

令和元年5月29日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H05766

研究課題名(和文) 中国ヒマラヤ地域における昆虫類の系統分類と有用生物資源種の探索

研究課題名(英文) Systematics of the China-Himalayan insects, with research on effective bioresources

研究代表者

広渡 俊哉 (Hirowatari, Toshiya)

九州大学・農学研究院・教授

研究者番号：20208896

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,900,000円

研究成果の概要(和文)：2016～2018年に、これまで調査が不十分だった中国ヒマラヤ地域(四川省、雲南省、陝西省、広東省)の里山的環境において、昆虫類の多様性を調査するとともに有用生物資源となりうる害虫の天敵などを探索した。チョウ目では、原始的グループや潜葉性グループを中心として、カメムシ目では、ヨコバイ科、ハナカメムシ科(害虫の有用天敵を含む)、カメムシ科などで多くの未知種が得られた。ハチ目では、特に鱗翅類やクモを寄主とするヒラタヒメバチ亜科(害虫の潜在的な天敵を含む)、人家などに営巣するアナバチ群とその寄生者、薪などを利用する木材穿孔性昆虫の寄生者や借孔性ハチ類など、未知種を含む多くの種を確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、世界の生物多様性ホットスポットを含む中国ヒマラヤ地域において、昆虫類の種多様性の解明を推進するとともに、農林害虫の天敵に関する有用な情報を得ることができた。現在、日本の昆虫相との関連性について解析を進めているが、日本と中国ヒマラヤ地域の昆虫類の遺伝的差異は、分類群ごとに異なっていることが明らかになりつつある。本研究の成果は、この地域を起源とする日本列島における昆虫類の分散や多様化の実態解明に繋がる。また、今回発見された捕食性のハナカメムシ類や捕食寄生性のヒメバチ類は、農林害虫を管理するための有用な天敵資材となる可能性があるとともに、今後、日本への侵入害虫の対策にも応用できる。

研究成果の概要(英文)：From 2016 to 2018, we surveyed insect diversity and effective biological resources (e.g. natural enemy of insect pests) in the China-Himalayan region (Sichuan, Yunnan, Shaanxi and Guangdong Provinces). We found many unknown species in the primitive groups and leaf-miners in Lepidoptera (e.g. Incurvariidae, Heliozelidae and Gracillariidae), and in the plant hoppers and bugs in Hemiptera (e.g. Cicadellidae, Anthocoridae and Pentatomidae). In Hymenoptera, we also found some interesting taxa: parasitoids of spiders and moths (e.g. Pimplinae: Icheumonidae), thread-waisted wasps (e.g. Sphecidae) and their parasitoids, parasitoids of wood-boring insects and burrowing bees. Results of this project provide data to infer evolutionary history of insects in the China-Himalaya region and its adjacent areas including Japan. The predators of Anthocoridae and parasitoids of Pimplinae discovered in this project are expected to be effective biological control agents of agricultural and forest pests.

研究分野：昆虫分類学

キーワード：分類学 昆虫 系統 進化 中国ヒマラヤ地域

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

中国ヒマラヤ地域は、生物多様性ホットスポットの一つを構成し世界的にも注目されている。同時に、植物区系における日華植物区系区に近い **Sino-Japanese** という括りが提案されており、この地域が日本の生物相の起源を考察する上で重要であることが再認識されている。しかしながら、この地域の自然林は国立公園内に残存しているだけで、その周辺の里山的な環境においても森林は減少の一途を辿っているが、昆虫類を対象とした生物多様性調査は十分に行われていない。一方、中国と日本を含めたアジア地域では、農薬の有害性が近年特に指摘されるようになり、生物的防除等の環境に配慮した害虫管理の必要性が再認識されている。

2. 研究の目的

本研究では、まず中国ヒマラヤ地域における昆虫類各グループの種多様性を明らかにすることを目的とする。さらに、第三紀以降の中国ヒマラヤ地域における地史的要因に着目し、複数の地域から得られた昆虫類各グループの遺伝的分化に基づいて、対象地域の生物相の成立要因と多様化が生じた年代を推定する。同時に、イネのウンカ類、果樹のカイガラムシ類、野菜類のアザミウマ類、貯蔵食物害虫など、重要害虫の天敵となる寄生蜂類や捕食性半翅類を中心とした未知の有用生物資源を発見することを目的とする。

3. 研究の方法

中国ヒマラヤ地域の四川省、雲南省、陝西省、広東省に残存する里山的環境を主な調査地とし、チョウ目、カメムシ目、ハチ目を対象として調査を実施する。昆虫グループごとに方法を変えて調査・採集を行い、交尾器などの形態比較、ミトコンドリア DNA の COI バーコード領域の塩基配列決定、核遺伝子を含む複数遺伝子領域の解析を行う。複数の地域から得られた昆虫類各グループの遺伝的分化を、地理的な隔離と寄主植物や食性の違いの効果に分解し、寄主植物やニッチの転換が引き起こす遺伝的分化の程度を地理的な隔離の効果と比較して、対象地域の生物相の成立要因と多様化が生じた年代を推定する。さらに、里山的環境において重要害虫の天敵となる寄生蜂類や捕食性半翅類を探索する。

4. 研究成果

2016～2018年に、中国の四川省、雲南省、陝西省、広東省のこれまで調査が不十分だった中国ヒマラヤ地域の里山的環境において、未知の昆虫類や有用生物資源となりうる農林害虫の天敵などを確認できた。

まず、チョウ目では、マガリガ科 *Vespina* 属の未記載種を四川省で発見した。ツヤコガ科では、アジサイ科の一種、シナサワグルミ、ヤブガラシを利用する種、モグリチビガ上科については2科5属10種を確認し、そのすべてが中国未記録種か未記載種であった。モグリチビガ科ではシナサワグルミを利用する種などが確認された。ホソガ科では、これまでアジア地域では未知のトチノキ属を寄主とするホソガ亜科の未記載種を発見し、中国固有種として幼虫形態・生活史とともに新種記載を行った。また、同所的にクマノミズキを利用する *Phyllocnistis* 属2種を確認した。そのうちの1種については、国際共著論文として *Zookeys* 誌に発表した。ホソガ科とネマルハキバガ科については、寄主植物や成虫の斑紋が日本産種と類似する多数のサンプルを得た。これらを日本産種と比較したところ、COI 領域に3～5%以上の分化が見られた場合には、交尾器にも形態的差異が認められた。また、日本産種と寄主植物が同じでも、中国ヒマラヤ地域には多数の固有種が生息することが判明している。ハマキガ科では、種群レベルでは、チャハマキ類 (*Homona* 属) は日本産とほぼ一致したが、フタモンコハマキに近縁な個体は種レベルで異なっていた。以上のように、日本と中国ヒマラヤ地域の昆虫類の遺伝的差異は、分類群ごとに異なっていることが明らかになりつつある。

カメムシ目では、四川省の調査で日本にも分布する *Bothrogonia* 属や *Evacanthus* 属等の頸吻類が採集された。一方、日本には分布しない *Ulopinæ* 亜科なども採集された。日本及び北米に侵入し街路樹や果樹の害虫としてその天敵が探索されているシタバニハゴロモに、セミヤドリガ科幼虫が寄生することを初めて確認した。また、ヨコバイ科の *Inflatopina intonsa* が多数採集され、その99%がカマバチに寄生されていたことを発見した。異翅類については、未記載種を含む70種以上が得られた。それらの多くがカスミカメムシ科、ハナカメムシ科、カメムシ科で、ヒマラヤ地域に固有の種もいくつか見出された。また、捕食性ハナカメムシ科の *Montandoniola* 属や *Orius* 属など、重要害虫の有用天敵として知られるグループの未記載種も得られた。ハナカメムシ科については、広東省で中国未記録4種を含む7属10種を確認した。また、野菜類害虫の天敵として知られるミナミヒメハナカメムシを多数確認するとともに、市街地のガジュマル類からモンシロハナカメムシ属の一種（中国未記録種）を確認した。

ハチ目では、四川省で、特に鱗翅類やクモを寄主とするヒラタヒメバチ亜科、雲南省で、里山環境を好み人家や人工的な構造物に営巣するアナバチ群とその寄生者、薪などにみられる木材穿孔性昆虫の寄生者や借孔性ハチ類などのサンプルが収集できた。寄生性種の一部のサンプルについて塩基配列を決定し、日本を含む他地域のものとの比較を行った。また、里山環境の

人家などに営巣するアナバチ群とその寄生者、薪などにみられる木材穿孔性昆虫の寄生者や借孔性ハチ類などのサンプルを追加した。チョウ目やクモを寄主とするヒラタヒメバチ亜科については分類学的な検討を行い、チョウ目の幼虫や蛹の捕食寄生者であり農業害虫の潜在的天敵である *Xanthopimpla* 属 6 種、*Pimpla* 属 3 種などを認めた。

以上のように、中国ヒマラヤ地域における昆虫類の種多様性解明が進むとともに、農林害虫の天敵に関する有用な情報を得ることができた。今後は、得られたデータに基づいて、分類群ごとに各地域で多様化が生じた要因と年代を推定し、中国ヒマラヤ地域での昆虫類の適応放散の実態と日本の昆虫相との関連性を明らかにして公表する。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 7 件)

- ① Liao Chengqing, Ohshima Issei, Huang Guo-Hua. A new leaf-mining moth, *Caloptilia aesculi*, sp. nov. (Lepidoptera: Gracillariidae: Gracillariinae) feeding on *Aesculus chinensis* Bunge (Hippocastanaceae) from China. *Zootaxa* 4586(3): 586-600. 2019. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4586.3.13> 査読有
- ② Kirichenko Natalia, Triberti Paolo, Kobayashi Shigeki, Hirowatari Toshiya, Doorenweerd Camiel, Ohshima Issei, Huang Guo-Hua, Wang Min, Magnoux Emmanuelle, Lopez-Vaamonde Carlos. Systematics of *Phyllocnistis* leaf-mining moths (Lepidoptera, Gracillariidae) feeding on dogwood (*Cornus* spp.) in Northeast Asia, with the description of three new species. *ZOOKEYS* (736): 79-118. 2018. DOI: 10.3897/zookeys.736.20739 査読有
- ③ Matsumoto Rikio. Review of the *mandibularis* group of the genus *Dolichomitus* (Hymenoptera, Ichneumonidae, Pimplinae). *Journal of Hymenoptera Research* 62: 73-82. 2018. <https://doi.org/10.3897/jhr.62.23559> 査読有
- ④ Kamitani Satoshi. First record of the alien bamboo leafhopper, *Branchana xanthota*, in Japan (Hemiptera: Cicadellidae: Deltocephalinae). *Zootaxa* 4508(4): 579-581. 2018. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4508.4.7> 査読有
- ⑤ Hirowatari Toshiya, Huang Guo-Hua, Wang Min. Review of the genus *Roeslerstammia*, with a new species from China (Lepidoptera, Roeslerstammiidae). *ZOOKEYS* (668): 107-122. 2017. <https://doi.org/10.3897/zookeys.668.11896> 査読有
- ⑥ Duwal Ram Keshari, Yasunaga Tomohide, Tomokuni Masaaki, Nakatani Yukinobu, Hirowatari Toshiya. Further records on the plant bug tribe Hallodapini (Hemiptera: Heteroptera: Miridae: Phylinae) in Asia, with proposition of two new species and a new synonymy. *ZOOTAXA* 4258(5): 401-424. 2017. DOI: 10.11646/zootaxa.4258.5.1 査読有
- ⑦ Yasunaga Tomohide, Yamada Kazutaka. Review of the microphysid genus *Loricula* Curtis in Japan (Hemiptera: Heteroptera: Microphysidae), with descriptions of three new species. *Journal of Natural History* 51: 1209-1227. 2017. <https://doi.org/10.1080/00222933.2017.1324053> 査読有

[学会発表] (計 14 件)

- ① Toshiya Hirowatari, Sadahisa Yagi, Guo-Hua Huang, Min Wang. Taxonomic study on Incurvarioidae (Lepidoptera) in South China. Symposium on insect diversity in the Chino-Japanese region, Fukuoka. 2018
- ② Satoshi Kamitani. First record of the alien bamboo leafhopper, *Branchana xanthota*, from Southwestern China into Japan (Hemiptera: Cicadellidae: Deltocephalinae). Symposium on insect diversity in the Chino-Japanese region, Fukuoka. 2018
- ③ Kazutaka Yamada. Anthocoridae (Hemiptera: Heteroptera) of Sichuan and Guangdong, China: Current state of knowledge and prospective for further research. Symposium on insect diversity in the Chino-Japanese region, Fukuoka. 2018
- ④ Toshiharu Mita. Current knowledge of the Dryinidae of China and Japan. Symposium on insect diversity in the Chino-Japanese region, Fukuoka. 2018
- ⑤ Sadahisa Yagi, Toshiya Hirowatari. Some new Nepticuloidea in Sichuan, China (Lepidoptera: Nepticulidae and Opostegidae). Symposium on insect diversity in the Chino-Japanese region, Fukuoka. 2018
- ⑥ Issei Ohshima. Comparative biogeography of Gracillariidae in the Sino-Japanese region. Symposium on insect diversity in the Chino-Japanese region, Fukuoka. 2018
- ⑦ Rikio Matsumoto. Review of Japanese *Zatypota*, with reference to the diversity in host utilization (Pimplinae, Ichneumonidae). Ninth International Congress of Hymenopterists (International Society of Hymenopterists), Matsuyama. 2018
- ⑧ 紙谷聡志. 中国の半翅目. 日本半翅類学会. 2018
- ⑨ 広渡俊哉・屋宜禎央・黄国华・王敏. *Vespina* 属 (マガリガ科) の分類学的再検討. 日本昆虫学会. 2018

- ⑩ 広渡俊哉・屋宜禎央・黄国華・王敏. 中国ヒマラヤ地域におけるマガリガ上科の分類学的新見. 日本昆虫学会. 2017
- ⑪ 広渡俊哉・屋宜禎央・黄国華・王敏. 中国四川省で採集されたマガリガとヒゲナガガ(予報). 日本蛾類学会. 2017
- ⑫ 山本格・Guo-Hua Huang・Min Wang・大島一正. 東アジアにおけるホソガ科蛾類の生物地理: ミトコンドリアと核遺伝子間での比較. 関西昆虫学研究会. 2017
- ⑬ 山本格・Guo-Hua Huang・Min Wang・大島一正. ホソガ科は寄主植物と連動して分布を拡大してきたのか? 日本昆虫学会. 2017
- ⑭ 山本格・Guo-Hua Huang・Min Wang・大島一正. ホソガ科昆虫を用いた極東アジアにおける比較生物地理. 日本昆虫学会近畿支部 2016 年度大会. 2016

〔図書〕(計1件)

- ①大島一正(分担執筆)丸善出版(株)動物学の百科事典, 第3章-7, 4pp.「種分化」2018.

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 神保 宇嗣

ローマ字氏名: JINBO, Utsugi

所属研究機関名: 独立行政法人国立科学博物館

部局名: 動物研究部

職名: 研究主幹

研究者番号(8桁): 10568281

研究分担者氏名: 山田 量崇

ローマ字氏名: YAMADA, Kazutaka

所属研究機関名: 徳島県立博物館

部局名: その他部局等

職名: 主任

研究者番号(8桁): 20463474

研究分担者氏名: 大島 一正

ローマ字氏名: OHSIMA, Issei

所属研究機関名: 京都府立大学

部局名: 生命環境科学研究科

職名: 助教

研究者番号(8桁): 50466455

研究分担者氏名: 紙谷 聡志

ローマ字氏名: KAMITANI, Satoshi

所属研究機関名: 九州大学

部局名：農学研究院
職名：准教授
研究者番号（8桁）：80274520

研究分担者氏名：松本 吏樹郎
ローマ字氏名：MATSUMOTO, Rikio
所属研究機関名：大阪市立自然史博物館
部局名：学芸課
職名：主任学芸員
研究者番号（8桁）：90321918

研究分担者氏名：三田 敏治
ローマ字氏名：MITA, Toshiharu
所属研究機関名：九州大学
部局名：農学研究院
職名：助教
研究者番号（8桁）：90581851

(2)研究協力者

研究協力者氏名：王 敏
ローマ字氏名：WANG, Min

研究協力者氏名：黄国華
ローマ字氏名：HUANG, Guo-Hua

研究協力者氏名：大原直通
ローマ字氏名：OHARA, Naomichi

研究協力者氏名：デユバル・ラム・ケシヤリ
ローマ字氏名：DUWAL, Ram Keshari

研究協力者氏名：屋宜禎央
ローマ字氏名：YAGI, Sadahisa

※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。