

令和 3 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K07525

研究課題名(和文) 日本産キセルガイ科の種多様性の解明と保全に関する基礎的研究

研究課題名(英文) Species diversity and conservation biology of Japanese clausiliid snails

研究代表者

上島 励 (Ueshima, Rei)

東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・准教授

研究者番号：20241771

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：キセルガイ科は日本産陸産貝類で最も種多様性が多い分類群であり、狭い地域の固有種が多いため絶滅危惧種が多く含まれる。本研究では、分子系統解析をおこなうことにより、日本産キセルガイ科の種多様性を再検討した。特に、広域分布種を中心に地理的変異と隠蔽種の有無について検討した。その結果、ナミギセル、コンボウギセルのような広域分布種では、複数の隠蔽種が発見された一方で、形態学的に別種とされていた分類群が種内変異として扱うべき例も多く発見された。日本産キセルガイ科では種レベルの分類体系および保全対象の選定を変更すべきと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

キセルガイ科は日本産陸産貝類で最も種多様性が多い分類群であり、狭い地域の固有種が多いため絶滅危惧種が多く含まれる。本研究では、分子系統解析をおこなうことにより、日本産キセルガイ科の種多様性を再検討した。特に、広域分布種を中心に地理的変異と隠蔽種の有無について検討した。その結果、一部の広域分布種では、複数の隠蔽種が発見された一方で、形態学的に別種とされていた分類群が種内変異として扱うべき例も多く発見された。キセルガイ類の保全対象となっているものが多いが、一部は新知見にもとづき選定を見直す必要がある。

研究成果の概要(英文)：Clausiliidae is a land snail family which shows the highest species diversity in Japanese land snail fauna. Some of Japanese clausiliids have been treated as endangered due to the restricted distribution. In this study, I revised the species diversity of Japanese clausiliids based on the molecular phylogeny. It is demonstrated that most of widely distributed species are species complex of locally endemic species including some cryptic species. On the other hand, some locally endemic species are shown to be local populations of a more widely distributed species. Conservation status of these clausiliids need to be revised based on the phylogenetic status and the degrees of genetic divergence from the related taxa.

研究分野：系統分類学

キーワード：系統分類

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

キセルガイ科は陸産貝類(カタツムリ)の一科である。キセルガイ科は、日本産陸貝の中で最も多様に分化したグループで、約 180 種(亜種を含む)の固有種が知られている。日本産キセルガイ類の大半は分布域がきわめて狭く、2014 年のレッドデータブックでは 136 種(全体の約 75%)が「絶滅危惧種」に指定されている。

これまで日本産キセルガイ類の分類は貝殻の形態に基づいて行われてきた。しかし、申請者の予備的な分子系統解析により、貝殻形態では識別できない隠蔽種が多数存在することが判明しつつある。こうした隠蔽種は 20 種以上存在すると推定されるため、日本産キセルガイ類の種多様性はこれまで考えられていた以上に高く、全種数は 200 種を超えると予想される。このような隠蔽種は、“広域分布種”の中に含まれていることが多いため、これまでは保全の対象とみなされていなかった。しかし、「広域分布種」は実際には隠蔽種の複合体であり、個々の隠蔽種は分布域がきわめて狭いため、優先的に保全すべき対象へと評価をし直す必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、日本産キセルガイ類の亜種やシノニムを含む全種について、複数の分子マーカーを用いて網羅的分子系統解析を行う。分子データと形態学的特徴の再評価にもとづいて、種レベルの分類を再構築し、種多様性の全貌の解明をめざす。また、隠蔽種を含む種レベルの新しい体系にもとづき、保全対象の再検討を行う。

### 3. 研究の方法

キセルガイの各個体について貝殻と軟体部を分離し、腹足から DNA を抽出した後、mtDNA の ND1, ND4L, Cytb, CO1 遺伝子領域、核コードの ITS-1,2 領域を PCR 増幅し、Direct-sequencing により塩基配列を決定する。得られた塩基配列は最尤法により系統解析を行った。本研究では、広域分布種、分類学的位置が不明な種を中心に解析を行った。

### 4. 研究成果

(1) ナミギセル *Stereophaedusa japonica* は北陸地方から九州にかけて広域に分布する種で、多数の地方型や異名があるが単一種とされてきた。また、貝殻形態が明瞭に異なる分類群は別種とされてきたが、予備的解析では系統的にナミギセルに含まれるものがあることが分かってきた。日本各地から採集されたナミギセルおよび地域固有の近縁種について、ITS および mtDNA の塩基配列にもとづいて分子系統地理学的解析を行った。その結果、ナミギセルは遺伝的に分化した 7 つの系統が存在することが分かった。これらの系統はいずれも分布域が異なり、側所的に分布する。また、貝殻形態が異なることから別種とされてきたイトカケギセルとタイシャクギセルはこれらの系統の中に含まれ、同じ地域に生息するナミギセルと近縁であることが分かった。各系統内での貝殻形態の変異は激しく、異なる系統で酷似した表現型が存在するため、貝殻形態ではこれらの系統は区別できない。これらの系統間の遺伝的分化は明瞭であり、一部の系統間では分布域がきわめて接近するにもかかわらず遺伝的交流がない例が認められた。ナミギセルは遺伝的な特徴にもとづい

て7つの分類群に分ける必要があり、イトカケギセル、タイシャクギセルは貝殻形態ではなく遺伝的特徴から7系統の1つに統合すべきであると考えられる。

ナミギセルは広域分布種とされてきたため保全対象とみなされていない。しかし、今回の遺伝的解析では分布域が狭い系統が存在することが明らかとなり、それらは保全対象として評価すべきであると考えられる。また、貝殻形態に特徴があることから固有種として保全対象とされてきたタイシャクギセル、イトカケギセルは系統学的にナミギセルの1系統に含まれることが判明した。特異な形態をもち分布域の狭い地域個体群としては保全対象とみなされるが、独立種ではないため、保全のランクは格下げが必要となるであろう。

(2) コンボウギセル *Stereophaedusa hickonis* は近畿地方周辺に生息する中型のキセルガイで、四国から北陸南部、東海地方にまで分布する広域分布種とされている。本種は多くの地方型や異名があるが、単一種として扱われている。本種の分布域を網羅するように採集した地域集団および近縁種を用いて、分子系統地理学的解析を行った。その結果、コンボウギセルは遺伝的に大きく異なる系統が少なくとも4つ存在することがわかった。貝殻形態が大きく異なることから別種とされてきたミカワギセルやイイジマギセルはそれらの系統内に含まれることから、形態学的特徴は系統関係を反映していないことがわかった。コンボウギセルの4系統は異所的、あるいは側所的に分布する。1系統は近畿地方に広く分布するが、2系統は分布域が限定され、残りの1系統は分布域が不連続で地域集団間の遺伝的および形態学的分化が大きい。これら4系統は系統内の形態的変異が大きい例がある一方、系統間の差がほとんど認められず、形態学的特徴では定義できない。コンボウギセルは少なくとも4つの種を含む種複合体であると考えられ、分類を再編成する必要がある。異名とされてきた学名の一部が復活する可能性がある一方で、担名タイプが特定できないという重要な問題があり、種レベルの分類体系は大きな改訂が必要だと考えられる。遺伝的に識別された2系統は分布域が非常に狭いため、保全の優先度が高いと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 上島 励, 亀田 勇一, 長谷川 和範, 斉藤 寛	4. 巻 51
2. 論文標題 自然教育園の陸産、淡水産貝類再調	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 自然教育園報告	6. 最初と最後の頁 143-145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 R. Motochi, M. Wang, R. Ueshima	4. 巻 181
2. 論文標題 Molecular phylogeny, frequent parallel evolution and new system of Japanese clausiliid land snails (Gastropoda: Stylommatophora).	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Zoological Journal of the Linnean Society	6. 最初と最後の頁 795-845
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/zoolinnean/zlx023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Zhuang Hailing, Yago Masaya, Settele Josef, Li Xiushan, Ueshima Rei, Grishin Nick V., Wang Min	4. 巻 13
2. 論文標題 Species richness of Eurasian Zephyrus hairstreaks (Lepidoptera: Lycaenidae: Theclini) with implications on historical biogeography: An NDM/VNDM approach	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0191049	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 T. Izumi, Y. Ise, K. Yanagi, D. Shibata, R. Ueshima	4. 巻 35
2. 論文標題 First detailed record of symbiosis between a sea anemone and Homoscleromorph sponge, with a description of <i>Tempuractis rinkai</i> gen. et sp. nov. (Cnidaria: Anthozoa: Actiniaria: Edwardsiidae).	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Zoological Science	6. 最初と最後の頁 188-198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2108/zs170042	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 市川順也, 上島 励
2. 発表標題 ベッコウマイマイ類の分子系統地理
3. 学会等名 日本貝類学会令和元年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 元陳力昇, 市川順也, 上島 励
2. 発表標題 コンボウギセルおよび類似種の分子系統地理学的研究
3. 学会等名 日本貝類学会令和元年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 元陳力昇, 上島 励
2. 発表標題 広域分布種ナミギセルおよび近縁種の分子系統地理
3. 学会等名 日本貝類学会創立90周年記念大会平成30年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木慎平, 上島 励
2. 発表標題 日本のイッスンムカデ属Bothropolysに含まれる隠蔽種
3. 学会等名 日本動物学会第89回札幌大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 元陳力昇, 上島 励
2. 発表標題 分子データに基づくカモハラギセルの系統的位置
3. 学会等名 日本貝類学会平成29年度大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関