

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 30 日現在

機関番号：17301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25830152

研究課題名(和文) 種間比較に基づく大型ゲンゴロウ類の生態の解明と保全

研究課題名(英文) Conservation ecological studies on the large-bodied diving beetle species based on species comparisons

研究代表者

大庭 伸也(OHBA, Shin-ya)

長崎大学・教育学部・准教授

研究者番号：20638481

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：大型ゲンゴロウ類の仲間の多くは絶滅の危機に瀕している。ゲンゴロウとクロゲンゴロウの個体数は減少しているが、それらの近縁種のコガタノゲンゴロウ(コガタノ)は増加傾向にある。諸形質について種間で比較したところ、コガタノは他の2種に比べ、高温下で幼虫の生存率及び成長速度が高まること、成虫は活発に飛翔すること、地域間(本州から南西諸島)で遺伝的変異がほとんどないことが判明した。以上の結果から、近年の地球温暖化の影響でコガタノが増加し、成虫は高い移動分散能力を持つことから、過去に減少または絶滅した地域へと再定着していると考えられた。

研究成果の概要(英文)：Most *Cybister* species are listed as endangered. In recent years, although the population size of *C. chinensis* and *C. brevis* decreased in southwestern Japan, that of *C. tripunctatus* *lateralis* increased. In the present study, I tried to reveal the fundamental ecology of *Cybister* species based on a comparison of the different species. In comparison to *C. chinensis* and *C. brevis*, *C. tripunctatus* *lateralis* showed higher survival and a shorter developmental period under high water temperatures, higher flight dispersal rate of adults, and some genetic differences from Honshu to Nansei Islands. These results indicate that *C. tripunctatus* *lateralis* populations could increase at elevated temperatures due to global warming, and adults could disperse to wider geographic regions where this species was previously extinct or near extinct.

研究分野：昆虫生態学

キーワード：絶滅危惧種 水生甲虫 移動分散 系統地理 地球温暖化 ゲンゴロウ科

## 1. 研究開始当初の背景

自然環境の悪化に伴い、レッドリストに掲載される種が増えている。特に農業生態系における湿地環境に依存した生物の減少は顕著である。2012年に公表された第4次レッドリスト(環境省2012)において、昆虫類では水生甲虫のスジゲンゴロウが国内から30年以上の記録がなく、絶滅種となってしまった。ゲンゴロウ類は全体的に減少が著しく、ゲンゴロウ *Cybister chinensis* は準絶滅危惧から絶滅危惧類に危険度が上方修正され、クロゲンゴロウ *C. brevis* は新たに準絶滅危惧種に指定されるなど、ランクの上方修正やこれまでレッドリストに掲載されていなかった種が新たにランクされている。平成23年度(2011年度)より絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律(種の保存法)が施行され、シャープゲンゴロウモドキ、マルコガタノゲンゴロウ、フチトリゲンゴロウは捕獲や所持、販売、流通が禁止されるに至った。このように保全策の確立が急務の状況にあるが、国内・国外を含めて保全に必要な基礎生態に関する情報は、野外でのゲンゴロウとクロゲンゴロウの生息地利用(西城2001)や、幼虫期の食性(Ohba 2009a, b)に関する研究が行われてきたのみである。

申請者は、個体数を減らしている大型ゲンゴロウ類(体長が20mmを越える種)が多い中、逆に個体数を増やしている種・コガタノゲンゴロウ *C. tripunctatus lateralis* がいることに着目した。コガタノゲンゴロウは41都府県で分布が確認されているが、約10年前までは四国や九州、南西諸島などの南の地方に残存するのみとなっていた(西原ら2006)。近年、絶滅宣言を出していた兵庫県での申請者による再発見(大庭・稲谷2010)を含め、西日本各地で再発見が相次いでいる。そして、大型ゲンゴロウ類では唯一、平成24年度環境省公表のレッドリストにおいて、絶滅危惧類から絶滅危惧類に下方修正された。し

かしながら、同属のゲンゴロウやクロゲンゴロウは個体数の減少が報告されており、本種だけが増加している要因は不明である。本種は南方系の種である。他の昆虫で最近指摘されている温暖化の影響で分布域を拡大しているとの説(苅部2011)があるが、発育ゼロ点(発育が止まる下限温度)などの生活史に関する基礎データがなく、本種の分布域拡大を説明するための資料がない。加えて、本種は頻繁に飛翔行動をとることが観察されている(森・北山2002)。そこで申請者は、コガタノゲンゴロウは近縁種に比べ発育ゼロ点が高いことと、高い増殖能力や移動分散能力を備えているため、近年の広い地域での再発見につながっているとの仮説を立てた。これらの仮説を検証するため、大型ゲンゴロウ類の種間で様々な形質を比較し、減少している種との違いを明確に示す。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、大型ゲンゴロウ類の基礎生態と減少要因を包括的に解明するため、個体数が増加しているコガタノゲンゴロウ(コガタノ)と減少しているゲンゴロウ(ナミ)およびクロゲンゴロウ(クロ)との間で1)生活史・行動、2)増殖能力、3)移動分散能力および4)集団遺伝構造などを比較し、減少種の保全策を提案することである。

## 3. 研究の方法

### 生活史・行動

生活史の基礎パラメータとなる発育ゼロ点と有効積算温度(発育ゼロ点以上の時間の積分値)を飼育実験より算出した。また成虫の活動性を評価した。

### 増殖能力

飼育条件下での増殖能力と産卵期間を調査するため、各種のメス1個体の産卵数を調べた。

### 移動分散能力

成虫の羽化後の飛翔頻度、月別の飛翔頻度

と飛翔能力を種間で比較した。

#### 集団遺伝構造

近年、分布を拡大しているコガタノは、減少している近縁種に比べ高い移動分散能力を持ち、残存していた大きな集団から各地へ分散している可能性が高い。この可能性を調査するため、全国各地より減少している近縁2種を含めた遺伝子解析により、集団の遺伝構造を調べた。

#### 生息環境

各種の生息環境条件（外来種の有無、生息地の環境、同所的に生息する動物種数）についても調査した。

### 4. 研究成果

#### 生活史・行動

行動観察を行った結果、コガタノが他2種に比べても最も活発に泳ぎ、餌も一番早く発見すること、摂食量が多いことが明らかとなった。卵から羽化するまでを20、23、25、28、30度の各温度で飼育した結果、発育ゼロ点はナミが約8度、クロが約7度であったが、コガタノは約17度であった。羽化率を温度間で比較したところ、ナミは温度間で差がなく、クロは30度で低下、コガタノは温度上昇と共に上昇した。しかしながら、コガタノは20度ではほとんどの個体が羽化に至らなかった。

#### 増殖能力

ナミは4月～7月、クロは4月～6月、コガタノは6～8月に産卵が見られたが、1シーズンあたりの1メスの総産卵数に種間差はなかった。

#### 移動分散能力

羽化後24時間以内の飛翔率を比較すると、クロはほとんど飛翔しなかったが、ナミとコガタノは頻繁に飛翔した。次に、4～10月に強制上陸させて飛翔試行回数を毎月調査したところ、ナミはほとんど飛翔しなかったが、クロは4月、コガタノは4月と10月によく飛翔した。また、フライトミルで飛翔距離を

測定すると、コガタノが他2種よりも高い値（＝高い飛翔移動距離）を示した。標識再捕獲調査の結果から野外では、コガタノが他2種に比べて再捕獲される割合が低かったことから、頻繁に移動を繰り返していると推察された。

#### 集団遺伝構造

mtDNAのCOIとCOII領域の配列決定と系統樹の作成を行った。ナミでは地理的な分化が最も顕著で、クロではナミと比べて地理的な分化が小さかった。一方、コガタノは地理的な分化がなく、本州～南西諸島で単一のクレードを形成し、すべての集団が入れ子状に配置されることが明らかとなった。

#### 野外調査

コガタノが見られる環境には、侵略的外来生物の密度が高い場所もあった。また、コンクリート護岸された水田や溜池でも幼虫や成虫が確認され、長崎県南部では学校プールのような植生が全くないような環境でも確認された。一方、ナミとクロが生息する環境には、幼虫の餌となる多様な水生昆虫、水生植物が残存し、侵略的外来種のアメリカザリガニやブラックバス、ウシガエルが生息しない溜池が数多く点在した。また、こういった溜池や水田が、近距離に複数配置されている環境であった。さいごに、保全地を確保し、その中で人工的な溜池や湿地を造成したところ、3年経過後にナミとクロの個体数の増加が確認された。

#### 結果のまとめと残された課題

以上の結果から、高温に適応し、飛翔能力が高いコガタノは、近年の地球温暖化の影響で増加し、過去の環境変化により減少または絶滅した地域へと再定着していると考えられた。ナミとクロのような減少種については、コガタノに比べ飛翔能力が高くないことから、外来種が侵入しない良好な溜池や水田環境を近距離に複数配置する必要があると考

えられる。今後も野外調査を継続し、個体数の変動を評価したい。

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 6 件)

Ohba S, Ushio M., The effect of water depth on predation frequency by diving beetles on mosquito larvae prey. Entomological Science, 査読有, 2015, 18 巻, 519-522, DOI: 10.1111/ens.12143

Inoda T, Ohba S, Rullan JK., Gonad development and sperm motility of diving beetle *Cybister brevis* Aube, 1838 (Coleoptera: Dytiscidae) in response to seasonal changes in Japan. Aquatic Insects, 査読有, 2014, 35 巻, 39-45, DOI: 10.1080/01650424.2014.968172

大庭伸也、壱岐の水生半翅類・水生甲虫類。島の科学、査読無、2015、52 号 1-26

大庭伸也、水田生態系に生息する水生昆虫類の生態と保全。農業および園芸。査読無、2015、90 巻、2 号、243-255

市川憲平・大庭伸也、兵庫県西部におけるタガメとゲンゴロウが繁殖する池と水田の水生昆虫相。日本環境動物昆虫学会誌、査読有、2015、26 巻、89-93

大庭伸也、長崎市相川町ビオトープにおけるコガタノゲンゴロウ。長崎県生物学会誌、査読無、2014、74 巻、27-29

〔学会発表〕(計 10 件)

大庭伸也。増加・北上するコガタノゲンゴロウの生態と行動。日本昆虫学会第 76 回大会・第 60 回日本応用

動物昆虫学会合同大会。大阪府立大学(堺市)。2016 年 3 月 28 日。

寺園康秀・高田 尚・大庭伸也。ゲンゴロウ類の種間比較に関する研究～生活史、競争及び形態に着目して～。長崎県生物学会第 45 回大会。佐世保市コミュニティーセンター(佐世保市)。2016 年 1 月 10 日。

平井祥子・中島かりん・大庭伸也。ゲンゴロウ類における飛翔頻度及び集団遺伝構造の種間比較。長崎県生物学会第 45 回大会。佐世保市コミュニティーセンター(佐世保市)。2016 年 1 月 10 日。

大庭伸也・高田 尚・中島かりん・寺園康秀・平井祥子・鈴木智也・東城幸治。コガタノゲンゴロウはなぜ増えているのか? 第 75 回日本昆虫学会大会。九州大学(福岡市)。2015 年 9 月 20 日。

大庭伸也・高田 尚・中島かりん・村上 陵。大型ゲンゴロウ類における生活史と行動形質の比較。第 59 回日本応用動物昆虫学会大会。山形大学(山形市)。2015 年 3 月 28 日。

高田 尚・大庭伸也。大型ゲンゴロウ類における生活史・行動形質の比較。長崎県生物学会第 44 回大会。長崎大学(長崎市)。2015 年 1 月 11 日。

中島かりん・大庭伸也。大型ゲンゴロウ類における移動分散能力および集団遺伝構造の比較。長崎県生物学会第 44 回大会。長崎大学(長崎市)。2015 年 1 月 11 日。

村上 陵・大庭伸也。学校プールの水生昆虫類とそれを利用した環境評価の試み。長崎県生物学会第 44 回大会。長崎大学(長崎市)。2015 年 1 月 11 日。

大庭伸也。増えるゲンゴロウ-コガタ

ノゲンゴロウは何者か？ - . 日本甲虫学会第 6 回大会・日本昆虫分類学会第 18 回大会合同大会 水生甲虫小集会（招待講演）. 北九州市立いのちのたび博物館（北九州市）. 2015 年 11 月 22 日 .

大庭伸也・津田良夫・東北地方津波被災跡地の湿地および水溜りから発生する水生昆虫類 . 第 26 回日本環境動物昆虫学会 . 長崎大学（長崎市）. 2014 年 11 月 30 日 .

〔図書〕(計 1 件)

Culler L.E., Ohba S., Crumrine P. Predator-prey interactions of Dytiscids, Yee D.A. ed., In: Ecology, Systematics, and the Natural History of Predaceous Diving Beetles (Coleoptera: Dytiscidae), pp. 363-386, 2014, Springer, The Netherlands

〔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

大庭 伸也 (OHBA, Shin-ya)

長崎大学・教育学部・准教授