

## 鹿児島県喜入干潟における巻貝相の生態学的研究

吉住嘉崇・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

フトヘナタリ *Cerithidea rhizophorarum* (A. Adams, 1855) は、東京湾以南、西太平洋各地に分布し、潮間帯や内湾の干潟などの汽水域に生息する雌雄異体の巻貝である。殻幅は 35–40 mm ほどで外観は太く大きく、一般的に灰色や黒褐色をしている。また、成貝になると殻頂部が失われるのが特徴である。本研究では、フトヘナタリの個体群構造、サイズ頻度分布と個体数の季節変化、繁殖期および内部成長線を調査し、本個体の基本生活史を明らかにすることを目的とした。また、同所的に生息するウミニナ *Batillaria multiformis* (Lischke, 1869) やヘナタリ *Cerithidea cingulate* (Gmelin, 1790) の生態やこれらとの種間関係の調査も同時に行い、比較・検討した。鹿児島市喜入町を流れる愛宕川の河口干潟には、小規模ながらメヒルギ *Kandelia candel* やハマボウ *Hibiscus hamabo* からなるマングローブ林が広がっており、周辺の干潟泥上には多くの巻貝類が生息している。調査は 2010 年 2 月から 2011 年 1 月までの期間に毎月 1 回、大潮または中潮の日の干潮時に上記干潟にて行った。50 × 50 cm の方形区（コドラート）を干潟上の任意の 3 地点に設置した後、その範囲内に出現した全ての巻貝を採集し、サイズ測定用のサンプルとして持ち帰った。また、河口付近の別地

点にてフトヘナタリのみを幼貝から成貝まで毎月 30 個体ほど採集し、内部成長線観察用のサンプルとして同様に持ち帰った。採集した全ての巻貝を冷凍保存した後に肉眼および顕微鏡で同定し、出現個体数を記録した。サイズ測定用サンプルにおいて、フトヘナタリに関しては殻幅を、それ以外の巻貝に関しては殻長を、ノギスを用いてそれぞれ 0.1 mm の精度で計測し、記録した。フトヘナタリは成貝になると殻頂部が失われることが多いので、他の巻貝とは異なり殻幅を記録する。また、内部成長線観察用サンプルにおいては、さらに肉抜き・研磨・薬品処理による染色を施した後、双眼実体顕微鏡により内部成長線を観察し、デジタル顕微鏡により写真撮影を行った。その結果、フトヘナタリとウミニナに関しては、年間を通じて各月の個体の出現傾向がよく似ており、どちらも 3–5 月にかけて、個体数が増加し、6 月になると激減していた。しかし、ヘナタリに関しては、フトヘナタリやウミニナに比べて遥かに出現個体数が少なく、各月の採集量は年間を通じて低い水準を保っていた。

また、フトヘナタリは殻幅 3 mm 前後、ウミニナは殻長 9 mm 前後、ヘナタリは殻長 6 mm 前後の稚貝が 10–11 月に出現することから、夏季に産卵期があり、秋季に個体の新規加入が起きているということが明らかとなった。このため、この時期のサイズ頻度分布は双峰型の形状となっている。さらにこれらの稚貝は冬にかけて大きく成長し、概ね春から夏にかけてサイズのピークを迎えていた。発見された個体数を採集地点ごとに比較すると、フトヘナタリが内陸の乾燥した干潟上で多く採集されたのに対し、ウミニナ・ヘナタリは川の支流に近く、比較的水気を多く含む泥上の干潟で大量の個体が採集された。特にウミニナにお

Yoshizumi, Y. and K. Tomiyama. 2020. Ecological studies of snail species in tidal flat of Kiire, Kagoshima, Japan. *Nature of Kagoshima* 46: 291–305.

✉ 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: 7 February 2020  
[http://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK\\_046/046-062.pdf](http://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK_046/046-062.pdf)

いてはそれが顕著に表れていた。フトヘナタリの内部成長線に関しては、染色を施すと断面部の石灰質が桃色に染まり、肉眼で確認できるほどの太い層をなす成長線と微視的に認識できるレベルの微細成長線が観察された。その合計本数は殻幅10 mm 前後の個体で3-4本、8 mm 前後の個体で2-3本という結果となり、季節に関係なく出現することから、一般的に殻幅が大きい個体ほど内部成長線の本数も多くなる傾向があることが分かった。従って、これらの観察を行うことで、その貝の年齢や環境要因を調べることができると考えられる。

## ■ はじめに

愛宕川河口域に広がる干潟において、フト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、波部(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、稚貝が新規加入する時期については未だ特定が不十分であり、年による新規加入の有無や時期は研究者によって諸説あるため定かではない。そこで本研究では、鹿児島県喜入干潟における巻貝相の基礎生態を再調査し、同種または異種間における基本生活史の相違を分析し、過去の論文記載内容と比較・検討することを一つの目的とした。

貝類の生息環境は、まず水中と陸上に分けることができる。前者は、陸地の中に存在する陸水と、海洋に存在する海水に区別され、両者が混ざり合うところでは汽水になる。陸水には、湖沼、河川、地下水などの環境がある。

浅海は貝類の多様性が最も高い部分である。とくに干潟においては干潮時に干出し、満潮時には水没する潮間帯が存在することから、多数の種が生息するため、干潟を今回の調査地として設定した。

貝類の殻の結晶は内部から分裂によって増殖することなく、縁辺部に結晶が次々と付加されることにより成長する。このような成長様式は付

加成長と呼ばれる。付加成長をする殻の殻表には強い成長輪が識別され、殻の断面には肉眼で確認できるほどの成長線と微視的に認識できるレベルの微細成長線が形成される。

殻の成長線と環境要因の間には何らかの関係があるため、殻の外表面に残された成長輪と断面にみえる成長線および微細成長線から、年齢や環境要因を調べることができると考えられている。

成長線と年齢の関係はとくに二枚貝類でよく研究されており、日本の貝類の例として、カガミガイ *Phacosoma japonicum* (Reeve, 1850) では冬に成長が止まり、年輪が形成されることが明らかにされているが、巻貝類ではそのような研究例がほとんどない。

二枚貝類の場合、成長線は殻の最大成長軸に沿って切断すると観察が容易であるが、巻貝類では殻が螺旋状に成長するため、最大成長軸に沿って切断することが困難である。しかし、殻の殻軸を垂直に切断または研磨することにより、成長線を連続的に観察できることがある。

これらのことから本研究では、フトヘナタリの内部成長線の存在を明らかにし、巻貝類の成長線における更なる研究の先駆けになることを第二の目的とした。

## ■ 材料と方法

### 調査対象種

フトヘナタリ *Cerithidea rhizophorarum* (A. Adams, 1855) 東京湾以南の内湾環境下にある河口付近に分布し、アシ原やマングローブ林の砂泥土にも生息している前鰓亜綱・盤足目・フトヘナタリ科の巻貝である。殻長は35-40 mm ほどで短い水管を形成し、成貝では幼貝層が欠落して殻頂部が失われ、殻口は外唇が反転肥厚する。殻表には多くの明瞭な螺肋と弱く細い縦肋をもち、螺条脈と縦肋が交差して顆粒状になる。色彩は変異に富むが、一般的に白色地に黒褐色や灰色などの色帯を巡らす場合が多い(奥谷, 2000) (Fig. 1)。ヨシやフクドが生えるような比較的高潮位に生息し、護岸やヨシの茎にもよく登っている。あまり冠水しない高潮帯を生息の場としているため、夏



Fig. 1-1. フトヘナタリ *Cerithidea rhizophorarum* (幼貝⇄成貝).



Fig. 1-2. フトヘナタリ断面図.



Fig. 1-3. フトヘナタリ内部成長線 (×175).



Fig. 1-4. フトヘナタリ微細成長線 (×175).



Fig. 2. ウミナナ *Batillaria multiformis* (幼貝⇄成貝).



Fig. 3. ヘナタリ *Cerithidea cingulata* (幼貝⇄成貝).

場は高温と強光、冬場は低温と寒風にさらされている(増田・内山, 2004)。また、潮間帯上部に生息するため河岸の護岸工事や下水などによる水質汚濁で生息地が失われる事例が多く、急速に生息地が減少している。このため、鹿児島県レッドデータブックには準絶滅危惧種として指定されている。

**ウミナナ *Batillaria multiformis* (Lischke, 1869)**  
北海道南部から九州のおもに太平洋側に分布し、河川水の影響する日本各地の大きな干潟や潮間帯の泥底上に生息する前鰓亜綱・盤足目・ウミナナ科の巻貝である。殻長は30–35 mmほどで太い塔形をしており、成貝では殻口が張り出して丸みを帯びている。殻表面は黒褐色や灰褐色で、縫合下には白色帯やカスリ模様がある。殻表の螺肋は低く、肋間は狭い。また、縦肋は体層にも現れるが不明瞭である。なお、殻口後端にある白色の滑層瘤の発達は顕著であり、体層や外唇の張り出しも強いので太く見える(奥谷, 2000)(Fig. 2)。内湾や河口において、別種のホソウミナナ *Batillaria*

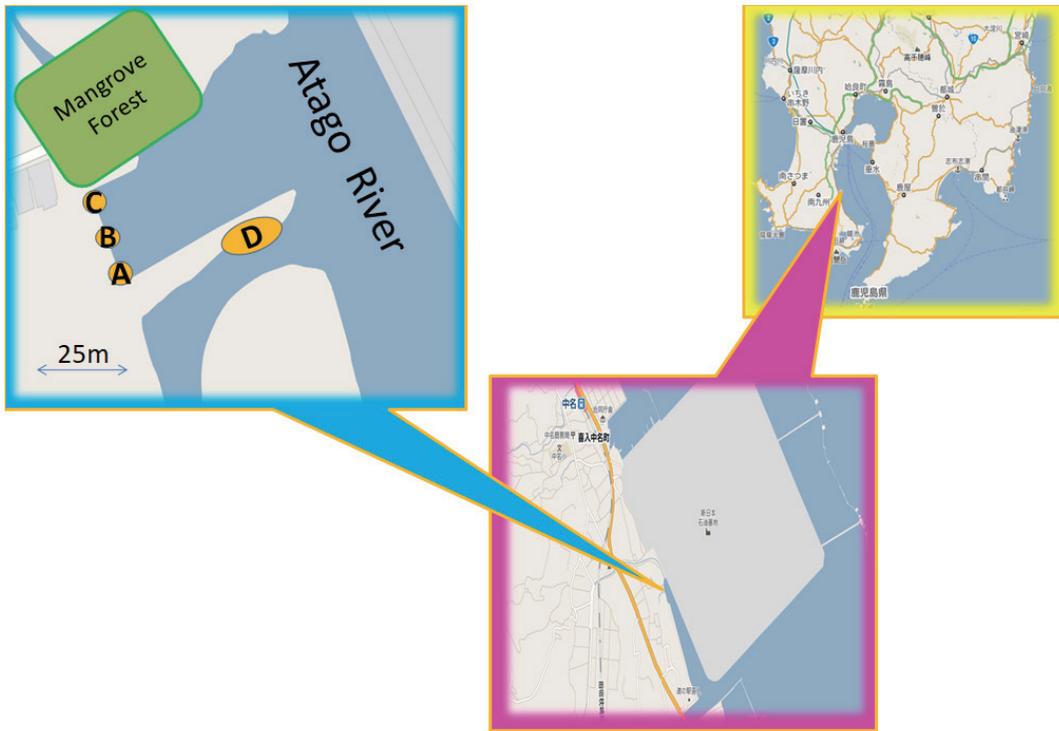


Fig. 4-1. 調査地の概要.



Fig. 4-2. 調査地の写真①.



Fig. 4-3. 調査地の写真②.



Fig. 4-4. 方形区 (コドラート) による採集風景.



Fig. 4-5. フトヘナタリの木登り行動.

*cumingii* (Crosse, 1862) と混棲していることも多いが、この場合は概ねウミニナの方が陸側（潮位の高い方）に偏って生息する（増田・内山, 2004）。生息地には非常に多くの個体が生息しており、環境劣化には比較的強い種ではあるが、干潟環境の悪化で今日、全国的に生息地が減少している。このため、鹿児島県レッドデータブックには準絶滅危惧種として指定されている。

#### ヘナタリ *Cerithidea cingulata* (Gmelin, 1790)

房総半島と山口県北部以南、インド、西太平洋域、南西諸島にかけて広く分布し、おもに淡水の影響する汽水域や潮間帯、内湾の干潟にウミニナ類と共に生息する前鰓亜綱・盤足目・フトヘナタリ科の巻貝である。殻長は 20–30 mm ほどで外観はフトヘナタリに比べて輪郭が直線的であり、高い円錐形をしている。体層の右には太く張り出した縦張筋があり、前面は平坦になる。縦筋は上部の螺層では強く、螺筋と交差して顆粒状になる。外唇はよく広がり、下端は水管溝を越えて伸張する。殻色は概ね黄白色から橙色をしており、3–4 本の黒線を螺筋溝に巡らす（奥谷, 2000）（Fig. 3）。南方ではマングローブ周辺の砂泥地などに多産するが、内地では減少傾向にある。また、フトヘナタリやウミニナに比べると若干低潮位に分布することが多く、潮間帯の中部以下や海に近い汽水域に生息している（増田・内山, 2004）。ヘナタリは他の巻貝種に比べると環境劣化に弱いため、生息地は比較的限られている。このため、鹿児島県レッドデータブックには準絶滅危惧種として指定されている。

#### 調査日・調査地

調査は鹿児島県鹿児島市喜入町愛宕川流域のマングローブ林及びその周辺の干潟（31°38'N, 130°54'E）で行った（Fig. 4）。

愛宕川は鹿児島湾の新日本石油基地のすぐ内陸に河口があり、この河口部で八幡川と合流している。干潟周辺にはメヒルギやハマボウからなるマングローブ林が形成されており、この調査地が太平洋域におけるマングローブ林の北限とされている。また、マングローブ林周辺に広がる干潟一

帯には、フトヘナタリ、ウミニナ、ヘナタリのほかにも、カワアイ *Cerithidea djadjariensis* (Martin, 1899)、ヒメカノコ *Clithon oualaniensis* (Lesson, 1831)、アラムシロ *Reticunassa festiva* (Powy, 1833)、コゲツノブエ *Ceritium coralium* (Kiener, 1841) など、多数の巻貝が生息している。

#### 調査・処理方法

2010 年 2 月から 2011 年 1 月までの期間に毎月 1 回、大潮または中潮の日の干潮時に干潟へ行き、50 cm × 50 cm の方形区（コドラート）を用いて調査を行った。

1 回の調査につき、コドラートはマングローブ林付近に広がる干潟と雑草が生い茂る境界地点における任意の 3ヶ所（便宜上、マングローブ林に遠い方から A・B・C 地点とする）にそれぞれ設置し、その範囲内に出現したすべての巻貝をサイズ測定用サンプルとして採集した。なお、A・B・C 地点は互いに約 5 m の間隔がある。

また、上記地点から 30 m ほど離れた八幡川河口付近の泥上（便宜上、D 地点とする）にてフトヘナタリのみを幼貝から成貝まで毎月 30 個体ほど内部成長線観察用サンプルとして採集した。全地点において、殻幅が 1 mm に満たない個体は、現地での目視による同定が不可能なため調査対象から除外した。

A・B・C・D の 4 地点で採集した全ての巻貝を研究室に持ち帰り、冷凍した後に肉眼および顕微鏡で同定し、出現個体数を記録した。さらに、A・B・C 地点の巻貝に関しては、カーボンファイバーノギスを用いて 0.1 mm の精度で、フトヘナタリは殻幅を、ウミニナとヘナタリは殻長をそれぞれ計測した。フトヘナタリは成貝になると殻頂部が失われることが多いので、他の巻貝とは異なり殻幅を記録する。

D 地点で採取したフトヘナタリは内部成長線観察のため、さらに特殊な処理を施した。まず始めに貝の肉抜き方法として、ガスバーナーで加熱し沸騰したお湯の中にサンプルを入れ、1–2 分間煮沸した。次に千枚通しもしくは専用の針を使って内部の肉を突き刺し、貝の巻きと反対方向にゆっ

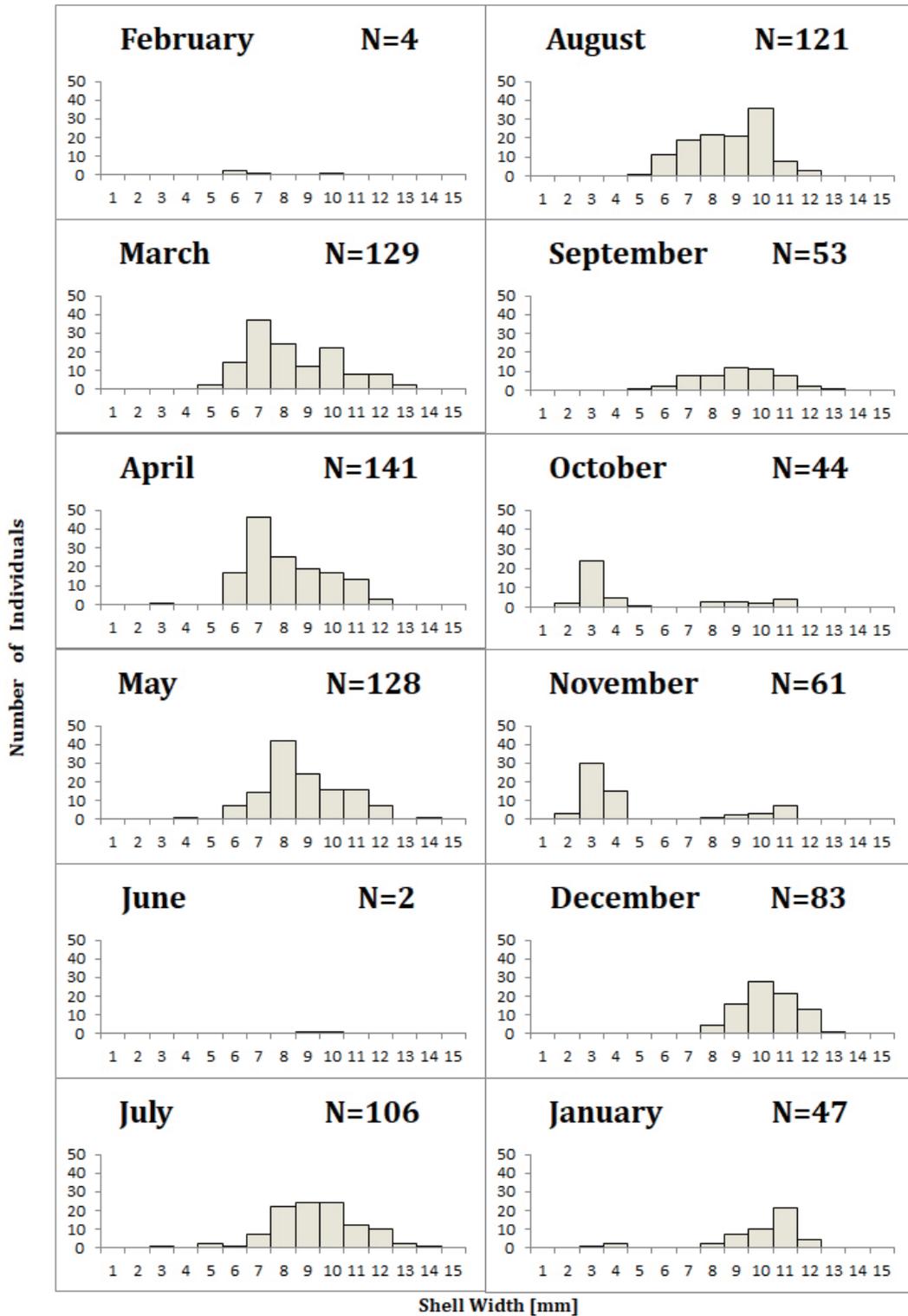


Fig. 5. フトヘナタリの殻幅頻度分布の季節変化.

くり回して取り出した。内臓が切れて残った場合は、肉を腐らせた後に歯科用ガラス水銃または高圧にした水道水を貝の口に当て、水を強く噴射して取り出した。

肉抜きを終えた殻は自然乾燥させ、石工室に持っていき研磨を行った。最初は#200の研磨剤を用いて殻の殻軸を垂直方向に荒削りし、殻が縦に真っ二つとなるように断面を研磨した。その後はさらに細かく削るため、ガラス板上で#4000の研磨剤を用いて断面の鏡面研磨を行った。

研磨を終えた殻は断面の乾燥を防ぐためグリセリンを塗布した状態で、双眼実体顕微鏡により内部成長線を観察した。また、個体によって内部成長線の識別が困難な場合は、観察を容易に行うためにエオシン染色法を用いた。エオシンはフルオレセインを臭素化してできる赤～桃色の蛍光色素であり、化学式  $C_{20}H_8Br_4O_5$  で表される。主に顕微鏡検査の際、細胞質や筋繊維の染色などに用いられ、これによく染まる組織をエオシン好性という。エオシン染色液は70%エタノール溶液にエオシンを小さじ1杯ほど加えてつくるオレンジ色の溶液であり、これに鏡面研磨を終えたフトヘナタリの断面を数時間浸すと内部成長線が桃色に染色される。

内部成長線が明瞭に識別されている個体を殻幅サイズごとに区分し、太い層をなす成長線の数を記録した後、4月・8月・12月の季節ごとに比較した。なお、微細成長線は計測が困難なため、今回の調査では観察するのみとした。成長線が確認された個体は、最後にデジタル顕微鏡により断面部の写真撮影を行った。

## ■ 結果

### 巻貝3種の採集地点ごとにおけるサイズの季節変化について

(i) 2010年2月から2011年1月までの期間にA・B・C地点で採集されたフトヘナタリの殻幅頻度分布の季節変化をFig.5に、殻幅サイズの季節変動をFig.8に、また、各地点における個体数の季節変動をFig.9に示す。

フトヘナタリは2月と6月に個体数が大幅に

減少し、3月から5月までの春季と7月から8月までの夏季に増加する傾向がみられた。年間を通しての個体数の最大値は4月の141個体、最小値は6月の2個体であり、月によって大きな差があることがわかる (Fig. 5)。また、採集されたフトヘナタリの殻幅の最大値は5月の13.5 mm、最小値は11月の1.8 mm、年間の平均値は7.8 mmであった。

各月におけるサイズの変化に注目してみると、3月から5月にかけては7 mm前後にサイズピークをもっているが、7月から8月にかけては個体の成長に伴い、10 mm前後にピークが移行している。さらに10月から11月になると稚貝の新規加入が起こり、3 mm前後にサイズピークをもつ新たなグループが出現し、この時期のグラフは双峰型となっている (Fig. 5)。

次に、採集地点ごとの比較をする。年間を通じてA地点では278個体、B地点では350個体、C地点では291個体、合計919個体が採集された。陸地の奥部に位置するA地点では、9月に他の地点に比べ多くの個体が採集されているが、通年では最も少ない個体数の結果となった。川の支流と陸地の中間に位置するB地点では、5月から8月までの夏季と10月に他の地点よりも多くの個体が見つかっており、年間を通じて最も多くのフトヘナタリが採集された場所であった。川の支流に近く泥干潟となっているC地点では、11月から3月の冬季に限り、多くの個体が採集された (Fig. 9)。

(ii) 2010年2月から2011年1月までの期間にA・B・C地点で採集されたウミニナの殻長頻度分布の季節変化をFig.6に、殻幅サイズの季節変動をFig.8に、また、各地点における個体数の季節変動をFig.9に示す。

ウミニナは2月と6月から7月、そして9月に個体数が減少し、4月から5月までの春季に激増する傾向がみられた。年間を通しての個体数の最大値は5月の489個体、最小値は2月の個体であり、月によって非常に大きな差があることがわかる (Fig. 6)。また、採集されたウミニナの殻長の最大値は9月の24.1 mm、最小値は5月の4.7

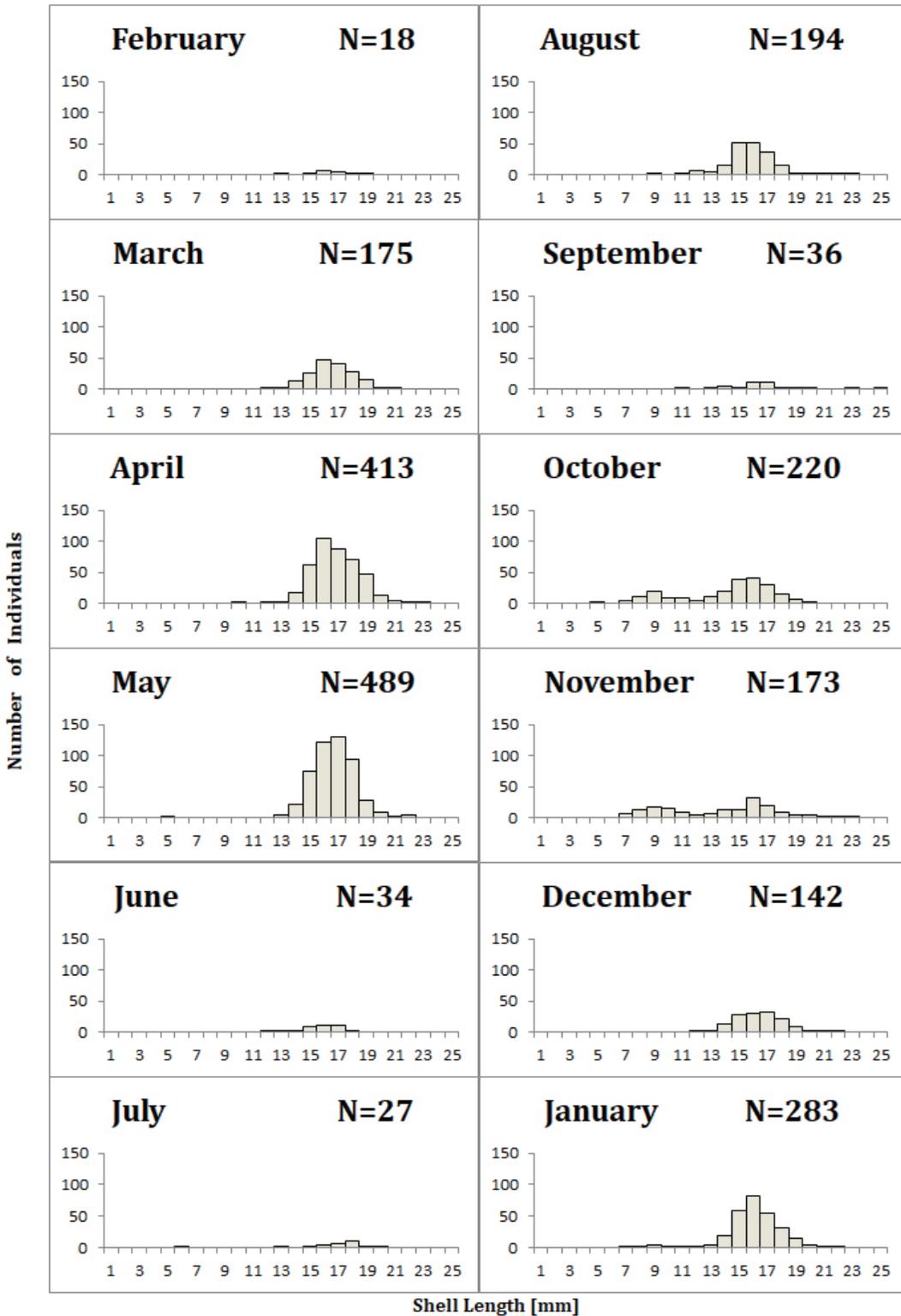


Fig. 6. ウミナナの殻長頻度分布の季節変化.

mm, 年間の平均値は 15.6 mm であった。

各月におけるサイズの変化に注目してみると, 2月から4月にかけては 16 mm にサイズピークをもっているが, 5月から7月にかけては個体の成長に伴い, 17 mm 以上にピークが移行している。さらに 10月から11月になると稚貝の新規加入が起り, 9 mm 前後にサイズピークをもつ新たなグループが出現し, この時期のグラフは双峰型となっている (Fig. 6)。

次に, 採集地点ごとの比較をする。年間を通じて A 地点では 391 個体, B 地点では 852 個体, C 地点では 961 個体, 合計 2204 個体が採集された。これはフトヘナタリの総個体数の 2.4 倍にあたる。陸地の奥部に位置する A 地点では, 7月のみ他の地点に比べ若干多くの個体が採集されているが, 100 個体を越えた月がなく, 結果として通年では最も少ない個体数を記録している。川の支流と陸地の中間に位置する B 地点では, 8月から11月までの夏季から秋季にかけて他の地点よりも多くの個体が見つかっている。また, B 地点は採集されたサンプルの総個体数や個体の出現に関する各月の傾向が C 地点とよく似ているため, グラフも同じような形状となっている。川の支流に近く泥干潟となっている C 地点では, 年間を通じて最も多くのウミナナが採集された場所であり, 特に 1月の個体数は他を圧倒している (Fig. 9)。

(iii) 2010 年 2月から 2011 年 1月までの期間に A・B・C 地点で採集されたヘナタリの殻長頻度分布の季節変化を Fig. 7 に, 殻長サイズの季節変動を Fig. 8 に, また, 各地点における個体数の季節変動を Fig. 9 に示す。

ヘナタリは採集された月と全く採集できなかった月があり, 全体的にフトヘナタリやウミナナに比べて遥かに出現個体数が少なかった。採集された個体数の最大値は 11月の 17 個体, 最小値は 2, 3, 7, 8, 9月の 0 個体である (Fig. 7)。年間を通じて採集値は低い水準を保っているが, 春季・夏季よりも秋季から冬季にかけて, より多くの個体が採集されていることが分かる。また, 採集されたヘナタリの殻長の最大値は 12月の 21.2 mm, 最小値は 11月の 4.9 mm, 年間の平均値は 15.5

mm であった。

各月におけるサイズの変化に注目してみると, 4月において 15 mm 程度のサイズだった個体が 5月になると 19 mm 以上となっていた。さらに 11月になると稚貝の新規加入が起り, 6 mm 前後にサイズピークをもつ新たなグループが出現し, この時期のグラフは双峰型となっている。しかし, 12月と1月には幼貝から成貝まで様々なサイズの個体が採集されたため, グラフは山型とならなかった (Fig. 7)。

次に, 採集地点ごとの比較をする。年間を通じて A 地点では 13 個体, B 地点では 14 個体, C 地点では 13 個体, 合計 40 個体が採集された。陸地の奥部に位置する A 地点では, 若干ではあるが 1月に他の地点よりも多くの個体が見つかっており, 6月にはこの地点でのみヘナタリが採集された。川の支流と陸地の中間に位置する B 地点では, 10月と11月に他の地点よりも多くの個体が見つかっており, 4月にはこの地点でのみヘナタリが採集された。川の支流に近く泥干潟となっている C 地点では, 12月に他の地点よりも多くの個体が見つかっており, 5月にはこの地点でのみヘナタリが採集された (Fig. 9)。全体的な結果をみると, 年間を通じて 3 地点での採集量は概ね同じであるが, フトヘナタリやウミナナに比べて採集量の絶対値が小さいため, 月ごとの個体数の変化や平均値に関しては厳密に評価することができなかった。

#### フトヘナタリの内部成長線について

2010 年 4月と 8月と 12月に採集された全 60 個体のうち, 内部成長線が明瞭に識別された 35 個体について, 殻幅サイズと内部成長線の本数を Table 1 に示す。また, デジタル顕微鏡によって撮影された内部成長線の写真を Fig. 1 に示す。

鏡面研磨を終えた個体をエオシン染色液に数時間浸すと, 断面部の石灰質が桃色に染まり, 肉眼で確認できるほどの太い層をなす成長線と微視的に認識できるレベルの微細成長線が観察された。全個体の中での内部成長線の最大数は 4 本, 最小数は 0 本であり, 個体によって成長線がよく

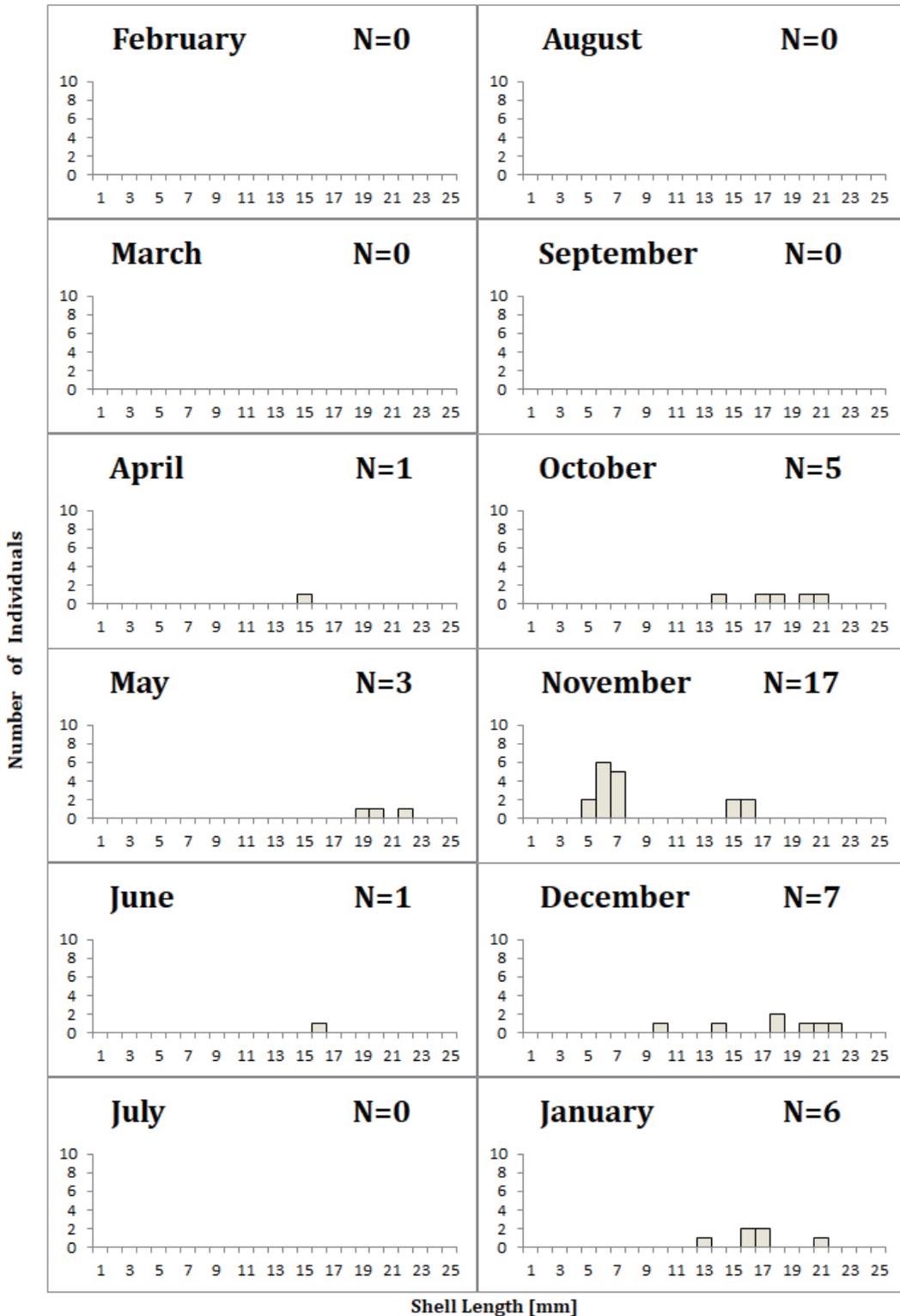


Fig. 7. ヘナタリの殻長頻度分布の季節変化.

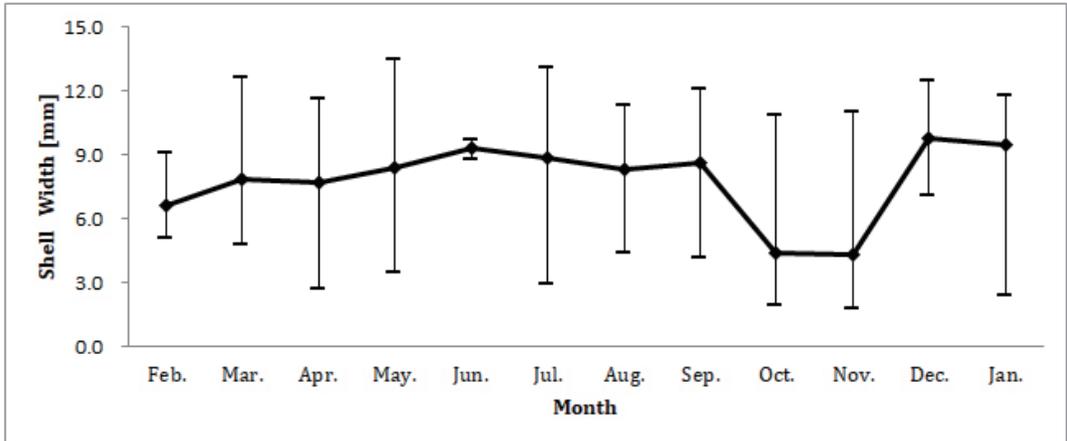


Fig. 8-1. フトヘナタリの殻幅サイズの季節変動.

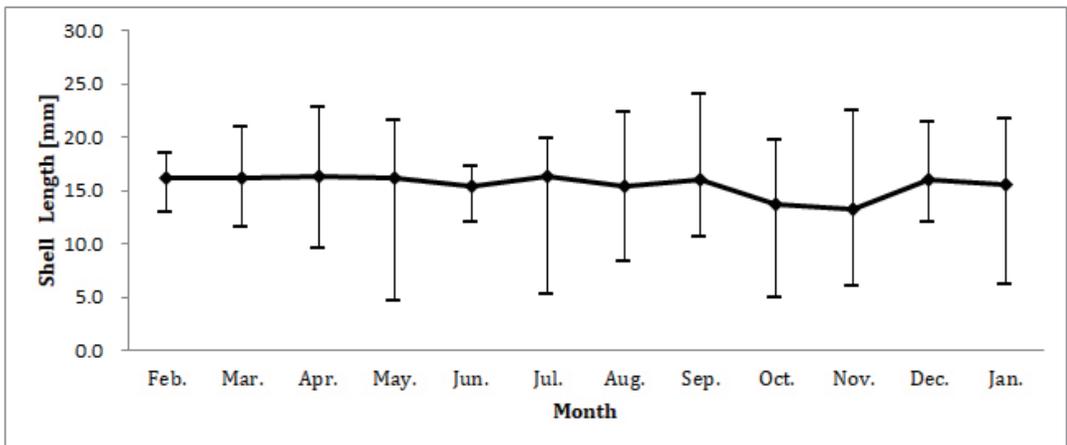


Fig. 8-2. ウミニナの殻長サイズの季節変動.

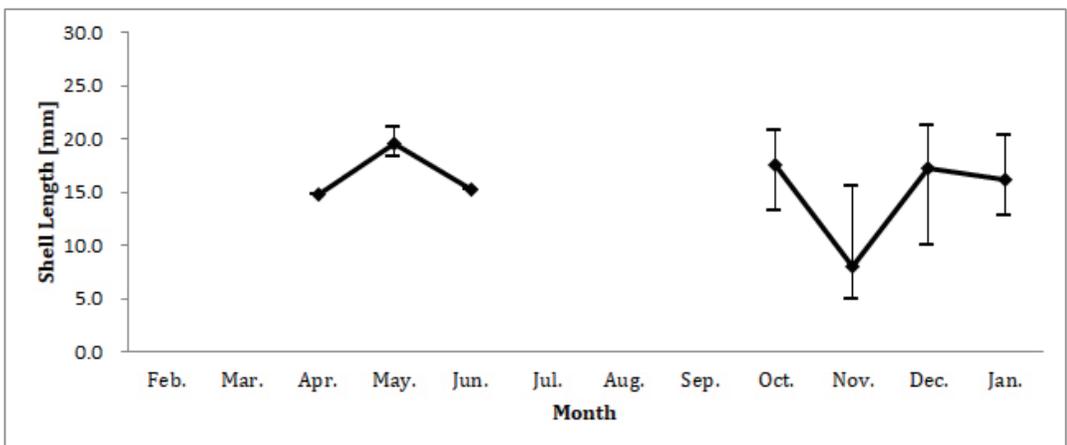


Fig. 8-3. ヘナタリの殻長サイズの季節変動.

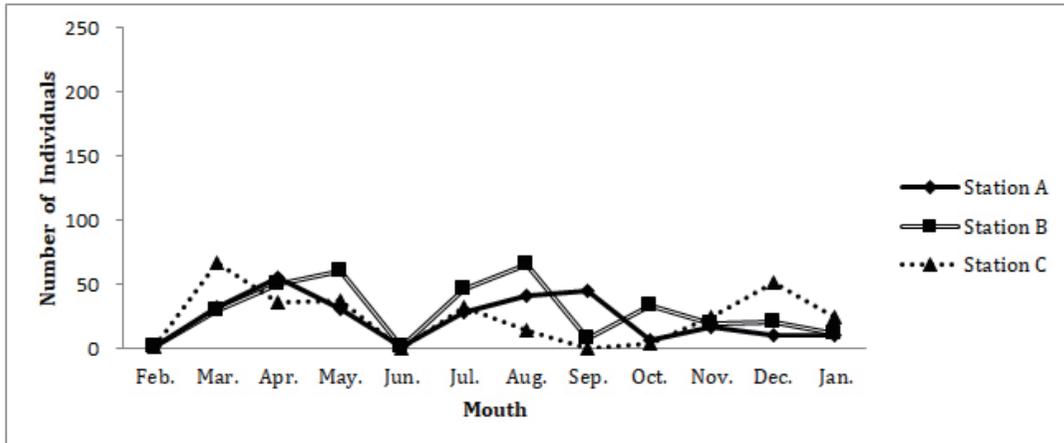


Fig. 9-1. 各地点におけるフトヘナタリの個体数の季節変動.

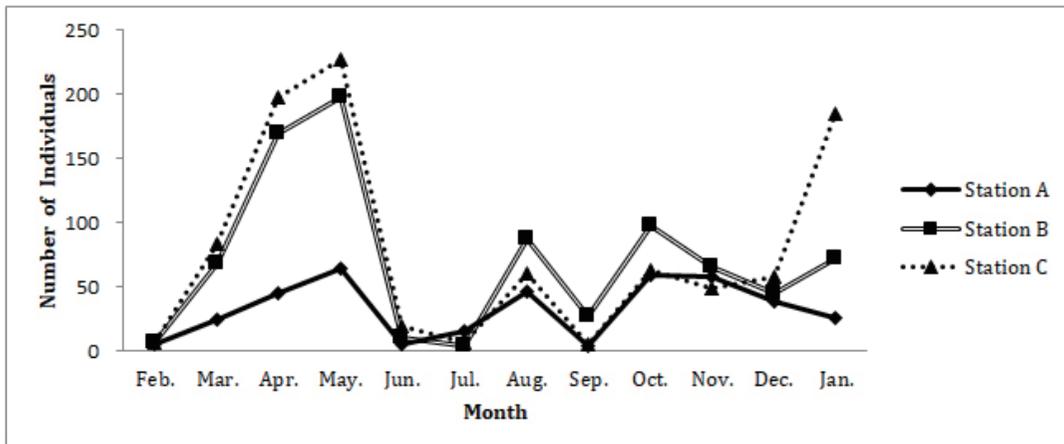


Fig. 9-2. 各地点におけるウミノナの個体数の季節変動.

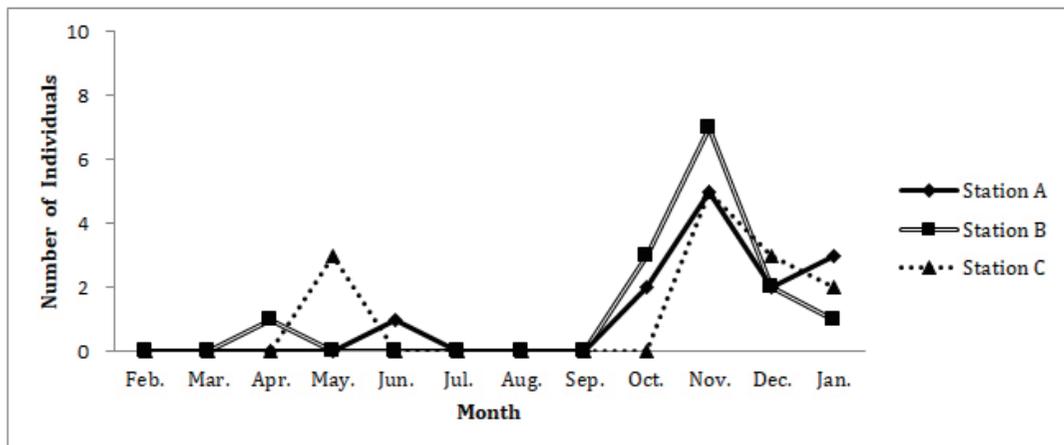


Fig. 9-3. 各地点におけるヘナタリの個体数の季節変動.

識別されているものとそうでないものがあった。

明瞭な内部成長線が確認された35個体のうち、4本の内部成長線が観察されたのは全部で5個体あり、その全てが殻幅10mm以上の個体であった。同様に、3本観察されたのは全部で18個体あり、概ね9mm前後の個体であった。2本観察されたのは全部で12個体あり、4-8mmの個体に幅広くみられた。

また、微細成長線については、今回の顕微鏡による計測が困難であったことから、内部成長線及び殻幅サイズとの関係性を導き出すことは不可能であった。しかし、年間を通じて季節に関係なく、殻幅が大きい個体ほど内部成長線の本数も多くなる傾向があることが明らかとなった。

## ■ 考察

### 巻貝3種の新規加入について

喜入干潟における若松・富山(2000)および大滝ほか(2001)の調査では、フトヘナタリの小型個体が少数個体しか採集されておらず、新規加入の時期は特定できなかったとしている。このことから、筆者は結論として、新規加入が調査場所以外で行われているか、もしくは、幼貝の定着自体が減少している可能性を示唆している。しかしながら、近年の同干潟における武内・富山(2005)および中島・富山(2007)の報告では、稚貝の新規加入が見られる年と、そうでない年があるとしている。実際に3年間にわたる現地調査を行った武内・富山(2005)の結果によると、2000年9月には新規加入が見られなかったが、翌年9月には新規加入が起り、さらにその翌年の2002年9月には再び見られなくなったとの報告がある。

また、中島・富山(2007)によると、2006年9月には若干ではあるが2mm前後の個体が採集され、新規加入が起こったことが報告されている。

本研究では3mm前後の個体が2010年10月より見られ始め、稚貝が10月頃から新規加入することが明らかとなった。また、採集された稚貝の個体数も比較的多いことから、この年は繁殖活動が円滑に行われたと考えられる。過去の調査結果と本研究の結果を合わせて考えると、稚貝の新規加入は概ね1年おきに行われ、稚貝の個体数はその年々の繁殖環境によって増減するものと説明できる。従って、次の2011年9-10月には新規加入が行われない可能性が高いと推察することが可能である。

年による新規加入の有無や稚貝の個体数の多少を左右する繁殖環境に影響を与えているものとして、大滝(2001)は有機スズ汚染、いわゆる環境ホルモンの可能性を挙げた。喜入干潟においては、武内・富山(2005)の交尾頻度調査によって有機スズ剤による汚染の可能性が支持されており、新規加入の周期性を確実に特定するためには、数年にわたる更なる調査が必要となるだろう。

ウミニナの新規加入に関して本研究では、10-11月に殻長9mm前後の稚貝が出現したことから、この時期に個体の新規加入が起こった可能性が高いと考えられる。しかし、若松・富山(2000)の研究によると、4-8月に殻幅3mm以下の稚貝が多く出現したとの報告があり、その時期に新規加入が行われた可能性を示唆している。この新規加入時期の不一致の原因として、調査場所の相違が考えられる。ウミニナ類の一般的な垂直分布様式は、フトヘナタリが潮間帯上部の砂底に、ヘナ

Table 1. フトヘナタリの内部成長線の観察結果。

2010年4月		2010年8月		2010年12月			
殻幅(mm)	成長線(本)	殻幅(mm)	成長線(本)	殻幅(mm)	成長線(本)		
11.3	4	8.7	3	11	4	10.8	3
10.3	3	8.6	2	10.2	3	10.7	4
10.1	2	8.5	3	10	4	10.4	4
9.9	3	7.8	2	9.8	3	10.2	3
9.8	3	7.7	2	9.7	3	10.1	3
9.5	3	7.4	2	5.8	3	9.1	3
9.1	2	7.3	2	4	2	8.7	2
9	3	7	2			7.2	2

タリが中部の砂泥に、ウミニナが下部の泥底に生息しているとされている。

本研究は若松・富山(2000)の調査場所とは異なり、干潟の比較的上部で採集を行ったため、低潮帯に存在していたウミニナの稚貝は、その移動能力の低さゆえに高潮帯に到達できず、4-8月に採集されなかった可能性がある。また、本研究ではウミニナの殻長を計測しているのに対し、前者は殻幅を計測しているため、サイズの相関が認められない限り、一概に新規加入の時期を比較することは困難である。

次にヘナタリの新規加入に関して本研究では、11月に6mm前後の稚貝が出現したことから、この時期に個体の新規加入が起こった可能性が高いと考えられる。平田・富山(2006)はヘナタリの新規加入時期を同様に10-11月としているが、片野田・富山(2007)は9-10月としている。この差に関して後者は稚貝の着底状況が各年の気候や気温などの環境条件によって変化するため、若干のズレが生じたのではないかとしている。本研究においても、新規加入時期の大まかな傾向は把握できたが、年間を通じてわずか40個体しか採集されておらず、稚貝の個体数も十分ではないため、厳密に論ずることはできない。

### 巻貝3種のサイズ頻度分布と個体数の季節変動について

個体の成長に関して、10月に新規加入した殻幅3mm前後のフトヘナタリの稚貝は、冬の間に4-7mmに成長し、春から初夏にかけて10mm前後になるものと考えられる。これは武内・富山(2005)および中島・富山(2007)の報告とほぼ一致する。また同様に、殻長9mmのウミニナの稚貝は、冬季に10~13mm成長し、5月には17mm前後にサイズピークを持っている。特に3~5月までの急成長は目覚ましく、これは、一般に温帯域での動物の成長は春から夏にかけて盛んであり、冬季に低下するという説を裏付けている。一方、11月に出現した殻長6mm前後のヘナタリの稚貝は冬季には発見されなかったが、翌年4-6月にかけて15mm以上の個体になっていること

が明らかとなった。片野田・富山(2007)および安東・富山(2005)の報告によると、同干潟の各調査地において殻幅11mm以上の個体が見られなかったことより、ヘナタリは11mm前後で成長が止まるとしている。この考えに関しても、本研究とはサイズの計測部位が異なるため、また、処理を行ったサンプルの個体数が著しく異なるため、一概に議論することはできない。

個体数の季節変動に関して、フトヘナタリ・ウミニナ共に2月に採集された個体数が極端に少なかったのは説明がつかない。これは恐らく調査の不慣れが原因とも考えられる。雨天時や6月の梅雨時期にどの種も個体数が激減しているのは、これらの巻貝が浸水を避けるために高潮帯に移動していたか、土中に身をひそめていた可能性が挙げられる。実際に、フトヘナタリが満潮時に冠水を避けるために木に登ることはよく知られていることも事実である。また、今回の調査場所(A・B・C地点)において、ウミニナが最も多く採集され、次いでフトヘナタリ、そしてヘナタリがほとんど採集されなかったのは、フトヘナタリが乾燥した高潮位の干潟を好み、ウミニナがより内湾的な砂泥地に分布し、ヘナタリがより下流の地域に生息するという底質選好性が大きく関係していると考えられる。

### フトヘナタリの内部成長線について

巻貝類の内部成長線についての研究例がほとんどないため、過去の文献と比較することは困難である。内部成長線の観察を行った全60個体の中で、35個体が太い層をなす内部成長線が確認された。この35個体のうち、内部成長線が4本観察されたのは全部で5個体あり、その全てが殻幅10mm以上であった。3本観察されたのは全部で18個体あり、概ね9mm前後の個体であった。2本観察されたのは全部で12個体あり、4-8mmの個体に幅広くみられた。内部成長線が鮮明に識別されなかった残りの25個体は恐らく研磨の段階で断面部を破損したか、もしくはフトヘナタリの色帯が黒色に近かったことからエオシン染色により内部成長線が呈色されなかった可能性が挙げ

られる。

Table 1 より、年間を通して季節に関係なく、殻幅が大きな個体ほど内部成長線も多く識別されていたことから、殻幅サイズと内部成長線の数に若干の相関があり、今後さらにこれらを分析することで、その貝の年齢や環境要因を調べることができると考えられる。しかし、内部成長線は生殖活動や捕食によるストレスなどの内的要因、また、海水温度や潮汐などの外的要因によって形成されるため、必ずしも1年に1本識別されるとは限らない。そのため、今の段階では内部成長線を年輪と位置付けることは不可能である。また、微細成長線については、今回の顕微鏡による計測が困難であったことから、内部成長線及び殻幅サイズとの関係性を見出すためには、今後さらに高度な観察が要求されるだろう。

これらの成長線の形成過程の詳細は明確に実証されておらず、複数の説が存在するが、いずれにしても巻貝を取り巻く様々な環境が成長線の形成に大きな影響を与えていることは間違いないと言えるだろう。

#### ■ 謝辞

本研究を行うにあたり、適切な助言及び指導をいただい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皆様方に深く感謝申し上げます。また、喜入干潟における毎月のサンプリング及びサンプル処理を行うにあたり、共に調査に協力していただいた同講座佐藤研究室所属の西澤亮吾さん、鹿児島大学法文学部経済情報学科の鶴田晴香さん、順天堂大学医療看護学部の大園麗奈さんには大変お世話になりました。心より御礼申し上げます。また、データ分析や論文執筆にあたり、丁寧な助言をいただいた同講座専攻富山研究室所属の前園浩矩さん、内田里那さん、岩重佑樹さん、同講座専攻鈴木研究室所属の川崎昌達さん、デジタル顕微鏡によるサンプル撮影の際に立ち会って

指導していただいた同講座専攻山根研究室所属の山崎健史さん、本当にありがとうございました。多くの仲間や先輩方に支えられ、この研究を完成させることができました。ご協力をいただいた皆様に今一度、心より感謝申し上げます。鹿児島大学 URA センターの用皆依里様には研究費申請で各種のアドバイスを頂きました。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 27–30 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、2019 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

- 安東美穂・富山清升, 2005. マングローブ干潟におけるヘナタリのサイズ分布の季節変化. 2004 年度鹿児島大学理学部大学院理工学研究科博士課程前期地球環境科学専攻 修士論文, 25 pp.
- 片野田裕亮・富山清升, 2007. マングローブ干潟におけるヘナタリのサイズ分布の季節変化. 2006 年度鹿児島大学理学部地球環境科学科 卒業論文, 57 pp.
- 真木英子・大滝陽美・富山清升, 2002. ウミナガ科 1 種とフトヘナタリ科 3 種の分布と底質選好性: 特にカワイイを中心にして. *Venus* 61 (1–2): 61–76.
- 増田 修・内山りゅう, 2004. 日本産淡水貝類図鑑. ②汽水域を含む全国の淡水貝類.
- 松井 章, 2005. 環境考古学マニュアル. 同成社.
- 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, 35 pp.
- 奥谷喬司, 2000. 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会.
- 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ガ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, 49 pp.
- 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ガ類分布の季節変化. *Venus* 59 (3): 225–243.