

## ケブカコシブトハナバチの若干の生態的知見

前田泰生<sup>1)</sup>・宮永龍一<sup>2)</sup>

Some Bionomical Notes on *Anthophora plumipes* (PALLAS)(Hymenoptera, Apidae)

By Yasuo MAETA and Ryoichi MIYANAGA

**Abstract** *Anthophora plumipes* is a vernal and polylectic species. A large aggregation of nests was usually found on the mud walls of farmers' storehouse and fence, slope of the edge of the grove, etc., showing that *A. plumipes* is typical anthropophilous, and manageable for pollinator of various crops. Nests were excavated during overwintering period at two places, Inbe-cho and Sugata-cho in Matsue (N 35°29'), south-western Honshu, Japan. In this paper, the sex ratio, structure of brood cells, natural enemies and weight of dormant adults were mentioned. Evaluation as a pollinator and issues to be solved for enhancing the diffusion of utilization were also discussed from managerial aspects.

**Key words:** Sex ratio; brood cell structure; survival rate of adults; weight of dormant adults; management; *Anthophora*.

### はじめに

ケブカコシブトハナバチ *Anthophora plumipes* (PALLAS) は、日本(本州、四国、九州)のほか旧北区に広く分布している(多田内・村尾, 2014)。日本各地では典型的な里型種で、農家の土蔵や土堀の壁、人里の切通斜面などで集団営巣する(鳥潟, 1931; 宮本, 1958, 1960; 安松, 1968)。出現期は近畿・中国地方では4~5月で、広食性であるが、人里に多いレンゲ(マメ科)、シャクナゲやツツジ類(ツツジ科)、ナツグミ(グミ科)や水田の裏作で栽培されてきたナタネ(アブラナ科)で頻繁な訪花が見られる(宮本, 1960; 小野, 1983; 清水, 1983; 鳥潟, 1931; 安松, 1968)。本種は日本からアメリカ合衆国へ1988年に導入された(BATRA, 1994)。マネージメントができる可能性が高いので、これまでに送粉昆虫として利用が提案されてきた(BOHART, 私信; 安松, 1968; BATRA, 1994)。前田ほか(1990)はブルーベリー園での訪花昆虫相の調査で、訪花頻度、訪花速度採餌行動などから本種がブルーベリーの主要有力送粉者であることを指摘している。最近、マネージメントが着手され、いくつかの作物(ブルーベリー、ハウスイチゴなど)での利用が進展している(BATRA, 1977; STUBBS & DRUMMOND, 1999; ADAHIKARI ほか, 2016; ADAHIKARI & MIYANAGA, 2016)。

### 材料および方法

巣の発掘は、松江市忌部町の切通の斜面で営巣された巣を1982年10月28日に、ほかにも1986年1月7日に松江市菅田町の林端部の斜面に営巣された巣を発掘して、巣構造のほか性比、成虫の生存率、天敵などについて調査した。

<sup>1)</sup> 松江市東津田町2168-2168 <sup>2)</sup> 島根大学生物資源科学部

## 結果および考察

## 1. 性比

ケブカハナバチ属 *Anthophora* では、越冬態には前蛹と成虫の2つが知られている。多化性種は前者で、1化性種は後者である (STEPHEN *et al.*, 1969)。ケブカコシブトハナバチは年1化性で、成虫態で越冬する。1982年の忌部町における10月の調査時にはすでに成虫態に達していた。忌部町で発掘した巣におけるメス比 (メス / メス + オス) は0.460 (86/187) であった。ちなみに、同年にその巣の近辺における野外サンプリングで得たメス比は0.268 (19/71) であった。一方、1986年に菅田町で発掘した巣ではメス比は0.581 (200/344) であった。それゆえ本種の性比はほぼ1:1ではないかと判断される。

## 2. 育房の形態、サイズと性別の関係

巣構造と育房の形態については、すでに鳥潟 (1931) がある。巣は単坑で、坑道は作製する育房数に応じて、収容するに必要な長さが下向き穿孔され、育房は奥から空室を挟むことなく連続的に配列される。巣 (坑道) あたりの育房数は平均5.5個とされている。また、同一メスが複数個の巣を作製するとされている (ADAHIKARI ほか, 2016)。最後の育房の前方坑道は閉鎖されることなく、入口空室として残されている。巣型は OrCsb である (STEPHEN *et al.*, 1969)。坑道の穿孔、育房の作製・閉鎖と貯食の諸行動については、BATRA & NORDEN (1996) によって巣を内視した詳しい観察結果が報告されている。

育房は中央部が膨らみ底部が丸まった壺型を呈している (図1, 2)。内壁はデフォール腺からの分泌物で塗装されていて、やや光沢がある。入口栓は坑道の内方に向けて、0~30度に傾斜して作製されている。これは坑道が下方にやや湾曲して穿孔され、上部の育房に連結されるからであろう。その表裏は塗装されているが、表面は裏面よりも塗装が弱い。入口栓の内面はほんの少し中央部に向けて窪んでいたが、表面は中央部に向けて窪んでいて、周縁部が襟状になっている。入口栓の表面は次の育房の底部となる。壺は底部でやや厚く (約1.5 mm) 周辺部では薄い (約1.0 mm)。終齢幼虫の脱糞物は育房の底部から約1/2の高さまで内壁に貼り付けられていた。BATRA & NORDEN (1996) によると育房の作製は昼間に行われる。坑道の内壁を大顎で壺状になるように削る。削り取った土を運び、これに育房の内側にあてがいハチは口器から液体 (多分、ハチ蜜または水溜、露、葉上の雨滴から摂取した水) を反吐して湿らせて突き固める。突き固めは育房全体と入口栓の周縁に及ぶ。押し固めに尾節板が用いられ、その上にデフォール腺から分泌物が尾節板上の房毛と後脚の基符節の末端直毛を用いて施される。分泌物は塗布後に白濁化する。産卵後に直ちに育房の入口は、入口周縁からかじり取った土を同じように口器からの分泌物で湿らせて螺旋状に突き固めて閉鎖される。最後の土にはデフォール腺からの分泌液が混入され入口栓の表面に施され、次の育房の底部を形成する。育房が周囲の土壌から壺として隔離できるのは、上述のような作業で形成されるからである。

育房は4つの部位を測定した (表1)。松江市の忌部町と菅田町で発掘した巣では、両者間でわずかながら差があった。鳥潟 (1931) は育房の長さで中央部の直径を雌雄を区別せずに、10~12 mm と5~7 mm としている。一方、ADAHIKARI ほか (2016) は、育房の長さで中央部の直径をメスでは20.1±1.2 mm と12.5±0.6 mm、オスでは19.8±0.9 mm と12.1±1.2 mm と報告している。筆者らの測定値と比べると、鳥潟 (1931) のそれはやや小さく、ADAHIKARI ほか (2016) のそれは著しく大きい。これらの相違は産地間における個体差に由来するものでもあろうが、測定方法にも問題がありそうである。

筒 (孔) 類営巣性で、育房を土や葉パルプで仕切るツツハナバチ *Osmia* やハキリバチ *Megachile* では性別で異なる長さを持つ育房を作製することが知られている (前田, 1978; MAETA, 2017)。ケブカコシブトハナバチでは雌雄間で差異がなかった。雄性先熟のハキリバチ科のそれらと同じように、

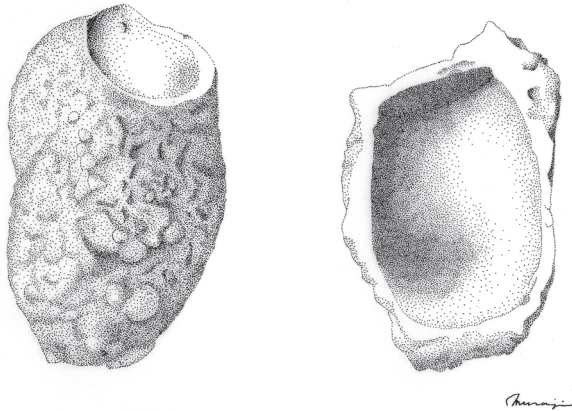


Fig. 1. Outer (left) and inner (right) views of the brood cell pot of *Anthophora plumipes*.



Fig. 2. Dormant male adult of *Anthophora plumipes* in a brood cell pot.

坑道中の性配列は奥側にメス，入口側にオスを配列する♀♂型であると推測される．性は貯食される花粉団子の量だけで調整されていることになる．

### 3. 天敵

天敵による死亡個体数は表2に示した．松江市における2つの調査地とも，天敵として病原菌(おそらく *Ascosporeae* spp.) による死亡だけが認められた．卵および若齢幼虫態での死亡率がやや高かった．成虫の生存率は，忌部町では89.0% (187/210)，菅田町では91.2% (344/377) で，ともにきわめて高かった．

鳥潟 (1931) はケブカコシブトハナバチの天敵として，1) マルクビツチハンミョウ *Meloe corvinus* MARSEUL, 2) オナゴコバチの一種 *Monodontomerus japonicus* ASHMEAD, 3) コナダニの一種 *Scroglyphus neglectus* BERLESE の3種をあげているが，加害率は記していない．1) を除くほかの2種の現有効学名は不明である．また，標本も残されていない．ADAHIKARI ほか (2016) の鳥根県出雲市での調査でも，病原菌による幼態の死亡だけが認められている．これらのことを踏まえると，本種では天敵の加害は低いように思える．

### 4. 成虫の体重

表3には菅田町で発掘した巣内で得られた休眠成虫の生体重と乾燥体重の測定値を示した．雌雄間のサイズは顕著で，メスの体重はオスのそれよりもはるかに重かった．これらは貯食される花粉団子の量の相違に由来していると考えられる．

### 5. 受継営巣

ケブカコシブトハナバチの旧巣を利用して営巣した種として，菅田町においてはオオハキリバチ *Megachile sculpturalis* SMITH が発見された．ほかにも，ドロバチの1種の受継営巣が見られたが，種名は確認できなかった．

Table 1. Size (mm) of the four parts of brood cells in *Anthophora plumipes*, excavated nests at two places in Matsue.<sup>1)</sup>

Place examined (Year)	Sex	Size	Length <sup>2)</sup>	Diameter <sup>3)</sup>	Diameter of mouth	Thick ness of closing plug
Inbe-cho (1982)	Female	Min.	12.7	8.7	6.2	0.9
		Max.	14.8	10.1	8.0	1.4
		Mean±SD	13.6±0.5	9.5±0.4	7.0±0.4	1.1±0.2
		N	34	46	49	57
	Male	Min.	11.6	8.3	6.2	0.8
		Max.	14.9	10.0	7.9	1.6
Mean±S		13.4±0.6	9.5±0.4	6.9±0.4	1.1±0.2	
	N	51	60	69	71	
Sugata-cho (1986)	Female	Min.	14.2	9.2	—	—
		Max.	15.9	10.5	—	—
		Mean±SD	14.8±0.4	9.9±0.3	—	—
		N	30	30	—	—
	Male	Min.	13.8	9.2	—	—
		Max.	15.3	10.5	—	—
Mean±SD		14.7±0.3	10.0±0.3	—	—	
	N	39	39	—	—	

<sup>1)</sup> No significant difference was obtained in both places between sexes in each part of brood cells ( $p > 0.001$ , t-test)

<sup>2)</sup> Measured the distance between bottom of cell and rear central surface of closing plug.

<sup>3)</sup> Measured at the widest part of brood cell.

Table 2. Number of normal adults and infested individuals by associates in nests of *Anthophora plumipes*, examined at two places in Matsue.<sup>1)</sup>

Place examined (Year)	Sex	Normal adults	Dead stages		
			Adult	Pupa	Egg and young larva
Inbe-cho (1982)	Female	86	1		
	Male	101	1	4	
	Combined	187 (89.0%)	2 (1.0%)	4 (1.9%)	17 (8.1%)
Sugata-cho (1986)	Female	144	2		
	Male	200	2	1	
	Combined	344 (91.2%)	4 (1.1%)	1 (0.3%)	28 (7.4%) <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Examined at overwintering period. <sup>2)</sup> One brood cell was infested by undetermined mite.

Table 3. Weight of dormant adults (mg) of *Anthophora plumipes* obtained at Sugata-cho, Matsue (1986).<sup>1)</sup>

Sex	Living (N)	Dried (N) <sup>2)</sup>
Female	221.7–295.5 260.6±16.2(49)	68.0–99.0 79.4±7.5(30)
Male	183.3–278.5 240.5±20.0(53)	53.9–113.5 70.4±9.5(39)

<sup>1)</sup> Values are given as range and mean±SD.

<sup>2)</sup> Adult weight was measured after drying them under natural condition for about 2 1/2 months.

## 6. 送粉昆虫としての有用性の展望

生産農場や農園において野生ハナバチ類を送粉昆虫として導入利用するにはマネージメントが必要である。マネージメントを図るためにはハナバチ類がもつ条件として、前田(1993)はSTEPHEN(1964)を参照して以下のものをあげている。1) 特定の場所で飼養するので、集団営巣性をもつこと。2) 受粉作物に対して、ある程度同種訪花性を示すこと。3) 人工または人手を加えた環境でも容易に営巣させ

うること。4) 天敵の加害が問題とならないか、なっても防除法があること。5) 受粉効果をあげるため増殖力が高いこと。6) 活動期が受粉物の開花期と重なり、その期間内で大半が産卵を完了すること。ケブカコシブトハナバチがこれらの諸条件を具備しているかどうかを以下検討して見る。1)～4)についてはさしたる問題はない。5)については懸念がある。温室内で調査された本種の個体あたりの産卵数は $6.0 \pm 2.4$ 個 (ADAHIKARI ほか, 2016), またメス比は上述のようにほぼ0.5であるから、メスあたりのメス子孫の生産数はわずかに約3個体に過ぎない。同じく温室内で飼養されたリングの送粉昆虫として利用されているマメコバチ *Osmia cornifrons* (RADOSZKOWSKI) の個体あたりの産卵数は $50.3 \pm 8.1$ 個で、メス比が $0.538 \pm 0.072$ , メス子孫の生産数は $23.5 \pm 6.3$ 個体とされているので (SUGIURA & MAETA, 1989), これと比べるとケブカコシブトハナバチの増殖能力は著しく低い。この低い増殖力は飼養個体数の増加で対応が可能であるが、スペースを占める営巣基である粘土ブロックの巣小屋内での配置は容易ではない。6) についても懸念がある。活動期と開花期が一致する春作物では利用が可能であるが、一致しない場合は放飼日を対象作物の開花期に合わせる必要がある。1化性の春のハナバチであるマメコバチでは冬期栽培のハウスイチゴでも利用できるように、前蛹の低温貯蔵、貯蔵後の加温、低温処理による成虫休眠覚醒などをプログラム化することで、周年利用システムが確立されている (MAETA *et al.*, 2006)。しかし、ケブカコシブトハナバチではこのようなシステムはまだ開発されていない。開発されたとしても、越冬巣を含む粘土ブロックの温度処理は困難であろう。

送粉昆虫としての普及を図るには、種バチが容易に購入できる商品化が不可欠である。ケブカコシブトハナバチでは、商品化の必須条件である人工巣の開発が大問題として残されている。マメコバチではすでに人工巣が開発されている (前田, 2016)。しかし、粘土ブロックは、BATRA 博士 (2017, 私信) によると営巣基の粘土ブロックは耐久性が強く、1989年に作製したものを現在でも一部使用していると言う。導入地では天敵が存在しないから反復使用が可能であろう。

ケブカコシブトハナバチは、優れた体温調節能力をもつ (STONE, 1993, 1994) 低温活動性である (BATRA, 1994; ADAHIKARI *et al.*, 2016)。また、日あたりの長い活動時間、早い訪花速度、長い口吻をもつことから、発達した花冠をもつブルーベリーを送粉者として抜群の送粉能力を発揮する (前田ほか, 1990)。特に、花冠口の狭いラビットアイ系の品種に対して形態的に適応している (手塚, 2002)。これらの特性はほかのブルーベリーの訪花者よりも優れている。利用者自身による種バチの入手とその後の増殖と維持管理ができれば普及は不可能ではない。

## 謝 辞

巣の発掘と成虫体重などの測定にあたりご援助をいただいた当時島根大学に在籍中の学生諸氏 (清水秀美君, 杉浦直人君, 郷原匡史君), 育房の構造図 (図1) は村路雅彦君の作成による。これらの諸氏に対して深謝の意を表する。

## 引用文献

- ADAHIKARI, R. D.・前田泰生・泉 洋平・宮永龍一, 2016. 閉鎖環境下におけるケブカハナバチの営巣行動. 昆虫 (ニューシリーズ), **19**: 86–93.
- & R. Miyana, 2016. Utilization of hairy footed flower bee *Anthophora plumipes* (Hymenoptera: Apidae) for pollination of greenhouse strawberry. *Adv. Ent.*, **4**: 25–31.
- BATRA, S. W. T., 1994. *Anthophora pilipes villosula* SM. (Hymenoptera: Anthophoridae), a manageable



- Japanese bee that visit blueberries and apples during cool, rainy, spring weather. *Proc. Entomolo. Soc. Wash.*, **96**: 98–119.
- , 1997. Solitary bee for *Vaccinium* pollination. *Acta Hort.*, (446): 71–76.
- & B. B. NORDEN, 1996. Fatty food for their brood: How *Anthophora* bees make and provision their cells (Hymenoptera: Apoidea). *Memo. Entomolo. Soc. Wash., Contributions on Hymenoptera*, pp. 36–44.
- 前田泰生, 1978. 日本産ツツハナバチ類の比較生態学的研究. 特に花粉媒介昆虫としての利用とマネージメントについて. 東北農試研報, (57): 1–221.
- , 1993. マメコバチを利用したリンゴの受粉 (井上民二・加藤 真編「花に引き寄せられる動物. 花と送粉者の共進化」所収): pp. 195–232. 平凡社, 東京.
- , 2016. マメコバチ用新人工巢. ホシザキグリーン財団研報告, (19): 17–23.
- ・岡村信三・植田尚文, 1990. ブルーベリーの訪花昆虫相と主要種の受粉行動. 中国昆虫, (4): 15–24.
- MAETA, Y., 2017. Nesting biology and management of *Megachile spissula* (COCKERELL)(Hymenoptera, Megachilidae). *Bull. Hoshizaki Green Found.*, (20): 115–145.
- , K. NAKANISHI, K. FUJII & K. KITAMURA, 2006. Exploitation of systems to use a univoltine Japanese mason bee, *Osmia cornifrons* (RADOSZKOWSKI), throughout out the year for pollination of greenhouse crops (Hymenoptera, Megachilidae). *Chugoku Kontyu*, (20): 1–17.
- 宮本セツ, 1958. 日本産花蜂の生態学的研究 VII. ケブカハナバチ *Anthophora acervolum villosula* SMITH の行動. 生態昆虫, **7**: 60–74.
- , 1960. *Anthophora* 属花蜂2種の訪花性 (日本産花蜂の生態学的研究 XVII). *Akitu*, **9**: 53–58.
- 小野雄司, 1983. 山陰地方のハナバチ相 (I). 昭和57年度島根大学農学部卒業論文.
- 清水秀美, 1983. 山陰地方のハナバチ相 (II). 昭和57年度島根大学農学部卒業論文.
- STEPHEN, W. P., 1964. Native bees – An untapped pollinator resource, *Bee World* (Supplement), **47**: 191–194.
- , G. E. BOHART & P. F. TORCHIO, 1969. The Biology and External Morphology of Bees. *Agric. Exp. Stn.*, 140 pp. Oregon State University, Corvallis.
- STONE, G. N., 1993. Endothermy in solitary bee *Anthophora plumipes* (Hymenoptera: Anthophoridae); independent measures of thermoregulatory ability, costs of warm-up and the role of body size. *J. Exp. Biol.*, **174**: 299–320.
- , 1994 Activity pattern of females of the solitary bee *Anthophora plumipes* in relation to temperature, nectar supplies and body size. *Ecol. Ent.*, **19**: 177–189.
- STUBBS, C. S., F. A. DRUMMOND, 1999. Pollination of lowbush blueberry by *Anthophora pilipes villosula* and *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Anthophoridae and Apidae). *J. Kansas Entomol. Soc.*, **72**: 306–309.
- SUGIURA, N. & Y. MAETA, 1989. Parental investment and offspring sex ratio in a solitary mason bee, *Osmia cornifrons* (RADOSZKOWSKI)(Hymenoptera, Megachilidae). *Jap. J. Ent.*, **25**: 861–875.
- 多田内 修・村尾竜起 (編), 2014. 日本産ハナバチ図鑑. 479 pp. 文一総合出版, 東京.
- 手塚俊行, 2002. ブルーベリーの花を訪れるハナバチたち (杉浦直人・伊藤文紀・前田泰生編「ハチとアリの自然史 本能の進化学」所収). pp. 96–104. 平凡社, 東京.
- 鳥潟恒雄, 1931. ケブカハナバチ (新称) に就いて. むし, **4**: 92–96.
- 安松京三, 1968. 昆虫と人生. 250 pp. 新思潮社, 東京.

(2017年10月13日受領, 2018年1月10日受理)