

鹿児島湾桜島袴腰の転石海岸における ムラサキクルマナマコの生活史

原井美波・富山清升

〒 890-0065 鹿児島市郡元 1-21-35 鹿児島大学理学部地球環境科学科

■ 要旨

鹿児島市桜島の袴腰海岸にはムラサキクルマナマコ *Polycheira rufescens* (Brandt) が生息しており、このムラサキクルマナマコのサイズ頻度分布と性比の季節変化を2010年12月から2011年12月の一年間追うことによって、鹿児島市桜島袴腰海岸に生息するムラサキクルマナマコの繁殖の起こる時期と、個体の体の大きさと性別の相関関係の有無を明らかにした。

サイズ頻度分布調査は、ムラサキクルマナマコを毎月100匹以上調査地で採集し、体長と体幅を測定してその体積を算出した。頻度分布は一年間どの月でも似た山の形となり、新規加入と推測される個体の山は確認されなかった。

性比については、各月40匹程度の個体を解剖して顕微鏡による生殖巣の観察を行い、卵の確認できたものを雌、卵の確認できなかったものを雄、生殖巣自体が判別できなかったものを判別不能として処理した。各月の性比を比較すると、6月に雌の比率が急激に増加し8月まで雌が存在したが、その他の月では雌は見られなかった。また、生殖巣の発達については4月から8月にかけての

期間が顕著であり、それ以外の月では萎縮しほとんどが判別不能であった。

サイズ頻度分布の季節変動については新規加入が見られなかったため、体の小さい成体は生息地が他の個体と異なると提案された。また、季節変動も無かったことから性別と体の大きさには相関関係がないと言える。性比については、4月から8月にかけて生殖巣が発達し、4月から5月にかけて成熟した雄が増加していることから、この雄の一部が性転換することで6月に雌が出現したと考えることが可能である。6月に雌が出現し、9月にはほとんどの個体が放卵・放精を終えたと考えられるため、6月から8月の間が桜島袴腰海岸における本種の繁殖期であると言える。

■ はじめに

棘皮動物門無足目クルマナマコ科に属するムラサキクルマナマコ *Polycheira rufescens* (Brandt) は、常に潮間帯の礫の下に群棲するナマコであり、性転換をすることで知られている (Tomari & Kubota, 1989)。ムラサキクルマナマコに関する研究は過去にも行われており、生殖巣中の生殖細胞を観察することにより繁殖期に雄から雌へと性転換し再び雄に性転換することが分かっている。本種について個体群の中での性比を長期間に渡り追った例は無い。また、過去の研究でムラサキクルマナマコの繁殖期が始まるとされる時期が記載されたのは、熊本の天草の海岸、鹿児島湾、台湾の三ヶ所であるが、その時期は調査地により若干前後し、水温との相関はなかったため、水温は繁殖の起こる引き金とはならないとされている

Harai, M., and K. Tomiyama. 2017. The life history of *Polycheira rufescens* (Brandt); Echinodermata; Chiridotidae, at a pebble shore of Sakura-jima in Kagoshima Bay, Japan. *Nature of Kagoshima* 43: 451-456.

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

(Arakaki, 1999). 過去に桜島袴腰海岸におけるムラサキククルマナマコの生態の調査をした研究例はない。

本研究は、鹿児島県の桜島袴腰海岸に生息するムラサキククルマナマコの繁殖の起こる時期と、個体の体の大きさと性別の相関関係の有無を明らかにすることを目的とした。

調査地と調査方法

調査地は鹿児島県鹿児島市の桜島袴腰海岸の下部に設定した。袴腰海岸は、桜島が大正3年に噴火した際の大正溶岩によって形成された転石海岸である。海岸線は湾曲しており、その小さな入り江の最も奥の方より少し手前に当たる海岸で調査を行った。潮間帯の傾斜は緩やかであるが、上部では傾斜が比較的急になっている。潮間帯は主に15cm大の礫で構成されており、所々に大きな岩が見られる。研究対象であるムラサキククルマナマコは、袴腰海岸においてはこの潮間帯下部の礫の下に特に多く群棲する。種の同定は、内海(1956)や内田(1974)を参考にした。

調査期間は2010年12月から2011年12月までの一年間である。月に一度、月に二回ある大潮のうち片方の日またはその前後日の日中の干潮時に100匹程度を調査地の礫の下に群棲するムラサキククルマナマコを採集した。採集する個体は、その大きさに人為的な偏りを無くすために、引っくり返した一つの石の下に群棲する個体群を可能な限り全個体採集し終えてから次の石の下に群棲するものを採集するようにした。

採集後、採集した100匹以上のムラサキククルマナマコの全個体について、生きているうちに体長と体幅をノギスによって測定した。測定の際には、ムラサキククルマナマコの状態を可能な限り画一化し、データを取る上での条件を等しくするため、口を突いて刺激で個体の体が最も縮んだと思われたところで測定した。体の縮んだ状態の形を楕円体とみなし、測定した体長と体幅をもとに次式を用いて体積を計算した。

$$V = \frac{4}{3} \pi ab^2$$

ここで、 V は体積を示し、 a は $\frac{\text{体長}}{2}$ 、 b は $\frac{\text{体幅}}{2}$ である。

体長と体幅を記録した後は採集した日毎に分け冷凍保存した。後日解凍し、各月のサンプルから解剖のできそうな大きさのムラサキククルマナマコ約40個体をランダムに選んで解剖用のハサミで解剖した。生殖巣が肉眼で確認できた場合は、生殖巣の一部または全部を使いプレパラートを作成し、光学顕微鏡で観察して雄と雌を判別した。精子の有無の確認が困難であったため、卵がはっきりと見られたものを雌、見られなかったものを雄として処理した。

材料

本研究で対象としたムラサキククルマナマコ *Polyskhiera rufescens* (Brandt) は、無足目クルマナマコ科に属する潮間帯の礫の下に群棲するナマコである。相模湾以南の本邦各地に普通に産し、フィリピン・マレー群島・オーストラリア・インド等の諸地方に広く分布する。体の全面に大小の6幅の輪状骨片の集まりでできた輪疣が散在し、肉眼で白色の小点として認められる。

ナマコ類は体内保育をする種を除き海水中に生殖細胞を放出して受精が行われる。生殖細胞の放出誘起の要因は、種によって温度や光、酸素量と知られているものもあるが、多くの種では不明であり、ムラサキククルマナマコについても明らかになっていない。一般には雄が先に精子を放出し、放卵がそれに続くことが多いとされる。孵化後は浮遊能力を持つ幼生期を経て変態し成体になり、浮遊能力を失い底性生活に移る (Uchida, 1974)。

放卵・放精は繁殖期の満月および新月の二日前から二日間起こることが分かっている (Tomari & Kubota, 1989)。

結果

サイズ頻度分布調査

ムラサキククルマナマコの体積をサイズの指標とし、2010年12月から2011年12月におけるサイズ頻度分布を Fig. 1 に示した。算出した体積の

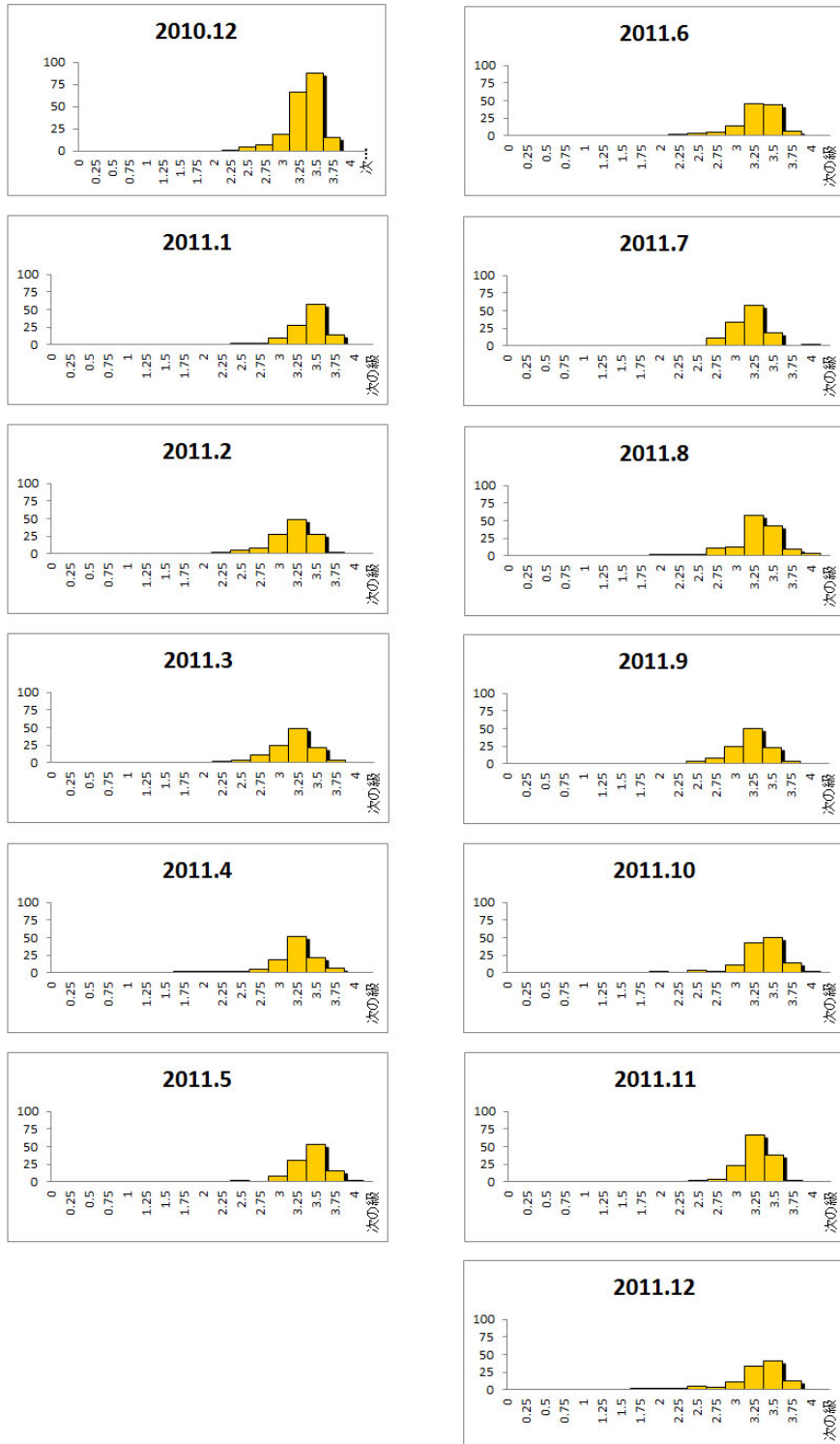


Fig. 1. 桜島袴腰の転石海岸におけるムラサキクルマナマコのサイズ頻度分布の季節変化.

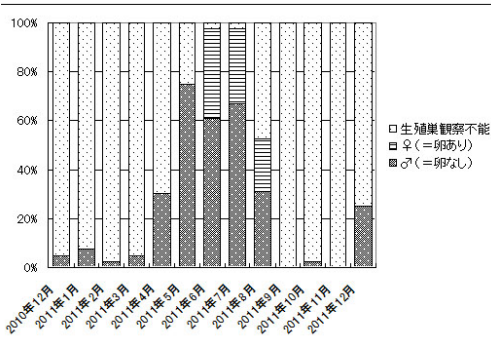


Fig. 2. 桜島袴腰の転石海岸におけるムラサキクルマナマコの月毎の各性別の割合.

単位は立方ミリメートルであり、これを常用対数に換算して表した。

どの月でもサイズピークは3.25もしくは3.5に現れており、この他の値でピークが見られることはなかった。2010年12月はピークが高くなっているが、これは採集した個体数が多かったことに起因する。

調査期間を通して、ヒストグラムが新規加入の個体群を表す双峰型を示すことはなく、最小値に若干の差はあるものの全ての月で1.75から4の範囲で一つの山を形成した。最小サイズが1.75の個体が現れたのは2011年4月のみであった。最大値は2010年12月から2011年4月にかけて2011年6月、9月、12月で3.75、2011年5月、7月、8月10月で4の値をとっており、最小値と

同様に大きな変動は見られなかった。

ヒストグラムの山の形は左右対称ではなく、サイズの大きい方にピークが偏って現れた。ピークについては一つのサイズが明らかに突出している月がほとんどである。例外として2011年6月では3.25のところピークがきており、その次の3.5もほぼ同じ頻度を表している。また、2011年10月でも、ピークは3.5の級であるが、3.25でも近い頻度を表している。2011年5月では2.74、7月では3.75、10月では2.25の個体は採集されず、ヒストグラムが途切れた形になっている。

生殖巣の観察

生殖巣の観察では精子の有無は明確に確認できなかったが、6月から8月の三ヶ月の間のみ卵が確認される個体が存在した。

解剖をした各月の個体群を構成する「卵の確認された雌」・「卵の確認されなかった雄」・「生殖巣自体が観察不可能で性別が判別不能の個体」の3パターンのそれぞれの個体数をTable 1に、割合をFig. 2に示した。雄の生殖巣には精子(Fig. 3)が、雌の生息巣には卵(Fig. 4)がそれぞれ確認された。

卵が確認された6月、7月、8月における雄：雌の性比はそれぞれ167：100、215：100、144：100となった。生殖巣は2010年12月から2011年3月、2011年9月から同年12月の間では個体差はあるがかなり萎縮しており、生殖巣自体が観

Table 1. 桜島袴腰の浴岩転石海岸におけるムラサキクルマナマコの生殖巣の観察により判別された各性別の個体数の季節変動.

採集月日	♂ (卵なし) 個体数	♀ (卵あり) 個体数	生殖巣萎縮の個体数	合計個体数
10-Dec	2	0	38	40
11-Jan	3	0	37	40
11-Feb	1	0	39	40
11-Mar	2	0	38	40
11-Apr	12	0	28	40
11-May	30	0	10	40
11-Jun	25	15	1	41
11-Jul	28	13	1	42
11-Aug	13	9	20	42
11-Spt	0	0	40	40
11-Oct	1	0	39	40
11-Nov	0	0	40	40
11-Dec	10	0	30	40

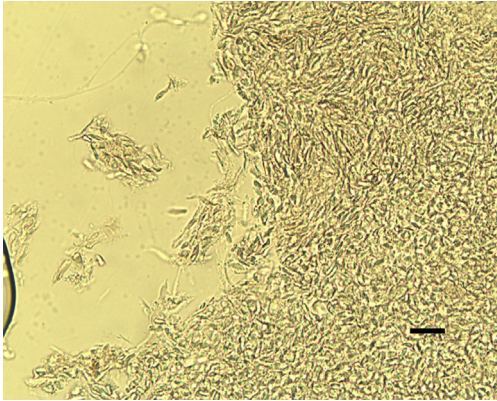


Fig. 3. ムラサキクルマナマコの♂の生殖巣の顕微鏡写真。スケールは 10 μm . ($\times 400$).

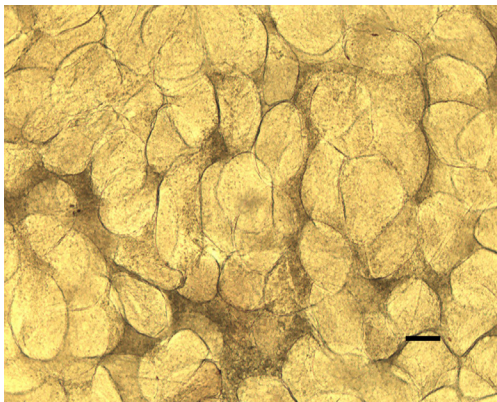


Fig. 4. ムラサキクルマナマコの♀の生殖巣の顕微鏡写真。スケールは 10 μm . ($\times 400$).

察できない個体が多かったが、6月と7月ではほぼ全ての個体で生殖巣を確認することができた。また、2011年5月では卵の確認できた個体は無かったが、生殖巣の発達している個体が2011年4月までの個体群に比べかなり増加していた。各月の観察した全個体数に対する生殖巣が確認できた個体の割合は、調査期間の2010年12月から2011年12月に至るまで、それぞれ5%、7.5%、2.5%、5%、30%、75%、98%、98%、52%、0%、2.5%、0%、25%であり、2011年5月から8月にかけては半数以上で発達した生殖巣が観察された。

■ 考察

一年間でサイズ頻度分布に大きな変動が無かったため、新規加入の時期は不明であった。このことから、新規加入個体となるべき体の小さい個体は、今回の調査で採集を行った所とは異なる場所に生息しているということが強く示唆された。新規加入個体と呼ぶべき体の小さい個体は、すなわち浮遊性の幼生から変態し底性生活に移行して間もない成体と言えるが、体の小さいうちは体積に対して表面積が大きくなるため水分が蒸発しやすいと考えられる。よって、体の小さい成体は乾燥から身を守るため、幼生から成体に変態した後、ある程度体が成長するまでの間を調査地である潮間帯の下部よりも低い水中で過ごしている可能性が考えられる。

2011年12月に生殖巣が確認できた個体が25%にまで増加しているが、これは観察を進めるにあたってある程度萎縮した生殖巣も見分けられるようになったためであり、生殖巣が確認できるその他の個体の少ない月についても同程度の生殖巣が確認できた可能性は高い。よって、生殖巣の観察できた個体が50%を上回る、他の月と比較して突出して多い月に関しては生殖巣の発達について考えることができるが、そうでない月については言及しない。生殖巣中に卵が確認されたのが6月から8月の間であったことから、桜島袴腰海岸におけるムラサキクルマナマコの繁殖期は6月から8月であると言える。また、4月から8月にかけて生殖巣の大きく発達している個体が多く見られ、4月から5月にかけては成熟した雄が増加していると考えられる。この雄の一部が性転換することで6月から8月にかけて雌が出現したと考えることが可能である。しかし、特定の個体が性転換をする様子については追えていないため断言はできず、卵を持った個体が繁殖期以外は別の場所にいるという可能性もある。

精子の有無については確認できなかったため、雄として処理をした個体が精子を持った雄なのか卵と精子のいずれも持たない無性別個体であるかの判別は不可能であるが、繁殖期を終え、生殖巣

が急激に萎縮した9月の個体は、放卵・放精後の無性別個体である可能性が考えられる。また、無性別個体は繁殖期にも存在すると考えられる。性比は6月から8月の全ての月で雄の方に偏っているが、この中に無性別個体が存在したとすると、実際の繁殖期における性比は1:1に近くなっていかもしいない。

一年間でサイズの構成に変動がなかったため、サイズと性別、サイズと生殖巣の発達具合とのそれぞれの間に相関関係は無いと言える。

各月の生殖巣の発達具合について雄雌別に三段階に分け記録を取ったが、繁殖期においては発達しているものが卵を持つ・精子を持つといった傾向は見られず、性別と生殖巣の発達具合の間にも相関関係は見られなかった。

■ 謝辞

本研究を行うにあたり、指導、および、助言を頂きました鹿児島大学理学部地球環境科学科多様性生物学大講座の富山研究室の皆様にご心より感謝申し上げます。調査・計測・論文作成の際に、助言と協力を頂きました、多様性生物学大講座の生態学研究室の皆様にご深く感謝いたします。本稿

の作成に関しては、「鹿児島県レッドデータブック第二版作成」の調査・編集作業予算（鹿児島県自然保護課）、日本学術振興会科学研究費助成金の、平成26・27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28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、2016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

- 内海富士夫. 1956. 原色日本海岸動物図鑑. 保育社, 大阪.
- 内田亨. 1974. 動物系統分類学8(中) 棘皮動物. 北隆館, 東京.
- Tomari, M. & Kubota, T. 1989. Semilunar spawning and sex conversion during *Polycheira rufescens*. *Zoological science*, 6(6): 1218.
- Arakaki, S., Yamahira, K. & Tokeshi, M. 1999. Sex change and spatial distribution pattern in an intertidal holothurian *Polycheira rufescens* in the reproductive season. *Researches on Population Ecology*, 41(3): 235–242.