

# 研究成果報告書（第29回学術研究助成）

2022年 4月 9日

公益財団法人 藤原ナチュラルヒストリー振興財団  
理事長 野村 茂樹 殿

所属機関名 北海道大学農学院  
職 名 博士後期課程2年  
氏 名 榎本 尊

## 1. 研究課題

「捕食者・被食者の対抗的共進化が駆動する形態の多様化—オサムシとカタツムリの事例」

## 2. 共同研究者

なし

## 3. 研究報告

### I. 研究の目的

カタツムリと貝食性オサムシに見られる多様な形態変異の要因は何であろうか？これを解明することが本研究の目的である。現在までの研究から双方の形態的特性が捕食者の捕食行動と被捕食者の防衛行動の相互作用によって生じていると仮定を立て、その検証を行う。貝食性オサムシはオサムシ亜族800種以上の約半数を占め、その形態的多様性は著しく高い(曾田, 2013, 新オサムシ学)。特に巨頭型と狭頭型のような形態変異は各系統から独立に進化しており、その系統学的な関係性は解明されたものの、特殊化した形態の進化的背景に関する研究は少数である。申請者は過去の研究でオサムシの左右非対称な抱歯がカタツムリの殻を破壊する際に役立つことを初めて確認した。これ以外にも未だ見過ごされている特殊な形態が他にも存在すると考えている。本研究はこうした貝食性オサムシの形態の多様性機構をカタツムリの形態、防御機構、捕食行動との関連性に着目して研究を行っていく。

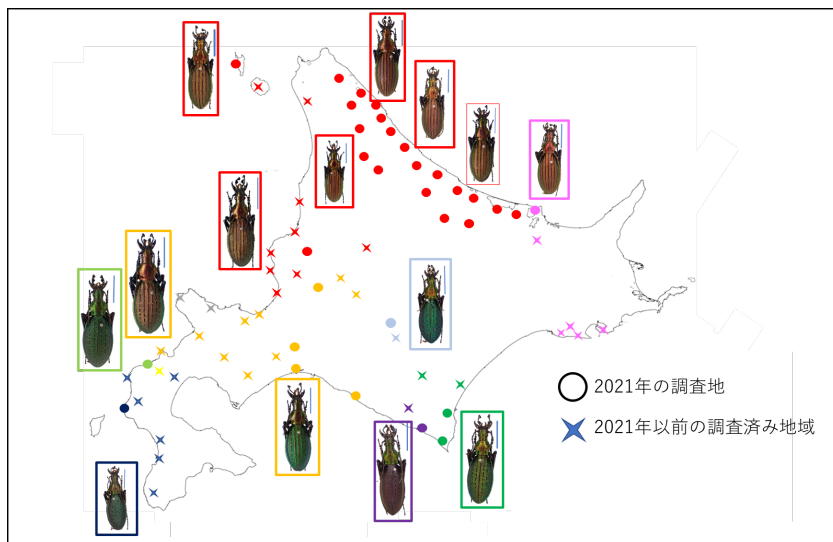
本研究では北海道内に生息するオオルリオサムシに着目し、捕食実験を行うことで地域集団での捕食能力の差異と特徴を明らかにしていく。また、道外に生息する貝食性オサムシの中でも形態多型に富むマイマイカブリとツシマカブリモドキも調査対象とした。

### II. 研究の方法

道内採集を図1に示した地点において、ピットフォールトラップを使用して地表徘徊性のオサムシを全て採集した。底に雨水排水用の穴をあけた9オンスのプラスチックコップを1箇所100個設置した。生体を採集するため、誘引剤は使用しなかった（ただし、滞在日数の限られた礼文島調査ではすしの子を使用している）。設置期間は5～8日。また現地にてカタツムリの見つけ取りを適宜実施し、一部地域ではリター層の回収を行い、実験室にて微小巻貝の採取も行った。

道外での調査として、島根県隠岐の島の調査を7月20～25日、長崎県対馬での調査を9月3～9日を実施した。ピットフォールトラップを設置し、対馬ではバナナトラップも実施した。短期間の滞在のため誘引剤としてカルピスと食酢を使用した。

図1. 北海道内の調査実施地点(色分けは亜種の違いを示す。各プロットは複数地点を含んでおり、重なる地点は省略している。調査実施地点のうちオオルリオサムシが採集できた地点のみを示す。オサムシ横に配置した線は10mmを示す。色彩多型が豊富な地点では最も頻度の多かった色を示している。×印は2014~2020年に行った採集地点を示すが、地点数が多いため一部のみを抜粋している。)



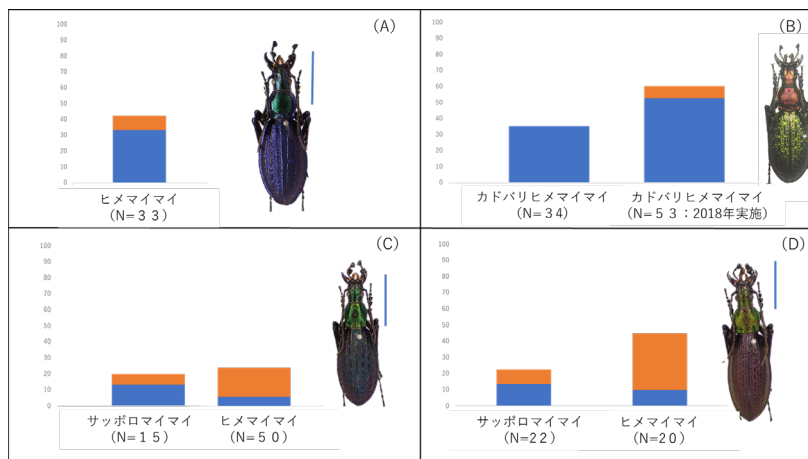
採集したオサムシの生体は24~26度の恒温機にて静置し、日長は北海道の野外を基準に15L9Dで管理した。直径129mm×高さ58mmの空気穴を開けたクリーンカップに湿らせた水苔とともに入れ管理した。採集後生体には殻の柔らかいオカモノアラガイか昆虫ゼリーを摂食させた後、4~5日間の絶食期間を設け、捕食実験を行った。1ケースにはオサムシ1頭にカタツムリ1頭を入れ、7日後に捕食成功の有無、捕食方法(無傷での潜入捕食、殻を砕く破壊捕食)、殻の損傷具合、カタツムリの生存の有無、エピフラム(冬蓋)の形成の有無を記録した。

成体死亡後には、カタツムリは見抜きを行い、殻を乾燥標本としてラベルを付して管理した。オサムシは展足を行い、乾燥後には標本箱で管理した。形態測定を行う際には、カタツムリは実験前に殻径をデジタルノギスで測定し、オサムシは実験後に標本を写真撮影した後、ImageJにて体長、頭長、頭幅、胸長、胸幅、腹長、腹幅、左右の大顎と抱歯の長さを計測した。統計解析にはRを使用している(version4.1.2)。

### III. 研究結果

形態や体色の異なる4集団に、現地に生息するものと同種のカタツムリを与えた結果を図2に示した。Aのニセコ型では、体サイズの大きい個体ほど捕食に成功していた(GLM,  $p < 0.05$ ,  $n = 33$ )。体長と相関する各部形態とも有意な結果を示していた。Bのオオビラルリでは他集団に比べて破壊捕食の割合が低くなっていた。Cのヒメオオルリは本種の中で最も小型な集団であるため、捕食成功度は低くなっていた。集団内では体長が大きい個体のみが捕食に成功していた(GLM,  $p < 0.05$ ,  $n = 50$ ; 22~30mmの体サイズの中で捕食に成功した個体は25mm以上のみ)。Dのサップロクビナガでは有意差は出なかったものの、胸の長さ、または頭部と胸部の合計が長い個体ほど捕食に成功している傾向が示唆された(GLM,  $p = 0.073$ ,  $n = 20$ )。実験中には殻口付近を破壊した後に頭部を挿入して捕食を試みる個体が観察された。

図2. オオルリオサムシの捕食成功率(A: 蘭越町産基亜種ニセコ型、B: 島牧村産オオビラルリオサムシ、C: 南富良野町産ヒメオオルリオサムシ、D: 様似町産サップロクビナガオサムシ。オレンジ色は破壊捕食、青色は潜入捕食。使用した餌カタツムリのヒメマイマイは石狩市産、サップロマイマイは札幌市産、カドバリヒメマイマイは島牧産を使用し、実験前に野外で採集し、1週間餌を与え飼育した成員を使用している。)



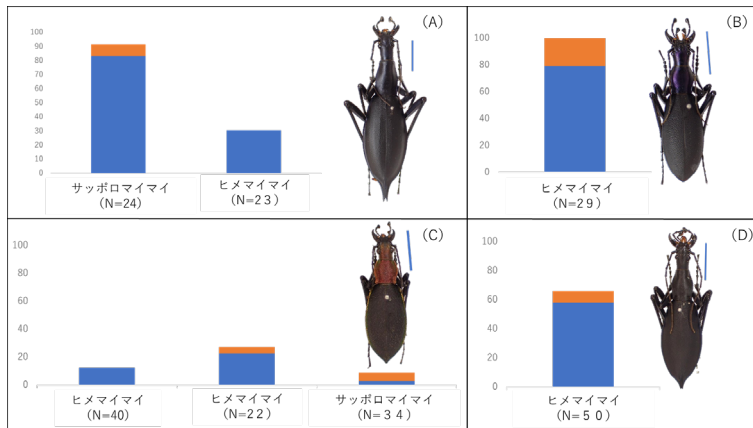


図3. 道外の貝食性オサムシの捕食成功率 (A:長崎県福江島産のマイマイカブリ基亜種、B:新潟県佐渡島のサドマイマイ、C:長崎県対馬産のツシマカブリモドキ、D:島根県隠岐の島産のオキマイマイ。色とカタツムリは図2と同様。Cのカブリモドキは札幌到着後に23度の恒温機で管理したところ動きが緩慢であったため、2回目の捕食実験では26~28度にて実験を行っている。)

図3には道外で採集した貝食性のオサムシの捕食成功率を示している。道産のオサムシに比べて大型のオサムシである。現地調査時にはカタツムリを採集したものの、滞在中は高温かつ晴れ続きであったため、林内は乾燥しておりカタツムリの量も少なく感じた。実験には道産のカタツムリを使用しているため本来の餌よりも小型である。

Aのホンマイマイでは胸部が長い個体ほど捕食が成功する傾向がみえた (GLM,  $P=0.057$ ,  $n=23$ )。サッポロマイマイの様に殻口が広いカタツムリを狙う方が捕食に成功しやすいことがわかる。Bのサドマイマイは巨頭型で知られるオサムシであり、全個体が捕食に成功していた。ただし実験に使用した個体は2020年3月に越冬採集したものを室温にて状態を整えた上で使用した個体である。Cのツシマカブリモドキでは捕食成功率が最も低かった。形態と捕食成功の間には有意な関係は現れなかった。Dのオキマイマイは胸部の幅が短いほど捕食成功している傾向があり、潜入時に問題となる殻口の広さと胸部幅の関係性が重要となる。

#### IV. 考察

本研究を通じて、貝食性のオサムシの種、集団ごとの形態差やカタツムリの殻形態に応じて捕食時に効果的な戦略が異なっていることが分かった。道内のニセコ型やサッポロクビナガでは潜入捕食に有利な細長い頭部が適した形態と考えられる。サドマイマイとは異なり、クビナガでは殻口部を破壊したのみであったため、大顎の噛む力の種間差を今後、測定していく。オオビラルリでは島牧低地部の集団よりも小型化する傾向があり、現地に生息するカドバリヒメマイマイは個体密度が非常に高いものの、殻の厚さや殻径の大きさが石狩の集団に比べて殻口部が厚くなっており、捕食者に対する防御機能が発達している可能性が考えられる。小型集団のヒメオオルリでは2種のカタツムリともに捕食成功率が低く、捕食時に不利となる小型な形態がなぜ維持されているのが不思議である。捕食実験の際には、小型のカタツムリへの捕食行動や生態や生活史の違いも視野に研究を進めていく。

道外のホンマイマイ、オキマイマイは非常に長い頭部をうまく活かし、潜入捕食を行っていた。現地ではより大型の殻口の広いカタツムリが生息しているため、今回の結果以上に高い捕食成功率が期待できる。サドマイマイではヒメマイマイでの捕食の他、サッポロマイマイ3個体、カドバリ2個体も完食しており、カドバリへの破壊捕食も確認できた。本種は大顎の抱歯もすり減っており、破壊捕食を頻繁に行っていることも伺える。

#### V. 成果発表

今後、研究結果は随時、学会や論文投稿にて発表予定である。

#### VI. 今後の課題

次年度はデジタルフォースゲージを使用して、形態差、捕食戦略の違いの見られた集団間での噛合力の測定、カタツムリの殻形態に応じた殻口部の破壊強度測定を行う。また、現在までに野外採集を通じて収集した3880個体分(貝食が2180個体を占める)の採集データ、形態データがあるため、これらに地理情報や環境要因を紐づけて更に確度の高い解析を行っていく。今回のオホーツク沿岸での野外調査では枝幸町乙忠部、目梨泊、浜頓別町斜内、頓別の海岸草原にてオオルリオサムシのみが高い密度で生息していることが分かった。周辺にはヒメマイマイの生息も確認しており、周辺の山地や森林から隔離された海岸草原も新たに注目すべき環境だと感じている。