

サンゴ幼生供給基地造成による積極的なサンゴ増殖技術

○山本秀一・塚本拓人・川崎貴之(株エコー),
鈴木 豪・林原 毅 ((国研)水産総合研究センター西海区水産研究所亜熱帯研究センター),
安藤 亘・中村良太 ((一社)水産土木建設技術センター),
内田智, 中村浩介 (水産庁)

1. はじめに

我々は日本の最南端に位置し単独の離島である沖ノ鳥島において、2006年からサンゴ増殖を目的とした技術開発を日本の水産庁の事業として実施してきた。

まず始めに、2006年から2008年に陸上水槽内で有性生殖によるサンゴの大量培養技術を開発した。一方で、砂礫地のようにサンゴの生息に不適当な場所でも植え付け可能な人工コンクリートブロック(以下、増殖礁)を設計し、2009年に現場に設置した。2010年以降は、種苗生産した1歳稚サンゴを増殖礁内に移植した。2014年以降は、成長した2歳以降のサンゴ群体の一部を面的なサンゴ生息面積の拡大を目的として周辺に再移植した。

次の技術開発課題は、サンゴの生息面積をさらに広げる技術であった。そこで、我々は増殖礁内のサンゴ群体を再移植するだけでなく、サンゴ増殖礁内で成長した親サンゴを核としてサンゴ幼生の周辺への供給機能を期待する「幼生供給基地」の開発に着手した。

2. 対象地域

沖ノ鳥島は、図-1に示すように東京から約1,740km、沖縄から約1,100kmに位置するわが国最南端の島である。約40万km²の排他的経済水域を有し、国土管理の面だけでなく、水産行政上も極めて重要な島である。

同島はサンゴ礁で形成され、人為的な圧力が極めて小さい島で、サンゴ群集の形成阻害要因である栄

養塩、農薬、赤土あるいは浮泥の堆積の影響などはない。島のサンゴ群集は、一部に被度の高い区域が存在するが、全体的には被度が低く、大型のサンゴ群体が少ない。この理由は、波浪条件が厳しいこと、他の海域からのサンゴ幼生の加入が少ないことなどが考えられる。そこで、水産資源の増大のためには、サンゴを増やすことが最善と考え、本研究を実施した。



図-1 沖ノ鳥島位置図

3. 有性生殖による大量培養技術開発

本研究で行ったサンゴ増殖技術の概要は図-2に示すように、陸上の水槽を用いた有性生殖による大量の種苗生産である。沖ノ鳥島の親サンゴを1,100km離れた沖縄県阿嘉島まで船上の水槽で飼育しながら運搬し、阿嘉島サンゴ種苗生産センター(以下、種

苗センター)の水槽で1年間以上飼育した。そして、親サンゴの産卵による種苗生産を行い、移植できるサイズ(およそ1年間)になるまで稚サンゴを飼育した。その後、稚サンゴを沖ノ鳥島まで運搬し、移植した¹⁾。

種苗センターは本研究のために建設した施設で2006年6月から稼働している。2015年に沖縄県の久米島に移設し現在に至っている。

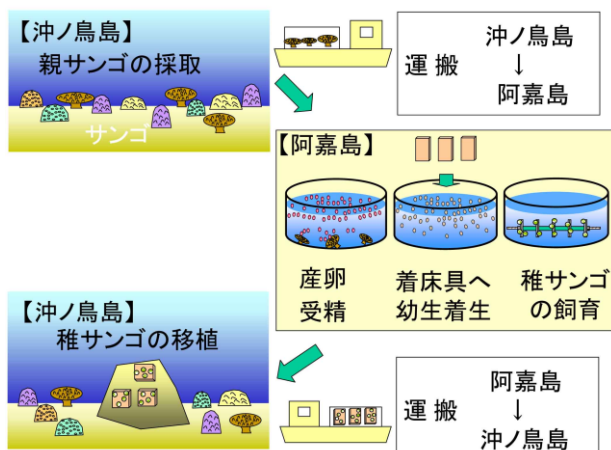


図-2 有性生殖によるサンゴ増殖技術

4. 生産した稚サンゴの長距離運搬技術の開発

沖ノ鳥島で親サンゴを採取し、人的管理が可能な沖縄県阿嘉島へ運搬し、種苗生産した稚サンゴを沖ノ鳥島に移植するといった技術の開発に取り組んだ。そのため、親サンゴと稚サンゴの長距離輸送技術の開発を行った。

1) 親サンゴの採取・運搬

調査船上に容量2トンのFRP製水槽を甲板に固定し、時化や波浪による船の動揺で海水がこぼれ出さないように上面をアクリル製の蓋で密閉した。船上の飼育水槽内の海水は、揚水ポンプを船舷から垂らし、直接海水を汲み上げ、定期的に海水交換した。親サンゴは、沖ノ鳥島から種苗センターのある沖縄県慶良間諸島の阿嘉島まで1,100kmを2日間で運搬した¹⁾。

2) 稚サンゴの運搬

2008年5月の稚サンゴの移植に際しては、調査船(約500t)で1歳齢の稚サンゴが着生した着床具(以下、着床具)を阿嘉島の種苗センターから沖ノ鳥島まで運搬した。阿嘉島から沖ノ鳥島まで2日間で運搬した¹⁾。

2009年1月の移植では、阿嘉漁港から那覇港までフェリー、那覇港から那覇空港まで車両、那覇空港から羽田空港まで航空機、羽田空港から横浜港まで車両で輸送した。運搬中の生残率は2008年5月、2009年1月ともに99%以上であった。

沖ノ鳥島では、着床具を移植場所まで小型船上の水槽に入れて運搬した。運搬時は、直射日光の照射や水温の上昇防止のため、水槽に蓋をして適宜海水をかけた。

着床具は2008年5月に移植した。2009年1月には、前年に移植した稚サンゴの成育状態を観察するとともに、追加移植した。移植した種は *A. tenuis*, *A. globiceps*, *A. sp. aff. divaricata* の3種である。数量は、2008年5月に稚サンゴ63,751群体(着床具670枚)、2009年1月に11,770群体(448枚)、合計で75,521群体(着床具1,118枚)を、図-1に示した試験場所周辺にある7つのノルに移植した。

運搬した稚サンゴ付きのタイルはそれらのブロックに植え付け、増殖礁内での種苗の1年後生残率は適正な実験条件下では80%以上であった³⁾。

2009年以降は徐々に改良を加えつつ同様の船上運搬手法により輸送している。

5. サンゴ増殖礁の開発

沖ノ鳥島のサンゴ増殖技術開発は、沖ノ鳥島・宮古島・阿嘉島で現地実証実験を行い、サンゴ増殖礁に必要な機能と構造に関する検討を行った。

その結果、サンゴ増殖礁に求められる機能は、サンゴの加入・成長・死亡に影響を及ぼす環境因子を排除すること、プラヌラ幼生やサンゴ断片が加入し

やすいこと、波浪に対して安定性があること、稚サンゴが移植しやすいこと、食害生物からサンゴを防護することが必要であること等を明らかにした。そのための構造として、格子構造、柵型構造、食害防止構造をもつ安定した基盤であることを条件として設計する必要があることを示した³⁴⁾。これらをもとに沖ノ鳥島に配置した増殖礁を図-3に示す。2009年に5基のサンゴ増殖礁を図-1に示す試験場所に設置した。

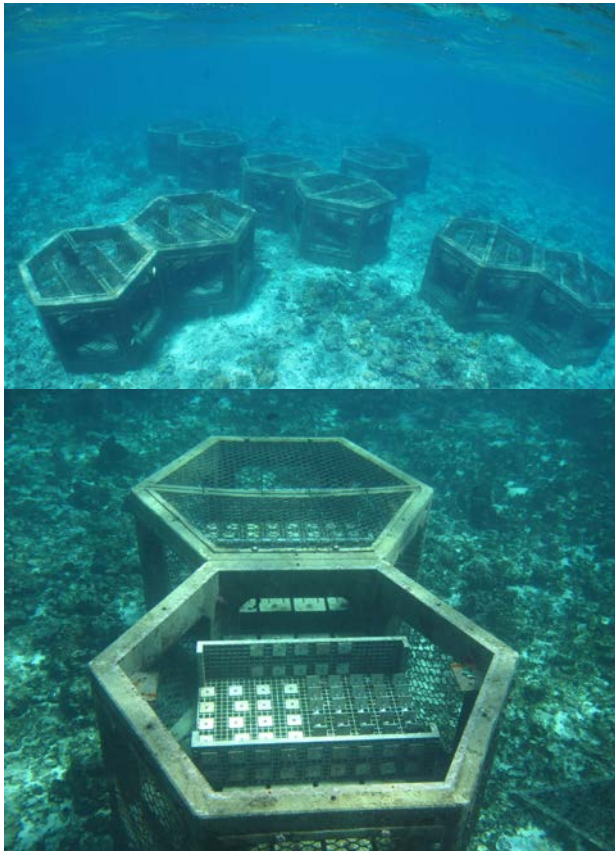


図-3 沖ノ鳥島に設置したサンゴ増殖礁

6. 幼生供給基地の開発

サンゴ増殖ブロックを用いてサンゴを増殖してもその面積は限られたものである。いわゆる「さんご礁」を再生するためにはサンゴの生息面積を広げる技術開発が必要である。そこで、我々は増殖礁に種苗の育成機能だけでなく、親サンゴからの幼生供給機能も併せ持つ「幼生供給基地」の開発に着手した。

つまり、交配可能な親となるサンゴを密集させて、この親集団をもとに周辺への幼生供給を期待するものである。また、サンゴ幼生の多くは、着底前に広く分散して、修復対象となるエリア内に留まらない可能性が高いので、受精卵から着底可能な段階に発生が進むまで現場に留める技術も必要となる。

幼生供給基地のイメージを図-4に示す。また、幼生供給基地としての機能を試算した結果を表-1に示す。これによると、1 m²当たり9群体の同種で遺伝子型の異なる親サンゴ⁵⁾を有する150 m²の幼生供給基地を造成すると、約60haの面積に100個体/m²以上の幼生の着底を期待することができる。60haは沖ノ鳥島の礁内のノルの総面積で、100個体/m²の幼生加入量は石西礁湖中央部における平均的な値である⁷⁾。このように、幼生供給基地による積極的なサンゴ増殖技術を適用して、小さい面積に集約的にサンゴを増殖することで、単位面積あたりでは天然のサンゴ群集以上の幼生供給力を期待することができる。



図-4 幼生供給基地のイメージ

表-1 幼生供給基地(Larval Supply Base)
としての機能の試算

1㎡の幼生供給基地から期待されるサンゴ幼生の供給数			出典
産卵数	30万個体/群体		5)
受精率	90%		6)
生残率	90%		6)
計	$9 \times 300,000 \times 0.9 \times 0.9$	2,187,000	
1㎡の幼生供給基地から期待されるサンゴ幼生の着生数			
着生率	20%		7)
計	$2,187,000 \times 0.2$	437,400	
150㎡の幼生供給基地から期待されるサンゴ幼生の着生数			
計	$437,400 \times 150$	65,610,000	

※幼生供給基地：

1㎡当たり9群体の親サンゴが生育する基盤

7. 今後の展望

沖ノ鳥島において幼生供給基地による積極的なサンゴ増殖技術を実用化するためには、受精率と幼生の生残率の向上が課題である。対策としてはサンゴ幼生の収集・保持・着生装置を開発中である⁶⁹⁾。

また、サンゴの着生率と着生後の生残率の向上が課題である。対策としては食害防止機能を持つ格子状着床具を開発している¹⁰⁾。

サンゴ幼生の収集・保持・着生装置と格子状着床具を用いた現地種苗生産技術は、0歳齢稚サンゴを大量に生産することができる技術で、余剰分の幼生は着底期直前に周辺海域に放流することで、周辺基盤への自然着底を期待することができる。

今後はこれらの技術を複合化して実証事例を増やすことが課題である。

なお、本取り組みは、水産庁による「厳しい環境条件におけるサンゴ増殖技術開発実証委託事業」の一環で行われたものである。

引用文献

- 1) 水産庁漁港漁場整備部：有性生殖によるサンゴ増殖の手引き（生育環境が厳しい沖ノ鳥島におけるサンゴ増殖），
http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_hourei/pdf/sub7931.pdf, 172p, 2009.
- 2) Nakamura,R., Ando W., Yamamoto H., Kitano M., Sato A., Nakamura M., Kayanne H., Omori M.: Coral mass-cultured from eggs and transplanted as juveniles to their native, remote coral reef, Mar. Ecol. Prog. Ser. 463, 161-169, 2011.
- 3) 安藤亘・渡邊浩二・田村真弓・三宅崇智・北野倫生・山本秀一：サンゴ増殖基盤に必要な機能と構造に関する考察,海洋開発論文集, 25, 461-466, 2009.
- 4) Mikami N., Umedu T., Ando W., Nakamura R., Kitano M., Yamamoto H.: Coral-reef restoration by transplantation of cultured juveniles to artificial reefs, 12th International coral reef symposium abstracts, Cairns, Australia, 527-528, 2012.
- 5) 大森信・岩尾研二：有性生殖を利用したサンゴ種苗生産と植え付けによるさんご礁修復のための技術手法, AMSL, 63p, 2014.
- 6) 岡田亘・安武陽子・鈴木豪・林原毅・安藤亘・内田智・中村浩介：サンゴ幼生の収集・保持・着生装置の開発,平成28年度日本水産工学会学術講演会学術講演論文集, 2016.（印刷中）
- 7) Suzuki G. Arakaki S. Suzuki K. Iehisa Y. Hayashibara T: What is the optimal density of larval seeding in *Acropora* corals? Fisheries Science vol. 78, 801-808, 2012.
- 8) 鈴木豪・新垣誠司・下田徹・名波敦・山下洋・甲斐清香・林原毅・與世田兼三：石西礁湖における枝状ミドリイシ群集の回復阻害要因の検討, 日本サンゴ礁学会誌, 13, 29-41, 2011.
- 9) 岡田亘・山本秀一・塚本拓人・鈴木豪・林原毅・安藤亘・石岡昇・西崎孝之・渡邊則仁：沖ノ鳥島におけるサンゴの現地種苗生産技術の開発,平成27年度日本水産工学会学術講演論文集, 89-90, 2015.
- 10) Suzuki G. Kai S. Yamashita H. Suzuki K. Iehisa Y. Hayashibara T: Narrower grid structure of artificial reef enhances initial survival of in situ settled coral. Mar. Pollut. Bull. 62, 2803-2812, 2011.