

ミニ特集：東北地方におけるキュウリホモプシス根腐病の防除対策

東北地方のホモプシス根腐病研究と総合防除

農研機構 東北農業研究センター ^{なが}永 ^{さか}坂 ^{あつし}厚

はじめに

東北地域は夏場の冷涼な気候を活かしたキュウリ、メロン、スイカ等のウリ科野菜の産地がある。これらウリ科野菜は同地域の野菜生産の約2割を占め、年間の生産額がおおよそ400億円となる重要な品目である。しかしながら、近年、同地域ではホモプシス根腐病がキュウリを中心に発生し、問題となっている。

農研機構 東北農業研究センターでは、秋田県立大学や、岩手県、宮城県、福島県等の公立研究機関と連携して、本病の対策に関する研究を進めてきた。このなかで、2013年2月には本病の予防的な防除、すなわち、目立った被害がまだ生じていないが、実は病原菌が既に土壤中に侵入している圃場（潜在的な汚染圃場）を見つけたし、今後生じる被害のリスクに応じて複数の対策を段階的に導入する、という趣旨の「ウリ科野菜ホモプシス根腐病被害回避マニュアル」を公表した。同マニュアルは東北地域のキュウリ栽培を主な対象としているが、病原菌の検出は他のウリ科作物にも応用できる。

本稿では、東北地域における本病の発生実態、マニュアルの開発に至った経緯およびその内容について概説する。

I 東北地域における発生実態と対策の課題

ホモプシス根腐病はウリ科野菜に発生する土壤伝染性病害である。病原菌は糸状菌の一種である *Phomopsis sclerotioides* であり、感染した植物体では根のところどころが褐変・腐敗する根腐症状が生じ、病原菌の形成する *Pseudostromata*（偽子座）や *Pseudo-microsclerotia*（疑似微小菌核）が認められる（van KESTERN, 1967）。偽子座は根表面で入れ墨様の形をとる特徴的な構造で、本病を診断するうえで重要である（口絵①）。

発病株では茎葉部が激しく萎れ、重篤な場合にはそのまま枯死する萎凋症状が生じて、収穫が激減する（口絵②）。

本症状の特徴として、収穫開始期までは一見普通に成長し、収穫が本格化した段階で大きな被害に見舞われるという点がある。また、激発すると圃場全体に被害が及んで収穫が停止する場合もあるため、生産に与える打撃が大きい。

東北の露地キュウリ栽培の場合、7月下旬～8月上旬の梅雨明け時期に、不安定な気象（曇天や降雨時の温度低下と、晴天による急な温度上昇の繰り返し）下で発生が目立つ。施設キュウリ栽培では、秋口や春先で温度の上がり下がり激しい時期に萎凋症状が発生しやすいようである。

本病は気温が低い場合に被害が激化しやすいとの観察がある（橋本・吉野, 1985）。東北地域の露地キュウリ栽培では、経験的には7～8月が高温となった年は萎凋症状が目立たず、逆に低温・多雨傾向で不安定な気象となった年は激しくなるようである。

国内における発生報告を表-1にまとめた。東北地域では1994年に福島県の施設栽培キュウリで初発が認められ、その後2001年に露地栽培キュウリに拡大した（堀越ら, 2003）。それ以降、岩手、宮城、山形、秋田県への拡大が認められる。現在、主要な被害はキュウリであるが、メロンにも拡大している。なお、東北地域ではこれまでに5県51市町村で発生が確認されているが、初発当時は福島県の1市町村のみであったことから、この20年ほどで東北地域の広い範囲に拡大してきたことがうかがえる。

本病は接木栽培による被害の回避が期待できず（橋本・吉野, 1985；堀越ら, 2003）、対策としては土壤消毒が行われてきた。関東以西での施設栽培では夏期に太陽熱消毒や土壤還元消毒が利用できる。しかし、東北地域の露地キュウリ栽培では夏場が収穫期にあたるため太陽熱の利用による土壤消毒は難しい。このため、これまでにクロルピクリン剤によるマルチ畝内消毒による対策が開発され、普及している（永坂・門田, 2010）。なお、施設栽培（年2作）では夏期の太陽熱消毒や土壤還元消毒の対策も行われているものの、地域によっては（半）促成栽培から抑制栽培までの間が1か月程度と短く、十分な消毒期間が確保できないなどの理由から、クロルピクリン剤による土壤消毒も重要視されている。しかし、

Integrated Pest Management of Black Root Rot of Cucumber
Caused by *Phomopsis sclerotioides* in Tohoku Region. By Atsushi
NAGASAKA

（キーワード：キュウリ、ホモプシス根腐病、発生生態、総合防除）

表-1 ホモプシス根腐病の発生報告

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
鳥根	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)

本表は永坂・門田 (2008; 表-1) に、これ以降に発表された特殊報 (秋田, 長野, 愛知) の内容を追記して作成した。
網掛けは東北地域内での発生を示す。

ウリ科野菜の生産農家はこれまで土壌消毒剤の利用経験が少ないことや、高齢化がすすんだ生産者の作業負担、コスト面の負担等から抵抗感もあり、より取り組みやすい防除手段の開発が課題となっている。

II 潜在的汚染圃場と予防的対策の開発

本病が診断される機会は、多くの場合、萎凋症状により大きな被害を受けた圃場で根を掘りあげて初めて確認した、というものである。しかし、生産者が本病を認知していなくても病原菌が侵入している圃場が多数存在することがわかってきた。筆者も、被害圃場の調査に際して、隣接あるいは農機具の貸し借り等が行われた圃場を念のために調査すると、やはり根の発病が見つかったという経験を。このような圃場では口絵③の写真にあるように萎れの発生が全くないかわずかであり、一見して異常は見られない。そのため、栽培終了後に本病を疑って根の発病が確認される機会はほとんどないと考えられる。本病が徐々にその発生地域を拡大させている状況を考慮すると、このような圃場は既に病原菌が侵入したものの、まだ病原菌密度が低い段階にあると推察さ

れる。

このような潜在的汚染圃場は本病の拡大に重大な役割を果たすことが懸念される。一つには、当該圃場で本病を意識しないまま連作することにより、病原菌密度の上昇を招き、それによりいずれ大きな被害に見舞われる可能性がある。被害を経験した生産者に発生以前の状況をうかがうと、数株が萎れていたことがある、あるいは栽培後半に急に枯れあがったというような、本病の兆候ととれる経験が聞かれる場合がある。しかし、その当時は生理障害や他の病害虫 (センチュウ, ウイルス等) の影響と考え、本病を疑うまでには至らなかったようである。

もう一つの懸念は、気がつかないまま本病の病原菌を他圃場に移動させる可能性である。生産者が病原菌汚染に気がつかなければ、農機具を介した移動、例えば汚染圃場を耕したトラクターを他の圃場に持ち込んで使用するといったこと、あるいは互いの圃場の様子を見学しようとして靴裏の土壌を持ち込むようなことが躊躇なく行われる可能性がある。このような生産者同士の交流は生産意欲の高い産地ほど頻繁と考えられるが、それが病原菌の拡大を助長しかねない。潜在的な汚染圃場を早期に見つけ出し、当該圃場からの土壌移動の防止を働きかけることや、産地全体に本病への注意喚起を促す対策は、本病の拡大防止に寄与すると考えられた。

III 個別技術の組合せによる予防的な対策

東北地域の試験研究機関では、本病への対策としていくつかの研究が行われていた。病原菌の検出については秋田県立大学が PCR 法による土壌 DNA からの病原菌遺伝子の検出を試みており (Iro et al., 2012)、また、福島県では土壌からの病原菌検出にウリ科幼植物を用いた生物検定を行った実績がある (堀越・平子, 2007)。これら土壌からの病原菌検出の活用は、潜在的汚染圃場の検出に活用できる可能性があった。

一方、被害が広がっているカボチャ台キュウリについて、クロルピクリン剤以外の対策についても検討が行われており、岩手県では栽培管理の変更 (整枝管理の抑制) が本病の萎凋症状抑制に有効なこと (山口, 2009) や、土壌 pH の矯正により被害が抑制されるといった知見 (岩館・猫塚, 2010) が蓄積されていた。これらによる対策は、クロルピクリン剤の利用よりもコスト・作業負担の低減が見込まれたが、直接的に病原菌密度を減らすとは考えられず、比較的被害リスクの小さい圃場が対象と考えられた。そこで、①圃場診断により早期に病原菌を見つけることで、②導入が比較的容易な対策を段階的に導入する、という技術体系を構築することにより、診

断と対策の個別技術がより有効に活用されるのではないかと考えた。さらに、このような取り組みと平行して③被害が顕在化していない産地で本病の啓発、汚染土壌移動防止の呼びかけ等を行うことにより、本病のまん延防止につながるのではないかと考えた。

そこで、秋田県立大学・岩手県・宮城県・福島県と協力してこのような予防的な防除体系の開発を目的とした共同研究を立ち上げ、2010～12年度に研究を実施した。なお、本研究は農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の一環（課題番号 22082）として行われた。

Ⅳ 研究の成果と総合防除マニュアル

土壌からの病原菌検出手法については、土壌 DNA から病原菌の遺伝子配列を NTRF-PCR 法により増幅して検出する「遺伝子検査法」およびポットに充てんした土壌にメロン幼苗を移植して発病を調査する「生物検定法」（苗は 20 株使用）を開発した。これらを用いて東北地域内のウリ科産地圃場の土壌を調査した。その結果、秋田県、岩手県、宮城県で本病未確認のウリ科産地圃場から病原菌が検出された。また、福島県内の露地キュウリ産地で本病未確認の圃場でも、潜在的な汚染が確認された（表-2）。

「遺伝子検査法」は必要な土壌の量が少なく（約 0.5 g）、遺伝子実験に関する設備が整っている機関（本研究では秋田県立大学が実施）であれば多数の検体が比較的短期間で調査できる。本研究では秋田県内の 600 を超える圃場が調査された。一方、生物検定は 4 l 程度の土壌が必要で、1 圃場当たり 20 ポットの検定植物の管理場所も必要となるが、資材はポットやメロン種子等一般的に入手可能であり、比較的容易に実施できることから、少数圃場を対象とした調査方法として有効と考えられた。そのため、本病未発生、あるいは発生初期の産地で広域的に病原菌の分布を把握するためには「遺伝子検査法」を、少数圃場のリスクを把握する場合は「生物検定法」が有効と考えられた。なお、いずれの検査法でも、病原菌があっても検出されない（偽陰性の）可能性がある。このことから、陰性圃場であっても同じ産地内に汚染圃場がある場合には栽培終了後の根で偽子座の有無を確認する「残さ検診」などを行って警戒することが重要と考えられた。

カボチャ台キュウリでの対策として、圃場に指標植物（カボチャ台キュウリよりも感受性の高い自根キュウリやメロン）を移植し、これが萎れたタイミングで栽培管理を変更（整枝管理の停止）することで、本病の萎凋症

表-2 2012 年度までに実施したホモブシス根腐病についての圃場診断

対象地域	対象作物	圃場診断結果の概要
秋田県 (全域)	キュウリ メロン スイカ	県内全域の 664 圃場を調査し、 76 圃場で病原菌を検出
岩手県 (北部)	露地キュウリ	本病未確認地域の 20 圃場中 4 圃場で病原菌を検出
宮城県 (南部)	露地キュウリ	本病未確認地域の 23 圃場中 3 圃場で病原菌を検出
福島県 (中部)	露地キュウリ	既発生の地域で、被害未確認の 37 圃 場のうち 29 圃場から病原菌を検出

状を抑制できることが示された。萎凋症状が抑制されるメカニズムは整枝管理の抑制による根量の増加と考えられている。導入に関するコストは指標植物の苗代程度であるが、病原菌の感染やそれに伴う菌密度の上昇は防げず、栽培後期に果実品質の低下も招くため、萎凋症状が発生していない圃場での応急的な対策とすることが適当と考えられた。

また、露地のカボチャ台キュウリ栽培では土壌 pH を高く矯正することで本病の被害が軽減されることが示された。具体的には、高 pH でも生理障害（微量元素欠乏）が発生しにくい転炉スラグ資材を用い、表層 10 cm 深を pH7.5 を目標に矯正することが有効とされた。初期の投入量は 10 a 当たりおおむね 2 t 程度（約 5 万円）となるが、矯正効果は複数年持続するため、作付けごとに処理が必要なクロルピクリン剤のマルチ畦内消毒よりも長期的にはコストや作業負担の低減が期待できる。一方で、被害が大きい圃場では十分な効果が得られにくいことから、萎凋症状がごく少発生の圃場での対策とすることとした。

施設でのカボチャ台キュウリ栽培の対策として、前述の指標植物を用いて土壌還元消毒を確実に実施できるよう促す手法を宮城県が開発した。土壌還元消毒は（半）促成栽培から抑制栽培に切り替える時期（6 月下旬から 8 月上旬）に実施すると高い効果が得られるが、この期間が 1 か月程度と短く、栽培終了後に根の発病を確認してからでは間に合わない。そこで、（半）促成栽培で前述の指標植物法を活用し、これが萎れた場合は栽培管理を変更するとともに土壌還元消毒を準備する。このような技術の体系的な利用を、被害が顕在化していない施設栽培での対策とすることとした。

以上のような対策を「ウリ科野菜ホモブシス根腐病被害回避マニュアル」にとりまとめた（岩館ら、2013）

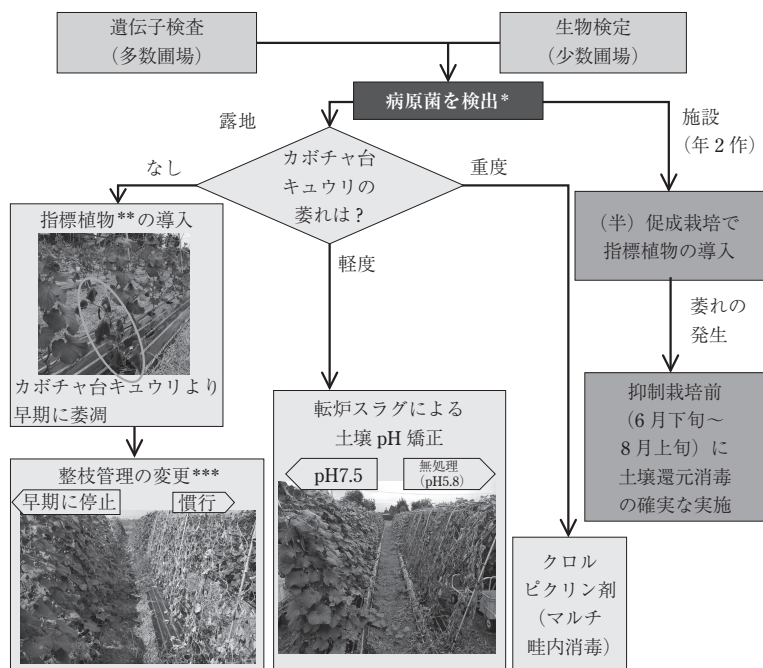


図-1 「ウリ科野菜ホモブシス根腐病被害回避マニュアル」に記載した総合防除体系のフロー図

*産地内で汚染圃場が見つかった場合は未検出でも残さ検診（マニュアル参照）などで警戒を強める。

**カボチャ台キュウリより感受性の高い自根キュウリやメロン。

***次作の栽培前に土壌 pH の矯正か土壌消毒。

(図-1)。マニュアルの冊子体は東北地域の普及指導機関を中心に配布した。現在、文末の引用文献に示した URL からダウンロード可能である。詳細については、同マニュアルを参照いただきたい。

おわりに

研究期間終了後の本マニュアルの利用状況について、筆者が把握できている事例などは以下の通りである。なお、一部の取り組みは平成 25 年度東北地域マッチングフォーラムで講演発表がなされており、詳細は講演要旨集を参考にいただきたい（永坂ら，2013）。

- ①秋田県や岩手県では遺伝子検査法による病原菌モニタリングが普及指導機関の主導により実施された。診断結果を元にした啓発活動も行われている。
- ②宮城県では潜在的汚染圃場が確認されたキュウリ産地で、転炉スラグによる土壌 pH 矯正対策の試行的な導入を実施するとともに、未検査の全戸を生物検定法により調査して産地の汚染実態を把握し、本病に関する啓発を行った。
- ③岩手県や福島県の露地キュウリ産地では、本病軽度発

生圃場を対象に転炉スラグによる土壌 pH 矯正の対策が導入されている。

筆者は②の事例について普及指導機関と連携して調査にかかわった。当該産地では 25 圃場を生物検定により調査し、うち 7 圃場で病原菌が検出された（永坂ら，2013）。このような結果を伝達しつつ、講習会などを通じて啓発活動を行ったところ、産地における本病への警戒意識や、対策に取り組もうとする意識の変化を実感した。予防的対策を行うためには、単に診断結果を伝達するのではなく、本病に関する啓発や対策も含めたフォローが有効と考えられた。

本マニュアルに記載した個別技術の利用に関しても、研究機関や普及指導機関のフォローが必要と考えている。圃場診断（遺伝子検査・生物検定法）で未検出であっても、それは圃場に病原菌が「全くいない」ことを意味しない。筆者がかかわった事例では、生物検定法で病原菌が検出された圃場が産地内で特定の地域に偏っていたため、念のためその地域内で陰性となった圃場を追跡調査したところ、さらに 2 圃場で潜在的汚染を見つけた（永坂ら，2013）。圃場診断を有効に活用するためには、

見落としの可能性を考慮したうえで、汚染圃場に出入りがあった生産者の圃場はより警戒を強めるなどのフォローが重要と考えられた。

また、栽培管理法や土壌 pH 矯正も、それ自体で病原菌を死滅させる技術ではないことから、必要に応じて他の手段に切り替えていく必要がある。加えて、土壌 pH 矯正は転炉スラグの投入量の決定に土壌緩衝能曲線の作成が必要であり、土壌肥料に関する一定の知識が求められる。以上のことから、同マニュアルは普及指導機関向けの内容としており、利用に関してはこれら機関の指導を仰いでいただくよう、注意書きをしている。本マニュアルの活用にあたっては、普及指導機関の適切なご指導（必要に応じて研究機関との連携）がなされるようお願いしたい。

これまでに東北地域以外でも、ウリ科作物の萎れが目立つため本病が不安視されるといった理由で問い合わせをいただいている。今後、必要に応じてそのような地域においても研究・普及指導機関と連携して、より早期の対策を実施したいと考えている。本マニュアルが活用されることで、産地の取り組みとして本病への警戒・まん延防止対策が行われ、本病による被害の拡大や生産意欲

の低下に歯止めがかかることを願っている。

本研究は秋田県立大学や、岩手県、宮城県、福島県の公立試験場、ならびに秋田県病害虫防除所をはじめとする、秋田県、岩手県、宮城県、福島県の各普及センター・JA 等、普及指導機関関係者の方々のご協力のもと実施したものである。関係者の方々にこの場をお借りして厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 1) 橋本光司・吉野正義 (1985): 植物防疫 39: 570 ~ 574.
- 2) 堀越紀夫ら (2003): 北日本病虫研報 54: 67 ~ 69.
- 3) ———・平子喜一 (2007): 東北農業研究成果情報 22: 187 ~ 188.
- 4) Ito, T. et al. (2012): Plant Dis. 96: 515 ~ 521.
- 5) 岩館康哉・猫塚修一 (2010): 日植病報 76: 153 (講要).
- 6) ———ら (2013): ウリ科野菜ホモブシス根腐病被害回避マニュアル, 農研機構東北農業研究センター, 福島, 52 pp. (http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/045933.html)
- 7) 永坂 厚・門田育生 (2008): 植物防疫 62: 355 ~ 358.
- 8) ——— (2010): 農耕と園芸 65: 53 ~ 56.
- 9) ———ら (2013): 平成 25 年度東北地域マッチングフォーラム「忍び寄る驚異から産地を守る—ウリ科野菜ホモブシス根腐病の総合防除対策—」講演要旨集, 農研機構東北農業研究センター, 盛岡, 29 pp. (http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/tarc/material/049795.html)
- 10) van KESTERN, H. A. (1967): Neth. J. of Pl. Path. 73: 112 ~ 116.
- 11) 山口貴之 (2009): 園芸学研究 8 別 1: 163 (講要).

新しく登録された農薬 (26.7.1 ~ 7.31)

掲載は、**種類名**、登録番号: **商品名** (製造者又は輸入者) 登録年月日, 有効成分: 含有量, **対象作物**: 対象病害虫: 使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、**適用作物**, **適用雑草**等を記載。

〔殺虫殺菌剤〕

●クロチアニジン・ミクロブタニル液剤

23491: ベニカベジフル V スプレー (住友化学園芸) 14/7/9

クロチアニジン: 0.0080%

ミクロブタニル: 0.0025%

ばら: アブラムシ類, うどんこ病: 発生初期

きく: アブラムシ類, 白さび病: 発生初期

きゅうり, なす: アブラムシ類, うどんこ病: 収穫前日まで

トマト, ミニトマト: 葉かび病: 収穫前日まで

●エチプロール・フサライド水和剤

23497: ホクコーラブサイドキラップフロアブル (北興化学工業) 14/7/23

エチプロール: 2.5%

フサライド: 12.0%

稲: ウンカ類, いもち病, カメムシ類: 収穫 14 日前まで (500 倍, 60 ~ 200 L/10 a, 散布)

稲: いもち病, カメムシ類: 収穫 14 日前まで (150 倍, 25 L/10 a, 散布), (4 倍, 0.8 L/10 a, 無人ヘリコプターによる散布)

〔殺菌剤〕

●トリフルミゾール水和剤

23498: 協友トリフミン水和剤 (協友アグリ) 14/7/23

トリフルミゾール: 30.0%

りんご: 斑点落葉病, 黒星病, うどんこ病, 赤星病: 収穫前日まで

なし: 黒星病, 赤星病, うどんこ病: 収穫前日まで

かき: うどんこ病, 黒点病: 収穫前日まで

ぶどう: うどんこ病, 黒とう病: 収穫 7 日前まで

もも: 灰星病, 黒星病, うどんこ病: 収穫前日まで

すもも: 灰星病: 収穫前日まで

おうとう: 灰星病: 収穫 14 日前まで

うめ: 黒星病: 収穫 14 日前まで

いちじく: 株枯病: 定植時及び生育期但し, 収穫 30 日前まで (灌注)

いちじく: さび病, そうか病: 収穫 7 日前まで

マルメロ: 赤星病: 収穫 14 日前まで

かりん: 赤星病: 収穫前日まで

(32 ページに続く)