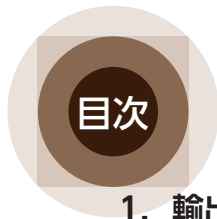




EU諸国向け輸出のための 植木、盆栽及び苗木の 線虫対策マニュアル



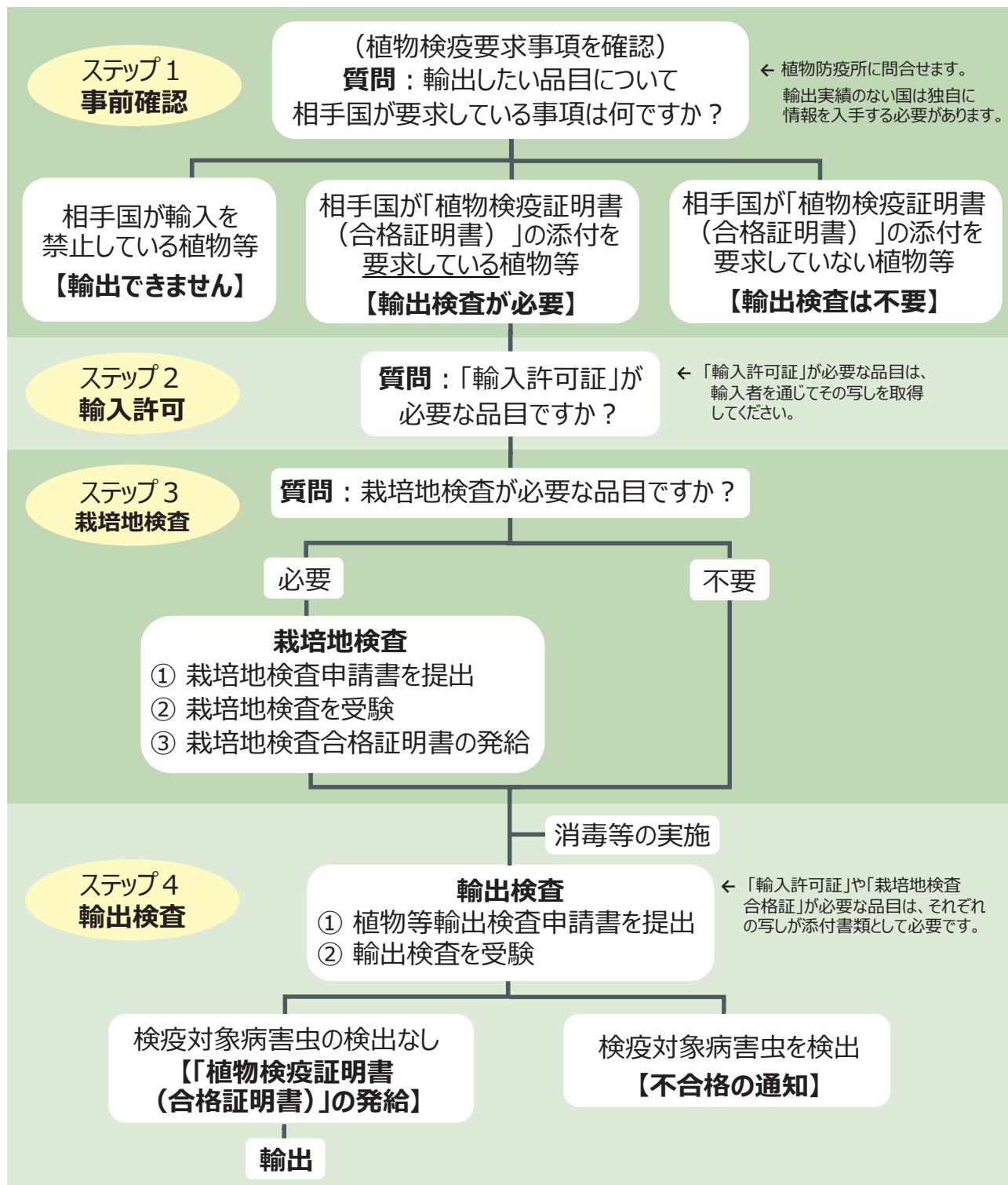
植木、盆栽及び苗木（以下、これらを総称する場合は「植木類」と表記）が輸出相手国の検疫で不合格となる原因の一つが、植物に寄生する線虫の検出です。このマニュアルでは、革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）「植木類の輸出における線虫事故を防止する技術の開発及び実証（2016～2018年度）」において得られた、植木類の生産出荷体系内で取り得る線虫対策及びそれに関連する情報をとりまとめました。各技術は、今後の拡大が見込まれるEU諸国向けの輸出を想定しています。



1. 輸出の流れ	2
2. 線虫対策に関するEU諸国向け輸出検疫条件の概要	3
(1) 植木・盆栽共通	
(2) 植木	
(3) 盆栽	
3. EU諸国向け輸出の動向	3
4. 線虫の検査	4
(1) 植木類で発生する植物寄生性線虫	
(2) 土壌線虫の分離	
(3) 線虫の遺伝子診断	
5. 植木類の生産出荷体系における線虫対策	
(1) コンテナ植木	7
1) 線虫の除去	
2) 鉢上げ後の管理	
3) 輸出作業スケジュール	
4) 技術体系の導入効果及び導入コスト	
(2) 苗木	11
1) 線虫の除去	
2) 鉢上げ後の管理	
3) 輸出作業スケジュール	
4) 技術体系の導入効果及び導入コスト	
(3) 盆栽	15
1) 線虫の除去	
2) 鉢上げ後の管理	
3) 輸出作業スケジュール	
6. 問い合わせ先	17

1 輸出の流れ

最寄りの植物防疫所（巻末の「植物の輸出検疫相談窓口」を参照）に問い合わせ、その植物が相手国の輸入禁止品目に該当しないことを確認します。該当する植物は原則輸出することができません。次に、相手国から要求されている特別な検査の有無を確認します。植物防疫所による植物等輸出検査だけでよいのか、同時に栽培地検査を求められていないか等、検査方法は国によって、植物によって異なります。



2 線虫対策に関するEU諸国向け輸出検疫条件の概要

(2019年2月現在)

EUの検疫条件における「わい化した木本植物」の条件に適合しているものを「盆栽」としています。また、「盆栽」に該当しない植木類には、「植木」の検疫条件が適用されます。EUが輸入を禁止している植物のうち、ゴヨウマツ、ヒノキ属及びビャクシン属は、特殊盆栽の検疫条件を満たした場合のみ輸出が可能です。また、2019年12月からは、イチイ属等の「植木」を輸出することができなくなります（盆栽であれば可）。このほか、ゴマダラカミキリ等線虫以外の病害虫の検疫条件も満たす必要があります。なお、検疫条件は今後改正される可能性があるため、最新情報の確認が必要です。

(1) 植木・盆栽共通

- 1) 栽培土は消毒すること。
 - 2) 輸出前2週間以内に、次のいずれかの措置をすること。① 栽培土の除去、② 栽培土を洗い落とし、消毒した栽培土への植替え、③ 栽培土は必要最小限にし、適切な消毒の実施
- ※ なお、EUの規則改正（2019年8・9月の予定）により、栽培土の取扱いは変更となる情報があることから、最新情報の確認が必要です。

(2) 植木

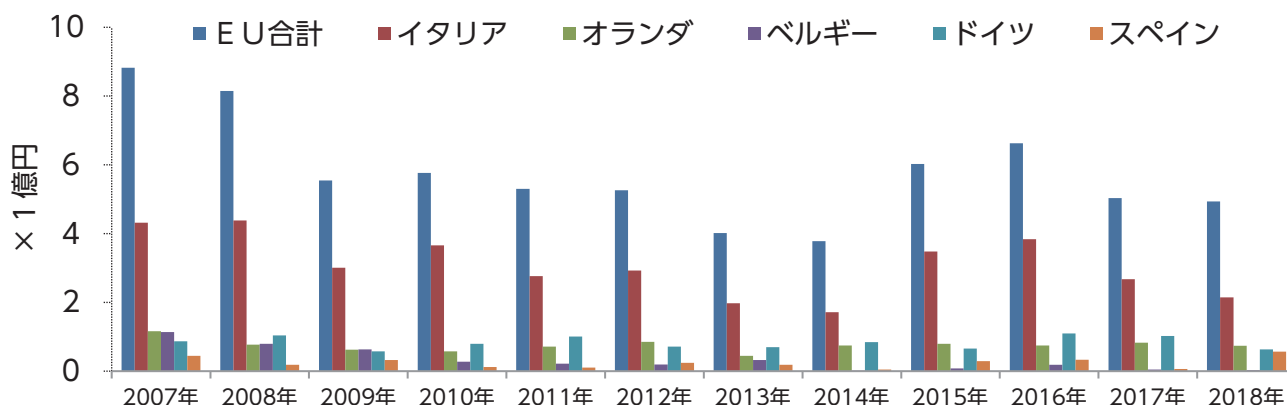
- 1) 植物防疫所に登録されたほ場で栽培管理すること。
- 2) 年間少なくとも2回、植物防疫所の検査を受けること。など

(3) 盆栽

- 1) 少なくとも2年間、植物防疫所に登録されたほ場で栽培管理すること。
- 2) 年間少なくとも6回、植物防疫所の検査を受けること。
- 3) 高さ50cm以上の棚で栽培するか（一般盆栽、特殊盆栽）、線虫の侵入する恐れのないコンクリート床で栽培すること（特殊盆栽）。
- 4) 輸出検査に合格した盆栽は、輸出時に封印すること。など

3 EU諸国向け輸出の動向

日本産植木類のEU諸国向け輸出額は、2007年の8.8億円をピークに、2014年には3.8億円に減少しました。その要因としてEUの経済状況の変化が挙げられますが、線虫事故（相手国の検疫で植物寄生性線虫が検出されて不合格になる）の影響も考えられます。近年は回復傾向にあり、また、2019年2月には日・EU経済連携協定が発効して植木類の輸入関税が撤廃されましたので、今後の輸出拡大が期待されます。



日本産植木類のEU諸国向け輸出額の推移（財務省貿易統計から作成）

4 線虫の検査（検査機関向け）

線虫の多くは体長1mm未満で体色がほぼ透明なため、肉眼でその発生を確認することが困難です。輸出の障害となる線虫の発生を確認するためには、土壌から分離した線虫群集を顕微鏡下で観察する方法が一般的ですが、線虫の種類を姿形から判断するための知識が必要です。

(1) 植木類で発生する植物寄生性線虫

植木類の生産地（千葉県匝瑳市、埼玉県さいたま市・川口市・深谷市、福岡県久留米市）で2017年の秋季に採取した33樹種69サンプルの土壌を調査した結果、オオハリ、ネグサレ、ネコブ、ユミハリ、シスト、イシュク、ラセン、ワ及びピンの各線虫の発生が認められました。ネグサレセンチュウは、キタネグサレ、クルミネグサレ、チャネグサレ、ニセミナミネグサレ及び不明種と推定され、オオハリセンチュウは、広義のアメリカオオハリ（コーヒーオオハリを含む）、ヤマユリオオハリ、コナラオオハリ及び*Xiphinema hunaniense*と推定されました。



オオハリセンチュウ

(イブキ、イヌツゲ、イヌマキ、クロマツ、ゴヨウマツ、スギ、ツバキ)



ネグサレセンチュウ

(イブキ、イヌマキ、イワシデ、カエデ、カリン、キャラボク、サクラ、ゴヨウマツ、常緑ヤマボウシ、ツバキ、ナワシログミ、マテバシイ)



ネコブセンチュウ

(イボタノキ、カエデ、キンロバイ、シラカバ、セイヨウツゲ、ツバキ)



ユミハリセンチュウ

(アカマツ、イブキ、イヌマキ、キャラボク、キンメツゲ、クロマツ、ゴヨウマツ、常緑ヤマボウシ、スギ、セイヨウツゲ、ツツジ、ツバキ、マテバシイ)



シストセンチュウ

(ゴヨウマツ)



イシュクセンチュウ

(イヌマキ、キャラボク、クロマツ、スギ、ツツジ、ツバキ、マテバシイ)



ラセンセンチュウ

(カエデ、キャラボク、ツバキ)



ワセンチュウ

(イブキ、シラカバ)



ピンセンチュウ

(イヌマキ、カエデ、ケヤキ、シラカバ)

※ここに示されていない樹種にも植物寄生性線虫が発生する場合があります

(2) 土壤線虫の分離

ピートモスなどの植木類の栽培用土から、顕微鏡観察の妨げになる夾雑物が少ない線虫群集を得る方法を開発しました（下図②～④、二層遠心浮遊法を改良）。①のベルマントレイ法で線虫分離後の土壌から、この方法でさらに線虫を分離することで、検査土壌から高効率で線虫を分離することができます。

線虫は土壌中で均一に存在していないため、植木類から検査土壌を採取する際は、主根の周囲に加えて、根鉢の周囲及び底部からも土壌を採取することが望ましいです。



① ベルマントレイ法で50gの検査土壌から線虫群集（活動性のある個体）を分離



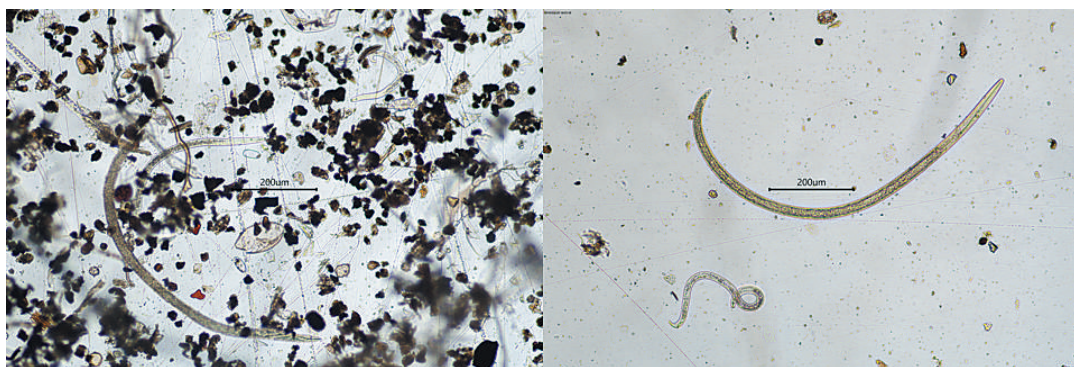
② ベルマントレイ法で線虫を分離後の土壌に25gのクリームクレンザーを混和



③ 予め遠沈管(250ml容) に入れた85mlの比重液（60%ショ糖水溶液）上に、②の土壌懸濁液を重層して遠心分離（2,000rpm、1分30秒間）



④ 遠心分離後の上澄みを超音波洗浄槽に浮かべた孔径10 μ mの篩に通じて線虫群集（活動性のない個体も含まれる）を濃縮

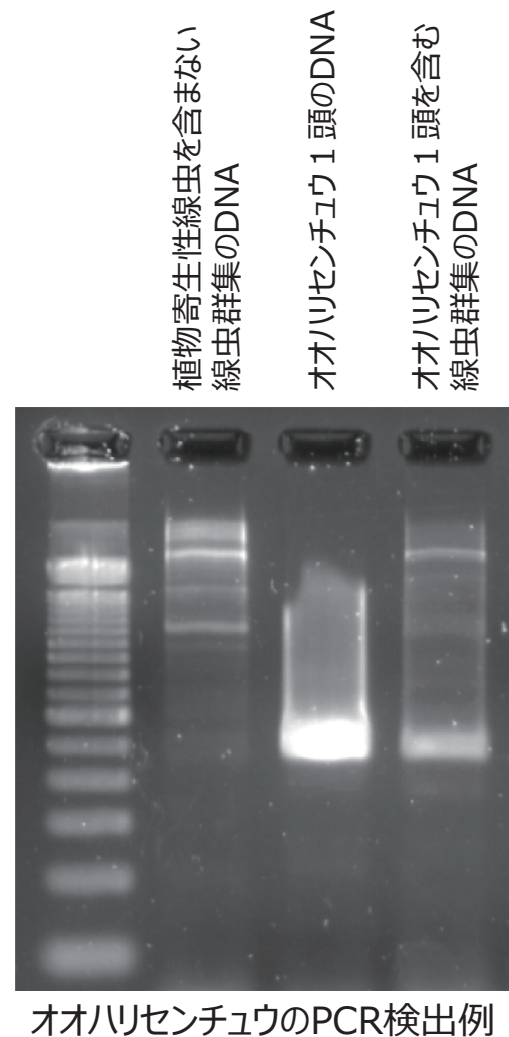
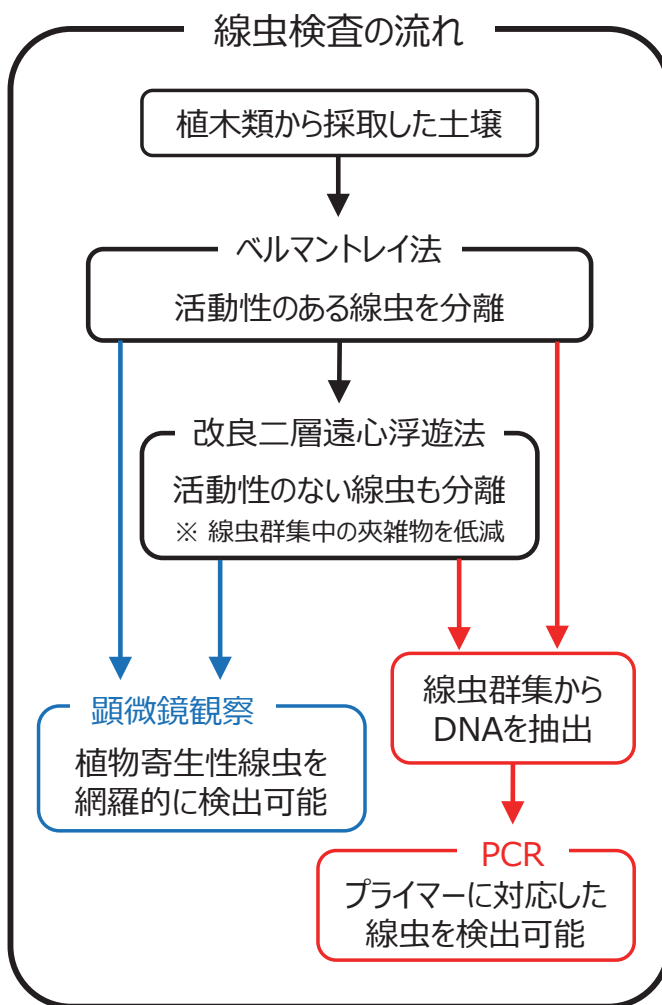


検査土壌から分離した線虫群集
（左：従来の方法，右：改良した二層遠心浮遊法）

(3) 線虫の遺伝子診断

線虫DNAの塩基配列の特徴をもとに、オオハリセンチュウ（前記の4種、広義のアメリカオオハリ未記載種、キイチゴオオハリ）を検出可能な種特異的PCRプライマーを作出しました。これを用いたPCRによって、線虫群集中の1頭のオオハリセンチュウが検出可能です。また、植木類の生産地で発生が確認された前記のネグサレセンチュウは、既知のグループ特異的プライマー（Kushida and Kondo, 2015）を用いたPCRでいずれも検出可能です。

この技術を利用すれば、線虫に対する知識のない検査者でも、その植木類に対象線虫が発生していることを判断できます。線虫の分離から顕微鏡観察又はPCR検出までのコストはそれぞれ、2,249円又は2,961円（検査原価／サンプル）と試算されました。一連の線虫検査法の詳細は今後、農研機構のウェブサイト上で公開する予定です。



5 植木類の生産出荷体系における線虫対策

コンテナ植木、苗木及び盆栽の各生産出荷体系における線虫対策を示します。ほ場から掘り上げた植木類は、根洗い後に薬剤を処理して線虫を除去してから、線虫に汚染されていない用土で鉢上げします。鉢上げ後は線虫に汚染されない環境で養生し、線虫の除去に起因する生育不良を養生期間中に回復させます。

(1) コンテナ植木（鉢内で栽培された造形樹であって、盆栽ではないものの総称）

1) 線虫の除去

根鉢からできるだけ線虫を減らして薬剤処理の効果を高めるために、根を水洗いして土壌を除去してから薬剤を処理します。イヌツゲ及びキャラボクの作業適期は3～5月です。

① 根洗い

水道よりやや高い圧（2.5 kgf/cm²）の水流で、根鉢の内部の土壌もしっかりと洗い流します。これより高圧の水流で洗浄すると、根の表皮が剥がれて傷み、活着不良になります。消防ホース等で大量の水を根鉢に当てながら、径10mm程度の細い棒で突く



と（根を傷つけないように注意）、効率的に土壌を洗い流すことができます。根洗い完了の目安は、洗浄水に濁りがなくなる状態です。

② 薬剤処理

根洗い後に薬剤を処理することで、根鉢中心部の線虫も除去することができます。現在、樹木類の線虫防除に使用可能な薬剤は3剤のみで、ネグサレセンチュウ又はオオハリセンチュウに対する防除効果が認められています。これらの線虫の発生が確認されている場合は、対応する薬剤を選択し、所定の倍数に希釈した薬液に、所定の時間、根を浸漬します。各薬剤の使用上の注意事項及び安全使用上の注意事項を確認してください。



樹木類の線虫防除に使用できる薬剤（2019年2月現在）

商品名	ネマバスター	スミパイン乳剤	緑化用ベンレート水和剤
希釈倍数	1,000倍	500倍	500倍
適用害虫	ネグサレセンチュウ	オオハリセンチュウ	オオハリセンチュウ
処理方法	10分間根部浸漬	30分間根部浸漬	30分間根部浸漬

③ 鉢上げ

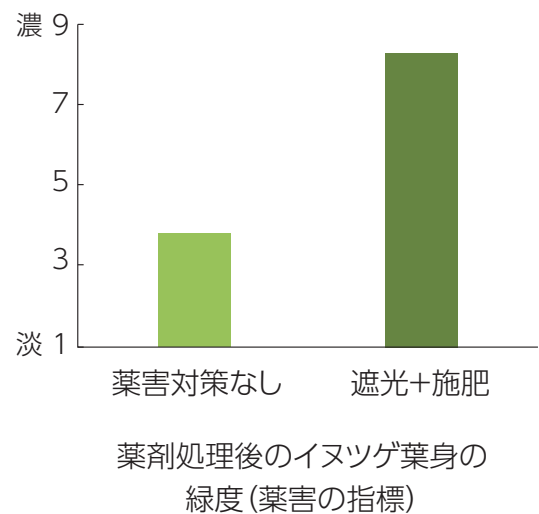
ピートモスに炭酸カルシウムを加えてpH5.5程度に調整します。水分は握って水がにじむ程度として、根鉢に隙間なく詰めます。



2) 鉢上げ後の管理

① 薬害対策及び隔離栽培

根洗いや薬剤処理による生育への影響を軽減又は回復するために、肥効140日の緩効性化学肥料（N：P₂O₅：K₂O=13：9：11）を、土壌1リットルあたり窒素成分0.5g相当量を施用し、遮光（光透過率を40%に制限）条件下で、防草シート上で地表面から50cmの高さに鉢を隔離して養生します。イヌツゲでは4～11月中の2か月間遮光しますが、キャラボク等の高温に弱い樹種や移植に弱い樹種では、それよりも長期間遮光します。屋外で管理されるコンテナ植木の主要な線虫汚染源は、周辺植生の根圏土壌と考えられます。

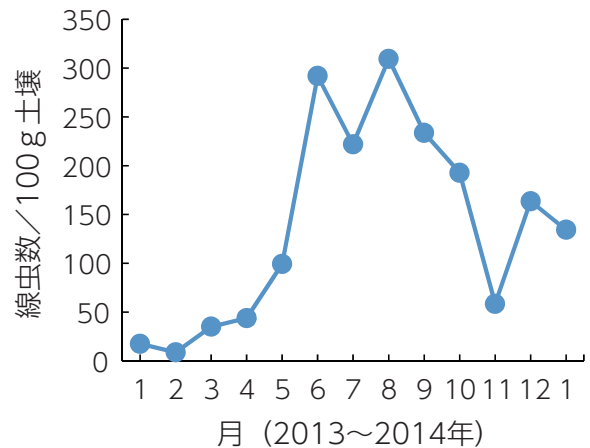


② 薬剤の再処理

特に大型のコンテナ植木では、根洗い後の1回の薬剤処理では線虫の除去が不十分な場合がありますので、長期の養生期間を設ける場合は5～6月又は10月を目安に、再度薬剤を処理して線虫の増殖を抑えます。根鉢ごと薬剤に浸漬しますが、イヌツゲ及びキャラボクでは、根洗い後に浸漬する場合よりも薬害は軽微です。

【ポイント】 薬剤の処理時期と薬害症状

千葉市のイヌツゲほ場における調査結果から、オオハリセンチュウは6～10月の高温期に検出頭数が多く、主として卵の状態越冬することが分かっています。現在使用可能な薬剤はいずれも線虫の卵に対する防除効果が明らかではないため、高温期の薬剤処理で幼虫又は成虫を防除することになりますが、高温期には薬害が発生しやすい点に注意が必要です。また、薬剤は誤って高濃度で処理すると薬害の危険性が高まります（下図はイヌツゲでの例）。適切な薬剤処理の時期は、輸出处作業スケジュールの項に示します。



オオハリセンチュウ検出頭数の推移

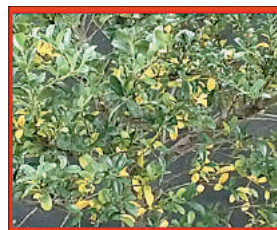
登録倍数に希釈した
薬液に浸漬



5倍濃度の薬液に浸漬

※ 実験のために登録倍数
より高濃度で処理

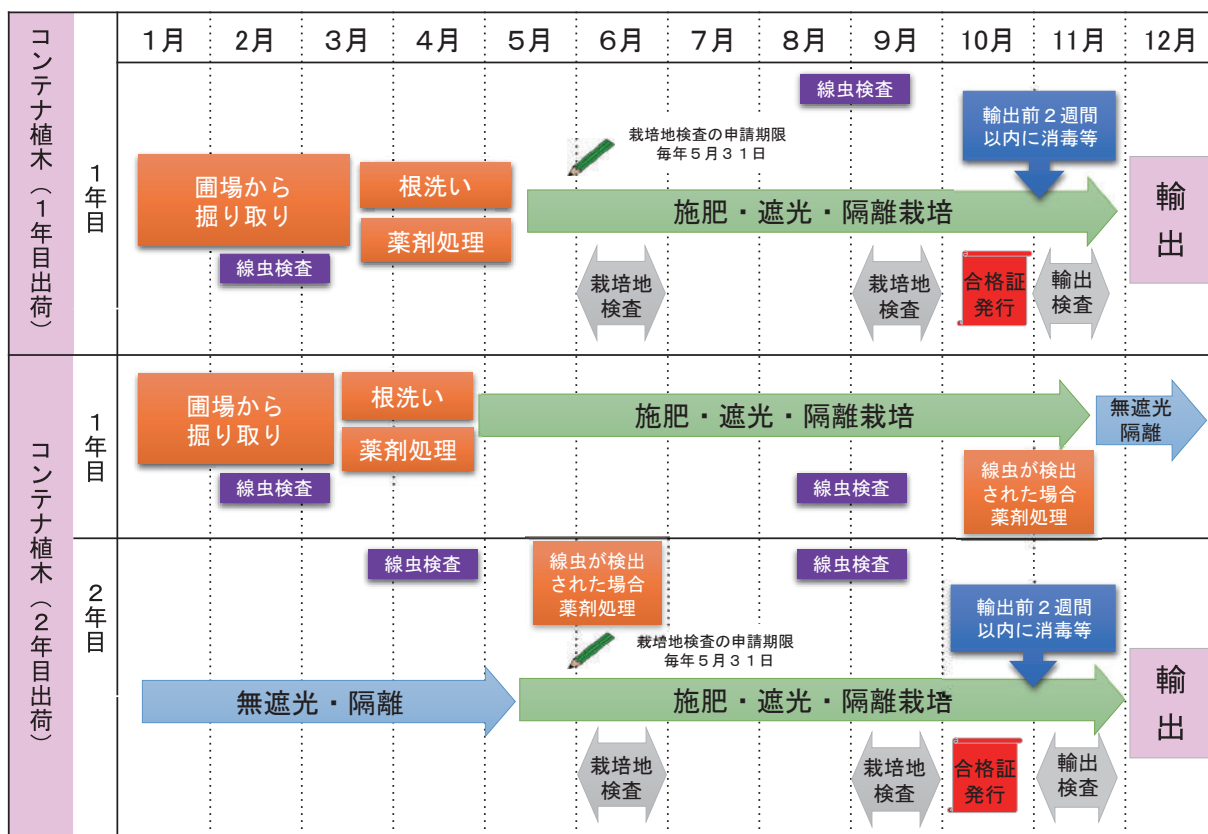
葉身の顕著な黄化
落葉も発生



3) 輸出处作業スケジュール

12月に輸出する場合の作業スケジュールを示しました。掘り取り後1年目に出荷する場合、1回目の薬剤処理は根洗い直後に、2回目は輸出前2週間以内に行います。掘り取り後2年目に出荷する場合も同様ですが、隔離栽培期間中の検査で線虫が検出された場合は、1年目の10月以降及び2年目の5～6月を目安に薬剤の再処理を行います。再処理後は2か月間以上遮光下で管理します。

屋外での長期間の管理中には、豪雨に伴う想定を超えた多量の土はねなどによる線虫汚染の可能性があり、イヌツゲでは隔離栽培開始から16か月後に線虫の再汚染が確認された事例もあるので、早期の出荷が推奨されます。



4) 技術体系の導入効果及び導入コスト

健全なコンテナ植木の安定した輸出が可能になります。イヌツゲのコンテナ植木（根鉢50～60cm）の輸出に係る費用は、掘り取り後1年目に出荷、40フィートコンテナ1台当たり100本を輸出すると仮定した場合、生産者当たり年間1,700,000円と試算されました。隔離栽培管理費は100本を管理可能な400㎡規模の施設（遮光設備、隔離栽培棚）の建設、隔離栽培棚への設置及びその後の管理に係る費用、線虫防除費は根洗い、薬剤処理（根洗い後及び輸出前2週間以内の合計2回）及び鉢上げの費用、線虫検査費は民間業者への検査委託を想定した費用（隔離栽培期間中に合計3回、100本当たり10本の抽出検査を想定）です。流通経費は輸出業者が負担することが多いため、費用から除外しています。

イヌツゲ コンテナ植木の輸出に係る費用の試算

費用	円 / 40ft コンテナ
隔離栽培管理費	¥ 90,000
線虫防除費	¥ 1,490,000
線虫検査費	¥ 120,000
合計	¥ 1,700,000

(2) 苗木

1) 線虫の除去

露地栽培の苗木から確実に線虫を除去するためには、根洗い後の薬剤処理が必要です。

① 根洗い

根鉢が小さいので、水中で水道ホースの水を当てながら手で根をほぐして土を洗い流します。薬液を根鉢全体に行き渡らせるために、土壌はしっかり洗い流すことが重要ですが、高圧洗浄機を使用すると根の表面が傷んで、生育不良が生じます。



根洗い後の苗
(左：ツツジ、右：ツバキ)

② 薬剤処理

コンテナ植木と同様に、水洗いした苗木の根を、所定の倍数に希釈した薬液に、所定の時間浸漬します。薬剤の使用上の注意事項及び安全使用上の注意事項を確認してください。



③ 鉢上げ

鉢上げ用土には、その樹種に適したpHに調整したピートモスを用います（ツバキ及びツツジでは、炭酸カルシウムを加えてpH5.5程度に調整）。鉢内の根ができるだけ均等に広がるように注意しながら、調整したピートモスを充填します。

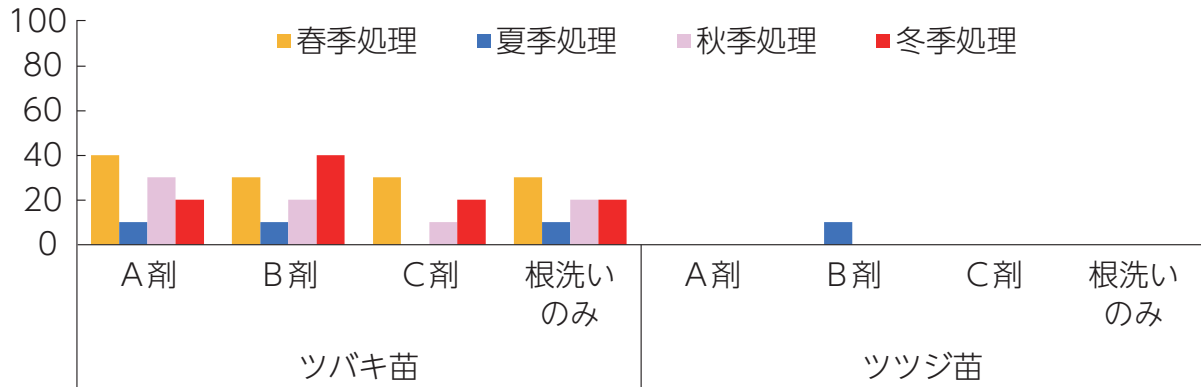
鉢上げ後の生育不良（薬害）は、地上部での水分の蒸散と根の水分吸収のバランスが崩れることで生じ、葉の下垂や枝枯れから始まり、株枯れに至ることもあります。



鉢上げ後の生育不良
(左：ツツジ苗、右：ツバキ苗)

【ポイント】 生育不良が発生する線虫除去の実施時期

苗木は根洗いのみでも生育不良が生じます。特にツバキ苗は、いずれの時期に線虫の除去を行っても、生育不良から枯死に至る割合が高いため、鉢上げ後の適切な管理が必要です。



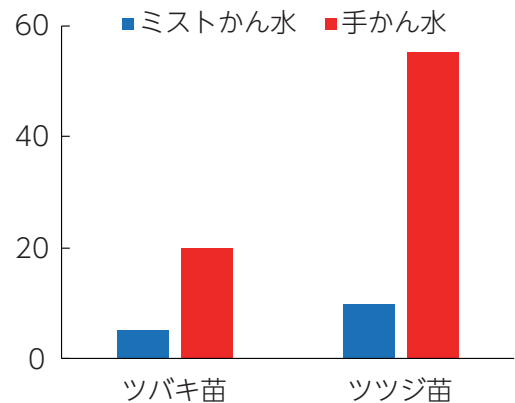
薬剤別、処理時期別の枯死発生割合 (%)

2) 鉢上げ後の管理

鉢上げ後は薬害から回復させるための養生を行い、出荷まで隔離栽培環境で管理します。

① 薬害対策

春季に線虫の除去（根洗い、薬剤処理）を行うと新梢伸長の抑制や枝枯れが発生しやすく、夏季に行うと株枯れが発生しやすくなります。薬害の発生を軽減するためには、ツバキ苗は秋季に線虫の除去を行い、遮光条件下+ミストかん水管理下で2か月程度養生する方法が有効です。ツツジ苗は冬季に線虫の除去を行い、遮光条件下で養生します。ミストかん水管理下では、鉢上げ用土のピートモスが過湿にならないように、かん水の程度を調整します。

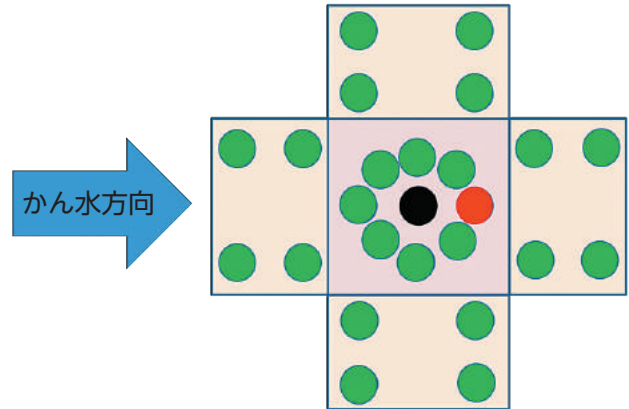


かん水方法別の枯死発生割合 (%)

※夏季に薬剤を処理

② 隔離栽培

防草シートを張った施設内で、地表面から50cmの高さのエキスパンドメタル上で、苗トレイに入れて管理します。コンテナ植木とは異なり、主な線虫汚染源は同一棚上の汚染苗と考えられます。この場合、通常のかん水管理による汚染苗からの水の飛散で、周囲の苗に線虫が移染する可能性があります。



線虫の移染が認められたツツジの隔離栽培試験状況

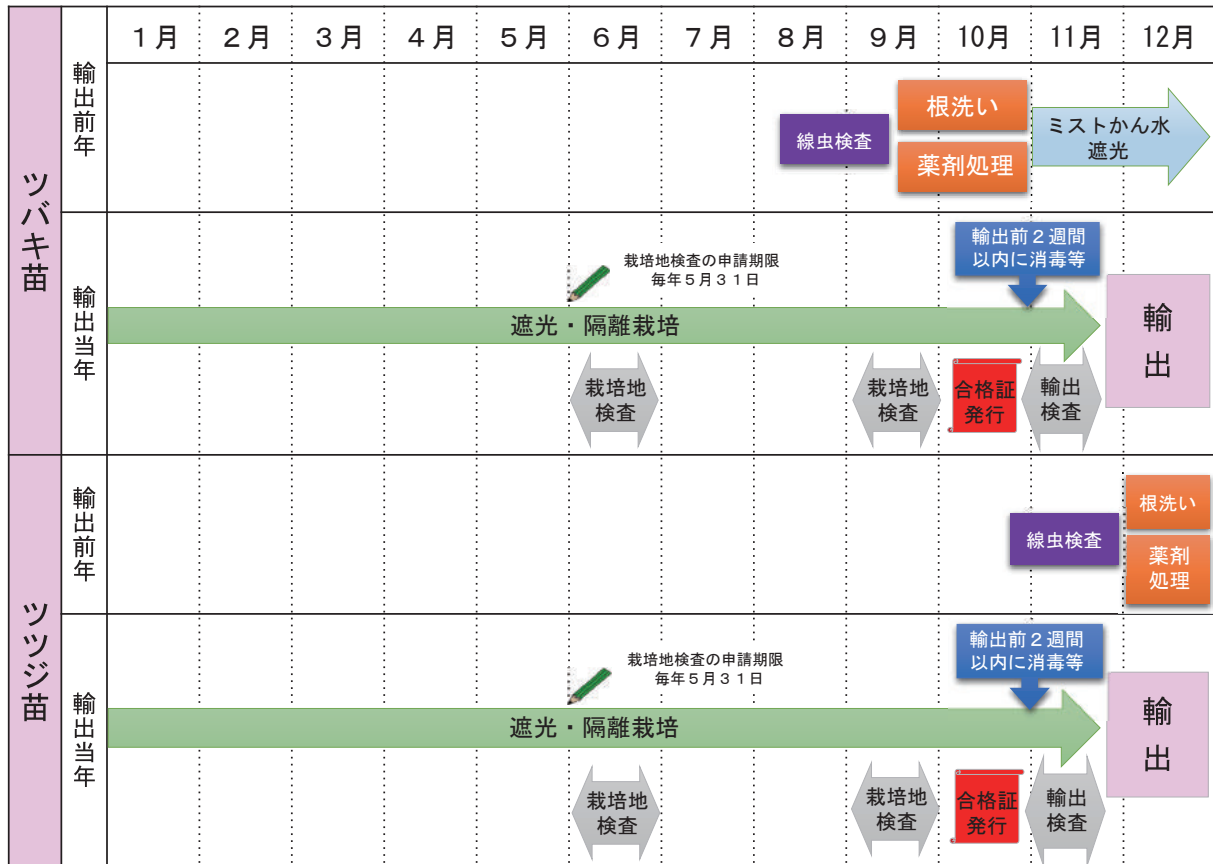
●：汚染苗、●：非汚染苗、●：線虫が移染した苗

実際に線虫の移染が認められたのは、汚染苗に隣接して置いた苗です。夏季に剪定した結果、汚染苗の用土表面にかん水が直接当たるようになり、線虫を含んだ水が、かん水方向に飛散したと推察されます。

線虫の汚染を防ぐためには、苗を個別に隔離することが望ましいのですが、コストや労力の点で実施困難な場合は、栽培履歴の異なる苗群の間に仕切りを設置することが推奨されます。



3) 輸出作業スケジュール



4) 技術体系の導入効果及び導入コスト

健全な苗木の安定した輸出が可能になります。ツバキ苗の輸出に係る費用は、20フィートコンテナ1台当たり2,000本を出荷、10a当たり9,000本の苗生産、既存のハウス栽培施設を利用と仮定した場合、1コンテナ当たり920,000円と試算されました。線虫防除費は根洗い、薬剤処理（根洗い後及び輸出前2週間以内の合計2回）及び鉢上げの費用で、線虫検査費は民間業者への検査委託を想定した費用（20本の苗から採取した土壌を1サンプルにまとめて検査）です。ミストかん水装置の新設費は約20万円です。

ツバキ苗の輸出に係る費用の試算

費用	円/ 20ft コンテナ
線虫防除費	¥ 320,000
線虫検査費	¥ 400,000
輸送費	¥ 200,000
合計	¥ 920,000

(3) 盆栽

EU諸国向けには少なくとも2年間、植物防疫所に登録されたほ場で管理し、その期間は高さ50cm以上の棚上で栽培することが義務付けられていますが、そうした栽培を行っていても線虫汚染が生じることがあるため、その対策を紹介します。

1) 線虫の除去

15年生程度の盆栽であれば、コンテナ植木の方法に準じて線虫の除去が可能です。古木の根洗いをする際は、根を傷めないように慎重に行ってください。



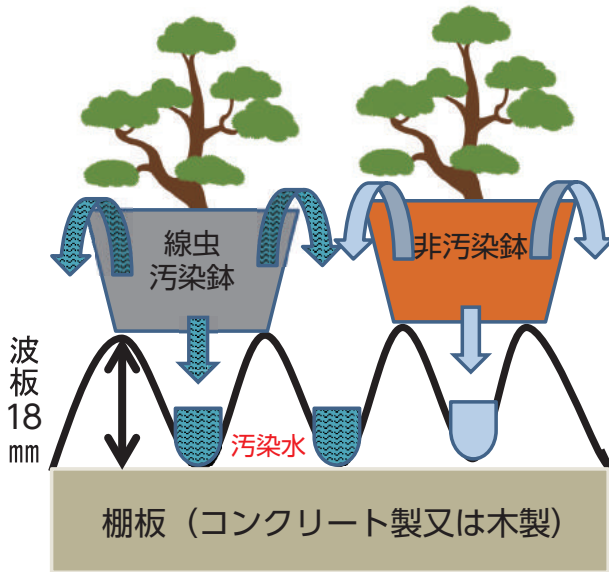
2) 鉢上げ後の管理

苗木と同様に、主な線虫汚染源は同一棚上の汚染鉢と考えられます。コンクリート製又は木製の棚上では、かん水に伴って汚染鉢から流出して棚上に溜まった線虫を含んだ水を介して汚染が広がること、汚染鉢から30cm離して置いた鉢にも線虫が移動することが分かりました。

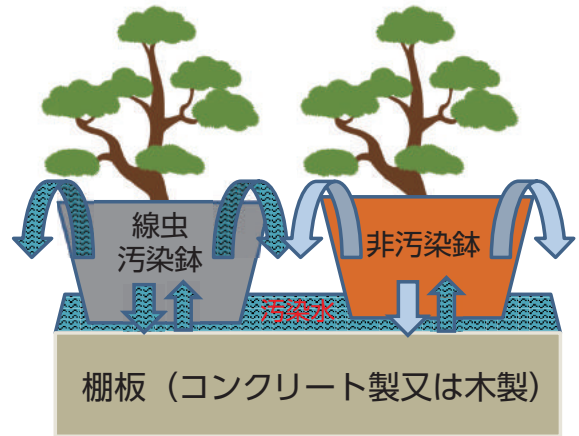
汚染鉢が棚上に混在した場合に、棚上に溜まった水が鉢間で共有されないように、棚上に敷いた波板（ポリカーボネート製、波高18mm、1鉢分の追加費用の見積は32円）の上に鉢を置いて管理することで、汚染の拡大を防ぐことができます。棚上に水が溜まらないエキスパンドメタルの使用も汚染防止に有効と考えられます。波板やエキスパンドメタルを使用した場合の鉢の乾燥は、かん水量の多い夏季ではコンクリート製や木製の棚と大きな違いはありません。



汚染水から隔離

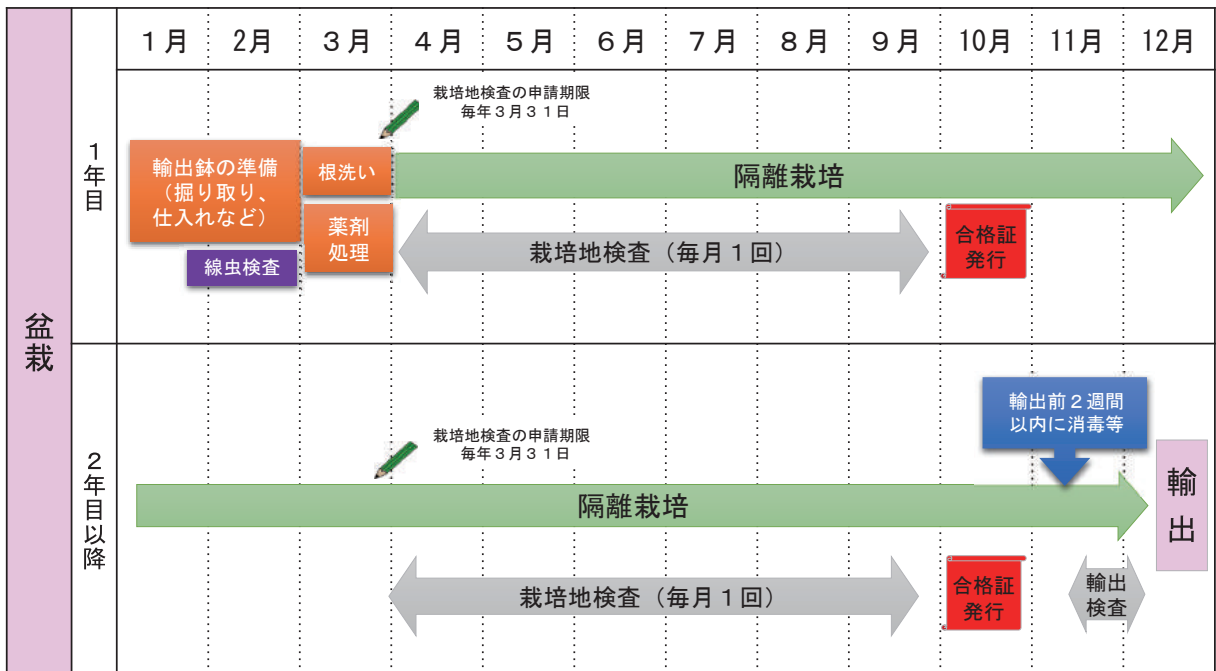


汚染水が共有される



波板を利用して棚上の線虫汚染水の鉢間共有を防ぐイメージ

3) 輸出作業スケジュール



注1：少なくとも2年間、植物防疫所に登録されたほ場で栽培管理することが必要。

注2：2年目に輸出しなかった鉢は3年目以降、2年目と同じ管理をする。

6 問い合わせ先

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター
〒305-8666 茨城県つくば市観音台2-1-18 Tel : 029-838-8481 (代表)

- コンテナ植木 : 千葉県農林総合研究センター 花植木研究室
〒266-0006 千葉県千葉市緑区大膳野町808 Tel : 043-291-9988
- 盆栽 : 埼玉県花と緑の振興センター
〒334-0059 埼玉県川口市安行1015 Tel : 048-295-1806
- 苗木 : 福岡県農林業総合試験場 資源活用研究センター 苗木・花き部
〒839-1212 福岡県久留米市田主丸町石垣16-3 Tel : 0943-72-2243
- 線虫の検査 : 有限会社ネマテンケン
〒110-0013 東京都台東区入谷1-14-1 Tel : 03-3876-8220
- 植木類輸出全般 : 一般財団法人 日本花普及センター
〒103-0004 東京都中央区東日本橋3-6-17 Tel : 03-3664-8739

植物の輸出検疫相談窓口

- 横浜植物防疫所 業務部 輸出検疫担当
〒231-0003 神奈川県横浜市中区北仲通5-57 Tel. 045-211-7155
- 名古屋植物防疫所 輸出検疫担当
〒455-0032 愛知県名古屋市港区入船2-3-12 Tel. 052-651-0114
- 神戸植物防疫所 業務部 輸出検疫担当
〒650-0042 兵庫県神戸市中央区波止場町1-1 Tel. 078-331-2384
- 門司植物防疫所 輸出検疫担当
〒801-0841 福岡県北九州市門司区西海岸1-3-10 Tel. 093-280-4319
- 那覇植物防疫事務所 輸出及び国内検疫担当
〒900-0001 沖縄県那覇市港町2-11-1 Tel. 098-868-1679



● 発行者 ●

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター

● 発行日 ●

2019年3月29日