

鹿児島湾喜入干潟での防災道路整備事業における巻貝類の生態回復

前川菜々・春田拓志・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専攻

■ はじめに

干潟は水質浄化や生物多様性の保全など重要な役割を持った環境である。日本の干潟は、2006年の時点で、過去60年の間に40%が失われた(花輪, 2006)。干潟は埋め立てや干拓の対象になりやすく、最も多い消失原因である埋め立ては全体の40%を占めている。また、一度消失した干潟が自然に回復することは難しく、人工的な再生では持続的な生態系を維持することが難しい(安達, 2012; 風呂田, 2000; 上村・土屋, 2006; 森田, 1986; 田代・富山, 2001; 波部, 1995; 山本・和田, 1999)。

鹿児島県鹿児島市喜入町愛宕川支流河口干潟である喜入干潟では、2010年から防災道路整備事業が行われ、マリニピア橋が建設された。この道路整備事業により喜入干潟の一部が破壊され、干潟上の生物相が大きな被害を受けた。この干潟の破壊が、どれほど干潟上の生物相へ影響を与えているか調査する必要を感じ、研究することとした。

喜入干潟の表面には巻貝類が非常に多く生息している。喜入干潟の環境評価基準として有用であり、採集もしやすいことから、巻貝類を調査対象とした。喜入干潟上の巻貝類は、ウミナ類の主にウミナ *Batillaria multiformis* (Lischke, 1869)

が大半を占め、ヘナタリ *Cerithideopsis cingulate* (Gmelin, 1791) と カワアイ *Cerithideopsis djadjariensis* (K. Martin, 1899) が同所的に生息しており(春田・富山, 2000; 若松・富山, 2000; 大滝ほか, 2001; 真木ほか, 2002; 杉原・富山, 2002; 武内・富山, 2004; 吉住・富山, 2010; 田上・富山, 2010)、これら三種は環境省によって県の準絶滅危惧種に指定されている。これらを月に1度、2年間に渡り採取し、各月ごとのサイズ別頻度分布と個体数の季節変化を調査し、2010年12月～2011年11月(春田, 2011)、2011年12月～2012年12月の調査報告と今研究結果の比較から、工事が開始されてから4年間の生態の変化について考察した。

また、春田(2011)の報告から、2011年9月に両地点で研究対象種の個体群が消滅していることが分かった。2011年9月は橋の建設のため、干潟表面の掘削が行われている。工事との関連を調査するため、その他要因として考えられる台風などの天候の影響について、環境省のデータとから考察した。加えて、その後の巻貝類への直接的な影響であるとして、干潟の高さを計測し、過去の報告と比較した。

■ 材料と方法

調査地

調査地は鹿児島県鹿児島市喜入町愛宕川支流河口干潟である喜入干潟で行った(31°23'N, 130°33'E)。愛宕川の河口は鹿児島湾の日石原油基地の内側に位置し、河口部は八幡川河口と交わっている(Fig. 1)。干潟周辺はメヒルギなどから成るマングローブ林が広がり、マングローブ林の北限となっている。干潟上には腹足綱や二枚貝

Maekawa, N., T. Haruta and K. Tomiyama. 2015. The habitation recovery of snailfauna in the disturbance of road construction on Kiire in the tideflat in Kagoshima. *Nature of Kagoshima* 41: 271-286.

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

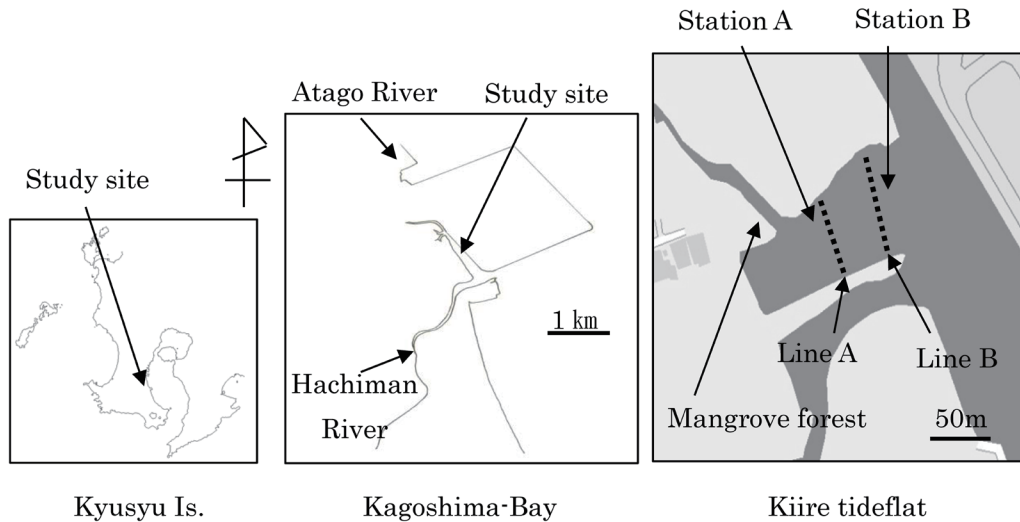


Fig. 1. 調査地の位置. 調査地は喜入の愛宕川河口に位置する. Station A は架橋部分の真下に設定した. Station B は本流近くの干潟に設定した. 干潟の地形断面測量は Line A と Line B で行った.

綱をはじめ多くの底生生物が生息している. 中でもウミナナ科の巻貝類が最も多く生息している. Kojima et al. (2001) の研究では, 喜入干潟に生息するウミナナ属の個体はすべてウミナナのミトコンドリア DNA を持っていることが報告されている. よって, 調査干潟に生息しているウミナナ属の一種はすべてウミナナであるとした.

干潟上では 2010 年から道路整備事業として干潟上に三本の柱を持つマリニピア橋の建設が行われている. 工事内容や日程に関する細かな資料は入手できなかったが, 大まかには, 2009 年に橋の両端の柱, 2010 年中心の柱, 2011 年に橋の上部を建設する予定となっていた. 2011 年には橋自体は完成していたが, 2012 年以降も橋の両端の道路整備が続いており, 現在も通行止めとなっている.

この防災道路整備事業が巻貝類の生態へどれほど影響するかを比較するため, 2つの調査地点 (Station) を設置した. 干潟上に建設されている橋の真下で, 工事の影響を大きく受けたと思われる場所を Station A, 愛宕川の本流の傍で, 工事の直接的な影響をあまり受けていないと思われる場所を Station B とした. 底質は Station A は泥質, Station B は砂質である.

堆積物食の吸腔目ウミナナ科に属する腹足類. 太い塔形で, 成殻では殻口が張り出してずんぐりしており, 体層側面には低い縦張肋が現れる. 殻口後端の滑層瘤は白く顕著であり, 殻表の螺肋は低く, 肋間は狭い. 縦肋は不明瞭である. 発生様式は紐状の卵鞘を産み, ベリジャー幼生が孵化するプランクトン発生の生活史をとる. 北海道南部から九州, 朝鮮半島, 中国大陸に分布している. かつて各地の内湾域に多産していたが, 東京湾や三浦半島では著しい減少傾向が認められる. イボウミナナと比較すると本種の生息地は多く, 浜名湖以西の三河湾, 伊勢湾, 瀬戸内海, 有明海などに健全な個体群が残されている. しかし, 生息場所は埋め立て等で減少している (風呂田, 2000). 喜入干潟では粒の粗い砂礫~砂を好み, 潮間帯の中流~下流に生息している.

ヘナタリ

Cerithidea (Cerithideopsis) cingulate (Gmelin, 1791)

堆積物食の吸腔目キバウミナナ科に属する腹足類. 殻は塔状円錐型で螺塔高く 10 数層を数える. ふつうは泥水に汚染されること甚だしいが, 清水の流水する砂底に棲むものは顆粒列が白色で, 縫合下は黄色で肋間は黒褐色である. 発生様式はプ

ランクトン発生である。内湾奥部の河口汽水域、低潮帯表層に生息し、房総半島、北長門海岸～南西諸島、朝鮮半島、中国大陸、インド、西太平洋に分布している。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、生貝は見出されていない。喜入干潟では粒子の細かい泥質～砂泥質を好み、潮間帯の中流～下流に生息している(行田, 2003)。

カワアイ

Cerithideopsisilla (Cerithideopsisilla) djadjariensis (K. Martin, 1899)

堆積物食の吸腔目キバウミナ科に属する腹足類。各層の表面には3条の螺旋脈をめぐらし、脈上には顆粒が見え、縦溝によって顆粒を整列する。その顆粒は体層で弱まり底面で喪失する。発生様式はプランクトン発生である。内湾奥部の泥質干潟にヘナタリと混生する場所もある。かつて各地の内湾域にごく普通に生息していたが、東京湾や三浦半島では著しい減少傾向が認められる。浜名湖でも現在生息が確認できていない。伊勢湾以西から南西諸島にかけては健全な個体群が確認できる干潟が多いが、生息場所は埋め立て等で減少している(行田, 2003)。喜入干潟ではヘナタリと同所的に、わずかに生息している。

サンプル採集

調査は2013年1月～2014年11月の期間に毎月1回、大潮から中潮の干潮時に行った。調査地点A, Bに各2回、ランダムにコドラートを設置した。コドラートは50 cm×50 cmのものを使用し、コドラート内を4分割(25 cm×25 cm)した。コドラート内の砂泥を深さ約5 cm採取し、1 mmメッシュの篩にかけ、貝類を採取した。採取した貝は研究室に持ち帰り、一度冷凍したのち各種ごとの出現数の記録、ノギスでの殻高の計測(0.1 mmの精度)を行った。その後乾燥し、チャックつきポリ袋に入れて保管した。

干潟の高さ計測

研究材料である三種が同所的に生息できる要因の一つとして潮間帯の干潟の高さが挙げられる。今後の観測に必要であると考え、2014年7月にStation AとStation Bにて干潟の高さを計測し、それぞれをLine A, Line Bとした(Fig.1)。計測は干潟の満潮線から対面する満潮線までの50 mで水平を取り、数十メートルおきに高さを計測しグラフに表した。過去に同地点で同じ距離の計測に関する報告は無い。Station Aでの10 m区間の計測が大滝・富山(2001)によって報告されているため、短い区間ではあるが比較を行った。

過去の気象情報との比較

気象庁が公開している過去の気象情報から、天気、降水量、風力などの記録を入手し、サンプルが採集された月と照合し、個体数減少などとの関連を調査した。

■ 結果

ウミナナのサイズ別頻度分布の季節変化

Station A [2013 (Fig. 2-1, 2)–2014 (Fig. 3-1, 2)] 2013年1月は12 mmをピークに6–18 mmまでの緩やかな山型をし、21 mmにも1個体確認された。2月になると6 mmと18 mmサイズの個体が比較的多く、範囲は6–21 mmであった。3月は12 mmと18 mmの山型を二つ作り、範囲は9–21 mmであった。4月個体数が少なく、は9 mmが4個体、18 mmが1個体のみ確認された。5月も個体数が少なく、9 mmをピークとし、6–21 mmの範囲で個体が僅かに確認された。6–7月は個体数が急増し、共に12 mmと18 mmをピークとした大きな山型を二つ形成し、最大サイズも共に24 mm、最小は6月が9 mm、7月が6 mmだった。8–9月に個体数が減少し、共に12 mmをピークとして小さな山型を示した。範囲は共に9–21 mmであった。10月は15 mmをピークに山型を示し、範囲は6–24 mmであった。11月のピークは12 mm、範囲は6–21 mmの山型をしめし、12月は18 mmをピークに、範囲は6–21 mmであった。

2014年1月は6 mmと18 mmをピークとして双山型を示した。2月は3–6 mmと18–21 mmの

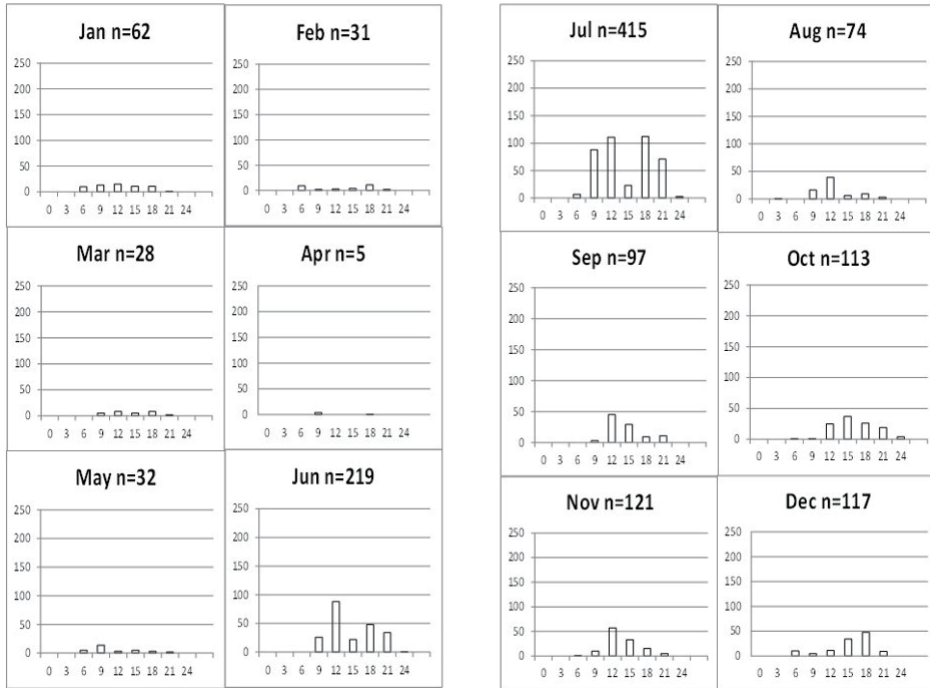


Fig. 2. 2013 年 Station A におけるウミニナのサイズ別頻度分布の季節変化のヒストグラム、縦軸は採集体数を示す、横軸は殻高 (mm) を示す。

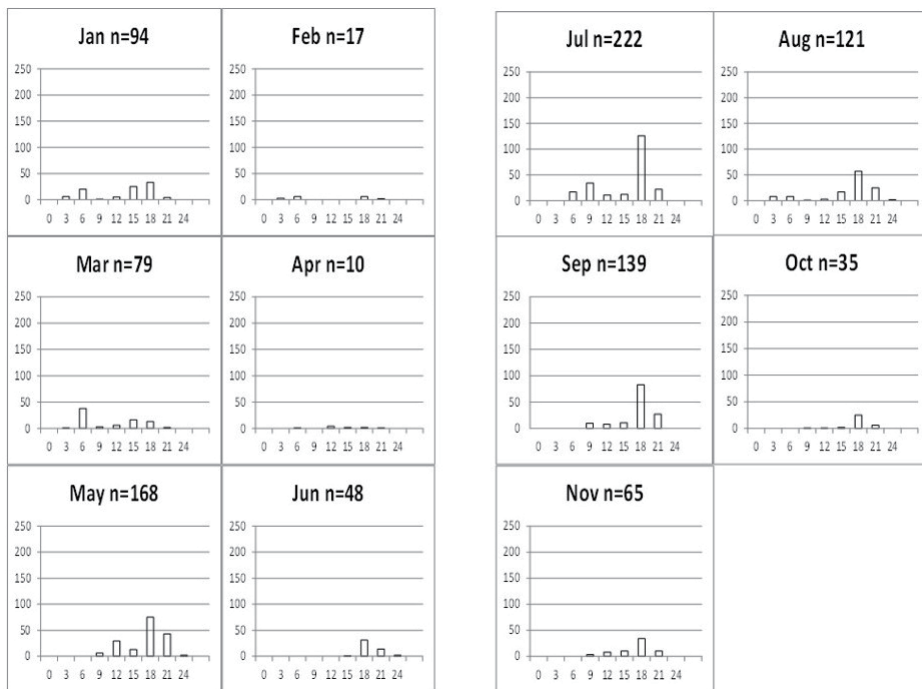


Fig. 3. 2014 年 Station A におけるウミニナのサイズ別頻度分布の季節変化のヒストグラム、縦軸は個体数を表す、横軸は殻高 (mm) を表す。

範囲でわずかに個体が出現した。3月は1月と似ており、6 mmと15 mmをピークとして双山型を作った。4月には個体数が減少し、6 mmと12-21 mmの範囲でわずかに見られた。5-6月は共に18 mmをピークとし、範囲はそれぞれ9-24 mm、15-24 mmであった。7月は9 mmと18 mmをピークとした6-21 mmの範囲の双山型をしめし、8月は18 mmをピークに3-24 mmの範囲で一つ山型を示した。9-11月は共に18 mmをピーク、範囲は9-21 mmであった。

Station B [2013 (Fig. 4-1, 2)-2014 (Fig. 5-1, 2)] 2013年1月は6 mmと18 mmをピークに山型を二つ形成し、範囲は6-21 mmであった。2月も1月と最大、最小値は同じで、12 mmをピークに山型を示した。3月はピークが16 mm、範囲は6-21 mmの緩やかな山型を示した。4-5月は個体数も多く、一部のサイズが突出して多く、4月は16 mmが、5月は9 mmが多かった。4月の範囲は9-21 mmで、5月は6-21 mmであった。6月は18 mmがピークだが、範囲の9-21 mmまで個体数に比較的大差はなかった。7-8月は個体数も少なく、各サイズの個体数もほとんど差はなかった。7月は範囲が9-21 mm、8月は範囲が狭く12-21 mmであった。9月に個体数が増加し、12 mmをピークとした山型を形成し、範囲は9-21 mmであった。10月、11月、12月は個体数に比較的差はなく、ピークはそれぞれ15 mm、15 mm、21 mm、サイズ範囲は12-24 mm、9-21 mm、6-21 mmであり、いずれも山型であった。

2014年1月は6 mmと15 mmをピークとして、3-21 mm範囲の双山型をつくり、2月も6 mmと18 mmをピークとした、3-24 mmの双山型を作った。3月は21 mmをピークとした12-24 mm範囲の一つ山型を示し、4月は18 mmをピークに12-24 mm範囲で同様の形を示した。5月は12 mmをピークとし、6-15 mmの山形となり、6月は18 mmをピークとした9-24 mm範囲で緩やかな山型を示した。7月は12-24 mmの範囲で出現し、8月は9 mmと18 mmをピークに6-24 mmの範囲で双山型を示した。9、10、11月はともに18 mmをピークとし、それぞれ12-24 mm、9-21 mm、

6-21 mmの範囲で山型を示した。

ヘナタリの仲間のサイズ別頻度分布の季節変化

Station A [2013 (Fig. 6-1, 2)-2014 (Fig. 7-1, 2)] 2013年1月は6 mmがピークであり、6-9 mm、15-21 mmの二つのグループに分かれ、12 mmサイズは確認されなかった。2月は9 mmが非常に多く、9 mmをピークとした6-15 mmのグループと、18-21 mmに僅かに確認された。3月で個体数が激減し、3-9 mmのグループと、18-21 mmのグループに分かれているが、ほとんど個体数に差はない。4月に個体数が増加、9 mmが突出し6-15 mmのグループと、18-21 mmに僅かに出現した。5月は個体数が少なく、出現範囲も9-15 mmと狭かった。6月も5月同様に個体数が少なく、サイズ範囲は12-24 mmと少し広がった。7月は個体数がさらに少なく、出現範囲は9-24 mmと広がった。8月のピークは15 mm、範囲は9-24 mmであり、9月は個体数が減少し、24 mmをピークとして範囲は12-27 mmであった。10月は24 mmをピークとし、15-24 mmと範囲が狭かった。11月は18 mmをピークに12-24 mmの小さな山型をしめした。12月は個体数も少なく、9 mmのグループと15-21 mmのグループに分かれており、それぞれ差異はあまり見られなかった。1-4月にかけて10 mm以下の稚貝が多く、それ以降10 mm以上のサイズに移行していた。

2014年1、2月は21 mmをピークとして、それぞれ12-30 mm、12-27 mmの範囲で、小さな山型をつくった。3月もまた21 mmをピークとし、15-27 mmの範囲で小さな山型をつくり、6 mmで僅かに出現した。4月は個体数が少なく、18-27 mm範囲で見られ、5月も同様に個体数が少なく、15-27 mm範囲で見られた。6-11月まで21 mmをピークとし、範囲は6-7月は12-24 mm、8-9月は12-27 mm、10-11月は12-24 mmで、いずれも小さな山型を示した。

Station B [2013 (Fig. 8-1, 2)-2014 (Fig. 9)] 2013年1月は12-21 mmの範囲で、特に12 mmと18 mmに個体が集中していた。2月は個体数が非常に少なく、15-21 mmの狭い範囲に出現した。3

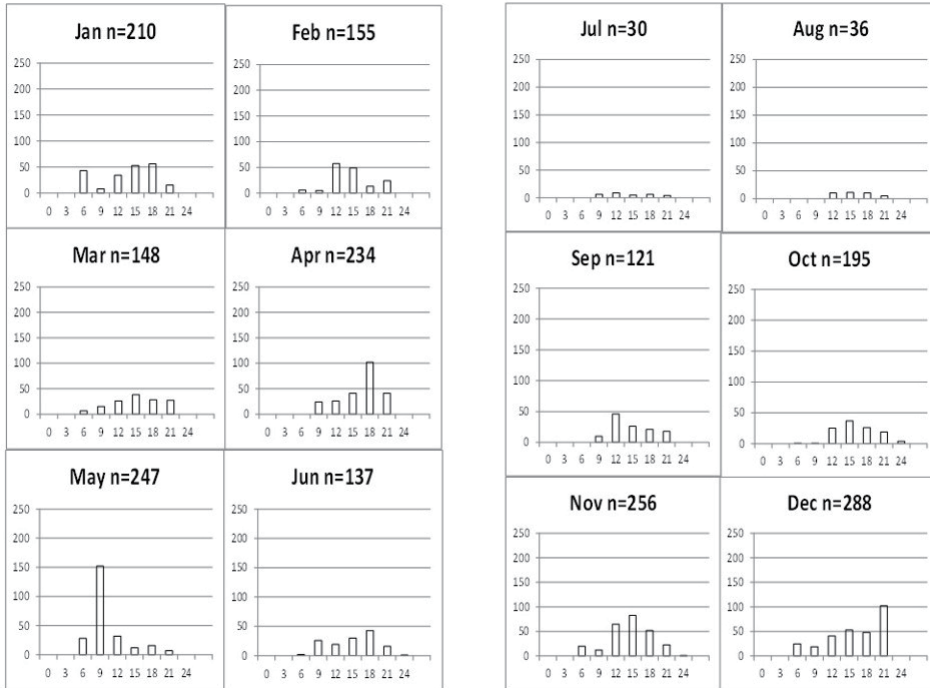


Fig. 4. 2013年 Station Bにおけるウミナナのサイズ別頻度分布の季節変化のヒストグラム、縦軸は個体数を表す。横軸は殻高(mm)を表す。

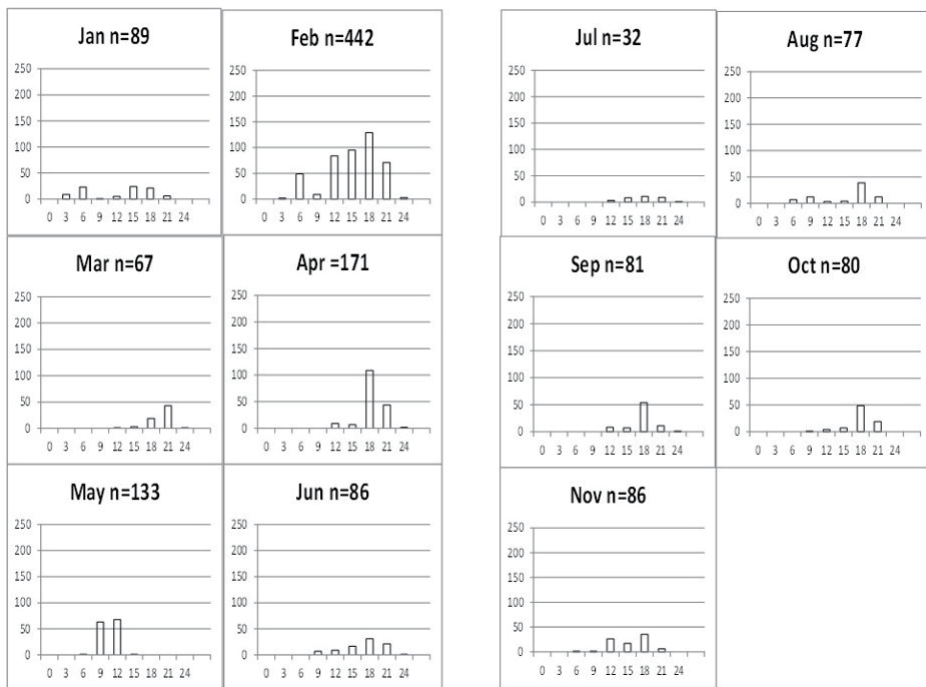


Fig. 5. 2014年 Station Bにおけるウミナナのサイズ別頻度分布の季節変化のヒストグラム、縦軸は個体数を表す。横軸は殻高(mm)を表す。

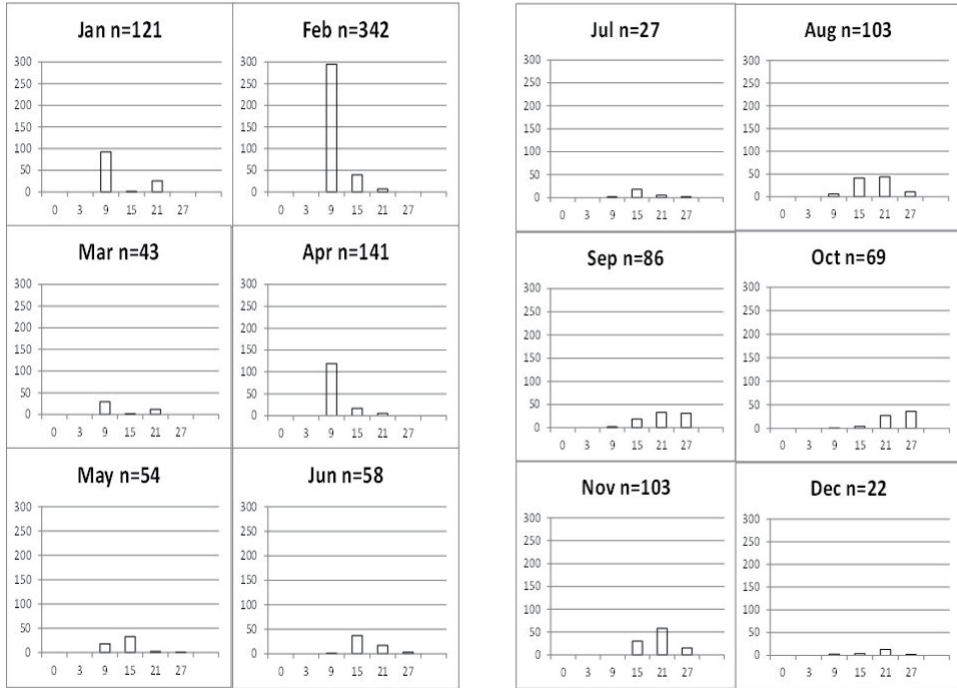


Fig. 6. 2013年 Station A におけるヘナタリの仲間のサイズ別頻度分布の季節変化のヒストグラム、縦軸は個体数を表す。横軸は殻高 (mm) を表す。

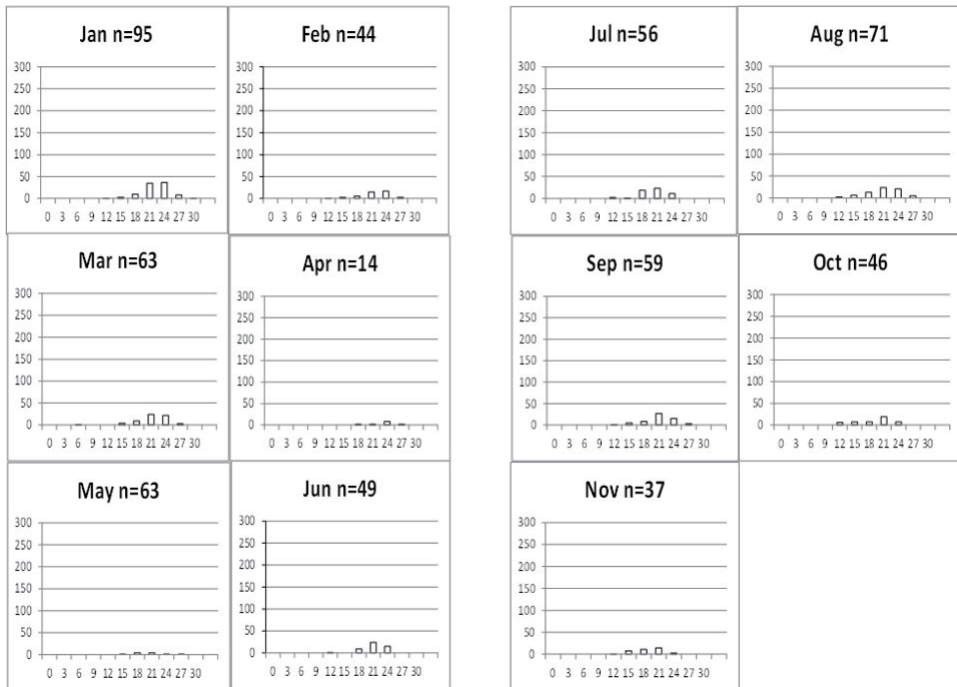


Fig. 7. 2014年 Station A におけるヘナタリの仲間のサイズ別頻度分布の季節変化のヒストグラム、縦軸は個体数を表す。横軸は殻高 (mm) を表す。

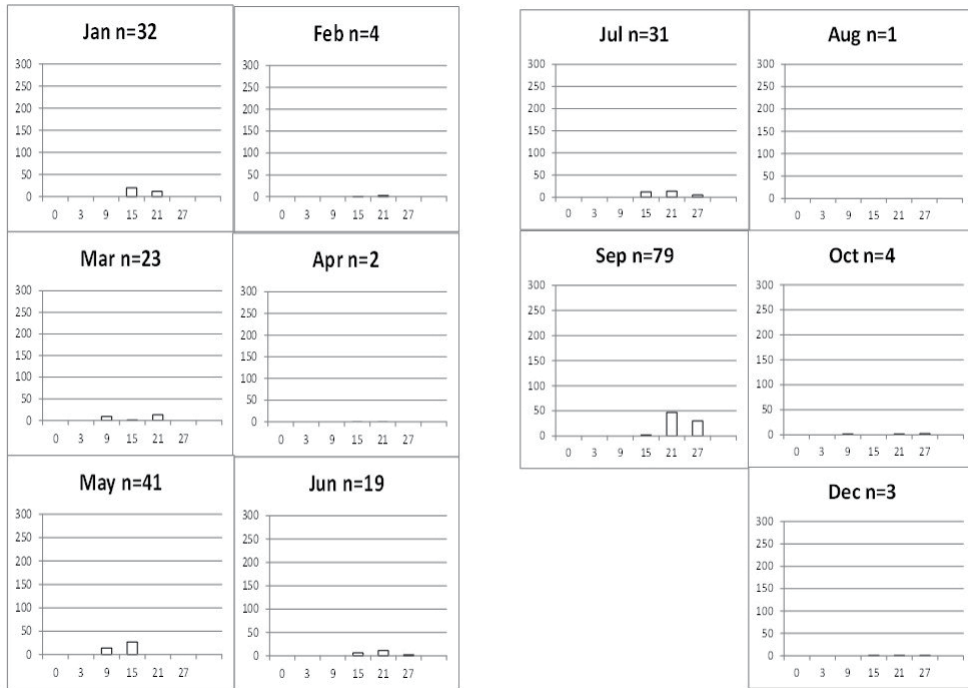


Fig. 8. 2013 年 Station B におけるヘナタリの仲間のサイズ別頻度分布の季節変化のヒストグラム。縦軸は個体数を表す。横軸は殻高 (mm) を表す。

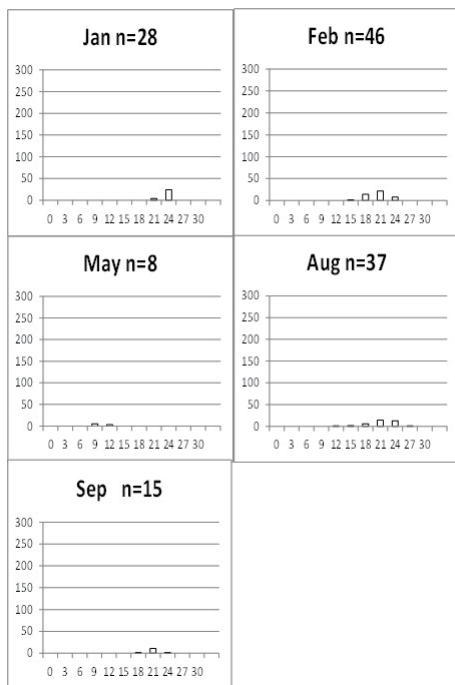


Fig. 9. 2014 年 Station B におけるヘナタリの仲間のサイズ別頻度分布の季節変化のヒストグラム。縦軸は個体数を表す。横軸は殻高 (mm) を表す。

月は 6-12 mm の範囲と 18-21 mm の範囲に分かれていた。5 月は 9-18 mm までの狭い範囲に集中し、ピークは 12 mm であった。6 月は個体数が減少し、21 mm をピークとする、12-24 mm までの緩やかな山型を示した。7 月も同様に、18 mm をピークとし、12-27 mm の範囲で緩やかな山型を示した。9 月は個体数が増え、21 mm をピークに 18-27 mm の範囲で大きな山型を作り、12 mm にも出現個体が見られる。10 月は個体数が大幅に減少し、9 mm、18 mm、24 mm に僅かに出現した。4 月、8 月、12 月に関しては個体数が 4 個体未満であり、サイズ頻度分布として有用ではないと判断したため記述していない。1 年を通して個体サイズが 10 mm 以上でピークを示していた。比較的冬場のサイズが小さかった。

2014 年はいずれの月も出現範囲が狭かった。1 月は 24 mm が最も高く、範囲は 21-24 mm、2 月は 21 mm をピークとした 15-24 mm 範囲の山型を示した。3 月は個体数が非常に少なく、9-12 mm 範囲で僅かに出現した。4-7 月は個体が採取

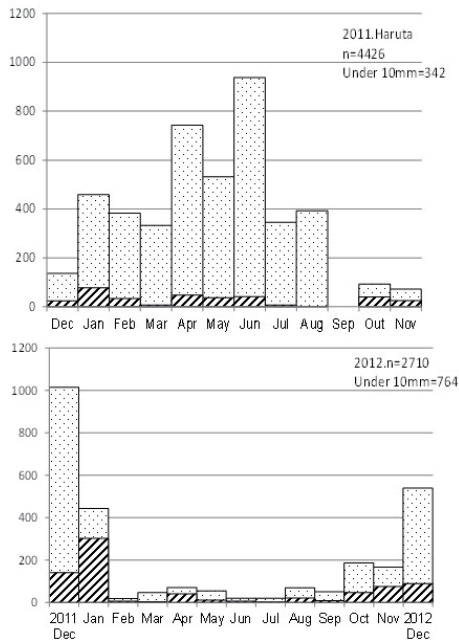


Fig. 10. 2011, 2012年のウミナラの Station Aにおける総個体数季節変化。縦軸は個体数を表す（点描部は殻高10 mmを越える個体，斜線部は殻高10 mm以下の個体を示す）。横軸は採集した月を表す。

されなかった。9-10月はともに21 mmをピークに18-24 mm範囲で小さな山型を示した。

ウミナラの個体数の季節変化

Station A [2011-2014 (Figs. 10, 11)] 2011年の総個体数は4426個体で，2010年12月から6月にかけて個体数が増え，7月から減少していった。9月に個体群が消滅し，10-11月に少し個体数が回復した。10 mm以下の個体数は342個体であり，最も多く出現したのは1月であった。2012年は1月から7月にかけて個体数が減少し，12月にかけて増加した。総個体数は2710個体，10 mm以下の個体数は764個体であった。2012年12月の90個体から2013年4月の5個体までゆるやかに減少し，5月の22個体から7月の415個体にかけて約13倍に急増した。8月に再び74個体へと約1/5に減少し，その後9月97個体，10月113個体，11月121個体，12月117個体と大きな変動はなかった。総個体数の最少は4月の5個体，

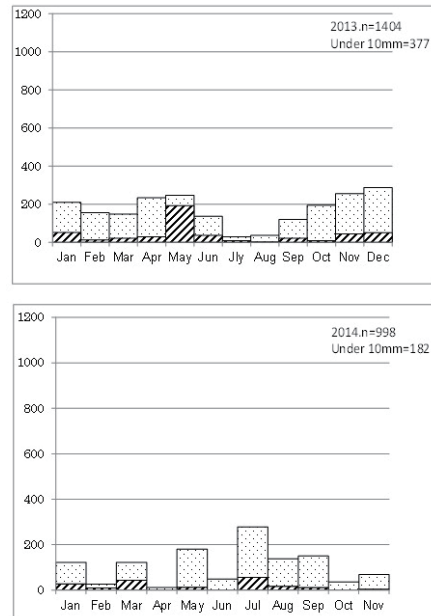


Fig. 11. 2013, 2014年のウミナラの Station Aにおける総個体数季節変化。縦軸は個体数を表す（点描部は殻高10 mmを越える個体，斜線部は殻高10 mm以下の個体を示す）。横軸は採集した月を表す。

最大は7月の415個体であった。また，1 mm以下の個体においても7月が最も多く133個体が確認された。反対に4月，9月，10月は10 mm以下が4個体と最少であった。2012年度結果の10 mm以下の個体数と比較すると，383個体から377個体へと，新規参入個体の大きな減少は見られず，2013年度では10 mm以下の個体が10 mm以上の個体を上回っていた月は2012年12月の64個体，2013年4月の4個体，5月の21個体であり，その割合はそれぞれ約70%，80%，95%であった。2014年1月は94個体，2月の17個体，3月79個体，4月10個体とそれぞれ約4倍の増減，4月から5月168個体へ17倍増加，5月から6月48個体へ約2/7に減少，6月から7月222個体へ5倍に増加した。7月から8月の121個体へ約1/2に減少し，9月の139個体から10月の35個体へ約1/4減少した。このように大きな増減が多く見られた。総個体数の最大は7月の222個体，最少は4月の10個体であり，10 mm以下の個体数が

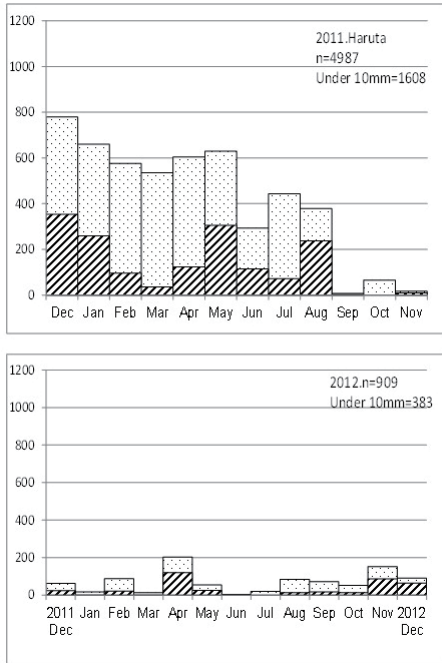


Fig. 12. 2011, 2012年のStation Bにおけるウミニナの総個体数季節変化。縦軸は個体数を表す（点描部は殻高10mmを越える個体，斜線部は殻高10mm以下の個体を示す）。横軸は採集した月を表す。

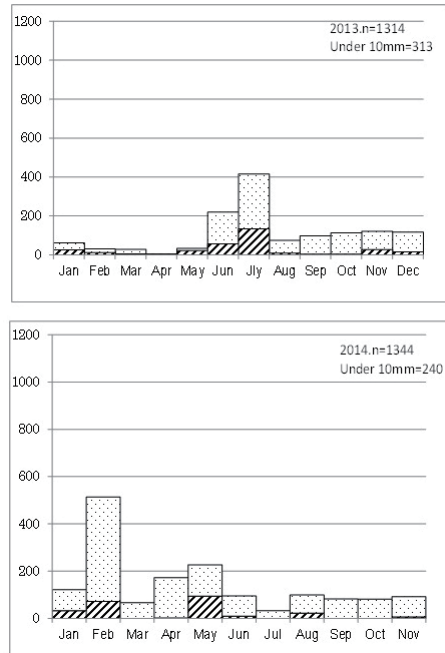


Fig. 13. 2013, 2014年のStation Bにおけるウミニナの総個体数季節変化。縦軸は個体数を表す（点描部は殻高10mmを越える個体，斜線部は殻高10mm以下の個体を示す）。横軸は採集した月を表す。

10 mm 以上の個体数を上回った月は、2月の9個体と3月の43個体で、それぞれ53%、54%を占めていた。2013年度の10 mm以下の総個体数と比較すると、377個体から182個体へ約1/2に減少した。

Station B [2011–2014 (Figs. 12, 13)] 2011年は2012年12月から3月まで総個体数が徐々に減少し、5月まで増加、6月で大きく減少し、7月に再び上昇した。9月は個体群が消滅し、10–11月はわずかに個体が確認された。総個体数は4987個体、10 mm以下の個体数は1608個体であった。10 mm以下の個体は2010年12月、3月、8月をピークとして山型を示した。2012年は総個体数が909個体、10 mm以下の個体数が383個体であった。3、6月は個体数が確認されず、4月が最も多く、個体数に各月ばらつきがあった。10 mm以下の個体に関しても同様である。2013年は2012年から総個体数が約2/5に減少し、1月から3月の148個体にかけてゆるやかに減少した。3月から5月

の247個体へ約1.7倍と増加し、7月の30個体まで約1/10に減少した。7月から12月の228個体にかけては約10倍に増加した。総個体数の最少は7月の30個体、最大は2012年12月の540個体であった。10 mm以下の個体においては、5月が最も多く193個体、最少は8月の3個体であった。10 mm以下の個体が10 mm以上の個体を上回っていた月は5月の193個体のみであり、約78%を占めていた。2012年度の10 mm以下の総個体数と比較すると、764個体から572個体へ約3/10減少していた。

2014年1月は89個、2月の442個体へ約5倍に増加後、3月の67個体まで約1/5に減少した。3月から4月に再び171個体まで約3倍に増加し、5月の133個体から6月の86個体まで約3/5に減少した。その後は大きな増減は見られなかった。総個体数の最大は2月の442個体、最少は7月の32個体であった。10 mm以下の個体が10 mm以上の個体数を上回った月は5月の94個体で、約

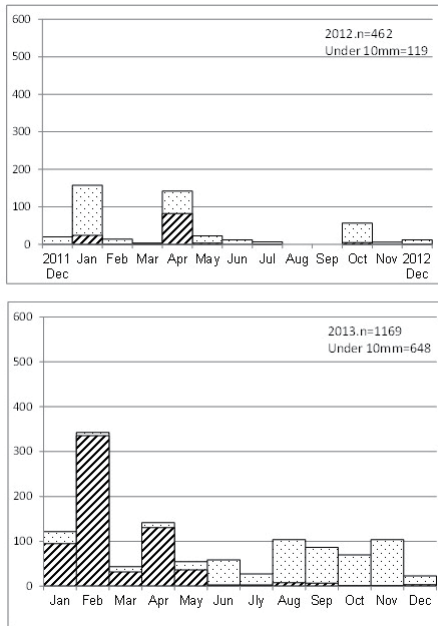


Fig. 14. 2012, 2013年のStation Aにおけるヘナタリの仲間の総個体数季節変化。縦軸は個体数を表す（点描部は殻高10 mmを越える個体，斜線部は殻高10 mm以下の個体を示す）。横軸は採集した月を表す。

71%を占めていた。2013年度の10 mm以下の総個体数と比較すると、572個体から240個体まで、約2/5に減少した。

ヘナタリの仲間の個体数の季節変化

Station A [2012–2014 (Figs. 14, 15)] 2012年の総個体数は462個体、10 mm以下の個体数は119個体であった。2013年1月の121個体から、2月に約3倍の342個体へと増加した。2月から3月には43個体へと約1/10に激減し、4月に141個体へと3倍増加した。また、7月の27個体から8月の103個体へ約3倍に増加し、11月の103個体から2013年12月の22個体へ約1/5減少した。このように大きな増減が多く確認された。総個体数の最少は2013年12月の22個体、最大は2月の342個体であった。10 mm以下の個体数においても2月が最も多い335個体、最少は10月と11月の1個体であった。10 mmの個体が10 mm以上の個体を上回っていた月は、2012年12月の

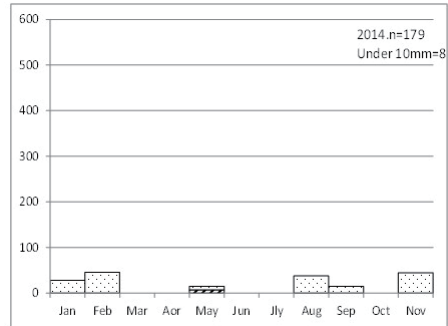


Fig. 15. 2014年のStation Aにおけるヘナタリの仲間の総個体数季節変化。縦軸は個体数を表す（点描部は殻高10 mmを越える個体，斜線部は殻高10 mm以下の個体を示す）。横軸は採集した月を表す。

241個体、1月の93個体、2月の335個体、3月の36個体、4月の130個体、5月の36個体であり、それぞれ約94%、77%、98%、67%、92%、67%であった。2012年度10 mm以下の総個体数と比較すると、1179個体から888個体へ約1/5減少した。2014年は1月の95個体から2月の44個体へ約1/2まで減少し、3月に63個体まで増加するが4月に14個体まで約1/5に大きく減少した。6月に49個体まで増加し、8月の71個体を山として前後で増減している。総個体数の最大は1月の95個体であり、最少は5月の11個体であった。10 mm以下の個体はほとんど確認されず、全体で3個体のみであった。2014年の同地点では888個体が確認されている。よって採取された貝のほとんどが成貝であった。

Station B [2012–2014 (Figs. 16, 17)] 採集された個体数が非常に少なく、2012年度の同地点では総個体数が1309個体であったのに対し、2013年度は249個体であった。2月4個体、4月2個体、8月1個体、10月4個体、2013年12月3個体のように個体数が10未満の月が多かった。その中で9月のみ個体数が79個体と多く、そのほとんどは10 mm以上の成貝であった。10 mm以下の個体においては、10 mm以上の個体を上回ったのは5月のみで28個体、68%を占めていた。2月、4月、6月、7月、8月、10月、11月、2013年12月では10 mm以下の個体は採集されなかった。

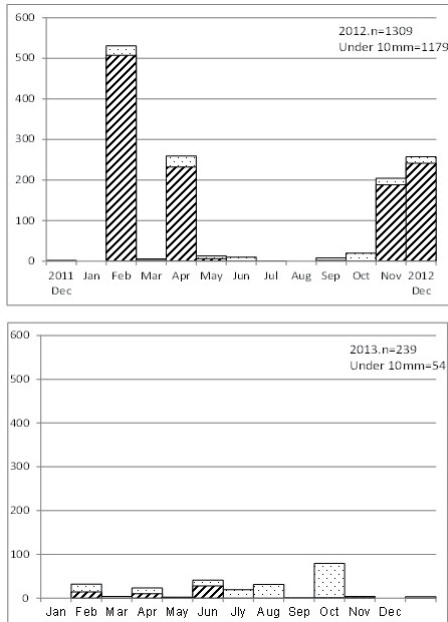


Fig. 16. 2012, 2013 年の Station B におけるヘナタリの仲間の総個体数季節変化。縦軸は個体数を表す（点描部は殻高 10 mm を越える個体，斜線部は殻高 10 mm 以下の個体を示す）。横軸は採集した月を表す。

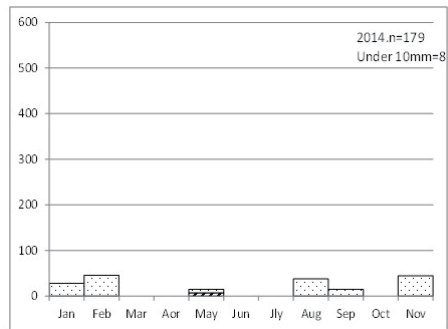


Fig. 17. 2014 年の Station B におけるヘナタリの仲間の総個体数季節変化。縦軸は個体数を表す（点描部は殻高 10 mm を越える個体，斜線部は殻高 10 mm 以下の個体を示す）。横軸は採集した月を表す。

2012 年度の 10 mm 以下の総個体数と比較すると、119 個体から 59 個体へとおよそ半数に減少していた。

2014 年の総個体数は 2 月の 46 個体，採取された中で最少は 7 個体であった。1 月の 28 個体から 2 月の 46 個体へ増加し、3-4 月は個体が採取されなかった。5 月に 8 個体採取されたが、

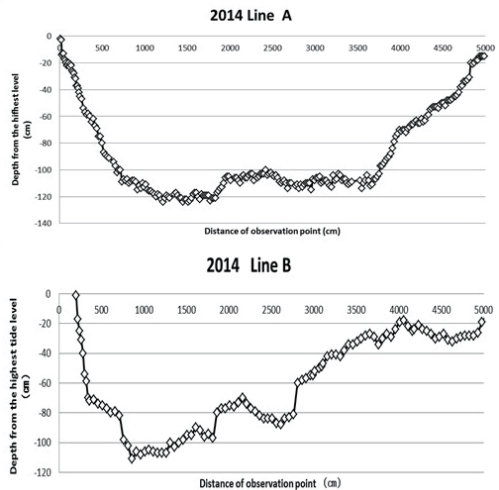


Fig. 18. Line A と Line B における地形断面測量に基づく地形断面図。縦軸は潮位最高地点からの鉛直方向の深さ (cm)。横軸は潮位最高地点の基準点からの水平方向の距離 (cm)。

6-7 月に再び個体が採取されなかった。8 月は 37 個体採取されたが、9 月に 15 個体まで減少し、10 月は個体が採取されなかった。11 月は 2 月の次に個体数が多く、45 個体であった。採取されたほとんどが成貝であったが、5 月のみ 10 mm 以下の個体が 10 mm 以上の個体数を上回った。5 月以外は 8 月に 1 個体のみ 10 mm 以下の個体が採取された。2013 年の同地点における 10 mm 以下の個体数は 54 個体であり、大きく減少したことが分かった。

喜入干潟の高さ計測

干潟の地形断面の測量結果を Fig. 18 に示す。

Line A 最深値は 1216 cm 地点、1451 cm 地点、1511 cm 地点の -124 cm であった。大滝ほか (2001) の報告での Line A は同計測地点の 4000-5000 cm に当たる。比較すると、40000 cm 地点で 2001 年では約 -140 cm であったが、2014 年では約 -30 cm と 4 倍以上高くなっていた。

Line B 最深地は 360 cm 地点の -111 cm であり、凹凸が激しい。こちらに関しては比較することのできる記録がなかった。

過去の気象情報

2011年9月の両調査地点での個体群の消滅が気象の影響を受けた可能性があることから、気象庁の過去の気象データ（気象庁ホームページ、2015）より調査した（Table 1）。

干潟の攪拌を引き起こす要因として考えられる台風に関して、2011年9月に台風13-19号が発生していることが気象庁のデータから分かった。内、九州南部に接近したものは7-9日に発生した14号、13-22日に発生した15号のみである。いずれも接近したのみで、15号に関しては静岡県に上陸した。14号の接近した期間の最多降水量は1時間に0.5 mm、最大瞬間風速は9日の7.4 m/sであった。15号の発生した期間では最多降水量は16日の1時間に16.5 mm、最大瞬間風速は20日の10.9 m/sであった。

鹿児島県の薩摩・大隅地方では、1時間の降水量が40 mmで注意報、70 mmで警報となる。風力に関しては、陸上・海上ともに、20 m/sで暴風、12 m/sで強風となる。以上のことから、9月に発生した台風による雨風はいずれも注意報や警報に値するものではなかったことがわかった。

■ 考察

ウミニナ

サイズ頻度分布図 Station Aにおいてサイズ別頻度の季節変動の仕方は、2013-2014年ともにおおそ一致していた。しかし、春田・富山（2011）の報告から、2011年では年間をとおして12 mm以上の個体頻度が高くなっており、夏季以外には幼貝も見られていたが、2012年以降サイズ頻度の出現時期が逆転したことが分かった。

Station BではStation Aと同様に季節変動の様子はほぼ一致していた。しかし、春田・富山（2001）の報告では2011年では春から夏にかけて6-9 mm、15-20 mmの範囲で双山型を示していたが、2012年以降は徐々に10-18 mm範囲のひとつ山へと変化した。

巻貝類の生活史は生息環境によって異なる場合があるが、喜入干潟では過去の研究報告から、7-8月が繁殖期、9-10月が幼貝として着底後、幼貝のまま冬を越し、3年目の6-8月に成熟する

Table 1. 2011年の鹿児島市における毎月の気象庁発表の気象データ。

月	降水量 (mm)				気温 (°C)				風向・風速 (m/s)				日照 時間 (h)		
	合計	日最大	1時間	最大 10分間	日平均	日最高	日最低	平均風速	最低	最高	最低	最高		最大瞬間風速	風向
1	23.5	8.5	3.0	1.0	4.9	9.0	0.7	1.8	-2.3	12.9	7.8	7.8	15.7	北	91.6
2	118.5	28.5	13.0	4.0	10.0	15.2	4.9	1.1	-1.8	21.9	7.3	7.3	16.8	北	117.8
3	47.5	25.0	5.0	2.0	9.9	15.9	4.4	1.5	-0.9	21.5	7.1	7.1	16.2	北	183.5
4	74.0	20.0	10.0	5.5	15.0	21.5	8.6	1.2	4.1	26.0	5.8	5.8	13.4	南	217.2
5	29.7	112.5	16.0	5.5	20.2	24.7	16.2	1.1	9.5	30.5	7.0	7.0	14.6	北	119.0
6	679.5	132.0	47.0	15.0	23.8	27.3	21.0	1.2	15.9	34.5	5.7	5.7	15.4	北	67.0
7	204.0	82.0	22.5	11.0	27.5	31.8	24.2	1.5	21.6	34.2	10.4	10.4	19.5	南	205.1
8	248.0	105.5	41.0	11.5	27.8	23.3	24.3	1.4	22.0	33.6	5.8	5.8	13.4	北	192.9
9	274.5	104.5	46.0	15.0	25.5	29.9	21.8	1.4	14.2	34.5	6.3	6.3	13.6	北	152.3
10	179.5	44.0	29.0	14.5	20.5	24.8	16.5	1.0	10.6	28.0	6.0	6.0	15.0	南	140.7
11	211.5	158.0	51.5	16.0	17.3	21.8	13.0	1.0	3.9	27.0	6.5	6.5	14.5	南	119.5
12	53.5	41.5	7.5	2.0	9.7	14.2	5.6	1.4	0.9	20.6	7.2	7.2	13.7	北	140.1

ことが分かっている(金田・富山, 2013)。これらは, Station Bにおいて, 10–11月に新規加入が起こったとした吉住・富山(2010), 9–12月の間に幼貝が現れ, 12月に最も多くの幼貝が見られたとした安永・富山(2008)の研究, 4–8月において新規加入が起こったとした若松・富山(2000)とほぼ一致する。このことから, 10月以降に出現した10 mm以下の個体は着底後の個体, 1–7月に出現した個体は冬を超えた1令以上の個体ではないかと推測した。つまり, サイズ頻度分布図から, 2011年以降生活史の変化, または着底場所が変わった可能性があると考えられる。

個体数の季節変化図 また, 2011–2014年の個体数の季節変化図から, 2011年9月以降3年間個体数が大きく減少していることがわかった。2011年9月に干潟上の掘削がおこなわれたことが分かっていることから, その影響が大きいと考えられる。台風等の天候の影響調査から, 2011年9月には, 干潟上の底生生物に特別大きな影響を与えることはなかったことが分かっており, 両地点で同時に個体群が消滅した要因は天候によるものではなかったと考える。小島ほか(2003)の研究によると, ウミナナはプランクトン幼生による広域分散過程を持つ。風呂田(2000)はこのような広域分散過程を持つ多くの底生動物にとって, 干潟の着底場所の消失による局所個体群のネットワーク消失が, 種の衰退の原因であると推測している。

ウミナナにおいては, 次世代を担う10 mm以下の新規加入個体数から, Station Aでは大きな減少傾向が現在も続いている。Station Bにおいては, 10 mm以上の成貝の個体数が増加する一方で, 新規加入個体が減少していることから, 現在も減少傾向が続いていると考え

える。しかし, 生息域, または着底地点が変化した可能性も考えられるが, 本研究では追及できなかった。

ヘナタリの仲間

サイズ頻度分布図 ヘナタリの仲間に関しては, 工事業直後の2011年のデータがないので,

2012–2014年の比較を行った。

Station Aにおいて, 2012年では1–4月に9 mm以下のサイズ頻度が高くなる時期があり, その後15–21 mmを範囲として一つ山型を作る傾向にあった。2013–2014年は共に1–4月にかけて9 mm以下のサイズ頻度が低いが, 5月以降のサイズ頻度に関しては2012年と一致しており, Station Aでは2012年と2013年であまり変化はなかった。

Station Bにおいては, 2012年で冬季に9 mm以下のサイズ頻度が高くなる時期があり, 冬季以外は10–20 mmの範囲でわずかに個体が確認された。2013年以降は冬季にみられていた9 mm以下の頻度が下がり, 2014年では見られなくなった。

生息環境によってことなるが, 喜入干潟でのヘナタリの仲間の生活史は, 夏に産卵(綱尾, 1963), 秋ごろに着底, 2年目に成熟個体となる。また, ヘナタリは世代交代が他の腹足類よりも比較的遅く, 産卵も少ないという報告がある。これらのことから, 10 mm以下の個体数頻度の低さからも, 干潟上に着底することができなくなった, もしくは繁殖を行っていない, 性成熟した成貝の減少などが考えられる。

総個体数の季節変動 両地点で少なくとも2012年以降急激に個体数が減少していた。特に2013–2014年にかけて幼貝の大きな減少が目立った。よって両地点ともに個体数の減少傾向が3年間続いていることが分かる。ウミナナ同様に2013年では一時増加したが, 10 mm以下の個体数は減少し続け, ほとんど確認されなくなった。

要因の一つとして, ウミナナ同様に気象影響と生息域の移動が考えられるが, 先に述べたように台風などの気象による影響は考えられないと思われる。

生息域の移動について, 移動の要因として底質の変化による移動がある。今回土質の詳しい粒度分析は行えなかったが, Station Aにおいて, 目視により砂泥質から砂礫に変化しつつあると思われる。ヘナタリは潮間帯の比較的粒の粗い泥地を好む傾向にあるため(真木・富山, 2002), 砂～砂礫に変化したことで移動した可能性がある。その

理由として、Station A と Station B で確認されなかった時期に、そり土壌が泥質なマングローブ内で個体群が見られることがあるとの未発表の報告がある。

以上のことから工事による干潟の高さや、底質の変化によって、中流かつ粒子の細かい泥質を好むヘナタリが移動した可能性があると考えられるが、干潟の高さについては整備事業が開始される以前の記録が不足しているため、明確な比較は行えなかった。

喜入干潟における今後の課題

干潟上の巻貝類が同所的に生息できる要因は大変複雑に関係しあっている。干潟の破壊はこれらの要因の根本に大きな影響を与えることになると考えられる。そのため、工事業による人的破壊が干潟上の生態に大きな影響を与えたことは否定できないだろう。そして今研究の4年間の結果報告の比較から、喜入干潟上の生態が回復しているとは言えないと考えられる。この研究は継続した観測に意味がある。今研究では一部のみ個体数の減少がとまりつつあるが、ほとんどは大きく減少し続けていることから、個体群の消滅の可能性も見えてきた。

また、個体の減少だけでなく、ウミナナ、ヘナタリの仲間の同所的な生息が不可能になりつつあることも分かった。干潟は生物に対して、生息機能、水質浄化機能、生物生産機能、親水機能などの様々な役割をもっている。また、生物は干潟の高さや底質などによって棲み分けをし、同所的な生息を可能にし、干潟上の生物多様性に繋がっている。干潟が埋め立て等によって破壊され、干潟上の底生生物が姿を消しつつあり、ウミナナやヘナタリの仲間もそのうちのひとつだ。今後、現存している干潟日本の干潟が破壊を受けることのないように、破壊後の環境変化の一例として今研究を報告する。そして継続的な研究調査として、本研究における調査地での観察を続けるとともに、点ではなく、干潟上を面としてとらえた調査が必要である。また、干潟の高さの計測も引き続き行うことも重要である。加えて、干潟を細かく区分し、

土質を分析・比較すること、マングローブ林内での個体群調査、工事日程の詳しい内容の入手が必要であると考えられる。

■ 謝辞

本研究を行うにあたって、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の先生方、研究調査を手伝って下さった生態学研究室の皆様、他研究の友人達に深くお礼申し上げます。

■ 引用文献

- 安達建夫, 2012. 干潟の絶滅危惧動物図鑑 — 海岸ベントスのレッドデータブック. 日本ベントス学会編. 東海大学出版会.
- 足立尚子・和田恵次, 1998. ウミナナとホソウミナナの混生域における分布. *Venus*, 57 (2): 115-120.
- 行田義三, 2003. 貝の図鑑—採集と標本の作り方. 南方新社.
- 風呂田利夫, 2000. 湾内の巻貝, 絶滅と保全—東京湾のウミナナ類衰退からの考察. 月刊海洋号外, 20: 74-82.
- 春田拓志・富山清升, 2011. 鹿児島湾喜入干潟での防災道路整備事業における巻貝類の生態. 2010年度鹿児島大学理学部地球環境科学科卒業論文.
- 上村了美・土屋 誠, 2006. 沖縄本島におけるイボウミナナ個体群および餌資源の季節変動. *Venus*, 66 (3-4): 191-204.
- 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ナナ; *Batillaria multiformis* (Lischke, 1869) (腹足綱ウミナナ科) の貝殻内部成長線分析. *Nature of Kagoshima*, 39: 127-136.
- 気象庁ホームページ, 2015. <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?sess=6ef525a9cdef28cea634ce58ca736e68>
- Kojima, S., Ota, N., Mori, K., Kurizumi, T. & Furota, T., 2001. Molecular phylogeny of Japanese Gastropods in the genus *Batillaria*. *Journal of Molluscan Studies*, 67: 377-384.
- 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: 特にカワイを中心にして. *Venus*, 61 (1-2): 61-76.
- 森田昌之, 1986. 東京湾およびその周辺に産する潮間帯腹足類ウミナナ属の比較生物的観察. 東邦大学特別問題研究報告. 30 pp.
- 大滝陽美・真木英子・富山清升, 2001. 北限マングローブ林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.
- 杉原祐二・富山清升, 2002. ウミナナ (*Batillaria multiformis*) 集団におけるサイズ頻度分布季節変動の個体群間比較. 2001年度鹿児島大学理学部地球環境科学科卒業論文.
- 田上英憲・富山清升, 2004. 干潟におけるウミナナ (*Batillaria multiformis*) の生活史. 2003年度鹿児島大学理学部地球環境科学科卒業論文.

- 武内麻矢・富山清升, 2004. 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ミナ類の鹿児島県内における分布. 2003年度鹿児島大学理学部地球環境科学科卒業論文.
- 田代美穂・富山清升, 2001. 溜沼水系におけるカワザンショウガイの分布と各地域の個体群構造. *Venus*, 60 (1-2): 79-91.
- 網尾 勝, 1963. 海産腹足類の比較発生ならびに生態学的研究. 水産大学研究報告, 12: 15-144.
- 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 (3): 225-243.
- 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.
- 山本百合亜・和田恵次, 1999. 干潟に生息するウミミナ科貝類4種の分布とその要因. *南紀生物*, 41: 15-22。
- 安永洋子, 2008. 干潟におけるウミミナ (*Batillaria multiformis*) の生活史. 2007年度鹿児島大学理学部地球環境科学科卒業論文.
- 吉住嘉宗・富山清升, 2010. 鹿児島県喜入干潟における巻貝相の生態学的研究. 2009年度鹿児島大学理学部地球環境科学科卒業論文.