

平成22年6月1日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19380037
 研究課題名（和文） 侵入害虫クリタマバチと天敵寄生蜂の導入が土着寄主・寄生蜂相に及ぼす影響の解析
 研究課題名（英文） Analysis on the effect of an invasive pest, *Dryocosmus kuriphilus* and its introduced parasitoid on the native host and parasitoid fauna
 研究代表者
 守屋 成一 (MORIYA SEIICHI)
 (独) 農研機構・中央農研・総合的害虫管理研究チーム・チーム長
 研究者番号：70370509

研究成果の概要（和文）：クリタマバチの侵入から半世紀以上経過している日本と侵入直後であるイタリアにおける本種の分布や被害状況を比較することにより、侵入生物が土着生物相に与える長期的・短期的影響を同時に査定した。日本国内では導入天敵チュウゴクオナガコバチによってクリタマバチの生物的防除に成功したが、土着天敵に対する直接的な影響を初めて明らかにした。これらの成果を活かし、イタリアにおけるクリタマバチの生物的防除を成功に導いた。

研究成果の概要（英文）：Both long and short term impacts induced by an invasive pest, *Dryocosmus kuriphilus*, were simultaneously assessed in Japan where the pest was introduced more than half century ago and in Italy where the pest was found very recently. In Japan, *D. kuriphilus* has been successfully controlled by its natural enemy, *Torymus sinensis*, introduced from mainland of China, however, its direct effects on the closely related native parasitoids were clearly analyzed for the first time. Those results would lead a trial for the biological control of *D. kuriphilus* in Italy to its success in a short time.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
2008年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2009年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
年度			
年度			
総計	14,200,000	4,260,000	18,460,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：応用昆虫学

キーワード：国際研究者交流、イタリア、チュウゴクオナガコバチ、クリタマバチ、侵入害虫、生物的防除、導入天敵、土着寄生蜂

1. 研究開始当初の背景

侵入害虫とその導入天敵が土着生物相に与える影響の評価は、応用昆虫学・生態学の中心的課題の一つである。クリタマバチは半

世紀以上前に岡山県で発見され、その後、国内のクリに激的な被害をもたらした侵入害虫であるが、本種の生物的防除手段として導入・放飼されたチュウゴクオナガコバチが頭

著な働きを示した。その結果は国内における伝統的生物的防除の成功例として教科書に記載されている。

2002年、クリタマバチがついにヨーロッパ大陸で発見され、重要侵入害虫として発見直後から精力的な調査・研究が開始された。さらに、侵入地イタリアでも天敵導入が検討され、現地防除関係者から本研究代表者に対し生物的防除に関する研究協力要請がなされた。

日本国内のクリタマバチ侵入初期の状況は、戦時・戦後の混乱期で殆どデータがないため、生物的防除が成功した現在でも謎に包まれている。そこで、日伊の研究者が協同して、侵入直後のイタリアの状況を詳細に調査することにより、日本側ではクリタマバチの侵入が土着天敵類に与えた直接的影響の解明が期待される。一方、日本国内の導入天敵放飼に伴う問題点の解決を図ることにより、イタリア側では生物的防除の成否に関する将来的予測と土着天敵相への影響評価が可能となる。

クリタマバチがイタリア国内からヨーロッパ全域に侵入する兆候が伺われ、時々刻々と変化するヨーロッパの状況に対応するためには、国際共同研究体制を直ちに構築する必要がある。特に、日本国内においては、導入天敵放飼に関して、既に蓄積されている調査・実験データを利活用し、国際共同研究を先導するための多面的な研究を短期集中的に展開することが不可欠である。

2. 研究の目的

ヨーロッパ地域の研究者と連携し、イタリアにおけるクリタマバチの分布拡大過程とクリタマバチ侵入地点近傍での土着寄生蜂群のクリタマバチへの寄生転換状況を解析する。それらの結果に基づき、クリタマバチ侵入後、国内において経時的に記録された土着寄生蜂群のデータとの比較検討や分子系統解析によって、クリタマバチ-寄生者複合体の成立過程の解明を試みる。一方、国内におけるクリタマバチとチュウゴクオナゴバチの分布拡大過程や、国内各地で蓄積された両者の長期個体数変動データを活用した数理モデルを開発し、イタリアに侵入したクリタマバチの分布拡大予測や、チュウゴクオナゴバチによる生物的防除の実現可能性について検討する。さらに、チュウゴクオナゴバチと近縁土着種クリマモリオナゴバチとの種間関係や野外における両種間の交雑個体の発生など、導入天敵の放飼が国内の土着寄生蜂相に与えた影響を評価する。

3. 研究の方法

(1) クリタマバチ分布拡大と土着寄生蜂群の日欧比較

① イタリアにおけるクリタマバチ分布状況とチュウゴクオナゴバチの輸出

クリタマバチ初発見地域であるイタリア北部ピエモンテ州を中心として野外調査を実施し、2007年現在のクリタマバチ分布拡大域を明らかにする。国内におけるチュウゴクオナゴバチ野外放飼実験・事業のデータに基づき、チュウゴクオナゴバチの高寄生率が期待できる地域から集中的に乾枯虫えいを採集し、イタリアに送付する。虫えいを現地の気候に馴化させ、4月以降の天敵の羽化・野外放飼に備える。

その後、調査を継続し、2008年以降のクリタマバチ分布拡大域を追跡する。イタリアで冬季に乾枯虫えいを採集し、導入天敵のイタリアにおける定着の可否を判定する。また、ヨーロッパグリにおけるクリタマバチ虫えい形成と導入天敵羽化の同調性を比較する。

② 日本国内におけるチュウゴクオナゴバチ既分布域調査

本種が未分布と考えられる地域から重点的に乾枯虫えいを採集し、2007年現在のチュウゴクオナゴバチ国内分布状況を確定させる。聞き取り調査結果等を集約し、チュウゴクオナゴバチの分布拡大速度を推定するとともに、導入天敵の人為的放飼が導入天敵個体群の自然分散に与える影響を評価する。

③ 日本とヨーロッパ地域のクリタマバチ土着寄生蜂群の比較

土着寄生蜂群は春季から秋季にかけて長期間にわたり虫えいから羽化するため、初夏と冬季間の2回に分けて虫えいの採集を実施する。日伊両国の気候条件下での羽化消長を同時に記録し、寄主フェノロジーと寄生蜂羽化の同調性を検証する。

(2) クリタマバチ-寄生者複合体の成立過程の解析

① クリタマバチ土着寄生蜂群に対するチュウゴクオナゴバチの影響評価

チュウゴクオナゴバチ放飼地点近傍のチュウゴクオナゴバチおよび土着寄生蜂群、特にクリマモリオナゴバチの羽化消長を重点的に調査する。虫えい採集地点では、クリタマバチ被害芽率(クリタマバチの個体群密度の指標)を算出する。

クリタマバチ被害芽率については、調査対象範囲を拡大し、クリタマバチ個体群密度の地域差を把握する。

② 導入天敵と近縁土着天敵の交雑

既開発の分子マーカー(アイソザイム、核DNA)により導入天敵と土着天敵との交雑個体を検出する。サンプル個体の産卵管鞘相対

長を計測し、外部形態と遺伝子型との関係を明らかにする。

mtDNA の多型解析を行い、既開発分子マーカーの結果と併せることにより、交雑個体の母系解析及びチュウゴクオナゴバチとクリマモリオナゴバチの間の遺伝子流動を解析する。

③導入天敵と近縁土着天敵の系統関係の解析

チュウゴクオナゴバチとクリマモリオナゴバチの DNA を解析し、分子系統樹を作成する。

果樹研究所と農業環境技術研究所に 1980 年代から冷凍保存されている交雑実験個体について、DNA 抽出を試み、これらの個体も含めて DNA 解析を行うことにより、分子系統樹の信頼性を高める。

④クリマモリオナゴバチのオリジナルホストの探索

クリタマバチの侵入と同時に寄主転換を行ってクリタマバチに寄生するようになった在来土着寄生蜂、とくにチュウゴクオナゴバチ導入以前の優占種であるクリマモリオナゴバチの元の寄主(オリジナルホスト)の探索を行う。

4. 研究成果

(1) イタリア・トリノ大学との共同研究により、イタリアに侵入したクリタマバチの 2007 年現在の分布状況を明らかにするとともに、隣接するスロベニア・フランスへの分布拡大を確認した。日本産チュウゴクオナゴバチ老熟幼虫が内部で越冬している乾枯虫えいをイタリアへ直接送付し、イタリアでの成虫羽化状況を調査した。イタリアの気候条件下でのチュウゴクオナゴバチ羽化消長とクリタマバチ虫えい形成状況を観察した結果、イタリアにおいても両者の間に同調性が保たれていることが判明し、チュウゴクオナゴバチの定着・増殖に関する問題点の一つが解決された。

(2) クリタマバチの生物的防除を目的として中国からチュウゴクオナゴバチを日本に導入し、定着・分布拡大に成功したが、本寄生蜂が土着のタマバチやその寄生蜂に影響を与えている可能性がある。本寄生蜂に最も近縁なクリマモリオナゴバチの土着寄主タマバチが影響を受ける可能性が最も高い。土着寄主候補のタマバチ *Callirhytis hakonensis* の分類学的検討を行い、本種を *Andricus* 属に移し、単性世代を再記載、両性世代を記載した。

(3) 中国、日本各地、ヨーロッパでのチュウゴクオナゴバチの生活史適応評価の基本知見として、耐寒性と休眠覚醒経過を解明した。チュウゴクオナゴバチ幼虫の夏休眠の段階的な覚醒過程を解明し、生活史の全貌を明らかにした。つくば市周辺のチュウゴクオナゴバチおよび土着寄生蜂群の羽化消長を継続的に調査し、チュウゴクオナゴバチ放飼地点近傍では、依然としてチュウゴクオナゴバチが圧倒的な優占種となっていることを確認した。茨城県下 7 地点、つくば市および周辺 40 カ所、ならびに果樹研究所内の各種・系統クリ樹のクリタマバチ虫えい密度、チュウゴクオナゴバチなど天敵の寄生率と成虫羽化数の 13 年以上にわたる変動データを蓄積・解析し、導入天敵と在来天敵の作用機構の解明を進めた。さらに、導入天敵放飼後 27 年間のクリタマバチと導入・土着寄生蜂の個体群動態の特徴を解明し、導入寄生蜂存在下での害虫管理方策を提案した。

(4) チュウゴクオナゴバチ集団の九州近海諸島における遺伝構造を COI および ITS2 を用いて推定し、中国河北省および韓国集団と比較した。対馬・隠岐集団は韓国集団とハプロタイプが一致する一方で、済州島・五島・壱岐集団はむしろ中国集団と共通のタイプが多く、これらの地域での集団の成立過程を示唆した。産卵管は中国集団が短いことが判明し、チュウゴクグリゴールの大きさ、またはチュウゴクオナゴバチの寄生のタイミングが異なることを示唆した。

(5) チュウゴクオナゴバチ・近縁土着種クリマモリオナゴバチ早期・晩期羽化型を識別できる DNA マーカーを開発し、野外における個体数変動において、クリマモリオナゴバチ早期型からチュウゴクオナゴバチへの置き換わりを遺伝的に実証するとともに、晩期型からチュウゴクオナゴバチへの置き換わりが示された。また、この置き換わりの過程で両者の交雑個体(F_1)が最大 22%検出され、両者間の遺伝的相互作用が初めて明らかになった。日本各地でのチュウゴクオナゴバチとクリマモリオナゴバチ(早期・晩期羽化型)の交雑個体(F_1)ゲノタイプの出現頻度を調査した結果、早期羽化型との F_1 タイプは数%以下であったが、晩期羽化型との F_1 タイプは数年間にわたり約 20%出現したことから、晩期羽化型との交雑の方がより高頻度で起きていることが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 27 件)

① George Melika, Juli Pujade-Villar, Yoshihisa Abe, Chang-Ti Tang, James Nicholls, Nakatada Wachi, Tatsuya Ide, Man-Miao Yang, Zsolt Péntzes, György Csóka and Graham N. Stone (2010) Palaearctic oak gallwasps galling oaks (*Quercus*) in the section Cerris: re-appraisal of generic limits, with descriptions of new genera and species (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). 査読有 Zootaxa 2470: 1-79

② Nakatada Wachi and Yoshihisa Abe (2010) Taxonomic status of the oak gall wasp *Callirhytis hakonensis* (Hymenoptera: Cynipidae), with description of the sexual generation. 査読有 Ann. Entomol. Soc. Am. 103: 322-326

③ Kaori Yara, Terunori Sasawaki, Yasuhisa Kunimi (2010) Hybridization between introduced *Torymus sinensis* (Hymenoptera: Torymidae) and indigenous *T. beneficus* (late-spring strain), parasitoids of the Asian chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae). 査読有 Biological Control 54: 14-18

④ Kaori Yara (2009) Discrimination of *Torymus sinensis* Kamiyo (Hymenoptera: Torymidae) and *T. beneficus* Yasumatsu et Kamiyo and their hybrids by allele-specific PCR. 査読有 Appl. Entomol. Zool. 44: 275-280

⑤ 屋良佳緒利・笹脇彰徳 (2008) 長野県内の近隣2地点におけるクリマモリオナガコバチ早期・晩期各羽化型の羽化消長. 査読有 関東東山病害虫研究会報 55: 137-139

⑥ Ambra Quacchia, Seiichi Moriya, Giovanni Bosio, Ivano Scapin and Alberto Alma (2008) Rearing, release and settlement prospect in Italy of *Torymus sinensis*, the biological control agent of the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. 査読有 Biocontrol 53: 829-839

⑦ Yoshihisa Abe, George Melika and Graham N. Stone (2007) The diversity and phylogeography of cynipid gallwasps (Hymenoptera: Cynipidae) of the Oriental and eastern Palearctic regions, and their associated communities. 査読有 Oriental Insects 41: 169-212

⑧ Kaori Yara (2007) Displacement of *Torymus beneficus* (Hymenoptera,

Torymidae) by *T. sinensis*, an indigenous and introduced parasitoid of the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), in Japanese chestnut fields: possible involvement in hybridization. 査読有 Biological Control 42: 148-154

[学会発表] (計 41 件)

① 志賀正和、外山晶敏、井原史雄：チュウゴクオナガコバチ放飼後 27 年間のクリタマバチの個体数変動の特徴. 第 54 回日本応用動物昆虫学会大会. 2010 年 3 月 28 日. 千葉大学.

② 和智仲是・阿部芳久：クリマモリオナガコバチ (膜翅目：オナガコバチ科) の在来寄主候補ハコネナラタマバチ (膜翅目：タマバチ科) の両性世代の記載と分類学的検討. 第 54 回日本応用動物昆虫学会大会. 2010 年 3 月 28 日. 千葉大学.

③ 屋良佳緒利：長野県のチュウゴクオナガコバチ放飼地におけるチュウゴクオナガコバチと近縁土着寄生蜂の遺伝的相互作用. 第 54 回日本応用動物昆虫学会大会. 2010 年 3 月 28 日. 千葉大学.

④ Ambra Quacchia, Seiichi Moriya, Giovanni Bosio, Chiara Gerbaud, Chiara Ferracini, Alberto Alma: The Italian experience in fighting *Dryocosmus kuriphilus*. Reproducing, spreading and setting of *Torymus sinensis*. Castanea 2009 Food, Timber, Biomass & Energy in Europe 2009. 10. 15. Cuneo, Italy.

⑤ 屋良佳緒利・笹脇彰徳・国見裕久：クリマモリオナガコバチ晩期羽化型とチュウゴクオナガコバチの交雑. 第 53 回日本応用動物昆虫学会大会. 2009 年 3 月 28 日. 北海道大学.

⑥ 阿部芳久・和智 仲是：*Ufo* (膜翅目：タマバチ科) は同居蜂かゴール形成蜂か. 日本昆虫学会大会. 2008 年 9 月 16 日. 香川大学幸町キャンパス.

⑦ Seiichi Moriya, Ambra Quacchia, Giovanni Bosio, Chiara Gerbaudo, Alberto Alma: Classical biological control of the Asian chestnut gall wasp in Italy by the introduction of Japanese-sourced Chinese parasitoid, *Torymus sinensis* Kamiyo, since 2003. Entomological Society of America 2008 年 11 月 18 日. 2008 ESA Annual Meeting, Reno, USA.

⑧ 守屋成一, Ambra Quacchia, Giovanni

Bosio, Chiara Gerbaudo, Alberto Alma: 伝統的生物的防除－侵入害虫クリタマバチと導入天敵チュウゴクオナガコバチ－. 天敵利用研究会. 2008年11月14日, 立川市・東京.

⑨阿部芳久: ナラタマバチ族の旧北区起源説の提唱ならびにアジア産タマバチの分類学的研究の重要性. 日本昆虫学会第67回大会. 2007年9月15日. 神戸大学.

⑩和智仲是・阿部芳久: ナライガタマバチ種群(膜翅目: タマバチ科)におけるミトコンドリア、チトクロムb遺伝子の変異. 第52回日本応用動物昆虫学会大会. 2008年3月26日, 宇都宮大学.

⑪守屋成一, 足立 礎, Ambra Quacchia, Alberto Alma, Giovanni Bosio, Ivano Scapinc: 日本産チュウゴクオナガコバチのイタリアへの定着－クリタマバチに対する伝統的生物的防除の試み－. 日本昆虫学会第67回大会, 2007年9月16日, 神戸大学.

⑫守屋成一・足立 礎: 日欧米へのクリタマバチの侵入とチュウゴクオナガコバチの導入. 第52回日本応用動物昆虫学会大会, 2008年3月26日, 宇都宮大学.

[図書] (計1件)

① Seichi Moriya (ed) (2010) A Global Serious Pest of Chestnut Trees, *Dryocosmus kuriphilus*: Yesterday, Today and Tomorrow. 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター, つくば. 48pp.

[その他]

ホームページ等

<http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryoku/kankou/cgw/index.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

守屋 成一 (MORIYA SEIICHI)

中央農業総合研究センター・総合的害虫管理研究チーム・チーム長

研究者番号: 70370509

(2) 研究分担者

外山 晶敏 (TOYAMA MASATOSHI)

果樹研究所・果樹害虫研究チーム・主任研究員

研究者番号: 30355391

津田 みどり (TUDA MIDORI)

国立大学法人九州大学・大学院農学研究
院・助教

研究者番号: 20294910

屋良 佳緒利 (YARA KAORI)

独立行政法人農業環境技術研究所・生物多
様性研究領域・主任研究員

研究者番号: 70354123

阿部 芳久 (ABE YOSHIHISA)

国立大学法人九州大学・大学院比較社会文
化研究院・教授

研究者番号: 50222675