世界で初めて「性を失った」シロアリを発見

―シロアリの常識を覆すメスだけの社会―

概要

矢代敏久 農学研究科特定研究員（研究当時、現：シドニー大学研究員）、小林和也 フィールド科学教育研究センター講師、松浦健二 農学研究科教授らの研究グループは、本来はオスとメスが共同で社会生活を営んでいるシロアリにおいて、メスしか存在せず、単為生殖だけで繁殖しているシロアリを世界で初めて発見しました。今回の「性を失った」シロアリの発見は、シロアリが社会生活を営む上で、有性生殖やオスの存在は必ずしも必要ないことを意味しており、両性共同社会というシロアリの常識を覆すものです。今回の研究成果は、生物にとって性の意義とは何か、そして社会にとってオスの存在意義とは何かを考える上で重要な意味を持ちます。

本研究成果は、2018 年 9 月 25 日に英国の科学誌「BMC Biology」にオンライン掲載されました。

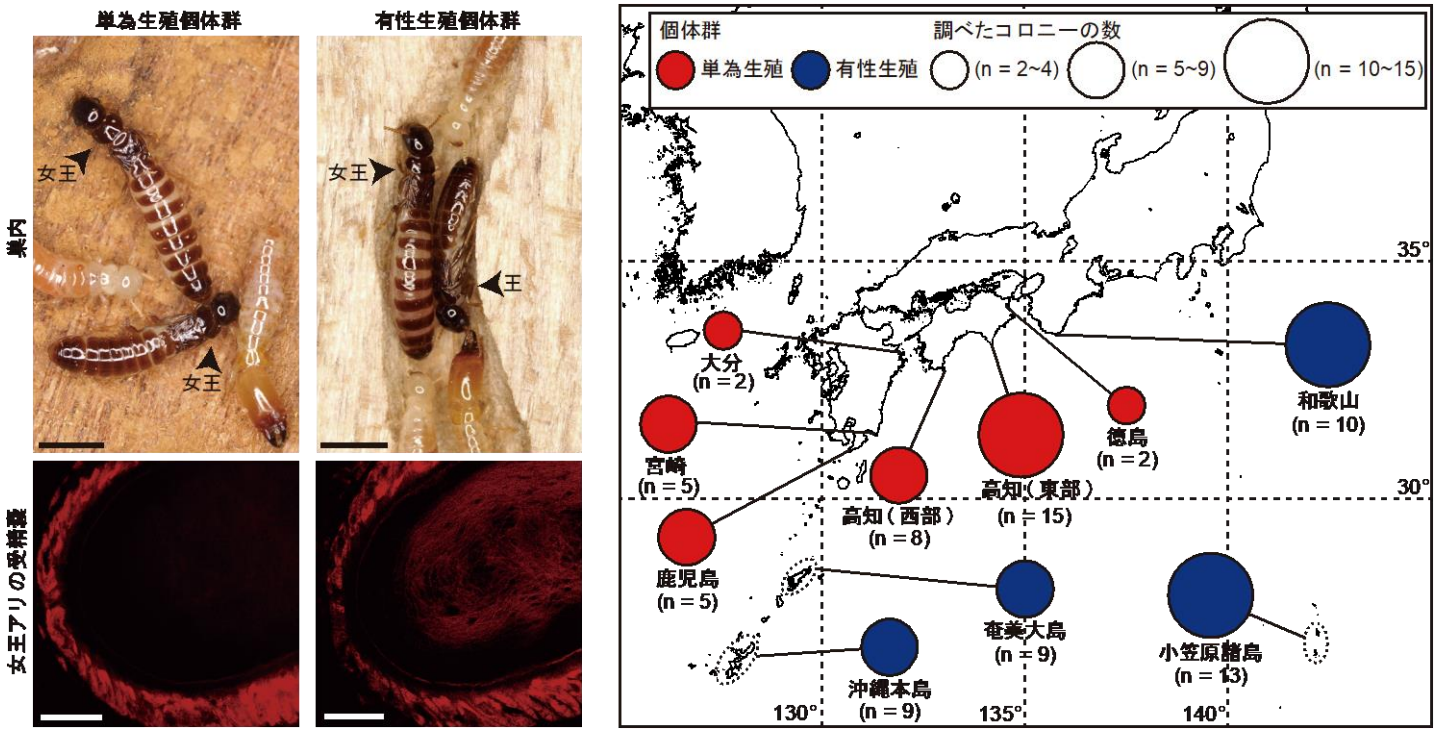

図１　ナカジマシロアリの単為生殖個体群と有性生殖個体群

単為生殖個体群の巣内にはメスしかおらず（女王、メスのワーカー、メスの兵アリ）（左上図）、女王の受精嚢（＝オスから受け取った精子を蓄えておく器官）には精子が全く入っていません（左下図）。四国と九州の個体群はメスしかいない単為生殖個体群であることが分かりました（右図）。

１．背景

なぜ多くの生物に性が存在するのか？オスの存在意義とは何なのか？これは生物の進化に関する最大の謎の一つと言われています。実際に、メスだけで単為生殖によって繁殖している動物が存在します。特に、昆虫では他の分類群に比べて多くの単為生殖の種が知られており、バッタ目、カメムシ目、コウチュウ目、ハエ目、チョウ目、ハチ目など、ほぼすべての目で産雌単為生殖（メスだけでメスの子を産んで増える繁殖様式）の種が確認されています。オスは自分で卵を産むことができませんから、オスだけで繁殖することは不可能です。一方、メスは単為生殖能力さえ備わっていれば、オスがいなくても繁殖を続けることができます。単為生殖で産んだ子に個体として問題がなければ、もはやオスは必要ないのでしょうか？オスの繁殖上の必要性とは別に、オスとメスが共同社会を営んでいるような生物では、やはりオスの存在が社会にとって不可欠なのでしょうか？

男女共同社会をもつのはヒトだけではありません。シロアリの社会はその典型的なものです。シロアリでは、王と女王が一夫一妻で巣をつくり、雌雄の子がワーカーや兵アリとして労働に従事します。ヒトの社会よりもよほど男女共同参画の社会生活を営んでいます。今まで知られていたすべてのシロアリの種が、このような両性社会をもっています。では、シロアリの大前提であった両性共同社会から、オスがいなくなったら、社会として存続可能なのでしょうか？今回、本研究チームはシロアリ社会の常識を覆す「メスだけで社会を営んでいるシロアリ」を世界で初めて発見しました。

２．研究手法・成果

一般的にシロアリと言えば、家を食い荒らす有名な害虫ですが、今回の研究対象となったナカジマシロアリ（学名：*Glyptotermes nakajimai*）はもっぱら森林に住む比較的珍しい種で、これまでほとんど注目されることがありませんでした。本研究では、このナカジマシロアリの生息地として知られているほとんど全ての地域（本州、四国、九州、奄美群島、沖縄諸島、小笠原諸島）で採集調査を行い、得られたコロニーの構成メンバーの性別を調べました。驚くべきことに、四国と九州の個体群（＝ある地域に生息する同種個体の全体）ではメスしかおらずオスがいないことが判明しました（図１右）。その他の地域の個体群ではオスメス比はおおよそ１:１でした。また、オスのいる個体群では、女王は受精嚢（＝オスから受け取った精子を蓄えておく器官）に精子を保有している一方で、四国と九州の個体群では、女王の受精嚢に精子が全くありませんでした（図１左下）。さらに、四国と九州の個体群では、その他の個体群とは異なり、単為生殖卵の孵化率がとても高い（約84%）ことも確認しました。つまり、四国と九州のナカジマシロアリは産雌性の単為生殖でのみ繁殖しており（単為生殖個体群）、コロニーはメスのみで構成されていることが分かりました。一方、その他の地域のナカジマシロアリは、通常の有性生殖で繁殖しており（有性生殖個体群）、コロニーはオスとメスの両方で構成されていました。

次に、ナカジマシロアリの単為生殖個体群と有性生殖個体群の進化的な関係を調べるために、DNA による分子系統解析を行いました。その結果、ナカジマシロアリにおけるオスの喪失は進化の過程で一度だけ生じた現象であることが分かりました（図２）。

さらに、ナカジマシロアリの単為生殖個体群と有性生殖個体群との比較から、単為生殖個体群の祖先はオスを喪失する前段階として既に単為生殖個体群の進化を促進する複数の特徴（能力は低いものの単為生殖能力を保有、複数の女王による共同でのコロニー創設など）を持っていたことが示されました。

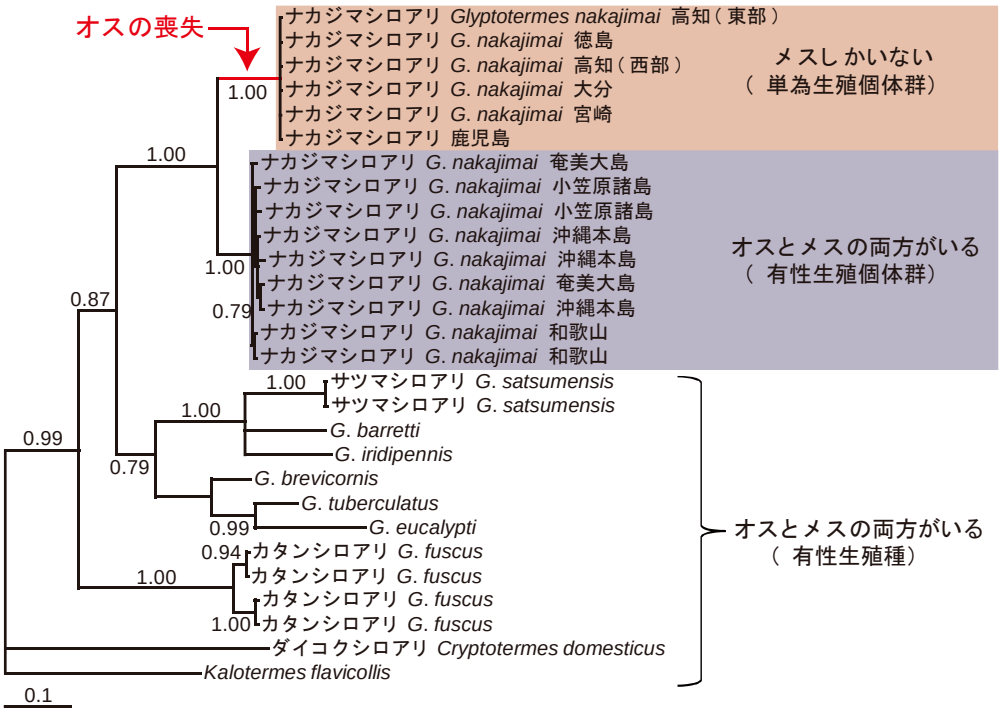

図２　単為生殖個体群と有性生殖個体群の系統解析

ミトコンドリア遺伝子の COII 領域の塩基配列に基づく系統推定。オスの喪失は一度だけ生じたことが分かった（矢印）。

３．波及効果、今後の予定

オスとメスが共同で社会を営むことが常識として考えられてきたシロアリにおいて、メスだけで社会生活を営むものが見つかったことは、生物の社会進化を理解する上で、衝撃的な発見でした。これは、両性社会を営む生物においても、単為生殖の繁殖上の障壁を越えることができれば、オスの社会的不在はメスによって補完可能であることを意味します。しかし、オスが必要不可欠でないのであれば、なぜメスだけの社会を営むシロアリが稀にしか存在しないのかという疑問が生じます。オスの不在によって何らかの社会的コストがあるのでしょうか。今回の発見によって、さまざまな比較解析を行うことが可能になりました。社会における性の存在意義を理解する上でも今後重要な研究材料になるでしょう。

＜論文タイトルと著者＞

タイトル：Loss of males from mixed-sex societies in termites（シロアリのオスメス共同社会からのオスの喪失）

著　　者：Toshihisa Yashiro*, Nathan Lo, Kazuya Kobayashi, Tomonari Nozaki, Taro Fuchikawa, Nobuaki Mizumoto, Yusuke Namba and Kenji Matsuura　*）責任著者

掲 載 誌：BMC Biology

＜お問い合わせ先＞

松浦健二（まつうら・けんじ）
京都大学大学院農学研究科・昆虫生態学研究室 教授
Tel：075-753-6136　Fax：075-753-6136
E-mail：kenjijpn@kais.kyoto-u.ac.jp