Tomato brown rugose fruit virus 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

- 令和 2 (2020) 年 2 月 17 日 作成
- 令和 3 (2021) 年 2 月 24 日 発生国の追加 (英国等 8 箇国)
- 令和 4 (2022) 年 12 月 1 日 発生国の追加 (イラン等 16 箇国)、検出に関する情報の追加 (リアルタイム RT-PCR 法)
- 令和 6 (2024) 年 2 月 19 日 宿主植物の追加 (アオゲイトウ等 12 種) 及び変更 (トウガラシからトウガラシ属)

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. 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.....	3
5. 移動分散方法.....	3
6. 生態.....	5
7. 媒介性又は被媒介性.....	5
8. 被害の程度.....	5
9. 防除.....	5
10. 診断、検出及び同定.....	6
11. 日本における輸入検疫措置.....	7
12. 諸外国における輸入検疫措置.....	7
II 病害虫リスクアナリシスの結果.....	10
第1 開始（ステージ1）.....	10
1. 開始.....	10
2. 対象となる有害動植物.....	10
3. 対象となる経路.....	10
4. 対象となる地域.....	10
5. 開始の結論.....	10
第2 病害虫リスク評価（ステージ2）.....	11
1. 有害動植物の類別.....	11
2. 農業生産等への影響の評価.....	11
3. 入り込みの可能性の評価.....	14
4. ToBRFV の病害虫リスク評価の結論.....	16
第3 病害虫リスク管理（ステージ3）.....	17
1. ToBRFV に対するリスク管理措置の選択肢の検討.....	17
2. 経路ごとの ToBRFV に対するリスク管理措置の選択肢の検討.....	20
3. ToBRFV の病害虫リスク管理の結論.....	22
別紙1 <i>Tomato brown rugose fruit virus</i> の発生国等の根拠.....	24
別紙2 <i>Tomato brown rugose fruit virus</i> の宿主植物の根拠.....	26
別紙3 <i>Tomato brown rugose fruit virus</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）.....	28
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.....	36
引用文献.....	38

はじめに

多くの国でナス科植物の生産に被害をもたらしている *Tobacco mosaic virus* (TMV : 日本既発生) や *Tomato mosaic virus* (ToMV : 日本既発生) と同じ *Tobamovirus* 属に含まれる新種のウイルス *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) が、2014 年以降、イスラエル、ヨルダン及びメキシコのトマトにおいて発見された (Luria et al., 2017; NAPPO, 2018; Salem et al., 2016)。その後、中華人民共和国、アメリカ合衆国、欧州等で発生が相次いで確認され、根絶活動が実施されており、ToBRFV に汚染された種子の国際移動に伴う世界的な分散が危惧されている (Chitambar, 2018; EPPO, 2020r; SENASA, 2019; Yan et al., 2019; Zhang et al., 2022)。ToBRFV は、トマトの葉に萎黄化、モザイク及び斑点症状を示し、果実では黄色又は褐色の斑点、奇形等の症状を引き起こす (Chitambar, 2018; EPPO, 2020l; Luria et al., 2017; Salem et al., 2016)。また、ToBRFV は、トマトの *Tobamovirus* 属の他のウイルスである ToMV 等に対する抵抗性品種についても感染性があり、さらにトマト生産施設内で通常の管理作業 (は種、苗の定植等) で容易に分散する可能性が示唆されているため、多くのトマト生産国では ToBRFV の侵入に対する懸念が広がっている (Chitambar, 2018; EPPO, 2020l; 久保田, 2016)。

日本においても、ToBRFV が侵入した場合、経済的に深刻な被害が生じるおそれがあることから、ToBRFV を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ている。また、急速に分布域を拡大している ToBRFV 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、全ての地域及び国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 ToBRFV 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、ToBRFV の宿主植物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)

Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)

(2) 英名、和名等

情報なし。

(3) 分類 (ICTV, 2023)

種類 : ウイルス

科 : *Virgaviridae*

属 : *Tobamovirus*

(4) シノニム

情報なし。

(5) その他

トマトに感染する *Tobamovirus* 属としては、古くから世界的に ToMV が発生しているが、近年は、トマト等のナス科作物において ToMV 以外の新種の *Tobamovirus* 属の発見と短期間での各地への発生拡大が報告されている (久保田, 2016)。例えば、*Tomato mottle mosaic virus* (ToMMV : 日本未発生) は、2009 年にメキシコの温室トマトから発見された新種の

Tobamovirus 属であり、その後 2010 年にアメリカ合衆国フロリダ州、2013 年に中華人民共和国のトウガラシで発見され、2014 年にはイスラエル、2015 年にはスペインのトマトで確認された (久保田, 2016)。ToBRFV も新種の *Tobamovirus* 属であり、トマトの *Tobamovirus* 抵抗性品種 (*Tm-2²* 抵抗性遺伝子を持つ。) を打破するため、世界的に拡大することが懸念されている (Chitambar, 2018)。

2. 地理的分布

(1) 国又は地域 (詳細は別紙 1 参照)

アジア：中華人民共和国

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

欧州：アルバニア、イタリア、ウズベキスタン、英国、オーストリア、オランダ、キプロス、ギリシャ、スイス、スペイン、スロベニア、チェコ、ドイツ、ノルウェー、ハンガリー、フランス、ブルガリア、ベルギー、ポーランド、ポルトガル、マルタ

北米：アメリカ合衆国、カナダ

中南米：メキシコ

(2) 生物地理区

ToBRFV は、旧北区、新北区及び新熱帯区の 3 区に分布する。

3. 宿主植物及び日本国内での分布

(1) 宿主植物 (詳細は別紙 2 参照。下線部は令和 6 (2024) 年 2 月 19 日改訂時に追加。)

アオイ科：マルウァ・パルウィフロラ (*Malva parviflora*)

アカザ科：ハマフダンソウ (*Beta vulgaris* subsp. *maritima*)、ミナトアカザ (*Chenopodium murale*)

カタバミ科：カタバミ (*Oxalis corniculata*)

キク科：セイヨウタンポポ (*Taraxacum officinale*)、ヒメムカシヨモギ (*Erigeron canadensis*)

ゴマノハグサ科：Veronica syriaca

シナノキ科：シマツナソ (モロヘイヤ) (*Corchorus olitorius*)

スベリヒユ科：スベリヒユ (*Portulaca oleracea*)

ナス科：イヌホオズキ (*Solanum nigrum*)、ソラヌム・エラエアグニフォリウム (*S. elaeagnifolium*)、トマト (*Lycopersicon esculentum* (= *Solanum lycopersicum*))、トウガラシ属 (*Capsicum* spp.)

ヒユ科：アオゲイトウ (*Amaranthus retroflexus*)

※ 汁液接種により、タバコ属 (*Nicotiana*) では品種によってえそ斑、軽いモットル (斑紋) 症状等、*Chenopodium quinoa* では黄化、えそ斑症状を示し、ペチュニア (*Petunia hybrida*) では無症状、ナス (*S. melongena*) 及びバレイショ (*S. tuberosum*) には感染しなかったとの報告がある (Luria et al., 2017; Chitambar, 2018)。一方、別の接種試験では、タバコの 1 品種 (*N. tabacum* 'Zhongyan 102')、ナス及びバレイショの 1 品種 (*S. tuberosum* 'Kexin 1') に感染するが、無症状との報告がある (Yan et al., 2021)。また、機械接種によりナスに全身感染し淡い退緑斑点を生じたが、その後消失したとの報告もある (久保田ら, 2021)。

上記の報告は、人工的な試験により感染が報告されたものであるため、ToBRFV の宿

主植物とはみなさない。

(2) 日本国内における宿主植物の分布及び栽培状況

ToBRFV 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。

4. 感染部位及びその症状

トマトでは品種によるが、葉に糸葉症状 (leaf narrowing)、黄化、モザイク及び斑点の症状が見られる。花柄、がく及び葉柄にはえそ斑点が見られ、茎は壊死し花は萎れる。果実では凹凸表面を伴う黄色又は褐色の斑点及び奇形の症状を示し、商品価値を低下させる (CABI, 2023; Chitambar, 2018; EPPO, 2020l; Luria et al., 2017; Salem et al., 2016)。なお、ToBRFV と *Tobamovirus* 属の他のウイルス (*Paprika mild mottle virus*) が重複感染することにより症状が激しくなる可能性があることが報告されている (EPPO, 2020n)。

トウガラシでは、葉に奇形、黄化、モザイク症状がみられ、果実は、黄褐色又は緑色の線条を伴う奇形となり、商品価値を低下させる (EPPO, 2020l)。

ToBRFV に感染した植物はただちに症状を示すわけではなく、トマトでは実験条件下において症状を示すのに接種後 12~30 日を要することが報告されている (Luria et al., 2017; Panno et al., 2019; EPPO, 2020n)。ただし、抵抗性遺伝子を持たないトマトの品種は 4~5 日と短期間で症状を示す可能性がある (EPPO, 2020n)。トウガラシ及びトマトのいずれも症状は品種によって異なり、果実に強く症状を示す品種もあれば、葉に強く症状を示す品種もある (EPPO, 2020n)。ドイツにおいてトマトから ToBRFV が発見された事例では、葉に症状が見られず果実のみに症状を示していた (EPPO, 2020g)。また、チェコ及びスペインにおいてトウガラシから ToBRFV が発見された事例では、症状は観察されていない (EPPO, 2020i, 2021b)。

ToBRFV の感染が確認された 12 種の雑草のうち、イヌホオズキでは、葉に斑紋症状やモザイクといった明瞭なウイルス様症状を示したが、その他の種ではウイルス症状は確認されていない (Salem et al., 2022b)。

5. 移動分散方法

(1) 自然分散

ToBRFV の自然分散の方法としては、近接植物間の接触伝染及び昆虫伝搬 (花粉の収集行為) ※¹ が知られており、*Tobamovirus* 属の他のウイルスの自然分散の方法としては、土壌伝染 (植物残さを含む) ※² 及び水媒伝搬※³ が知られている。

ToBRFV は、花粉媒介昆虫として利用されているセイヨウオオマルハナバチ (*Bombus terrestris*) の花粉収集行動により機械的に伝搬する旨の報告がある (Levitzky et al., 2019; EPPO, 2020l)。なお、セイヨウオオマルハナバチは、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」(環境省, 2004) (以下「外来生物法」という。) により、特定外来生物に指定されており、飼育や運搬を行うためには許可が必要であり、野外へ放つことは禁止されている。しかしながら、セイヨウオオマルハナバチのトマト栽培における授粉利用は全国的に行われており、外来生物法の施行により減少しているものの、既に北海道では自然界に定着している (北海道立総合研究機構, 2017; 農林水産省, 2012, 2022)。一方、セイヨウオオマルハナバチの代替として日本在来種のクロマルハナバチ (*Bombus ignites*) がトマトの授粉で利用されている実態もあり (環境省, 2019)、同様の伝搬が生じる可能性はある。セイヨウオオマルハナバチの潜在的な飛翔可能距離は数 km とされ、帰巢実験では 9.8km まで記録されている (北海道立総合研究機構, 2017)。

- ※1 トマト生産においては、授粉に利用されているセイヨウオオマルハナバチの振動を伴った花粉収集行動により植物が傷つけられ、その部位から ToBRFV が機械的に伝搬すると考えられる旨の報告がある (Levitzky et al., 2019; EPPO, 2020; Panno et al., 2020)。ただし、手作業による授粉又は噴霧等による授粉作業では、花粉伝搬するとの情報は得られていない。
- ※2 イスラエルにおいて、感染トマトを栽培していたほ場に作付けされたトウガラシが、ToBRFV が残っている土壌によって感染した報告がある (Chitambar, 2018)。また、ToBRFV を含む *Tobamovirus* 属は植物残さ中で 10 年以上生存することが可能で、土壌中や汚染された農業資材 (ベンチ、コンテナ、道具等) 上での生存期間は、数か月から数年に及ぶことが報告されている (Batuman et al., 2020)。
- ※3 *Tobamovirus* 属は、施設栽培における循環水により分散するとの報告があることから、ToBRFV もその可能性が示唆されている (Chitambar, 2018; Salem et al., 2016)。

(2) 人為分散

ア 農作物を介した分散

イスラエルにおいて 2014 年秋に初めて ToBRFV による症状が確認されてから、1 年以内に国全体にまん延が見られた。これは、感染種子や苗の移動、栽培作業に関わる人為的分散によるものと考えられている (EPPO, 2020)。

Tobamovirus 属は種子伝染性ウイルスであり、汚染種子は主要な感染源の 1 つである (Dombrovsky and Smith, 2017)。ToBRFV の種子伝染については、その可能性が強く疑われていたが、近年トマトにおいて、ToBRFV に自然感染した果実から種子を採取し、その種子からも ToBRFV を検出したことが報告されている (Samarah et al., 2021)。また、感染果実から採取したトマトの種子は ToBRFV に 100%汚染されているが、種皮上からしか ToBRFV が検出されないとの報告 (Klap et al., 2020; Salem et al., 2022a) や、ToBRFV は種子中の胚には存在しておらず、汚染種子から生育させたトマト苗に種皮上の ToBRFV が機械的に伝搬され、その伝搬率は 0.08%~2.8%と低率であったことが実験的に示している報告 (Davino et al., 2020; Salem et al., 2022a) がある。さらに、実験的に感染させた植物から採取した汚染種子の種子伝搬率について、トマトでは 3.1~8.3%、トウガラシでは 0~14.3%、ナスでは 0%であり、その要因として、種子伝染したトマト及びトウガラシでは、種皮組織内部に ToBRFV が存在していたのに対し、ナスでは種皮表面にのみ ToBRFV が存在していたことが示されている (Matsushita et al, 2023)。イヌホオズキでは、感染果実から直接採取した種子から生育させた苗への種子伝搬率は約 1.9%であり、感染苗は軽度のモザイク症状を呈したことが報告されている (Salem et al., 2022b)。

また、世界各国の輸入植物検疫でトウガラシ及びトマト種子から ToBRFV の発見事例が相次いでいること (EUROPHYT, 2020a, b, 2021; ProMED, 2021; EPPO, 2022b)、スペインでトマトに発生した事例では、感染が確認された種子と同一ロットの種子が使用されていたこと等の情報から (EPPO, 2020b)、汚染種子が ToBRFV の伝染経路と考えられる。

種子は原産国から輸出後、さらに第三国に輸出される等複雑に流通し、原産地の証明が困難であることが多い。したがって、ToBRFV 発生地域以外から輸入された種子であっても原産地が発生地域である可能性があることから、汚染種子の国際的な流通による ToBRFV の世界的なまん延が懸念されている。

イ 非農作物を介した分散

ToBRFV は、機械的伝搬 (栽培作業、農作業用の道具や器具、作業員の手や衣服) が知

られている (Chitambar, 2018; EPPO, 2020l)。伝搬の経路として、トウガラシやトマトでは生産や流通網に関連した使用済みコンテナ、機器、運搬車両等が挙げられているが、不確実性を伴うとされている (EPPO, 2020n)。

6. 生態

(1) 中間宿主及びその必要性
情報なし。

(2) 伝染環

ToBRFV は、近接植物間の接触伝染及び昆虫伝搬 (花粉の収集行為) の複数の感染経路がある (Levitzky et al., 2019; EPPO, 2020l)。

(3) 植物残さ中での生存

イスラエルにおいて、トウガラシが土壌中の ToBRFV に感染したトマトの残さから感染した報告がある (Chitambar, 2018)。また、ToBRFV を含む *Tobamovirus* 属は植物残さ中で 10 年以上生存することが可能で、土壌中や汚染された農業資材 (ベンチ、コンテナ、道具等) 上での生存期間は、数か月から数年に及ぶことが報告されている (Batuman et al., 2020)。

(4) 耐久生存態
情報なし。

7. 媒介性又は被媒介性

トマトの授粉に利用されているセイヨウオオマルハナバチの授粉行動により ToBRFV の伝搬が確認された報告がある (Levitzky et al., 2019; EPPO, 2020l; Panno et al., 2020)。

8. 被害の程度

イスラエルにおいて、トマト果実の黄色斑点症状は、感染植物の果実総数の 10~15%に見られたとの報告がある (Luria et al., 2017; Chitambar, 2018)。また、ドイツでは、トマト生産施設の 25ha で ToBRFV が発生し、そのうち 10%が症状を示し (Menzel et al., 2019; EPPO, 2019a)、ヨルダンでは ToBRFV が発生したトマト生産施設において 100%に近い植物が被害を受けている (Salem et al., 2016)。

ToBRFV は、トマトにおいて *Tobamovirus* 属の *Tm-2²* 抵抗性遺伝子を持つ品種に対しても感染性があり、また、トウガラシにおいても 30°C以上の高温条件下で *Tobamovirus* 属の L 抵抗性遺伝子の品種に対して感染性があるとの報告がある (Chitambar, 2018)。

9. 防除

ToBRFV に対する防除は限定的であり、一度侵入を許すと、現段階では感染植物の除去や厳しい現場衛生管理しかない (EPPO, 2020l)。温室内で発生が確認されたものの定着までは至らなかった事例としてアメリカ合衆国、ドイツ及びポーランドの 3 例が報告されている

(Chitambar, 2018; EPPO, 2019a, d, 2020h, l, 2023; Menzel et al., 2019; NPPO of Germany, 2018) が、その後、それらの国では再度 ToBRFV が発見され、感染植物の廃棄、移動禁止、衛生対策等の根絶防除が実施されている (EPPO, 2020e, g, 2021d; USDA, 2020b)。

一方、同属ウイルスの ToMV では、*Tm-2²* 型抵抗性品種のトマトで抵抗性を打破する系統が、2011 年以降、日本国内の生産地 (栃木県、茨城県、岐阜県、広島県、福岡県及び熊本県) で確

認められた（久保田, 2016; 熊本県病害虫防除所, 2021）。これに対し、各県において以下の防除方法を実施した結果、一定の防除効果を得られたとしている（栃木県, 2011; 高知県, 2012; 久保田, 2016）。同属のウイルスである ToBRFV においても、この防除方法が適用できる可能性がある。

- 健全株への伝染を防ぐため、発病株を見つけたら直ちに抜き取る。
- 作期の終了後は、土壌中の植物残さの腐敗を促し、ウイルスの不活化を図る。たん水状態では植物組織の腐敗が遅れウイルスが不活化しにくくなるので、発病がみられた作期の終了後はたん水を控える。
- 植物残さを持ち出さない。
- 資材の消毒（床土、は種箱、育苗鉢、ロックウールマット、栽培槽等の消毒）を行う。
- 接触伝染性が強いので、発病株に触れた手指は石けんでよく洗う。
- 養液栽培ほ場では養液槽の洗浄と消毒を行う。
- 次作での再発を防ぐため、可能であれば1作はトマトを栽培しない。
- 栽培を中断できない場合は、
 - 植物残さを地下部の根を含めできるだけ取り除く。
 - ウイルス粒子を含む感染根の分解を促進するため、ほ場に牛ふん堆肥等有機質資材を投入し、適切な温度に保ちつつ耕うんする。
 - 古株を短期間で枯死させるため、カーバムナトリウム塩剤の土壌散布又はかん水を行う。

なお、ToBRFV は既存の *Tm-2²* 型抵抗性トマト品種にも感染するため、今のところこれらを利用した防除はできない。また、太陽熱消毒に防除効果が認められたとする報告はない。

種子に関する防除方法として、トマト種子について、2%塩酸で30分間又は10%リン酸三ナトリウムで3時間浸漬処理することで ToBRFV が100%除去され、発芽速度を高めたとの報告がある（Samarah et al., 2021）。

10. 診断、検出及び同定

(1) 血清学的診断法

ToBRFV を特異的に検出する ELISA キットが発売されている。ただし、メーカーによっては TMV 等の同属ウイルスに非特異的反応を示す場合がある（Agdia, 2021; BIOREBA, 2023）。

(2) 遺伝子診断法

葉及び種子に感染している ToBRFV は、*Tobamovirus* 属のユニバーサルプライマーを用いた RT-PCR により得られた増幅産物をシーケンス解析することで検出可能との報告がある（Cambrón-Crisantos et al., 2018; Menzel et al., 2019）。また、ToBRFV に特異的なプライマーにより ToBRFV を特定することが可能である（Alkowni et al., 2019; Rodríguez-Mendoza et al., 2019）。

さらに近年では、リアルタイム RT-PCR を用いた ToBRFV に特異的な検出法が報告されている（Bernabé-Orts et al., 2021; ISF, 2020; Menzel and Winter, 2021; NSHS, 2020）。ToBRFV の診断方法を記載した EPPO の PM 7/146 (2)において、葉からの検定ではリアルタイム及びコンベンショナル RT-PCR 法を、種子からの検定ではリアルタイム RT-PCR 法を推奨している（EPPO, 2022d）。また、高濃度の感染が予想される ToBRFV 感染葉にはどのような遺伝子診断法も適用できる可能性がある一方、低濃度感染が予想される ToBRFV 汚染種子には、検出感度の高いリアルタイム RT-PCR 法による検査が望ましいと報告されている（Zhang et al.,

2022)。

なお、推奨されるサブサンプル数については、検定手法、核酸の抽出手法、宿主植物の種類等の条件により 250~1,000 粒までの異なる粒数が報告されている (EPPO, 2022d; ISF, 2020; NSHS, 2020)。

その他、LAMP 法による検出や CRISPR-Cas12a (DNA 切断酵素) を用いた検出法が報告されている (Sarkes et al., 2020 ; Alon et al., 2021)。

1 1. 日本における輸入検疫措置

ToBRFV は、植物防疫法施行規則 (農林省, 1950a) 別表 1 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宿主植物の生植物 (果実を除き、種子を含む。) であって栽培の用に供し得るものについては、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 ToBRFV 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。なお、種子におけ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はリアルタイム RT-PCR 法に限定している。

1 2. 諸外国における輸入検疫措置

(1) トルコ (WTO/SPS, 2022; 2023b)

ア すべての国のトマト (交雑種を含む。) 及びトウガラシ属の栽植用植物

ToBRFV の抵抗性品種であることを検査証明書に追記する必要がある (トウガラシ属植物のみ)。トマト及び抵抗性品種でないトウガラシ属植物に対しては、以下の情報を検査証明書に追記することを要求している。

- RT-PCR 法により ToBRFV が検出されなかった種子に由来していること。
- 原産国の公的機関に登録された生産地で栽培され、適切な時期に実施された栽培地検査において ToBRFV が検出されないこと。症状がある場合は、公的な検定の結果、ToBRFV が検出されないこと。
- 登録されている生産地の名称を記載すること。

イ すべての国のトマト (交雑種を含む。) 及びトウガラシ属の栽植用種子

ToBRFV の抵抗性品種であることを検査証明書に追記する必要がある (トウガラシ属植物のみ)。トマト及び抵抗性品種でないトウガラシ属植物に対しては、以下の情報を検査証明書に追記することを要求している。

- 採種用親植物は、適切な時期に実施された栽培地検査において、ToBRFV が検出されなかった生産地で栽培されたこと。
- 種子又は採種用親植物は RT-PCR 法により、ToBRFV が検出されないこと。
- 登録生産地のトレーサビリティ情報について記載すること。

(2) ニュージーランド (MPI, 2023)

すべての国のトマト及びトウガラシ属の決められた植物の種子に対して、ToBRFV 無発生の地域であること、無発生の生産地で栽培されたものであること、国際種子検査協会 (ISTA) 若しくは公認種子アナリスト協会 (AOSA) のサンプリング法に従って種子 3,000 粒を PCR 法による検定を行い ToBRFV が検出されない旨を追記すること、又は 15,000 粒以下のロットであれば親植物に NPPO の承認するテスト方法で ToBRFV が検出されないことのうちいずれかを、検疫証明書に追記することを要求している。

(3) オーストラリア (DAWE, 2019; WTO/SPS, 2019)

すべての国のトマト及びトウガラシ属植物の3種 (*Capsicum annuum*, *C. chinense* 及び *C. frutescens*) の栽植用種子に対して緊急措置を実施し、2019年4月1日から、種子サンプル20,000粒 (小ロットの場合は重量の20%) を使用したPCR検定により、ToBRFVが検出されない旨を追記することや、以下の要件を満たすことを要求している。

- PCR検定は輸出国又は輸入国 (輸入時) に行うことができる。
- オーストラリア当局承認のプロトコルを用いてPCR検定すること。
- 検査証明書には、適切な追加申告書又は検定機関の報告書を添付すること。

(4) 欧州連合 (EU) (EU, 2023)

ア すべての国のトマト (交雑種を含む。) 及びトウガラシ属の栽植用種子 (ToBRFVに抵抗性を有することが知られているトウガラシ属植物の品種を除く。)

以下の要件のすべてを検査証明書に追記することを要求している。

- 採種用親植物は、適切な時期に公的に実施された栽培地検査において、ToBRFVが検出されなかった生産地で栽培されたこと。
- 30本より多い親植物に由来する種子は、加工前に公的なサンプリング及び試験を受け、ToBRFVが検出されない (30本以下であれば、種子又は親植物が対象) こと。規則のANNEXに基づくリアルタイムRT-PCR検定が必要 (植物検疫措置に関する国際基準 (以下「ISPM」という。) No 31に基づくサンプルサイズ)。
- 登録生産地に関するトータビリティ情報。
- 規則に示されたリアルタイムRT-PCR法は、国際種子連盟 (International Seed Federation (ISF) プロトコル (ISF, 2020)、Menzel and Winter (2021) 及び Bernabé-Orts et al. (2021) のプライマー並びにプローブを用いたリアルタイムRT-PCR検定。

イ すべての国のトマト (交雑種を含む。) 及びトウガラシ属の栽植用植物 (ToBRFVに抵抗性を有することが知られているトウガラシ属の品種を除く。) 及び生果実 (ただし、ナス属の栽植用植物は輸入禁止品)

次のいずれかの試験方法によるToBRFVの検出を行うことを要求している。検出試験の結果が陽性の場合には、同一の検体を用いて前述の検出に用いたものとは異なるRT-PCR法を実施し、確認する。

- 症状のあるものに対してのみELISA検定。
- Alkowni et al. (2019) のプライマーを使用する従来のRT-PCR検定。
- Rodríguez-Mendoza et al. (2019) のプライマーを使用する従来のRT-PCR検定。
- ISFプロトコルに記載されたプライマー及びプローブを用いたリアルタイムRT-PCR検定 (ISF, 2020)。
- Menzel and Winter (2021) のプライマー及びプローブを用いたリアルタイムRT-PCR検定。
- Bernabé-Orts et al. (2021) のプライマー及びプローブを用いたリアルタイムRT-PCR検定。

(5) アルゼンチン (SENASA, 2019; WTO, 2023a)

ToBRFVの発生国のトウガラシ属及びトマトの栽植用植物及び種子について、公的な検定の結果、ToBRFVが検出されない旨を検査証明書に追記することを要求している。

(6) アメリカ合衆国 (USDA, 2020a)

ア すべての国のトマト及びトウガラシ属の栽植用植物及び種子

以下のいずれかの要件を検査証明書に追記することを要求している。

- ToBRFV 無発生で栽培されたものであること。
- サンプルングや検定の結果、ToBRFV が検出されないこと。

また、小ロットの種子は、単一の採種用親植物又は単一の育種系統に由来するものであって、直ちに商業的に販売することを目的としないものである場合、以下の要件を満たす検査証明書を取得することで、再輸出国からの輸入が可能である。

- 全ての採種用親植物は、果実収穫の 10 日前までに検定を行い、ToBRFV が検出されないこと。

イ ToBRFV 発生国からのトマト及びトウガラシ属植物の消費生果実

生果実の検査を行い、ToBRFV の症状がないことが明らかである旨を検査証明書に追記することを要求している。

(7) その他

チリ (SAG, 2022)、台湾 (BAPHQ, 2023) 等上記以外の複数の国においても、ToBRFV の発生のないほ場での栽培、精密検定等の検疫措置を要求している。

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

Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) 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

Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) 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。なお、ToBRFVの生態（生物学的情報の6）において、土壤中の感染トマトの残さから感染したとの報告があることから、乾燥植物も対象とする。

4. 対象となる地域

日本全域を対象とする。

5. 開始の結論

ToBRFV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

Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) は、国内未発生である。

(2) 定着及びまん延の可能性の評価

ToBRFV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

ToBRFVは、ヨルダンで100%に近い植物の被害報告がある。現在、ToBRFVは国内未発生であるが、もし、ToBRFV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

特にない。

(5) 有害動植物の類別の結論

ToBRFV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、ToBRFVが国内に定着及びまん延する可能性がある。また、ヨルダン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、ISPM 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、ToBRFV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

イスラエルでは、土壌中の感染トマトの残さからトウガラシがToBRFVに感染したとの報告があることから、乾燥環境下及び宿主植物が存在しない環境下でも生き残って生活環境を維持できると考える。

(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

ToBRFV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

ToBRFV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

ToBRFV 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

ToBRFV が宿主とする植物の科は、アオイ科、アカザ科、カタバミ科、キク科、ゴマノハグサ科、シナノキ科、ナス科及びヒユ科が知られている。

(ウ) 有害動植物の侵入歴

ToBRFV は、旧北区、新北区及び新熱帯区の 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

ToBRFV は、近接植物間の接触伝染が知られており、イスラエルでは土壤中の感染トマトの残さからトウガラシが感染したとの報告がある。よって、評価基準に基づき 1 点と評価した。

b 伝染環数

ToBRFV は、近接植物間の接触伝染が知られている他、イスラエルでは土壤中の感染トマトの残さからトウガラシが感染した報告がある。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

ToBRFV は、花粉媒介昆虫として利用されているセイヨウオオマルハナバチによる花粉収集行動により伝搬する旨の報告がある。なお、日本では、セイヨウオオマルハナバチは北海道に定着しており、外来生物法（環境省, 2004）に基づき「防除実施計画」を作成し、防除活動が行われている。また、セイヨウオオマルハナバチの潜在的な飛翔可能距離は数 km とされ、帰巢実験では 9.8km まで記録されている。よって、評価基準に基づき 5 点と評価した。

b 伝搬様式

ToBRFV は、花粉媒介昆虫として利用されているセイヨウオオマルハナバチが振動しながら行う花粉収集行動により、機械的に伝搬するため、評価基準に基づき 2 点と評価した。

イ 人為分散

(ア) 農作物を介した分散

ToBRFV 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

農作業用の道具や器具、作業員の手や衣服に付着した ToBRFV が機械的に伝搬することが知られている。また、トマトやトウガラシでは生産に使用した農業資材（ベンチ、コンテナ、道具等）が伝搬の経路として挙げられている。よって、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4.3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

ToBRFV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

ToBRFV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、ToBRFVの発生国であるヨルダンで100%に近い植物の被害報告がある。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

ToBRFVに対する防除は限定的であり、一度侵入を許すと、現段階では感染植物の除去や厳しいほ場衛生管理しかない。温室内で発生が確認されたものの定着までは至らなかった事例としてアメリカ合衆国、ドイツ及びポーランドの3例が報告されているが、その後、それらの国については再度ToBRFVが発見され、感染植物の廃棄、移動禁止、衛生対策等の根絶防除が実施されている。

(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

ToBRFV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

EU、ニュージーランド、オーストラリア及びアメリカ合衆国は、ToBRFVを対象に栽培地検査、無発生地域の設定、精密検定等を要求している。よって、評価基準に基づき1点と評価した。

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92.1点となり、
 ToBRFV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〕、〔消費用生植物〕及び〔消費用乾燥植物類〕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（イヌホオズキ、トウガラシ及びトマト）	種子	○
	ウ 消費用生植物	植物全体	○
エ 消費用乾燥植物類	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

(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）

ウイルス等の有害植物に感染している栽植用植物は、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、ToBRFV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

ウイルス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、ToBRFVの栽植用植物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。

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）

ウイルス等の有害植物に感染している栽植用種子は、原産地で有害植物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ことから、ToBRFV 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

ウイルス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、ToBRFV の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 ToBRFV 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

ウイルス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

ToBRFV 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。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

ToBRFV に感染した宿主植物が輸入された場合、当該植物から国内に存在する宿主植物への自然分散の方法は、セイヨウオオマルハナバチによる分散が考えられるが、消費生植物は、通常栽培地ではなく消費地へ運ばれるため、ToBRFV 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

ToBRFV 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。

エ 消費用乾燥植物類

(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 ToBRFV 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

ウイルス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

ToBRFV 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。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

消費用乾燥植物は、通常栽培地ではなく消費地へ運ばれるため、ToBRFV が消費用乾燥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

トウガラシ及びトマトの乾燥植物が培養資材となる可能性は無視できるが、今後、他の植物への感染が確認された場合には、培養資材が経路となるか検討する必要がある。

消費用乾燥植物類の入り込みの可能性の評価の結論

ToBRFV の消費用乾燥植物類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. ToBRFV の病害虫リスク評価の結論

ToBRFV 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（イヌホオズキ、トウガラシ及びトマト）	高い	高い
	ウ 消費用生植物	無視できる	無視できる
	エ 消費用乾燥植物類	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、*Tomato brown rugose fruit virus*（ToBRFV）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 ToBRFV 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. ToBRFV 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って、ToBRFV の感染がないことを確認した種子を利用すること及びベクターの管理ができれば、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（ベクターの管理を含む。）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。 ● しかし、症状を現す場合でも、他の病原体等による症状と区別できない場合がある。また、品種及び環境により発症に長期間を要する場合は、潜伏状態のものを見逃す可能性があるため、効果は限定的である。 <p>[実行可能性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 輸出国においてベクターの適切な防除が実施されるととも 	輸出国 (栽培中)	▽	○

		に、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。			
④消毒	物理的方法及び化学的方法による殺菌処理	<p>[有効性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●ToBRFVの汚染トマト種子を2%塩酸で30分間又は10%リン酸三ナトリウムで3時間浸漬処理したところ、100%の殺菌効果を得られたとの報告がある。 ●トマト種子の2%塩酸で30分間処理では種子の発芽速度を高めたとの報告がある。 ●試験がトマト種子の1品種のみであること、諸外国においても2%塩酸処理等による種子消毒が行われていないことから、現段階での有効性は判断できない。 <p>[実行可能性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●栽植用種子の消毒処理としては実行可能である。 	<p>輸出国 (輸出前)</p> <p>輸入国 (輸入時)</p>	<p>—</p> <p>—</p>	<p>○ (栽植用種子のみ)</p> <p>○ (栽植用種子のみ)</p>
⑤精密検定	血清学的診断法、遺伝子診断法等による精密検定を実施する。	<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、ToBRFV に特異的なプライマーを用いた検出が可能である。 ●血清学的診断法である ELISA 法により ToBRFV の検出が可能であり、ELISA キットが市販されている。しかし、ELISA 法は、ごくわずかながら TMV 及び ToMV に非特異的反応を示すとの情報があるため、有効性は低い。 <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、ELISA キット、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 	<p>輸出国 (輸出前)</p> <p>輸入国 (輸入時)</p>	<p>○</p> <p>○</p>	<p>○</p> <p>○</p>

		れる。			
⑥検査証明書への追記	輸出国での目視検査の結果、ToBRFV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。 ●しかし、潜在感染している場合があり、見逃す可能性があるため、効果は限定的である。 ●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×)	○
⑦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。 ●潜在感染している場合があり、見逃す可能性があるため、効果は限定的である。 ●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。 	輸出国 (輸出時)	▽ (栽植用種子×)	○
			輸入国 (輸入時)	▽ (栽植用種子×)	○
⑧隔離栽培中の検査	輸入後、国内の施設において一定期間栽培し、症状の確認や精密検定を実施する。	<p>[有効性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●症状発現まで時間を要する場合でも、栽培施設で適切に管理することにより検査が可能である。 ●症状が現れない場合でも、隔離期間中に特異的プライマーを用いた RT-PCR 法等の精密検定により検出が可能である。 <p>[実行可能性]</p> <ul style="list-style-type: none"> ●多年生植物は、隔離栽培中の検査が実行可能であるが、隔離栽培ができる施設が限られており、検査でき 	輸入国 (輸入後)	○	▽

		る数量等が制限される。そのため、隔離栽培運用基準（農林省, 1968）に規定されていない宿主植物を新たに隔離栽培する場合は、隔離施設の整備及び栽培管理のための条件を整える必要があることから、限定条件下で実行可能である。			
--	--	---	--	--	--

- 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 ToBRFV 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、生産地又は生産用地の設定及び維持（選択肢①）は、ToBRFV 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においては、ToBRFV のベクターと考えられているセイヨウオオマルハナバチは帰巢本能があり、10km 程度の移動が可能のため、緩衝地帯の設定等の管理が必要である。また、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⑤）は、疑症状部及び無作為に抽出された葉について ToBRFV に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等により ToBRFV を検出できることが報告されている。したがって、輸出前又は輸入時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、ToBRFV 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、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 ToBRFV 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、ToBRFV 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（農林省, 1950b）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 ToBRFV 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、ToBRFV 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

病害虫無発生の地域、生産地又は生産用地の設定及び維持（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⑤）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 ELISA 法又は ToBRFV に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等により ToBRFV を検出できるため、輸出前又は輸入時の精密検定は有効であり、実行可能であると考えられる。

ただし、市販の ELISA キットは極わずかながら TMV 及び ToMV に非特異的反応を示すことがあるため、採種用親植物については特異性及び検出感度の高い RT-PCR 法又はリアルタイム RT-PCR 法の方が有効性は高く、また、種子については、ウイルス濃度の低さを考慮して、リアルタイム RT-PCR 法を推奨する報告があることから、より検出感度の高いリアルタイム RT-PCR 法の方が有効性は高いと考えられる。

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、ToBRFV 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、採種用親植物について ToBRFV に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等、種子についてリアルタイム RT-PCR 法又は同等の検出感度を示した方法による精密検定を行い、ToBRFV 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 ToBRFV に特異的なプライマーを用いたリアルタイム RT-PCR 法又は同等の検出感度を示した方法による精密検定を行い、ToBRFV 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, 2023）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、ToBRFV 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. ToBRFV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、ToBRFV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（下線部は令和6（2024）年2月19日改訂時に追加。）。

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。）	<p><u>アオイ科：マルウァ・パルウィフロラ (<i>Malva parviflora</i>)</u></p> <p><u>アカザ科：ハマフダンソウ (<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>maritima</i>)、ミナトアカザ (<i>Chenopodium murale</i>)</u></p> <p><u>カタバミ科：カタバミ (<i>Oxalis corniculata</i>)</u></p> <p><u>キク科：セイヨウタンポポ (<i>Taraxacum officinale</i>)、ヒメムカシヨモギ (<i>Erigeron canadensis</i>)</u></p> <p><u>ゴマノハグサ科：Veronica syriaca</u></p> <p><u>シナノキ科：シマツナソ (モロヘイヤ) (<i>Corchorus olitorius</i>)</u></p> <p><u>スベリヒユ科：スベリヒユ (<i>Portulaca oleracea</i>)</u></p> <p><u>ナス科：イヌホオズキ (<i>Solanum nigrum</i>)、ソラヌム・エラエアグニフオリウム (<i>S. elaeagnifolium</i>)、トマト (<i>Lycopersicon esculentum</i> (= <i>S. lycopersicum</i>))、トウガラシ属 (<i>Capsicum</i> spp.)</u></p> <p><u>ヒユ科：アオゲイトウ (<i>Amaranthus retroflexus</i>)</u></p>	<p>以下のいずれかの管理措置を実施。</p> <p>○ 輸出国（輸出前）において、目視検査及び ToBRFV 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、ToBRFV 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> <p>○ 輸入国（輸入時）において、目視検査及び ToBRFV 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、ToBRFV に感染していないことを確認する。</p>
栽植用種子	<p><u>ナス科：イヌホオズキ (<i>Solanum nigrum</i>)、トウガラシ (<i>Capsicum</i>)</u></p>	<p>○ 輸出国（輸出前）において、採種用親植物について</p>

	<p><i>annuum</i>)、トマト (<i>Lycopersicon esculentum</i> (=S. <i>lycopersicum</i>))</p>	<p>ToBRFV に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等、種子についてリアルタイム RT-PCR 法による検定を行い、ToBRFV 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> <p>○ 輸入国（輸入時）において、種子について ToBRFV に特異的なプライマーを用いたリアルタイム RT-PCR 法による検定を行い、ToBRFV に感染していないことを確認する。</p> <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。

Tomato brown rugose fruit virus 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			
中華人民共和国	発生	EPPO, 2019f, 2023; Ma et al., 2021; Yan et al., 2019	山東省及び雲南省で発生
中東			
イスラエル	発生	Alkowni et al., 2019; EPPO, 2019e, 2023; Levitzky et al., 2019; Luria et al., 2017	
イラン	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2021n; Esmaeilzadeh and Koolivand, 2022a, b; Ghorbani et al., 2021	
サウジアラビア	発生	ASTA, 2018; Cornell University, 2020; EPPO, 2021n; Sabra et al, 2022	
シリア	発生	Abou Kubaa et al., 2022; EPPO, 2021k, 2022a; Hasan et al., 2022	
トルコ	発生	Fidan et al., 2019	
ヨルダン	発生	EPPO, 2023; Salem et al., 2016	
レバノン	発生	Abou Kubaa et al., 2022; EPPO, 2022a	
欧州			
アルバニア	発生	EPPO, 2022a; Orfanidou et al., 2022	
イタリア	発生	EPPO, 2019b, 2020c, 2023; Panno et al., 2019	
ウズベキスタン	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2021m	
英国	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2023; Skelton et al., 2019	
オーストリア	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2021h	
オランダ	発生	EPPO, 2019g, 2020k	
キプロス	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2020f	
ギリシャ	発生	EPPO, 2019h, 2020j	
スイス	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2021j; Mahillon et al., 2022	

スペイン	発生 (根絶活動中)	Alfaro-Fernandez et al., 2020; EPPO, 2020b, 2021b	
スロベニア	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2021i	
チェコ	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2020i	
ドイツ	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2019a, 2020g, 2023; Men- zel et al., 2019; NPPO of Germany, 2018;	
ノルウェー	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2021g; Hamborg and Blystad, 2022	
ハンガリー	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2021f	
フランス	一時的発生 (根絶活動中)	Alim' agri, 2020; EPPO, 2020a	
ブルガリア	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2022c	
ベルギー	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2021a, 2023	
ポーランド	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2020p, q, 2021d	
ポルトガル	一時的発生 (根絶活動中)	EPPO, 2021l	
マルタ	発生 (根絶活動中)	EPPO, 2021e	
北米			
アメリカ合衆国	発生 (根絶活動中)	Chitambar, 2018; Dey et al., 2021; EPPO, 2019d, 2020e, 2023; Lin et al., 2019; USDA, 2020b	フロリダ州で発 生
カナダ	発生	Sarkes et al., 2020	オンタリオ州で 発生
中南米			
メキシコ	発生	Camacho-Beltrán et al., 2019; EPPO, 2019c, i, 2023; NAPPO, 2018	

Tomato brown rugose fruit virus 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			
アオイ科 (Malvaceae)	<i>Malva parviflora</i>		ゼニアオイ属	マルウァ・パ ルウィフロ ラ	cheese- weed	Salem et al., 2022b	追加
アカザ科 (Chenopodiaceae)	<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>maritima</i>	<i>B. maritima</i>	フダンソウ属	ハマフダン ソウ	sea beet	Salem et al., 2022b	追加
アカザ科 (Chenopodiaceae)	<i>Chenopodium murale</i>	<i>Chenopodium murale</i>	アカザ属	ミナトアカ ザ		Salem et al., 2022b	追加
カタバミ科 (Oxalidaceae)	<i>Oxalis corniculata</i>		カタバミ属	カタバミ		Salem et al., 2022b	追加
キク科 (Compositae)	<i>Erigeron canadensis</i>	<i>Conyza canadensis</i>	コニザ属	ヒメムカシ ヨモギ		Salem et al., 2022b	追加
キク科 (Compositae)	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>T. vulgare</i>	タンポポ属	セイヨウタ ンポポ	common dandelion	Salem et al., 2022b	追加
ゴマノハグサ科 (Scrophulariaceae)	<i>Veronica syriaca</i>		クワガタソウ 属			Salem et al., 2022b	追加
シナノキ科 (Tiliaceae)	<i>Corchorus olitorius</i>		ツナソ属	シマツナソ (モロヘイ ヤ)	Jew's mal- low	Salem et al., 2022b	追加
スベリヒユ科 (Portulacaceae)	<i>Portulaca oleracea</i>		スベリヒユ属	スベリヒユ	purslane	Salem et al., 2022b	追加
ナス科 (Solanaceae)	<i>Capsicum annum</i>		トウガラシ属	トウガラシ	chilli, chili pepper	EPPO, 2020r; Luria et al., 2017	

ナス科 (Solanaceae)	<i>Capsicum</i> spp.		トウガラシ属			Çelik et al., 2022; Magaña-Álvarez et al., 2021	追加
ナス科 (Solanaceae)	<i>Lycopersicon esculentum</i>	<i>Solanum lycopersicum</i>	トマト属	トマト	tomato	Alkowni et al., 2019; Chitambar, 2018; EPPO, 2019a, b, c, d, e, 2020r; Levitzky et al., 2019; Luria et al., 2017; Menzel et al., 2019; NAPPO, 2018; NPPO of Germany, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>Solanum elaeagnifolium</i>		ナス属	ソラヌム・エラエグニフォリウム		Salem et al., 2022b	追加
ナス科 (Solanaceae)	<i>Solanum nigrum</i>		ナス属	イヌホオズキ	black nightshade	Salem et al., 2022b	追加
ヒユ科 (Amaranthaceae)	<i>Amaranthus retroflexus</i>		ヒユ属	アオゲイトウ		Salem et al., 2022b	追加

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宿主植物。

**Tomato brown rugose fruit virus 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 annuum var. grossum (PI- MENTO)(ピーマン)	韓国	×	67	331,380	65	275,200	68	270,900
Capsicum annuum(ト ガラシ)	韓国	×			1	100		
Lycopersicon escu- lentum var. cerasi- forme(チェリートマト)	韓国	×			2	320		
Lycopersicon escu- lentum(=Solanum ly- copersicum)(トマト(地 上部))	フィリピン	×	5	2,260				
Lycopersicon escu- lentum(=Solanum ly- copersicum)(トマト)	ベトナム	×	1	1,800				
	韓国	×	146	925,214	144	899,184	146	821,968
Oxalis(カハミ属)	エアドール	×	1	1				
	オランダ	○	3	7	1	7,000	2	9,000
	チェコ	○					1	31
	ドイツ	○					1	1
	ハンガリー	○			1	2		
	フランス	○					1	1
	米国	○					1	4
Portulaca oleracea(ア ベリヒユ(地上部))	イスラエル	○	12	580	8	240		
	ウガンダ	×	6	600				
	ケニア	×	96	57,160	94	57,630	122	178,090
	コスタリカ	×	1	200			5	7,550
	ベトナム	×	89	221,040	195	557,760	144	361,460
Portulaca oleracea(ア ベリヒユ)	ベトナム	×			4	9,100	19	36,466

Veronica(ワカバノミ属 (地上部))	イスラエル	○	1	100				
	エチオピア	×					3	1,500
	ケニア	×	2	2,000	4	1,000		
Veronica(ワカバノミ属)	ボネ	○			1	400	2	332
	ケニア	×					7	700

(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
Amaranthus retro- flexus(アザミイロ)	フランス	○	1	1				
	米国	○	1	1				
Capsicum annuum var. conoides(カノツメ)	中国	○			1	1		
Capsicum annuum var. grossum (PI- MENTO)(ヒートマン)	イスラエル	○	2	2				
	インド	×			3	15	7	25
	ボネ	○			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
	リ	×			5	5	9	9
	トルコ	○	1	1				
	ネパール	×	1	1				
	フィリピン	×	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 (SIS- ITO)(シトウ)	台湾	×			1	1	
	インドネシア	×	1	1				

Capsicum annuum var. longum(ハ°フリカ)	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
	イタリヤ	○					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
	チリ	×	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		
	モルドバ	×	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
Capsicum frutescens(トウガラシ)	イタリア	○			1	1	1	1
	インド	×	1	1				
	グアテマラ	×			1	1		
	タイ	×	4	4	3	3	5	5
	フィリピン	×					1	1
	フィンランド	×			1	1		
	ブラジル	×			1	1		
	ベトナム	×			1	1	8	8
	マレーシア	×					1	1
	英国	○	1	1				
	中国	○	2	11				
Capsicum pubescens(トウガラシ)	コロンビア	×					1	1
	スペイン	○	2	2	1	1		
	ドイツ	○					1	1
	フィンランド	×			4	4		
	ペルー	×			3	3	1	1
	米国	○			1	1		
Capsicum sinense(カプシム・シネンセ)	イスラエル	○	1	1	2	2	1	1
	ハンガリー	○	1	1				
	ブラジル	×	1	1	2	2	4	4
	フランス	○			1	1		
	英国	○			1	1		

	中国	○			1	1		
	米国	○	1	1	13	13	2	2
Capsicum(トウガラシ属)	イスラエル	○			1	1		
	イタリヤ	○	2	2				
	インド	×	3	62				
	インドネシア	×	1	1	3	3		
	オーストラリア	×	3	3				
	オランダ	○	1	1				
	カタール	○					1	1
	カンボジア	×			2	2		
	キルギス	×	1	1				
	スウェーデン	×	1	1				
	スペイン	○	2	2	1	1	1	1
	スリランカ	×			1	1		
	タイ	×	1	1				
	ドイツ	○			1	1	1	1
	フィンランド	×			5	5		
	ブルガリア	×	1	1				
	ブラジル	×	1	1	7	7		
	ベトナム	×	4	4				
	ペルー	×			1	1	1	1
	ポーランド	○					3	3
	ボリビア	×			1	1		
	ミャンマー	×	5	5				
	メキシコ	○					1	1
	ルーマニア	×	1	1	1	1		
	英国	○			2	2		
	台湾	×	1	1	1	1		
	中国	○	2	2	2	2	8	8
	米国	○	9	10	5	5	14	14
Chenopodiastrium(ウスバアガサ属)	米国	○					1	1
Corchorus olitorius(シマツナリ(モロヘイヤ))	インド	×					1	1
	エジプト	×	2	950	4	952	1	300
	カメルーン	×			1	1	1	1
	タイ	×	1	37	2	181		

	バングラ デシュ	×					3	3
	フィリピン	×	2	190	2	500	3	301
	ベトナム	×	16	21	42	49	55	55
	ミャンマー	×	1	1				
	韓国	×					1	1
	台湾	×	1	69	1	235		
	米国	○					1	1
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
	モルドバ	×	3	3	1	2	2	2
	モロッコ	×	10	10	31	31	2	2
	ロシア	×			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
Oxalis(カハミ属)	オランダ	○	2	2				
	フランス	○			2	2		
	米国	○			1	1		
Portulaca oleracea(スベリヒユ)	オランダ	○	1	1	2	2	1	3
	コスタリカ	×			3	3		
	シリア	○			1	1		
	ドイツ	○	3	3	1	1		
	トルコ	○	1	1				
	ベトナム	×	1	1	2	2		
	ポーランド	○	1	1				
	モルドバ	×					1	2
	中国	○			2	2	1	1
	米国	○	2	2			2	2
Solanum nigrum(イヌホトズシ)	インドネシア	×			1	1		
	オランダ	○					3	3
	トルコ	○	1	1				
	フランス	○	1	1				
	米国	○	1	1				
	イタリア	○	1	1				

Taraxacum officinale(=T.vulgare)(セトウタンポポ)	ドイツ	○	2	2				
	中国	○	2	2	2	19		
	米国	○	1	2			1	1
Veronica(ワカタケ属)	オーストラリア	×					1	1
	チェコ	○	2	2				
	ドイツ	○	4	4	10	10	11	11
	フランス	○	1	1				
	米国	○					1	1

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, 2023）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、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

<ToBRFVについての検定用抽出量の検討詳細>

ToBRFV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、ToBRFV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、ToBRFV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

- Abou Kubaa, R., E. Choueiri, K. Heinoun, F. Cillo and M. Saponari (2022) First report of tomato brown rugose fruit virus infecting sweet pepper in Syria and Lebanon. *Journal of Plant Pathology* 104: 425.
- Agdia (2021) Validation Report: ELISA, PSA/SRA 66800 • *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV). (online), available from <<https://orders.agdia.com/assets/site/docs/p281.pdf>>, (Abstract). (accessed 2021-07-29).
- Alfaro-Fernández, A., P. Castillo, E. Sanahuja, M. C. Rodríguez-Salido, and M. I. Font (2020) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in tomato in Spain. *Plant Disease* 105: 515.
- Alkowni, R., O. Alabdallah and Z. Fadda (2019) Molecular identification of tomato brown rugose fruit virus in tomato in Palestine. *Journal of Plant Pathology* 101: 719-723.
- Alon, D. M., H. Hak, M. Bornstein, G. Pines and Z. Spiegelman (2021) Differential detection of the tobamoviruses *Tomato Mosaic Virus* (ToMV) and *Tomato Brown Rugose Fruit Virus* (ToBRFV) using CRISPR-Cas12a. *Plants* 10(6): 1256.
- Alim' agri (2020) Virus ToBRFV: le ministère confirme la contamination de tomates en serre dans le Finistère. (online), available from <<https://agriculture.gouv.fr/virus-tobrfv-le-ministere-confirme-la-contamination-de-tomates-en-serre-dans-le-finistere>>, (accessed 2023-08-02).
- ASTA (American Seed Trade Association) (2018) *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV): Q & A on the new Tobamovirus: *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV). (online), available from <<https://www.betterseed.org/wp-content/uploads/ToBRFV-QA.pdf>>, (accessed 2023-08-02).
- 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)
- BAPHIQ (2023) 中華民國輸入植物或植物產品檢疫規定. (online), available from <<https://www.aphia.gov.tw/ws.php?id=21725>>, (accessed 2023-10-18).
- Batuman, O., S. Yilmaz, P. D. Roberts, E. McAvoy, S. F. Hutton, K. Dey and S. Adkins (2020) Tomato Brown Rugose Fruit Virus (ToBRFV): A potential threat for tomato production in Florida: PP360, 12/2020. *EDIS* 2020 (6).
- Bernabé-Orts, J. M., C. Torre, E. Méndez-López, Y. Hernando and M. A. Aranda (2021) New resources for the specific and sensitive detection of the emerging tomato brown rugose fruit virus. *Viruses* 13(9): 1680.
- BIOREBA (2023) Product Information: DAS-ELISA *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV). (online), available from <https://www.bioreba.ch/saas/CustomerUpload/3740357034003700356036903500321036003660369035603530352035032003260/ToBRFV_DAS_ELISA_1.pdf>, (accessed 2023-08-08).
- CABI (2023) *Tomato brown rugose fruit virus*. In: *Crop Protection Compendium*. Wallingford, UK: CAB International. (online), available from <<http://www.cabi.org/cpc/>>, (Last modified 2023-7-18).
- Camacho-Beltrán, E., A. Pérez-Villarreal, N. E. Leyva-López, E. A. Rodríguez-Negrete, E. A. Ceniceros-Ojeda and J. Méndez-Lozano (2019) Occurrence of *Tomato brown rugose fruit virus* infecting tomato crops in Mexico. *Plant Disease* 103: 1440.
- Cambrón-Crisantos, J. M., J. Rodríguez-Mendoza, J. B. Valencia-Luna, S. Alcasio-Rangel, C. de J.

- García-Ávila and J. B. López-Buenfil (2018) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) in Michoacan, Mexico. *Mexican Journal of Phytopathology* 37: 1-8.
- Çelik, A., S. Coskan, A. F. Morca, A. I. Santosa and D. Koolivand (2022) Insight into population structure and evolutionary analysis of the emerging Tomato brown rugose fruit virus. *Plants* 11: 3279. (online), available from <<https://www.mdpi.com/2223-7747/11/23/3279>> (accessed 2023-11-21).
- Chitambar, J. (2018) California pest rating for *Tomato brown rugose fruit virus*. (online), available from <<https://blogs.cdfa.ca.gov/Section3162/?p=5843>>, (accessed 2023-08-02).
- Cornell University (2020) *Tomato brown rugose fruit virus*. (online), available from <<https://www.vegetables.cornell.edu/crops/tomatoes/tomato-brown-rugose-fruit-virus/>>, (accessed 2023-08-02).
- Davino, S., A. G. Caruso, S. Bertacca, S. Barone and S. Panno. (2020) *Tomato brown rugose fruit virus*: Seed transmission rate and efficacy of different seed disinfection treatments. *Plants* 11: 1615.
- DAWE (Department of Agriculture, Water and the Environment) (2019) Emergency measures for tomato and capsicum seed: *Tomato brown rugose fruit virus*. (online), available from <<https://www.agriculture.gov.au/import/goods/plant-products/seeds-for-sowing/emergency-measures-tobrfv>>, (accessed 2023-10-19).
- Dey, K., M. Vilez-Climent, P. Soria, O. Batuman, V. Mavrodieva, G. Wei, J. Zhou, S. T. Adkins and J. McVay (2021) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* infecting tomato in Florida, USA. *New Disease Reports* 44: e12028.
- Dombrovsky, A. and E. Smith (2017) Seed transmission of tobamoviruses: Aspects of global disease distribution. In: Jimenez-Lopez, J. C. (Ed.). *Advances in seed biology*. London, UK: IntechOpen, pp. 233-260.
- EPPO (2019a) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in Germany. EPPO Reporting Service (2019/012). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6442>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2019b) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in Italy (Sicilia). EPPO Reporting Service (2019/013). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6443>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2019c) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in Mexico. EPPO Reporting Service (2019/014). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6444>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2019d) New data on quarantine pests and pests of the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service (2019/027). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6457>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2019e) New data on quarantine pests and pests of the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service (2019/049). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6479>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2019f) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in China. EPPO Reporting Service (2019/143). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6573>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2019g) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in the Netherlands. EPPO Reporting Service (2019/209). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/>>, (accessed 2023-08-02).

- EPPO (2019h) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in Greece. EPPO Reporting Service (2019/210). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6640>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2019i) Update of the situation of *Tomato brown rugose fruit virus* in Mexico. EPPO Reporting Service (2019/192). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6622>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020a) First report of tomato brown rugose fruit virus in France. EPPO Reporting Service (2020/037). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6715>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020b) Update on the situation of tomato brown rugose fruit in Spain. EPPO Reporting Service (2020/039). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6717>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020c) Findings of tomato brown rugose fruit virus on Capsicum in the EPPO region. EPPO Reporting Service (2020/080). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6758>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020e) Update of the situation of tomato brown rugose fruit virus in the USA. EPPO Reporting Service (2020/124). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6802>>, (accessed 2022-08-02).
- EPPO (2020f) First report of tomato brown rugose fruit virus in Cyprus. EPPO Reporting Service (2020/173). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6851>>, (accessed 2022-08-02).
- EPPO (2020g) New findings of tomato brown rugose fruit virus in Germany. EPPO Reporting Service (2020/199). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6877>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020h) Eradication of tomato brown rugose fruit virus in Poland. EPPO Reporting Service (2020/200). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6878>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020i) First report of tomato brown rugose fruit virus in the Czech Republic. EPPO Reporting Service (2020/223). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6901>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020j) Update on the situation of tomato brown rugose fruit virus in Greece. EPPO Reporting Service (2020/224). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6902>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020k) Update on the situation of tomato brown rugose fruit virus in the Netherlands. EPPO Reporting Service (2020/225). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6903>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020l) Mini data sheet on tomato brown rugose virus (Tobamovirus – ToBRFV). (online), available from <https://gd.eppo.int/download/doc/1455_minids_TOBRFV.pdf>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020n) Pest Risk Analysis for *Tomato brown rugose fruit virus* (Tobamovirus). EPPO, Paris. (online), available from <<https://pra.eppo.int/getfile/8b542b33-707b-422a-a39d-a415815857b6>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020p) First report of tomato brown rugose fruit virus in Poland. EPPO Reporting Service (2020/122). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6800>>, (accessed

2023.08.02).

- EPPO (2020q) Eradication of tomato brown rugose fruit virus in Poland. EPPO Reporting Service (2020/200). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6878>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2020r) EPPO Datasheet: *Tomato brown rugose fruit virus*. In: EPPO Global Database. (online), available from <<https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV/datasheet>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021a) First report of tomato brown rugose fruit virus in Belgium. EPPO Reporting Service (2021/017). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6956>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021b) Update on the situation of tomato brown rugose fruit virus in Spain. EPPO Reporting Service (2021/018). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6957>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021d) Update on the situation of tomato brown rugose fruit virus in Poland. EPPO Reporting Service (2021/087). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7026>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021e) First report of tomato brown rugose fruit virus in Malta. EPPO Reporting Service (2021/106). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7045>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021f) First report of tomato brown rugose fruit virus in Hungary. EPPO Reporting Service (2021/134). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7073>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021g) First report of tomato brown rugose fruit virus in Norway. EPPO Reporting Service (2021/136). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7075>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021h) First report of tomato brown rugose fruit virus in Austria. EPPO Reporting Service (2021/159). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7098>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021i) First report of tomato brown rugose fruit virus in Slovenia. EPPO Reporting Service (2021/177). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7116>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021j) First report of tomato brown rugose fruit virus in Switzerland. EPPO Reporting Service (2021/178). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7117>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021k) New data on quarantine pests and pests of the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service (2021/185). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7124>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021l) New data on quarantine pests and pests of the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service (2021/196). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7135>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021m) First report of tomato brown rugose fruit virus in Uzbekistan. EPPO Reporting Service (2021/222). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7161>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2021n) First report of tomato brown rugose fruit virus in Portugal. EPPO Reporting Service (2021/235). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7174>>, (accessed 2023-

08-02).

- EPPO (2022a) New data on quarantine pests and pests of the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service (2022/028). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7258>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2022b) EPPO report on notifications of non-compliance. EPPO Reporting Service (2022/098). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7329>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2022c) New data on quarantine pests and pests of the EPPO Alert List. EPPO Reporting Service (2022/143). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7374>>, (accessed 2023-08-02).
- EPPO (2022d) PM 7/146 (2) *Tomato brown rugose fruit virus*. EPPO Bulletin 52: 665-692.
- EPPO (2023) *Tomato brown rugose fruit virus* (Distribution). In: EPPO Global Database. (online), available from <<https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV/distribution>>, (accessed 2023-07-18).
- Esmailzadeh, F. and D. Koolivand (2022a) Occurrence of tomato brown rugose fruit virus in tomato in Iran. *Journal of Plant Pathology* 104: 457.
- Esmailzadeh, F. and D. Koolivand (2022b) Occurrence of tomato brown rugose fruit virus infecting bell pepper in Iran. *Journal of Plant Pathology* 104: 893.
- EU (2023) COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2023/1032 of 25 May 2023 establishing measures to prevent the introduction into and the spread within the Union territory of *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) and amending Implementing Regulation (EU) 2020/1191, (online), available from <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1032>>, (accessed 2023-10-19).
- EUROPHYT (2020a) European Union Notification System for Plant Health Interceptions – Interceptions of harmful organisms in imported plants and other objects (2020. July). (online), available from <https://food.ec.europa.eu/plants/plant-health-and-biosecurity/europhyt/interceptions_en>, (accessed 2023-08-02).
- EUROPHYT (2020b) European Union Notification System for Plant Health Interceptions – Interceptions of harmful organisms in imported plants and other objects (2020. December). (online), available from <https://food.ec.europa.eu/plants/plant-health-and-biosecurity/europhyt/interceptions_en>, (accessed 2023-08-02).
- EUROPHYT (2021) European Union Notification System for Plant Health Interceptions – Interceptions of harmful organisms in imported plants and other objects (2021. January). (online), available from <https://food.ec.europa.eu/plants/plant-health-and-biosecurity/europhyt/interceptions_en>, (accessed 2023-08-02).
- 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).
- Fidan, H., P. Sarikaya and O. Calis (2019) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* on tomato in Turkey. *New Disease Reports* 39: 18.2022-07-29.
- Ghorbani, A., M. Rostami, S. Seifi and K. Izadpanah (2021) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in greenhouse tomato in Iran. *New Disease Report* 44: e12040.
- Hamborg, Z. and D. R Blystad (2022) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in tomato in Norway. *Plant Disease* 106: 2004.
- Hasan, Z. M., N. M. Salem, I. D. Ismail, I. Akel and A. Y. Ahmad (2022) First report of tomato brown

- rugose fruit virus on tomato in Syria. *Plant Disease* 106: 772.
- 北海道立総合研究機構 (2017) 北海道の“セイヨウオオマルハナバチ”ガイドブック. 地方独立行政法人北海道立総合研究機構環境科学研究センター経常研究「生態系タイプを考慮したセイヨウオオマルハナバチの影響把握と防除手法の検討」.
- ICTV (2023) *Tomato brown rugose fruit virus*. International Committee on Taxonomy of Viruses. (online), available from <<https://talk.ictvonline.org/>>, (accessed 2023-08-02).
- ISF (2020) Detection of infectious *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) in tomato and pepper seed. Version 1.5 (online), available from <https://worldseed.org/wp-content/uploads/2020/11/Tomato-ToBRFV_2020v1.5.pdf>, (accessed 2022-07-05).
- ISTA (2023) ISTA Rules 2023 Chapter 2: Sampling. (online), available from <<https://www.seedtest.org/en/international-rules-for-seed-testing/chapter-2-sampling-product-1009.html>>, (accessed: 2023-06-13).
- Klap, C., N. Luria, E. Smith, E. Bakelman, E. Belausov, O. Laskar, O. Lachman, A. Gal-On and A. Dombrovsky (2020) The potential risk of plant-virus disease initiation by infected tomatoes. *Plants* 9: 623.
- 環境省 (2004) 特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律 (平成 16 年法律第 78 号) .
- 環境省 (2019) 日本の外来種対策 セイヨウオオマルハナバチの飼養等の許可の運用について. (online), available from <<https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/attention/seiyou.html>>, (accessed 2023-08-02).
- 高知県 (2012) トマト モザイク病 (TMV、ToMV) . 高知県農業振興部こうち農業ネット. (online), available from <<http://www.nogyo.tosa.pref.kochi.lg.jp/info/dtl.php?ID=3270>>, (accessed 2023-08-02).
- 久保田健嗣 (2016) 抵抗性打破能を有するトマトモザイクウイルスの近年の発生. *植物防疫* 70: 797-800.
- 久保田健嗣・松下陽介・大崎康平・篠坂響・石橋和大・富高保弘 (2021) *Tomato brown rugose fruit virus* の宿主範囲および病原性. *日本植物病理学会報* 87: 172. (講要).
- 熊本県病害虫防除所 (2021) 抵抗性打破能を有するトマトモザイクウイルスによるトマトモザイク病の発生確認と防除対策. 令和 3 年度技術情報第 13 号. (online), available from <<https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/173202.pdf>>, (accessed 2023-08-02).
- Levitzky, N., E. Smith, O. Lachman, N. Luria, Y. Mizrahi, H. Bakelman, N. Sela, O. Laskar, E. Milrot and A. Dombrovsky (2019) The bumblebee *Bombus terrestris* carries a primary inoculum of *Tomato brown rugose fruit virus* contributing to disease spread in tomatoes. *PLoS ONE* 14: e0210871.
- Lin, K. S., T. Tian, S. Gurung, R. Salati, and A. Gilliard (2019) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* infecting greenhouse tomato in the United States. *Plant Disease* 103: 1439.
- Luria, N., E. Smith, V. Reingold, I. Bekelman, M. Lapidot and I. Levin (2017) A new Israeli *Tobamovirus* isolate infects tomato plants harboring *Tm-2²* resistance genes. *PLoS ONE* 12: e0170429.
- Ma, Z., H. Zhang, M. Ding, Z. Zhang, X. Yang and X. Zhou (2021) Molecular characterization and pathogenicity of an infectious cDNA clone of tomato brown rugose fruit virus. *Phytopathology Research* 3: 1-10.
- Magaña-Álvarez, A. A., D. Pérez-Brito, B. Y. Vargas-Hernández, J. A. Ramírez-Pool, L. A. Núñez-Muñoz, H. Salgado-Ortiz, R. de la Torre-Almaraz, R. Ruiz-Medrano and B. Xoconostle-

- Cázares (2021) Detection of Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) in solanaceous plants in Mexico. *Journal of Plant Diseases and Protection* 128: 1627-1635. (online), available from <https://www.researchgate.net/profile/Leandro-Nunez-Munoz/publication/353017557_Detection_of_Tomato_brown_rugose_fruit_virus_ToBRFV_in_solanaceous_plants_in_Mexico/links/60ed3c2816f9f313007c4744/Detection-of-Tomato-brown-rugose-fruit-virus-ToBRFV-in-solanaceous-plants-in-Mexico.pdf>, (accessed 2023-11-21).
- Mahillon, M., I. Kellenberger, N. Dubuis, J. Brodard, M. Bunter, J. Weibel, F. Sandrini and O. Schumpp (2022) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in tomato in Switzerland. *New Disease Reports* 45: e12065.
- Matsushita, Y., S. Takeyama, Y. Tomitaka, M. Matsuyama, K. Ishibashi, H. Shinosaka, K. Osaki and K. Kubota (2023) Elucidating the nature of seed-borne transmission of tomato brown rugose fruit virus in tomato, bell pepper, and eggplant. *Journal of General Plant Pathology*.
- Menzel, W. and S. Winter (2021) Identification of novel and known tobamoviruses in tomato and other solanaceous crops using a new pair of generic primers and development of a specific RT-qPCR for ToBRFV. VI International Symposium on Tomato Diseases: Managing Tomato Diseases in the Face of Globalization and Climate Change, *ISHS Acta Horticulturae* 1316 : 143-148.
- Menzel, W., D. Knierim, S. Winter, J. Hamacher and M. Heupel (2019) First report of tomato brown rugose fruit virus infecting tomato in Germany. *New Disease Reports* 39: 1.
- 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).
- NAPPO (2018) NAPPO Phytosanitary Alert System. Official Pest Reports. Mexico (2018-09-17) *Tomato brown rugose fruit virus*: detected in the municipality of Yurecuaro, Michoacan. (online), available from <<https://www.pestalerts.org/nappo/official-pest-reports/44/>>, (accessed 2023-08-04).
- NPPO of Germany (2018) Notification of the presence of a harmful organism (06-11-2018). (online), available from <https://pflanzengesundheit.julius-kuehn.de/dokumente/upload/ToBRFV_pr2018-11NW.pdf>, (accessed 2023-08-02).
- 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) 輸入植物檢疫規程 (昭和 25 年農林省告示第 206 号) .
- 農林省 (1968) 隔離栽培運用基準 (昭和 43 年 5 月 20 日付け 43 農政 B 第 916 号農政局長通達) .
- 農林水産省 (2012) 園芸用施設の設置等の状況(H24). (online), available from <<https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/haipura/170419.html>>, (accessed 2023-08-02).
- 農林水産省 (2022) 施設園芸における花粉交配をめぐる情勢. (online), available from <<https://www.maff.go.jp/j/chikusan/gijutu/mitubati/attach/pdf/index-4.pdf>>, (accessed 2023-08-02).
- NSHS (2020) So 7.1 Method for testing *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) on tomato (*Solanum lycopersicum*) and pepper (*Capsicum annuum*) seeds using TaqMan RT-PCR. (online), available from <<https://seedhealth.org/files/2020/11/So-7.1-ToBRFV-tom-pep-ver-1.1.pdf>>, (accessed 2023-08-08).
- Orfanidou, C. G., M. Cara, J. Merkuri, K. Papadimitriou, N. I. Katis and V. I. Maliogka (2022) First report of tomato brown rugose fruit virus in tomato in Albania. *Journal of Plant Pathology* 104: 855.

- Panno, S., A. G. Caruso and S. Davino (2019) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* on tomato crops in Italy. *Plant Disease* 103: 1443.
- Panno, S., A. G. Caruso, S. Barone, G. L. Bosco, E. A. Rangel and S. Davino (2020) Spread of *Tomato brown rugose fruit virus* in Sicily and evaluation of the spatiotemporal dispersion in experimental conditions. *Agronomy* 10: 834.
- ProMED International Society for Infectious Diseases (2021) *Tomato brown rugose fruit virus* – New Zealand: 1st report. (online), available from <<https://promedmail.org/>>, (accessed 2023-08-02).
- Rodríguez-Mendoza, J., C. J. Garcia-Avila, J. A. Lopez-Buenfil, K. Araujo-Ruiz, A. Quezada, J. M. Cambron-Crisantos and D. L. Ochoa-Martinez (2019) Identification of *Tomato brown rugose fruit virus* by RT-PCR from a coding region or replicase (RdRP). *Mexican Journal of Phytopathology* 37: 346-356.
- Sabra, A., M. A. Al-Saleh, I. M. Al-Shahwan and M. A. Amer MA. (2022) First Report of Tomato Brown Rugose Fruit Virus Infecting the Tomato Crop in Saudi Arabia. *Plant Disease* 106: 1310.
- SAG (2022) RESOLUCIÓN EXENTA N°: 2314/2022. (online), available from <<https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/Res.%20N%C2%B02314-2022%20modif%20DA%20plaga%20no%20presente.pdf>>, (accessed 2023-08-09).
- Salem, N., A., Mansour, M. Ciuffo, B. W. Falk and M. Turina (2016) A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordan. *Archives of Virology* 161: 503-506.
- Salem, N.M., A. Sulaiman, N. Samarah, M. Turina and M. Vallino (2022a) Localization and mechanical transmission of tomato brown rugose fruit virus in tomato seeds. *Plant Disease* 106: 275-281.
- Salem, N. M., M. Abumuslem, M. Turina, N. Samarah, A. Sulaiman, B. A. Irmaileh and Y. Ata (2022b) New weed hosts for Tomato Brown Rugose Fruit Virus in wild Mediterranean vegetation. *Plants* 11: 2287.
- Samarah, N., A. Sulaiman, N. M. Salem and M. Turina (2021) Disinfection treatments eliminated tomato brown rugose fruit virus in tomato seeds. *European Journal of Plant Pathology* 159: 153-162.
- Sarkes, A., H. Fu, D. Feindel, M. Harding and J. Feng (2020) Development and evaluation of a loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for the detection of *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV). *PLoS ONE* 15: e0230403.
- SENASA (2019) Incorporación de la plaga *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) a los requisitos fitosanitarios de las especies hospedantes originarias de los países con presencia de la plaga., G/SPS/N/ARG/229, 30/8/2019, Argentina.
- Skelton, A., A. Buxton-Kirk, R. Ward, V. Harju, L. Frew, A. Fowkes, M. Long, A. Negus, S. Forde, I. P. Adams, H. Pufal, S. McGreig, R. Weekes and A. Fox (2019) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* in tomato in the United Kingdom. *New Disease Reports* 40: 12.
- 栃木県 (2011) ToMV 新系統によるトマトの病害について. 平成 23 年度病害虫発生予察特殊報第 1 号. 栃木県農業環境指導センター.
- USDA (2020a) APHIS amends Federal Order for U.S. Imports of tomato (*Solanum lycopersicum*) and pepper (*Capsicum* spp.) hosts of *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV). (online), available from <https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/plant_imports/federal_order/downloads/2020/DA-2020-12.pdf>, (accessed 2023-08-02).
- USDA (2020b) APHIS takes additional actions to safeguard U. S. agriculture against *Tomato brown*

- rugose fruit virus*. (online), available from <https://www.aphis.usda.gov/aphis/newsroom/stakeholder-info/sa_by_date/sa-2020/sa-06/tobrfv-safeguards>, (accessed 2022-07-29).
- WTO/SPS (2019) Notification of emergency measures G/SPS/N/AUS/469/Add.1 2 April 2019.
- WTO/SPS (2022) Notification of emergency measures G/SPS/N/TUR/109/Add.4 10 February 2022.
- WTO /SPS (2023a) Notification Emergency Measures G/SPS/N/ARG/261 28 April 2023.
- WTO/SPS (2023b) Notification of emergency measures G/SPS/N/TUR/109/Add.5/Corr.1 26 July 2023.
- 山村光司 (2011) 農学と統計学. 計量生物学 32: S19–S34. (online), available from <https://www.jst-age.jst.go.jp/article/jjb/32/Special_Issue/32_Special_Issue_S19/_pdf/-char/ja>, (accessed 2022-07-29).
- Yan, Z. Y., H. Y. Ma, S. L. han, C. Gen, Y. P. Tian and X. D. Li (2019) First report of *Tomato brown rugose fruit virus* infecting tomato in China. *Plant Disease* 103: 2973
- Yan, Z. Y., M. S. Zhao, H. Y. Ma, L. Z. Liu, G. L. Yang, C. Geng, Y. Tian and X. D. Li (2021) Biological and molecular characterization of tomato brown rugose fruit virus and development of quadruplex RT-PCR detection. *Journal of Integrative Agriculture* 20: 1871-1879.
- Zhang, S., J. S. Griffiths, G. Marchand, M. A. Bernards and A. Wang (2022) *Tomato brown rugose fruit virus*: An emerging and rapidly spreading plant RNA virus that threatens tomato production worldwide. *Molecular Plant Pathology* 23: 1262-1277.