

ヒメハラナガツチバチ *Campsomeris annulata* の簡易飼育法と基礎生態

谷, 聡一郎

九州大学大学院農学研究院生物資源環境科学府資源生物科学専攻農業生物資源学コース天敵昆虫学分野

上野, 高敏

九州大学大学院農学研究院生物資源環境科学府資源生物科学専攻農業生物資源学コース天敵昆虫学分野

<https://doi.org/10.15017/1467655>

出版情報：九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 69 (2), pp. 55-62, 2014-08-29. 九州大学大学院農学研究院

バージョン：

権利関係：



ヒメハラナガツチバチ *Campsomeris annulata* の 簡易飼育法と基礎生態

谷 聡一郎*・上 野 高 敏

九州大学大学院農学研究科生物資源環境科学府資源生物科学専攻農業生物資源学コース天敵昆虫学分野
(2014年4月25日受付, 2014年5月12日受理)

Simple Breeding Method and Basic Biology of *Campsomeris annulata* (Hymenoptera: Scoliidae)

Soichiro TANI* and Takatoshi UENO

Laboratory of Insect Natural Enemies, Institute of Biological Control,
Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan

緒 言

害虫防除の手段として天敵生物を利用する生物的防除は、環境に対する負荷が少なく、化学農薬では防除困難な害虫も防除対象とできるため古くから試みられており、これまでに多くの研究が行われてきた (van Driesche and Bellows, 1996). 中でも他の生物に寄生し、これを捕食する事で死に至らしめる捕食寄生者は天敵として重要であり、特に膜翅目昆虫に属する寄生蜂類はしばしば生物的防除に用いられている (Hajek, 2004). しかし、寄生蜂類は生活史が多様なため天敵として有望とされる種が多い一方、基本的な生態や飼育法が確立しておらず天敵としての有用性が評価されていない種も多い.

ツチバチ科の蜂はコガネムシ類の幼虫を寄主とする単寄生性の寄生蜂である. コガネムシ類の幼虫は地中に存在しているため農薬等が効きづらく防除が困難な事から、天敵昆虫の利用が有望視されており、ツチバチ科の蜂はその重要な候補であるといえる. しかし、地中の寄主を利用する本種の生態を調査する事は困難であり、現在までにその基礎生態について調査された例は少ない.

ヒメハラナガツチバチ *Campsomeris annulata* (Hymenoptera: Scoliidae) は、日本の本州、四国、九

州の他、インド、インドネシア、東南アジア、中国、フィリピン、台湾、朝鮮等に広く分布し (平嶋・森本, 2008)、重要害虫であるドウガネブイブイ *Anomala cuprea*, アオドウガネ *A. albopilosa* を含む *Anomala* 属や、マメコガネ *Popillia japonica* 等の *Popillia* 属の終齢幼虫を寄主とする事が知られている (Miyagi, 1960; 島村, 1967; 長嶺, 1980). 過去には導入天敵としてアメリカでのマメコガネ防除 (Clausen *et al.*, 1932) や、サイパン島でのマリアナスジコガネ防除 (島村, 1967) に利用され、また日本各地に広く分布している事から土着天敵としても重要な種であると言える. さらに近年では、海浜性植物における送粉者としての役割も重要視されている (Inoue and Endo, 2006). このように、重要害虫種の天敵であるという点で注目されている他、今後は送粉昆虫としても注目されていく可能性がある本種だが、現在までにその飼育法や基礎生態等について調べた例は少ない. わずかに Clausen *et al.* (1932) や Miyagi (1960), 長嶺 (1980), Inoue and Endo (2006) によって、寄主の種類、産卵適合期や、野外における発消長、室温条件下での発育日数等は記録されているが、断片的な情報に留まっており、より詳細な調査が必要であると言える. そこで本研究では、福岡県産のヒメハラナガツチバチを用い、ヒメハラナガツチバチの簡易な飼育法および越冬明けのヒメハラナガツ

* Corresponding author (E-mail: scoliidae@gmail.com)

チバチの産卵数、発育零点と有効積算温度、成虫寿命等の基礎生態情報を調査した。

本研究を遂行するにあたり多くの有意義な助言を頂いた九州大学大学院農学研究院 資源生物科学部門 生物防除研究施設 天敵昆虫学分野の高木正見教授、津田みどり准教授に深謝の意を表す。なお、常日頃から暖かい励ましや協力を頂いた天敵昆虫学分野の研究室の方々に心より御礼申し上げる。

材料と方法

1. 飼育虫と飼育方法

実験に用いたヒメハラナガツチバチは、2012年5月に福岡県福岡市にて海浜性の花に訪花する個体を捕獲したものである。捕獲個体は実験室に持ち帰り、直径10cm、高さ4cmのプラスチックカップ（クリーンカップ、リスパック株式会社）に入れ、 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 16L8Dの恒温器内で飼育した。通気をよくするためプラスチックカップの蓋には針で通気穴を多数空けた。1つのカップに蜂1個体を入れ、25%に薄めた蜂蜜を含ませた脱脂綿片（1cm×1cm）をカップ内に入れた。脱脂綿は2日に1回交換し、カップが汚れた場合はティッシュ等で中の汚れを拭き取った。

寄主にはドウガネブイブイの終齢幼虫を用いた。ドウガネブイブイの幼虫は腐葉土のみで飼育できるため、容易に大量増殖する事が出来る。実験に使用する幼虫確保のため、ドウガネブイブイの発生時期である6月下旬から9月上旬にかけて、福岡県糟屋郡久山町の街灯に飛来した成虫を捕獲し採卵を行った。採卵は60cm×45cm×25cmのプラスチックケース内にて行い、十分に湿らせた腐葉土をつめたケース内に成虫を放し産卵させた。成虫の餌にはヤブガラシ *Cayratia japonica* 等のツル性植物の葉を用いた。産卵させた卵はそのままケース内で飼育した。ツチバチの寄主とし

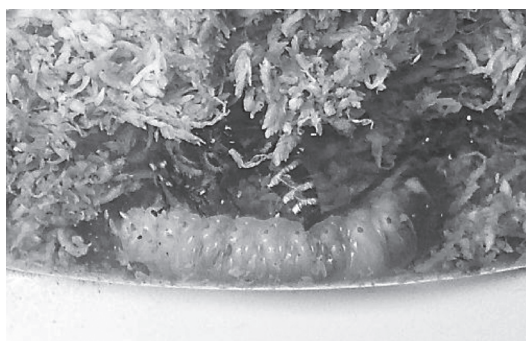


Fig. 1. *C. annulata* ovipositing in a container with the sphagnum moss.

て利用できる終齢幼虫までは、室温下（福岡県、7月～8月）で約2ヶ月の期間を必要とした。時折ケース内に腐葉土を追加し、また十分な水分を含ませた。

幼虫を飼育し続けると、野外条件下では翌年5月に蛹になり、越冬明け個体の産卵実験に利用できなくなるため、4月下旬からは腐葉土をつめた直径10cm、高さ4cmのプラスチックカップで幼虫を個別飼育し、 15°C 全暗の恒温器内で保存する事によって、6月下旬まで蛹化を遅らせる事ができた。また、幼虫の保存ができない7月から8月に幼虫が必要な場合は、2月に野外で飼育している幼虫を 25°C 16L8Dの恒温室に移す事で4月上旬に成虫を羽化させ、これらの成虫から採卵する事で寄主幼虫を供給する事ができた。4月に羽化させた成虫には、スイバ *Rumex acetosa* などを与えた。なお、ドウガネブイブイの飼育個体は羽化後2週間ほど産卵を行わず摂食だけを行い、その後に交尾、産卵を行う様になる。このように幼虫の蛹化と成虫の羽化時期を調節する事により、年中寄主の幼虫を切らす事無く確保できた。

ヒメハラナガツチバチの採卵には直径12cm、高さ6cmのプラスチックカップ（クリーンカップ、リスパック株式会社）を用いた。このカップ内に湿らせた水苔を深さ5cmほどになるまで薄くつめ、そこにドウガネブイブイ3齢幼虫1匹と雌蜂を1匹入れ、暗所に一晚静置する事で産卵させる事ができた。雌是水苔の中で小さな独房を用意し、ここに麻痺させた寄主を移動させてから産卵した（Fig. 1）。産卵された寄主は恒温器に入れて蜂卵が孵化し成虫になるまで保管した。保管の際、水苔が乾燥している場合は霧吹きで水を含ませた。

羽化した成虫は直径10cm、高さ4cmのプラスチックカップ内に雌雄を1匹ずつ入れペアリングした。この方法で雌雄を容易に交尾させる事ができた。また、交尾した雌に25%のハチミツ溶液を与えた後、寄主を与えて産卵させたとこ、羽化後1日目には産卵を行った。

2. 越冬明け成虫の産卵数及び寿命

越冬明けのヒメハラナガツチバチにおける産卵数及び寿命を調査するため、ヒメハラナガツチバチ発生地にて2012年4月下旬から雌個体の採集を行った。本種が初めて確認された5月9日から12日までの4日間に捕獲した8匹の雌に、1日1寄主ずつ死ぬまで毎日寄主を与え、産卵数と寿命を調査した。また、与えた寄主に対する攻撃の有無と産卵の有無も記録し、攻撃率と産卵率を算出した。

3. 有効積算温度と発育零点及び死亡率

ヒメハラナガツチバチの卵を30℃、25℃、20℃、15℃の4温度下で飼育し、各温度条件下での発育段階ごとの発育期間を調査した。また、これをもとに雌雄と発育段階ごとに有効積算温度と発育零点をそれぞれ算出した。有効積算温度と発育零点については、温度(t)における発育日数を(D)、発育が停止する発育零点を(T_0)とした場合、有効積算温度定数 K との関係式 $D(t - T_0) = K$ が成り立つ積算温度の法則を元に、発育日数の逆数 $1/D$ を発育速度(V)とし、温度(t)との相関を求め、計算された発育速度の直線回帰式($V = a + bt$)から発育零点($-a/b$)、有効積算温度($1/b$)を算出する方法を用いた。

採卵には2012年5月に福岡県福岡市で捕獲した越冬明けの雌を使用した。2012年の5月9日から7月6日までの期間に、室温の全暗環境にて採卵を試みた。前述の採卵法により得られた卵を翌日の朝に寄主ごと回収し、各温度の恒温器にいて飼育した。恒温機内の飼育個体は毎日午前中に孵化の有無、蛹化の有無、羽化の有無を確認した。また、羽化個体全体の性比、発育段階ごとの死亡率と性比についても記録し、発育温度や産卵時期との関係を検証した。

4. 成虫寿命

メハラナガツチバチの成虫寿命を雌雄と幼虫期の発育温度ごとに調査した。調査に用いた成虫個体は30℃、25℃、20℃の3つの温度区で室内飼育・羽化させたものである。羽化した蜂成虫は直径10cm、高さ4cmのプラスチックカップに入れ、25℃ 16L8Dの恒温器内で死亡するまで飼育し成虫寿命を算出した。なお成虫には25%のハチミツ溶液を染み込ませた脱脂綿を与えた。脱脂綿の交換は1日おきに行ない、死亡確認は毎日行なった。

5. 統計分析

越冬明け個体の産卵数と寿命の相関については回帰分析を用いて検定した。飼育温度による雌雄の発育期間の検定は分散分析によって行ない、発育ステージごとの発育期間の検定はStudentの t 検定を用いた。また、各発育段階における飼育温度ごとの死亡率については、Fisherの正確検定を適用した。飼育個体全体の性比のバイアスの有無については2項検定を用いて検定した。卵の産卵させた時期と羽化までの死亡率、羽化後の性比の関係については、ロジスティック回帰によって検定した。雌雄および幼虫期の飼育温度ごとの

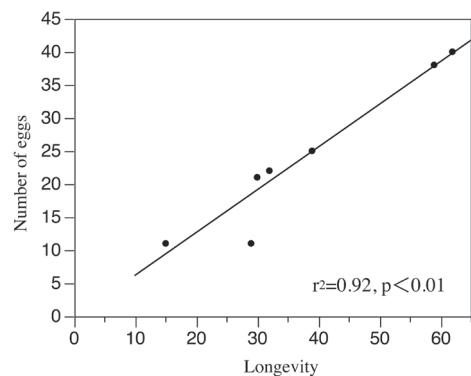


Fig. 2. Relationship between adult female longevity and lifetime fecundity.

成虫の生存期間についてはログランク検定を行った。2項検定にはR 2.11を用い、その他の全ての検定にはJMP 9.02を用いた。

結 果

越冬明けの雌成虫の平均産卵数は 23.6 ± 10.77 個で、平均寿命は 37.0 ± 15.96 日であった。また、最大産卵数は40個であった。与えた寄主に対する攻撃率は96.3%であったが、産卵率は65.2%であり、全ての雌で寄主への攻撃のみ行ない、産卵を行なわない現象が見られた。どの個体も死亡直前まで産卵を行っており、生存日数と産卵数には正の相関が見られた(回帰分析, $p < 0.01$, Fig. 2)。

発育期間に関する実験では、30℃で51個体、25℃で123個体、20℃で137個体、15℃で7個体の卵を飼育した。各温度条件下での飼育の結果、15℃以外の全ての温度区で、成虫までの発育を確認した。15℃での飼育個体は3週間以上孵化せず、その後全てカビが発生して死亡した。20℃、25℃、30℃における卵から成虫までの発育期間は、雄が20℃で 89.5 ± 5.52 日、25℃で 41.8 ± 1.71 日、30℃で 28.3 ± 0.87 日、雌が20℃で 93.6 ± 6.65 日、25℃で 44.0 ± 1.96 日、30℃で 31.0 ± 0.95 日であり、25℃と30℃で有意に雄の発育が早かった(分散分析, $p < 0.01$)。また、20℃でもやや早い傾向にあった(分散分析, $p = 0.06$)。発育段階ごとの発育期間はTable 1に示した。産卵から孵化まで、孵化から蛹化まで、蛹化から羽化まで、産卵から羽化までの全てのステージで、各温度での発育期間には有意な差が見られた(Studentの t 検定, $p < 0.01$)。これらの結果から発育零点と有効積算温度を算出したところ、雄が15.23℃、411.9日度、雌では

Table 1. Development time of *Campsomeris annulata* from egg to grub, grub to cocoon, cocoon to adult and egg to adult at three constant temperatures

(day, mean $\pm$ SD)					
Temp.	n	Stage*			
		Egg to grub	Grub to cocoon	Cocoon to adult	Egg to adult
20°C	137	6.0 $\pm$ 1.04 ^a	15.1 $\pm$ 1.39 ^a	71.8 $\pm$ 5.96 ^a	92.2 $\pm$ 6.52 ^a
25°C	123	2.8 $\pm$ 0.40 ^b	6.6 $\pm$ 0.72 ^b	33.5 $\pm$ 2.24 ^b	42.9 $\pm$ 2.14 ^b
30°C	51	2.0 $\pm$ 0.16 ^c	4.7 $\pm$ 0.62 ^c	23.3 $\pm$ 1.59 ^c	29.9 $\pm$ 1.62 ^c

* Different letters show significant differences between the values (Student t test, $p < 0.01$).

Table 2. Developmental threshold temperatures and thermal constants of *Campsomeris annulata*

	Stage			
Parameters*	Egg to grub	Grub to cocoon	Cocoon to adult	Egg to adult
T ₀	14.92	15.53	15.05	15.08
K	28.7	63.8	339.0	433.5

* T₀ = Developmental threshold temperatures (°C),
K = thermal constants (degree day)

Table 3. Mortality during the immature development and offspring sex ratio of *Campsomeris annulata* at three constant temperatures

Mortality (%)		Stage*			
	n	Egg to grub	Egg to cocoon	Egg to adult	Prop. of female (%)
20°C	137	28.5 ^a	47.4 ^a	72.3 ^a	65.8 ^a
25°C	123	20.3 ^a	32.5 ^b	42.3 ^b	49.3 ^a
30°C	51	19.6 ^a	47.1 ^{ab}	58.8 ^{ab}	57.1 ^a

* Different letters show significant differences between the values (Fisher's exact test, $p < 0.05$).

14.93°C, 454.2日度であった。また、各発育段階における有効積算温度と発育零点はTable 2にまとめた。各温度における死亡率は、孵化までの期間では差が見られなかったが、孵化から蛹化まで、孵化から羽化まででは20°Cの飼育個体で25°Cの飼育個体よりも有意に高かった (Fisherの正確検定, $p < 0.05$, Table 3)。死亡理由としては、寄主の腐敗、ダニによる卵の捕食、カビ等が見られた。全体の性比は1.24:1で雌の方が多いが、有意差はなかった (2項検定, $P = 0.25$)。また、各温度での性比にも有意な差は見られなかった (Fisherの正確検定, $p > 0.05$, Table 3)。産卵された時期と

羽化までの死亡率の関係については、25°Cと30°Cの飼育個体において産卵時期が遅いほど有意に死亡率が高くなる傾向が見られた (ロジスティック回帰, $p < 0.01$, Fig. 3)。性比については産卵時期との相関は見られなかった (ロジスティック回帰, $p = 0.73$)。

成虫の寿命は雄で平均72.2 $\pm$ 42.12日、雌では平均95.3 $\pm$ 55.20日で、有意に雌の方が長かった (ログランク検定, $p < 0.01$, Fig. 4)。また、羽化前の飼育温度と寿命の関係については、25°Cと30°Cで飼育した個体に比べ、20°Cで飼育した個体の寿命が有意に短かった (ログランク検定, $p < 0.01$, Fig. 5)。

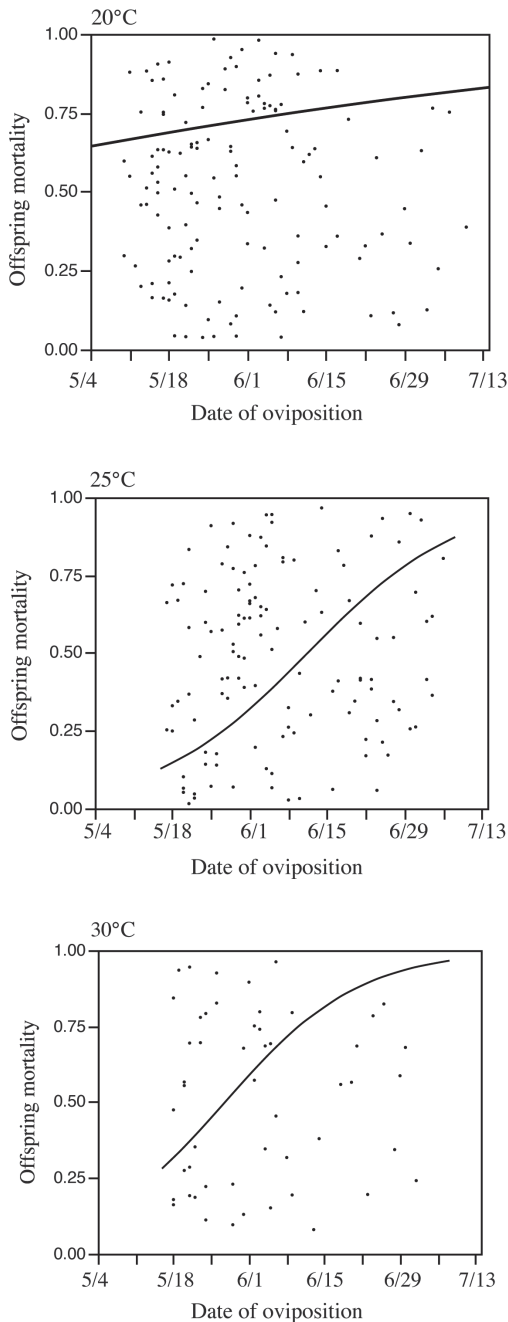


Fig.3. Relationships between the date of mother wasp emergence and the mortality rate of the offspring during the immature development. Logistic regression lines are shown (Logistic regression analysis; $r^2=0.0064$, $P=0.31$ at 20 °C, $r^2=0.1448$, $P<0.01$ at 20 °C, $r^2=0.1419$, $P<0.01$ at 30°C).

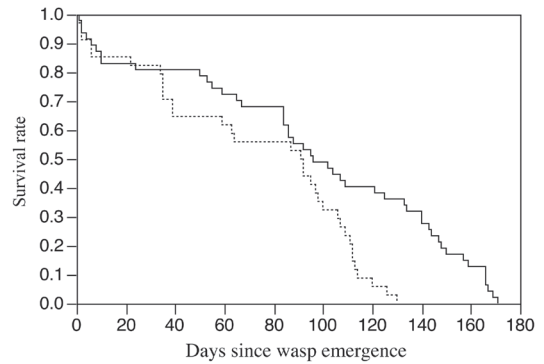


Fig.4. Survival curves of adult male and female *C. annulata*. The dot and solid lines show male and female survivals, respectively. Survival curves are significantly different between the sexes (Log-lank test, $p<0.01$).

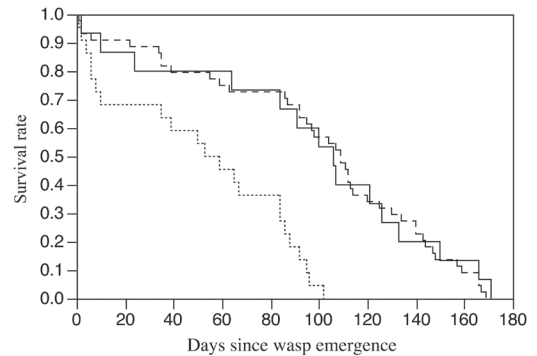


Fig.5. Survival curves adult *C. annulata* in response to rearing temperatures at which they had been kept during the immature development. The dot, solid and broken lines show 20 °C, 30 °C, 25 °C groups, respectively. The curves are significantly different between the 20 °C and 25 °C groups (Log-lank test, $p<0.01$) or 30°C ($p<0.01$).

考 察

本研究によって、ヒメハラナガツチバチが簡易な飼育方法で累代飼育可能なことが示され、また本種の基礎的な生態情報が明らかになった。今回の実験において、採卵は室内の暗所で行なったが、予備的に明るい場所や照明装置のある恒温器内で採卵した場合では、雌が寄主を麻痺させた後、産卵する事なくいつまでも引きずり回している様子が度々観察された(谷, 未発表)。このことから、光や恒温器内の振動が、産卵場所決定の妨げとなっている事が考えられる。一方、独房を作り終え、産卵準備に入っている個体を暗所から

取り出した場合は、そのまま産卵行動を継続し、産卵前行動を観察することができた。産卵前には寄主幼虫の体表をくまなく大あごでかむ様な動作を行ない、その後、腹部を寄主にまんべんなくこすりつけ、寄主の体表を掃除する様な行動が見られた(谷, 未発表)。産卵後は独房を壊さないように産卵場所からはなれ地上に出てくるが、雌を長時間カップ内に入れておくと、再び水苔内に潜り独房を破壊してしまうため、産卵が確認でき次第すぐにカップから取り出す必要があった(谷, 未発表)。

天敵昆虫における産卵数及び寿命の調査は、その種の天敵としての有効性を測る上で非常に重要であるといえる。今回、越冬明け個体の産卵数と平均寿命を調査した結果、平均産卵数は23.6個で平均寿命は37.0日であった。ヒメハラナガツチバチの産卵数については、60個程度であるという報告(島村, 1967)や、100個前後であるという報告(長嶺, 1980)があるが、どちらも明確なデータを示していない。本結果は、野外捕獲個体に対し1日1寄主のみ与えた場合の産卵数であるが、越冬明けのきわめて初期に捕獲した個体である事に加え、与えた寄主に対する反応では、攻撃率が96.3%と高かったのに対し、産卵率が65.2%と低かった事から、実際の生涯産卵数を反映した結果であると考えられる。Miyagi (1960) は、コモツチバチ *Scolia decorata* とキンケハラナガツチバチ *Campsomeris prismatica* を用いた観察において、産卵実験時に複数寄主を与えた場合でも1日に最大で1個しか産卵しないこと、またコモツチバチは卵巣内に成熟卵を1卵ないし2卵しか保有していないことから、野外における日当たり産卵数は1卵から2卵であろうと推測している。

加えて、ヒメハラナガツチバチを含む多くのツチバチでは、(1) 地上から地中の寄主を飛翔しながら探索し、(2) 寄主生息環境を発見後するとこんどは土中を探索、(3) 発見すると寄主を麻痺した後に地中深くへ運び込み、(4) 土中に独房を作ってから産卵する、という極めてコストの高い産卵過程を経るため、野外における実際の日当たり産卵数は室内実験条件下で推定された値よりもさらに少ないと推定される。ヒメハラナガツチバチを含むコガネムシ寄生性ツチバチ類では日当たり産卵数が少ないと考えられるが、この不利な面は、長い生存期間に渡って卵を持続的に産み続けるという産卵戦略により補っているとみなせる。Fig. 2に示したような生存期間と産卵数に正の相関が見られた事実もこのような産卵戦略の存在を示唆して

いる。

卵から成虫までの発育期間調査の結果、雌雄の発育零点と有効積算温度はそれぞれ、雄が15.23℃, 411.9日度、雌では14.93℃, 454.2日度であった。雌雄ともに推定された発育零点は15℃前後であったが、これは15℃で飼育した個体が発育を完了することなく全て死亡したことからも支持される。雄の発育期間は有意に雌より短く、これは、ツチバチの雄は雌より早く発生し、雌の発生してくるごく狭いエリアをパトロールするという報告(Miyagi, 1960)や、Inoue and Endo (2006) が示した野外の発生存長とも合致している。飼育温度ごとの死亡率では、20℃の飼育個体において25℃の個体よりも高かったが、発育期間が長期化するにつれてダニやカビといった天敵に攻撃されるリスクが高くなったためと考えられる。また、産卵された時期の遅い卵の死亡率が有意に高かった点については、長期にわたる産卵の結果、雌の栄養状態が悪化することによる卵の質が低下していた可能性があるほか、産卵場所については室温環境で行なっていたため、5月から7月までの間に産卵容器内の環境悪化が起こっていた可能性も考えられる。ヒメハラナガツチバチの増殖を行なうに当たっては、雌の栄養状態の管理や好適な産卵環境の維持についても考慮する必要があるだろう。

成虫寿命については、雄で平均72.2±42.12日、雌では平均95.3±55.20日であり、雌雄ともに非常に長期間生存している事が分かった。このような成虫寿命の長さは、雌雄それぞれの繁殖生態に対応していると考えられる。Tani and Ueno (2013) は、ツチバチの雄が自らのパトロールエリアに強く固執し、餌場等の離れた場所から帰還することを報告しているが、これは地中の温度環境によって雌の発生がばらつき正確な出現時期が予測不可能な結果、処女雌を獲得するためには長期のパトロールが必要であるからだと推測される。このため雄が交尾相手を獲得するためには長期間にわたり生存することが重要であると言える。また雌についても、前述したように発見困難なコガネムシ幼虫を利用する以上は日当たりの産卵数の少なさを寿命で補う必要があることから、長寿化が必須である。さらに主要寄主である年1化のコガネムシ類では雌の発生時期に寄生可能な齢期の寄主がいけない場合も考えられるため、産卵に適した寄主の発見には、やはり長い成虫寿命が必要であると考えられる。産卵に適した発育段階の寄主の発見が困難であると予想されるヒメバチの1種では、まだ利用可能でない潜在的な寄主の位

置を学習し、繰り返しその場所に帰還することで産卵成功率を上げる例が知られている (van Nouhuys and Kaartinen, 2008). 同様に Tani and Ueno (2013) は、ツチバチ科の雌が自らの寄主探索場所に固執し、その場所に繰り返し帰還していることを報告している。これらの事実から、探索困難な寄主を利用するツチバチは、長期間の成虫寿命の中で、発生初期に潜在的な寄主を探索しその場所を学習することで、効率的な寄主探索を行っていると推測される。

興味深いことに羽化前の発育温度と成虫寿命の関係において、20℃で飼育した個体が、25℃と30℃で飼育した個体よりも有意に寿命が短いという結果になった。これについて明確な原因は不明であるが、20℃飼育個体では、カビやダニ等による羽化までの死亡率も高かったため、幼虫期の寄主状態悪化が、成虫に影響した可能性が考えられる。

今回我々はヒメハラナガツチバチにおける越冬明け成虫の産卵数と、発育零点及び有効積算温量、成虫寿命について調査を行ったが、実験において示された産卵数は、難防除害虫であるドウガネブイブイの産卵数が平均74.5個であるという報告 (井村ら, 1991) やマメコガネの産卵数が40から60個程度であるという報告 (Flemings, 1972) に比べ少なく、このことから、ヒメハラナガツチバチのみを用いてこれらのコガネムシ類を防除する事は困難であると考えられる。しかし本種は温度条件に応じた年2化以上の発生と長い成虫寿命によって、複数種の寄主や、年1化の寄主幼虫の秋と春の幼虫の両方に対して寄生できるよう適応していると考えられ、害虫の大発生を抑える土着天敵としての価値は高いといえる。また、Tani and Ueno (2013) が報告しているように、ツチバチ類は一定のエリアに固執し、その場所に繰り返し帰還する行動を取っていることから、放飼環境及び放飼方法の検討次第では、特定の農地に定着する放飼天敵としても有用となる可能性も考えられる。

このように有効な天敵として利用される可能性のある本種だが、依然としてその生態は不明な点が多く、特に2化目以降の成虫の生涯産卵数や越冬生態については未解明のままである。2化目以降の産卵については、30℃飼育条件下で羽化した雌が、羽化後1日で産卵可能となる事がわかっているが、同時に日本の愛媛県において10月に捕獲したヒメハラナガツチバチが、ドウガネブイブイの幼虫に産卵しない例も観察している。越冬世代と2世代目以降では生態や生理状態が異なることから、産卵数や寿命に違いが見られることも

考えられ、ヒメハラナガツチバチの天敵としての価値を正しく評価するには、越冬明け個体の産卵数だけでなく、2化目以降の産卵数も調査する必要がある。また、越冬生態については今までにほとんど明らかになっていないが、越冬場所や、越冬世代へと変化する日長や温度を調査する事は、導入天敵としての利用や保護利用を考える上でも重要であると言える。このため、今後は越冬世代への変化のメカニズムや産卵行動についても調査していく必要がある。

要 約

本研究ではコガネムシ類の幼虫に対する天敵であるヒメハラナガツチバチの簡易飼育法及び基礎生態について調べた。ヒメハラナガツチバチの成虫は、25%のハチミツを与える事で飼育する事ができ、採卵については、直径12cmほどのカップに、煮沸消毒したのち冷まして水をよく絞った水苔を薄く詰め、そこに雌とドウガネブイブイの3齢幼虫を1匹ずつ入れて暗所に1日置く事で卵を得る事が出来た。越冬明けの雌の平均産卵数は 23.63 ± 10.77 個で、平均寿命は 37.00 ± 15.96 日であった。また、卵を20℃、25℃、30℃で飼育し、有効積算温量と発育零点を算出したところ、それぞれ433.5日度、15.08℃であった。成虫までの死亡率は、20℃で72.3%、25℃で49.3%、30℃では57.1%であり、20℃で有意に高い傾向が見られた。また、25℃と30℃では、産卵日時の遅い個体ほど、死亡率が高くなる傾向が見られた。成虫の寿命は、雄が平均 72.18 ± 42.14 日、雌が平均 95.30 ± 55.20 日で、雌が有意に長かった。また幼虫期に20℃で飼育した個体では、25℃、30℃で飼育した個体に比べて有意に寿命が短い傾向が見られた。

キ ー ワ ー ド

発育零点、寿命、生涯産卵数、ツチバチ、有効積算温量

文 献

- Clausen, C. P., T. R. Gardner and K. Sato 1932 Biology of some Japanese and Chosenese grub parasites (Scolidae). *U. S. Dept. Agr. Bull.*, **308**: 1-26
- Flemings, W. E. 1972 *Biology of the Japanese Beetle*. United States Department of Agriculture Technical Bulletin, **1449**, Washington, D.C., pp. 45-47
- Hajek, A. E., 2004 *Natural Enemies: An Introduction to Biological Control*. Cambridge University Press,

- Cambridge, UK
- Inoue, M. and T. Endo 2006 Spatiotemporal distribution and resource use of scoliid wasps (Hymenoptera) in coastal sand dunes. *Entomol. Sci.*, **9**: 359–371
- Miyagi, I. 1960 Ecological studies of some Japanese species of Scoliidæ (Hymenoptera). *Trans. Shikoku Ent. Soc.*, **6**: 104–120
- Tani, S. and T. Ueno 2013 Site fidelity and long distance homing by males of solitary parasitic wasps (Hymenoptera: Scoliidæ). *The Can. Entomol.*, **145**: 333–337
- van Driesche, R. G. and T. S. Bellows, Jr. 1996 *Biological Control*. Chapman and Hall, New York
- van Nouhuys, S. and R. Kaartinen 2008 A parasitoid wasp uses landmarks while monitoring potential resources. *Proc. Roy. Soc. B.*, **275**: 377–385
- 井村 務・斎藤浩一・合田健二 1991 イチゴを加害するドウガネブイブイの生態と防除法. 栃木県農業試験研究報告, **38**: 135–146
- 島村盛永 1967 サイパン島におけるヒメハラナガツチバチの導入経過. 沖縄農業, **6**: 36–43
- 長嶺将昭 1980 アオドウガネに寄生するヒメハラナガツチバチの生物的特性について. 沖縄農業試験場研究報告, **5**: 45–51
- 平嶋義宏・森本 桂 2008 新訂原色昆虫大図鑑Ⅲ. 北隆館, 東京, pp. 544

Summary

Campsomeris annulata (Hymenoptera: Scoliidæ) is an important natural enemy of scarabaeid beetle grubs. However, few studies have addressed their effective rearing procedure and basic biology, so far. We developed the simple breeding method and investigated the basic biology of *C. annulata*. The last instar grubs of *Anomala cuprea* were used as a suitable host of *C. annulata*. An oviposition by female *C. annulata* was induced with a host grub and the sphagnum moss in a plastic cup, which was kept under a constant dark environment for one night. Overwintered females collected from the field oviposited an average of 23.63 ± 10.77 (SD) eggs during their lifetime when kept at 25°C. Their average longevity was 37.00 ± 15.96 days. Developmental threshold temperature and thermal constant of *C. annulata* were 15.08 °C and 433.5 degree day, respectively. The mortalities during the immature development were 72%, 49% and 57.1% at 20°C, 25°C and 30°C, respectively. The mortality was significantly high at 20°C. Curiously, under 25°C and 30°C conditions, the offspring mortality was significantly higher when they were laid later in the mothers' life. The longevities of adult wasps in the 25°C 16L8D condition were an average of 72.18 ± 42.14 days in males and 95.30 ± 55.20 days in females; females lived significantly longer than males. The longevity of the wasps that had bred at 20°C during the immature development was shorter than those at 25°C and 30°C. The current results complement the previous fragmentary field observations of *C. annulata* and help the understanding of its general biology.

Key words: Developmental threshold temperature, Fecundity, Longevity, Scoliidæ, Thermal constant