

3 移植したサンゴのモニタリング

3.1 移植したサンゴの生存成長と生息環境

3.1.1 移植したサンゴの生存成長

(1) 移植サンゴの観察

1) 調査時期

基本として、各年度にサンゴの移植後 1 週間、1 か月、1 年（台風期後 10～11 月）

2) 調査地点

調査地点を図 2-2、表 3-1 に示す。

3) 調査方法

潜水士により移植したサンゴの生存状況、死滅部分の割合等を目視観察した。調査の概要を表 3-1、図 3-1、観察項目を表 3-2 に示す。なお、成長状況の観察は、平成 27 年度、令和 3～6 年度に移植したサンゴ及び令和 4 年度に移設したサンゴについて、全群体を調査対象とし、平成 29 年度～令和 2 年度については、表 3-1 に示す群体数のサンゴを調査対象とした。

表 3-1 サンゴの移植年度別の調査概要

移植年度	移植数	計測数 ⁱ	調査地点													St a9	St a14	St a16	
			St a1	St a2	人工島近傍														
					潜堤				突堤(西)										
					St a4 潜堤 内側	St a4 潜堤 外側	外 側	内 側	東 側	西 側	西 側 基 部	西 側 中 央 部	東 側 基 部	東 側 中 央 部					
平成 27 年度	90	90	○	○	○	○											○	○	○
29 年度	2,547	400		○													○		
30 年度	2,550	420		○													○		
令和元年度	2,550	410		○													○		
2 年度	2,550	410		○													○		
3 年度	220	220							○	○									
4 年度	220	220									○	○							
5 年度	220	220												○	○				
6 年度	340	340									○		○						

ⁱ表 3-2 観察項目「成長状況」の観察対象である。植付け年度を代表する大きさとして当初に決めたサンゴ群体である。

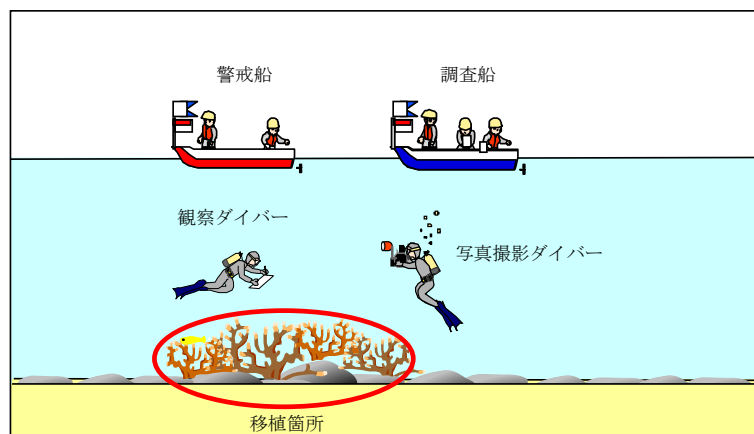


図 3-1 移植サンゴのモニタリング調査概略

表 3-2 移植サンゴの観察項目

観察項目		観察内容
生存状況		移植サンゴの生存・死亡・流失の確認。
成長状況		移植サンゴの大きさ計測（長径及び短径）及び生死部分の割合（サンゴ被度）を個別に記録。 ※サンゴの被覆面積を垂直方向の投影面積とし、上記の測定結果を用い全ての群体が楕円状に成長すると仮定して、以下の計算により求めた ⁱ 。 <サンゴ1群体の被覆面積> (長径cm/2×短径cm/2×3.14) ×群体中の生存部分の面積比(%)
健全度	白化状況	移植サンゴの白化状況を確認。
	破損状況	移植サンゴの破損箇所の有無を確認。
	食害状況	移植サンゴ上の食害生物の出現状況を確認。
	堆積物状況	移植サンゴ上の堆積物の有無を確認。
	その他	移植サンゴと競合する海藻の繁茂状況などを確認。

ⁱ 岡地等 恩納村地先に植え付けられたミドリイシ属5種の成長 日本サンゴ礁学会誌第22巻 p.2

4) 調査結果

(ア) 移植サンゴの生存状況

各移植年度の生存状況を表 3-3 に示す。

移植サンゴ総群体数は、11,287 群体、生存群体数 3,574 群体、生存率は 32% であった。

サンゴの移植作業は平成 27 年度と平成 29 年度～令和 6 年度において実施したが、移植数や移植地点により 3 つ分けることができる。

- ・平成 27 年度移植は、90 群体を人工島突堤（西）周辺及び人工島沖合の全 7 地点に試験的に分散して移植した。
- ・平成 29 年度～令和 2 年度移植は、2,550 群体を人工島沖合（St. a2 と a9）に移植した。
- ・令和 3 年度～6 年度移植は、220～340 群体を人工島突堤（西）周辺に移植した。

表 3-3 移植サンゴの生存状況（生存率%）

移植年度	移植後経過	移植サンゴ群体数	生存群体数	生存率%	観察年月
平成 27	115 か月	90	12	13%	令和 7 年 10 月
平成 29	82 か月	2,547	729	29%	令和 6 年 10 月
平成 30	71 か月	2,550	876	34%	
令和元	59 か月	2,550	824	32%	
令和 2	47 か月	2,550	758	30%	
令和 3	48 か月	220	44	20%	令和 7 年 10 月
令和 4	35 か月	220	22	10%	
令和 5	23 か月	220	15	7%	
令和 6	11 か月	340	294	86%	
合計		11,287	3,574	32%	

ア) 平成 27 年度移植

移植サンゴの生存状況は、移植後 115 か月（令和 7 年 10 月）時点においては、90 群体のうち 12 群体（生存率 13%）が生存していた（図 3-2）。

平成 28 年夏季に高水温による白化の影響を受け、移植後 1 年では生存率は約 60%まで低下した。その後の生存率は緩やかに低下し、令和 6 年夏季の高水温では白化の影響を殆ど受けなかった。

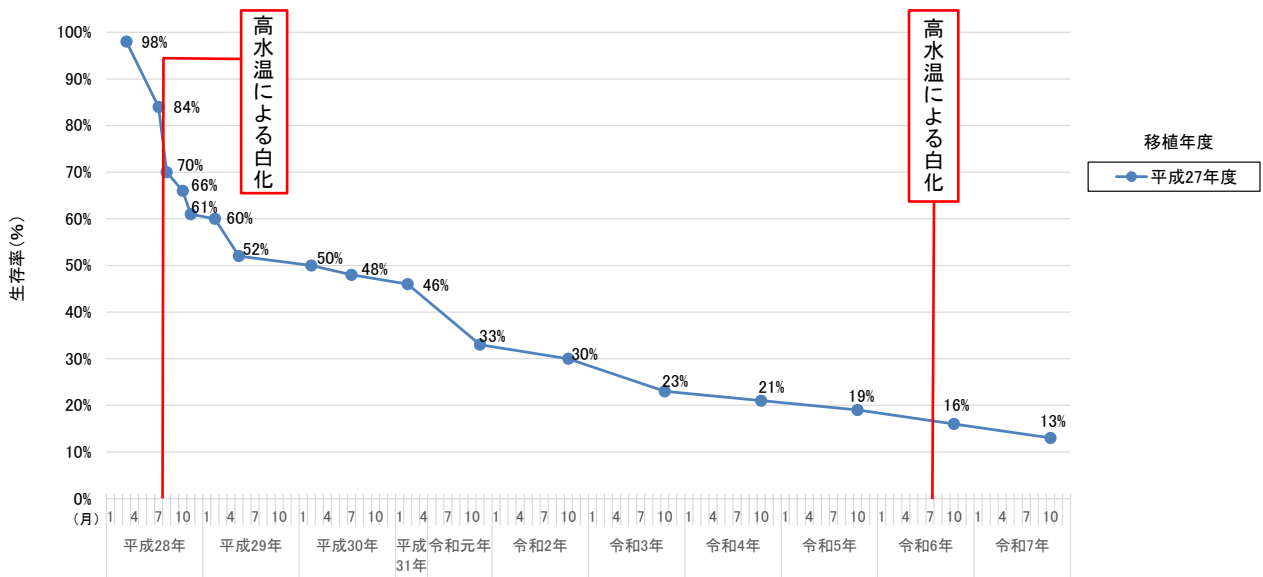


図 3-2 移植サンゴの経年変化
(平成 27 年度移植、令和 7 年 10 月時点)

イ) 平成 29 年度～令和 2 年度移植

人工島沖合に移植したサンゴは、各年度で同様の傾向を示し緩やかな減少傾向を示した。平成 29～令和 2 年度移植の生存率は、おおむね 30%前後になった(図 3-3)。令和 6 年夏季の高水温では白化の影響を殆ど受けなかった。

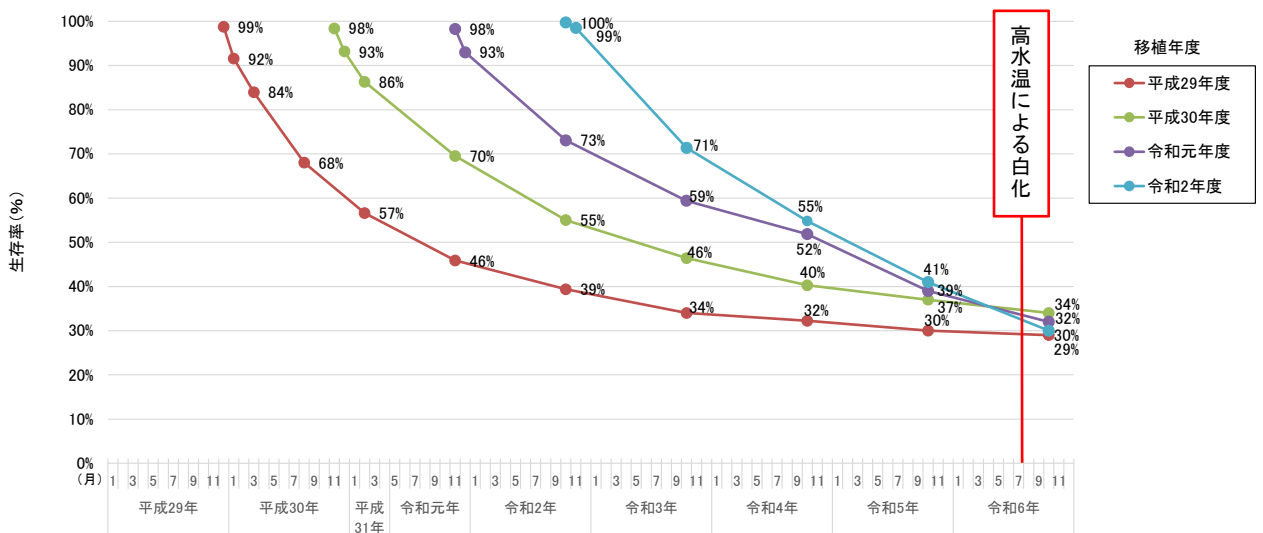


図 3-3 移植サンゴの経年変化
(平成 29 年度～令和 2 年度移植、令和 6 年 10 月時点)

ウ) 令和3年度～令和6年度移植

人工島周辺に移植した令和3～5年度移植は、令和6年夏季の高水温による白化の影響を受け、生存率が大きく低下し7～20%となった（図 3-4）。

令和6年度移植は令和6年秋季に移植しており、夏季の高水温による影響は受けていない。

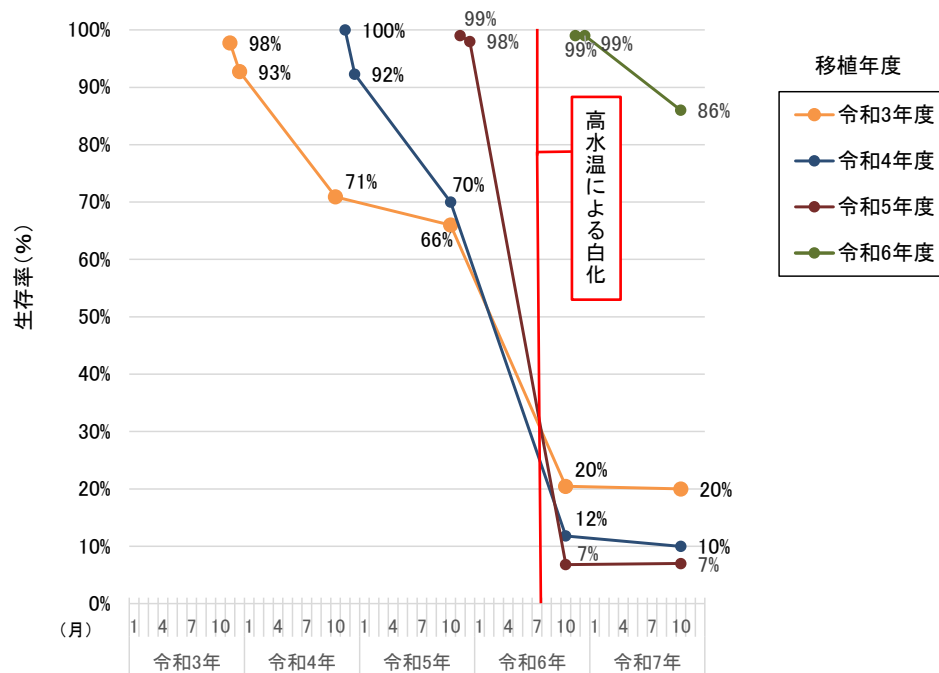


図 3-4 移植サンゴの経年変化
(令和3～6年度移植、令和7年10月時点)

(イ) 種別の生存率

ア) 平成27年度移植

当初(平成28年3月)移植した種は、オヤユビミドリイシ、ホソエダミドリイシ、スギノキミドリイシであったが、現在生存しているのはオヤユビミドリイシ、ホソエダミドリイシである。

イ) 平成29年度～令和2年度移植

移植サンゴの生存率は、種別にみるとオヤユビミドリイシは約80%を維持していた。それに対して6種(ホソエダミドリイシ、スギノキミドリイシ、ヒメマツミドリイシ、ハナヤサイサンゴ、リュウキュウキッカサンゴ、ヤッコアミメサンゴ)は、およそ移植後7年目には0～10%まで低下した(表3-4、図3-5)。

表 3-4 移植サンゴ（種別）生存率の経年変化

種類	移植年度	移植後生存率 (%)						
		約1年	約2年	約3年	約4年	約5年	約6年	約7年
オヤユビ ミドリイシ	平成29	91	89	88	83	83	80	78
	平成30	92	90	86	85	84	83	—
	令和元	91	87	85	83	80	—	—
	令和2	88	85	83	78	—	—	—
	平均	91	88	85	82	82	82	78
ホソエダ ミドリイシ	平成29	32	15	11	6	5	3	3
	平成30	64	44	29	15	11	8	—
	令和元	90	78	76	54	43	—	—
	令和2	78	69	54	51	—	—	—
	平均	66	52	43	32	20	6	3
スギノキ ミドリイシ	平成29	53	32	16	6	4	2	1
	平成30	47	14	8	4	2	1	—
	令和元	35	11	4	1	1	—	—
	令和2	54	36	11	3	—	—	—
	平均	47	23	10	4	2	2	1
ヒメマツ ミドリイシ	平成29	49	29	21	10	8	3	1
	平成30	76	63	44	25	13	6	—
	令和元	88	82	64	17	4	—	—
	令和2	90	76	33	9	—	—	—
	平均	76	63	41	15	8	5	1
ハナバチ ミドリイシ	平成29	※H30から移植を開始した						
	平成30	17	14	7	4	4	1	—
	令和元	9	8	8	6	1	—	—
	令和2	23	17	8	1	—	—	—
	平均	16	13	8	4	3	1	—
ハナヤサイ サンゴ	平成29	19	12	7	6	4	2	1
	平成30	17	14	8	4	2	0	—
	令和元	30	14	10	8	0	—	—
	令和2	0	0	0	0	—	—	—
	平均	17	10	6	5	2	1	1
ショウガ サンゴ	平成29	※H30から移植を開始した						
	平成30	65	42	33	26	24	20	—
	令和元	75	56	41	35	25	—	—
	令和2	78	61	43	10	—	—	—
	平均	73	53	39	24	25	20	—
リュウキュウ キッカサンゴ	平成29	62	52	20	14	8	2	0
	平成30	86	71	49	42	35	30	—
	令和元	66	42	28	19	14	—	—
	令和2	61	17	5	2	—	—	—
	平均	69	46	26	19	19	16	0
ヤッコアメ サンゴ	平成29	64	56	44	26	22	14	10
	平成30	91	73	63	47	32	24	—
	令和元	87	69	64	51	41	—	—
	令和2	80	54	44	27	—	—	—
	平均	81	63	54	38	32	19	10

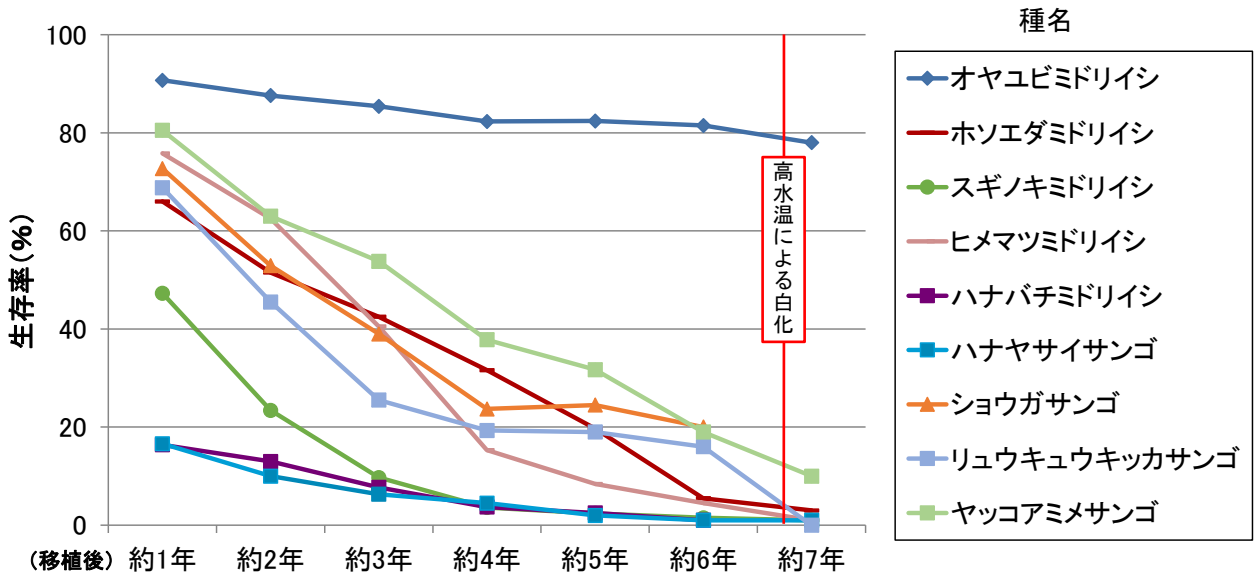


図 3-5 移植サンゴ（種別）生存率の経年変化
(平成 29 年度～令和 2 年度移植)

ウ) 令和3年度～令和6年度移植

移植サンゴの生存率は、種別にみると移植後4年目のヤッコアミメサンゴの生存率は90%、リュウキュウキッカサンゴは40%であり、その他は0%であった(表3-5、図3-6)。本移植年度では、陸域に近い人工島突堤(西)周辺に移植したため、令和6年夏季の高水温の影響を受けて生存率が低下した(参照:3.1.2 生息環境(水温・水質))。

表 3-5 移植サンゴ(種別) 生存率の経年変化(令和3～6年度移植)

種類	移植年度	移植後生存率(%)			
		約1年	約2年	約3年	約4年
オヤユビ ミドリイシ	令和3	98	98	0	0
	令和4	93	0	0	—
	令和5	0	0	—	—
	令和6	94	—	—	—
	平均	71	33	0	0
ホソエダ ミドリイシ	令和3	85	85	0	0
	令和4	60	0	0	—
	令和5	0	0	—	—
	令和6	—	—	—	—
	平均	48	28	0	0
スギノキ ミドリイシ	令和3	60	55	0	0
	令和4	35	0	0	—
	令和5	0	0	—	—
	令和6	—	—	—	—
	平均	32	18	0	0
ヒメマツ ミドリイシ	令和3	80	75	0	0
	令和4	5	0	0	—
	令和5	0	0	—	—
	令和6	—	—	—	—
	平均	28	25	0	0
ハナバチ ミドリイシ	令和3	5	0	0	0
	令和4	—	—	—	—
	令和5	—	—	—	—
	令和6	—	—	—	—
	平均	5	0	0	0
ハナヤサイ サンゴ	令和3	5	0	0	0
	令和4	60	0	0	—
	令和5	0	0	—	—
	令和6	—	—	—	—
	平均	22	0	0	0
ショウガ サンゴ	令和3	80	50	0	0
	令和4	85	0	0	—
	令和5	0	0	—	—
	令和6	—	—	—	—
	平均	55	17	0	0
リュウキュウ キッカサンゴ	令和3	85	80	40	40
	令和4	55	55	35	—
	令和5	75	75	—	—
	令和6	71	—	—	—
	平均	72	70	38	40
ヤッコアミメ サンゴ	令和3	93	93	93	90
	令和4	100	75	75	—
	令和5	—	—	—	—
	令和6	92	—	—	—
	平均	95	84	84	90

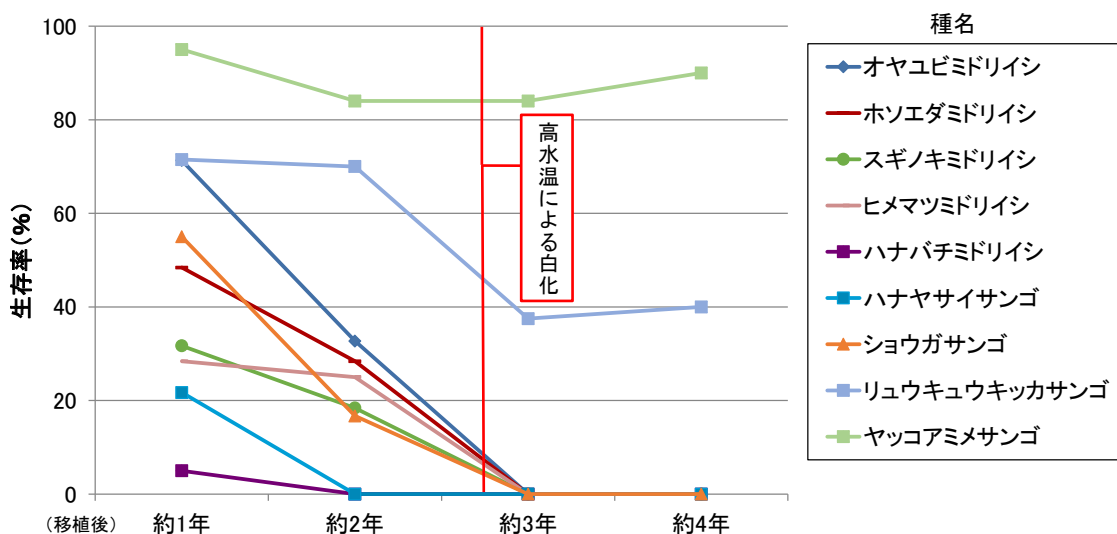


図 3-6 移植サンゴ(種別) 生存率の経年変化(令和3～6年度移植)

(エ) 移植サンゴの成長状況

移植サンゴの成長状況は、被覆面積の拡大により評価することとした。

ここで、移植サンゴの被覆面積は垂直方向の投影面積とし、全ての種は楕円状に成長すると仮定して、以下の式から種別及び群体別の面積を求めた。

なお、長径・短径は水中写真の撮影結果を用いて計測したものである。

<移植サンゴ1群体のサンゴ被覆面積>

(長径cm/2×短径cm/2×3.14) ×群体中の生存部分の面積比(%)

移植サンゴ全9種における代表的な成長状況を示すため、一例として平成30年度移植の成長状況(サンゴ被覆面積)を図3-7に示す。平成30年度移植は本事業中で最多であるサンゴ9種を移植し、移植後の経過年数6年と長期で比較的データが多いため代表とした。

移植後71か月(令和6年10月)において、各種の移植サンゴのサンゴ被覆面積は平均11~379cm²であり、全種の平均167cm²であった。移植後1週間と移植後71か月でサンゴ被覆面積を比較すると、オヤユビミドリイシが51倍で最も成長していた。

なお、現地における移植サンゴ全9種の成長状況を表3-6に示す。

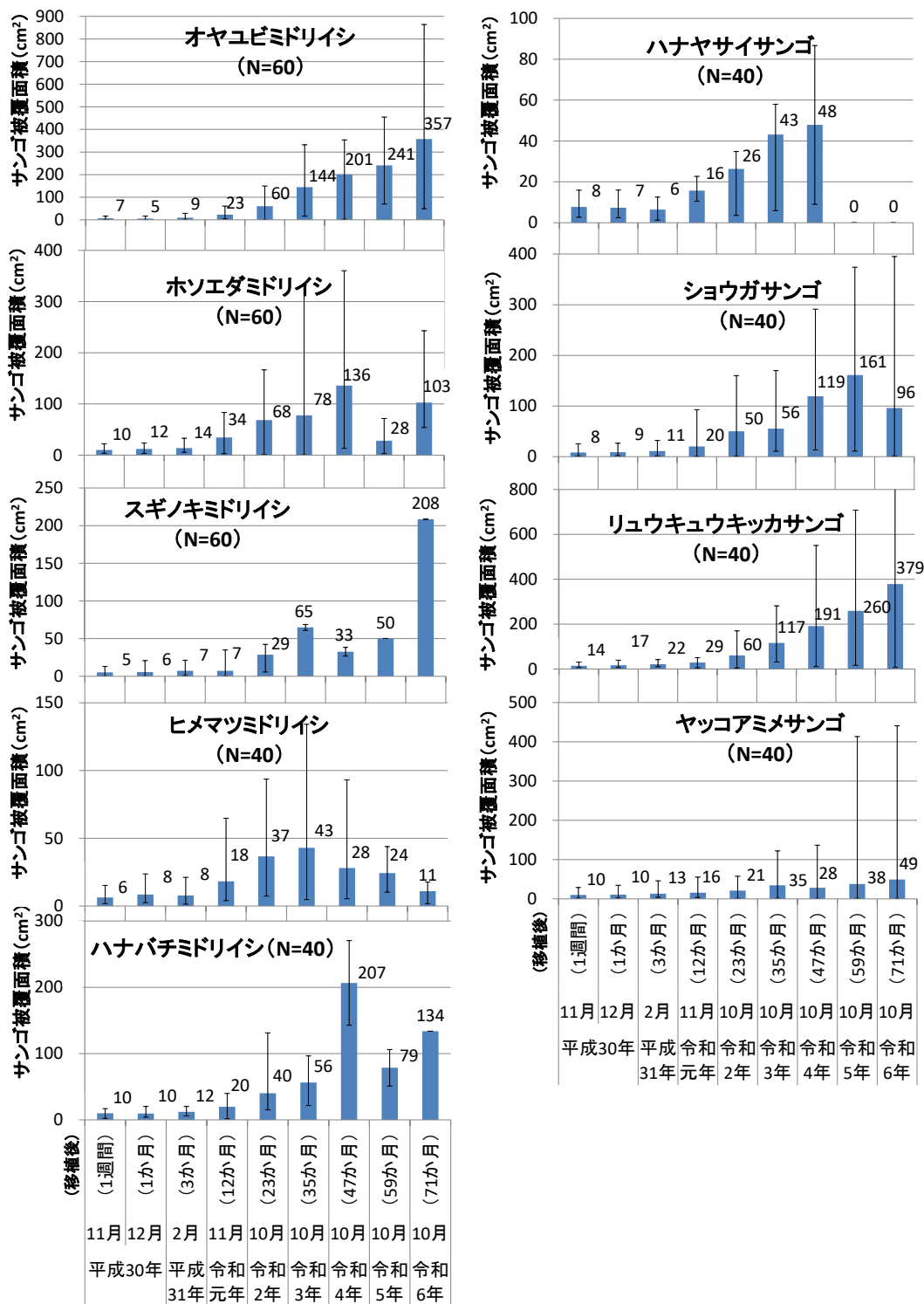


図 3-7 種別のサンゴ被覆面積 (例：平成 30 年度移植)

表 3-6 (1) 移植サンゴの成長状況

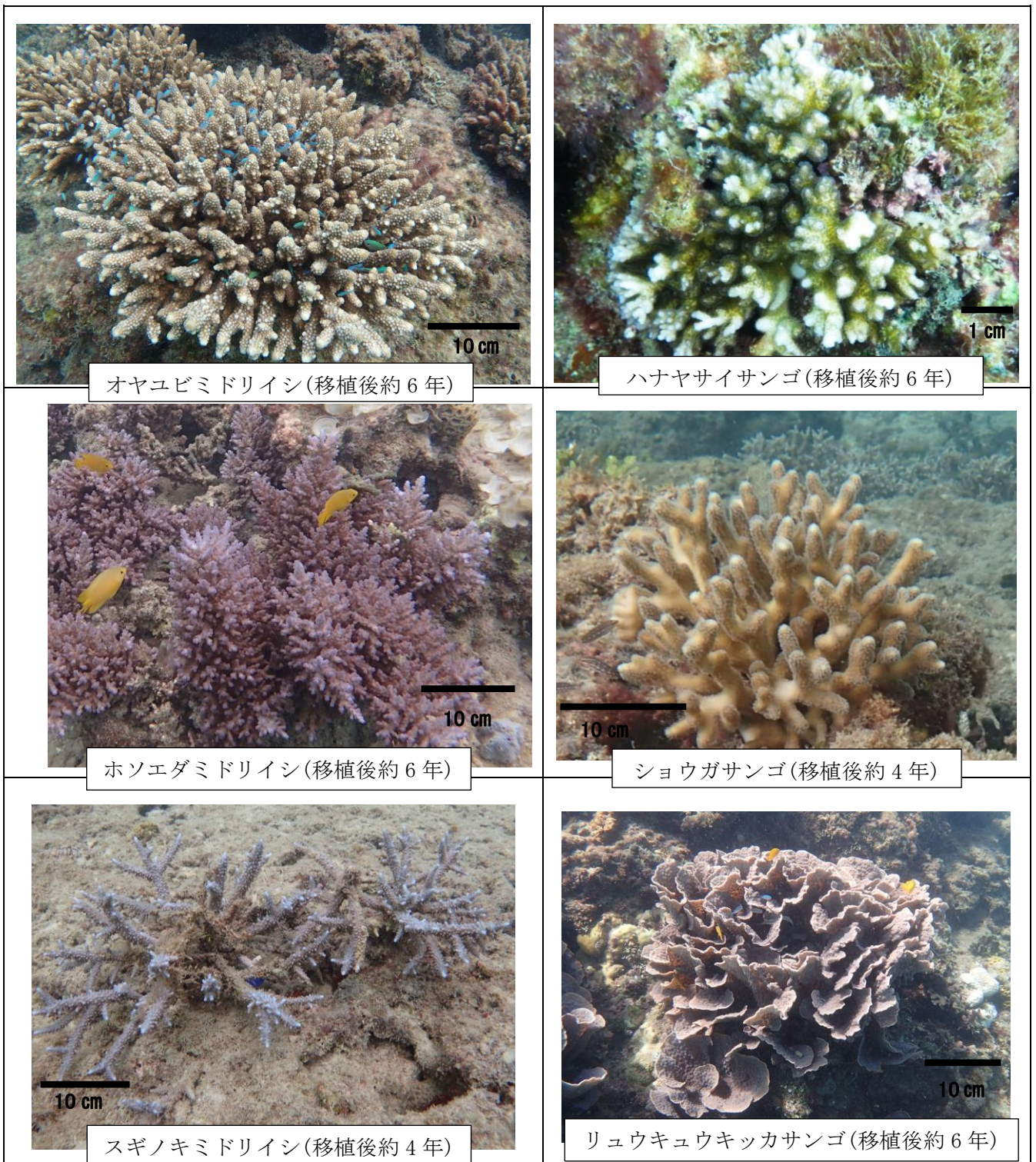

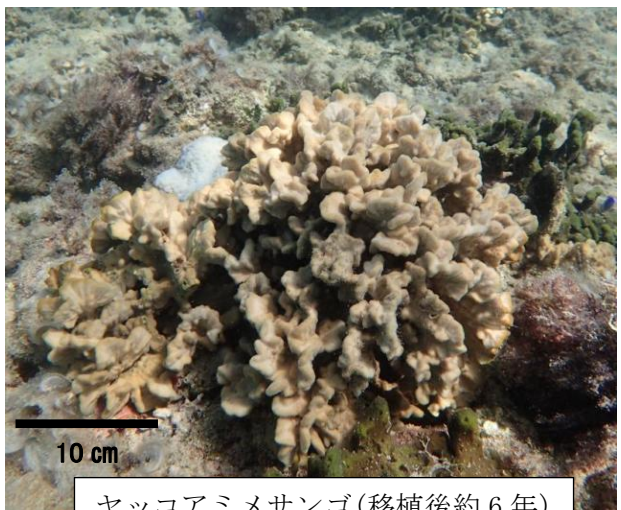

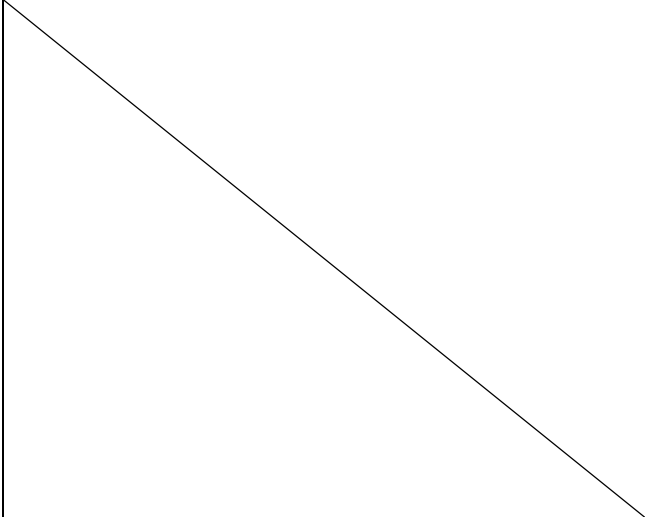


表 3-6 (2) 移植サンゴの成長状況

 <p>ヒメマツミドリイシ(移植後約6年)</p>	 <p>ヤッコアミメサンゴ(移植後約6年)</p>
 <p>ハナバチミドリイシ(移植後約5年)</p>	

(オ) サンゴ被覆面積

成長の状況として、サンゴ被覆面積を用いて整理した。全群体ⁱのサンゴ被覆面積は、各移植年度ともに移植直後と比較して増大していた(表 3-7、図 3-8)。

全群体のサンゴ被覆面積は以下のように算定したⁱⁱ。

$$\text{全群体のサンゴ被覆面積} = \text{全種のサンゴ被覆面積 (平均)} \times \text{生存群体数}$$

表 3-7 移植サンゴの成長状況 (全群体のサンゴ被覆面積)

移植年度	移植後経過	移植サンゴ群体数	生存群体数 (a)	全種のサンゴ被覆面積 (b) cm ²	全群体のサンゴ被覆面積 ⁱⁱⁱ (a×b) cm ²	観察年月
平成 27	115 か月	90	12	225	2,700	令和 7 年 10 月
平成 29	82 か月	2,547	729	189	137,927	令和 6 年 10 月
平成 30	71 か月	2,550	876	172	150,584	
令和元	59 か月	2,550	824	87	71,276	
令和 2	47 か月	2,550	758	116	87,928	
令和 3	48 か月	220	44	23	1,016	令和 7 年 10 月
令和 4	35 か月	220	22	16	348	
令和 5	23 か月	220	15	11	164	
令和 6	11 か月	340	294	12	3,646	
合計		11,287	3,574	-	455,588	

ⁱ ハナバチミドリイシはテーブル状に急速に成長し、大きさが過大評価となるため除外した。

ⁱⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 平成 28 年度中城湾港 (泡瀬地区) サンゴ再生事業検討 報告書 p.2-10

ⁱⁱⁱ b を端数処理しているため合計は一致しない。

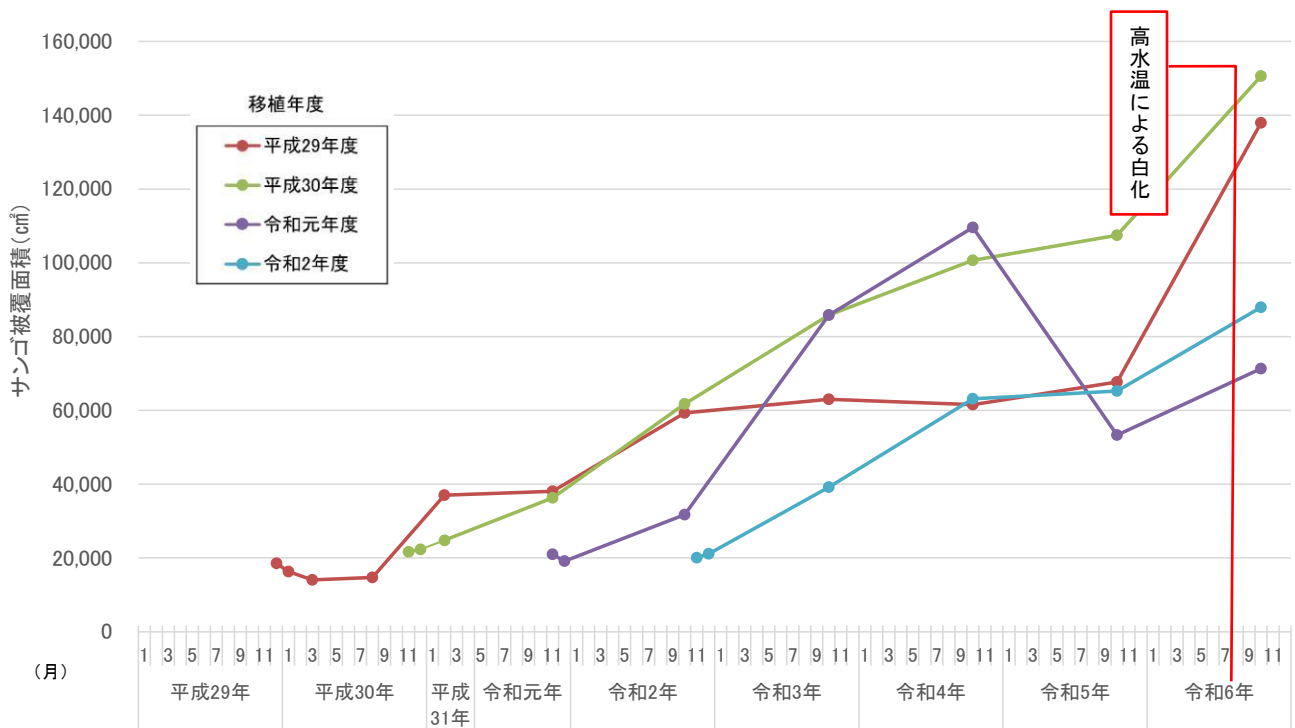


図 3-8 移植サンゴの経年変化 (サンゴ被覆面積 (平均))^{i, ii}

【事業終了時点(令和7年度末)における移植によって再生した面積とサンゴ被度】

「移植サンゴ群体数」「全群体のサンゴ被覆面積」から移植によって再生した面積とサンゴ被度を算出すると、再生した面積約 0.1ha (サンゴ被度 約 4%)であった。

[算出の方法]

移植サンゴ群体数 11,287 群体 / サンゴを移植した密度 1 m²あたり 10 群体
 = 再生した面積 約 1,129 m² (約 0.1ha)

全群体のサンゴ被覆面積 455,588cm² (45.5588 m²) / 移植した面積 1,129 m²
 = 移植によるサンゴ被度 約 4%

泡瀬海域における過去の調査結果では、サンゴ被度 10%未満の面積が最も広がったⁱⁱⁱ。本事業での移植によるサンゴ被度 4% (0.1ha) は、天然のサンゴ被度との合算によって合計のサンゴ被度が増加すると考えられる。さらに、今後は移植したサンゴの持続的な成長によって増加が見込まれる。よって、本事業の実施によって同海域における比較的高いサンゴ被度となる箇所を再生できたこととなる。

なお、同海域では過去に局所的にサンゴが多い箇所 (最大でサンゴ被度 60% (0.03ha))^{iv}が確認されており、今後、サンゴ被度が増加するポテンシャルのある海域である。

ⁱ プロットは観察実施の年月を示す。

ⁱⁱ 平成 27 年度及び令和 3~6 年度移植群は移植数が少ないため、図示していない。

ⁱⁱⁱ 沖縄総合事務局那覇港湾・空港整備事務所 平成 20 年度中城湾港泡瀬地区環境監視調査業務 報告書 p. 2. 4. 3. 19

^{iv} 沖縄総合事務局那覇港湾・空港整備事務所 平成 20 年度中城湾港泡瀬地区環境監視調査業務 報告書 pp. 2. 4. 3. 7-9

(カ) サンゴ容積

移植サンゴの成長状況についてサンゴ群集の規模という観点から、その容積の増大についても整理した。全群体ⁱのサンゴ容積は、各移植年度ともに移植直後と比較して増大していた。(表 3-8、図 3-10)。

なお、各移植年度における合計のサンゴ容積は以下のように算定ⁱⁱしたものである。

- 生存率や生存数が比較的高いオヤユビミドリイシを容積推定のモデルとし、便宜的に他種にも適用した。
- 本種は枝が密集した群体形状であることから、その容積を群体の下半分を「円柱」、上半分を「回転楕円体(扁球)の上側半分」の組合せと仮定した(図 3-9)。

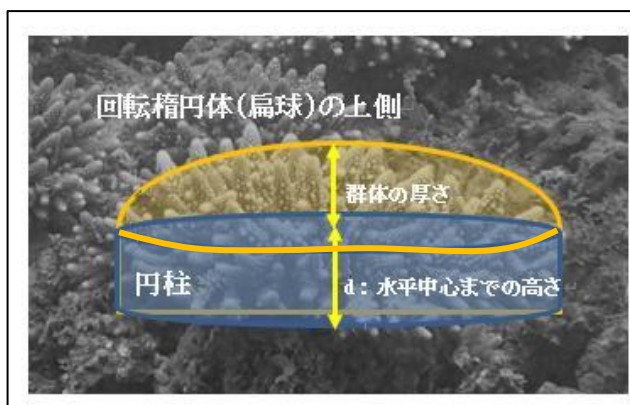


図 3-9 オヤユビミドリイシの群体形状モデル

- d: 高さ及び群体の厚さは、いずれも各移植年度における移植サンゴの短径(平均)×1/2とした。短径は資料編に示した。
- 上記の前提により、以下の式でサンゴ容積を算定した。

全種のサンゴ容積(平均) = ①円柱の容積 + ②回転楕円体の上側半分の容積

①円柱の容積 = 全種のサンゴ被覆面積(平均) × d : 高さ

②回転楕円体の上側半分の容積

$$= \text{全種のサンゴ被覆面積(平均)} \times \text{群体の厚さ} \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{2}$$

全群体のサンゴ容積 = 全種のサンゴ容積(平均) × 生存群体数

ⁱ ハナバチミドリイシはテーブル状に急速に成長し、大きさが過大評価となるため除外した。

ⁱⁱ 沖縄県環境部自然保護課の Web サイト 沖縄県サンゴ礁保全再生事業 総括報告書 平成29年3月 p. 2-28

表 3-8 移植サンゴの成長状況（全群体のサンゴ容積）

移植年度	移植後経過	移植サンゴ群体数	生存群体数 (a)	全種のサンゴ容積 (b) cm ³	全群体のサンゴ容積 ⁱ (a×b) cm ³	観察年月
平成 27	115 か月	90	12	2,904	34,843	令和 7 年 10 月
平成 29	82 か月	2,547	729	1,964	1,431,537	令和 6 年 10 月
平成 30	71 か月	2,550	876	1,564	1,370,239	
令和元	59 か月	2,550	824	557	459,298	
令和 2	47 か月	2,550	758	844	639,904	
令和 3	48 か月	220	44	85	3,753	令和 7 年 10 月
令和 4	35 か月	220	22	45	986	
令和 5	23 か月	220	15	25	368	
令和 6	11 か月	340	294	33	9,761	
合計		11,287	3,574	-	3,950,159	

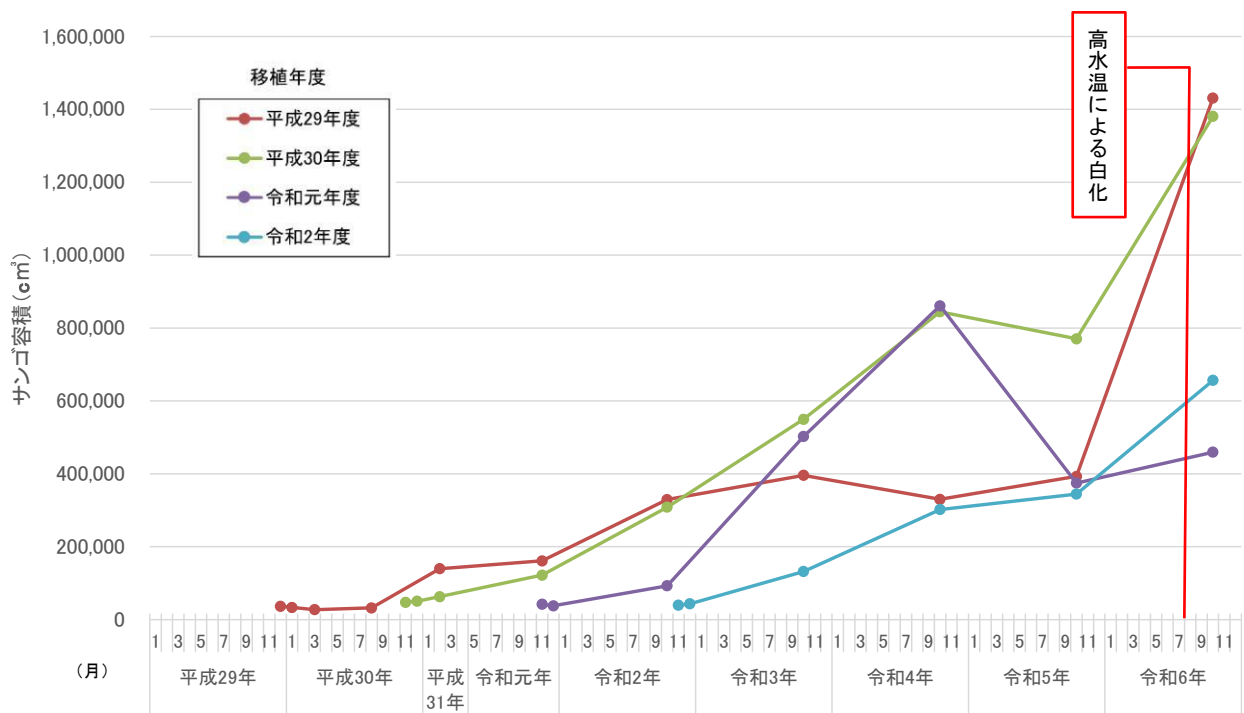


図 3-10 移植サンゴの経年変化（サンゴ容積）^{ii, iii}

ⁱ b を端数処理しているため合計は一致しない。

ⁱⁱ プロットは観察実施の年月を示す。

ⁱⁱⁱ 平成 27 年度及び令和 3～6 年度移植群は移植数が少ないため、図示していない。

3.1.2 生息環境（水温・水質）

サンゴの移植地点等において海域環境の基礎情報を得るとともにサンゴのストレス要因（高水温、水質悪化等）を把握するため、水温調査及び水質調査を実施した。

(1) 水温調査

1) 調査時期

平成 28 年度～令和 7 年度の夏季高水温期及び前後期間（主に 5 月～11 月）

2) 調査地点

各調査年度において、表 3-9、図 2-2 に示す地点において調査を実施した。

表 3-9 各調査年度の調査地点

調査年度	地点数	調査地点
平成 28 年度～令和元年度	7 地点	St. a1、a2、a4(潜堤内側)、 a4(潜堤外側)、a9、a14、a16
令和 4 年度～令和 7 年度	3 地点	突堤(西)西側及び東側、St. a9

3) 調査方法

調査地点 1 地点あたり水温連続測定器 1 台をダイバーが潜水して設置した(表 3-10、図 3-11)。

表 3-10 水温連続測定器の仕様

使用機器	計測範囲	測定間隔
Onset 社 水中用温度計測データロガー HOBO MX2204	0～40℃	60 分間隔



図 3-11 水温連続測定器の設置状況

4) 調査結果

各調査年度における水温観測結果は、最高水温 33.1℃（令和6年度の突堤（西）東側）、最低水温 14.0℃（平成29年度の St. a4 潜堤外側）であった。各調査年度において、最高水温及び最低水温を記録した地点は概ね陸に近い地点（St. a1 及び突堤（西）周辺）であった（表 3-11）。

サンゴ類の生息可能範囲は水温 16～36℃であるがⁱ、水温 30℃を超える状態が長期間続くと、ストレスとなり白化が起こるといわれているⁱⁱ。各調査年度において水温 30℃以上が連続した期間は、長い順に令和7年度の42日間、平成28年度の41日間、平成29年度の31日間、令和6年度の31日間であった。

なお、本海域において夏季に水温が上昇しやすい要因としては、遠浅なため気温の影響を受けやすいことや、陸付近では干潮時に地盤や構造物が日射で熱せられて熱源となり満潮時に水温を高めることが考えられたⁱⁱⁱ。

表 3-11 各調査年度の水温観測結果

調査年度	観測期間	最低水温	最高水温	全地点で水温30℃以上が連続した期間
平成28年度	平成28年6月3日 ～ 平成29年2月4日	18.0℃ (1月24日、St. a4 潜堤内側)	32.7℃ (8月20日、St. a1)	41日間 (7月19日～8月28日)
平成29年度	平成29年6月6日 ～ 平成30年2月7日	14.0℃ (2月6日、St. a4 潜堤外側)	33.0℃ (8月1日、St. a1、 St. a4潜堤内側と外側)	31日間 (8月14日～9月13日)
平成30年度	平成30年5月27日 ～ 平成31年2月12日	17.2℃ (1月27日、St. a4 潜堤内側)	31.6℃ (9月2日、St. a1)	4日間 (9月20日～9月23日)
令和元年度	令和元年6月1日 ～ 令和元年11月26日	21.5℃ (11月21日、St. a4 潜堤内側)	32.2℃ (7月30日、St. a4 潜堤内側)	11日間 (8月25日～9月4日)
令和2年度	令和2年7月8日 ～ 令和2年11月29日	22.0℃ (11月29日、St. a4 潜堤内側)	31.7℃ (7月13日、8月21日、 St. a4潜堤内側)	12日間 (8月11日～8月23日)
令和3年度	令和3年5月26日 ～ 令和3年11月24日	21.7℃ (11月11日、St. a4 潜堤内側)	31.5℃ (9月9日、St. a4 潜堤内側)	18日間 (8月26日～9月12日)
令和4年度	令和4年5月12日 ～ 令和4年11月24日	23.2℃ (5月17日、突堤 (西) 東側)	32.0℃ (8月13日、突堤 (西) 東側)	29日間 (8月3日～8月31日)
令和5年度	令和5年4月1日 ～ 令和6年2月19日	16.3℃ (1月24日、突堤 (西) 東側)	31.8℃ (7月23日、突堤 (西) 東側)	14日間 (9月14日～9月27日)
令和6年度	令和6年5月21日 ～ 令和6年11月20日	23.9℃ (11月20日、St. a9)	33.1℃ (7月7日、突堤 (西) 東側)	31日間 (7月28日～8月27日)
令和7年度	令和7年5月10日 ～ 令和7年10月1日	22.9℃ (5月13日、突堤 (西) 西側)	32.2℃ (9月8日、突堤 (西) 東側)	42日間 (8月20日～10月1日)

ⁱ 国土交通省港湾局 海の自然再生ワーキンググループ（平成15年11月）海の自然再生ハンドブック—その計画・技術・実践—第4巻 サンゴ礁編

ⁱⁱ 国立環境研究所地球環境研究センターの Web サイト 「ココが知りたい地球温暖化 温暖化の影響」 Q2 サンゴの白化は気候変動のせい？

ⁱⁱⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 令和6年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書 p.103

(2) 水質調査

1) 調査時期

平成 29 年度～平成 30 年度の年 4 回（梅雨期 5～6 月、高水温期 8 月、
台風期後 10～11 月、低水温期 2 月）
令和元年度～令和 2 年度の年 2 回（梅雨期 5～6 月、台風期後 10～11 月）

2) 調査地点

3 地点（St. a2、a4(潜堤内側)、a9）

3) 調査方法

各地点で下げ潮時に表層（水深 0.5m）から採水し、表の項目を分析した（表 3-12）。

表 3-12 水質分析の項目と分析方法

分析項目	分析方法
pH（水素イオン濃度）	JIS K 0102(2016) 12.1
全窒素	JIS K 0102(2016) 45.4
全リン	JIS K 0102(2016) 46.3
SS（浮遊物質量）	昭和 46 年 環境庁告示第 59 号 付表 9
COD（化学的酸素要求量）	JIS K 0102(2016) 17
クロロフィル a	海洋観測指針 6.3.3

4) 調査結果

水質分析の結果は環境省が定める海域の環境基準 A 類型を満足しており、水質悪化などの異常はみられなかった（表 3-13）。特に全窒素の分析結果は、「サンゴ礁海域の水質指針値」ⁱと比べると超過が多く、やや富栄養な環境であり、陸域からの排水や農業等が原因と考えられる。

表 3-13 水質分析の結果（平成 29 年～令和 2 年）

分析項目	単位	各地点の分析結果の範囲			指針値 ^{i, ii}
		St. a2	St. a4 潜堤内側	St. a9	
pH	-	8.1～8.2	8.1～8.2	8.1～8.2	-
全窒素	mg/L	0.06～0.23 (7/12 回超過)	0.09～0.20 (12/12 回超過)	0.05～0.17 (9/12 回超過)	0.08 以下
全リン	mg/L	0.005～0.017	0.005～0.010	0.004～0.010	0.01 以下
SS	mg/L	<1～1	<1～3	<1～1	-
COD	mg/L	0.7～1.5	0.7～1.6	0.8～1.5	-
クロロフィル a	μg/L	0.1～0.3	<0.1～0.4	0.1～0.4	0.45 μg/L 未満

ⁱ 環境省の Web サイト サンゴ大規模白化緊急対策会議「陸域からの環境負荷対策について（赤土流出防止対策、栄養塩等）沖縄県衛生環境研究所」（サンゴ礁海域の水質指針値）

ⁱⁱ 沖縄県の Web サイト 平成 29 年度オニヒトデ総合対策事業、オニヒトデ大量発生の仕組みとその予測、平成 30 年 3 月、沖縄県環境部自然保護課 p.15（グレートバリアリーフの指針値 0.45 μg/L 未満）

3.1.3 考察

目的達成のための目標である目標①では、評価基準がサンゴの成長に伴う被度、容積の増加としている。被度に関するサンゴ被覆面積に着目すると、本格的なサンゴ移植が開始された平成29年度と比較すると、移植サンゴのサンゴ被覆面積は増大しており、評価基準は達成している。移植サンゴの群体数は年々減少して生存率が低下しているものの、移植後5年時点で32%であり、他の類似事業と比較すると良好であると考えられるⁱ。また、周囲の環境に適応して生き残った移植サンゴが成長することでサンゴ被覆面積が増加して、4章に示すサンゴ礁生態系の回復につながったと考えられる。

サンゴのストレスとなる要因ⁱⁱを参考として、各年度業務の調査結果や地域特性を踏まえて、移植サンゴの生存率低下に関する要因を考察した。

【移植サンゴの生存率低下に関する要因】

①夏季の高水温による影響

高水温による移植サンゴの白化後の死亡

②台風時の荒天による影響

荒天によって移植サンゴが流失

③食害生物による影響

シロレイシガイダマシ類及び魚類による移植サンゴの損傷

④大型海藻類の繁茂による影響

繁茂する海藻類による光量低下や接触による移植サンゴの損傷

⑤濁りによる影響

光量低下によるサンゴ体内に共生する褐虫藻の光合成能力低下、
サンゴ表面の水交換不足による酸欠のストレス

⑥細菌感染の病気による影響

移植サンゴの細菌感染によってストレス

⑦周辺農地からの農薬の影響

移植サンゴ体内に共生する褐虫藻の光合成能力低下

各年度業務の調査結果からは、泡瀬海域の特性として①の影響が大きく、移植サンゴの生存率低下がみられている（参照：3.1.1 移植したサンゴの生存成長）。また、③食害生物・④海藻の繁茂・⑤濁りは各年度業務の調査結果で述べられており、サンゴのストレスとなる要因としては常態化していると考えられる。②台風については、進路や勢力の状況によっては影響が大きくなることも考えられる。

ⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 令和3年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書 p.154

ⁱⁱ 中村崇、山城秀之 サンゴの白化：失われるサンゴ礁の海とそのメカニズム 成山堂書店 2020、pp.66-73

(1) 夏季の高水温による影響

夏季の高水温によるサンゴの白化は、平成 28 年度業務、令和 4、6、7 年度業務においてみられ、詳細な調査が実施された。中でも移植サンゴの生存率が比較的大きく減少したのは、平成 28 年度業務と令和 6 年度業務であった（図 3-2、図 3-4）。

平成 28 年度業務ⁱにおいては、移植サンゴは平成 28 年 8 月調査時に全群体数の約 75%が白化しており、生存率は平成 28 年 8 月調査時の約 85%から 10 月調査時の約 65%に低下した。全調査地点においてサンゴの白化がみられたが、移植サンゴの種別では、移植した 3 種のうちオヤユビミドリイシの白化が殆どみられなかった。

なお、この年は沖縄県内各地からサンゴの白化が報告され、石西礁湖ではサンゴの 9 割が白化して 7 割が死滅したとされている。

平成 6 年度業務ⁱⁱにおいては、移植サンゴは令和 6 年 8 月調査時に人工島突堤（西）付近では全群体数 100%が白化、人工島沖合地点では全群体数の最大 40%が白化しており、人工島突堤（西）付近で高水温の影響が大きかった。また、高水温の影響が大きかった人工島突堤（西）付近における移植サンゴの生存率は、移植した年度によって異なるがいずれにおいても著しく低下した（例：令和 5 年度移植の生存率は 98%から白化後 7%に低下）。移植した 7 種のうちオヤユビミドリイシ、リュウキュウキッカサンゴ、ヤッコアミメサンゴの 3 種が白化した後に回復した（図 3-12）。7 種ともに同様な環境（参照：2.2.2 移植地点と移植箇所）に移植したため、種による高水温への耐性が異なる可能性が考えられた。

なお、この年は沖縄地方の平均気温が統計開始後で最も高かった。また、沖縄県内外各地及び世界各地からサンゴの白化が報告され、各地の被害状況は深刻であった。

「3.1.2 生息環境（水温・水質）」の調査結果では、平成 28 年度業務と令和 4、6、7 年度業務における水温はいずれの年もサンゴの白化現象がおきるとされる 30℃以上の日が 1 か月以上続いた。人工島突堤（西）付近の水温は、人工島沖合地点よりも水温が高くなりやすくサンゴが白化しやすい状況であった。

ⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 平成 28 年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ再生事業検討業務 報告書 p.2-5、p.2-8

ⁱⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 令和 6 年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書 p.89-105

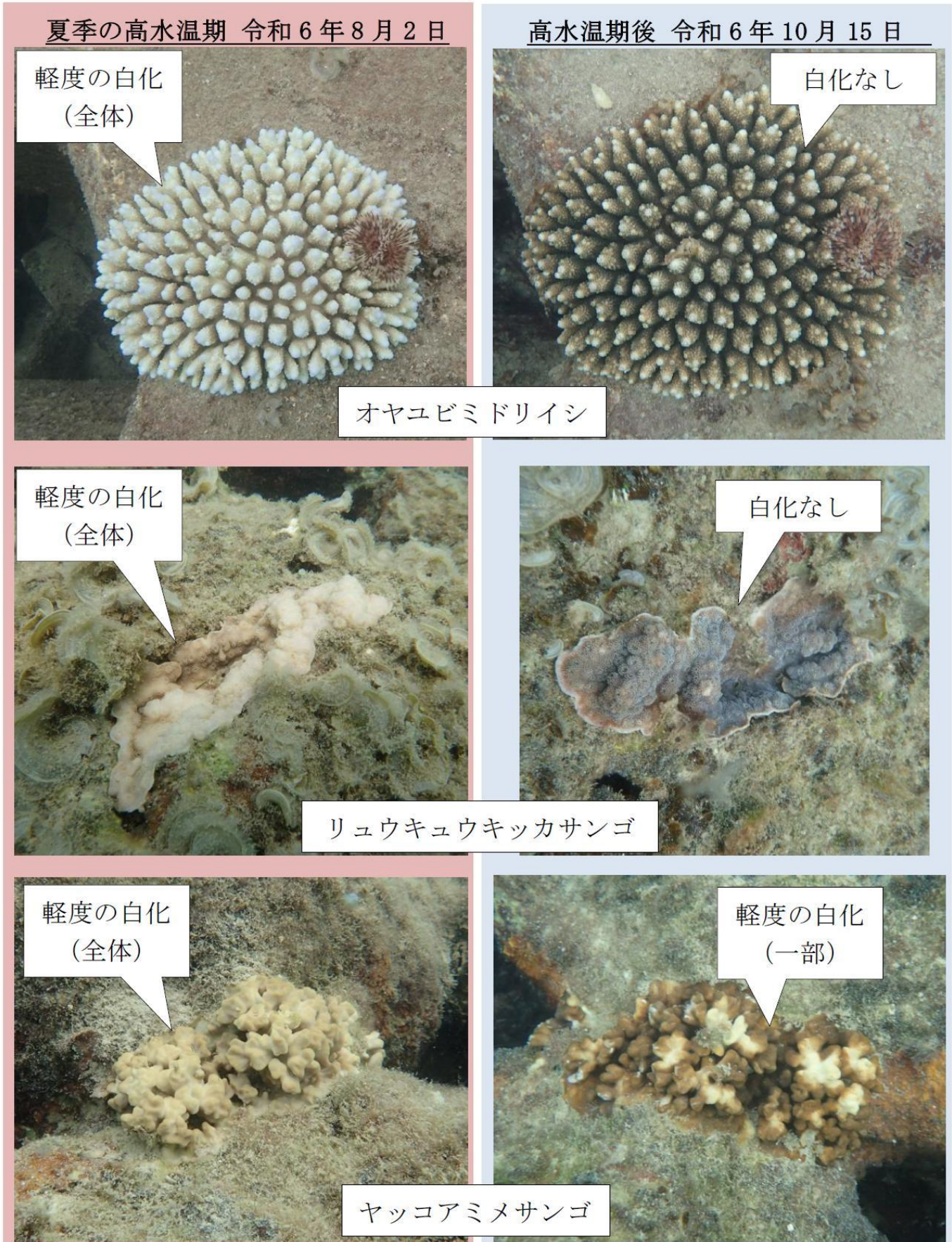
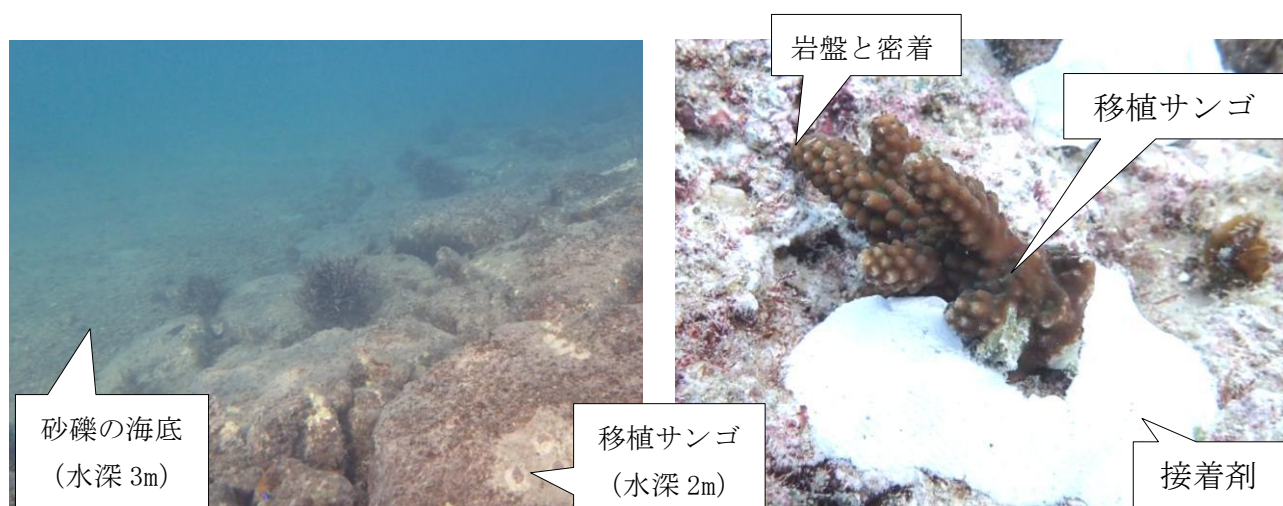


図 3-12 人工島突堤（西）における移植サンゴの白化状況

(2) 台風時の荒天による影響

本事業におけるサンゴの移植箇所は、荒天時の波浪によって海底の砂礫が舞い上がった際に、サンゴへの衝突損傷及び埋没することを防ぐため、海底より約1m以上高い岩礁上としてきた(図 3-13)。また、サンゴの移植作業時には、波浪による流失を抑えるため、サンゴと岩盤を可能な限り密着させて早期に固着するような固定方法とした。

台風後における移植サンゴの現況調査は、平成 28 年度、令和 3 年度、令和 5 年度に実施した。その中でも令和 5 年の台風 6 号は沖縄本島への影響が甚大であったⁱ。いずれの年度においても移植サンゴの多数が流失したり、埋没したりする等の大きな影響はみられなかった(図 3-14)。ただし、移植サンゴの周囲に繁茂する海藻類は、台風で大規模に流失することがみられた。移植サンゴも海藻類と同様に台風の進路及び勢力次第で影響を受ける可能性がある。



サンゴの移植箇所 (突堤 (西) 西側中央部)

サンゴの固定直後の状況

図 3-13 サンゴの移植箇所と固定直後の状況



流出した移植サンゴの一部

海藻類の漂着 (中城村吉の浦火力発電所付近)

図 3-14 岩盤から流失した移植サンゴと海藻類の漂着状況

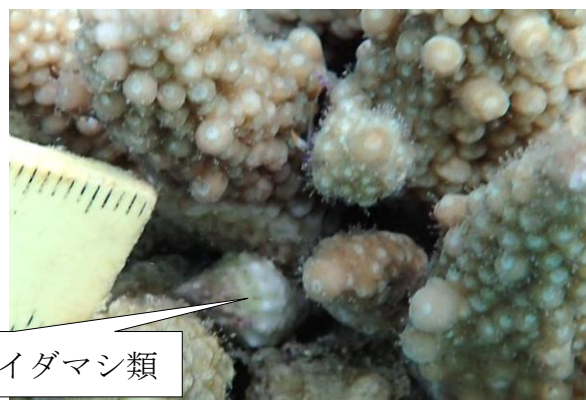
ⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 令和 5 年度中城湾港 (泡瀬地区) サンゴ移植業務委託 報告書 p. 83

(3) 食害生物による影響

シロレイシガイダマシ類によるサンゴの食害は、各年度業務の調査結果において、移植サンゴ観察時に毎年観察されているが、サンゴに致命的なほどに密集した貝集団ⁱはみられていない（図 3-15）。調査時には本種は見つけ次第駆除することにより被害を抑えてきたが、基本的には台風期後の年 1 回観察であったため、観察していない時期では本種が多数発生し、移植サンゴに影響を与えている可能性もある。今後も本種の大量発生の可能性もあるので、動向を注視していく必要があると考えられる。なお、オニヒトデによる食害はみられなかった。

魚類による食害は、令和 3 年度～令和 6 年度業務において人工島付近でサンゴを移植した際に確認された。移植後 1 週間の観察時において、移植サンゴに魚類（コクテンフグⁱⁱ）によると思われる食痕が観察された。しかし、移植後 1 か月以降は食痕がみられなかったため、移植直後のみの一時的な現象と考えられる。

なお、魚類による食害は移植サンゴへの保護カゴ設置によって低減できるが、本海域において食害の影響は小さいと考えられⁱⁱⁱ、本事業では設置していない。



シロレイシガイダマシ類

シロレイシガイダマシ類による食害



食痕



移植サンゴにみられた食痕（移植後 1 週間）

付近でみられたコクテンフグ

図 3-15 移植サンゴの食害状況

ⁱ 環境省自然環境局生物多様性センター 平成 25（2013）年 7 月 モニタリングサイト 1000（サンゴ礁調査）スポットチェック法によるサンゴ礁調査マニュアル 第 5 版 ①-10. サンゴ食巻貝の発生状況

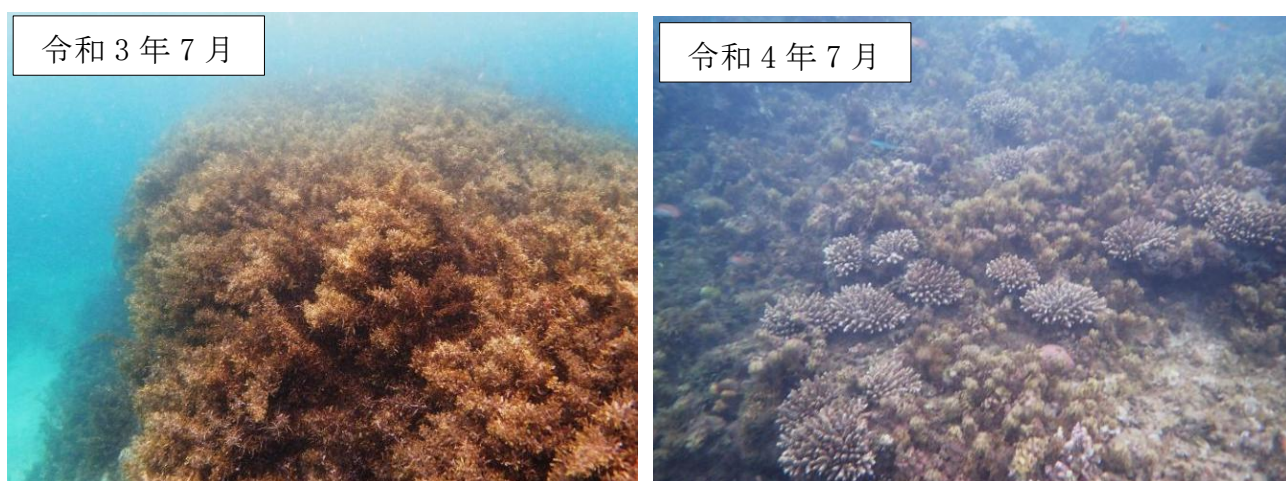
ⁱⁱ 水産無脊椎動物研究所の Web サイト コラム 3：サンゴをかじる生き物

ⁱⁱⁱ 沖縄県土木建設部港湾課 平成 28 年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ再生事業検討業務 報告書 p. 2-5

(4) 大型の海藻類の繁茂による影響

泡瀬海域の岩礁は海藻類が繁茂しており、ホンダワラ属、ウミウチワ属等が多くみられるⁱ。海藻類の繁茂によって、日射しを遮ってサンゴ体内の褐虫藻による光合成を阻害することや、波浪によって藻体が動揺することで隣接するサンゴと擦れて損傷を与えるなど、サンゴの生育に影響を及ぼすと考えられる。

サンゴの移植箇所は基本的には移植時に海藻類の繁茂が少ない箇所とした。ただし、移植サンゴの周囲にはサンゴの移植時には海藻類が少なくても、時期によっては海藻類が繁茂していることもみられた（図 3-16）。移植サンゴは移植直後からしばらくは緩やかに成長するため（参照：3.1.1 移植したサンゴの生存成長）、まだ小さい時期に海藻類が繁茂して覆われてしまうと、前述の通り日射不足や損傷によって影響を受ける可能性があると考えられる。



繁茂する大型藻類（ホンダワラ類） 移植サンゴ周辺の海藻類（ホンダワラ類等）

図 3-16 サンゴ移植箇所の海藻類繁茂の状況

(5) 濁りによる影響

泡瀬海域は背後の陸域から懸濁物質として島尻泥岩層由来のシルト及び粘土分が降雨によってもたらされⁱⁱ、濁りやすい海域である。令和6年度業務での漁業者からの意見においても海域の濁りに関する意見がありⁱⁱⁱ、実際に各年度業務の調査中にも降雨による濁りがみられている（図 3-17）。濁りが生じることによって、光量低下によるサンゴ体内に共生する褐虫藻の光合成能力が低下することや、ポリプの目詰まりなどのサンゴ表面の酸欠等のストレスとなると考えられる。

サンゴの移植箇所は基本的には懸濁物質（堆積物）が溜まりにくい岩盤の凸部とした。実際に調査時の観察では、移植サンゴ上に直接堆積物が溜まっている状況は確認されなかった。

ⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 平成29年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書 pp.35-43

ⁱⁱ 沖縄市役所のWebサイト 泡瀬地区環境学習用教材 2. 講師用補助教材 No.24 「中城湾の底質環境」

ⁱⁱⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 令和6年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書 p.178



降雨時に濁りが流入した状況

晴天で濁りの少ない日の状況

図 3-17 サンゴ移植箇所の濁り状況 (St. a2 の同じ箇所)

(6) その他の要因

1) 細菌感染の病気による影響

「3.1.2 生息環境 (水温・水質)」の調査結果では、泡瀬海域の海域は夏季に高水温になりやすく、全窒素が良好なサンゴ礁としては多く富栄養な状態であった。本条件下では細菌の増殖が促進されやすく、細菌感染によるサンゴの病気が増加傾向になると考えられているⁱ。ただし、本事業では移植サンゴに病気が蔓延した状況の報告がないものの、基本的には台風期後の年1回観察であったため、その他時期で病気が発生している可能性もある。

2) 周辺農地からの農薬の影響

泡瀬海域では、近隣の陸域として沖縄市と北中城村がある。沖縄市は比屋根湿地の周囲など殆どが市街地であるが、北中城村ではサトウキビの栽培が盛んでありⁱⁱ、その栽培には多数の除草剤が使用されていると考えられるⁱⁱⁱ。移植サンゴへの影響として農薬 (除草剤) によって、サンゴ体内に共生する褐虫藻の光合成能力が低下することでストレスとなる可能性があるⁱⁱ。

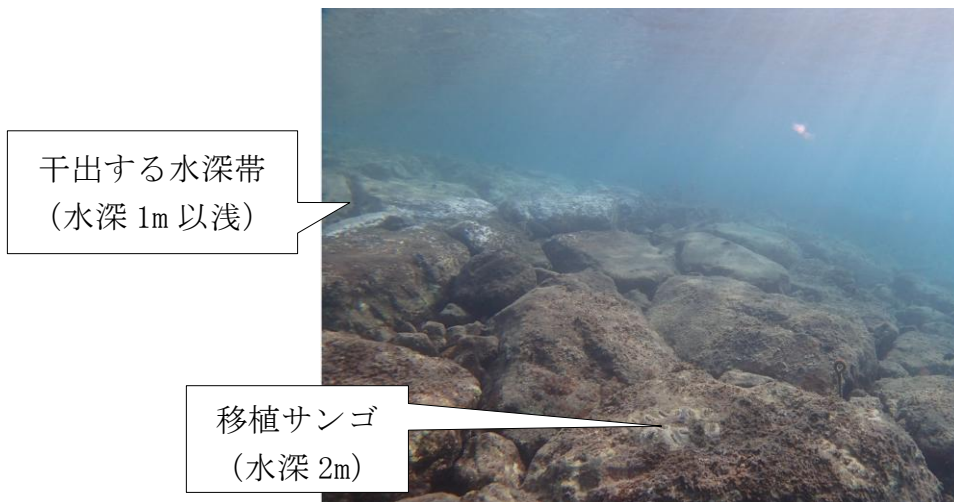
3) 干潮時の干出の影響

移植サンゴの移植箇所は、最も潮位が低下する大潮の干潮時にも干出することがない地点を選定しているため影響はないと考える (図 3-18)。

ⁱ 中村崇、山城秀之 サンゴの白化：失われるサンゴ礁の海とそのメカニズム 成山堂書店 2020、pp. 71-72

ⁱⁱ 北中城村のWebサイト 北中城村第五次総合計画 北中城村 2025 (令和7)年3月 p. 66

ⁱⁱⁱ 北部農林水産振興センター農業改良普及課のWebサイト 普及だより『ちむ美らさ』令和5年8月1日 p. 1



(突堤(西)西側中央部、令和6年12月)

図 3-18 サンゴ移植箇所(移植後1か月)の状況

4) 塩分の変動による影響

泡瀬海域には大きな河川は存在しないためⁱ、大雨時の急激な塩分低下及び継続的な塩分低下の可能性は低いと考えられ、低塩分に起因する移植サンゴのストレスは少ないと考えられる。

ⁱ 沖縄市役所の Web サイト 泡瀬地区環境学習用教材 2. 講師用補助教材 No. 24 「中城湾の底質環境」

3.2 移植したサンゴの再生産

移植したサンゴの再生産に関する調査では、移植したサンゴ群体から卵と精子が放出され、受精することによって浮遊幼生となり、これが岩盤等に着生することによって自然のサンゴ群集の再生が図られるという再生産過程を念頭におき、その端緒となる産卵を確認することを目的とした。

成熟したサンゴ群体は産卵時期になると、個々のポリプ（単体の個虫）に卵と精子が1つのカプセルに入ったバンドルを形成し、多くの種は満月前後の数日間の夜に一斉にこれを放出（一斉産卵と呼ばれる）する。

一般に沖縄本島周辺のサンゴは、5～7月の満月期に産卵する種類が多く、一斉産卵は複数回、比較的長期間に渡って行われ、その盛期は5～6月である。

ここではサンゴ群体を対象に水中定点カメラを設置して、「サンゴ産卵調査」を行った。令和6年度業務からは、一斉産卵の状況を水中定点カメラによって撮影する確率を高めるため、「体内バンドルの観察」によって卵の成熟状況を把握したうえで、成熟した卵を持つサンゴ群体を対象として「サンゴ産卵調査」を行った。

3.2.1 サンゴ産卵調査

(1) 調査時期

平成29年度～令和7年度（令和5年度除く）の年1回又は2回
(5月及び6月の満月期間)

(2) 調査地点

各調査年度において表3-14及び図2-2に示す地点において調査を実施した。

表 3-14 各調査年度の調査地点

調査年度	地点数	調査地点
平成29年度	1地点	St. a16
平成30年度～令和4年度	2地点	St. a2、a16
令和7年度	2地点	St. a2、a9

※令和6年度は体内にバンドルが無かったため調査中止

(3) 調査方法

各調査地点において水中定点カメラ1台につき、撮影対象とするサンゴ1群体の前に設置した(表3-15、図3-19)。撮影の間隔は20分として、後日水中定点カメラの回収時に得られた撮影画像から、産卵の状況が記録されているかを確認した。

平成29年度～令和3年度調査の観察対象は、天然サンゴの中で一斉産卵する代表的な種類であるミドリイシ属とした。平成30年度調査以降は成長しつつある移植サンゴも対象とした。対象とする群体を選ぶ際は性成熟が進んでいると想定される、移植後経過年数が長い群体、及び成長が良い比較的大型の群体とした。

令和4年度～令和7年度調査の観察対象は、各地点とも移植サンゴと天然サンゴとし、移植サンゴを中心とした。対象の種については、移植サンゴの中で最も数が多く大きく成長していたオヤユビミドリイシとした。

表 3-15 水中定点カメラの仕様

項目	性能
使用機器	リコー社製 WG シリーズ
解像度	640×480pixel 以上 (産卵時にバンドルが確認できる程度の画質)
撮影補助光	フラッシュ又はLEDライト (夜間撮影のため)
撮影状態	インターバル撮影(20分間隔)
撮影時刻	19:00～23:00

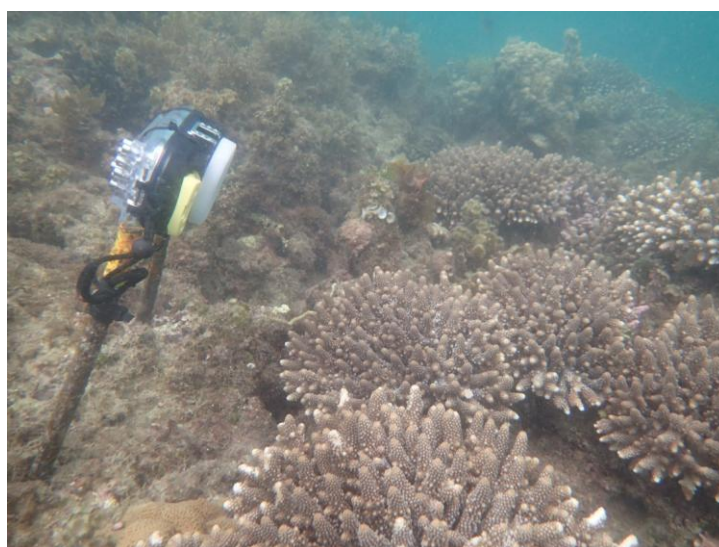


図 3-19 水中定点カメラの設置状況 (St. a2 の移植サンゴ (オヤユビミドリイシ))

(4) 調査結果

各調査年度の産卵記録数を表 3-16 に示す。天然サンゴの産卵は平成 29 年度～令和元年度及び令和 4 年度に合計 7 群体分を確認した（図 3-20）。しかし、移植サンゴの産卵は確認できなかった。

表 3-16 各調査年度の産卵がみられた群体数
(産卵がみられた群体数/全ての群体数)

分 調査年度	移植サンゴ	天然サンゴ
平成29年度	-	1/6
平成30年度	0/2	4/4
令和元年度	0/2	1/4
令和2年度	0/2	0/4
令和3年度	0/2	0/4
令和4年度	1回目：0/8 2回目：0/10	1回目：0/4 2回目：1/4
令和6年度	体内にバンドルがなく調査中止	
令和7年度	0/10	0/2

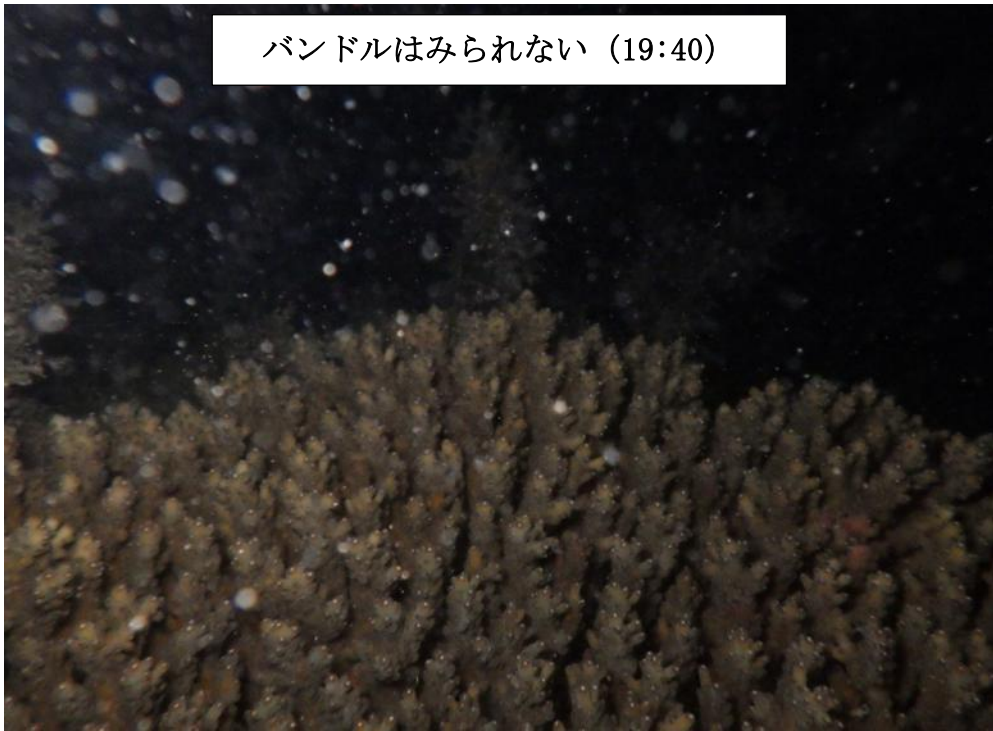


図 3-20 (1) 夜間のサンゴ産卵状況 (St. a2 の天然サンゴ (ホリエタミドリイシ))

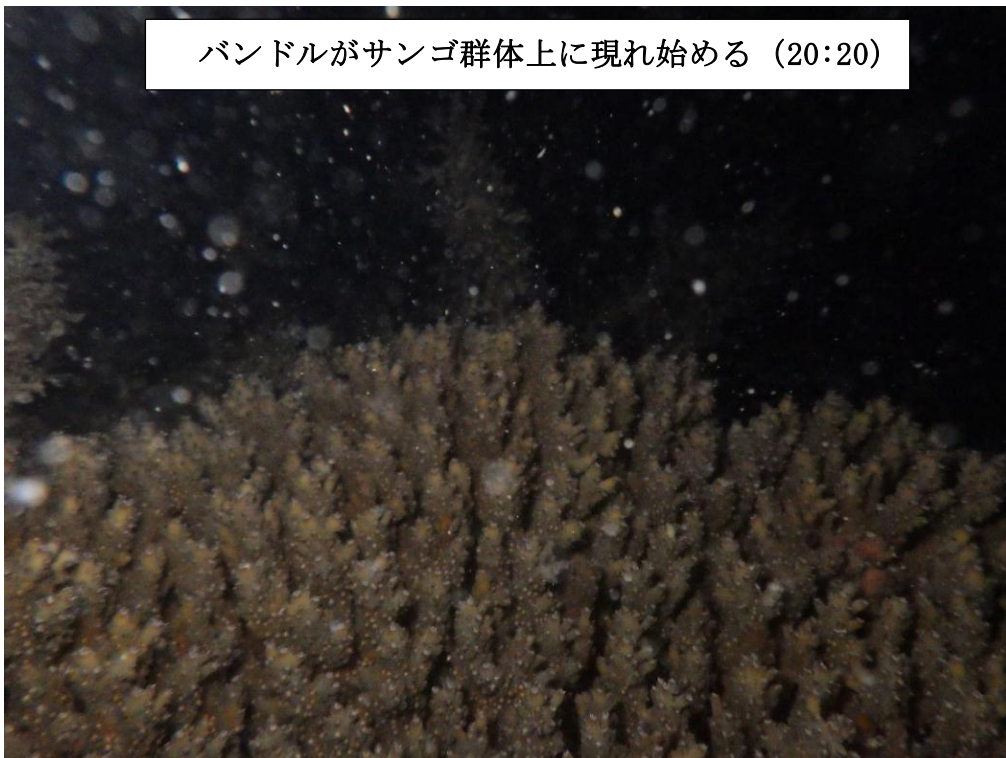
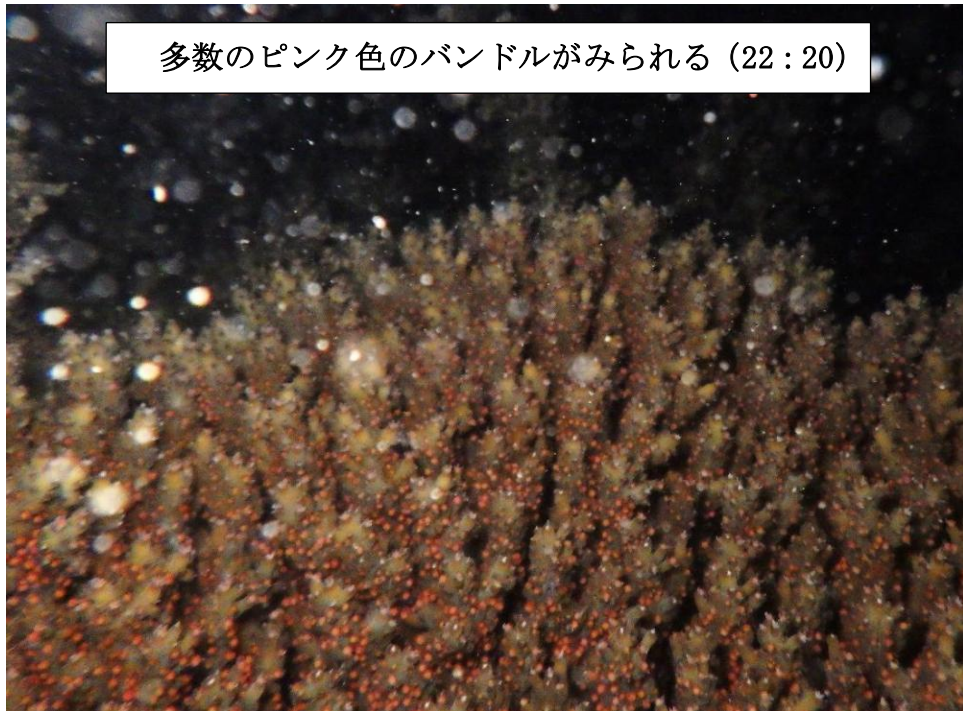


図 3-20 (2) 夜間のサンゴ産卵状況 (St. a2 の天然サンゴ (ホリエタミドリイシ))



多数のピンク色のバンドルがみられる (22:20)

図 3-20 (3) 夜間のサンゴ産卵状況 (St. a2 の天然サンゴ (ホソダミドリイシ))



バンドルは放出され群体上から無くなる (22:40)

図 3-20 (4) 夜間のサンゴ産卵状況 (St. a2 の天然サンゴ (ホソダミドリイシ))

3.2.2 体内バンドルの観察

(1) 調査時期

令和4、6、7年度の年1回5月満月期間（令和4年度は6月満月期間も実施）

(2) 調査地点

各調査年度において、表3-17、図2-2に示す地点において調査を実施した。

表 3-17 各調査年度の調査地点

調査年度	地点数	調査地点
令和4年度	2地点	St. a2、a16
令和6年度～令和7年度	2地点	St. a2、a9

(3) 調査方法

観察対象は移植サンゴと天然サンゴとし、種については移植サンゴの中で最も数が多く大きく成長していたオヤユビミドリイシを中心とした。サンゴ群体を選ぶ際は移植年度や群体の大きさを考慮し、成熟度合いが進んでいると想定される、移植後年数が長く経過している群体（移植後4～5年経過）、及び比較的大型の群体を対象とした。観察のためサンプル採取については、ダイバーが徒手又はペンチ等を用いてサンゴ群体の先端部約5cmを採取した。採取後、速やかに切断面から内部の生殖腺を観察し、表3-18に示す基準に基づき成熟度を5段階で記録した。

表 3-18 卵の成熟度ⁱ

卵の状況・色	成熟の段階	ポイント数	写真
無し	生殖腺形成が目視確認できない	0	
初期(白)	淡白色の生殖腺が目視確認できる	1	
中期(淡ピンク)	発達した生殖腺がカロテノイドを含む状態が確認できる	2	
後期(ピンク-赤)	生殖腺発進が進み、ピンク色のバンドル様構造が確認できる	3	
産卵直前期(ブラッドオレンジ)	赤色～オレンジ色のバンドルが目視確認できる	4	

ⁱ 石西礁湖ポータルWebサイトの第26回「石西礁湖自然再生協議会」資料6 p.26

(4) 調査結果

令和4年度の5月11日調査において、バンドルはオヤユビミドリイシとホソエダミドリイシでみられた。しかし、6月10日調査においては、バンドルはホソエダミドリイシだけでみられ、オヤユビミドリイシではみられなかった（表3-19、図3-21）。

令和6年度調査では、移植サンゴ及び天然サンゴの各20群体（オヤユビミドリイシ）を観察したが、体内にバンドルがみられなかった（図3-22）。

令和7年度調査では5月9日調査において、バンドルはオヤユビミドリイシでみられたが、5月24日調査ではみられなくなった（表3-20）。

表3-19 (1) サンゴ群体の抱卵状況と成熟度（令和4年5月11日調査）

調査地点	区分	サンゴの種類	観察群体数	抱卵群体数	成熟度ポイント
St. a2	移植サンゴ	オヤユビミドリイシ	5	4	3
		ホソエダミドリイシ	5	4	2～3
		スキノキミドリイシ	5	0	0
		ヒメマツミドリイシ	5	0	0
	天然サンゴ	オヤユビミドリイシ	5	4	3
		ホソエダミドリイシ	5	4	3
		(スキノキミドリイシ)	0 ¹⁾	0	-
		(ヒメマツミドリイシ)	0 ¹⁾	0	-
St. a16	移植サンゴ	オヤユビミドリイシ	5	5	0
		ホソエダミドリイシ	1	1	2
	天然サンゴ	オヤユビミドリイシ	5	5	4
		ホソエダミドリイシ	5	5	2

注1) 移植箇所周辺の周辺を30分程度探したがみつからなかった。

表3-19 (2) サンゴ群体内のバンドル確認状況（令和4年6月10日調査）

調査地点	区分	サンゴの種類	観察群体数	抱卵群体数	成熟度ポイント
St. a2	移植サンゴ	オヤユビミドリイシ	10	0	0
		ホソエダミドリイシ	9	5	0～4
	天然サンゴ	オヤユビミドリイシ	10	0	0
		ホソエダミドリイシ	9	1	0～4
St. a16	移植サンゴ	ホソエダミドリイシ	1	0	0
	天然サンゴ	ホソエダミドリイシ	1	0	0

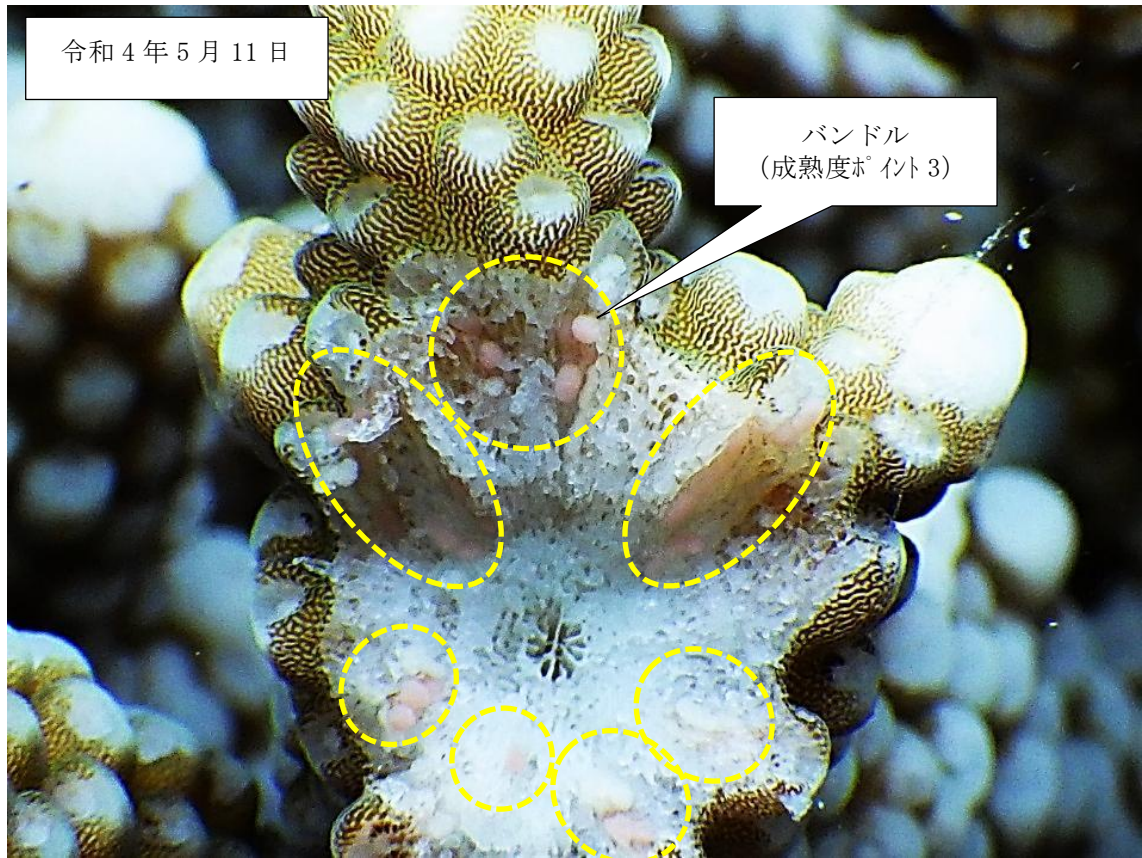


図 3-21 令和4年度調査におけるサンゴ断面状況 (5月)
(St. a2の移植サンゴ (ヤビヅドリイシ))



図 3-22 令和6年度調査におけるサンゴ断面状況
(St. a2の移植サンゴ (ヤビヅドリイシ))

表 3-20 (1) サンゴ群体内のバンドル確認状況 (令和7年5月9日調査)

調査地点	区分	サンゴの種類	観察 群体数	抱卵 群体数	成熟度 ポイント
St. a2	移植サンゴ	オウゴンミドリイシ	5	5	2~3
	天然サンゴ	オウゴンミドリイシ	5	5	2
St. a9	移植サンゴ	オウゴンミドリイシ	5	5	2
	天然サンゴ	オウゴンミドリイシ	5	5	2

表 3-20 (2) サンゴ群体内のバンドル確認状況 (令和7年5月24日調査)

調査地点	区分	サンゴの種類	観察 群体数	抱卵 群体数	成熟度 ポイント
St. a2	移植サンゴ	オウゴンミドリイシ	10	0	0
	天然サンゴ	オウゴンミドリイシ	5	0	0
St. a9	移植サンゴ	オウゴンミドリイシ	10	0	0
	天然サンゴ	オウゴンミドリイシ	5	0	0

3.2.3 考察

過去の調査ではサンゴの産卵を観察できなかったが、体内に成熟したバンドルが確認できたことで、産卵していると考えられたⁱ。以下、周辺地域の産卵情報、及び産卵が観察できなかった要因について考察した。

(1) 沖縄県内外及び中城湾におけるサンゴ産卵状況

沖縄県内外のサンゴ産卵情報は、令和2年度～令和7年度（令和5年度除く）業務において、Web情報及び報道情報を元に整理されている。南西諸島の南端側である台湾や石垣島や宮古島での産卵が先行して4～5月観察され、続いて5～6月は沖縄島、6月以降に奄美大島、次に九州沿岸、四国沿岸、紀伊半島沿岸というように、春から夏にかけて各地で産卵が確認されていた。このような状況は、八重山諸島から本州中部にまで広く分布している代表的なサンゴであるクシハダミドリイシの産卵でも確認されており、八重山で4～5月、沖縄本島周辺で5～6月、紀伊半島の串本では7～8月と、黒潮流域を北上するにつれて遅くなり、水温の影響を受けているとの報告があるⁱⁱ。

上記のように産卵情報を本業務の中で蓄積してきたが、沖縄島の中城湾における産卵情報は全くみられず、八重山諸島や恩納村等のレジャーダイビングが盛んな地域の情報が多い（表3-21）。平成29年度～令和元年度及び令和4年度業務における現地調査の結果では、中城湾においてもある程度継続的に天然サンゴの産卵がみられた。よって、当該海域でも他海域と同様に天然サンゴの産卵が起こっているため、移植サンゴにおいても産卵が可能な環境であると考えられた。

ⁱ 沖縄県土木建築部港湾課 令和6年度中城湾港（泡瀬地区）サンゴ移植業務委託 報告書資料編 有識者ヒアリング

ⁱⁱ 環境省のWebサイト サンゴ礁保全の取り組み 日本のサンゴ礁 コラム「イシサンゴ類の一斉産卵」

表 3-21 サンゴ産卵情報の一例（令和7年）

産卵日	種別	場所	情報源
5月4日	天然	台湾島台北市	現地在住邦人のX
5月5日	天然	台湾島澎湖	公視新聞網のInstagram
5月9日	サンゴ抱卵状況の観察、水中カメラ設置		
5月13日	○満月		
5月14日	天然	石垣島伊原間	朝日新聞のWebサイト
5月15日	天然	西表島	地元ダイバーのX
5月16日	天然	宮古島八重干瀬	地元ダイバーのInstagram
5月16日	天然	石垣島川平湾	地元ダイビングショップのInstagram
5月18日	養殖	宮古島八重干瀬	地元ダイビングショップのBlog
5月19日	天然	久米島	地元ダイビングショップのBlog
5月20日	天然	西表島網取湾	東海大学の研究室のInstagram
5月24日	水中カメラ撤収		
5月27日	●新月		
6月5日	養殖	沖縄島本部町美ら海水族館	沖縄美ら海水族館のInstagram
6月7日	天然	沖縄島本部町	地元ダイビングショップのInstagram
6月9日	天然	渡嘉敷島	地元ダイバーのBlog
6月9日	天然	座間味島真謝	地元ダイビングショップのBlog
6月9日	天然	八重山地方	地元ダイバーのInstagram
6月10日	天然	沖縄島国頭村辺土名	琉球朝日放送のWebサイト
6月10日	天然	座間味島阿嘉島	地元ダイビングショップのBlog
6月11日	○満月		
6月14日	天然	奄美大島大和浜	鹿児島読売テレビのWebサイト
6月14日	天然	奄美大島大島海峡	NHK鹿児島放送局のWebサイト
6月15日	天然	久米島	地元ダイビングショップのBlog
6月15日	養殖	久米島	琉球放送のWebサイト
6月17日	天然	沖縄島恩納村	地元ダイビングショップのInstagram
6月18日	天然	高知県大月町	黒潮生物研究所のInstagram
6月19日	天然	沖縄島恩納村	NHKのWebサイト
6月20日	天然	久米島	地元ダイバーのInstagram
6月21日	天然	和歌山県串本町	紀伊民報のWebサイト
6月21日	天然	沖縄島恩納村	地元ダイビングショップのfacebook
6月24日	天然	鹿児島県屋久島	地元ダイバーのBlog
6月25日	●新月		
6月26日	天然	沖縄島恩納村	地元ダイビングショップのfacebook
6月27日	天然	宮古島市池間島	地元ダイバーのInstagram

(2) 移植サンゴの産卵が撮影できなかつた要因

移植サンゴの産卵が撮影できなかつた理由として、産卵が想定よりも早まることや、卵がサンゴ体内で吸収されることⁱ、ⁱⁱが考えられた。

サンゴの産卵は、一般的には沖縄島では5～6月の満月付近で水温25℃以上となる時期に起こりⁱⁱⁱ、産卵日は産卵前の水温や日射量が高いほど早まるといわれている^{iv}。本調査において産卵が想定よりも早まった要因の一つとしては、水温が高かったことが考えられた。

調査地点周辺の水温や沖縄地方の気象情報等を基に、産卵がみられなかつた要因を考察した。

1) 水温と月齢

調査地点 St. a9 では水温を連続観測しており、記録された水温変化を確認した。

令和4年5月における水温は概ね25℃未満であった(図 3-23)。5月末から水温は概ね25℃以上となった。5月13日のカメラ設置作業時ではオヤユビミドリイシのバンドルの存在を確認し、6月10日のカメラ設置作業時ではバンドルの消失を確認した。よって、満月及び大潮を経過した5月13日～6月10日の間(5月末から25℃以上)で産卵した可能性が考えられた。

令和6年4月以降における水温は、4月17日から25℃を超える日が多くなっていった。5月21日にバンドルがないことを確認したため、5月20日以前に産卵した可能性が考えられた(図 3-24)。

令和7年5月における水温は、5月9～16日では25℃未満が続いたが、5月17日以降は概ね25℃以上となった(図 3-25)。5月9日のカメラ設置作業時では、オヤユビミドリイシのバンドルの存在を確認し、5月24日のカメラ回収作業時ではバンドルの消失を確認した。よって、満月及び大潮を経過した5月17日以降(水温25℃以上)で産卵した可能性が考えられた。

以上のことから、一般的にサンゴの産卵でみられるような満月及び大潮との関係性はみられず、水温の上昇(水温25℃以上)によって産卵した可能性が考えられた。

ⁱ PR TIMES の Web サイト プレスリリース 2022. 1. 7

「東大発サンゴベンチャーイノカ 国内初成功、完全人工環境下で産卵時期をコントロールしたサンゴ抱卵」

ⁱⁱ 沖縄県環境部自然保護課の Web サイト 沖縄県サンゴ礁保全再生事業 総括報告書 平成29年3月 p. 2-80

ⁱⁱⁱ 灘岡等、沖縄・慶良間列島におけるサンゴ産卵とスリック動態に関する観測、海岸工学論文集 49 巻(2002)

^{iv} 東北大学の Web サイト プレスリリース・研究成果 2020. 01. 22

「サンゴは環境変化に合わせて産卵日を選ぶ 海水温や風速などの環境要因が同調的な産卵行動に与える影響を解析」

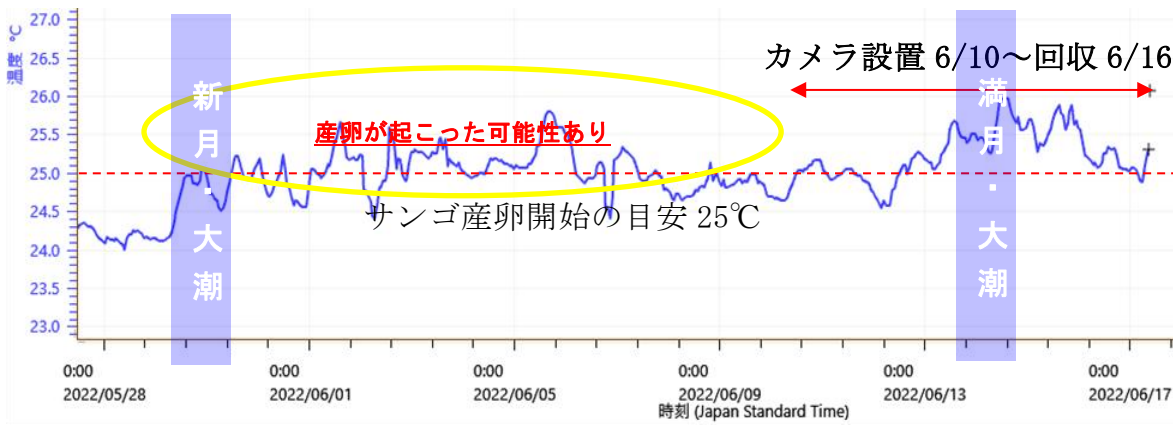
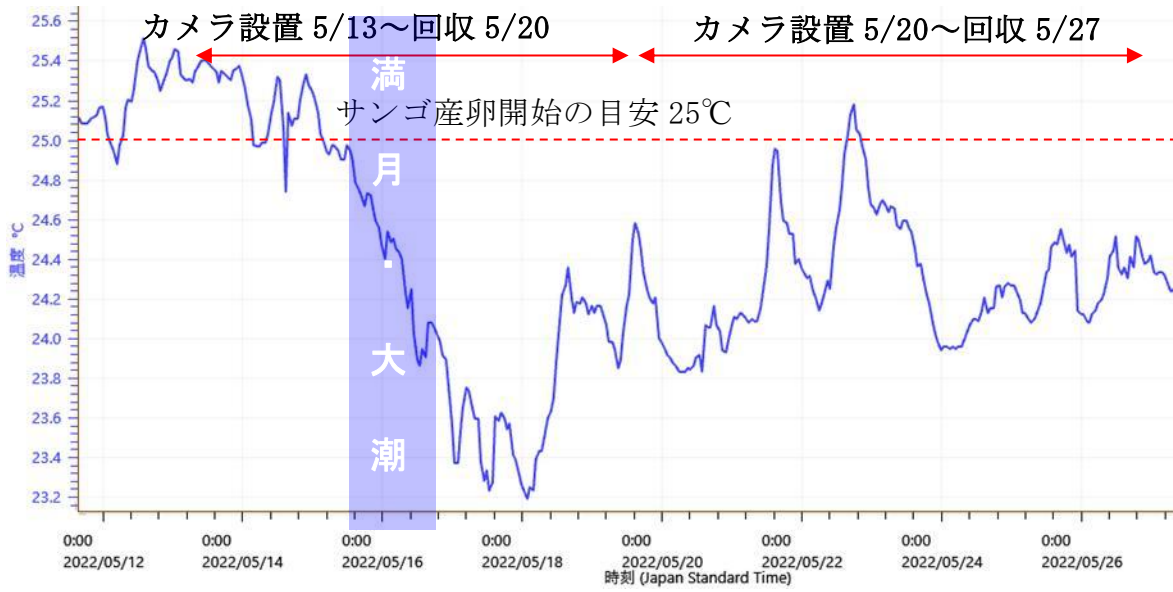


図 3-23 本調査海域での水温変化と潮汐
(St. a9、令和4年5~6月)

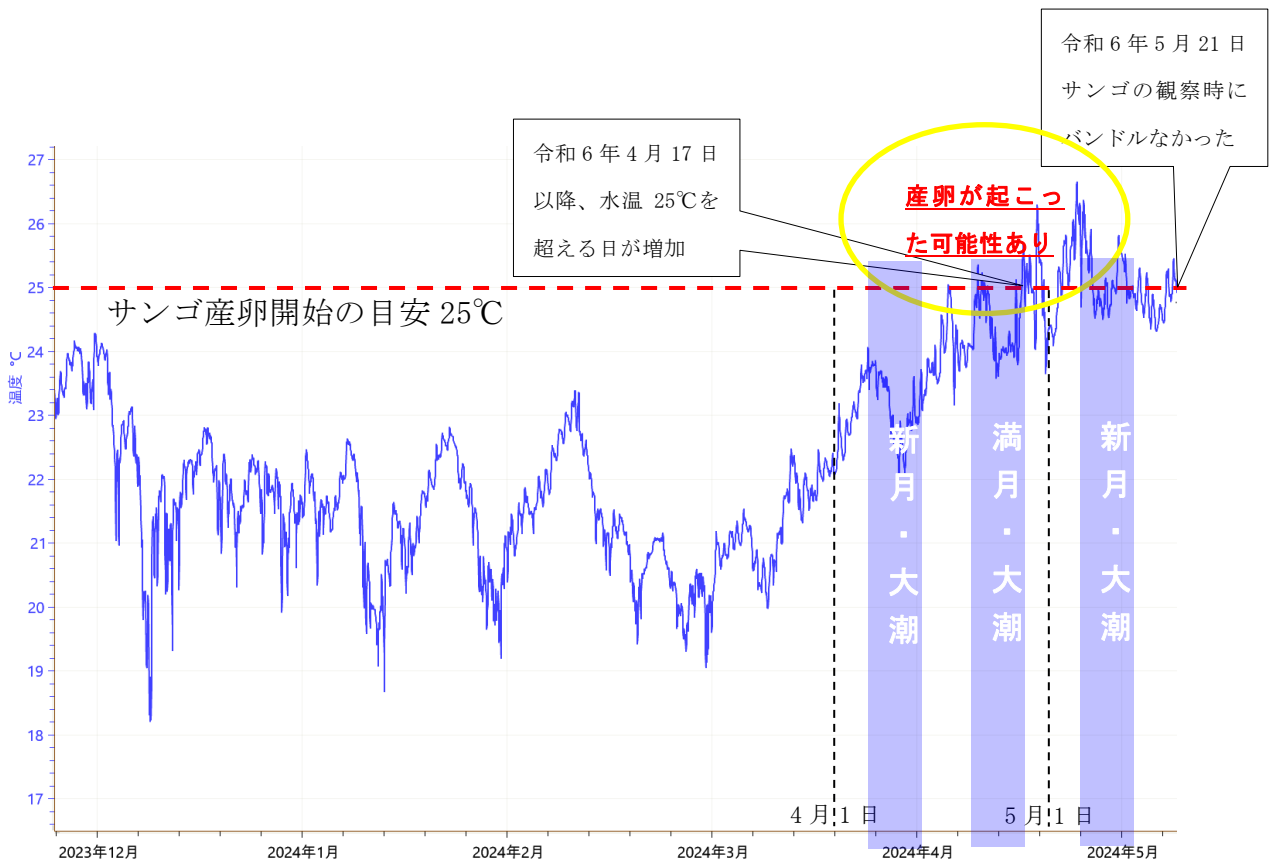


図 3-24 本調査海域での水温変化と潮汐
(St. a9、令和5年12月～令和6年5月)

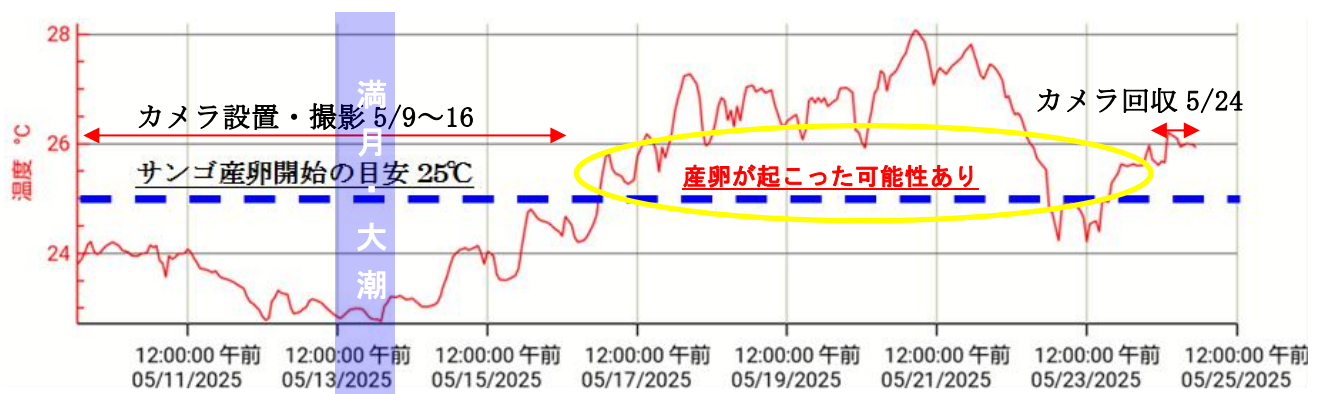


図 3-25 本調査海域での水温変化と潮汐
(St. a9、令和7年5月)

2) 気象

沖縄気象台の発表資料等を元に各調査年の気象条件を比較した。サンゴ体内でのバンドルの有無、平均気温及び日照時間（表 3-23（那覇）の集計）、梅雨入り、気象状況を表 3-22 に示した。一般的に、沖縄地方の4、5月はうりずんの季節から梅雨の季節であり、天気が変わりやすく、日差しが強い傾向があるⁱ。

令和7年調査においては、4月に平年より多い日照時間であった。5月1回目調査でバンドルを確認できたが、5月2回目調査でバンドルの消失を確認した。令和6年調査においては、4月に平年よりかなり高い気温であり、5月調査でバンドルがみられなかった。令和4年調査においては、4月に平年より高い気温及び多い日照時間であった。5月1回目調査でバンドルを確認できたが、2回目調査でバンドルの消失を確認した。

前述の通り産卵前の日射量（日照時間と仮定した）が高いほど産卵が早まるとのことだが、日照時間が多くても産卵していなかったことから、関係性は明確でなかった。

なお、一般的な傾向として、3月～5月沖縄・奄美において、ラニーニャ現象発生時の特徴はないが、エルニーニョ現象発生時の特徴は平均気温が高い傾向であるⁱⁱ。実際にエルニーニョ現象発生時である令和6年4～5月の平均気温は平年より高い状況であった。今後エルニーニョ現象発生時に産卵観察を実施予定であれば、水温調査で記載した通り水温が気温の影響を受けやすいことから、早期の調査着手が必要と考えられる。

表 3-22 令和7,6,4年におけるバンドル有無及び気象条件等の比較

時期	調査時のバンドルの有無	平均気温	日照時間	梅雨入り ⁱⁱⁱ	気象状況	
令和7年	4月	調査なし	平年より低い	平年より多い	5月5日頃 平年比5日早い	特になし
	5月	1回目調査でバンドル確認 2回目調査でバンドル消失の確認	平年並み	平年並み		
令和6年	4月	調査なし	平年よりかなり高い	平年並み	5月21日頃 平年比11日遅れ	5月頃までエルニーニョ現象が発生 ^{iv}
	5月	バンドルなし確認	平年より高い	平年並み		
令和4年	4月	調査なし	平年より高い	平年より多い	5月4日頃 平年比6日早い	ラニーニャ現象が発生 ^v
	5月	1回目調査でバンドル確認、 2回目調査でバンドル消失の確認	平年より低い	平年よりかなり少ない		

ⁱ 沖縄気象台の Web サイト 沖縄県の気候（季節ごとの解説）

ⁱⁱ 気象庁の Web サイト ラニーニャ現象発生時の日本の天候の特徴（詳細版）4月を中心とする3か月（3月-5月）
エルニーニョ現象発生時の日本の天候の特徴（詳細版）4月を中心とする3か月（3月-5月）

ⁱⁱⁱ 気象庁の Web サイト 昭和26年（1951年）以降の梅雨入りと梅雨明け（確定値）：沖縄

^{iv} 気象庁の Web サイト 過去のエルニーニョ監視速報 エルニーニョ監視速報（No. 381）

^v 気象庁の Web サイト 過去のエルニーニョ監視速報 エルニーニョ監視速報（No. 357）

表 3-23 (1) 令和 7, 6, 4 年 4 月の平均気温等の平年差と階級^{i, ii, iii}

平均気温・降水量・日照時間の平年差(比)と階級										
	平均気温 (°C)	平年差 (°C)	階級	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級	
令和 7年 4月	那覇	20.5	-1.0	-	172.0	107	0	149.8	124	+
	名護	20.1	-0.8	-	206.0	128	+	155.3	128	++
	久米島	20.5	-1.0	-	212.0	108	+	149.9	127	+
	南大東島	20.8	-0.8	-	221.0	195	++	169.5	111	+
	宮古島	21.8	-0.7	-	157.5	106	0	133.3	108	+
	石垣島	23.0	-0.4	0	78.0	53	-	147.9	114	0
	西表島	22.6	-0.2	0	93.5	59	-	143.7	116	0
	与那国島	23.0	0.0	0	175.0	114	0	128.8	123	+
	沖縄地方		-0.6	-		96	0		120	+
平均気温・降水量・日照時間の平年差(比)と階級										
	平均気温 (°C)	平年差 (°C)	階級	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級	
令和 6年 4月	那覇	23.9	+2.4	++	470.5	292	++	120.2	99	0
	名護	23.5	+2.6	++	346.5	215	++	108.6	90	-
	久米島	23.9	+2.4	++	502.0	255	++	108.4	92	0
	南大東島	23.7	+2.1	++	258.0	227	++	129.4	85	-
	宮古島	25.2	+2.7	++	446.5	300	++	142.0	116	+
	石垣島	26.3	+2.9	++	206.5	141	+	161.3	124	+
	西表島	25.9	+3.1	++	165.5	105	0	141.6	114	0
	与那国島	25.8	+2.8	++	76.0	50	-	132.6	127	+
	沖縄地方		+2.7	++		194	++		109	0
平均気温・降水量・日照時間の平年差(比)と階級										
	平均気温 (°C)	平年差 (°C)	階級	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級	
令和 4年 4月	那覇	22.7	+1.2	++	41.5	26	--	145.3	120	+
	名護	22.1	+1.2	++	57.5	36	--	140.6	116	+
	久米島	22.5	+1.0	+	59.5	30	--	134.0	113	+
	南大東島	22.6	+1.0	++	22.5	20	--	183.5	120	+
	宮古島	23.2	+0.7	+	73.0	49	-	157.0	128	+
	石垣島	23.9	+0.5	+	46.5	32	--	163.9	126	+
	西表島	23.4	+0.6	+	92.0	58	-	153.0	123	+
	与那国島	23.2	+0.2	0	113.5	74	0	127.5	122	+
	沖縄地方		+0.8	+		44	--		121	+

- (注) 1. 「階級」の欄の符号は、以下のことを示す。
 ++: かなり高い(かなり多い)、+: 高い(多い)、0: 平年並、
 -: 低い(少ない)、--: かなり低い(かなり少ない)
 2. 「降水量」欄の - は無降水を示す。
 3. 沖縄地方の地域平均平年差(比)とは、那覇・名護・久米島・宮古島・石垣島・西表島・与那国島の7地点の平年差(比)の平均値を示す。
 4. ") " 付きの値は準正常値(統計を行う対象資料が許容範囲で欠けている)を意味する。
 5. "] " 付きの値は資料不足値(統計を行う対象資料が許容範囲を超えて欠けている)を意味し、階級についても値と同様の品質である。
 6. " X " は欠測を意味する。
 7. 表中のデータは気象官署及び特別地域気象観測所における値である。
 8. 平年値の統計期間は1991～2020年である。

ⁱ 沖縄気象台の Web サイト 沖縄地方の天候 令和 7 年 4 月
ⁱⁱ 沖縄気象台の Web サイト 沖縄地方の天候 令和 6 年 4 月
ⁱⁱⁱ 沖縄気象台の Web サイト 沖縄地方の天候 令和 4 年 4 月

表 3-23 (2) 令和 7, 6, 4 年 5 月の平均気温等の平年差と階級^{i, ii, iii}

平均気温・降水量・日照時間の平年差（比）と階級

	平均気温 (°C)	平年差 (°C)	階級	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級
那 覇	24.4	+0.2	0	325.0	132	+	136.8	99	0
名 護	23.8	0.0	0	234.5	107	0	137.5	101	0
久米島	24.3	+0.1	0	396.0	152	+	126.6	93	0
南大東島	24.5	+0.4	+	439.5	198	++	140.5	82	-
宮古島	25.4	+0.4	+	231.0	104	0	138.9	93	0
石垣島	25.9	0.0	0	335.5	176	+	176.6	107	0
西表島	25.8	+0.3	+	212.5	121	+	173.2	104	0
与那国島	26.0	+0.6	+	319.5	154	+	127.5	90	0
沖縄地方		+0.2	0		135	+		98	0

平均気温・降水量・日照時間の平年差（比）と階級

	平均気温 (°C)	平年差 (°C)	階級	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級
那 覇	24.7	+0.5	+	475.0	194	+	138.6	100	0
名 護	24.3	+0.5	+	230.5	105	0	131.2	96	0
久米島	24.6	+0.4	+	290.5	112	+	151.8	111	+
南大東島	25.0	+0.9	+	164.0	74	0	174.5	102	0
宮古島	25.7	+0.7	+	767.5	345	++	137.0	92	0
石垣島	26.4	+0.5	+	354.5	186	+	139.3	85	-
西表島	25.8	+0.3	+	374.0	213	+	116.9	71	-
与那国島	25.8	+0.4	+	362.5	175	+	102.9	72	-
沖縄地方		+0.5	+		190	+		90	0

平均気温・降水量・日照時間の平年差（比）と階級

	平均気温 (°C)	平年差 (°C)	階級	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級
那 覇	23.5	-0.7	-	601.5	245	++	63.7	46	--
名 護	22.9	-0.9	--	611.0	278	++	68.2	50	--
久米島	23.5	-0.7	-	714.5	274	++	79.1	58	--
南大東島	24.0	-0.1	0	491.0	221	++	70.6	41	--
宮古島	24.3	-0.7	-	815.0	367	++	78.0	52	--
石垣島	25.2	-0.7	-	588.0	308	++	71.9	44	--
西表島	24.8	-0.7	-	582.0	331	++	77.3	47	--
与那国島	24.6	-0.8	-	666.0	321	++	62.0	44	--
沖縄地方		-0.7	-		303	++		49	--

- (注) 1. 「階級」の欄の符号は、以下のことを示す。
 ++: かなり高い(かなり多い)、+: 高い(多い)、0: 平年並、
 -: 低い(少ない)、--: かなり低い(かなり少ない)
 2. 「降水量」欄の - は無降水を示す。
 3. 沖縄地方の地域平均平年差(比)とは、那覇・名護・久米島・宮古島・石垣島・西表島・与那国島の7地点の平年差(比)の平均値を示す。
 4. “)”付きの値は準正常値(統計を行う対象資料が許容範囲で欠けている)を意味する。
 5. “)”付きの値は資料不足値(統計を行う対象資料が許容範囲を超えて欠けている)を意味し、階級についても値と同様の品質である。
 6. “X”は欠測を意味する。
 7. 表中のデータは気象官署及び特別地域気象観測所における値である。
 8. 平年値の統計期間は1991～2020年である。

ⁱ 沖縄気象台の Web サイト 沖縄地方の天候 令和 7 年 5 月
ⁱⁱ 沖縄気象台の Web サイト 沖縄地方の天候 令和 6 年 5 月
ⁱⁱⁱ 沖縄気象台の Web サイト 沖縄地方の天候 令和 4 年 5 月