

桜島袴腰の転石海岸におけるイシダタミガイ (*Monodonta labio confusa*) の生態学的研究 — ω 指数を用いた共存する複数種の巻貝類の種間関係の分析—

橋野智子・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

鹿児島県の桜島には溶岩によって形成された転石海岸があり、その潮間帯には数 m の岩から数 cm の小石まで様々な大きさの転石が存在する。そして、転石層の厚さも下層の砂が見える程度から数 10cm の深さまで潮位やその場所によって異なり、潮間帯の環境は変化に富んでいる。

本研究では、この転石海岸で比較的多く見られる巻貝の生態学的研究の一環として、桜島袴腰海岸におけるイシダタミ (*Monodonta labio confusa*) 個体群の 1 月ごとのサイズ頻度分布と季節ごとの密度を調査し、イシダタミガイの生態を明らかにすることを目的とした。イシダタミガイは潮間帯の転石帯の転石の下などに生息している巻貝である。北海道以南に分布する。

サイズ頻度分布調査は 2007 年 1 月から 2008 年 2 月まで月に 1 回、潮間帯で 100 個以上採集し、殻高を測り、生活史を調べた。イシダタミガイの新規個体加入のピークは 2007 年 4 月と 2007 年 12 月から 2008 年 2 月にあったが、3・5・6・11 月にも少数ではあるが加入していた。夏はサイズピークが 6 から 9 月にかけて 8 mm から 1 mm ずつ大きくなった。

5 月、8 月、10 月、12 月に生息密度調査を行い、季節ごとの垂直分布を調査した。イシダタミガイは潮間帯の中部上から下部まで広く分布していた。5 月は中部上に中部下よりも小型の個体が現れた。8 月は中部下に中型、大型の個体が集中し、中部上の小型の数は中部下より多かった。10 月は中型、大型は中部下に分布し、小型は中部上に分布していた。12 月は下部に小さい個体が集中し、中型、大型の個体は中部上に分布していた。中部上では 10 月に密度が低くなるが、12 月には高くなっていった。中部下では 8 月の密度が最も高く 12 月にかけて低くなった。下部では 10 月から 12 月にかけて急激に密度が高くなった。

イシダタミガイ—シマベッコウバイの種間関係は、 ω 指数が ± 0.5 以内であることから、ほぼ独立分布であり、その傾向は 5 から 12 月にかけて重なる分布に近づいた。イシダタミガイ—カヤノミカニモリは 8 月と 12 月に排他的分布に近くなった。カヤノミカニモリは 8 月に中部上で多く、12 月に中部下で多い。一方、イシダタミガイは 8 月で中部下に多く、12 月で下部に多い。イシダタミガイの生殖に伴われる移動が、8・12 月において、排他的分布を示す原因の 1 つであると考察した。

■ はじめに

イシダタミガイは、北海道以南の全国各地にいるニシキウズガイ科の巻貝で、岩礁性の海岸や転石海岸に普通に見られる藻食性の腹足類である。イシダタミガイは澄川 (1955, 1958)、小島 (1962)、中野ほか (1981, 1984)、Takada (1996) によって生活史や生態が研究されている。

鹿児島県の袴腰海岸は 1914 年の大爆発の際に流れ出た溶岩でできた転石海岸であり、様々な大

Hashino, T. and K. Tomiyama. 2018. Ecological study of *Monodonta labio confusa* on lava shore in Hakamagoshi, Sakura-jima, Kagoshima Japan—coexistence relations between some snail species based on ω -index. *Nature of Kagoshima* 45: 135–146.

✉ 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: 28 December 2018
http://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK_045/045-024.pdf

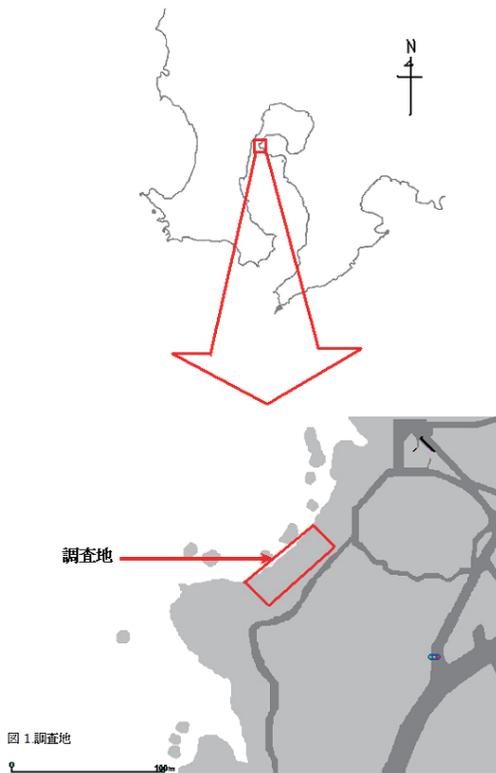


図1. 桜島袴腰転石海岸における調査地の地図。

きさの転石によって覆われている。この海岸は鹿児島湾内にある。桜島の潮間帯の生物に関する研究例は少ない。澄川（1955, 1958）は博多湾におけるイシダタミガイの寿命を研究し、浜男海岸で産卵回数が年1回であることと大多数のものが生涯に1回だけ産卵すること、死亡率は夏から冬にかけて高くなること、寿命が大多数で2年半から3年であることを報告した。小島（1962）は東北大学臨海実験所付近でイシダタミの産卵について研究し、浅虫附近における産卵期は7から8月で、繁殖期には高潮線附近に数個体ずつ集合して分布し、繁殖期以外では平均潮位から低潮線下に生息し、繁殖に関連した季節的移動が見られたことを報告した。中野らは志摩半島でイシダタミガイの年令組成と成長（中野ほか, 1981）と、成長と死亡（中野ほか, 1984）を研究し、志摩半島では3つの年令群があることと、成長曲線が一生を通じてほぼ直線であり、1年の成長では冬に緩慢になり、春から初夏及び秋に活発になり、夏に停滞す

ることを報告した。高田（1996）は天草でサイズ組成と加入の季節変化および垂直変化を研究し、幼貝は中潮帯に、中型の貝は高潮帯に、大型の貝は低潮帯に分布し、加入が成体の分布範囲の中心の中部に限定されることを報告した。野中（2000）は火山性溶岩の転石海岸における藻食性貝類4種の生活史と分布を研究し、その内の1つとしてイシダタミガイの新規個体の加入が4月と12月であるが、少数が長期にわたって加入していることと、夏に潮間帯の下部で集中して増加し、秋には上部に分散することを報告した。桜島袴腰海岸大正溶岩の岩礫性転石海岸における藻食性腹足類4種の生息密度とサイズ頻度分布の月変化（野中ほか, 2001）の研究では、4月と12月の加入のピークは天草よりも加入期間が限定されていることを示し、2つの年齢群から構成されていることと、7から8月にかけて数が減少し、大型個体が産卵後に死亡することで9月のモードが変化することを報告した。桜島袴腰海岸大正溶岩の岩礫性転石海岸における藻食性腹足類4種の潮間帯での帯状分布の季節的变化（野中ほか, 2002）の研究では、桜島の潮間帯が他の海岸と分布が異なる原因は各海岸の環境条件や他種との関係、同一種内の違う地域の集団からの影響などが異なっていることが関係していることを報告した。上記の報告と比較しつつ、袴腰の海岸の潮間帯でイシダタミガイの生活史と分布を調査し、環境条件や他種との関係を検討した。

■ 調査地と方法

調査地概要 鹿児島市桜島町袴腰の海岸（31°35'N, 130°36'E）（図1）は1914年の噴火の際の溶岩流が流れ込んだことによって形成された海岸である。溶岩由来の岩礫性をもった転石海岸である。この海岸には、様々な大きさの転石があり、転石は安山岩質溶岩特有の多孔質で不定形である。礫は粒径256 mm以上を巨礫、粒径64–256 mmを大礫、粒径4–64 mmを中礫、粒径2–4 mmを小礫とよぶ。地形・転石層の厚さは潮位や場所によって異なる。この研究では、潮間帯を上部・中部上・中部下・下部に分けた（図2）。上部は転

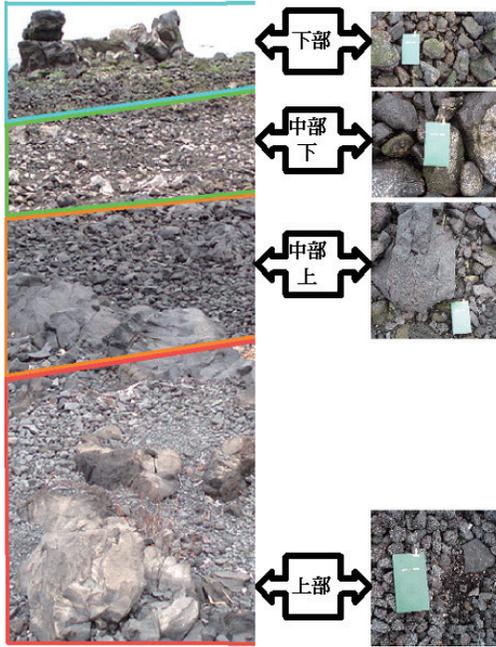


図2. 桜島袴腰転石海岸における採集地の潮間帯の区分の写真図.

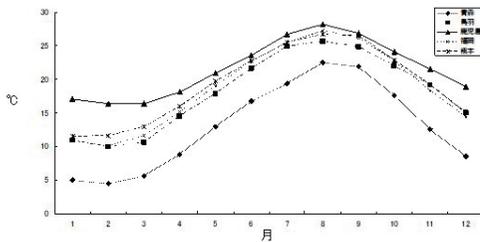


図3. 青森・鹿児島・熊本・鳥羽・福岡の月平均海水温.

石層が薄く、転石の大きさは直径数 cm で、その下は砂地。中部には直径数十 cm から数 m の岩と上部よりも大きな転石があり、その下は砂地。下部は多数の岩があり、転石層が深い。平均気温、平均海水温、平均日照時間等の基礎気象データは、気象庁や海上保安庁が公表している基礎数値からグラフを書き起こした (図3-8)。

材料 軟体動物門, 腹足綱前鰓亜綱, オキナエビスガイ目, ニシキウズガイ科, 学名 *Monodonta labio confuse*, 和名イシダタミガイ。

潮間帯に最も普通にみられる藻食性の巻貝の1つで、桜島の岩礁潮間帯でも普通にみられる。殻は重厚堅固で卵円錐形。螺層は7階、螺溝はせまく、肋は石畳状になっている。殻口は斜め下に傾

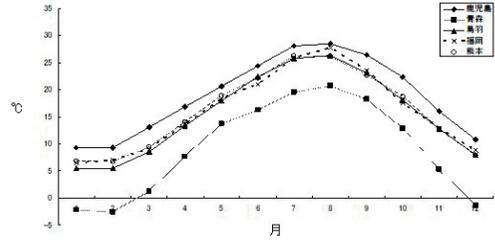


図4. 青森・鹿児島・熊本・鳥羽・福岡の月平均気温.

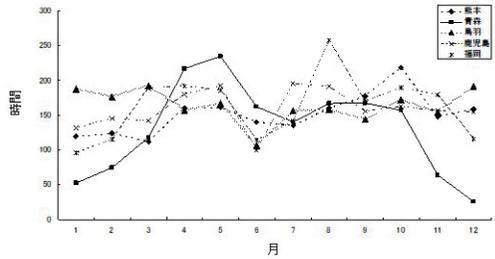


図5. 青森・鹿児島・熊本・鳥羽・福岡の月平均日照時間.

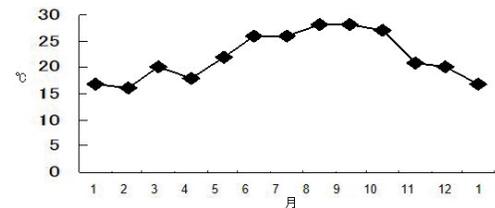


図6. 桜島袴腰転石海岸における2007年1月から2008年1月までの海水温. 気象庁・海上保安庁の発表データから作成.

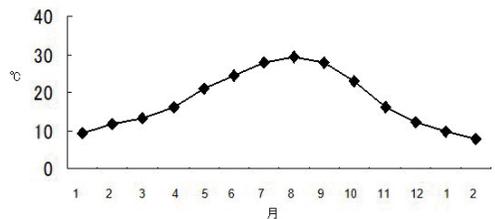


図7. 桜島袴腰転石海岸における2007年1月から2008年2月までの月平均気温. 気象庁・海上保安庁の発表データから作成.

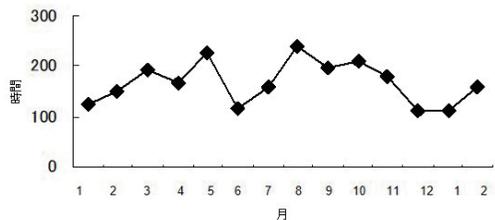


図8. 桜島袴腰転石海岸における2007年1月から2008年2月までの月平均日照時間. 気象庁・海上保安庁の発表データから作成.

き、真珠光沢があり、大きい。大きい殻口に比例して、足が広い。そして、軟体部は足の裏だけクリーム色で全体は黒く、這う速さが速く、活発である。軸唇に牙があり、底唇にも強いひだがある。体層大きく殻表には方形の顆粒を並べた多数の螺脈を石畳状にめぐらし、この石畳が全体暗緑色のものもあるが、多くは暗緑色と淡紅色とが交互になっている。オキナワイシダタミガイ (*M. labio labio*) では、石畳の1つ1つが顆粒状に突出しているが、イシダタミガイでは平ら。臍孔はなく軸唇は底唇に移行して彎曲し、その境に、切り込みがあり切り込みの両端は歯状となる。北海道以南の潮線内外に群生し多産する。蓋は黄色で、薄く多旋型。乾燥に強くない。潮間帯の岩礫の間に棲む。干潮時には、体が乾かないようにするために、岩陰に隠れたり、タイドプールの中に逃げ込んだり、潮が引く前に体内に海水を貯えたりする。殻高 25 mm, 殻径 22 mm。

イシダタミガイは泥っぽく、小石の転石地をもつ内湾的環境から険しい岩礁、玉石の浜をもつ外洋的環境まで広く分布する。奄美・沖縄の内湾的環境にいるタイプは殻厚で黄色身を帯び、1つ1つの顆粒が小さく、彫りが深い。外洋的環境にいるタイプは少し殻が薄く、表面は緑っぽい黒色で、顆粒は大きめである。彫りが浅いと水の抵抗は少ないなどの理由からこのような違いがあると考えられる(特に小さな個体では殻の表面が、石畳上にならず、肋のみ)。

肉食の巻貝で巻貝を狩る貝の例にレイシガイダマシモドキがいる。ゴマフニナとカヤノミカニモリを捕食する。しかし、イシダタミガイは例外の1つである。イシダタミガイは巻貝の中では足が速い上に、レイシガイダマシモドキが上に乗った場合、殻を左右に数回大きく回し振り、転落させて逃げる。

本研究で用いたイシダタミは鹿児島県鹿児島市袴腰の潮間帯の転石の上で2007年1月から2008年2月まで毎月1回採集した。採集にあたっては干潮時を選び、厳密な定量採集は行わなかった。

シマベッコウバイ (*Japeuthria cingulate* Reeve) は、新腹目エゾバイ科に属する肉食性の海産貝

類である。伊豆諸島以南・西太平洋に分布する巻貝であり、腐肉食性が強く、夜行性で、潮間帯の岩の隙間などに生息し、場所によっては群生することがある。同じエゾバイ科のイソニナ (*J. ferrea* Reeve) に生活様式もよく似ている。殻は紡錘形でやや薄質、各螺層はやや膨れ、殻表には非常に細い螺肋が規則的に走っている。殻口は細長い紡錘形で、殻色は、淡灰色の地色に茶褐色の縦縞があり、螺肋も茶褐色である。殻高は 35 mm, 殻幅は 15 mm。

盤足目オニノツノガイ科のカヤノミカニモリ (*Clypeomorus humilis*) は潮間帯の岩礁のくぼみにかたまってしまう。螺塔高く体層左側は縦脈状に膨れ、各層には3条の顆粒螺脈と間脈がある。縫合はほとんどくびれない。黒褐色または褐色で往々不規則な白色の点斑がある。前後溝の切り込みは短い。卵円錐形で厚質堅固。螺肋は黒く3本あって、縫合下の1本が他の2本より弱い傾向がある。螺肋の間は白っぽい、微細な螺肋線がある。いずれも縦溝で切れ大きい果粒状となっている。体層には螺肋が6-7本ある。殻口は半円形で外唇内縁は白色で黒点がある。ときには全身黄色の個体もある。夏にゼラチン質のひも状の卵塊を産む。オオシマカニモリガイ (*C. subbreviculus* Oostingh) に似ているが、このほうは螺塔が低く、体層は大きく、果粒が大きい。殻高:25 mm, 殻幅:13 mm。環境によって大きさの変化は著しく、倍くらいサイズの違うものがある。分布:房総半島から九州。本州中部以南潮線下に生息する。

月ごとのサイズ頻度分布調査の方法 イシダタミガイの生活史を調べるために2007年1月から2008年2月の期間に毎月1回、桜島の袴腰の海岸で、干潮時に、100個体以上採集した。本研究では潮間帯の上部・中部上・中部下・下部を以下のように定義した。大潮の干潮線から小潮の干潮線までが下部。小潮の干潮線から大潮の満潮線までが中部。中部は半分に区切り、海に近い方を中部下、大潮の満潮線に近い方を中部上とした。大潮の満潮線から上を上部とした。採集した貝はノグスで殻高(mm)を測り、記録した。そして、月ごとの殻高のサイズ頻度分布・生息密度・出現個

体数・殻高の平均値と標準偏差を求めた。

季節ごとの密度調査の方法 2007年の5月(春), 8月(夏), 10月(秋), 12月(冬)に50×50 cmのコドラートを潮間帯の中部上・中部下・下部(下部は10月, 12月)にそれぞれ5箇所ずつ設置して採集した。そして, 出現個体数と殻高(mm)を記録し, 季節による垂直移動と生息密度の変化を調べた。

イシダタミガイとシマベッコウバイ, イシダタミガイとカヤノミカニモリの種間関係 2007年の5月(春), 8月(夏), 10月(秋), 12月(冬)に50×50 cmのコドラートを中部上・中部下・下部(10月, 12月)それぞれ5箇所ずつ設置して採集した。区画内のイシダタミガイとシマベッコウバイ, イシダタミガイとカヤノミカニモリの種間関係を個体数から ω 指数を出して, 同所的生息の程度を考察した。 $\omega = 1$ のときは完全に分布が重なり, $\omega = 0$ のときは独立した分布で, $\omega = -1$ のときは排他的な分布を表す。0.5から-0.5の間は独立分布よりである。 ω 指数は2種間の独立分布に対する相対的な分布の重なり度の尺度であり, 下式で表される。 m_x は種Xについての平均密度, m_y は種Yについての平均密度。

$$\omega_{oi} = \frac{\gamma - \gamma_{limit}}{1 - \gamma_{limit}} = \frac{\dot{m}_y \dot{m}_x - m_x m_y}{(\dot{m}_x + 1)(\dot{m}_y + 1) - m_x m_y} \quad \gamma \geq \gamma_{limit} \text{ のとき}$$

$$\omega_{oi} = \frac{\gamma - \gamma_{limit}}{\gamma_{limit}} = \sqrt{\frac{\dot{m}_x \dot{m}_y}{m_x m_y} - 1} \quad \gamma \leq \gamma_{limit} \text{ のとき}$$

ω は分布が完全に重なっているとき最大値1, 独立分布のとき0, 完全に排他的なとき最小値-1をとる。

種Xと種Yに属する個体が同一空間に分布すると仮定する。Lloyd(1979)によると, 種Xに対する種Yの平均こみあい度(例, 1つのコドラート内に種Xが2匹, 種Yが10匹あるとすると, 種X1匹に対して, 種Yは5匹)

$$\dot{m}_{xy} = \frac{\sum_{j=1}^Q x_{xj} x_{yj}}{\sum_{j=1}^Q x_{xj}}$$

であり, 種Yに対する種Xの平均こみあい度は

$$\dot{m}_{yx} = \frac{\sum_{j=1}^Q x_{xj} x_{yj}}{\sum_{j=1}^Q x_{yj}}$$

ここで, x_{xj} と x_{yj} はそれぞれj番目の区画内の

種Xと種Yの個体数であり, Qは総区画数である。個々の種内の平均こみあい度が次式

$$\dot{m}_x = \frac{\sum_{j=1}^Q x_{xj}(x_{xj} - 1)}{\sum_{j=1}^Q x_{xj}}$$

と

$$\dot{m}_y = \frac{\sum_{j=1}^Q x_{yj}(x_{yj} - 1)}{\sum_{j=1}^Q x_{yj}}$$

で表されるとき, 種Xに対する種Xと種Y両種の平均こみあい度は

$$\dot{m}_{x,y} = \dot{m}_x + \dot{m}_{xy}$$

となる。同様に種Yに対する種Xと種Y両種の平均こみあい度は

$$\dot{m}_{y,x} = \dot{m}_y + \dot{m}_{xy}$$

である。もし種Xと種Yの区別をしなければ, 両種を含む全体のこみあい度は

$$\dot{m}_{x,y} = p(\dot{m}_x + 1 + \dot{m}_{xy}) + (1 - p)(\dot{m}_y + 1 + \dot{m}_{xy}) - 1$$

となる。ここで, $p = \sum x_{yj} / (\sum x_{xj} + \sum x_{yj})$ である。

γ は χ_{xj} と χ_{yj} との間のある種の相関係数と一致しており, 直線関係 $\chi_{xj} = \alpha \chi_{yj}$ にどの程度近いかを示す。

$$\gamma = \sqrt{\frac{\dot{m}_x \dot{m}_y}{m_x m_y}} / \left(\sqrt{\frac{(\dot{m}_x + 1)(\dot{m}_y + 1)}{m_x m_y}} \right)$$

■ 結果

殻高のサイズ頻度分布

潮間帯の2007年1月から2008年2月までのサイズ頻度ヒストグラムを図9に, サイズ頻度ヒストグラムを百分率にしたものを図10に示した。

2007年1月はピークが16 mmで, 小型の個体は少なかった。2月はピークが15 mmで, 小型の個体は少なかった。3月はピークが7 mmと15 mmの2峰が現われ, 小型の個体が少数加入した。4月は4 mmにピークが現われた。5月はピークが8 mmと17 mmの2峰が現われ, 少数の25 mmがあった。6月はピークが8 mm。7月はピークが10 mm。8月はピークが11 mmと20 mmの2峰が見られた。9月はピークが12 mm。10月はピーク

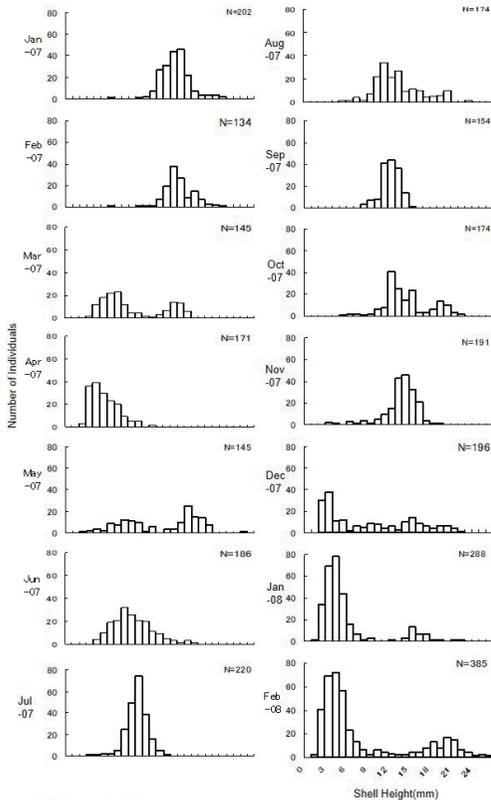


図9. 桜島袴腰転石海岸におけるイシダタミガイ 2007年1月から2008年2月までの殻高サイズ頻度分布。

クが 12 mm と 19 mm の 2 峰が見られた。11 月はピークが 14 mm で、少数の新規加入があった。12 月はピークが 3 mm で大型が少なかった。2008 年 1 月はピークが 4 mm で 4 mm の小型の峰と 15 mm の中型の峰が現われた。2008 年 2 月はピークが 4 mm で、1 月に現われた 4 mm と 15 mm の 2 峰は、4 mm と 20 mm の 2 峰になった (図 9)。

新規の個体が 2007 年 4 月と 2007 年 12 月から 2008 年 2 月に多く加入した。3・5・6・7・11 月にも少数現れた (図 9)。2007 年 1 月から 3 月まではピークのサイズが 9 mm 小さくなり、4 月から 5 月の 1 ヶ月の間にピークのサイズが 4 mm 大きくなったのに対して、5 月から 11 月までの 6 ヶ月の間に 6 mm しか大きくなっていない。12 月にはピークが 11 mm 小さくなって 3 mm になり、2008 年 1 月にはピークは 1 mm 大きくなった。2008 年 2 月のピークは 1 月と変わらなかったが、4 mm の割合が減り、5 mm が増えていた (図 10)。

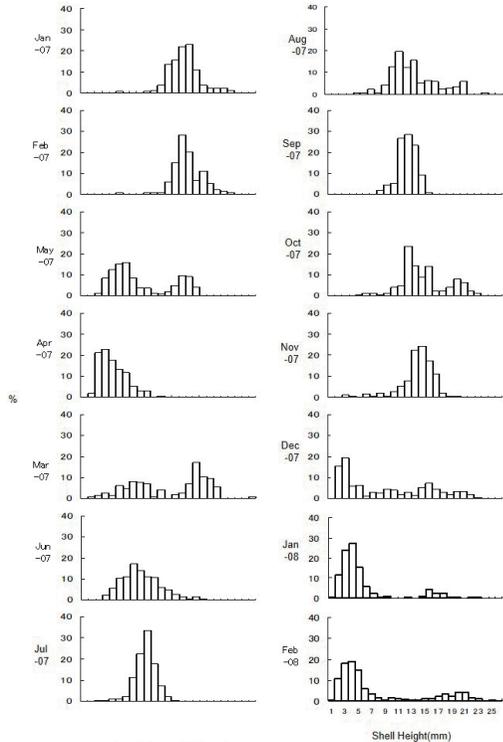


図 10. 桜島袴腰転石海岸におけるイシダタミガイ 2007 年 1 月から 2008 年 2 月までの殻高サイズ頻度分布の百分率表示。

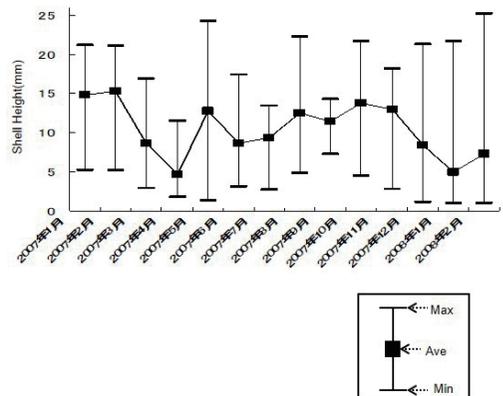


図 11. 桜島袴腰転石海岸におけるイシダタミガイ 2007 年 1 月から 2008 年 2 月までの月ごとの殻高の平均。

殻高の平均値

2007 年 1 月から 2008 年 2 月までの殻高の平均と最大値と最小値を図 11 に、5・8・10・12 月の中部上・中部下・トータル、10・12 月の下部の平均殻高・最大値・最小値の季節変化を図 12 に示した。

殻高の平均値は全体的に 2007 年 1 月から 4 月

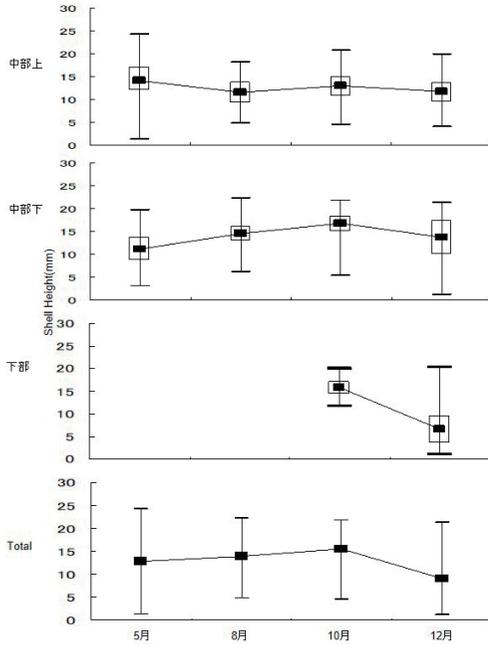


図 12. 桜島袴腰転石海岸におけるイシダタミガイ 2007 年 1 月から 2008 年 2 月までの場所ごとの平均殻高の季節変化。

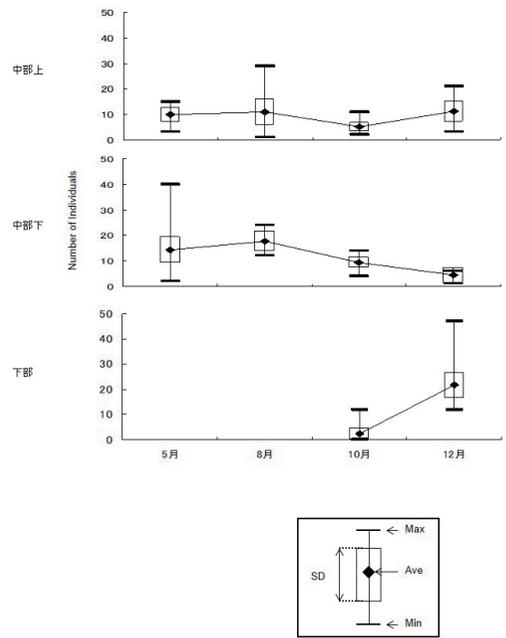


図 13. 桜島袴腰転石海岸におけるイシダタミガイ 2007 年 1 月から 2008 年 2 月までの生息密度。

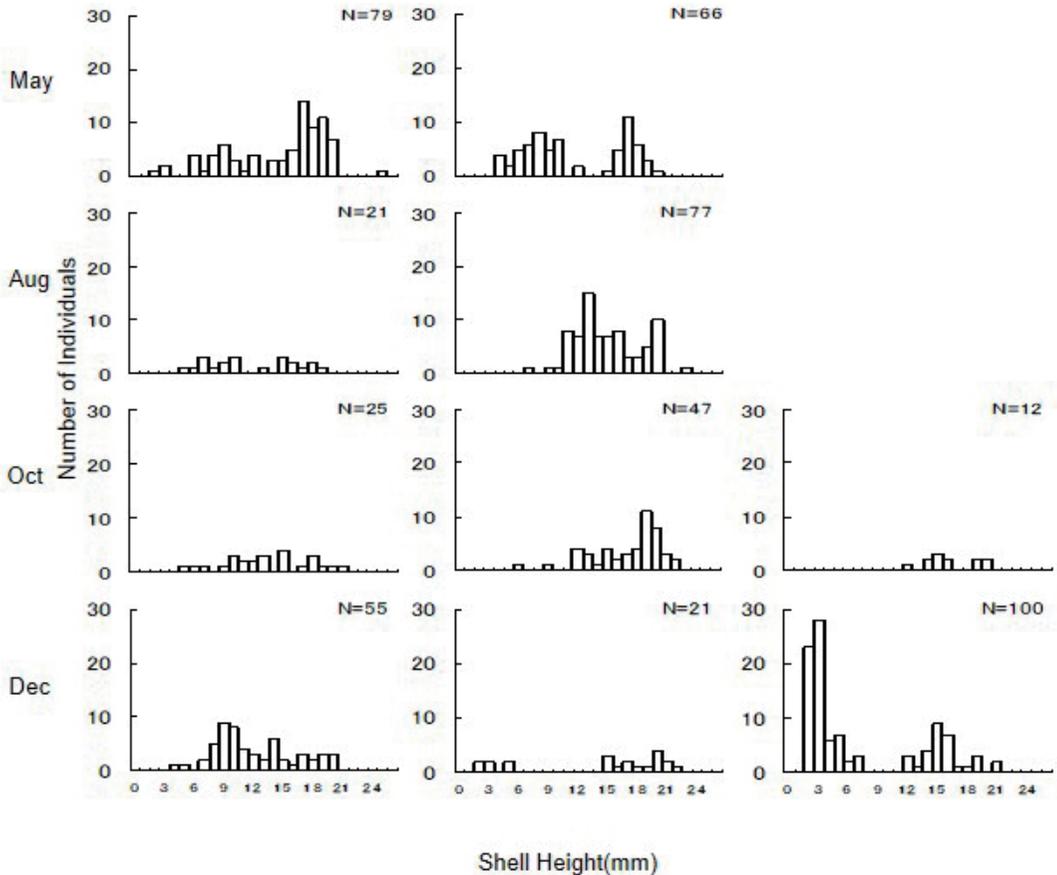


図 14. 桜島袴腰転石海岸におけるイシダタミガイ 2007 年 1 月から 2008 年 2 月までの場所ごとの殻高のサイズ変化。

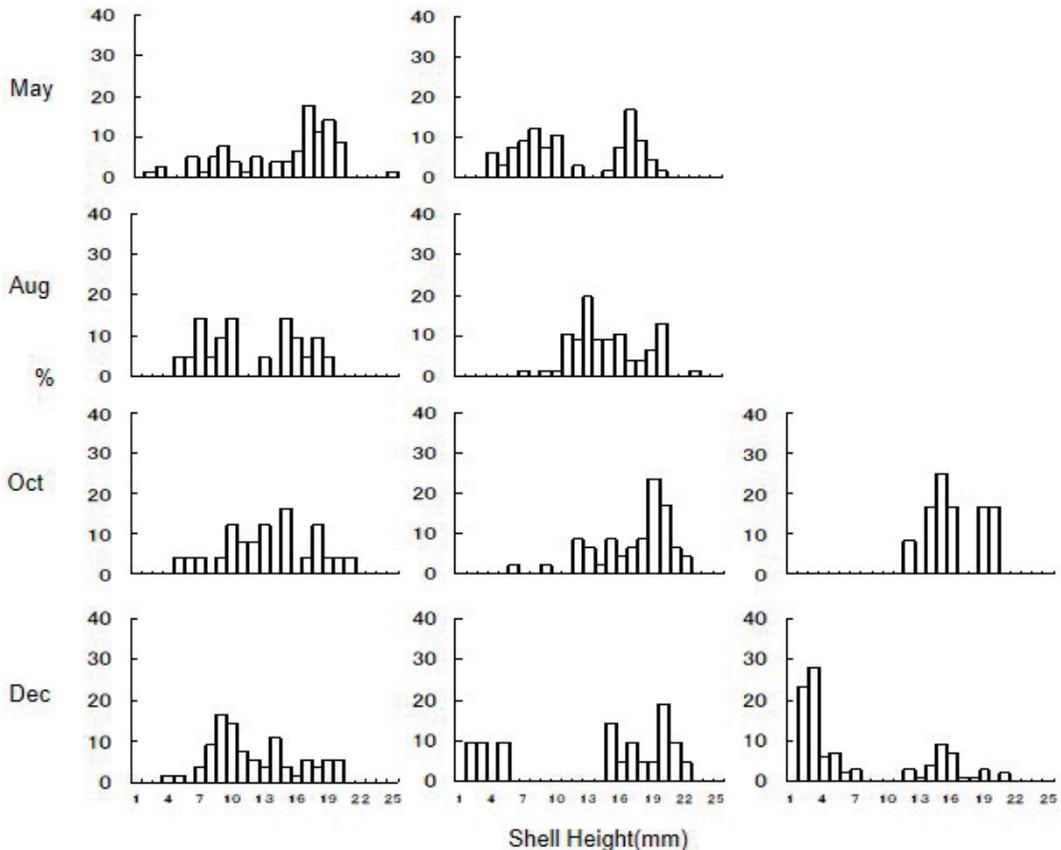


図 15. 桜島袴腰転石海岸におけるイシダタミガイ 2007 年 1 月から 2008 年 2 月までの百分率で表した場所ごとの殻高のサイズ変化。

にかけて小さくなり、4 月から 10 月まで大きくなった。10 月からは平均値が小さくなったが、2008 年 1 月から 2 月にかけて、再び大きくなっていった。大型は年間を通して生息しており、小型は 2007 年 3・4・5・6・7・11・12 月、2008 年 1・2 月に現われた (図 11)。中部上では 8 月と 12 月に低くなり、5 月と 10 月に高くなった。中部下では 5 月から 10 月にかけて高くなり、12 月に低下した。下部では 10 月から 12 月にかけて急減している (図 12)。

季節ごとの生息密度調査

5・8・10・12 月の中部上・中部下、10・12 月の下部の生息密度を図 13 に、5・8・10・12 月の中部上・中部下、10・12 月の下部の殻高のサイズ変化を図 14 に、5・8・10・12 月の中部上・中部下、10・12 月の下部の殻高のサイズ変化を百分率にし

たものを図 15 に、平均殻高の 5・8・10・12 月ごとの中部上・中部下・下部の変化を図 16 に示した。

中部上では、5 月から 8 月と 10 月から 12 月にかけて生息密度が増え、8 月から 10 月に減って、春夏は密度が高いが、夏秋は密度が低い。中部下では、5 月から 8 月に増え、8 月から 12 月にかけて生息密度は減少した。下部では、10 月から 12 月にかけて密度は急増した (図 13)。

5 月は中部上が中部下よりもやや密度が高く、8 月は中部下を中心に分布するが、小型が少なかった。10 月は中部下を中心に分布しているが、8 月に比べると密度の差が小さくなり、夏に比べて全体的に密度が低くなった。12 月は密度が下部に集中した。中部上は 10 月よりも密度が高かった。中部下の密度は調査を行った 4 つの月で最も低かった (図 14)。

3 mm 以下を小型、4 mm から 10 mm を中型、

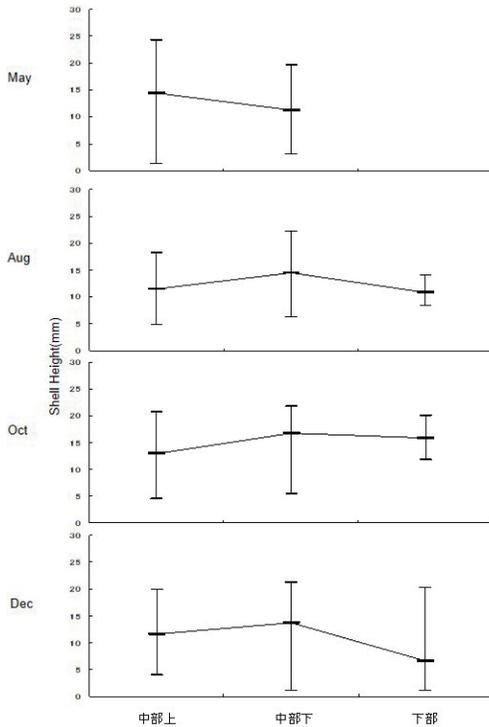


図 16. 桜島袴腰転石海岸におけるイシダタミガイ 2007 年 1 月から 2008 年 2 月までの季節ごとの平均殻高の垂直分布。

11 mm 以上を大型としたとき、全体的に中部上は大・中・小型の比が、11 : 38 : 1、中部下は 57 : 23 : 19 で 6 から 14 mm は採れなかった。下部は 14 : 29 : 57 で 8 から 11 mm は採れなかった (図 14)。

5 月の中部上と中部下では総数の差が 13 個あり、中部上のほうが多かった。中部上は大型約 59%・中型約 29%・小型約 4% で大型が集中して、9 mm と 17 mm がピークの 2 峰が見られた。中部下は大型約 41%・中型約 53%・小型約 6% で中型に集中して、8 mm と 17 mm がピークの 2 峰が見られた。8 月は中部上の総数は中部下の約 1/3 で中部下に集中していた。中部上は中型と大型の比は 1 対 1 で、5 月の中部上で見られた 2 峰は、8 月でも見られた。中部下は、大型約 70%・中型約 30% で大型が集中して、5 月の中部下で見られた 2 峰は、8 月ではピークが 13 mm と 20 mm の不明瞭な 2 峰になり、それぞれの峰は成長していた。また、4 mm 以下は採集できなかった。10 月は中部上が総数の約 30%・中部下約 56%・下部約

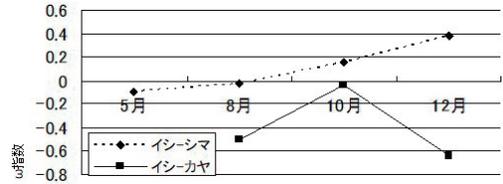


図 17. 桜島袴腰転石海岸におけるシマベッコウバイ・カヤノミカニモリとの種間関係。

14% で中部下に集中していた。全体的に個体数が少なく、4 mm 以下は採集できなかった。中部上は中型が 72% を占めていた。中部下は大型が約 70% を占めて、ピークが 19 mm の 1 峰になった。下部は中型と大型が 1 対 1 で、ピークが 15 mm と 19, 20 mm の 2 峰型が見られた。12 月は中部上が総数の約 31%・中部下約 12%・下部約 57% で下部に集中していた。中部上は大型約 53%・中型約 47% でやや大型が集中し、ピークが 9 mm で、小型が採れなかった。中部下は大型約 71%・中型約 10%・小型約 19% で大型が集中し、2 から 5 mm と 15 から 22 mm の 2 峰が見られた。下部は大型約 31%・中型約 18%・小型約 51% で小型が集中し、ピークが 3 mm と 15 mm の 2 峰が見られた (図 14-16)。

シマベッコウバイ・カヤノミカニモリとの種間関係の調査

イシダタミガイーシマベッコウバイとイシダタミガイーカヤノミカニモリの ω 指数を 5・8・10・12 月ごとに図 17 に示した。

イシダタミガイーシマベッコウバイの種間関係

イシダタミガイとシマベッコウバイの ω 指数は、5 月から 12 月にかけて、-0.1 から 0.4 と徐々に高くなった。5 月と 8 月の間は差が 0.07、8 月と 10 月の間は差が 0.16、10 月と 12 月の間の差は 0.22 と大きくなっていった。

イシダタミガイーカヤノミカニモリの種間関係

5 月の ω 指数の値はカヤノミカニモリの採集数が少なかったためにでなかった。イシダタミガイーカヤノミカニモリの ω 指数は、全てマイナス

であった。8月と12月の ω 指数はそれぞれ-0.5、-0.6であった(図17)。

■ 考察

澄川(1955)の報告では、12月に殻高3から4 mmの幼貝が底生生活を初め、翌年10月に殻高約9 mm、翌々年には約12 mmに達し、この時期までに大半が死亡することを報告している。博多湾では産卵回数は年1回で、大多数が生涯に1回産卵することを考察した。博多湾の個体群は年間を通じ大小2つの群からなり、大きな群は12月ごろに消滅した。地島では産卵回数が年2回で、地島の2月に1回の調査は個体群が3つからなり、成長に地域的差異の存在を指摘した(澄川, 1955)。澄川(1958)の報告によると、4・5月の卵巣はほとんどの個体で大きくなった卵を持っており、8月まで見られる。9月の終わりから10月にかけて卵巣中の卵がわずかになり、11月の卵巣では卵巣腔が大きく空洞になった(澄川, 1958)。小島(1962)の報告によると、青森県浅虫においての産卵期間は7月から8月である(小島, 1962)。中野ほか(1981)の報告では、1978年10月に殻高約2 mm前後の幼貝が出現していることから産卵期は夏であると考察した。10月ごろに平均殻高1.7 mmの幼貝が底生生活を始め、翌年の10月には殻高7.4 mm、翌々年には14.1 mmに達し、満3年を迎える夏の産卵期まで生き残る個体が多数見られ、その大きさは殻高約19 mmになる(中野・名越, 1981)。中野・名越(1984)の報告によると、イシダタミガイの新規加入は今浦では10月から11月にかけて起きる。産卵は6から8月にあり、約3ヶ月で約2 mmの大きさになる。そして、夏に満2歳を迎える殻高約11 mmの個体以上で成熟し、満3歳を迎えた後の秋に死滅する。今浦では、3つの年齢群から構成されている(中野・名越, 1984)。高田(1996)の報告によると、加入は10から6月に多く、年間を通じて起きた。しかし、浮遊期で他の個体群からの加入や浮遊期と早期底生期に個体の成長量に大きな変異があるために、明確な加入のピークはない。成熟サイズは殻幅8 mm以上で、抱卵のピークは6・

8・10月で、4ヶ月の産卵期間である(高田, 1996)。野中(2000)の報告では、1999年4月と12月に加入が多かったので、春と冬にははっきりとした加入のピークがあり、少なくとも2つの年齢群を構成していると考察した。また、天草のイシダタミガイの生活史と似ていることを指摘した(野中, 2000)。2001年の野中の報告では、1999年4月と1999年12月から2000年3月まで新規個体は加入していた。本研究の結果、袴腰潮間帯では、新規加入の時期が2007年4月と2007年12月から2008年2月だったことから、12月から4月の5ヶ月にかけての1つの加入期であると考察した。イシダタミガイの幼貝が12月ごろから底生生活を始めることから、産卵期は夏から秋にかけてであると考えられた。また、2007年10・12月に3峰、2007年3・5・8月と2008年1・2月に小型と大型の2峰が見られたことから、年齢群は2から3つあると考えられた。そして、4月から5月までにピークは4 mm大きくなり、2007年12月に殻高2から3 mmの幼貝が底生生活を始め、1月には峰が2から5 mmに大きくなり、2月は峰が2から6 mmになった。そして、5月から11月までにピークは6 mm大きくなったことから、小型の個体の成長速度は中型の個体よりも速いと考えられた。野中(2000)のサイズ頻度分布では、8月から9月でピークが2 mm小さくなっていたが、本研究では8月から9月のピークは小さくならなかったが、9月から10月のピークは変わらなかった。これは生殖後の死亡が原因と考えられた(図9)。

殻高の平均値は中部上で、8月には幼貝が成長して小型の個体が少なくなり、12月には生殖を終えた中型・大型の成体が死亡するために平均値が低くなったと考えられる。中部下では、12月から4月にかけて加入した個体が10月までに成長したので、平均値は高くなっていったと考えられる。12月に値が小さくなっているのは、死亡と他所への移動が考えられる。下部では、12月に新規個体が多く底着したために平均値が低くなったと考えられる(図11)。

澄川(1955)の報告では、寿命は2年半から3年、

まれに4年で、晩秋から初冬にかけて稚貝がみられ、3年目以降は成長がほぼ停止し、3年目の成体が春から夏にかけて産卵し、3年目の越冬期までにほとんどの個体は死亡した(澄川, 1955)。小島(1962)の報告によると、繁殖期には高潮線附近に数個体ずつ集合して分布しており、繁殖期以外の季節には平均潮位から低潮線下に生息し、繁殖に関連した季節的移動が見られた(小島, 1962)。中野ほか(1981)では、志摩半島での寿命は満3年ごろまでで、春から初夏および秋に成長が盛んで冬期にも成長が見られるが、夏期に成長が停滞する。満3年を経た成体は、産卵期を終えた秋にはほとんどの個体が死亡した(中野ほか, 1981)。中野・名越(1984)の報告によると、成長は高年齢になっても年間成長量は減少することなく、死亡する満3歳になるまで直線的な成長が認められる。どの年齢でも夏場に成長は停滞するがその他の季節は成長する。夏場の成長の停滞は産卵後大型個体が死亡することによる見かけ上のものである。密度は6月ごろより減少し、産卵後に死亡するため8月から9月に最低になる。10月から11月の加入により密度は上昇する(中野・名越, 1984)。高田(1996)の報告によると、天草ではサイズ組成が潮位によって異なり季節的に変動する。殻幅5mm未満の幼貝は年間を通じて中潮帯に分布した。殻幅が5mmから13mmの貝は高潮帯に分布し、殻幅13mm以上の大型貝は低潮帯に分布した(高田, 1996)。袴腰の潮間帯で、8月の中部下に密度が集中しているのは、5月に中部上に分布していた個体が下に移動したからだと考えられた。そして、生殖活動が可能なのは満2年で殻高11mm以上であり、中部下に見られる大多数が殻高11mm以上の個体であることから、中部上にいた個体が中部下に移動するのは、繁殖活動を行うためだと考えられた。また、小潮の干潮線の下にも殻高11mm前後の個体が確認できたことから、下部から中部下への移動もあると考えられた。10月の密度が全体的に減少するのは、他の場所への移動か、生殖後の死亡が関係していると考えられた。下部の密度は低く、中部下の密度が高いことから、生殖後に下部に移動すること

は無いのか、または、10月はまだ繁殖期であるために下部の密度が低いと考えられた。12月の下部の密度は新規個体の加入により、高くなった。殻高2から3mmの個体は1年目の個体で、殻高15mm前後の個体は2から3年目の個体であると考えられた。中部下の密度は8月に比べて低くなり、殻高2から5mmの1年目の個体と殻高15から22mmの2から3年目の個体が見られた。中部上の密度は中部下から2から3年目の個体が移動してきたことにより、10月より高くなったと考えられた。小型は中部下から下部まで見られたが、中部上には見られなかった。中型は中部下・下部には少なかった。大型は全体的に分布していた。中型と小型の個体では、小型の個体は主に下部に分布し、中型の個体は主に中部上に分布していた。12月の中部下の密度よりも5月が高いのは、中部下に12月の小型が成長して移動したためと考えられた(図14-15)。季節ごとに、このような分布になった原因は、季節によって変化する環境が関係すると考察した。

個体が減る原因について、生殖・餌の減少・海水温の変化・捕食・気温の変化が考えられた。気温の変化については、九州内の鹿児島県の1999年から2001年と2007年、福岡県の1953年と1954年、天草島の1987年と1988年は月別の平均気温を比べたところ、産卵・加入・繁殖・死亡について関係のある特定の気温は見られなかったため、関係は薄いと考えられた。イシダタミガイの分布の変化の原因として、餌となる藻が関係していると考えられた。日照時間と海水温については、イシダタミガイの餌である藻類の成長に関わるので、イシダタミガイの生態に関係していると考えられた。イシダタミガイは巻貝としては活発で足が速く、殻の上に乗ったものを振り落とすので、肉食の巻貝に捕食されることは少ないと考えられた。

夏から秋にかけての成長量の低下は、高温による大型個体の死亡、産卵後の死亡、餌である藻の減少による死亡が考察できるが、詳しい検討は今後の問題である。

○ 指数からイシダタミガイとシマベッコウバイは、ほぼ独立分布である。イシダタミガイは藻食、

シマベッコウバイは肉食で食性が違い、イシダタミガイにとって肉食性の巻貝は捕食者となりえないので、独立分布を示したと考えられた。5月から12月にかけて ω 指数が上がっていくのは、生殖による移動が関係していると考えられた。

イシダタミガイとカヤノミカニモリは8月と12月に排他的分布に近くなることがわかる。カヤノミカニモリは中部上・中部下の砂地を好むのに対し、イシダタミガイは繁殖活動や新規加入のときに中部下や下部に移動するので、このような分布を示したと考えられた(図17)。

■ 謝辞

本研究を行うにあたり、貴重なご助言をいただきました鹿児島大学理学部生態学研究室の皆様方に感謝いたします。そして、論文成作にあたり、ご助言、データ整理やグラフ成作の手法を教えてくださいました同大学理学部動物生態学研究室の皆様から感謝申し上げます。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27-29年度特別経費(プロジェクト)「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

- 吉良哲明. 1954. イシダタミガイ. カヤノミカニモリ. 原色日本海類図鑑: 14. 28.
- 澄川精吾. 1955. 博多湾におけるイシダタミの寿命. 福岡女子大, 生活科学, 3 (1): 75-82.
- 澄川精吾. 1958. イシダタミ *Monodonta labio* の生殖腺の季節的变化について. 福岡女子大生活科学, 4 (2): 63-67.
- 澄川精吾. 1965. イシダタミの生殖巣の両性個体について. 福岡女子大生活科学, 6 (3): 217-221.
- 小島芳男. 1962. イシダタミの産卵について. *Venus*, 22 (2): 200-203.
- 阿部直哉・竹之内孝一. 1981. 渚の生物: 194-195. 167-182.
- 中野大三郎・名越 誠. 1981. 志摩半島のイシダタミガイ 個体群における年令組成と成長. *Venus*, 40 (1): 34-40.
- 伊藤年一. 1983. イシダタミガイ. シマベッコウバイ. カヤノミカニモリ. 学研生物図鑑, 貝I 巻貝: 48-165. 116. 218. 190.
- 中野大三郎・名越 誠. 1984. イシダタミガイ個体群の成長と死亡. *Venus*, 43 (1): 60-71.
- 高田宣武. 1996. イシダタミガイにおけるサイズ組成と加入の季節変化および垂直変化. *Venus*, 55 (2): 105-113.
- 野中佐紀・鎌田育江・若松あゆみ・富山清升. 2001. 桜島袴腰大正溶岩の岩礁性転石海岸における藻食性腹足類4種の生息密度とサイズ頻度分布の月変化. 九州貝類談話会, 九州の貝, 57: 19-33.
- 野中佐紀・鎌田育江・若松あゆみ・富山清升. 2002. 桜島袴腰大正溶岩の岩礁性転石海岸における藻食性腹足類4種の潮間帯での帯状分布の季節的变化. 九州貝類談話会, 九州の貝, 58: 35-47.