

## 東南アジアのアリ類の起源と種分化パターンを解明

マレー半島を起源地とした多様化と熱帯雨林の固有種の保全

### ポイント

- ① 東南アジア地域には多くのアリ類が生息しているが、いつ頃の地域を起源地として多様化していったかはほとんど知られていなかった。
- ② 東南アジアに分布し、膨らんだ胸部が特徴的なフクラミシリアゲアリ種群を、DNA 情報を用いて系統関係を明らかにした結果、中新世の約 1200 万年前にマレー半島周辺を起源地として出現したことがわかった。その後、陸地をまたぐ分散や海に遮られた分断を経て新たな種が出現した。
- ③ 熱帯雨林の樹上にある着生シダの内部に巣をつくるアリ *C. difformis* がいるが、その巣に同居する別のアリ *C. tanakai* はボルネオ島だけに分布する固有種で、それら 2 種はおよそ 100 万年前に分岐したことが明らかになった。熱帯雨林の伐採が進行すると、それら 2 種の絶滅が危惧されるため、世界でもボルネオ島だけにしかみられない固有種の絶滅を防ぐためにも、熱帯雨林の保全が強く望まれる。

### 概要

東南アジア地域には多くのアリ類が生息していますが、いつ頃の地域を起源地として多様化していったかはほとんど知られていません。どの地理的構造が種分化に寄与したのか、ある地域だけにみられる固有種がどのようなメカニズムで出現したのかは生物多様性の解明と保全に重要な情報となります。

九州大学熱帯農学研究センターの細石真吾助教、総合研究博物館の丸山宗利准教授および鹿児島大学の山根正気名誉教授らの研究グループは、東南アジアの熱帯雨林にみられるフクラミシリアゲアリ種群の分子系統解析を行い、系統関係を明らかにしました。DNA 情報と化石情報を用いた解析から同種群が中新世の約 1200 万年前に出現し、生物地理学的解析からマレー半島周辺を起源地とし、陸地への分散や海の障壁による分断によって新たな種が分岐したことが示唆されました。クラ地峡やマカッサル海峡が種分化に重要な役割を果たしたと思われます。祖先的なグループは通常の胸部を有していて、その一部が膨らんだり刺状の突起が退化したりするなどの形態進化が起こったと考えられました。

熱帯アジア地域は多くの生物種が生息していますが、分類学的研究が遅れているために未だ発見されていない未記載種が数多く存在しています。今回の発見のように様々なグループで起源地となった地域が推定され、種分化様式が明らかになることによって、生物多様性の解明と保全に重要な具体的な地域が明らかになっていくと思われます。

本研究成果は英国ロンドン・リンネ協会の国際学術誌「Zoological Journal of the Linnean Society」に 2023 年 6 月 14 日（月）（日本時間）にオンライン掲載されました。

### 細石助教からひとこと：

アジアの研究者ネットワークによって現地での国際協働の野外調査が円滑に行われ、長年にわたって蓄積されてきた熱帯アジアのアリ類コレクションが活用された成果です。本成果はアジア地域における昆虫の生物地理の参考例になると思われます。

## 【研究の背景と経緯】

フクラミシリアゲアリ種群は東南アジアに分布し、膨らんだ胸部が特徴的なアリ類です。以前の分類体系では多くの種が *Physocrema* 亜属という分類群に含まれていましたが、近年の包括的な分子系統解析によって亜属が解体され、フクラミシリアゲアリ種群とされました。しかし、その解析では数種しか用いられておらず、全ての種を含んだ系統解析によって旧 *Physocrema* 亜属と同種群の単系統性を検証する必要があります。

東南アジアは動植物の多様性が高く、いくつかの地理的障壁が種分化に寄与してきたと考えられています。その中でもクラ地峡とマカッサル海峡は代表的な障壁として知られ、地理的集団の分散を妨げてきました。アリ類を用いた研究においてもそれらの障壁の両側で異なる姉妹種が報告されています。近年のDNA情報を用いた解析では、グローバルスケールでの長距離分散と多様化が報告されていますが、緻密なスケールに着目した研究はあまり多くありません。本研究では、東南アジアという地域に焦点を当てて、十分に調査されて分布範囲が明らかになっている同種群のグループを用いました。

同種群の多くの種は低地熱帯雨林に生息していますが、なかにはボルネオ島、スマトラ島、ジャワ島の高地だけから知られる種があります。また、マカッサル海峡を越えてスラウェシ島に分布する種があります。それらの系統的位置を明らかにすることによって、東南アジア地域の高地が果たした役割やどのような種分化パターンがみられるのかを明らかにしていきます。

## 【研究の内容と成果】

フクラミシリアゲアリ種群13種について、核遺伝子6領域とミトコンドリア遺伝子2領域の計約4,000bpを用いて分子系統解析を行いました。その結果、かつての旧 *Physocrema* 亜属と現在のフクラミシリアゲアリ種群が単系統群であることが明らかになりました。本種群内において、3つのサブグループが認識され、形態的にも識別できる特徴を有していることが確認されました。

近縁属の化石情報とDNA情報を用いた分岐年代推定によって、本種群の共通祖先が中新世の約1200万年前に出現したことが、3つのサブグループが約900~500万年前に出現したことが推定されました。

本種群の祖先的な起源地を推定するために、分子系統樹と各種の分布情報を用いて生物地理学的解析を行いました。

その結果、マレー半島周辺を起源地として多様化したというモデルが支持され、分散と分断によって種分化が起こったことが示唆されました。スラウェシ島に分布する *C. ampullaris* は、*C. sewardi* との共通祖先が約400万年前に分岐し、ウォーレス線を越えて東側に分散したと思われます。近縁種との分岐が約600~400万年前に起こっている例がみられる中で、*C. difformis* と *C. tanakai* は約100万年前と

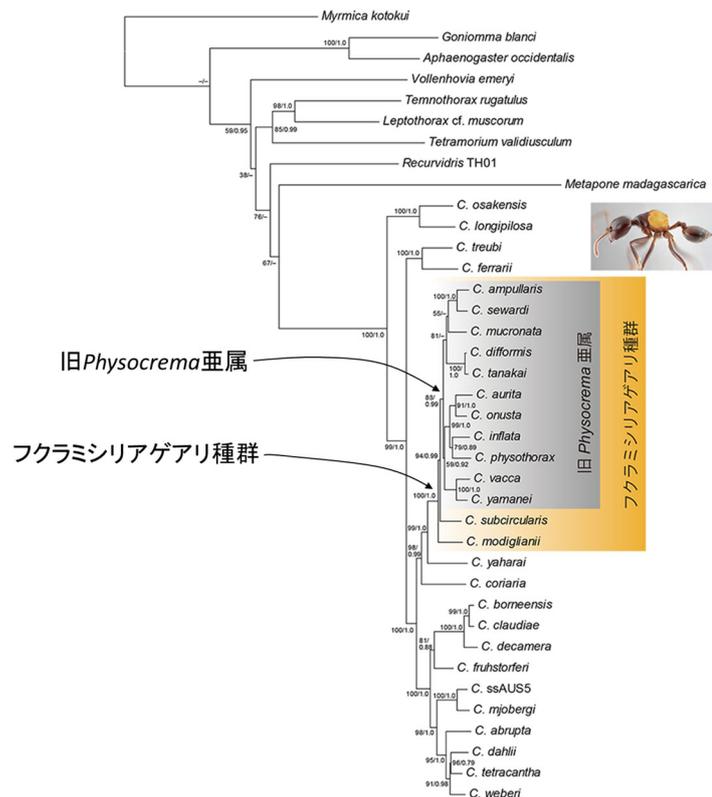


図1. フクラミシリアゲアリ種群の分子系統樹

いう比較的最近に分岐したことが示唆されました。熱帯雨林の樹上の着生シダに営巣する *C. difformis* と、その巣に同居する *C. tanakai* は森林伐採によって生息地が脅かされる可能性が高く、熱帯雨林の保全が望まれます。本種群の多くは低地熱帯雨林に生息しますが、*C. subcircularis* はボルネオ島、スマトラ島、ジャワ島の高地だけから知られています。高地に限定された分布パターンから本種は氷河期に高地に退避した遺存種であることが示唆されました。

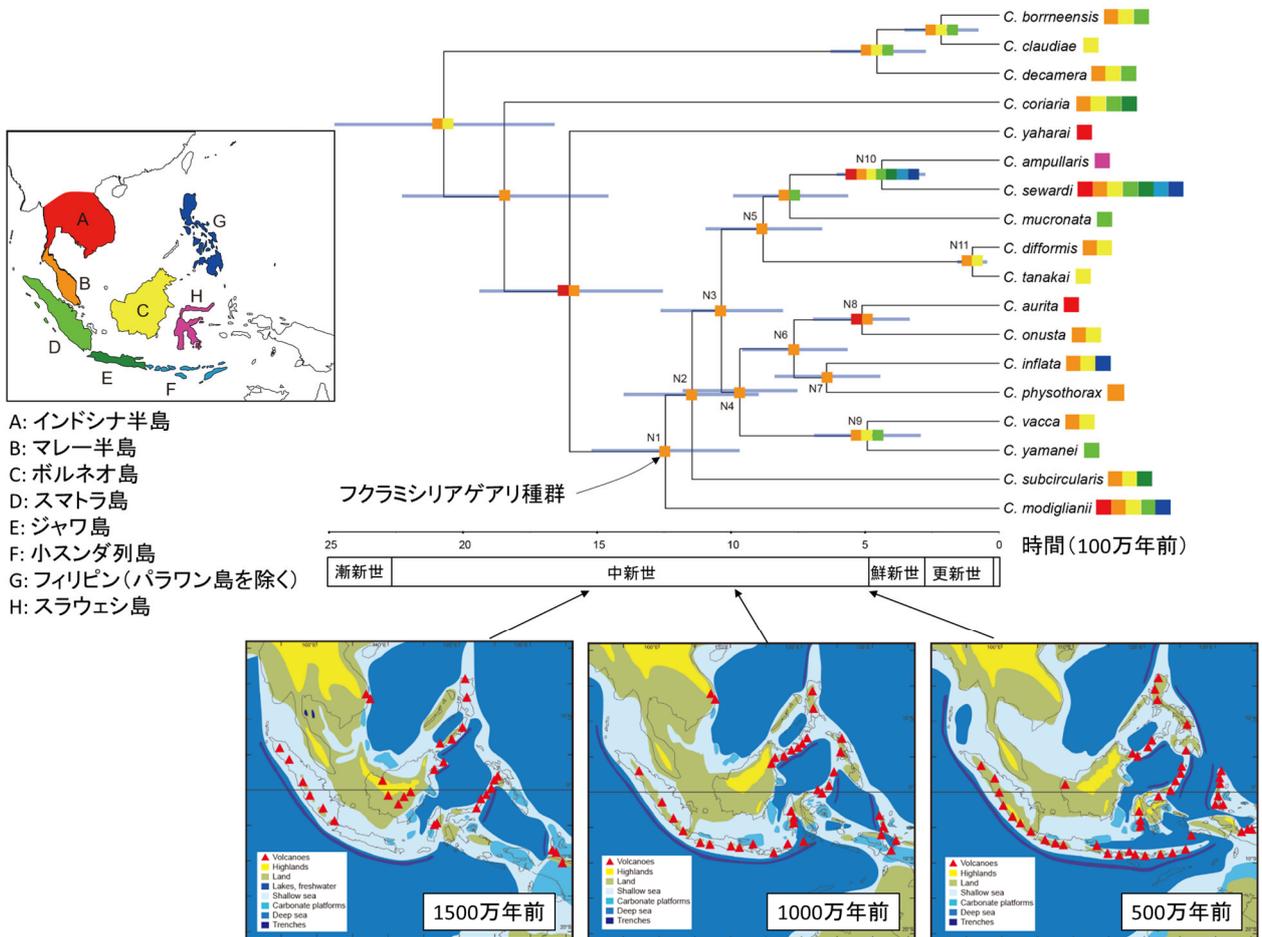


図 2. 分岐年代推定と生物地理学的解析。DNA 情報と化石情報を用いた解析によって、フクラミシリアゲアリ種群が中新世の約 1200 万年前にマレー半島周辺で出現して多様化したことが推定された。



図 3. 熱帯雨林樹上の着生シダに営巣する *C. difformis* とボルネオ島固有の *C. tanakai*。

### 【今後の展開】

九州大学熱帯農学研究センターには世界各地の調査で得られたアリ類のコレクションが数万点所蔵されています。今回得られた結果は、当センターが設立以来築いてきたアジア地域の研究ネットワークを活用しながら、国内外の研究機関からの標本を用いて行われたものです。今後も固有種の発見や保全対象となる地域、アリ類の成立過程が明らかになっていくと思われま

### 【謝辞】

本研究の一部は科学研究費補助金（21K05616, 19K06824）の助成を受けたものです。

### 【論文情報】

掲載誌：Zoological Journal of the Linnean Society

タイトル：Multilocus phylogeny and historical biogeography of the *Crematogaster inflata*-group (Hymenoptera: Formicidae) in South-East Asia

著者名：Shingo Hosoishi, Munetoshi Maruyama, Seiki Yamane, Weeyawat Jaitrong, Rosli Hashim, Syaukani Syaukani, Heng Sokh, Takao Itioka, Paulus Meleng and Thai Hong Pham

DOI：10.1093/zoolinnean/zlad005

### 【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学熱帯農学研究センター 助教 細石 真吾（ホソイシ シンゴ）

TEL：092-802-4836 FAX：092-802-4833

Mail：hosoishi@agr.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL：092-802-2130 FAX：092-802-2139

Mail：koho@jimu.kyushu-u.ac.jp