

植物防疫基礎講座：線虫の見分け方(7)

クキセンチュウ類

農林水産省横浜植物防疫所 ^{あい}相 ^{はら}原 ^{たか}孝 ^お雄

はじめに

クキセンチュウ類 (*Ditylenchus* spp.) は, Anguinidae 科に属する。植物に寄生する線虫のほとんどが植物体の地下部 (主に, 根) に寄生するのに対し, 本科は植物体の地上部 (球根等, 茎葉に相当する部分を含む) に寄生する種を含む数少ない科の一つ (ほかには, Aphelenchoididae および Fergusobiidae) である。主要な植物寄生性の種を含む本科の属として, *Ditylenchus* FILIPJEV, 1936 のほかに, *Anguina* SCOPOLI, 1777 や *Nothotylenchus* THORNE, 1941 等がある。Anguinidae 科の分類については, 一部に諸説が提起されている (FORTUNER and MAGGENTI, 1987; SIDDIQI, 1985, 2000)。しかし, それらは統一された定説となっていないため, 本稿では BRZESKI (1981) を主に参考にした。

全世界のクキセンチュウ類は, BRZESKI (1991) の分類で 82 種, また, SIDDIQI (2000) では 57 種が提起されている。両者に共通する確固とした種は 38 種あり, 少なくともそれ以上の種が存在すると言える。それらのほとんどが菌食性であり, 高等植物に寄生するいわゆる植物寄生性の種は, ほんの一部に過ぎない。その中でも, 農作物を加害し, 大きな被害をもたらす重要な線虫として世界的に注目されているのは, イネクキセンチュウ *D. angustus* (BUTLER, 1913) FILIPJEV, 1936 (本邦未発生), イモグサレセンチュウ *D. destructor* THORNE, 1945 (本邦の一部で発生) およびナミクキセンチュウ *D. dipsaci* (KÜHN, 1857) FILIPJEV, 1936 (本邦の一部で発生) の 3 種である。本稿では, それら 3 種の見分け方を主体とした。また, 参考として菌食性の種の中でも食用茸で最も被害が報告されているキノコセンチュウ *D. myceliophagus* GOODEY, 1958 (本邦での発生は不明) についても述べた。

なお, 我が国における *Ditylenchus* 属の種の発生報告は, 前出の確固とした植物寄生性 2 種のほかに, クリの

根辺から検出された *Pseudhalenchus anchilisposomus* TARJAN, 1958 があり (山本, 1974), 現在, *Ditylenchus* 属の 1 種として扱われているものの (FORTUNER, 1982), 同種を *Safianema* 属の 1 種とする説もある (SIDDIQI, 1980, 1985, 2000)。また, イチゴの芽から検出されたイチゴメセンチュウ *Nothotylenchus acris* THORNE, 1941 (西沢・彌富, 1955) については, *Ditylenchus* 属の 1 種とする説があるものの (FORTUNER and MAGGENTI, 1987), その場合, 原記載に口針長および交接刺長の記述がなく, 近似種との比較ができないことから, 未確定種とする説もある (BRZESKI, 1991)。本稿は基礎講座であることから, 例外や以上に述べた論争点を極力排し, 一般的な内容の記述に留めた。

I クキセンチュウ類の診断・検出

1 診断

(1) 地下茎

イモグサレセンチュウおよびナミクキセンチュウは, 花き等の球根に寄生し, 一般に外皮下の鱗葉の基盤部から上方に向かう。また, 外側の鱗葉から内側の鱗葉に向かって寄生が起こり, 寄生部位は黒褐色の壊疽斑となる。したがって, 外皮を除去した球根の表面には縦長の壊疽斑点や斑紋が認められる (口絵①②)。球根の横断面には, 鱗葉の表皮近くに壊疽が同心円状に点在し, 著しい場合には連なって輪状となり (口絵②), さらに症状が進行すると腐敗・枯死する。イモグサレセンチュウは, ジャガイモ塊茎に寄生し, 表層組織に蜂の巣状の壊疽を生じる。さらに, 貯蔵中に塊茎の中心部まで達し, 腐朽させる。

(2) 地上茎

イネクキセンチュウおよびナミクキセンチュウは, 植物体の地上部に寄生し, 葉の変色・捻れ・奇形を起こし, 枯死させることもある。特に, 前者は節の分岐や出穂阻害を, 後者は節間の短縮や茎の肥厚を伴う。イモグサレセンチュウは, 植物体の地上部の組織には寄生しないことが多い。しかし, 鱗葉等に寄生を受けた植物の葉は, 黄化し捻れ, 植物体は矮化し, 枯死することもある。

Identification of Some Stem and Bulb Nematodes (*Ditylenchus* spp.). By Takao AIHARA

(キーワード: イネ, イネクキセンチュウ, イモグサレセンチュウ, 球根アイリス, 形態, ジャガイモ, スイセン, タマネギ, ナミクキセンチュウ, ニンニク)

(3) 花序および種子

イネクキセンチュウはイネの穂にも寄生し、籾は奇形や空となり、不稔となる。ナミクキセンチュウは種子の組織表層部にも寄生することがあり、種子表面に亀裂や壞疽斑を生じる。

(4) 茸 (キノコ)

キノコセンチュウおよびイモグサレセンチュウは、マッシュルームに寄生する。しかし、加害性は前者の方が甚大で、線虫の増殖が進行すると茸の生育が止まり、急激に溶菌する。

2 検出

(1) 植物組織の解剖

線虫の寄生症状が認められた植物体の一部分をシャーレ (直径9 cm 程度) 内の水に浸して、実体顕微鏡下でメス等を用いて裂くと、虫体が現れ、やがて動き出す。

(2) ベルマン法

線虫の寄生症状が認められた植物体の一部分を0.5~1 cm 程度の長さで切断し、ベルマン法 (室温・24時間) を用いると、ほとんど挟雑物のない線虫のみが分離される。(1)の試料についても、本法を適用するとよい。分離された線虫は、植物の細胞浸出液 (およびその腐敗) により、濁った水中で棒状に伸びて仮死状態となることが多い。それらの線虫は、新しい清澄な水に入ると動き出す。なお、ナミクキセンチュウは低温 (10~20°C) の方が運動が活発になり、分離効率がよくなる。

II クキセンチュウ類の種の同定

1 光学顕微鏡レベルの形態的特徴

クキセンチュウ類の特徴的な基本形態の模式図および識別に利用される部分の名称を図-1に示した。

生殖系を除き、雌と雄の体前方部の形態は近似している (雌雄同形)。雌雄に共通する外部形態の内、唇部は前面が平坦で、側面に横方向の条溝が認められず、深皿、または、浅いカップを伏せたような形である。体の左右両側面には、前方から後方に帯状に伸びた側帯があり、それらは通常、4または6本の側帯溝で構成されており、3または5本の帯状を呈する。尾 (肛門 [雌の場合] または総排出口 [雄の場合] から体の最後端までの部分) は円錐状であり、肛門 (または、総排出口) 部体幅の3~7倍の長さである。

消化系は口針から始まる。口針は小型 (全長6~14 μm) で、口針錐 (全長の1/3~1/2を占める円錐状の前方部分)、口針軸 (円筒状の中間部分) および口針節球 (3個の小さく丸みがかって膨大した後方部分) から構

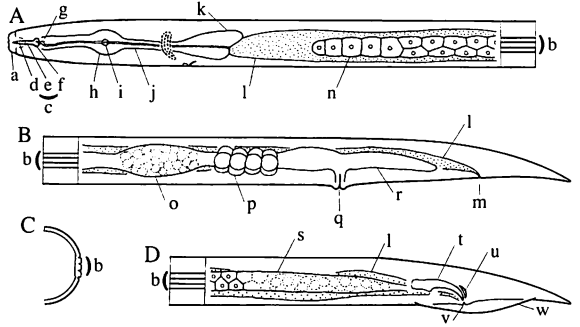


図-1 クキセンチュウ類 (*Ditylenchus* spp.) の基本形態模式図

A: 体前方部 (雌). B: 体後方部 (雌). C: 体中央部横断面 (半面). D: 体後方部 (雄). a: 唇部 (または、口唇部). b: 側帯 (図は、合計4本の側帯溝がある場合). c: 口針. d: 口針軸. e: 口針節球. f: 口針節球. g: 背部食道腺開口部. h: 中部食道球. i: 中心弁. j: 食道狭. k: 食道腺 (図は、腸と重なる場合). l: 腸. m: 肛門. n: 卵巣. o: 受精囊. p: 四軸柱. q: 陰門. r: 後部子宮嚢 (または、後部子宮枝). s: 精巣. t: 交接刺. u: 導帯 (または、副刺). v: 総排出口. w: 交接囊 (または、尾嚢).

成されている。口針の後方1~3 μmの位置で食道管腔が分岐し、そこに背部食道腺開口部がある。続いて、輪郭が卵形、または、楕円状の中部食道球があり、その中央付近に中心弁がある。中部食道球と食道腺の間の食道狭は、細く緩やかに食道腺に続き、くびれない (食道腺が急に膨大することはない)。食道腺は、通常、食道と腸との接続部分を超えて伸展し、斜めに腸と重なる (一部の種では伸展せず、ほとんど重ならない)。腸から肛門、または、総排出口に至り、消化系は完結する。

雌には体の前端から体長の80%前後の位置に陰門がある。生殖系はそこを中心として、体の前方側の1本の生殖腺と後方の後部子宮嚢からなる。生殖腺は先端から順に、1または2列の卵母細胞からなる卵巣、輸卵管、輪郭が長楕円状の受精囊、4個×4列の細胞からなる四軸柱、および子宮で構成されている。雄には、体の後端から体長の5~10%前後の位置に総排出口があり、そこから1対の交接刺が突き出される。交接刺の前端部分はわずかにくびれて柄となり、全体は腹側に湾曲する。交接刺のすぐ後側に接するようにして、導帯があり、交接刺の前方には1本の精巣が伸展している。精子は大型 (3~5 μm) である。総排出口の両側面の下方に前方から体後方に向かって尾の大部分を占める透明なヒレ状の交接囊がある。

なお、*Ditylenchus* 属と同科の主要2属 (*Anguina* および *Nothotylenchus*) との識別点等を表-1に示した。

表-1 Anguinidae 科の主要植物寄生性線虫 3 属の比較^{a,b)}

属 名	雌成虫の 体形	中部食道 球 ^{c)}	中心弁 ^{c)}	食道狭の くびれ ^{c)}	卵母細胞 の列数	軸柱の細胞数 (列×個)	主要寄生部位	主要植物寄生種
<i>Anguina</i>	肥大 螺旋状	○	○	○	数列	多数	花序 (穂)	コムギツブセンチュウ (<i>A. tritici</i>)
<i>Ditylenchus</i>	細長 線状	○	○	×	1 または 2	4×4 (四軸柱)	茎葉 (鱗茎・塊茎含む)	(表-2 a, 2 b)
<i>Nothotylenchus</i> ^{d)}	細長 線状	×	×	×	1 または 2	4×4 (四軸柱)	芽	イチゴメセンチュウ (<i>N. acris</i>) ^{e)}

^{a)} 主として, BRESKI, 1981 を参考として, 作表. ^{b)} 図-1 参照. ^{c)} ○(あり), ×(なし). ^{d)} *Ditylenchus* 属の異名とする説もある (FORTUNER and MAGGENTI, 1987). ^{e)} *Ditylenchus* 属の未確定種とする説もある (BRZESKI, 1991).

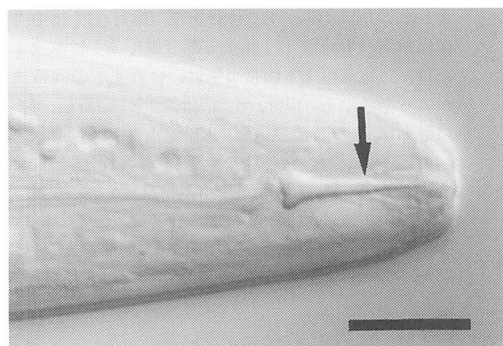


図-2 イモグサレセンチュウ (雌) の頭部 (オランダ産チュウリップから検出)
(矢印: 口針軸 [左] と口針錐 [右] との境界) (スケール: 10 μ m)

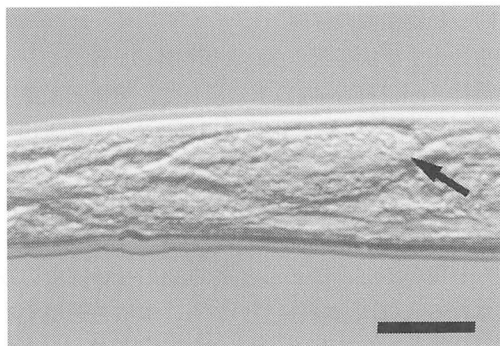


図-4 ナミクキセンチュウ (雌) の食道後部 (フランス産シャロットから検出)
(矢印: 食道 [左] と腸 [右] との連結部分) (スケール: 20 μ m)

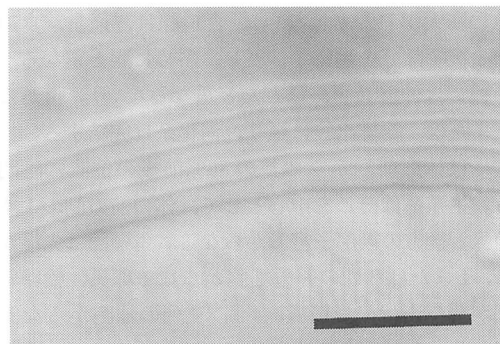


図-3 イモグサレセンチュウ (雌) の側帯
(スケール: 10 μ m)

2 形態観察法

植物組織等から分離した生きた (または, 固定した) 線虫を時計皿に移し, 実体顕微鏡の透過光で観察する (総合倍率 30~50 倍)。ほかの種類線虫 (主に自由生活性) が混在することもあるので, 細長くて尾が尖った線虫を探す。虫体の端から体長の 1/10 程度まで透明があった部分が食道 (体前方) であり, その反対側の暗く

見える部分が尾である。雌成虫は, 類似した体形の集団の中で最も大型で, 体前方から 80% 付近の位置に陰門の切れ込みが見える。雄成虫は, 雌成虫よりもやや細く小型で, 尾がより細く尖っており, 交接刺が見える。雌雄とも口針が微かに見える (口絵③)。それらの線虫を先端の曲がった柄付針や毛细管を用いてスライドグラスに採取し, 通常の一時プレパラートを作製して, 生物顕微鏡で観察 (および計測) する。形態的形質の識別は, 側帯溝 (油浸 100 倍対物レンズ使用) を除き, 40 倍対物レンズの使用で可能である。ほとんどの形態的形質は虫体の真横方向から観察されるので, 載せたカバーグラスを水平方向に動かさない (虫体を回転させない) ように注意する必要がある。成熟雌では, クチクラが伸びており, 側帯の観察が困難である。

3 種の識別点

イネクキセンチュウ, イモグサレセンチュウ, ナミクキセンチュウ (いずれも, 植物寄生性 [菌食も可能]) およびキノコセンチュウ (菌食性) の雌成虫および雄成虫の基本計測値 (表-2 a) およびその他計測値等 (表-2 b) を示した。

表-2a クキセンチュウ類 (*Ditylenchus* spp.) の主要植物寄生性3種および菌食性1種の形態比較：(1)基本計測値^{a)}

種名	性別	L 値：体長 (mm)	口針長 (μ m)	a 値	b 値	c 値	c' 値	V 値 (%)	T 値 (%)	交接刺長 (μ m)
イネクキセンチュウ (<i>D. angustus</i>) ^{b)}	雌雌	0.8~1.2	10~11	50~62	6~9	18~24	5	78~80	—	—
	雄雄	0.7~1.2	10	40~55	6~8	19~26	?	—	60~73	16~21 (図-6 A)
イモグサレセンチュウ (<i>D. destructor</i>) ^{b)}	雌雌	0.7~1.9	10~13 (図-2)	18~49	4~12	14~20	3~5	77~84	—	—
	雄雄	0.6~1.4	10~12	24~50	4~11	11~21	?	—	40~84	24~27 (図-6 B)
ナミクキセンチュウ (<i>D. dipsaci</i>) ^{b)}	雌雌	1.0~2.2	10~13	36~64	7~12	11~20	3~6	76~86	—	—
	雄雄	1.0~1.9	10~12	37~74	6~15	12~19	?	—	65~72	23~28 (図-6 C)
キノコセンチュウ (<i>D. myceliophagus</i>) ^{c)}	雌雌	0.5~0.9	7~9	29~50	5~9	10~17	3~7	78~86	—	—
	雄雄	0.5~0.8	7~9	33~46	5~7	8~14	4~6	—	?	15~20

^{a)} 表中の数値は、STURHAN and BRZESKI, 1991 から引用 (様々な寄主および地域のデータの集積)。L 値：頭端から尾端までの、体の中心線に沿った長さ (体長)。口針長：口針錐の先端から節球の後端までの長さ。a 値：体長÷最大体幅。b 値：体長÷頭端から食道と腸の接続部分までの長さ。c 値：体長÷尾長 (肛門、または総排出腔から体の最後端までの長さ)。c' 値：尾長÷肛門、または総排出腔部分の体幅。V 値 (%)：(頭端から陰門までの長さ÷体長)×100。T 値 (%)：(精巢の先端から総排出腔までの長さ÷体長)×100。交接刺長：交接刺の先端から後端まで、中心線に沿った長さ。^{b)} 植物寄生性 (ただし、菌食も可能)。^{c)} 菌食性。

表-2b クキセンチュウ類の主要植物寄生性3種および菌食性1種の形態比較：(2)その他計測値等^{a)}

種名	性別	口針錐 (%)	側帯溝の数 (本)	食道腺と腸 の重なり	尾端部分の形状	後部子宮囊 (%)	交接刺の湾曲 程度	交接囊 (%)	唇部の 構造 ^{b)}
イネクキ センチュウ	雌	約 45	4	重なる	円錐状 尖った微突起 (図-5 AD)	33~67	—	—	×
	雄					—	小 (図-6 A)	約 100	
イモグサレ センチュウ	雌	45~50	6 (図-3)	重なる	円錐状 丸い (図-5 BE)	53~90	—	—	×
	雄					—	中 (図-6 B)	50~70	
ナミクキ センチュウ	雌	約 50	4	ほとんど 重ならない (図-4)	円錐状 尖る (図-5 CF)	40~70	—	—	×
	雄					—	大・鉤状 (図-6 C)	40~70	
キノコ センチュウ	雌	約 33	6	重なること が多い	細い円筒状 丸い	30~69	—	—	○
	雄					—	小	20~55	

^{a)} 表中の数値は、STURHAN and BRZESKI, 1991 から引用 (様々な寄主および地域のデータの集積)。口針錐 (%)：(口針錐の長さ÷口針長)×100。後部子宮囊 (%)：(後部子宮囊の長さ÷陰門と肛門の間の長さ)×100。交接囊 (%)：(総排出腔から体後方にある交接囊の長さ÷尾長)×100。^{b)} 唇部内側基部の短三形構造：○ (あり)、× (なし)。

キノコセンチュウと植物寄生性3種との識別は、前者は1) 体長が最大でも0.9 mm以下 (後者はいずれも1 mmを超えて、やや大型)、2) 口針長が9 μ m以下 (同、10 μ m以上 [図-2])、3) 口針錐が口針長の約33% (同、約45~50% [図-2])、4) 尾端部分の形状が細い円筒状 (同、円錐状 [図-5 A~F])、および5) 唇部の内側の基部に短い三日月形の構造がある (同、三日

月形の構造がない) ことによってなされる。キノコセンチュウに限らず、菌食性、または、菌食性と考えられる大部分の種は、小型 (平均体長0.7 mm前後) で、口針錐が口針長の約1/3である。また、口針や交接刺も小型 (各々の平均長：7 μ m前後および20 μ m以下) であることが多い。

以下に、植物寄生性3種の主な識別点を示す。

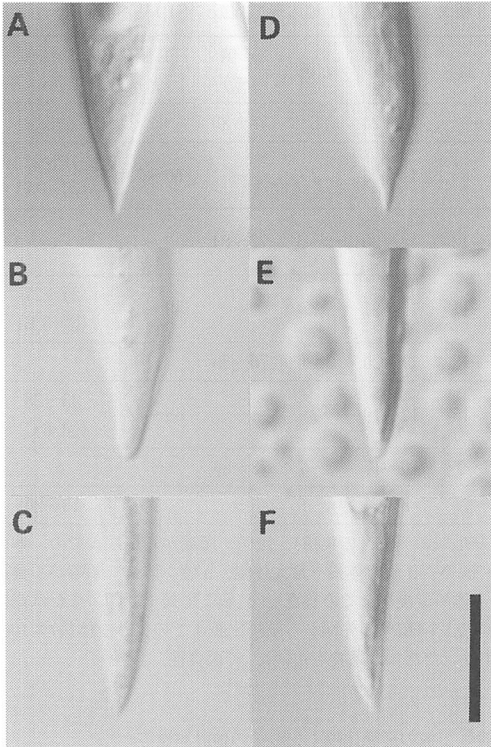


図-5 クキセンチュウ類3種の尾端

A, D: イネクキセンチュウ, B, E: イモグサレセンチュウ, C, F: ナミクキセンチュウ. A~C: 雌, D~F: 雄 (スケール: 10 μ m).

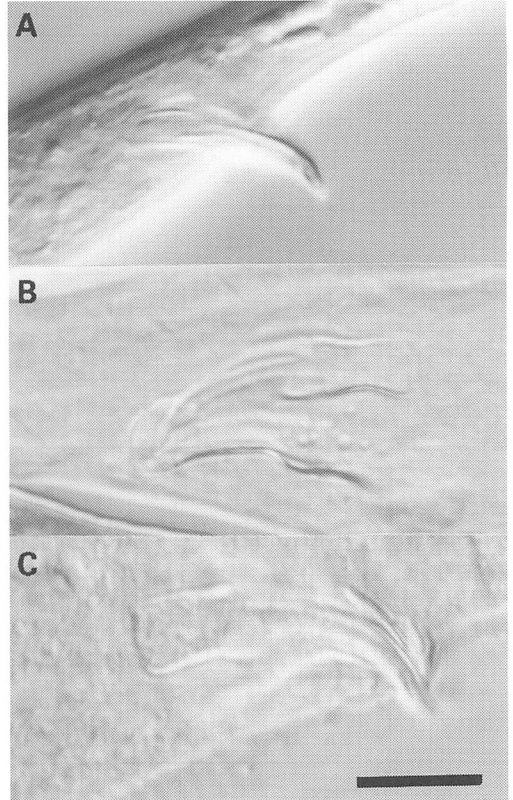


図-6 クキセンチュウ類3種の交接刺

A: イネクキセンチュウ, B: イモグサレセンチュウ, C: ナミクキセンチュウ (スケール: 10 μ m).

(1) イネクキセンチュウ

本種は、1) 尾端に尖った微突起がある (図-5 AD)、2) 交接刺が小型 (全長 16~21 μ m) で湾曲が小さい (図-6 A)、および 3) 交接囊が尾のほとんど (約 100%) を占めることによって他 2 種と識別される。

(2) イモグサレセンチュウ

本種は 1) 側帯溝が 6 本 (図-3)、2) 尾端が丸い (図-5 BE)、および 3) 交接刺が大型 (全長 24~27 μ m) で湾曲が中程度 (図-6 B) であることによって、他 2 種と識別される。

(3) ナミクキセンチュウ

本種は、1) 食道腺と腸がほとんど重ならない (図-4)、2) 尾端が尖る (図-5 CF)、および 3) 交接刺が大型 (全長 23~28 μ m) で、特に後方 1/3 程度が細く大きく湾曲して独特な鈎状を呈する (図-6 C) ことによって、他 2 種と識別される。

体の太さを表す a 値は、一部重複があるものの、概して、イネクキセンチュウが最も細めで、次いで、ナミクキセンチュウが細めで、イモグサレセンチュウ (特に、成熟雌) およびキノコセンチュウはやや太めであ

る。ここでとりあげた 4 種の比較では、基本計測値の内、b, c, c', V, および T の各値の範囲は重複しており大差がないが、ほかの種との間では、識別に利用できる差異が認められる場合もある。

4 分布・寄主等

(1) イネクキセンチュウ

分布地域: アジア (インド, インドネシア, ウズベキスタン, タイ, マレーシア, パキスタン, バングラデシュ, フィリピン, ベトナム, ミャンマー), アフリカ (エジプト, スーダン, マダガスカル, 南アフリカ), ほか。

寄主: イネ属 (イネ, ほか), その他イネ科数属数種。
特性: 外部寄生性。寄主が枯死すると、虫体が集合して綿毛状の塊となり、乾燥状態で生存できる。

本邦未発生で、植物防疫法上の輸入禁止対象線虫である。

(2) イモグサレセンチュウ

分布地域: アメリカ合衆国, イギリス, イラン, カナダ, カナリア諸島, 中国, 日本 (青森県, 奈良県, 新潟

県, ほか), ニュージーランド, パキスタン, ハワイ, バングラデシュ, ペルー, 南アフリカ, ヨーロッパ (ほとんどの国), ほか。

寄主: 約 90 種の被子植物 (作物, 野生植物, 雑草類), 約 40 属 70 種の菌類 (ナミクキセンチュウおよびキノコセンチュウのそれぞれと共通する寄主がある)。

特性: 内部寄生性。寄主範囲の異なるレースが存在すると考えられている。

近年, 我が国における被害は球根アイリス (上住, 1976; 三枝ら, 1977) およびニンニク (藤村ら, 1986) で報告された。ただし, ニンニクから分離された個体群は, 尾端部分が細長い円錐または円筒状を呈する等, 一部の形態が, 本種の一般的な形態と異なっている。

(3) ナミクキセンチュウ

分布地域: アメリカ合衆国, イギリス, イラン, インド, オーストラリア, 旧ソ連, シリア, チリ, 日本 (静岡県, 山口県, ほか), ニュージーランド, ペルー, ポリビア, 南アフリカ, モロッコ, ヨーロッパ (ほとんどの国), ほか。

寄主: 約 500 種 (作物, 野生植物, 雑草類)。

特性: 内部寄生性。寄主範囲の異なる多数のレースが存在する。寄主が枯死すると, 第 4 期幼虫が集合して, 乾燥耐性の「ウール (wool)」を形成する。また, 本種は寄主のない地中で, 約 1 年間生存できる。

近年, 我が国における被害はスイセン (三枝・葭原, 1966) およびタマネギ (黒木, 1987) で報告された。

(4) キノコセンチュウ

分布地域: アメリカ合衆国, イギリス, インド, オーストラリア, オランダ, 旧ソ連, スーダン, 中国, ドイツ, 日本(?), フランス, ブルガリア, ポーランド, マルタ, ほか。

寄主: マッシュルーム, ほか十数属の菌類。

特性: 線虫が増殖して過密になると, 虫体が集合して粘性の塊や鍾乳石状になり, 伝搬源となる。

我が国では, マッシュルームで *Ditylenchus* sp. の検

出記録がある (神谷・高瀬, 1966)。しかし, その線虫の検出頭数はわずかで, 形態に関する記述はなく, 被害の要因とは考えられなかったことから, その線虫がキノコセンチュウであるか否かは不明である。これまで, 本種が高等植物を加害した事例はない。

おわりに

MIAN and LATIF (1994) は, イネクキセンチュウについて, それまで記述されていなかった計測値についても調査し, また, 走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて微細な外部形態を観察し, いくつかの新知見を報告している。今後, 虫体から摘出した口針や交接刺を含めて, ほかの種についても同様な調査・観察を行うことにより, 新たな識別点が見出される可能性がある。

なお, バングラデシュ産イネクキセンチュウの熱殺・ホルマリン固定標本を提供いただいた佐賀大学教授 近藤栄造博士並びにイモグサレセンチュウおよびナミクキセンチュウ標本を提供いただいた横浜植物防疫所管内の輸入検査担当植物防疫官に感謝申し上げる。

引用文献

- 1) BRZESKI, M. W. (1981): *Revue Nématol.* 4: 23~34.
- 2) ——— (1991): *ibid.* 14: 9~59.
- 3) FORTUNER, R. (1982): *ibid.* 5: 17~38.
- 4) ——— and A. R. MAGGENTI (1987): *ibid.* 10: 163~176.
- 5) 藤村建彦ら (1986): *日線虫研誌* 16: 38~47.
- 6) 神谷育男・高瀬尚明 (1966): *愛知園試研報* 4: 72~75.
- 7) 黒木功令 (1987): *日線虫研誌* 17: 61~64.
- 8) MIAN, I. H. and M. A. LATIF (1994): *Jpn. J. Nematol.* 24: 14~19.
- 9) 西沢 務・彌富喜三 (1955): *応用動物学雑誌* 20: 47~55.
- 10) 三枝敏郎・葭原敏夫 (1966): *植防研報* 4: 29~44.
- 11) ———ら (1977): 同上 14: 1~16.
- 12) SIDDIQI, M. R. (1980): *Proc. Helminth. Soc. Wash.* 47: 85~94.
- 13) ——— (1985): *Tylenchida: Parasites of Plants and Insects*, CAB, London, pp. 467~497.
- 14) ——— (2000): *ibid.* (2nd ed.), CABI, pp. 225~269.
- 15) STURHAN, D. and M. W. BRZESKI (1991): *Manual of Agricultural Nematology* (W. R. Nickle, ed.), Marcel Dekker, New York, pp. 423~464.
- 16) 上住 泰 (1976): *植物防疫* 30: 31~32.
- 17) 山本公志 (1974): *日線虫研誌* 4: 20~26.