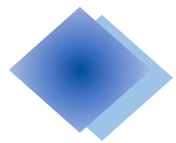


石西礁湖サンゴ群集修復事業(2020-2024)

令和4年度の実施状況について

- ① 幼生供給拠点整備試験
- ② 異常高水温となった場合の攪乱要因対策試験
- ③ 藻類除去試験

環境省沖縄奄美自然環境事務所



1. 新たなサンゴ修復事業について

目指すべき姿

「石西礁湖自然再生協議会が実施する様々な取り組みにより、大規模攪乱が発生しても、サンゴの回復力が著しく低下しない状態」

- 2020～2024年度（5年間）： 複数の手法・技術を実証する試験期間
- 2025年度以降： 本格的に修復事業を実施

◆ 幼生の供給量（源）を増やす



① 幼生供給拠点の整備

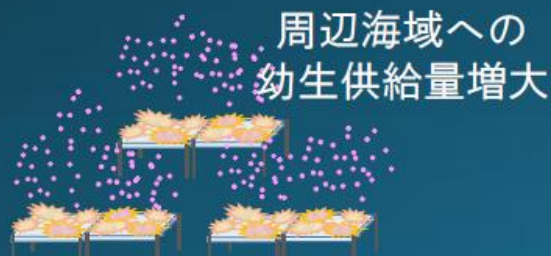
白化から守る

② 高水温適応策の検討

◆ 幼生が着生しやすい基盤を整える



③ 藻類除去事業



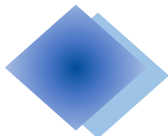
① 幼生供給拠点の整備



② 高水温適応策の検討



③ 藻類除去事業



2. 幼生供給拠点の整備イメージ

すべて海域で
完結
↓
コスト低減
(規模拡大 可能)

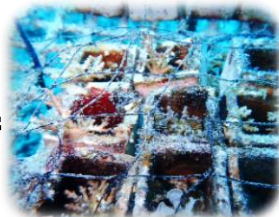
幼生収集装置での採卵～受精～幼生収集

生残率の高い着床具を用いた種苗大量生産
(遺伝的に多様な有性生殖のサンゴ種苗)

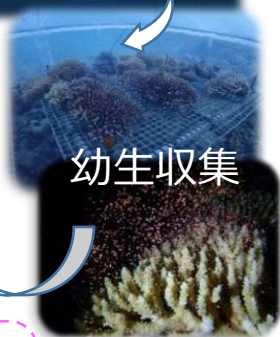
人工幼生供給拠点の整備



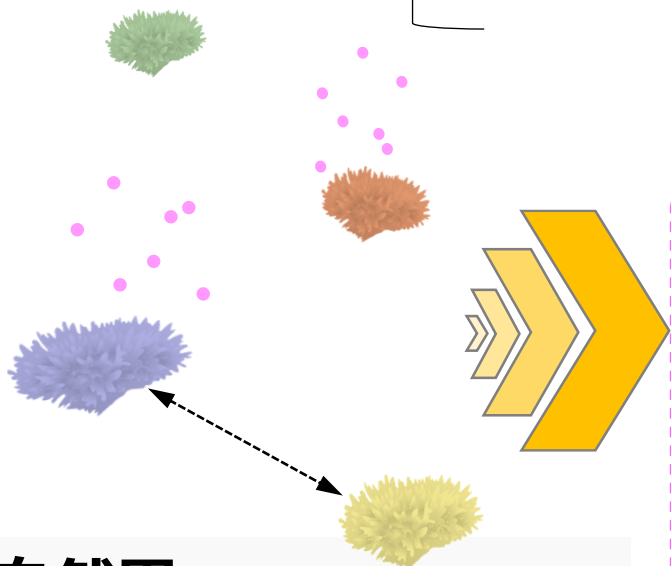
幼生収集装置



種苗生産
～育成



幼生収集



自然界：

同種の距離が遠く、まばらに産卵し、受精率が低い。

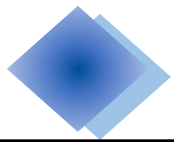


人工幼生供給拠点：

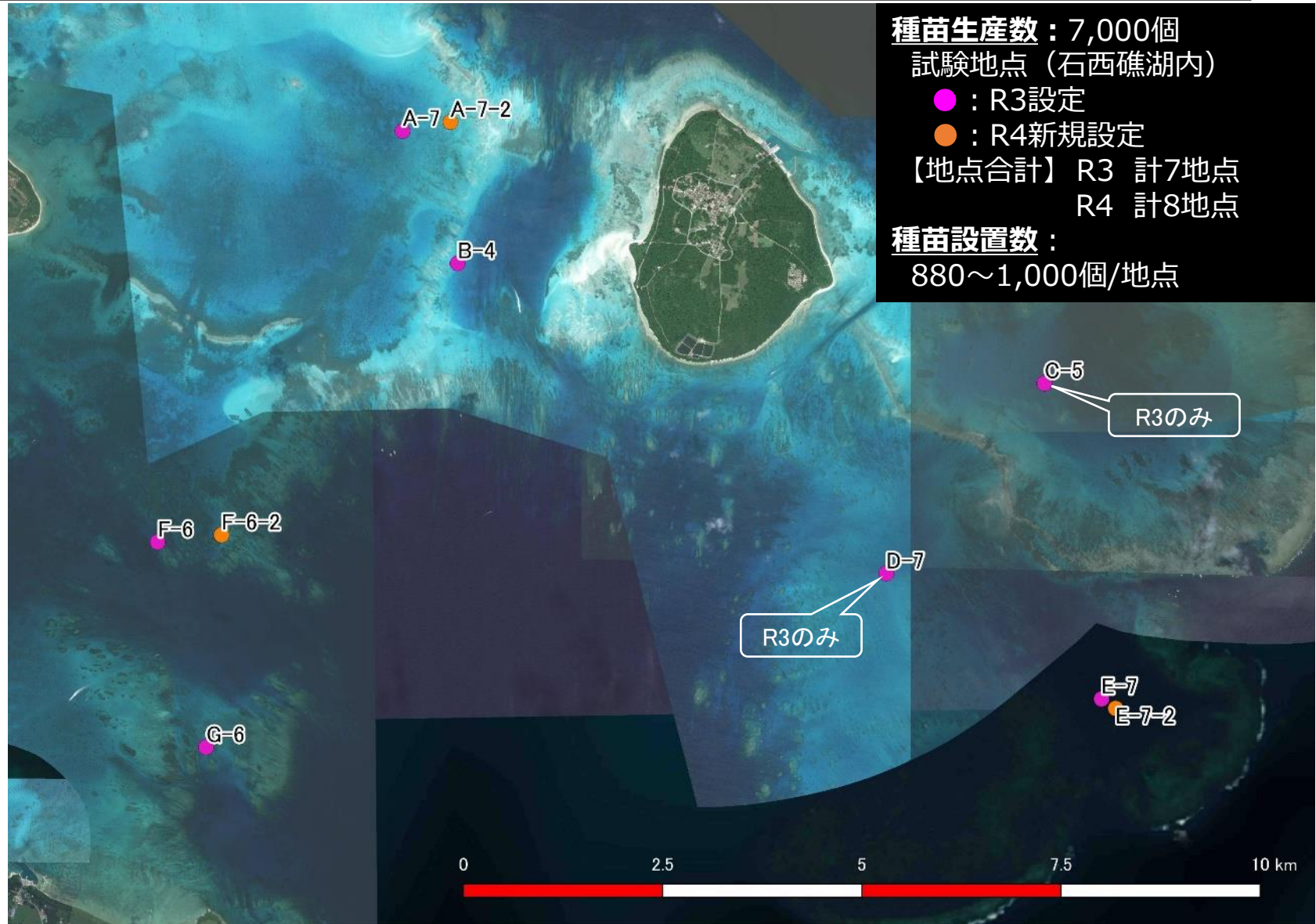
同種を**集約的に配置**
同調産卵し、**受精率が高い**

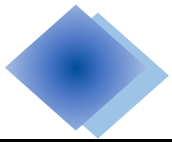
供給拠点の**幼生供給効率**
天然よりも最大1,400倍高い
との試算
(zayasu & Suzuki 2018)

飛躍的に 幼生供給効率 が向上

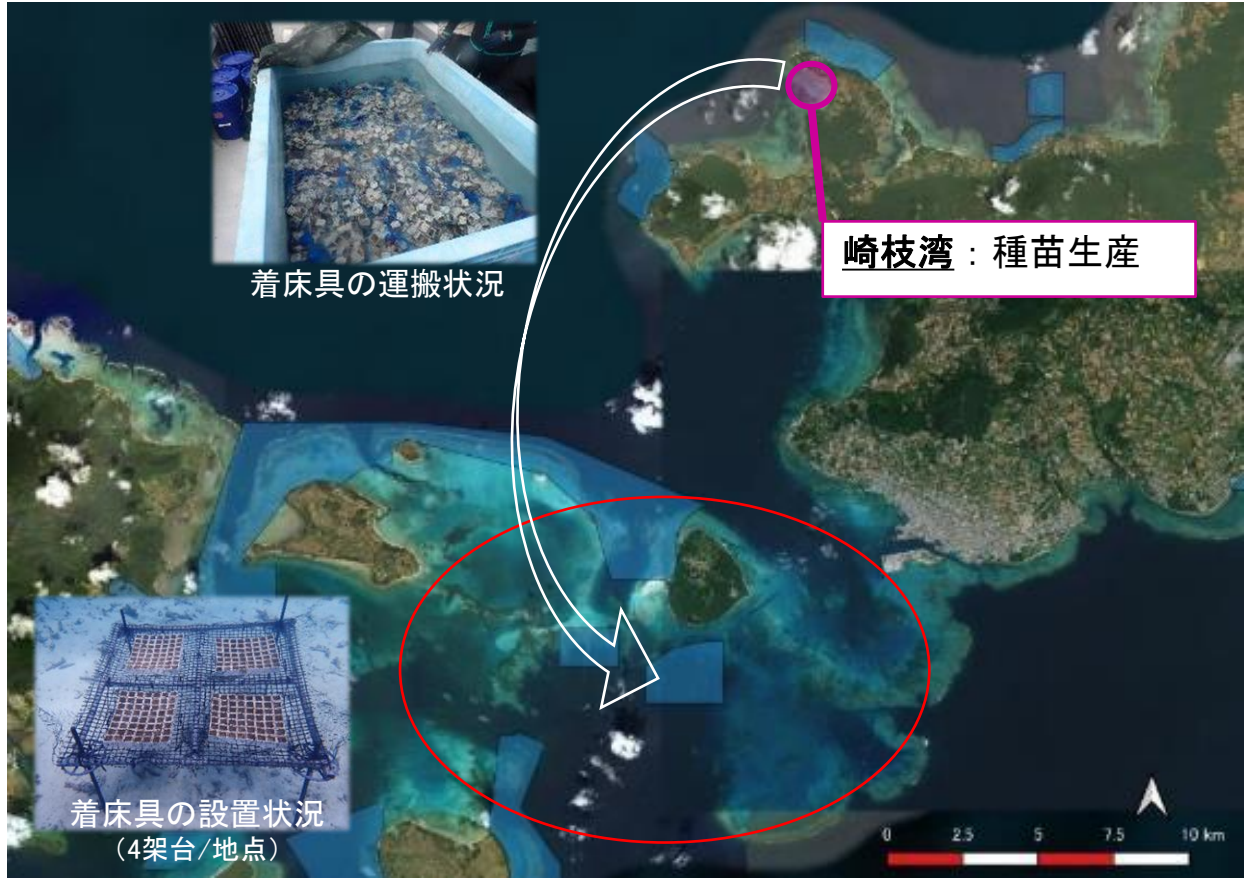
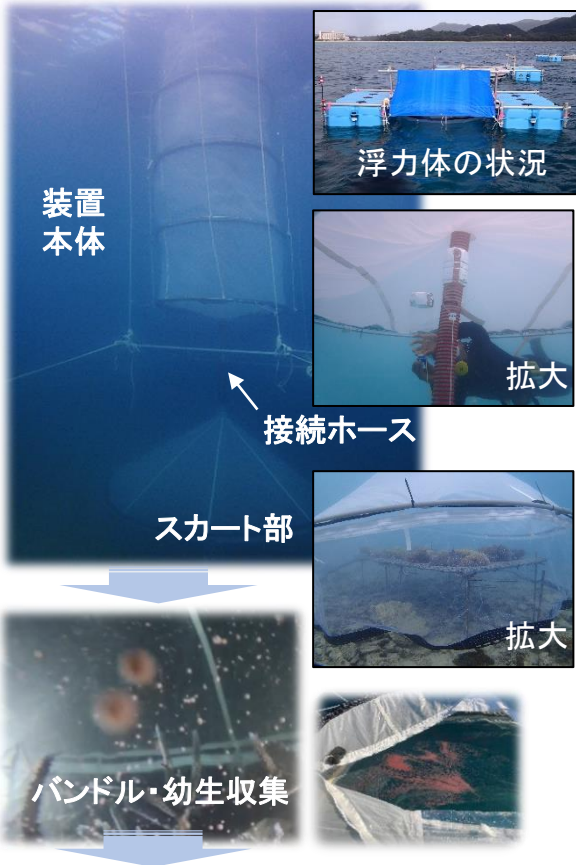


R4試験位置（2. 幼生供給拠点整備試験）





R4実施状況（2. 幼生供給拠点整備試験）

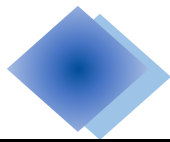


種苗生産数：7,000個/年

試験対象種：※養殖サンゴ

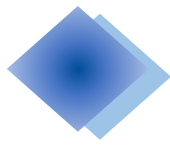
R3) ウスエダミドリイシ

R4) ヤングミドリイシ



現地工程（2. 幼生供給拠点整備試験）

幼生供給拠点整備試験		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
事前準備	着床具の事前処理(浸漬)	■ 13								
	事前調査(新規地点の選定)	■ 19								
	親サンゴの確保		■ 8							
幼生収集	1. 幼生収集装置の設置		■ 9,10							
	2. バンドル(卵・精子)の収集		■ 13							
	3. 着床具の設置(収容)		■ 17							
	4. 着床具の回収(取り出し)、仮置き		■ 19							
育成	育成施設(架台)、着床具の設置		■ 21,22							
	生残状況モニタリング(R3種苗:1年後)	} ウスエダ ミドリイシ		■ 27-29						
	間引き(R3種苗:1年半後)								■ 26-28	
	生残状況モニタリング(R4種苗:6ヶ月後)	ヤング ミドリイシ				藻類付着状況を概略的に観察			■ 22,25,26	



実施状況

R3生産種苗の1年後モニタリング

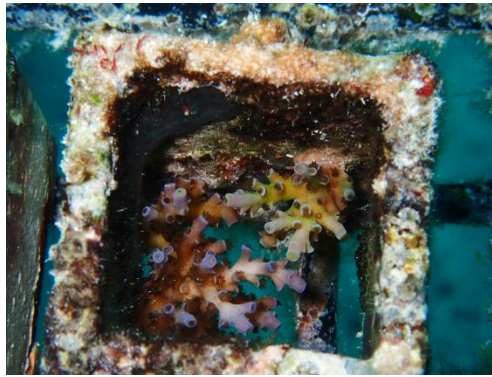
モニタリング対象: 500個(各地点の半数)
※ 個別の架台上でサンプリングの偏りが生じないように面的に均等に選択

観察項目: 着床具ごとの稚サンゴ着生数
破損(流失)数

(補足データ):

被覆性の付着生物(主なグループ)の被覆割合

- ・ 着床具ごとに被覆割合を記録
- ・ 各架台の状況観察、写真撮影



生残状況(ウスエダミドリイシ)



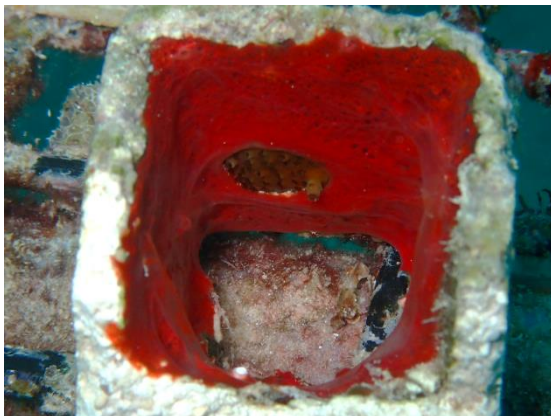
生残状況(ミドリイシ属①)



生残状況(ウスエダミドリイシ)



生残状況(ミドリイシ属②)



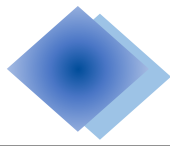
付着生物(海綿類)



付着生物(群体性ホヤ類)



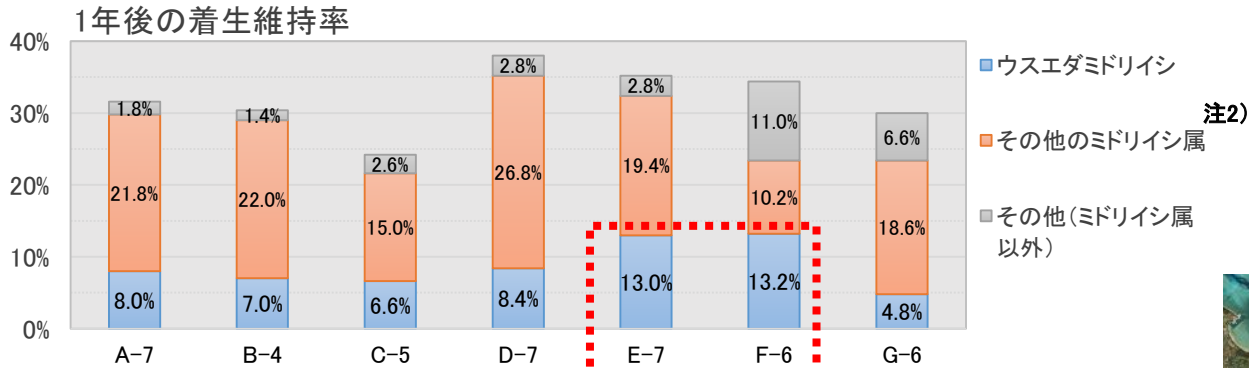
着床具の破損状況(D-7)



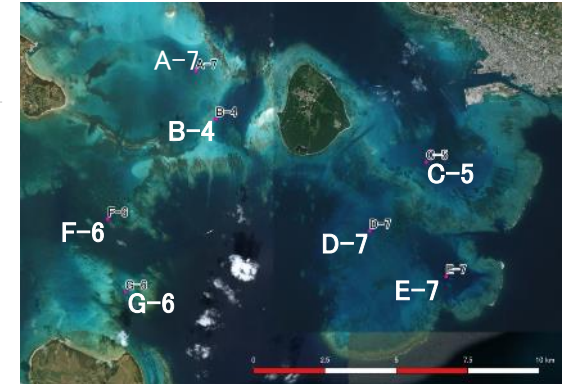
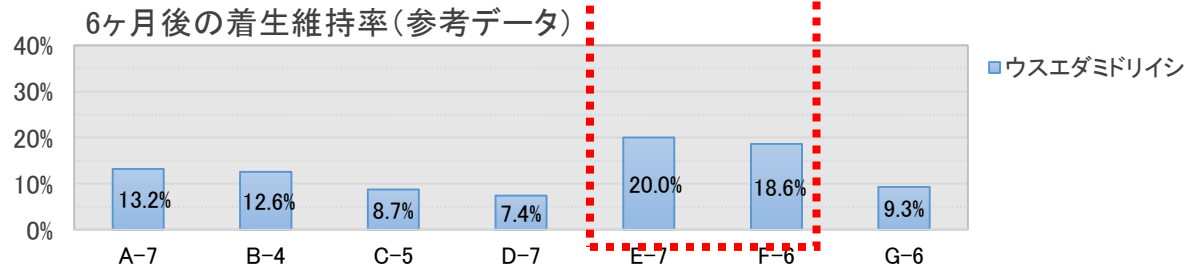
調査結果（稚サンゴの着生状況）

R3生産種苗の
1年後モニタリング

R3試験対象種（ウスエダミドリイシ）の1年後の生残状況【着生維持率】^{注1)}



- 1年後のウスエダミドリイシの着生維持率は、E-7とF-6で13%程度、そのほかは概ね5~10%未満であった。
- 特にC-5とG-6では低かった。



R3試験の幼生供給拠点の候補位置(7海域)

注1) 「着生維持率」の定義

1群体以上の着生が見られる着床具の割合
→「種苗」として成り立つ割合

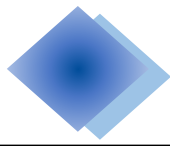


例) 1群体以上の稚サンゴの着生がみられる着床具が100個中30個であれば着生維持率は30%

1群体以上の着生がみられる着床具

注2) 試験対象種(ウスエダミドリイシ)と、その他ミドリイシ属について

- 6ヶ月後のモニタリング結果より、試験対象種(ウスエダミドリイシ)以外の「その他のミドリイシ属」の天然加入が多かった。
 - サイズが数mmと小さいため、ウスエダミドリイシとして記録された稚サンゴの一部には、天然加入した他種のミドリイシ属が含まれている可能性がある(誤記録)
- 1年後時点でのサイズは1~2cm程度とまだ小さいものの、6ヶ月後時点よりは誤記録の割合は小さいと考えられる。



補足調査結果（付着生物の状況）

R3生産種苗の
1年後モニタリング

架台上の付着生物等	A-7	B-4	C-5	D-7	E-7	F-6	G-6
ホヤ類						<5%	
海綿類							
海綿類	<5%	20%	10%	<5%	<10%	<10%	<10%
主な種類	ラン藻類	ラン藻類	ウミウチワ属、ラン藻類	Algal turf	ウミウチワ属	Algal turf	ホンダワラ科、ウミウチワ属

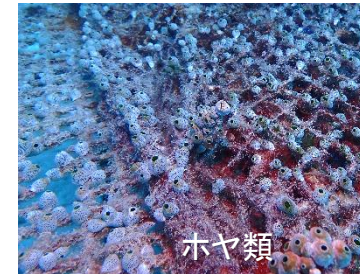
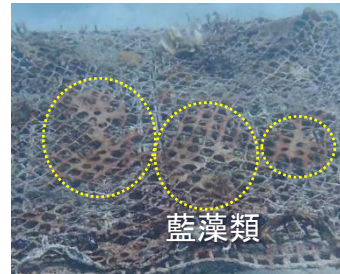
【調査方法の概要】 架台上

架台および着床具固定ネット上の主な付着生物のグループの被覆割合を記録。

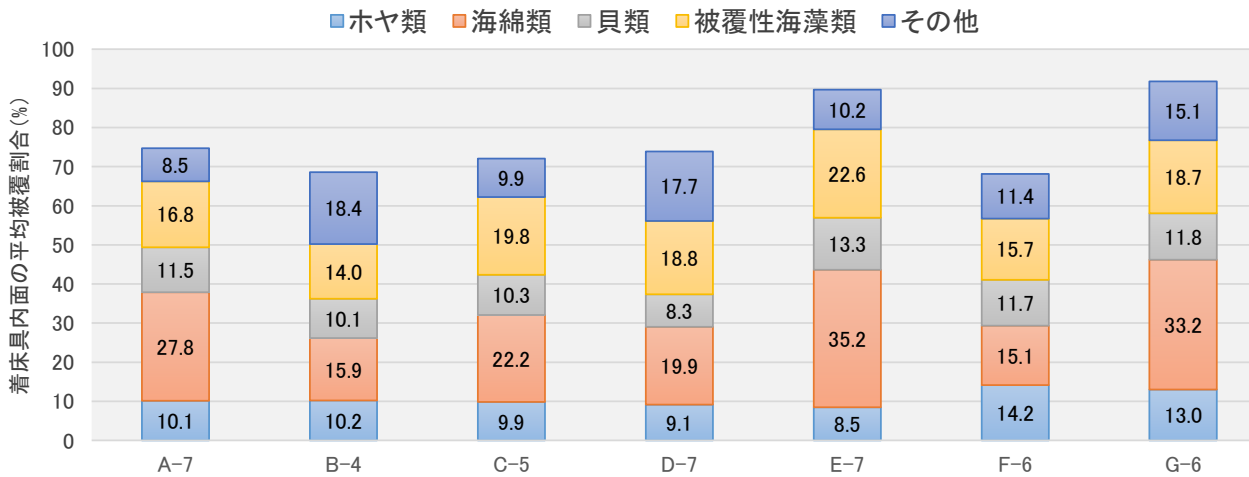
記録区分：

10%未満、10%以上は10%区切り

- 相対的にみると、被覆性海藻類がやや多く、E-7やG-6では海綿類がやや多かった。
- しかし、主な付着生物グループと、稚サンゴの生残性との明瞭な関係性はみられなかった。



着床具あたりの平均被覆割合(%)

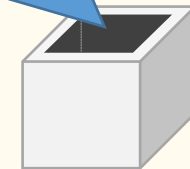


【調査方法の概要】 着床具内

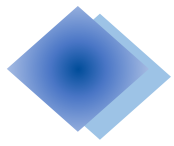
着床具内面における主な付着生物のグループの被覆割合を記録。

記録区分：

10%未満、10%以上は10%区切り



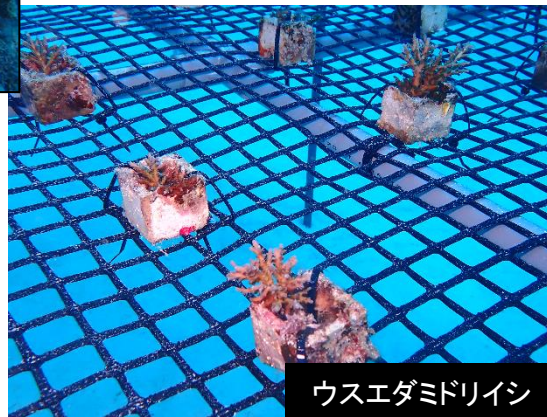
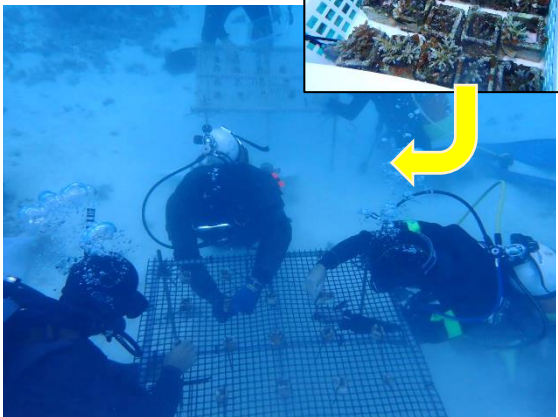
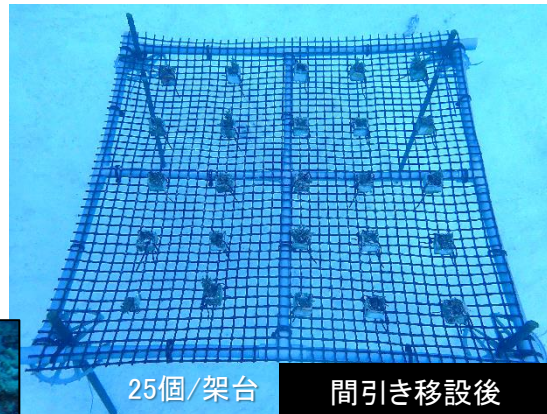
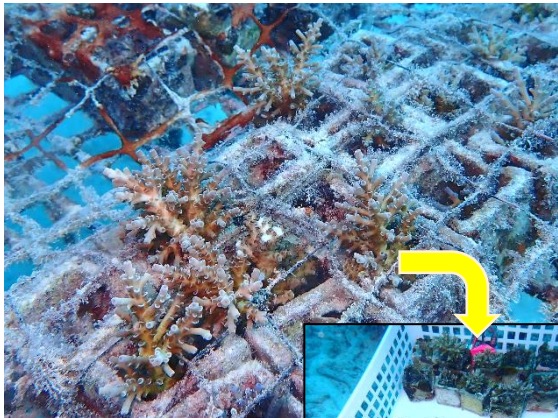
※ その他は、コケムシ類、サンゴ藻類、ウズマキゴカイ類など

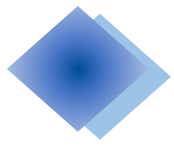


実施状況

R3生産種苗の1年半後の間引き

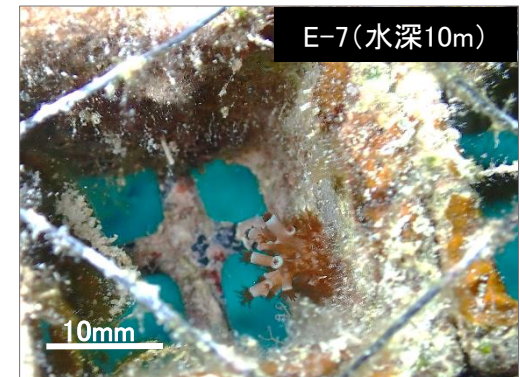
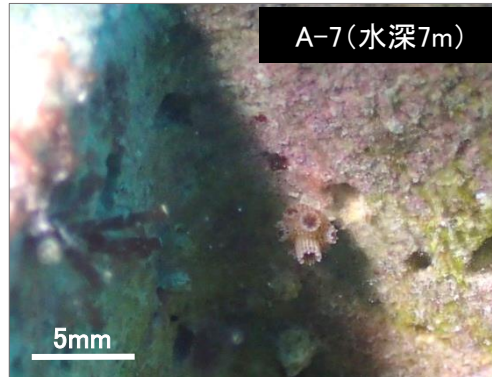
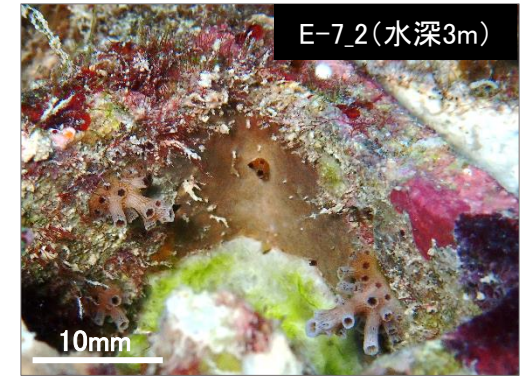
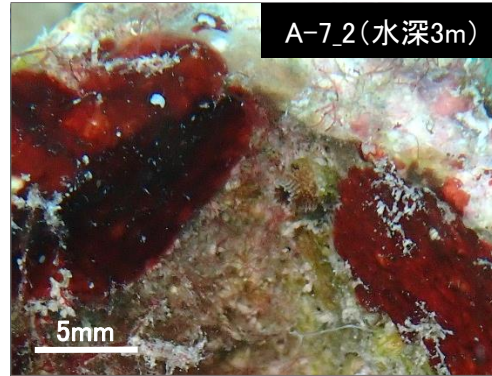
- 好適な成育環境を維持するためには適正な密度で育成する必要がある。既往実績のある25群体/架台の密度になるよう、成長した種苗を既設架台から間引きし、新設した架台に再設置した。
- 試験対象種(ウスエダミドリイシ)のほか、天然加入したミドリイシ属についても間引きを行い、ウスエダミドリイシとは別の架台に再設置した。





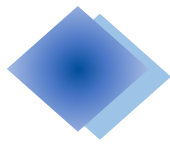
実施状況

R4生産種苗の6ヶ月後モニタリング



着生6ヶ月後のヤングミドリイシ

- 各地点で10%となる88個の着床具を対象に、6ヶ月後のヤングミドリイシの着生状況を観察した。個別の架台上でサンプリングの偏りが生じないように面的に均等に選択した。
- 稚サンゴのサイズは、2~3mmから10mm程度まで個体差が大きく、特にA-7、A-7_2では小さい傾向にあった。
- 補足データとして、生残に影響を及ぼすと考えられる被覆性の付着生物(主なグループ)の被覆割合を着床具ごとに記録した。



調査結果（着生状況）

R4生産種苗の6ヶ月後モニタリング

R4試験対象種（ヤングミドリイシ）の1年後の生残状況【着生維持率】^{注1)}

地点名	A-7	A-7_2	B-4	E-7	E-7_2	F-6	F-6_2	G-6	平均
水深(C.D.L.m)	-7.0	-2.8	-7.0	-10.5	-3.6	-13.4	-3.3	-8.1	
平均着生数/着床具	0.7	0.5	0.9	0.9	1.4	0.7	0.3	0.6	0.8
種苗生残数 合計 (1群体以上の着生)	32	22	33	32	45	34	17	20	29.4
着生維持率	36.4%	25.0%	37.5%	36.4%	51.1%	38.6%	19.3%	22.7%	33.4%

※ モニタリング数は、設置した着床具のうち1割程度(88個)とした。

R3試験ウスエダミドリイシ 着生維持率(6ヶ月後)	13.2	-	12.6	20.0	-	18.6	-	9.3	12.8
------------------------------	------	---	------	------	---	------	---	-----	------

※ ウスエダミドリイシ以外のミドリイシ属を含む可能性があるため参考値とする。平均値は 地点C-5(8.7%)、D-7(7.4%)を含む。

注1)「着生維持率」の定義

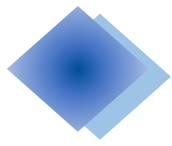
1群体以上の着生が見られる着床具の割合
→「種苗」として成り立つ割合

例) 1群体以上の稚サンゴの
着生がみられる着床具が
100個中30個であれば
着生維持率は30%



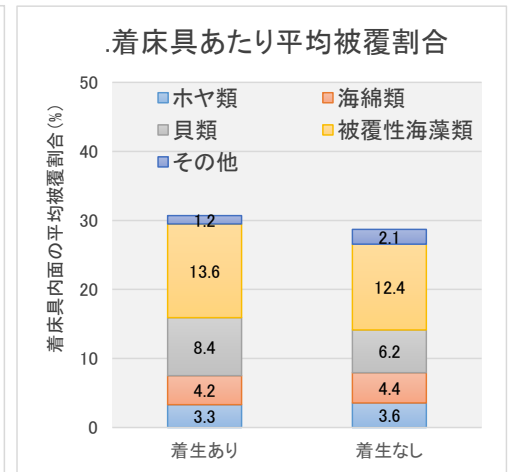
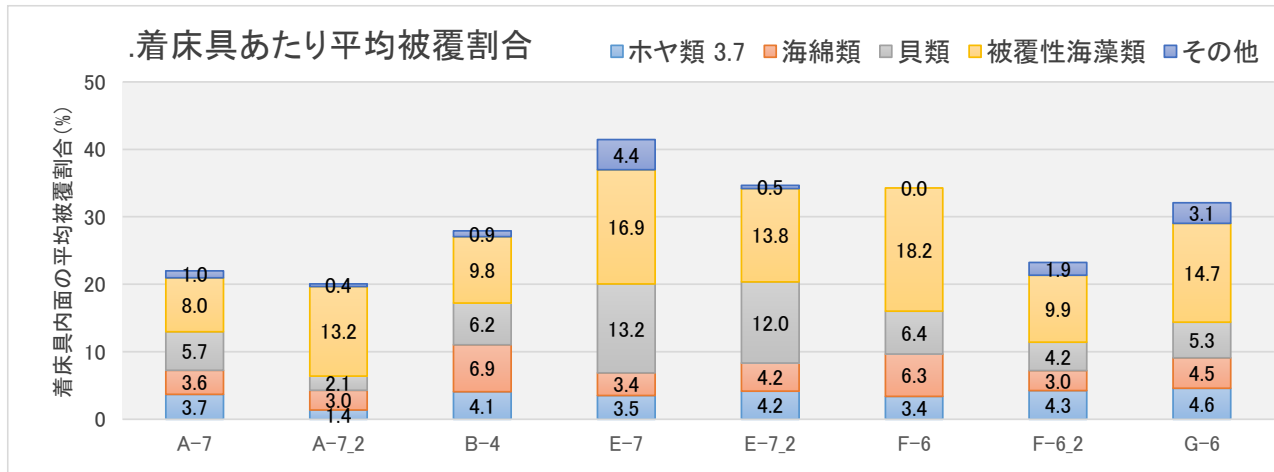
1群体以上の着生がみられる着床具

- R4試験対象種（ヤングミドリイシ）の着生維持率は、E-7_2が50%程度と最も高く、A-7、B-4、E-7、F-6で35～40%程度。A-7は25%、F-6_2、G-6は20%前後と相対的に低かった。
- R3試験対象種（ウスエダミドリイシ）の6ヶ月後の着生維持率と比較すると全体的に高かった。
- R4試験では、R3試生じた試験対象種以外の天然加入を防ぐ対策を行ったこともあり、ヤングミドリイシ以外のほかのミドリイシ属はほとんど確認されなかった。



調査結果（着生状況）

R4生産種苗の6ヶ月後モニタリング



- 着床具内の付着物は20～40%で、被覆性海藻類の割合が多く、次いで、貝類、海綿類が多かった。
- 稚サンゴが着生したものと、そうでないものでは、被覆割合に大きな違いは見られなかった。



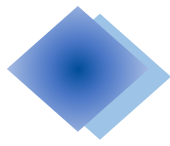
付着生物(海綿類)



付着生物(群体性ホヤ類)



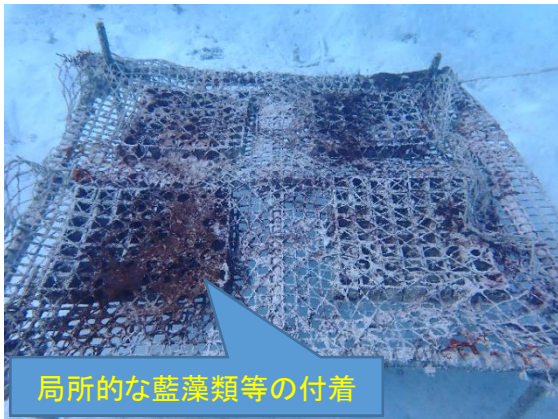
付着生物(貝類)



調査結果 (R4配置の着床具における藻類繁茂状況)

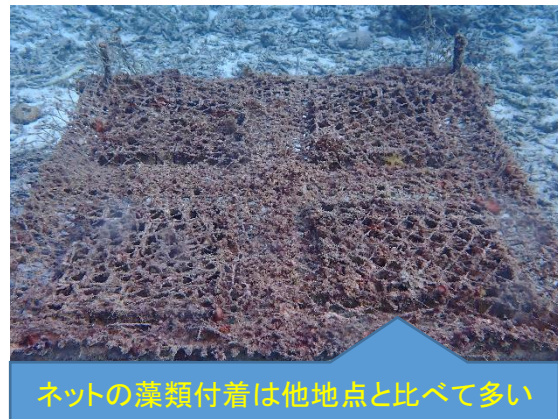
＜生残が相対的に高かった地点＞ 着生維持率: 30～50%程度

- A-7では、局所的にマット状に藍藻類等がネットに付着していた。E-7_2では、ほかの地点と比べてネットへの藻類付着が多い傾向にあった。しかし、いずれも着床具内面においては、糸状小型藻類は少ない傾向であった。
- F-6では、局所的にマット状に藍藻類等がネットに付着していた。着床具内の糸状小型藻類は、ほかの地点との明瞭な違いはみられなかった。



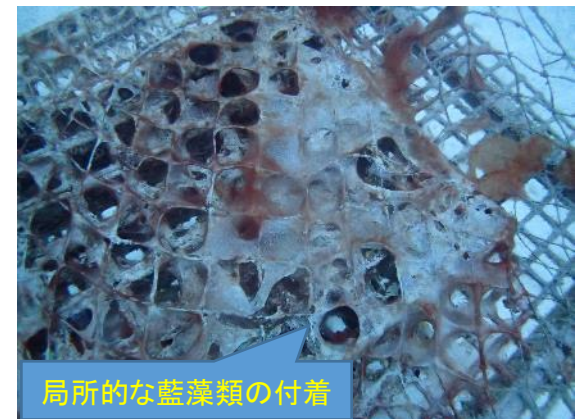
A-7(水深7m)

着生維持率: 36.4%



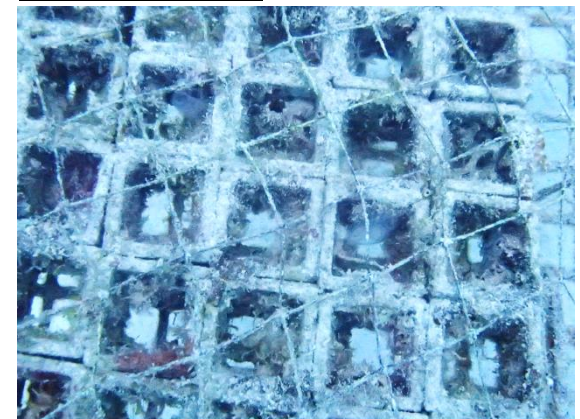
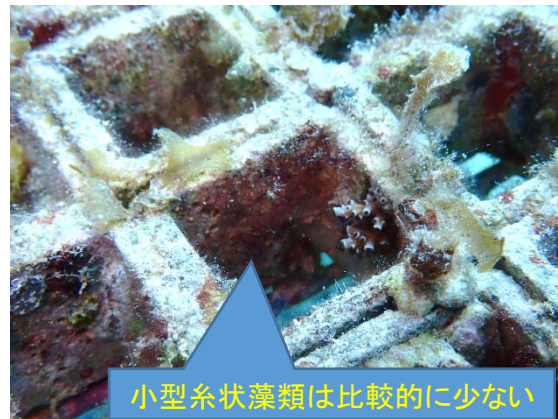
E-7_2(水深3m)

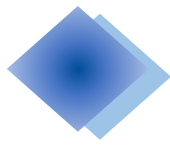
着生維持率: 51.1%



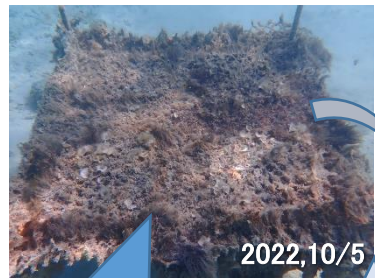
F-6(水深13m)

着生維持率: 38.6%



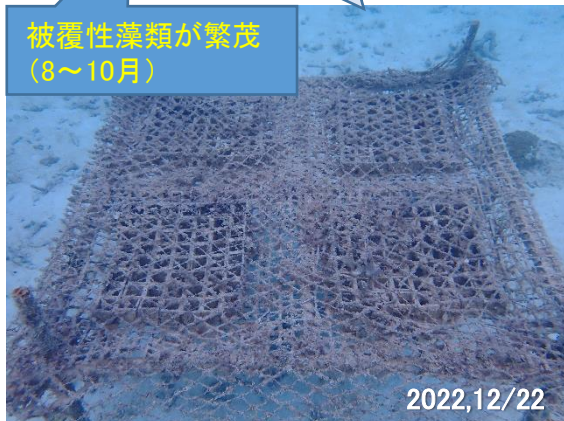


調査結果 (R4配置の着床具における藻類繁茂状況)



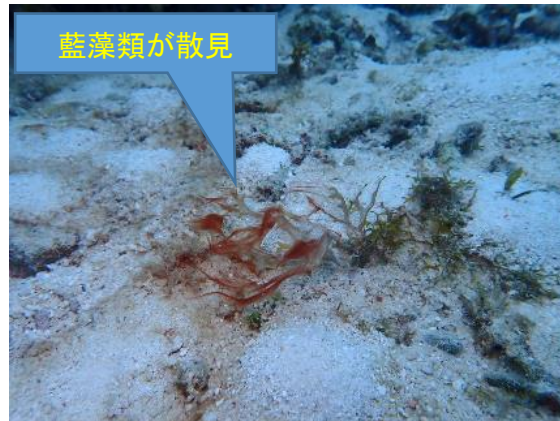
＜生残が相対的に低かった地点＞ 着生維持率: 20%程度

- 着生維持率が20%前後であった3地点では、共通して着床具内面に糸状小型藻類が多い傾向がみられた。※調査ではワカメ類等の被覆性藻類の割合を主に記録
- A-7_2では、夏季のマット状の藍藻類の付着による光量不足等の影響が推察された。



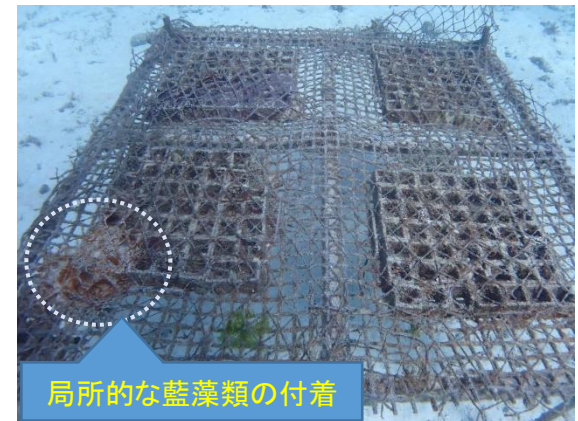
A-7_2(水深3m)

着生維持率: 25.0%



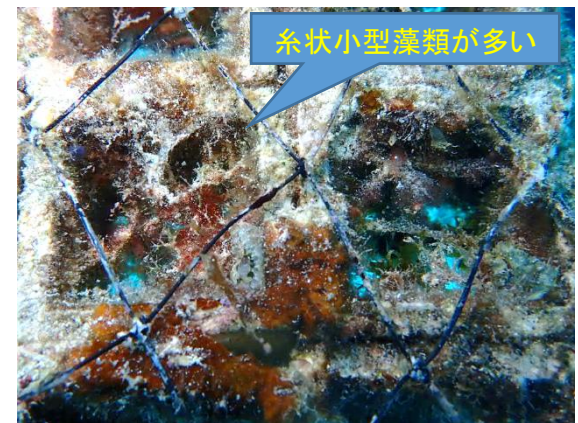
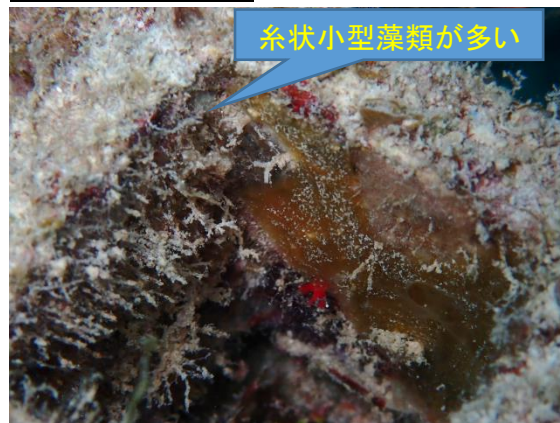
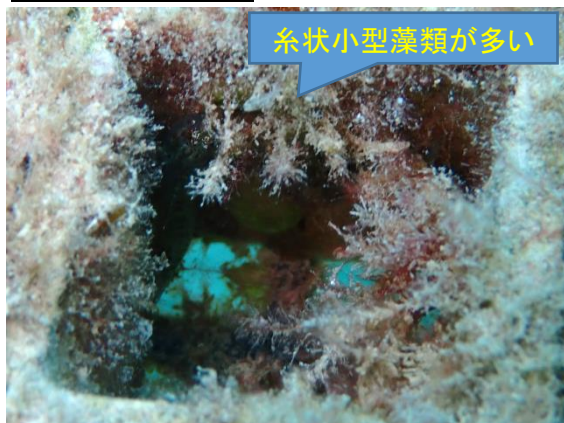
F-6_2(水深3m)

着生維持率: 19.3%



G-6(水深10m)

着生維持率: 22.7%

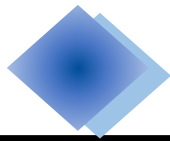


石西礁湖サンゴ群集修復事業(2020-2024)

令和4年度の実施状況について

- ② 異常高水温となった場合の攪乱要因対策試験
 - 遮光試験、高水温回避場所の選定
 - 白化状況把握調査(8月下旬~9月上旬)

環境省沖縄奄美自然環境事務所



フロー・工程

1. 計画準備

2. 現地試験

① 遮光ネットによる遮光試験
② 異常高水温回避場所の選定

7月：遮光ネット設置
光量子計・水温計設置

10月上旬：遮光ネット撤去
光量子・水温計回収

3. 解析、評価

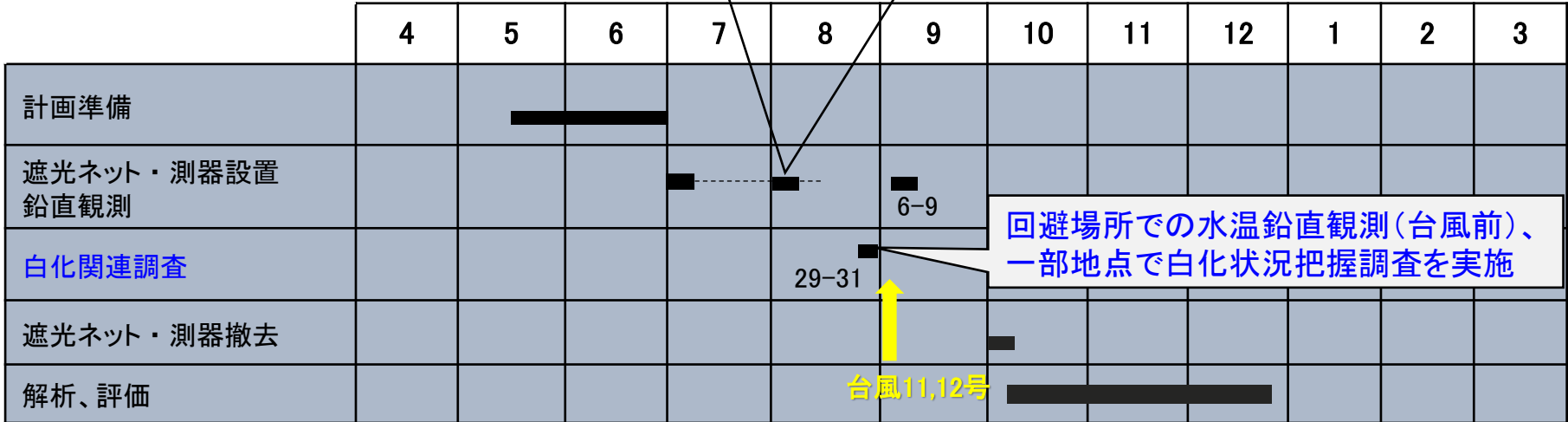
① 遮光ネットによる遮光試験
：遮光率、遮光ネット損壊率

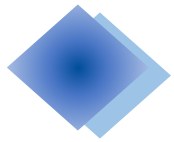
② 異常高水温回避場所の選定
：避難地のサンゴ生息適性

各試験で観測する環境要素と観測期間

試験名	観測する環境要素		
	水温	水中光量	観測期間
ネットによる遮光(シェーディング)試験	連続観測	連続観測	3ヵ月間
異常高水温回避場所の選定 ：深場(15m以深)または 流れが速い可能性がある箇所	鉛直観測	鉛直観測	1日程度

月1回程度(8月上旬、9月上旬)で遮光ネットの点検、
光量子センサー部清掃の実施

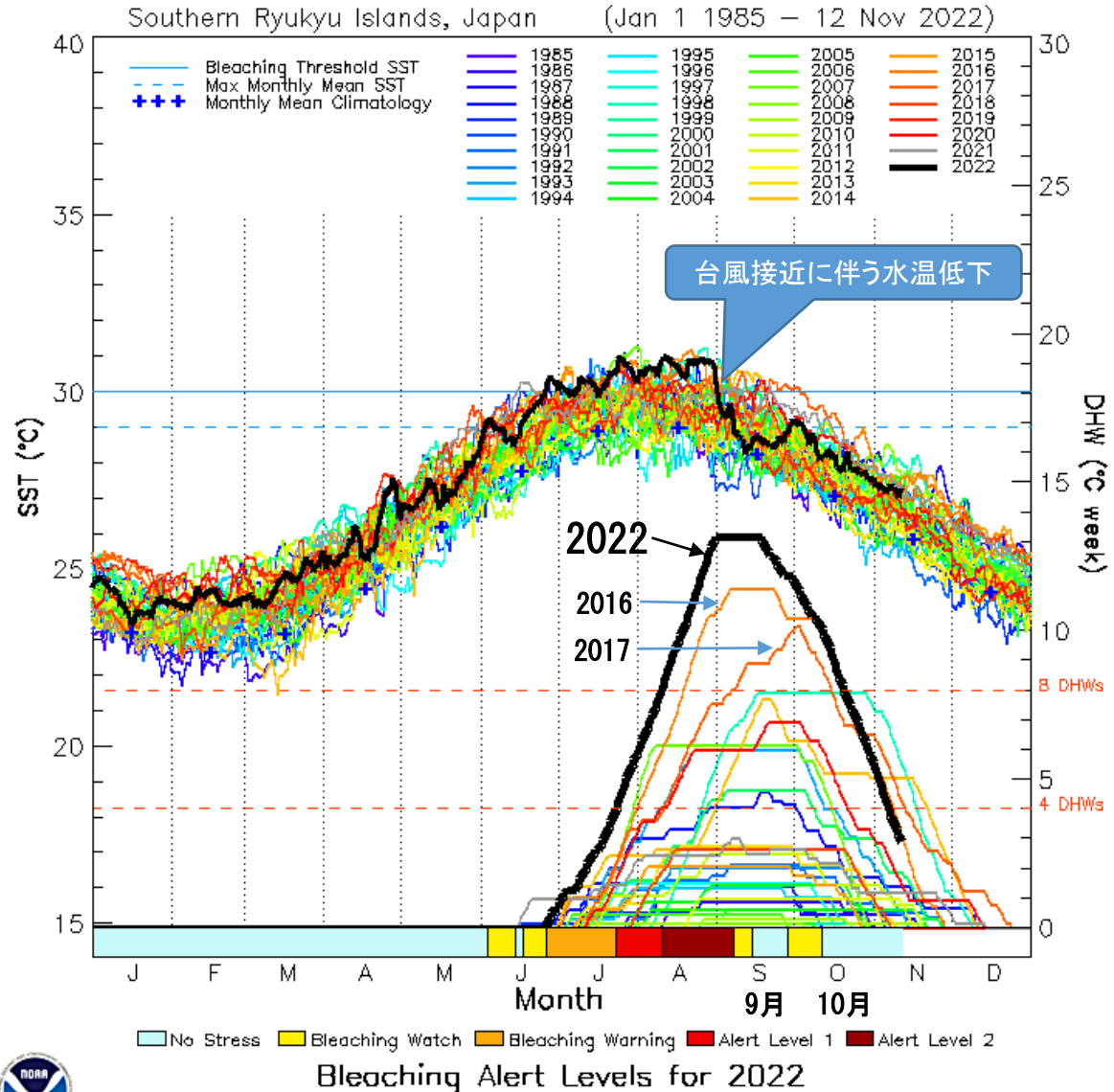


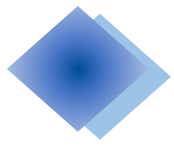


2022年夏季の高水温状況

【DHWの経年変化】 NOAA公開の白化現象 が発生する指標 (南琉球エリア)

- DHWが4を超えると顕著な白化現象が生じる可能性が高く、8を超えるとより重度な白化状況となる。
- 2022年は、8月頃は2016年の大規模白化を超える水準であったことから、深刻な白化の影響が懸念。
- 9月初旬に台風が立て続けに台風が接近したことで、2016年よりやや早くSSTとDHWはピークアウト。





①遮光ネットによる遮光試験

【試験場所の候補】

○ : 安価・簡易設置タイプ

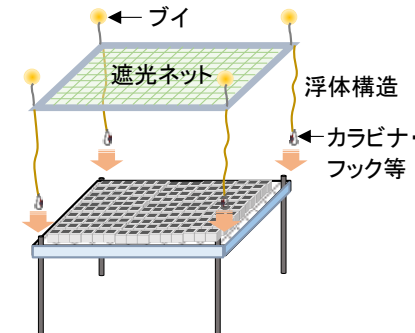
● : 安価・簡易設置および高耐久性タイプ

光量子計

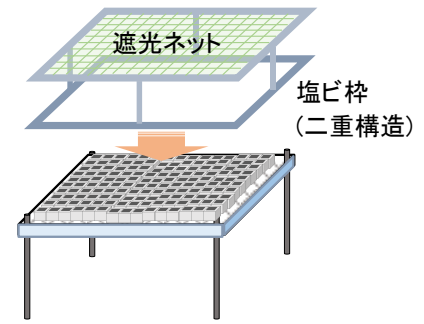
遮光ネット直下と
対照区に各1個

水温計

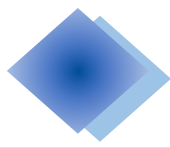
1個/地点



<安価・簡易設置タイプ>



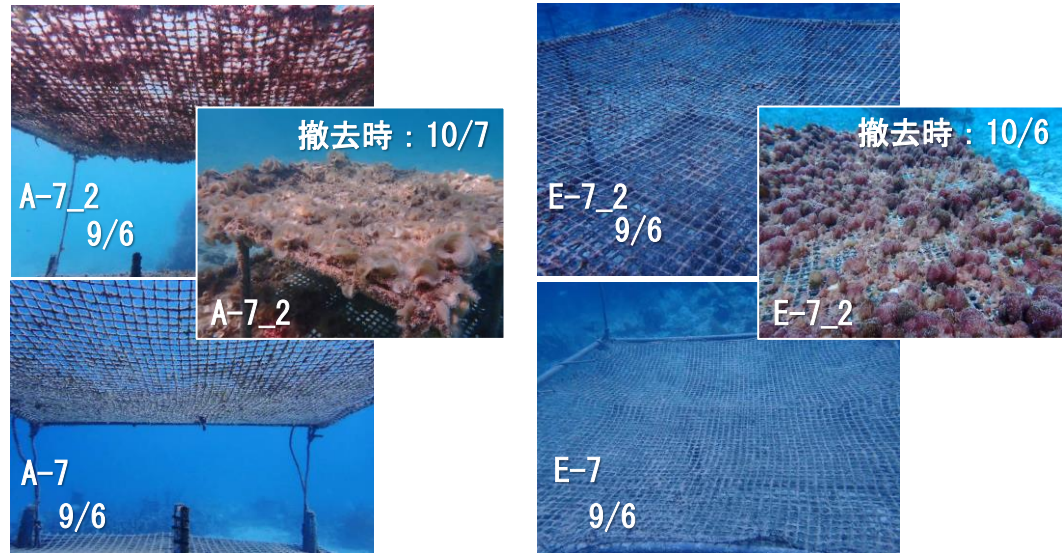
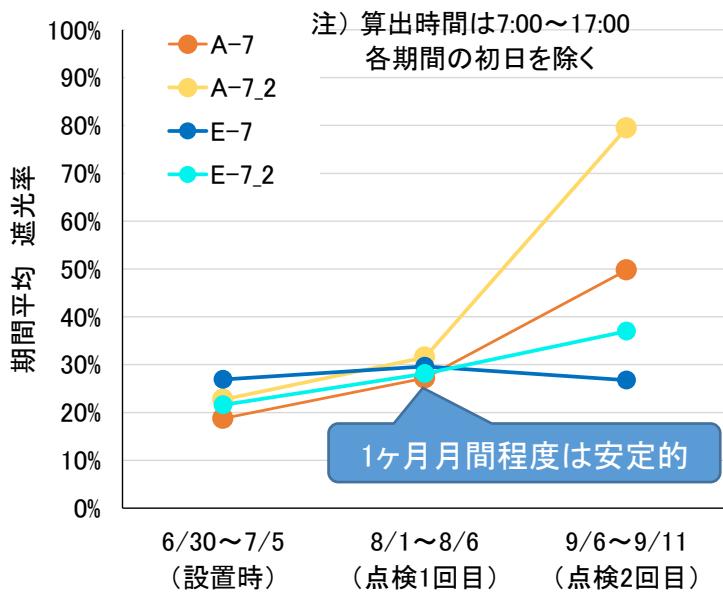
<高耐久性タイプ>



遮光ネットによる遮光試験 調査結果

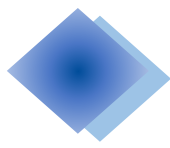
—遮光率の変化—

- ・遮光率は、経時変化および陸上光量の傾向より、付着物の影響が小さいと推察された3期間において平均値を算出した(各5日間程度)。
- ・A-7_2では、藍藻類の付着により9/6-11の遮光率は79%と著しく高まった。その他は27~50%で、ネットへの付着も少なかった。E-7_2も撤去時には藍藻類付着で遮光率が高まった。



[光量子の単位] $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

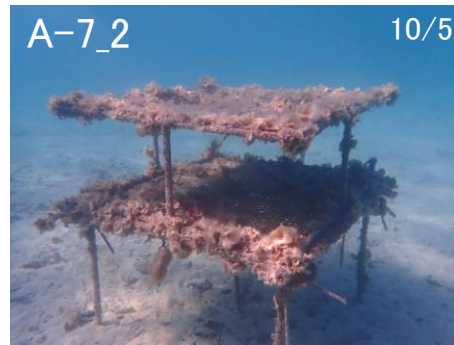
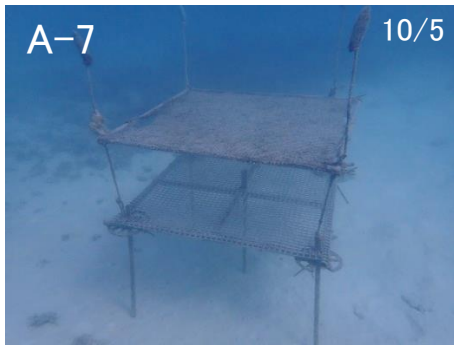
遮光区 (ネット有)	水深 (D.L.m)	設置時 6/30~7/4			点検時(第1回) 8/1~6			点検時(第2回) 9/6~11			遮光率の 変化率 (6/30 →9/11)
		遮光率	光量子 (ネット)	光量子 (control)	遮光率	光量子 (ネット)	光量子 (control)	遮光率	光量子 (ネット)	光量子 (control)	
A-7	-7.0	19%	228.2	277.6	27%	161.0	220.3	50%	79.5	152.3	2.7
A-7_2	-2.8	23%	459.9	589.5	32%	367.9	536.0	79%	85.8	379.2	3.5
E-7	-10.5	27%	197.5	267.8	30%	140.3	198.6	27%	88.5	122.9	1.0
E-7_2	-3.6	22%	359.9	459.9	28%	309.0	430.6	37%	146.6	237.9	1.7



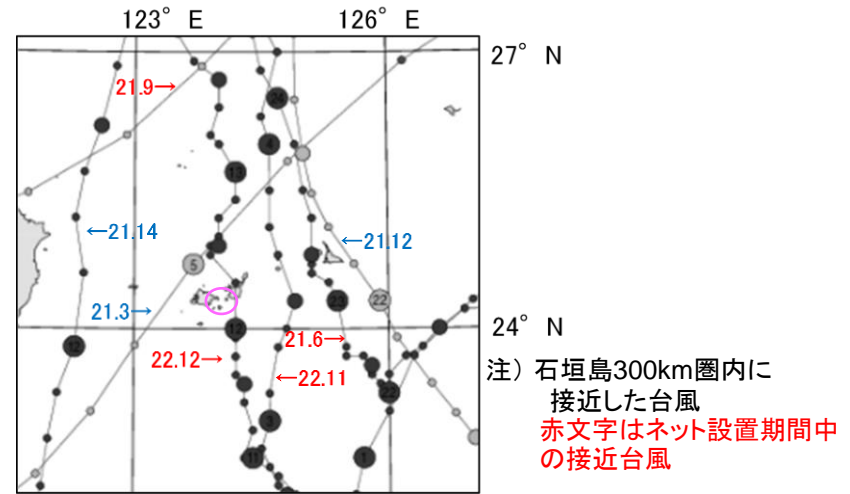
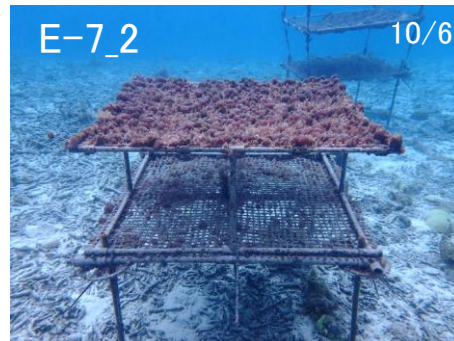
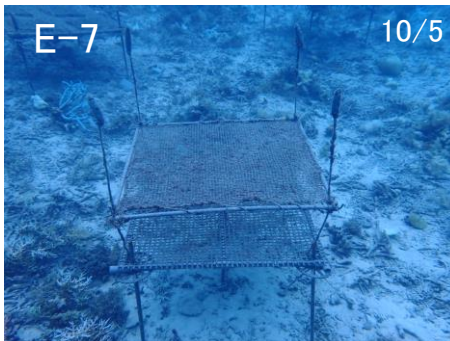
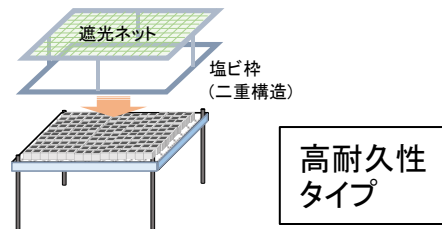
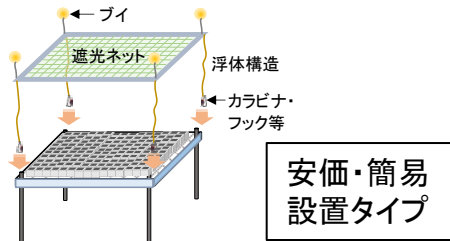
遮光ネットによる遮光試験 調査結果

—遮光ネットの耐久性検証結果—

- ・遮光ネットは、いずれのタイプでも、2021年を含めて、目立った破損はみられなかった。
- ・石垣島に950ha規模台風が接近した場合には、簡易設置タイプでも耐久性が実証された。ただし、設置場所が静穏な礁池内であったことが一因であるため、波当りの強い海域であったり、より勢力の大きな台風が接近した場合には、破損や流失する可能性もあることに留意が必要。



			気圧(hPa)	ネット設置期間
2021	3	2021/6/4~5	998程度	
	6	2021/7/22~23	950~960	
	9	2021/8/7	995程度	
	12	2021/8/22	995程度	
2022	14	2021/9/11~12	935~940	
	11	2022/9/3	955程度	
	12	2022/9/12	965程度	

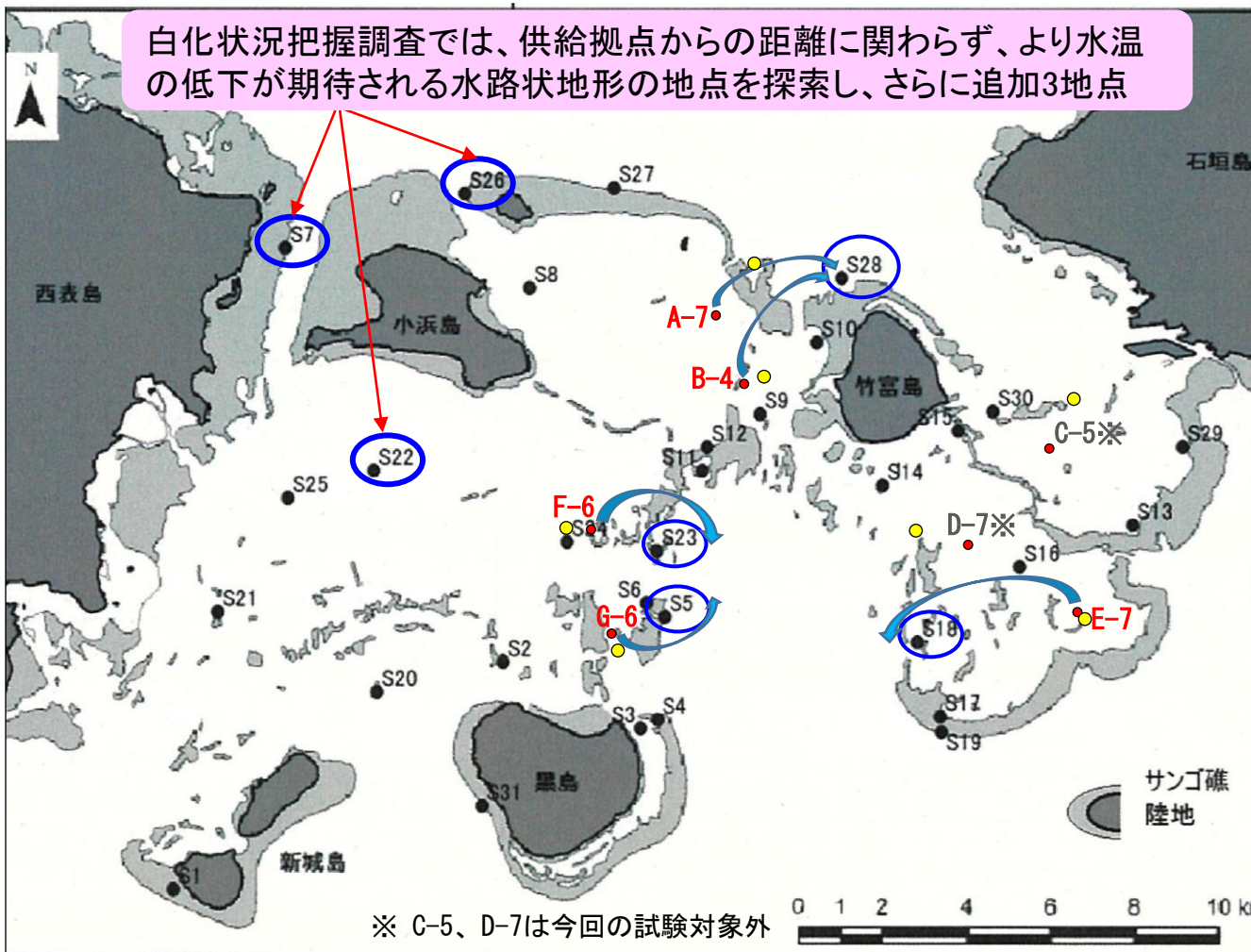


出典) デジタル台風: <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>

異常高水温回避場所の選定 —水温等の鉛直観測—

- : R3設定 幼生供給拠点候補地 7地点
- : R3選定の回避場所 5地点 (供給拠点近傍)
- : 群集モニタリング調査地点近傍 7地点

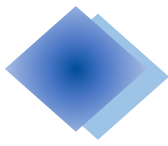
白化状況把握調査では、供給拠点からの距離に関わらず、より水温の低下が期待される水路状地形の地点を探索し、さらに追加3地点



地点No.	地点名称	近傍、周辺の供給拠点
S01	パナリ・下地・南イノー	
S02	黒島港入口	G、F周辺
S03	アナマリ沖・イノー	G周辺
S04	アナマリ沖・シンクチ	G周辺
S05	ウラビシ東・シンクチ	G近傍、F周辺
S06	ウラビシ東・イノー	G近傍、F周辺
S07	St.M(ヨナラ水道)	
S08	St.J(カヤマ 南)	
S09	St.F(竹富島 西)	B近傍、A周辺
S10	タケルンジュ	A、B周辺
S11	シモビシ・ヘイのナカゲー	B周辺
S12	シモビシ・ユイサーウチ	B近傍、A周辺
S13	テンマカケジュ・イノー	C、E周辺
S14	ミルキーウェイ	D周辺
S15	黒島口 南	C、D周辺
S16	St.C(竹富島 南東)	D、E近傍
S17	カタグアー・イノー	
S18	St.A(カタグアー北)	D周辺
S19	カタグアー・シンクチ	
S20	St.L(パナリ北東)	
S21	St.N(大原 沖)	
S22	St.K(小浜島 南)	
S23 05	マルゲー(水深5m)	F近傍、G周辺
S23 10	マルゲー(水深10m)	F近傍、G周辺
S23 15	マルゲー(水深15m)	F近傍、G周辺
S23 20	マルゲー(水深20m)	F近傍、G周辺
S24	St.I(マルゲー西側)	F近傍、G周辺
S25	St.8(小浜島 南西)	
S26	カヤマ入口	
S27 05	St.20(北礁): 水深5m	
S27 10	St.20(北礁): 水深10m	
S27 15	St.20(北礁): 水深15m	
S27 20	St.20(北礁): 水深20m	
S28	St.18(竹富北礁)	A、B周辺
S29	カナラグチ 西	C周辺
S30	竹富島 東	C周辺
S31	黒島・仲本沖	

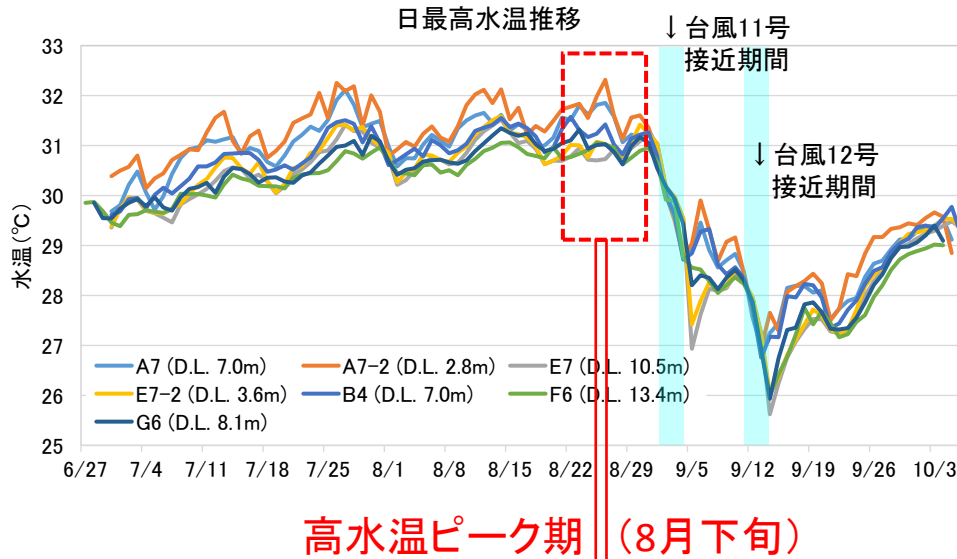
選定した群集モニタリング地点(4地点)の近傍において、水深15m~20mの新たな回避場所を探索し、鉛直観測を実施

注) 便宜的に各供給拠点から2km以内が近傍、2kmを越え4km以内が周辺とし、近い箇所を優先して選定した(計4地点)。

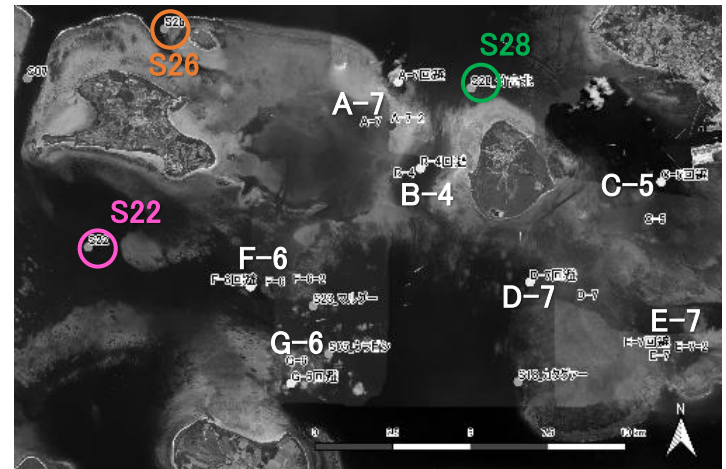
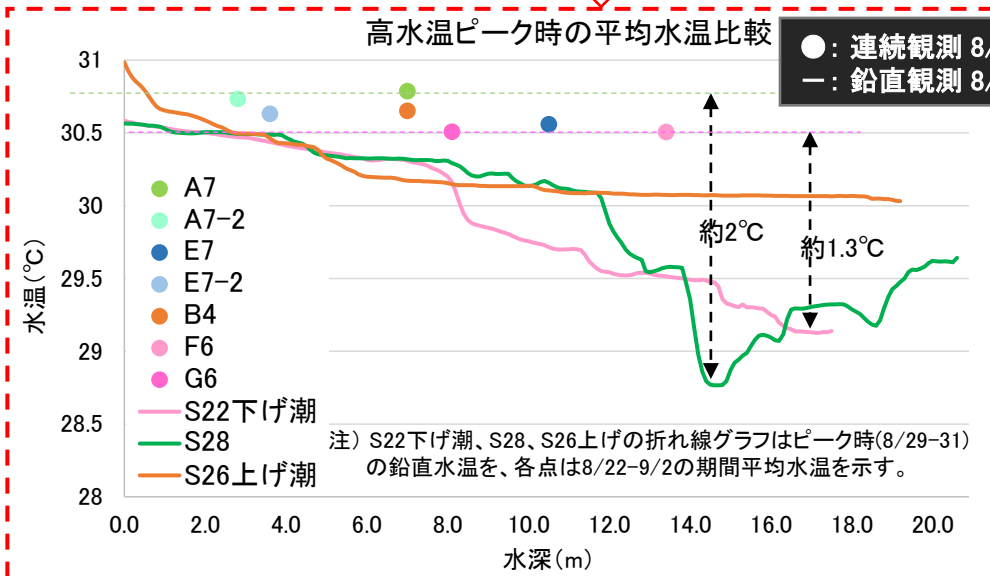


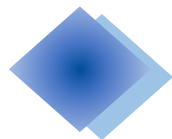
異常高水温回避場所の選定

—供給拠点の水温連続観測結果と鉛直観測結果の比較—



- ・供給拠点試験場所の日最高水温は、台風11号接近前には水深13mでも30°C～31°C台であったものの、台風11号接近後(9/5以降)は、27～28°C台まで低下。
- ・2022年の高水温ピーク期と想定される8月下旬の期間平均水温(連続観測結果)と、8/29-31の鉛直観測結果と比較すると、**S28(竹富島北西)**や**S22下げ潮(小浜島南)**で29°C台まで水温が低下し、その差をみると、1.3°Cから最大2.0°C低い。





高水温予測に基づく対応フローの検討

【予測材料(案)】

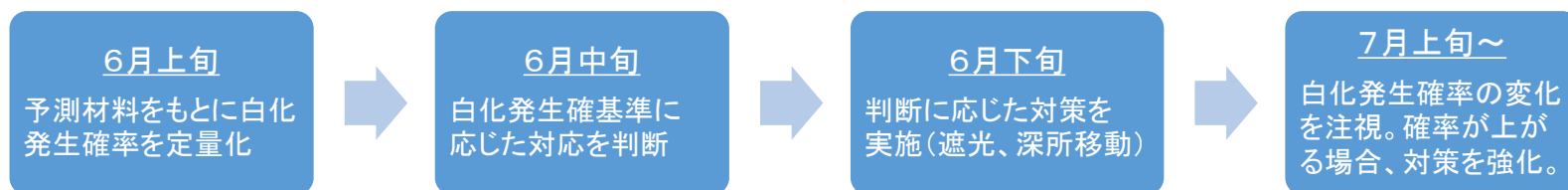
- 南半球(GBR)の白化状況(GBRMPA、AIMS) : 4月時点で状況把握可能
- 海面水温の中期予測結果(気象庁) : ~1ヶ月先まで予測
- 白化警報(NOAA) : ~3ヶ月先まで予測
- etc...

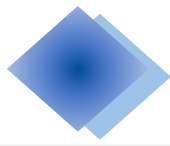
各指標の重み付け・定量化

【実施内容と判断基準(案)】

レベル		遮光	水深移動
白化発生確率	低	予測の変化を注視	予測の変化を注視
	中	実施(2歳齢以上の種苗)	実施体制の準備(実施判断後2週間以内で稼働できる体制)
	高	実施(2歳齢以上の種苗)	可及的速やかに実施(6月下旬)

【対応フロー(案)】

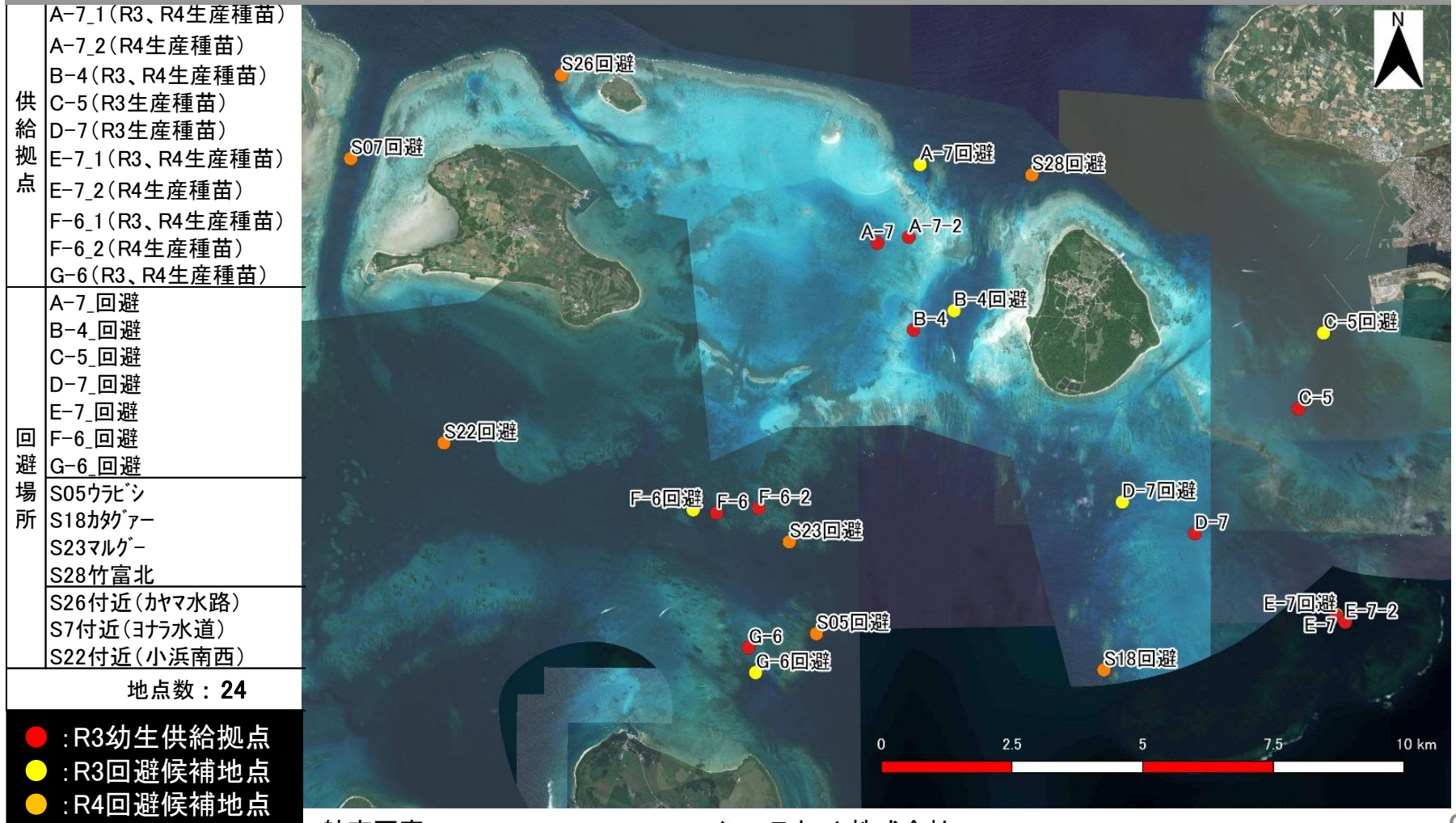


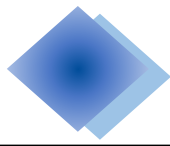


供給拠点および回避場所の白化状況把握調査

➤ 架台を設置した各地点および回避場所候補地の計24地点程度において、高水温のピーク期となる8月下旬～9月上旬に白化状況の把握調査を行った。

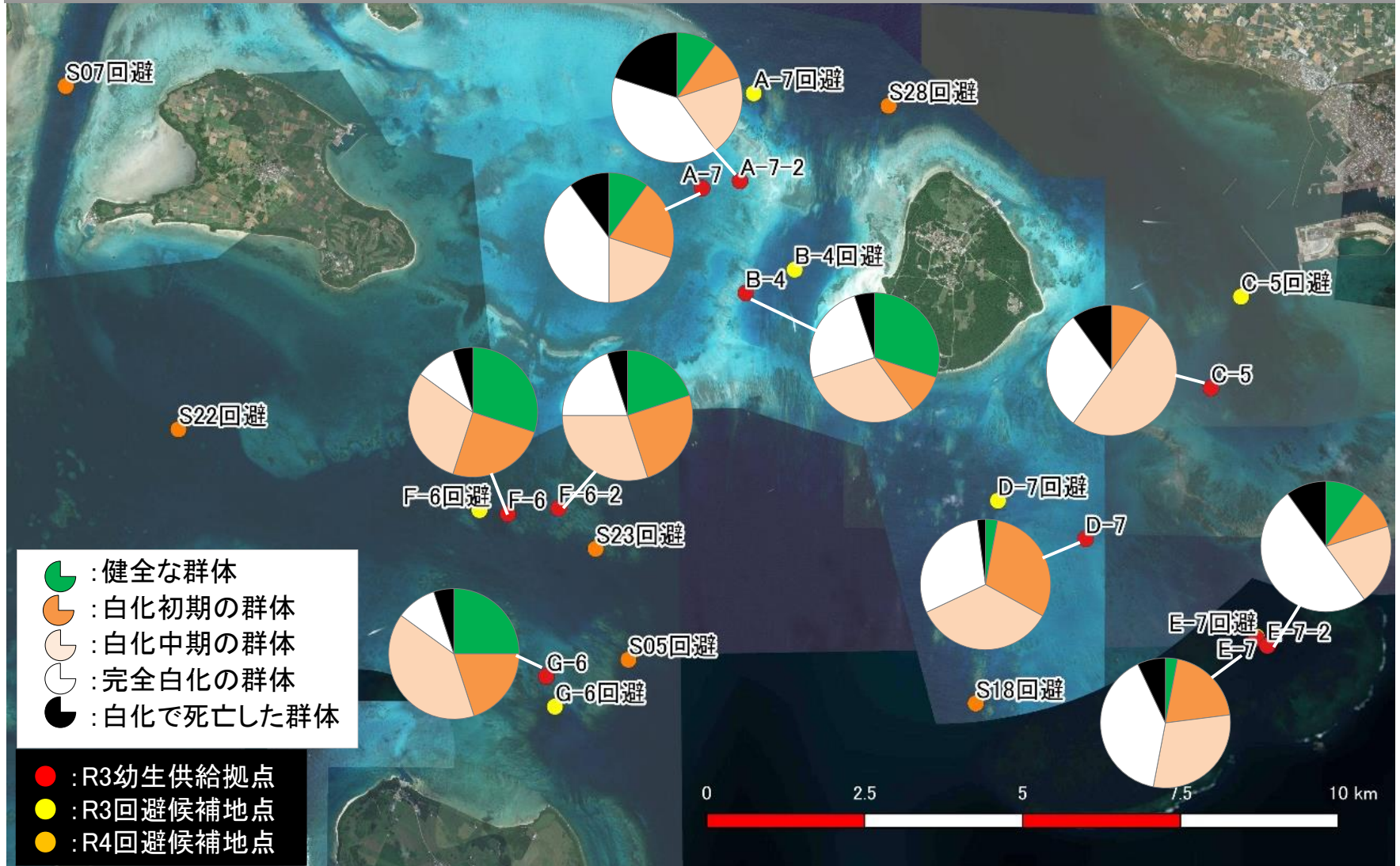
対象：供給拠点の1歳稚サング、供給拠点および回避場所周辺の天然サング

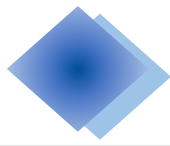




白化状況把握調査結果（白化割合：供給拠点）

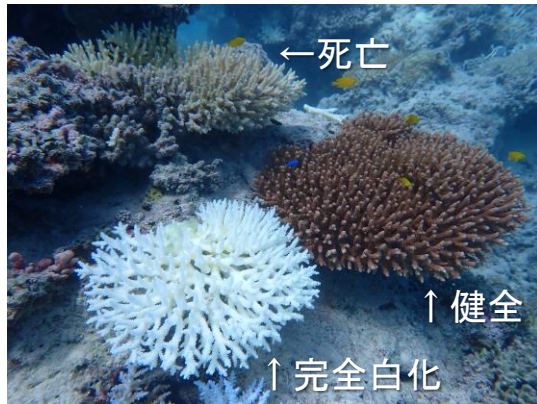
A、C、D、E海域では健全な群体は10%以下であり、顕著に白化が進行している。B、F、G海域では健全な群体が20～30%あり、死亡割合は5%とわずかであるものの、白化中期の群体も30～40%を占めている。





サンゴの白化状況（幼生供給拠点）

○供給拠点・・・ミドリイシ属が優占する地点では、ミドリイシ属の白化割合が高く、1割程度で死滅がみられた。一方で、まだら状の部分白化や、全く白化していないミドリイシ属も散見された。



A-7-1



部分白化(A-7-1)



E-7-1



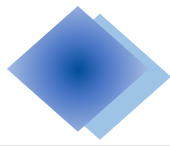
D-7



G-6

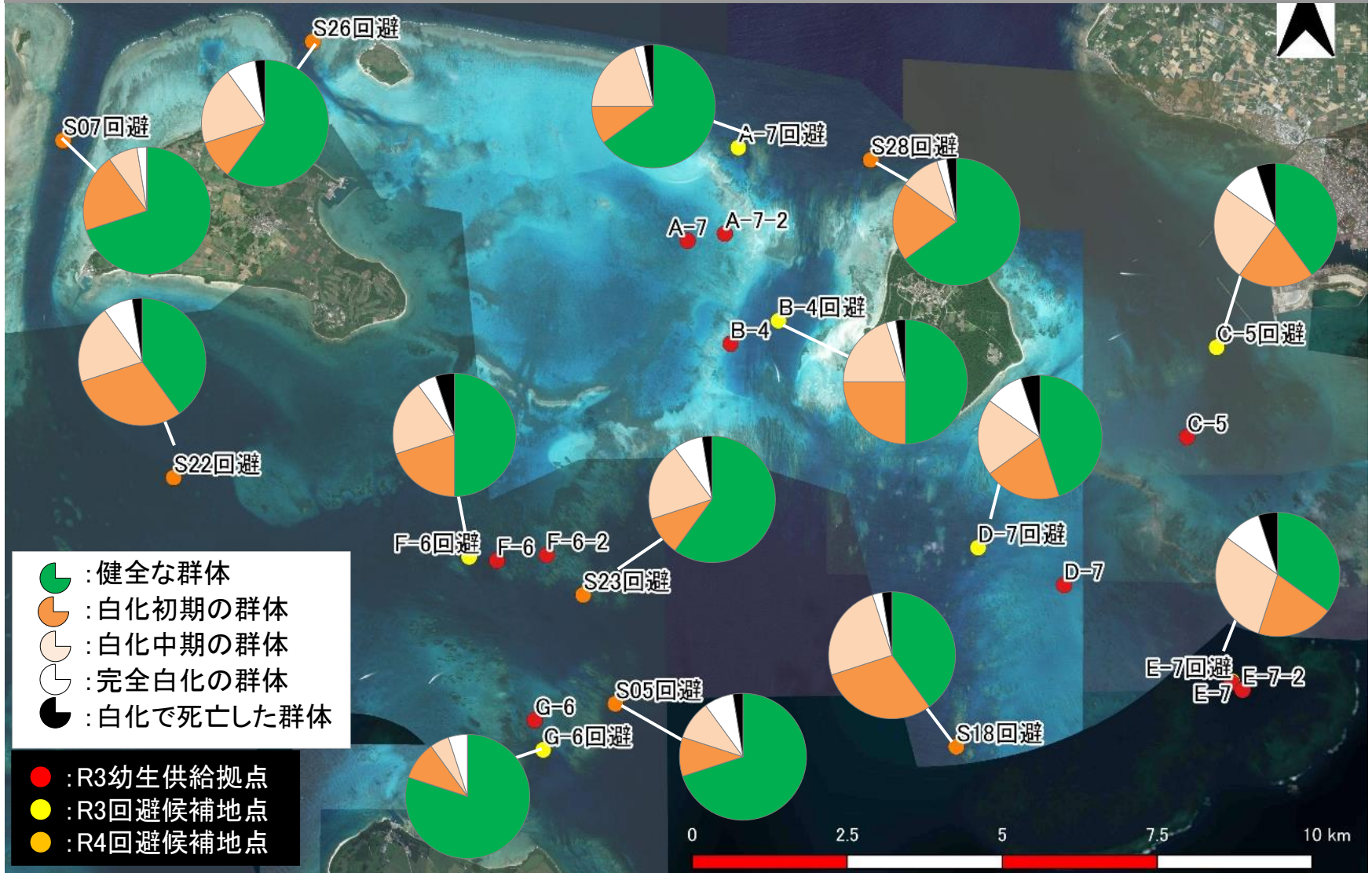


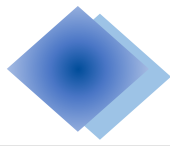
B-4



白化状況把握調査結果（白化割合：回避場所）

健全な群体はC、D、E回避場所やS18、22回避場所を除き50%以上。白化初期が10～30%、白化中期が5～30%で地点によりバラツキがあるものの、完全白化は10%以下であり、供給拠点に比べて軽度な状況である。





サンゴの白化状況（回避場所）

OR3選定地点・・・水深15～20m程度では深刻な状況までは至っていない。ミドリイシ属の白化割合は50%未満の箇所が多く、ハマサンゴ属の方が白化割合が高い傾向であった。しかし、礁斜面の地点では、浅くなるほどミドリイシ属の白化割合が高まった。



A-7回避



D-7回避



E-7回避

OR4選定地点・・・ 白化段階の内訳としては、初期～中期の軽度な状態の割合が比較的に多かった。S7(ヨナラ水道)では、ミドリイシ属はほとんど白化していなかった。



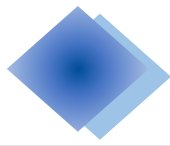
S26回避(カヤマ水路)



S7回避(ヨナラ水道)

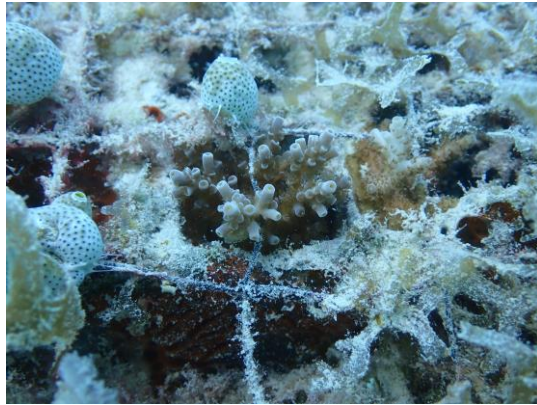


S22回避(小浜南西)



白化状況把握調査結果（1歳齢種苗の白化割合）

○1歳種苗・・・R3生産のウスエダミドリイシは、ほとんどが健全であり、白化初期の軽度な白化がB-4やD-7でわずかに見られる程度であった。1歳種苗は既往事例どおり白化しにくいことが実証された。天然加入したハナヤサイサンゴ科などは顕著な白化が見られた。



C-5



D-7



白化した天然加入サンゴ

A.tenuis 白化割合

[単位] %

	A-7	B-4	C-5	D-7	E-7	F-6	G-6
正常(健全)	100	90	100	>95	100	100	>95
白化初期	0	<10	0	<5	0	0	<5
白化中期 (部分白化)	0	0	0	0	0	0	0
完全白化	0	0	0	0	0	0	0
白化による死亡	0	<1	0	0	0	0	0

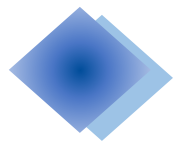
令和5年3月16日
第31回協議会

石西礁湖サンゴ群集修復事業(2020-2024)

令和4年度の実施状況について

③ 藻類除去試験

環境省沖縄奄美自然環境事務所

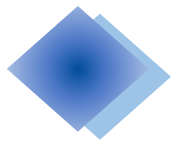


現地工程

藻類除去試験		2022年									2023年	
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1-2月	
事前調査(新規地点の選定)		■ 19										
藻類除去処理		■ 25										
幼生放流 ※加入量調査			■ ■ 18,21			■ 加入量						
モニタリング	R3試験(サンゴ加入、藻類繁茂状況)							■ 1年半				
	R4試験(藻類繁茂状況)							■ 6ヶ月			■ --- 9-10ヶ月	

<R4試験の留意事項>

- ・藻類除去処理の持続効果の把握を目的とした「藻類繁茂状況のモニタリング」は、10月頃(6ヶ月後)に予定している。昨年度は、9ヶ月後にホンダワラ科の再繁茂が確認されているため、今年度も再繁茂の状況を把握して昨年度と比較する。
- ・R4試験の稚サンゴ加入数の把握は、的確に評価を行うため、目視確認しやすい10～50mm程度のサイズになった段階(1年後:R5年6月頃)で行う計画としている。



R4の試験計画

「幼生放流」を活用した藻類除去効果の検証試験

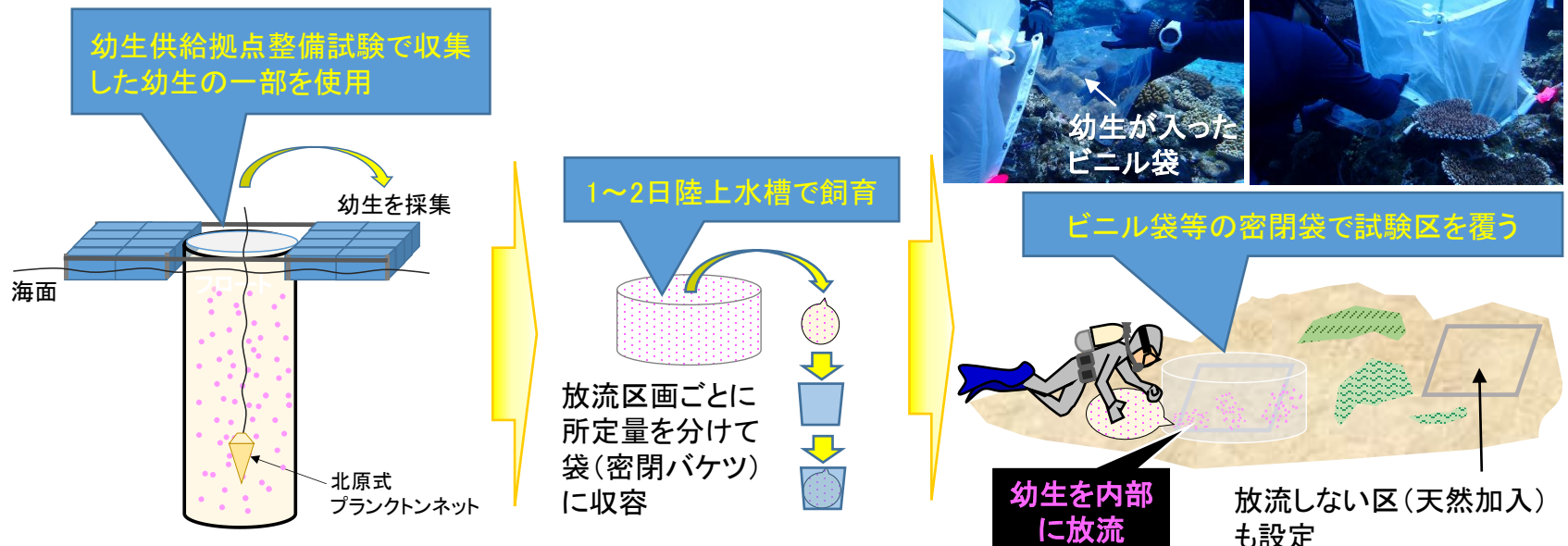
【課題】

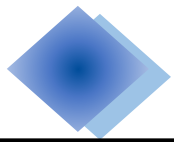
サンゴ幼生の天然加入量は年変動や地点による差異が大きく、初期条件を整えることが難しいため、藻類除去手法による的確な効果検証が困難であった。

【解決方策】

試験的に幼生放流を行い、岩盤への幼生加入量を人為的に高めることで、藻類除去の処理方法による着生状況の差異が明瞭になり、除去効果の的確な検証につながる。

【実施方法案】





R4試験地点の設定



航空写真: Copyright(c) 2022.4, NTTインフラネット株式会社, Maxar Technologies. All Rights Reserved.

■試験区の適性条件

- ・試験枠を設定できる面積が確保
- ・幼生放流試験の実施する際、水深が浅すぎないこと
※高波浪時のネット流出リスクを回避

以下のとおり目的を分けて地点を選定

目的1: 幼生放流を活用することで藻類除去による稚サンゴ加入促進効果を的確に検証

【試験場所】

S05(ウラビシ東シンクチ)

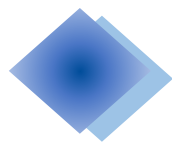
- ・被覆性海藻類が主体
- ・藻類除去+幼生放流

目的2: 藻類除去効果の持続性の検証、藻類の種組成による再繁茂の違いの把握

【試験場所】

S16(st.C)

- ・ホンダワラ科が優占
- ・藻類除去のみ



R4試験実施状況（除去処理）

S05 ウラビシ東・シンクチ

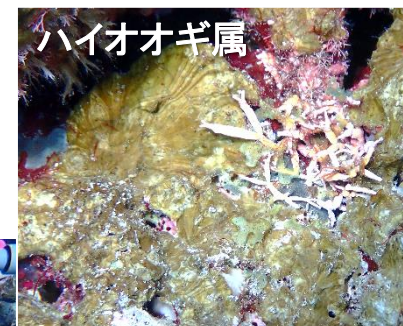
■結果概要

- S05は被覆性海藻のうちハイオオギ属はぬめりが妨げになり除去しにくく、繁茂箇所では除去しきれていない箇所もあった。
- S16はスクレーパーにより、丁寧に付着器の除去処理を実施できた。



除去処理前

処理後



ハイオオギ属



イワノカワ科

S16 St. C



ホンダワラ科

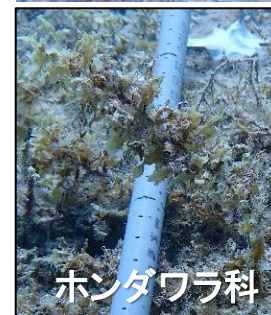
除去処理前



処理後



スクレーパーによる付着器の除去

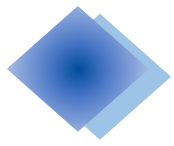


ホンダワラ科

幅の広い金ブラシ

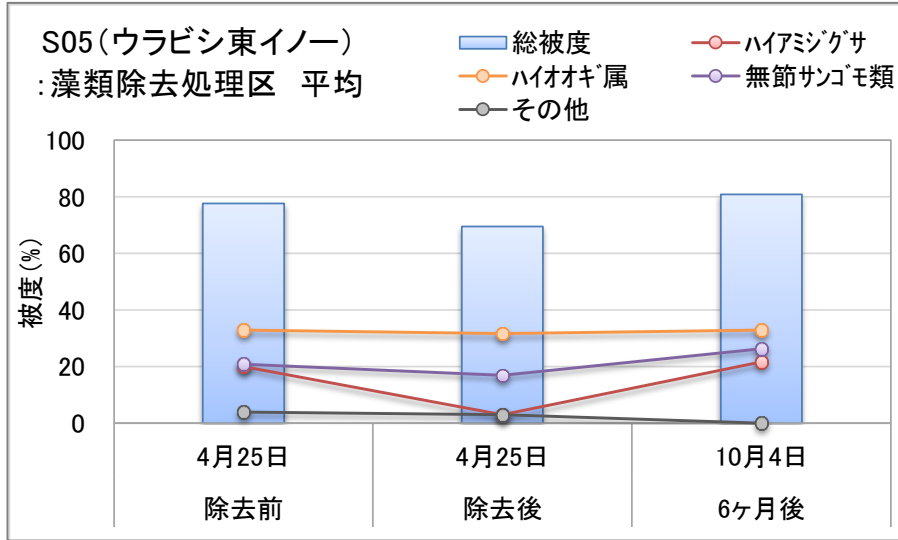


除去道具

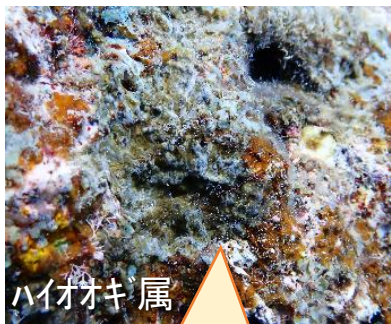
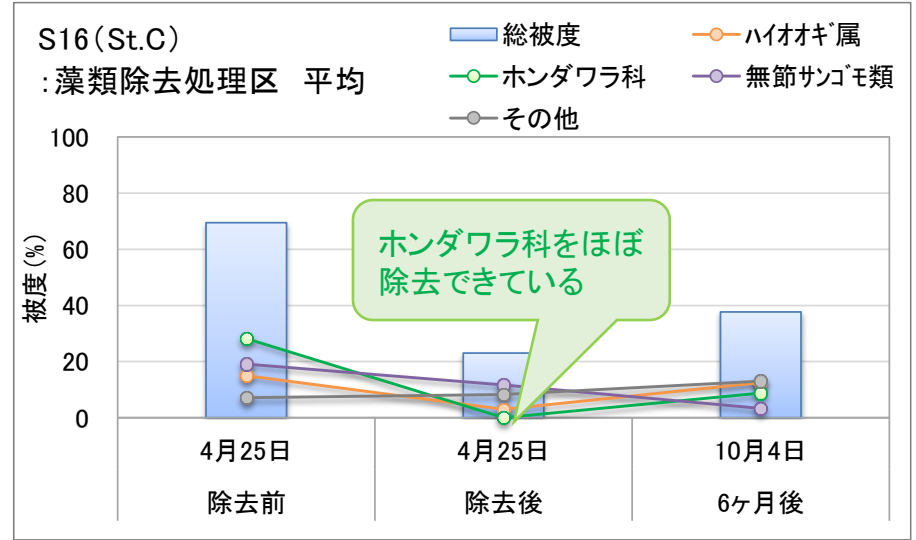


調査結果 (R4試験のモニタリング結果)

S05 ウラビシ東シンクチ

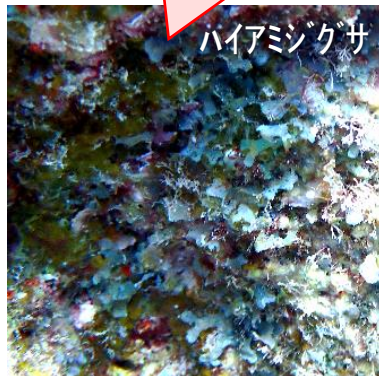


S16 (St.C)

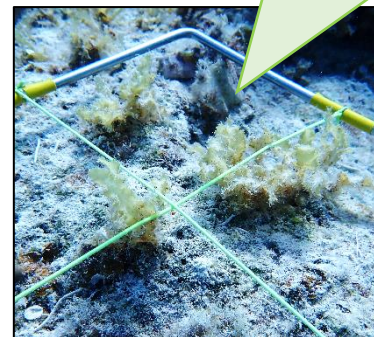


除去が難しい種類

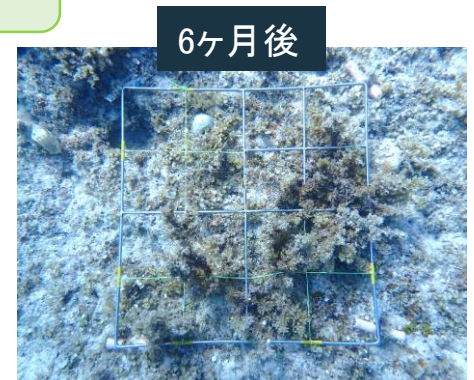
成長速度が速い



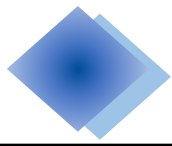
ホンダワラ科の付着器からの再成長を局所的に確認



除去処理区



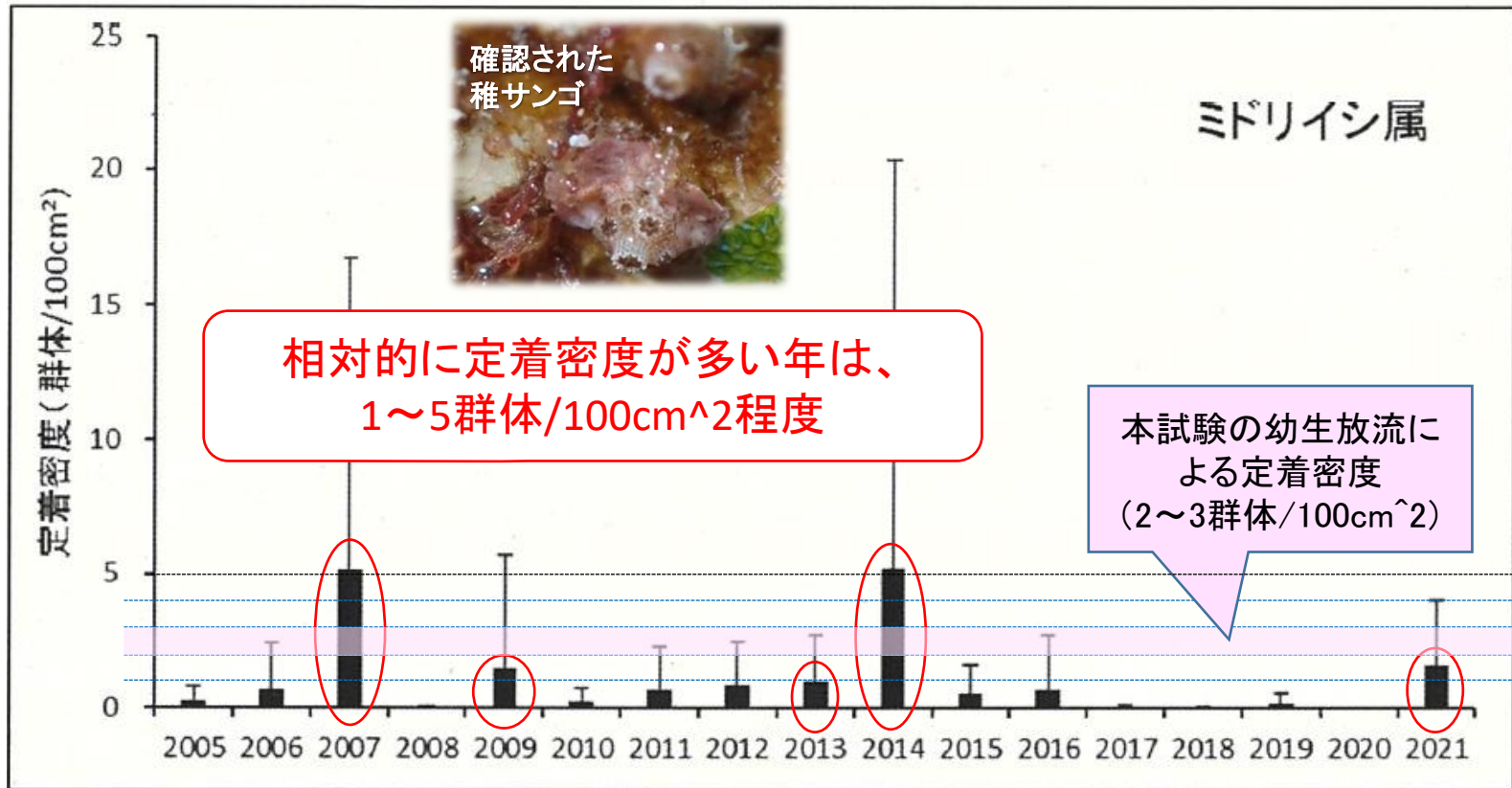
対照区



R4試験結果（幼生放流の着生結果）

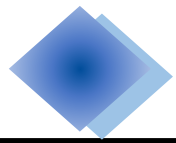
■参考（令和2年度(繰越)石西礁湖サンゴ群集モニタリング調査等業務, p.1-89)

- ミドリイシ属の平均定着密度(/100cm²)の経年変化をみると、相対的に多い年(2007、2009、2013、2014、2021年)では1~5群体
- 本試験の幼生放流区では、100cm²当りの平均着生(定着)密度は2~3群体であったことから、本試験の幼生放流により **石西礁湖における幼生加入量が多い年を概ね再現できた** と言える。

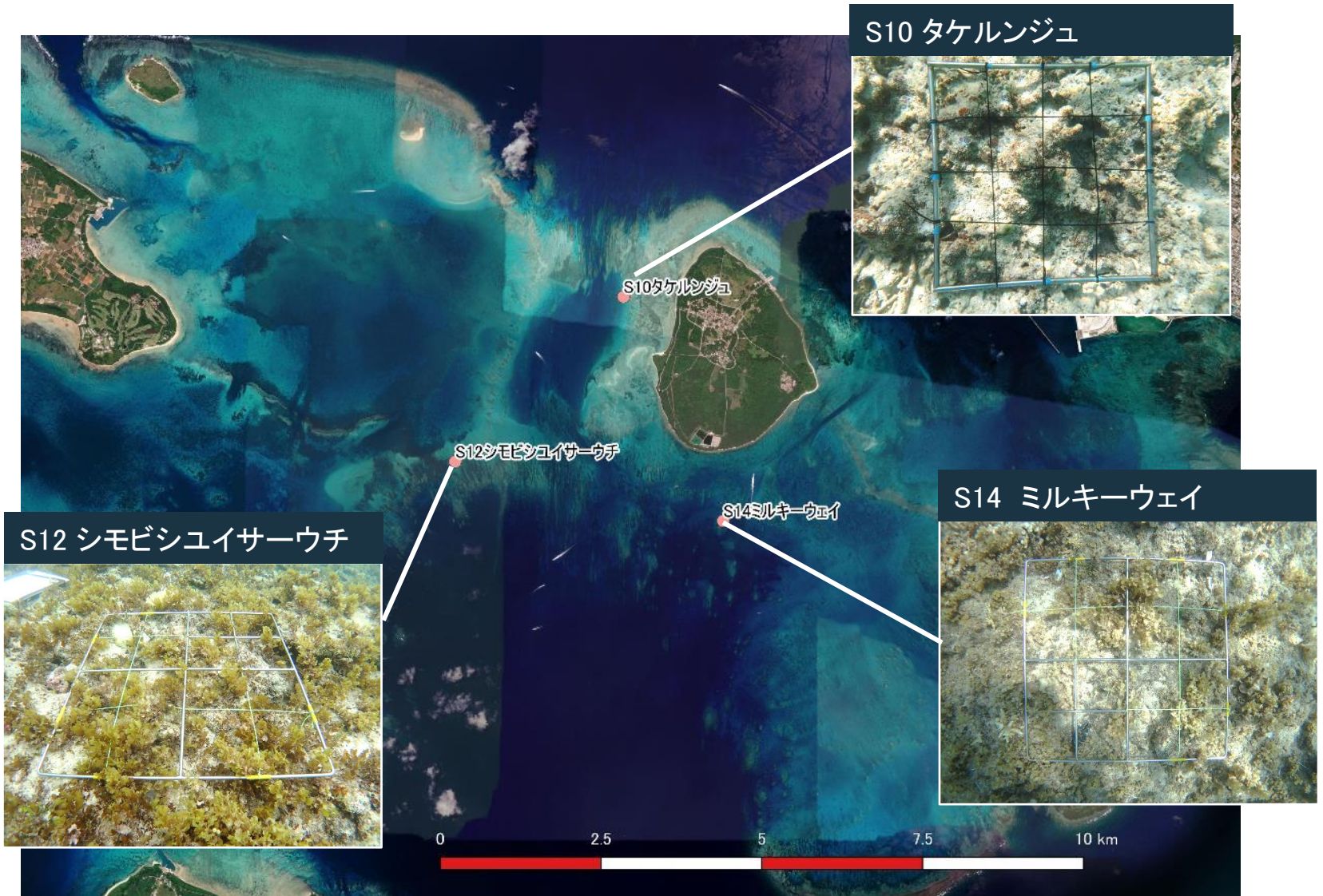


ミドリイシ属 全地点平均 定着密度の経年変化(バーは標準偏差)

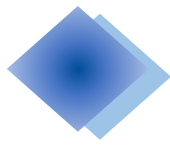
出典) R3サンゴ群集モニタリング調査報告書



R3試験 1年半後のモニタリング結果

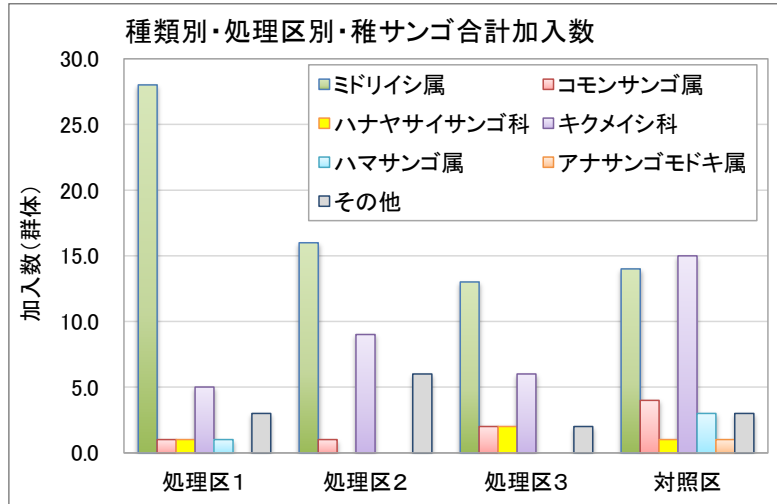


航空写真: Copyright(c) 2022.4, NTTインフラネット株式会社, Maxar Technologies. All Rights Reserved.



調査結果（R3試験の稚サンゴ加入数）

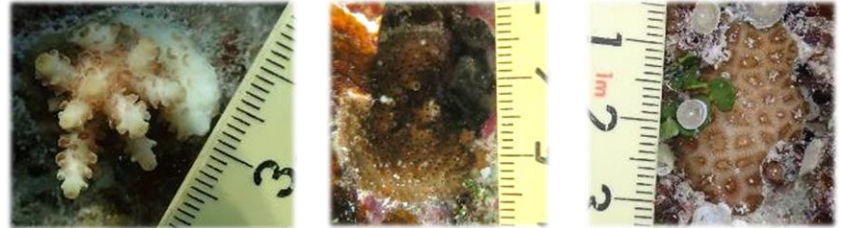
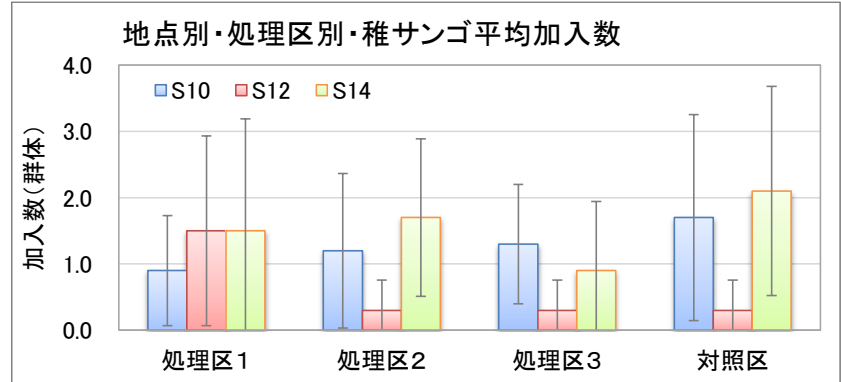
種別・加入数



注) 各処理区の群体数は、0.5m×0.5m方形枠 30箇所(計7.5m²)の合計値

稚サンゴ加入数(平均値)

(0.5m×0.5m方形枠 あたり)

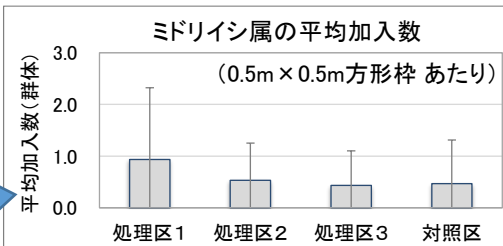


■ 処理1年半後の稚サンゴ加入数

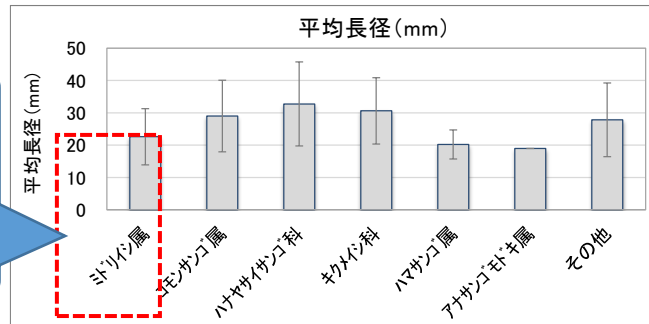
- 地点により各処理区の加入数には違いがあり、S12のみ処理区1で対照区と比べて加入数が多い。S10と14では除去処理と着生数に明瞭な相関関係はみられない。
- 科・属別の結果では、処理区1でミドリイシ属が多い傾向にあった。しかし、処理区と対照区の間、統計的に有意な差はみられなかった。

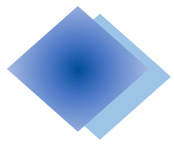
注) キクメイシ科やハマサンゴ属は除去処理前の加入群体が含まれる可能性があり、評価対象外とした。

ミドリイシ属では、各処理区間に有意差なし



1歳齢を想定 20mm程度を上限





今後の検討事項（その1）

●藻類除去および幼生放流の効果の検証

- R4試験の幼生放流による着生数結果より、石西礁湖における幼生加入量が多い年を再現した。
 - ・・・1年後に予定している稚サンゴ加入数のモニタリング結果より、「**幼生放流**」および「**藻類除去**」それぞれの効果が**1歳齢稚サンゴの新規加入にどれだけ寄与**しているかを検証予定。
- 上記の検証結果として、以下の仮説をもとに今後の方向性を検討する。

仮説1. 一定量の幼生加入量があれば、藻類除去により新規加入量が増大

➡ 幼生放流＋藻類除去の実施

あるいは、天然加入が多いことが見込める地点なら、藻類除去のみでも効果が期待される

仮説2. 一定量の幼生加入量があれば、藻類除去に関係なく新規加入量が増大

➡ 幼生放流の実施 または 天然加入が見込めれば、藻類除去しなくても効果が期待される

仮説3. 幼生加入が少ない状況であっても、藻類除去により新規加入量が増大

➡ 藻類除去だけでも効果が期待される

R3試験の1年半後モニタリング結果より、的確な検証が難しいとともに、不確実性が高いことが分かった。

➔ R3試験のモニタリングは今年度で終了

		幼生放流（幼生加入）	
		有り（多い）	なし（少ない）
藻類除去	有り	仮説1	仮説3
	なし	仮説2	対照区