

2. 幼生供給基地づくり

幼生供給基地とは、サンゴ産卵ファームづくりの為に幼生供給源となる親サンゴ群集を管理する場である。

サンゴは有性生殖と無性生殖により増殖する。有性生殖の利点を活用したサンゴの増殖・移植技術（有性生殖法）では、親サンゴを傷つけず種内で遺伝的に多様なサンゴ種苗を生産することができる。生産した同種の種苗を密集移植し、産卵サイズまで育てることで産卵時の受精率を高め、サンゴ産卵ファームづくりに必要なサンゴ幼生を確保できる。

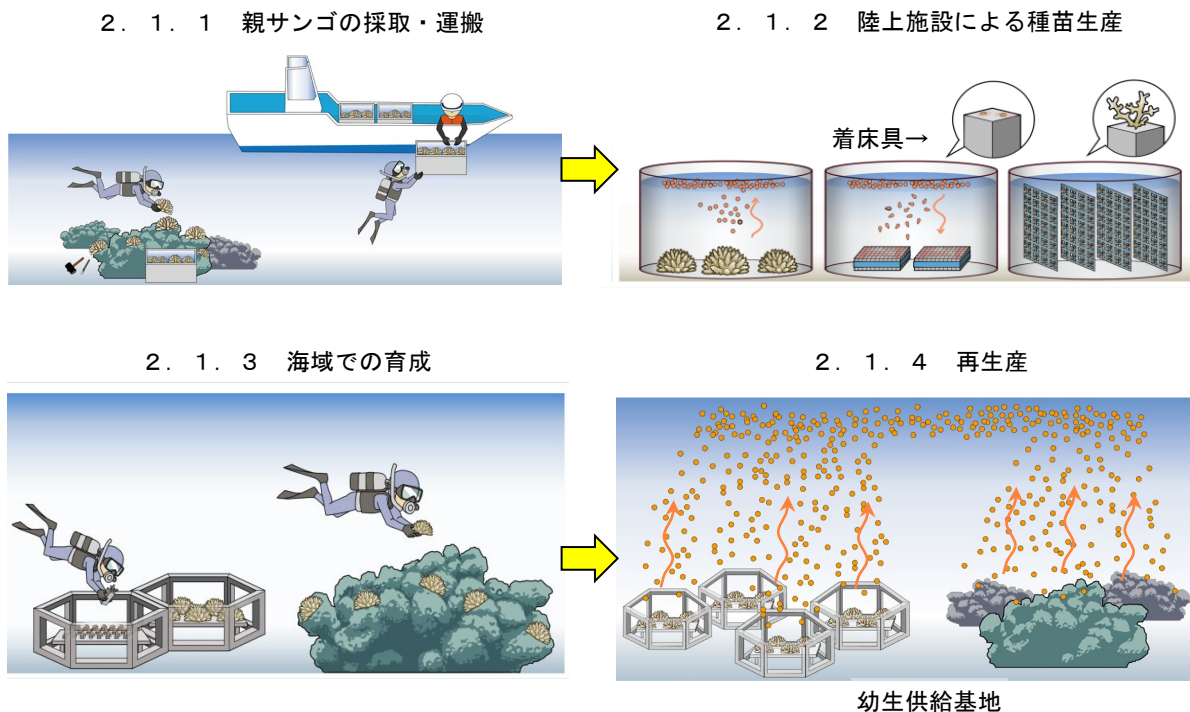
水産庁では、有性生殖法を利用した陸上及び幼生収集装置を用いた種苗生産技術を確認し、親サンゴから得られたサンゴ幼生を着床具に着生させ、人工基盤や天然基盤で育成させることで幼生供給基地づくりを行ってきた。

2. 1 陸上施設での種苗生産による幼生供給基地づくり

陸上施設での種苗生産は、地理的条件・海象条件に左右されず安定した環境で幼生供給基地に必要な種苗を生産することが可能である。

【解説】

遠隔離島のように対象海域の近傍で種苗生産ができない、または遺伝的攪乱を避ける必要がある等の地理的条件がある場合や、波浪条件等が厳しい海域でサンゴの管理が難しい場合に、陸上施設で種苗生産を実施することによりサンゴを増殖することができる。陸上施設での種苗生産による幼生供給基地づくりの一連の流れを図Ⅱ.2-1に示す。



図Ⅱ.2-1 陸上施設での種苗生産による幼生供給基地づくり（イメージ）

2. 1. 1 親サンゴの採取・運搬

親サンゴの採取は、採取時期や採取群体のサイズ、採取数を事前に計画し、採取対象の親サンゴにストレスを与えないよう丁寧に採取する。運搬中は、光、水温等に留意した適切な管理を行う。

【解説】

1) 親サンゴの採取計画の策定

採取する親サンゴを選ぶ際には、健康で成熟サイズに達し、かつ運搬が容易なサイズでもある長径 30cm 程度を選ぶとよい。該当サイズのサンゴが無い場合は、より大きな群体の一部を採取することもある。サンゴの成熟状況を確認する場合には、群体の一部を切断し、ポリプ内に産卵直前のピンク色の卵を有しているかどうかで判断できる(図Ⅱ.2-2)。

採取群体数については、多くのミドリイシ属が雌雄同体で他家受精であるため、種類毎に少なくとも遺伝的に異なる(クローンではない)2群体以上が必要である。ただし、群体のサイズ、健康状態等によっては、受精率が低くなる場合もあるため、群体数とあわせて親サンゴの状態にも注意が必要である。Iwao et al. (2014) は、水槽中に親サンゴが6群体あれば、受精率は90%以上を概ね確保できると報告しており、沖ノ鳥島の事例では、対象種3種類(ウスエダミドリイシ、*Acropora globiceps*、*A. sp. aff. divaricata*)ごとに6群体以上の親サンゴを採取した。



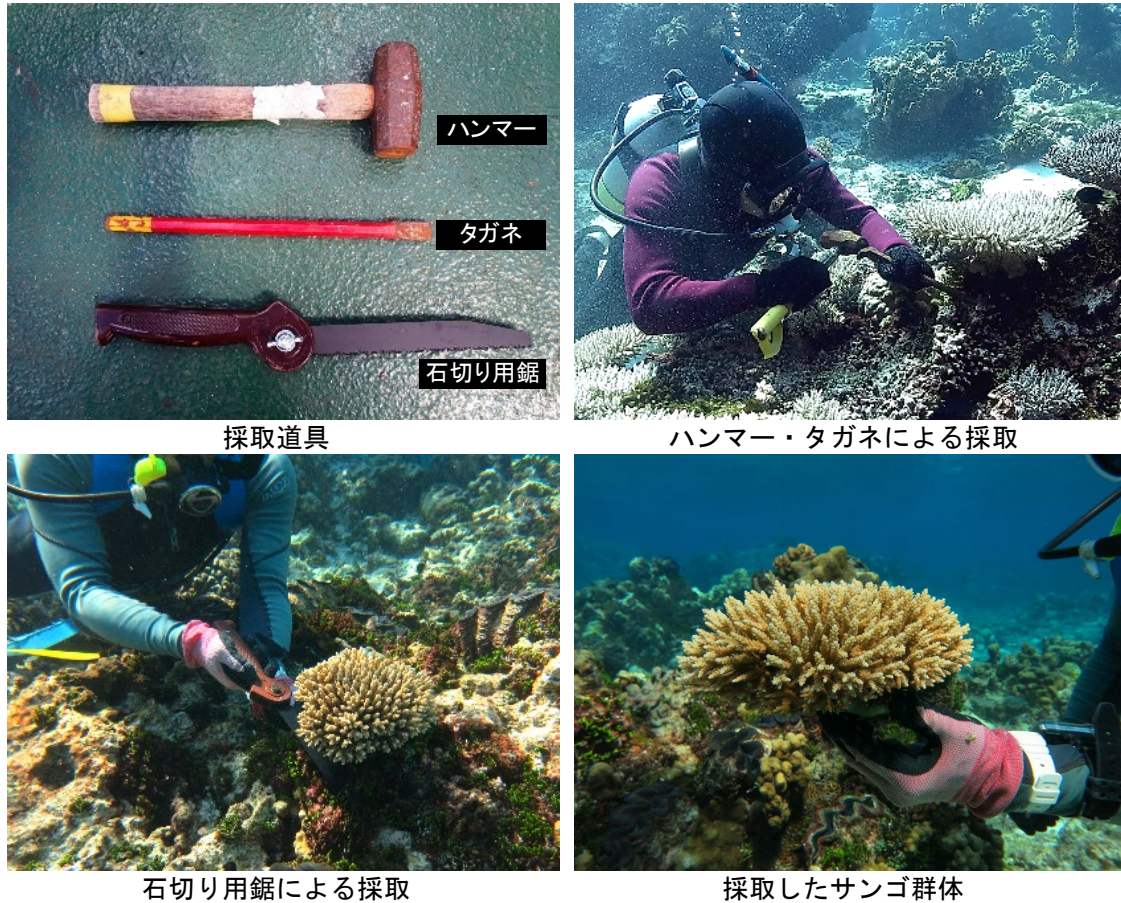
図Ⅱ.2-2 サンゴの切断面
(ピンク色が産卵直前の卵)

2) 親サンゴの探索

親サンゴの探索は、サンゴ分布調査を参考に対象種が分布するおおよその場所を想定し、その場所を基点にして探索を開始する。探索時には、船上に採取用の器具および運搬用の容器を携帯しておき、対象種を発見した場合は、発見場所の海底の状況の写真を撮影するとともに、GPSによる位置出しを行い、成育状況について気づいた点を水中ノートに記録することが望ましい。

3) 親サンゴの採取

親サンゴに直接ストレスを与えないように、ハンマーとタガネ等を用いてサンゴの基部から採取する。ただし、骨格の折れやすい種類（*A. sp. aff. divaricata* 等）は、石切り用鋸等を用いて基部を切断して採取する。採取作業時は、人体の熱の影響を低減するため、手袋を着用しサンゴに素手で触れることは避ける。親サンゴの採取道具および採取状況を図Ⅱ.2-3に示す。



図Ⅱ.2-3 親サンゴの採取状況

4) 親サンゴの運搬

親サンゴの運搬は、なるべく破損や空気曝露しないように行う。沖ノ鳥島の事例では、海中で親サンゴをビニール製の緩衝材で包み、親サンゴの寸法よりもひとまわり以上大きい蓋付きの密閉容器の中に入れ、海水に浸した状態で空気に曝さずに船上まで運搬した。船上では、親サンゴを収容した容器を遮光ネットで覆い、適宜散水しながら運搬した（図Ⅱ.2-4 参照）。



密閉容器へのサンゴ収容



潜水士による小型船舶までの運搬



船舶



運搬中の遮光（小型船舶）

図Ⅱ.2-4 親サンゴの船上運搬

船上水槽に親サンゴを搬入する場合は、事前に水槽に海水を満たしておく。容器から親サンゴを取り出して水槽へ移す際には、人体の熱の影響を低減するため、手袋を着用する等して親サンゴに素手で触れることは避ける。

沖ノ鳥島から沖縄本島等の沿岸域までのように運搬に数日を要する場合には、運搬中は親サンゴの飼育管理として表Ⅱ.2-1 に示す項目等の作業を実施し、作業の実施回数や時間、作業時の状況を記録しておくことが望ましい。

水槽内は、運搬元の海域の水温から次第に運搬先の海域の水温に合わせていくように、海水交換を行いながら水温を調整する。なお、船舶の揚水システムには、海水に殺菌用塩素を混入する場合があるので、運搬中に連続的に清浄な外海水を得ることが困難である。その場合は、別途揚水ポンプを用意して清浄な外海水を汲み上げる必要がある。沖ノ鳥島の事例では、1日に3回以上の頻度で停船し、外海水を揚水ポンプで汲み上げて1回あたり水槽の1/3量を目安に海水交換を行った。このように断続的に海水交換を実施する場合

は、水槽内の水温を急激に変化させないため、水槽内の水温と汲み上げ海水との水温差を計測して、1回あたりの交換量や1日あたりの交換回数を調整することが望ましい。

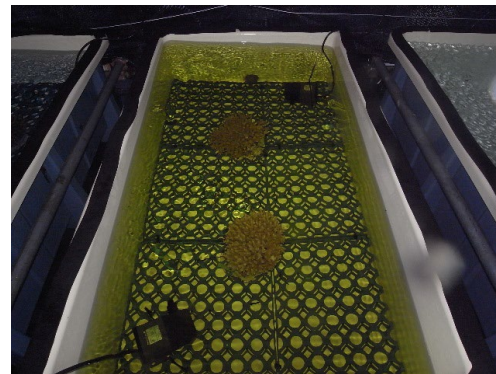
海水交換時には、親サンゴの状態を確認し、記録することが望ましい。親サンゴに白化や粘液放出等の異常が確認された場合は、即座に海水流入を停止し、親サンゴの様子を注意深く観察する。一部の親サンゴに白化や粘液の放出等の異常が確認された場合は、それらを予備水槽に隔離することが望ましい。状態が改善しない場合には、疾病対策として図Ⅱ.2-5に示す水産用薬剤（ニフルスチレン酸ナトリウム）を投与し薬浴する。観察時に底面や海水中に有機物等の堆積物が確認された場合は、スポイト等により個別に吸引排出を行う。

表Ⅱ.2-1 船上飼育の作業例

項目	実施頻度	備考
海水交換	3回/日	1回につき1/3の水量を換水
稚サンゴの観察	3回/日	写真撮影を実施
水温確認	3回/日	適宜実施
散水	常時（24時間）	雨天時は実施しない
水槽の掃除	換水時に適宜実施	有機物等が確認された場合



水産用薬剤



隔離した親サンゴの薬浴

図Ⅱ.2-5 水産用薬剤による親サンゴの薬浴

2. 1. 2 陸上施設による種苗生産

親サンゴは、水槽にて適切な飼育環境下で飼育する。親サンゴが産卵した卵を用いて種苗生産を行う際に、適切な受精時間と精子密度で卵の受精を行う必要がある。卵は産卵から約4日後に着生できる状態の浮遊幼生となるので、着生・変態を誘引するバクテリアや石灰藻が付着した着床具にサンゴ幼生を着生させ、稚サンゴへと変態させる。稚サンゴは、水槽において適切な飼育環境下で飼育する。

【解説】

1) 陸上施設でのサンゴ種苗生産の手順

サンゴの有性生殖には放卵放精型と幼生放出型（幼生保育型）がある。放卵放精を行うサンゴの陸上施設を用いた種苗生産の基本的な作業手順は以下のとおりである。

有性生殖により種苗を確保するためには、海域から採取した親サンゴを陸上の種苗生産施設で長期間飼育し、産卵させる必要がある（図Ⅱ.2-6のA参照）。種により産卵月は異なるが、親サンゴの産卵は、基本的には年に1回、夏期の満月付近において行われる（図Ⅱ.2-6のa参照）。ただし、海域では、各サンゴ群集が同調して産卵を行うことが一般的であるが、水槽内では、水槽間ならびに同じ水槽で飼育している群体間でも、産卵日が数日ずれるケースが多々見られる。

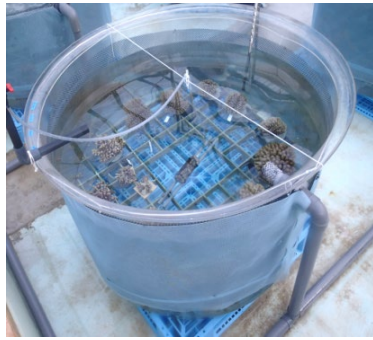
産卵された卵と精子を採集し、受精させた後、受精卵を小型水槽に収容し飼育を開始する（図Ⅱ.2-6のB参照）。受精卵は、約2日後にプラヌラ幼生となり約4日後には着生可能な状態となる（図Ⅱ.2-6のb参照）。着生可能かどうかは、プラヌラ幼生が棒状となって、水槽の底面に垂直に引っ付こうとする行動を示すことにより判断できる。

プラヌラ幼生が着生可能な段階になったら、着床具を収容してある着生用水槽にプラヌラ幼生を入れて着生を行わせる（図Ⅱ.2-6のC参照）。着床具には、予め表面に着生誘引バクテリアを付着させるため、約1ヶ月間海域に浸漬しておく必要がある。着生用水槽内のプラヌラ幼生は、収容後すぐに基盤へ付着し、徐々に変態し約2日後には稚サンゴとなる。図Ⅱ.2-6のcは着生3日後の骨格が形成され始めている稚サンゴである。

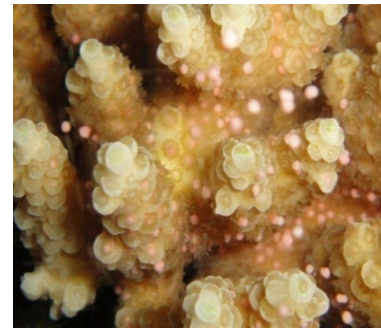
着生期間は、基盤の状態により異なる。数ヶ月間海域に浸漬し、多量の石灰藻やバクテリアが付着している着床具では、プラヌラ幼生は2日程度で着生を完了するが、2週間程度の浸漬で石灰藻やバクテリアが少ない場合には、着生完了まで1週間程度を要する場合がある。

着生完了後、稚サンゴの付いた着床具を大型水槽へ移し、適切な環境のもとで稚サンゴの飼育を行う（図Ⅱ.2-6のD参照）。稚サンゴ飼育期間中の生残率を高めるためには、光量、水温、水流等の水槽内の環境を適切な状態に保つ必要がある。水槽内で稚サンゴを約1年間飼育すると直径約15mmに成長する（図Ⅱ.2-6のd参照）。

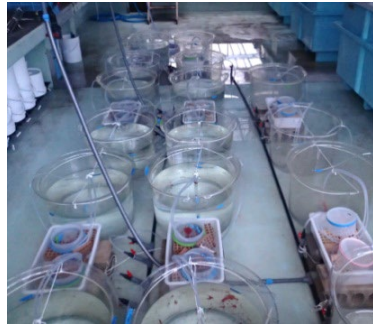
ミドリイシ属サンゴはほとんどの種が放卵放精型であることから、上記の手法にて種苗生産ができる。また、ハナヤサイサンゴ等の幼生放出型のサンゴについては、放出されたプラヌラ幼生はすでに着生能力を持っていることから、上記の着生用水槽にプラヌラ幼生を収容する段階以降の手順において種苗生産することができる。



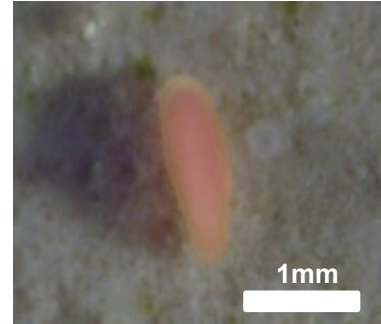
A. 親サンゴの
長期飼育



a. 年1回の産卵
(夏期の満月付近)

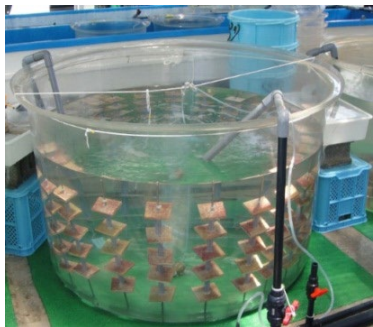


B. 小型水槽での
卵・幼生飼育

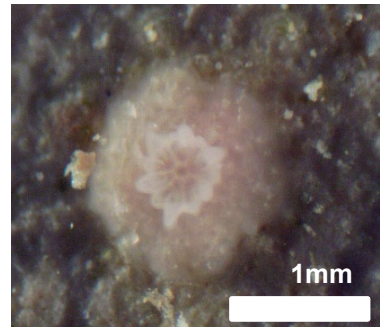


b. 産卵後4日目の
プラヌラ幼生

1mm

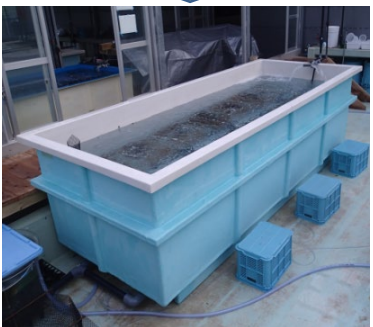


C. 幼生の着生
(基盤と幼生を収容)

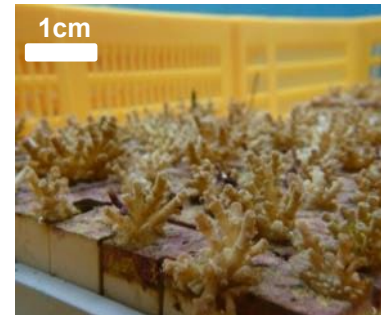


c. 着生直後の
稚サンゴ

1mm



D. 大型水槽での
稚サンゴの飼育



d. 着生1年後の
稚サンゴ

1cm

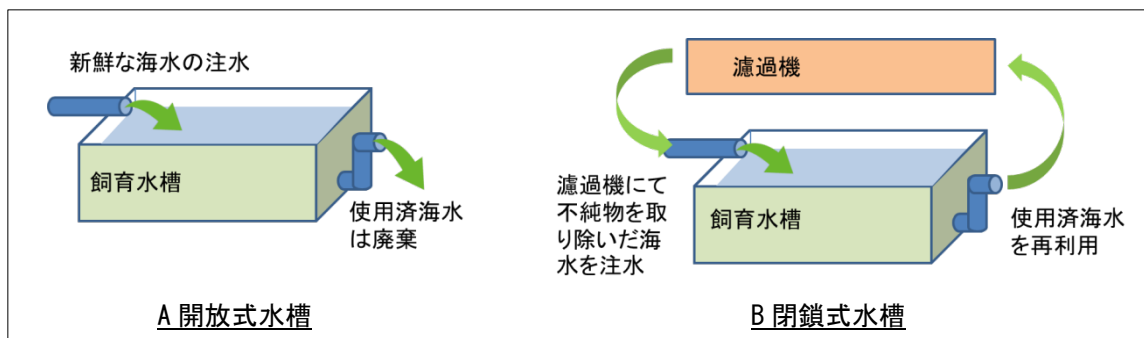
図Ⅱ.2-6 有性生殖法によるサンゴ種苗生産の作業手順

2) 開放式および閉鎖式水槽について

開放式とは、常時海水を水槽内に注水し、飼育水を交換する方法である（図Ⅱ.2-7のA）。この方法では、清浄な海水が常時利用できるため水質の管理は比較的容易であり、また設備に係る費用は低い。しかし、多量の海水を必要とするため、施設の設置場所は、揚水が容易である沿岸地域に限定される。水産有用種の種苗生産においては開放式水槽が多く用いられている。また、水族館では、沖縄の美ら海水族館がこの方式を用いている。

閉鎖式とは、水槽に入れた海水をろ過器等により浄化しながら使用する方式である（図Ⅱ.2-7のB）。海水の交換をまったく行わない方法を完全閉鎖式と呼ぶが、多くの場合、定期的に飼育水の一部を新しい海水に交換している。また、天然海水と人工海水を混ぜて使う場合も少なくない。海水浄化および循環のための設備と維持に経費がかかる。周辺に海がない都会や清浄な海水が近傍より汲み上げられない水族館の場合はこのタイプ的水槽を用いている。

サンゴは、水質に非常に敏感な生物であるため、常に飼育海水を清浄な状態に保っておく必要がある。また、大量種苗生産を行う際には、設備の初期投資や維持費を低く抑えるとともに、これらの機材の管理の手間を少なくする必要がある。このため、サンゴの飼育や種苗生産には開放式的水槽を用いることが望ましい。



図Ⅱ.2-7 開放式および閉鎖式水槽の仕組み

2. 1. 3 海域での育成

サンゴの育成に適切な地点を選定し、陸上施設で飼育した稚サンゴを移植する。移植後は定期的にモニタリングし育成管理を行う。

【解説】

サンゴの生息状況や海域の環境条件（地形、水温、波浪、食害生物等）を把握したうえでサンゴの育成に適切な地点を選定し、陸上施設で飼育した稚サンゴを移植する。移植はサンゴ群体同士が成長後に重ならず、かつ産卵時の受精率が高まる間隔とする。移植後は定期的にモニタリングし育成管理を行う。

なお、サイズの小さい群体は生残率が低いため、移植適正サイズ（群体長径 5cm 以上）になるまで中間育成を行うことで、移植サンゴの生残率を向上することができる。中間育成の方法として、実海域にサンゴの育成に適した環境を確保できる場（中間育成施設や中層網の設置等）を創出し、サンゴを育成管理することが望ましい。以下に中間育成を行った沖ノ鳥島海域での実施例に基づく内容を示す。

沖ノ鳥島海域における中間育成の作業は、あらかじめ中間育成施設を設置した上で、陸上の種苗生産施設から育成の良好な稚サンゴを選別・運搬し、運搬したサンゴの状態を確認しながら中間育成施設に植え付け、その後は、モニタリングやメンテナンスを行い移植適正サイズとなるまで育成管理した。中間育成施設内で育てたサンゴは、成育適地に移植し、定期的に育成管理を行った。

1) 中間育成施設の設置

サンゴの生残・育成のためには、安定した基盤が必要である。中間育成するための基盤が不足している場合や波浪条件が厳しく管理し難い場所では、コンクリート製の中間育成施設を設置することが望ましい。

コンクリート製中間育成施設を設置するにあたっては、周辺環境に配慮するとともに、設置後の移植時期を考慮した工程管理が必要である。また、関係省庁への書類の提出や届出、その他必要な書類の提出が必要となるので、余裕のある施工計画を策定しておくことが望ましい。また、施工方法については、藻場礁等の着定基質の設置を参考にすることができる。ただし、中間育成施設を設置する礁内は、水深が浅く、所々に暗礁が存在することが想定されるため、途中で瀬取り（航路上で水深が浅くて大型の船が入って来られない場合に、小型の船に荷物を移し替えて運搬すること。）を行わざる得ないことがある。したがって、施工計画では、船団構成、使用する作業機械、人員配置、航路設定などについて入念に行う必要がある。

沖ノ鳥島の事例では、調査で明らかとなったサンゴの生残・育成にとって必要な機能を持つように工夫した中間育成施設（図Ⅱ.2-8、図Ⅱ.2-9）を設置した。

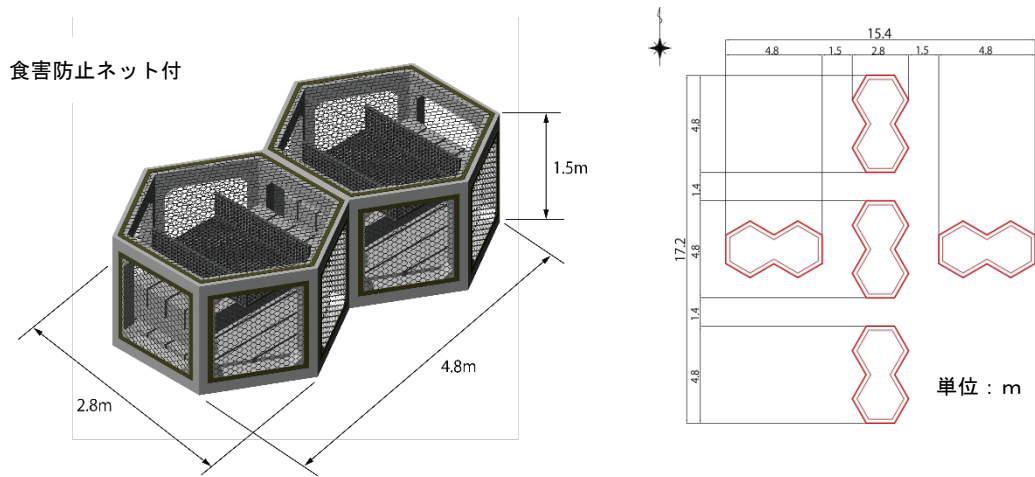


図 II.2-8 沖ノ鳥島の間育成施設の姿図と配置図

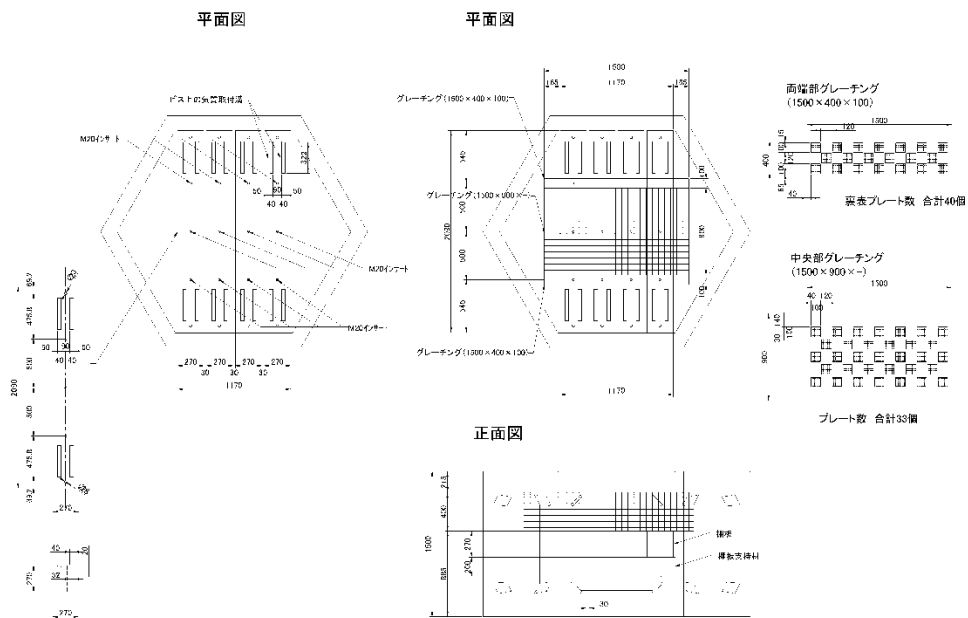
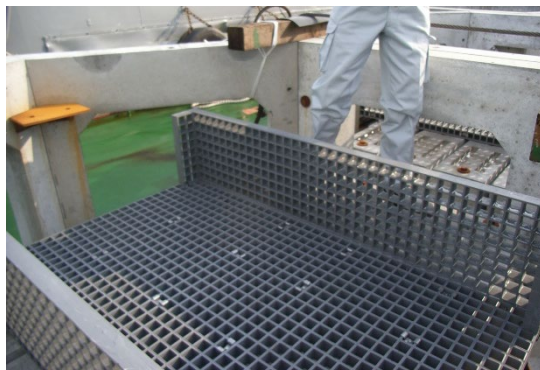


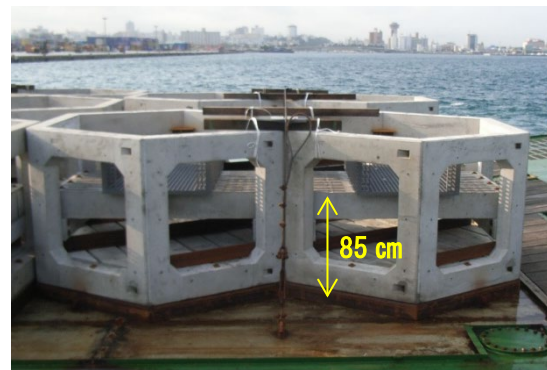
図 II.2-9 沖ノ鳥島の間育成施設の構造図

沖ノ鳥島の間接育成施設で工夫した点は下記のとおりである。

- 強い流れに対して自重で安定させる構造とする。
- 移設や増設も可能な組立式とし、部材はボルトで取り付けて水中でも分解が可能な構造とする。
- 植え付け面は、通水性および浮泥の堆積防止のため格子構造とする（図Ⅱ.2-10）。
- 砂礫の移動や漂砂の影響を軽減するため、底面から50cm以上の高さに植え付け面を設ける（図Ⅱ.2-11）。
- 魚類による食害を防止するため、天端部と側面にネットが取り付けられる構造とする（図Ⅱ.2-12）。
- 植え付け作業がしやすいように、ネットの着脱を可能とし内部空間を広く確保する（図Ⅱ.2-13）。



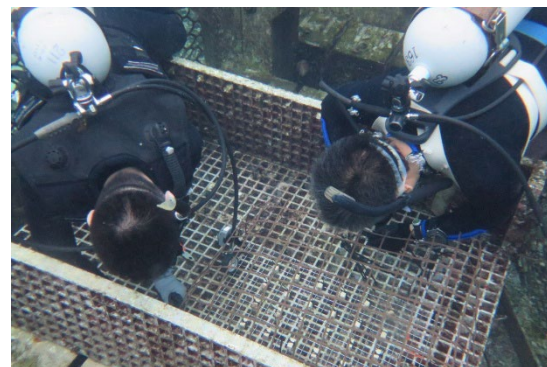
図Ⅱ.2-10 通水性と浮泥堆積防止の格子



図Ⅱ.2-11 高い位置の植え付け面



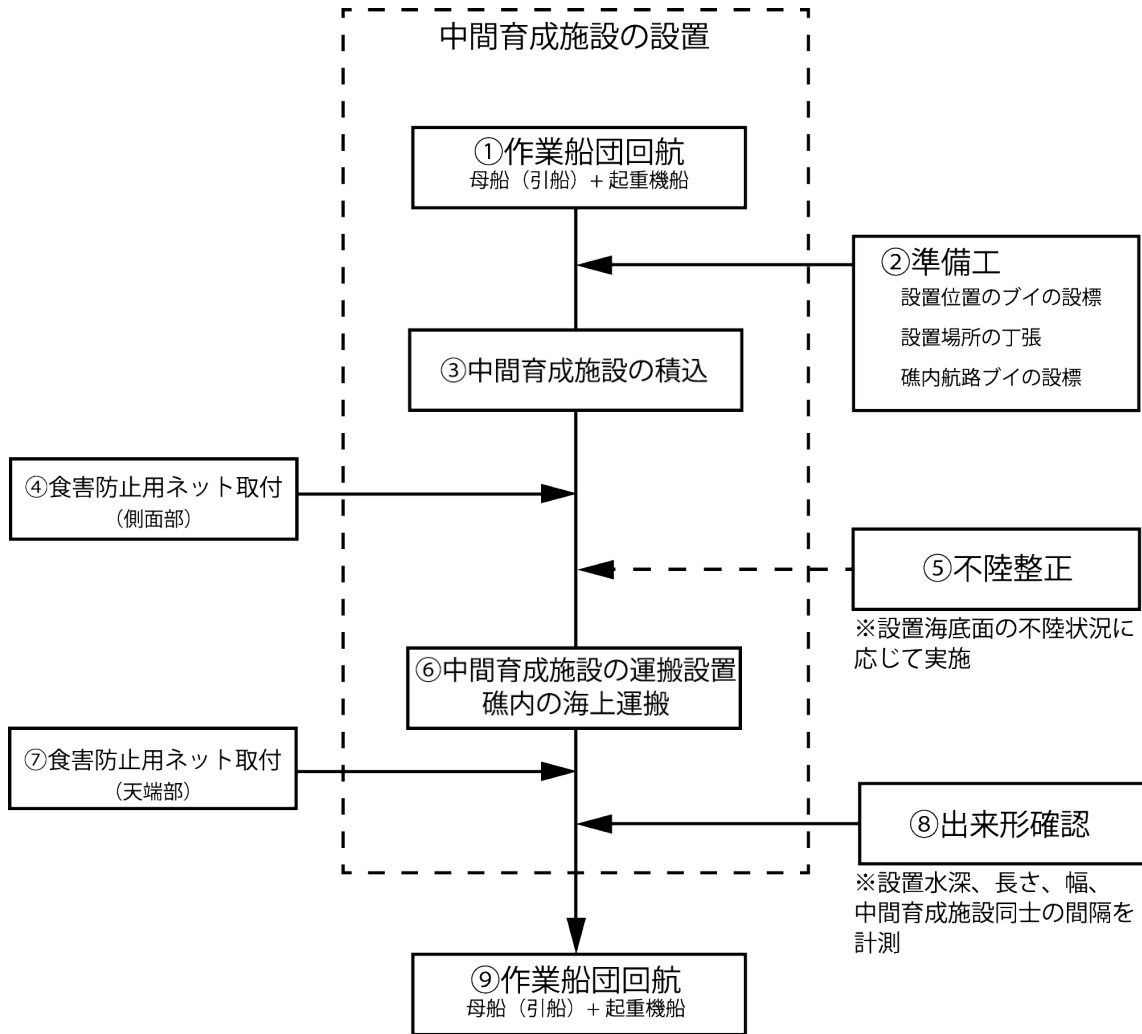
図Ⅱ.2-12 食害防止用ネット



図Ⅱ.2-13 広い内部空間

沖ノ鳥島での施工に関しては、礁内が浅く、所々にノル（凸状地形）が存在することから、喫水の浅い小型の自航式起重機船（260t、1,000PS）を調達し、事前に航路上と設置個所に竹旗を設標した。これにより、起重機船の移動や中間育成施設の設置をスムーズに行うことができる。

施工フローは図Ⅱ.2-14に示すとおりである。



図Ⅱ.2-14 沖ノ鳥島の中間育成施設の施工フロー



図Ⅱ. 2-15 沖ノ鳥島の間育成施設工事の作業状況

2) 稚サンゴの選別・運搬

種苗生産した稚サンゴを選別し、船上水槽で飼育管理しながら沖ノ鳥島まで運搬する。現地に仮置きして植え付け先の環境に馴致させる。

(1) 選別

種苗生産した稚サンゴに対して健康状態の確認を行い、植え付けに使用できる稚サンゴを選別し、大量運搬するための梱包作業を行う。

使用する資材は、使用前に海水で洗い、サビ、破損、汚れ等がないことを確認する。なお、稚サンゴへ悪影響を与える可能性があるため、洗剤の使用は避ける。

梱包前の確認として、目視観察により稚サンゴの状態の確認を行い、観察時に白化や粘液の放出等の状態悪化がみられる稚サンゴを取り除く(図Ⅱ.2-16)。また、付着生物や藻類など、運搬中に稚サンゴに悪影響を与える可能性のある生物をピンセット等で除去する。作業時は、稚サンゴに素手で直接触れて人体の熱がストレスにならないように、手袋を着用するなどして選別作業を行う。

健全な稚サンゴは、通水性のある運搬容器に梱包する。沖ノ鳥島の事例では、梱包用の塩ビ製台座(特注品)に健全な稚サンゴを敷き詰め、メッシュ状のカゴに塩ビ製台座を収納し、結束バンドで固定した(図Ⅱ.2-17)。この方法により、1カゴあたりに稚サンゴ約200個を収容した。



梱包用の資材



手袋着用

稚サンゴの選別



健全な外観色で、触手を出している

健全な稚サンゴ



白化して、触手が出ていない

不健全な稚サンゴ

図Ⅱ.2-16 稚サンゴの状態確認・選別

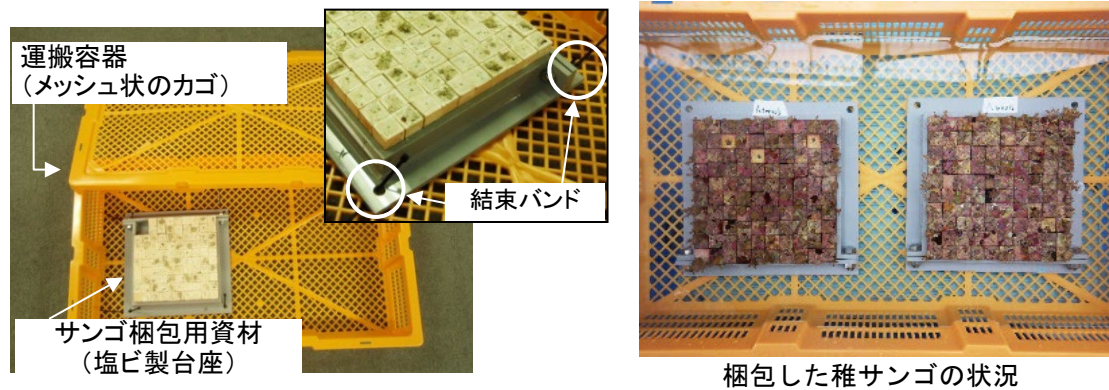


図 II.2-17 稚サンゴの梱包例

稚サンゴの選別・梱包にあたっては、表 II.2-2 に示す資材・機材を準備し、作業の規模に応じて必要な作業員を配置する。

表 II.2-2 選別・梱包に必要な資材・機材

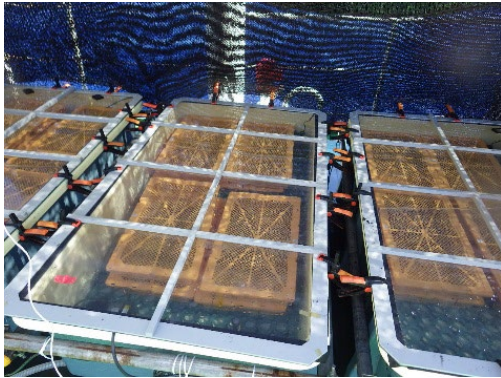
項目	資材・機材
選別	野帳・筆記具、ピンセット、手袋など
梱包	通水性のある運搬容器（蓋付きのメッシュ状カゴ等）、サンゴ梱包用資材（塩ビ製の台座等）、結束バンド、ピンセット、手袋など

(2) 運搬

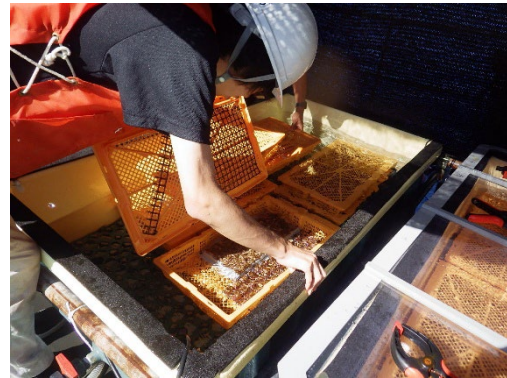
梱包した稚サンゴは、発泡スチロール箱等の容器に海水を浸した状態で収容し、大型船舶まで運搬する。大型船舶上には、稚サンゴ運搬用飼育水槽を準備する（図 II.2-18）。稚サンゴの船上水槽への収容は、稚サンゴを極力空気中に曝さないようにし、速やかに行う。運搬容器が水槽内で動揺する恐れがある場合は、水槽内に設置した固定用資材に運搬容器を固定する。沖ノ鳥島の事例では、1回につき最大約 6,000 個の稚サンゴを運搬した。大型船舶（約 500 t）には、1 t 水槽（W845×L1565×H450mm）を 4 槽設置し、水槽 1 槽あたり運搬カゴ（200 群体/カゴ）を 8 カゴ収容した（図 II.2-19）。



図 II.2-18 港までの稚サンゴの運搬



船上水槽への収容状況



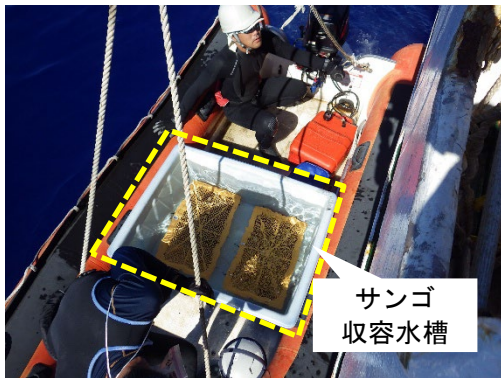
状態確認

図Ⅱ.2-19 稚サンゴの飼育管理

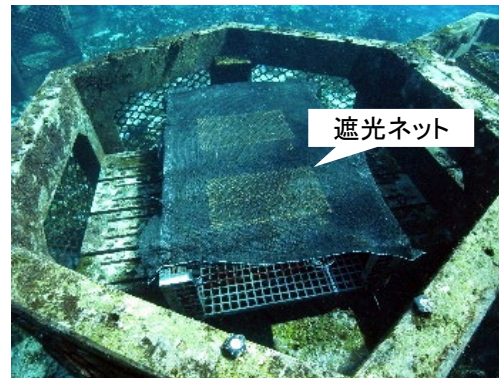
沖ノ鳥島への到着は数日を要するため、運搬中は船上水槽で稚サンゴを飼育管理する必要がある。飼育管理方法は、親サンゴを運搬する際と同様である（第Ⅱ編2.1.1.4）親サンゴの運搬を参照）。

沖ノ鳥島に到着後、船上水槽から小型船舶に稚サンゴを積替え、中間育成施設まで小型船舶により運搬する。運搬中は、稚サンゴは海水に浸した状態にして、遮光ネット等で遮光し、運搬が長距離の場合はバケツで適宜散水や海水交換を行う。

効率的に作業を進めるため、稚サンゴは運搬後に中間育成施設内で仮置きする。仮置き中は、稚サンゴの運搬容器は波浪等の外力により転倒・移動しないようにロープで固縛し、強光の場合は遮光ネットを取り付けて遮光する。稚サンゴの仮置き中に、植え付け先の海藻等の付着物を、ブラシ等を用いて除去する。



小型船舶での稚サンゴの積み込み・運搬



中間育成施設での仮置き

図Ⅱ.2-20 稚サンゴの運搬

稚サンゴの運搬にあたっては、表Ⅱ.2-3 に示す資材・機材を準備し、作業の規模に応じて必要な作業員を配置する。

表Ⅱ.2-3 運搬に必要な資材・機材

項目	資材・機材
陸上の種苗生産施設から港までの運搬	サンゴ収容容器（発泡スチロール箱等）、運搬車など
長距離運搬中における稚サンゴの飼育管理	水槽、水槽用の透明蓋、クッションテープ（防水性）、蓋留め用クリップ、サンゴ固定用資材（水槽内の底敷き）、結束バンド、単管やぐら、遮光ネット、撒水ホース、揚水ポンプ、揚水ポンプ用ホース、流水ポンプ、水温計、野帳・筆記具、水産用薬剤（ニフルスチレン酸ナトリウム）、スポイト、手袋など
中間育成施設までの運搬	小型船舶、潜水器材、サンゴ収容水槽、遮光ネット、バケツなど
仮置き	ロープ、遮光ネットなど
付着物除去	ブラシ、ワイヤーブラシ、スクレーパーなど

3) 稚サンゴの植え付け

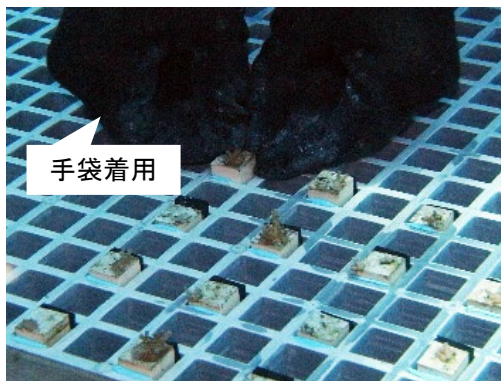
稚サンゴは仮置き後、中間育成施設への植え付けを実施する。稚サンゴの植え付け場所は、付着物除去を行った中間育成施設の格子構造部とする。

稚サンゴの植え付け方法は、堆積物の影響低減のため、稚サンゴの着生面が海底面に対して垂直方向になるように植え付ける。また、高波浪による消失を防ぐため、植え付けには水中エポキシ樹脂接着剤を使用する。

植え付けた稚サンゴには、食害防止ネットを取り付ける。ネットの目合いは、サンゴを齧る大型魚類の侵入を防ぎ、かつ付着物による目詰まりを起こさない6cmとする。

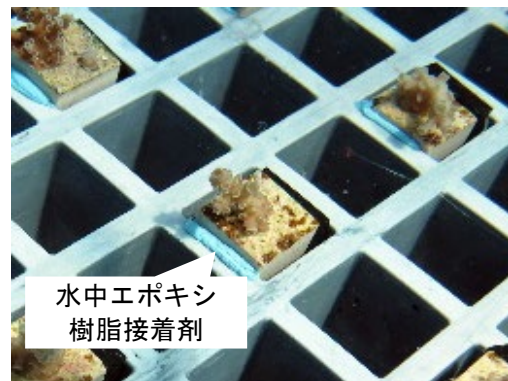
植え付け作業にあたっての主な留意点を以下に示す。

- ① 植え付け時に稚サンゴの状態確認を行い、白化等の状態悪化がみられる稚サンゴを取り除く。
- ② 作業時には、稚サンゴを素手で直接触れないように、手袋を着用する。
- ③ 水中エポキシ樹脂接着剤を取り扱う際には、接着剤を可能な限り稚サンゴに付着させないように留意する。



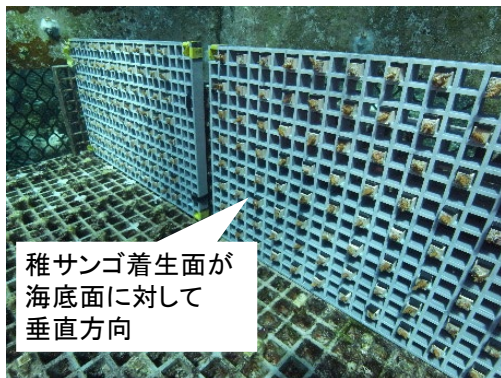
手袋着用

植え付け作業



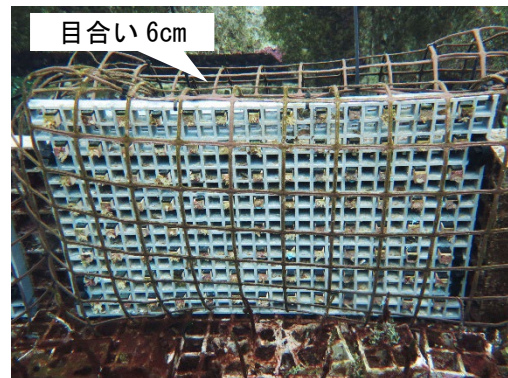
水中エポキシ
樹脂接着剤

植え付けした稚サンゴ（近景）



稚サンゴ着生面が
海底面に対して
垂直方向

植え付けした稚サンゴ（遠景）



目合い6cm

食害防止ネット

図Ⅱ.2-21 稚サンゴの植え付け

沖ノ鳥島の事例では、稚サンゴ付着床具（1.5cm×1.5cm×3.0cm）を、片側にゴム板を挿し込み、もう片側は水中エポキシ樹脂接着剤で補強して、2cmマスの格子にはめ込むようにして固定した。このように固定すると、移植時にサンゴを取り外しやすいという利点がある。また、水中エポキシ樹脂接着剤は主剤と硬化剤の2つを海中で混合することで使用できるものであるため、混合が容易なガン式接着剤充填機（特注品、図Ⅱ.2-22）を使用することで効率よく植え付けを行うことができ、作業効率は約200個/人日であった。



カートリッジ（主剤・硬化剤入り）

接着剤射出ノズル

充填機本体

10 cm

図Ⅱ.2-22 ガン式接着剤充填機

稚サンゴの植え付けにあたっては、表Ⅱ.2-4 に示す資材・機材を準備し、作業の規模に応じて必要な作業員を配置する。

表Ⅱ.2-4 植え付けに必要な資材・機材

項目	資材・機材
稚サンゴの 植え付け	手袋、水中エポキシ樹脂接着剤など
食害防止ネットの 取り付け	食害防止ネット（目合い6cm）、結束バンドなど

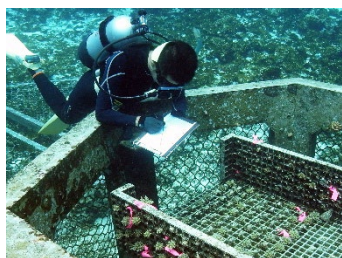
4) 育成管理

中間育成施設へ植え付けた稚サンゴに対し、定期的にモニタリングを行い、サンゴの生残・成長状況や、サンゴに影響する周辺環境の変化を把握する。頻繁な管理が難しい場合は、機器観測等による方法が有用である。問題が確認された場合は、必要に応じて育成管理を行い適切に対応する。

(1) モニタリング

中間育成施設へ植え付けたサンゴに関するモニタリング項目は、表Ⅱ.2-5 に示すとおりである。これらの状況を経年的にモニタリングし、どのような環境条件で、生残率や成長率が向上するかを確認し、以降の植え付け手法等に反映させることが重要である。植え付けたサンゴの本数が多い場合は、全数を把握するのに多大な労力を必要とするため、全数の一部をモニタリング対象に設定する。

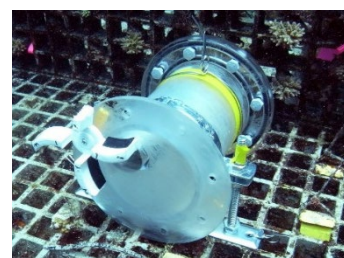
沖ノ鳥島では頻繁な管理が難しいため、サンゴや周辺状況をより詳しく把握したい場合は、機器等を用いて調査期間外に観測・観察ができる方法を用い。例えば、小型メモリ式水温計を用いて中間育成場所の水温の連続観測を行う方法や、インターバルカメラによるサンゴの長期連続撮影により植え付けたサンゴの死亡・消失時期や成育阻害要因の概略を把握する方法（詳細はコラムを参照）がある。



サンゴのモニタリング



メモリ式水温計の設置



長期インターバルカメラによるサンゴの連続撮影

図Ⅱ.2-23 モニタリング状況

表Ⅱ.2-5 植え付けたサンゴのモニタリング項目

項目・内容		方法
①生存・死亡状態の観察（群体の生残状況の把握）		
a. 生存	群体全体が生存している	目視観察
b. 部分死亡	群体のうち、一部分が生存している（観察時に可能な範囲でその程度を把握することが望ましい。）	
c. 全部分死亡	白化して骨格のみ、骨格が消失	
②成育状態の観察（群体の健全度の把握）		
a. 健全	正常な外観色、粘液なし、触手を伸長	目視観察
b. 弱っている	外観色が薄い、粘液あり、群体の一部に藻類の付着あり	
c. 死亡	*) 生存・死亡状況の死亡と同等	
③群体サイズの計測（成長量の把握）		
a. 長径	生きた部分の長さ	簡易計測
b. 面積	生きた部分の被度・面積	目視観察、画像解析*
④食害状況の観察（食害防止ネットの効果の確認）		
a. 魚類	骨格が齧られた、折られた痕跡	目視観察
b. 貝類	共肉部が消失した痕跡、周辺に貝類確認	
c. ヒトデ類	同上	
⑤藻類の被覆状況の観察（競合生物からの保護対策の検討）		
a. 被覆なし	藻類被覆なし	目視観察
b. 部分被覆	一部分が被覆されている（観察時に可能な範囲でその程度を把握することが望ましい。）	
c. 全部分被覆	全被覆	
⑥観測（成育環境の把握）		
a. 水温	水温変動（特に夏季の高水温期）の確認	機器連続観測

※成長量の把握は、サンゴの成長に問題がないか即時に把握するため、基本的には現場で確認可能な目視観察や簡易計測を行う。スケール等の定尺物を含めて写真を撮影し、画像からサンゴの面積を算出する方法もある。

モニタリングにより確認された課題は、得られたデータをもとに、植え付けや育成管理の手法に対し必要に応じて改善を加えていく。

改善にあたっては、以下に示す内容について検討する。

- 植え付けたサンゴの種類と生残率・成長量の関係
- 食害状況（食害防止ネットの効果）と生残率・成長量の関係
- 藻類の被覆状況と生残率・成長量の関係
- 水温変動と生残率・成長量の関係

また、周辺海域の天然サンゴの増減等の生息状況の変化を把握することにより、植え付けたサンゴの生残・成長の変化が植え付け手法によるものか、周辺環境の変化によるものかを判断する。具体的なモニタリング項目は表Ⅱ.2-6に示すとおりである。

調査方法については潜水目視観察が一般的であるが、衛星画像や航空写真、水中ビデオの画像解析による方法で代替することも可能である。

表Ⅱ.2-6 周辺海域のモニタリング項目

環境要素等	確認項目	調査方法
サンゴの 生息状況	天然サンゴの被度・種類 食害状況の推移	潜水目視観察 画像解析※
水温	場所や水深別の経時的な水温変化 水温データから経年的な DHW の推移	水温連続観測
気象・海象	台風の経路・勢力 波浪・流況	気象庁観測データ、 波浪・流況観測
食害動物	サンゴ礁内の食害動物の種・個体数の推移	潜水目視観察
競合生物	サンゴと競合する海藻類の被度の推移	潜水目視観察、 画像解析※

※サンゴの被度や競合する海藻類の被度について、写真やビデオ撮影から把握することも可能である。

(2) 植え付けたサンゴの育成管理

沖ノ鳥島においては、頻繁な育成管理の実施が難しい。そのため、植え付けたサンゴの種類、水温の変動、食害防止ネットの適切な目合いに関しては、モニタリング結果より植え付けたサンゴの生残率・成長量との関係を解析して、次回の植え付けや育成管理までに対策を検討することで順応的に管理する。

モニタリング時に現場で対応できる管理について表Ⅱ.2-7を示す。

表Ⅱ.2-7 植え付けたサンゴの育成管理内容

項目	内容	資材・機材
付着生物の除去	サンゴやその周辺が海藻などの付着物に覆われている場合は、サンゴを傷つけないようにブラシ等で付着物を除去する。	ブラシ、スクレーパー、ピンセットなど
死亡サンゴの除去	サンゴは死亡して腐敗すると、周囲の水質悪化や病気の蔓延等を招く恐れがあるため、死亡サンゴ及び部分死亡した部位は除去する。	タガネ、ハンマーなど
食害防止ネットの点検	サンゴの食害が確認され、取り付けした食害防止ネットの破損や消失が確認された場合は、ネットを交換もしくは修繕・補強する。	取替え用の食害防止ネット(目合い6cm)、結束バンドなど

【コラム】長期インターバルカメラを用いた移植サンゴの解析

長期インターバルカメラ（図1）を用いることで、サンゴについて経時的な変化を確認し、生残率の低下時期の把握と、サンゴの死亡と環境因子との関係について推察が可能になった。

従来のサンゴの現況調査や移植サンゴのモニタリングでは、年に数回程度のスポット的な調査が行われるが、沖ノ鳥島のような遠隔地では頻繁なモニタリングの実施が難しいため、詳細なサンゴの死滅・消失時期や原因が特定できず、的確な対応策が検討できない場合が多い。そこで、連続撮影が可能な長期インターバルカメラを用いて、1時間間隔で1年間、沖ノ鳥島に植え付けたサンゴを撮影し、撮影画像から生残・成長過程について解析を試みた。

撮影の結果、サンゴの枝状骨格が開始後2ヶ月間に徐々に消失していく過程を確認し（図2、図4）、同期中にサンゴ周辺を遊泳する中型魚類を多数確認した。そのほか、期間中は高水温を記録しており、勢力の強い台風の通過もみられた（図3）。

サンゴはストレス下で粘液放出量を増加させるため（中嶋・田中 2014）、撮影対象のサンゴは高水温や台風の影響でストレスを受けて衰弱したことで粘液放出量を増加させ、粘液に誘引された魚類の食害を受けたものと推察している。

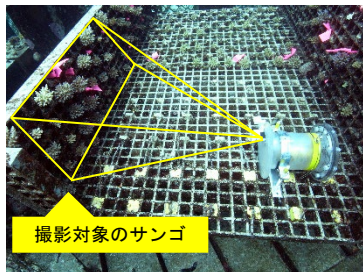
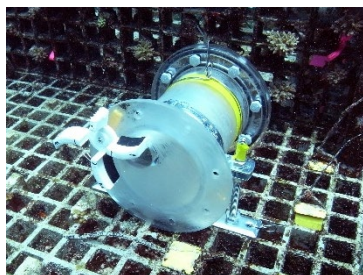


図1 長期インターバルカメラ設置状況

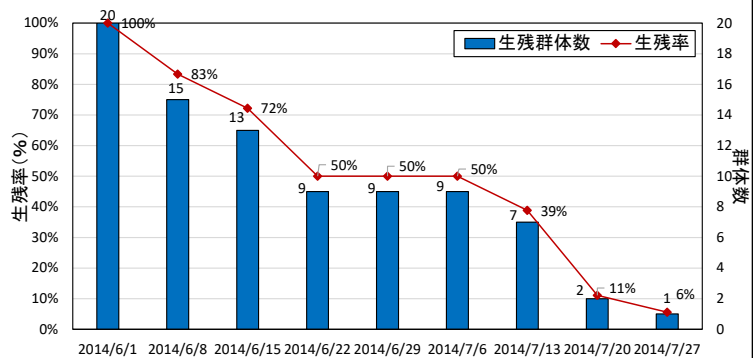


図2 サンゴの2ヶ月間の週別生残率と生残群数

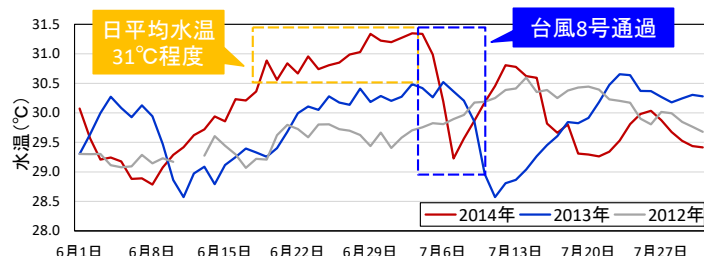
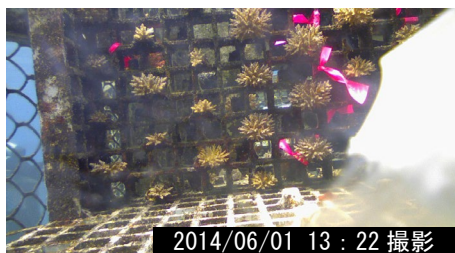


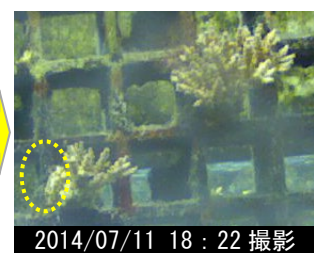
図3 2ヶ月間の水温変動（3ヶ年分の比較）



2014/06/01 13:22 撮影



2014/07/11 05:22 撮影



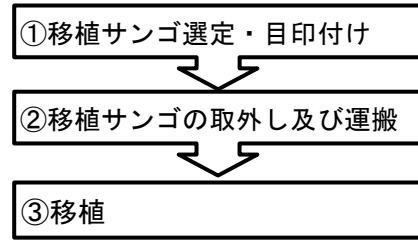
2014/07/11 18:22 撮影

図4 撮影画像例（左：全景 右：枝状骨格の消失時）

5) 移植

中間育成施設で育てたサンゴから移植に適したサイズまで育成したサンゴを取外し、移植場所へ運搬し、植え付けを行う。移植は、図Ⅱ.2-24の流れで行う。

移植場所の選定は、サンゴ被度分布と基盤の有無を考慮しながら移植場所候補を抽出する。その上で、抽出した移植場所候補に対して、現地調査を実施し、具体的な情報を取得する。移植場所の選定の考え方は以下に示す通りである。



図Ⅱ.2-24 中間育成施設からの移植の流れ

- 移植可能なスペースが存在する基盤を選定する。砂礫移動の影響を受ける海底面直上と低潮時の海面直下（海面から1m）はサンゴの移植に適さないため、その範囲を除外した部分で移植スペースを確保する必要がある。また、他の付着生物が多く分布していない場所であれば移植面積を多く確保できる（図Ⅱ.2-25）。なお、遠隔離島の沖ノ鳥島では海底面から1m以下は、砂礫の移動が大きな箇所として移植をしていない。
- 天然サンゴの被度が極端に低い場所や、対象種が生息していない場所は避ける。これにより、移植サンゴの生残も期待できる。

沖ノ鳥島の事例では実証試験における小規模な移植であったことから、移植可能面積は以下の方法で概算した。

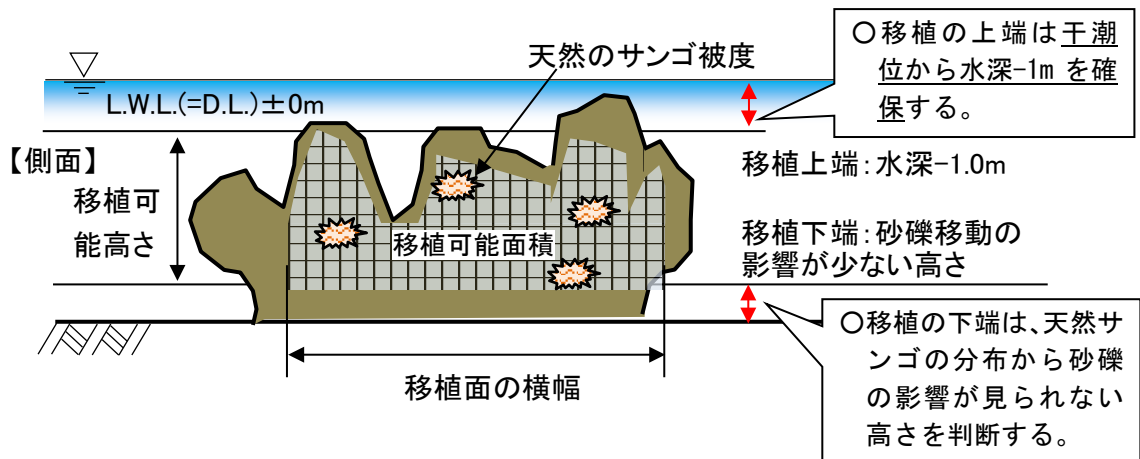
$$\text{移植可能面積} = \text{移植面の横幅} \times \text{移植可能高さ} \times (1 - \text{天然サンゴの被度}/100)$$

現地調査では、移植場所において潜水士による潜水目視観察を行うことが望ましいが、場合によっては水中ビデオ画像等によるサンゴ自動判読により具体的な情報を得ることができる。調査項目は表Ⅱ.2-8に示すとおりである。

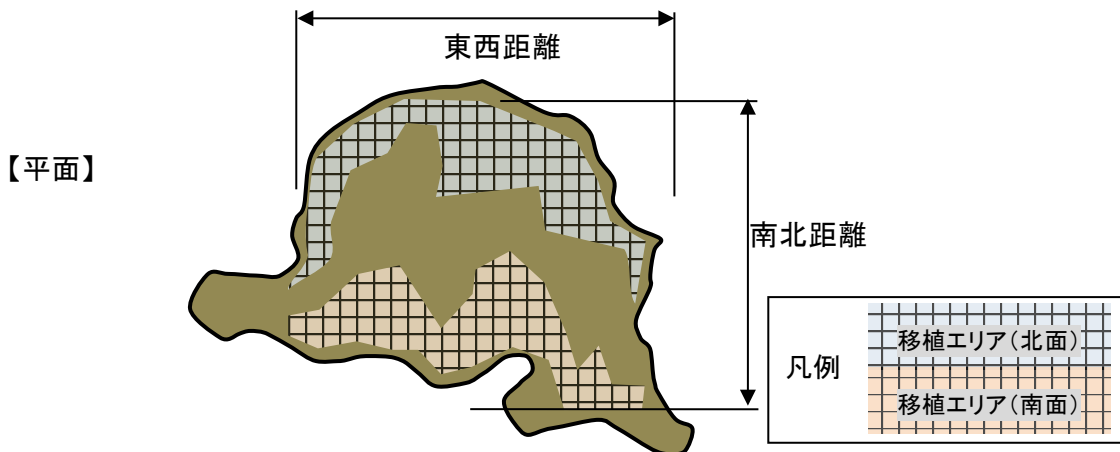
表Ⅱ.2-8 移植場所の選定に関する調査項目

項目	概要	調査方法
移植基盤の諸元	位置、水深、基盤の形状	
サンゴやその他生物	サンゴの被度、群体数、白化の状況、海藻や食害動物の状況	潜水目視観察（水中ビデオ判読でも可）

沖ノ鳥島の事例では、ノル（凸状地形）全体のサンゴ被度が10～20%で、東西・南北の長さが約10～50m、高さが3～4.5mの3箇所のノル（凸状地形）を移植場所として選定した。



移植可能面積 = 移植面の横幅 × 移植可能高さ × (1 - 天然サンゴの被度/100)



図Ⅱ. 2-25 移植場所選定のイメージ

①移植サンゴの選定・目印付け

移植サンゴは群体長径が5cm以上で白化等をしていない健全なサンゴを選定し、移植目標のサンゴ群体数の有無を確認した上で、移植サンゴに目印(リボン等)を取り付ける(図Ⅱ. 2-26)。移植サンゴの選定・目印付けの作業に際しては、移植サンゴが中間育成施設の何処に何群体あるか野帳に記録しておく事により、移植サンゴの取り外し作業を効率的に行うことができる。

沖ノ鳥島の事例では、移植サンゴの選定・目印付け作業を、約250群体/人日の作業効率で実施している。また、沖ノ鳥島では、5cm以上のサンゴを移植することで、1年後の生残が70%以上に維持されている(図Ⅱ. 2-27)。

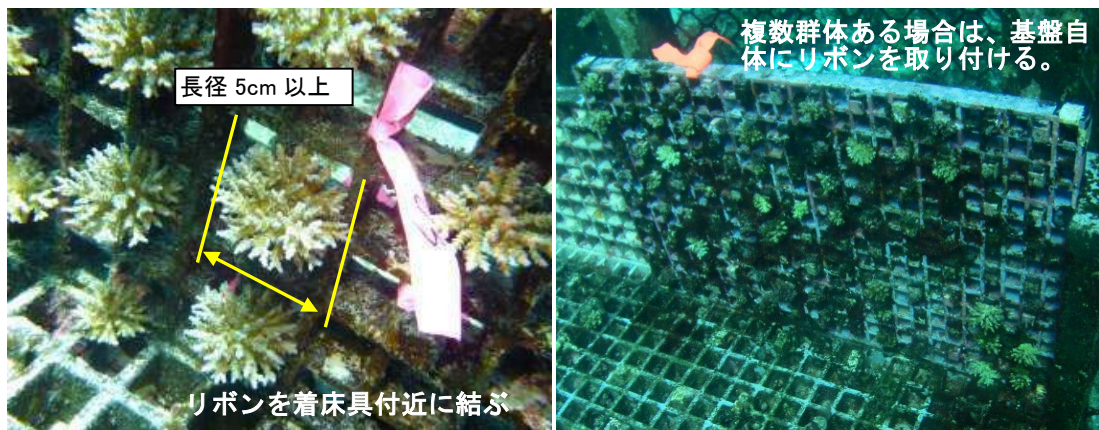


図 II. 2-26 移植サンゴの選定・目印付け作業状況

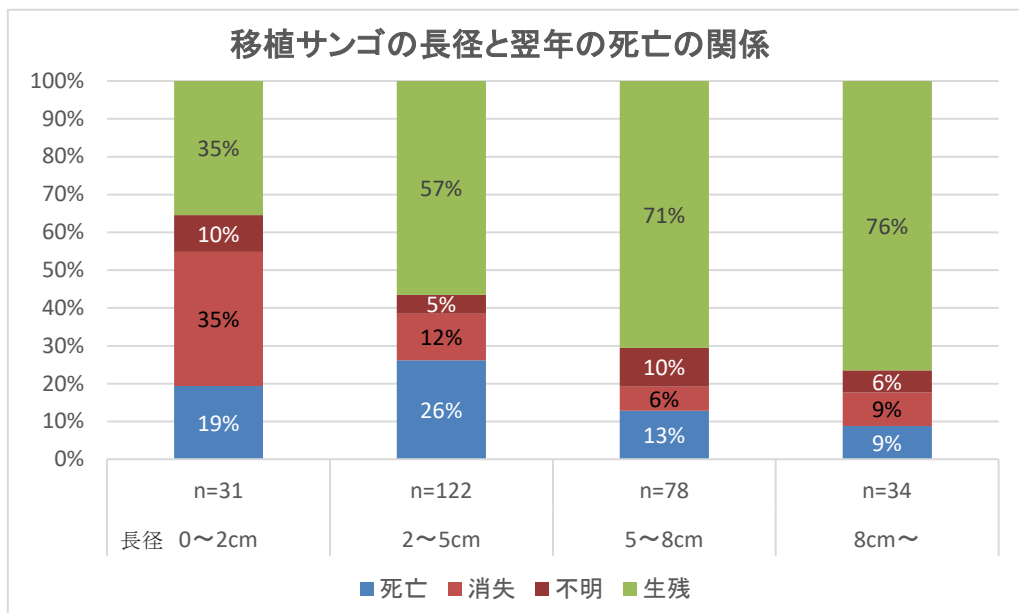


図 II. 2-27 移植サンゴの長径と翌年の死亡の関係（沖ノ鳥島の事例）

②移植サンゴの取外し及び運搬

中間育成施設から移植サンゴを着床具とともに取外し、運搬を行う（図 II. 2-28）。

試験基盤に固定されているサンゴは、試験基盤からスクレーパー等の工具を用いて着床具ごと取外し、運搬容器に固定する。着床具ごと取外したサンゴは、運搬時にサンゴ群体の転倒や破損を防ぐため、緩衝剤を敷いた運搬容器等に固定する。

次に、ボートに海水を満たしたコンテナ容器を準備し、サンゴ群体を固定した運搬容器をコンテナ容器に浸漬させる。船上に引き上げた容器や基盤は、水温上昇を避ける遮光ネットで覆い、散水しながら可能な限り短時間で運搬し、移植場所に到着後速やかに海底に仮置きする。

移植サンゴの取外し及び運搬時の留意事項は以下に示すとおりである。

- 取外しに際しては、体温の伝達によるサンゴへのストレス低減のため、手袋を必ず着用する。
- 作業は細心の注意を払って実施するものとし、サンゴ群体の落下や破損を防ぐよう 2 名体制を基本とする。
- 着床具取外しにおける工具による衝撃は、群体にストレスを与えるので、衝撃や大きな損傷を与えないよう注意する。
- 移植サンゴの入った運搬容器をボートに上げてから、移植場所へと移動するまでの時間を極力短くし、サンゴへのストレスを最低限に抑える必要がある。



移植サンゴの取外し



運搬容器への移植サンゴの固定



コンテナ容器への浸漬状況



コンテナ容器に遮光ネットを掛けて散水しながら移動

運搬中の散水

図 II. 2-28 移植サンゴの取外し及び運搬作業状況

③ 植え付け

サンゴ群体の植え付けは、表Ⅱ.2-9の事項について現状確認を行った上で、植え付け作業に移行する。

表Ⅱ.2-9 現状確認を行う項目

確認項目	確認内容
地形、底質等の物理環境	・台風等高波浪やそれに伴う砂礫移動により大規模な地形変化やサンゴの破壊が生じている可能性があるため、選定時の地形、底質性状との変化の有無
基盤競合種	・サンゴ育成の阻害要因となりうる海藻等の繁茂の有無 ・新たに加入した天然サンゴの有無
食害対象種	・サンゴ食性魚類やオニヒトデ等の捕食圧の有無

植え付けは、スクレーパー等により藻類などの付着物を除去し、岩盤が露出した基盤に行う。植え付けを行う水深は、高水温による白化リスクが高い海面直下や、高波浪時の砂礫移動によりサンゴが破壊されるリスクが高い海底面直上を避け、海面下1m～砂礫移動の影響を受けない高さより上の範囲とする。植え付け間隔は、サンゴ群体の成長後に産卵時の受精率を高めるため、再生産が可能となる移植3～4年後に同種サンゴが1m²当たり1群体以上生残し、かつ成長しても群体同士が重ならない距離とする。沖ノ鳥島で移植した *Acropora tenuis* は長径30cm前後まで成長する群体が多いことから、1m²当たり5群体程度の密度を目安とする。

着床具の固定は水中エポキシ樹脂接着剤により行う。固定時には、サンゴの一部が移植基盤に接触するように設置し、成長後に基盤へ活着しやすくする。また、水中エポキシ樹脂接着剤がサンゴに付着しないよう留意する。固定後は、モニタリングのため識別番号を付した名札を取り付ける。

サンゴ群体の規模や移植先の捕食圧を考慮し、食害の可能性が高いと判断される場合には、可能な範囲で食害防止カゴ（沖ノ鳥島の事例では目合い6cm）を設置する。食害防止カゴは、水中エポキシ樹脂接着剤や針金等により基盤へ固定する。

作業終了後には、植え付け状況のカメラ撮影および観察記録（作業日時、サンゴ群体の長径・短径・高さ、活性状況、植え付け位置等）を行う。

なお、遠隔離島では現地作業期間が限定されるため、各工程の作業時間を適宜確認し、作業効率の改善に努めることが重要である。

植え付け時の留意事項は以下に示すとおりである。

- 移植後の成長を考慮しオーバーハングした日陰箇所は移植しない。
- 複数年にわたって移植を行う場合、移植したサンゴが死亡して空いたスペースが多い場合には、再度移植を行い産卵時の受精効率を高めるよう留意する。
- 食害防止カゴは、1群体毎に設置するより、複数の移植サンゴをまとめて覆う食害防止カゴ（沖ノ鳥島では30cm×1m程度）を使用することで、作業効率を向上させることが可能である。



図Ⅱ. 2-29 植え付け作業状況

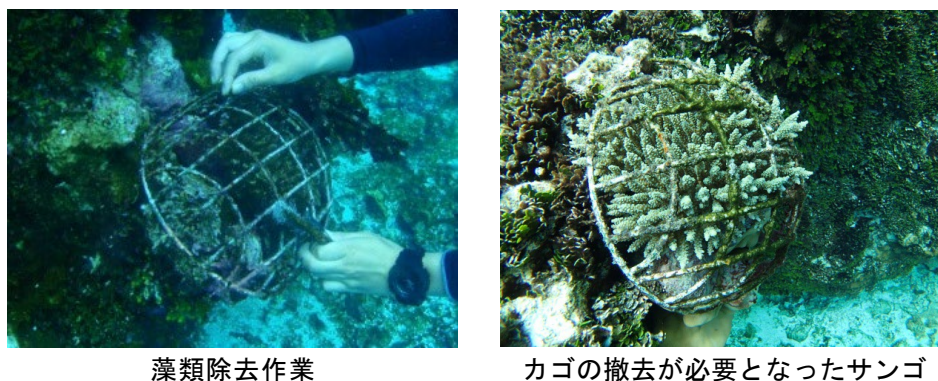
6) 育成管理

移植サンゴのモニタリングを行い、必要に応じて育成管理を行う。

モニタリングは、表Ⅱ. 2-10 に示すとおりとし、植え付けたサンゴの生残、成長状況を把握する。加えて、植え付けたサンゴの生残、成長状況に支障が生じた際の要因分析に必要となる、天然サンゴの増減や水温等の移植箇所周辺の状況を把握する。

必要に応じて、移植サンゴ周辺 30cm 程度の範囲の藻類等の付着生物や堆積する浮泥をブラシやスクレーパーを用いて除去する。また、移植サンゴや食害防止カゴの固定状況を確認し、緩みが確認された場合は、水中エポキシ樹脂接着剤等により再度固定する。

なお、食害防止カゴを設置した移植サンゴについては、食害の影響を受けにくくなったと判断できる場合には食害防止カゴを取り外す。移植サンゴが長径 10cm 以上に成長する群体である場合には、長径 10cm を目安に食害防止カゴを取り外す。なお、対象海域によって食害の影響程度が異なるため、食害防止カゴの撤去のタイミングは、食害の程度により決定する必要がある。沖ノ鳥島の場合、魚類による捕食圧が比較的大きいため、長径 20cm 程度に成長するまで食害防止カゴを設置している。



図Ⅱ. 2-30 移植サンゴの育成管理の状況

表Ⅱ.2-10 植え付けたサンゴの生残、成長状況に関するモニタリング項目

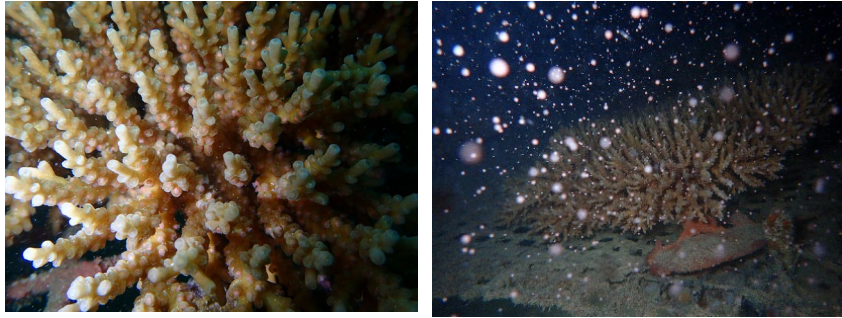
項目・内容		方法
① 移植サンゴの識別と位置情報の記録（移植時の記録）		
a. 識別名	移植時設置の識別札の確認	目視観察
b. 移植年月日	移植年月日の記録	
c. 移植基盤	移植場所（基盤）の記録	
d. サンゴ種類	移植サンゴの種類	
e. 移植水深	水面から移植位置までの深さ（m）	
f. 海底からの高さ	海底面から移植位置までの高さ（m）	
g. 基盤中心からの移植方向	基盤中心からの移植方向（東西南北、天端）	
② 生存・死亡状態の観察（群体の生残状況の把握）		
a. 生存	群体全体が生存している	目視観察
b. 部分死亡	群体のうち、一部分が生存している（観察時に可能な範囲でその程度を把握することが望ましい。）	
c. 全部分死亡	白化して骨格のみ、骨格が消失	
③ 群体サイズの計測（成長量の把握）		
a. 短径、長径、高さ	生きた部分の長さ	現地計測
④ 育成状態の観察（群体の健全度の把握）		
a. 健全	正常な外観色、粘液なし、触手を伸長	目視観察
b. 弱っている	外観色が薄い、粘液あり、群体の一部に藻類の付着あり	
c. 死亡	*) ②生存・死亡状態の死亡と同じ	
⑤ 基盤への固着		
a. 基盤への固着	サンゴの基質への固着の有無の確認	目視観察
⑥ 食害状況の観察（食害防止ネットの効果の確認）		
a. 魚類	骨格が齧られた、折られた痕跡	目視観察
b. 貝類	共肉部が消失した痕跡、周辺に貝類確認	
c. ヒトデ類	同上	
⑦ 藻類の被覆状況の観察（競合生物からの保護対策の検討）		
a. 被覆なし	藻類被覆なし	目視観察
b. 部分被覆	一部分が被覆されている（観察時に可能な範囲でその程度を把握することが望ましい。）	
c. 全部分被覆	全被覆	
⑧ カゴ設置状況の確認		
a. 食害防止カゴの設置状況	食害防止カゴの設置状況の確認	目視観察
⑨ 水温の確認		
a. 水温	水温変動（特に夏季の高水温期）確認	機器連続観測

2. 1. 4 再生産

移植したサンゴが成熟サイズまで成長すると、サンゴ幼生を供給することが可能となる。

【解説】

ウスエダミドリイシでは移植 3～4 年後に移植サンゴが成熟し、サンゴ幼生を供給することが可能となる（図Ⅱ.2-31）。



図Ⅱ.2-31 種苗生産したサンゴの再生産（5 歳齢）

【参考】

「陸上施設での種苗生産による幼生供給基地づくり」については下記 URL より更に詳しい情報が入手可能である。

改訂 有性生殖によるサンゴ増殖の手引き（平成 31 年 3 月） 水産庁漁港漁場整備部
第Ⅱ編 2.. 陸上施設での種苗生産によるサンゴ面的増殖技術

https://www.jfa.maff.go.jp/j/seibi/attach/pdf/sango_tebiki-4.pdf

https://www.jfa.maff.go.jp/j/seibi/attach/pdf/sango_tebiki-6.pdf

https://www.jfa.maff.go.jp/j/seibi/attach/pdf/sango_tebiki-11.pdf

(英語版) A guidebook for coral propagation through asexual reproduction-
revised version (2019)

<https://icriforum.org/coralrestoration/>

2. 2 幼生収集装置を用いた種苗生産による幼生供給基地づくり

幼生収集装置での種苗生産は、静穏かつ親サンゴを採取できる海域であれば、海域のみで幼生供給基地に必要な種苗を生産することが可能である。

【解説】

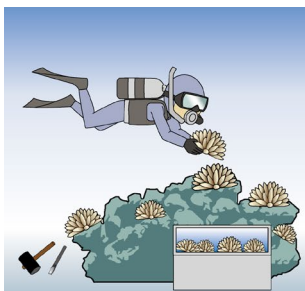
種苗生産施設がない場合であっても静穏かつサンゴが採取可能な海域であれば、海域に幼生収集装置を設置することで種苗生産が可能となる。幼生収集装置は①～③の機能を有しており、海域で種苗生産を完結することができる。

＜幼生収集装置の機能＞

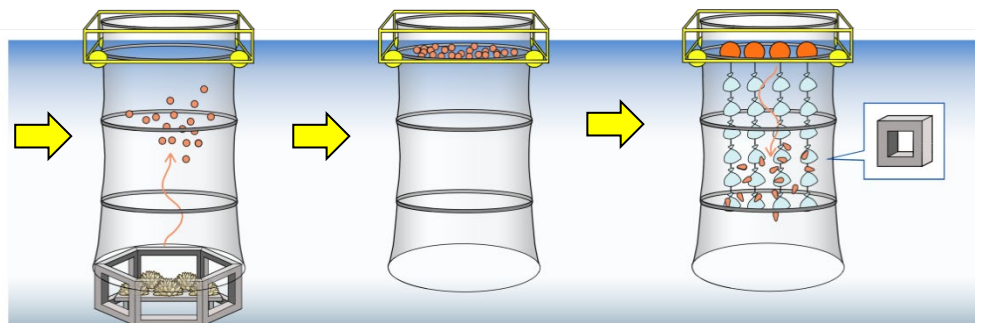
- ① 親サンゴから放出された卵・精子（バンドル）の“収集・受精”
- ② ①で得られたプラヌラ幼生が着生能力を有するまでの“保持”
- ③ ②で保持したプラヌラ幼生の着床具への“着生”

種苗生産する際は、遺伝的攪乱が起きないように幼生供給基地をつくる海域に生息している親サンゴを採取し、装置内でサンゴの卵・精子を収集・受精させる。プラヌラ幼生が着生能力を有するまで装置内で保持し、装置内に設置した着床具にプラヌラ幼生を着生させ、着床具を中間育成、移植することでサンゴを増殖することができる。幼生収集装置を用いた種苗生産による幼生供給基地づくりの一連の流れを図Ⅱ. 2-32 に示す。

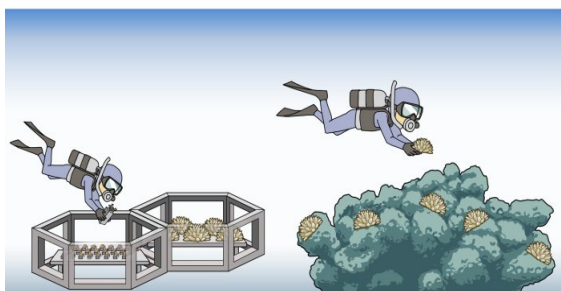
2. 2. 1 親サンゴの採取



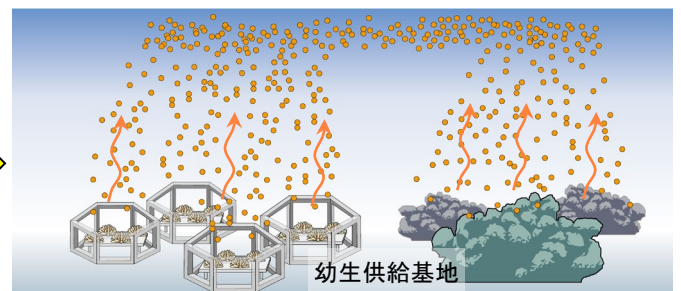
2. 2. 2 幼生収集装置による種苗生産



2. 2. 3 海域での育成



2. 2. 4 再生産



図Ⅱ. 2-32 幼生収集装置を用いたサンゴの種苗生産（イメージ）

2. 2. 1 親サンゴの採取

親サンゴの採取は、異なる場所から複数群体採取する等、遺伝的に同一のクローンとならないように行う。岩盤に着生した親サンゴを採取する場合には、天然サンゴの再生産への影響に配慮して、群体ごと採取するのではなく、ハンマーやタガネを用いて断片を採取することが望ましい。親サンゴは産卵後に元の採取場所に戻すことを原則とする。

【解説】

親サンゴは、各海域で予想される産卵期の1週間前を目安に採取する。採取数は「第Ⅱ編2.1.1 親サンゴの採取・運搬」に記述するように、遺伝的に異なる6群体以上が望ましい。

親サンゴの採取は、各海域で予想される産卵期の約1週間前を目安に行う。

卵と精子を受精させる有性生殖を行うためには、遺伝的に異なる他の群体から放出された卵や精子が必要となる。同じ場所で同種のサンゴを採取するとそれらが遺伝的に同一のクローンである可能性があるため、異なる場所から複数群体採取する。

親サンゴは、天然サンゴの再生産への影響に配慮して、群体ごと採取するのではなく、ハンマーやタガネを用いて断片を採取することが望ましい（第Ⅱ編2.1.1 親サンゴの採取・運搬を参照）。なお、親サンゴは産卵後に元の採取場所に戻すことを原則とする。

2. 2. 2 幼生収集装置による種苗生産

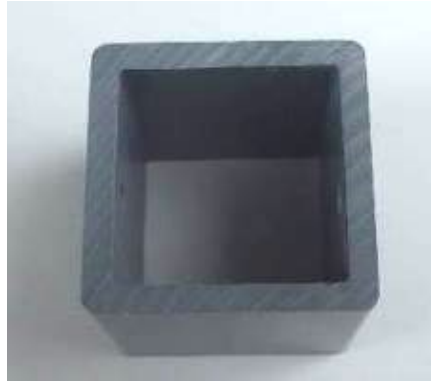
装置設置場所に架台を設置し、架台上に親サンゴを配置した後、直上の海面に装置を配置して固定する。装置内で親サンゴの産卵を確認したら、装置底部を閉塞して卵・幼生の流出を防ぐ。サンゴ幼生が着生期直前であり、かつ鉛直的に大きな偏りなく分布する時期に着床具を設置し、設置後1~2日後に回収する。

【解説】

1) 事前準備

幼生収集装置による種苗生産では、サンゴ幼生の着生後にそのまま海域に着床具を設置して、初期減耗が大きい0歳齢の状態で稚サンゴの中間育成を行うため、魚類の食害や浮泥堆積等の様々な成育阻害要因を低減する機能を有した構造が求められる。沖縄海域の実証事例では、図Ⅱ.2-18に示す角筒型着床具（40mm×40mm×40mm、1辺の厚さは4mm）を使用した。角筒型着床具は、通水性が確保され浮泥が堆積しにくくなるほか、内面に着生した稚サンゴが魚類等に捕食されにくいため、平板状の着床具に比べて海域での生残が高くなることが確認されており、生産した種苗のうち約66%が着生15ヶ月後に生残した実績がある（Suzuki et al. 2011）。また、取り扱いやすいサイズなため、作業効率がよくなることが期待できる。

サンゴ幼生の着生を左右するのは材質ではなく、着床具表面の石灰藻やバイオフィームであることが知られているため（大森 2016）、着床具を海域に1ヶ月間以上浸漬して生物相を形成させる事前処理が必要である。



図Ⅱ.2-33 角筒型着床具（硬質ポリ塩化ビニル製）

2) 幼生収集装置の設置

幼生収集装置の概要を図Ⅱ.2-34、表Ⅱ.2-11 に、親サンゴ用架台の写真を図Ⅱ.2-35 に、架台の主な材料を表Ⅱ.2-12 に示す。

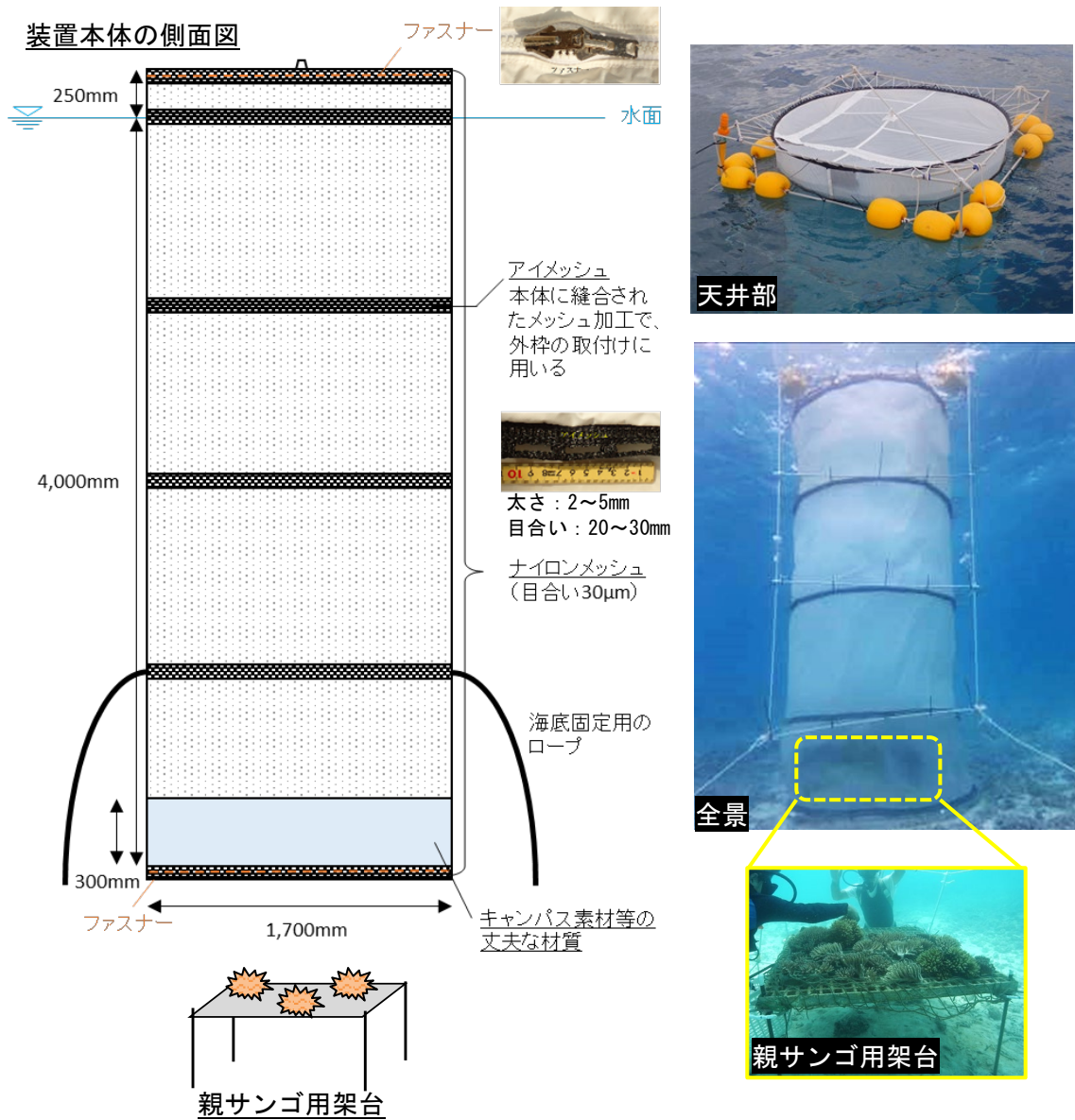
幼生収集装置が親サンゴ架台の直上に配置されるよう、鉄筋棒とロープにて装置を固定する。このとき、装置の底部の高さと、親サンゴ架台の高さが同位置になるように調整し、バンドルが流出しないように留意する。

3) サンゴ幼生の収集

産卵の可能性が高い時期は、毎朝、産卵状況を確認する。産卵時刻が比較的早い種の場合は、産卵の1時間前にバンドルセットの確認をすることで、産卵の有無を確認することが可能である。産卵が確認された場合は、サンゴ幼生が流出しないよう装置底部を閉塞する。

4) サンゴ幼生の着生

着生能力をもつ産卵4日後まで装置内でサンゴ幼生を保持した後、着床具にサンゴ幼生を着生させる。角筒型着床具を50個程度網袋に入れ、装置内の海面下50cmから架台上1mまでの範囲に50cm間隔で浮力体つけて吊り下げ1~2日後に回収する。

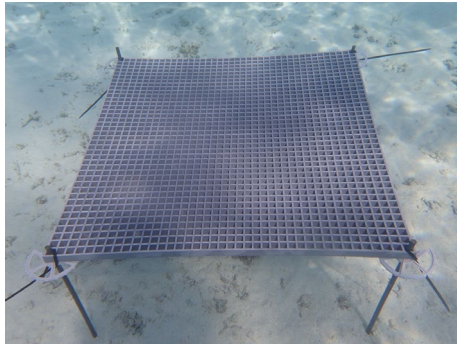


※この設置事例は、石垣島浦底湾奥部の水深4mの地点に5月上旬の6日間設置したものである。設置期間の波高は0.5m以下であった。

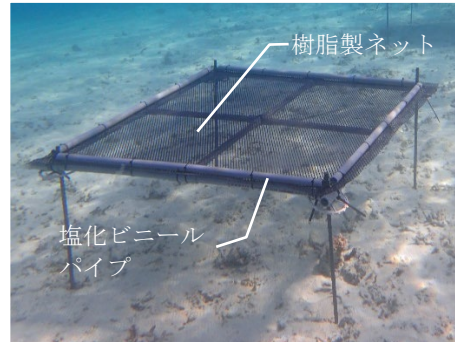
図Ⅱ.2-34 幼生収集装置の例(概要)

表Ⅱ.2-11 幼生収集装置の構造・材質の概要

部位	構造・材質
装置本体	<ul style="list-style-type: none"> 胴体部：ナイロンメッシュ 目合い30µm(φ1.7m)×3.8m 胴体部の6箇所：アイメッシュ 目合い2~3cm 底面部+底面部付近：キャンパス 天井部+底面部：ファスナー
外枠フレーム	<ul style="list-style-type: none"> 強化プラスチック複合管(外径φ14mm・内径φ4mm) その他、複合管の連結用部材等
浮力体(水面)	<ul style="list-style-type: none"> 浮力4kg×16個=64kg
ロープ (装置固定用)	<ul style="list-style-type: none"> φ10mm×5m×4本=20m



FRP製グレーチング



樹脂製ネット

※この設置事例は、石垣島浦底湾奥部の水深4mの地点に5月上旬の6日間設置したものである。設置期間の波高は0.5m以下であった。

図Ⅱ.2-35 親サンゴ用架台の例（棚型中間育成施設）

表Ⅱ.2-12 棚状架台の材質・寸法

部位	構造・材質・寸法
天端部	①FRP製グレーチング 寸法：幅100cm、長さ100cm、厚さ4cm
	②樹脂製ネット+塩化ビニールパイプ（8本：4辺×ネットの上下） 寸法：幅100cm、長さ100cm
脚部	鉄筋棒（呼び径D13）×4本
	寸法：外径12.7mm、長さ100cm

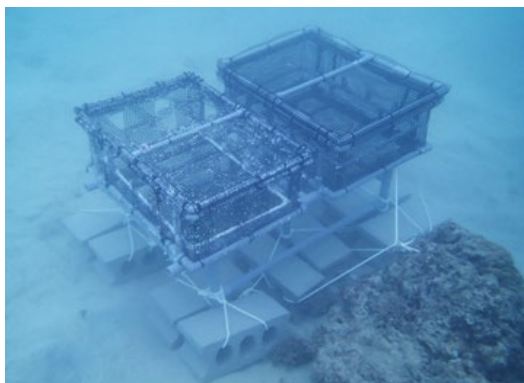
2. 2. 3 海域での育成

1) 中間育成施設の設置

波浪条件が厳しく中間育成施設の管理がし難い場所では、コンクリート製の中間育成施設を設置することが望ましい（第Ⅱ編2. 1.3編 1) 中間育成施設の設置を参照）。一方、台風等の接近がほとんどみられない波浪条件の穏やかな場所では、垂下式あるいは吊り下げ式の中間育成施設を設置することができる。また、沖縄本島等の沿岸域は、基本的に波浪条件が穏やかな海域であるが、台風の来襲により高波浪の影響を強く受けることがある。このような場所では、海底固定式の棚型（図Ⅱ.2-35、表Ⅱ.2-12）あるいはカゴ型（図Ⅱ.2-36）等の中間育成施設で中間育成を行うとよい。なお、カゴ型の中間育成施設は、食害の影響が大きい海域で用いることが望ましい。

幼生収集装置を用いて種苗生産したサンゴの中間育成では、着生したサンゴが捕食されにくい角筒型着床具(Suzuki et al. 2011)を使用するため、種苗は食害を受けにくい。ただし、食害の影響が大きい海域では、オニヒトデやシロレイシガイダマシ類などの食害生物の侵入防止のためのネットや貝返し等（図Ⅱ.2-37）を設けるとよい。

本事業では、幼生収集装置で種苗生産したサンゴの中間育成として棚型中間育成施設を、陸上施設で種苗生産したサンゴの中間育成としてカゴ型中間育成施設を使用した実績がある。



海底への設置状況

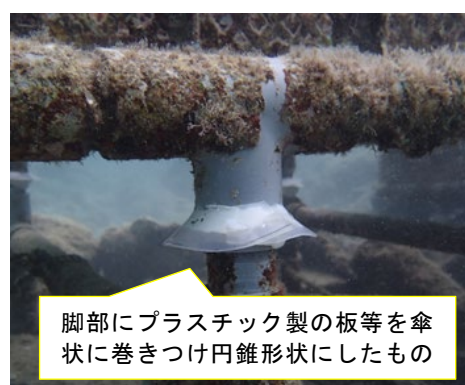


上蓋を開けた状態のカゴ

図Ⅱ.2-36 カゴ型中間育成施設



脚部へ貝返しを設置した
カゴ型中間育成施設



貝返し近景

図Ⅱ.2-37 貝返しの設置状況

表Ⅱ.2-13 カゴ型中間育成施設の部位別材質・寸法

部位	材質・寸法
カゴ	枠部：塩化ビニールパイプ、径16mm 網部：プラスチック製ネット、目合10mm 寸法：幅80cm、奥行60cm、高さ30cm
脚部	塩化ビニールパイプ、径25mm 寸法：幅100cm、奥行き130cm、高さ100cm
錘（底部）	建材ブロック（空洞付き、約10kg/個） 寸法：390×190×100cm 数量：2カゴあたり8～10個を設置

2) 着床具（種苗）の設置

幼生収集装置を用いた種苗生産では、0歳齢の種苗付きの角筒型着床具を数千個単位で大量に生産する場合、台風等の荒天時に着床具が動かないように1つ1つを固定すると、多大な労力を必要とする。そのため、着床具を中間育成施設の天端部上に隙間なく敷き並べた後、目合い20～30mmの園芸用や防鳥用に用いられるネットを被せて固縛する方法が効率的である。また、図Ⅱ.2-42に示すカゴ型中間育成施設の場合は、着床具収容と同

時に、藻食性の貝類（タカセガイ等）をカゴ内に収容し、藻類が繁茂するのを防ぐ（Omori 2005）。幅 80×奥行 60×高さ 30cm のカゴに殻幅約 2cm のタカセガイ幼貝 20 個体程度を収容する。

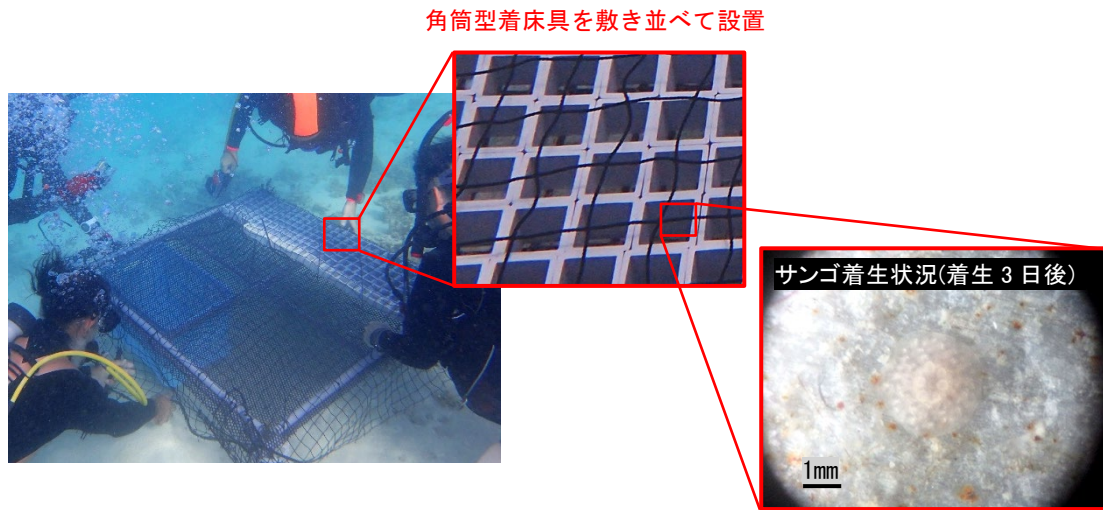


図 II. 2-38 着床具の設置状況およびサンゴ着生状況

3) 育成管理

「第Ⅱ編 2.1.3 4) 育成管理」を参照して、中間育成中のモニタリング、育成管理を行う。

4) 移植

「第Ⅱ編 2.1.3 5) 移植」を参照して、移植に適したサイズまで育成したサンゴを取外し、移植場所へ運搬し、植え付けを行う。

2. 2. 4 再生産

「第Ⅱ編 2.1. 4 再生産」を参照し、再生産を確認する。

【参考】

「幼生収集装置を用いた種苗生産による幼生供給基地づくり」については下記 URL より更に詳しい情報が入手可能である。

改訂 有性生殖によるサンゴ増殖の手引き（平成 31 年 3 月） 水産庁漁港漁場整備部
第Ⅲ編 3. 幼生収集装置を用いた種苗生産によるサンゴ面的増殖技術

https://www.jfa.maff.go.jp/j/seibi/attach/pdf/sango_tebiki-2.pdf

【コラム】 漁業者中心で行われているサンゴ礁の保全活動

沖縄県沿岸域で実施されているサンゴ保全活動の事例として、八重山諸島の石垣島での事例を紹介する。

沖縄県石垣市では漁業者を中心に「八重山漁業協同組合サンゴ種苗生産部会（平成 29 年発足）」が下に示すサンゴの保全活動を継続的に実施している（①は同サンゴ養殖研究班による活動も含む）。

- ①サンゴの養殖（平成 21 年～現在）
- ②有性生殖種苗の大規模生産（平成 30 年～現在）
- ③サンゴ産卵ファームの造成（令和 7 年～現在）

サンゴの養殖については、これまでミドリイシ属サンゴを中心とした多様なサンゴが養殖されている。海底に直接植え付けず、リーフ間に大規模なワイヤー棚を整備し、海底から離れた最適な水深帯で飼育すると同時に、高水温時にサンゴを深場（真下）に避難しやすくしているのが特徴である（図 1）。

種苗生産については、水産庁開発の種苗生産技術を活用し、幼生収集装置を用いて有性生殖法を独自かつ大規模に実施しており（図 2）、毎年 2000～3000 個の有性生殖種苗の生産に成功している。また、令和 6 年には、漁業者の活動としては初めて大規模な完全養殖の実用化（4～6 歳齢まで育てた有性生殖種苗から採卵し種苗を生産）に成功した（図 3）。

その後、水産庁における技術開発コンセプトである、「サンゴ産卵ファームづくり」による持続的なサンゴ群集修復を実践する計画を進めている。また、令和 7 年度から新たな制度として発足した「自然共生サイト」にも、サンゴの再生サイトとして初めて認定されている（図 4）。

活動の詳細は、<https://sangosaisei.jp/>を参照。

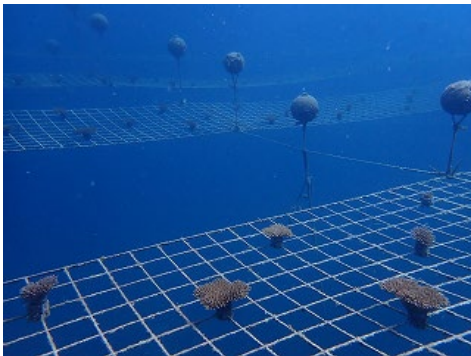


図 1 ワイヤー棚での養殖

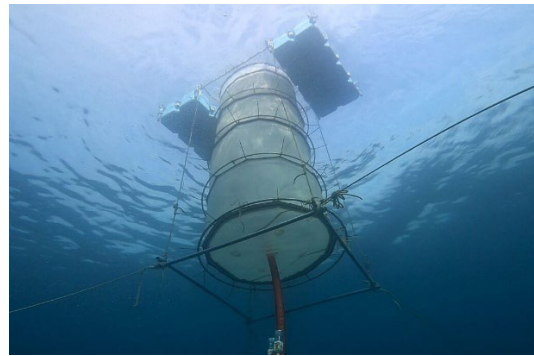


図 2 幼生収集装置を用いた種苗生産



図 3 有性生殖種苗の産卵（完全養殖）



図 4 自然共生サイト認定証授与式