

リンゴとモモ、リンゴとセイヨウナシ  
複合経営における

# 農薬の効率的散布 技術マニュアル



独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
東北農業研究センター

果樹研究所

## 序

本マニュアルは、リンゴ、モモ及びセイヨウナシの農薬散布技術について解説したものです。これらの多くの技術は、農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）交付金プロジェクトの地域農業確立総合研究「東北地域における農薬 50%削減リンゴ栽培技術体系の確立」の研究成果となっています。このプロジェクトは、東北4県の農業関係試験研究機関と農研機構果樹研究所、東北農業研究センターが共同して、平成17年から5年計画で取り組まれました。

本プロジェクトでは、「リンゴ栽培における農薬の50%削減技術」と「樹種複合における農薬の効率的散布技術」開発の研究課題が重要な柱となりました。それぞれの課題に対応して、技術マニュアルを分冊発行しますが、本編はそのうち、岩手県、福島県及び山形県を中心に試験が進められた「樹種複合における農薬の効率的散布技術」に関する研究成果で構成されています。

東北の果樹生産地域には、樹種複合経営に取り組む多くの生産農家があります。樹種複合には、収穫期の分散の利点がある一方で、管理作業の競合や複雑化等の問題も生じます。最近では、農薬等の残留検査にポジティブリスト制度が導入され、異なる樹種間での農薬のドリフト（飛散）が大きな課題となっています。果樹の農薬散布には、微粒子を高い圧力と風量で噴射するスピードスプレイヤ（SS）が使用されるため、薬液のドリフトが発生しやすく、境界面となる樹列のみを手散布にするなど、生産者には苦心の作業対応が迫られています。こうしたことから、SSを使用しながら、安心して果実出荷が可能な防除技術の確立が緊急の課題となっています。

本プロジェクト研究では、薬液到達性の高い樹形を作ることにより、散布液量や散布風量を抑制して、十分な防除効果が期待できる“散布技術の効率化”に取り組みました。また散布時に十分な配慮をしても、なお発生する薬液ドリフト対策として、隣接する樹種の防除計画を可能な限り共通化する“樹種共通防除技術”にも注目しました。この5年間の散布技術の開発には困難もありましたが、それぞれの樹種において、薬液到達性の改善につながる樹形モデルを提示することができました。また、薬剤の100%共通化には至りませんでした。リンゴとモモ、リンゴとセイヨウナシの両組み合わせで、現時点での防除を最大共通化した技術体系を示しました。

果樹の生産現場では、地域により樹種の組み合わせは多様で、病害虫相や樹形の仕立て方も異なります。しかしながら、ここに提示した防除技術のいくつかは、地域や樹種を越えて適用可能な技術となっています。樹種共通防除技術についても、これを基本技術として現場での利用をお願いしたいと考えています。今後、本マニュアルが東北地域の果樹生産地で活用され、農薬散布の効率化がいつそう図られることを期待しております。

本プロジェクト研究の推進には、多くの方々にご支援、ご尽力をいただきました。現地実証試験に圃場を提供いただいた果樹生産者、これを支援された地元普及行政機関や農協の方々にご心より感謝申し上げます。最後に、本研究プロジェクトに参画され、研究成果とともに、本マニュアルの取りまとめにご尽力をいただいた各試験研究機関の皆様に、併せて心よりお礼申し上げます。

平成22年3月

東北農業研究センター所長  
（地域確立研究「農薬削減リンゴ」主査）  
岡 三 徳

# 樹種複合における効率的農薬散布のための技術マニュアル

## 目次

I. 背景と技術開発の方向性	1
II. 農薬の効率的散布のための基礎技術	
1. 感水試験紙を用いた薬液ドリフト・到達性試験法	4
2. 薬液の付着程度と防除効果の関係解析	12
3. 農薬付着性のよい樹形を作るための樹冠評価法	
(1)樹冠視認度法	16
(2)繁茂指数法	18
4. ドリフト程度に及ぼすノズル、風量、散布量の影響	20
5. ドリフトの少ないノズルの利用技術	23
6. 薬液飛散を防止する防風ネットの利用	29
III. 農薬の効率的散布のための実用技術	
1. 薬液到達性を向上させる整枝剪定技術	
(1)リンゴ樹における薬液到達性の良い樹形改善と薬液量の低減	30
(2)モモ樹における薬液到達性の良い樹形開発	33
(3)セイヨウナシ樹における薬液到達性の良い樹形改善と薬液量の低減	36
2. 樹種共通防除体系	
(1)リンゴとモモの共通防除体系	
1)共通防除体系のポイントと考え方	39
2)経営者による共通防除体系の評価	43
(2)リンゴとセイヨウナシの共通防除体系	
1)セイヨウナシ輪紋病の重点防除時期の薬剤選択と防除間隔	45
2)リンゴとセイヨウナシにおけるシンクイ加害種の違い	48
3)共通防除体系のポイントと考え方	49
(参考)複合交信攪乱剤を活用した共通防除体系	53
4)経営的なメリットについて	55

# I. 背景と技術開発の方向性

## (1) 研究の背景

果樹生産地では、複数の樹種を組み合わせた樹種複合経営に取り組む農家が増えています。東北地域においては、代表的な組み合わせとして、リンゴとモモ、リンゴとセイヨウナシなどの複合経営が多くみられます。こうした複合経営は、管理作業上にいくつかの問題を生じています。例えば、農薬の登録が2つの樹種で異なる場合、樹種の境界面では、薬液のドリフトを原因とする残留値違反が生じる可能性を秘めています。果樹の薬剤散布はスピードスプレーヤー（SS）で行われますので、散布する条件によっては薬液が大きく飛散する危険を常にはらんでいます。

平成15年5月に食品衛生法が改正され、それに基づいて平成18年5月末から残留農薬検査のポジティブリスト制が施行されています。登録がないなどの理由で基準値が設定されていない作物から農薬が検出された場合、従来は規制されませんでした。ポジティブリスト制では、食品規格に反するとして流通が出来ないことになりました。施行前の3年間で、内外の関連基準を参考に、保留基準値の設定が進められましたが、どうしても設定できない作物と



図1. リンゴ園におけるSSを使った農薬散布の様子

農薬の組み合わせ数も多く、それらに対しては0.01ppmという大変厳しい一律基準が適用されています。もし、残留値違反を生じると、出荷停止により当該の生産者個人が不利益を被るだけでなく、産地全体の被害に繋がることがあります。そのため、異なる樹種の複合経営においても、SSを使いながら安心して農薬散布が出来るような技術が求められています。こうした背景から、地域農業確立総合研究「東北地域における農薬50%削減栽培技術体系の確立」において、樹種複合経営における効率的な農薬散布技術の開発に取り組みました。

## (2) 残留値違反防止の対策

農薬の残留値違反を生じないためには、2つの方策が考えられます。一つは薬液のドリフト自体を抑制する技術を作ることです。その中には、散布機の改良や、薬液を受け止める側の樹形の改善などが含まれます。薬液の到達性がよい樹形に仕立てることにより、SSの送風量や薬液量を低く抑えることができれば、薬液が飛散する範囲や飛散する量を限定することが出来ると期待されます。

もう一つの方策は、隣接する樹種間で農薬を共通化し、相互に登録が共通する農薬で防除暦を構成することです。100%の共通化が図れれば、たとえドリフトが生じて、残留値違反の心配はなくなるようになります。実際には樹種により病害虫の構成が異なることがあるので、防除の完全な共通化は困難です。しかし、そうした場合にも最大限の共通化により、薬剤散布する農家の

心的な負担を軽減できると考えられます。また、2樹種が隣接する一角を同じ内容で続けて薬剤散布することができれば、薬剤調合場所と園地の往復やSSのタンク洗浄の回数を減らすことができ、省力化が進むことが期待されます。

### (3) 薬液到達性の評価法

果樹の樹形は、樹勢や収量性、果実品質、労働生産性など多様な要因を考慮して作られています。しかし、それらを一つ一つ実測するのは大変なので、樹冠評価法や樹相診断法といった、簡易評価法が開発されています。しかし、薬液の到達性については新しい観点なので、評価や診断のための物差し技術がありませんでした。薬液到達性は一般に感水試験紙という特殊な紙を樹冠内に多数設置して、実際に水を散布して、紙の変色度合から評価するのが一般的です(本マニュアルの4~11ページをご参照下さい)。この方法は現在のところ最も正確な評価法と考えられますが、多くの労力と資金を要します。そこで、薬液到達性と相関の高い、生産者が自身で使えるくらい簡易な樹冠評価法を開発しました。このマニュアルで提唱される薬液到達性の良い樹形は、このような物差し技術を駆使して開発、選択したものです。

### (4) 散布薬液量の低減

本プロジェクトでは、農薬の効率的な散布の指標として、到達性を保ちつつ、散布薬液量を低減することに重点を置きました。これは、生産現場での実用性を考えたとき、防除コストと直結する散布薬液量を研究対象とした方が分かり易い、と考えたからです。

薬液量を減らすことには病虫害発生リスクが伴いますので、目標とする薬液量で1シーズン管理して、病虫害の被害程度を実測する試験で有用性を実証するよう心掛けました。また、感水試験紙の判定指数と病虫害の防除効果の相関を解析する研究を実施し、樹冠評価法から薬液量の低減が可能であるかを判断する指標を作りました。これらの技術には実用化の一步手前のものも含まれますが、今までなかった視点による研究の一里塚として、生産現場の方々に広く紹介することと致しました。今後、実用性についての厳しい評価を経て、求められる防除水準を満たす低量散布技術が確立されることを期待します。

### (5) 樹種共通防除暦

リンゴ、モモ及びセイヨウナシはいずれもバラ科の落葉果樹で、病虫害相もある程度共通しています。そのため、薬剤登録も共通するものが多いのですが、収穫期の違いや、ステージ特異的な薬害の問題などがあり、同じ薬剤でも一般的な使用時期が異なる場合があります。そのような制約に該当しない薬剤の中から、同じ時期に2つの樹種に散布して、重要病虫害に対し共通して安定的な防除効果が得られるものを選抜しました。どうしても共通化できない部分については、別々の薬剤による対応としましたが、その場合にもできる限り双方に登録がある薬剤を選択しました。また、防除内容を共通化するにあたり、なるべく防除回数を減らす努力をしました。従って、このマニュアルで提案する共通防除体系は、個別樹種の防除暦に比べて散布回数の削減が図られています。共通防除体系にはこのような省力化のメリットもあると考えています。なお、共通防除体系においても、強風条件下での散布を避けるなど、農薬散布に関する一般的なマナーを守り、適正な薬剤散布を心掛けることが重要です。

## （6）経済性評価の実施

防除技術を改変する、特に防除圧を下げる方向への変更には、病虫害発生リスクが高まるのではないかと不安がつきまといまいます。今回の開発目標である、樹種共通防除体系や樹形改善による散布液量の低減は、いずれもそのような不安を伴う技術体系といえます。そこで、現地実証試験を繰り返しながら、開発した技術体系の信頼性を可能な限り評価しました。その際、営農試験地を提供する農家さんにご協力いただき、防除作業のタイムスタディなどを実施し、新しい技術体系を導入することによる経済的なメリットについて明らかにしました。また、果樹生産者や消費者を対象に、農薬の効率的散布に貢献する技術に対する受け止め方をアンケート調査しました。

## （6）研究推進体制

地域確立「農薬削減リンゴ」は東北農業研究センターと果樹研究所が中心となり、東北4県と連携し、技術系、社会科学系の各専門分野の研究者を結集して研究開発を進めました。また、（独）農研機構生物系特定産業技術研究支援センターには、協定研究という形で、農薬ドリフトを低減するための散布機の開発を同時並行で担当していただきました。青森県を除く3県には現地実証試験地を設けて、研究成果の営農レベルでの評価を行い、その結果をふたたび研究現場にフィードバックすることで技術のブラッシュアップを図りました（図2）。また、プロジェクト全体の現地試験検討会議を各県で順次開催し、研究担当者をはじめ、普及指導機関、農協、農家が参加しての意見交換を行い、現場とともに歩む技術開発を心掛けました。

（農研機構 東北農研センター 高梨祐明）

### 東北地域における農薬50%削減リンゴ栽培技術の確立

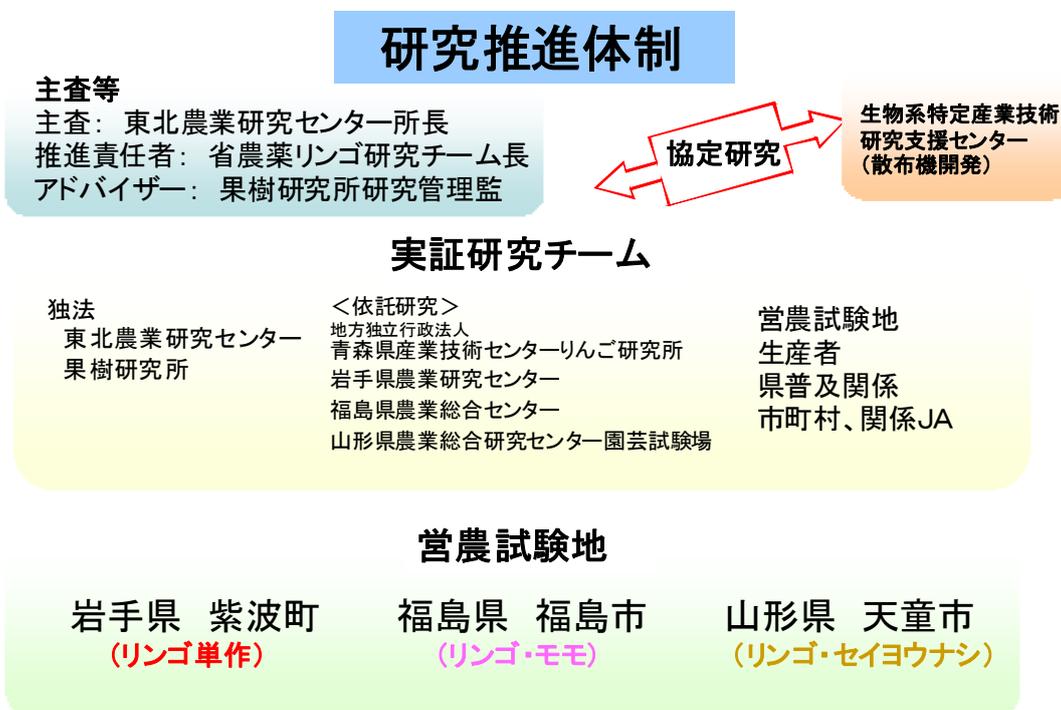


図2. プロジェクトの研究推進体制

## II. 農薬の効率的散布のための基礎技術

### 1. 感水試験紙を用いた薬液ドリフト・到達性試験法

#### (1) はじめに

感水紙は、表面が鮮明な黄色の硬質紙で、この面に水滴が付着すると、その部分だけが濃い青色に変色します。感水紙のこの性質は、農薬等を清水で希釈して散布（噴霧）する機械や装置の薬液を付着させる性能、作物体への散布のむら、付着した液滴の多少の程度等を使用現場において迅速に評価・推定するために開発されたものです。噴霧機の散布性能や噴霧液滴の付着程度を評価するために、かつては、散布液に染料や色素などを添加して噴霧し、散布目標物への付着状態を目視で観察するような方法が行われることがありましたが、感水紙を使用することで、単に清水のみを用いても評価や観察が可能となりました。

そこで本項では、以下のとおり、感水紙の仕様や特徴等について述べます。

#### (2) 感水紙の特徴

感水紙は、表（おもて、すなわち変色反応をさせる）面に特殊な試薬がコーティングされており、使用前の状態では、表面全体が鮮明な黄色の硬質紙です。この面に水滴が付着すると、水滴が付着した部分において、水分と試薬成分の間に反応が起こり、その部分だけが濃い青色に変色します（図1）。一方、その裏面は、撥水性をもたせるためのコーティングが施されており、水滴が付着しても変色しません。このため、個々の感水紙を区別するためのメモ書き等に利用できます。



図1 感水紙（幅 52mm×長さ 76mm）の使用例（右端は区分用のラベル）

感水紙に変色反応は、液滴の付着によって生じた液斑が全表面に分散しているような場合には、目視でそれぞれを判別するのに十分鮮明なものです（図1・中央）。この液斑は、感水紙のメーカーの技術資料<sup>1)</sup>によれば、感水紙が設置された周辺空気の相対湿度が80%以下の条件下であれば、目視での判別が可能とされています。また、同様に、液滴として判別できる最小の大きさは直径 $50\mu\text{m}$  ( $0.005\text{mm}$ )程度とされています。ただし、大量の液滴が表面に付着し、多くの液滴が重なり合ってきた液斑が多数ある場合は、全面が青色に変色し、液滴の個々の判別は難しくなります（図1・右）。

ところで、感水紙を相対湿度80%以上の高湿度な空气中に置いた場合は、液滴が付

着することが無くても、表面（反応面）全体が黄色から徐々に青みがかった色に変色しはじめ、数分後には全域が青色に変色してしまいます。また、屋外に数時間にわたって放置した場合等には、周辺空気の相対湿度が80%以下であっても、感水紙の表面全体が青色に変色してしまいます。

このように、感水紙は水分に対してかなり敏感ですので、使用に当たっては、感水紙自体を包装から出してから、極力短時間で試験や測定が完了する配慮が望まれます。また、感水紙の設置や回収の際などのように手で取扱う場合は、意図しない水分による汚れや変色を防ぐために、表面に直接触れないようにするか、それが困難な場合は手袋（水分を通さない材質、例えば、ポリエチレン製、ゴム製等）を使用します。さらに、感水紙を設置する場所（支持台、測定対象物の枝葉等）や固定のための器具（シャーレ、クリップ等）に水滴が無く、乾燥した状態にあることを確認しておくことも重要です。

感水紙は使用後に速やかに感水紙自体を十分乾燥することが必要です。使用後の感水紙を速やかに乾燥することにより、液斑の形状は維持され、乾燥状態が継続される限り変化しません。一端生じた液斑は、紙面を乾燥しても元の色である黄色には戻ることはありませんので、液滴が付着した感水紙を放置すると、未変色の部分が紙面や周辺空気から水分を吸湿して徐々に変色しますので、目的である液斑の判別や評価は困難となります。

感水紙は、防湿性をもった密封包装状態で市販されています。この包装で未開封の状態であれば、特に乾燥した容器内ではなくても長時間の保存が可能です。開封後は、デシケータ等乾燥条件で保管できる容器内で保管すれば、感水紙単体でも長期間保存が可能です。また、このことは、液斑を生じた後に十分に乾燥した感水紙についても同様で、十分乾燥した雰囲気中で保管すれば、液斑を固定した状態を数年以上保持することも可能です。

市販の感水紙の大きさは、①幅26mm×長さ76mm（50枚入り/包装、図1）、②幅52mm×長さ76mm（50枚入り/包装）、③幅26mm×長さ500mm（25枚入り/包装）の3種類があります。なお、価格等については、メーカー<sup>1)</sup>にお問い合わせ下さい。

### （3）感水紙の使用例

感水紙は、前述のとおり、元々農薬を清水で希釈した薬液を動力噴霧機等で防除対象の農作物に散布する際の噴霧機の薬液付着性能や作物体への薬液の付着程度（付着のむら、到達性等）を現場において迅速に評価・推定するために開発されたものです。感水紙を用いることで、以前は散布液に染料や色素などを添加するなどして行われていた現場での評価や観察が、清水を散布するだけでもある程度可能となりました。このことから、現在では、感水紙を使用する目的としては、以下の様な3項目が挙げられます。

- 1) 噴霧機を用いた薬液散布作業における作物体各部への薬液付着性能（主に薬液到達性）の評価
- 2) 噴霧機を用いた薬液散布作業におけるドリフト（目的外飛散）の評価
- 3) 噴霧機を用いた薬液散布作業における作業員被曝の評価

ここで、図2に、リンゴ樹等の果樹園において、スピードスプレーヤ（以下、SS）を使用して行う薬剤散布作業を対象として、上記1)～3)の目的で使用された例を示します。



図2. 感水紙を用いたほ場試験の例（感水紙の設置例）

SSによる散布作業時の付着性能を評価する例（図2左上）では、樹冠内にアルミポール等を用いて付着測定点を設け、そこに感水紙をクリップで感水紙を固定して使用しています。また、SSによる薬剤散布作業のドリフトを評価する例（図2右上）、では、ほ場境界から離れた地点の地表面に設けた支持台上に感水紙を設置し、これで、ドリフトした液滴を捕捉しています。さらに、SSによる薬剤散布作業時における薬剤被曝の程度を調査している例（図2下）では、SSの運転者の着衣（この場合は保護衣）の表面数カ所に感水紙を貼付け、ここで作業員が被曝する薬剤粒子を捕捉しています。

この他に、SS以外にも、ブームスプレーヤや手持ちノズル等を対象とした同様の性能評価やほ場試験のために使用されることがあります。

#### （4）液斑の目視評価

感水紙に表れた液斑の多少を現場等で迅速かつ簡易に評価するために、液斑の被覆

面積率が予め測定され、その値が少ないものから多いものまで段階的に異なる画像を用意し、これらと評価対象のサンプルの感水紙面上の液斑発生状況を目視により比較・選択する方法があります。この液斑の被覆面積率が段階的に配列された一連の画像をまとめたものを「標準付着度指標」等と呼び、これまでに幾つかの公的試験研究機関等で作成されたものがあります。

その一例として、図3に平成3年度に生研センター（当時、生研機構）が作成した「標準付着度指標」<sup>2)</sup>を示します。この「標準付着度指標」は、「カンキツの調査方法（農水省果樹試験場興津支場、1987）」<sup>3)</sup>に示された「薬剤付着度標準表」における指数と被覆面積率の関係に準拠したもので、液斑の被覆面積率を表1の関係に分類して、それぞれの級に0～10の指数を設定しています。

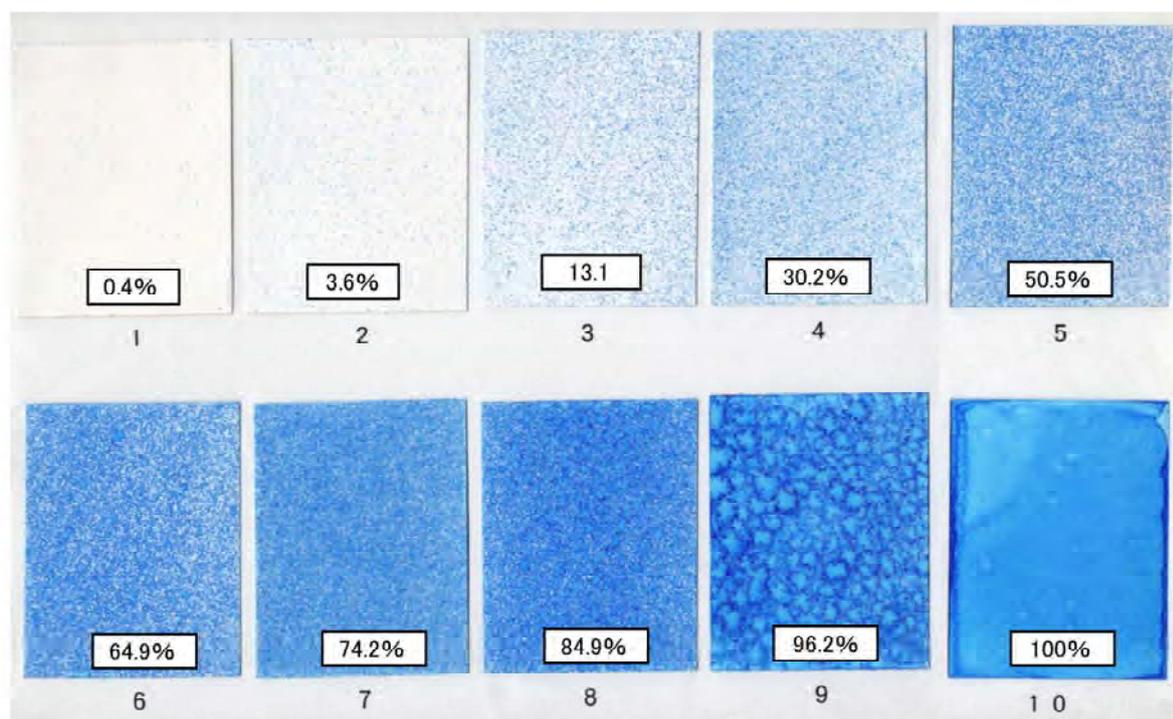


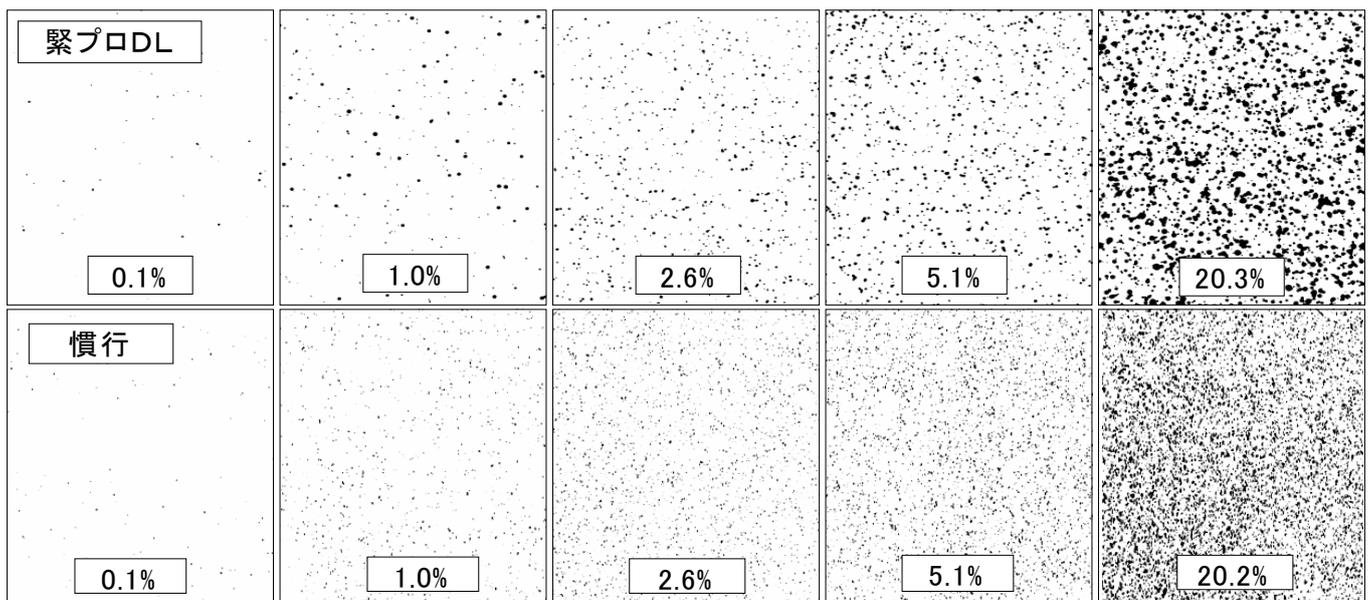
図3 標準付着度指標（生研センター作成、平成3年度）<sup>2)</sup>

表1 標準付着度指数と付着液斑被覆面積率の関係<sup>3)</sup>

付着度指数	被覆面積率（％）の範囲	付着度指数	被覆面積率（％）の範囲
0	0.1以下	6	60.1～70.0
1	0.1～2.5	7	70.1～80.0
2	2.6～5.0	8	80.1～90.0
3	5.1～20.0	9	90.1～99.9
4	20.1～40.0	10	100
5	40.1～60.0		

注)「カンキツの調査方法（農水省果樹試験場興津支場、1987）」の「薬剤付着度標準表」における付着指数（標点）と被覆面積率（付着面積）の関係より。

図3の指標は、これまで、生研センターが行ってきた各種動力噴霧機の性能試験やドリフト調査等に用いられてきました。しかし、同指標は、指数（1～9）に対する被覆面積率の範囲がほぼ中間値に相当する被覆面積率の画像を採用している（例えば、指数4の指標は被覆面積率30.2%の画像であり、範囲20.1～40.0%のほぼ中間値）ため、指数間の境界に相当する画像がなく、特にドリフト調査におけるサンプル等のように、液斑が比較的少ないサンプルを判別しようとする場合等に指数の判定が困難となる場合があります。そこで、生研センターでは、平成19年度に図4示す新指標を作成しています<sup>4)</sup>。



注) 付着度指数1 : 0.1～2.5%、付着度指数2 : 2.6～5.0%、付着度指数3 : 5.1～20.0%

図4 新たに作成した標準付着度指標（生研センター、平成19年度）<sup>4)</sup>

新指標では、前出の表1の指数の分級をもとに、それぞれの指数に判定する境界となる被覆面積率に相当する画像を選定しています。例えば、被覆面積率が0.1%、1.0%、2.6%等に相当する画像です。これにより、サンプルが0.1%画像よりも液斑が多く見られ、2.6%画像よりも少ない場合は指数1と比較的容易に判定できます。

また、最近徐々に普及しているドリフト低減ノズルは、従来のノズル（慣行ノズル）にくらべて、2～数倍の大きさの粗大粒子を噴霧するため、感水紙に捕捉された液斑も従来よりも大きな斑点が主体となります。このため、同じ被覆面積率の液斑画像であっても、目視での印象が異なります。旧指標（図3）は、慣行ノズルから噴霧された液滴を元に作成されていますので、ドリフト低減ノズルの噴霧を捕捉した液斑の評価がし難いことがありました。そこで、新指標では、慣行ノズルとドリフト低減ノズルのそれぞれの噴霧を用いて指標を作成しています。指標の作成に使用したノズルからの噴霧粒径等を表2に示します。

表2 新指標の作成に使用したノズルの噴霧粒径

ノズル種類	慣行	ドリフト低減 (呼称:緊プロ DL)
噴霧圧力 (MPa)	1.5	1.5
平均噴霧粒径 (μm) (体積中位径、VMD)	72.6	304.4
100μm 以下体積割合 (%)	70.8	6.9

以上により、普及しつつあるドリフト低減効果のある粗大粒子ノズルの噴霧に対しても指標を用いての評価が容易かつ正確に行うことが可能となりました。

なお、指標の作成に当たって、感水紙画像の被覆面積率は、画像処理ソフト (WiT、Logical Vision 社製) を用いて、感水紙サンプルのRGBカラー画像のR成分 (G、Bよりもコントラストが明確なため) の2値画像から算出しています。また、指標の個別の画像は、それぞれの被覆面積率に対応するR成分2値画像を単独のモノクロ画像として分離して使用しています。また、これらの指標は、電子ファイルとして保存されており、利用希望者に対しては配布が可能ですので、ご利用のご希望ある方は、後述の生研センター担当部署までお問い合わせください。

#### (5) 液斑の被覆面積率算出用ソフトウェア

感水紙を用いる方法は簡便である反面、目視の際に測定誤差が生じるため、最近では感水紙のデジタル画像を取得し、画像処理ソフトにより被覆面積率を算出します。しかし、前出のような市販の画像処理ソフトは高価であり、操作性も複雑で大量のサンプル処理には不適です。そこで、生研センターでは、大量の感水紙サンプルの付着液斑被覆面積率を簡易かつ迅速に算出することができる画像処理ソフトを平成20年度に開発し<sup>4)</sup>、一般に公開しました。

開発した感水紙被覆面積率測定ソフトウェアの概要は以下のとおりです。

- 1) 開発ソフトは、開発言語「C#」でプログラミングされ、Windows2000 Service Pack3以降が稼働するパソコンで動作し、モニタの必要解像度は800×600程度です。
- 2) 開発ソフトは、ドリフト試験等で一般利用する76×52mmの感水紙がA4サイズの台紙に最多で8枚貼付されたものを市販イメージスキャナで取り込んだBMP形式のカラー画像 (推奨解像度400dpi程度) を画像処理します (図5)。
- 3) 開発ソフトは、処理対象画像中の感水紙8枚各々について、液斑と未変色部を二値化処理するための閾 (しきい) 値を判別分析により自動算出した後に、二値化処理、付着液斑の被覆面積率の算出を行います。さらに、液斑の重なりの有無に応じてラベリング処理を行い、一定画素数以上の塊が出された場合は、ドリフトした微粒子以外の大きな液滴の付着や指紋等による変色部分として除去し、結果を表示します (図5)。
- 4) 開発ソフトでは、測定開始から被覆面積率算出までの一連の処理はワンクリック操作で行うことができ、算出結果はCSV形式のファイルとして保存できます。

- 5) 開発ソフトは、8 枚の感水紙を同時に自動処理し、画像読込から被覆面積率保存までの所要時間は市販ソフトの 1/4 以下となる 1 分程度です (表 3)。
- 6) 開発ソフトは、市販ソフトの操作に熟練した測定者が同じ測定を行った場合と同等の被覆面積率を算出できます (図 6)。

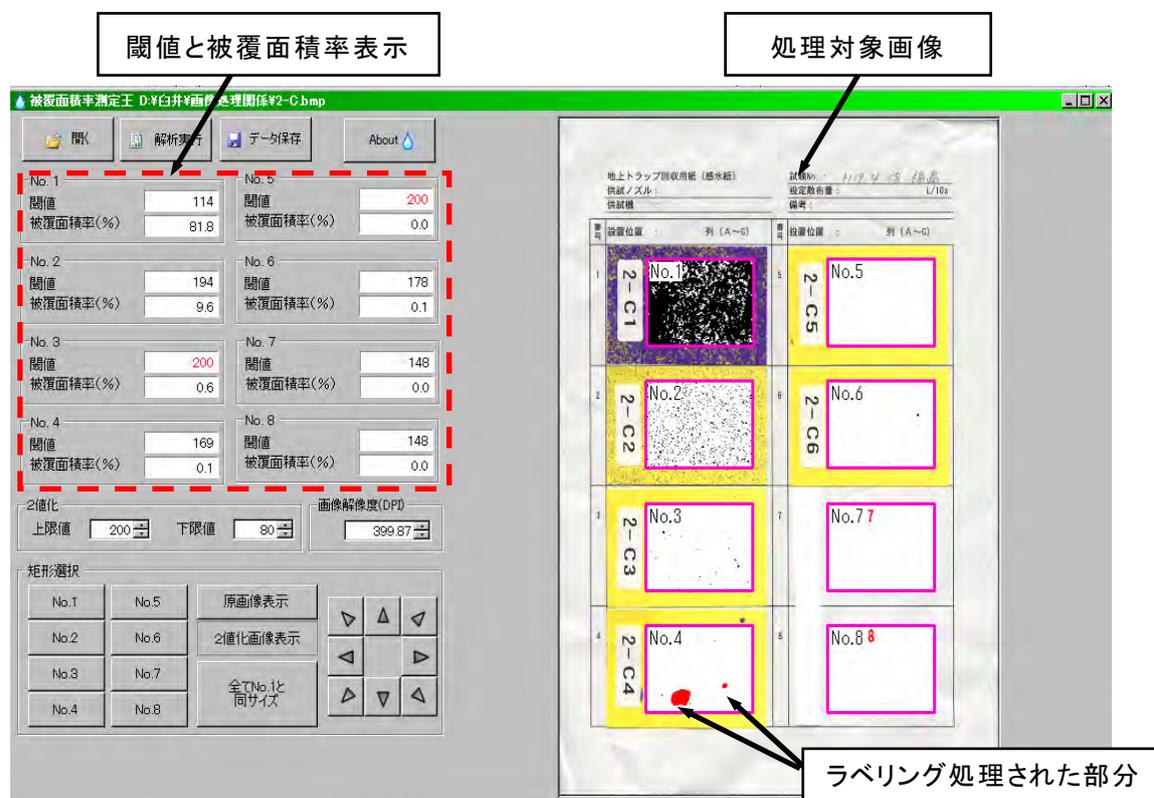


図 5 開発ソフトの実行画面の例

表 3 開発ソフトと市販ソフトによる被覆面積率算出時間の比較

項目	所要時間 <sup>1)</sup>	
	Windows XP <sup>2)</sup>	Windows Vista <sup>3)</sup>
開発ソフト	1 分 4 秒	20 秒
市販ソフト	4 分 34 秒	3 分 49 秒

注 1) 測定対象に400dpi画像を使用し、それぞれ3反復測定して平均所要時間を算出した。

2) 使用パソコン:Windows XP=CPU Intel Pentium4 (2.8GHz)

3) 使用パソコン:Windows Vista=CPU Intel Xeon(3.16GHz)

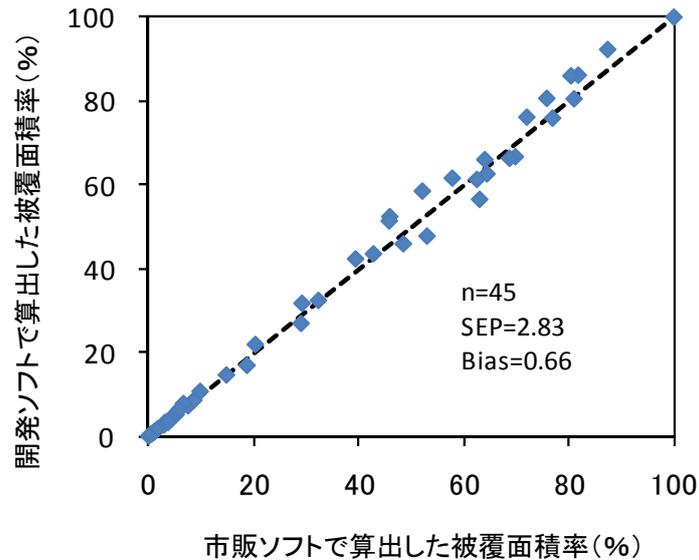


図6 開発ソフトと市販ソフトで算出した被覆面積率の関係

以上、本項で紹介しました画像処理ソフトは、平成21年3月に農研機構の職務作成プログラムとして登録されており、一般に公開中です。特に、公的な試験研究や調査等を目的とする方には、無償での提供（CD-ROM）が可能となっておりますので、ご希望の方は下記担当部署までお問い合わせください。

【問合せ先】

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
 生物系特定産業技術研究支援センター（生研センター）  
 企画部 企画第2課  
 Tel. 048-654-7000（代）  
 Email [www-brain@naro.affrc.go.jp](mailto:www-brain@naro.affrc.go.jp)  
<http://brain.naro.affrc.go.jp/iam/index.html>

参考文献

- 1) スプレーイングシステムジャパン（株）：「感水紙」、同社ホームページ、  
<http://www.spray.co.jp/products/kansuishi01.html> 等
- 2) 生研機構（現生研センター）：平成3年度事業報告、p.99-100、19913
- 3) 農林水産省果樹試験場興津支場：カンキツの調査方法、1987
- 4) 生研センター：平成20年度研究報告会資料、p.14-26、2009

（生物系特定産業技術研究支援センター 宮原佳彦）

## (2) 薬液の付着程度と防除効果の関係解析

### 1) はじめに

果樹の病害虫防除において十分な防除効果を得るためには、葉や果実に散布薬液が十分量付着している必要があると考えられます。本マニュアルでは感水紙を用いた樹体への薬液到達性の検討が樹種ごとに解説されています(4~11ページ)、個々の病害虫に対して薬液がどの程度付着していれば十分な防除効果が得られるのかについては明らかにされていません。ここでは、リンゴおよびモモの主要な病害虫であるモモ灰星病およびハダニ類を防除するための薬液付着程度と防除効果の関係を明らかにし、防除効果を十分確保するための樹体への薬液到達性の指標について紹介します。

### 2) モモ灰星病での薬液付着程度と防除効果の関係

モモ灰星病は収穫直前または貯蔵中に発生します。重点防除時期は各品種の収穫20日位前から収穫直前までです。ここでは、収穫直前の防除において、果実が灰星病になる危険性がある薬液付着程度を感水紙を用いて確認する方法を紹介します。



図1 灰星病の果実

#### 1. モデル試験

試験の手順は次のとおりです。

##### ①薬剤散布

収穫期の果実を並べ、両側に感水紙を設置します(図2)。ここに、灰星病防除薬剤であるロブラール水和剤 1,500倍液を噴霧器を用いて散布します。



図2 薬剤散布前の果実および感水紙

##### ②薬剤散布後の付着程度の調査

薬剤散布後は図3のように感水紙が変色し、見た目ではわからない果実への薬液の付着程度を感水紙の薬液付着度指数で表すことができます。薬液付着度指数を0~10点に調整するために、噴霧器のノズルを振るスピードを変えて散布します。



図3 薬剤散布後の果実および感水紙

##### ③灰星病菌の接種および発病調査

果実に散布した薬液が十分に乾いてから、果実の薬液付着面に灰星病菌を接種します(図4)。この果実を段ボール箱に詰め、25℃の部屋に保存して、接種9日後までの発病状況を調査します。



図4 灰星病菌の接種

#### ④結果

モデル試験では、薬液付着度指数が4以下の場合、灰星病が発病する危険性があります(図5)。

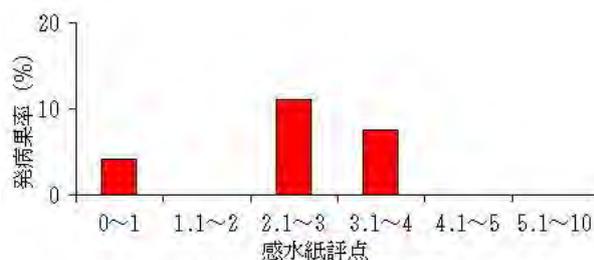


図5 薬剤付着と発病の関係

## 2. 樹上試験

次に、樹上の果実での薬液の付着程度と発病の関係について紹介します。

### ①感水紙を用いて果実への薬液付着程度の調査

樹上では、収穫期の果実に感水紙を直接付けます。感水紙は、スปีドスプレーヤ走行側を向いた面および裏面に1枚ずつ貼り付けます。薬液の代わりに水を散布して果実への薬液の付着状況を調査します。



図6 水散布後の果実

### ②灰星病菌の接種および発病調査

①の薬液の付着程度の調査および薬剤散布が終了した果実を収穫します。果実の感水紙を設置した面に、灰星病菌を接種し、果実を段ボール箱に詰め、25℃の部屋に保存して、接種9日後までの発病状況を調査します。

### ③結果

樹上試験においても、モデル試験と同様に果実への薬液付着度指数が4以下の場合、灰星病が発病する危険性があります。

## 3) カンザワハダニでの薬液付着程度と防除効果の関係

カンザワハダニはリンゴ、モモ、ブドウ、ナシなどの果樹や茶、野菜など広範囲に寄生し、主に葉を加害します。ここでは、葉にどの程度薬液が付着していないと、カンザワハダニが生存する危険性があるかを確認する方法を紹介します。

### 1. モデル試験

試験の手順は次のとおりです。

#### ①薬剤散布

インゲン葉を用いて直径約2cmのリーフディスクを作り、カンザワハダニ雌成虫を約10頭のせます。図7のように、リーフディスクの両側に感水紙を設置し、噴霧器を用いてコロマイト乳剤1,000倍液を散布します。



図7 薬液散布前

## ②薬剤散布後の付着程度の調査

薬剤散布後は図8のようになり、葉への薬液の付着程度を感水紙の薬液付着度指数で表すことができます。薬液付着度指数を0～10点に調整するために、噴霧器のノズルを振るスピードを変えて散布します。



図8 薬液散布後

## ③生存調査

薬剤散布1日後に、カンザワハダニ雌成虫の生死を調査します。

## ④結果

モデル試験では、薬液付着度指数が4以下の場合、カンザワハダニが生存する危険性があります(図9)。

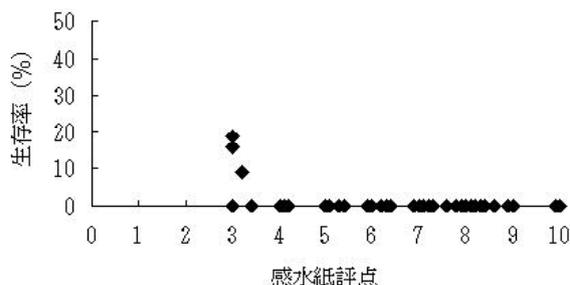


図9 薬剤付着とカンザワハダニの生存率

## 4) モモ灰星病およびハダニ類を防除するための樹体への薬液到達性

3)までは、1つの果実または葉に対しての薬液付着程度とモモ灰星病およびハダニ類に対する防除効果の関係を解説しました。ここでは、その関係から得られた樹体への薬液到達性の指標について解説します。

### 1. 樹体への薬液到達性の調査

感水紙を用いた樹体への薬液の到達性の調査方法は、5ページの図2のとおりです。感水紙の設置については、クリップを使用する他に、パネル(図10)を使用することも可能です。どちらの方法でも上下左右の4面に対する薬液の付着を立体的に評価できます。薬液を散布した後に1面ごとの感水紙の薬液付着度指数を評価し、4面の薬液付着度指数の平均点(パネルの平均点)を算出します。例えば、上面が8点、下面が0点、左面および右面が10点の場合、パネルの平均点は7点となります。

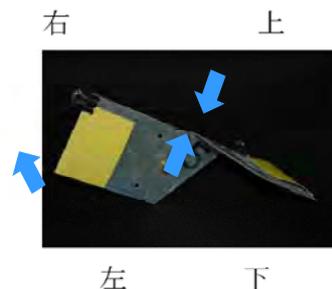


図10 感水紙を設置したパネル

### 2. モモではパネルの平均点が8以上となるような薬剤散布を目標とする

パネルの設置数は樹種によって異なり、モモでは1樹当たり16か所とします(27ページ、図2)。(3)までに解説したとおり、モモ灰星病およびハダニ類を防除するためには、薬液付着度指数が4以下となる面が発生しない薬剤散布を目指す必要があります。そこで、モモ樹に対するスピードスプレーヤを用いた薬剤散布において、パネルを942カ所(約60樹分)に設置し、1枚のパネルの平均点とパネルの4面のうち薬液付着度指数が4以下となる面の発生率の関係を調査しました(図11)。

図11より、パネルの平均点が高いほど、4以下となる面の発生率が低くなることがわかります。4面全ての薬液付着度指数がおおむね4以下とならないためには、パネルの平均点を8程度確保する必要があることから、樹体への薬液の付着を十分確保するには、パネルの平均点が8以上となるような薬剤散布を目標とします。

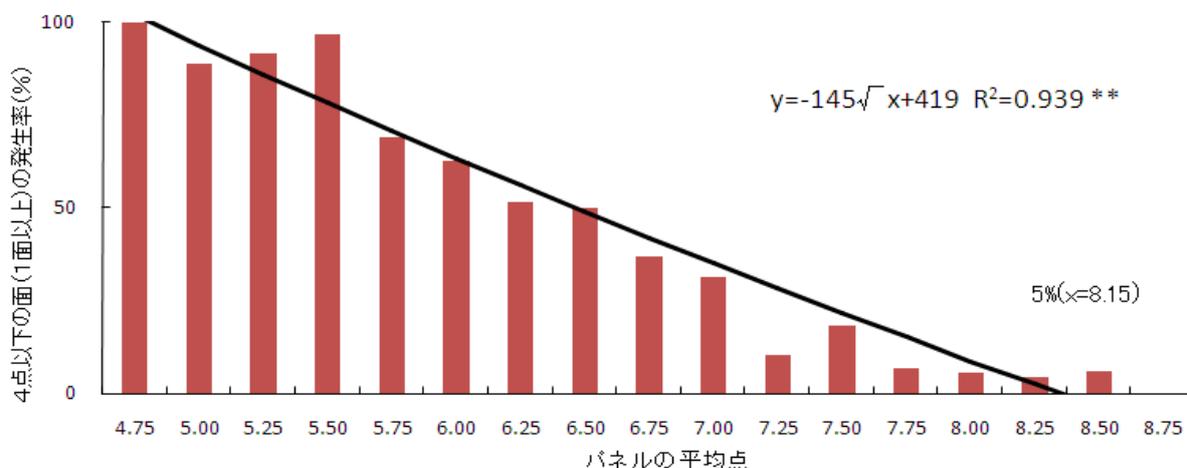


図11 パネルの平均点と4点以下となる面の発生率 (n=942)

## 5) 留意点

- ①モモ灰星病に対する試験では、薬液が乾いた後、果実の薬液付着面に病原菌を接種し（濃度は $1.0 \times 10^4$ 個/ml程度）、果実を9日間保存して発病を調査した結果です。
- ②今回供試したカンザワハダニは当研究所内で採取した個体で、供試薬剤に対する抵抗性は有しておりません。
- ③スピードスプレーヤーは、丸山製作所製ステレオスプレーヤー（SSA-V600C）を使用し、噴霧圧力は1.5 MPa、風量は $555 \text{ m}^3/\text{min}$ （エンジン回転数 3000 rpm）、ノズルはコーンノズルです。
- ④本成果では、使用した薬剤が限られており、選択する薬剤によって付着程度と防除効果の関係が変わることが予想されます。

（福島県農業総合センター果樹研究所 藤田剛輝）

### (3) 薬液付着性の良い樹形を作るための樹冠評価法

#### 1) 樹冠視認度法

##### 1. 薬液到達性を判断できる樹冠評価法

樹が大きくなり、枝が繁茂しやすい果樹では、樹の内部や上部の薬液到達性が悪く、農薬が届かないために病害虫が発生している場合があります。そこで、防除効率を高めるためには、農薬が届きにくい樹の内部や上部の薬液到達性を向上させる必要がありますが、これまでは経験と勘を頼りに薬液の到達性を判断するしかありませんでした。

ここでは、樹冠内の枝葉の混み具合や薬液の到達性を簡便に評価できる手法として、新たに開発した樹冠視認度法について紹介します。

##### 2. 樹冠視認度とは

樹冠視認度は、図1に示すように、樹冠内部に赤丸を印した調査板を置いて、SSの走路から赤丸がどの程度に確認できるかで枝葉の混み具合を判定する手法です。

樹冠視認度は、数値化し判定するもので、枝葉が密集している場合は数値が低くなり、枝葉が少なく樹の見通しが良い場合は数値が高くなります。この方法により、SSの散布口から見た枝葉の混み具合を簡単に評価することができます。



図1 樹冠視認度の測定風景

##### 3. 樹冠視認度を調べるには

樹冠視認度は、調べる樹の大きさによって工夫する必要があります。リンゴのわい性台樹のようにコンパクトな樹では、測定者の反対側のSS走路に調査板を立て、赤丸の見え具合で評価します。樹が大きくなると測定者の反対側に調査板を置くと、赤丸が確認しにくくなるので、セイヨウナシ、モモおよびリンゴの普通台樹では、樹の中央部に調査板を立ててSSの両側の走路から評価し平均値を求めます(図2)。なお、評価する場合は、デジタルカメラ等で撮影すると容易に評価できます。

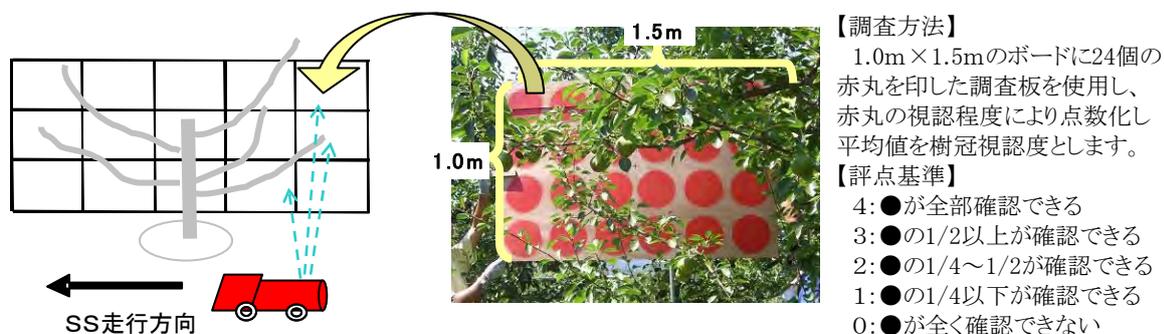


図2 樹冠視認度の測定方法

また、樹冠視認度は、樹全体を調べることによって樹内の薬液の到達性の良い部

分と悪い部分が明らかになります。労力を要するので、枝葉が混みあっているところを主体に調査することによって、改善の必要性がある樹かどうか判断することができます。

#### 4. 樹冠視認度と薬液附着性の関係

樹冠視認度は、感水紙の薬液附着指数と密接な関係があり、薬液の到達性を評価する場合に有効な手法であることがわかっています。

セイヨウナシでは、図3に示すように、樹冠視認度が高いほど薬液の到達性が良くなります。また、樹冠視認度が1以上を確保している場合には、慣行の

10a 当たり 500L の散布量を 300L まで削減しても同等の薬液附着が期待できます。

注) 感水紙は、紙の表面に水が附着するとその附着した部分が青色に変色する試験紙であり、変色した面積を 0 (薬液の附着なし) ~10 (全面附着) の段階に区分することにより薬液附着性の評価ができます。

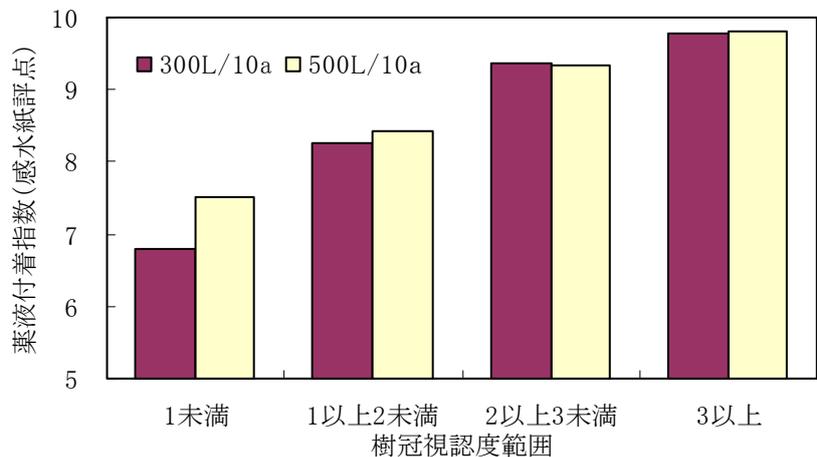


図3 セイヨウナシにおける樹冠視認度別の散布量と薬液到達性の関係  
注) 薬液附着指数は、0(附着なし)~10(全面附着)で評価した。

#### 5. 樹冠視認度を高めることが薬液の到達性の良い樹づくりの基本

樹冠視認度は、樹の主幹部周辺や樹の上部ほど低くなる傾向にあり、その部分の視認度を高める樹形改善が薬液到達性の良い樹づくりの近道になります。

また、樹冠視認度は、徒長枝の繁茂状態によっても大きく影響を受けるため、樹形の改善だけでなく、徒長枝や新梢の適正な管理も視認度向上に有効な手法になります(図4)。



【徒長枝せん除前】 【徒長枝せん除後】  
図4 セイヨウナシ樹における徒長枝のせん除が樹冠視認度に及ぼす影響

(山形県農業総合研究センター園芸試験場 高橋和博)

## 2) 繁茂指数法

### 1. 薬液到達性と繁茂指数

薬液到達性の良い樹形を構築するためには、樹体に薬液がどの程度届いているかを把握する必要があります。現在薬液到達性を把握する一般的な方法として、感水紙を利用しています。感水紙は液滴（水分）が付着すると黄色から青色に変わる試験紙です。リンゴわい性台樹における今回の調査では、1樹あたり60枚の感水紙を設置し、スピードスプレーヤ（以下SS）で水を噴霧します。このときに青色に変わった感水紙への液滴付着程度を0（付着なし）～10（被覆面積率100）までの薬液付着指数として表しています。

しかし、この方法は時間と労力を費やす上に、SS（または散布機）が必要であること、感水紙が変色しやすい（多湿条件で青色にかわる）こと等から、現地では簡単に実施できません。そこで、感水紙より手軽に実施しやすい方法として、繁茂指数法を開発しました。これは、デジタルカメラで得られたリンゴ樹の樹体画像をパソコンで画像解析した値（繁茂指数）で、薬液到達性を評価するものです（図1）。

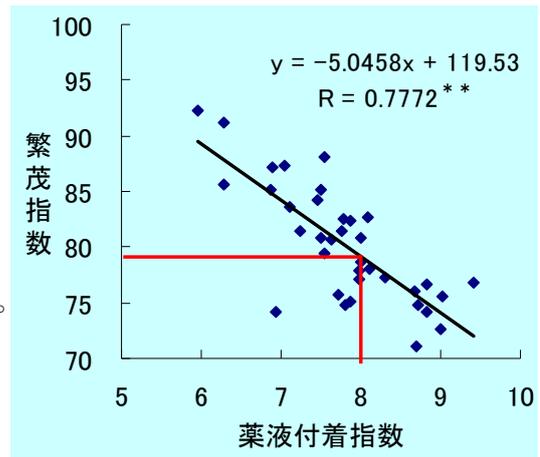


図1 薬液到達性と繁茂指数の関係

### 2. 薬液到達性とナミハダニの発生状況

薬液到達性を確認したリンゴわい性台樹（のべ60樹）に殺ダニ剤を散布し、リンゴの主要害虫であるナミハダニの発生状況（増加または減少）を調べると、薬液付着指数が8以上の薬液到達性が高い樹ではナミハダニが減少します。一方、薬液付着指数が8以下のリンゴ樹では、ナミハダニが増加してしまう樹が多くなります。このことから、ナミハダニの防除効果は、薬液到達性が8以上で高いと判断できます（図2）。一方、繁茂指数は薬液到達性と相関が高いので、ナミハダニの防除効果が高い薬液付着指数8以上を繁茂指数で表すと、79以下になります（図1）。

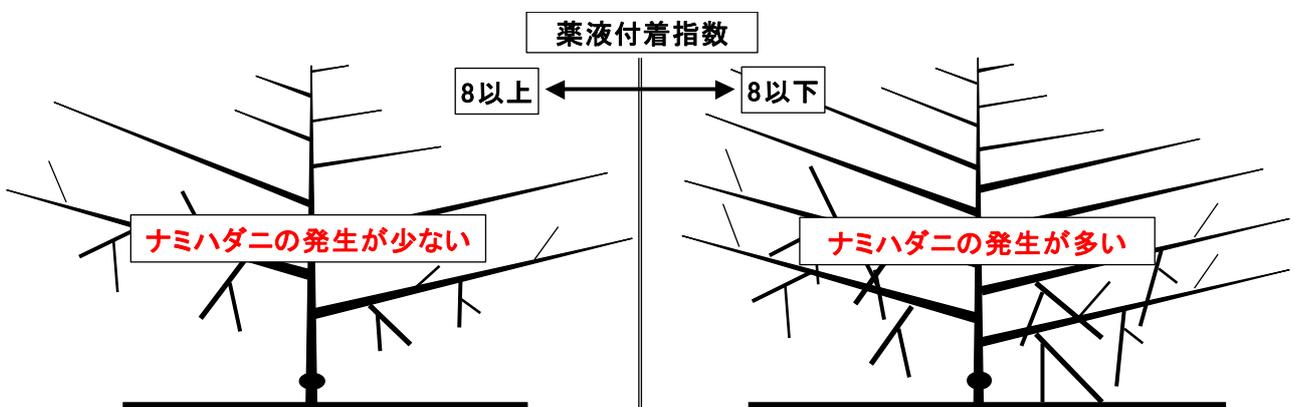


図2 薬液到達性とナミハダニの発生状況

### 3. 繁茂指数の調査方法

#### 1. リンゴ樹をデジタルカメラで撮影

画像解析を行うには背景を青色にする必要があるため、ブルーシートなどのスクリーンを準備します。青色を背景にデジタルカメラでリンゴ樹を撮影します(図3)。できるだけ樹体全部が含まれるように撮影しますが、リンゴ樹や背景(ブルーシート)の大きさを考慮して、分割撮影も可能です(図4)。

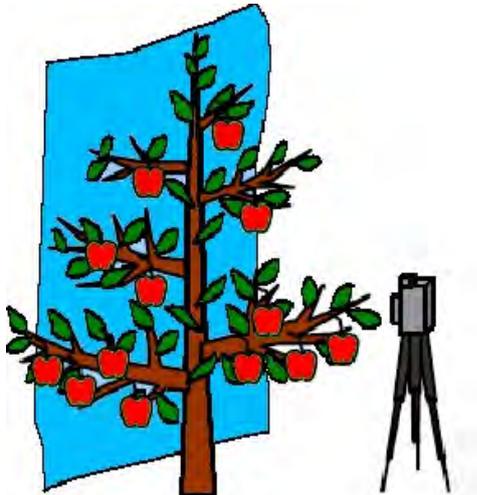


図3 撮影のイメージ

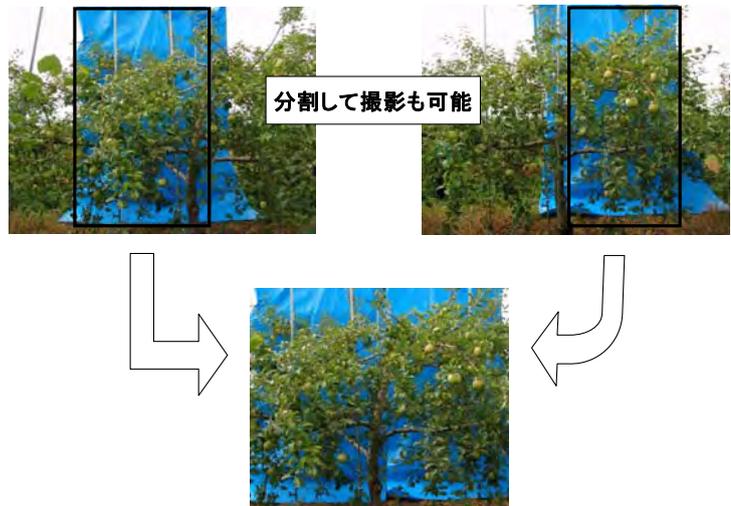


図4 分割撮影

#### 2. 画像の解析

画像解析により、解析領域を背景(青色部分)と樹体領域(背景以外の部分:リンゴ樹の枝葉部分)に分離します。分離した樹体領域の全画素数を、解析領域の全画素数で除した値が繁茂指数となります。

具体的には、繁茂指数診断プログラムを使用することで簡単に繁茂指数の算出が可能です(図5)。なお、撮影した画像はビットマップファイルで保存する必要があります。

#### 繁茂指数診断プログラム

繁茂指数診断プログラムは岩手県農業研究センターにおける「果樹の成育状態評価方法」(特許4026684号)より作成されたプログラムです。

有限会社イグノスより購入することができます。

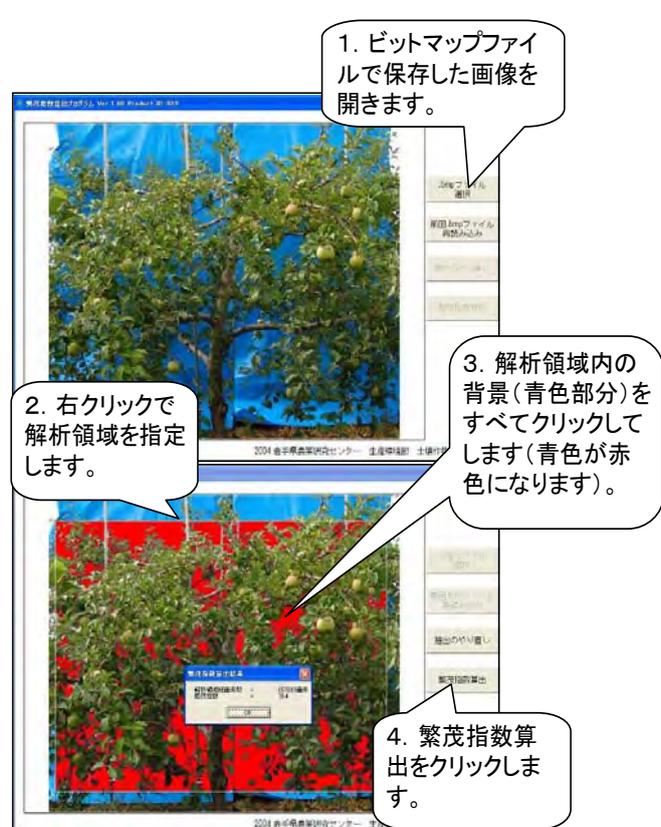


図5 繁茂指数診断プログラム

(岩手県農業研究センター 小野浩司)

#### (4) ドリフト程度に及ぼすノズル、風量、散布量の影響

##### 1) 背景・目的

スピードスプレーヤ（以下、SSと言う）等で薬液を散布した際、対象となるリンゴなどの樹体に付着せず飛散することを「ドリフト」と言います。SSで散布した場合、ドリフトは、主に散布風量やノズル、薬液散布量の影響を受けます。また、自然風や散布場所の影響も受けます。そこで、わい化樹を例にして、主に風量やノズル、散布量の影響について説明し、更に自然風や散布場所の影響についても説明します。

##### 2) SSで設定できる散布要素

粒径の大きな液滴は横風の影響は受けにくいですが、SSのような追い風を利用した散布法では、影響を受ける場合があります。図1、2に示す試験を例にして、風量やノズル、散布量について説明します。使用したノズルは、慣行コーンノズル（噴霧平均粒径  $90\mu\text{m}$ ）と市販のドリフト低減型 DL コーンノズル（同  $185\mu\text{m}$ ）、同じく市販のドリフト低減型 SV 扇形ノズル（同  $170\mu\text{m}$ ）で、散布量は  $400\sim 450\text{L}/10\text{a}$ 、散布圧は  $15\text{MPa}$  です。試験は、繰り返し試験ができるように、マグネシウム（Mg、マーカー）を混ぜた清水を使用し、園外から2番目の通路から始めて1往復散布あるいは最外樹列の片側散布を行いました（図1）。

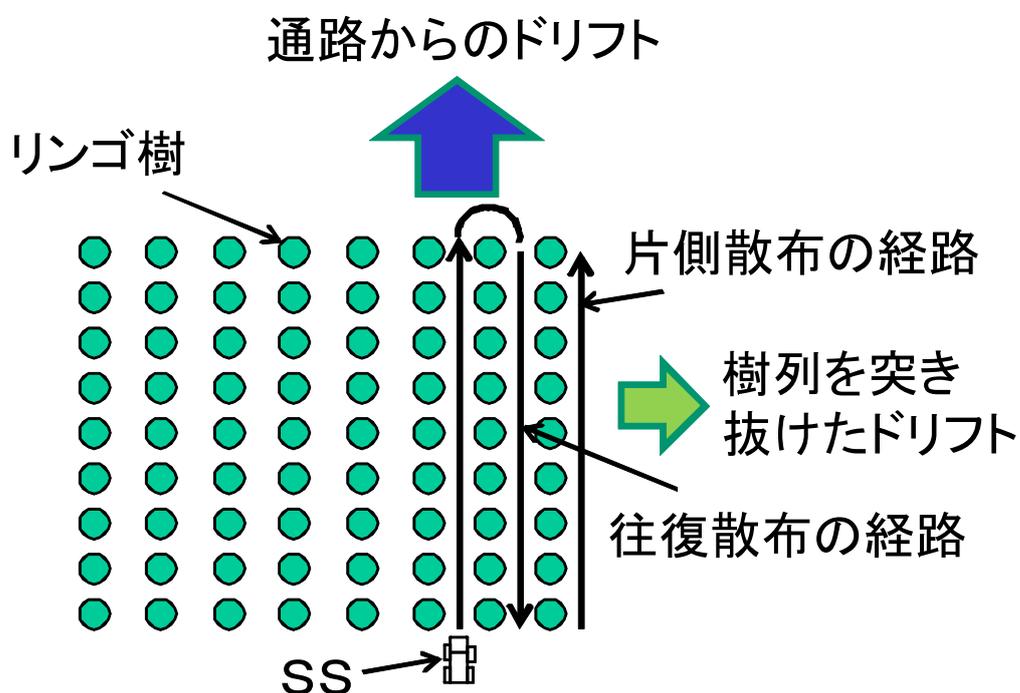


図1. ドリフト評価試験圃場の概要

##### ①風量

従来は薬液の到達性を重視したため、風量の大小を競いました。しかし、わい化樹の場合、SSが接近し過ぎて液滴が葉っぱに留まらず飛散してしまう現象が

見受けられます。この試験では付着は全て良好な結果でしたが、風量が多くなるとドリフトも多く発生しました。このうち、慣行コーンノズルでは、風量が少なくなると粒子が小さいためドリフトは急激に減少し、低減型ノズルの性能に近づきました。

## ②ノズル

次項でノズルに関する詳細な説明がありますが、ここでは噴霧粒径が小さいため風に乗りやすい性質のある慣行コーンノズルと、比較的大きな粒子を発生する既存のドリフト低減型ノズル（2種類）を比較試験しました。2種類の低減型ノズルの違いは、噴霧パターンが中空の三角錐（コーン状）か扇子を広げたような扇形かです。試験では、粒径の小さな慣行コーンノズルは、2種類の低減型ノズルより明らかにドリフトが多く発生しました。また、同じコーンタイプの DL コーンノズルは、SV 扇形ノズルに比べ遠くまで飛ぶ結果となりました（図2）。

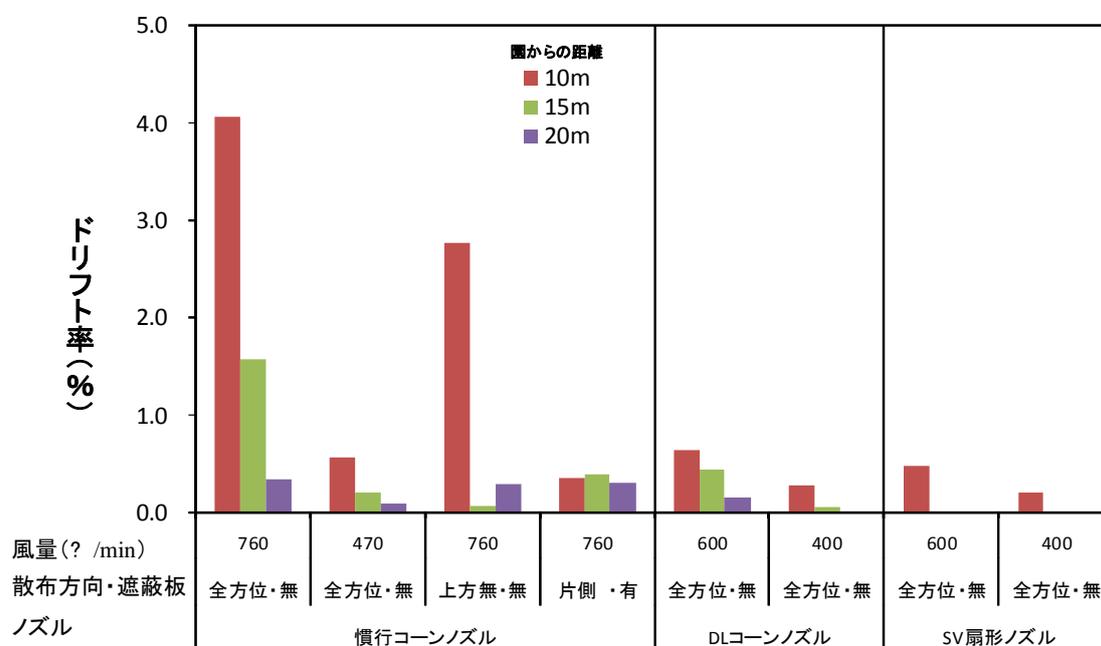


図2. 散布ノズルとドリフト率の関係

散布量: 400~450L/10a, 散布圧力: 15MPa,

全方位: 全ノズルから噴霧, 上方無: 上方散布ノズル止め, 片側: 片側散布(樹列側ノズル噴霧),

ドリフト率: 噴霧したマグネシウム総量のうち、落下した量の割合

## ③散布量

散布量の削減は、ドリフト低減にも経費削減にも効果があります。従来から指導されている散布量は、薬剤効果を確保する量と言えます。このため、一般的には多めに定められており、削減する余地があります。しかし、樹形や散布時期等により、一律に削減できると判断するのは困難です。実際、様々な試験を行っていると、結果が逆転する場合があります。すなわち、今の段階では、「削減する余地」が緩衝量になっていると思われます。

### 3) その他の要素

#### ①自然風

ドリフトは、自然風が吹いていると必ず発生します。例えば、園から20m離れた所で最大風速が1 m/s以上と以下を比較したところ、ドリフト量は1 m/s以上では以下の4倍という事例があったり、また20mと10mが同じ程度ドリフトしている事例もあり、自然風がある場合、ドリフトの状態が予想できません。なお、簡単に風向・風速を測るには吹き流し（図3）が利用できます。

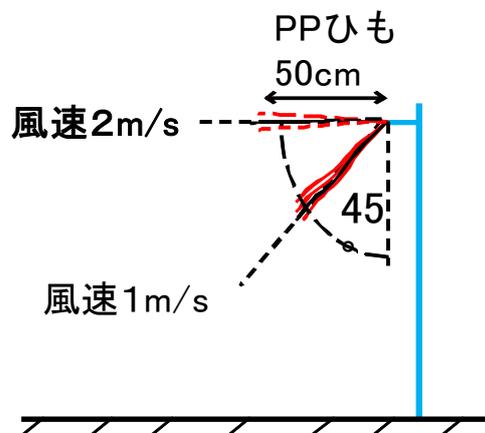


図3. 風向・風速を簡単に測る吹き流し

#### ②散布位置

SSで散布した薬液は、風量が多い場合、2樹列から3樹列は貫通します。このため最外樹列付近の散布では、ドリフトの発生が懸念されます。図2と同じ園で、1通路（片道）散布毎にドリフトを測定したところ、最も外側の通路では、風量、ノズルの如何に関わらずドリフトが多く、園の中に入るに従い極端に減少しました。このため、最外通路だけでも風量を下げるとドリフト低減効果が期待できます。場合によっては手散布も効果的です。また、通路上に枝葉がない場合は、上方散布用ノズルは止めても良いと思えます。なお、自然風の向きには十分注意し、必ず風上から散布することが重要です。また、自然風が通路に沿って吹いている場合、通路が風道になるので、細心の注意が必要です。

### 4) 留意点

SSは1台のエンジンで走行と散布を行います。このため、エンジンの回転速度を下げると走行速度だけでなく散布量も減少します。このため、実際に散布している量が不明になりますので、時々水で散布して散布状態を確認して下さい。

（生物系特定産業技術研究支援センター 猪之奥康治）

## (5) ドリフトの少ないノズルの利用技術

### 1) 背景・目的

リンゴ園等の農薬散布作業で広く使用されているスピードスプレーヤ(以下、SS)は、非常に高能率な薬剤散布機ですが、一方で、園地の近隣へのドリフト発生が高いことが懸念されています。このため、SSを使用する上でのドリフト防止や低減のための対策が整理され、現場に指導されていますが、さらなる改善を目指して研究や開発が行われています。本マニュアルにおいても、栽培技術や防除技術としての対策が示されていますが、SS本機に関する対策として、SSに散布装置の一部として取付ける「ノズル」にドリフト低減効果の高い種類のもの(すなわち、ドリフト低減ノズル)を積極的に用いる技術があります。

そこで、本項では、SS用のドリフト低減ノズルを利用するための幾つかのポイントについて簡単に説明します。また、参考までに、現在農研機構と防除機メーカーが共同で開発中の新たなSS用ドリフト低減ノズルについて説明します。

### 2) SSの散布装置について

SSは、ご承知のように、その機体の後部に、薬液を微細な粒子として噴霧するためのノズルが多数(一般に10~30個程度)取付けられています。一般的にそれらのノズルは、機体左右側面から上面にかけて放射状に複数配置されています(図1)。これらのノズルが取付けられた部分は、機体に内蔵された大型軸流送風機の吹出し口となっており、送風機からの強い風が各ノズルから噴霧された薬液の微粒子を機体両側と上方に向けて吹き出す構造になっています(図1)。



図1 SSによる薬剤散布作業およびSS用ノズルの一例

SSの送風機の風量は、わい化リンゴ樹等で使用される機種で毎分600~700m<sup>3</sup>程度、リンゴ普通樹で使用される機種では800~900m<sup>3</sup>程度と大量です。果樹の薬剤散布作業で薬液の微粒子を到達させるべき範囲は、リンゴ樹ではSSが走行する作業道の中心から両側に距離2~4m程度、上方向に高さ3~4m程度と考えられますが、SSは前述の大型送風機からの風力を利用して、それらの範囲にある樹枝や葉に薬剤の微粒子を到達させる(付着させる)ことを可能にしています。しかし、その一方で、風力で機体から離れた位置まで到達した粒子を園地内の範囲に留めることは、当然な

がら、困難ですので、風で加速され、飛び続ける薬液粒子はドリフトとなる可能性が高いこととなります。

一般に、ドリフトを発生しやすくする要因としては、①噴霧粒子の細かさ、②散布位置の高さ、③風の強さ、④散布幅の広さや散布量の多さ、⑤散布機器の機械条件（作業速度等）が影響すると考えられます。中でも特に「粒子の細かさ」の影響が大きいとされています。すなわち、粒子が細かいほどドリフトが起こりやすいということです。これは逆に、大きな粒子（すなわち粗大粒子）はドリフトが発生しにくいこととなります。現行の標準的なノズル（すなわち、慣行ノズル）の噴霧粒子の大きさ（粒径）は、一般的な噴霧圧力（1～2 MPa）で使用した場合、平均（体積中位径）90～100 μm（0.09～0.1mm）程度と細かいです。そこで、次項に述べるような、慣行ノズルよりも大きな粒子を噴霧するノズルを用いて、ドリフトを低減しつつ、薬液散布を行う技術が考案されました。

### 3) 市販SS用ドリフト低減ノズルの機能と特徴

慣行ノズルと同じように、SSに装着して、これまでと同じ条件（噴霧圧力、噴霧量）で使用することができ、噴霧粒径だけが大きなノズル（すなわち、粗大粒子ノズル）が開発され、市販されています。その主なものを表1に、その特徴とともに示します。

表1 スピードスプレーヤ用ドリフト低減ノズルの一例

ノズル種類(呼称)	ノズルA (SVK)	ノズルB (CV)	ノズルC (エコシャワーS)	慣行ノズル (コーン)
噴霧形状 (噴霧角度) イメージ図	扇形 (50°) 	扇形 (80°) 	中空円錐形 (80°) 	中空円錐形 (80°) 
外観				
噴霧生成方式	空気非混入	空気非混入	空気混入	空気非混入
噴霧圧力(MPa)	1.0～1.5			1.0～1.5
噴霧量(L/分)	2～5	1～4	2～5	2～5
平均粒径(μm)	160～230	80～180	200～300	90～100
100 μm以下の割合	10～20	20～70	5～10	50～70
主な特徴	粗大粒子発生 噴流が速く、到達距離長い 扇形噴霧の狭い側で死角が生じることあり 風の影響は少ないが、風量過大は飛散増加の恐れあり	やや粗い粒子発生 噴流が速く、到達距離長い 扇形噴霧の狭い側で、死角が生じることあり 風量過大は飛散増加の恐れあり	粗大粒子発生 噴流が遅く、到達距離が短い。 噴霧角度広く、死角少ない 風の影響少なく、ドリフト低減効果高い	微細粒子発生 噴流は速いが、微細粒子は空気抵抗を受け易く、到達距離は短い(送風で到達性を確保) 風の影響受け易く、ドリフト発生リスク高い

より詳しい仕様を知りたい場合にはノズルメーカー（ヤマホ工業（株）等）や防除

機メーカー（（株）丸山製作所、（株）やまびこ等）のホームページやカタログをご参照ください。なお、手散布用やブームスプレーヤ用のドリフト低減ノズルも各種市販されています。

#### 4) S S用ドリフト低減ノズルを使用する上でのポイント

##### 1. ドリフト低減効果について

ドリフト低減ノズルは、平均粒径が慣行ノズルの2～3倍あり、 $100\mu\text{m}$ 以下の粒子割合も10%程度と少ないため、ドリフトする範囲を慣行ノズルの概ね半分以下に低減可能と考えられます。ただし、強風の場合や、微風下でも散布地点から至近距離に農作物がある場合等は、ドリフトを完全に防ぐことは困難なことがありますので、極力ドリフトが発生しにくい環境で作業を行うよう努めることが肝要です。

##### 2. 防除効果について

前記ノズルは、各地で防除効果試験が行われており、慣行ノズルと同じ散布量で使用した場合には、一部に慣行ノズルに比べて効果が劣る場合があるとの報告もありますが、概ね同等の効果が得られることが確認されています。このため、ドリフト低減ノズルの使用に当たっては、予想されるドリフト発生リスクと求められる防除効果のレベルに応じて、粗大粒子主体の薬液付着で効果が確保できる条件かどうか（対象作物、病害虫及び農薬の種類等）について事前に検討し、防除効果を確保が可能との判断をした上で、従来の薬剤散布作業における基本的注意事項を遵守しつつ、利用することが重要になります。

##### 3. ドリフト低減ノズル使用上の留意点

###### ①使用ノズルの個数

S Sは機種により、装着ノズルの個数が変わります。図2のS S（薬液タンク容量600L、送風量毎分 $600\text{m}^3$ ）は、機体左右に各8個、上向きに4個、計22個です。



図2 S Sノズル装着状況の一例

大型機種には30個程度、小型機種では10個程度の機種もあります。図2では、S Sの上側ノズル4個を閉じ、左右8個ずつ、計16個を使用するとしています。これは、

図2のように、SSが走行する作業道の上方に空間がある（リンゴの樹枝が無い）わい化リンゴ園では、機体の上方に薬液を付着すべき樹枝が存在しませんので、噴霧する意味が無いからです。

しかし、機体の上方まで、樹枝が延びている様な場合（リンゴ普通樹等）には、上側のノズルを使用し、左右方向に上方向への噴霧を加えた状態で散布することになります。この時、前記のSSではノズルを22個用いることとなります。

## ②散布量設定とノズル噴霧量

薬剤散布は樹枝の繁茂状況や作業時期などにより、それぞれの園地について、所定の散布量（L/10a）が定められます。SSに装着するノズルを選定する時は、設定する散布量と散布幅（各樹列間の作業道を往復散布する場合は樹列間隔に相当）、SSの作業速度と使用ノズル個数をもとに、装着する個々ノズルを選定します。

例えば、散布量400L/10a、散布幅＝5mの時、SSの速度1.5km/hで作業する場合は、  
総ノズル噴霧量＝400L/10a ÷ (10a ÷ (5 × 1.5km/h × 1000 ÷ 60)) = 50L/分

ですので、前記のようにノズルを16個装着する場合は、50L/分 ÷ 16 = 3.1L/分  
となり、ノズル噴霧量が約3L/分となる仕様の製品を選定します。ただし、わい化樹頂部のように、高い位置への薬液付着が必要な場合は、斜め上向き位置のノズルを噴霧量の多いタイプにして付着性能を強化する選定も可能です。この時、総ノズル噴霧量を増やす場合は、散布量も多くなりますので、先の設定のままにするには、噴霧量が増えた分、作業速度を速く設定し直す必要があります。一方、作業速度を変えたくない場合は、総ノズル噴霧量も変更できないので、付着性能に影響しにくい位置ノズル（例えば、下側の位置のノズル）に噴霧量が小さいものを選定し、ノズル個々の噴霧量の増減で総ノズル噴霧量が変わらないように選定します。

## 4. ドリフト低減ノズル使用時の注意事項

強風下の場合、あるいは微風であっても散布地点から至近距離に別ほ場や作物がある場合等では、散布経路や作業日程の変更、遮蔽物（シート、ネット等）の設置等、ドリフト防止への対応が不可欠です。

また、現時点では、病害虫と農薬の組み合わせ等、すべての場合に効果が確認されている訳ではありませんので、使用に当たっては、防除効果の表れ方やドリフト発生状況について常に観察を行うようにしてください。

なお、使用しているSSの風量が、散布対象樹の大きさや栽植間隔等から見て、過大にならないように配慮します。もし、風量調節ができるSSを使用する場合は、低風量側で使用できる場面を増やして行くのもドリフト対策上有効と考えられます。

## 5) 生研センターにおけるSS用ドリフト低減型ノズルの開発

生研センターでは、SSに装着して、慣行と同等の作業ができ、防除効果を確保しつつ、慣行よりもドリフトを低減できる新たなノズルを開発中です。その主な特徴は以下のとおりです。

1. 開発ノズルは、空気混入式単頭型ノズル（以下、ノズルA）と空気非混入式単頭

型角度付ノズル（以下、ノズルB）の2種類で、ノズルAは、噴霧粒径（体積中位径）が慣行ノズルの約4倍で、ノズルBは約3倍です。特に、ノズルAは直進する扇形噴霧で、ノズルBは、SSの進行方向後向きに斜め（15°程度）に噴霧する扇形ノズルです。いずれも慣行と同じ噴霧圧力で使用して、ほぼ同じ噴霧量のもので、取付部等も慣行ノズルと同等ですので、一般の国産SSに装着して、従来と同等の散布作業が可能です（図3、表2）。

表2 開発ノズルの主な仕様

種類	ノズルA	ノズルB	参考： 慣行ノズル
装着可能散布機	一般の国産スピードスプレーヤ		
噴霧形状	扇形	扇形	中空円錐形
噴霧角度(ノズル傾斜角度)	50度(15度)	50度(0度)	80度(0度)
噴霧生成方式	空気混入式	空気非混入式	空気非混入式
噴霧圧力(常用)	1.0~2.0MPa(1.5MPa)		
噴霧量	2、3、4、5 L/min	同左	1.8~5.2 L/min
粒径(体積中位径:VMD)	350 μm(1.5MPa)	250 μm(1.5MPa)	90 μm(1.5MPa)
100 μm以下粒子体積割合	10%(1.5MPa)	10%(1.5MPa)	70%(1.5MPa)



図3 開発ノズルの装着状態および外観

- ほ場試験では、ほ場境界から距離5、7.5、10、15mに設置した感水紙への付着液斑でドリフトを評価した結果、開発ノズルは慣行ノズルに比べ、同じ距離で最大1/10程度にドリフトを抑制することが可能でした。
- 開発ノズルを装着したSSを用いて、慣行と同じ方法（農薬の種類、希釈倍率、散布量）でわい化栽培リンゴ園における防除試験を行った結果、概ね慣行と同等の防除効果であったとの報告がされています。
- わい化栽培リンゴ園での防除作業におけるオペレータへの薬液被曝程度を、オペレータの体表面に設置した感水紙への付着液斑に基づいて調査した結果、開発ノズルを用いる場合は、被曝程度を慣行ノズルに比べて数分の1以下に低減することが可能であることが報告されています。
- 以上の様に、開発ノズルは、多くの面で良好な性能が確認されつつあり、現在、

2010年度中の市販化が検討されています。

## 6) 生研センターにおける果樹用防除機の開発

生研センターでは、前記ノズルの開発と並行して、果樹園において農薬の飛散を低減しつつ、高精度かつ高能率な散布を行う果樹用防除機（果樹園用農薬飛散制御型防除機）の開発を防除機及びノズルメーカーと共同で行っています。そこでは、これまでのSSの送風散布装置とは異なり、ドリフトを低減しつつ、送風の強さと噴霧量等を適正に制御する機構をもった高性能な果樹用防除機（本機）の実用化を目指した開発研究を進めています。

開発機は、前記の新たなSS用ドリフト低減ノズルを標準で装備し、ドリフトが発生し易い園地境界付近の樹列へ散布する場合等に、園地外方向への送風を通常よりも少なくして作業ができる送風制御機構と、作業速度に応じてノズル噴霧量を訂正に制御する装置（速度連動装置）を搭載した自走式の果樹園用防除機です。これまでに、試作2号機まで製作されており、これを用いて岩手県や福島県下のわい化リンゴ園を中心に、周年防除作業に利用した場合の防除効果などを調査しながら、散布機構等の改良を重ねています。

今後、計画どおり開発が進みますと、2011年度中には、新たな果樹園用防除機として、実用化される見通しです。

（生物系特定産業技術研究支援センター 宮原佳彦）

## (6) 農薬飛散防止ネットの利用

### 1) はじめに

異なる樹種が隣接するような果樹園において、樹種間で共通して農薬登録のない薬剤を散布する場合、物理的に散布薬液の飛散（ドリフト）を遮断するために農薬飛散防止ネットの利用が有効です。ここでは、その効果と利用方法について紹介します。

### 2) 農薬飛散防止ネットの編み目の大きさ（目合い）と防風効果の関係

防風ネットは風害による枝梢部折損や落果防止のために利用されますが、目合いは通常4 mm以上のものが使用されます。異なる目合いのネット（目合い2 mm、1.5mm および1 mm、対照として4 mmの4種類）を供試して農薬飛散防止効果への影響を検討するため、吸引式風洞装置の中央に縦横約2 mのネットを張り、風上と風下の中央にネットから各々50cm離して風速センサーを設置し、無風から風速5 mまで風上と風下の風速を測定すると、図1に示すようになります。すなわち、目合い1 mmでは風速0.5m/s以上ではネット目合いが細かいほど防風効果が高まります。

散布時の気象条件にもよりますが、ネット目合い2～4 mmではネットを通して約5 m程度飛散します。しかし、これより遠くへの飛散は抑制されます。さらに細かい1～1.5mm目合いのネットでは、むしろ、2～4 mmよりも遠くへ飛散する可能性があります。これはネットの目合いが細かすぎると遮蔽効果が高まって逃げ場を失った薬液がネットに沿って舞い上がり、ネット上部に達した薬液が風に乗ってより遠くに飛散する恐れがあるためと考えられます。このように防風効果と農薬飛散防止効果とは必ずしも同一ではありません。

### 3) 農薬飛散防止ネットの二重構造の効果

散布液が遮蔽効果によりネットを越えて遠くへ飛散する弊害を防止するためには、2 mm以下の細かい目合いよりも、4 mm目合いのネットを比較的狭い20cm程度の幅で二重構造にした方が飛散防止効果は高まります。

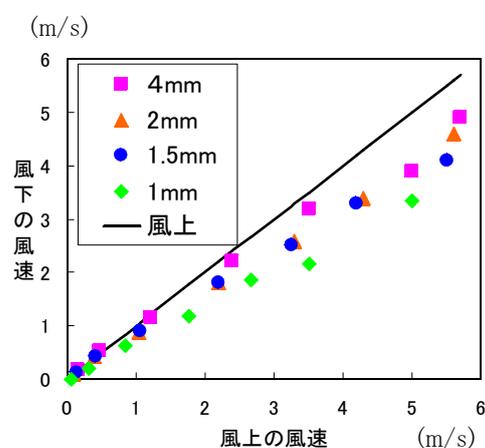


図1 農薬飛散防止ネットの目合いの違いによる防風効果

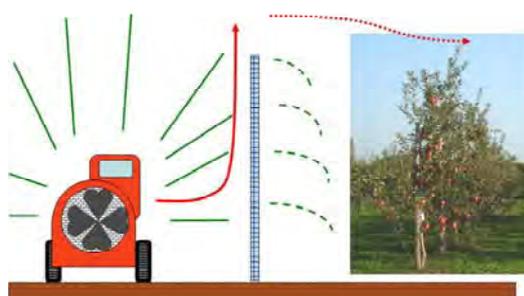


図2 スピードスプレーヤーによる薬剤散布と農薬飛散防止ネットの遮蔽効果

(福島県農業総合センター果樹研究所 尾形 正)

### Ⅲ. 農薬の効率的散布のための実用技術

#### (1) 薬液到達性を向上させる整枝剪定技術

##### 1) リンゴ樹における薬液到達性の良い樹形改善

###### 1. 岩手県におけるリンゴわい性台樹の樹形

岩手県では全リンゴ栽培面積 2,990ha のうちわい化栽培面積は 2,248ha で全体の 75%以上がわい化栽培となっています(2008年現在)。リンゴわい性台樹の樹形はスレンダースピンドルブッシュ(細型紡錘形)が一般的ですが、当県では、強樹勢化にともない間伐が取り入れられ、樹冠下部の側枝を大きく横に伸ばし、骨格となる側枝を設けることにより樹高を切り下げ、結果部位 2.5m以下を目標とした樹形が一般的となっています。

しかしながら、殺虫殺菌剤の散布ムラが原因と考えられる病害虫の発生が見られています。散布ムラは、枝が混み合うなど薬液が届きにくい樹形が原因の1つとして考えられるため、病害虫防除(薬液散布)を実施する上で、薬液がかかりやすい樹形を検討する必要があります。

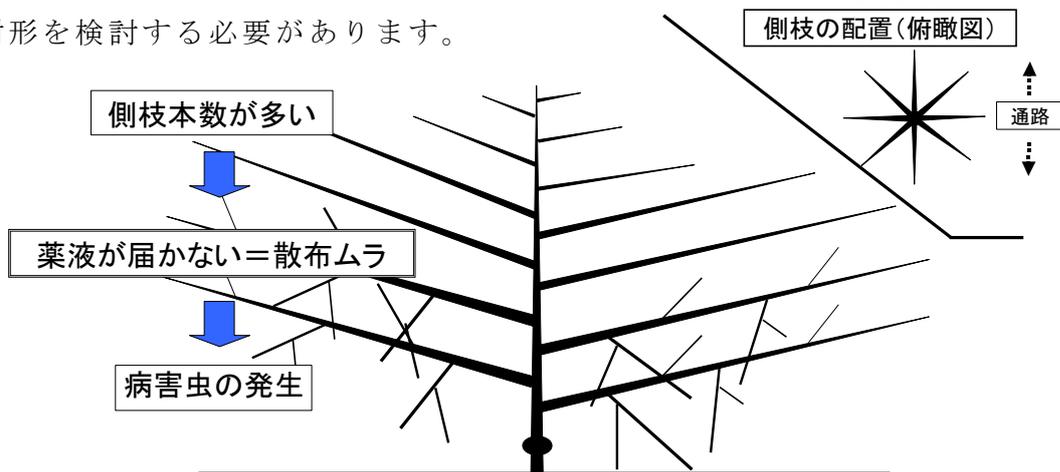


図1 散布ムラの要因

###### 2. 薬液到達性の高い樹形

薬液到達性の高いリンゴわい性台樹は、①樹冠下部(170cm以下)の骨格となる側枝が2~4本で、②側枝発出部の間隔をおよそ20cm以上あけ、③地上高50cm以上に側枝(結果枝)を配置する樹形です(図2)。

骨格となる側枝本数が多いと枝が混み合い、薬液到達性は悪くなります。ナミ

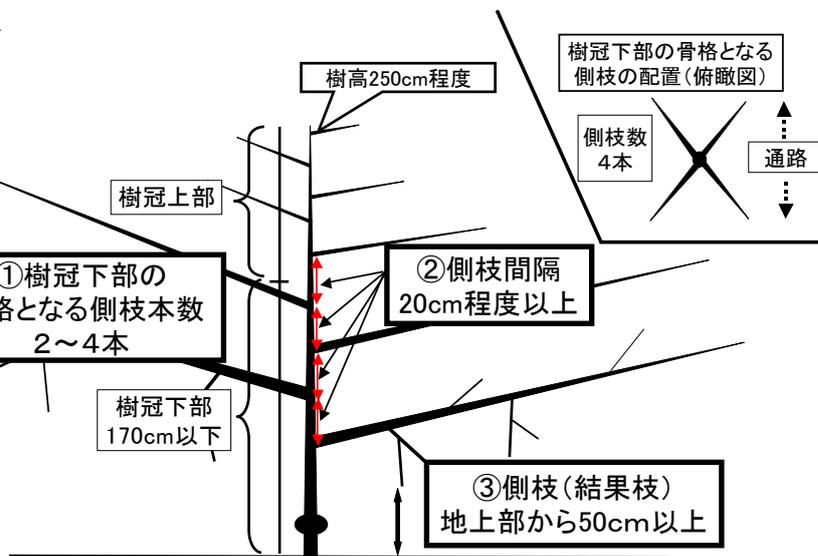


図2 側枝本数と薬液到達性

ハダニの防除効果は、薬液到達性が8以上のリンゴ樹で高くなり（繁茂指数法参照）、側枝本数を2～4本にすることで薬液到達性8以上を維持することができます。また、その際の側枝発出部の間隔は20cm程度以上を確保します。なお、地上高50cm以下の位置は、スピードスプレーヤ（以下SS）では薬液が届きにくく、散布ムラ発生の原因となります。そのため、側枝はもちろん結果枝も地上高50cm以上の位置に配置することが重要です。

### 3. 収量と労働生産性

薬液到達性を向上させるため、側枝本数を2～4本としますが、それにより収量は1割程度減少します。しかしながら、整枝・剪定、摘果、収穫などの作業時間も減少し、軽労化が図られます。さらに、労働生産性が向上します（表1）。雇用を活用した経営改善を進める場合、労働生産性の向上が重要となります。

表1 側枝本数の違いによる労働生産性

項目	側枝数2～4本	6本以上
作業時間 [時間/10a]		
整枝剪定等	26.9 (77)	35.1
施肥・堆肥散布	3.0	3.0
病虫害防除	14.9	14.9
授粉・摘花	9.0	9.0
摘果	26.9 (64)	42.3
草生管理	5.9	5.9
着色管理	13.7 (77)	17.9
収穫・出荷・運搬	14.3 (88)	16.2
その他管理	22.5	22.8
作業時間計	137.1 (82)	167.1
生産性指標		
土地生産性 [kg/10a] (10a 当たり収量)	2767 (92)	3023
労働生産性 [kg/時間] (作業時間当たり収量)	20.2 (112)	18.1

### 4. 整枝剪定の実際

優先的に剪除する側枝は以下のとおりです。①通路に向かっており、薬液到達性の低下を招くとともに、SSが通行する際の妨げになる側枝（図4）。②発出部が50cm以下の側枝及び結果枝が地上高50cm以下となるような高さの側枝（図5）。

薬液到達性の高い骨格となる側枝本数は2～4本ですが、一挙に側枝本数

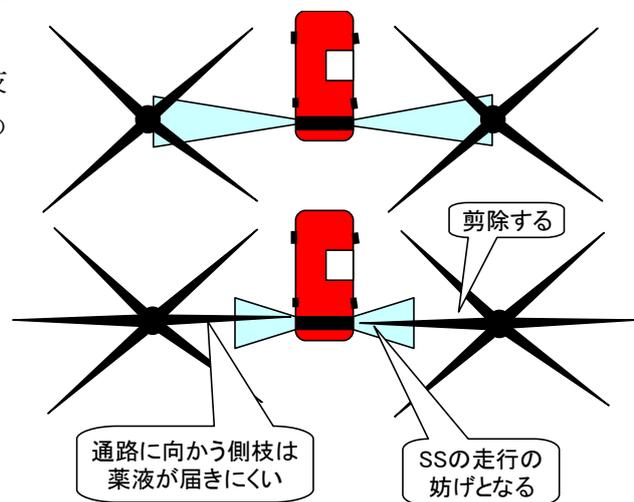


図4 側枝の剪除（その1）

を減らすと、樹勢のバランスを崩すため、主幹や側枝の太さなどを考慮し、2～3年かけて剪除する必要があります。

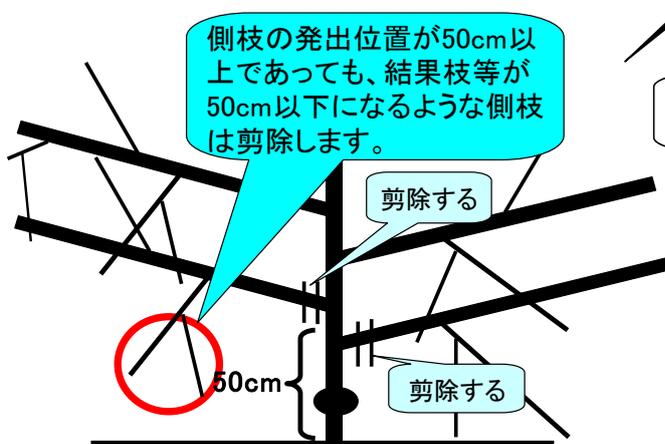


図5 側枝の剪除（その2）

## 5. 農薬散布量低減に向けて

### 1. 骨格となる側枝本数と薬液散布量、薬液到達性の関係

スピードスプレーヤ（以下SS）の送風量を720m<sup>3</sup>/minに固定し、散布量を350、400、450L/10aと変えて散布した場合、側枝本数が2～4本の薬液到達性の高い樹形では、散布量450L/10a及び400L/10aで薬液付着指数は8以上となります。一方、散布量350L/10aでは指数は6.9と低い値を示します。また、側枝本数6本以上の薬液到達性が低いリンゴ樹では散布量450L/10aでも、指数は7.8となります。

岩手県病害虫防除指針では生育期の散布量を550L/10aとしています。ナミハダニの防除効果は、薬液到達性が8以上で高くなることから、側枝本数を2～4本としたリンゴ樹においては、散布量を400L/10aまで低減できる可能性があります。

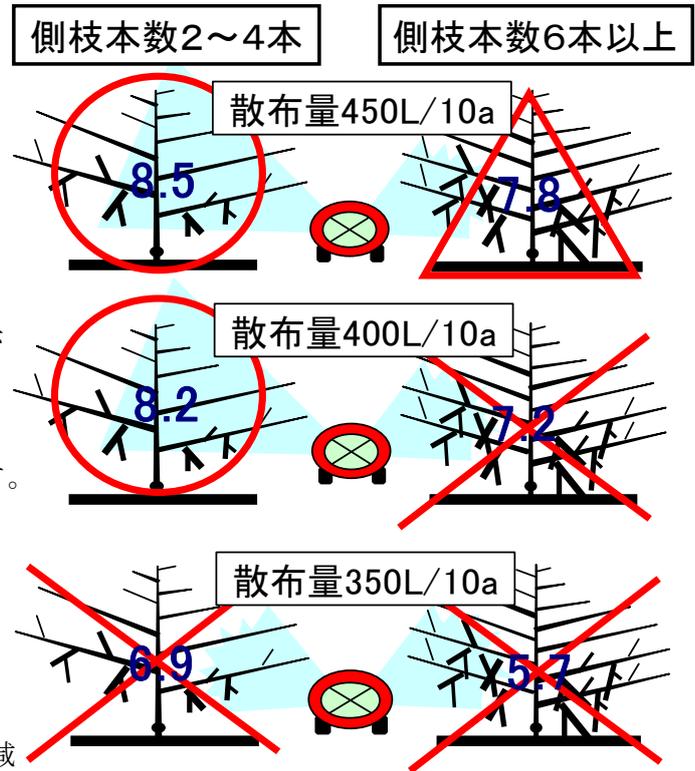


図6 側枝本数が散布量に及ぼす影響  
(送風量720m<sup>3</sup>/min、数値は薬液付着指数)

### 2. 2009年度の散布量400L/10aでの病害虫の発生状況

上記の散布量削減については、感水紙を用いた薬液到達性指数による可能性を示しています。実際の病害虫防除効果は、散布量を削減した薬液散布により実証する必要があります。散布量400L/10aでの防除実績は表1のとおりです。病害虫防除効果として、①殺ダニ剤散布後のナミハダニの発生密度は減少、②斑点落葉病の発生はわずかである、③その他の病害虫の発生は認められない、という結果で、十分な効果が認められました。しかし、単年度の試験成績であり、病害虫の発生は、その年の気象条件等で変化するため、数年間継続して状況を確認する必要があります。

表2 散布量低減区(400L/10a)における防除実績(2009)

月日	散布薬剤名	希釈倍率(倍)
4/9	マシン油(97%)乳剤	50
	イミノクタジン酢酸塩(25%)液剤	1,000
4/17	TPN(53%)水和剤	1,500
	NAC(85%)水和剤	1,200
5/1	ジフェノコナゾール(10%)水和剤	3,000
5/15	ジフェノコナゾール(10%)水和剤	3,000
	テブフェノジド(20%)水和剤	3,000
	酸化フェンブタズ(48%)水和剤	2,000
5/27	マンゼブ(75%)水和剤	600
6/9	ジチアノン(70%)水和剤	2,000
6/24	シプロジニル(12.5%)・ジラム(33.5%)水和剤	500
	アセタミプリド(40%)水溶剤	4,000
	スピロメシフェン(30%)水和剤	2,000
7/3	有機銅(80%)水和剤	1,200
	MEP(40%)水和剤	1,000
7/14	チオファネートメチル(70%)水和剤	1,500
	イミノクタジン酢酸塩(25%)液剤	2,000
	ダイアジノン(34%)水和剤	1,000
7/23	ホリオキシシン(5%)・有機銅(45%)水和剤	1,000
	DMTP(36%)水和剤	1,500
8/3	キャプタン(20%)・有機銅(30%)水和剤	500
	クロルピリホス(72%)水和剤	3,000
8/12	イミノクタジン酢酸塩(25%)液剤	2,000
	アラニカルブ(40%)水和剤	1,000
	ピフェナゼート(20%)水和剤	1,000
8/24	ピラクロトロピン(6.8%)・ホスカリド(13.6%)水和剤	2,000
9/11	フルオリミド(75%)水和剤	1,500

( )内は、有効成分の含有量。

(岩手県農業研究センター 小野浩司)

## 2) モモ樹における薬液到達性の良い樹形開発

現在のモモ栽培は、開心自然形（図1）を基本樹形として整枝・剪定が行われていますが、樹高が4m以上に達することから、農薬散布時には300～400L/10aの散布量が必要となっています。また、枝の配置も複雑であることから、農薬散布時の散布ムラ等がしばしば問題になることが多く、病害虫防除の効率化を図るために、薬液到達性の高い整枝・剪定技術が求められています。



図1 慣行樹形（開心自然形）

### 1. スピードスプレーヤ（以下、SS）による薬液到達性の特徴

慣行樹形（開心自然形）でのSSを利用した薬液到達性は、SSの通路側や樹冠の下部は優れていますが、SSの噴霧位置から遠い樹冠上部や幹に近い樹冠内部ではやや劣る傾向にあります（図2）。薬液到達性を向上させるためには、これらの点を考慮した整枝・剪定が重要となります。

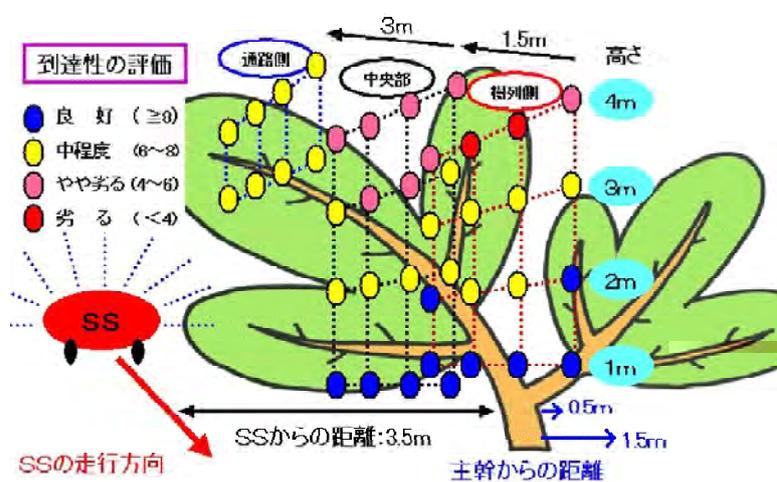


図2 SSによる薬液到達性（評価条件：慣行樹形、高繁茂条件、220L/10a散布）

### 2. 薬液到達性の良い主枝の形状

慣行樹形の主枝は、水平に対して50度程度に斜立していることから、SSの噴霧位置から結果部までの距離が遠く、また、薬液到達性の悪い樹冠上部に結果部が多く配置されます。

一方、主枝を水平に対して30度程度に開張した

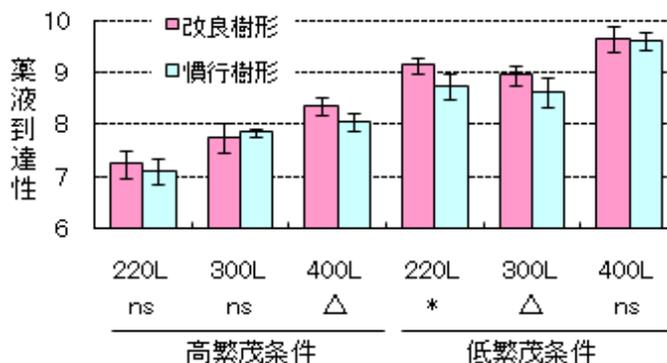
改良樹形は、SSの噴霧位置からの距離は近く、薬液到達性の劣る樹幹上部の結果部も少なくなります（図3）。



図3 薬液到達性の良い主枝と悪い主枝

### 3. 薬液到達性の高い改良樹形

改良樹形は、主枝が開張していること、SSの噴霧位置から遠い樹幹上部に結果部が少ないことから、慣行樹形と比べて薬液到達性は全体的に高い傾向にあります(図4)。



### 4. 改良樹形のモデル

改良樹形は、開張した主枝2本と垂主枝8本を杯状に配置し、低樹高に維持した樹姿となります(図5)。

図4 改良樹形と慣行樹形の薬液到達性

#### 1. 改良樹形の構成

地上50cm付近から第1主枝を形成し、主幹延長枝を第2主枝とします(図6)。垂主枝は、図7に示したような間隔で4本形成します。主枝の角度は水平に対して30度程度(垂主枝はやや開張度を大きくする)とし、樹高3~3.5mを目安に開張した樹形を形成します。また、各主枝・垂主枝は単純化した細長い紡錘形(モモの葉の形をイメージ)に整枝し、吊り支柱、添え竹により下垂を防止します。



図5 改良樹形の樹姿

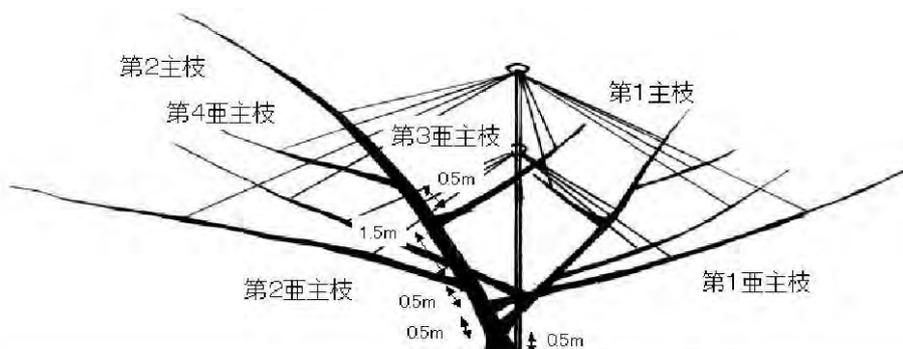


図6 改良樹形のモデル (正面)

#### 2. 改良樹形の生産性と省力性

改良樹形の特徴として、収量は慣行樹形と同等ですが、果実はやや大きい傾向があります。また、改良樹形は樹幅が大きくなりやすいため、植栽距離は7~8m×7~8m植えとやや広めにします。この樹形は、低樹高化と樹形の単純化により摘果作業を中心に省力化が可能となります。

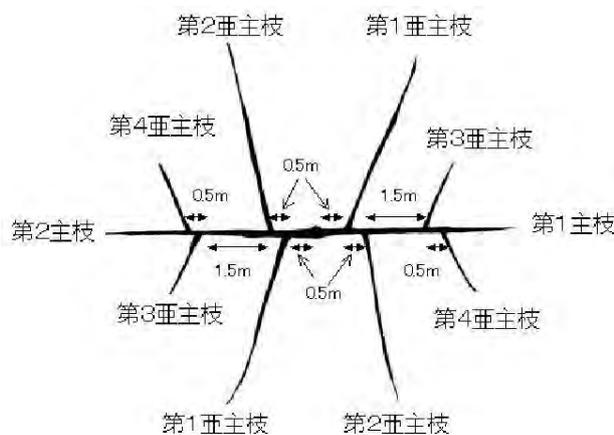


図7 改良樹形のモデル (上面)

## 5. 薬液到達性を向上させる新梢管理

樹冠内の枝葉が繁茂すると、薬液到達性が低下することから、適宜夏季剪定等の新梢管理を実施し、枝葉の繁茂状況を改善することが重要となります。

### 1. 枝葉の繁茂と薬液到達性の関係

枝葉の繁茂状況は、樹冠視認度により判断することができます(図8)。樹冠視認度と薬液到達性との関係を解析すると、樹冠視認度が高い(枝葉の繁茂が少ない)ほど、薬液到達性が高い傾向が認められます(図9)。このため、枝葉の繁茂が少ない場合は少ない散布量でも薬液到達性が得られますが、繁茂が多い場合は散布量を標準散布量とするか、夏季剪定等により繁茂を改善する必要があります。

特に、新梢生育が旺盛となる6~7月頃や収穫後の9月頃は、枝葉が繁茂しやすくなるので注意が必要です(図10)。



図8 樹冠視認度の調査方法  
注) 幅1m、長さ2mの判定板を地上1.5~3.5mの高さの樹冠中央に4か所設置し、SSの通路位置から樹冠に向かって斜め下方から写真撮影し、赤丸の見え方で判定する。評価基準は、「0:全く確認できない、1:1/4未満が確認できる、2:1/4~1/2が確認できる、3:1/2以上が確認できる、4:全部確認できる」とする。

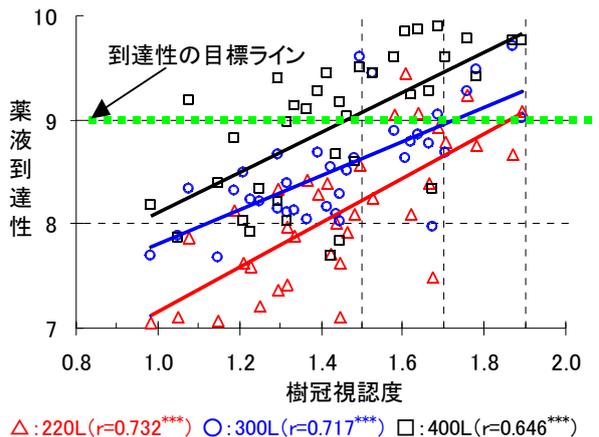


図9 樹冠視認度と薬液到達性(SS散布幅7m)

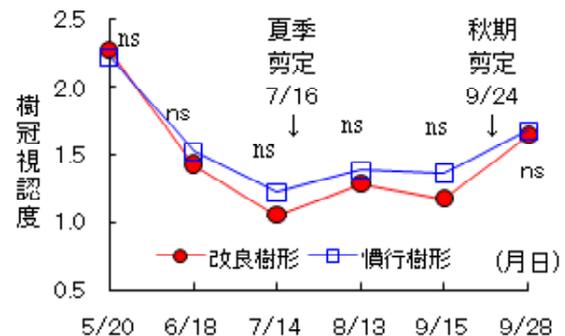


図10 樹冠視認度の季節的推移

### 2. 新梢管理で薬液到達性を向上する

薬液到達性を向上させるためには、枝葉の繁茂を適正に管理することが重要です。

枝葉の繁茂が著しくなる6~7月および収穫後には、芽かき、摘心をはじめ、誘引、ねん枝、夏季・秋季剪定等の新梢管理を実施し、薬液到達性の改善を図りましょう(図11)。

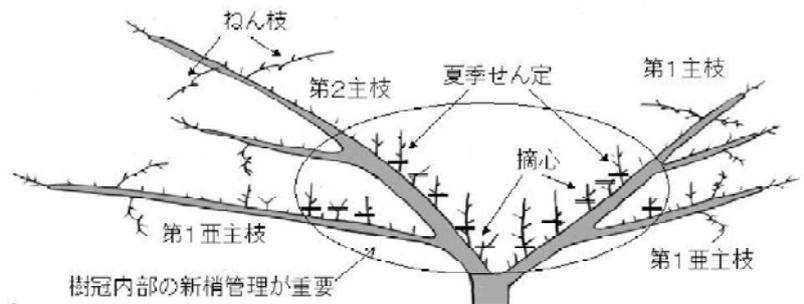


図11 新梢管理の方法

(福島県農業総合センター果樹研究所 志村浩雄)

### 3) セイヨウナシ樹における薬液到達性の良い樹形改善技術と薬液量の低減

#### 1. セイヨウナシ樹における薬液到達性を向上させるために

セイヨウナシではわい性台の利用が少なく、ヤマナシ台などの台木を利用した栽培が多いため、樹高が4～5m、樹幅が7～8mと樹が大きくなります。そのため、樹の内部や上部を中心にSS散布時の死角ができ、薬液が到達しにくい部分が出やすくなります。薬液の到達性を向上させるためには、SSによる散布時の防除死角をなくすとともに、樹の低樹高化が重要です。

#### 2. 薬液到達性の良い樹形とは

SSの散布方向に対しての枝葉の重なりが少ない樹ほど薬液の到達性が良くなります。そのため、図1に示すように主幹からSSの走行方向に対して直角に発出した主枝を置かず、SSの走行方向に対して平行方向に樹冠が拡大している樹形が薬液到達性の良い樹形となります。また、樹上部は、SSの散布能力にもよりますが、薬液が到達しにくい部分になるので、できるだけ樹高を低く抑える必要があります。

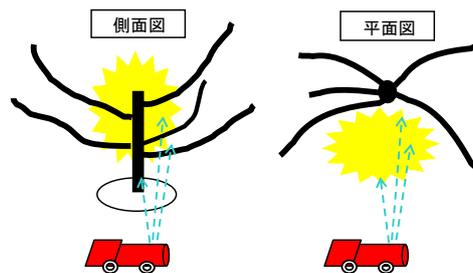


図1 薬液到達性に優れた樹形の概念図

#### 3. 樹形改善の進め方

薬液到達性に優れた樹形に改善するためには、図2に示すように、計画的に樹高を切り下げながらSSの走行に対し直角に発出する主枝を間引きする必要があります。そうすることにより、SSの走行に対し直角方向への樹冠の拡大を抑制し、平行方向への拡大を促進し、薬液到達性の良い樹形に改善することができます。

<p><b>【樹形改善樹における整枝せん定の考え方】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●最高着果部位4m以下</li> <li>●SS走行方向に対し直角方向の樹冠拡大を制限し、樹冠内部までの薬液到達性を良くする。</li> </ul> <p><b>【方法】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●段階的に樹高を切り下げる。</li> <li>●SS走行方向に対し直直に発出する主枝を間引きする。</li> <li>●収量を確保するため側枝や結果枝を多めに配置する。</li> </ul>	<p><b>【慣行樹における整枝せん定の考え方】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●最高着果部位4m以下</li> <li>●作業性を考慮しながら、主枝をできるだけ多く配置する。</li> </ul> <p><b>【方法】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●段階的に樹高を切り下げる。</li> <li>●作業性を妨げる主枝のみを間引きする。</li> <li>●側枝や結果枝は間合いを確保しながら配置する。</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>樹形改善樹</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>慣行樹</b></p>	

図2 樹形改善の方法

なお、樹形改善樹では主枝の配置が制限されるために結果枝が少なくなり、収量が少なくなる傾向にあるので、結果母枝（側枝）をコンパクトにし、できるだけ多くの結果母枝を配置します。

#### 4. 樹形改善により薬液到達性が向上し防除効果が高まる

薬液到達性は、散布液量とSSの散布風量の影響を受けますが、改善した樹では、図3に示すように散布液量および散布風量が少ない条件でも慣行の樹形より薬液到達性が向上します。

また、改善した樹では、輪紋病発病果やシンクイムシ類被害果の発生が慣行樹より低く抑えられます（表1）。

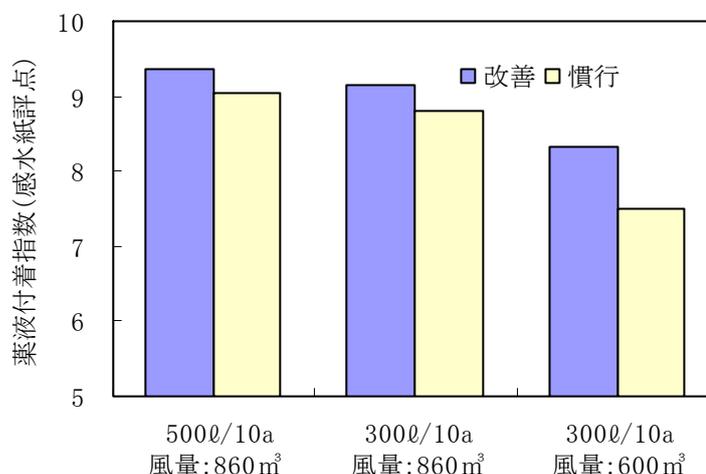


図3 散布薬液量および風量が薬液到達性に及ぼす影響

表1 樹形改善が病害虫果の発生に及ぼす影響

調査場所	調査年次	樹形	10a当たり散布量	輪紋病発病果率 (%)	シンクイムシ類被害果率 (%)
場内	2009	改善	300l	7.0	0.3
		慣行	300l	7.4	0.3
		慣行	500l	1.9	0.1
	2008	改善	300l	0.4	2.0
		慣行	300l	0.5	3.1
	2007	改善	500l	2.9	1.2
慣行		500l	3.9	1.6	
現地	2009	改善	400l	1.7	0.0
		慣行	400l	3.7	0.1
	2008	改善	400l	2.4	0.3
		慣行	400l	2.8	0.4

注) 場内の散布風量: 860 (m³/分). 現地の散布風量: (750 m³/分).

さらに、樹形改善により、収量はやや少なくなるものの、主幹部周辺に十分な作業スペースが確保されることから、摘果作業等の作業効率の向上も期待できます（表2、図4）。

表2 樹形改善が収量に及ぼす影響

樹形	1樹当たり収量 (kg/樹)	10a当たり収量 (t/10a)
改善樹	304	4.6
慣行樹	334	5.0

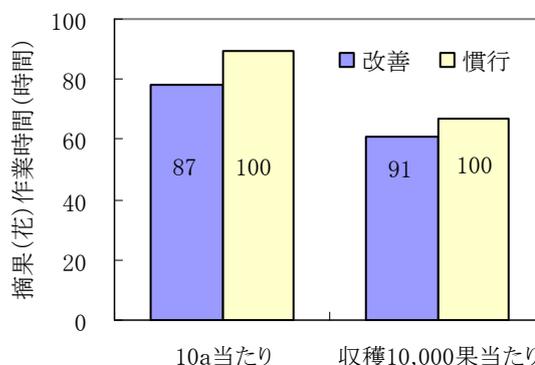


図4 樹形改善が摘果の作業効率に及ぼす影響  
図中の数字は、慣行区を100とした場合の対比值。

## 5. 散布液量低減に向けて

セイヨウナシの主要な病害虫は、輪紋病とシンクイムシ類であり、特に輪紋病は予防的防除が主体となるため、果実表面に十分な薬液を付着させる必要があります。そのため、散布液量を低減する場合は、少ない散布液量でも果実に十分な薬液が付着する薬液到達性の良い樹を対象にする必要があります。

### 1. 散布液量を低減する場合の判断ポイント

感水紙を使用した試験結果では、薬液付着指数が 9 以上確保されている場合は、輪紋病の発病が多い年でも発病果率を 5%程度に抑えることができ、付着指数が 8 以上確保している場合は、シンクイムシ類による被害果発生が多い年でも発生率を 2%程度に抑えられています（図 5）。

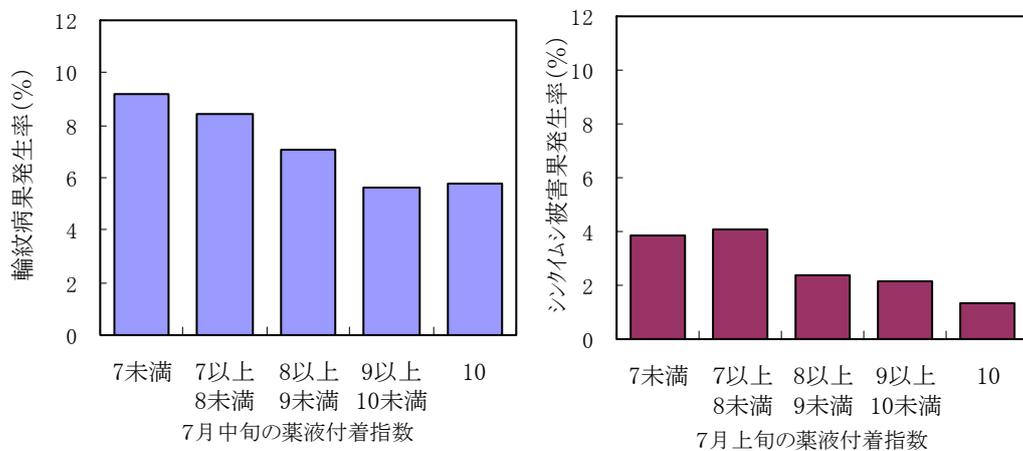


図1 散布量低減防除における薬液付着指数と病害虫発生の関係

また、図 6 に示すように樹冠視認度が 2 以上確保されている場合は、輪紋病の発病が多い年の 300L/10a の散布量低減防除においても発病果率を 5%程度に抑えることができます。このことから、樹冠視認度が 2 以上確保されていることが、散布量の低減が可能かどうかの判断の目安となります。

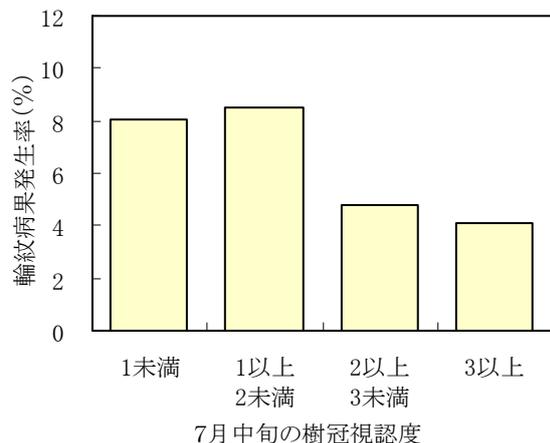


図2 散布量低減防除における樹冠視認度と輪紋病果発生率の関係

### 2. 散布液量低減時の留意点

薬液の到達性は、使用する SS の散布風量が少ないほど劣るので、樹の大きさにあった風量が確保できる SS を使用します。また、不必要な徒長枝をせん除するなど、薬液の到達性を良くする樹体管理が必須になります。

なお、降雨が多く、輪紋病の多発が懸念される場合は、慣行散布液量で防除するなどの状況に応じた対応が重要です。

(山形県農業総合研究センター園芸試験場 高橋和博)

## (2) 樹種共通防除体系

### 1) リンゴとモモの共通防除体系

#### 1. 共通防除体系のポイントと考え方

##### (1) はじめに

果樹経営においては複数の樹種を組み合わせた樹種複合経営が広く普及しており、福島県ではモモ、リンゴ、ナシ、カキ、ブドウ等の樹種を組み合わせた経営が行われています。通常、このような樹種複合園の薬剤防除は樹種ごとに実施されていますが、防除作業の効率化や薬液飛散の危険性を低減する方法として、薬剤を共通化することが有効と考えられます。ここでは、福島県の樹種複合経営において最も多い組み合わせであるリンゴとモモの共通防除体系について現地実証を行った事例を紹介します。

##### (2) 福島県におけるリンゴとモモの慣行防除体系の現状

表1は現地実証ほに隣接した地域のリンゴとモモの慣行防除体系です。この中で、両樹種に共通化できる薬剤はありません。リンゴの防除では、モモに未登録の薬剤は4剤(太字)、登録はあるが使用時期がモモと異なる薬剤は4剤(2重線)あります。また、モモの防除ではリンゴに未登録の薬剤は4剤、登録はあるが希釈倍数が異なる薬剤は1剤(斜体)あります。いずれも問題となる薬剤は殺菌剤となっています。

表1 現地実証を行った地域のリンゴおよびモモの慣行防除体系の例(2009年)

リンゴ「ふじ」			モモ「ゆうぞら」		
散布時期	薬剤名	希釈倍数	散布月日	薬剤名	希釈倍数
3月20日	機械油乳剤95	25倍	3月20日	チオノックフロアブル	500倍
4月10日	コロナフロアブル	400倍		ハーベストオイル	50倍
	ダーズバンDF	3,000倍	4月15日	ボルドー液	4-12式
4月25日	<b>スコアMZ水和剤</b>	500倍	4月30日	亜鉛ボルドー液	6-6式
	ファイブスター顆粒水和剤	2,000倍	5月10日	亜鉛ボルドー液	6-6式
5月8日	チオノックフロアブル	500倍		デミリン水和剤	3,000倍
	トリフミン水和剤	3,000倍	5月15日	コンフェューザーMM	
	バリアード顆粒水和剤	4,000倍	5月20日	コロナフロアブル	400倍
5月15日	コンフェューザーR			<b>マイコシールド</b>	2,000倍
5月20日	チオノックフロアブル	500倍		アブロードフロアブル	1,000倍
			5月30日	チオノックフロアブル	500倍
6月5日	チオノックフロアブル	500倍		<b>バリダシン液剤5</b>	500倍
	トップジンM水和剤	1,500倍	6月10日	チオノックフロアブル	500倍
6月15日	<u>オキシラン水和剤</u>	500倍		<b>マイコシールド</b>	2,000倍
	アドマイヤー水和剤	2,000倍		フェニックス顆粒水和剤	4,000倍
	ダイアジノン水和剤34	1,000倍	6月20日	チオノックフロアブル	500倍
6月25日	<u>オーソサイド水和剤80</u>	600倍		<b>バリダシン液剤5</b>	500倍
	<b>ユニックス顆粒水和剤47</b>	2,000倍	6月30日	ベルコート水和剤	1,000倍
	コロマイト乳剤	1,000倍		ラーピン水和剤75	1,000倍
7月5日	<u>オキシラン水和剤</u>	500倍	7月10日	ナリアWDG	2,000倍
7月15日	<b>ベフキノン水和剤</b>	1,000倍		アルバリン顆粒水溶剤	2,000倍
	アルバリン顆粒水溶剤	2,000倍	7月20日	<u>バイコラル水和剤</u>	2,000倍
7月25日	<b>キノンドー水和剤80</b>	1,200倍	7月30日	ロブラール水和剤	1,500倍
	トップジンM水和剤	1,500倍		ダイアジノン水和剤34	1,000倍
	ダニサラバフロアブル	1,000倍	8月10日	ベルコート水和剤	1,000倍
8月5日	ベルコート水和剤	1,000倍		アーデント水和剤	1,000倍
	フェニックス顆粒水和剤	4,000倍	8月20日	オーシャイン水和剤	3,000倍
8月20日	ストロビドドライブフロアブル	2,000倍	8月30日	ナリアWDG	2,000倍
9月3日	ナリアWDG	2,000倍	9月15日	ボルドー液	4-12式
9月15日	<u>オーソサイド水和剤80</u>	800倍	9月30日	ボルドー液	4-12式

注1) 太字の薬剤は相手樹種に対して未登録の薬剤を示す。

注2) 2重線の薬剤はモモに対して登録はあるが使用時期が異なる薬剤を示す。

注3) 斜体のバイコラル水和剤はリンゴでは希釈倍数が異なる薬剤を示す。

### (3) 共通防除体系のねらい（メリット）

リンゴとモモの共通防除体系のねらいとしては以下の点があげられます。なお、両樹種の主要病害虫による被害の程度は、慣行と共通防除体系で同等であることが前提です。

- ①使用する薬剤の共通化および散布日の共通化により、防除作業の効率化を図る。
- ②散布回数を慣行防除体系より削減する。
- ③薬液の樹種間相互のドリフト（飛散）の危険性を低減する。

### (4) 共通防除体系における病害虫防除の考え方

樹種複合園の病害虫防除では、樹種間で発生する病害虫が同じ場合、その病害虫に対して有効な薬剤を共通して使用できます。しかし、樹種間で発生する病害虫が異なる場合、薬剤を共通化するためには、両樹種で発生する病害虫を同時に防除できる薬剤の選択が必要となります。リンゴとモモの病害虫防除において、殺虫剤については、樹種間で共通の害虫が問題となることが多く、複合交信かく乱剤を基幹剤とすることで両樹種の薬剤の共通化を図ることが比較的容易になります。一方、殺菌剤については、一般に両樹種で問題となる病害が異なるため、十分な検討が必要となり、両樹種の主要病害に対して防除効果の高い薬剤を選択することが必要となります。

#### ①リンゴうどんこ病に防除効果の高い薬剤

リンゴうどんこ病の防除では、開花直前及び落花直後に殺菌剤を散布するのが効果的です。この時期において、モモに登録があり、リンゴうどんこ病に対して有効な薬剤はサルバトールME、ラリー水和剤、サンリット水和剤、アンビルフロアブル、トリフミン水和剤です。



#### ②リンゴ輪紋病に防除効果の高い薬剤

リンゴ輪紋病の重点防除時期は6月中旬から7月下旬頃です。この時期においてモモに登録があり、リンゴ輪紋病に対して有効な薬剤はナリアWDGです。本剤は残効性が長く、次の散布までの間隔を15日とすることが可能です。



#### ③モモホモプシス腐敗病に防除効果の高い薬剤

モモホモプシス腐敗病の重点防除時期は、各品種の収穫35日前から収穫期です。この時期においてリンゴに登録があり、モモホモプシス腐敗病に有効な薬剤はナリアWDGおよびベルコート水和剤です。これら2剤は残効性が長く、次の散布までの間隔を15日とすることが可能です。



### (5) 共通防除体系の組み立て

共通防除体系の3つのねらいをふまえて組み立てたものが表2となります。本項の最後に付けた樹種単独防除の場合の防除暦と比較すると、どの程度共通化できたのかが分かり易いと思います。ここでは、共通化のねらいについて詳しく解説します。

表2 リンゴとモモの共通防除体系（リンゴは「ふじ」、モモは「ゆうぞら」を対象）

散布時期	リンゴ			モモ		
	薬剤名	希釈倍数	種類	薬剤名	希釈倍数	種類
3月20日頃	石灰硫黄合剤	10倍	菌	同左		
	ハーベストオイル	50倍	虫	同左		
4月10日頃	コロナフロアブル	400倍	菌	(コサイドDF)	1,000倍	菌
	ダーズバンDF	3,000倍	虫	同左		
4月25日頃	チオノックフロアブル	500倍	菌			
	サンリット水和剤	3,000倍	菌			
5月8日頃	アンビルフロアブル	1,000倍	菌	同左		
	デランフロアブル	1,000倍	菌	同左		
	ダントツ水溶剤	4,000倍	虫	同左		
5月15日頃	コンフェューザーR			コンフェューザーMM		
5月20日頃	チオノックフロアブル	500倍	菌	同左		
				(アグレプト水和剤)	1,000倍	菌
				アブロードフロアブル	1,000倍	虫
6月5日頃	デランフロアブル	1,000倍	菌	同左		
	モスピラン水溶剤	4,000倍	虫	同左		
	トップジンM水和剤	1,500倍	菌	同左		
6月15日頃				バイオセーフ	2500万頭/25L	虫
6月20日頃	ナリアWDG	2,000倍	菌	同左		
				(マイコシールド)	2,000倍	菌
				フェニックス顆粒水和剤	4,000倍	虫
7月5日頃	ナリアWDG	2,000倍	菌	同左		
	アルバリン顆粒水溶剤	2,000倍	虫	同左		
	コロマイト乳剤	1,000倍	虫			虫
7月20日頃	ベルケート水和剤	1,000倍	菌	同左		
	トップジンM水和剤	1,500倍	菌	同左		
7月30日頃	オンリーワンフロアブル	2,000倍	菌	同左		
	フェニックス顆粒水和剤	4,000倍	虫	同左		
8月15日頃	ベルケート水和剤	1,000倍	菌	同左		
	アルバリン顆粒水溶剤	2,000倍	虫			
	ダニサラバフロアブル	1,000倍	虫			
8月30日頃	ベルケート水和剤	1,000倍	菌	同左 [晩生種のみ]		
9月15日頃	ストライド顆粒水和剤	1,500倍	菌	(ボルドー液)	4-12式	菌
	[中・晩生種のみ]					
9月30日頃				(ボルドー液)	4-12式	菌

注1) 青色(例: 3月20日)は薬剤の完全共通化日を、薄い黄色(例: 5月8日)は一部共通化日を示す。

注2) 太字のストライド顆粒水和剤はモモに、マイコシールドはリンゴに未登録。

注3) 斜体のアグレプト水和剤はリンゴでは希釈倍数が異なる。

注4) ( ) を付した薬剤は留意点を参照。

注5) 本防除体系は、2009年12月25日現在の登録内容に基づいて作成した。

注6) 種類の菌は殺菌剤を、虫は殺虫剤を示す。

### ①防除作業の効率化

リンゴとモモの共通防除体系では、年間で18剤が共通しており、これは年間使用薬剤の約7割に相当します。リンゴとモモで共通の散布日が12回あり、そのうち5回は薬剤を完全に共通化でき、リンゴへの散布が終わった後にそのままモモへ散布することができます(逆も可)。また、5回は薬剤が一部共通化しており、共通薬剤のみを散布する樹種を先に防除することで、スピードスプレーヤのタンクの洗浄を省力化できます。例えば、5月20日は、リンゴに対してチオノックフロアブルを散布した後、タンクの洗浄を省力化してモモに散布する3剤を調合することができます。

## ②薬剤の散布回数の削減

薬剤の散布回数は、慣行防除体系に比べリンゴで2回、モモで3回削減しています。これは、両樹種の主要病害虫に防除効果の高い薬剤を利用することで、15日の散布間隔が可能となるためです。

## ③ドリフトの危険性の低減

慣行防除体系と比較して未登録や使用時期、希釈倍数が異なる薬剤数は少なく、特に、モモの早生種の収穫期（7月）から晩生種の「ゆうぞら」の収穫期（8月下旬）までは、相手樹種に対して問題となる可能性がある薬剤の使用はありません。しかし、リンゴの防除において、9月15日のストライド顆粒水和剤はモモに登録がない薬剤ですので、散布する際、モモへのドリフトを回避する必要があります。ただ、モモの収穫終了後に散布するため、ポジティブリスト制度による残留基準は問題にならないと考えています。一方、モモの防除において、リンゴに登録のない薬剤が1剤（マイコシールド）、希釈倍数が異なる薬剤が1剤（アグレプト水和剤）あります。本県の難防除病害であるモモせん孔細菌病に対する防除として両剤の使用は欠かすことができません。モモに散布する場合でも、リンゴへのドリフトを回避する必要があります。

## ④薬剤費の比較

共通防除体系の薬剤費は、リンゴ、モモとも慣行防除体系と比較して同等以下となります（2009年度購入実績より）。

## （6）留意点

- ①今回紹介した共通防除体系は2009年度までに得られた研究成果によって作成されたものです。今後、共通防除体系に記載した農薬の使用基準が変更になる可能性がありますので、留意する必要があります。
- ②例年モモせん孔細菌病の発生が認められない地域では、表2におけるモモの防除において、（ ）を付した薬剤の散布を省略でき、さらなる共通化を図ることができます。しかし、防除開始後にせん孔細菌病が発生した場合は、その後（ ）を付した薬剤を散布します。
- ③今回紹介した共通防除体系の対象病害虫は、リンゴではうどんこ病、斑点落葉病、黒星病、褐斑病、すす点・すす斑病、輪紋病、炭疽病、キンモンホソガ、ギンモンハモグリガ、ハマキムシ類、シンクイムシ類、カイガラムシ類およびハダニ類です。モモでは、せん孔細菌病、黒星病、灰星病、ホモプシス腐敗病、炭疽病、ナシヒメシンクイ、ハマキムシ類、モモノゴマダラノメイガ、モモハモグリガ、コスカシバおよびハダニ類です。この病害虫以外が発生する地域では、特別な対策が必要となる場合があります。
- ④薬剤費については、購入先や購入時期、購入量等によって変わります。
- ⑤共通防除体系は、リンゴは全品種を、モモは中～晩生種を対象としています。

（福島県農業総合センター果樹研究所 藤田剛輝）

## 2. 経営者による共通防除体系の評価

### (1) 背景・目的

異なる樹種について病害虫を共通の薬剤で防除する体系のメリットは、防除作業の省力化に寄与することと、ドリフトに対する懸念を小さくできることにあります。そういったこの共通防除体系のメリットが生産現場にどれだけ評価されるのか、開発途中の技術について、経営者に対して調査を行い、この技術の普及ターゲットを明らかにします。

### (2) 現状と防除技術の評価

ドリフト対策について、薬剤の共通化と並んで現地で多く実践されているのが手散布です。しかし、調査の結果、薬剤の共通化と手散布のどちらも効果があると考えられていますが、手散布についてはやめたい、薬剤の共通化については続けたいという傾向があります(図1)。

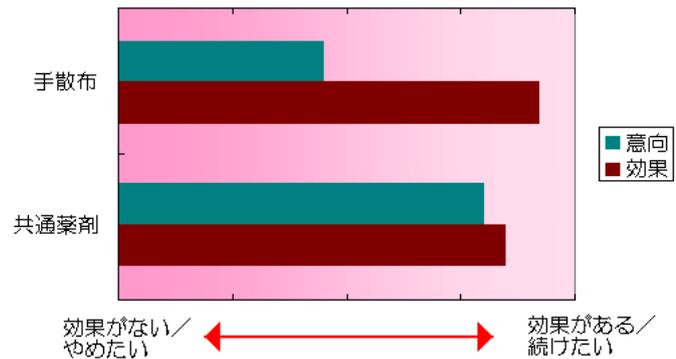


図1 技術の効果と意向

### (3) 共通防除体系の特徴の評価

共通防除技術の特徴として、省力的であることやドリフトに対する懸念を小さくできることのほか、連続散布が可能であることがあります。一方、共通化できない薬剤があることや薬剤費が増えてしまう、といった可能性も考えられます。こういった特徴を整理し、各項目の満足度と、期待されている度合いである重要度の関係を図2に示しました。

「年間防除回数が減るので省力的」「ドリフトの懸念が少なくなる」「異なる樹種に続けて散布できる」という特徴が満足度・重要度とも高く、経営者の技術ニーズをうまく捉えていることがわかります。一方、「薬剤費が割り増しになる」「どうしても共通化できない薬剤がある」ということについては、重要度が高いのにも関わらず満足度が低く、必ず改善すべき項目であることが示されています。

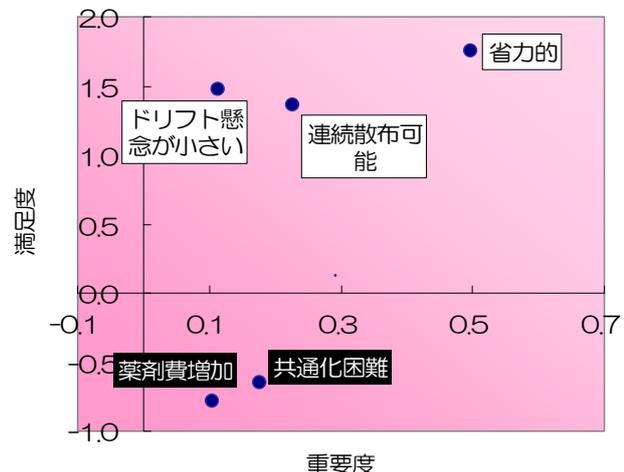


図2 重要度と満足度

開発途中のこういった評価に対して、完成した共通防除体系は、薬剤費を慣行以下に抑えることができています。このことは、経営者が重要と考える点を改善しているといえます。

#### (4) 薬剤の散布回数および散布量削減の評価

従来、「散布間隔を開けずに」「ていねいに、たっぷり」といわれてきた薬剤散布ですが、共通防除技術が目指している散布回数と散布量の削減に対する経営者の評価を検討します。薬剤散布の削減を生産者が評価する指標として、薬剤費の増加が何%までであれば薬剤散布を削減した防除技術を選ぶか、という方法で示したのが図3です。

薬剤の散布回数と散布量では、薬剤費がおよそ6.4%高くなっても散布回数が減ったほうが良く、薬剤費が7.9%高くても散布量が減ったほうが良い、という結果となりました。これらを足し合わせると、散布回数と散布量の両方を削減できれば、薬剤費が14%増えても薬剤散布の削減技術を選ぶ、ということがいえます。

このように、散布回数と散布量の削減は、経営者の技術ニーズにマッチしているということがわかります。

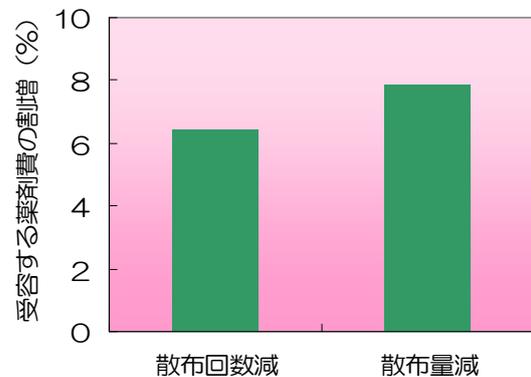


図3 薬剤散布削減の効果

#### (5) 経営類型による共通防除体系の評価

共通防除体系について、複数の樹種を組み合わせた複合果樹経営と1種類の果樹による単作果樹経営のどちらがより高く評価しているかを示しているのが図4です。複合経営である場合において、共通防除体系が高く評価されています。

共通防除体系の普及ターゲットは、ドリフトの恐れがある園地の割合が高い経営である樹種複合経営であることが想定され、この技術体系は、ドリフト対策に加えて、複数の果樹を組み合わせることによる経営の多角化に寄与することが考えられます。

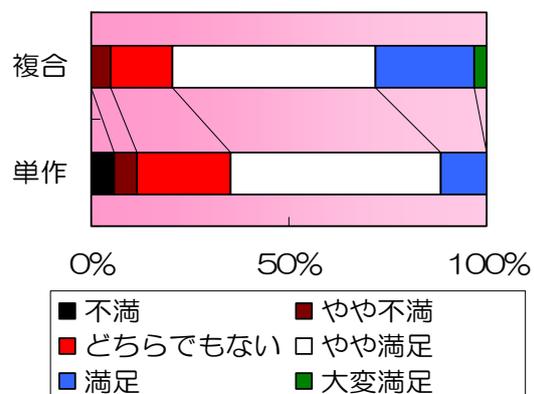


図4 経営類型による評価

#### (6) 留意点

ここで果樹経営者が評価している防除体系は、開発段階のものでした。従って、完成した技術そのものを評価したものではありません。

(福島県農業総合センター企画経営部 半杭真一)

## 2) リンゴとセイヨウナシの共通防除体系

### 1. セイヨウナシ輪紋病の重点防除時期の薬剤選択と防除間隔

輪紋病は、感染した果実が樹上で発病することは稀で、多くは収穫後から食べ頃に至る間に発病・腐敗するため防除が難しい果実病害です。セイヨウナシでは最も経済的被害を与える果実病害のため、有効な殺菌剤による予防防除がとても重要な病害です。

#### (1) 輪紋病の発生生態

輪紋病は糸状菌（カビ）が原因で発生する病害で、主な寄生種はリンゴやセイヨウナシ(ニホンナシ含む)です。発病部位は枝と果実で、枝に発病すると病斑(イボ皮病斑)をつくります(図1)。枝病斑が伝染源となり、そこから夏期に胞子が降雨時に飛散して、枝や果実に感染・発病します(図2)。伝染源密度は枝病斑の量に依存し、その量が果実への感染量の多少に影響します。



図1 ラ・フランス3年枝の病斑



図2 収穫後に発病した果実

枝病斑から胞子が飛散する時期は、梅雨時期を中心とした6~9月です。飛散開始日は最低気温15℃以上で降雨があることがその目安となります。初飛散日以降は降雨があれば必ず胞子飛散するものと考えます。胞子飛散パターンを図3に示していますが、梅雨盛期の7月が最も胞子飛散量が多くなります。この時期の防除がとても重要になります。

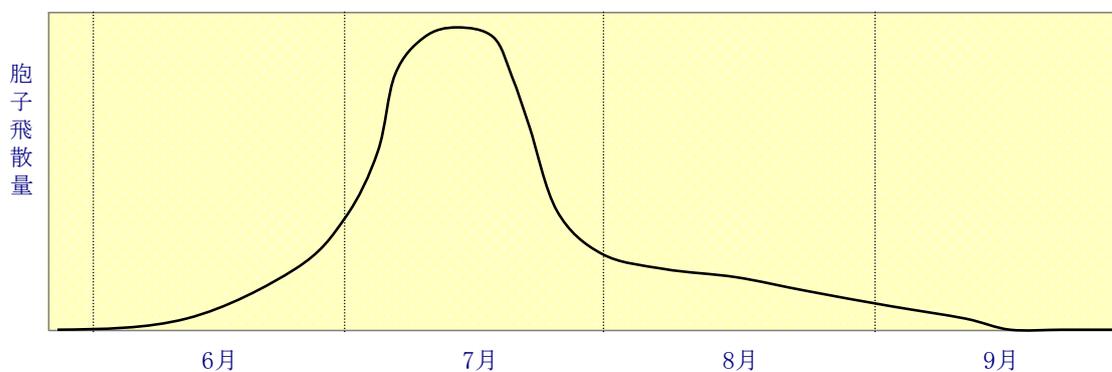


図3 輪紋病の胞子飛散量の時期別推移(山形県寒河江市:1990~2006年:トラップ調査)

## (2) 輪紋病に効果の高い殺菌剤(非ボルドー剤)の選択と防除間隔

薬剤防除を行う場合、「なし」「輪紋病」に適用がある農薬を使用することになります。セイヨウナシはニホンナシより輪紋病に対して弱い(発病しやすい)ことが知られています。そこで、セイヨウナシに対して防除効果が高い殺菌剤の選抜を行いました(2002~2007年)。防除効果の評価は輪紋病の基幹防除剤となっているオキシラン水和剤(有機銅の混合剤)500倍の10日間隔散布との比較で行いました。その結果、デランフロアブル、有機銅剤(シトラーフロアブル、ベフキノン水和剤、オキシンドー水和剤、キノンドーフロアブル)、およびイミノクタジン剤(ベルコート水和剤、ベフキノン水和剤)が同等以上の効果がある薬剤として選抜されました(表1)。これらは6~8月上旬までの輪紋病重点防除時期に選択できる薬剤として、散布間隔を10日間として使用します。

表1 6~7月における各種殺菌剤の輪紋病に対する防除効果とオキシラン水和剤との効果

農薬名	希釈 倍数	発病果率(%)			防除価 <sup>1)</sup>			防除効果の 評価
		2005	2006	2007	2005	2006	2007	
デランフロアブル	1,000	1.9	1.2	3.0	97	98	97	同等以上
シトラーフロアブル	1,000	3.8	2.6	-	94	96	-	
ベルコート水和剤	1,000	-	-	1.2	-	-	99	
ベフキノン水和剤	1,000	-	-	2.1	-	-	98	
オキシンドー水和剤	1,200	1.0	-	-	96	-	-	
キノンドーフロアブル	1,000	-	6.7	9.4	-	90	88	
<b>オキシラン水和剤</b>	<b>500</b>	<b>1.8</b>	<b>4.5</b>	<b>7.6</b>	<b>98</b>	<b>93</b>	<b>91</b>	
ストライド顆粒水和剤	1,500	7.8	-	-	88	-	-	同等以下
アリエッティC水和剤	800	2.7	33.0	-	96	47	-	
アントラコール顆粒水和剤	500	10.5	-	-	84	-	-	
トップジンM水和剤 <sup>*2</sup>	1,500	7.3	-	(15.5) <sup>2)</sup>	89	-	(71.6)	
ジマンダイセン水和剤	500	16.4	-	-	74	-	-	
無散布		65.0	63.3	79.6				

1) 防除価 = (1 - 試験区の発病果率 / 無散布区の発病果率) \* 100

2) 括弧( )は2009年の試験結果を2007年に表記した。無散布樹の発病果率は54.5%。

14日間隔の散布でも高い防除効果が得られた薬剤を表2に示しました。いずれもストロビルリン系薬剤で、残効性が長いことが示されました。この系統の薬剤には、表2の薬剤の他にアミスター10フロアブルも含まれます。

表2 ストロビルリン系薬剤の輪紋病に対する防除効果

農薬名	希釈 倍数	試験 年次	発病果率(%)		防除価	
			10日間 <sup>1)</sup>	14日間	10日間	14日間
ストロビードライフロアブル	2000	2002	1.3	3.1	96	91
		2003	2.0	2.9	95	92
		2004	-	1.2	-	98
ナリアWDG	2000	2005	-	0.4	-	99
		2007	-	5.3	-	93

1) 散布間隔を示す。

次に、薬剤の防除効果を高めることを目的として、補助剤加用による残効期間延長の検討を数年間行いました。その結果、パラフィン系展着剤(アビオンE乳剤500倍)は補助効果があることがわかりました。オキシラン水和剤との組み合わせで14日間隔での散

布が可能であることが示されました。ただし、ストロビルリン系剤並みの防除効果まで高められる補助効果は期待できないと考えます。

### (3) 果実の輪紋病に対する感受性と最終散布時期

輪紋病は、降雨時に飛散した胞子が果点や傷から速やかに果実内へ侵入して感染が成立します。感染した果実は一定の潜伏期間を経て発病します。果実の感受性とは感染しやすさ(弱さ)を示すもので、幼果の時期は感受性がとても高く、6～7月中までの果実感受性は高いまま推移し、8月以降は低下し始め、9月になると感染しにくくなります。9月中旬以降はほぼ感染がなくなります。このため、薬剤の最終散布時期は9月上中旬までと判断することができます(図4)。

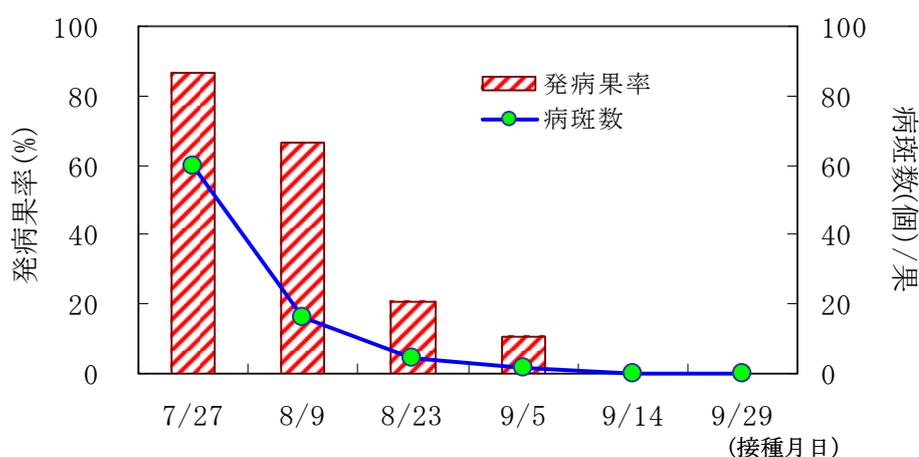


図4 輪紋病に対する果実感受性の推移(時期別接種試験)

注) 輪紋病菌を樹上果実に接種し、10月上旬に収穫・追熟後の発病有無と病斑数を計測(2006年)

### (4) 輪紋病防除の留意点

ボルドー剤(ICボルドー412等)は防除効果が高く、残効も長いいため効果面を考えた場合には防除効果が最も安定している薬剤です。ただし、果面の汚れや荒れ、近接散布等の問題があるために、近年は使用が避けられるようになっていきます。

前項で選抜した薬剤は、防除効果ではストロビルリン系薬剤を除いて、ボルドー剤より劣ることを前提に考える必要があります。そのため、梅雨期間においては散布間隔は10日間ですが、大雨や降雨が続く場合には、雨の合間を縫っての防除や散布間隔を短くするなどの対応が必要となります。

(山形県農業総合研究センター園芸試験場 本田浩央)

## 2. リンゴとセイヨウナシにおけるシンクイ加害種の違い

### (1) セイヨウナシ果実を加害する主な害虫とシンクイムシ類の主な種類

果実を加害する害虫の主な種類としては、シンクイムシ類（ナシヒメシンクイ、モモシンクイガ）、メイガ類（ナシマダラメイガ、モモノゴマダラノメイガ）、ハマキムシ類（ミダレカクモンハマキ、リンゴコカクモンハマキ）があげられます。このうち、シンクイムシ類とメイガ類は幼虫が果実内に食入します。ハマキムシ類は葉を食害するとともに果実表面を加害します。

シンクイムシ類については、山形県で栽培される主な樹種のうち、リンゴ、セイヨウナシ、モモ、スモモなどが被害を受ける樹種です。



ナシヒメシンクイ幼虫



ナシヒメシンクイによる加害果実

### (2) リンゴ・セイヨウナシ樹種複合での加害種

リンゴにおける主要加害種はモモシンクイガですが、セイヨウナシでは発生予察用フェロモントラップに、モモシンクイガ、ナシヒメシンクイともに誘殺されます。

2008年に山形県寒河江市でリンゴとセイヨウナシで加害種調査を行った結果、セイヨウナシでの加害種はナシヒメシンクイが主体でした（図1）。モモシンクイガによる加害も一部みられ、薬剤防除の有無が加害種の構成に影響を与えていますが、基本的に加害種はナシヒメシンクイが主体であると考えられます。

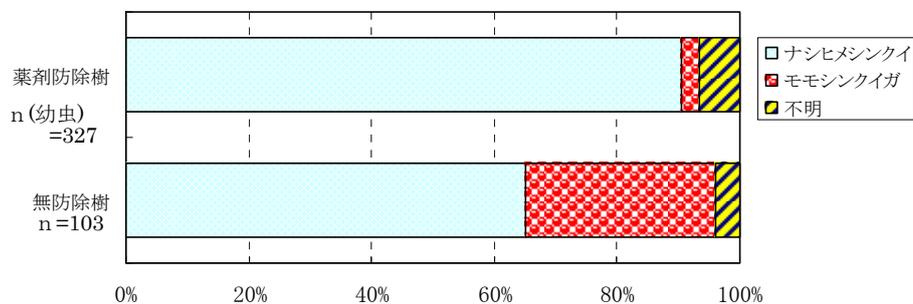


図1 セイヨウナシにおけるシンクイムシ類の加害種

注) 2008年調査。食入痕のある果実を解体して幼虫を同定

(山形県農業総合研究センター園芸試験場 本田浩央)

### 3. 共通防除体系のポイントと考え方

山形県の果樹産地ではリンゴ、ナシ、オウトウ、モモ、ブドウ、スモモ等の収穫時期の異なる樹種を組み合わせた栽培が行われています。このような樹種複合栽培園では、年間を通じて農作業も樹種別に行い、病虫害防除においても、樹種によって発生する病虫害が異なるため、樹種ごとに防除時期や効果的な薬剤を選んで防除を行います。

#### (1) リンゴ・セイヨウナシの共通防除のメリット

リンゴとセイヨウナシの生育については、開花期で約1週間程度の違いがあり、収穫時期はともに早生品種が8月下旬頃からで、主要品種の収穫時期は10～11月となります。薬剤防除は、休眠期防除(3月)から9月上中旬までとほぼ共通しています。両樹種の薬剤防除を共通化するためには、「両樹種の病虫害による被害を許容水準内に収めることができる」ことを前提とした、「省力的かつ合理的な防除法」でなければなりません。このため、両樹種の複合栽培園で共通防除にした場合の主なメリットとしては以下の二点が挙げられます。①薬剤防除労力を軽減することができる。②農薬の樹種間相互ドリフト(飛散)のリスクを軽減できる。

#### (2) 共通防除導入における病害防除、害虫防除の考え方

リンゴとセイヨウナシの主要共通防除対象病虫害の重点防除時期における共通防除モデルを図1に示しました。殺菌剤、殺虫剤とも共通化できるのは、6月以降になります。ここでは殺菌剤、殺虫剤別に考え方を解説します。

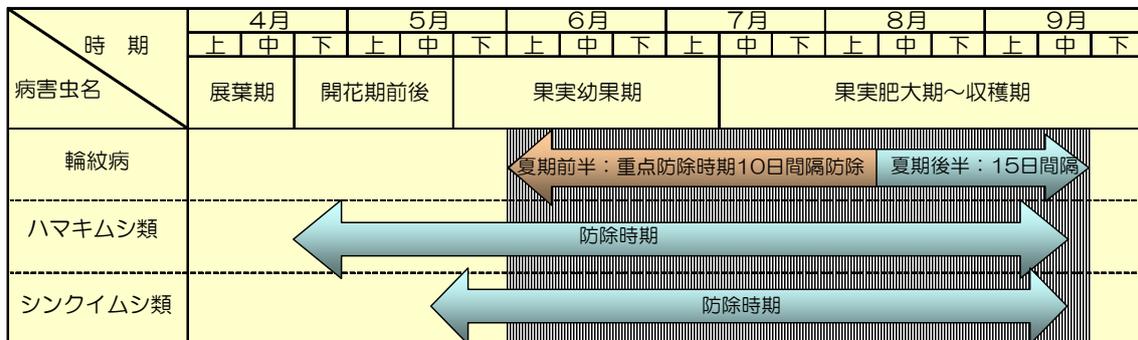


図1 リンゴ、セイヨウナシの主要共通防除対象病虫害の重点防除時期

注)  : 共通防除期間

#### ① 殺菌剤の共通化

全期間の共通防除を試みた場合、防除のタイミングをリンゴに合わせると、セイヨウナシでは開花期前後の防除が必要となる病害が少ないため、この時期の薬剤防除が無駄になってしまいます。一方のセイヨウナシに合わせると、開花期前後の防除が手薄になるため、リンゴで黒星病などの初期防除が重要な病害の発生リスクが高まります。このため、殺菌剤の共通化は6～9月までとします(図1)。共通防除では、要防除期間が長く、散布間隔も重要となる輪紋病に重点を置いた薬剤選択を行います。また、選択する薬剤は、リンゴのモニリア病、黒星病、斑点落葉病、炭疽病、すす点病、褐斑病などの病害も同時防除できるものとします。つまり、輪紋病防除薬剤による殺菌剤の共通化で、リ

リンゴとセイヨウナシの主要病害を同時防除するものです。

## ② 殺虫剤の共通化

リンゴ・セイヨウナシの害虫防除の共通化において、両樹種の発生害虫は病害に比べ、共通のものが多く、害虫防除対策の共通化は図りやすいと考えられます。

防除の組み立てに際しては、両樹種に共通して発生する害虫の中で、ナメリ果を発生するハマキムシ類や果実に食入するシンクイムシ類は、経済的損失が大きいので、これらの防除対策を中心に考えます（図1）。また、リンゴだけに発生のみられるキンモンホソガやギンモンハモグリガについても、ハマキムシ類やシンクイムシ類を対象とした防除で十分に同時防除が可能と考えられます。

### （3）共通防除の組み立て

#### ① 殺菌剤（病害防除）の薬剤選択

共通防除の時期は、夏期前半（6～8月上旬）と夏期後半（8月中旬～9月）に分けて考えます。夏期前半は、梅雨期のため、病害の感染・発病が盛んで、防除がとても重要な時期です。一方、夏期後半は、降雨量が比較的少なく、散布間隔を広げることが可能な時期です。表1に共通防除期間の薬剤選択の考え方を示しました。

表1 リンゴ・セイヨウナシ共通防除体系で選択する薬剤の使用時期と輪紋病防除剤としての特性

薬剤系統	農薬名	時期別の薬剤選択				セイヨウナシ輪紋病に対する防除効果
		6月	7月	8月	9月	
有機銅剤	オキシラン水和剤					10日間散布で効果が高い。 基幹防除剤とする
	オキシンドー水和剤80	◎	◎	○ <sup>1)</sup>	○ <sup>1)</sup>	
	キノドー水和剤80	◎	◎	○ <sup>1)</sup>	○ <sup>1)</sup>	
	ドキリンフロアブル キノドーフロアブル	◎	◎	○ <sup>1)</sup>	○ <sup>1)</sup>	
ジチアノン剤	デランフロアブル	◎	—	—	—	10日間隔散布で効果が高い
ストロビルリン系剤	ナリアWDG	◎	◎ <sup>2)</sup>	◎	—	14日間隔散布で効果が高い
	ストロビードライブフロアブル	◎	◎ <sup>2)</sup>	◎	—	
イミノクタジン剤 有機銅・イミノクタジン剤	ベルコート水和剤	○ <sup>3)</sup>	○ <sup>3)</sup>	◎	◎	10日間隔散布で効果が高い
	ベフキノン水和剤	○ <sup>3)</sup>	○ <sup>3)</sup>	◎ <sup>1)</sup>	◎ <sup>1)</sup>	
他系統	ストライド顆粒水和剤	—	—	—	◎	10日間隔散布で効果が低い
	アリエッティC水和剤	—	—	○ <sup>4)</sup>	◎	

凡例 ◎: 選択する ○: 選択できるが注意が必要 —: 選択しない

1) リンゴの使用回数が4回以内のため注意が必要。

2) 夏期前半で1回の使用のため、6月に使用した場合は選択しない。

3) 7月までの使用でセイヨウナシ「ラ・フランス」幼果に葉斑が発生した事例がある

4) 8月下旬のみ選択できる

夏期前半の散布間隔は原則約10日間とします。有機銅剤が基幹防除剤となります。ジチアノン剤は6月に選択します。残効期間が長いストロビルリン系剤は、散布間隔を14日間にするすることができます。イミノクタジン剤は薬害事例があるため、8月以降の選択が望ましいと考えられます。

夏期後半には、2～3回防除を行います。8月中は輪紋病はまだ感染しやすい時期のため、効果重視の薬剤選択が必要です。この時期はリンゴ、セイヨウナシとも、早生品種の収穫時期に入るため、使用基準に注意して薬剤を選択します。ストロビルリン系剤は8月に選択します。アリエッティC水和剤は8月下旬以降に、ストライド顆粒水和

剤は9月に選択します。

薬剤系統のうちストロビルリン系剤は耐性菌防止対策が重要です。本系統の薬剤は適用病害が多く、選択幅が広いことがメリットですが、耐性菌が発達しやすいため2回以内の使用とし、連用も避ける必要があります。

## ② 殺虫剤（害虫防除）の薬剤選択

リンゴ・セイヨウナシ共通防除期間の殺虫剤選択の組み立て方として、図1で示した共通害虫であるシンクイムシ類、ハマキムシ類に対して、それぞれの防除適期に防除効果の高い剤を選択します（図2、表2）。

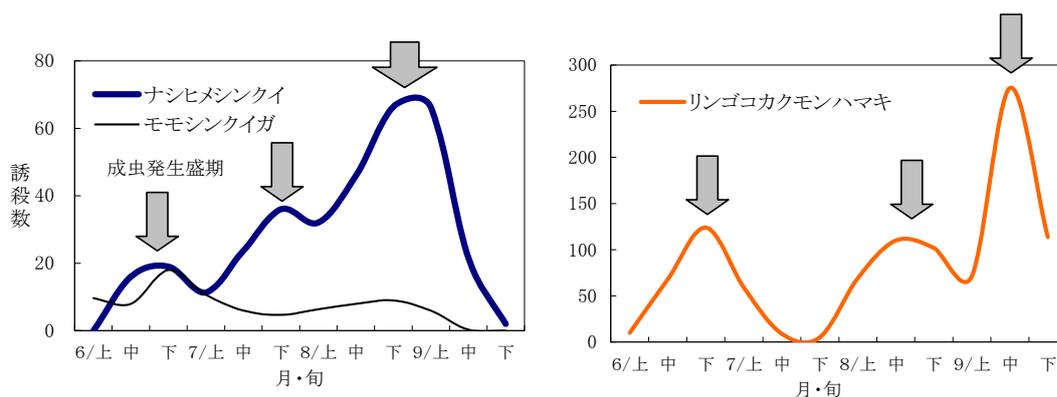


図2 共通防除期間でのシンクイムシ類、ハマキムシ類のフェロモントラップによる誘殺数

表2 リンゴ・セイヨウナシ共通防除でのシンクイムシ類、ハマキムシ類の防除薬剤と使用時期

薬剤系統	薬剤使用時期				リンゴ・セイヨウナシ主要害虫に対する防除効果		殺虫剤選択時の留意事項
	6月	7月	8月	9月	ハマキムシ類	シンクイムシ類	
ネオニコチノイド剤	☆	☆		☆	—	○	シンクイムシ類に対し、殺卵効果は高いが、果実への侵入阻止効果は低い。
合成ピレスロイド剤	☆		☆		◎	◎	抵抗性害虫出現防止のため、総使用回数は2回以内とする。残効性が長く、殺菌剤のストロビルリン系剤と組み合わせる。
有機リン剤	☆	☆	☆		○	○	収穫前使用日数が長いので注意する。
ジアミド剤		☆	☆		◎	○	フルベンジアミドを含む農薬の総使用回数2回以内。ハマキムシ類に対する残効性が長い。
IGR剤			☆	☆	(○)	(○)	

1) ☆:使用時期 ◎:防除効果が高い ○:防除効果がある —:効果が期待できない ( ):剤の種類によっては防除効果が劣る

下記に共通防除期間の共通害虫の発生盛期と殺虫剤選択のポイントを示します。

- ア. ナシヒメシンクイの第一、第二、第三世代成虫の発生盛期は6月中下旬、7月下旬、8月下旬になります。また、モモシンクイガの越冬世代成虫および第一世代成虫の発生盛期は6月下旬、8月中下旬となります。リンゴコカクモンハマキの越冬世代、第一世代、第二世代成虫の発生盛期は、6月下旬、8月中下旬、9月中旬です（図2）。
- イ. 6～9月の共通防除期間において、シンクイムシ類に対し使用する剤として、防除効果が高く、残効性の長い合成ピレスロイド剤を6月中下旬と8月下旬に使用します。この時期の防除はハマキムシ類に対しても効果的です（表2）。7月の防除はシンクイムシ類に対し防除効果のあるネオニコチノイド剤、有機リン剤、ジアミド剤の中から選択します。ジアミド剤は幼虫による食毒で死亡するため、成虫発生盛期の10日後頃

に散布します。

ウ. 合成ピレスロイド剤は残効性が長いため、リンゴ・セイヨウナシ共通防除殺菌剤との組み合わせでは、同様に残効性の長いストロビルリン系剤を選択することにより防除間隔を開け、効率的な防除を行うことができます（表2）。

ハマキムシ類とシンクイムシ類を主体に防除を組み立てますが、突発的にカメムシ類が発生した場合などは、効果の高いネオニコチノイド剤、合成ピレスロイド剤等を散布します。なお、各系統の剤は、抵抗性害虫出現防止のため連用を避けます。

また、共通防除薬剤として交信かく乱剤を使用している園地では、対象害虫（ハマキムシ類、シンクイムシ類等）の防除回数を削減することが可能です。

#### （4）リンゴ・セイヨウナシ共通防除体系

これまで述べてきた考え方で薬剤選択した6～9月の共通防除体系（2009年実績）を表3に示しました。その結果、リンゴ、セイヨウナシの主要病害虫を抑えることができ、慣行防除と比較しても同等以上の高い防除効果を得ることができました。

表3 共通防除体系(実証事例:天童市T地区;交信かく乱剤未設置地区, 2009年)

散布月日	農薬名	
	殺菌剤	殺虫剤
6月10日	オキシラン水和剤500倍	バリアード顆粒水和剤4000倍
6月20日	ナリアWDG 2000倍	バيسロイドEW2000倍
		ダニサラバフロアブル <sup>1)</sup> 1000倍
7月6日	オキシラン水和剤500倍	散布なし
7月14日	オキシラン水和剤500倍	ダーズバンDF3000倍
		バリアード顆粒水和剤4000倍 <sup>2)</sup>
7月24日	オキシラン水和剤500倍	フェニックス顆粒水和剤4000倍
		コロマイト水和剤 <sup>1)</sup> 2000倍
8月12日	ベルコート水和剤1000倍	フェニックス顆粒水和剤4000倍
8月24日	ナリアWDG2000倍	ロディー水和剤1000倍
9月8日	ストライド顆粒水和剤1500倍	ダントツ水溶剤2000倍

1) 斜字体は殺ダニ剤を示す

2) アブラムシ類防除のため追加散布した。

(山形県農業総合研究センター園芸試験場 本田浩央、山田広市朗)

## (参考) 交信かく乱剤を設置する場合の共通防除体系

交信かく乱剤（資材名：コンフューザーN）を2006年～2009年の4年間にわたって使用し、2008年からリンゴとセイヨウナシの防除体系の共通化に取り組んだ地区の概要を紹介します。当地区は、リンゴ、セイヨウナシ、モモの樹種複合栽培園が多く、数年前にはナシヒメシンクイの被害が多かったため、本種の密度低下を図る目的で交信かく乱剤を導入しました。本剤の設置面積は約20haで、毎年4月末に150～200本/10aを樹の目通りの高さに取り付けています。

今回の共通防除体系の実証では、当地区の慣行防除園（慣行防除A）と5月下旬以降リンゴとセイヨウナシの共通防除に取り組んだ園（共通防除園）および交信かく乱剤未設置の慣行防除園（慣行防除B）を対象として、収穫時の輪紋病と虫害果（ハマキムシ類の加害によるナメリ果やシンクイムシ類による被害果）の発生状況から検討を行いました。この防除体系の共通化で使用する薬剤は、前段の頁で示されている共通防除の考え方に基づいて選定した殺菌剤や殺虫剤によって組み立てられています（表1、2、3）。

2009年の収穫時のリンゴとセイヨウナシの輪紋病は、共通防除園よりも慣行防除園Aで多くなりました（図1）。また、シンクイムシ類の被害果は、交信かく乱剤未設置の慣行防除園Bのリンゴで被害がみられましたが、共通防除と慣行防除園Aの各園にはありませんでした。一方、ナメリ果は慣行防除園Aのリンゴと慣行防除園Bのセイヨウナシにみられましたが、共通防除園ではみられませんでした（図2）。

交信かく乱剤を利用して防除体系の共通化を図ることにより、殺虫剤の散布回数の削減が可能となり、今回の共通防除体系でも十分な効果があったものと考えられました。

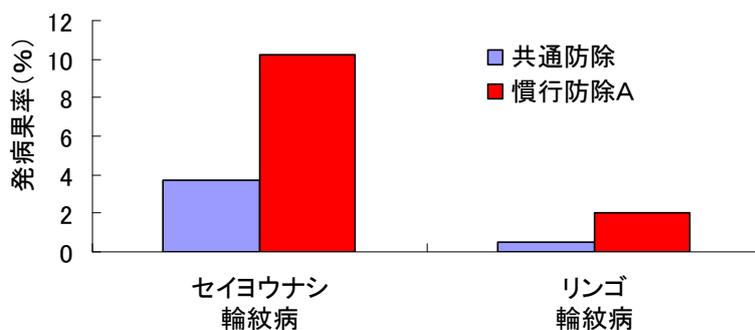


図1 収穫時の病害果の発生状況

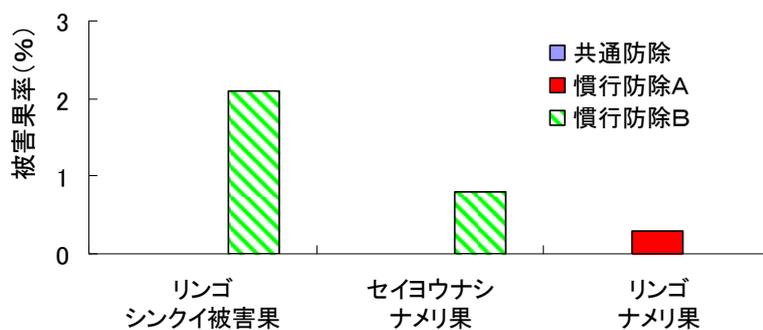


図2 収穫時の虫害果の発生状況

表1 交信かく乱剤使用地区の殺虫剤散布実績(2009年)

散布時期 月・半旬	共通防除(リンゴ・セイヨウナシ)		慣行防除A(リンゴ)		慣行防除A(セイヨウナシ)	
	薬剤名	濃度	薬剤名	濃度	薬剤名	濃度
4・1	スプレーオイル	50倍	→	→	→	→
4・5	バイオマックスDF	2000倍	→	→	→	→
5・3			モスピラン水溶剤	4000倍	→	→
5・5	スプラサイド水和剤	1500倍	→	→	→	→
6・2	バリアード顆粒水和剤	4000倍	→	→	→	→
6・6	フェニックス顆粒水和剤	4000倍	→	→	→	→
	ダニサラバフロアブル	1000倍				
7・3					ダイアジノン水和剤	1000倍
7・6	バイスロイドEW	2000倍	→	→	→	→
	コロマイト水和剤	2000倍				
8・3	フェニックス顆粒水和剤	4000倍	→	→	→	→
8・4	サイハロン水和剤	2000倍	→	→	→	→
9・2	バリアード顆粒水和剤	3000倍	→	→	→	→

注) 薬剤名、濃度の→は、左記の剤、濃度に同じことを示す。青、黄部分は、共通防除よりも多いことを示す。  
散布時期は、4月1半旬:4月1～5日、4月5半旬:4月21～25日の期間を示す。

表2 交信かく乱剤未設置地区の殺虫剤散布実績(2009年)

散布時期 月・半旬	慣行防除B(リンゴ)		慣行防除B(セイヨウナシ)	
	薬剤名	濃度	薬剤名	濃度
4・1	スプレーオイル	50倍	→	→
4・5	バイオマックスDF	2000倍	→	→
5・3	モスピラン水溶剤	4000倍	→	→
	バイオマックスDF	2000倍		
5・5	スプラサイド水和剤	1500倍	→	→
6・2	バリアード顆粒水和剤	4000倍	→	→
6・6	フェニックス顆粒水和剤	4000倍	→	→
	ダニサラバフロアブル	1000倍		
7・2			ダーズバンDF	3000倍
7・3			ダイアジノン水和剤	1000倍
7・6	バイスロイドEW	2000倍	→	→
	コロマイト水和剤	2000倍		
8・3	フェニックス顆粒水和剤	4000倍	→	→
8・4	サイハロン水和剤	2000倍	→	→
9・2	バリアード顆粒水和剤	3000倍	→	→

注) 薬剤名、濃度の→は、左記の剤、濃度に同じことを示す。赤部分は表1の共通防除よりも多い。  
散布時期は、4月1半旬:4月1～5日、4月5半旬:4月21～25日の期間を示す。

表3 交信かく乱剤使用地区の殺菌剤散布実績(2009年)

散布時期 月・半旬	共通防除			
	リンゴ		セイヨウナシ	
	薬剤名	濃度	薬剤名	濃度
4・3	ストライド顆粒水和剤	1500倍		
4・6	アンビルフロアブル	1000倍		
5・3	サンリット水和剤	4000倍		
5・5	トレノックスフロアブル	500倍	トップジンM水和剤	1500倍
6・2	トップジンM水和剤	1500倍	→	→
	デランフロアブル	1000倍		
6・4	オキシラン水和剤	500倍	→	→
6・6	ナリアWDG	2000倍	→	→
7・2				
7・3	オキシンドー水和剤 (アビオンE)	1200倍 (500倍)	→	→
7・6	オキシンドー水和剤 (アビオンE)	1200倍 (500倍)	→	→
8・3	ベルコート水和剤	1000倍	→	→
8・4	ナリアWDG	2000倍	→	→
9・2	オキシラン水和剤	600倍	→	→
9・4				

注) 薬剤名、濃度の→は、左記の剤、濃度に同じことを示す。青部分は、共通防除体系。  
散布時期は、4月3半旬:4月16～20日、4月6半旬:4月26～30日の期間を示す。

(山形県農業総合研究センター園芸試験場 伊藤慎一)

#### 4. 経営的なメリットについて

ここでは、リンゴとセイヨウナシの共通防除が経営的にどのようなメリットがあるのかを明らかにするために行った現地試験の取り組みを紹介します。

##### (1) 調査農家の概要

山形県天童市T地区は、県内でも有数の果樹地帯で多くの樹種が栽培されています。現地実証試験の調査農家は果樹産地における一般的な果樹農家で、リンゴ・セイヨウナシの樹種複合経営を実施しています。

実証園では6月以降9月まで共通防除を実施、対照園では一部共通防除を実施しています。

##### 調査農家の概要

(単位:人、a)

労働力	実証農家				対照農家					
	家族	雇用(年)	作付面積	うち調査園	調査園樹齢	家族	雇用(年)	作付面積	うち調査園	調査園樹齢
水稻	2	25	29.0			2	50	0		
果樹			155.8					195.0		
リンゴ	つがる		25.0	10.0	15年生					
	さんさ		8.0	8.0	17年生					
	昂林							10.0		
	早生ふじ		12.5	12.5	7年生			10.0	10.0	9年生
	ふじ		34.0					30.0		
	幼木							15.0		
セイヨウナシ	ラ・フランス		16.3	14.5	16年生			30.0	30.0	21年生
オウトウ			60.0					50.0		
モモ								50.0		
野菜			3.0					3.0		
作付面積合計			187.8	45.0				198.0	40.0	

調査対象園

##### (2) 共通防除体系での年間防除回数と防除に要する作業時間

実証園で共通防除を9回(年間リンゴ13回・セイヨウナシ11回防除)、対照園で6回(リンゴ・セイヨウナシともに14回)実施しました。

表1 リンゴ・セイヨウナシ共通防除体系園における病虫害防除実績(2009年)

使用時期	共通防除体系実証園				対 照 園			
	リンゴ		セイヨウナシ		リンゴ		セイヨウナシ	
	殺菌剤	殺虫剤	殺菌剤	殺虫剤	殺菌剤	殺虫剤	殺菌剤	殺虫剤
休眠期	トップジンM WP	スプレーオイル	→	→	石灰硫黄合剤	スプレーオイル	→	→
4/中	ストライトWDG				ストライトWDG			
4/下	アンヒルFL	ハイオマックスDF			アンヒルFL	ハイオマックスDF		
5/上			トップジンM WP	モスピランSP ハイオマックスDF				ハイオマックスDF
5/上中	サンリットWP	モスピランSP ハイオマックスDF			サンリットWP	モスピランSP ハイオマックスDF	トップジンM WP	モスピランSP ハイオマックスDF
5/下	トレノックスFL	スプラザイトWP	トップジンM WP	スプラザイトWP	トップジンM WP	スプラザイトWP	トップジンM WP	スプラザイトWP
6/上					オンリーワンFL	ハリアートWDG	→	→
6/上中	オキシランWP	ハリアートWDG	→	→			ヘルクートWP	
6/下	ナリアWDG	ハイイロイトEC ダニサラハFL	→	→	ナリアWDG	フェニックスWDG ダニサラハFL	→	→
7/上	オキシランWP		→	→	オキシントーWP	ダースハンDF	→	→
7/中	オキシランWP	ダースハンDF ハリアートWDG	→	→	オキシランWP	タイアジノンWP	→	→
7/下	オキシランWP	フェニックスWDG コロマイトWP	→	→	ストロビーDF	ハイイロイトEC コロマイトWP	オキシントーWP	ハイイロイトEC コロマイトWP
8/上中	ヘルクートWP	フェニックスWDG	→	→	オキシランWP	フェニックスWDG	→	→
8/下	ナリアWDG	ロディーWP	→	→	ナリアWDG		ナリアWDG	
9/上	ストライトWDG	ダントツSP	→	→	ストライトWDG	ハリアートWDG	オキシントーWP	ハリアートWDG
9/中					ストライトWDG	ロディーWP	オキシントーWP	ロディーWP
年間	単独防除	4	2		8		8	
防除	共通防除	9	9		6		6	
回数	合計	13	11		14		14	
6月以降	単独防除	0	0		4		5	
防除	共通防除	8	8		5		5	
回数	合計	8	8		9		10	

注) は、共通防除を示す。

注) WPは水和剤、WDGは顆粒水和剤、SPは水溶剤、ECは乳剤、FLはフロアブル、DFはドライフロアブルを示す。

→は、左記の剤と同じことを示す。

実証園と対照園の2007年から2009年調査の実績をもとに、リンゴとセイヨウナシの防除回数と防除に要する作業時間を表2に示します。

共通防除により、防除回数は実証園のほうが対照園に比較して年間4回少なくなります。その分、給液、移動、散布に要する作業時間も減らすことができ、最大で10a当たり年間1.3時間短縮できます。同様にSSの洗浄や準備などに要する時間も減ることから、実際にはさらに作業時間の短縮が期待できます。

また、リンゴ・セイヨウナシの同時防除により防除回数が減ることから、降雨等の天候不順による影響も受けにくく、適期防除がしやすくなる利点もあります。

### (3) 病虫害防除薬剤費

表3は、防除実績(表1)に基づいて病虫害防除に必要な薬剤費を算出したものです。2009年の実証園の10a当たり薬剤費は、対照園に比較して散布量が多いためリンゴでは1,322円高く、逆にセイヨウナシでは散布回数が少ないため5,074円安くなりました。リンゴ・セイヨウナシ全体では、対照園に比較して2,840円安くなりました。しかし、2007年から2009年で年次変動が大きいことから、防除薬剤費は対照園とほぼ同等かそれ以下になると考えられます。

表3 年間の病虫害防除の散布状況および10a当たり薬剤費(2009年)

区	樹種	散布回数	延べ薬剤数	薬剤散布量 L/10a	薬剤費 (円)	薬剤費比較 (%)	うち			1回当たり薬剤費 (円)	1剤当たり薬剤費 (円)
							殺菌剤 (円)	殺虫剤 (円)	ダニ剤 (円)		
実証園	リンゴ ①	13	28	358	52,186	102.6	21,476	23,719	6,991	4,014	1,864
	セイヨウナシ②	11	25	387	50,700	90.9	20,163	23,356	7,181	4,609	2,028
	①+②	15	33	367	51,707	94.8	21,053	23,602	7,052	-	-
対照園	リンゴ ①	14	31	320	50,864	100.0	25,257	19,242	6,365	3,633	1,641
	セイヨウナシ②	14	32	390	55,774	100.0	26,436	22,064	7,274	3,984	1,743
	①+②	22	47	373	54,547	100.0	26,141	21,359	7,047	-	-

注) 薬剤散布量は、年間10a当りの平均。実証園と対象園の①+②は、加重平均。

病虫害の発生状況や同じグループ(系統)のどの薬剤を選択するかによって薬剤費は大幅に変わってきます。病虫害の発生状況に応じて地域にあった適切な薬剤を選択し、病虫害の発生動向や天候を加味しながら必要に応じて防除を実施することが薬剤費節減の重要なポイントになります。

また、共通防除は、リンゴとセイヨウナシそれぞれ別々の農薬を使用するよりも双方に作物登録のある共通の薬剤を散布することにより、スケールメリットや農薬の使い残りを減らす効果が期待できます。

(山形県農業総合研究センター園芸試験場 今野俊子)