

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 4 月 16 日現在

機関番号：12501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25830150

研究課題名(和文) 湿地性ゴミムシ類の保全に関する基礎研究

研究課題名(英文) Studies on life history of endangered wetland ground beetles (Carabidae)

研究代表者

笹川 幸治 (SASAKAWA, Koji)

千葉大学・教育学部・准教授

研究者番号：30647962

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：湿地性ゴミムシ類の保全に関する基礎研究として、各種の生態の解明に取り組んだ。これまで生活史が未知であった複数の種の飼育に成功し、特殊な産卵生態や幼虫食性を明らかにした。一部の種では、これらの生態特性を通して湿地環境に依存していることが示唆された。また、ゴミムシ類の重要な生活史形質の一つである幼虫食性について、大顎形態から推定する方法についても開発した。これらの成果は、絶滅が危惧される湿地性ゴミムシ類の保全に役立つ有用な基礎データとなりうるだろう。

研究成果の概要(英文)：Elucidating the basic life-history of endangered species is the first important step in the conservation of such species. The aim of the present study was to investigate life-history characteristics of endangered wetland ground beetles (Coleoptera: Carabidae). Laboratory rearing experiments revealed oviposition behavior and larval feeding habits that may be associated with wetland environments in some species. For larval feeding habits, estimation procedures from morphometric analyses of larval mandibles were established.

研究分野：昆虫学

キーワード：絶滅危惧種

## 1. 研究開始当初の背景

2012年に環境省によりレッドリストの見直しが行われ、3430種が絶滅の恐れがあるとされた。前回の見直し(2007年)には3011種がリストアップされているので、5年で新たに400種以上が危機的な状況と判断されたことになる。国際自然保護連合(IUCN)のレッドリストでは2009年に世界の1万7291種が絶滅の危機に瀕しているとされていたが、2012年10月の見直しでは2928増の2万219種となっている。このように、生物多様性の劣化はいまや世界的な現象となっている。この傾向は、生物多様性条約COP10(2010年10月)で採択された愛知目標の一つ、「2020年までに既知の絶滅危惧種の絶滅及び減少が防止され、また特に減少している種に対する保全状況の維持や改善が達成される」とはほど遠い状況である。

2012年の環境省の見直しでは、日本においては、昆虫類で状況悪化のスピードが最も早いことが明らかになった。すなわち、絶滅の恐れのある種に選定された種数は2007年比で1.50倍となっており(239→358)、この値は対象となった9分類群の中で最大である。とりわけ、湿地・河川敷・草原といった森林以外の平地環境に生息するゴミムシ類(甲虫目)やガ類(鱗翅目)、水田・溜め池などの水辺環境に生息する水生甲虫類(ゲンゴロウ類やミズスマシ類等)における危機的状況は特筆され、その保全は急務とされた。

## 2. 研究の目的

以上の状況を踏まえ、本研究ではこれらの危機的状況とされている昆虫類のうち、湿地環境に生息するゴミムシ類(甲虫目:オサムシ科)の保全に関する基礎研究を行なう。具体的には、従来このグループの生態研究ではあまり注目されてこなかった、未成熟期の生活史を明らかにし、各種の希少性の要因となる生態特性の解明を目的とする。

これらの種に関する詳細な研究は、同様の環境に生息する他の多くの生物(特に昆虫類)の保全に関して多くの知見を与えると考えられ、生物多様性の保全に大きな効果を持つ可能性があるという点で意義がある。

## 3. 研究の方法

### (1) 産卵特性の解明

湿地性のゴミムシ希少種の産卵特性に関する先行研究としてはSasakawa(2011)が挙げられる。この研究では、湿地環境に生息するイスマナガゴミムシにおいて、「産卵に泥を必要とする」という湿地環境に依存的な産卵行動を行なうことが明らかにされた。

本研究では、この産卵特性が他の湿地性種でも見られるのかを飼育実験によって調べた。対象種は、関東各地の湿地(主に渡良瀬遊水地)から採集した各種湿地性種および長野県八ヶ岳で採集されたマルクビゴミムシの一種(*Nebria yatsugatakenensis*)である。

### (2) 幼虫食性の解明

ゴミムシ類の幼虫食性は、特殊化の度合いから2つに分けることができる。一つは特定の餌種のみを摂食する「スペシャリスト」で、ミミズ食、陸貝食、カエル食、トビムシ食、(特定の植物種の)種子食、などが知られている。もう一つは「ジェネラリスト」である。様々な昆虫類の幼虫や小型土壌節足動物を摂食する「昆虫幼虫食」が一般にはジェネラリストに分類される。湿地性ゴミムシ類の希少性は、特定の餌種のみを摂食するというスペシャリストな幼虫食性に起因するものかもしれない。これを検証するために、(1)で採卵が成功した種について、幼虫食性の解明を飼育実験で試みた。

### (3) 幼虫食性推定法の開発

上記のように幼虫食性はゴミムシ類の重要な生活史形質の1つである。しかし現段階では、飼育実験以外に幼虫食性を特定する有用な手法は確立されていない。そこで本研究では、幼虫口器の大顎の形態分析により、食性を統計的に推定する手法の確立を試みた。

分析法としては、近年注目されている幾何学的形態測定法(Geometric morphometrics)を用いた。この手法は標識点に基づく分析法であり、古典的な距離測定法(幾何距離を測定・多変量分析)よりも精度の高い解析が行なえるなどの利点を持つ。

湿地性種を含むゴミムシ複数種を対象に「飼育によって明らかにした幼虫食性」と、「大顎の幾何学的形態測定分析の結果」から、線形判別分析により判別式をまず作製した。その後、その判別式を用いて、幼虫食性が未知であるエゾナガゴミムシを対象に、(i)飼育実験から推定した幼虫食性、(ii)形態分析から推定した幼虫食性、を求め、両者が一致するかを調べた。

## 4. 研究成果

### (1) 産卵特性の解明

以下の18種の産卵特性を調べることができた(和名は「原色日本甲虫図鑑(II)(保育社)等に従う」):

- ・マルクビゴミムシの一種 *N. yatsugatakenensis*
- ・チョウセンマルクビゴミムシ
- ・ワタラセハンミョウモドキ
- ・コハンミョウモドキ
- ・ヒラタキロチゴミムシ
- ・キアシヌレチゴミムシ
- ・カジムラヒメナガゴミムシ
- ・トネガワナガゴミムシ
- ・オオクロナガゴミムシ
- ・ヒメセボシヒラタゴミムシ
- ・アオグロヒラタゴミムシ
- ・オオスナハラゴミムシ
- ・アオゴミムシ
- ・オオサカアオゴミムシ

- ・アオグロヒラタゴミムシ
- ・チャバネクビナガゴミムシ
- ・ミイデラゴミムシ
- ・オオホソクビゴミムシ

これらの種では、産卵基質としての泥の利用法が異なるものの（卵を泥で包んで地表構造物に張り付け or 泥内に単純に産卵）いずれの場合も、含水率の高い土が産卵行動を促進していることが示唆された。この結果は、過去の湿地性ゴミムシ数種で報告されている「土壌含水率と産卵行動/卵の生存率の関係性」と概ね一致している（Huk & Kühne, 1999, *Oecologia*; Kleinwächter & Bürkel, 2008, *Ecol Entomol*; Sasakawa, 2011, *Zool Stud*）。湿地性ゴミムシの保全には、産卵基質としての泥が利用可能であるような環境を保つことが重要であると考えられた。

## (2) 幼虫食性の解明

今回調べた 18 種からは、現段階では主として以下の知見が得られた。

コハンミョウモドキは昆虫幼虫（ミルワーム/ウジ）、陸貝、トビムシを与えても摂食/健全な成長が見られず、ミミズを与えた場合にのみ成虫まで達した。

オオスナハラゴミムシは昆虫幼虫（ミルワーム/ウジ）、ミミズは通常は摂食せず、陸貝（カタツムリ）では成虫まで成長する。

オオホソクビゴミムシは昆虫幼虫、陸貝、ミミズ、マメゾウムシ類の蛹のいずれも受け付けず、食性は未知。

～ の 3 種以外の 15 種では昆虫幼虫（ミルワーム/ウジ）で健全に成長し、一部の種では成虫まで達することを確認した。

の種のうち一部では、昆虫幼虫以外の餌種が生存に負の効果（毒効果）を持つことを確認した。

全体として、湿地性ゴミムシの幼虫は、ジェネラリスト食性とみなせる昆虫幼虫食に分類されるものが多かった。この結果は、幼虫食性は生活史形質としてはあまり重要ではないことを示しているのかもしれない。一方で、コハンミョウモドキのように、これまで未知であったスペシャリスト食性も確認されたので、今後さらなる研究が必要である。

(1)産卵特性、(2)幼虫食性について明らかにした知見の一部は、*PLOS ONE*、*Biogeography*、*Zookeys* などの国際誌に既に発表済みであり、残りの成果についても順次発表予定である。

## (3) 幼虫食性推定法の開発

食性が未知であるエゾナガゴミムシ幼虫を昆虫幼虫（ミルワーム）、陸貝（オナジマイ

マイ）、ミミズ、およびこれらの混合餌で飼育したところ、ミミズを含む餌条件で高い生育パフォーマンスが得られた。よって、飼育実験からはエゾナガゴミムシはミミズ食であることが示唆された。

大顎形態からの食性推定のための標識点は 18 個設定した。この標識点に基づいて、昆虫幼虫食、ミミズ食、陸貝食のいずれかに分類される 25 種-齢の幼虫サンプルについて、形態変量の相対歪み値（Relative warp scores）に「幼虫食性」「重心サイズ」が与える効果を共分散分析で解析した。その結果、上記標識点の第 3 相対歪み値に、幼虫食性が効果量 0.64 の統計的に有意な効果を持つことが明らかになった（ $F_{2,18} = 25.88, P < 0.001$ ）。この結果は、少なくとも一部の形態変量は幼虫食性と強く関連していることを示唆する。

得られた全形態変量（全ての相対歪み値および重心サイズ）から得られた判別式と、エゾナガゴミムシ 1-3 齢の大顎の標識点座標からは、1-3 齢全てが陸貝食に分類された。結論として、大顎形態から幼虫食性の推定は可能であるとの結論を得た。

この結果を *Biological Journal of the Linnean Society* 誌に発表した。

## 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 7 件）

- (1) Sasakawa K, Itô H (2017) Two new species of the *Pterostichus macrogenys* species group (Coleoptera, Carabidae) discovered in shallow subterranean habitats in northern Honshu, Japan. *Subterranean Biology*, 21, 47-56.
- (2) Sasakawa K (2016) Two new species of the ground beetle subgenus *Sadonebria* Ledoux & Roux, 2005 (Coleoptera, Carabidae, *Nebria*) from Japan and first description of larvae of the subgenus. *Zookeys*, 578, 97-113.
- (3) Sasakawa K (2016) Utility of geometric morphometrics for inferring feeding habit from mouthpart morphology in insects: tests with larval Carabidae (Insecta: Coleoptera). *Biological Journal of the Linnean Society*, 118, 394-409.
- (4) Sasakawa K (2016) Life history of two endangered wetland *Pterostichus* (Coleoptera: Carabidae) ground beetle species as revealed by laboratory rearing experiments, *Biogeography*, 18, 59-62.
- (5) Sasakawa K (2016) Notes on the reproductive ecology and description of the

preimaginal morphology of *Elaphrus sugai* Nakane, the most endangered species of *Elaphrus* Fabricius (Coleoptera: Carabidae) ground beetle worldwide. *PLOS ONE*, 11(7), e0159164.

(6) Sasakawa K, Itô H (2015) Additional notes on the ground beetles *Pterostichus takadateyamanus* Sasakawa, 2009 and *P. yahikosanus* Sasakawa, 2009 (Coleoptera: Carabidae): Recent collection records and descriptions of the females. *Biogeography*, 17, 107-108.

(7) Sasakawa K, Toki W (2014) Second record of the Taiwanese endemic ground beetle *Stomis stefanii* Deuve, 2006 (Coleoptera: Carabidae: Pterostichini). *Biogeography*, 16, 39-40.

〔その他〕

ホームページ等

<http://curt.chiba-u.jp/search/ResultStudyList.aspx?ResNo=3375&type=Study>

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

笹川 幸治 (SASAKAWA KÔJI)

千葉大学・教育学部・助教

研究者番号：30647962