

## 皇居におけるシロテンハナムグリ属 *Protaetia* 3種の ミトコンドリアCOI領域に基づく遺伝構造

柿添翔太郎<sup>1\*</sup>・内海幸弘<sup>2</sup>・野村周平<sup>3</sup>・瀬島勇飛<sup>4</sup>・金子直樹<sup>5</sup>・大島千幸<sup>6</sup>・樽宗一朗<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国立科学博物館標本資料センター 〒305-0005 茨城県つくば市天久保4-1-1

\*E-mail: showtarok@gmail.com

<sup>2</sup>千葉県立中央博物館 〒260-8682 千葉県千葉市中央区青葉町955-2

<sup>3</sup>国立科学博物館動物研究部 〒305-0005 茨城県つくば市天久保4-1-1

<sup>4</sup>東京都立大学理学研究科生命科学科動物系統分類学研究室 〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1

<sup>5</sup>一般財団法人自然環境研究センター 〒130-0022 東京都墨田区江東橋3-3-7

<sup>6</sup>一般財団法人進化生物学研究所 〒158-0098 東京都世田谷区上用賀2-4-28

### Genetic Structure of Three Species of *Protaetia* (Cetoniinae: Scarabaeidae: Coleoptera: Insecta) Based on the Mitochondrial COI Region at the Garden of Imperial Palace, Tokyo, Japan.

Showtaro Kakizoe<sup>1\*</sup>, Yukihiro Uchiumi<sup>2</sup>, Shûhei Nomura<sup>3</sup>, Yûhi Seshima<sup>4</sup>,  
Naoki Kaneko<sup>5</sup>, Kazuyuki Oshima<sup>6</sup> & Sôichirô Taru<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Center for Collections, National Museum of Nature and Science,  
4-1-1 Amakubo, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-0005, Japan

\*E-mail: showtarok@gmail.com

<sup>2</sup>Natural History Museum and Institute,

955-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba-shi, Chiba 260-8682, Japan

<sup>3</sup>Department of Zoology, National Museum of Nature and Science,  
4-1-1 Amakubo, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-0005, Japan

<sup>4</sup>Systematic Zoology Laboratory, Department of Biological Sciences,  
Graduate School of Science, Tokyo Metropolitan University,  
1-1 Minami-osawa, Hachioji-shi, Tokyo 192-0397, Japan

<sup>5</sup>Japan Wildlife Research Center,

3-3-7 Kotobashi, Sumida-ku, Tokyo 130-0022, Japan

<sup>6</sup>The Research Institute of Evolutionary Biology,

2-4-28 Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-0098, Japan

**Abstract.** This study showed the population genetic structure of three species of the genus *Protaetia* (Cetoniinae: Scarabaeidae: Coleoptera: Insecta) in order to understand the historical and genetic processes shaping insect assemblages in urban environments. We analyzed the mitochondrial COI gene (629 bp) from 46 individuals collected between 2024 and 2025 from the Imperial Palace in Tokyo and five additional localities in Japan. Haplotype relationships were examined using TCS haplotype network analyses.

Distinct and contrasting haplotype patterns were detected among the following three species. In *P. (Calopotisia) orientalis submarmorea* (Burmeister, 1842), all eight individuals exhibited unique haplotypes with no clear geographic clustering, indicating high genetic diversity and extensive sharing of a broad gene pool. In *P. (Liocola) brevitarsis brevitarsis* (Lewis, 1879), three haplotypes were detected among 23 individuals, suggesting reduced mitochondrial diversity; however, both region-specific haplotypes (Hokkaido and the Imperial Palace) and a widely shared haplotype across multiple regions were observed. In contrast, *P. (Pyropotisia) pryeri oschimana* (Nonfried, 1895) showed extremely low genetic diversity, with nearly all 13 individuals sharing a single haplotype and only one individual differing by a single nucleotide substitution.

These contrasting patterns likely reflect differences in demographic history, gene flow, population size changes, and the influence of human-mediated dispersal among species. The coexistence of genetically divergent lineages within the Imperial Palace population suggests multiple introduction events or secondary contact rather than simple local population expansion. This study provides important insights into the formation and maintenance of insect populations in urban green spaces and highlights the role of both natural and anthropogenic processes in shaping their genetic structure.

**Keywords:** population genetics, TCS haplotype networks, urban environments, Japan.

## はじめに

国立科学博物館が実施した「皇居の生物調査第Ⅲ期（2021～2025年度）」において、これまで皇居から記録がなかったシラホシハナムグリ名義タイプ亜種 *Protaetia (Liocola) brevitarsis brevitarsis* (Lewis, 1879) およびリュウキュウツヤハナムグリ奄美大島亜種 *Protaetia (Pyropotisia) pryeri oschimana* (Nonfried, 1895) が確認され (野村ほか, 2023), 継続的に発生していることが明らかになった (金子ほか, 2026).

シラホシハナムグリ名義タイプ亜種は一般的に関東地方において稀な種とされ (酒井, 2012), 個体数の減少が指摘されていた (岡島・荒谷, 2012). しかし, 酒井 (2012) によって東京都沿岸部から55年ぶりに再発見されて以降, 東京都各地 (池田, 2013; 酒井, 2014; 酒井ほか, 2015; 笠原, 2018; 野村ほか, 2018; 原島, 2020) および神奈川県 (渡辺, 2015; 堀田ほか, 2020), 千葉県 (斉藤, 2014; 嶋本, 2014b) と記録が相次いでいる. 近年確認されているこれらの集団は, 背面の白紋が褐色を帯びて密となり, 頭循前縁のくぼみが顕著な傾向が見られること, 上翅端が突出しない個体が含まれることなどから, 外来の個体群であるとされている (酒井ほか, 2015; 須田・堀口, 2019). リュウキュウツヤハナムグリ奄美亜種は奄美群島を自然分布域とし, 伊豆諸島に国内外来種として定着している (岡島・荒谷,

2012). 本土部においては, 青木 (1972) による東京都中央区の記録以降, 長らく確認されていなかった. しかし, 大田 (2012) により東京都大田区で再発見され, 香月ほか (2013) によって同区の東京港野鳥公園における大発生が報告されて以降, 東京都において分布を拡大し続けている (岸本, 2025). さらに, 近年は神奈川県 (織谷・織谷, 2021), 千葉県 (嶋本, 2014a; 清水, 2021), 埼玉県 (河原, 2023) への侵入も確認されている.

これら2種の外来ハナムグリ類の侵入・定着により引き起こされる生態系被害として, 在来の訪花性昆虫との競合, 幼虫の大発生による土壌生態系への負の影響, 在来個体群との交雑による遺伝子汚染などが予想される (飯嶋, 2015; 岸本ほか, 2016, 2017). 外来種対策を講じるうえでは, 侵入経路を特定し, 遮断することが重要である. 両種がどのように関東沿岸部へ侵入したかについては, 船舶・航空機への随伴や販売個体の逸出などの可能性が指摘されているが (香月ほか, 2013; 飯嶋, 2015), 外来個体群の起源が不明であるため, 現時点では十分に検証されていない.

そこで本研究では, 関東湾岸で発生しているシラホシハナムグリ名義タイプ亜種およびリュウキュウツヤハナムグリ奄美大島亜種の起源推定に資する基礎情報を得ることを目的とし, 皇居産を含む全国の両種サンプルを用いて解析した. ミトコンドリアDNAのCOI領域は高い多型性を有す

るDNAマーカーであり、種間および個体群間の遺伝的分化や遺伝的類縁性の評価に適している。本研究では、得られた遺伝子型情報に基づき、関東湾岸個体群と全国各地の個体群との遺伝的距離を比較し、関東湾岸個体群の起源推定を試みた。また、比較のため、両種と同属(*Protaetia*属)で生態が類似するシロテンハナムグリ日本本土亜種*Protaetia orientalis submarmorea* (Burmeister, 1842)についても同様の解析を行った。

## 材料および方法

### 1) 野外調査

本研究では、2021~2025年にかけて実施された国立科学博物館 総合研究「過去150年の都市環境における生物相変遷に関する研究—皇居を中心とした都心での収集標本の解析」で確認されたシロテンハナムグリ属*Protaetia* 3種(シロテンハナムグリ日本本土亜種*Protaetia (Calopototia) orientalis submarmorea* (Burmeister, 1842), シラホシハナムグリ名義タイプ亜種*Protaetia (Liocola) brevitarsis brevitarsis* (Lewis, 1879), リュウキュウツヤハナムグリ奄美大島亜種*Protaetia (Pyropotosia) pryeri oschimana* (Nonfried, 1895))を用いた。

調査個体の採集にはペットボトルを加工したベイトトラップであるノムラホイホイ(野村, 2003)を用いた。誘引餌としてバナナを使用した。調査方法の詳細は、金子ほか(2026)を参照されたい。また、皇居でのリュウキュウツヤハナムグリ奄美大島亜種(SK264)はクヌギの樹液に誘引されていた個体の見つけ採りによって得た。各個体の個体番号、採集地点、採集日等の採集情報の詳細は表1に示す。

### 2) DNA配列決定

皇居および国内5地点(北海道千歳市, 東京都八丈島, 東京都三宅島, 茨城県つくば市, 福岡県福岡市)から得られたDNAサンプル46点を用いて、サンガー法による塩基配列の決定を行った。DNA抽出には、DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen, Germany)を用いた。DNAマーカーには、ミトコンドリアCOI領域(629 bp)を利用し、プライマーペアC1-J-2183 (Jerry): 5'-CAACATTTATTTTGATTTTTTGG-3'およびTL2-N-3014 (Pat): 5'-TCCAATGCACTAATCTGCCATATTA-3'をアニーリング温度48°Cで用い

た(Simon *et al.*, 1994)。PCR酵素にはKOD One Master Mix-Blue(東洋紡)を標準プロトコルに従い利用した。増幅されたDNA断片を, BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Thermo Fisher Scientific, USA)の標準プロトコルに従い, Applied Biosystems 3500xL Genetic Analyzer (Thermo Fisher Scientific, USA)を用いて精製およびシーケンシングした。得られた配列はUnipro UGENE ver. 52.1 (Okonechnikov *et al.*, 2012)およびMEGA ver.12.1.2 (Kumar *et al.*, 2024)を用いてアSEMBLおよびアライメントを行った。すべての配列データセットは本URL (<https://doi.org/10.5281/zenodo.18323581>)から利用可能であり, GenBank/EMBL/DBJにも提出予定である。本研究に利用したすべてのサンプルは国立科学博物館で保管している。

### 3) 集団遺伝解析

対象としたシロテンハナムグリ属3種に対して集団遺伝解析を実施した(表1)。対象種及び対象地域, 個体数は以下の通りである。なお, シロテンハナムグリ日本本土亜種1個体(SK285), およびシラホシハナムグリ名義タイプ亜種1個体(SK292)は配列決定ができなかったため解析には利用しなかった(下記の一覧にも含めていない)。

シロテンハナムグリ日本本土亜種: 東京(皇居)4個体, 茨城(つくば市)3個体, 福岡(福岡市)1個体

シラホシハナムグリ名義タイプ亜種: 東京(皇居)19個体, 北海道(千歳市)1個体, 茨城(つくば市)2個体, 福岡(福岡市)1個体

リュウキュウツヤハナムグリ奄美大島亜種: 東京(皇居)1個体, 八丈島7個体, 三宅島5個体

集団遺伝解析には, PopART (Leigh & Bryant, 2015)を用いてTCSハプロタイプネットワーク(Clement *et al.*, 2000)を構築した。

## 結果

ミトコンドリアCOI領域(629 bp)に基づくTCSハプロタイプネットワーク解析の結果, 対象としたシロテンハナムグリ属3種すべてにおいて複数のハプロタイプが検出され, 種ごとに異なるネットワーク構造が確認された(図1-3)。以下に各種の結果の詳細を示す。

表1. 本研究で利用したサンプルの一覧

サンプル番号	サンプル名	和名	産地	ラベル情報
SK250	>SK250_Prolaetia_pryeni_Miyake	リュウキウツヤハナナムグリ	Miyake Is.	2025.V.26, 東京都三宅島三宅村伊ヶ谷, Yuhi Seshima leg.
SK251	>SK251_Prolaetia_pryeni_Miyake	リュウキウツヤハナナムグリ	Miyake Is.	2025.V.26, 東京都三宅島三宅村伊ヶ谷, Yuhi Seshima leg.
SK252	>SK252_Prolaetia_pryeni_Miyake	リュウキウツヤハナナムグリ	Miyake Is.	2025.V.26, 東京都三宅島三宅村伊ヶ谷, Yuhi Seshima leg.
SK253	>SK253_Prolaetia_pryeni_Miyake	リュウキウツヤハナナムグリ	Miyake Is.	2025.V.26, 東京都三宅島三宅村伊ヶ谷, Yuhi Seshima leg.
SK254	>SK254_Prolaetia_pryeni_Miyake	リュウキウツヤハナナムグリ	Miyake Is.	2025.V.26, 東京都三宅島三宅村伊ヶ谷, Yuhi Seshima leg.
SK255	>SK255_Prolaetia_pryeni_Hachijo	リュウキウツヤハナナムグリ	Hachijo Is.	八丈島八丈植物公園, 2025.III.15, Yuhi Seshima
SK256	>SK256_Prolaetia_pryeni_Hachijo	リュウキウツヤハナナムグリ	Hachijo Is.	八丈島八丈植物公園, 2025.III.15, Yuhi Seshima
SK257	>SK257_Prolaetia_pryeni_Hachijo	リュウキウツヤハナナムグリ	Hachijo Is.	八丈島八丈植物公園, 2025.III.15, Yuhi Seshima
SK258	>SK258_Prolaetia_pryeni_Hachijo	リュウキウツヤハナナムグリ	Hachijo Is.	八丈島八丈植物公園, 2025.III.15, Yuhi Seshima
SK259	>SK259_Prolaetia_pryeni_Hachijo	リュウキウツヤハナナムグリ	Hachijo Is.	八丈島八丈植物公園, 2025.III.15, Yuhi Seshima
SK260	>SK260_Prolaetia_pryeni_Hachijo	リュウキウツヤハナナムグリ	Hachijo Is.	八丈島八丈植物公園, 2025.III.15, Yuhi Seshima
SK261	>SK261_Prolaetia_orientalis_submarmorea_Fukiage	シロテンシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK262	>SK262_Prolaetia_orientalis_submarmorea_Fukiage	シロテンシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK263	>SK263_Prolaetia_orientalis_submarmorea_Fukiage	シロテンシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK264	>SK264_Prolaetia_pryeni_Fukiage	リュウキウツヤハナナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20250710皇居, 内海leg
SK265	>SK265_Prolaetia_orientalis_submarmorea_Fukiage	シロテンシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240815皇居, 柿添leg
SK266	>SK266_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK267	>SK267_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK268	>SK268_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK269	>SK269_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK270	>SK270_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK271	>SK271_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK272	>SK272_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK273	>SK273_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK274	>SK274_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240822皇居, 柿添leg
SK275	>SK275_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240815皇居, 柿添leg
SK276	>SK276_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240815皇居, 柿添leg
SK277	>SK277_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240815皇居, 柿添leg
SK278	>SK278_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240815皇居, 柿添leg
SK279	>SK279_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240815皇居, 柿添leg
SK280	>SK280_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240815皇居, 柿添leg
SK281	>SK281_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Chitose	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240815皇居, 柿添leg
SK282	>SK282_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Tsukuba	シラホシハナムグリ	Hokkaido (Chitose)	千歳市美々川, 20250712野村leg
SK283	>SK283_Prolaetia_orientalis_submarmorea_Tsukuba	シロテンシハナムグリ	Ibaraki (Tsukuba)	20240720-24つくば実験植物園野村leg
SK284	>SK284_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Tsukuba	シラホシハナムグリ	Ibaraki (Tsukuba)	20250726-29つくば実験植物園野村leg
SK285	>SK285_Prolaetia_orientalis_submarmorea_Tsukuba	シラホシハナムグリ	Ibaraki (Tsukuba)	20250726-29つくば実験植物園野村leg
SK286	>SK286_Prolaetia_orientalis_submarmorea_Tsukuba	シロテンシハナムグリ	Ibaraki (Tsukuba)	20250726-29つくば実験植物園野村leg
SK287	>SK287_Prolaetia_orientalis_submarmorea_Tsukuba	シロテンシハナムグリ	Ibaraki (Tsukuba)	20250726-29つくば実験植物園野村leg
SK288	>SK288_Prolaetia_orientalis_submarmorea_Fukuoka	シロテンシハナムグリ	Fukuoka (Fukuoka)	20250718九州大学伊都キャンパス生物多様性ゾーン野村leg
SK291	>SK291_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukuoka	シラホシハナムグリ	Fukuoka (Fukuoka)	20240726九州大学伊都キャンパス生物多様性ゾーン野村leg
SK292	>SK292_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukuoka	シラホシハナムグリ	Fukuoka (Fukuoka)	20240726九州大学伊都キャンパス生物多様性ゾーン野村leg
SK293	>SK293_Prolaetia_pryeni_Hachijo	リュウキウツヤハナナムグリ	Hachijo Is.	20250608八丈島樫立, 内海leg
SK294	>SK294_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Ibaraki (Tsukuba)	20240815皇居, 柿添leg
SK295	>SK295_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240815皇居, 柿添leg
SK296	>SK296_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240815皇居, 柿添leg
SK297	>SK297_Prolaetia_brevitarsis_brevitarsis_Fukiage	シラホシハナムグリ	Tokyo (Fukiage)	20240815皇居, 柿添leg

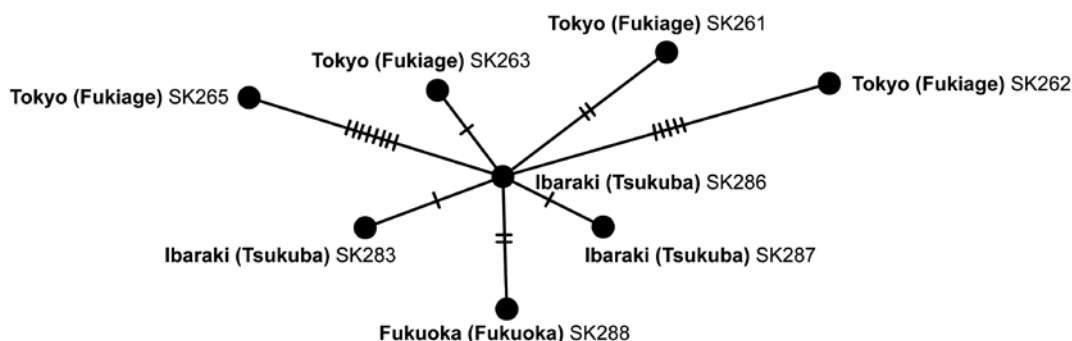


図1. シロテンハナムグリ日本本土亜種 *Protactia (Calopotosia) orientalis submarmorea* (Burmeister, 1842) におけるミトコンドリアCOI領域 (629 bp) に基づくTCSハプロタイプネットワーク。

### 1) シロテンハナムグリ日本本土亜種

シロテンハナムグリ日本本土亜種において、東京（皇居）、茨城（つくば市）、福岡（福岡市）の3地域から得られた8個体すべてが異なるハプロタイプを示し、計8ハプロタイプが検出された（図1）。ネットワークは、茨城県つくば市産の1ハプロタイプ（SK286）を中心とし、そこから複数のハプロタイプが放射状に派生する構造を示した。中心ハプロタイプから各派生型までの塩基置換数は枝ごとに異なり、1-2塩基差で連結される近縁なハプロタイプ群と、より多くの塩基置換を介して

接続される周辺的なハプロタイプが認められた。地理的には、東京、茨城、福岡のハプロタイプが同一ネットワーク内に混在しており、特定地域に特有な単系統クラスターは形成されなかった。このことから、本亜種のCOIハプロタイプは地域ごとに明瞭に分化していないことが示唆された。

### 2) シラホシハナムグリ名義タイプ亜種

シラホシハナムグリ名義タイプ亜種において、東京（皇居）、北海道（千歳市）、茨城（つくば市）、福岡（福岡市）の4地域23個体から、3つの

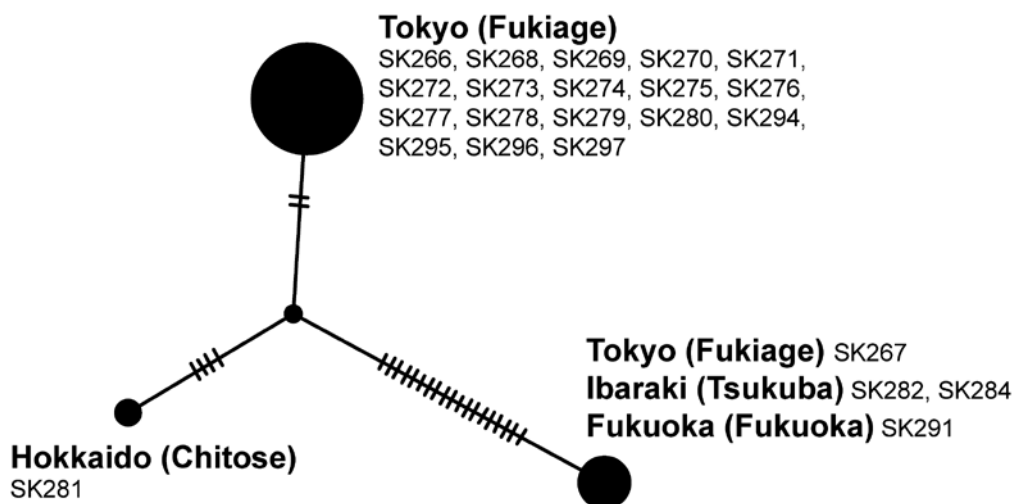


図2. シラホシハナムグリ名義タイプ亜種 *Protactia (Liocola) brevitarsis brevitarsis* (Lewis, 1879) におけるミトコンドリアCOI領域 (629 bp) に基づくTCSハプロタイプネットワーク。黒丸の大きさはハプロタイプに含まれる個体数を示し、交点の黒点は現時点で観察されなかったハプロタイプを示している。

ハプロタイプが検出された (図2).

ネットワーク上では、東京 (皇居) の多数個体を含む1つのハプロタイプが大きな円として示され、同一ハプロタイプが高頻度で共有されていることが明らかとなった。一方で、東京 (皇居) にはこれとは別に、塩基置換数を介して明瞭に分岐したもう1つのハプロタイプが確認された。北海道 (千歳市) から得られた1個体は、他地域とは共有されない独立したハプロタイプとして検出された。一方、茨城県 (つくば市) および福岡県 (福岡市) の個体は、東京 (皇居) の一部個体と同一のハプロタイプを共有していた。これらの結果から、本亜種では限られた数のハプロタイプが検出される一方で、同一地域内 (皇居) において塩基置換数の多い複数系統が共存していること、また一部のハプロタイプが複数地域にまたがって分布していることが明らかとなった。

### 3) リュウキュウツヤハナムグリ奄美大島亜種

リュウキュウツヤハナムグリ奄美大島亜種において、東京 (皇居)、八丈島、三宅島の3地域13個体から、2つのハプロタイプが検出された (図3)。そのうち1つのハプロタイプは、東京 (皇居)、八丈島および三宅島のほぼすべての個体で共有され

ており、ネットワーク上でも最大の円として示された。もう1つのハプロタイプは、八丈島産の1個体 (SK260) のみに認められ、主要ハプロタイプから1塩基置換によって派生した位置に配置された。ネットワーク構造は全体として単純であり、分岐数および塩基置換数はいずれも少なく、COI領域における遺伝的多様性が低いことが示された。

### 考 察

本研究では、ミトコンドリアCOI (629 bp) に基づくTCSハプロタイプネットワーク解析により、同属3種の間で対照的なハプロタイプ構造が確認された。すなわち、シロテンハナムグリ日本本土亜種では少数個体にもかかわらずハプロタイプ数が多く、シラホシハナムグリ名義タイプ亜種では個体数が多い一方でハプロタイプ数は少ないが地域性が一部示唆され、リュウキュウツヤハナムグリ奄美大島亜種ではハプロタイプ多様性が極めて低い、というパターンである。これらの差は、各種の分布史・遺伝子流動の様式・集団サイズ変動 (拡大/ボトルネック)・人為移動の影響の違いを反映している可能性がある。

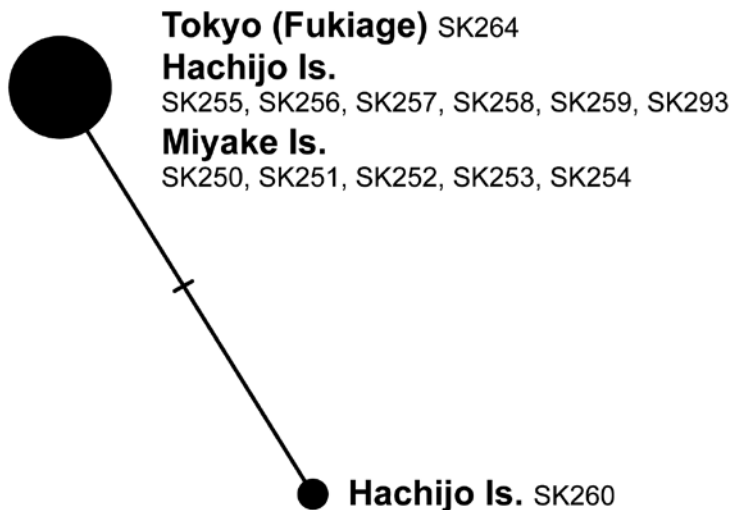


図3. リュウキュウツヤハナムグリ奄美大島亜種 *Protactia (Pyropotosia) pryeri* *oschimana* (Nonfried, 1895) におけるミトコンドリアCOI領域 (629 bp) に基づくTCSハプロタイプネットワーク。黒丸の大きさはハプロタイプに含まれる個体数を示す。

### 1) シロテンハナムグリ日本本土亜種

本亜種では、3地域8個体から8ハプロタイプが検出され、各個体がほぼ固有のハプロタイプを有するという高い多様性が示された。さらに、ハプロタイプに明瞭な地理的まとまりは認められなかった。この結果から、本種は広域的な遺伝子プールの共有が行われている可能性がある。また、皇居内で遺伝距離が離れた複数のハプロタイプが検出されたことから、皇居および周辺地域への樹木や土砂等の導入時に幼虫が人為的に運ばれたことにより、皇居内に複数回の侵入が生じた可能性がある。

### 2) シラホシハナムグリ名義タイプ亜種

本亜種では4地域23個体から3ハプロタイプが検出され、北海道（千歳市）および東京（皇居）でそれぞれ固有ハプロタイプが認められた一方、もう1ハプロタイプは皇居・茨城・福岡で共有された。この結果は、少なくとも以下の点を示唆する。

第一に、全体としてハプロタイプ数が少ないことは、過去のボトルネックによりミトコンドリアDNAの多様性が低下している可能性を示す。特に皇居では19個体とサンプル数が多いにもかかわらず2ハプロタイプに留まっており、局所集団におけるミトコンドリアDNA多様性が高くないことが示唆される。

第二に、北海道の固有ハプロタイプは、(本研究では  $n=1$  と限定的であるが) 地理的隔離に伴う分化や、北方集団の独立した分布史を反映している可能性がある。一方、皇居・茨城・福岡で共有されるハプロタイプの存在は、これら地域間で(雌系統として) 共通祖先が比較的新しいこと、あるいは人為移動を含む長距離移動が起き得ることを示唆している。

第三に、皇居内で2ハプロタイプが共存し、それらの間に相当数の塩基置換が介在するネットワーク構造(図2)である点は重要である。これは、皇居集団が単一系統の局所増殖だけでは説明しにくく、異なる由来のmtDNA系統が同所的に共存している可能性を示す。二次接触(過去に地理的に分断されていた系統の再接触)や、人為的導入を含む複数回の流入が起きたシナリオが考えられる。ただし本研究はミトコンドリアDNAのみであるため、今後核DNAマーカーを用いた検証が必要である。また、本研究の比較対象地域は

限られているため、関東湾岸個体群の由来候補をより詳細に評価するには、供給源候補となり得る地域からの追加サンプルを含めた広域比較を行うことが望ましい。

### 3) リュウキュウツヤハナムグリ奄美大島亜種

本亜種では3地域13個体から2ハプロタイプが検出されたが、八丈島の1個体(SK260)を除く全個体が単一ハプロタイプを共有し、SK260は1塩基置換差の派生型であった(図3)。この結果は、COI領域における極端に低い遺伝的多様性を示す。本土(皇居)と伊豆諸島(八丈島・三宅島)で単一ハプロタイプが共有される点は、皇居集団が伊豆諸島から近年移入した可能性を示唆している。ただし、本研究では本亜種の自然分布域である奄美群島由来の個体を解析していないため、皇居および伊豆諸島で確認された単一ハプロタイプが自然分布域内でどのように位置づけられるかは判断できない。今後、自然分布域を含む追加サンプルとの比較により、皇居集団の由来に関する仮説を検証する必要がある。

本研究では、都市環境を代表する緑地である皇居を中心に、シロテンハナムグリ属 *Protaetia* 3種についてミトコンドリアCOI領域に基づく集団遺伝解析を行い、種ごとに明確に異なるハプロタイプ構造を明らかにした。

特に皇居集団において、複数種で遺伝的に異なるミトコンドリア系統が同所的に確認されたことは、都市緑地が単一の孤立集団ではなく、周辺地域や遠隔地からの複数回の流入が生じている環境であることを示唆する。本研究は、都市環境における昆虫集団の成立過程を理解する上で、ミトコンドリアDNAに基づく集団遺伝学的アプローチが有効であることを示すとともに、今後、核DNAマーカーや時間スケールを拡張した解析を組み合わせることで、都市化と人為移動が昆虫の遺伝構造に与える影響をより精緻に評価できることを示す基礎的知見を提供するものである。

### 謝辞

本調査を行うにあたって、調査にご協力くださった宮内庁庭園課職員の方々に厚く御礼申し上げます。また実地のトラップ設置回収作業にご協力いただいた松原豊氏、上田衛門氏、亀澤洋氏、山崎裕志氏に心より感謝する。

## 引用文献

- 青木 良, 1972. 東京でリュウキュウツヤハナムグリ. 昆虫と自然, (7) : 6.
- Clement, M., Posada, D., & Crandall, K. A., 2000. TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology*, **9**(10): 1657–1659.
- 原島真二, 2020. 東大和南公園のシラホシハナムグリ. うすばしろ, (59) : 18–19.
- 堀田佳之介・相澤永人・高橋和弘・岸 一弘, 2020. 平塚市および周辺部におけるシラホシハナムグリ・シロテンハナムグリの分布状況. 神奈川虫報, (203) : 82–86.
- 飯嶋一浩, 2015. 関東地方湾岸部におけるシラホシハナムグリ *Protaetia brevitaris* (Lewis) およびリュウキュウツヤハナムグリ *Protaetia pryeri* (Janson) の生息状況. 鯉角通信, (31) : 59–65.
- 池田正清, 2013. 東京都大田区で採集したハナムグリ/コガネ. 神奈川虫報, (181) : 43–44.
- 金子直樹・野村周平・大島千幸・柿添翔太郎・樽宗一朗・内海幸弘, 2026. 皇居における大型コガネムシ上科甲虫の発生状況について. 国立科学博物館専報, (54) : 139–152.
- 笠原泰彦, 2018. 東京都豊島区にて確認したシラホシハナムグリ. 月刊むし, (574) : 41.
- 香月剛太・岸本年郎・高桑正敏・太田祐司・萩原洋平・掛下尚一郎, 2013. 東京都内で発生した国内外来種リュウキュウツヤハナムグリ. 月刊むし, (504) : 36–40.
- 河原 元, 2023. 川口市でリュウキュウツヤハナムグリ *Prataetia pryeri* を採集. 寄せ蛾記, (190) : 27–28.
- 岸本圭子・酒井 香・岸本年郎, 2016. リュウキュウツヤハナムグリの東京湾岸部への侵入. 昆虫と自然, **51** (8) : 12–16.
- 岸本圭子・岸本年郎・酒井 香・寺山 守・太田祐司・高桑正敏, 2017. 国内外来種を含む訪花性ハナムグリ亜科5種の発生状況—東京港野鳥公園の事例—. 保全生態学研究, (22) : 159–170.
- 岸本圭子, 2025. リュウキュウツヤハナムグリの東京都内陸部への分布拡大—湾岸部定着から10年を経て—. 昆虫 (ニューシリーズ), **28** (3) : 79–85.
- Kumar, S., Stecher, G., Suleski, M., Sanderford, M., Sharma, S., & Tamura, K., 2024. MEGA12: Molecular Evolutionary Genetic Analysis version 12 for adaptive and green computing. *Molecular Biology and Evolution*, **41**(12): msae263.
- 野村周平, 2003. 採集法解説シリーズ [7] ノムラホイホイ. 鯉角通信, (7) : 45–52.
- 野村周平・上田衛門・松原 豊・山崎裕志・亀澤洋, 2018. 国立科学博物館附属自然教育園 (東京都港区白金) におけるハナムグリ類3種の記録. さやばねニューシリーズ, (32) : 44–48.
- 野村周平・上田衛門・松原 豊・山崎裕志・亀澤洋・金子直樹・樽宗一朗・柿添翔太郎・内海幸弘・大島千幸, 2023. 東京都千代田区皇居から新たに記録されるハナムグリ類3種. さやばねニューシリーズ, (52) : 6–9.
- 岡島秀治・荒谷邦雄 (監修), 2012. 日本産コガネムシ上科標準図鑑. 444pp. 学研教育出版, 東京.
- Okonechnikov, K., Golosova, O., Fursov, M., & Ugene Team, 2012. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit. *Bioinformatics*, **28**(8): 1166–1167.
- 大田真人, 2012. 東京都大田区でリュウキュウツヤハナムグリを採集. 月刊むし, (502) : 16.
- 斉藤明子, 2014. 習志野市の埋立地でシラホシハナムグリを採集. 房総の昆虫, (54) : 39–40.
- 酒井 香, 2012. 東京都沿岸部のシラホシハナムグリ. 鯉角通信, (25) : 15–17.
- 酒井 香, 2014. 東京都区部におけるシラホシハナムグリの採集例. 鯉角通信, (29) : 72.
- 酒井 香・岸本年郎・高桑正敏, 2015. 東京港野鳥公園のコガネムシ科. 神奈川虫報, (185) : 11–14.
- 嶋本習介, 2014a. 千葉県でリュウキュウツヤハナムグリを採集. 月刊むし, (516) : 46–47.
- 嶋本習介, 2014b. リュウキュウツヤハナムグリとシラホシハナムグリの2014年の記録. 房総の昆虫, (54) : 40–41.
- 清水敏夫, 2021. 千葉県東金市でリュウキュウツヤハナムグリを採集. 月刊むし, (610) : 31–32.
- 須田 亨・堀口 徹, 2019. 群馬県のシラホシハナムグリ. 鯉角通信, (38) : 9–11.
- 織谷幸太・織谷咲良, 2021. 神奈川県川崎市およびその多摩川対岸におけるリュウキュウツヤハナムグリの記録. 月刊むし, (610) : 31.
- 渡辺一夫, 2015. 神奈川県でシラホシハナムグリを再発見. 月刊むし, (527) : 56–57.