

水産多面的機能発揮対策における
有性生殖法を用いたサンゴ育成手法の手引き(案)

令和6年〇月

一般社団法人 水産土木建設技術センター

はじめに

有性生殖法を用いたサンゴ増殖に関して、水産庁事業により種苗生産および中間育成、移植の技術開発が行われ、「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」として取りまとめられており、いくつかの漁協ではこれらの技術を採用してサンゴ群集再生の活動を始めています。

しかし、まだ種苗生産および中間育成のコストが高いことと、これらの作業に少ない手間がかかるため、技術力や人員、予算が不足している漁協等の活動組織では容易に有性生殖法によるサンゴ増殖活動に取り組めない状況にあります。

そこで、水産多面的機能発揮対策支援委託事業の一環として、これまで開発されてきた複数の手法の利点をまとめる形で、コストや手間がかからず、漁業者が活用しやすく、また稚サンゴの高い生残率が期待できるような、有性生殖法を用いたサンゴの育成手法を開発しました。

本マニュアルが、活動組織やサンゴの保全活動の一助となることを願います。

目 次

はじめに

1 章	サンゴ増殖の流れ	1
2 章	サンゴの種苗生産について	2
2.1	種苗生産の流れ	2
2.2	種苗生産の方法	3
2.2.1	親サンゴの採取	3
2.2.2	種苗生産の実施	8
3 章	サンゴの中間育成について	13
3.1	中間育成の流れ	13
3.2	中間育成の方法	14
3.2.1	中間育成の実施	14
3.2.2	育成管理の実施	17
4 章	中間育成後のサンゴの活用について	18
4.1	移植	18
4.2	親サンゴの確保	18

1章 サンゴ増殖の流れ

本手引きでは、有性生殖法によるサンゴ育成に関して、より簡便で低コストな手法について紹介します。サンゴ増殖は、種苗生産、中間育成、育成後のサンゴの活用の流れに沿って行います(図 1.1)。

ここでは、主にミドリイシ属のサンゴを対象とした中間育成までの手法を紹介します。他の属のサンゴは、生態が異なるため、種苗生産や飼育方法が異なる場合があります。

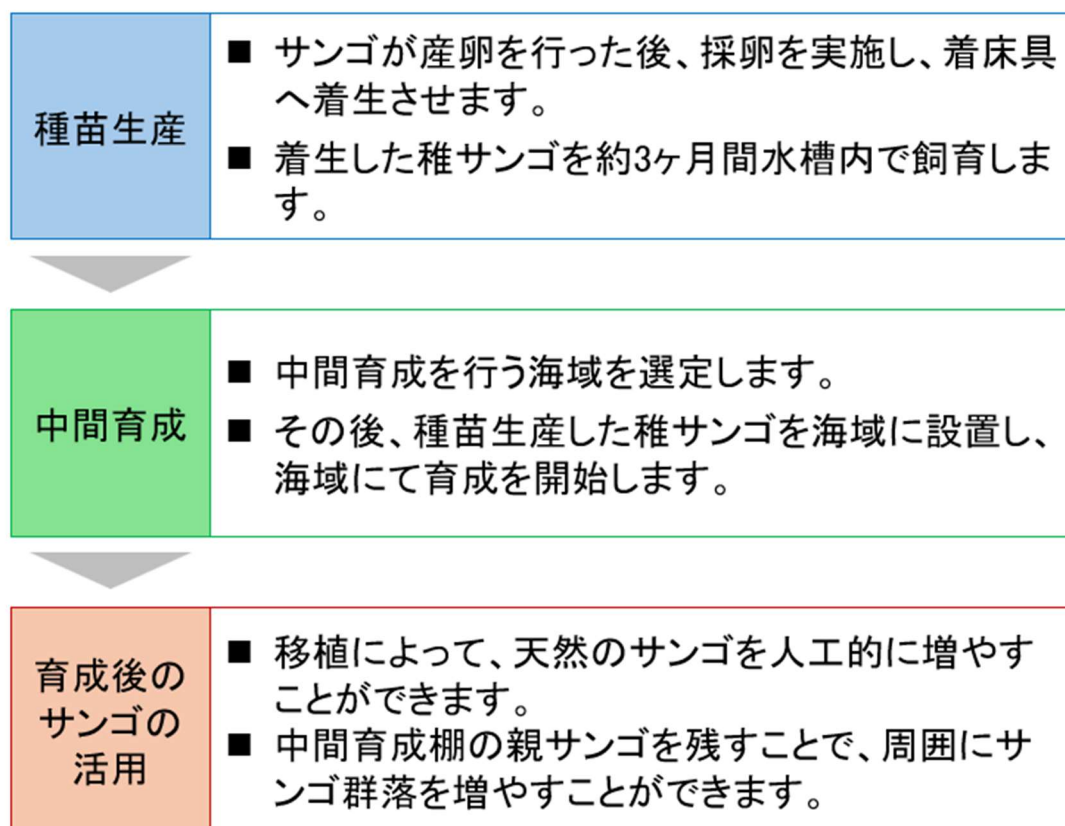


図 1.1 サンゴ増殖の流れ

2章 サンゴの種苗生産について

2.1 種苗生産の流れ

種苗生産は、以下の流れで実施します(図 2.1)。

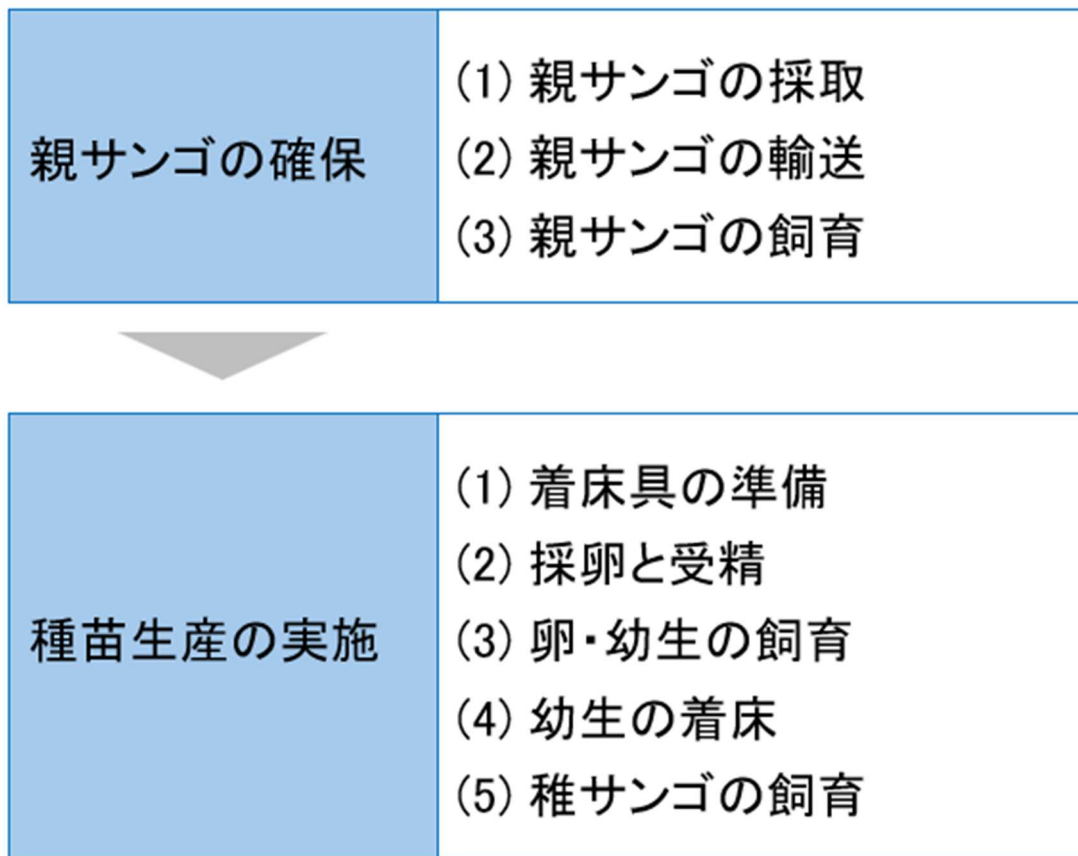


図 2.1 種苗生産の流れ

2.2 種苗生産の方法

2.2.1 親サンゴの確保

(1) 親サンゴの採取

① 採取の準備

■ 採取道具

親サンゴを採取する際にハンマー、タガネを用意しましょう。石切り用鋸が必要な場合もあります(図 2.2)。



図 2.2 採取道具

■ 採捕の許可申請

親サンゴの採取は、漁業調整規則や自然公園法等により禁止されている場合があります。

事前に関係機関に問い合わせて、特別採捕許可の取得等の必要な手続きを行いましょう。

② 採取

■ 採取のポイント

親サンゴを採取する際は、確実に性成熟している直径 30cm 以上で病気や白化していない、健康な個体を選びましょう。

■ 採取手順

採取する際は、親サンゴにストレスをかけないように、ハンマーやタガネを使用して(図 2.2)、群体の根本を切断して採取しましょう(図 2.3)。

衝撃により枝が壊れやすい場合は、石切り用鋸を用いましょう。



ハンマーやタガネによる採取



石切り用鋸による採取

図 2.3 親サンゴの採取状況

(2) 親サンゴの輸送

水産多面的機能発揮対策では、大規模な採取を行う可能性が低いため、小型船舶による輸送方法を紹介します。

■ 収容方法

密閉容器(蓋つきバケツ)等に採取した親サンゴを収容し、容器ごと小型船舶まで運搬します(図 2.4)。

■ 輸送方法

親サンゴが入った容器を船舶に乗せて輸送する際、遮光ネットを用いてサンゴに当たる光を遮るとともに、容器内の水温の上昇を防ぎます(図 2.5)。



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

図 2.4 親サンゴの収容方法



小型船舶



運搬中の遮光(小型船舶)

図 2.5 親サンゴの輸送方法

(3) 親サンゴの飼育

■ 飼育の準備

以下の機材、資材を準備しましょう(表 2.1)。

表 2.1 親サンゴの飼育に使用する機材、資材

使用する機材、資材	使用目的
エア・ストーン	酸素の供給 海水の循環
遮光ネット	光量の調整
水槽(例:ポリカーボネイト製または FRP 製1トン)	親サンゴ飼育用水槽
 ポリカーボネイト製  FRP 製	

■ 飼育条件

飼育中は、換水を行い、水槽内の海水を清浄な状態に保つとともに、以下の条件に留意しましょう(表 2.2)。

表 2.2 親サンゴの飼育条件

項目	条 件
水温	水温が 30℃を超えると白化や群体が弱る恐れがあるため、なるべく飼育用水槽内の水温は 22～30℃を保ちましょう。
光量	光量が多すぎるとサンゴの白化につながるため、遮光ネットを使用して、サンゴが元々生息していた海域と同じような光量になるように調整しましょう(図 2.6)。
水流	飼育用水槽内への酸素供給と水質を一定に保つため、また、適切な強さの水流を充てるために、エアレーションにより海水を循環させましょう(図 2.7)。

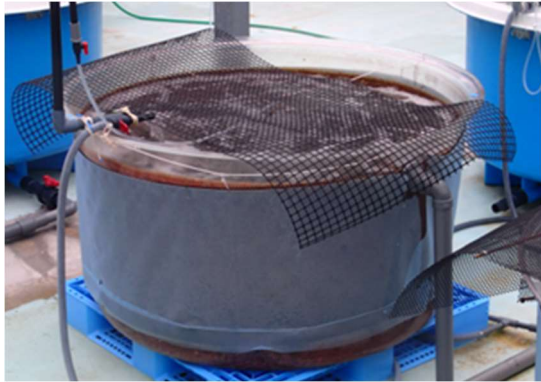


図 2.6 遮光の様子

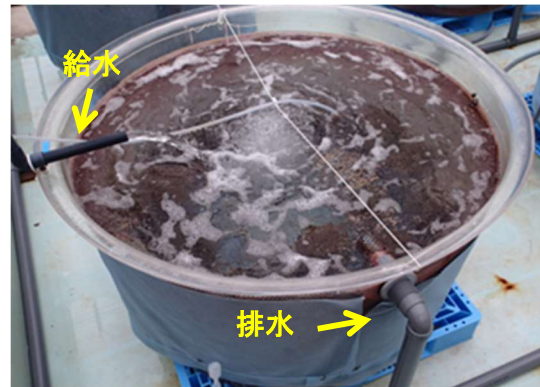


図 2.7 エアレーションの様子

■ 競合生物対策

親サンゴ飼育用水槽内の海藻の繁茂を防ぐため、藻食性の貝類(タカセガイ、カンギクガイ、ハナビラダカラ等)、藻食性の魚類(アイゴ類、ハギ類等)を水槽内に入れましょう(図 2.8)。1トン水槽に対して貝類は数百個体、魚類は数個体が目安です。

また、イソギンチャク類の駆除には、ミゾレチョウチョウオが有効です(図 2.9)。1トン水槽に対して1、2個体が目安です。



図 2.8 藻類の駆除に用いる貝類及び魚類



図 2.9 イソギンチャクの駆除に用いる魚類

■ 水槽管理

週に一回程度、水槽内の底面を掃除しましょう。

2.2.2 種苗生産の実施

(1) 着床具の準備

種苗生産用の着床具として、FRP 製グレーチング着床具等が利用できます(図 2.10)。

準備した着床具を海中へ約 1 ヶ月浸漬し、表面にバクテリアを付着させます。バクテリアは、サンゴ幼生の着生を誘引する効果があります。

浸漬した着床具は、その他の生物や藻類が付着している場合があるので、ブラシ等でそれらを除去します。ただし、こすり過ぎると有用なバクテリアが失われるので注意します。

	FRP 製グレーチング着床具	アルミニウム製着床具
概要		
	四角のマスの着床具 サイズ L30cm × W30cm × H4cm	ハニカム構造のマスの着床具 サイズ L30cm × W30cm × H4cm
特徴	入手が容易 頑丈である 中間育成棚の作成が容易である	入手が難しい FRP に比べて軽い 環境に配慮している

図 2.10 種苗生産用の着床具の例

(2) 採卵と受精

多くのミドリイシ属のサンゴ種は、一般に満月付近に産卵します。ただし、新月付近に産卵するサンゴも多少います。産卵時刻は、種により異なりますが、ミドリイシ属のサンゴ種は、概ね 19:30 もしくは 22:00 に産卵します。

正確な産卵日を予測することはできません。このため、満月の 3 日ほど前になったら、産卵時刻の約 1 時間前に産卵の兆候(バンドルセットの有無)を確認します。この観察を産卵が行われる日まで毎日行います。

バンドルセットとは、サンゴの口の部分にバンドル(卵と精子の塊)が盛り上がってくる状態のことをいい、肉眼で観察できます。

バンドルセットが見られたら、親サンゴを親サンゴ飼育水槽(円型ポリカーボネイト製または FRP 製 1,000L)から受精用水槽(円型ポリカーボネイト製 30~1,000L)に收容し、産卵させます。

受精用の水槽は、收容する親サンゴの数で、決めます。親サンゴの群体サイズにもよりますが、概ね 1、2 群体の場合は、30~100L、4~6 群体の場合は 200~500L、それ以上となった場合は 1,000L を用意しましょう。

産卵終了後は、親サンゴを受精用水槽から取り出して元の親サンゴ飼育用水槽に戻します。

その後、受精用水槽の海水をかき混ぜてバンドルを壊し、約 1 時間放置して受精させます(図 2.11)。

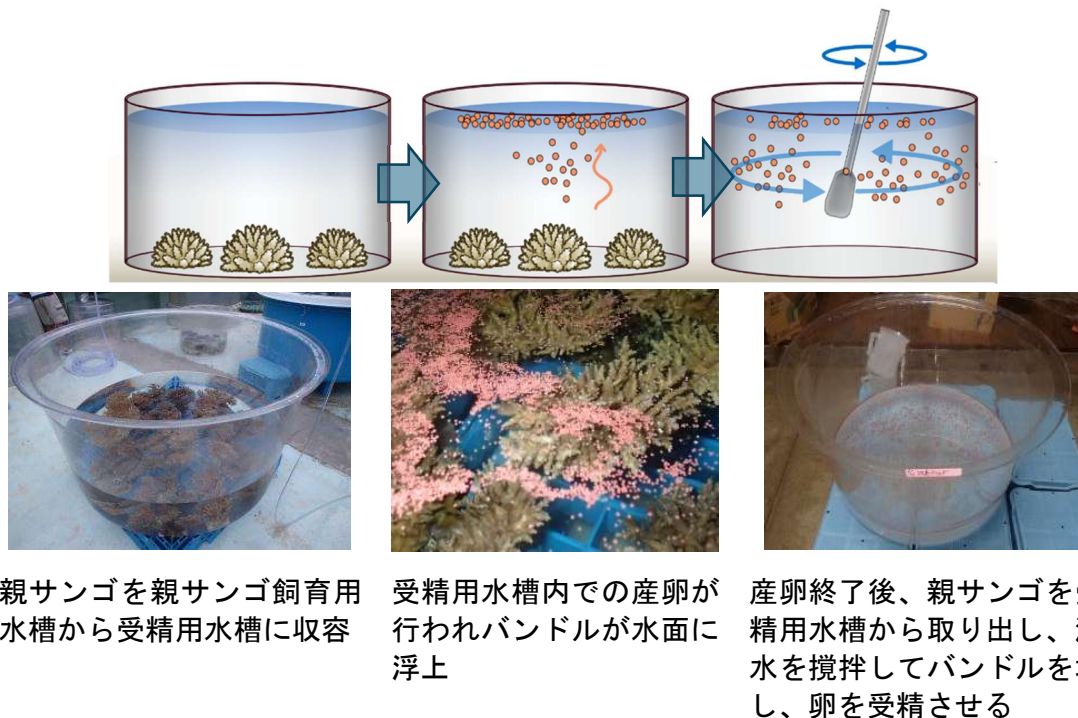


図 2.11 サンゴの採卵と受精の流れ

(3) 卵・幼生の飼育

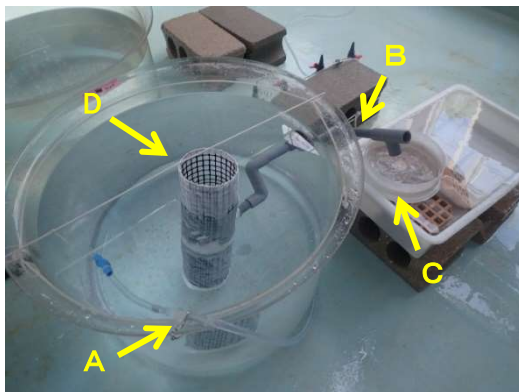
受精終了後、受精用水槽内の受精卵を掬い網(目合い 100 μm)に入れて、きれいな海水で洗浄した後、幼生飼育用水槽(円型ポリカーボネイト製 100L)へ収容します(図 2.12)。

卵や胚は壊れやすいため、幼生飼育用水槽へ収容した後は、水槽に振動を与えないように注意が必要です。収容する個体数は、飼育用水槽(100L)に対して約 5 万粒が上限です。

また、幼生が水槽内壁に接着し斃死することを低減するため、適切な海水交換と緩やかな水流を起こすことが必要です。

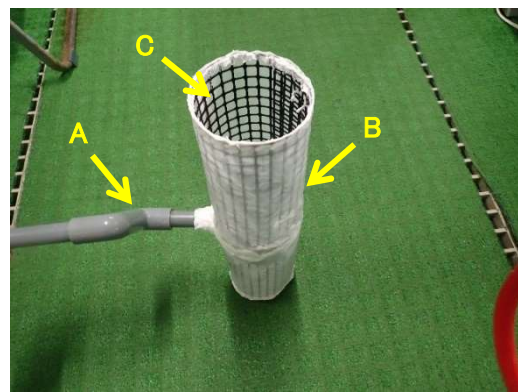
幼生飼育用水槽の製作にあたり、注意するポイントは以下のとおりです。

- A の給水管は緩やかな流れが発生するように、弱めに注水
- B の塩ビ製排水口の角度は、水槽内の水位を一定に保つために、地面に対して 45 度の設定
- D の幼生混入防止ネットは、隙間ができないように、パテや接着剤で固定しましょう(図 2.13)。



A:ビニールチューブの給水管、B:塩ビ管製排水口、C:目合 100 μm の掬い網、
D:幼生混入防止ネット

図 2.12 幼生飼育用水槽



A:塩ビ管製排水口、B:目合 100 μm の網、
C:目合 10mm のネット

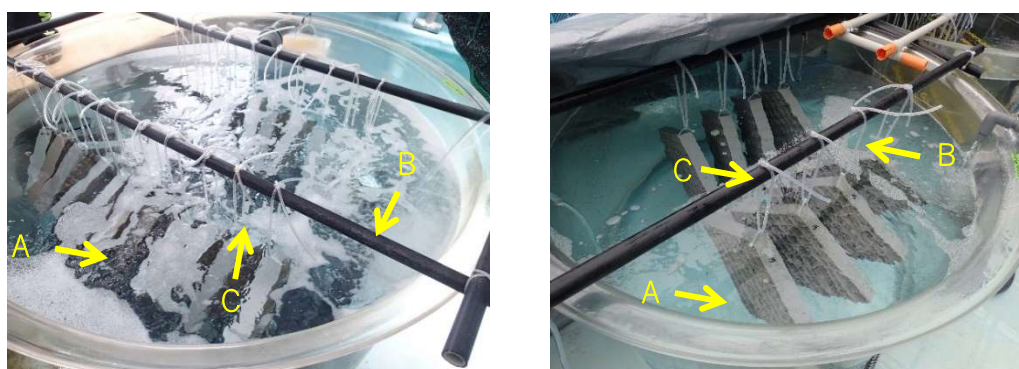
図 2.13 幼生混入防止ネット

(4) 幼生の着床

産卵後4日目には、幼生は着床可能な状態となるため、幼生飼育用水槽内の幼生を幼生着床用水槽(円型ポリカーボネイト製1,000L、角型 500L 等)へ移動し、着床を行います。幼生着床用水槽には、事前に着床具を設置しておきます(図 2.14)。

着床中は、エアレーションにより水流を起こし、幼生が水槽内を満遍なく流れるようにします。また、親サンゴ飼育用水槽と同様に換水を行い、水槽内の海水を清浄な状態に保ちます。

幼生は、幼生着床用水槽に收容した後、すぐに着床具に着底しますが、十分に骨格が形成されるまで、幼生收容後4日～1週間、幼生着床用水槽で稚サンゴの飼育を続けます。



A: 着床具(左図:アルミニウム製、右図:FRP 製)、B: 塩ビ管、C: ビニールひも

図 2.14 幼生着床用水槽

(5) 稚サンゴの飼育

幼生の着床終了後、稚サンゴが着床している着床具を稚サンゴ飼育用水槽へ移動します。稚サンゴ飼育用水槽に必要な機材および資材は、表 2.3 のとおりです。

表 2.3 稚サンゴの飼育に使用する機材、資材

使用する機材、資材	使用目的
水槽(例:FRP 製 5 トン)	稚サンゴ飼育用水槽
着床具收容具(例:塩ビ管で作成した棚など)	水槽内で着床具を收容
遮光ネット	光量の調整



稚サンゴの飼育条件は、親サンゴの飼育条件と同様に、以下の条件について注意が必要です(表 2.4)。

また、競合生物対策や水槽管理についても、親サンゴの飼育と同様の内容で実施するようにしましょう。

水槽内での稚サンゴ飼育期間は、約 3 ヶ月間です。

表 2.4 稚サンゴの飼育条件

項目	条 件
水温	30℃以下にすることは親サンゴの飼育と同じですが、稚サンゴは水温変化に敏感なため、注意して管理を行いましょう。日較差は 1℃以内が理想です。
光量	稚サンゴは親サンゴよりも強い光に対して脆弱なため、親サンゴの飼育よりも遮光率を高めて、暗めにします(遮光率:夏場約 80%、冬場約 60%)(図 2.15)。
水流	エアレーションによる水流は、水槽の底の沈殿物(シルト、魚類や貝類の糞など)が舞い上がらない程度の強さにしましょう(図 2.15)。



遮光状況(遮光率約 50%の防風ネット)



水槽内のエアレーションの状況

図 2.15 稚サンゴの飼育環境の例

3章 サンゴの中間育成について

3.1 中間育成の流れ

中間育成は以下の流れで行います(図 3.1)。

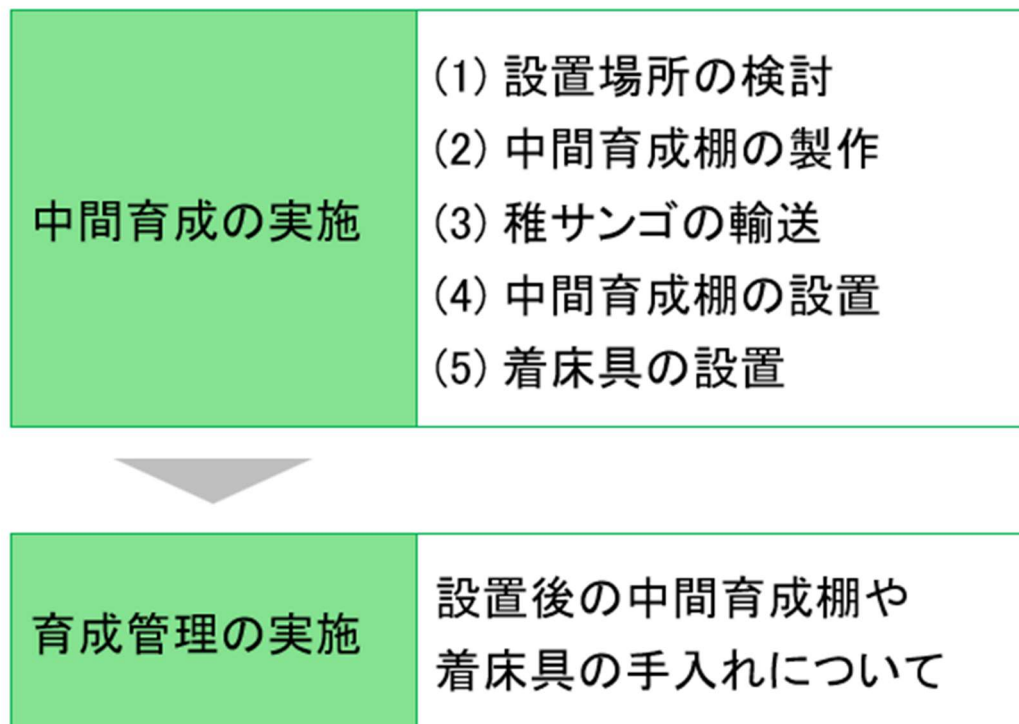


図 3.1 中間育成の流れ

3.2 中間育成の方法

3.2.1 中間育成の実施

(1) 設置場所の検討

着床具を設置するための中間育成棚の設置場所は、以下の注意事項に着目して検討しましょう。

- ・潮通しが良い場所
- ・水深 5m 程度の場所
- ・中間育成棚や着床具に藻類が付着しにくい(藻類の繁茂が少ない)海域

(2) 中間育成棚の製作

アルミ製着床具を使用する場合は、塩ビ管製の中間育成棚を製作しましょう。

製作にあたっては、サンゴへの光の影響を考慮して、60cm の高さを持たせることに注意しましょう。また、L 字の部分はネジなどで固定するとなお良いでしょう。

また、藻類の繁茂を防ぐために、貝類を着床具と一緒に収容できる、貝類収容カゴを製作しましょう(表 3.1)。

表 3.1 中間育成の準備

中間育成棚・貝類収容カゴ		使用資材
中間育成棚 (完成例:アルミ製着床具を乗せるために作成した棚)		塩ビ管 (直管、L 字管)
貝類収容カゴ(完成例)		ネット(目合 10mm) 結束バンド (黒 200mm、300mm)
		
中間育成棚(完成例)		貝類収容カゴ(完成例)

(3) 稚サンゴの輸送

ここでは、稚サンゴを水槽から小型船舶までは海水なし(ドライ法)で、船舶上では海水に浸漬した状態で輸送する方法について紹介します。

コンテナボックスに着床具を入れて、海水で濡らしたスポンジシートを被せます。事前に、貝類収容カゴに着床具と貝類と共に入れておきます。その後、車両にて船着き場まで輸送します(図 3.2)。

ボート上では、コンテナボックスへ海水を入れ着床具が干上がらないようにします。また、雨や強風、強光の対策として、適宜、ブルーシートや遮光シートを使用します。



着床具の収納状況



着床具の遮光状況

図 3.2 着床具の輸送の例

(4) 中間育成棚の設置

まず、ハンマドリルを使用し、鉄筋を直接海底に 20～30cm の深さで差し込みます（図 3.3）。アルミニウム製着床具は、鉄筋にアルミニウムが直接接触すると腐食してしまうため、塩ビ管製の中間育成棚（表 3.1）を鉄筋に差し込んで設置します（図 3.4 左）。

FRP 製着床具の場合は、鉄筋を着床具の四隅に直接差し込み結束バンド（200mm、300mm）で固定するため、鉄筋のみで中間育成棚は完成です（図 3.4 右）。



中間育成棚用の鉄筋の差し込み状況

図 3.3 中間育成棚の設置



アルミニウム製着床具用の
中間育成棚の設置状況



FRP 製グレーチング着床具用の
中間育成棚の設置状況

図 3.4 中間育成棚の設置

(5) 着床具の設置

中間育成棚の設置後、棚上に結束バンドを用いてアルミニウム製着床具を固定します(図 3.5)。結束バンドをきつめに締め、台風時等の波浪により着床具が消失しないようにする必要があります。



着床具の設置状況



着床具固定後

図 3.5 着床具の固定

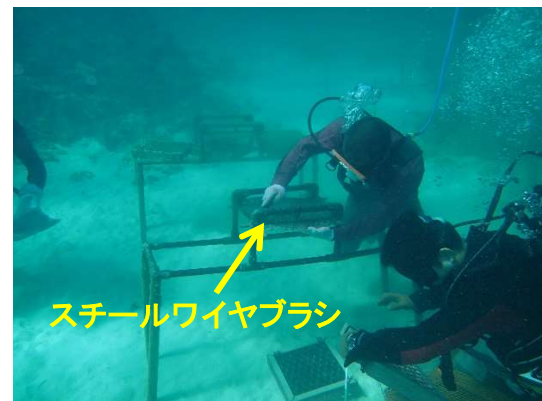
3.2.2 育成管理の実施

中間育成を開始した後、定期的に中間育成棚の状態確認や付着生物および藻類の除去を行う必要があります。管理の頻度は、着床具等に付着する藻類等の量によりますが、1～3 か月ごとで良いでしょう。

中間育成棚や着床具の掃除には、ブラシを用いて表面についた藻や付着生物を落とします。貝類やヘビガイ、ゴカイ等の堅い殻を持つ付着生物の場合は、ラジオペンチやピンセットを用いて除去します(図 3.6)。



中間育成棚設置から3ヶ月後の状況



中間育成棚の掃除状況

図 3.6 育成管理の様子

4章 中間育成後のサンゴの活用について

海域で中間育成を行った後、十分に成長したサンゴは、以下の方法によりサンゴ群集の増殖ために活用することができます。

4.1 移植

中間育成の開始から約3～4年が経過すると、直径約15～20cmまで成長したサンゴが見られます。このサイズまで大きくなったサンゴからは、移植用の断片を枝打ち（サンゴの枝を折ること）により採取することができます。

枝打ちは、中間育成棚上のサンゴからラジオペンチなどで、適切なサイズの断片を枝の根元から枝を折って行います。枝打ち後は、エポキシ樹脂（水中ボンド）を使用してサンゴの断片を天然の岩盤に接着し、固定します。

移植後は、藻類や付着生物の除去、固着状況の点検、育成状況の観察などの育成管理を定期的に行います。

4.2 親サンゴの確保

中間育成棚で育成を行っている親サンゴは、直径約15～20cmになると、産卵を行います。これらのサンゴから周囲に卵や幼生が播種されることにより、サンゴ群落の増殖が期待できます。