

## 鹿児島県桜島袴腰海岸における クジャクガイ *Septifer bilocularis* (Linnaeus, 1758) の生活史調査 — 殻の外部生長線解析に基づく年齢推定 —

前園浩矩・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

クジャクガイ *Septifer bilocularis* (Linnaeus, 1758) はイガイ目イガイ科の二枚貝で、房総半島・能登半島以南、熱帯インド・西太平洋の潮間帯から水深 10m までの岩礁に分布する。クジャクガイの生態はこれまでほとんど研究例がない。そのため、本研究では本種の基礎生態についてサイズ頻度分布と年齢構成、年齢頻度分布を調査し、生活史を明らかにすることを目的とした。調査は鹿児島県鹿児島市桜島袴腰海岸の潮間帯中部の下で行った。2008 年 2 月から 2009 年 1 月にかけて毎月 1 回大潮の干潮前後に 50 cm × 50 cm のコドラートを 3ヶ所設置し、コドラート内のイガイ類を全て採集した。採集した個体は冷凍した後分類し、ノギスを使って殻長を 0.1 mm まで計測し、1 mm あたり 2 個体ずつ肉眼または顕微鏡を使い年輪解析を行った。クジャクガイ以外のイガイ類は個体数が少なかったため、本調査では除外した。

サイズ頻度分布から、3.0 mm 以下の新規加入個体は 6 月から 10 月にかけてだと推定された。2-5 月は 21.1-27.0 mm にピークが出る一山型のグラフになり、6-11 月は 12.0 mm 以下の割合が増えて多山型に、1 月は 2-5 月と同様の一山型のグラフに

なった。サイズ頻度分布には 1 年周期の周期性が見られた。サイズピークは 21.1-27.0 mm に出ることが多かった。この結果と、同じイガイ科の *Dreissena polymorpha* が 3-4 mm に達するには産卵から定着まで 18-28 日を要し、定着からさらに 1ヶ月を要することから、新規加入個体は 4 月下旬から 9 月中旬に産卵された個体だと考えられる。年輪解析の結果、殻長は年齢に有意に相関を示した。6 歳以上は個体数が少なく、あまり見つからなかった。年齢が一定以上になると成長率が落ちているように見えるが、この調査結果からは断定できない。新規加入個体が採集された 6-11 月は、0 歳の個体が他の月に比べて大きな割合を示した。0 歳の個体はほとんどが 9.0 mm 以下で見つかった。サイズ頻度分布のピークは何れかの年齢のサイズ頻度分布のピークと重なることが多かった。年齢頻度分布には 1 年周期の周期性が見られた。6 月に 6.1-9.0 mm の 0 歳の個体が見つかったことについて、*Dreissena polymorpha* の例から、産卵は 2 月下旬か 3 月上旬に開始されているか、前年の産卵期の終盤に産卵された個体が、年輪が確認できない大きさで越冬した可能性がある。多年生であるクジャクガイのサイズ頻度分布に複数のピークが生じにくく、3 歳までは年齢が上がるほど個体数が多く、4 歳以上では年齢が上がるほど少なくなるのは、年齢とサイズによって定着のしやすさ、そして生存率に差があるためだと考えられる。

### ■ はじめに

クジャクガイ *Septifer bilocularis* (Linnaeus, 1758) に関する研究はこれまでほとんど例が無い。そのため、本研究では本種の基礎生態について、サイズ頻度分布と年齢構成、年齢頻度分布を調査し、

Maezono, H. and K. Tomiyama. 2019. Life history of *Septifer bilocularis* (Linnaeus, 1758) on lava shore in Hakamagoshi, Sakura-jima, Kagoshima Japan—Age estimation based on the outside annual ring analysis of shell. *Nature of Kagoshima* 45: 167-175.

✉ 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: 10 January 2019  
http://journal.kagoshima-nature.org/archives/NK\_045/045-028.pdf



Fig. 1. 鹿児島県桜島の袴腰大正溶岩の海岸で採集されたクジャクガイ。

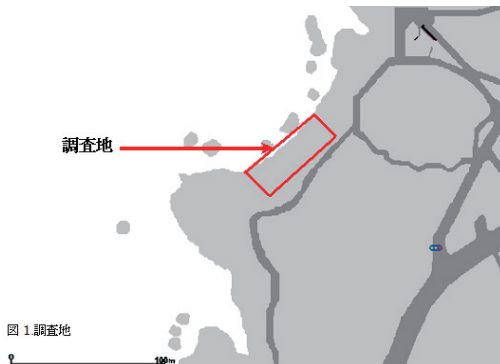


Fig. 2. 鹿児島県桜島北西部に設定した袴腰大正溶岩の海岸のクジャクガイの調査場所地図。

生活史を明らかにすることを目的とした。

## ■ 材料と方法

**材料** クジャクガイ (Fig. 1) はイガイ目イガイ科の二枚貝で、殻はやや厚質。殻表はまだら模様で殻毛を持ち、殻表は全面に分岐した細かい放射溝を有する。内面は青紫色。腹縁は細かく刻まれる。内面の殻頂下に隔板を持つ。房総半島・能登半島以南、熱帯インド・西太平洋の潮間帯から水深 10 m までの岩礁に分布する。

**調査地** 調査は鹿児島県鹿児島市桜島袴腰海岸の潮間帯 (Fig. 2) で行った。

潮間帯を大潮の満潮線～小潮の満潮線までを上部、小潮の満潮線～小潮の干潮線までを中部、小潮の干潮線～大潮の干潮線までを下部と分類し、中部を中部の上、中部の下に分類し、中部の下でイガイ類を採集した。

**方法** 調査は 2008 年 2 月から 2009 年 1 月まで、

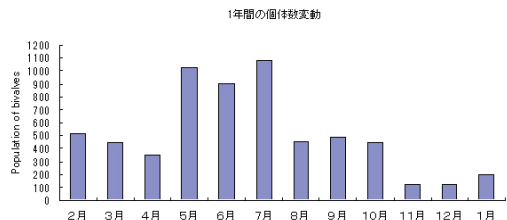


Fig. 3. 鹿児島県桜島の袴腰大正溶岩の海岸のクジャクガイの調査区の個体数変動。

月に 1 回ずつ 10 日以上間隔を開けて大潮の干潮時に 12 回行った。1 回の調査で任意の 3 箇所に 50 cm × 50 cm のコドラートを設置し、コドラート内のイガイ類の肉眼で確認できるものを全て採集した。

採集した個体は研究室に持ち帰り、冷凍した後分類し、全個体の殻長をノギスで 0.1 mm まで測定した。クジャクガイ以外のイガイ類は個体数が少なかったため、本研究では除外した。測定結果を 3 mm 毎に区切り、12 ヶ月のサイズ頻度分布を示した。総個体数の変化を Fig. 3 に示した。

毎月 1 mm あたり 2 個体ずつ、成長線を利用して肉眼または顕微鏡を使って年輪解析を行った。成長線は冬に成長が遅くなることで形成され、成長線の部分のみ殻が厚くなるため強い光を透過させると成長線が縞となって現れる。これを解析に利用した。解析結果は散布図に示した。

年輪解析の結果から 3 mm 毎に含まれる各年齢の個体数を求め、サイズ頻度分布に各年齢が占める割合を示した。また、この結果から毎月の年齢頻度分布を示した。

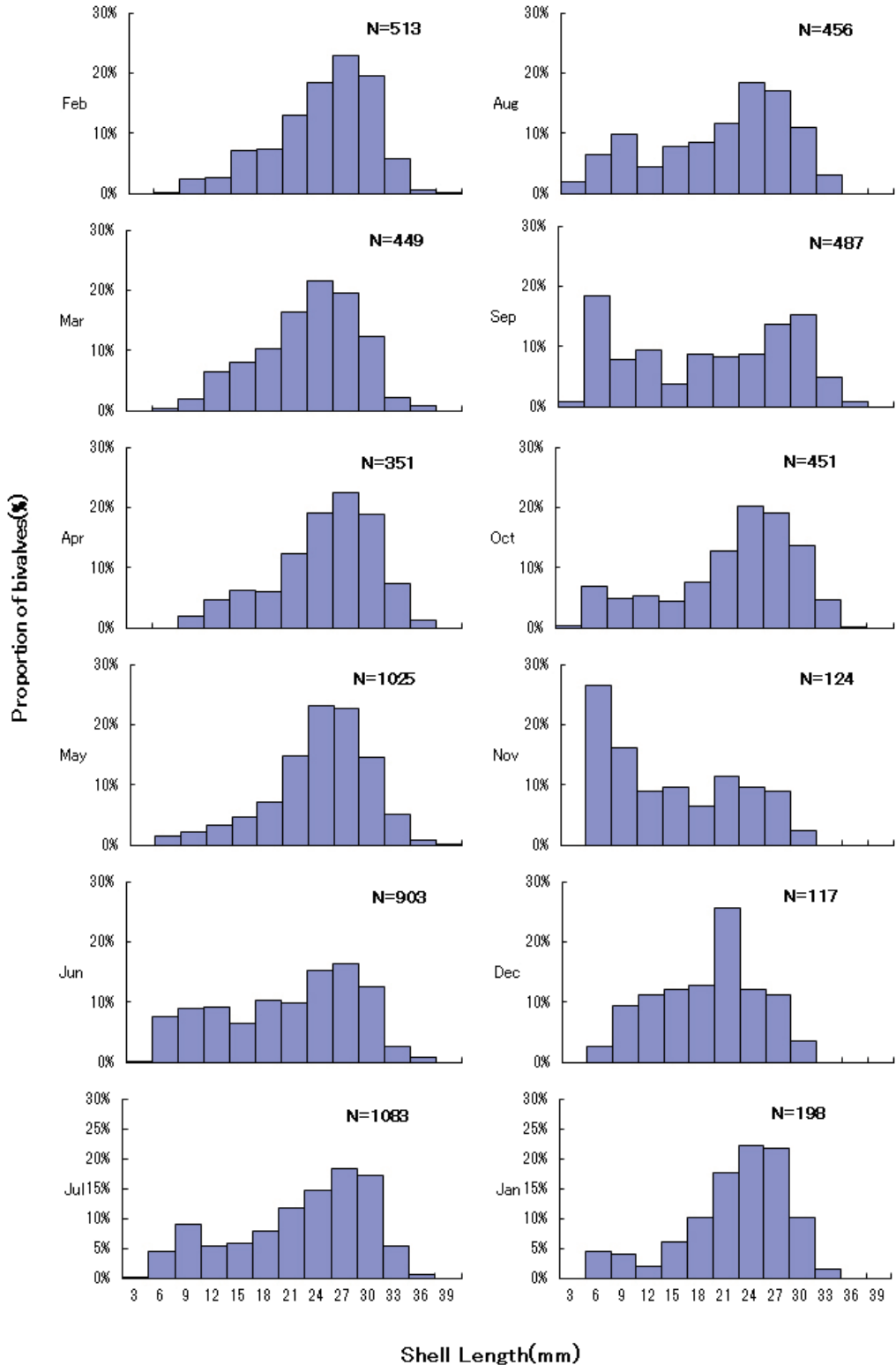


Fig. 4. 鹿児島県桜島の袴腰大正溶岩の海岸におけるクジャクガイの2008年2月～2009年1月のサイズ頻度分布の季節変化.

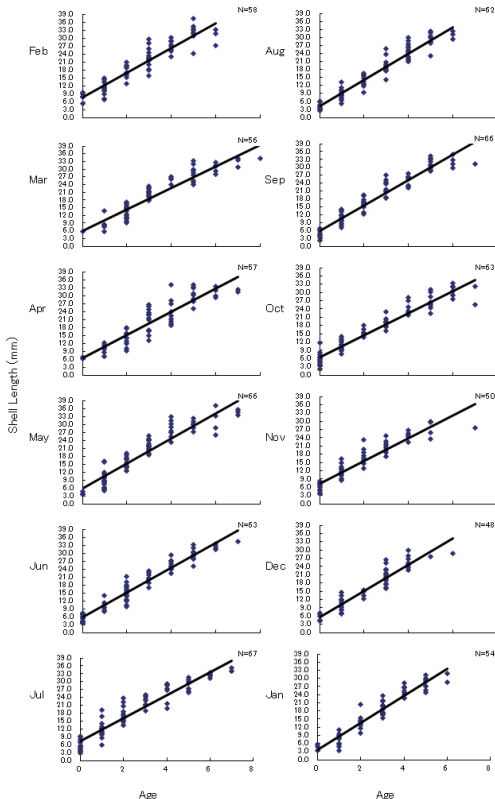


Fig. 5. 鹿児島県桜島の袴腰大正岩の海岸におけるクジャクガイの2008年2月～2009年1月の殻長と年齢の関係。

## 結果

### サイズ頻度分布

サイズ頻度分布を Fig. 4 に示す。サイズ頻度分布は2月から5月にかけて一山型のグラフを示した。この期間のサイズピークは21.1–24.0 mm か、24.1–27.0 mm に出現した。4月は12.1–15.0 mm に弱いサイズピークを示した。

6月から11月にかけて殻長の大きな個体が占める割合は減少し、殻長の小さな個体が占める割合が増えてサイズ頻度分布は多山型のグラフを示した。この期間はサイズ頻度が不規則に変化した。3.0 mm 以下の個体が6–10月にかけて採集された。この期間は12.0 mm 以下に1本または2本のサイズピークが出現した。6月、7月、8月、10月は、21.1–24.0 mm と24.1–27.0 mm が2月から5月と同様にサイズピークがそれに次ぐ個体数を示した。7月はサイズピークが24.1–27.0 mm に出たが、

21.1–24.0 mm より27.1–30.0 mm の個体数が多くなった。9月は27.1–30.0 mm にサイズピークが見られ、21.1–24.0 mm は他の月と比べるとサイズピークよりかなり小さくなった。11月は18.1–21.0 mm にサイズピークが出現したが、個体数の占める割合に21.1–24.0 mm と24.1–27.0 mm との大きな違いは無かった。12.0 mm 以下のサイズピークは、6月に9.1–12.0 mm に、7月と8月は6.1–9.0 mm に、9月と10月は3.1–6.0 mm と9.1–12.0 mm に、11月は3.1–6.0 mm に出現した。3.1–6.0 mm と6.1–9.0 mm の占める割合は10月から11月で大きく増加したが、その区間の個体数はほとんど変わらなかった。11月は12.1–15.0 mm にもサイズピークが見られた。11月からは3.0 mm 以下の個体が発見されなくなった。

12月の総個体数は11月とほとんど変わらなかったが、9.0 mm 以下の個体が急速に減少し、18.1–21.0 mm の個体数が大きく増加した。サイズピークは18.1–21.0 mm の一山型のグラフになった。1月は個体数が少し増加し、グラフは2月から5月のグラフとよく似た形を示した。3.1–6.0 mm と6.1–9.0 mm が9.1–12.0 mm より多くなった。

30.1 mm 以上になると、どの月でも個体数は急速に減少した。2008年2–5月と、2009年1月には類似性があり、サイズ頻度分布には周期性が見られた。

### 殻長と年齢

年輪解析の結果を Fig. 5 に示した。殻長は年齢に明らかな相関を示した。6歳以上は採集できない月があり、個体数は少なかった。8歳の個体は調査期間中1個体しか見つからなかった。

### サイズ頻度分布における年齢構成と毎月の年齢頻度分布

サイズ頻度分布における年齢構成を Fig. 6 に、年齢頻度分布を Fig. 7 に示した。サイズ頻度分布において2月から5月にかけて、サイズピークには3歳、4歳が多く含まれた。この期間中に限らず21.1–24.0 mm には、3歳が多くなる月が多かつ

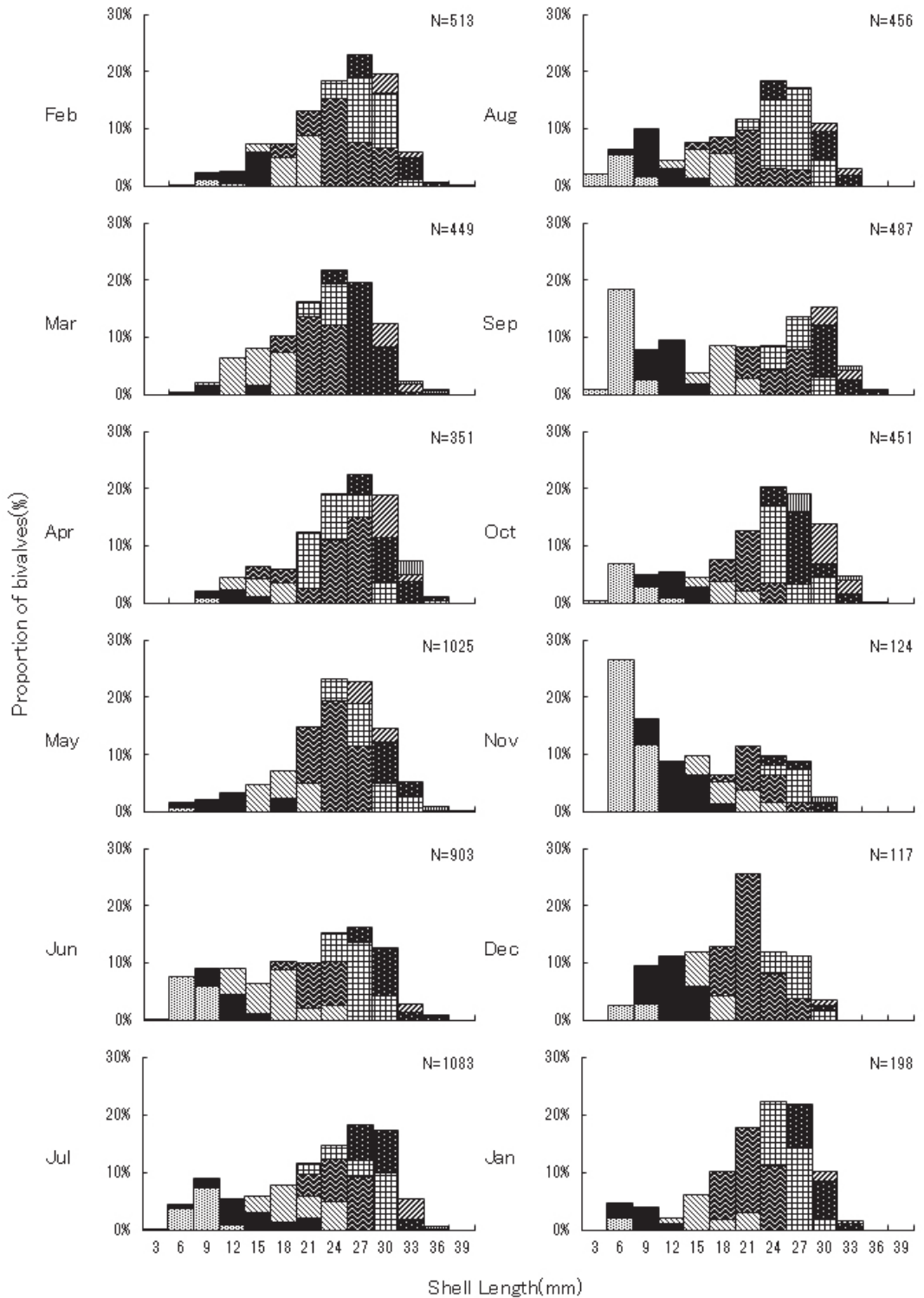


Fig. 6. 鹿児島県桜島の袴腰大正溶岩の海岸におけるクジャクガイのサイズ頻度分布における年齢構成;2008年2月~2009年1月.

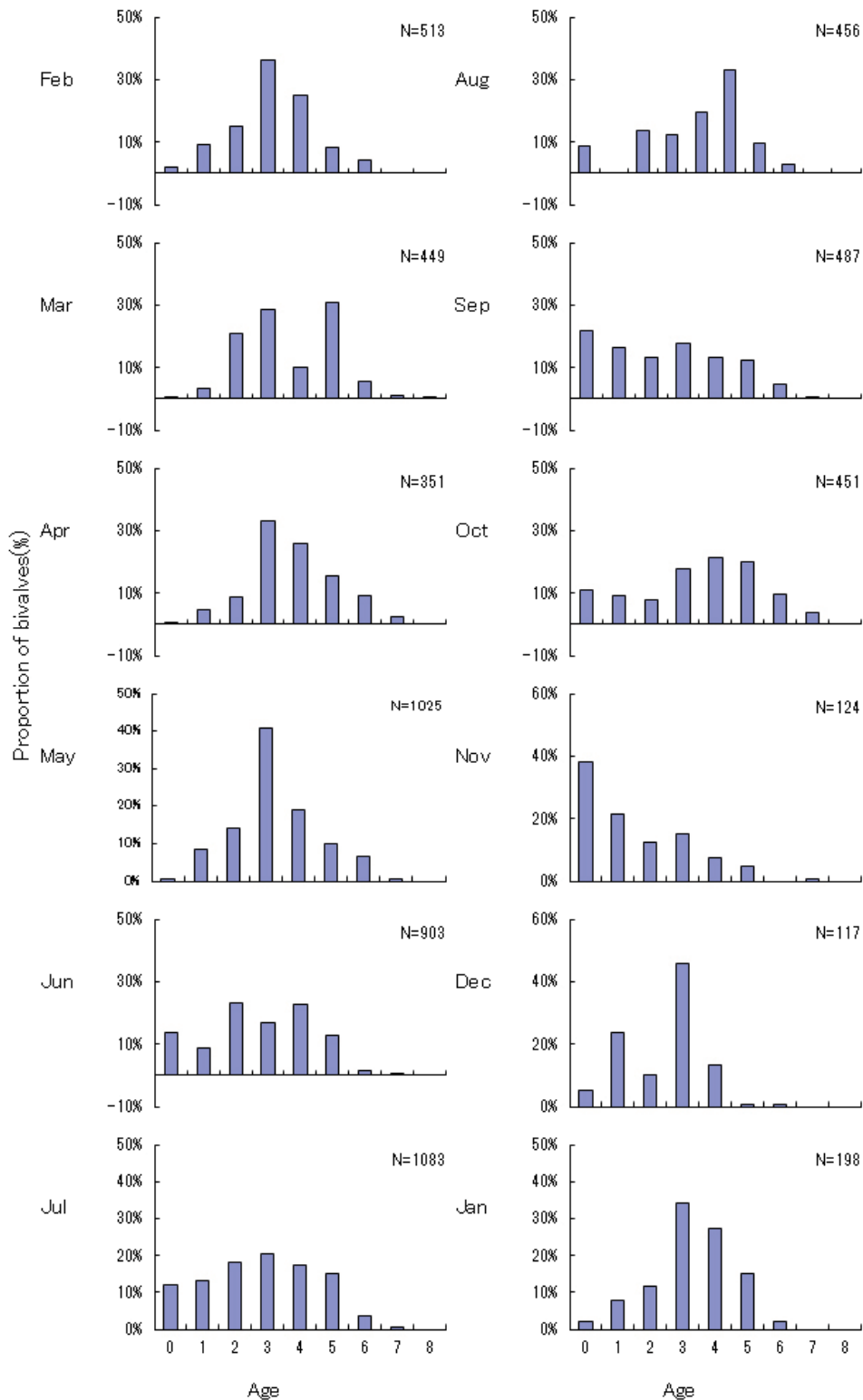


Fig. 7. 鹿児島県桜島の袴腰大正溶岩の海岸におけるクジャクガイの2008年2月～2009年1月の年齢頻度分布.

た。この期間中 24.1–27.0 mm には 3 歳と 4 歳が多く含まれることが多かったが、3 月は 5 歳のみがこの区間を占めた。5 歳は 10 月にも 24.1–27.0 mm の区間で大きな割合を占めた。調査期間中は常に 0 歳の個体が採集された。

この期間の年齢頻度分布は、2 月は 3 歳をピークとする一山型、3 月に 2 歳と 5 歳が急増して 3 歳と 5 歳をピークとする二山型、4 月には 2 歳と 5 歳が減少して 2 月と似た形の 3 歳がピークの一山型、5 月は 3 歳がピークの一山型のグラフになった。2 月から 5 月は 3 歳が常にピークを示した。3 月を除いて、4 歳は 3 歳に次ぐ個体数を示した。

サイズ頻度分布が不規則に変化し、複数のサイズピークを示した 6 月から 11 月の期間において、3.0 mm 以下の個体が採集された 6 月から 10 月と、採集されなくなった 11 月まで、9.0 mm 以下で 0 歳の個体が大きく増加した。9 月から 11 月に出現した 3.1–6.0 mm のピークは 0 歳のサイズピークと一致した。8 月の 6.1–9.0 mm と、9 月、10 月の 9.1–12.0 mm のサイズピークは 1 歳のサイズピークと一致した。

6 月から 11 月にかけて年齢頻度分布は不規則に変化し、複数のサイズピークを示した。この期間では 3 歳がピークにならない月が半分を占めた。しかし 3 歳はピークにならない月でもピークの次か 3 番目に多く、他の年齢のように極端に少なくなることはなかった。この期間では年齢頻度分布は二山型を示し、7 月を除いて 3 歳がピークを示す月でも 3 歳より個体数が多くなる年齢があった。7 月は 3 歳がピークになり、個体数も 7 月の全年齢中で最も多くなったが、0 歳から 5 歳の各年齢が占める割合の差は小さかった。9 月から 11 月は 1 歳、2 歳よりも 0 歳の個体が多くなった。

12 月はサイズ頻度分布にはピークは 1 本のみであり、ピークは 3 歳だけで構成された。1 月は 21.1–24.0 mm のサイズピークを 3 歳と 4 歳が 50% ずつ占めた。

年齢頻度分布において 12 月は 11 月から 3 歳が顕著に増加し、0 歳は激減した。4 歳は少し増えたが、0 歳の減少と 3 歳の増加ほど顕著な増減は

無かった。2009 年 1 月は年齢頻度分布の形が 2 月、4 月、5 月とよく一致した。

年間を通して、各サイズピークは何れかの年齢のピークと一致することが多かった。全く一致しなかったのは 25 本出現したピークのうち、4 月の 12.1–15.0 mm、8 月の 21.1–24.0 mm、11 月の 12.1–15.0 mm、1 月の 21.1–24.0 mm の 4 本だけだった。

3 歳は常に上位 3 番以内の個体数が採集され、極端に少なくなることはなかった。3 歳がピークを示し、グラフが似た形を示した 2 月、4 月、5 月と 12 月、11 月では 30–45% を占めた。年齢頻度分布は 2008 年 2 月、4 月、5 月と 2009 年 1 月で各年齢の割合はよく一致し、1 年周期の周期性が見られた。

## ■ 考察

### サイズ頻度分布

2 月から 5 月の 21.1–24.0 mm か 24.1–27.0 mm に出現したサイズピークはどちらがピークになる時も個体数に大きな差は無く、この期間においてサイズピークには変動が無いと言える。

6 月から 10 月にかけて採集された 3.0 mm 以下の個体は新規加入個体だと予想される。同じイガイ科の *Dreissena polymorpha* が定着するまでの期間が、Sprung (1989) によると殻長約 70–80  $\mu\text{m}$  から定着の準備が出来た 220  $\mu\text{m}$  の段階まで 18 から 28 日である。5 月中旬かその少し後に定着した個体は 6 月末に 3–4 mm、8 月中旬に 10 mm、10 月には 13–14 mm に達する。本研究で 3.0 mm 以下の個体が見つかった調査は 6 月 5 日から 10 月 12 日に行ったので、2008 年の新規加入個体が *Dreissena polymorpha* と同様の成長をするならば、4 月下旬から 9 月中旬にかけて産卵された個体だと考えられる。6 月から 11 月にかけて多く採集された新規加入個体ではない個体が、2 月から 5 月にかけて中部の下では見つからなかったのは、この期間はこれらの個体が下部以下に定着していたためであり、6 月から 11 月にかけて見つかったのは中部の下へ移動してきたためだと考えられる。これを確かめるためには、個体数が増える 5

月以前に下部で多くの小型のクジャクガイが見つかるかどうか、垂直分布を調べる必要がある。

本研究において、サイズ頻度分布は殻長が21.1–24.0 mmか24.1–27.0 mmに近付くにつれ多くなった。これはこのサイズの物が中部の下に定着しやすいという可能性がある。定着のしやすさに差が無いと考えた場合、小さく若い個体ほど多く採集されるはずだが、2月から5月と1月では小さな個体ほど採集数が少ない。これはサイズと定着に関係があるためだと予想される。6月から10月は殻長の小さな個体が増えているため、この期間は季節や海水温も定着にのしやすさに関わっている可能性がある。

サイズ頻度分布の周期性は、2009年2月から2010年1月にかけて調査を続けて確認する必要がある。

11月から1月にかけては他の月に比べて総個体数が少なくなった。これは日中に調査を行ったためである可能性がある。この期間は他の期間に比べて昼の干潮位が高く、夜の干潮位が他の期間の昼の干潮位と同等になる。このため、この調査では11月から1月にかけて調査範囲が中部の下でもやや情報に限られており、調査時間も短くなっている。調査範囲を季節によって変えないために、この期間の調査は潮位が低くなる夜間に行う必要がある。

### 殻長と年齢

殻長の成長率は年齢が上がると落ちているように見える。しかしこの調査において、年齢が高い個体が多いと考えられる30.1 mm以上は個体数が少なく、大きな個体が採集できれば近似曲線に沿っている可能性も考えられるので、成長率の低下は断定できない。これを決定するには日輪の解析を行い、成長率が落ちているかどうかを確認する必要がある。

### サイズ頻度分布における年齢構成と毎月の年齢頻度分布

サイズ頻度分布が一山型のグラフを示した3月において年齢頻度分布では2歳と5歳の個体が

急増し、4月には2月と似た年齢頻度分布になったことに関して、この年齢頻度分布の変化は毎年この時期に必ず起こるのか、この調査中に突発的に起きたことなのかは継続して調査を行い、確認する必要がある。年輪解析を行った個体数が少なく、3月のみ偶然これらの年齢を多く解析し、結果に偏りが生じた可能性が考えられる。年輪解析を行う個体数を増やすなどして解析の精度を上げ、偏りが生じる可能性を低くする必要がある。

新規加入個体だと考えられる3.0 mm以下の0歳の個体が初めて採集された6月に、6.1–9.0 mmの0歳の個体が見つかったことについて *Dreissena polymorpha* の例を参考にすると、産卵は2月下旬か3月上旬に開始されていることになるが、その場合1年の半分以上が産卵期になるためこの可能性は低いと考えられる。前年の産卵期の終盤に産卵された個体が、年輪を確認できない程度の大きさで越冬し、成長した物を0歳と誤認した可能性が考えられる。9月の総個体数は8月からそれほど変化していないが、8月に比べて3.1–9.0 mmの0歳の個体が大きく増えている。これは8月に3.0 mm以下の個体が特に多く採集されていることから、7月が産卵のピークであり、8月に中部の下や下部に定着した新規加入個体が9月に3.1 mm以上まで成長し、下部などから中部の下へ移動し、多く定着したためだと考えられる。11月に0歳と1歳の占める割合が増えているが、10月から11月では総個体数が70%以上減っている中で0歳と1歳の個体数はほとんど変化していない。0歳と1歳の個体は殻長が小さいために移動速度が遅いか、移動を開始するのが遅いなどの理由で中部の下に留まっており、その結果11月は全体に占める割合が高くなったと考えられる。

サイズ頻度分布が一山型を示した2月から5月と、12月、1月では年齢頻度分布において、3歳は必ずピークを示した。このことから、3歳の個体は他の年齢に比べて中部の下に定着しやすいと考えられる。しかし3月は5歳の個体数が増えており、2月、4月、5月、1月は4歳が3歳の次



に多いなど、必ずしも3歳だけが定着しやすいとは言いきれない。また、この期間では12月を除いて0歳より1歳、1歳より2歳、2歳より3歳が多く採集されており、この年齢では年齢が高いほど定着しやすくなっている。殻長は年齢と相関があるので、0歳から3歳は殻長が大きくなるほど定着しやすいとも言える。年齢が上がれば生存率は下がると考えられるので、サイズ頻度分布の考察で述べたように定着のしやすさに差がなければ若く小さな個体が多く採集され、大きく年齢の高い個体は採集される個体数が減ると考えられる。しかし実際にそうなっているのはほとんどの月で殻長27.1 mm以上、年齢4歳以上である。27.0 mmまでは殻長が大きくなるほど、3歳までは年齢が上がるほど採集される個体数は増えている。このことから、殻長が大きな個体ほど定着しやすく、生存率が殻長による定着のしやすさで補えないほど低くなると減少に転じると考えられる。多年生であるクジャクガイに複数のサイズピークが生じにくいのはこのためだと考えられる。3歳から5歳が多産だった可能性も考えられるが、2008年2月と2009年1月の年齢頻度分布において、全体が1歳年齢を加えたようなグラフになっていないことから、この可能性は低いと考えられる。年齢頻度分布の周期性と、定着のしやすさは調査を継続して確認を取る必要がある。

18.1 mm以上では各サイズにおいて3つ以上の年齢が出現することがある。これは殻長と年齢の関係において可能性が示された成長率の低下を仮

定すると、18.1 mm以上で同じサイズで多くの年齢が観察されることと良く一致する。より正確な調査を行い、検証する必要がある。

#### ■ 謝辞

本研究を行うにあたり、貴重なご助言をください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。また、鹿児島大学理学部地球環境科学科の鈴木英治先生、鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻富山研究室の先輩方、鹿児島大学理学部地球環境科学科富山研究室、鈴木研究室のみなさんに論文作成にあたり助言をいただきましたことに御礼申し上げます。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27–29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頂きました。以上、御礼申し上げます。

#### ■ 引用文献

Sprung, M. 1989. Field and laboratory observations of *Dreissena polymorpha* larvae: Abundance, growth, mortality, and food demands. Arch. Hydrobiol., 115: 537–561.