

サンゴ群集再生の具体的手法について

石西礁湖自然再生マスタープラン第4部第1章第2節サンゴ礁修復事業（案）の抜粋

第4部 具体的施策の展開

第1章 重要海域における施策

第2節 サンゴ群集礁修復事業

1. 石西礁湖におけるサンゴ群集修復事業導入の流れ

石西礁湖におけるサンゴ群集の再生は、自然の再生力を補助的に手助けする形で導入することを基本とし、専門家の意見を踏まえて必要に応じて手法の見直し等を行いながら、順応的に実施します。

サンゴ群集礁修復事業実施対象海域は重要海域の選定過程課程において調査の後、攪乱状況の把握から攪乱要因が無いにもかかわらずサンゴ幼生が供給されにくいなどの理由により、サンゴの回復がみられない海域の詳細調査を実施したうえで選定されます。

重要対象海域の選定は主に過去、現在のサンゴ群集の分布やと海流の状況等から石西礁湖のサンゴ供給の可能性を検討し、さらに漁業利用、観光利用の観点を踏まえて加味して行われます。さらに、主に堆積物の分布状況からサンゴの生息が阻害されやすい海域は、当面の修復事業実施を重要海域のなかから除き、堆積物の堆積が見られないにもかかわらず、サンゴ被度の低い海域を修復事業対象海域とします。また、修復事業により対象海域のサンゴ群集が回復・成熟し、産卵することで、周辺の幼生の供給が少ない海域のサンゴ群集の回復に寄与するといった点も考慮します。

対象海域ではサンゴ幼生定着数着床調査、加入調査、堆積物調査等の詳細調査を実施し、回復阻害要因を明らかにしたうえで適切な、サンゴ加入が貧弱であるためサンゴの回復が進まない海域に対し、手法による修復事業を導入し、サンゴ群集の回復をはかります。

2. 各海域におけるサンゴ群集礁修復手法の検討事業

これまでのサンゴの移植は既存のサンゴ群生地地のサンゴを採集、断片を製作し、移植するという無性生殖法が主で行われてきましたが、この方法では健全なサンゴ群集を破壊することにもつながりかねず、特別な場合を除き大規模な事業としては成立しにくい面がありました。

近年わが国ではサンゴ移植に関する様々な研究が進んだ結果、サンゴの産卵、受精、着生の詳細が明らかになり、有性生殖による移植法が実用化されつつあります。この手法は、自然の一斉産卵を利用するため、自然状態と同様に多様な種がをもちつつ定着することから、自然状態と同様の同じ種構成による移植が可能となります。また、幼生を用いるため、単一の移植群体のもととなる群体（ドナー）となる群体から遺伝的に同じ個体を複数移植する場合と比べて、同一種内の遺伝的多様性も確保することが可能です。また、ドナーに対する直接の影響も無いのが特徴です。この方法には、実験室において稚サンゴを生産する方法と野外において採苗する方法がありますが、野外の場合は幼生定着採苗のための着床具を設置するだけですが、比較的安価に稚サンゴを生産することができます。

野外採苗の方法として、貝殻やスレート板等を海底に設置する方法が実験的に行われてきましたが、最近になって東京海洋大学岡本峰雄助教授・九州大学野島哲助教授らがより実用的な幼生着床具を用いた、採苗・移植

の一連のシステムが開発されました。石西礁湖のサンゴ群集修復事業に当たっては、この手法による再生を目指します。

開発された着床具は杯状に焼成結した直径40mm×高さ40mm位の陶器磁器で、縦に重ねて200個単位等でケースに納め、サンゴ産卵期前に海底に設置し、幼生の定着着床を待つものです。この手法では、幼生が定着しやすく、かつ育成時に幼生がウニ等の食害を受けにくいように着床具の形状に工夫がされています。約1年後には肉眼ではっきりと稚サンゴが識別できるほどに成長し、この頃になるとウニ等の食害を受けても群体が死亡することは少なくなります。着床具はそのまま移植種苗として利用することが可能で、各杯状着床具の下部に接着剤を付け、海底にハンドドリルで穴を開け、着床具の下部に水中ボンドを付けて差し込みめば移植ができます。この着床具は軽量、安価で、大量生産が可能であり、一度に多くの着床具を設置し、幼生を定着させることができるため、大量の移植サンゴ種苗生産の可能性を持っています。さらに、この手法を用いると、着床具ごとに、移植群体の生残、成長等を把握することが可能であり、継続モニタリングが容易です。

採苗は石西礁湖南側に定着版や着床具による幼生の定着状況調査等の結果等を踏まえ、幼生の到達が多いことが推定されたため、この海域においてミドリイシ類サンゴ産卵期である5月上旬頃の満月直前に、微地形を潜水により微地形を踏査し、波浪によりケースが破壊される影響を直接受けにくい場所を選定し、着床具ケースを海底に打設した鉄筋杭などに固定させます。設置中は水温の自動連続観測を行うとともに、適宜着床具のサンプリングを行い、着床状況を調査します。約1年後、肉眼で十分に稚サンゴを確認できる状態になったら種苗として、移植できます。移植の時期は、着床具の海中での取扱いの容易さ、台風による移植直後の個体への影響等を考慮し、着床後1年半ほど経過した秋頃とし、定着、生残の状況に応じて見直しを行います。当面の修復の目標年次を5年程度とし、移植後着床具の生存・死滅、生長及び水温等のモニタリングを毎年行います。死滅が多い場合はその原因を検討し、必要に応じて追加移植をします。

3. 各海域におけるサンゴ群集修復事業

1) 海域

海域の環境

現在はサンゴ群集の被度は低いが将来的に、サンゴ幼生の供給源となることが期待される海域。

- ・ 水深：1～5m
- ・ 地形：礁池
- ・ 底質：岩礁
- ・ 過去のサンゴの生息状況：枝状ミドリイシ被度 50%以上
- ・ 現在のサンゴの生息状況：枝状ミドリイシ被度 5%未満
- ・ シルトの影響：小さい
- ・ 白化の危険度：小さい
- ・ 稚サンゴ密度：低密度
- ・ 幼生定着：少ない
- ・ 潮流：早い

- ・ 利用状況：過去は漁場として利用されていた
修復事業実施予定範囲、規模

- ・ 事業実施面積： 1 ha

- ・ 目標：5年後に被度 50%以上

- ・ 移植密度：Connell (1997) の成長率 $y = 0.0261e^{1.10t}$ 、5年後の被度約 10%、死亡率 50%とすると 10 個/m²

2) 海域

：
：
：

【今後調査・合意形成の結果を踏まえて内容を決定し、記載する。】

A . 移植作業基準

項目		基準
移植地点 の環境	過去のサンゴ生息状況	サンゴの生息がみられた
	現在のサンゴ生息状況	サンゴの生息は貧弱で、一斉産卵による再生産力強化が期待できる場所の補強
	広がり(面積)	1ha
	水深範囲(m)	1 - 10 (要検討)
	地形	礁湖、礁池(外海の波浪が直接当たらない場所)
	底質	岩礁
	流速	潮通しのよい場所が好ましい
	堆積物	シルトの影響を受けない
移植方法	目標年次	5年
	目標被度	50%
	移植密度	Connell(1997)の成長率 $y = 0.0261e^{1.10t}$ (y:被度, t:年) から、5年後の被度約10%として、死亡率50%と想定すると、10個/m ² が必要。
	移植時期	台風後(移植時点でサンゴは1歳半程度)
	移植方法	基線を水平に設定し、基線の上下1m幅内に1m ² 枠を置き、その中に移植する。同時に写真撮影する。基線は3, 6, 9mもしくは2, 5, 8mに設定する(要潮位補正)
	モニタリング方法	基線の基点、終点にマーキングし、移植時に撮影した写真を基に着床具を認識し、追跡調査する。死亡個体は除去し、追加移植を検討する。
	モニタリング内容	生存・死滅、消失、損傷、生長量、食害等

B．着床具を使用したサンゴ礁修復手法について

1. 調査目的

石西礁湖の保全方策の検討に資することを目的として、サンゴ礁再生区のサンゴ礁修復のための実証試験を行うこと。

2. 調査方法

(1) 材料

実証試験には、岡本峰雄東京海洋大学助教授・野島哲九州大学助教授らにより開発されたサンゴ幼生着床具を用いた。本着床具は杯状に焼結した直径 40 mm×高さ 40 mm位の磁器で（図 1）、サンゴ幼生が着床しやすく、また、着床した稚サンゴが食害を受けにくい構造となっている。これまでのサンゴ移植は既存サンゴ群生地のサンゴを採集、断片を製作し、移植するという無性生殖法で行われてきたが、この方法では健全なサンゴ群集を破壊することにもつながりかねず、特別な場合を除き大規模な事業としては成立しにくい面があった。近年わが国ではサンゴ移植に関する様々な研究が進んだ結果、サンゴの産卵、受精、着生の詳細が明らかになり、有性生殖による移植法が実用化されつつある。これには、実験室において稚サンゴを生産する方法と野外において採苗する方法があるが、本着床具のような野外法の場合は採苗のための着床具を設置するだけですみ、比較的安価に稚サンゴを生産することができる。そのため、修復再生の手法として本着床具を試験することとした。

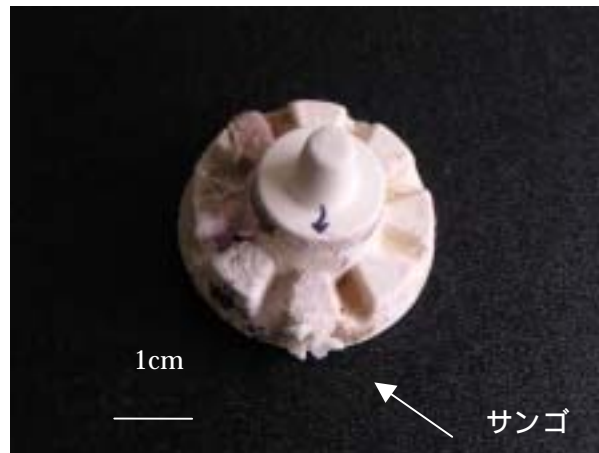


図 1 サンゴが着床した着床具

本着床具は、幼生着床、蓄養後は各杯状着床具の下部に接着剤を付け、海底にハンドドリルで穴を開け、差し込めば移植種苗として利用できる（図 2）。本着床具は軽量、安価で、大量生産、大量設置が可能であるため、大量のサンゴ移植実施の可能性を持っている。

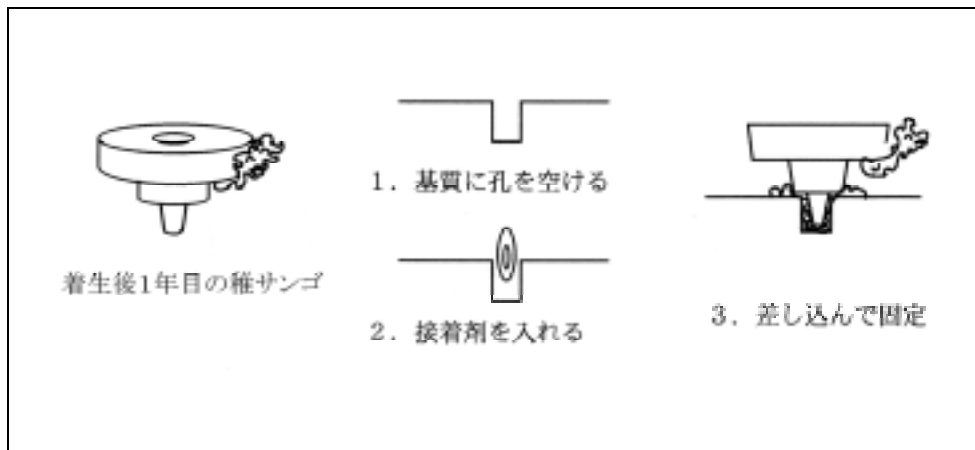


図2 着床具の挿入・接着法 (岡本・野島 2004)

(2) 実証試験海域

着床具による採苗試験を目的として、

- ・ 沿岸流 (幼生が寄り付き、滞留しやすい流れが発生すること)
- ・ 波浪 (着床具が台風時の波浪により激しく動揺しないこと)
- ・ 水深 (サンゴが旺盛に繁茂する水深であること)
- ・ 底質 (波浪により底質が巻き上げられないこと。漂砂による影響を受けないこと)
- ・ 水質 (水質が良好であること)

について検討し、採苗が期待できる石西礁湖の4地点を選定した(図3)。

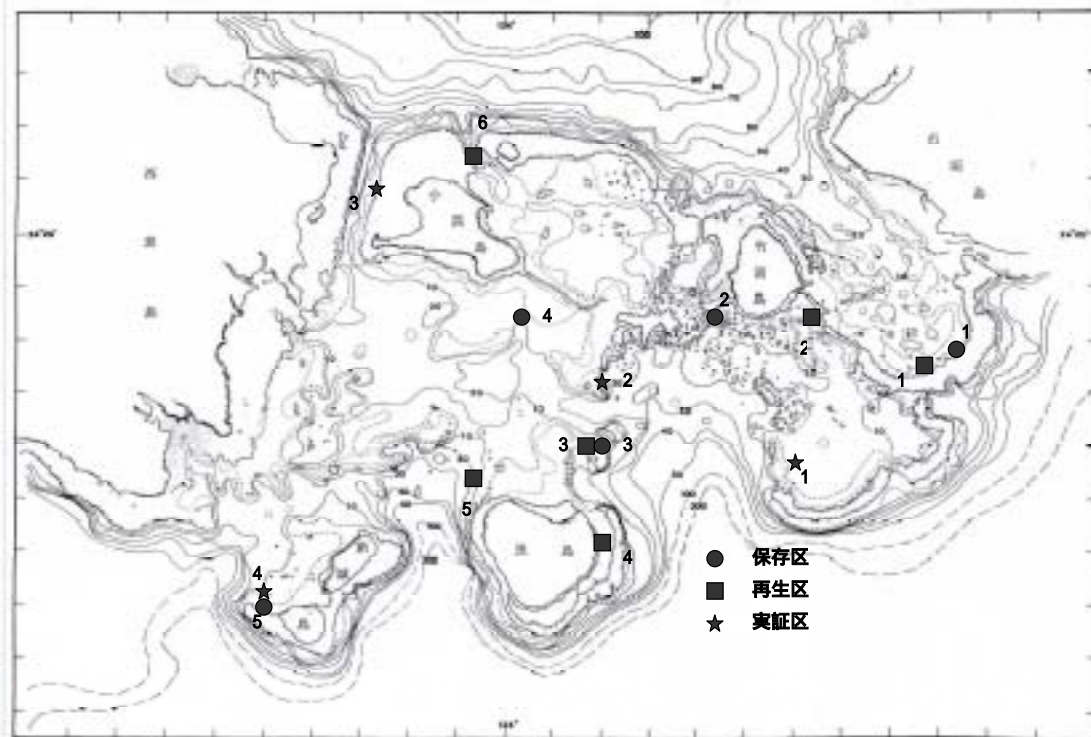


図3 着床具設置場所（実証区）

(3) 方法

a. 着床具設置

着床具は 10 個ずつ縦に重ねて固縛したものを準備し、側面を取り除き、底にプラスチック製のこを装着した縦約 30cm、横約 50cm、深さ約 30cm のプラスチック製コンテナに着床具 20 組（200 個）を置き、細紐で固定した（図 4）。

着床具を固定したコンテナをサンゴ産卵期前に現場海域に漁船で運び（図 5）設置地点で微地形を潜水により踏査し、波浪の影響を受けない場所を選定し、海底に下ろした後、ダイバーにより岩礁部に打たれたコンクリート釘に、インシュロック・バンドで固定した（図 6）。また、自記記録式水温計（HOBO Water Temp Pro データロガー、オンセットコンピュータ社製）を設置した（図 7）。

設置した着床具の詳細を表 1 に示す。

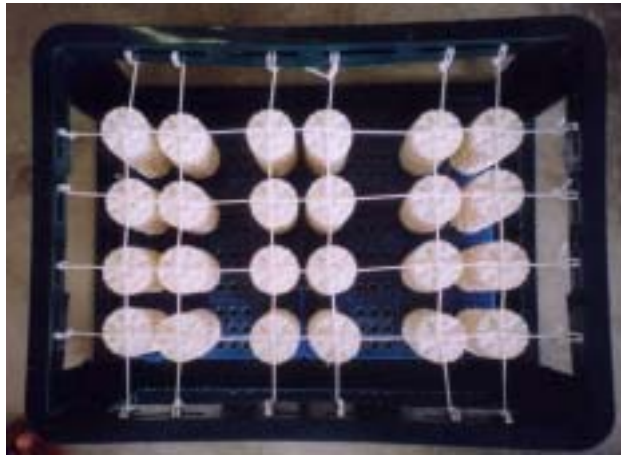


図4 コンテナに固定した着床具の例



図5 運搬中の着床具



図6 海底に固定された着床具ケース



図7 固着された自記式水温計

表1 着床具設置状況

区分	No	再生調査 St. No	場所	位置		水深 (m)	底質	サンゴ分布状況	設置年月日	着床具箱数		着床具 総個数	水温計	備考
				緯度	経度					プラス チック箱	スチー ル箱			
実証区	St.1	St.A (岡本 地点)	カタグッ	24° 16.006	124° 05.801	4	巨礫	離礁上:卓状ミドリイシ、C:80%	2004/5/2	-	10	2000	No.12 (670189) プラ箱へ固 定(5/5)	離礁群のはざ ま
実証区	St.2	岡本 地点	マルグ	24° 17.228	124° 02.026	5	砂礫	枝状ミドリイシC:30%	2004/5/2	-	5	1000		離礁群のはざ ま
実証区	St.3		ヨナラ水道 東岸	24° 21.097	123° 57.210	4-5	巨礫	ホソエタアナサンゴモド キ、スギノキミドリイシ、 ハイマツミドリイシ、ウ スエダミドリイシ等、 C:80%	2004/5/3	-	10	2000		水路礁縁の凹 部
実証区	St.4		新城島下地 礁池	24° 13.205	123° 54.779	4	砂礫	離礁上面:クシハダミド リイシ、ハナバチミド リイシ等C90%、底面:ス ギノキミドリイシ、ハナ ガサミドリイシ、ハナバ チミドリイシ、ニオウミド リイシ、ハイマツミド リイシ、ツツユビミドリイシ、 フトエダミドリイシ等 C80%	2004/5/3	-	5	1000		
小計											30	6000		

b. 着床具サンプリング

着床具設置約4ヵ月後の8月下旬～9月上旬に設置個数の約5%の抽出を行った(表2)。抽出は各ケースから同一位置の着床具束1本(着床具10個)を引き抜き、乾燥後、検鏡により稚サンゴの着床位置、種類、長径を記録した。稚サンゴは、1.ミドリイシ類、2.ハナヤサイサンゴ科、3.アナサンゴモドキ属、4.その他、5.不明の5種類に区分して記録した。

表2 着床具サンプリング状況

区分	No	場所	抽出月日	時刻	着床具箱No	タグNo	残存数(本)	状況
実証区	St.1	カタグア	2004/8/27	11:45	S71	B40	17残、内1抽出	着床具乱れ有り、礫堆積有り
					S72	B33	20残、内1抽出	
					S73	B36	20残、内1抽出	
					S74	B35	20残、内1抽出	
					S75	B38	20残、内1抽出	
					S76	B37	20残、内1抽出	
					S77	B39	20残、内1抽出	
					S78	B31	20残、内1抽出	
					S79	B21	20残、内1抽出	
					S80	B49	20残、内1抽出	
	St.2	マルグ	2004/8/31	11:05	S81	D43	20残、内1抽出	着床具乱れ有り、礫堆積なし
					S82	D45	20残、内1抽出	
					S83	D41	20残、内1抽出	
					S84	C37	20残、内1抽出	
					S85	C31	20残、内1抽出	
	St.3	ヨナラ水道	2004/8/30	14:30	S100	C29	19残、内1抽出	着床具乱れ無し、堆積無し
					S95	C26	20残、内1抽出	
					S96	C23	20残、内1抽出	
					S97	C30	20残、内1抽出	
					S98	C24	20残、内1抽出	
					S99	C27	20残、内1抽出	
			2004/9/3	13:40	S91	C45	20残、内1抽出	着床具乱れ無し、堆積無し。 Live
					S92	C46	20残、内1抽出	
					S93	C44	20残、内1抽出	
					S94	C48	20残、内1抽出	
	St.4	新城島礁池	2004/8/28	14:00	S86	B11	20残、内1抽出	着床具乱れ無し、堆積無し
					S87	B16	20残、内1抽出	
					S88	D30	20残、内1抽出	
S89					D26	20残、内1抽出		
S90					D22	20残、内1抽出		
計					30		600設置、596残、内30抽出	

4. 結果

各地点の着床具の残存状況を表3に示す。着床具の流出はほぼみられなかった。

表3 着床具残存状況

区分	No	場所	抽出月日	着床具箱No	設置本数	残存数(本)	状況
実証区	St.1	カタグア	2004/8/27	S71	20	17残、内1抽出	着床具乱れ有り、礫堆積有り
				S72	20	20残、内1抽出	
				S73	20	20残、内1抽出	
				S74	20	20残、内1抽出	
				S75	20	20残、内1抽出	
				S76	20	20残、内1抽出	
				S77	20	20残、内1抽出	
				S78	20	20残、内1抽出	
				S79	20	20残、内1抽出	
				S80	20	20残、内1抽出	
				計	200	197(98.5%)	
	St.2	マルグ	2004/8/31	S81	20	20残、内1抽出	着床具乱れ有り、礫堆積なし
				S82	20	20残、内1抽出	
				S83	20	20残、内1抽出	
				S84	20	20残、内1抽出	
				S85	20	20残、内1抽出	
				計	100	100(100%)	
	St.3	ヨナラ水道	2004/8/30	S100	20	19残、内1抽出	着床具乱れ無し、堆積無し
				S95	20	20残、内1抽出	
				S96	20	20残、内1抽出	
				S97	20	20残、内1抽出	
				S98	20	20残、内1抽出	
				S99	20	20残、内1抽出	
			2004/9/3	S91	20	20残、内1抽出	着床具乱れ無し、堆積無し。Live
				S92	20	20残、内1抽出	
				S93	20	20残、内1抽出	
				S94	20	20残、内1抽出	
計	200	119(99.2%)					
St.4	新城島礁池	2004/8/28	S86	20	20残、内1抽出	着床具乱れ無し、堆積無し	
			S87	20	20残、内1抽出		
			S88	20	20残、内1抽出		
			S89	20	20残、内1抽出		
			S90	20	20残、内1抽出		
			計	100	100(100%)		
計				33		600設置、596残、内30抽出	