Zucchini green mottle mosaic virus に関する
病害虫リスクアナリシス報告書

令和２年２月１７日

農林水産省横浜植物防疫所

目次

はじめに 1
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．宿主植物及び国内分布 2
４．感染部位及びその症状 2
５．移動分散方法 3
６．生態 3
７．媒介性又は被媒介性に関する情報 4
８．被害の程度 4
９．防除に関する情報 4
１０．同定、診断及び検出 5
１１．我が国における現行の植物検疫措置 5
１２．諸外国での輸入検疫要件 5
リスクアナリシスの結果 7
第１ 開始（ステージ１） 7
１．開始 7
２．対象となる有害動植物 7
３．対象となる経路 7
４．対象となる地域 7
５．開始の結論 7
第２ 病害虫リスク評価（ステージ２） 8
１．有害動植物の類別 8
２．農業生産等への影響の評価 8
３．入り込みの可能性の評価 10
４．*Zucchini green mottle mosaic virus* の病害虫リスク評価の結論 13
第３ 病害虫リスク管理（ステージ３） 14
１．***Zucchini green mottle mosaic virus*** のリスク管理措置の選択肢の有効性及び実行可能性の検討 14
２．経路ごとの ***Zucchini green mottle mosaic virus*** に対するリスク管理措置の選択肢の有効性及び実行可能性一覧 16
３．経路ごとの ***Zucchini green mottle mosaic virus*** に対するリスク管理措置の選択肢の特定 17
４．***Zucchini green mottle mosaic virus*** の病害虫リスク管理の結論 19
別紙１ 20
別紙２ 21
別紙３ 22

参考１ 26
参考２ 28
引用文献 29

はじめに

Zucchini green mottle mosaic virus（ZGMMV）は、1999 年に大韓民国において葉にモザイク症状、果実に奇形を生じたズッキーニから分離され、当初、ウイルス粒子の形態や症状などからウリ科植物に深刻な被害を引き起こす *Cucumber green mottle mosaic virus*（CGMMV）あるいは *Kyuri green mottle mosaic virus*（KGMMV）の一系統と考えられていた。しかしながら、ウイルス粒子の外皮タンパク質の遺伝子配列から、*Tobamovirus* 属に属するが CGMMV 及び KGMMV とは異なる新種として 2000 年に報告された（Ryu *et al*., 2000）。

オーストラリアは、2018 年にウリ科の栽植用種子に関する輸入要件を改正し、ZGMMV の宿主植物を対象とし、輸出するロットごとに輸出前又は輸入時に、国際種子検査協会（International Seed Testing Association（ISTA））が認証した ELISA 法による検定の実施を要求している。

日本においては、ZGMMV の宿主植物であるペポカボチャ、スイカ及びユウガオが多くの県で栽培されていることから、ZGMMV が侵入した場合に経済的な被害が生じることが想定される。さらに、ZGMMV と同属の CGMMV がウリ科全般に感染することから、ZGMMV も他のウリ科植物に感染する可能性が考えられる。なお、ZGMMV は、現在、「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」に該当し、輸入検査で発見された場合、廃棄となる（農林省, 1950a; 農林省, 1950b; 農林水産省, 2011）。

このため、ZGMMV 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, 2018）

Zucchini green mottle mosaic virus（ZGMMV）

（２）英名、和名等

情報なし。

（３）分類（ICTV, 2018）

種類：ウイルス

科：*Virgaviridae*

属：*Tobamovirus*

（４）シノニム

情報なし。

（５）その他

1999 年、大韓民国において葉にモザイク症状、果実に奇形を生じたズッキーニから分離され、当初、ウイルス粒子の形態、症状等からウリ科植物に深刻な被害を引き起こす CGMMV あるいは KGMMV の一系統と考えられていた。その後、ZGMMV は、ウイルス粒子の外皮タンパク質の遺伝子配列から、*Tobamovirus* 属に属するが、CGMMV 及び KGMMV とは異なる新種として 2000 年に報告された（Ryu *et al*., 2000）。

２．地理的分布

（１）国又は地域（詳細は別紙１参照）

アジア：大韓民国、中華人民共和国（広西チワン自治区）

※1　日本国内未発生

※2　ZGMMV の正確な発生地は不明との情報もある（Australian Government, 2017a）。

（２）生物地理区

旧北区及び東洋区の２区に分布する。

３．宿主植物及び国内分布

（１）宿主植物（詳細は別紙２参照）

ア　自然宿主植物

ウリ科：ペポカボチャ（*Cucurbita pepo*）（Australian government, 2017a; Choi, 2001; Kwon *et al*., 2014; Ryu *et al*., 2000; Yoon *et al*., 2002）、ユウガオ（*Lagenaria siceraria*）（Li *et al*., 2018）、スイカ（*Citrullus lanatus*）※（Australian government, 2017a; Kwon *et al*., 2014）

※　オーストラリアは、Kwon *et al*.（2014）による大韓民国植物検疫機関から入手したスイカ種子（来歴不明）を検体とした multiplex PCR での検定で ZGMMV が検出された報告から、スイカ種子が ZGMMV の経路となる可能性があるとして規制の対象としている（Australian Government, 2017a）。

さらに、ZGMMV と同属で近縁種の CGMMV が種子伝染により世界各地にまん延し、スイカを含むウリ科植物に深刻な被害を引き起こしている（MPI, 2014）ことから、本報告書では、これらの情報を考察しスイカを宿主植物として整理した。なお、Kwon *et al.*（2014）以外にスイカ種子からの ZGMMV の検出事例が確認できなかったことから、スイカでの種子伝染については不確実性がある。

イ　実験宿主植物

汁液接種試験により、ウリ科植物のメロン、キュウリ、セイヨウカボチャ、ニホンカボチャに感染した報告がある（Choi, 2001; Ryu *et al*., 2000; Yoon *et al*., 2002）が、これらが自然感染している情報はない。

（２）我が国における宿主植物の分布・栽培状況

ペポカボチャは 34 都道府県で栽培されている。

ユウガオは７県で栽培されている。

スイカは 47 都道府県で栽培されている。

４．感染部位及びその症状

ペポカボチャでは葉に斑紋及び激しいモザイク症状を呈し、果実に奇形や軽度の不規則な緑色モザイク症状を呈すが（Ryu *et al*., 2000; Yoon *et al*., 2002）、高温多湿の施設内で ZGMMV 感染植物を栽培すると、症状が消失、又はモザイク症状が弱くなることがある（Yoon *et al*., 2002）。

ユウガオでは葉に斑紋及びモザイク症状を生じる（Li *et al*., 2018）。

汁液接種試験では、スイカ及びユウガオで全身症状が報告されている（Ryu *et al*., 2000）。

５．移動分散方法

（１）自然分散

ZGMMV は、以下の情報から土壌伝染すると判断した。

ア　ZGMMV が属する *Tobamovirus* 属は、一般的に土壌伝染し、感染した植物組織内で高濃度に蓄積され、その後、感染根及び感染植物残さが健全根と接触することにより、容易に伝染するとされている（Choi, 2001）。

イ　大韓民国において、1999 年にペポカボチャ生産地域の 16.6ha で ZGMMV が発生し、翌年も同一生産地域の 17.0ha で再発したことから、前年に発生した ZGMMV が土壌中に残り、新たに栽植された植物に伝染したと考えられている（Choi, 2001）。

ウ　ZGMMV 又は CGMMV に自然感染したほ場における土壌伝染率は 0～3.5%との報告がある（Choi, 2001）。

（２）人為分散

ア　接触伝染

移植や剪定作業を通じた接触伝染で容易にまん延すると考えられる(Choi, 2001)。

ZGMMV は安定しており、感染植物組織中に高濃度で蓄積され、汁液により伝染する（Choi, 2001）。

イ　種子伝染

ZGMMV は、以下の情報からペポカボチャ及びスイカでは種子伝染すると判断した。なお、ユウガオが種子伝染する情報はなかった。

（ア）ZGMMV は、squash（ペポカボチャ類と思われる。）の種皮汚染により種子伝染することが報告されている（Lecoq and Katis, 2014）。ペポカボチャにおける ZGMMV の汚染種子の混入率は６％（６粒／100 粒）、発芽した実生苗の感染率は 1.1%（２本／182 本）との報告がある（Choi, 2001; Dombrovsky and Smith, 2017）。

（イ）大韓民国において、大韓民国の植物検疫機関から入手した種子（来歴等に関する情報は不明）を使用した multiplex PCR での検定で、ペポカボチャ及びスイカ種子から ZGMMV が検出されたことから（Kwon *et al*., 2014）、オーストラリアはペポカボチャ及びスイカ種子を ZGMMV の経路となる可能性があるとして規制対象としている（Australian Government, 2017a）。

（ウ）ZGMMV の属する *Tobamovirus* 属は、ウリ科植物においては、*Squash mosaic virus*（SqMV）又は *Tobacco ringspot virus*（TRSV）のように種子の胚にウイルスが感染することで種子伝染をするウイルス種も若干報告があるが（Lecoq and Katis, 2014）、それ以外の *Tobamovirus* 属に含まれるほとんどのウイルスは、種皮汚染により種子伝染する（Dombrovsky and Smith, 2017）。ユウガオが種子伝染する情報はなかったが、上述のとおり *Tobamovirus* 属に含まれるほとんどのウイルスは、種皮汚染により種子伝染する報告があり、ZGMMV の発生国からの輸入検査実績（直近３年間）があるので警戒する必要はある。

６．生態

（１）中間宿主及びその必要性

情報なし。

（２）伝染環数

土壌伝染、種子伝染及び汁液伝染の複数の感染経路が考えられる。

（３）植物残さ中での生存

ZGMMV が属する *Tobamovirus* 属は、土壌伝染し、植物残さ中で長期間生存が可能との報告がある。土壌伝染性ウイルスの大部分は、植物体内で高濃度に蓄積されることにより植物の根及び植物残さから容易に伝染するとされている（Choi, 2001; UC IPM, 2012）。

（４）耐久生存態

インビトロ条件下では、ZGMMV は安定しており 120 日間以上活性を保ち、90℃で不活化する（Ryu *et al*., 2000）。

ZGMMV のウイルス粒子は安定しており、感染植物組織中に高濃度で蓄積される（Choi, 2001）。

また、同属の CGMMV は、種子内でも長期間活性を維持している。キュウリでは、採取１年後の種子でウイルスの存在が確認されており、メロン、スイカ、ユウガオ種子でも室内の乾燥状態での活性保持期間は長くて２年程度とみられる。一方、種子表面に付着しているウイルスの活性保持期間はさらに短く約１か月間は活性を維持しているようであるが、長くても１年以内に失活すると報告されている（井上,1999）。

７．媒介性又は被媒介性に関する情報

糸状菌によって媒介されるとの報告がある（Ali *et al*., 2012）が、詳細は不明である。

８．被害の程度

ZGMMV はペポカボチャ果実に奇形を生じることから、大韓民国の複数のペポカボチャ生産地において、CGMMV と共に果実生産に対し経済的に重大な影響をおよぼすウイルスの１種である旨の報告がある（Choi, 2001）。

９．防除に関する情報

ZGMMV に対する有効な農薬はない。ZGMMV は感染植物の残さとして土壌中に残る可能性があり、宿主植物を除去しただけでは根絶は難しいと考えられる。また、汚染種子の使用又は前作付け時にり病組織が土壌中に残されていると土壌伝染を起こす可能性がある。そのため、感染植物の初期段階での抜き取りや、土壌及び種子も含めた廃棄並びにほ場衛生管理が重要となる（Choi, 2001）。

ZGMMV と同属近縁種で日本既発生である CGMMV 及び KGMMV については、以下の防除法が行われている（久保田, 2008）。

- ウイルスを外部からほ場に持ち込むのを防ぐために、健全な種子、苗及び台木を使用する。
- 種子消毒法として、10%リン酸三ナトリウム（Na_3PO_4）溶液に浸すことにより種子表面に付着したウイルスを不活化できる。また、70℃の乾熱消毒によって種子内部のウイルスまで不活化させることができる。
- 接触伝染を予防するために、植物に触れる手やハサミ等をなるべくこまめに洗浄消毒する。
- 感染の拡大を防ぐため、発病株はすぐに抜き取り、焼却又は埋没処分する。
- 発生ほ場では、土壌伝染による次作での発生を防ぐために、蒸気土壌消毒、熱水土壌消毒等を行う。

- 土壌中の感染根を完全に腐熟させることで、ウイルスを不活化できるため、耕起を頻繁に行って残根の分解を促進する。
- 湛水状態にすることは残根の分解を妨げ、ウイルスを長期間残存させることになるので避ける。

１０．診断、検出及び同定

ウイルス粒子は長さ 300nm、幅 18nm の棒状で、感染植物の細胞質中に存在する（Ryu *et al*., 2000）。

（１）血清学的診断法

ウェスタンブロット法及び ELISA 法により検出が可能である（Choi, 2001; Li *et al*., 2018; Ryu *et al*., 2000; Yoon *et al*., 2002）。

ZGMMV を対象とした ELISA 検定キットが販売されている。

ウリ科種子に対する ZGMMV の近縁種である SqMV、CGMMV、Melon Necrotic Spot Virus（MNSV）の ELISA 検定方法がある（検定数 2,000 粒をサブサンプル数 100 粒以下で検定を実施する）（ISTA, 2014）。

（２）遺伝子診断法

ZGMMV に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法により検出が可能である（Kwon *et al*., 2014）。

（３）指標植物による接種検定

汁液接種により、センニチコウ、スイカ、メロン、キュウリ、セイヨウカボチャ、ニホンカボチャ、ペポカボチャ、ユウガオ、シロバナチョウセンアサガオ、タバコ（ベンザミアナ）及びアマランティカラに症状が生じる（Choi, 2001; Ryu *et al*., 2000; Yoon *et al*., 2002）。

ZGMMV によるウリ科植物の症状は、CGMMV 又は KGMMV の症状より重度で、アマランティカラには局部病斑を生じ、センニチコウに全身症状を生じることから識別が可能である（Choi, 2001; Yoon *et al*., 2002）。

１１．我が国における現行の植物検疫措置

輸入時に植物体に現れる ZGMMV 等による症状の有無について目視検査を実施する。ZGMMV 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は廃棄となる（農林省, 1950a; 農林省, 1950b; 農林水産省, 2011）。

１２．諸外国での輸入検疫要件

（１）オーストラリア

スイカの栽植用種子に対して、ZGMMV、CGMMV、KGMMV 及び MNSV の４種（ZGMMV 以外は日本既発生（日本植物病理学会, 2019））を対象とし、ペポカボチャの栽植用種子に対して、ZGMMV、CGMMV 及び KGMMV の３種を対象とし、抽出した種子 9,400 粒（少量種子ロットの場合は 20%）について、輸出前又は輸入時に ISTA が認証した ELISA 法による検定を要求している（BICON, 2019）。

（２）コスタリカ

スイカの栽植用種子に対して ZGMMV、CGMMV、KGMMV 及び MNSV の４種を対象とし、

ペポカボチャの栽植用種子に対して ZGMMV、CGMMV 及び KGMMV の３種を対象とし、抽出した種子 2,000 粒（少量種子ロットの場合は 20%）について、輸出前又は輸入時に国際種子検査協会（ISTA）が認証した ELISA 法による検定又は Servicio Fitosanitario del Estado（SFE）が認証した PCR 法による検定を要求している（SFE, 2019）。

（3）ISTA

ウリ科植物を対象とした ZGMMV の近縁種である SqMV、CGMMV、MNSV の検定を目的とした ISTA が認証した ELISA 検定法での検定粒数は、0.15%以上の感染種子を 95%の確率で検出する場合、2,000 粒以上、サブサンプルは 100 粒以下である（ISTA, 2014）。

Ⅱ　リスクアナリシスの結果

第１ 開始（ステージ１）

１．開始

Zucchini green mottle mosaic virus に対するリスク評価を行い、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、リスクアナリシスを実施する。

２．対象となる有害動植物

Zucchini green mottle mosaic virus 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．宿主植物及び国内分布」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

Zucchini green mottle mosaic virus を開始点とし、ZGMMV 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

ZGMMV は、日本未発生である。

（２）定着及びまん延の可能性

ZGMMV の宿主植物であるペポカボチャ、ユウガオ、スイカを含むウリ科植物は、国内で広く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と判断する。

（３）経済的影響を及ぼす可能性

ZGMMV は、大韓民国で複数のペポカボチャ生産地で経済的被害が報告されている。現在、ZGMMV は、我が国において発生は確認されていないが、もし、ZGMMV が我が国に入り込み、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

ZGMMV が報告されてから間もないこと、同属の CGMMV がウリ科全般に感染することから、今後、ZGMMV もウリ科の新たな宿主植物が報告される可能性も考えられる。

（５）有害動植物の類別の結論

ZGMMV は、日本において未発生である。宿主植物であるペポカボチャ、ユウガオ、スイカは、国内で広く栽培されていることから、ZGMMV が国内に定着及びまん延する可能性がある。また、ZGMMV は大韓民国ではペポカボチャで経済的被害の報告があることから、わが国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、植物検疫措置に関する国際基準（以下「国際基準」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、ZGMMV 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

ZGMMV は種子伝染及び土壌伝染する報告があることから、日本で生活環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

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

ZGMMV は有害植物であるため、評価基準より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

ZGMMV の宿主植物であるスイカは 47 都道府県で栽培されており、評価基準より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

ZGMMV が宿主とする植物の科は、ウリ科のみが知られている。

（ウ）有害動植物の侵入歴

旧北区及び東洋区の２区に分布する。よって、評価基準より２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）

ここでは、「ベクター以外による伝搬」と「ベクターによる伝搬」に分けて評価を行い、それぞれにおける項目の得点の合計値が高い方を採用する。

（ア）　ベクター以外による伝搬

（ａ）移動距離

ZGMMV は、土壌伝染することが知られているため、評価基準より１点と評価した。

（ｂ）伝染環数

土壌伝染、種子伝染及び汁液伝染の複数の伝染経路が存在すると考えられるため、評価基準より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

糸状菌による伝搬の報告があるが、詳細は不明であり、その他にベクターによる伝搬の情報はないことから、評価しない。

（ｂ）ベクターによる媒介可能期間

糸状菌による伝搬の報告があるが、詳細は不明であり、その他にベクターによる伝搬の情報はないことから、評価しない。

イ　人為分散

（ア）農作物を介した分散

ZGMMV の宿主植物であるスイカは 47 都道府県で栽培されており、評価基準より５点と評価した。

（イ）非農作物を介した分散

栽培に伴う作業で伝染すると考えられるため、評価基準より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

ZGMMV の宿主植物にはペポカボチャ、ユウガオ及びスイカが含まれ、影響を受ける農作物の産出額の合計は 863.4 億円であることから、評価基準より３点と評価した。

（イ）生産への影響

ZGMMV の宿主植物であるペポカボチャ、ユウガオ及びスイカは、付録２に記載されている我が国における重要農作物であり、ペポカボチャの果実にも奇形や異常症状をきたし、ZGMMV の発生国である大韓民国の複数のペポカボチャ生産地において、経済的被害を生じている。よって、評価基準より４点と評価した。

（ウ）防除の困難さ

海外における公的防除の事例はない。

（エ）直接的影響の評価結果

上記２項目の評価点の積は 12 点となり、評価基準より直接的影響の評価点は３点となった。

イ　間接的影響

（ア）農作物の政策上の重要性

ZGMMV の宿主植物であるペポカボチャ、ユウガオ及びスイカは、政策上重要とされている品目に該当しないことから評価しない。

（イ）輸出への影響

オーストラリア、コスタリカが ZGMMV を対象としてペポカボチャ、スイカ種子に対し輸出前又は輸入時の精密検定を要求しているが、その他輸入禁止等の規制を行っている国はないことから評価しない。

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３点となった。

評価における不確実性

ZGMMV に関する情報が少なく、不確実性は高い。

農業生産等への影響評価の結論（病害虫固有のリスク）

３項目の評価点の積は 48 点となり、ZGMMV の農業生産等への影響の評価を「中程度」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	植物全体及び種子		
(2)我が国に入り込みの可能性のある経路	植物全体及び種子に感染することから、経路は〔栽植用植物〕、〔栽植用種子〕、〔消費用生植物〕、〔消費用種子〕、〔消費用乾燥植物類〕と特定される。		
	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 消費用生植物	植物全体	○
	エ 消費用種子	種子	○
	オ 消費用乾燥植物類	植物全体	○
(3)宿主植物の輸入データ	別紙3を参照。		

（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）

栽植用植物では、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ないことから、当該有害植物が通常輸送中生き残る可能性が高い。よって、評価基準より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

ZGMMV は有害植物であり、評価基準より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

栽培のために宿主植物が存在する地域へ運ばれるため、栽植用植物の評価基準より、５点と評価した。

（エ）輸入品目からの自然分散の可能性

栽植用植物は評価基準より一律５点であることから、５点と評価した。

（オ）評価における不確実性

特にない。

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であり、ZGMMV 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）

栽植用種子では、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ないことから、当該有害植物が通常輸送中生き残る可能性が高い。よって、評価基準より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

ZGMMV は有害植物であり、評価基準より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

栽培のために宿主植物が存在する地域へ運ばれるため、栽植用種子の評価基準より、５点と評価した。

（エ）輸入品目からの自然分散の可能性

栽植用植物は評価基準より一律５点であることから、５点と評価した。

（オ）評価における不確実性

特にない。

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であり、ZGMMV 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　消費用生植物

（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）

原産地で潜在的検疫有害動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。よって、評価基準より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

ZGMMV は有害植物であり、評価基準より有害植物はすべての経路で５点となることから、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

ZGMMV の宿主植物であるスイカは 47 都道府県で栽培されており、消費用植物の評価基準より４点と評価した。

（エ）輸入品目からの自然分散の可能性

ZGMMV に感染した宿主植物が輸入された場合、当該植物から我が国に存在する宿主植物への自然分散の方法はベクターによる伝搬が知られていないため、土壌伝染による分散が考えられる。しかし、消費用生植物は通常栽培地ではなく、消費地へ運ばれるため、土壌伝染による分散の可能性は限りなく低いと考えるため、消費用生植物から自然分散する可能性は無視できると判断し、評価基準により「評価中止」となる。

（オ）評価における不確実性

特にない。

消費用生植物の入り込みの可能性の評価の結論

ZGMMV の消費用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）

原産地で潜在的検疫有害動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。よって、評価基準より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

ZGMMV は有害植物であり、評価基準より有害植物はすべての経路で５点となることから、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

ZGMMV の宿主植物であるスイカは 47 都道府県で栽培されており、消費用植物の評価基準より４点と評価した。

（エ）輸入品目からの自然分散の可能性

消費用種子は、栽培地へ輸入されるのではなく、消費地へ輸入され、適切に加工等処理されることから、ZGMMV が消費用種子から自然分散する可能性は無視できると判断し、評価基準により「評価中止」となる。

（オ）評価における不確実性

消費用種子として輸入された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。

消費用種子の入り込みの可能性の評価の結論

ZGMMV の消費用種子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。

オ　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）

原産地で潜在的検疫有害動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。よって、評価基準より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、評価基準より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

宿主植物であるスイカは 47 都道府県で栽培されている。よって、評価基準より４点と評価した。

（エ）輸入品目からの自然分散の可能性

ZGMMV に感染した宿主植物が輸入された場合、当該植物から我が国に存在する宿主植物への自然分散の方法はベクターによる伝搬が知られていないため、土壌伝染による分散が考えられる。しかし、消費用乾燥植物類は消費地に輸入され、栽培地に持ち込まれる可能性は低く、消費用乾燥植物類から自然分散する可能性は無視できると判断し、評価基準により「評価中止」となる。

（オ）評価における不確実性

特にない。

４．*Zucchini green mottle mosaic virus* の病害虫リスク評価の結論

ZGMMV 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）	入り込みのリスク		病害虫リスク評価の結論
	用途	入り込みの可能性の評価の結論	
中程度	ア　栽植用植物	高い	中程度（入り込みの可能性が高い）
	イ　栽植用種子	高い	中程度（入り込みの可能性が高い）
	ウ　消費用生植物	無視できる	無視できる
	エ　消費用種子	無視できる	無視できる
	オ　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、*Zucchini green mottle mosaic virus*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ZGMMV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．*Zucchini green mottle mosaic virus* のリスク管理措置の選択肢の有効性及び実行可能性の検討

選択肢	方法	有効性及び実行可能性の検討	有効性及び実行可能性の難易		
			実施時期	有効性	実行上の難易
①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	国際基準 No. 4 又は No. 10 の規定に従って設定及び維持する。	〔有効性〕 ●国際基準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の地域、生産地又は生産用地であって、ZGMMV の感染がないことを確認した種子を利用すれば、リスクを十分に低減することができる。 〔実行可能性〕 ●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	複数の管理措置を組み合わせる。	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を観察する。	〔有効性〕 ●栽培期間中に症状を明瞭に現す場合は有効である。 ●ペポカボチャ及びユウガオでは症状を現すが、ペポカボチャでは、高温多湿の施設内において症状が消失又はモザイク症状が弱くなる場合もあるため、有効でない場合がある。 〔実行可能性〕	輸出国 栽培中	▽	○

		● 輸出国において適切な検査が行われる必要があるが、実行可能と考えられる。			
④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。	〔有効性〕 ●ELISA 法、ZGMMV に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法等により植物体及び種子から特異的に ZGMMV の検出が可能である。 〔実行可能性〕 ●輸出入国において検定施設を有するとともに、ELISAキット、特異的な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。	輸出国 輸出前 輸入国 輸入時	○ ○	○ ○
⑤荷口への当該有害動植物の付着がないことを検査証明書に追記	輸出国での綿密な目視による検査の結果、当該有害動植物の付着がないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。	〔有効性〕 ●ペポカボチャ及びユウガオでは症状を現すが、ペポカボチャでは、高温多湿の施設内において症状が消失又はモザイク症状が弱くなる場合もあるため、有効でない場合がある。 ●種子は症状が出ないため有効でない。 〔実行可能性〕 ● 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	▽ （栽植用種子は×）	○
⑥輸出入検査（目視検査）	症状を観察する。	〔有効性〕 ●ペポカボチャ及びユウガオでは症状を現すが、ペポカボチャでは、高温多湿の施設内において症状が消失又はモザイク症状が弱くなる場合もあるため、有効でない場合がある。 ●種子は症状が出ないため有効でない。	輸出国 輸出時 輸入国 輸入時	▽ （栽植用種子は×） ▽ （栽植用種子は×）	○ ○

		〔実行可能性〕 ● 輸出国及び輸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。			

有効性　〇：効果が高い
▽：限定条件下で効果がある
×：効果なし
ー：検討しない

実行可能性　〇：実行可能
▽：限定条件下で実行可能
×：実行困難
ー：検討しない

2．経路ごとの *Zucchini green mottle mosaic virus* に対するリスク管理措置の選択肢の有効性及び実行可能性一覧

経路ごとのリスク管理措置について検討した結果を以下にとりまとめた。

選択肢 / 経路		① 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	② システムズアプローチ	③ 栽培地検査	④ 精密検定		⑤ 検査証明書への追記	⑥ 輸出入検査（目視検査）	
		輸出国	輸出国	輸出国	輸出国	輸入国	輸出国	輸出国	輸入国
栽植用植物	有効性	〇	ー	▽	〇	〇	▽	▽	▽
	実行可能性	〇	ー	〇	〇	〇	〇	〇	〇
栽植用種子	有効性	〇	ー	▽※1	〇※2	〇	×	×	×
	実行可能性	〇	ー	〇※1	〇※2	〇	〇	〇	〇

※１：採種用親植物に対する措置
※２：採種用親植物又は種子に対する措置

有効性　〇：効果が高い
▽：限定条件下で効果がある
×：効果なし
ー：検討しない

実行可能性　〇：実行可能
▽：限定条件下で実行可能

×：実行困難
ー：検討しない

3．経路ごとの *Zucchini green mottle mosaic virus* に対するリスク管理措置の選択肢の特定

（1）栽植用植物

ア　リスク管理措置の選択肢

（ア）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）

（イ）精密検定（選択肢④）

イ　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、ZGMMV のリスクを適切な保護水準まで低減できる選択肢である。しかしながら、病害虫無発生地域等における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すべての地域等で一律の状況ではなく、個別案件ごとに、どのように設定、管理及び維持されているかについて輸出国植物防疫機関が示し、日本側がその内容を確認し、問題なければ承認することとなる。

精密検定（選択肢④）は、ELISA法、ZGMMVに特異的なプライマーを用いたRT-PCR法のZGMMVを検出するための精度の高い精密検定法が報告されている。また、ZGMMVを対象としたELISA検定キットが販売されている。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り、実行可能であると考える。

ウ　栽植用植物を経路とするリスク管理措置の選択肢の特定

栽植用植物に対するリスク管理措置として、ZGMMV の入り込みの可能性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、以下の選択肢を特定した。

○　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, 1950c）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を行う。また、疑症状部及び無作為に抽出した検体について ELISA 法又は ZGMMV に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法による検定を行い、ZGMMV 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。

又は、

○　輸入国（輸入時）において、輸入植物検疫規程（農林省, 1950c）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を行う。また、疑症状部及び無作為に抽出した検体について ELISA 法又は ZGMMV に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法による検定を行い、ZGMMV 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, 1950c）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　リスク管理措置の選択肢

（ア）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）

（イ）精密検定（選択肢④）

イ　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、ZGMMVのリスクを適切な保護水準まで低減できる選択肢である。しかしながら、病害虫無発生地域等における寄主・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すべての地域等で一律の状況ではなく、個別案件ごとに、どのように設定、管理及び維持されているかについて、輸出国植物防疫機関が示し、日本側がその内容を確認し、問題なければ承認することとなる。

精密検定（選択肢④）は、ELISA法、ZGMMVに特異的なプライマーを用いたRT-PCR法のZGMMVを検出するための精度の高い精密検定法が報告されている。また、ZGMMVを対象としたELISA検定キットが販売されている。したがって、輸出国（輸出前）の採種用親植物若しくは種子に対する精密検定又は輸入国（輸入時）の種子に対する精密検定は有効であり、実行可能であると考える。

ウ　栽植用種子を経路とするリスク管理措置の選択肢の特定

栽植用種子に対するリスク管理措置として、ZGMMV の入り込みの可能性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、以下の選択肢を特定した。

○　輸出国（輸出前）において、採種用親植物又は種子について ELISA 法又は ZGMMV に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法による検定を行い、ZGMMV 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。

又は

○　輸入国（輸入時）において、種子について ELISA 法又は ZGMMV に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法による検定を行い、ZGMMV に感染していないことを確認する。

なお、検定を行う場合は、ISTA が定める国際種子検査規程（International Rules for Seed Testing）の抽出方法（ISTA, 2019）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実施する。なお、規定の種子数については、ZGMMV 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、当たり通常ロットの場合（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、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%とする（種子検定に係る詳細は参考１参照）。なお、検定実施（血清学的診断法及び遺伝子診断法）におけるサブサンプルの最大値については、ISTA (2014)によるウリ科種子に対する ZGMMV の近縁種である SqMV、CGMMV、MNSV の ELISA 検定時のサブサンプル数である 100 粒とする。

4．*Zucchini green mottle mosaic virus* 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、ZGMMV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	対象植物	リスク管理措置
栽植用植物（種子及び果実を除く。）	ウリ科：*Cucurbita pepo*（ペポカボチャ）、*Lagenaria siceraria*（ユウガオ）、*Citrullus lanatus*（スイカ）	○　輸出国（輸出前）又は輸入国（輸入時）における適切な血清学的診断法又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精密検定。
栽植用種子	ウリ科：*Cucurbita pepo*（ペポカボチャ）、*Citrullus lanatus*（スイカ） ※　ユウガオが種子伝染する情報はなかったが、*Tobamovirus* 属に含まれるほとんどのウイルスは、種皮汚染により種子伝染する報告もあり、ZGMMV の発生国からの輸入検査実績（直近３年間）があるので警戒する必要はある（詳細は参考２参照）。	○　輸出国（輸出前）における採種用親植物若しくは種子又は輸入国（輸入時）における種子に対する適切な血清学的診断法又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精密検定。 ※　検定は、ISTA が定める国際種子検査規程の抽出方法(ISTA, 2019)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、血清学的診断法又は遺伝子診断法のいずれの場合も最大 100 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、血清学的診断法又は遺伝子診断法のいずれの場合も最大 100 粒ずつ検定を行う。

別紙１

Zucchini green mottle mosaic virus の発生地の根拠

国又は地域	ステータス	根拠文献	備考
アジア			
大韓民国	発生	Choi, 2001; Li *et al*., 2018; Ryu *et al*., 2000; Yoon *et al*., 2002	
中華人民共和国			
広西チワン族自治区	発生	Li *et al*., 2018; Ryu *et al*., 2000	
中東			
サウジアラビア	―	Al Dosary *et al*., 2012; Li *et al*., 2018	● Al Dosary *et al*., (2012)は、同国産ペポカボチャからZGMMV が発見された旨報告しているが、ペポカボチャの症状、ウイルス粒子の電子顕微鏡観察及び指標植物への接種試験のみでZGMMV を同定しており、血清学的診断又は遺伝子診断の実施に関する記載がなく、同属の CGMMV との識別根拠が記載されてないことから、同定結果の信頼性は低いと考えられる。 ● Li *et al*.（2018）は、上記 Al Dosary *et al*., (2012)を引用しているため、発生国の根拠文献として引用しないこととした。 継続調査

別紙２

Zucchini green mottle mosaic virus の宿主植物の根拠

学名	科名	属名	和名	英名	根拠文献	備考
Cucurbita pepo	ウリ科	カボチャ属	ペポカボチャ	summer squash	Australian government, 2017a; Choi, 2001; Kwon *et al*., 2014; Ryu *et al*., 2000; Yoon *et al*., 2002	
Lagenaria siceraria	ウリ科	ユウガオ属	ユウガオ	bottle gourd	Li *et al*., 2018	
Citrullus lanatus	ウリ科	スイカ属	スイカ	watermelon	Australian government, 2017a; Kwon *et al*., 2014	

別紙３

Zucchini green mottle mosaic 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

※　検査件数及び数量には輸入禁止品のデータを含む。

植物名	生産国	発生国	2016		2017		2018	
			件数	数量	件数	数量	件数	数量
Citrullus(ｽｲｶ属)	ﾌﾗﾝｽ	×			1	1		
Citrullus lanatus(ｽｲｶ)	韓国	○	39	244,560	40	246,732	41	218,376
Cucurbita(ｶﾎﾞﾁｬ属)	米国	×					1	1

（２）栽植用種子

単位（数量）： kg

※　検査件数及び数量には輸入禁止品のデータを含む。

植物名	生産国	発生国	2016		2017		2018	
			件数	数量	件数	数量	件数	数量
Citrullus(ｽｲｶ属)	ﾌﾗﾝｽ	×			1	1		
	ﾍﾞﾄﾅﾑ	×			1	1		
	ﾚﾕﾆｵﾝ	×			1	1		
Citrullus lanatus(ｽｲｶ)	ｲﾀﾘｱ	×					10	10
	ｲﾝﾄﾞ	×	37	13,182	26	11,381	47	18,106
	ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ	×			1	4	2	2
	ｳｸﾗｲﾅ	×			1	1	2	2
	ｵｰｽﾄﾗﾘｱ	×	1	1	1	1	1	1
	ｵｰｽﾄﾘｱ	×			2	2		
	ｵﾗﾝﾀﾞ	×	1	1	3	3	2	38
	ｶｻﾞﾌｽﾀﾝ	×					1	1
	ｶﾅﾀﾞ	×			1	1		
	ｶﾝﾎﾞｼﾞｱ	×			6	6	2	2
	ｷﾙｷﾞｽ	×					5	5
	ｽﾍﾟｲﾝ	×	7	7	1	1	2	2
	ｽﾘﾗﾝｶ	×			2	2	4	4
	ﾀｲ	×	218	25,048	251	27,955	382	33,902
	ﾁﾘ	×	34	1,689	11	2,197	12	1,341
	ﾄﾞｲﾂ	×	1	1	2	2	1	1
	ﾄﾙｺ	×			1	1		
	ﾊﾟﾗｸﾞｱｲ	×					1	1

	ﾊﾞﾝｸﾞﾗﾃﾞｼｭ	×	1	1	1	1	2	2
	ﾌｨﾘﾋﾟﾝ	×	1	1	2	2	3	5
	ﾌﾞﾗｼﾞﾙ	×	4	4	4	4	1	1
	ﾌﾗﾝｽ	×	5	6	7	23	2	7
	ﾍﾞﾄﾅﾑ	×	23	123	26	154	26	190
	ﾍﾟﾙｰ	×	17	401	6	144	1	1
	ﾎﾟﾙﾄｶﾞﾙ	×	1	1				
	ﾒｷｼｺ	×	1	1				
	ﾓﾙﾄﾞﾊﾞ	×					1	1
	ﾗｵｽ	×			1	1		
	ﾛｼｱ	×					1	1
	英国	×	2	2				
	韓国	○	9	23	13	23	18	123
	台湾	×	4	4	16	16	4	4
	中国	○	156	8,969	139	6,995	123	2,798
	日本	×	2	2			3	3
	不明	×			1	2		
	米国	×	35	37	245	245	227	231
Cucurbita(ｶﾎﾞﾁｬ属)	ｲﾀﾘｱ	×	5	5				
	ｲﾝﾄﾞ	×	11	11,050			14	1,999
	ｵｰｽﾄﾗﾘｱ	×	2	2				
	ｵｰｽﾄﾘｱ	×	1	1				
	ｵﾗﾝﾀﾞ	×	2	2	1	1	2	2
	ｶﾅﾀﾞ	×	5	5	1	1	4	4
	ｶﾝﾎﾞｼﾞｱ	×			1	1		
	ｸﾛｱﾁｱ	×					2	2
	ｽｲｽ	×					1	1
	ｽﾍﾟｲﾝ	×	2	2			3	138
	ﾀｲ	×	4	4	2	2	1	1
	ﾁﾘ	×					3	3
	ﾄﾞｲﾂ	×			2	2	8	8
	ﾈﾊﾟｰﾙ	×			1	1		
	ﾊﾟﾗｸﾞｱｲ	×					1	1
	ﾊﾜｲ	×					1	1
	ﾊﾞﾝｸﾞﾗﾃﾞｼｭ	×	2	2	4	4	3	3
	ﾌｨﾘﾋﾟﾝ	×	2	2	1	1	8	8
	ﾌﾗﾝｽ	×					2	2
	ﾍﾞﾄﾅﾑ	×	22	22	56	60	40	40
	ﾛｼｱ	×			2	2		
	英国	×	1	1	4	4		
	韓国	○	2	11	1	1		
	台湾	×	4	43				

	中国	○	15	21,565	6	13,690	8	2,599
	日本	×					1	2
	米国	×	52	53	2	2	3	3
Cucurbita pepo(ﾍﾟﾎﾟｶﾎﾞﾁｬ)	ｱｲﾙﾗﾝﾄﾞ	×			1	1	1	1
	ｲｽﾗｴﾙ	×	4	7			3	3
	ｲﾀﾘｱ	×	68	97	9	29	7	9
	ｲﾝﾄﾞ	×	2	2	4	31	10	82
	ｳｸﾗｲﾅ	×			3	3	2	2
	ｳｽﾞﾍﾞｷｽﾀﾝ	×					1	1
	ｵｰｽﾄﾗﾘｱ	×					3	3
	ｵｰｽﾄﾘｱ	×			2	3	2	3
	ｵﾗﾝﾀﾞ	×	5	5	5	21	2	2
	ｶﾅﾀﾞ	×	2	2	5	5	5	5
	ｷﾞﾘｼｬ	×	1	1				
	ｷﾙｷﾞｽ	×					6	9
	ｸﾞｱﾑ	×	1	1				
	ｸﾛｱﾁｱ	×					1	1
	ｽﾍﾟｲﾝ	×	1	1	1	6	1	1
	ｾﾙﾋﾞｱ	×					1	1
	ﾀｲ	×	11	120	4	39	25	398
	ﾀﾝｻﾞﾆｱ	×			1	1		
	ﾁﾘ	×	7	502	8	208	3	806
	ﾄﾞｲﾂ	×	1	1	6	7	3	14
	ﾆｭｰｼﾞｰﾗﾝﾄﾞ	×	10	10				
	ﾈﾊﾟｰﾙ	×	4	4				
	ﾊﾝｶﾞﾘｰ	×	1	20	2	2		
	ﾌﾞﾗｼﾞﾙ	×	1	1	6	6	12	12
	ﾌﾗﾝｽ	×	5	9	3	3	7	7
	ﾍﾞﾄﾅﾑ	×	12	674	12	493	11	787
	ﾍﾟﾙｰ	×	6	6	8	10	3	15
	ﾍﾞﾙｷﾞｰ	×					1	1
	ﾎﾟｰﾗﾝﾄﾞ	×	2	2	3	3	1	1
	ﾎﾟﾙﾄｶﾞﾙ	×	1	1	1	1	1	1
	ﾒｷｼｺ	×			1	1		
	ﾓﾛｯｺ	×					1	1
	ﾘﾄｱﾆｱ	×					1	1
	ﾛｼｱ	×					2	2
	英国	×	7	16	13	13	20	20
	韓国	○	5	205	5	234	11	90
	台湾	×	2	2	1	1	1	1
	中国	○	79	2,072	68	467	53	708

	日本	×	3	3	1	80		
	不明	×			1	1		
	米国	×	142	221	61	521	47	493
Cucurbita pepo(ﾍﾟﾎﾟｶﾎﾞﾁｬ ｺｰﾃｨﾝｸﾞ種子)	韓国	○			1	80		
Lagenaria(ﾕｳｶﾞｵ属)	ｲﾀﾘｱ	×	1	1				
	ｲﾝﾄﾞ	×	1	340				
	ｵｰｽﾄﾘｱ	×	1	1				
	ﾊﾜｲ	×					1	1
	ﾊﾞﾝｸﾞﾗﾃﾞｼｭ	×	2	2				
	ﾍﾞﾄﾅﾑ	×	2	2				
	ﾐｬﾝﾏｰ	×	44	44				
	香港	×					1	1
	台湾	×	1	50				
	中国	○	1	1				
	米国	×	2	2				
Lagenaria siceraria(ﾕｳｶﾞｵ)	ｲﾝﾄﾞ	×	1	30	6	6,904	7	1,345
	ｷﾙｷﾞｽ	×					6	166
	ﾀｲ	×	6	751	13	3,462	57	6,052
	ﾁﾘ	×	1	1				
	ﾊﾞﾝｸﾞﾗﾃﾞｼｭ	×	3	3	3	3	4	4
	ﾌｨﾘﾋﾟﾝ	×	1	1	1	1	1	1
	ﾍﾞﾄﾅﾑ	×	16	52	17	17	14	48
	ﾐｬﾝﾏｰ	×	2	2			1	1
	ﾙｰﾏﾆｱ	×					5	5
	英国	×					1	1
	韓国	○			1	1		
	台湾	×					3	3
	中国	○	13	763	14	101	23	1,180
	日本	×	1	17				
	米国	×	1	1	2	2	4	4

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）

ISTA が定める国際種子検査規程の抽出方法（ISTA Rules 2019 Chapter 2: Sampling）（ISTA, 2019）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、国際基準 No. 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））（ISF, 2019）等の検定プロトコール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, 2017b）。

	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

＜ZGMMV についての検定用抽出量の検討詳細＞

ZGMMV 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、ZGMMV の場合の検定のための数量は、下記（イ）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ことが困難な場合）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、ZGMMV 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。

参考２

種子伝染の可能性がある植物の取扱いについて

１．対象植物

Zucchini green mottle mosaic virus の宿主植物のうち種子伝染が知られていないユウガオを対象とする。なお、その理由は以下のとおり。

（１）ZGMMV の属する *Tobamovirus* 属に含まれるほとんどのウイルスは、種皮汚染により種子伝染するとの情報がある。

（２）ZGMMV の発生国からの輸入検査実績（直近３年間）がある。

２．当面の取扱い

検査単位ごとに栽培の用に供する種子（試験研究用（品種改良用を含む。）及び商業用に輸入されるものに限る。）460 粒（検出確率(β)：99%、限界不良植物率(p)：１%）について、ELISA 法又は ZGMMV に特異的なプライマーを用いた RT-PCR 法による精密検定を行う。

なお、輸入種苗検疫要綱（農林水産省, 1978）別表２において、スイカ果実汚斑細菌病菌の発生が疑われる国を対象にユウガオ種子等 1,000 粒に対して、ELISA 法、遺伝子診断法検査について規定している。このため、種子伝染が疑われる植物種子に対しても同様に、輸入種苗検疫要綱で規定し精密検定を行う。

３．合否の判断

「２．当面の取扱い」で示した方法で精密検定を行い、陽性反応を示したとしても直ちに不合格とすることには問題がある。これは、種子に付着又は内在していた ZGMMV を検出したという事実だけであり、実際に当該種子から発芽した苗が感染するのかは不明である。このため、陽性反応を示したロットの種子を実際に発芽させ、ZGMMV の感染の有無について調査する必要がある。

引用文献

Al-Dosary, N. S., N. A. Marraiki and N. M. Aref (2012) A novel *Zucchini Green Mottle Mosaic Virus* (ZGMMV-SA) in cucurbita pepo from Saudi Arabia. SSC5'2012, College of Applied Sciences. Umm Al-Qura University. Makkah, April: 16-18.

Ali, A., O. Abdalla, B. Bruton, W. Fish, E. Sikora, S. Zhang and M. Taylor (2012) Occurrence of viruses infecting watermelon, other cucurbits, and weeds in the parts of southern United States. Plant Health Progress 13: 9.

Australian Government (2017a) Draft review of import conditions for cucurbitaceous crop seeds for sowing into Australia. (December 2017) (online), available from <http://www.agriculture.gov.au/SiteCollectionDocuments/biosecurity/risk-analysis/plant-reviews/draft-review-cucurbitaceous-crop-seeds.pdf>, (Last accessed: 2019.08.13).

Australian Government (2017b) 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>, (Last accessed: 2019.08.26).

BICON (2019) Australian Government's Biosecurity import conditions database. (online), available from <https://bicon.agriculture.gov.au/BiconWeb4.0>, (Last accessed: 2019.08.21).

Choi, G. S. (2001) Occurrence of two tobamovirus diseases in cucurbits and control measures in Korea. The Plant Pathology Journal 17: 243-248.

Dombrovsky, A. and E. Smith (2017) Seed transmission of Tobamoviruses: Aspects of global disease distribution. Advances in Seed Biology: 233-260.

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>, (Last accessed: 2019.08.26).

ICTV (2018) International Committee on Taxonomy of Viruses. *Zucchini green mottle mosaic virus*. (online), available from <https://talk.ictvonline.org//taxonomy/p/taxonomy-history?taxnode_id=201855457>, (Last accessed: 2019.09.17).

井上忠男 (1999) ウリ類のモザイク病.種子伝染病の生態と防除—健全種子生産をめざして一. 大畑貫一・國安克人・高橋廣治・栃原比呂志・長尾記明　編. pp. 246-249.日本植物防疫協会.

ISF (2019) ISHI-Veg Protocols. (online), available from <http://www.worldseed.org/our-work/phytosanitary-matters/seed-health/ishi-veg-protocols/>, (Last accessed: 2019.08.21).

ISTA (2014) 7-026: Detection of *Squash Mosaic Virus*, *Cucumber Green Mottle Mosaic Virus* and *Melon Necrotic Spot Virus* in cucurbits. (online), available from <https://www.seedtest.org/upload/cms/user/SH-07-026-2014.pdf>, (Last accessed: 2019.08.21).

ISTA (2019) ISTA Rules 2019 Chapter 2: Sampling. (online), available from <https://www.seedtest.org/upload/cms/user/Rules2019Chapter2.pdf>, (Last accessed: 2019.08.27).

久保田健嗣 (2008) キュウリにおける脱臭化メチル栽培（特集: 不可欠用途用臭化メチル剤から脱却した土壌伝染病害対策）. 植物防疫 62: 541-544.

Kwon, J. Y., J. S. Hong, M. J. Kim, S. H. Choi, B. E. Min, E. G. Song, H. H. Kim and K. H. Ryu (2014) Simultaneous multiplex PCR detection of seven cucurbit-infecting viruses. Journal of Virological

Methods, 206: 133-139.
Lecoq, H. and N. Katis (2014) Control of cucurbit viruses. In Advances in virus research. Vol. 90, Academic Press, pp. 255-296.
Li, Z., S. Yang, B. Qin, H. Xie, L. Cui, Q. Su, J. Cai and Q. Gu (2018) First report of natural infection of *Zucchini green mottle mosaic virus* on bottle gourd in Guangxi, China. Plant Disease, (online), available from <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-02-18-0341-PDN>, (Last accessed: 2019.08.14).
MPI (2014) *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV). (online), available from <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/5362/loggedIn>, (Last accessed: 2019.08.22).
日本植物病理学会 (2019) 日本に発生する植物ウイルス・ウイロイド. (online), available from <https://www.ppsj.org/pdf/mokuroku-viroid_2019.pdf?0802>, (Last accessed: 2019.09.02).
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 (1950c) 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 (1978) 輸入種苗検疫要綱（昭和 53 年９月 30 日付け 53 農蚕第 6963 号農蚕園芸局長通達）.
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及び第二の二の項の規定に基づき、農林水産大臣が指定する有害動物及び有害植物を指定する件（平成 23 年農林水産省告示第 542 号）.
Ryu, K. H., B. E. Min, G. S. Choi, S. H. Choi, S. B. Kwon, G. M. Noh, J. Y. Yoon, Y. M. Choi, S. H. Jang, G. P. Lee, K. H. Cho and W. M. Park (2000) *Zucchini green mottle mosaic virus* is a new tobamovirus; comparison of its coat protein gene with that of kyuri green mottle mosaic virus. Archives of Virology 145: 2325-2333.
SFE (2019) Consulta de Requisitos de Importación, Servicio Fitosanitario del Estado, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. (online), available from <https://app.sfe.go.cr/SFECuarentena/aspx/RequisitosImportacion/ConsultarRequisitosImportacion.aspx>, (Last accessed: 2019.10.24).
UC IPM (2012) University of California Statewide Integrated Pest Management Program. Peppers. Tobamovirus Disease. (online), available from <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r604100711.html>, (Last accessed: 2019.09.17).
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>, (Last accessed: 2019.08.26).
Yoon, J. Y., B. E. Min, J. K. Choi and K. H. Ryu (2002) Genome structure and production of biologically active in vitro transcripts of cucurbit-infecting *Zucchini green mottle mosaic virus*. Phytopathology 92: 156-163.