

# サンゴ群体の船舶による長距離運搬技術の開発

安藤 亘・山本 秀一

日本最南端に位置する沖ノ鳥島はサンゴ礁で形成される島であるが、サンゴの種類数は少なく、群体も小さいことが確認されている。水産庁は、水産資源の利活用の面から沖ノ鳥島のサンゴの維持・拡大を目的としてサンゴ群集の種苗生産技術と増殖技術開発を行うこととした。技術開発の一環として、有性生殖を利用した種苗生産技術の開発を計画し、沖ノ鳥島産のサンゴ群体をもとに沖縄で種苗生産するため、親となるサンゴ群体を長距離運搬することとした。

本報では、サンゴ群体を沖ノ鳥島で採取し、船上で飼育しながら慶良間諸島の阿嘉島まで約 1,100 km を船舶によって長距離運搬した技術について紹介する。

キーワード：サンゴ礁の修復と再生、沖ノ鳥島、サンゴ群体、長距離運搬、種苗生産

## 1. はじめに



写真—1 沖ノ鳥島

沖ノ鳥島は東京より南南西に 1,740 km 離れる日本最南端の島で、南北約 1.7 km、東西約 4.5 km、周囲約 11 km ほどのコメ粒形をした北小島と東小島の 2 つの島からなる環礁である（写真—1）。我が国はこの島を基点として 40 万 km<sup>2</sup> の排他的経済水域（EEZ）を設定し、この島を国土として保全して資源を確保しているところである。

この島は気候が熱帯でサンゴ礁を基盤とする生態系が形成されている。しかし周辺の生態系から隔絶された孤島であるために、多様性が低く生物相は単調でサンゴ群集もそれほど多くない。また、水深 3,000 m 以上の海底から一気に立ち上がるため、台風や季節風に伴う波浪の影響を強く受ける厳しい環境条件にある。

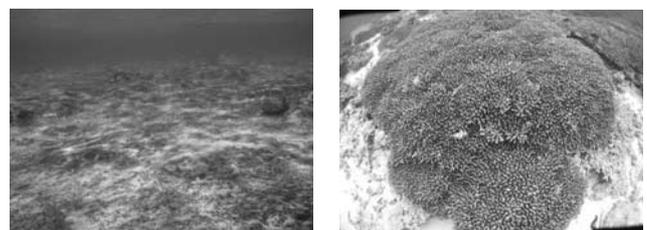
このような厳しい条件下におけるサンゴ増殖技術開発の一環として、沖ノ鳥島でサンゴ群体を採取し、船上で飼育しながら慶良間諸島の阿嘉島まで運搬し、阿嘉島のサンゴ種苗生産センターで種苗生産を行い、今度はその稚サンゴを沖ノ鳥島に移植する技術の開発を進めている。本報では、沖ノ鳥島で採取したサンゴ群体の船舶による長距離運搬技術について紹介する。

## 2. 沖ノ鳥島の特徴

本調査は 2006 年 4 月から 3 ヶ年の計画で、これまでに 4 回の現地調査を実施してきた。以下に沖ノ鳥島の特徴を示す。

### (1) サンゴ礁

沖ノ鳥島のサンゴ礁について本格的に調査が始まったのは、ここ数年のことである。これまでの調査結果を整理して以下に示す（写真—2）。



左：礁嶺付近

右：礁内中央部

写真—2 沖ノ鳥島の海中景観

- ①造礁サンゴのミドリイシ属は、全体的に被度、出現頻度が低く、大型の群体が少ない。
- ②中央部、西・南部には限られた種からなる被度の高い区域がある。
- ③南・北部の水深の浅い礁嶺付近の平滑面にはほとんどサンゴが分布していない。
- ④礁外の水深 10～15 m 付近でサンゴの被度が高く、水深 80 m 程度まで分布するが、浅い水深帯には分布していない。

(2) 波浪・流況

5～8月までのサンゴの産卵時期における波浪流況を観測するために、2006年に礁内5地点に波高・流速計(WH-301, WH-302)を設置し観測した。また、5月と8月の現地調査中にはGPS付の漂流桿を放流し、礁内の面的な流れを把握した。この結果を以下に示す。

- ①西向きの流れが卓越している。
- ②潮位によって礁内の流況は異なる。
- ③満潮時は礁外からの波浪の影響を受けやすい。
- ④海表面と海底面上の流況は異なっている。

この他、既往の文献等によれば、冬場は北東からの風が卓越して西向きの流れとなり、台風の来襲する時期には進行方向に応じて異なった流れが卓越することがわかっている。

(3) 魚類・底生生物

魚類は礁内中央部のサンゴ群集の被度が高い区域で種類数、個体数ともに多く、ベラ科やニザダイ科、チョウチョウオ科、スズメダイ科が目立って多い(写真—3)。礁外には、カッポレやキンメダイ、アオノメハタなど肉食性魚類もみられた。



写真—3 礁内を遊泳する魚類の群れ

底生生物は薄い砂礫の上にクロナマコが、岩盤が露出する場所にシカクナマコが優占した。また、貝類は、シラナミ(シャコガイ科)、ギンタカハマ、チョウセンサザエ、ラクダガイ、ホラガイが確認され、特にシラナミが多かった。

3. サンゴ増養殖技術の概要

我々の考えるサンゴ増養殖技術は次のとおりである。サンゴは産卵後に受精して「プラヌラ幼生」となって海底の基盤に着生するまで数日間海中を漂っている。しかし沖ノ鳥島は海象条件が厳しいためほとんどが外洋へ流出してしまうと考えられる。また、周辺からの幼生の加入も期待できないばかりか、人為的な管理も困難な場所である。

そこで、我々は「沖ノ鳥島のサンゴをもとに沖縄で種苗生産し沖ノ鳥島に移植する技術」や「現地対策技術」を実験するとともに、これらを有効に実施するために必要となる「適地を選定する技術」を確立することを目指している。

4. サンゴ群体の長距離運搬技術

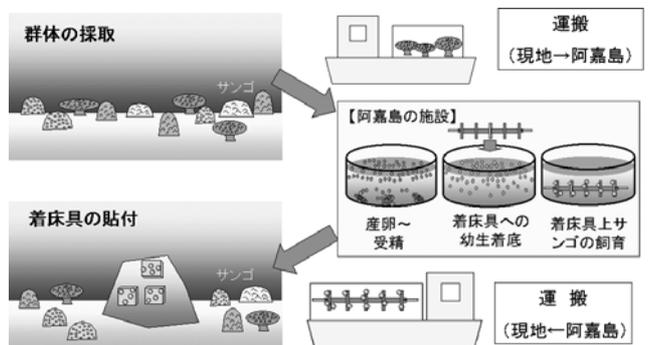
本報で紹介するサンゴの長距離運搬技術は、前述する「沖ノ鳥島のサンゴをもとに沖縄で種苗生産し沖ノ鳥島に移植する技術」に含まれる技術である(図—1)。図—2にサンゴ群体の長距離運搬フローを示す。

各項目の概要と留意点を以下に示す。

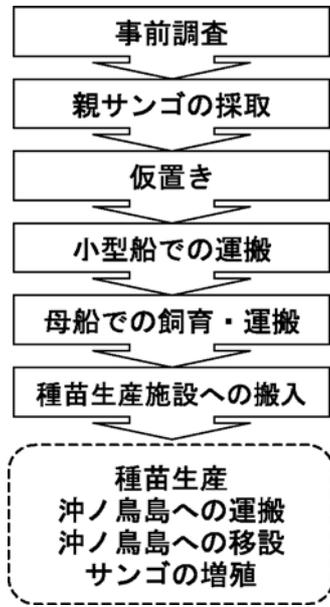
(1) 事前調査

対象種は造礁サンゴのミドリイシ属の中で、沖ノ鳥島で優占し成長の速い *Acropora tenuis*, *A. sp. 4*, *A. globiceps*? の3種とした(写真—4)。

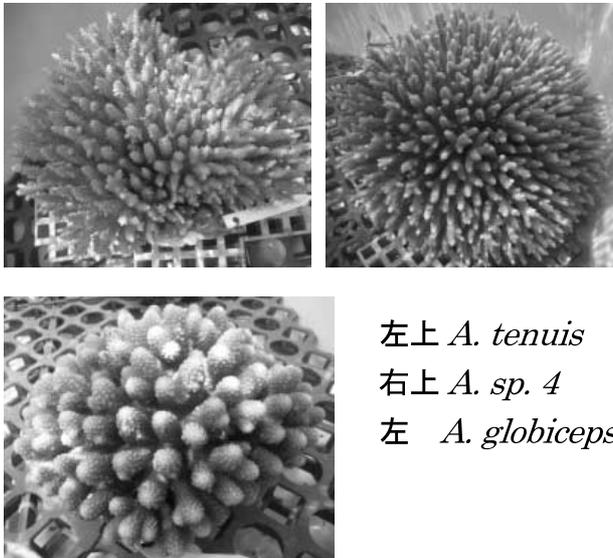
これら3種類のミドリイシ属は放卵放精型のため、基本的に他家受精させる必要がある。このため少なく



図—1 サンゴの種苗を生産し種苗を移設する技術



図ー2 サンゴの長距離運搬技術フロー



左上 *A. tenuis*  
 右上 *A. sp. 4*  
 左 *A. globiceps?*

写真ー4 対象としたサンゴ群体

とも同種3群体以上を探索し採取するサンゴを選定する必要があった。また、産卵可能サイズの長径を20 cm以上と設定し、食害等の損傷がないことにも留意する必要がある。特に親サンゴが沖縄へ搬入後に産卵するかどうかが重要であるため、サンゴの成熟度を下記の点に留意しながら目視により判定した。

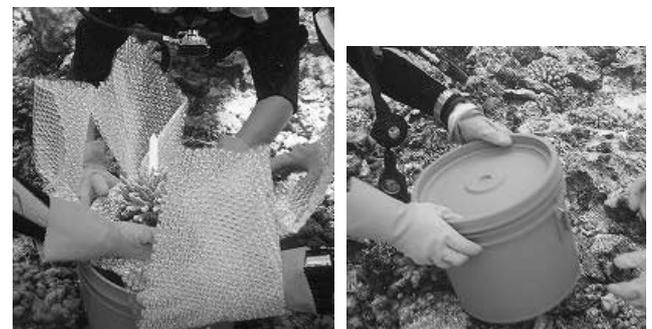
- ①群体中央の枝の根元を折りその表面の卵の有無を確認する
- ②卵の大きさと赤みの帯び具合を確認する
- ③ポリプ表面での卵の見え具合を確認する

群体中央の枝の根元を選ぶ理由は古いポリプの方が産卵する可能性が高いためである。

## (2) 親サンゴ群体の採取

採取に際して、選定した親サンゴの成育水深、採取時の水温、採取群体の外観や触手の伸長状況、群体サイズ、抱卵状況、周辺における同種の存在の有無、海底地形の状況に関する記録表（サンゴ採取カルテ）を作成した。このカルテは、その後の親サンゴの飼育条件となるもので、親サンゴにはカルテ番号付きのタグを取り付けている。

採取時には親サンゴに直接触れることを極力避けるようにした。これは表面を損傷させたり、体温を伝導させたりしないため、市販のゴム製手袋を用いた。また親サンゴをハンマーとタガネを用いて採取する時は、根元の岩盤周辺にタガネを差込み親サンゴへ振動が伝わらないように注意するとともに、採取後も基盤部分を持って運搬した。採取した親サンゴは緩衝材で包み蓋付きバケツに入れ、水中で蓋をして空気が混入しないようにした（写真ー5）。



写真ー5 親サンゴ群体の採取

## (3) 仮置き

親サンゴはすぐに母船に搬入せず、採取時の衝撃や運搬によるストレスの緩和と、切断面の治癒を目的として、一定期間、波浪の影響の少ないノルの窪みに仮置きした。我々は6日間の仮置き後、母船に搬入した。なお、搬入時には白化や粘液の放出状況などを観察し

てストレス度をチェックしている。

#### (4) 小型船での運搬

蓋付きバケツは、小型船上で転倒しないように底の薄い舟形のコンテナに並べ、遮光ネットで覆って太陽光を遮光し、小型のバケツを用いて海水を散水しながら母船まで運搬した（写真—6）。



写真—6 小型船での運搬

#### (5) 母船での飼育・運搬

船上飼育用として容量2トンのFRP製水槽を母船（第七開洋丸：499t）のデッキに4個用意し、船の動揺で滑動、転倒しないように水槽を囲むように単管パイプを組み、水槽の四隅には木片を打ち込んで固定した。また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上面をアクリル製の蓋で密閉した。その他、遮光ネット、水温上昇防止の霧状散水装置、水槽内の流れをつくる小型水中ポンプを装備した（写真—7）。



写真—7 母船に設置した水槽

母船での飼育は、母船に装備されているポンプから汲み上げた海水に塩素が含まれていることから、別途用意した揚水ポンプを船舷から垂らし直接海水を汲み上げ水槽に注水した。

搬入した親サンゴは、蓋付きバケツに入れたまま水槽に浮かべ、しばらくして蓋を少し開けつつバケツ内の海水が徐々に入れ替わるようにゆっくり水温と水質の馴致を行った。その後、水槽内で空気に触れないように取り出し、親サンゴ同士が接触しない配置をして基盤部分に小型ブロック等を添えて安定させた（写真—8）。母船での飼育条件は表—1に示すとおりである。

表—1 母船での飼育条件

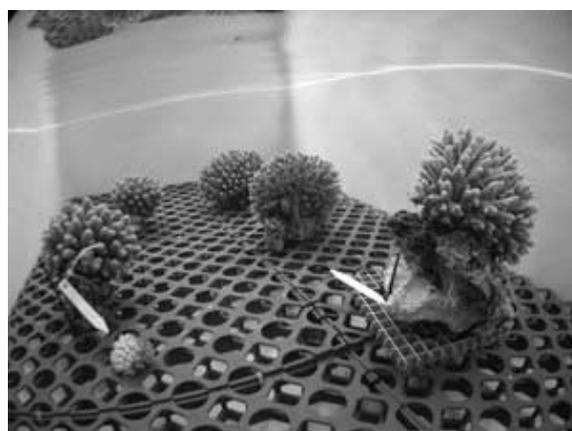
項目	数量等	内容
海水交換	2回/日または4回/日	水槽の1/3程度換水
光量	遮光率約65%	水槽上面に設置
水温	海水温よりもやや低い水温保持	日中の水温上昇を霧状散水装置で抑制
成育状況	目視観察	<ul style="list-style-type: none"> <li>・換水中に粘液の放出が見られた場合には即時注水を停止</li> <li>・常に白化状況、触手の動き、共生ガニの行動を指標に水質状況を確認</li> </ul>



揚水ポンプ



霧状散水ホース



写真—8 母船でのサンゴ飼育

#### (6) 種苗生産施設への搬入

我々は沖ノ鳥島からサンゴ種苗生産センターのある

慶良間諸島の阿嘉島まで2日間かけて輸送した。搬入は早朝に実施した。母船の水槽から再び親サンゴを緩衝材に包んで蓋付きバケツに詰め込み小型船で岸壁まで運搬した（母船の吃水が深く阿嘉島の岸壁に接岸できないため）。岸壁で待つスタッフが施設まで運び込み母船の水槽へ搬入したのと同じように水温・水質の馴致を行なった後、阿嘉島種苗生産センターの水槽に親サンゴを固定した（写真—9）。



写真—9 親サンゴの陸上への搬入状況

### (7) まとめ

一連のサンゴ長距離運搬から、サンゴは急激な水温変化や水質の変化、衝撃などのストレスに弱いことがよくわかった。特に水質については微量な塩素や有機物に反応して粘液を放出する行動がみられたので水質には十分注意する必要がある。また、沖ノ鳥島は通年28℃以上の水温が保たれているが、沖縄の場合には季節変化があるため、例えばサンゴの産卵期となる5月頃は沖縄ではまだ水温が低く沖ノ鳥島から運搬する際には水温馴致の徹底が必要である。サンゴの長距離運搬で留意する主な点は次のとおりである。

- ①できるだけストレスをあたえない状態で採取する。  
ストレスをあたえてしまった場合は、無理に搬入すると他のサンゴにまで影響を及ぼすため、できるだけサンゴが健全な状態に戻るまで仮置きして様子を見る、あるいは別のサンゴを搬入することが望ましい。
- ②日中の水槽は水温が上昇しやすいので、30℃を目安に30℃以上が長時間続かないよう常に散水して水温の上昇を抑える。
- ③微量な塩素や有機物に反応するので、これらの混入をできるだけ避けるようにする。

## 5. 今後の展開

今回の技術開発調査により、船舶によるサンゴ群体の長距離運搬技術は概ね確立したものと考えられる。今後は、持ち込んだ親サンゴが産卵・受精して種苗を生産し、稚サンゴを沖ノ鳥島へ持ち帰るまで調査を続

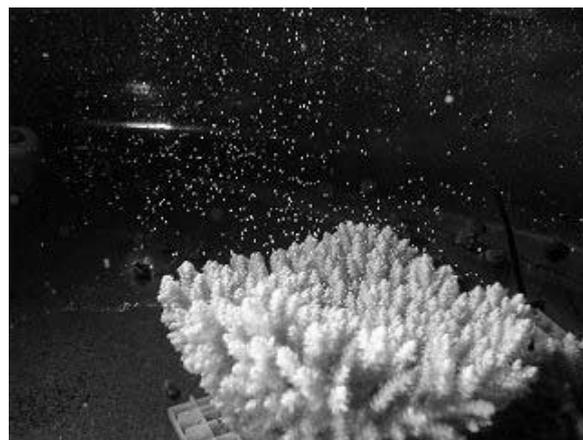
ける予定である。

長距離運搬技術は、沖ノ鳥島だけに適用できる技術ではない。技術開発の過程で得られた知見や技術は、これまでのサンゴ修復・再生技術のフォローアップにつながるものばかりである。また、我が国の土木技術者がこれらの技術開発に取り組み始めてまだ緒についたばかりであるが、技術のブラッシュアップや先駆的な取り組みをさらに進めれば、国際的に求められているサンゴ礁の修復・再生において我が国が先端をリードすることも期待できる。

## 6. おわりに

この沖ノ鳥島の調査に関しては、マスコミ等で取り上げられ国民、世界から注目を集めている。幸いにも運搬・搬入した親サンゴが6月と7月に産卵し、現在数十万の幼体を大切に飼育しているところである（写真—10）。今後も気を引き締めて技術開発に取り組み所存である。

最後に、本報は第4次沖ノ鳥島調査（平成19年6月25日～7月11日）中に執筆したもので、文中に至らぬところがあれば船酔いのせいとお許し願いたい。



写真—10 種苗生産センターでの親サンゴの産卵（平成19年6月産卵）

JICMA

### 【筆者紹介】

安藤 亘（あんど うわたる）  
（社）水産土木建設技術センター  
水産土木マネージメント研究所 調査研究部  
主任研究員



山本秀一（やまもと ひでかず）  
（株）エコー  
沿岸デザイン本部 沿岸環境部 部長

