

沖永良部島のコガタスズメバチにおけるミトコンドリア DNA の変異

西村穂貴¹・清 拓哉²・吉田忠晴³・高橋純一¹

¹ 〒 603-8047 京都府京都市北区上賀茂本山 京都産業大学生命科学部

² 〒 305-0005 茨城県つくば市天久保 4-1-1 国立科学博物館動物研究部・陸生無脊椎動物研究グループ

³ 〒 194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1 玉川大学ミツバチ科学研究センター

Abstract

The *Vespa analis* has also recently been found in Okinoerabu Island. In this study, we analyze the mitochondrial DNA sequence of *V. analis* to trace the origin of Okinoerabu, Okinawa, Irimote, Kyushu and Honshu Islands. The mitochondrial DNA haplotypes (*COXI*) of *V. analis* in Okinoerabu Island was the unique haplotype. We considered that this *V. analis* was originally distributed in Okinoerabu Island.

はじめに

コガタスズメバチ *Vespa analis* Fabricius 1775 は、膜翅目スズメバチ科の昆虫である。本種は、春に越冬から覚めた女王バチが、単独で営巣を開始する。巣は樹枝や軒先などの開放空間に営巣する(松浦・山根, 1984; 松浦, 1995)。営巣から約1ヶ月後、働きバチが羽化すると女王バチは産卵に専念する。羽化した働きバチは、造巣、採餌、育児、防衛等の行動を行う。秋に次世代の新女王バチと雄バチが羽化すると、野外で別の巣由来の個体と交尾し(Takahashi et al., 2003; 2007)、新女王バチだけが越冬をする。女王バチの体長は、25 から 29 mm、働きバチの体長は 22 から 27 mm で、体サイズおよび営巣規模は、日本産スズメバチ属の中では、小さいほうである。ただし、大隅諸島の個体群の営巣規模は、本種の中で最大となる(山根・川畑, 2017)。

コガタスズメバチは、北海道から八重山諸島まで離島を含めて広域に分布している(山根, 1988)。成虫の体色により北海道、本州、四国、

九州と、佐渡島、対馬島、屋久島、種子島、口永良部島が *V. analis isularis* Dalla Torrer 1894、奄美大島、加計呂麻島、徳之島、沖縄島が *V. analis eisa* Yamane 1987、西表島、石垣島が *V. analis nagatomii* Yamane 1987 の3亜種に分類されている(Yamane, 1987; 松浦, 1995)。

薩南諸島においては、これまでコガタスズメバチの記録がなかった沖永良部島において、2012年10月10日に巣が、2021年7月9日に働きバチ成虫の捕獲が報告された(山室ら 2021; Saito-Morooka and Yamane, 2022)。しかし、沖永良部島で見つかったコガタスズメバチが、侵入種なのか元々自然分布していたのか不明である。そこで今回我われは、沖永良部島で1999年に捕獲したコガタスズメバチと、近隣の島嶼で採集したコガタスズメバチを用いてミトコンドリア DNA のハプロタイプを解析し、自然分布か侵入した個体が考察を行った。

材料と方法

我われは1999年7月8日に沖永良部島において、セイヨウミツバチの養蜂場(北緯27度22分、東経128度36分)付近でコガタスズメバチの働きバチ成虫を捕獲した(図1)。種の同定は、山根・松浦(1984)に、亜種はYamane(1987)にそれぞれ従った。カストは山根ら(2021)に従って実体顕微鏡を用いて成虫の頭幅と胸幅をマイクロメーターで計測し、頭幅/胸幅の比が1以上の場合は

Nishimura, H., Kiyoshi, T. Yoshida, T. and Takahashi, J. 2022. Mitochondrial DNA variation of the *Vespa analis* from Okinoerabu Island in Japan. *Nature of Kagoshima* 49: 77-79.

✉ HN: Faculty of Life Sciences, Kyoto Sangyo University, Kitaku, Kamigamo, Motoyama, Kyoto, 603-8047, Japan (e-mail: jit@cc.kyoto-su.ac.jp).

Received: 16 September 2022; published online: 16 September 2022; https://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK_049/049-018.pdf



図1. 沖永良部島で捕獲したコガタズメバチ *Vespa analis* の働きバチ。スケールは 10 mm.

働きバチ，1以下では女王バチと判定した。

ミトコンドリア DNA のハプロタイプを解析するために，沖永良部島の個体，沖縄島，奄美大島，鹿児島島の個体についてミトコンドリア DNA の *COXI* 遺伝子の全長配列 1536 bp を解読した。解析に使用する DNA は，飛翔筋を取り出してフェノール/クロロフォルム法により精製した。PCR は，TaKaRa LA Taq (TaKaRa) を使用し，反応濃度および温度条件は添付のマニュアルに従って行った。PCR のプライマーは，Vanalis1431F: 5'-GAG CCC TTC CTC CAT TTA TTA CC-3' と Vanalis3548R: 5'-AAA TCA ATG CAC TAT TTT GC-3' を使用して，約 2,100 bp を増幅した。サイクルシーケンス反応は，BigDye™ Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems™) を使用した。反応濃度および温度条件は添付のマニュアルに従って行った。プライマーは，PCR で使用したプライマーの他に，シーケンス用に *COXI* 遺伝子内に設計した Van862COIF: 5'-CAT CAC ATA TTT ACT GTT GG-3' と Van284COIR: 5'-ATT CGA GGG AAA GCT ATA TC-3' を使用した。塩基配列の解読には，オートシーケンサー Applied Biosystems 3500xL (Applied Biosystems™) を使用した。

得られた塩基配列は，Genious を使用してアライメントを行った。リファレンス配列は，オオズメバチ *Vespa mandarinia* Smith 1852 の配列 (Accession no. LC541727) を使用した (小田ら，2022)。解読した配列は，DNA バーコーディング

法 (Hebert et al., 2003) で種同定し，DNA Data Bank of Japan (DDBJ) に登録した。遺伝距離は kimura 2-parameter model を用いて，分岐年代は節足動物のミトコンドリア DNA で提唱されている進化速度 (100 万年で 2.3%，Brower, 1994) で推定した。

結果と考察

沖永良部島で採集した個体は，頭部の頭循の突起が 3 つあることや，単眼周辺がやや茶色で頭部の色と異なっていること，腹部末端部が黄色であることによりコガタズメバチと同定した。性別は触角の節の数 (雄: 13 節，雌: 12 節) と腹部の節の数 (雄: 7 節，雌: 6 節) により雌と同定した。成虫の頭幅と胸幅は実体顕微鏡を用いてマイクロメーターで計測し，頭幅/胸幅の比が 1 (7.52/7.43 mm) 以上であることから働きバチと同定した。亜種の同定については，Yamane (1987) に従ったところ，黒地に橙色と赤褐色の斑紋があること，頭部は赤茶褐色が濃く，単眼の周囲や眉間は暗色であった。触角柄節は，赤褐色，鞭節は赤味を帯びている。小楯板に一对の赤橙色の印が，後胸背板前面に小さな薄赤色の印がある。これらの特徴から *Vespa analis eisa* と判断した。

沖永良部島および今回解析した個体のミトコンドリア DNA の *COXI* 遺伝子の塩基配列は，いずれも 1536 bp であった。これらの DNA 配列は，国内で見ついているコガタズメバチのハプロタイプ (AB851893) と 98% 以上の一致率であることから DNA バーコーディング法でもコガタズメバチと同定された。今回解析した 5 個体の DNA 配列は，DDBJ に登録をした (Accession nos. LC728281-LC728285)。

沖永良部島の個体で見つかったハプロタイプは，沖縄島産と 3 塩基，奄美大島産と 5 塩基，西表島産と 15 塩基，和歌山県産とは 35 塩基の置換部位が確認された。沖永良部島産の個体は，DNA データベースも含めてこれまで見つからないハプロタイプであった。これは沖永良部島産の個体がこの島で遺伝的に隔離されていた可能性を示していた。今回解析した 5 個体のミトコン

ドリア DNA の *COXI* 遺伝子の全長配列を用いて遺伝距離を計算した結果、沖永良部島産の個体は、奄美大島産の個体とは 0.0033、沖縄島産の個体とは 0.0023、西表島産の個体とは 0.0095、和歌山県産の個体とは 0.0235 となった。遺伝距離をもとに Brower (1994) による分岐年代推定を行った結果、沖永良部島産と奄美大島産の個体は約 14 万年前、沖縄島産の個体とは約 10 万年前、西表島産や和歌山県産の個体とは約 41 万と約 102 万年前にそれぞれ分岐したことが推定された。沖永良部島産、沖縄島産、奄美大島産の個体間の遺伝距離は、この 3 島間の地理的距離を反映していた。以上の結果から、沖永良部島のコガタスズメバチは、自然分布である可能性が高いと思われる。

謝 辞

本研究は、一般社団法人中辻創智社の研究費助成の支援と、鹿児島大学山根正気名誉教授に助言を受けた。この場を借りてお礼を申し上げる。

引用文献

- Brower, A. V. 1994. Rapid morphological radiation and convergence among races of the butterfly *Heliconius erato* inferred from patterns of mitochondrial DNA evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91: 6491–6495.
- Hebert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L. and de Waard, J. R. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceeding Royal Society of London B*, 270: 313–322.
- 松浦誠・山根正気. 1984. スズメバチ類の比較行動学. 428 pp. 北海道大学図書刊行会. 札幌.
- 松浦誠. 1995. 図説社会性カリバチの生態と進化. 360 pp. 北海道大学図書刊行会. 札幌.
- 小田陸斗・清拓哉・高橋純一. 2022. 対馬島に生息するオオスズメバチ (*Vespa mandarinia* Smith, 1852) のミトコンドリアゲノムの全長解析. *長崎県生物学会誌*, 90: 27–32.
- Saito-Morooka, F. and Yamane, Sk. 2022. First specimen-based record of *Vespa analis* (Hymenoptera, Vespidae) from the Island of Okinoerabu-jima, Kagoshima Prefecture, Japan. *昆虫*, 25: 25–26.
- Takahashi, J., Akimoto, S. and Hasegawa, E. 2003. Mating frequency and genetic relatedness of workers in the hornet *Vespa analis* (Hymenoptera: Vespidae). *Entomological Science*, 6: 119–123.
- Takahashi, J., Inomata Y. and Martin, S. J. 2007. Mating structure and male production in *Vespa analis* and *Vespa simillima* (Hymenoptera: Vespidae). *Entomological Science*, 10: 223–229.
- Yamane, Sk. 1987. The Vespinae of the Ryukyu Islands, Japan (Hymenoptera, Vespidae). *Kontyû*, 55: 628–638.
- 山根正気. 1988. 琉球列島のスズメバチ. *Satsuma*, 100:161–174.
- 山根正気・川畑 力. 2016. 奄美群島におけるコガタスズメバチの生態的知見. *Nature of Kagoshima*, 42: 469–471.
- 山根正気・川畑 力. 2017. 奄美大島におけるコガタスズメバチの営巣規模. *Nature of Kagoshima*, 43: 275–280.
- 山室一樹・金井賢一・後藤雅文・山根正気. 2021. 沖永良部島・喜界島のコガタスズメバチ. *SATSUMA*, 168: 151–152.