

鹿児島湾におけるカヤノミカニモリ (腹足綱：オニノツノガイ科) の殻の内部成長線解析

林 佑香・尾花京佳・富山清升

〒 890-0065 鹿児島市郡元 1-21-35 鹿児島大学理工学研究科理学系生物学コース

要旨

鹿児島市の桜島袴腰海岸において、カヤノミカニモリ *Clypeomorus bifasciata* (G.B. Sowerby II, 1855) (盤足目：オニノツノガイ科) のサイズ頻度分布とカヤノミカニモリの内部成長線を観察し、サイズ頻度分布の季節変と比較することでカヤノミカニモリの生活史を明らかにした。2021年1月から2021年12月まで、毎月大潮時に潮間帯でサンプルを見つけ取り採集法で約50個体採取した。その結果、7-9月は内部成長線奇数本の割合が減少し、10-2月は奇数本が優占していたため、夏と冬の年に2回、明確な内部成長線が形成されることが分かった。つまり、夏の生殖活動と冬の気温低下により、殻形成に遅滞が生じ、年に2回明確な内部成長線が形成されると考えられた。本種の寿命に関しては、確認された内部成長線数は、最小値2本最大値7本であったため、年に2回内部成長線が形成されることを考慮すると、本種の寿命は4年弱と推測された。

はじめに

鹿児島市桜島に位置する袴腰海岸は、1914年の大正噴火によって噴出した溶岩で形成されており、大小様々な大きさの転石に覆われた転石海岸である。潮間帯には多くの海産肉食性貝類が生息しており、その中でもカヤノミカニモリ *Clypeomorus bifasciata* は比較的多くみられる。しかし、環境省が作成するレッドデータブックによると、千葉県や三重県では絶滅危惧I類に分類されてい

る種である。

カヤノミカニモリについての研究例としては、吉田(2008)、吉元(2012)によって報告されており、サイズ頻度分布調査や生殖腺観察等を行うことで、その生活史を明らかにすることを目的としていた。巻貝の内部成長線解析による年齢査定を中心とした研究は、奥(2020)がイシダタミガイ *Monodonta labioconfuse* を研究対象として行っており、内部成長線は各個体の生存時間を反映したものと報告している。また、平田ほか(2015)の報告によると、成貝は外的因子(海水温度)と内的因子(生殖活動)の2つの成長停滞ディスタバンスによって、1年に2層の内部成長線を形成することが分かっている。しかし、カヤノミカニモリを調査対象とした研究ではまだ内部成長線解析は用いられていない。内部成長線の観察を行うことで、カヤノミカニモリの詳細な生態が分かれば、桜島袴腰海岸における海産肉食性貝類についての今後の研究にも大いに役に立つと考えられる。

そこで本研究では、カヤノミカニモリの生態学的側面を明らかにするため、サイズ頻度分布調査と内部成長線の観察を行った。

材料と方法

材料 研究対象であるカヤノミカニモリは、軟体動物門・腹足綱・前鰓亜綱・盤足目・オニノツノガイ科に属しており、潮間帯上部の岩礁の上のくぼみなどに生息する巻貝である。殻はやや厚く

Hayashi, Y., K. Obana and K. Tomiyama. 2022. Annual ring analysis of shell of *Clypeomorus bifasciata* (G.B. Sowerby II, 1855) (Gastropoda: Cerithiidae) in Kagoshima Bay, Kagoshima, Japan. *Nature of Kagoshima* 48: 275-284.

✉ KT: Department of Earth & Environmental Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University, 1-21-35 Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan (e-mail: k2490509@kadai.jp).

Received: 3 March 2022; published online: 7 March 2022; https://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK_048/048-048.pdf

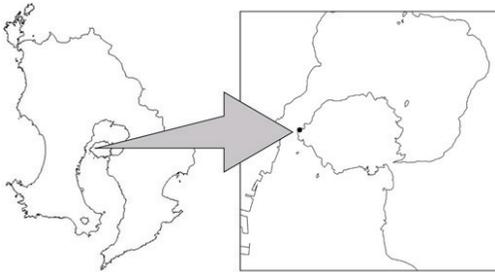


Fig. 1. 調査地地図.



Fig. 2. 桜島袴腰海岸の調査地各部の様子.

て堅く、卵円錐形をしている。殻表には、太い縦肋と数本の細い螺肋が走っており、それらが交わるところには光沢のある顆粒が並んでいる。地域や環境によって変異が著しく、中でも小型で黒色のものを「カヤノミカニモリ」と呼ぶ。それに対して、大型で白地に黒い顆粒があるものは「カスリカニモリ」、全体が黒褐色で顆粒が顕著なものは「アラレカニモリ」と呼ばれる。他にも、全身黄色の個体なども存在するが、これらは同一種内の変異とされている。殻口は半円形であり、外唇内縁は白色で黒点が見られる。分布は、房総半島以南の本州、四国、九州、沖縄、熱帯インド、西太平洋にある。本種は肉食性であり、主要な餌動物はヒメアサリ、イシダタミガイ、スガイなどであるとされている(吉田, 2008)。生物学的研究はあまり行われていない。

調査地 鹿児島市桜島に位置する袴腰海岸(Fig. 1)で、カヤノミカニモリの採集を行った。袴腰海岸は、1914年に発生した桜島大正噴火の際に流れ出した溶岩によって形成されており、岩礫性の転石海岸である。この海岸には、大小様々な大きさの転石があり、直径数 cm の小石から、数 m の岩までが点在している(Fig. 2)。黒く、角張つ



Fig. 3. 調査地におけるカヤノミカニモリの様子.

ており、不定形なものが多い。潮間帯を上部と下部に分けたところ、本種は下部ではあまり見つからず、潮間帯上部で多くの個体を採集することができた。また、1個体で独立して生息しているのではなく、群生していた(Fig. 3)。

サンプルの採集方法 桜島袴腰海岸の潮間帯で、2021年1月から2021年12月までの1年間、月に1度、大潮の干潮時にカヤノミカニモリを50個体ずつ採集した。採集の際には、殻に割れや欠けがないものを選んだ。採集した貝は、計測時まで研究室の冷凍庫で保管した。

記録方法 採集したカヤノミカニモリの殻高と殻幅をカーボンファイバーノギスで0.1 mm単位まで測定を行い(Fig. 4)、それぞれの月別サイズ頻度分布、および、そのヒストグラムを作成した。また、殻高—殻幅の相関を求めた。

内部成長線 内部成長線は、樹木の年輪のように縞模様になっており、殻の表面や内部に形成される。生殖活動などの内的環境と気候などの外

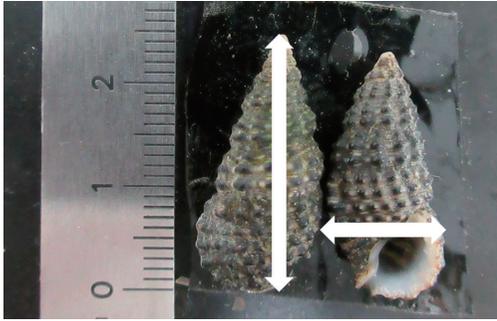


Fig. 4. カヤノミカニモリの殻高と殻幅 (左:殻高, 右:殻幅).

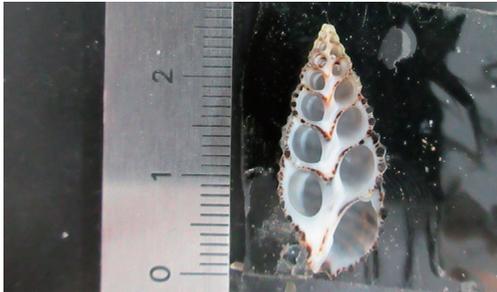


Fig. 5. 研磨後のカヤノミカニモリ.

的環境の影響を受け、成長線と成長増量の2つが形成されると考えられている。成長線は、主に繁殖活動に栄養を投資することで殻への栄養が減少するとき、冬に気温が低下することで成長遅滞が起こるときにできる。このように、内部成長線には成長障害が記録されており、生息環境を反映した成長の履歴と捉えられるため、より詳細な生物学的研究に役立つとされている。

研磨処理 測定を済ませたサンプルを毎月5個体ずつ、石工室のグラインダーを用いて研磨処理を行った。最初は、#150の研磨粉で縦半分に荒く削った。削る際は、グラインダーの上に研磨粉をまぶして、水を少し加え、円を描くようにサンプルを動かすのではなく、グラインダーの直径部分を往復するように手作業で動かした。荒削り処理後は、研磨粉が残留しないように十分に水洗いを行った。これと同じ要領で、#600の研磨粉を用いて断面を削り、より滑らかにした。その後分析室で、#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少量の水をのせ、さらに断面が滑らかなになるまで研磨

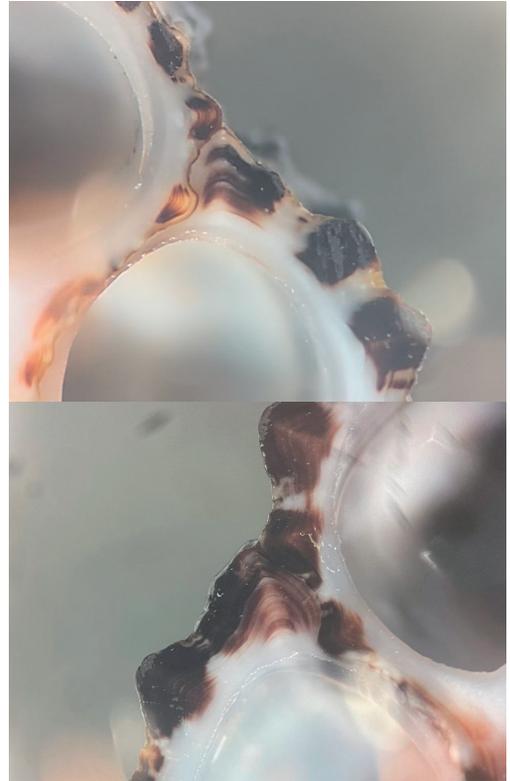


Fig. 6. 双眼実体顕微鏡による内部成長線観察.

を行った。処理後は研磨粉が残らないように、十分に水洗いを行った。#4000の研磨粉を用いて同様に処理した。すべての研磨処理が終わった後、双眼実体顕微鏡を用いて表面が滑らかになり、内部成長線の観察が可能であるか確認した (Fig. 5)。

顕微鏡観察 研磨処理が終えた殻の内部成長線を、双眼実体顕微鏡を用いて観察した。断面にグリセリンを塗り、観察しやすい状態にしてから観察を行った。殻の断面に白色の縞が見られるので、線が明確なものの本数を数えた (Fig. 6)。集めたデータから、内部成長線の本数—殻高の相関図、月別内部成長線数 (奇数本偶数本割合) のグラフを作成した。

結果

サイズ頻度分布調査

殻高のサイズ頻度分布の季節変動 Fig. 7は、

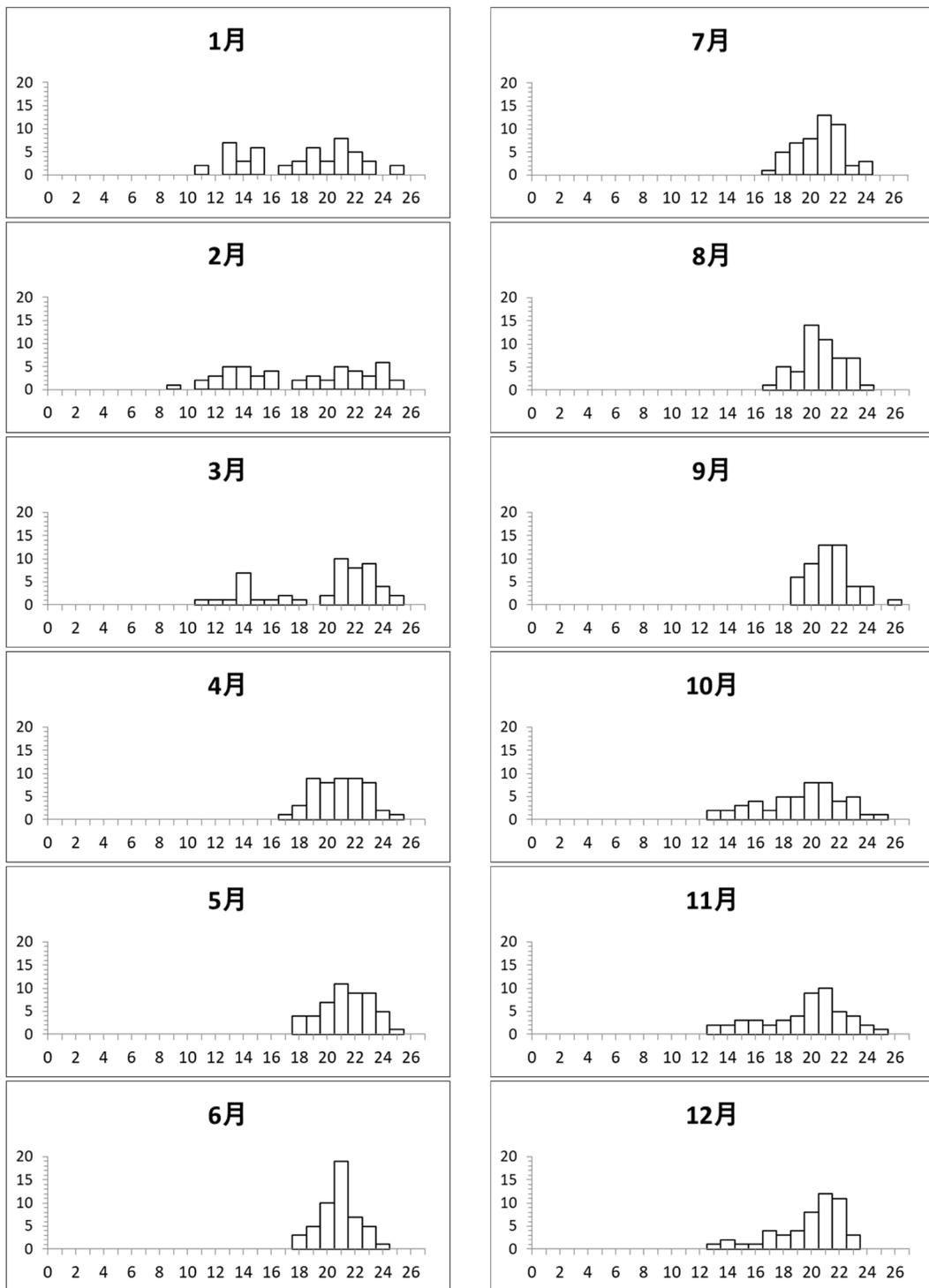


Fig. 7. 殻高のサイズ頻度分布のグラフ。縦軸：個体数の頻度，横軸：殻高 (mm)。

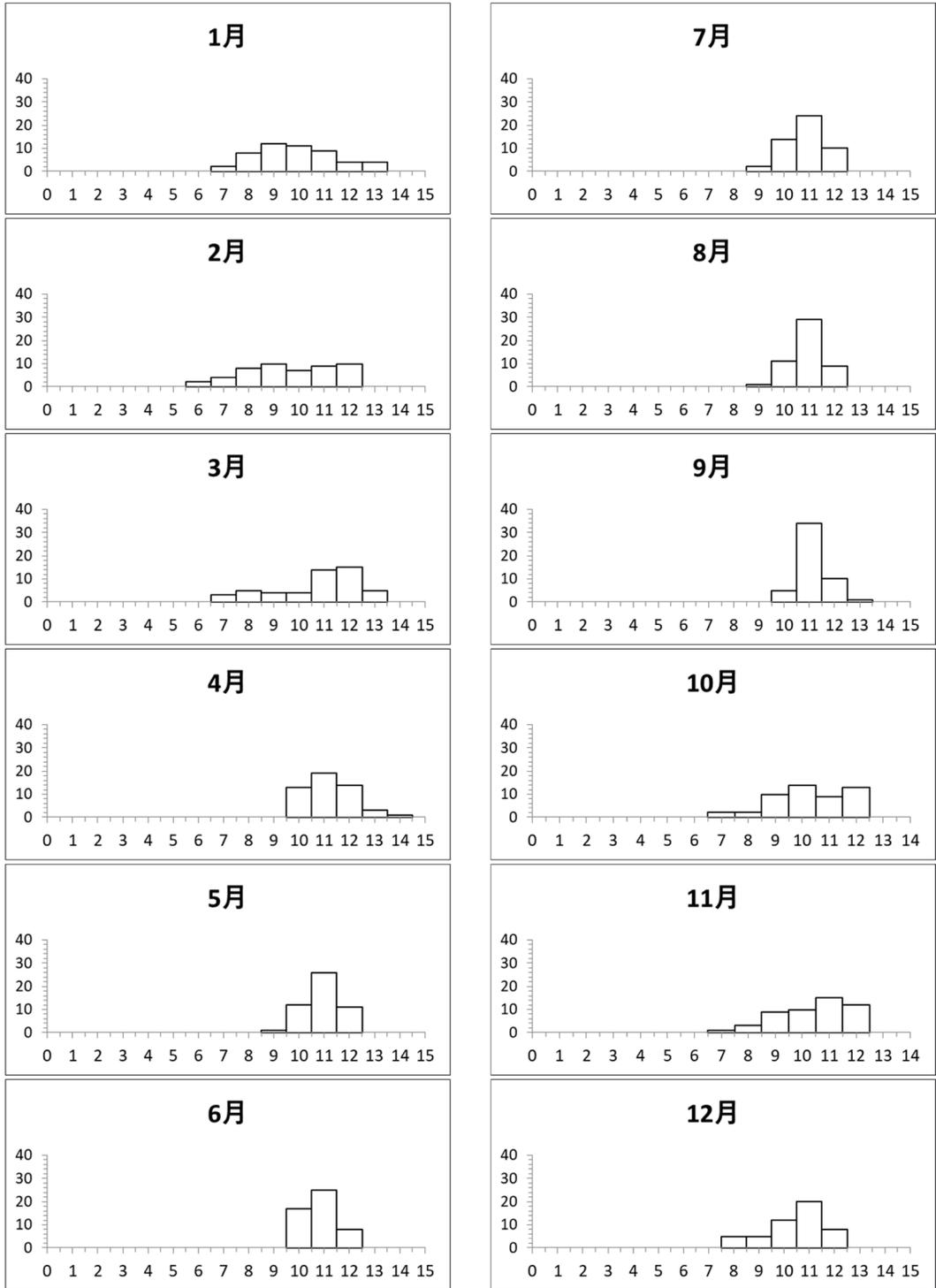


Fig. 8. 殻幅のサイズ頻度分布のグラフ。縦軸：個体数の頻度、横軸：殻幅 (mm).

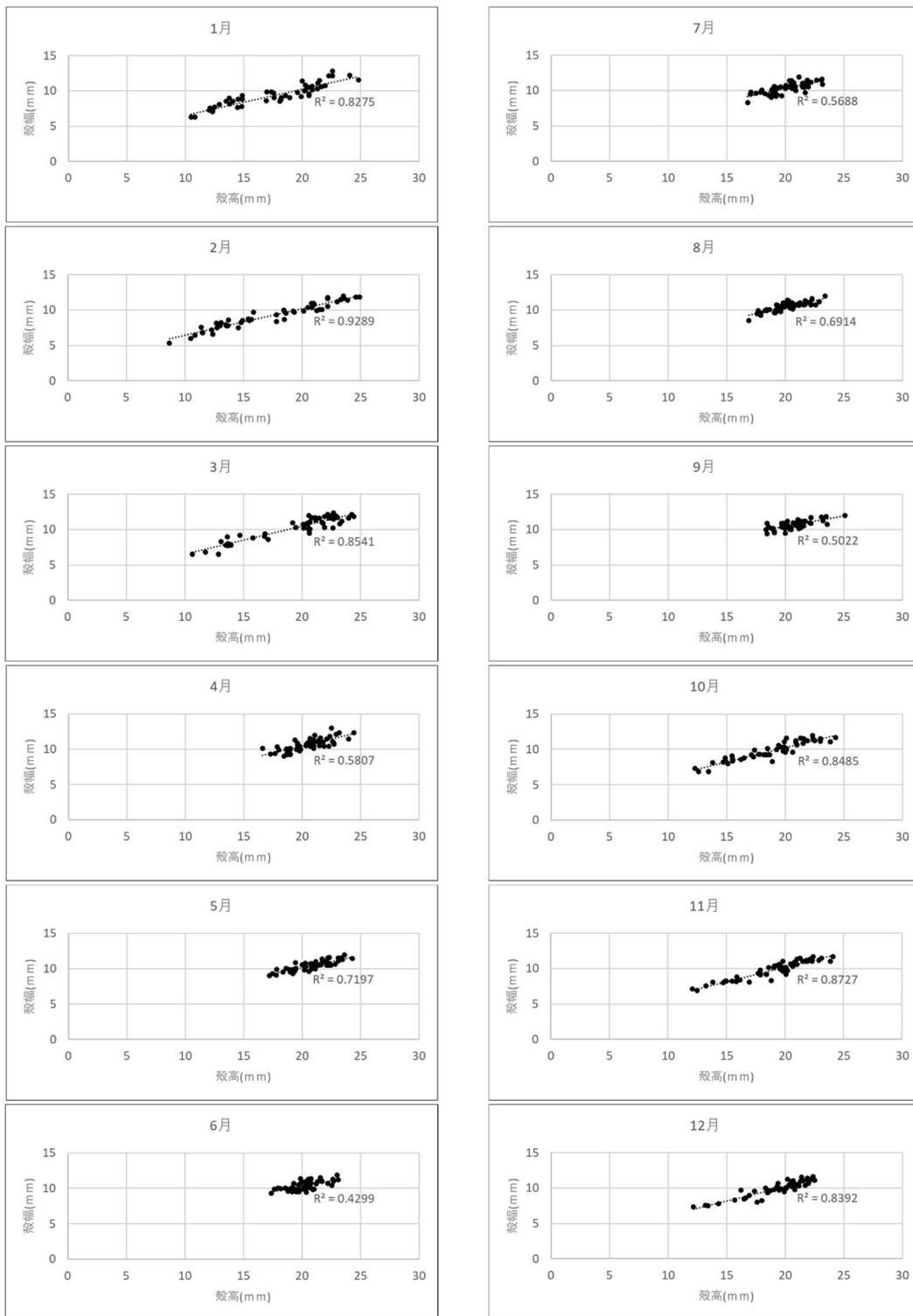


Fig. 9. 月別穀高一穀幅相関図. 縦軸：穀高 (mm), 横軸：穀幅 (mm).

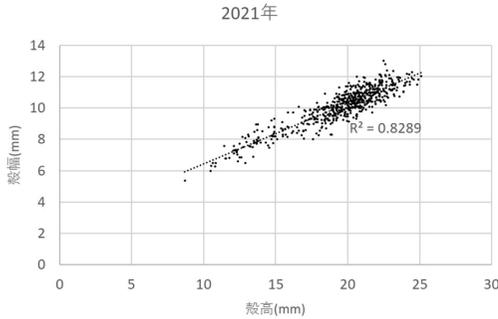


Fig. 10. 2021年殻高一殻幅相関図. 縦軸:殻幅 (mm), 横軸:殻高 (mm)

2021年1月から2021年12月までの桜島袴腰海岸におけるカヤノミカニリの殻高サイズ頻度分布である。縦軸を個体数の頻度、横軸を殻高 (mm) として示している。2021年1月は13 mm, 21 mmにサイズピークをもつ2つのグループが存在し、11 mm, 25 mmの個体もわずかに確認できた。2月は13-14 mmにサイズピークをもつグループと、21 mm, 24 mmにサイズピークをもつグループが存在するが、11 mmから25 mmまではおおよそ横ばいに推移している。9 mmの個体もみられる。3月は14 mmに著しくサイズピークをもつグループと、21 mmにサイズピークをもつグループに分かれていた。14 mmにサイズピークをもつグループは、14 mmを除く11 mmから18 mmまでは、個体数の少ない位置で横ばいに推移し、20 mmから25 mmまでのグループはグラフが山型ようになっていた。4月は、19 mm, 21 mm, 22 mmにサイズピークをもち、グラフは山型を示した。1月から3月まで見られていた稚貝は確認できず、17 mmから25 mmの間に集まっていた。5月は4月と同様に、21 mmにサイズピークをもつ山型のグラフで、稚貝は見られなかった。6月は、21 mmにサイズピークをもち、グラフは山型を示した。4月5月に比べ、さらに範囲が狭まり、サイズピーク付近にまとまっていた。7月は21 mmにサイズピークをもつが、23 mmにかけて大きく減少している。8月は20 mmにサイズピークをもつグラフとなり、おおよそ山型になっている。7月と似た形を示すが、19 mm以下の個体数は減少した。9月は21-22 mmにサイズ

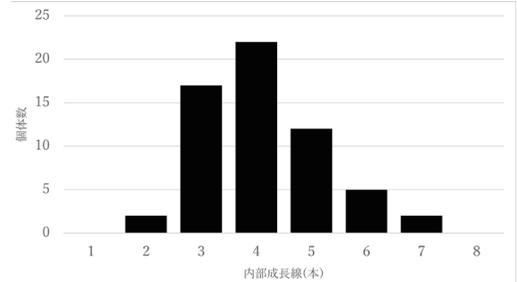


Fig. 11. 内部成長線数—個体数. 縦軸:個体数の頻度, 横軸:内部成長線 (本).

ピークをもつグラフとなり、26 mmにもわずかに確認できた。10月は20-21 mmにサイズピークをもつ。9月までのグラフとは異なり、個体数に顕著な差は見られず、13 mmから25 mmの間に広く散らばっている。ここで稚貝の新規加入が見られた。11月は21 mmの個体でサイズピークをもち、10月と類似したグラフの形を示した。12月は21 mmにサイズピークをもち、11月と比べ、サイズピーク付近の個体数が増加し、幅は少し狭くなった。

殻幅のサイズ頻度分布の季節変動 Fig. 8は、2021年1月から2021年12月までの桜島袴腰海岸におけるカヤノミカニモリの殻幅サイズ頻度分布である。縦軸を個体数の頻度、横軸を殻幅(mm)として示している。2021年1月はサイズピークが9 mmで、7 mmから8 mmにかけて個体数が大きく増大し、13 mmまではあまり変化なく横ばいに推移している。2月は9 mm, 12 mmにサイズピークをもち、1月と同様に広く散らばっている。3月は11-12 mmにサイズピークをもつグラフとなり、11 mm, 12 mmを除く7 mmから13 mmまではほぼ同じ個体数で推移している。4月は11 mm前後にサイズピークをもつが、13 mmで急激に個体数が減少する。1月から3月の間には見られていた稚貝が4月には確認できなかった。5月は、11 mmの個体でサイズピークを示し、山型のグラフになっている。4月と同様に、稚貝は確認できなかった。6月から9月は、11 mmにサイズピークをもち、グラフは山型を示した。多くの個体がサイズピーク付近にまとまっていることがわかる。10月は10 mmにサイズピークをも

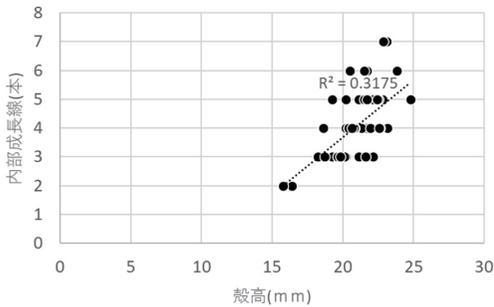


Fig. 12. 内部成長線数—殻高相関図. 縦軸:内部成長線(本), 横軸:殻高(mm).

つグラフとなり、8 mm から 9 mm にかけて大きく個体数が増加し、9 mm から 12 mm までは横ばいに推移している。ここで稚貝の新規加入が見られた。11月、12月、11 mm にサイズピークをもち、10月と似た傾向を示すグラフとなった。

殻高と殻幅の相関関係 2021年1月から2021年12月までに採集された桜島袴腰海岸におけるカヤノミカニモリの月別殻高—殻幅の相関図と年間殻高—殻幅相関図を Figs. 9, 10 に示す。相関を調べるために用いた指標は、相関係数 (R^2) であり、比例関係の強さを 1 から -1 の間の数値で表す。また、相関係数の絶対値が 1 に近いほど相関は強くなり、1.0–0.7 は強い相関がある、0.7–0.4 は相関がある、0.4–0.2 は弱い相関がある、0.2–0 はほとんど相関なしとする。

1 年間に採集した 600 個体における殻高と殻幅の間には、相関係数 0.83 と強い正の相関が見られた。月別で殻高と殻幅の相関をみると、1–3月、10–12月は相関係数 0.8 以上と強い相関関係を示した。一方で他の月は、5月の相関係数 0.72 を除いて 0.4–0.7 未満と比較的低い値であった。そこで、各月の殻高平均値と相関係数の関係を調べたところ、殻高平均値が 20 mm 以上の月は殻高と殻幅の相関関係が弱くなっていることが分かった。

内部成長線観察

内部成長線数 縦軸を個体数の頻度、横軸を内部成長線(本)として棒グラフを作成した (Fig. 11)。グラフは山型になり、内部成長線 4 本でピー

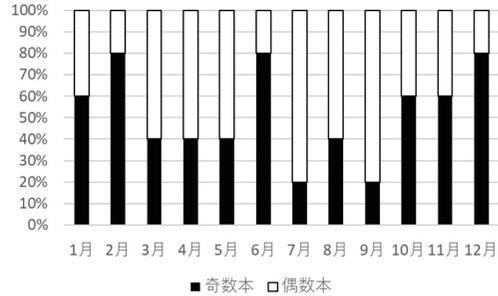


Fig. 13. 月別内部成長線. 黒: 奇数本, 白: 偶数本.

クとなった。内部成長線 2 本から 3 本にかけては、個体数は大きく増加し、内部成長線 4 本以降は緩やかに減少した。観察を行った 60 個体のうち、内部成長線数の最小値は 2 本、最大値は 7 本であり、全個体数のおよそ 3 分の 2 で 3 本または 4 本の内部成長線が確認された。

内部成長線と殻高の相関 内部成長線数と殻高の相関を調べるために、縦軸を内部成長線(本)、横軸を殻高 (mm) として散布図を作成した (Fig. 12)。内部成長線の観察を行った 60 個体において、内部成長線—殻高の間には、相関係数 0.32 と弱い相関が見られた。

内部成長線の月別本数 年間に明確な内部成長線がいくつ形成されるのか調べるために、横軸を各月として奇数本偶数本を縦軸 % 表記でグラフ化した (Fig. 13)。最も偶数本が優占したのは、7月と9月の 80% であり、7–9月は内部成長線奇数本の割合が減少している。一方で、最も奇数本が優占したのは、2月、6月、12月の 80% であり、10–2月は奇数本が優占していることが分かる。したがって、夏と冬の年 2 回、明確な内部成長線が形成されることがグラフから読み取れる。しかし、6月も奇数本が 80% と高い割合を示し、誤差が生じる月もあった。

考察

本研究のサイズ頻度分布調査において、10–3月に稚貝の新規加入が見られ、サイズピーク付近に多くの個体が集まっていた時期は 6–9月であった。また、内部成長線観察の結果より、7–9月には内部成長線奇数本の割合が減少し、10–2月には奇

数本が優占していたため、夏と冬の年に2回、明確な内部成長線が形成されることが分かった。吉元(2012)の論文で、生殖腺観察によって精子が見られる時期が6-9月だったことから、本種の生殖時期が6-9月の間だと報告されている。また、本種は岩に卵を産みつけ、孵化するとベリジャー幼生となって、しばらく海中で生活することが知られている。それらを踏まえると、本種は6-9月の夏に生殖活動、産卵を行い、孵化してしばらくの間、海の中で生活していたため、10月から13 mm程度の小さな個体が確認され始めたのだと考えられる。10 mm以下の個体がほとんど確認できなかったことに関しては、孵化してから海中生活を行うため、ある程度の大きさになるまで潮間帯上部に移動しないという点と、岩の割れ目などに定着していて、採集できなかったという点が原因として挙げられる。小さな個体が3月まで継続的に見つけれられた理由としては、冬の気温低下による成長停滞が要因だと考えられる。これは、内部成長線観察の結果と照らし合わせても言えることである。したがって、サイズ頻度分布調査と内部成長線の観察の結果から、夏の生殖活動と冬の気温低下による成長停滞が原因で、年に2回明確な内部成長線が形成されることが確認できた。

カヤノミカニモリの内部成長線数は、最小値2本最大値7本であった。年に2回内部成長線が形成されることを考慮すると、本種の寿命は4年弱と推測される。内部成長線は、生殖活動や気温変化以外にも海水温度や疫病、物理的障害など様々な因子の影響を受けて年に何回も形成されることがあるため、ここで寿命を断定することはできないが、年齢査定に役に立つ重要な指標であることは間違いない。また、サイズ頻度分布調査から、年間を通してサイズピークがほとんど一定であったことから、寿命は最低でも1年以上であると考えられる。

内部成長線と殻高の間には、弱い相関関係があったが、ある程度大きくなると、成長は鈍り、年齢と殻高が比例しなくなるため、殻高から年齢査定を行うことは困難であると考えられる。

本研究では、カヤノミカニモリのサイズ頻度

分布調査と内部成長線の観察によって、生殖時期の調査や年齢査定がある程度可能であることが分かった。しかし、調査期間が短く、サンプル数も少なかったため、断定することはできなかった。今後の課題として、調査期間とサンプル数を増やして継続的に調査を続けること、内部成長線の形成要因について、より詳細な調査を行うことが必要であろう。内部成長線解析の発展は、巻貝の生活史を明らかにするためにとても重要なことだと考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、適切なお指導、ご助言をいただいた鹿児島大学理学部生物学履修プログラム生態学研究室の皆様にご心からお礼申し上げます。また、助言や励ましを頂いた鹿児島大学理工学研究科富山研究室の皆様にご深く感謝申し上げます。本稿の作成に関しては、用皆依里様(鹿児島学URAセンター)、および、本村浩之先生(鹿児島大学総合研究博物館)には投稿でお世話になりました。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-令和2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、令和3-4年度基盤研究(C)一般「都市生態系における外来種および適応外来種の都市進化生態学的分析」21K12327-0001、平成27-令和3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2021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

- 伊藤年一, 1999. 学研生物図鑑 貝I [巻貝]. 学習研究社, 東京. 190 pp.
- 黒木理沙, 2021. 桜島袴腰大正溶岩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その生活史. 2020年度鹿児島大学理学部地球環境科学科卒業論文.

- 松井 章, 2003. 環境考古学マニュアル. 同成社, 東京. 237-250 pp.
- 奥奈緒美, 2020. 殻の内部成長線解析に基づく桜島袴腰大正溶岩の潮間帯におけるイシダタミの生活史. 2019年度鹿児島大学理学部地球環境科学科卒業論文.
- 富山清升・平田浩志・安東美穂・金田竜祐, 2011. 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. 日本生物地理学会誌, 70: 87-97.
- 吉田稔一, 2008. 火山溶岩の転石海岸におけるカヤノミカニモリの生活について. 2007年度鹿児島大学理学部地球環境科学科卒業論文.
- 吉元 健, 2012. 桜島袴腰海岸におけるカヤノミカニモリの生活史について. 2011年度鹿児島大学理学部地球環境科学科卒業論文.
- 吉元 健, 2014. 桜島袴腰海岸潮間帯における肉食性巻貝類5種の生活史と生態. 2012年度鹿児島大学理工学研究科修理論文.