

ササラダニ類における歩行速度と形態の関係

Relationship between working speed and morphologies of Oribatid mites
(Acari, Oribatida)

井 上 沙 紀

唐 沢 重 考

Saki INOUE

Shigenori KARASAWA

飯塚市立筑穂中学校

福岡教育大学

Chikuho Junior High School

Fukuoka University of Education

(平成24年10月1日受理)

抄録

22種のササラダニ類を対象に、歩行速度と体長および第1歩脚器の長さの関係を調べた。その結果、歩行速度は、体長よりも第1歩脚器の長さの影響を受けることが示唆された。

1. はじめに

ササラダニ類 (Oribatida) はダニ綱ササラダニ亜目の総称で、日本からは約 650 種 (青木, 2001), 世界中では約 9000 種以上が報告されている (Norton and Behan-Pelletier, 2009)。このように種多様性の高いササラダニ類は、体長が 1 mm 以下と微小な動物であるにも関わらず、その形態は非常に多様性に富み、そして、この多様な形態には、様々な生存上有益な機能があると考えられている。例えば、アルマジロ型と称されるササラダニ類は、前体部を後体部の腹面に密着させることで完全な楕円球体になることができ (図 1), その状態になることで天敵からの攻撃を防いでいる (Walter and Proctor, 1999)。また, Karasawa and Hiji (2004) は、土壤中に生息するササラダニ類の多くは歩脚器の末端に短い 1 本の爪を持つが、樹上環境に生息する種は短い 3 本爪、潮間帯環境に生息する種は長い 1 本爪を持つことを明らかにし、それらは各生息環境の基質上で歩行するのに適していると議論している。このように、ササラダニ類の形態と機能の関係を理解することは、ササラダニ類の多様化の進化過程を解明する上で非常に重要であるが、上記の例を除くとそれらについてはほとんど研究されていない。

動物にとって歩行による移動は、餌の確保、天敵からの避難、配偶者の発見など極めて重要な行動である。ササラダニ類の歩行に関する研究は少ないが、Lawrence (1953) は、様々な土壌動物の歩行速度を調べ、ササラダニ類 15 種の平均が 1.8 cm / 分であったのに対し、*Damaeus auritus* は 5.6 cm / 分と平均の約 3 倍であると報告している。ササラダニ類の歩脚器の長さは種によって大きく異なるが (図 2), 歩行速度が著しく速かった *Damaeus* 属のササラダニ類は歩脚器が特に長い特徴を持っていることから、この長い歩脚器が速く歩行することを可能にしているのかも知れない。

これらを踏まえて、本研究では、ササラダニ類の形態が持つ機能解明の一つとして、歩脚器の長さと歩行速度の関係を解明することを目的とした。

2. 材料と方法

2-1. 対象動物

本研究に使用するササラダニ類は、2011 年 11 月から 2012 年 2 月にかけて、福岡教育大学自然科学教棟の駐車場脇に位置するコジイを主とする落葉から採取した。落葉を素手でバケツに入れ、素早く研究室に

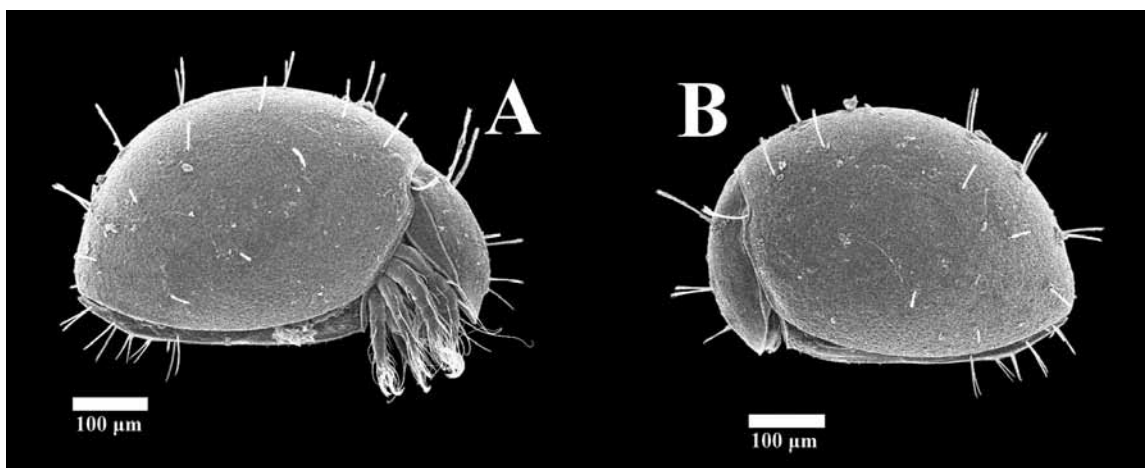


図1 アルマジロ型ササラダニ類の電子顕微鏡写真. 通常の状態 (A), および, 前体部と後体部を密着させた状態 (B).

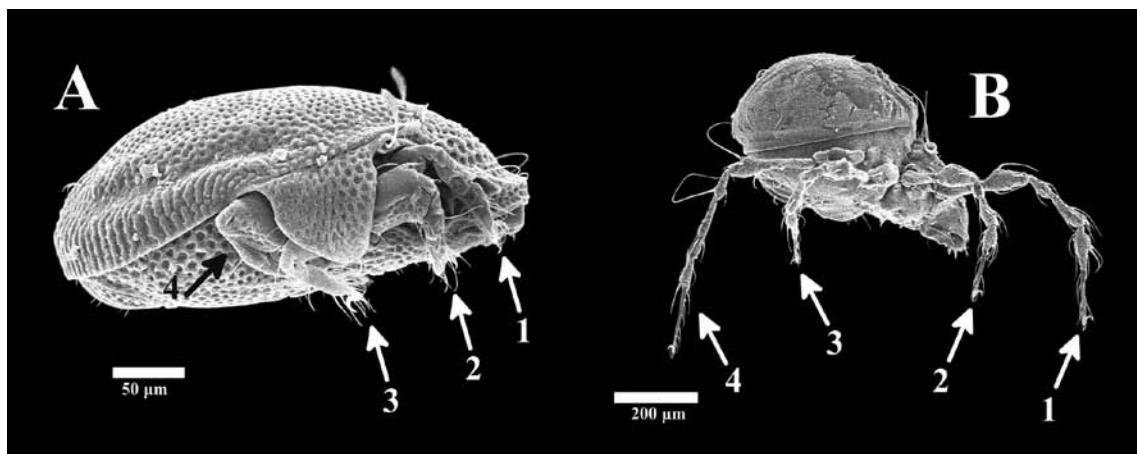


図2 ツノコソデダニ (A) とジュズダニ科の一種 (B) の側面の電子顕微鏡写真. 矢印と番号は歩脚器を示す.

持ち帰った後, ナイロンメッシュ (メッシュサイズ: 2 mm × 3 mm) を敷いた土ふるいの上に載せ, 自然に落下したササラダニ類を湿らせた細筆を用いて1個体取り出し, 厚さ約1 cm のセッコウ培地を敷いた直径3.5 cm のプラスチックシャーレ (以下, 実験シャーレ) に移した。その後, 実験シャーレをデジタルカメラ (Power Shot A640, Canon 社) を設置した実体顕微鏡 (7-70 ×, SZH10, OLYMPUS 社) 下に置き, 実験シャーレの側面からLED 白色光 (SSC-AMW 型, セガワ・サイエンス・コミュニケーション社) を当て, ササラダニ類の行動を動画撮影した。実体顕微鏡下の照度は3.00-5.64 klux であった。撮影終了後, 動画をPCに移動し, 二次元動画解析計測ソフト Move-tr/2D 7.0 (ライブラリー社) を用いて歩行距離と歩行時間を計測し, 歩行速度を算出した。歩行速度は, 1種につき1個体を対象とし, 停止や急激は速度変化がなかった5秒間の歩行速度を異なる5地点で算出し, その平均値を用いた。ただし, 5地点の計測ができなかった, ジュズダニ科の一種 (*Damaeidea* sp.), チビゲフリソデダニ (*Trichogalumna nipponica*), オオツブダニ (*Lasiobelba remota*), ムチフリソデダニ (*Pergalumna magnipora*) では3回の平均値, ツノコソデダニ (*Trachyoribates ovulum*) では, 2回の平均値を用いた。動画撮影をした個体は, プレパラート標本にし, 種同定を行った。合計22種の歩行速度を測定した。

体長および歩脚器の長さ歩行速度の関係性を明らかにするため, ササラダニ類の体長と歩脚器の長さを測定した。体長は, 前体部の先端から後退部末端までの長さ, アルマジロ型のヨロイイレコダニ属の一種

(*Hoplophthiracarus* sp.) とヒメヘソイレコダニ (*Acrotitia ardua*) については前体部と後体部の和とした。ササラダニ類の歩脚器は、転節、腿節、膝節、頸節、跗節、および、爪から成るが、爪を除いた5つの節の合計値を歩脚器の長さとして用いた。本研究では第1脚と第4脚の長さを測定した。形態測定には、歩行速度測定にて作製したプレパラート標本を用いた。

2-2. 統計解析

体長と第1脚長が歩行速度に及ぼす影響は、後者を応答変数、前2者を説明変数とした一般線形モデルをAICに基づき選択することで求めた。AICはフリーソフトR (R development core team, 2009) のextractAIC関数にて算出した。第1脚と歩行速度、および、第1脚と第4脚の関係性は、Pearsonの相関係数(r)、および、無相関の検定にて解析を行った。

3. 結果

第1脚と第4脚の長さには高い正の相関関係がみられたため ($r = 0.98$, $P < 0.01$)、歩脚器の長さは第1脚の値のみを用いて解析を行った。

本研究に用いた全22種のうち、体長が最も大きかったのはツヤタマゴダニ (*Liacarus orthogonios*) の $950\ \mu\text{m}$ で、最も小さかったのはチビゲフリソデダニの $330\ \mu\text{m}$ であり、約3倍の差があった(表1)。また、歩脚器が最も長かったのは、ジュズダニ科の一種であり、 $970\ \mu\text{m}$ であった。一方、最も短かったのは、ツノコソデダニの $90\ \mu\text{m}$ であり、約10倍の差があった。体長と第1脚長には弱い正の相関関係がみられた ($r = 0.56$, $P < 0.01$)。

歩行速度が最も遅かった種はツノコソデダニの $0.085\ \text{mm/s}$ であった。一方、最も速かった種は、トゲジュズダニ属の一種 (*Epidamaeus* sp.) の $1.65\ \text{mm/s}$ であり、22種中14種が $0.5\ \text{mm/s}$ 以下であった。 $1.0\ \text{mm/s}$ 以上だった種は、ジュズダニ科の一種、トゲジュズダニ属の一種、セマルダニ (*Metrioppia tricuspidata*)、マルガオフリソデダニ (*Neoribates pallidus*)、および、ムチフリソデダニの5種のみであった。体長、および、第1脚長と歩行速度の一般線形モデルのAICを算出した結果(表2)、第1脚長のみを説明変数とする一般線形モデルが選択された。

表1 ササラダニ類の歩行速度 (mm/s), 体長 (μm), 第1脚長 (μm), および、第4脚長 (μm)

種名		歩行速度	体長	第1脚長	第4脚長
<i>Acrotitia ardua</i>	ヒメヘソイレコダニ	0.240	710	215.0	125.0
<i>Damaeidea</i> sp.	ジュズダニ科の一種	1.160	850	970.0	1190.0
<i>Epidamaeus</i> sp.	トゲジュズダニ属の一種	1.650	670	940.0	1310.0
<i>Eremobelba japonica</i>	ヤマトクモスケダニ	0.450	630	320.0	390.0
<i>Gibbicepheus frondosus</i>	コノハイブシダニ	0.180	890	337.5	252.5
<i>Hoplophthiracarus</i> sp.	ヨロイイレコダニ属の一種	0.280	900	225.0	210.0
<i>Lasiobelba remota</i>	オオツブダニ	0.740	840	610.0	750.0
<i>Liacarus orthogonios</i>	ツヤタマゴダニ	0.410	950	420.0	495.0
<i>Metrioppia tricuspidata</i>	セマルダニ	1.240	485	250.0	345.0
<i>Multioppia brevipectinata</i>	タモウツブダニ	0.280	450	200.0	280.0
<i>Neoribates pallidus</i>	マルガオフリソデダニ	1.020	640	295.0	280.0
<i>Oppiidae</i> sp.	ツブダニ科の一種	0.180	320	115.0	175.0
<i>Peloribates acutus</i>	マルコソデダニ	0.780	530	205.0	270.0
<i>Pergalumna intermedia</i>	アラゲフリソデダニ	0.440	430	180.0	235.0
<i>Pergalumna magnipora</i>	ムチフリソデダニ	1.100	870	440.0	490.0
<i>Protoribates</i> sp.1	ナガコソデダニ属の一種	0.250	395	200.0	160.0
<i>Protoribates</i> sp.2	ナガコソデダニ属の一種	0.130	460	142.5	200.0
<i>Sadocephus undulatus</i>	サドマンジュウダニ	0.220	680	275.0	340.0
<i>Tectodamaeus striatus</i>	セスジジュズダニ	0.710	630	530.0	730.0
<i>Trachyoribates ovulum</i>	ツノコソデダニ	0.085	360	90.0	120.0
<i>Trichogalumna nipponica</i>	チビゲフリソデダニ	0.290	330	137.5	150.0
<i>Xenillus tegeocranus</i>	ザラタマゴダニ	0.500	720	340.0	-

表2 歩行速度を応答変数、体長と第1脚長を説明変数とした一般線形モデルにおける
各変数の係数、AIC、および、決定係数 (R^2)

体長	第1脚長	体長× 第1脚長	切片	AIC	R^2
5.88.E-04			0.19	-35.72	0.076
	1.32.E-03		0.12	-50.72	0.533
-4.24.E-04	1.52.E-03		0.31	-50.03	0.560

4. 考察

多くの動物において体長と付属肢は明瞭な正の相関関係を示すが、ササラダニ類においては、体長と歩脚器の長さの間には弱い相関関係が認められた。この結果は、ササラダニ類の歩脚器の長さは、体長に依存して長くなる傾向にはあるが、体長に対して比較的長い、もしくは、短い歩脚器を持つ種がいることを示している。このような変異は、何らかの選択が働いた可能性を示唆する。そこで、これら形態と歩行速度の関係を調べた結果、ササラダニ類の歩行速度には、体長よりも歩脚器の長さが強く影響していることが分かった。この事実、ササラダニ類の歩行速度は、歩脚器の長さ、すなわち歩幅でおおよそ決定されることを示している。ササラダニ類は、強固な外骨格で覆われており、捕食者に出会った場合、歩脚器を体内にしまい込み球体になることができる (Walter and Proctor, 1999)。このような形態的制約によって、ササラダニ類は歩行速度を速めるために歩脚器の運動速度を高めることが困難であり、歩脚器を長くするような進化が生じたのかもしれない。

5. 引用文献

- 青木淳一 (2001) ダニの生物学. 東京大学出版会, 東京, 431 pp.
- Karasawa, S. and Hiji, N. (2004) Morphological modifications among oribatid mites (Acari: Oribatida) in relation to habitat differentiation in mangrove forests. *Pedobiologia*, 48 : 383-394.
- Lawrence, R.F. (1953) The biology of the Cryptic fauna of forests with special reference to the indigenous forests of south Africa. A.A. Balkema, Cape Town, 408.
- Noton, R.A. and Behan-Pelletier, V.M. (2009) Suborder Oribatida. pp. 430-564, In: A Manual of Acarology 3rd Edition. Eds. Krantz, G.W. and Walter D.E., Texas Tech University Press, Texas.
- R development core team (2009) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Walter, D.E. and Proctor, H. (1999) Mites : Ecology, Evolution and Behaviour. CABI publishing, New York, 322 pp.