

銅水和剤によるカンキツ黒点病の防除

和歌山県果樹試験場 ^{いぬま たかし かんさこ まさのり}井沼 崇・間佐古 将則*

はじめに

食の安全・安心への関心の高まりや環境への負荷低減の観点から、化学合成農薬の使用を減らした農産物栽培の取り組みが増加している。このような動きは、カンキツのウンシュウミカンにおいても同様であり、農薬使用回数を削減する試みが進められている。また、エコファーマー（持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律に基づく認定）、特別栽培農産物（特別栽培農産物に係る表示ガイドラインに基づく認証）、有機JAS（有機農産物の日本農林規格に基づく認証）などの公的機関による認定・認証を受ける事例も増加してきている。

本稿では、ウンシュウミカンにおける慣行防除剤の使用回数削減のための代替技術の例を紹介したい。和歌山県の主な地域での慣行防除剤では、黒点病（*Diaporthe citri* Wolf.）に対するマンゼブ水和剤またはマンネブ水和剤の使用回数が多く、年3～4回（最高6回）の散布となっている。このため、回数削減の余地があると指摘されてきた。しかし、ウンシュウミカンには商品価値に対する果実外観の影響が大きく、その代表例である黒点病に対して防除効果の高い代替技術が必要であった。黒点病はコスメティック病害であるため、出荷・販売に際して、食味などの外観以外の品質に問題がない点と、さらに減農薬栽培である点をアピールすることによってある程度の被害まで許容される可能性が想定されるものの、慣行防除に近い防除効果が得られる技術が期待された。これまでに、物理的・耕種的対策として伝染源の枯れ枝を除去すると一定の効果があることが示されていたが（間佐古ら、2010）、労力を要しそれのみでの対応は難しい場合が多いと思われた。

そこで、銅水和剤に着目した。銅水和剤は、有機JAS（制定：平成12年1月20日農林水産省告示第59号、最終改正：平成24年3月28日農林水産省告示第833号）においても、やむを得ない場合の使用が許容されている。ここでは、主に2005年以降に取り組んできた、銅

水和剤による黒点病防除に関する試験結果について述べる。

I 銅水和剤と慣行防除剤の併用による防除効果

慣行防除剤の使用回数を削減し、その代替として銅水和剤を組み入れ、両剤を併用した場合の防除効果を検討した。2006年と2007年に試験を実施した（間佐古ら、2010）。2006年の試験には‘興津早生’（35年生）、2007年の試験には‘興津早生’（36年生）を供試した。試験区は「回数削減」、「慣行防除」、「無防除」とした。回数削減区では、慣行防除剤であるマンゼブ水和剤の散布回数を2回とし、加えて銅水和剤を2～3回散布した。銅水和剤は、塩基性硫酸銅28.1%を有効成分とする薬剤（80倍、商品名：ICボルドー66D）または、水酸化第二銅76.8%を有効成分とする薬剤（2,000倍、商品名：コサイドボルドー）を用いた。慣行防除区では、マンゼブ水和剤（600倍）を4回散布した。無防除区は全く防除を行わなかった。調査は、秋期に樹上の果実について実施した。発病を程度別に調査し、発病果率および発病度を示した。発病度の算出には、式： Σ （程度別発病数×指数）×100÷（調査数×7）を用い、指数は、0：病斑がないもの、1：病斑が散見されるもの、3：病斑が果面の1/4以下に分布するもの、5：病斑が果面の1/4～1/2に分布するもの（涙斑の軽いものを含む）、7：病斑が果面の1/2以上に分布するもの（涙斑、泥塊を含む）とした。

試験の結果、発病果率はマンゼブ水和剤の回数削減により増加し、発病度もやや増加したが、無防除区と比較して低く（表-1）、発病程度が抑制されることが示された。マンゼブ水和剤の散布回数を削減した代替として、銅水和剤の散布を組み入れることの有効性が示された。

II 銅水和剤の2回散布による黒点病の防除効果

銅水和剤（ICボルドー66D）の散布のみによる防除対策として、黒点病の主要な感染・発病時期である梅雨時期と秋雨時期に散布を行った場合の防除効果を検討するため、2009年と2010年に試験を実施した（井沼ら、2012）。

2009年の試験には‘興津早生’（38年生）を供試し、試験区は「銅水和剤散布」、「慣行防除」、「無防除」とした。銅水和剤は6月9日と9月18日に80倍希釈で散布した。慣行防除区は、本県のウンシュウミカン産地で

Control of Citrus Melanose by Using Copper Wettable Powder.
By Takashi INUMA and Masanori KANSAKO

（キーワード：カンキツ、黒点病、銅水和剤、炭酸カルシウム水和剤、減農薬栽培）

* 現所属：和歌山県農業試験場

表-1 マンゼブ水和剤2回と銅水和剤2～3回の散布による黒点病の防除効果

	2006年 ^{a)}		2007年 ^{b)}	
	発病果率(%)	発病度 ^{c)}	発病果率(%)	発病度
回数削減 ^{d)}	38.8	5.7	24.8	3.7
慣行防除	15.6	2.2	17.2	2.7
無防除	100	80.7	100	75.5

^{a)} 調査は11月8日。

^{b)} 調査は10月29日。

^{c)} 発病度 = $\Sigma(\text{程度別発病数} \times \text{指数}) \times 100 \div (\text{調査数} \times 7)$ 。

指数0: 病斑がないもの, 1: 病斑が散見されるもの, 3: 病斑が果面の1/4以下に分布するもの, 5: 病斑が果面の1/4～1/2に分布するもの(涙斑の軽いものを含む), 7: 病斑が果面の1/2以上に分布するもの(涙斑, 泥塊を含む)。

^{d)} 2006年は, 銅水和剤(ICボルドー66D, 80倍)を2回(6月6日, 9月8日), マンゼブ水和剤600倍を2回(7月4日, 10月8日)の散布。2007年は, 銅水和剤(ICボルドー66D, 80倍)を1回(5月24日), 銅水和剤(コサイドボルドー, 2,000倍)を2回(7月16日, 8月9日), マンゼブ水和剤600倍を2回(6月16日, 9月7日)の散布。

われるのと同様の薬剤散布体系とし, マンゼブ水和剤(600倍)を4回散布した。無防除区は全く防除を行わなかった。収穫は11月13～30日の間に随時行い, その後に調査を実施した。調査果数は, 銅水和剤散布区1,751個, 慣行防除区1,624個, 無防除区2,006個であった。前記に準じて発病を程度別に調査し, 「無」: 病斑がないもの, 「少」: 病斑が散見されるもの, 「中」: 病斑が果面の1/4以下に分布するもの, 「多」: 病斑が果面の1/4～1/2に分布するもの(涙斑の軽いものを含む), 「甚」: 病斑が果面の1/2以上に分布するもの(涙斑, 泥塊を含む)とした。

2010年の試験においても同様に, ‘興津早生’(39年生)を供試した。試験区は「銅水和剤散布」, 「慣行防除」, 「無防除」とした。銅水和剤散布区では, 1回目を6月24日に散布し, 2回目の散布を9月9日に行う銅水和剤散布1区と9月29日に行う銅水和剤散布2区を設定した。12月1日に収穫して, 調査を実施した。調査基準は2009年と同様とした。調査果数は, 銅水和剤散布1区453個, 銅水和剤散布2区498個, 慣行防除区1,120個, 無防除区1,104個であった。

2009年の試験では, 調査基準の「中」, 「多」, 「甚」に相当する程度の被害を受け, 外観が劣る果実の占める割合は, 銅水和剤散布区23.0%, 慣行防除区5.4%, 無防除区99.0%であった(図-1)。また, 2010年の試験では, 調査基準の「中」, 「多」, 「甚」に相当する程度の被害を受けた果実の占める割合は, 銅水和剤散布1区76.2%,

銅水和剤散布2区78.8%, 慣行防除区15.3%, 無防除区97.9%であった(図-1)。以上より, 銅水和剤を6月と9月に計2回散布することによって被害が縮小することが示されたが, 慣行防除区と比較して被害が多かった。

III 炭酸カルシウム水和剤を加用した銅水和剤による黒点病の防除効果

銅水和剤散布時, 特に夏期には銅による薬害を軽減するため, 炭酸カルシウム水和剤を加用することが行われている。そこで, 銅水和剤の散布回数を4～5回に増やすとともに, 炭酸カルシウム水和剤を加用した場合の防除効果を検証するため, 2005年と2007年に試験を実施した(井沼ら, 2012)。

2005年には, ‘林温州’(38年生)を用いて試験を実施した(試験①)。銅水和剤(ICボルドー66D)の80倍に, 銅水和剤の薬害軽減のための登録がある炭酸カルシウム水和剤(炭酸カルシウム95.0%, 商品名: クレフノン)を200倍希釈となるように加用した区と銅水和剤80倍単用の区を設置した。散布は4回(6月7日, 6月30日, 7月27日, 9月2日)行い, 発病果数の調査は10月24日に行った。

2007年には3事例の試験(試験②, ③, ④)を実施した。いずれも, 試験①と同様に銅水和剤80倍, 炭酸カルシウム水和剤を200倍となるように希釈して散布した。試験②は‘林温州’(5年生), 試験③は‘田口早生’(12年生), 試験④は‘宮川早生’(8年生)を用いた。散布回数は, 試験②および④では5回(6月1日, 6月25日, 7月19日, 8月24日, 9月24日), 試験③は4回(6月6日, 7月3日, 8月1日, 9月5日)とした。発病果数の調査は, 試験②および④については10月23日, 試験③については10月11日に行った。

試験の結果, 黒点病の発病は銅水和剤の単用区と比較して銅水和剤への炭酸カルシウム水和剤加用区のほうが低くなることが示された(表-2)。炭酸カルシウム水和剤は銅水和剤の薬害軽減のために用いられるが, 芹澤(1992)は, 銅水和剤(水酸化第二銅76.8%)に炭酸カルシウム水和剤(炭酸カルシウム95.0%)を加用すると葉の表面に残存する銅量が増加し, かいよう病の発病が銅水和剤単用と比較して減少することを報告している。今回のような使用例における付着量については, 調査する必要があるが, 同様の現象により黒点病の発病の減少につながった可能性が考えられた。

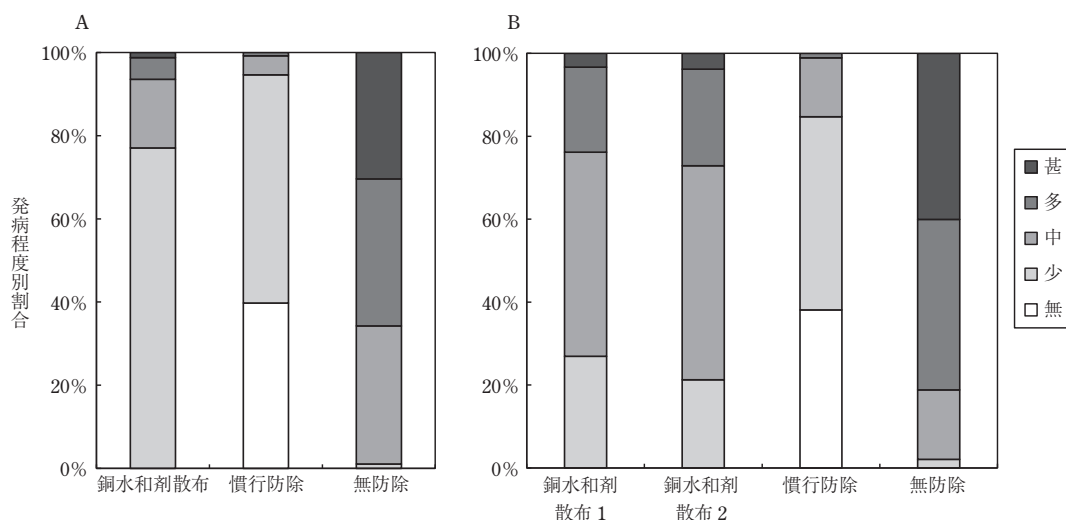


図-1 銅水和剤2回散布による黒点病の防除効果

A：2009年（銅水和剤の散布月日：6月9日，9月18日，収穫月日：11月13～30日に随時，収穫後に調査を実施）。

B：2010年（散布：両区6月24日，1区9月9日，2区9月24日，収穫：12月1日，収穫後に調査を実施）。

調査実施基準は，「無」：病斑がないもの，「少」：病斑が散見されるもの，「中」：病斑が果面の1/4以下に分布するもの，「多」：病斑が果面の1/4～1/2に分布するもの（涙斑の軽いものを含む），「甚」：病斑が果面の1/2以上に分布するもの（涙斑，泥塊を含む）。

表-2 炭酸カルシウム水和剤を加用した銅水和剤の散布による黒点病の防除効果^{a)}

試験	発病果率 (%)		リスク比 ^{b)}	
	加用	単用	(95%信頼区間)	
① (2005年)	29.0	51.0	0.57	(0.46～0.70)
② (2007年)	46.2	52.5	0.88	(0.75～1.03)
③ (2007年)	3.3	6.7	0.50	(0.18～1.43)
④ (2007年)	12.0	78.0	0.15	(0.10～0.24)
統合リスク比 ^{c)}			0.45	(0.24～0.86)

^{a)} 発病果率に基づく比較。

銅水和剤 (IC ボルドー 66D, 80倍)，炭酸カルシウム水和剤 (クレフノン, 200倍) を使用。試験①および③は4回，②および④は5回の散布。

^{b)} 値が1.0未満であれば，その値の比率だけ単用に比べて発病果率が低い。

^{c)} random effect model による。

IV 虫害防除なども含めた体系での銅水和剤の防除効果

37年生の‘興津早生’を使用し，殺虫剤や他の病害の防除剤を組み入れた体系での試験を2008年に実施した (井沼ら，2010)。

銅水和剤を用いる区として「銅水和剤3回」および「銅

水和剤4回」の2区と，「慣行防除」，「無防除」の区を設置した (表-3)。銅水和剤3回区は，銅水和剤 (IC ボルドー 66D) を6月下旬，銅水和剤 (水酸化第二銅 55.3%，商品名：コサイド DF) を7月下旬と9月上旬に散布する体系とした。銅水和剤4回区は，IC ボルドー 66D を6月上旬，6月下旬，7月下旬，9月上旬に散布する体系とした。銅水和剤の散布時には，炭酸カルシウム水和剤 (商品名：クレフノン) を加用した。銅水和剤3回区は，‘川野なつだいたい’などのかいよう病罹病性品種に対して，かいよう病防除として実施される散布体系に準じた。銅水和剤3回区および4回区で使用する殺虫剤は，マシン油乳剤などのいずれも有機 JAS でやむを得ない場合には使用可能な薬剤を選択した。慣行防除区は本県の産地で行われる事例と同様の薬剤散布体系とし，無防除区では薬剤散布を含む防除対策を一切行わなかった。

樹上の果実における黒点病の発病については，6～10月にかけて計8回調査した。発病果率および発病度の推移を図-2に示した。無防除区の発病果率は7月上旬に68.8%，8月上旬には100%となった。銅水和剤3回区では，7月中旬まで発病度5以下で推移し，その後，7月下旬～8月上旬と9月中旬以降に発病が増加した。8月中旬～9月にかけては一時的な病勢の停滞がみられ，

表-3 銅水和剤の散布を組み入れた防除体系における薬剤散布暦 (2008年)

試験区 ^{a)}	散布月日および薬剤名 ^{b)}
銅水和剤 3 回	1/10 : マシン油乳剤 (30 倍カイガラムシ類) 6/24 : 銅水和剤 (80 倍黒点病) + 炭酸カルシウム水和剤 (200 倍薬害軽減) 7/31 : 銅水和剤 (2,000 倍黒点病) + 炭酸カルシウム水和剤 (200 倍薬害軽減) 9/2 : 銅水和剤 (2,000 倍黒点病) + 炭酸カルシウム水和剤 (200 倍薬害軽減)
銅水和剤 4 回	1/10 : マシン油乳剤 (30 倍カイガラムシ類) 5/16 : 重曹 (500 倍灰色かび病) 6/6 : 銅水和剤 (80 倍黒点病) + 炭酸カルシウム水和剤 (200 倍薬害軽減) 6/24 : 銅水和剤 (80 倍黒点病) + 炭酸カルシウム水和剤 (200 倍薬害軽減) 7/7 : マシン油乳剤 (200 倍カイガラムシ類・ミカンハダニ) 7/31 : 銅水和剤 (80 倍黒点病) + 炭酸カルシウム水和剤 (200 倍薬害軽減) 9/2 : 銅水和剤 (80 倍黒点病) + 炭酸カルシウム水和剤 (200 倍薬害軽減) 10/2 : 水和硫黄剤 (400 倍ミカンサビダニ)
慣行防除	1/10 : マシン油乳剤 (30 倍カイガラムシ類) 4/14 : ジチアノン水和剤 (1,000 倍そうか病) 5/16 : クレソキシムメチル水和剤 (2,000 倍黒点病・そうか病・灰色かび病) 6/3 : マンゼブ水和剤 (600 倍黒点病) + アセタミプリド水溶液 (2,000 倍チャノキイロアザミウマ・ヤノネカイガラムシ) 6/24 : マンゼブ水和剤 (600 倍黒点病) + DMTP 乳剤 (1,500 倍ゴマダラカミキリ成虫・カイガラムシ類) + マシン油乳剤 (200 倍ミカンハダニ) 7/30 : マンゼブ水和剤 (600 倍黒点病) + トルフェンピラド水和剤 (2,000 倍チャノキイロアザミウマ) 9/2 : マンゼブ水和剤 (600 倍黒点病) + エトキサゾール水和剤 (2,000 倍ミカンハダニ・ミカンサビダニ) 11/16 : チオファネートメチル水和剤 (2,000 倍貯蔵病害)

^{a)} 無防除区は省略。

^{b)} 括弧内は希釈倍数および対象病害虫・使用目的。

夏期の薬剤散布による感染・発病の減少が示唆された。銅水和剤 4 回区では、9 月まで慣行防除区とほぼ同程度の発病で推移した。6 月に銅水和剤を 2 回散布したことで初期発病を効果的に抑制し、その後も夏期以降の 2 回散布で後期発病を 9 月まで抑制することができたと考えられる。

さらに果実の収穫後、各区約 1,500 果について黒点病の発病果数を程度別に調査した。程度は、「無」、「少」、「中」、「多」、「甚」の 5 段階に分類し、前述と同一の基準によった。なお、銅水和剤散布後には果実に不整形の小黒点状の薬害（スターメラノーズ）とみられる症状を確認していたが、収穫後の調査では黒点病の病斑との区別が困難であったため、黒点病の発病に含めた。

収穫果実における黒点病の発病程度別割合は、図-3 に示した。銅水和剤 3 回区および 4 回区では、「少」と「中」の果実が大部分を占めた。銅水和剤 4 回区は、特に「少」の果実が多く 84.7% であった。慣行防除区では、「無」と「少」の割合が高かった。無防除区は、「少」と「中」の果実がそれぞれ約 35% を占めたが、「多」と「甚」の割合も高かった。「無」の果実はなかった。

果実出荷時の一般的基準で規格外とされる発病の程度は、「中」、「多」および「甚」であるが、今回の試験で規格外となったものの割合は、銅水和剤 3 回区 27.8%、銅水和剤 4 回区 12.2%、慣行防除区 4.0%、無防除区 63.1% であった。銅水和剤散布後に認めたスターメラノーズは、黒点病の調査基準に当てはめると「少」に相当する程度であり、商品価値を損なうほどの影響はなかった。

おわりに

ウンシュウミカンにおける黒点病の防除対策として、炭酸カルシウム水和剤を加用した銅水和剤を 4 回使用すると、一般の出荷基準で規格外になる果実の割合が約 1 割にとどまり、実用的な効果が得られた。慣行防除剤であるマンゼブ水和剤やマンネブ水和剤の代替として、有効な技術であると考えられる。

なお今回は、減農薬栽培において果実の外観を損なう病害として黒点病を取り上げたが、多湿傾向の園地ではそうか病が問題となる可能性もある。また、銅水和剤の使用時には、ダニ類の発生を助長することが経験的に知られている（田代，2007）。さらに、殺虫剤の使用回数

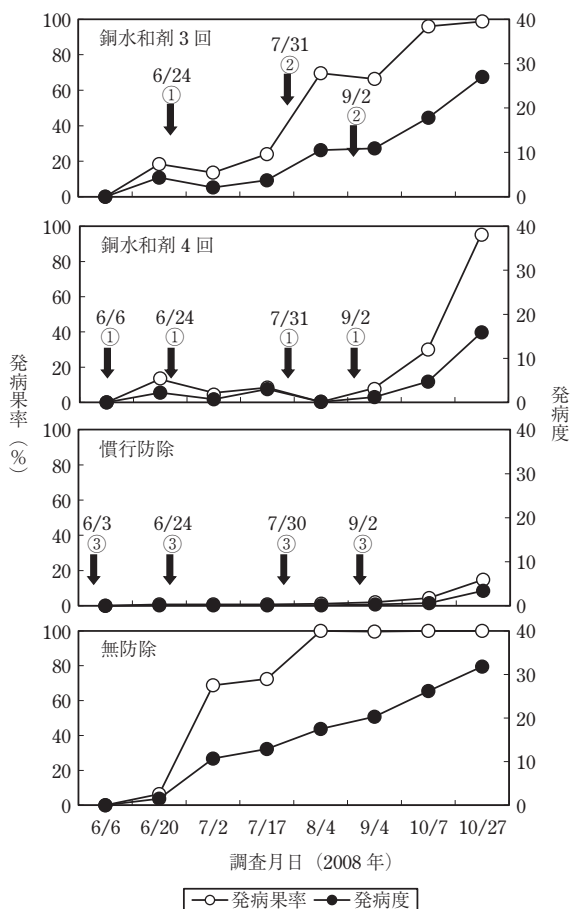


図-2 銅水和剤の散布を組み入れた防除体系における黒点病の発病率および発病度の推移

図中の矢印は薬剤散布時期を示し、①：銅水和剤 (IC ボルドー 66D, 80 倍), ②：銅水和剤 (コサイド DF, 2,000 倍), ③：マンゼブ水和剤 (600 倍). 調査実施基準および発病度の算出は表-1 と同様.

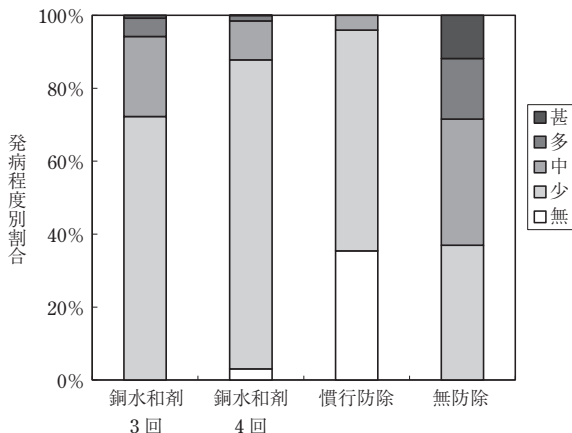


図-3 銅水和剤の散布を組み入れた防除体系における収穫果実における黒点病の発病程度

収穫後に調査を実施.

試験内容および調査実施基準は図-1 と同様.

黒点病の病斑と銅水和剤の薬害 (スターメラノーズ) を区別しなかった.

を削減すると、ゴマダラカミキリやミカンナガタマムシの樹体への食入による害が生じる危険性が高まる。このように、減農薬栽培では、黒点病以外にも病虫害の突発的な被害が生じうるので注意が必要である。これらへの対応のためには、早期発見が求められるので、日頃からの園地の観察が重要である。

引用文献

- 井沼 崇ら (2010): 関西病虫研報 52: 61 ~ 63.
- ら (2012): 和歌山農総技セ研報 13: 25 ~ 34.
- 間佐古将則ら (2010): 同上 11: 17 ~ 26.
- 芹澤拙夫 (1992): 静岡柑試特研報 5: 100 ~ 112.
- 田代暢哉 (2007): だれでもできる果樹の病虫害防除 ラクシ
て減農薬, 農山漁村文化協会, 東京, p. 137 ~ 139.