

Globodera pallida（ジャガイモシロシストセンチュウ）
に関する病害虫リスクアナリシス報告書

令和3年12月22日

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	作成
令和	3 年	12 月 22 日	発生国の追加（モロッコ）

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（有害動物（線虫））	1
1. 学名及び分類.....	1
2. 地理的分布	1
3. 寄主植物及びその日本国内での分布.....	2
4. 寄生部位及びその症状	2
5. 移動分散方法.....	2
6. 有害動物の大きさ及び生態.....	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	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.....	9
第1 開始（ステージ1）	9
1. 開始.....	9
2. 対象となる有害動植物.....	9
3. 対象となる経路.....	9
4. 対象となる地域.....	9
5. 開始の結論.....	9
第2 病害虫リスク評価（ステージ2）	10
1. 有害動植物の類別	10
2. 農業生産等への影響の評価.....	10
3. 入り込みの可能性の評価.....	12
4. <i>Globodera pallida</i> の病害虫リスク評価の結論.....	14
第3 病害虫リスク管理（ステージ3）	15
1. <i>Globodera pallida</i> のリスク管理措置の選択肢の検討	15
2. 経路ごとの <i>Globodera pallida</i> に対するリスク管理措置の選択肢の検討.....	18
3. <i>Globodera pallida</i> のリスク管理措置の結論	20
別紙1 <i>Globodera pallida</i> の発生国等の根拠.....	22
別紙2 <i>Globodera pallida</i> の寄主植物の根拠.....	24
別紙3 <i>Globodera pallida</i> の寄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）	26
引用文献.....	29

はじめに

Globodera pallida（ジャガイモシロシストセンチュウ）は、バレイショなどナス科植物の根、時に塊茎など地下部に寄生し、養分を摂取することで、植物体に、萎ちょう、葉の黄化・退色などの症状が現れ、著しい場合は枯死させるなど甚大な被害を生じる線虫である。本種は、欧州・地中海植物検疫機構（EPPO）において A2 リストに掲載され（CABI, 2018）、アメリカ合衆国では、2006 年にアイダホ州で本種の発生が確認され、根絶及びまん延防止のための国内移動規制等の措置が行われているなど、世界でもまん延が強く警戒されている線虫である。

日本においては、植物防疫法施行規則（農林省, 1950b）別表 1 に規定されている検疫有害動物で、同施行規則別表 2 に規定されている国又は地域からの該当する寄主植物の地下部の輸入は禁止されている。しかし、2015 年に、北海道網走市で本種が国内で初めて確認されたのを受け、現在、根絶及び他地域へのまん延を防止するため、植物防疫法（農林省, 1950a）に基づき「ジャガイモシロシストセンチュウの緊急防除に関する省令」（農林水産省, 2016）等が公布され、2016 年 10 月 23 日から緊急防除が実施されている。

今般、本種の新たな発生国に関する情報を入手したことから、本種に対するリスク評価を実施し、現行の検疫措置の有効性について評価するために、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（有害動物（線虫））

1. 学名及び分類

（1）学名

Globodera pallida Stone 1973

（2）英名、和名等

英名：white potato cyst nematode, pale potato cyst nematode（CABI, 2018）, pale cyst nematode（Hafez et al., 2007）

和名：ジャガイモシロシストセンチュウ

（3）分類（CABI, 2018）

種類：線虫

目：Tylenchida

科：Heteroderidae

属：*Globodera*

（4）シノニム（CABI, 2018）

Heterodera pallida Stone, 1973

2. 地理的分布

（1）国又は地域（詳細は別紙 1 参照。下線部は令和 3 年 12 月 22 日改訂時に追加。）

アジア：インド、日本（北海道網走市、斜里郡清里町及び同郡斜里町の一部のほ場：緊急防除中）、パキスタン

中東：トルコ

欧州：アイスランド、アイルランド、アゼルバイジャン、アルメニア、イタリア、ウクライナ、ウズベキスタン、英国、エストニア、オーストリア、オランダ、カザフスタン、キプロス、ギリシャ、キルギス、ジョージア、スイス、スウェーデン、スペイン、スロベニア、タジキスタン、チェコ、デンマーク、ドイツ、トルクメニスタン、ノルウェー、

ハンガリー、フィンランド、フランス、ブルガリア、ベラルーシ、ベルギー、ボスニア・ヘルツェゴビナ、ポーランド、ポルトガル、マルタ、モルドバ、ラトビア、リトアニア、ロシア

アフリカ：アルジェリア、カナリア諸島、ケニア、モロッコ

北米：アメリカ合衆国、カナダ

中南米：エクアドル、コスタリカ、コロンビア、チリ、パナマ、フォークランド諸島、ベネズエラ、ペルー、ボリビア

大洋州：ニュージーランド

(2) 生物地理区

本種は旧北区、新北區、東洋区、南極区及び新熱帯区の5区に分布する。

3. 寄主植物及びその日本国内での分布

(1) 寄主植物（詳細は別紙2参照）

ナス科 (Solanaceae)

(2) 日本国内における寄主植物の分布・栽培状況

バレイショ、ナス、トマトなどの寄主植物が47都道府県で栽培されている。

4. 寄生部位及びその症状

本種は、寄主植物体地下部の主に根に寄生し、バレイショでは発生が著しいと塊茎にも寄生することがある (Fera, 2010; Vovlas, 1996)。寄生様式は、雌成虫体前部を植物体に挿入して寄生する定着性の半内部寄生である。

本種の生活史は、次のとおり。寄主植物を植え付け発根すると、根から分泌されるふ化促進物質によりシスト（包囊）内の卵内幼虫がふ化し、土壤中に遊出する。第2期幼虫は、土壤中を移動して根先端付近から侵入し、皮層に進み、中心柱の内鞘などの付近に定着する。幼虫の頭部付近の細胞は巨大化して多核質細胞を形成し、この細胞は植物体の栄養分を線虫へ送る特殊な働きをする。根に定着した幼虫は、養分を得ながら発育し、3回の脱皮を経て雌雄の成虫となる。雌成虫は発育肥大に伴い、周囲の皮層組織などを壊し、頸部を根内に挿入したまま、虫体の大部分を根から露出した状態となる。雄成虫は糸状となり根から脱出し、雌成虫に誘引されて交尾を行う。交尾後の雌成虫は、体内に多数の卵を形成し保持する。卵は胚発生後1回目の脱皮を経て卵殻内で第2期幼虫となる。雌成虫は死ぬと、体表皮は硬化して褐色のシストとなり、内部に多数の卵（卵内幼虫）を内蔵する (Brodie, 1984; CABl, 2018; Turner and Evans, 1998)。

線虫密度が低い場合には特に目立った被害症状は通常見られないが、土壤中の線虫密度が高くなると、栽培中の根組織内に線虫寄生が増大し、根系の生育が不良となる。地上部では、開花期前に葉に萎ちょう症状が見られはじめ、開花期以降全身的な萎れや下葉の黄化・退色が見られ、下葉から枯死と落葉が起こり、中葉まで進む。上葉だけが残っている株の状態は毛ばたき症状と呼ばれる (相場・稲垣, 1992)。

バレイショでは、根及び茎葉の生育不良などにより十分な光合成が行えなくなり、栄養素が生産できずに塊茎収量が減少する (Brodie, 1984; CABl, 2018; Turner and Evans, 1998)。

5. 移動分散方法

本種のシスト内の卵内幼虫は、乾燥や温度などの自然環境の変化や薬剤の影響を受けにくく、ふ化せずに卵の中で長期間の生存が可能である。移動分散の主体は、シスト及びシストが混入し

た土壌などである。

(1) 自然分散

土壌中における線虫自身の移動は、第2期幼虫で最大でも約1mである。また、汚染土壌では表面が乾燥していると風により土壌とともにシストが飛ばされたり、雨水・洪水の流れによってシストが移動分散する。汚染土壌が家畜類や野生の鳥獣類の足に付着して、移動する場合もある（奈良部・稲垣, 1992; Turner and Evans, 1998; EFSA, 2012; CABI, 2018）。

(2) 人為分散

線虫に寄生されたバレイショ塊茎、寄主植物地下部（苗等を含む）、汚染土壌、汚染土壌が付着した植物・農業機械（トラクター等）・農機具・収穫用コンテナ・人の靴・車両等の移動であり、汚染有機肥料等の移動も考えられる（奈良部・稲垣, 1992; Turner and Evans, 1998; EFSA, 2012）。

6. 有害動物の大きさ及び生態

(1) 有害動物の大きさ（CABI, 2018; Stone, 1973; Subbotin et al., 2010）

シスト：体形はほぼ球形。体長（頸部除く。）は $579 \pm 70 \mu\text{m}$ 、体幅は $534 \pm 66 \mu\text{m}$ 、陰門窓の直径 $24.5 \pm 5.0 \mu\text{m}$ 、肛門から陰門窓までの長さ $49.9 \pm 13.4 \mu\text{m}$ 、グラネック値 2.1 ± 0.9 。

雌成虫：体形は球形。体長・体幅はシストとほぼ同じ。

雄成虫：体形は糸状。体長 $1,198 \pm 104 \mu\text{m}$ 、排泄口の体幅 $28.4 \pm 1.3 \mu\text{m}$ 、口針長 $27.5 \pm 1.0 \mu\text{m}$ 、尾長 $5.2 \pm 1.4 \mu\text{m}$ 、交接刺長 $36.3 \pm 4.1 \mu\text{m}$ 。

第2期幼虫：体形は糸状。体長 $486 \pm 23 \mu\text{m}$ 、排泄口の体幅 $19.3 \pm 0.6 \mu\text{m}$ 、口針長は $23.8 \pm 1.0 \mu\text{m}$ 、尾長は $51.1 \pm 2.8 \mu\text{m}$ 、尾端透明部長は $26.6 \pm 4.1 \mu\text{m}$ 。

(2) 繁殖様式（CABI, 2018; Turner and Evans, 1998）

本種は、両性生殖で、雌成虫は200～500個程の卵を産む。

(3) 年間世代数

本種は、バレイショでは、通常1作の間に1世代が経過する（Subbotin et al., 2010; Whitehead, 1998）。ジャガイモシストセンチュウ（*Globodera rostochiensis*）の場合、北海道のバレイショ栽培では、年1作のため、年1世代とされるが、長崎県では、春作及び秋作の年2回栽培する作型（2期作）があり、その場合は、年2世代とされる（寺本ら, 1998）。

(4) 植物残渣中での生存

Globodera 属線虫は、シストの状態では土壌中に15年以上の生存が知られていることから（EFSA, 2012; Whitehead, 1998; Wright and Perry, 2006）、シスト（シスト内の卵及び卵内幼虫として）が植物残渣中に混入した場合、長期間生存可能と考えられる。

(5) 休眠性

シスト内の卵内幼虫は、硬化したシストと卵殻に包まれて、寄主植物がない場合などでは休眠状態になり、土壌中で15年以上の長期間の生存が可能である（EFSA, 2012; Whitehead, 1998; Wright and Perry, 2006）。寄主植物が植えられ、根から分泌されるふ化促進物質の刺激などにより、休眠が停止し第2期幼虫がふ化する。

シスト内の卵内幼虫の年間平均減少率は、本種では20%、ジャガイモシストセンチュウでは

30%と見積られている (Lane and Trudgill, 1999)。

(6) 病原型 (パソタイプ) (Fleming and Powers, 1998)

本種の病原型は、抵抗性バレイショ品種に対する寄生性の違いによって判別されている。その病原型は、欧州に分布する3タイプ (Pa1~Pa3) と南米に分布する7タイプ (P₁A, P₁B, P₂A, P₃A, P₄A, P₅A 及び P₆A) に分けられる。欧州の3タイプは南米と共通のタイプ (Pa1=P₁A, Pa2=P₄A 及び Pa3=P₅A) と考えられているため、本種の病原型は7タイプに分けられる。

7. 媒介性又は被媒介性

情報は無い。

8. 被害の程度

本種によるバレイショの被害は、植付け時の線虫密度 (乾土 1g 当たりの卵数) が増加するとともに収量が減少する (Elston et al., 1991; Phillips and Trudgill, 1998)。本種に対するバレイショの被害耐性限界密度は、イタリアの調査では乾土 1g 当たり 1.7 卵 (Greco et al., 1982)、英国では化学的防除なしに生産できる密度を乾土 1g 当たり 5 卵未満 (Lane and Trudgill, 1999) とし、また、ほ場の土性やバレイショ栽培品種などによっても異なるとしている (Trudgill et al., 1998)。英国の調査では、バレイショの減収は、植付け時の線虫密度が乾土 1g 当たり 20 卵増す毎に 1ha 当たり平均 2.75 トンで、最大 22 トンの減収となっている (Brown and Sykes, 1983)。また、本種の線虫密度が土壌 1g 当たり 10 卵及び 100 卵の土壌に感受性バレイショ品種を植え付けた場合、バレイショ収量の 15% 及び 60% が減少した (Lane and Trudgill, 1999)。

英国及びイタリアにおけるバレイショ栽培の小区画ほ場調査では、両国とも土壌 1g 当たり 128 卵以上の高密度でバレイショの 90% 以上が減収したとの報告がある (Greco et al., 1982; Elston et al., 1991)。

英国では、本種による被害額は年間 4,300 万ポンドと見積られている (Haydock and Evans, 1998)。

スペイン南部では、2,400ha の 96 ほ場での土壌調査により 48% で本種が検出され、そのうち 80% でバレイショの減収が見られた (CABI, 2018)。

欧州では、本種とジャガイモシストセンチュウの合計損失額が年間 3 億ユーロと推定されている (Atkins et al., 2002)。

アメリカ合衆国では、2006 年にアイダホ州で本種が発生したことを受け、その後 5~7 年の間に根絶及びまん延防止のため、1,100 万ドルの融資が行われた (CABI, 2018)。

9. 防除

(1) アメリカ合衆国 (USDA, 2016a; USDA, 2016b; ISDA, 2006)

本種の発生が確認されたほ場 (以下「汚染ほ場」という。) と汚染ほ場に関連するほ場について栽培及び移動の制限を課し、汚染ほ場では化学的防除法等による根絶防除が行われている。

(2) カナダ (CFIA, 2017; CFIA, 2018)

本種はニューファンランド島で発生しており、寄主植物、土壌等の移動制限が実施されている。

(3) オランダ等（浅野ら, 2017）

オランダでは、本種とジャガイモシストセンチュウの防除対策として、土壌検診、病害虫に汚染されていない正規の種バレイショの使用、適切な輪作体系の維持、化学的防除法等による根絶に向けた取組み等が進められ、スコットランド及びフランスにおいても同様の取組みが行われている。

(4) 防除方法

ア 化学的防除法

本種に対する防除効果が報告されている薬剤は、以下のとおり。

(ア) くん蒸剤

a D-D 剤（ジャガイモシストセンチュウに効果があるとの報告）（Grove and Haydock, 2000; Haydock et al., 2006; Lane and Trudgill, 1999; Minnis et al., 2004; USDA, 2007; 山田・高倉, 1985; 山田, 1987; Whitehead and Turner, 1998）

b 臭化メチル剤（USDA, 2015）

(イ) 非くん蒸剤

オキサミル剤（Ambrose et al., 2000; Lane and Trudgill, 1999; Minnis et al., 2004; 山田・高倉, 1985; 山田, 1987）

(ウ) ふ化促進物質（製剤化）（ジャガイモシストセンチュウに効果があるとの報告）

日本において世界で初めて人工合成に成功した「ソラノエクレピン A」（北海道大学, 2011）は強力なふ化促進活性を示す結果が得られている。また、トマトの水耕栽培時の廃液や廃材に含まれるふ化促進物質の製剤化と当該物質によるほ場での実証試験が行われ、実用化に向けた成果が得られている（農林水産省, 2015）。

イ 耕種的防除法

(ア) 輪作（EFSA, 2012; Lane and Trudgill, 1999; Whitehead and Turner, 1998）

(イ) 抵抗性品種（EFSA, 2012; Lane and Trudgill, 1999; Watts, 2013）

(ウ) 対抗植物

ナス科植物の中には、抵抗性品種と同様の機構で線虫密度を低下させる対抗植物（捕獲植物）が知られており、ふ化促進物質を根から分泌し、休眠中のシスト内卵内幼虫をふ化させるが、植物自体は寄主でないため、ふ化した幼虫が根に寄生しても養分を摂取できず死滅する。

日本で実用化されている種類は、*Solanum peruvianum*（トマト野生種の一つ）と *S. sisymbriifolium*（ハリナスビ）等である（山田ら, 2007; 伊藤・奈良部, 2012; 農林水産省, 2015）。ハリナスビは海外でも効果が報告されている（Scholte, 2000; Scholte and Vos, 2000; Suffert, 2014; EFSA, 2012）。

(エ) バイオフミゲーション

アブラナ科植物の一部（カラシナ、ハツカダイコン等）には、緑肥として土壌にすき込むことにより殺線虫効果を発揮するものがある。植物内に含まれる化学物質のカラシ油配糖体が分解され、殺線虫効果を持つイソチオシアネート等が放出されることで作用する（Ngala, 2015）。カラシナ、ハツカダイコンなどの小区画ほ場試験では、本種とジャガイモシストセンチュウの線虫密度をおおよそ 42%低下させたとの報告もある（Watts et al., 2014）。

(オ) 捕獲作物としてのバレイショ栽培の利用

ほ場に感受性バレイショを植え付けることで土壌中の本種の幼虫のふ化を促進させ、根

に寄生した幼虫が雌成虫となる前にバレイショを抜き取ることによって線虫密度を低減させる方法であり、効果が認められている。なお、適切に管理できれば抵抗性品種や対抗植物を栽培した場合と同等の効果を見込めるが、掘り上げのタイミングを誤ると逆に線虫密度を増加させることに繋がることから、管理が非常に難しいとされている（EFSA, 2012; Lane and Trudgill, 1999）。

ウ 物理的防除法

（ア）湛水及び土壌還元

ほ場を水田化し、湛水状態を水温 15℃以上で 16 週間行うことで、99.9%の殺線虫効果が報告されており（Runia et al., 2014）、バレイショ塊茎付着土壌の湛水処理により 99.4%の殺線虫効果が報告されている（Van Overbeek et al., 2014）。

（イ）熱水・蒸気処理

ジャガイモシストセンチュウでは 45℃で 1 日間、40℃で 10 日間の加温による湿熱処理で死滅する（清水ら, 1997）。また、3 分間の 50℃又は 60℃の蒸気処理によって、本種とジャガイモシストセンチュウは 100%死滅した報告がある（van Loenen et al., 2003）。

エ 生物的防除法

Pasteuria penetrans、*Monographella cucumerina*、*Paecilomyces lilacinus* 等の細菌や糸状菌で線虫密度を下げる効果が報告されており、*P. penetrans*、*M. cucumerina* は市販されている（CABI, 2018）。有害線虫類に効果があるとして販売されている *Myrothecium verrucaria* という微生物を原料とする殺線虫剤については、本種及びジャガイモシストセンチュウに対し有効性が示唆される報告がある（Twomey et al., 2000）。

オ 総合的防除

本種及びジャガイモシストセンチュウは、単独の措置では防除が困難なことから、ほ場内の線虫密度を要防除水準以下に抑えながらバレイショの安定生産を図ることを目的に、輪作を基軸とし、抵抗性品種、殺線虫剤（くん蒸剤、非くん蒸剤）、対抗植物等を組み入れた長期間の線虫管理に基づいた総合的防除が実施されている（Whitehead and Turner, 1998; Lane and Trudgill, 1999; Trudgill et al., 2003）。

10. 診断、検出及び同定

（1）診断・検出

本種は、土壌中の線虫密度が高くなると根に多くの幼虫が侵入し養分・水分を摂食するため、バレイショでは開花期前後から地上部の萎れ、葉の黄化・退色、さらに「毛ばたき」などの症状が見られる。被害株は最初ほ場の一部に坪枯れ状に見られ、耕作機械の進行方向などに沿って広がっていく。それらを念頭に、株（植物体）を抜き取る。

植付け後 2 箇月程で 0.4~0.7mm 程の粒状の白色をした雌成虫が、根の表面に現れる（ジャガイモシストセンチュウの成熟雌成虫の体色は、黄色から黄金色）。雌成虫が死亡して褐色となったシストも根表面に観察されるが、シストは根から脱落しやすくなる（Brodie, 1984; Ebrahimi et al., 2014; Turner and Evans, 1998）。

本種は根に寄生し、バレイショでは線虫密度が高くなると塊茎にも寄生する。そのため、本種が根及び塊茎に寄生しているか否かを、肉眼又はルーペ等で観察する。その後、実験室等において実体顕微鏡下で確認する。

また、ほ場等から土壌を採集して、フェンウィック法等を用いてシストを分離する（相場、

2014; 岩堀・上杉, 2013)。本種の寄生している根や根辺土壤等をベルマン法により分離すると、第2期幼虫や雄成虫が分離される(岩堀・上杉, 2013; 佐野, 2014)。

近年では、新しい検出技術として、カップ検診法(小型の蓋付き透明プラスチックカップに検診土壌と種バレイショを入れ、暗黒で約50日保存すると、シストセンチウを含む土壌ではカップ底面及び側面から目視でシストが確認でき、シストの寄生程度から線虫密度が推定できる方法。)が行われており、労力を掛けずに、比較的短期間に、土壌中からの検出と密度推定が可能である(奈良部, 2014)。

(2) 同定

本種の同定は、シスト及び第2期幼虫の形態的特徴や形態計測による方法(プレパラート標本を作製して生物顕微鏡で観察)及び分子生物学的方法(リボゾームDNAのITS領域のPCR-RFLP法(制限酵素断片長多型))などにより行われる(Skantar et al., 2007; Subbotin et al., 2010; 植原ら, 2006)。

1 1. 日本における輸入検疫措置

(1) 輸入検疫措置

本種は、植物防疫法施行規則(農林省, 1950b)別表1に規定されている検疫有害動物であり、同施行規則別表2に規定されている国又は地域からの該当する寄主植物の地下部の輸入は認められていない(輸入禁止)。しかし、本種の発生国であるアメリカ合衆国からは、二国間合意に基づき、ポテトチップ加工用バレイショ生塊茎に限り、本種等が発生していない等の一定の要件を備えた特定の州からの輸入を認めている。

(2) 国内での本種の発生、被害状況等

2015年に、北海道網走市で本種が国内で初めて確認されたのを受け、現在、根絶及び他地域へのまん延を防止するため、植物防疫法(農林省, 1950a)に基づき「ジャガイモシロシストセンチウの緊急防除に関する省令」(農林水産省, 2016)等が公布され、2016年10月23日から緊急防除が実施されている。

また、栽植用バレイショ(譲渡・移出用)については、植物防疫法(農林省, 1950a)、種馬鈴しょ検疫規程(農林省, 1951)等の関係法令により、本種の発生ほ場における栽培が制限されている。

1 2. 諸外国における輸入検疫措置

(1) EU

栽植用バレイショ及び非密閉空間で育成されたその他の根付きの栽植用植物に対して本種が発生していない生産地で生産されたものであることを要求している(EU, 2019)。

(2) アメリカ合衆国

カナダ産種バレイショに対し、ガイドラインに従って調査した本種の未検出のほ場又は発生していない地域で栽培されていることを要求している。

本種の発生しているその他の国原産の、バレイショ以外の栽植用植物に対しては、検査証明書発給前の12箇月以内に実施した公的な土壌検診により確認された本種の無発生の土壌、培養資材で生産されたものであること、又は本種が発生していない地域で土壌に接触しない環境で生産されたものであることを要求している(APHIS, 2020)。

(3) エジプト

バレイショについて、国際基準に沿って設定された *Globodera* spp.の無発生が生産地で生産されたものであることを要求している (IPPC, 2021)。

(4) カナダ

本種の発生国由来の栽植用植物に対して、公式の土壌調査等に基づいて本種の無発生が知られている土壌で栽培されたものであること、又は土壌を含まない殺菌済みの培養資材を用いて、本種の侵入を防ぐ条件の下で栽培されたものであることを要求している (Government of Canada, 2015)。

Newfoundland and Labrador 州で生産された植物について、州外への移動のためには本種を対象とした移動証明書が必要である (Government of Canada, 2017)。

(5) 大韓民国

輸入許容地域を除く世界の全地域のナス科植物及びサツマイモ属植物の茎葉、栽植用地下部は、本種を含む病害虫を対象に輸入が禁止されている (APQA, 2021)。

(6) 中華人民共和国

栽植用バレイショ塊茎は、本種を対象に輸入が禁止されている (GACC, 2018)。

(7) ユーラシア経済連合 (EAEU)

本種に関して要求している主な検疫措置は以下のとおり (EAEU, 2021)。

ア 本種等の無発生生産地で生産されたものであることを要求

採種用バレイショ (芽及びマイクロチューバーを除く。)

イ 本種等の無発生の地域、生産地又は生産用地で生産されたものであることを要求

栽植用植物 (仁果類、核果類、殻果類、漿果類、花き及び野菜)、観賞用植物 (球根、球茎、地下茎及び苗木)、各種鉢植え植物並びに消費用バレイショ塊茎

ウ 本種等の無発生の生産地又は生産用地で生産されたものであることを要求

栽植用植物 (針葉樹、広葉樹及び熱帯植物) 並びに消費用根菜類 (バレイショを除く。)

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

Globodera pallida 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、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

Globodera pallida 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. 寄主植物及びその日本国内での分布」に示す「寄主植物」であって、「4. 寄生部位及びその症状」に示す「寄生部位」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

本種を開始点とし、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内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

Globodera pallida は、国内の一部地域で発生しており、公的防除が行われている。

（2）定着及びまん延の可能性の評価

本種の寄主植物であるバレイショ、トマト及びナスは 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と判断する。

（3）経済的影響を及ぼす可能性

バレイショでは、商品部位である塊茎に本種が寄生することによって、欧州等の地域で経済的被害が報告されている。

このため、本種は、現在、国内の一部地域で発生しているが、もし、本種が国内の未発生地域に入り込み、定着及びまん延した場合、経済的影響を及ぼす可能性がある。

（4）評価にあたっての不確実性

特になし。

（5）有害動植物の類別の結論

本種は、国内の一部地域で発生しているが、寄主植物であるバレイショ、トマト及びナスは国内で広く栽培されていることから、本種が国内の未発生地域に入り込み、定着及びまん延する可能性がある。また、バレイショでは、商品部位である塊茎に本種が寄生することによって、欧州等の地域で経済的被害の報告があることから、国内において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、本種は、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、本種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

本種はナス科植物の根、塊茎等の地下部に寄生する。ナス科植物は我が国で広く栽培されている。なお、日本では、本種は、現在、北海道網走市、斜里郡清里町及び同郡斜里町の一部において発生が確認されていることから、国内で生活環の維持が可能である。

（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

本種は有害動物のため、評価しない。

（ウ）潜在的検疫有害動植物の繁殖戦略。

本種は、有性生殖を行う。よって評価基準より2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) 寄主又は寄主植物の利用可能性及び環境の好適性

本種の寄主植物であるバレイショ、トマト及びナスは 47 都道府県で栽培されている。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寄主又は宿主範囲の広さ

本種が寄主とする植物の科は、ナス科が知られている。

(ウ) 有害動植物の侵入歴

本種は、旧北区、新北区、東洋区、南極区及び新熱帯区の 5 区に分布する。よって、評価基準より 5 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）

(ア) 有害動物の自然分散

a 移動距離

本種は、シストは風雨により移動することがある。よって、評価基準より 3 点と評価した。

b 年間世代数

バレイショでは、通常 1 作の間に 1 世代とされる。北海道のバレイショ栽培は、年 1 作のため、1 世代と考えられるが、長崎県では、春作及び秋作の年 2 回栽培する作型（2 期作）があり、その場合は、年 2 世代が可能と考えられる。よって、評価基準より 5 点と評価した。

イ 人為分散

(ア) 農作物を介した分散

本種の寄主植物であるバレイショ、トマト及びナスは、47 都道府県で生産されている。よって、評価基準より 5 点と評価した。

(イ) 非農作物を介した分散

本種は、土壤中に生息し、人及び輸送機器に付着して移動することが知られている。よって、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、定着の可能性の評価点は 5 点満点中の 4.5 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

本種の寄主植物には、バレイショ、トマト及びナスが含まれ、影響を受ける農作物の産出額の合計は 3,291.6 億円である。よって、評価基準より 4 点と評価した。

(イ) 生産への影響

本種の寄主植物であるバレイショ、トマト及びナスは、生産農業所得統計の対象である。バレイショでは、商品部位である塊茎に本種が寄生することによって、欧州等の地域で経済的被害が報告されている。よって、評価基準より4点と評価した。

(ウ) 防除の困難さ

シストは袋状で表面が硬化しており、その中で卵及び卵内幼虫が、悪環境から保護されている。そのため、薬剤や乾燥に強く、土壌中では寄主植物がない状態でも15年以上の長期間にわたり、生存が可能とされる。

2006年、アメリカ合衆国アイダホ州に本種が発生したのを受け、農務省(USDA)は、薬剤防除、寄主植物の栽培規制、移動規制等による根絶プログラムを行ってきたが、2018年現在、根絶の目途は立っていない。

(エ) 直接的影響の評価結果

上記2項目の評価点の積は16点となり、評価基準より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

本種の寄主植物であるバレイショは「農業保険法」及び「同法施行令」で定める農作物に該当し、また、バレイショ、トマト及びナスは、「野菜生産出荷安定法施行令」に掲げる指定野菜である。よって、評価基準より1点と評価した。

(イ) 輸出への影響

大韓民国及び中華人民共和国が発生国からの寄主植物の輸入を禁止している。また、アメリカ合衆国、EU諸国、エジプト、カナダ、ユーラシア経済連合(EAEU)等の多くの国が、栽植用植物等に対し、本種の無発生地域で生産されたものであること等を要求している。よって、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(病虫害固有のリスク)

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90点となり、本種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

(1) 寄生部位	シスト(卵)、幼虫、成虫:根、塊茎等の植物体地下部に寄生する。 シスト(卵)、幼虫:土壌中に存在する。
(2) 日本に入り込む可能性のある経路	幼虫、成虫共に根、塊茎等の植物体地下部に寄生することから、植物体の地下部が経路となる。

	よって、入り込む可能性のある経路は「栽植用植物」、「栽植用球根類」及び「消費生植物」である。		
	経路・用途	部位	経路となる可能性
	ア 栽植用植物	根等の地下部（シスト、幼虫、成虫）	○
	イ 栽植用球根類	根、塊茎等の地下部（シスト、幼虫、成虫）	○
	ウ 消費生植物	根、塊茎等の地下部（シスト、幼虫、成虫）	○
（３）寄主植物の輸入検査量	別紙３参照		

（４）入り込みの可能性の評価

ア 栽植用植物及びイ 栽植用球根類

- （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。
栽植用のため、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
線虫のため、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
栽植用のため、寄主植物が存在する地域へ直接運ばれる。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
栽植用のため、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
特にない。

栽植用生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、本種の栽植用植物及び栽植用球根類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。
（原産地での品目管理手順を経て生き残る可能性がある。）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
線虫のため、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
本種の寄主植物であるパレイショ、トマト及びナスは４７都道府県に分布しており、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

土壌中における線虫自身の移動は、第2期幼虫で最大でも約1mである。また、汚染土壌では表面が乾燥していると風により土壌とともにシストが飛ばされたり、雨水・洪水の流れによってシストが移動分散する。よって、評価基準に基づき1点と評価した。

(オ) 評価における不確実性

特になし。

消費生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3.8点であり、本種の消費生植物を経路とした場合の入り込みの可能性の評価を「中程度」と結論付けた。

4. *Globodera pallida* の病害虫リスク評価の結論

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 栽植用球根類	高い	高い
	ウ 消費生植物	中程度	中程度 (農業生産等への影響が高い)

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、*Globodera pallida* はリスク管理措置が必要な検疫有害動物であると判断されたことから、ステージ3において、発生国からの寄主植物の輸入に伴う本種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. *Globodera pallida* の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 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の国家植物防疫機関が設定、管理及び維持する病害虫無発生地域、生産地又は生産用地であれば、有効である。 〔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	国際基準 No. 14 に基づき実施する。 なお、輸出国から右記以外の管理措置の組み合わせからなるシステムズアプローチについて提案があった場合は、その有効性及び実行可能性について検討する必要がある。	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一例としては、「輸出国における検疫措置を必要とする植物に係る輸入検疫実施要領」（農林水産省、1998）に基づき実施している、「本種の発生が知られていないほ場で栽培」、選択肢③、④及び⑤の組合せが考えられる。なお、その有効性及び実行可能性については、以下のとおりである。 〔有効性〕 ● 選択肢③、④及び⑤は単独では本種の検出を見逃す可能性があるが、「本種の発生が知られていないほ場で栽培」との組合せは、有効である。 〔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 (栽培中) (輸出時)	○	○

③地上部の症状検査	栽培期間中に生育場所において地上部の症状を観察する。	〔有効性〕 ● 本種は寄生密度が高い場合は地上部に明瞭な症状を表す。 ● しかし、寄生密度が低い場合は症状を示さないため、植物の外観のみの観察では寄生の有無を判別できないことから、効果は限定的である。 〔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 (栽培中)	▽	○
④培養資材 (土壌を含む。)の検診	栽培期間中に生育場所において土壌、培養資材等から本種のシストを検出するため、フェンウィック法等を実施する。	〔有効性〕 ● 本種のシストは、フェンウィック法等により植物体の根周りの土壌、培養資材等から検出が可能である。 ● しかし、線虫密度が低い場合は、検出できない可能性があるため、効果は限定的である。 〔実行可能性〕 ● 輸出国において適切な検定が行われることが必要であるが、実行可能と考えられる。	輸出国 (栽培中)	▽	○
⑤精密検定	植物体の根及び培養資材から本種の第2期幼虫及び雄成虫を検出するため、ベルマン法等を実施する。	〔有効性〕 ● 本種の第2期幼虫及び雄成虫は、ベルマン法等により植物体の根及び培養資材から検出が可能である。 ● しかし、寄生虫数が少ない場合は、見逃す可能性があるため、効果は限定的である。 〔実行可能性〕 ● 輸出入国において検定施設及び器具を有す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) 輸入国 (輸入時)	▽ ▽	○ ○
⑥熱処理、低温処理、くん蒸処理		〔有効性〕 ● 信頼水準 95%における 99.9968%以上の有効量若しく	輸出国 (輸出前)	○	○

(リン化水素、臭化メチル等) 及び放射線照射処理		はこれと同等程度の有効性を持つことが科学的に証明された処理であれば、有効である。 〔実行可能性〕 ●輸出国において適切に処理されることが必要であるが、実行可能と考えられる。 ●輸出国によっては、臭化メチルくん蒸処理が認められていない可能性がある。 ●日本において、食用植物への放射線照射処理は、食品衛生法（厚生省, 1947）に基づきバレイショの発芽防止を除いて認められていない。			(臭化メチルくん蒸処理及び放射線照射処理 ▽)
⑦検査証明書への追記	輸出国での目視検査により、本種が寄生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。	〔有効性〕 ●シストの付着の有無は、目視検査で確認できる。 ●しかし、植物の内部に寄生している場合は見逃す可能性があるため、効果は限定的である。 〔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)	▽	○
⑧輸出入検査（目視検査）	植物の症状等を確認する。	〔有効性〕 ●シストの付着の有無は、目視検査で確認できる。 ●しかし、植物の内部に寄生している場合は見逃す可能性があるため、効果は限定的である。 〔実行可能性〕 ●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) 輸入国 (輸入時)	▽ ▽	○ ○

⑨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、生物検定（感受性植物への接種試験）や精密検定を実施する。	〔有効性〕 ●多年生植物は、一定期間栽培することにより、本種の内部寄生の有無を確認できる。 ●なお、本種の移動能力は、第2期幼虫で最大約1mであるが、農機具への付着や汚染土壌からの風等によるシストの分散の結果、施設内外にまん延する可能性があるため、有効ではない。	輸入国（輸入後）	×	—
-----------	---	---	----------	---	---

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 *Globodera pallida* に対するリスク管理措置の選択枝の検討

（1）栽植用植物（地下部）及び栽植用球根類

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（選択枝①）は、本種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における寄主植物の栽培環境、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、日本側がその許諾を判断する必要がある。

地上部の症状検査（選択枝③）、培養資材（土壌を含む。）の検診（選択枝④）及び精密検定（選択枝⑤）は、単独では本種の検出を見逃す可能性があるため、管理措置としては十分ではないと考えられる。しかし、「本種の発生が知られていないほ場で栽培」に選択枝③、④及び⑤を組み合わせたシステムズアプローチ（選択枝②）の実施は、管理措置として有効である。なお、輸出国から上記以外の管理措置の組み合わせからなるシステムズアプローチについて提案があった場合は、その有効性及び実行可能性について検討する必要がある。

熱処理、低温処理、くん蒸処理（リン化水素、臭化メチル等）及び放射線照射処理（選択枝⑥）は、科学的に有効であることが証明された処理であれば、有効な管理措置である。

また、管理措置の特定に当たっては、以下の点を考慮する必要がある。

- ・ 本種は、大韓民国及び中華人民共和国で発生国からの寄主植物の輸入が禁止される他、アメリカ合衆国、EU 諸国、エジプト、カナダ、ユーラシア経済連合（EAEU）等の多くの国が、栽植用植物等に対し、本種の無発生地域で生産されたものであること等を要求しており、アメリカ合衆国、オランダ等においては根絶に向けた公的防除が行われている。
- ・ 日本では、農業生産の安定を図るため、種苗の健全性が収穫に大きく影響を及ぼす植物として、植物防疫法（農林省, 1950a）に基づき、国がバレイショを指定種苗に指定し、毎年栽培期間中に病害虫の検査を行い、合格した種バレイショについて販売等を認めて

いる状況である。

イ リスク管理措置の特定

栽植用植物（地下部）及び栽植用球根類に対する管理措置として、本種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、輸出国植物防疫機関が国際基準に基づき設定、維持及び管理する病害虫無発生地域、生産地又は生産用地で輸出対象植物を生産し、その旨を検査証明書に追記する。
- 輸出国（栽培中及び輸出前）において、システムズアプローチ（本種の発生が知られていないほ場で栽培、地上部の症状検査、培養資材（土壌を含む。）の検診及び精密検定の組合せ）により本種が寄生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（輸出前等）において、以下の処理のうち、信頼水準 95%における 99.9968%以上の有効量若しくはこれと同等程度の有効性を持つことが科学的に証明された基準を適用し、その旨を検査証明書に追記する。
 - ・ 熱処理
 - ・ 低温処理
 - ・ くん蒸処理（リン化水素、臭化メチル等）
 - ・ 放射線照射処理

なお、上記の管理措置については、日本が求める水準を満たすとともに、確実な実施に関して担保をとる必要があるため、2国間合意に基づく必要がある。

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、本種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。

（2）消費生植物（地下部）

ア 検討結果

バレイショのように通常の栽培方法が地下部の栄養繁殖による植物の場合、本来の用途ではない栽植用に転用され得る不確実性を伴うため、消費生植物（地下部）であっても、栽植用植物及び栽植用球根類の管理措置が必要である。ただし、地下部に繁殖能力があるものの、通常の栽培方法が地下部の栄養繁殖によらない植物は、地下部自体が消費目的で輸入された場合、別途検討する必要があるが、現在該当する寄主植物は知られていない。

なお、消費生植物の地上部に繁殖能力がある地下部が含まれている場合（根付きの切葉、葉菜類等）は、栽植用植物及び栽植用球根類の管理措置が必要である。

イ リスク管理措置の特定

消費生植物（地下部）に対する管理措置として、本種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、輸出国植物防疫機関が国際基準に基づき、設定、維持及び管理する病害虫無発生地域、生産地又は生産用地で輸出対象植物を生産し、その旨を検査証明書に追記する。

- 輸出国（栽培中及び輸出前）において、システムズアプローチ（本種の発生が知られていないほ場で栽培、地上部の症状検査、培養資材（土壌を含む。）の検診及び精密検定の組合せ）により本種が寄生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（輸出前等）において、以下の処理のうち、信頼水準 95%における 99.9968%以上の有効量若しくはこれと同等程度の有効性を持つことが科学的に証明された基準を適用し、その旨を検査証明書に追記する。
 - ・ 熱処理
 - ・ 低温処理
 - ・ くん蒸処理（リン化水素、臭化メチル等）

なお、上記の管理措置については、日本が求める水準を満たすとともに、確実な実施に関して担保をとる必要があるため、2国間合意に基づく必要がある。

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、本種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。

3. *Globodera pallida* 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、本種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は判断した各経路の管理措置を以下に取りまとめた。

経路（対象部位）	対象植物	リスク管理措置
栽植用植物（地下部）、栽植用球根類及び消費生植物（地下部（通常の栽培方法が地下部の栄養繁殖による植物に限る。ただし、地上部に繁殖能力がある地下部が含まれている場合を含む。））	ナス科 (Solanaceae)	以下のいずれかの管理措置を実施。 ○ 輸出国（輸出前）において、輸出国植物防疫機関が国際基準に基づき設定、維持及び管理する病害虫無発生地域、生産地又は生産用地で輸出対象植物を生産し、その旨を検査証明書に追記する。 ○ 輸出国（栽培中及び輸出前）において、システムズアプローチ（本種の発生が知られていないほ場で栽培、地上部の症状検査、培養資材（土壌を含む。）の検診及び精密検定の組合せ）により本種が寄生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（輸出前等）において、以下の処理のうち、信頼水準 95%における 99.9968%以上の有効量若しくはこれと同等の有効性を持つことが科学的に証明された基準を適用し、その旨を検査証明書に追記する。 ・ 熱処理 ・ 低温処理 ・ くん蒸処理（リン化水素、臭化メチル等） ・ 放射線照射処理（食用植物を除く。） ※ 上記の管理措置については、日本が求め

		る水準を満たすとともに、確実な実施に関して担保をとる必要があるため、2国間合意に基づく必要がある。 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、本種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。
--	--	--

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。

Globodera pallida 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			
インド	発生	Ramana and Mohandas, 1988; Amalraj and Rao, 1997	
日本	一部地域に発生 (緊急防除中)	Narabu et al., 2016	
パキスタン	発生	Shahina and Erum, 2007	
中東			
トルコ	発生	Enneli and Ozturk, 1995	
欧州			
アイスランド	発生	Bendezu et al., 1998; Riel and Mulder, 1998	
アイルランド	発生	Ryan and Devine, 2005; Riel and Mulder, 1998	
アゼルバイジャン	発生	Mulvey and Golden, 1983	
アルメニア	発生	Mulvey and Golden, 1983	
イタリア	発生	Riel and Mulder, 1998; Vovlas, 1996	
ウクライナ	発生	Pylypenko et al., 2005	
ウズベキスタン	発生	Mulvey and Golden, 1983	
英国	発生	Mabbott, 1974; Stone et al., 1979; Stone et al., 1986; Manduric and Andersson, 2003	
エストニア	発生	Mulvey and Golden, 1983	
オーストリア	発生	Riel and Mulder, 1998	
オランダ	発生	Manduric and Andersson, 2003; Riel and Mulder, 1998; Schots et al., 1988	
カザフスタン	発生	Mulvey and Golden, 1983	
キプロス	発生	Phillis, 1981; Phillis, 1995; Zaheer, 1996	
ギリシャ	発生	Vlachopoulos, 1994	
キルギス	発生	Mulvey and Golden, 1983	
ジョージア	発生	Mulvey and Golden, 1983	
スイス	発生	Blok et al., 1998; Riel and Mulder, 1998	
スウェーデン	発生	Manduric and Andersson, 2003; Manduric et al., 2004	
スペイン	発生	Martinez-Beringola et al., 1987; Bello et al., 2005	
スロベニア	発生	Sirca et al., 2012	
タジキスタン	発生	Mulvey and Golden, 1983	
チェコ	発生	Zouhar et al., 2003	
デンマーク	発生	Riel and Mulder, 1998	
ドイツ	発生	Manduric and Andersson, 2003; Riel and Mulder, 1998	
トルクメニスタン	発生	Mulvey and Golden, 1983	
ノルウェー	発生	Manduric and Andersson, 2003	

ハンガリー	発生	Palkovics, 2003	
フィンランド	発生	EPPO, 2001; EPPO, 2012; EPPO, 2018a; EPPO, 2018b	
フランス	発生	Riel and Mulder, 1998	
ブルガリア	発生	Samaliev, 1998; Trifonova, 2003	
ベラルーシ	発生	Mulvey and Golden, 1983	
ベルギー	発生	Ebrahimi et al., 2014	
ボスニア・ヘルツェゴビナ	発生	Sirca et al., 2012	
ポーランド	発生	Kornobis and Stefan, 1991; Brzeski, 1998	
ポルトガル	発生	Santos and Fernandes, 1988; Conceicao et al., 2003; Cunha et al., 2004	
マルタ	発生	Zasda and Gatt, 2000	
モルドバ	発生	Mulvey and Golden, 1983	
ラトビア	発生	Mulvey and Golden, 1983	
リトアニア	発生	Mulvey and Golden, 1983	
ロシア	発生	Vasyutin and Yakovleva, 1998; Mulvey and Golden, 1983	
アフリカ			
アルジェリア	発生	Tirchi et al., 2016	
カナリア諸島	発生	Bello et al., 2005	
ケニア	発生	Mburu et al., 2018	
モロッコ	発生	EPPO, 2021; Hajjaji et al., 2021	
北米			
アメリカ合衆国	発生	Hafez et al., 2007; Skantar et al., 2007	
カナダ	発生	Ebsary, 1986	
中南米			
エクアドル	発生	Bridge, 1976; Franco et al., 1998	
コスタリカ		García et al., 2009	
コロンビア	発生	Canto Saenz and Mayer de Scurrah, 1977; Franco et al., 1998	
チリ	発生	Franco et al., 1998; Moreno et al., 1984	
パナマ	発生	Brodie, 1998	
フォークランド諸島	発生	Zaheer et al., 1992	
ベネズエラ	発生	Franco et al., 1998; Crozzoli, 2002	
ペルー	発生	Delgado de la Flor and Jatala, 1991; Franco et al., 1998	
ボリビア	発生	Canto Saenz and Mayer de Scurrah, 1977; Franco et al., 1998	
大洋州			
ニュージーランド	発生	Marchall, 1993; Mercer, 1994; Bulman and Marshall, 1997	

Globodera pallida の寄主植物の根拠

科名	学名	シノニム	和名		英名	根拠文献	備考
			属名	種名			
ナス科 (Solanaceae)	<i>Datura</i>		チョウセンアサガオ属		thorn apple	CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>D. stramonium</i>		チョウセンアサガオ属	シロバナチョウセンアサガオ	common thorn apple, Jamestown weed, Jimsonweed, Jimsonweed datura, stramonium, thorn apple	CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>Lycopersicon esculentum</i>	<i>Solanum lycopersicum</i>	トマト属	トマト	gold apple, love apple, tomato	CABI, 2018; Ellis and Hesling, 1975	
ナス科 (Solanaceae)	<i>L. pimpinellifolium</i>		トマト属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>Solanum acaule</i>		ナス属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. americanum</i>		ナス属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. aviculare</i>		ナス属	ソラヌム・アイクラレ	kangaroo apple	CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. cardiophyllum</i>		ナス属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. ehrenbergii</i>		ナス属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. gilo</i>		ナス属	ソラヌム・ジロ		CABI, 2018; Stelter, 1987	

ナス科 (Solanaceae)	<i>S. indicum</i>		ナス属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. marginatum</i>		ナス属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. mauritianum</i>		ナス属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. melongena</i>		ナス属	ナス	aubergine, brinjal, egg plant, Jew's apple, mad apple, melongene	CABI, 2018; Stelter, 1987	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. muricatum</i>		ナス属	ペピーノ	melon pear, melon shrub, pear melon, pepino	CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. nigrum</i>		ナス属	イヌホオズキ		CABI, 2018; Stelter, 1987	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. oplocense</i>		ナス属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. quitoense</i>		ナス属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. sarrachoides</i>		ナス属			CABI, 2018; Whitehead, 1985	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. scabrum</i>		ナス属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. spegazzinii</i>		ナス属			CABI, 2018	
ナス科 (Solanaceae)	<i>S. tuberosum</i>		ナス属	バレイショ	Irish potato, potato, white potato	CABI, 2018; Stelter, 1987	

***Globodera pallida* の寄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
Brunfelsia(ハンマツリ属)	台湾	×	1	1				
Calibrachoa(カリブラコア属)	ベトナム	×	3	500	31	124		
	日本	○			1	9		
Capsicum annuum var. grossum (PIMENTO)(ピーマン)	韓国	×	27	132,405	27	133,665	67	331,380
Capsicum annuum var. grossum (SISITO)(シシトウ)	韓国	×	1	420				
Capsicum annuum(トウガラシ)	ベトナム	×	1	3				
	韓国	×	8	26,075	5	65		
Lycium chinense(カキ盆栽)	日本	○					1	2
Lycopersicon esculentum(トマト)	ベトナム	×					1	1,800
	韓国	×	107	725,899	106	675,091	146	925,214
	台湾	×	2	2,176	2	2,584		
Petunia hybrida(ペチュニア)	ベトナム	×			3	12		
Petunia(ペチュニア属)	カンダ	×			10	1,000		
	日本	○			1	10		
Schizanthus(ムスコウ属)	タイ	×					1	2
Solanum melongena(ナス)	韓国	×	62	738,560	68	844,055	120	1,235,745
Solanum tuberosum(ハレイショ(ジャガイモ))	韓国	×	1	10				
Solanum(ナス属)	韓国	×					13	296,205

(2) 栽植用植物（組織培養）

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
Calibrachoa(カリブラコア属)	イスラエル	×			17	408	41	234
	オランダ	○	30	177	15	19	12	12
	スペイン	○	40	157	23	74	19	39
	デンマーク	○			2	40	1	10
	ドイツ	○	165	497	112	393	60	445
	ベトナム	×	8	76	9	54	5	374
	ポーランド	○	27	358	24	302	27	60
	米国	○	87	296	54	143	43	122
Petunia hybrida(ペチュニア)	イスラエル	×	6	34	4	15	20	93
	オランダ	○	39	68	40	179	21	62
	ドイツ	○	1	23	11	44	17	51
	ベトナム	×	1	42			79	847
	ポーランド	○	1	22			4	120
	米国	○	13	48	10	25		
Petunia(ペチュニア属)	イスラエル	×	35	42	36	40	30	310
	オランダ	○	7	308			8	141
	スペイン	○	47	177	35	123	28	343
	デンマーク	○			3	60		
	ドイツ	○	162	470	116	443	49	186
	ベトナム	×	4	24	16	142		
	ポーランド	○	14	269	5	75	13	20
	米国	○	4	13			6	19

(3) 栽植用球根類

単位（数量）：個

植物名	生産国	発生国	2018		2019		2020	
			件数	数量	件数	数量	件数	数量
Solanum tuberosum(ハレシヨ(ジャガイモ))	韓国	×	1	3				
	台湾	×	1	4				

(4) 消費生植物（野菜）

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
Solanum tuberosum(ハレシヨ(ジャガイモ)加工)	韓国	×	7	7				
	中国	×	102	176,640	15	19,936	1	2

Solanum tuberosum(ハレ シヨ(ジャガイモ))	アラブ首 長国連 邦	×	1	1	1	1		
	カタル	×					2	3
	カンボジア	×			1	2		
	ミャンマー	×	2	2				
	モロッコ	○			1	2		
	モンゴル	×	1	1	2	5		
	韓国	×	25	56	22	138	4	13
	香港	×			2	2	3	4
	台湾	×			1	1		
	中国	×			1	4	1	1
	日本	○	1	60	1	320		
	不明	×					1	7
	米国	○	179	34,242,270	210	31,320,250	173	23,299,750

引用文献

- 相場聡 (2014) 3.5 シストセンチュウの分離法. In: 線虫学実験法 (水久保隆之・二井一禎編). 京都大学学術出版会. pp. 199-200.
- 相場聡・稲垣春郎 (1992) ジャガイモシストセンチュウ. In: 線虫研究の歩みー日本線虫研究会創立 20 周年記念誌 (中園和年編), つくば. pp. 121-124.
- 浅野賢治, 串田篤彦, 奈良部孝 (2017) ジャガイモシロシストセンチュウ対策に係る海外先進地事例調査報告. 農研機構研究報告 北海道農業研究センター= Bulletin of the NARO, Agricultural Research for Hokkaido Region, (206), 21-48.
- Amalraj, S. F. A. and G. R. Rao (1997) Virulence spectra of aggressive *Globodera pallida* population. Indian Journal of Nematology 27: 41-45.
- Ambrose, E., P. P. J. Haydock and A. Wilcox (2000) Degradation of the nematicide oxamyl in field conditions. Aspects of Applied Biology 59: 41-51.
- Atkins, S. D., I. M. Clark, B. R. Kerry and D. Sosnowska (2002) Initial testing of potential fungal biological control agents for potato cyst nematodes. In: The British Crop Protection Council Conference, Pests and diseases 2002, Vol. 1. pp.79-84. (abstractのみ)
- APHIS (2020) Plants for Planting Manual (online), available from <https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/ports/downloads/plants_for_planting.pdf>, (accessed 2021-10-28).
- APQA (2021) 금지식물. (online), available from <https://www.qia.go.kr/plant/imQua/plant_forbb.jsp>, (accessed 2021-10-28).
- Bello, A., L. Robertson, M.A. Díez-Rojo and M. Arias (2005) A re-evaluation of the geographical distribution of quarantine nematodes reported in Spain. Nematologia mediterranea 33: 209-216.
- Bendezu, I. F., M. D. Russell and K. Evans (1998) Virulence of populations of potato cyst nematodes (*Globodera* spp.) From Europe and Bolivia Towards Differential Potato Clones Frequently Used for Pathotype Classification. *Nematologica* 44 (6): 667-681.
- Blok, V. C., G. Malloch, B. Harrower, M. S. Phillips and T. C. Vrain (1998) Intraspecific variation in ribosomal DNA in populations of the potato cyst nematode *Globodera pallida*. Journal of Nematology 30: 262-274.
- Bridge, J. (1976) Other Contributions: Plant Parasitic Nematodes from the Lowlands and Highlands of Ecuador. *Nematropica* 6: 18-23.
- Brodie, B. B. (1984) Nematode parasites of potato. In: *Plant and Insect Nematodes* (Nickle, W. R., ed.). Marcel Dekker Inc, New York, USA. pp. 167-212.
- Brodie, B. B. (1998) Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in Central and North America. In: *Potato cyst nematodes, biology, distribution and control* (Marks, R. J. and B. B. Brodie, eds.). CAB International, Wallingford, UK. pp. 317-331.
- Brown, E. B. and G. B. Sykes (1983) Assessment of the losses caused to potatoe by the potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. Annals of Applied Biology 103: 271-276.
- Brzeski, M. (1998) How to investigate soil for the presence of nematode cysts. *Ochrona Roslin* 42(10):12. (abstractのみ)
- Bulman, S. R. and J. W. Marshall (1997) Differentiation of Australasian potato cyst nematode (PCN) populations using the polymerase chain reaction (PCR). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 25: 123-129.
- CABI (2018) Crop Protection Compendium, datasheet, *Globodera pallida*. (online), available from <<https://www.cabi.org/cpc/datasheet/27033>>.
- Canto Saenz, M. and M. Mayer de Scurrah (1977) Races of the potato cyst nematode in the Andean region and a new system of classification. *Nematologica* 23: 340-349.
- CFIA (2017) Golden Nematode - *Globodera rostochiensis*. (online), available from <<https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-80-260/page-1.html>>, (accessed 2018-11-26).

- CFIA (2018) Newfoundland and Labrador soil restrictions. (online), available from <<http://www.inspection.gc.ca/plants/soil/n-l-soil-restrictions/eng/1528323701311/1528323784529>>, (accessed 2018-11-26).
- Conceicao, I. L. P. M. da., M. C. V. dos Santos, I. M. de O. Abrantes and M. S. N. de A. Santos (2003) Using RAPD markers to analyse genetic diversity in Portuguese potato cyst nematode populations. *Nematology* 5: 137-143.
- Crozzoli, R. (2002) Plant parasitic nematode species in Venezuela. *Interciencia* 27: 354-364.
- Cunha, M. J. M. da., I. L. P. M. da Conceicao, I. M. de O. Abrantes, K. Evans and M. S. N. de A. Santos (2004) Characterisation of potato cyst nematode populations from Portugal. *Nematology* 6: 55-58.
- Delgado de la Flor, R. and P. Jatala (1991) Identificacion de Razas del nematodo Quiste de la Papa (*Globodera* spp.) en el departamento de Cusco, Peru. *Nematropica* 21: 217-222.
- EAEU (2021) О внесении изменений в Единые карантинные фитосанитарные требования, предъявляемые к подкарантинной продукции и подкарантинным объектам на таможенной границе и на таможенной территории Евразийского экономического союза. (online), available from <<http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/depsanmer/regulation/Documents/%D0%95%D0%9A%D0%A4%D0%A2%20%D0%B2%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%20%D1%80%D0%B5%D1%88.%20%E2%84%96%20125%20%D0%B8%2054.pdf>>, (accessed: 2021-10-28).
- Ebrahimi, N., N. Viaene, K. Demeulemeester and M. Moens (2014) Observations on the life cycle of potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*, on early potato cultivars. *Nematology* 16: 937-952.
- Ebsary, B. A. (1986) Species and distribution of Heteroderidae and Meloidogynidae (Nematoda: Tylenchida) in Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology* 8(1): 170-184.
- EFSA Panel on Plant Health (PLH) (2012) Scientific opinion on the risks to plant health posed by European versus non-European populations of the potato cyst nematodes *Globodera pallida* and *Globodera rostochiensis*. *EFSA Journal* 10: 2644. [71 pp.] doi: 10.2903/j.efsa. 2012. 2644. (online), available from <www.efsa.europa.eu/efsajournal>.
- Ellis, P. R. and J. J. Hesling (1975) Larval emergence from cysts of twelve isolates of *Heterodera rostochiensis* and *H. pallida* reared on resistant and susceptible tomatoes. *Plant Pathology* 24: 77-83.
- Elston, D. A., M. S. Phillips and D. L. Trudgill (1991) The relationship between initial population density of potato cyst nematode *Globodera pallida* and the yield of partially resistant potatoes. *Revue de Nématologie* 14: 213-219.
- Enneli, S. and G. Ozturk (1995) The important plant parasitic nematodes harmful on potatoes in central Anatolia. *Zirai Mucadele Arastrma Yllg* 30: 35-36. (abstractのみ)
- EPPO (2001) The presence of *Globodera pallida* is suspected in Finland. *EPPO Reporting Service* (2001/191). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-3016>>.
- EPPO (2012) Situation of *Globodera pallida* in Finland in 2011. *EPPO Reporting Service* (2012/073). (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-1900>>.
- EPPO (2018a) EPPO Global Database. Distribution details in Finland. (online), available from <<https://gd.eppo.int/taxon/HETDPA/distribution/FI>>.
- EPPO (2018b) New data on quarantine pests and pests of the EPPO Alert List. *EPPO Reporting Service* (2018/090) (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-6284>>.
- EPPO (2021) First report of *Globodera pallida* in Morocco. *EPPO Reporting Service* (2021/105) (online), available from <<https://gd.eppo.int/reporting/article-7044>>.
- EU (2019) COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2019/2072. (online), available from

- <https://www.ippc.int/static/media/files/reportingobligation/2019/12/16/EU_2019_2072.pdf>, (accessed: 2021-10-28).
- Fera (2010) Plant Pest Factsheet: Potato cyst nematodes, 15 February 2010, by Food & Environment Research Agency, Be the first to comment. (online), available from <<http://fera.co.uk/news/resources/documents/pests-disease-potatoCystNematodes.pdf>>.
- Fleming, C. C. and T. T. Powers (1998) Potato cyst nematodes: species, pathotypes and virulence concepts. In: *Potato cyst nematodes, biology, distribution and control* (Marks, R. J. and B. B. Brodie, eds.). CAB International, Wallingford, UK. pp. 51-57.
- Franco, J. (1979) Effect of temperature on hatching and multiplication of potato cyst-nematodes. *Nematologica* 25: 237-244.
- Franco, J., R. Oros, G. Main and N. Ortuno (1998) Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in South America. In: *Potato cyst nematodes: biology, distribution and control* (Marks, R. J. and B. B. Brodie, eds.). CAB International. Wallingford, UK. pp. 239-269.
- GACC (2018) 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 2021-10-28).
- García, D., C. García, Z. Montero, L. Salazar, A. Brenes and L. Gómez-Alpízar (2009) Morphological and molecular identification of potato cyst-forming nematode *Globodera pallida* in soil samples from Costa Rica. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 15: 38-45.
- Government of Canada (2015) D-08-04: Plant Protection Import Requirements for Plants and Plant Parts for Planting. (online), available from <<https://inspection.canada.ca/plant-health/invasive-species/directives/horticulture/d-08-04/eng/1323752901318/1378910413423>>, (Accessed 2021-10-26).
- Government of Canada (2017) Plant Protection Regulations. (online), available from <<https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-95-212/>>, (Accessed 2021-10-29).
- Greco, N., M. Di Vito, A. Brandonisio, I. Giordano and G. De Marinis (1982) The effect of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* on potato yield. *Nematologica* 28: 379-386.
- Grove, I. G. and P. P. J. Haydock (2000) Toxicity of 1,3-dichloropropene to the potato cyst nematodes and *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Aspects of Applied Biology* 59: 103-108.
- Hafez, S. L., P. Sundararaj, Z. A. Handoo, A. M. Skantar, L. K. Carta and D. J. Chitwood (2007) First report of the pale cyst nematode, *Globodera pallida*, in the United States. *Plant Disease* 91: 325.
- Hajjaji, A., R. A. Mhand, N. Rhallabi and F. Mellouki (2021) First report of morphological and molecular characterization of Moroccan populations of *Globodera pallida*. *Journal of Nematology* 53: 1-8. (online), available from <https://www.exeley.com/journal_of_nematology/doi/10.21307/jofnem-2021-007>, (accessed 2021-10-22).
- Haydock, P. P. J. and K. Evans (1998) Management of potato cyst nematodes in the UK: an integrated approach? *Outlook on Agriculture* 27: 253-260.
- Haydock, P. P. J., S. R. Woods, I. G. Grove and M. C. Hare (2006) Chemical control of nematodes. In: *Plant Nematology* (Perry, R. N. and M. Moens, eds.) CABI, Wallingford, UK. pp. 392-410.
- IPPC (2021) Ministerial Decree № 562 /2019 of The Egyptian Plant Quarantine Regulations (online) available from <https://assets.ippc.int/static/media/files/reportingobligation/2021/09/24/eg3-2019-562pqreg_en.pdf>, (Accessed 2021-10-26).
- ISDA (2006) 02.06.10-Rules Governing the Potato Cyst Nematode (*Globodera pallida*) IDAPA 02 TITLE 06 CHAPTER 10. (online), available from <<https://adminrules.idaho.gov/rules/current/02/0610.pdf>>, (accessed 2018-11-26).
- 伊藤賢治・奈良部孝 (2012) ハリナスビの短期間栽培によるジャガイモシストセンチュウ密度低減効果. 北日本病害虫研究会報 63: 157-159.

- 岩堀英晶・上杉謙太 (2013) 有害線虫総合防除技術マニュアル. (独) 農業・食品産技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター.
<http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/nematode.pdf>
- 北海道大学 (2011) PRESS RELEASE 「シストセンチュウ孵化促進物質の化学合成に初めて成功」 (online), available from
<http://www.eng.hokudai.ac.jp/gcoe/announce/110523_pr_sci.pdf>, (accessed 2021-11-24).
- Kornobis, S. and K. Stefan (1991) Plant parasitic nematodes as pests of potatoes in Poland. EPPO Bulletin 21: 33-34.
- 厚生省 (1947) 食品衛生法 (昭和 22 年法律第 233 号) .
- Lane, A. and D. Trudgill (1999) Potato cyst nematode: A management guide. MAFF Publications, Admail, London, UK. 31 pp. (online), available from
<[http://www.potatocertification.co.za/SiteResources/documents/Pests,%20Diseases%20and%20Deviations/PCNManagementGuide\[1\].pdf](http://www.potatocertification.co.za/SiteResources/documents/Pests,%20Diseases%20and%20Deviations/PCNManagementGuide[1].pdf)>, (accessed 2016-01-13).
- Mabbott, T. W. (1974) Distribution of potato cyst eelworm in Scotland. EPPO Bulletin 4: 481-493.
- Manduric, S. and S. Andersson (2003) Potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* and *G. pallida*) from Swedish potato cultivation - an AFLP study of their genetic diversity and relationships to other European populations. Nematology 5: 851-858.
- Manduric, S., E. Olsson, J. E. Englund and S. Andersson (2004) Separation of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* (Tylenchida: Heteroderidae) using morphology and morphometrics. Nematology 6: 171-181.
- Marchall, J. W. (1993) Detecting the presence and distribution of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* mixed populations in New Zealand using DNA probes. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 21: 219-223.
- Martinez-Beringola, M. L., L. Franco, L. M. Paz-Vivas and M. P. Gutierrez (1987) Distribución en España de *Globodera rostochiensis* y *G. pallida*. Nematologia Mediteranea 15: 183-191.
- Mburu, F., L. Cortada, G. Mwangi, K. Gitau, A. Kiriga, Z. Kinyua, G. Ngundo, W. Ronno, D. Coyne, R. Holgado and S. Haukeland (2018) First report of potato cyst nematode *Globodera pallida* infecting potato (*Solanum tuberosum*) in Kenya. Plant Disease 102: 1671.
- Mercer, C. F. (1994) Plant - parasitic nematodes in New Zealand. New Zealand Journal of Zoology 21: 57-65.
- Minnis, S. T., P. P. J. Haydock, and K. Evans (2004) Control of potato cyst nematodes and economic benefits of application of 1,3-dichloropropene and granular nematicides. Annals of Applied Biology 145: 145-156.
- Moreno, I., N. Vovlas, F. Lamberti (1984) Species of potato cyst nematodes from Chile. Nematologia Mediterranea 12: 247-252.
- Mulvey, R. H. and A. M. Golden (1983) An illustrated key to the cyst-forming genera and species of Heteroderidae in the Western hemisphere with species morphometrics and distribution. Journal of Nematology 15: 1-59.
- 奈良部孝 (2014) コラム : ジャガイモシストセンチュウのカップ検診法. 線虫学実験(水久保隆之・二井一禎編). 京都大学学術出版会. pp. 183-184.
- 奈良部孝・稲垣春郎 (1992) 植物寄生性線虫の移動・分散と分布拡大. In: 線虫研究の歩み—日本線虫研究会創立 20 周年記念誌 (中園和年編) 日本線虫研究会, つくば, pp.82-86.
- Narabu, T., T. Ohki, K. Onodera, T. Fujimoto, K. Itou and T. Maoka (2016) First report of the pale potato cyst nematode, *Globodera pallida*, on potato in Japan. Plant Disease 100: 1794.
- Ngala, B. M., S. R. Woods and M. A. Back (2015) In vitro assessment of the effects of *Brassica juncea* and *Raphanus sativus* leaf and root extracts on the viability of

- Globodera pallida* encysted eggs. *Nematology* 17: 543-556.
- 農林水産省 (2015) ジャガイモシストセンチュウの根絶を目指した防除技術の開発と防除モデルの策定, レギュラトリーサイエンス新技術開発事業研究実績報告書 2407: 65 pp. <http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/regulatory_science/shuryo.html>, (accessed 2018-10-17).
- 農林水産省 (2016) ジャガイモシロシストセンチュウの緊急防除に関する省令 (平成 28 年農林水産省令第 61 号) .
- 農林水産省 (1998) 輸出国における検疫措置を必要とする植物に係る輸入検疫実施要領 (平成 10 年農産園芸局長通達) .
- 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 (1951) 種馬鈴しょ検疫規程 (昭和 26 年農林省告示第 59 号) .
- Palkovics, A. (2003) Occurrence of *Globodera pallida* in Hungary. *EPPO Bulletin* 33(2): 375-377.
- Philis, J. (1981) Species of potato cyst nematode from the Xilophagou area in Cyprus. *Nematologia Mediterranea* 9(1): 57-61.
- Philis, J. (1995) An up-dated list of plant parasitic nematodes from Cyprus and their economic importance. *Nematologia Mediterranea* 23: 307-314.
- Phillips, M. S. and D. L. Trudgill (1998) Population modelling and integrated control options for potato cyst nematodes. In: Potato cyst nematodes, biology, distribution and control (Marks, R. J. and B. B. Brodie, eds.). CAB International, Wallingford, UK. pp. 153-163.
- Pylypenko, L. A., T. Uehara, M. S. Phillips, D. D. Sigareva, V. C. Blok (2005) Identification of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* in the Ukraine by PCR. *European Journal of Plant Pathology* 111: 39-46.
- Ramana, K. V. and C. Mohandas (1988) Occurrence of potato cyst nematode *Globodera pallida* (Stone, 1973) in Kerala. *Indian Journal of Nematology* 18: 141.
- Riel, H. R. van. and A. Mulder (1998) Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in western Europe. In: Potato cyst nematodes, biology, distribution and control (Marks, R. J. and B. B. Brodie, eds.). CAB International, Wallingford, UK. pp. 271-298.
- Runia, W. T., L. P. G. Molendijk, W. van den Berg, L. H. Stevens, M. T. Schilder and J. Postma (2014) Inundation as tool for management of *Globodera pallida* and *Verticillium dahlia*. *Acta Horticulturae* 1044: 195-201.
- Ryan, A. and K. J. Devine (2005) Comparison of the in-soil hatching responses of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* in the presence and absence of the host potato crop cv. British Queen. *Nematology* 7: 587-597.
- Samaliev, H. (1998) Influence of crop rotation on population density of *Globodera pallida* (Nematoda: Heteroderidae) on potato. *Rasteniev'dni Nauki* 35: 239-242. (abstractのみ)
- 佐野善一 (2014) 第 10 章 線虫の個体群生態学的研究法. 3 土壌からの線虫分離法. 3.1 ベールマン法. In: 線虫学実験法 (水久保隆之・二井一禎編). 京都大学学術出版会. pp. 192-193.
- Santos, M. S. N. de A. and M. F. M. Fernandes (1988) The occurrence of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* in Portugal. *Nematologia Mediterranea* 16: 145.
- Schots, A., J. Bakker, F. J. Gommers and E. Egberts (1988) A biotechnological strategy involving monoclonal antibodies for improvement of potato farming by identification and quantification of potato cyst nematodes in soil samples. *EPPO Bulletin* 18: 369-373.
- Scholte, K. (2000) Screening of non-tuber bearing Solanaceae for resistance to and induction of juvenile hatch of potato cyst nematodes and their potential for trap cropping. *Annals of Applied Biology* 136: 239-246.
- Scholte, K. and J. Vos (2000) Effects of potential trap crops and planting date on soil infestation with potato cyst nematodes and root-knot nematodes. *Annals of Applied Biology* 137: 153-164.
- Shahina, F. and Y. I. Erum (2007) Distribution of cyst nematodes in Pakistan. *Pakistan*

- Journal of Nematology 25: 29-35.
- 清水基滋・高倉重義・阿部秀夫（1997）製糖工場排出土の消毒と有効利用に関する試験
第1報 排出土中における病原菌の生存とその致死温度. 北農 64(4): 401-406.
- Sirca, S.; Stare, B. G.; Strajnar, P.; Urek, G.; Lautar, I. M. (2012) First report of the pale potato cyst nematode *Globodera pallida* from Slovenia. 96:773.
- Skantar, A. M., Z. A. Handoo, L. K. Carta and D. J. Chitwood (2007) Morphological and molecular identification of *Globodera pallida* associated with potato in Idaho. Journal of Nematology 39: 133-144.
- Stelter, H. (1987) Die Wirtseignung Von Solanum-Species Für Drei *Globodera*-Art En. Nematologica 33: 310-315.
- Stone, A. R. (1973) *Heterodera pallida* n. sp. (Nematoda: Heteroderidae), a second species of potato cyst nematode. Nematologica 18: 591-606.
- Stone, A. R., J. M. Fulle and H. W. Howard (1979) The presence of pathotype Pa2 of *Globodera pallida* in the United Kingdom. Plant Pathology 28: 134-137.
- Stone, A. R., J. M. Holliday, P. L. Mathias and D. M. Parrott (1986) A selective survey of potato cyst-nematode pathotypes in Great Britain. Plant Pathology 35: 18-24.
- Subbotin, S. A., M. Mundo-Ocampo and J. G. Baldwin (eds.) (2010) Systematics of cyst nematode (Nematoda: Heteroderinae), Nematology Monographs and Perspectives. Vol. 8A, Brill, 351pp.
- Suffert, M. (2014) Report on the EPPO workshop on the management of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. EPPO Bulletin 44:21-26.
- 寺本健・中須賀孝正・松尾和敏・菅康弘・小川哲治（1998）長崎県におけるジャガイモシストセンチュウの発生生態と防除. 長崎総農林試研報 24: 39-62.
- Tirchi, N., A. Troccoli, E. Fanelli, A. Mokabli, F. Mouhouche, F. De Luca (2016) Morphological and molecular identification of potato and cereal cyst nematode isolates from Algeria and their phylogenetic relationships with other populations from distant their geographical areas. European Journal of Plant Pathology 146: 861-880.
- Trifonova, Z. (2003) Pathogenetic studies on potato cyst nematode (*Globodera* spp) populations from different locations. Rasteniiev'dni Nauki 40: 170-172. (abstract のみ)
- Trudgill, D. L., K. Evans and M. S. Phillips (1998) Potato cyst nematodes: damage mechanisms and tolerance in the potato. In: Potato cyst nematodes, biology, distribution and control (Marks, R. J. and B. B. Brodie, eds.). CAB International, Wallingford, UK. pp. 117-133.
- Trudgill, D.L., M. J. Elliot, K. Evans and M. S. Phillips (2003) The white potato cyst nematode (*Globodera pallida*)-a critical analysis of the threat in Britain. *Annals of Applied Biology* 143: 73-80.
- Turner, S. J. and K. Evans (1998) The origins, global distribution and biology of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *Globodera pallida* Stone). In: *Potato cyst nematodes, biology, distribution and control* (Marks, R. J. and B. B. Brodie, eds.). CAB International, Wallingford, UK. pp. 7-26.
- Twomey, U., P. Warrior, B. R. Kerry and R. N. Perry (2000) Effects of the biological nematicide, DiTera, on hatching of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. Nematology 2: 355-362.
- 植原健人・串田篤彦・V. Blok・M. Phillips・R. Neilson・奈良部孝・百田洋二（2006）ジャガイモシロシストセンチュウと国内産の *Globodera* 属線虫との PCR-RFLP 法による識別. 日本線虫学会誌 36: 33-37.
- USDA (2007) Potato cyst nematode Eradication in Idaho, amended environmental assessment. 34pp. (online), available from
<https://www.aphis.usda.gov/plant_health/ea/downloads/pcn-amended-ea.pdf>,
(accessed 2018-10-17).
- USDA (2015) Pale Cyst Nematode (PCN) Program Stakeholder Update, June 2015. (online), available from

- <https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/potato/downloads/pcndocs/stakeholder/2015/06-2015.pdf>, (accessed 2018-10-17).
- USDA (2016a) Pale Cyst Nematode (PCN) Eradication Program – Idaho Falls, Idaho, 2016 2nd Quarter Report (April – Jun). (online), available from <https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/potato/downloads/pcndocs/surveyupdates/2016/2nd-Quarter-2016.pdf>, (accessed 2018-11-26).
- USDA (2016b) Code of Federal Regulations, Title 7, Subtitle B, Chapter III, Part 301, Subpart Pale Cyst Nematode. (online), available from <<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=1&SID=36beb9336d8b90a8225b7196b3567b10&ty=HTML&h=L&r=SUBPART&n=7y5.1.1.1.2.19>>, (accessed 2018-11-26).
- van Loenen, M. C. A., Y. Turbett, C. E. Mullins, N. E. H. Feilden, M. J. Wilson, C. Leifert and W. E. Seel (2003) Low temperature-short duration steaming of soil kills soil-borne pathogens, nematode pests and weeds. *European Journal of Plant Pathology* 109: 993-1002. (abstractのみ)
- van Overbeek, L., W. Runia, P. Kastelein, L. Molendijk (2014) Anaerobic disinfestation of tare soils contaminated with *Ralstonia solanacearum* biovar 2 and *Globodera pallida*. *European Journal of Plant Pathology* 138: 323-330.
- Vasyutin, A. S. and V. A. Yakovleva (1998) *Globodera* in potatoes in Russia. *Kartofel' i Ovoshchi* 6: 29, 32. (abstractのみ)
- Vlachopoulos, E. G. (1994) Plant protection problems caused by phytonematodes in Greece. *EPPO Bulletin* 24: 413-415.
- Vovlas, N. (1996) Infestation by the cyst forming nematode *Globodera pallida* of potato tubers in Southern Italy. *European Journal of Plant Pathology* 102: 743-746.
- Watts, W. D. J. (2013) Integrated biomethods for the management of *Globodera pallida* (Stone.), thesis for the MSc. degree in Integrated pest management, Harper Adams University, pp.1-55. <<https://www.google.co.jp/141028-Integraed-biomethods-for-the-management-of-Globod556871.pdf>>, (accessed 2016.4.18).
- Watts, W. D. J., I. G. Grove, G. R. Tomalin and M. A. Back (2014) Field screening of biofumigant species for the reduction of potato cyst nematodes (*Globodera* sp.). *Aspects of Applied Biology* (5th International Symposium of Biofumigation) 126: 1-7. (online), available from <<https://cdn.harper-adams.ac.uk/document/profile/140919-download-document547731.pdf>>, (accessed 2018-10-17).
- Whitehead, A. G. (1998) *Plant Nematode Control*. CAB International, Wallingford, UK, 384pp.
- Whitehead, A. G. (1985) The potential value of British wild *Solanum* spp. as trap crops for potato cyst-nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Plant Pathology* 34: 105-107.
- Whitehead, A. G. and S. J. Turner (1998) Management and regulatory control strategies for potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*). In: *Potato Cyst Nematodes biology, distribution and control* (Marks, R. J. and B. B. Brodie, eds.). CAB International, Wallingford, UK. pp. 135-152.
- Wright, D. J. and R. N. Perry (2006) Reproduction, physiology and biochemistry. In: *Plant Nematology* (Perry, R. N. and M. Moens, eds.) Oxford, CABI. pp. 187-209.
- 山田英一・高倉重義 (1985) ジャガイモシストセンチュウの総合的な防除対策技術、農林水産技術会議事務局 132: 18pp.
- 山田英一 (1987) ジャガイモシストセンチュウの生態と防除に関する研究. 北海道立農業試験場報告 61: 98pp.
- 山田英一・佐久間太・山下茂・高橋穰 (2007) ジャガイモシストセンチュウに対するナス科植物の密度低減効果. *日本線虫学会誌* 37: 21-36.
- Zaheer, K., C. Fleming, S. J. Turner, J. A. Kerr and J. McAdam (1992) Genetic Variation and Pathotype Response in *Globodera pallida* (Nematoda: Heteroderidae) From the

- Falkland Islands. *Nematologica* 38: 175-189.
- Zaheer, K., C. Fleming and S. J. Turner (1996) Genetic variation in potato cyst nematodes in Northern Ireland. *Biochemical Systematics and Ecology* 24: 509-519.
- Zasda, I. A. and M. Gatt (2000) First report of *Globodera pallida* in Malta. *Nematologia mediterranea* 28: 101-102.
- Zouhar, M., P. Rysanek and V. Gaar (2003) First report of the potato cyst nematode (*Globodera pallida*) in the Czech Republic. *Plant Disease* 87: 98.