Pepper chat fruit viroid に関する
病害虫リスクアナリシス報告書

令和6年2月19日 改訂

農林水産省横浜植物防疫所

主な改訂履歴及び内容

平成 25 (2013) 年 1 月 29 日 作成

平成 27 (2015) 年 11 月 16 日 管理措置の変更

令和 2 (2020) 年 3 月 25 日 宿主植物の追加、人口比、政策上の重要性の根拠となる法令の更新。*Pepper chat fruit viroid* の宿主植物に関連する経路の年間検査量の更新。

令和 6 (2024) 年 2 月 19 日 発生国の追加 (ベトナム)

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.....	1
3. 宿主植物及び日本国内での分布.....	2
4. 感染部位及びその症状.....	2
5. 移動分散方法.....	2
6. 生態.....	2
7. 媒介性又は被媒介性.....	3
8. 被害の程度.....	3
9. 防除.....	3
10. 診断、検出及び同定.....	3
11. 日本における輸入検疫措置.....	3
12. 諸外国における輸入検疫措置.....	3
II 病害虫リスクアナリシスの結果.....	5
第1 開始（ステージ1）.....	5
1. 開始.....	5
2. 対象となる有害動植物.....	5
3. 対象となる経路.....	5
4. 対象となる地域.....	5
5. 開始の結論.....	5
第2 病害虫リスク評価（ステージ2）.....	6
1. 有害動植物の類別.....	6
2. 農業生産等への影響の評価.....	6
3. 入り込みの可能性の評価.....	8
4. PCFVd の病害虫リスク評価の結論.....	9
第3 病害虫リスク管理（ステージ3）.....	11
1. PCFVd に対するリスク管理措置の選択肢の検討.....	11
2. 経路ごとのPCFVd に対するリスク管理措置の選択肢の検討.....	13
3. PCFVd の病害虫リスク管理の結論.....	14
別紙1 <i>Pepper chat fruit viroid</i> の発生国等の根拠.....	16
別紙2 <i>Pepper chat fruit viroid</i> の宿主植物の根拠.....	17
別紙3 <i>Pepper chat fruit viroid</i> の宿主植物に関連する経路の年間輸入検査量 （貨物、郵便物及び携帯品）.....	18
参考 種子の検定を実施する場合の粒数の考え方について.....	22
引用文献.....	24

はじめに

Pepper chat fruit viroid（以下「PCFVd」という。）は、2006年にオランダの温室で栽培されていたトウガラシから発見されたウイルスであり、PCFVdに感染したトウガラシは、果実の大きさが最大50%小さくなることが報告されている（Verhoeven et al., 2009）。また、PCFVdは、多くの国でバレイショやトマトの生産に被害をもたらしている *Potato spindle tuber viroid*（ジャガイモやせいもウイルス。以下「PSTVd」という。）と同じ *Pospiviroid* 属に含まれ、PSTVdを含む他の *Pospiviroid* 属ウイルスと同様に接触伝搬及び種子伝搬することが知られている（Verhoeven et al., 2009）。

日本においても、PCFVdが侵入した場合、経済的な被害が生じるおそれがあることから、PCFVdは植物防疫法施行規則（農林省, 1950a）別表1に検疫有害植物として規定されるとともに、PCFVdの侵入・まん延を未然に防ぐため、同施行規則別表2の2で規定され、対象の国又は地域から輸入される宿主植物の栽植用植物及び栽植用種子については、輸出国においてPCFVdに対する核酸の塩基配列を検出するために適切と認められる方法による検査を行うことを要求している。

今般、PCFVdの発生国に関する新たな情報が得られたことから、現行の検疫措置の有効性を検討するため、改めて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, 2023)

Pepper chat fruit viroid (PCFVd)

(2) 英名、和名等

情報なし。

(3) 分類 (ICTV, 2023)

種類：ウイルス

科：*Pospiviroidae*

属：*Pospiviroid*

(4) シノニム

情報なし。

(5) 系統等

情報なし。

2. 地理的分布

(1) 国又は地域（詳細は別紙1参照。下線部は令和6（2024）年2月19日改訂時に追加。）

アジア：タイ、ベトナム

欧州：オランダ

北米：カナダ

(2) 生物地理区

PCFVdは、東洋区、旧北区及び新北区の3区に分布する。

3. 宿主植物及びその国内分布

(1) 宿主植物（詳細は別紙2参照）

ナス科：トウガラシ (*Capsicum annuum*)、トマト (*Lycopersicon esculentum* (= *Solanum lycopersicum*))

※ なお、実験において人工的に接種した結果、バレイショ (*S. tuberosum*)、ペチュニア (*Petunia × hybrida*) 等で感染し、ペチュニアでは種子伝搬も確認したとの報告もあるが (Yanagisawa and Matsushita, 2017)、自然界で発生している事例ではないため、宿主とは判断しない。

(2) 日本国内における宿主植物の分布及び栽培状況

PCFVd の宿主植物であるトマトは 47 都道府県で栽培されている。

4. 感染部位及びその症状

PCFVd は、全ての部位に感染する (EFSA, 2011; Verhoeven, 2010)。

トウガラシでは、PCFVd が感染すると全体の生長がやや衰え、葉の色が淡くなり、果実の大きさが最大 50 %小さくなる。また、葉脈の壊死が見られる場合もある (Verhoeven et al., 2009, 2011)。

トマトでは、植物体のわい化、葉に壊死斑、奇形、変色を生じる (Reanwarakorn et al., 2011)。

5. 移動分散方法

(1) 自然分散

PCFVd は、接触（機械的）伝搬が知られている (EFSA, 2011; Verhoeven, 2010; Yanagisawa and Matsushita, 2017)。

(2) 人為分散

PCFVd は、接触伝搬及び種子伝搬が知られている (EFSA, 2011; Verhoeven, 2010; Yanagisawa and Matsushita, 2017)。また、PCFVd は通常の栽培作業を介して伝搬される (Porsoongnoen and Reanwarakorn, 2023)。

トマト及びトウガラシでは、接種により感染した植物から PCFVd に感染した種子が形成され、感染種子は発芽して感染苗となる (EFSA, 2011; Verhoeven, 2010; Yanagisawa and Matsushita, 2017)。これは実験的に PCFVd の種子伝搬を証明したものであるが、自然界でも採種用の親植物が感染していれば種子伝搬する可能性があることと判断されることから、自然感染が認められているトマト及びトウガラシでは、種子伝搬は伝搬経路の 1 つと考える。

6. 生態

(1) 中間宿主及びその必要性

情報なし。

(2) 伝染環

PCFVd は汚染種子を一次伝染源とし、接触伝搬（二次伝染）により広がることから (Verhoeven, 2010)、伝染環は複数と判断した。

(3) 植物残さ中での生存
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

PCFVdに感染したトウガラシは果実の大きさが最大 50 %小さくなることが報告されており、経済的被害を及ぼす可能性が指摘されている (EFSA, 2011; Verhoeven, 2010)。

9. 防除

本ウイロイドの防除には感染していない植物の作出及び増殖、ほ場の衛生管理が有効である。感染が確認された植物は、早期に根こそぎ抜き取り、栽培中の他の植物と接触しないようビニール袋等に入れてほ場外に持ち出し、地中深く埋没又は焼却する。薬剤による有効な防除方法は報告されていない。道具類の消毒には、有効塩素濃度 0.5%以上の次亜塩素酸ナトリウムに 15 秒以上浸漬することが有効である (農林水産省, 2023)。

10. 診断、検出及び同定

PCFVd を含む 8 種の *pospiviroid* (PCFVd 及び *Tomato chlorotic dwarf viroid*(TCDVd)、*Chrysanthemum stunt viroid*(CSVd)、*Citrus exocortis viroid*(CEVd)、*Tomato apical stunt viroid*(TASVd)、*Colmunea latent viroid*(CLVd)、*Potato spindle tuber viroid*(PSTVd)、*Tomato planta macho viroid*(TPMVd)) を 2 種類のリアルタイム RT-PCR 法で包括的に検出し同定を行うシステムが開発されている。このシステムでは、トマト種子及び葉のサンプルを 1 つのユニバーサルプライマー (ウイロイド 6 種に対応) を含む 3 つのプライマーを使用する SYBR Green 法でスクリーニングしたのち、6 種のウイロイドそれぞれに特異的なプライマーによって種レベルの同定を行う (Yanagisawa et al., 2017)。

Pospiviroid 属の検定プロトコルとして、*Pospiviroid* 属の汎用プライマーを使用した RT-PCR 及びリアルタイム RT-PCR での検出法が報告されているが、種の同定には複数の手法による検定もしくはシーケンス解析が望ましいとしている (EPPO, 2021)。

11. 日本における輸入検疫措置

PCFVd は、植物防疫法施行規則 (農林省, 1950a) 別表 2 の 2 に規定されている検疫有害植物であり、同施行規則別表 2 の 2 に規定されている国又は地域からの該当する宿主植物について、輸出国における PCFVd に対する適切な核酸の塩基配列を検出するために適切と認められる方法による検査が行われ、かつ、PCFVd に侵されていない旨を検査証明書に特記することを要求している。

12. 諸外国における輸入検疫措置

(1) ニュージーランド

トウガラシ属の決められた植物の種子に対して、PCFVd の無発生地域若しくは無発生生産地で生産の旨の追記、3,000 粒以上のサンプル種子について PCR 法による精密検定を行うこと、又は 15,000 粒未満のロットの場合は NPPO が承認した方法による栽培中の検定で無病が確認された親株から生産されたものであることを求めている (MPI, 2023)。

(2) オーストラリア

トマト（一部野生種を除く。）及びトウガラシ種子に対して、抽出した種子 20,000 粒（少量ロットの場合は 20%）について、輸出前又は輸入時に PCFVd を含む複数のウィロイドを対象とした検定を受けることを求めている (Australian Government, 2023)。

(3) アメリカ合衆国

トマト及びトウガラシ属種子に対して、輸入前に PCFVd を含む複数のウィロイドを対象とした検定を受けること、又はこれらの pospiviroids の発生が知られていない国で生産されたものであることを求めている (APHIS, 2023)。

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

Pepper chat fruit viroid (PCFVd) に対するリスク評価を行い、現行の検疫措置の有効性を検討するため、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

Pepper chat fruit viroid (PCFVd) 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. 宿主植物及び日本国内での分布」に示す「宿主植物」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

PCFVd を開始点とし、その発生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、定着及びまん延の可能性並びに経済的影響を及ぼす可能性について調査し、検疫有害動植物の定義の要件を満たしているかどうかを検討する。なお、検疫有害動植物の要件を満たしていない場合は、それが判明した時点で評価を中止し病害虫のリスクは「無視できる」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

Pepper chat fruit viroid (PCFVd) は、国内未発生である。

(2) 定着及びまん延の可能性の評価

PCFVdの宿主植物であるトマトは47都道府県で栽培されていることから、定着及びまん延する可能性がある。

(3) 経済的影響を及ぼす可能性

PCFVdに感染したトウガラシは果実の大きさが最大50%小さくなるとの報告があり、経済的被害を及ぼす可能性が指摘されている。現在、PCFVdは国内未発生であるが、もし、PCFVdが国内に入り込み、定着及びまん延した場合、経済的影響を及ぼす可能性がある。

(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

PCFVdは国内未発生であるが、宿主植物であるトマトは国内で広く栽培されていることから、PCFVdが国内に定着及びまん延する可能性がある。また、PCFVdの発生国では被害報告があることから、国内でも経済的影響を及ぼす可能性は否定できない。

したがって、PCFVdは、植物検疫措置に関する国際基準（以下「ISPM」という。）No.11「検疫有害動植物に関する病害虫リスクアナリシス」に規定された検疫有害動植物の要件を満たすことから、PCFVdに対するリスクアナリシスを実施するため、引き続き「2. 農業生産等への影響の評価」で評価を行う。

2. 農業生産等への影響の評価

(1) 定着の可能性の評価

ア リスクアナリシスを実施する地域における潜在的検疫有害動植物の生存の可能性

(ア) 潜在的検疫有害動植物の生存の可能性

PCFVdは種子により伝搬されることが知られていることから、不良環境における生存手段を持ち、生存の可能性があるとして評価した。

(イ) リスクアナリシスを実施する地域における中間宿主の利用可能性

PCFVdは、中間宿主が必須との情報は得られていない。

(ウ) 潜在的検疫有害動植物の繁殖戦略

PCFVdは有害植物であるため、評価基準に基づき5点と評価した。

イ リスクアナリシスを実施する地域における寄主又は宿主植物の利用可能性及び環境の好適性

- (ア) 寄主又は宿主植物の利用可能性及び環境の好適性
PCFVdの宿主植物であるトマトは47都道府県で栽培されていることから、評価基準に基づき5点と評価した。
- (イ) 潜在的検疫有害動植物の寄主又は宿主範囲の広さ
PCFVdが宿主とする植物の科は、ナス科のみが知られている。
- (ウ) 有害動植物の侵入歴
PCFVdは、東洋区、旧北区及び新北区の3区に分布する。よって、評価基準に基づき3点と評価した。

ウ 定着の可能性の評価結果
評価した項目の平均から、定着の可能性の評価点は5点満点中の4.3点となった。

(2) まん延の可能性の評価

ア 自然分散（自然条件における潜在的検疫有害動植物の分散）

- (ア) ベクター以外による伝搬
 - a 移動距離
PCFVdは、接触伝搬が知られている。よって、評価基準に基づき1点と評価した。
 - b 伝染環数
PCFVdは、接触伝搬が知られている。よって、複数の伝染環が存在することから評価基準に基づき5点と評価した。
- (イ) ベクターによる伝搬
 - a ベクターの移動距離
PCFVdは、ベクターは知られていないため、本項目は評価しない。
 - b 伝搬様式
PCFVdは、ベクターは知られていないため、本項目は評価しない。

イ 人為分散

- (ア) 農作物を介した分散
PCFVdの宿主植物であるトマトは47都道府県で栽培されていることから、評価基準に基づき5点と評価した。
- (イ) 非農作物を介した分散
PCFVdは通常の栽培作業を介して伝搬されることから、評価基準に基づき5点と評価した。

ウ まん延の可能性の評価結果
評価した項目の平均から、まん延の可能性の評価点は5点満点中の4点となった。

(3) 経済的重要性の評価

ア 直接的影響

- (ア) 影響を受ける農作物又は森林資源
PCFVdの宿主植物であるトウガラシ及びトマトの農産物産出額は、2,444.4億円となる。よって、評価基準に基づき4点と評価した。
- (イ) 生産への影響
PCFVdの宿主植物であるトウガラシ及びトマトは、生産農業所得統計の対象植物であ

り、PCFVdに感染したトウガラシは果実の大きさが最大50%小さくなるとの報告がある。よって、評価基準に基づき4点と評価した。

(ウ) 防除の困難さ

PCFVdについて、海外での公的防除の実施事例についての情報は得られなかった。

(エ) 直接的影響の評価結果

上記(ア)及び(イ)の評価点の積は16点となり、評価基準に基づき直接的影響の評価点は4点となった。

イ 間接的影響

(ア) 農作物の政策上の重要性

PCFVdの宿主植物であるトウガラシ及びトマトは、「野菜生産出荷安定法施行令」で定める指定野菜に該当するため、評価基準に基づき1点と評価した。

(イ) 輸出への影響

PCFVdの発生を理由に輸入の制限をしている国はないことから、本項目は評価しない。

ウ 経済的重要性の評価結果

直接的影響の評価結果の得点と間接的影響の得点の和から、経済的重要性の評価点は5点となった。

(4) 評価における不確実性

特になし。

(5) 農業生産等への影響評価の結論（病害虫固有のリスク）

定着及びまん延の可能性並びに経済的重要性の3項目の評価点の積は86.7点となり、PCFVdの農業生産等への影響の評価を「高い」と結論付けた。

3. 入り込みの可能性の評価

項目	評価における判断の根拠等		
(1) 感染部位	植物全体（果実及び種子を含む。）		
(2) 国内に入り込む可能性のある経路	経路は〔栽植用植物〕、〔栽植用種子〕及び〔消費生植物〕と考えられる。		
	用途	部位	経路となる可能性
	ア 栽植用植物	植物全体	○
	イ 栽植用種子	種子	○
	ウ 消費生植物	植物全体	○
(3) 宿主植物の輸入検査量	別紙3参照		

(4) 入り込みの可能性の評価

ア 栽植用植物及びイ 栽植用種子

- (ア) 輸送中の生き残りの可能性（加工処理に耐えて生き残る可能性）
 ウイロイド等の有害植物に感染している栽植用植物及び栽植用種子は、原産地で有害植物の生存に影響を与えるような加工処理は実施されていないことから、PCFVd が通常輸送中問題なく生き残る可能性が高い。よって、評価基準に基づき5点と評価した。
- (イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ
 ウイロイド等の有害植物は目視では確認できない。よって、評価基準に基づき5点と評価した。
- (ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性
 栽植用植物及び栽植用種子は、直接栽培施設、ほ場等へ持ち込まれる。よって、評価基準に基づき5点と評価した。
- (エ) 輸入品目からの自然分散の可能性
 栽植用植物及び栽植用種子は、栽植用として利用されることで入り込みが完了する。よって、評価基準に基づき5点と評価した。
- (オ) 評価における不確実性
 特になし。

栽植用植物及び栽植用種子の入り込みの可能性の評価の結論

評価を行った項目の得点から平均値は5点であり、PCFVd の栽植用植物及び栽植用種子を経路とした場合の入り込みの可能性の評価を「高い」と結論付けた。

ウ 消費生植物

- (ア) 輸送中の生き残りの可能性（加工処理に耐えて生き残る可能性）
 原産地でPCFVd の生存率に影響を与える加工処理等は実施されていない。よって、評価基準に基づき5点と評価した。
- (イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ
 ウイロイド等の有害植物は目視では確認できない。よって、評価基準に基づき5点と評価した。
- (ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性
 PCFVd の宿主植物であるトウガラシ及びトマトは47 都道府県で栽培されている。よって、評価基準に基づき4点と評価した。
- (エ) 輸入品目からの自然分散の可能性
 PCFVd はウィロイドであるため、PCFVd が消費生植物から自然分散する可能性は無視できる。よって、評価基準に基づき「評価中止」となる。
- (オ) 評価における不確実性
 消費生植物のうち果実を経路とした場合、果実に含まれる種子が本来の用途ではない栽培目的で使用される可能性があるため、評価の結論には不確実性が伴う。

消費生植物の入り込みの可能性の評価の結論

PCFVd の消費生植物を経路とした場合の入り込みの可能性は、「無視できる」と結論付けた。

4. PCFVd の病害虫リスク評価の結論

PCFVd は検疫有害植物であり、栽植用植物及び栽植用種子を経路として入り込む可能性があ

ると評価した。

農業生産等への影響評価の結論 (病害虫固有のリスク)	入り込みの可能性の評価		病害虫リスク評価の 結論
	用途	結論	
高い	ア 栽植用植物	高い	高い
	イ 栽植用種子	高い	高い
	ウ 消費生植物	無視できる	無視できる

第3 病害虫リスク管理（ステージ3）

病害虫リスク評価の結果、*Pepper chat fruit viroid* (PCFVd) はリスク管理措置が必要な検疫有害植物であると判断されたことから、ステージ3において、発生国からの宿主植物の輸入に伴う PCFVd の入り込みのリスクを低減するための適切な管理措置について検討する。

1. PCFVd に対するリスク管理措置の選択肢の検討

選択肢	方法	有効性及び実行可能性の検討	実施主体 (時期)	有効性	実行 可能性
①病害虫無発生地域、生産地又は生産用地の設定及び維持	ISPM 4 又は 10 に基づき設定及び維持する。	<p>[有効性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ISPM に基づき輸出国植物防疫機関が設定、管理及び維持する病害虫無発生地域、生産地又は生産用地であれば、有効である。 <p>[実行可能性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 輸出国において適切に管理されることが必要であるが、実行可能と考えられる。 	輸出国 (輸出前)	○	○
②システムズアプローチ	ISPM 14 に基づき実施する。	複数の管理措置の組合せであるシステムズアプローチの有効性及び実行可能性については、具体的に提案される管理措置の内容を検討する必要がある。	輸出国 (輸出前)	—	—
③栽培地検査	栽培期間中に生育場所において植物の症状等を観察する。	<p>[有効性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 栽培期間中に症状を明瞭に現す場合は、有効である。 ● トマト及びトウガラシでは症状を現すが、他の <i>pospiviroid</i> 同様、症状が現れない場合も考えられるため、効果は限定的である。 <p>[実行可能性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 輸出国において適切な検査が行われることが必要であるが、実行可能と考えられる。 	輸出国 (栽培中)	▽	○
④精密検定	血清学的診断法、遺伝子診断法による精	<p>[有効性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 遺伝子学的診断法である RT-PCR 法等により、PCFVd 	輸出国 (輸出前)	○	○

	密検定を実施する。	<p>に特異的なプライマーを用い、植物体及び種子からの検出が可能である。</p> <p>[実行可能性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●輸出入国において検定施設を有するとともに、特異的プライマー及びポジティブコントロールが必要であるが、実行可能と考えられる。 	輸入国 (輸入時)	○	○
⑤検査証明書への追記	輸出国での目視検査の結果、PCFVdに感染していないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。	<p>[有効性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●輸出検査時に明瞭な症状を現す場合は、有効である。トマト及びトウガラシでは症状を現すが、他の <i>pospiviroid</i> 同様、症状が現れない場合も考えられる。 ●種子は症状が報告されていないため、有効でない。 <p>[実行可能性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●輸出国において適切な輸出検査が行われることが必要であるが、実行可能と考えられる。 	輸出国 (輸出時)	▽ (栽植用種子×)	○
⑥輸出入検査(目視検査)	植物の症状等を確認する。	<p>[有効性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●輸出入検査時に明瞭な症状を現す場合は、有効である。トマト及びトウガラシでは症状を現すが、他の <i>pospiviroid</i> 同様、症状が現れない場合も考えられる。 ●種子は症状が報告されていないため、有効でない。 <p>[実行可能性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●輸出入国において通常実施されている検査であり、実行可能である。 	<p>輸出国 (輸出時)</p> <p>輸入国 (輸入時)</p>	<p>▽ (栽植用種子×)</p> <p>▽ (栽植用種子×)</p>	<p>○</p> <p>○</p>

有効性

○：効果が高い

▽：限定条件下で効果がある

- ×：効果なし
- －：検討しない（判断できない）
- 実行可能性 ○：実行可能
- ▽：限定条件下で実行可能
- ×：実行困難
- －：検討しない

2. 経路ごとの PCFVd に対するリスク管理措置の選択肢の検討

(1) 栽植用植物

ア 検討結果

病害虫無発生地域又は病害虫無発生生産地の設定（選択肢①）は、PCFVd の入り込みのリスクに対して有効な管理措置である。しかしながら、病害虫無発生地域等の設定及び維持は、宿主植物の栽培環境、病害虫管理等を含む各種要因に影響を受けるため、個別案件ごとに具体的な内容を輸出国植物防疫機関が示し、日本がその許諾を判断する必要がある。

精密検定（選択肢④）については、RT-PCR 法等、PCFVd を検出するための精度の高い検定法が報告されている。したがって、輸出前又は輸入時いずれかの精密検定は有効であると考えられる。

イ リスク管理措置の特定

栽植用植物に対する管理措置として、PCFVd の入り込みのリスクを低減させることが可能であり、かつ必要以上に貿易制限的でないことを考慮し、以下を特定した。なお、以下のいずれかの管理措置を実施する必要がある。

- 輸出国（輸出前）において、生育期間中又は輸出検査時のいずれかに、荷口全体（同一の荷口単位）の植物を対象に輸入植物検疫規程（農林省, 1950b）別表第 1 の 6 項 2 号の規定に基づく検査量相当について、目視検査及び PCFVd に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等による精密検定を行い、PCFVd に感染していないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。
- 輸入国（輸入時）において、荷口全体（同一の荷口単位）の植物を対象に、輸入植物検疫規程別表第 1 の 6 項 2 号の規定に基づく検査量について、目視検査及び PCFVd に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等による精密検定を行い、PCFVd に感染していないことを確認する。

輸入植物検疫規程（農林省, 1950b）別表第 1 の 6 項 2 号

検査荷口の大きさ		検査する数量
1,000 本未満		30%以上
1,000 本以上	1,841 本未満	300 本以上
1,841 本以上	4,601 本未満	400 本以上
4,601 本以上	9,201 本未満	500 本以上
9,201 本以上	24,001 本未満	600 本以上
24,001 本以上		800 本以上

(2) 栽植用種子

ア 検討結果

病害虫無発生地域又は病害虫無発生生産地の設定（選択肢①）は、栽植用種子において有効な管理措置である。

精密検定（選択肢④）は、採種用親植物又は当該植物から採種された種子について PCFVd に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等、PCFVd を検出するための精度の高い検定法が報告されており、栽培時の採種用親植物の精密検定、若しくは輸出時又は輸入時いずれかの種子に対する精密検定は有効であると考えられる。

イ リスク管理措置の特定

栽植用種子に対する管理措置として、PCFVd の入り込みのリスクを低減させることが可能であり、かつ必要以上に貿易制限的でないことを考慮し、以下を特定した。なお、以下のいずれかの管理措置を実施する必要がある。

- 輸出国（輸出前）において、採種用親植物又は採種された種子について PCFVd に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等の適切な精密検定を行い、PCFVd に感染していないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。
- 輸入国（輸入時）において、種子について PCFVd に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等の適切な精密検定を行い、PCFVd に感染していないことを確認する。

なお、植物の検定を行う場合は、荷口全体（同一の荷口単位）の植物を対象に輸入植物検疫規程（農林省, 1950b）別表第 1 の 6 項 2 号の規定に基づく検査量相当について、疑症状部及び無作為に抽出した検体について精密検定を行う。

また、種子の検定を行う場合は、国際種子検査協会（ISTA）が定める国際種子検査規程（International Rules for Seed Testing）の抽出方法（ISTA, 2022）に準拠した方法で同一の荷口単位から無作為に抽出した規定の種子数について検定を行う。規定の種子数については、PCFVd に関し、検定粒数や感染種子率に係る情報を記載した文献はないことから、現時点では、99%の検出確率で 0.1%の感染種子を検出可能なサンプルサイズとして、通常ロットの場合（同一の荷口当たりの種子数が 46,000 粒以上）は、ロット当たり一律 4,600 粒（検定実施においてはサブサンプル 400 粒以下）となる。なお、小ロットの場合（同一の荷口当たりの種子数が 46,000 粒未満）は、その種子数の 10%（検定実施におけるサブサンプルは 400 粒以下）とする（種子検定に係る詳細は参考参照）。

3. PCFVd の病害虫リスク管理の結論

経路ごとにリスク管理措置の選択肢を検討した結果、PCFVd の入り込みのリスクを低減させる効果があり、かつ必要以上に貿易制限的ではないと判断した各経路の管理措置を以下にとりまとめた。

経路（対象部位）	対象植物	リスク管理措置
栽植用植物（種子及び果実を除く。）	ナス科：トウガラシ（ <i>Capsicum annuum</i> ）、トマト（ <i>Lycopersicon esculentum</i> (= <i>Solanum lycopersicum</i>))	以下のいずれかの管理措置を実施。 ○ 輸出国（輸出前）において、目視検査及び PCFVd に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等による検定を行い、PCFVd に感染していないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。 ○ 輸入国（輸入時）において、目視検

		<p>査及び PCFVd に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等による検定を行い、PCFVd に感染していないことを確認する。</p>
<p>栽植用種子</p>		<p>以下のいずれかの管理措置を実施。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 輸出国（輸出前）において、採種用親植物又は種子について PCFVd に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等による検定を行い、PCFVd に感染していないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。 ○ 輸入国（輸入時）において、種子について PCFVd に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等による検定を行い、PCFVd に感染していないことを確認する。 <p>※ 検定は、ISTA が定める国際種子検査規程の抽出方法に準拠した方法で同一の荷口単位から無作為に抽出した規定の種子数について行うこと。通常ロットの場合（同一の荷口当たりの種子数が 46,000 粒以上）は、ロット当たり一律 4,600 粒について、最大 400 粒ずつ検定を行い、小ロットの場合（同一の荷口当たりの種子数が 46,000 粒未満）は、その種子数の 10% を規定数とし、最大 400 粒ずつ検定を行う。</p>

なお、輸出国から上記の管理措置以外の提案があった場合は、その内容を検討し、上記の管理措置と同等のものであるかを判断する必要がある。

Pepper chat fruit viroid の発生国等の根拠

国又は地域	ステータス	根拠文献	備考
アジア			
タイ	発生	Reanwarakorn et al., 2011	
ベトナム	発生	Choi et al., 2020	追加
欧州			
オランダ	発生	EFSA, 2011; Verhoeven et al., 2009	
北米			
カナダ	発生	EFSA, 2011; Verhoeven et al., 2011	

注) 備考欄の「追加」は、文献情報等に基づき令和6（2024）年2月19日改訂時に追加した国。

Pepper chat fruit viroidの宿主植物の根拠

科名	学名	シノニム	和名		英名	根拠文献	備考
			属名	種名			
ナス科 (Solanaceae)	<i>Capsicum annuum</i>		トウガラシ属	トウガラシ	chilli, chili pepper	Verhoeven et al., 2009, 2011	
ナス科 (Solanaceae)	<i>Lycopersicon esculentum</i>	<i>Solanum lycopersicum</i>	トマト属	トマト	tomato	Reanwarakorn et al., 2011; Yanagisawa and Matsushita, 2017	

**Pepper chat fruit viroid の宿主植物に関連する経路の
年間輸入検査量（貨物、郵便物及び携帯品）**

(1) 栽植用植物

単位（数量）：本

植物名	生産国	発 生 国	2020		2021		2022	
			件数	数量	件数	数量	件数	数量
Capsicum an- num var. gros- sum (PIMENTO) (ピーマン)	韓国	×	67	331,380	65	275,200	68	270,900
Capsicum an- num(トウガラシ)	韓国	×			1	100		
Lycopersicon es- culentum var. cerasiforme (チェリートマト)	韓国	×			2	320		
Lycopersicon es- culentum(=Sola- num lycopersi- cum)(トマト(地上部))	フィリピン	×	5	2,260				
Lycopersicon es- culentum(=Sola- num lycopersi- cum)(トマト)	ベトナム	○	1	1,800				
	韓国	×	146	925,214	144	899,184	146	821,968

(2) 栽植用種子

単位（数量）：kg

植物名	生産国	発 生 国	2020		2021		2022	
			件数	数量	件数	数量	件数	数量
Capsicum an- num var. conoides(カノツメ)	中国	×			1	1		
Capsicum an- num var. gros- sum (PI- MENTO)(ピーマン)	イスラエル	×	2	2				
	インド	×			3	15	7	25
	オランダ	○			6	6	4	4
	キルギス	×	1	1				
	グアテマラ	×			1	1	2	2
	スウェーデン	×			1	1		

	タンザニア	×					1	1
	刊	×			5	5	9	9
	トルコ	×	1	1				
	ネパール	×	1	1				
	フィンランド	×	1	1				
	ベトナム	○			3	3	11	24
	ペルー	×			6	6	5	5
	韓国	×	9	9			21	21
	香港	×			1	1		
	台湾	×	7	9	2	4		
	中国	×			1	1		
	米国	×					1	1
Capsicum annuum var. grossum (SISITO) (シシトウ)	台湾	×			1	1		
Capsicum annuum var. longum (パプリカ)	インドネシア	×	1	1				
	オランダ	○			1	1	1	1
	スリランカ	×			1	1		
	ベトナム	○			1	1		
	韓国	×					1	1
Capsicum annuum (トウガラシ)	アイルランド	×	1	1				
	イスラエル	×	14	14	8	8	5	5
	イタリア	×					4	4
	インド	×	70	1,503	34	566	82	516
	インドネシア	×	8	8	1	1		
	ウクライナ	×			1	1		
	オーストラリア	×			1	1	6	6
	オランダ	○	56	56	40	40	77	77
	カタール	×	1	1				
	カンボジア	×	1	1	13	13		
	グアテマラ	×	7	7	3	3	18	18
	コスタリカ	×			9	9	2	2
	コロンビア	×					1	1
	シンガポール	×	1	1				
	スイス	×	2	2	1	1		
	スウェーデン	×	2	2	1	1		
	スペイン	×	1	1	5	5		
	スリランカ	×	5	5	6	6	1	1
	セルビア	×					1	1
	タイ	○	17	592	24	411	66	837
刊	×	47	60	17	17	28	28	

	デンマーク	×	20	25	16	16	12	12
	トルコ	×	1	1	9	9	6	6
	ニカラグア	×	1	1				
	ネパール	×			3	3		
	パキスタン	×			2	2		
	ハンガリー	×	6	6	2	2		
	フィリピン	×	7	7	4	4		
	プエルトリコ	×	1	1				
	ブラジル	×	7	7	8	54	3	245
	フランス	×	3	3	2	2	1	1
	ベトナム	○	133	205	75	93	15	46
	ペルー	×	55	55	64	74	71	73
	マレーシア	×			2	2		
	ミャンマー	×	9	9	1	1		
	メキシコ	×	1	1	3	3		
	モルバ	×	2	2				
	モロッコ	×	2	2	2	2		
	ルーマニア	×	8	8				
	英国	×	6	6	1	1		
	韓国	×	75	81	53	63	23	31
	台湾	×	113	155	9	10	12	12
	中国	×	30	94	69	493	41	487
	米国	×	27	138	10	459	23	27
Lycopersicon esculentum var. cerasiforme (チェリートマト)	ベトナム	○			2	2		
	中国	×	1	1				
Lycopersicon esculentum(=Solanum lycopersicum)(トマト コーティング種子)	イスラエル	×	4	4	1	1		
	グアテマラ	×					3	5
	ペルー	×					5	8
Lycopersicon esculentum(=Solanum lycopersicum)(トマト)	イスラエル	×	61	62	24	24	10	10
	イタリア	×	77	77	15	15	97	97
	インド	×	107	807	109	920	72	582
	オランダ	○	260	264	150	150	146	146
	カンボジア	×			1	1		
	グアテマラ	×	20	28	12	17	19	24
	ケニア	×	16	17	23	35	52	59
	コスタリカ	×					2	2
	コロンビア	×					3	3
	スウェーデン	×			1	1		

スペイン	×	101	101	3	3	7	7
セルビア	×					1	1
タイ	○	316	1,673	314	1,375	294	1,311
タンザニア	×	8	12	4	8	10	21
チリ	×	20	74	8	15	17	27
ドイツ	×	2	2			1	1
トルコ	×	109	109	11	11	317	317
ネパール	×	2	2	1	1		
パキスタン	×	1	1	1	1		
ハンガリー	×	1	1	1	1		
フィリピン	×	3	3	15	15		
プエルトリコ	×	1	1				
ブラジル	×	45	166	33	165	25	208
フランス	×	24	24	32	32	52	52
ベトナム	○	55	190	193	273	166	247
ペルー	×	59	97	75	83	88	176
ベルギー	×			1	1		
ポーランド	×					12	12
ミャンマー	×	3	3	14	16	31	31
メキシコ	×	26	26	25	25	37	37
モルバ	×	3	3	1	2	2	2
モロッコ	×	10	10	31	31	2	2
ラオス	×			1	6		
ルーマニア	×	2	2				
ロシア	×					1	1
韓国	×	47	47	234	234	64	64
台湾	×	159	161	45	45	19	19
中国	×	621	926	612	789	113	298
米国	×	13	13	35	35	25	25

種子の検定を実施する場合の粒数の考え方について

1 検査用主試料の抽出方法（1次抽出）

国際種子検査協会（ISTA）が定める国際種子検査規程の抽出方法（ISTA Rules 2022 Chapter 2: Sampling）（ISTA, 2022）に準拠した方法で同一の荷口単位から無作為に検査用の主試料を抽出し、その中から、以下の検定用試料として規定の数量を抽出する。

2 検定用試料の抽出方法（2次抽出）

検定用試料については、ISTAの抽出方法に準拠した方法で、ISPM 31「Methodologies for sampling of consignments」（FAO, 2016）を根拠とした、以下のポアソン分布に基づく抽出量の計算式（山村, 2011）に基づいた抽出理論による検定数量について抽出する（小ロットについては下記（2）参照）。

$$n = -\frac{\log_e (1 - \beta)}{p}$$

n : 抽出量

β : 検出確率（信頼度）

p : 限界不良植物率（不良率の上限）

本式では、病害虫の付いた植物を不良植物とし、不良植物率が p 以上の荷口が国内へ入ってくるリスクを、 n 個検査することにより、 $1-\beta$ 以下に制御する。

（1）通常ロットの種子検定対象の2次抽出量(n)の基本的な考え方

個々の病原体の具体的な種子検定粒数の根拠とできる技術的情報がない場合は、国際種子連盟（International Seed Federation (ISF)）等の国内外の検定方法の諸情報等を総合的に考慮し、種子検定のための2次抽出量(n)は、ウイルス・ウイロイドについては、限界不良植物率（＝ロットにおいて検出しようとする最低感染種子率）(p)の暫定値として0.001（＝0.1%＝荷口1000粒/ロット中、感染種子1粒）、検出確率(β)は99%を採用し、上記ポアソン分布の式を用いて4,606粒/ロット要することとする。

なお、検出確率99%は、オーストラリアも採用している（Australian Government, 2017）。

	検出確率(β)	限界不良植物率 (p) (暫定値)	2次抽出量(n)→検定用の 主試料/ロット当たり
ウイルス・ ウイロイド	99%	0.001	約4,600粒

<PCFVd についての検定用抽出量の検討詳細>

PCFVdの検定粒数や種子感染率(p)に係る情報を記載した文献はないことから、現時点では、上記で算出した検定粒数の約4,600粒/ロットは妥当と考える。

よって、PCFVd の場合の検定のための数量は、下記（2）で示す同一の荷口当たりの種子数が少ない場合（小ロット）以外は、その同一の荷口当たりの種子数に関わりなく一律に約4,600粒／ロットとする。

（2）小ロットの種子検定対象の抽出量の基本的な考え方

小ロット（同一の荷口当たりの種子数が少量の場合。例えば、規定の検定数量を確保する場合は困難な場合）の2次抽出量については、次の考え方に基づくこととする。

なお、小ロットの範囲とは、上記（1）で計算した2次抽出量の値が、検出対象の同一の荷口当たりの種子の数量（検査荷口の大きさ（母集団））の10%となるまでの値の範囲とする。

限界不良植物率 (p) (暫定値)	小ロットの範囲
ウイルス・ウイロイド (0.001)	約46,000粒未満

よって、PCFVd の宿主植物の種子については、小ロットの場合、ロット当たりの数量が約46,000粒未満の場合、10%抽出することとする。

引用文献

- APHIS (2023) Federal Order DA-2023-03. APHIS Amends Federal Order for Entry Requirements for Tomato (*Solanum lycopersicum*) and Pepper (*Capsicum* spp.) Seeds Imported from All Countries into the United States. April 7, 2023. (online), available from <https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/plant_imports/federal_order/downloads/2023/da-2023-03.pdf>, (accessed 2023-06-05).
- Australian Government Department of Agriculture and Water Resources (2017) Final pest risk analysis for *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV). (Online), available from <<http://www.agriculture.gov.au/SiteCollectionDocuments/biosecurity/risk-analysis/plant-reviews/final-pest-risk-analysis-cgmmv.pdf>>, (accessed 2018-12-04)
- Australian Government (2023) BICON Australian Biosecurity Import Conditions. (online), available from <<https://bicon.agriculture.gov.au/BiconWeb4.0/>>, (accessed 2023-05-27). Choi, H., Y. Jo, W. K. Cho, J. Yu, P. Tran, L. Salaipeh, H. Kwak, H. Choi and K. Kim. (2020) Identification of Viruses and Viroids Infecting Tomato and Pepper Plants in Vietnam by Metatranscriptomics. *International Journal of Molecular Sciences* 21: 7565.
- EFSA (2011) Scientific Opinion on the assessment of the risk of solanaceous pospiviroids for the EU territory and the identification and evaluation of risk management options. *EFSA Journal* 9: 1-133.
- EPPO (2021) PM 7/138 (1) Pospiviroids (genus *Pospiviroid*). OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 51, 144–177.
- FAO (2016) ISPM 31 Methodologies for sampling of consignments. (online), available from <https://www.ippc.int/static/media/files/publication/en/2016/01/ISPM_31_2008_En_2015-12-22_PostCPM10_InkAmReformatted.pdf>, (accessed 2022-07-29).
- ICTV (2023) *Pepper chat fruit viroid*. in International Committee on Taxonomy of Viruses. (online), available from <<https://ictv.global/taxonomy>>, (accessed 2023-05-10).
- ISTA (2018) ISTA Rules 2018 Chapter 2: Sampling. (Online), available from <https://www.seedtest.org/upload/cms/user/ISTA_Rules_2018_02_sampling_updated20171214.pdf>, (accessed 2018-11-27)
- MPI (2023) Seeds for Sowing 155.02.05 12 July 2023. (online), available from <<https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/1151-Seeds-for-Sowing-Import-Health-Standard>>, (accessed 2023-08-08).
- 農林省 (1950a) 植物防疫法施行規則 (昭和 25 年農林省令第 73 号) .
- 農林省 (1950b) 輸入植物検疫規程 (昭和 25 年農林省告示第 206 号) .
- 農林水産省 (2023) 侵入調査マニュアル 馬鈴しょ. (online), available from <https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/k_kokunai/shinnyuuchousa/shinnyuuchousa.html>, (accessed 2023-12-25).
- Porsoongnoen, S. and K. Reanwarakorn (2023) Disease symptoms and mechanical transmission of *Pepper chat fruit viroid* in Rutgers tomato. *Thai Agricultural Research Journal* 41: 28-38.
- Reanwarakorn, K., S. Klinkong and J. Porsoongnum (2011) First report of natural infection of *Pepper chat fruit viroid* in tomato plants in Thailand. *New Disease Reports*, 24, 6.
- Verhoeven, J. T. J. (2010) Identification and epidemiology of pospiviroids. Thesis, Wageningen University, Wageningen, NL (2010) With references, with summaries in Dutch and English, 75-136.
- Verhoeven, J. T. J., C. C. C. Jansen, J. W. Roenhorst, R. Flores and M. la Peña (2009) *Pepper chat*

fruit viroid: biological and molecular properties of a proposed new species of the genus *Pospiviroid*. *Virus Research* 144: 209-214.

Verhoeven, J. T. J., M. Botermans, C. C. C. Jansen and J. W. Roenhorst (2011) First report of *Pepper chat fruit viroid* in capsicum pepper in Canada. *New Disease Reports* 23: Article 15.

山村光司 (2011) 農学と統計学. 計量生物学 Vol. 32, Special Issue, S 19-S 34. (online), available from <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjb/32/Special_Issue/32_Special_Issue_S19/_pdf/-char/ja>, (accessed 2023-05-10).

Yanagisawa, H and Y. Matsushita. (2017). Host ranges and seed transmission of *Tomato planta macho viroid* and *Pepper chat fruit viroid*. *European Journal of Plant Pathology* 149: 211-217.

Yanagisawa, H., Y. Shiki, Y. Matsushita, M. Ooishi, N. Takaue and S. Suda (2017) Development of a comprehensive detection and identification molecular based system for eight pospiviroids. *European Journal of Plant Pathology*, 149: 11-23.