

鹿児島県桜島袴腰大正溶岩の岩礁性転石海岸における シマベッコウバイのサイズ頻度分布の季節変化と 殻の内部生長線観察

黒木理沙・緒方李咲・奥 奈緒美・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

鹿児島県の桜島にある岩礁性転石海岸である袴腰海岸には、複数の肉食貝類が生息している。そのなかでもシマベッコウバイ *Japeuthria cingulata* は普通に見られる種であるが研究対象とされた例がほとんどなく、その生態はほとんど解明されていない。そこで、本研究では、シマベッコウバイのサイズ頻度分布とシマベッコウバイの内部成長線を観察し、シマベッコウバイの生活史を明らかにすることを目的とした。調査は、桜島袴腰海岸にてシマベッコウバイを2017年12月から2018年11月の期間、各月大潮干潮時に50個体見つけ取りにて採集した。採集後、カーボンファイバーノギスを用いて計測した殻高と個体数のヒストグラムから、2月、3月、6月、7月、8月、9月にシマベッコウバイの稚貝の新規加入が確認でき、稚貝の新規加入は2月から秋にかけて行われていると推測された。測定後、乾燥した10個体のサンプルは研磨処理を行った。研磨処理後に双眼実体顕微鏡を用いて殻断面を観察したところ、内部成長線とみられる縞を確認できた。その後、エッチング処理、スンプ処理を行った後、光学顕微鏡を用いて観察した。エッチング処理では

塩酸と酢酸にそれぞれ1分30秒ずつ浸けた。スンプ処理では、殻断面にスンプ液をはけで殻断面に塗りスンプ板をはり10分乾燥させた。双眼実体顕微鏡での縞の観察には成功したが、光学顕微鏡を用いての内部成長線の観察は線を数えられるほど明瞭には見えなかったため、観察は困難であった。これは、荒削りの段階で削り方が足りなかったことや削る角度によっても見え方が異なってしまったことが原因であると考えられる。今後研究するにあたって、荒削りの際に削り残しがないように気をつけることと、エッチング処理をする際に塩酸と酢酸にどのくらいの時間つけるべきか最適時間を割り出すことが必要である。内部成長線の数が数えられ、シマベッコウバイの年齢が分かればより信頼性の高いデータが得られると考える。

■ はじめに

鹿児島県の桜島に位置している袴腰海岸は、桜島が1914年に噴火したときに溶出した溶岩で覆われている転石海岸である。この海岸には複数種の海産肉食性貝類が生息している。その中でも本研究の材料であるシマベッコウバイ (*Japeuthria cingulata*) は比較的多くみられる。シマベッコウバイは1年を通して安定して存在しているにも関わらず、生態学的な研究はあまり行われていない。また、貝類の内部成長線からはその種の生活史や生活環境に関わる重要な生活の痕跡が記録されている。しかし、内部成長線の研究も同様にあまり行われていない。内部成長線の観察によりシマベッコウバイの詳しい生態や年齢が分かるようになれば、今後の海産巻貝類の研究において重要な情報になっていくと考えられる。本研究では、桜

Kuroki, R., R. Ogata, N. Oku and K. Tomiyama. 2019. Life history of *Japeuthria cingulata* in intertidal area of Hakamagoshi, Sakura-jima, Kagoshima Bay, Japan and age estimation based on annual ring analysis of shell. *Nature of Kagoshima* 45: 273–280.

✉ 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: 29 March 2019

http://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK_045/045-048.pdf

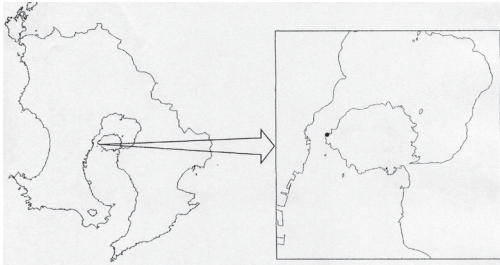


Fig. 1. 調査地の地図。黒丸は調査地の位置を示す。



Fig. 2. 桜島袴腰大正溶岩の岩礫性転石海岸の調査地の様子。



Fig. 3. シマベッコウバイの調査地での様子。

島袴腰海岸の潮間帯に生息するシマベッコウバイの生活史を明らかにするため、殻高、殻幅のサイズ頻度分布と殻の内部成長線の観察を行った。

■ 材料と方法

調査地概要 本研究で取り扱ったシマベッコウバイの採集は、鹿児島県鹿児島市桜島町に位置する袴腰海岸で行った (Fig. 1)。桜島が噴火したときに溶出した大正溶岩が基盤となっている海岸である。この海岸には、様々な大きさの転石があ

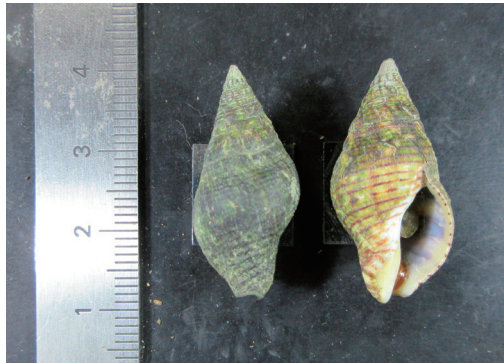


Fig. 4. シマベッコウバイ個体の写真。

り、岩礫海岸と転石海岸の二つの性質を併せもつ (Fig. 2)。本研究では、調査時に潮間帯を上部と下部に分けた。各部の境界線は、地面の湿り具合や転石の大きさ、藻類の生えている様子から判断した。上部では、石の層が厚く全く個体が見つからなかった。本研究では、石の層が薄く、砂地のある下層を中心に採集し、ここで多くの個体がとれた。

材料 本研究では、シマベッコウバイ (Figs. 3, 4) を調査対象とした。シマベッコウバイの学名は *Japeuthria cingulate* (Reeve, 1847) であり、分類は軟体動物門 貝殻亜門 腹足綱 新腹足目 エゾバイ科である (波部ほか, 1994, 1999)。分布は、伊豆諸島伊南、西太平洋の潮間帯の岩礫である。太く短い紡錘形で、暗緑色の地に不規則な褐色の縞模様がある (奥谷, 2000)。

エゾバイ科は、長い吻を餌動物の巻貝類、二枚貝類、棘皮動物などの開口部から挿入し、肉を食いちぎって食べる、食いちぎりという摂食様式をとる。また、摂食者であると同時に死骸食、腐肉食を行うものが多く、嗅検器がよく発達しており、死骸や死にかけた動物がいると臭覚によって集まってくる (波部ほか, 1999)。シマベッコウバイは1年を通して安定して存在している普通種にも関わらず、生態学的な研究はあまり行われていない。

月ごとの定期調査の方法 本種の生活史を調べるために、2017年12月から2018年11月まで毎月1回桜島袴腰の調査区で、大潮時に潮間帯の

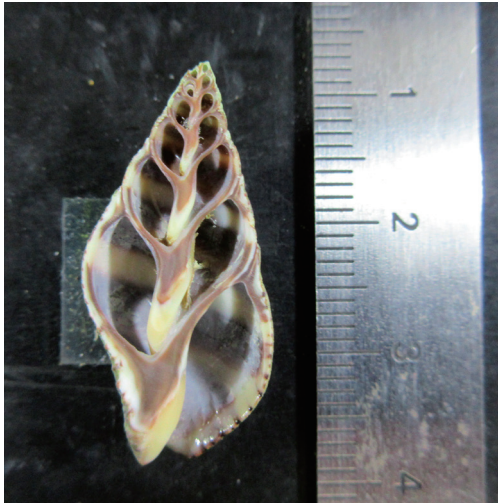


Fig. 5. シマベッコウバイの研磨後の殻縦断面.

下部を中心に採集した。調査区全域にて見つけ取りで毎月 50 個体採集した。採集後、研究室にてカーボンファイバーノギスで 0.1 mm の単位まで殻高、殻幅を測定し記録した。測定終了後、10 個体は内部成長線観察のために乾燥機により十分に乾燥させ、残りの個体は冷凍庫で保管した。基本的に採集した貝は今後ほかの研究で活用できるよう冷凍保存し、調査区へは戻していない。

乾燥と殻高殻幅の測定 採集したシマベッコウバイを乾燥機で 10 個体十分乾燥させた。その後、殻高と殻幅をカーボンファイバーノギスで 0.1 mm まで測定した。

研磨処理 測定を済ませた 10 個体のサンプルを、石工室にて最初の研磨を行った (Fig. 5)。石工室での研磨は # 150 の研磨粉とグラインダーを使用して観察したい滑層の断面がしっかり見えるまで荒削り処理を行った。グラインダーの上に研磨粉をまぶし、回転台の上に水を少し出し、これらを手で伸ばしてから手作業でサンプルを動かし研磨を行った。このとき、グラインダーの上で円を描くようにサンプルを研磨するのではなく、サンプルがグラインダーの半径に沿って直線状を往復するように動かし、グラインダー全面を万遍なく研磨する必要がある。グラインダーでの研磨の後、# 600 の研磨粉とガラス板を用いてサンプルをさらに研磨した。これらの荒削り終了後には、

150 と # 600 の研磨粉が残らないよう、グラインダーとガラス板のそれぞれを十分に洗い流した。その後分析室にて、# 1500 の研磨粉とガラス板を用いて鏡面研磨処理を行った。ガラス板の上に研磨粉と水をのせ、サンプルの断面がなめらかになるまで研磨した。鏡面研磨処理がしっかり行われているか確認するために、サンプルの研磨した断面を、双眼実体顕微鏡を用いて観察した。

エッチング処理 エッチング処理は切断面にある特定の構造を溶かす処理である。内部成長線はエッチング処理に対して比較的耐久性があるという特徴がある。この特徴を利用し、内部成長線以外の組織を 11.33–11.97N の塩酸と 17.38N の酢酸に共に 1 分 30 秒ずつ浸し溶かすことによりサンプルの断面に凹凸を作った (柳生, 2013)。

スンプ処理 スンプ処理は、観察したい物の表面の構造を細かい部分まで型を取るように写し取り観察する方法である。この観察法の利点は、光を通さない観察物が顕微鏡で直接観察できない場合に、表面の構造であれば観察を可能にできる点である。サンプルは光を通さない観察物であるためこの方法を用いて観察を行った。エッチング処理を行いしっかりと洗い流し乾燥させた後、サンプルの断面にスンプ液をはけで塗った。スンプ板にスンプ液を塗った断面を貼り付け 10 分乾燥させた。乾燥したらスンプ板をはがしスンプ台紙に張り付け、凹凸の型を取った。その後、光学顕微鏡を用いて内部成長線の観察を行った。

■ 結果

殻高のサイズ分布の季節変化

Fig. 6 は縦軸を個体数の頻度、横軸を殻高 (mm) として示したグラフである。桜島袴腰大正溶岩の岩礁性転石海岸において、2017 年 12 月は 18 mm, 25 mm, 30 mm にサイズピークをもつグラフになり、わずかであるが 16 mm にサイズピークをもつグループも確認できた。2018 年 1 月は、22–24 mm にサイズピークをもつグループが存在し、わずかに 33 mm にサイズピークをもつグループも確認できた。2 月は 21 mm, 25 mm, 26 mm, 30 mm にサイズピークをもつグループが存

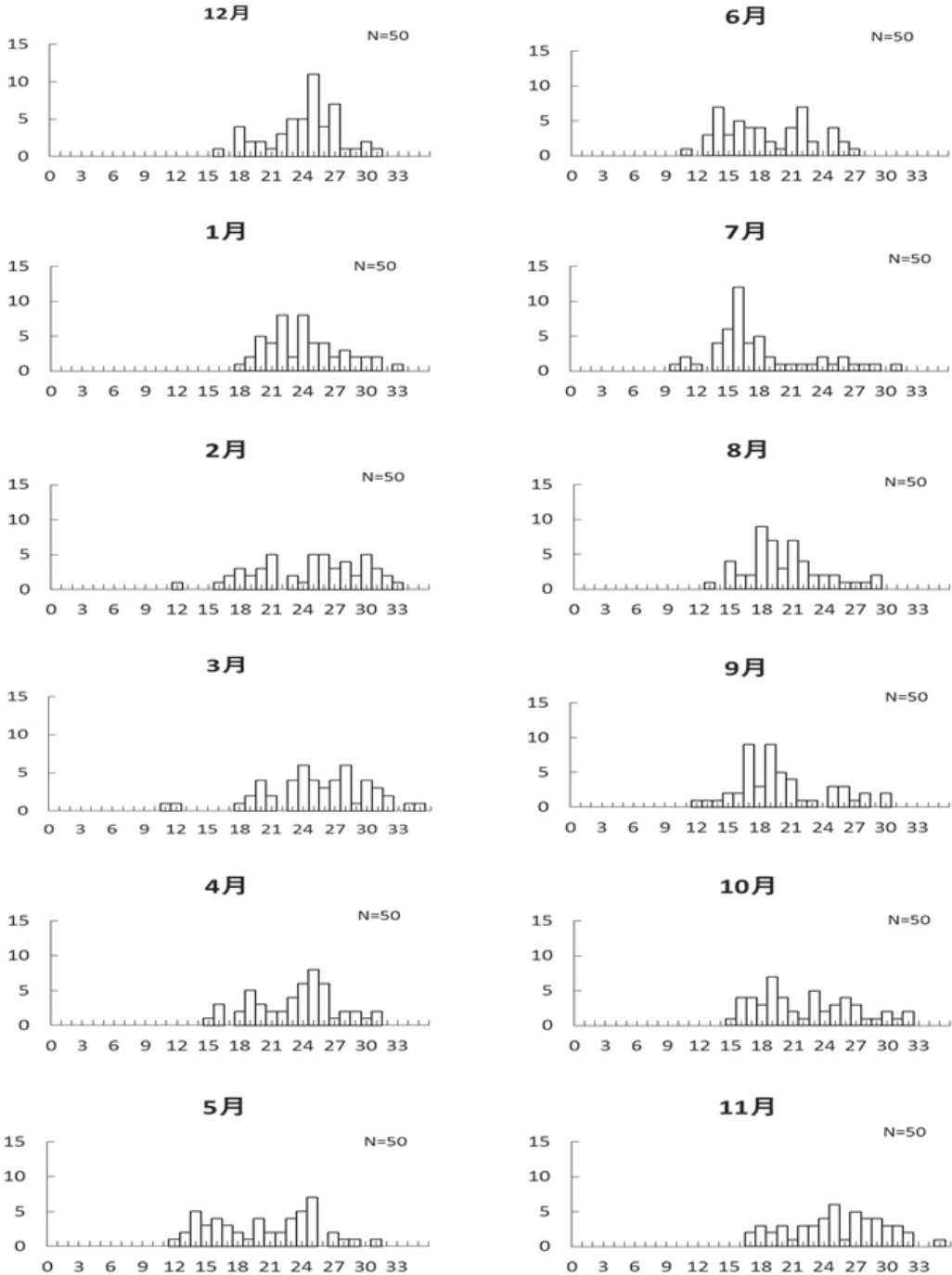


Fig. 6. 桜島袴腰大正溶岩の岩礫性転石海岸におけるシマベッコウバイの殻高のサイズ頻度分布の季節変化. 縦軸は個体数の頻度, 横軸は殻高 (mm) で表示.

在し, わずかであるが 12 mm にサイズピークをもつグループも確認でき稚貝の新規加入も確認できた. 3月 は, 20 mm, 24 mm, 28 mm にサイズピークをもつグループが存在し, わずかであるが

11-12 mm にサイズピークをもつグループが確認でき, 稚貝の新規加入がみられた. 4月 は 16 mm, 19 mm, 25 mm にサイズピークをもつグループが存在していた. 5月 は 14 mm, 20 mm, 25

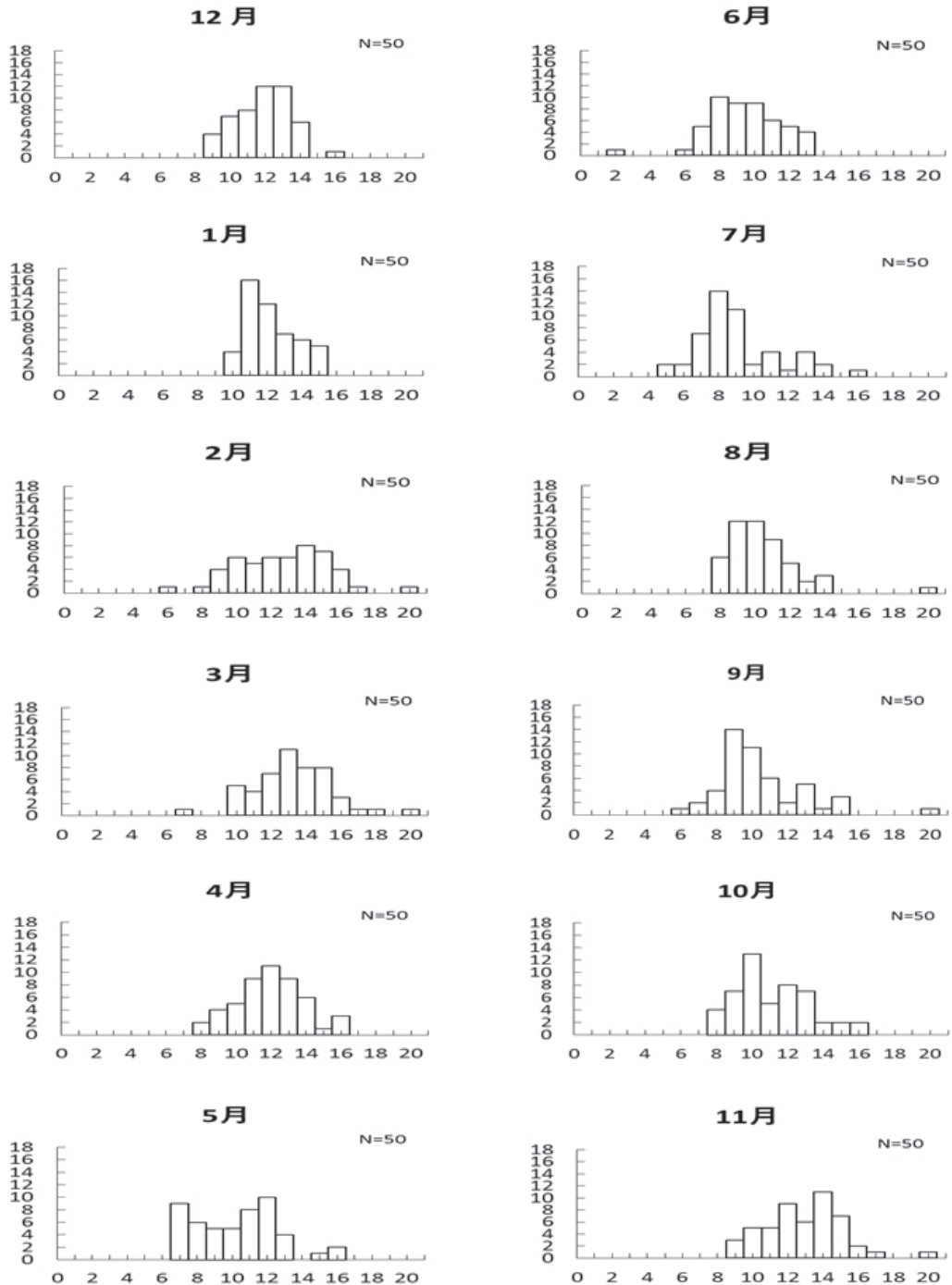


Fig. 7. 桜桜島袴腰大正溶岩の岩礫性転石海岸におけるシマベッコウバイの殻幅のサイズ頻度分布の季節変化. 縦軸は個体数の頻度, 横軸は殻幅 (mm) で表示.

mm にサイズピークをもつグループが存在していた. 5月 は 14 mm, 20 mm, 25 mm にサイズピークをもつグループが存在し, わずかであるが 31

mm にサイズピークをもつグループも確認できた. 6月 は 14 mm, 22 mm にサイズピークをもつグループが存在し, わずかであるが 11 mm にサ

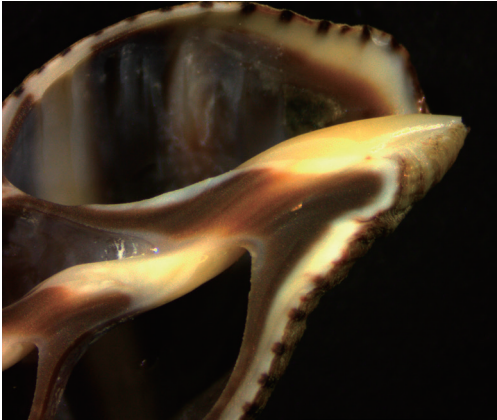


Fig. 8. シマベッコウバイの縦断面の双眼実体顕微鏡写真.

イズピークをもつグループ確認でき稚貝の新規加入がみられた。7月は16 mm, 18 mm, 24 mmにサイズピークをもつグループが存在し、わずかであるが10–12 mmにサイズピークをもつグループが確認でき稚貝の新規加入がみられた。8月は15 mm, 18 mm, 21 mmにサイズピークをもつグループが存在し、わずかであるが13 mmにサイズピークをもつグループも確認でき稚貝の新規加入がみられた。9月は17 mm, 19 mm, 26 mm, 30 mmにサイズピークをもつグループが存在し、わずかであるが12 mmにサイズピークをもつグループが確認でき稚貝の新規加入がみられた。10月は19 mm, 23 mm, 26 mmにサイズピークをもつグループが確認できた。11月は25 mm, 27 mmにサイズピークをもつグループが存在し、わずかであるが35 mmにサイズピークをもつグループも確認できた。よって、グラフからシマベッコウバイの稚貝の新規加入は2月, 3月, 6月, 7月, 8月, 9月にあることが分かった。また、殻高のサイズ頻度分布のグラフは各月3, 4個の山が確認でき、ほかの貝類によく見られるような1峰型, 2峰型のグラフにはなっていなかった。

殻幅のサイズ分布の季節変化

桜島袴腰大正溶岩におけるシマベッコウバイの殻幅サイズ頻度分布の季節変化を Fig. 7 に示す。桜島袴腰海岸において、2017年12月は12 mm, 14 mmにサイズピークをもつグループが存

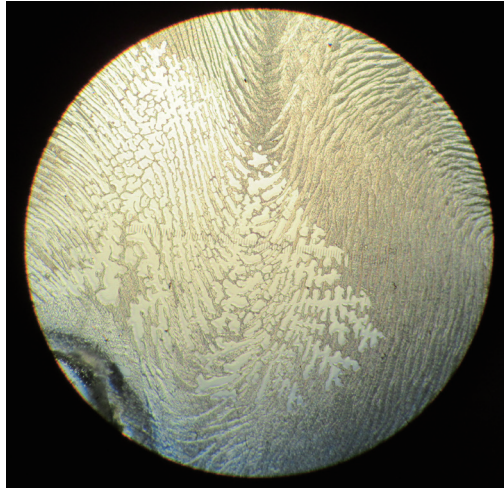


Fig. 9. スンプ法で得られたシマベッコウバイの内部生長線の顕微鏡写真.

在し、わずかであるが16 mmにサイズピークをもつグループも確認できた。2018年1月は11 mmにサイズピークをもつグループが存在していた。2月は10 mm, 14 mmにサイズピークをもつグループ存在し、わずかであるが6 mmにサイズピークをもつグループが確認でき稚貝の新規加入がみられた。3月は10 mm, 13 mmにサイズピークをもつグループが存在し、わずかであるが7 mmにサイズピークをもつグループが確認でき稚貝の新規加入がみられた。ほかに、6月, 7月, 9月も2–7 mmにサイズピークをもつグループが確認でき、稚貝の新規加入がみられた。また、桜島袴腰大正溶岩における殻幅のサイズの最大値については、3月に最大をとり、6月に最小をとった。殻幅のサイズの最小値については、1月に最大をとり、6月に最小をとった。殻幅のサイズの平均値については、3月に最大をとり、7月に最小をとった。

内部成長線観察の結果

Fig. 8 は研磨処理後のシマベッコウバイの断面を双眼実体顕微鏡で観察したときの画像である。本種は殻の成長遅滞が起こることによって、内部成長線が形成される。双眼実体顕微鏡で観察したシマベッコウバイの殻断面には、白と薄茶色の縞が確認できた。これらが成長遅滞によってできる

線であるか決めるために、エッチング処理とスンプ処理を行い、光学顕微鏡を用いて観察を行った。Fig. 9はスンプ処理後のシマベッコウバイを光学顕微鏡を用いて観察した画像である。シマベッコウバイもスンプ処理後に光学顕微鏡を用いて観察したが、殻の内部成長線の確認は内部成長線の本数を数えられるほど明瞭には見えず、観察は困難であった。

■ 考察

シマベッコウバイの個体と殻高のistogramの結果から、シマベッコウバイは、9月から1月にかけて10 mm以下の個体の数が減少しており、シマベッコウバイの稚貝の新規加入は2月から秋にかけて安定的に行われていると推測される。

10 mm以下の個体を見つけれなかったことには3つの可能性が考えられる。腹足類の海産種の初期生活史にはかなり幅広い変化が認められる。これは水中での浮遊期を経過する種類が多いためであり、それに伴って幼生期の形態変化や行動、習性の多様性が生まれる。本研究材料であるシマベッコウバイはこの中でも幼殻の彫刻が平滑型で浮遊期の短い大形幼生である (Amio, 1955; 網尾, 1959)。このように、シマベッコウバイを含む貝類は、稚貝のときには潮間帯下部の海側で生活している。本研究では大潮干潮時に潮間帯下部の自分に海水がかからない場所を中心に採集を行った。そのため、より海側で生息していたであろうシマベッコウバイの稚貝の発見を逃していた可能性がある。長靴などを利用して、より海側で採集を行えば稚貝の採集も行えたと考えられる。また、2つ目の可能性としては、定着したシマベッコウバイの稚貝が潮間帯下部の石の層の底や岩の割れ目に入っていたためと思われる。そのため、今回の採集法の見つけ取りでは、見落としをしている個体がいた可能性がある。また、3つ目の考えとして、以下の可能性も考えられる。本種を採集する際、砂の層にいる個体がしばしば見られた。砂の表面を少し掘って探したこともあったが、砂ごと実験室に持ち帰りふるいにかけ

てより詳しく調査すれば稚貝を見つけることができたかもしれない。

また、シマベッコウバイのサイズ頻度分布のグラフが各月3、4個の山が確認でき、ほかの貝類によく見られるような1峰型、2峰型のグラフにはなっていないことについては以下のことが考えられる。貝類は、約2、3年すると貝殻の成長が止まるため、1峰型、2峰型のグラフがよくみられる。しかし、シマベッコウバイは2、3年経過しても貝殻の成長が止まることがない。そのため、グラフで各月3、4個のサイズピークの山が確認できた。

シマベッコウバイの内部成長線観察についてである。シマベッコウバイの内部成長線の光学顕微鏡を用いての観察が困難であったのには2つの可能性が考えられる。1つ目は、シマベッコウバイの殻断面の荒削りの段階で削りかたが足りなかったことが考えられる。2つ目はエッチング処理やスンプ処理によって内部成長線の見え方に個体差が出てしまったことが考えられる。また、殻を削る際の角度によっても見え方に差が出てくることが予想される。

本研究によって、双眼実体顕微鏡を用いての殻断面の内部成長線らしき縞の観察には成功したが、光学顕微鏡を用いて内部成長線の観察は本数を数えられるほど明瞭には見えず困難であった。今後研究するにあたって、荒削りの際に削り残しがないようにすることと、エッチング処理をする際に塩酸と酢酸にどのくらいの時間つけるべきか最適時間を割り出すことが必要である。内部成長線の本数が数えられ、シマベッコウバイの年齢が分かればより信頼性の高いデータが得られると考えられる。

■ 謝辞

本研究を行うにあたり、適切なお指導、ご助言をいただきました鹿児島大学理工学研究所富山研究室の皆様にご心から感謝申し上げます。加えて、論文の書き方についてご指導、ご助言を頂きました鹿児島大学理学部多様性生物学講座の皆様にご深くお礼申し上げます。そして、袴腰海岸に共に出

向いて調査をお手伝いいただきました同輩の皆様にも深くお礼申し上げます。また、本研究を行う際に石工室を利用させていただきました山本啓司先生（鹿児島大学理学部地球環境科学科）にも深くお礼申し上げます。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いただきました。以上、御礼申し上げます。

■ 引用文献

- 波部忠重・奥谷喬司・西脇三郎. 1994. 軟体動物学概説上巻. サイエンティスト社, 東京. 273 pp.
- 波部忠重・奥谷喬司・西脇三郎. 1996. 軟体動物学概説下巻. サイエンティスト社, 東京. 321 pp.
- 鎌田育江. 2000. 火山溶岩の転石海岸における肉食性貝類3種の生活史と分布について. 鹿児島大学理学部生物学科 卒業論文.
- 奥谷喬司. 2000. 日本近海海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 東京.
- 柳生良太. 2013. 桜島袴腰海岸におけるシマベッコウバイ *Japeuthria cingulata* の内部成長線の観察. 鹿児島大学理学部地球環境科学科 卒業論文.