

チャを加害する新害虫「チャトゲコナジラミ」

久留米大学比較文化研究所 ^{かん}上 ^{みや}宮 ^{けん}健 ^{きち}吉

京都府立大学大学院生命科学研究所 ^{よしやす}吉安 ^{ゆたか}裕・^{かさい}笠井 ^{あつし}敦

はじめに

チャの新害虫ミカントゲコナジラミ（チャ系統）は、2004年に京都宇治のチャ園で初めて記録され（山下ら、2005）、その後の甚大な被害の実態と分布の拡大により、農林水産省「チャの新害虫ミカントゲコナジラミの発生密度に対応した戦略的防除技術体系の確立」のプロジェクト（以後本プロジェクトと略記）が2009年に開始された。その後の被害拡大と防除対策や生態については、本誌上に最近紹介された（佐藤、2011）。チャの害虫トゲコナジラミの大発生はHAN and CUI（2003）によると、中国海南省や長江の中～下流域のチャ産地で1960年代中ごろ、70年代末、80年代末から90年代初めに確認されている。1989年には中国の主要なチャ産地の全域に分布拡大して甚大な被害を与え、今後も再び大発生の可能性があるという。発生動態や防除技術等に関して中国では相当数の研究成果が1990年代から今もなお報告されている。このチャの害虫は黒刺粉虱あるいは茶黒刺粉虱と称され、カンキツ害虫のミカントゲコナジラミ *Aleurocanthus spiniferus* (Quaintance) の学名が一貫して用いられてきた。中国で大発生したチャの新害虫であることは、GRANHAM（1966）やHAZARIKA et al.（2009）の世界のチャの害虫に関する総説に該当する記述がないことや、この科の分類がよく整理されている台湾で、TAO（1979）のコナジラミ科の寄主植物リストや、柯・許（2004）の植物防疫上の重要コナジラミ科害虫の解説に記述のないことで推察される。我が国でも、ミカントゲコナジラミ（以後ミカントゲと略記）がチャ、あるいはサカキ、ヒサカキ、ツバキを加害するとの報告はこれまでなかった。チャを加害する個体群を分類専門家がミカントゲと同定したのは、従来の手法によったものである。これまで用いられた4齢幼虫のプレバート標本だけで両群を識別するのは困難である。本プロジェクトでは、全ステージについてSEMを含めた詳細な形態比較を行い、チャ系統とカンキツ系統について寄主植物によ

る産卵選好性や成育実験、配偶行動時の振動信号やmtDNAのCOI領域の塩基配列を比較した。その結果、我が国のミカントゲのチャ系統は従来のカンキツ系統とは別種と結論し、新称チャトゲコナジラミ *Aleurocanthus camelliae* Kanmiya & Kasai（英名 *Camellia spiny whitefly*）の新種として本年3月に命名記載した（KANMIYA et al., 2011）。ここではチャトゲコナジラミ（以後チャトゲと略記）がミカントゲとは異なる独立種とした種の認識基準を解説し、経過を追って本プロジェクトの取り組みを紹介したい。

I 振動信号によるチャ系統の認識

コナジラミ類は基質振動波を信号として交尾に利用する（KANMIYA, 1996）。国内既知種のほぼ半数を調査した結果、信号特性は種ごとに異なり（上宮、1998；KANMIYA and SONOBE, 2002；KANMIYA, 2006）、バイオタイプ間でも差異を示した（上宮、2010）。この成果をもとに2008年に京都府立大学、野菜茶業研究所（金谷）と久留米大学は、京都宇治のチャ個体群と静岡岡部のウンシュウを加害するカンキツ個体群の雄交尾信号を比較した。その結果、両群に異質な音響特性が認められたので、ミカントゲはチャ系統とカンキツ系統に区別すべきと発表した（上宮ら、2009）。2009年度開始の本プロジェクトでは、カンキツ害虫のミカントゲとは異なる「新規の害虫」との共通認識があった。また、各県の発生予察特殊報の発令にかかわる同定では、ミカントゲコナジラミ（チャ系統）と限定した。図-1は両種の雄交尾信号波形である。波形Cのミカントゲのパルス波周期が大で、周波数帯域もA、Bとは異なる。波形Dはミカントゲのトレモロ波で、チャトゲでは現れない。

II 両系統間のmtCOI遺伝子解析

農林水産研究高度化事業による「果菜類の新規コナジラミ（バイオタイプQ）等防除技術の開発」では、我が国のタバココナジラミに五つのバイオタイプを確定した（UEDA et al., 2009）。この手法を発展させ、筆者らと上田重文氏（九沖農研センター）は熊本県下のカンキツ園から採取したミカントゲのmtDNAのCOI領域を特異的に増幅するプライマーを開発し、音声信号で異質性

Camellia Spiny Whitefly, A New Insect Pest Infesting Tea. By Kenkichi KANMIYA, Yutaka YOSHIYASU and Atsushi KASAI
 (キーワード：チャトゲコナジラミ, チャ系統, 新害虫, コナジラミ科, 新種)

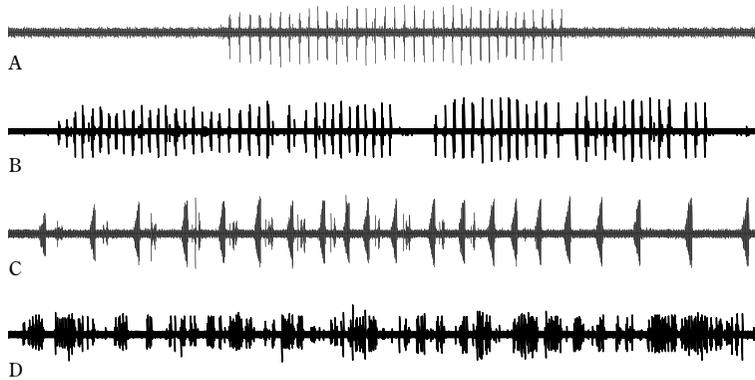


図-1 全長 20 秒間の雄交尾音オシログラム波形
 (A-B) チャトゲコナジラミ, A: 静岡島田, B: 八女星野.
 (C-D) ミカントゲコナジラミ, C: 名瀬大熊, D: 静岡金谷.

が判明したチャ系統との比較を計画した。2009 年春、チャの本プロジェクトの始まる前、上田氏と上宮は三重亀山、滋賀朝宮、京都和東、奈良柳生等の甚発生地や大阪大東、豊中の市街地に赴き、チャ、サザンカ、ツバキからチャ系統のサンプルを得た。図-2 は mtCOI の 759 塩基に基づく識別で、PhyML3.0 を用いて ML 法で得た分子系統樹である。チャ系統とカンキツ系統は明らかに異なるクレードを構成した。ヌクレオチド断片の相同性は各系統内で 99% 以上であるのに対し、両群間では 74.9% (DNA), 83.9% (アミノ酸) の相同率となり、外群に置いた別属のツバキコナジラミとの相同率 (67 ~ 75%) に匹敵し、チャ系統とカンキツ系統が別種である根拠を示した。DnaSP v.5.10 に基づくと、ハプロタイプ多様度はチャ系統の 7 地域の値 (Hd : 0.28571) に対し、カンキツ系統の 3 地域の値 (Hd : 0.66667) となり、チャ系統の地域間の遺伝的分化が小さく、カンキツ系統内の分化が大きく示された。両系統間の遺伝子距離 F_{ST} 値は 0.9965 を示し、チャ系統とカンキツ系統の間に有意差 ($p < 0.01$) があつた。すでに、中国ではチャのミカントゲの産地別個体群について RAPD 手法による遺伝子多様度の比較 (Fu and Han, 2007) や、タバココナジラミ、オンシツコナジラミ等著名害虫とカンキツのミカントゲとを区別する SCAR マーカーの開発 (Liu et al., 2009) が行われているが、チャ系統とカンキツ系統を同時に比較することはなかつた。

III チャ系統の生態学的特性

我が国のチャ系統が新規のものであることはミカントゲがこれまでツバキ科のチャやサザンカ、ヒサカキを加害した記録がないことで予測されたが、その確証は寄主

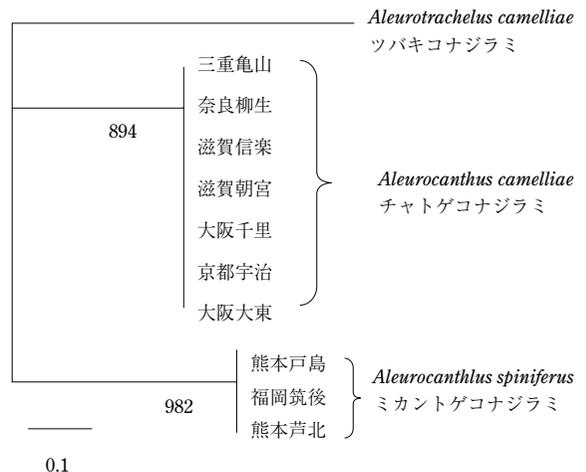


図-2 mtCOI 領域の塩基配列 (759 塩基) から見たチャトゲコナジラミの分子系統図、外群はツバキコナジラミ (PhyML 3.0 により ML 法で作成。群間の遺伝的距離は MEGA により Kimura's 2-parameter 法で計算。樹上の数値は bootstrap 値, 水平スケールは塩基置換率).

適合性の実験によって得られた。京都府立大学と京都府茶業研究所では両系統に異なる寄主植物を与え、産卵の有無やふ化幼虫の成育を調査した。その結果、カンキツ系はチャに全く産卵せず、一方、チャ系統はウンシユウにわずかな産卵があつたものの、ふ化幼虫の成育は不全であつた (笠井ら, 2010)。それゆえ、両系統の異質性がはっきりとなつた。チャに被害をもたらす個体群は国内のカンキツ害虫に由来するものではなく、すでに発生が記録されている中国もしくは台湾から新たに侵入した

可能性が高いと考えられた。そして、チャトゲがサカキ、ヒサカキ、サザンカ、ツバキで順調に成虫まで育成することが確認された。

IV 形態形質の差異

カンキツ系統とチャ系統の地域個体群を卵から成虫の全ステージで形態比較した。京都府立大学では、2009年にチャ系統とカンキツ系統の雌について、4齢幼虫の体周縁の歯状突起の全本数を数えて、両系統間に有意な差を見出した(図-3)。また、SEMにより雄交尾器の挿入器の形に違いのあることも見出した。久留米大学では、2010年に両系統の4齢幼虫雌の体周縁から出るワックス白帯の幅を測定し、両系統間に有意な差を見出した(図-4)。その他、表-1に示すように、両系統の間には寄主選好性とともにも明瞭な形態形質の差異がいくつか認められ、別種としての根拠となった。

V チャトゲコナジラミの侵入経路

我が国の港湾検疫で2001~02年に中国から輸入されたサカキとヒサカキの切枝からコナジラミ科14種が検出された(TOKIHIRO, 2005)。その中で、ミカントゲと英国の専門家が同定した4齢幼虫の生態写真は、ワックス白帯がミカントゲよりも狭く、体幅の約12%で、チャトゲの識別基準(表-1)に相当した。また、横浜植物防疫所から本プロジェクトに中国から輸入したサカキやヒサカキから採取した個体が提供された。そして、香港

やベトナムからEU諸国に輸出されたチャ葉から得たトゲコナジラミ類の標本を検査する機会があり、これらはいずれもチャトゲと確認された。すなわち、中国のチャトゲは物流によって移動していることが確認された。とりわけ、我が国はサカキとヒサカキが神事に他のどの切花よりも多く輸入されている。神社仏閣の多い京都や奈良で多く使用されると見なされ、チャやサザンカとは類縁である。そのうえ、近畿4県がいずれも茶産地を包摂し、この条件が中国からの侵入と大発生を疑わせる。チャトゲは近畿圏では民家の生垣や山野に広がるサザンカにも発生している。大阪大東や豊中では、普通に点在するチャやツバキにもチャトゲが生息していた。奈良柚ノ川では道端のサカキでチャトゲの幼虫を見つけた。このように、チャトゲはサカキやヒサカキの切枝の輸入に乗じて国内に侵入した可能性は高く、チャ産地に限らずとも、国内の神社のサカキやヒサカキ、あるいはサザンカにて侵入群がひそかに定着しているかも知れない。

おわりに

ミカントゲコナジラミは、寄主植物がミカン科、ツバキ科、バラ科、カキノキ科、ブドウ科等多岐に及ぶ個体群が同種とされてきた。東アジア温帯に新たに発生したチャを加害する個体群に種生物学的な探求がなかったのは、この広食性と汎分布性への思いこみと、この科特有の分類方法によると思われる。本プロジェクトで、形態

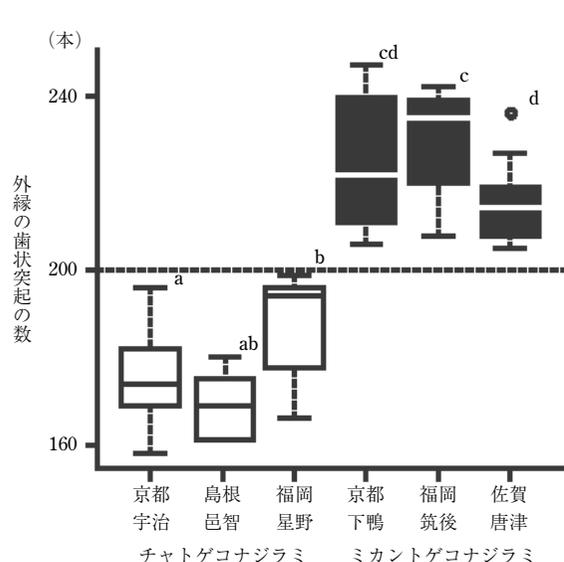


図-3 4齢幼虫の外縁歯状突起数の比較
Wilcoxonの順位和検定により異文字間に有意差あり ($p < 0.05$, Holmの方法) (KANMIYA et al. 2011を改変)。

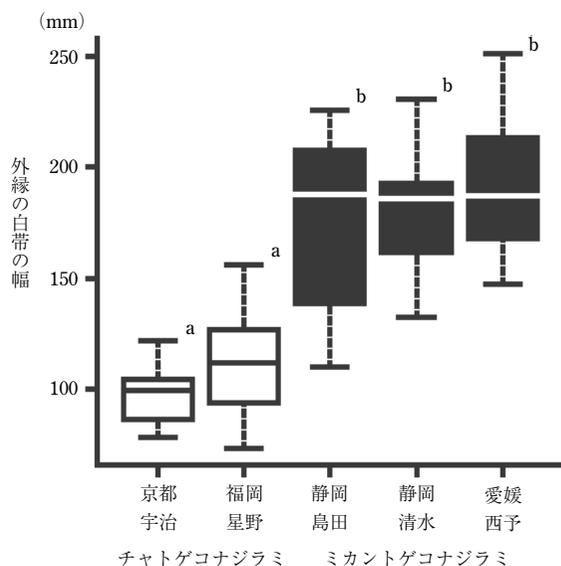


図-4 4齢幼虫の外縁ワックス白帯幅の比較
Wilcoxonの順位和検定により異文字間に有意差あり ($p < 0.05$, Holmの方法) (KANMIYA et al. 2011を改変)。

表-1 チャトゲコナジラミとミカンコナジラミの主な生態的、形態的形質の差異

構造や特性	チャトゲコナジラミ	ミカントゲコナジラミ
寄主植物	ツバキ科 (チャ, サザンカ, サカキ, ヒサカキ)	ミカン科, バラ科, バンレイシ科, カキノキ科, ブドウ科, アケビ科
前翅の斑紋数	9個の白斑	7個の白斑
♂成虫腹端挿入器の側面形状	背方に強く湾曲して青竜刀形	背方にわずかに曲がり, 日本刀形
同上 第9節腹板の側面形状	前縁と腹縁はともに深く陥入	前縁はやや陥入し, 腹縁は外に膨らむ
♀4齢幼虫背面周縁ワックス白帯の幅	白帯は狭く, 蛹の横幅の11.2~15.8%	白帯は広く, 蛹の横幅の17.3~30%
同上 周縁歯状突起の数	総数は200を超えない (158~196本)	やや密に並び, 総数は200を超える (205~242本)
同上 頭部眼状窩の位置	くっきりと縁取られ, 頭胸部の第3亜縁管状刺に近接	明瞭には縁取られず, 頭胸部の第3亜縁管状刺には近接せず
同上 亜中央区管状刺の並び	第2~第5管状刺はほぼ直線的に配置	直線的でなく, 第2と第4は外側, 第3と第5は内側に配置
同上 亜縁区乳状突起列の位置	腹部亜縁管状刺列の外側に配置	各亜縁管状刺の間に配置

形質のより詳細な比較がなされた結果, 両種は形態的に識別の困難な同胞種 (隠蔽種) ではなく, また, 分子情報で区別されるバイオタイプでもなく, 全ステージの形態や行動の詳細な比較や遺伝子解析に基づく, 生殖的に隔離されて明瞭に区別される独立した2種であると結論された。昨今の自由貿易の加速によって輸入植物の品目と輸入量は増加傾向にあり, 侵略的外来生物のリスクはさらに高くなるだろう。チャトゲコナジラミはツバキ科という生活環境に密着した植物を広く加害し, すず葉という気づかぬ場所で繁殖を展開し, 熱帯起源の非休眠性を保持しているゆえ, 今後とも分布拡大と繁殖の勢いが懸念される重要対応種である。

最後に, 実験材料の提供をいただいた静岡, 京都, 奈良, 三重, 滋賀の公的農業研究機関と, 貴重な検査資料の提供をいただいた横浜植物防疫所調査研究部の諸氏に深謝申し上げる。なお, 系統間の遺伝的構造の比較解析は九州沖縄農業研究センターの上田重文氏の手によるものである。

引用文献

1) Fu Jian-Yu and B-Y. Han (2007): Acta Ecologica Sinica 27: 1887

- ~ 1894.
- 2) GRANHAM, J. E. (1966): Ann. Rev. Entomol. 11: 491 ~ 514.
- 3) HAN Bao-Yu and L. Cui (2003): Acta Ecologica Sinica 23: 1781 ~ 1790.
- 4) HAZARIKA, L. K. et al. (2009): Ann. Rev. Entomol. 54: 267 ~ 284.
- 5) KANMIYA, K. (1996): Appl. Entomol. Zool. 31: 255 ~ 262.
- 6) 上宮健吉 (1998): 植物防疫 52: 17 ~ 22.
- 7) KANMIYA, K. (2006): Insect Sounds and Communication (Drosopoulous, S. & Claridge M. F. eds.), CRC Taylor & Francis, Boca Raton, p. 365 ~ 379.
- 8) ——— and R. SONOBE (2002): Appl. Entomol. Zool. 37: 487 ~ 495.
- 9) 上宮健吉ら (2009): 応動昆第53回要旨集 53: 145.
- 10) ———ら (2010): 応動昆第54回要旨集 54: 111.
- 11) ——— (2010): 昆虫と自然 45: 12 ~ 15.
- 12) KANMIYA, K. et al. (2011): Zootaxa 2797: 25 ~ 44.
- 13) 笠井 敦ら (2010): 応動昆 54: 140 ~ 143.
- 14) 柯 俊成・許 洞慶 (2004): 植物重要防疫検査害虫診断鑑定研修会 (4): 1 ~ 47.
- 15) Liu, Xun et al. (2009): Acta Entomologica Sinica 52(8): 895 ~ 900.
- 16) 佐藤安志 (2011): 植物防疫 65: 157 ~ 161.
- 17) TAO, C. C. (1979): Jour. agric. Res. China 28: 311 ~ 334.
- 18) TOKIHIRO, G. (2005): Res. Bull. Pl. Prot. Japan 41: 87 ~ 93.
- 19) UEDA, S. et al. (2009): J. Appl. Entomol. 133: 355 ~ 366.
- 20) 山下幸司ら (2005): 茶研報 100 (別): 86 ~ 87.