

沖ノ鳥島のサンゴの維持・拡大を目的とした 種苗生産技術と増殖技術の開発

DEVELOPMENT OF VARIOUS CORAL REEF RESTORATION TECHNOLOGIES IN OKINOTORISHIMA ISLAND

三上信雄¹ 安藤亘¹ 石岡昇² 中村良太² 河野大輔³ 北野倫生⁴
Nobuo MIKAMI, Wataru ANDO, Noboru ISHIOKA, Ryota NAKAMURA, Daisuke KAWANO
and Michio KITANO

¹正会員 社団法人水産土木建設技術センター (〒104-0045 中央区築地 2-14-5)

²社団法人水産土木建設技術センター (〒104-0045 中央区築地 2-14-5)

³正会員 前 水産庁漁港漁場整備部 (〒100-8907 千代田区霞が関 1-2-1)

⁴博(工学) 株式会社エコー (〒110-0014 東京都台東区北上野 2-6-4)

Okinotorishima is a very important island regarding not only management of the territory as EEZ but also the fisheries resources administration of Japan. This study have been aimed to develop coral seed production and coral reef restoration techniques for conservation and stock enhancement of corals, which provide important habitats for fisheries resources, through researches on distribution and coverage of corals and environmental conditions in the island.

Key words: Coral community, Okinotorishima, Seed production, Stock enhancement

1. はじめに

沖ノ鳥島は、東京より南南西に1,740kmに位置する日本最南端の島であり、約40万km²の排他的経済水域を有するなど、国土管理の面だけでなく、礁内外はサンゴと魚介類が生息する水産行政上も極めて重要な島である(図-1, 写真-1, 2)。しかし、沖ノ鳥島は、地球温暖化による海面上昇や波浪等による浸食により、「島」の存在も危ぶまれている状況である¹⁾。特に、島の生態系を支えるサンゴ群集は、一部に比較的被度の高い区域が存在するものの、全体的に被度の低い場所が多く、大型のサンゴ群体が少ないことがわかっている²⁾。また、1998年には世界規模でのサンゴの白化現象が問題となっているなど³⁾、サンゴ礁生態系の保全・再生は世界中で強く求められており、世界的にサンゴの増養殖に向けた取り組みが進められているところである。ここでは、遠隔地で人為的にも環境面でも隔離された沖ノ鳥島におけるサンゴの維持・拡大の方法について報告する。

2. サンゴ増養殖技術の開発



図-1 日本の排他的経済水域と沖ノ鳥島

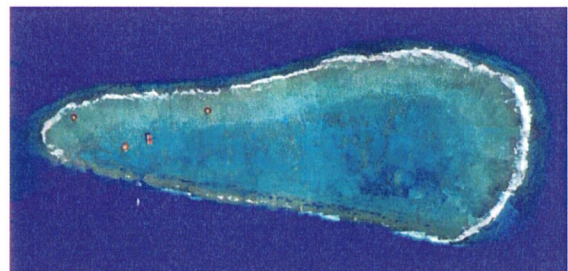


写真-1 沖ノ鳥島全景

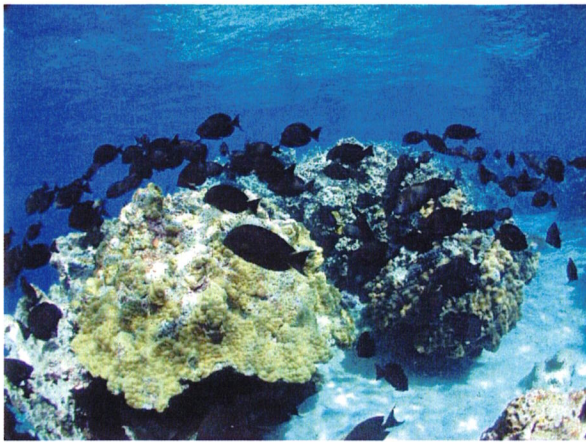


写真-2 沖ノ鳥島の礁内の状況（高被度域）

我が国におけるサンゴの増養殖技術は、沖縄海域を中心に技術開発が行われている。多くはサンゴの断片移植であるが、最近はサンゴの自然着生を促進するための技術開発が行われている^{4) 5)}。しかし、それらの技術は種苗供給源が生態系ネットワークにより繋がっている海域⁶⁾における技術開発であり、沖ノ鳥島のように孤立した生態系であり、かつ人間が長期間滞在しにくい環境において、確立された技術がないのが現状である。したがって、このような環境でサンゴの増養殖技術を開発するには、沖ノ鳥島産のサンゴの種苗を維持管理しやすい環境で人工的に生産し、これを礁池内へ移設して増殖させることが最も有効と考える。

そこで本研究では、沖ノ鳥島周辺のサンゴの成育状況や自然環境条件を把握し、サンゴの維持・拡大を目的とした種苗生産技術と増殖技術の開発を行うこととした。具体的には、①礁内から親サンゴを採取し沖縄に運搬・飼育し、親サンゴから得られた受精卵から稚サンゴに育て、再び礁内に戻す技術の開発（サンゴ種苗生産技術：図-2）、②人工種苗の中間育成場及び天然幼生の着生基盤としての機能を持つ増殖礁の開発（サンゴ増殖礁の開発）、③サンゴの移植あるいは増殖礁設置のための適地選定技術の開発という目標を設定した。これらの目標を達成するために、平成17年11月、平成18年の5月と8月に沖

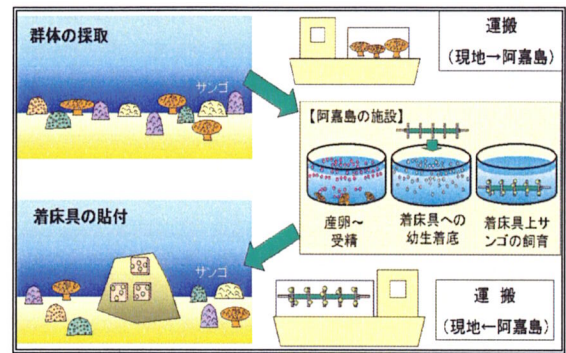


図-2 目標とする種苗生産技術の模式図

ノ鳥島周辺海域においてサンゴ群集の成育状況調査や環境条件調査を行い、サンゴ増殖実験礁の設置、船上での産卵実験およびサンゴ飼育実験を行った。また、平成18年6月から沖縄県阿嘉島に建設したサンゴ種苗生産センターにおいて、沖ノ鳥島から運び込んだ沖ノ鳥島産サンゴの飼育を開始した。本報告では、それらの結果を示し、今後の技術開発に向けた課題と方向性を整理した。

3. 現地調査結果

1) サンゴの分布状況調査

礁内のサンゴ群集の分布状況を把握するため、平成17年11月、平成18年5月および8月の3回の現地調査を実施した。まず、広域調査として、マンタ法⁵⁾（海表面を泳ぎながら海底を観察する方法）により南北方向8測線、東西方向1測線で優占するサンゴの被度、底生生物と地形、底質の状況を目視観察した。次に、サンゴが多く、水深の違いによりそのサンゴの分布状況が変化する地点を選定し、延長100m 幅4mのベルトトランセクト調査⁵⁾（一定幅の測線内の生物を観察する方法）を行い、サンゴ群集、海藻、底生生物之被度測定し遭遇した魚類の観察を行った。礁外については4地点でROVを用いて水深100m程度までの斜面の状況を観察した。

礁内の広域調査結果を図-3に示す。礁内のサンゴ群集の被度は、水深が浅く平滑な海底地形である東側および北側の礁嶺内側で低く、ノル（底面上の凸

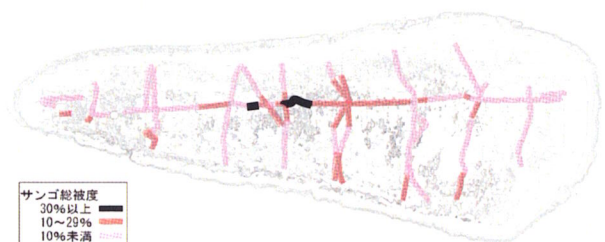


図-3 広域調査結果によるサンゴの被度の分布

状の地形)が連続する中央部と南側の礁嶺内側で被度、種数ともに多かった。底生生物は、シャコガイ(シラナミ)が岩盤やハマサンゴ属に穿孔生息し、中央部から東側でクロナマコ、西側でシカクナマコが優占していた。また、礁外では、水深10mまではハナヤサイサンゴ科や小型のミドリイシ科が点在し、水深10m以深になるとサンゴの被度は高くなり、水深40m付近まで枝状ミドリイシ科が多く、水深30m~80mでは葉状および被覆状サンゴ(サザナミサンゴ科等)が高い被度で分布していた。

この調査から、礁内外のサンゴ礁生物群集の概略が把握できた。今後は、サンゴ増殖適地選定等に必要の知見を得るため、サンゴの被度が高いノル状地形において、サンゴの着生方位や水深などの詳細な調査を継続する予定である。

2) 船上産卵実験

平成18年5月の現地調査では、礁内において成熟し卵を有するウスエダミドリイシ(*Acropora tenuis*)の断片を採取し、船上に設置した水槽(FRP製1t)で飼育した。そのうち数群体を沖ノ鳥島に滞在中に船上で産卵させることができ(写真-3)、船上水槽内でプラヌラ幼生まで飼育することに成功した。その後、セラミック製の着床具に幼生を着底させ、船上で飼育を続けながら約1,000km離れた沖縄まで運搬し、阿嘉島のサンゴ種苗生産センターの陸上水槽内(FRP製1.4t)に搬入した。このように、沖ノ鳥島におけるサンゴの採取、船上への移送、船上での飼育、長期間・長距離の輸送および沖縄の種苗センターへの搬送といった一連の種苗生産に至る工程の技術課題は概ね解決できた。今後は、より生残率や成熟度の高いサンゴの採取・輸送方法の確立に向けて改良を加えていくことが必要である。



写真-3 船上の水槽内で産卵した *A. tenuis*

なお、船上で産卵した *A. tenuis* の幼生の一部(約99,000個体)をポリエチレン製容器(20リットル/個)に海水と一緒に詰め、礁内に運搬後、後述するサンゴ増殖礁を囲ったテント内に放流した(写真-4)。工程の都合で幼生を放流した1日後にテントを撤去したが、撤去時の目視観察では浮遊している幼生を

確認できなかったため、増殖礁もしくは周辺に着底しているものと期待される。

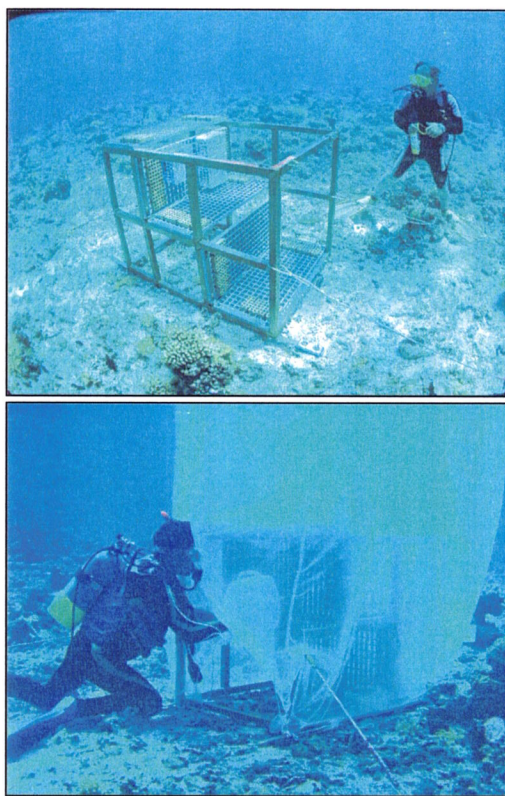


写真-4 サンゴ幼生の放流(上段;サンゴ増殖実験礁,下段;テント内への幼生放流)

3) サンゴ増殖礁の設置およびモニタリング

人工的にサンゴを増殖させる目的で、サンゴ増殖礁を開発した事例は少ない⁷⁾。しかし、サンゴの着生基盤が少ない場所において、サンゴの増殖を計画的かつ効率的に行うためには、人工的な着生基盤を開発することが必要である。沖ノ鳥島では、現地調査の結果、ノルの上面および側面にサンゴが着生し、平滑な底面には少ないことから、人工的な着生基盤として、サンゴ増殖礁の必要性が確認された。サンゴ増殖礁の形状については、升型構造とグレーチングで構成されるタカセガイ中間育成礁内にサンゴの着生が確認されていること⁸⁾等を参考にして図-4

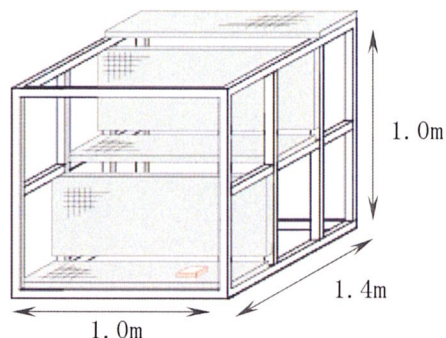


図-4 サンゴ増殖実験礁の外観

のような FRP 製のグレーチング構造(目合い; 4×4cm)を取り入れたサンゴ増殖実験礁を作製した。

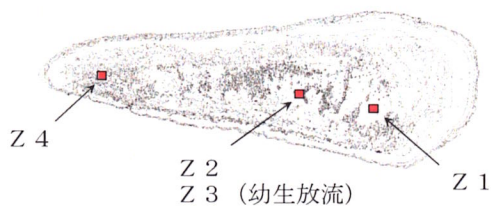


図-5 サンゴ増殖実験礁の設置地点

5月調査時に、沖ノ鳥島礁内3ヶ所4地点（図-5）にサンゴ増殖実験礁を設置し、8月調査時にそのモニタリングを行った。その結果、東の地点（Z1）および中央の地点（Z2）ではサンゴの新規加入は確認できなかったが、中央の幼生放流地点（Z3）では3群体、西の地点（Z4）では33群体の着底を確認した（表-1、図-6、写真-5）。これは、この期間は東から西への流れが卓越していることから考えると、サンゴの被度が高い中央部で放卵した卵、あるいは幼生は、この流れに乗って移動し、西側で着生が多い

表-1 サンゴ増殖実験礁モニタリング結果

地点	確認稚サンゴ数	備考
Z1	0	—
Z2	0	—
Z3	3	幼生放流した実験礁
Z4	33	—

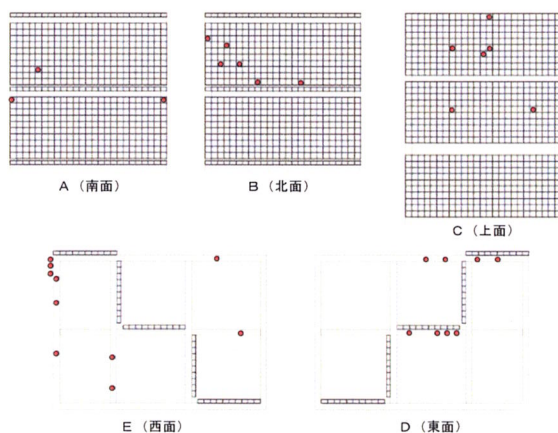


図-6 サンゴ増殖実験礁（Z4）上の稚サンゴの着底位置

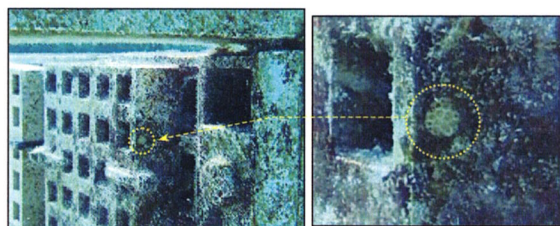


写真-5 実験礁（Z4）に固定した着床具上の稚サンゴ

傾向がみられたと考えている。なお、Z3で確認されたサンゴが放流した幼生のものかどうかは今後のモニタリングによる確認が必要である。

また、稚サンゴの着底数が多いZ4の観察から、サンゴは底面から20～30cm上方に着生する傾向がみられ、礁内の平滑な底面部はサンゴの新規加入に適していないという観察結果と整合するものである。

今後は、サンゴ増殖礁の生物学的設計条件を把握するために、サンゴの着生位置・方向、成育状況について引き続き詳細なモニタリング調査を行う予定である。

4. サンゴの飼育状況

平成18年6月、沖縄県座間味村の阿嘉島にサンゴ種苗生産センター（529㎡）を建設した（写真-6）。この施設に、昨年の沖ノ鳥島の現地調査で採取した親サンゴと調査時に船上で種苗生産した稚サンゴを搬入し、開放式水槽を用いて飼育を続けている。これまで約10ヶ月の飼育を実施してきたが、飼育条件を変化させ、サンゴの状況を観察したところ、水温28℃以下の飼育条件下においては、光量を沖ノ鳥島での生息地点と同程度とし、エアレーションによって10～20cm/秒の水流を水槽内に発生させることにより、親・稚サンゴとも概ね良好な状態で飼育することが可能となった（写真-7）。



写真-6 サンゴ種苗生産センターの全景

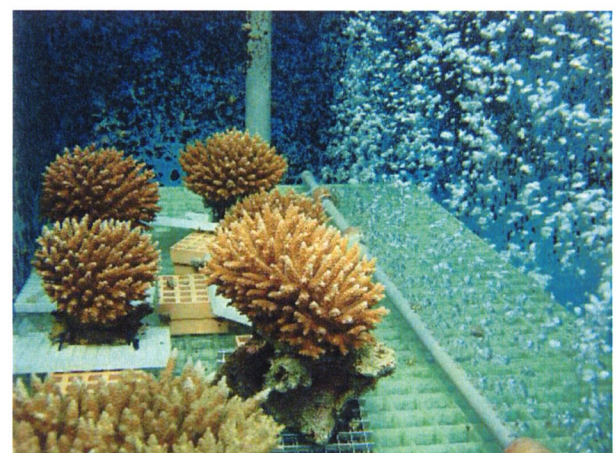


写真-7 沖ノ鳥島から運搬した親サンゴの飼育状況

これまでのところ、稚サンゴは、受精後約9ヶ月で長径1.2～7.4mm（平均3.3mm）に成長している（写真-8、図-7）。一方、稚サンゴの大量生産に向けた種苗生産技術の確立のためには、種苗センター内でのサンゴの産卵が不可欠である。そのため、沖ノ鳥島から搬送した親サンゴを対象に飼育環境に関する各種の比較実験を行い、適正なサンゴの産卵環境条件を抽出するとともに、水槽内における親サンゴの生殖巣の発達と飼育環境の関連についても調査を進める必要がある。

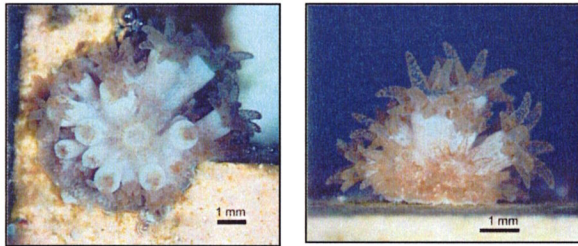


写真-8 船上で産卵した沖ノ鳥島産 *A. tenuis* の育成状況（産卵後約9ヶ月；サンゴ種苗生産センターの水槽で飼育）

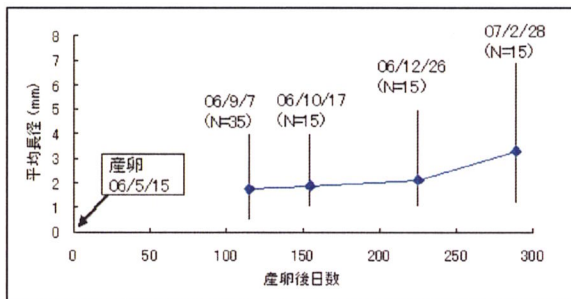


図-7 稚サンゴの成長（垂直棒は最大・最小値を示す）

5. おわりに

サンゴの分布状況調査によって、沖の鳥島周辺のサンゴ群集は、全体的には被度の低い区域が多く、大型のサンゴ群体は少ないことが確認された。ただし、礁中央部や西側において被度の高い区域が存在しており、その要因を調査解析することにより増殖適地の推察が可能と思われる。今後はサンゴ増殖適地選定等に必要な知見を得るため、比較的サンゴが多く分布する地点のサンゴの生息状況について詳細な観察を行い、調査を継続する予定である。

サンゴの種苗生産については、春期および夏期の2回実施した船上水槽実験により、船上での産卵・飼育手法および沖縄までの長距離輸送方法について一定の成果を得た。今後は、沖縄のサンゴ種苗生産センターにおける親サンゴの産卵・稚サンゴの大量生産、並びに昨年船上での産卵で得た稚サンゴの沖ノ鳥島への移植を図ることによるサンゴの種苗生産技術の確立を目指す。また、サンゴ増殖実験礁については、モニタリング調査を継続して情報を蓄積し、サンゴの生育に適した生物的設計条件を見出す予定である。

謝辞：本調査は、水産庁からの委託事業により実施しているものである。また、調査の実施及び結果の取りまとめにあたっては、サンゴ増養殖技術検討委員会（委員長：大森信 阿嘉島臨海研究所）の方々にご指導を仰ぐとともに、国土交通省京浜河川事務所、東京都、沖縄県、座間味村、座間味村漁業協同組合に多大なご協力いただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 福島朋彦：沖ノ鳥島再生計画-現状と課題-。みどりいし，(17)：pp. 20-23，2006。
- 2) 国土交通省河川局・水産庁：沖ノ鳥島における国土保全及び海洋資源利活用施設の一体的な整備方策検討調査。国土交通省，pp. 150，2005。
- 3) 土屋誠：サンゴ礁からの警告-最大規模の白化現象は何を意味するか-。Galaxea JCRS，(1)：pp. 27-29，1999。
- 4) 大久保奈弥・大森信：世界の造礁サンゴの移植レビュー。Galaxea JCRS，(3)：pp. 31-40，2001。
- 5) 国土交通省港湾局・海の自然再生ワーキンググループ：海の自然再生ハンドブック第4巻サンゴ礁編，ぎょうせい，pp. 103，2003。
- 6) 灘岡和夫・波利井佐紀・三井順・田村仁・花田岳・Enrico Paringit・二瓶泰雄・藤井智史・佐藤健治・松岡建志・鹿熊信一郎・池間健晴・松尾研二・高橋孝昭：小型漂流ブイ観測および幼生定着実験によるリーフ間広域サンゴ幼生供給過程の解明，海岸工学論文集，第49巻，pp. 366-370，2002。
- 7) Tallman J. : Aesthetic Components of Ecological Restoration. Coral Reef Restoration Handbook. CRC Press, pp.193-203, 2006
- 8) Omori M., H. Kubo, K. Kajiura, H. Matsumoto and A. Watanuki : Rapid recruitment of corals on top shell snail aquaculture structures. Coral Reefs, (25), pp.280, 2006