阿嘉島におけるサンゴ食貝(シロレイシガイダマシとヒメシロレイシガイダマシ)の成長様式

下池和幸
コーラル・リサーチ・ダイバーズ

Growth pattern of the corallivous gastropod (*Drupella cornus* and *D. fragum*) in Akajima Island, Okinawa, Japan.

K. Shimoike
E-mail: kshimoike@ac.auone-net.jp

● はじめに

阿嘉島周辺海域では2001年から続いたオニヒトデの大発生が2006年には終息したが、これに代わりシロレイシガイダマシ(*Drupella cornus*)とヒメシロレイシガイダマシ(*D. fragum*)が増えているという(岩尾私信)。これらはアクキガイ科に属する巻貝で、さんご礁域に広く分布しミドリイシ属やコモンサンゴ属などさんご礁を構成する主要なサンゴを選択的に食害する。1982年に Moyer らによって三宅島でヒメシロレイシガイダマシの異常発生が報告されたのを始め、日南海岸や高知県沿岸海域など主に温帯域のサンゴ群集で同種の大発生による被害が報告されている(布施ら 1991; 野村・富永 2001)。私が阿嘉島臨海研究所に在職中、さんご礁保全に関する研究の一環としてこれらシロレイシガイダマシ属2種の生態調査を行い、貝のサイズによってシェルターや餌として利用するサンゴの群体形状が異なること、周年にわたって生殖し環境が悪化すると直ちに個体数が増加することなどを報告した(下池 1995)。引き続き同じ調査地点で標識放流調査を行ったが、その後の成果については私の怠慢により未発表のままであった。シロレイシガイダマシについては Black and Johnson (1994)がオーストラリア西海岸のニンガルーリーフで、ヒメシロレイシガイダマシについては Awakuni (1989) が水槽飼育によってそれぞれ成長式を求めているが、環境条件が異なるため阿嘉島周辺にはそのまま適用できない。そこで、この機会に過去のデータを洗い出し、これらの貝の成長様式について解析したので報告する。

● 方　法

1．標識放流調査

1995年7、8、10月を除く1994年4月～1997年2月の約3年間、毎月中旬に阿嘉島北東岸ニシハマ礁原の調査地点(水深1～3m)において10mの定線を海岸と平行に6本引き、この両側1m内(120m^2)のシロレイシガイダマシとヒメシロレイシガイダマシをできる限り全て採集した。そして、個体識別ができるように、貝殻にラッカースプレーで着色すると同時に、番号を記入した紙をゼリー状瞬間接着剤で殻口部に張り付け、殻高、結節の有無などを記録し、翌日もとの場所に放流した。貝の着色には6色を順次使うことにより、採集月が分かるようにした。そして、殻高の成長量からベルタランフィーの成長式を用いて貝の成長を求めた。1994年8月には標識放流した 範囲をビデオ撮影し、この画像からサンゴ被度を調べた。また、阿嘉港で毎朝10時に測定している水温を用いて、成長との相関を検定した。

2．水槽での摂餌実験

底面濾過方式の60cm水槽3台に10μmのフィルターで濾過した海水を満たし、ヒーターと保冷剤を用いて、19℃、23℃、27℃の3段階の水温に調節した。そして、日中、各水槽に餌となる枝状のミドリイシ属、および葉状のコモンサンゴ属の群体を収容し、シロレイシガイダマシとヒメシロレイシガイダマシの成貝を各15個体ずつ放して、夜間の摂餌行動を観察した。翌日サンゴを取り出し、食品包装

用ラップをサンゴに当てて、摂餌された部分を油性マジックで塗りつぶした。その面積を計測し、各水温における貝の日間摂餌面積を求めた。

●結　果

1．標識放流調査

標識放流調査を行った地点は枝状と卓状のミドリイシ属および被覆状のコモンサンゴ属が優占するサンゴ群集で、1994年8月のサンゴ被度は27.4％であった。成貝には単独で生息する個体も見られたが、ほとんどの貝は複数個体がまとまってサンゴに取り付いていた。調査期間中の貝の採集回数は合計32回、再捕のための放流は31回であった。標識放流した貝を次に再捕した位置（放流から1ヵ月後とは限らない）を図1にまとめる。シロレイシガイダマシは543個体（殻高9.6～40.7mm）放流し、再捕率は35.5％であった。このうち、16.8％が放流したサンゴから、16.0％が1ｍ以内の異なるサンゴから、2.8％が1ｍ以遠のサンゴから見つかった。一方、ヒメシロレイシガイダマシは1971個体（殻高4.3～26.4mm）放流し、再捕率は28.6％であった。このうち、25.0％が放流したサンゴから、3.1％が1ｍ以内の異なるサンゴから、0.4％が1ｍ以遠のサンゴから見つかった。1ｍ以内の異なるサンゴから再捕された貝の最低殻高はシロレイシガイダマシが10.8mm、ヒメシロレイシガイダマシが7.2mmであった。1ｍ以遠のサンゴから再捕された貝の最低殻高はシロレイシガイダマシが27.9mm、ヒメシロレイシガイダマシが18.0mmであった。放流個体のうち25個体（4.6％）のシロレイシガイダマシと59個体（3.0％）のヒメシロレイシガイダマシの貝殻にはサンゴヤドカリが入り、6個体（0.3％）のヒメシロレイシガイダマシの貝殻は魚類などによる捕食の残骸と思われる破片になって見つかったので、これらは斃死とした。

再捕した貝の成長を調べたところ、これらの貝は成長とともに殻が肥厚し、殻口内唇に結節ができるとほとんど成長しなくなることが分かった。そこで、結節のある個体を除いたシロレイシガイダマシ延べ134個体とヒメシロレイシガイダマシ延べ465個体について殻高の月間成長量を月ごとに集計した結果、調査期間中の月平均水温と同調するように季節による周期性がみられ（図2、図3）、次のように水温（x）と月間成長量（y）との間に正の相関が認められた。

シロレイシガイダマシ：

$y = 0.1193x-2.1051$ ($r^2 = 0.8037$)

ヒメシロレイシガイダマシ：

$y = 0.1153x-1.1963$ ($r^2 = 0.6306$)

水産資源解析では魚類などの成長を定式化するの

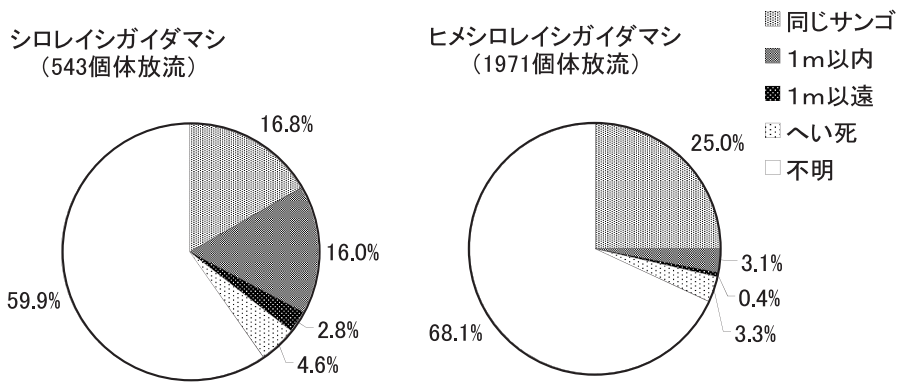

図1　標識放流個体の次回再捕結果

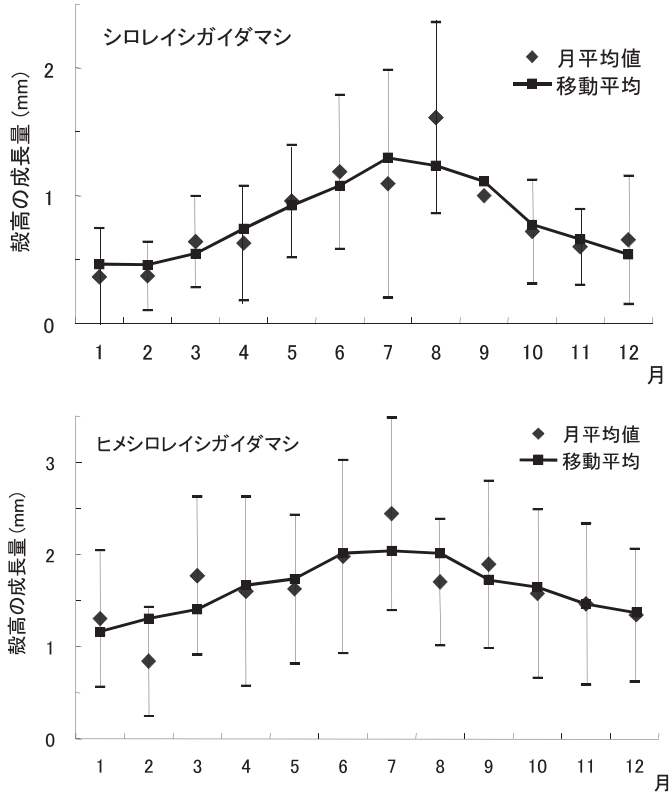

図２　シロレイシガイダマシ属2種の月間成長量の年変動
縦棒は標準偏差の範囲を示す。

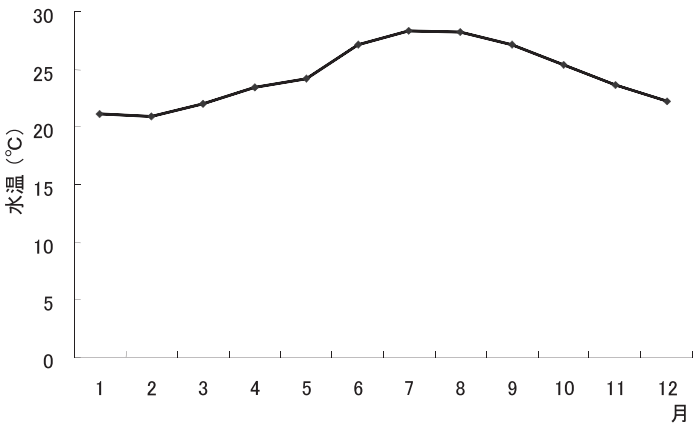

図3　阿嘉港の月平均水温（1994年4月15日～1997年2月14日）

にベルタランフィーの成長式がよく用いられ、次の式で求められる。

$$Lt = Linf\,[1-\exp\{-K(t-t0)\}]$$

t：年齢、Lt：年齢tのときの殻高、Linf：極限殻高（年齢が無限大のときの殻高）、K：成長係数、t0：定数項。

通常は年齢と年間成長量を用いるが、1年後に再捕できた個体が僅かしかなかったので、大量にデータが得られた月間成長量を用いることにした。これらのシロレイシガイダマシ属はライフサイクルが比較的短く、成貝の中には1年経過する前に老成して成長が止まる個体もみられたので、月間成長量を用いた方が都合が良いと思われる。しかし、先述のとおり月間成長量には季節による周期性があるので、月間成長量の年平均値に対する各月の成長量の比率からこれを補正した。この補正値を用いて当月の殻高（t）と翌月の殻高（t+1）の回帰直線を求め、ワルフォードの定差図法によって次のとおりベルタランフィーの成長式を求めた。なお、t0は0歳時の殻高であるが、卵嚢から孵化した直後のベリジャー幼生の殻はまだ殻頂がない球形なので、殻径で殻高を代用した（Awakuni 1989）。

シロレイシガイダマシ：

$$Lt = 41.25\,[1-\exp\{-0.0513(t-0.274)\}]$$

n=521

ヒメシロレイシガイダマシ：

$$Lt = 25.00\,[1-\exp\{-0.1205(t-0.235)\}]$$

n=1138

この成長曲線を図４に示す。各個体の年齢は得られた成長式を使って殻高の実測値から逆算したものである。

２．水槽での飼育実験

水温が高いほど夜間活発に動く様子が観察され、

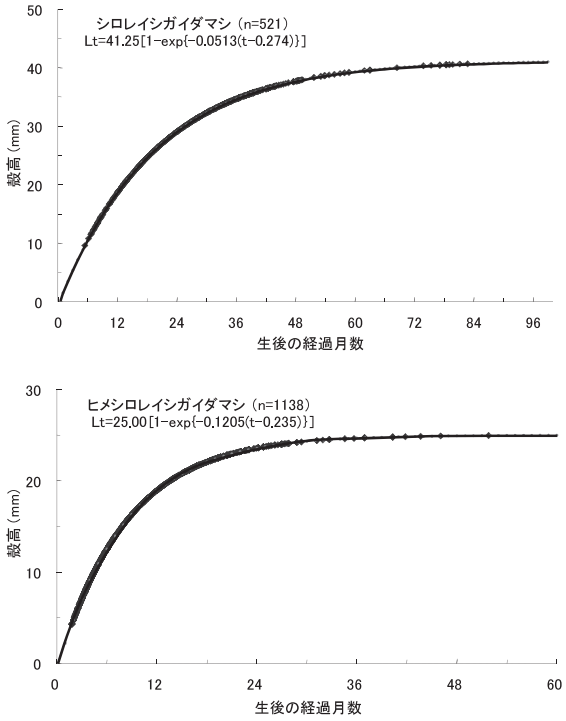

図 4　ベルタランフィーの成長式で求めたシロレイシガイダマシ属2種の成長曲線

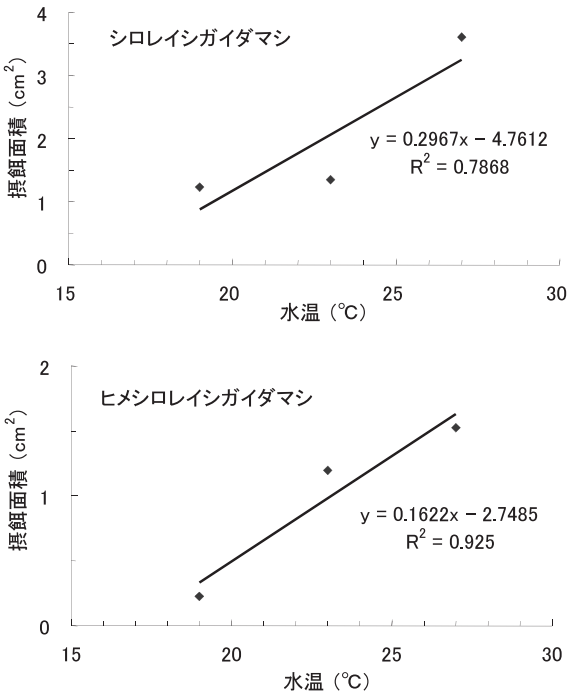

図 5　シロレイシガイダマシ属2種の飼育水温とサンゴの摂餌面積との関係

複数個体がまとまってサンゴを摂餌することが多かった。1個体あたりの平均摂餌面積は、水温 19℃ではシロレイシガイダマシが 1.23cm^2、ヒメシロレイシガイダマシが 0.23cm^2 であったが、高水温ほど増加し、水温 23℃ではそれぞれ 1.35cm^2 と 1.19cm^2、水温 27℃ではそれぞれ 3.6cm^2 と 1.5cm^2 で、次のとおり水温（x）と日間摂餌面積（y）との間に正の相関が認められた（図 5）。

シロレイシガイダマシ：

$y=0.2967x-4.7612$ ($r^2=0.7868$)

ヒメシロレイシガイダマシ：

$y=0.1622x-2.7485$ ($r^2=0.9250$)

●考　察

標識放流調査の結果、ヒメシロレイシガイダマシより大型であるシロレイシガイダマシの方が移動する傾向が強かった。両種とも、比較的小型の未成貝でも隣のサンゴなどへ移動することはあったが、1m以上離れたサンゴへの移動は成貝に限られた。殻高に関係なく同じサンゴから再捕された個体が最も多かったことから、餌不足などがない限り移動することはあまりないと思われるが、成貝の移動には繁殖の目的も考えられる。谷口（2005）は水槽実験で、サンゴが食害や外傷などによってストレスを受けた際に分泌された粘液にシロレイシガイダマシが誘引されることを報告している。移動した貝のほとんどは移動後も複数個体がまとまって発見されたり、両種が一緒にいたりすることもあったのは、このことが関係していると考えられる。再捕できなかった個体の中には調査範囲外に移動した貝もいると思われるが、1m以遠への移動は成貝に限られることから大部分は斃死したものと思われる。再捕率がシロレイシガイダマシ（35.5%）よりもヒメシロレイシガイダマシ（28.6%）で低かったのは、後者の方が自然死亡率が高いことを示すものかもしれない。

成長式で0歳時の殻径に用いたベリジャー幼生は

表1　成長式から推定された各成長段階の年齢

		シロレイシガイダマシ		ヒメシロレイシガイダマシ	
		殻高(mm)	年齢	殻高(mm)	年齢
幼生の孵化*1		0.274	0	0.235	0
生殖腺の形成*2	雄	20.40	1.1	9.00	0.3
	雌	15.30	0.8	8.15	0.3
成熟開始*2	雄	25.70	1.6	13.35	0.5
	雌	23.50	1.4	14.10	0.6
最大殻高の90%		37.13	3.8	22.50	1.6
最大殻高		41.25	14.8	25.00	6.0

*1 Awakuni (1989)、*2 下池(1995)

数週間の浮遊生活の後着生して稚貝になる（Awakuni 1989）。以前に行った生殖腺調査によって、生物学的最小形すなわち成熟個体の最小殻高は、シロレイシガイダマシは雄が 25.7mm、雌が 23.5mm、ヒメシロレイシガイダマシは雄が 13.35mm、雌が 14.1mm であることが分かっている（下池　1995）。これらのサイズに達する年齢を今回求めた成長式から推定すると、シロレイシガイダマシは雄が 1.6 歳、雌が 1.4 歳、ヒメシロレイシガイダマシは雄が 0.5 歳、雌が 0.6 歳となり、それぞれこの年齢から成熟個体が現れ始めることになる。そして、シロレイシガイダマシは 3.8 歳で、ヒメシロレイシガイダマシは 1.6 歳で殻口内唇に結節ができ、ほぼ最大サイズ（最大殻高の 90%）に達すると推定される（表 1）。成長の止まった老成貝は磨耗によって殻高が小さくなる傾向がみられ、標識によって個体識別されたシロレイシガイダマシの老成貝の中には、25ヶ月間で殻高が 36.0mm から 35.1mm に減少した個体がいた。Awakuni（1989）は気温 24℃～ 28℃の室内でヒメシロレイシガイダマシを 1 年間水槽飼育することによって成長式を求め、最初の 1 年間で急激に成長した後成長は遅くなり、2 年半で最大サイズに達すると報告しているが、この結果は本研究結果と近い。

水槽での摂餌実験では水温 19 ～ 27℃の範囲内において水温が高いほどサンゴの摂餌面積が増える傾向がみられたことから、標識放流調査によって調べたこれら 2 種の貝の成長が水温と正の相関関係にあるのは、水温による摂餌量の違いが成長に影響しているためと考えられる。高知県大月町尻貝海岸では、大発生したヒメシロレイシガイダマシ集団内の 1 個体あたりの平均摂餌速度は投影面積で 0.4cm^2／日と推定されている（野村・富永 2001）。これは今回の飼育実験の結果では 19.4℃での摂餌面積に匹敵するが、貝の過密による餌不足が起きた可能性も考えられる。温帯域でのこの種の成長は調べられていないが、摂餌面積が少ないことから沖縄よりも成長が遅いことが推測される。また Black and Johnson（1994）はオーストラリア西海岸のニンガルーリーフにおいて、シロレイシガイダマシの大発生初期の地点と大発生後期の地点で 6ヶ月間の標識放流調査を行った結果から成長式を求め、後者の成長が遅くなるとしている。ここで示された大発生初期の成長よりも阿嘉島での成長の方がわずかに速い傾向にあったのは、阿嘉島では貝の棲息密度に対して十分なサンゴ被度があったためと考えられる。

調査した 2 種を比較すると、ヒメシロレイシガイダマシは、シロレイシガイダマシより小型で成長が速く、早く成熟することから、ライフサイクルが短いので、個体数の変動が起こりやすいと考えられる。阿嘉島では過去に台風によりサンゴ群集が大きく攪乱されたあとにサンゴ食貝の増加が見られている（下池　1995）。また、最近では筆者が潜水する機会が多い石西礁湖でも、サンゴの白化現象や病気などによって状態が悪化したサンゴ群集にシロレイシガイダマシ属が頻繁に目撃されるようになった。このようにシロレイシガイダマシ属の個体数増加は 2 次的に起こることから、さんご礁の健康状態を知る指標となり得る。本研究で得られたサンゴ食貝の成長様式

を含めた生態的な知見はさんご礁の保全対策をたてる際の基礎知識として重要であり、他の撹乱要因との関連を検討しながらさんご礁保全を進めていく必要がある。

●謝　辞

シロレイシガイダマシ属の成長解析は、私が阿嘉島臨海研究所の研究員であった当時の同僚である大矢正樹氏と共同で取り組んでいたテーマで、今回はそれを基に新たなデータと独自の解釈を加えて解析した。公表が遅れたことをお詫びしたい。料理長の上林利寛氏には小さな貝に標識を付けるという手間のかかる作業を手伝っていただいた。また、あらゆる便宜を図って下さった保坂三郎理事長や大森　信所長をはじめ、過去の同僚の皆様に深謝いたします。本研究は平成７年度（財）藤原ナチュラルヒストリー財団からの助成を受けて行いました。

●引用文献

Awakuni T (1989) Reproduction and growth of coral predators *Drupella fraga* and *Drupella cornus* (Gastropoda: Muricidae). Graduation thesis, Depertment of Marine Science, University of the Ryukyus. 25pp.

Black R, Johnson MS (1994) Growth rates in outbreak populations of the corallivorous gastropod *Drupella cornus* (Roding 1798) at Ningaloo Reef, Western Australia. Coral Reefs 13: 145-150

布施慎一郎・上野信平・横地洋之・野村恵一（1991）海中公園地区等におけるシロレイシガイダマシ類によるサンゴ群集被害実態緊急調査報告書（財団法人海中公園センター編）. 環境庁委託業務報告書. 55pp.

Moyer JT, Emerson WK, Ross M (1982) Massive destruction of scleractinian corals by the muricid gastropod, *Drupella*, in Japan and Philippines. Nautilus 96: 69-82

野村恵一・富永基之 (2001) 高知県大月町尻貝海岸におけるヒメシロレイシガイダマシ対策と駆除指針. 海中公園情報 130: 11-16

下池和幸 (1995) 阿嘉島におけるサンゴ食貝（シロレイシガイダマシ属２種）の成熟と棲息状況. みどりいし (6): 12-16

谷口洋基 (2005) トゲスギミドリイシを使ったシロレイシガイダマシの誘引実験. みどりいし (16): 20-22

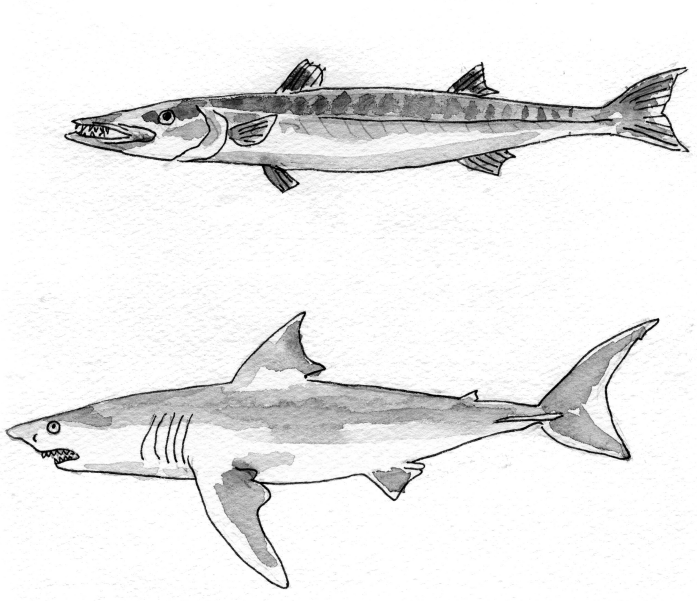

イラスト　大森　信