



農研機構

ウリ科野菜ホモプシス根腐病 被害回避マニュアル 追補版

(圃場診断に関する補足事項および実践例)

2015年2月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
東北農業研究センター

はじめに（この冊子の位置づけについて）

ウリ科野菜栽培における新たな難防除土壌病害であるホモプシス根腐病が、近年急速に拡大しています。当研究センターでは2013年2月に「ウリ科野菜ホモプシス根腐病被害回避マニュアル」を発行し、東北地域のキュウリ栽培を主な対象とした本病の予防的な対策を示しました。

本病の被害拡大防止のためには、圃場等における潜在的な病原菌の分布実態を早期に把握することが重要です。同マニュアルが活用された事例の中で、特に本病未発生地の大域的な土壌遺伝子検査の利用に関して、診断結果の解釈にあたって注意すべき点や、その結果を受けた産地における啓発活動等、今後の参考となる取り組みがみられました。そこで、これらの情報を早急に発信するために、同マニュアルの追補版として本冊子に取りまとめました。

なお、本冊子は農林水産省「平成26年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業」の課題番号25101『「ウリ科野菜ホモプシス根腐病被害回避マニュアル」に基づいた予防的な防除体系の実証』の研究成果です。

永坂 厚（独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター）

目 次

	ページ
1. 本病の特徴と早期発見（予防的対策）が望まれる理由	1
2. 圃場診断法の概要と遺伝子検査法の特徴・活用法	3
3. 圃場診断の実践例と結果の解釈に関する留意事項	
1) 秋田県のキュウリ圃場における全県的なモニタリングとその解釈	7
2) 岩手県における総合防除対策と早期リスク把握実践事例について	9
3) 潜在的な汚染圃場が産地内に偏在した事例について	13

使用に当たっての留意事項

- 本冊子は病害虫研究分野の専門知識を有する試験研究機関あるいは普及指導機関の方向けに記述しており、同分野における専門用語や表現が使用されています。
- ここで紹介されている内容に関心をもたれた方は、最寄りの普及センター等にご相談のうえ、当研究センターまでお問い合わせください。
- 本冊子の内容を複製あるいは2次利用される場合は、当研究センターまでご連絡ください。

1. 本病の特徴と早期発見（予防的対策）が望まれる理由

1) 本病の特徴

ホモプシス根腐病は病原性糸状菌の *Phomopsis sclerotioides* (図1-A、B) によってウリ科野菜に引き起こされる土壌病害です。発生すると、主に果実の収穫期に茎葉部が激しく萎れ、重症化すると枯死して著しい減収をもたらします(図1-C、D)。

発病した根(図1-E)では黒色の特徴的な構造(偽子座、疑似微小菌核)(図1-F、G)が形成され、本病を見分ける上で重要な特徴です。ただし、萎凋症状の発症初期にはこのような構造がみられず、図1-Hのような初期症状のみがみられる場合があります。

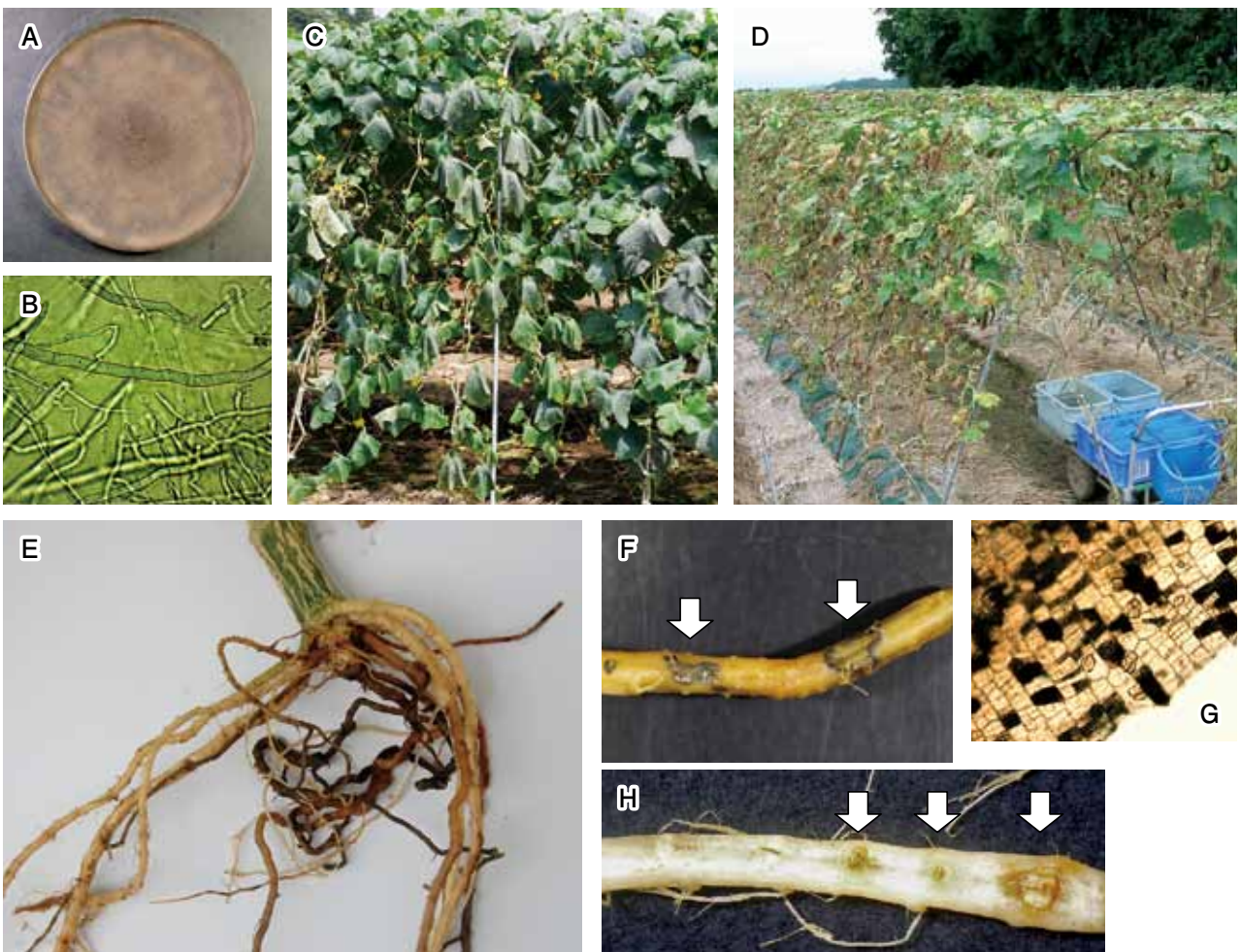


図1 ホモプシス根腐病の特徴

A：病原菌（寒天培地上）、B：顕微鏡で見た菌糸、C：萎凋症状（キュウリ；露地）、D：枯死（キュウリ；露地）、E：発病した根（カボチャ；キュウリ台木）、F：根表面の偽子座、G：根表面の疑似微小菌核（200倍の顕微鏡で観察）、H：根の初期症状（細根の脱落や生え際の褐変）

2) 病原菌の早期発見・予防的対策が望まれる理由

本病は国内で1983年に初発が報告されて以降、関東・東北・中部地域を中心に、これまで徐々に発生地が拡大しています(表1)。東北地域では1994年に福島県で初発が確認されてから、これまでに岩手・宮城・秋田・山形・福島のキュウリ産地に発生が拡大し、近年はメロンにも拡大して、その規模が年々拡大する傾向にあります(図2)。

表1 我が国における本病の発生報告

県名	発生年	作物名
埼玉	1983	キュウリ (施設)
群馬	~1985	キュウリ (施設)
神奈川	1989	スイカ・メロン・カボチャ
福島	1994	キュウリ (施設)
茨城	1994	メロン
島根	1997	メロン
福島	2001	キュウリ (露地)
岩手	2002	キュウリ (露地)
神奈川	2002	キュウリ (施設)
千葉	~2005	スイカ
宮城	2005	キュウリ (施設)
山形	2006	キュウリ (施設)
秋田	2008	メロン
長野	2009	キュウリ (施設)
秋田	2009	キュウリ (露地)
愛知	2010	キュウリ (施設)

(赤字は東北地域)

ウリ科野菜の産地では地上部での症状は見られないものの、根に発病が見られる圃場（潜在的な汚染圃場）（図3）が多数見ついています。この病原菌は圃場に侵入した直後には急激な増殖をしないタイプの菌（モノサイクリック病原菌^{注1}）であると考えられます。このような病原菌では、通常、最初ははっきりした被害はでませんが、栽培回数が増えるに従って指数関数的に増殖し、やがて大きな被害を生じるようになります（図4）。潜在的な汚染に気がつかないままウリ科野菜を連作することはいずれ大きな被害を生じる危険があります。早期に病原菌を見つけ出し、栽培管理や土壌 pH 矯正といった被害回避手段を適用することが、被害を未然に防ぐうえで重要です。

また、潜在的な汚染圃場では、生産者が注意を払わないままに、農機具や靴底に付着した汚染土壌を、他の圃場に持ち出して汚染（病原菌分布）を拡大させる恐れがあります。この病原菌はウリ科野菜など宿主植物が生息していない場所では生息しないか困難なタイプ（根系生息性^{注2}）と考えられており、汚染土壌の移動防止がまん延防止に極めて重要です。そのため、圃場や育苗環境などへの病原菌侵入をいち早く見つけ出して、産地全体でのまん延防止対策を行うことが強く望まれます。

注1：本病原菌はウリ科野菜の圃場に持ち込まれると、根に侵入して増殖し、そこで耐久体（偽子座・疑似微小菌核と考えられます）をつくり、土壌中に残存します。つくられた耐久体は、その年は他の株に病気を起こすことはありませんが、翌年に再びウリ科野菜に侵入します（年1作の場合）。このように、宿主作物が1回栽培される間に一度しか（数が）増えない病原菌をモノサイクリック病原菌と呼びます。

注2：土壌伝染性病原菌のうち、増殖の場が概ね宿主植物の地下部に限られる菌を根系生息性病原菌と言います。このような菌は、生存（生き残り）が宿主植物に大きく影響される（依存する）ことから、一般に分布が限定的です。本病原菌の場合、増殖・生息できる場所はウリ科植物が生育している（あるいはしていた）ところに限定されるものと考えられます。

(市町村)

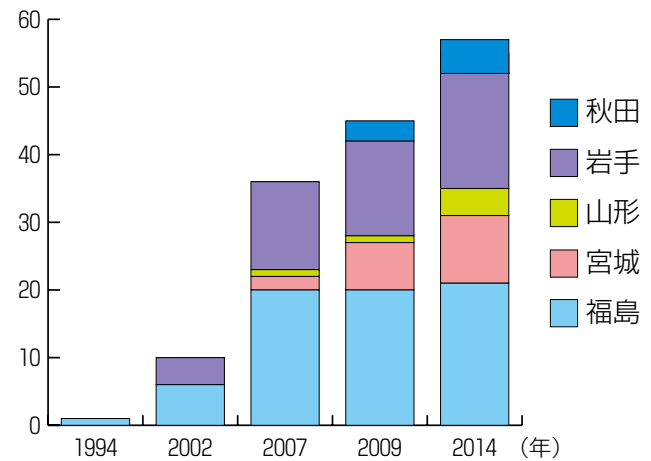


図2 東北地域での発生市町村数の推移



図3 潜在的な汚染圃場の1例

萎凋症状が見られない（左）が、根の発病（右）がみられる（赤丸内に偽子座）

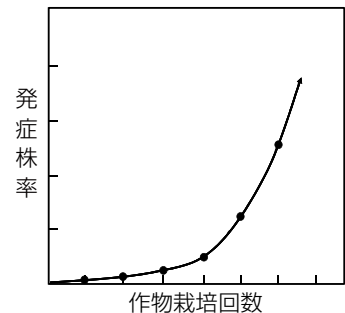


図4 宿主作物が繰返し栽培される間のモノサイクリック病害の増え方（モデル曲線）

2. 圃場診断法の概要と遺伝子検査法の特徴・活用法

1) 圃場（土壌）からホモプシス根腐病菌を検出する方法

植物や土壌から病原菌を検出する技術には、病原菌分離法、標徴確認法そして遺伝子検出法の3つがあります。また病気の発生が知られていない圃場（土壌）で病原菌を検出する方法は大別すると、土壌から直接遺伝子を検出する方法（土壌遺伝子検査）と、感受性植物を栽培してその根を調べる方法があります。土壌遺伝子検査は広域で多数の圃場を診断するときに便利です。一方、根を調査する方法は比較的容易に確定診断できます。それぞれに長所・短所があるので、特徴を踏まえて使い分けることが必要です。

(1) 植物や土壌から病原菌を検出するための基本技術

これまでホモプシス根腐病菌を検出あるいは確認する方法としては、根から病原菌を純粋分離する方法（病原菌分離法）と、肉眼観察によって偽子座や疑似微小菌核を見つける方法（標徴確認^{注1)}）がありました。どちらも間違いのない診断（確定診断）ができますが、「病原菌分離法」は専門的な知識と技術や設備が必要なおよび少なくとも1週間程度の時間がかかります。「標徴確認」は、根の標徴を識別できる人であれば短時間で診断できますが、標徴が見つかる時期が限られていていつでも診断できるとは限らないという短所があります。そこで近年、短時間でほぼ確実に病原菌を検出できる方法として遺伝子検出法が開発されました。これは、病原菌のDNAの中でホモプシス根腐病菌だけが持っている塩基配列部分をPCR法で増やして、電気泳動やシーケンサーで検出するという方法です。検査の時期を選ぶ必要がなく、サンプル量もごく少量で実施できる長所があります。この3つの方法の特徴を比較すると表2のようになります。

注) 病斑など病原菌に侵された植物組織で（肉眼で）みられる病原体そのものを「標徴」と言います。菌類による空気伝染病ではしばしば病斑部に孢子などの菌叢がみられますが、これが「標徴」です。ホモプシス根腐病では根に形成される偽子座と疑似微小菌核がこれにあたります。

表2 ウリ科野菜ホモプシス根腐病の基本的診断技法

診断技法	技法の概要	高度な実験・分析機器	所要時間	診断結果	備考（精度、感度）
標徴確認	偽子座と疑似微小菌核を確認する。偽子座が特徴的でわかりやすい。	不要	数分から7日程度 ²⁾	確定診断 ³⁾	感染していても標徴を形成しない、もしくははっきりと確認できない場合は少なくない。
病原菌分離 ¹⁾	罹病組織から寒天平板培地を用いて病原菌を純粋分離し、同定する。	必要	5-10日	確定診断 ³⁾	感染していても分離できないことがある。土壌から直接分離する技術は未開発。
遺伝子検出	植物組織や土壌からメタDNAを抽出し、病原菌に特異的な塩基配列を検出する。	必要	1-2日	高度な推定診断 ⁴⁾	植物組織からの検出感度は高い。土壌からの検出感度は、土壌によって10-1000CFU/g。

1) 土壌からの病原菌の直接分離や菌密度を測定する方法（選択培地等）は未開発です。

2) 根に標徴が現れていれば掘りあげたその場で診断可能ですが、湿室に保って標徴の形成を促す場合は7日程度が必要です。

3) 病原菌そのものを分離あるいは目視で（標徴を）確認しますので、間違いのない診断（確定診断）です。

4) 病原菌そのものでなく、病原菌のものと推定されるDNAを検出しますので「確定」ではなく「推定」診断です。ただし、陽性の場合には病原菌がいる可能性が極めて高いといえます。

(2) 圃場（土壌）からの病原菌検出の方法

前述のように、ホモプシス根腐病ではまだ萎凋症状の発生がみられない圃場でも病原菌がすでに侵入し

ていることがあります。これを調べる実用的な方法として4つの技術があります（表3）。大量の土壌の中から特定の微生物（病原菌）を検出することは容易ではなく、必ず検出できるという技術はありません。それぞれに長所・短所がありますので特徴を踏まえて使いわけする必要があります。

表3 病気の発生が知られていない圃場でホモプシス根腐病菌を検出する方法

検出の方法	呼称
1. 土壌を採取して検査する	
a. 遺伝子検出を行う	①土壌遺伝子検査
b. 感受性の高い植物をポット栽培して根を調べる	②生物検定
2. 圃場で生育した作物の根を調べる ¹⁾	
c. 栽培期間中に随時根を調べる	③通常の根部診断
d. 栽培終了後の根を調べる	④栽培終了後の残さ診断

1) 根に感染した病原菌を検出する方法としては、標徴を見つける方法の他に、根を遺伝子検査する方法もあります。両者の特徴や使い分けについては本文を参照してください。

「①土壌遺伝子検査」は、標徴を見分ける知識が不要であること、少量の土壌（圃場ごとに約500gを採取、うち0.5gを検査に使用）で検査できること、いつでも検査できることなどが利点であり、数百サンプルを対象とした大規模な調査が可能です。ただしサンプルを専門機関に送る必要があり、結果を受け取るまでに数週間から数ヶ月かかります。また、病原菌のものと考えられる遺伝子の一部分を検出しますので確定診断ではなく、高度な推定診断です（技術の詳細はマニュアル本編 P.9～12を参照してください）。

以下の②～④の方法では、通常、標徴を確認することから、病原菌の存在を確定することができます。

「②生物検定」は、感受性の高い植物（メロン苗）をポット栽培できる一定の温度・明るさが確保できれば実施が可能です（マニュアル本編 P.12～16参照）。ただし、比較的多量の土壌（4リットル程度）を使用すること、ポット栽培を4週間程度継続する必要があることなどから、遺伝子検査のような大規模な調査は困難です。

「③（通常の）根部診断」は日々の栽培の中で萎れが発生するなどの異常がみられたとき、根を掘り出して観察します。偽子座や疑似微小菌核を確認すれば確定的な診断ができます。難点は、発病の初期段階ではこれらの標徴があまりつくられないことです。大量につくられるのは通常、栽培終期以降です。特に、収穫が終わり、茎の地際部を切断した後、1～2週間で盛んにつくられるようになります。この時期に掘り出して根の残さを観察すると比較的容易に見つけることができます。これが、「④栽培終了後の残さ診断」です（マニュアル本編 P.17～19参照）。この方法も圃場から根を掘り出す手間が大きいことから、大規模な調査は困難です。

③と④の方法では、根の発病が初期段階にとどまっていたり、あるいは採取が遅れて腐敗が進むなどした場合、標徴観察が困難になります。このようなときには根から遺伝子を取り出して病原菌を検出する方法（根の遺伝子検査）により、病原菌の存在を高度に推定^{注)}することができます（本冊子の P.9に実施例があります）。

上記のいずれの方法でも、本病の発生が疑われる場所（時々萎れが発生している等）が畑の中にあれば、その付近から土壌（あるいは根）を採取して調べるのが推奨されます。

注) 土壌と違って植物組織からはきわめて確度の高い検出が可能です。

2) 土壌遺伝子検査の特性と活用法

土壌遺伝子検査はサンプル点数が多くても短時間で分析できることから、広域モニタリングなど、多数の圃場を調査するときに有効です。ただし、この方法には技術的な限界とサンプリング検査の限界があり、「陰性」は「病原菌が存在しない」ことを必ずしも意味するものではないことを理解しておく必要があります。本技術による広域モニタリングは本病未発生の地域や産地で特に有効です。

(1) 土壌の遺伝子検査結果の解釈

前述のように圃場（土壌）から病原菌を検出する方法はどれも完璧ではありませんので、見落とす可能性があります。標徴がみつかったときには病原菌がいると結論できますが、見つからないとき、あるいは遺伝子検査で「陰性」のときには単純に病原菌がいないと考えることはできません。ここでは土壌の遺伝子検査をしたときに得られた結果をどう捉えるかについて説明します。考慮しなければならないのは検出の「技術的な限界」と、「サンプリング検査の限界」です。

【技術的な限界】 遺伝子検査は土壌 1g に 1 個しかいない病原菌を検出することはできません。ある程度の量（少なくとも数十から数百個）の病原菌がいないと困難です（検出感度は土壌の種類や管理法によっても異なります）。またこの技術は病原菌のみを検出するように設計されていますが、自然界にはまだ私達の知らない微生物もいますので、病原菌でない微生物を検出してしまう可能性も全くないとは言えません。これら 2 つを技術的な限界と呼んでいます。

【サンプリング検査の限界】 遺伝子検査で最終的に分析にかけるサンプル土壌はわずか 0.5g です。このわずかな土を調べて、畑全体について把握することには限界があります。これがサンプリング検査の限界です。これまでの研究では通常、圃場の 5 地点で土壌（約 100g ずつ）を採取してよく混和し、これから 0.5g とって分析しています。こうして得られた分析結果が陽性だったとき、圃場における病原菌の分布は 2 – 100%（危険率 5%）と推定されます。すなわち、分布率についてはともかく、その土壌（圃場）に病原菌が存在することを示しています。一方、陰性のときには、推定される分布率は 0 – 45% です。これは、病原菌が存在しない場合もありますが、最大で 45% 分布する可能性もあることを示しています^{注)}（いずれも、技術的な限界はないものと仮定しています）。これが、「陰性」を単純に「病原菌がいない」と考えることができない理由です。このようなことは遺伝子検査に限らずサンプリング（抜き取り）検査においては常につきまとうことですが、遺伝子検査で分析するサンプル土壌の量はとても少ないので、特によく理解しておく必要があります。

以上のことを踏まえて、遺伝子検査で陽性と判断されたときには病原菌が存在する可能性が極めて高いと判断されます。確定診断が必要なときには残さ診断などによって病原菌がいることを確認します。また、陰性となったときには単純に病原菌が存在しないと結論をだすことなく、引き続き経過観察することが望まれます（詳細は文末に示した「植物防疫」記事を参照してください）。

注) 検査結果は陽性、陰性の他に擬陽性とされることがあります。分析結果はサンプルに含まれていて増幅された遺伝子のサイズ値とシグナル強度によって示されます。この数値から病原菌の遺伝子であるかどうかを判断しますが、そのどちらかあるいは両方が少しずれているとき、擬陽性としています。このときには陰性であった圃場より丁寧に経過観察をすることが望まれます（詳細はマニュアル本編 P.12 を参照してください）。

(2) 土壌遺伝子検査の活用にあたって（本病が発生していない産地・地域で活用する）

土壌遺伝子検査では短時間で多くのサンプルを検査することが可能です。この方法によって、秋田県では全県規模で調査が行われ、多くの潜在的汚染圃場が見つかりました（本冊子のP.7～8を参照）。岩手県においてもそれまで本病が発生していないと思われていた地域で病原菌が見つかるきっかけになりました（本冊子のP.9～11を参照）。ホモプシス根腐病菌のようなモノサイクリック病原菌は、宿主となる作物が繰り返し栽培される間に数を増やし、やがて激しい症状を引き起こすようになるのが一般的です。今回の研究で潜在的汚染圃場が数多くみつかったことは、本病でもこれが起きていることを如実に示しています。また、これらの事例では病気が発生する前に病原菌を見つけだしたことで、不用意に汚染土壌を広げないよう、被害がでる前に注意喚起することができました。病原菌を持ち込まないことがある種の土壌病害対策の第一歩ですが、広域で遺伝子検査を行うことにより、このような取り組みを効果的に実施できることが示されました。

本技術がこれまでの診断技術と異なる点は、本病が発生していない（あるいは発生が知られていない）産地で最も有効だという点です。病気が発生していないのに種々の対策を講じるのは難しいことですが、病害未発生.Uri科野菜産地でこそ、この技術を利用することが望まれます。

（古屋 廣光）

「Uri科野菜ホモプシス根腐病被害回避マニュアル」本編の入手について

以下のURLにアクセスすることで入手が可能です（2015年2月現在）。

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/045933.html

本文中で示した土壌遺伝子検査に関する「植物防疫の記事」は以下を参照してください。

- 古屋廣光 戸澤清徳 藤晋一（2014）「土壌からのホモプシス根腐病菌検出技術の開発と秋田県におけるその利用」植物防疫68(9)：517-522.

土壌（あるいはUri科野菜の根）の遺伝子検査に関するお問い合わせや実施にあたってのご相談等は以下までお願いします。

〒010-0195 秋田市下新城中野字街道端西241-438

秋田県立大学 生物資源科学部 植物保護研究室

古屋 廣光：018-872-1639、furuya@akita-pu.ac.jp.

戸田 武：018-872-1638、ttoda@akita-pu.ac.jp

3. 圃場診断の実践例と結果の解釈に関する留意事項

1) 秋田県のキュウリ圃場における全県的なモニタリングとその解釈

秋田県では2009年にキュウリ産地においてホモプシス根腐病による萎凋・枯死の被害が確認されました。同年、初発地域において土壌遺伝子検査を実施した結果、被害が確認されていない圃場においても複数の陽性圃場が確認されました。

このとき、被害が確認されていない圃場にも菌が分布している可能性があることがわかったため、翌年から全県規模でキュウリ圃場の土壌遺伝子検査を行い、現在まで広域的なモニタリングを実施してきました。

その結果、2009年から2014年まで延べ801圃場のうち86圃場(10.7%)で陽性又は擬陽性と診断されました(表4)。

陽性又は擬陽性と判定された86圃場のうち、被害は11圃場で確認されていますが被害圃場が少ないため、秋田県ではまだ被害の実感が薄い段階にあります。しかし、徐々に菌の分布が広がり、被害圃場も増加してきていることを考えると決して楽観視できる状況ではありません(図5)。

表4 キュウリ圃場における土壌遺伝子検査結果(2009~2014年)

地 方	陽性、擬陽性圃場数	圃場率
鹿 角	32 (266)	12.0%
北 秋 田	11 (96)	11.5%
山 本	0 (4)	0%
仙 北	0 (39)	0%
平 鹿	23 (231)	10.0%
雄 勝	20 (165)	12.1%
合 計	86 (801)	10.7%

注1 ()内は調査圃場数

注2 秋田、由利地方は未実施

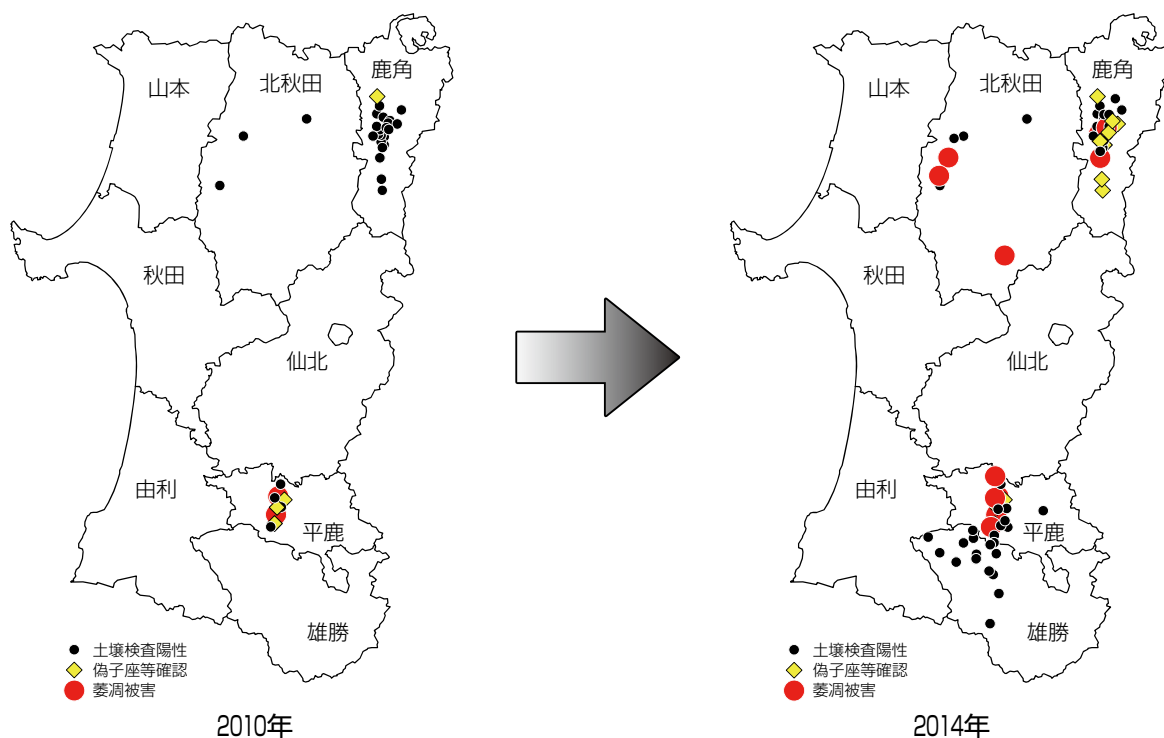


図5 秋田県内のキュウリ圃場における分布の推移

また、一度陽性と判定された圃場でも翌年陰性と判定される場合があります。このような場合でも残さ診断で偽子座の着生が見られた事例もあることから、土壌遺伝子検査で一度でも陽性と判定された圃場には注意を払っていく必要があります。

このように、被害の見えていない陽性圃場（潜在的汚染圃場）が存在することは今後の被害拡大を予想させます。今後、潜在的汚染圃場の農家にも実態を認識してもらい、被害拡大抑止のために対処してもらうことが重要です。そのため、本病に関するパンフレットを作成し（図6）、県内のキュウリ生産者や関係機関に配布すると共に各地で研修会を開催し、本病に関する理解を深めてもらう活動を行ってきました。

また、被害が確認されている生産者に対しては被害状況に応じて対策を選択していただき、実践していただいています（表5）。

表5 被害が確認されている圃場の対策状況

土壌消毒	2圃場*
転炉スラグによる土壌 pH 矯正	5圃場*
作付け中止（圃場移動含む）	2圃場

※対策の重複有り

残さ（根部）診断の実践例とその解釈

本病の感染を確認するには、栽培終了後の残さ（根部）診断により本病の特徴的な症状を目視で確認することが誰でも実践しやすく手軽な方法です（マニュアル本編 P.17～19参照）。しかし、掘るのが遅れて腐敗が進んだ根部や、栽培期間中に萎凋した直後の株の根は目視で診断できません。この場合は根からDNAを抽出して特異プライマーを用いたPCRにより検査（根部遺伝子検査）することが有効です。実際に根部に偽子座等の症状が見られず根部遺伝子検査で陽性になった圃場で翌年偽子座の着生が確認された事例もありました。

秋田県では土壌遺伝子検査で陽性又は擬陽性になった67圃場のうち31圃場（46.3%）で目視や根部遺伝子検査により根部に発病が確認されており、連作を続けると萎凋被害まで進展することが懸念されます（表6）。

表6 キュウリにおける残さ診断結果と被害状況（2009～2013年）

地 方	土壌遺伝子検査陽性* ¹	根部に発病			萎凋被害
		偽子座等確認	遺伝子検査* ²	計	
鹿 角	32	14	7	21(65.6)	3 (9.4)
北 秋 田	5	1	1	2 (40.0)	1 (20.0)
山 本	0	0	-	0	0
仙 北	0	0	-	0	0
平 鹿	10	6	0	6 (60.0)	4 (40.0)
雄 勝	20	0	2	2 (10.0)	0 (0)
合 計	67	21	10	31(46.3)	8 (11.9)

（数字は圃場数、（ ）内は土壌遺伝子検査陽性圃場数に対する割合）

※1 土壌遺伝子検査の陽性圃場数には擬陽性も含む（2012年までの総数）

※2 根に偽子座、疑似微小菌核が確認されなかったもので根部遺伝子検査で陽性を示したもの

※3 秋田、由利地方は未実施



図6 啓発のためのパンフレット

この実践例でのポイント

- 土壌遺伝子検査法は本病未確認、あるいは少発生地域で多数の圃場を対象としたモニタリングで効果を発揮します。萎凋がみられない畑で陽性となり、その後に根の症状が確認された例が多数見つかりました。このような実態を農家に正しく認識してもらい、被害拡大抑止のために対処してもらうことが重要です。
- 陽性となった圃場で感染を確認するには残さ（根部）診断が役立ちますが、偽子座や疑似微小菌核がみられないときでも根の遺伝子検査をすると病原菌を検出できることがあります。

（戸澤 清徳）

2) 岩手県における総合防除対策と早期リスク把握実践事例について

岩手県では2002年の初発確認以来、本病の発生地域は年々増加し、2007年には露地夏秋作型を中心とする県中南部のほとんどのキュウリ産地で発病が認められる状況でした。そこで、2006年以降、関係機関連携のもと、本病および防除対策の周知・診断体制を整備しています。

また、新たな防除対策が開発される中、2013年から岩手県における本病総合防除対策を策定し、中央農業改良普及センターが中心となって本病についての理解促進と基本管理の徹底を含めた対策の周知に取り組んでいるほか(図7)、転炉スラグの技術を継続する場合の判断基準を独自に策定しています(※)。2014年には、早期に感染リスクを把握し、翌年の防除対策を徹底するため、指導者を対象とした根の残さ診断研修を重点的に実施しています。

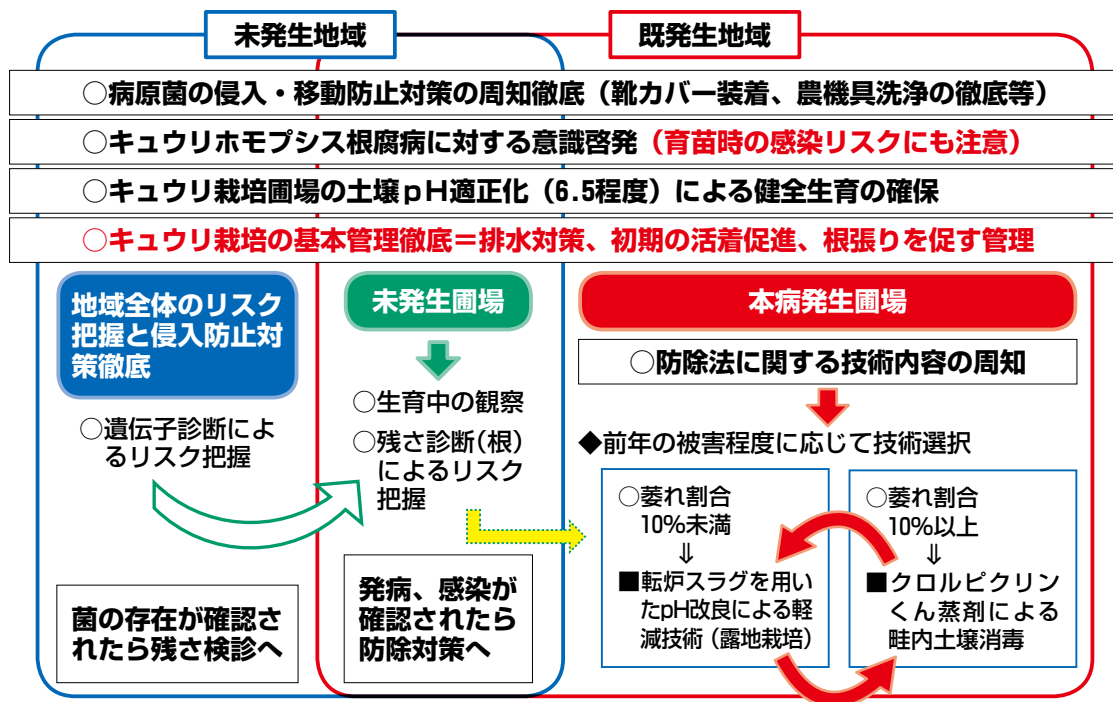


図7 2014年度の岩手県におけるキュウリホモブシス根腐病総合防除対策

※ 岩手県普及員調査研究 (2013年) において、転炉スラグを用いた土壌 pH 矯正による被害軽減技術を継続する場合の判断基準を以下のように策定。

「地上部に萎凋症状が見られる株が圃場全体の10%未満かつ根の発病指数が2以下」

5株を慎重に掘り取り、根を洗った状態で、根の量を考慮しながらレベル別に分類し、以下の式により発病指数を算出する。

$$\text{発病指数} = \{ \sum (\text{レベル別発病株数} \times \text{発病レベル}) \times 100 \} \div 5$$

レベル0: ほとんど感染が見られない、細根の脱落もない。

1: 洗った状態なら細根脱落部に感染が確認できる。偽子座はなし。

2: 1~2本に褐変と偽子座が確認できる、

または根の全体量の10%未満の感染程度。根の先端部に偽子座が見られる。

3: 根の全体量の10%以上が褐変、偽子座が随所に見られる。

4: 根の半数以上が褐変し、偽子座が容易に確認できる。

ここでは、遺伝子検査等を活用した早期リスク把握実践例を紹介します。

実践例 1 本病未確認地域における早期リスク把握とその後の対策について

2013年に当時発病が未確認であった二戸地域では、二戸農業改良普及センターが中心となって農協など関係機関と連携し、地域内の圃場汚染状況を確認するため、管内農協きゅうり生産部会を対象に、126戸（部会員の85%）192件の栽培土壌を遺伝子検査しました。

その結果、192件のうち陽性が1戸2件、判定困難が2戸2件でした。このうち陽性となった生産者は、既に栽培中の萎凋症状が見られていたものの、原因は排水不良によるものと判断していました。また、判定困難となった圃場において残さ診断を行いました。感染は見られませんでした。感染が確認された、または疑わしい圃場では、土壌消毒または転炉スラグによる土壌 pH 矯正技術を導入し、初期の段階で発病段階に応じた被害軽減対策を行うことができました。

また、本病に関する情報と対策を周知したことにより、生産者が萎凋症状の発生について普及センターに相談して診断を受けた結果、新たに感染が確認された事例がありました。

さらに、早期の対策周知により、圃場への出入りの際の靴の消毒や靴カバーの利用など、汚染土壌を持ち込まない・広げないという意識が生産者全体で共有されるようになり、2014年には生産者向けの感染・発病防止対策説明会を実施して、改めて早期リスク把握による被害軽減・まん延防止の意識啓発を行いました（図8）。

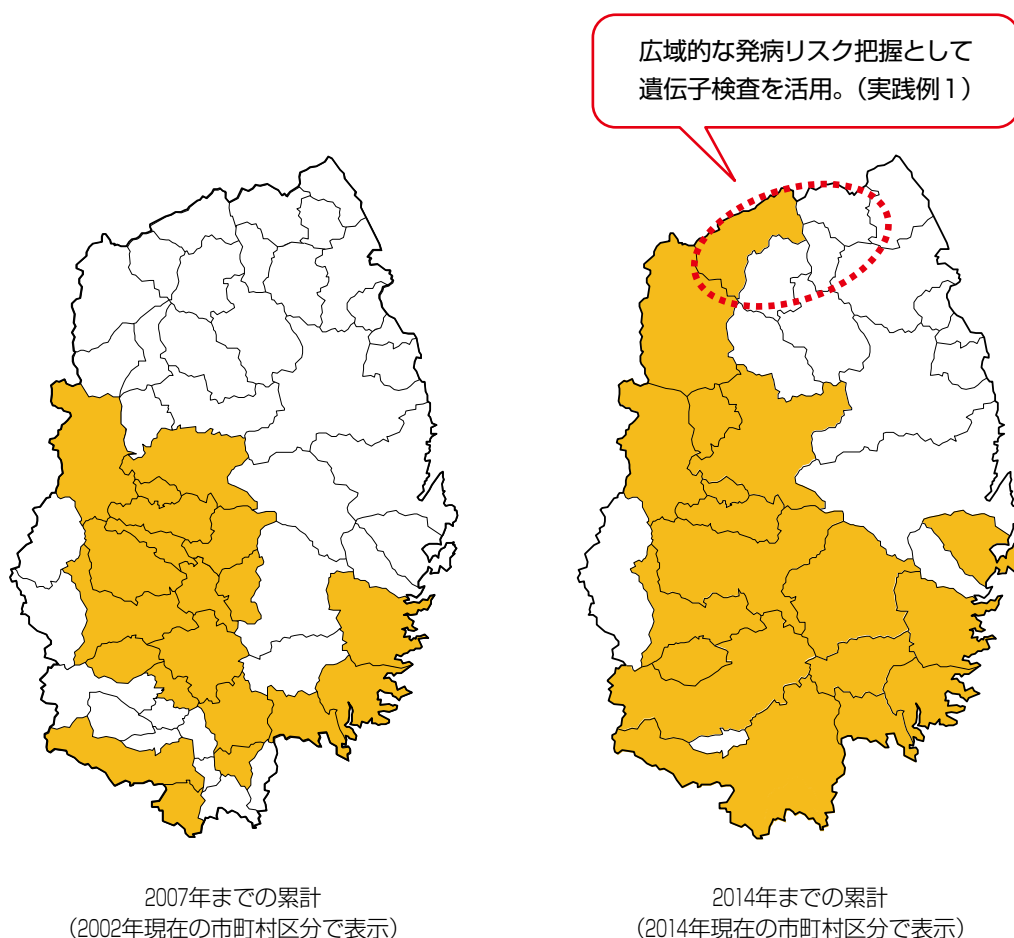


図8 ホモブシス根腐病発生確認地域の推移

この実践例でのポイント

- 遺伝子検査を広域的な発病リスク把握に用いて、個々の農家ではなく地域全体での被害軽減・まん延防止の意識啓発につなげました。
- 情報周知により感染の確認につながった事例がありました。発病未確認地域においても、産地全体への情報周知が重要であると考えられます。

実践例2 育苗期における感染リスク把握とその後の対策について

圃場で土壌消毒等の対策を実施しても十分な効果が得られない、または定植後早い時期から症状が見られる要因のひとつとして、育苗時における苗への感染が考えられます。

2013年度（2014年2月）に岩手県内7地域において育苗ハウス土壌および育苗用土34件の遺伝子検査を実施したところ、育苗ハウス土壌2件が陽性、育苗ハウス土壌4件および育苗用土3件が擬陽性または判定困難でした（表7）。なお、岩手県では、擬陽性および判定困難を「経過観察」とし、栽培経過を注視することとしています。

表7 育苗ハウス土壌・育苗用土の遺伝子検査実施件数および結果

	陽性	経過観察 (擬陽性・判定困難)	陰性	合計
育苗ハウス土壌	2	4	22	28
育苗用土	0	3	3	6
合計	2	7	25	34

そこで、陽性判定2件、育苗ハウス土壌の経過観察1件（前年の圃場での被害大）の生産者において、2014年に育苗期の感染リスク低減策（購入育苗用土、新品ポリポットの使用および防根シートによる苗とハウス土壌の遮断）を実施し、苗への感染防止効果について検証しました（その他の経過観察となった生産者および陰性となった数件の生産者が慣行で管理した苗についても併せて調査）。その結果、感染リスク低減策を行った3件を含め苗への感染は認められませんでした（表8）。

表8 育苗施設等における遺伝子検査および苗の追跡調査結果（2014年）

生産者	対象	2013年度 遺伝子診断 ⁽¹⁾	2014年度 育苗方法 ⁽²⁾	2014年度苗の 追跡調査 ⁽¹⁾	2013年度以前の 圃場でのホモプシス 確認の有無 ⁽³⁾
A	育苗ハウス土壤	+	リスク低減策実施	-	+
B	育苗ハウス土壤	+	リスク低減策実施	-	+
C	育苗ハウス土壤	±	リスク低減策実施	-	+
D	育苗用土	±	慣行	-	+
E	育苗用土	±	慣行	-	+
F	育苗用土	±	慣行	-	-
G	育苗ハウス土壤	±	慣行	-	-
H	育苗ハウス土壤	±	慣行	-	-
I	育苗ハウス土壤	±	慣行	-	-
J	育苗用土	-	慣行	-	+
K	育苗用土	-	慣行	-	+
L	育苗用土	-	慣行	-	+
M	育苗ハウス土壤	-	慣行	-	+
N	育苗ハウス土壤	-	慣行	-	-

調査方法：定植期まで各生産者が育苗した苗を収集し、岩手県農業研究センター内温室で30～45日間継続栽培した後、根部の遺伝子検査を実施

- (1) +：陽性 ±：経過観察（擬陽性・判定困難） -：陰性
 (2) リスク低減策：購入育苗用土、新品のポリポット、除草シート使用
 (3) 同一生産者が栽培するキュウリ圃場での発病。 +：有り -：無し

また、育苗追跡調査を行った生産者を対象に、育苗管理実態調査を行ったところ、育苗時における感染防止意識が非常に低いことが浮き彫りとなりました（表9、表10）。このことから、育苗時の感染についてはまだ不明な点がありますが、育苗資材などの衛生管理徹底に加え、圃場と同様に育苗管理においても病原菌の侵入防止対策を行うなどの意識啓発が重要と考えられます。

表9 各育苗資材の取り扱いについて（複数回答）

	ポリポット	シート	トンネル用資材	育苗箱	セルトレイ
毎年更新している	5	4	0	0	1
消毒して使用	2	0	0	0	0
洗浄して使用	3	0	0	0	0
土を落とす程度	0	3	3	1	0
何もしていない	7	8	8	5	0
（回答数）	17	15	11	6	1

表10 育苗ハウスへの出入り状況について

	機械洗浄	靴の洗浄
している	0	0
していない	7	13
（回答数）	7	13

この実践例でのポイント

- 育苗ハウス土壤や育苗用土の遺伝子検査により、育苗環境にも病原菌が存在する可能性が示され、さらに育苗管理実態調査から、育苗時における感染防止意識が低いことが分かりました。
- 育苗管理においても、圃場と同様に病原菌の侵入防止・感染防止意識を持つことが重要と考えられます。

（小山田 早希）

3) 潜在的な汚染圃場が産地内に偏在した事例について

本病による大きな被害が確認されていなかった露地キュウリ産地（宮城県内）の圃場から土壌を採取して遺伝子検査および生物検定法により調査したところ、ごく限られた地区に集中して病原菌が検出される事例がありました。このとき、遺伝子検査では26圃場中3圃場が陽性であったのに対し、生物検定では8圃場が陽性となりました。また、このような陽性圃場と同一の地区に含まれる圃場で、念のために栽培終了後の残さ診断を行ったところ、病原菌が確認された圃場（2圃場）がありました（図9）。これらの地区では、人の行き来や機械の貸し借りが行われており、病原菌侵入を知らないままに圃場間でまん延させてしまった可能性があります。

これらのことは、土壌を検査して病原菌が検出されなくとも圃場に病原菌が侵入している場合があることを示しています。特に、検査によって陽性となった圃場と、人の行き来や機械の貸し借りなどがあったような、関係の深い圃場では残さ診断を行うなどによって、より強い注意が必要です。また、このような病原菌まん延に関する啓発や、汚染土壌の持ち出し防止対策の導入（圃場に立ち入る際の靴カバー利用など）も重要と考えられます。

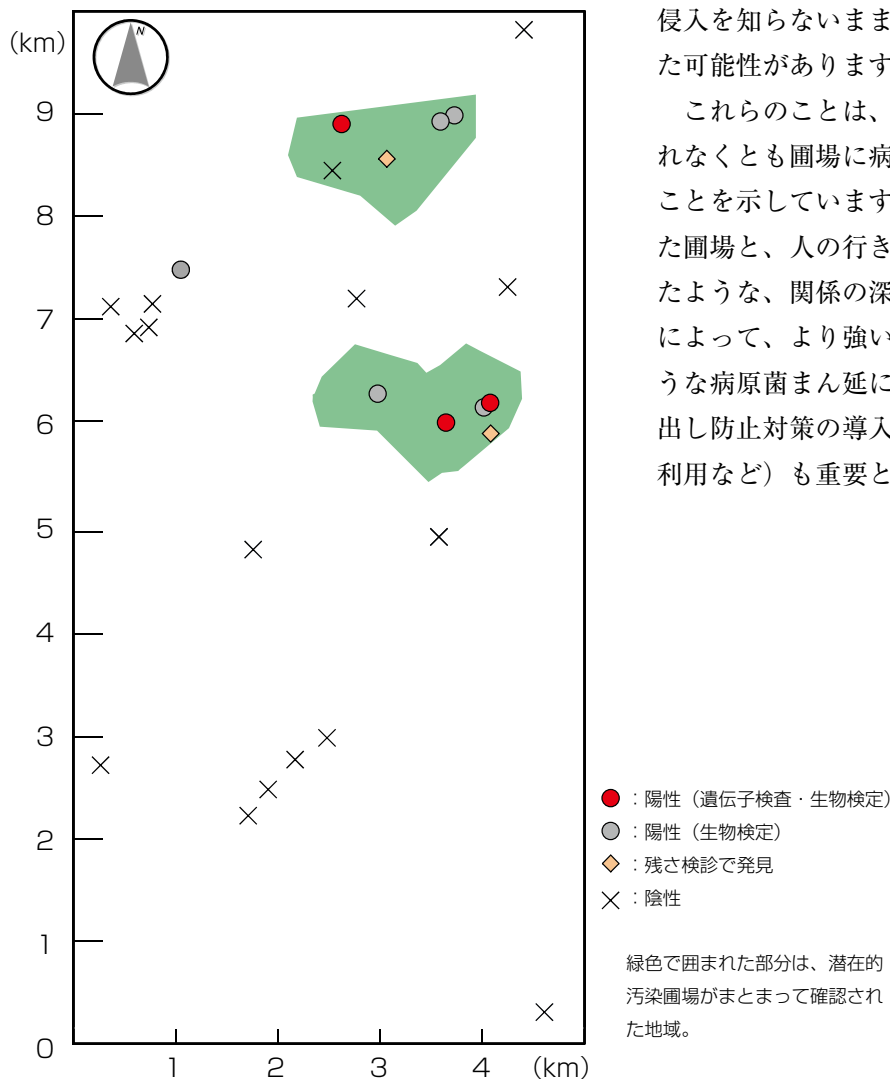


図9 露地キュウリ産地における潜在的な汚染圃場の分布の事例

この実践例でのポイント

- 土壌の検査（遺伝子検査・生物検定）で陰性となった圃場であっても、陽性圃場と人の行き来や機械の貸し借りがあるような場合は残さ診断などでより強く警戒することが望ましいです。
- 土壌の検査で陽性圃場が一つでも見つかった場合、靴裏や機械に付着した土壌によるまん延を低減させるため、産地全体に向けて本病に関する情報提供や、まん延防止対策の導入（圃場に立ち入る際の靴カバー等の装着や、農機具の洗浄等）を促すなどの啓発活動が重要と考えられます。

（永坂 厚）

「ウリ科野菜ホモプシス根腐病被害回避マニュアル」本編の訂正について

本編の図9 (p.11) の説明 (ジェネティックアナライザー解析結果の判断基準) を表11のように訂正いたします。なお、訂正は説明の表現のみであり、判断基準に関する数値の変更はありません。

表11 ジェネティックアナライザー解析出力値の判断基準

判定結果	サイズ値	シグナル強度
陽性	$PC^{1)} - 2.50 \leq A^{2)} \leq PC + 2.50$	$400 \leq T^{3)}$
擬陽性	$PC - 3.50 \leq A < PC - 2.50$ 及び $PC + 2.50 < A \leq PC + 3.50$	$100 \leq T < 400$
判定困難	$PC - 5.50 \leq A < PC - 3.50$ 及び $PC + 3.50 < A \leq PC + 5.50$	$50 \leq T < 100$
陰性	$A < PC - 5.5$ 及び $PC + 5.5 < A$	$T < 50$

1) PC : ポジティブコントロールのサイズ値

2) A : 当該サンプルのサイズ値

3) T : 当該サンプルのシグナル強度

・著者一覧

小山田 早希 (岩手県農業研究センター)

戸澤 清徳 (秋田県病害虫防除所)

永坂 厚 (独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター)

古屋 廣光 (秋田県立大学 生物資源科学部)

・編集

永坂 厚 (独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター)

・謝辞

本冊子の作成にあたり、秋田県病害虫防除所および岩手県中央農業改良普及センターには多大なご支援をいただきました。また、本冊子に記載したウリ科野菜産地での取り組みにつきましては、秋田県・岩手県・宮城県の各農業改良普及センターや農協等の普及指導機関、また生産者の方々のご理解とご協力をいただいで実施したものです。ここに厚く御礼申し上げます。

ウリ科野菜ホモプシス根腐病被害回避マニュアル 追補版

発行年月 2015年2月

編集・発行 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
東北農業研究センター 福島研究拠点
〒960-2156 福島県福島市荒井字原宿南50

印刷所 株式会社プロセス印刷

〒960-8003 福島市森合字屋敷下6-1