

特集 春夏野菜の土壌害虫対策

農研機構 中央農業総合研究センター

水久保 隆之 (みずくば たかゆき)

はじめに

線虫については発生予察が行われていないため、発生の動向をリアルタイムで把握することは不可能である。しかし、都道府県が行う土壌検診や試験研究機関への農家の診断依頼等によって、線虫の新たな被害が明らかになることがある。国内の線虫発生動向調査は、15年前の1999年（平成11年）に農林水産省農業研究センター（当時）が行ったアンケートで明らかにされ、その概要は日本植物防疫協会のシンポジウム「線虫防除の戦略と展望」および植物防疫54巻1号に紹介された（水久保、2000）。2012年に中央農業総合研究センターは、同様のアンケートをほぼ10年ぶりに実施した。まず、この集計結果の一部を紹介する。次いで、生態と防除対策に触れたい。

I 近年の線虫の発生動向

我が国ではサツマイモネコブセンチュウ、キタネグサレセンチュウ、ダイズシストセンチュウが3大有害線虫だった。このことを裏付けたのが、1999年の調査であって、ここでは、都道府県が試験対象とした線虫の構成は属レベルで、ネコブセンチュウ51%、ネグサレセンチュウ25%、シストセンチュウ12%（ダイズ8%、ジャガイモ4%）、イモグサレセンチュウ5%、イネシガラレ2%であった。試験対象となることは、実害と防除の実需があるからである。したがって、試験課題数を重要度の指標とすることは理にかなう。現場で検出されるネコブセンチュウは概ねサツマイモネコブセンチュウであること、圃場で検出されるネグサレセンチュウの7割がキタネグサレセンチュウであることから、種名レベルで上のように順位を確定できるのである。しかし、2012年の調査では、ネコブセンチュウが48%、シストセン

チュウ22%（ジャガイモ13%、ダイズ9%）、ネグサレセンチュウ14%、イネシガラレ7%、イモグサレセンチュウ4%となった。この10年間に属レベルでシストセンチュウとネグサレセンチュウの順位が入れ替わったことは特筆すべきことである。種レベルで順位をつけると、サツマイモネコブセンチュウ、ジャガイモシストセンチュウ、キタネグサレセンチュウの順番になる。この線虫問題の変化は疑いなく我が国の営農の変化を反映している。

さらに、このアンケートや個別に都道府県から寄せられた情報によって下記のことが明らかになった。第一に、予想に違わず起こった暖地型線虫の北進である。サツマイモネコブセンチュウは暖地型の線虫で、露地における発生の北限は1970年代までは茨城県とされていた。現在では青森県の露地のメロン畑で発生が確認されている。北海道では本種の露地における発生はまだ報告されていないが、トマトの施設栽培土壌では越冬が確認されている。第二に既存の侵入線虫の分布拡大である。ジャガイモシストセンチュウは、1970年代に北海道に侵入したものであるが、長崎県、青森県、三重県に発生が拡大し、平成23年8月には熊本県で特殊報が出された。三番目に、新たな線虫の発生と拡大である。花き類のキクはキタネグサレセンチュウにより激害を受けてきたが、近年、別種のクマモトネグサレセンチュウがキクの加害線虫としてクローズアップされている。本種はかつて九州で散発的に発生していたが、広域に発生するようになり、近年山口県でも確認された。沖縄県の久米島のキクの栽培では、農業による本種の防除効果が十分に得られず、深刻な問題となっている。種々の証拠から、本種のキクに対する病原性はキタネグサレセンチュウより強い。レンコンネモグリセンチュウは、レンコンの黒皮症の原因線虫として茨城県で防除研究が進められてい

る。徳島県にもこの線虫が発生しており、さらに、これまで報告がなかった新潟県や石川県にも発生し、対策が急がれている。ラセンセンチュウについては、これまで被害が問題視されることはなかったが、千葉県のネギや静岡県のエンサイでこれによるとされる被害が報告された。種名は詳らかではない。東京にも発生と被害がみられる。

第四に在来の線虫害の拡大・顕在化である。ダイズシストセンチュウは従来発生があっても注目されてこなかったが、野菜のエダマメになると問題は別である。東京都や群馬県で特にえだまめにおける被害が深刻となっている。また、奈良県では山間地域で黒大豆の生産が増加したが、ダイズシストセンチュウの被害が報告されている。畑地で連作する作型であることから、被害の拡大が懸念され、対策を急いでいる。大分県でも畑地で大豆を連作する地域でダイズシストセンチュウの発生が徐々に拡大している。鹿児島県ではダイコン栽培でネグサレセンチュウの被害が顕在化している。ニンニクのイモグサレセンチュウは青森県から北海道に広がったが、岡山県のニンニクでもこの線虫の発生が確認された（平成 23 年 11 月 10 日付特殊報）。近県の香川県もニンニクのイモグサレセンチュウの発生動向に注意している。なお、線虫対策には輪作が有効であることは知られているものの、農産物価格の低迷状況で、経済的な輪作体系の構築が困難になりつつあるようである。

II 主な有害土壌線虫の生態

サツマイモネコブセンチュウは、重要性が高いネコブセンチュウ類の中で最も発生が多い。この線虫は雑草を含め 800 種以上の植物種や品種に寄生する。関東以北や暖地の高冷地ではキタネコブセンチュウが発生し、少なくとも 300 種以上の植物に寄生する。孵化した幼虫が土壌中に出て、新しい根に侵入し、そこに定着して餌場をつくる。餌場の周囲の根細胞が癌細胞様に甚だしく増殖するため、根こぶができる。卵は卵のうの中に生む。地上部症状は収穫間際の急性のしおれ（ウリ科）、葉の矮化、黄紫変、着果数と大玉果実の歩合の減少（ナス科）などである。なお、防除せずに生産量が確保できる作付け前の線虫密度（生土 20 g 当たり、ベルマン法）を要防除水準と呼ぶことがあるが、サツマイモネコブセンチュウの場合、ニンジンで 20 頭、トマトやキュウリで 1.6 頭、ダイコンでは 2 頭、サツマイモでは 100 頭などの報告がある。ただし、この値は土壌のタイプ、気候、作型で大きく変動する。

シストセンチュウ類はわが国で 2 番目に重要な線虫群



ネグサレセンチュウの雌

である。このうち、ダイズシストセンチュウの寄主植物はダイズ、アズキ、インゲンなどマメ科の植物に限定される。ネコブセンチュウと同様に根に定着して肥大するが根こぶは作らない。死んだ雌は卵をため込んだ包のう（シスト）となる。孵化の準備ができた幼虫が土壌中の褐色のシスト内で越冬し、寄主のマメ類が作付けされなければ、数年間待機しているため、休閑や輪作の対策は用をなさない。

ネグサレセンチュウ類は我が国で 3 番目に重要な有害線虫のグループである。なかでも、根菜類のキタネグサレセンチュウの重要性が高い。全国的に分布し、強い耐寒性を持つ。根菜類の岐根や寸詰まりはネグサレセンチュウの多発圃場で頻度が高い。また、白斑（ダイコン）、褐斑（ナガイモ）、ヤケ症（ゴボウ）等の汚れのほかに表皮の亀裂（ニンジン）や凹凸などの商品価値に直結する被害をもたらす。キクでは加害の初期に紡錘形の褐色え死斑が根にみられるが、目立った病斑が現れない作物もある。線虫が侵入した部位からは腐生菌が侵入するので、根系全体に腐敗が広がり、根の脱落に至る。ネグサレセンチュウは菌類と協同してイチゴ、サトイモの連作障害を引き起こすと考えられる。さらに、ハクサイ、キャベツ等の十字花植物の根瘤病をはじめあらゆる土壌病害の感染を助長するので、この線虫の防除は土壌病害の対策としても重要である。ネグサレセンチュウの要防除水準は、ダイコンで 1～5 頭、ゴボウで 4 頭、ニンジンで 4 頭（いずれも生土 20 g 当たり、ベルマン法）とした報告がある。

ほとんど全ての野菜類の品目は線虫の被害を受ける。

春夏型の作型では高温のため線虫の発育が早く、餌の作物も旺盛に生育して良く発根するから、短い栽培期間でも線虫害が激発しやすい。線虫汚染圃場では播種・定植前の線虫の徹底防除は不可欠である。

III IPM メニューとしての耕種的・物理的防除技術と微生物農薬

IPM（総合的病害虫管理）は、減農薬と同義ではないが、減農薬の一手段である。耕種的防除、物理的防除、生物的防除の技術要素をいくつか組み合わせ、複数の病害虫を被害のでないレベルに抑える技術体系を構築し、農薬使用も排除しない。伝統的な線虫防除手段であり、現在でも防除の基本である輪作は、立派な IPM の要素技術である。輪作は線虫が増殖しやすい作物と増殖できない作物を交互に作付けし、線虫密度の極端な上昇を抑える。ネコブセンチュウやネグサレセンチュウは多くの植物に寄生するものの、その増殖程度は作物の種類や品種によって違う。輪作には抵抗性品種や線虫対抗植物も組み込める。対抗植物は夏季に農地が空く作型で推奨でき、線虫が多い圃場ではクロタリヤ、野生えん麦、マリーゴールド等の対抗植物と粒剤型線虫剤や石灰窒素などを併用し、相乗効果で被害を抑える。えん麦の「たちいぶき」（農研機構で育成）に優れたネコブセンチュウ防除効果があることが分かり、注目されている。抵抗性品種は作物を生産しつつ線虫密度を減少させる優れた防除手段である。ジャガイモのキタアカリはシストセンチュウ抵抗で市場性も高い。しかし、線虫抵抗性品種を連作すると、トマトのネコブセンチュウ抵抗性品種がたどったように、それらに寄生できる線虫系統（抵抗性打破系統または新レース）が出現するので注意が必要である。抵抗性打破系統の出現を回避・遅延させる方策とし

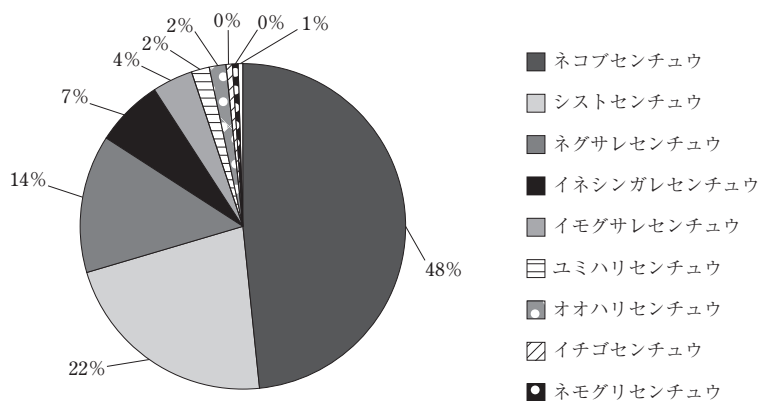
て抵抗性品種と感受性品種の輪作体系も考慮するとよい。生物農薬のパストリア・ペネトランス剤は、主成分の出芽細菌がネコブセンチュウに感染して増殖し、線虫の産卵を妨げる。菌が増殖するので長期間の線虫抑制が期待できる。本剤は遅効的なため、粒剤型殺線虫剤との併用が推奨できる。パストリア水和剤を全面処理した後、定植予定位置にピンポイントでくん蒸剤（D-D 剤）を処理と、安定した防除効果が得られ、菌の定着が早まる。この場合のくん蒸剤処理量は慣行の七分の一に削減できる。

熱の利用も基本技術である。ハウスを密閉する太陽熱消毒や可動式ボイラーで加熱した高温水を圃場に注ぐ熱水土壤消毒法は、前者では適用時期の制限（7、8月）が、後者では費用がかさむ難点があるものの、燻蒸剤を上回る線虫防除効果が期待できる。ふすま（2 t/10 a）の投入による還元消毒法は、ハウスを密閉して高温を維持する点では太陽熱消毒に似ているが、適用時期が広く、6～9月に実施でき、線虫を含む広い範囲の土壌病害虫に適用される。ただし、熱利用技術では次作で線虫が復活するため、毎年の防除が必要である。

忘れられがちな対策が土作りである。線虫対策における土作りの効果は想像以上に大きい。一般に有機物の投入は、土壌の構造を改善して根の活性を高めるだけでなく、土壌中の微生物を増やし、間接的に線虫害を抑制する効果があるので、励行すべきであろう。

なお、線虫は概ね人為によって伝播するので、予防つまり圃場衛生は、被害の拡大の有効な手段である。具体的には、線虫常発圃場で作業した農機具や靴の洗浄を常々行い、線虫が寄生した種苗の排除を心懸けることである。いも類は、原種農場で栽培した親いもから得られた正規種いもが利用できるときはなるべくそれを利用

防除関連試験対象線虫の 100 分率（n=351）



全国都道府県の線虫防除試験課題（1999 年～2011 年度）調査より

し、やむを得ず自家採種する場合は、線虫汚染の可能性のある種苗を温湯温風利用などの熱処理やパダン等の薬液処理で消毒した方がよい。温湯浸漬は初めに潜むイネシンガレセンチュウやシャクヤク等の花木苗木の根内線虫の消毒に効果があるので励行すべきである。

IV 農薬防除と使用時の留意

液剤系に、D-D 剤 (D-D, 旭 D-D, テロン), クロルピクリン・D-D くん蒸剤 (ソイリール), クロルピクリンくん蒸剤, DCIP 剤 (ネマモール), メチルイソシアネート油剤 (トラベックサイド油剤), カーバムナトリウム塩液剤 (キルパー), カーバム剤 (NCS) がある。粉剤・粒剤系は、ダゾメット粉粒剤 (ガスタード微粒剤, バスアミド微粒剤), オキサミル粒剤 (バイデート L 粒剤), カズサホスマイクロカプセル剤 (ラグビー MC 粒剤), ホスチアゼート剤 (ネマトリンエース粒剤, ネマトリン粒剤, ガードホープ液剤), イミシアホス粒剤 (ネマキック粒剤) など。生物農薬ではバスターリア・ペネトランス水和剤 (バスターリア水和剤), モナクロスポリウム フィマトパガム剤 (ネマヒトン) の二つだけである。D-D 剤やホスチアゼート剤はマイナー作物 (エダ

マメ, アズキ, らっきょう, ミヨウガなど) への適用拡大を進めてきた。

クロルピクリン剤にはマルチ被覆下で灌水チューブから処理する剤形や錠剤型の剤形もあるが、多くの液剤は 30 cm 間隔の千鳥打ちで土壌に注入した後、マルチで被覆し、消毒効果確保のためガスの散逸を防止するよう努めたい。処理に先立ち、作物残渣を入念に取り除くことが重要である。くん蒸期間は 1～3 週間だが、さらに 1 週間程度のガス抜き期間を設け、残留による葉害発生を避ける。クロルピクリン・D-D くん蒸剤は線虫、土壌病害、雑草種子の同時防除にも使える。微粉剤のダゾメットは土壌中の水と摂食してガス化する性質があるので、土壌を湿らせて処理することがポイントである。その他の剤でも乾燥土壌ではガスが飛散しやすいので、乾いていたら灌水して湿らせる。土を握り締めて開いたとき 2, 3 の塊に割れる程度の湿りが目安になる。粒剤は一般に線虫に接触して殺虫作用や静線虫作用を発揮するが、土壌から吸収され作物体内で有効化する浸透移行性のものもある。深層・根層ロータリーを利用すると、40 cm の深層の線虫も抑制するので、防除効果が高まる。

発生予察情報・特殊報 (26.2.1～2.28)

各都道府県から発表された病害虫発生予察情報のうち、特殊報のみ紹介。**発生作物：発生病害虫** (発表都道府県) 発表月日。都道府県名の後の「初」は当該都道府県で初発生の病害虫。

※詳しくは各県病害虫防除所のホームページまたは JPP-NET (<http://www.jpnp.ne.jp/>) でご確認下さい。

■キク：茎えそ病 (滋賀県：初) 2/6

■キウイフルーツ：かいよう病 (佐賀県：初) 2/12