

サンゴ幼生供給基地によるサンゴ礁再生のための技術開発

○山本秀一・田村圭一・岡田 亘(株エコー),
鈴木 豪・林原 毅 ((国研)水産研究・教育機構 西海区水産研究所亜熱帯研究センター),
安藤 亘 ((一社)水産土木建設技術センター),
不動雅之, 朝倉邦友 (水産庁)

1. はじめに

日本最大のサンゴ礁である沖縄県石垣市の石西礁湖では 2016 年夏に起きた大規模な白化現象により「全体が死滅したサンゴ群体」の割合が 70% に達し¹⁾, サンゴ礁の衰退に伴う沿岸資源の漁獲量の減少が危惧されている. サンゴが大規模に衰退した翌年には産卵可能な親サンゴが少なくなるため, サンゴの卵や幼生の供給が減少し, サンゴ礁の再生が遅れる.

また, 日本最南端の孤島である沖ノ鳥島では, 周辺からのサンゴの卵や幼生の供給がほとんど無いためにサンゴ礁の再生が遅い²⁾.

このように, サンゴの卵や幼生の供給量が少ないことがサンゴ礁再生の制限要因となっている海域でのサンゴ増殖技術として, 「サンゴ幼生供給基地」の整備を提案している³⁾. 「サンゴ幼生供給基地」とは, サンゴが密集したエリアを人為的に形成し, このエリアをもとに周辺の広い面積への幼生供給を期待するものである. 幼生供給基地としての機能を試算した結果, 1 m² 当たり 9 群体の親サンゴを有する 150 m² の幼生供給基地を造成すると, 沖ノ鳥島の礁内のノルの総面積である約 60ha の面積に 100 個体/m² 以上の幼生の着底を期待できることが判明した³⁾. 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⁴⁾.

以下において, 「サンゴ幼生供給基地によるサンゴ礁再生」を実現させるために開発した技術開発の状況を示す.

2. 対象地域

サンゴ幼生供給基地によるサンゴ礁再生技術の開発は, 基礎実験を沖縄県石垣市浦底湾と崎枝湾で行い, 実証実験を沖ノ鳥島で行った.

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まったくない. 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^{2,5)}. 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.

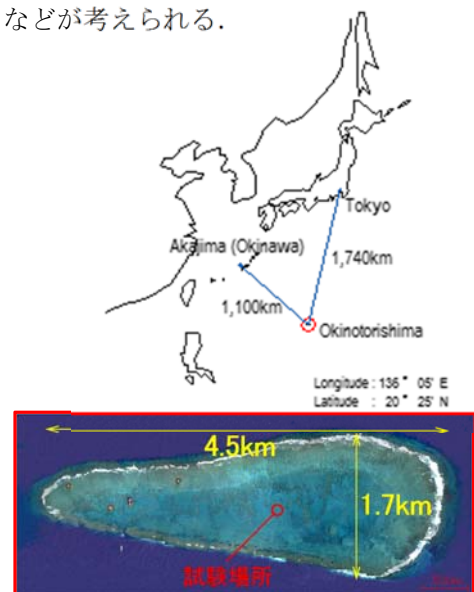


図-1 沖ノ鳥島位置図

3. サンゴ幼生供給基地

サンゴ幼生供給基地のイメージを図-2に示す。

サンゴ幼生供給基地は、サンゴ増殖産卵礁と周辺のノル（凸状の自然地形）からなり、サンゴ増殖産卵礁内で中間育成したサンゴを周辺のノルに移設することで一定規模のサンゴが密集したエリアを人為的に形成するものである。サンゴ幼生供給基地内では同種で遺伝的多様性のあるサンゴが高密度で分布することで受精効率を高めることができるため、有性生殖により種苗生産したサンゴ⁶⁾を計画的に植えつける必要がある。サンゴ幼生供給基地内で産卵・受精した配偶子やサンゴの幼生は、流動に伴い広いエリアに拡散するため、周辺に効率的に着底させることを目的としてサンゴ幼生保育装置を用いる。サンゴ幼生保育装置は産卵前に親サンゴを覆うように設置し、装置内で卵やプラヌラ幼生を収集・保育し、着底期前に放流する。稚サンゴは着底後の初期減耗が大きいことから、着底直後の稚サンゴの生残率を高めることを目的とした初期生残率を向上させる着床具を用いる。この着床具をサンゴ増殖対象範囲のノルや簡易人工基盤上に設置し、幼生供給基地から供給される幼生の着底を促進する。また、この着床具は、サンゴ幼生保育装置内に配置することで稚サンゴ種苗を現地で効率的に生産することも可能である⁷⁾。サンゴ幼生供給基地の形成に必要な、サンゴ増殖産卵礁、サンゴ幼生保育装置、初期生残率を向上させる着床具の開発の概要を示す。

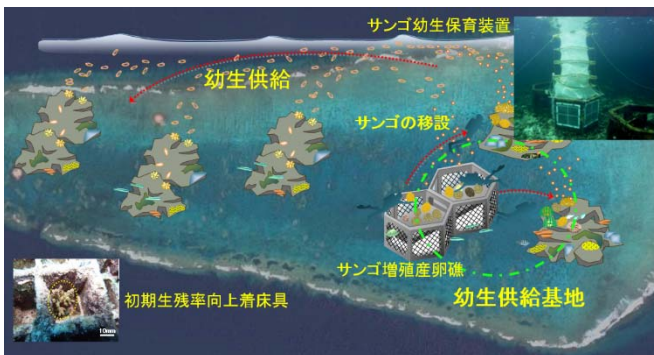


図-2 サンゴ幼生供給基地のイメージ

4. サンゴ増殖産卵礁の開発

サンゴ増殖産卵礁は、サンゴの加入・成長・死亡に影響を及ぼす環境因子を排除・防護できる構造とするため、プラヌラ幼生やサンゴ断片が加入しやすい材質・形状、波浪に対する安定性、稚サンゴを移設しやすい構造、食害生物からの防護対策などを考慮して開発・整備した⁸⁾。図-3に沖ノ鳥島礁内への設置状況を示す。沖ノ鳥島における実験では、種苗生産した1歳齢のウスエダミドリイシ (*Acropora tenuis*) を移設して3年後(4歳齢)には親サンゴのサイズにまで成長することを実証した(図-4,5)。2013年5月移設サンゴは2016年に移設後3年目で、2013年からの生残率は10.6%、生残しているサンゴの1群体あたり平均面積は173cm²(当初の192倍)となっている。

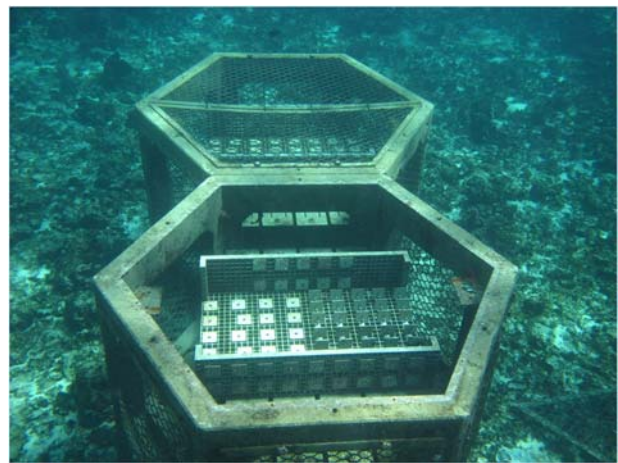


図-3 沖ノ鳥島に設置したサンゴ増殖産卵礁

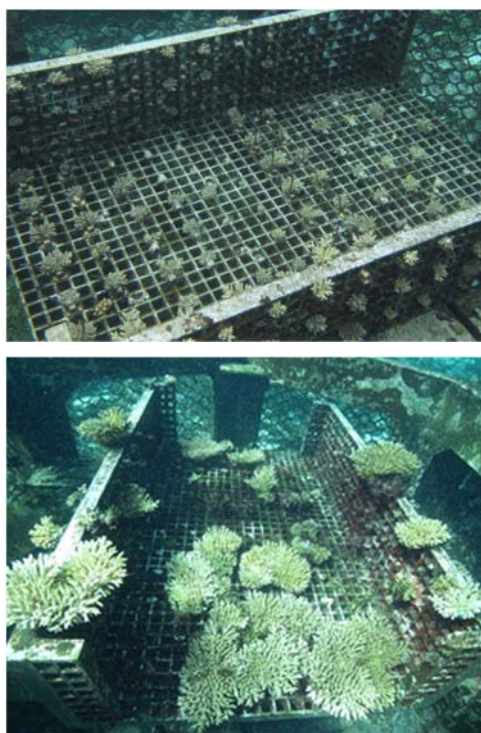


図-4 礁内に移設した稚サンゴ
上：移設後1年目，下：移設後3年目

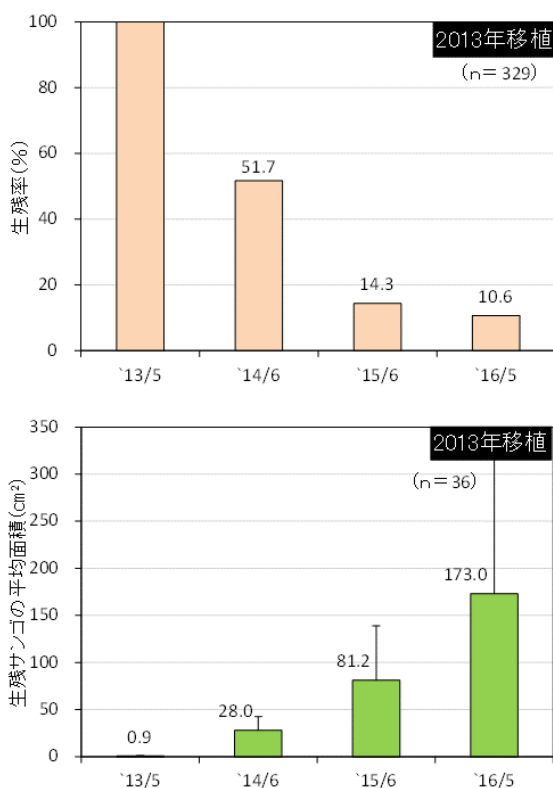


図-5 2013年移設サンゴの生残率（上）
と1群体あたり平均面積（下）

5. サンゴ幼生保育装置の開発

大量のサンゴ卵を実海域で収集・受精させ、着底期（4日程度）まで幼生を保育して高い生残率を保持し、装置内で着底具に幼生を放流または着底させる機能を有する装置（サンゴのゆりかごとなる幼生収集・保持・着生装置）を開発した。構造は流れの影響を低減できる円筒形で、材質には幼生の高い生残性を維持できる0.03ミリの目合いサイズのネットを用いた⁹⁾。図-6に2016年に沖ノ鳥島で実験したサンゴ幼生保育装置を示す。サンゴ増殖産卵礁の上面開口部面積5㎡を覆う構造とし、礁内に生息するサンゴが産卵した場合に、装置内で受精し、幼生を保育し、それらが装置外に拡散しない装置とした。8日間設置し、大きな損傷は認められなかったが、サンゴの産卵は確認できなかった。2016年には沖縄県石垣市崎枝湾でも同様の装置を用いた基礎実験を行い、サンゴ幼生保育装置1基当たり100万個体の幼生を確認した。2015年の実験では4日齢までの生残率が90%以上であることを確認している⁹⁾。

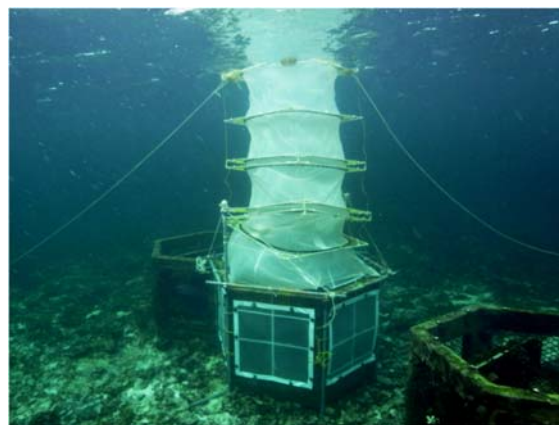


図-6 沖ノ鳥島におけるサンゴ幼生保育装置

6. 初期生残率を向上させる着床具の開発

サンゴ幼生が着底しやすく、食害生物から稚サンゴを防護する機能を有することで初期生残率を向上することができるFRP製格子状着床具¹⁰⁾を用い、サンゴ幼生保育装置内でプラヌラ幼生を着底させた後の着床具上の稚サンゴ生残率のモニタリングを行っ

た。図-7 に実験に用いた着床具と着底した稚サンゴの1年後の状況を示す。図-8 に2015年に沖縄県石垣市浦底湾で行った着生維持率に関するモニタリング調査結果を示す。着生維持率とは着床具当たり1群体以上の着生を維持している割合を示す。15ヶ月後の着生維持率は75%以上と高く、サンゴ幼生の初期生残率を向上させる機能を有していることがわかる。

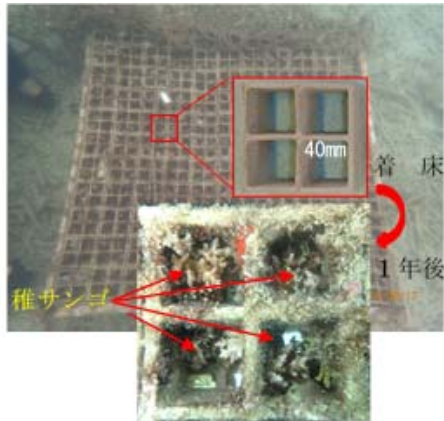


図-7 格子状着床具に着生した稚サンゴ

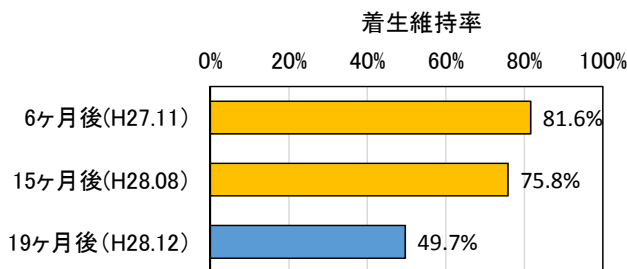


図-8 FRP製格子状着床具上での幼生放流稚サンゴの着生維持率の推移

※19ヶ月後調査は8月の白化後の調査

7. 今後の課題

サンゴの卵や幼生の供給量が少ないことがサンゴ礁再生の制限要因となっている海域におけるサンゴ増殖技術として、サンゴ幼生供給基地整備による積極的なサンゴ礁再生を提案した。必要な技術として、サンゴ増殖産卵礁、サンゴ幼生保育装置、初期生残率を向上させるための着床具を開発し、各種実験を行いそれぞれの機能を検証した。

今後はこれらの技術を複合化した実海域実験を行い、サンゴ幼生供給基地によるサンゴ礁再生を実証

することが課題である。

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) 環境省：西表石垣国立公園 石西礁湖のサンゴ白化現象の調査結果について、
<http://www.env.go.jp/press/103439.html>
- 2) Kayanne H, Hongo C, Okaji K, Ide Y, Hayashibara T, Yamamoto H, Mikami N, Onodera K, Ootsubo T, Takano H, Tonegwa M, Maruyama S : Low species diversity of hermatypic corals on a isolated reef, Okinotorishima, in the northwestern Pacific. *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies* 14: 73-95, 2012.
- 3) 山本秀一・塚本拓人・川崎貴之・鈴木豪・林原毅・安藤亘・中村良太・内田智・中村浩介：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,平成28年度日本水産工学会学術講演会学術講演論文集, 27-30,2016.
- 4) 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.
- 5) 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, 2009.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) 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・着底装置の開発,平成28年度日本水産工学会学術講演会学術講演論文集, 31-34, 2016.
- 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.