

Pantoea stewartii subsp. *stewartii*
(トウモロコシ萎ちょう細菌病菌)に関する
病害虫リスクアナリシス報告書

令和4年1月6日 改訂

農林水産省横浜植物防疫所

主な改訂履歴及び内容

平成 31 年 3 月 25 日 作成

令和 2 年 3 月 25 日 発生国の追加（ウクライナ）

令和 4 年 1 月 6 日 宿主植物の追加（パラミツ、サトウキビ属の一種（*Saccharum* sp.））

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. 宿主植物及びその日本国内での分布	2
4. 感染部位及びその症状	2
5. 移動分散方法	3
6. 生態	3
7. 媒介性又は被媒介性	4
8. 被害の程度	4
9. 防除	4
10. 診断、検出及び同定	5
11. 日本における輸入検疫措置	6
12. 諸外国における輸入検疫措置	7
II 病害虫リスクアナリシスの結果	8
第1 開始（ステージ1）	8
1. 開始	8
2. 対象となる有害動植物	8
3. 対象となる経路	8
4. 対象となる地域	8
5. 開始の結論	8
第2 病害虫リスク評価（ステージ2）	9
1. 有害動植物の類別	9
2. 農業生産等への影響の評価	9
3. 入り込みの可能性の評価	11
4. <i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i> 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）	15
1. <i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i> に対するリスク管理措置の選択肢の検討	15
2. 経路ごとの <i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i> に対するリスク管理措置の 選択肢の検討	17
3. <i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i> の病害虫リスク管理の結論	20
別紙1. <i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i> の発生国等の根拠	22
別紙2. <i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i> の宿主植物の根拠	23
別紙3. <i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</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）	24
参考	27
引用文献	29

はじめに

トウモロコシ萎ちょう細菌病菌は、トウモロコシに葉枯れ及び萎ちょう症状を引き起こす細菌で、ノミハムシの一種 *Chaetocnema pulicaria*（日本未発生）によって伝搬される他、感染した種子により伝搬する。本細菌は感受性のスイートコーンが5葉期以前に感染した場合、苗の枯死により40～100%の損失になることがあり、1980年代のイタリアでは、本細菌の発生が深刻な問題となったことがある。

中華人民共和国及びバングラデシュでは、本細菌発生国からのトウモロコシ種子の輸入を禁止しており、栽培地検査や本細菌が付着していない旨の追記証明を要求する国もある。日本で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1の2に規定された発生国から輸入される宿主植物の種子（栽培の用に供するもの）については、栽培地検査を必要としている。

今般、本細菌の新たな宿主植物の報告があったことから、改めて本細菌に対するリスク評価を実施し、現行のリスク管理措置の有効性を評価するため、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 (Mergaert et al., 1993)

Pantoea stewartii subsp. *stewartii* (Smith, 1898) Mergaert et al., 1993

（2）英名、和名等 (EPPO, 2018a)

Stewart's disease, bacterial wilt

（3）分類 (Mergaert et al., 1993)

種類：細菌

科：Enterobacteriaceae

属：*Pantoea*

（4）シノニム (Mergaert et al., 1993, EPPO, 2018a)

Erwinia stewartii

Xanthomonas stewartii

Pseudomonas stewartii

（5）系統等

1993年、*Erwinia stewartii* が *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* として新たに命名された。一方、*E. ananas* や *E. harbicola* のうち、*P. stewartii* subsp. *stewartii* に近縁の菌株については *P. stewartii* subsp. *indologenes* と命名された (Mergaert et al., 1993)。

Pantoea stewartii subsp. *indologenes* は、インドでアワやトウジンビエの葉に斑点病、ハワイのパイナップルでは腐敗症状を引き起こすことが報告され (Mergaert et al., 1993)、米国ではタマネギの鱗茎腐敗症に関与することが知られている (Stumpf et al., 2018)。

また、近年、アフリカやアジアのイネ栽培地域において、葉枯症状を引き起こすことが報告されている (Arayaskul et al., 2019; Azizi et al., 2019;

Kini et al., 2017a; Kini et al., 2017b; Mergaert et al., 1993; Vinodhini et al., 2017)。

Pantoea stewartii subsp. *indologenes* はトウモロコシには感染しないが、トウモロコシ種子から検出された事例がある (EPPO, 2016; Gehring et al., 2014)。

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、ベトナム、マレーシア

欧州：イタリア、ウクライナ、ポーランド、ルーマニア

北米：アメリカ合衆国、カナダ

中南米：アルゼンチン、ガイアナ、コスタリカ、プエルトリコ、ペルー、ボリビア、メキシコ

(2) 生物地理区

旧北区、新北区、東洋区、新熱帯区の 4 区に分布する。

3. 宿主植物及びその日本国内での分布

(1) 宿主植物 (詳細は別紙 2 参照。下線部は令和 4 年 1 月 6 日改訂時に追加。)

イネ科：テオシント (*Zea mexicana* (= *Z. mays* ssp. *mexicana*))、トウモロコシ (*Zea mays*) *、サトウキビ属の一種 (*Saccharum* sp.)

クワ科：パラミツ (*Artocarpus heterophyllus*)

*デントコーン (dent)、フリントコーン (flint)、スイートコーン (sweet corn)、フラワーコーン (flour corn)、ワキシーコーン (waxy corn)、ポッドコーン (Pod corn)、ポップコーン (Popcorn) 等はトウモロコシ (*Zea mays*) の品種を含む。

(2) 国内における宿主植物の分布・栽培状況

トウモロコシは、47 都道府県で栽培されている。

4. 感染部位及びその症状

全ての栽培用のトウモロコシは感染するが、亜種、交配種、近交種及び品種によって感受性は異なる (Pepper, 1967)。スイートコーンの感受性の品種では苗の段階で感染すると急速に萎ちようする。葉には淡緑色から黄色の不整形又は波状の条斑が現れ、葉脈に平行して縦方向に拡大し、やがて葉身全体に達する (CABI, 2020)。全身感染した植物は未熟な白化した穂を生じる。地際部付近の茎が空洞化することもある。本細菌は維管束を通じて全身に広がり、激しく感染した場合には苞葉の内側の気孔から細菌泥が流出し、その中の実の表面が細菌粘液で覆われることもある。雄穂形成後に感染すると苗と同様に淡緑色から黄色の条斑が葉に現れ、やがて病斑は褐色から茶色になり葉枯症状となる。病斑は本細菌を保菌したベクターの食害痕から生じる (CABI, 2020; EPPO, 2018a)。デントコーンでは萎ちようは見られず葉枯れが生じる (EPPO, 2018a)。なお、感染種子には目視で確認できる特徴的な症状は現れない (EPPO, 2016)。重度に感染した種子ロットでは、発芽率が低下する (Block et al., 1998)。

サトウキビ属では初期症状として葉身が白化し、さらに葉枯れ及び壊死病斑が発達する (Cui, 2020; EPPO, 2021)。

パラミツでは果実の外観上は無症状であるが、果肉に黄橙色から赤色を帯びた変色とさび状の小斑点が現れる（Abidin et al, 2020）。なお、現時点ではパラミツの症状の報告は果実のみであり、植物体に関する症状の報告はない。また、パラミツの感染果実から分離した *P. stewartii*（亜種不明）をトウモロコシに接種した結果、萎ちょう又は青枯れといった症状が観察されたと報告している（Gapasin et al., 2015）。

5. 移動分散方法

（１）自然分散

本細菌が、感染葉から別の葉に、例え同じ植物上であってもベクター以外の伝搬により広がるという証拠はない（Peppr, 1967）。また、ほ場では、感染初期の植物や、感染後期の植物が健全な植物と並んで生育しているなど健全植物と感染植物が同じ列に同時にあることから、植物体から植物体へ直接的に感染することはないと考えられている（Stevens and Hall, 1926）。

このことから、アメリカ合衆国では、ノミハムシの一種 corn flea beetle（*Chaetocnema pulicaria*）（日本未発生）による伝搬がほ場での重要な伝搬方法とされている（EPPO, 2018a）。

（２）人為分散

感染種子の移動による分散（種子伝搬（＝感染種子から育苗した苗への伝搬。以下同じ。））（EPPO, 2018a; Pataky and Ikin, 2003）。ただし、パラミツ及びサトウキビ属植物については、種子伝搬するとの情報は確認されていない。また、感染植物の移動により分散する可能性がある（Pataky and Ikin, 2003）。

6. 生態

（１）中間宿主及びその必要性 情報なし。

（２）伝染環

ア ベクターによる伝搬

ノミハムシの一種 corn flea beetle（*Chaetocnema pulicaria*）が重要なベクターであり、本細菌の越冬場所にもなる。本虫が成虫で越冬するとともに、本細菌が虫体の消化管で生存する。翌春、越冬した本虫がトウモロコシを摂食し、本細菌を伝搬する。本細菌は、本虫の摂食痕から侵入する（Clafin, 1999）。本細菌は世界各地からまれに報告されるが、本虫が発生している北米地域以外では定着しておらず、本虫が不在の場合、本細菌の定着及びまん延の可能性は極めて低い（CABI, 2020）。

パラミツ及びサトウキビ属ではベクターは知られていない（Hernández-Morales, 2017; Zulperi et al. 2017）。

イ 種子への感染及び伝搬

本細菌は全身的な萎ちょう症状を有する植物で生産された種子から検出され、全身症状を示さない植物の種子からは検出されなかった。また、自然感染した種子親植物について、本細菌により壊死した雌穂葉組織の割合を基に病気の重症度をクラス分けして種子感染率との関係を調査した試験では、病気の重

症度 25 %以上の親植物から生産された種子からのみ感染種子が検出された (Block et al.,1999; CABI, 2020; Khan et.al., 1996)。

Block et al. (1998) は本細菌に自然感染したトウモロコシから採取した種子をは種し、生育した幼苗から本細菌を寒天培養法または ELISA 法で分析した。その結果、感染種子の割合が 10%未満のロットでは、感染率 $9\pm3.3\%$ の 1 例でのみ種子伝搬が見られた。種子伝搬率は、過去には 2 %とされていたが、これはベクターの存在を考慮していないこと、また、他の病原菌の症状と混同したこと等の結果と考えられている (CABI, 2020)。近年の報告では、自然感染植物で生産された種子伝搬率は 0.02% (感染種子 4,563 粒のうち 1 苗が感染) であった (Block et al.,1998; Pataky and Ikin, 2003)。

(3) 植物残さ中での生存

本細菌はしばしば土壌、堆肥、トウモロコシ葉柄で越冬するが重要な感染源とは考えられていない (EPPO, 2018a)。

(4) 耐久生存態

保毒した corn flea beetle (*C. pulicaria*) の体内で越冬する (EPPO, 2018a)。

7. 媒介性又は被媒介性

ノミハムシの一種 corn flea beetle (*Chaetocnema pulicaria*) の他、*C. denticulata*、*Diabrotica undecempunctata howardi* (ジュウイチホシウリハムシ) の成虫及び幼虫、*D. longicornis* の幼虫、*Delia platura* (タネバエの一種) の幼虫、*Agriotes mancus* (コメツキムシの一種) の幼虫、*Phyllophaga* sp. (コガネムシの一種) の幼虫がベクターになるとの報告があるが (EPPO, 2018a)、これらの媒介虫は全て日本未発生である。また、これらのうち、野外条件で重要なベクターになることが知られているのは corn flea beetle (*C. pulicaria*) のみである (CABI, 2020; Pataky and Ikin, 2003)。

パラミツ及びサトウキビ属ではベクターは知られていない (Hernández-Morales, 2017; Zulperi et al. 2017)。

8. 被害の程度

抵抗性品種では、被害は生じないか極わずかであるが、本病の流行期に感受性のスイートコーンが 5 葉期以前に感染した場合は、苗の枯死により損失が 40~100%になることがある (Pataky and Eastburn, 1993)。1980 年代にイタリアで深刻な問題となったことがある (CABI, 2020)。

9. 防除

(1) 化学的防除法 (CABI, 2020; Pataky and Ikin, 2003; Guo et al.,1991)

本細菌を直接防除する種子殺菌処理については、実験上の報告のみである。トウモロコシ種子に数種類のネオマイシン等の抗生物質を 40~47℃で 1.5 時間浸漬した結果、本細菌の殺菌に十分な効果があり、また種子の発芽を促進した。

ベクターであるノミハムシの一種 corn flea beetle (*C. pulicaria*) の防除が有効であり、ノミハムシ防除用のイミダクロプリド、チアメトキサムおよびクロチアニジン等の浸透性種子処理殺虫剤は、感受性のスイートコーン雑種の全身感染を 50~

85%減少させた。本細菌を保有している可能性のある種子の殺虫剤処理は、ベクターによる伝搬の可能性を劇的に減少させる。殺虫剤による種子処理は、生育初期（4、5葉期）の苗において有効である。

（2）耕種的防除法（CABI, 2020）

抵抗性品種の利用、健全種子の使用。

（3）生物的防除（CABI, 2020）

生物的防除法は実用にはなっていない。実験では、媒介虫である corn flea beetle (*C. pulicaria*) から分離されたバクテリオファージによって、野外条件下の媒介虫内で本細菌が減少又は排除される可能性が示唆されている。

10. 診断、検出及び同定

（1）同定及び診断

最初に、目視による症状の観察と顕微鏡下での細菌泥の確認を行う。本細菌はグラム陰性で、べん毛を有せず、桿菌で短く連鎖し、大きさは $0.4\sim0.7\times0.9\sim2.0\mu\text{m}$ 。培地上で黄色のコロニーを形成する。同定には本細菌の各種細菌学的性状を調査する（Bradbury, 1967）。

EPPO は、免疫蛍光細胞染色法（Immunofluorescence cell stainig, IF test）（植物体及び種子抽出希釈液を供試）や ELISA 法などの血清学的手法、また、PCR 法（分離細菌コロニーを供試）やリアルタイム PCR 法（症状を有する宿主組織や種子抽出液、また分離細菌のコロニーを供試）などの分子生物学的手法を用いた総合的な診断プロトコールを紹介している。また、同定には、少なくとも2種類の異なる手法を基とした検定（血清学的、生化学的又は分子生物学的手法の組合せ）、又は、ゲノム中の異なる DNA 配列を基にした2種類の分子生物学的検定を行うべきとしている（EPPO, 2016; Euphresco, 2010）。

パラミツでは果実内部の病斑部位から本細菌を分離培養し、各種細菌学的性状、分子生物学的手法及び宿主植物への接種試験を用いた総合的な診断により本細菌を同定している（Abidin et al, 2020; Gapasin et al., 2015）。

（2）検出

ニュージーランドは、検疫措置の検定に、Lamka らが開発した ELISA 法を採用している（MPI, 2019）。Lamka らの ELISA 法の検出限界は、 $10^5\sim10^6\text{cfu/ml}$ である（Lamka et al., 1991）。

なお、市販のキットとしては、血清学的手法に係る IF test キット（Loewe, 2018a, 2018b, 2018c; EPPO, 2016; EPHYRA, 2018）及び ELISA キット^{※1）}が販売されている（症状を有する宿主植物組織の他、葉、茎、種子等の組織を供試）（Agdia, 2018）。

一方 EPPO では、ELISA キットは検出感度が低い（検出限界が高い）（ $10^5\sim10^6\text{cfu/ml}$ ）ため、植物からの検出ではなく、分離細菌の同定手段の1つとしてのみ推奨するとし、検出のためには高感度の IF test 又はリアルタイム PCR 法を推奨している。IF test 及びリアルタイム PCR 法の検出限界は、いずれも $7\times10^3\text{cfu/mL}$

※1）Agdia 社の ELISA キット（試薬セット）には、付属の緩衝液（バッファー）や基質（陽性の場合、発色）、基質希釈液、陽性コントロール等がなく、別途調整、購入が必要。また、試薬セットの検出限界は、 $5\times10^5\text{ cells(cfu)/mL}$ とされる（Agdia, 2018）。

未満である（EPPO, 2016; Euphresco, 2010）。

また Blakemore ら（1999）は、ELISA 法より検出感度が高い（検出限界が低い）（ 10^1 cfu/ml）nested-PCR 法を開発し、検出感度のよい種子検定法は検疫目的にとって重要である旨記載している。

その他、本細菌に感染したトウモロコシ葉からの検出法として LAMP 法が報告されている（上松・大藤, 2016）。

（３）検定粒数

EPPO は、「感染種子率が 1 %以上のロットでは、種子伝搬が低率で起こる場合がある（Pataky and Ikin, 2003）」を引用し、通常推奨されるロット当たりの検定粒数を、感染種子率 1%の種子ロットを 95%の確率で検出できる 400 粒としている（EPPO, 2016）。

また Pataky と Ikin は、複数の調査・試験文献を引用し、以下の旨詳細に検討している（Pataky and Ikin, 2003）。

ア 本細菌の種子伝搬は、感染種子率 $9 \pm 3.3\%$ の 1 事例を除いて、種子ロット中の感染種子率が 10%以上の場合にのみ報告されている。

自然感染植物から生産された種子では、種子ロット中の感染種子率が 10%以上の場合、種子伝搬率は約 0.02%である一方、感染種子率が 1 %以下の場合、種子伝搬する可能性は極めて低い（仮に種子伝搬が起こったとしても、苗 100 万本あたり感染苗 2 本（0.0002%）未満の伝搬となる）。

イ 検定用種子粒数(n)を 400 粒として ELISA 検定（Agdia 社製 ELISA キット）を行う場合、種子ロットの感染率が上記アの 1 %とすると、以下の二項分布式により、種子ロットの感染種子は 98.2%の確率で検出できる。

なお、この確率は、検定用種子がランダムに抽出され、かつ、本検定が、（検定用種子粒数(n)中の）すべての感染種子を検出すると仮定している。

ウ また、抽出した検定種子 400 粒のうち、陽性が 0 又は 1 粒の場合、種子ロットの感染率（最尤推定値）は 0.29%となり、上述の 1%以下であることから、当該種子ロットは受け入れられる。

○ 二項分布式（Pataky and Ikin, 2003）

$$P_{(S=0)} = 1 - q^n$$

ここで、

$P_{(S=0)}$ = （検定で）感染種子が検出されない確率

S = 抽出された感染種子総粒数（= 0）

q = 種子ロット中の）非感染種子率

すなわち、種子ロット中の感染種子率($p^{※2}$) = $1 - q$

n = 抽出される検定用種子粒数

1 1. 日本における輸入検疫措置

本細菌は植物防疫法施行規則（農林省, 1950a）別表 1 の 2 に規定されており、本細菌が発生している国又は地域からの該当する宿主植物の種子であって栽培の用に供するものについては、採種用の親植物について、媒介虫の防除が十分に行われたほ場

※2) ポアソン分布式の限界不良植物率(p)に該当（参考参照）。

で栽培され、生育最盛期に栽培地検査を行って本細菌の発生がないことを確認し、その旨を検査証明書に追記することを要求している。

1 2. 諸外国における輸入検疫措置

(1) 輸入禁止 (AQSIQ, 2018; DAE, 2018)

中国、バングラデシュ：本細菌発生国からのトウモロコシ種子は輸入禁止。

(2) 検疫処理又は措置

ア ニュージーランド：トウモロコシ種子について、本細菌の無発生地域又は無発生生産地で産出された、若しくは種子 400 粒の ELISA 検定の結果輸入荷口に本細菌が付着していない旨の追記 (MPI, 2021)。

イ EU、スイス、セルビア、トルコ、モンテネグロ：トウモロコシ種子について、本細菌の無発生地域で産出された、又は検定の結果輸入荷口に本細菌が付着していない旨の追記 (EU, 2019; SPPS, 2021; MAEP, 2017; IPPC, 2016; 2018)。

ウ セネガル、マダガスカル、モザンビーク：トウモロコシ種子について、本細菌を対象にした栽培地検査 (IPPC, 2009 ; 2017; 2020)。

エ インド：トウモロコシ種子及びアメリカ合衆国産ケンタッキーブルーグラス (*Poa pratensis*) 種子について、本細菌が付着していないことの追記 (DAC & FW, 2021)。

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

Pantoea stewartii subsp. *stewartii* に対するリスク評価を行い、現行の検疫措置の有効性を評価するため、リスクアナリシスを実施した。

2. 対象となる有害動植物

Pantoea stewartii subsp. *stewartii* 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. 宿主植物及びその日本国内での分布」に示す「宿主植物」であって、「4. 感染部位及びその症状」に示す「感染部位」を含む植物を対象とする。

4. 対象となる地域

日本全域を対象とする。

5. 開始の結論

本細菌を開始点とし、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

（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

Pantoea stewartii subsp. *stewartii* は日本未発生である。

（2）定着及びまん延の可能性

本細菌の宿主植物であるトウモロコシは、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は判断する。

（3）経済的影響を及ぼす可能性

本細菌は、抵抗性品種では、被害は生じないか極わずかであるが、感受性のスイートコーンが5葉期以前に感染した場合は、苗の枯死により損失が40～100%になることが報告されている。現在、本細菌は、我が国において発生は確認されていないが、もし、本細菌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

特にない。

（5）有害動植物の類別の結論

本細菌は、日本未発生であるが、宿主植物であるトウモロコシは国内で広く栽培されていることから、本細菌が国内に入り込み、定着及びまん延する可能性がある。また、本細菌は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、本細菌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

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

本細菌はトウモロコシで種子伝染することから、生活環を維持できるものと考ええる。

（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

中間宿主は必須ではないため評価しない。

（ウ）潜在的検疫有害動植物の繁殖戦略。

本細菌は有害植物のため、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

宿主植物であるトウモロコシは全国 47 都道府県で栽培されており、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

本細菌が宿主とする植物の科は、イネ科及びクワ科が知られている。

(ウ) 有害動植物の侵入歴

旧北区、新北区、東洋区、新熱帯区の 4 区に分布する。よって、評価基準に基づき 4 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 4.7 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

自然分散に関する具体的な情報は知られていない。よって、本項目は評価しない。

b 伝染環

自然分散に関する具体的な情報は知られていない。よって、本項目は評価しない。

(イ) ベクターによる伝搬

ノミハムシの一種 corn flea beetle (*Chaetocnema pulicaria*) のほか、*C. denticulate*、*Diabrotica undecempunctata howardi* (ジュウイチホシウリハムシ) の成虫及び幼虫、*D. longicornis* の幼虫、*Delia platura* (タネバエの一種) の幼虫、*Agriotes mancus* (コメツキムシの一種) の幼虫、*Phyllophaga* sp. (コガネムシの一種) の幼虫がベクターになるとの報告があるが(EPPO, 2018a)、これらのベクターは全て日本未発生であるため評価しない。

イ 人為分散

(ア) 農作物を介した分散

本細菌の宿主植物であるトウモロコシは、47 都道府県で生産されており、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

非農作物を介した重要な人為的分散手段については知られていない。よって本項目は評価しない。

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 5 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

本細菌の宿主植物であるトウモロコシ及びサトウキビ属の農作物の産出額は620.4億円であることから、評価基準より2点と評価した。

(イ) 生産への影響

感受性のスイートコーンが5葉期以前に感染した場合は、損失が40～100%になることがある。また、1980年代にイタリアで深刻な問題となったことがあることから、評価基準に基づき4点とした。

(ウ) 防除の困難さ

情報なし。

(エ) 直接的影響の評価結果

上記2項目の評価点の積は8点となり、評価基準より直接的影響の評価点は2点となった。

イ 間接的影響

(ア) 農作物の政策上の重要性

本細菌の宿主であるトウモロコシ（スイートコーン）は「農業保険法」及び「同法施行令」で定める果樹・農作物に該当するため、評価基準より1点と評価した。

(イ) 輸出への影響

中華人民共和国及びバングラデシュは本細菌の発生国からのトウモロコシ種子の輸入を禁止していることから、評価基準より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4点となった。

(4) 評価における不確実性

特にない。

(5) 農業生産等への影響評価の結論（病虫害固有のリスク）

3項目の評価点の積は93.3点となり、本細菌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（葉、茎、雄穂、雌穂（苞葉、子実））及び種子		
(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」、「消費生植物」「消費穀類」「消費乾燥植物類」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 (テオシント及びトウモロコシ)	種子	○
	ウ 消費生植物	植物全体、雌穂 (果実)	○
	エ 消費穀類	種子	○
	オ 消費乾燥植物類	植物全体、雌穂 (果実)	○
(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)

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

有害植物であることから、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、評価基準により5点と評価した。

(エ) 輸入品目からの自然分散の可能性

栽植用植物は栽培用に供されることから、評価基準により5点と評価した。

(オ) 評価における不確実性

宿主植物のパラミツにおいては、果実の外観上は無症状であるが、果肉に黄橙色から赤色を帯びた変色とさび状の小斑点が現れることから、生産地では脅威とされている病害である。しかし、発生国における症状の報告は果実のみであり、植物体での症状の報告はなく、本細菌の植物体内における動態、保菌したベクターによる伝搬及び種子伝搬は明らかにされていない。

以上のことから、パラミツにおける本評価の結論については不確実性を伴う。

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、本細菌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 (テオシント及びトウモロコシ)

(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

有害植物であることから、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

栽培のために宿主植物が存在する地域へ運ばれるため、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

栽植用種子は栽培用に供されることから、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、本細菌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、エ 消費穀類及びオ 消費乾燥植物類

(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）

原産地で潜在的有害植物の生存率に影響を与える加工処理等は実施していないことから、評価基準に基づき 5 点とした。

(イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ

有害植物であることから、評価基準に基づき 5 点とした。

(ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性

本細菌の宿主植物は 47 都道府県に分布しているため、評価基準に基づき 4 点とした。

(エ) 輸入品目からの自然分散の可能性

本細菌はベクターによる伝搬が知られているが、ベクターは日本に存在しないので、消費生植物、消費穀類及び消費乾燥植物類から自然分散する可能性は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

消費生植物として輸入された植物が、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、消費穀類及び消費乾燥植物類の入り込みの可能性の評価の結論

本細菌の消費生植物、消費穀類及び消費乾燥植物類を経路とした場合の入り込みの可能性の評価を「無視できる」と結論付けた。

4. *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* の病害虫リスク評価の結論

本細菌は検疫有害植物であり、栽植用植物及び栽植用種子（テオシント及びトウモロコシ）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（テオシント及びトウモロコシ）	高い	高い

	ウ 消費生植物	無視できる	無視できる
	エ 消費穀類	無視できる	無視できる
	オ 消費乾燥植 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、*Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* 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本細菌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. *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* 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 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 定に基づ き設定 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、本細菌の感染が ない種子、栄養繁殖体又は 苗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。 〔実行可能性〕 ●輸出国において適切に管理 されること（ベクターの管 理も含む。）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	国際基準 No. 14 に基 づき実施 する。	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 の症状等 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。 ●採種用親植物の栽培期間 中に全身的な萎ちょう症状 を有する場合、また、雌穂 の葉面に壊死症状等を有 する重症な場合に感染種子 が生じるため有効である。 〔実行可能性〕	輸出国 (栽培中)	○	○

[illegible]

⑦隔離栽培中の検査	輸入後、国内の施設等において一定期間栽培し、本細菌の感染有無についての検定を実施する。	〔有効性〕 ●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、本細菌による症状の有無を確認できるため、有効である。 ●隔離期間中に PCR 法等による精密検定により本細菌の同定が可能であるため、有効である。 〔実行可能性〕 ●多年生植物は、隔離栽培中の検査が実行可能である。 ●サトウキビ属植物の一部は、隔離栽培運用基準（農林省, 1968）で対象としているため、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、検査できる数量等が制限される。そのため、同運用基準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。	輸入国 (輸入後)	○	▽ (サトウキビ属植物の一部○)
-----------	---	---	--------------	---	---------------------

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

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 *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* 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、本細菌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、本細菌は、ベクターにより伝搬するため、病害虫無発生地域等の設定及び維持においては、緩衝地帯の設定等が必要である。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。

栽培地検査（選択肢③）は、本細菌に感染すると、栽培期間中に葉では、淡緑色から黄色の不整形又は波状の条斑が現れ、萎ちょう、葉枯れ等の症状を呈することから確認可能であるため、有効な管理措置である。しかし、本細菌はベクターとなるノミハムシの一種 corn flea beetle (*Chaetocnema pulicaria*) による虫媒伝染が知られているため、栽培地検査実施後、媒介虫による汚染を防止する観点で、栽培地において、媒介虫による新たな侵入を防除することと組み合わせればより有効な措置となると考える。

精密検定（選択肢④）は、本細菌を検出するため植物体又は種子から選択培地（sCNS, NSM）を用いて本細菌を分離培養し、細菌学的性状の調査及び ELISA 等の血清学的検査を行う簡易同定法が報告されているが、簡易同定の場合は、本細菌の正確な同定のために植物への接種試験による病原性の確認が必要である。しかし、植物体では特異的プライマーを用いた LAMP 法、PCR 法及びリアルタイム PCR 法等により検出可能であることから、病斑部を対象に精密検定を行うことは、有効な管理措置である。ただし、サトウキビ属の繁殖茎からの検出報告はないことから葉の付着がない繁殖茎のみを対象とした精密検定の効果は限定的である。

また、パラミツについては、発生国における症状の報告が果実のみであり、植物体での症状の報告はなく、本細菌の植物体内における動態、保菌したベクターによる伝搬及び種子伝搬は明らかにされていないことから、管理措置を検討するためには、栽植用植物が感染源になる根拠が得られるまで調査を継続する必要がある。

イ リスク管理措置の特定（テオシント及びトウモロコシ）

栽植用植物に対する管理措置として、本細菌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。

- 輸出国において、ベクターの防除を実施しているほ場（栽培施設を含む）で生育最盛期に栽培地検査を行って本細菌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を行う。また、疑症状部について PCR 法等の適切な精密検定を行い、本細菌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。
- 輸入国において、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を行う。また、疑症状部について

PCR 法等の適切な精密検定を行って本細菌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

ウ リスク管理措置の特定（サトウキビ属植物）

栽植用サトウキビ属植物に対する管理措置として、本細菌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。

- 輸出国において、ベクターの防除を実施しているほ場（栽培施設を含む）で生育最盛期に栽培地検査を行って本細菌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。
- 輸出国（輸出前）において、生育期間中に目視検査を行う。また、疑症状部について PCR 法等の適切な精密検定を行い、本細菌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。なお、このリスク管理措置は、葉のない栄養繁殖体では実施できない。

エ リスク管理措置の特定（パラミツ）

発生国における症状の報告は果実のみであり、植物体での症状の報告はないこと、また、本細菌の植物体内における動態あるいは保菌したベクターによる伝搬や種子伝搬等の移動分散方法が明らかにされていないことから、管理措置の特定は行わない事とする。

（2）栽植用種子（テオシント及びトウモロコシ）

ア 検討結果

病虫害無発生地域、生産地又は生産用地の設定及び維持（選択肢①）、栽培地検査（選択肢③）及び精密検定（選択肢④）は、採種用の親植物及び栽植用種子においても上記（1）のとおり有効な管理措置である。

イ 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管理措置として、本細菌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。なお、以下のいずれかを実施する必要がある。

- 輸出国において、ベクターの防除を実施しているほ場（栽培施設を含む）で採種用親植物を栽培し生育最盛期に栽培地検査を行って本細菌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。
- 輸出国（栽培国）において、採種用の親植物又は種子を PCR 法等の適切な精密検定を行って、本細菌に感染していないことを確認する。
- 輸入国において、種子を PCR 法等の適切な精密検定を行って、本細菌に感染していないことを確認する。

なお、種子について検定を行う場合は、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こと（ISTA, 2021）。規定の種子数とは、通常ロットの場合（同一の荷口当たりの種子数が 4,600 粒以上）は、同一の荷口単位から無作為に抽出した 460 粒について、最大 100 粒ずつ検定を実施する。小ロットの場合（同一の荷口当たりの種子数が 4,600 粒未満）は、その種子数の 10%とする。

3. *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* のリスク管理措置の結論

経路ごとにリスク管理措置の選択肢を検討した結果、本細菌の入り込み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判断した各経路の管理措置を以下にとりまとめた。

経路 (対象部位)	対象植物	リスク管理措置
栽植用植物（種子及び果実を除く。）	イネ科：テオシント（ <i>Zea mexicana</i> (= <i>Z. mays</i> ssp. <i>mexicana</i>)), トウモロコシ（ <i>Zea mays</i> ）	以下のいずれかの管理措置を実施 ○ 輸出国において、ベクターの防除を実施しているほ場(栽培施設を含む)で生育最盛期に栽培地検査を行って本細菌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。 ○ 輸出国（輸出前）において、目視検査及び PCR 法等の適切な精密検定を行って本細菌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。 ○ 輸入国において、目視検査及び PCR 法等の適切な精密検定を行って本細菌に感染していないことを確認する。
	イネ科：サトウキビ属（ <i>Saccharum</i> sp.）	以下のいずれかの管理措置を実施 ○ 輸出国において、ベクターの防除を実施しているほ場(栽培施設を含む)で生育最盛期に栽培地検査を行って本細菌に感

		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。 ○ 輸出国（生育期中）において、目視検査及び PCR 法等の適切な精密検定を行って本細菌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。
栽植用種子	イネ科：テオシント（ <i>Zea mexicana</i> （= <i>Z. mays</i> ssp. <i>mexicana</i> ））、トウモロコシ（ <i>Zea mays</i> ）の種子	以下のいずれかの管理措置を実施 ○ 輸出国において、ベクターの防除を実施しているほ場における採種用親植物の生育最盛期における栽培地検査を行って本細菌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。 ○ 輸出国（栽培国）において、採種用親植物又は種子を PCR 法等の適切な精密検定を行って本細菌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。 ○ 輸入国において、種子を PCR 法等の適切な精密検定を行って本細菌に感染していないことを確認する。 種子について検定する場合、国際種子検査協会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 460 粒について、最大 100 粒ずつ検定を実施する。（同一の荷口単位から無作為に抽出された、信頼度 99% のサンプルサイズとすることが適当であると考える。）

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。

また、輸出国において上記の管理措置を的確に講ずることが困難であり、本細菌の入り込みのリスクが十分に低減されないと判断できる場合は、輸入禁止措置を講ずる必要がある。

Pantoea stewartii subsp. *stewartii* 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	CMI, 1987; Cui et al., 2020	
ベトナム	発生	CMI, 1987	
マレーシア	発生	Abidin et al., 2020; CMI, 1987; Zulperi et al., 2017	
欧州			
イタリア	発生	CMI, 1987	
ウクライナ	発生	EPPO, 2018b;	Zhytomyr, Ivano-Frankivsk, Lviv, Poltava, Rivne, Ternopil, and Chernihiv の各市で発見。
ポーランド	発生	CMI, 1987	
ルーマニア	発生	CMI, 1987	
北米			
アメリカ合衆国	発生	CMI, 1987	
カナダ	発生	CMI, 1987	
中南米			
アルゼンチン	発生	CMI, 1987	
ガイアナ	発生	CMI, 1987	
コスタリカ	発生	CMI, 1987	
プエルトリコ	発生	CMI, 1987	
ペルー	発生	CMI, 1987	
ボリビア	発生	EPPO, 1997	
メキシコ	発生	CMI, 1987; Hernández-Morales et al., 2017	

Pantoea stewartii subsp. *stewartii* の宿主植物の根拠

学名	科名	属名	和名	英名	根拠	備考
<i>Saccharum</i> sp.	イネ科	サトウキビ属			Cui et al., 2020; EPPO, 2021	Cui et al. (2020) では「sugercane」の記載のみ。
<i>Zea mays</i>	イネ科	トウモロコシ属	トウモロコシ	corn	Bradbury, 1967; EPPO, 2018a	
<i>Zea mexicana</i> (= <i>Z. mays</i> ssp. <i>mexicana</i>)	イネ科	トウモロコシ属	テオシント	teosinte	Bradbury, 1967; EPPO, 2018a	
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	クワ科	パンノキ属	パラミツ	jackfruit	Abidin et al., 2020; Hernández-Morales et al., 2017; Zulperi et al., 2017	

***Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* 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	2018		2019		2020	
			件数	数量	件数	数量	件数	数量
Artocarpus heterophyllus(パラムツ(ジャックフルーツ))	台湾	×	2	10	2	7		
Saccharum officinarum(サトウキビ(地上部))	ウガンダ	×			1	1		
	オーストラリア	×	5	20	4	16		
	タイ	×	1	1				
	ベトナム	○	4	35	4	8,566	2	3,860
	台湾	×			1	4		
	中国	○	3	68			2	58
Saccharum officinarum(サトウキビ)	中国	○	2	6	3	11		
Saccharum(サトウキビ属(地上部))	カンボジア	×			1	30		

(2) 栽植用種子

単位 (数量): kg

植物名	生産国	発生国	2018		2019		2020	
			件数	数量	件数	数量	件数	数量
Artocarpus heterophyllus (パラムツ(ジャックフルーツ))	スリランカ				1	1		
	タイ		1	1	1	1		
	ドイツ				1	1		
	バングラデシュ				1	1		
	ブラジル		1	1				
	ベトナム	○			1	1		
	マレーシア	○	2	2	1	1		
	台湾		1	5	1	2		
	中国	○	1	1	1	1		
	米国	○					1	1
Euchlaena mexicana (テオシント(ブタモロシ))	インド		1	5,000	2	9,999	2	6,000
	米国	○	1	1				

Saccharum officinarum (サトウキビ)	ドイツ				1	1		
	フランス				1	1		
Zea mays (トウモロコシ)	イタリア	○	6	11,635	3	11,308	4	24,112
	インド		2	5				
	インドネシア				2	21	1	1
	ウクライナ	○					20	20
	オーストラリア		10	176,159			1	1
	オーストリア		47	22,428	267	345	73	10,425
	オランダ						1	1
	カナダ	○	1	1	1	1	4	4
	カンボジア		1	1	3	3		
	ギリシャ		17	75	4	4	11	14
	ケニア				1	4		
	コロンビア		1	1				
	スイス		1	1	3	7	1	1
	スウェーデン				1	1	3	3
	スペイン		27	56	14	14		
	セルビア				2	20		
	タイ		171	107,045	117	51,028	91	38,052
	タンザニア		1	1				
	チリ		1,570	37,483	3,403	209,879	2,635	222,752
	ドイツ		205	95,100	271	119,640	148	67,655
	トルコ		29	25,559	1	1	41	28,790
	ニュージーランド		82	330,861	132	619,258	22	113,114
	ネパール		1	1				
	ハワイ諸島		4	21	8	27	3	15
	ハンガリー		2	3,516	5	5	4	4
	パングラデシュ						1	1
	フィリピン		1,680	1,680	1	61	128	260
	プエルトリコ	○	17	33	10	66		
	ブラジル		3	53	6	10,847	3	18,160
	フランス		251	1,037,145	474	980,441	405	928,747
	ブルキナファソ				1	4		
	ベトナム	○	2	100	1	1	1	1
	ペルー	○	1	1				
	ミャンマー				1	2	10	10
	メキシコ	○	157	165	80	80	131	610

	ルーマニア	○	8	9,575	6	6	13	13
	ロシア		1	1				
	英国						2	2
	韓国		2	2	3	3		
	台湾		11	11	4	4	1	1
	中国	○	2	3	4	4	4	4
	日本		1	1	3	115		
	米国	○	387	194,387	432	332,418	688	288,188
Zea mays var. everta (ホップコーン)	スイス				1	1		
	ハンガリー		1	1				
	米国	○					1	2
Zea mays var. indentata (デントコーン)	イタリア	○					1	2,600
	オーストリア						8	8
	チェコ						17	115
	フランス		1	1,200			18	805
Zea mays var. indurata (フリントコーン)	英国		1	1				
Zea mays var. japonica (フリントウモロコシ)	オーストリア				1	1		
Zea mays var. rugosa (スウィートコーン)	インドネシア				1	1		
	オランダ						1	1
	スイス						1	10
	セルビア		2	2				
	タイ				1	1	12	14
	チリ		238	38,637	166	35,737	1,248	8,321
	ドイツ		10	52	34	52	2	2
	トルコ				1	457		
	ニュージージーランド		4	8				
	フランス		15	70			303	303
	メキシコ	○						
	韓国						2	3
	米国	○	350	64,820	184	64,005	520	90,234

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 2021 Chapter 2: Sampling）（ISTA, 2021）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、ISPM31「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, 2021）等の検定プロトコ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、細菌類については、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 0.0001（＝0.01%＝荷口 10,000 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約 46,000 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
細菌類	99%	0.0001	約 46,000 粒

<本細菌についての検定用抽出量の検討詳細>

本細菌については、諸外国（EPPO, 2016; Pataky and Ikin, 2003; MPI, 2021）で種子検定粒数を 400 粒/ロットとする情報があり、その妥当性について、以下のとおり検討を行った。

Pataky と Ikin（2003）による、本細菌の感染種子率が 1%以下の場合は、種子伝搬する可能性は極めて低い（0.0002%未満）とする報告をもとに、日本の上記考え方を当てはめると、以下のようになる。

①検定用種子粒数(n)を 400 粒/ロットとして検定を行う場合、種子伝搬が起こりうる限界不良植物率 (=ロットにおいて検出しようとする最低感染種子率) (p)=0.01 (=1%) を上記ポアソン分布の式に代入すると、Pataky と Ikin (2003) の二項分布式とほぼ同じ(β) 98.16%の確率で感染種子を検出できることになる。

②ただし、この確率は、検定用種子がランダムに抽出され、かつ、本検定がすべての感染種子を検出し、かつ、(検定用種子粒数(n)中の)すべての感染種子を検出すると仮定している。

しかし、日本の上記考え方では、種子検定のための抽出には、検出確率(β)は上記 98.16%でなく 99%を採用していることから、限界不良植物率(p)0.01 とした場合の種子検定用 2 次抽出量は、上記ポアソン分布の式により、400 粒/ロットでなく約 460 粒/ロットとするのが妥当であると考ええる。

また、Pataky と Ikin (2003) は Agdia 社製 ELISA キットによる ELISA 法(検出限界: 10^5 cells(cfu)/mL)を採用して検定粒数を算出しているが、当該濃度以下では種子伝搬しないのかどうかについては言及はない。一方、EPPO (2016) 及び Blakemore ら (1999) は、検出 (screening test) 又は検疫のためには、ELISA 法より検出感度が高い (検出限界: $10^1 \sim 7 \times 10^3$ cells(cfu)/mL 未満の) 検定方法である IF test、リアルタイム PCR 法又は nested-PCR 法を推奨している。

これらのことから、上記の検出感度が高い検定方法を使用するのであれば、日本の細菌一般の限界不良植物率 $p=0.0001$ より高い $p=0.01$ に基づく検定粒数約 460 粒/ロットであっても、本細菌の侵入リスクは十分低減可能と考える

なお、本細菌に係る 400 粒程度の検定種子粒数については、EPPO 及びニュージーランドが採用している (EPPO, 2016 ; MPI, 2021)。

よって、本細菌の検定のための数量は、(2) で示す小ロットの種子検定対象の抽出量以外は、その同一の荷口あたりの種子数に関わりなく一律に約 460 粒/ロットとする。

	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
本細菌	99%	0.01	約 460 粒

(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 (同一の荷口あ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あたりの種子の数量 (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
本細菌 (0.01)	約 4,600 粒未満

よって、本細菌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 4,600 粒未満の場合、10%抽出することとする。

引用文献

- Abidin, N., S. I. Ismail, G. Vadamalai, M. T. Yusof, M. Hakimian, D. S. Karam, N. W. Ismail-Suhaimy, R. Ibrahim and D. Zulperi (2020) Genetic diversity of *Pantoea stewartii* subspecies *stewartii* causing jackfruit-bronzing disease in Malaysia. PLoS ONE 15: e0234350. (online) available from <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0234350>>, (accessed 7 May 2021)
- Agdia (2018) ELISA Reagent Set for *Pantoea stewartii* (Pstew). (online) available from <<https://orders.agdia.com/agdia-set-pstew-alkphos-sra-52000>>, (accessed 22 Oct 2018)
- AQSIQ (2018) 国家质量监督检验检疫总局 中华人民共和国进境植物检疫禁止进境物名录. (online) available from <<http://dzs.customs.gov.cn/dzs/2746776/2753422/index.html>>, (accessed 08 Jul. 2021)
- Arayaskul, N., S. Poompouang, P. Lithanatudom, and S. K. Lithanatudom (2020) First Report of a Leaf Blight in Rice (*Oryza sativa*) Caused by *Pantoea ananatis* and *Pantoea stewartii* in Thailand. Plant Disease, 104: 562.
- Australian Government Department of Agriculture and Water Resources (2017) Final pest risk analysis for *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV). (Online), available from <<https://www.agriculture.gov.au/biosecurity/risk-analysis/plant/cucumber-green-mottle-mosaic-virus/final-report>>, (accessed 2018_12_04)
- Azizi, M. M. F., S. I. Ismail, E. M. Hata, D. Zulperi, M. Y. Ina-Salwany, and M. A. F. Abdullah (2019) First Report of *Pantoea stewartii* subsp. *indologenes* Causing Leaf Blight on Rice in Malaysia. Plant Disease, 103: 1407.
- Blakemore E. J. A, J. R. Law and J. C. Reeves (1999) PCR identification of *Erwinia stewartii* and its comparison with two other methods. Seed Science and Technology 27(1):385-396.
- Block, C. C., J. H. Hill, and D. C. McGee. (1998). Seed transmission of *Pantoea stewartii* in field and sweet corn. Plant Disease, 82: 775-780.
- Block, C. C., J. H. Hill, and D. C. McGee. (1999). Relationship between late-season severity of Stewart's bacterial wilt and seed infection in maize. Plant disease, 83: 527-530.
- Bradbury, J. F. (1967) Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 123. CAB International Wallingford, UK.
- CABI (2020) *Pantoea stewartii*. Crop Protection Compendium. (online) available from <<https://www.cabi.org/cpc/datasheet/21939>>, (Last modified 31 Jul. 2020)
- Clafflin, L. E. (1999) Stewart's Bacterial Wilt.:In Compendium of Corn Diseases, Edition 3. (White, D. G. ed) APS Press, St. Paul Minnesota, U. S. A. pp. 3-4.
- CMI (1987) Distribution Maps of Plant Diseases, No.41 Edition 4. CAB International. Wallingford, UK.
- Cui, D., M.T. Huang, C.Y. Hu, J.B. Su, L.H. Lin, T. Javed, Z.H. Deng, and S.J. Gao (2020). First Report of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* Causing Bacterial Leaf Wilt of Sugarcane in China. Plant Disease, 105: 1190
- DAC & FW (2021) S.O. 1491 (E), THE PLANT QUARANTINE ORDER (REGULATION OF IMPORT INTO INDIA), 2003. , Department of Agriculture, Cooperation & Farmers Welfare, Government of India. (Last modified; 7 April, 2021).
- DAE (2018) Plant Quarantine Rules, 2018, Department of Agricultural Extension, Government Of the People's Republic of Bangladesh. (online) available from <<http://www.dae.gov.bd/site/page/22a1b084-d186-4a5c-8648-cdc6600a29df/Plant-Quarantine>>, (accessed 08 Jul. 2021)
- EPHYRA (2018) *Pantoea stewartii* ssp. *stewartii*, DAS ELISA. (online) available from <<https://ephyrabiosciences.com/presta/fr/catalogue/404-catalogue.html>>, (accessed 22 Oct 2018)

- EPPO (1997) New data concerning quarantine pests. EPPO reporting service (1997/203) (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-3932>>, (accessed: 2019-11-26)
- EPPO (2016) Diagnostics. PM 7/60 *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. EPPO Bulletin 46: 226-236. (online) available from <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12303>>, (accessed 29 Oct. 2018)
- EPPO (2018a) Data Sheet on *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*. (online) available from <<https://gd.eppo.int/taxon/ERWIST/documents>>. (accessed 20 Nov. 2018)
- EPPO (2018b) First report of *Pantoea stewartii* in Ukraine. EPPO reporting service (2018/059) (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6253>>, (accessed: 2019-11-26)
- EPPO (2021) New data on quarantine pests and pests of the EPPO Alert List. EPPO reporting service (2021/001) (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6940>>, (accessed: 2021-04-30)
- EU (2019) COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2019/2072 of 28 November 2019.
- Euphresco (2010) Ring test on diagnostic methods for *Erwinia stewartii* ssp. *stewartii* (*Pantoea stewartii* ssp. *stewartii*). (online) available from <<https://zenodo.org/record/1326319#.W2hg0Sgzbc>>, (accessed 15 Nov. 2018)
- FAO (2016) ISPM 31 Methodologies for sampling of consignments. (online) available from <<https://www.ippc.int/en/publications/588/>>, (Last modified; 14 Jan. 2016)
- Gapasin, R., R. Garcia, C. Advincula, C. de la Cruz and L. Borines (2015). Fruit Bronzing, a New Disease Affecting Jackfruit Caused by *Pantoea stewartii* (Smith) Mergaert et al. *Annals of Tropical Research* 36: 17-31
- Gehring, I., A. Wensing, M. Gernold, W. Wiedemann, D. Coplin and K. Geider (2014) Molecular differentiation of *Pantoea stewartii* subsp. *indologenes* from subspecies *stewartii* and identification of new isolates from maize seeds. *Journal of Applied Microbiology*. 116: 1553-1562.
- Guo, Y. F., Z. Q. Liang and H. Huang (1991) Elimination of bacterial wilt from imported corn seeds with agricultural antibiotics. *Chinese Journal of Biological Control*, 7(1):30-33. (online) available from <http://caod.oriprobe.com/articles/36206561/kang_jun_ji_wen_jin_yin_zhong_cai_liao_yu_mi_ku_wei_jun_xiao_du_ji_shu.htm>. (abstract in Chinese) (accessed 20 Nov. 2018)
- Hernández-Morales, A., J. M. Pe´rez-Casillas, R. E. Soria-Guerra, J. B. Vela´zquezFerna´ndez and J. L. Arvizu-Go´mez (2017). First report of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* causing jackfruit bronzing disease in Mexico. *Journal of plant pathology* 99: 807
- IPPC (2009) LOI N°86-017 portant ratification de l'ordonnance n°86-013 du 17 Septembre 1986 relative à la législation phytosanitaire à Madagascar., (online) available from <<https://www.ippc.int/en/countries/madagascar/reportingobligation/4>>, (Last Updated; 30 Jun 2009).
- IPPC (2016) Annex-4, SPECIAL REQUIREMENTS FOR IMPORTATION OF PLANTS AND PLANT PRODUCTS, REGULATION ON PLANT QUARANTINE. , Turkey. (online) available from <<https://www.ippc.int/en/countries/turkey/reportingobligation/4>>, (Last Updated; 4 Mar. 2016).
- IPPC (2017) Livret phytosanitaire du Sénégal, (online) available from <<https://www.ippc.int/en/countries/senegal/reportingobligation/2017/03/livret-phytosanitaire-du-senegal/>>, (Last Updated; 12 Mar 2017)
- IPPC (2018) Rulebook on phytosanitary measures with list regulated harmful organisms in Montenegro (online) available from <<https://www.ippc.int/en/countries/montenegro/reportingobligation/4>>, (Last Updated; 02 Oct 2018)

- IPPC (2020) Mozambique Phytosanitary import conditions (Appendix to Mozambique Phytosanitary regulation) , (online) available from <<https://www.ippc.int/en/countries/mozambique/reportingobligation/4>>, (Last Updated; 09 Jun 2020).
- ISTA (2021) ISTA Rules 2021 Chapter 2: Sampling. (Online), available from <https://www.seedtest.org/upload/cms/user/s4_ISTA_Rules_2021_02_sampling.pdf>, (Last accessed: 2021-01-06).
- ISF (2021) ISHI-Veg Protocols. (online), available from <<http://www.worldseed.org/our-work/phytosanitary-matters/seed-health/ishi-veg-protocols/>>, (Last accessed 2021-03-03).
- Khan, A., S. M. Ries, and J. K. Pataky. (1996). Transmission of *Erwinia stewartii* through seed of resistant and susceptible field and sweet corn. Plant disease, 80: 398-403.
- Kini, K., R. Agnimonhan, O. Afolabi, B. Soglonou, D. Silué, and R. Koebnik (2017a) First Report of a New Bacterial Leaf Blight of Rice Caused by *Pantoea ananatis* and *Pantoea stewartii* in Togo. Plant Disease, 101: 241.
- Kini, K., R. Agnimonhan, O. Afolabi, B. Milan, B. Soglonou, V. Gbogbo, R. Koebnik, and D. Silué (2017b) First Report of a New Bacterial Leaf Blight of Rice Caused by *Pantoea ananatis* and *Pantoea stewartii* in Benin. Plant Disease, 101: 242.
- Lamka, G. L., J. H. Hill, D.C. McGee and E.J. Braun (1991) Development of an immunosorbent assay for seed-borne *Erwinia stewartii*. Phytopathology 81:839-846.
- Loewe (2018a) Catalog 2018. (online) available from <https://www.loewe-info.com/tl_files/loewebiochemica-shop/pdf/Catalog%202018%20onlinered.pdf>, (accessed 14 Nov. 2018)
- Loewe (2018b) Immuno Fluorescence. (online) available from <<https://www.loewe-info.com/categories/immuno-fluorescence/antisera-and-controls.html>>, (accessed 14 Nov. 2018)
- Loewe (2018c) *Pantoea stewartii* ssp. *stewartii*, DAS ELISA. (online) available from <<https://www.loewe-info.com/categories/elisa-sets-kits-and-controls/plant-bacteria/.html>>, (accessed 14 Nov. 2018)
- MAEP (2017) Rulebook on Lists of harmful organisms and the Lists of plants, plant products and regulated objects (Official Gazette RS, No. 7/2010, 22/2012 and 57/2015). Ministry of Agriculture and Environmental Protection, Serbia. (online) available from <<https://www.ippc.int/en/countries/serbia/reportingobligation/4>>, (Last Updated; 03 Jul 2017)
- Mergaert J, L. Verdonck and K. Kersters (1993). Transfer of *Erwinia ananas* (synonym, *Erwinia uredovora*) and *Erwinia stewartii* to the genus *Pantoea* emend. as *Pantoea ananas* (Serrano 1928) comb. nov. and *Pantoea stewartii* (Smith 1898) comb. nov., respectively, and description of *Pantoea stewartii* subsp. *indologenes* subsp. nov. International Journal of Systematic Bacteriology 43:162-173.
- MPI (2021) Seeds for Sowing, Import Health Standard 155.02.05. 21 June 2021 (online), available from <<https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/1151/direct>>, (accessed 15 Jul. 2021).
- 農林省 (1950a) 植物防疫法施行規則 (昭和25年農林省令第73号) .
- 農林省 (1950b) 輸入植物検疫規程 (昭和25年農林省告示第206号) .
- 農林省 (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) .
- Pataky, J. K. and R. Ikin (2003) Pest Risk Analysis. The Risk of Introducing *Erwinia stewartii* in Maize Seed. International Seed Federation (ISF), (online) available from <http://www.worldseed.org/wp-content/uploads/2015/10/Erwinia_stewartii.pdf>, (accessed 21 Aug 2018).
- Pataky, J. K. and D. M. Eastburn (1993) Using hybrid disease nurseries and yield loss studies to evaluate levels of resistance in sweet corn. Plant Disease, 77: 760-765.

- Pepper, E. H. (1967) Stewart's Bacterial Wilt of Corn. APS Press, Worcester, Mass.
- SPPS (2021) Import of goods from non-EU countries that are subject to phytosanitary regulations. Document and version: MB 1 21. 03 (22. 02. 2021) .
- Stevens, F. L. and J. G. Hall (1926) Diseases of Economic Plants. The MacMillan Co. Toront, Canada: 291-293.
- Stumpf, S, B. Kvitko, R. Gitaitis and B. Dutta (2018) Isolation and Characterization of Novel *Pantoea stewartii* subsp. *indologenes* Strains Exhibiting Center Rot in Onion. Plant Disease, 102: 727-733.
- 上松寛・大藤泰雄 (2016) トウモロコシ葉からのトウモロコシ萎凋細菌病菌の検出診断マニュアル. (国研)農研機構 中央農業総合研究センター成果マニュアル.
- Vinodhini, J., R. Kannan, R. Uma Sankareswari, R. Akila and M. Arumugam Pillai (2017). Characterization of New Bacterial Leaf Blight of Rice Caused by *Pantoea stewartii* subsp. *indologenes* in Southern Districts of Tamil Nadu. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology 2: 3279-3284.
- 山村光司 (2011) 農学と統計学. 計量生物学Vol. 32, Special Issue, S 19–S 34. (online), available from
<https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjb/32/Special_Issue/32_Special_Issue_S19/_pdf/-char/ja>, (accessed 20 Nov. 2018)
- Zulperi, D., N. Manaf, S. I. Ismail, D. S. Karam and M. T. Yusof (2017). First report of *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* causing fruit bronzing of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*), a new emerging disease in Peninsular Malaysia. Plant Disease, 101: 831.