

原著論文

ウマノオバチ *Euurobracon yokahamae* (Dalla Torre, 1898) (Insecta: Hymenoptera: Braconidae) の生活史 —工業用内視鏡を使った観察—Notes on the Life History of the Parasitoid Wasp, *Euurobracon yokahamae* (Dalla Torre, 1898) (Insecta: Hymenoptera: Braconidae) based on observation with an Industrial Endoscope加賀玲子¹⁾・苅部治紀¹⁾Reiko KAGA¹⁾ & Haruki KARUBE¹⁾

Abstract. The ecology and life history of *Euurobracon yokahamae* (Dalla Torre, 1898) are being clarified rapidly in recent years. However, its egg-laying has not been observed because the behavior is done using thin tunnels made by cerambycid larvae of *Massicus raddei*. For the direct observation of oviposition behavior of *E. yokahamae*, we tried to use an industrial endoscope. As a result, we firstly succeeded to confirm the position of the ovipositor at laying to the host, and were able to record it in the photographs. In addition, four examples of parasitized pupas (and pre-pupa) of *Massicus raddei* by *E. yokahamae* were newly confirmed in the chestnut tree. Subsequent continuous observation under the rearing conditions almost revealed the life history of *E. yokahamae* including larvae, pupas, and emergence.

Key words: larvae, *Massicus raddei*, ovipositor, pupas

はじめに

ウマノオバチ *Euurobracon yokahamae* (Dalla Torre, 1898) の生態については、近年急速にその実態が解明されつつある。筆者らは、前報において、これまでの知見を集約、再検討した(加賀ほか, 2018)。野外観察により、特にその寄主については、定説とされてきたシロスジカミキリの幼虫説はカミキリムシ幼虫の坑道の写真から判断した同定の誤りであり、原文献を参照せずに孫引きを繰り返した結果であり、実際の寄主はミヤマカミキリであることを明らかにした。これは、ウマノ

オバチの新成虫が材中のカミキリムシ蛹室内で発見された際、蛹室内に残されていた幼虫脱皮殻の頭部の形態とくに、大顎、脚形態、がミヤマカミキリと合致したことによる。寄生するステージは蛹であるとする事で、発生時期、2週間程の短い発生期間など既知の本種生活史を矛盾なく説明できることを述べた(加賀ほか, 2018)。

しかしながら、以下の点が大きな未解明部分として残っていた。ミヤマカミキリ幼虫は蛹室を作る際にそれまで食べ進んできた坑道と蛹室の間に石灰質の仕切りを作る(小島・林, 1969)(図1)。これは、筆者らは、1月には既に出来上がっていることを寄生材の割り出しにより直接確認している。産卵するウマノオバチにとって大きな障壁となるこの仕切りを、どのように突破して蛹室内のミヤマカミキリ蛹に到達するのかということが、最大の疑問点であり、これは、例えばウマノ

¹⁾ 神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History,
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
加賀玲子: antiopa.rei@nh.kanagawa-museum.jp;



図 1. ミヤマカミキリ坑道と蛹室の仕切り (矢印で示した部分)。

Fig. 1. Partition wall between tunnel made by larvae of *Massicus raddei* and its pupal chamber (indicated by an arrow).

オバチ成虫メスが仕切りを破壊し蛹室内に侵入し産卵をする、仕切りの隙間から産卵管を差し込む、あるいは、孵化したウマノオバチ幼虫が何らかの方法で仕切りを越えて中にいるミヤマカミキリ蛹に取り付く、などが考えられる。未解明なもう一点は、材中に生息する様々な齢期のミヤマカミキリ幼虫の中で、産卵に適した蛹であることをウマノオバチのメスが何によって判断し産卵するかである。

これらのことを観察するためには、これまで筆者らが行ってきたウマノオバチが産卵したと思われる部位の材を割って確認するという破壊的な方法ではなく、ウマノオバチの行動を阻害しないような非破壊的な観察方法をとることが必要であった。

調査の方法

非破壊的な直接観察を実施するために、本研究では新たに携帯型工業用内視鏡 (IPLEX TX) を使用した。本器は、挿入部 (カメラ部分) の外径が 2.4 mm であり、先端部に湾曲機能を有することで、材中のミヤマカミキリ坑道の追跡が可能になると期待される。6.5 型 LCD モニターにより観察中も画像確認ができ、リチウムイオンバッテリーを用い野外への持ち運びが可能である。本器を使い、栽培クリの材中にいるミヤマカミキリ蛹に産卵する本種の産卵行動中に坑道内に同時にカメラを挿入し、撮影を試みた (図 2)。

また、クリ園の所有者に許可を得て、内視鏡により確定できた産卵部位を後日伐採してウマノオバチ幼虫を割り出し観察した。さらに、できる



図 2. 工業用内視鏡を使った調査、カミキリムシ幼虫の坑道に内視鏡を挿入しているところ。

Fig. 2. Observation with an industrial endoscope.

だけそのままの状態を持ち帰り飼育下に置いて蛹化、羽化するまでの観察を続けた。

観察は、産卵行動については相模原市緑区牧野、秦野市弘法山で実施した。飼育については秦野市弘法山で得られたサンプルを持ち帰り、平塚市の自宅屋内で継続観察した。

結 果

1. ミヤマカミキリ坑道での産卵行動の直接観察事例

今回、1 例のみであるが、野外で産卵中のウマノオバチ (以下本種) の観察の中で、産卵管の位置と動きを動画と静止画で撮影することができた (図 3)。相模原市緑区牧野で、5 月 11 日 15 時 20 分から撮影したもので、3 本の黒い線のうち左にあるのが産卵管本体で、残りの 2 本は産卵管の鞘である。観察によると本種の産卵管の先端部はミヤマカミキリが作った石灰質状の仕切りと、坑道の木部の隙間部分に差し込まれていた。産卵中は、産卵管の鞘は動かず産卵管本体のみが小刻みな動きを繰り返していた。仕切りは全く破壊されていないことを確認した。産卵行動中のウマノオバチの産卵管先端部の位置、動きをとらえた初めての画像となる。

この個体を採集し (KPM-NK 69384)、産卵管の長さ (腹部末端から産卵管先端) を測定したところ 19.0 cm であった。内視鏡の先端部カメラの位置 (=ミヤマカミキリの蛹室の仕切りの位置) からウマノオバチ腹部先端までのケーブルの長さは 16.2 cm であったので、ウマノオバチの産卵管と同じようにケーブルが位置していたと仮定すると、産卵管の約 3 cm が仕切りよりも中の蛹室内に入っていたことになる。

産卵前のカミキリムシ幼虫の坑道への出入りを繰り返す寄主探索行動 (加賀, 2009) について



図 3. 産卵中の産卵管の位置 (IPLEX TX で撮影). 産卵管を黒矢印で、蛹室の仕切りを白矢印で示す.

Fig. 3. Position of ovipositor at egg-laying (Recorded with IPLEX TX).

も、観察を試みたが、狭い坑道中、探索中のウマノオバチと物理的に接触してしまうことと、カメラの光を感じさせてしまうためか、探索行動を中止し、坑道から外部に出てしまうため、行動を直接観察することはできなかった。

2. ミヤマカミキリ蛹への寄生確認の追加事例

5 月 30 日：秦野市弘法山においてクリ生木で、本種が寄生したミヤマカミキリ蛹を 4 例割り出すことに成功した。坑道と蛹室の間の仕切りについては、伐採や切り出しの際に落ちてしまったためか、確認はできなかった。

サンプル 1：工業用内視鏡により本種が産卵したと思われる部位を確認していたミヤマカミキリ蛹室を含む材を切り出し、樹皮から慎重に取り除いていくことで、生きている状態での本種幼虫を確認、撮影できた (図 4)。ステージは終齢幼虫 (図 5) で寄主は食べつくされた後であり、確認はできなかった。本種幼虫のうち 3 頭は液浸標本にし (KPM-NK 69381–69383)、他の幼虫は観察し易いように材に切れ込みを入れた状態で持ち帰り屋内で飼育観察を続けた。

このサンプルの時間を追っての観察結果は以下の通りである。

5 月 30 日 観察開始 幼虫は採取時には、それぞれ別の方向に動くが、ミヤマカミキリ蛹室内から出ようとするような大きな動きはしなかった。飼育時は全体を軽くビニール袋で覆い、時々霧吹きで水分を与えつつ、乾燥剤を中に入れて木の切り口から出る樹液で、過湿にならないように留意した。



図 4. クリ生木から割り出されたウマノオバチ幼虫.

Fig. 4. Exposed larvae of *Euurobracon yokahamae* by splitting a chestnuts tree.



図 5. ウマノオバチの幼虫.

Fig. 5. Larvae of *Euurobracon yokahamae*.



図 6. 個々の繭を作り、中で終齢幼虫が動いているのが見える。

Fig. 6. Activity of last instar larvae of *Euurobracon yokahamae* in their individual cocoons.



図 7. 繭の中で羽化した成虫メス。繭内で黒い筋状に透けて見えるのが産卵管。

Fig. 7. Females of *Euurobracon yokahamae* emerged from the pupas in the cocoons. Black semitransparent fibers are ovipositors.



図 8. 重なっている繭のうち上の個体から羽脱。

Fig. 8. Females of *Euurobracon yokahamae* emerged from the cocoons. Emergence occurred from upper individuals to lower ones in this order.

6月3日：幼虫はミヤマカミキリ蛹室内で重なった状態で、個々の繭を作った。中では終齢幼虫がわずかに動いているのが確認できた。この時点では繭を傷つけないように樹皮は一部分だけはずした観察にとどめた。

6月11日：個々の繭が完成し、覆っていた樹皮を時折取り除いて観察した（図6）。繭の中で前蛹から蛹になり、この状態が約1か月間続く。

7月4日：繭の中で黒く色づいた産卵管や触角が確認できた。

7月11日：繭の中で羽化し、成虫となっていることが確認された（図7）。

7月13日：重なった繭の上の個体から繭を破って羽脱した（図8）。

自然の状態では、羽化した後、翌年の5月の出現時期まで成虫になって材中で夏と冬を過ごす。飼育下の影響と考えられるが、次々と羽脱してきた。

7月13日：3 ♂ (KPM-NK 69389–69391) 1 ♀ (KPN-NK 69392)

7月14日：3 ♂ (KPM-NK 69393–69395) 2 ♀ (KPM-NK 69396, 69405)

7月16日：2 ♂ (KPM-NK 69397, 69398) 2 ♀ (KPM-NK 69399, 69400)

7月18日：3 ♂ (KPM-NK 69401–69403)



図 9. ウマノオバチに寄生されたミヤマカミキリ前蛹。
Fig. 9. Pre-pupa of *Massicus raddei* parasitized by *Euurobracon yokahamae*.

7 月 20 日 : 1 ♂ (KPM-NK 69404)

♂ 12 頭、♀ 5 頭計 17 頭が羽化した。この飼育観察方法においては、雌雄の羽化時期に時間による偏りはなかった。

サンプル 2 : サンプル 1 と同様に、ミヤマカミキリ蛹室部分を切り出したが、材を輪切りにした際に蛹室の一部を破損してまった。本種幼虫 1 頭を液浸標本 (KPM-NK 69380) にし、5 頭を材とともに持ち帰ったが、個々の繭を作った時点で、共同で作っている全体を覆う繭にカビが発生し、黒く変色し全て死亡したため、継続観察はできなかった。

サンプル 3 : 本種が産卵した部位から本種幼虫を探索している際に、ミヤマカミキリの前蛹に寄生しているウマノオバチ幼虫が 3 頭見つかった。前蛹の厚い外皮をかみ切るのではなく、腹部を吸い取るような摂食の仕方では、前蛹の頭と腹部末端部分が残された状態であった (図 9)。それぞれを液浸標本にした。これまで前蛹に寄生した観察事例や推測事例はなく、本事例が初めてと思われる。標本番号 : ミヤマカミキリ前蛹 (KPM-NK 69347)、ウマノオバチ幼虫 (KPM-NK 69348–69350)。

サンプル 4 : 他のサンプルと同様の調査中に、一つのミヤマカミキリ蛹室からウマノオバチの幼虫が 32 頭見つかった。そのうちの傷つけることなく採集できた幼虫 29 個体を液浸標本とした (KPM-NK 69351–69379)。

考 察

これまで本種の生態を解明していく上で、産卵はどこに行うのか、産卵管の先端部は寄主に届いているのかということについては、最大の問題で

あった。今回は 1 例のみの観察例であるが、産卵行動中の本種の坑道内にカメラを入れ、初めて直接観察、撮影をすることができた。

産卵管はミヤマカミキリが作る石灰質状の仕切りと、木部とのわずかな隙間に差し込まれていた。ミヤマカミキリ蛹室内に差し込まれた産卵管の長さは 3 cm ほどであった。(その他のサンプルでの状況は、伐採や割り出しの際に落ちてしまったためか、石灰質状の仕切りがそのままの形で残っているかどうかの確認はできなかった。)

ミヤマカミキリの石灰質状の仕切りは、他の寄生性の昆虫やクモ、ゴキブリなど木の中に住む捕食性の昆虫や菌類から、動けない蛹を護るために進化したと考えられるが、同時に寄主にたどり着いた本種幼虫をも、これら外敵から護ることになり、坑道に潜入して寄主探索行動をとる本種メスの指標ともなっているものと推測される。

本種発生末期になると、幹に残された産卵管を目にすることがある。これは、仕切りの隙間に産卵後、産卵管が抜けなくなり、破損したものと考えられ、差し込む隙間がいかに狭いものであるかを示している。

本研究から本種の生活史 (図 10) は、5 月初旬頃に産卵された状況から、孵化後急速に成長し、一か月弱の 5 月下旬には終齢幼虫になり、その後 6 月初めに個々に重なった状態の繭を作って蛹化するものと推測される。これ以降は飼育下ではあるが、7 月下旬には羽化して成虫となっていることがわかった。これまでの研究において、自然状態で、8 月上旬には材中で成虫となっていることを確認していた (加賀ほか, 2018) が、幼虫は短期間で蛹化、羽化することが初めて確認された。

本研究では、一部サンプルで事前に内視鏡により産卵部位、坑道の湾曲の様子が把握できていたため、ミヤマカミキリ蛹室内にいる本種幼虫をほぼそのままの状態で傷つけることなく割り出し、その後の飼育観察を可能にした。これまで本種幼虫の記録については、石澤健夫 (1933) の「(共同の大きな繭の) 中には死んだ幼虫が寒冷の為に腐敗せずに新鮮に保存されて居た」という記述と写真記録があるが、それ以降の記録は見つからない。今回、おそらく初めて生きた幼虫を確認することができ、終齢幼虫の形態や動き (動画撮影)、その後の蛹の様子などを記録できたことは大きな成果であった。

また、これまで材中から採集された本種成虫の記録としては、18 頭、22 頭、11 頭 (加賀ほか, 2018)、9 頭、16 頭、23 頭、25 頭、26 頭、27 頭 (石澤, 1956) などがあるが、今回一つのミヤマカミキリ蛹室内から 32 頭ものウマノオバチ幼虫が見

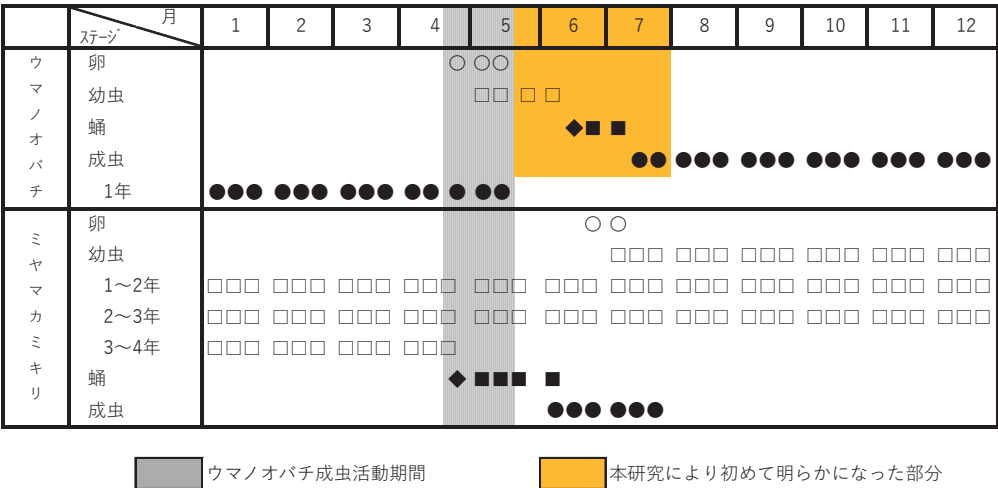


図 10. ウマノオバチの生活環 (加賀・日下部, 2011 を改変) .
Fig. 10. Life cycle of *Euurobracon yokahamae* (modified from Kaga & Kusakabe, 2011).

つかったことから、複数のメスが重複して一つの蛹に産卵する可能性も示唆された。

今回の調査・観察に際して使用した工業用内視鏡は、カメラ部分の直径は2 mm ほどと細く、ケーブル部分はしなやかで本種の産卵行動を阻害することなく撮影ができた。一連の観察はこの機材なしには行いえなかったことであった。野外で使用する仕様ではあるが、生物観察に用いられた例はほとんどないようであるが、本種のような樹木や土中に生息する、通常直接観察が困難な昆虫だけではなく、他の生き物に対しても生息環境を破壊することなく観察できる点でこれからの応用が期待できよう。

謝 辞

本研究の観察のために栽培クリの伐採を快く許可していただいた秦野市の今井忠春氏、木の伐採、解体による観察にご協力いただいた秦野市の館野 鴻氏、初期の調査にご同行いただき、カミ

キリムシの生態についてご教示いただいた横浜市の日下部良康氏に深く感謝申し上げる。

引用文献

石澤健夫, 1933. 馬尾蜂の観察. 植物及動物, **1**(11): 132.
石澤慈鳥, 1956. 日本昆虫生態圖鑑. 4pp. + 34pp. (incl. 16 pls.) + 260pp. + 4pp. + 5pp. 大日本雄辯会講談社, 東京.
加賀玲子, 2009. ウマノオバチの一産卵行動. 月刊むし, (460): 26–28.
加賀玲子・日下部良康, 2011. クリ畑におけるウマノオバチの生態観察 - 産卵と寄主について -. 応用動物行動学会 プログラム・講演要旨集, 84.
加賀玲子・川島逸郎・苅部治紀, 2018. ウマノオバチ *Euurobracon yokahamae* (Dalla Torre, 1898) (Insecta: Hymenoptera: Braconidae) の生活史, 特にその寄主について. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (47): 59–66.
小島圭三・林 匡夫, 1969. 原色日本昆虫生体図鑑 (I) カミキリ編. 2+302pp. 保育社, 大阪.

摘 要

加賀玲子・苅部治紀, 2019. ウマノオバチ *Euurobracon yokahamae* (Dalla Torre, 1898) (Insecta: Hymenoptera: Braconidae) の生活史 - 工業用内視鏡を使った観察 -. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (48): 69–74. [Kaga, R. & H. Karube, 2019. Notes on the Life History of the Parasitoid Wasp, *Euurobracon yokahamae* (Dalla Torre, 1898) (Insecta: Hymenoptera: Braconidae) based on observation with an Industrial Endoscope. *Bull. Kanagawa Prefect. Mus. (Nat. Sci.)*, (48): 69–74.]

ウマノオバチの生態、生活史については近年急速に解明されつつある。本種は、材中のミヤマカミキリ坑道を利用して産卵を行うために、これまで直接観察を行った事例はない。本研究では、工業用内視鏡を用いることによって、これまで未解明であった産卵行動の直接観察と、産卵時の産卵管先端部の位置を撮影することに初めて成功した。また、クリ材中で確認された寄生状態の幼虫を4例確認でき、その一部を飼育下で継続観察を行い、幼虫、蛹化、羽化に至る経過を観察して、本種の生活史の全容をほぼ明らかにすることができた。

(受付 2018 年 10 月 31 日;受理 2018 年 12 月 20 日)