

果樹カメムシ類の卵寄生蜂

—分類基盤の整備と利用への展望—

九州大学大学院比較社会文化研究院 ^{まつ}松 ^お尾 ^{かず}和 ^{のり}典

はじめに

果樹カメムシ類（チャバネアオカメムシ、クサギカメムシ、ツヤアオカメムシ）の防除には、ネオニコチノイドや合成ピレスロイド、有機リン系薬剤の散布が主流となっている。合成ピレスロイド系剤（シベルメトリン水和剤）の連用によってフジコナカイガラムシの誘導多発生が確認されていることから、果樹カメムシ類とフジコナカイガラムシの同時防除が可能なネオニコチノイド系剤（ジノテフラン水和剤）の使用が推奨されている（森下, 2005）。薬剤防除は今後も中心的な対策になると思われるが、誘導多発生の問題に加えて、散布に必要な労力や費用との兼ね合いもあり、万全の対策ではない。また近年、果実輸出の機運が高まっており、輸出相手国の残留農薬基準を満たすため、これら薬剤の使用をできるだけ控えたい事情がある。こうした背景から、防除に向けた取り組みの一つとして、卵寄生蜂の活用を検討している。

卵寄生蜂の多様性を調べる目的では一般的に捕虫網やトラップが用いられるが、有用天敵探索の目的では寄主昆虫の卵を採集し、ハチを羽化させるほうが効率的である。しかし、卵の採集についての解説は少なく、調査を始める際に苦労した経験がある。そこで、本稿では、まずカメムシ卵と卵寄生蜂の採集について概説する。次に、チャバネクロタマゴバチに関する最近の研究事例を紹介し、利用に向けた展望を紹介したい。

I カメムシ卵と卵寄生蜂の採集

果樹カメムシ類の産卵植物として、スギやヒノキが挙げられる。これ以外にも、チャバネアオカメムシでは、クワやサクラ等で卵塊が発見されている（志賀, 1980）。クサギカメムシでは、針葉樹に加え、モモやナシ、リンゴが産卵植物になっている可能性が高い（小田ら, 1982；藤家, 1985；舟山, 2002）。ツヤアオカメムシに

ついては、スギやヒノキの球果がない時期には、ナンキンハゼやハナミズキ、クロガネモチが産卵植物になっている可能性が高い（本田・糸山, 2013 a；2013 b；2014）。

採集時に卵の写真を撮影しておくくと便利である。これは、のちに卵寄生蜂が羽化してきた場合、寄主昆虫を特定するときの参考となる。また、ハチの寄生率を算出する場合、1卵塊当たりの卵数が必要になるが、写真があれば後で卵数を確認することができる。チャバネアオカメムシ、ツヤアオカメムシ、クサギカメムシの卵塊を口絵①に示す。口絵には特徴的なものを選定しているが、卵塊によって卵数や色に若干の変異があるので注意が必要である。

飼育を続けると、正常なカメムシ卵は発生が進み複眼が透けて見えるようになるが（口絵②A）、寄生された卵はハチの体色が透けて黒く見える（口絵②B）。飼育期間の目安として、タマゴクロバチ科 *Trissolcus* 属の場合では、25℃長日条件で室内飼育すると産卵から約2週間で成虫が羽化する（ARAKAWA and NAMURA, 2002；外山・三代, 2010）。

羽化したハチは卵とともに、99%エタノールに回収し冷暗所に保管しておくといよい。卵寄生蜂が羽化した卵とカメムシがふ化した卵は区別することができる（図-1）。正常にカメムシがふ化した卵はきれいに穴が開いており、卵殻破砕器が残っている場合もある。ハチが出た卵はいびつな形で穴が開いている。これは、ハチが卵殻を噛み破って出てくるためである（図-2）。

日本で果樹カメムシ類3種の卵からは、タマゴクロバチ科、ナガコバチ科、トビコバチ科、コガネコバチ科の寄生蜂が採集されている（口絵③）。この中でも、タマゴクロバチ科が最も頻繁に採集されている。ハチの同定について、マメハモグリバエの寄生蜂では図解検索表（小西, 1998）があるが、果樹カメムシ類の寄生蜂では、今のところ図解検索表はなく、形態用語に精通していなければ、参考文献を読み進めることが難しい。野生卵から得られた寄生蜂の情報は大変貴重で、採集された場合には、ぜひ筆者に一報いただければと思っている。

Egg Parasitoids of Stink Bugs that Infest Fruit Trees. By Kazunori MATSUO

（キーワード：チャバネクロタマゴバチ、ニホンクロタマゴバチ、チャバネアオカメムシ、クサギカメムシ、ツヤアオカメムシ）

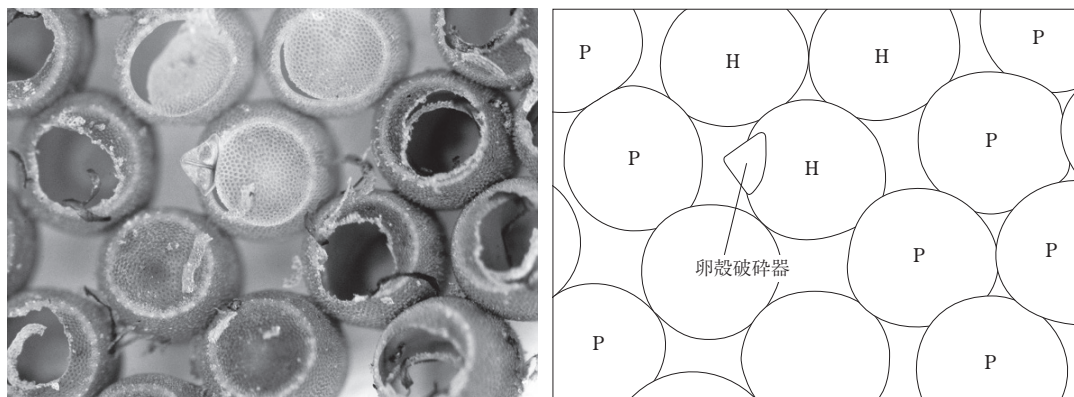


図-1 ツヤアオカメムシの卵塊

カメムシがふ化した卵 (H) はきれいに穴が開いており、卵殻破砕器が残っている場合もある。
ハチが羽化した卵 (P) はいびつな形の穴が開いている。



図-2 *Trissolcus plautiae* の雌がチャバネアオカメムシの卵殻を破っている様子

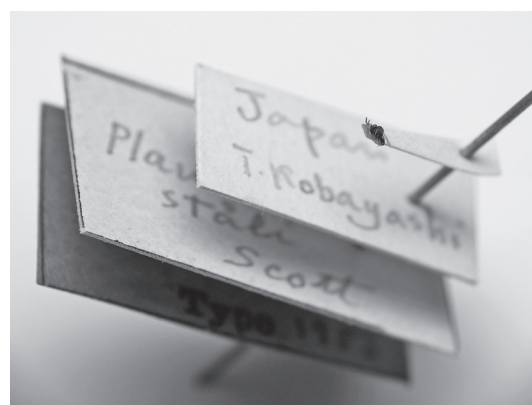


図-3 *Trissolcus plautiae* のホロタイプ標本

II チャバネクロタマゴバチの分類学的問題

1 問題点

チャバネアオカメムシの重要な天敵としてチャバネクロタマゴバチが知られているが、1980年代以降、このハチを指し示すときに2種類の学名が使われてきた。分類学関連の論文では、*Trissolcus japonicus* (ASHMEAD, 1904) が使用されていたのに対し、生態学関連の論文では、*Trissolcus plautiae* (WATANABE, 1954) が使用されていた。天敵候補の有用性を調べるときに、種を識別するのは当然のことで、そのために必要な学名が定まっていないのは大きな問題であった。そこで、この問題の解決に向けて、タイプ標本の比較をはじめ、電子顕微鏡での形態比較、種間交尾実験、DNA解析を実施した。なお、分類学問題の詳しい経緯は、MATSUO et al. (2014) に記述している。

2 形態比較

種の基準となるホロタイプ標本を借用し、形態に違いがあるかどうかを観察した。*Trissolcus japonicus* のホロタイプ標本は米国のスミソニアン博物館、*T. plautiae* のホロタイプ標本は北海道大学総合博物館に所蔵されている (図-3)。ホロタイプ標本に加えて、筆者らが採集した個体も加えて形態比較を行った。

その結果、腹部 T1 節の棘毛の有無で *T. plautiae* と *T. japonicus* を識別することができた。腹部 T1 節には sub-lateral seta と言われる棘毛があり、図-4 A の四角で囲んだ位置のように、T1 節の左右に見られる。*Trissolcus plautiae* にはこの棘毛があり (図-4 B)、*T. japonicus* には棘毛がなかった (図-4 C)。

3 種間交尾実験

Trissolcus japonicus と *T. plautiae* の飼育系統 (いずれもチャバネアオカメムシ由来) を準備し、種間交尾実験

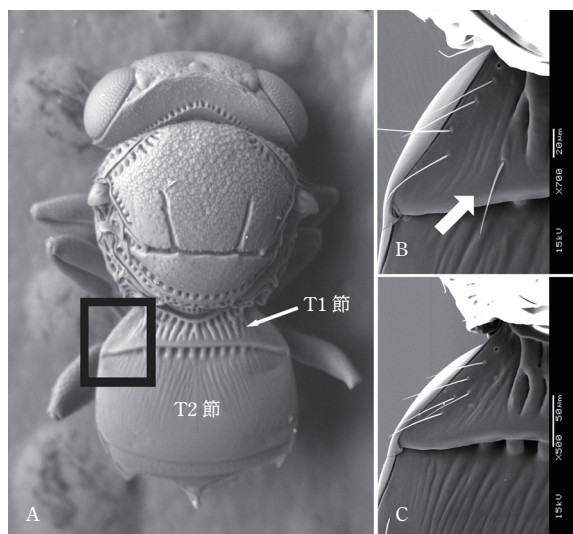


図-4 *Trissolcus japonicus* と *T. plautiae* の区別点

- A: 棘毛 (sublateral seta) は T1 節の両側に見られる。
 B: *Trissolcus plautiae* には棘毛 (sublateral seta) がある。
 C: *Trissolcus japonicus* には棘毛がない。

に供試した。正常に交尾していれば子世代には雌雄が見られるが、交尾していなければ子世代は雄しか見られない。この特性を活かして、生殖的隔離の有無を調査した。雌は 0 日齢、雄は 0-4 日齢で、すべて未交尾の個体を準備した。23℃ 16L8D の条件で、雄雌 1 頭ずつをガラスバイアルに導入した。十分な交尾機会を設けるため 24 ~ 36 時間この状態を維持した。その後、ガラスバイアルから雄を回収し、代わりに 0-2 日齢のチャバネアオカメムシの卵塊を導入した。十分な産卵時間を確保するため 24 ~ 36 時間この状態を維持した。その後、卵塊を回収・

飼育し、子世代の性別を確認した。なお、試験区は 4 区で、① *T. plautiae* 雄 × *T. japonicus* 雌、② *T. japonicus* 雄 × *T. plautiae* 雌、③ *T. plautiae* 雄 × *T. plautiae* 雌、④ *T. japonicus* 雄 × *T. japonicus* 雌である。

その結果 (図-5)、種内交尾区 (③と④) では、子世代に雌が見られ、正常に交尾が行われていたことがわかった。これに対し、種間交尾区 (①と②) では、子世代に雌が見られず、交尾が失敗していたことがわかった。このことから、*T. japonicus* と *T. plautiae* の間には、生殖的隔離があることがわかった。

4 DNA 解析

福岡や神奈川、茨城で採集した個体のミトコンドリア DNA の部分塩基配列 424 塩基を比較した。外群として、クサカゲロウ類の卵寄生蜂 *Telenomus chrysopae* (タマゴクロバチ科) を用いた。解析の方法や使用した個体は MATSUO et al. (2014) に掲載されている。

Trissolcus japonicus と *T. plautiae* の間には、13.4 ~ 13.9% もの塩基配列の違いが見られ、形態観察結果を支持する結果となった (図-6)。

5 寄主範囲

卵寄生蜂の場合、室内条件で卵塊を供試すると、野外では寄生しないような寄主であっても寄生することがある。そのため、実際の寄主範囲を調べるためには、野生卵塊を採集する必要がある。これまでの野生卵塊の採集から、*T. japonicus* と *T. plautiae* は両種とも、チャバネアオカメムシやクサギカメムシ、ツヤアオカメムシに寄生することが明らかになった。

6 先行研究との整合性

先行研究で用いられた証拠標本を観察した結果、大野 (1981 ; 1987), OHNO (1987 ; 1999), ARAKAWA and NAMURA

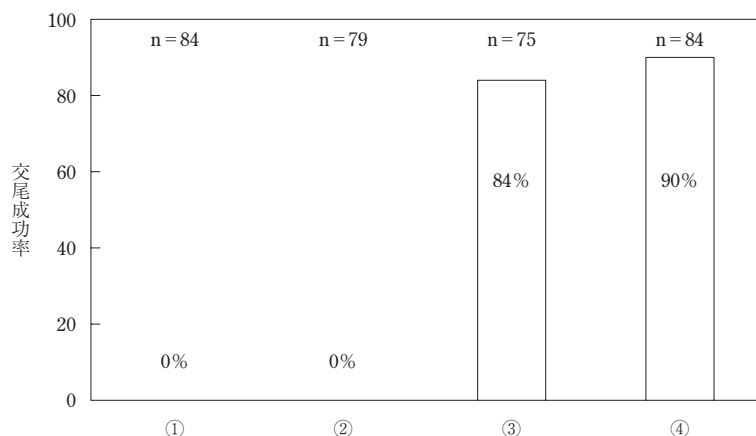


図-5 種間交尾実験の結果

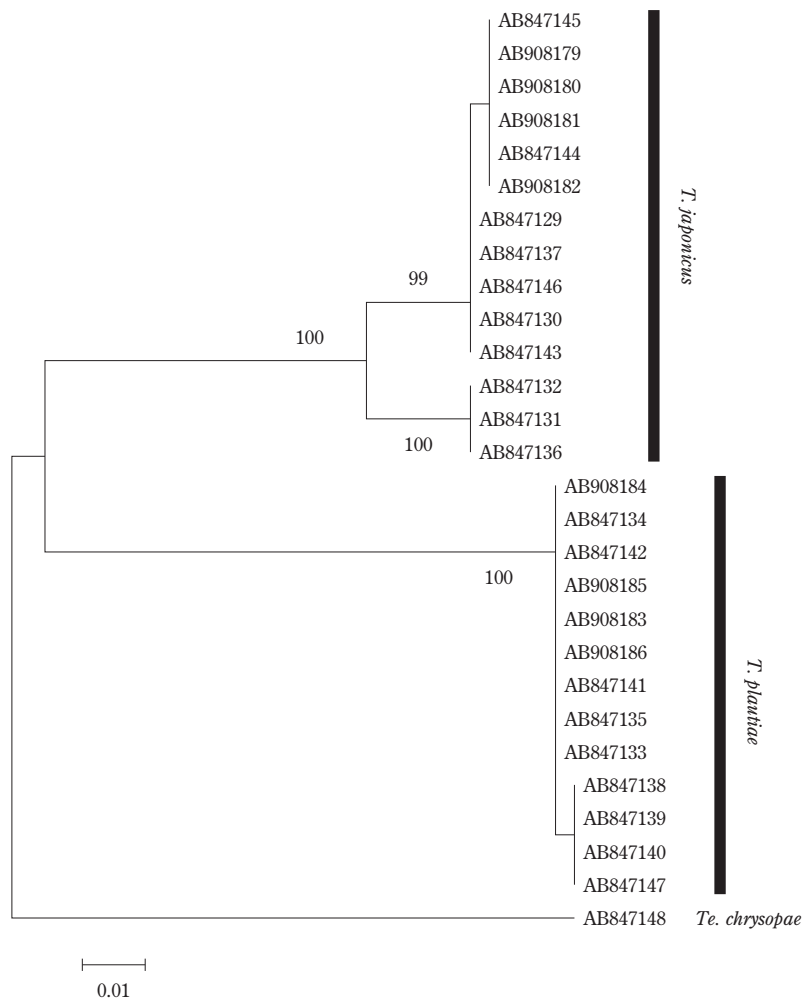


図-6 ミトコンドリア DNA の COI 領域 424 塩基の解析結果に基づく近隣結合樹

表-1 チャバネクロタマゴバチの分類学的再検討の結果

学名	<i>Trissolcus japonicus</i> (ASHMEAD, 1904)	<i>Trissolcus plautiae</i> (WATANABE, 1954)
和名	ニホンクロタマゴバチ	チャバネクロタマゴバチ
形態的な違い	棘毛なし (図-4 C)	棘毛あり (図-4 B)
生殖的隔離	あり	
DNA 塩基配列	ミトコンドリア DNA の 424 塩基で約 13% の違い	
寄主範囲 ^{a)}	チャバネアオカメムシ, クサギカメムシ, ツヤアオカメムシ	
国内での分布	本州, 四国, 九州	
生態的特性に関する国内での先行研究	なし	大野 (1981; 1987), OHNO (1987; 1999), ARAKAWA and NAMURA (2002), 外山・三代 (2010)

^{a)} ヒメツノカメムシへの寄生については、どちらの種が寄生していたのか確認できていない (RYU and HIRASHIMA, 1984; MATSUO et al., 2014)。*Trissolcus plautiae* のヒメチャバネアオカメムシへの寄生は寄主昆虫の同定確認が必要 (WATANABE, 1954)。

(2002), 外山・三代 (2010) で用いられた個体は, すべて *T. plautiae* であった。したがって, これらの研究成果は, *T. plautiae* のものとして引用できる。研究に用いた標本を証拠として保存しておくことの重要性については, 阿部 (2012) や広瀬 (2012) が詳しく述べている。今回の場合においても, 証拠標本がしっかり保管されていたおかげで, 貴重な研究成果を引用可能な状態にできた。

7 まとめ

ここまでの成果をまとめると, 表-1 のようになる。*Trissolcus japonicus* と *T. plautiae* は形態的に非常によく似ているが, 別種であることがわかった。ただし, 両種は同所的に分布しているうえに, 寄主範囲も重なっている。さらに野生卵塊の場合, 同じ卵塊から両種が出てくることもあるので, 同定の際には慎重な観察が必要になる。

生態学関連の先行研究は *T. plautiae* の結果であったことから, *T. plautiae* に対応する和名については, 引き続き, チャバネクロタマゴバチの使用をお願いしたい。また, *T. japonicus* については, ニホンクロタマゴバチの和名が提唱されている (松尾ら, 2016)。

おわりに

日常生活を送っていると, 国内の生物相はほとんど解明されているような錯覚に陥ることがある。実際には, ほとんどの生物資源は未同定で, その機能や有用性はわかっていない。寄生蜂はその一例で, 農業生態系で見られる種ですら, 大部分が未同定にとどまっている (山岸, 2010)。古くから研究されてきたミナミアオカメムシの卵寄生蜂であっても, 最近になって, 国内初発見の種が

記録されている (Mita et al., 2015)。こうしたことから, 果樹カメムシ類の卵寄生蜂についても注意深く調査し, 有用生物資源の探索を進める必要がある。

チャバネクロタマゴバチやニホンクロタマゴバチは, 主要な果樹カメムシ 3 種に寄生するので, 現状では最も利用可能性の高い種である。分類基盤が整備され, 種ごとに知見を蓄積させることが可能になったのは, 野外での生態解明に向けた大きな一歩と思われる。今後, 両種の分布傾向や寄主嗜好性, 発生消長等を明らかにし, 利用に向けた検討を進めたい。

引用文献

- 1) 阿部芳久 (2012): 昆蟲 (ニューシリーズ) 15: 27.
- 2) ARAKAWA, R. and Y. NAMURA (2002): Entomol. Sci. 5: 215 ~ 218.
- 3) ASHMEAD, W. H. (1904): J. N. Y. Entomol. Soc. 12: 65 ~ 84.
- 4) 藤家 梓 (1985): 千葉農試研報 26: 87 ~ 93.
- 5) 舟山 健 (2002): 応動昆 46: 1 ~ 6.
- 6) 広瀬義躬 (2012): 昆蟲 (ニューシリーズ) 15: 28 ~ 31.
- 7) 本田知大・糸山 享 (2013 a): 関西病虫研報 55: 85 ~ 86.
- 8) ———— (2013 b): 関東東山病虫研報 60: 147 ~ 148.
- 9) ———— (2014): 明治大農研報 63: 73 ~ 76.
- 10) 小西和彦 (1998): 農環研資料 22: 27 ~ 76.
- 11) MATSUO, K. et al. (2014): Appl. Entomol. Zool. 49: 385 ~ 394.
- 12) 松尾和典ら (2016): 応動昆 60: 43 ~ 45.
- 13) MITA, T. et al. (2015): Appl. Entomol. Zool. 50: 27 ~ 31.
- 14) 森下正彦 (2005): 関西病虫研報 47: 125 ~ 126.
- 15) 小田道宏ら (1982): 奈良農試研報 13: 66 ~ 72.
- 16) 大野和朗 (1981): 九病虫研報 27: 158 ~ 160.
- 17) ———— (1987): 応動昆 31: 385 ~ 390.
- 18) OHNO, K. (1987): Appl. Entomol. Zool. 22: 646 ~ 648.
- 19) ———— (1999): Entomol. Sci. 2: 41 ~ 47.
- 20) RYU, J. and Y. HIRASHIMA (1984): J. Fac. Agric. Kyushu Univ. 29: 35 ~ 58.
- 21) 志賀正和 (1980): 植物防疫 34: 303 ~ 308.
- 22) 外山晶敏・三代浩二 (2010): 果樹研報 11: 17 ~ 23.
- 23) WATANABE, C. (1954): Trans. Shikoku Entomol. Soc. 4: 17 ~ 22.
- 24) 山岸健三 (2010): 植物防疫 64: 678 ~ 683.