

薬剤散布回数を抑制した条件下での効果的なカキ円星落葉病防除法の検討

野村康弘・足立昌俊*・渡辺秀樹・杖田浩二

Study on the effective Control of Circular leaf spot under reduced number of spraying times.

Yasuhiro Nomura, Masatoshi Adachi, Hideki Watanabe and Hirotsugu Tsueda

要約 : カキ円星落葉病の防除において、ピラクロストロビン・ボスカリド剤を1回散布のみとした場合の効果的な使用時期は6月中、下旬であった。また、DMI 系統剤やマンゼブ剤を代わりに用いることでも同等の防除効果を示したことから、成分回数を増やさない防除が可能であった。カキに作物登録のある主なDMI 系統剤は、6月中旬から2週間間隔の連続散布条件で、円星落葉病に対する高い防除効果を認めた。このため、適用がなくても、併殺効果が期待できるものと考えられた。しかし、県内で使用の多いテブコナゾール剤よりジフェノコナゾール剤の方が、散布間隔を空けた条件下での防除効果は優れた。前年甚発生園において、5月の殺菌剤散布を省略した体系防除では、6月中、下旬にQoI 系統混合剤を用いた場合の効果が十分でなかった。これは感受性低下も疑われたが、子のう胞子の飛散状況を考慮すると、早くから感染が成立していたためと考えられ、前年甚発生園に限っては、5月下旬の殺菌剤散布併用が必要と考えられた。

キーワード : カキ, 円星落葉病, 防除適期

緒言

岐阜県は全国第4位のカキ生産県で、“富有柿”の発祥の地としても知られている。今でも、平坦地域での主要な果樹品目であるものの、園地周辺の宅地化がより進み、周辺環境へ十分配慮した防除作業が必要となっている。また、岐阜県では化学農薬・肥料を慣行より3割削減した栽培である“ぎふクリーン農業”の取組みを推進しており、生産者からは、薬剤散布をさらに削減した病害虫の防除技術開発が求められている。

県内に発生するカキ病害において、薬剤散布を削減すると最も問題となるものは、落葉病（円星落葉病、角斑落葉病）であり、この内、当県で発生しているのは主に円星落葉病 *Mycosphaerella nawae* である（第1図）。

円星落葉病（以下、落葉病と称す）は9月下旬以降の気温が下がってから初めて病斑形成を認め、病勢が激しい場合は、収穫前に早期落葉する。果実発生は認めないものの、早期落葉に至ると果実軟化や落果のみならず、養分転流不足による品質低下もあり、収量への影響は大きい¹⁾。また、病斑を認めてからの薬剤散布では全く効果を示さないため、6月上旬、下旬及び7月上旬の薬剤散布で、予防に重点を置いた防除対策がとられてきた。

しかし、近年のゲリラ豪雨に見られるように、防除暦に準じた防除で、予期せぬ多雨による残効の早期低

下や、落葉病に対する薬剤防除の成否は、秋にならないとわからないこともあり、追加防除を含めた判断は難しい。また、新規系統登録薬剤（DMI 系統剤、QoI 系統剤、SDHI 系統剤等）の作物登録が増え、効果の高い剤の選定や散布時期は、体系防除の中で判断せざるを得ず、現地での効果判断はより難しい。

これらのことから、落葉病に対する薬剤別の防除効果と、散布回数を削減した防除法や、子のう胞子飛散調査について検討したので報告する。



第1図 落葉病（円星落葉病）の病徴

材料および方法

本研究では、全ての試験において、落葉病調査は、下記の基準で程度別発病葉数を調べ、発病度を求めた（1区1樹、3反復）。防除値は、無処理区が設置してある場合は無処理区との対比で、無処理区を設置しない場合は対照区との対比で、下

*現在：西濃農林事務所農業普及課

記の基準により求めた。

また、薬剤散布は樹齢・品種に係らず、全ての試験において、1樹当り5Lの手散布とし、展着剤としてアグラー10,000倍を加用した。

現地での降雨量把握には、調査地点に近い気象庁のアメダス調査地点データを用いたが、年度により実測値把握のために、市販の簡易雨量計ネルパック 柑橘用累積雨量計 sakimil を設置して調査を行った。

発病指数 0:発病無し 1:病斑が散見されるもの 2:病斑が葉の1/4以下 4:病斑が葉の1/4~1/2以下 6:病斑が葉の1/2以上に分布

発病度 = $(\sum (\text{程度別発病葉数} \times \text{発病指数}) \times 100) \div (\text{調査葉数} \times 6)$

防除価 = $100 - (\text{処理区の発病度} \div \text{無処理区(または対照区)の発病度}) \times 100$

また、発生程度は、以下のように発病度から区分した。

無:0, 少発生:1~10, 中発生:11~30, 多発生:31~50, 甚:51以上

1. ピラクロストロビン・ボスカリド剤による防除適期と降雨量観測の有効性(2012, 2013年)

2011年までに実施した予備試験¹⁵⁾で、効果があるとしたQoI系混合剤であるピラクロストロビン・ボスカリド水和剤2,000倍液を用い、防除適期を検討した。

2012年試験は場内で6~7月の旬別に薬剤を散布し(1回散布)、防除効果を比較した(品種“富有”12年生樹)。発病調査は2012年11月2日に行った。また、同様の試験を、海津市現地ほ場(品種“富有”32年生樹)でも行い、発病調査を2012年10月10日に行った。

2013年試験は、6月1半旬から1半旬(5日)ごとを目安に、散布時期を変えて防除効果を比較した。試験は海津市現地ほ場で行った(品種“富有”33年生樹)。発病調査は2013年10月28日に実施した。また、現地ほ場で降雨量観測を実施し、その有効性を評価した。

2. ピラクロストロビン・ボスカリド剤の持続効果(2012年)

長期持続性が期待される剤といえども、落葉病防除適期は梅雨期に当り、降雨条件により追加防除の要否判断は難しい。場内で実施した予備試験ではピラクロストロビン・ボスカリド水和剤(6月上中旬)と有機銅水和剤(7月中旬)の体系防除で安定した防除効果が認められた。このため、前年甚発生した現地ほ場において、ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤を6月上旬に1回散布

した後に、有機銅水和剤の散布期を変えることで、ピラクロストロビン・ボスカリド剤の持続性を評価した。

試験は海津市現地ほ場(品種“富有”32年生樹)で、全ての区で6月上旬(2012年6月7日)にピラクロストロビン・ボスカリド水和剤2,000倍液を散布し、その後の追加散布を実施しない区を対照区とし、6月下旬(2012年6月24日、6月下旬追加区)または7月中旬(2012年7月16日、7月中旬追加区)に各1回追加防除(有機銅水和剤1,000倍液)を実施した。発病調査は2012年10月11日に行った。

3. その他有効薬剤の検索(2012, 2013年)

さらなる散布回数削減のためには、混合剤であるピラクロストロビン・ボスカリド剤(2成分回数)以外の基幹薬剤及び、体系防除に組み合わせる有効薬剤の検索が必要である。

このため、カキに登録のある主な殺菌剤を用いて、各防除効果を検討した。

(1) 県内使用が多い剤を中心とした防除効果の把握

2012年試験では、岐阜市現地ほ場(品種“富有”49年生樹)で、6月中旬(2012年6月14日)、7月上旬(2012年6月28日)、7月中旬(2012年7月16日)の3回散布条件で、8剤(ベノミル水和剤3,000倍液、チオファネートメチル水和剤1,500倍液、クレソキシムメチル水和剤3,000倍液、ジフェノコナゾール水和剤3,000倍液、有機銅水和剤1,000倍液、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤1,500倍液、キャプタン水和剤1,000倍液、マンゼブ水和剤600倍液)の防除効果を比較した。発病調査は2012年10月30日に行った。

2013年試験も同じ現地ほ場(品種“富有”50年生樹)で、6月中旬(2013年6月14日)、7月中旬(2013年7月14日)の2回散布条件(防除間隔30日)で、ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤2,000倍液と5剤(キャプタン水和剤1,000倍液、マンゼブ水和剤400倍液、テブコナゾール水和剤2,000倍液、クレソキシムメチル水和剤3,000倍液、ジフェノコナゾール水和剤3,000倍液)の防除効果を比較した。また、同ほ場において、6月中旬(2013年6月14日)、6月下旬(2013年6月29日)、7月中旬(2013年7月14日)の3回散布条件で、対照剤にジフェノコナゾール水和剤3,000倍液を用い、4剤(キャプタン水和剤1,000倍液、マンゼブ水和剤400倍液、テブコナゾール

水和剤 2,000 倍液, クレソキシムメチル水和剤 3,000 倍液) との防除効果を比較した。発病調査は全ての区で, 2013 年 10 月 22 日に行った。

(2) 県内での暦採用の少ない剤の防除効果 (2013 年)

県内で防除暦に採用されていない剤の防除効果を把握するため, 場内 (品種 “富有” 13 年生樹) で試験を行った。

試験は, 6 月中旬 (2013 年 6 月 17 日), 7 月中旬 (2013 年 7 月 17 日) の 2 回散布条件 (防除間隔 1 ヶ月) と, 6 月中旬 (2013 年 6 月 17 日), 7 月上旬 (2013 年 7 月 2 日), 7 月中旬 (2013 年 7 月 17 日) の 3 回散布条件で, それぞれの防除効果を比較した。

試験はジフェノコナゾール水和剤 3,000 倍液を対照とし, 6 剤 (ペンチオピラド水和剤 3,000 倍液, フルオリミド水和剤 3,000 倍液, TPN 水和剤 1,500 倍液, アズキシストロビン水和剤 1,000 倍液, トリフロキシストロビン水和剤 2,000 倍液, フルアジナム水和剤 1,500 倍液) との防除効果を比較した。発病調査は 2013 年 10 月 29 日に行った。

(3) 作物登録のある DMI 系統剤の落葉病防除効果の比較 (2013 年)

県内産地の防除体系に採用されている DMI 系統剤はテブコナゾール剤である (年 2~3 回散布)。これまでの試験で, テブコナゾール剤以上に高い効果の DMI 系統剤 (ジフェノコナゾール剤) を認めたことから, 作物登録のある (うどんこ病での適用剤を含む) 主要な DMI 系統剤を用い, 落葉病に対する防除効果を比較した。

場内 (品種 “早秋” 13 年生樹) において, 6 月中旬 (2013 年 6 月 17 日), 7 月上旬 (2013 年 7 月 2 日), 7 月中旬 (2013 年 7 月 17 日) の 3 回散布条件で, テブコナゾール水和剤 3,000 倍液を対照として, カキで作物登録のある 6 剤 (ジフェノコナゾール水和剤 3,000 倍液, フェンブコナゾール水和剤 2,000 倍液, ヘキサコナゾール水和剤 1,000 倍液, フェナリメル水和剤 3,000 倍液, トリフルミゾール水和剤 2,000 倍液, ミクロブタニル水和剤 2,000 倍液) との防除効果を比較した。発病調査は 2013 年 10 月 29 日に行った。

(4) 効果の高い DMI 系統剤の 6 月下旬 1 回散布の防除効果 (2014 年)

現地の慣行防除として行われている DMI 系統剤のデブコナゾール剤を用いた 6 月中旬と 7 月上旬の 2 回散布と, これまでの試験で効果が高いと判

断したジフェノコナゾール剤を用いた 6 月下旬の 1 回散布での防除効果を比較し, さらなる薬剤散布回数の削減が可能かどうか検討した。

試験は場内 (品種 “富有” 15 年生樹, 前年中発生) で行った。対照区には, テブコナゾール水和剤 2,000 倍液を用いて, 6 月中旬 (2014 年 6 月 16 日), 7 月上旬 (2014 年 7 月 11 日) に 2 回散布した区を対照区として設置し, ジフェノコナゾール 6 月下旬散布区では, 6 月下旬 (2014 年 6 月 23 日) にジフェノコナゾール水和剤 3,000 倍液 1 回散布として, 各区の防除効果を比較した。なお, その他病害による影響を避けるため, 両区ともに, 2014 年 8 月 13 日にテブコナゾール水和剤 2,000 倍液の散布を行った。また, 無処理区は設けなかった。発病調査は 2014 年 10 月 15 日に実施した。

(5) 病斑形成前の 8 月期散布の防除効果 (2014 年)

これまでの試験で, 7 月下旬以降の防除効果は低いことが認められたものの, 病斑形成をまだ認めない 8 月期のみ防除効果の検討は未了である。このため, DMI 系統剤の内, うどんこ病に適用のあるフェンブコナゾール剤と有機銅剤を用いて, 8 月期のみ薬剤散布効果について検討した。

試験は岐阜市現地ほ場で (品種 “富有”, 51 年生樹), 2014 年 8 月 5 日, 29 日の 2 回散布を行い, 発病調査を 2014 年 10 月 10 日に行った。

4. 効果的な防除体系の検討 (2013 年)

海津市現地ほ場 (品種 “富有” 33 年生樹) で, 県内各地域の防除体系を参考に試験を行った (第 1 表)。また, 発病調査は 2013 年 10 月 28 日に行った。供試薬剤はクレソキシムメチル水和剤 3,000 倍液, 有機銅水和剤 1,000 倍液, キャプタン水和剤 1,000 倍液, テブコナゾール水和剤 2,000 倍液, ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤 2,000 倍液の 5 剤とした。

第1表 試験区の構成

試験区	各散布日ごとの散布薬剤		
	6月上旬 (6月18日)	6月中下旬 (6月30日)	7月上旬 (7月18日)
体系A区	マンゼブ水和剤	ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤	テブコナゾール水和剤
体系B区	有機銅水和剤	クレソキシムメチル水和剤	テブコナゾール水和剤
体系C区	マンゼブ水和剤	有機銅水和剤	クレソキシムメチル水和剤
体系D区	マンゼブ水和剤	キャプタン水和剤	テブコナゾール水和剤
体系E区	クレソキシムメチル水和剤	有機銅水和剤	キャプタン水和剤
無処理区	—	—	—

注) 4月下旬~5月上旬の薬剤散布は、散布無 (各防除暦には殺菌剤記載有)。
()内は散布実施日を示す。

5. 降雨量を起算とした効果的な追加防除基準の検討 (2014 年)

DMI 系統剤の中に, 感染後でも高い防除効果が期待される剤があったものの, 防除期は梅雨期で

あるため、降雨後の薬剤持続効果に対する検討が必要である。このため累積降雨量を基準としたDMI 系統剤の追加防除基準（累積降雨量を 150mm に仮設定）で、暦的な防除に依存しない適期防除技術とすることが可能かどうか検討した。

試験には DMI 系統剤の中で、県内で使用が多いテブコナゾール水和剤を用いて行った。場内ほ場（品種“富有”15 年生樹、前年中発生）において、2014 年 6 月 16 日に全区でテブコナゾール水和剤 2,000 倍液を散布し、追加散布のない区を対照区として、累積降雨量 150mm を超える毎に同剤を追加散布（1~2 回）し防除効果を比較した。降雨量は市販の簡易雨量計を用いて調査し、無処理区は設置しなかった。

第 1 回散布から、150mm 以上の累積降雨量を観測した日は 2014 年 7 月 10 日となり、散布 1 回、2 回区では翌日の 2014 年 7 月 11 日にテブコナゾール水和剤 2,000 倍液を散布した。さらに 150mm 以上累積降雨量を観測した 2014 年 8 月 13 日には、散布 2 回区のみ同剤の散布を行った。また、無処理区は設置せず、対照区は 2014 年 6 月 16 日の散布のみで追加散布を行わない条件とした。

6. 落葉病菌の子のう孢子飛散調査(2012~2016 年)

子のう孢子飛散調査としてエアースンプラー（international PBI 社製空中浮遊菌エアサンプラー）を用いた予備調査（場内、岐阜市、本巣市 3 地点、瑞穂市、計 6 地点）を実施した。エアースンプラーは、ほ場内の樹間の任意の場所に固定し、10 分間作動（1,800L 吸引）させ、吸引部に設置した 2%素寒天培地を分注した 9cm シャーレに捕捉された子のう孢子数を調査した。7 月上旬の捕捉量はどの調査地点も多かったものの、降雨の多い 6 月中、下旬の捕捉量が少ないなど、一時的な飛散確認は出来たが、判然としなかった（データ省略）。このため、落葉病菌の子のう孢子飛散調査を先進的に実施している長野県での事例を参考にし、2013 年調査では長野県果樹試式簡易孢子採集器（バッテリー駆動式）を作製して用いた。簡易孢子採集器は長野県の方法に準じて、以下のように作製した。大小 2 個のタッパーを準備し、タッパーは全て蓋部を下にし、大きい方のタッパーを受け部に用いた。受け部に用いたタッパーの蓋部から 2.5cm 程度の所で、スライドグラス幅より小さな細長い 5cm ほどの長さでホットナイフで 1ヶ所スリットを開け、吸引口とした。タッパーの蓋

部はそのまま利用し、その上部には吸引用の直径 35mm 程度の孔（設置するファンに合わせた穴）を開け、小型のモーターファン（DC12V、パソコン用 35mm 径ファン）をネジ止め設置し、電動ファンによりスリットを通し外気を吸引させた。また、ファンの雨除けのために用いる小型タッパーは、吸引した外気が排出できるように、小さな穴を数個開けておき、蓋をはずした状態でホットボンドを用いて下部のタッパーと接着させた。

調査は海津市現地ほ場で行い、長野県で行われている方法に準じ、スライドグラスに日東電工（株）製の両面テープを張ったものを、吸引部（スリット）の裏側（タッパー内部）にタッパー面に水平となるように設置した。スライドグラスは吸引口部の裏面に両面テープの付いた止め具（電気コード止め具）を 2 つ張って保持し、両面テープ部に付着した子のう孢子量を定期的（5 日ごとを目安に交換）に調査した（第 2 図）。



第2図 長野県果樹試式簡易孢子採集器

2014 年は前年調査で、孢子捕捉量が過去の調査結果より少なく、調査手法の見直しが必要であったことから、発生予察の調査実施基準（農林水産省消費・安全局植物防疫課）にあるスライドグラス静置法に準じた方法とした。常法に準じて作成したグリセリンゼリー塗布面を上にして、地表面から 40cm 程度の高さで水平になるように配置したスライドグラスに捕捉された子のう孢子数（1ヶ所当り 2 枚のスライドグラスを設置し、計測数を平均）を、カバーグラス（18mm×18mm）面積内でカウント調査した（第 3 図）。2016 年調査では発生予察調査基準に準じ、地表面から 5cm の設置高で検討した。スライド当り調査には 40 分~1 時間の検鏡が必要であった。また、2014 年の調査では、降雨の影響で捕捉数が少なかったことも考えられたため、2015、2016 年調査では上部に雨除け

のカバーを設置し、降雨の影響を避けるようにした。調査は全て場内ほ場（岐阜市）で実施し、周辺には風よけ（1m以上の囲い）を設置しない条件とし、前年甚発園（岐阜市、海津市現地ほ場）から採取した落葉を、下に敷いた状態で調査を行った。落葉は飛ばされないように、網袋に満杯に入れて用いた。



第3図 スライドガラス静置法による調査状況(2014年)

結果

1. ピラクロストロピン・ボスカリド剤による防除適期の検討と降雨量観測の有効性

2012年場内試験では、10月上旬より病斑形成を認め、中発生条件下での試験となった。6月中旬散布区並びに、下旬散布区では防除価が85以上と高く、7月下旬散布区での防除効果が低かった（第2表）。

また、同年の現地ほ場（海津市）では9月中旬下旬より病斑形成を認め、甚発生条件下での試験となった。6月下旬散布区での防除価は76.7と最も高かったが、その後の散布区では防除価は低く、特に7月下旬散布区では効果を認めなかった（第3表）。

第2表 場内(岐阜市)における散布時期別防除効果(2012年)

試験区	散布日	調査葉数計	発病葉率(%)	発病度	防除価
6月上旬散布区	6月7日	442	50.7	8.9	56.7
6月中旬散布区	6月15日	441	18.4	3.1	85.1
6月下旬散布区	6月26日	416	16.8	2.8	86.3
7月上旬散布区	7月6日	459	25.7	4.3	79.1
7月中旬散布区	7月16日	449	34.3	5.7	72.2
7月下旬散布区	7月26日	415	61.7	11.2	45.4
無処理区	—	435	95.6	20.5	—

注) 防除価は発病度から算出した。

第3表 現地ほ場(海津市)における散布時期別防除効果(2012年)

試験区	散布日	調査葉数計	発病葉率%	発病度	防除価
6月上旬散布区	6月7日	412	78.6	19.3	62.9
6月中旬散布区	6月15日	445	89.2	25.7	50.8
6月下旬散布区	6月26日	445	58.9	12.2	76.7
7月上旬散布区	7月6日	443	86.5	31.0	40.6
7月中旬散布区	7月16日	449	84.9	25.1	52.0
7月下旬散布区	7月26日	421	92.9	53.9	0
無処理区	—	436	96.1	52.2	—

注) 防除価は発病度から算出した。

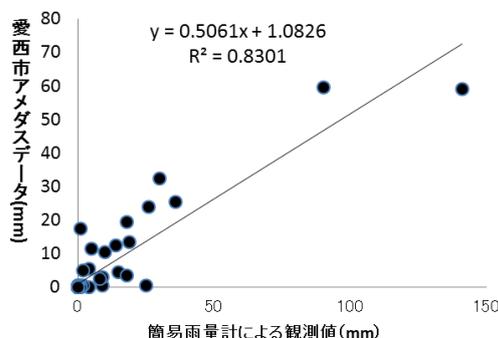
2013年現地ほ場（海津市）での試験は、9月中旬から発病が認められ、甚発生条件下での試験となった。ピラクロストロピン・ボスカリド水和剤2,000倍液の1回散布は6月第4半旬（2013年6月16日）～7月第3半旬（2013年7月16日）までの散布で防除価が高かったが、7月第5半旬（2013年7月21日）以降の効果は低かった（第4表）。

第4表 現地ほ場(海津市)における散布時期別防除効果(2013年)

試験区	散布日	調査葉数平均	発病葉率平均(%)	発病度平均	防除価
6月第1半旬	6月1日	129	56.8	16.1	72.2
6月第2半旬	6月6日	145	62.8	20.4	64.7
6月第3半旬	6月11日	133	82.0	37.5	35.3
6月第4半旬	6月16日	139	28.0	6.3	89.2
6月第5半旬	6月22日	134	48.9	13.9	76.0
6月第6半旬	6月27日	149	39.4	12.9	77.7
7月第1半旬	7月1日	136	25.6	7.6	86.8
7月第2半旬	7月6日	149	38.8	13.2	77.3
7月第3半旬	7月11日	138	47.2	10.9	81.2
7月第4半旬	7月16日	132	55.7	15.2	73.8
7月第5半旬	7月21日	140	76.0	27.2	53.1
7月第6半旬	7月26日	140	66.1	18.5	68.1
8月第1半旬	7月31日	144	82.4	30.9	46.7
無処理	—	134	96.0	57.9	—

注) 防除価は発病度から算出した。

現地ほ場（海津市）から最も近い気象庁のアメダス調査地点は愛知県愛西市となる。現地の降雨量の把握のため、2013年調査では市販の簡易雨量計による現地調査を行った。調査では、ほ場での正確な降雨条件を把握でき、特にアメダスデータから把握できない局地的な集中豪雨が把握可能であった（第4図）。



第4図 愛西市アメダスデータと簡易雨量計による観測値との関係(2013年)

2. ピラクロストロピン・ボスカリド剤 6月上旬散布後の持続性

海津市現地ほ場では甚発生条件下での試験であったが、6月下旬追加区、7月中旬追加区ともに、いずれも散布により高い防除価が認められた(第5表)。

また、6月下旬追加区は290mmの累積降雨量後の散布であり、7月中旬追加区ではさらに202mmの累積降雨量(6月上旬散布から492mmの累積降雨量)があつてからの散布条件となった(7月上旬のみでは175.5mm累積降雨量)。

第5表 ビラクトロビン・ボスカリド剤6月上旬散布後の持続性効果

試験区	積算降水量(mm)	調査葉数計	発病率(%)	発病度	防除価
6月下旬追加区	290	395	26.3	5.7	89.1
7月中旬追加区	492	406	29.3	6.0	88.5
対照区	-	412	78.6	19.3	62.9
無処理区	-	436	52.2	52.2	-

注1) 防除価は発病度平均から算出した。

注2) 積算降水量は対照区での散布後から散布を実施した日までの積算降水量(愛知県愛西市アメダスデータ)を示した。

3. その他有効薬剤の検索

(1) 県内での使用事例が多い剤の防除効果

2012年岐阜市現地ほ場での試験は甚発生条件下であり、6月中旬から3回散布して防除効果を比較した。ジフェノコナゾール水和剤、キャプタン水和剤の防除価は80以上で、高い効果を認めたが、有機銅水和剤並びに、クレソキシムメチル水和剤の効果はやや低かった(第6表)。

第6表 現地ほ場(岐阜市)におけ3回散布時の防除効果(2012年)

試験区	調査葉数計	発病率(%)	発病度	防除価
ベノミル水和剤	444	80.6	16.8	75.3
チオファネートメチル水和剤	438	86.5	23.5	65.4
クレソキシムメチル水和剤	413	96.9	29.5	56.5
ジフェノコナゾール水和剤	441	28.3	4.9	92.8
有機銅水和剤	319	100.0	40.4	40.5
イミノクタジナルベシル酸塩水和剤	284	73.9	19.7	71.0
キャプタン水和剤	278	53.2	10.9	84.0
マンゼブ水和剤	257	64.2	15.0	77.9
無処理	412	100.0	67.9	-

注) 防除価は発病度から算出した。

2013年の同ほ場における試験では(多発生条件下)、6月中旬からの2回散布効果を、対照剤(ピラクトロビン・ボスカリド水和剤)と比較した。ジフェノコナゾール水和剤、マンゼブ水和剤は同等以上の効果を示し、クレソキシムメチル水和剤、テブコナゾール水和剤の効果はやや低かった(第7表)。

同ほ場における、6月中旬からの3回散布での対照剤(ジフェノコナゾール水和剤)との比較では、クレソキシムメチル水和剤の効果が低かったものの、その他剤では対照剤と同等の高い効果が認められた(第8表)。また、同じDMI系統剤であるテブコナゾール水和剤は、対照剤よりもやや効

果が劣った。

第7表 現地ほ場(岐阜市)における2回散布時の防除効果(2013年)

薬剤名	調査葉数平均	発病率平均(%)	発病度平均	防除価
キャプタン水和剤	150	45.1	11.2	76
マンゼブ水和剤	150	20.0	3.8	92
テブコナゾール水和剤	150	56.4	17.3	62
クレソキシムメチル水和剤	150	87.1	27.0	41
ジフェノコナゾール水和剤	150	3.1	0.6	99
ピラクトロビン・ボスカリド水和剤	150	34.7	7.7	83
無処理	139	95.9	46.0	-

注) 防除価は発病度平均を用いて算出した。

第8表 現地ほ場(岐阜市)における3回散布時の防除効果(2013年)

薬剤名	調査葉数平均	発病率平均(%)	発病度平均	防除価
キャプタン水和剤	150	4.7	1.0	98
マンゼブ水和剤	150	2.4	0.4	99
テブコナゾール水和剤	150	41.6	9.3	80
クレソキシムメチル水和剤	150	80.0	22.8	50
ジフェノコナゾール水和剤	150	1.8	0.4	99
無処理	139	95.9	46.0	-

注) 防除価は発病度平均を用いて算出した。

(2) 県内での暦採用の少ない剤の防除効果(2013年)

中発生条件の場合内試験において、6月中旬からの3回散布ではいずれの剤も対照剤(テブコナゾール水和剤)と同等の効果を示した(第9表)。しかし、防除間隔を空けた6月中旬からの2回散布条件では、QoI系統の2剤(アゾキシストロビン水和剤、トリフロキシストロビン水和剤)の効果はやや劣った(第10表)。

第9表 場内における3回散布時の防除効果(2013年)

薬剤名	調査葉数計	発病率(%)	発病度	防除価
ベンチオピラド水和剤	300	3.7	0.6	96
アゾキシストロビン水和剤	300	8.7	1.4	90
フルオルイミド水和剤	300	0.7	0.1	99
TPN水和剤	300	0.3	0.1	100
アゾキシストロビン水和剤	300	8.7	1.4	90
トリフロキシストロビン水和剤	300	3.7	0.6	96
フルアジナム水和剤	300	0.7	0.1	99
ジフェノコナゾール水和剤	300	0.3	0.1	100
無処理	300	84.3	14.2	-

注) 防除価は発病度から算出した。

第10表 場内における2回散布時の防除効果(2013年)

薬剤名	調査葉数計	発病率(%)	発病度	防除価
ベンチオピラド水和剤	300	6.7	1.1	92
フルオルイミド水和剤	300	0.7	0.1	99
TPN水和剤	300	1.3	0.2	98
アゾキシストロビン水和剤	300	29.3	4.9	65
トリフロキシストロビン水和剤	300	24.3	4.1	71
フルアジナム水和剤	300	6.7	1.1	92
ジフェノコナゾール水和剤	300	2.7	0.4	97
無処理	300	84.3	14.2	-

注) 防除価は発病度から算出した。

(3) 作物登録のあるDMI系統剤の落葉病防除効果

場内試験は、中発生条件下での試験となった(発病度23.1)。

第11表 作物登録のあるDMI系統剤の防除効果(2013年)

試験区	調査葉数	発病率 (%)	発病度	防除価
ジフェノコナゾール水和剤	300	0.3	0.1	99.8
フェンブコナゾール水和剤	300	4.7	0.8	96.6
ヘキサコナゾール水和剤	300	12.3	2.1	91.1
フェナリモル水和剤	300	16.7	2.8	88.0
トリフルミゾール水和剤	300	22.3	3.8	83.7
マイクロブタニル水和剤	300	23.3	4.1	82.5
テブコナゾール水和剤	300	1.7	0.3	98.8
無処理	300	99.3	23.1	-

注)防除価は発病度から算出した(無処理との対比)。

3回散布条件では、適用のある2剤(テブコナゾール、ジフェノコナゾール水和剤)のみばかりでなく、その他剤も高い効果が認められた(第11表)。

(4) 効果の高いDMI系統剤を用いた6月下旬1回散布の防除効果

ジフェノコナゾール6月下旬散布区は対照区よりも高い効果を認めたものの、落葉率における差は認めなかった(第12表)。

第12表 ジフェノコナゾール剤1回散布の防除効果(2014年)

試験区	連制	調査葉数	発病率 (%)	落葉率 (%)	発病度	防除価
ジフェノコナゾール6月下旬散布区	I	178	2.6%	14.6%	0.4	
	II	171	8.0%	4.7%	1.4	
	III	156	9.0%	7.7%	1.6	
	平均	168.3	6.5%	9.0%	1.2	61.0
対照区	I	130	10.8%	8.5%	3.8	
	II	152	3.9%	14.1%	0.7	-
	III	150	20.0%	8.5%	4.4	
	平均	144.0	11.6%	10.4%	3.0	

注)防除価は発病度の平均値から算出した。

また、両区ともに他の病害の影響を避けるために2014年8月13日にテブコナゾール水和剤2,000倍を散布した。

(5) 病斑形成前の8月期散布の防除効果

甚発条件下での試験となったが、8月散布の防除価は低いものの認められ、落葉率では各区とも散布により減少し、効果が認められた(第13表)。

第13表 現地ほ場(岐阜市)における8月期散布の防除効果(2014年)

供試薬剤	連制	調査葉数	発病率 (%)	落葉率 (%)	発病度	防除価
フェンブコナゾール水和剤	I	206	54.4%	8.4%	27.3	
	II	195	73.8%	13.7%	40.2	
	III	134	91.0%	29.5%	58.0	
	平均	178.3	73.1%	17.2%	41.8	42.7
有機銅水和剤	I	255	68.2%	11.8%	17.5	
	II	199	71.4%	9.7%	35.8	
	III	216	74.1%	1.9%	31.7	
	平均	223.3	71.2%	7.8%	28.3	61.2
無処理	I	99	100.0%	53.5%	71.4	
	II	74	91.9%	63.9%	55.4	-
	III	47	97.9%	70.3%	92.2	
	平均	73.3	96.6%	62.6%	73.0	

注)防除価は発病度の平均値から算出した。

4. 効果的な防除体系の検討

海津市現地ほ場では甚発生条件下での試験となったが、QoI系統剤(クレソキシムメチル剤)を6月中旬下旬に導入した体系B区の防除価は低く、6月上旬

にQoI系統剤を導入した体系E区の防除価もやや低かったものの、QoI系統混合剤(ピラクロストロビン・ボスカリド剤)を用いた体系A区やキャプタン水和剤を代わりに散布した体系D区では高い防除価を示した(第14表)。

第14表 現地ほ場(海津市)における各区の防除効果(2013年)

試験区	調査葉数平均	発病率 (%)	発病度	防除価
体系A区	150.0	30.7	7.1	87.4
体系B区	136.7	92.7	28.3	49.9
体系C区	133.7	40.1	9.5	83.2
体系D区	149.7	15.4	3.4	94.0
体系E区	133.7	62.8	14.9	73.7
無処理区	150.0	92.9	56.5	-

注)発病度から防除価を算出した。

5. 降雨量を起算とした効果的な追加防除基準の検討

6~7月半旬別の期間降雨量は7月2半旬が51mmと最も多く、梅雨期に当たる6月3~6半旬の降雨は累積して30mm以下と少なく、空梅雨であった。また、7月下旬の降雨は認めなかった。

場内試験では、追加2回区(累積降雨量で追加防除実施)で、効果を認めたものの、落葉率での区間の差はなかった(第15表)。

第15表 各区における落葉病の程度別発病度(2014年)

試験区	連制	調査葉数	発病率 (%)	落葉率 (%)	発病度	防除価
追加1回区	I	183	10.2%	9.3%	2.7	
	II	165	23.5%	17.6%	4.4	
	III	110	29.7%	8.2%	8.1	
	平均	152.7	21.2%	11.7%	5.1	59.1
追加2回区	I	142	10.8%	8.5%	3.8	
	II	177	3.9%	14.1%	0.7	
	III	150	20.0%	8.5%	4.4	
	平均	156.3	11.6%	10.4%	3.0	75.9
対照区	I	167	66.5%	3.6%	15.7	
	II	186	28.0%	11.8%	5.9	-
	III	157	46.2%	15.9%	15.5	
	平均	170.0	46.9%	10.4%	12.4	

注)防除価は発病度の平均値から算出した。

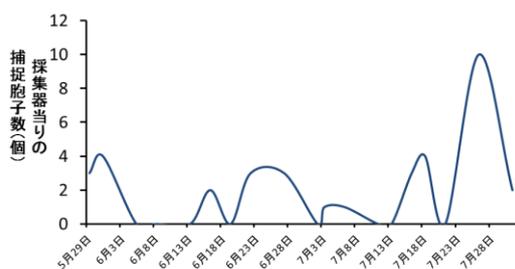
※累積降雨量が150mmを超えた時点で、追加散布を実施した(降雨後の晴天日に追加防除を実施)。

6. 円形落葉病菌の子のう胞子飛散消長調査

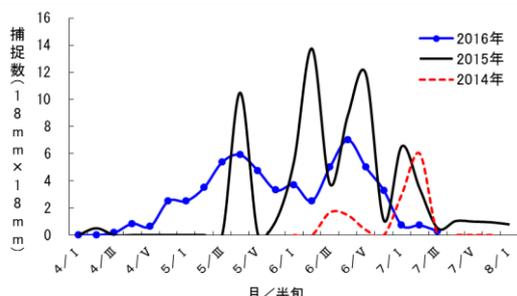
2013~2016年調査での調査方法に違いはあるが、いずれも捕捉された胞子量はわずかであった(第5、6図)。

また、2014~2016年に行ったスライドガラス静置法による調査結果では、設置条件にかかわらず胞子が多く捕捉されるのは降雨直後が主であり、降雨のない日が続いた旬はほとんど捕捉されなかった(データ省略)。単年の調査結果ではあるが、スライドガラスの設置高は、低くしても捕捉量が

端的に多くなることはなく（第6図）、設置高が低いと降雨の跳ね返りにより、土砂や植物残渣等の付着物が多く検鏡調査が困難であった。観察された子のう胞子（苞）は、4～5月では片方の細胞の肥大、湾曲を認めない未成熟なものが多く、6月以降は2苞の内、片方が肥大したものが観察された（第7図）。



第5図 簡易孢子採集器による調査結果
(2013年、海津市現地ほ場)



第6図 スライド静置法によるカキ落葉病子のう胞子飛散調査(岐阜市場内ほ場)



第7図 スライドガラス静置法で、グリセリンゼリーに付着したカキ円星落葉病菌の成熟した子のう胞子

考察

1. ピラクロストロビン・ボスカリド剤による防除適期と降雨量観測の有効性

2009～2011年にかけて、当所で実施された予備試験では、6月上、中旬の防除効果が高いが、甚発生ほ場では2回散布が必要であったため¹⁵⁾、ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤1回散布に

おける効果を継続して試験した。2ヶ年の結果からは、1回散布とした場合の効果的な使用時期は6月中、下旬であると考えられた。また、甚発生園においては、7月下旬の防除効果を認めなかった。SDHI系統剤であるボスカリド剤は、孢子発芽を強く阻害する剤であることが報告されていることから¹⁴⁾、子のう胞子飛散ピークが過ぎている時期の散布では、感染成立後に散布している可能性が高く、効果の低下につながったと考えられる。

カンキツ黒点病において、簡易雨量計を用いたマンゼブ剤の追加防除指標が報告されている¹¹⁾。報告にもあるが、雨量計を現地ほ場に設置することでアメダスデータから把握できない降雨条件の把握が可能であった。このため、落葉病に対する剤の効果判定ばかりでなく、薬剤散布回数を削減した防除法を安定した技術とするため、雨量計を用いた防除指標を検討する必要があると考えられた。

2. ピラクロストロビン・ボスカリド剤の持続効果

ピラクロストロビン・ボスカリド剤は残効性に優れ、梅雨期に間隔をあけて散布してもリンゴ、ナシ等の病害に対して高い防除効果を示すことが報告されている¹⁴⁾。甚発生条件下の試験であったが、6月上旬にピラクロストロビン・ボスカリド水和剤散布後、追加防除を行わないと効果が十分でなかった。今回の1回散布後に累積降雨量が多くなるような条件では、追加防除で効果が安定した。このため、ゲリラ豪雨などの急激な気象変動に対応するためには、散布後の降雨条件の把握が必要と考えられた。

3. その他有効薬剤の検索

(1) 県内での使用事例が多い剤の防除効果

2012年試験は甚発生条件下での3回散布、2013年試験では多発生条件下での3回散布試験となった。ジフェノコナゾール水和剤、マンゼブ水和剤の効果はいずれも高く、ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤と比較して、1成分での散布で同等の効果があると考えられた。

(2) 県内での採用の少ない剤の防除効果

供試剤の3回散布は、対照として用いたジフェノコナゾール水和剤と同等の高い防除効果を示した。しかし、QoI系統2剤（アズキシストロビン、トリフロキシストロビン水和剤）の2回散布は、他剤よりも効果が低かった。ナシ炭そ病防除において、アズキシストロビン剤は散布後の累積降雨量が200mmに達するまで、高い防除効果があると

の報告があり³⁾、QoI 系統剤は耐雨性が高い剤に区分されていることを考慮すると、薬剤感受性低下も疑われた。

(3) 作物登録のあるDMI 系統剤の落葉病防除効果

約2週間間隔の3回散布条件下では、各DMI 系統剤の防除効果に大きな差はないものと考えられた。ナシ黒星病防除において、DMI 系統剤は最終散布後15～31日後まで安定した防除効果を認めることが報告されている¹⁰⁾。落葉病においても安定した防除効果を示し、カキに作物登録があるが落葉病に適用のないDMI 系統剤も多発生条件下でも高い効果を認め、体系的な使用での発病抑制効果があると考えられた。

県内での暦採用が多いのはテブコナゾール水和剤であるものの、2回散布と比較するとジフェノコナゾール水和剤の方が安定した効果を示した。ジフェノコナゾール水和剤は6月下旬の感染が成立してからの防除でも効果が高いことが報告されている⁷⁾。また、DMI 系統剤は感受性低下が生じやすい剤であることから、年間使用回数を抑制することが提案されている。このため、少ない回数で安定した効果のある剤の使用が望ましく、効果的な薬剤選択が必要であると考えられた。

(4) 効果の高いDMI 系統剤を用いた6月下旬1回散布の防除効果

ジフェノコナゾール剤は、県内での防除暦の採用が多いテブコナゾール剤の2回散布より高い防除効果を得ることが可能であり、剤の選択でさらなる削減が可能であるものと考えられた。このことから、前年発病が中発生程度であれば、ジフェノコナゾール剤を用いた6月下旬の1回防除で経済的な被害(落葉被害)を十分抑制可能であるとも考えられた。また、両区ともに落葉率での差はなかったが、これは8月に両区で散布したテブコナゾール剤による病斑伸展抑制効果もあったものと考えられた。

(5) 病斑形成前の8月期散布の防除効果

落葉からの7月下旬以降での子のう胞子飛散量は少なく、調査時に下に敷いた落葉も、7月中旬以降になると分解が進み、葉の形も留めなかった。このことから、落葉からの8月以降の子のう胞子形成、飛散はほとんどないと考えられた。長野県果樹試験による試験結果でも7月の感染は少ないとしている⁷⁾。このため、感染成立後の8月期の薬剤散布の必要はなく、効果もないと考えられて

いたが、8月にフェンブコナゾール水和剤あるいは、有機銅水和剤散布を行うことで、程度が低いものの病斑形成抑制並びに、落葉率を減少させる効果を認めた。これらの事と、その他適用剤でも落葉病への効果を認めることから、8月期の子のう病を対象とした防除は程度が低いが、落葉病の病斑伸展抑制につながっていると考えられた。

4. 効果的な防除体系の検討

甚発生園条件下では、クレソキシムメチル水和剤を6月中、下旬に用いた体系防除区の効果が十分でなかったが、QoI 系統混合剤やキャプタン水和剤を替りに用いた区では高い防除価を示した。落葉病(円星落葉病)防除でQoI 系統単剤の効果が低かったことは長野県でも報告がある⁴⁾。QoI 系統剤は特異作用点剤として知られ、ブドウ、ナシ等の果樹病害においても耐性菌発生が多く報告されている^{8) 12) 19)}。ナシ炭そ病防除においてQoI 系統剤の替りにキャプタン水和剤を用いることで、耐性菌の発生が抑制できたとの報告は¹²⁾、樹種、病害が異なるものの本試験の結果と同様である。また、QoI 系統剤は現在でも県内の主産地において、主要な防除剤として暦採用があることと、落葉病が越冬病害であり、経年使用による高い薬剤選択圧にさらされているとも考えられるため、QoI 系統単剤の使用を変更する必要があると考えられた。

5. 降雨量を起算とした効果的な追加防除基準の検討

降雨量を基にした薬剤残効性評価として、コムギ雪腐黒色小粒菌核病に対するテブコナゾール水和剤の許容降雨量は累積80mm、日最大40mmであるとの報告がある¹⁷⁾。近年はゲリラ豪雨が頻繁にあり、一日に80mmを超える降雨も珍しくない。そのため、DMI 系統剤による追加防除の暫定基準を累積降雨量150mmとして検討したが、単年結果であるが有効であった。また、子のう胞子飛散調査結果では、7月下旬以降の落葉からの新たな子のう胞子飛散が少なかった。このことを考慮すると、累積降雨量による追加防除の判断基準は7月中旬までの防除実施に限定することが望ましいと考えられた。

薬剤の耐雨性については、連続した多量の降雨が剤間の耐雨性に差を及ぼすことや⁵⁾、カンキツ葉において、有機銅剤散布直後の降雨の影響(付着量)を調査した結果では、散布後24時間経過すれば降雨の影響はないが、目視で乾いた状態でも

8 時間内の降雨では付着量が著しく減少するとの報告がある²⁾。これらのことから、梅雨期の防除は、少なくとも散布実施日の翌日に降雨がない日を選ぶ必要があると考えられ、一律の追加判断基準として広く現地普及をはかるには、未検討な事項も多く、さらなる検討が必要であると考えられた。

6. 円星落葉病菌の子のう胞子飛散消長調査

落葉病（円星落葉病）の子のう胞子飛散は4月下旬～5月下旬に始まり、8月上旬にまで及ぶとされており⁵⁾、雨除けで管理した“市田柿”のポット苗試験で、落葉病の感染量は6月中旬が最も多く、5、7月の感染が少ないことと、胞子飛散のピークは6月上、中旬であることが報告されている⁷⁾。また、福島県では6月第5半旬～6半旬にかけて子のう胞子の飛散量が最も多く¹³⁾、新潟県においては16ヶ年間の子のう胞子飛散調査結果から、6月第3半旬が飛散最盛期であったことが報告されている¹⁸⁾。当県においても、落葉からの子のう胞子飛散ピークは6月中旬頃であると考えられたが、過去に捕捉された調査データ（1986年岐阜農総研発生予察科調査）との関係では、最大捕捉数が1/10以下と少ないこともあり、確立した調査方法とするには、今後もデータ積み上げが必要であり、周辺の風の影響を防ぐ必要があるのか、過去の調査に不備があるのか、また効果的な設置高さ等についても経年データが少なく、未検討な部分も多い。また、降雨条件もあるが、甚発生園から採取した落葉を用いた2015、2016年調査では、5月下旬の子のう胞子飛散量を多く認めたことから、甚発生園では早期感染が成立しているものと考えられた。

7. 総合考察

落葉病防除において、ピラクロストロビン・ボスカリド剤を1回散布とした場合の効果的な使用時期は6月中、下旬であり、感染成立後の防除効果は低いものと考えられた。また、ピラクロストロビン・ボスカリド剤は混合剤であるため、1回の使用でも2成分回数の使用となることで、使用回数の増加が課題であったが、DMI系統剤やマンゼブ剤を代わりに用いることでも、同等の防除効果を示した。このことから、剤の選択により、成分回数を増やさない防除対応が可能となった。

カキに作物登録のある主なDMI系統剤は、2週間間隔の3回散布であれば、いずれの剤も落葉病に対する高い防除効果を認めたが、散布間隔を空

けた場合は、県内で防除暦の採用が多いDMI系統剤であるテブコナゾール剤より、ジフェノコナゾール剤の方が防除効果に優れた。前年発生が中発生園であれば、ジフェノコナゾール剤を用いた6月下旬の1回防除としても経済的な被害を抑制可能と考えられた。これは、DMI系統剤の年間使用回数を1回に抑制可能なことから、耐性菌対策としても有効であると考えられた。

前年甚発生園において、5月の殺菌剤散布を省略した体系防除では、6月中、下旬にQoI系統剤を用いた防除効果が十分ではなかった。薬剤感受性の低下も疑われるため、今後の検討が必要である。また、子のう胞子飛散状況を考慮すると、甚発生園では早くから感染が成立していると考えられたため、5月下旬頃の殺菌剤散布が必要と考えられた。

落葉病には円星落葉病、角斑落葉病があることが知られている。本県での発生が少ない、角斑落葉病は病斑上に分生胞子を形成し、8月以降に二次感染するとされてきたが、近年二次感染は少なく7月までの防除の重要性が報告されている¹⁶⁾。このため、落葉病の防除期は角斑落葉病を含めて、梅雨明け頃までの防除が重要であるとして良いと考えられた。

本県においては化学農薬・肥料を削減した、“ぎふクリーン農業表示制度”の産地規模での取組み推進があり、農薬成分回数の削減が先行している。近年は、有効な剤の効果を落とさないため、FRAC（耐性菌対策研究会）の活動取組みもあり、農薬メーカーも薬剤耐性菌の発生には関心が高く、耐性菌が発生しやすいとされる剤の年間使用回数の削減や、保護殺菌剤との混合剤での新規剤の開発（販売）も多くなっている。当県では、県が示したぎふクリーン農業表示基準で、年間使用回数が制限されていることから、混合剤については現地採用されにくい状況を生み出している。今後は、耐性菌対策を考慮した、表示制度の見直しや、それに応じた研究の取組が急務であるものとする。

謝辞

長野県果樹試式簡易型胞子採集器の作成にあたって、直接指導、助言をいただいた、長野県南信農業試験場の関係者の皆様に感謝申し上げます。

Abstract

In Circular leaf spot control, reduction of

fungicide spraying number using a pyraclostrobin- boscalid fungicide was effective. However, since a mixed fungicide as twice sprayed, it had been a problem that the four scatter in terms of the number of components. When used instead of DMI fungicides or a mancozeb fungicide, for showing the same control effect, it had become possible to control not to increase the component count. The main DMI fungicides, which had been registered as a Japanese persimmon, had a high control effect against Circular leaf spot in continuous spraying conditions at intervals of two weeks from mid June. Therefore, it was considered that the disinfection effect could be expected even if it was not applied, however, it was more effective than a tebuconazole fungicide which was used in the prefecture more than a difenoconazole fungicide was excellent. In the previous year, the effect of using QoI fungicides in late June was insufficient in the control of rotation in which the spraying of the disinfectant was omitted in May in May, although susceptibility deterioration was suspected, Considering the ascospores scattering, it was thought that the infection had been established from early on. For this reason, it was considered necessary to use the fungicide spraying at the end of May only for the spread field in the previous year. The fungicide spraying ended May was considered necessary.

Key words

Japanese persimmon, Circular leaf spot,
Optimum timing for control

引用文献

- 1) 阿部喜充・安倍 充・林 重昭・尾形 正 (1996) 北日本病虫研報 47 : 85-87.
- 2) 井出洋一 (2012) 植物防疫 66(8) : 456-459.
- 3) 井出洋一・田代暢哉 (2004) 日植病報 70 : 1-6.
- 4) 岩波靖彦 (2012) 関東東山病虫研報 59 : 156.
- 5) 大竹昭郎・山口 昭 編 (1986) 果樹の病害虫— 診断と防除 —, 全国農村教育協会 477.
- 6) 小野公夫 (1976) 九州農業研究 38 : 89-90.
- 7) 川上暢喜・山岸菜穂・江口直樹 (2010) 日植病報 76(3) : 181.
- 8) 菊原賢次 (2015) 植物防疫 69 : 498-502.
- 9) 田代暢哉・井出洋一・納富麻子 (2004) 日植病報 70(3) : 254.
- 10) 富田恭範・小河原孝司・長塚 久 (2003) 関東東山病虫研報 50 : 75-77.
- 11) 野口真弓 (2013) 果実日本 68(8) : 53-55.
- 12) 野口真弓 (2015) 植物防疫 69 : 494-497.
- 13) 橋本 登 (1964) 北日本病虫研報 15 : 181.
- 14) 日野 勲 (2007) 植物防疫 61 : 515-519.
- 15) 堀之内勇人・渡辺秀樹・鈴木敏郎・日野 勲 (2012) 関西病虫研報 (54) : 121-123.
- 16) 森本良子・安井洋子 (2013) 和歌山農林水研報 1 : 49~54.
- 17) 山名利一・小澤 徹 (2015) 北日本病虫研報 66 : 48~52.
- 18) 横山泰裕・森山 勉・宮川正通 (1991) 日植病報 57(1) : 78.
- 19) 綿打享子・村上芳照・内田一秀・功刀幸博 (2015) 山梨果試研報 14 : 39~47.