

## 農作物の線虫害と防除(1)

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	大島, 康臣
巻/号	43巻7号
掲載ページ	p. 289-294
発行年月	1988年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 農作物の線虫害と防除 (1)

大 島 康 臣

## 1. 線虫とは

動物分類上、線形(虫)動物門(Phylum Nematoda)に位置づけされ、種類数50万以上と推定される膨大な動物群である。全動物で250万種、昆虫が180万種と推定されているので、昆虫類に次ぐ大きなグループと言える。

通常、線虫と同義語のNematode(英), Nématode(仏), Nematoden(独)はギリシア語の $\nu\eta\mu\alpha$ ( $\nu\eta\mu\alpha\tau$ -: thread:糸)と $-\omega\delta\epsilon\varsigma$ (like:のような)に由来する。

線虫は、プランクトン、有機物の分解物、細菌類、糸状菌類等に栄養を依存する自活性線虫(Free living nematodes)と、動物や高等植物を宿(寄)主として生活する寄生性線虫(Parasitic nematodes)に2大別される。

かくて線虫類は地球上のいたるところに棲み、山、野原、砂漠、落葉、堆肥、土、川、湖沼、海、温泉、極地、ヒマラヤ、氷、酢、作物、昆虫、家畜、人体、そして一時的には大気中にも線虫が見られる。

寄生性線虫は全線虫(種)の20%近くを占め(自活性が80%)、動物寄生線虫(Animal parasitic nematodes)と植物寄生線虫(Plant parasitic nematodes)とに分けられ、それぞれ10%と考えられる。

動物寄生線虫は広義には全動物、すなわち哺乳類、魚類、昆虫類、線虫類等に寄生するものを含むが、通常(狭義)は家畜を含めた普通動物に寄生する線虫を指し、昆虫類に寄生するものは昆虫寄生線虫(Entomogenous nematodes)、人類に寄生する線虫を人体寄生虫(Human parasites)と呼ぶ。回虫、蟯虫、鉤虫(十二指腸虫)等は著名であり、ニンシ、アジ、イカ等の生食で問題を起こす(虫垂炎、腸閉塞症、腸管癒着症、胃潰瘍等の原因)アニサキス(*Anisakis*)幼虫や象皮病の元兇である糸状虫(フィラリア)も線虫の仲間である。

植物寄生線虫は高等植物に栄養を依存する線虫類を指し、地衣類(コケ)寄生種を含める場合もあるが、下等植物の細菌類、糸状菌類(カビ)、藻類等に寄生または捕食の線虫類は自活性(自由生活)としている。例外的に、糸状菌類でもキノコ類に寄生する線虫は植物寄生種とする。

線虫で最小のものは海産種(*Greefella minuta*)の82  $\mu$

(成虫)、最大はシロナガスクジラの胎盤中の線虫(*Platentonema gigantissima*)で8 m。植物寄生線虫は0.3 mm(300  $\mu$ )から5 mmの間にある。

線虫類が地球上に姿を現わしたのは5億年前と推定され、はじめは自由生活を営み、一部が進化して寄生生活にはいったものと考えられている。ただ、現在でも、自由生活と寄生生活の両方を行う線虫は少なくない。

線虫類は種類数において昆虫類に次ぐが、個体数では動物界最多で、1 m<sup>3</sup>あたり1千万から5億頭の線虫の知られる土壌がある。一握りの土に100頭から5,000頭の線虫がいる勘定である。実際に、ネコブセンチュウに汚染された圃場の土20 gから5,000頭の幼虫を検出することは珍しいことではなく、同時に分離される自由生活の線虫を加えると、8,000から1万を越えることもある。

これらの線虫が地球上のバイオマスに占める割合は15%と言われ、線虫が生態系の均衡に果している役割ははかり知れないものがある。特に自活性線虫は生活環(ライフサイクル)が短く(最短種で3日)、有機物の分解過程で増殖し高密度になる。従って、土壌中の食物連鎖、エネルギー流転、あるいは養分の循環において自活性線虫は重要な働きをしていると考えられる。

Franz(1950)は、土壌の生産性はミミズ類とともに自活性線虫の密度と正の相関を示す、と述べており、一方で線虫は地球の掃除屋として、菌類とともに重要な一翼をになっている。

ゆえに、このように重要な役割を果たす線虫類を、等閑視した生態環境の調査・研究があるとすれば、それは実態認識に欠けたものであり、価値の低い「成果」しか期待できないと思われる。

次に線虫類の人類に対する直接的な反福祉について触れる。これは寄生性線虫の宿命とも言える、特定の宿主(人体)への栄養依存性に起因するもので、人体および人体以外からは栄養を摂取できないように分化した寄生虫の一群のしわざである。植物寄生線虫を含め寄生虫は宿(寄)主に致命的な損傷を与えることはない。なぜなら、宿主の徹底的な破壊は寄生虫自体の絶命につながりかねないからである。

ところで、人体寄生の線虫は世界人口の25%以上が感染していると推定され、特にアフリカでは2億人が線虫

Yasuomi OHSHIMA: Plant-parasitic Nematodes and their Control. (1) 農業技術 43 (7), 1988.

の寄生をうけ、世界銀行は、このため年 200 億円の対策費を投じている。寄生虫病は、従来、熱帯地域の発展途上国の風土病的色彩が強かったが、最近の日本では回虫症復活のきざしがあるという。

## 2. 連作障害と線虫

日本各地には、ダイコン、コンニャク、サトイモ、ニンジン、ゴボウ、ショウガ、ヤマノイモ、ワサビ、サツマイモ、ラッカセイ、薬用ニンジン等々の特産物があり、そして“特産地は移動する”とも言われてきた。また、場所によって、同じ作物(同科作物)を連作すると、原因不明の生育障害が発生し、これを一般に“忌地”と呼ぶ。これらの現象は江戸時代の農書(『農業全書』、『農業自得』など)にも記述が見られ、「いも(サトイモ)は、とりわけいや地を嫌ふものなり、一、二年もへだて、地をかへて作るべし」とか「いもは、煙草、畑稲、粟、ひへ跡をきらふ」とある。

このような、“忌地”、“連作障害”の回避、克服策として、江戸時代から昭和30年代あたりまでは、作物の休耕年限が厳守されていた。一定の休耕期間をおき、あるいは他種作物の輪作によって被害を回避した。原因が不明で積極的で有効な防除法が確立していなかったからである。野菜の輪作年限を第1表に示す。

第1表 野菜の輪作年限

2年	オクラ、インゲン、タマネギ、ラッキョウ、ニンニク、リーキ、ビート、ハナヤサイ、セルリ、チシャ、ミツバ、シュンギク、フダンソウ、ネギ、エダマメ、カボチャ
3年	キュウリ、パレイショ、ショウガ、ホウレンソウ
4年	サトイモ
5年	シロウリ、マクワウリ、ナガイモ、ユリ
6年	トウガラシ
7年	ゴボウ
8年	スイカ、ナス、トマト、エンドウ
50年	朝鮮ニンジン

(主として熊沢三郎：蔬菜園芸各論，昭31，による)

作物の連作障害や忌地現象には、適正な土壌管理を欠くことによる養分の不均衡や過剰蓄積が原因(野菜試：1988)の場合もあるうし、また、連作あるいは短期輪作などの周年過作による土壌の理化学性・生物性の極端なひずみが、土壌の本来もつべき適正な機能を喪失したために起る(大野：1988)場合も否定するものではない。

ここでは、原因不明の忌地現象のうち、研究の結果、線虫が原因であった3事例を挙げたい。

### 1) ビートの忌地

中部ヨーロッパでは古くからテンサイ(ビート)の連作障害が知られ、この作物損傷による経済的被害には深刻

なものがあり、“Rübenmüdigkeit”(リューベンミューディヒカイツ：Rüben：ビート，müdigkeit：疲労)つまり、ビートの忌地病と呼ばれ、ビート糖業上の大問題であった。Schacht(1859)は、この忌地現象の原因である線虫をつきとめ、後に *Heterodera schachtii*(Schmit：1871)と命名された。本線虫の防除でビートの生育障害が解消したのである。

### 2) モモの忌地

モモの忌地現象については、アレロパシー(他感現象)説が通説となっていた。モモの根の中にある配糖体のアミグダリンが蓄積して起るとする“自家中毒説”である。研究の結果によれば、モモの根にキタネグサレセンチュウ(*Pratylenchus penetrans*)が寄生し、その際、口針(stylect)を動かし組織を破壊して侵入しながら、栄養を吸奪する見返りに、各種の酵素を排出し、それが組織内のアミグダリンに作用し、加水分解を起させシアンに変えていることを見出した。このシアンの生成が根組織の壊疽(necrosis)を起して、忌地(生育障害)の原因となることが証明された(Mountain：1959)。

### 3) 陸稲の連作障害

陸稲の連作障害については、当初、微量元素欠乏症との予測で研究が進められた。しかし、鉄やマンガン欠乏や肥料成分説、毒素説をくずすデータが出て、これらの仮説は否定され、更にフザリウム(*Fusarium*菌)説も消去されて、最後に線虫類だけが残った。①ネグサレセンチュウ(*Pratylenchus coffeae*と思われる)、②ラセンセンチュウ(*Helicotylenchus dihystera*と思われる)、③イシユクセンチュウ(*Tylenchorhynchus* sp.と思われる)、④イネシストセンチュウの4種が陸稲の連作障害と関連するものとしてとりあげられ、その中からイネシストセンチュウが主因であることを証明した(渡辺ら：1963)。9年間にわたる研究の成果であった。後にこの線虫は新種であることがわかり、*Heterodera elachista*と命名された(Ohshima：1974)。

### 4) 特産地はなぜ移動するか

特産物の栽培地域を特産地とすれば、適地適作の典型的集団地帯と換言でき、更に言えば、その地域の土壌・気象条件に最適した作物を栽培し、ブランド商品として販売する農業集団地とも言えよう。

これが本来の姿の特産地であるが、現在は違う。商品の市場・流通性を第一要件として作物をえらび、次に、土壌・気象条件等の栽培環境を人為的に最適に改変して「特産物」を作る地域となった。古来の耕種法で栽培した作物を商品としてマーケットに出す時代ではなくなったのである。

厳しい表現ながら、無化学肥料、無農薬、無マルチ、無加温による作物栽培に対し、高収益性、高・均品質、多収作物の安定生産を期待することは絶望的と断言できるからである。

趣味的、懐古的、一見科学的ないし宗教的信念にもとづく農法についての論議は省略するとして、この時代、旧来の農法で特産物を生産しては、早晚、特産地は崩壊するか移動を余儀なくされるのが必定であろう。それは何故か。特産物を安定的に供給するため、同一作物あるいは同類作物の連作が恒常化し、それに伴って連作障害の発生を見るからである。

旧来の農法と言ったが、例えば薬用ニンジン(チョウセンニンジン、オタネニンジン)は輪作年限が50年とされた(第1表参照)。50年の休閑期間をおかなければ生育障害のため収穫が望めなかったからという。これでは同一圃場には一代一作しかできない勘定となる。これは最近の薬用植物の専門書にも同様な記述が見られ、薬用人参は連作をもっとも嫌うため、朝鮮半島で10年、島根・福島県で10~15年、長野県では20~30年休作すると記される。

薬用人参は収穫までに5年内外の栽培期間を要し、その間に生育障害が発生した場合にはすでに手遅れであり、収穫皆無の事態も珍しくなく、軽い症状でも年々生育が遅れ減収するばかりでなく、製品の品質が著しく低下すると言われる。

この薬用人参の生育障害の主要原因が土壌病(*Cylindrocarpoum*菌)と線虫病(*Meloidogyne* sp.: ネコブセンチュウ, *Pratylenchus* sp.: ネグサレセンチュウ)によることが解明され、これらの病原類に防除効果を示すコロピクリン剤処理や蒸気消毒が、生育障害をほぼ克服し、50年の休作年限の壁を破ることに成功した。

従来、薬用人参の再作年限の短いところ、すなわち韓国の慶北・豊基地方や福島県の門田では、水田栽培で、7~8年で再作が可能と言われた。そして、再作年限の長短は土壌の性質および降水量と関係があるとも言われた。これは、水田の充分な土壌水分が、土壌病菌や線虫の密度を低く抑える、いわゆる湛水処理的効果が働いた結果と推定され、それが再作年限短縮に結びつくのであろう。

薬用人参の連作障害にあつては病菌と線虫の関与が明らかにされたが、これら病原は、それぞれ独立し、単独で障害発現に寄与する場合と、両者が複合して障害発現に相剌的に働く場合が考えられ、自然状態では後者の事態がむしろ多いと推察される。しかし、この推論は実験的に証明されたわけではない。

薬用人参栽培の実際で、蒸気消毒やコロピクリン剤処理の技術導入以前には、長期間の再作年限のため、栽培面積の縮小か移動が普通であり、あるいは障害発生のため特産地が消えることもあった。

##### 5) ハクサイ黄化病と線虫

長野県の高・準高冷地野菜のハクサイは特産物としても著名で、特産地維持のため集団的連作が続けられている。そのためか1966年(昭41)頃からハクサイ黄化病の発生が見られ、1972年(昭47)には本病が *Verticillium dahliae* 菌によることが確認された。

同時に、このハクサイ連作地帯ではキタネグサレセンチュウ (*Pratylenchus penetrans*) が高密度で検出される。その検出率は、例えば昭和60年(1985)の調査では、春作跡地 141 地点中 117 地点(83%)、秋作跡地96地点中 76地点(79%)から線虫が検出されて、高い検出率であった。そこでハクサイ黄化病と線虫との間に何らかの因果関係を推定した。ただ、高い検出ながら、重相関の統計処理計算での有意差は認められなかった。

ハクサイは春秋の年2回栽培が可能で、長年の連作は黄化病の発生・加害を助長させることが明らかになり、被害回避対策の一つとして輪作が導入された。トウモロコシ、キャベツ、レタス、ソバ、ジャガイモ、ライムギ等を組込んだ輪作体系である。

ところが、導入作物のうち特にキャベツ(春、秋とも)、トウモロコシ、ソバ(ともに秋作)、レタス(春、秋とも)では線虫の増殖を助ける好適作物であることを確認した。

一方、ハクサイ黄化病の発病と線虫との関係を究明するための実験に着手したが、*V. dahliae* 菌は消毒土壌への高濃度接種でも容易に発病しない難物であった。そこから自然病土中に発病助長要因の存在を想定した。前記のように長野のハクサイ連作の黄化病発生地帯ではキタネグサレセンチュウが高頻度・高密度で検出されるため、発病助長要因として最も可能性の高い本線虫をえらび以下の実験を行った。

加圧滅菌土壌にキタネグサレセンチュウ(Pp)を接種(550, 5,500)し、直ちにハクサイを播種した。播種2週間後に *Verticillium* 菌(V菌)分生子懸濁液を株元に灌注して、Ppの黄化病の発病への関与を検討した。V菌の単独接種では分生子濃度  $10^4 \sim 10^6$  /ml でも発病せず、 $10^7$  /ml でようやく発病を認めた(発病率20%)。これに対し、線虫とV菌の重複接種では、分生子濃度  $10^4$  /ml から発病が認められ(発病率40%)、 $10^6$  /ml 以上では100%の発病率となった。断根処理(有傷接種)では  $10^6$  /ml から発病が見られた(発病率15%)。このように、ハクサイ黄化病の感染・発病要因としてキタネグサレセンチュウが極めて

重要であることを実証した(百田ら:1986)。

更に、ハクサイ黄化病発生の現地圃場での立証試験において、殺線虫剤処理が線虫密度を極めて低く抑え、しかも黄化病の発生軽減に効果的であることを証明した。すなわち、黄化病の根部では発病度で示すと、オキサミル剤(パイデート)処理(40kg/10a)は15.6, DCIP・MITC剤(ネマレート)処理(40kg)も15.6, DD剤(テロン92)処理(30l)で17.2, クロロピクリン剤処理(30l)では5.6に対して、無処理区は45.3の発病度であった(石坂ら:未発表)。現地試験の結果から判断しても、線虫の介在がハクサイ黄化病の感染・発病に大きく関与することが示唆された。

### 3. 線虫の種類と加害様式

線虫の寄生による作物の直接的な被害は、線虫の種類によって左右され、また、その密度によって決定的となる。病原性の強い線虫が高密度に分布する圃場では、作物の高品質、多量生産を望むのがむずかしいばかりか、収穫皆無の事態もあり得る。

とはいえ、作物加害線虫の記載数は現在、220属、約3,500種、そのうち、日本に分布し、農作物に重大な損傷を与える線虫は約20属、50種程度と少ない。

応用線虫学分野の一つ、農業線虫学における研究は、フィールド及び植物組織内外の線虫の種の決定(同定ないし類別)と棲息密度の推定を基にして進められる。が、微小動物である線虫は、直接、肉眼、素手による観察、調査が不可能なため、土壌や植物組織等の資料からの適切な線虫標本のサンプリング(採取)と分離(抽出)操作、及び顕微鏡観察を必須とする。ここに線虫研究が他のマクロな土壌動物の研究と異なり、困難で進捗の遅い、発展途上分野にあることの最大の理由がある。

しかし今は、植物寄生線虫を単なる農作物の加害者としてのみ捉える時代ではない。線虫を、作物を中心とした土壌環境の中での微生物集団の一員として捉え、構成員各自が食物連鎖と空間確保の競争において有機的相互関係を持つとする認識に立脚し研究が進められる。

#### 1) 線虫の生態と作物の被害

作物の加害者としての線虫に触れる。植物寄生線虫は①植物組織に頭部あるいは全体を侵入させて細胞を破壊し、養分を吸奪し、同時に植物細胞の分解酵素類をはじめ各種分泌物を排出する。大部分の線虫は根に寄生するので、根の組織の壊疽、萎縮、生長阻止、腐敗、脱落等を起させて土中からの養・水分の吸収を阻害し、植物の生育を異常に衰減させる。高温・乾燥時や養・水分要求量の高調の場合には、作物の萎凋、更には枯死につなが

ることがある。

線虫は根の組織部位に無差別侵入を行うわけではなく、根の細胞活動の最も活発な、生長点附近に集中して侵入する。これは、生長点近辺の細胞から発せられる物理・化学的刺激に反応する線虫の各種の走性(taxis)による、生長点域への運動の方向性に起因している。

線虫防除の実際場面で、地表下15cmを中心とした位置への薬剤処理を勧められるのは理由がある。生長点を持つ作物の細根が最も多く分布している位置が、通常、地表下15cm附近であり、そこは線虫が最も集中する場所だからである。この位置は、収穫後でも根が残ることもあり、また、地温(高温↔低温)、土壌水分(乾燥↔過湿)の急激な変動に対しても線虫の「安全性」が比較的、保たれやすい所でもある。

深根性作物への線虫の集中性について言えば、これも、生長点域への線虫の走性には例外がなく、例えばナガイモの「根」は生育につれて2mも伸長するが、線虫密度の最も多い所は、その時のナガイモの「根」の生長点附近である。従って、ナガイモ収穫時、線虫が多数に検出されるのは、地表下2m附近である。

ユミハリセンチュウ(*Paratrichodorus* sp.)は、2m地下のナガイモの「根」の先端部分に寄生し、黒褐変した粗皮と亀裂を生じさせて、いわゆる「オシヤカ」(お釈迦さまの頭状の病徴)を作り、ナガイモの商品価値を「お釈迦」にしてしまう。

以上は線虫の地下深部への「集中」の例であるが、逆の場合はどうか。従来、地下深部から上方への線虫の「移動」については否定的見解が大勢を占めた。実際に、地表部の線虫を防除しても、圃場下層の線虫が上層に「移動」し、作物の根に加害すると考えられる例があり、この場合でも、線虫移動の原因を深耕や天地返しに帰すことが多かった。しかし、深耕や天地返しのような作業がなかった場合でも、下層の線虫が上層に「上昇」する「現象」が認められる。これは根の生長点域をめざす線虫の走性が深く関与し、作物根の多い土壌上層へ線虫が「上昇」するためのようである。

②線虫は他の病原微生物の細菌、糸状菌、ウイルス等を伝搬するが、ここではウイルス伝搬の線虫について触れる。ウイルス伝搬を明らかにした最初の報告はHewittら(1958)で、オオガタハリセンチュウ(*Xiphinema index*)によるGrapevine fanleaf virus (GFV)の伝搬である。現在までに20種以上のウイルスが線虫により伝搬されることが証明されたが、ウイルスの種類と媒介線虫の間には特異的親和性があり、球状ウイルス(Nepovirus)は*Xiphinema*属(オオガタハリセンチュウ)と

*Longidorus*属(ナガハリセンチュウ)の線虫により、また、棒状ウイルス(Tobravirus)は*Trichodorus*属と*Paratrachodorus*属(ともにユミハリセンチュウ)の線虫によって伝搬される。

わが国で実験的に伝搬の証明されているウイルスと線虫は、TRV (Tobacco rattle virus: タバコ茎えそウイルス)↔*Paratrachodorus minor*, TRSV (Tomato ringspot virus: トマト輪点ウイルス)↔*Xiphinema americanum*, ArMV (Arabid mosaic virus: アラビス・モザイク・ウイルス)↔*Xiphinema bakeri*, MRSV (Mulberry ringspot virus: クワ輪紋ウイルス)↔*Longidorus martini*の4事例で、このうちわが国で大きな被害を起しているウイルスはTRVとMRSVと言われる。

③植物寄生線虫の三つ目の働きとして、病原微生物の植物体への侵入を助け、病菌の感染・発病を促進する相乗作用によって作物被害を著しく助長する。それは、病菌や線虫の、それぞれ単独の寄生・加害による作物損傷からは想像もできない程度の甚大な損害をもたらすのを通例とする。

ワタの*Fusarium*病がネコブセンチュウの寄生によって多発することを見出した(Atkinson: 1892)のを最初に、以後40例の各種作物における線虫と病菌による複合病の研究がある。ネグサレセンチュウ(*Pratylenchus brachyurus*)が関与する複合病を例に挙げる。

トマトの青枯病を起す病原細菌(*Pseudomonas solanacearum*)と線虫の*P. brachyurus*(ネグサレ)、*Paratrachodorus minor*(ユミハリ)、*Meloidogyne incognita*(ネコブ)の混合感染によって、トマトの青枯病感受性品種は壊滅的被害を受け、抵抗性品種さえ発病するに至る(Temiz: 1968)。

サトウキビ根腐病の場合、病原菌の*Pythium graminicola*単独の寄生ではサトウキビの根の生長を少し抑えるだけであるが、これに線虫(*P. brachyurus*)が加わると、サトウキビ地上部の生育を著しく阻害する(Koike・Román: 1970)。

タバコにおいても、タバコ疫病菌(*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*)の単独接種よりも、線虫(*P. brachyurus*)との複合接種でタバコの被害が増大する(Inagaki・Powell: 1969)。

ワタの*Rhizoctonia solani*, *Pythium debryanum*, *P. irregulare*, *P. ultimum*と*Fusarium* spp.等による複合病害での生育障害は、線虫(*P. brachyurus*)の存在が被害を一層、深刻にし(Birdら: 1971)、ダイズでの線虫(*P. brachyurus*)と病菌(*Rhizoctonia solani*)の複合感染は、それぞれの単独寄生よりも甚大な被害をも

たらす(Linsey・Cairns: 1971)という。

ネコブセンチュウ(*Meloidogyne* spp.)と病菌との複合病についても多くの報告があり、1例を挙げると、トマト萎凋病菌(*Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*)と線虫(*Melo. sp.*)の複合感染は萎凋病抵抗性品種の抵抗性を喪失させることが知られる(Young: 1939)。つまり、線虫の寄生でフザリウム病に対する抵抗性が弱められるわけである。ネコブセンチュウの寄生によってフザリウム病抵抗性が破壊される例は、トマト以外にワタ、タバコ、エンドウ、ササゲ、キャベツ等でも知られる。

線虫による病害の促進については、線虫の寄生で、単糖類、遊離アミノ酸、燐化合物、核酸などの含有物が増加し、アミラーゼ、インベルターゼの活性が高まり、蛋白質にも変化が見られるなどの細胞の代謝の変化が、*Fusarium*菌病の発病助長に関与していると考えられる。

*Verticillium*菌と線虫との関係については、ハクサイ黄化病とキタネグサレセンチュウにつき前に述べたが、これ以外にトマト、ナス、エダマメの*Verticillium*病とキタネグサレ、キタネコブ、ダイズシストの各線虫との関連の例が日本で知られる。

## 2) 有害線虫と天敵微生物

線虫による作物の被害は、単数線虫種による加害よりも、複数種の線虫による複合線虫病の作物損傷が大きだけでなく、線虫の被害回避・防除対策上からも問題を複雑にする。線虫の寄主範囲(host range)や環境抵抗への順応性ならびに薬剤耐性等の線虫の「生態」が、線虫の種により異なるからである。

実際の作物圃場においても、優劣は別にして複数種の線虫の混棲が通例で、この線虫同士の間では空間と栄養の争奪が行われ、その結果、特定の種が常に優位を保つとは限らない。

例えば、サツマイモ栽培圃場で、一時ネコブセンチュウが優勢種であっても、ある時点(2, 3年を要する)からはネグサレセンチュウが優位を占めることも珍しくない。その意味で、「強者」が永く「天下を取る」ことはなく、そして強者が共存するのは線虫の世界ではあり得ない。

線虫の増殖は計算上、幾何学級数的に行われ、その結果、線虫密度は天文学的数となるはずである。しかし実際には、「バランス」が保たれて、「異常繁殖」や「大発生」は見られない。自然条件下では、線虫も増殖ポテンシャル(biotic potential)を完全に発揮することができないのである。何故か。環境抵抗(environmental resistance)が働くためである。この生物的・非生物的環境の線虫抑止作用によって、絶対繁殖能力から期待される「線

虫数」の90%以上の線虫が、実際には姿を消していると推定される。

非生物的環境抵抗には、高温、低温、過湿、乾燥、有毒物質等の物理・化学的なものが考えられるが、これらについては省略する。

生物的環境抵抗の中で、有害線虫の天敵微生物が線虫抑止に果たす役割には大きなものがある。天敵微生物には、① 線虫を捕食あるいは刺殺する線虫 (Nematode)、② アミーバ類 (Amoeba)、③ 繊毛虫類 (Ciliate)、④ 渦虫類 (Turbellarian)、⑤ クマムシ類 (Tardigrade)、⑥ ヒメミミズ類 (Enchytraid)、⑦ ツリミミズ類 (Lumbricid)、⑧ トビムシ類 (Collenbola)、⑨ ダニ類 (Acari)、⑩ 細菌類 (Bacteria)、⑪ 糸状菌類 (Fungi)等が、線虫の密度抑制に機能しているが、その生態系の崩壊は線虫密度の増加を促す結果となり、作物被害に結びつく (有害線虫の天敵微生物の詳細については、『研究ジャーナル』Vol. 10, No. 2, P. 16-21, 1987. を参照されたい)。

生態系のバランスが天敵微生物に有利に保持された状態では、有害線虫の密度が低く抑えられるか、線虫が棲息できず、これを線虫抑止型土壌と呼ぶことができる。

作物栽培は、自然の生態系を人為的に改変した「生態

系」の中で営まれるため、線虫の天敵微生物にとり不適な生活環境となっている場合が多い。深耕がなく、有機物施用を欠く割に化学肥料の多投与が通常化している圃場では、有害線虫の天敵微生物の棲息や増殖に決して有利とは言えず、従って線虫抑止能力が低い、あるいはこれを欠くようになる。

このように貧弱な天敵微生物相を持つ圃場条件に加え、耕地の有効利用という営農上の立場から、同一作物あるいは同類作物の周年・連作栽培や施設栽培が行われた場合、有害線虫の増殖に好適に作用して線虫密度の増大を招く反面、線虫抑止力が微弱なため、線虫による作物の生育障害が顕著になり土地が痩せ、「忌地になり」、「特産地が移動する」原因となる。

天敵微生物の密度抑制に効果を発揮する薬剤の施用は、消極的ながら有害線虫の増殖に貢献する結果を生むので好ましいことではない。クロルピクリン剤は土壤病菌と線虫に卓効を示す薬剤であるが、天敵微生物類にも強く作用するため、線虫密度の回復を早くする。強力な燻蒸剤処理が、「一作だけ」しか効果がないと言われるのは、このような原因によることが多い。

(農業研究センター線虫害研究室)

### 第3回「稲と米」研究会

日時：昭和63年7月14日(木) 9.30~17.00

会場：農林水産技術会議事務局 筑波事務所 大会議室  
(つくば市観音台2-1-2)

主催：農業研究センター、生物系特定産業技術研究推進機構

演題：

座長：橋本綱二 (農研センター部長)

米品質の一考察：今井 徹 (農研センター主研)

稲から飯までの微細構造：松田智朗 (茨城大学助教授)

座長：篠崎浩之 (生研機構部長)

稲の栽培条件と品質：佐々木康之 (新潟県農試専研)

米のミネラル成分と食味：堀野俊郎 (中国農試主研)

座長：浅川正彦 (農研センター部長)

米の乾燥と品質保持：伴 敏三 (生研機構部長)

米の調質と貯蔵：山下律也 (京都大学教授)

座長：柴田茂久 (食総研部長)

精米加工と品質保持：柳瀬 肇 (日本精米工業会理事)

司会：斉尾恭子 (農研センター総研官)

総合討論

### 第27回ガンマーフィールドシンポジウム

#### “耐病性突然変異の評価と利用”

日時：昭和63年7月21日(木)~22日(金)

会場：ウエディングパレス常洋

(茨城県那珂郡大宮町)

主催：農業生物資源研究所 (放射線育種場)

演題：

(7月21日) (14.00~17.00)

植物の病原体認識と誘導抵抗性：大内成志 (近畿大学)

作物の病害抵抗性と突然変異育種：清沢茂久 (生資研)

野村和成 (日大)

オオムギの病害抵抗性突然変異体の誘発：山口勲夫 (東北農試)

イネの白葉枯病抵抗性突然変異：中井弘和 (静岡大学)

(7月22日) (9.00~12.10)

イネの耐虫性の遺伝と育種：金田忠吉 (農研センター)

弱毒ウイルスによる作物ウイルス病の制御：本吉総男

(生資研)

弱毒性病原体遺伝子の組込みによる抵抗性の付与：岡田

吉美 (東京大学)

総合討論：座長 山下淳 (農研センター)