

キウイフルーツかいよう病の総合的防除対策

牛山欽司・北 宜裕*・青野信男・小川潤子・重田利夫

Kinji USHIYAMA, Nobuhiro KITA, Nobuo AONO,
Junko OGAWA and Toshio SIGETA

Practical control of bacterial canker of
kiwifruit caused by *Pseudomonas syringae*
pv. *actinidiae*.

I 緒 言

キウイフルーツが神奈川県に導入されたのは昭和46年であり、静岡県の昭和45年に次ぐ全国的にみても早い時期であった。ミカンは昭和40年代後半からの生産過剰に伴って価格が低迷し、昭和50年以降はその生産調整を余儀なくされ、キウイフルーツは有望な転換作物の一つとして全国にその栽培面積が急速に増加した。神奈川県においても昭和63年には196haにも達し、主要な果樹として位置付けられるようになった。

キウイフルーツの導入当初は、病害虫は少なく栽培は容易な作物とされたが、栽培年数の経過とともに病害の発生が多くなった。中でも昭和57年頃から発生し始めた新しい細菌病の「かいよう病」(6,8,9)は、樹体の衰弱、枯死を招くもので、導入先のニュージーランドでも発生報告がなく、早急にその防除対策を明らかにすることが強く要望された。筆者らは、昭和60年度から防除対策試験にとりかかり、昭和62年度から平成元年度までの3年間は農林水産省の助成を得て、静岡県柑橘試験場及び千葉県暖地園芸試験場との共同研究として、地域重要新技術開発促進事業中核研究「キウイフルーツ細菌病の発生生態の解明と防除法の開発」の研究を行った。本報告は、これらの研究の中から得られた防除対策についての成果を取りまとめたものである。

本共同研究を行うにあたり、ご指導いただいた農林水

産省農林水産技術会議事務局振興課、農業研究センターおよび果樹試験場の関係各位に深く感謝申し上げます。また、本研究の実施にあたり、試験圃場を提供していただいた小田原市江之浦の小泉吉位氏には多大なご協力をいただいた。ここに厚くお礼を申し上げます。また、元農林水産省果樹試験場連絡科長高梨和雄博士には、本研究の当初から終始ご指導をいただき、本稿のご校閲ををお願いした。ここに記して衷心よりお礼申し上げます。

II 材料及び方法

本研究において以下の各種防除試験に供試した薬剤等は次の第1表に示したとおりである。

1. 発病枝せん除汚染鉢による伝染とその消毒効果

(1) 鉢の汚染方法と消毒法

汚染せん定鉢による発病拡大を防止するために行った。1989年2月6日罹病枝の病斑部の皮層を数回削って汚染させたせん定鉢を供試した。汚染させた鉢を市販の消毒用エタノール(薬局方)(76.8～81.2v/v%)液を浸した脱脂綿で拭く処理区とストレプトマイシン水和剤1,000倍液に5分間浸漬する処理区及び対照として水道水に5分間浸漬する区を設けた。

(2) 供試苗及び発病調査

‘ヘイワード’種の1年生苗及び実生1年生苗を各区5本づつを供試し、罹病枝を切った汚染鉢で苗の枝の上部1/4程度をせん除し、雨よけハウス内に置いて4月6日まで発病状況を調査した。なお、発病した苗の病原細菌を確認するために、発病枯死した苗は菌泥を、切口

* 神奈川県庁

部が枯込んだ苗は健全部との境界部を、健全苗は切口部の組織を採取し、スライドグラスになすりつけて本病原細菌L₁₁菌株のモノクローナル抗体を用いた蛍光抗体法¹⁰⁾で病原細菌の検出を行った。

2. 枝傷部の感染防止効果

(1) 枝の付傷処理と薬剤処理

‘ヘイワード’種の1年生苗木を供試し、1987年2月4日に枝部表皮を銅線でこすって傷を付けた後、傷部からの感染を防ぐためチオファネートメチル塗布剤塗布区とパラフィン展着剤（アビオンC）100倍加用銅水和剤A500倍液散布区および無処理（対照）区を設けた。各区3本の苗を供試し、1枝3か所づつ合計9か所宛処理した。

(2) 病原細菌の接種と発病調査

処理1日後にかいよう病菌L₁₁菌株の10⁸cfu/ml濃度菌液を含ませた脱脂綿球を傷部に貼り付け、ポリ袋で24時間保湿し、網室内に置いて6月10日まで発病状況を調査した。

3. 枝発病組織部の外科的処理による治療効果

小田原市根府川の園地で‘ヘイワード’種5年生樹の発病樹を供試した。1985年5月15日に主枝から主幹部にある発病部位をできるだけ健全部位まで削り取り、第4表に示す殺菌剤等を混入した塗布剤を作製して、各処理区2～4か所宛塗布した。

翌春の1986年3月5日に処理部の大きさとカルス形成状況を調査し、処理部位からの菌泥の溢出による発病の有無を調査した。カルス形成は、削り取った処理面積に対するカルス形成面積の割合をカルス形成率として表示した。

4. 抗生物質剤の生育期散布による葉の発病防止効果

(1) 試験1（薬剤の効果比較）

小田原市根府川の激発園において、‘ヘイワード’種8年生樹を供試した。1988年4月12日（新梢養生期）、4月28日（新梢長10～20cm）、5月16日、6月10日の4回動力噴霧器を用い、第5表に示す薬剤を十分量散布した。調査は5月16日、6月10日、7月7日に各樹の新梢の展開葉全葉について、以下に示す基準で発病程度別に調査した。発病程度は無（1葉当たり病斑数0、指数0）、少（1～3個、指数1）、中（4～10個、指数3）、多（11～50個、指数5）、甚（50個以上、指数7）。発病度は $[\sum(\text{発病程度別葉数} \times \text{指数}) / \text{調査葉数} \times 7] \times 100$ により算出し、各処理区の3回調査した発病度の合計値を無処理区の値に対する割合で求めて発病価として表示した。

(2) 試験2（残効性試験）

ポット植の‘ヘイワード’種4年生樹を供試し、第1回試験（1988年5月9日）、第2回試験（7月6日）ともにカスガマイシン液剤400倍液（展着剤ハイテンA5,000倍加用）を各1回だけ十分量散布した。散布後は屋外に置き、一部降雨量調節のためにビニルハウス内に移動して雨水のかかるのを避けた。散布から1日、10日、16～18日後の夕方にかいよう病菌L₁₁菌株を10⁸cfu/ml濃度の菌液で噴霧接種し、一夜ポリ袋で保湿した。発病は散布時に展開していた葉について程度別に調査し、発病度を算出した。

5. 休眠期～生育期散布による葉の発病防止効果

小田原市根府川の激発園において、‘ヘイワード’種6年生樹を供試して行った。休眠期の1986年3月5日（萌芽前）と生育期の4月15日（発芽直後）、21日、5月15日、6月9日の4回、第7表に示す設計で動力噴霧器を用い十分量散布した。全ての薬剤区に展着剤新リノー5,000倍を加用した。5月15日、6月9日、7月3日に葉の発病状況について発病程度別に調査し、発病度を算出した。発病度から前記の方法により発病価を算出して表示した。

6. 収穫後～生育期散布による葉の発病防止効果

小田原市根府川の激発した‘ヘイワード’種7～8年生樹を供試して以下の試験を行った。

(1) 1987年の試験

1986年11月18日の収穫後落葉前、1987年1月30日のせん定直後、3月17日の萌芽期、4月9日の新梢養生期の4時期に第8表に示す設計の薬剤をそれぞれ動力噴霧器を用い、十分量散布した。さらに、生育期は4月21日、5月8日、5月22日の3回それぞれ展着剤新リノー5,000倍を加用して散布した。調査は、5月8日、5月22日、6月17日に各樹10枝の展開葉について発病程度別に調査して発病度を算出した。各処理区の発病度から発病価を算出して表示した。

(2) 1988年の試験

1987年11月24日の収穫後落葉前、1988年1月28日のせん定直後、3月19日の萌芽期、4月12日の新梢養生期に第9表に示す薬剤を十分量散布した。4月12日の銅剤区には炭酸カルシウム水和剤200倍を加用した。生育期は、4月28日、5月16日、6月10日の3回、展着剤を加用せずに散布した。調査は、5月16日、6月10日、7月7日に各樹10枝の展開葉の発病程度を調査して発病度を算出し、さらに各処理区の発病度から発病価を算出して表示した。

7. 生育期散布による葉の発病と枝幹部発病との関係

小田原市根府川の激発園において、‘ヘイワード’種

第1表 試験に供試した薬剤一覧

| 供試薬剤の一般名 | 主成分名 | 含量 | 商品名 |
|-------------------------|----------------|-------|----------------|
| ストレプトマイシン水和剤 | ストレプトマイシン硫酸塩 | 25.0% | アグレプト水和剤 |
| 〃液剤 | 〃 | 25.0 | アグレプト液剤 |
| ストレプトマイシン・テラマイシン水和剤 | (ストレプトマイシン硫酸塩) | 18.8 | アグリマイシン100 |
| テラマイシン注射液 | (テラマイシン) | 1.5 | |
| テラマイシン注射液 | テラマイシン | 5.0 | テラマイシン注射液 |
| カスガマイシン液剤 | カスガマイシン塩酸塩 | 2.3 | カスミン液剤 |
| チオファネートメチル・ストレプトマイシン水和剤 | (チオファネートメチル) | 50.0 | アタッキン水和剤 |
| | (ストレプトマイシン硫酸塩) | 18.8 | |
| 銅・ストレプトマイシン水和剤 | (塩基性塩化銅) | 58.0 | 銅ストマイ水和剤 |
| | (ストレプトマイシン硫酸塩) | 12.5 | |
| 銅・カスガマイシン水和剤 | (塩基性塩化銅) | 78.6 | カスミンボルドー |
| | (カスガマイシン塩酸塩) | 8.7 | |
| カスガマイシン・オキシソリニック酸混合水和剤 | (カスガマイシン塩酸塩) | 3.0 | (HOF-8806 水和剤) |
| | (オキシソリニック酸) | 20.0 | |
| 銅水和剤 A | 水酸化第二銅 | 76.8 | コサイドボルドー |
| 銅水和剤 B | 塩基性硫酸銅 | 58.0 | Zボルドー |
| 石灰ボルドー | 硫酸銅・生石灰 | 6-6式 | 石灰ボルドー液 |
| チオファネートメチル塗布剤 | チオファネートメチル | 3.0 | トップジン M ペースト |
| 有機銅塗布剤 | オキシソリン銅 | 5.0 | バッチレート |
| 炭酸カルシウム水和剤 | 炭酸カルシウム | 35.0 | クレフノン |
| 白塗剤 A | 炭酸カルシウム | | ホワイトンパウダー |
| 白塗剤 B | 炭酸カルシウム | | ピチコート |
| パラフィン展着剤 | パラフィン | 36.0 | アピオンC |

5年生樹を供試して行った。1985年4月10日, 23日, 5月15日, 6月5日, 27日の5回, 第10表の薬剤を動力噴霧器を用いて十分量散布した。5月15日に葉の発病を程度別に調査し, 発病度を算出した。さらに翌年の1986年4月15日には各樹の垂主枝~主幹部の発病か所数(菌泥溢出か所数)を調査し, 両者の相関関係を検討した。

8. 秋冬季散布による枝幹部発病防止効果

小田原市根府川の激発した‘ヘイワード’種7~8年生樹を供試して以下の試験を行った。

(1) 1987年の試験

1986年11月18日(収穫後落葉前)と1987年1月30日(せん定直後)の2回, 動力噴霧器を用いて第11表に示す薬剤に展着剤(トクエース)5,000倍を加用して十分量散布した。1987年3月17日と4月9日に各樹の主幹部(指

数5), せん定切口部(指数3), 小枝部(指数1)の発病か所数を調査し, $[Σ(枝別発病か所数×指数)] / Σ(無処理枝別発病か所数×指数) × 100$ の式により枝発病価を算出して表示した。

(2) 1988年の試験

1987年11月24日(収穫後落葉前)と1988年1月28日(せん定後)の2回, 第12表に示す薬剤を動力噴霧器で十分量散布した。発病調査は, 1988年4月12日及び28日に各樹の主幹, 主枝, 小枝部の発病か所数を調査し, 前記式により枝発病価を算出して表示した。

9. 樹幹注入液の樹体内移行分布状況及び注入好適時期の把握

(1) 注入液の分布状況調査

主幹直径約4.5cmの‘ヘイワード’種5年生樹を供

試し、1987年12月2日に主幹下部(地上より約20cm高)に直径8mmのドリルで主幹の中心部まで穴をあけ、点滴用テルフェュージョン輸液セット(TERUMO社製)を用い、ブドウのジベレリン処理用着色剤(赤色2号アマランス)2,000倍液を注入した。注入時間は10時30分から14時50分で、注入量は1,930ℓ。注入翌日の12月3日に樹体を解体切断し、各切断組織面の着色程度(微;±, 軽;+, 中;++, 多;+++; 甚;++++)を観察して着色液の分布状況を調査した。

(2) 落葉期前後の注入量調査

(1)と同じ園の樹を供試し、同様の方法によって1987年11月26日から12月21日の間5回水道水の注入処理を行い、注入量を調査した。

10. 抗生物質剤の樹幹注入処理による防除効果

(1) 1987年の試験(樹幹注入処理効果の確認)

小田原市根府川の激発園において、‘ヘイワード’種7年生樹を供試した。供試樹の樹幹下部に直径8mmのドリルで幹径の半分以上の深さまで穴をあけ、点滴用テルフェュージョン輸液セット(TERUMO社製)で第15表に示す供試薬液を注入した。薬液は1.8ℓガラス瓶に入れ、注入量は芹澤ら⁽⁷⁾の方式(注入量(ℓ)=2+0.1×棚上樹冠面積(m²))に準じて算出し、1987年11月24日(快晴、無風)に注入処理した。処理樹には他の薬剤は散布しなかった。対照区にはストレプトマイシン水和剤1,000倍液を用い、11月24日～4月28日の間に5回動力噴霧機を用いて散布した。調査は、1988年4月12日及び4月28日の2回各樹の主幹(指数5)、主枝(指数3)及び小枝部(指数1)の発病か所数を、さらに5月16日には葉の発病状況を調査した。前記の式により枝発病価及び葉発病価を算出して表示した。

(2) 1988年の試験(注入薬量と防除効果)

小田原市根府川の激発園において、‘ヘイワード’種8年生樹を供試した。なお、一部の樹は激しく発病したために既に主幹が途中で切られたり、主枝が一部切られた樹も混在していた。注入処理は(1)と同様の方法で、1988年11月7～9日に実施した。1989年4月7日に各樹の主幹、主枝、その他の枝の発病か所数を調査し、単位面積当たりの注入薬液量と発病との関係について検討した。

11. 樹幹注入処理と休眠期散布との組み合わせ処理による防除効果

前記10の試験で供試薬液を注入処理した樹について、休眠期散布剤の銅水和剤A500倍を組合せて第16表の設計のように、1988年11月25日(落葉前)、1989年2月9日(せん定後)及び3月15日(萌芽期)に散布した。せん定後と萌芽期の銅水和剤散布には白塗剤A10倍を加用する区も設けた。1989年4月7日に各樹の主幹、主枝、その他の枝別に発病か所数を調査し、前記の式により枝発病価を算出して表示した。

III 成績

1. 発病枝せん除汚染鉄による伝染とその消毒効果

感染枝を切って汚染した鉄で健全樹を切った場合の感染の危険性は第2表に示したとおりである。すなわち、対照区の水処理した汚染鉄でせん定した‘ヘイワード’種苗では、1本が菌泥を発生して枯死し、2本が切口部が枯れ込むなど合計3本の60.0%が発病した。実生苗の場合には1本が枯死し、4本が枯れ込む100%の発病であった。‘ヘイワード’種の無発病苗の切口部も含めて全ての苗から病原細菌が検出され、極めて高率に汚染鉄で伝染の起こることが認められた。

第2表 汚染せん定鉄による伝染と消毒効果

| 消毒方法 | ヘイワード苗 | | | | | 実生苗 | | | | |
|--------------------------------|----------|------------|-----------|----------|--------------|----------|------------|-----------|----------|--------------|
| | 枯死 苗数 | 切口枯 込苗数 | 発病苗 合計 | 発病苗 率 | 病原細菌 検出苗数 | 枯死 苗数 | 切口枯 込苗数 | 発病苗 合計 | 発病苗 率 | 病原細菌 検出苗数 |
| | 本 | 本 | 本 | % | 本 | 本 | 本 | % | 本 | 本 |
| エタノール 塗布 ^z | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| アグレプトW 1,000倍液 ^y | 2 | 1 | 3 | 60.0 | 4 | 2 | 3 | 5 | 100 | 5 |
| 対 照 (水) ^x | 1 | 2 | 3 | 60.0 | 5 | 1 | 4 | 5 | 100 | 5 |

各区5本供試 z:消毒用(薬局方)エタノール浸漬脱脂綿で汚染鉄を拭きとった後にせん定
y:1,000倍液に5分間汚染鉄を浸漬後にせん定
x:水道水に5分間汚染鉄を浸漬後にせん定

市販の薬局方エタノールで拭いた鉄でせん除した区は、
 ‘ハイワード’種、実生苗ともに発病はしなかった。し
 かし、切口部からは菌体数は少なかったものの病原細菌
 が検出される苗もあった。ストレプトマイシン水和剤
 1,000倍液に浸漬処理した区は、対照の水道水浸漬処理
 と同程度に発病し、また病原細菌も検出されて消毒効果
 はなかった。

2. 枝傷部の感染防止効果

枝の表皮を鋼線でこすって傷を付けた後に薬剤処理し、
 病原細菌を接種して傷部薬剤処理の効果をみた結果は第
 3表に示した。チオファネートメチル塗布剤の塗布処理
 区では、傷部からの感染は完全に防止されていた。パラ
 フィン36%を含むパラフィン展着剤を加用した銅水和剤
 A500倍の散布では、傷部からの感染防止は十分ではな
 かったが、発病遅延効果が認められた。

3. 枝発病組織部の外科的処理による治療効果

枝発病組織部位の病患部を5月に削り取り、各種塗布
 剤を処理した樹の翌年3月における処理部の治癒状況を
 調査した結果を第4表に示した。処理部で菌泥の溢出に

第3表 枝付傷部の塗布剤処理による感染防止効果

| 処 理 薬 剤 | 3月20日 | 6月10日 |
|---------------------------------|-------------|-------------|
| | 菌泥発生 か所数 | 組織壊死 か所数 |
| チオファネートメチル 塗布剤 塗布 | 0 / 9 | 0 / 9 |
| パラフィン展着剤 100倍 加用銅水和剤A 500倍散布 | 2 / 9 | 5 / 9 |
| 無 処 理 (対照 水処理) | 4 / 9 | 9 / 9 |

2月4日付傷後薬剤処理
 2月5日かいよう病菌 10^8 cfu/ml菌液を含む綿
 球接種

第4表 枝発病組織部の外科的処理による治療効果

| 供 試 薬 剤 | 濃 度 | 発病か所数 [*] | カルス 形 成 率 [†] | |
|-------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|---------------|
| | | | 平均 | (調 査 値 の 幅) |
| | ppm | | % | % |
| 白塗剤 Aのみ | | 0 / 3 | 50.0 | (36.4 ~ 66.7) |
| 〓 +ストレプトマイシン | 2,000 | 0 / 4 | 60.2 | (44.4 ~ 71.4) |
| 〓 +銅カスガマイシン | cu 4,500 ka 500 | 0 / 3 | 69.4 | (33.3 ~ 100) |
| 〓 +カスガマイシン | 500 | 0 / 2 | 47.2 | (44.4 ~ 50.0) |
| 〓 +ストレプトマイシン ・テラマイシン | st 1,500 ot 150 | 0 / 4 | 61.9 | (33.3 ~ 100) |
| 〓 +銅水和剤 A | 2,600 | 0 / 3 | 56.1 | (45.5 ~ 72.7) |
| 白塗剤 Bのみ | | 0 / 2 | 61.4 | (50.0 ~ 72.7) |
| 〓 +ストレプトマイシン | 2,000 | 0 / 4 | 59.0 | (30.0 ~ 100) |
| 〓 +銅カスガマイシン | cu 4,500 ka 500 | 0 / 4 | 55.1 | (42.9 ~ 66.7) |
| 〓 +カスガマイシン | 500 | 0 / 4 | 62.5 | (50.0 ~ 75.0) |
| 〓 +ストレプトマイシン ・テラマイシン | st 1,500 ot 150 | 0 / 4 | 65.6 | (42.9 ~ 80.0) |
| 〓 +銅水和剤 A | 2,600 | 0 / 4 | 68.3 | (50.0 ~ 100) |
| 有機銅塗布剤 | | 0 / 3 | (77.8) [‡] | (66.7 ~ 100) |
| チオファネートメチル塗布剤 | | 0 / 1 | 37.5 | (37.5) |
| 病患部削り取りのみ (対照) | | 2 / 4 | 70.1 | (56.3 ~ 85.7) |

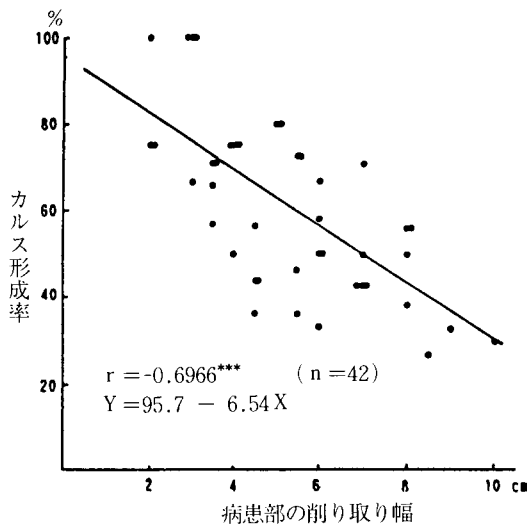
1985年5月15日処理、1986年3月5日調査

^{*} : 発病か所数 / 調査か所数 [†] : 削り取り処理面積に対するカルス形成面積の割合

^x : 切口部のみの処理

よる発病が認められたのは、病患部を削り取っただけで薬剤を処理しなかった対照区の4か所のうち2か所のみで、白塗剤のA、B単用、これらに各種抗生物質剤や銅剤を加用した混合癒合剤および有機銅塗布剤、チオファネートメチル塗布剤を塗布したか所ではいずれも発病は認められなかった。

病患部を削り取った部分のカルス形成率は、全体では30.0~100%、処理区の平均値で37.5~70.1%を示し、処理区間に明らかな差異はなかった。カルス形成率は、塗布剤の種類よりは削り取り部分の大きさに影響され、処理部の長さとの関係では $r = -0.2926^*$ ($n = 54$)、削り取った面積との関係では $r = -0.4760^{**}$ ($n = 54$)であった。



第1図 枝発病患部の削り取り幅とカルス形成との関係

枝の太さに対する削り取り面積率との関係では $r = -0.6460^{***}$ ($n = 53$)、削り取り幅との関係では $r = -0.6966^{***}$ ($n = 42$)とそれぞれ負の相関関係を示した(第1図)。幅が3 cm以下の場合には100%のカルス形成が認められた場合があったが、7 cm以上の幅になるとカルス形成率は50%以下になった。枝を一周する環状剥皮の状態になった場合でも、幅が3 cm以下の場合には85.7%もカルスが形成された例があった。

4. 抗生物質剤の生育期散布による葉の発病防止効果

抗生物質剤を4月から6月の生育期間に4回散布して葉の発病防止効果を調査した結果を第5表に示した。無防除の葉の発病は、5月16日の調査で発病度13.2と中程度の発生であったが、ストレプトマイシン水和剤1,000倍液散布で発病度2.2まで発病が抑制された。チオファネートメチル・ストレプトマイシン水和剤1,000倍液散布では、発病初期ではストレプトマイシン水和剤と同程度の効果が認められたが、後期になってやや劣った。カスガマイシン・オキシソリニック酸混合のHOF-8806水和剤1,000倍液散布では、ストレプトマイシン水和剤に比べてやや劣った。

カスガマイシン液剤の残効性についての試験結果を第6表に示した。カスガマイシン液剤400倍の生育期散布は有効で、発病が1/2程度に抑制された。その残効期間は、第1回試験では散布後の累積降雨量が75.3ミリで16日後でも発病が抑制されたが、10日後に90.7ミリの降雨量があった第2回試験ではその効果は全くなかった。

5. 休眠期~生育期散布による葉の発病防止効果

発芽前と発芽直後の2回に各種薬剤を散布し、さらに生育期に抗生物質剤を散布して葉の発病状況を調査した結果を第7表に示した。発芽前に銅水和剤Aや銅ストレ

第5表 生育期散布による葉の発病防止効果(1988)

| 供試薬剤 | 希釈倍数 | 葉の発病度 ^z | | | 発病価 ^y |
|-----------------------------|--------|--------------------|-------|-------|------------------|
| | | V/16 ^x | VI/10 | VII/7 | |
| ストレプトマイシン水和剤 | 1,000倍 | 2.2 | 6.6 | 1.0 | 38.6 |
| チオファネートメチル・ ストレプトマイシン水和剤 | 1,000 | 2.6 | 10.3 | 2.0 | 58.7 |
| カスガマイシン・ オキシソリニック酸混合水和剤 | 1,000 | 8.2 | 9.0 | 2.5 | 77.6 |
| 無散布 | — | 13.2 | 9.9 | 2.2 | 100 |

散布月/日; IV/12, IV/28, V/16, VI/10

^x: 発病度 = [Σ(程度別葉数×指数) / 調査葉数×7] × 100

^y: 発病価 = [Σ(各調査時の発病度) / Σ(無散布発病度)] × 100

^z: 調査月/日

プトマイシン水和剤を散布した区の5月15日の新梢の葉の発病は、発芽前無散布よりも明らかに少なく有効であった。発芽直後に抗生物質剤を散布しただけの区は発芽前にも散布した区よりもやや多い発病であり効果は劣った。抗生物質剤のうちでは、ストレプトマイシン・テラマイシン混合剤散布の効果がストレプトマイシン単

第6表 カスガマイシン液剤の生育期散布の残効性(1988)

| 散布後の接種 までの日数 [△] | 期間中の 降雨量 | 散布区 | | 無散布区 | | 接種時の 温度 | 保湿 時間 |
|------------------------------|-------------|-----------|------------------|-----------|------|-------------|----------|
| | | 発病葉率 % | 発病度 [△] | 発病葉率 % | 発病度 | | |
| 第1回試験 (5月9日散布) | | | | | | | |
| | ミリ | % | | % | | ℃ | h |
| 1日後 | 0 | 22.1 | 7.9 | 57.1 | 14.3 | 11.5 ~ 18.2 | 16 |
| 10日後 | 28.1 | 23.5 | 9.4 | 50.0 | 22.3 | 13.1 ~ 26.2 | 15 |
| | 38.5 | 30.0 | 10.0 | | | | |
| 16日後 | 75.3 | 15.4 | 3.1 | 28.6 | 7.6 | 14.0 ~ 21.7 | 16 |
| 第2回試験 (7月6日散布) | | | | | | | |
| 1日後 | 0.5 | 35.3 | 18.8 | 65.0 | 41.0 | 21.1 ~ 29.6 | 15 |
| 10日後 | 6.0 | 17.1 | 4.6 | 40.0 | 18.3 | 22.7 ~ 26.3 | 24 |
| | 90.7 | 41.7 | 18.3 | | | | |
| 18日後 | 101.0 | 36.4 | 15.8 | 43.8 | 22.5 | 17.4 ~ 24.9 | 24 |

[△] : 所定日数後かいよう病菌L₁₁菌株10⁸cfu/ml 濃度菌液を噴霧接種

[△] : 発病程度(指数); 無(0)、少(1)、中(3)、多(5)

発病度 = [Σ(発病程度別葉数×指数) / 調査葉数×7] × 100

第7表 休眠期～生育期散布による葉の発病防止効果(1986)

| 供試薬剤 | 希釈倍数 | 散布時期 | | | | | 葉の発病度 [△] | | | 発病価 [△] |
|-------------------------|-------|------------------|------|----------------|------|-----|--------------------|------|-----|------------------|
| | | Ⅲ/5 [△] | Ⅳ/15 | Ⅳ/21 | V/15 | Ⅵ/9 | V/15 | Ⅵ/9 | Ⅵ/3 | |
| 銅水和剤 A | 500 倍 | ○ ^w | ○ | ☆ ^v | ☆ | ☆ | 9.4 | 5.5 | 1.4 | 22.2 |
| 銅ストレプトマイシン水和剤 | 500 | ○ | ○ | ☆ | ☆ | ☆ | 9.1 | 6.3 | 2.0 | 23.7 |
| 銅カスガマイシン水和剤 | 500 | ○ | ○ | ★ ^u | ★ | ★ | 15.2 | 15.7 | 4.2 | 47.8 |
| カスガマイシン液剤 | 400 | — | ○ | ○ | ○ | ○ | 24.7 | 20.6 | 5.0 | 68.4 |
| ストレプトマイシン水和剤 | 1,000 | — | ○ | ○ | ○ | ○ | 11.6 | 7.8 | 4.9 | 33.1 |
| ストレプトマイシン・ テラマイシン水和剤 | 1,000 | — | ○ | ○ | ○ | ○ | 6.1 | 7.8 | 1.7 | 21.2 |
| 無散布 | — | — | — | — | — | — | 36.1 | 28.5 | 8.9 | 100 |

休眠期散布; 発芽前Ⅲ/5及び発芽直後Ⅳ/15、生育期散布; Ⅳ/21、V/15、Ⅵ/9

[△] : 発病度 = [Σ(程度別葉数×指数) / 調査葉数×7] × 100

[△] : 発病価 = [Σ(各調査時の発病度) / Σ(無散布発病度)] × 100

[△] : 散布又は調査月/日

^w : 供試薬剤欄の薬剤散布、^v : ストレプトマイシン水和剤1,000倍散布

^u : カスガマイシン液剤 400倍散布

剤よりも優れていた。銅カスガマイシン水和剤の発芽前散布は、発芽前無散布よりは発病が少なく防除効果があったが、前2薬剤よりは効果が劣った。

生育期のみの散布を比較すると、ストレプトマイシ

ン・テラマイシン水和剤が最も発病が少なかった。ストレプトマイシン水和剤はそれよりもやや劣る程度で効果が認められたが、カスガマイシン液剤ではかなり発病が多く、効果が劣った。ストレプトマイシン水和剤散布区

第8表 収穫後～生育期の組合せ散布と葉の発病防止効果 (1987)

| 休眠期散布 | | | | 生育期散布 | | | 葉の発病度 ^z | | | 発病価 ^y |
|--------------------|------|------|-------|---------------|--|--|--------------------|------|-------|------------------|
| 収穫直後 | せん定後 | 萌芽期 | 新梢叢生期 | | | | V/8 | V/22 | VI/17 | |
| ⅠI/18 ^x | I/30 | Ⅲ/17 | Ⅳ/7 | Ⅳ/21、V/8、V/22 | | | | | | |
| B'X ^w | B'X | — | — | A g | | | 8.2 | 10.8 | 10.9 | 46.8 |
| K oc | K oc | — | — | A g | | | 3.6 | 7.2 | 10.3 | 33.0 |
| — | — | K oc | K oc | A g | | | 3.3 | 5.9 | 9.7 | 29.6 |
| — | — | Z B | Z B | A m | | | 8.4 | 11.1 | 12.7 | 50.4 |
| — | — | — | — | A g | | | 9.7 | 11.4 | 5.8 | 42.1 |
| — | — | — | — | A m | | | 6.5 | 11.0 | 13.6 | 48.7 |
| — | — | — | — | A t | | | 8.1 | 13.7 | 13.9 | 55.9 |
| — | — | — | — | — | | | 15.0 | 27.8 | 21.1 | 100 |

^z : 発病度 = [Σ (程度別葉数×指数) / 調査葉数×7] ×100

^y : 発病価 = [Σ (各調査時の発病度) / Σ (無散布発病度)] ×100

^x : 散布又は調査月/日

^w : B'X ; 石灰ボルドー液 6-6式、K oc; 銅水和剤A500倍、Z B ; 銅水和剤B500倍、A g ; ストレプトマイシン水和剤1,000倍、A m ; ストレプトマイシン・テラマイシン水和剤1,000倍、A t ; チオファネートメチル・ストレプトマイシン水和剤1,000倍

第9表 収穫後～生育期の組合せ散布と葉の発病防止効果 (1988)

| 休眠期散布剤 | | 生育期散布剤 | | 葉の発病度 ^z | | | 発病価 ^y |
|------------|-------|-----------|-------|--------------------|-------|-------|------------------|
| 希釈倍数 | | 希釈倍数 | | V/16 ^x | VI/10 | VII/7 | |
| 銅カスガマイシン | 500倍 | カスガマイシン | 400倍 | 4.9 | 8.7 | 1.2 | 58.5 |
| 銅ストレプトマイシン | 600 | ストレプトマイシン | 1,000 | 2.8 | 4.3 | 0.5 | 30.0 |
| 〃 | 800 | 〃 | 1,000 | 6.4 | 6.6 | 2.6 | 61.7 |
| 銅水和剤 A | 500 | 〃 | 1,000 | 1.6 | 2.6 | 0.8 | 15.8 |
| 〃 (せん定後) | 500 | 〃 | 1,000 | 1.9 | 3.1 | 1.8 | 26.9 |
| 銅水和剤 B | 500 | ストレプトマイシン | | | | | |
| | | ・テラマイシン | 1,000 | 1.4 | 6.3 | 0.1 | 30.8 |
| ストレプトマイシン | 1,000 | ストレプトマイシン | 1,000 | 2.2 | 6.6 | 1.0 | 38.7 |
| 無 散 布 | — | 無 散 布 | — | 13.2 | 9.9 | 2.2 | 100 |

休眠期散布月/日 ; ⅠI/24 (落葉前)、I/28 (せん定後)、Ⅲ/19 (萌芽期)、Ⅳ/12 (新梢叢生期)

銅水和剤には炭酸カルシウム水和剤加用

生育期散布月/日 ; Ⅳ/28、V/16、VI/10

^z : 発病度 = [Σ (程度別葉数×指数) / 調査葉数×7] ×100

^y : 発病価 = [Σ (各調査日の発病度) / Σ (無散布発病度)] ×100

^x : 調査月/日

第10表 生育期散布による葉の防除効果と翌春枝幹部の発病状況

| 供 試 薬 剤 | 希 積 倍 数 | 葉 1985年 V / 15 | | 枝 幹 部 1986年 IV / 15 | |
|---|---------|--------------------|--------------------|---------------------|-------|
| | | 発 病 度 ^z | 発 病 価 ^y | 発 病 か 所 数 | 発 病 価 |
| ストレプトマイシン水和剤 チオファネートメチル ・ストレプトマイシン水和剤 | 1,000 倍 | 18.3 | 24.5 | 8.8 | 20.3 |
| 銅カスガマイシン水和剤 (炭酸カルシウム水和剤加用) | 1,000 | 18.3 | 24.5 | 20.0 | 46.2 |
| 銅水和剤 A (炭酸カルシウム水和剤加用) | 1,000 | 20.8 | 27.8 | 11.7 | 27.0 |
| 銅水和剤 A (炭酸カルシウム水和剤加用) | 2,000 | 36.7 | 49.1 | 5.3 | 12.2 |
| 無 散 布 | — | 74.7 | 100 | 43.3 | 100 |

散布年月/日；1985年IV/10、IV/23、V/15、VI/5、VI/27

^z：発病度 = [Σ(程度別発病葉数×指数) / 調査葉数 × 7] × 100

^y：発病価 = 発病度の無散布に対する割合

^x：1樹当たり発病か所数

の1樹に葉縁の軽い黄化が認められた。

6. 収穫後～生育期散布による葉の発病防止効果

1987年の試験結果を第8表に、1988年の試験結果を第9表に示した。1987年の試験の収穫後～せん定後の銅剤散布で葉の初期発病が少なく、1988年の試験でも収穫後の銅剤の散布により葉の初期発病がやや少なくなった。この使用した銅剤の石灰ボルドー液、銅水和剤A、Bいずれも薬害は認められなかった。休眠期散布剤に使用した抗生物質剤の入った銅剤（銅カスガマイシン水和剤、銅ストレプトマイシン水和剤）は、銅剤だけの場合よりも葉の初期発病が多い傾向を示し、抗生物質剤混合の効果はなかった。

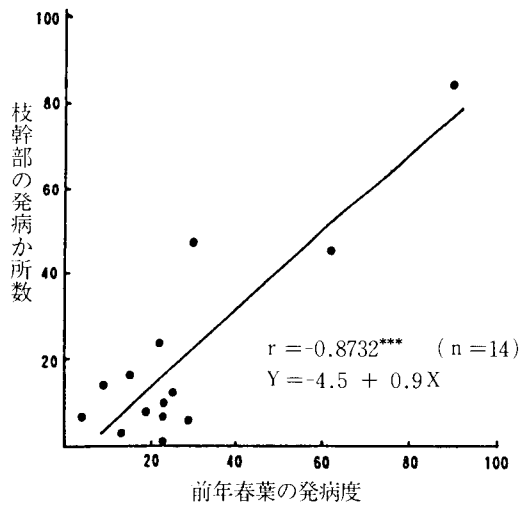
7. 生育期散布による葉の発病と枝幹部発病との関係

4～6月の生育期のみ5回散布して、葉の発病程度と翌年の枝幹部の発病か所数を調査した結果を第10表に示した。生育期散布での葉の発病防止効果は、銅水和剤A散布区でやや劣ったが、他の薬剤はいずれもかなり高かった。枝幹部の発病は、生育期無散布の樹でかなり多かったが、いずれの薬剤を散布した樹でも1/2以下の発病か所数であった。とくに、銅水和剤Aとストレプトマイシン水和剤区では効果が高かった。

供試した全樹について5月15日調査の葉の発病と枝幹部の発病との関係について検討した結果を第2図に示した。両者の間にはかなり高い正の相関関係 ($r=0.8732$ *** $n=14$) を示し、 $Y=-4.5+0.9X$ の回帰式が得られた。

8. 秋冬季散布による枝幹部発病防止効果

1987年の試験結果を第11表に示した。6-6式石灰ボルドー液、銅水和剤A、銅カスガマイシン水和剤、銅ストレプトマイシン水和剤の銅剤散布区では、3月17日の



第2図 前年春葉の発病程度と枝幹部発病との関係

調査時には発病は全く認められなかったが、抗生物質剤のストレプトマイシン水和剤、ストレプトマイシン・テラマイシン水和剤、カスガマイシン液剤散布区では枝部にわずかながら発病した。しかし4月9日の調査時では、銅剤散布区でも発病してきたが、その発病程度はカスガマイシン液剤区以外の抗生物質剤散布区よりは少なかった。石灰ボルドー液より銅水和剤Aの効果がやや優れていた。1988年の試験結果を第12表に示した。収穫後の落葉前及びせん定後に銅水和剤Aを散布した場合、落葉前に散布しなかった場合よりも防除効果が高くなった。銅抗生物質剤（銅カスガマイシン水和剤、銅ストレプトマイシン水和剤）の散布では、銅剤のみの散布と同程度の防除効果しか得られず、添加されている抗生物質剤の増強効果はなかった。対照の抗生物質剤のみ（ストレプト

第11表 秋冬季散布による枝幹部発病防止効果 (1987)

| 供 試 薬 剤 | 希釈倍数 | Ⅲ/17 調査 ^z | | Ⅳ/9 調査 | |
|-------------------------|-------|----------------------|--------------------|--------|-------|
| | | 発病樹数 ^y | 枝幹発病価 ^x | 発病樹数 | 枝幹発病価 |
| 石灰ボルドー液 | 6-6式 | 0/4 | 0 | 2/4 | 40.5 |
| 銅水和剤 A | 500倍 | 0/5 | 0 | 2/5 | 21.6 |
| 銅カスガマイシン水和剤 | 500 | 0/5 | 0 | 2/5 | 23.0 |
| 銅ストレプトマイシン水和剤 | 500 | 0/5 | 0 | 4/5 | 77.0 |
| ストレプトマイシン水和剤 | 1,000 | 2/5 | 83.3 | 3/5 | 53.4 |
| ストレプトマイシン ・テラマイシン水和剤 | 1,000 | 1/5 | 44.4 | 3/5 | 77.0 |
| カスガマイシン液剤 | 400 | 1/5 | 5.6 | 2/5 | 17.6 |
| 無 散 布 | — | 2/5 | 100 | 5/5 | 100 |

散布月/日；収穫後Ⅺ/18、せん定後Ⅰ/30

^z：調査月/日 ^y：発病樹数/供試樹数

^x：主幹（指数5）、切口部（指数3）、枝部（指数1）、

発病価 = $[\sum (\text{各部位発病か所数} \times \text{指数}) / \sum (\text{無散布区発病か所数} \times \text{指数})] \times 100$

第12表 秋冬季散布による枝幹部発病防止効果 (1988)

| 供 試 薬 剤 | 希釈倍数 | 薬剤散布の有無 ^z | | Ⅳ/12 調査 ^y | Ⅳ/28 調査 |
|---------------|-------|----------------------|------|----------------------|---------|
| | | Ⅺ/24 | Ⅰ/28 | 枝発病価 ^x | 枝発病価 |
| 銅水和剤 A | 500倍 | ○ | ○ | 12.1 | 7.7 |
| 〃 | 500 | — | ○ | 35.3 | 34.3 |
| 銅水和剤 B | 500 | ○ | ○ | 24.7 | 51.0 |
| 銅カスガマイシン水和剤 | 500 | ○ | ○ | 10.5 | 9.0 |
| 銅ストレプトマイシン水和剤 | 600 | ○ | ○ | 49.5 | 62.3 |
| 〃 | 800 | ○ | ○ | 76.8 | 64.0 |
| ストレプトマイシン水和剤 | 1,000 | ○ | ○ | 75.3 | 55.7 |
| 無 散 布 | — | — | — | 100 | 100 |

^z：薬剤散布月/日 ^y：調査月/日

^x：主幹（指数5）、主枝（指数3）、小枝（指数1）

枝発病価 = $[\sum (\text{各枝発病か所数} \times \text{指数}) / \sum (\text{無散布発病か所数} \times \text{指数})] \times 100$

マイシント水和剤)の散布では、銅剤のみの散布に比べ明らかに防除効果が劣った。

2か年とも収穫後の葉には、銅剤の散布による早期落葉や葉害症状などはなかった。

9. 樹幹注入液の樹体内移行分布と注入時期

注入された染色液の樹体内の分布状況を第3図に示した。注入48時間後には根部を含む樹体の各髓部に着色反応が見られ、短時間に樹体全体に移行した。注入量を落葉前後で比較すると（第13表）、落葉後の注入量は落葉

前のほぼ1/10となり、落葉後ではほとんど注入されなくなった。

10. 抗生物質剤の樹幹注入処理による防除効果

収穫後で落葉前の成木に薬剤を点滴注入した際の注入に要した時間を第14表に示した。快晴・無風の午前10時から注入を開始して、1回目の1.8ℓを注入するのに1時間35分～2時間10分を要したが、2回目の1.8ℓの注入には1時間50分～3時間10分となり1回目よりも長時間を要した。発病防止効果についての調査結果を第15表

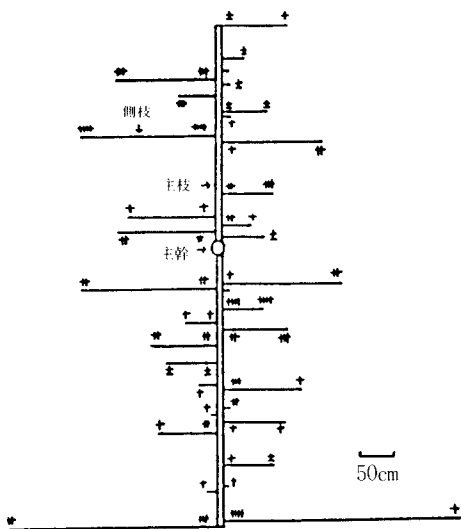
第13表 落葉期前後の樹体内への染色液の点滴注入量 (1987)

| 処理月／日 | 注入時間 | 注入量 | | 注入時の天候 | 備考 |
|-------|-------------|-----------|---------------------|--------|---------------------|
| | | 注入量 ml | 1時間当たり 注入量 ml | | |
| Ⅺ／26 | 9:30～13:30 | 1,315 | 328 | 曇り | |
| Ⅺ／27 | 11:20～14:20 | 1,285 | 428 | 晴れ後曇り | |
| Ⅻ／2 | 11:10～14:10 | 1,715 | 571 | 晴れ | |
| Ⅻ／10 | 9:30～14:30 | 237 | 47 | 晴れ | Ⅻ／3 -2.6℃の低温により全面落葉 |
| Ⅻ／21 | 9:50～14:50 | 238 | 48 | 晴れ | |

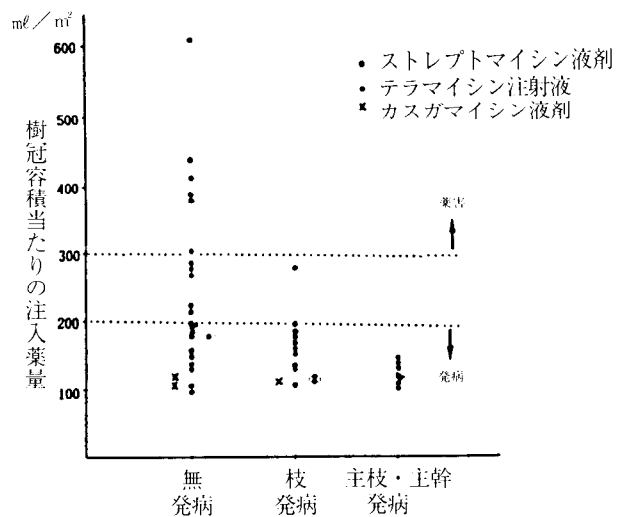
第14表 樹幹注入処理薬剤の注入量と注入に要した時間

| 供試薬剤 | 希釈倍数 (濃度) | 樹No | 処理樹の大きさ | | 注入量 (ℓ) | 1.8ℓの注入に要した時間 | | |
|-------------|-------------------|-----|------------|---------------------------|------------|---------------|--------|--------|
| | | | 幹径 (cm) | 樹冠面積 (m ²) | | 1回目 | 2回目 | 平均 |
| | | | | | | | | |
| カスガマイシン液剤 | 200倍 (100ppm) | 1 | 7.9 | 34 | 5.4 | 2時間10分 | 3時間10分 | 2時間35分 |
| | | 2 | 6.6 | 23 | 4.3 | 1時間55分 | 2時間30分 | 2時間17分 |
| ストレプトマイシン液剤 | 1,000 (200ppm) | 1 | 8.6 | 29 | 5.0 | 1時間55分 | 2時間50分 | 2時間28分 |
| | | 2 | 7.8 | 26 | 4.6 | 1時間35分 | 2時間00分 | 1時間47分 |
| テラマイシン注射液 | 1,000 (50ppm) | 1 | 8.5 | 30 | 5.0 | 1時間40分 | 1時間50分 | 1時間45分 |

1987年11月24日注入処理、天候；快晴、無風



第3図 染色液注入による液体各部の着色程度
(側枝切口の着色程度によって±～+++として示す)



第4図 抗生物質剤の樹幹注入量と発病との関係

第15表 抗生物質剤の樹幹注入処理による発病防止効果 (1987)

| 処 理 供 試 薬 剤 | 希釈倍数 (濃度) | 枝 発 病 価 ^z | | 葉 発 病 価 ^y |
|------------------------|--------------|----------------------|---------|----------------------|
| | | IV/12調査 ^x | IV/28調査 | V/16調査 |
| 樹幹注入処理 ^w | 倍 (ppm) | | | |
| ストレプトマイシン液剤 | 1,000 (200) | 36.8 | 28.3 | 9.1 |
| カスガマイシン液剤 | 200 (100) | 15.8 | 10.0 | 0.8 |
| テラマイシン注射液 | 1,000 (50) | 26.3 | 26.7 | 2.3 |
| 薬剤散布 ^v (対照) | | | | |
| ストレプトマイシン水和剤 | 1,000 (200) | 75.3 | 55.7 | 16.7 |
| 無 処 理 | — (—) | 100 | 100 | 100 |

^z : 主幹(指数5)、主枝(3)、小枝(1)

枝発病価 = $[\Sigma (\text{各枝発病か所数} \times \text{指数}) / \Sigma (\text{無処理枝発病か所数} \times \text{指数})] \times 100$

^y : 葉発病程度甚(7)、多(5)、中(3)、少(1)、無(0)

葉発病価は発病度 = $[\Sigma (\text{発病程度別葉数} \times \text{指数}) / (\text{調査葉数} \times 7)] \times 100$ の無処理に対する割合

^x : 調査月/日

^w : 樹幹注入処理月/日; 1987年Ⅰ/24

^v : 薬剤散布月/日; 1987年Ⅰ/24、1988年Ⅰ/28、Ⅲ/19、Ⅳ/12、Ⅳ/28の5回

に示した。薬剤注入処理区における枝幹部の発病は無処理樹より明らかに少なく、発病価はカスガマイシン液剤10~16、テラマイシン注射液26、ストレプトマイシン液剤28~37で、対照のストレプトマイシン水和剤散布区の56~75より明らかに高い防除効果が得られた。注入処理樹は、処理後に薬剤散布を行わなかったにもかかわらず、春葉の初期発病が少なくなった。いずれの抗生物質剤処理樹においても、枝の枯れ込みや新梢・新葉の葉害症状などの発生はほとんど認められなかった。

1988年の試験に使用した調査樹の樹冠面積は、小さいものは2~3㎡から大きいものは56㎡もあった。注入量は、樹冠容積の小さい樹で400ml/㎡以上と多く入った樹もあり、また大きい樹でも100ml/㎡と少ししか入らなかった樹があった。注入量と発病との関係について調査した結果を第4図に示した。無発病樹の注入量は、100~600ml/㎡であったが、枝に発病が認められた樹の注入量は1樹のみ273ml/㎡があったが、100~200ml/㎡がほとんどで少なかった。さらに主幹や主枝に発病が見られた樹では、その注入量は110~140ml/㎡と少なかった。ストレプトマイシン液剤200ppmを注入した場合の葉害は、200ml/㎡で軽微であったが、300ml/㎡では枝の一部の方向に激しい葉害を生じた樹もあった。葉害の症状は葉が細くなりちぢれて奇形になるものが多く、この症状は回復しなかったが、退色してやや赤みを帯びたクロロシス葉を生じることもあった

が、この症状は後に回復した。

11. 樹幹注入処理と休眠期散布との組み合わせによる防除効果

樹幹注入日の1988年11月7日は快晴で、1樹当たりの注入量は樹の大小があったため2.5~6.5ℓとなった。ストレプトマイシン液剤は入る速度が早くて比較的良好であったが、カスガマイシン液剤は液の泡立ちなどがありやや遅かった。試験結果を第16表に示した。樹幹注入によって枝の発病は抑制され、カスガマイシン液剤とテラマイシン注射液での効果が高く、テラマイシン注射液50ppm 注入区では発病が少し認められたが、100ppm 注入区では全く発病しなかった。しかし、ストレプトマイシン液剤の効果はかなり劣った。

ストレプトマイシン液剤注入後の銅水和剤A散布については、せん定後に散布した場合は散布しなかった場合より枝発病が少なく、せん定後の散布効果が認められた。しかし、銅水和剤Aに白塗剤Aを加用した場合の感染防止の増強効果は認められなかった。

葉害は、ストレプトマイシン液剤注入区で樹によってちぢれ状のやや細い葉になる症状が認められたが、その後の生育によって目立たなくなった。カスガマイシン液剤やテラマイシン注射液注入樹では明らかな葉害症状は認められなかった。

第16表 抗生物質剤の樹幹注入と銅水和剤の休眠期散布の組合せによる発病防止効果 (1988)

| 樹幹注入処理薬剤 | 濃度 ppm | 銅水和剤休眠期散布 ^z | | | 枝発病価 ^y IV / 7 | 薬 害 |
|-------------|-----------|------------------------|-------------------|-------|-----------------------------|------|
| | | (落葉前) | (せん定後) | (萌芽期) | | |
| ストレプトマイシン液剤 | 200 | ○ | ○ | ○ | 40.0 | —～± |
| 〃 | 〃 | ○ | ○+Ca ^x | ○+Ca | 32.8 | —～++ |
| 〃 | 〃 | ○ | — | ○ | 55.2 | ±～+ |
| 〃 | 〃 | — | — | — | 59.2 | ±～++ |
| カスガマイシン液剤 | 100 | ○ | ○ | ○ | 2.4 | —～± |
| テラマイシン注射液 | 50 | ○ | ○ | ○ | 2.4 | — |
| 〃 | 100 | ○ | ○ | ○ | 0 | —～± |
| 無 処 理 | — | — | — | — | 100 | — |

^z：樹幹注入処理 1988年11月 7日、銅水和剤A 500倍休眠期散布 1988年1128日（落葉前）、1989年2月9日（せん定後）、3月15日（萌芽期）

^y：主幹（指数5）、主枝3、小枝1、
枝発病価 = $[\sum (\text{各枝発病か所数} \times \text{指数}) / \sum (\text{無処理枝発病か所数} \times \text{指数})] \times 100$

^x：白塗剤A（炭酸カルシウム水和剤）10倍加用

Ⅳ 考 察

病原細菌がせん定作業によって伝染することは、核果類のせん孔細菌病⁽²⁾やかいよう病菌⁽⁴⁾で報告されている。本実験において、罹病した枝を削って汚染させた鋏を水に浸漬して直ちに枝を切った場合に、60～100%もの高率に発病したことから、本病原細菌もせん定作業によって容易に伝染するものと思われる。一般的に、植物病原菌はエタノール溶液によって容易に殺菌されるが、本実験においてもエタノール溶液を含ませた脱脂綿で拭いた場合、発病が認められず、明らかな消毒効果があり、本病原細菌もエタノールに弱いことが示された。せん定作業などで発病樹をせん除した場合には、使用した鋏などをエタノール溶液を含ませた脱脂綿で拭いて消毒することが有効である。

植物病原細菌は傷口から感染する 경우가多いが、本病も糊線等で擦れて出来た傷やせん定切口等からの感染が多いものと思われる。枝部表皮を鋼線でごすって傷を付けた後へのパラフィン展着剤加用銅水和剤散布では感染防止の効果が認められなかったが、チオファネートメチル塗布剤の塗布によって完全に感染を防止できた。このことは、せん定直後に切口部に本剤を塗布することが非常に有効な手段であると言える。

樹木病害の治療法として、古くから病患部を削り取る

外科処置が行われてきた（原，1927）⁽³⁾。本研究においてかいよう病に罹病した枝幹部の組織を、周囲の健全部を含めて木質部に達するまでできるだけ削り取り、白塗剤に抗生物質剤や銅剤の殺菌剤を混入して塗布した結果、いずれの処理においても1年後の発病は認められず、削り取り処理のみでは発病していたことから薬剤処理の効果が高かったものと思われる。削り取り部のカルス形成をみると、削り取りの長さよりも削り取りの幅との間に負の相関関係が認められた。その幅が3 cm以下ならば100%の削り面積にカルスが形成される場合があるのに対し、7 cm以上になるとその形成率は50%以下に低下した。また、環状剥皮状態であっても幅が狭い場合には85.7%の高率に形成されたのもあったことから、キウイフルーツはカルス形成が旺盛な樹種と思われる。枝幹部の発病部分が少ない場合には、病患部周囲の健全組織をも含めて徹底的に削り取ることによって、翌年の発病を防止することができるものと思われる。

一般にストレプトマイシン水和剤のような抗生物質剤は、数少ない果樹の細菌病防除薬剤として広く利用されているが、本病の葉の発病防止にも生育期の散布によって薬害もなくかなり有効であった。カスガマイシン液剤の葉の発病防止効果について降雨量との関係を検討した結果、第1回試験では75.3ミリの降雨量があった16日後でも無散布に比してその1/2程度の発病に抑える効果が認められた。しかし、第2回試験では6ミリの降雨量

に遭遇させた後にビニルハウスに移し、その後の雨の影響を受けなかった区の10日後では発病防止効果が認められたが、ビニルハウスに移さずに延べ90.7ミリの降雨量に遭遇した区では効果が認められなくなった。このことから、75ミリ程度の降雨量ならば15日前後の残効は期待できるものと思われる。

圃場試験を行った中で、抗生物質剤の葉の発病防止効果はストレプトマイシン・テラマイシン水和剤が高く、次いでストレプトマイシン水和剤であり、カスガマイシン液剤はやや劣るものと思われる。

発芽前の休眠期に銅水和剤、生育期に抗生物質剤を散布すると、生育期のみ抗生物質剤を散布した場合よりも葉の初期発病が少ない傾向が認められ、発芽前散布の必要性が認められた。さらに収穫後の落葉前の散布を増やして、せん定後、発芽前、新梢養生期に銅剤を散布し、生育期に抗生物質剤を散布した結果でも、葉の初期発病は生育期散布のみの場合よりも少なくなる傾向が認められ、落葉前からの防除によって病原細菌の密度を抑える効果があったものと思われる。

生育期の防除の有無による葉の発病程度を調査した結果と、その後の秋～冬季の間無防除で翌春の枝幹部の発病を調査した結果との間に、明らかに高い正の相関関係が認められた。これは葉の病斑の多少が枝幹部の発病に大きく関与していることを示しているものと思われ、枝幹部への感染源として葉の病斑が重要な意味を有しているものといえる。

枝幹部の発病防止のための秋冬季の薬剤散布は、銅剤で効果が認められたが、抗生物質剤のストレプトマイシンやストレプトマイシン・テラマイシン混合剤では効果が劣り、銅剤との混合剤でも相加的な増強効果が認められなかったことから、抗生物質剤の枝幹部発病防止力は低いものと思われる。なお、銅剤散布でも枝幹部の発病が少なかったものの発病が認められたことから、薬剤で枝幹部の発病を完全に防止することは困難であると思われる。収穫後の落葉前に銅剤を散布することにより発病軽減効果が認められたことは、枝幹部の感染への病原細菌密度を低下させた結果と考えられ、前述の葉の初期発病の減少にも結び付くものと思われる。

樹木病害の治療法として、樹体内部に薬液を注入する内科的療法は古くから(原, 1927)¹³⁾試みられ、果樹の細菌病の防除にも、抗生物質剤を樹体内に注入して防除する方法が行われている(1,5)。キウイフルーツかいよう病についても罹病樹の再発病防止法として、抗生物質剤のストレプトマイシンを注入する方法が芹澤ら¹⁷⁾に

よって開発されたので、その追認試験を行った。ブドウのジベレリン処理時に用いられる着色剤を、点滴用輸液セットで樹幹部に注入すると、短時間で樹体の各部位まで移行することが確認されたが、落葉後にはほとんど注入されなくなり、キウイフルーツの樹体は吸水力が旺盛であるが、落葉により蒸散活動が停止されるようになると吸水されなくなるものと推察された。各種抗生物質剤を同様な方法で落葉前に樹幹に注入して防除効果を検討した結果、供試した3剤のいずれも明らかに有効であることが確認された。注入量は、樹の大きさや枝の広がり状態によって左右されるが、樹冠面積1㎡当たり200～300mlが適当で、200ml以下では防除効果が不十分であり、300ml以上では葉害が発生し易くなる。このためには、樹冠面積を正確に測定することが重要であると思われる。ストレプトマイシン剤注入によって生じた葉害は、一部に激しい葉害があったが、多くの場合その後の生育で目立たなくなったことから、実用上の問題はないものと思われる。

抗生物質剤の樹幹注入処理による発病防止の効果が高いが、注入処理後に落葉前、せん定後、発芽前に銅剤を散布することにより発病が少なくなったことから、この方法によって、さらに二次感染の防止効果を高めることが期待できるものと思われる。

注入処理に供試した抗生物質剤の中で、2か年ともカスガマイシン液剤の効果が優れ、テラマイシン注射液の効果も高かったが、ストレプトマイシン液剤の効果が他の2剤の効果よりも悪くなっている点については、薬剤耐性菌の発生が懸念される。薬剤耐性菌の検定と注入処理効果減退については今後の検討課題であるが、当面は単一薬剤の使用ではなく、他の種類の薬剤との交互使用あるいは混合使用などによる耐性菌の発生抑制を図る必要があるものと考えられる。

以上の結果、本病の防除対策としては、罹病樹を切った鉢はその都度市販の薬局方エタノール液で消毒し、せん定切口はチオファネートメチル塗布剤を塗布して感染を防止し、枝幹部に生じた発病部組織は徹底的に削り取る外科的処理をしたのちに白塗剤等を塗布する処置を行う。さらにそのうえで抗生物質剤の樹幹注入を行い、樹体内に全身感染状態の病原細菌の殺菌を図り、休眠期に再感染防止のための銅剤を散布し、加えて生育期に抗生物質剤を散布して葉の発病を抑えるなどの総合的な防除対策が有効である。

V 摘 要

キウイフルーツの新しい細菌病「キウイフルーツかきよう病」の防除方法について1985～1988年に検討し、下記の結果を得た。

1. かきよう病菌は、罹病枝を切った汚染鋏で、伝染するが、消毒用エタノール（薬局方）液での鋏の消毒が有効であった。

2. 枝の表皮等にできた傷部やせん定切口などの感染防止には、チオファネートメチル塗布剤の塗布が有効であった。

3. 罹病した枝幹部の組織を、周囲の健全部をも含めてできるだけ削り取る外科的処理を5月に行った結果、削り取り部分に白塗剤等を塗布することによって発病が防止できた。外科処置部のカルス形成率は30.0～100%と良好であった。

4. 生育期の抗生物質剤の散布による葉の発病防止効果は、充分とはいえないがかなり認められ、ストレプトマイシン・テラマイシン水和剤の効果が高く、ストレプトマイシン水和剤がこれに次いだが、カスガマイシン液剤は効果が劣った。

5. 収穫後、せん定後、萌芽期等の時期に、銅剤を散布することにより葉の初期発病は少なくなった。枝幹部の発病防止には銅剤散布の効果が高く、抗生物質剤散布の効果は殆ど認められなかった。休眠期の銅剤の散布と生育期の抗生物質剤の散布を組み合わせても防除効果は不十分であった。

6. 生育期のみには防除した葉の発病と翌年の枝幹部の発病との間には高い正の相関関係 ($r=0.8732^{***}$ $n=14$) が認められ、葉の発病が翌年の枝幹部の発病に強く影響するものと思われた。

7. 収穫後～落葉前の時期に、樹幹下部に穴をあけて染色液を点滴注入した結果、染色液は短時間に樹体の各部位に移行した。この方法により抗生物質剤を点滴注入した結果、樹冠の単位面積当たり200～300ℓの注入量で防除効果が高かった。テラマイシン剤やカスガマイシン剤では薬害は認められなかったが、ストレプトマイシン剤を300ℓ以上注入すると薬害が認められた。

8. 抗生物質剤のテラマイシン剤又はカスガマイシン剤の樹幹注入と休眠期の銅剤散布との組み合わせで高い

防除効果が得られた。ストレプトマイシン剤注入処理区では若干効果の低下が認められ、薬剤耐性菌の検討が必要と思われた。

引用文献

1. CHANG, C. J., C. E. YONCE and D. GARDNER. 1987. Suppression of leaf scald symptom in plum by oxytetracycline injection. *Ann. Phytopath. Soc. Japan.* 53: 354-359.
2. GOODMAN, C. A. and M. J. HATTINGH. 1988. Mechanical transmission of *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* in plum nursery trees. *Plant Disease.* 72:643.
3. 原 攝祐. 1927. 実験 樹木病害篇(白井光太郎関). 37-41. 養賢堂. 東京.
4. LYSKANOWSKA, K. 1979. Bacterial canker of sweetcherry (*Prunus avium*) in Poland. IV. Etiology of the necrosis of cherry buds in nursery stock production and attempts of chemical control. *Phytopathol. Z.* 96: 222-230.
5. SANDS, D. C. and G. S. WALTON. 1975. Tetracycline injections for control of eastern X disease and bacterial spot of peach. *Plant Disease Repr.* 59: 573-576.
6. 芹澤拙夫・市川 健・瀧川雄一・後藤正夫. 1985. Kiwifruit の新しい細菌病. *日植病報.* 51: 53. (講要).
7. 芹澤拙夫・鈴木宏史. 1988. キウイフルーツカキヨウ病の防除, 抗生物質剤の樹幹注入. *柑橘.* 40(9): 18-23.
8. SERIZAWA, S., T. ICHIKAWA, Y. TAKIKAWA, S. TSUYUMU and M. GOTO. 1989. Occurrence of bacterial canker of kiwifruit in Japan: Description of symptoms, isolation of the pathogen and screening of bactericides. *日植病報.* 55: 427-436.
9. 牛山欽司・高梨和雄・青野信男. 1986. 神奈川県におけるキウイかきよう病の発生. *関東東山病虫研報.* 33: 152-153.
10. 牛山欽司・古屋由美子・北 宜裕・大津みゆき・吉田芳哉. 1989. モノクローナル抗体を用いたキウイかきよう病菌の検出. *日植病報.* 510-511 (講要).

Summary

Suppressive methods of bacterial canker of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* var. *deliciosa*) caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* were examined during a five year period starting from 1985.

It was found that the pathogen bacteria could be transmitted from infected-branches to healthy trees during cutting by the use of pruning scissors, contaminated during the cutting process. The scissors were disinfected by use of cotton ball dipped in pharmaceutical ethanol.

Painting thiophanate-methyl paste on the injured parts of the branches was effective in preventing bacterium infection. Therefore it was necessary to use the paste on cuts just after pruning. Tree surgery treatment which removed affected tissue and surrounding healthy parts of branches or trunks was also very effective. Calcium carbonate painting on surgically treated parts made for good curing and the formation of calluses on treated tissues of the kiwifruit trees.

The spraying of antibiotic streptomycin-oxytetracyclin compounds was more effective than streptomycin alone in suppressing leaf spot symptoms.

However, kasugamycin was less effective. A copper spray application just after harvesting, pruning and sprouting during dormant periods decreased the initial infection of bacteria on leaves and copper spraying prevented infections on branches and trunks. But an antibiotic spray application during dormancy was

not effective on symptoms found on branches and trunks. A combined spray application of copper and antibiotics during the growing season was insufficient in suppressing the disease.

Trees with leaf symptoms tended to develop symptoms on branches or trunks the following year, the correlation being $r = 0.8732$, $p < 0.05$. This suggests that the infection on leaves was responsible for the occurrence of the disease on branches and trunks at next season.

An injection of colored solution into the trunk after harvest but before defoliation indicated a quick dispersal of coloring to all parts of the tree within a period of one day. An antibiotic solution of streptomycin, kasugamycin and oxytetracyclin, applied at a concentration of 200-100 ppm, remitted symptoms on most of those branches or trunks by injecting of 200-300ml per m^2 of canopy. The phytotoxicity of streptomycin in over a 300ml/ m^2 application was apparent on sprouting shoots, but it did not appear with oxytetracyclin or kasugamycin solutions.

The combined use of antibiotic injection, the spraying of copper during the dormant season and the spraying of antibiotics during the growth season were observed to be superior suppressive methods for this disease. However, as the effectiveness of the applied streptomycin seemed to lessen, it is necessary to examine the tolerance of the bacteria to this antibiotic.