

IV-2. サンゴ幼生着生・育成基盤の開発・実証

目 次

IV-2. サンゴ幼生着生・育成基盤の開発・実証

1. 沖縄沿岸海域	IV-2-1-1
1.1 目的	IV-2-1-1
1.2 モニタリング調査	IV-2-1-1
1.3 考察	IV-2-1-17
1.4 課題	IV-2-1-18
2. 沖ノ鳥島海域	IV-2-2-1
2.1 目的	IV-2-2-1
2.2 実証試験の実施	IV-2-2-1
2.3 基盤の機能性の確認	IV-2-2-1

IV-2. サンゴ幼生着生・育成基盤の開発・実証

1. 沖縄沿岸海域

1.1. 目的

令和元年度～令和4年度に設置、実証試験を実施したサンゴ幼生着生・育成基盤（以下、「基盤」という。）においてモニタリング調査を行うとともに、モニタリング調査結果より、基盤の着生率、生残率等の比較から基盤の評価を行った。

1.2. モニタリング調査

基盤の安定性・機能性のモニタリング調査を実施した。「安定性」に関しては設置後の高波浪や経年劣化による基盤の移動、変形摩耗・損傷等について着目して調査を行い、結果に基づき設計手法、安定性照査の妥当性を評価した。

また「機能性」に関しては、放流試験による幼生着底後の生残・成長状況の把握、成長阻害要因（浮泥の堆積、藻類付着、食害）の把握に着目して調査を行い、機能評価を行った。

「安定性」に係るモニタリング項目と評価、改善事項

- ・ 設置後の高波浪、経年劣化による基盤の移動、変形摩耗・損傷
- ・ 海藻などの付着生物等による安定性への影響

⇒設計手法、安定性照査の妥当性評価

「機能性」に係るモニタリング項目と評価、改善事項

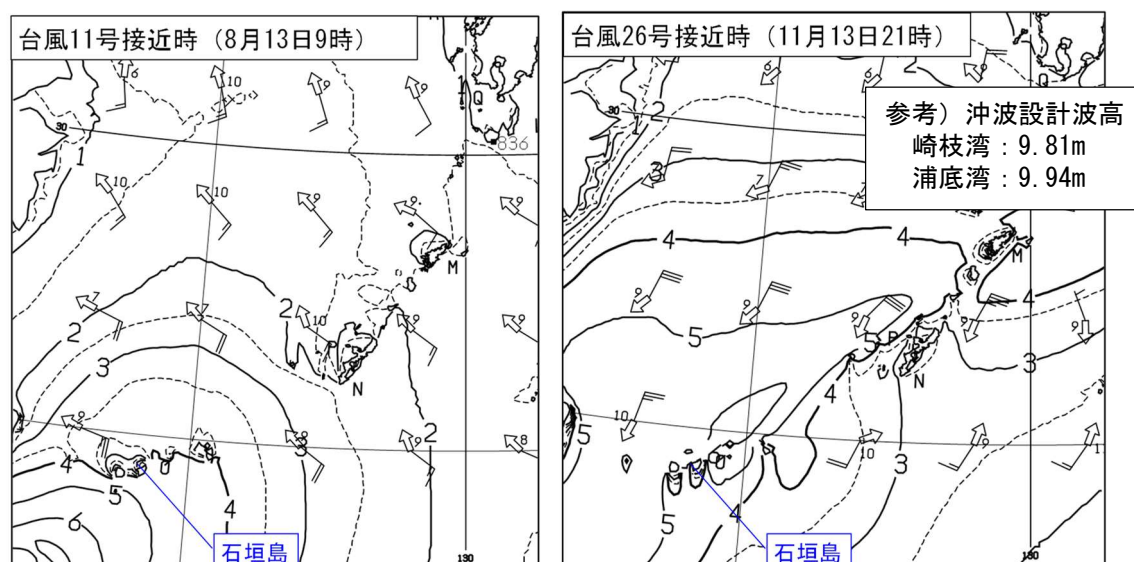
- ・ 放流等試験による幼生着底後の生残・成長状況の把握
- ・ 成長阻害要因（浮泥の堆積、藻類付着、食害）の把握

⇒着生部や架台構造等の評価

(1) 安定性に係るモニタリング調査結果

1) 設置後の高波浪による外力

基盤の設置後の大きな波浪の発生は、台風 11 号(8/13 前後)及び台風 26 号(11/13 前後) の接近時である。気象庁発表の沿岸波浪実況図によると、石垣島沿岸は台風 11 号、26 号ともに接近時には波高 4～5m 程度に達していたと考えられ、基盤設置以降（2019 年 5 月）では比較的小さな外力であった。（図-IV.2.1.1 参照）。



出典：気象庁ホームページ

図-IV.2.1.1 気象庁沿岸波浪実況図

2) 基盤設置状況

基盤設置状況を表-IV.2.1.1 及び図-IV.2.1.2 に示す。設置箇所は、沖縄沿岸海域（石垣島）の崎枝湾並びに浦底湾であり、計 13 基を設置している。

表-IV.2.1.1 基盤設置状況

設置年度	設置状況	設置基盤と地点名称
令和元年度	2 基(崎枝湾)	平型：中央基盤、ESE20m
令和 2 年度	4 基(浦底湾)	平型：F2、M1 凸凹型：F1、M2
令和 3 年度	5 基(浦底湾)	平型：D1、D3 凸凹型：D2、D4、L1
令和 4 年度	2 基(浦底湾)	平型：R1 凸凹型：R2

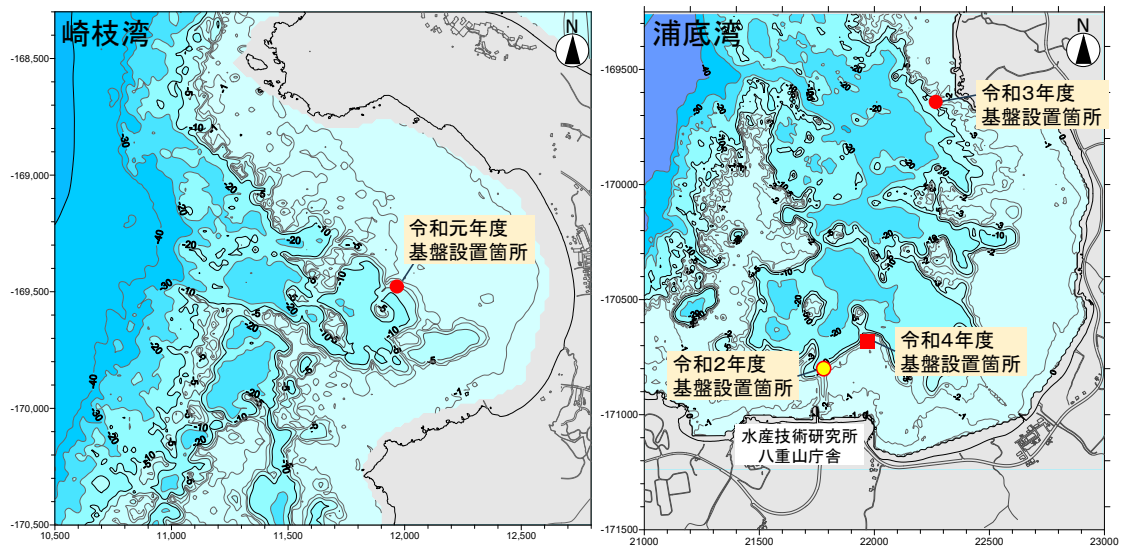


図-IV. 2. 1. 2 基盤設置箇所（令和元年～令和4年度設置）

3) 基盤の移動状況

基盤の移動状況の推移を図-IV. 2. 1. 3 に示す。以下に設置年度毎の基盤の移動状況の概要を示す。

【令和元年度設置（崎枝湾設置の2基）】

昨年の観測時に ESE20m 基盤で幾分移動が確認されたが、その他の年では大きな移動はなく、2 基ともに基盤損傷、機能を損なうような移動は確認されなかった。

【令和2年度設置（浦底湾設置の4基）】

基盤設置直後には多少移動が確認されたが、近年は大きな移動はなく、安定していることが伺える。

【令和3年度設置（浦底湾設置の5基）】

基盤設置以降、大きな移動はなく安定していることが伺える。

【令和4年度設置（浦底湾設置の2基）】

基盤設置以降、大きな移動はなく安定していることが伺える。

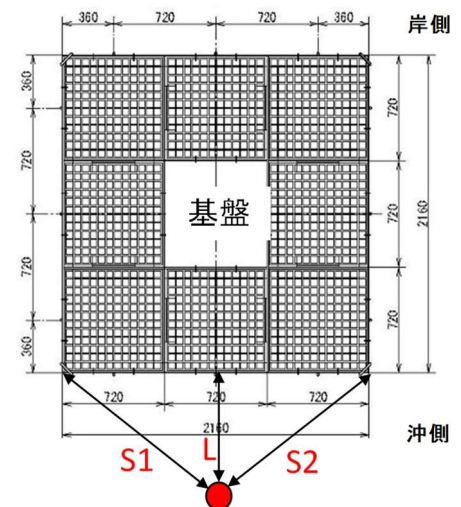
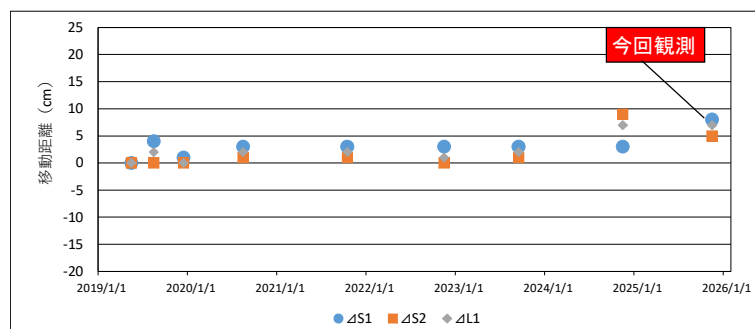


図-IV. 2. 1. 3 モニタリング用に設置した目印杭と基盤との関係

【中央基盤】



【ESE20m 基盤】

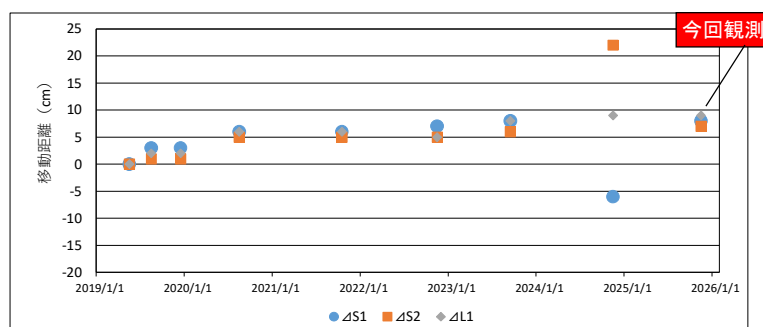
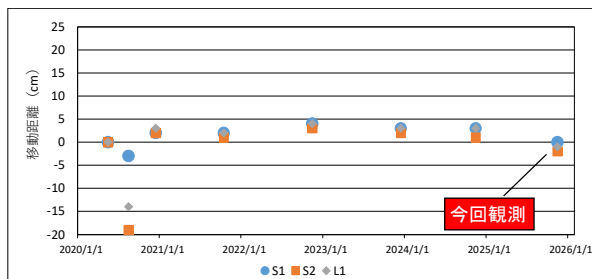
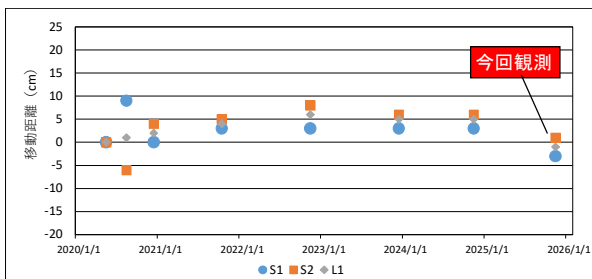


図-IV.2.1.4 (1) 目印杭からの移動距離計測結果 (令和元年度設置：崎枝湾)

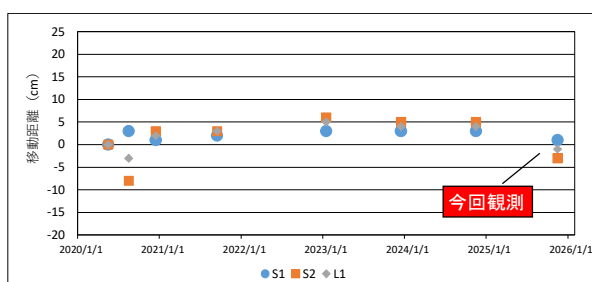
【F1 基盤】



【F2 基盤】



【M1 基盤】



【M2 基盤】

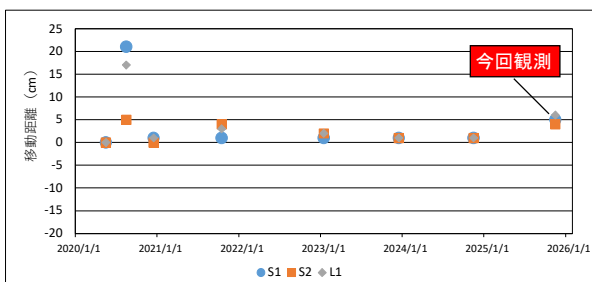
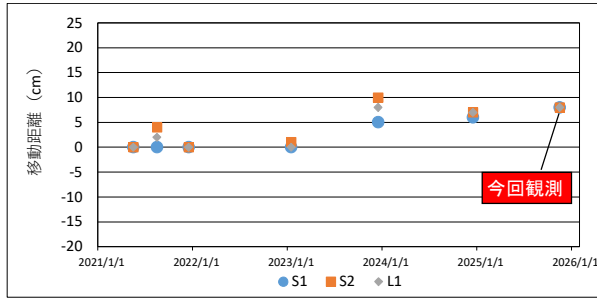
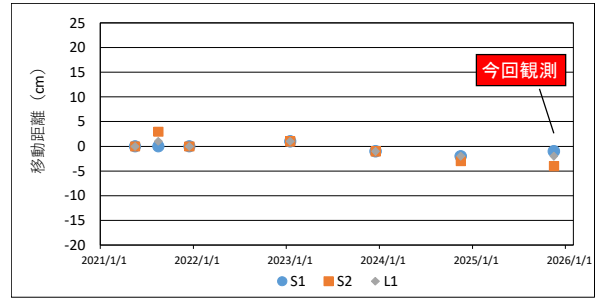


図-IV.2.1.4 (2) 目印杭からの移動距離計測結果 (令和2年度設置：浦底湾)

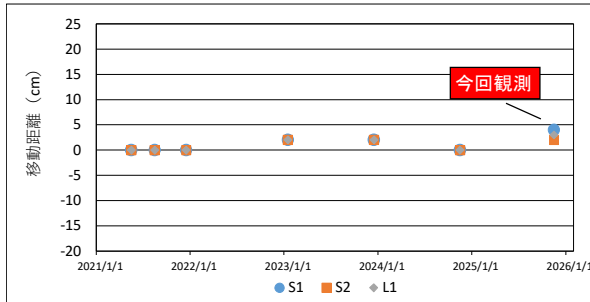
【D1 基盤】



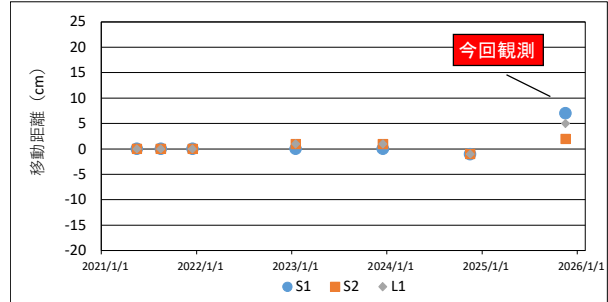
【D2 基盤】



【D3 基盤】



【D4 基盤】



【L1 基盤】

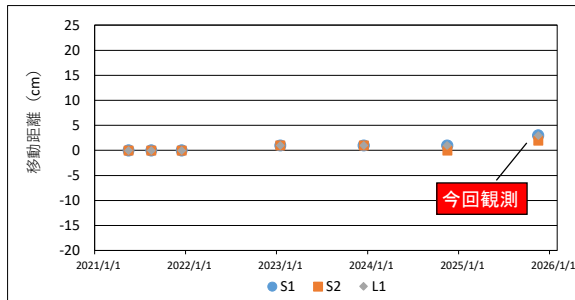
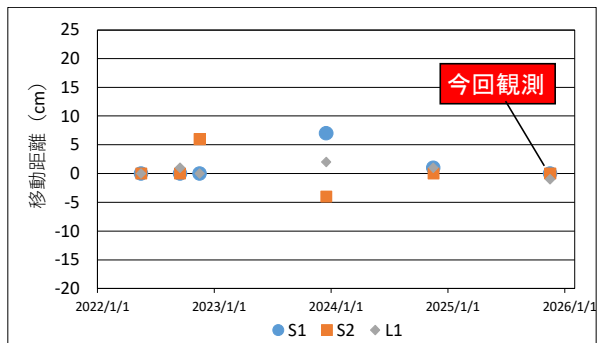


図-IV.2.1.4 (3) 目印杭からの移動距離計測結果（令和3年度設置：浦底湾）

【R1 基盤】



【R2 基盤】

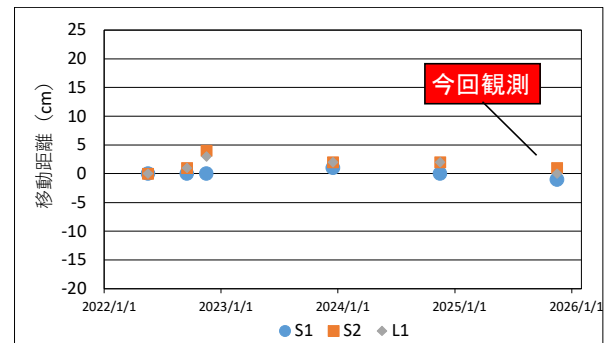


図-IV.2.1.4 (4) 目印杭からの移動距離計測結果（令和4年度設置：浦底湾）

4) 基盤の損傷、摩耗状況等の状況

令和元年～令和4年度に設置した基盤の状況を図-IV.2.1.5に示す。いずれの基盤も損傷、摩耗等の劣化の状況は見られなかった。

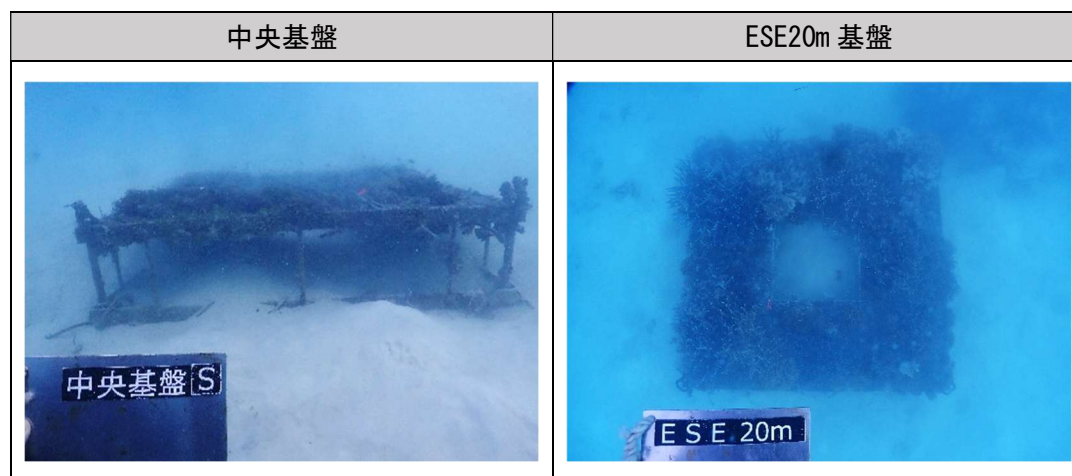


図-IV.2.1.5 (1) 令和元年度設置基盤（崎枝湾）

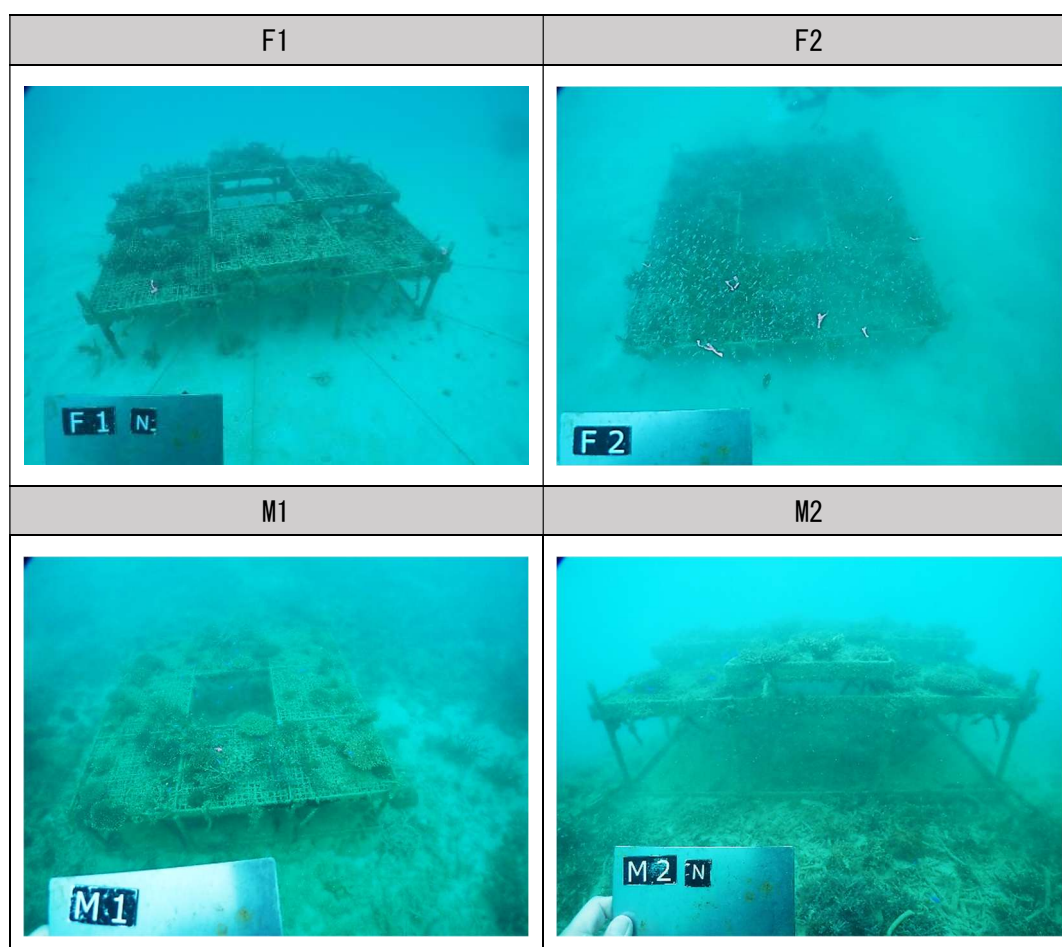


図-IV.2.1.5 (2) 令和2年度設置基盤（浦底湾）

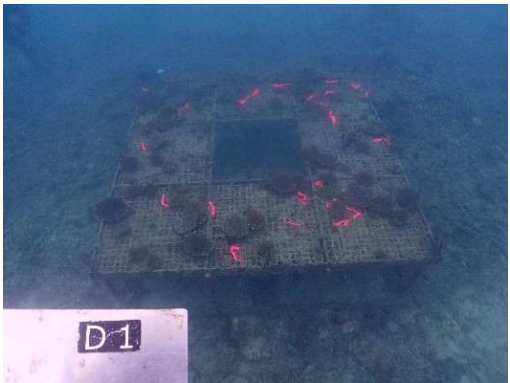
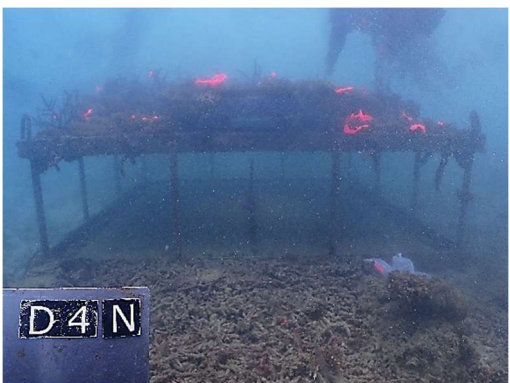
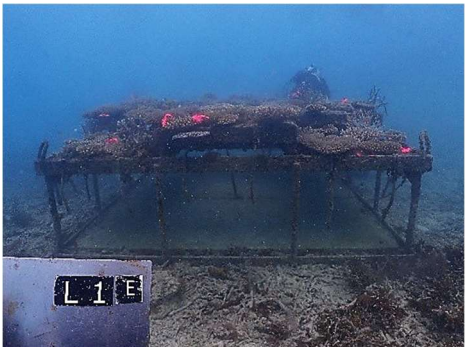
D1	D2
	
D3	D4
	
L1	-
	-

図-IV.2.1.5 (3) 令和3年度設置基盤（浦底湾）

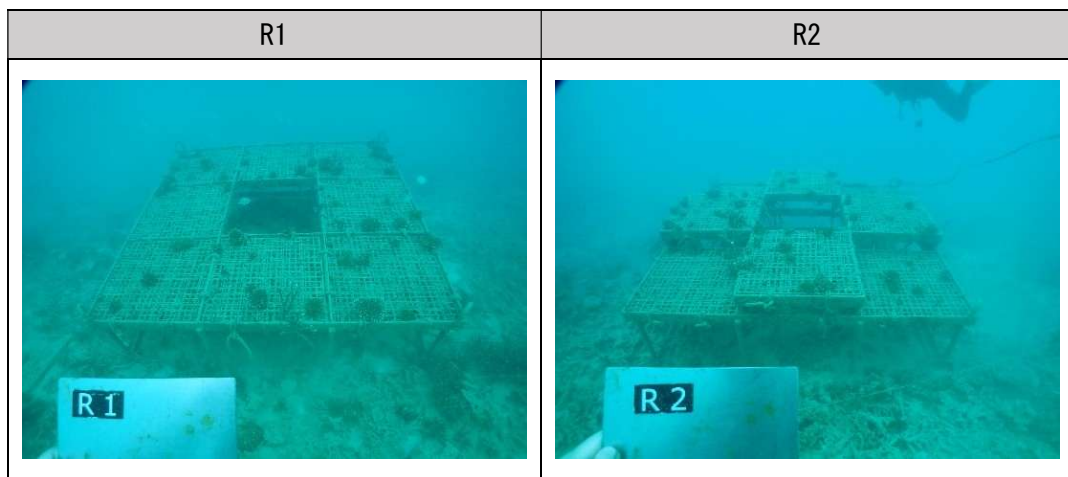


図-Ⅳ.2.1.5 (4) 令和4年度設置基盤（浦底湾）

(2) 機能性に係るモニタリング調査結果

1) ウスエダミドリイシの生残状況

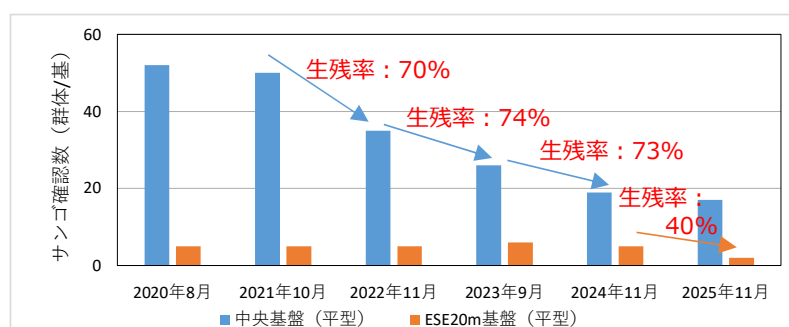
実証試験実施後のウスエダミドリイシの生残状況の推移を図-IV.2.1.6、今年度撮影した基盤の状況を図-IV.2.1.7 示す。

全体的な経年変化の傾向として、群体が小型な試験開始から2年目頃までは生残数に大きな減少は認められなかったが、3年経過後からは減少傾向が確認された。しかしながら、大部分の基盤においては、現在も当初計画の目標生残率（年率60%以上）を維持している。

以下に今年度の設置年度毎の生残状況の概要を示す。

【令和元年度設置基盤（崎枝湾に設置した2基）】

今年度は中央基盤で17群体、ESE20m基盤で2群体の生残を確認した。両基盤ともに昨年度から生残数に大きな変化はみられなかったが、昨年度から今年度にかけての生残率では、中央基盤で90%、ESE20m基盤で40%と中央基盤のみ計画段階での目標値である生残率（60%）を上回る値であった。



注) 生残率の注記は、80%を下回った際に図示している。

図-IV.2.1.6 (1) ウスエダミドリイシの生残状況（令和元年度設置：崎枝湾）

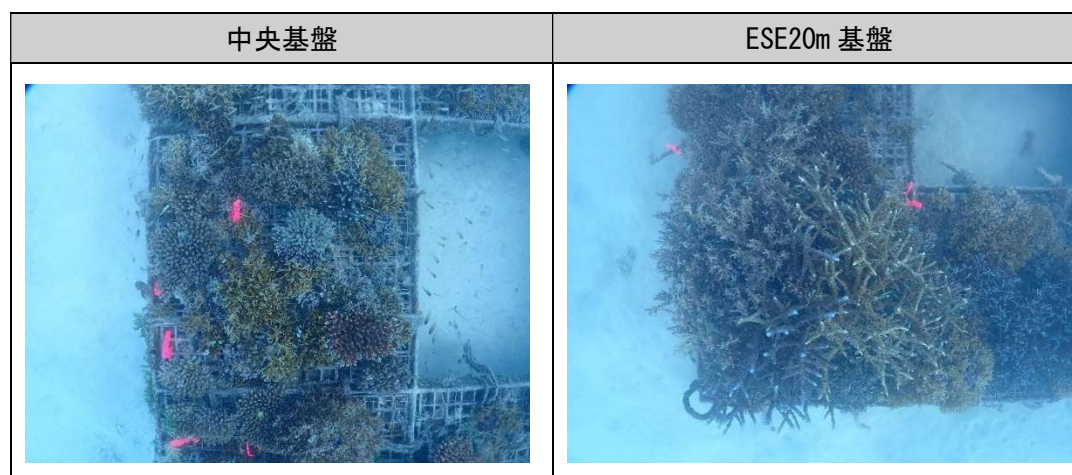
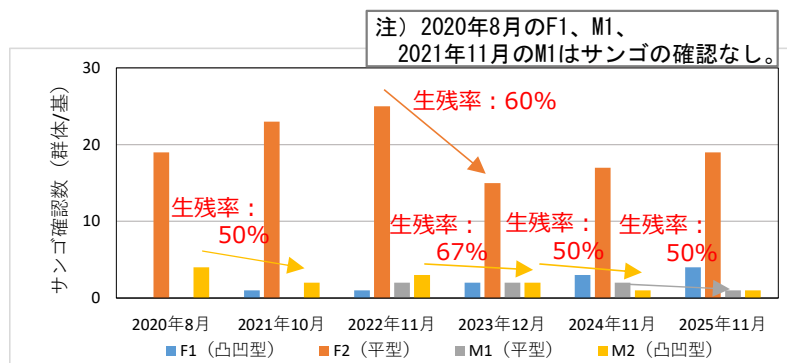


図-IV.2.1.7 (1) 基盤の状況（令和元年度設置：崎枝湾）

【令和2年度設置基盤（浦底湾に設置した4基）】

今年度は、F1で4群体、F2で19群体、M1とM2で各1群体の生残を確認した。いずれの基盤も昨年度から生残数に大きな変化はみられなかった。

昨年度から今年度にかけての生残率は、M1基盤を除き100%となっており、計画段階での目標値である生残率（60%）を上回る値であった。



注) 生残率の注記は、80%を下回った際に図示している。

図-IV.2.1.6 (2) ウスエダミドリイシの生残状況（令和2年度設置：浦底湾）

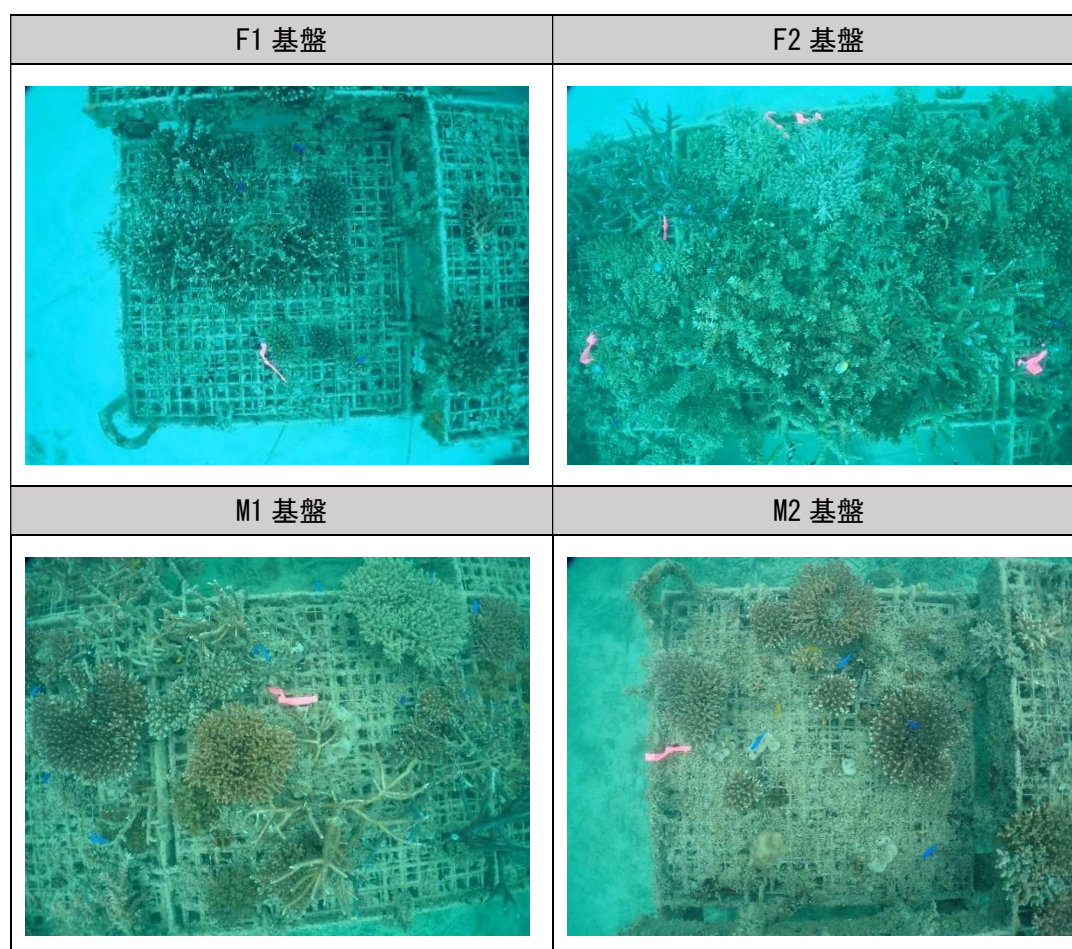


図-IV.2.1.7 (2) 基盤の状況（令和2年度設置：浦底湾）

【令和3年度設置基盤（浦底湾に設置した5基）】

今年度は、D1 で 23 群体、D2 で 19 群体、D3 で 33 群体、D4 で 54 群体、L1 で 17 群体の生残を確認した。比較的生残数の多かった D4 基盤では昨年度の 63 群体から 54 群体へと減少が見られたが、その他基盤では昨年度から生残数に大きな変化は見られなかった。

なお、昨年度から今年度にかけての生残率は、全ての基盤で生残率 80%以上であり、計画段階での目標値である生残率（60%）を上回る値であった。

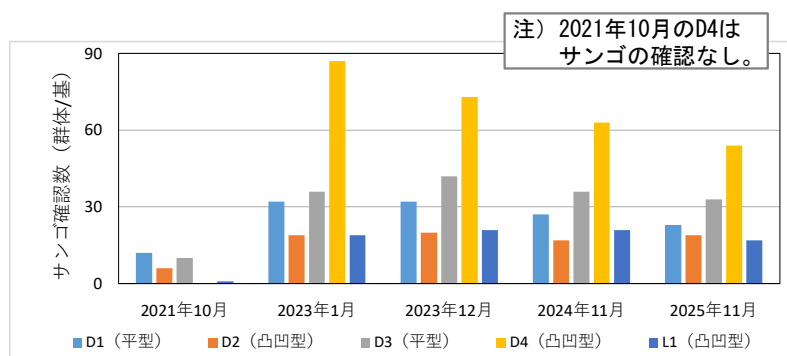


図-IV.2.1.6 (3) ウスエダミドリイシの生残状況（令和3年度設置：浦底湾）

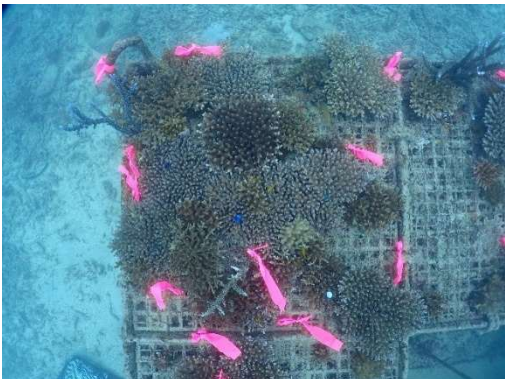
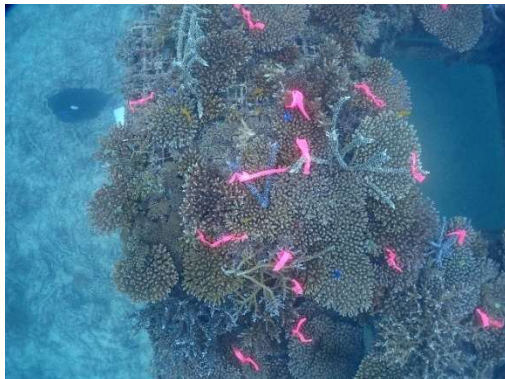
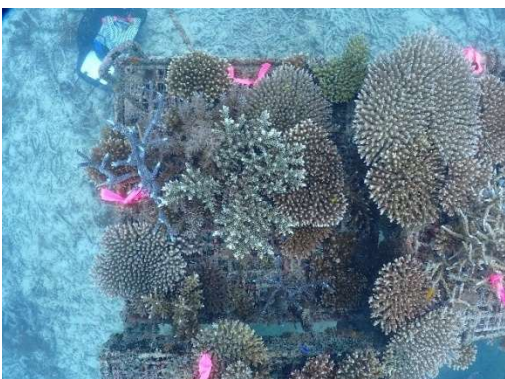
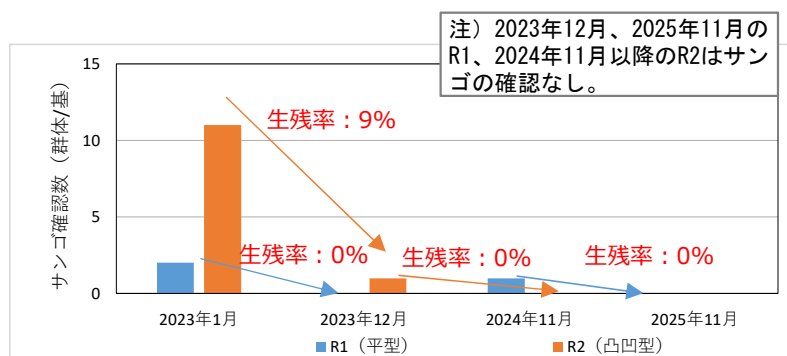
D1 基盤	D2 基盤
	
D3 基盤	D4 基盤
	
L1 基盤	L1 基盤
	

図-Ⅳ.2.1.7 (3) 基盤の状況（令和3年度設置：浦底湾）

【令和4年度設置基盤（浦底湾に設置した2基）】

R1 基盤、R2 基盤共にウスエダミドリイシは確認されなかった。



注) 生存率の注記は、80%を下回った際に図示している。

図-IV.2.1.6 (4) ウスエダミドリイシの生存状況（令和4年度設置：浦底湾）

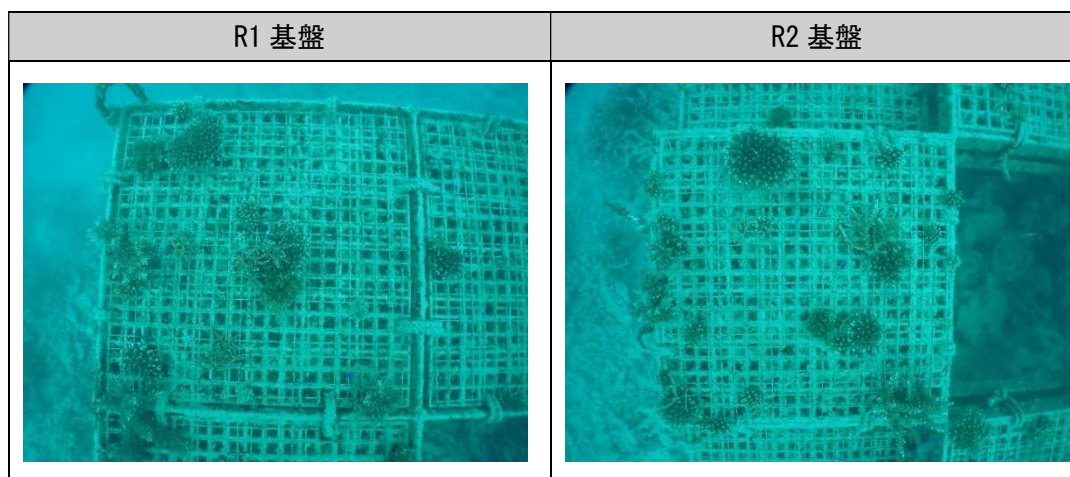


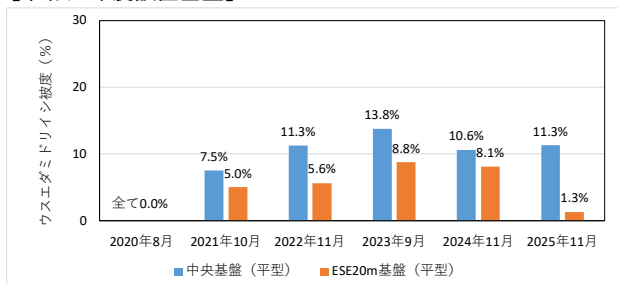
図-IV.2.1.7 (4) 基盤の状況（令和4年度設置：浦底湾）

2) ウスエダミドリイシの被度

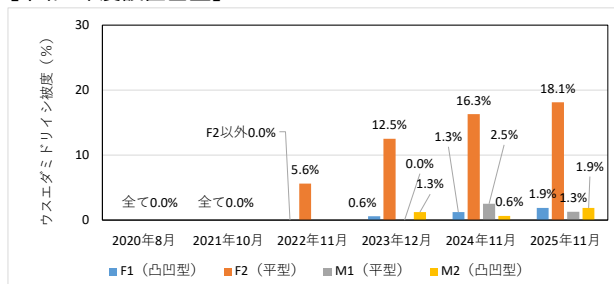
各年度のウスエダミドリイシの被度をみると、各年度ともに順調に成長しており、徐々に被度の増加傾向がみられた。但し、令和元年度設置基盤 ESE20m 基盤（設置後 6 年経過）は、生残数が減少したことに伴い、被度が減少した。

なお、令和 4 年度設置基盤は生残数と同様に被度も低い値を示している。

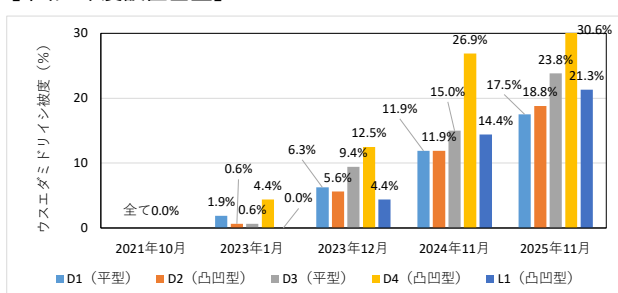
【令和元年度設置基盤】



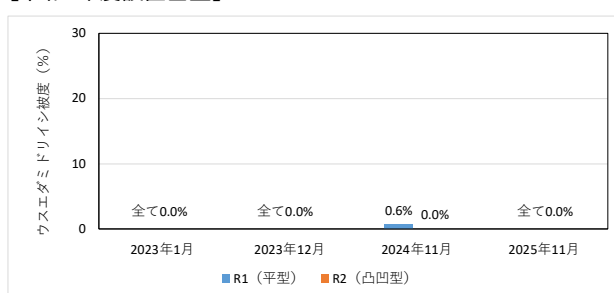
【令和2年度設置基盤】



【令和3年度設置基盤】



【令和4年度設置基盤】



注) 被度はサンゴ群体直径 4cm 未満のものは被度 0%、それ以上の群体は基盤上への投影面積を算出、1 つの基盤当たりの被度 (%) として算出した。

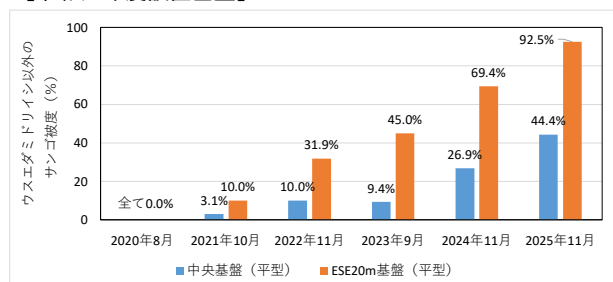
図-IV. 2. 1. 8 ウスエダミドリイシの被度

3) ウスエダミドリイシ以外のサンゴ被度

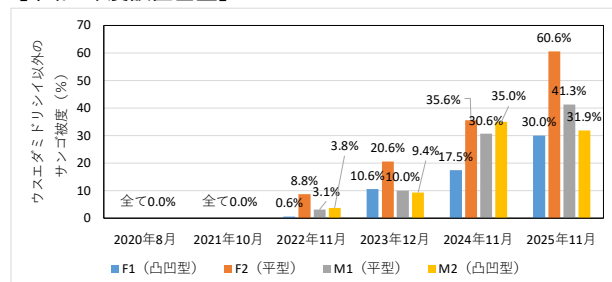
各年度のウスエダミドリイシ以外の被度をみると、自然加入種として、タチハナガサミドリイシ等のミドリイシ属の仲間、ハナヤサイサンゴの仲間等が確認された（図-IV.2.1.10 参照）。

各基盤とも自然加入の群体が順調に成長しており、ウスエダミドリイシ以上に被度の増加傾向がみられた。

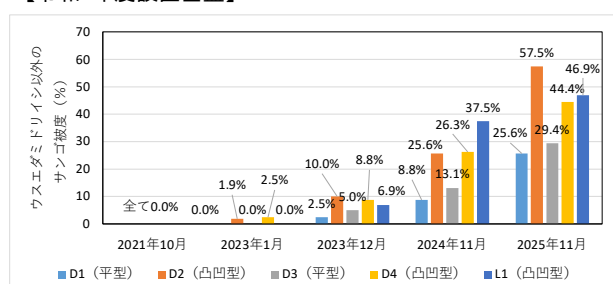
【令和元年度設置基盤】



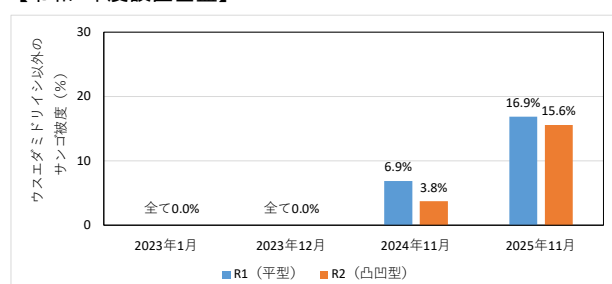
【令和2年度設置基盤】



【令和3年度設置基盤】



【令和4年度設置基盤】



注）被度はサンゴ群体直径 4cm 未満のものは被度 0%、それ以上の群体は基盤上への投影面積を算出、1 つの基盤当たりの被度（%）として算出した。

図-IV.2.1.9 ウスエダミドリイシ以外の被度

【令和元年度設置_中央基盤】



【令和3年度設置_L1基盤】

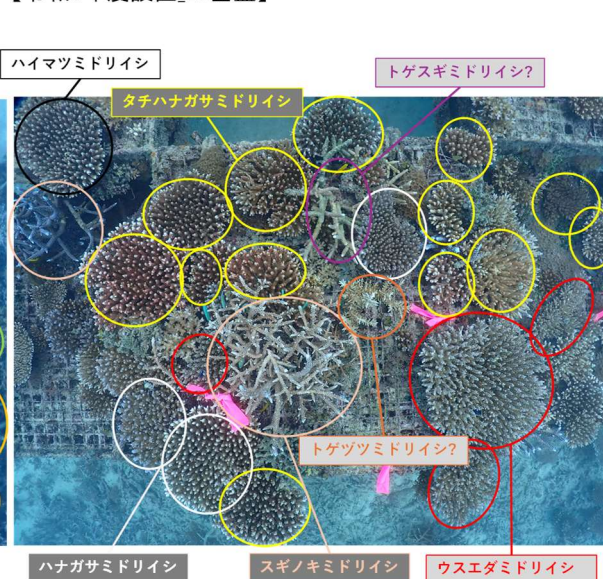


図-IV.2.1.10 サンゴの成長状況（代表地点）

4) 浮泥の堆積、付着藻類や食害の状況

今年度調査では、令和元年度～令和4年度設置基盤ともに、浮泥の顕著な堆積は確認されなかったものの、藻類やその他付着物が徐々に増加することにより、グレーチングの隙間が視認しづらくなってきている。

なお、今年度調査では、オニヒトデ等の食害生物は基盤上には確認できなかった

【令和3年度設置_D2基盤（サンゴ被度が高く、藻類等の付着物が多い）】

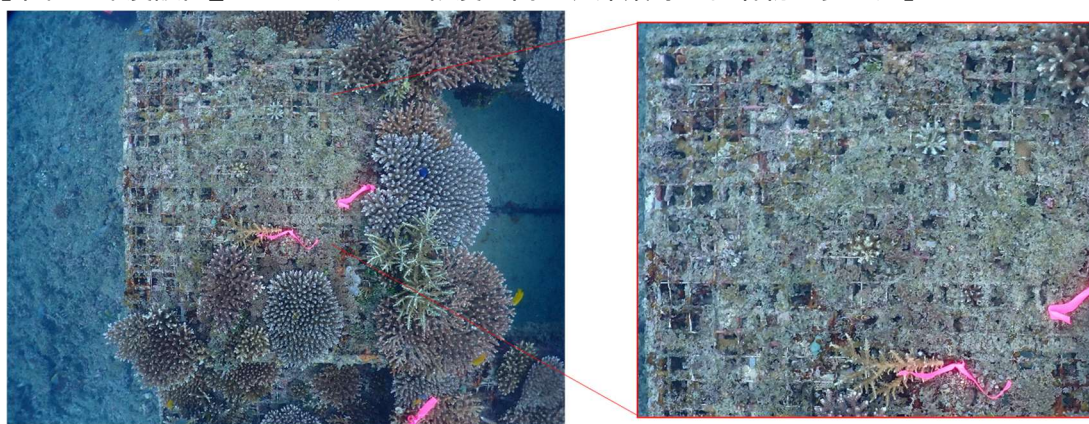
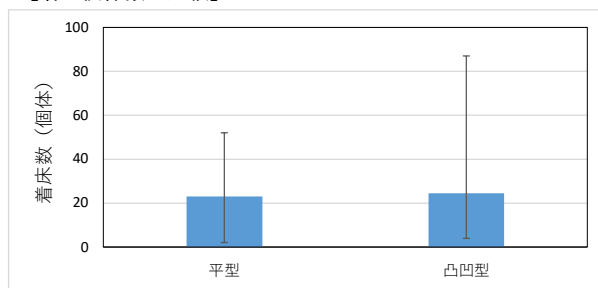


図-IV.2.1.11 付着藻類等の状況

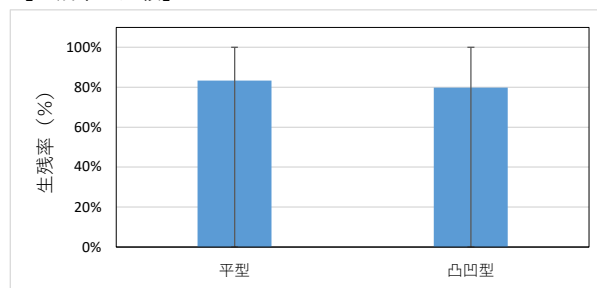
5) 基盤形状による着底、生残への影響

令和2年度より設置した基盤については、平型と凸凹型を製作し、形状変化による効果の程度を比較することとしている。形状変化による着底数、生残数、被度の比較結果を図-IV.2.1.12に示す。数字にばらつきが大きいものの、これまでの調査では明確な差異は認められない。

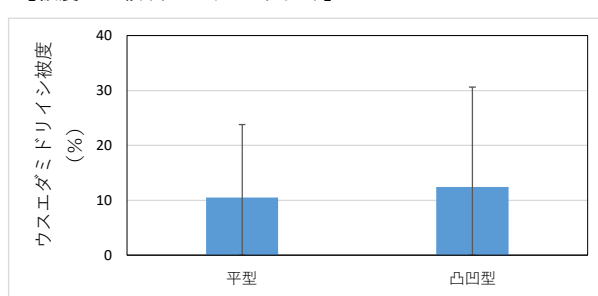
【着生個体数の比較】



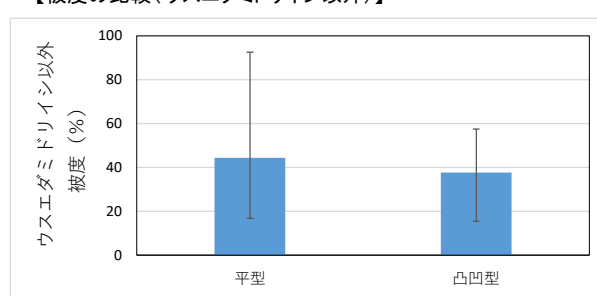
【生残率の比較】



【被度の比較(ウスエダミドリイシ)】



【被度の比較(ウスエダミドリイシ以外)】



注) エラーバーは最小値、最大値を示す。

図-IV.2.1.12 基盤の形状による着底数、生残数、被度の比較

1.3. 考察

(1) 基盤の安定性に関する考察

令和元年度から令和4年度にかけて、崎枝湾および浦底湾に設置した計13基の基盤において、顕著な移動や変形、損傷は認められず、安定性を保持している。

サンゴ被度の拡大や付着生物の増加に伴い、基盤が受ける揚圧力は増大していると推測されるが、機能を損なう事象は確認されていない。以上より、現在の設計方針に基づいた設計で安定性は確保されていると判断する。

今後は基盤の設計供用期間である10年を目途に基盤の安定性について確認を行う。

(2) 基盤の機能性に関する考察

【生残率について】

1～3年目の稚サンゴの時期には、天然基質へ移植した稚サンゴの生残率（38～56％；平成29年報告書）よりも高い生残率が確認された。これは、格子状の構造により食害等の影響を抑制し、安定した成育環境を提供していることが要因として考えられる。

一方、サンゴの成長に伴い、4年目以降、生残率が低下する傾向がみられた。これは成長に伴いサンゴの枝が格子外へ伸長したことで、格子による食害防止効果がなくなり、自然環境と同程度の生残率に近づいたと推測される。但し、大部分の基盤では生残率60％以上/年を確保しており、食害防止対策等が機能していると考えられる。

生残率の低い令和4年度基盤については、設置2年目にウスエダミドリイシの生残率が低下した一方で、ウスエダミドリイシ以外のサンゴの群体の増加が確認された。この要因については今後検討する必要があるが、ウスエダミドリイシの放流量（着生数）が少ない他に設置水深（水深7m）や物理環境等、生息環境が他地点と異なることが現時点で考えられる。

【被度の状況について】

浦底湾に設置した基盤上では、ウスエダミドリイシの被度が増加している状況が確認されたが、崎枝湾に設置した基盤でウスエダミドリイシの被度の減少がみられた。これは、ウスエダミドリイシ以外のサンゴの被度が増加し、基盤上の競合が激しくなっている可能性が示唆された。

1.4. 課題

(1) 基盤の機能性評価

これまで、石垣島海域における設置基盤の機能性評価は、同海域の天然岩盤との直接比較が行われておらず、目標生残率も沖ノ鳥島海域の調査結果に基づき設定していた。

今後、基盤の機能性をより客観的に検証するためには、石垣島の天然岩盤に対照地点を設定し、白化状況や新規加入状況を比較できるよう、モニタリングする必要がある。併せて、基盤と天然岩盤の環境（水温）の違いを把握するために水温連続観測の実施も検討する必要がある。

また、令和4年度設置基盤の生残率が低下した要因については、今後、物理環境の現地観測を行い検討する必要がある。

これらを踏まえ、次年度以降の継続的な比較評価を可能とするため、今年度事業において対照地点の設定および水温連続観測を開始した。対照点の設置状況を図-IV.2.1.13、水温観測状況を図-IV.2.1.14に示す。

(2) 今後の検討課題

石垣設置基盤では、これまで幼生放流による着生・育成の場としてのモニタリングは行ってきたが、今後は、サンゴ産卵ファームとしての活用を想定し、基盤周辺への幼生供給機能の評価や維持管理手法の検討などを行う必要がある。

幼生供給機能の評価に関しては、次年度以降の事業において、既往の論文や報告書等の知見に基づき「サンゴ産卵ファーム形成によるサンゴ増殖効果」試算を実施する計画である。さらに、数値的な評価にとどまらず、石垣島海域等における実証試験の実施についてもあわせて検討を進めていく必要がある。

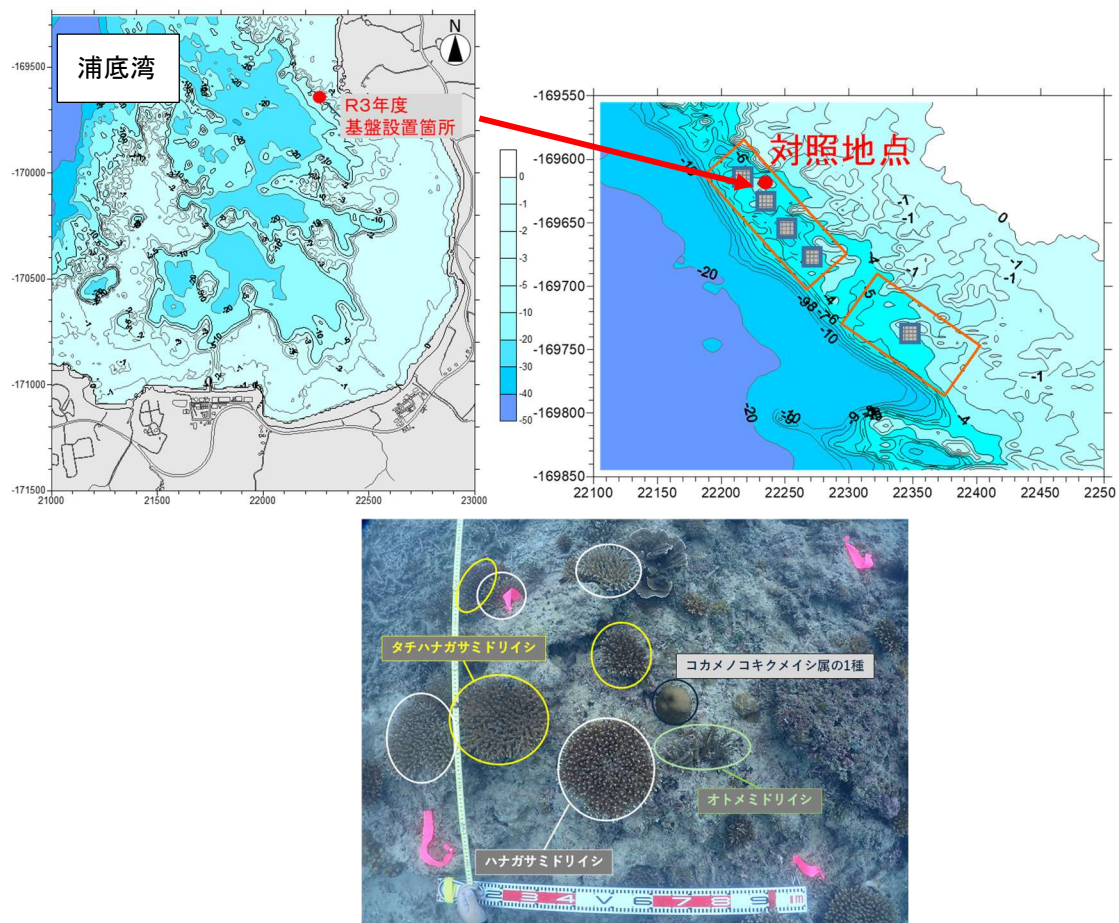


図-IV. 2. 1. 13 対照地点（永久コドラート）設置状況

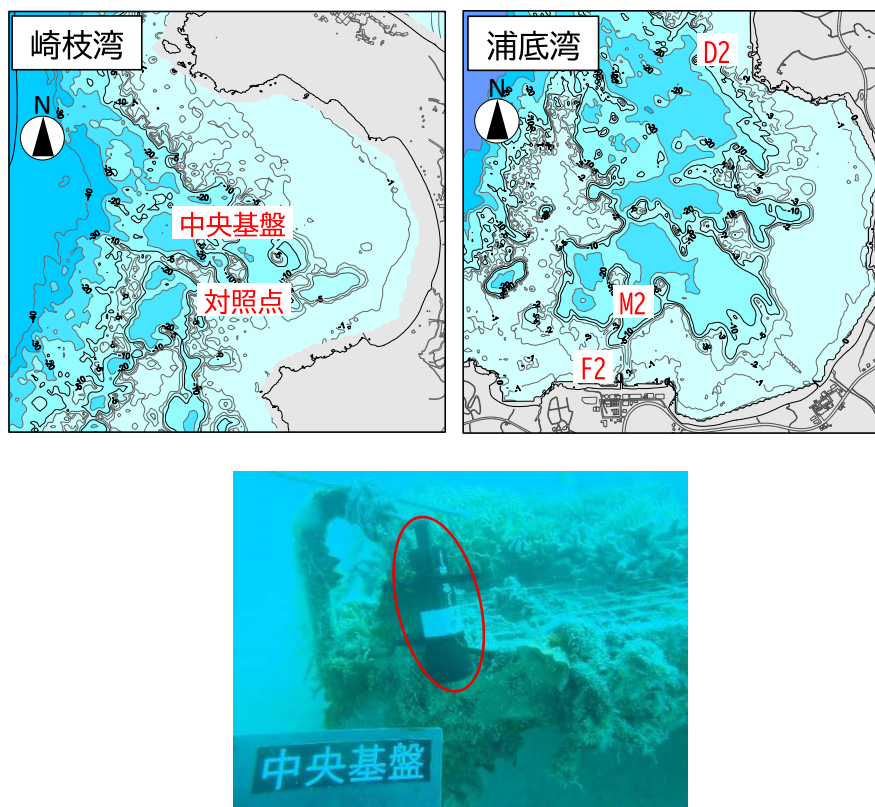


図-IV. 2. 1. 14 水温観測状況設置状況

2. 沖ノ鳥島海域

2.1. 目的

2.2. 実証試験の実施

実証試験は前述の「IV-1 サンゴ幼生供給規模拡大技術の開発・実証 1. 幼生放流実証」にて示した通り、当該基盤を用いて実証試験を実施した。試験の詳細は前述のとおりである。

なお、実証試験はこれまでに沖ノ鳥島に設置している4基の基盤を用いた試験計画である。一方、既設の4基は実証試験実施箇所と異なる箇所に設置されており、基盤の移動、再設置等を行った上で実証試験を行うと沖ノ鳥島における調査工程に対する影響が大きい。このため、実証試験では既設基盤の代わりに単管パイプで仮設した簡易基盤を用いて実証試験を行った。



実証試験実施時の基盤



実証試験実施状況

2.3. 基盤の機能性の確認

基盤は令和2年～6年に図-IV.2.2.1に示す位置に設置された（北緯 $20^{\circ} 25' 26.7''$ ，東経 $136^{\circ} 5' 25.5''$ ）。本年度は基盤の機能性として、サンゴ生残状況および成長阻害要因（浮泥堆積、藻類の付着の目視確認）について現地確認を行った。

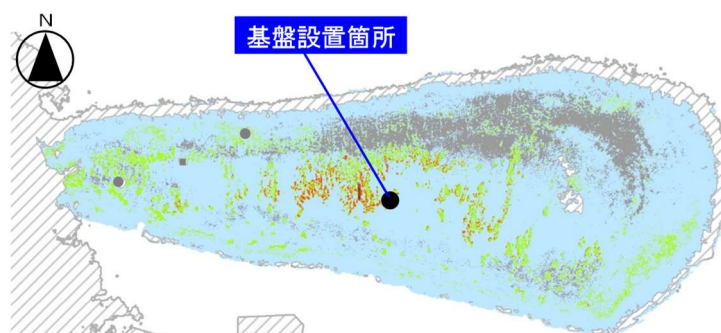


図-IV.2.2.1 基盤設置位置



図-IV. 2. 2. 2 設置された基盤状況

(1) サンゴ生残状況

令和 6 年（2024 年）度の幼生放流実証試験において用いたグレーチング 16 枚には、ウスエダミドリイシ、ハマサンゴ属もしくはコモンサンゴ属、トゲルリサンゴ属もしくはコカメノキクメイシ属の 3 種各 1 群体の着生を確認した。

令和 7 年度の実証試験において用いたグレーチングへのウスエダミドリイシ着生状況については、着生直後で個体が小さいため本年度現地調査では確認作業を行わなかった。

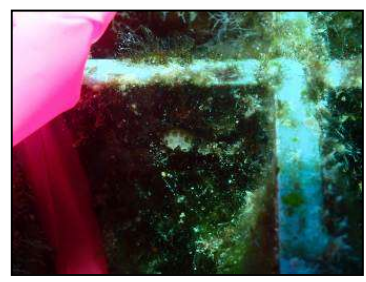
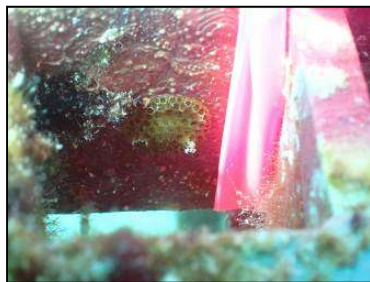
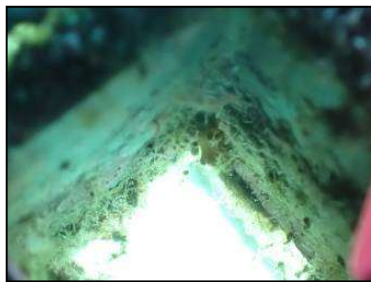


図-IV. 2. 2. 3 稚サンゴの着生状況

(2) 成長阻害要因

令和 6 年（2024 年）年度の実証試験において用いたグレーチング 16 枚について、浮泥堆積状況と藻類の付着状況を潜水目視にて確認した。その結果、浮泥の堆積は見られなかったが、グレーチングの格子内や表面に藻類等が付着していることが確認された。



図-IV. 2. 2. 4 藻類の付着状況