10. かんきつ類

７．ネモグリセンチュウ類

（１）バナナネモグリセンチュウ（*Radopholus similis*、以下「Rs」という。）

（２）カンキツネモグリセンチュウ（*Radopholus citrophilus*、以下「Rc」という。）

※　ネモグリセンチュウ類は調査方法が似ているため、ここではバナナネモグリセンチュウとカンキツネモグリセンチュウをまとめて記述する。
※　本線虫をバナナネモグリセンチュウの１レース（*R. similis citrus* race）とするのが現在の主流であるが本稿では便宜上別種として扱う。

ア　調査

【調査対象植物】

１）Rs：トマト、サトイモ及びショウガ

２）Rc：トマト及びカンキツ類

（上記調査対象植物での調査が困難な場合は、オクラ、トウモロコシ、ナス、バレイショ、チャ、ラッカセイでも調査可能。また、サトイモ科（アンスリューム属、エピプレムヌム・アウレウム、フィロデンドロン属等)、クズウコン科（カラテア属、クズウコン属）などの観葉植物でも調査可能。）

【調査時期】

調査は、対象植物の生育期間中に年１回以上実施する。

なお、栽培期間中の実施が困難な場合は、栽培終了後の植物体が残っている時期（栽培終了直後）に実施してもよい。

【調査方法及び調査内容】

１）調査は、上記の調査対象植物の中から選定した上で、調査地点を設定する。なお、調査地点は各都道府県内で偏りが生じないように留意する。

２）設定した調査地点あたり10株を対象に、被害写真を参考にしつつ、葉の黄化や倒伏などの普段見慣れない症状がないか目視で調査する。

３）異常株があった場合は、異常を示す株の抜き取り又は周囲を掘り返して、根茎のようすを確認する。なお、基本的に植物の生育期間中株の抜き取りを行うこととするが、生育期間中の抜き取り等が難しい場合には、栽培終了直後の抜き取りでも確認可能である。根系に赤紅色の条斑、褐色ないし黒色の変色及び陥没、縦列孔などの病徴を確認した場合は、追加調査のために、すぐに根圏土壌および症状を示した根及びその周辺部を採取し、持ち帰る。また、アンスリューム属植物では茎・葉等の地上部への寄生も報告されていることから、植物体及び根圏土壌全体をそのまま採取することも可能。

なお、採取した試料はポリエチレン袋に収納し、日射を避けて段ボール箱あるいはクーラーボックスに保存して調査地点を回る。

採取した試料は、試料の確認に必要な事項（採取月日、採取場所、写真

等）を記録した試料採取票（別記様式）を添付した上で、ビニール袋に入れ、輸送するまでクーラーボックス等（10℃）もしくは冷暗条件で保管する。採取後はなるべく１週間以内に分離作業を行う。

試料の採取部位、病徴及び採取票に記録した内容等は、調査野帳に記録する。

(参考)

・カンキツなど大型の地植えの植物：

根張りの多い地下 10～20cm の部分から根を採取し、根張りの悪い植物は40～50cm のかなり深部の根を採取する。

・小型の植物：

株全体を掘り取り、根の全量またはその一部を採取する。

・鉢植え植物：

植木鉢から根を土壌またはミズゴケごと抜き取り、変色・壊疽などの異常部分をなるべく多く含むよう根の一部を採取する。

【調査に当たっての留意事項】

１）本種が寄生した植物は次第に根系が浅くなり、干ばつや風による倒伏が多く起きる。また、葉の黄化がみられる。しかし病原菌類によっても同様の症状を示すことがあるため、発生の状況が平時と同じ場合は積極的に試料を採取する必要はない。一方、通常の栽培環境下で平時よりも症状の出方が異常である場合には、*Radopholus* 属ネモグリセンチュウの寄生を疑い、試料採取、生物顕微鏡による形態観察を実施する。

なお、調査終了後、使用した道具類や靴、服等についた土等はできる限り落とし、別の調査地点へ土等を持ちこまないよう注意する。

２）発見のポイント

主な症状は以下のとおり。

・地上部：葉の変色・黄化・萎凋、小形化、異常落葉、小枝の枯れ込み、果実の小形化、植物体の矮化、早期の樹勢低下、根元から引き抜かれたような倒伏

・地下部：根系の皮層部に褐変・壊死条斑、根系の減少、塊茎・根茎等栄養器官内部の腐敗・変色、表層の 病斑・変色

また、作物ごとに以下の症状が知られている。

ア）トマト：地上部の被害に関する情報はないが、接種試験による根茎の被害（図１）から、地上部の被害は葉の変色・黄化・萎凋、小形化、異常落葉、小枝の枯れ込み、果実の小形化、植物体の矮化、早期

の樹勢低下、根元から引き抜かれたような倒伏に準じるものと考えられる。

イ)サトイモ:地上部の被害に関する情報はないがMurukesan et al. (2005)によると同じサトイモ科のgiant swamp taroでは地上部に被害は見られないとの報告がある。したがって、サトイモも顕著な被害は示さない可能性があるが、生育の悪い株を中心に調査するとよいと考えられる。根茎の被害は根系の皮層部に褐変・壊死条斑、根系の減少、塊茎・根茎等栄養器官内部の腐敗・変色、表層の 病斑・変色が見られる（図２、３）。

ウ）ショウガ：発育不良、活力低下および分げつが起こり、最上葉において葉端に焼け症状をともなう退緑が起こる。また、寄生されていない植物よりも早熟し乾燥する傾向がある。寄生初期の根茎は、小さな浅く窪んだ水浸状の病斑が見られる。センチュウが細胞間を移動するため根茎内部に病変が拡大する。

エ）アンスリューム：根腐れと倒伏が典型的な症状。本種によって引き起こされる根腐れ症状は褐変または黒褐変から黒変で、比較的ゆっくりと進行する。初期は古い根から寄生し根腐れを起こすが、新たな根が生育するため、植物体はしばしば良好に生育を続ける。しかし健全な植物と比較すると、罹病した植物の機能する根の量は大きく減少する。時間とともに、新たな根の発生は少なくなり、徐々に進行する根系の崩壊は、２～４年目に倒伏を起こす。葉は黄化し、他の養分欠乏症を引き起こす。植物体は矮化し、発育の低下、着花が減少し、花が小さくなる（図５）。

オ）カンキツ：本種の活動は砂質土壌中で助長され、根は、センチュウの摂食による細根の減少、根の空洞化により大きな被害を受ける。地上部の被害には、やけ症状・黄化、発育障害・矮化、枝枯れ、葉・果実の小型化、樹冠の葉の減少が見られる。このようなカンキツの症状は拡大性衰弱病Spreading decline Diseaseと呼ばれ、カンキツ園内で樹勢低下、樹冠の葉の減少、葉や果実の小型化を示し始めた数本から被害が周辺へ拡大する。本種の地上部の被害の進行は土壌水分が低くなる時期（フロリダでは冬季から春季）に急速に進む（図４）。

イ　同定診断手法

１）形態観察

分離した虫体は生物顕微鏡下で観察する。当該センチュウの同定は主に雌成虫及び雄成虫で行う。（プレパラートの作成方法は参考情報の２を参照）

RsとRcの形態的な差は無い。また、現時点では分子生物学的手法による両種

の識別も不可能である。Rcはカンキツ類に寄生するが、Rsはカンキツ類に寄生しない。以下に本２種と他のセンチュウ類との形態的な識別法を記す。

・形態的特徴（簡易）

同じくネモグリセンチュウと称される *Hirschmanniella* 属とは、体長、食道（厳密には食道腺葉）と腸が重なる位置、および雌雄間における形態的特徴の差により識別可。体長については、*Hirschmanniella* 属の成虫が１mm 以上となるのに対して *Radopholus* 属の成虫では 0.7mm 程度にとどまる。そのため *Radopholus* 属は一見同科（Pratylenchidae）のネグサレセンチュウ類（*Pratylenchus* 属）のように見えるが、*Radopholus* 属の尾端部には特徴的な先細りが見られる。*Hirschmanniella* 属及び *Pratylenchus* 属は食道と腸が腹部側で重なり、*Radopholus* 属は食道（B-g）と腸（B-f）は背部側で重なる。雄では雌に比して唇部が顕著に発達する（E)。

・形態的特徴（詳細）

①雌成虫

1）体長は0.5～0.9㎜で、糸状である（A）。
2）唇部骨格（頭部骨格）は発達し（E-g）、唇部は低い（B-a, E-a）。
3）口針長（B-b, E-c）は16～20μm（平均17～18μm程）で、口針節球は丸～横長である（B,E-e）。
4）食道の後端は、背側で腸と重なる（B-g）。
5）陰門から前後に一対の生殖器官が伸びる（A-c, C）。V値は通常52-61%。受精のうは2個で、受精雌はひも状の精子を持つ※1（C, F）。
6）尾は円錐形で（D）、尾長（D-e）は50～100μm（多くは60～80μm）である。
7）尾端透明部（D-d）は3.6～23.0μm（平均6～10μm）である。
8）幻器は尾の前部に位置する（D-c）。
9）側線（側帯溝）は4本（D-b, J）。側帯の中央の帯は顕著に幅が狭くならない（J）。
10）a値=17-36, b値=4.7-9.3, b′値= 3.2-5.2, c値=6.8-13, c′値=2.4-6.3※２

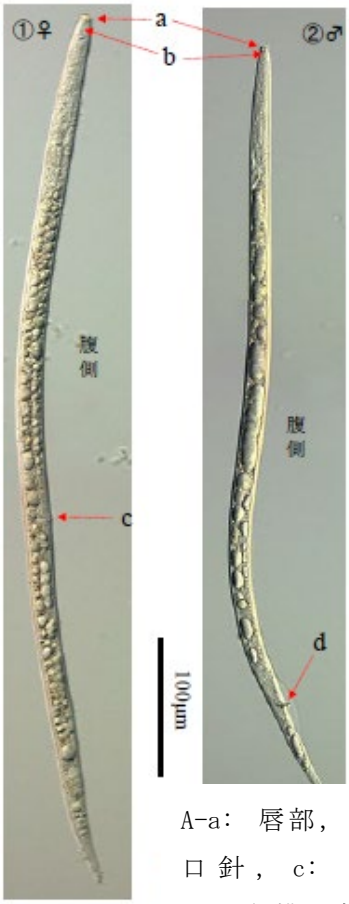
② 雄成虫

1）体長は0.5～0.7 ㎜で、糸状である（A）。
2）唇部は高く突き出し、ドアのノブ状であり、明瞭なくびれがある（E-b, G-a）。唇部骨格は発達しない（E-b, G-a）。
3）口針は細く、口針節球は微小で、長さは10.2～17μm（平均11～13）μmである（E-d, G-b）。中部食道球や食道腺は退化して不明瞭である（G-c, e）。

4）側線（側帯溝）は４本（D-b, J）。
5）尾長は52.0～86.3μm（平均70～80）μmで（If）、尾端透明部長は2.5～13.5μmである（I-e）。
6）交接刺は長さ15.3～24μmで、先端は鋭く尖る（I-b, K-a）。交接のう（尾翼）（I-a, I-③）及び副刺（I-d, K-b）がある。
7）精巣内の精子はひも状※１（H）。
8）a値=25.3-48.6, b値=5.5-10.3, b′値= 3.7-6.8, c値=7.2-10.8, c′値=3.9-8.5※２

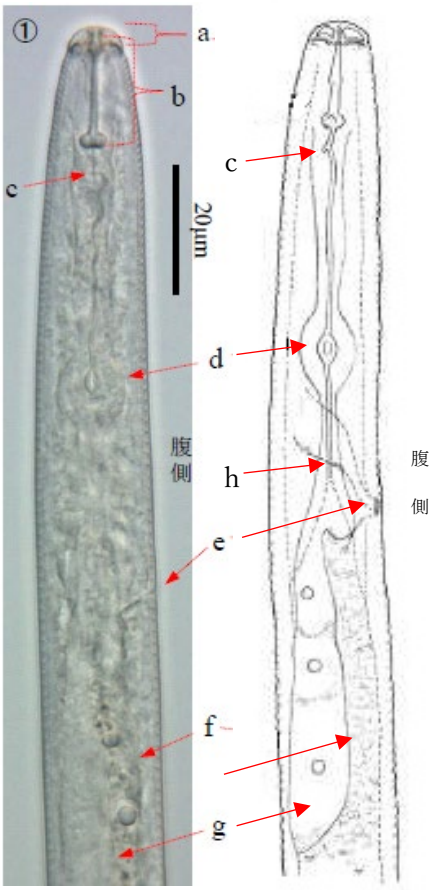
※１．見慣れない場合、粒子状に見えるので要注意。
※２．a値：体長÷最大体幅、b値：体長÷食道長（頭端から食道と腸の接合部分（図B-h）までの長さ）、b′値：体長÷頭端から食道延長部分の端までの長さ、c値：体長÷尾長（肛門又は総排出腔から尾端までの長さ）、c′値：尾長÷肛門又は総排出腔部分の体幅

A. 成虫全体（左：雌成虫、右：雄成虫）



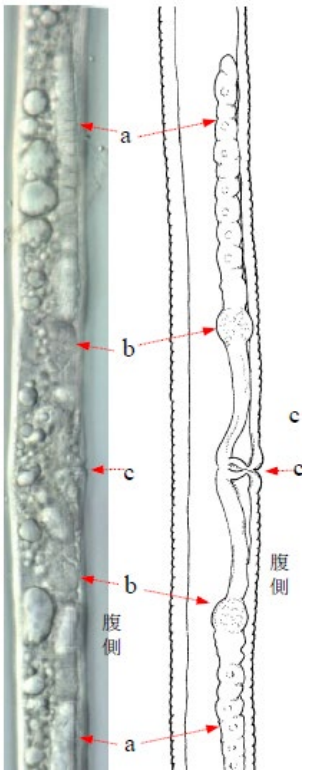
A-a: 唇部, b: 口針, c: 陰門, d:総排出腔

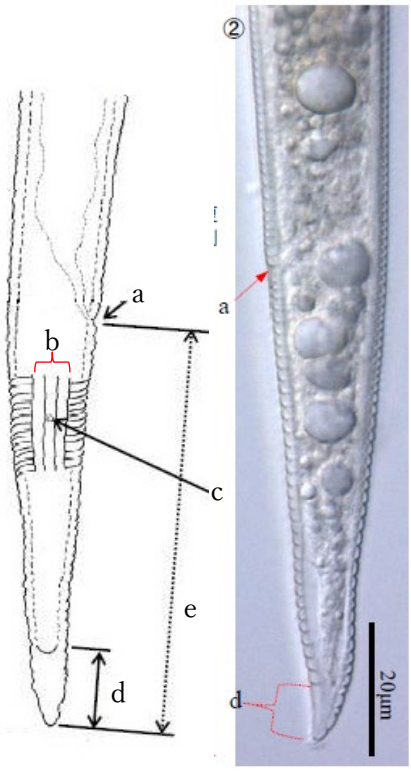
B. 雌成虫体前部

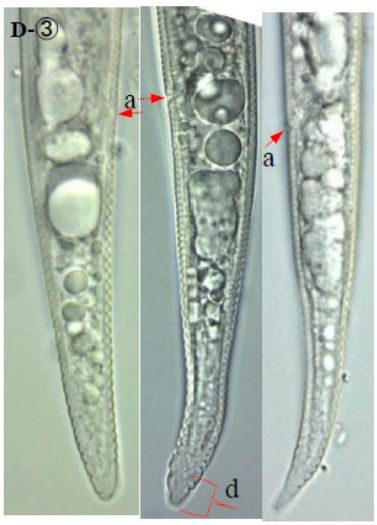


B-a: 唇部, b: 口針, c: 背部食道腺開口部, d: 中部食道球, e: 排泄口, f: 腸, g: 食道腺, h:食道と腸の接合部分

C. 雌成虫生殖器　　D. 雌成虫尾部



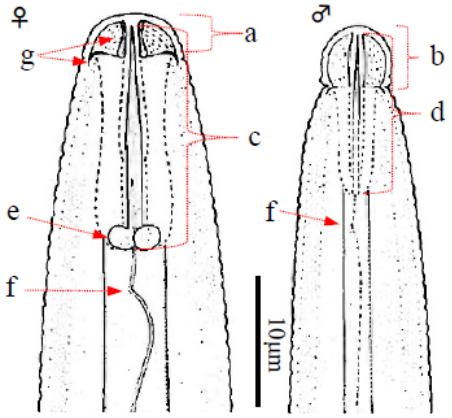




C-a：卵巣，b：受精のう，
c：陰門

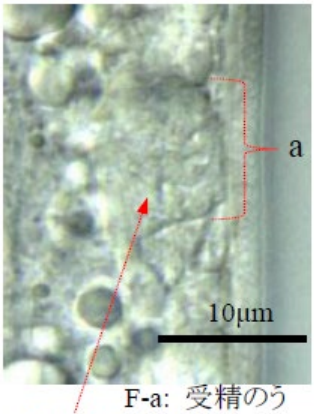
D-a：肛門，b：側線，c：幻器，
d：尾端透明部，e：尾（長）

E. 雌雄成虫頭部



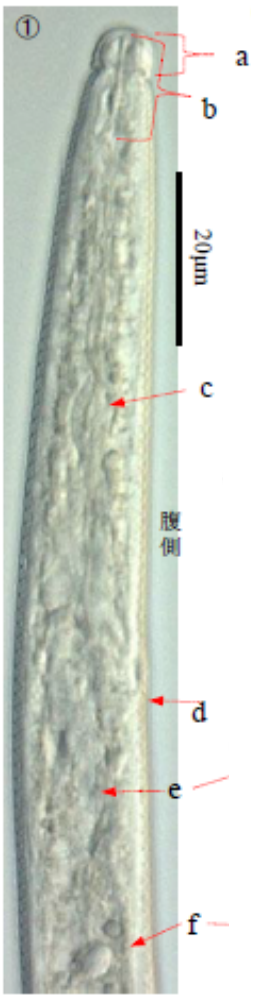
E-a, b: 唇部, c, d: 口針, e: 口針節球
f: 背部食道腺開口部, g: 唇部骨格

F. 受精のう（♀）



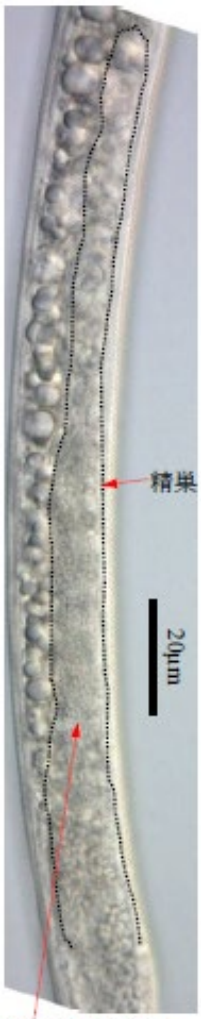
F-a: 受精のう
※ひも状の精子
を保持する

G. 雄成虫体前部



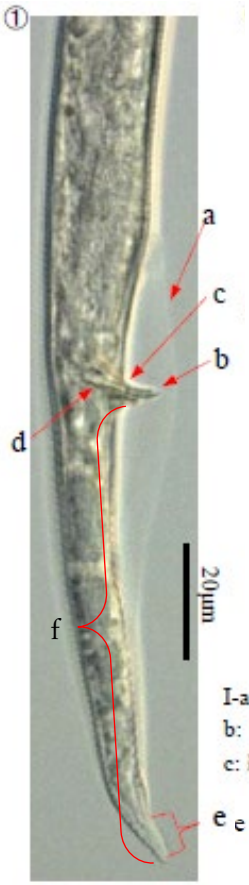
G-a: 唇部, b: 口針, c: 中部食道球,
d: 排泄口, e: 食道腺, f: 腸

H. 精巣（♂）



※精巣内の精子
はひも状

I. 雄成虫尾部

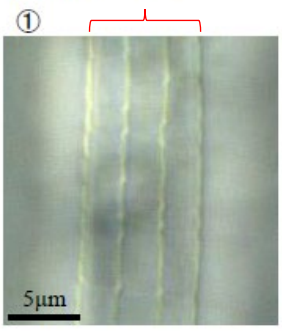


I-a: 交接のう(尾翼),
b: 交接刺,
c: 総排出腔

I-d: 副刺(導体),
e: 尾端透明部
f: 尾(長)

※交接のうは長く伸長するが、後方は幅が狭く、分かりづらい。

J. 側線（♀）



K. 交接刺及び副刺（♂）

図K-a: 交接刺、b: 副刺

（図A—K：植物防疫所原図）

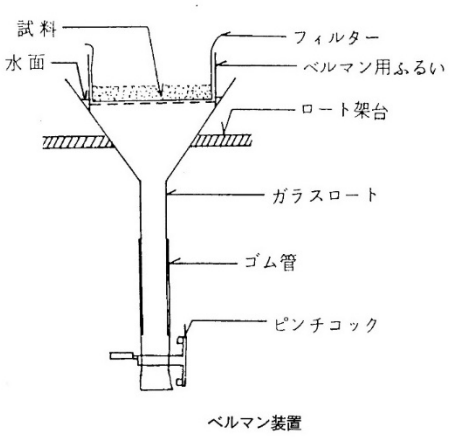
2）センチュウの分離法

採取した根等の植物体は小片に細断のうえ、ベルマン法又はミキサー・ふるい分け法で分離する。土壌についてはベルマン法又は篩い分け法で分離する。

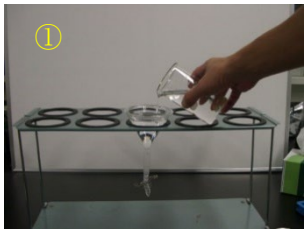
より簡易的な検出方法としては、植物体を１～２㎝に細断し、シャーレに入れて水に浸す。これを20～25℃で72時間静置することで試料中のセンチュウが遊出する。

ア）ベルマン法

ベルマン法は簡便な方法であるため、最も広く利用されている分離法である。センチュウ自身の活動性及び重力を利用して、水に浸した土壌等のサンプルからセンチュウを分離する方法である。



ベルマン装置



手順

① 直径９～15 ㎝程のロートの端にゴム管をつないで ピンチコックで止め、ロート架台にセットし、ロートに水を満たす。

② 実験用ティッシュペーパーをベルマン用ふるいに敷き、その中に混合した土壌などの試料（土壌の場合は１反復当たり 20g まで）ずつ入れる。

③ ベルマン用ふるいの底に気泡ができないように注意しながら、ロートの中に置く。

④ 試料中のセンチュウが除々に遊出し、フィルターの目を通り抜けてロートの管の底まで沈降する。24～48 時間静置した後、ベルマン用ふるいを取り外し、ロートの管の部分の水を残して、その他の水を捨てる。

なお、静置中は乾燥を防ぐため上側をラップ等で覆い、ベルマン用ふるいの下部が常に浸るよう、不足した水は適宜補給する。

⑤ ピンチコックを開いてシラキュース時計皿にセンチュウを集め、実体顕微鏡下で検鏡する。

イ）（２）ミキサー・ふるい分け・ベルマン法

家庭用ミキサーを用いて根を砕き、網目の大きさの違うふるい（目開き１～２㎜、目開き 25μｍ）を使用するかベルマン法を用いて根から線虫を分離する方法である。ベルマン法は線虫自身の活動性及び重力を利用して線虫を分離する方法であるが、ミキサーによる破砕作業を追加すると根内部に侵入した線虫の分離に有効である。以下にその手順を示す。

手順

① 植物体をよく水洗し、ハサミ等で１cm ぐらいの小片に切断した後、２～３ｇをミキサーに入れ、植物体が浸る程度の水を加えて低速で 10 秒間植物体を破砕する。

② 目開き１～２㎜のふるい、又はベルマン用ふるいに実験用ティッシュペーパーを敷き、破砕物をこしとり、ろ液は捨てる。ミキサー内に残さが残らないよう洗浄瓶ですべて洗い出す。

③ ベルマン用ふるいを用いた場合は、そのままベルマン法により線虫を回収する（前頁「ベルマン法」の手順③から始める）。

ふるいを用いる場合には、ふるいが収まる大きさのボールに水を張り、目開き１～２㎜のふるいをセットする。水位は破砕物が浸る高さに調整する。

④ 水の蒸発を防ぐためラップ等でふるいを覆い、24～48 時間静置する。

⑤ ふるいを使用した場合、静置が終了したらボールの水を 25μｍの目のふるいに注ぐ。ふるいに線虫が回収されるので、洗浄瓶でビーカーに洗い落とす。ベルマン装置を利用した場合はピンチコックを開いてシラキュース時計皿に線虫を集める。

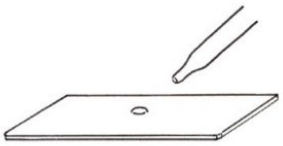
3）センチュウの標本作製

分離されたセンチュウをすぐに観察するには、水封入による一時プレパラートを作製することとなる。一時プレパラートは、カバーグラスの周りをマニキュア等でシールしても水分が蒸発するため、観察が可能な期間は一日程度である。

準備：透過可能な実体顕微鏡、スライドグラス、カバーグラス、水、ピンセット、柄付き針（先端を曲げたもの）、ガラス繊維、ろ紙片、マニキュアなどを準備する。

手順

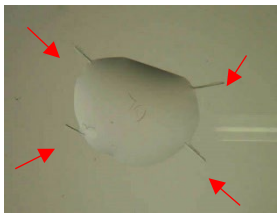
① スライドグラスの上にスポイトで水を一滴置き、実体顕微鏡の傍に置いておく。
（水滴の径が３～４㎜程度になるのが目安。しかし、水の広がり具合で量は違うので、ちょうど良い水の量を置くには練習が必要。）



② 実体顕微鏡で透過照明（下からの光）を当てながらシラキュース時計皿のセンチュウを観察する。以下の点に注意しながら、生物顕微鏡で観察すべきセンチュウを見つける。
a）口針の有無（口腔の形態）、b）雌雄の確認　c）食道部、d）生殖器官（陰門の位置）等を観察する。
（雌成虫での同定が主体となる）

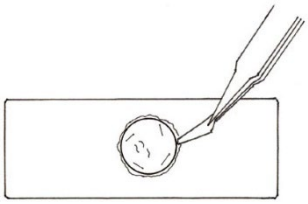
③ 上記②で見つけたセンチュウを、柄付き針で釣り上げ、スライドグラスの上に置いた水滴の中に沈める。

④ 水滴の周りにガラス繊維を４本程度置く（右写真）。

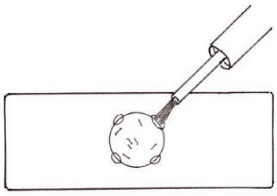


矢印はガラス繊維

⑤ カバーグラスを静かに被せる。カバーグラス　から水が余分にはみ出すような場合は、ろ紙片で水を吸い取る。（このときセンチュウも一緒に吸い取られることがあるので、センチュウの位置を確かめ、センチュウから遠い位置で水を吸い取る。）



⑥　カバーグラスの周りをマニキュアでシールする。
まず４点にマニキュアを置き（右図）、固まってから周囲に塗ると、カバーグラスがずれない。



⑦　ホットプレート（約 70℃）上に数秒置き、熱殺して動きを止める。
ライターで炙るとセンチュウの内部構造が変形したり、体が破裂するので、ライターは使わない。

ウ　試料採取及び送付時の注意事項

１）採取した試料（植物体及び土壌）を送付する場合、散逸しないように厳重に梱包し、試料採取票（別記様式）を添付し、夏季の場合は保冷剤を入れて低温に保った保冷箱等に収容して冷温のまま送付する。

また、植物体は、採取時の水分含量を極力、減少させないように、地下部に土壌が付着している場合は土壌を落とさずそのままポリエチレン袋に入れる。

土壌のみを送付する場合は、表面が軽く乾いていて、手で握っても手が濡れず、土壌が固まらない程度の含水状態が望ましい。余裕があれば、霧吹き等による加湿や、室温風乾により水分含量を調節する。

２）ベルマン法等で分離したセンチュウを送付する場合、分離後２、３日中に送付先で検鏡・同定ができるようにする。分離したセンチュウ懸濁液を容量３～５ml程度のパッキング付きの硬質ガラス製ねじ口管瓶に入れて送付する。ただし、夏季の高温時には、新鮮な状態を保つために保冷容器等を使用することが望ましい。

なお、ラベルは管瓶内に入れず、管瓶の表面に貼付するか、管瓶に整理番号を付して別紙一覧用を添付する。

エ　被害写真等

１）寄主植物における症状

ア）トマト

図１．バナナネモグリセンチュウ 1,000 頭接種２か月後のトマトの根の状況。CK：線虫無接種；WT：線虫接種

【引用文献】

Ke Wang, Yu Li, Xin Huang, Dong-Wei Wang, Chun-Ling Xu, Hui Xie (2016) The cathepsin S cysteine proteinase of the burrowing nematode Radopholus similis is essential for the reproduction and invasion Cell Biosci. 2016 Jun 10;6:39. doi: 10.1186/s13578-016-0107-5. eCollection 2016.

イ）サトイモ

図２．サトイモ *Radopholus similis* による被害（黄色矢印、根系中の褐色根、褐色塊茎）（防除指針委託事業成果）

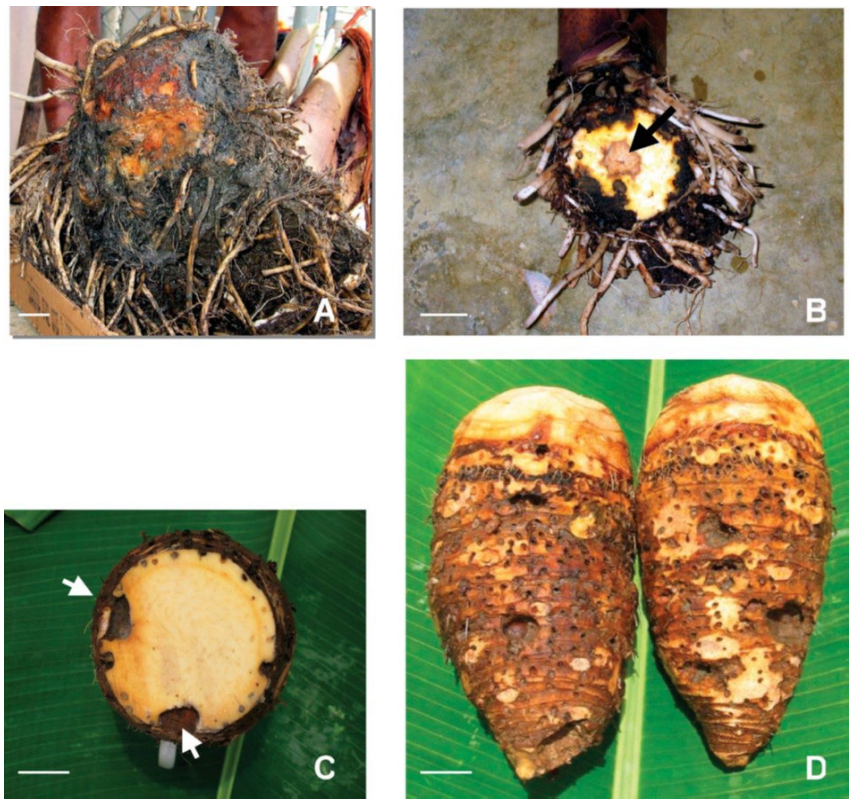


図３．*Radopholus similis* の寄生を受けたタロイモの１種*Cyrtosperma merkusii*. A：９年生の球茎、褐色に壊死した組織の腐敗部；B：表層を斜めに切断した２年生の球茎、内部に黒褐色の壊死部；C：半分に切断した８年生の球茎、組織が壊死、空洞化し、症状が内部に向かって進行する；D：全体に寄生した球茎、表面に点刻のような穴が見られる。

【引用文献】

Murukesan, V. K., E. van Den Berg, L. R. Tiedt, P. C. Josekutty and D. de Waele (2005) Corm rot of giant swamp taro (Cyrtosperma merkusii) caused by the burrowing nematode Radopholus similis (Nematoda: Pratylenchidae) in the Pacific. Nematology, 7(4), 631-636

ウ）ショウガ　※転載の許諾が得られなかったことからURL等を示す。

J. A. Cobon, A. B. Pattison, L. D. J. Penrose, K. A. Chandra, W. T. O'Neill and M. K. Smith (2019).Comparison of the reproduction and pathogenicity of isolates of Radopholus similis (burrowing nematode) from Australia and Fiji on ginger (Zingiber officinale) and banana (Musa spp.) Australasian Plant Pathology 48:529-539. https://doi.org/10.1007/s13313-019-00656-w

エ）カンキツ

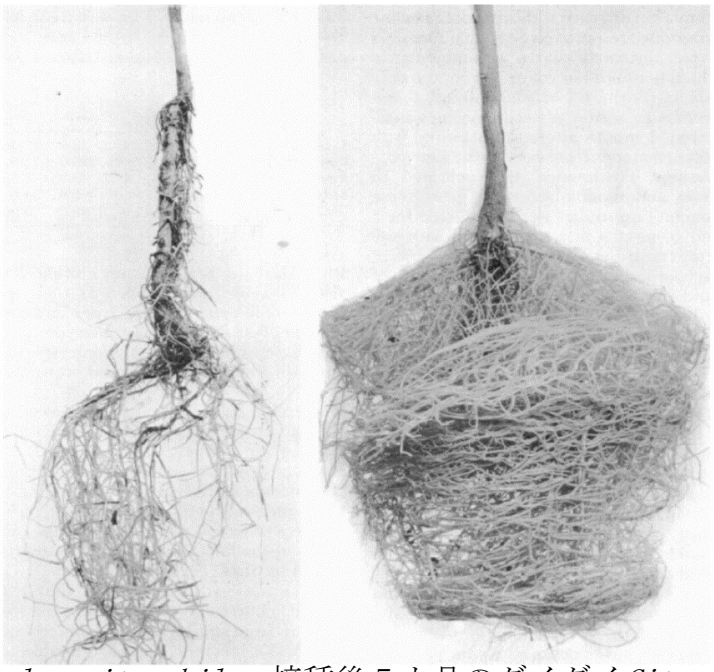


図４．*Radopholus citrophilus* 接種後５カ月のダイダイ*Citrus aurantium* の根系
左：フロリダ産*R. citrophilus* 接種；右：オアフ産アンスリュームから分離された*R. citrophilus* 接種

【引用文献】Huettel R. N., D. T. Kaplan and D. W. Dickson (1986) Characterization of a New Burrowing Nematode Population, Radopholus citrophilus, from Hawaii. Journal of Nematology 18(1):50-54. PMCID: PMC2618493

（その他写真）※転載の許諾が得られなかったことからURL等を示す。

・カンキツの拡大性衰弱症状の写真

Sekora N. and Crow W. (2012). "Burrowing Nematode Radopholus Similis (Cobb, 1893) Thorne, 1949 (Nematoda: Secernentea: Tylenchida: Pratylenchidae: Pratylenchinae)". EDIS 2012 (11). https://journals.flvc.org/edis/article/view/120297.

オ）アンスリューム

図５．*Radopholus similis* による被害根（黄色矢印、根系下部の褐色根）
（防除指針委託事業成果、龍谷大学岩堀教授写真提供）

（その他写真）※転載の許諾が得られなかったことからURL等を示す。

Uchida J.Y, Sipes B.S. and Kadooka C.Y. (2003) Burrowing nematode on Anthurium: recognizing symptoms, understanding the pathogen, and preventing disease. College of Tropical Agriculture and Human Resources, PD-24.

カ）トウモロコシ

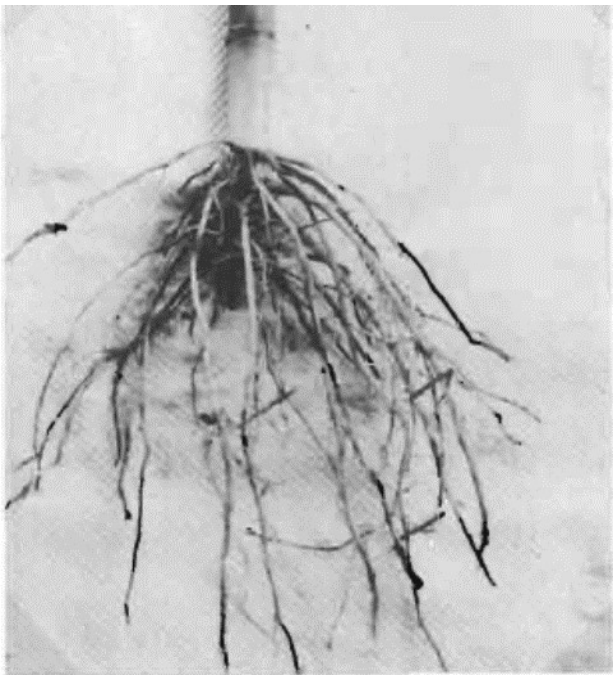


図６．*Radopholus similis* 接種 111 日後のトウモロコシの根の被害。暗褐色部が被害部

【引用文献】

Keetch D.P. (1972) Some host plants of the burrowing eel worm, *Radopholus similis* (Cobb) in Natal. Phytophylactica 4, 51-58.

キ）ラッカセイ

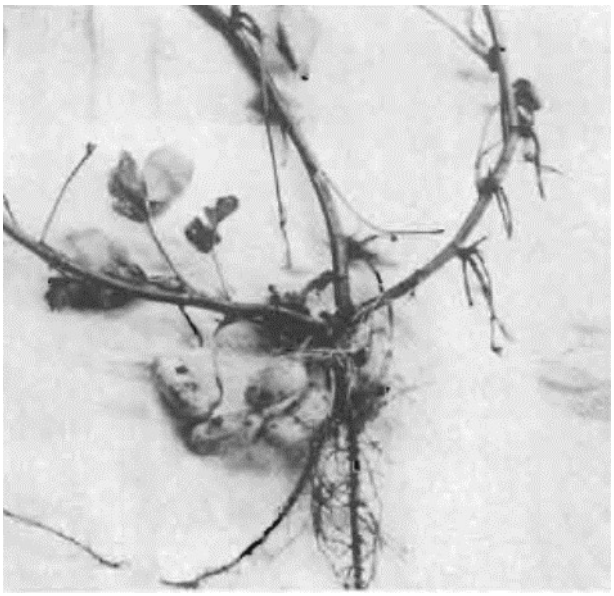


図７．*Radopholus similis* 接種 90 日後のラッカセイの根の被害。根と莢の暗褐色部が被害部

【引用文献】

Keetch D.P. (1972) Some host plants of the burrowing eel worm, *Radopholus similis* (Cobb) in Natal. Phytophylactica 4, 51-58.

ク）クズウコン属

図８．右が健全株、左が被害株

【引用文献】

CABI (2021) *Radopholus similis*. In: Crop Protection Compendium. CAB International, Wallingford, UK. (Online) available from <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.46685 > (Last modified: 2021-11-16)

オ 対象病害の解説

1）バナナネモグリセンチュウ

学名：*Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne. 1949

英名：banana burrowing nematode

分布：

アジア：インド、インドネシア、タイ、中華人民共和国、パキスタン、フィリピン、ベトナム、マレーシア、オマーン等

ヨーロッパ：英国、オランダ、デンマーク、ドイツ、フランス等

アフリカ：エジプト、エチオピア、カメルーン、タンザニア、ナイジェリア、マダガスカル、南アフリカ共和国等

北米：アメリカ合衆国、カナダ

中南米：エクアドル、グアテマラ、コスタリカ、コロンビア、パナマ、ブラジル、ペルー、メキシコ等

大洋州：オーストラリア、サモア、トンガ、パプアニューギニア、ハワイ諸島、フィジー等

寄主植物：アボカド、うこん、おくら、ココやし、さといも、さとうきび、しょうが、しょくようかんな、だいしょ、ちゃ、とうもろこし、トマト、なす、ばれいしょ、ばんれいし、びんろうじゅ、めきしこいとすぎ、らっかせい　、カラテア属植物、くずうこん属植物、コーヒーノキ属植物、こしょう属植物、ばしょう属植物、フィロデンドロン属植物、ブセファランドラ属植物、ふだんそう属植物、ほうらいしょう属植物、アヌビアス属植物及びアンスリューム属植物等

2）カンキツネモグリセンチュウ

学名：*Radopholus citrophilus* Huettel,Dicson & Kaplan 1984

英名：citrus burrowing nematode

分布：アメリカ合衆国、ハワイ諸島

寄主植物：アボカド、アルファルファ、いんげんまめ、オクラ、きだちとう　がらし、こしょう、さつまいも、さとうきび、すいか、だいこん、だいず、テーダまつ、とうがらし、とうもろこし、トマト、にがうり、パインアップル、ペポかぼちや、メロン、らっかせい、リーキ、れいし、アンスリューム属植物、ばしょう属植物、ふだんそう属植物及びみかん科植物

（以下、バナナネモグリセンチュウ及びカンキツネモグリセンチュウ共通）

生態：根の組織内部を移動する内部寄生性線虫である。多くの場合根端から侵入し、皮層の中を移動しながら摂食し、さらに、篩部と形成層を加害する。加害部の組織が壊死すると新鮮な組織へと移動する。

１）繁殖様式

通常受精（有性生殖）により繁殖するが、単為生殖することもあるとされる。雌成虫は一生のうち２週間の産卵期間があり、寄生した組織で１日当たり平均４～５個の卵を産む。

２）年間世代数

卵から次世代の卵まで生活環は24～32℃の時、20～25日で完了するため、年間複数世代が起きる。卵は産卵後８～10日後にふ化し、幼虫の期間は10～13日とされる。

３）その他

本種は湿潤土壌（27～36℃）で６箇月、乾燥土壌（29～39℃）では１箇月生存することができる。ガラス室の環境下では、より長期間（湿潤土壌（25.5～28.5℃）で15箇月、乾燥土壌（27～31℃）で３箇月）生存する。

分散：

１）自然分散

一般に、土壌中におけるセンチュウ自身の移動は、ハガレセンチュウ類*Aphelenchoides* spp.）の例を除くと、１頭のセンチュウが１年又は一生のうちに移動する距離は、数cmから数十cm程度と考えられている。

２）人為分散

本種は、寄生を受けた苗、塊茎、球茎等の寄主植物体地下部により移動分散するとされており、汚染された土壌、園芸資材等の移動でも伝搬される。

日本の例として、1966年、ハワイから八丈島に導入したアンスリューム苗を介し、本種が侵入したが、早期に緊急防除が行われた結果、翌年までに根絶作業は完了した。

防除：

防除手法として以下のものがある。

①化学的防除：くん蒸剤等の薬剤による防除

②耕種的防除：非寄主植物との輪作や抵抗性品種の利用等

③物理的防除：８週間の湛水処理、種苗の温湯処理等

④生物的防除：菌根菌等の利用

＜参考文献＞

CABI (2020). Plantwise Knowledge Bank. burrowing nematode *Radopholus similis* https://www.plantwise.org/knowledgebank/datasheet/46685

EFSA (2014). Scientific opinion on the pest of *Radopholus similis* (Cobb) Thorne and *Radopholus citrophilus* Huettel, Dickson and Kaplan. EFSA Journal 2014 12, 3852. https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2014.3852

EPPO (2008). Diagnostics *Radopholus similis*. EPPO Bulletin 38, 374-378.

Fogain R. (2000). Effect of *Radopholus similis* on plant growth and yield of plantains (Musa, AAB). *Nematology* 2, 129-133.

Gebremichael G.N. (2015). A review on biology and management of *Radopholus similis*. *Advances in Life Science and Technology* 36, 91-96.

Haegeman A., Elsen A., Waele D.D., and Gheysen G. (2010). Emerging molecular knowledge on *Radopholus similis*, an important nematode pest of banana. *Molecular Plant Pathology* 11, 315-323

Kaplan D.T. (1990). Screening for resistance to *Tylenchulus semipenetrans* and *Radopholus species*. In: Starr J.L. (ed.) Methods for evaluating plant species for resistance to plant-parasitic nematodes. The Society of Nematology, Hyattsville, Maryland, pp. 51-57.

Krishana P.B. & Eapen S.J. (2019). Development of a real-time PCR based protocol for quantifying *Radopholus similis* in field samples. *Journal of Species and Aromatic Crops* 28: 52-60.

Mai W.F., Mullin P.G., Lyon H.H., and Loeffler K. (1996). Plant-parasitic nematodes a pictorial key to genera. *Cornell University Press*, 140-144

三枝敏郎・松本安生・堀江典昭・永沢実（1968） 八丈島におけるミカンネモグリセンチュウ *Radopholus similis* (Cobb) Thorne の分布と寄生植物. 植物防疫所調査研究報告 6: 41-42.

水久保隆之・二井一禎 （編）(2014) 線虫学実験. 京都大学学術出版会、京都、 324pp.

Murukesan V.K., VAN DEN Berg E., Tiedt L.R., Josekutty P,C. and DE Waele D. (2005). Corm rot of giant swamp taro (Cyrtosperma merkusii) caused by the burrowing nematode Radopholus similis

(Nematoda: Pratylenchidae) in the Pacific. Nematology, Vol. 7(4), 631-636.

Myers R., Bushe B., Mello C., Lichty J., Hara A., Wang K., and Sipes B. (2020). Yield increases in burrowing nematode-infested Anthurium with Fluopyram and Trifloxystrobin applications. Hort Technology

NEMAPLEX (2020). Nematode Host Range Search. Host Range of a Genus and species of Plant-feeding Nematodes. http://nemaplex.ucdavis.edu/Nemabase2010/NematodePageHostRangeResults.aspx?NgenusNspec=Radopholus+similis (access 20201022)

農林省横浜植物防疫所・東京都 (1968) 八丈島におけるミカンネモグリセンチュウの緊急防除事業実績報告

Plowright R, Dusabe J, Coyne D, Speijer P. (2013). Analysis of the pathogenic variability and genetic diversity of the plant-parasitic nematode *Radopholus similis* on bananas. *Nematology* 15, 41-56.

Siddiqi M.R. (2000). Tylenchida parasite of plants and insects 2nd edition, 340-358

Seenivasan N. (2017). Management of *Radopholus similis* and *Helicotylenchus multicinctus* in ratoon banana grown under high density planting systems. International Journal of Fruit *Science* 17, 41-62.

Seenivasan N., Manoranjitham S.K., Auxilia J., and Soorianathasundaram K. (2013).Management of nematodes in banana through bio-rationale approaches. *Pest Management in Horticultural Ecosystems* 19, 38-44.

Sekora N. and Crow W. (2012). “Burrowing Nematode Radopholus Similis (Cobb, 1893) Thorne, 1949 (Nematoda: Secernentea: Tylenchida: Pratylenchidae: Pratylenchinae)”. EDIS 2012 (11). https://journals.flvc.org/edis/article/view/120297.

Shanthi A., and Rajendran G. (2006). Biological control of lesion nematodes in banana. Nematologia Mediterranea 34, 69-75.

Thammaiah N., Shirol A.M., Kanamadi V.C., and Swamy G.S.K. (2007.) Control of banana nematodes (*Radopholus similis*) using intercrop. *Asian Journal of Horticulture* 2,24-28.

Tennant P.F., Robinson D., Fisher L., Bennett S., Hutton D., Coates-Beckford P., and Laughlin W.M. (2009). Diseases and pests of citrus (*Citrus* spp.). *Tree and Forestry Science and Biotechnology*

3, 81-107.
東京都農林部（1969）八丈島におけるミカンネモグリセンチュウの緊急防除事業実績報告（II）
Uchida J.Y., Sipes B.S. and Kadooka C.Y., 2003. Burrowing nematode on Anthurium: recognizing symptoms, understanding the pathogen, and preventing disease. College of Tropical Agriculture and Human Resources, PD-24.
横浜植物防疫所（2020a）*Radopholus similis*（バナナネモグリセンチュウ）に関する病害虫リスクアナリシス報告書. 農林水産省. https://www.maff.go.jp/j/syouan/keneki/kikaku/attach/pdf/prareport-56.pdf
横浜植物防疫所（2020b）統計レポート　１１．輸入植物品目別・国別検査表　栽植用植物 2019（令和元）年 http://www.pps.go.jp/TokeiWWW/Pages/report/index.xhtml

【更新履歴】
2023 年 12 月 4 日　クズウコン属写真を追加
参考：（CPC にクリエイティブコモンズのマークあり）（↓は確認用参考であり、最終的に消します）

| Datasheet | Enhanced | | 16 November 2021

Radopholus similis (burrowing nematode)

Author: CABI | AUTHORS INFO & AFFILIATIONS

14. カンキツグリーニング病菌（ミカンキジラミを含む）

・*Candidatus* Liberibacter africanus（カンキツグリーニング病菌アフリカ型）
・*Candidatus* Liberibacter americanus（カンキツグリーニング病菌アメリカ型）
・*Candidatus* Liberibacter asiaticus（カンキツグリーニング病菌アジア型）

ア　調査

【調査対象動植物】

１）カンキツグリーニング病（以下「CG」という。）：カンキツ属
２）ミカンキジラミ：カンキツ属、ゲッキツ

【調査時期】

調査は、CG及びミカンキジラミを対象に主な新梢発生期である春期～秋期（春期が望ましい）に１回実施する。

【調査方法及び調査内容】

１）上記の調査対象植物の中から選定した上で、調査地点を設定する。なお、調査地点は各都道府県内で偏りが生じないように留意する。
２）設定した調査地点あたり10株を対象に、病徴及びミカンキジラミの写真を参考に目視調査を実施する。ミカンキジラミに対しては、可能な範囲でビーティング調査を実施する。
３）CGによる感染が疑わしい場合は、発症部位や発症部位を含む枝や樹全体、周囲の様子等をデジタルカメラ等で撮影した上で、試料を採取し遺伝子診断等を実施する。
４）ミカンキジラミと疑われるキジラミ類を発見した場合は、成虫等を採取する。採取した虫体は外部形態による同定等を実施する。

【調査に当たっての留意事項】

１）確認する症状は、生理障害や他の虫害（アブラムシ及びアザミウマ等による）や他の病害（温州萎縮病等）と見分けることが難しい。このため、通常の栽培環境下で平時と異なる状況であった場合（すす病が多い、微小昆虫が多い、モザイク症状が多い、台風でもないのに木が枯れる等）には、CGの感染を疑い、必要に応じて試料採取、遺伝子診断等を実施する。なお、病徴写真と比較して、症状が似ている場合であっても、発生の状況が平時と同じ場合は積極的に試料を採取し遺伝子診断等を実施する必要はない。
２）カンキツ属及びゲッキツの新梢（新芽）に、体色が黄～黄緑色で触角の短いキジラミ類幼虫等を確認した場合は、ミカンキジラミの可能性が高いことから可能な限り成虫を見つけ採取する。幼虫等が確認されるものの、成虫が見つからなかった場合は、枝ごと持ち帰り、成虫まで飼育を行う。

３）発見のポイント

ア）CG（病徴・標徴）：最も特徴的な病斑は亜鉛欠乏症に似た葉の退緑である。成熟葉では主脈間に不規則な斑紋が生じ、葉脈にのみ緑色が残る場合や、葉脈が隆起しコルク化することもある。

イ）ミカンキジラミ：成虫は葉裏に静止していることが多く、ミカンキジラミそのものは慣れれば見分けることができるが、アブラムシ類と同様にロウ物質（甘露）を分泌するため、気づきやすい。このため、葉上に付着したロウ物質（甘露）やそれに随伴するアリの群れ、すす病の発生が発見の目安となる。

イ　同定診断手法

採取した試料について、以下の手順で同定診断を実施する。

１）CG（遺伝子診断）（参考１）

疑似症状植物よりDNAを抽出し、既報の遺伝子診断法により同定を行う。１例としてConventional　PCR法を示す。

２）ミカンキジラミ（外部形態、遺伝子診断）（参考２）

外部形態による同定を行う。成虫態以外の態で発見された場合は、ミカンキジラミが散逸するおそれのない検定室等において、成虫まで飼育及び保管を行った後に同定を行う。なお、形態による同定が難しい場合には、DNAを抽出し、ミカンキジラミ同定用プライマーを用いたPCRも利用可能。

同定の結果、ミカンキジラミと確認された場合は、必要に応じてCGを保毒しているかを確認するため１）と同様に遺伝子診断を実施する。

（参考１）疑似症状植物からの CG の同定

ア）核酸抽出

ａ）肉眼観察

採取した疑似症状植物の各枝から、著しい疑似症状を呈した葉を可能な限り葉柄が付着した状態で取り出す。

ｂ）試料調整

カミソリ等で葉の中肋（葉の中央の主脈）又は葉柄部分を切り取り、約１㎜の長さに細断する。細断した試料を均一に混ぜ、DNA抽出用の試料とする。カミソリ等は試料が変わるたびに新品もしくは滅菌済みのものを用いる。

ｃ）核酸抽出

調整した試料からDNAを抽出する。DNA抽出は、CTAB法及び市販のキット等を用いる。キットを用いる場合には、付属のプロトコルに従って実施する。

イ）抽出したDNAを鋳型にして、表１の各プライマーセットを用いて、表２の

反応条件によりConventional　PCRを行う。なお、反応液の組成は各試薬メーカーのHP等を参照。

ウ）電気泳動によって増幅産物のサイズが各予定長の増幅サイズであるか確認する。

表１　カンキツグリーニング病菌検出用プライマー

カンキツグリーニング病菌	名前	塩基配列（5'-3'）	増幅サイズ	アニーリング温度	参考文献
アジア型及びアフリカ型	OI-1 OI-2c	GCGCGTATGCAATACGAGCGGCA GCCTCGCGACTTCGCAACCCAT	1,160	55℃*	Jagoueix et al.,1994
アメリカ型	GB1 GB3	AAGTCGAGCGAGTACGCAAGTACT CCAACTTAATGATGGCAAATATAG	1,027	64℃	Teixeira et al.,2005

＊Fujikawa and Iwanami(2012)

表２　カンキツグリーニング病菌の反応条件

カンキツグリーニング病菌	反応条件	参考文献
アジア型及びアフリカ型	96℃ 9分→(96℃ 30秒, 55℃ 30秒, 72℃ 1分) x40 サイクル→ 72℃ 7分→ 4℃ ∞	Fujikawa and Iwanami(2012)
アメリカ型	94℃ 2分→(94℃ 45秒, 64℃ 45秒, 72℃ 1分) x35 サイクル→ 72℃ 10分→ 4℃ ∞	Teixeira et al.,2005

（参考２）ミカンキジラミの同定及びCG保毒の有無の確認

ア）形態によるミカンキジラミの同定

ミカンキジラミが属する*Diaphorina*属は、国内ではミカンキジラミ１種しか知られていないことから成虫がａ）の特徴と一致した場合は、本虫と判断して問題ない。

成虫以外の態については、ｂ）の特徴と一致した場合は、ミカンキジラミの可能性があることから成虫まで飼育及び保管を行い同定する。

なお、飼育は、鉢植えしたカンキツ属又はゲッキツ等の新梢（新芽）に面相筆等を用いて移動させ、移動させた部位をビニール袋で覆う等の分散防止措置を行ったうえで実施する。

ａ）成虫

- 寄主植物上で、下向きになって逆立ちしているような独特の姿勢をとることが多い（図１）。
- 翅端までの全長が雌雄ともに約３㎜。
- 体色は赤褐～黒褐色（生時は白色粉で覆われる）（図１）。
- 前翅に特徴的な濃褐色斑紋がある（図２）。
- 頭部額錘は前方を向き、触角は短く頭幅以下（図３）。

b）成虫以外の態

- カンキツ属及びゲッキツの新梢（新芽）に、卵及び幼虫が見られる（図４及び５）。
- 卵は紡錘形で、黄色～橙色。大きさ（平均）は長さ0.31mm、幅0.14mm（図４）。
- 幼虫の体色は黄～黄緑色で、節片は褐色を帯びる（図５～８）。
- 触角は３節で、５齢幼虫の触角は前翅芽よりも明らかに短い（図８）。
- ５齢幼虫の前翅芽の肩部は強く前方に張り出す（図８）。

図１　ミカンキジラミ成虫（植物防疫所原図）

図２　ミカンキジラミ成虫前翅（植物防疫所原図）

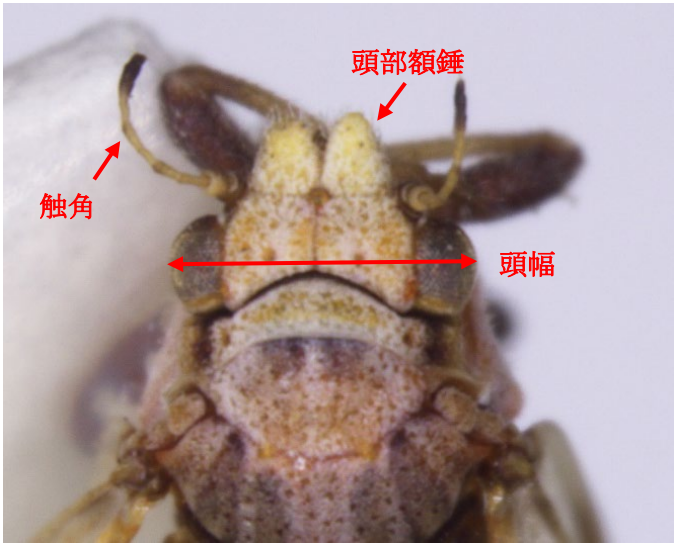


図３　ミカンキジラミ成虫頭部（植物防疫所原図）

図４　ゲッキツ新芽に産卵されたミカンキジラミの卵（植物防疫所原図）

図５　ゲッキツ新梢上のミカンキジラミ成虫及び幼虫（植物防疫所原図）

図６　ミカンキジラミの卵～幼虫（左から卵、１～５齢幼虫）　（植物防疫所原図）

図７　ミカンキジラミ幼虫（左から１齢、２齢及び３齢）　（植物防疫所原図）

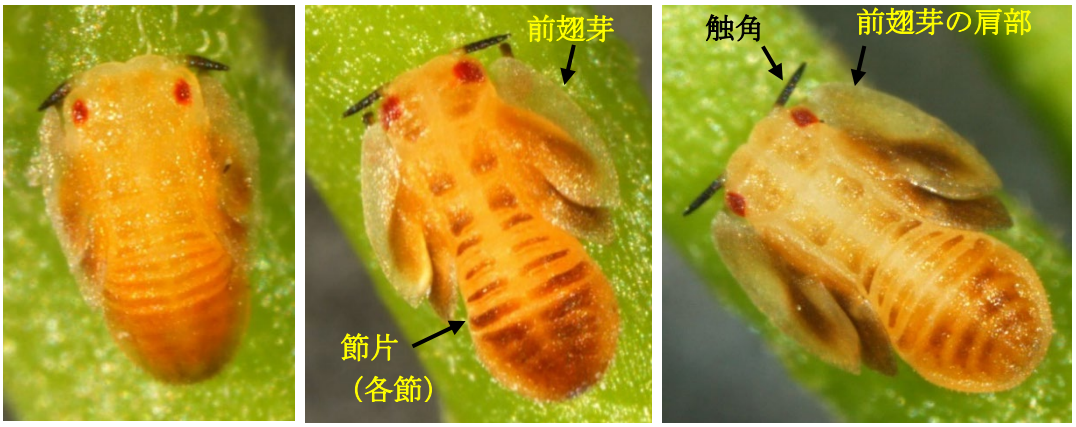


図８　ミカンキジラミ幼虫（左：４齢、中右：５齢）　（植物防疫所原図）

イ）核酸抽出

ａ）試料調整

無水アルコール若しくはアセトンに浸漬されているミカンキジラミは、火炎滅菌したピンセットで羽の部分をつまみ、ワイパー等で浸漬液を除去する。その際、虫体を傷つけないよう注意する。その後、チューブに１サンプル当たり１～５頭のミカンキジラミを入れ、アルコールやアセトンを完全に揮発させるため、蓋を開けた状態のまま室温（25℃前後）で20分程度静止させたものを供試試料とする。

ｂ）核酸抽出

供試試料からDNAを抽出する。DNA抽出は市販のキット等を用いる。キットを用いる場合には、付属のプロトコルに従い実施する。

なお、抽出の際は、供試試料を入れたチューブにキット付属の抽出用試薬等を添加し、ペレットミキサー等で供試試料を磨砕すること。

ウ）抽出したDNAを鋳型にしてConventional　PCRを、CG保毒の有無の確認をする場合は表１の、ミカンキジラミの同定を行う場合は、表３のプライマーセットを用いて行う。なお、反応液の組成は各試薬メーカーのHP等を参照し、ミカンキジラミは表４の反応条件によりConventional　PCRを行う。

エ）電気泳動によって増幅産物のサイズが予定長の増幅サイズであるか確認する。

表３　ミカンキジラミ同定用プライマー

名前	塩基配列（5’-3’）	増幅サイズ	アニーリング温度	参考文献
DCITRI COI-L DCITRI COI-R	AGGAGGTGGAGACCCAATCT TCAATTGGGGGAGAGTTTTG	821	60℃*	Boykin et al.(2012)

＊Fujiwara et al. (2016)

表４　ミカンキジラミの反応条件

反応条件	参考文献
94℃ 3分→（94℃ 30秒，60℃ 30秒，72℃ 1分）×35 サイクル→ 72℃ 10分→ 4℃ ∞	Fujiwara et al.(2016)

ウ　試料採取及び送付時の注意事項

１）カンキツグリーニング病菌

ア）試料を採取する宿主植物には、CG菌が検出された場合を想定し、試料採取前に目印を付ける。

イ）試料の採取に当たっては、異なる亜主枝から疑似症状葉を含む15～25cmの枝を計３～４本採取する。検定には葉柄または中肋（葉の中央の主脈）が

適していることから、その部分を確実に採取できるよう留意する。

ウ）採取した試料は、試料の確認に必要な事項（採取月日、採取場所、写真等）を記録した試料採取票（別記様式）を添付した上で、ビニール袋に入れ、輸送するまでクーラーボックス等（４℃）に保管する。

エ）試料の採取部位、病徴及び採取票に記録した内容等は、調査野帳に記録する。

オ）採取した試料は、散逸しないように厳重に梱包し、保冷剤を入れて低温に保った保冷箱等に収容して冷温のまま送付する。

２）ミカンキジラミ

ア）虫体を採取するCGの宿主植物には、CG菌を保毒していた場合を想定し、採取前に目印を付ける。

イ）ミカンキジラミと疑われるキジラミ類が確認された場合は、可能な限り成虫を採取し、無水アルコール若しくはアセトン中に保存する。

ウ）採取した成虫は、散逸しないように厳重に梱包し、保冷剤を入れて低温に保った保冷箱等に収容して冷温のまま送付する。

エ）成虫の採取ができなかった場合は、幼虫等を枝ごと採取し、散逸しないように厳重に梱包し、常温で送付する。

エ　病徴写真等

１）宿主植物における病徴

ア）カンキツ

図９　カンキツグリーニング病菌罹病樹（防疫指針委託事業成果）

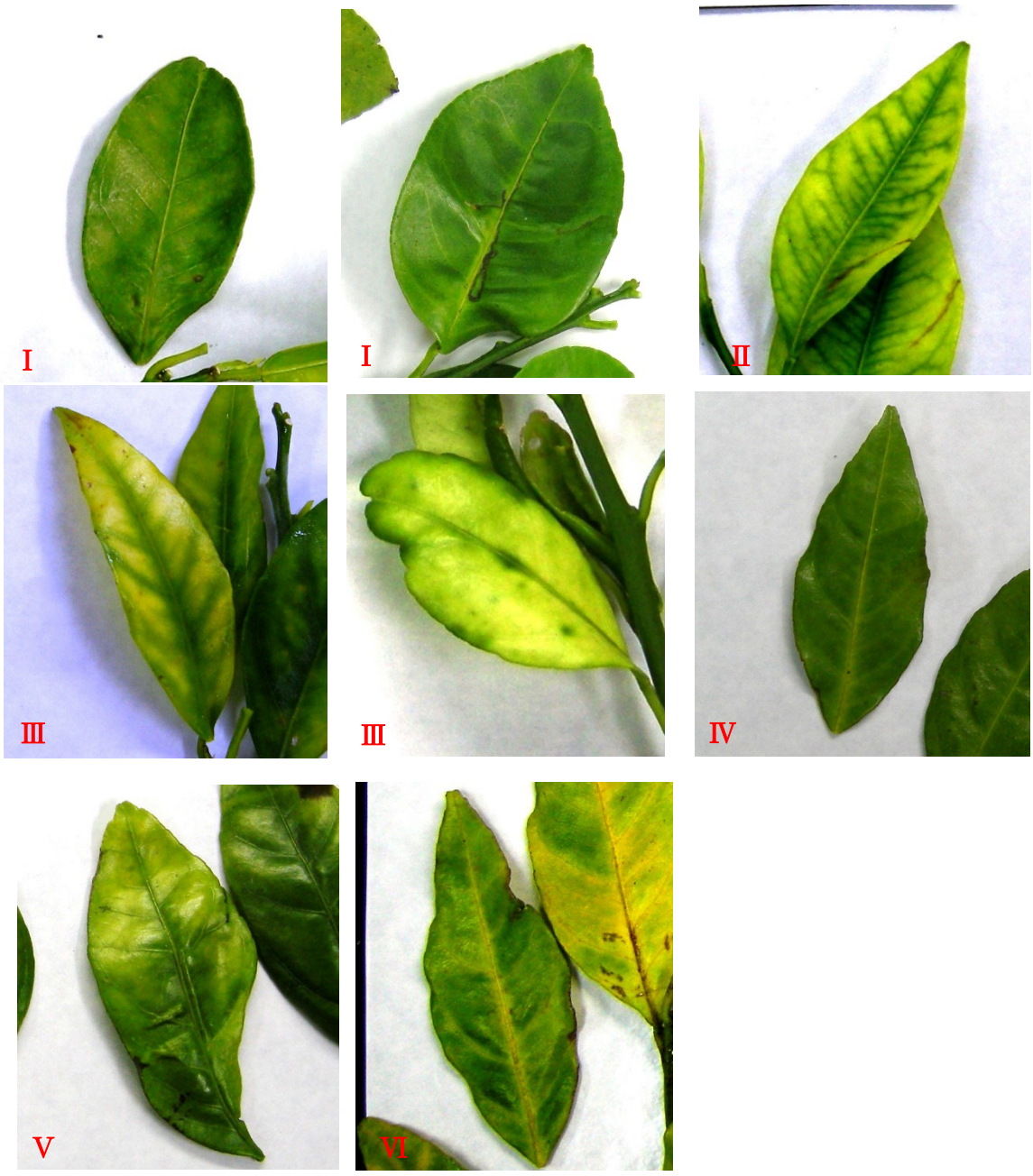


図10　カンキツグリーニング病菌罹病葉の症状（Ⅰ：退緑斑紋、Ⅱ：葉脈が網目状に残る退緑黄化、Ⅲ：主脈が緑色に残る退緑化、Ⅳ：葉脈黄化、Ⅴ：黄色斑紋、Ⅵ：葉脈黄化+黄色斑紋）（房安ら，2014を一部改変）（植物防疫所原図）

図11　カンキツグリーニング病菌罹病樹（主脈が緑色に残る退緑化）
（防疫指針委託事業成果）

図12　カンキツグリーニング病菌罹病樹（葉脈が網目状に残る退緑黄化）
（防疫指針委託事業成果）

図13　カンキツグリーニング病菌罹病樹（防疫指針委託事業成果）

2）ベクター

ア）ミカンキジラミ

図14　葉裏に静止したミカンキジラミ成虫（防疫指針委託事業成果）

図15　ミカンキジラミ成虫及び白色ロウ物質を分泌した幼虫（防疫指針委託事業成果）

図16　新梢上のミカンキジラミ成虫（防疫指針委託事業成果）

図17　新梢上に密集したミカンキジラミ幼虫（防疫指針委託事業成果）

イ）ミカントガリキジラミ（参考）

図 18　ミカントガリキジラミ（成虫）

S.P. van Vuuren, Citrus Research International, Bugwood.org. Creative Commons License licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 License.）（CC BY-NC 3.0 US）（http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/）

図 19　ミカントガリキジラミ（幼虫）

Peter Stephen, Citrus Research International, Bugwood.org. Creative Commons License licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 License.）(CC BY-NC 3.0 US)
(http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/)

オ 対象病害虫の解説

1）カンキツグリーニング病菌

学名

：*Candidatus* Liberibacter africanus corrig. Jagoueix et al. 1994

：*Candidatus* Liberibacter africanus subsp. capensis Garnier et al. 2000

：*Candidatus* Liberibacter americanus Teixeira et al. 2005

：*Candidatus* Liberibacter asiaticus corrig. Jagoueix et al. 1994

英名等：Citrus huanglongbing、Citrus greening、Huang long bing (yellow dragon disease)、greening、leaf mottling、dieback、vein phloem degeneration

分布：インド、インドネシア、カンボジア、スリランカ、タイ、台湾、中華人民共和国、ネパール、日本（鹿児島県及び沖縄県の一部）※、パキスタン、バングラデシュ、東ティモール、フィリピン、ブータン、ベトナム、マレーシア、ミャンマー、ラオス、イエメン、イラン、オマーン、サウジアラビア、アフリカ、アメリカ合衆国、アルゼンチン、キューバ、グアテマラ、コスタリカ、コロンビア、ジャマイカ、ドミニカ、ドミニカ共和国、トリニダード・トバゴ、ニカラグア、パナマ、パラグアイ、ブラジル、ベネズエラ、ベリーズ、ホンジュラス、メキシコ、パプ

アニューギニア等（農林水産省，2021）

※ 日本では、北緯27度10分以南の南西諸島（大東諸島を含み、与論島を除く。）並びに北緯27度58分以南、北緯27度10分以北の南西諸島及び与論島に*Candidatus* Liberibacter asiaticus が発生している。

宿主植物：カンキツ属、カラタチ属、キンカン属など（農林水産省，2021）

生態：CGの病原体は、師部局在性、難培養性のグラム陰性細菌で、*Candidatus* Liberibacter africanum（アフリカ型）、アフリカ型の亜種である*Ca.* L. africanus subsp. capense、*Ca.* L. asiaticus（アジア型）、*Ca.* L. americanus（アメリカ型）が報告されている（農林水産省，2021）。

本細菌の感染植物の初期症状は、一部の枝の葉に症状が現れ、亜鉛欠乏症のように葉脈やその隣接組織が黄化し、のちに葉全体が黄化する。やがて他の枝にも発病し、進行すると落葉、落果、枝枯れなどが生じる。最終的には、植物全体が衰弱し、枯死することが多い。症状は感染植物の一部の枝にだけに現れることもある。本細菌による感染植物の症状は植物の衰弱症状であるため特異性が低く、微量要素の欠乏症状やゴマダラカミキリの被害等と類似している（農林水産省，2021）。

潜伏期間は長く、数箇月から１年以上までと様々である（EFSA, 2019）。

生果実では、発育不良、奇形、着色不良が生じ、酸味や渋味が増す。種子は不稔となる。生果実表面を指で押すと、外皮表面に灰白色のロウ状の痕が残ることがある。生果実表面に緑色が残ったままとなることから、greening という名前が付けられた（農林水産省，2021）。

本細菌は、オレンジ、マンダリン及びタンジェリンで激しい症状を示し、レモン、グレープフルーツ及びサワーオレンジ等はやや軽度であり、ライム、ブンタン（ポメロ）及びカラタチは耐性が高い（芦原，1997; EFSA，2019）。

自然環境下においては、アフリカ型 はミカントガリキジラミ（*Trioza erytreae* del Guercio：日本未発生の検疫有害動物）により、アジア型及びアメリカ型はミカンキジラミにより媒介され、実験条件下においては、それぞれのキジラミはアジア型及びアフリカ型の両細菌を媒介可能との報告がある（農林水産省，2021）。

分散：

１）自然分散

本細菌は感染植物に寄生したミカンキジラミ及びミカントガリキジラミが師管液を吸汁した後、健全植物への吸汁活動により媒介される。本

細菌は媒介昆虫であるキジラミのリンパ節及び唾液腺で増殖することが可能であり、一度虫体内に入ると永続的に生存及び増殖し、吸汁行動に伴い、新たな宿主植物へ感染（移動）する（農林水産省，2021）。

２）人為分散

接ぎ木、苗木等の移動（植物防疫所，2003）。

防除：感染植物の伐採及び除去。健全な苗木の供給及びミカンキジラミの防除（農林水産省，2021）。

２）ミカンキジラミ

学名：*Diaphorina citri* Kuwayama

英名等：Asian citrus psyllid

分布：インド、インドネシア、カンボジア、シンガポール、スリランカ、台湾、中国、日本（鹿児島県及び沖縄県の一部）※、パキスタン、バングラデシュ、フィリピン、ブータン、ベトナム、マレーシア、ミヤンマー、ラオス、アフガニスタン、アラブ首長国連邦、イエメン、イラン、オマーン、サウジアラビア、エチオピア、ケニア、タンザニア、アメリカ合衆国、メキシコ、キューバ、ジャマイカ、ドミニカ、ドミニカ共和国、アルゼンチン、ブラジル、エクアドル、パラグアイ、ベネズエラ等（CABI，2021）

※ 日本では、鹿児島県（奄美群島以南）及び沖縄県に分布。

寄主植物：ゲッキツ、オオバゲッキツ、カンキツ属、カラタチ属、キンカン属、イチジクなど

生態：成虫は寄主植物の新梢に黄色紡錘型の卵を産み付ける。幼虫は新葉で発育し、５齢を経て成虫となる。摂食中にロウ物質で覆われた甘露（ハニーデュー）を分泌する。成虫の生存期間は２か月以上、１雌当たり産卵数は約200～800個である（芦原，1997）。発育零点及び有効積算温度は、卵は13.66℃で46.93日度、幼虫は11.56℃で192.27日度、卵から成虫は12.16℃で232.26日度である（Nakata，2006）。冬季でも新梢が発生する地域では全発育態が越冬するが、葉が硬化するところでは、成虫しか越冬できない（芦原，1997）。

ミカンキジラミはCG菌の媒介昆虫として知られており、CG菌はミカンキジラミのリンパ節及び唾液腺で増殖し、一度虫体内に入ると永続的に生存及び増殖し、昆虫の吸汁行動に伴い、新たな宿主植物へ感染（移動）する。経卵伝染は起こらない（農林水産省，2021）。

分散：１）自然分散
成虫が飛翔する（芦原, 1997）。
２）人為分散
苗木等の移動に伴い分散する。

防除：ミカンキジラミに適用のある農薬（MEP乳剤、イミダクロプリド水和剤、クロチアニジン水溶剤、チアメトキサム粒剤など）を登録内容に従って散布する。

＜参考文献＞

芦原亘（1997）カンキツグリーニング病の媒介昆虫ミカンキジラミ*Diaphorina citri*の生態と防除.植物防疫51(7)10-13.

Boykin, L. M., P. De Barro, D. G. Hall, W. B. Hunter, C. L. McKenzie, C. A. Powell and R. G. Shatters, Jr.(2012) Overview of worldwide diversity of *Diaphorina citri* Kuwayama mitochondrial cytochrome oxidase 1 haplotypes: two Old World Lineages and a New World invasion. Bulletin of Entomological Research 102:573-582.

CABI (2021) *Diaphorina citri* (Asian citrus psyllid). Crop Protection Compendium. (online), available from <https://www.cabi. org/cpc/>, (accessed 2022-8-24).

EFSA (European Food Safety Authority), S. Parnell, M. Camilleri, M. Diakaki, G. Schrader, and S. Vos (2019) Pest survey card on Huanglongbing and its vectors. EFSA Supporting Publications16(4):1574E.

Fujikawa, T. and T. Iwanami (2012) Sensitive and robust detection of citrus greening(huanglongbing) bacterium ‘‘*Candidatus* Liberibacter asiaticus’’ by DNA amplification with new 16S rDNA-specific primers. Molecular and Cellular Probes 26: 194-197.

Fujiwara, K., N. Uechi, Y. Shimizu, S. Toda, H. Inoue, T. Yamaguchi, T. Iwanami and T. Fujikawa (2016) Effective molecular detection of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) in bulk insect samples from sticky traps. Journal of Applied Entomology 141(1-2):61-66.

房安聡司、秀島和幸、永喜大士、藤田武利、松浦貴之（2014）奄美群島におけるカンキツグリーニング病罹病葉の病徴型による病徴診断の検討. 植物防疫所調査研究報告50:83-88.

井上広光（2004）キジラミ類の分類と生態（２）－生態および害虫種－. 植物防疫58(1):29-32

井上広光、篠原和孝、奥村正美、池田綱介、芦原亘、大平喜男(2006)、九州本土

および屋久島の植栽ゲッキツ（ミカン科）で新たに発生したハマセンダンキジラミ（半翅目：キジラミ科）．日本応用動物昆虫学会誌 50(1):66-68.
Jagoueix, S., J. M. Bové and M. Garnier (1994) The phloem-limited bacterium of greening disease of citrus is a member of the α subdivision of the Proteobacteria. International Journal of Systematic Bacteriology 44: 379-386.
Nakata, T. (2006) Temperature-dependent development of the citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psylloidea), and the predicted limit of its spread based on overwintering in the nymphal stage in temperate regions of Japan. Applied Entomology and Zoology 41(3):383-387.
農林水産省（2021）*Candidatus* Liberibacter africanus、*Ca.* L. americanus 及び*Ca.* L. asiaticus（カンキツグリーニング病菌）に関する病害虫リスクアナリシス報告書(令和３年12月22日改訂版).< https://www.maff.go.jp/j/syouan/keneki/kikaku/attach/pdf/pra_table2-13.pdf>
植物防疫所（2003）ミバエ類等侵入警戒調査実務参考資料.pp.71.
Teixeira, D. C., J. L. Dane, S. Eveillard, E. C. Martins, W. C. Jesus Jr, P. T. Yamamoto, S. A. Lopes, R. B. Bassanzi, A. J. Ayres, C. Saillard and J. M. Bové (2005) Citrus huanglongbing in Sa˜o Paulo State, Brazil: PCR detection of the '*Candidatus*' Liberibacter species associated with the disease. Molecular and Cellular Probes 19: 173-179.

15. *Spiroplasma citri*（以下、「*S. citri*」という。）

ア　調査

【調査対象植物】

カンキツ属

【調査時期】

調査は、生育期間中に年１回以上行うこととする。なお、可能であれば、比較的高温期を中心に調査を実施することが望ましい。

【調査方法及び調査内容】

１）調査は、上記の調査対象植物の中から選定した上で、調査地点を設定し、実施する。なお、調査地点は都道府県内で偏りが生じないように留意する。

２）設定した調査地点あたり10株を対象に、病徴写真を参考にしつつ、*S. citri*に感染したカンキツ属でみられるような生育不良、若枝の叢生、葉の黄化、果実の着色不良、小玉化等の症状の有無を目視で調査する。

３）本細菌はヨコバイによる伝染が知られているため、ヨコバイを園地で発見した場合には、特に注意して調査を行う。

４）感染が疑わしい場合は、診断の一助として関係機関に送付できるよう、発症部位、発症部位を含む枝及び樹全体についてデジタルカメラ等で撮影した上で、試料採取、遺伝子診断等を実施する。

【調査に当たっての留意事項】

１）本細菌による病徴は生理障害や他の病害等と混同しやすいため、病徴写真と症状が似ている場合であっても、発生の状況が平時と同じ場合には、積極的に試料を採取し、遺伝子診断等を実施する必要はない。一方、通常の栽培環境下で平時に比べて症状の発生が異常と考えられる場合には、*S. citri*の感染を疑い、試料採取、遺伝子診断等を実施する。

２）発見のポイント

ア）葉：退緑斑、黄化、小葉化

イ）果実：奇形、着色不良、小玉化

ウ）その他：萎縮、若枝の叢生、枝の節間のつまり等。

イ　試料採取及び送付時の注意事項

１）試料を採取する宿主植物には、*S. citri*が検出された場合を想定し、試料採取前に目印を付ける。

２）試料の採取に当たっては、罹病部を中心になるべく広い範囲で採取ができるよう、可能な限り枝ごと採取する。

３）調査を実施した園地内に病徴を示す樹木が複数ある場合は、樹木ごとに手

袋を交換し、せん定ばさみ等の器具類についても、樹木ごとに70%エタノール又は有効塩素濃度１%次亜塩素酸ナトリウム水溶液等により消毒して使用する。

４）採取した試料は、試料の確認に必要な事項（採取月日、採取場所等）を記録した試料採取票（別記様式）を添付した上で、ビニール袋に入れ、輸送するまで冷暗所に保管する。

５）試料の採取部位、病徴及び採取票に記録した内容等は、調査野帳に記録する。

６）採取した試料は、散逸しないように厳重に梱包し、郵送時に極度に高温にならないように注意し、送付する。

ウ　同定診断手法

採取または送付された試料について、以下の手順で同定を実施する。

ただし、生物学的診断法は判定までに時間を要し、血清学的診断はELISAキットを常備しておくことが困難と考えられることから、簡易同定は、原則、遺伝子診断（PCR検定）にて行う。

１）生物学的診断

スイートオレンジ（品種：Madame Vinous）への接木検定により行う。(CABI, 2014; Nejat *et al.*, 2011)。

Madame Vinous に芽接ぎ後、日中 32℃、夜間 27℃程度で管理し、病徴を観察する (CABI, 2014)。接木後、８～12 週間後から新芽及び新葉が萎れ始め、葉の小型化、葉先端や葉縁の退緑斑、節間のつまり、矮化等が認められる(Roistacher, 1991)。

２）血清学的診断

症状が認められた部位を用いて、参考２に示す *S. citri* に特異的な血清を用いた ELISA 等を実施する。

３）遺伝子診断

症状が認められた部位より核酸を調整・抽出し、参考３に示す本細菌に特異的なプライマーを用いた PCR を実施する。

(参考１) *Spiroplasma citri* の血清学的診断

ELISA用の検定キットが各社より販売されている。ELISAはキット添付のプロトコルに従って行うこと。

(参考２) *Spiroplasma citri* の遺伝子診断

本細菌の遺伝子診断法については様々なプライマーが報告されているが、Yokomi ら (2008) が設計した P58 adhesin-like gene をターゲットとした PCR 法が感度、精度、反復性に優れるとされている (Loiseau *et al.*,2019)ことか

ら、ここでは本プライマーを記載する。

・*Spiroplasma citri* 検出用プライマー（Yokomi ら、2008）

P58-6f（5’-GCG GAC AAA TTA AGT AAT AAA AGA GC-3’）

P58-4r（5’-GCA CAG CAT TTG CCA ACT ACA-3’）

【引用文献】

Loiseau *et al.*(2019) Detecting *Spiroplasma citri*: a comparison of PCR methods to be used for quarantine diagnostics. European Journal of Plant Pathology 155: 71-80.

Yokomi RK, Mello AFS, Saponari M, Fletcher J (2008) Polymerase chain reaction based detection of *Spiroplasma citri* associated with citrus stubborn disease. Plant Disease 92: 253-260.

エ　病徴写真等（カンキツ属における病徴）

図１　葉における症状（EPPO;J.M,Bove 氏提供）

葉はカップ状に巻く。

図２　果実の奇形（EPPO;J.M,Bove 氏提供）

図３　種子の発達不良（EPPO;J.M,Bove 氏提供）
下段：感染種子　上段：健全種子

図４　樹の生育不良（EPPO;J.M,Bove 氏提供）
左：感染樹　右：健全樹

（その他写真）※転載の許諾が得られなかったことから URL 等を示す。

・若木における症状及び果実における症状

CABI (2014) Crop Protection Compendium (Spiroplasma citri). (online), available from 〈http://www.cabi.org/cpc/datasheet/50977〉 (Last modeified:16.Nov.2022).

（参考）ベクター（ヨコバイ）

以下、ベクターとなるヨコバイについて、例として日本未発生種（２種）の画像を掲載する。ただし、これら以外のヨコバイについてもベクターとなり得る点に注意すること。

図５　*Neoaliturus haematoceps*（EPPO；J.M,Bove 氏提供）

図６　*Circulifer tenellus*（和名：テンサイヨコバイ、EPPO；A.C.Magyarosy 氏提供）

オ　対象病害の解説

学名：*Spiroplasma citri* Saglio *et al.*, 1973

英名：Citrus stubborn disease

分布：パキスタン、マレーシア、アラブ首長国連邦、イスラエル、イラク、イラン、オマーン、サウジアラビア、シリア、トルコ、ヨルダン、レバノン、イタリア、キプロス、スペイン、フランス、アルジェリア、エジプト、スーダン、チュニジア、モロッコ、アメリカ合衆国、ベネズエラ、メキシコ、ニュージーランド等

宿主植物：カンキツ（ミカン）属、キンカン属、カラタチ属、セイヨウワサビ、ニチニチソウ、ゴマ、ニンジン、セロリー等

生態：*Spiroplasma citri*は、師管の師細胞のみに影響し、カンキツ類を含み幅広い宿主範囲を持つ。カンキツ属のオレンジ、レモン、マンダリン及びグレープフルーツは本細菌に特に感受性が高い（CABI, 2014）。

ミカン科以外の栽培種や野生植物において感染報告があるが、潜在感染で、発病の確率も低い（CABI, 2014）。暑く乾燥した環境で発生する病気で、カンキツ属植物の品質や生産量に大きく影響を及ぼす（CABI, 2014）。感染樹は葉の退緑斑、モットル、奇形、小葉化、枝の節間のつまり、若枝の叢生、枝の直立、季節外の開花、結実が見られる。感染した樹では果実の発達は抑制される。果実では小果、変形等の症状が見られ、種子形成が阻害される（CABI, 2014）。

カンキツ類では28-32℃の高温で発症し、高温下では数ヶ月症状が続くが、低温下では目に見える症状は現れない（CABI, 2014）。

分散：

1）自然分散

ヨコバイ類により媒介される。地中海地域では*Neoaliturus haematoceps*、テンサイヨコバイ（*Circulifer tenellus*）が、米国では*Scaphytopius nitridus*, *Scaphytopius acutus*, テンサイヨコバイが媒介（永続伝搬）した報告がある。ヨコバイが摂食時に保毒した*S. citri*は10-20日後に感染可能となる(CABI, 2014; Breton *et al.*, 2010)。

*S. citri*を獲得後30日経過したテンサイヨコバイを用いたニンジン及びニチニチソウへの伝搬試験では、10-45日後に明らかな病徴が観察された（Mello *et al.*, 2009）。

*Circulifer haematoceps*は、トルコ、モロッコ、シリア、コルシカ島（フランス）を含む地中海エリアでの本細菌の主要なベクターである。トルコでは他の５種のヨコバイが*S. citri*を媒介することが知られるが、

*Ciruculifer opacipennis*のみがニチニチソウへ伝染させた。米国での本細菌の主要なベクターはテンサイヨコバイであり、本細菌はテンサイヨコバイの体内で増殖することが報告されている(Towsend *et al.*, 1977)。

なお、*Neoaliturus*属、*Circulifer*属、*Scaphytopius*属は日本に発生していない。

２）人為分散

接ぎ木による伝搬が知られている（CABI, 2014）。

防除：健全な穂木の生産(CABI, 2014)、感染樹の伐採・伐根等。

＜参考文献＞

Breton, M., S.Duret, J.Danet, M.Dubrane, and J. Renaudin (2010) Sequences essential for transmission of Spiroplasma citri by its leafhopper vector, Circulifer haematoceps, revealed by plasmid curing and replacement based on incompatibility. Applied and Environmental Microbiology, 76, 3198-3205

CABI (2014) Crop Protection Compendium (Spiroplasma citri). (online), available from 〈http://www.cabi.org/cpc/datasheet/50977〉 (Last modeified:16.Nov.2022).

Mello, A. F. S., A. C. Wayadande, R. K. Yokomi and J. Fletcher (2009) Transmission of different isolates of Spiroplasma citri to carrot and citrus by Circulifer tenellus (Hemiptera: Cicadellidae). Journal of Econ Entomol. ;102(4):1417-22.

O`Hayer, K.W, G.A.Schultz, C.E.Eastman, J.F.letcher and R.M. Goodman (1983) Transmission of Spiroplasma citri by the aster leafhopper, Macrosteles fascifrons (Homoptera: Cicadellidae). Ann. Appl. Biol., 102: 311-318.

Towsend, R., P. G. Markham and K. A. Plaskitt (1977) Multiplication and morphology of Spiroplasma citri in the leafhopper Euscelis plebejus. Ann. Applied Biol. 87: 307-313.

16. *Xylella fastidiosa* (Wells et.al.)

ア 調査

【調査対象植物】

カンキツ類、ブドウ、ナシ、サクラ属、オリーブ

【調査時期】

調査は、対象植物の展葉期から果実の肥大期の間に年１回以上実施する。

【調査方法及び調査内容】

１）調査は、上記の調査対象植物の中から選定した上で、調査地点を設定する。なお、調査地点は各都道府県内で偏りが生じないように留意する。

２）設定した調査地点当たり10本を対象に、エの病徴写真を参考にしつつ、*Xylella fastidiosa*(以下[Xf]という。) に感染した植物で見られるような葉の先端や葉縁で枯死といった症状がないかどうかを目視で調査する。道管の閉塞による急激な枯死が指標となる。

３）感染が疑わしい場合は、発症部位を含む枝や樹全体、周囲の様子等をデジタルカメラ等で撮影した上で、試料を採取し遺伝子診断等を実施する。

【調査に当たっての留意事項】

１）確認する症状は、乾燥ストレスや日光による葉焼け等と見分けることが難しい。このため、病徴写真と比較して、症状が似ている場合であっても、発生の状況が平時と同じ場合は積極的に試料を採取し遺伝子診断等を実施する必要はない。一方、通常の栽培環境下で症状の発生時期が例年と大きく異なる、症状が見慣れない広がり方をしている等、平時よりも症状の出方が異常である場合には、Xfの感染を疑い、試料を採取し遺伝子診断等を実施する。

２）発見のポイント（病徴・標徴）

ア）カンキツ類（ミカン属、キンカン属及びカラタチ）：葉の表面の葉脈間に不均一な退緑斑が見られ、症状が進むと葉の裏面にわずかに盛り上がった褐色の斑点が見られる。

イ）ブドウ：葉に退緑斑が見られ、ひどくなると周辺組織の萎ちょう、乾燥が始まる。健全部との境は、黄色又は赤色に変わり、葉柄を残したまま葉は早期に落葉する。本病に感染した樹は、翌年からの生育が遅れ、つるはわい化し、最初の４から６枚の葉では葉脈部が濃くなる症状が現れる。夏の終わり頃からは、葉枯れや萎ちょう乾燥などの症状が現れる。

ウ）ナシ：葉焼け症状が見られ、葉焼けの周辺部が黄色く縁どられることもある。葉焼けは葉の先端部又は周辺部から始まることが多

く、中央部まで広がっていく。感染した若枝は萎凋・枯死する。

エ）サクラ属（モモ、スモモ、セイヨウスモモ及びオウトウ）：モモの場合、枝の節間が短縮し、多くの側枝が伸長する。葉は暗緑色となり濃密に生ずる。このため、樹全体は葉が多く、緑色が濃く、樹冠は平らになり樹形はコンパクトな外観となる。モモ以外（スモモ等）の場合、葉焼け症状が見られる。

オ）オリーブ：樹の上部での葉焼けや枝枯れの散発、感染初期では枝の縮小が見られる。葉の先端と脈間がくすんだ黄色から茶色に変色し、枝の枯死を招く。時間が経つにつれ、症状は進展し、全体が白化して見える。幹、枝、小枝の断面では導管、辺材部、形成層に退変が見られる。

イ　同定診断手法

以下の手順で遺伝子診断（PCR検定）を実施する。なお、簡易同定法として市販のキットによる血清学的診断（ELISA検定）も利用可能であるが、一般的に遺伝子診断に比べ検出感度が低い点に留意する。

１）遺伝子診断（コンベンショナル PCR 法）

ア）採取したサンプルから DNA を抽出する。DNA 抽出は市販のキット等を用い、キット付属のプロトコルに従い実施する。

イ）抽出した DNA を鋳型にして PCR を表１のプライマーセットを用いて行う。PCR は市販のキット等を用いて行う。なお、反応液の組成及び反応条件はキット付属のプロトコルを参照する。

ウ）電気泳動によって増幅産物のサイズが Xf の予定長の増幅サイズであるか確認する。

表１ Xf 検出用プライマー

名前	塩基配列（5’-3’）	増幅サイズ※	アニーリング温度	参考文献
X67S1	GGACGGCAGCACATTGGTA	604	60℃	Ito T and Chiaki Y. (2001)
XL2r	CCTCTACCACACTCTAGCTATC			

※増幅サイズは、分離株により数塩基の差が生じる。

２）遺伝子診断（リアルタイム PCR 法）

ア）１）のア）と同様に核酸抽出を行う。

イ）抽出したDNAを鋳型にして、表２のプライマー・プローブセットを使用したTaq Man法により検定する。反応は市販のキット等を用いて行う。なお、反応液の組成及び反応条件はキット付属のプロトコルを参照する。

表２ Xf 検出用プライマー・プローブ

名前	塩基配列（5’-3’）	参考文献
XrDf1	GGCTCATCCAATCGCACAA	Ito & Chiaki (2021)
XLr4	CGGACGGCAGCACRKTGGT	
XrD-Pf	FAM-CCTAAGGTCCCCTGCTT-MGB	

・結果の判定

Ito & Chiaki（2021）の方法で実施した場合、Threshold line をオートに設定し、Ct 値が 40 以下の検体を陽性とし、それ以外の場合は全て陰性とする。なお、他メーカーの反応試薬を使用した場合、判定法に変更を要する場合がある。

（参考）血清学的診断

疑似症状植物を用いて、Xfに特異的な抗体を用いたELISA検定等により同定を行う。ELISA法のキットが市販されている。使用にあたっては、本キットを添付のプロトコルに従って実施する。

ウ　試料採取及び送付時の注意事項

１）試料を採取する宿主植物には、試料採取前に目印を付ける。

２）試料の採取に当たっては、症状部を中心になるべく広い範囲で採取ができるよう、１樹あたり10～25枚の葉が付いた枝ごと採取する。検定には葉柄又は中肋（葉の中央の主脈）が適していることから、その部分を確実に採取できるよう留意する。

３）調査を実施した園地内に病徴を示す樹木が複数ある場合は、樹木ごとに手袋を交換し、せん定ばさみ等の器具類についても、樹木ごとに70%エタノール又は有効塩素濃度１%次亜塩素酸ナトリウム水溶液等により消毒して使用する。

４）採取した試料は、試料の確認に必要な事項（採取月日、採取場所、写真等）を記録した試料採取票（別記様式）を添付した上で、ビニール袋に入れ、輸送するまでクーラーボックス等（４℃）に保管する。

５）試料の採取部位、病徴及び採取票に記録した内容等は、調査野帳に記録する。

６）採取した試料は、散逸しないように厳重に梱包し、保冷剤を入れて低温に保った保冷箱等に収容して冷温のまま送付する。

エ　病徴写真等

1）宿主植物における病徴

ア）ブドウ

図１　ブドウ葉の黄化したハローとその周辺の壊死

（©M. Scortichini, Istituto Sperimentale per la Frutticoltura, Rome (IT) and EPPO）

図２　ブドウ葉の壊死と萎凋

（©M. Scortichini, Istituto Sperimentale per la Frutticoltura, Rome (IT) and EPPO）

図３　ブドウ葉の春病徴（左：健全　中央・右：発病）
（©A.H. Purcell, University of California, Berkeley (US) and EPPO）

図４　ブドウの枝の症状。緑枝部分がまだらに残る。
（© J. Clark, University of California, Berkeley (US) and EPPO）

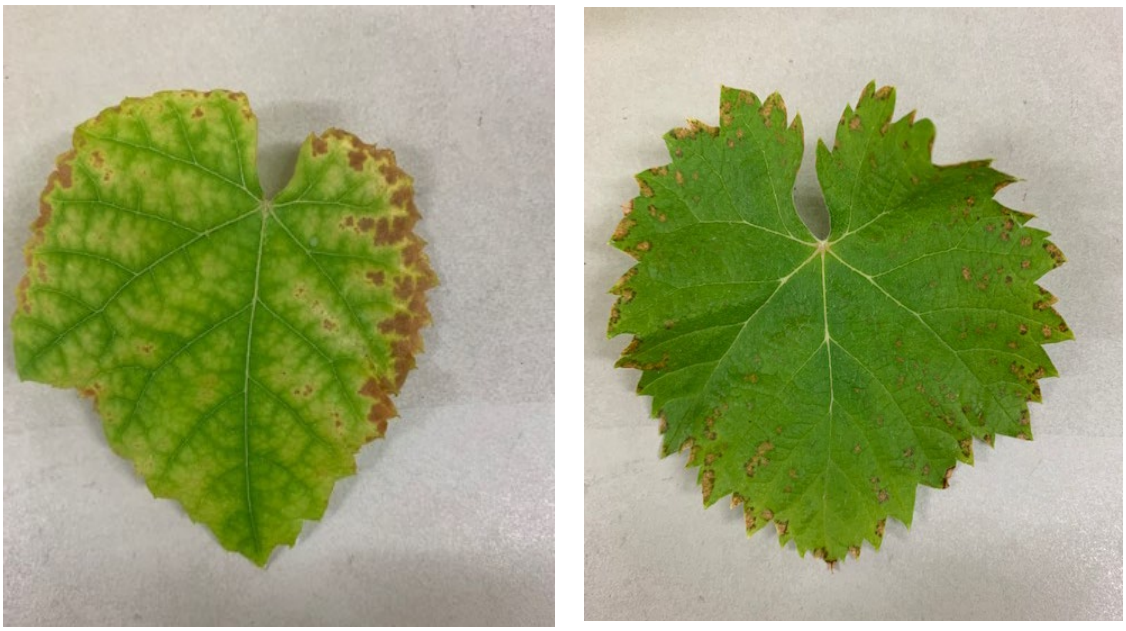


図５　人工接種によるシャインマスカットの病徴
（レギュラトリーサイエンス事業成果）

図６　人工接種によるピオーネ病徴（左）（退緑症状）
（レギュラトリーサイエンス事業成果）

イ）カンキツ類

図７　スウィートオレンジの症状。典型的なスポット病斑がみられる。
（© M. Scortichini, Istituto Sperimentale per la Frutticoltura, Rome (IT) and EPPO）

図８　オレンジの症状。枝の枯死や果実の不着果等が起こる。
（© M. Scortichini, Istituto Sperimentale per la Frutticoltura, Rome (IT) and EPPO）

図９　オレンジ葉の症状（左）及びオレンジ果実の不良症状（右）
（© María M. López and EPPO）

図 10　人工接種によるラフレモン病徴（レギュラトリーサイエンス事業成果）

ウ）モモ

図 11　枝の葉が先端を除いて落葉している様子
（© M. Scortichini, Istituto Sperimentale per la Frutticoltura, Rome (IT) and EPPO）

エ）オリーブ

図 12　オリーブの病徴（© NAK, NL and EPPO）

オ）参考（その他写真）

Xylella fastidiosa (XYLEFA)[Photos]| EPPO Global Database
(URL：https://gd.eppo.int/taxon/XYLEFA/photos)

オ 対象病害の解説

学 名：*Xylella fastidiosa* (Wells et al., 1987)

英名、和名等：Pierce's disease of grapevines（ピアス病）、alfalfa dwarf、almond leaf scorch、citrus variegated chlorosis、dwarf lucerne、oleander leaf scorch、pear leaf scorch、 pecan leaf scorch、periwinkle wilt、phony disease of peach、plum leaf scald

分布：台湾、イスラエル、イラン、イタリア、スペイン、フランス、アメリカ合衆国、カナダ、アルゼンチン、エクアドル、コスタリカ、パラグアイ、ブラジル、ベネズエラ、メキシコ

宿主植物：ミカン属、キンカン属、カラタチ属、サクラ属、ナシ属、キイチゴ属、ブドウ属、カエデ属、コナラ属、スズカケノキ属及びニレ属など

生態：Xfは根、茎及び葉の道管内で増殖する。細菌の凝集並びに感染に伴って植物がチロース（道管を閉塞させる「填充体」。植物が傷害、病原菌の感染等によってストレスを受けると、チロースが生成され、体液の流出や病原菌の侵入を防ぐ。）や粘着物質を生成することで、道管が詰まる。

分散：

1）自然分散

Xfは道管部局在細菌（xylem-limited bacterium）であり、道管部を吸汁加害する昆虫類（ヨコバイ科（*Cicadellinae*）、アワフキムシ科（*Cercopidae*）、セミ科（*Cicadidae*））により媒介される。これら媒介昆虫（以下、「ベクター」という。）によるXfの伝搬に潜伏期はなく、また、永続的に伝搬されるとの報告がある（EFSA, 2015）。なお、経卵伝搬は確認されていない。

道管部吸汁性の昆虫は、ベクターとなる可能性があると考えられているが、伝搬の有効性は、昆虫の種、寄主植物及びXfの遺伝子型により差異があると考えられている（EFSA, 2015）。Xfの保持は腸管に限定されるため、昆虫あたりの細菌濃度は低いことから、Xfの保毒を調べるためにはPCRのような感度の高い手法が必要となる（EFSA, 2015）。

なお、Xfに感染しているオリーブ園の地上部から集められたホソアワフキ（*Philaenus spumarius*：日本既発生）をPCR法により調べたところ、Xfが確認できたとの報告がある（Saponari et al., 2014）。なお、海外で媒介報告のある昆虫のうち、国内にはホソアワフキの他、オオヨコバイ（*Cicadella viridis*）が分布している。他の吸汁性昆虫についても媒介の可能性はある。

媒介報告がある昆虫の一例（すべてヨコバイ科・日本未発生）

国	宿主植物	属	種
アメリカ	ブドウ	*Carneocephala*	*fulgida*
		Draeculacephala	*minerva*
		Graphocephala	*atropunctata*
	モモ	*Homalodisca*	*coagulata*
		Homalodisca	*insolita*
		Oncometopia	*orbona*
		Graphocephala	*versuta*
		Cuerna	*costalis*
	カンキツ、ブドウ	*Homalodisca*	*vitripennis*
ブラジル	カンキツ	*Acrogonia*	*terminalis*
		Acrogonia	*citrina*

２）人為分散

接ぎ木により伝搬する（CABI, 2020; EPPO, 2014）。

防除：健全な穂木の生産が実用的な防除方法である。ベクターの防除は、分散を防ぐ有効な方法である。病原体自体への農薬散布等の化学的防除は野外では有効ではない。（CABI, 2020）。

＜参考文献＞

CABI (2020) *Xylella fastidiosa* In: Crop Protection Compendium. Wallingford, UK: CABInternational. ._(online),_available_from 〈http://www.cabi.org/cpc/〉, (Last modified, 19 March 2020).

EFSA (European Food Safety Authority) (2015) Scientific opinion on the risk to plant health posed by *Xylella fastidiosa* in the EU territory, with the identification and evaluation of risk reduction options, European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. (online), available from 〈http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/maindocuments/3989.pdf〉, _(accessed_2022-08-01).

EPPO 2013 PM 7/24(4) *Xylella fastidiosa* Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 49: 175-227

EPPO (2014) First report of Xylella fastidiosa in the EPPO region (Accessed_2016-3-16). (online), available from

〈https://www.eppo.int/QUARANTINE/special_topics/Xylella_fastidiosa/Xylella_fastidiosa.htm〉, _(accessed_2022-08-01).

EPPO (2016) Data Sheets on Quarantine Pests Xylella fastidiosa. (online), available from 〈https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/bacteria/XYLEFA_ds.pdf〉, _(accessed_2022-08-01).

Fatami et al., (2017) Detection of plant-pathogenic bacteria in seed and other planting Material second edition. APS Press, USA: 271-277.

Ito, T. and Chiaki, Y. (2021) Two new superior primer pairs for universal detection of *Xylella* spp. in conventional PCR and TaqMan quantitative real-time PCR、Journal of Microbiological Methods、189:106321

Li, W. B., W. D. Pria Jr., P. M. Lacava, X. Qin , and J. S. Hartung (2003) Presence of *Xylella fastidiosa* in Sweet Orange Fruit and Seeds and Its Transmission to Seedlings, Phytophathology:93: 953-958, 2003. (online), available from 〈http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO.2003.93.8.953〉, _(accessed_2022-08-01).

農林水産省（2021）*Xylella fastidiosa* に関する病害虫リスクアナリシス報告　書Rodrigues et al 2003 Applied Environmental Microbiology 69:4249-4255

Saponari, M., G. Loconsole, D. cornara, R. K. Yokomi, A. D. Stradis, D.

Boscia, D. Bosco, G. P. Martelli, R. Krugner and F. Porcelli. (2014) Infectivity and Transmission of Xylella fastidiosa by Philaenus spumarius (Hemiptera: Aphrophoridae) in Apulia, Italy. Journal of Economic Entomology 107: 1316-1319.