン油乳剤無加用区と各種マシン油乳剤加用区における黒点病防除効果の比較

供試マシン油乳剤	希釈倍数	発病率	発病度	防除価
ハーベストオイル	200	34.1	8.9	84.9
アタックオイル	200	34.7	15.9	73.0
スプレーオイル	200	42.5	12.3	79.1
スピンドロン乳剤	200	33.0	11.6	80.3
無加用	-	70.6	25.4	56.9
無散布	-	97.3	58.9	-

注) 佐賀果樹試 2005 年試験-2

第6表 黒点病防除剤の効果に及ぼす各種マシン油乳剤加用の影響

試験園	加用マシン油乳剤	発病程度別果実数					調査果数	発病果率(%)	発病程度2以上の果実の割合(%)	発病度
		0	1	2	3	4				
小城F園	ハーベスト	624	183	29	13	2	851	26.7	5.2	5.9
	アタック	726	194	53	40	5	1018	28.7	9.6	8.3
	スピンドロン	731	145	34	23	1	934	21.7	6.2	5.6
	無加用	638	242	63	18	1	962	33.7	8.5	7.8
鹿島T園	ハーベスト	395	428	78	8	0	909	56.5	9.5	11.0
	アタック	403	421	96	16	2	938	57.0	12.2	12.2
	スピンドロン	421	410	80	5	3	919	54.2	9.6	10.8
	無加用	316	447	132	30	4	929	66.0	17.9	15.7
鹿島M園	ハーベスト	441	267	92	40	11	851	48.2	16.8	13.8
	アタック	310	409	234	60	19	1032	70.0	30.3	21.4
	スピンドロン	402	337	190	58	14	1001	59.8	26.2	18.5
	無加用	193	368	279	131	55	1026	81.2	45.3	31.3

注) 佐賀果樹試2006年試験-1, 2, 3

第7表 各種マシン油乳剤の加用が極早生温州の黒点病防除剤の効果に及ぼす影響のメタ・アナリシスによる評価

供試マシン油乳剤	無加用とのリスク比	95%信頼区間
ハーベストオイル	0.4792	0.3519~0.6526
アタックオイル	0.7831	0.5924~1.0352
スピンドロン乳剤	0.5834	0.5256~0.6476

スピンドロン乳剤とのリスク比

ハーベストオイル	0.7930	0.5934~1.0597
----------	--------	---------------

注) 第4表に示した3試験の結果を商品価値の低い発病度2以上の果実の割合についてメタ・アナリシスによって統合評価した結果を示す

一連の試験で供試されている殺菌剤はすべて保護剤であり、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、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加用は病害の発生が特に懸念される多雨条件下、すなわち、梅雨時期における防除効果の安定に大きく寄与するものと期待される。現在、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 250~300 mm(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。しかし、マシン油乳剤を加用することによってこの設定値をより大きくすることが可能になると思われ、省農薬、省力防除の観点から、今後は具体的な累積降雨量値を明らかにしていく必要がある。

ところで、現在市販されているマシン油乳剤のなかで、ハーベストオイル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加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。

また、今回は各種マシン油乳剤ともに 200 倍の希釈倍数で試験されているが、マシン油乳剤の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今後は明らかにしていく必要がある。

なお、今回の一連の試験は温州ミカンを対象にしたものである。しかし、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。しかし、今回の一連の試験で示されているように、温州ミカンではマシン油乳剤とマンゼブ水和剤であるジマンダイセン水和剤や同剤が含まれているサーガ水和剤、マネージ M 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る。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)。

3. 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, 本連絡試験では温州ミカンの生育前半, すなわち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加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, 第8表, 第9表, 第10表および第11表に示すようにハーベストオイル, クミアイアタックオイル, スプレーオイルおよびスピンドロン乳剤では9月上旬まで要防除密度水準以下にミカンハダニ密度を抑制しており, これらのマシン油乳剤間に効果差はみられなかった。一方, ラビサンスプレーでは, 密度抑制効果は認められるものの, 前述の4薬剤にはやや劣っており, 8月上旬以降はマシン油乳剤無加用と同等以上の密度になる場合もあった。

第8表 各種マシン油乳剤によるミカンハダニ密度の抑制効果

供試マシン油乳剤	希釈倍数	調査月日					
		6/15	6/22	7/26	7/29	8/18	9/13
ハーベストオイル	200	3	4	4	0	0	0
クミアイアタックオイル	200	1	10	1	1	0	0
ラビサンスプレー	200	6	26	101	11	6	0
スプレーオイル	200	2	2	0	0	0	0
スピンドロン乳剤	200	2	2	3	1	0	0
無加用	-	32	117	290	9	4	0
無散布	-	38	35	3	0	1	0

注) 佐賀果樹試 2004 年試験, 表中の数字は雌成虫数/100 葉

第9表 各種マシン油乳剤によるミカンハダニ密度の抑制効果

供試マシン油乳剤	希釈倍数	6/21	6/28	7/13	7/21	7/27	8/4	8/11	8/24	9/6
クミアイアタックオイル	200	0	0	0	2	0	0	0	15	0
ラビサンスプレー	200	0	5	0	2	7	0	160	727	8
無加用	-	2	0	0	8	21	0	184	593	7

注) 鹿児島果樹試 2004 年試験, 表中の数字は雌成虫数/100 葉, 4/23 および 5/7, 5/21, 6/1, 6/11 は各区ともミカンハダニ雌成虫数は 0 頭

第10表 各種マシン油乳剤によるミカンハダニ密度の抑制効果(試験Ⅰ)

供試マシン油乳剤	希釈 倍数	調査月日							
		5/24	6/8	6/20	7/6	7/26	8/11	8/26	9/14
ハーベストオイル	200	0	6	1	1	0	0	9	0
クミアイアタックオイル	200	0	0	0	4	0	0	5	0
スプレーオイル	200	0	3	1	5	0	8	1	0
スピンドロン乳剤	200	1	17	2	0	2	1	26	0
ラビサンスプレー	200	1	11	14	20	21	440	466	0
無加用	-	0	69	79	34	46	385	402	2
無散布	-	1	25	14	2	3	87	264	0

注) 佐賀果樹試 2005 年試験-Ⅰ, 表中の数字は 9 樹 270 葉の合計雌成虫数

第11表 各種マシン油乳剤によるミカンハダニ密度の抑制効果(試験Ⅱ)

供試マシン油乳剤	希釈倍数	調査月日						
		5/24	6/7	6/22	7/12	7/25	8/22	9/13
ハーベストオイル	200	11	15	35	2	0	70	0
クミアイアタックオイル	200	1	22	49	0	0	24	0
スプレーオイル	200	1	2	16	0	0	25	0
スピンドロン乳剤	200	0	16	69	0	0	177	1
ラビサンスプレー	200	52	323	176	3	0	403	2
無加用	-	15	292	1,652	8	16	1,769	2
無散布	-	71	724	1,094	11	27	2,601	13

注) 佐賀果樹試 2005 年試験-Ⅱ, 表中の数字は 9 樹 270 葉の合計雌成虫数

また、春葉の被害程度について調査された鹿児島果樹試 2004 年試験の結果(第 12 表)からも、ラビサンスプレーはクミアイアタックオイルに劣ることが示されている。一方、長崎果樹試 2005 年試験(第 13 表)では、スピンドロン乳剤の春葉での被害抑制効果はハーベストオイルおよびスプレーオイルにやや劣っていたが、実用上問題になるようなものではなかった。

第12表 各種マシン油乳剤によるミカンハダニの被害抑制効果

供試マシン油乳剤	希釈倍数	春葉の被害程度別枚数					
		0	20	40	60	80	100
クミアイアタックオイル	200	94	6	0	0	0	0
ラビサンスプレー	200	59	30	10	1	0	0
殺菌剤単用	-	18	31	32	10	9	0

注) 鹿児島果樹試 2004 年試験, 8 月 18 日調査

第13表 各種マシン油乳剤によるミカンハダニの被害抑制効果

供試マシン油乳剤	希釈 倍数	反復	調査 葉数	被害指数					被害 葉率(%)	被害度
				20	40	60	80	100		
ハーベストオイル	200	I	100	0	0	0	0	0	0	0
		II	100	1	0	0	0	0	1	0.2
		III	100	0	0	0	0	0	0.3	0
		平均	100	0.3	0	0	0	0	0	0.1
スプレーオイル	200	I	100	0	0	0	0	0	0	0
		II	100	0	0	0	0	0	0	0
		III	100	3	0	0	0	0	3	0.6
		平均	100	1.0	0	0	0	0	1.0	0.2
スピンドロン乳剤	200	I	100	11	0	0	0	0	11	2.2
		II	100	21	0	0	0	0	21	4.2
		III	100	15	0	0	0	0	15	3.0
		平均	100	15.7	0	0	0	0	15.7	3.1
無加用	-	I	100	58	38	2	0	0	98	28.0
		II	100	46	52	1	0	0	99	30.6
		III	100	57	43	0	0	0	100	28.6
		平均	100	53.7	44.3	1.0	0	0	99.0	29.1
無散布	-	I	100	86	9	0	0	0	95	20.8
		II	100	87	9	0	0	0	96	21.0
		III	100	67	11	0	0	0	78	17.8
		平均	100	80.0	9.7	0	0	0	89.7	19.9

注)長崎果樹試 2005 年試験, 10 月 27 日調査

ミカンハダニ防除を目的としてマシン油乳剤を春～梅雨期に使用する場合、150 倍から 200 倍の希釈液を 1 回だけ散布するのが一般的である(古橋, 1992)。今回の一連の連絡試験では、マシン油乳剤 200 倍液を展葉初期から梅雨期にかけて 3～4 回、連続して散布する場合の効果を確認したところ、ラビサンスプレー以外のマシン油乳剤では 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て、高い密度抑制効果が認められた。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明らかにしていく必要がある。一方、ラビサンスプレーについてはミカンハダニ密度抑制効果は認められるが、他剤に比べて、その効果はやや劣るので、散布時のミカンハダニ密度が高いような場合の使用については問題があるのではないかと考えられる。このため、今後、ミカンハダニ密度に応じた密度抑制効果並びにその持続期間について詳細な検討が必要である。

なお、今回の一連の試験では、マシン油乳剤を殺菌剤に加用したときのミカンハダニ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加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点からは殺菌剤にマシン油乳剤を加用した場合に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、本連絡試験で行った連続散布で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、マシン油乳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も考えられる。

今後は、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 3～4 回の連続散布条件を前提とし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、より低濃度での登録を図ることも必要であろう。

4. 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調査した。

その結果, 代表的なデータとして鹿児島果樹試 2004 年試験 (第 14 表), 長崎果樹試 2005 年試験 (第 15 表)の結果に示されているように, マシン油乳剤散布によって概して果実糖度は低下する傾向にあった。しかし, これらの試験では試験区の規模が1区1樹3反復と小さく, 一方で果実形質には樹体間での差が大きいこともあり, 処理間差を十分に検討できているとは言い難い面もあった。そこで, 佐賀果樹試では1区あたりの樹数を15樹程度まで多く設定した試験を実施し (第 1 図), その結果をメタ・アナリシスによって統合して解析した。その結果, 第 16 表に示すようにマシン油乳剤間で果実糖度に有意な差のあることが明らかになった。すなわち, マシン油乳剤無加用に比べてスピンドロン乳剤加用では糖度の上昇が認められ, ハーベストオイル, クミアイアタックオイルオイル, スピンドロン乳剤については無加用に比べて糖度が有意に低下することはなかった。さらに, これらのマシン油乳剤間では, スピンドロン乳剤とスプレーオイルはハーベストオイル, アタックオイルに比べて糖度がそれぞれ有意に 0.5 度程度高いことが示された。

第 14 表 各種マシン油乳剤の散布が果実品質に及ぼす影響

供試マシン油乳剤	希釈 倍数	果実重 (g)	糖度	クエン酸	果皮色		
			(Brix)	(%)	L値	a値	b値
クミアイアタックオイル	200	123±2	9.1±0.6	0.77±0.05	65±1	27±1	65±3
ラビサンスプレー	200	137±23	8.9±0.3	0.80±0.01	64±0	28±1	62±1
無加用	—	134±8	9.6±0.4	0.81±0.07	65±1	30±1	62±2

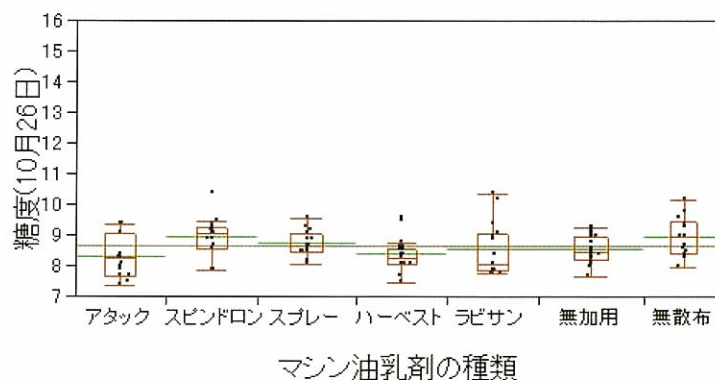
注) 鹿児島果樹試 2004 年試験, 12 月 7 日調査

第 15 表 各種マシン油乳剤の散布が果実品質に及ぼす影響

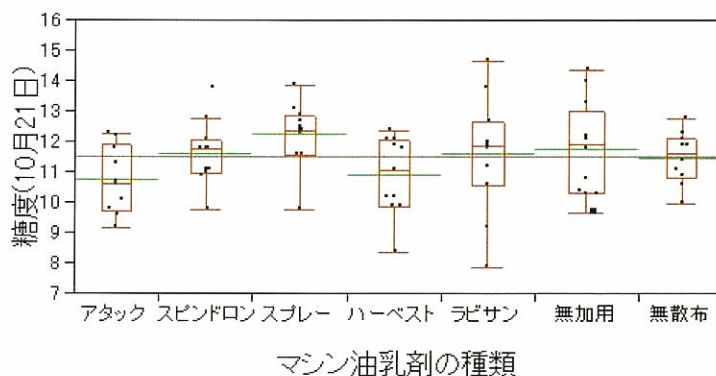
供試マシン油乳剤	希釈 倍数	反復	糖度	酸度	果皮色			果実重(g)
					L	a	b	
ハーベストオイル	200	I	9.79	0.99	70.49	20.41	68.24	152.11
		II	9.14	0.79	68.22	22.85	67.05	151.92
		III	10.0	0.94	67.41	25.75	66.06	152.86
		平均	9.64	0.91	68.71	23.00	67.12	152.30
スプレーオイル	200	I	9.13	0.74	69.33	18.56	67.08	155.31
		II	9.46	0.98	67.86	24.06	67.19	146.73
		III	8.82	0.86	67.41	22.56	65.62	147.77
		平均	9.14	0.86	68.20	21.37	66.63	149.94
スピンドロン乳剤	200	I	9.86	0.89	69.63	21.03	68.09	156.91
		II	9.62	1.11	68.04	24.69	66.98	160.26
		III	9.55	0.71	68.25	23.69	67.18	149.85
		平均	9.68	0.90	68.64	23.13	67.42	155.67
無加用	-	I	10.34	0.90	68.23	25.65	66.76	155.59
		II	10.02	1.08	65.92	26.95	64.29	165.02
		III	11.02	0.99	67.69	24.96	65.29	145.19
		平均	10.46	0.99	67.28	25.85	65.44	155.27
無散布	-	I	11.62	0.89	66.42	26.81	64.76	154.90
		II	10.02	0.95	67.31	23.76	66.53	143.68
		III	10.67	0.83	65.68	26.23	64.20	148.33
		平均	10.77	0.89	66.47	25.60	65.16	148.97

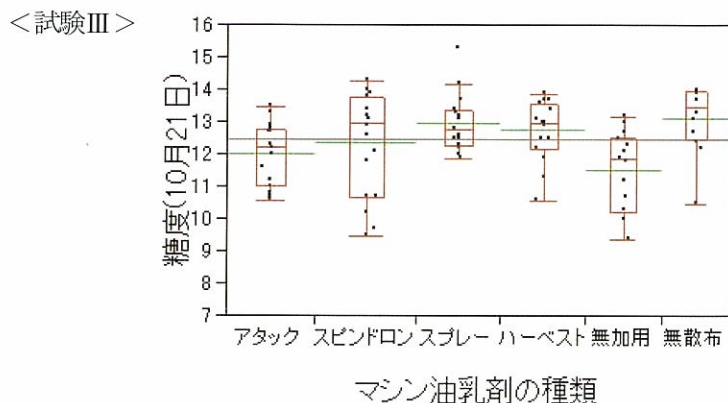
注)長崎果樹試 2005 年試験

<試験 I >



<試験 II >





第1図 5月～6月にかけた各種マシン油乳剤散布(3回)が極早生温州の果実糖度に及ぼす影響
(注:佐賀果樹試2005年試験,10月中～下旬に調査)

第16表 各種マシン油乳剤散布が極早生温州の果実糖度に及ぼす影響の3試験のメタ・アナリシスによる評価^{a)}

供試薬剤	ハーベスト	アタック	スプレー	スピンドロン	無加用	無散布
ハーベストオイル		-0.09～+0.62	-0.74～-0.15	-0.80～-0.09	-0.93～+1.16	-0.89～-0.18
アタックオイル	-0.62～+0.09		-1.02～-0.39	-1.03～-0.23	-0.50～+0.20	-1.18～-0.40
スプレーオイル ^{b)}	+0.15～+0.74	+0.39～+1.02		-0.30～+0.34	-0.13～+1.55	-0.36～+0.28
スピンドロン乳剤	+0.09～+0.80	+0.23～+1.03	-0.34～+0.30		+0.08～+0.75	-0.46～+0.30
無加用	-1.16～+0.93	-0.20～+0.50	-1.55～+0.13	-0.75～-0.08		-1.52～+0.30
無散布	+0.18～+0.89	+0.40～+1.18	-0.74～+0.36	-0.30～+0.46	-0.30～+1.52	

- a) 表中の数字は各処理間の差の95%信頼区間を示している。信頼区間が0をまたいでいる場合(-から+にかかっている場合)は処理間に差が無いことを示している。
- b) 例;スプレーオイル区ではハーベストオイル区およびアタックオイル区に比べて果実糖度が高く、その95%信頼区間はそれぞれ+0.15～+0.74, +0.39～+1.02であることを示している。一方、スピンドロン乳剤区、マシン油乳剤無加用区、無散布区との間には果実糖度に有意な差がないことを示している。
- c) 網掛けは+の差がある組み合わせを示している。

しかし、この場合でも1樹あたりの調査果数は5果と少ないためにサンプルサイズが十分であるとは言い難く、より大きな試験規模での検討が望まれた。そこで、光センサー(非破壊)選果機を利用することによってこの問題を解決しようとする試みが佐賀果樹試で取り生まれ、光センサー選果機による1,100～1,800果実に及ぶ大量の果実品質調査が3か所の園地で実施された(第17表)。その結果、鹿島T園のみでハーベストオイルの加用によって糖度の低下が統計的な有意差として検出されたが、小城F園と鹿島M園では各処理間の糖度に有意な差は認められなかった。そこで、これらの結果をさらにメタ・アナリシスによって統合解析したところ(第18表)、各種マシン油乳剤加用によって糖度は無加用に比べて低下することが認められた。この場合、マシン油乳剤の種類によってその程度は異なっており、無加用に比べてハーベストオイルでは0.18～0.49度、クミアイアタックオイルでは0.04～0.33度、スプレーオイルでは0.05～0.36度、それぞれ低下することが示された。クミアイアタックオイルとスプレーオイル間では有意な差は無かった。

以上の各種試験の結果から、マシン油乳剤散布によって果実糖度は低下すると判断せざるを得ないが、その程度は顕著なものではないと考えられる。この場合、各種マシン油乳剤間で果実糖度に及ぼす影響は異なるようで、スピ

ンドロン乳剤, スプレーオイル, クミアイアタックオイル, ハーベストオイルの順に果実糖度への影響は少ないようであり, マシン油乳剤選択のための有用なエビデンスになるものと思われる。

第17表 果実成分に及ぼす各種マシン油乳剤散布の影響

試験地	加用マシン油乳剤	調査樹数	調査果数	糖度(95%信頼区間)	酸度(95%信頼区間)	糖酸比(95%信頼区間)
小城F園	ハーベストオイル	14	1,712	10.43 (10.32~10.55)	0.86 (0.84~0.88)	12.17 (11.95~12.40)
	クミアイアタックオイル	15	1,870	10.50 (10.42~10.59)	0.89 (0.87~0.90)	11.87 (11.68~12.06)
	スピンドロン乳剤	13	1,786	10.46 (10.37~10.55)	0.89 (0.87~0.90)	11.08 (11.58~12.02)
	無加用	13	1,871	10.70 (10.50~10.90)	0.88 (0.85~0.90)	12.23 (11.96~12.50)
鹿島T園	ハーベストオイル	12	1,169	9.80 (9.71~9.88)	1.06 (1.04~1.08)	9.34 (9.18~9.51)
	クミアイアタックオイル	13	1,299	10.04 (9.92~10.16)	1.11 (1.02~1.19)	9.52 (9.27~9.76)
	スピンドロン乳剤	13	1,264	10.04 (9.89~10.19)	1.06 (1.04~1.08)	9.55 (9.38~9.75)
	無加用	13	1,320	10.17 (9.95~10.39)	1.07 (1.07~1.07)	9.60 (9.51~9.63)
鹿島M園	ハーベストオイル	12	1,181	9.49 (9.25~9.72)	0.92 (0.91~0.94)	10.31 (9.96~10.66)
	クミアイアタックオイル	12	1,312	9.76 (9.61~9.84)	0.92 (0.91~0.94)	10.53 (10.31~10.75)
	スピンドロン乳剤	12	1,275	9.70 (9.56~9.85)	0.92 (0.90~0.94)	10.61 (10.30~10.91)
	無加用	10	1,332	9.95 (9.59~10.32)	0.96 (0.93~0.99)	10.34 (9.95~10.72)

注) 佐賀果樹試2006年試験

第18表 果実糖度に及ぼす各種マシン油乳剤の影響比較

供試マシン油	ハーベスト	アタック	スピンドロン	無加用
ハーベスト		-0.26~-0.07	-0.23~-0.02	-0.49~-0.18
アタック	+0.07~+0.26		-0.06~+0.12	-0.33~-0.04
スピンドロン	+0.02~+0.23	-0.12~+0.06		-0.36~-0.05
無加用	+0.18~+0.49	+0.04~+0.33	+0.05~+0.36	

注) 表中の数字は第15表に示したデータをメタ・アナリシス解析した結果から得られた糖度の増減の95%信頼区間

なお, 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か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, 前述の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られておらず, 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。

5. 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落葉に及ぼす影響

展葉期から6月下旬までの殺菌剤散布時のマシン油乳剤加用が、落葉に及ぼす影響について調べられた6試験の結果を第19表、第20表、第21表および第22表に示した。

鹿児島果樹試2004年試験(第20表)ではマシン油乳剤加用によって落葉数が増加している。しかし、その他の試験では加用によって落葉数が増加する傾向は認められていない。

これらの結果から、マシン油乳剤散布による落葉数の増加についてはさほど心配することはないと判断してよいものと思われる。

第19表 落葉に及ぼす各種マシン油乳剤の影響

供試マシン油乳剤	希釈 倍数	調査月日						累積 落葉数
		5/24	6/15	6/12	7/22	7/29	8/18	
ハーベストオイル	200	19	72	22	68	13	18	212
クミアイアタックオイル	200	21	105	34	79	28	44	311
ラビサンスプレー	200	32	102	32	85	18	14	283
スプレーオイル	200	47	30	14	52	11	42	196
スピンドロン乳剤	200	17	36	25	114	17	62	271
無加用	-	36	120	16	88	15	32	307
無散布	-	32	53	34	72	13	33	237

注)佐賀果樹試2004年試験, 表中の数字は落葉数/2 コンテナ

第20表 落葉に及ぼす各種マシン油乳剤散布の影響

供試マシン油乳剤	希釈 倍数	調査月日										合計
		6/11	6/21	6/28	7/6	7/13	7/21	7/27	8/4	8/11	8/24	
クミアイアタックオイル	200	7	8	8	7	4	3	4	5	4	0	48±20
ラビサンスプレー	200	10	8	12	14	5	4	2	2	1	0	59±18
無加用	-	2	2	4	5	4	2	1	3	0	0	24±10

注)鹿児島果樹試2004年試験

第21表 落葉に及ぼす各種マシン油乳剤散布の影響

供試マシン油乳剤	希釈 倍数	反復	日付									合計
			8/23	9/2	9/12	9/20	10/3	10/12	10/21	11/2	11/14	
ハーベストオイル	200	I	19	10	2	8	12	14	3	9	9	614
		II	6	8	4	8	4	8	8	3	8	839
		III	12	1	1	4	4	12	6	13	2	590
		平均	12.3	6.3	2.3	6.7	6.7	11.3	5.7	8.3	6.3	681.0
スプレーオイル	200	I	30	14	2	3	9	17	10	19	36	1,023
		II	14	6	2	8	2	4	3	0	1	573
		III	14	4	3	11	9	8	8	2	3	705
		平均	19.3	8.0	2.3	7.3	6.7	9.7	7.0	7.0	13.3	767.0
スピンドロン乳剤	200	I	12	7	5	4	11	18	7	11	12	648
		II	9	4	8	5	4	5	4	3	6	581
		III	6	3	8	4	6	7	3	4	3	549
		平均	9.0	4.7	7.0	4.3	7.0	10.0	4.7	6.0	7.0	592.7
無加用	-	I	9	12	2	6	8	19	4	12	7	790
		II	7	2	3	6	9	12	3	2	3	612
		III	19	10	10	10	11	13	7	7	3	626
		平均	11.7	8.0	5.0	7.3	9.3	14.7	4.7	7.0	4.3	676.0

注)長崎果樹試 2005 年試験

第22表 極早生温州ミカンの落葉に及ぼす各種マシン油乳剤散布の影響

試験園	加用マシン油乳剤	累積落葉数					
		6月13日	6月29日	7月6日	7月13日	7月27日	8月24日
小城F園	ハーベストオイル	190	559		760	950	1223
	クミアイアタックオイル	154	394		524	717	989
	スピンドロン乳剤	132	325		457	592	744
	無加用	102	227		346	462	555
鹿島T園	ハーベストオイル	88		447		713	796
	クミアイアタックオイル	66		354		635	770
	スピンドロン乳剤	141		390		575	653
	無加用	127		344		482	556
鹿島M園	ハーベストオイル	150		480		815	946
	クミアイアタックオイル	104		342		575	726
	スピンドロン乳剤	116		386		654	698
	無加用	121		401		794	880

注)佐賀果樹試2006年試験-1, 2, 3

おわりに

マシン油乳剤は温州ミカンの病害虫防除において効果的な防除を実施していくうえで有用な資材ではあるが、その使用にあたってはいくつかの問題点(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回と散布回数が増加し、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、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)とともに今回示したようにアジューバントとして殺菌剤の効果を向上させ、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回に限った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。

ここで問題となるの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。一般には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。今回試験され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はいるものの、極早生温州ではその使用によって果実糖度が無加用の場合よりも0.2~0.5度程度、低下することがマシン油乳剤の種類によっては心配される。このため、高品質果実生産の場面ではこのような糖度低下を生じるマシン油乳剤の使用には問題があると判断される。すなわち、各地の選果場では現在、光センサー選果機の普及によって果実毎の糖度が測定されて、設定された品質区分ごとに出荷され、果実価格に糖度が反映されるようになっている。例えば10月下旬の極早生温州では糖度13度と12.5度という0.5度の違いによってランクが1段階下がることはよくあることで、このランクの違いによって1kgあたり100~200円の価格差を生じることになる。このため、このような糖度の低下を助長するようなマシン油乳剤の散布は可能な限り避けたいところであり、具体的には散布回数を2回以内に抑えることや散布時期を6月中旬までに制限することなどが考えられる。ただし、これらの点について明確な根拠があるわけではなく、今後、データの蓄積が必要である。また、6月下旬にミカンハダニ密度が要防除水準を上回っていてマシン油乳剤の散布がどうしても必要な場合には、糖度への影響ができるだけ少ないマシン油乳剤を使用することも考えられる。

一方、わずかな糖度の低下が重要でないと考えられる栽培形態、すなわち、栽培規模が大きく、多収量によって収益を確保したいような場合には、本剤の使用は殺菌剤や殺ダニ剤の散布回数の低減に伴う薬剤費および労力の低減に大きく寄与することから積極的な使用が望まれる。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、殺菌剤にマシン油乳剤を加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り、今後はこのような観点からのデータの蓄積が必要である。また、今回の連絡試験では極早生温州を中心としたデータの蓄積であるため、今後は高糖系

温州での解析も必要である。

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; 衛藤ら, 2004)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。また、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, 1980)、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。

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さらに改善の余地があると思われる。

佐賀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(近藤ら, 2007)、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コロマイト水和剤、バロックフロアブル、カネマイトフロアブル、ダニエモンフロアブルおよびマイトコーネフロアブルの5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5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期待される。

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(田代ら, 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られる。

引用文献

- 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・渠 慎春・井手洋一. 2003. ジチオカーバメイト系薬剤抵抗性ミカンサビダニの防除に関する研究. *佐賀県果樹試験場研究報告* 15: 47-53.
- 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ジェンスと防止. *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. *植物病害虫の事典*. 朝倉書店. 東京.
- 磯田隆晴・山本 滋. 1983. 川野なつだいの病害虫防除体系確立試験 第5報 銅剤とマシン油乳剤の連続散布. *九州病害虫研究会報* 29: 51-54.
- 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. 1980. ジマンダイセンとマシン油乳剤の混用効果. *九州病害虫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. 1980. ジマンダイセンとマシン油乳剤の混用効果. *九州病害虫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.
- 近藤知弥・納富麻子・衛藤友紀・田代暢哉・井手洋一. 2007. マシン油乳剤を積極的に利用したミカンハダニ防除体系の普及状況と同体系下における殺ダニ剤感受性の推移. *佐賀県果樹試験場研究報告* 16: 52-59.
- 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. *九州病害虫研究会報* 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-佐賀県病害虫発生予察事業50周年記念誌-*. 佐賀県植物防疫協会. 佐賀.
- 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. *九州病害虫研究会報* 44: 104-107.

- 大久保宣雄. 1980. シ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. カンキツ黄斑病の発生と防除に関する 2, 3 の知見. 佐賀県果樹試験場研究報告 7:41-48.
- 貞松光男・実松孝明. 1980. 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 病虫害防除・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. ダ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). 今月の農薬 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虫害の効率的防除体系. 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的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.
- 田代暢哉・井手洋一・衛藤友紀・井下美加乃・古賀孝明. 2004. 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. 佐賀県果樹試験場研究報告 15:22-46.
- 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Ⅲ. 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 原色病虫害診断防除編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. 九州病虫害研究会報 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. 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.

九防協連絡試験成果集リスト

(平成19年5月)

	(執筆者)	(題 目)	(発行年月)
第1集	山口純一郎	箱施薬を基軸としたいもち病と紋枯病の防除	2005年5月
第2集	田代 暢哉	カンキツ果実腐敗の防除対策	2005年5月
第3集	井手 洋一	九州地域のナシ栽培における薬剤散布回数低減技術	2005年5月
第4集	富浜 毅	チャ主要病害の秋期体系防除法の確立	2005年5月
第5集	神崎 保成	チャクワシロカイガラムシの生態と防除	2005年5月
第6集	中尾 茂夫	果樹白紋羽病のフロンサイドSC 処理による防除	2005年5月
第7集	檜原 稔	ミカンサビダニの防除対策	2006年5月
第8集	山口純一郎	保護殺菌剤を主軸とした施設ナスの病害防除体系	2007年5月
第9集	佐藤 邦彦	チャノミドリヒメヨコバイとチャノキイロアザミウマに対する効率的防除	2007年5月
第10集	尾松 直志	野菜類病害の生物的防除(微生物農薬の利用)技術の確立	2007年5月
第11集	吉岡 哲也	チャノコカクモンハマキの新規フェロモン剤による効果的防除	2007年5月
第12集	井手 洋一	カンキツ新品種'不知火'に生じる「汚れ果症」の被害防止対策	2007年5月
第13集	田代 暢哉	ブドウ枝膨病の感染成立後に発病抑制効果を有する殺菌剤の検索と効果的利用法の開発	2007年5月
第14集	吉岡 哲也	チャノホソガの効率的な防除	2008年5月
第15集	田代 暢哉	温州ミカン病害虫防除の合理化を図るための各種マシン油乳剤の特性解明	2008年5月

九防協連絡試験成果集

平成20年5月15日 刊行

九州病害虫防除推進協議会

〒810-0001 福岡市中央区天神4丁目9-12 (光ビル)

TEL 092 (771) 1946・FAX 092 (715) 7669

I P 電話番号 05055116116

メールアドレス jimukyoku@kyuboukyo.com

ホームページアドレス <http://www.kyuboukyo.com>

印刷所 プリント九州有限会社
