

# 鹿児島湾喜入干潟における ヘナタリ *Cerithidea cingulate* (Gmelin, 1791) の殻形態の比較

高尾政嘉・富山清升

〒 890-0065 鹿児島市都元 1-21-35 鹿児島大学理工学研究科理学系生物学コース

## はじめに

ヘナタリ *Cerithidea* (*Cerithideopsis*) *cingulate* (Gmelin, 1791) は房総半島・北長門海岸から南西諸島, 朝鮮半島, 中国大陸, インド・西太平洋に分布し, 内湾部の干潟や河口汽水域の干潟, 低潮帯表層に生息している。ヘナタリの生態に関してはいくつかの研究例がある。フトヘナタリ, ウミニナ, ホソウミニナ *Batillaria cumingi* (Crosse, 1862), ヘナタリの4種について対塩性, 低湿選好性, 干出選好性の観点からの分布について山本・和田 (1999) によって詳しい考察が行われた。Wells (1983) は, 香港のマングローブ林に生息するウミニナ科・フトヘナタリ科の6種フトヘナタリ, カワアイ, ヘナタリ, ウミニナ, イボウミニナ *Batillaria zonalis* (Bruguier, 1792), マドモチウミニナ *Terebralia sulcata* (Born, 1778) の分布と生息環境との関係を考察した。また, フトヘナタリ, ウミニナ, カワアイ, ヘナタリ, コゲツノブエガイ *Cerithium coralium* (Kiener, 1834) の5種の垂直分布に関して大滝 (2001) によって報告された。サイズ分布の季節変動に関しては, 愛宕川の河口干潟において若松・富山 (2000), 武内・富山 (2005) によって報告されているが, 稚貝が新規加入する時期の特定が不十分で, 新規加入が見られる年とそうでない年があるとされている。愛宕川河口域に広がる干潟において, ヘナタリをはじめとする巻貝類のサイズ頻度分布の季節変化に関しては, 若松・富山 (2000), 真木ほか (2002), 武内・富山 (2005), 中島・富山 (2007) などによって報

告されている。また, 渡部 (1995) は岡山県笠原市の潮間帯における本種の産卵様式について報告している。しかし, ヘナタリの殻形態の比較についての研究は, あまり数は多くない。本研究では, 鹿児島県鹿児島市喜入町愛宕川支流河口干潟 (31°23'N, 130°33'E) におけるヘナタリの殻形態を月ごとに比較し, 殻形態の差異を調べた。殻の計測は Urabe (1998) や今村 (2016) で用いられた Urabe 式, Kameda et al. (2007) や中島 (2009) で用いられた Kameda 式, Tomiyama (1984) で用いられた Tomiyama 式の3つの計測方法を用いた。また, Tomiyama (1984) や君付 (2018) で用いられた距離である, ユークリッド距離とマハラノビス距離の2種類を使用してクラスター分析を行った。各計測方法3種類と各距離の2種類を組み合わせ, 計6種類のデンドログラムを作りそれぞれ比較を行なった。

## 材料と方法

**調査地** 調査は鹿児島県鹿児島市喜入町愛宕川支流河口干潟 (31°23'N, 130°33'E) で行った (Fig. 1)。愛宕川は鹿児島湾の中部に位置する日本石油基地の裏側に河口があり, この河口部で八幡川と合流している。干潟の底質は泥質, 砂泥質量である。干潟周辺にはメヒルギやマンボウからなるマングローブ林が広がっており, 太平洋域における野生のマングローブ林の北限となっている。調査地周辺の干潟上には腹足類や二枚貝類をはじめ, ウミニナ科のウミニナ *Batillaria multififormis*

Takao, M. and K. Tomiyama. 2021. Seasonal change of shell morphology of *Cerithidea cingulate* (Gmelin, 1791) (Gastropoda) in mangrove forest at Kiire, Kagoshima, Japan. *Nature of Kagoshima* 47: 325–330.

✉ KT: Department of Earth & Environmental Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University, 1-21-35 Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan (e-mail: k2490509@kadai.jp).

Received: 6 March 2021; published online: 10 March 2021; [http://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK\\_047/047-057.pdf](http://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK_047/047-057.pdf)

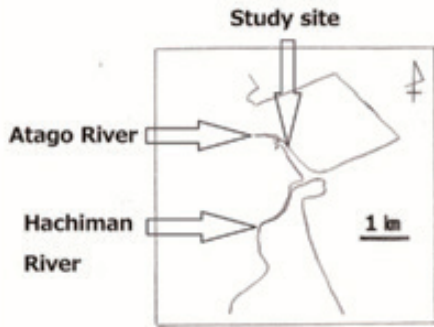


Fig. 1. 調査地の位置. 調査地は喜入の愛宕川河口のマンダローブ林干潟に位置する.



Fig. 2. 調査地の様子.

(Lischke, 1869), フトヘナタリ科のフトヘナタリ *Cerithidea rhizophorarum* (A. Adams, 1855), ヘナタリ, カワアイ *Cerithidea djadjariensis* (Martin, 1899) の他に, ヒメカノコ *Clithin oualaniensis* (Lesson, 1881), アラムシロ *Reticunassa festiva* (Powy, 1833), コゲツノブエ *Cerithium coralium* (Kiener, 1841) などの多くの底生生物が生息している. 以上のことから貴重な干潟だと評価され, 鹿児島県のレッドデータブックには「規模は小さいが重要な中小河口干潟や小規模前浜干潟」として掲載されている.

**材料** ヘナタリ *Cerithidea* (*Cerithideopsilla*) *cingulate* (Gmelin, 1791) 吸腔目キバウミニナ科に属する腹足類. 準絶滅危惧種である. 殻は高い円錐形で, 体層は幅広く, 強い縦張肋がある. 殻口は大きく外側に広がり, 前端は水管溝を超えて延びる. 縦肋は上部の螺層で強く, 螺肋と交差して顆粒状になるが, 下方に向かって弱まる. 殻色は殻色と黄褐色の縞模様を体層に巡らす. 発生様式はプランクトン発生である. 堆積物食である. 房総半島・北長門海岸 から南西諸島, 朝鮮半島, 中国大陸, インド・西太平洋に分布し, 内湾部の干

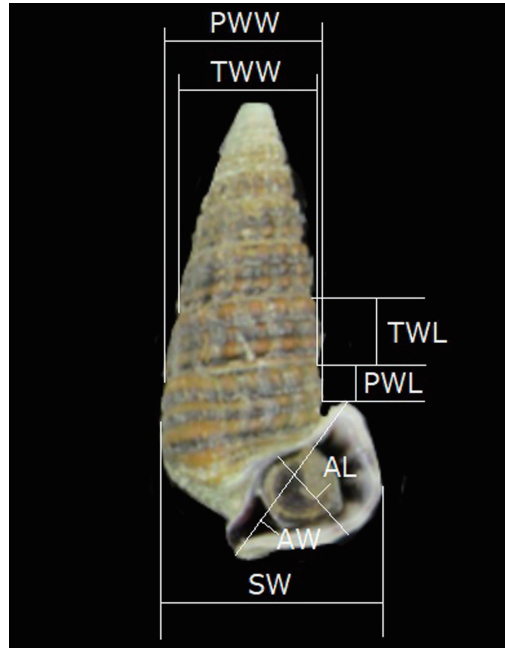


Fig. 3. 浦部式による計測部位.

潟や河口汽水域の干潟, 低潮帯表層に生息している. 西日本や南西諸島では現在も多産地が少なくないが, 東京湾や瀬戸内海中央部など湾奥の開発と汚染が著しい地域で激減し, 岡山県では2000年以降死殻は多数見られるものの生貝は一方所からしか見出されていない(行田, 2003). ヘナタリは, 確実に絶滅の方向へ向かっている危険に位置付けられている(和田ほか, 1996)ほか, 鹿児島県レッドデータブックでは, 現時点での絶滅危惧度は小さいが, 生息・生育状況の推移から見て, 絶滅危惧種として上位ランクに移行する要素を有すると判断される準絶滅危惧種に指定されている(鹿児島県, 2003). しかし, 本研究の調査地には多数生息している.

**調査方法** 2020年1-12月の期間に毎月1回, 大潮の日に調査を行った. 時間帯は干潮時刻付近に設定した. 調査地点にランダムに50 cm × 50 cmのコドラートを設置した. コドラート内を4分割し(25 cm × 25 cm), そのうちランダムに2つの範囲の砂泥を深さ約5-10 cm採取し, それらを1 mmメッシュの篩にかけ貝類を採取した. 採集した貝類は研究室に持ち帰り冷凍した. その後,

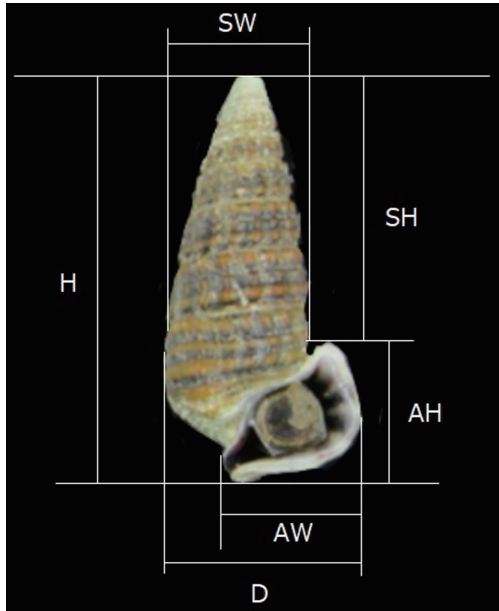


Fig. 4. 変形 Kameda 式による計測部位.

肉眼でヘナタリとそれ以外の貝類に分類した。そして、月ごとのヘナタリの個体群間の差異を調べるために、各月 10 個体ずつを用いて殻形態の計測を行った。10 個体に満たない月は採取できた個体数を用いて計測を行った。計測にはデジタルカメラ (Canon IXY 650) で撮影した殻の画像を使用し、画像計測ソフトウェアの Micro Measure (Ver.1.0) を用いて行った。計測について、Urabe 式・変形 Kameda 式・変形 Tomiyama 式の 3 つの方法を用いた。

**Urabe 式の計測法** Urabe 式は Urabe (1998) がチリメンカワニナ (*Semisulcospira reiniana* Brot, 1877) などの種を計測するために用いた方法である。この計測方法を参考にし、単位を mm で 7 つの形質 (SW: 殻径, PWW: 第二体層幅, TWW: 第三体層幅, PWL: 第二体層長, TWL: 第三体層長, AL: 殻口長, AW: 殻口幅) の計測を行った (Fig. 3)。本研究では、この計測方法を Urabe 式とした。

**変形 Kameda 式の計測方法** 変形 Kameda 式は亀田ほか (2007) がシラユキヤマタカマイマイ *Satuma* (*Luchuhadra*) *largillierti* (Pfeiffer, 1849) などの *Luchuhadra* の各種を計測し、分類する際に用

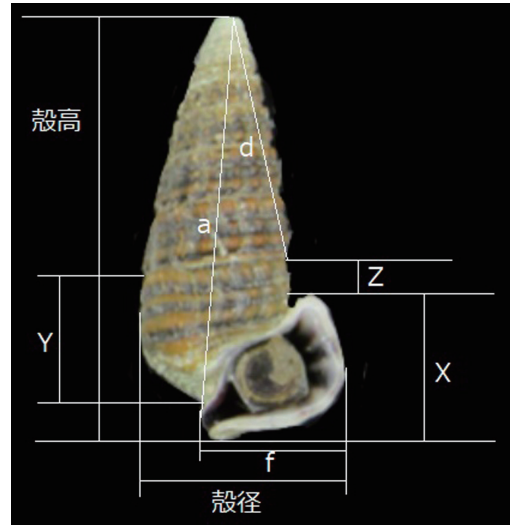


Fig. 5. 変形 Tomiyama 式による計測部位.

いた方法である。Kameda et al. (2007) や中島 (2009) を参考にし、単位を mm で計測できない部位を除外した 6 つの形質 (H: 殻高, D: 殻径, AH: 殻口高, AW: 殻口幅, SH: 螺塔の高さ, SW: 螺塔の幅) の計測を行った (Fig. 4)。本研究では、この計測方法を Kameda 式とした。

**変形 Tomiyama 式の計測方法** 変形 Tomiyama 式は富山 (1984) がタネガシママイマイ (*Satuma tanegashimae* Pilsbry, 1901) を計測する際に用いた方法である。この計測方法を参考にし、単位を mm で、計測できない部位を除外した 8 つの形質 (殻高, 殻径, X 値, Y 値, Z 値, a 値, d 値, f 値, 巻数) の計測を行った (Fig. 5)。本研究ではこの計測方法を変形 Tomiyama 式とした。

**統計処理** 統計処理はフリー統計ソフトウェア R (ver.3.5.0) (<https://cran.r-project.org/mirrors.html>) を用いた。上記で説明した 3 つの計測方法それぞれで、月ごとの個体群間の距離を各変数の平均値で取り、ユークリッド距離とマハラノビス距離でそれぞれ算出した。各個体群のグループ分けを行うために、算出した数値をもとにクラスター分析の多変量解析を行った。本研究では富山 (1984) が用いた群平均法を用いて、クラスター分析を行い、その結果、3 つの計測法 × 2 種類の距離で導き出されるデンドログラムを 6 通り算出した。ユーク

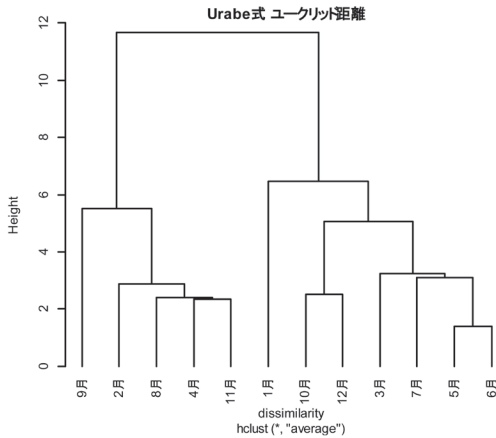


Fig. 6. Urabe 式ユークリッド距離のデントログラム.

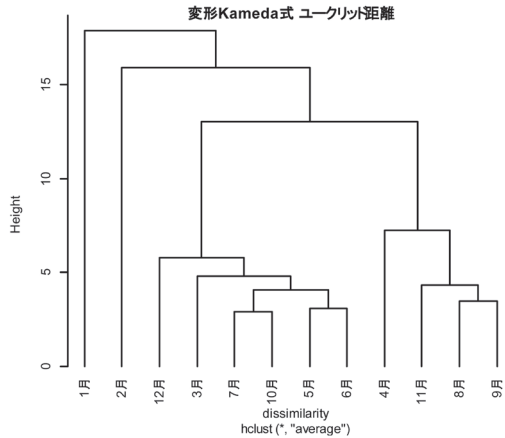


Fig. 8. 変形 Kameda 式ユークリッド距離のデントログラム.

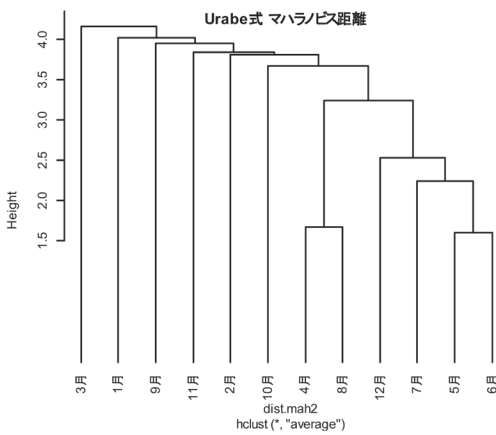


Fig. 7. Urabe 式マハラノビス距離のデントログラム.

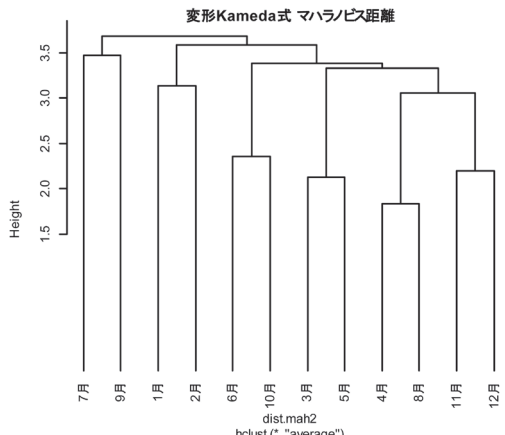


Fig. 9. 変形 Kameda 式マハラノビス距離のデントログラム.

リッド距離とは、2点間の通常の距離のことであり、ピタゴラスの定理によって与えられる。また、マハラノビス距離とは、多変数間の相関に基づくものであり、多変量解析によく用いられている。このため、相関のある多変量データを取り扱う際にはマハラノビスの方が便利であり、ユークリッド距離と比較してマハラノビス距離の方が、相関が強い場合、実際の距離よりも相対的に近く表れるという特徴を持っている。

**結果**

**Urabe 式計測法の結果**

ユークリッド距離：クラスターは大きく4つに分かれた。季節的にまとまったクラスターを形成しているとは言えない。5月、6月、7月など

で季節的に隣接している月でクラスターを形成するものもあった (Fig. 6)。

マハラノビス距離：クラスターは大きく9つに分かれた。季節的にまとまったクラスターを形成しているとは言えない。5月、6月、7月などで季節的に隣接している月でクラスターを形成するものもあった (Fig. 7)。

**変形 Kameda 式計測法の結果**

ユークリッド距離：クラスターは大きく4つに分かれた。季節的にまとまったクラスターを形成しているとは言えない。5月、6月、7月や8月、9月などで季節的に隣接している月でクラスターを形成するものもあった (Fig. 8)。

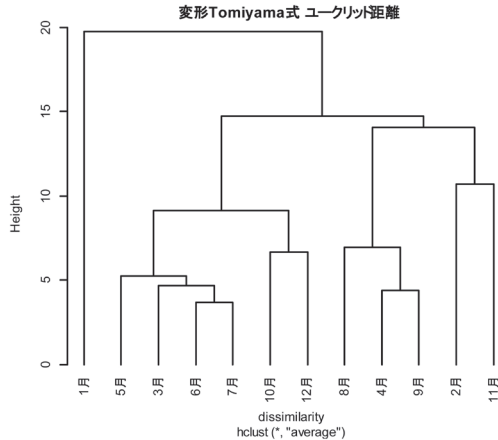


Fig. 10. 変形 Tomiyama 式ユークリッド距離のデントログラム。

マハラノビス距離：クラスターは大きく5つに分かれた。季節的にまとまったクラスターを形成しているとは言えない。1月、2月や11月、12月などで季節的に隣接している月でクラスターを形成するものもあった (Fig. 9)。

#### 変形 Tomiyama 式計測法の結果

ユークリッド距離：クラスターは大きく4つに分かれた。季節的にまとまったクラスターを形成しているとは言えない。3月、5月、6月、7月や11月、2月などで季節的に隣接している月でクラスターを形成するものもあった (Fig. 10)。

マハラノビス距離：クラスターは大きく6つに分かれた。季節的にまとまったクラスターを形成しているとは言えない。5月、6月や8月、9月、また3月、4月などで季節的に隣接している月でクラスターを形成するものもあった (Fig. 11)。

#### デントログラムの比較

ユークリッド距離：Urabe 式・変形 Kameda 式において5月、6月、7月の集団が同じクラスターを形成した。Urabe 式・変形 Kameda 式・変形 Tomiyama 式において6月、7月が同じクラスターを形成した。

マハラノビス距離：Urabe 式・変形 Tomiyama 式において5月、6月の集団が同じクラスターを形成した。

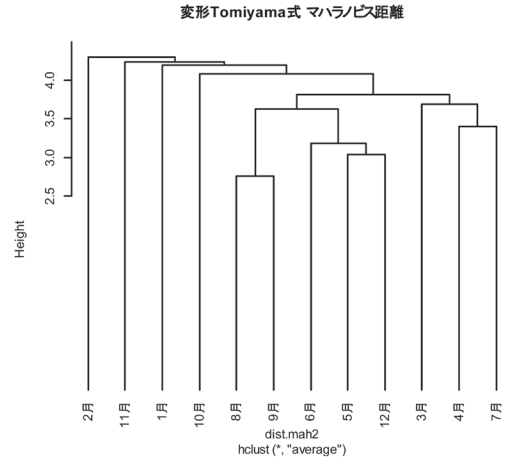


Fig. 11. 変形 Tomiyama 式マハラノビス距離のデントログラム。

#### 考 察

本研究において、季節的にまとまったクラスターを作ったのは Urabe 式ユークリッド距離、Urabe 式マハラノビス距離、変形 Kameda 式ユークリッド距離、変形 Tomiyama 式ユークリッド距離の5月、6月、7月の集団、変形 Kameda ユークリッド距離、変形 Tomiyama マハラノビス距離の8月、9月の集団、変形 Kameda マハラノビス距離の1月、2月・11月、12月の集団、変形 Tomiyama 式ユークリッド距離の11月、2月の集団、変形 Tomiyama マハラノビス距離の5月、6月・8月、9月・3月、4月の集団であった。季節的に近い集団が必ずしも形態的に類似性が高いとはいえないことが判明した。

今回の3つの計測方法で季節ごとにおける殻形態の差異の違い全てを明確にすることはできなかったが、5月、6月、7月の期間ではどの計測方法から見ても集団を表していることが多い。ヘナタリは7月、8月に砂粒で表面が覆われた卵紐を産卵し、プランクトン幼生期を待つことが報告されており (渡部, 1995; 網尾, 1963), この産卵に備えたヘナタリが多く生息するために、5月、6月、7月の期間に最も集団を形成する要因になったのではないかと考えられる。

以上より、殻形態比較をするにあたっては、殻の欠損部分の少ないサンプル数の確保や、成員と



幼貝のサイズの明確な判断基準を定めることが必要だと考えられる。ヘナタリは確実に絶滅の方向へ向かっている危険に位置付けられている(和田ほか, 1996) ほか, 鹿児島県レッドデータブックでは, 現時点での絶滅危惧度は小さいが, 生息・生育状況の推移から見て, 絶滅危惧種として上位ランクに移行する要素を有すると判断される準絶滅危惧種に指定されている(鹿児島県, 2003)。今後も季節変動の調査を引き続き行い, DNA分析を用いた比較や交雑の実験など様々な手法を行うことによって, 総合的に分析し, ヘナタリの生態系の保全を考えていくべきである。

## 謝辞

本研究を行うにあたり, 適切なご助言およびご指導いただきました富山清升研究室(鹿児島大学理工学研究科)の皆様方, 調査や論文作成にあたり多くの助言やご協力を頂きました。鹿児島大学理学部地球環境科学科多様性生物学講座の先輩方や鹿児島大学理学部地球環境科学科4年生皆様方に深く感謝申し上げます。サンプル採取に同行して頂きました中間 朋和氏, マイクロメジャーの使用にあたり助言を頂きました村永蓮氏, 調査や論文作成にあたり多くの助言やご協力を頂きました生態学研究室の先輩方, 地球環境科学専攻の皆様方に深く感謝申し上げます。用皆依里様(鹿児島学URAセンター), および, 本村浩之先生(鹿児島大学総合研究博物館)には投稿でお世話になりました。本稿の作成に関しては, 日本学術振興会科学研究費助成金の, 平成26-29年度基盤研究(A)一般「亜熱帯島嶼生態系における水陸境界域の生物多様性の研究」26241027-0001・平成27-29年度基盤研究(C)一般「島嶼における外来種陸産貝類の固有生態系に与える影響」15K00624・平成27-令和2年度特別経費(プロジェクト分)「地域貢献機能の充実」(薩南諸島の生物多様性とその保全に関する教育研究拠点整備), および, 2020年度鹿児島大学学長裁量経費, 以上の研究助成金の一部を使用させて頂きました。以上, 御礼申し上げます。

## 引用文献

- 網尾 勝, 1963. 海産腹足類の比較発生学ならびに生態学的研究. 水産大学校研究報告, 12: 15-144.
- 渡部忠重, 1995. カワアイとフトヘナタリの産卵. 貝類学雑誌, 18: 204-205.
- 鹿児島県, 2003. 鹿児島県の絶滅のおそれのある野生動物植物動物編—鹿児島県レッドデータブック, 鹿児島県環境生活部環境保全課.
- Kameda, Y., Kawakita, A. and Kato, M., 2007. Cryptic genetic divergence and associated morphological differentiation in the arboreal land snail *Satsuma (Luchuhadra) largillierti* (Camaenidae) endemic to the Ryukyu Archipelago, Japan. *Molecular Phylogenetic and Evolution*, 45: 519-533.
- 君付雄大, 2018. 鹿児島県に生息するアズキガイ (*Pupinella (Pupinopsis) rufa* (Sowerby, 1864)) とフナトウアズキガイ (*Pupinella (Pupinopsis) funatoi* Pilsbry, 1901) (盤足目: アズキガイ科) の殻形態比較. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻修士論文.
- 真木英子・大滝陽美・富山清升, 2002. ウミナナ科1種とフトヘナタリ科3種の分布と底質選好性—特にカワアイを中心にして. *Venus*, 61 (1-2): 61-76.
- 中島貴幸, 2009. 薩南諸島におけるチャイロマイマイ *Phaeohelix submandarina* (Bradybaenidae) の種内変異の研究. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻修士論文.
- 中島貴幸・富山清升, 2007. フトヘナタリの生態学的研究—異なる環境における同種の比較—. 2006年度鹿児島大学理学部地球環境科学科卒業論文.
- 大滝陽美・真木英子・富山清升, 2001. 北限マングローブ林周辺の周辺干潟における腹足類5種の垂直分布. 九州の貝, 57: 35-44.
- 武内麻矢・富山清升, 2005. 鹿児島県喜入干潟におけるフトヘナタリの生活史及びウミナナ類の鹿児島県における分布. 2004年度鹿児島大学理学部大学院理工学研究科地球環境科学専攻修士論文.
- 富山清升, 1984. タネガシママイマイ *Satsuma tanegashimae* (Pilsbly) の種内変異の研究—I. 殻形質に基づく個体群間変異の統計学的分析と生物地理学的考察. *Venus*, 43 (2): 211-227.
- Urabe, M., 1998. Contribution of genetic and environmental factors to shell shape variation in the lotic snail *Semislucospora reiniana* (Prosobranchia: Pleuroceridae). *Journal of Molluscan Studies*, 64: 329-343.
- 山本百合亜・和田恵次, 1999. 干潟に生息するウミナナ科貝類4種の分布とその生活史. 南紀生物, 41: 15-22.
- 行田義三, 2003. 貝の図鑑—採集と標本の作り方. 南方新社.
- 和田恵次・西平守孝・風呂田利夫・野島 哲・山西良平・西川輝昭・五嶋聖治・鈴木孝男・加藤 真・島村賢正・福田 宏, 1996. 日本における干潟海岸とそこに生息する底生生物の現状. WWF Japan Science Report, 3: 5-22.
- 若松あゆみ・富山清升, 2000. 北限のマングローブ林周辺干潟におけるウミナナ分布の季節変化. *Venus*, 59 (3): 225-243.
- Wells, F. E., 1983. The Potamididae (Mollusca: Gastropoda) of Hong Kong, with an examination of habitat segregation in a small mangrove system. In: B. Morton and D. Dugden (eds.) *Proceeding of the Second International Workshop on the Malacofauna of Hong Kong and Southern China*, Hong Kong, 1983, pp. 140-154. Hong Kong University Press, Hong Kong.