

海を越えるムカデの遙かな旅路

—太古の遺存種と新しい移住者、複数のルーツに由来する多様性—

概要

世界には 3000 種以上のムカデがいますとされています。中でも、土壌などに生息する微小な種からなるメナシムカデ属は特に種数が多く、世界中に広く分布するグループです。しかし日本ではごく稀にしか見つからないことから、国内にどれほどの種が分布し、それらがどのような起源をもつのかは謎に包まれていました。

上西太朗 理学研究科博士課程学生（研究当時、現：日本学術振興会特別研究員）と中野隆文 同准教授は、国内各地で採集された標本の遺伝解析と形態観察によって、国内にメナシムカデ属の 6 種が分布することを明らかにし、このうち 1 種を新種として記載^{※1}しました。また、日本産の種は単一の祖先から生じたわけではなく、異なるルーツをもつ複数の系統に由来することが明らかとなりました。この中には、日本列島が大陸の一部だった古い年代から残っている種と、新しい年代に海を越えて進出したと考えられる種の両方が含まれており、土壌動物の多様性が幅広い時間スケールで、複雑な歴史を経て育まれてきたことを示すものです。

本研究成果は、2026 年 8 月 28 日に国際学術誌「Invertebrate Systematics」にオンライン掲載されました。



図. 日本に分布するメナシムカデ類（代表的な 3 種を抜粋）の遺伝的関係の概略（写真撮影：上西太朗）

1. 背景

世界からは 3000 種以上のムカデが知られています。このうち 150 種以上を含むメナシムカデ属 *Cryptops* は最も種数の多い属のひとつで、世界中に広く生息しています。メナシムカデ属の多くは土壌などに棲む小型（1-2 cm 程度）の種ですが、ヨーロッパやアフリカからアジアまで、大陸を跨ぐように分布する種や系統もいることが示唆されており、長く複雑な分布形成史を経てきたと考えられます。しかし、これまでの分類学的・生物地理学的な研究はヨーロッパやオセアニアなどの一部地域に偏っており、アジアでの発見例や研究が乏しいことから、世界的な分布や多様性がどのようにできあがったのかは明らかになっていませんでした。

特に、日本には 100 種以上のムカデがいるとされていますが、メナシムカデ属は 4 種のみが知られており、いずれの種も 1930 年代に記載されて以来わずかな情報しかありませんでした。このため、実際にどれほどの種が分布しており、上述のような海外の種とどのような関係にあるのかは不明でした。そこで本研究では、国内のメナシムカデ類の多様性と分類学的な位置づけとともに、それらの起源を明らかにしようと試みました。

2. 研究手法・成果

本州から南西諸島までの約 30 地点で採集された約 80 個体の標本（外部の方々から提供された標本を含む）の形態を観察し、ミトコンドリア DNA と核 DNA のバーコード領域^{※2} の塩基配列の解析をおこないました。データベース上にある他地域のメナシムカデ類との関係や、それらの共通祖先からの分岐年代を推定しました。

系統解析と観察の結果、国内で従来知られていた 4 種のうち 3 種の分布を確認し、これらの形態的特徴などを詳述することで分類学的な位置づけを確定させました。加えて、未記載種^{※3}と考えられる 3 種を新たに発見し、うち 1 種をヤソアナメナシムカデ *Cryptops dupliporus* として新種記載しました。

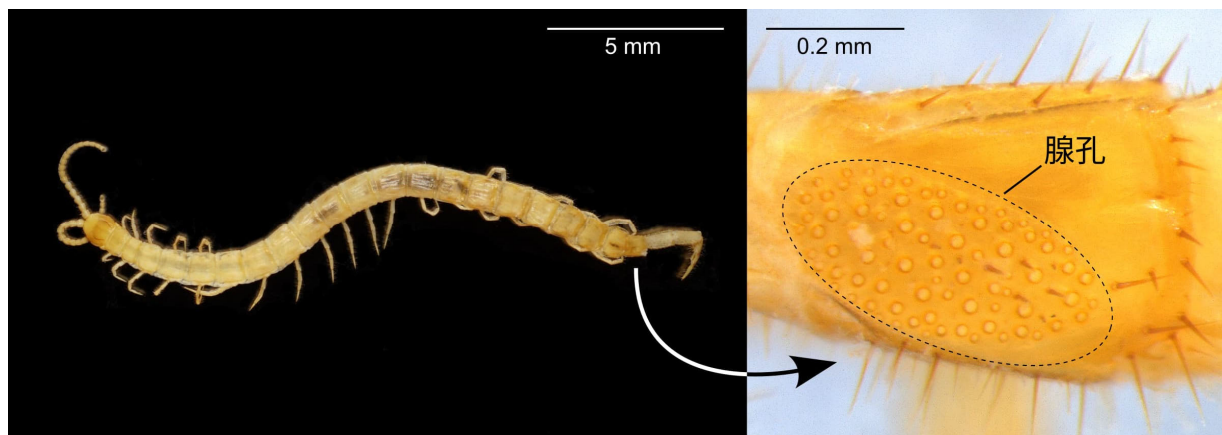


図 1. 新種ヤソアナメナシムカデ。和名の由来は、最終体節の側面に約 80 個の腺孔がある（八十六）ことから

また、日本産の 6 種は単一の祖先から生じたわけではなく、白亜紀ごろに起源すると推定される複数系統を含むことがわかりました。そして、それらが日本列島にやってきた年代は大きく異なることも示唆されました。

例えば、東日本の一部地域に生息するスジメナシムカデは、北米とヨーロッパに分布するメナシムカデ類と近縁であることがわかりました。このような北半球における飛び飛びの分布は他の土壌生物でも知られており、かつて連続的に広がっていた分布が分断されてできたものと推測されます。

一方、本州から台湾まで分布するニホンメナシムカデは、アジアの他地域やオセアニアなどに分布する種と近縁であることがわかりました。また、産地ごとに深い遺伝的分化が生じており、年代推定の結果からは、日本列島が大陸の一部だった 2000 万年以上前から分布していることが示唆されました。

対照的に、南西諸島と台湾で見つかったフタマタメナシムカデ（以下フタマタ）では、種内の遺伝的変異がほとんど見られませんでした。このため、海流に乗って島間を活発に移動している、あるいは人為的な移入によってごく最近に分布を広げたと考えることができますが、ムカデの中には海水による漂流に耐える種も知られており、フタマタでも同様に洋上分散が生じている可能性があります。



図 2. 南西諸島から台湾まで分布する近縁な 2 種に見られた顕著な遺伝構造の差

さらに、八重山諸島と台湾ではフタマタに近縁な未記載種が見つかりましたが、前者と異なり、島ごとに深い遺伝的分化が生じていました。島間での個体の行き来が長い間途絶えていると考えられ、近縁なフタマタのような活発な移動はしていないと推測できます。かつては海を越えて移動していたものが何らかの要因で分散能力を失い、あまり移動しない種になったのかもしれません。

本研究では、1930 年代以来ほとんど正体不明だった国内のメナシムカデ類の実態を捉え、これまで知られていなかった多様性を明らかにしました。そして、日本に棲む近縁な種どうしても移動分散の時間的・空間的スケールが大きく異なっており、古い年代の遺存種から比較的最近に進出した種まで、様々に異なるルーツをもつ種が現在の多様性を織りなしていることが示唆されました。

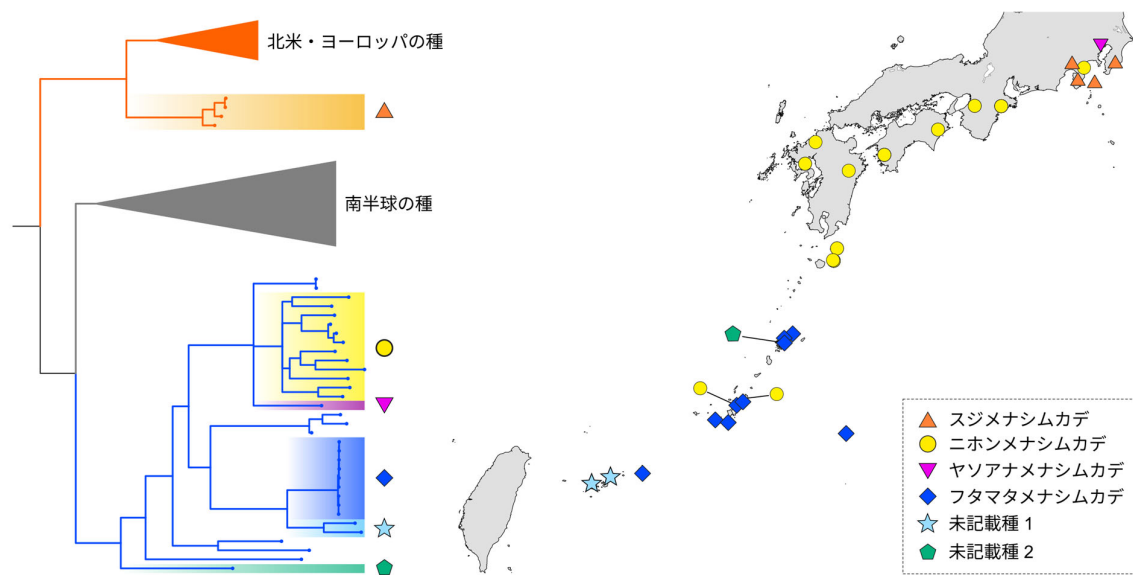


図3. 本研究で用いた標本の採集地点（右）と遺伝的關係（左）

3. 波及効果、今後の予定

土の中に棲む動物には、飛翔しないにもかかわらず複数の大陸に分布するなど、汎世界的で複雑なパターンが見られることがあります。しかし、そのような分布がどのようにできあがったのかについては未解明の部分が多く残っています。本研究で見られたメナシムカデ類と他の土壌動物とに共通する分布パターンに注目し、それらに通じる要因（多様化の年代や、その時代の地史的な変化など）を見出すことで、ムカデだけでなく、土壌動物全般の多様性がどのように生じたのかを理解するためのヒントにもなりうると期待されます。

一方で、微小な土壌動物は人為的な移動が生じやすい生き物でもあります（例えば、新種のヤソアナメナシムカデは自然林ではなく東京都心の公園で見つかっており、外来種である可能性が考えられます）。今後は人間活動の影響も考慮しつつ、より大規模なデータを用いて分布形成過程を復元し、過去のどのような出来事が影響したのか、それぞれの種がもつどのような特性が移動能力に寄与したのか、などに注目した比較研究が必要になります。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は、日本学術振興会 科学研究費助成事業（JP25KJ1582、JP22K06371）、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム（JPMJSP2110）、および日本科学協会 笹川科学研究助成（2022-5017）の支援を受けて実施したものです。

<用語解説>

※1（新種）記載：生物の種がもつ形態などの特徴を、言葉や図を用いて記述し、他種との判別点を明らかにして学名をつけること。

※2 バーコード領域：集団や種の遺伝的な違いを識別するための目印となる DNA 配列の総称。マーカー配列、遺伝マーカーなどとも。

※3 未記載種：学名がついていない種。発見時点ではまだ「新種」ではない。

<研究者のコメント>

メナシムカデ類は日本ではめったに見つけれない謎のムカデでしたが、外部の方々のご協力も得て何とか集まったサンプルを解析した結果、思いがけない複雑な歴史が見えてきました。ムカデたちが辿ってきた長い旅路に思いを馳せつつ、生物多様性の形成過程に深く迫るような研究に発展させていきたいと考えています。

(上西太朗)

<論文タイトルと著者>

タイトル : Multiple origins and complex evolutionary history of *Cryptops* centipedes (Chilopoda: Scolopendromorpha: Cryptopidae) inhabiting East Asian islands, with systematics of Japanese species (東アジアの島々に生息するメナシムカデ属がもつ複数の起源と複雑な進化史、および日本産種の系統分類)

著 者 : Taro Jonishi, Takafumi Nakano

掲 載 誌 : Invertebrate Systematics DOI : <https://doi.org/10.1071/IS26025>