

Hop stunt viroid に関する
病害虫リスクアナリシス報告書

令和6年12月25日
農林水産省横浜植物防疫所

主な改訂履歴及び内容

令和 6（2024） 年 12 月 25 日 作成

目次

はじめに.....	1
I リスクアナリシス対象の病害虫の生物学的情報（有害植物）.....	1
1. 学名及び分類.....	1
2. 地理的分布.....	2
3. 感染記録のある植物及び国内分布.....	2
4. 感染部位及びその症状.....	3
5. 移動分散方法.....	4
6. 生態.....	4
7. 媒介性又は被媒介性.....	4
8. 被害の程度.....	4
9. 防除.....	5
10. 診断、検出及び同定.....	5
11. 日本における輸入検疫措置.....	6
12. 諸外国における輸入検疫措置等.....	6
II 病害虫リスクアナリシスの結果.....	8
第1 開始（ステージ1）.....	8
1. 開始.....	8
2. 対象となる有害動植物.....	8
3. 対象となる経路.....	8
4. 対象となる地域.....	8
5. 開始の結論.....	8
第2 病害虫リスク評価（ステージ2）.....	9
1. 有害動植物の類別.....	9
2. Hop stunt viroid の病害虫リスク評価の結論.....	9
別紙1.....	11
別紙2.....	14
引用文献.....	19

はじめに

Hop stunt viroid (= *Hostuviroid impedihumuli*) (以下、「HSVd」という。) は、1970 年に我が国の栽培ホップで初めて報告されたホップわい化病を引き起こす病原体で、感染したホップは生育が阻害され、つるが伸びなくなりわい化し、収量減少や品質低下をもたらす。ホップ以外に、キュウリ、ブドウ、カンキツ類、核果類（モモ、ニホンズモモなど）等に感染し、スモモ斑入果病等の原因となる（Hataya et al., 2017; Marquez-Molins et al., 2020; Sano and Kashiwagi, 2022; 佐々木, 1981; 寺井, 1990; 山本ら, 1970）。

また、カンキツ類においては、タンジェロやマンダリンのカンキツカクヘキシア病 (Citrus cachexia disease) を引き起こす citrus cachexia viroid として報告されたが、現在は HSVd に含まれる変異株（又は変異体）であることが明らかとなっている（CABI, 2024; EPPO, 2024; Levy and Hadidi, 1993; Semancik et al., 1988; Wang et al., 2010）。

現在、日本においては、HSVd は「まん延した場合に有用な植物に損害を与えるおそれがないことが確認されていない有害植物」であり、輸入検査で発見された場合、廃棄又は返送となる（農林省, 1950a, b; 農林水産省, 2011）。

他方、HSVd は日本国内においては、1970 年以降検出報告があることから（Hadidi et al., 2003; Ito et al., 2002, 2006; 中嶋ら, 2017; 沼口ら, 2023; 農研機構, 2006; 佐野, 2007, 2022; Sano et al., 1985; 佐々木, 1981; 山本ら, 1970）、HSVd に対するリスク評価を実施し、植物検疫上の位置づけを明らかにするとともに、適切なリスク管理措置を検討するため、病害虫リスクアナリシスを実施した。

I リスクアナリシス対象の病害虫の生物学的情報（有害植物）

1. 学名及び分類

（1）学名（ICTV, 2024）

Hostuviroid impedihumuli

※ 近年、ICTV による命名ルールの見直しがあり、分類学上は二名法による記載が正式なものとされているが、本報告書においては従来名称である hop stunt viroid (HSVd) を使用することとする。

（2）英名、和名等（CABI, 2024; ICTV, 2024; 日本植物病理学会, 2024）

英名 : citrus gummy bark viroid; grapevine viroid; hop stunt disease; mulberry vein clearing; peach dapple viroid; plum dapple viroid

和名 : ホップ矮（わい）化ウィロイド

（3）分類（ICTV, 2024）

種類 : ウィロイド

科 : *Pospiviroidae*

属 : *Hostuviroid*

（4）シノニム（CABI, 2024; ICTV, 2024）

citrus cachexia viroid

citrus viroid II

cucumber pale fruit viroid

dapple plum and peach fruit disease viroid

hop stunt viroid (HSVd)

(5) 系統等

HSVd の塩基配列には宿主特異性が認められ、ブドウ-ホップ型 (Grape-hop type)、カンキツ類-キュウリ型 (Citrus type)、スモモ-モモ型 (Plum type) の3つの主要な型に分類されている。また、主要な型間の組換えで生じたと考えられる型 (P-C type 及び P-H/cit3 type) も報告されている (Amari et al., 2001; Hadidi et al., 2003; Hataya et al., 2017; Kofalvi et al., 1997; 佐野, 2022; Sano and Kashiwagi, 2022)。

日本においては、主要3型と P-C type が発生している。日本未発生型の P-H/cit3 type は海外のアンズ、ブドウ、ザクロ、ピスタチオ及びリンゴから検出されているが (Amari et al., 2001; Gorsane et al., 2010; Hadidi et al., 2003; Hataya et al., 2017; Kofalvi et al., 1997; Maddahian et al., 2019; Roumi et al., 2020)、国内未発生型と既発生型との間で経済的被害に明確な差異が生じるとの情報はない。

2. 地理的分布

(1) 発生国又は地域 (詳細は別紙1を参照)

アジア: インド、タイ、大韓民国、台湾、中華人民共和国、日本 (※)、パキスタン、フィリピン、ラオス

中東: イエメン、イスラエル、イラン、サウジアラビア、シリア、トルコ、レバノン、ヨルダン

欧州: アゼルバイジャン、アルバニア、イタリア、キプロス、ギリシャ、クロアチア、コソボ、ジョージア、スロバキア、スロベニア、スペイン、セルビア、チェコ、ドイツ、ハンガリー、フランス、ボスニア・ヘルツェゴビナ、ポルトガル、ロシア

アフリカ: アルジェリア、エジプト、スーダン、チュニジア、ナイジェリア、南アフリカ共和国、モロッコ、リビア

北米: アメリカ合衆国、カナダ

中南米: アルゼンチン、ウルグアイ、エクアドル、コロンビア、ジャマイカ、スリナム、チリ、トリニダード・トバゴ、ブラジル、ベネズエラ

大洋州: オーストラリア、ニュージーランド

※ 日本国内においては、HSVd はカンキツ類 (静岡県、三重県及び長崎県の試験ほ場並びに国内の一般ほ場 (長崎県等) から検出)、ブドウ (広島県の試験ほ場及び山梨県)、ホップ (長野県、福島県及び東北地方北部)、ニホンスモモ (山梨県、福島県及び福岡県)、モモ (山梨県) 並びにウメとニホンスモモの交雑種 (和歌山県) で発生が報告されている (Chiaki et al., 2020; Hadidi et al., 2003; Ito et al., 2002, 2003, 2006; 中嶋ら, 2017; 沼口ら, 2023; 農研機構, 2006; 佐野, 2007, 2022; Sano et al., 1985; 佐々木, 1981; 山本ら, 1970)。

(2) 生物地理区

HSVd は旧北区、新北区、エチオピア区、東洋区、オーストラリア区、南極区及び新熱帯区の7区に分布する。

3. 感染記録のある植物及び国内分布

(1) 感染記録のある植物 (詳細は別紙2を参照)

アオイ科：ブッソウゲ (*Hibiscus rosa-sinensis*)
ウリ科：キュウリ (*Cucumis sativus*)
ウルシ科：ピスタチオノキ (*Pistacia vera*)
クロウメモドキ科：ナツメ (*Ziziphus jujuba*)
クワ科：イチジク (*Ficus carica*)、ホップ (*Humulus lupulus*)、クワ属 (*Morus* spp.)
ザクロ科：ザクロ (*Punica granatum*)
バラ科：オランダイチゴ (*Fragaria x ananassa*)、セイヨウカリン (*Mespilus germanica*)、
リンゴ (*Malus domestica*)、*Malus sylvestris*、サクラ属 (*Prunus* spp.)、ナシ属
(*Pyrus* spp.)
ブドウ科： *Ampelopsis glandulosa* var. *heterophylla*、ブドウ属 (*Vitis* spp.)
ミカン科：カラタチ (*Poncirus trifoliata*)、キンカン属 (*Fortunella* spp.)、ミカン属 (*Citrus*
spp.)

(2) 感染記録のある植物の日本国内における分布及び栽培状況

HSVd の感染記録があるニホンスモモ及びブドウ属は 47 都道府県で栽培されている。また、モモ及びリンゴは 46 都道府県、ミカン属は 42 都府県で栽培されている。

4. 感染部位及びその症状

感染部位は、果実を含む植物体全体である。HSVd は、ホップ、キュウリ、カンキツ類の一部、核果類の一部（ニホンスモモ、モモなど）等で症状を示すが、その他感染記録のある植物の多くには無症状感染する（CABI, 2024; Hataya et al., 2017）。

HSVd の感染が確認された主な植物の症状は以下のとおり。

ホップ：成長が遅れ、節間が短くなり、わい化する。蔓（つる）は緑色で細く葉が早く展開する。節間は 1 メートル位の高さから短く詰まる。主蔓（しゅづる）の葉は小型化、黄変して脆（もろ）くなり、縁が下方に巻き、葉身が厚くなる。着花数は減少し、穂花（きゅうか）は小型化する（CABI, 2024; Hataya et al., 2017; 佐々木, 1981; 佐野, 2022）。

キュウリ：わい化のほかに縮葉、縮花、葉脈透過などの症状が現れる。果実はほとんど成熟しないが、まれに成熟したものは退緑、小型化する（CABI, 2024; Hataya et al., 2017; 佐々木, 1981）。

カンキツ類：マンダリン、タンジェロといったマンダリン交雑種及び *C. macrophylla* は感受性が高い（Hataya et al., 2017）。HSVd に感染したタンジェロの品種 Orlando tangelo では、師部組織のゴム状化や褐変、木部表面のくぼみ及び樹皮のかいようを特徴とする症状を示し、これらは総称してカクヘキシア症状と呼ばれる

（Semancik et al., 1988）。木質部には多数の細長いピッチング（茶色味を帯びた細くて短い溝やすじ状のくぼみ）を生じ、樹皮内に小突起が生じ、同時に樹皮表面が波打ったようになり、内部には茶褐色のゴム状物質の堆積が認められる。また、わい化、木質部の褐変、着葉の減少や黄化、小葉化等が見られることがある（Childs, 1968; Duran-Vila et al., 2000; Roistacher, 1988）。また、HSVd 内で病原性の違う株の存在が知られており、激しい病原性を示す株は、感受性の高い台木に接いだミカン科植物において、葉の退緑やわい化、最終的には枯死と深刻な被害をもたらす可能性がある（Semancik et al., 1988）。HSVd を接種したカラタチ台木

に接ぎ木したクレメンティンでは、カクヘキシア病に特徴的なピットリング症状やゴム状物質の堆積が確認され、カラタチ台木にも樹皮の亀裂が生じた（Vernière et al., 2004）。なお、HSVd は、世界のほとんどのカンキツ類栽培地域で見られるものの、ミカン属のグレープフルーツ、スウィートオレンジ、レモン等並びにカラタチ及びキンカン属は保毒するが、無症状である（Semancik et al., 1988）。

核果類：ニホンスモモでは、幼果の軽い凹凸、着色期における大小の赤い斑入り模様が生じるが（斑入果病）、斑入り模様は果皮のみで果肉に及ばない（寺井, 1990）。また、ニホンスモモ品種「ソルダム」では斑入果症状はみられないが、成熟期の果肉は硬く、赤い果肉が黄色味を帯びる黄化症状を示す。その他、熟期の遅れ、果肉の硬化、軟化の遅れ、食味の低下が認められるが、樹勢、葉、新梢などには特に異常は認められない（佐野, 2022; 寺井, 1990）。モモでは、成熟果実の表面にシワが生じ、果皮には退緑した斑入り模様が認められる（CABI, 2024; Hadidi et al., 2003; Hataya et al., 2017）。

5. 移動分散方法

（１）自然分散

ベクターによる HSVd の伝搬報告はない（CABI, 2024）。

（２）人為分散

HSVd は接ぎ木及び汁液で伝搬する（CABI, 2024; 佐々木, 1981; Semancik et al., 1988）。また、汚染された農機具により機械的に伝搬する（CABI, 2024; Stackhouse et al., 2020）。種子伝搬は確認されていない（CABI, 2024）。

6. 生態

（１）中間宿主及びその必要性

情報なし。

（２）伝染環

情報なし。

（３）植物残渣での生存

情報なし。

（４）耐久生存態

情報なし。

7. 媒介性又は被媒介性

情報なし。

8. 被害の程度

HSVd の感染が確認された主な植物の被害情報は以下のとおり。

ホップ：罹病株の主蔓の長さは健全株の半分以下となり、穂花収穫量が健全株と比べ半減する。また、罹病株の穂花に含まれるビールの苦み成分 α 酸含有量が健全株の $1/2 \sim 1/3$ に低下する（佐々木, 1981; 佐野, 2022）。

キュウリ：果実はほとんど成熟せず、まれに成熟したものは退緑、小型化する（CABI, 2024; 佐々木, 1981）。フィンランド（2011 年に根絶）における発生事例では、2 ～ 3 % の減収が推定されている（EPPO, 2024; Lemmetty et al., 2011）。

カンキツ類：マンダリン、タンジェロ及びクレメンティンでは、発育不良やゴム状物質の沈着による師部の変色その他、収量低下も知られている（Hadidi et al., 2017）。マンダリンやタンジェロといったマンダリンの交配種及び *C. macrophylla* は感受性が高く、感染樹は、葉色が悪く発育不良を起こし、衰退して枯死することがあるが、ほとんどの商業的に重要なミカン属は、感受性の高い台木に接ぎ木しない限り無症状である（Hataya et al., 2017）。

核果類：ニホンスモモとモモが HSVd に感染すると、果実表面の異常な外観により商品価値が低下する（CABI, 2024; Hadidi et al., 2003）。また、ニホンスモモでは、熟期の遅れ、果肉の硬化、軟化の遅れ、食味の低下が報告されているが、樹勢、葉、新梢などには特に異常は認められない（佐野, 2022; 寺井, 1990）。

9. 防除（CABI, 2024; Duran-Vila et al., 2000; Hataya et al., 2017）

（1）ウイロイドフリーの繁殖資材の使用

宿主植物を増殖する際に、無病の母樹や台木を使用することが最も重要である。高温処理によるウイロイドの除去は困難であるが、茎頂接ぎ木による除去が可能である。また、栽培用植物の生産における認証制度も効果的である。

（2）ほ場のモニタリング調査

突発的発生を早期に発見するためのモニタリング調査を継続的に推進する。

（3）ほ場での対策

ほ場には汚染された植物や器具機材を持ち込まないことである。HSVd は汚染された機械や道具を介して容易に機械的伝搬するため、器具の消毒には注意が必要である。2 % のホルムアルデヒドと 2 % の水酸化ナトリウムを含む溶液は効果的である。他にも 5 ～ 20 % の次亜塩素酸ナトリウム、5 % の次亜塩素酸カルシウム、1 % の水酸化ナトリウム、6 % の過酸化水素などが提案されているが、結果は一貫していない。

作業はまず HSVd が発生していないほ場から行い、感染が確認されているほ場はその後に行う。また、ほ場内の除草作業では、HSVd を媒介する可能性のある草刈機のような機械ではなく、除草剤を使用することで、感染リスクを低減できる。

感染が確認された場合は、さらなるまん延を防ぐために衛生管理を行う。ホップのほ場では、症状が現れた植物はほ場から除去し乾燥させた後に焼却する。その際、症状のある株に隣接した数株も無症状感染の可能性があるため処分する。なお、可能な限り根も除去することが重要である。

10. 診断、検出及び同定（CABI, 2024; EFSA, 2008; Gucek et al., 2017）

HSVd は、生物検定や PAGE、核酸ハイブリダイゼーション、RT-PCR などの手法で検出することができる。

生物検定法としては、指標植物となるキュウリ品種「四葉 (Suyo)」への接種検定があげられる。接種後 3～4 週間で病徴を示す。この検定法は十分な感度があり、バルクサンプル分析にも使用できる。また、ニホンスモモ品種「太陽」及び「大石早生」も指標植物となり得るが、典型的な病徴が現れるまで少なくとも 2～3 年を要する。カンキツ類のカクヘキシア病の指標植物として「Parson's Special' mandarin」及び「Clemelin 11-20」が知られる。

リターンポリアクリルアミドゲル電気泳動法 (R-PAGE) は、ウイロイドの同定に使用することができる。この検定法は十分な感度であったが、ホップの検定においては、ホップ潜在ウイロイド (hop latent viroid) との混合感染によって二重三重のバンドが頻繁に検出されるため、判定に混乱が生じる可能性がある。PAGE 分析は一般的な方法であり、すべてのウイロイドの診断に使用されているが、ハイブリダイゼーション法や PCR 法ほど感度が高くない。

ジゴキシゲニン (DIG) 標識 cRNA を用いたハイブリダイゼーション法は、ホップにおける HSVd の検出に信頼性の高い診断方法である。同様の分析法が果樹における HSVd の検出にも開発されている。

逆転写ポリメラーゼ連鎖反応 (RT-PCR) 法は、最も一般的に使用される。阻害物質による影響の可能性はあるものの、非常に特異的で感度が高い。特異的プライマーを開発することで、近縁のヌクレオチド配列を識別することが可能である。また、リアルタイム RT-PCR 及び異なるウイロイドを同時に検出するための multiplex RT-PCR でも検出可能である。

なお、EFSA (European Food Safety Authority) では、HSVd の識別には少なくとも 2 つの異なる技術を用いた検出方法で確認を行うことを推奨している。

1 1. 日本における輸入検疫措置 (農林省, 1950a, 1950b, 1968)

宿主植物であるサクラ属、ナシ属、カラタチ属、キンカン属及びミカン属植物の栽植用植物については、隔離栽培運用基準に基づき国内の隔離ほ場において一定期間栽培し検査を行う。検査の結果、本病が発見された場合は廃棄となる。

1 2. 諸外国における輸入検疫措置等

(1) ニュージーランド (MPI, 2024a, 2024b)

サクラ属の栽植用植物では HSVd (ニュージーランド未発生系統) を、カンキツ類の栽植用植物では HSVd (Citrus viroid II) を検疫対象病害虫の一つとして対象とし、次のいずれかを満たすことを条件としている。

- ・ 無発生国産であること、又は、無発生地域、無発生生産地若しくは栽培植物用の総合対策を実施した生産地で生産されたことの追記
- ・ 輸入時の特定の検査及び隔離検疫

(2) 台湾 (BAPHQ, 2024)

citrus cachexia viroid を検疫有害植物として指定し、発生国からのミカン属、キンカン属及びカラタチ属 (*Poncirus*) の生植物 (種子、花及び生果実を除く。) の輸入を禁止している。

(3) EU (EU, 2019)

ミカン属、キンカン属及びカラタチ属の栽植用植物について、規制非検疫有害動植物（RNQP）として HSVd が付着していないこと（許容率 0 %）を求めている。

Ⅱ 病害虫リスクアナリシスの結果

第1 開始（ステージ1）

1. 開始

Hop stunt viroid（HSVd）に対するリスク評価を行い、植物検疫上の位置付けを明らかにするとともに、適切なリスク管理措置を検討するため、病害虫リスクアナリシスを実施する。

2. 対象となる有害動植物

Hop stunt viroid（HSVd）を対象とする。

3. 対象となる経路

リスクアナリシス対象の病害虫の生物学的情報の「2. 地理的分布」に示す「国又は地域」からの「3. 感染記録のある植物及び日本国内での分布」に示す「感染記録のある植物」であって、「4. 感染部位及びその症状」に示す「感染部位」を含む植物を対象とする。

4. 対象となる地域

日本全域を対象とする。

5. 開始の結論

HSVd を開始点とし、その発生国又は地域から輸入される植物を経路とした日本全域を対象とする病害虫リスクアナリシスを開始する。

第2 病害虫リスク評価（ステージ2）

1. 有害動植物の類別

ステージ1で特定された有害動植物について、国内における発生及び公的防除の有無、定着及びまん延の潜在性並びに経済的影響を及ぼす潜在性について調査し、検疫有害動植物となる潜在性を有するかを検討する。なお、以下の（1）から（3）の評価項目の判断基準を満たしていないことが判明した時点で評価を中止できるものとする。

（1）有害動植物の国内での発生の有無及び公的防除の有無等

ア 国内での発生状況

日本国内においては、HSVd はカンキツ類（静岡県、三重県及び長崎県の試験ほ場並びに国内の一般ほ場（長崎県等）から検出）、ブドウ（広島県の試験ほ場及び山梨県）、ホップ（長野県、福島県及び東北地方北部）、ニホンスモモ（山梨県、福島県及び福岡県）、モモ（山梨県）並びにウメとニホンスモモの交雑種（和歌山県）で発生が報告されていることから、国内既発生である。

イ 公的防除の有無

HSVd に対して封じ込め、根絶等の公的防除は実施していない。

ウ 国内未発生の系統の調査

HSVd の塩基配列には宿主特異性が認められ、ブドウ-ホップ型（Grape-hop type）、カンキツ類-キュウリ型（Citrus type）、スモモ-モモ型（Plum type）の3つの主要な型に分類されている。また、主要な型間の組換えで生じたと考えられる型（P-C type 及び P-H/cit3 type）も報告されている。

日本においては、主要3型と P-C type が発生している。また、日本未発生型の P-H/cit3 type は海外のアンズ、ブドウ、ザクロ、ピスタチオ及びリンゴから検出されているが、国内未発生型と既発生型との間で経済的被害に明確な差異が生じるとの情報はない。

（2）定着及びまん延の潜在性

評価中止

（3）経済的影響を及ぼす潜在性

評価中止

（4）評価にあたっての不確実性

特になし。

（5）有害動植物の類別の結論

HSVd は、（1）の評価項目の判断基準を満たさない。すなわち、国内に広く存在しており、公的防除も実施していない。また、HSVd の国内未発生型と既発生型との間で経済的被害に明確な差異が生じるとの情報はない。

したがって、HSVd に対するリスクアナリシスを中止する。

2. Hop stunt viroid の病害虫リスク評価の結論

HSVd は、国内に広く存在しており、また、国内未発生型と既発生型との間で経済的被害に明確な差異が生じるとの情報はない。検疫有害動植物となる要件を満たしていないことから、HSVd に対する輸入植物検疫措置も必要としないと考えるため、検疫有害動植

物に該当しないと判断した。

Hop stunt viroid の発生国等の情報

国又は地域	ステータス	根拠文献	備考
アジア			
インド	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
タイ	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
大韓民国	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
台湾	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
中華人民共和国	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017; Wang et al., 2010	
日本	発生	CABI, 2024; Chiaki et al., 2020; EPPO, 2024; Hadidi et al., 2003; Hataya et al., 2017; Ito et al., 2002, 2003; 2006; 中嶋ら, 2017; 沼口ら, 2023; 農研機構, 2006; 佐野, 2007, 2022; Sano et al., 1985; 佐々木, 1981; 山本ら, 1970	
パキスタン	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
フィリピン	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ラオス	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
中東			
イエメン	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
イスラエル	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Reanwarakorn and Semancik, 1999	
イラン	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017; Roumi et al., 2020	
サウジアラビア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
シリア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
トルコ	発生	Amari et al., 2001; CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
レバノン	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
ヨルダン	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
欧州			
アゼルバイジャン	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Tan et al., 2016	
アルバニア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	

イタリア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
キプロス	発生	Amari et al., 2001; CABI, 2024; EPPO, 2024	
ギリシャ	発生	Amari et al., 2001; CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
クロアチア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
コソボ	発生	CABI, 2024	
ジョージア	発生	CABI, 2024	
スロバキア	発生	CABI, 2024	
スロベニア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
スペイン	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
セルビア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
チェコ	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ドイツ	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ハンガリー	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
フランス	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ボスニア・ヘルツェゴビナ	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ポルトガル	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ロシア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
アフリカ			
アルジェリア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
エジプト	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017; Sofy and El-DougDoug, 2014	
スーダン	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
チュニジア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Gorsane et al., 2010; Hataya et al., 2017	
ナイジェリア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
南アフリカ共和国	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
モロッコ	発生	Amari et al., 2001; CABI, 2024; EPPO, 2024	
リビア	発生	CABI, 2024	
北米			
アメリカ合衆国	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017; Reanwarakorn and Semancik, 1999	
カナダ	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	

中南米			
アルゼンチン	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ウルグアイ	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
エクアドル	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
コロンビア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ジャマイカ	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
スリナム	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
チリ	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
トリニダード・トバゴ	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ブラジル	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ベネズエラ	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
大洋州			
オーストラリア	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ニュージーランド	発生	CABI, 2024; EPPO, 2024	

Hop stunt viroid の感染記録のある植物の情報

科名	学名	シノニム	和名		英名	根拠文献	備考
			属名	種名			
アオイ科 (Malvaceae)	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>		フヨウ属	ブッソウゲ		CABI, 2024; EPPO, 2024; Hadidi et al, 2017; Hataya et al., 2017	
ウリ科 (Cucurbitaceae)	<i>Cucumis sativus</i>		キュウリ属	キュウリ	cucumber	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hadidi et al., 2003, 2017; Hataya et al., 2017; Lemmetty et al., 2011; 佐野, 2022	
ウルシ科 (Anacardiaceae)	<i>Pistacia vera</i>		トネリバハゼノキ属	ピスタシオノキ	pistachio	EPPO, 2024; Hataya et al., 2017; Maddahian et al., 2019	
クロウメモドキ科 (Rhamnaceae)	<i>Ziziphus jujuba</i>	<i>Z. sativa</i> , <i>Z. vulgaris</i>	ナツメ属	ナツメ	jujube	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hadidi et al, 2017; Hataya et al., 2017	
クワ科 (Moraceae)	<i>Ficus carica</i>		イチジク属	イチジク	common fig	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hadidi et al., 2017; Hataya et al., 2017	
クワ科 (Moraceae)	<i>Humulus lupulus</i>		カラハナソウ属	ホップ	common hop	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hadidi et al., 2003, 2017; Hataya et al., 2017; 佐野, 2022; 佐々木, 1981; 山本ら, 1970	
クワ科 (Moraceae)	<i>Morus</i>		クワ属			CABI, 2024	
クワ科 (Moraceae)	<i>Morus alba</i>		クワ属	トウゲワ	white mulberry	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	

ザクロ科 (Punicaceae)	<i>Punica granatum</i>		ザクロ属	ザクロ	pomegranate	CABI, 2024; EPPO, 2024; Gorsane et al., 2010; Hadidi et al., 2017; Hataya et al., 2017	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Fragaria x ananassa</i>		オランダイチゴ属	オランダイチゴ	strawberry	CABI, 2024; EPPO, 2024	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Mespilus germanica</i>		セイヨウカリン属	セイヨウカリン	medlar	EPPO, 2024	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Malus domestica</i>	<i>M. pumila, Pyrus malus</i>	リンゴ属	リンゴ	apple	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017; Roumi et al., 2020	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Malus sylvestris</i>		リンゴ属			CABI, 2024	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Prunus</i> spp.		サクラ属			CABI, 2024; Hadidi et al., 2017	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Prunus armeniaca</i>		サクラ属	アズナギ	apricot	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017; Kofalvi et al., 1997	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Prunus avium</i>		サクラ属	セイヨウミザクラ	sweet cherry	CABI, 2024; EPPO, 2024	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Prunus cerasus</i>		サクラ属	スミノミザクラ	sour cherry	EPPO, 2024	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Prunus domestica</i>		サクラ属	セイヨウスモモ	common plum	CABI, 2024; EPPO, 2024	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Prunus dulcis</i>	<i>P. amygdalus, P. communis</i>	サクラ属	アーモンド	almond	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Prunus mume</i>		サクラ属	ウメ	Japanese apricot	CABI, 2024; EPPO, 2024	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Prunus mume x Prunus salicina</i>		サクラ属			沼口ら, 2023	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Prunus persica</i>		サクラ属	モモ	peach	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hadidi et al., 2003; Hataya	

						et al., 2017; Kofalvi et al., 1997	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Prunus salicina</i>		サクラ属	ニホンスモモ	Japanese plum	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hadidi et al, 2003; Kofalvi et al., 1997	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Prunus spinosa</i>		サクラ属			CABI, 2024	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Pyrus</i>		ナシ属			CABI, 2024	
バラ科 (Rosaceae)	<i>Pyrus communis</i>		ナシ属	セイヨウナシ	European pear	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hataya et al., 2017	
ブドウ科 (Vitaceae)	<i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>heterophylla</i>	<i>A. brevipedunculata</i> var. <i>maximowiczii</i> ; <i>A. heterophylla</i>	ノブドウ属			EPPO, 2024; Fajardo et al., 2017	
ブドウ科 (Vitaceae)	<i>Vitis</i>		ブドウ属			CABI, 2024	
ブドウ科 (Vitaceae)	<i>Vitis flexuosa</i>		ブドウ属	サンカクヅル		EPPO, 2024	
ブドウ科 (Vitaceae)	<i>Vitis labrusca</i>		ブドウ属	アメリカブドウ		EPPO, 2024	
ブドウ科 (Vitaceae)	<i>Vitis labrusca</i> x <i>Vitis vinifera</i>		ブドウ属			Chiaki et al., 2020	
ブドウ科 (Vitaceae)	<i>Vitis vinifera</i>		ブドウ属	ヨーロッパブドウ	grape	CABI, 2024; EPPO, 2024; Hadidi et al, 2017; Hataya et al., 2017; 佐野, 2022; Sano et al., 1985	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus</i> sp.		ミカン属			CABI, 2024; EPPO, 2024; Hadidi et al., 2017; Semancik et al., 1988	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus aurantiifolia</i>		ミカン属	メキシカンライム	lime, key lime, Mexican	CABI, 2024	

					lime		
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus aurantium</i>		ミカン属	ダイダイ	sour orange	CABI, 2024; EPPO, 2024; Ito et al., 2002, 2006; 農研 機構, 2006	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus x clementina</i>		ミカン属	クレメンテ ィン	clementin e	CABI, 2024; Vernière et al., 2004	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus grandis</i>	<i>Citrus maxima</i>	ミカン属	ブンタン	pummelo, pomelo	CABI, 2024	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus jambhiri</i>		ミカン属	ラフレモン	rough lemon	Tan et al., 2016	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus latifolia</i>		ミカン属	タヒチライ ム	Tahiti lime	CABI, 2024; EPPO, 2024	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus limettioides</i>		ミカン属			CABI, 2024; Reanwarakorn and Semancik, 1999	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus limon</i>		ミカン属	レモン	lemon	CABI, 2024; EPPO, 2024; Ito et al., 2002, 2006; 農研 機構, 2006; Semancik et al., 1988; Tan et al., 2016	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus x limonia</i>	<i>Citrus taitensis</i>	ミカン属	カントンレ モン		CABI, 2024; Reanwarakorn and Semancik, 1999	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus macrophylla</i>		ミカン属			CABI, 2024; Reanwarakorn and Semancik, 1999; Semancik et al., 1988	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus medica</i>		ミカン属	シトロソ	citron	CABI, 2024; EPPO, 2024; Sano et al, 1986, 1988; Tan et al., 2016	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus reticulata</i>		ミカン属	マンダリン	mandarin	CABI, 2024; EPPO, 2024; Ito et al., 2002; Semancik et al., 1988; Tan et al., 2016	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus sinensis</i>		ミカン属	スウィート オレンジ	sweet orange	CABI, 2024; Ito et al., 2002; 2006; 農研機構;	

						2006; Semancik et al., 1988	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus x tangelo</i>	<i>C. paradisi x reticulata</i> , <i>C. reticulata x paradisi</i>	ミカン属	タンジェロ	tangelo	Reanwarakorn and Semancik, 1999; Semancik et al., 1988	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus tankan</i>		ミカン属	タンカン	tankan mandarin	CABI, 2024	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus unshiu</i>		ミカン属	ウンシュウミカン	Satsuma mandarin	CABI, 2024; EPPO, 2024; Ito et al., 2006; 農研機構; 2006; Vernière et al., 2004	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus volkameriana</i>		ミカン属			CABI, 2024; Sofy and El-DougDoug., 2014	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Citrus paradisi</i>		ミカン属	グレープフルーツ	grapefruit	CABI, 2024; Reanwarakorn and Semancik, 1999; Semancik et al., 1988	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Fortunella spp.</i>		キンカン属			CABI, 2024; Semancik et al., 1988; Vernière et al., 2004; Wang et al., 2010	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Fortunella japonica</i>	<i>Citrus japonica</i>	キンカン属	マルキンカン	round kumquat	CABI, 2024	
ミカン科 (Rutaceae)	<i>Poncirus trifoliata</i>	<i>Citrus trifoliata</i>	カラタチ属	カラタチ	trifoliate orange	Vernière et al., 2004	

引用文献

- Amari, K., G. Gomez, A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Pallás (2001) The molecular characterization of 16 new sequence variants of Hop stunt viroid reveals the existence of invariable regions and a conserved hammerhead-like structure on the viroid molecule. *Journal of General Virology* 82: 953-962.
- BAPHQ (2024) Quarantine Requirements for the Importation of Plants or Plant Products into The Republic of China. (online), available from <<https://www.aphia.gov.tw/en/ws.php?id=21729>>, (Last updated 2024-07-31).
- CABI (2024) Hop stunt viroid (hop stunt viroid). Crop protection Compendium. (online), available from <<https://www.cabi.org/cpc/>>, (accessed 2024-07-24).
- Chiaki, Y., T. Ito, A. Sato, H. Sugiura and R. Nishimura (2020). Dwarfing caused by viral pathogens and leaf malformations in 'Shine Muscat' grapevine. *Journal of general plant pathology*, 86: 34-38.
- Childs, J. F. L. (1968) Indexing procedures for 15 virus diseases of citrus trees. United States. Agricultural Research Service.
- Duran-Vila, N., S. Semancik and P. Broadbent (2000) Cachexia. In: *Compendium of Citrus Diseases*. 2nd ed. pp. 52-53. The American Phytopathological Society, Minnesota.
- EFSA (2008) Pest risk assessment made by France on Hop stunt viroid (HSVd) considered by France as harmful in the French overseas department of Réunion. (online), available from <<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2008.646>>, (Last accessed 2024-09-09).
- EPPO (2024) Hop stunt viroid. EPPO Global database. (online), available from <<https://gd.eppo.int/taxon/HSVd00>>, (accessed 2024-07-24).
- EU (2019) COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2019/2072. (online), available from <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2019/2072/oj>, (accessed 2024-09-09).
- FAO (2017) International Standard for Phytosanitary Measures 11 (ISPM 11), Pest risk analysis for quarantine pests, International Plant Protection Convention (IPPC), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Fajardo, T. V. M., M. Eiras and O. Nickel (2018) First report of Hop stunt viroid infecting *Vitis gigas*, *V. flexuosa* and *Ampelopsis heterophylla*. *Australasian plant disease notes* 13: 1-4.
- Gorsane, F., A. Elleuch, I. Hamdi, A. Salhi-Hannachi and H. Fakhfakh (2010) Molecular detection and characterization of Hop stunt viroid sequence variants from naturally infected pomegranate (*Punica granatum* L.) in Tunisia. *Phytopathologia Mediterranea*, 49: 152-162.
- Gucek, T., S. Trdan, J. Jakse, B. Javornik, J. Matousek and S. Radisek (2017) Diagnostic techniques for viroids. *Plant Pathology* 66: 339-358.
- Hadidi, A., R. Flores, J. W. Randles and J. S. Semancik (2003) VIROIDS: Properties, Detection, Diseases and their Control. CSIRO Publishing: pp 370.
- Hadidi, A., G. Vidalakis and T. Sano (2017) CHAPTER 2 Economic Significance of Fruit Tree and Grapevine Viroids. In *Viroids and Satellites*. (Hadidi, A., R. Flores, J. W. Randles and P. Palukaitis ed.). Academic Press. Oxford, UK: 15-25.
- Hataya, T., T. Tsushima and T. Sano (2017) CHAPTER 19 Hop Stunt Viroid. In *Viroids and Satellites*. (Hadidi, A., R. Flores, J. W. Randles and P. Palukaitis eds.). Academic Press. Oxford, UK: 199-210.
- ICTV (2024) *Hop stunt viroid*. (online), available from <<https://talk.ictvonline.org/taxonomy/>>, (accessed 2024-09-09).
- Ito, T., H. Ieki, K. Ozaki, T. Iwanami, K. Nakahara, T. Hataya, T. Ito, M. Isaka and T. Kano (2002) Multiple citrus viroids in citrus from Japan and their ability to produce exocortis-like symptoms in citron. *Phytopathology* 92: 542-547.
- Ito, T., N. Namba and T. Ito (2003) Distribution of citrus viroids and Apple stem grooving virus

- on citrus trees in Japan using multiplex reverse transcription polymerase chain reaction. *Journal of general plant pathology*, 69: 205-207.
- Ito, T., T. Furuta, T. Ito, M. Isaka, Y. Ide and J. Kaneyoshi (2006) Identification of cachexia-inducible Hop stunt viroid variants in citrus orchards in Japan using biological indexing and improved reverse transcription polymerase chain reaction. *Journal of General Plant Pathology* 72: 378-382.
- Kofalvi, S. A., J. F. Marcos, M. C. Cañizares, V. Pallas and T. Candresse (1997) Hop stunt viroid (HSVd) sequence variants from *Prunus* species: evidence for recombination between HSVd isolates. *Journal of General Virology* 78: 3177-3186.
- Lemmetty, A., A. W. Werkman and M. Soukainen (2011) First report of Hop stunt viroid in greenhouse cucumber in Finland. *Plant Disease* 95: 615-615.
- Levy, L. and A. Hadidi (1993) Direct Nucleotide Sequence of PCR-amplified DNAs of the Closely Related Citrus Viroids Ila and Ilb (Cachexia). In *International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings (1957-2010) (Vol. 12, No. 12)*.
- Maddahian, M., H. Massumi, J. Heydarnejad, A. Hosseinipour, A. Khezri and T. Sano (2019) Biological and molecular characterization of hop stunt viroid variants from pistachio trees in Iran. *Journal of Phytopathology* 167: 163-173.
- Marquez-Molins, J, G. Gomez, and V. Pallas (2020) Hop stunt viroid: A polyphagous pathogenic RNA that has shed light on viroid–host interactions. *Molecular Plant Pathology* 22: 153-162.
- MPI (2024a) Import Health Standard Citrus Plants for Planting 16 October 2023. (online), available from <<https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/49021-Citrus-Plants-for-Planting-Import-Health-Standard>>, (accessed 2024-09-09).
- MPI (2024b) Import Health Standard Prunus Plants for Planting 24 June 2024. (online), available from <<https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/39488-Prunus-Plants-for-Planting-Import-Health-Standard>>, (accessed 2024-09-09).
- 中嶋香織・市ノ木山浩道・長岡(中園)栄子・岩波徹 (2017) ウンシュウミカンにおける茎頂接ぎ木による 3 種ウイロイドの効率的無毒化法. *園芸学研究*, 16: 339-344.
- 日本植物病理学会 (2024) 日本植物病名目録(2024 年 8 月版). (online), available from <<https://www.ppsj.org/wp-content/uploads/mokuroku202408.pdf>>, (accessed 2024-09-09).
- 農研機構 (2006) 国内カンキツ樹からのカクヘキシア病病原ウイロイドの検出と遺伝子診断. 果樹研究所成果情報. (online), available from <<https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2006/fruit06-14.html>>, (accessed 2024-07-24).
- 農林省 (1950a) 植物防疫法 (昭和 25 年法律第 151 号) .
- 農林省 (1950b) 植物防疫法施行規則 (昭和 25 年農林省令第 73 号) .
- 農林省 (1968) 隔離栽培運用基準 (昭和 43 年 5 月 20 日 43 農政 B 第 916 号農政局長通達)
- 農林水産省 (2011) 植物防疫法施行規則別表一の第一の二の項の農林水産大臣が指定する有害動物及び同表の第二の二の項の農林水産大臣が指定する有害植物 (平成 23 年農林水産省告示第 542 号) .
- 沼口孝司・江畑真美・仲 慶晃・間佐古将則・武田知明・大江孝明 (2023) ウメ‘露茜’に発生した斑入果からのホップ矮化ウイロイド plum 系統 (HSVd-plum) の検出と対策. *和歌山県農林水研報* 11 : 49-59. (online), available from <https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070100/070109/kanko/d00212884_d/fil/06_p49-59.pdf>, (accessed 2024-07-30).
- Reanwarakorn, K. and J. S. Semancik (1999) Correlation of hop stunt viroid variants to cachexia and xyloporosis diseases of citrus. *Phytopathology* 89: 568-574.
- Roistacher, C. N. (1988) The cachexia and xyloporosis diseases of citrus—A review. In

- International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings (1957-2010) (Vol. 10, No. 10).
- Roumi, V., M. Gazel and K. Caglayan (2020) Occurrence of Hop stunt viroid in apple orchards of the Northwest Iran. *Journal of Crop Protection* 9: 301-306.
- 佐野輝男 (2007) ウイロイド (Viroid) . *植物防疫* 61: 660-664.
- 佐野輝男 (2022) ウイロイド病—発生・流行と伝染源. *北日本病害虫研究会報*, 2022: 1-8.
- Sano, T., K. Ohshima, I. Uyeda, E. Shikata, T. Meshi and Y. Okada (1985) Nucleotide sequence of grapevine viroid: a grapevine isolate of hop stunt viroid. *Proceedings of the Japan Academy, Series B* 61: 265-268.
- Sano, T., T. Hataya, A. Sasaki and E. Shikata (1986) Etrog citron is latently infected with hop stunt viroid-like RNA. *Proc. Jpn. Acad.* 62B:325-328.
- Sano, T., T. Hataya and E. Shikata (1988) Complete nucleotide sequence of a viroid isolated from Etrog citron, a new member of hop stunt viroid group. *Nucleic Acids Research* 16: 347.
- Sano, T. and A. Kashiwagi (2022) Host selection-producing variations in the genome of hop stunt viroid. *Virus Research* 311: 198706.
- 佐々木真津生 (1981) ホップのわい化病. *植物防疫* 35: 264-269.
- Semancik, J. S., C. N. Roistacher and N. Duran-Vila (1988) A new viroid is the causal agent of the citrus cachexia disease. In *International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings (1957-2010)* (Vol. 10, No. 10).
- Sofy, A. R. and K. A. El-DougDoug (2014) First record of a Hop stunt viroid variant associated with gumming and stem pitting on Citrus volkameriana trunk rootstock in Egypt. *New Disease Reports* 30: 11.
- Stackhouse, T., S. Waliullah, J. E. Oliver, J. Williams-Woodward and M. E. Ali (2020) First Report of Hop stunt viroid Infecting Citrus Trees in Georgia, USA *Plant Disease*. First look. (online), available from <<https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-07-20-1537-PDN>>, (accessed 2024-09-05).
- Tan, S. H., T. H. O. Talibov, R. R. Krueger, S. Bodaghi, T. Dang, Y. Y. Chao, G. Greer and G. Vidalakis (2016) First report of citrus exocortis viroid and two citrus variants of the hop stunt viroid on lemon in Azerbaijan. *Plant Disease* 100: 2341-2341.
- 寺井康夫 (1990) スモモにおける新しいウイロイド病“スモモ斑入果病”の発生. *植物防疫* 44: 127-129.
- Vernière C, X. Perrier, C. Dubois, A. Dubois, L. Botella, C. Chabrier, J. M. Bové and N. Duran-Vila (2004). Citrus viroids: symptom expression and effect on vegetative growth and yield of clementine trees grafted on trifoliate orange. *Plant Disease* 88: 1189-1197.
- Wang, X., Y. Zhou, Z. Li, K. Tang, Y. Liu, M. Cao and C. Zhou (2010) Molecular, biological and phylogenetic analysis of Chinese isolates of Hop stunt viroid associated with citrus cachexia disease. *Journal of Phytopathology* 158: 372-377.
- 山本初美・鏡 勇吉・黒川幹夫・西村三郎・久保真吉・井上正保・村山大記 (1970) ホップ矮化病に関する研究 (第一報) . *北海道大学農学部邦文紀要* 7: 491-512.