

IV-2. 現地実証レベルの移植及び保全技術の開発

1. 沖ノ鳥島におけるサンゴ移植及び保全技術開発

目 次

1. 沖ノ鳥島におけるサンゴ移植および保全技術開発.....	IV-2-1-1
1.1. はじめに	IV-2-1-1
1.2. 調査内容	IV-2-1-1
1.2.1. 調査概要	IV-2-1-1
1.2.2. 調査位置	IV-2-1-1
1.2.3. 調査項目	IV-2-1-2
1.2.4. 調査方法	IV-2-1-3
(1) 移植手法の検討.....	IV-2-1-3
(2) 移植サンゴの状況調査とメンテナンス.....	IV-2-1-3
1) 移植後のサンゴ成育状況.....	IV-2-1-3
2) メンテナンス方法の簡素化.....	IV-2-1-4
(3) サンゴ増殖実証試験基盤の状況把握.....	IV-2-1-5
1) 安定性の確認.....	IV-2-1-5
2) 新規加入状況の把握.....	IV-2-1-6
(4) 親サンゴの採取.....	IV-2-1-6
1.3. 調査結果	IV-2-1-7
(1) 移植手法の検討.....	IV-2-1-7
(2) 移植サンゴの状況調査とメンテナンス.....	IV-2-1-10
1) 移植後のサンゴ成育状況.....	IV-2-1-10
2) メンテナンス方法の簡素化.....	IV-2-1-14
(3) サンゴ増殖実証試験基盤の状況把握.....	IV-2-1-15
1) 安定性の確認.....	IV-2-1-15
2) 新規加入量調査.....	IV-2-1-18
(4) 親サンゴの採取.....	IV-2-1-19
1.4. 考察	IV-2-1-20
(1) 移植手法の検討.....	IV-2-1-20
1) 作業効率の検討.....	IV-2-1-20
2) 固定方法の検討.....	IV-2-1-22
(2) 移植サンゴの状況調査とメンテナンス.....	IV-2-1-23
1) 移植後のサンゴ成育状況.....	IV-2-1-23
2) メンテナンス方法の簡素化.....	IV-2-1-28
(3) サンゴ増殖実証試験基盤の状況把握.....	IV-2-1-28
1.5. 結論	IV-2-1-29
(1) 移植手法の検討.....	IV-2-1-29

(2) 移植サンゴの状況調査とメンテナンス.....	IV-2-1-29
(3) サンゴ増殖実証試験基盤の状況把握.....	IV-2-1-29
1.6. 今後の課題	IV-2-1-30

1. 沖ノ鳥島におけるサンゴ移植および保全技術開発

1.1. はじめに

サンゴの移植は、これまで第1フェーズ中に2回、第2フェーズ中に2回の計4回
行っており、今回が5回目の移植である。

第1フェーズでは、ノル（天然岩礁）に直接着床具を固定する方法を用いたが、作
業効率の面から第2フェーズでは、サンゴ増殖実証試験基盤を設置し、その基盤に固
定する技術の検討を行っている。着床具については、初回の格子状着床具から改良を
加え、タイル状着床具を経て、今回は角柱型着床具を用いた移植を行った。

過年度に移植したサンゴについては、追跡調査を実施し、試験基盤による特性や固
定方法による移植サンゴの成育状況の違いなどを検証した。

その他、サンゴ増殖実証試験基盤については、安定性の確認や増殖礁の付加機能と
してサンゴ幼生の新規加入状況についても調査を実施した。

1.2. 調査内容

1.2.1. 調査概要

IV.1. 沖ノ鳥島サンゴ生育環境調査を参照。

1.2.2. 調査位置

図-IV.2.1.2.1 に各調査の位置を示す。

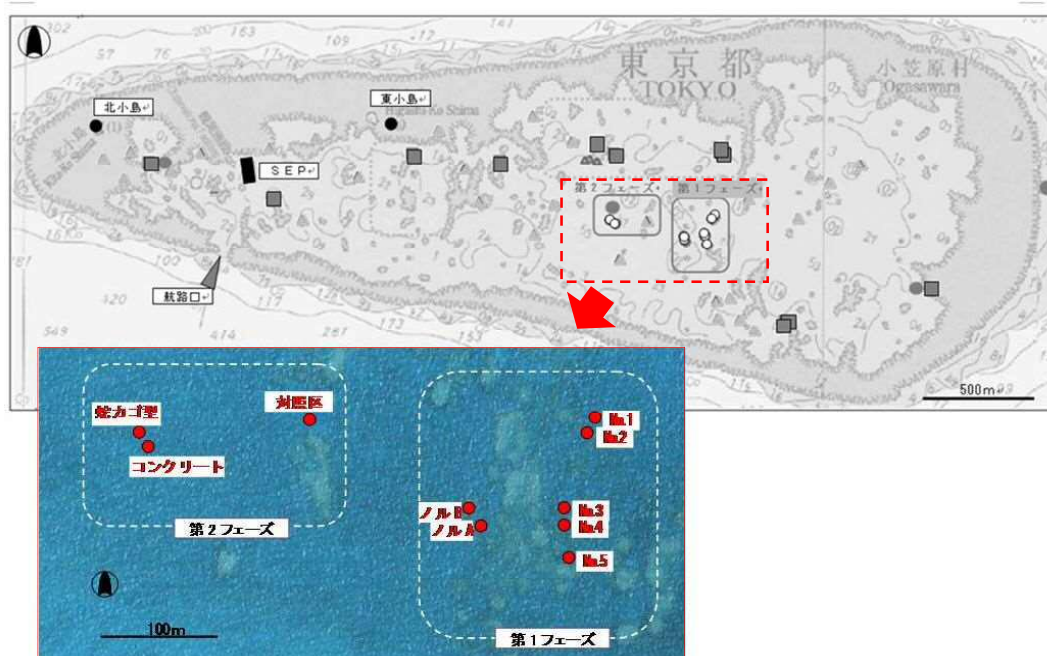


図-IV.2.1.2.1 移植位置図

1.2.3. 調査項目

今年の調査項目の一覧を表-IV.2.1.2.1に示す。

調査項目は、移植手法の検討として、効率的・効果的な移植技術の検討を行うとともに、移植後の維持管理内容を整理し、維持管理の簡素化を検討した。また、移植基盤のサンゴ増殖実証試験基盤の安定性やサンゴの新規加入状況の把握を目的とした調査を実施した。

その他、種苗生産に用いる親サンゴの採取を実施した。

表-IV.2.1.2.1 調査項目一覧

調査項目		調査目的
移植手法の検討	効率的な移植方法の検討	・角柱型着床具の輸送から移植までの作業効率の向上を検討する。
	生育に適した移植方法の検討	・水平移植と垂直移植による生残・活性状況をモニタリングすることで、生育に適した移植方法を検討する。
	維持管理手法の検討	・第1フェーズおよび第2フェーズの移植サンゴを対象に、点検・修繕を実施し、移植後のメンテナンス労力の軽減、作業の簡素化、管理項目について検討する。
増殖基盤の検討	安定性確認	・サンゴ増殖実証試験基盤の移動や埋没状況の計測および観察を実施し、試験基盤の安定性を確認する。
	新規加入量調査	・サンゴ増殖試験基盤へのサンゴの新規加入状況を目視観察し、加入場所、方位、材質などの傾向を把握する。
親サンゴの採取		・種苗生産に用いる親サンゴの採取を実施する。

1.2.4. 調査方法

(1) 移植手法の検討

移植作業のフローを図-IV.2.1.2.2 に示す。

今回実施した移植方法について、作業時間、作業時の留意事項、管理項目を記録し、従来型の手法と比較することで、作業効率や実施体制、使用機材等を検討した。

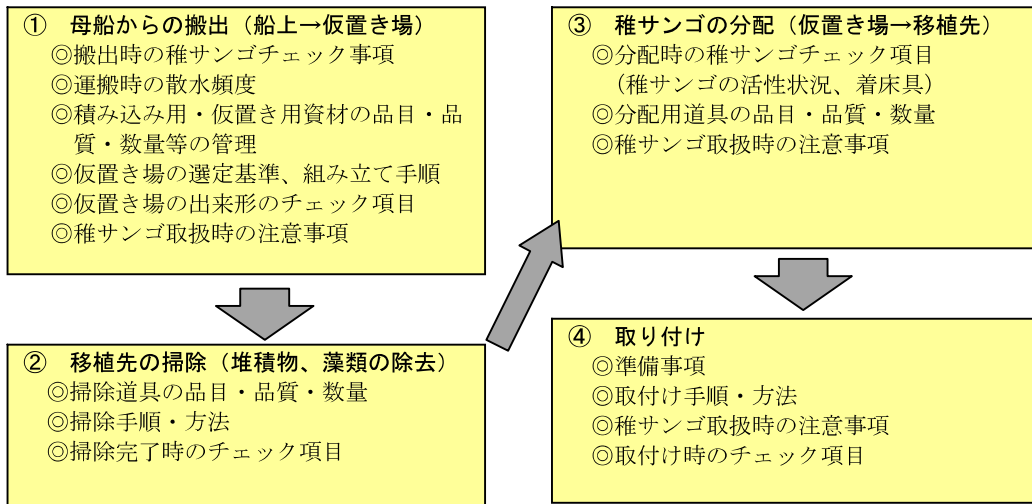


図-IV.2.1.2.2 移植作業フロー

(2) 移植サンゴの状況調査とメンテナンス

1) 移植後のサンゴ成育状況

過去に移植した稚サンゴを対象に表-IV.2.1.2.2 の項目について観察した。移植サンゴの生残率、活性状況およびサンゴ面積の増加量を表-IV.2.1.2.3 の区分で比較し、最適な移植方法を検討した。

表-IV.2.1.2.2 第2フェーズに移植した稚サンゴの観察項目

観察項目	観察区分	評価項目
生存・死亡状況	①生存 ②一部分死亡 ③大部分死亡 ④全部分死亡	移植方法別の生残率の評価
活性状況	①健全 ②弱っている ③死亡	
生サンゴの面積	生きたサンゴ部分の面積を算出 (写真撮影後、画像解析により計測)	移植方法別の成長量の評価
その他	食害、藻類の被覆状況等を記録	成長阻害要因の把握

表-IV.2.1.2.3 移植方法の比較方法

比較区分	観 察 区 分
移植基盤	コンクリート型、じゃかご型、対照区
移植方法	水平移植、垂直移植
移植種	<i>A.tenuis</i> (種苗・断片) <i>A. sp. aff. divaricata</i> (種苗) <i>A.globiceps</i> (種苗)

2) メンテナンス方法の簡素化

第1・第2フェーズの移植サンゴに対する維持管理項目を表-IV.2.1.2.4に示す。

維持管理作業は、点検・修繕時の作業状況や部品交換数量等を記録するとともに、各工程の重要なポイントの状況を写真撮影した。点検・修繕を実施する中で、サンゴ移植後のメンテナンス労力の軽減、作業の簡素化、管理項目について検討した。

表-IV.2.1.2.4 点検箇所とその対応の一覧

点検箇所		対応方法	
着床具	亀裂, 剥離, 剥落	サンゴが生存している場合は、着床具取付補助具に再度取り付ける。ただし、取り付け困難な場合は、安定した場所に水中ボンドで固定する	
	海藻被覆・付着動物	ブラシやスクレーパー等を用いて可能な限り海藻や付着動物を除去する	
	浮泥の堆積	スポイト等を用いて可能な限り浮泥を払拭、あるいは除去する	
着床具固定具	支柱	転倒, 歪み, 傾き	支柱のガタツキを確認し、状況に応じて水中ボンドを追加して補強する
		脱落, 腐食, 亀裂	取り換え
	蝶ナット	緩み, 外れ	締め直し
		腐食, 亀裂	取り換え
	パッキン	脱落, 劣化, 欠損	取り換え
	水中ボンド	亀裂, 欠損, 剥離	水中ボンドを添加して補強する
食害防止ネット	脱落, 破損, 断裂	取り換え、修繕	

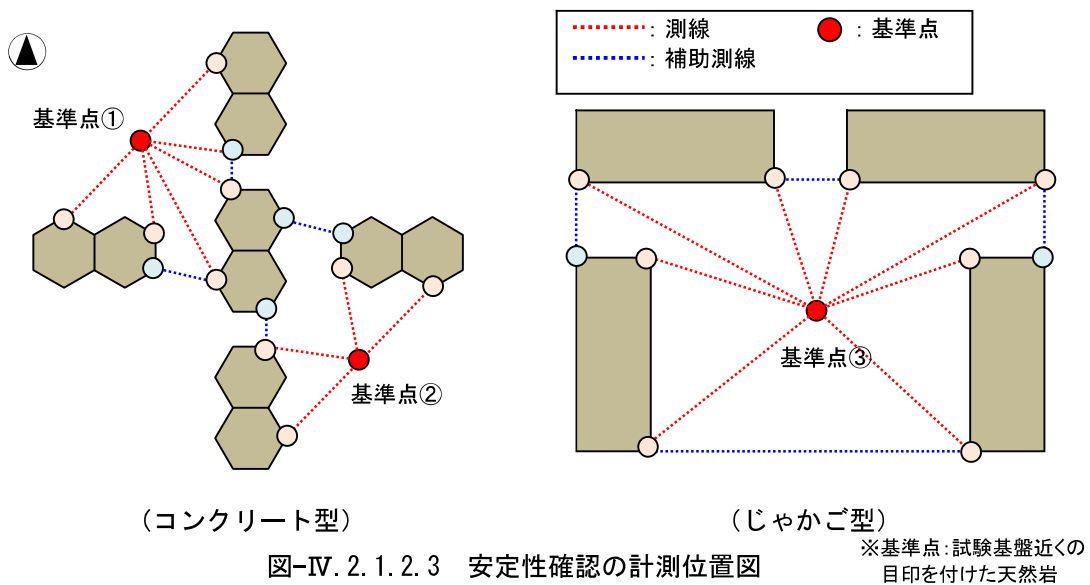
(3) サンゴ増殖実証試験基盤の状況把握

1) 安定性の確認

試験基盤の安定性については、表-IV.2.1.2.5 に示す項目について観測し、安定性を確認した。調査結果は、昨年度の計測結果や目視観察と比較し、安定性を評価した。

表-IV.2.1.2.5 安定性確認の調査項目

調査項目	調査方法	評価項目
砂礫の堆積状況	・各移植基盤について堆積範囲、堆積厚、堆積した砂礫の性状を方位別に計測する。	基盤の埋没状況の確認
	・各試験基盤の周辺についてサンゴ片の堆積状況を目視観察する。 ⇒確認された場合は、サンゴの種類、サイズ、状況の記録および写真撮影を行う。	フラグメンテーション効果の確認
基盤の移動	・基準点（目印を付けた天然岩）から試験基盤の直線距離を計測する。また、補助的にそれぞれの試験基盤との距離も計測する（図-IV.2.1.2.35 参照）。	基盤の移動状況の確認

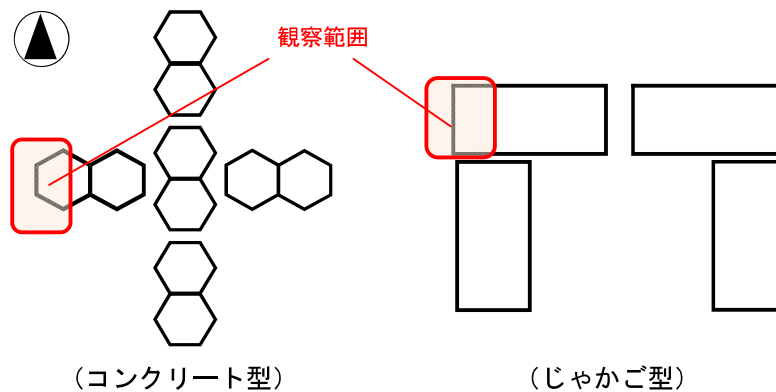


2) 新規加入状況の把握

試験基盤への新規加入について、概観しながら着生個所を把握し、代表する場所として図-IV.2.1.2.4 に示す範囲を選定した。選定場所について、着生数、種類、方位、着生部位について目視観察を実施した。

表-IV. 2. 1. 2. 6 試験基盤の観察部位区分

試験基盤タイプ		区分
コンクリート型	外側	コンクリート壁面: 水平面(天端)、垂直面(側面) 食害防止ネット: 枠、ネット、留金ネジ その他: 接合部、屈曲部等
	内側	コンクリート壁面: 水平面、垂直面 格子状基盤: 平面基盤、垂直基盤 その他: 接合部、屈曲部、溝加工部等
じゃかご型		じゃかご、格子状基盤、自然石



(コンクリート型)

(じゃかご型)

図-IV. 2. 1. 2. 4 新規加入量調査のモニタリング位置

(4) 親サンゴの採取

種苗生産に用いる親サンゴとして *A. g lobiceps* および *A.sp.aff. divaricata* を各 10 群体の計 20 群体を採取した。採取方法は、タガネおよびハンマーを用い、群体表面を傷つけないように注意しながら採取した。

1.3. 調査結果

(1) 移植手法の検討

1) 移植数量

平成 25 年度の移植数量の内訳を表-IV.2.1.3.1 に示す。

今回は、2,265 個の角柱型着床具を第 2 フェーズのコンクリート型、蛇カゴ型および対照区（天然礁）に移植した。

表-IV.2.1.3.1 移植した稚サンゴ

種 名		角柱型着床具数
断片移植	<i>A. tenuis</i>	1,888 個
種苗生産	<i>A. tenuis</i>	323 個
	<i>A. globiceps</i>	-
	<i>A.sp.aff. divaricata</i>	54 個
総 計		2,265 個

2) 稚サンゴの移植（作業効率向上の検討）

①運搬準備：稚サンゴ梱包作業

移植予定の稚サンゴについて、目視観察と写真撮影を行い、稚サンゴの活性状況を記録した。観察時に、白化や委縮がみられる稚サンゴは除外した。

また、選別後に搬出する稚サンゴは、着床具のタイプごとに梱包した。角柱型着床具は 100 個を 1 ブロックとして図-IV.2.1.3.1 のようにまとめた。また、搬出時の飼育水温を記録し船上水槽との水温差がないのを確認した。



(稚サンゴの活性状況確認)



(運搬ケースへの梱包状況)

図-IV.2.1.3.1 稚サンゴの梱包方法

②母船への積み込み

サンゴ種苗センターから母船への搬出は、運搬用水槽（250L）を設置した小型船を用い、母船と港の間を往復した。小型船や母船内の運搬時は、水槽に蓋またはブルーシートを被せて遮光し、強光によるストレスを軽減させた。



(運搬水槽への格納状況)



(運搬時の遮光状況)

図-IV. 2. 1. 3. 2 稚サンゴの運搬方法

③船上飼育

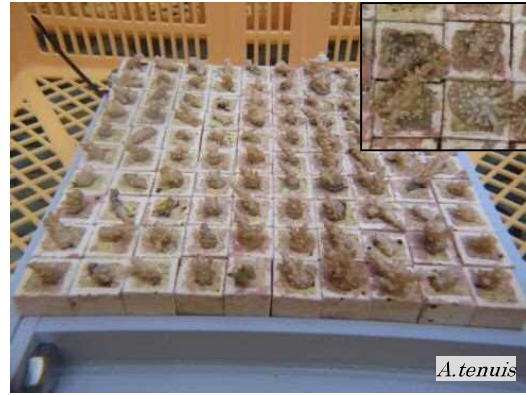
船上飼育中の作業内容を表-IV.1.3.2 に示す。作業回数や時間および状況を記録した。

表-IV. 1. 3. 2 船上飼育の作業内容

項目	実施頻度、時間	備考
換水	3回/日(9時、15時、21時)	1回につき1/3の水量を換水
稚サンゴの観察	3回/日(9時、15時、21時)	9時のみ写真撮影を実施
水温確認	2時間間隔(9時~21時)	
散水	日中(10時~16時)	晴天時のみ実施
水槽底面の掃除	換水時に適宜実施	有機物が確認された場合



(船上飼育施設の状況)



(輸送中の稚サンゴの状況：5月30日撮影)

図-IV. 2. 1. 3. 3 船上飼育の状況

④仮置き場への運搬

沖ノ鳥島到着後、船上水槽から速やかに礁内の仮置き場へ搬出し養生した。今回の仮置き場は、第2フェーズのコンクリート型試験礁（西側）に設置した（図-IV.2.1.3.6）。



図-IV. 2. 1. 3. 4 仮置き場への運搬状況

⑤移植準備

固定する格子状基盤に付着している海藻類や堆積物の除去を行った。除去作業の際は、付着している藻類の種類、堆積物の状況および作業時間を記録するとともに、除去の前後や除去状況を写真撮影した。移植準備作業は4人で実施し、3.5日を要した。



図-IV. 2. 1. 3. 5 移植準備の状況（移植基盤の清掃）

⑥移植

移植場所は、コンクリート型は西側および北側試験基盤（南側）、じゃかご型は南西側（北側）と南東側（南側）の試験基盤に移植した。モニタリング用着床具は、試験基盤内の格子状基盤、移植のみ着床具は、格子状基盤と試験基盤の外側にも移植した。また、過去に移植したモニタリング対象外の着床具で全死亡したものは回収した。移植作業は4人で実施し、3.0日を要した。

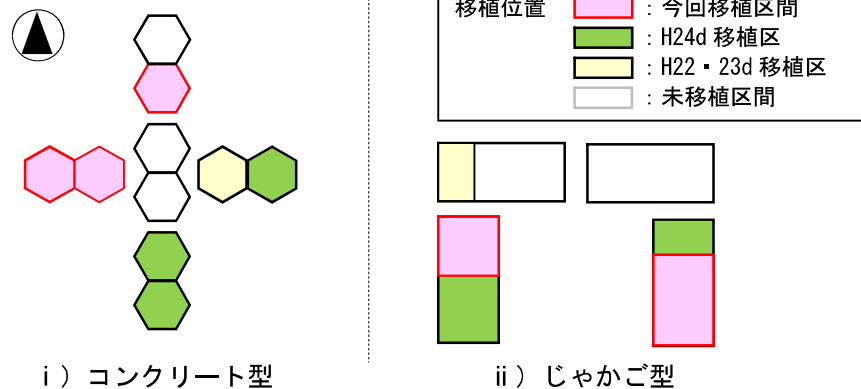
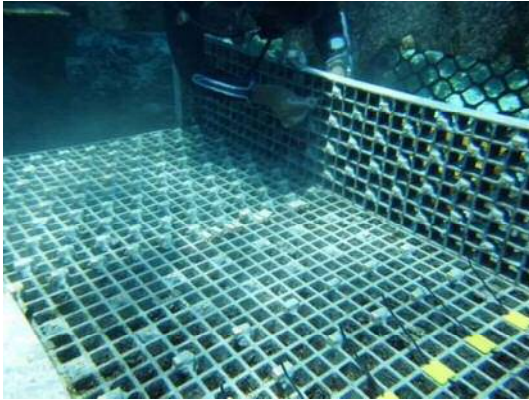
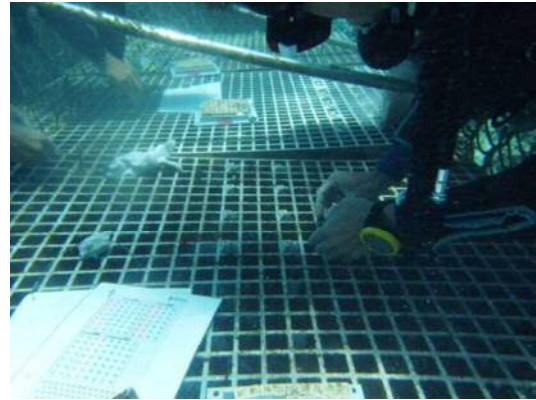


図-IV. 2. 1. 3. 6 サング増殖実証試験基盤（第2フェーズ）の移植位置



(コンクリート型)



(じゃかご型)

図-IV.2.1.3.7 移植作業の状況

(2) 移植サンゴの状況調査とメンテナンス

1) 移植後のサンゴ成育状況

稚サンゴの移植は過年度に計5回実施しており、各移植の生残率とサンゴ被度の経年変化および2013年5月調査時のサンゴ生育状況写真を図-IV.2.1.3.9～図-IV.2.1.3.15に示す。また、各移植の概要を表-IV.2.1.3.3～表-IV.2.1.3.6に示す。

2008年5月移植では、移植2年後以降は生残率が60%程度で推移していたが、移植3年後の2011年5月調査時に生残率は41.6%まで減少し、移植4年後が19.7%、移植5年後の2013年5月は10.3%の生残率となった。着床具あたりのサンゴ面積は、移植直後(9.2cm²)から増加し、移植2年後の2010年7月調査に29.1cm²まで増加した。移植3年後以降は減少傾向にあり、移植5年後の今年は、12cm²であった。

2009年1月移植では、移植1年半後は生残率が60%程度であったが、移植2年半後の2011年5月調査時に生残率は26.8%まで減少し、移植3年半後が17.0%、移植4年半後の今年は10.7%の生残率となった。サンゴ面積は、移植直後(11.2cm²)から半年後はやや減少したが、移植1年半後の2010年7月調査に16.1cm²まで増加した。移植2年後の2011年5月調査では減少したものの、移植4年半後の今年はやや増加し11.6cm²であった。

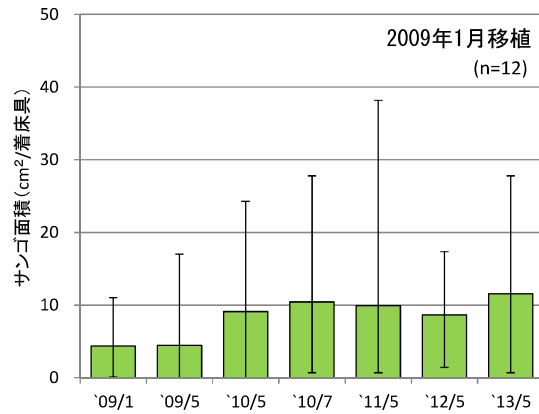
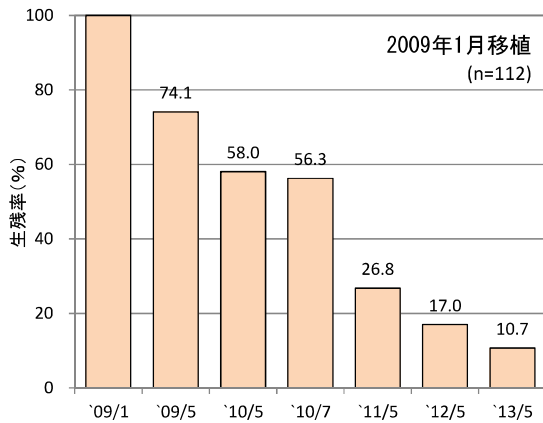


図-IV. 2. 1. 3. 10 2009年1月移植のサンゴ被度の経時変化

表-IV. 2. 1. 3. 4 2009年1月移植の概要

移植時期	2009年1月(第1フェーズ)
移植先	天然礁
着床具	格子状着床具+タイル状着床具
移植種・数量	<i>A.tenuis</i> (340枚) <i>A.globiseps</i> (93枚) <i>A.sp.aff.divaricata</i> (15枚) 計 448枚

モニタリング対象は表記数量の一部で実施



図-IV. 2. 1. 3. 11 移植サンゴの生育状況

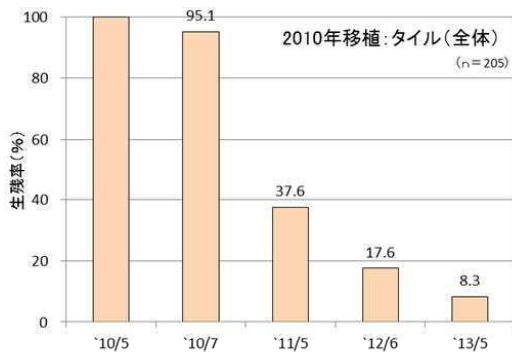


図-IV. 2. 1. 3. 12 2010年5月移植のサンゴ被度の経時変化

表-IV. 1. 3. 5 2010年5月移植の概要

移植時期	2010年5月(第2フェーズ)
移植先	サンゴ増殖実証試験礁 (コンクリート型、じゃかご型)
着床具	タイル状着床具
移植種・数量	<i>A.tenuis</i> (468枚) <i>A.globiseps</i> (187枚) <i>A.sp.aff.divaricata</i> (91枚) 計 746枚

モニタリング対象は表記数量の一部で実施

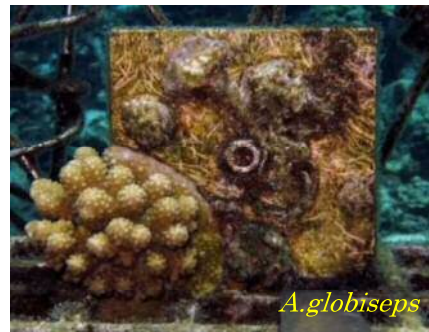


図-IV. 2. 1. 3. 13 移植サンゴの生育状況

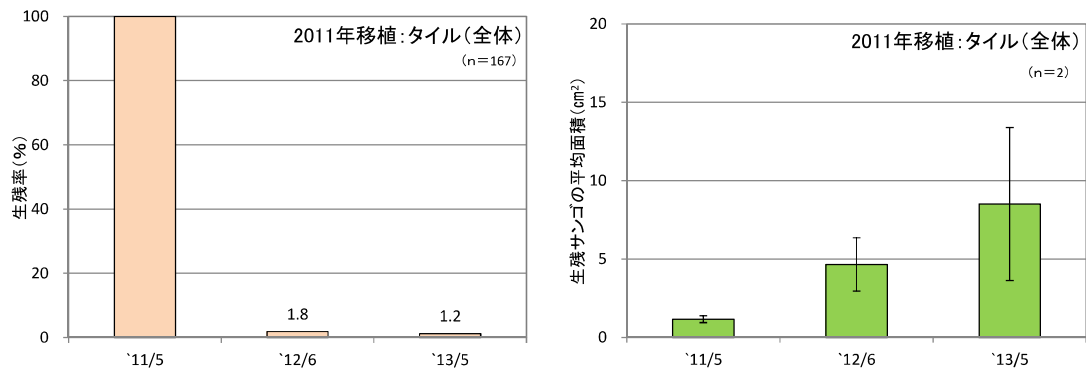


図-IV. 2. 1. 3. 14 2011年5月移植の生残率とサンゴ被度の経時変化

表-IV. 2. 1. 3. 6 2011年5月移植の概要

移植時期	2011年5月(第2フェーズ)
移植先	サンゴ増殖実証試験礁 (コンクリート型、じゃかご型)
着床具	タイル状着床具
移植種 ・数量	<i>A.tenuis</i> (164枚) <i>A.globisepts</i> (139枚) <i>A.sp.aff.divaricata</i> (218枚) 計521枚

モニタリング対象は表記数量の一部で実施



図-IV. 2. 1. 3. 15 移植サンゴの生育状況

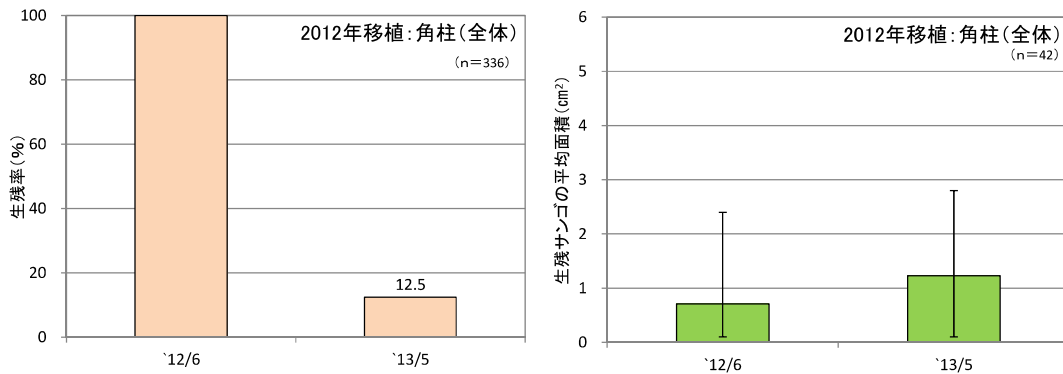


図-IV. 2. 1. 3. 16 2012年6月移植の生残率とサンゴ被度の経時変化

表-IV. 2. 1. 3. 7 2012年6月移植の概要

移植時期	2012年6月(第2フェーズ)
移植先	サンゴ増殖実証試験礁 (コンクリート型、じゃかご型)
着床具	タイル状着床具+角柱型着床具
移植種 ・数量	<i>A.tenuis</i> (995枚) <i>A.globisepts</i> (350枚) <i>A.sp.aff.divaricata</i> (322枚) 計1,667枚

モニタリング対象は表記数量の一部で実施

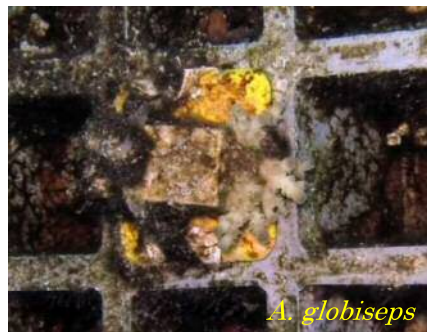


図-IV. 2. 1. 3. 17 移植サンゴの生育状況

2) メンテナンス方法の簡素化

過年度に移植した着床具について、全ての着床具の固定状況を点検し、付着した海草藻類の除去や錆などの劣化がみられた固定器具の交換を実施した。

除去した海草藻類はイチズタや藍藻類で、交換した固定器具は文字ピースであった。メンテナンスは4人で実施し、第1フェーズに2日間、第2フェーズに2日間の計4日間を要した。

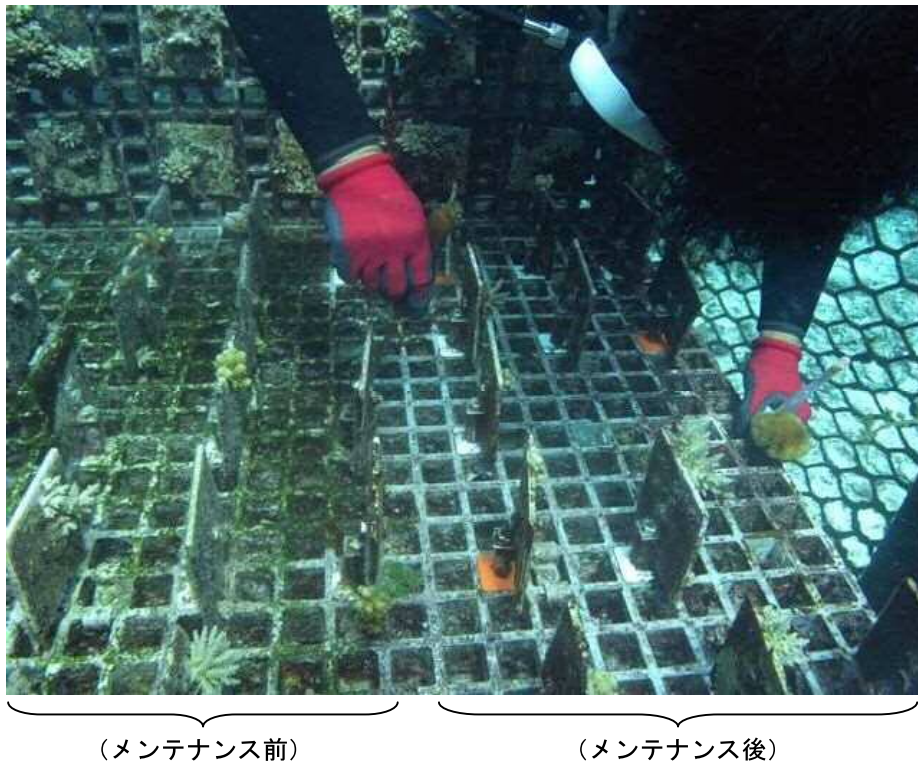


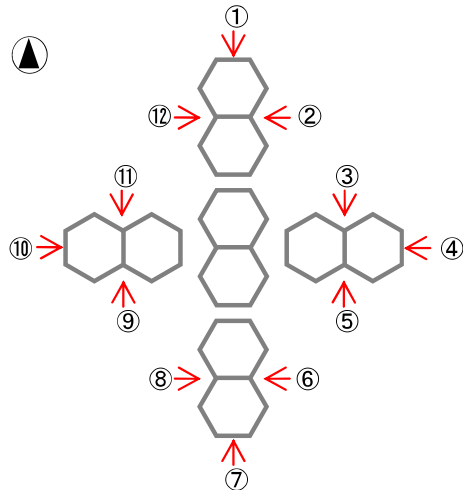
図-IV. 2. 1. 3. 18 メンテナンスの実施状況 (コンクリート型)

(3) サンゴ増殖実証試験基盤の状況把握

1) 安定性の確認

① 試験基盤周辺の堆積砂厚の計測

基盤別・方位別に砂礫の堆積範囲および堆積厚を計測し、堆積物の性状を目視観察した。設置後、3年3カ月後の本調査において、試験基盤底を基準として-20 cm～+30 cmの砂礫の堆積や洗掘が確認された。









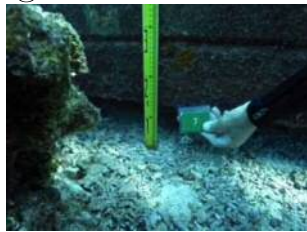
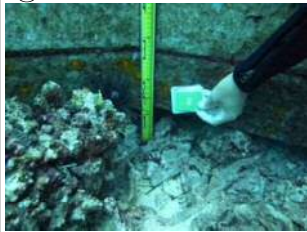
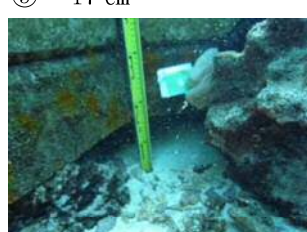



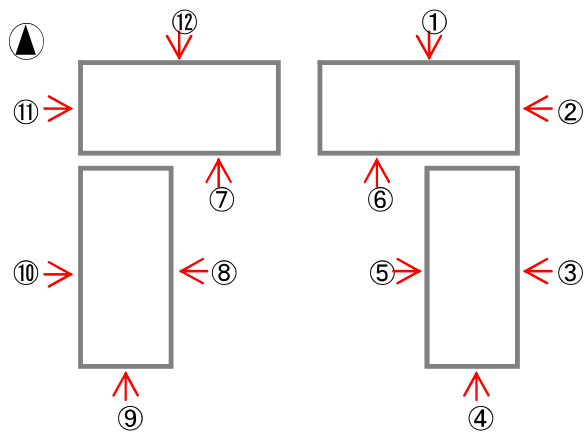
① -8 cm 	② +7 cm 	③ +29 cm 	④ +3 cm 
⑤ +12 cm 	⑥ +16 cm 	⑦ -13 cm 	⑧ -13 cm 
⑨ -17 cm 	⑩ +2 cm 	⑪ +20 cm 	⑫ -15 cm 

図-IV. 2. 1. 3. 19 試験基盤周囲の海底面状況：コンクリート型



※図内の数値は試験基盤底から海底までの距離を示す。

① +18 cm 	② 0 cm 	③ 0 cm 	④ +15 cm
⑤ -10 cm 	⑥ -10 cm 	⑦ -16 cm 	⑧ 0 cm
⑨ -20 cm 	⑩ +10 cm 	⑪ -4 cm 	⑫ 0 cm

図-IV. 2. 1. 3. 20 試験基盤周囲の海底面状況：じゃかご型

②試験基盤の安定性確認（簡易計測）

天然の岩を基準点として、各試験基盤までの直線距離を計測した。計測箇所は、昨年度と同一箇所とし、比較できるようにした。

計測の結果、昨年度の計測値との差は0.0m～0.4mであった。

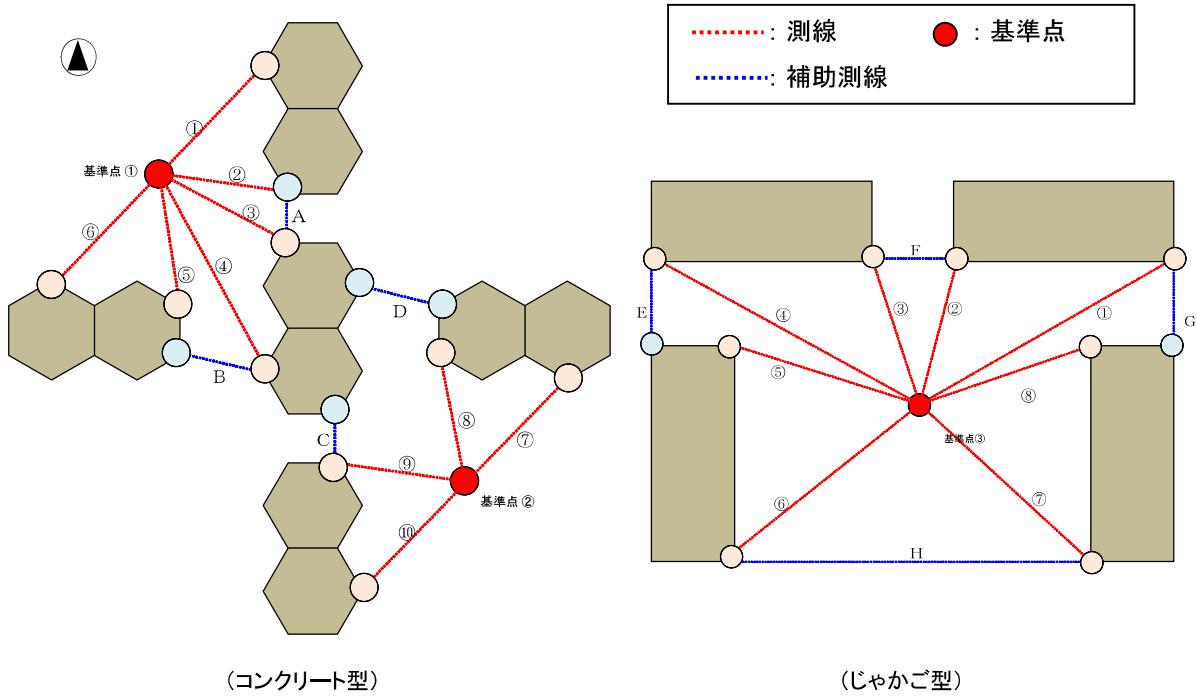


図-IV. 2. 1. 3. 21 安定性確認の計測位置図

表-IV. 2. 1. 3. 8 安定性確認の計測結果と前回計測との比較（コンクリート型）

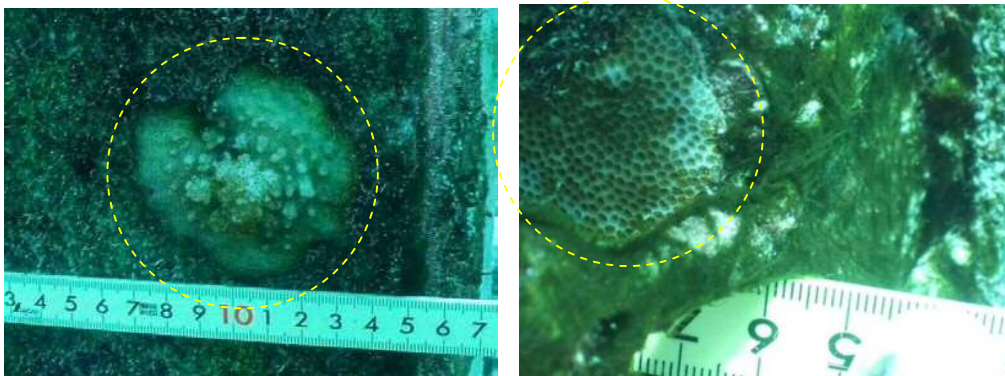
位置	H23年	H24年	H25年	位置	H23年	H24年	H25年
①	5.6m	5.5m	5.5m	A	1.4m	1.4m	1.3m
②	7.0m	7.0m	7.0m	B	1.5m	1.4m	1.5m
③	7.7m	7.7m	7.7m	C	1.5m	1.4m	1.5m
④	9.6m	9.6m	9.6m	D	1.4m	1.4m	1.3m
⑤	7.5m	7.5m	7.5m	(Measurement lines for concrete type are consistent with previous years)			
⑥	5.9m	5.7m	5.8m				
⑦	6.1m	5.9m	5.8m				
⑧	7.8m	7.7m	7.7m				
⑨	7.3m	7.2m	7.2m				
⑩	5.5m	5.5m	5.5m				

表-IV. 2. 1. 3. 9 安定性確認の計測結果と前回計測との比較（じゃかご型）

位置	H23年	H24年	H25年	位置	H23年	H24年	H25年
①	7.2m	7.4m	7.4m	E	1.2m	1.3m	1.5m
②	5.8m	5.7m	5.5m	F	1.2m	1.1m	1.2m
③	5.6m	5.9m	5.9m	G	1.3m	1.3m	1.3m
④	7.3m	7.5m	7.4m	H	5.2m	5.1m	4.8m
⑤	5.3m	5.4m	5.5m				
⑥	3.0m	2.5m	2.4m				
⑦	3.1m	2.8m	3.2m				
⑧	5.5m	5.2m	5.3m				

2) 新規加入量調査

第2フェーズの試験基盤への新規加入について、着生部位ごとに着生数、種類、サイズを記録し、写真撮影を行った。昨年度と同様にじゃかご型よりもコンクリート型で多く加入群体が確認された。



(ハナヤサイソゴ属：コンクリート型No.12)

((ハマソゴ属：コンクリート型No.17)

図-IV. 2. 1. 3. 22 試験基盤に着生したサンゴの成育状況

表-IV. 2. 1. 3. 10 新規加入サンゴの観察結果一覧

【コンクリート型】

【じゃかご型】

No.	属又は種	平成24年6月	平成25年5月	着生位置	No.	属又は種	平成24年6月	平成25年5月	着生位置
1	ハナヤサイソゴ属	2 × 3	3.4 × 3.5	コンクリート内側	1	ハナヤサイソゴ属	2 × 2	3 × 3	格子状基盤
2	ハナヤサイソゴ属	2.5 × 3	3.8 × 3.4	コンクリート内側	2	ハナヤサイソゴ属	-	3 × 2	格子状基盤
3	ハナヤサイソゴ属	3 × 3	3 × 3	コンクリート内側	3	ハナヤサイソゴ属	-	2 × 1	格子状基盤
4	ハナヤサイソゴ属	4 × 3	2 × 2	コンクリート内側					
5	ハナヤサイソゴ属	4 × 6	6 × 5.5	コンクリート内側					
6	ハナヤサイソゴ属	2 × 3	死 滅	コンクリート内側					
7	ハナヤサイソゴ属	2.5 × 2.5	2.5 × 3.0	コンクリート内側					
8	ハナヤサイソゴ属	2 × 3	死 滅	コンクリート内側					
9	ハナヤサイソゴ属	2 × 3	死 滅	コンクリート内側					
10	ハナヤサイソゴ属	2 × 2	死 滅	コンクリート内側					
11	ハナヤサイソゴ属	1.5 × 1.5	死 滅	コンクリート内側					
12	ハナヤサイソゴ属	2 × 3	5.5 × 6.5	コンクリート内側					
13	ハナヤサイソゴ属	2 × 3	死 滅	コンクリート内側					
14	ハナヤサイソゴ属	2 × 2.5	死 滅	コンクリート内側					
15	ハナヤサイソゴ属	2 × 2	死 滅	コンクリート内側					
16	キクメイソ属	-	2 × 2	コンクリート内側					
17	ハマソゴ属	-	2 × 3	コンクリート内側					

単位：cm

(4) 親サンゴの採取

今後の種苗生産に使用するための親サンゴとして、直径 20cm 程度の *A. globiceps* および *A. sp aff divaricata* を地図に示す地点の周辺で各 10 群体の計 20 群体採取した。採取に当たっては、各群体について「採取前」「採取状況」「採取後」「採取サンゴ」の撮影を行った。

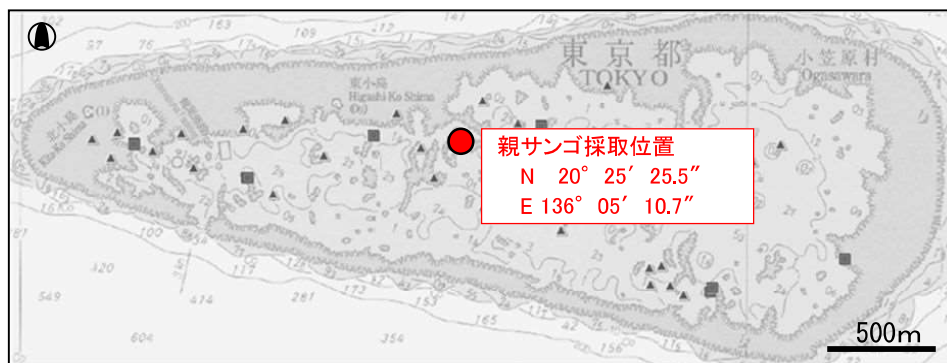


図-IV. 2. 1. 3. 23 サンゴ採取位置



(採取前)



(採取状況)



(採取後)



(採取したサンゴ群体)

図-IV. 2. 1. 3. 24 親サンゴの採取状況

1.4. 考察

(1) 移植手法の検討

1) 作業効率の検討

移植作業内容と作業効率について、過年度に実施した結果と今回の結果の比較を表・IV.2.1.4.1 に示す。

今回の移植では、角柱型着床具を効率的に収納・運搬できる運搬ケースの導入、効率的な着床具の固定方法の2点について改善した結果、作業効率が昨年度の83.4個/人日から87.1個/人日に向上した。

具体的には、角柱型着床具のブロック（100個：15cm×15cm）の扱いについて、テーピングによる固定から専用容器への収納固定と、運搬ケースを専用容器で脱着が容易かつコンパクトな形状に変更したことにより、昨年度よりも容易で安定した運搬方法にすることができた。また、船上水槽の設備においても、運搬ケースをコンパクトにしたことから、飼育水槽の収容個数が昨年度の600個/水槽から1,000個/水槽となり運搬能力の向上となった。

移植準備の基盤清掃は、格子状基盤の設置後の経過年数が増加したことにより、付着生物量が増加しており、除去作業に時間を要したため、前回の13分/m²から25分/m²と約2倍の時間を要する結果となった。

着床具の固定は、文字ピースと水中ボンドで実施し、固定に要した時間は平均2.9分/個であった。

その他、基盤清掃時においてオオヘビガイやイガイなどの付着動物が多く付着している場所があり、付着部分の除去が不十分であると「はめ込み型着床具」の固定時に凸部分が障害となり嵌らなくなる不具合が発生したため、念入りの清掃または付着防止対策が必要である。

表-IV.2.1.4.1 沖ノ鳥島への稚サンゴ移植の作業効率化の状況

		第1フェーズ			第2フェーズ		
		2008年5月	2009年1月	2010年5月	2012年6月	2013年6月	
移植数量		格子状・タイル状着床具 682枚	格子状・タイル状着床具 461枚	タイル状着床具 763枚	角柱型・タイル状着床具 1,667枚	角柱型着床具 2,265個	
概要		阿嘉島⇒沖ノ鳥島(船舶) 【船上水槽飼育】	那覇空港⇒羽田空港(飛行機) 【クーラーボックス梱包】 横浜港⇒沖ノ鳥島(船舶) 【船上水槽飼育】	阿嘉島⇒沖ノ鳥島(船舶) 【船上水槽飼育】	阿嘉島⇒沖ノ鳥島(船舶) 【船上水槽飼育】		
日数		4日間	1日間(飛行機) 9日間(船舶:荒天待機含む)	4日間	3日間		
主な作業		【船上水槽飼育】 ・水温管理 ・稚サンゴの状態観察(1回/日) ・飼育水の換水(3回/日) ・散水(水温上昇対策)	【クーラーボックス梱包】 ・クーラーボックスへの梱包	【船上水槽飼育】 ・水温管理 ・稚サンゴの状態観察(1回/日) ・飼育水の換水(3回/日) ・散水(水温上昇対策)			
主な資材・機材		【船上水槽飼育】 機材:揚水ポンプ(水替用)、水中ポンプ(飼育水槽用)、 資材:飼育水槽(1t水槽,8槽)、遮光ネット、散水ホース、 水槽固定具一式		(変更) ・飼育水槽(1t水槽,6槽)	(変更) ・飼育水槽(1t水槽,4槽)	(変更) ・飼育水槽(1t水槽,3槽) ・運搬ケース	
方法		天然礁への移植 ノルに支柱(ポルト)を設置し、着床具を固定	サンゴ増殖実証試験基盤への移植 試験基盤の格子状基盤に 角柱型・タイル状着床具を固定	試験基盤の格子状基盤にタイル状着床具を固定	試験基盤の格子状基盤に 角柱型着床具を固定		
作業員		【水中】・穴開け:2名 ・着床具固定:3~4名 【船上】・作業補助:1名	【水中】・着床具固定:3~4名 【船上】・作業補助:1名	【水中】・着床具固定:4名 【船上】・作業補助:1名	【水中】・着床具固定:4名 【船上】・作業補助:1名	【水中】・着床具固定:4名 【船上】・作業補助:1名	
主な作業		・着床具の仮置き ・支柱の設置 ・着床具の固定	・着床具の仮置き ・藻類や堆積物の除去 ・着床具の固定	・着床具の仮置き ・藻類や堆積物の除去 ・着床具の固定	・着床具の仮置き ・藻類や堆積物の除去 ・着床具の固定	・着床具の仮置き ・藻類や堆積物の除去 ・着床具の固定	
作業日数		仮置き場の設置:1日間 ・着床具の固定:9日間	仮置き場の設置:1日間 ・着床具の固定:3日間	・着床具の固定:4日間 (試験礁内に仮置き)	・着床具の固定:5日間 (試験礁内に仮置き)	・着床具の固定:6.5日間 (試験礁内に仮置き)	
作業効率		約12.4枚/人日	約21.0枚/人日	約47.7枚/人日	約83.4枚/人日	約87.1枚/人日	
主な資材・機材		機材:水中ドリル、コフレッカー 資材:支柱、ネット、ワッシャー(ステンレス)、ネット	機材:ドライバー、ブラシ 資材:文字ベース、ネット	機材:ドライバー、ブラシ 資材:文字ベース、ネット、水中ポンプ、結束バンド	機材:ドライバー、ブラシ 資材:水中ポンプ、結束バンド	機材:ドライバー、ブラシ 資材:水中ポンプ、結束バンド	

運搬ケースの改良により使用水槽の数量を削減

作業効率の向上を達成した

1日の水中作業時間=4.5h/人日(1.5h×3ダイブ)

2) 固定方法の検討

これまでの移植の経緯をみると、格子状着床具（12 cm角）から、タイル状着床具（10 cm角）を経て、現在は角柱型着床具（1.5 cm角）を導入しており、着床具の小型化を進めている。

本調査の着床具の固定方法は、「はめ込み型」と「水中ボンド型」を行っているが、「水中ボンド型」は、2種類の用剤を手で混合して使用するため、生サンゴ部へボンドが付着するリスクがあり、着床具の小型化に伴って扱いがより難しくなっている。

そこで、「水中ボンド型」の固定方法として、小型の着床具に対しても扱いが容易なガン式の水中ボンドを開発した（図-IV.2.1.4.1）。

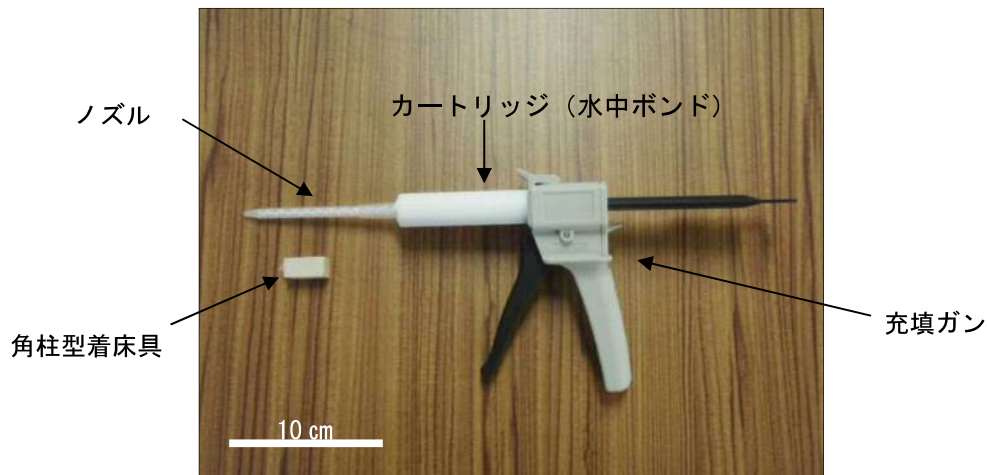


図-IV.2.1.4.1 開発したガン式水中ボンド

開発したガン式水中ボンドは、従来のエポキシ樹脂を使用しており、固定強度は同じである。ノズルの先端部分から少量の水中ボンドを定量で出すことが可能であり、細かい部位に的確に水中ボンドの塗布が可能となった。そのため、作業員が直接水中ボンドを触らずに移植作業が行えるため、サンゴへの付着リスクも低減できると考えられる。

本年度の検討は、水槽内での試験結果であるため、今後は実海域の使用データを蓄積し、課題の抽出や改善を行うことが必要である。

(2) 移植サンゴの状況調査とメンテナンス

1) 移植後のサンゴ成育状況

過年度に移植したサンゴのモニタリングについて、移植方法（垂直・水平）の比較結果を図-IV.2.1.4.3～図-IV.2.1.4.4、増殖試験礁タイプ（コンクリート型・じゃかご型）の比較を図-IV.2.1.4.6、着床具の固定方法（はめ込み型・水中ボンド型）の比較を図-IV.2.1.4.8、移植したサンゴ種の比較を図-IV.2.1.4.9に示す。

移植方法別の生残率比較では、各移植年とも水平移植よりも垂直移植の方が高い結果となった。成長状況の比較では、2011年・2012年移植の垂直移植で増加していた。また、2012年移植について、垂直移植を移植基盤別（格子状基盤（平板・縦板）、棚板）で比較すると、格子状基盤（縦板）が最も高い生残率を示した。

以上のことから、移植サンゴの移植方法は格子状基盤（縦板）に垂直移植が適していると考えられる。

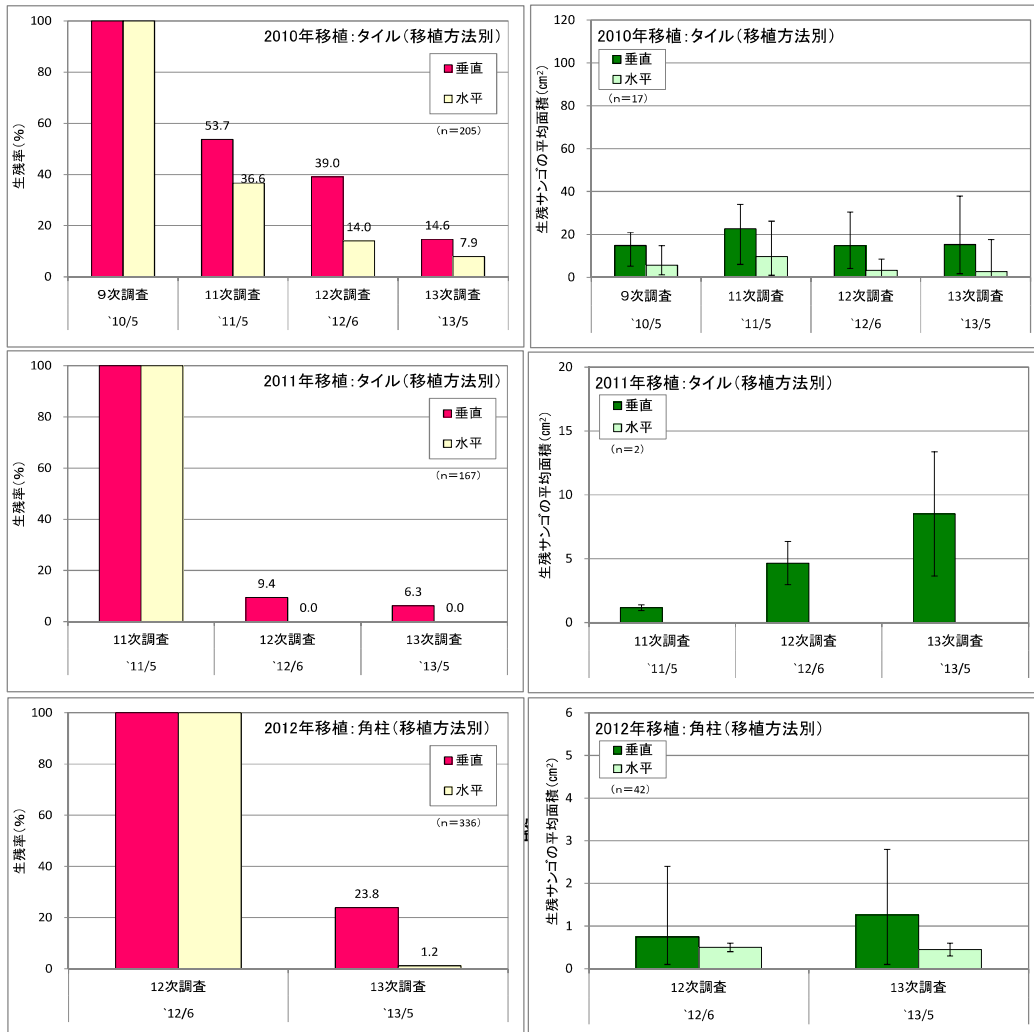
増殖実証試験基盤タイプの生残率比較では、2011年移植では明瞭な傾向を示していないものの、概ねコンクリート型の方が高い結果となった。成長状況の比較でも、2010年・2012年移植でコンクリート型の方で増加量が多い結果となった。

本調査の結果からは、じゃかご型よりもコンクリート型の方がサンゴの生育に適している結果となった。しかし、目視観察の状況から、じゃかご型の死滅した着床具には魚類よる食痕が多数確認されており、移植サンゴへの食害対策が不十分であった可能性が考えられる（図-IV.2.1.4.7参照）。したがって、今後は、じゃかご型への食害対策を見直した上で、増殖試験礁タイプの比較検討を行う必要があると考えられる。

固定方法の比較では、移植1年後における差はみられなかった（図-IV.2.1.4.8）。

移植サンゴ種の生残率比較では、2010年移植では *A.tenuis*（枝移植）と *A.globiceps*、2011年移植では *A.globiceps* が高い結果であった。成長状況の比較では、2010年・2011年・2013年移植ともに *A.globiceps* が増加していた。

本年度の結果からは、*A.globiceps* がもっとも移植に適応している結果となったが、種間の差は移植年によって異なっていた。これらは、移植する稚サンゴの健康性や移植した年の環境にも大きく影響を受けているものと考えられることから、今後も移植を継続してデータを蓄積することにより、長期的かつ総合的に評価することが望ましい。



着床具の移植方法について

- ・垂直移植：着床具の椎サングが付着している面が垂直
- ・水平移植：着床具の椎サングが付着している面が水平

図-IV. 2. 1. 4. 3 移植方法（垂直移植と水平移植）の経年比較

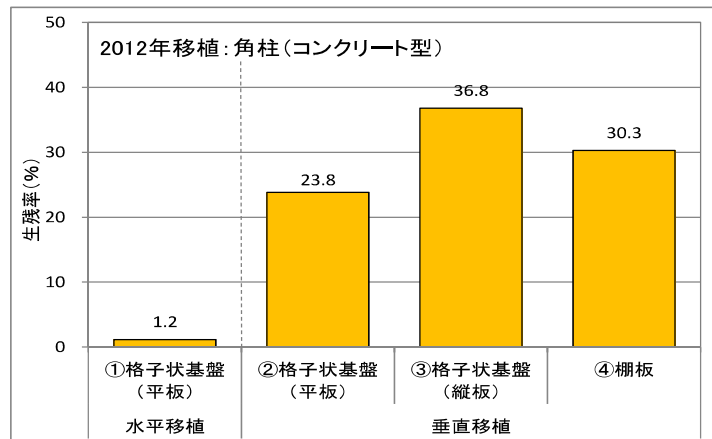
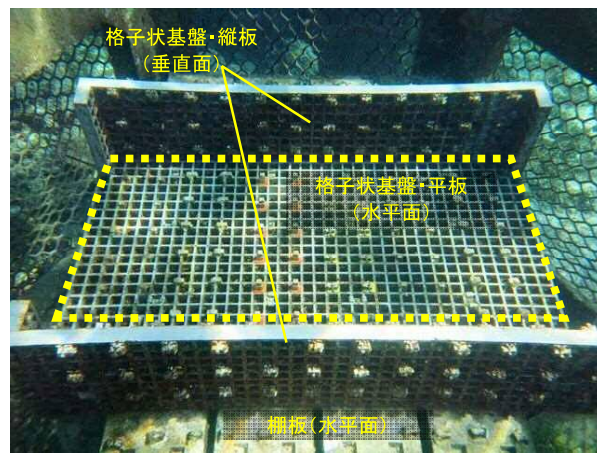


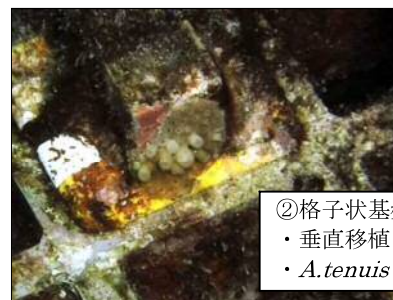
図-IV. 2. 1. 4. 4 2012年移植サンゴの移植基盤別の生残率
(2012年移植・角柱)



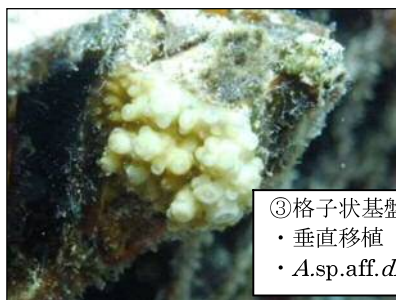
※着床具サイズ
(1.5×1.5×3.0 cm)



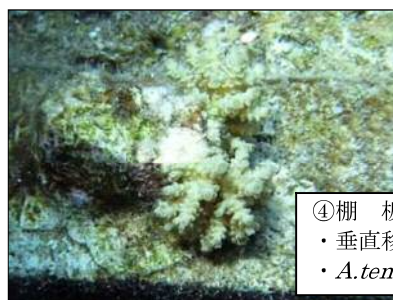
① 格子状基盤 (平板)
・ 水平移植
・ *A.sp.aff.divaricata*



② 格子状基盤 (平板)
・ 垂直移植
・ *A.tenuis*



③ 格子状基盤 (縦板)
・ 垂直移植
・ *A.sp.aff.divaricata*



④ 棚板
・ 垂直移植
・ *A.tenuis*

図-IV. 2. 1. 4. 5 第2フェーズの非モニタリング区に移植したサンゴの状況



図-IV. 2. 1. 4. 6 増殖試験礁タイプ（コンクリート型とじゃかご型）の経年比較



図-IV. 2. 1. 4. 7 じゃかご型に移植した着床具の状況

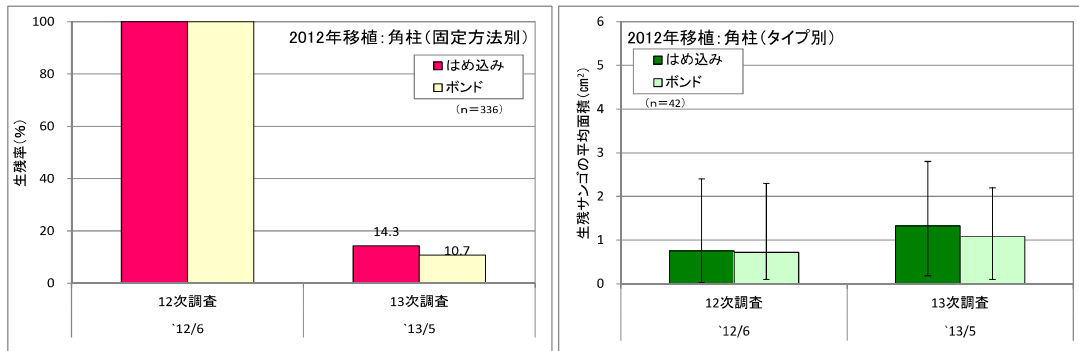


図-IV. 2. 1. 4. 8 着床具の固定方法 (はめ込み型と水中ボンド型) の経年比較



図-IV. 2. 1. 4. 9 移植サンゴ種別の経年比較

2) メンテナンス方法の簡素化

メンテナンスの簡素化を検討するにあたり、今回のメンテナンスで使用した部品交換や補修内容等の実施割合を図-IV.2.1.4.11 に示す。

メンテナンス状況の集計結果から、最も頻度の高い項目は「海藻被覆対策」の藻類除去であり、全ての着床具に対して実施していた。その他の不具合は各点検項目において5~15%程度の頻度で見られ、着床具固定具の金属腐食やプラスチック部品の劣化による交換で主な作業であった。

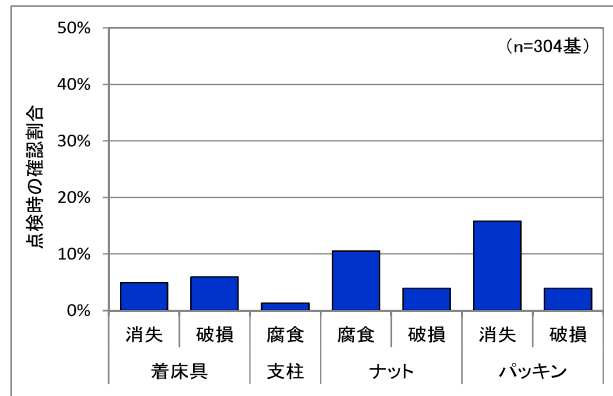
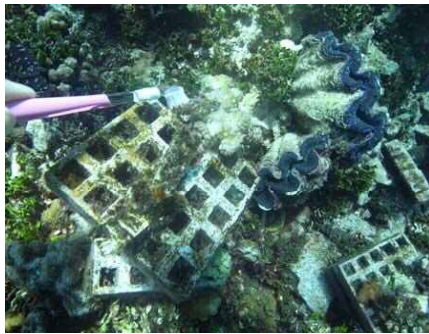


図-IV.2.1.4.10 点検時で見つかった不具合の内容と割合



(藍藻類や堆積物の除去)



(破損した着床具の補修)

図-IV.2.1.4.11 メンテナンスの実施状況

(3) サンゴ増殖実証試験基盤の状況把握

今回の計測結果からは、コンクリート型およびじゃかご型の試験基盤において水平方向の滑動は確認されていない。砂礫の堆積状況では、コンクリート型の東基盤と西側基盤の北面、およびじゃかご型の北東側基盤の北面で確認されている。

堆積した砂礫の外観を観察すると藍藻類などの藻類が被覆していないことから、最近堆積した可能性が高いと考えられる。昨年の簡易測量でも、概ね同じような位置において今回のような砂礫の堆積が確認されており、今後の傾向を把握するためにも、簡易計測を継続し、長期的なデータから今回の堆積・洗掘が一過性かどうかを判断することが望ましい。

1.5. 結論

(1) 移植手法の検討

今回の移植では、角柱型着床具 2,265 個を移植した。

作業効率の向上は、角柱型着床具を効率的に収納・運搬できる運搬ケースの導入、効率的な着床具の固定方法の実施により、作業効率が昨年度の 83.4 個/人日から 87.1 個/人日の向上がみられた。また、運搬時に使用する船上水槽への収容着床具数が改良した運搬ケースの導入により昨年度の 600 個/水槽から 1,000 個/水槽と能力が向上した。

一方で、移植準備の基盤清掃では、格子状基盤の設置後の経過年数が増加したことにより、付着生物量が増加し、除去作業時間が昨年度比の約 2 倍となった。

固定方法の検討では、着床具の小型化に対応できるガン式水中ボンドを開発した。

(2) 移植サンゴの状況調査とメンテナンス

移植後のモニタリング結果から、サンゴの成育に適しているのは格子状基盤（縦板）への垂直移植であると考えられた。また、コンクリート型とじゃかご型の比較では、じゃかご型に移植した稚サンゴが食害を受けた可能性があるため、食害防止を徹底したうえで、再検証することが望ましいと考えられた。その他の比較項目では、今回の調査結果からは明瞭な傾向が確認できない。今後も調査を継続してメンテナンス方法の簡素化を検討するためのデータを得ることが望ましい。

移植サンゴのメンテナンスは、これまでと同様で藻類除去と着床具固定具の交換が主な維持管理内容であり、これらの項目についてメンテナンス方法の簡素化が必要である。

(3) サンゴ増殖実証試験基盤の状況把握

水平方向の滑動は確認されなかったものの、一部に砂礫の堆積と洗掘がみられた。これは、一時的な状況である可能性もあるが、判断が難しいため、今後もモニタリングを続けて長期的データを用いて評価することが望ましい。

なお、今回の堆積や洗掘による、増殖基盤の埋没や傾きは確認されていない。

1.6. 今後の課題

①移植手法の検討

今回の検討で、角柱型着床具の運搬から固定までの効率的な方法が確立できた。しかしながら、固定基盤が水中に先行して配置してあることから、固定前の準備として、固定基盤の清掃が必要であり、経過年数とともに清掃に費やす時間が増加していく傾向にある。これらのことから、増殖実証試験基盤へは着床具の固定ではなく、着床具を固定した基盤を固定し、清掃の作業時間を削減する検討をすることが望ましい。

また、本件等で開発したガン式水中ボンドについても、実海域で使用しハンドリングや固定剤としての課題を抽出して改良することが望ましい。

②移植サンゴの状況調査とメンテナンス

増殖実証試験礁のタイプ別比較は、今回の調査でじゃかご型に移植したサンゴが食害の影響を受けている可能性があり、食害防止対策を見直す必要がある。調査員の目視観察の状況からは、小型のブダイ類がカゴ内で遊泳しているのが確認されており、現在の食害防止ネット（金網）の目合いを細かくするといった対策をとることが望ましい。

メンテナンスでは、維持管理の作業時間を整理すると、藻類除去の作業に時間を多く費やしているため、藻類が付着しにくい構造または、除去が容易（剥がれ易い）構造を検討することが望ましい。

③サンゴ増殖実証試験基盤の状況把握

今回の計測で、砂礫の堆積と洗掘の状況が確認された。今回の結果だけでは、一過性かどうか判断が難しいため、引き続きモニタリングを実施し、長期データを得てから判断することが望ましい。