

創立35周年記念事業

病害虫防除技術の最前線

連絡試験成果集

—平成10年から16年を中心に—

第 2 集

カンキツ果実腐敗の防除対策

編集・執筆 田代 暢哉（佐賀県果樹試験場）



2005年5月

九州病害虫防除推進協議会

序

九州病害虫防除推進協議会は平成17年（2005）5月18日の創立記念日を以て、満35周年の節目の年を迎えることができました。これは偏に今日まで関係者各位のご支援とご協力によるもので、心より感謝申し上げる次第であります。

本協議会は、九州地域で栽培されている主要作物（普通作・野菜作・果樹・茶樹）に発生し、問題となっている病害虫を農薬（天敵を含む）を基軸として、自然環境と調和しながら、減農薬を目的に、的確、かつ、効率的に、農家が現場で適用するための防除法の開発を行ってきました。この防除技術開発のための基礎資料を得るために、本協議会では九州に所在する試験研究機関の協力のもと、賛助会員の援助を得て、病害虫防除法改善連絡試験を実施、その結果を毎年まとめて成績書として発行し、また、これを基に「暖地作物病害虫防除指針」を四年毎に改訂・発行して今日に至っております。

これら各年次ごとの成績書の中には、防除対象となっている個々の病害虫について、同一の設計のもとで複数の試験場所が数年間に亘って試験を行い、貴重な成果が得られたものが多く見られます。この度の創立35周年記念事業の一環として、これら貴重な成果の中から普通作・野菜作・果樹・茶樹の各部門毎の病害と虫害について、主査の方々を中心に「連絡試験成果集—平成10年から16年を中心に—」として、それらの成果を編集・執筆していただき、ここに刊行したものであります。

この成果集は、現場の農家が個々の病害虫を防除するに当たり、新規開発の農薬と従来から使われてきた農薬を組み合わせ、それぞれの農薬の特徴を生かしながら効率的に防除するという体系防除が中心となっており、現時点では最高の防除法であると自負しており、また、経済的で、減農薬防除の道を拓くものと信じております。

ご多忙の中、個々の病害虫についての試験成果を編集・執筆していただいた各位に衷心よりお礼申し上げます。

平成17年 5月

九州病害虫防除推進協議会

会 長 野 中 福 次

カンキツ果実腐敗の防除対策

佐賀県果樹試験場 田代 暢 哉

目次

はじめに

1. 果実腐敗増加の背景と腐敗果対策の重要性	3
2. 果実腐敗の発生要因	3
3. 果実腐敗対策の三原則	4
4. 果実腐敗対策における薬剤の効果的使用方法	7
1) ベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布	7
<高糖系温州・中晩生カンキツ>	
<極早生温州・早生温州>	
2) トップジンM水和剤とベフラン液剤25との混用散布	12
<高糖系温州・中晩生カンキツ>	
<極早生温州・早生温州>	
3) ベンズイミダゾール系剤間の比較	15
4) 最適散布時期	16
<高糖系温州・中晩生カンキツ>	
<極早生温州・早生温州>	
5) 緑かび病以外の病害に対する防除効果	18
6) 薬剤混用の問題点	20

おわりに

はじめに

著者はここ数年来、カンキツに発生する各種果実腐敗病の効果的な防除対策の確立に取り組んでいます。それは果実腐敗の発生が生産者の収益に直接的な影響を及ぼすのはもちろんのこと、産地全体の評価を左右する大きな問題になっているからです。このため'少しでも果実腐敗の発生を減らしたい'という気持ちで技術開発に携わってきました。

そのなかで強く感じることは、園地によって果実の腐りやすさの程度に大きな違いがあるということです。腐敗果対策の基本は腐りにくい果実に仕上げることだということが実感されます。Ca（カルシウム）資材を十分に施用し、バランスの良い肥培管理をきちんと行っている園地の果実はほんとうに腐らないということです。

しかし、残念ながらそのような園地は全体のごくわずかに過ぎません。大部分の園地の果実は腐りやすく、特に完熟果生産が求められている昨今の現状ではその傾向がますます強くなっています。このような産地の現状にあっては'果実は腐りやすい'という前提に立って防除技術を組み立てる必要があります。しかし、収穫前に腐敗防止を目的として散布される殺菌剤の効果は不安定な場合もあって、完璧な対応が求められる腐敗果対策として満足のいくものではありませんでした。

しかし、幸いにも著者が提唱したベンズイミダゾール系剤とベフラン液剤25との混用散布は、その防腐効果の高さと効果の安定性から生産者の支持を受けて全国のカンキツ産地に広がり、腐敗果の減少に寄与しています。

そこで、ここではまず果実腐敗対策の基本について述べ、さらに効果的な薬剤防除法、特にベンズイミダゾール系剤（ベンレート水和剤、トップジンM水和剤）とベフラン液剤25との混用散布の有用性、並びに体系散布について試験した結果をここに示し、その成果について説明することにします。

九防協の連絡試験によって得られたこの資料集が少しでも果実腐敗対策のお役に立つことができれば幸いです。

1. 果実腐敗増加の背景と腐敗果対策の重要性

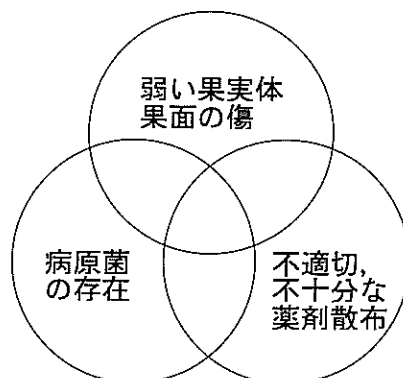
ここ数年来、温州ミカンや中晩生カンキツなどカンキツ類全般にわたって収穫直後から出荷時にかけて、また、貯蔵中にも果実腐敗の発生が多くみられるようになり、各産地ともその対策に悩まされています。なぜ以前に比べて腐敗果の発生が多くなってきたのでしょうか。これにはいくつかの要因が考えられますが、そのうちの最も大きな理由として、最近の果実は体質が弱くなっているということ、言い換えると腐りやすい果実になっているということがあげられます。最近では消費者の本物志向から、甘く（高糖度）て酸っぱくない（低酸含量）果実が好まれるようになり、そのような要求を満たしている完熟果生産の流れが強まっています。このため、以前の果実に比べて熟度が進んでいるために傷みやすい、ということは腐れやすい果実が生産されていることとなります。このことはカンキツ類すべての品種、作型にあてはまりますが、なかでも収穫期の気温が高いために腐敗の進行が早い極早生温州並びに貯蔵期間が長期に及ぶ高糖系温州や中晩生カンキツでとくに問題になっています。完熟果生産の流れは今後ますます強くなる傾向にありますので、今後も腐敗果の問題に悩まされる状況が続くものと思われまます。

さらに、最近の食の安全を巡る消費者の反応は'腐れ'や'カビ'といったものに対して厳しいものがあります。このため腐敗果は流通に乗らないし、流通させないという動きが強まっています。つまり、腐れる果実は商品にならないということです。出荷した果実に腐敗果が一つでも混入していようものなら産地の評価は一気に低下し、その産地の果実価格の低迷につながるばかりでなく、最悪の場合、取引中止に追い込まれることとなります。まさに腐敗果対策は産地の命運を左右するといっても過言ではありません。万全の果実腐敗対策を講じていくことが必要になってきます。

2. 果実腐敗の発生要因

果実腐敗の発生には第1図に示すような三つの要因が関係しています。すなわち、①弱い果実体質と果実表面の傷、②腐敗を起こす病原菌の存在、そして③不適切で不十分な薬剤散布の三つです。しかし、これらの要因がそれぞれ単独で現れた場合、あるいは二つ組み合わせられた場合でも果実が腐敗することはありません。どんなに手荒に取り扱って果面に傷が付いたとしても病原菌がいなければ果実が腐れることはありません。果面に傷が付いてそこに病原菌が付着しても効果のある薬剤が散布されていればこの場合も腐ることはありません。これら三つの要因がすべてそろった場合にのみ腐敗果が発生することになります。ということは三つの要因のうちの一つだけでも無くすことができれば果実腐敗は発生しないということになります。

しかし、各要因を一つだけでも完全に消してしまうことはまず困難です。そこで、それぞれの要因を少しずつでも減らすことによって腐敗果実の発生を少なくしていくことが重要になります。以下にその具体的な対策を示していますので、これらの対策を徹底し、総合的な果実腐敗対策を行っていくことが大切です。一つの対策だけでは十分な効果を得ることはできません。



第1図 カンキツの果実腐敗が発生する要因

3. 果実腐敗対策の三原則

－原則1－

生育期に果実体質の強化を図るとともに、収穫時には果面に傷を付けないようていねいに取り扱い、雨の翌日は収穫しない

<果実体質を強化する>

果実体質が弱いと傷が付きやすく、腐りやすくなります。果実体質とは何かとらえどころのない表現ですが、ここでは果実体質が強い＝腐れにくいという意味で使うことにします。果実の体質強化にはCa（カルシウム）資材の施用が効果的です。カキ殻石灰などを毎年施用している園では明らかに腐敗果の発生が少ないことが実感できます。このような地道な栽培管理の継続によって腐敗果の発生を抑える果実体質を創り出すことができます。

<果実をていねいに扱う>

次に果面の傷について考えてみます。果実腐敗を引き起こす緑かび病菌などの病原菌が果実に侵入できるのは果面の傷口からだけです（軸腐病は違います）。果面に傷が付くことによって腐敗果の発生は著しく増加します（第1表）。逆に傷がなければ病原菌が存在しても、薬剤散布が不十分であっても果実が腐ることはまずありません。ということは、「果実をていねいに扱うことが絶対に大事」だということです。採取袋（カゴ）に入れるときは傷の原因になる果梗枝や枯枝を混入させない、地面に落とした果実は入れない、採取袋（カゴ）からコンテナに移すときにはやさしく入れる、コンテナの縁で傷を付けない、などの細心の注意が必要です。

第1表 果面の傷は腐敗果の発生を助長する

品 種	腐敗果の発生率 (%)	
	傷なし	傷あり ^{a)}
極早生-1 ^{b)}	0	7
極早生-2	0	13
極早生-3	0	28
不知火	3	26

a) コンクリートの坂道を2メートル転がす処理

b) 1,2,3 は異なる園地を示す。収穫前の腐敗防止剤は無散布

<水分レベルが高い時の果実は収穫しない>

また、雨の翌日の果実はたっぷり水を吸って、たいへん体質が弱く、傷が付きやすい状態になっています。このような状態で収穫すると間違いなく腐敗果がたくさん発生することになります。また、午前中に収穫した果実と午後に収穫した果実とでは午前中に収穫した果実の方が腐りやすいことが証明されています。これも果皮中の水分量の多少が大きく関係しています。ですから、果実が腐りやすい時の収穫は絶対に行わないようにします。やむを得ず収穫しなければならないときは前に述べているように絶対にていねいに扱います。また、午後の収穫でも果実のていねいな取り扱いを心がけることは当然です。

－原則2－

病原菌の存在を無くす；胞子を形成した落果（摘果果実）や樹上の腐敗果を園内から一掃する。

<園内から腐敗果実を一掃する>

果実腐敗を引き起こす主要な病原菌（緑かび病菌や青かび病菌）はカンキツ園の土の中で暑い夏を越します。8月下旬以降、涼しくなってくると孢子が形成され、その飛散が始まりますが、それ自体はたいした量ではありません。土は病原菌にとって栄養条件が悪いので、多量の孢子は形成されないからです。

問題となるのは園内に点々と落ちている摘果果実です。そのなかでも特に仕上げ摘果で落とされ、その表面に緑かび病などの孢子を形成している（カビをふいている）ものが問題です。孢子の形成された果実が一個でもあれば園内の病原菌密度は急上昇し、果実腐敗の発生を間違いなく助長します。私たちは果実腐敗に対する防除試験を実施するとき、発病を助長させるために樹冠下にわざと腐敗果実を数個ずつ置くことがあります。この処理によって薬剤無散布区の果実には腐敗が激しく発生し、地表面に放置された大量の孢子を形成した腐敗果実が発病に大きく影響していることを実感できます。

逆に、病原菌が存在しないか、あるいは極めて少ない場合には腐敗果の発生は問題にならないことになります。また、病原菌密度が低い状態では収穫前に散布する腐敗防止剤の効果も高く、安定することになります。

このため、孢子を形成した落果は袋に集めて焼却するか土中深く埋めなければなりません。樹上で腐敗している果実も同様です。個々の園地で徹底するのはもちろんですが、地域全体での取り組みも必要です。実行日を決め、孢子が形成された落果を回収し、処分します。この取り組みは一回だけでは不十分です。定期的に行い、園をきれいな状態にして収穫期を迎えなければなりません。

<作業環境をクリーンにする>

なお、各農家の周辺で病原菌密度を低下させることも腐敗果対策上重要なポイントです。すなわち、自家選別で除去した腐敗果実の処分を徹底することが大切です。作業小屋や庭先に腐敗果が点々と散在しているようでは、果実に病原菌をまぶして選果場へ運ぶようなものです。このことによって選果場の病原菌密度が高まり、さらに腐敗果の発生が助長されることになります。

—原則3—

効果の高い薬剤を、適期に、ていねいに散布する

<効果のすぐれた薬剤を散布する>

最も効果が高いと判断される薬剤を選択し、効果が最もよく現れる時期に散布します。

<ていねいに散布する>

しかし、いかにすぐれた薬剤を用いるからといってもそれだけでは十分な効果は望めません。ていねいな散布が必要です。果実一個一個を薬液で包み込むような散布を行います。果実腐敗の病原菌の多くは空気中を漂い、果実に付着して収穫時や選果時にできた傷口から侵入し発病します。風まかせなので、病原菌は果実の表面で付着する場所を選びません。薬液がかかっているところ、かかっていないところ、そんなことはお構いなしにどこにでも病原菌は付着します。ですから薬液のかけムラがあるとどうしても腐敗防止効果は不十分なものになります。手抜き散布では腐敗果の発生を抑えることはできません。

<ディスクノズルを使用する>

黒点病やそうか病、かいよう病などの防除に際してはキリナシノズルを使用したほうがディスクノズルの場合よりもドリフトが少ないために散布者の薬液被爆量が少なくなります。また、キリナシノ

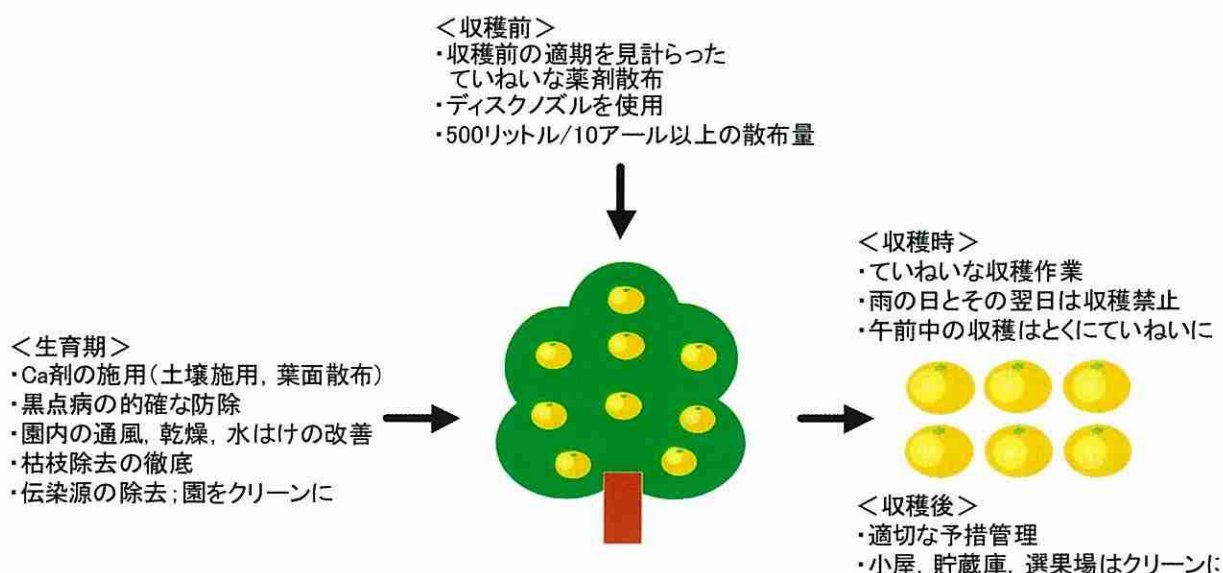
ズルは樹冠の内部までノズルを突っ込んで散布する必要がないので短時間で散布を済ますことができます。しかし、果実腐敗防除ではディスクノズルで散布した場合に比べて薬滴が大きいキリナシノズルでは防除効果が不安定になります。この原因としてディスクノズルでは薬滴が霧状に噴霧されるため果実表面に柔らかくに付着するのに対して、キリナシノズルでは薬滴が大きいために果実表面を傷めていることが考えられます。キリナシノズルを用いて15kg/cm²の圧力で散布した場合、散布時間が長くなるにつれて（この場合、散布量は増えることとなります）、確実に腐敗果の発生が増加していきます。ディスクノズルはドリフトしやすいために使いづらいという欠点がありますが、果実腐敗対策の場面では積極的な使用が望まれます。なお、ディスクノズルは薬液の遠達性が悪いので、樹冠内部にまでノズルを突っ込んだ散布を心がける必要があります。

<散布適期を考える>

なお、散布適期は品種や作型によって異なります。この点については後で詳しく説明していますので参考にしてください。散布適期を考慮に入れて収穫に合わせたゆとりのある防除計画を立て、ていねいな散布を行います。ゆとりが無いことにはていねいな散布はできません。腐敗防止剤の散布は収穫前の最後の防除になります。役目済ましの雑な散布ではなくて、気持ちを込めて散布することが大切です。

以上の対策を第2図にまとめました。完璧な果実腐敗対策は個々の技術を総合的に実行していくことによるのみ成功します。一つの対策、例えば薬剤散布だけの対応では十分な効果をあげることはできません。このことをよく理解して年間を通した計画的な取り組みを行っていくことが大切です。

また、果実腐敗対策を推進していく上で重要なことは個々の生産者の意識の向上です。腐敗果の発生は個人の問題にとどまりません。一人一人の手抜きが地域全体の評価を下げてしまいます。逆に、一人一人の努力が評価を高めることにつながります。腐らないブランド品の果実を作るために手抜きのないていねいな管理を心がけましょう。



第2図 カンキツ類の総合的な果実腐敗対策

4. 果実腐敗対策における薬剤の効果的使用方法

効果的な薬剤防除を行うためには適切な薬剤の選択と最適な散布時期、そして、ていねいな散布が必要です。ここでは九州地域の果樹関係試験研究機関が過去5か年にわたって共同で実施している果実腐敗対策に関する研究成果の一部について紹介することにします。なお、これらの試験成績は九州病害虫防除推進協議会が行っている防除法改善連絡試験の一環で実施されているものです。この連絡試験は各試験場所が共通の問題意識とそれに基づく試験設計のもとに行われているのが特徴で、このため短期間のうちに目的とするデータの蓄積が可能で、現場に普及できる技術開発を行うことができるというメリットがあります。

カンキツに発生する果実腐敗の大部分は緑かび病（病原菌；*Penicillium digitatum*）で占められています。その他に白かび病や青かび病、軸腐病、こうじかび病、黒腐病、黒斑病、灰色かび病などが問題になることもあります。緑かび病に対してはこれまでベンレート水和剤やトップジンM水和剤などのベンズイミダゾール系剤やベフラン液剤25の効果が高いとされてきました。しかし、ベンズイミダゾール系剤では耐性菌の出現にともなう効力低下の問題が生じており、ベフラン液剤25では緑かび病菌に対する抗菌活性は高いものの実際の防除効果に安定性を欠くことや黒点病菌に起因する軸腐病に対する効果が低いことなどの問題がありました。このため、これらの薬剤を散布しても十分な効果が得られない場合も多く、完璧な効果が要求される腐敗防止剤としての十分な役目を果たしていないという指摘がありました。

このようにこれらの薬剤は腐敗防止剤として不十分な点があるのですが、ベンズイミダゾール系剤であるベンレート水和剤には果実の鮮度保持（老化防止）効果があるとされており、軸腐病に対する効果も安定していること、ベフラン液剤25は緑かび病菌や白かび病菌に対して高い抗菌活性を有していることなどの特徴があります。そこで、両薬剤を混用して散布することによって両方それぞれの欠点が補われ、すぐれた効果が得られるのではないかと考えて試験を行ってみました。その結果、それぞれの薬剤を単独で散布した場合よりも高く安定した防除効果が得られることが明らかになりました。

以下に各薬剤の組み合わせごとにその概要を説明します。

1) ベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布

<高糖系温州・中晩生カンキツ>

(1) 露地栽培

1998年から4年間にわたって実施した試験結果を第2表に示しました。防除値（注）を比較すると9例中7例で、ベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布がベフラン液剤25の単用散布に優るすぐれた効果を示しています。しかし、これはあくまで防除値を単純に比較したものに過ぎません。得られたデータを正しく評価するためには統計学的な評価が必要です。そこで、これらのデータの統計処理を行った結果を第3図に示しました。■の位置が混用散布と単用散布との腐敗防止効果の差の程度、すなわち腐敗果率の差を示しています。腐敗防止効果の差が0.00の場合、両者の間には効果に差がないということになります。一方、値がマイナス（-）の場合はベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布の効果がベフラン液剤25の単用散布にまさっており、逆にプラス（+）の場合はベフラン液剤25の効果が混用散布よりもすぐれていることを示しています。しかし、この■の位置だけをみる限りでは防除値の高低で比較した場合と同様の結果になっています。

ところで、試験区全体の集団（一般に数千果実）から代表して収穫したわずか数十個の果実を調査して得られたデータにはどうしても誤差（バラツキ）が存在します。この誤差（バラツキ）を表しているのが■の左右に伸びている太線です。太線の長さがデータの誤差の範囲を表しています。太線が短ければ短いほどデータの精度が高いことになります。この精度は調査個体数の多少によって影響さ

れ、調査個体数が多いほど高くなります。この太線の一部が少しでも0.00にかかっていると二つの処理間に効果差が無い、つまり、どちらの処理も同等の効果であると判定されます。ですから第3図の結果は9例中3例（研究事例1、7、8）では混用散布の効果が高いが、残り6例では差がないということを示しています。

このように9例中3例で効果がまさっているというだけで、わざわざ混用するだけの意義はあるのでしょうか。判断に迷うところです。しかし、これらはいくまで個々の試験データの評価に過ぎないため、このままでは結論は得られません。そこでこれらの9例の試験データすべてを統合してそれぞれの処理の効果を、すなわち、混用散布と単用散布との効果を総合的に評価するメタ・アナリシスという統計的手法を用いて解析しました。その結果、効果差は-8.2%（95%信頼区間は-15.8%~-0.5%）となって誤差の範囲も含めてマイナス（-）になりました。これはベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布がベフラン液剤25単用散布の場合よりも防腐効果が高いということを示しています。また、この統計手法によると、混用散布を行った場合、腐敗果の発生はベフラン液剤25単用散布の約55%になるという結果が出ています。これはベフラン液剤25の単用散布で腐敗果が10%発生したときに、混用散布では約6%の発生にとどまるということを示すものです。

以上のように統計学的な解析手法を用いてこれまでに実施された試験結果を総合的に評価したところ、ベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布がベフラン液剤25単用散布の場合の半分近くにまで腐敗果の発生を抑えることが示され、混用散布が腐敗防止対策として有効であることが明らかになりました。

（注：100に近づくほど発病が少なくなり、0に近づくほど薬剤無散布区の発生に近づくことを示します。果実腐敗の防除では完璧な効果が求められるので、防除値はできるだけ100に近いことが望まれます。

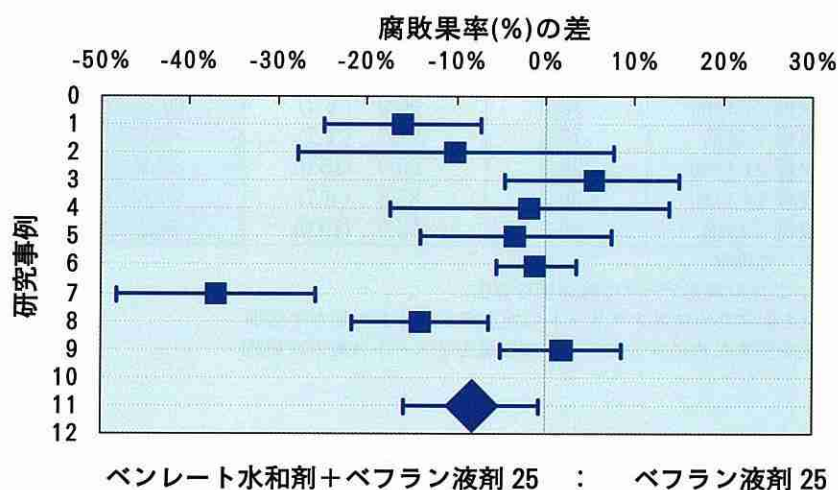
第2表 ベンレート水和剤とベフラン液剤 25 との混用散布のカンキツ緑かび病に対する防除効果（露地栽培の中晩生カンキツ）

試験年次	試験場所	品種	散布時期	収穫までの日数	無散布の腐敗果率 (%)	防除価 ^{a)} (腐敗果率)	
						ベンレート水和剤 4,000 倍 ベフラン液剤 25 2,000 倍	ベフラン液剤 25 2,000 倍
<5メートル付傷処理>^{b)}							
1998年	佐賀	不知火	袋掛け前日	41日	45.0	91.1 (4.0)	55.6 (20.0)
2000年	熊本	不知火	収穫7日前	7日	42.0	42.9 (24.0)	19.0 (34.0)
2000年	鹿児島	ボンカン	収穫6日前	6日	83.0	76.3 (19.6)	82.8 (14.3)
2001年	佐賀	不知火	袋掛け前日	43日	90.0	72.2 (25.0)	70.4 (26.7)
<2メートル付傷処理>^{c)}							
2001年	佐賀	不知火	袋掛け前日	43日	86.7	90.4 (8.3)	86.5 (11.7)
<無付傷>							
1998年	佐賀	不知火	袋掛け前日	41日	16.0	87.5 (2.0)	81.3 (3.0)
1999年	佐賀	不知火	袋掛け前日	37日	57.0	84.2 (9.0)	19.3 (46.0)
2000年	大分	大津4号	収穫7日前	7日	45.0	95.6 (2.0)	64.4 (16.0)
2000年	鹿児島	ボンカン	収穫6日前	6日	45.5	82.4 (8.0)	86.3 (6.3)

a) 1~12月に収穫し、2~3月の調査データで防除価を算出

b) 腐敗果の発生を促すためにアスファルトやコンクリートの坂道を5メートル転がす処理

c) 腐敗果の発生を促すためにアスファルトやコンクリートの坂道を2メートル転がす処理



第3図 ベンレート水和剤とベフラン液剤 25 との混用散布とベフラン液剤 25 単用散布との腐敗果率の差（露地栽培の中晩生カンキツ）^{a)}

a) ■の値が-であればベンレート水和剤+ベフラン液剤 25 混用散布の効果が高く、+であればベフラン液剤 25 単用散布の効果が低い。■の両側の太線はデータの誤差の範囲を表しており、一番下の大きな◆は9研究事例の統合値を示している。

(2) 施設栽培

施設栽培は露地栽培に比べて収穫してから出荷までの期間が一般には1か月以内と短いのが特徴です。この場合もベンレート水和剤とベフラン液剤25とを混用散布することによってベフラン液剤25の単用散布に比べてすぐれた防腐効果が得られています（第3表）。すなわち、メタ・アナリシスによる解析結果によると、効果差は-0.0390（95%信頼区間は-0.0773~-0.0006）となって誤差の範囲も含めてマイナス（-）になっています。これは混用散布が単用散布に比べて防腐効果が高いことを示すものです。この場合、ベフラン液剤25の単用散布に比べて42%の腐敗果の減少が期待できると判定されています。

第3表 ベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布のカンキツ緑かび病に対する防除効果（無加温ハウス栽培 ‘不知火’）^{a)}

試 験 年 次	散布時期	無散布の 腐敗果率 (%)	防除値 ^{b)} (腐敗果率)	
			ベンレート水和剤 4,000 倍 ベフラン液剤 25 2,000 倍	ベフラン液剤 25 2,000 倍
<5メートル付傷処理>^{c)}				
1999年	収穫 21 日前	36.0	94.4 (2.0)	77.8 (8.0)
1999年	収穫 7 日前	36.4	94.4 (2.0)	91.7 (3.0)
2000年	収穫 7 日前	45.8	88.9 (5.0)	59.3 (18.3)
2001年	収穫 21 日前	100	43.3 (56.7)	25.0 (75.0)
2001年	収穫 7 日前	100	98.3 (1.7)	91.7 (8.3)
2002年	収穫 21 日前	43.3	61.5 (16.7)	73.1 (11.7)
2002年	収穫 14 日前	43.3	80.8 (8.3)	80.8 (8.3)
2002年	収穫 7 日前	43.3	69.2 (13.3)	80.8 (8.3)
<2メートル付傷処理>^{d)}				
2000年	収穫 7 日前	50.0	90.0 (5.0)	73.3 (13.3)
2001年	収穫 21 日前	73.3	90.9 (6.7)	100 (0.0)
2001年	収穫 7 日前	73.3	97.7 (1.7)	95.5 (3.3)
2002年	収穫 21 日前	38.3	60.9 (15.0)	47.8 (20.0)
2002年	収穫 14 日前	38.3	82.6 (6.7)	47.8 (20.0)
2002年	収穫 7 日前	38.3	73.9 (10.0)	56.5 (16.7)

a) 試験場所はすべて佐賀

b) 1月に収穫し、2月の調査データで防除値を算出

c) 腐敗果の発生を促すためにコンクリートの坂道を5メートル転がす処理

d) 腐敗果の発生を促すためにコンクリートの坂道を2メートル転がす処理

<極早生温州・早生温州>

極早生温州や早生温州では収穫が9～11月に行われます。このうち9～10月にかけては気温が高く、腐敗果の発生に適しているため、どうしても腐れやすい条件下での防除対応になります。1999年から3か年にわたって実施されてきた結果をまとめたものが第4表です。

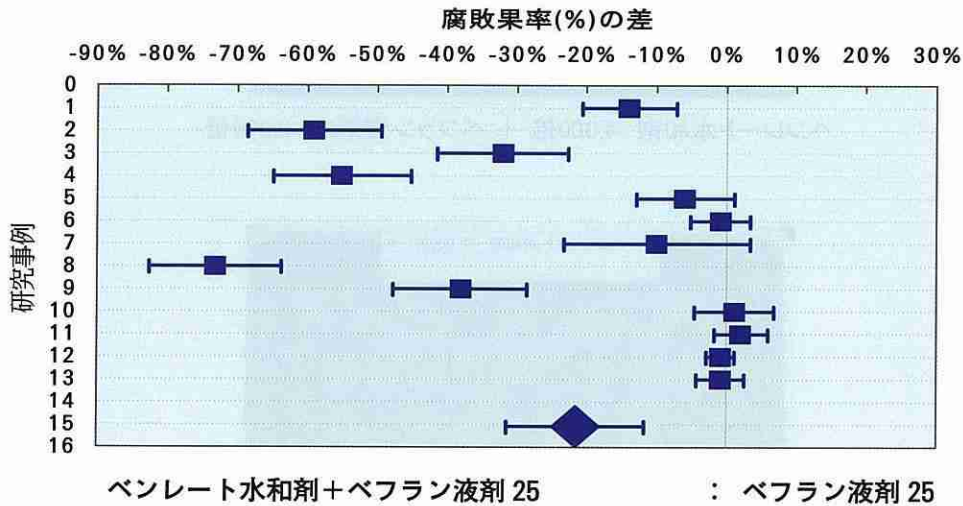
11例中9例でベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布がベフラン液剤25の単用散布の場合よりもすぐれた腐敗防止効果を示しています。また、統計処理を行うことができた13例についてみると6例で明らかに混用散布の効果がすぐれていることが示されています（第4図）。さらに、これらの13例のデータをメタ・アナリシスで統合すると、効果差は-0.2153（95%信頼区間は-0.3120~-0.1186）となって誤差の範囲も含めて混用散布（マイナス）側に入っており、混用散布が単用散布にまさることが明らかになりました。さらに、混用散布を行った場合、どの程度効果が向上するのかを求めたところ、単用散布に比べて87%も少なくなるという結果が得られました。これはベフラン液剤25を散布した場合に発生する腐敗果が10%であった場合、混用散布では約1%の発生にとどまるということを示すもので、中晩生カンキツの場合よりも混用散布による腐敗防止効果が顕著にあらわれています（写真-1）。

第4表 ベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布のカンキツ緑かび病に対する防除効果 (極早生・早生温州)^{a)}

試験年次	試験場所	品種	散布時期	無散布の腐敗果率 (%)	防除価 ^{a)} (腐敗果率)	
					ベンレート水和剤 4,000倍 ベフラン液剤25 2,000倍	ベフラン液剤25 2,000倍
<5メートル付傷処理> ^{b)}						
1999年	佐賀	上野早生 (極早生)	収穫21日前	17.0	94.1 (1.0)	0 (37.0)
1999年	佐賀	上野早生 (極早生)	収穫14日前	17.0	100 (0.0)	0 (59.0)
1999年	佐賀	上野早生 (極早生)	収穫7日前	17.0	94.1 (1.0)	0 (56.0)
1999年	長崎	興津早生 (早生)	収穫14日前	12.0	66.7 (4.0)	16.7 (10.0)
1999年	長崎	興津早生 (早生)	収穫26日前	29.0	72.4 (8.0)	0 (33.0)
1999年	長崎	興津早生 (早生)	収穫14日前	51.0	39.2 (31.0)	19.6 (41.0)
2000年	佐賀	大浦早生 (極早生)	収穫16日前	45.0	77.8 (10.0)	0 (87.0)
2000年	佐賀	上野早生 (極早生)	収穫6日前	36.0	100 (0.0)	0 (38.0)
2001年	大分	大分早生 (極早生)	収穫6日前	12.0	100 (0.0)	100 (0.0)
2001年	宮崎	宮川早生 (早生)	収穫7日前	59.0	100 (0.0)	100 (0.0)
2001年	鹿児島	宮本早生 (極早生)	収穫14日前	10.0	90.0 (0.0)	80.0 (2.0)

a) 10~11月に収穫し、2~3週間後の調査データで防除価を算出

b) 腐敗果の発生を促すためにアスファルトやコンクリートの坂道を5メートル転がす処理



第4図 ベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布とベフラン液剤25単用散布との腐敗果率の差 (極早生・早生温州)^{a)}

a) ■の値が-であればベンレート水和剤+ベフラン液剤25混用散布の効果が高く、+であればベフラン液剤25単用散布の効果が低い。■の両側の太線はデータの誤差の範囲を表しており、一番下の大きな◆は13研究事例の統合値を示している。



ベフラン液剤25 2,000倍



ベンレート水和剤 4,000倍 + ベフラン液剤25 2,000倍



ベンレート水和剤 4,000倍

写真-1 ベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布による腐敗防止効果の向上

2) トップジンM水和剤とベフラン液剤25との混用散布

<高糖系温州・中晩生カンキツ>

(1) 露地栽培

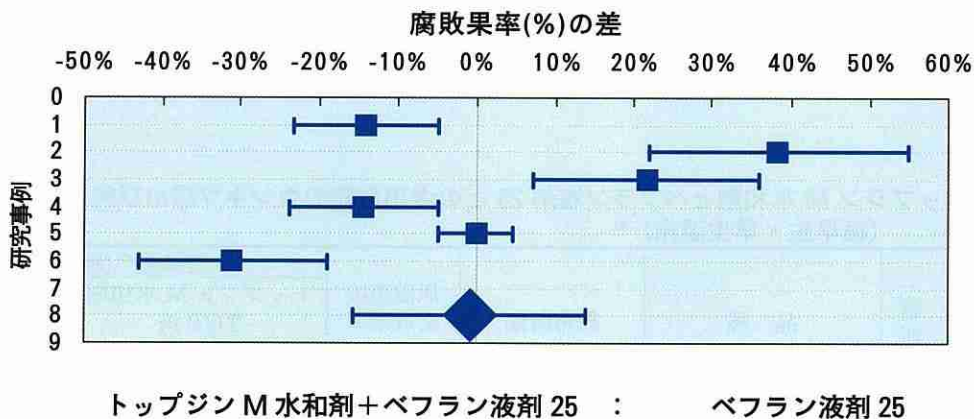
1998年から4年間にわたって実施した試験結果を第5表に示しました。防除価を比較すると、6例中3例でトップジンM水和剤とベフラン液剤25との混用散布がベフラン液剤25の単用散布を上回る効果を示していますが、2例ではベフラン液剤25単用散布の効果が高く、1例は同等の効果で、混用による防除効果の向上は判然としません。さらに、統計処理を行っても同様の結果でした(第5図)。そこでこれらの試験データを統合するためにメタ・アナリシスを行い、混用散布と単用散布との効果を評価しました。

その結果、効果差は-0.0082とマイナス（-）でしたが、95%信頼区間は-0.1548~0.1384とマイナス（-）からプラス（+）にかかって、0.00を含んでいるため両者の間に効果差は認められない、すなわち、トップジンM水和剤のベフラン液剤25への混用効果はないと判断されました。

第5表 トップジン M 水和剤とベフラン液剤 25 との混用散布のカンキツ緑かび病に対する防除効果（露地栽培・中晩生カンキツ）

試験年次	試験場所	品種	散布時期	収穫までの日数	無散布の腐敗果率 (%)	防除価 ^{a)} (腐敗果率%)	
						トップジン M 水和剤 2,000 倍 ベフラン液剤 25 2,000 倍	ベフラン液剤 25 2,000 倍
<5メートル付傷処理> ^{b)}							
1998年	佐賀	不知火	袋掛け前日	41日	45.0	86.7 (6.0)	55.6 (20.0)
2001年	佐賀	不知火	袋掛け前日	43日	90.0	27.8 (65.0)	70.4 (26.7)
<2メートル付傷処理> ^{c)}							
2001年	佐賀	不知火	袋掛け前日	43日	86.7	61.5 (8.3)	86.5 (11.7)
<選果機による付傷処理> ^{d)}							
2002年	鹿児島	不知火	収穫 21 日前	21日	40.0	81.6 (7.4)	46.0 (21.6)
<無付傷>							
1998年	佐賀	不知火	袋掛け前日	41日	16.0	81.3 (2.0)	81.3 (3.0)
1999年	佐賀	不知火	袋掛け前日	37日	57.0	73.7 (15.0)	19.3 (46.0)

- a) 1~12月に収穫し、2~3月の調査データで防除価を算出
- b) 腐敗果の発生を促すためにアスファルトやコンクリートの坂道を5メートル転がす処理
- c) 腐敗果の発生を促すためにアスファルトやコンクリートの坂道を2メートル転がす処理
- d) 家庭用選果機を2回通す処理



第5図 トップジン M 水和剤とベフラン液剤 25 との混用散布とベフラン液剤 25 単用散布との腐敗果率の差（極早生・早生温州）^{a)}

- a) ■の値が-であればトップジン M 水和剤+ベフラン液剤 25 混用散布の効果が高く、+であればベフラン液剤 25 単用散布の効果が低い。■の両側の太線はデータの誤差の範囲を表しており、一番下の大きな◆は6研究事例の統合値を示している。

(2) 施設栽培

研究事例が3例と少ないのですが（第6表）、これらのデータを統合した結果、腐敗果率の差は-0.0355、95%信頼区間は-0.1705~0.0995とマイナス（-）からプラス（+）にかかっており、0.00を含んでいるため、両者の間に効果差はない、すなわち、現時点ではトップジンM水和剤のベフラン液剤25への加用効果は露地栽培の場合と同様に認められないと判断されました。しかし、少ない例数での統合結果であるため、さらに事例を積み重ねて判断する必要があります。

第6表 トップジンM水和剤とベフラン液剤25との混用散布のカンキツ緑かび病に対する防除効果（無加温ハウス栽培‘不知火’^{a)}）

試 験 年 次	散布時期	無散布の 腐敗果率 (%)	防除価 ^{b)} (腐敗果率%)	
			トップジンM水和 剤 2,000倍 ベフラン液剤25 2,000倍	ベフラン液剤25 2,000倍
<5メートル付傷処理> ^{c)}				
1999年	収穫21日前	36.0	83.3 (6.0)	77.8 (8.0)
2001年	収穫21日前	100	43.3 (56.7)	25.0 (75.0)
<2メートル付傷処理> ^{d)}				
2001年	収穫21日前	73.3	90.9 (6.7)	100.0 (0.0)

a) 試験場所はすべて佐賀

b) 1月に収穫し、2月の調査データで防除価を算出

c) 腐敗果の発生を促すためにコンクリートの坂道を5メートル転がす処理

d) 腐敗果の発生を促すためにコンクリートの坂道を2メートル転がす処理

<極早生温州・早生温州>

極早生温州5例、早生温州4例、計9例の研究事例すべてにおいてトップジンM水和剤とベフラン液剤25との混用散布がベフラン液剤25の単用散布よりもすぐれた腐敗防止効果を示しました（第7表）。また、統計処理を行うと7例で明らかに混用散布がすぐれていました（第6図）。さらに、これらの9例のデータのメタ・アナリシスを行ったところ、効果差は-0.3142（95%信頼区間は-0.4720~-0.1565）となり、誤差の範囲も含めて混用散布側（マイナス側）に入っていることから、混用散布が単用散布に優っていることが示されました。さらに、混用散布を行った場合、どの程度効果が向上するのかをオッズ比から求めたところ、発病は90%少なくなるという結果が得られました。これはベフラン液剤25を散布した場合に発生する腐敗果が10%であった場合、混用散布では1%の発生にとどまるということを示すもので、トップジンM水和剤の混用によって防除効果が大幅に向上することが明らかになりました。

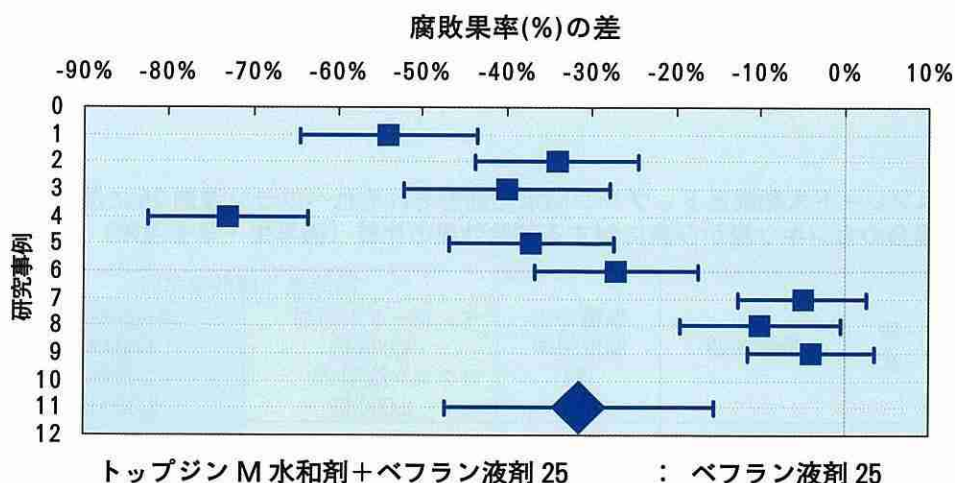
第7表 トップジンM水和剤とベフラン液剤25との混用散布のカンキツ緑かび病に対する防除効果（極早生・早生温州）^{a)}

試 験 年 次	試 験 場 所	品 種	散布時期	無散布の 腐敗果率 (%)	防除価 ^{a)} (腐敗果率%)	
					トップジンM水和剤 2,000倍 ベフラン液剤25 2,000倍	ベフラン液剤25 2,000倍
<5メートル付傷処理> ^{b)}						
1999年	佐賀	大浦早生（極早生）	収穫14日前	-	- (5.0)	- (59.0)
1999年	佐賀	上野早生（極早生）	収穫14日前	17.0	100 (0.0)	0 (35.0)
1999年	佐賀	上野早生（極早生）	収穫7日前	17.0	5.9 (16.0)	0 (56.0)
2000年	佐賀	大浦早生（極早生）	収穫16日前	45.0	77.8 (10.0)	0 (83.0)
2000年	佐賀	上野早生（極早生）	収穫6日前	36.0	100 (0.0)	0 (38.0)
2001年	長崎	興津早生（早生）	収穫20日前	63.0	95.2 (3.0)	52.4 (30.0)
2001年	長崎	興津早生（早生）	収穫7日前	63.0	90.5 (6.0)	82.5 (11.0)
<2メートル付傷処理> ^{c)}						
2001年	長崎	興津早生（早生）	収穫20日前	61.0	85.2 (9.0)	68.9 (19.0)
2001年	長崎	興津早生（早生）	収穫7日前	61.0	90.2 (6.0)	83.6 (10.0)

a) 10~11月に収穫し、2~3週間後の調査データで防除価を算出

b) 腐敗果の発生を促すためにアスファルトやコンクリートの坂道を5メートル転がす処理

c) 腐敗果の発生を促すためにアスファルトやコンクリートの坂道を2メートル転がす処理



第 6 図 トッジン M 水和剤とベフラン液剤 25 との混用散布とベフラン液剤 25 単用散布との腐敗果率の差 (極早生・早生温州)^{a)}

a) ■の値が-であればトッジン M 水和剤+ベフラン液剤 25 混用散布の効果が高く, +であればベフラン液剤 25 単用散布の効果が高い。■の両側の太線はデータの誤差の範囲を表しており, 一番下の大きな◆は 6 研究事例の統合値を示している。

3) ベンズイミダゾール系剤間の比較

以上の結果をまとめると、同じベンズイミダゾール系剤でも剤によって混用した場合の効果が異なることが示されました。すなわち、ベンレート水和剤では露地および施設栽培の中晩生カンキツ並びに露地栽培の温州ミカンにおいてベフラン液剤 25 へ混用することによってベフラン液剤 25 の単用散布に比べて防除効果が向上することが示され、特に露地の温州ミカンで顕著でした。これに対してトッジン M 水和剤では露地の温州ミカンのみで混用による効果の向上が認められています (第 8 表)。

第 8 表 カンキツ緑かび病に対するベンズイミダゾール系剤とベフラン液剤 25 との混用散布とベフラン液剤 25 単用散布との効果の比較

品種・作型	ベフラン液剤 25 に混用する薬剤	研究事例数	ベフラン液剤 25 との推定された腐敗果率(%)の差 (95%信頼区間) ^{a)}
中晩柑・露地	ベンレート水和剤	9	-8.2 (-15.8 ~ -0.5)
	トッジン M 水和剤	6	-0.8 (-15.9 ~ 13.8)
中晩柑・施設	ベンレート水和剤	14	-3.9 (-7.7 ~ -0.1)
	トッジン M 水和剤	3	-3.6 (-17.1 ~ 10.0)
温州・露地	ベンレート水和剤	11	-21.5 (-31.2 ~ -11.9)
	トッジン M 水和剤	9	-31.4 (-47.2 ~ -15.7)

a) ベフラン液剤 25 との効果差の 95%信頼区間がマイナス(-)側に入っていれば、ベンズイミダゾール系剤の混用によって防除効果が向上していることを示している (太字で示した値がマイナス(-)側に入っている)。

それでは、ベンレート水和剤とトッジン M 水和剤ともに混用効果が認められた露地栽培の極早生温州および早生温州ではいったいどちらの剤を使ったほうが有利でしょうか。そこで、両剤の効果を比較できる研究事例 (第 9 表) についてメタ・アナリシスを行ってみました。効果差を第 7 図に示していますが、これをみるとなんとなくベンレート水和剤の効果が高いようにみえます。しかし、データ統合を行ったところ、効果差は -0.0434、95%信頼区間は -0.0434 ~ 0.0149 とマイナス (-) からプラス (+) にかかり、0.00 を含んでいるため、両者の間に差はないという結果になりました。試験事例が 4 例と少ないため今後さらにデータの蓄積を図っていく必要がありますが、現時点では温州ミカンではベンレート水和剤、トッジン M 水和剤のどちらをベフラン液剤 25 に混用しても同等の効果が得られるものと判断されます。

両者は同一系統の薬剤で、効果が発現する時点で有効成分は同一です。しかし、第8表に示したような効果差が現れる原因として有効成分の形態の差が考えられ、この点についてはさらに説明が必要です。

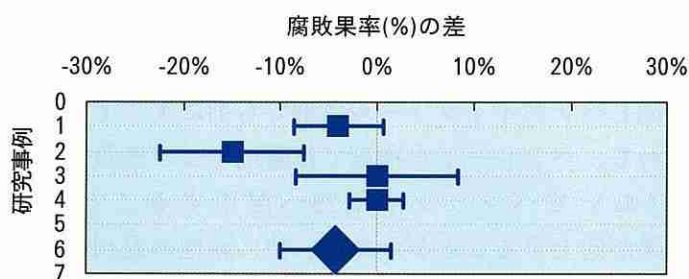
第9表 ベンレート水和剤とトップジンM水和剤をそれぞれベフラン液剤25に混用した場合のカンキツ緑かび病に対する防除効果の比較（極早生・早生温州）^{a)}

試 験 年 次	散布時期	無散布の 腐敗果率 (%)	防除価 ^{b)} (腐敗果率%)	
			ベンレート水和剤 4,000倍 ベフラン液剤25 2,000倍	トップジンM水和剤 2,000倍 ベフラン液剤25 2,000倍
<5メートル付傷処理> ^{c)}				
1999年	収穫14日前	17.0	94.1 (1.0)	100 (0.0)
1999年	収穫7日前	17.0	94.1 (1.0)	5.9 (16.0)
2000年	収穫16日前	45.0	77.8 (10.0)	77.8 (10.0)
2000年	収穫6日前	36.0	100 (0.0)	100 (0.0)

a) 試験場所はすべて佐賀

b) 1月に収穫し、2月の調査データで防除価を算出

c) 腐敗果の発生を促すためにコンクリートの坂道を5メートル転がす処理



第6図 ベンレート水和剤とトップジンM水和剤をそれぞれベフラン液剤25に混用した場合の腐敗果率の差（極早生・早生温州）^{a)}

a) ■の値が-であればベンレート水和剤の効果が高く、+であればトップジンM水和剤の効果が高い。■の両側の太線はデータの誤差の範囲を表しており、一番下の大きな◆は4研究事例の統合値を示している。

4) 最適散布時期

<高糖系温州・中晩生カンキツ>

(1) 露地栽培

露地栽培の中晩生カンキツでは年明けの1月から2月にかけて収穫される場合が一般的で、収穫後は貯蔵され、酸含量が一定の基準をクリアした時点で順次出荷されます。このため、収穫から出荷までは最低でも3か月、長い場合には5か月に及ぶこともあります。普通温州では長期貯蔵を行う場合のベンレート水和剤の散布適期は収穫3週間前頃で、これよりも収穫に近づけた時期の散布では十分な腐敗防止効果が得られないことが明らかになっています。中晩生カンキツの場合も同様のことがあてはまるようです。すなわち、第10表に示しているように、3例中2例で収穫21日前散布のほうが同7日前散布に優る効果を示していますし、残り1例では両時期ともにほぼ同等の効果となっています。また、第2表に示しているように、収穫約40日前になる袋掛け直前散布ではすぐれた腐敗防止効果が得られているのに対して、収穫7日前頃の散布による腐敗防止効果は不安定です。

以上のように、露地栽培の中晩生カンキツでは散布から収穫までの期間を3週間以上あけたほうが高い腐敗防止効果が得られるようです。この理由についてはよくわかりませんが、ベンレート水和剤には植物生育調節剤的な働きがあって、果実の老化を防いだり、果面に付いた微細な傷を修復するといったような作用によって、腐敗果の発生を抑えていることが考えられ、その効果が十分発現されるためには散布から収穫までに一定の期間を必要とするのではないかと考えられます。

第 10 表 ベンレート水和剤とベフラン液剤 25 との混用散布時期の違いとカンキツ緑かび病に対する防除効果との関係（露地栽培・中晩生カンキツ）

試 験 年 次	試 験 場 所	品 種	無散布の 腐敗果率 (%)	防除価 ^{a)} (腐敗果率)	
				収穫 21 日前散布	収穫 7 日前散布
<5メートル付傷処理> ^{b)}					
2000年	鹿児島	ボンカン	83.0	92.5 (6.3)	76.3 (19.6)
2000年	熊 本	不知火	42.0	33.3 (28.0)	42.9 (24.0)
<無付傷>					
2000年	鹿児島	ボンカン	45.5	92.2 (3.6)	82.4 (8.0)

a) 1～12月に収穫し、2～3月の調査データで防除価を算出

b) 腐敗果の発生を促すためにアスファルトやコンクリートの坂道を5メートル転がす処理

(2) 施設栽培

施設栽培では収穫から出荷までの期間が露地栽培に比べて短く、収穫後1か月以内に出荷される場合が大部分です。収穫から出荷までの期間が短いという点ではハウスミカンや極早生温州、早生温州などに近いともいえます。これらの作型や品種では収穫時期にできるだけ近づけた散布で薬剤の効果が高まることが知られています。施設栽培の中晩生カンキツでも同様の傾向が認められ、第9表に示すように7例中3例で収穫7日前散布が収穫21日前散布に優る効果を示しています。残り4例は両時期ともほぼ同等の効果ですから、施設栽培の中晩生カンキツでは使用薬剤の登録の範囲内でするだけ収穫に近づけた散布が有効であるといえます。

第 11 表 ベンレート水和剤とベフラン液剤 25 の混用散布時期の違いとカンキツ緑かび病に対する防除効果との関係（無加温ハウス栽培‘不知火’^{a)}

試 験 年 次	無散布の 腐敗果率 (%)	防除価 ^{b)} (腐敗果率)	
		収穫 21 日前散布	収穫 7 日前散布
<5メートル付傷処理> ^{c)}			
1999年	36.4	94.4 (2.0)	94.4 (2.0)
2000年	45.0	88.9 (5.0)	88.9 (5.0)
2001年	100.0	43.3 (56.7)	98.3 (1.7)
2002年	43.3	61.5 (16.7)	69.2 (13.3)
<2メートル付傷処理> ^{d)}			
2000年	50.0	96.7 (1.7)	90.0 (5.0)
2001年	73.3	90.9 (6.7)	97.7 (1.7)
2002年	38.3	69.2 (13.3)	73.9 (10.0)

a) 試験場所はすべて佐賀

b) 1月に収穫し、2月の調査データで防除価を算出

c) 腐敗果の発生を促すためにコンクリートの坂道を5メートル転がす処理

d) 腐敗果の発生を促すためにコンクリートの坂道を2メートル転がす処理

<極早生温州・早生温州>

これらの品種におけるベンレート水和剤の散布時期に関するこれまでの試験結果からは、できるだけ収穫に近づけた散布の効果が高いとされています。しかし、第12表に示した結果では、3例すべてで散布時期の違いによる腐敗防止効果の差は認められていません。試験事例がわずか3例と少ないため、はっきりしたことは言えませんが、現時点では散布適期の幅は収穫7～21日前とかなり幅広いのではないかと判断しています。今後のデータの蓄積が必要です。

第12表 ベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布時期の違いとカンキツ緑かび病に対する防除効果との関係（極早生・早生温州）

試験年次	試験場所	品 種	無散布の腐敗果率 (%)	防除価 ^{a)} (腐敗果率)	
				収穫21日前散布	収穫7日前散布
<5メートル付傷処理> ^{b)}					
1999年	佐賀	上野早生(極早生)	17.0	94.1 (1.0)	94.1 (1.0)
2001年	大分	大分早生(極早生)	12.0	100 (0.0)	100 (0.0)
2001年	宮崎	宮川早生(早生)	59.0	98.3 (1.0)	100 (0.0)

a) 10～11月に収穫し、2～3週間後の調査データで防除価を算出

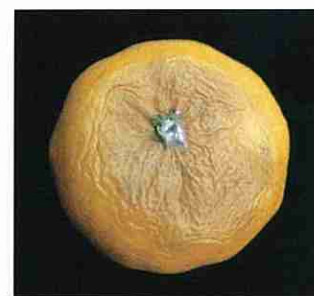
b) 腐敗果の発生を促すためにアスファルトやコンクリートの坂道を5メートル転がす処理

5) 緑かび病以外の病害に対する効果

これまでは緑かび病に対する効果について述べてきました。しかし、カンキツの果実腐敗の原因としてはその他に軸腐病、黒斑病、白かび病、こうじかび病、黒腐病、灰色かび病などがあります。そこで、これらの病害に対してベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布がどの程度の腐敗防止効果を示すのかについてこれまでの試験事例からみてみました。

(1) 軸腐病

病原菌は黒点病菌 *Diaporthe citri* です。生育期に果実の果梗部に潜伏感染した病原菌が貯蔵中に果実の抵抗力が衰えてくるとともに活動を始め、果梗部を中心に腐敗が進行していきます。このため、長期貯蔵で被害が目立ちます。防除の基本は生育期の黒点病防除の徹底と貯蔵性の高い果実の生産です。登録薬剤はベンズイミダゾール系剤とイミノクタジナルベシル酸塩水和剤です。ベフラン液剤25の効果は期待できませんが、第13表に示すようにベンレート水和剤を加用することで実用上、十分な防除効果を得ることができます。



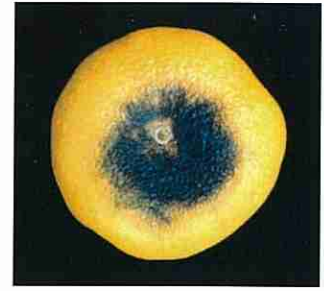
第13表 軸腐病に対するベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布による防除効果（露地栽培・不知火）

試験年次	試験場所	品 種	散布時期	収穫までの日数	無散布の腐敗果率 (%)	防 除 価 ^{a)}	
						ベンレート水和剤 4,000倍 ベフラン液剤25 2,000倍	ベフラン液剤25 2,000倍
<無付傷>							
1998年	佐賀	不知火	袋掛け前日	41日	22.7	72.7	0

a) 収穫2か月後の調査データで防除価を算出

(2) 黒斑病

病原菌は *Phoma erratica* で、カンキツ園に普通に生息しています。生育期間中に果皮に病原菌が潜伏感染し、貯蔵中に果実の抵抗力が低下してくると発病します。予措条件を良好に保つことで発病を抑えることができます。特に薬剤散布で防除できるというわけではありませんが、第14表に示しているようにベンレート水和剤を加用することによってベフラン液剤25の単用散布に比べて発病が少なくなります。これは軸腐病の場合と同様にベンレート水和剤散布による果実の抵抗力の維持（老化防止）効果によるものではないかと考えられます。



第14表 黒斑病に対するベンレート水和剤とベフラン液剤25倍との混用散布による防除効果
(高糖系温州)

試験年次	試験場所	品種	散布時期	無散布の腐敗果率 (%)	防 除 価 ^{a)}	
					ベンレート水和剤 4,000倍 ベフラン液剤25 2,000倍	ベフラン液剤25 2,000倍
<無付傷>						
2000年	大分	大津4号	収穫7日前	22.0	36.4	0

a) 収穫28日後の調査データで防除価を算出

(3) 白かび病

主に9～10月の高温期に発生します。病原菌は *Geotrichum candidum* で、我が国のカンキツ園の土壤に普遍的に存在しています。このため発病に好適な条件さえ整えば多発する恐れがあり、最近増加傾向にあります。病原菌は果面の傷口のみからの侵入です。最初は水浸状の小さな病斑ですが、急速に拡大していきます。病斑上に胞子を形成しますがあまり目立ちません。しかし、本病は独特の腐敗臭を放ちますので診断は容易です。登録薬剤はベフラン液剤25ですが、第15表に示すように本剤のみの散布では効果が不安定な場合があり、ベンレート水和剤を加用することによって効果の向上を図ることができます。



第15表 白かび病に対するベンレート水和剤とベフラン液剤25倍との混用散布による防除効果
(早生温州)

試験年次	試験場所	品種	散布時期	無散布の腐敗果率 (%)	防 除 価 ^{a)}	
					ベンレート水和剤 4,000倍 ベフラン液剤25 2,000倍	ベフラン液剤25 2,000倍
<5メートル付傷処理> ^{b)}						
2001年	宮崎	宮川早生	収穫21日前	12.0	83.3	83.3
2001年	宮崎	宮川早生	収穫7日前	12.0	100	33.3

a) 収穫28日後の調査データで防除価を算出

b) 腐敗果の発生を促すためにアスファルトやコンクリートの坂道を5メートル転がす処理

(4) こうじかび病

病原菌は *Aspergillus niger* で高温を好む菌です。このため7～9月の高温期に発生し、ハウスミカンで被害が目立ちます。本病に対する登録薬剤はありませんが、第16表に示すようにベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布がすぐれた効果を示します。それぞれの単用散布の効果は低く、その原因として両薬剤に対してそれぞれ感受性の異なる菌群（耐性菌群）の存在が関係しています。できるだけ収穫時期に近づけた散布で効果が高いことが示されています。



第16表 ハウスミカンのこうじかび病に対するベンレート水和剤とベフラン液剤25との混用散布による防除効果

試験年次	試験場所	品種	散布時期	無散布の腐敗果率 (%)	防 除 価 ^{a)}	
					ベンレート水和剤 4,000倍 ベフラン液剤25 2,000倍	ベフラン液剤25 2,000倍
<虫ピンによる付傷> ^{b)}						
2003年	佐賀	宮川早生	収穫21日前	33.2	62.3	69.6
2003年	佐賀	宮川早生	収穫14日前	33.2	86.7	66.3
2003年	佐賀	宮川早生	収穫7日前	33.2	90.4	75.3
2003年	佐賀	宮川早生	収穫14日前	36.3	62.8	84.3
2003年	佐賀	宮川早生	収穫7日前	72.2	99.3	73.0
2003年	佐賀	宮川早生	収穫7日前	36.3	96.7	75.2

a) 収穫7日後の調査データで防除価を算出

b) 腐敗果の発生を促すために4本の虫ピンを束ねて2mmの深さに付傷処理

6) 混用散布の問題点

(1) 混用によって生じる問題点

ベンレート水和剤とベフラン液剤25とを混用することによって生じる障害の発生、すなわち、果面障害や落葉などの薬害の発生はありません。しかし、溶かす順序がベフラン液剤25 → ベンレート水和剤の場合には沈殿を生じることがあります（写真-2）。沈殿を生じたからといって防除効果が低下することはありません。しかし、ノズルによっては噴口が詰まったりすることが心配されます。必ず、ベンレート水和剤を十分に溶かした後にベフラン液剤25を加えます。

なお、ベンズイミダゾール系剤とベフラン液剤25との混用薬液にさらに他剤を加用した場合、薬液滞留部が褐変するという薬害を生じることがあります。必ず、ベンズイミダゾール系剤とベフラン液剤25との2剤だけの混用とします。

ベフラン液剤25→ベンレート水和剤



ベンレート水和剤→ベフラン液剤25



写真-2 混用順序の違いによって生じる沈殿

(2) 経費の問題

混用散布を行う場合、薬剤費がそれぞれの薬剤の単用散布の場合の約2倍になるという問題が生じてきます。そこで、薬剤費の低減を図るために、より低濃度でいろいろの組み合わせについて腐敗防止効果を検討しましたが、ベンレート水和剤4,000倍またはトップジンM水和剤2,000倍とベフラン液剤25 2,000倍の組み合わせにまさる効果を示したものはありませんでした。このため、希釈倍数はベンレート水和剤4,000倍、トップジンM水和剤2,000倍、ベフラン液剤25 2,000倍が最適であると判断しています。

なお、混用散布による経費の増加の問題は気になることです。しかし、中晩生カンキツ品種'不知火'のような高級カンキツではわずかでも腐敗果が混入することによって産地のイメージが大きく低下するために確実な腐敗防止対策が必要なこと、さらに無加温施設栽培の'不知火'を例にとると1%の腐敗果発生でも10aあたり10,000~25,000円の損失になるため、混用によって薬剤費が増加（10aあたりの経費はベフラン液剤25で1,470円、ベンレート水和剤で1,150円、トップジンM水和剤で1,150円、混用で2,560~2,620円；それぞれ500リットル散布の場合）してもそれを上まわる経済効果が期待できることから、果実腐敗対策としてのベンレート水和剤またはトップジンM水和剤とベフラン液剤25との混用散布の意義は大きいと言えます。

また、温州ミカンについても腐敗果の混入は産地イメージを大きく損ない、高価格での取引はとも期待できません。薬剤費が少々、余計にかかるという問題ではないはずですが、最初に述べましたように腐敗果は商品にはなりませんので、徹底した腐敗防止対策が必要で、そのためにはベンズイミダゾール系剤とベフラン液剤25との混用散布は欠かせない腐敗果対策です。そして、その効果は薬剤費の増加を補って余りあるものがあります。

おわりに

全国のカンキツ産地で永らく使用されてきたベンズイミダゾール系剤は同剤耐性緑かび病菌や青かび病菌の出現による効力低下並びに同剤耐性菌に卓効を示すベフラン液剤25の普及とともに使用される機会が少なくなっていました。さらに、中晩生カンキツにおいてもベフラン液剤25は軸腐病に対する効果がベンズイミダゾール系剤に劣ることがわかっていたのですが、温州ミカンでベフラン液剤25の使用が増えるにつれて同剤は中晩生カンキツでも使用量が増加していきました。しかし、ベフラン液剤25の腐敗防止効果は不安定な場合もあり、完璧な効果が要求される果実腐敗対策の場面ではやや力不足でした。このため生産現場からはより効果のあがる対策が求められていました。

ベフラン液剤25は緑かび病菌や白かび病菌等にすぐれた抗菌活性を示しますが、ここに示している一連の試験結果をご覧になってわかるように特に付傷処理を行った場合には腐敗防止効果が低いという問題を生じます。ていねいに果実を取り扱う場合には傷が付きにくいので、当然、腐敗果の発生も少なくなります。ですから、腐敗果の発生が多いということは果面に傷（目に見える傷はもちろんですが、目に見えないような小さな傷も重要です）が多く付いている場合であるといえます。このような状況のときにベフラン液剤25の効果はきわめて不安定となり、ベフラン液剤25単独で腐敗果対策を講じるのは困難であると思われます。ここにベンズイミダゾール系剤を利用する意義があるわけです。ベンズイミダゾール系剤はその抗菌活性は耐性菌の出現によってあまり期待できない場合もあるのですが、ベフラン液剤25の効果を安定させる、さらにはより向上させる力を持っています。腐敗果の発生に恒常的に悩まされているカンキツ栽培にはなくてはならない存在であるということができ、現地で活用していただきたいものです。