



ハーレムをつくるハダニは最終氷期に南から日本に渡ってきた
～小さなハダニの雄間闘争から見えたきたダイナミックな歴史～

研究成果のポイント

1. オスがハーレムをつくって集団で共同営巣するススキゴモリハダニ^{※1}を対象に、雄同士が殺し合いをするという特性をもとに、その進化の歴史推定を行いました。
2. 本種には少なくとも攻撃性の異なる3型があり、攻撃性が弱い集団と強い集団は、宮古島以南に分布する攻撃性がマイルドな祖先集団から、それぞれ約2～4万年前と約0.5～1万年前に分かれたことが示唆されました。
3. 現在見られる3型の地理的分布は、本種が最終氷期に、宿主植物であるススキの分布拡大とも関連して複数回にわたって琉球列島ルートを使って日本列島に渡ってきた結果であることが示唆されました。
4. 行動の地理的変異に関する研究から、日本列島の歴史と連動した進化のダイナミックな過程が浮かび上がりました。

国立大学法人筑波大学 生命環境系・山岳科学センター 佐藤幸恵助教(テニュアトラック)と津田吉晃准教授、流通経済大学 経済学部 後藤哲雄教授は、国立環境研究所、アムステルダム大学、茨城大学、北海道大学、中国福建省農業科学アカデミー、台湾林業試験所、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)との共同で、日本と近隣諸国に分布するススキゴモリハダニの雄同士の攻撃性と、集団動態の歴史の推定を行いました。

動物の世界では、雌をめぐって雄同士が戦う行動が頻繁に見られるものの、その多くが殺し合いには発展せず、威嚇などの儀式(ディスプレイ)により戦いに勝敗をつけたり、代替戦術・戦略により、戦わずに雌を獲得するといった、雄間闘争のリスクやコストを回避する行動が観察されています。しかし、数少ないものの、「致命的な雄間闘争」を見せる動物も存在しており、本研究で対象としているススキゴモリハダニも、そのような稀な動物の一つです。さらに本種では、雄同士の殺し合いの頻度に地理的変異が見られることから、野外における「致命的な雄間闘争」の進化を調べる上で、非常に魅力的な動物といえます。本研究では、調査範囲を日本だけでなく近隣諸国に広げて、本種の雄同士の攻撃性、および母性遺伝するミトコンドリアDNA配列を用いた集団動態の歴史推定を行うことにより、「致命的な雄間闘争」の進化の歴史に迫りました。

その結果、これまで本種には攻撃性の異なる2型があることが報告されてきましたが、少なくとも3型あること、ケラマガップ^{※2}(沖縄諸島と宮古諸島間に設けられた生物分布を分ける線)以南に分布する攻撃性がマイルドな集団が祖先的な集団であり、攻撃性が弱い集団と強い集団は、それぞれマイルドな集団から2～4万年前と0.5～1万年前に生まれたことが示唆されました。また、寄主植物であるススキの日本への分布拡大の歴史も加味すると、本種は最終氷期やその後に複数回に渡って琉球列島ルートを使って日本に分布拡大した結果、現在見られる3型の地理的分布関係が生まれたと考えられました。

本研究の成果は、2019年1月24日(英国時間)付で Ecology and Evolution 誌で公開されました。

* 本研究は、主にJSPS特別研究員奨励費JP09J01045(研究期間:平成21~23年度, 受入研究機関:(独)農業環境技術研究所、現農研機構)とJSPS科研費JP26891003(研究期間:平成26~27年度)によって実施されました。

研究の背景

動物の世界では、雌をめぐって雄同士が戦う行動が頻繁に見られるものの、その多くが殺し合いには発展しません。それは、死亡や負傷はコストとしてあまりに大きいため、「致命的な雄間闘争」が進化する条件が、限られているためだと考えられています。実際、直接戦わずに威嚇などといった儀式(ディスプレイ)により戦いに勝敗をつけたり、スニーキングやサテライト行動^{注3}といった代替戦術・戦略により、戦わずに雌を獲得する行動が、様々な種で観察されています。しかし、数少ないものの、「致命的な雄間闘争」が観察されている動物も存在しています。ススキスゴモリハダニは、ススキに寄生し、集団で共同営巣する一風変わったハダニですが、「致命的な雄間闘争」を見せる動物の一つです。本種の雄は雌だけでなく巣をめぐって殺し合いをし、ハーレムを作ります。これまでの研究により、本種では、雄同士の殺し合い頻度(=攻撃性)は個体群間で異なり、日本には攻撃性の強いHG(High-aggressive)型と弱いLW(Low-aggressive)型の2型があること、西日本(静岡以南)では、標高の高いところにLW型が、低いところにHG型が分布するといった、近接した分布関係が見られることがわかっていました。しかし、近年の研究により、琉球列島まで調査域を広げると、HG型でもLW型でもない、マイルドな攻撃性をもつ本種が存在することが報告されています(Sato et al., 2013)。そこで本研究では、調査対象をこの亜熱帯地域を含めた日本近隣諸国に広げて、本種個体群の雄の攻撃性と集団動態の歴史を調査することで、本種における「致命的な雄間闘争」の進化の歴史と現在見られる地理的關係に至った歴史に迫りました。

研究内容と成果

韓国、九州、沖縄、台湾、中国(福建省)にかけて本種を採集し、雄の攻撃性を調べ(42 個体群)、DNA配列を用いて集団動態の歴史推定を行いました(47 個体群)。攻撃性については、先行研究(Sato et al., 2013)により、第1脚の第3脚に対する相対長が、攻撃性の指標として有用であることが報告されているため、形態で評価しました。集団動態の歴史については、ミトコンドリアDNAの配列を用いて、近似ベイズ計算法により、集団動態の歴史を調べました。その結果、本種には、少なくとも雄の攻撃性の異なる3型があること、ケラマガヤップ以南に分布する攻撃性がマイルドな集団(ML型)が、祖先的な集団であり、攻撃性が弱い集団(LW型)と強い集団(HG型)は、それぞれマイルドな集団(ML型)から2~4万年前と0.5~1万年前に生まれたことが示唆されました。また、本種の寄主植物であるススキも、最終氷期後に南から日本列島に渡ってきたことが報告されており(Clark et al., 2014)、その移入歴史を考慮すると、ススキの日本列島への侵入と分布拡大に伴って(1.4万年前頃)、攻撃性の弱い集団(LW型)が日本列島に移入し分布を広げ、その後、マイルドな集団(ML型)が日本列島に移入し、そこで強い集団が生まれ(HG型、0.5~1万年前)、強い集団(HG型)が分布を広げて弱い集団(LW型)を山の上に追いやった結果、現在西日本でみられるような2型の近接した分布関係が生まれたと考えられました。

今後の展開

本研究では「致命的な雄間闘争」の進化の歴史に迫りましたが、今後は、なぜ本種では雄間闘争が殺し合いにまでエスカレートし、また雄同士の攻撃性が集団間で異なるのかについて、仮説検証していきたいと思います。

参考図



図1. ススキスゴモリハダニの寄主植物であるススキ



図2. 巢内でススキスゴモリハダニの雄2匹がお互いを探りあっている様子。丸く見えるのは卵。

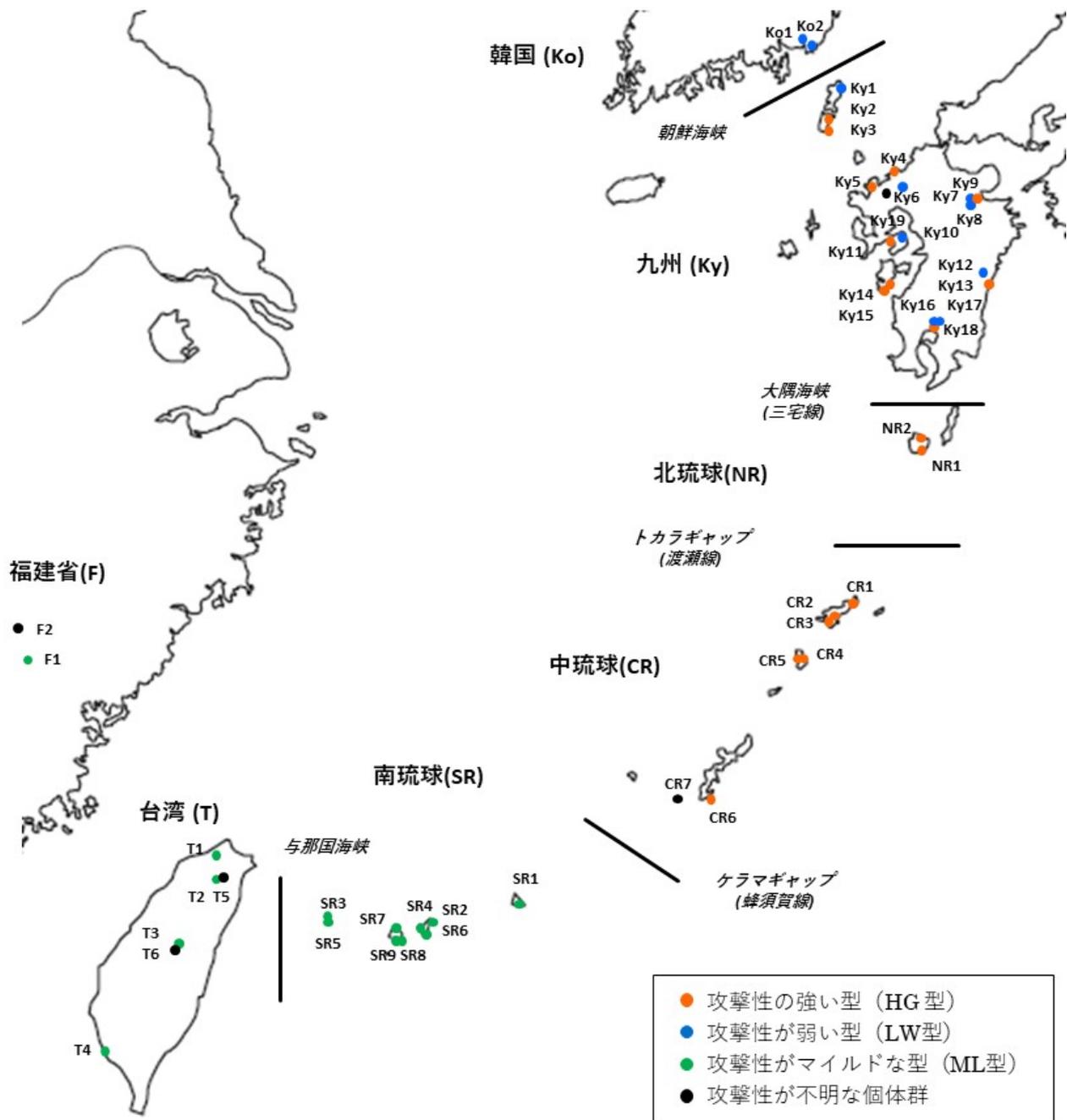


図 3. 雄同士の攻撃性が異なるススキゴモリハダニ3型の地理的分布関係

用語解説

注1) ススキゴモリハダニ

注2) クモ綱ダニ目ハダニ科に属する、体長 0.5mm 未満の植食性の節足動物。ススキの葉裏のくぼみなどに規則的に糸を張ることでトンネル状の巣をつくり、その中にて集団で共同営巣する。巣は増築され、大きくなると、三桁の数の個体が共同生活していることもある。天敵(主に捕食性のダニ)が巣に侵入すると、共同で天敵を追い出したり、時には天敵を殺したりすることで、巣を守るといった社会性がみられる。ケラマギャップ 沖縄本島と宮古島の間。琉球諸島はトカラギャップ(悪石島と小宝島の間)と、このケラマギャップを境にして、北琉球、中琉球、南琉球の三つのグループに区分され、生物相の違いもみられることから、生物地理の境界線としても重要視されている。

注3) スニーキングやサテライト行動

雌をめぐる雄間闘争や雌の誘引(例えば、カエルやコオロギのコーリング)等といった、雌資源をえるために真つ当な努力している雄から、雌資源を横取りする際にみられる、卑劣な、または便乗するような行動。具体的な行動は分類群によるところが大きい。

参考文献

Lindsay V Clark, Joe E Brummer, Katarzyna Glowacka, Megan C Hall, Kweon Heo, Junhua Peng, Toshihiko Yamada, Ji Hye Yoo, Chang Yeon Yu, Hua Zhao, Stephen P Long and Erik J Sacks (2014) A footprint of past climate change on the diversity and population structure of *Miscanthus sinensis*. *Annals of Botany* 114: 97-107

Yukie Sato, Martijn Egas, Maurice W Sabelis, Atsushi Mochizuki (2013) Male-male aggression peaks at intermediate relatedness in a social spider mite. *Ecology and Evolution* 3: 2661-2669

掲載論文

【題名】 Phylogeography of lethal male fighting in a social spider mite

(社会性ハダニにおける雄同士の攻撃性の地理的変異と系統地理)

【著者名】 Yukie Sato, Yoshiaki Tsuda, Hironori Sakamoto, Martijn Egas, Tetsuo Gotoh, Yutaka Saito, Yan-Xuan Zhang, Jian-Zhen Lin, Jung-Tai Chao, Atsushi Mochizuki

【掲載誌】 *Ecology and Evolution*

doi.org/10.1002/ece3.4770

問合わせ先

佐藤 幸恵(さとう ゆきえ)

筑波大学 生命環境系 山岳科学センター 菅平高原実験所 助教(テニユアトラック)

〒386-2204 長野県上田市菅平高原 1278-294