

## 学位論文題名

Taxonomic Study of Phoretic Macrochelid  
Mites (Acari: Gamasida: Macrochelidae)  
Associated with Dung Beetles  
(Coleoptera: Geotrupidae, Scarabaeidae) in Japan

(日本産食糞性甲虫類に便乗するハエダニ類の分類学的研究)

## 学位論文内容の要旨

昆虫の体表には様々な種類のダニ類が付着している。これらのダニ類の多くは餌場への移動・分散の手段として昆虫を利用していると考えられており、便乗性ダニ類と総称されている。しかし、最近の研究によって、単に便乗性と考えられていたダニが宿主である昆虫と相利共生から寄生まで様々な関係をもつことが明らかにされつつある。日本でも様々なグループの昆虫の体表に多数のダニを見ることができ、これらの生態学的な研究ならびに分類学的な研究はほとんどなされていない。そこで、便乗性ダニ類と昆虫との関係を探るため、まず、昆虫の中でも比較的複雑な繁殖様式を示す食糞性甲虫類(コガネムシ科およびセンチコガネ科)の体表に見られるハエダニ科のダニ類に的を絞って分類学的研究を行った。さらに、腐食性、地表性甲虫も含め、甲虫とそれらの体表に見られるトゲダニ亜目ダニ類との生態学的関係に関する基礎的データの収集と解析を行った。

学位申請論文は、2章から構成されており、第1章では日本産食糞性甲虫類の体表に便乗するハエダニ類の分類学的研究を、第2章ではダニ類と甲虫との生態学的関係を扱っている。

第1章では新種及び日本初記録種を含む以下の18種を記録または記載した。

ハエダニ属 Genus *Macrocheles* (14種): *Macrocheles perglaber* Filipponi and Pegazzano, 1962; *M. yezoensis* sp. nov.; *M. yamatoensis* sp. nov.; *M. monchadskii* Bregetova and Koroleva, 1960; *M. septentrionalis* sp. nov.; *M. japonicus* Evans and Hyatt, 1963; *M. serratus* Ishikawa, 1968; *M. insignitus* Berlese, 1918; *M. merdarius* (Berlese, 1889); *M. muscaedomesticae* (Scopoli, 1772); *M. peniculatus* Berlese, 1918; *M. moneronicus* Bregetova and Koroleva, 1960; *M. robustulus* (Berlese, 1904); *M. verticalis* Evans and Hyatt, 1963.

アミメハエダニ属 Genus *Glypholaspis* (2種): *Glypholaspis confusa* (Foà, 1900); *G. depuncta* Petrova, 1967.

クチナガハエダニ属 Genus *Holostaspella* (2種): *Holostaspella bifoliata* (Trägårdh, 1952); *H. scatophila* Takaku, 1994.

これらのうち、*M. yezoensis*, *M. yamatoensis*, *M. septentrionalis* の3種が新種であり *M. perglaber*, *M. monchadskii*, *M. moneronicus*, *G. depuncta* の4種は日本初記録であった。また、近縁な2種 *M. monchadskii* と *M. septentrionalis* を *M. monchadskii* 種群、3

種 *M. transbaicalicus*, *M. japonicus*, *M. serratus* を *M. transbaicalicus* 種群としてまとめ、それぞれの種群の定義を行った。

ハエダニ類の多くは単為生殖をするため、これまで、その記載は主に雌成体の形質に基づいてなされてきた。しかし、最近の研究で、いくつかの種群では雄および未成熟段階(若虫、幼虫)の形質が分類上重要であることが指摘されている。今回の論文でも、いくつかの種類に関して雌以外の形質も分類形質として有用であることが証明された。例えば、*glaber* 種群に属する新種 *M. yezoensis* の雌は同種群内の他種の雌と酷似し識別が難しいが、雄および未成熟段階の個体の形質を利用することで明瞭な分類が可能である。さらに、繁殖様式の違いも分類形質として有用であり、新種 *M. septentrionalis* は近縁種 *M. monchadskii* と各発生段階の外部形態において非常によく似ているが、前者は産雌単為生殖(雌のみ生じる単為生殖)を行うのに対し、後者は産雄単為生殖(雄のみを生じる単為生殖)を行うことによって明瞭に区別された。

第2章では主に1)食糞性、腐食性、地表性甲虫とトゲダニ亜目ダニ類との生態学的関係、2)センチコガネドハエダニ類との生態学的関係、3)便乗行動の進化の3点に関して下記のように論じた。

1)ダニ類と甲虫類の関係に関して、その概要を知るために、食糞性、腐食性、地表性甲虫類の体表に見られるトゲダニ亜目ダニ類の種類構成の比較を行った。その結果、トゲダニ相は甲虫の分類群ごとに明瞭に異なっており、食糞性甲虫のコガネムシ科、センチコガネ科にはハエダニ類、ヤリダニ類が、腐食性甲虫のモンシテムシ族にはヤドリダニ類が、地表性甲虫のオサムシ科にはコシボソダニ科の1種がそれぞれ特異的に便乗していた。また、北海道産の各々の甲虫種上に見られるダニの種数をもとにJaccardの共通種数係数[ $S = c / (a + b - c)$  :  $a, b$ , 甲虫A, B種上のダニの種数;  $c$ , 甲虫A, B両種に共通に見られる種数]を求め、UPGMA(非加重二群平均連結法)によってクラスター解析を行ったところ、甲虫は分類群および食性ごとにまとまり、同じ分類群に属し同じ食性をもつ甲虫同士は類似したトゲダニ相をもつことが明らかになった。以上のことから甲虫便乗性トゲダニ類の分布は甲虫の食性および系統的制約により決定されていることが示唆された。

食糞性甲虫類を主な宿主として利用しているハエダニ類は、その多くが *M. perglaber* のように複数種の食糞性甲虫を利用しており、恐らく移動分散のためだけに甲虫を利用しているものと考えた。しかし、明瞭な宿主特異性を示すクチナガハエダニ属の *H. scatophila* はダイコクコガネの巢内にある育児球(ダイコクコガネが産卵を行った糞塊)の中からも見つかっていることから、甲虫の生活史・繁殖周期に同調したより密な関係をもつものと推定した。

2)札幌市内の森林でよく見られる食糞性甲虫センチコガネとその体表上に生息するハエダニ類との関係を探るために、札幌市三角山で定期採集を行なった。定期採集の結果およびこれまでの知見から、札幌でのセンチコガネの繁殖は年一化と推定され、秋に新成虫が出現することが判明した。センチコガネの体表には計6種のハエダニ類が見られた。その中で最も優占していた種は *M. serratus* であり、雌は常に成熟卵をもっていたこと、卵から成体までに要する発生日数は2~3日であること、および野外におけるダニ類の行動観察などの結果から、*M. serratus* は恐らく多化性であり、寄主に乗って餌から餌へ移動し餌上で繁殖を行う、という生活を繰り返しているものと推測した。

3)最後に、ハエダニ科を含むヤリダニ上科に関する既存の系統解析の結果と上科内の各科の生態に関して検討した結果、ヤリダニ上科内では少なくとも3回は独立に便乗性が進化したと結論した。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 片 倉 晴 雄

副 査 教 授 馬 渡 駿 介

副 査 教 授 増 田 道 夫

副 査 教 授 青 木 淳 一 (横浜国立大学大学院工学研究科  
(環境科学研究センター))

学 位 論 文 題 名

## Taxonomic Study of Phoretic Macrochelid Mites (Acari: Gamasida: Macrochelidae) Associated with Dung Beetles (Coleoptera: Geotrupidae, Scarabaeidae) in Japan

(日本産食糞性甲虫類に便乗するハエダニ類の分類学的研究)

ダニ類はこれまでに世界から約6万種が記載されており、総種数は50万種にもおよぶと推定される巨大なグループである。ダニ類の多くは自由生活性だが、中には動物、植物と密接な関係をもつグループもあり、脊椎動物に寄生するマダニや植物を加害するハダニなどはよく知られている例である。そのような他の動物と関係を持つダニの中には、餌場から餌場への移動の手段として昆虫や他の動物を利用する種類がある。「便乗」とよばれるこの行動は、ダニだけが利益を受け、乗り物である昆虫等にとっては利害がない典型的な片利共生と見なされてきた。しかし、近年、欧米ではヤドリダニ類とその乗せ手のモンシテムシ類を用いて詳細な研究がなされており、片利共生と考えられていた便乗が、相利共生から寄生にいたる様々な関係を含むことが明らかにされている。このように、便乗性ダニ類と乗り物となる昆虫は、種間関係の進化を探るための適当な「実験系」と見ることができ、ヤドリダニとモンシテムシの場合を除き、種間の関係の詳細な研究はほとんど行われていない。さらに、日本では便乗性ダニ類の分類および生態に関する研究自体がほとんど行われていない。このような背景のもとに、申請者は1989年から便乗性ダニ類の分類、生態に関する基礎的なデータの収集と解析を継続し、その成果を学位論文としてまとめた。

学位論文は2章から構成されている。第1章では、食糞性コガネムシ類に便乗するハエダニ科のダニ類に的を絞って分類学的な研究を行い、新種3種と日本初記録種4種を含む計18種のハエダニ類を記載・記録している。記載は正確であり、信頼性が高い。ハエダニ類の多くは雌のみが採集されるために分類には通常は成体雌の形質を用いるが、申請者は成体雌に加えて、飼育によって得た雄や若虫などの様々な発生段階の形態形質も詳細に観察・記載を行った。さらに、背板毛の形態と配列のパターンが種間で異なることと、成長に伴いそれらが変わることを発見し、変化のパターンを3つの型に分類している。また、単為生殖の有無やその様式などの形態以外の情報も可能な限り記載している。これらの数多くの新しい形質を分類に導入することにより、成体雌のみでは形態的に区別の難しい近縁種の識別に成功した点が特筆される。

第2章では、ダニ類の全国各地での採集結果、札幌市内での定期採集の結果、および飼育実験から得られた結果をもとに、便乗性ダニ類と甲虫の生態学的関係に関して論じている。オサムシ類、コガネムシ類など食性の異なるいくつかの分類群の甲虫と、それらの体表に見られるトゲダニ亜目（ハエダニ類を含む）の便乗性ダニ類との関係をクラスター解析によって分析し、特定の分類群に属するダニ類は特定の分類群に属する甲虫を乗り物とする傾向が顕著であることと、このダニと甲虫の結びつきには甲虫の食性（肉食、腐肉食、雑食、あるいは糞食）が強く関係していることを明らかにした。ついで、食糞性甲虫とハエダニ類の関係をより詳しく解析し、そこには片利共生と相利共生の少なくとも二つのタイプの種間関係が含まれていることを見いだした。また、食糞性のセンチコガネに便乗するハエダニ類の定期採集および飼育実験を実施し、これらのハエダニ類が年に何世代かを経過する多化性であること、餌場では乗せ手の甲虫からおりて摂食し、その後、別の乗せ手に乗って次の餌場に移動するらしいこと、種類構成や密度が夏季に大きく変動すること、そこには乗せ手甲虫の生活史との調節か、ダニ間の競合が関係しているらしいこと、などの生活史の様々な側面について貴重な新知見を得ている。

本研究により、申請者はこれまで日本ではほとんど明らかにされていなかった甲虫便乗性ハエダニ類の種構成を明らかにするとともに、様々な形質を用いた詳細な観察に基づいて精緻かつ信頼性の高い記載を行い、日本における便乗性ダニ類の記載分類のレベルを世界的水準まで引き上げた。また、クラスター解析を用いてダニ類の乗せ手甲虫の選択には甲虫の食性が深い関わりをもつことを明瞭に示している点は、便乗性ダニ類の生態学的研究に新しい視野を開くものである。本研究は便乗性ダニ類に関して分類から生態まで幅広

い分野を扱っており、単にダニ類の分類学に貢献するばかりでなく、生態学、進化学等さまざまな分野の研究の発展に大きく寄与するものである。よって審査員一同は申請者が博士（理学）の学位を授与される十分な資格があるものと認定した。