

アフェレンコイデス属*1

独立行政法人農業技術研究機構中央農業総合研究センター みずくぼたかゆき
水久保隆之

はじめに

アフェレンコイデス属はアフェレンクス属（代表的菌食性線虫のニセネグサレセンチュウ, *Aphelenchus avenae* を含む）、ブルサフェレンクス属（松枯れの原因線虫として有名な松食い虫またはマツノザイセンチュウ, *Bursaphelenchus xylophilus* を含む）と近縁である。これらは、*Aphelenchina* 亜目にまとめられてきたが、最近の分類体系（LEY and BLAXTER, 2002）では、*Tylenchina* 亜目の中に位置付けられ、系統的にはネコブセンチュウやネグサレセンチュウ等の代表的作物加害線虫を含むグループに近い。アフェレンコイデス属は主に糸状菌を利用しているが、糸状菌と植物の両方を利用する種もある。植物に寄生する種は寄主範囲が比較的広く、イネ、イチゴ、各種花き・観葉植物類、薬用作物等がアフェレンコイデス属の被害を受ける。

I 属の特徴

アフェレンコイデス属の特徴は以下のとおり：①熱殺したときの雌の形状は棒状（真っ直ぐ）～やや弓なり；雄は尾端が曲がって杖状、②唇部は胴体からややくびれたドーム型；口針は細く華奢である、口針節球はわずかにしか発達していない。中部食道球は卵形～球形で大きく、明瞭な弁を持っている。背部食道腺葉は発達して長く、背中側で腸に重なる。神経環は中部食道球より後方にあるが、排泄口の位置は種によって神経環の前後に振れる。雌の陰門は、中央より後方に寄っている（V=60～75%）。卵巣は前方単卵巣型で、後方卵巣は短く後部子宮枝に退化している。まれに後部子宮枝に精子が貯精されている場合がある。尾部は円錐形であるが、尾端は種によって異なる形態を持ち（鈍く丸まる、細く尖る）、また、様々な形の突起がある（無突起、腹側の単一突起、指状突起、二叉突起等）。雄の尾部は円錐形であるが、ステッキの柄のように強く曲がる。尾端には雌

のような様々な形の突起がある（種によって異なる）。雄の1対の交接刺は角形をしており、末端は互いに離れて外側に開く。尾部には3対の乳頭突起があり、その内1対は総排泄口よりも前方にある。尾翼はない。

II 代表的な種とその見分け方

国内では記録された種は少ないが、世界では138種の有効種がある（HOOPER, 1993）。日本の耕地には20種以上の種が分布するものと想像されるが、報告されたものは5種にすぎない。それらは、作物の地上部に寄生して被害を与える1) イチゴセンチュウ (*Aphelenchoides fragariae*)、2) ハガレセンチュウ (*A. rizemabosi*)、3) イネシンガレセンチュウ (*A. besseyi*) の農業上重要な3種、ユリの球根から検出された4) ユリセンチュウ (*A. lilum*) および耕地に広く棲息する5) *A. bicaudatus* (和名はない) である。このうち、ユリセンチュウは日本の横尾（1964）によって、*A. bicaudatus* は今村（1931）によってそれぞれ新種記載された種である。最初の3種が識別できれば本稿の目的は達しているが、この属に見られる形態の多様性を理解して頂くために、外国産の代表的種も併せて、種の識別形質となる部位の形態的特徴を下記に示す。

1 唇部形態（図-1, 2）

唇部側縁の形状に注目すると以下のタイプがある：a) 唇部側縁が張り出し、それに続く食道部(胴)の体幅より広く、そのため唇部は食道部からくびれる。このタイプの唇部を持つ種は、イネシンガレセンチュウ、ハガレセンチュウ、ユリセンチュウ、*A. composticola*, *A. blastophthorus*, *A. tuzeti* 等である。b) 唇部側縁は横に張り出さず、それに続く食道部(胴)の体幅と同程度の広さであるため唇部と食道部は連続して見える。イチゴセンチュウの唇部はこのタイプである。c) 唇部側縁は張り出さず、唇部の基部はそれに続く食道部よりも狭い。*A. bicaudatus* と *A. siddiqii* がこのタイプである。

また前縁に注目すると、a) ドーム型に丸いもの（イネシンガレセンチュウ）、b) 前縁両端と中央が丸く張り出し三つの瘤があるように見えるもの（ハガレセンチュウ、イチゴセンチュウ）、c) 平たんなもの（*A. bicaudatus*, *A. tuzeti*, *A. siddiqii*）がある。ユリセンチュウ

Identification of *Aphelenchoides* spp. in Japan. By Takayuki MIZUKUBO

(キーワード：イネシンガレセンチュウ、ハガレセンチュウ、イチゴセンチュウ、ユリセンチュウ、有害線虫、同定法、花き類、イネ)

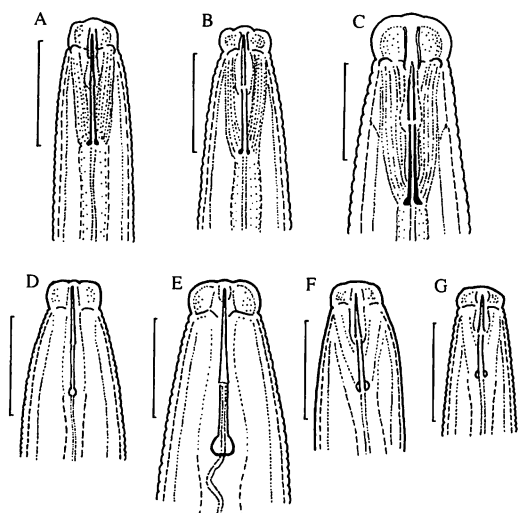


図-1 唇部形態

A: イチゴセンチュウ, B: ハガレセンチュウ, C: イネシガラセンチュウ, D: *Aphelenchoides composicola*, E: *A. blastophthorus*, F: *A. siddiqii*, G: *A. tuzeti*. 棒線は 10 μ m.

各付図は以下の著者の原図を改写した。A: Siddiqi, 1975, B: Siddiqi, 1974, C: Franklin and Siddiqi, 1972, D: Franklin, 1957, E: Franklin, 1952, F ~ G: Zeidan and Geraert, 1992.

ユウは記載図が不十分なため分類できない。

さらに、唇部の相対的な高さ（すなわち、唇部の高さの幅に対する比率）にも違いがある：a) イチゴセンチュウでは高く、b) イネシガラセンチュウ、ハガレセンチュウ、*A. composicola*, *A. blastophthorus* では中庸、c) ユリセンチュウ、*A. bicaudatus*, *A. tuzeti*, *A. siddiqii* の唇部は低い。

2 口針の形 (図-1, 2)

本属の口針は一般に大変細い。口針基部の口針節球の発達も弱く微少である。大型の *A. blastophthorus* は比較的太い口針を持ち、大きく丸い口針節球がある。

3 排泄口の位置 (図-2)

排泄口は中部食道球後方の食道狭の位置にある。食道狭には、それを取りまく神経環がある。この神経環を基準として排泄口の位置を a) 神経環より前方 (*A. bicaudatus*), b) 神経環の付近 (イネシガラセンチュウ, *A. composicola*, *A. blastophthorus*), c) 神経環より後方 (ハガレセンチュウ, イチゴセンチュウ, ユリセンチュウ) の 3 タイプに分ける。

4 側帯の幅と側線 (図-3)

体表クチクラの体環を横断して縦走する一対の帯が側帯である。側帯の幅の形質状態は、体幅に対する相対的

広さで表示され、変異の幅を持った連続形質である。

a) 体幅の 1/4 程度 (イネシガラセンチュウ), b) 1/6 ~ 1/5 (ハガレセンチュウ, ユリセンチュウ), c) 1/7 (イチゴセンチュウ) 等の種差がある。また、側線の数が形質になる。側帯の両縁（すなわち輪郭）をそれぞれ 1 本の側線と勘定するので、側帯の内側に条溝が走っていない場合は側線数は 2 である。側帯の中の条溝の輪郭もそれぞれ 1 本と数える。側線の形質状態には a) 2 本 (イチゴセンチュウ, *A. bicaudatus*), b) 3 本 (*A. composicola*), c) 4 本 (イネシガラセンチュウ, ハガレセンチュウ, ユリセンチュウ, *A. blastophthorus*, *A. siddiqii*) 等がある。

5 後部子宮枝 (図を省略)

アフレンコイデス属の後部子宮枝はネグサレセンチュウに比べれば退化・縮小してはいない。しかし、退化の程度の種差は大きい。この長さを比較するときは、実測値よりも後部子宮枝長を陰門部体幅で割った値 (U 値) か、陰門～肛門間の距離で割った百分率の相対的長さが使われる。U 値で比較してみると、a) 3 以下のもの (ユリセンチュウ, *A. bicaudatus*, *A. composicola*), b) おおむね 3~5 の範囲 (イネシガラセンチュウ, *A. blastophthorus*), c) 8 以上 (ハガレセンチュウ, イチゴセンチュウ) のように区別される。

6 尾端の形状 (突起など) (図-3, 4, 5)

本属の尾端には特徴的な突起がある。それらは、a) シンプルな棒状の突起 (ユリセンチュウ, *A. composicola*, *A. blastophthorus*, *A. tuzeti*), b) 細く突出した突起 (柄: peg) 上に 3~4 本の刺が生じるタイプ (イネシガラセンチュウ), c) 尾端に直接 2~4 本の刺を生じるタイプ (ハガレセンチュウ, *A. siddiqii*), d) 二又した鋭い刺となるタイプ (*A. bicaudatus*) 等である。また、e) 先端が鈍く尖るだけで顕著な突起がない尾端もある (イチゴセンチュウ)。尾端構造物の形状は雌雄同型が普通だが、*A. bicaudatus* では雄の尾端は長い突起となって、二又尾端の雌とは異なっている。

7 雄の尾の湾曲 (図を省略)

60°C で熱殺された雄は尾部に近い胴体部から腹側に曲がり込み、ステッキのような姿勢をとる。雌では尾部付近の湾曲はあまりない。尾部の湾曲の程度は慣行的に角度で表される：a) 180 度 (イネシガラセンチュウ, ハガレセンチュウ, *A. composicola*) は真っ直ぐに伸びた胴部に対し尾部が平行になった場合である；b) 90 度 (ユリセンチュウ, *A. blastophthorus*) は胴部に対し尾部が垂直に近い場合を指す；c) 45~90 度 (イチゴセンチュウ) は最も湾曲の程度が弱く、尾が体軸に対しわ

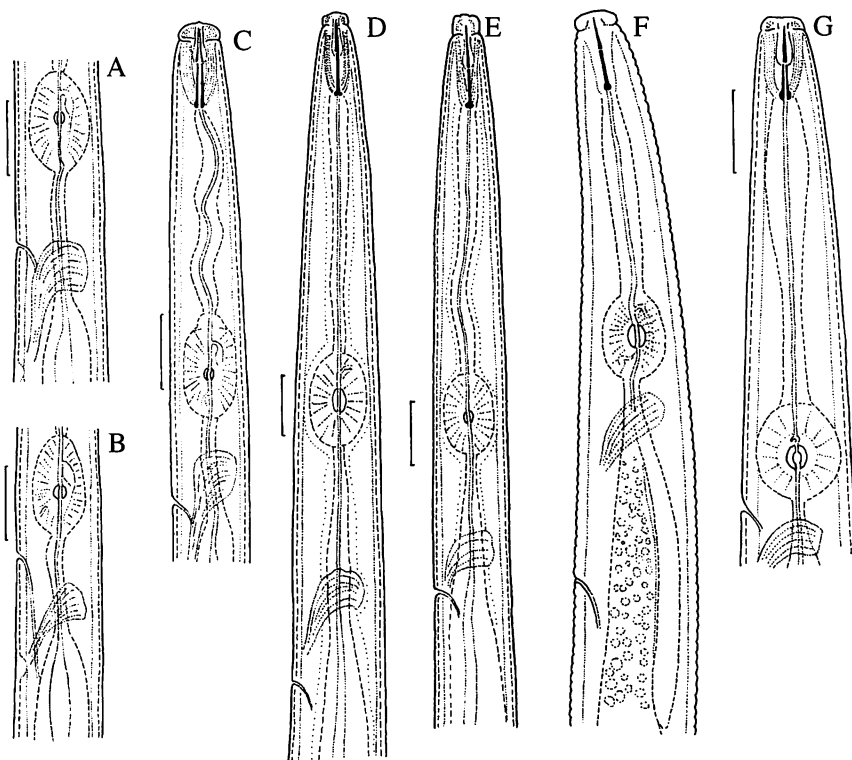


図-2 食道部形態(雌)

A~C: イネシンガレセンチュウ, D: ハガレセンチュウ, E: イチゴセンチュウ, F: ユリセンチュウ, G: *Aphelenchoides bicaudatus*. 棒線は 10 μ m.

各付図は以下の著者の原図を改写した。A~C: FORTNER, 1970, D: SIDDIQI, 1974, E: SIDDIQI, 1975, F: YOKOO, 1964, G: SIDDIQI, 1976.

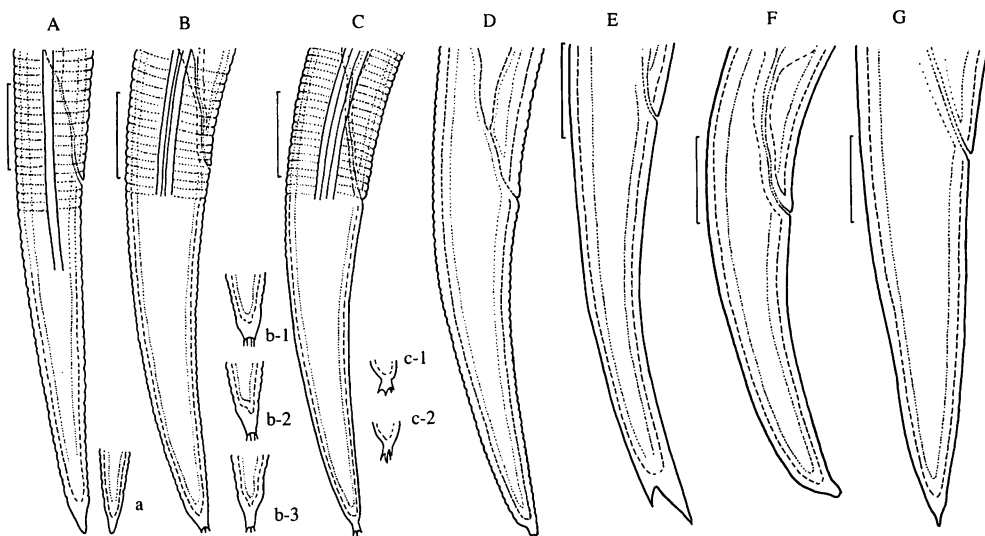


図-3 雌の尾部形態

A: イチゴセンチュウ, B: ハガレセンチュウ, C: イネシンガレセンチュウ, D: ユリセンチュウ, E: *Aphelenchoides bicaudatus*, F: *A. compositicola*, G: *A. blastophthorus*. 棒線は 10 μ m.

各付図は以下の著者の原図を改写した。A: SIDDIQI, 1975, B: SIDDIQI, 1974, C: FORTNER, 1970, D: YOKOO, 1964, E: SIDDIQI, 1976, F: FRANKLIN, 1957, G: FRANKLIN, 1952.

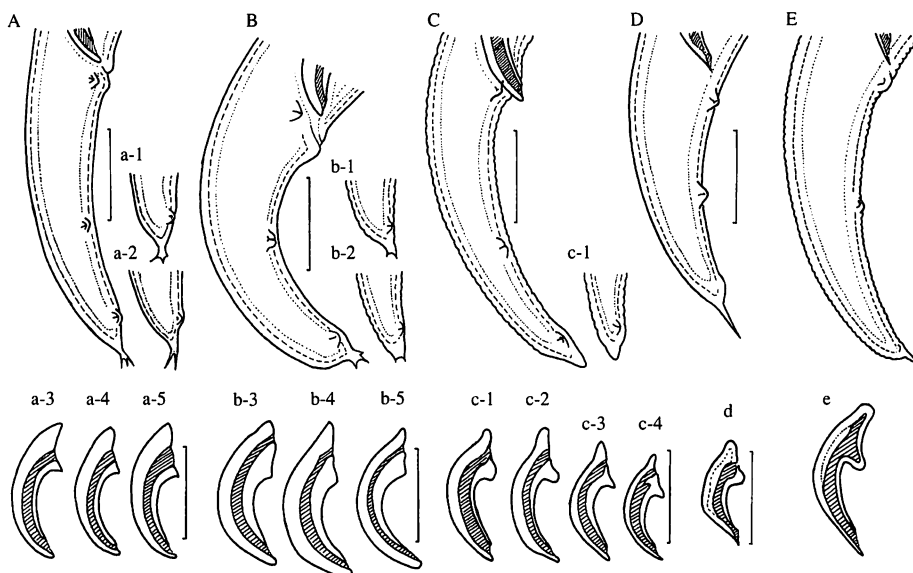


図-4 主要種の雄の尾部および交接刺の形態

A & a-1-5: イネシンガレセンチュウ, B & b-1-5: ハガレセンチュウ, C & c-1-5: イチゴセンチュウ, D & d: *Aphelenchoides bicaudatus*, E & e: ユリセンチュウ. 交接刺: a-3-5; b-3-5; c-3-5; d; e. 棒線は 10 μm.

各付図は以下の著者の原図を改寫した. A & a-1-5: FORTUNER, 1970, B & b-1-5: SIDDIQI, 1974, C & c-1-5: SIDDIQI, 1975, D & d: SIDDIQI, 1976, E & e: YOKOO, 1964.

ずかに持ち上がった状態である。

8 雄の交接刺 (図-4, 5)

一对の交接刺はバラの刺に似た形の頑丈な構造で、普通は体内に収納されている。アフェレンコイデスの交接刺はチレンクス型のような中空構造ではなく、背側の背腕 (dorsal limb) と腹側の腹腕 (ventral limb) が骨タンパクの薄い膜 (図では斜線) によって連結された構造である。腹方に湾曲しているため、背腕が腹腕より長い。種によっては背腕と腹腕は基部でつながっている。背腕の基部の突出部を交接頂 (apex), 腹腕の基部の突起を交接角 (rostrum) と呼ぶ。本属の交接刺は変化に富んでおり、違いを知れば種の同定に役立つ。各部位の形質状態の類型は以下のようなものである。

1) 交接角: a) 強く突出するもの (イチゴセンチュウ, ユリセンチュウ, *A. bicaudatus*, *A. composticola*, *A. blastophthorus*), b) 突出が弱いもの (イネシンガレセンチュウ, ハガレセンチュウ)。

2) 腹腕: a) 薄いタイプ (イネシンガレセンチュウ, ユリセンチュウ, *A. bicaudatus*, *A. composticola*), b) 厚いタイプ (ハガレセンチュウ, *A. blastophthorus*), c) 中間タイプ (イチゴセンチュウ)。

3) 背腕と腹腕の基部の連結部: a) 太く明瞭なもの

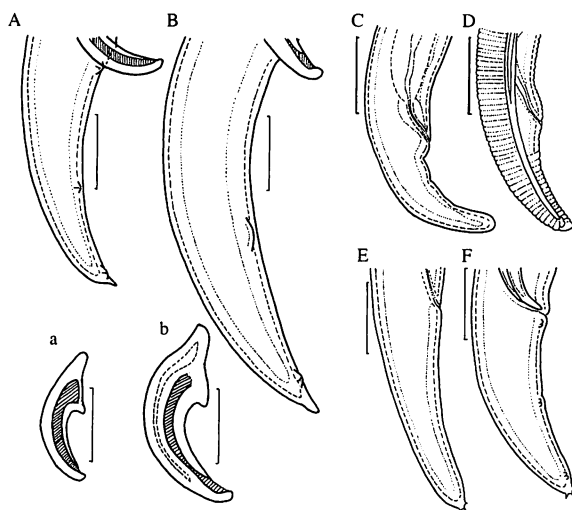


図-5 5種の尾部形態

A & a: *Aphelenchoides composticola* の雄および交接刺, B & b: *A. blastophthorus* の雄および交接刺, C & D: *A. tuzeti* の雌, E: *A. siddiqii* の雌, F: *A. siddiqii* の雄. 棒線は 10 μm.

各付図は以下の著者の原図を改寫した. A & a: FRANKLIN, 1957, B & b: FRANKLIN, 1952, C & D ~ F: ZEIDAN and GERAERT, 1992.

表-1 アフエレンコイデス属7種の計測値と識別形質の比較表

	イネシンガレセンチュウ	ハガレセンチュウ	イチゴセンチュウ	ユリセンチュウ	<i>A. bicaudatus</i>	<i>A. composticola</i>	<i>A. blastophthorus</i>
	範囲 (平均)	範囲	範囲	範囲 (平均)	範囲 (平均)	範囲	範囲 (平均)
雌							
体長 (mm)	0.57~0.84 (0.68)	0.77~1.20	0.45~0.80	0.64~0.75 (0.69)	0.38~0.47 (0.43)	0.447~0.614	0.69~0.95 (0.85)
a 値	39~53 (47.7)	40~45	45~60	25.8~34.5 (27.6)	31.3~31.7 (31.5)	30~42	28~50 (37)
b 値	9.2~13.1 (11.5)	10~13	8~15	10.7~12.7 (11.7)	6.8~8.4 (7.4)	8~10	9.0~12.8 (11.1)
b' 値	4.06~5.77 (4.85)	—	—	3.5~4.2 (4.0)	—	—	4.0~7.7 (5.3)
c 値	13.8~20.4 (17.7)	18~24	12~20	15.8~18.0 (16.5)	9.4~12.6 (10.6)	11~17	15~28 (19)
c' 値	3.5~5.0	4.2	5.3	3.8	4.5~5.0	3.6	2.3~5.0 (3.6)
V 値 (%)	68.7~73.6 (71.2)	66~75	64~71	68.2~74.6 (70.5)	61.7~90.2 (70.4)	67~72	62~72 (68)
U 値	2.5~3.5	8.2	10	2.1~2.9	2.4	2.9	4.9
口針長 (μm)	10.0~12.5 (11.9)	12	10~11	12.5	10~12 (11.2)	11	15.7~17.2 (16.3)
唇部	ドーム型	ドーム型	高い; 前縁平	前縁平; 横に張る	平たい	前縁平; 横に張る	ドーム型
口針節球	微小	微小	微小	微小	明瞭	微小	明瞭
中部食道球	楕円形	卵形	卵形	卵形	洋梨~球形	球形~卵形	卵形
側線/体幅	1/4	1/6~1/5	1/7	1/5	1/6~1/5	1/5	1/7~1/5
側線数	4	4	2	4	2	3	4
排泄口/神経環	前方~やや後方	後方	やや後方	後方	前方	同水準	同水準
卵母細胞	2~4 列	複列	単列	単列	単列	単列	単列
尾端	3~4 本の刺	2~4 本の刺	鈍く尖る; 無刺	腹方に鈍い突起	二叉	腹方に鈍い突起	鈍く尖る; 無刺
雄	普通に出現	普通に出現	普通に出現	普通に出現	希	普通に出現	普通に出現
体長 (mm)	0.53~0.61 (0.57)	0.70~0.93	0.48~0.65	0.60~0.80 (0.657)	0.385	0.412~0.581	0.61~0.98 (0.8)
a 値	40.7~46.9 (44.4)	31~50	46~63	23.8~34.5 (29.9)	22.6	28~41	32~54 (42)
b 値	8.9~10.7 (9.52)	10~11	9~11	10.3~13.3 (11.2)	7.5	7~9	8.0~12.6 (10.6)
b' 値	3.57~4.91 (4.09)	—	—	4.3~5.6 (4.9)	—	—	4.0~7.8 (5.6)
c 値	16~20 (18.0)	16~30	16~19	15.2~20.0 (16.4)	14.4	11~20	15~22 (18)
c' 値	3.6	2.8	4.1	3.1	2.5	3.1	2.3~4.0 (3.0)
T 値 (%)	28~52 (40.6)	35~64	44~61	55.2~67.7 (56.4)	—	—	48~89 (65)
口針長 (μm)	10.0~12.5 (11.4)	12	10~11	12.5	10	11	14.3~17.2 (16.0)
交接刺 (背腕) (μm)	18~21 (19.2)	20~22	14~17	17.5	—	21	28~32 (30)
尾部湾曲	180 度	180 度	45~90 度	90 度	?	180 度	90 度
尾乳類	3 対	3 対	3 対	3 対	2 対	3 対	3 対
交接刺角	張り出さない	張り出さない	張り出す	腹側に強く突出	張り出す	腹側に強く突出	腹側に強く突出

a 値=体長÷最大体幅; b 値=体長÷食道長; b' 値=体長÷頭端食道腺末端; c 値=体長÷尾長; c' 値=尾長÷肛門部体幅; V 値=(頭端-陰門の距離)/体長 (%); U 値=後部子宮枝長/陰門部体幅; T 値=精巢長/体長 (%).

(ユリセンチュウ, *A. composticola*, *A. blastophthorus*), 細く不明瞭なもの (イネシンガレセンチュウ, ハガレセンチュウ, イチゴセンチュウ, *A. bicaudatus*).

以上の形態的特徴および同定に重要な計測値を表-1 に示した。本稿では特に種の検索表を用意しないが, 上記解説を参考に付図や表を見て同定を行って頂きたい。

参 考 文 献

- 1) FORTUNER, R. (1970) : J. Helminthol. 44: 141~152.
- 2) FRANKLIN, M. T. (1952) : Ann. Appl. Biol. 39: 54~60.
- 3) ——— (1957) : Nematologica 2: 306~313.
- 4) ——— and M. R. SIDDIQI (1972) : CIH Descriptions of Plant-parasitic nematodes. Set 1, No. 4: 3 pp.
- 5) HESLING, J. J. (1977) : ibid. Set 7, No. 92: 3 pp.
- 6) HOOVER, D. J. (1975) : ibid. Set 5, No. 73: 3 pp.

- 7) HUNT, D. J. (1993) : Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae: Their Systematics and Bionomics, CAB International, UK. 352 pp.
- 8) IMAMURA, S. (1932) : J. Coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo 11: 193~240.
- 9) LEY, P. D. and M. BLAXTER (2002) : In The Biology of Nematodes, ed. D. L. Lee, Taylor & Francis, London, pp. 1~30.
- 10) 中園和年, 編 (1992) : 線虫研究の歩み, 日本線虫研究会, つくば, 383 pp.
- 11) SIDDIQI, M. R. (1974) : CIH Descriptions of Plant-parasitic nematodes. Set 3, No. 32: 4 pp.
- 12) ——— (1975) : ibid. Set 5, No. 74: 4 pp.
- 13) SIDDIQI, I. A. (1976) : ibid. Set 6, No. 84: 3 pp.
- 14) 横尾多美男 (1964) : 佐賀大学農学部集 20: 67~69
- 15) ZEIDAN, A. B. and E. GERAERT (1992) : Nematologica 31: 420~438.