

鹿児島県いちき串木野市大里川河口干潟における ウミナナのサイズ組成および微細内部成長線分析

水元 嶺・永田祐樹・富山清升

〒 890-0065 鹿児島市郡元 1-21-35 鹿児島大学理工学部地球環境科学科

■ 要旨

本研究では、鹿児島県いちき串木野市大里川河口干潟に生息する腹足類、ウミナナ *Batillaria multiformis* におけるサイズ頻度分布および性比の季節変化を調査し、生活史を明らかにすることを試みた。さらに、貝殻内部成長線分析による年齢査定の可能性を検討した。3月を除き、年間を通して、殻高 23–25 mm にサイズピークを持っていた。潮間帯を上部（石積護岸）と下部（砂泥底）に区分して採集を行った結果、小さな個体は下部に、大きな個体は上部に分布する傾向が見られた。卵を持つ雌個体は確認されたが、精子を持つ個体は1個体も確認できなかった。滑層瘤切断面における内部成長線レプリカの観察によって、ある程度の精度であれば、微細内部成長線を観察・計測することができた。この成長線が潮汐周期によって形成されると仮定して、滑層瘤の形成開始からの経過時間を算出した結果、分析した個体は6年1か月が経過していると大まかに予想された。内部成長線分析を年齢査定に適用するには、分析処理と観察手法においてなお大きな改善が必要であることは明らかであるものの、本研究において、微細内部成長線分析の可能性が示されたことは、

内部成長線分析による巻貝の年齢査定の実現するうえで重要な一歩であるといえるだろう。

■ はじめに

ウミナナ *Batillaria multiformis* は干潟を生息地とするウミナナ科の腹足類であり、日本の北海道から九州、朝鮮半島に分布している（長谷川, 2000）。ウミナナ属 (*Batillaria*) 巻貝は日本の干潟で優占しているグループである（Yamamoto et al., 2018）。ウミナナは紐状の卵鞘を産み、またベリジャー幼生が孵化するプランクトン発生を行う（風呂田, 2000）。

大里川河口に生息するウミナナに関して、安永ほか（2018）の調査があるが、個体の採集とサイズ組成の分析が行われたのは9月のみに限られ、1年間を通した定期調査は行われなかった。したがって、大里川河口干潟におけるウミナナ個体群のサイズ組成の季節変化は明らかになっていない。また、ウミナナの個体群における性比に関する研究はこれまでに行われていない。

生物の生活史を考えるうえで年齢や寿命の情報は基礎的情報であり、年齢査定は生物学および生態学の重要な目的の1つである（田・清水, 1997）。付着成長する体の部分を持つ貝類や棘皮動物などの動物の中には、外部または内部の成長輪を用いることでその年齢決定が可能なものがある（Nakaoka, 1992）。貝類では、長寿命の二枚貝類において、さまざまな種で成長輪を用いた成長の解析が行われている（Nakaoka, 1992）。一方、巻貝の成長線は3次元螺旋の殻体内部に形成されるため、キバウミナナにおける研究（Tojo and Ohno, 1999）などの少数の例を除いて、一般には成長解析には用いられない（佐藤, 2012）。しかし、

Mizumoto, R., Y. Nagata and K. Tomiyama. 2019. Life history of *Batillaria multiformis* on tidal flat in Ohsato River, Ichiki-kushikino, Kagoshima, Japan, and age estimation based on annual ring analysis of shell. *Nature of Kagoshima* 45: 311–318.

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

Published online: 30 March 2019

http://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK_045/045-053.pdf

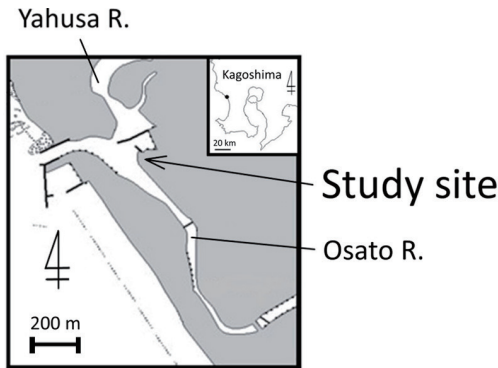


Fig. 1. 調査地（大里川河口干潟）の地図.

金田ほか（2013）や富山ほか（2015）は、それぞれウミナナ、ヘナタリの内部成長線を殻口付近の滑層瘤や殻口縁において分析した。それによると、成長線本数が奇数であるか偶数であるかについて、その頻度の季節変化を追跡することによって、2種は成熟後、年間で2本の明確な内部成長線を形成すると推定された。しかしながら、金田ほか（2013）および富山ほか（2015）において、より細かい微細内部成長線の分析は行われていない。

本研究では、鹿児島県いちき串木野市大里川河口干潟に生息するウミナナの生活史を解明するために、1年間定期的に個体を採集し、サイズの頻度分布および性比の季節変動を調査するとともに、殻の微細内部成長線による年齢査定の可能性を検討した。

■ 材料と方法

調査地 本研究の調査地は、鹿児島県いちき串木野市の大里川河口干潟である（Fig. 1）。大里川（延長 19.6 km, 流域面積 43.3 km²）は鹿児島県の日置市からいちき串木野市を流れ、東シナ海に注ぐ河川である。調査した干潟の面積は 1989 年の調査では 5 ha と報告されている（環境庁, 1994）。調査対象であるウミナナは調査地の潮間帯で岸の石積護岸から砂泥底までの場所で確認することができた。調査地の干潟のウミナナ属巻貝は、ウミナナ 1 種だけでなく、ウミナナと形態的に非常によく似た同じ属のホソウミナナ *Batillaria attramentaria* がともに生息している可能性がある

（Yamamoto et al., 2018）。この 2 種を形態から区別することは難しいため（鹿児島県, 2003）、採集したサンプルはウミナナだけでなくホソウミナナも含んでいる可能性がある。なお、河口部の手前で大里川と合流する八房川の河口干潟には 2 種とも生息していることが、ミトコンドリア DNA を用いた分子系統解析（Yamamoto et al., 2018）によって明らかにされている。

サンプリング 野外調査は 2017 年 12 月から 2018 年 11 月にかけて、毎月一度大潮または中潮の昼間の干潮時に行った。1 回の調査で 98–626 個体、計 2216 個体を採集した。潮間帯の護岸上や砂泥底を歩いてウミナナを探し、目視によって底質表層や潜砂している個体を採集した。今回の調査では方形区などの狭い範囲の特定のサンプリングサイトの設定はしなかった。9 月以降の調査では、採集場所や場所ごとの採集個体数の違いなどによる誤差の影響をより小さくするために、生息域内からある小区画を定め、その中に存在する個体のすべて、もしくはほとんどすべてを採集する方法をとった。ただし、一定面積のコドラートを設けて採集したわけではないので、密度などの情報は得られていない。10–11 月は 1 mm メッシュのふるいを使った採集も行った。小型の個体が多い場所はそれまでの調査でおおよそ把握できていたので、そのような地点から砂泥を適量スコップですくって取り、ふるいでふるい、残った個体を採集した。また、9 月までの調査の中で、潮位や底質など条件の異なる生息場所でサイズ組成が異なっているように思われたので、10 月の調査では、採集地点を高潮位の石積護岸と低潮位の砂泥底の 2 つの生息場所に区分して採集を行った。潮間帯上部の石積護岸からは 145 個体、潮間帯下部の砂泥底からは 303 個体が採集された。採集されたすべての個体は研究室で冷凍保存された。

サイズ組成 サンプルの殻高と殻幅をノギスを用いて 0.05 mm まで計測した。ただし、ふるいで採集した微小な個体は殻高のみ計測した。10–11 月にふるいで得られた個体数はきわめて多かったため、その中から各月 30 個体を無作為に選んでサイズ計測に用いた。2017 年 12 月から

2018年11月までの1年間のサンプルの殻高の頻度を1mm単位で求め、殻高頻度分布のヒストグラムを作成し、サイズ組成の季節変化を分析した。10月のサンプルにおいては、潮間帯上部の石積護岸と潮間帯下部の砂泥底それぞれのサイズ組成を比較して分析した。

殻高と殻幅の相関関係 2018年6–11月に採集された個体の殻高と殻幅の相関関係を調べた (Fig. 4)。ただし、ふるいで採集した個体は殻幅の計測を行っていないため、この分析では除外された。調査期間の後半に採集した個体を用いたのは、調査期間の後半に計測した個体のほうが殻幅の計測における誤差が小さいと判断したからである。

性比調査 調査地のウミナナ個体群の性比の季節変化を調べるために、生殖腺の観察によって雌雄の判別を行った。2018年2–11月に採集されたサンプルのうち毎月18–20個体、計197個体を用いた。分析用個体は殻高5.35–35.10mmの幅広いサイズの個体に及んだ。冷凍保管しておいた個体の殻を割り、軟体部から生殖腺付近の生殖細胞が見つかる部分を少量摘出して、プレパラートを作り、光学顕微鏡 (OLYMPUS CHBS) で観察した。生殖細胞の有無を確認して雌雄を判別して記録した。なお、卵と精子のいずれも確認できなかった個体は、性別不明個体とした。

内部成長線分析 年齢査定を行うために貝殻内部成長線分析を試みた。分析方法は金田ほか (2013) に従って行った。ウミナナの成貝は成育が進行すると、殻口に滑層という光沢のある滑らかな構造を形成する。滑層の形成の後に、殻口後端には滑層瘤が発達し始める。金田ほか (2013) においては、この滑層瘤の切断面に成長線が顕著に見られたことから、この部位が分析に使用された。本研究では、この滑層瘤における切断面に加え、殻の中央付近の螺層 (以下、非滑層とよぶ。) における切断面も分析に使用した。滑層瘤の切断面と、非滑層における切断面はそれぞれ Fig. 6a–b, Fig. 7a–b に示した。

内部成長線分析のための処理は以下の3つの段階、(1) 荒削り処理、(2) 鏡面研磨処理、(3)

ECHING・SUMP法、の順に行った。荒削り処理とは殻の切断面を作る工程である。軟体部を取り除いた殻をグラインダー上で研磨剤カーボラダム (#150) を用いて削って切断面を作った。鏡面研磨処理とはその切断面を平滑にする工程である。荒削りして作った切断面をさらに粒の細かい研磨剤アラシダム (#4000) を使ってガラス板上で研磨した。こうしてできた断面を直接、実体顕微鏡 (Nikon SMZ645) で観察した。ECHING・SUMP法は、ECHING処理とSUMP法からなる。ECHING処理では切断面に成長線の凹凸を作る。貝殻には成長の停滞や休止によって、細胞密度の異なる層が生じると考えられ、切断面には密度の異なる線が交互に現れる。その線のうち密度の低い線を塩酸 HCl と酢酸 CH_3COOH によって腐食することで切断面に凹凸を作ることができる。研磨した殻の切断面を塩酸 (濃度 35.0–37.0%, 規定度 $N = 11.33\text{--}11.97$) の3%希釈溶液に約20秒浸した後、すぐに酢酸 (濃度 99.5%, 規定度 $N = 17.38$) の3%希釈溶液に約30秒浸すことで、成長線の凹凸を作った。SUMP法はこうしてできた切断面の成長線の凹凸のレプリカを作る手法である。凹凸を作った殻切断面にSUMP液を塗り、SUMPプレートに10秒ほど押し付けた後、乾燥させた。このようにしてできた成長線のレプリカを光学顕微鏡 (OLYMPUS CHBS) で観察した。顕微鏡で観察されたSUMPレプリカの像をデジタルカメラで撮影し、撮った写真をパソコン画面上で拡大視して、内部成長線を計数した (Fig. 6d)。

■ 結果

サイズ組成の季節変化

2017年12月から2018年11月におけるウミナナの殻高の頻度分布を Fig. 2 に示す。採集されたウミナナの殻高は1.95–35.10mmの範囲に及んだ。殻高23–25mmにおいては2018年3月を除き常にサイズピークを示した。

12月から3月にかけて調査回数を重ねるにしたがい、小型の個体が採集されるようになった。12–1月は10mm以下の小型個体は採集されな

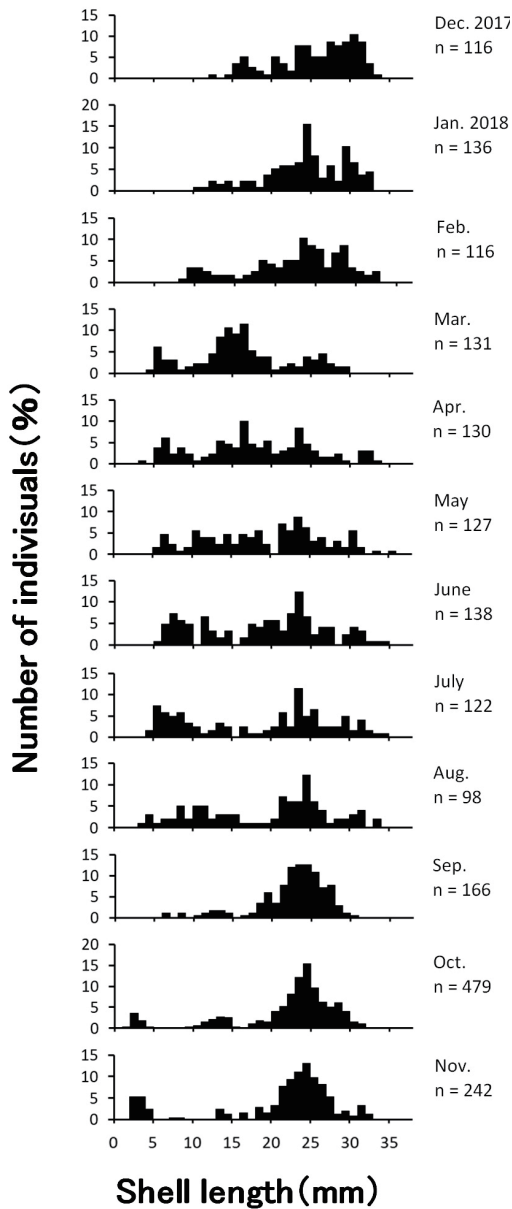


Fig.2. 2017年12月～2018年11月までのウミニナの殻高頻度分布の季節変化。

かった。5 mm 以下の小型個体は 3, 4, 7, 8, 10, 11 月に採集された。3-8 月は、殻高 10 mm 以下の小型個体がよく採集されていたが(3-8 月の平均サンプル数 = 124.3, 10 mm 以下の平均個体数 = 23.2), 9 月からは殻高 10 mm 以下の個体の数は減少し, 10-11 月においても目視による採集では, ほとんど採集されなかった(9-11 月の平均サンプル数 = 295.7, 10 mm 以下の平均個体

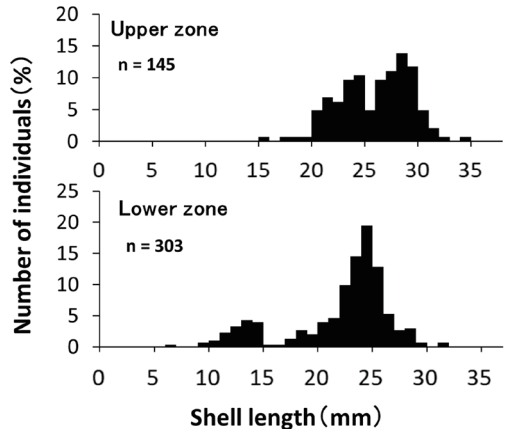


Fig. 3. 2018年10月の潮間帯上部と潮間帯下部におけるウミニナの殻高頻度分布。

数 = 3。ただし 5 mm 以下のふるいによる採集個体は除く)。10-11 月は 1 mm メッシュのふるいを使ってサンプリングしたことで, 5 mm 以下の非常に小さい個体が豊富に採集された。10-11 月の 5 mm 以下の個体はすべてふるいを用いて採集された個体である。

異なる生息場所でのサイズ組成

10 月の調査では採集場所を潮間帯上部(石積護岸)と潮間帯下部(砂泥底)に区分して採集した。それぞれの区域での殻高組成を Fig. 3 に示す。小型個体に関して見ると, 上部では殻高 20 mm 以下の個体はほとんどおらず(2.8%, 145 個体中 4 個体), 15 mm 以下の個体はまったく現れなかったのに対して, 下部では 10-15 mm 前後に 1 つのグループがあり, 小型の個体が多く見られた。大型個体については, 27-30 mm の個体を見ると, 上部では高い割合を示した(36.6%, 145 個体中 53 個体)のに対して, 下部では少なかった(6.3%, 303 個体中 19 個体)。30 mm を超える個体は, 上部ではある程度の割合を占める(8.3%, 145 個体中 12 個体)のに対して, 下部ではまれにしか見られなかった(0.7%, 303 個体中 2 個体)。下部および上部に共通して 24-25 mm 前後にピークがあるが, 上部では 28-29mm 前後にもピークが見られた。

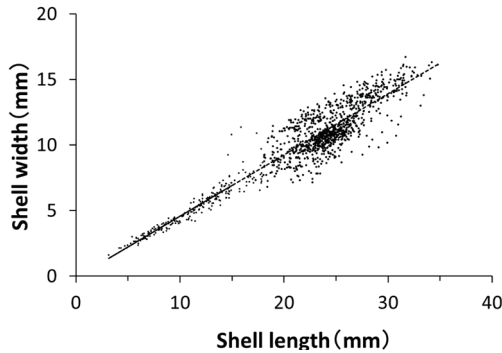


Fig. 4. 2018年6–11月までに採集されたウミニナにおける殻高と殻幅の相関関係。直線は殻高15 mm以下の個体における回帰直線で、15 mm以上の範囲は点線で示した。

殻高と殻幅の相関関係

2018年6–11月に採集された個体の殻高と殻幅の相関関係を Fig. 4 に示す。殻高約15 mm以下の小型の個体は、殻高と殻幅の相関が強い傾向がある。小型の個体では殻高と殻幅の比に関して、個体差は比較的小さいといえる。相関のグラフの中の直線は、殻高15 mm以下の個体の殻高と殻幅の回帰直線を表しており、15 mm以上の領域にも直線を延長して示してある (Fig. 4)。殻高18 mm付近以上の個体からは、回帰直線の上下にばらついており、殻高と殻幅の間の相関は弱くなっている傾向がある。このことから、18 mm以下の個体と18 mm以上の個体に分け、それぞれのサイズクラスにおける殻高と殻幅の相関関係を調べた。18 mm以下の個体では、 $R^2 = 0.8839$ ($n = 234$)、18 mm以上の個体では、 $R^2 = 0.6105$ ($n = 951$)であった。殻高21–27 mm内外の個体には、直線より下の、殻幅に対して殻高の大きい傾向を持つまとまった集団が見られる。また28 mm付近より大きい個体では、直線より上にある個体が多く、殻高に対して殻幅が大きくなっている傾向が見られる。

性比調査

ウミニナにおける生殖細胞の顕微鏡観察による性判別の結果を Table 1 に、顕微鏡で観察された卵を Fig. 5 に示す。観察の結果、計197個体のうち192個体が卵を持っており、精子はどの個体にも確認されなかった。また、卵も精子も確認さ

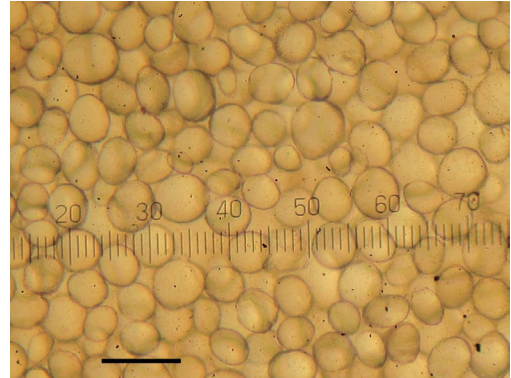


Fig. 5. ウミニナの生殖腺付近に観察された卵。スケールバー：0.1 mm。

れなかった個体が計5個体 (6月から1個体、8月から4個体) あった。

内部成長線分析

研磨および ECHING 処理後の殻切断面における内部成長線の実体顕微鏡による観察では、色の濃い層と薄い層が交互に走っているのが観察された (Figs. 6b, 7b)。一方、SUMP 法による成長線レプリカの光学顕微鏡による観察では、内部成長線と推測される明瞭な線が観察された (Figs. 6c–d, 7c)。非滑層 (螺層の中間部分) では、数本の線が近接して、まとまっている傾向があり、一本一本を識別しにくい箇所も多かったことが、本数を数える際の障害になった。一方で滑層瘤では、本数の計測の障害になる、そのような線の接近はほとんどなく、比較的一本一本を区別して数えやすかった。したがって、滑層瘤切断面における成長線 SUMP レプリカのみ、内部成長線本数の計測をおこなった。その結果、この滑層瘤切断面には

Table 1. 性判別結果。

Sampling month	Total number	Female	Male	Undetermined
February	18	18	0	0
March	19	19	0	0
April	20	20	0	0
May	20	20	0	0
June	20	19	0	1
July	20	20	0	0
August	20	16	0	4
September	20	20	0	0
October	20	20	0	0
November	20	20	0	0

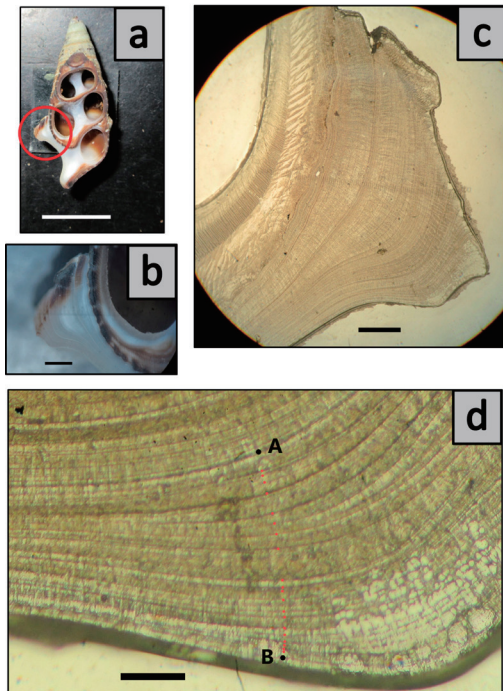


Fig. 6. 滑層層の切断面における内部成長線. a-b. 殻の切断面. 分析・観察に用いた切断面を丸で示した. c-d. SUMP法による成長線レプリカ. d図のA点からB点までに計22本の成長線を認めることができる. スケールバー: a. 10 mm, b. 1 mm, c. 0.5 mm, d. 0.1 mm.

少なくとも計150本の微細内部成長線を確認できた。ただし、計測結果は実際にこの切断面に存在すると思われる微細内部成長線本数よりも少ない数値であるといえる。金田ほか(2013)や富山ほか(2015)は、内部成長線のうち強い線を確認しており、この線の本数を元に内部成長線形成の起る時期および要因を考察している。しかし、本研究における観察では、そのような強い線を明確に認識することはできなかった。

■ 考察

サイズ組成の季節変化

殻高頻度分布の季節変化から、殻高23–25 mmにピークがはっきりと認められたが、この集団以外に明瞭なモードを認識することはできなかった(Fig. 2)。23–25 mmよりも小型の個体で作られるサイズピークがあると思われるが、今回の調査では確認することができなかった。若松・富山(2000)は、ウミナナの小さな個体は大きな個体よりも干

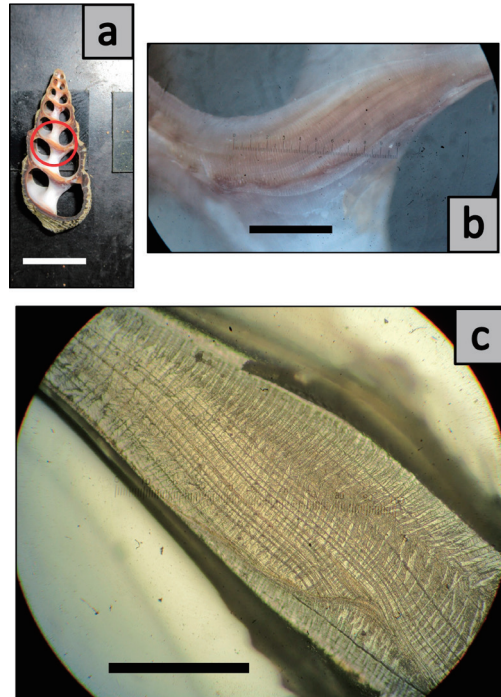


Fig. 7. 非滑層の切断面における内部成長線. a-b. 殻の切断面. 分析・観察に用いた切断面を丸で示した. c. SUMP法による成長線レプリカ. いくつかの線が接近し、まとまりをなしていることが観察された. スケールバー: a. 10 mm, b. 1 mm, c. 0.5 mm.

潟の下部に多く見られたことを報告している。本研究においても、生息場所を潮間帯上部と潮間帯下部に区分して行った10月の調査によって、本種が生育段階に応じて、潮位などの生息条件が異なる環境に分布していることが示された。したがって、サイズ組成から本種の生活史を検討するためには、生息場所に応じたサイズ組成を明らかにしたうえで、生息場所を広くカバーする、コドラートなどによる定量採集を行うことが必要であろう。

大園ほか(2016)の干潟における調査では、ウミナナと干潟に同所的に生息する、フトヘナタリ科の2種、カワアイおよびヘナタリに関して、潮間帯の干出域でのコドラート採集では、殻高3 mm以下の稚貝がまれにしか記録されなかったのに対して、潮下帯からは大量に採集された。これらの潮下帯の最小サイズの個体はその後成長とともに干出域に移動すると考えられた。本研究では、低潮線より低部の冠水域での採集は行わなかった

が、本研究の調査地のウミニナでも、大園（2016）の調査のように殻高 3 mm 以下の最小のサイズクラスの個体が、干潮時でも干出しない潮下帯に高密度に存在している可能性がある。ウミニナの稚貝の新規加入動態をより正確に把握するために、潮下帯を採集場所として設定することは有効な方法であろう。

異なる生息場所でのサイズ組成

10月に行った上部と下部の生息場所に区分した調査では、上部の石積護岸では殻高 15 mm 以下の小型個体は全く現れず、20 mm 以下の個体もほとんど現れなかった (Fig. 3)。それに対して、下部の砂泥底では 15 mm 以下の個体が豊富に現れた。また、ふるいによって 5 mm 以下の最小個体が採集されたのは、干潟の砂泥底上の中でも低潮線に近い位置であった。これらのことから、低潮位に位置する砂泥底は小型個体の生息に適した環境であると推測される。また、大型個体は下部にはほとんど存在せず、上部に偏在していたことから、調査地のウミニナは、成育段階の後期の個体ほど上部に多く分布しているといえる。

殻高と殻幅の相関関係

殻高と殻幅の相関関係からは、27 mm 前後よりも大きな個体はそれより小さな個体に比べて、殻高に対して殻幅が相対的に大きくなる傾向を示していることを読み取ることができる (Fig. 4)。成長に伴う殻の形態における、こうした変化の要因は、老齢の個体では殻口外唇が強く張り出し、殻頂が脆くなって失われるという特性によって説明することができるだろう。

性比調査

生殖細胞による性判別調査では、卵を大多数の個体で確認できたが、精子は一度も確認できなかった。したがって、少なくとも分析に用いた個体の中には、雄個体は含まれていなかったと思われる。しかし、ウミニナは雌雄異体で、放卵放精を行って繁殖する種であるから、個体群において雌が雄に対して極端に優占することは考えにく

い。今回の調査結果の解釈として、2つの可能性が挙げられる。第一に、雄と雌が大きく離れた場所に分布している可能性がある。第二に、大潮干潮時に雄は雌と異なる分布をとっている可能性がある。

内部成長線分析

滑層瘤の切断面では比較的明瞭に内部成長線を観察できたので、滑層瘤の発達した個体について微細内部成長線本数を計測した結果、少なくとも計 150 本の微細内部成長線を認識することができた。この成長線が潮汐周期（平均 14.8 日）に同調して記録されていると仮定すると、この個体の滑層瘤の形成開始から経過した時間は、 $150 \times 14.8 \text{ 日} = 2220 \text{ 日}$ 、すなわち約 6 年 1 か月間以上であると大まかに予想することができる。ただし、潮汐サイクルと微細内部成長線形成の関係は解明されておらず、また分析処理から顕微鏡観察までの内部成長線本数の計測の精度には大きな改善の余地があり、本種における年齢査定を実現するにはなお多くの研究が必要である。ウミニナを含む巻貝において内部成長線分析による年齢査定を実現するうえで、本研究で微細内部成長線分析の可能性が示されたことは、重要な一歩であるといえるだろう。

■ 謝辞

本研究にあたって、適切な指導をして下さった鹿児島大学理工学研究科の富山研究室の皆様方に深く感謝申し上げます。鹿児島大学理学部地球環境科学科の山本啓司准教授には、実験器材をご提供いただきました。富山研究室の方々には論文作成にあたり貴重な助言をいただきました。富山研究室永田祐樹氏には調査に同行してサンプル採集を手伝っていただきました。皆様に厚く御礼申し上げます。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27-30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, 2018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

- 長谷川和範. 2000. ウミミナ科. 日本近海産貝類図鑑 (奥谷喬司編). Pp. 130-133. 東海大学出版会, 東京.
- 風呂田利夫. 2000. 内湾の貝類, 絶滅と保全—東京湾のウミミナ類衰退からの考察. 号外海洋, 20, 74-82.
- 鹿児島県. 2003. 鹿児島県の絶滅のおそれのある野生動植物 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護課, 鹿児島.
- 金田竜祐・中島貴幸・片野田裕亮・富山清升. 2013. 鹿児島県喜入干潟における海産巻貝ウミミナ *Batillaria multiformis* (Lischke, 1869) (腹足綱ウミミナ科) の貝殻内部成長線分析. Nature of Kagoshima, 39, 127-135.
- 環境庁. 1994. 第4回自然環境保全基礎調査. 海域生物環境調査報告書 (干潟, 藻場, サンゴ礁調査) 第1巻干潟. 環境庁自然保護局.
- Nakaoka, M. 1992. Age determination and growth analysis based on external shell rings of the protobranch bivalve *Yoldia notabilis* Yokoyama in Otsuchi Bay, northeastern Japan. Benthos Research, 43, 53-66.
- 大園隆仁・三浦由佳里・三浦知之. 2016. 宮崎市一ツ葉入江におけるフトヘナタリ科貝類生息数の年変動と個体サイズの季節変動. 日本ベントス学会誌, 70, 43-49.
- 佐藤武宏. 2012. 東京湾盤洲干潟におけるイボキサゴの成長について. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), 41, 1-8.
- 田 永軍・清水 誠. 1997. トリガイの貝殻における成長線パターンと年齢査定. 日本水産学会誌, 63, 585-593.
- Tojo, B., & Ohno, T. 1999. Continuous growth - line sequences in gastropod shells. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 145 (1-3), 183-191.
- 富山清升・平田浩志郎・安東美穂・金田竜祐. 2015. 鹿児島湾におけるヘナタリ *Cerithidea (Cerithideopsis) cingulate* (Gmelin, 1791) の殻の内部成長線解析. 日本生物地理学会会報, 70, 87-97.
- Yamamoto, T., Kagohara, T., Yamamoto, K., Kamimura, S., & Hamaguchi, M. 2018. Distribution of *Batillaria multiformis* and *B. attramentaria* (Batillariidae) in southern Kyushu. Plankton and Benthos Research, 13 (1), 10-16.
- 安永洋子・富山清升・井上康介・国村真希・田上英憲. 2018. 鹿児島県喜入町と市来町の干潟におけるウミミナ *Batillaria multiformis* のサイズ頻度分布の季節変化と生活史比較. Nature of Kagoshima, 45, 109-115.
- 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ミナ類分布の季節変化. Venus, 59, 225-243.