

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K06937

研究課題名(和文) 昆虫資源から見た伊豆・薩南諸島の進化・遺伝的重要性の検証と保全のための基盤研究

研究課題名(英文) Importance of evolutionary and genetic aspects of the Izu-Satsunan Islands and their conservation from the viewpoint of insect resources

研究代表者

小島 弘昭 (Kojima, Hiroaki)

東京農業大学・農学部・教授

研究者番号：80332849

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)：これまであまり注目されてこなかった、伊豆・薩南諸島地域の主要昆虫相を解明することで、これら地域の特性や関連性を明らかにするとともに、進化・遺伝的重要性を昆虫資源から検証することで、生物地理学上のみならず生物多様性・生物資源保全上重要な地域となることを示した。地域固有種を含む多数の未記載種が確認されるとともに、これらの地域が多くの昆虫種の分布境界域となっていた。伊豆諸島は分布の東限として、薩南諸島は黒島から屋久島、種子島、トカラ列島に至る地域全体が非常に多くの昆虫種の分布移行帯(北限・南限)となっていて、世界自然遺産として知られる屋久島のみならず、この地域全体が資源保全上重要な地域と考えられる。

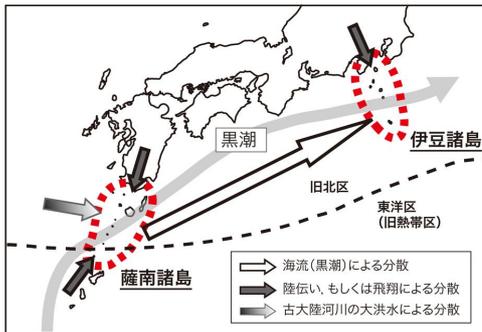
研究成果の概要(英文)：To elucidate the importance of evolutionary and genetic aspects of the Izu-Satsunan Islands from the viewpoint of insect resources, insect fauna was surveyed mainly focused on the following ecologically important taxa combined with molecular biogeographic studies: coleopteran superfamilies Curculionoidea and Scarabaeoidea, Hemiptera (true bugs) and gall-inducing insects. Many undescribed species including endemic ones were found particularly from the Satsunan Islands, and also both island areas were designated as distributional boundaries of many insect species. The Izu Islands becomes the eastern limit for many insects of the Ryukyuan element. The entire area of the Satsunan Islands from Kuroshima, Yakushima, Tanegashima to the Tokara Islands are regarded as a transitional zone of geographical distribution for many insects as the northern or southern limit so far as known. These facts suggest the importance of both island areas for biodiversity conservation and bioresource management.

研究分野：昆虫学

キーワード：昆虫 分類学 生物多様性 保全生物学 島嶼生物学 系統生物地理学 分子系統解析

## 1. 研究開始当初の背景

伊豆諸島と薩南諸島は日本本土の南側に位置し、本土からもっとも近い距離にある島嶼で、南北に連なるといった類似した地理的条件を有する。また、両地域は黒潮の流路となっており、風土や文化のみならず古くから生物相や昆虫相の類似が示唆されている(黒沢, 1990 など)。さらに、薩南諸島の中央に位置するトカラ列島は温帯と亜熱帯の境界線となっていることから、分布の北限や南限となる生物種が少ない(細谷, 2011 など)。伊豆諸島も同様に、小笠原諸島などそれ以南の地域とは生物相が大きく異なる。つまり、両地域は旧北区と東洋区(旧熱帯区)の境界域にあたり、世界的に見ても生物(地理)学上極めて興味深い地域と言える(下図参照)。



地理的条件が似た伊豆・薩南諸島への昆虫の予想される侵入経路

しかし、どちらの地域も周辺の小笠原諸島や奄美以南の南西諸島と比べると、地域生物資源の重要性に対する認識が低く、その保全に対する取り組みが大きく立ち遅れている。現状のままでは観光開発や農耕地拡大に加え、外来種の人為的移入にともない貴重な地域特有の生物資源が危機的状況に追い込まれかねず、保全策を考える上でもファウナの解明をはじめとする早急な基礎的研究が求められている。

## 2. 研究の目的

本研究では、重要な生物資源が存在するにもかかわらず、その認知度が低い、伊豆・薩南諸島に焦点を当て、昆虫類の中でもとくに生態的に重要で、調査により大幅な種数の増加が見込まれる分類群を対象に、種レベルでのインベントリー調査を実施するとともに、これら両地域の重要性を昆虫資源から検証する。

具体的には、(1) 大幅な種数の増加が見込まれるゾウムシ類とカメムシ類、ゴール形成昆虫をおもな調査対象とし、とくに昆虫相の解明が遅れている薩南諸島を重点的に調査する。(2) その過程で、固有種や分布限界種(南限、北限、東限種)など、生物地理学上も重要な地域昆虫資源となる種の存在を明らかにする。また、近年の研究(小島, 2014, 2015; Tokuda et al., 2014)で昆虫相の解明が進んだ伊豆諸島との比較を行い、両地域間の関連性について明らかにするとともに、

固有分類群については、関連地域の材料を加え分子系統地理学的研究によりその侵入経路を推定し、分布形成史を明らかにする。(3) さらに、(1)、(2)の結果をもとに、伊豆・薩南諸島が保全上重要な地域(ホットスポットなど)となりえるかどうかを検証することを目的としている。

## 3. 研究の方法

本研究では、おもに(1) 薩南諸島の主要昆虫相の解明(種レベルのインベントリー)と(2) その分布や生物地理的考察、両地域の昆虫相の関連性と固有分類群の分子系統地理解析にもとづく侵入経路の推定と分布形成史の解明という2つの研究を並行して行ない、最終的に(3) 昆虫資源から見た伊豆・薩南諸島の重要性を検証した。

## 4. 研究成果

(1) 種レベルのインベントリー研究に関する成果

ゾウムシ類: トカラ列島からはこれまで100種の記録があったが、今回の調査研究により、少なくとも177種の生息を確認した(Kojima & Fujisawa, 2015; Kojima et al., 2016 など)。また、これまでゾウムシ類の調査が行われていなかった三島村(黒島)においては既知種(14種)の6倍となる85種の生息を確認した。その他、屋久島からは31新記録種を含む152種の、種子島からは3新記録種を含む52種のゾウムシ類を確認した。本調査の結果、大隅諸島とトカラ列島における総種数は303種となった。このうちガジュマルなどのクワ科樹木を食害するヒメクモゾウムシ類の1種を *Podeschrus morimotoi* として新種記載するとともに、トカラ列島から奄美群島にかけて分布する薩南諸島の個体群を地域固有新亜種 *P. m. satumaensis* として記載した(Fujisawa & Kojima, 2016)。また、黒島からは予想もしなかった固有と思われる新属新種の土壌性クチブトゾウムシ族が発見された。これら以外にも材食性ならびに土壌性種には多くの未記載種が存在し、地域固有種の可能性もあり、今後、周辺地域における分布調査を行ない、生態情報とともに新種記載する必要がある。

カメムシ類: トカラ列島の有人6島(口之島、中之島、平島、諏訪之瀬島、悪石島、宝島)における既知のカメムシ類は19, 80, 15, 11, 16, 65種であったが、今回の調査により、新たに51, 45, 20, 2, 61, 12種が確認され、カメムシ類の合計種数は口之島70種、中之島125種、平島35種、諏訪之瀬島13種、悪石島77種、宝島77種となった。トカラ列島全体で既知のカメムシ類は132種であったが、今回の調査によって新たに54種が確認され、合計種数は186種となった。これにより、トカラ列島におけるカメムシ類のインベントリー研究は大きく進展した。

ゴール形成昆虫: トカラ列島の有人7島

(口之島, 中之島, 平島, 諏訪之瀬島, 悪石島, 小宝島, 宝島)における既知のゴール形成昆虫は3, 6, 0, 0, 0, 0, 4種であったが, 今回の調査により, 新たに13, 11, 3, 9, 17, 6, 9種が確認され, ゴール形成昆虫の合計種数は口之島16種, 中之島17種, 平島3種, 諏訪之瀬島9種, 悪石島17種, 小宝島6種, 宝島14種となった(徳田, 2017; Tokuda, 2018). 以上のように, 今回の調査を通じて, トカラ列島におけるゴール形成昆虫のインベントリー研究は大きく進展した. また, 種子島でアオバノキにゴールを形成するタマバエを新種 *Dasineura symplacos* として報告し, アオバノキタマバエという和名を提唱した(Elsayed et al., 2017).

コガネムシ上科甲虫: トカラ列島では比較的インベントリー調査が進んでいる分類群であったが, 今回新たに新種の可能性のある1種を含む2種の新記録種が見つかり, 列島産の総種数は60種となった. また, 黒島からはこれまでに16種のコガネムシ上科甲虫が記録されていたが, 本研究により新たに9種の新記録種が見つかり, 総種数は25種となった.

## (2) 分布や生物地理に関する知見

ゾウムシ類: 薩南諸島の各島嶼における分布の南限, 北限種数を調べたところ, トカラ列島においてその種数が最多であったが, 他の島嶼も分布境界となっている実態が明らかとなった(表1). 旧北区と東洋区の境界とされるトカラ海峡(トカラギャップ; 渡瀬線)に着目してみると, トカラ列島を分布の南限とする旧北区系種33種のうち, わずか2種のみがトカラ海峡を越えて南側に分布する. 一方, トカラ列島を分布の北限とする東洋区系種43種のすべてがトカラ海峡を越えて北側に分布していた.

表1. 薩南諸島の各島嶼におけるゾウムシ類の南限/北限種数

	南限	北限
屋久島	41	14
種子島	11	2
黒島	4	10
トカラ列島(北) <sup>1</sup>	31	43
トカラ列島(南) <sup>2</sup>	2	0

<sup>1</sup>悪石島以北; <sup>2</sup>小宝島以南

また, 今回, 世界的に見て族レベルでもトカラ列島が分布境界となっている分類群が存在することが明らかとなった. ヒゲボソゾウムシ族 Phyllobiini の旧北区東部における分布の南限は, これまで屋久島であったが, 本族の未記載種と思われる種が悪石島から発見された. さらに, ニューギニアから太平洋の島々に広く分布するチビクチプトゾウムシ族 Viticiini の1種マルムネチビクチプトゾウムシが中之島まで分布することが明らかとなり, これまで沖縄本島が本族の分布

の北限であったがその記録を更新した.

伊豆諸島とトカラ列島をはじめとする薩南諸島との生物相の関連性や類似性が示唆されてきたが, ゾウムシ類に関しては広域分布種も含めると両地域に生息する種の約24% (97/411種) が共通していた.

カメムシ類: トカラ列島を分布の北限および南限とする種が, それぞれ31種と10種存在することが明らかとなった. このうちオオツノカメムシやチビツヤツチカメムシをはじめ南限種すべてがトカラ海峡を越えて分布することはなく, 旧北区産種にとってトカラ海峡が北側から南側への分布拡大の障壁となっていることが示唆された. 一方, タイワントゲカメムシをはじめとする東洋区系種はトカラ列島を北限とする31種のうち23種がトカラ海峡を超えた北側にも分布することが明らかとなった.

ゴール形成昆虫: マサキタマバエやツワブキケバカミバエの分布南限がトカラ列島の悪石島であることが明らかになり, 旧北区産の種にとって, トカラ海峡が北側から南側への分布拡大の障壁となっていることが示唆された. 一方, 亜熱帯性の植物を寄主とし, 主として南西諸島に生息するゴール形成者は, 寄主が九州南部まで分布している場合には, いずれもトカラ海峡を超えて北側まで分布が確認された. したがって, 東洋区産の種にとって, 南側から北側への分布拡大にトカラ海峡は障壁となっていないと考えられた. また, 種子島・屋久島や奄美大島以南ではホソバタブにゴールを形成するタブハフクレタマバエが, ホソバタブがほとんど生育していないトカラ列島においてタブノキから確認された. タブノキへのゴール形成は九州以北でしかこれまでに確認されておらず, 本記録は本種によりタブノキに形成されたゴールの最南端の記録である.

栽培ギクの害虫として知られ, 伊豆半島や伊豆諸島では自生するイソギクを寄主とするキクヒメタマバエが, トカラ列島に自生するトカラノギクから確認された. 今回の発見は, 伊豆諸島と薩南諸島の関連性を考える上で重要な知見と言える.

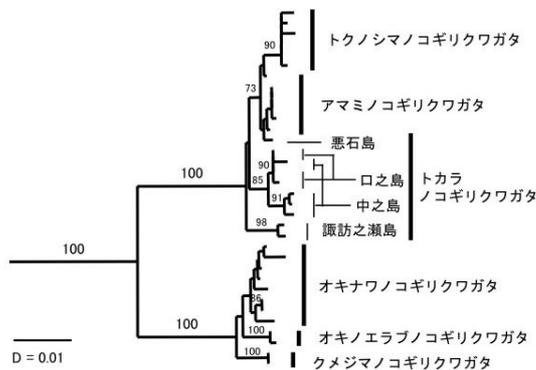
コガネムシ上科甲虫: この類においても他の昆虫群同様, 北限種は大半がトカラ海峡を越えて分布するのに対し, 南限種はトカラ海峡を越える種はほとんどいない. しかし, トカラ列島周辺域における糞虫類(食糞群コガネムシ類)の種構成の地域間の類似度を比較した結果, トカラ列島は大隅諸島よりも奄美諸島と類似性が高いことが明らかになった. この地域における北限種・南限種の傾向を調べたところ, 北方系種の南限は大隅諸島の16種(66.7%)が最大であり, 南方系種の北限は奄美諸島北部で7種(53.8%), トカラ列島北部で5種(38.5%)であり, 糞虫類における地理的な障壁は生物地理境界とされているトカラ海峡ではなく, 大隅諸島とトカラ列島の間で強く影響しており, とくに

北方系種の南限として強い障壁となっていることが明らかになった。

さらに、大隅諸島やトカラ列島に分布するコガネムシ上科甲虫に関する分子系統地理学的研究から、大隅諸島に分布する集団は多くの種で九州南部との強い関係性が示されるが、大隅諸島が分布南限でトカラ列島に分布しない種（オニクワガタやスジクワガタなど）においては、屋久島の個体群が大きく分化する傾向が示された。トカラ列島にも分布する種群ではそれぞれで傾向が異なることが示され、ノコギリクワガタ類とヒラタクワガタは奄美諸島北部からの侵入（図1参照）、コクワガタは大隅諸島他の南部九州からの侵入が明らかになり、種群による侵入経路の相違が示された。これに対してネプトクワガタは島によって侵入時期や侵入元が異なり複雑な分布形成史を経ていることが明らかとなった（細谷，2017）。

伊豆諸島については、ノコギリクワガタ類の解析から伊豆諸島北部は伊豆半島など本州の集団も含むクレードに含まれた。伊豆諸島が単一の系統群を形成するわけではなく、単純に伊豆諸島を徐々に南下することによって分布が形成されたわけではないことが明らかになった。

図 1. トカラ列島ならびに周辺地域におけるアマミノコ



ギリクワガタの 16S rDNA 系統解析の結果（細谷，2017）

### 3) 昆虫資源から見た伊豆・薩南諸島の重要性について

トカラ列島は分布境界として古くから重要な地域であることは認識されていたが、今回の研究により、さらに多くの昆虫種において、この地域が分布境界となっている実態が明らかとなった。とくに、多くの旧北区系の昆虫種の分布南限が悪石島以北であることから、トカラ海峡が北側から南側への分布拡大の障壁となっていることが示唆された。また、トカラ列島のみならず屋久島をはじめとする大隅諸島を含め、今回の研究対象とした薩南諸島地域全体が多くの昆虫種の分布移行帯として重要な機能を担っていることが明らかとなってきた。なかでも世界自然遺産として知られる屋久島のみならず、その周辺島嶼である種子島や黒島もこれまで考えられていた以上に、分布境界として重要な地域

であることが本研究から示唆された。

伊豆諸島に関して、北伊豆諸島を中心に分布する本土要素の昆虫種に加え、南伊豆諸島には奄美以南の南西諸島からトカラ列島、大隅諸島を経由して伊豆諸島を分布の東限とする琉球要素の昆虫種も加わる。両要素が合わさることで、200 種を超える生息数が確認されたゾウムシ類を筆頭に、分類群によっては面積の割に多様な昆虫種が生息する。また、今回の調査においても薩南諸島との関連性が少なからず確認されたことから、両地域ともに多くの昆虫種の分布境界地域として機能する保全上重要な地域であることを認識していく必要がある。同時に、両地域はとくに旧北区産の種に対する地球温暖化などの気候変動の影響がもっとも早く現れる地域と言え、気候変動が日本列島全体の昆虫類に及ぼす影響を評価する上で極めて重要な地域であるとも言える。

さらに、昆虫類の中でも研究の進んでいるクワガタムシ類の分子系統地理解析の結果によると、伊豆、薩南両地域に生息する種や種群の各地域への侵入時期や侵入経路が種や種群によって異なるという複雑な分布形成史を経ている実態も明らかとなってきた。上述のような結果から、伊豆、薩南両地域が昆虫資源から見ても、また日本の昆虫相の形成史を考える上でも重要かつ興味深い地域であることは間違いない。

しかし、このような生物地理学上ならびに生物資源保全上重要な地域であるにもかかわらず、近年、薩南諸島においてはフェリーを介したヒッチハイクによる昆虫類の移動が頻繁に生じ、生物地理境界を人為的に攪乱したり、外来種の分布拡大の原因にもなっている。これまでの調査から、フェリー上で確認された甲虫類は、コガネムシ上科 16 種、ゲンゴロウ科 2 種、カミキリムシ科やハムシ科、ゾウムシ科などの植食性甲虫 9 種であった（細谷，2017 など）。本来、トカラ海峡を含むトカラ列島は旧北区系の昆虫と東洋区系の昆虫における分布拡大の障壁となっているが、人為的な移動に伴う攪乱が生じていることが確認された。また、伊豆諸島においても人為的に導入されたイタチやネコをはじめとする小動物による固有種昆虫の捕食や島嶼外からの観葉植物や根つき苗の持ち込みによる外来昆虫の移入が目立ってきている。これら外来種の分布拡大は、地域固有で進化的に重要な単位（ESU）の間の交雑や消滅をもたらすため、保全生物学的にも大きな問題となる。外来生物の人為的な分布拡大の現状と影響を早急に明らかにするとともに、それらを生じさせない方策を考えて行く必要がある。

### 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 20 件)

Kojima, H., 2018. Records of two dryophthorid weevils (Coleoptera, Curculionoidea) new to the fauna of Tanegashima Is., the Osumi Islands, southwestern Japan. *Elytra*, new series, 8: 24. (査読有)

Tokuda, M., 2018. Arthropod galls found in northern parts of the Tokara Islands, Japan. *Japanese Journal of Systematic Entomology*, 24: (印刷中) (査読有)

Asano, M., & H. Kojima, 2017. Records of some malachiine species of the genus *Attalus* (Coleoptera, Melyridae) from the Nansei Islands, southwestern Japan. *Elytra*, new series, 7: 413-415. (査読有)

Hosoya, T. & M. Tanahashi, 2017. New record of dytiscid beetle (Coleoptera, Dytiscidae) from Kuchino-shima Island in the Tokara Islands, the Ryukyu Archipelago, Japan. *Elytra*, new series, 7: 15-16. (査読有)

Hosoya, T., Y. Murai, K. Kuramitsu & T. Konagaya, 2017. New records of aquatic beetles (Coleoptera, Dytiscidae and Hydrophilidae) from Kodakara-jima and Taira-jima Islands in the Tokara Islands, the Ryukyu Archipelago, Japan. *Elytra*, new series, 7: 17-19. (査読有)

細谷忠嗣, 2017. アマミノコギリクワガタ・トカラ列島亜種の系統地理. *昆虫と自然*, 52(5): 19-23. (査読無)

細谷忠嗣, 2017. “フェリーとしま”の船上で採集されたゲンゴロウ科甲虫 2 種の記録. *Sayabane*, new series, 25: 42-44. (査読有)

Elsayed AK., K. Ogata, K. Kaburagi, J. Yukawa & M. Tokuda, 2017. A new *Dasineura* species (Diptera: Cecidomyiidae) associated with *Symplocos cochinchinensis* (Loureiro) (Symplocaceae) in Japan. *Japanese Journal of Systematic Entomology*, 23: 81-86. (査読有)

徳田 誠, 2017. トカラ列島の小宝島と宝島で確認された虫えい. *昆虫(ニューシ리즈)*, 20: 101-108. (査読有)

Yoshitake, H., H. Kojima & T. Hosoya, 2016. Records of 18 weevils (Coleoptera, Curculionoidea) new to the fauna of Tairajima Is., the Tokara Islands, Nansei Islands, southwestern Japan. *Elytra*, new

series, 6: 189-191. (査読有)

Kojima, H. and Y. Fujisawa, 2016. Additional record of weevils (Coleoptera, Curculionoidea) new to the fauna of Niijima and Shikine-jima Isls., the Izu Islands, Japan. *Elytra*, new series, 6: 225-226. (査読有)

Kojima, H., Y. Fujisawa & H. Yoshitake, 2016. Weevils (Coleoptera, Curculionidae) new to the fauna of the Tokara Islands, the Ryukyus, southwestern Japan. *Elytra*, new series, 6: 219-223. (査読有)

Fujisawa, Y. & H. Kojima, 2016. A taxonomic revision of the menemachine weevils of the genus *Podeschrus* Roelofs (Coleoptera, Curculionidae, Conoderinae). *Elytra*, new series, 6: 201-214. (査読有)

金子直樹・嶋本習介・小島弘昭, 2016. 薩摩黒島からのコガネムシ科甲虫 6 種の記録. *Sayabane*, new series, 22: 19-22. (査読有)

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. *Sayabane*, new series, 25: 33-35. (査読有)

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. (査読有)

Kojima, H. & Y. Fujisawa, 2015. Biological and distributional notes on weevils (Coleoptera, Curculionoidea) from the Tokara Islands, the Ryukyus, southwestern Japan. *Elytra*, new series, 6: 201-214. (査読有)

小島弘昭, 2015. 伊豆諸島三宅島産ゾウムシ科甲虫の分布記録. *Sayabane*, new series, 21: 8-9. (査読有)

Yamashita, Y., H. Kojima, T. Ishikawa & N. Kobayashi, 2015. Molecular identification of two flightless weevils of the genus *Scepticus* Roelofs (Coleoptera: Curculionidae) inhabiting seashores in Japan. *Japanese Journal of Systematic Entomology*, 21: 199-202. (査読有)

Tokuda M., K. Kawauchi, T. Kikuchi & Y. Iwasaki, 2015. Arthropod galls newly found on the Izu Islands, Tokyo, Japan.

Japanese Journal of systematic Entomology, 21: 363-365. (査読有)

〔学会発表〕(計 10 件)

細谷忠嗣, 2017. 鹿児島県十島村・三島村での昆虫調査の許可申請および昆虫相の特徴について. 日本昆虫学会第 77 回大会, 愛媛大学.

星野光之介・細谷忠嗣・荒谷邦雄, 2017. 日本列島と周辺地域におけるネプトクワガタの系統地理学的研究. 日本昆虫学会第 77 回大会, 愛媛大学.

徳田 誠, 2017. トカラ列島のタマバエ相: 伊豆諸島との種構成および密度の比較. 九州・沖縄昆虫研究会

福田悠人・小島弘昭, 2016. トカラ列島のテントウムシ科甲虫について. 日本昆虫学会関東支部第 53 回大会, 玉川大学.

嶋本習介・金子直樹・小島弘昭・石川 忠, 2016. 薩摩黒島が面白い! 日本昆虫学会関東支部第 53 回大会, 玉川大学.

Elsayed A. K., Ogata, K., Kaburagi, K., Yukawa, J. and Tokuda, M., 2016. Taxonomic status of a gall midge (Diptera: Cecidomyiidae) associated with *Symplocos cochinchinensis* (Symplocaceae) in Japan: the first example of Rabdophaga on a host plant other than Salicaceae. XXV International Congress of Entomology, Orland, Froeida (USA)

Hosoya, T., 2016. DNA barcoding of Japanese scarabaeoid beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea). XXV International Congress of Entomology, Orland, Froeida (USA)

藤澤侑典・小島弘昭, 2015. カラ列島のゾウムシ相: 多様性とその要因. 日本昆虫学会関東支部第 52 回大会, 玉川大学.

徳田 誠, 2015. 伊豆諸島におけるゴール形成タマバエ類の顕著な密度変動とその要因. 日本昆虫学会第 75 回大会 九州大学.

細谷忠嗣, 2015. 琉球列島のコガネムシ上科甲虫の系統地理、多様性、保全. 日本昆虫学会第 75 回大会, 九州大学.

〔図書〕(計 3 件)

小原芳明・小野正人・井上大成・見山博・小島弘昭・徳田 誠ほか 17 名, 2017. 昆虫ワールド. 160 pp., 玉川大学出版部.

徳田 誠, 2016. 植物をたくみに操る虫

たち: 虫こぶ形成昆虫の魅力, 306 pp., 東海大学出版会.

荒谷邦雄・細谷忠嗣, 2016. 奄美群島の自然史学 亜熱帯島嶼の生物多様性(うち第 3 章 奄美群島固有のクワガタムシ類の自然史). 383 pp. (うち 36-55 pp.), 東海大学出版会.

〔その他〕

ホームページ等

研究室ホームページ

<http://www.nodai.ac.jp/agri/original/konken/index.html>

大学教育・研究情報詳細

<http://dbs.nodai.ac.jp/view?l=ja&u=157>

日本産ゾウムシデータベース

<http://de05.digitalasia.chubu.ac.jp/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小島 弘昭 (KOJIMA, Hiroaki)

東京農業大学・農学部・教授

研究者番号: 8 0 3 3 2 8 4 9

(2) 研究分担者

徳田 誠 (TOKUDA, Makoto)

佐賀大学・農学部・准教授

研究者番号: 6 0 4 6 9 8 4 8

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: 6 0 4 6 9 8 4 8

(3) 連携研究者

( )

研究者番号:

(4) 研究協力者

石川 忠 (ISHIKAWA, Tadashi)

相馬 純 (SOUMA, Jun)

金子直樹 (KANEKO, Naoki)