

我が国における害虫の天敵としての寄生蜂の同定体制

—現状と問題点—

九州大学 ^{ひろ} 広 ^せ 瀬 ^{よし} 義 ^み 躬

はじめに

害虫を管理するため、その天敵を利用するうえでは、寄生蜂が極めて重要な存在であることは言うまでもない。実際、我が国での害虫の天敵利用の場合、これまでに導入天敵の永続的利用が成功した全7種の害虫のうち6種は寄生蜂の利用によるものであり、天敵の生物農薬的利用や土着天敵の保護的利用の分野でも寄生蜂の有用性はよく認識されている。そして、寄生蜂の正確な種の同定が寄生蜂利用の第一歩であることも明らかである。実際、利用する寄生蜂が1種か、それとも2種の混合かが不明なら、また寄生蜂の種名が不明なら、その利用は混乱して事実上、不可能となるであろう。しかし現在、我が国での寄生蜂の同定体制は危機的な状況にあり、研究関係者からの寄生蜂の同定依頼に対し迅速に対応する体制になっていない。筆者は数年前、我が国のこのような状況の一端を指摘した(HIROSE, 2005)が、その後も状況はほとんど変化なく、今後も改善の兆しはまったく見られないようである。そこで本稿では、このような我が国の寄生蜂の同定体制の現状を詳しく報告して害虫管理に関係する多くの方々の注意を喚起するとともに、現状の問題点を探って事態の改善に少しでも資することとしたい。

本稿は2010年11月に熊谷市で開催された第20回天敵利用研究会での講演の内容を基にしているが、その内容に多くの追加と修正を加えた。本文に入るに先立ち、草稿を読んで貴重なご意見をいただいた阿部芳久、小西和彦、前藤 薫、高木一夫の諸氏に厚くお礼申し上げる。また、寄生蜂の特定分類群についての情報を提供された東浦祥光、上条一昭、松本吏樹郎、松尾和典、山岸健三、矢代直也の諸氏にも深謝したい。

I 我が国の寄生蜂の種数と同定者数

すでに述べたように、現在、我が国の寄生蜂の同定体制は寄生蜂の同定依頼に対し迅速に対応することができないが、この背景にあるのは、我が国に分布する寄生蜂

の種があまりにも多いのに、それに見合う寄生蜂の同定者(分類研究者)の数が不足している事実である。そこで、以下では我が国に分布する寄生蜂の種数と同定者数を見ることにする。

さて、一口に寄生蜂と言っても、分類学的に独立した単位ではなく、現存の種について言えば、ハチ目の中で有錐類(Parasitica)を中心に全部で13程度の上科に所属する総計約59の科が相当する(QUICKE, 1997)。これら59科のうち日本産の寄生蜂の科数は53であり、その合計既知種数は約3,700である。一方、寄生蜂の現存種数は約14,000と推定される。これは日本での寄生蜂各科の分類の専門家からの聞き取り調査などに基づく推定値であるが、特別に明確な推定の根拠があつてのものではない。一般には寄生蜂の種数は昆虫全体の種数の約20%を占めると言われ(LASALLE and GAULD, 1991)、日本産全昆虫の現存種数が10万と推定される(平嶋ら, 1989)なら、我が国の寄生蜂の現存種数は2万と推定されることになり、上記の約14,000という値はまだ控え目なものと言える。我が国の寄生蜂については、約14,000の現存種数から約3,700の既知種数を差し引いた1万を超える種、割合にして現存種の約74%の種が未記載種か日本未記録種ということになり、我が国ではまだいかに多くの寄生蜂の種が未知なままに残されているかがわかる。

参考までに言えば、全世界では240万~1,000万種と推定される昆虫の現存種のうちでも寄生蜂は膨大な種数を占める昆虫群であり、その現存種は一応63万種と推定されているが、そのうち既知種はわずか6万種に過ぎない(HERATY, 2009)。したがって、世界的には寄生蜂の現存種の実に90%を超える種がまだ未記載という状態にあり、これにくらべれば、前述のように、我が国の現存種の約74%が未知な状態にあるのはまだましなほうである。

昆虫相の調査が世界中で最も行き届いているイギリスでは、最新のデータによると、寄生蜂の既知種数は5,796で、全昆虫の既知種数は24,043である(BARNARD, 2011)。イギリスでは全昆虫種の90%が既知種と言われている(WILSON, 1985)ことから、イギリスの全昆虫の現存種数は26,714と推定される。そのうち10%の昆虫

The System for Identifying Parasitoid Wasps as Natural Enemies of Insect Pests in Japan. By Yoshimi HIROSE

(キーワード: 天敵利用, 害虫管理, 日本, 分類学, 生物多様性)

表-1 害虫の天敵として重要な日本産寄生蜂の科における種数とその同定者

科名	既知種数	推定現存種数	同定者 ^{a)}
コマユバチ科 Braconidae	1,000	1,500	前藤 薫, 高田 肇
ヒメバチ科 Ichneumonidae	1,450	5,000	小西和彦, 松本史樹郎
タマゴクロバチ科 Scelionidae ^{b)}	90	500	山岸健三
ハラビロクロバチ科 Platygasteridae	25	500	山岸健三
オナガコバチ科 Torymidae	51	150	上条一昭
コガネコバチ科 Pteromalidae	145	1,400	上条一昭
トビコバチ科 Encyrtidae	140	500	東浦祥光
ツヤコバチ科 Aphelinidae	60	300	なし
ヒメコバチ科 Eulophidae	224	1,200	上条一昭
タマゴコバチ科 Trichogrammatidae	30	100	矢代直也, 広瀬義躬
ホソハネコバチ科 Mymaridae	30	150	なし
計	3,245	11,300	

^{a)} 下線は引退後, または非研究機関所属か研究機関所属でも同定が正規の業務でない同定者を示す。

^{b)} 最近では DNA 解析に基づく系統的分析の結果に基づいて Scelionidae を Platygasteridae の同物異名 (シノニム synonym) とみなし, これら二つの科を合一して Platygasteridae とする (SHARKEY, 2007) ことが行われているが, ここでは旧来の分類体系に従っておく。

未知種の全部が寄生蜂だと仮定して寄生蜂の現存種数を $5,796 + 2,671 = 8,467$ と過大に推定しても, この値は前記我が国の寄生蜂の現存種数 14,000 に遠く及ばない。日本の昆虫相が豊富なことはよく指摘されるが, 昆虫相の貧弱なイギリスにくらべると, 日本の寄生蜂の種数も格段に多いことは明らかである。

我が国の寄生蜂の種数が多いと言っても, 寄生蜂のすべての種が害虫の天敵と言うわけではない。そこで対象を我が国の害虫の天敵として重要な寄生蜂の科に絞ると, 表-1 に示すように, その科数は 11 で寄生蜂全体の科数のおよそ 1/5 である。これら害虫の天敵として重要な寄生蜂の科に所属する既知種の総数は 3,245 で, それらの科に所属する現存種の総数は約 11,300 と推定されるから, 既知種数の現存推定種数に対する割合は約 29% である。したがって, 我が国の害虫の天敵として重要な寄生蜂の科では現存種の 30% 足らずしか種までの同定ができないのである。研究の対象が害虫の天敵でない寄生蜂も含む場合, 寄生蜂の種までの同定はもっと困難になる。その 1 例として表-2 には北海道のミズナラ林で観察された寄生蜂の種の同定結果を示したが, 種名まで判明したものの割合は 20% に満たず, 科名までしか判明しなかったものが 10% を超える結果となっている。

表-1 に示すように, 害虫の天敵として重要な寄生蜂の科でも 1 万種を超える我が国で寄生蜂同定者はわずか 9 人である。この場合の寄生蜂同定者数は寄生蜂分類研究者の実数ではなく, 現在, 寄生蜂の同定依頼に応じてみるとみられる寄生蜂分類研究者 (ただし, 大学院生を

表-2 北海道のミズナラ林で観察された寄生蜂の種の同定結果 (MURAKAMI et al., 2008 を基に作成)

同定結果	種数	割合 (%)
種名判明	7	16.3
属名まで判明	19	44.2
亜科名まで判明	12	27.9
科名まで判明	5	11.6
計	43	100.0

除く) の数であり, また害虫の天敵としてあまり重要でない寄生蜂の科の分類研究者はもちろん, 含まれない。表-1 では, まず同定者がまったくいない寄生蜂の科があることが大きな問題である。また, この表の同定者の中には, 現役を引退している人, あるいは高校教員のように研究機関に所属していない人, さらに試験場のような研究機関に所属していても寄生蜂の分類が正規の業務でない人がおり, このような同定者が全同定者の半数を超えることが注目される。ともあれ, 膨大な寄生蜂の種数に対し同定者が決定的に不足し, 同定者の高齢化など, その存立基盤が弱いことは明らかである。

II 寄生蜂の同定依頼に迅速な対応のできない理由

我が国で寄生蜂の同定依頼に対し迅速な対応ができない理由として, 寄生蜂の同定者が不足していることを前節では指摘した。では, なぜ寄生蜂の同定者である分類研究者は少ないのか。まず一つの理由としては, 寄生蜂が微小で人々の関心を引かず, そのうえに種数が多くて

種の違いも小さいため、分類の研究が大変、困難なことがある。そのような研究上の困難さに加えて、研究者としての就職は容易でないため、寄生蜂の分類を志向する若手研究者が少ないことも研究者不足と大いに関係している。筆者もこれまでに寄生蜂の分類の研究途中で別の研究テーマに変更したり、あるいは就職できず寄生蜂の分類研究を断念したりした多くの人々を見聞している。

また近年、我が国の大学で昆虫の分類に関する研究室が減少し、寄生蜂の分類研究者の養成が不十分な現状が上記の研究者不足に拍車をかけている。すでに述べたように、現在、我が国の寄生蜂の同定には引退後の研究者まで従事しており、同定者の高齢化が進む一方、研究職ポストを得た若い研究者の供給がないので、分類研究者の不足が深刻化するのも当然と言えよう。

さらに現在、我が国の農業試験研究機関からの寄生蜂の同定依頼を処理できない事態を生じているが、その理由として農業環境技術研究所のインベントリーセンターに寄生蜂の分類研究者が一人もいないことが指摘できる。以前、この同定機関が農業技術研究所の昆虫同定分類研究室であったころには土生昶申氏、その後、同研究所が農業環境技術研究所と改称されてからの同研究室に小西和彦氏ら寄生蜂の分類研究者が勤務して全国の試験研究機関から同定依頼のため送付された寄生蜂標本を仕分けし、表-1のような寄生蜂各科の専門家に転送するサービスを実施して寄生蜂同定がスムーズに行われていた。この寄生蜂標本の仕分けは寄生蜂の科の分別ができる寄生蜂の分類研究者でないと勤まらない。害虫の天敵としての寄生蜂の利用研究が盛んな今日、全国の試験研究機関からの寄生蜂の同定依頼は以前にもまして増えていると推測され、現在のインベントリーセンターに寄生蜂分類研究者が不在という事態は早急に解消される必要があろう。

我が国で寄生蜂の同定が迅速にできないのは、これまで述べたような同定者不足の問題が大きいですが、寄生蜂の分類群によっては、寄生蜂が微小で種の違いも小さいため同定に手間がかかるという事情もある。たとえ特定の寄生蜂分類群の専門家であっても、標本を一見して種がわかるという多くのチョウや甲虫の同定のようなことはほとんどない。実体顕微鏡下で複数個体の標本の各部を精査するのは当然として、微小な寄生蜂の、さらにその小さな雄交尾器を顕微鏡下で解剖して取り出した後、プレパラート標本を作製して検鏡したり、虫体の一部の走査電子顕微鏡写真を撮影したりするため、その同定には多くの時間と労力を必要とするのである。また、寄生蜂の分類群によっては、研究が遅れていて分類自体が混乱

しているため同定にはさらに時間が必要となる。

日本産の寄生蜂の同定が我が国の寄生蜂の分類研究者だけで対応できないなら、海外の寄生蜂の分類研究者に同定を依頼することもできないわけではない。しかし、海外の研究者も我が国と同様、研究者の高齢化が進み、簡単には依頼に応じてくれないし、たとえ同定に応じた場合でも、属名までの同定で種名の特定には至らないことも少なくないのが実情であろう。分類研究が進んでいないグループの寄生蜂の場合、海外の研究者であろうと、種までの同定は容易でない。また、海外の研究者が日本から新種を記載した場合、タイプ標本が海外に保管され将来的には日本の研究者にとって不便なことも問題である。

III DNA バーコーディングは寄生蜂同定体制の現状を打開できるか

近年、分子生物学の発展によってDNA解析が比較的容易にできるようになったため、DNAバーコーディングを利用した寄生蜂の同定支援システムが提案されている。例えば、2010年9月に鶴岡市で開催された日本昆虫学会第70回大会では小西和彦、前藤 薫、三浦一芸ほかの諸氏による講演でハモグリバエ科害虫の寄生蜂同定支援システムの提案があった。このような試み自体は大いに評価できるし、従来の寄生蜂の同定が成虫だけでしか可能でないのに、DNAバーコーディングでは卵や幼虫あるいは組織片でも同定が可能となる利点もある。

しかし一般には、DNAバーコーディングシステムの利用で寄生蜂の同定が今後、迅速に行われるようになると思えない。このシステムの適用は同定対象の寄生蜂のほぼ全種について、一応の分類学的研究が終了しDNA解析の結果も判明していることが前提であるが、この前提は現実には満たされないからだ。実際、害虫の卵寄生蜂の同定にDNAバーコーディングシステムが適用できるかどうか以下に検討してみよう。

害虫の卵寄生蜂は微小な寄生蜂の中でも一段と微小で、体長1ミリかそれ以下という種が多く、その同定は極めて困難な対象である。そのため、もし可能であればDNAバーコーディングシステムの適用は非常に望ましい対象と言える。一つの例として、表-3には害虫の天敵として重要な卵寄生蜂の種を多く含む五つの属（これ以外にも害虫の天敵として重要な卵寄生蜂の属は多数あることに注意）について世界的なDNAデータベースであるGenBankへの種の登録の現状を示したが、既知種に対して登録されている種の登録率は最大で *Trichogramma* 属の26.3%、他の4属では10%以下であり、*Telenomus* 属に至っては1%未満に過ぎない。しかも、

表-3 害虫の天敵として重要な卵寄生蜂の5属におけるDNAデータベースへの登録の現状

属名	属の所属する科	属の既知種数 ^{a)}	属の登録種数 ^{b)}	登録率(%)
<i>Telenomus</i>	タマゴクロバチ科	681	5	0.7
<i>Trissolcus</i>	タマゴクロバチ科	173	7	4.0
<i>Ooencyrtus</i>	トビコバチ科	299	3	1.0
<i>Anagrus</i>	ホソハネコバチ科	92	6	6.5
<i>Trichogramma</i>	タマゴコバチ科	232	61	26.3

^{a)} 最新の世界的な寄生蜂のカタログやデータベース等による値であるが、2012年1月現在では明らかに控えめな値である。

^{b)} GenBankのデータベースで2012年1月現在の値であり、例えば *Telenomus* sp. のように種名が確定していない種の登録を除いた値。

いずれの属でも今後、登録種数の大幅な増加は期待できない一方、既知種以外の未記載種がなお多数、存在することも考慮すれば、現実にはこのデータベースを活用できない。また、データベースには種名の不明な登録、例えば *Telenomus* sp. のような場合が多いのが問題である。このような種の標本は登録の際、証拠標本として、しかるべき博物館などに保管されているのだが、分類研究者がその種名までの同定に手が回らないため、DNAデータベースでは番号だけがつけられて種名が検討されないままになっているのだ。このように結局、寄生蜂の分類研究者の不足のためDNAデータベースも事実上、使えない事態となっており、この現状が今後も大幅に改善される可能性はないと思われる。

前記、我が国のハモグリバエ科害虫の寄生蜂のように、特定害虫群の寄生蜂で、たまたま各種の存在が十分に判明し、しかもその分類も比較的よくわかっている場合、研究を集中的に行えば、構築されたDNAバーコーディングによる寄生蜂の同定支援システムは実用に耐えるかもしれない。しかし現状では、害虫の卵寄生蜂に限らず、多くの寄生蜂のDNAバーコーディングシステムによる同定はほとんど不可能と考えられる。

IV 寄生蜂の同定依頼者に求められる対応

以上に述べたような現状での問題の解決には、我が国で寄生蜂の分類研究者を多く養成し、またその研究職ポストを大学、博物館、公的研究機関に用意することが第一である。しかし、寄生蜂の同定依頼者も我が国の寄生蜂の同定体制の現状と問題点をよく認識し、適切な同定依頼を心がけて現在、同定に従事している研究者に余分な手間をとらせないことが肝要である。例えば、同定依頼者は同定依頼時に標本の採集情報、すなわち採集場

所、採集日、採集者、寄主（できれば寄主が食植性の場合は、その寄主植物も）等を洩れなく同定者に連絡する必要がある。同定者はもちろん、標本自体を精査して同定するが、採集の場所や時期、寄主等標本の採集情報も考慮しながら同定しているのである。しかし実際には、採集情報を的確に連絡しない同定依頼者が非常に多く、同定者が再度、同定依頼者に問い合わせをして同定者に余分な手間をかけることが多いのが実情である。また、寄生蜂には雄を調べないと同定できない種もあるが、通常、同定依頼者は雌雄の判別ができないので、同一種でも、できるだけ多くの個体を同定者に送付すべきである。同定を依頼する寄生蜂の標本は乾燥標本とするか、あるいはアルコール液浸標本とするか一概には言えないが、微小な種でも普通、乾燥標本で事足りる場合が多い。しかし最近ではDNA解析も必要になったので、可能であれば99%エタノール液浸標本も同時に作製したほうがよい。

また、寄生蜂の同定には同定者の無視できない時間と労力を伴うので、同定依頼者は同定に際して一定の謝金を支払うことを考えるべきではなからうか。わが国では昆虫の同定に対し謝金を支払うのは一般的でない（横浜植物防疫所が以前から謝金を支払っているのは数少ない例外）。しかし海外では、例えば英国の大英博物館で20年以上も前から同定料を請求していて、その金額は1分類群（タクソン taxon）につき85ポンド（現在の為替レートでは1万円余りであるが、以前の為替レートでは2万円を超えたこともあった。）である。1タクソン85ポンドであるから、たった1種1個体の標本の同定依頼でも、そして、例えば *Telenomus* sp. という同定結果でも、この金額を支払うことになる。なお、寄生蜂の同定に対する謝金は会計上オープンなものとし、分類研究者の所属する研究機関の研究費の一部として充当されるべきである。たとえ僅少な金額でも、寄生蜂の同定料が支払われることで寄生蜂の分類研究者の存在意義も認識されるものとする。

おわりに

近年我が国でも生物多様性の重要性が声高く叫ばれ、環境保全型農業における害虫管理においても生物多様性が強調されることが多い。それと関連して、山岸(2010)は日本の農耕地とその周辺での寄生蜂の多様性を調査し、我が国の農業生態系でも多様な寄生蜂が生活していると結論した。しかし、彼自らが指摘しているように、我が国の寄生蜂の分類研究が進んでいないため、そのデータは種レベルではなく属レベルに基づくもので、寄生

蜂の多様性の厳密な評価には至らない。実際、適期に農耕地やその周辺の雑草地で捕虫網を振れば、夥しい数の寄生蜂の成虫が得られるが、その大部分の種名は不明である。昆虫の中で膨大な種数を占める寄生蜂が実際に我が国で何種いるかも不明な状態のまま、昨今の日本のように生物多様性の重視が強調されても、その議論と現実のギャップのため違和感を覚えざるを得ないのである。害虫の天敵としての寄生蜂の利用を促進するうえでも、肝腎の寄生蜂の同定が満足にできない現状では話にならない。一日でも早い現状の改善を期待したい。

引用文献

1) BARNARD, P. C. (2011): The Royal Entomological Society Book of

- British Insects. Wiley-Blackwell, Oxford, 383 pp.
- 2) HERATY, J. (2009): Parasitoid biodiversity and insect pest management. In Footitt, R. G. and P. H. Adler (eds.) Insect Biodiversity: Science and Society. Wiley-Blackwell, Oxford, p. 445 ~ 462.
- 3) 平嶋義宏ら (1989): 昆虫分類学, 川島書店, 東京, 597 pp.
- 4) HIROSE, Y. (2005): Biol. Control 32: 49 ~ 56.
- 5) LASALLE, J. and I.D. GAULD (1991): Redia 74: 315 ~ 334.
- 6) MURAKAMI, M. et al. (2008): Ecol. Res. 23: 1039 ~ 1049.
- 7) QUICKE, D. L. J. (1997): Parasitic Wasps. Chapman and Hall, London, 470 pp.
- 8) SHARKEY, M. J. (2007): Zootaxa 1668: 521 ~ 548.
- 9) WILSON, E. O. (1985): Issues in Science and Technology 2: 20 ~ 29.
- 10) 山岸健三 (2010): 植物防疫 64: 678 ~ 683.

植物防疫 特別増刊号 No.14

アザミウマ類の見分け方

(社)日本植物防疫協会 編

新発売

B5判 70ページ 口絵カラー
 価格1,600円(本体)
 送料80円(メール便)

◆農作物を加害する重要害虫「アザミウマ」について野菜、果樹、茶、花等の作物ごとに、その重要種を各研究者が詳しく解説しています。

【掲載内容】

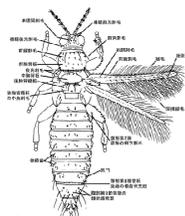
- ・農作物のアザミウマの見分け方
- ・野菜栽培で問題となるアザミウマの見分け方
- ・チャヤ果樹栽培で問題となるアザミウマ類の生態的特徴からの見分け方
- ・カキ・モモ・イチジク栽培で問題となるアザミウマ
- ・遺伝子診断によるアザミウマの見分け方
- ・植物検疫で発見されるアザミウマ類
- ・他

【主な掲載種】

ネギアザミウマ
 ヒラズハナアザミウマ
 ミカンキイロアザミウマ
 チャノキイロアザミウマ
 ミナミキイロアザミウマ
 ダイズウスイロアザミウマ
 キイロハナアザミウマ
 ハナアザミウマ
 ピワハナアザミウマ
 他

塘 忠顕氏
 柴尾 学氏
 井村岳男氏
 多々良明夫氏

森下 正彦氏
 土田 聡氏
 榎本 雅身氏



お問い合わせは下記へ

〒114-0015 東京都北区中里 2-28-10

(社)日本植物防疫協会 支援事業部 出版担当

TEL 03-5980-2183 FAX 03-5980-6753

http://www.jpapa.or.jp/ order@jpapa.or.jp