

令和元年6月4日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07476

研究課題名(和文) 東アジアにおける双翅目昆虫サシチョウバエ種多様性の解明

研究課題名(英文) Species diversity of the phlebotomine sand fly in East Asia

研究代表者

三條場 千寿 (Sanjoba, Chizu)

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・助教

研究者番号：70549667

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：日本産サシチョウバエ、*Sergentomyia squamirostris*は北海道を除く本州、四国、九州、沖縄に広く分布することが本研究により明らかとなった。成虫の発生は気温が20℃を超える6月から9月であり、爬虫類に対する嗜好性があることが示唆された。南西諸島においては、*S. squamirostris*と形態学的・遺伝的に異なる種の存在が明らかとなった。中国、モンゴル、台湾における採集調査および台湾に生息する *Sergentomyia*属サシチョウバエとの分子系統解析の結果より、東アジアにおいて *S. squamirostris*は、中国の一部地方と日本のみに生息する可能性が高い。

研究成果の学術的意義や社会的意義

サシチョウバエによる刺咬は発赤を伴い、痛みが強いとされ、しばしばアレルギー反応を引き起こすのみならず、原虫によって引き起こされるリーシュマニア症という人獣共通感染症、サシチョウバエ熱と呼ばれるウイルスによる感染症、あるいはバルトネラ症(カリオン病)として知られる細菌による感染症等の媒介者でもある。地球規模での環境変動、外来動物の侵入、生物相の変化、これらの生態系の変化による感染症の侵入危機が叫ばれて久しい。本研究で得られた成果は、ひとたび国内に侵入すれば、日本の保健、医療に重大な脅威となることが明らかでな節足動物媒介性感染症の防疫策を先見的に考える上で意義が大きい。

研究成果の概要(英文)：In Japan, the sand flies have not been investigated since 1958 in spite of their medical importance. Information on the current status of sand fly fauna and ecology in Japan is thus important. Sand flies have been considered to be rare in Japan, however, this research project reveal that the geographical distribution of the phlebotomine sand fly *Sergentomyia squamirostris* seems to be wide, and the species appears to be abundant in the Honshu, Shikoku, Kyushu, and Okinawa, not in Hokkaido area. Seasonal prevalence of *S. squamirostris* was surveyed in different climate area, *S. squamirostris* started to appear from June and disappear until October, and the numbers of sand flies become peak in August in each research area. According to the analysis of blood meal of female *S. squamirostris*, it is suggested that *S. squamirostris* tend to prefer the blood of reptiles. The distribution of *S. squamirostris* is confirmed in Japan and Jiangxi, China, but not in Mongolia and Taiwan.

研究分野：昆虫学、寄生虫感染症学

キーワード：双翅目昆虫 サシチョウバエ 日本

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

双翅目チョウバエ科昆虫サシチョウバエは、日本においても注意を払うべき衛生昆虫のひとつと考えられていた。日本において最初にサシチョウバエが採集された確かな記録は、1916年の6月25日、S. Komatsuにより愛媛県松山市にて採集された雄1個体、雌1個体、同じく1916年の7月19日、S. Yamadaにより山口県小群にて採集された雄1個体である。これらのサシチョウバエは、日本産の新種として1923年にNewsteadにより *Phlebotomus squamirostris* として記載された (Newstead, 1923)。しかしながら、1958年の青森県における9個体 (緒方, 1958) が記録されたのを最後に、国内におけるサシチョウバエの調査および研究は行われていなかった。この半世紀の間、さまざまな感染症の媒介者にもなりうるサシチョウバエの研究は世界で大きく進展し、種の鑑別に用いる形態学的特徴も多く記載されてきた。現在の形態学的分類基準では、日本産サシチョウバエは *Sergentomyia squamirostris* である。このように、日本のサシチョウバエについては、生息種数、生息範囲すら明らかになっていないのが現状であった。

2. 研究の目的

本研究では、日本に生息するサシチョウバエ種を形態学的分類、分子遺伝学的分類により明らかにし、生息環境、吸血源等生態学的解析を行い、国内における分布域マップを作成し、日本のサシチョウバエ相の基礎的データ構築を目指す。さらに、東アジアにおけるサシチョウバエと形態学および分子遺伝学的に比較検討することで東アジアにおけるサシチョウバエの種多様性を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) サシチョウバエの習性を考えライトトラップ、ドライアイス誘引トラップ、オイルトラップ等、様々な方法で、さらに屋内・屋外・森林等環境の異なる場所からサシチョウバエの採集をすることにより、生態の異なる複数種のサシチョウバエを得る。採集したサシチョウバエを顕微鏡下で解剖し、生殖器、貯精嚢、咽頭、羽、アンテナの標本を作成し形態学的分類を行った。

(2) サシチョウバエよりDNAを抽出し、分子遺伝学的分類を行い形態学的分類結果との結果を比較検討することで、種内差異について詳細に検討する。

(3) 新鮮血を吸血しているメスのサシチョウバエ腹部材料を用いて、哺乳動物を広く検出可能なミトコンドリア遺伝子の保存性の高い配列をターゲットとし分子遺伝学的解析を行い、吸血源となった動物種を明らかにする。

(4) 東アジアから得られたサシチョウバエと国内で採集されたサシチョウバエを形態学および分子遺伝学的に対比させ、系統および種分化につき解析する。

4. 研究成果

(1) 本研究により、*Sergentomyia squamirostris* は北海道を除く本州、四国、九州、沖縄に広く分布することが明らかとなり (図1)、サシチョウバエは我が国において稀な昆虫ではなく、今後も気候・生態系の変動に伴う分布域の拡大等、監視すべき昆虫である。北海道での2度の調査 (帯広、富良野) ではサシチョウバエの生息は確認されなかったが、ヒトスジシマカの北上が顕著な今日においては、引き続き調査が必要と考えられた。

東京都（西多摩郡、八王子市）においても、ヒマシ油含有トラップにてサシチョウバエ成虫の生息を確認した。主にメスの cibarium および spermatheca、オスの genitalia、coxite および style による形態学的同定法により、本州、四国、九州、沖縄においては、*S. squamirostris* の分布が確認され、その好適生息環境は日の当たる林道沿いであった。また *S. squamirostris* は、標高 600m まで生息可能であった。南西諸島においては、*S. squamirostris* と形



図1.

■本研究によりサシチョウバエの生息が確認された都道府県
■1923年-1958年にサシチョウバエ採集の報告があった都道府県。

態学的に異なる種の存在が明らかとなり（北は屋久島から南は西表において）経時的採集地比較調査により、常緑針広混交老齢林、約 40 年生スギ人工林での採集はなく、好適生息域は原生的照葉樹林であることが示唆された（投稿論文準備中）

サシチョウバエの発生活性を明らかにするため、気候の異なる群馬県みなかみ町および新潟県佐渡市において、各定点 10 ヶ所で経時的採集調査を行った結果、サシチョウバエの発生は気温が安定的に 20 を超える 6 月から 9 月であり、いずれの調査地においても発生のピークは 8 月であった。また、炭酸ガスによる誘引性を確認するため、ドライアイスのみ、ライトトラップのみによる採集率の比較（各 10 ヶ所設置、設置場所を日ごと交換）を行った結果、ドライアイスのみでのトラップではほとんど捕獲されず、炭酸ガスによる誘引は低いことが示唆された。さらに、5 月から 10 月に亘り北九州日本海側、高さ 12mm に常時設置したネットトラップ調査では、3 年間に亘りサシチョウバエが採集されなかったことから、サシチョウバエがジェット気流等により海外より飛来する可能性はないと考えられた。

(2) 屋久島産サシチョウバエにつき the cytochrome c oxidase I gene (CO I) および the cytochrome b gene (Cyt b) の一部塩基配列の解析を行った結果、本州で採集された *S. squamirostris* との相同性は CO I で 86%、Cyt b で 84% であった。形態学的にも遺伝的にも *S. squamirostris* と異なる種が沖縄県以外からも確認されことから、国内におけるサシチョウバエ種の多様性把握に今後も努める必要があると考える。本州で採集された *S. squamirostris* (メス 50 個体、オス 50 個体) での CO I および Cyt b の配列は 100% の相同性を示したが、voltage-sensitive sodium channel 遺伝子の intron 解析により、種内に多様性が認められ、種内系統解析を引き続き行っていく。

(3) 吸血源を明らかにするため、佐渡市で得られたメスの吸血個体について、mtDNA をターゲットとしシーケンスを行ったところ、爬虫類に対する嗜好性があることが示された。しかしながら、ライトトラップ法、オイルトラップ法では吸血個体の採集が難しく、試供個体数が少ないことから、より統計的な解析を行うためには、今後採集法の検討が必要であると考えられた。

(4) 1985年以降、サシチョウバエ調査が行われておらず、生息種の明らかになっていない台湾にて採集を行い(高雄市、桃園市)形態学的に同定された種; *S. iyengari taiwaniensis*, *S. squamipleuris*, *S. barraud*, *Phlebotomus kianguensis* と日本産サシチョウバエ *S. squamirostris* の比較解析を行った。Cytochrome b 遺伝子をターゲットとした分子系統解析により5つのclusterにわかれた(図2)。

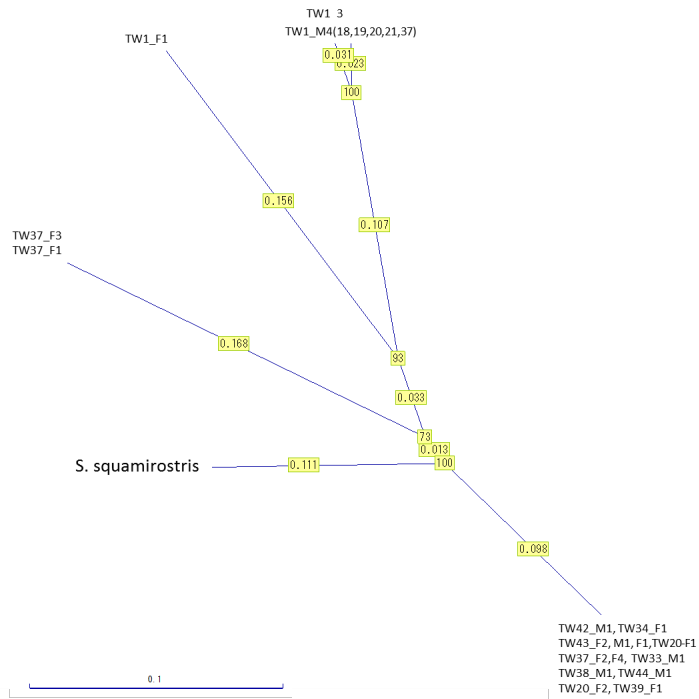


図2

モンゴル、中国、台湾における調査にて、日本以外で *S. squamirostris* の生息が確認されたのは Pengze (江西省、中国) のみであった(メス8個体、オス7個体採集)。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 11 件)

Sarkar SR, Ray NC, Khan ER, Haque N, Hossain MA, Paul SK, Noiri E, Matsumoto Y, Sanjoba C. Clinical Characteristics and Haematological Parameters Associated With Visceral Leishmaniasis in Bangladeshi Individuals. Mymensingh Med J, 査読有, 2018, 27(3):496-503.

Sanjoba C, Omachi S, Sato K, Matsumoto Y. Additional distribution record of *Sergentomyia (Neophlebotomus) squamirostris* (Newstead) (Diptera:Psychodidae) from Tokyo, Japan. Med Entomol Zool 査読有, 2017, 68:45-48.

Sanjoba C, Özbel Y, Matsumoto Y. The Efficacy of Long Lasting Insecticidal Nets for Leishmaniasis in Asia. Kala Azar in South Asia - Current Status and Sustainable Challenges, Springer, 2016, 211-219.

[学会発表](計 25 件)

三條場千寿、Sarkar Santana Rani、Yusuf Ozbel、Shyamal Kumar Paul、松本芳嗣、バングラデシュにおけるリーシュマニア症媒介昆虫サシチョウバエの年間発生消長、第67回日本衛生動物学会大会、2019

皆川恵子、佐藤英毅、水谷澄、佐藤開、三條場千寿、群馬県みなかみ市および新潟県佐渡氏におけるサシチョウバエの発生消長調査、第70回日本衛生動物学会東日本支部大会、2018

三條場千寿、大間知聡子、佐藤開、松本芳嗣、東京都におけるサシチョウバエ(Diptera: Psychodidae, Phlebotominae)採集の初記録、第67回日本衛生動物学会大会、2017

Sanjoba C, Ozbel Y, Tojo B, Noiri E, Paul S, Matsumoto Y. Community knowledge and preventive practices regarding kala-azar in an endemic area in Bangladesh. 6th World Congress on Leishmaniasis. May 19, 2017, Toledo Congress Centre El Greco, Toledo, Spain.

三條場千寿、One Health approach to the control of neglected tropical diseases with special attention on Leishmaniasis in Asia。ZEF-IPADS 共同シンポジウム「アフリカ・アジアにおけるワンヘルスの展開」、2017

Ozbel Y, Sanjoba C, Sun J, Karakus M, Chang KP, Tsai CW, Matsumoto Y. An entomological survey for Sand flies in two counties of Taiwan. 9th International Symposium on Phlebotomine Sandflies. June 28, 2016, University of Reims, Reims, France.

Sanjoba C, Ozbel Y, Tojo B, Noiri E, Matsumoto Y. Vector control using long-lasting insecticidal nets against visceral leishmaniasis in Bangladesh. 65th annual meeting of American Society of Tropical Medicine and Hygiene. Nov 14, 2016, Atlanta Marriott Marquis, Atlanta, USA.

伊澤晴彦、藤田龍介、小林大介、江尻寛子、糸川健太郎、山内健生、加藤大智、三條場千寿、小林睦生、佐々木年則、沢辺京子、次世代シーケンサーを用いた吸血性節足動物保有ウイルスの迅速・網羅的な同定、第68回日本衛生動物学会大会、2016

〔図書〕(計 1 件)

三條場千寿、東海大学出版部(日本昆虫科学連合編)、招かれない虫たちの話、第10章サシ
チヨウバエの分類・同定とその対策、2017、141-149.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

基調講演

三條場千寿、サシチヨウバエの生態、第13回 双翅目談話会、2017

6. 研究組織

(1)研究分担者 なし

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：Chi-Wei-Tsai 博士(国立台湾大学・昆虫学研究科・助教)

ローマ字氏名：Chi-Wei-Tsai

研究協力者氏名：Ling-Min Zhang 博士(ジン南大学・医学部・寄生虫学教室・教授)

ローマ字氏名：Ling-Min Zhang

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。