

研究成果報告書（第27回学術研究助成）

2020 年 4月 7日

公益財団法人 藤原ナチュラルヒストリー振興財団

理事長 野村 茂樹 殿

所属機関名 東邦大学理学部生命圏環境科学科

職 名 講師

氏 名 脇 司

1. 研究課題

陸貝に寄生するカタツムリダニの系統地理と宿主範囲に関する研究

2. 共同研究者

島野智之 法政大学・教授 役割：ダニの採集・形態解析

3. 研究報告

I. 研究の目的

ダイダイカタツムリダニ *Riccardoella reaumuri* は、カタツムリの肺や体表に取りつく寄生性のダニである。本ダニは元々フランスで記載された種だが、2018年に応募者らによって沖縄で日本から初めて採集され、その後も続けて北海道、関東ならびに宇治群島から採集・論文発表された。これらの研究を続ける間に、本ダニ類は日本国内において広域分布し、また、高率にカタツムリに寄生している可能性が高いことが分かってきた。

一般に、宿主のカタツムリは移動能力が低く地理的隔離により種分化している。このため、本ダニの宿主種は自ずと地域ごとに異なる。また、予備的な標本観察の結果、本ダニの形態に地理的変異がある可能性があることが分かった。寄生虫は、宿主の行動範囲でしか遺伝的交流ができないため、応募者らが見出した本ダニの形態地域性は地理的変異の蓄積によるものと予想された。このため、本種は、宿主の種分化に伴う寄生虫の共進化と系統地理の理解に理想的なモデルケースといえる。そこで本申請は、これを検討するための基本データとして、本種の系統地理と各地域の宿主範囲を調べた。

II. 研究の方法

本ダニ未採集地の地域（図1）に赴きカタツムリを採集し、宿主を種同定したのち解剖して、寄生したカタツムリダニ類を探した。本ダニ種が得られた場合には、柄付き針や筆を用いてそれらを取り上げて、99%エタノールで固定した。固定後、一部の個体はホイヤー氏液を用いてスライド標本に加工して、形態を観察した。Setaを含めた各器官の長さを顕微鏡下で測定し、得られた結果を主成分分析に供して地域ごとの形態の差異を解析した。遺伝子の詳細な解析の為に、PCRに加えて次世代型シーケンサー（MIG-seq法など）を用いて塩基配列や遺伝構造の解析を行った。また、研究協力者からカタツムリ類を提供していただき、それらに付いた本ダニ類も解析に用いた。また、本研究実施以前に、すでに採集して応募者の研究室に保存されていたダニ個体についても同様に処理した。

III. 研究結果

本研究で新たに105個体のカタツムリが採集・調査され、そのうち新たに5種類のカタツムリから初めて本ダニ種が見いだされた（新宿主記録）。これら5種類にはキセルガイ科とベッコウマイ

マイ科に属するカタツムリ種がそれぞれ含まれていたが、これらはその科で初めてダイダイカタツムリダニの感染が認められた事例となった。

本研究ならびにそれ以前の採集調査で採集されたダイダイカタツムリダニ（雌個体）の形態を主成分分析したところ、九州以北から北海道にかけてのものについては形態的に大きな違いがないことが示された。一方で、九州以北とそれより南では差異が見いだされ、特にsetaの長さに大きな地域的差異があることが認められた。これに加えて、スライド標本の形態を詳細に観察したところ、九州を境にsolenidionの長さや幅に形態的な違いがあることが分かった（図2）。各地の本ダニ種の遺伝子を解析したところ、九州以北とそれよりも南の地域間で明らかに差異があることが認められた。ミトコンドリアDNAについては、これらの地域間で20%ほどの違いがあることも明らかにされた。九州より南の本ダニ種個体群内についても、採集された地点ごとに遺伝的な差異があることが分かった。

IV. 考察

日本各地で得られた本ダニ種はどの個体もsetaの数は一致したが、各器官の長さを用いた主成分分析や、詳細な形態観察を行ったところ、九州・沖縄島の間でsetaの長さやsolenidionの形態が大きく異なることが示された。また、地域間に大きな遺伝的差異があることが分かった。これらの結果は、それぞれが亜種であることを示すものとなった。本ダニ種の宿主となる主要なカタツムリ類のグループは九州を境に異なっているため、その影響を受けているのかもしれない。今後は、国内の特に島嶼部において、本ダニ種個体の形態をより詳細に検討し、別種あるいは亜種に分かれるか検討する必要がある。これまで、カタツムリダニ類の種の判別・同定は主にsetaの数に基づいて行われてきた歴史的背景がある。これをsetaの長さやsolenidionの形態などに基づき別種または別亜種とすることを提唱することは、本属の分類研究の中でも新たな視点を創出したものと考えている。

本研究では、新たにキセルガイ科およびナメクジ科のカタツムリから本ダニ種が検出された。これらと先行研究の報告から、ダイダイカタツムリダニは7科のカタツムリに寄生できる宿主特異性のきわめて低いダニであることが示された。これらのうちキセルガイ科の宿主については、関東では本ダニ種の寄生が認められておらず、そこでは替わりにワスレナカタツムリダニという別種のカタツムリダニ類が寄生している。一方、西日本にはこのワスレナカタツムリダニは分布しておらず、キセルガイ科には本研究で示した通りダイダイカタツムリダニが寄生している。本ダニ種を含むカタツムリダニ属の地域間の宿主選択は、単に宿主との共進化のみによって決まるものではなく、ダニ種間の競争にも大きく影響をうけるのかもしれない。

V. 成果発表

Waki, T., Motochin, R., Asami, T., & Shimano, S. (2022). Two subspecies of the snail mite *Riccardoella* (*Proriccardoella*) *reaumuri* Fain & van Goethem, 1986 (Acari, Prostigmata, Ereyneidae) from Japan. *Systematic and Applied Acarology*, 27(5), 839-854.

Hiruta, S. F., Waki, T., & Shimano, S. (2022). Complete mitochondrial genomes of two snail mite: *Riccardoella tokyoensis* and *R. reaumuri* (Acariformes, Prostigmata, Ereyneidae). *Mitochondrial DNA Part B*, 7(2), 345-347.

Waki, T., Ikezawa, H., Umeda, K., & Shimano, S. (2021). Natural history study on *Riccardoella tokyoensis*: life history with ontogeny and host distribution records. *Experimental and Applied Acarology*, 83(1), 13-30.

VI. 今後の課題

今後は、本ダニ種の遺伝構造を継続して調べることで、本ダニ種と宿主の共進化について研究を続ける。幸い、日本国内のキセルガイ類の系統関係や、南西諸島を中心としたカタツムリ類の進化的研究はカタツムリ類の中でも特に進んでいるため、それらと比較して宿主-ダニ間の共進化について引き続き考察する予定である。また、本研究では、これまで全く同じものと考えられてきた九州以北とそれより南の本ダニ種個体群が、それぞれ別亜種であることが示されたが、ダイダイカタツムリダニはそもそも世界的に分布するとされる種である。今後は、世界的に分布するダ

イダイカタツムリダニがいずれも同じものなのか、あるいは分布する地域ごとに種や亜種レベルで違うのかを、形態および分子生物学的に調べる必要があると考えられた。キセルガイ科の宿主は、地域ごとに寄生するダニ種の違いがあることが分かった。この違いがカタツムリダニの種間競争によるものかどうかを、複数のカタツムリダニ種を用いた混合感染によって調べたいと考えている。

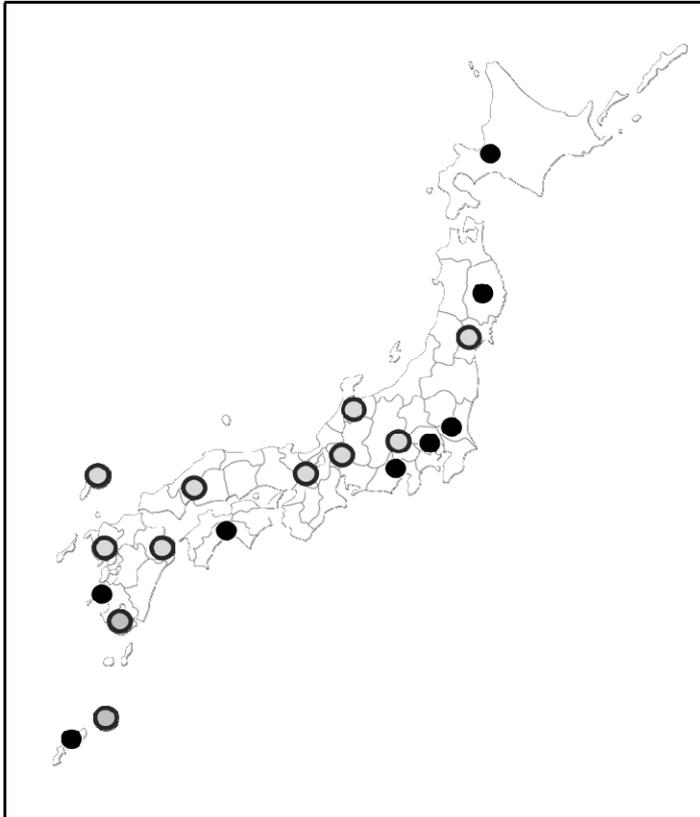


図1. 採集地。応募者らによる、本研究以前のダニ採集地（黒）と、本研究ならびに協力者によって調査されたカタツムリ採集地（グレー）。

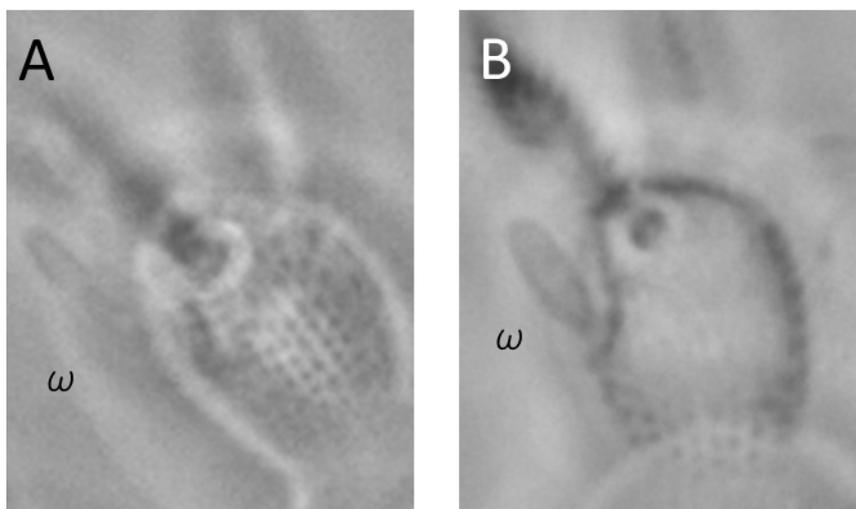


図2. 地域ごとの本ダニ種の触肢のsolenidion (ω) の形態の違い。A：沖縄島より南の地域。B：九州以北の地域。