

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：17102
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2014～2016
課題番号：26430205
研究課題名(和文) 国内外来種の見えない脅威の可視化とリスク管理 ペット昆虫問題の拡大防止に向けて

研究課題名(英文) Ecological risk assessment and management of interior alien species of pet insects

研究代表者
荒谷 邦雄 (Araya, Kunio)

九州大学・比較社会文化研究院・教授

研究者番号：10263138
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：近年、日本でも国外外来種に対する規制や防除がようやく本格化したが、国内外来種への対応は大きく遅れている。移入先に容易に定着し地域固有の個体群とも交雑が生じる上に交雑個体の識別が極めて困難な国内外来種はまさに「見えない脅威」であり、その対策は急務である。そこで本研究では、意図的に導入されたペット昆虫を対象に、形態測定学や分子遺伝学的手法を利用して、国内外来種の実態把握や生態リスク評価、交雑個体の検出、在来個体群の進化的重要単位の認識などを実施し、国内外来種の「見えない脅威」の可視化とそのリスク管理を試み、在来の多様性保全のための効率的かつ効果的なペット昆虫問題の拡大防止策の提言を目指した。

研究成果の概要(英文)：Recently, the market for both exotic and interior insects especially rhinoceros and stag beetles as pets is growing fast in Japan. Large-scale trading of pet insects in Japan may cause significant problems, such as genetic disturbance (hybridization) to some native taxa and decreasing in their populations, as they may become invasive. Under these situations, we tried to estimate ESU (Evolutionarily Significant Unit) based on the molecular analysis for Japanese native taxa, and found that most insular populations should be considered as ESU. Further, we applied both molecular and morphological analyses to the ecological risk assessment and management of pet insects including interior alien species by identifying the place of their detailed origin, and by identifying their larvae and female adults which are not easily distinguished from one another.

研究分野：昆虫系統分類学、生物多様性科学

キーワード：国内外来種 ペット昆虫 進化的重要単位 遺伝子浸透 生態リスク評価 リスク管理 多様性保全

1. 研究開始当初の背景

外来生物法の制定以来、日本でも国外外来種に対する規制や防除がようやく本格化した。国内外来種への対応は大きく遅れていた。一方で、従来の移植放流された淡水魚類や農作物に随伴して移入される微小昆虫類に加えて、近年、クワガタムシやカブトムシなどの意図的に移入されたペット昆虫の国内外来種問題が急速に顕在化してきた。こうした状況にあつて、国内産ペット昆虫の逸出状況やその動態を正確に把握し、影響が深刻化する前に的確かつ効率的な対策を実施することは、まさに緊急かつ最重要な課題であった。

2. 研究の目的

移入先に容易に定着しその地域固有の個体群とも交雑が生じる上に交雑個体の識別が極めて困難な国内外来種はまさに「見えない脅威」であり、その対策は急務である。本研究では、意図的に導入されたペット昆虫を対象に、形態測定学や分子遺伝学的手法を利用して、国内外来種の実態把握や生態リスク評価、交雑個体の検出、在来個体群の進化的重要単位の認識やそれぞれの個体群の形態的・遺伝的特性の把握、などを実施し、国内外来種の「見えない脅威」の可視化とそのリスク管理を試み、在来の多様性保全のための効率的かつ効果的なペット昆虫問題の拡大防止策の提言を目指した。

3. 研究の方法

本研究では、国内外来種としての緊急性が特に高いと判断されるペット昆虫として、販売・流通量も際立って多い上に、すでに複数の種で国内における人為的移入の実例が報告されているクワガタムシやカブトムシ、ハナムグリなどのコガネムシ上科の甲虫を主たる対象に選定し、1) すでに知られている国内外来種個体群の生息や分布拡大の状況と在来個体群への影響の実態把握、2) 在来種における進化的重要単位 (ESU) を検出とそれらに基づく保全管理ユニットの設定、3) 国内外来種となってしまった際の交雑や捕食、競合、寄生虫、病原菌の伝播、害虫化などの生態リスクに関する総合評価、4) 国内外来種、および在来個体群との交雑個体の簡便な検出方法の確立を図る。解析には、形態測定学的手法として、距離測定法に加え、ランドマーク法や楕円フーリエ法を、また分子遺伝学的手法としては、ミトコンドリア (mt) DNA (COI バーコード領域、16SrRNA) とマイクロサテライト (SSR) マーカーを用いた解析を実施する。

4. 研究成果

現地調査とその成果

3年間の研究期間中に、国内では本土産甲虫類の移入の脅威に曝される離島として、薩

南諸島、琉球列島、伊豆諸島の各島々で、本土産甲虫類の移入状況と島嶼固有亜種への影響調査と試料採取を実施した。また、本土内ではペット甲虫の逸出と思われる個体の発見例の多い九州とその周辺の属島と、東京や大阪の大都市近郊での調査と試料採取を実施した。さらに国外では日本産と同種あるいはごく近縁な種のペット甲虫が多数生息する台湾、ラオス、ミャンマーで現地個体群の分布や生態に関する調査と試料採取を実施した。

その結果、得られた国内外来種の生息状況や分布に関する主な新知見は以下の通りである。1) 薩南諸島種子島北部のカブトムシの個体群に雄の頭部の角の発達が明らかに異なる二型が存在することが明らかになった。このうち角の長い個体に関しては、現在、本土からの国内外来種の可能性を検証中である。2) 沖縄島北部のやんばる地域で近年採集されたオオクワガタの標本を検視し日本本土産の個体であることを確認した。3) 総合対策外来種に指定されたリュウキュウツヤハナムグリ奄美亜種について新たな東京都本土地域の定着地を発見した、また同亜種が伊豆諸島の神津島と御蔵島にも侵入していることを確認した。4) 近年の八丈島におけるハチジョウノコギリクワガタの著しい減少と、これとは逆にハチジョウコクワガタの個体数が著しく増加している現象について、同島に定着したアマミサソリモドキによって歩行性の前者が捕食されていることが原因である可能性を示唆した。5) 外来種ヤエヤマニセツツマグソコガネについて、トカラ列島での新たな定着と与那国島での大発生を確認した。6) 種の保存法による国内希少野生動植物種に指定されているオキナワマルバネクワガタについて、久米島産と沖縄志摩本部半島の個体群の標本を初めて現認した。7) アマミマルバネクワガタの分布上の新知見として加計呂麻島から本種を初めて記録した。8) 比較対象とした外国産タクサについて新種記載を含む多数の分類学、系統学、生物地理学、および生態学上の新知見を得た。

各種解析の結果と得られた成果

人為的影響による野外個体群の減少に加え、ペット昆虫として、人気が高く流通量も多いカブトムシやクワガタムシの希少種に関して、形態と遺伝子の両面からの解析に基づいて進化的重要単位 (ESU) の検出と、近縁タクサや外国産、国内他地域個体群の逸出・放虫個体やそれらとの交雑個体を判別するための遺伝的マーカーの開発と、幾形態形質指標の確立を試みた。その結果、以下のような成果が

えられた。1) 最も愛好者の多いオオクワガタに関して、マイクロサテライトマーカーを新規に開発し、日本集団を含む2種全5亜種を解析した結果、従来のミトコンドリアCOI遺伝子解析等では不明瞭だったタクサ間の識別に加え、同亜種とみなされている日本と北朝鮮・中国北部の集団は区別可能で、日本集団がESUとして位置づけられる可能性が示唆された。一方、形態解析の結果、いくつかの形質においてタクサ間の判別が可能であることも示唆された。以上の結果をもとに、標本ラベルに疑問のある外国産個体、近縁タクサとの交雑が疑われる飼育個体、および外国産または外国産との交雑の可能性がある野外採集個体について、遺伝・形態の両データを用いて判別を試みた結果、多くの個体で妥当な判別を行うことができた。2) オオクワガタに次ぐ人気を誇るヒラタクワガタに関して、九州本土とその周辺の個体群を対象に、ミトコンドリアDNAと合わせて、近縁タクサ間やタクサ内の遺伝的分化を識別できるマイクロサテライトDNAによる解析を試みた結果、北部九州を始めとする九州本土のかなり広い範囲にツシマヒラタクワガタ型の遺伝子を持った個体が生息していることが明らかとなった(図)。これらの個体の由来に関しては、今後

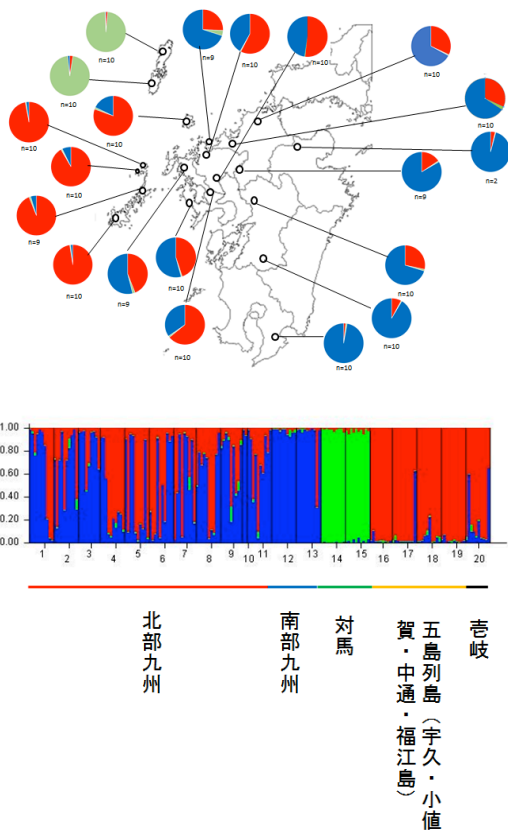


図 ヒラタクワガタのストラクチャ解析の結果

さらに検討が必要である。3) マルバネ、ノコギリ、ヒラタ、ネブトの各クワガタムシ類やカブトムシに関しては、ミトコンドリアDNA解析の結果、離島産の個体群に関して形態で定義されていた亜種の区分よりさらに細かく、島ごとにESUと見なし得る遺伝的独自性を持っていることが明らかになった。さらに、種の保存法に基づく国内希少野生動植物種を含むマルバネクワガタ類に関する解析の結果からは、各島の個体群はもちろん、島内にも複数のESUが存在する可能性が示唆された。

社会への情報発信、成果の還元

3年間の調査研究で得られた成果の一部は多数の学術論文や著作、学会シンポジウムや学会講演などですでに公表している。また、外来種問題に関する地元住民への公開講座や勉強会なども多数開催した。さらに、研究代表者が委員を務める環境省の「特定外来生物専門家グループ会合」において外国産マルバネクワガタ類が特定外来生物に指定される際の科学的根拠として本研究の成果が引用されたほか、世界遺産登録予定地である西表島を含む竹富町の自然環境保護条例の改正に当たっても本研究の成果が国内外来種を含む「指定外来生物」の選定根拠に引用されるなど社会にも大きく貢献した。

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 32 件)

- ① Kon M, Araya K. and Y. Johki (2016) Re-evaluation of the taxonomic status of *Leptaulax niae* Kuwert (Coleoptera, Passalidae). KOGANE (18) : 76-78.
- ② Hosoya T. (2016) Notes on the establishment of an exotic dung beetle, *Ataenius picinus* Harold (Coleoptera, Scarabaeidae, Aphodiinae) and dung beetle fauna of Takara-jima Island, the Tokara Islands, the Ryukyu Archipelago, Japan, in October 2015. KOGANE (18) : 89-93.
- ③ Mishima T. and K. Araya (2016) Are the larvae of stag beetles xylophagous or mycophagous? : Analysis of polysaccharide digestive enzymatic systems of the larvae of *Dorcus rectus* *rectus*. KOGANE (18) : 94-100.

- ④ Mishima T., Wada N., Iwata R. Anzai H. Hosoya T. and K. Araya (2016) Super-Protective Child-Rearing by Japanese Bess Beetles, *Cylindrocaulus patalis*: Adults Provide Their Larvae with Chewed and Predigested Wood. *Insects* 2016, 7, x; doi:10.3390/
- ⑤ 細谷忠嗣・小林修司(2016) トカラ列島悪石島・宝島で採集されたコガネムシ上科甲虫. さやばね ニューシリーズ (22):19-22.
- ⑥ 荒谷邦雄・佐々木健志 (2016) オキナワマルバネクワガタの本部半島からの記録. *Pulex* (日本昆虫学会九州支部会報) (95):706-707.
- ⑦ 荒谷邦雄・杉本美華・細谷忠嗣 (2016) 与那国島における外来種ヤエヤマニセツツマグソコガネの近年の発生状況について. *Pulex* (95):707-708.
- ⑧ 荒谷邦雄・細谷忠嗣 (2016) ペット甲虫類における外来種問題-意図的導入の罪過とその贖罪- *昆虫と自然*51:12-17.
- ⑨ 荒谷邦雄 (2016) 奄美・琉球の昆虫相について. *昆虫と自然*52:2-5.
- ⑩ 細谷忠嗣 (2016) アマミノコギリクワガタ・トカラ亜種の系統地理. *昆虫と自然*52:19-23.
- ⑪ Araya K. and K. Fujita (2015) A new species of the genus *Aegus* from Penang Island, West Malaysia. *KOGANE* (17): 123-126.
- ⑫ 6) Kon M. Araya K. Yutaka Johki (2015) A new species of the genus *Cylindrocaulus* (Passalidae, Coleoptera) from Arunachal Pradesh, Northeast India *KOGANE* (17): 127-130.
- ⑬ Johki Y., Araya K. and M. Kon (2015) Studies on *Leptaulax anibarbis* Kuwert (Coleoptera, Passalidae) and its related species *KOGANE* (17): 131-134.
- ⑭ 荒谷邦雄・小田切頭一・田中良尚・前田芳之 (2015) アマミマルバネクワガタの分布に関する新知見 *Pulex* (日本昆虫学会九州支部会報) 94:681-682.
- ⑮ 荒谷邦雄 (2015) 昆虫における国内外来種問題の現状. 「特集:国内外来種問題」*遺伝* 69(2): 95-104.
- ⑯ 荒谷邦雄・小田切頭一・田中良尚・前田芳之 (2015) アマミマルバネクワガタの分布に関する新知見 *Pulex* (日本昆虫学会九州支部会報) 94:681-682.
- ⑰ 荒谷邦雄・田津原洋平・山口大輔 (2015) 福岡市早良区の背振山麓で採集されたアトラスオオカブトの生体 *Pulex* 94:682-683.
- ⑱ 三枝豊平・荒谷邦雄(2015) 区系生物地理学から分子系統地理学へ ~日本列島の昆虫相~ *昆虫と自然*50(14):1-4.
- ⑲ 荒谷邦雄(2015) 北半球の温帯林に隔離分布するクワガタムシ類の日本と北米の関係性. *昆虫と自然*50(14):5-9.
- ⑳ 荒谷邦雄(2015) 日本の世界遺産の昆虫と自然 *昆虫と自然*50(5):2-4.
- 21 荒谷邦雄(2015) 琉球列島の自然と世界遺産 *昆虫と自然*50(5):24-28
- 22 荒谷邦雄 (2014) 国内外来種リュウキュウツヤハナムグリを東京都江東区辰巳の森緑道公園で採集. *Pulex* (93):650-651.
- [学会発表] (計 14 件)
- ① 荒谷邦雄・細谷忠嗣 (2016) ペット甲虫類における外来種問題-意図的導入の罪過とその贖罪-昆虫関連 4 団体共催公開シンポジウム「昆虫類をめぐる外来生物問題と対策」大阪府立大学 (招待講演)
- ② 荒谷邦雄(2016) 世界でここだけ! 御蔵島の昆虫たちの魅力 公開シンポジウム「御蔵島の外来種問題を考える」東京都御蔵島村 (招待講演)
- ③ Kunio Araya (2015) Ecological risk assessment and management of exotic pet insects such as lucanid beetles. *Invasive Insects in Asia: current research trends and future directions.* Kyushu University. (招待講演)
- ④ 荒谷邦雄(2015) 島嶼生態系の多様性と保全に関わる問題点 日本昆虫学会第 75 回大会シンポジウム 島嶼生態系の多様性と其の保全 九州大学 (招待講演)
- ⑤ 荒谷邦雄(2015) 世界でここだけ!? 沖縄のクワガタムシ・カブトムシの不思議を探る. やんばる自然活動体験協議会講演会. 環境省やんばる野生生物保護センター (招待講演)
- ⑥ 荒谷邦雄(2014) ヤンバルテナガコガネと沖縄のカブトムシ・クワガタムシ. ヤ

ンバルテナゴコガネ新種発見 30 周年イベント. 沖縄県 国頭村 (招待講演)

- ⑦ 荒谷邦雄 (2014) 生物多様性の解明と保全・利用への動物分類学の応用-人気昆虫カブトムシ・クワガタムシを例に-動物分類学会 50 回記念講演会. 国立科学博物館上野分館 (招待講演)

[図書] (計 5 件)

- ① 荒谷邦雄 (2015) 第 20 章 生物多様性の体系 In: 集団生物学 共立出版 279-292 第 21 章 (advanced) 分類学 293-321.
② 荒谷邦雄・細谷忠嗣 (2015) 第 3 章 奄美群島固有のクワガタムシ類の自然史 In: 奄美の自然史学 東海大学出版会 36-56.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

荒谷 邦雄 (ARAYA, Kunio)
九州大学・大学院比較社会文化研究院・教授
研究者番号：10263138

(2) 研究分担者

細谷 忠嗣 (HOSOYA, Tadatsugu)
九州大学・持続可能な社会のための決断科学センター・准教授
研究者番号：90467944

楠見 淳子 (KUSUMI, jyunko)

九州大学・大学院比較社会文化研究院・准教授
研究者番号：20510522

(3) 連携研究者

苅部 治紀 (KARUBE, Haruki)
神奈川県立生命の星・地球博物館・主任学芸員
研究者番号：50261194

(4) 研究協力者

()