

作物を加害する 線虫の種類と特徴、防除対策

はじめに

作物生産において病虫害対策は欠かせない作業です。線虫（センチュウ）害対策についても同様に実施されているでしょうか。線虫害は「虫害」の一つとして扱われることが多いですが、一般的な虫害とは異なり、発生を確認してから防除をしてもほとんど効果がありません。多くの土壌病害と同様、播種・植付前に防除対策を行うか、そもそも発生させない対策が重要です。作物に被害を与える線虫は、国内ではせいぜい10種類程度で、その主なものは、「ネコブセンチュウ」、「ネグサレセンチュウ」、「シストセンチュウ」の3つのグループに属します。それぞれのグループの特徴を理解すれば、発生を防ぎ、効率的な防除につながります。本稿では、これら代表的な線虫類について、種類と被害、その特徴、防除対策等についてまとめました。皆様の営農や指導のお役に立てれば幸いです。

1. ネコブセンチュウ

【被害の特徴】この線虫は、根に侵入後に洋ナシ形に膨らんで定着し（写真1）、根にこぶを作るのが特徴です（写真2）。根の伸長や細根の発達を阻害し、根から養分を奪うため、地上部の生育不良や萎ちょう症状を引き起こします。特に、ウリ科やナス科の果菜類の施設栽培では線虫密度が高いと大幅な減収となります。また、地下部を食用とする作物（いも類、根菜類）では、可食部に傷や奇形を生じ（写真3）、さらにそこから細菌やカビが侵入して黒変や腐敗を招き、商品価値が著しく低下します。

【種類と生態的特徴】日本では、サツマイモネコブセンチュウ、アレナリアネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウの3種が主な加害線虫です。熱帯から温帯まで広く分布し、世界中で最も被害が大きいグループです。寄主範囲が広く多くの作物を加害するため、被害を受けない作物を選択すること（輪作による防除）が困難です。また、単為生殖する（メ

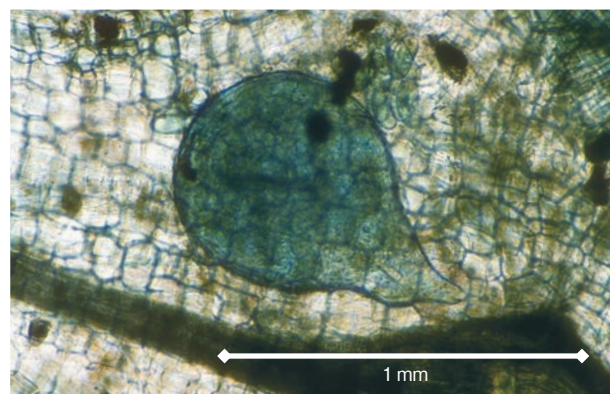


写真1 洋ナシ形に膨らんだネコブセンチュウのメス成虫



写真2 ネコブセンチュウ被害を受けたトマトの根



写真3 ネコブセンチュウ被害を受けたニンジン

スだけで産卵し増殖する）種類が多く、世代交代が早いため、特に施設栽培では圃場全体に急速に広が

る傾向があります。

【防除対策】**農薬（殺線虫剤）**：播種・定植時に土壤に混和して処理する粒剤（一部液剤）が主流で、減収を防ぐ効果の高い剤が複数あります。また薬液を土壤に注入し、ガス化した有効成分が効果を発揮するくん蒸剤タイプや、土壤病害防除剤との混合剤もあります。収穫が長期にわたる場合、生育期間中に使える剤がほとんどないため、収穫後期では薬効が切れ、減収を防げないのが欠点です。天敵細菌を使った生物農薬（パストリア水和剤）もあり、上手く定着させることができれば、長期間効果が持続します。なお、農薬の使用にあたっては、最新の農薬登録情報（FAMICのホームページ等）や農薬ラベルを確認し、地域の防除暦や病虫害防除所等の指導に従ってください。

物理的防除：施設栽培であれば、蒸気消毒や熱水消毒の高い効果が示されています。しかし、大量に消費する燃料コストとお湯や蒸気を発生させるボイラー等の設備投資費用を考慮する必要があります。一方、特別な処理は行わず、ビニールなどで被覆して太陽光を当て、土壤の温度を上昇させる太陽熱消毒も一定の効果があります。ただし、地中深く分布するネコブセンチュウの防除が可能なのは、夏場の西南暖地での施設栽培などに限られます。そのような日照の期待できない地域では、土壤還元消毒が有効です。具体的には、フスマや米ぬかなど分解しやすい有機物を土壤に混入し、土壤を水で満たしたうえで、数日間被覆します。これにより、土壤中の有機物をエサにして微生物が活発に増殖するため、酸素を消費して土壤は還元状態になり、生成される有機酸等の効果と相まって線虫を死滅させます。農薬を使用しない防除法の中では最も効果が期待できる方法です。

対抗植物：対抗植物とは圃場で栽培することで、休閒またはそれ以上の線虫密度低減効果が得られる植物のことで、通常、緑肥として利用されます。ネコブセンチュウに対しては、イネ科のソルガムやギニアグラス、マメ科のクロタリヤなどが有効で市販されています。ネコブセンチュウは寄主植物がなくても温度が十分あればふ化が進むため、これらの植物は積極的に死滅させる効果よりも増殖させない効果により、密度が低減すると考えられます。よって、栽培期間が長いほど効果が高まります。しかしその分、本来の作物栽培期間に影響が及ぶため、栽培暦を勘案し導入を検討する必要があります。

抵抗性品種：栽培する作目の中にネコブセンチュウ

抵抗性品種があれば、それを選択するだけで十分な防除が可能です。ナス台木やトウガラシ台木の中にはサツマイモネコブセンチュウ抵抗性の高いものが市販されており、他の土壤病害の発生状況に応じて、複合抵抗性を持つ台木を選択すると効率的です。また、市販のトマト品種は大部分がサツマイモネコブセンチュウ抵抗性ですが、抵抗性を打破する線虫個体群が各地で広まっており、防除を目的とした導入効果はあまり期待できません。サツマイモではサツマイモネコブセンチュウの被害をほとんど受けない抵抗性品種が育成されています。食味や用途、収量性等を比較して、選択することになります。

2. ネグサレセンチュウ

【被害の特徴】この線虫は、幼虫から成虫まで一生線形のまま根の内外で過ごし（写真4）、根に傷を付けたり根に侵入して根の養分を摂食します。一般に本線虫に加害されても地上部に被害が現れることは少なく、特定の線虫種と作物の組合せ（下記、「種類と生態的特徴」で詳述）においてのみ大きな被害が生じます。また、根菜類やいも類では減収被害はないものの、白斑症状（ダイコン、写真5）、ゴマ症・ヤケ症（ゴボウ、写真6）、裂開（ニンジン）、赤褐色斑点（ナガイモ）、ブツブツした小黑斑（サツマイモ）などが生じ、商品価値が著しく低下します。さらに、アブラナ科野菜（ハクサイ、ダイコン）等のバーティシリウム病は、ネグサレセンチュウの加害によって病原菌の侵入・被害拡大が助長されるので、注意が必要です。

【種類と生態的特徴】ネグサレセンチュウは日本で20種類程度が知られています。主な加害種は、キタネグサレセンチュウとミナミネグサレセンチュウで、ほぼ全国に分布し、寄主範囲が広く、雑草でも増殖します。キタネグサレセンチュウでは上記の根菜類の他、レタスやキクで生育不良や枯れ上がりの被害が認められます。ミナミネグサレセンチュウではサトイモやサツマイモで減収被害が生じます。この2種以外では、イチゴに対するクルミネグサレセンチュウ、キクに対するクマモトネグサレセンチュウ等が主なものです。

【防除対策】**農薬**：ネコブセンチュウ同様、播種・定植時に殺線虫粒剤を土壤混和処理すると、減収や品質低下を防ぐ効果があります。

対抗植物：ネグサレセンチュウに対しては最も効果的な防除法です。対抗植物としてマリーゴールドを約3か月間栽培すると、多くのネグサレセンチュウ

種に対する大幅な密度低減効果により、後作での線虫被害を回避できます。また、エンバク野生種「ヘイオーツ」では約2か月間の栽培でキタネグサレセンチュウ密度低減効果が期待できます。対抗植物栽培期間中は換金作物の栽培ができないため、温暖な地域（例えば三浦半島のダイコン栽培）ではマリーゴールドが、緑肥栽培可能な期間が短い場合（例えば北海道のコムギ収穫後）ではエンバク野生種が、それぞれ適します。これらの対抗植物は、ネコブセ

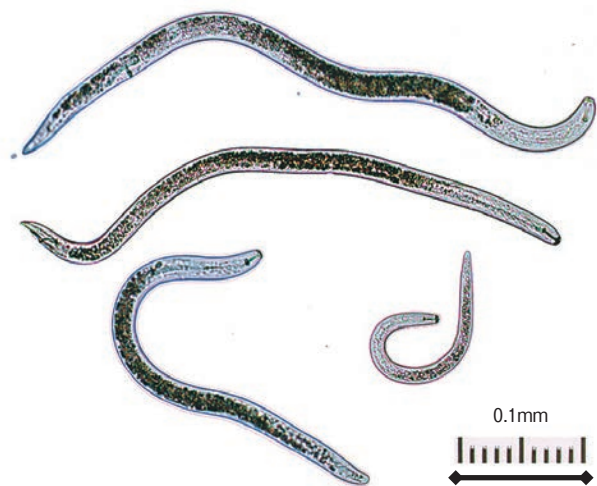


写真4 キタネグサレセンチュウ
(上からメス、オス、4期幼虫、2期幼虫)

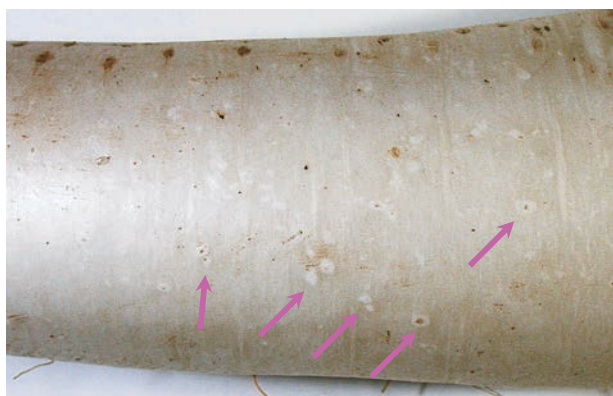


写真5 ダイコンの白斑症状



写真6 ゴボウの黒ずみ（ゴマ症）

ンチュウの対抗植物とは異なり、積極的に線虫密度を減らす効果があると考えられます。

3. シストセンチュウ

【被害の特徴】 この線虫は、根に侵入後に首だけ根内に突っ込み、体の大部分を根の外側に出し、レモン形（ダイズシストセンチュウの仲間、写真7）または球形（ジャガイモシストセンチュウの仲間、写真8）に膨らむのが特徴です。その大きさは1mm未満ですが、目を凝らすと肉眼でも見るができます。根から養分が奪われるため、被害がひどい場合は地上部の黄化や萎ちょうの症状、生育不良が認められます。

【種類と生態的特徴】 この線虫は、ネコブセンチュウやネグサレセンチュウと異なり、寄主植物や発生地が限定されるのが特徴です。シストセンチュウは日本では十数種類が知られていますが、主なものは次の2種類です。ジャガイモシストセンチュウはジャガイモとトマトが主な寄主植物で、南米原産の外来種であり、現在の発生地は北海道、青森、長崎です。ダイズシストセンチュウはダイズ、アズキ、インゲンが主な寄主植物で、日本に土着していたと考えられ、東日本～北海道が主な発生地です。ま



写真7 ダイズ根に寄生するダイズシストセンチュウ



写真8 ジャガイモ根に寄生するジャガイモシストセンチュウ



写真9 土壌から分離したシスト
(ジャガイモシストセンチュウ)

た、最近相次いで国内新発生が確認された、ジャガイモシロシストセンチュウ（2015年～北海道のジャガイモ）、テンサイシストセンチュウ（2017年～長野県のブロッコリー等アブラナ科野菜）もこの仲間です。テンサイシストセンチュウはシストセンチュウの中では比較的寄主範囲が広く、アブラナ科野菜、テンサイを始めホウレンソウ、ルバーブ、トマトなども寄主植物です。

この線虫は、成熟したメス成虫が自らの体内に産卵し、体表を硬化させて「シスト」と呼ばれる耐久態を作ります（写真9）。内部の卵は乾燥や温度変化から守られて休眠するため、長期間の生存が可能です。さらに、休眠からの目覚めに、寄主植物の根から分泌される「ふ化促進物質」を利用するなど、寄生チャンスを逃さない高度な生存戦略をとっています。

【防除対策】農薬：他の線虫同様、播種・定植時に殺線虫粒剤を土壌混和处理すると、ふ化した幼虫に対する侵入抑止や殺虫活性により、減収を防ぐ効果があります。なお、耐久態である「シスト」は化学物質に対しても耐性を示すため、シストを直接死滅させるには、D-D剤等の土壌くん蒸剤を使用します。

捕獲作物：シストセンチュウは特定の植物にしか寄生できませんが、一部近縁の植物に対して寄主と間違えてふ化反応が起こり、根の中に侵入することがあります。しかし、根に侵入したもののエサ植物ではないので栄養が取れず、根から脱出することもできず、結局根に「捕獲」された状態で死んでしまい

ます。このような植物は捕獲作物とよばれ、上手に利用することで、栽培後の線虫密度を大幅に低減できます。ダイズシストセンチュウに対しては、アカクロバ、クリムソクローバ、クロタリリアなど、ジャガイモシストセンチュウに対しては、ハリナスビ、トマト野生種「ポテモン」など、テンサイシストセンチュウに対しては、シロガラシ、葉ダイコン（緑肥用ダイコン）などの有効性が確認されています。対象線虫と捕獲作物（品種）の組合せは限定的なので良く確認したうえ、休閑緑肥として2か月以上栽培する必要があります。

抵抗性品種：ダイズシストセンチュウとジャガイモシストセンチュウでは、抵抗性品種の利用が最も効果的です。北海道ではダイズの「ユキホマレR」、「スズマルR」など、ジャガイモの「キタアカリ」などが普及しており、これら品種の栽培は線虫被害を受けないうえ、線虫密度を低減する効果もあります。エダマメもダイズシストセンチュウの被害を受けませんが、今のところ有効な抵抗性品種はありません。

侵入抑止：シストセンチュウはもともと発生場所が限定的なため、新たに圃場へ侵入させない・増殖させない対策が重要です。寄主作物を連作しないことと、外部からの持ち込みに注意を払うことの2点が特に重要です。後者は、信頼できる相手からの土付き種苗の購入、外部からの侵入者抑止、長靴や作業機の洗浄などが含まれます。

終わりに

以上、主要な線虫について、作物に与える被害の特徴と防除法について述べました。線虫は土壌中に生息し、小さくて肉眼では見えないうえ、地上部に明確な病徴が現れません。発生に気づかず、気づいたときには圃場全体にまん延していることも多いです。生育不良株を引き抜いて根の状態を確認する、あるいは、農協や民間機関等が実施する土壌検診を実施する、など、普段から自分の畑を注意深く観察する対策が必要です。

より詳細な有害線虫に関する情報は下記マニュアルが参考になります。

岩堀英晶・上杉謙太（2013）有害線虫総合防除技術マニュアル。農研機構九州沖縄農業研究センター。
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/archive/laboratory/karc/other/046110.html