

1. 調査位置図



図 1 調査対象範囲

2.調査内容及び結果

2.1.1【石垣港環境調査】サンゴ礁群集調査 天然礁調査（断面調査・定点調査）

■調査内容

過年度に設定された既設の固定測線 2 地点（新川地区、新港地区各 1 地点）において、断面調査を実施した。また、測線沿いに設定された固定定点において、定点調査を実施した。調査は、主に造礁サンゴ類、ソフトコーラル類、海藻草類の生息状況について潜水目視観察により記録した。

<断面調査>



<定点調査>

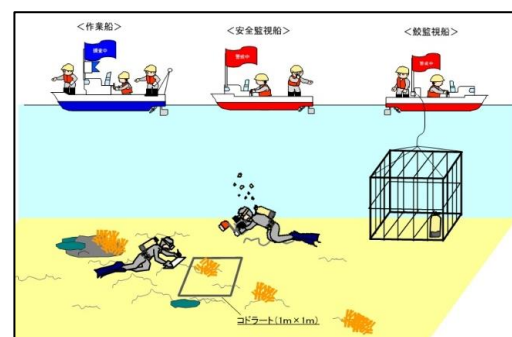


図 2 天然礁調査の実施状況

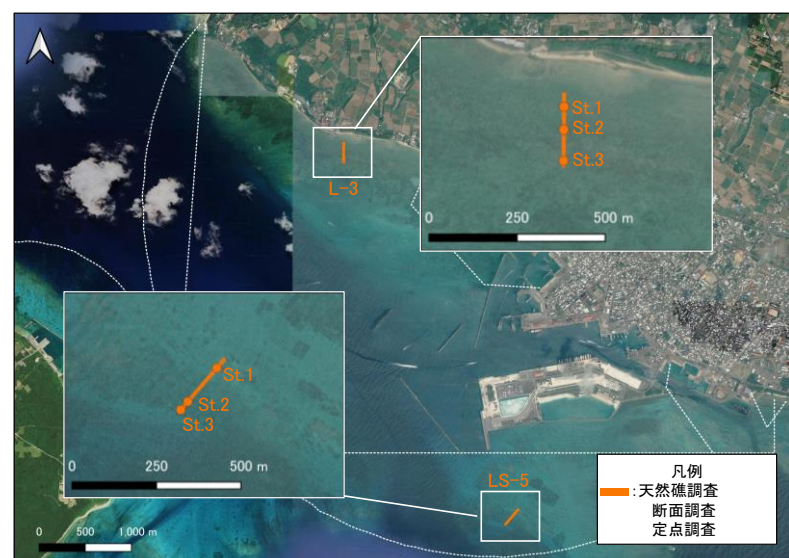


図 3 天然礁調査 調査位置図および地点状況

■調査結果

<新川地区 L-3>【サンゴ類】 測線全体を通してサンゴ類はほとんど確認されず、基点から 150m 以降の礫や岩上にハマサンゴ属（塊状）が散見される程度であった。総被度は各区分(10m 間隔毎)で 0~1%未満と低く、新規加入（5 cm 未満）のサンゴ類も確認されなかった。

【海藻草類】 測線全体を通してリュウキュウアマモやリュウキュウスガモ等を主体とするアマモ場が広域で形成されている。また、海藻類ではイチイヅタ（沖縄県 RDB:絶滅危惧Ⅱ類）やカサノリ（沖縄県 RDB:準絶滅危惧）等の希少種が複数種確認された。

<新港地区 LS-5>【サンゴ類】 アナサンゴモドキ属（被覆状）やハマサンゴ属（塊状）等が被度 0~1%未満のみみられる程度であり、測線全体としてサンゴ類被度は低い。新規加入（5cm 未満）のサンゴ類が数区間で確認された。

【海藻草類】 測線全体を通して、砂礫底にホンダワラ属を主体としたガラモ場（海藻藻場）が広く分布している。特に岩盤上で最大 50%の高被度で確認された。その他、カサノリ（沖縄県 RDB:準絶滅危惧）等の海藻類の希少種が複数種確認された。

海藻草類の被度【L-3】

基点からの延長 (m)	D.L.水深 (m)	主な底質	H18d	H19d	H20d	H21d	H22d	H23d	H24d	H25d	H26d	H27d	H28d	H29d	H30d	R01d	R02d	R03d	R04d	R05d
0 - 10	-0.3	砂礫	40	50	75	85	95	3	90	80	40	20	30	20	20	30	20	20	20	20
10 - 20	-0.1	砂	10	10	20	20	60	15	70	50	20	30	40	30	30	40	30	30	30	30
20 - 30	-0.2	砂	50	30	50	60	50	20	90	60	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
30 - 40	-0.3	砂	50	25	25	30	30	25	50	60	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
40 - 50	-0.3	砂	10	10	20	25	50	25	50	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
50 - 60	-0.2	砂	40	10	25	20	40	5	30	30	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
60 - 70	-0.2	砂	40	40	75	30	70	10	30	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
70 - 80	-0.4	砂	50	70	70	40	50	15	40	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
80 - 90	-0.2	砂	25	50	60	40	40	20	40	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
90 - 100	-0.4	砂	30	70	50	40	50	40	40	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
100 - 110	-0.2	砂	25	10	15	50	30	50	20	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
110 - 120	-0.1	砂	60	40	40	70	70	5	50	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
120 - 130	-0.4	砂	30	20	70	60	30	15	60	80	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
130 - 140	-0.3	砂	30	30	20	60	50	15	30	90	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
140 - 150	-0.1	砂	40	40	80	25	55	30	40	70	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
150 - 160	-0.4	砂	40	40	50	15	15	50	60	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
160 - 170	-0.5	砂岩	15	15	15	20	20	50	20	20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
170 - 180	-0.5	砂	10	10	10	30	10	45	10	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
180 - 190	-0.6	砂岩	20	40	30	30	30	10	5	40	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
190 - 200	-0.5	砂	40	40	50	40	60	20	50	60	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

海藻草類の被度【LS-5】

基点からの延長 (m)	D.L.水深 (m)	主な底質	H14d	H15~19d	H20d	H21d	H22d	H23d	H24d	H25d	H26d	H27d	H28d	H29d	H30d	R01d	R02d	R03d	R04d	R05d
0 - 10	-2.1	砂礫	40		20	30	25		10		5		5		10		10			30
10 - 20	-2.0	砂礫	50		15	15	15		5		5		5		15		10			10
20 - 30	-2.1	礫砂	10		60	60	60		60		45		45		60		20			20
30 - 40	-1.4	岩	60		40	50	50		60		40		5		40		70			50
40 - 50	-1.4	砂礫	70		10	10	10		5		5		5		10		20			30
50 - 60	-2.2	砂礫	80		10	10	15		5		5		5		10		10			10
60 - 70	-2.4	砂礫	80		20	20	20		5		5		5		10		10			10
70 - 80	-2.6	砂礫	80		30	30	30		15		10		10		20		20			10
80 - 90	-2.7	礫砂	70		50	40	40		30		15		20		30		50			10
90 - 100	-2.5	礫砂	70		60	50	40		40		20		15		30		60			20
100 - 110	-2.6	礫砂	70		60	60	50		25		20		15		20		60			20
110 - 120	-2.9	礫砂	60		60	50	50		30		20		25		15		50			15
120 - 130	-3.1	礫砂	60		50	70	50		25		20		30		15		40			10
130 - 140	-3.3	礫砂	70		50	50	40		15		10		15		10		40			10
140 - 150	-3.4	礫砂	90		40	50	40		40		40		40		20		20			10
150 - 160	-2.9	岩礫	80		40	50	50		50		40		15		50		20			10
160 - 170	-2.4	礫岩	80		40	70	70		40		40		15		20		30			20
170 - 180	-1.6	岩礫	80		35	50	40		60		45		25		30		70			20
180 - 190	-1.5	岩礫	80		40	30	50		40		20		15		25		60			25
190 - 200	-1.7	岩	10		50	50	60		40		30		35		50		40			40

図 4 海藻草類被度の経年変化（平成 14 年～令和 5 年）

●主な出現種【L-3】

造礁サンゴ類：ハマサンゴ属（塊状）
ソフトコーラル類：出現なし
海藻草類：リュウキュウアマモ、
リュウキュウスガモ 等



砂質底にアマモ類が高被度で分布

●主な出現種【LS-5】

造礁サンゴ類：ハマサンゴ属（塊状）、
ミドリイシ属 等
ソフトコーラル類：出現なし
海藻草類：ホンダワラ属の一種、
ヤバネモク 等



岩・砂礫上にホンダワラ類が分布

2.1.2【石垣港環境調査】サンゴ礁群集調査 人工構造物調査（断面調査・定点調査）

■調査内容

過年度に設定された既設の固定測線 2 地点において、断面調査を実施した。また、測線沿いに設定された固定定点において、定点調査を実施した。調査は、主に造礁サンゴ類、ソフトコーラル類、海藻草類の生息状況について潜水目視観察により記録した。

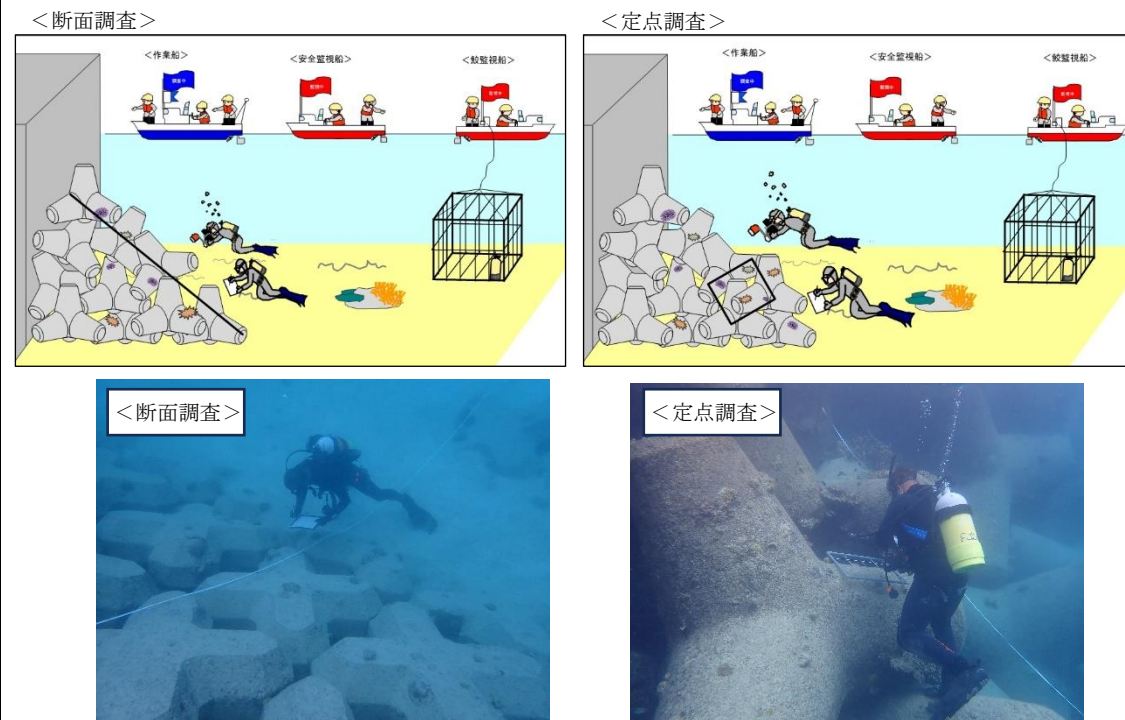


図 5 人工構造物調査の実施状況



図 6 人工構造物調査 調査位置図および地点状況

■調査結果

<防波堤（沖南）L-1>【サンゴ類】水深の浅い（基点から）1~3m 区間の消波ブロック上に被度 10~25%の高被度でアナサンゴモドキ属（樹枝状）がみられた。それ以外の区間は被度 0~1%未満でハマサンゴ属（塊状）等がみられる程度であった。前回調査と比較して、局所的に±5%程度の被度の増減はあるものの、特に目立つ変化はみられていない。

【海藻草類】測線全体として被度 50~70%程度と高被度で分布しており、主にイワノカワ属（紅藻類）や Algal turf（マット状藻類）がみられた。前回調査と比較して、最大で±20%の増減がみられており、Algal turf 等優占種の増減がみられる程度であった。

<防波堤（西）L-13>【サンゴ類】基点~1m 区間で被度 5%のカメノコキクメイシ属が確認され、それ以外の区間は被度 0~1%未満でミドリイシ属（散房花状）等がみられる程度であった。前回調査と比較して、L-1 地点と同様に、±5%程度の増減がみられる程度であり、特に目立つ変化はみられていない。

【海藻草類】測線全体として被度 30~40%でみられており、L-1 地点と同様に紅藻類や Algal turf が分布している。前回調査と比較して、最大で±10%程度の増減がみられているものの、特に目立つ変化はみられていない。

造礁サンゴの被度【L-1】

基点からの延長(m)	D.L.水深(m)	構造形態	H18d	H19d	H20d	H21d	H22d	H23d	H24d	H25d	H26d	H27d	H28d	H29d	H30d	R01d	R02d	R03d	R04d	R05d
0-1	0.3	消	15	10	10	5	10		25	35	30	25	15		10					10
1-2	-0.3	消	10	10	10	15	20		25	30	25	25	15		15					25
2-3	-0.8	消	3	10	15	15	20		25	30	25	25	15		20					20
3-4	-1.4	消	1	1	3	3	5		10	10	3	3	3		3					3
4-5	-1.9	消	5	3	5	5	10		15	15	3	3	3		3					3
5-6	-2.3	消	3	3	3	3	3		3	3	3	3	3		3					3
6-7	-2.6	消	3	3	3	3	5		3	3	3	3	3		3					3
7-8	-2.9	消	3	1	1	1	1		3	5	3	3	1		3					3
8-9	-3.7	消	1	3	3	3	5		5	5	5	5	3		3					5
9-10	-4.5	消	3	3	3	3	3		5	5	5	5	5		5					5
10-11	-5.4	根・消	1	3	3	3	5	調査なし	3	3	3	3	3	調査なし	3					3
11-12	-5.9	根	1	3	3	3	3	調査なし	5	5	5	3	3	調査なし	5					5
12-13	-5.8	根	3	3	3	3	3	調査なし	3	3	1	1	1	調査なし	3					3
13-14	-5.8	根	1	3	3	3	3	調査なし	3	5	3	3	3	調査なし	3					3
14-15	-5.8	根	3	3	3	3	3	調査なし	5	3	3	3	3	調査なし	3					3
15-16	-5.8	根	1	1	3	1	3	調査なし	5	5	5	3	3	調査なし	3					3
16-17	-6.2	根	3	1	1	3	3	調査なし	3	3	5	3	3	調査なし	5					5
17-18	-6.6	根	1	1	1	3	3	調査なし	3	3	3	3	3	調査なし	3					5
18-19	-7.0	根	1	3	3	3	3	調査なし	3	3	5	3	3	調査なし	3					3
19-20	-7.6	根	1	3	3	3	3	調査なし	3	3	5	3	3	調査なし	3					3
20-21	-8.0	根	1	1	3	3	3	調査なし	3	3	3	3	3	調査なし	3					3
21-22	-8.6	根	3	3	3	3	3	調査なし	3	1	3	1	0	調査なし	0					0
22-23	-8.5	根	1	3	3	3	3	調査なし	3	3	5	5	5	調査なし	1					3
23-24	-8.4	根	0	3	3	3	3	調査なし	0	0	0	0	0	調査なし	5					3

●主な出現種【L-1】
造礁サンゴ類：アナサンゴモドキ属（樹枝状）
ソフトコーラル類：出現なし
海藻草類：無節サンゴモの数種、イワノカワ属の数種 等

消波ブロック上にアナサンゴモドキ属がみられる程度
測線・定点全体で新規加入の群体もみられた



造礁サンゴの被度【L-13】

基点からの延長(m)	D.L.水深(m)	構造形態	H18d	H19d	H20d	H21d	H22d	H23d	H24d	H25d	H26d	H27d	H28d	H29d	H30d	R01d	R02d	R03d	R04d	R05d
0-1	0.2	消	10	10	5	10	10		15	20	20	10	5		10					10
1-2	-0.1	消	3	3	10	5	5		15	10	5	5	3		5					5
2-3	-0.5	消	5	5	5	5	10		15	10	10	10	15		10					10
3-4	-1.1	消	5	5	10	10	10		15	10	10	10	5		5					5
4-5	-1.9	消	5	3	15	5	3		10	10	3	3	3		3					3
5-6	-2.5	消	3	3	3	3	3		5	5	10	10	10		10					5
6-7	-2.8	消・被	5	3	3	3	3		3	3	3	3	5		5					5
7-8	-2.9	被	1	1	3	5	5		5	5	3	3	3		3					5
8-9	-3.3	被	3	3	3	3	3	調査なし	3	3	3	3	3	調査なし	1					3
9-10	-3.8	被	10	10	3	15	3	調査なし	3	3	3	3	3	調査なし	3					1
10-11	-4.2	被	3	3	10	3	3	調査なし	5	5	3	3	3	調査なし	0					3
11-12	-4.5	被	3	3	3	3	3	調査なし	3	3	1	1	1	調査なし	1					3
12-13	-4.9	被	1	1	3	5	5	調査なし	3	5	3	3	1	調査なし	1					3
13-14	-5.3	被・砂	3	3	1	1	1	調査なし	5	3	3	3	1	調査なし	1					3
14-15	-5.8	砂	0	0	0	0	0	調査なし	0	0	0	0	0	調査なし	0					0
15-16	-5.8	砂	0	0	0	0	0	調査なし	0	0	0	0	0	調査なし	0					0
16-17	-5.8	砂	0	0	0	0	0	調査なし	0	0	0	0	0	調査なし	0					0
17-18	-5.7	砂	0	0	0	0	0	調査なし	0	1	0	0	0	調査なし	0					1
18-19	-5.7	砂・岩	0	0	0	0	0	調査なし	0	1	3	0	0	調査なし	3					1
19-20	-5.6	岩・砂	0	0	0	0	0	調査なし	0	3	1	1	1	調査なし	5					1

●主な出現種【L-13】
造礁サンゴ類：カメノコキクメイシ属
ソフトコーラル類：ウミキノコ属 等
海藻草類：無節サンゴモの数種、イワノカワ属の数種 等



L-1 同様に
測線・定点全体で新規加入の群体もみられた

<構造形態> 消：消波ブロック 根：根固め・被覆ブロック

図 7 造礁サンゴ被度の経年変化（平成 18 年～令和 5 年）

2.1.3【石垣港環境調査】水質調査 連続・定点調査

■調査内容

新川地区4地点 (St.1~3, 6) および新港地区3地点 (St.8~10) の計7地点において、自動記録式水温計の新規設置を実施した。St.3およびSt.9の2地点においては、昨年度設置された水温計の撤去(回収)を行い、取得した水温データの解析を行った。



図8 水温調査の実施状況

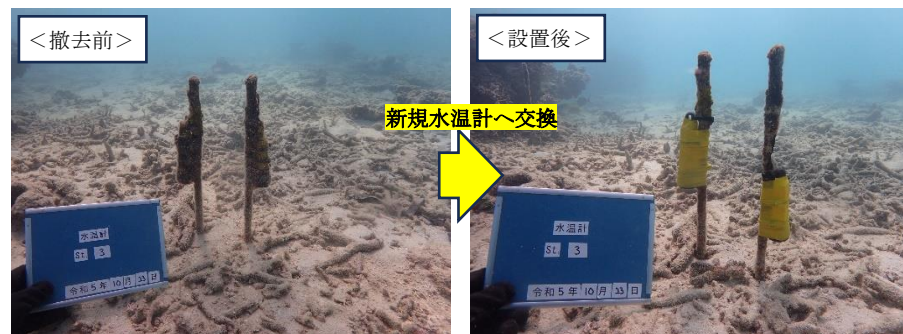


図9 新規設置した水温計 (一例. St.3)

表1 使用した水温計の仕様

名称	HOBO Water Temp Pro v2
用途	浅海、港湾などの水温の自動測定
材質	プラスチック
計測範囲	-20℃~70℃(水中0℃~50℃、空気中-20℃~70℃)
精度	±0.2℃(0~50℃)
応答速度	5分(水中)、12分(空気中)
時間精度	約±1分/月@0~50℃
バッテリー	3.6Vリチウム(交換不可)
バッテリー寿命	6年(1分以上のインターバルでの通常使用)
メモリ	64Kバイト(12bit計測で約42000点)
質量	42g

表2 水温計の設置水深および調査期日

＜撤去した水温計＞				
地点	設置水深D.L.(m)	設置日	撤去日	
新川地区	St.3	-3.2	令和4年7月25日	令和5年10月23日
新港地区	St.9	-0.8	令和4年7月25日	令和5年10月24日

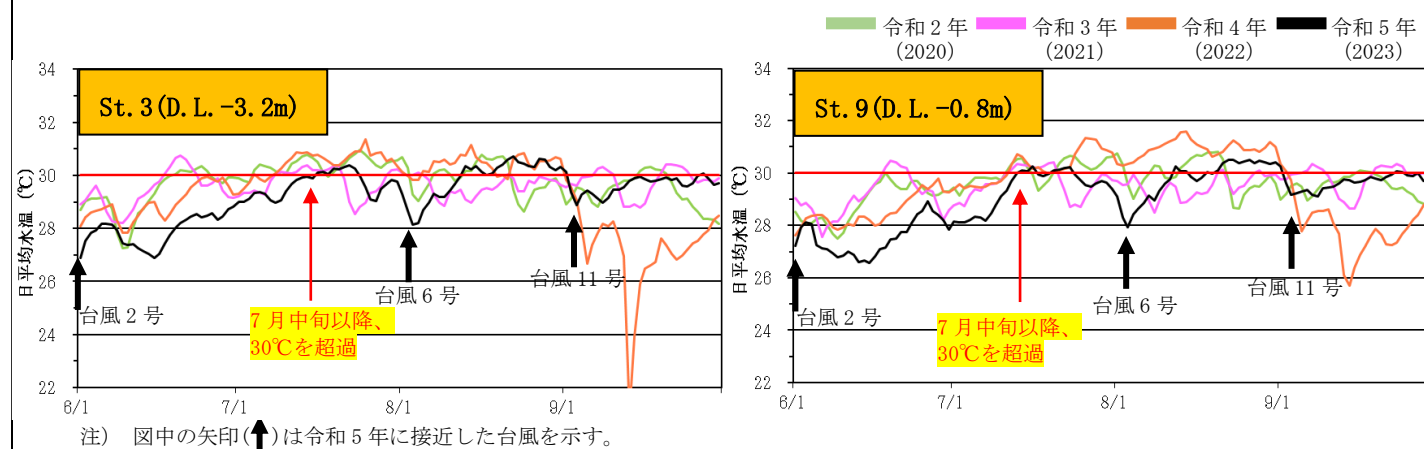
＜新規設置した水温計＞				
地点	設置水深D.L.(m)	設置日	撤去日	
新川地区	St.1	-0.4	令和5年10月23日	次年度に回収
	St.2	-2.0	令和5年10月24日	
	St.3	-3.2	令和5年10月23日	
	St.6	-5.1	令和5年10月23日	
新港地区	St.8	-2.8	令和5年10月25日	次年度に回収
	St.9	-0.8	令和5年10月24日	
	St.10	-0.7	令和5年10月25日	



図10 水質調査 調査位置図

■調査結果

- 令和5年は、7月上旬から8月下旬までの日平均水温が、高水温であった令和4年と比較して、低い状態であった。
- 7月中旬以降、高水温の目安となる30℃を観測した。高水温が観測され始める時期については、過去3年間と同時期であった。
- 夏季(6~9月)の水温頻度分布をみると、St.3、St.9ともに約20%の割合で30℃を超えていた。St.9ではわずかに31℃を超えることもあった。27℃以下の割合はSt.9の方が多く、水温の変動幅が大きかった。
- 令和5年は、6月上旬、8月上旬、9月上旬および10月上旬の合計4個の台風が接近しており、接近した数は令和2年、令和3年と同程度であった。



注) 図中の矢印(↑)は令和5年に接近した台風を示す。

図11 夏季の日平均水温の比較(令和2年~令和5年)

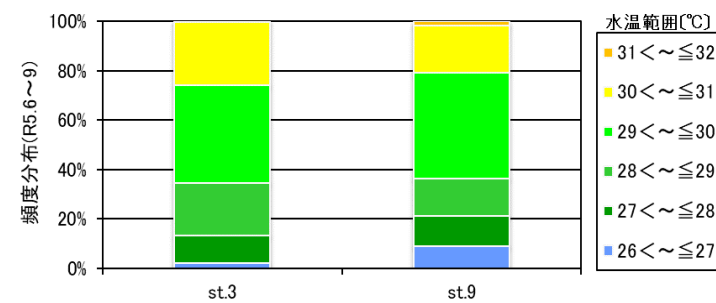


図12 夏季(令和5年6月~9月)の水温頻度分布

表3 石垣島に接近した台風一覧

年	接近日	台風番号	最低気圧(hPa)	石垣島接近個数
令和2年(2020)	8月2~3日	4号	975	4個
	8月9日	5号	996	
	8月22日~23日	8号	950	
	8月31日~9月1日	9号	935	
令和3年(2021)	6月5日	3号	998	5個
	7月23日~24日	6号	950	
	8月7日~8日	9号	984	
	8月22日	12号	994	
令和4年(2022)	9月1日~4日	11号	920	2個
	9月11日~13日	12号	950	
令和5年(2023)	6月1日	2号	905	4個
	8月1日~8月5日	6号	930	
	9月2日~9月3日	11号	955	
	10月2日~5日	14号	940	

注: 石垣島を中心として半径300km圏内に接近した台風を示す

2.1.4 【石垣港環境調査】水質調査 定期・空間分布調査

■調査内容

下層(海底面上 1m)の 1 層で上げ潮時と下げ潮時に採水を行い、n-ヘキサン抽出物質については海表面で採水を行った。また、水温、塩分、水中光量、濁度を表層から底層まで多項目水質計を用いて 1m 間隔で測定した。

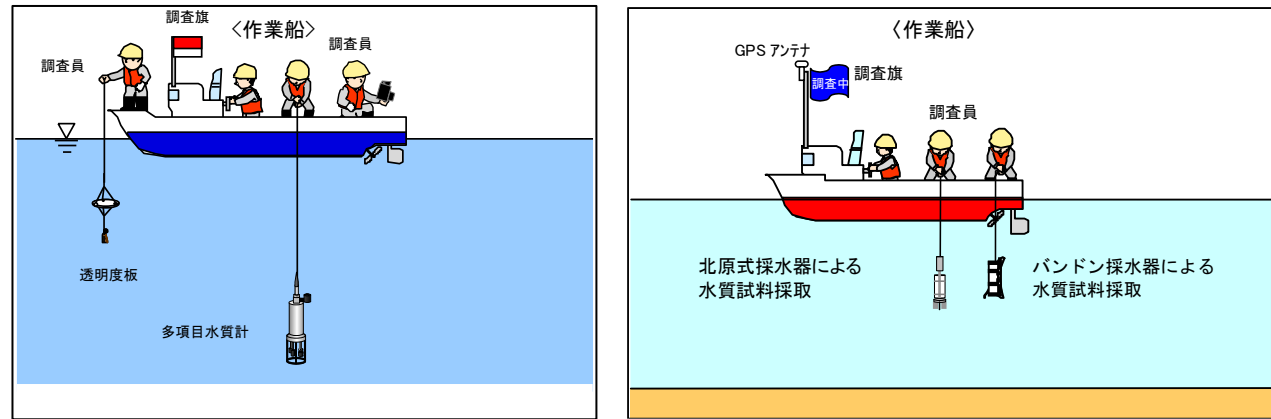


図 13 水質調査の実施状況

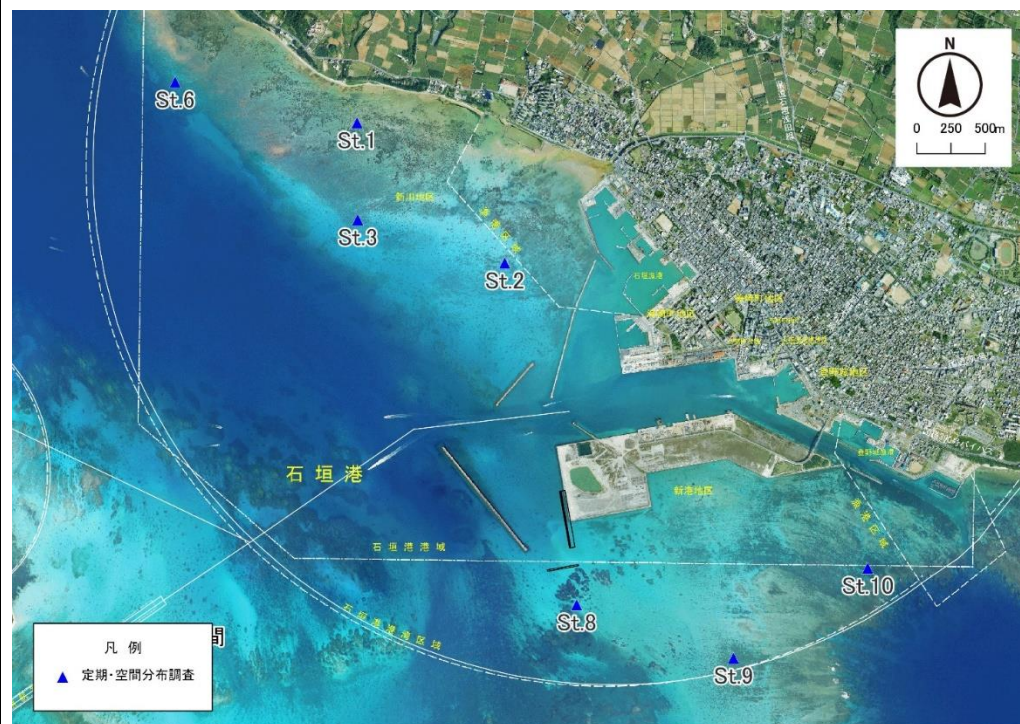


図 14 水質調査位置

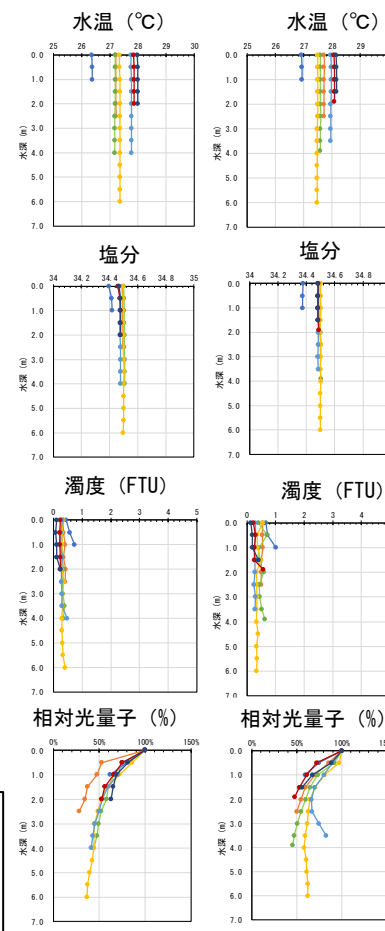


図 15 鉛直分布結果

■調査結果

- 水温、塩分、濁度は、いずれの地点においても鉛直に一様であり、上げ潮時と下げ潮時で大きな変化はみられなかった。水中光量(相対光量子)は、水面から底面にかけて減衰していた。
- 生活環境項目は、溶存酸素量(DO)のみ環境基準(A類型)を満たしていなかった。溶存酸素飽和度は、約84.6~121.9%の範囲であり、全ての地点において飽和状態に近い状態であった。
- その他の項目は、いずれの地点においても環境基準(I類型)を満たしており、SSは浮遊物質(SS)は定量限界値未満~1mg/Lであった。上げ潮時と下げ潮時で概ね値に変化はなかった。

表 4 水質調査結果

分析項目	単位	新川地区							
		St.1		St.2		St.3		St.6	
		上げ潮	下げ潮	上げ潮	下げ潮	上げ潮	下げ潮	上げ潮	下げ潮
pH	-	8.0	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
COD	(mg/L)	1.5	1.3	0.8	1.0	1.2	1.2	1.0	0.9
DO	(mg/L)	5.6	8.0	6.4	7.0	6.4	6.6	6.4	6.6
溶存酸素飽和度	(%)	84.6	121.9	98.0	108.1	98.0	101.7	98.3	101.6
大腸菌数	(CFU/100mL)	12	1	1	<1	1	1	1	1
n-ヘキサン抽出物質	(mg/L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
T-N	(mg/L)	0.13	0.13	0.10	0.10	0.12	0.10	0.12	0.09
T-P	(mg/L)	0.007	0.007	0.006	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006
SS	(mg/L)	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

分析項目	単位	新港地区						生活環境の保全に関する環境基準(A類型またはI類型)
		St.8		St.9		St.10		
		上げ潮	下げ潮	上げ潮	下げ潮	上げ潮	下げ潮	
pH	-	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	7.8以上8.3以上
COD	(mg/L)	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4	1.2	2mg/L以下
DO	(mg/L)	6.4	6.9	6.7	7.4	6.8	7.2	7.5mg/L以上
溶存酸素飽和度	(%)	98.9	107.0	103.7	115.0	105.5	112.0	-
大腸菌数	(CFU/100mL)	<1	1	1	<1	<1	<1	300CFU/100ml以下
n-ヘキサン抽出物質	(mg/L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	検出されないこと
T-N	(mg/L)	0.09	0.10	0.10	0.10	0.08	0.13	0.2mg/L以下
T-P	(mg/L)	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.02mg/L以下
SS	(mg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-

- 注1: 赤字は環境基準を満たしていない分析値を表す。
 注2: 大腸菌数は自然環境保全を目的としている地点に関しては、20CFU/100ml以下とする。
 注3: 大腸菌数の<1は定量限界値未満を示す。
 注4: n-ヘキサンの<0.5は定量限界値未満を示す。
 注5: 溶存酸素飽和度は気象庁(1999)海洋観測指針(第1部) p48-61を参考に現場測定の水温、塩分から計算。
 注6: SSの<1は定量限界値未満を示す。

2.1.5【石垣港環境調査】 追跡調査（移植サンゴ）

■調査内容

過年度に移植したサンゴについて、追跡調査を実施した。調査は、各地点において前回調査で生残が確認されている全ての群体を対象として、生残・死滅状況、成長量などについて記録した。

表 5 追跡調査を実施する移植サンゴの一覧

場所	地点	実施年度	数量
防波堤(沖南)	IS-1	平成 6、8 年度： 移植 27、29 年後	1 基盤 生残数 18 基盤 ※H20 時点 ⇒ H30 に生残が確認された 1 基盤
	IS-9	平成 23 年度：移植 12 年後 (消波・被覆ブロック上)	11 群体 移植数 56 群体 ⇒ R2 に生残が確認された 11 群体
	IS-10	平成 24 年度：移植 11 年後 (消波・被覆ブロック上)	28 群体 移植数 104 群体 ⇒ R3 に生残が確認された 28 群体
	IS-11	平成 25 年度：移植 10 年後 (消波・被覆ブロック上)	29 群体 移植数 221 群体 ⇒ R2 に生残が確認された 29 群体
	IS-12	平成 26 年度：移植 9 年後 (消波・被覆ブロック上)	59 群体 移植数 229 群体 ⇒ R3 に生残が確認された 59 群体
	IS-13	平成 28 年度：移植 7 年後 (消波・被覆ブロック上)	18 群体 移植数 200 群体 ⇒ R3 に生残が確認された 18 群体
新港地区 生物共生護岸	IS-8	平成 25 年度：移植 10 年後 (生物共生護岸)	14 群体 移植数 80 群体 ⇒ R2 に生残が確認された 14 群体
	IS-8	平成 26 年度：移植 9 年後 (生物共生護岸)	31 群体 移植数 150 群体 ⇒ R3 に生残が確認された 31 群体

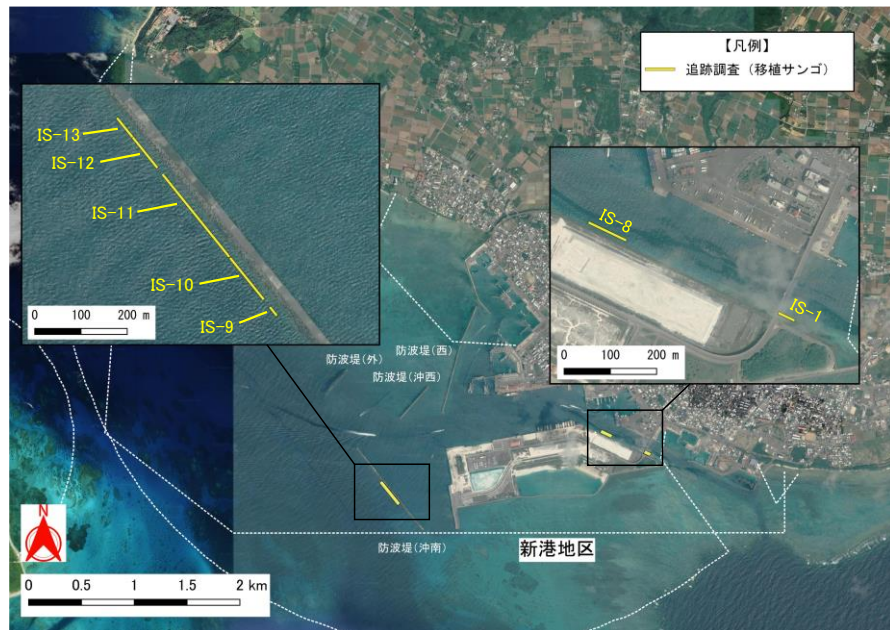


図 17 追跡調査 調査位置図



図 16 追跡調査の実施状況

■調査結果

- 今年度調査では、移植 7～29 年後の生残率が 5～25%であった。生残率が最も高い地点は、新港地区生物共生護岸 IS-8 (H25；-3m 仮置き) であり、最も低かったのは、サザンゲートブリッジ周辺 IS-1 であった。移植からの経過が最も浅い沖南防波堤 IS-13 では生残率 8%であった。
- 種類別の生残率では、ミドリイシ類が 0～3%、ハナヤサイサンゴ類が 0～22%、ククメイシ類が 23～50%、その他（ハマサンゴ類等）が 0～100%であった。

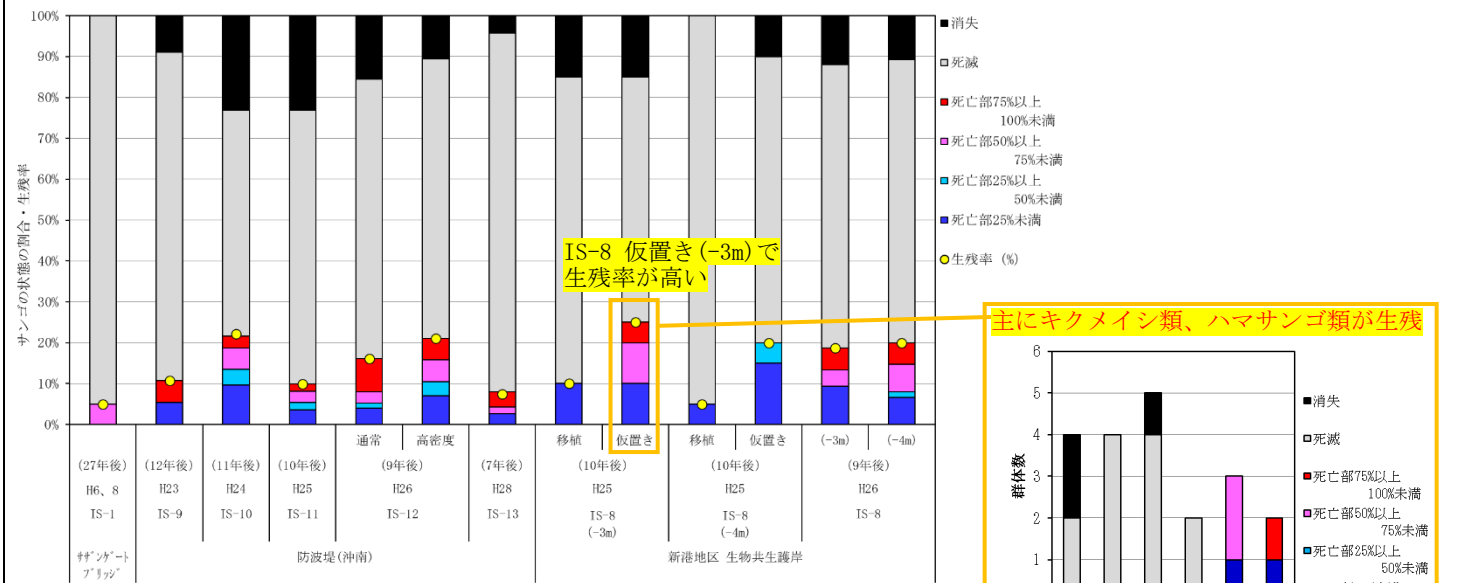
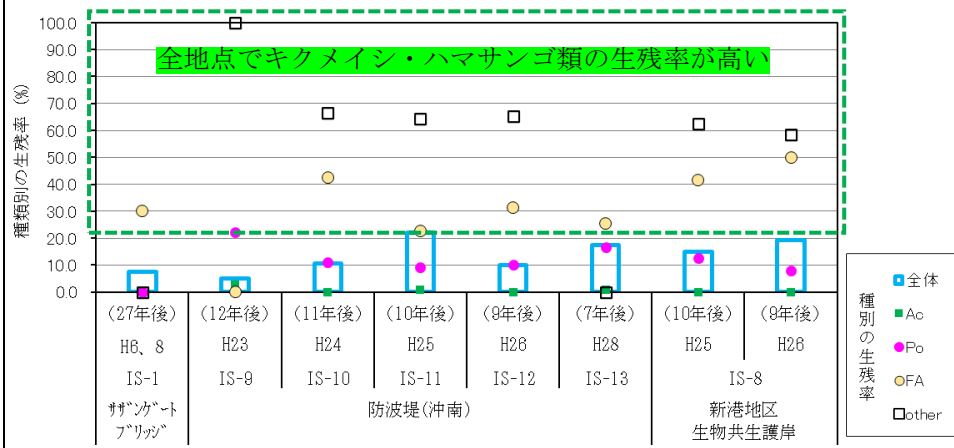
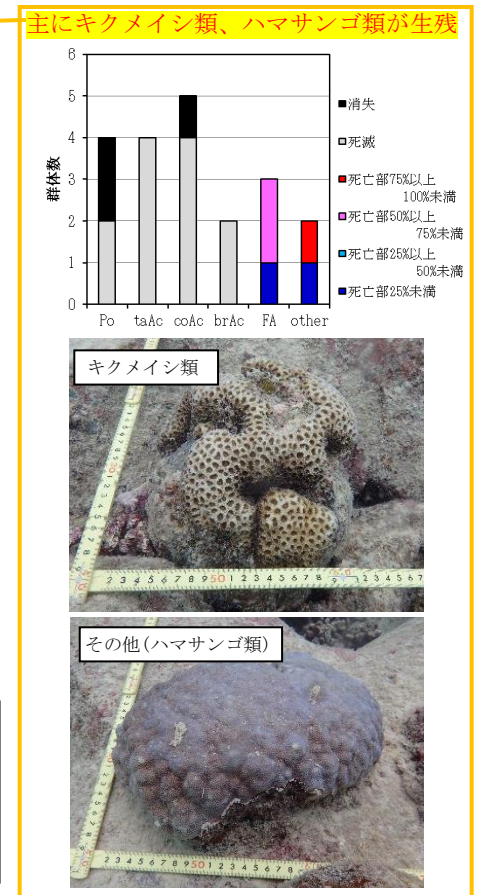


図 18 生残状況の地点比較（令和 5 年度調査時）



注) Ac:ミドリイシ類、Po:ハナヤサイサンゴ類、FA:ククメイシ類、other:その他

図 19 各地点の種類別の生残率



2.2.1 【竹富南航路環境調査】サンゴ群集調査（広域調査）

■調査内容

竹富南航路及び航路隣接域の4区間において、船上からの目視観察、マンタ法、スポットチェック法に準じた手法による潜水目視観察により、サンゴ類の分布状況（被度別）を把握した。また、代表的な場所において、スポット調査地点（6地点程度/区間）を設けて潜水観察し、サンゴ分布図を作成した。

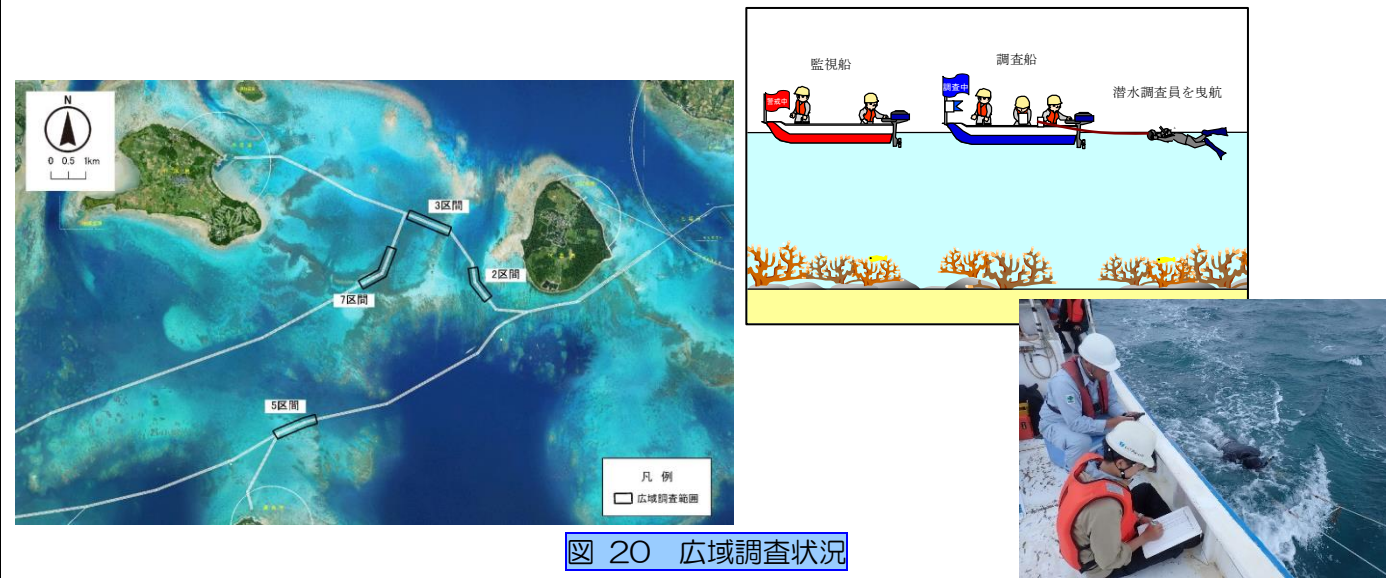


図 20 広域調査状況

■調査結果

- 2、3、5、7区間において、サンゴ分布面積は25.6～37.2haであり、サンゴ量（サンゴ分布面積×被度で算出）は3.5～10.9で確認された。最もサンゴ分布面積とサンゴ量が多かったのは7区間であり、3区間では唯一、被度30～50%の高被度域が確認された。
- 高被度域で確認された主なサンゴ類は、枝状ミドリイシ属（スギノキミドリイシ、ヒメマツミドリイシ、オトメミドリイシ）、枝状トゲミドリイシ属（マイクロトゲミドリイシ）、枝状コモンサンゴ属、枝状アナサンゴモドキ属（ホソエダアナサンゴモドキ、ヤツデアナサンゴモドキ）等であった。

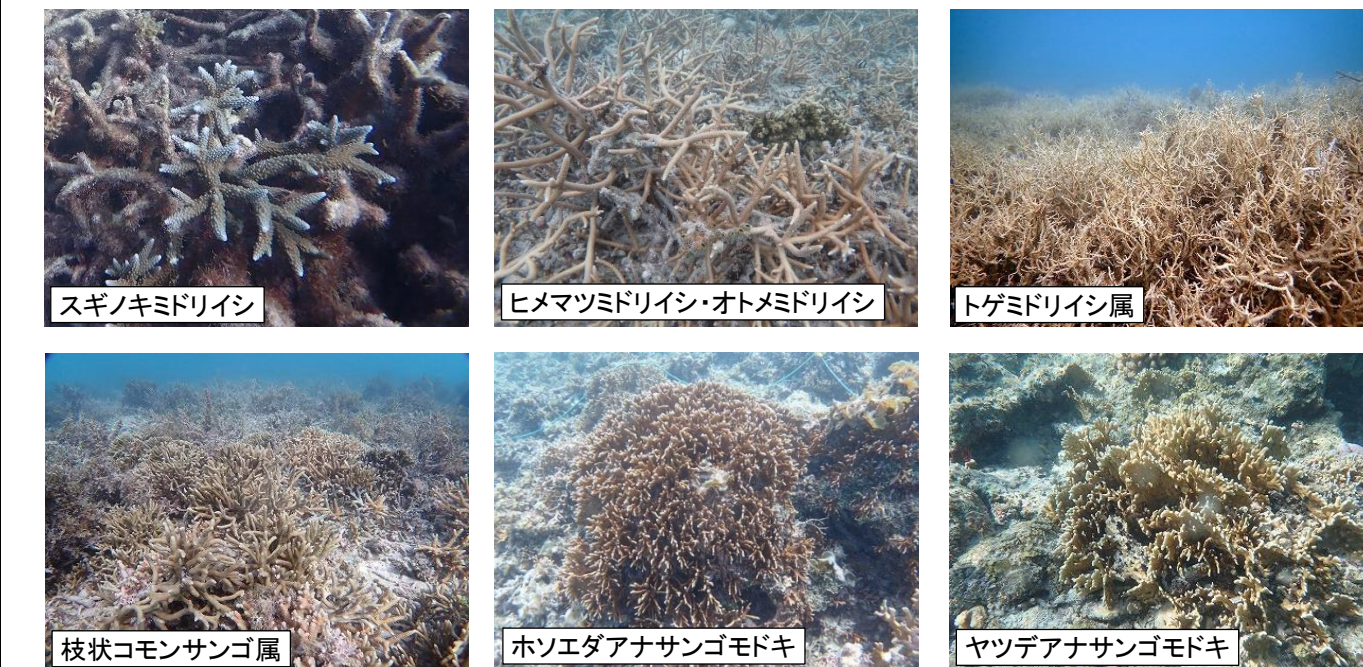


図 21 高被度域で確認された主なサンゴ類

表 6 サンゴ分布面積、サンゴ量

単位：ha(サンゴ量は単位なし)

被度	2区間	3区間	5区間	7区間	合計
被度 1%未満	10.6	13.8	22.1	6.6	53.1
被度 1%以上～5%未満	14.0	6.4	7.3	15.7	43.4
被度 5%以上～10%未満	0.9	5.3	1.9	7.2	15.3
被度10%以上～30%未満	0.1	6.5	0.3	7.7	14.7
被度30%以上～50%未満	0	0.3	0	0	0.3
合計	25.6	32.4	31.7	37.2	126.9
サンゴ量	4.3	7.2	3.5	10.9	26.0

注) サンゴ量はサンゴ分布面積×被度で算出

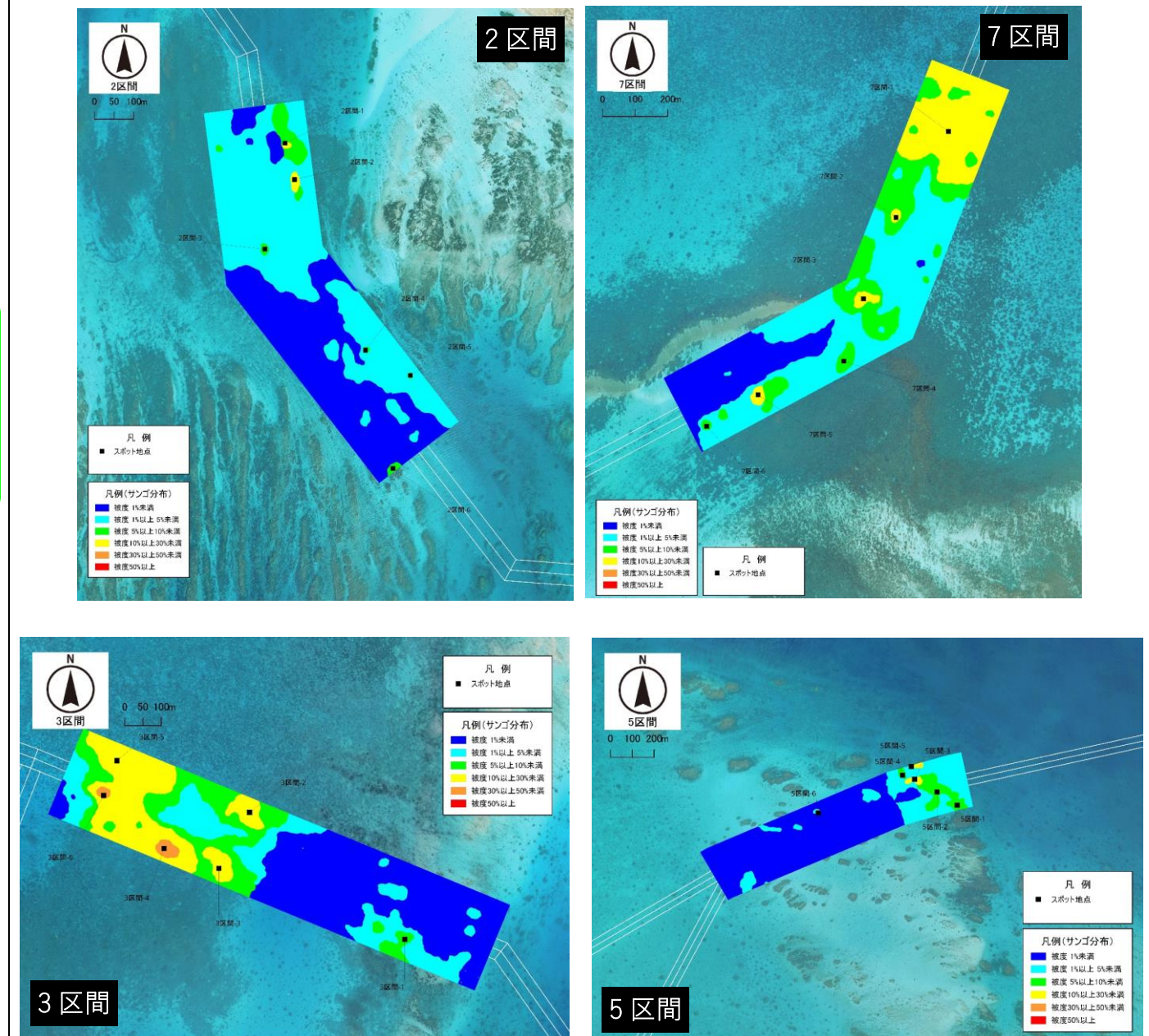


図 22 サンゴ分布状況

2.2.2【竹富南航路環境調査】サンゴ群集調査（定点調査）

■調査内容

6地点（5m×5m 枠内）において、造礁サンゴ類、海藻草類、魚類、大型底生動物の全体被度、種別被度または個体数等を潜水目視観察した。併せて表層泥を採泥し底質中懸濁物含有量試験（SPSS）を行った。なお、過去の委員会意見を受け、同一箇所のサンゴの撮影や水平透明度調査を行った。

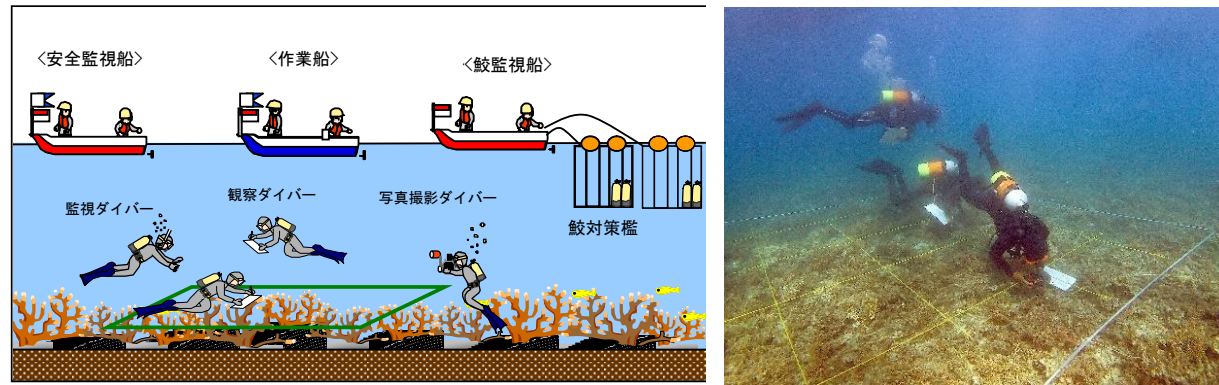


図 23 定点調査状況

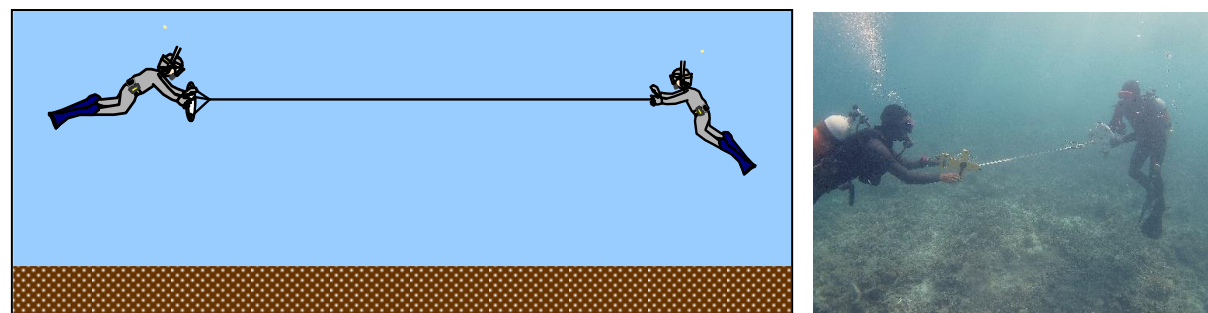


図 24 水平透明度調査状況

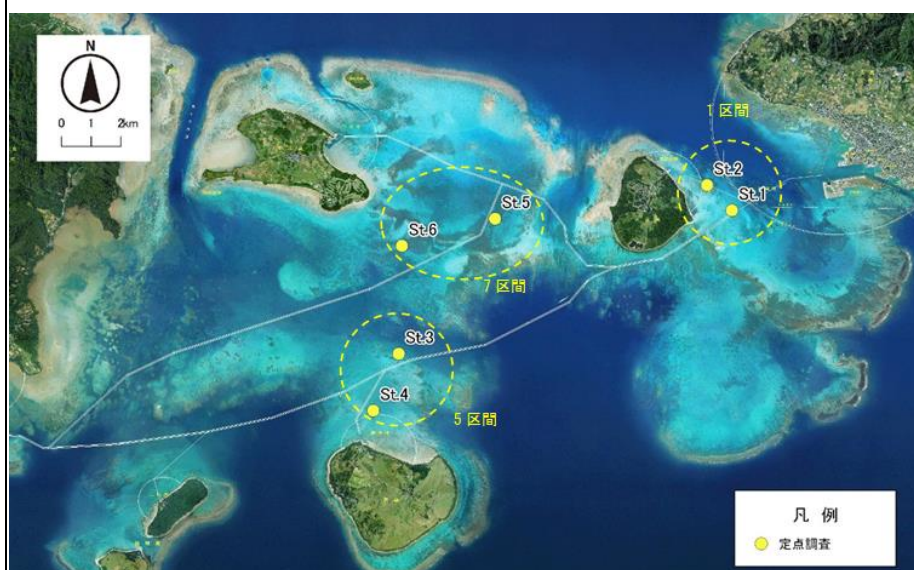


図 26 サンゴ群集調査（定点調査）位置



図 25 底質中懸濁物質含量採泥状況

■調査結果

【サンゴ類】

- 種類数は、浚渫工事中に比べて St.5 を除くすべての地点にて増加しており、工事後はいずれの地点もほぼ同程度であった。
- 令和 4 年夏季の高水温による白化により、ほとんどの地点で 5~10% 全体被度が低下していたが、St.3 は、全体被度の低下もなく被度が増加していた。
- 令和 5 年度のサンゴ類は、出現種類数が減少することは無かったものの、令和 4 年の高水温の影響により全体被度が低下し、回復した地点と、被度の低下が継続している地点に分かれていた。

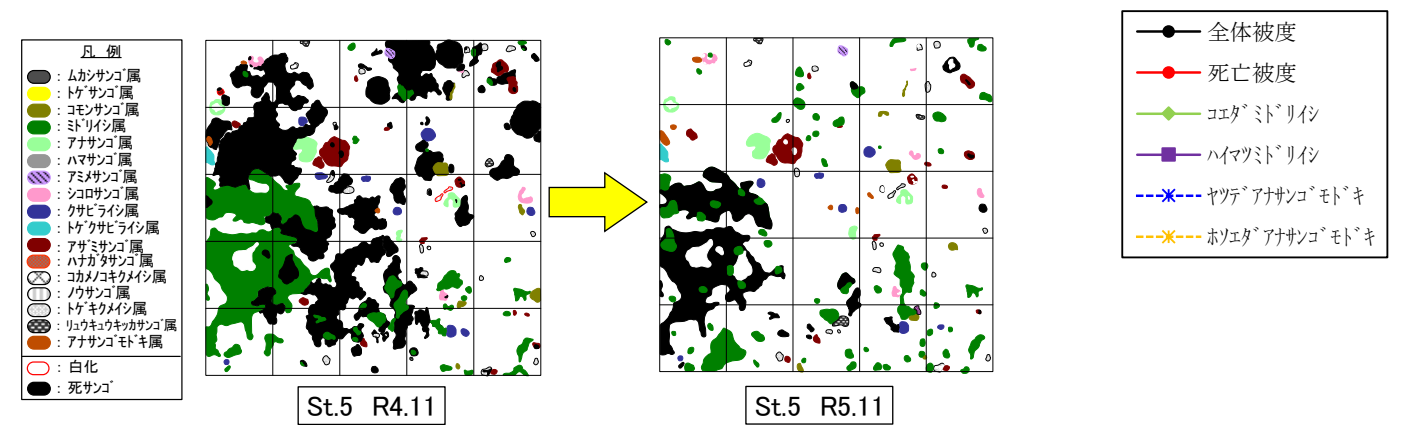
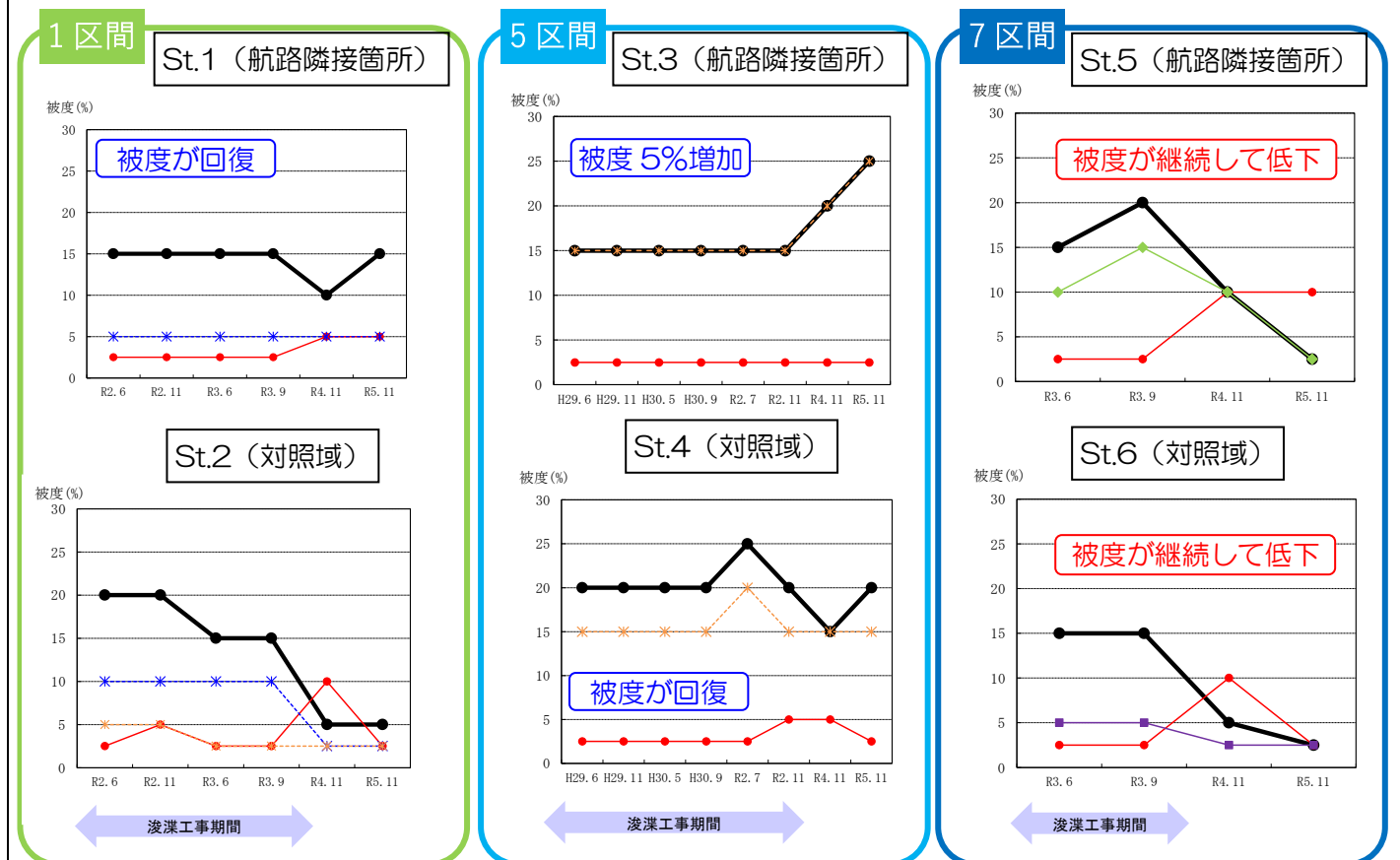


図 27 サンゴ類被度の経年変化(St.5)

2.2.2 【竹富南航路環境調査】サンゴ群集調査（定点調査）

■ 調査結果

【海藻草類】

●令和5年度は、海藻草類は出現種類数の大幅な増加や減少は確認されなかったものの、7区間では、航路隣接箇所のSt.5と、対照域のSt.6で海藻草類の繁茂状況に違いがみられた。

【魚類】

●地点によって増減はみられるものの、令和5年度の調査結果は69~95種類の範囲にあった。典型的な魚種は6~8種確認され、枝状ミドリイシに依存する特徴的な魚種は該当するSt.6で2種確認された。

【大型底生動物】

●地点によって増減はみられるものの、令和5年度の調査結果は30~65種類の範囲にあった。

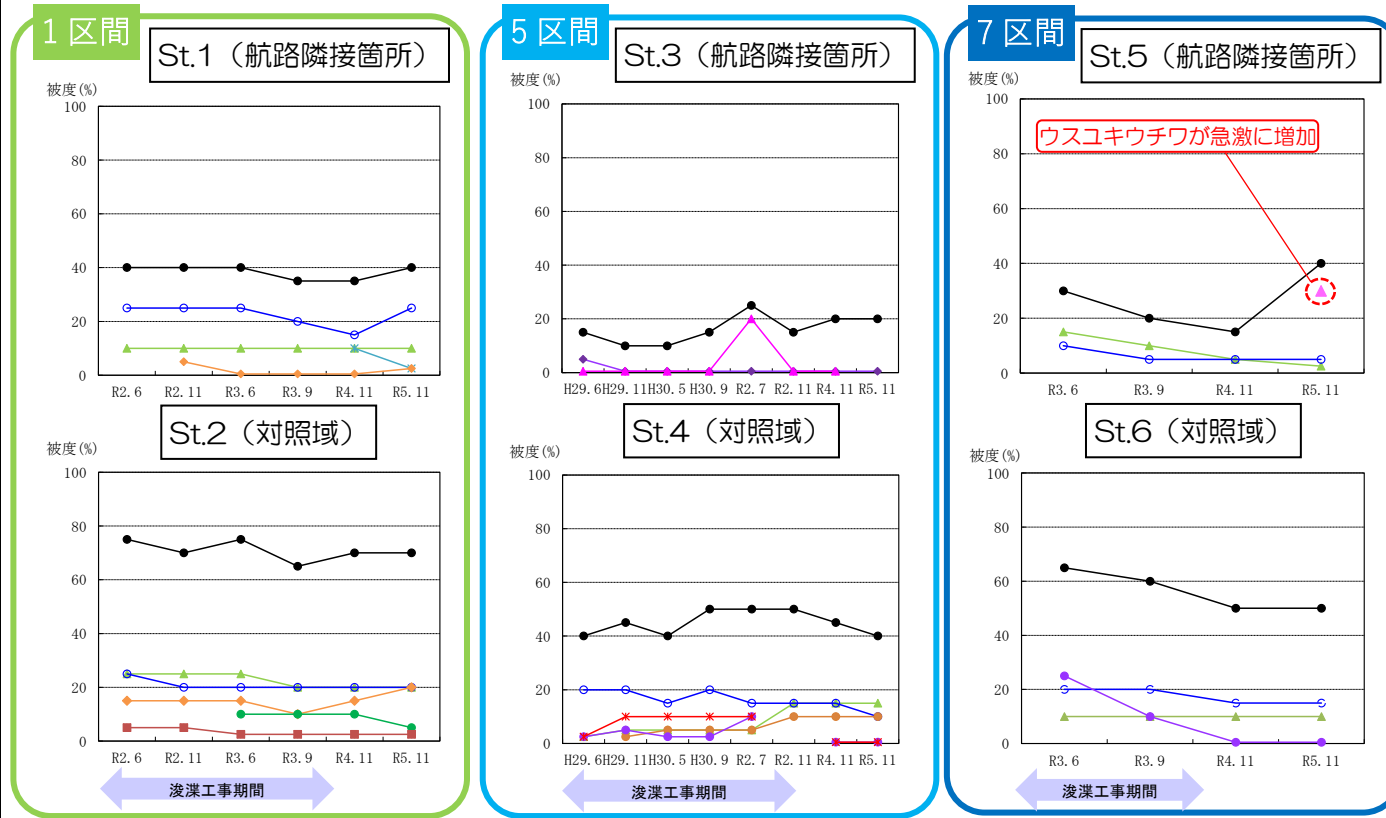


図 28 海藻草類被度の経年変化

- 全体被度
- 藍藻綱
- ▲ サンゴモ目（無節サンゴモ類）
- イノカ科
- キレトシ
- ★ 微小紅藻類
- ◆ ハイジグサ
- ✱ アジグサ属
- ハイオギ属
- ▲ ウスキウチワ
- ジカシグサ

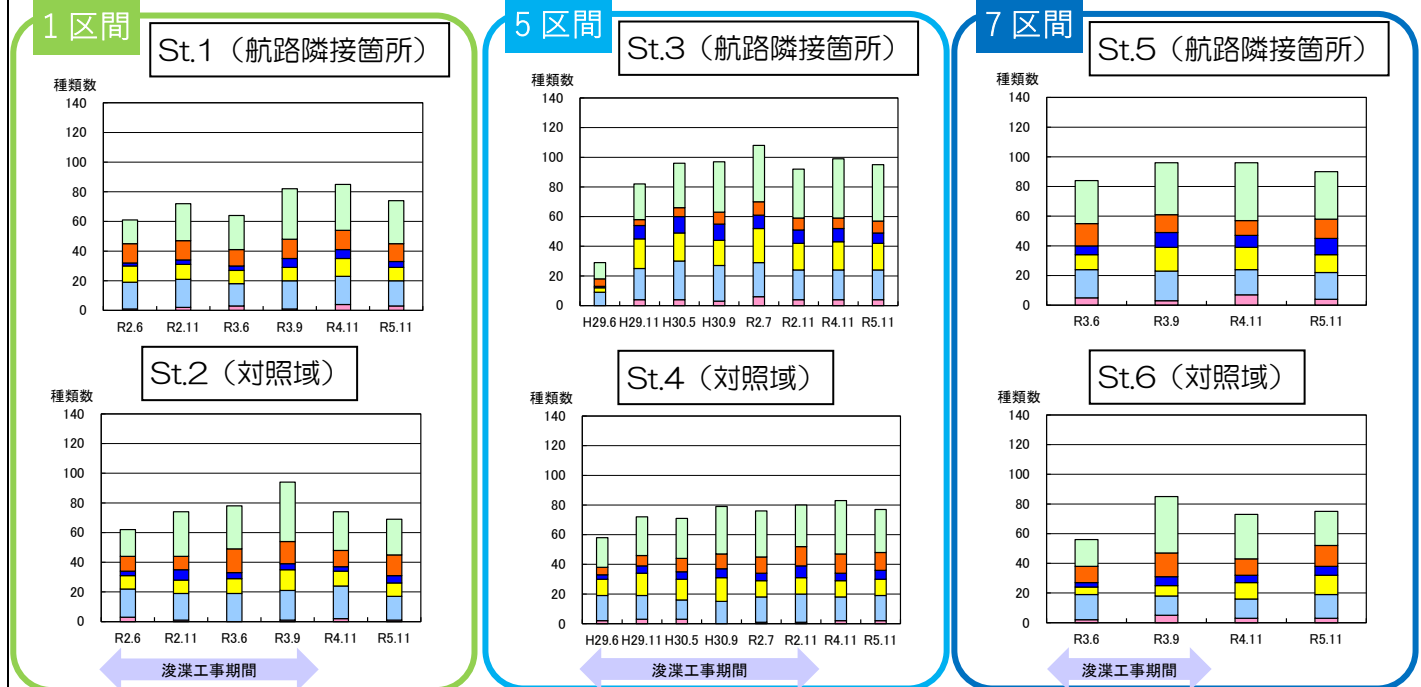


図 29 魚類の経年変化

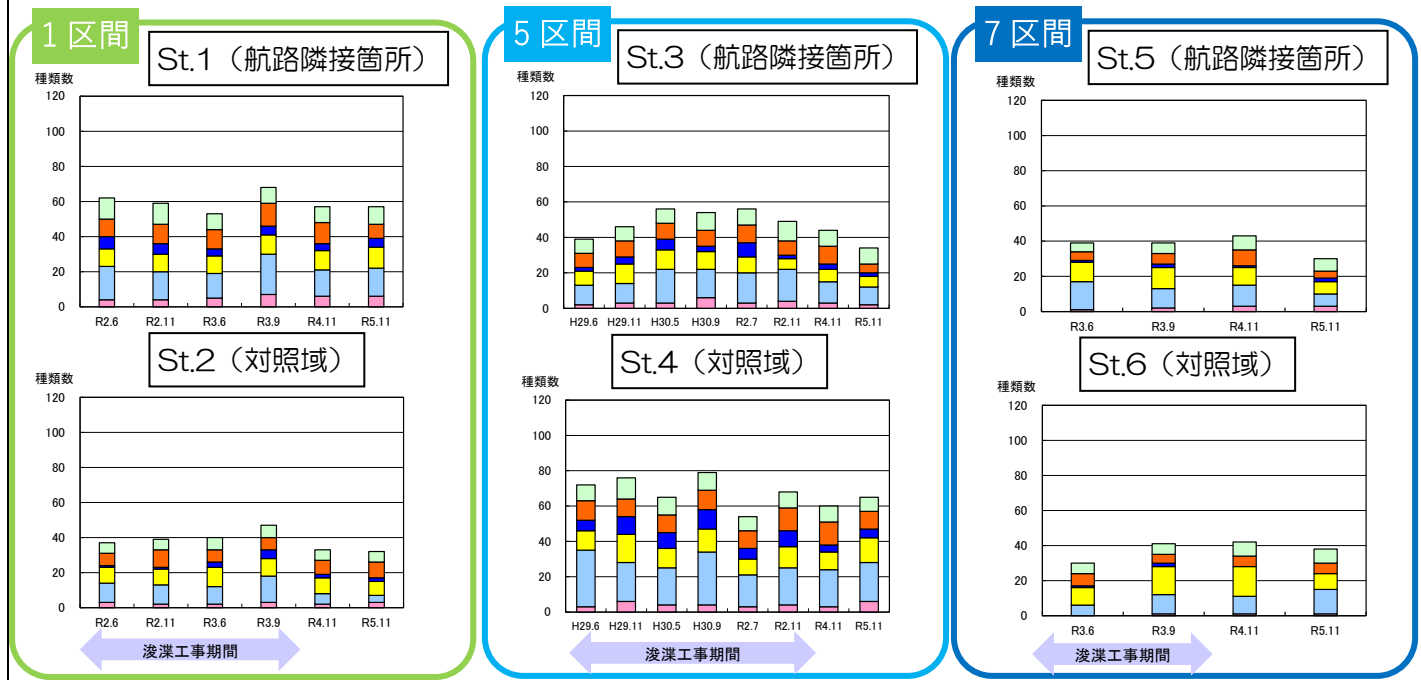


図 30 大型底生動物の経年変化

2.2.2【竹富南航路環境調査】サンゴ群集調査（定点調査）

■調査結果

【水平透明度】

●1区間ではSt.1が9.7mと水平透明度の基準である8m以上であったが、14mには満たなかった。近隣のSt.2は25.0mと水平透明度の基準14m以上であった。5区間のSt.3、St.4は17.8~20.8mと、両地点ともに基準14m以上であり、高い値を示していた。7区間では、St.5、St.6ともに基準8m以上ではあったが、基準14mを満たさなかった。

【底質中懸濁物質含量（SPSS）】

●St.1が14kg/m³、St.2が12kg/m³、St.3が34kg/m³、St.4が5.7kg/m³、St.5が22kg/m³、St.6が51kg/m³であった。St.1、St.2でランク5a、St.3で5b、St.4でランク5aであり、St.5でランク5a、St.6でランク6であった。

表 7 水平透明度測定結果

	調査地点					
	1区間		5区間		7区間	
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
天候	晴	曇	晴	晴	晴	晴
水平透明度	9.7	25.0	17.8	20.8	13.1	11.2

単位：(m)

【水平透明度の基準】
8m：サンゴの成育に必要である水平透明度
14m：50%のサンゴ被度を保つのに必要な指標である水平透明度

表 8 SPSS 分析結果

調査地点	調査期日：令和5年11月1日、7~8日					
	1区間		5区間		7区間	
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6
SPSS (kg/m ³)	14	12	34	5.7	22	51
SPSS ランク	5a	5a	5b	4	5a	6

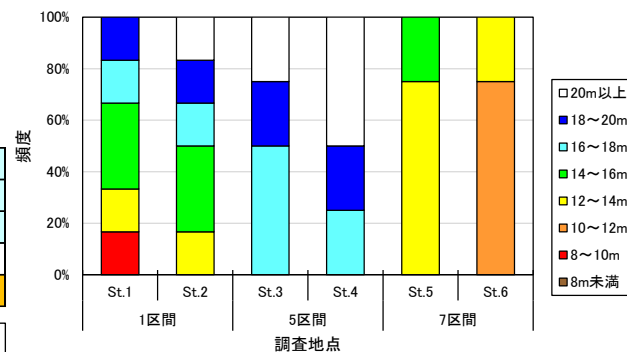


図 31 地点別水平透明度の出現回数

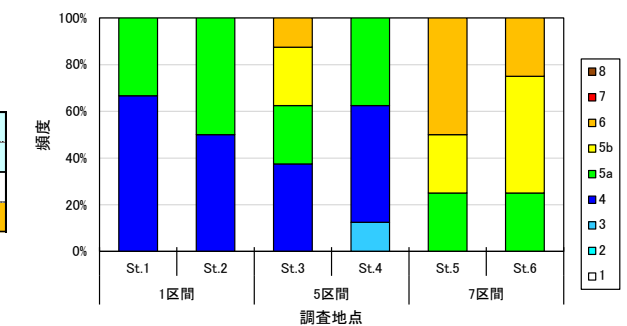


図 32 地点別地点別 SPSS ランクの出現回数

2.2.3【竹富南航路環境調査】水質調査（連続・定点調査（水温））

■調査内容

モニタリング調査の作業と並行し、既存水温計5基の回収を行い、新規水温計（新品購入品）5基の設置を行った。また、測定頻度は1回/30分とし、水温変動を記録した。



図 33 水温調査（水温計回収・設置）状況

■調査結果

- 令和5年の観測期間中の水温は18.2~31.8℃であり、最高値は大規模な白化現象が確認された平成28年（32.5℃）、令和4年（32.3℃）と比較して低かった。
- 令和5年の日平均水温が、30℃以上となった日数は14~40日であり、平成28年（67~75日）、令和4年（44~59日）と比較して少なかった。
- 月平均水温の最高値は29.6~30.0℃、最低値は21.9~22.4℃であり、地点間による差はほとんどみられなかった。

表 9 水温観測結果の最高値および最低値

調査区	観測年	最高値		最低値		日平均が30℃以上の日数
		水温	日時	水温	日時	
1区間	平成28年	31.8℃	2016/08/16 14:30	20.0℃	2016/01/25 14:30	71日
	令和4年	31.7℃	2022/08/14 16:40	21.0℃	2022/02/07 19:40	53日
	令和5年	31.0℃	2023/07/24 18:30	19.7℃	2023/01/28 14:30	25日
2区間	平成28年	31.8℃	2016/07/28 21:20	16.5℃	2016/01/24 19:20	71日
	令和4年	31.8℃	2022/08/14 16:10	19.4℃	2022/02/20 14:30	53日
	令和5年	31.2℃	2023/08/24 17:30	18.2℃	2023/01/24 22:30	31日
3区間	平成28年	32.5℃	2016/08/15 17:00	19.9℃	2016/11/28 16:10	75日
	令和4年	32.2℃	2022/07/27 14:00	20.7℃	2022/02/08 06:30	59日
	令和5年	31.7℃	2023/08/28 16:30	19.5℃	2023/01/30 22:00	40日
6区間	平成28年	31.6℃	2016/08/16 14:40	20.9℃	2016/01/25 09:20	67日
	令和4年	31.6℃	2022/08/26 17:00	21.1℃	2022/02/21 10:50	44日
	令和5年	30.7℃	2023/08/28 15:00	20.1℃	2023/01/29 00:30	14日
7区間	平成28年	32.0℃	2016/08/15 16:50	20.4℃	2016/02/29 23:50	70日
	令和4年	32.3℃	2022/07/25 14:30	20.5℃	2022/02/06 20:00	53日
	令和5年	31.8℃	2023/08/28 14:00	19.5℃	2023/01/29 00:00	38日

2.2.4 【竹富南航路環境調査】水質調査（定期・空間分布調査）

■調査内容

3 地点において上げ潮時に 1 回水質調査を実施した。採水は n-ヘキサン抽出物質については海表面とし、それ以外の項目については下層（海底面上 1m）とした。また、水温、塩分、水中光量、濁度を表層から底層まで多項目水質計を用いて 0.5m 間隔で測定した。

関連資料として、採水前日及び当日の天候気温、風速、波高、採水日の雲量、潮汐、位置、採水地点の水深、試料の臭気、試料の外観（懸濁物質、色調）、その他周辺の状況を記録し整理した。

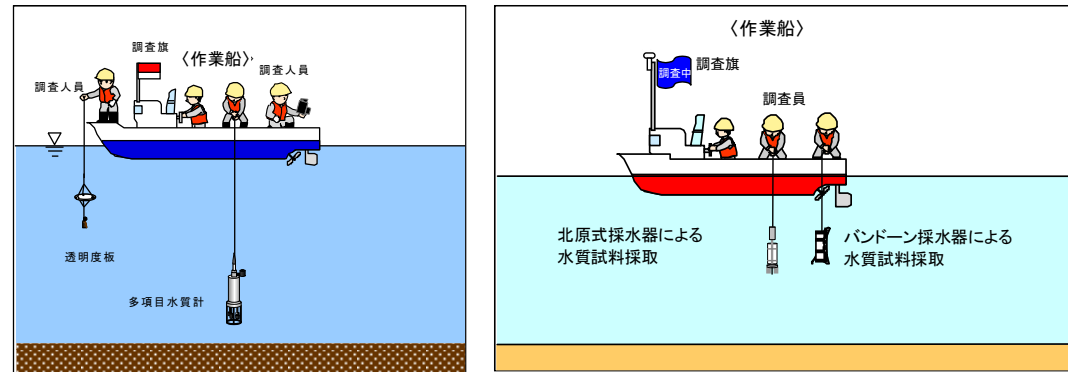


図 34 調査状況

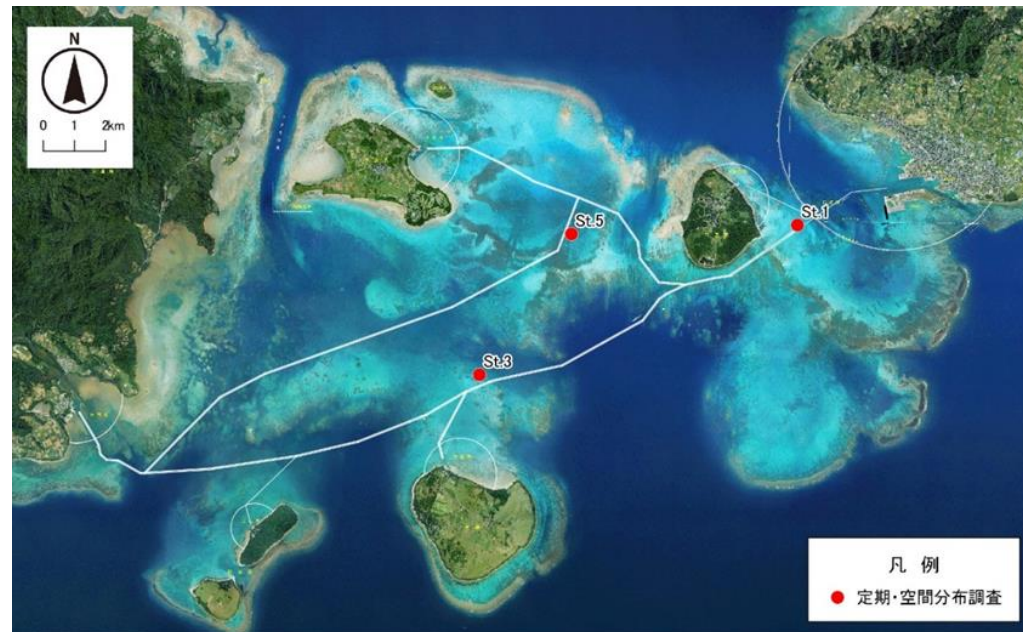


図 35 水質調査地点（サンゴ群集調査（定点調査）と同一地点）

■調査結果

- 現場観測項目である水温、塩分、濁度は鉛直方向にほぼ一様であった。水中光量は St.1 で水深 2.5m までは他の地点と同様に減衰していたが、その後上昇していた。
- 生活環境項目は、DO 以外の項目において、環境基準（A 類型）を満たしていた。
- その他項目では、環境基準（I 類型）を満たしており、SS は過年度調査結果の変動範囲内であった。



図 36 採水時の海面の状況

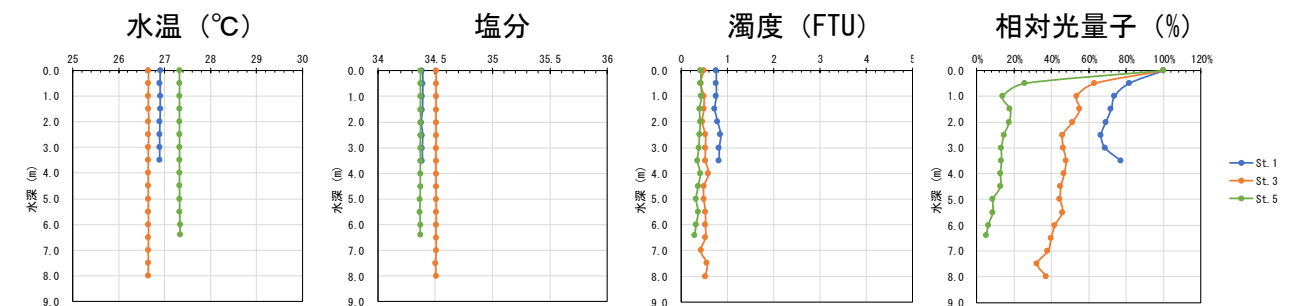


図 37 水温、塩分、濁度、水中光量の鉛直分布

表 10 生活環境項目分析結果

分析項目	単位	調査地点			生活環境の保全に関する環境基準（A 類型）
		St. 1	St. 3	St. 5	
pH	-	8.1	8.1	8.1	7.8以上8.3以下
COD	(mg/L)	1.7	1.5	1.9	2mg/L以下
DO	(mg/L)	6.3	6.3	6.7	7.5mg/L以上
溶存酸素飽和度	(%)	94.4	97.1	104.3	-
大腸菌数	(CFU/100mL)	<1	<1	<1	300CFU/100mL以下
n-ヘキサン抽出物質	(mg/L)	<0.5	<0.5	<0.5	検出されないこと

注1:大腸菌数は自然環境保全を目的としている地点に関しては、20CFU/100ml以下とする。

注2:大腸菌数の<1は定量限界値未満を示す。

注3:n-ヘキサンの<0.5は定量限界値未満を示す。

注4:溶存酸素飽和度は気象庁(1999)海洋観測指針(第1部) p48-61 を参考に現場測定の水温、塩分から計算。

表 11 その他項目の分析結果

分析項目	単位	調査地点			生活環境の保全に関する環境基準（I 類型）
		St. 1	St. 3	St. 5	
T-N	(mg/L)	0.10	0.15	0.12	0.2mg/L以下
T-P	(mg/L)	0.005	0.006	0.006	0.02mg/L以下
SS	(mg/L)	<1	<1	<1	-

注:SSの<1は定量限界値未満を示す。

2.2.5【竹富南航路環境調査】 追跡調査（移設サンゴ） 群体サンゴ・群集サンゴ・大型サンゴ

■調査内容

令和2年度に移設されたサンゴについて、サンゴの生息状況、サンゴ群集内でみられる魚類、大型底生生物の観察、写真撮影等を行った。

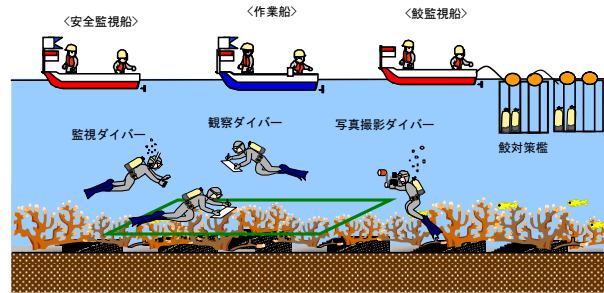
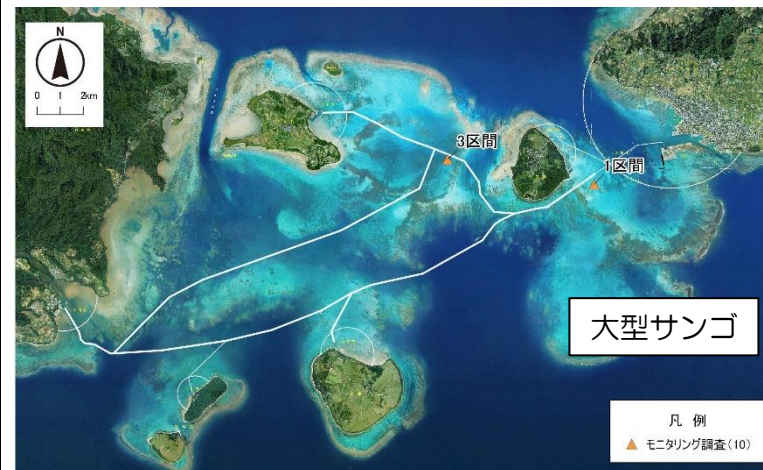


図 38 モニタリング調査位置及び調査状況

■調査結果及び解析・考察

【これまでの変化】

●平成28年夏季の大規模白化によって、天然サンゴと同様にほとんどの地点において移設サンゴ量は減少し、その後も低水準を維持している。移設5年を経過した地点は、事業完了とともにモニタリングを終了した。

【今回調査の変化】

- 令和2年度に移設した群体サンゴ、群集サンゴは、移設1年後まではサンゴ量の増減がみられたものの移設直後から大きな変化はみられず、サンゴの成長も確認された。一方、令和4年夏季の白化現象によって移設2年後には群体サンゴ、群集サンゴいずれもサンゴ量は低下し、移設3年後も低水準で推移した。
- 令和4年夏季には、当該海域の広範囲においてサンゴ類の白化現象が報告されており、移設サンゴでも同様の白化が確認されたことから、サンゴ量低下の主な要因は白化現象であると考えられた。
- 大型サンゴについては、生存状況に大きな変化はみられず、健全な状態であった。

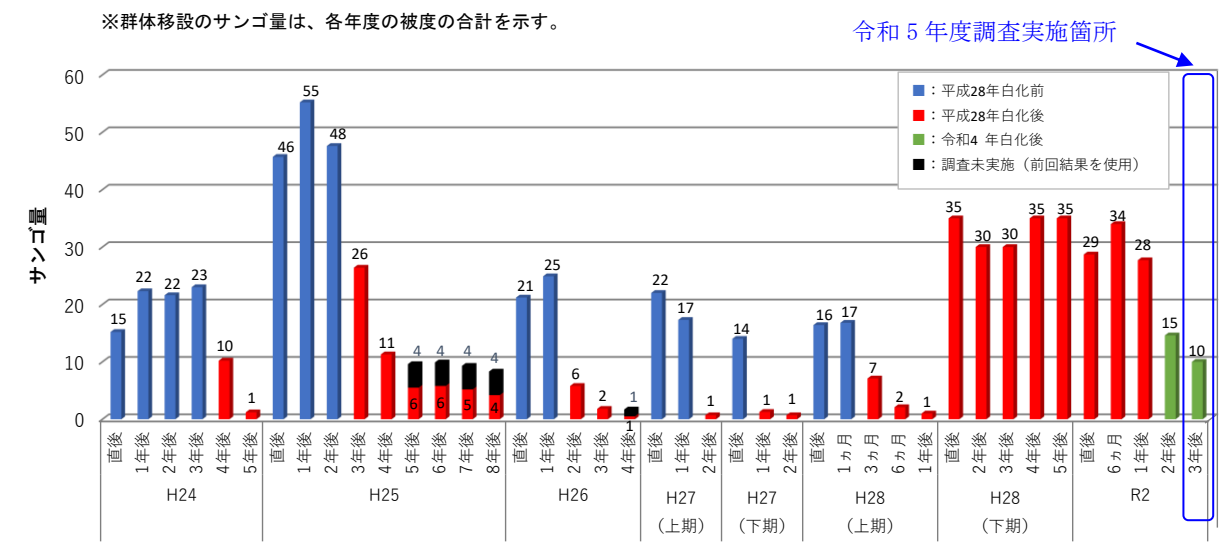


図 39 各年度の移設サンゴ量の変化（群体サンゴ）

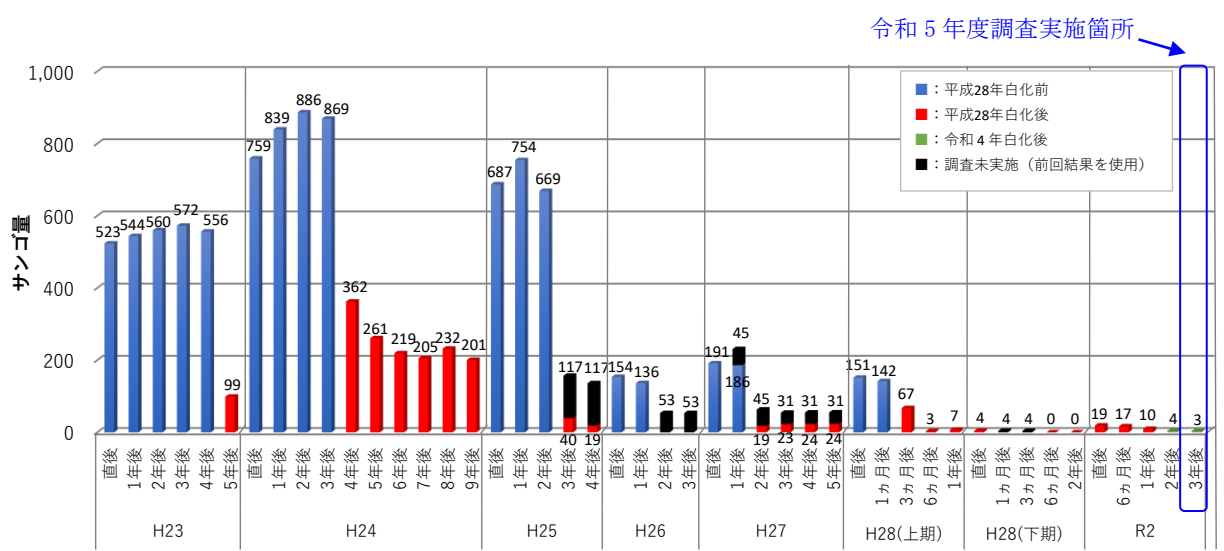


図 40 各年度の移設サンゴ量の変化（群集サンゴ）

【群体サンゴと群集サンゴ】

- 群体サンゴと群集サンゴの生存被度は、それぞれ移設3年後には0.9~3.3%、10%であり、移設直後の5.5~8.6%、40%と比較して低下した。令和4年度の白化現象によって、移設2年後に被度の低下がみられ、移設3年後においても低水準で推移した。白化現象による影響は天然サンゴでも同様にみられた。
- いずれも種類数の著しい減少はみられなかった。

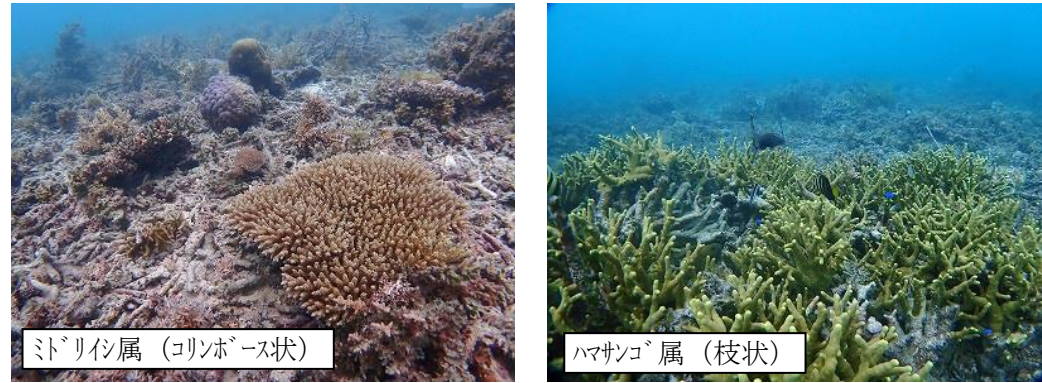


図 41 移設サンゴ群体の状況（左：群体サンゴ、右：群集サンゴ）

【大型サンゴの生息状況】

- コドラード調査では、6 枠中 1 枠で移設直後と比較して被度が5%低下したものの、その他の枠では変化はみられず、大型サンゴは2 群体とも全体的に安定していると考えられた。
- 魚類、大型底生生物ともに、移設前と比較して種類数と個体数は増加しており、大型サンゴを移設したことで新たな生息環境が生まれ、生物多様性の向上に寄与したと考えられた。

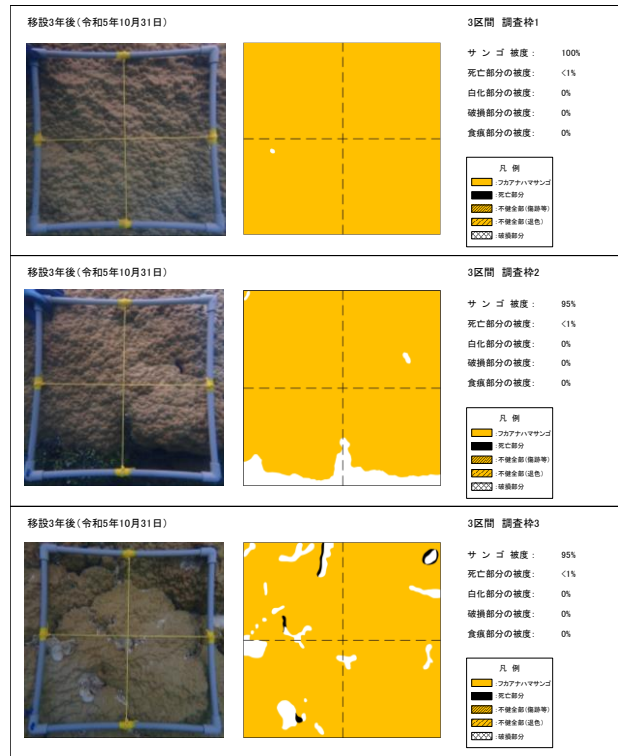
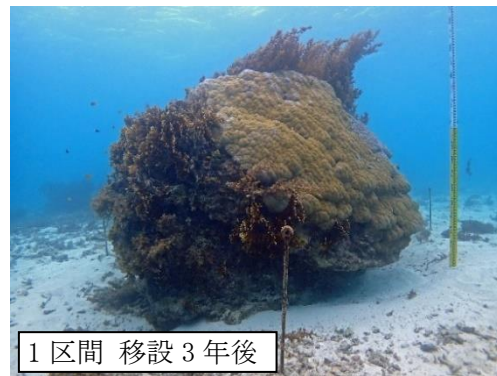


図 42 大型サンゴの生息状況（令和5年10月）

【新たな取り組みである礫底に移設した群体サンゴの評価】

- 移設1年後では礫底移設が93~97%と従来の充填目地材移設の86%と比較して高かったものの、移設3年後では礫底移設が17~55%であり、充填目地材移設の45%と比較して静置法では高く、ボルト固縛やロープ固縛では低かった。
- 移動及び消失率について、礫底移設の消失率は移設3年後で0~1%と充填目地材の16%と比較して低かった。移設サンゴの移動は礫底移設の静置法でのみ35%で確認された。移動したサンゴ類の一部は、移設2年後では白化により死亡したものの、移設1年後時点では、移動した群体はいずれも生存していた。
- 本事業で新たに実施した礫底への群体移設は、移設後2年の時点において、令和4年夏季の白化現象によって生残率が低下し、手法別による評価が困難となった。しかしながら、礫底への移設は従来の充填目地材による岩盤移設と比較して、生残率や移動・消失率において大きく劣っている項目はなく、移設作業も効率的であったことから、有効であったと考えられた。

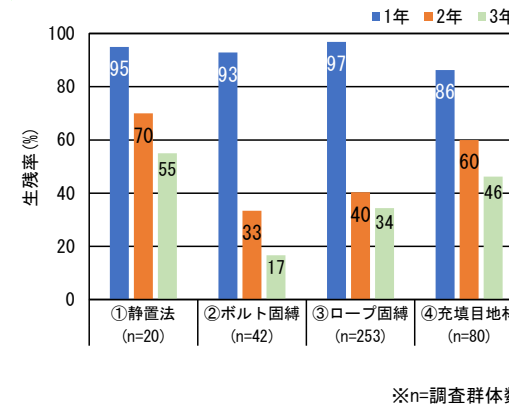


図 43 移設サンゴの生残率

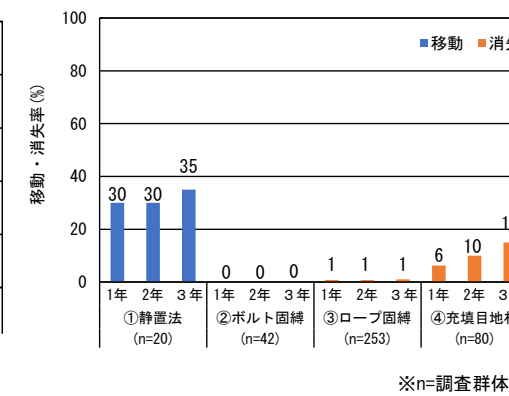


図 44 移設サンゴの移動、消失状況

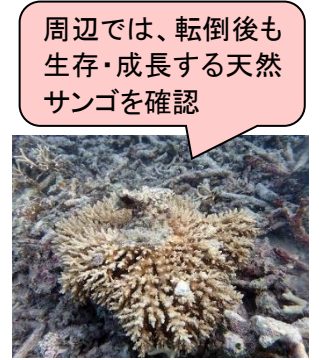


表 12 群体サンゴ移設の手法別整理

移設手法	①静置法	②ボルト固縛	③ロープ固縛	④充填目地材	
移設イメージ					
底質	礫底	礫底	礫底	岩盤	
特徴	事前に礫底に移設するサンゴと同等の隙間をハンマー等で開けておき、静置後、周りを礫で埋め戻す方法。	寸切りボルトとサンゴをロープで固縛する方法。寸切りボルトを打ち込むことでアンカーの役割を果たす。	ガイドロープとサンゴを固縛する方法。1つのガイドロープに複数群体の固縛が可能。	充填目地材を使って岩盤に固定する方法。従来から取り入れられている手法。	
作業効率	◎ 別途材料を必要とせず、最も容易に作業が可能。	△ 寸切りボルトとサンゴを一つずつ固縛。ロープ固縛より作業効率が劣る。	○ ガイドロープとサンゴを固縛。	△ 岩盤表面をワイヤーブラシ等で清掃後、充填目地材でサンゴを一つずつ固定。	
生残率	1年後	◎ 95%以上で生存。	◎ 90%以上で生存。	◎ 95%以上で生存。	
	3年後	○ 55%が生残。 (白化による影響あり)	△ 17%が生残。 (白化による影響あり)	△ 34%が生残。 (白化による影響あり)	○ 80%以上で生存。
消失率	1年後	○ 30%が移動・転倒。移動や転倒はするが、移動先で生存が可能。	◎ 移動・転倒・消失なし。移動や転倒をしても、移動先で生存が可能。	◎ 1%が消失。移動や転倒をしても、移動先で生存が可能。	△ 6%が消失。岩盤から剥離した群体は死亡する可能性が高い。
	3年後	○ 35%が移動・転倒。移動や転倒をしても、移動先で生存が可能。	◎ 移動・転倒・消失なし。移動や転倒をしても、移動先で生存が可能。	◎ 1%が消失。移動や転倒をしても、移動先で生存が可能。	△ 15%が消失。岩盤から剥離した群体は死亡する可能性が高い。