

クリタマバチ寄生蜂, チョウセンオナゴバチ (ハチ目: オナゴバチ科) の国内初発見と識別法

九州大学 大学院 生物資源環境科学府 ^{まつ}松 ^お尾 ^{かず}和 ^{のり}典*
 (独)農研機構 中央農業総合研究センター ^や屋 ^ら良 ^か佳 ^お緒 ^り利**
 九州大学 農学部 ^か鹿 ^こ児 ^{しま}嶋 ^く久 ^み美 ^み子
 九州大学 大学院 農学研究院 ^つ津 ^だ田 ^みみ ^どど ^りり
 (独)農研機構 中央農業総合研究センター ^{もり}守 ^や屋 ^{せい}成 ^いいち

はじめに

クリタマバチ *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu はクリ *Castanea crenata* Siebold et Zuccarini (ブナ科) をはじめ, *Castanea* 属の複数種の新梢にゴールを形成し, 結実量の減少や樹勢の低下を引き起こすクリの重要害虫である (KATO and HJII, 1993; BRUSSINO et al., 2002; MORIYA et al., 2003; AEBI et al., 2006; RIESKE, 2007)。クリタマバチに対し, 日本や中国, 韓国では被害調査や有用天敵の探索が実施されてきた。とりわけ, 国内においては膨大な天敵寄生蜂の標本が蓄積され, 1980年代初めまでに, チュウゴクオナゴバチ *Torymus sinensis* Kamijo とクリマモリオナゴバチ *T. beneficus* Yasumatsu & Kamijo, クリタマオナゴバチ *T. geranii* (Walker) の3種の *Torymus* 属オナゴバチがクリタマバチに寄生することが明らかになった (YASUMATSU and KAMIJO, 1979; KAMIJO, 1982)。2000年代に入り形態分類に加え, 遺伝子解析の手法が活用されるようになると, 導入天敵であるチュウゴクオナゴバチによって, 在来天敵のクリマモリオナゴバチの駆逐が起こっていることが判明するなど, これら寄生蜂のクリタマバチ上で起こる種間相互作用が徐々に明らかとなってきた (YARA et al., 2007; 2010)。

2009年9月, 長野県産クリタマバチ由来の寄生蜂 (1992~96年採集) の塩基配列を解析したところ, 上記3種とは全く異なる塩基配列を持つ個体が見いだされた。その外部形態を観察したところ, 後胸側板の前縁が湾曲していることから (図-1 a), *Torymus* 属オナゴバチであることが判明し, 国内でクリタマバチに寄生す

る本属第4種目の発見となった。本誌6月号の守屋 (2013) で紹介されたとおり, クリタマバチを巡る *Torymus* 属寄生蜂の実態は, 研究の進展とともに新たな課題が浮上し, 複雑さを増している。本稿では, *Torymus* 属の種多様性と寄主範囲を概説したうえで, 長野県で発見されたオナゴバチの同定経緯を紹介し, さらに, 国内でクリタマバチのゴールから羽化する本属寄生蜂の識別法を紹介する。

本稿の作成にあたり, ご助言をいただいた湯川淳一名誉教授 (鹿児島大学・九州大学), 寄生蜂分類をご指導いただいた上條一昭博士, また, 多くの寄生蜂標本を提供いただいた, 村上陽三名誉教授 (九州大学), 志賀正和博士, 矢野栄二教授 (近畿大学), 笹脇彰徳氏に厚く御礼申し上げる。

I *Torymus* 属の種多様性と寄主範囲

Torymus 属は世界から約400種が記録されている (GRISSELL, 1995; MATSUO and YUKAWA, 2009; MATSUO, 2010; MATSUO et al., 2012; NOYES, 2012)。このうち25%ほどの種は寄主不明にとどまっているが, 残りの多くはタマバチ類やタマバチ類等のゴール形成者に寄生している (GRISSELL, 1995)。また, わずかではあるが, キジラミに寄生する種 (MOSER, 1965) やセミの卵に寄生する種も知られている (GAHAN, 1927)。このような捕食寄生者に加え, 本属には虫えい形成者や種子食者, 同居者等植食者も見つかっている (LA SALLE, 2005)。捕食寄生性と植食性のどちらの種も, 雌は長い産卵管を巧みに使い, ゴール壁や種皮を貫き, 内部にいる幼虫や植物組織に卵を産み付けることができる。

種ごとに寄主範囲を調べてみると, ゴール形成者に寄生する種では約70%が単~狭食性 (同属複数種に寄生) で, 約20%が広食性 (同科複数属に寄生), 約10%は超広食性 (複数科に寄生) と続く (GRISSELL, 1995; NOYES, 2012)。そのため, 同定を試みる際に寄主昆虫を特定す

Detection of *Torymus koreanus* in Japan, with a Key to Species of *Torymus* Parasitizing Chestnut Gall Wasp, *Dryocosmus kuriphilus*. By Kazunori MATSUO, Kaori YARA, Kumiko KAGOSHIMA, Midori TUDA and Seiichi MORIYA

(キーワード: 天敵, 分類, 検索表, チュウゴクオナゴバチ)

現所属: *徳島県美馬市, ** (独)農研機構 野菜茶業研究所 金谷茶業研究拠点

ることができれば、比較対象となる候補種を絞り込むことができる。

日本においては16種の *Torymus* 属が記録されている。表-1にそれらの寄主および分布情報を示す。ゴール形成者に寄生するのは11種で、このうち *T. azureus* Boheman と *T. caudatus* Boheman は欧州では広食性として知られている (GRAHAM and GJSWIJ, 1998; GRISSELL et al., 2004)。この2種を除くと、単一狭食性は7種で、全体の傾向と同じく寄主範囲の狭い種が多いことがわかる。このことから、日本産既知種についても候補種の絞り込みには寄主昆虫の特定が重要であることがわかる。

なお、本属を含むオナガコバチ科の日本産既知種の寄主・分布情報は、著者の一人、松尾が管理しているウェブサイト (日本産オナガコバチ目録 URL: <http://sudachiodori.jimdo.com/>) において閲覧することができる。このウェブサイトに掲載されている目録は論文として発表された情報に基づくもので、追加や変更があれば順次更新される。

II 同定のための比較対象となる既知種

一般的に、昆虫の種の同定には雄交尾器の形態が用いられることが多いが、本属では雄交尾器の形態に顕著な

表-1 日本産 *Torymus* 属の寄主および分布情報

種名	寄主昆虫	寄主昆虫の寄主植物	分布**	文献***
<i>T. aiolomorphi</i> *	モウソウタマコバチ	モウソウチク	本, 四, 九	1, 2, 3
<i>T. armatus</i>	ヤマトツヤハナバチ		本	3
	<i>Stigmus</i> 属の1種		北	3
	不明		四, 九	3
<i>T. azureus</i>	タマバエ科の1種	アカエゾマツ	北	4
<i>T. beneficus</i>	クリタマバチ	クリ	北, 本, 四, 九	5
	<i>Andricus</i> 属の1種	コナラ属の1種	九	5
<i>T. caudatus</i>	タマバエ科の1種	エゾマツ	北	4
<i>T. celticolus</i>	エノキトガリタマバエ	エノキ	本, 九	6
	エノキトガリタマバエ	エゾエノキ	本	6
<i>T. celtidigalla</i>	エノキトガリタマバエ	エノキ	本, 九	6
	エノキトガリタマバエ	エゾエノキ	本	6
<i>T. ezomatsuanus</i>	タマバエ科の1種	アカエゾマツ, エゾマツ	北	4
<i>T. geranii</i>	ナラメリンゴタマバチ	ミズナラ, カシワ	北	5
	クリタマバチ	クリ	北, 本, 四, 九	5
	クスギエダイガタマバチ	カシワ	本	5
	<i>Cynips</i> 属の1種	カシワ	北	5
	<i>Neuroterus</i> 属の1種	コナラ	九	5
<i>T. itoi</i>	ツワブキケブカミバエ	ツワブキ	九	7
<i>T. koreanus</i>	クリタマバチ	クリ	本	8
<i>T. ringofushi</i>	ナラメリンゴタマバチ	ミズナラ	北	3
	ナラメリンゴタマバチ	コナラ	本, 四, 九	3
<i>T. sapporoensis</i>	不明		北	7, 9
<i>T. sinensis</i>	クリタマバチ	クリ	北, 本, 四, 九	10, 11
<i>T. spinosus</i>	不明		本	3
<i>T. tsugae</i>	不明	ツガ	本	4

* 本種は本属から唯一発見されている同居蜂である。

** 北：北海道，本：本州，四：四国，九：九州。

*** 1 KAMIJO (1964) ; 2 高橋・水田 (1971) ; 3 KAMIJO (1979) ; 4 GRISSELL et al. (2004) ; 5 YASUMATSU and KAMIJO (1979) ; 6 MATSUO and YUKAWA (2009) ; 7 MATSUO (2010) ; 8 MATSUO et al. (2011) ; 9 ASHMEAD (1904) ; 10 白井ら (1999) ; 11 守屋 (2013)。

種間差異が見られない (GRAHAM and GIJSWIJT, 1998) ため、現在では雌成虫の触角や胸部、腹部の形態的特徴が種の同定に用いられている。同定の際、約 400 の既知種を 1 種ずつとりあげ比較対象種を絞り込むことは非常に労力のかかる作業である。そこで、より円滑に同定作業を進めるために亜属や種群が設定されている。例えば、GRISSELL (1976) は北米産種を対象に 5 種群を設定し、GRAHAM and GIJSWIJT (1998) や ZAVADA (2003) は主に欧州産種を対象に、それぞれ 18 種群、5 亜属 11 種群を設定している。これらの体系を用いると、当該地域から得られた種であれば、おおむね比較対象種を絞り込むことができる。ただし、いずれの亜属や種群設定においても日本産種は対象にはなっておらず、また、既存の種群設定に当てはまらない種も発見されている (MATSUO and YUKAWA, 2009)。こういった場合、ゴール形成者に寄生する本属の利点は、多くの種が単～狭食性であり広食性の種が少ないことである。また、地理的分布を見ても、本属では広域分布種が少なく、旧北区と新北区の間で共通種がごくわずかであることも比較対象の既知種を絞るのに有利である。このような利点を生かし、長野県でクリタマバチから得られたオナゴバチを同定する際には、旧北区でタマバチを寄主とする *Torymus* 属を主な比較対象種とした。

III 形態形質と塩基配列の比較

長野県で採集された個体は、胸部小楯板 frenal area の側方にごく浅いシワがあるという特徴を持っていた (図-1 c, 図-2 a および下記検索表参照)。比較対象種の中でこの形質を共有する種はごくわずかで、*T. austriacus* Graham と *T. imperatrix* Graham & Gijswijt, チョウセンオナゴバチ *T. koreanus* Kamijo の 3 種であった。*T. austriacus* と *T. imperatrix* はともに欧州に分布する寄主不明の種で、チョウセンオナゴバチは韓国でクリタマバチに寄生する種である。地理的分布や寄主の情報からチョウセンオナゴバチの可能性が高いと考え、より詳細な形態比較を試みた。その結果、頭部や胸部の特徴から欧州産の 2 種とは異なることが判明し、前翅前縁室上面の基部 1/2 には 1 列、先端 1/2 には 2 列の棘毛列がある点や前翅室に棘毛がある点から、長野産種はチョウセンオナゴバチであることが判明した (図-2 b および口絵②)。さらに、長野産個体と韓国産チョウセンオナゴバチを用いて、ミトコンドリア DNA の部分塩基配列を比較したところ、両者が同一種であることが支持された (MATSUO et al., 2011)。

本種の地理的分布について、もともと日本に分布して

いたのか、それとも、近年侵入してきたのかは不明であるが、いずれにせよ、本種は国内初発見であった。現在まで本種は長野県以外では採集されておらず、また、他のタマバチ類からも得られていない。なお、形態観察や DNA 解析に用いた標本の採集情報や保管場所については、MATSUO et al. (2011) に詳述されている。

IV クリタマバチに寄生する *Torymus* 属の識別法

国内において 7 科 18 種の寄生蜂がクリタマバチに寄生することが知られている (KAMIJO, 1982; 村上, 1997)。幼虫形態でこれらを同定することは非常に難しく、形態による同定を試みるには成虫を観察しなければならぬ。ただし、18 種のうち、チュウゴクオナゴバチとクリマモリオナゴバチの幼虫は長い毛に覆われており、また、腹面側には褐色の横紋が見られることから他種と区別することができる (口絵⑤)。成虫形態では、*Torymus* 属は一般的に体が金緑色で後胸側板の前縁部が湾曲するという特徴から属の同定が可能である (図-1 a)。さらに、種レベルでの同定についても、寄主範囲が比較的狭いという生態的特徴や、長年にわたる研究成果の蓄積によって、クリタマバチに寄生する種の同定が可能になっている。以下にクリタマバチに寄生する日本産 *Torymus* 属の検索表を示す。検索にあたっては微細な形質を観察する必要があり、観察する角度、標本の状態によっては形質を判断しにくい場合もある。できるだけ正確なわかりやすい形質を選んで、検索表を作成するよう配慮したつもりであるが、どうしても難解な点も含まれていると予想される。そのため、不明な点があれば著者の一人である松尾にご連絡をいただきたい。また、形態用語についてはできるだけ日本語を用いるようにしているが、対応する用語がない場合は説明書きを加え英語を用いた。

クリタマバチに寄生する日本産 *Torymus* 属の検索表

1. 胸部：後胸側板の前縁が湾曲している (図-1 a) ……
…………… *Torymus* 属
- 胸部：後胸側板の前縁はまっすぐ (図-1 b) ……
…………… 他寄生蜂
2. 産卵管鞘が腹部から突出している (口絵①～⑤) ……
…………… 3 (雌)
- 産卵管鞘をもたない ……
…………… 6 (雄)
3. 胸部：小楯板に横溝がなく、一様に彫刻されている (図-1 c)；腹部：大部分は金緑色であるが黄色い部分もある (口絵①) ……
…………… クリタマオナゴバチ *T. geranii*

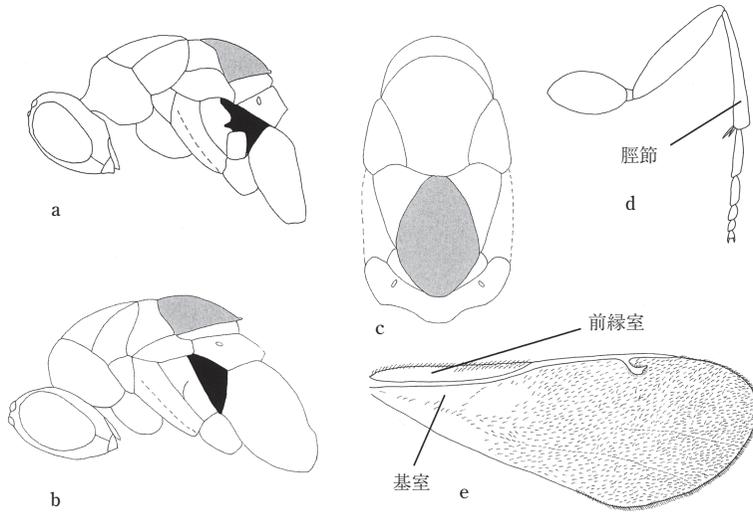


図-1 本文および検索表に用いられる形態形質

- a, b, c: 黒色部分は後胸側板, 灰色部分は小楯板を示す.
- a: *Torymus* sp. 頭部と胸部の側面図, 後胸側板の前縁が湾曲している.
- b: *Monodontomerus* sp. 頭部と胸部の側面図, 後胸側板の前縁がまっすぐ.
- c: *Torymus* sp. 胸部背面図, d: 後脚, e: 前翅.

- 胸部: 小楯板の後方 1/3 に横溝で区切られた平滑な部分 (frenal area) がある (図-2 a, c); 腹部: すべて金緑色 (口絵②~④)..... 4
- 4. 胸部: frenal area の側方にごく浅いシワがある [細かい特徴で観察が難しいが同定に重要な形質] (図-2 a); 前翅: 前縁室の上面には棘毛列があり, 基部 1/2 は 1 列で先端 1/2 は 2 列になる; 基室に棘毛がある (図-2 b).....
.....チョウセンオナガコバチ *T. koreanus*
- 胸部: frenal area にシワはない (図-2 c); 前翅: 前縁室の上面は, 基部 1/2 に棘毛はなく, 先端 1/2 は 1 列の棘毛列がある; 基室に棘毛はない (図-2 d) 5
- 5. 産卵管鞘は後脚脛節の 2.4 ~ 2.7 倍の長さ.....
..... チュウゴクオナガコバチ *T. sinensis*
- 産卵管鞘は後脚脛節の 1.9 ~ 2.1 倍の長さ.....
..... クリマモリオナガコバチ *T. beneficus*
- 6. 胸部: 小楯板に横溝がない (図-1 c)..... *T. geranii*
- 胸部: 小楯板に横溝がある (図-2 a, c) 7
- 7. 胸部: frenal area の側方にごく浅いシワがある (図-2 a); 触角は頭幅の約 1.2 倍の長さ..... *T. koreanus*
- 胸部: frenal area にシワはない (図-2 c); 触角は頭幅の約 1.5 倍の長さ
..... *T. beneficus* もしくは *T. sinensis* [雄では 2 種を区別できない]

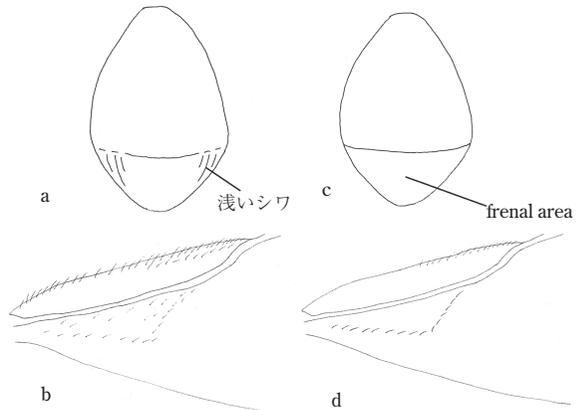


図-2 *T. koreanus* と *T. beneficus* もしくは *T. sinensis* の形態的特徴

- a: *T. koreanus* 小楯板背面図, b: *T. koreanus* 前翅前縁室および基室.
- c: *T. beneficus* もしくは *T. sinensis* 小楯板背面図,
- d: *T. beneficus* もしくは *T. sinensis* 前翅前縁室および基室.

おわりに

国内で, ルビーロウムシ *Ceroplastes rubens* Maskell や ミカントゲコナジラミ *Aleurocanthus spiniferus* (Quaintance), ヤノネカイガラムシ *Uraspis yanonensis* Kuwana などの害虫防除において, 導入天敵の永続的利用が成功

したのはベダリアテントウ, ルビーアカヤドリバチ, シルベストリコバチ, ワタヤドリコバチ, ヤノネキイロコバチ, ヤノネツヤコバチ, チュウゴクオナガコバチの7種である(村上, 1997)。それらのうち, 6種は寄生蜂であることから, 寄生蜂は害虫防除において極めて重要な天敵資源と考えられる。国内における農耕地やその周辺環境の調査においても, 多種多様な寄生蜂が発見され, 豊かな天敵資源の存在が示されている(桐谷, 2010; 山岸, 2010)。広瀬(2012)が指摘しているとおり, 寄生蜂の分類・同定には様々な問題が山積しており困難が伴うが, 少しでも多くの天敵寄生蜂の分類・同定を促進するとともに, 寄生蜂の生態学的特性を解明し, 害虫防除に利用できればと考えている。また, 多くの人々が既知情報を簡単に利用できる体制作りも, 天敵資源の発掘と同様に重要と考えている。本稿が天敵資源発掘および利用促進の一助となれば幸いです。

引用文献

- 1) AEBI, A. (2006): Gallling arthropods and their associates, Springer, Tokyo, Japan, p. 103 ~ 122.
- 2) ASHMEAD, W. H. (1904): J. New York Entomol. Soc. 12: 65 ~ 84.
- 3) BRUSSINO, G. et al. (2002): Infor. Agrario 58: 59 ~ 61.
- 4) GAHAN, A. B. (1927): Proc. Entomol. Soc. Wash. 29: 99 ~ 100.
- 5) GRAHAM, M. W. R. de Vere and M. J. GUSWIT (1998): Zool. Verh. Leiden 317: 1 ~ 202.
- 6) GRISSELL, E. E. (1976): Univ. California Pub. Entomol. 79: 1 ~

120. 7) ————— et al. (2004): J. Hym. Res. 13: 31 ~ 47.
- 8) ————— (1995): Memo. Entomol. 2: 1 ~ 470.
- 9) 広瀬義躬 (2012): 植物防疫 66: 265 ~ 269.
- 10) KAMIJO, K. (1964): Ins. Matsum. 27: 16 ~ 17.
- 11) ————— (1979): Akitsu 24: 1 ~ 11.
- 12) ————— (1982): Kontyu 50: 505 ~ 510.
- 13) KATO, K. and N. HUIH (1993): Res. Popul. Ecol. 35: 1 ~ 14.
- 14) 桐谷圭治 (2010): 田んぼの生きもの全種リスト, 農と自然の研究所, 福岡, 427 pp.
- 15) LA SALLE, J. (2005): Biology, Ecology, and Evolution of Gall-Inducing Arthropods, Science Publishers, New Hampshire, p. 507 ~ 537.
- 16) MATSUO, K. (2010): Zootaxa 2410: 53 ~ 58.
- 17) ————— et al. (2011): Entomol. Sci. 14: 100 ~ 102.
- 18) ————— et al. (2012): Zootaxa 3409: 47 ~ 57.
- 19) ————— and J. YUKAWA (2009): Entomol. Sci. 12: 261 ~ 269.
- 20) MORIYA, S. et al. (2003): Proceedings, 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods, USDA Forest Service, Morgantown, WV, USA, p. 407 ~ 415.
- 21) 守屋成一 (2013): 植物防疫 67: 335 ~ 339.
- 22) MOSER, J. (1965): New York State Mus. Sci. Ser. 402: 1 ~ 95.
- 23) 村上陽三 (1997): クリタマバチの天敵—生物的防除へのアプローチ, 九州大学出版会, 福岡, 309 pp.
- 24) NOYES, J. (2012): Universal Chalcidoid Database. (<http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>)
- 25) RIESKE, L. K. (2007): EPP0 Bull. 37: 172 ~ 174.
- 26) 白井洋一ら (1999): 果樹試験場報告 33: 163 ~ 178.
- 27) 高橋史樹・水田国康 (1971): 応動昆 15: 36 ~ 43.
- 28) 山岸健三 (2010): 植物防疫 64: 678 ~ 683.
- 29) YARA, K. et al. (2007): Biol. Control 42: 148 ~ 154.
- 30) ————— et al. (2010): ibid. 54: 14 ~ 18.
- 31) YASUMATSU, K. and K. KAMIJO (1979): Esakia 14: 93 ~ 111.
- 32) ZAVADA, A. G. (2003): Phegea 31: 91 ~ 120.

登録が失効した農薬 (25.6.1 ~ 6.30)

掲載は, 種類名, 登録番号: 商品名 (製造者又は輸入者) 登録失効年月日。

〔殺虫剤〕

- MPP 乳剤
7058: サンケイバイジット乳剤 (サンケイ化学) 13/6/23
- クロルピリホス水和剤
19987: ダーズバン DF (ダウ・ケミカル日本) 13/6/1

〔殺虫殺菌剤〕

- MEP・フサライド水和剤
15520: ホクコーラブサイドスミチオンゾル (北興化学工業) 13/6/3
- テブフェノジド・バリダマイシン粉剤
19019: ミミックバリダ粉剤 DL (北興化学工業) 13/6/13

〔殺菌剤〕

- マンゼブ水和剤
10576: ジマンダイセン水和剤 (ダウ・ケミカル日本) 13/6/25
- 10577: グリーンダイセン M 水和剤 (ダウ・ケミカル日本) 13/6/12

● イブコナゾール乳剤

- 19020: テクリード乳剤 (クレハ) 13/6/13
- 19021: クミアイテクリード乳剤 (クミアイ化学工業) 13/6/13

〔除草剤〕

- シメトリン・モリネート・MCPB 粒剤
19018: ゼネカ・マメット SM1 キロ粒剤 (協友アグリ) 13/6/13
- イマズスルフロン・ダイムロン・メフェナセット粒剤
19036: ホクコーバトル 1 キロ粒剤 (北興化学工業) 13/6/30
- 19038: SDS バトル 1 キロ粒剤 (エス・ディー・エス パイオテック) 13/6/30

〔展着剤〕

- 展着剤
22726: アルベロ (アグロ カネシヨウ) 13/6/9