

喜界島において 2023 年に採集されたコガタスズメバチ成熟巣の解析

木村隼大¹・清 拓哉²・伊地知告³・坂巻祥孝⁴・山根正気⁵・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 〒 891-6227 鹿児島県大島郡喜界町川嶺

⁴ 〒 890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1 丁目 21-24 鹿児島大学農学部

⁵ 〒 899-2704 鹿児島市春山町

Abstract

A mature nest of the hornet *Vespa analis* was analyzed. It was collected in late October, 2023 on Kikai-jima, the Central Ryukyu Islands, Japan. The wasp has been supposed to be an alien for the island, and was identified as a subspecies, *V. analis eisa* inhabiting neighbouring islands, based on the color pattern and DNA barcoding. The nest contained 31 workers and 7 males; the founding queen was missing. New queens had not yet produced. It was composed of 6 combs and 1083 brood cells, with a total of 483 meconia (dried feces deposited at cell bottoms). From combs 1-3, 29 larvae and 15 pupae of a pyralid moth, *Hypsopygia mauritalis*, were found. It is assumed that the moth was native to the island, parasitizing native social wasps of the genus *Polistes*.

はじめに

スズメバチ (*Vespa*) 属は、膜翅目 (Hymenoptera) スズメバチ科 (Vespidae) に含まれ、世界で 22 種が記載されている (Archer, 2012; Perrard et al., 2013). スズメバチ属は、日本では北海道から南西諸島にかけて 7 種の在来種と、外来種であるツマアカスズメバチ *V. velutina* (Lepelletier 1836) が生息している (松浦・山根, 1984; 松浦, 1995; 高橋ほか, 2015). 日本産スズメバチ属は、温帯で

は 1 年性の生活史を持つ。4 月から 5 月にかけて創設女王バチが単独で営巣を開始する。5 月から 7 月になると働きバチが羽化し、女王バチは産卵に専念するようになる。秋になると新女王バチと雄バチが出現する。新女王バチと雄バチは、巢外で他巣の新女王バチや雄バチと交尾し、新女王バチだけが土中や朽ち木の中で春まで越冬をする。雄バチや働きバチ、創設女王バチは冬までに死に絶える。営巣場所は種によって一定の傾向があり、木の枝や家の軒下などの開放空間に営巣する種と、木の洞や土中、建物の隙間などの閉鎖空間に営巣する種に区分される (松浦, 1995)。

コガタスズメバチ *V. analis* (Fabricius 1775) は、国内では北海道から八重山諸島に分布する (山根, 1988)。日本では、雌成虫の体色によって分類された 3 亜種が分布している。北海道、本州、四国、九州、佐渡島、対馬島、種子島、屋久島、口永良部島に *V. analis insularis* (Dalla Torrer 1894) が、奄美大島、沖永良部島、加計呂麻島、与路島、徳之島、沖縄島に *V. analis eisa* (Yamane 1987) が、西表島と石垣島に *V. analis nagatomii* (Yamane 1987) が分布している (Yamane, 1987; 松浦, 1995; Saito-Morooka and Yamane, 2022; 西村ほか, 2022)。本種は低木の枝や人家の軒先などの開放空間に造巣する (松浦・山根, 1984)。創設女王バチによって営巣される初期巣は、徳利を逆さに

Kimura, H., T. Kiyoshi, T. Ijichi, Y. Sakamaki, Sk. Yamane and J. Takahashi. 2024. Analysis of a mature nest of an alien hornet, *Vespa analis*, collected on Kikaijima Island, Japan in 2023. *Nature of Kagoshima* 50: 147-153.

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

Received: 28 February 2024; published online: 28 February 2024; https://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK_050/050-029.pdf



図1. 喜界島で2023年に駆除されたコガタスズメバチの巣
(a)と外被を取り除いた状態 (b)。

した見た目をしているが、働きバチが羽化すると徳利型の巣の先端は働きバチにかじられて球状になる(松浦, 1995)。巣が大きくなると、最終的に巣は楕円型や洋梨型になる(松浦, 1995)。成虫の体長は女王バチで25 mmから29 mm, 働きバチで21 mmから27 mmとなる(松浦, 1995)。巣の働きバチの総数は、最盛期でも約100個体であり、日本産スズメバチ属の中ではヒメスズメバチ *V. ducalis* (Smith 1858) に次いで少ない(松浦, 1995)。奄美大島において、国内では最大のコガタスズメバチの巣が採集されており、この巣は幅23.5 cm, 高さ42.5 cm, 推定羽化数682個体を記録している(山根・川畑, 2017)。

喜界島は、薩南諸島の奄美群島に属している。奄美大島からは東に約25 km離れた場所に位置する。喜界島のスズメバチ科相は、アシナガバチ亜科のキアシナガバチ *Polistes rothneyi* (Cameron 1900) とオキナワチビアシナガバチ *Ropalidia fasciata* (Fabricius 1804) の2種のみからなる。しかし、2021年8月に喜界島でコガタスズメバチの巣が初めて発見された(山室ら, 2021)。さらに高橋ら(2022)によって、2022年10月に喜界島で駆除されたコガタスズメバチの巣が調査され、繁殖期の巣の発達状況の分析が行われている。2023年10月には、再び同島で巣が見つかった。今回は、この駆除された巣の調査およびDNA解析から亜種の分類および侵入元について推定した。

方法

2023年10月31日に、コガタスズメバチ根絶

活動の一環として喜界島で駆除されたスズメバチの巣を調査した(図1)。巣の解析は、外観を撮影した後、外被を剥がして内部の様子を確認した。記録項目は、高橋ら(2022)の方法と同じように行った。次に巣内にいる個体について測定をした。スズメバチの成虫と蛹の雌雄は、触角の節数と腹部の節数に違いがある(松浦・山根, 1984)ため、これを利用して判別した。スズメバチ属の創設女王バチは、繁殖期に体毛が無くなり、光沢を帯びる特徴がある(松浦, 1995)。この特徴に基づいて、創設女王バチの有無を判別した。コガタスズメバチは、頭幅が7.4 mm以上、頭幅と前胸幅の比が1未満という基準によって、女王バチと働きバチを判別できることが山根・川畑(2017)や高橋ら(2022)によって報告されている。女王バチと働きバチの判別は、オリンパス株式会社のDP23-AOUを用いて31個体の雌成虫と44個体の雌蛹の頭幅と前胸幅を測定して行った。亜種の同定は、Yamane(1987)により作成された雌成虫の体色の検索表と、ミトコンドリアDNAのCOX1遺伝子の部分配列を解読するDNAバーコーディング法により行った。また、巣の中からメイガ類と思われる幼虫と蛹が見つかったため、蛹をシャーレに移して飼育し、羽化した成虫の外部形態およびDNAバーコーディング法で種同定を行った。解析に使用したDNAは、DNeasy Blood & Tissue kit (QIAGEN)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、LCO1490: 5' -GGT CAA CAA ATC ATA AAG ATA TTG G-3' と HCO2198: 5' -TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAA AAT CA-3' を使用して、約700 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。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、GENETYX Ver.13 (ゼネティックス)を使用してアライメントを行った。スズメバチのリファレン

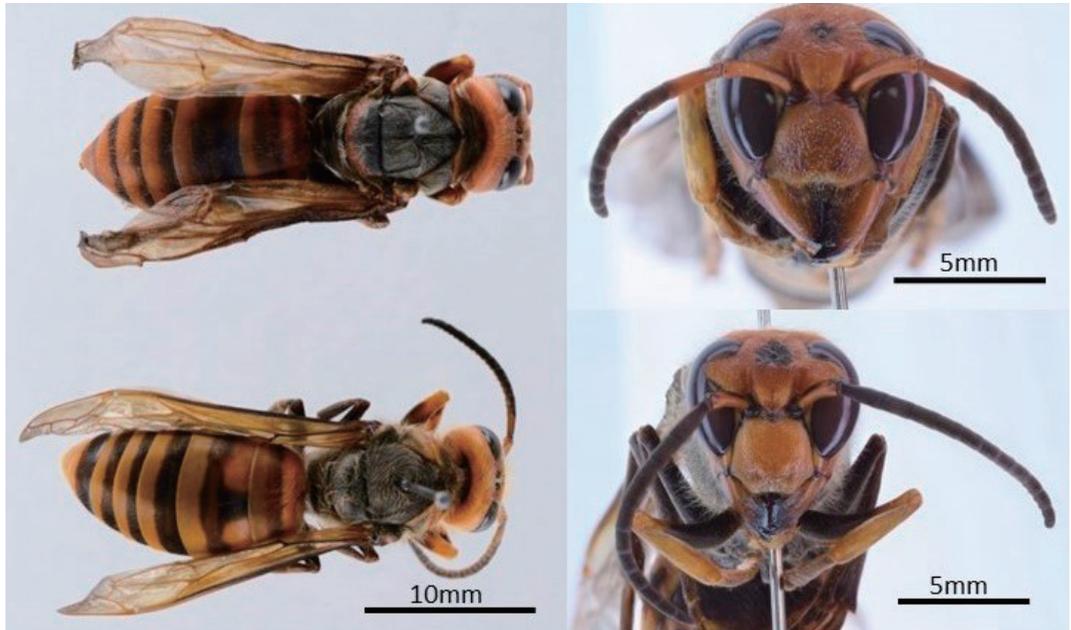


図2. 巣から見つかった雌成虫（上）と雄成虫（下）。

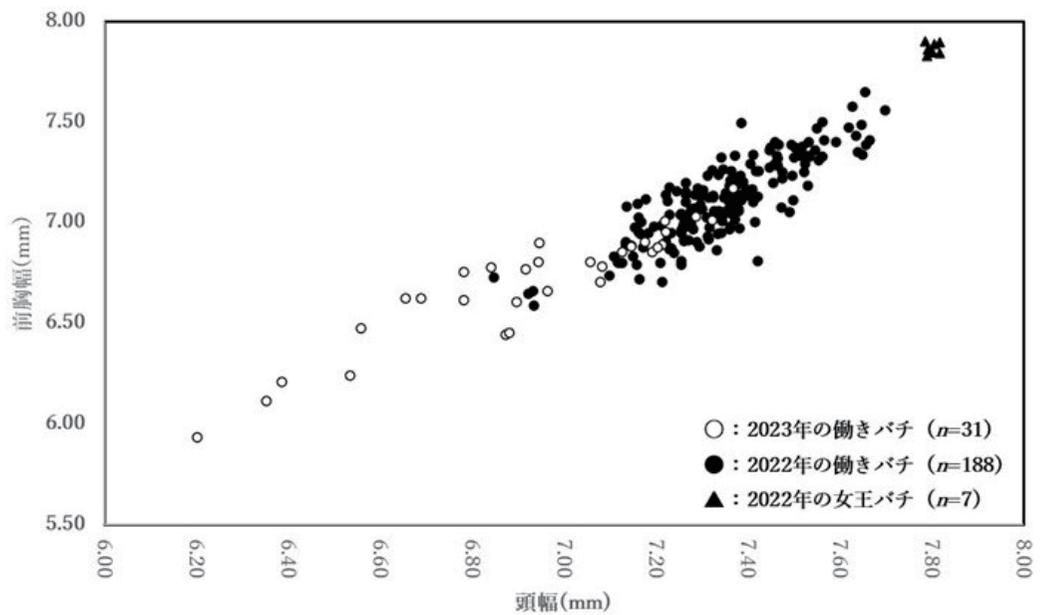


図3. コガタズメバチの雌成虫の頭幅と前胸幅の測定結果。

ス配列は、西村ら（2022）により解析された沖永良部島産コガタズメバチの配列（Accession no. LC728281）を使用した。メイガ類のリファレンス配列は、モモイロシマメイガ *Hypsopygia mauritialis* (Boisduval 1833) (Accession no.

KX860326) を使用した。今回解読したこれらの塩基配列は、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。

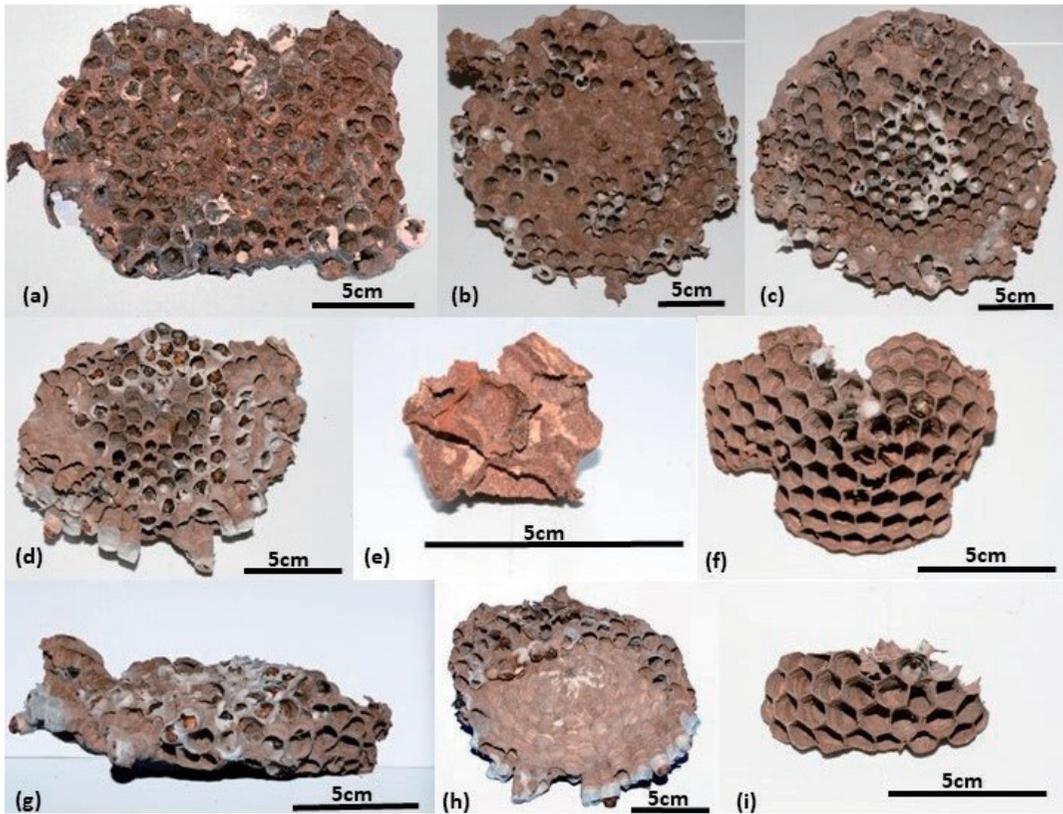


図4. 駆除された巣盤。1段目から6段目の巣盤を(a)から(f)までに順番に並べてある。(g)は4段目を横から見たもの。(h)は4段目を上から見たもの。(i)は4段目の欠けた部分。

結 果

今回駆除した巣の成虫は、雌バチが31個体、雄バチが7個体であった(図2)。この31個体の雌バチについて頭幅と前胸幅を測定したところ、頭幅は $6.93 \text{ mm} \pm 0.296$ (平均 \pm 標準偏差)、最大 7.37 mm 、最小 6.20 mm となった。前胸幅は $6.70 \text{ mm} \pm 0.281$ (平均 \pm 標準偏差)、最大 7.17 mm 、最小 5.94 mm となった。すべての個体で頭幅が 7.4 mm を下回っており、女王バチの基準を満たしている雌バチは見つからなかった。また、体毛が無くなっている個体は見つからなかった。このことから、創設女王バチ、新女王バチともに存在せず、すべて働きバチであると判断した。この働きバチの測定データは、頭幅と前胸幅ともに平均値、最大値、最小値が2022年の巣の働きバチよりも小さかった(図3)。平均値は、ウェルチのt検定(有意水準 $\alpha = 0.01$) によって検定したところ、2022年の巣と2023年の巣との間で有意な差が認めら

れた。また、働きバチ数は、2022年は188個体であるのに対し、2023年は31個体であった。

体色は、前胸背板と後胸背板が黒地に赤茶褐色を帯びていた。頭部は赤茶褐色で、単眼の周囲は黒くなっていた。触角は、柄節が赤褐色で、鞭節が赤を帯びていた。これらの特徴から、*V. analis eisa* 亜種と同定した(図2)。さらに、DNAバーコーディング法により種および亜種同定を行ったところ、奄美大島、沖永良部島、沖縄島産の *V. analis eisa* 亜種と100% (668 bp) の一致率となった。

巣の外形は球状で、図1aの左側面部の外被は一部色が異なっていた。これは外被を補修したためであると思われた。巣盤数は6個であった(図1bおよび図4)。1段目から5段目の巣盤は基本的に育房を下向きにして並んでいたが、6段目の巣盤は3段目の側面と結合しており、育房が上部方向を向いていた。また、4段目の巣盤には横方向を向いた育房が見られた。総育房数は1083個



図5. コガタスズメバチの巣から見つかったモモイロシマメイガ。蛹 (a)、蛹から羽化した雄成虫 (b)。

であった (表1)。蓋掛がされている育房数は、1段目では163個のうち69個、2段目では263個のうち106個、3段目では326個のうち130個であった。5段目は育房が8個しかなく、すべてが蓋掛されていた。4段目と6段目には蓋掛された育房は確認できなかった。卵の総数は42個で、これらはすべて6段目の巣盤から見つかった (表1)。そのうち1個の育房に2個の卵が産卵されていることが確認できた。幼虫と蛹の総数は、幼虫が78個体、蛹が92個体であった (表1)。成虫と同じ方法で蛹の雌雄や女王バチの判別を行ったところ、働きバチが44個体、雄バチが48個体となった。新女王バチの成虫および蛹は確認することができなかった。幼虫はすべて4齢以上であった。総蛹便数は、1段目から4段目まで順に114個、122個、175個、72個となり、合計で483個であった (表1)。1段目から3段目には、メイガ類と思われる29個体の幼虫と15個体の蛹が見つかった (図5)。これらの一部の蛹が羽化したため形態から種同定をした (図5)。さらに幼虫は、DNAバーコーディング法により種同定を行ったところ、韓国のキアシナガバチの巣から見つかったモモイロシマメイガ (OQ579047) と 657/658 bp (99%) の

一致率となった。これらの結果から、コガタスズメバチの巣内にいたメイガ類は、モモイロシマメイガであることがわかった。今回解読したコガタスズメバチとモモイロシマメイガの塩基配列はDDBJに登録した (Accession no. LC799729 と LC799306)。

考 察

今回駆除されたスズメバチの巣は、成虫個体の形態およびDNAバーコーディング解析から、コガタスズメバチの *V. analis eisa* 亜種であることが明らかになった。喜界島では2021年から2023年にかけて、コガタスズメバチの巣や新女王バチおよび雄バチ成虫が毎年捕獲されていることから本島に定着していると思われる。

V. analis eisa 亜種の巣は洋梨型の形になることが多く (山根・川畑, 2016)、2022年に駆除された喜界島のコガタスズメバチの巣でも確認されている (高橋ら, 2022)。これは激しい雨から巣を守るためであると考えられている (松浦・山根, 1984)。しかし、今回駆除された巣で見られた形状や色の異常は、おそらく風雨などにより巣が落下し、傾いたまま再建および造巣が継続されたこ

表1. 喜界島で2023年に駆除されたコガタスズメバチの巣の構成。

巣盤	育房数		卵	幼虫	蛹			育房あたりの蛹便数			総蛹便数	モモイロシマメイガ	
	通常	蓋掛			働きバチ	雄バチ	1個	2個	3個	幼虫		蛹	
1	94	69	0	5	11	0	38	35	2	114	15	12	
2	157	106	0	14	15	3	88	14	2	122	10	1	
3	196	130	0	18	18	25	77	43	4	175	4	2	
4	231	0	0	41	0	19	58	7	0	72	0	0	
5	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	92	0	42	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
合計	770	313	42	78	44	48	261	99	8	483	29	15	

とが原因であると思われた。さらに、このとき創設女王バチの死亡や働きバチの損失が起きた可能性が推定された。

巣盤のうち上から1段目から3段目と5段目には、蓋掛されている育房があった(図4)。このような構造は、メイガ類による食害の対策や、風雨に対する補強であることが示唆されており、国内では薩南諸島以南の本種の巣で見られる特徴の一つである(松浦・山根, 1984; 山根・川畑, 2016; 高橋ら, 2022)。

卵は、6段目の巣盤からのみ見つかった。そのなかには1個の育房に2個の卵が産み付けられた育房も見られた。創設女王バチを失った巣では、働きバチによる産卵が始まる(松浦・山根, 1984)。スズメバチ属の種では働きバチは複数の卵を1個の育房に産むことがある(Yamane, 1974)。幼虫は3歳以下の幼虫が見られなかったことから、一時的に産卵個体が存在していなかったと推定された。これは女王バチが死亡して、働きバチの卵巣が発達して産卵を開始するまでの期間であると思われ、この卵も含めて産卵働きバチにより産み付けられた可能性が高いと推定した。ただし、外部形態に産卵働きバチの特徴を示していた個体は確認できなかった。総育房数は1083個、総蛹便数は483個であった。山根・川畑(2017)により2016年11月に奄美大島で採集された3個のコガタスズメバチの巣は、総育房数352個に対して蛹便数は303個、総育房数885個の巣では509個、総育房数1220個の巣では682個の蛹便が確認されている。これらの巣と比べると、2023年の喜界島の巣は育房数に対して蛹便数が少なかった。これは創設女王バチの消失や、巣の落下などが原因で蛹化まで成長しなかった個体が多いためだと推定された。

コガタスズメバチの繁殖カストは、通常雄バチが先に羽化し、その後新女王バチが羽化する(松浦・山根, 1984; 松浦, 1995)。奄美大島や喜界島では、コガタスズメバチの繁殖カストの羽化時期は、10月下旬から11月初旬である(山根・川畑, 2017; 高橋ら, 2022)。今回駆除した巣は、働きバチ数の減少、1歳から3歳幼虫が存在しないこ

と、巣が落下した形跡などから、創設女王バチは新女王バチの卵を産む前に死亡していたと考えられた。そのため、この巣から新女王バチが羽化した可能性は極めて低いと推定された。*V. analis eisa* 亜種は、働きバチ数が最盛期になると100個体を超えることが報告されている(松浦, 1995; 山根・川畑, 2017; 高橋ら, 2022)。今回駆除された巣の働きバチ成虫は、2022年に駆除された巣の個体と比べて小型であった。これは働きバチの個体数が、通常の巣と比べて大幅に少なかったことと関係していると思われる。働きバチが少ないと、幼虫への給餌量が減少するため栄養不足による小型化が起きたのかもしれない。創設女王バチが消失した時期については、4歳幼虫が見つかるが、1歳から3歳の幼虫がいなかったことから、巣が駆除された日からおよそ10日前までは生存していたことが予測された。

1段目から3段目の巣盤内でメイガの幼虫と蛹が採集された。2022年の喜界島のコガタスズメバチの巣においても、メイガ類の寄生が確認されている(高橋ら, 2022)。DNAバーコーディング法によりこのメイガはモモイロシマメイガであることが明らかになった。モモイロシマメイガは、アシナガバチ亜科とスズメバチ属の巣に寄生することが報告されている(Martin, 1992; 松浦, 1995; Yamane et al., 2022)。喜界島には2種のアシナガバチ亜科が自然分布しており、これらのアシナガバチに寄生していたモモイロシマメイガが、喜界島に侵入したコガタスズメバチの巣にも寄生するようになったと思われた。

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、喜界町役場の協力を受けた。この場を借りてお礼を申し上げる。

引用文献

- Archer, M. E. 2012. *Vespine Wasps of the World. Behaviour, Ecology & Taxonomy of the Vespinae*. Siri Scientific Press, Manchester, UK.
- Hebert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L. and deWaard, J. R. 2003. *Biological identifications through DNA barcodes*.

- Proceeding Royal Society of London B, 270: 313–321.
- Martin, S. J. 1992. Occurrence of the pyralid moth *Hypsopygia mauritialis* (Lepidoptera, Pyralidae) in the nests of *Vespa affinis* (Hymenoptera, Vespidae). Japanese Journal of Entomology, 60: 267–270.
- 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. 360pp. 北海道大学図書刊行会. 札幌.
- 西村穂貴・清 拓哉・吉田忠晴・高橋純一. 2022. 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. Nature of Kagoshima, 49: 77–79.
- Perrard, A., Pickett, K. M., Villemant, C., Kojima, J. and Carpenter, J. 2013. Phylogeny of hornets: a total evidence approach (Hymenoptera, Vespidae, Vespinae, Vespa). Journal of Hymenoptera Research, 32: 1–15.
- 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 (ニューシリーズ), 25(1): 25–26.
- 高橋純一・木村隼大・西村穂貴・伊地知告・坂巻祥孝・山根正気. 2022. 喜界島に侵入したコガタスズメバチの成熟巣の解析. Nature of Kagoshima, 49: 143–147.
- 高橋純一・境 良朗・山村辰美・清 拓哉・高橋純一. 2015. 対馬で初めて採集された外来種ツマアカスズメバチ (*Vespa velutina*) の成熟巣. 長崎県生物学会誌. 76: 49–56.
- 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.
- Yamane, Sk. 1974. Observations on an orphan nest of *Vespa simillima* Smith (Hymenoptera, Vespidae). Kontyû, 42: 405–415.
- Yamane, Sk. 1987. The Vespinae of the Ryukyu Islands, Japan (Hymenoptera, Vespidae). Japanese Journal of Entomology, 55(4): 628–638.
- 山根正気. 1988. 琉球列島のスズメバチ. Satsuma, 100: 161–174.
- Yamane, Sk., Fukuda, T. and Makino, S. 2022. Observations on a nest of a paper wasp (*Polistes* sp.) infested by a pyralid moth, *Hypsopygia mauritialis* (Boisduval, 1833). Lepidoptera Science, 73: 27–32.
- 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.