

日本最南端沖ノ鳥島産ミドリイシ属サンゴの種苗生産

中村良太¹、綿貫 啓²、青田 徹³、北野倫生⁴、藤田孝康¹

(¹水産土木建設技術センター,²アルファ水工コンサルタンツ,³不動テトラ,⁴エコー)

概要 ;水産庁では、沖ノ鳥島のサンゴ増殖技術の開発を目的として、2006年に調査研究を開始した。その一環として、沖縄県阿嘉島にサンゴ種苗生産センターを建設し、種苗生産技術開発を実施している。対象種は、*Acropora tenuis*、*A. globiceps?*、*A. sp. 4?*の3種である。親群体を2006年8月および2007年5月に沖ノ鳥島で採集し、種苗センターの陸上水槽で養成を行った。2007年の産卵は、*A. tenuis*で6月、*A. globiceps?*と*A. sp. 4?*は7月と8月(満月~新月)であった。飼育中の26群体のサンゴのうち23群体が産卵し、産卵数は100万粒以上だった。採苗数、採苗率は、*A. tenuis*で約11万個体、54.1%、*A. globiceps?*で約660個体、1.9%、*A. sp. 4?*で約1,700個体、2.3%だった。9ヵ月後の生残率および平均群体長径は、それぞれ*A. tenuis*が59%、13.1mm、*A. globiceps?*が37%、10.2mm、*A. sp. 4?*が14%、10.8mmであった。一方、2007年7月に沖ノ鳥島海域の調査船上でも天然サンゴから種苗生産を行った。採苗率は、*A. globiceps?*で0.9%、*A. sp. 4?*で1.7%であった。この2種の採苗率や生残率の低さは、種の特性に起因する可能性があり、種ごとの種苗生産技術を開発することが必要である。

キーワード ; 沖ノ鳥島、サンゴ礁、サンゴ増殖、産卵、種苗生産、ミドリイシ

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熱帯の島である。この島はわが国の国土面積を上回る約40万km²の排他的経済水域(EEZ)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。しかしながら、沖ノ鳥島は、地球温暖化による海面上昇や波浪による浸食によって、島の存在が危ぶまれている状況である¹⁾。特に、島の主要な構成要素であるサンゴ群集は、一部に比較的被度の高い区域が存在するものの、全体的には被度が低く、大型のサンゴ群体が少ない²⁾。そこで、水産庁は、2006年より3カ年の計画で、沖ノ鳥島のサンゴの生育状況を調査し、水産動植物の生育環境として重要な役割を有するサンゴの維持・増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。

サンゴの増殖方法には、サンゴの断片を移植する「無性生殖による増殖」が従来から行われている。この方法は成果が早く出るが、ドナーである親サンゴに損傷を与え、移植しやすい種や同じドナーから得た断片で移植を繰り返す



図1 沖ノ鳥島の排他的経済水域



写真1 沖ノ鳥島(4.5km x 1.7km)

と、偏った生態系を形成する危険性が指摘されている。一方、サンゴの産卵を利用して稚サンゴを増やす研究開発が進められている^{3),4),5),6),7)}。これは「有性生殖による増殖(種苗生産)」である。成果が出るまでに時間を必要とするが、大量の稚サンゴの確保が可能で、多くの親から卵を入手すれば、多種の稚サンゴを準備でき、生態系も多様となる。この方法は沖ノ鳥島に現存する母サンゴを痛めることなく、サンゴを増やせると判断されたが、過去の事例は実験的な規模であり、事業規模の試みはない。そこで、今後のサンゴ礁の修復技術への応用も視野に入れ、有性生殖によるサンゴの種苗生産技術の開発を実施することとした。

沖ノ鳥島は無人島であり、台風の影響を強く受ける海域なので、サンゴの種苗生産を行うには過酷な条件下である。したがって、本プロジェクトでは、沖ノ鳥島にて親サンゴを採取し、人的管理が可能な沖縄へ運搬し、種苗生産を実施した後に、稚サンゴを沖ノ鳥島に移植することとした。環境の異なる海域でのサンゴの飼育や大規模な種苗生産、そして親サンゴや稚サンゴの長距離運搬は世界でも例が無い。このプロジェクトでは、多くの技術開発を進めており、本報告では、現地および沖縄における種苗生産の実施状況について報告する。

2. サンゴ種苗生産センターの設置

沖ノ鳥島のサンゴの飼育・種苗生産のためにサンゴ種苗生産センター(529 m²)が沖縄県座間味村の阿嘉島に平成18年6月に建設された。親サンゴ用水槽8基と稚サンゴ用水槽16基等を屋外に設置した大規模な施設である。海水は、阿嘉漁港外から取水し、水槽の水温・光量ができるだけ採取した場所の環境に近づけ、流動(水流)はサンゴの成長が良いとされている20cm/secを目標として飼育している。

3. 対象種の選定

沖ノ鳥島の礁内には塊状ハマサンゴ属、殻状トゲキクメイシ属、枝状ミドリイシ属が分布している^{8),9)}。サンゴの仲間で成長が速いことから、種苗生産技術の対象種はミドリイシ属とした。沖ノ鳥島に優占するミドリイシ属は *Acropora globiceps?*, *A. aculeus?*, *A. tenuis*, *A. sp4?*

などである(注;同定上不明確なので?を付した)。このうち、*A. aculeus?*は産卵による有性生殖よりも、折れた枝による無性生殖による分散に優れている種と考えられている¹⁰⁾ので、種苗生産の対象種から外し、本研究では、*A. globiceps?*, *A. tenuis*, *A. sp4?*の3種を種苗生産対象種とした。

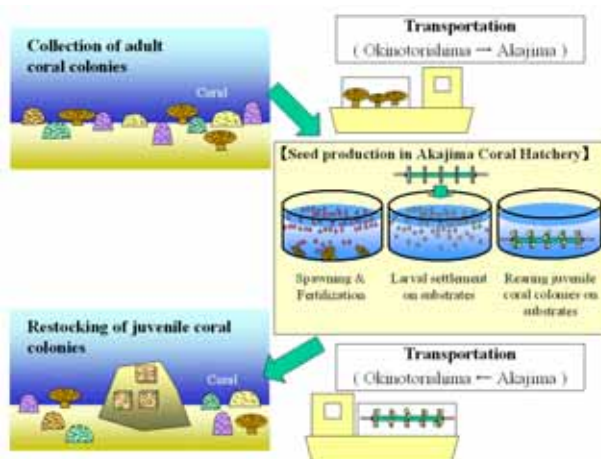


図2 種苗生産技術によるサンゴ増殖技術の模式図



写真2 サンゴ種苗生産センター(阿嘉島)

4. サンゴ種苗生産センターにおける種苗生産

親群体は2006年5、8月および2007年5月に沖ノ鳥島の礁内にて採集し、調査船に設置した水槽(1トンFRP水槽)に入れて長距離運搬(船上水槽飼育は3~4日間)後、サンゴ種苗生産センターの開放式水槽(2トンFRP水槽)に搬入し、飼育養成を行った。飼育条件は、換水率1回転/2時間、水流10~20cm/sec、水中照度5~10万lx(晴天日正午)で、概ね3日おきに市販の冷凍コペポータを給餌した。

2007年6月には*A. tenuis*、7、8月には*A. globiceps?*および*A. sp.4?*を産卵させることができた。産卵群体数および産卵数は、それぞれ*A. tenuis*が8群体、約26万粒、*A. globiceps?*が10群体、49万粒以上(未測定分を含めた)、*A. sp.4?*が5群体、約43万粒であった。阿嘉島沿岸における産卵は、通常満月3日前から7日後の期間に行われるとされているが、本研究での水槽内における産卵は満月の4~5日前に少量が産卵し、満月の8~20日後に多く見られた。また、群体間の産卵日の同調性は、*A. tenuis*は高かったが、*A. globiceps?*および*A. sp.4?*では低かった。

産卵後の幼生は止水、曝気なしの0.1トン水槽(円形透明)にて飼育し、毎日3/4を換水した。4~5日後に着底行動を示した幼生を予め着床具(セラミック製117×117×25mm、25個の15×15mmの孔付、写真4右上)をセットした水槽(0.5トン角型)へ移送し、着底させた。3種とも同様な手法により種苗生産を行ったが、結果は大きく異なった。今後、この要因



写真3 飼育水槽内のミドリイシ属サンゴ

表1 種苗生産における採苗数(2007年)

| 種 | 使用受精卵数 | 幼生 生残率% | 種苗数 個体 | 採苗率 % |
|----------------------|---------|------------|-----------|----------|
| <i>A. tenuis</i> | 236,868 | 87 | 110,848 | 54 |
| <i>A. globiceps?</i> | 238,455 | 14 | 655 | 2 |
| <i>A. sp.4?</i> | 196,105 | 38 | 1,704 | 2 |

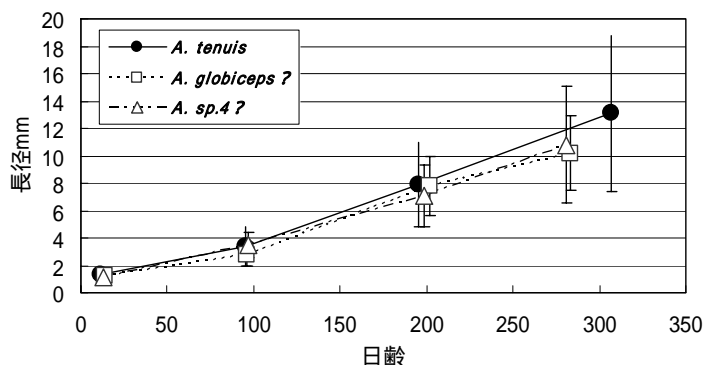


図3 幼サンゴの平均長径の変化

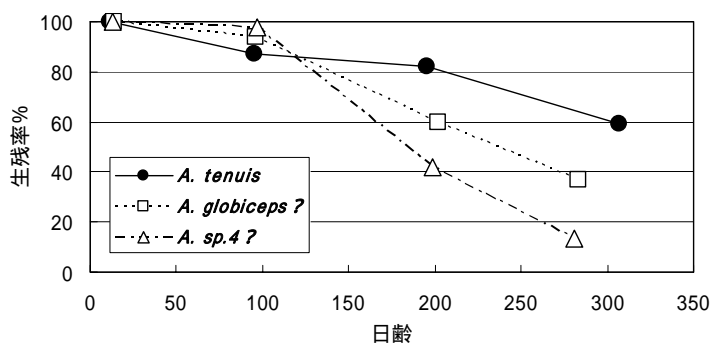


図4 幼サンゴの生残率の変化

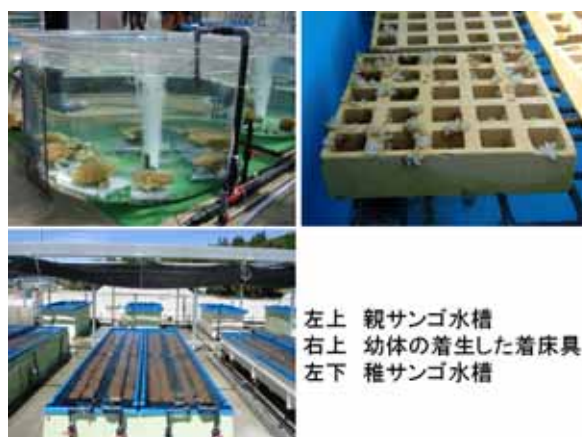
を明らかにする必要がある。

生産した幼体は、1.4 トン水槽において飼育を継続した。換水率は1回転/2時間、平均流速約5cm/sec、水中照度4万~6万lx(晴天日正午)の条件で飼育しており、藻類駆除のためタカセガイ稚貝、カンギクガイ、タカラガイ、アイゴなどの植食性魚類を水槽に収容している。日齢で280日を経過すると、生残率および平均群体長径(±SD)は、それぞれ*A. tenuis*が59%、13.1±5.70mm、*A. globiceps?*が37%、10.2±2.71mm、*A. sp. 4?*が13.6%、10.8±4.24mmであった(図3,4)。同種苗センターにおいて、2006年に飼育した*A. tenuis*幼体の場合、産卵115日後で1.8±0.67mmであったが、今回の幼体飼育では水槽内の光量を増量したことにより成長速度が増加したと考えられる。ただし、図4のように約200日後(1月)は、*A. globiceps?*と*A. sp. 4?*の幼体の生残率が極端に小さくなった。これは、水温が18℃近くまで低下したことや、着床具の孔内に海藻が繁茂したこと等が考えられるが、この2種には大きなインパクトになるのかもしれない。

5. 現地における種苗生産

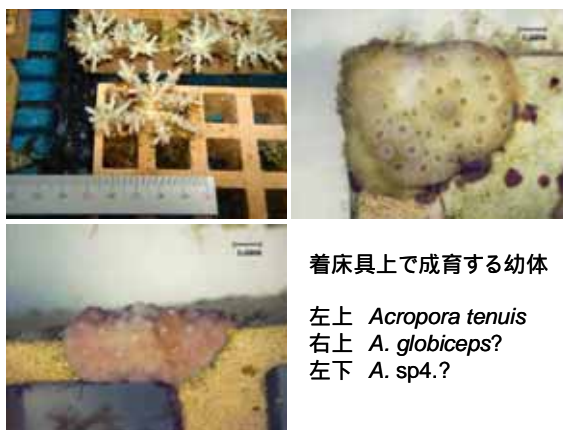
2006年5月の調査では、予想通りに*A. tenuis*が船上で産卵した¹¹⁾。サンゴの成熟度調査¹²⁾から、*A. globiceps?*と*A. sp. 4?*の産卵は6~7月と予想されたので、2007年は6月25日から17日間の現地調査を実施したところ、調査期間中に両種とも産卵した。また、同時期に沖ノ鳥島の礁内外でも、サンゴの産卵によるスリック(幼生や受精卵が塊となって赤潮のように海表面を赤く覆う状態)が観察された。

この調査では、まず、成熟したバンドル(卵と精子の入ったカプセル状)を保有していた*A. globiceps?*と*A. sp. 4?*の各5群体を礁内数カ所から採取し、船上の角形水槽(FRP製1t)に移設した。水槽内に水中ポンプを設置して流れを起こし、毎日11時に水槽の約1/2以上を新鮮な海水に換水した。また、水槽上部に



左上 親サンゴ水槽
右上 幼体の着生した着床具
左下 稚サンゴ水槽

写真4 サンゴ種苗生産センターでの飼育状況



着床具上で育成する幼体

左上 *Acropora tenuis*
右上 *A. globiceps?*
左下 *A. sp. 4?*

写真5 約280日経過した着床具上のサンゴ



左上 船上の水槽
右上 母サンゴ飼育
左下 幼生が着床具に着底

写真6 沖ノ鳥島調査時の船上での種苗生産

遮光ネット（遮光率 45%）を 2 枚重ねて張って光量を調整した他、水槽周囲に海水を霧状に噴霧して水温上昇を防止した。

一部のサンゴは 7 月 2 日（小潮）に産卵したが、本格的には、7 月 5 日（中潮）の 21:30 に *A. sp. 4*、22:40 に *A. globiceps?* の各 3 群体が産卵を開始し、1 時間程度で終了した。幼生の飼育は前述と同じ方法である。60 時間後の幼生数は、*A. sp. 4?* で約 2.4 万個体、*A. globiceps?* で約 6 万個体であり、着底行動を目視で確認したため、セラミック製着床具とスレート板を浸漬したところ、数時間で着底し始めた。また、7 月 7 日（小潮）の朝、礁内外に、前夜に産卵したと考えられるスリックが漂っており、このスリックを船上から採取して同じ方法で飼育した。60 時間後の幼生数は約 3.3 万個体であった。以上の

種苗生産で得られた幼生付の基盤は、海水交換や死骸除去等の飼育管理を行なって長距離運搬し、サンゴ種苗生産センターの陸上水槽に移設し、飼育した。

100 日後に各着床具上の群体数を測定し、船上で計測した幼生数で採苗率を計算すると、*A. sp. 4* で 1.7%、*A. globiceps?* で 0.9%、スリックで 1.3%であった。サンゴ種苗生産センターでの採苗率（表 1）と傾向は似ており、*A. sp. 4?* や *A. globiceps?* の採苗率は非常に低く、*A. tenuis* は採苗率が高いことが判る。

図 5 に各幼体の平均長径を示す。283 日齢の長径は 7.3~8.3mm であり、図 3 と比べると小型である。また、生残率（図 6）も図 4 の同種に比べて小さい。サンゴ種苗生産センターの安定した環境で生まれ育った幼体に比べ、産卵・着底直後に長距離運搬することは幼体にストレスをかけたのかもしれない。この原因の解明は今後の課題である。

6. おわりに

熱帯の沖ノ鳥島において優占するミドリイシ属のサンゴを対象に種苗生産を実施し、亜熱帯の沖縄で飼育することに成功した。*A. tenuis* は採苗率が高く、生残率や成長率も高い。これに比べると、*A. globiceps?* や *A. sp. 4?* の採苗率は低く、生残率や成長率も低かった。*A. tenuis* の種苗生産については過去の実績があり、その知見をベースに、後者の 2 種の種苗生産を行った。今後は、種の特性に合わせた種苗生産の方法を検討し、採苗率や生残率を向上させる技術の改良を試みる予定である。2007 年 7 月には沖ノ鳥島で一斉産卵による

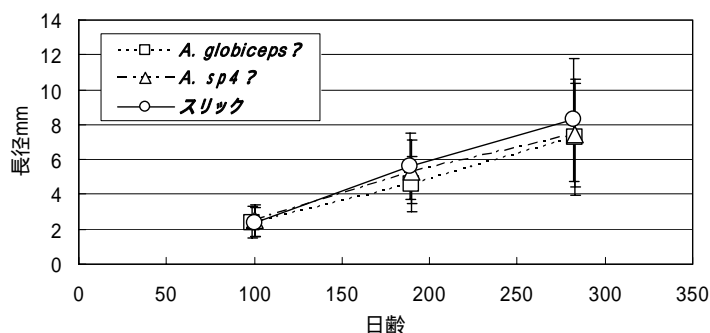


図 5 沖ノ鳥島の船上で産卵し、サンゴ種苗生産センターで飼育した幼体の平均長径の変化

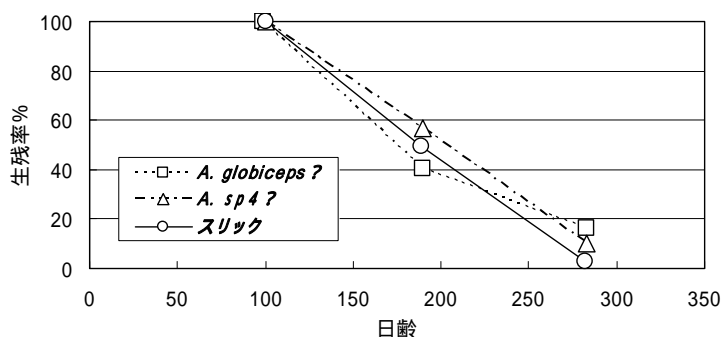


図 6 沖ノ鳥島の船上で産卵し、サンゴ種苗生産センターで飼育した幼体の生残率の変化

スリックも観察され、現地で産卵した幼体の運搬や飼育にも成功した。ただし、長距離運搬した幼体のその後の成長は、サンゴ種苗生産センターの水槽内で産卵して成長した幼体に比べ、小型になることが判った。

これらの調査で得られた稚サンゴは 2008 年度には沖ノ鳥島へ運搬し、礁内の岩礁に着床具ごと移植する計画である。これらの結果については、別の機会に報告する。

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 阿嘉島臨海研究所長）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をいただいた。また、種苗生産技術については阿嘉島臨海研究所の各研究員から貴重なアドバイスを頂き、また、多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

引用文献

- 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) Heyward A.J., L.D. Smith, M.Rees and S.N. Field; Enhancement of coral recruitment by in situ mass culture of coral larvae, Marine Ecology Progress Series, Vol.230, pp.113-118, 2002.
- 4) 服田昌之・岩尾研二・谷口洋基・大森信；種苗生産，大森信（編）サンゴ礁修復に関する技術手法 - 現状と展望 - ，環境省自然環境局，pp.13-25.，2003.
- 5) 藤原秀一・大森信；5-1 修復と再生の技術，日本のサンゴ礁，2004.
- 6) Miller, M.W. and Szmant,A.M; 12 Lessons Learned from Experimental Key-Species Restoration, Coral Reef Restoration Handbook, pp.219-233., Taylor & Francis Group, 2006.
- 7) 青田徹・柴田早苗・綿貫啓；サンゴ幼生の大量飼育、運搬、基盤着生によるさんご礁回復技術の開発，みどりいし，Vol.17，pp.4-10.,2006.
- 8) 北野倫生・山本秀一・三上信雄・安藤亘・河野大輔：沖ノ鳥島のサンゴの広域調査，日本サンゴ礁学会第 9 回大会講演要旨集，pp.89，2006．
- 9) 北野倫生・三宅崇智・山本秀一・藤田孝康・安藤亘・三上信雄：沖ノ鳥島のサンゴの広域分布と新規加入特性，日本サンゴ礁学会第 10 回大会講演要旨集，pp.91，2007．
- 10) 深見裕伸・林原毅・北野倫生・石岡昇・三上信雄：沖ノ鳥島のミドリイシサンゴはどこから来たのか？，日本サンゴ礁学会第 10 回大会講演要旨集，pp.93，2007.
- 11) 青田徹・綿貫啓・三上信雄・中村良太・石岡昇・河野大輔：船上で採卵した沖ノ鳥島産 *A. tenuis* の種苗生産，日本サンゴ礁学会第 9 回大会講演要旨集，p.93.，2006.
- 12) 林原毅・北野倫生・三上信雄・安藤亘・石岡昇・河野大輔：沖ノ鳥島におけるミドリイシ属石サンゴ 5 種の産卵期の推定，日本水産学会春季大会講演集，2006.