

キウイフルーツかいよう病 Psa3 系統の 当面の防除対応マニュアル(暫定版)

平成 27 年 5 月

平成 26 年度農林水産省農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業
「キウイフルーツの新系統かいよう病に対応した診断技術、対処方法の
開発（課題番号 26110）」研究プロジェクトチーム

はじめに

平成 26 年 5 月、国内の複数のキウイフルーツ生産県において、かいよう症状を呈した発病樹からキウイフルーツかいよう病菌 (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*) の国内で発生報告がなかった「Psa3 系統」が確認されました。Psa3 系統は 2008 年にイタリアで確認されて以降、ニュージーランドやチリなど海外の主要なキウイフルーツ産地で認められ、現在も発生が拡大しています。発病樹では、花蕾の褐変・腐敗や枝幹の枯死等の収穫量の減少に直結する症状を呈することに加え、海外では数年で発生が拡大した事例も認められることから、国内の産地においては Psa3 系統の蔓延によるキウイフルーツ産業への影響が危惧されています。

このため、平成 26 年度 1 カ年の限られた期間ではありましたが Psa3 系統の発生 3 県および農研機構果樹研究所が連携して、平成 26 年度農林水産省農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「キウイフルーツの新系統かいよう病に対応した診断技術、対処方法の開発（課題番号 26110）」により、当面のキウイフルーツ生産のための暫定的な防除技術開発に関する調査研究を実施しました。

本マニュアルは、この事業の成果を踏まえて作成したもので、キウイフルーツ生産に携わる方々のかいよう病防除対策に御活用いただければ幸いです。

平成 27 年 5 月

キウイフルーツかいよう病研究プロジェクトチーム

愛媛県農林水産研究所果樹研究センター（代表機関）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所

愛媛県東予地方局産業経済部産業振興課産地育成室

福岡県農林業総合試験場

佐賀県果樹試験場

本マニュアルは、平成 27 年 1 月末までの間に調査研究を行った情報に基づき整理したものです。今後、継続される研究により新たな知見等が得られるものと考えられますので、関係機関から公表される最新の技術情報を入手うえ、対応方法等を検討してください。

目次

1. キウイフルーツかいよう病について	1
(1) 国内で過去に確認されたかいよう病とその発生生態	1
(2) 海外におけるかいよう病の発生状況とその病原細菌の類別	1
2. 国内で2014年に初確認されたPsa3系統によるかいよう病	2
(1) 国内におけるPsa3系統の新発生	2
(2) Psa3系統感染園において確認された症状	3
3. Psa3系統に対する当面の拡散、被害防止および防除対応	4
(1) ほ場衛生管理	6
(2) 園地モニタリング	6
(3) 耕種的対策等	9
(4) 発病樹の伐採と改植による園地再生	11
(5) 薬剤による防除	11
(6) 安全な資材の使用	12
4. キウイフルーツかいよう病菌 Psa3 系統の検出方法 (迅速・多量検定法)	13
5. かいよう病の蔓延防止のための啓発資料	15
○ パンフレット:キウイフルーツかいよう病緊急対策	16
○ リーフレット: 果樹園管理ガイド	18
○ リーフレット: 病徴ガイド	19
6. 参考文献	20

1. キウイフルーツかいよう病について

(1) 国内で過去に確認されたかいよう病とその発生生態

キウイフルーツかいよう病(病原:*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa))は、マタタビ科マタタビ属のキウイフルーツ(果肉が緑色の *Actinidia deliciosa*、黄色または赤色の *A. chinensis*)のほか同属のサルナシ(*A. arguta*)においても感染することが確認されている(牛山、1993)。新梢における増殖適温は10~20°Cの範囲にあり、18°C以上になると増殖抑制が強まることから、症状は10~18°Cの範囲で温度が低いほど旺盛に進展する(芹澤・市川、1993b)とされている。また2月以降の強風を伴う雨はPsaを周辺の樹や園地へさらに飛散させ、発生拡大の大きな要因となっていることから警戒を要する時期でもある(芹澤・市川、1993a; 篠崎・清水、2014)。また、ハサミ等の器具による伝染もするため、冬季の剪定作業等も発生拡大の一因となる。なお、Psa1系統では土壌伝染はしないとされている(牛山、1993)。

症状は、枝幹、新梢、葉、蕾および花などに認められる。新梢では10~15cm伸長した頃から2~3mm程度の不正形の褐色斑点が葉に発生し、それが6月頃(梅雨時期)まで続くが、特に葉が降雨や夜露等で濡れている状況では、発病部位からPsaが溢出して2次伝染が繰り返されることもある(篠崎・清水、2014)。また、症状は褐色斑点の周辺に「黄色の明瞭なハロー」を形成する(三好ら、2012)のが特徴である(図1)。これは病原細菌が産生する毒素(ファゼオロトキシン)により引き起こされる(Sawada *et al.*, 1999; Tamura *et al.*, 2002)ものであるが、中には当該毒素の産生能が失われる等の要因により明瞭なハローが形成されない場合もある(三好ら、2012)。蕾や花ではがくの褐変や花腐症状を呈し、発生程度によっては収穫量が大きく減少する。このような罹病枝では、発芽が見られないか、あるいは発芽しても夏期までに枯死に至る場合も少なくない(篠崎・清水、2014)。



図1 日本発生系統(Psa1)に感染した葉の症状

(2) 海外におけるかいよう病の発生状況とその病原細菌の類別

Psaは、2012年までに日本を含め少なくとも12か国で発生が報告されている。イタリアでは1992年に初確認された後、2008~11年にかけて主要なキウイフルーツ栽培地域において大発生した(Scortichini *et al.*, 2012)ほか、ニュージーランドでも2010年以降に急速に発生が拡大し、2014年12月までに全キウイフルーツ栽培園の86%(累積)でPsaが確認されている(Kiwifruit Vine Health、

2014)。このような状況から、今般の海外でのかいよう病の発生状況を「パンデミック」と表現されている報告 (Scortichini *et al.*, 2012) もある。

現在、世界で確認されている Psa は、MLSA (Multi-Locus Sequence Analysis) に基づき Psa1 から 4 の 4 系統に類別されている (Chapman *et al.*, 2012)。本方法では、1984 年以降に国内で発生が確認されている Psa は Psa1 に、またイタリアやニュージーランドで猛威を振るっているかいよう病は Psa3 (報告により Psa 系統の表記が異なるが、本稿では Chapman *et al.* (2012) の類別法で統一) に類別される。また、2013 年には国内 (佐賀県) のキウイフルーツ栽培園地から既知の Psa とは異なるかいよう病の病原細菌が確認され、新しい系統 (Psa5) として報告された (澤田ら、2014a、2014b)。特に Psa1 から 4 の 4 系統については、海外において全ゲノム解析が行われ、保有している毒素産生やエフェクターの遺伝子の種類が系統間で異なる (McCann *et al.*, 2013、澤田ら、2014b) ことも明らかになってきている。現在確認されている 5 種の Psa 系統 (表 1) に関して、今後のかいよう病研究の進展により多様性のある各系統に応じた効率的な防除対応など、生産現場にフィードバックできる技術の開発が望まれる。

表 1 現在確認されているキウイフルーツかいよう病の系統

系統名	主な発生確認地域(2013年までの状況)	病原性	備考
Psa1	日本, イタリア	強い	1984年に静岡県で初確認 ファゼオロトキシンを産生
Psa2	韓国	強い	1988年に初確認 コロナチンを産生
Psa3	ニュージーランド, イタリア, チリ, 中国, フランスなど	特に強い	2008年にイタリアで確認 海外で蔓延中の系統
Psa4	ニュージーランド, オーストラリア	弱い	現状の発生状況は不明 さらにPsDとPsHaに細分化
Psa5	日本	やや弱い と推察	2013年に佐賀県で初確認 現時点では佐賀県のみで発生

a) 系統名は Chapman *et al.* (2012) および澤田ら (2014b) の Multi-Locus Sequence Analysis に基づく類別

2. 国内で 2014 年に初確認された Psa3 系統によるかいよう病

(1) 国内における Psa3 系統の新発生

2014 年 4 月、愛媛県内の ‘レインボーレッド (*A. chinensis*)’ 栽培園においてかいよう症状の発生報告を受け診断したところ、発病樹から Psa3 系統が確認されたことから、5 月 2 日に病害虫発生予察特殊報が発出された。同時期に国内の複数のキウイフルーツ主産県においても同様の症状が確認され、これまでに Psa3 系統の発生は福岡県 (公表日: 5 月 9 日)、佐賀県 (同: 5 月 22 日)、岡山県 (同: 5 月 27 日)、和歌山県 (同: 5 月 29 日)、静岡県 (同: 6 月 6 日)、茨城県 (同: 6

月 18 日)、神奈川県 (同:平成 27 年 2 月 19 日)、東京都 (同:平成 27 年 3 月 26 日)、香川県 (同:平成 27 年 4 月 27 日) を含め 10 都県となっている。

(2) Psa3 系統発病園において確認された症状

2014 年春に国内で確認された症状は、新葉における小さなハローを伴う褐色斑点 (認められない場合もあるが、その発現要因については不明)、花蕾の褐変・落下、新梢や 1 年生枝の枯死、赤色あるいは白色の樹液の流出などイタリアやニュージーランドで確認された症状と一致するものであった (Balestra *et al.*、2009 : Everett *et al.*、2011)。本項では愛媛県で 2014 年に確認された症状を中心に記したものであり、年間を通じた詳細な症状の推移については今後とも情報を蓄積する必要がある。

① ‘レインボーレッド’ ‘Hort16A’ (*A. chinensis*)

新梢や結果母枝の枯死、主枝・主幹のかいよう症状に加え、その部位からの赤褐色の樹液の流出に加え、新葉の褐色斑点や花蕾の褐変が見られた (図 2)。葉における褐色斑点症状は小さく、ハローについても斑点の周囲にわずかに確認される程度 (図 3) で、Psa1 系統で確認されるものと比較して顕著に小さかった。

なお、赤色の樹液の流出は硬化前の新梢の緑枝や葉裏の病斑など枝幹以外の部位からも認められ、この症状は少なくとも 6 月までは確認された。

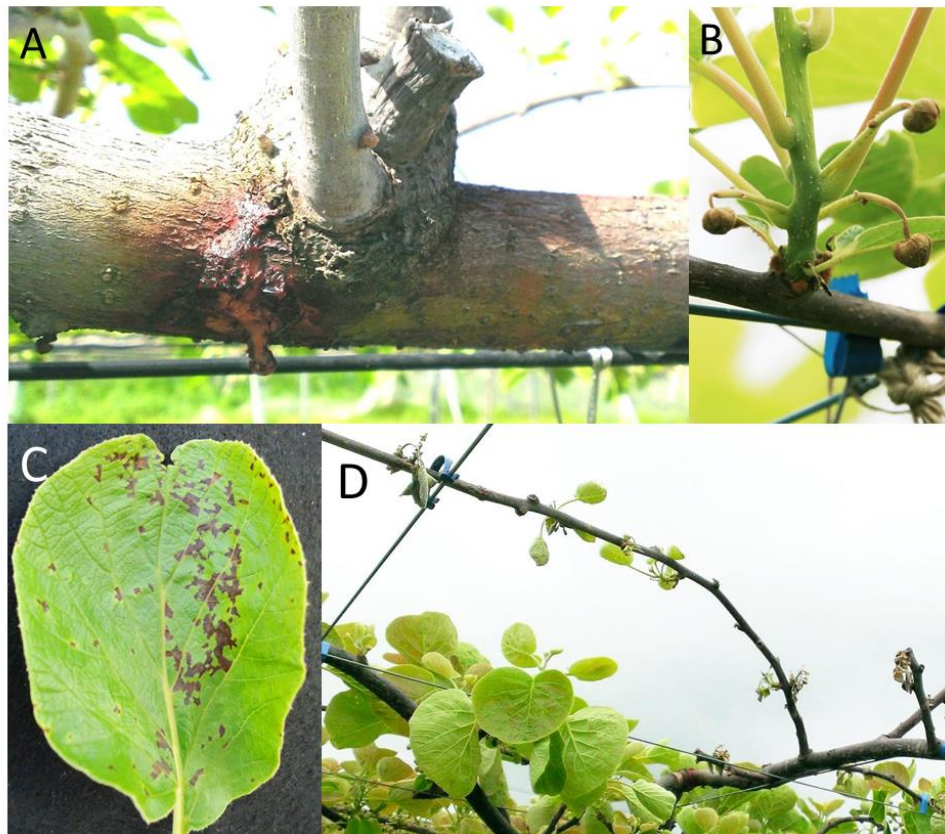


図2 キウイフルーツ‘レインボーレッド’の発病樹で確認された症状
A: 主枝のかいよう症状、B: 花蕾の褐色斑点症状、C: 葉の褐色斑点、D: 新梢の枯死
撮影はいずれも 2014 年 4 月下旬

② ヘイワード’ (*A. deliciosa*)

症状は *A. chinensis* 品種より若干遅れて確認され始め、標高の高い園地ほど症状の発現時期が遅れる状況にあることが聞き取り調査等から推察された。具体的には、*A. chinensis* 品種と比較して新葉における褐色斑点が明らかに大きい（図 3）、枝での樹液の流出や枝枯症状は確認（2014 年の状況）されなかった。（表 2）。

このような状況から、ヘイワードにおいては、かいよう病の発病当初には枝枯等の収穫量の減少に直結する症状が認められにくいことが推察された。これは、ヘイワードおよび Hort16A における Psa1 系統に対する感受性比較で、ヘイワードの方が抵抗性が高かったとの調査結果と一致した（三好ら、2014）。

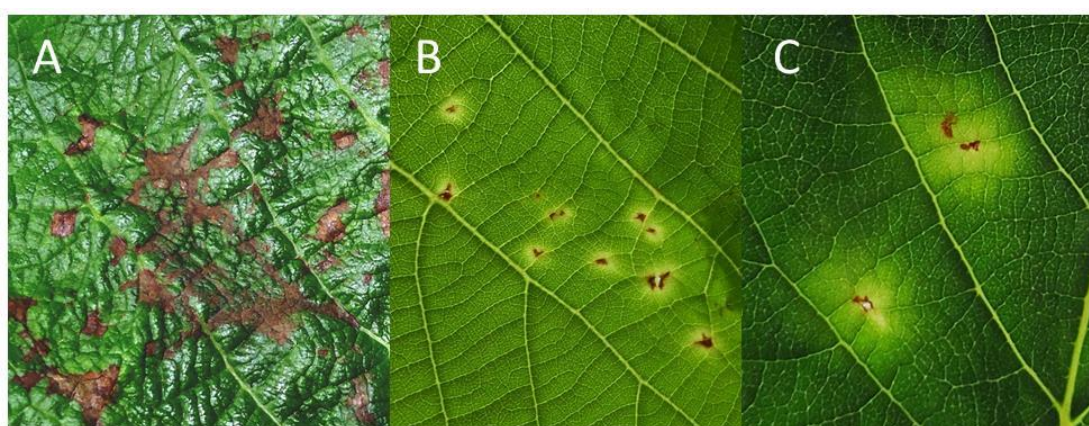


図3 Psa3 系統および Psa1 系統に感染した新葉において確認された症状
 A : Psa3 系統に感染したヘイワードの症状、 B : Psa3 系統に感染した Hort16A の症状、
 C : Psa1 系統に感染したヘイワードの症状、撮影はいずれも 2014 年 5 月

表 2 Psa3 系統発病キウイフルーツ主要品種における症状の発現状況

品種	1 年生枝・新梢の枯れ込み	赤褐色菌液の流出	葉の病徴	花蕾の褐変
レインボーレッド	甚	甚	軽	甚
Hort16A	甚	甚	軽	甚
ヘイワード	軽	軽	中～甚	中

a) 2014 年に愛媛県内で発生確認された園地における達観評価

3. Psa3 系統に対する当面の拡散、被害防止および防除対応

かいよう病は難防除病害であることから、防除対策の実施においては薬剤散布

に耕種的対策やほ場衛生管理、こまめな園地モニタリング等の組合せにより、生産園地における Psa の無発生を目指すものとする。本項は、2014 年度に実施した試験研究の成果や収集した海外の防除技術情報に基づき、整理した。現時点で‘ヘイワード’を想定して暫定的に作成した当面の防除技術対応は、次のフロー図(図4)のとおりである。

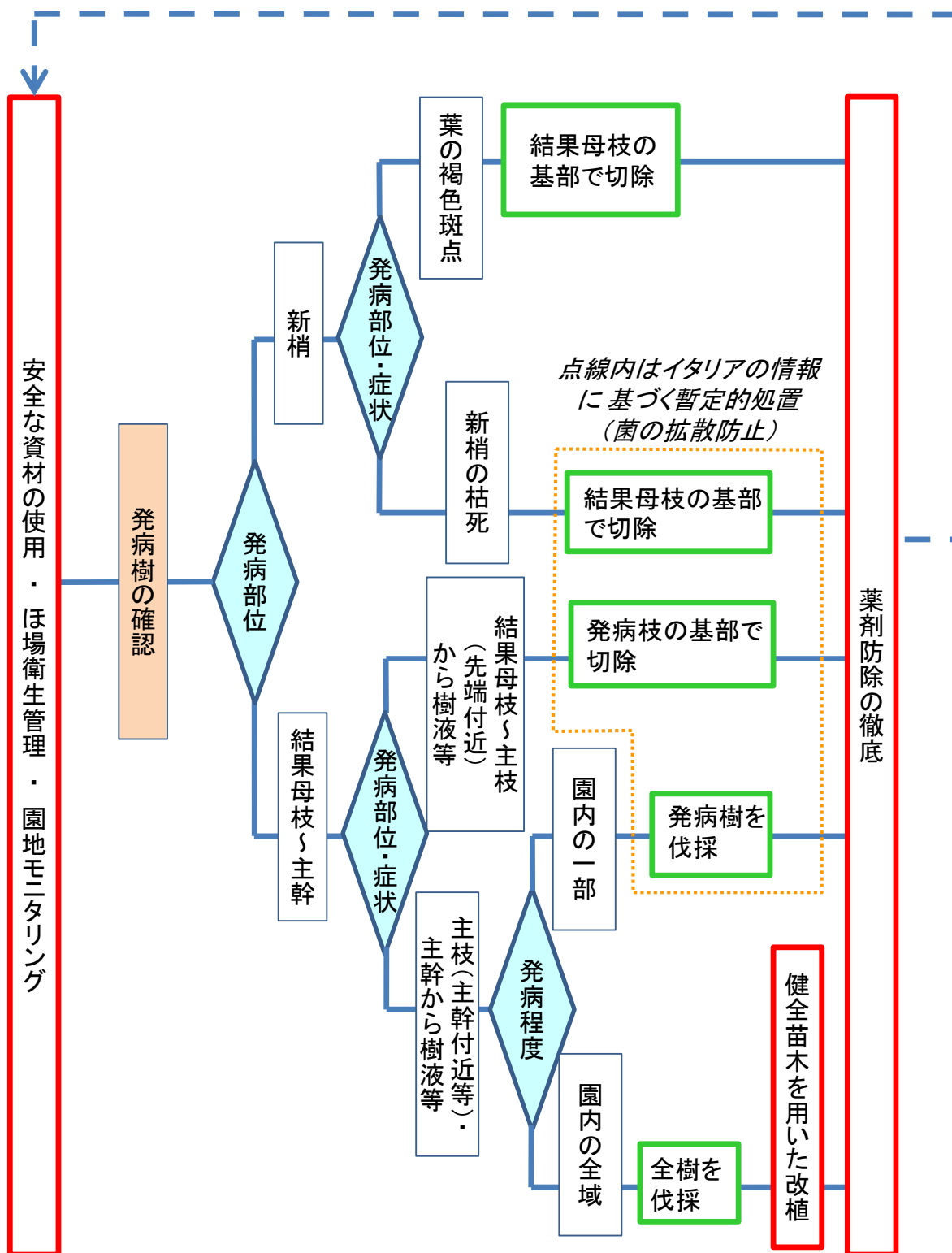


図4 かいよう病に対する当面の防除対応の流れ

(1) ほ場衛生管理

2014年にPsa3系統の発生が確認された産地では、感染拡大の要因について聞き取り調査する過程で、ほ場衛生管理の認識がないあるいは十分に行われていないなどの事例がしばしば認められた。衛生管理の基本は、地域にPsaを持ち込まないこと（苗木や穂木等の資材）から始まり、園地間（人や農作業機械等）や樹体間（剪定ハサミ等）で菌を移動させないように、次の項目について細心の注意を払うことが重要である。

Psaの感染拡大を防止するためには、発生園やその近隣の園地にとどまらず、地域全体で拡散防止のための機運醸成を図る必要がある。

〈ほ場衛生管理の主要項目〉

- ① 園地に看板を掲示し、不用意に園地内へ入ることを禁止する。
- ② 園地内に入る前に「靴」を消毒する。
- ③ 園地内に入る前に「手」を消毒する。
- ④ せん定ばさみやノコギリは樹ごとに消毒する。
- ⑤ 管理器具は園地ごとに決められたものを消毒して使用する。
- ⑥ 収穫かごやキャリーに植物残渣を混入させない。
- ⑦ 園地を移動する前に服、帽子、靴についての植物残渣や土を取り除く。
- ⑧ 発生園で作業した場合には、そのままの服装で他の園には行かない。
 - * 靴底や管理器具は200ppm（有効成分5%で250倍）以上の次亜塩素酸ナトリウムあるいは70%エタノールで消毒。
 - ** 手は70%エタノールで消毒。手袋を使用している場合は、園地ごとに交換。

(2) 園地モニタリング

かいよう病の拡散や被害の拡大を防ぐためには、発病を早期に確認し、処置する必要がある、こまめなモニタリングは重要な取組みとなる。

Psa3系統の発生が確認された産地では、感染リスクが高くなる発芽期から新梢伸長期（感染リスク高）や開花から落葉までの間（感染リスク中～高）を重点的に周年にわたりモニタリングを実施する。疑わしい症状を確認した場合はその箇所テープ等でマーキングする。また直ちに関係機関にその状況を報告して、Psa診断等を依頼する。

なお、モニタリングは発芽期から新梢伸長期の感染リスクの高い期間においては、月3回以上（ニュージーランドでは週1回を奨励）念入りに実施する。さらに、その他の期間においても適宜行う（同様にリスク中～高の期間は2週間、リスク低の期間は月1回）こととし、特にPsa感染が助長される長雨や強風の後（もし感染した場合、7から10日後に症状が出現）にも実施する。

〈診断のポイント〉

- ① 春期

葉の褐色斑点がもっとも一般的な症状であるが、花蕾の褐変、枝幹等からの樹液流出、新梢の枯死(図2)などが確認される。‘レインボーレッド’や‘Hort16A’等では枝幹等からの樹液流出や花蕾の褐変(図2)が顕著に認められる。また、赤色や白色の樹液は硬化前の新梢に加え(図5)、葉裏に樹液流出痕(図6)が確認された場合にはかいよう病の可能性が高い。

なお、葉の褐色斑点や花蕾の褐変は花腐細菌病の症状でもあることから、現地では見分けることは困難(図7)であり、最終判断はPCR診断で行う。

【モニタリングする症状】

新葉の褐色斑点、樹液の流出(白または赤色)、花蕾(花)の褐変、
新梢または結果母枝の萎れや枯死



図5 ‘Hort16A’ 新梢における樹液流出状況
A：白色樹液、B 赤色樹液、撮影は2014年4月

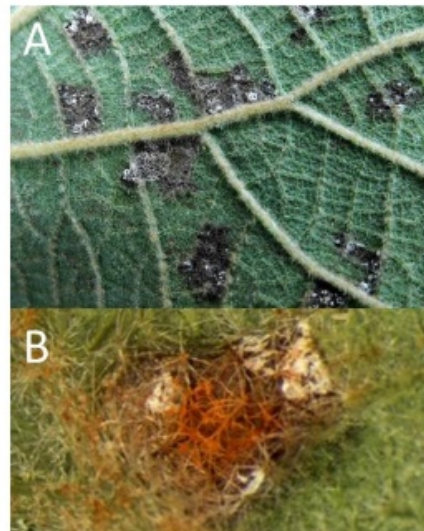


図6 ‘Hort16A’ 葉裏における樹液流出痕(A)
Bは実態顕微鏡による拡大撮影は2014年7月

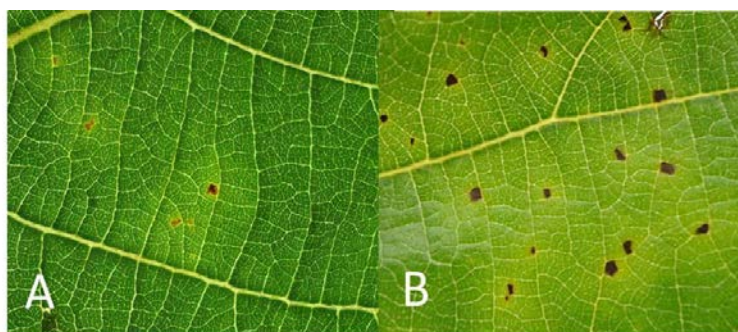


図7 ‘〜イワード’ 新葉における花腐細菌病の症状(A)
Bは‘Hort16A’におけるPsa3系統による褐色斑点症状

② 夏期

一般的には新たな発病は認められない。2014年においては国内の発症事例が少なく発症実態を十分に把握できていないことから、今後とも情報の蓄積が必要である。

【モニタリングする症状】

新梢または結果母枝の枯死

③ 秋期

枝の枯死が一般的な症状である。気温が低下してくると夏秋梢の先端葉に褐

色斑点が認められる場合があるが、その出現頻度は多くないと推定される。

この時期になると、葉には Psa 以外の病原菌等に起因する多様な褐変症状（詳細は不明）が確認（図 8）され、葉を主体としたモニタリングは難しい。このため、海外で確認されている樹液流出やその痕跡等について枝幹を主体とした観察により確認することが望ましい。この期間の状況についても、国内では十分に明らかとなっていないため情報の蓄積が必要である。

【モニタリングする症状】

春梢の発病葉（葉裏の樹液流出痕）、葉の褐色斑点（夏秋梢の先端部位）、枝の枯死、枝からの樹液の流出（痕跡も含む）

※海外の発生事例から推定される症状も含む

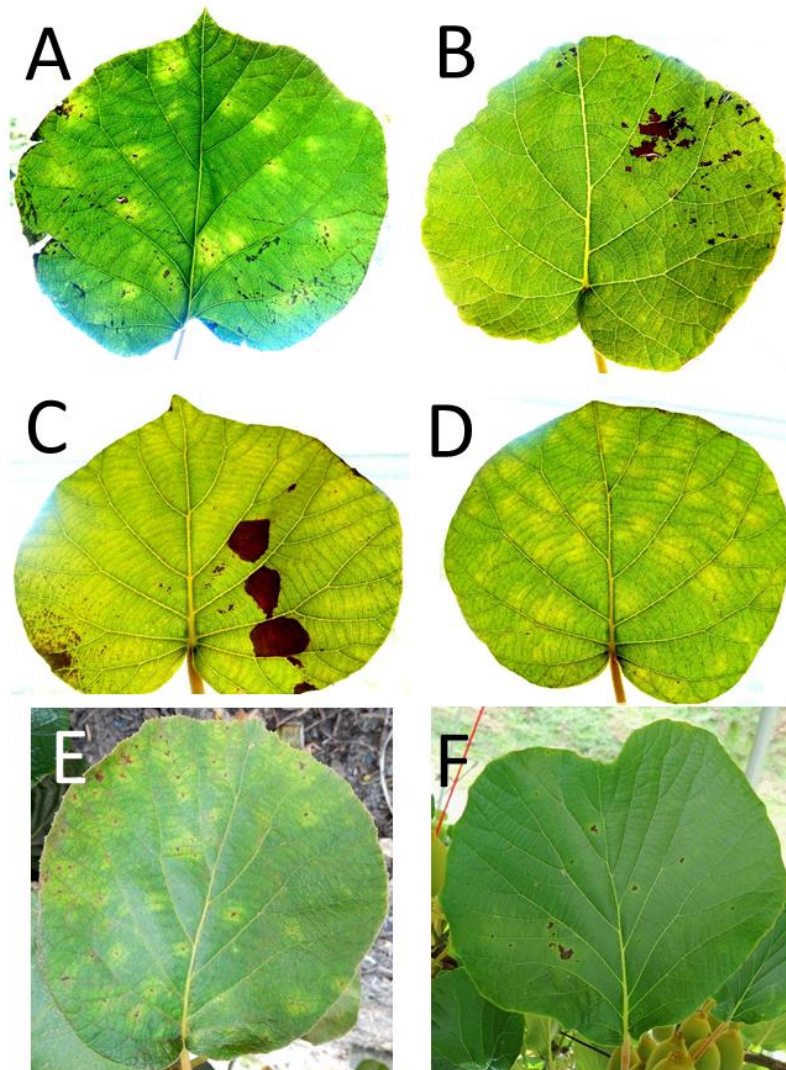


図8 秋期のキウイフルーツ樹（Hort16A 等）から採取した多様な褐変症状等

A～D：Psa 以外に起因する病原菌あるいは生理障害と推察（自然光に透過させて撮影、2014 年 10 月）、E、F：Psa3 系統による‘Hort16A’の病斑（撮影、Eは同年9月中旬、Fは6月上旬）

④ 冬期

もっとも一般的な症状は、樹液が流動を始める 2 月頃以降において枝幹からの樹液流出である。特に剪定の切り口、枝の柵面への結束部、接ぎ木部などで

認められる場合が多いことから当該部位を中心に観察（図 9）する。なお、ヘイワードでは、Psa 感染以外の要因と考えられる樹液流出（主にピンク色）がみられる場合がある。

【モニタリング項目】

枝からの樹液流出

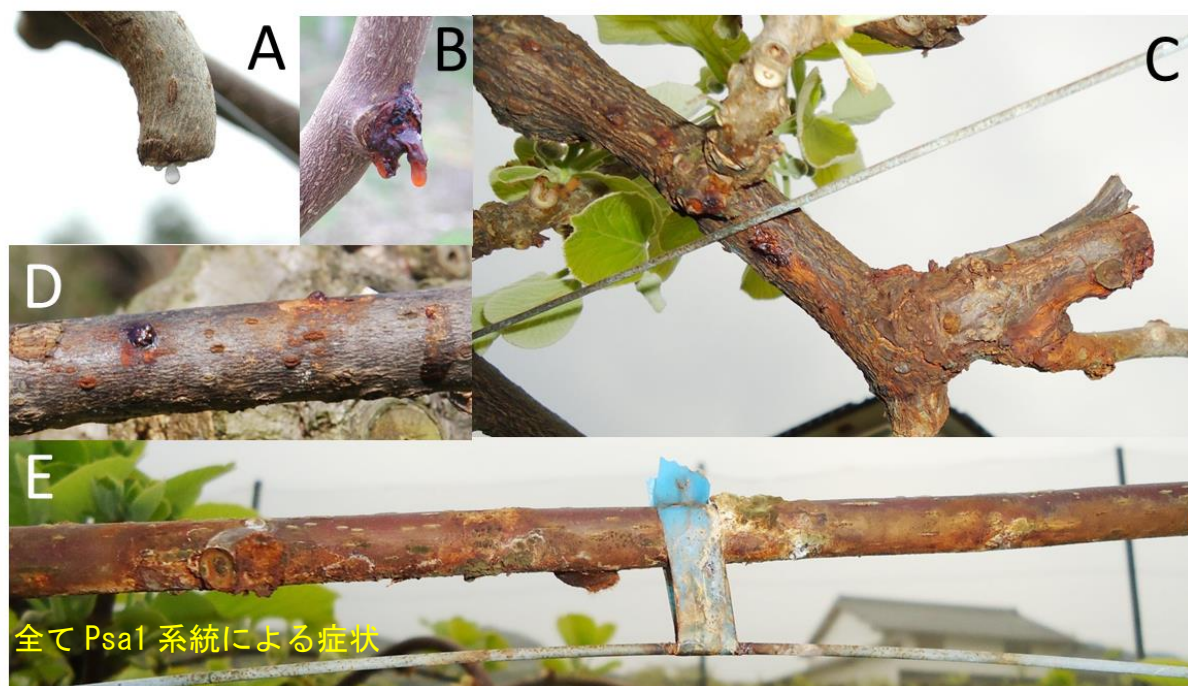


図9 枝病斑のイメージ（Psa1 系統に感染したヘイワードおよびHort16A）

A：剪定部位からの流出（白色樹液）、B：落葉痕からの流出（赤色樹液）、C：番線の接触部位からの流出、D：皮目からの流出、E：結束部位からの流出

A、Bは2004年3月撮影、CからEは晩冬の症状をイメージするための参考事例。2014年4月上旬撮影（発芽後の状態）

（3）耕種的対策等

① 海外の調査事例等を参考した発病樹の耕種的処置例

発病樹が確認された場合には、Psa の拡散を防ぐため、速やかに防除を行うとともに発病部位を迅速に処置することが必須である。しかしながら、国内においては、現時点では Psa の樹体内動態に関する情報が限られていることから、2014 年における拡散防止対応での経験や海外の発生地域における処置事例を参考に対応案を次のアからオで例示（現地のモニタリングで発病が確認された場合における緊急的な対応による Psa の拡散を防ぐためのもの）した。特にイからエの処置については、イタリアにおける国の基準に準じたものであるが、今後とも、現地での調査事例を蓄積し Psa の拡散防止に資する対応となるよう検討を行うものとする。また、応急処置後の発病樹の対応は、産地や園地にお

ける発生の実態に基づくことが重要である。

なお、海外では発病樹の台木部で切断し、Psa に耐性を有した品種の高接ぎも行われているが、現時点では国内では高接候補品種が選定できていない状況であるため本マニュアルでは、その処置法はあえて記載していない。今後は現在登録のある品種の中から Psa に耐性を有した品種の選抜を早期に行うとともに、キウイフルーツ以外のマタタビ属を含め、耐性を有した将来の育種素材の選抜も行う必要がある。

ア 新葉の褐色斑点症状のみの場合

⇒ 結果母枝の基部で切除

本課題の調査事例から樹体内の広範囲に Psa が移動していないと推察されることから、Psa 陽性判定後速やかに切除する（二次伝染と推察される事例）

イ 新梢の枯死症状のみの場合

⇒ 結果母枝の基部で切除

少なくとも前年には Psa に感染していた可能性が高く、発病部位からの Psa の飛散を防ぐため、Psa 陽性判定後、速やかに切除する。（国内での調査事例に基づく処置方法の整理が行われるまでの暫定的対応）

ウ 結果母枝、垂主枝（長梢整枝の場合）、主枝（先端等）から樹液の流出等のかいよう症状が認められた場合

⇒ 発病部位が認められた結果母枝、垂主枝（長梢整枝の場合）、主枝の基部で切除

少なくとも前年には Psa に感染していた可能性が高く、発病部位からの Psa の飛散を防ぐため、Psa 陽性判定後、速やかに切除する。（国内での調査事例に基づく処置方法の整理が行われるまでの暫定的対応）

エ 主枝（主幹の基部付近等）および主幹において樹液の流出等のかいよう症状が認められた場合

⇒ 伐採（抜根し残渣を取り除く）

Psa の飛散を防ぐため現地で確認（Psa 陽性判定）後、周辺の樹の状態（発病の有無）を確認して、速やかに発病樹（状況によっては周辺の発病樹も含む）を伐採する

オ 園地内において複数の樹に激しいかいよう症状が認められ、発病状況の確認の結果、既に園地内において Psa が蔓延していると判断される場合

⇒ 全樹を伐採（抜根し残渣を取り除く）

園内の広範囲に Psa の感染（資材等による感染等）が疑われるなど重大な発生と判断される事例であって、周辺の園地への Psa の飛散を早急に防止する必要があると判断される場合

※ アからエについては、処置後も Psa の急速な感染拡大が懸念される場合等には伐採等を含め、追加措置を検討する必要がある。

② 剪定による切り口等の保護

剪定の切り口等により発生した傷口に対しては癒合促進剤（トップジンMペースト）の塗布を行う。

③ Psa 感染樹の伐採や剪定等で切除した枝の処理

伐採や剪定等により発生した残渣は、園地内で表層から 50cm 以上の深さに埋設あるいは専用施設において焼却する。対応が難しい場合には園地内等に敷いたブルーシート上に残渣を置き、上面をシートで覆って少なくとも 20 週以上の期間放置（ニュージーランドの技術指導者からの聞き取り）する。Psa は長期間枝の中で生存していることがあることから、この期間内にシートがはがれて Psa が飛散しないよう注意する。伐採は 3 の（1）を参考に雨天や強風時を避けて行う。主幹切断後しばらくの間は切り株から樹液を流出するため、枯死が確認されるまで切り口をビニール等で覆って Psa の飛散を防ぐ。

④ その他

Psa の感染の助長要因である強風雨、降雹や降霜による樹体被害を回避するため、防風ネットの設置や防霜への対策等を行う。

（4）発病樹の伐採と改植による園地再生

伐採後、キウイフルーツへの改植を行う場合には、伐採時に樹体の残渣を除去（切り株は枯死を確認した後に抜根）するとともに、除草剤等で裸地状態を保ち、園地には関係者以外立ち入らない。

改植は、抜根および残渣除去後少なくとも 4 カ月経過するまでは行わない。

また、幼木のステージでは Psa に対する感受性が高いことから、植え付け後は地上部に対する銅水和剤等の散布（詳細は次項を参照）や防風対策などを徹底する必要がある。

（5）薬剤による防除

新梢に加え、収穫後、落葉後、剪定前後など、Psa の侵入口となりうる部位の保護や園地内の Psa の低減等を図るため表 3 の薬剤を散布する。また、強風雨や降雹等による樹体の損傷等が懸念されるあるいは認められた場合などにおいても散布する。

現時点では国内での詳細な菌の動態情報が把握できていないため、かいよう病

発生園においては銅水和剤を主体とした一定間隔での散布が必須と考えられる。特に収穫後から開花前までの防除上重要な期間については、海外の調査事例から、当面は収穫後、落葉後、剪定前後、発芽前の防除を徹底する。

なお、開花期以降の防除（5月上旬頃に開花期となるレインボーレッドやHort16Aでは、それ以降もPsa主要感染期の状況）に関して、2015年3月にコサイド3000が果実肥大期まで使用できるよう登録拡大されたことから、今後、その効果的な使用方法について検討し、現場への普及を図る予定である。

表3 かいよう病に対する登録薬剤と主要使用時期

時期	薬剤名	希釈倍率	使用時期	使用回数
収穫直後から発芽前まで	ICボルドー66D	25～50倍	収穫後～発芽前	—
	コサイド3000	2,000倍	収穫後～果実肥大期	—
	コサイドボルドー	500倍	収穫後～発芽前	—
	カスミンボルドー	500倍	休眠期	4回以内
	銅パーシム水和剤	500倍	休眠期	4回以内
発芽後叢生期	カスミンボルドー (炭酸カルシウム剤200倍を加用)	1,000倍	発芽後叢生期(新梢長約10cm)まで	4回以内
	銅パーシム水和剤 (炭酸カルシウム剤200倍を加用)	1,000倍	発芽後叢生期(新梢長約10cm)まで	4回以内
	コサイド3000 (炭酸カルシウム剤200倍を加用)	2,000倍	収穫後～果実肥大期	—
開花まで	コサイド3000 (炭酸カルシウム剤200倍を加用)	2,000倍	収穫後～果実肥大期	—
4月中下旬以降	アグリマイシン-100	1,000倍	落花期まで	3回以内
	アグレプト水和剤	1,000倍	収穫90日前まで	4回以内
	マイシン20水和剤	1,000倍	収穫90日前まで	4回以内
	カスミン液剤	400倍	収穫90日前まで	4回以内
	コサイド3000 (炭酸カルシウム剤200倍を加用)	2,000倍	収穫後～果実肥大期	—

a)各薬剤の登録内容は2015年3月31日時点

(6) 安全な資材の使用

苗木、穂木、花粉等の生産資材については、安全が確認されたものを導入することとし、Psa感染の恐れのある資材は使用しない。また、購入先や購入日、資材の量などについて後日確認できるよう記帳しておく。

4. キウイフルーツかいよう病菌 Psa3 系統の検出方法 (迅速・多量検定法)

本法は、現地で確認された新葉の病斑（4 から 6 月頃）を対象として、県の研究機関や防除指導機関等におけるかいよう病菌（Psa）の迅速・多量診断に適した方法である。なお、精密な診断を目的とした場合には、葉から全 DNA 抽出することが望ましい。

反復は供試した病斑が、Psa 以外の原因による可能性があるため複数の採取断片（2014 年の実施例では 1 試料当たり 4 から 8 断片使用した。必要に応じ供試断片を追加して診断を行うことが望ましい）を用いる。

- 1 先端径が約 5mm になるよう切断したピペットチップを用いて（試料採取に狭タイプのペーパーパンチャーを使用することも可能）、診断に供する新葉の病斑部分を打ち抜き断片を採取する。ピペットチップの継続使用は行わない。
- 2 採取した断片を 30 μ l の滅菌水を添加した 200 μ l の PCR チューブに入れ、滅菌水に浸漬する。
- 3 断片が入った PCR チューブを軽くボルテックス（10 から 20 秒程度）する。抽出液が着色するほど激しくボルテックスすると植物由来の PCR 阻害物質が多量し DNA 断片の増幅が困難となる場合がある。
- 4 PCR 阻害物質の PCR への影響を低下させるため、滅菌水で抽出液を 10 から 100 倍に希釈する。
- 5 4 で希釈した抽出液についてサーマルサイクラーを使用して 95°C で 10 分間処理、急冷する。
- 6 5 の抽出液および表のプライマー等を用いて、PCR で共通プライマーによる Psa 診断および Psa3 系統の特定を行う。PCR はマルチプレックス法での実施（「PsaF1・PsaR2」および「P0(hopA)-F1・P3(hopA)-R2」の組み合わせ）も可能ではあるが、供試試料によっては電気泳動時に明瞭なバンドが得られない場合もある。
- 7 アガーローズ電気泳動を行い判定する。
- 8 4 の希釈液を普通寒天培地(NA 平板) 等に画線して培養する。
- 9 8 を 3 日間程度培養した後 Psa 様コロニーの有無を確認するとともに、コロニーダイレクト PCR により Psa であるか確認する。新鮮な新葉試料であれば Psa のコロニーが優先的に分離される。なお、⑧および⑨の行程は、あくまで再確認のため行うものであり、判定までに数日を要するため必要に応じ行うものとする。

表 4 Psa 系統特異的および共通検出用プライマーの塩基配列

Psa 系統等	プライマー名	プライマー配列 (5'→3')	サイズ (bp)	参考
共通	PsaF1	TTTTGCTTTGCACACCCGATTTT	280	Rees-George <i>et al.</i> (2010)
	PsaR2	CACGCACCCTTCAATCAGGATG		
Psa3	P0(hopA)-F1	GCAGAGGCGATGCAAAACCCG	186	Psa3系統を幅広く検出できるプライマー 清水ら(2015)
	P3(hopA)-R2	ACGCGACAACCTACCTTGAAAAACG		
Psa3	China・F	GGAGTTCCAGCAACTGACG	609	Psa3系統の中国、NZタイプを検出できるプライマー Balestra <i>et al.</i> (2013)
	China・R	CGCTCAAGATCCTTTTCCAT		
Psa3	Europe・F	TGGTGATCGTCTGGATGTGT	733	Psa3系統のヨーロッパタイプを検出できるプライマー Balestra <i>et al.</i> (2013)
	Europe・R	ATTATGCTCCTGGCTCATGG		

〈反応液組成〉		〈反応条件〉		35 サイクル
AmpliTaq Gold® 360 Master Mix	6.0 μ l	95°C	10分	
プライマー混合液※	1.0 μ l			
滅菌水	3.8 μ l	95°C	30秒	
全DNA液	1.2 μ l	60°C	30秒	
計	12.0 μ l	72°C	45秒	
※各供試プライマーとも最終濃度が0.3 μ M ことなるように添加		72°C	7分	

図 9 PCR の条件 (参考例)

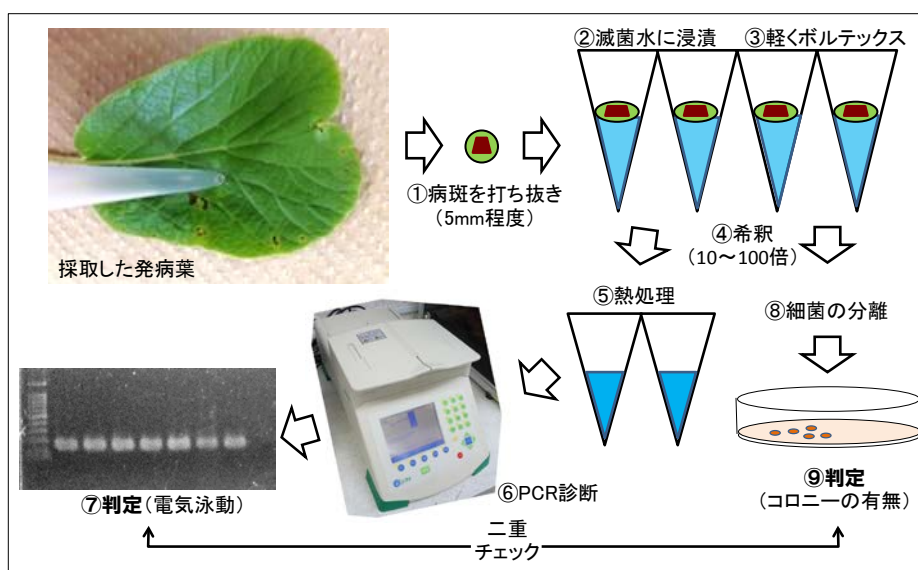


図 10 PCR によるかいよう病の迅速・多量診断のフローチャート

5. かいよう病のまん延防止のための啓発資料

未発病地域における予防的対策を主体とした暫定的なまん延防止技術等に関するパンフレットおよびリーフレットを次のとおり作成したので、指導等の参考にされたい。

○ パンフレット

キウイフルーツかいよう病緊急対策……………啓発資料 1

○ リーフレット

果樹園管理ガイド……………啓発資料 2

病徴ガイド……………啓発資料 3

キウイフルーツ

かいよう病緊急対策

全国の産地で強病原性のかいよう病が発生しています。被害が大きく、広がる速度が速く、防除が難しい病気です。

樹液の流出

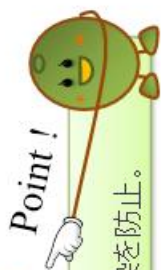


葉の斑点

枝枯れ

表面

発病前からの予防が重要



園地の衛生管理

器具や人への病原菌の付着による伝染を防止。



- ◆園地に入りの際は、手と靴を落とした靴底を消毒。
- ◆ハサミなどのこぎりは園地ごとに用意し、樹ごとに消毒。
- ◆園地外に出るときには、体や収穫かごなどに付いた植物残さを除去。
- ◆発生園で作業したときは、そのままの服装で他の園には行かない。
- ◆園地に看板を設置し、関係者以外の立ち入りを禁止。

- ・手は70%エタノールで消毒。手袋を使用している場合は、園地ごとに交換。
- ・靴底や管理器具は200ppm(有効成分5%で250倍)以上の次亜塩素酸ナトリウムあるいは70%エタノールで消毒。

症状等が無い清浄な苗木・穂木・花粉等の使用

購入先や購入日、量を必ず記帳。

薬剤防除(予防)

低温を好む病原菌のため、秋～春の防除が重要。*

- ・詳しくは最寄の指導機関(普及指導センター・JA等)にお尋ねください。

発病等に関する問い合わせは最寄の指導機関に



疑わしい症状を見つけたら、連絡を！

かいよう病とは？

- ◆ かいよう病は、樹が枯れることも非常に被害が大き
な病気です。
- ◆ 従来から発生していましたが、近年、海外から侵入してき
たと思われる新系統が発生しています。
- ◆ この病気は、人畜等への影響はありません。(果実を食
べても問題ありません)

大切なほ場を守るために

早期発見が重要

- ◆ 春(発芽期～開花後、最も発病が激しい)
枝幹からの樹液の流出・葉の斑点・新梢や枝の枯死等
- ◆ 夏 新梢や枝の枯死
- ◆ 秋 葉の斑点・枝の枯死
- ◆ 冬 枝幹からの樹液の流出



下のような写真のような症状を見つけたら、最寄の関係機関に連絡してください。

キウイフルーツかいよう病の発生態と病徴

春

- ① 2～6月 樹液の流出
- ② 樹液は暗赤色を帯びる
- ③ 3～4月 新梢の枯死
- ④ 4月 褐変したガク

夏

- ⑤ 斑点、樹液の流出
- ⑥ 風雨等により、感染拡大

秋

- ⑦ 7～9月 高温で病勢が停滞
- ⑧ 10～12月 樹液の流出
- ⑨ 落葉痕や傷口に感染

冬

- ⑩ 4月頃から、葉に感染し、発病します。
- ⑪ 病原菌が流出し、感染が拡大します。
- ⑫ 平均気温が25℃を超える7月～9月は、病勢は停滞します。
- ⑬ 10月頃から、菌の増殖が活発化し、菌の流出は落葉期まで続きます。
- ⑭ 流出した菌は落葉痕や傷口から樹体内に感染します。

病原菌の飛散
↑ 病原菌を含む樹液の流出

Point!
ハロー*が無いこともある
* 病斑の周りの黄色に変色した部分をハローと呼びます。
従来の系統は大きなハローを作りますが、近年、発生している系統は品種や時期によりハローを作らないことがあります。

Point!
⑤ 斑点かできた葉

防除時期 (A～D)
病原菌は、春(C～D)に活発に活動し、夏は一旦停滞しますが、秋(A～冬(B))に再び活動します。このため、秋～春にかけて(A～D)が薬剤防除の時期となります。
A 落葉期 B 剪定後 C 発芽期～出蕾前 D 出蕾後

<p>キウイフルーツかいよう病緊急対策</p> <h2>果樹園管理ガイド</h2> <p>地域の発病を防ぐためには皆様の協力が必要です。未発生園でも予防的に行ってください。</p>  <p>平成26年度農食事業(キウイフルーツかいよう病)研究プロジェクトチーム編</p>	 <p>かいよう病発生園では、看板を設置し、関係者以外の立ち入りを禁止する。</p>
 <p>園地に入出の際には、手を消毒液(70%エタノール)で消毒する。</p>	 <p>果樹園から出る前に、体に付いた植物残さや泥を落とす。</p>
 <p>園地に入出の際には靴底を、消毒液(200ppm以上(5%で250倍)の次亜塩素酸ナトリウム等)で消毒する。</p>	 <p>発生園で作業した場合、そのままの服装で他の園には行かない。(発生園での作業は最後に)</p>
 <p>ハサミやノコギリ等の管理器具は、園地ごとに専用のもを用意し、樹ごとに消毒液で消毒する。</p>	 <p>収穫かごに植物残さを持ち込まない。使用後は清潔に保つ。</p>

キウイフルーツかいよう病緊急対策

病徴ガイド

このような病徴を見つけたら、関係機関に連絡を。



ガクの褐変



ハローを伴った斑点と葉裏の樹液流出痕(Hort16A)



新梢枯れと樹液の流出(Hort16A)



ハローが無い斑点(ハイワード)



枝枯れ(レインボーレッド)



従来のかいよう病菌による、ハローが大きな斑点(ハイワード)



白色の樹液の流出と暗赤色の痕

6. 参考文献

- Balestra, G.M., Mazzaglia, A., Quattrucci, A., Renzi, M., and Rossetti, A. (2009). Current status of bacterial canker spread on kiwifruit in Italy. *Aust. Plant Dis. Notes* 4:34–36.
- Chapman, J.R., Taylor, R.K., Weir, B.S., Romberg, M.K., Vanneste, J.L., Luck, J., and Alexander, B.J.R. (2012). Phylogenetic relationships among global populations of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Phytopathology* 102:1034-1044.
- Everett, K.R., Taylor, R.K., Romberg, M.K., Rees-George, J., Fullerton, R.A., Vanneste, J.L. and Manning, M.A. (2011) First report of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* causing kiwifruit bacterial canker in New Zealand. *Aust. Plant Dis. Notes* 6, 67-71.
- Kiwifruit Vine Health(2014) Kiwifruit Vine Health Psa Statistics Report 12 December 2014. <http://www.kvh.org.nz/statistics> (参照 2014年12月27日).
- McCann H.C., Rikkerink E.H.A., Bertels F., Fiers M., Lu A., *et al.* (2013) Genomic Analysis of the Kiwifruit Pathogen *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* Provides Insight into the Origins of an Emergent Plant Disease. *PLoS Pathog* 9: e1003503.
- 三好孝典・清水伸一・澤田宏之 (2012) ファゼオロトキシシン産生能を失ったキウイフルーツかいよう病菌 (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*)の愛媛県における出現と分布. *日植病報* 78:92-103.
- 三好孝典・清水伸一・篠崎 毅・澤田宏之 (2014) キウイフルーツかいよう病菌に対する‘ヘイワード’および‘Hort16A’の感受性比較. 平成26年度日本植物病理学会大会講演要旨集 p162.
- Sawada, H., Suzuki, F., Matsuda, I. and Saitou, N. (1999). Phylogenetic analysis of *Pseudomonas syringae* pathovars suggests the horizontal gene transfer of *argK* and the evolutionary stability of *hrp* gene cluster. *J. Mol. Evol.* 49: 627-644.
- 澤田宏之・三好孝典・井手洋一 (2014a) *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* の新規 MLSA グループ (Psa5 系統) によって *Actinidia chinensis* に発生したかいよう病. *日植病報* 80:171-184.
- 澤田宏之・三好孝典・清水伸一・中畝良二・藤川貴史 (2014b) キウイフルーツかいよう病菌の多様性. *植物防疫* 68:660-667.
- Scortichini, M., Marcelletti, S., Ferrante, P., Petriccione, M., and Firrao, G. (2012) *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*: A re-emerging, multi-faceted, pandemic pathogen. *Mol. Plant Pathol.* 13: 631-640.
- 芹澤拙夫・市川 健 (1993a) キウイフルーツかいよう病の発生生態 2. 新梢における主要感染時期と発病環境 *日植病報* 59:460-468.
- 芹澤拙夫・市川 健 (1993b) キウイフルーツかいよう病の発生生態 4. 新梢における発病適温. *日植病報* 59:494-701.
- 篠崎 毅・清水伸一 (2014) 愛媛県におけるキウイフルーツかいよう病発生の現状と今後の課題. *植物防疫* 68:255-258.
- Tamura, K., Imamura, M., Yoneyama, K., Kohno, Y., Takikawa, Y., Yamaguchi, I. and Takahashi, H. (2002). Role of phaseolotoxin production by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* in the formation of halo lesions of kiwifruit canker disease. *Physiol. Mol. Plant. Pathol.* 60: 207-214.
- 牛山欣司(1993) キウイフルーツかいよう病の生態と防除に関する研究. *神奈川園試研報* 43 : 1~76.