

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26800265

研究課題名(和文) 付着基質がおよぼす海洋生物の種分化への影響

研究課題名(英文) How affect the habitat specificity to the speciation of marine organisms

研究代表者

中野 智之 (Nakano, Tomoyuki)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・助教

研究者番号：90377995

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、カサガイ類のうち石灰岩にのみ生息するコガモガサ、タイワンガサ、堆積岩を好むベッコウガサ、コガモガイ、コモレビコガモガイ、オボロツキコガモガイ、付着基質を選ばないヨメガカサの3属7種を研究の対象とし、分子系統解析を行い、それぞれの系統進化史を明らかにした。その結果、付着基質を選ばないヨメガカサは広域な分布域を持つが、石灰岩にのみ生息するアツガサガイ属は、地域ごとに遺伝的な分化が進んでいることが判明した。

研究成果の概要(英文)：Patellogastropod limpets including *Lottia luchuana*, *Eoacmaea* sp. limited to only calcareous substrata, *Cellana grata*, *Lottia kogamogai*, *Lottia tenuisculpta*, *Lottia lindbergi* inhabiting sediment rocks, and *Cellana toreuma* living on any substrata were genetically analyzed to clarify their phylogenetic relationships and historical biogeography. As a results of this study, *Cellana toreuma* has a wide geographic distribution, whereas *Eoacmaea* sp. limited to calcareous substrata shows a wide geographic variation. Habitats specificity could strongly affect to the speciation of marine organisms.

研究分野：分子系統学

キーワード：分子系統 カサガイ 隠蔽種 軟体動物 生物地理

1. 研究開始当初の背景

海洋生物の種多様性の最も高い地域は、日本を含むインド・西太平洋域であり、この海域は多くの島からなる多島海を形成している。島が点在している事で地理的隔離が起こりやすく、多島海が海洋生物の種分化に大きな影響を及ぼしていることが分かってきた。その中でも、浮遊幼生期の短い海洋生物にとって種分化が起こりやすいとされてきたが、それ以上に、生息する付着基質の有無が海洋生物の分布に影響を与えており、遺伝的な隔離を起こしやすいことが新たに分かってきた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、付着基質と海洋生物の種多様性の関係を明らかにすることである。

3. 研究の方法

日本周辺に生息するカサガイ類のうち、石灰岩にのみ生息するタイワンガサ、コガモガサ、堆積岩を好むベッコウガサ、コガモガイ、コモレビコガモガイ、オボロヅキコガモガイ、付着基質を選ばないヨメガカサの3属7種を対象とし、可能な限りそれぞれの種の分布域全域からサンプルを採集し、化石記録と子地理の変遷を併せて考察する事で、それぞれの系統進化史を明らかにする。そして、付着基質の異なるカサガイ類の系統進化史を比較する事で、付着基質と海洋生物の多様性の関係を明らかにする。

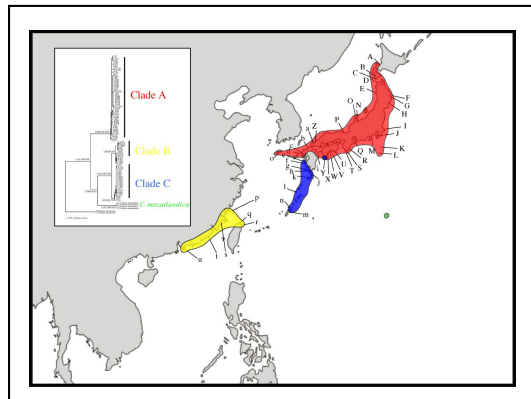
4. 研究成果

ベッコウガサは、日本の温帯域から香港にかけて幅広く分布し、古来より殻表面が滑らかな個体をベッコウガサ、殻の表面に顆粒を持つ個体をアミガサと扱っていたが、これらが同種の生態型であるか、別種であるか明らかにされてこなかった。さらに小笠原固有種で天然記念物に指定されているカサガイの幼貝は、ベッコウガサと非常に類似した形態を持っている。そこで本研究では、ベッコウガサの分布域全域からサンプルを採集し、近縁種であると考えられている小笠原固有種のカサガイと併せて分子系統解析をする事で、ベッコウガサ、アミガサ、カサガイの系統関係を明らかにするとともに、これらの種の境界線を明らかにすることと、それらの東南アジア全体での生物地理を明らかにすることを目的とした。

この研究では、日本、韓国、中国、台湾、香港の合計 50 地点で採集調査を行った。その後、得られた 140 個体を解析の対象とし、ミトコンドリア DNA の COI および核 DNA の ITS1, 2 を用いた分子系統解析を行なうと共に、軟体部や殻構造、および歯舌の形態と模式標本の精査を行った。その結果、ベッコウ

ガサは遺伝的に 3 つの地理的なクレード、(1)北海道南部～九州北西部、四国西部、(2)九州西部～沖縄、(3)台湾、中国、香港に分けられることが判明した。これらのクレードはおおむね腹足の色と殻形態で判別がつき、遺伝的にも異なるのですべて別種として考えられることが分かった。またこれらの 3 つのクレードは、小笠原固有種のカサガイとも別種であることが判明した。つまり、従来ベッコウガサと呼ばれていた種には、2 種の未記載種が含まれていることが判明した。

(1)のグループが真のベッコウガサであり、殻の肋があるか無いかは種内変異で、足の縁は黄色である。(2)のグループは、全ての個体で殻に肋があり、足の縁は白い未記載種である。(3)のグループは、中国、香港、台湾に分布する未記載種である。

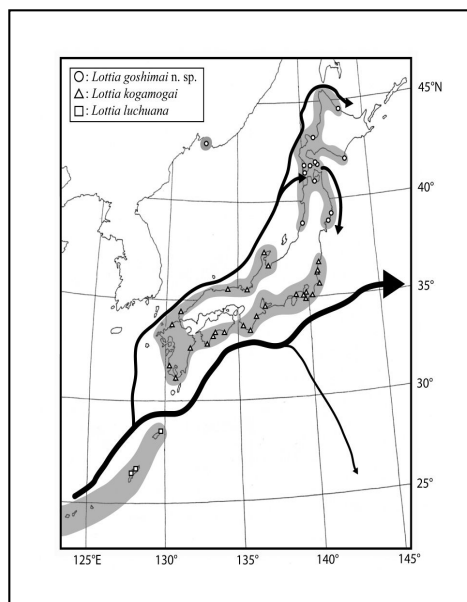


ベッコウガサ種群 3 種の分布域。四国の竜串でのみ、2 種の分布域が重複している。

コガモガイ類は、潮間帯岩礁域に生息する小型のカサガイ類である。このうちコガモガサ、コガモガイ、コモレビコガモガイ、オボロヅキコガモガイの 4 種は殻形態が類似している。さらに、コガモガサ以外の 3 種は地理的分布が重なっている事に加え、様々な生息環境に生息している事で形態の変異が見られる。そのため、外部形態のみでの正確な同定が難しく、分子系統解析が不可欠である。そこで本研究では、コガモガイ類の正確な種同定と系統関係を明らかにするために、分布域全域から採集したサンプルを用いて、分子系統解析と形態形質の詳細な観察を行った。

本研究では、日本、中国、香港、アラスカの計 60 地点から得られたコガモガイ類 300 個体以上を解析の対象とし、COI、16S、H3 遺伝子に基づいて、分子系統解析を行った。その結果、コガモガイ類は、7 つのクレードで構成されることが判明した。また形態形質の観察の結果、それぞれのクレードで形態的な違いが見られ、それぞれ別種であることが分かった。これら 7 つのクレードのうち、5 つはコガモガサ、コガモガイ、コモレビコガモガイ、オボロヅキ

コガモガイである事が判明したが、残り 2 つは該当する種がならず、未記載種である事が分かった。また国内に分布するコガモガイ類は、インド・西太平洋系統と北太平洋系統の異なる 2 つの起源を持つことが判明した。



従来コガモガイと呼ばれていた種は、ロシア、日本の北部に分布する種と、房総半島以南に生息する種の 2 種に分けられることが分かり、前者を新種 *Lottia goshima* として記載した。後者が従来のコガモガイである。

オボロツキコガモガイ、コモレビコガモガイにおいては、遺伝的な地域集団はほとんど見られず、未記載種は含まれていないと考えられる。台湾固有の未記載種が存在する事が明らかになった。

アツガサガイ属は、熱帯 亜熱帯域の石灰岩にのみ生息するカサガイ類である。本種群は、殻形態が類似しており、正確な種同定には分子系統解析が不可欠である。そこで与那国、台湾、フィリピン、インドネシアから採集されたサンプルを用い、分子系統解析と形態形質の精査を行った。その結果、アツガサガイ属は、島ごとに異なる遺伝的なグループに細分化されていることが判明した。しかしながら、与那国島と台湾から報告されているタイワンガサについては、フィリピン北東部にも分布している事が分かった。これらの事から、石灰岩に限定された生息地は島ごとの遺伝的な隔離を起こす原因となり得るが、黒潮のような強い流れの影響する地域では、比較的分布域が広い種もいる事が分かった。また、タイワンガサは与那国島には少数個体の報告しかなく、台湾から偶発的に移入してきているものと考えられる。黒潮は浮遊幼生期における海流分散を促すが、台湾と与那国

の間の強い流れは、分散を妨げる障壁になり得ることが分かった。

研究機関全体を通して、付着基質の異なるカサガイ類 3 属を対象に分子系統解析を行い、付着基質がどのように海洋生物の分布域の形成に影響を与えているか、また海洋生物の種分化に影響を与えているかを明らかにすることを目的として研究を行った。その結果、付着基質が限定的な種ほど生息地域が狭く、遺伝的に変異も大きかった。また付着基質を選ばない種は、分布域が広大で遺伝的な変異が少なかった。これらの事から、カサガイ類の生物地理的な分布には、付着基質が大きく影響を与えている事が分かった。付着基質が限定的な種ほど、生息環境に変化があった場合、絶滅のリスクが高いことが予想される。本研究は、単なるカサガイ類の系統進化だけでなく、生物多様性保全のために必要不可欠な基礎的データも提示する事ができた。

また、本研究では、カサガイ類の未記載種 5 種を発見した。そのうち日本産の未記載種は 3 種で、うち 1 種については、記載論文を国際誌に投稿中である。

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 1 件)

中野智之、中山 凌、佐々木猛智. 2016. カサガイ類の幼貝の生息環境. *ちりばたん*, 46: 107-113.

[学会発表](計 16 件)

照屋清之介、中野智之、佐々木猛智. アオガイ類の遺伝的集団構造と生息環境の比較分析. 日本貝類学会平成 28 年度大会. 2016 年 4 月 16-17 日. 東邦大学.

中山 凌、中野智之、遊佐陽一. コモレビコガモガイの巻貝への付着の意義. 日本貝類学会平成 28 年度大会. 2016 年 4 月 16-17 日. 東邦大学.

高橋陽子、中山 凌、中野智之. コモレビコガモガイの幼生発生. 日本貝類学会平成 28 年度大会. 2016 年 4 月 16-17 日. 東邦大学.

Nakano, T., Sasaki, T. Molecular phylogeny and biogeography of *Cellana* (Patellogastropoda: Nacellidae). World Congress of Malacology 2016. 2016 年 7 月 18-26 日. Penang, Malaysia.

Teruya, S., Setiamarga, D.H.E., Nakano, T., Sasaki, T. Molecular phylogeny of *Nipponacmea* (Patellogastropoda: Lottiidae) from Japan: reevaluation of species taxonomy and morphological diagnosis. World Congress of Malacology 2016. 2016 年 7 月 18-26 日. Penang, Malaysia.

Sasaki, T., Nakano, T., Teruya, S.,

Nakayama, R. Patellogastropoda in Japan and Asia: morphology, molecular phylogeny and systematic revision. World Congress of Malacology 2016. 2016年7月18-26日. Penang, Malaysia.

中野智之、佐々木猛智、加瀬友喜. ヨメガカサガイ属の分子系統と生物地理学的研究. 日本貝類学会平成27年度大会. 2015年5月23-24日. 北海道蘭越町山村開発センター.

照屋清之介、中野智之、佐々木猛智. 日本産アオガイ類(カサガイ目: ユキノカサガイ科)の系統と分類学的再評価. 日本貝類学会平成27年度大会. 2015年5月23-24日. 北海道蘭越町山村開発センター.

中山 凌、中野智之. ミトコンドリア COI 遺伝子と形態形質に基づくコガモガイ類の分類学的研究. 2015年5月23-24日. 北海道蘭越町山村開発センター.

中山 凌、中野智之、遊佐陽一. 巻貝に付着するカサガイ-コガモガイ類の生態と生活史について. 2015年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会. 2015年9月2-5日. 北海道大学、札幌.

中山 凌、中野智之、遊佐陽一. 巻貝に付着するカサガイ類の巻貝の選択性についての予察報告. 日本動物学会第86回新潟大会. 2015年9月17-19日. 朱鷺メッセ、新潟コンベンションセンター.

Nakayama, R., Nakano, T., Yusa, Y. Phylogeny and life history of snail attaching limpets the *Lottia kogamogai* species complex. SICB Annual Meeting 2016. 2016年1月3-7日. Oregon Convention Center, Portland, Oregon.

中山 凌、遊佐陽一、中野智之. カサガイ類の生態型とその古生物学的解釈. 2016年1月29-31日. 日本古生物学会第165回例会. 京都大学、京都.

中野智之、佐々木猛智、加瀬友喜. ベッコウガサの分子系統と生物地理. 日本貝類学会平成26年度大会. 2014年4月12-13日. 大阪市立自然史博物館.

中山 凌、中野智之、遊佐陽一. コガモガイ類3種の生活史に関する予察的報告. 日本貝類学会平成26年度大会. 2014年4月12-13日. 大阪市立自然史博物館.

中野智之、佐々木猛智、加瀬友喜. ヨメガカサガイ属3種の分子系統と生物地理学的研究. 日本古生物学会2014年年会. 2014年6月27-29日. 九州大学、福岡.

〔図書〕(計 1 件)

中野智之(分担執筆). 2017. アツガサガイ科. 日本近海産貝類図鑑第二版.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中野 智之 (Nakano, Tomoyuki)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・助教

研究者番号: 90377995

(4) 研究協力者

佐々木猛智 (Sasaki, Takenori)

遊佐陽一 (Yusa, Yoichi)

中山 凌 (Nakayama, Ryo)