

ウニ類がサンゴ幼生の着生および幼ポリプの生残におよぼす影響

佐藤 力
阿嘉島臨海研究所
(現 東京海洋大学 海洋科学部)

Effect of grazing activity by sea-urchin on settlement of coral larvae and survival of coral polyps

R. Sato

E-mail: oikopleuradioica@yahoo.co.jp

●序論

ウニ類はさんご礁域に極めて普通にみられる動物群であり、造礁サンゴと競合する海藻類や堆積するデトリタス等を活発に摂食することから、さんご礁生物群集の構成に大きな影響を与えると考えられている。その事情は1983年に起きたガンガゼの一種 *Diadema antillarum* の大量死によって海藻類が繁茂した影響を受けて、ジャマイカ（大西洋）のサンゴの被覆度が1970年代の70%台から一挙に5%台に減少したという報告（例えばHughes 1994、Hughes et al. 1987）でよく知られている。

しかし一方、*D. antillarum* は、藻類が少ない環境では、夜間サンゴ（殊にミドリイシ *Acropora* 類）を食べる（Bak and Eys 1975）。駿河湾ではエダミドリイシ *A. tumida* がガンガゼ *Diadema setosum* による食害によって減少し、その対策が検討されている（大久保ら 2003）。

ウニ類の摂食活動はサンゴ幼生の着生および幼ポリプの生残にどのような影響をもたらすだろうか。摂食によって基質上を覆う海藻類が除去されれば、サンゴ幼生が着生しやすくなったり、着生後変態した幼ポリプの生残率が向上したりするかもしれないが、海藻類やサンゴを石灰岩ごと削り取るウニはサンゴの幼ポリプを減らすのではないだろうか？ もしマイナス効果が小さければ藻類除去が必要な稚サンゴの育成に際してサラサバテイ *Trochus niloticus* のように使えるウニの種類があるかもしれない。このような考えをもとに、阿嘉島周辺のさんご礁域にみられるシラヒゲウニ *Tripneustes gratilla*、ツマジロナ

ガウニ *Echinometra* sp. およびアオスジガンガゼ *Diadema savignyi* の3種を用いて、これらのウニがサンゴ幼生の着生率や着生直後の幼ポリプの生残率にどのような影響を与えるかを調べた。

●材料および方法

実験に用いた3種のウニは慶留間島南側海域の水深2~3mの礫底で採集し、個体の体サイズを揃えるため殻径約2cmのものを選んで持ち帰った。これらのウニは海水を通水したFRP水槽に浮べた多孔のプラスチック容器に収容し、コンブやワカメまたは魚肉を1日に1回与えて実験に供するまで飼育した。

(1) 幼生の着生への影響

実験は2009年6月に、ウスエダミドリイシ *Acropora tenuis* の受精5日後のプラヌラ幼生をもちいて行った。溝のある10cm四方のセラミック板基盤を予め1ヶ月ほど海中に沈めておいた（沈水処理）後、表面の汚れをブラシで軽く落として8L容の角型バケツ4個に5枚ずつ設置し、各バケツにサンゴ幼生1500個体ずつを収容した。（図1）。そして3種のウニを5個体ずつ種類別に各バケツに収容した。残りの1個のバケツにはウニを入れず、対照区とした。バケツにはエアレーションを施し、海水が緩やかに流動するようにした。光周期は実験中特に操作せず、ガラス戸から入る日の明かりにまかせ、夕方以降は室内灯を消灯して暗状態とした。バケツ内の海水は、1日に1回約半量をサイフォンチューブで

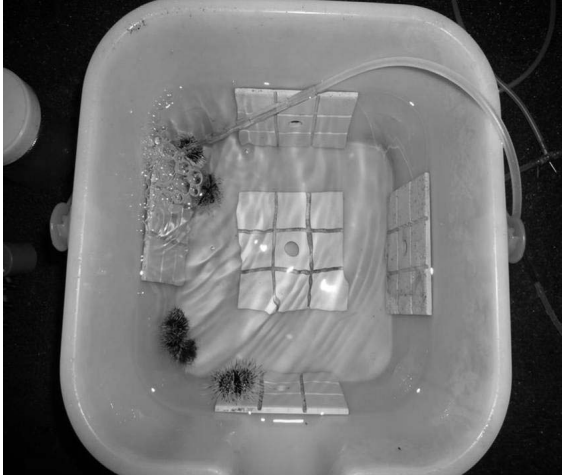


図1 セラミック着生基盤を入れた実験用角型バケツ

吸い出して新鮮な海水を減量分補充した。実験開始から41時間後にバケツからセラミック板を回収し、実体顕微鏡で溝のある側の表面に着生して変態した幼ポリプを計数した。

(2) 幼ポリプへの影響

沈水処理したセラミック板20枚に *A. tenuis* のブラナラ幼生を着生させた後にセラミック板を取り出し、変態した幼ポリプを板毎に計数した。次に海水を満たした4個の8L容角型バケツにこれらのセラミック板を5枚ずつ設置し、3個のバケツには種類ごとにウニ5個体ずつを収容して実験区とした。残りのバケツはウニを入れずに対照区とした。そして実験開始から54時間後にバケツからセラミック板を回収し、溝のある側のポリプを実体顕微鏡下で計数して実験前のポリプ数と比較し、ポリプ数の減少率を求めた。この実験では基盤の溝部とそれ以外の平面部でのウニの影響の差を比較するために、両方のポリプ数を別々に計数した。

●結果と考察

(1) 幼生の着生への影響

対照区のセラミック板には1枚あたり平均55 ±

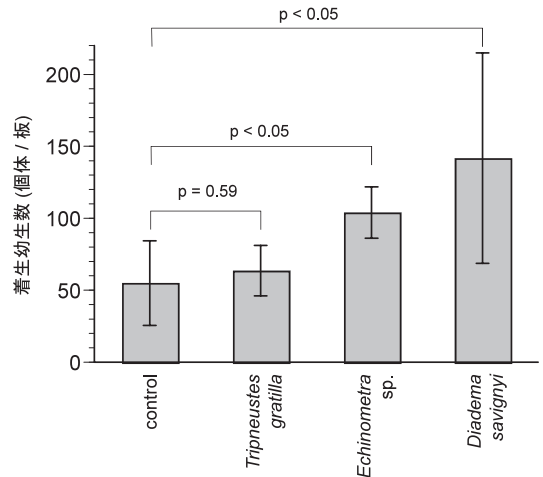


図2 各実験区における *A. tenuis* 幼生の平均着生数
バーは標準偏差、p: t 検定における危険率。

29個体 (± 標準偏差) のポリプが着生していた (図2)。シラヒゲウニを収容した区ではポリプ数は64 ± 18個体であり、対照区とは統計的に有意な差はみられなかった ($t = 0.56$, $df = 8$, $p = 0.59$)。一方、ツマジロナガウニ (以下、ナガウニ) 区およびアオスジガンガゼ (以下、ガンガゼ) 区ではそれぞれ104 ± 18個体および131 ± 68個体で、対照区と比べて約2倍の値となり統計的に有意な差がみられた ($t = 3.19$, $df = 8$, $p < 0.05$ および $t = 2.31$, $df = 8$, $p < 0.05$)。

この結果はウニが基質上を這いまわる際にその棘や管足で着生しようとしている幼生を傷つけたり押しのけたりするため、幼生の着生が阻害されるだろうという当初の予想に反するものであった。言い換えるとナガウニとガンガゼの存在が幼生の着生を促進したことになる。しかし、今回の実験からはどのようなメカニズムで幼生の着生が促進されたのかは明らかでない。

筆者の観察によると、今回用いたウニのうち、シラヒゲウニはどちらかというとサンゴのあまり無い転石域や岸壁壁面等に主にみられるが、ナガウニおよびガンガゼはサンゴ群落中にもよくみられることから、この2種はシラヒゲウニよりもサンゴとの係

わり合いがより深いといえる。このようなサンゴとの共存性の強い種で幼生の着生率が増加したことは興味深い。一方、棘の長さに注目してみると、ガンガゼが最も長く、次いでナガウニ、シラヒゲウニの順になって、幼生の平均着生数の多かった順位と一致する。ウニは活動時に活発に棘を振り動かすが、このことで棘の周りには微細な乱流が生じると考えられ、棘の長い種類ほどより多くの乱流を生じさせるだろう。サザエ幼生ではその着生を促進する要因の一つとして、乱流など水の動きの変動が指摘されており（佐々木 2003）、サンゴ幼生の着生に際しても同様なメカニズムがあるのかもしれない。

(2) 幼ポリプへの影響

対照区のセラミック板には1枚あたり平均 243 ± 81 個体のポリプが着生していたが実験後もこの値はほとんど変わらず、減少率はわずか 0.3 ± 0.4% であった（図3）。シラヒゲウニ区とナガウニ区ではポリプ数は実験前が 292 ± 97 個体と 316 ± 123 個体、実験後が 288 ± 94 個体と 311 ± 120 個体で、対照区と較べて減少率に有意な差はみられなかった（ $t = 1.54$, $df = 8$, $p = 0.16$ および $t = 2.25$, $df = 8$,

$p = 0.054$ ）。一方、ガンガゼ区では 295 ± 105 個体であったポリプ数が 194 ± 69 個体にまで減り、減少率は 33% となって対照区との間に統計的に有意な差がみられた（ $t = 5.51$, $df = 4$, $p < 0.01$ ）。基盤を観察すると、棘で引っ搔かれたように体の一部が欠損したポリプが少数みられたが、ポリプが舐められたようにきれいになくなっている場合が多かった。このことからポリプの減少はガンガゼによって摂食された結果であると考えられる。もしもさんご礁域でガンガゼが大発生した場合には、サンゴ幼生の生残が低下するかもしれない。今回の実験の結果、ガンガゼはサンゴの幼ポリプを他の餌料と無差別に摂食することが確かめられたが、ナガウニやシラヒゲウニでは確かめられていない。ちなみに沖縄県恩納村地先ではナガウニの大発生（> 50 個 / m²）によってサンゴが減少しているという話がある（恩納村漁協 比嘉義視氏私信）が、今回の実験でのナガウニの密度は 5 個 / 440cm²（約 114 個 / m²）だったにもかかわらずポリプの生残には影響がみられなかった。

ポリプ数の減少率を基盤の平面部と溝で比較すると、対照区を含まない実験区でも溝よりも平面

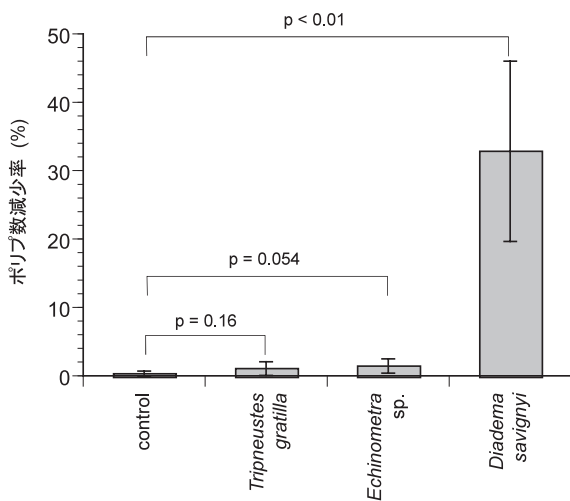


図3 各実験区における *A. tenuis* 幼ポリプ数の平均減少率パーおよび p は図 2 に同じ。

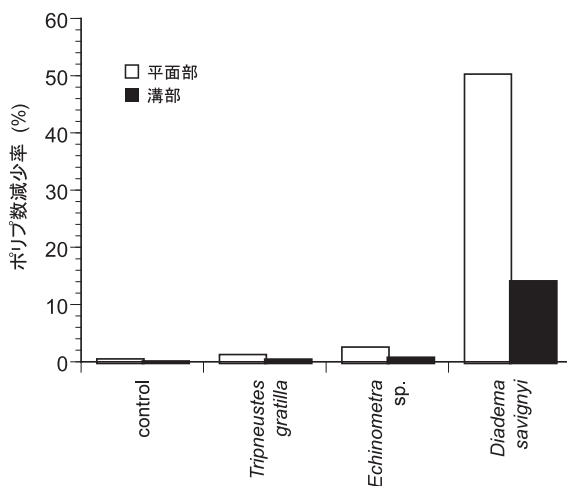


図4 各実験区の基盤の平面部と溝部における *A. tenuis* 幼ポリプ数の平均減少率

部の減少率が高かった（図4）。このことは溝に着生したポリプの方が平面部に着生したポリプよりもウニによる摂食を受けにくいことを意味する。おそらく野外においても基質上の亀裂や窪みの中に着生したポリプは他の生物からの捕食や攻撃を避けることができるものと思われる。

●結論

今回の実験は予備的なものであり、結論を導くには再試とさらにいくつもの実験条件を変えた追試が必要である。しかし予備実験の結果からはナガウニとガンガゼにはサンゴ幼生の着生を促進する作用が見られ、ガンガゼは幼ポリプの生残には負の影響を与えることが分かった。

既往の研究報告からジャマイカのさんご礁ではサンゴの健全性を維持するために適当な小型のガンガゼ類の生息数は10個/m²程度と解釈され、Miller and Szmant (2006) はフロリダ沖のさんご礁のガンガゼ類の生息密度をそのレベルに維持しようと試みているほどだが、その食害については考察されていない。さんご礁の生物群集組成はガンガゼ類の密度とそのほかの生物群集の構成とのバランスによって決定されるのであって、ガンガゼ類が多ければ海藻が除去されてサンゴが増えるという単純なトップダウン理論にもとづく生物群集の変遷が見られるわけではない (Sammarco et al. 1974)。Sammarco (1980) は「ガンガゼ類が少ないと藻類が増加する。それでもサンゴの着生量は大きい、やがて成長した藻類に覆われて死んでしまう。一方、ガンガゼ類が多いとサンゴはガンガゼ類の食害を受ける。ガンガゼ類の分布密度は中程度（5個/m²）がサンゴにとって好ましい」と述べている。

ナガウニについてはポリプの着生に悪影響がみられなかったが、これに関して Sammarco (1982) が野外の実験で、無処理の区やすべてのウニ類を除去

した区に比べて、ガンガゼ類を除去してナガウニ類を残した実験区で *Agaricia* 属の稚サンゴの成長と癒合が一番高かったという結果を得ていることは大変興味深い。つぎにはナガウニやシラヒゲウニによる藻類摂食効果を詳細に調べて、サンゴの種苗生産過程で幼サンゴを混成飼育することで、種苗生産効率を上げることができるかどうかを確かめてみたい。

●引用文献

- Bak PM, van Eys G (1975) Predation of the sea urchin *Diadema antillarum* Philippi on living coral. *Oecologia* (Berlin) 20: 111-115
- Hughes TP (1994) Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science* 265: 1547-1551
- Hughes TP, Reed DC, Boyle MJ (1987) Herbivory on coral reefs: community structure following mass mortalities of sea urchins. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 113: 39-59
- Miller MW, Szmant AM (2006) Lessons learned from experimental key-species restoration. In: Precht WF (ed) *Coral Reef Restoration Handbook*, CRC Press. pp219-233
- 大久保明彦・船越善孝・跡邊隆行・上野信平 (2003) 駿河湾のエダミドリイシ個体群の成長とガンガゼによる摂食の影響. 東海大学海洋研究所研究報告 24: 51-57
- Sammarco PW, Levinton JS, Ogden JC (1974) Grazing and control of coral reef community structure by *Diadema antillarum* Philippi (Echinodermata: Echinoidea): a preliminary study. *Journal of Marine Research* 32: 47-53
- Sammarco PW (1980) *Diadema* and its relationship to coral spat mortality: grazing, competition, and biological disturbance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 45: 245-272
- Sammarco PW (1982) Echinoid grazing as a structuring force in coral communities: whole reef manipulations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 61: 31-55
- 佐々木 正 (2003) 島根県東部沿岸サザエの着底過程と初期減耗. 島根県水産試験場研究報告書 11: 15-22