

IV-4. 沖ノ鳥島海域における移植サンゴ等 のモニタリング

目 次

IV-4 沖ノ島島海域における移植サンゴ等のモニタリング

1. 調査の概要	IV-4-1
1.1 はじめに	IV-4-1
1.2 調査時期	IV-4-1
1.3 調査項目	IV-4-2
1.4 調査位置	IV-4-3
1.5 調査方法	IV-4-5
1.5.1 沖ノ島島の移植サンゴモニタリング.....	IV-4-5
1.5.2 沖ノ島島周辺のサンゴモニタリング.....	IV-4-5
1.5.3 中間育成施設の状況調査と補修.....	IV-4-6
1.5.4 着床具撤去の試行.....	IV-4-10
2 調査結果	IV-4-11
2.1 沖ノ島島の移植サンゴモニタリング.....	IV-4-11
2.1.1 移植サンゴのモニタリング（中間育成施設）.....	IV-4-11
2.1.2 移植サンゴのモニタリング（ノル）.....	IV-4-14
2.2 沖ノ島島周辺のサンゴモニタリング.....	IV-4-20
2.2.1 天然サンゴのモニタリング（定点調査）.....	IV-4-20
2.2.2 水温連続観測	IV-4-29
2.3 中間育成施設の状況調査と補修	IV-4-32
2.3.1 中間育成施設の安定性の確認	IV-4-32
2.3.2 新規加入状況の把握	IV-4-39
2.4 着床具撤去の試行	IV-4-41
3 考 察	IV-4-45
3.1 水温変動.....	IV-4-45
3.2 天然サンゴの状況	IV-4-64
4 今後のモニタリング方針（案）	IV-4-69

IV-4 沖ノ鳥島海域における移植サンゴ等のモニタリング

1 調査の概要

1.1 はじめに

サンゴの移植は、これまで第1フェーズ中に2回、第2フェーズ中に8回の計10回行っている。第1フェーズでは、ノル（天然岩礁）に直接着床具を固定する方法を用いたが、作業効率の向上を目的として、第2フェーズではサンゴ増殖実証試験基盤を設置し、その基盤に着床具を固定する技術の検討を行ってきた。2013年からは新たにサンゴ面的増殖技術の開発に着手し、中間育成して移植適性サイズに達したサンゴを礁内のノルに面的に移植しており、サンゴ増殖実証試験基盤を移植前の中間育成施設として利用してきた。本調査では、過年度に中間育成施設に移植したサンゴと中間育成施設から礁内のノルに移植したサンゴを対象にモニタリング調査を実施した。

また、沖ノ鳥島のサンゴの生育状況を把握することを目的として、2006年から礁内に生育するサンゴの目視観察および水温の連続観測を実施している。過年度までの調査結果から、礁内のサンゴ被度が2011年以降で減少していることが確認されており、本調査ではその後の状況把握を目的とした。

その他、中間育成施設については安定性の確認、過年度に設置した着床具撤去の試行を実施した。

1.2 調査時期

2024年（令和6年度）の沖ノ鳥島現地調査の工程を表-IV.4.1.1に示す。

現地調査は、沖ノ鳥島周辺の気象・海象条件が安定しやすい月に実施した。

調査期間は、2024年5月16日～6月8日の計24日間（うち現地調査は2024年5月20日～24日、6月1日～5日の9日間）であった。

表-IV.4.1.1 2024年度調査工程の概要

年月日		工程
2024 年	5 月 16 日	那覇港：機材積み込み、調査員乗船 久米島：親サンゴ搬入、沖ノ鳥島へ向け出航
	5 月 20 日～24 日	沖ノ鳥島：現地調査（4 日間 ※5/22 荒天）
	5 月 25 日～31 日	一旦沖縄近海へ戻る （沖縄本島本部沖に停泊、前後で那覇港立ち寄り）
	6 月 1 日～5 日	沖ノ鳥島：現地調査（5 日間）
	6 月 8 日	那覇港：機材積下し、調査員下船

1.3 調査項目

調査項目の一覧を表-IV.4.1.2 に示す。

表-IV.4.1.2 調査項目一覧

調査項目	調 査 目 的
①移植サンゴのモニタリング (中間育成施設)	中間育成施設に垂直移植したサンゴを対象として、生残率と成長量のモニタリングを行う。
②移植サンゴのモニタリング (ノル)	中間育成施設からノルに移植したサンゴを対象として、生残率と成長量のモニタリングを行う。
③天然サンゴのモニタリング (定点調査)	礁内3地点以上の定点(永久コドラート)内の天然サンゴの生育状況を観察し、過年度や地点別のサンゴの生育状況を把握する。
④水温連続観測	礁内の水温の連続観測を実施し、過年度、地点別の水温の状況から、礁内サンゴの生育状況を把握する。
⑤中間育成施設の安定性の確認	試験基盤の移動や埋没状況の計測および観察を実施し、試験基盤の安定性を確認する。
⑥新規加入状況の把握	試験基盤へのサンゴの新規加入状況を目視観察し、加入場所、方位、材質などの傾向を把握する。
⑦着床具撤去の試行	天然礁基質に設置した着床具の現状を把握し、サンゴの生存していない着床具の撤去の試行を行う。

1.4 調査位置

調査地点を表・IV.4.1.3、図・IV.4.1.1 に示す。

表・IV.4.1.3 調査地点図の緯度経度一覧

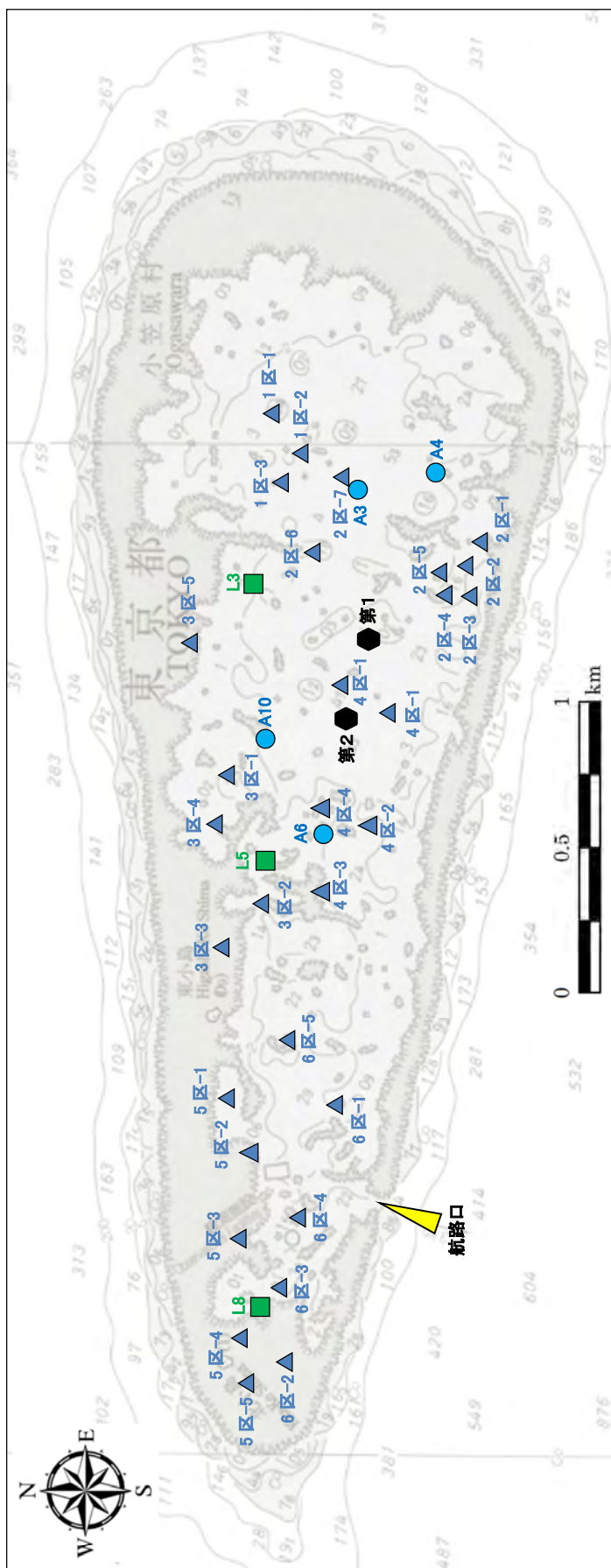
①モニタリング⑤安定性⑥新規		北緯	東経
中間育成施設 (第2フェーズ)	コンクリート型	20° 25' 16.5"	136° 05' 27.7"
	じゃかご型	20° 25' 17.6"	136° 05' 27.0"
	対照区	20° 25' 16.8"	136° 05' 33.2"

②移植サンゴのモニタリング		北緯	東経
ノル	A3	20° 25' 16.3"	136° 05' 54.2"
	A4	20° 25' 05.5"	136° 05' 57.6"
	A10	20° 25' 26.4"	136° 05' 26.3"
	A6(対照区)	20° 25' 19.6"	136° 05' 14.5"

③モニタリング(定点調査)		北緯	東経
L1	①	20° 25' 06.9"	136° 06' 14.9"
L2	①	20° 25' 01.7"	136° 05' 52.9"
	②	20° 25' 02.5"	136° 05' 53.1"
L3	①	20° 25' 26.8"	136° 05' 44.1"
	②	20° 25' 26.7"	136° 05' 43.7"
	③	20° 25' 26.3"	136° 05' 43.5"
L4	①	20° 25' 26.6"	136° 05' 27.8"
	②	20° 25' 26.6"	136° 05' 28.0"
L5	①	20° 25' 25.5"	136° 05' 10.7"
	②	20° 25' 25.2"	136° 05' 10.9"
L6	①	20° 25' 26.7"	136° 04' 57.7"
	②	20° 25' 26.7"	136° 04' 57.7"
L7	①	20° 25' 20.0"	136° 04' 37.2"
	②	20° 25' 19.9"	136° 04' 37.0"
L8	①	20° 25' 25.5"	136° 04' 18.5"
	②	20° 25' 25.3"	136° 04' 18.7"
	③	20° 25' 25.1"	136° 04' 18.8"
L9	①	20° 25' 28.2"	136° 05' 25.2"
	②	20° 25' 28.2"	136° 05' 25.2"
L10	①	20° 25' 17.1"	136° 05' 32.5"
	②	20° 25' 17.8"	136° 05' 32.7"

④水温連続観測		北緯	東経
1区	1	20° 25' 25.1"	136° 06' 04.3"
	2	20° 25' 22.5"	136° 05' 59.8"
	3	20° 25' 23.5"	136° 05' 56.8"
2区	1	20° 25' 01.0"	136° 05' 48.4"
	2	20° 25' 02.7"	136° 05' 46.3"
	3	20° 25' 02.8"	136° 05' 43.0"
	4	20° 25' 05.5"	136° 05' 43.0"
	5	20° 25' 05.8"	136° 05' 44.9"
	6	20° 25' 20.1"	136° 05' 47.6"
	7	20° 25' 17.4"	136° 05' 55.0"
3区	1	20° 25' 28.4"	136° 05' 21.4"
	2	20° 25' 24.6"	136° 05' 05.6"
	3	20° 25' 30.0"	136° 05' 01.6"
	4	20° 25' 32.1"	136° 05' 15.6"
	5	20° 25' 34.6"	136° 05' 36.1"
4区	1	20° 25' 11.4"	136° 05' 28.5"
	2	20° 25' 15.1"	136° 05' 15.7"
	3	20° 25' 19.8"	136° 05' 07.6"
	4	20° 25' 19.3"	136° 05' 18.7"
	5	20° 25' 17.0"	136° 05' 32.6"
5区	1	20° 25' 29.0"	136° 04' 43.3"
	2	20° 25' 27.5"	136° 04' 36.5"
	3	20° 25' 26.9"	136° 04' 26.3"
	4	20° 25' 27.0"	136° 04' 16.0"
	5	20° 25' 25.9"	136° 04' 11.8"
6区	1	20° 25' 17.2"	136° 04' 41.4"
	2	20° 25' 22.9"	136° 04' 14.9"
	3	20° 25' 24.1"	136° 04' 21.7"
	4	20° 25' 21.4"	136° 04' 28.3"
	5	20° 25' 23.3"	136° 04' 49.6"

⑦着床具撤去		北緯	東経
第1フェーズ (天然ノル)	No. 1	20° 25' 17.5"	136° 05' 42.6"
	No. 2	20° 25' 17.2"	136° 05' 42.2"
	No. 3	20° 25' 15.2"	136° 05' 41.2"
	No. 4	20° 25' 14.8"	136° 05' 41.2"
	No. 5	20° 25' 13.6"	136° 05' 41.5"
	No. A	20° 25' 14.0"	136° 05' 38.2"
	No. B	20° 25' 14.7"	136° 05' 37.9"



- : ①⑤⑥ : 中間育成施設(第1, 2フェーズ)
 ● : ②モニタリング(ノル) : A3・A4・A10、A6(対照区)
 ■ : ③モニタリング(定点) : L3・5・8 (3地点) ※各地点に2枠設定
 ▲ : ④水温連続観測 : 1, 2, 3, 4, 5, 6区 (30地点)
 ● : ⑦着床具撤去 : 第1フェーズ (No. 1, 2, 3, 4, 5, A, B)

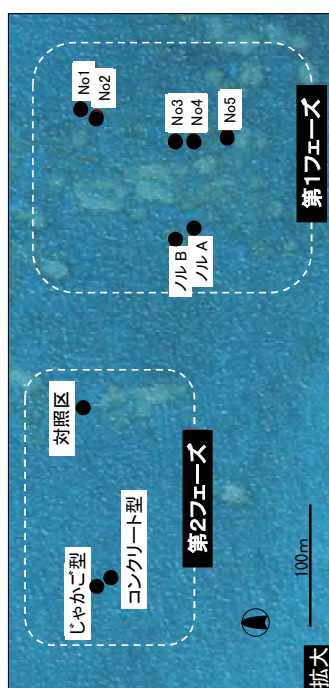


図-IV.4.1.1 沖ノ島島礁内の調査地点位置図

1.5 調査方法

1.5.1 沖ノ鳥島の移植サンゴモニタリング

(1) 移植サンゴのモニタリング（中間育成施設）

過去に移植した稚サンゴのうち、2013 年以降に移植したサンゴを対象として、昨年度までに生残が確認されている 2017 年に移植したサンゴを対象に、表-IV.4.1.4 の項目について観察した。

表-IV.4.1.4 第 2 フェーズに移植した稚サンゴの観察項目

観察項目	観察区分	評価項目
生存・死亡状況	①生存 ②一部分死亡 ③大部分死亡 ④全部分死亡	移植方法別の生残率の評価
生残サンゴの面積	生きたサンゴ部分の面積を算出 (写真撮影後、画像解析により計測)	移植方法別の成長量の評価
その他	食害、藻類の繁茂等があれば、 その状況等を記録	成長阻害要因の把握

(2) 移植サンゴのモニタリング（ノル）

2014 年から 2017 年に中間育成施設で直径 4cm 以上に成長したサンゴを天然ノルへ移植した。それらのサンゴを対象に、表-IV.4.1.5 の項目について観察した。

表-IV.4.1.5 天然ノルに移植したサンゴの観察

項 目	内 容
目視観察	【項目】ダイバーによる移植サンゴの目視観察、写真撮影 (移植サンゴの生残状況、長径、活性状況) 【数量】2014～2017 年移植サンゴ観察

1.5.2 沖ノ鳥島周辺のサンゴモニタリング

(1) 天然サンゴのモニタリング（定点調査）

永久コドラート (1m×1m) 内の天然サンゴの生育状況の目視観察および写真撮影を実施した。調査場所は、モニタリングを継続している図-IV.4.1.1 に示す L3、L5、L8 の 3 地点とし、サンゴの被度、成長量、新規加入状況等を観察した。

(2) 水温連続観測

礁内 30 地点に設置されている水温計の回収・再設置を行った。再設置した水温計の観測間隔は、1 時間（毎正時）とした。

水温計の回収・再設置の状況写真を図-IV.4.1.2 に示す。

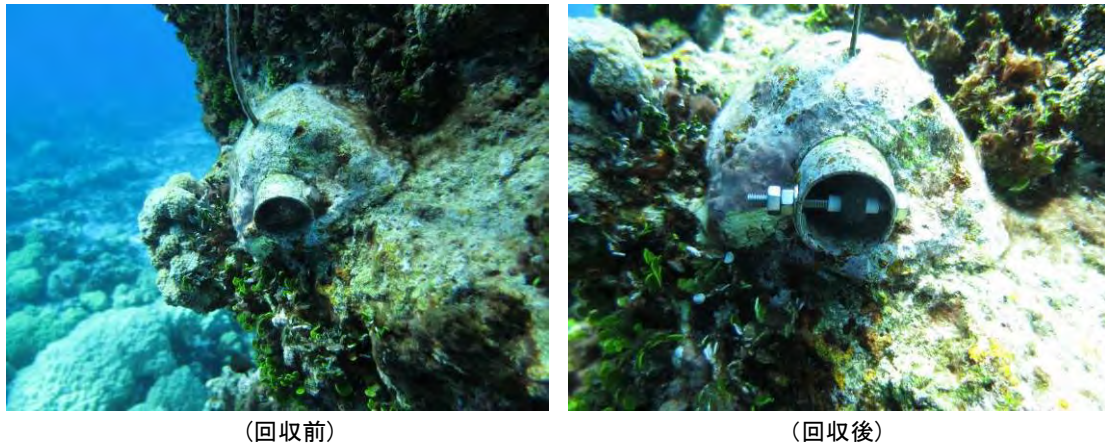


図-IV.4.1.2 水温計の回収・再設置状況（4 区-3）

1.5.3 中間育成施設の状態調査と補修

(1) 中間育成施設の安定性の確認

1) 中間育成施設の移動状況の確認

図-IV.4.1.3 に示す基準点（目印を付けた天然岩）から各試験基盤の角までの直線距離を計測した。また、補助的にそれぞれの試験基盤との距離についても計測を行った（表-IV.4.1.6 参照）。

表-IV.4.1.6 中間育成施設の移動状況の調査項目

調査項目	調査方法	評価項目
基盤の移動	- 基準点（目印を付けた天然岩）から試験基盤の直線距離を計測 - 補助的にそれぞれの試験基盤との距離も計測	基盤の移動状況の確認

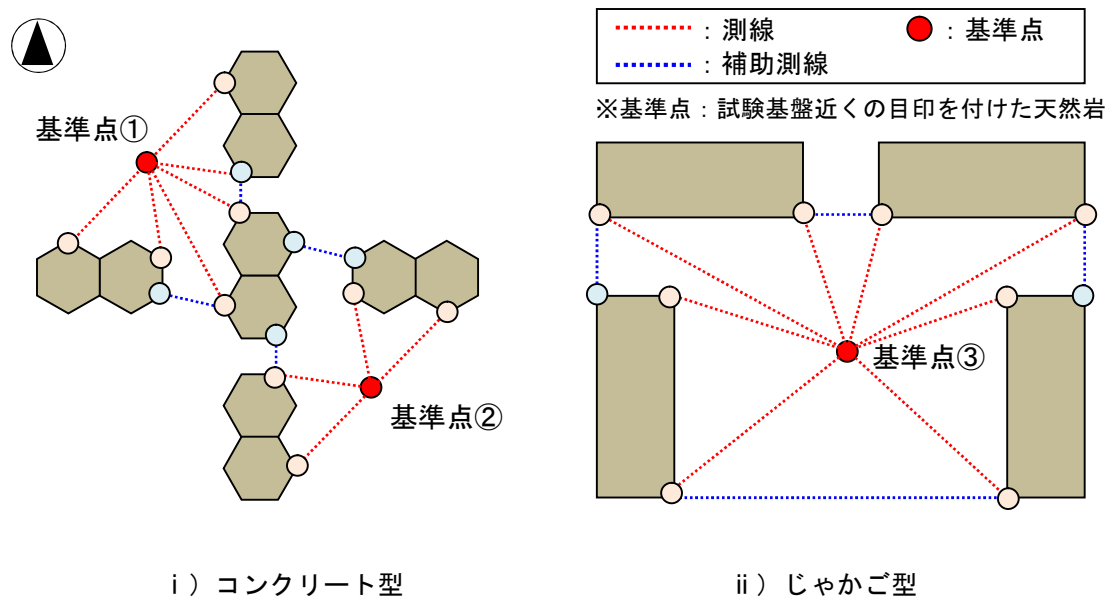


図-IV. 4. 1. 3 計測位置図

2) 中間育成施設の堆積・埋没状況の確認

図-IV.4.1.4 に示す位置において、砂礫の堆積状況及び侵食状況（洗掘）について基盤別・方位別に範囲と堆積厚を計測し、写真撮影を実施した。堆積物については大きさや種類（サンゴ、貝殻等）などの性状を記録した。また、中間育成施設におけるサンゴのフラグメンテーション効果（サンゴ片の活着、増殖）を把握するため、中間育成施設下部に集積し、活着しているサンゴ片が確認された場合は、その位置と状況（種類、サイズ、活着状況等）を記録し写真撮影を行うこととした（表-IV.4.1.7 参照）。

表-IV. 4. 1. 7 中間育成施設の堆積・埋没状況の調査項目

調査項目	調査方法	評価項目
砂礫の堆積状況	・各中間育成施設について堆積範囲、堆積厚、堆積した砂礫の性状を方位別に計測	中間育成施設の埋没状況の確認
	・各中間育成施設の周辺についてサンゴ片の堆積状況を目視観察 ⇒確認された場合は、サンゴの種類、サイズ、状況の記録及び写真撮影	サンゴのフラグメンテーション効果の確認

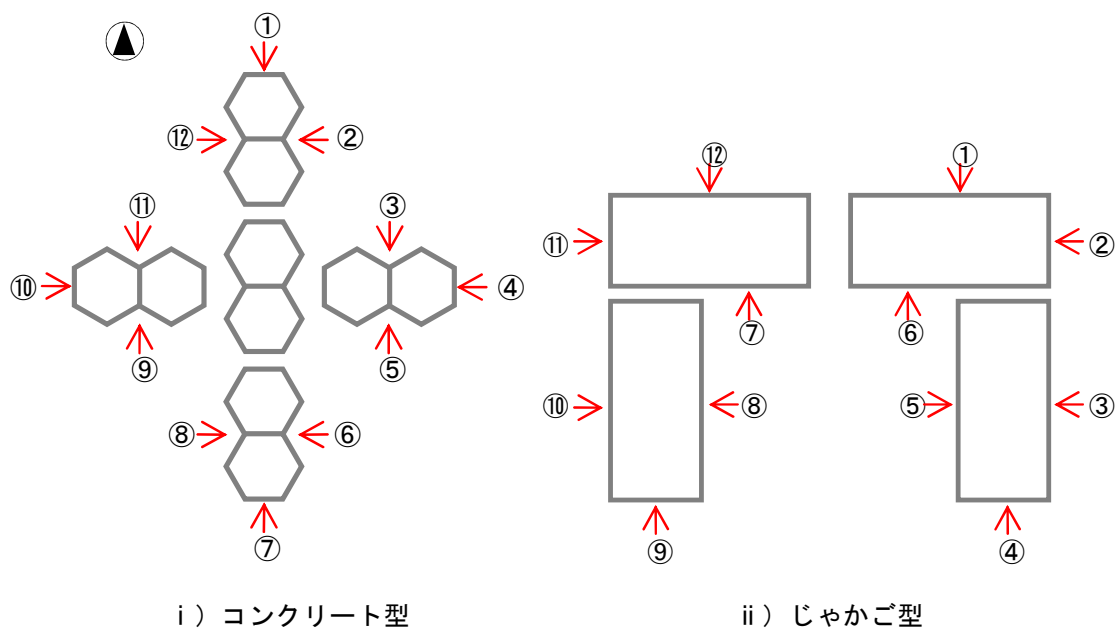


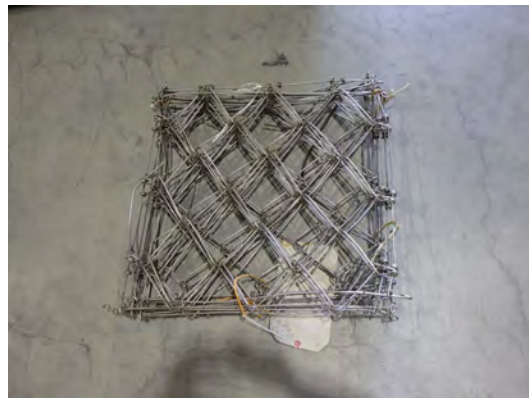
図-IV. 4. 1. 4 観察位置図

3) 補修

破損等が確認された場合の応急処置（補修）に備え、工具や食害防止ネット、水中ボンブ等の補修用の資材等を準備した（図-IV.4.1.5 参照）。



食害防止ネット



じゃかご補修用資材

図-IV. 4. 1. 5 食害防止等補修用資材

(2) 新規加入状況の把握

試験基盤への新規加入について、図-IV.4.1.6、図-IV.4.1.7 に示す範囲を対象として、概観しながら着生個所を把握し、着生数、種類、方位、着生部位について目視観察を実施した（表-IV.4.1.8 参照）。

表-IV.4.1.8 試験基盤の観察部位区分

試験基盤タイプ		区分
コンクリート型	外側	コンクリート壁面：水平面（天端）、垂直面（側面） 食害防止ネット：枠、ネット、留金ネジ その他：接合部、屈曲部等
	内側	コンクリート壁面：水平面、垂直面 格子状台座：水平面、垂直面 その他：接合部、屈曲部、溝加工部等
じゃかご型		じゃかご、格子状基盤、自然石

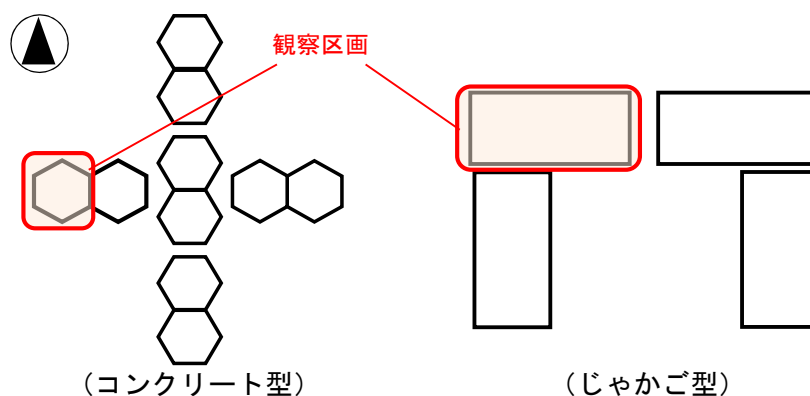


図-IV.4.1.6 新規加入量調査のモニタリング位置

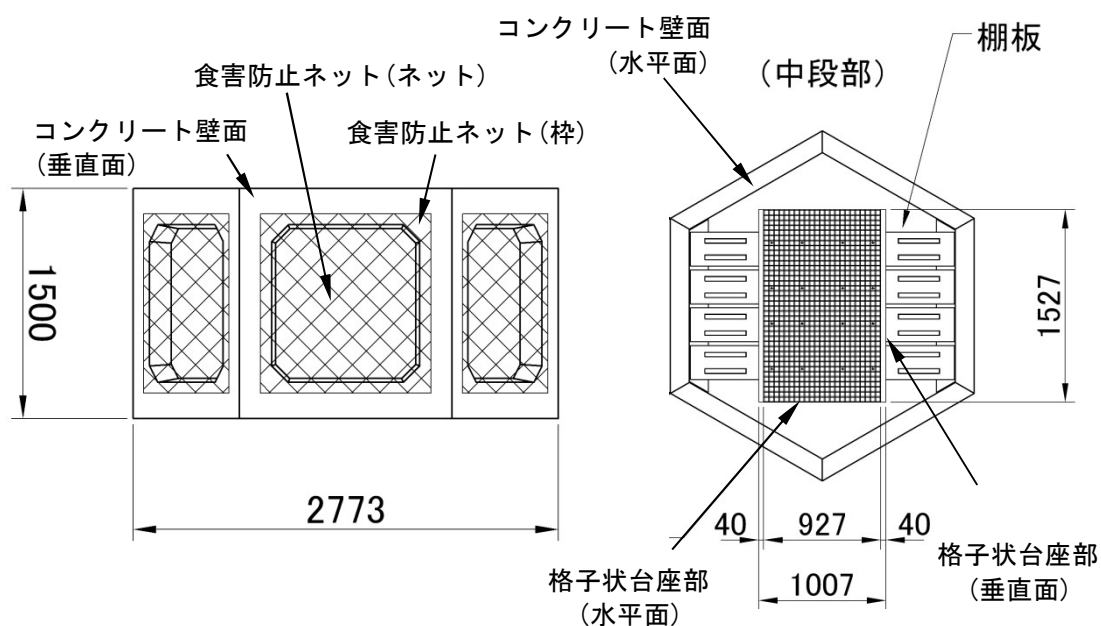


図-IV.4.1.7 試験基盤の着生部位の区分（コンクリート型）

1.5.4 着床具撤去の試行

平成 20 年度以降に沖ノ鳥島の天然基質（ノル）に設置した着床具の現状を把握し、サンゴが残存していない着床具の撤去を試行した。着床具の撤去状況を図-IV.4.1.8 に示す。

なお、生存サンゴを傷つける可能性があるものは回収せず、各ノルについて回収および未回収の格子状基盤とタイルの枚数を記録した。



図-IV.4.1.8 着床具撤去状況

2 調査結果

2.1 沖ノ鳥島の移植サンゴモニタリング

2.1.1 移植サンゴのモニタリング（中間育成施設）

2013 年以降に移植したサンゴを対象として、昨年度までに生残が確認されている 2017 年移植サンゴのモニタリングを実施した。各移植サンゴの生残率と平均面積の経年変化を図-IV.4.2.1、図-IV.4.2.2 に示す。また、各移植の概要を表-IV.4.2.1 に示す。

2017 年 6 月移植サンゴは、移植 8 年後である 2024 年 5 月でモニタリング区全体の生残率が 1.0%であった。モニタリング対象で生残した 1 群体の面積は、2022 年では 81.1cm²であったが、2024 年では 461.1cm²と 5.6 倍に増加した。

表-IV.4.2.1 2017 年 6 月移植の概要

移植時期	2017 年 6 月（第 2 フェーズ）
移植先	中間育成施設 （コンクリート型、じゃかご型）
着床具	角柱型着床具
移植種・数量	<i>A. tenuis</i> （6,097 群体） <i>A. globiceps</i> （53 群体） 計 6,150 群体

モニタリングは表記数量の一部で実施

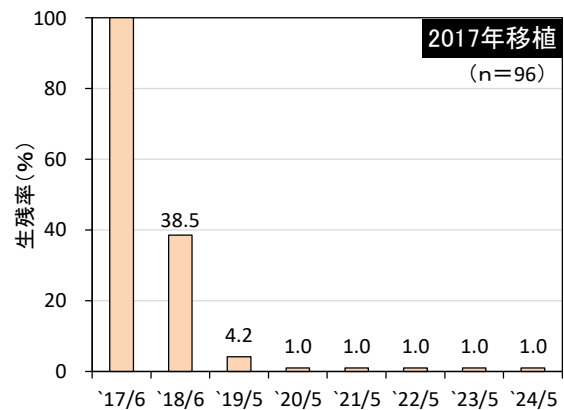
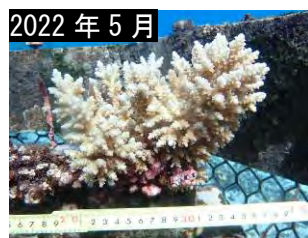


図-IV.4.2.1 2017 年 6 月移植の生残率



A. tenuis
（コンクリート型）

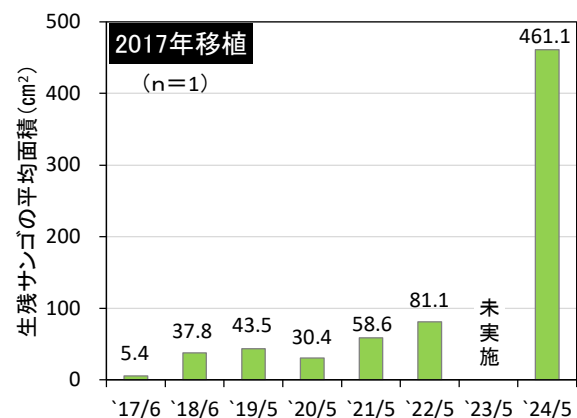


図-IV.4.2.2 2017 年移植サンゴの成長面積

過年度調査結果を含め 2013 年～2017 年移植の生残率の経年変化を図・IV.4.2.3 に、平均面積の経年変化を図・IV.4.2.4 に示す。

生残率の経年変化をみると、移植 1 年後の減少が大きかった。また、2017 年度に多くの移植サンゴの生残率が 0%となった。

生存しているサンゴは 2016 年移植サンゴを除き、移植後 1 年から 3 年で移植適正サイズ（直径 4cm 以上、面積 12.6cm² 以上）に成長していた。

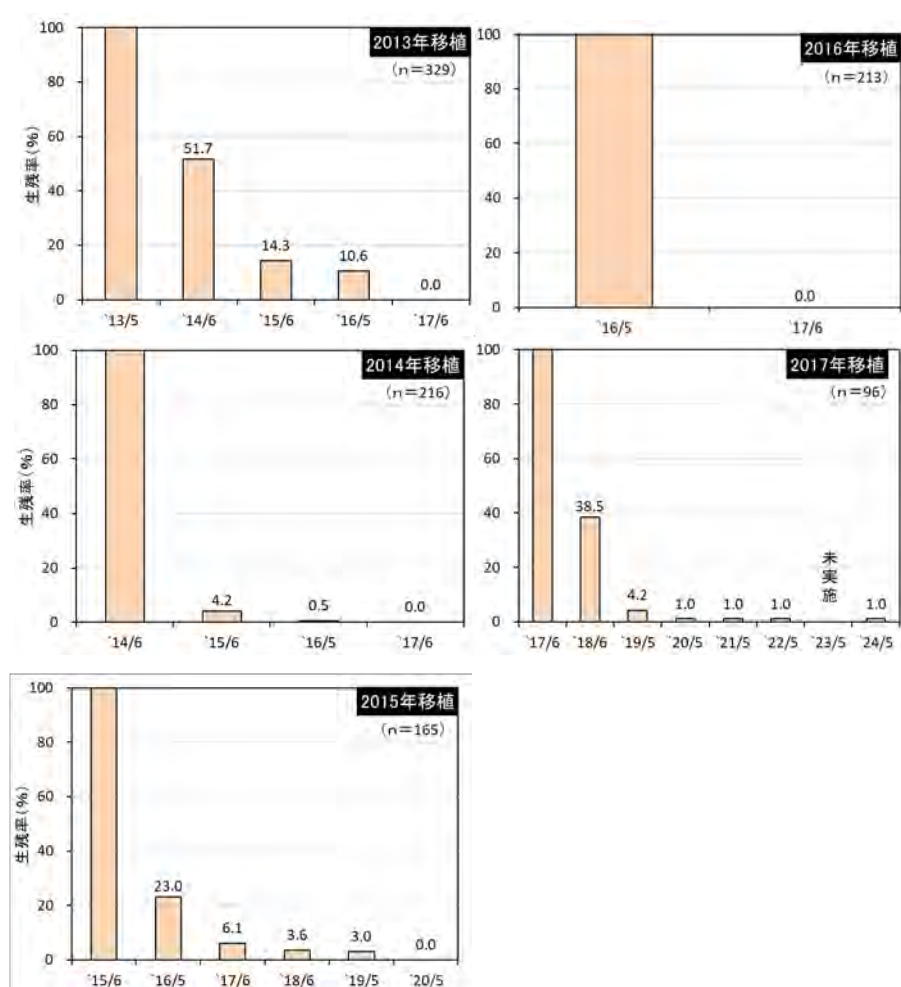


図-IV. 4. 2. 3 移植サンゴの生残率の経年変化

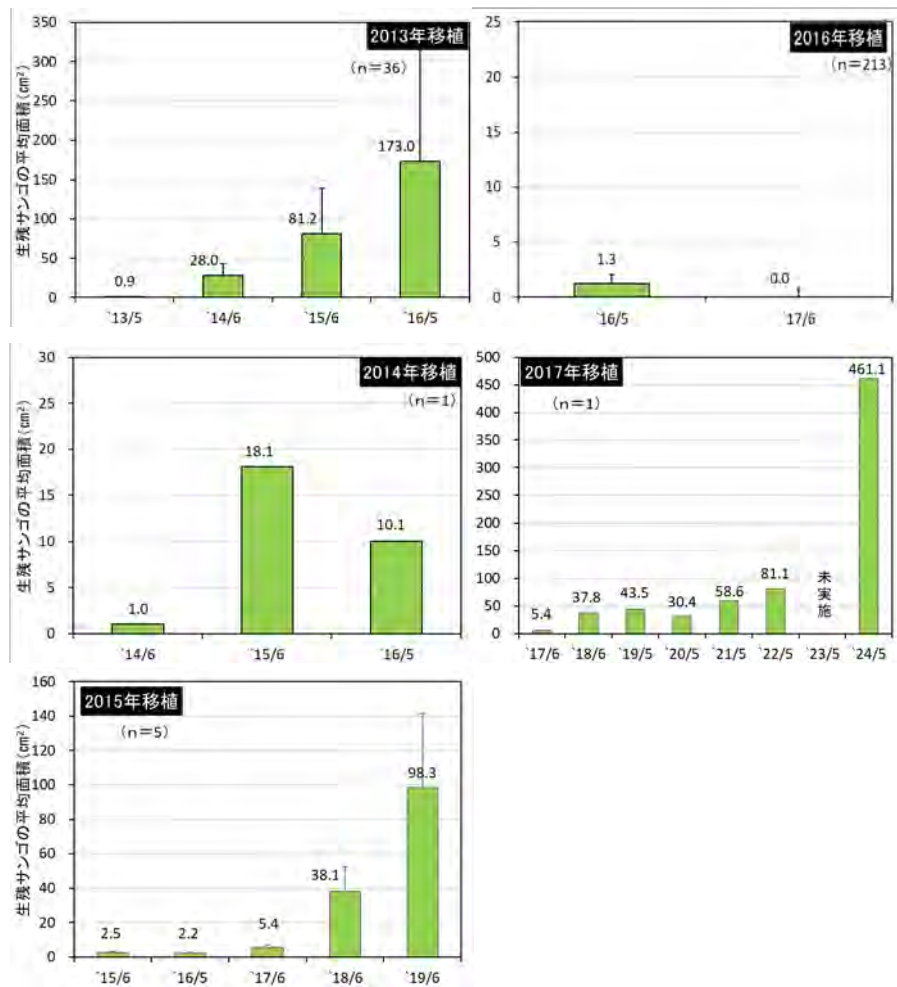


図-IV.4.2.4 移植サンゴの平均面積の経年変化

2.1.2 移植サンゴのモニタリング（ノル）

中間育成施設で 4cm 以上に成長したサンゴを対象に 2014 年から 2017 年にノルへの移植を行った。モニタリング概要を表・IV.4.2.2 に、移植サンゴの生残率と平均面積を図・IV.4.2.5 に示す。

2014 年 6 月移植サンゴの生残率は、移植 10 年後である 2024 年 5 月で生残率が A3 ノルで 0%、A4 ノルで 0%、A10 ノルで 23%であり、2017 年 6 月以降大きな変化はなかいが、全体の 8%が生残しているのみである。生残サンゴの平均面積は、A4 ノルで一度減少したが再び増加し、A10 ノルで増加している。

2015 年 6 月移植サンゴの生残率は、移植 9 年後である 2024 年 5 月で生残率が A3 ノルで 0%、A4 ノルで 11%、A10 ノルで 14%であり、2017 年 6 月以降大きな変化はなかいが、全体では 9%が生残しているのみである。生残サンゴの平均面積は、A4 ノルと A10 ノルで増加している。

2016 年 6 月移植サンゴの生残率は、移植 8 年後である 2024 年 5 月で生残率が A3 ノルの 0%、A4 ノルで 0%、A10 ノルで 3%であった。2017 年 6 月以降大きな変化はなかいが、全体の 1%が生残しているのみである。生残サンゴの平均面積は、A10 ノルで増加している。

2017 年 6 月移植サンゴの生残率は、移植 7 年後である 2024 年 5 月で生存率が A3 ノルで 0%、A4 ノルで 4%、A10 ノルで 18%であった。2017 年 6 月以降大きな変化はなかいが、全体の 12%が生残しているのみである。生残サンゴの平均面積は、A4 ノルと A10 ノルで増加している。

生残数/モニタリング対象は、A3 ノルで 0/89 群体、A4 ノルで 7/193 群体、A10 ノルで 31/200 群体であり、A10 ノルは A3 ノルおよび A4 ノルよりも生残率が高かった。

平均面積の経年変化については、ノルへの移植後 6 年程度で十分に産卵するサイズ（直径 30cm 以上、面積約 700cm²）に成長していた。

表-Ⅳ.4.2.2 移植サンゴ（ノル）のモニタリング概要

項目	内 容
移植先	ノル（A3, A4, A10）
目視観察	2014 年移植サンゴ全 100 群体（A3:30 群体、A4:35 群体、A10:35 群体） 2015 年移植サンゴ内 100 群体（A3:30 群体、A4:35 群体、A10:35 群体） 2016 年移植サンゴ全 100 群体（A3:20 群体、A4:40 群体、A10:40 群体） 2017 年移植サンゴ全 182 群体（A3: 9 群体、A4:83 群体、A10:90 群体）

2015 移植

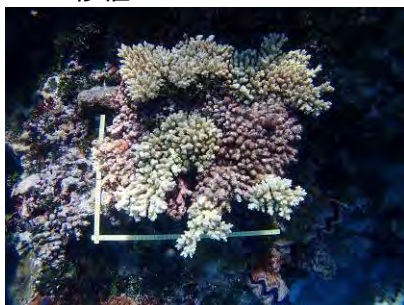


2017 移植



A4 ノル(生残サンゴ)

2014 移植



2015 移植



2016 移植

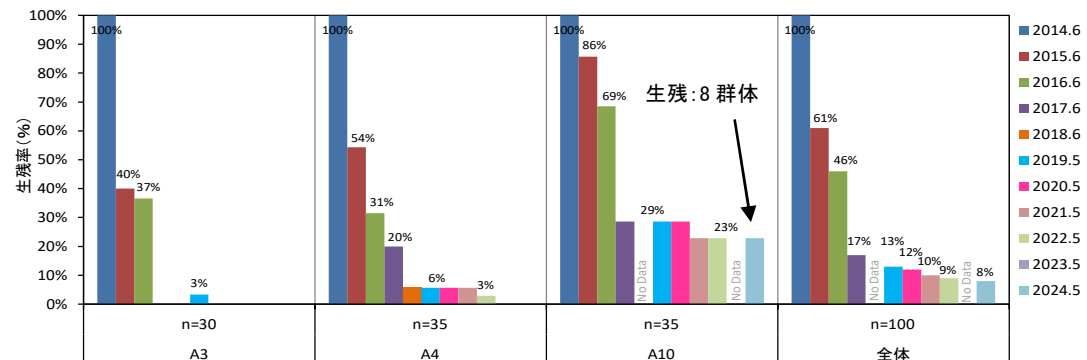


2017 移植

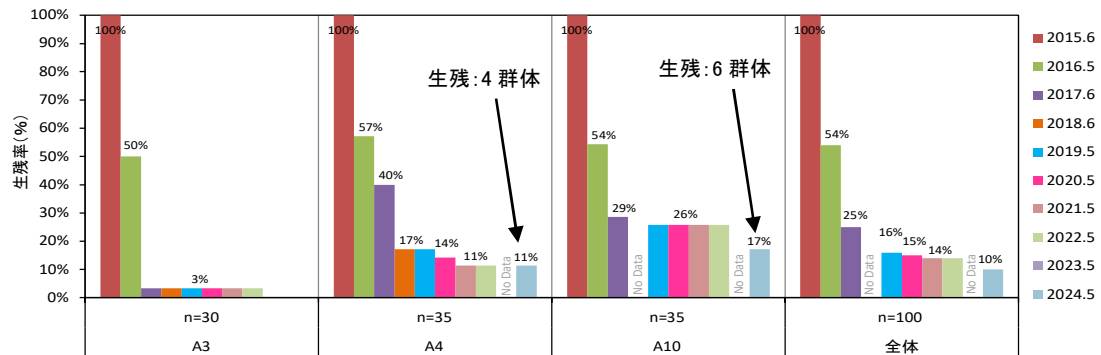


A10 ノル(生残サンゴ)

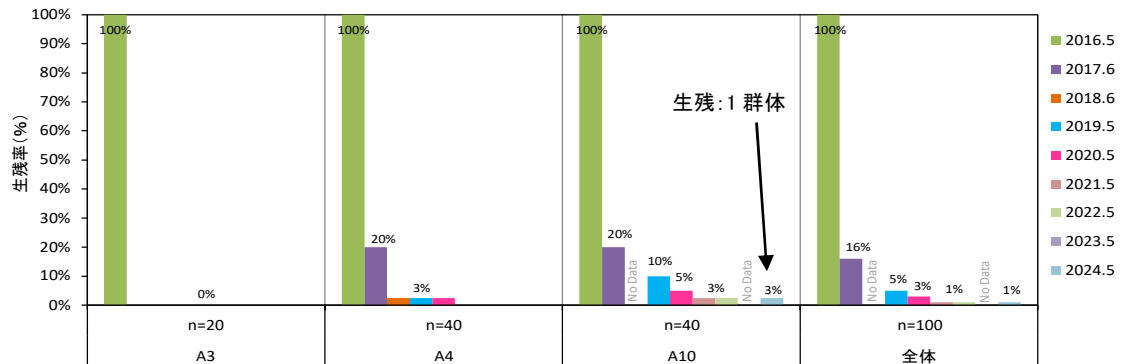
(a) 2014 年 6 月移植サンゴ



(b) 2015 年 6 月移植サンゴ



(c) 2016 年 6 月移植サンゴ



(d) 2017 年 6 月移植サンゴ

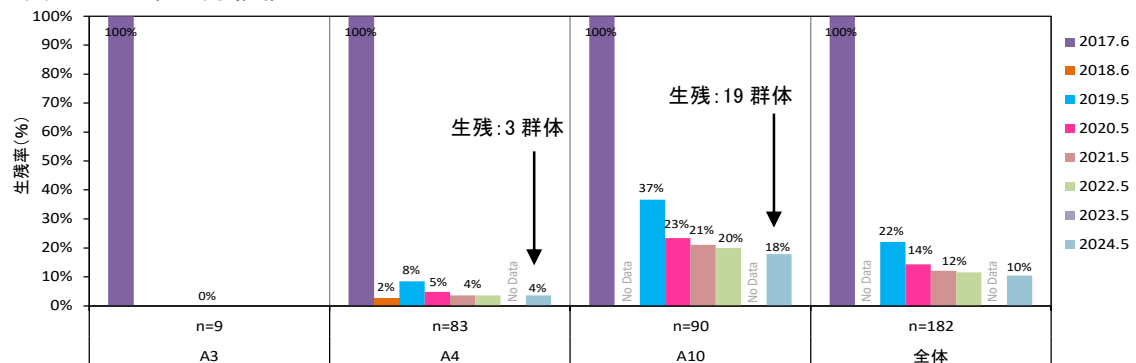
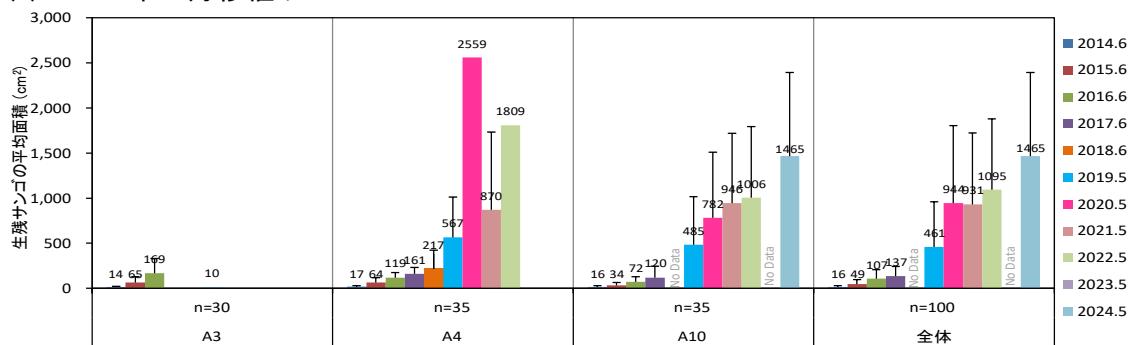


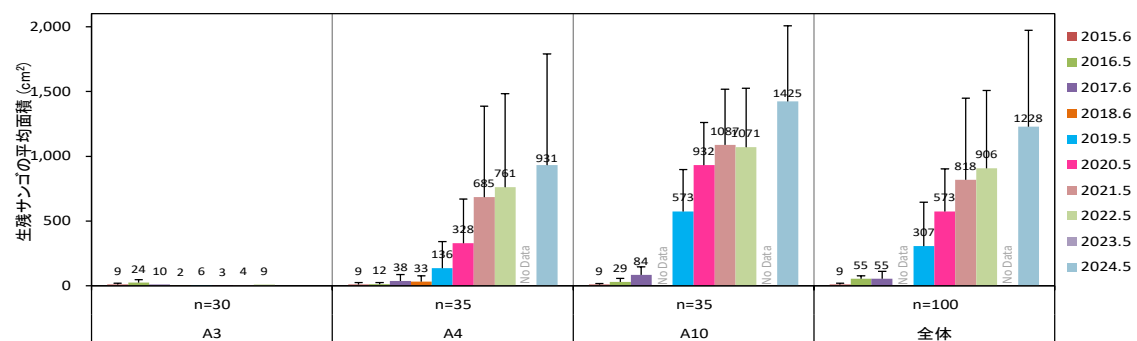
図-Ⅳ. 4. 2. 5(1) 移植サンゴ（ノル）の生存率（2014 年～2017 年移植サンゴ）

(a) 2014 年 6 月移植サンゴ

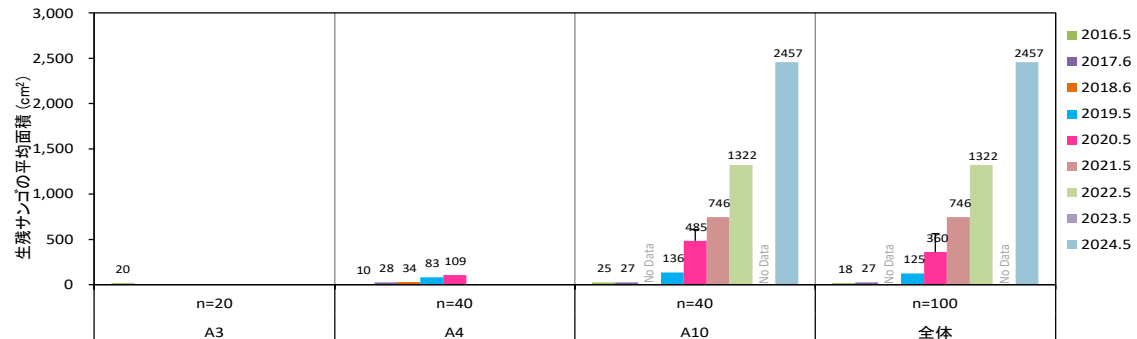
バーは標準偏差を示す。



(b) 2015 年 6 月移植サンゴ



(c) 2016 年 6 月移植サンゴ



(d) 2017 年 6 月移植サンゴ

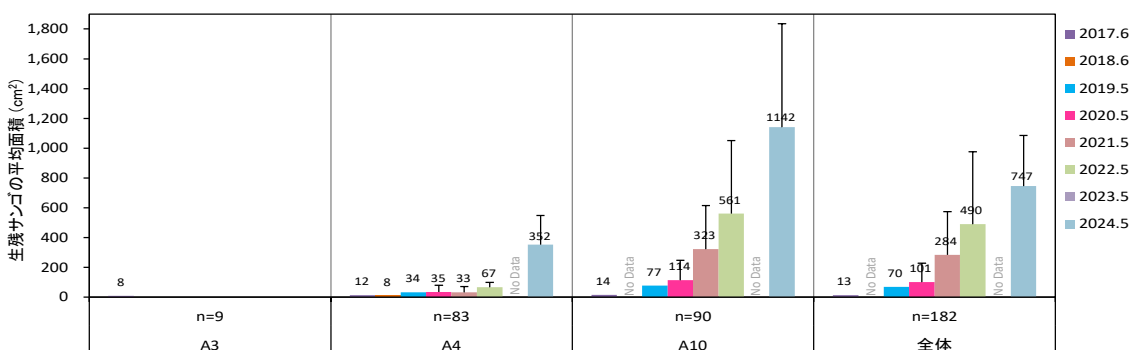


図-IV.4.2.5(2) 移植サンゴ（ノル）の面積（2014 年～2017 年移植サンゴ）

対照区の A6 ノルについて、ノル全体(天端・南北垂直面)での平均被度の経年変化を図-IV.4.2.6 に、コドラート調査における被度経年変化を図-IV.4.2.7 に、コドラートの経年状況写真を図-IV.4.2.8 に示す。

ノル全体の被度については、2024 年は 25.5%であり、2022 年の 23.7%より 1.8%増加した。科別でみるとミドリイシ科の被度が 3.3%増加、キクメイシ科が 2.1%減少した。

コドラート調査については、2024 年は 30.0%であり、2021 年の 22.5%より増加した。リュウキュウキッカサンゴ属は 2.5%から 5%、*A.tenuis* は 5%から 10%に増加した。

ノル全体の被度は 2017 年に減少しそれ以降は同程度を維持している。コドラートの被度は 2017 年にかけて一時増加したが、それ以降は増減を繰り返している。

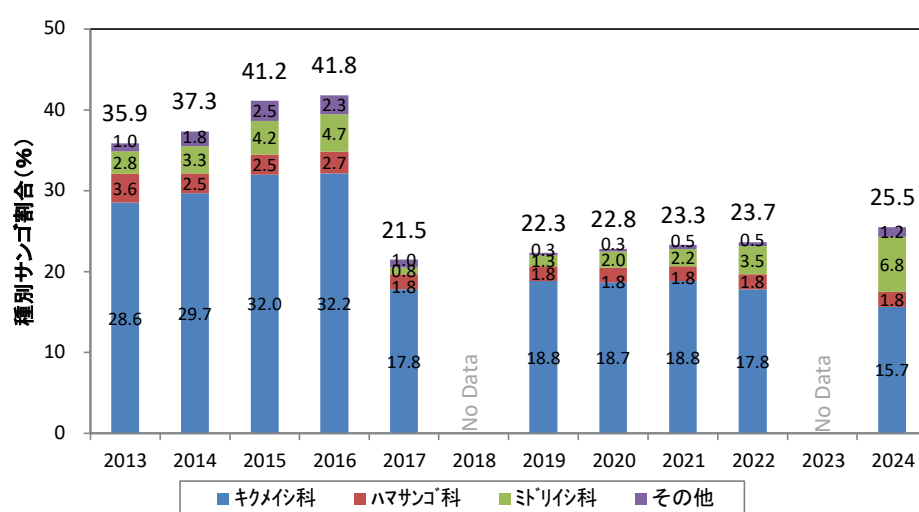


図-IV. 4. 2. 6 対照区ノル (A6) 全体でのサンゴ被度経年変化

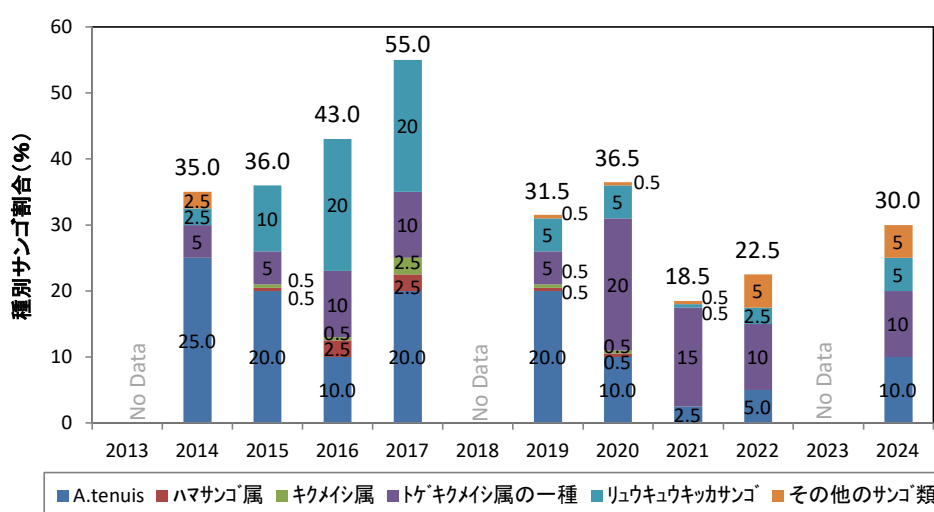


図-IV. 4. 2. 7 対照区ノル (A6) コドラート調査におけるサンゴ被度経年変化

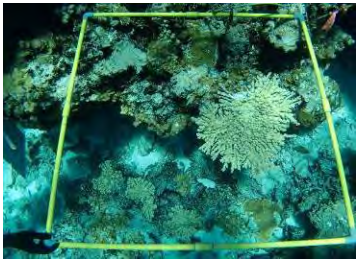
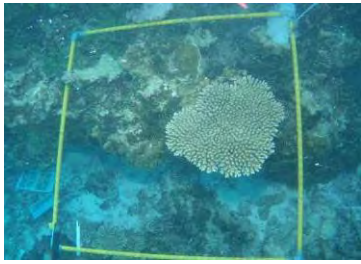
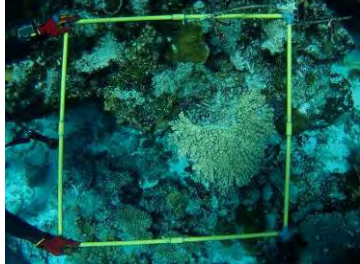
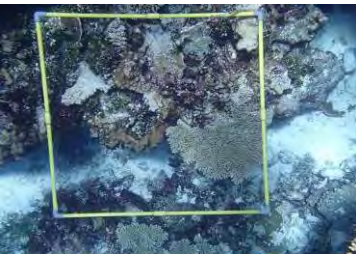
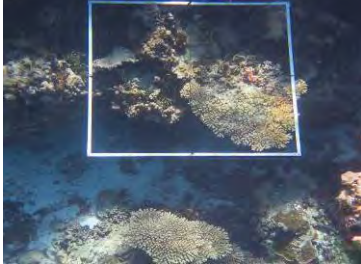
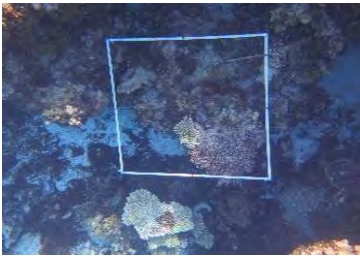
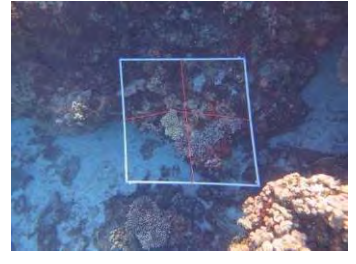
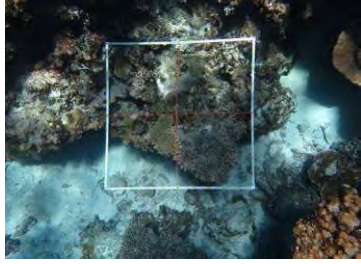
		
2014 年 6 月	2015 年 6 月	2016 年 6 月
		
2017 年 6 月	2019 年 5 月	2020 年 5 月
		
2021 年 5 月	2022 年 5 月	2024 年 5 月

図-Ⅳ.4.2.8 コドラートの経年状況写真

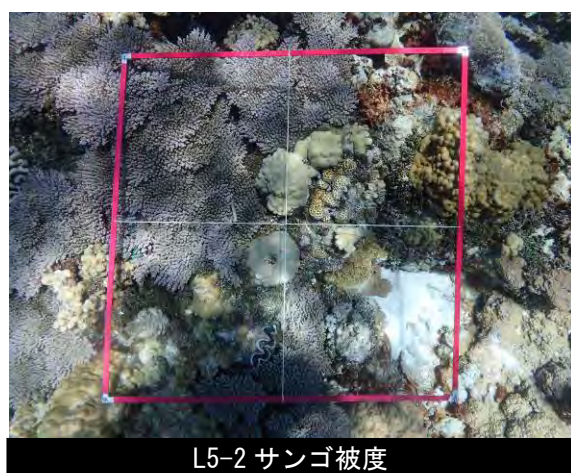
2.2 沖ノ鳥島周辺のサンゴモニタリング

2.2.1 天然サンゴのモニタリング（定点調査）

定点調査の状況例を図・IV.4.2.9 に、定点ごとの調査結果を図・IV.4.2.10 に、サンゴ被度を表・IV.4.2.3 に示す。

ミドリイシ属サンゴは、L3-3、L5-1、L5-2 で確認された。とくに L5-1 で被度が高く、*Acropora aculeus*（ハリエダミドリイシ、以下 *A. aculeus*）が 95.6%であった。

ミドリイシ属以外のサンゴは、今回調査を実施した地点全てで確認されており、L5-2 で被度が高かった。

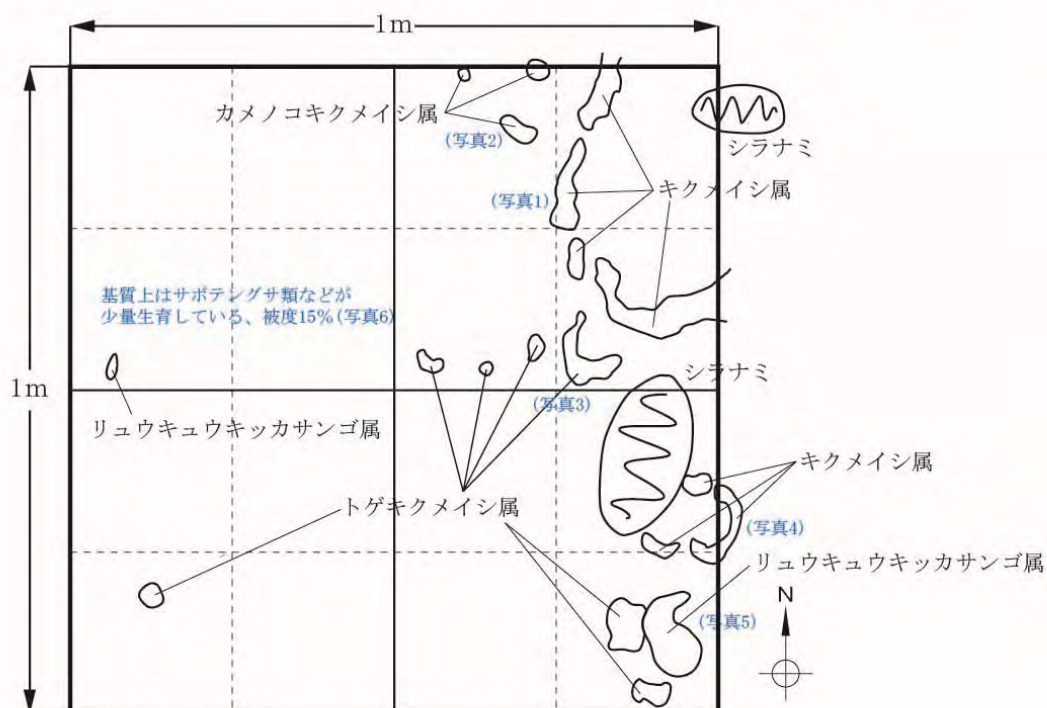


表・IV.4.2.3 定点ごとのサンゴ被度(%)

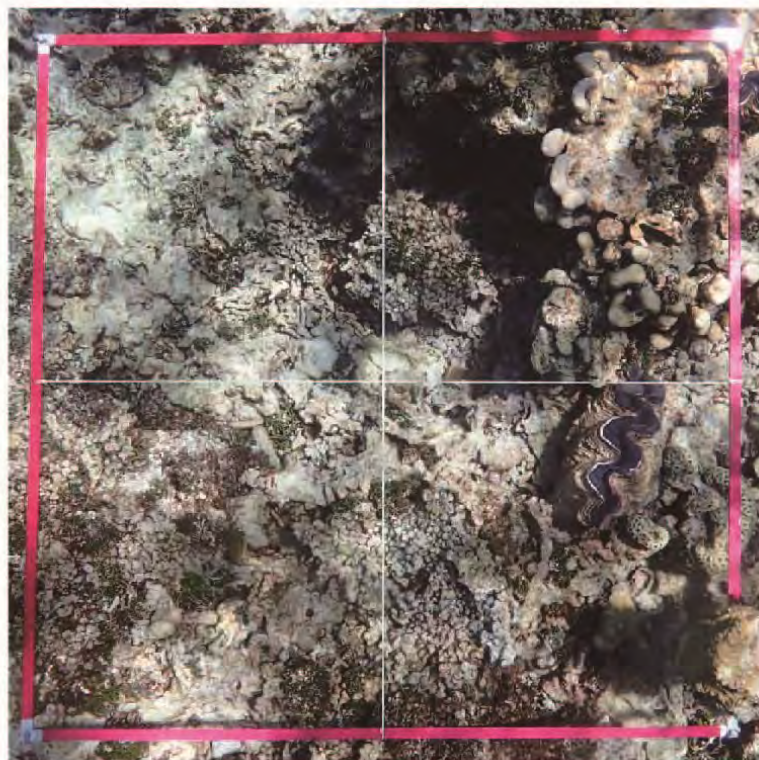
地点名	ミドリイシ属	ミドリイシ属 以外
L3-1	0.0	14.5
L3-2	0.0	12.5
L3-3	3.3	0.9
L5-1	95.6	1.7
L5-2	36.7	31.5
L8-1	0.0	14.9
L8-2	0.0	5.4
L8-3	0.0	14.7

図・IV.4.2.9 定点調査の状況例

位置：北緯 20° 25' 26.8"
東經136° 05' 44.1"
水深：-1.6m (D. L.)

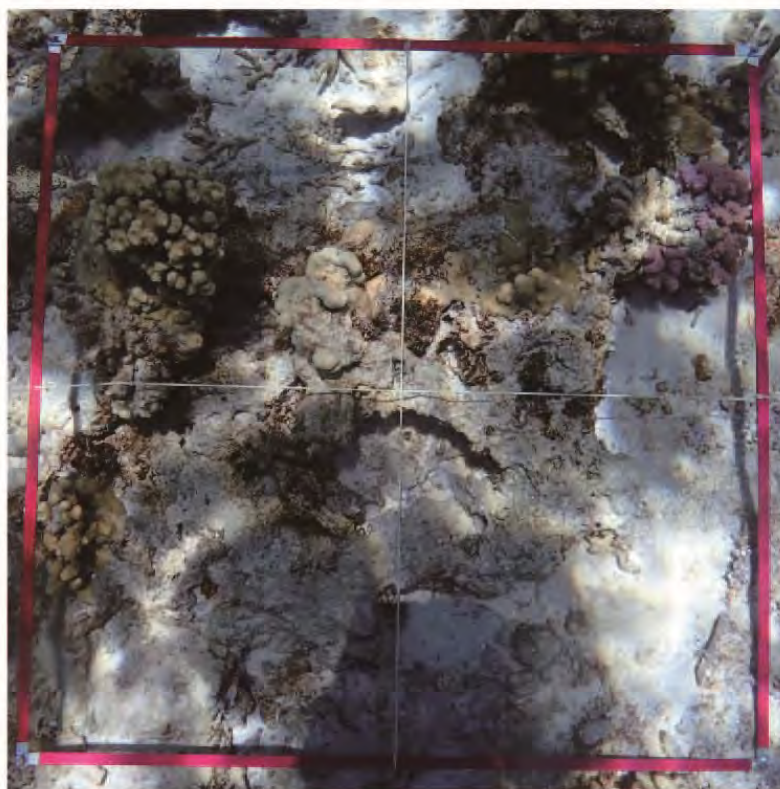
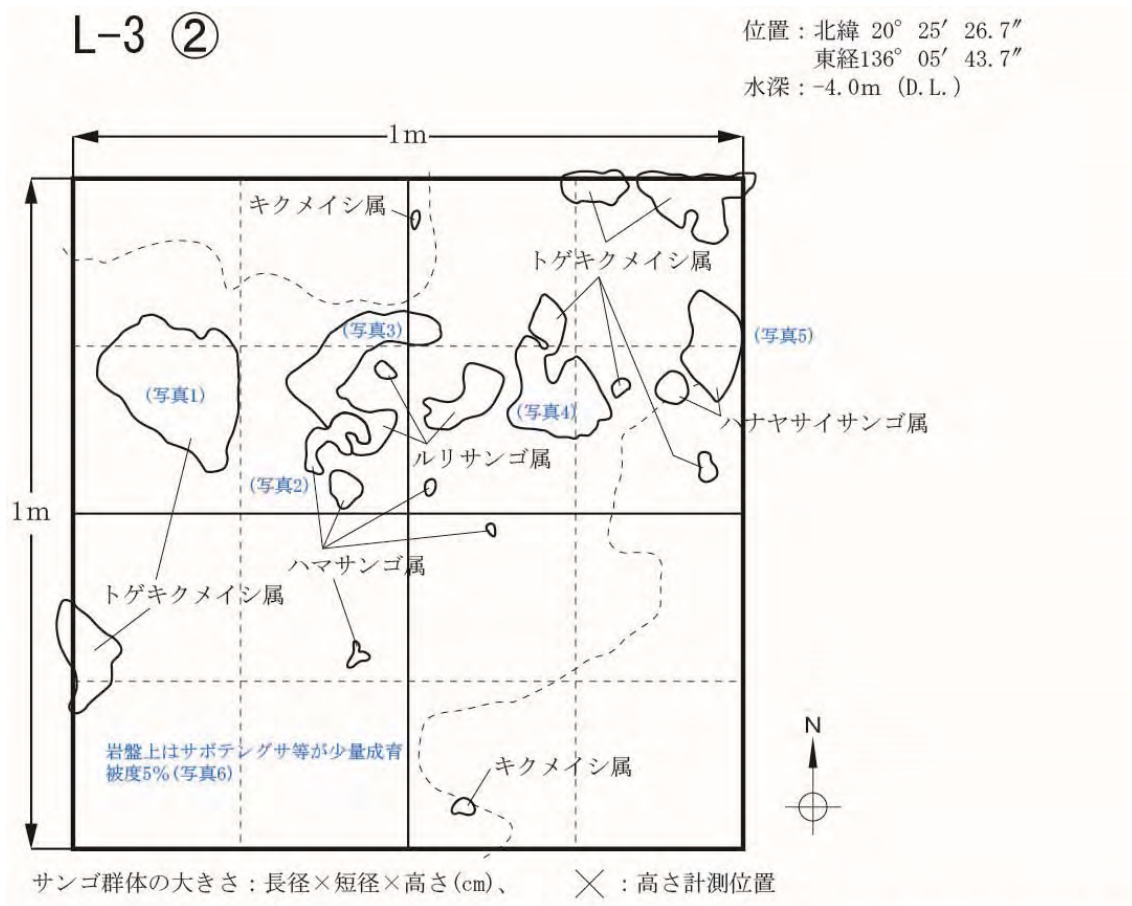


サンゴ群体の大きさ：長径×短径×高さ(cm)、 $\times$ ：高さ計測位置
A 23×17×11 A 19×15×6



回 数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 9日
第2次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 8月 17日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度5月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年度5月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 20日
第8次現地調査 (平成21年度5月)	—
第9次現地調査 (平成21年度5月)	2010年 5月 15日
第10次現地調査 (平成21年度6月)	2010年 6月 30日
第11次現地調査 (平成22年度5月)	2011年 5月 23日
第12次現地調査 (平成22年度5月)	2012年 6月 2日
第13次現地調査 (平成22年度6月)	2013年 5月 30日
第14次現地調査 (平成22年度6月)	2014年 6月 4日
第15次現地調査 (平成22年度6月)	2015年 6月 9日
第16次現地調査 (平成23年度5月)	—
第17次現地調査 (平成23年度5月)	2017年 6月 19日
第18次現地調査 (平成23年度5月)	—
第19次現地調査 (令和元年5月5日)	—
第20次現地調査 (令和2年度5月)	—
第21次現地調査 (令和2年度5月)	2021年 5月 19日
第22次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月 10日
第23次現地調査 (令和4年度5月)	—
第24次現地調査 (令和4年度5月)	2024年 6月 1日

図-IV.4.2.10(1) 定点調査結果 (L3-1)

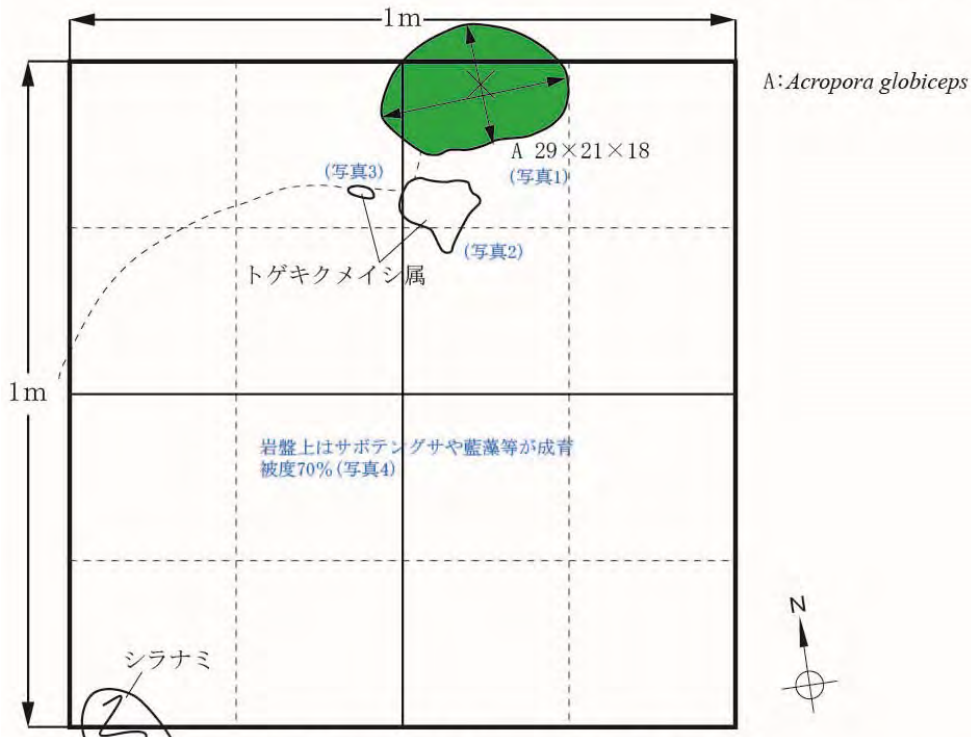


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 9日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 17日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 20日
第8次現地調査 (平成21年度8月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	2010年 5月 15日
第10次現地調査 (平成22年度6月)	2010年 6月 30日
第11次現地調査 (平成23年度5月)	2011年 5月 23日
第12次現地調査 (平成24年度6月)	2012年 6月 2日
第13次現地調査 (平成25年度5月)	2013年 5月 30日
第14次現地調査 (平成26年度6月)	2014年 6月 4日
第15次現地調査 (平成27年度6月)	2015年 6月 9日
第16次現地調査 (平成28年度5月)	2016年 5月 28日
第17次現地調査 (平成29年度6月)	2017年 6月 19日
第18次現地調査 (平成30年度6月)	—
第19次現地調査 (令和元年度5月)	2019年 5月 11日
第20次現地調査 (令和2年度5月)	2020年 5月 29日
第21次現地調査 (令和3年度5月)	2021年 5月 19日
第22次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月 10日
第23次現地調査 (令和5年度5月)	—
第24次現地調査 (令和6年度5月)	2024年 6月 1日

図-IV.4.2.10(2) 定点調査結果 (L3-2)

L-3 ③

位置：北緯 20° 25' 26.3"
東経136° 05' 43.5"
水深：-3.3m (D.L.)

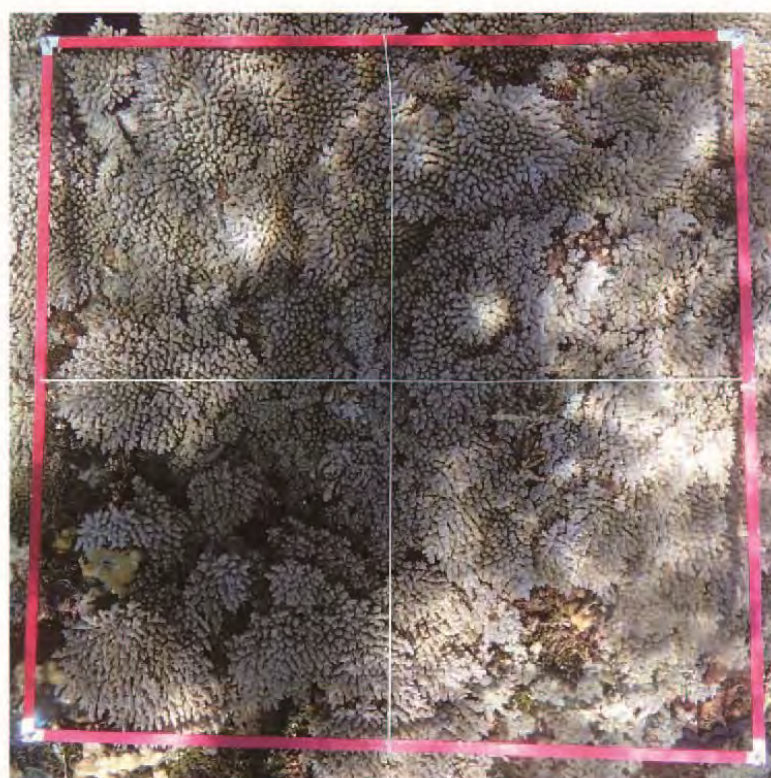
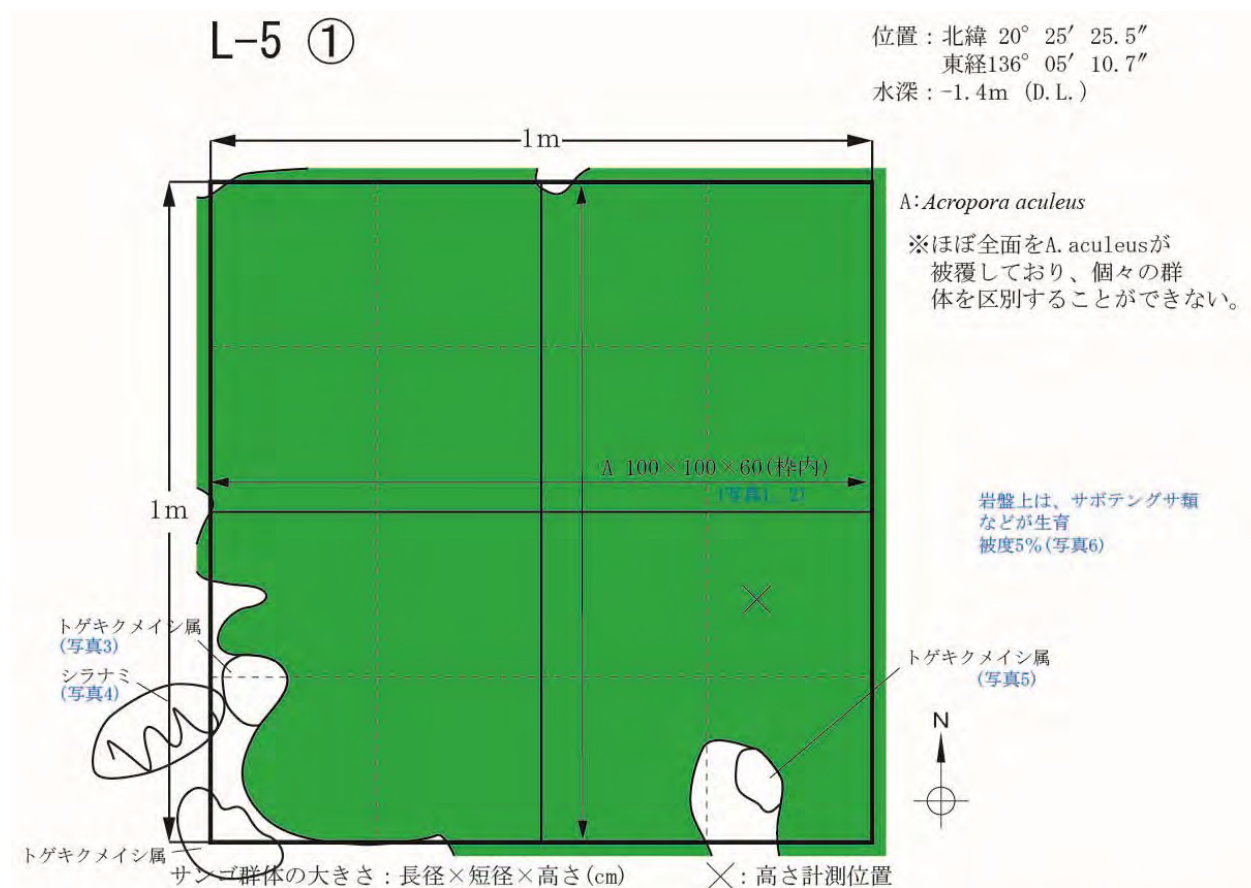


サンゴ群体の大きさ：長径×短径×高さ(cm)、 ×：高さ計測位置



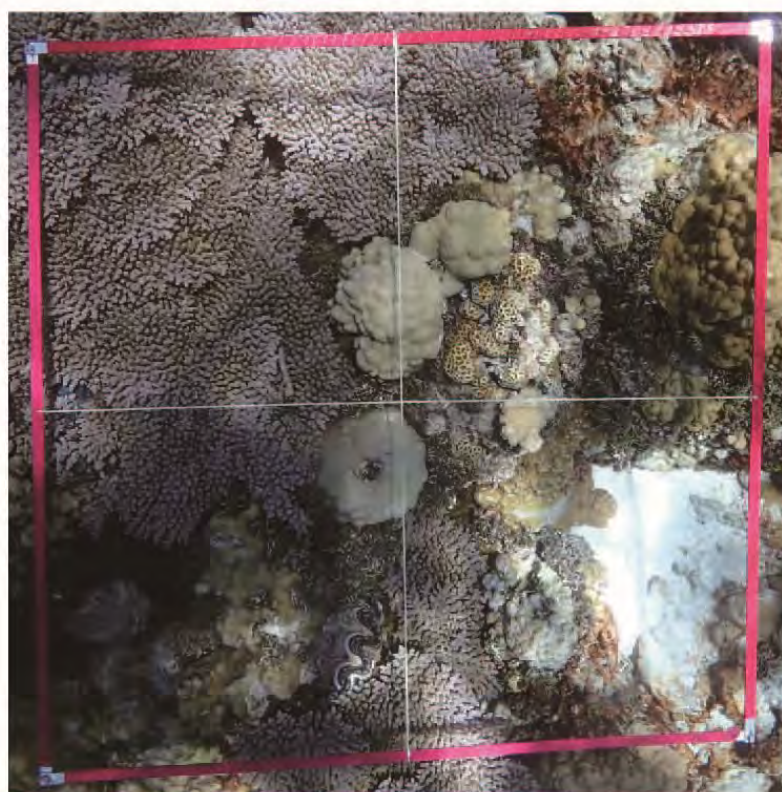
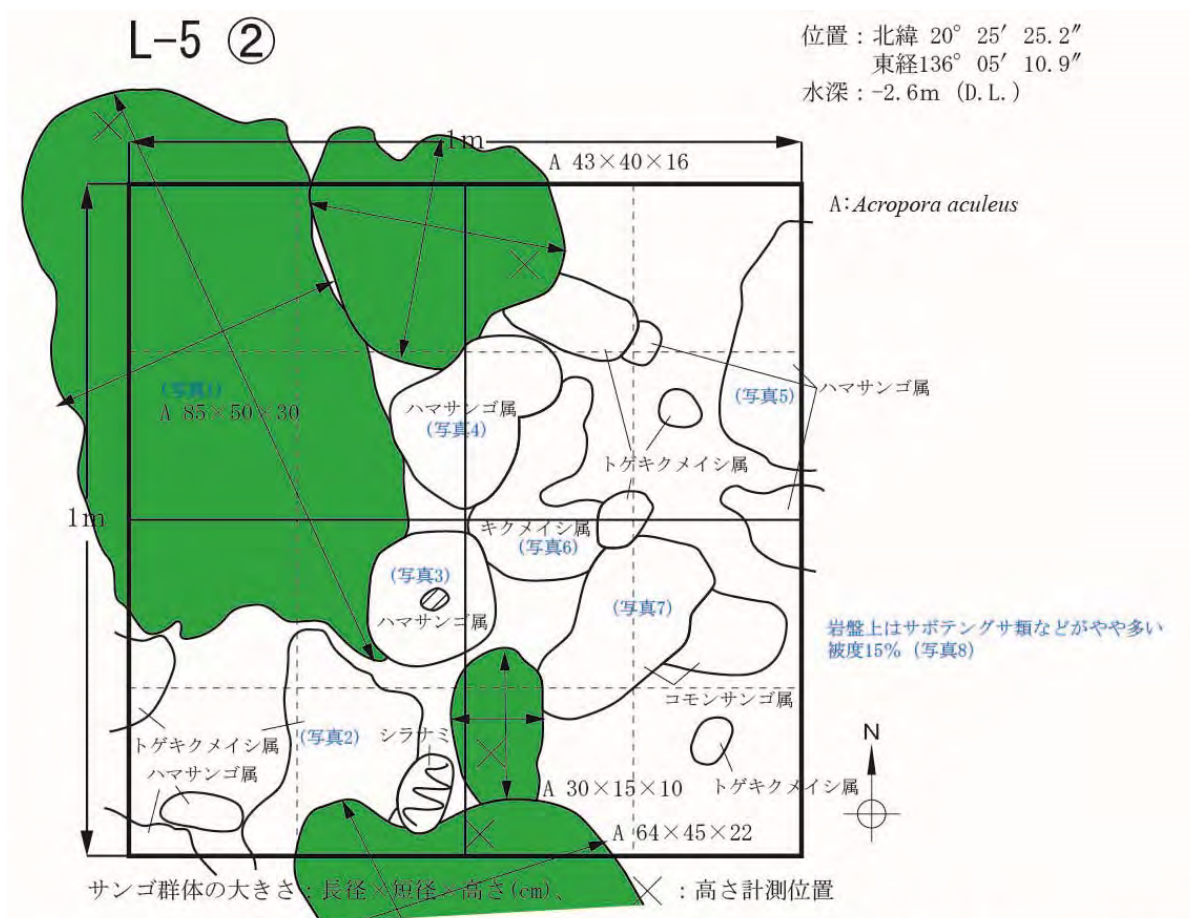
回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	—
第2次現地調査 (平成19年度5月)	—
第3次現地調査 (平成19年度5月)	—
第4次現地調査 (平成19年度5月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	—
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	—
第8次現地調査 (平成21年度5月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	—
第10次現地調査 (平成22年度5月)	—
第11次現地調査 (平成23年度5月)	—
第12次現地調査 (平成24年度5月)	—
第13次現地調査 (平成25年度5月)	—
第14次現地調査 (平成26年度5月)	—
第15次現地調査 (平成27年度5月)	—
第16次現地調査 (平成28年度5月)	—
第17次現地調査 (平成29年度5月)	—
第18次現地調査 (平成30年度5月)	—
第19次現地調査 (令和元年度5月)	2019年 5月 11日
第20次現地調査 (令和2年度5月)	2020年 5月 29日
第21次現地調査 (令和3年度5月)	2021年 5月 19日
第22次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月 10日
第23次現地調査 (令和5年度5月)	—
第24次現地調査 (令和6年度5月)	2024年 6月 1日

図-IV.4.2.10(3) 定点調査結果 (L3-3)



回数	観察年月日
第一2次現地調査 (平成17年度11月)	—
第12次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 15日
第22次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 17日
第32次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第42次現地調査 (平成19年度8月)	—
第52次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 3日
第62次現地調査 (平成21年度2月)	—
第72次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 19日
第82次現地調査 (平成22年度2月)	—
第92次現地調査 (平成22年度5月)	—
第102次現地調査 (平成22年度6月)	2010年 6月 29日
第112次現地調査 (平成23年度6月)	2011年 5月 23日
第122次現地調査 (平成24年度6月)	2012年 6月 7日
第132次現地調査 (平成25年度6月)	2013年 5月 31日
第142次現地調査 (平成26年度6月)	2014年 6月 5日
第152次現地調査 (平成27年度6月)	2015年 6月 11日
第162次現地調査 (平成28年度5月)	2016年 5月 28日
第172次現地調査 (平成29年度6月)	2017年 6月 20日
第182次現地調査 (平成30年度6月)	—
第192次現地調査 (令和元年度5月)	2019年 5月 12日
第202次現地調査 (令和2年度5月)	2020年 5月 30日
第212次現地調査 (令和3年度5月)	2021年 5月 19日
第222次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月 10日
第232次現地調査 (令和5年度5月)	—
第242次現地調査 (令和6年度5月)	2024年 5月 24日

図-IV.4.2.10(4) 定点調査結果 (L5-1)

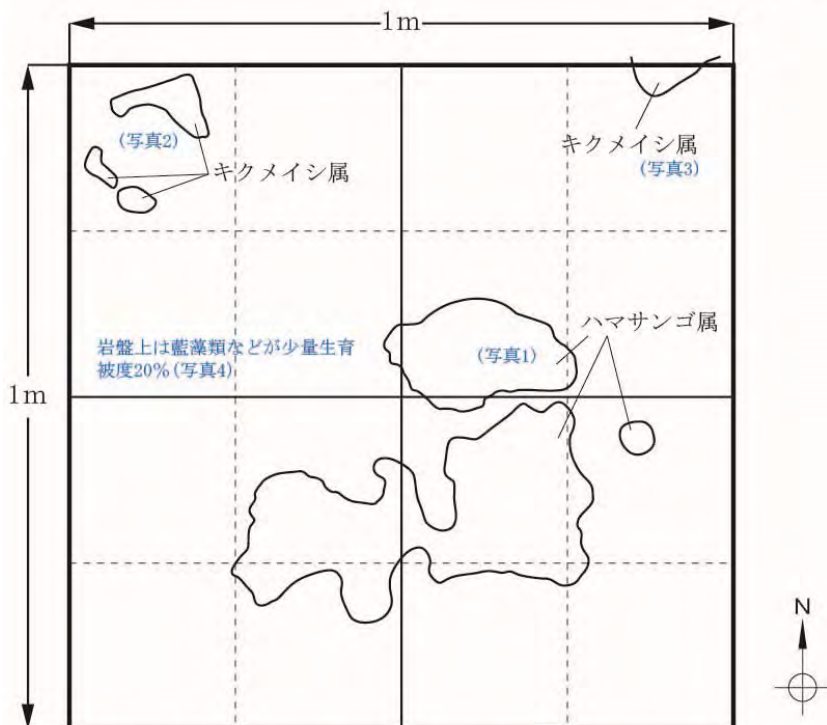


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 15日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 17日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 19日
第8次現地調査 (平成21年度8月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	—
第10次現地調査 (平成22年度8月)	2010年 6月 29日
第11次現地調査 (平成23年度5月)	2011年 5月 23日
第12次現地調査 (平成24年度5月)	2012年 6月 7日
第13次現地調査 (平成25年度5月)	2013年 5月 31日
第14次現地調査 (平成26年度5月)	2014年 6月 5日
第15次現地調査 (平成27年度5月)	2015年 6月 11日
第16次現地調査 (平成28年度5月)	—
第17次現地調査 (平成29年度5月)	2017年 6月 20日
第18次現地調査 (平成30年度5月)	—
第19次現地調査 (令和元年度5月)	—
第20次現地調査 (令和2年度5月)	—
第21次現地調査 (令和3年度5月)	2021年 5月 19日
第22次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月 10日
第23次現地調査 (令和5年度5月)	—
第24次現地調査 (令和6年度5月)	2024年 5月 24日

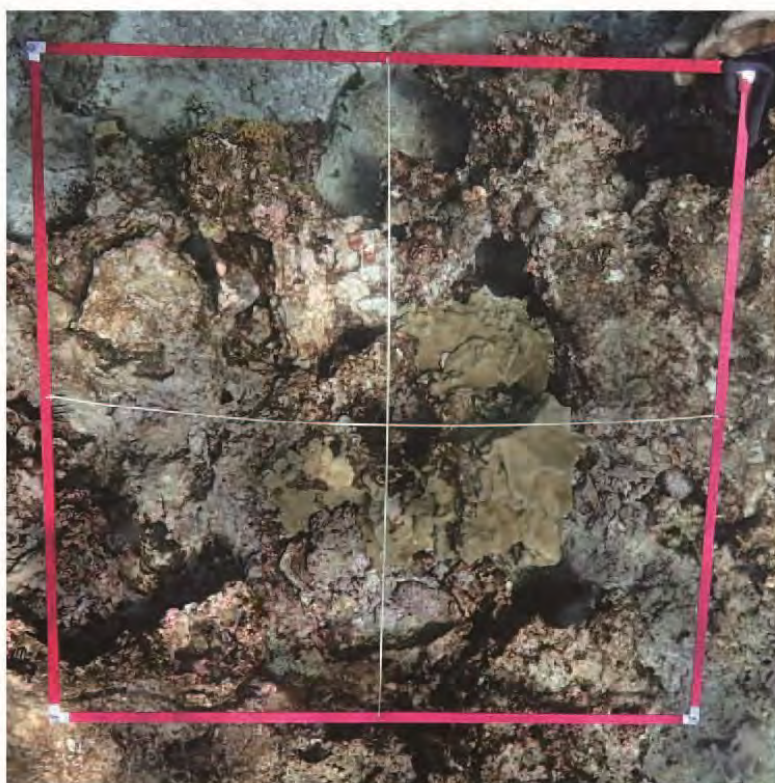
図-IV.4.2.10(5) 定点調査結果 (L5-2)

L-8 ①

位置：北緯 20° 25′ 25.5″
東経136° 04′ 18.5″
水深：-1.1m (D.L.)



サンゴ群体の大きさ：長径×短径×高さ(cm)、 ×：高さ計測位置

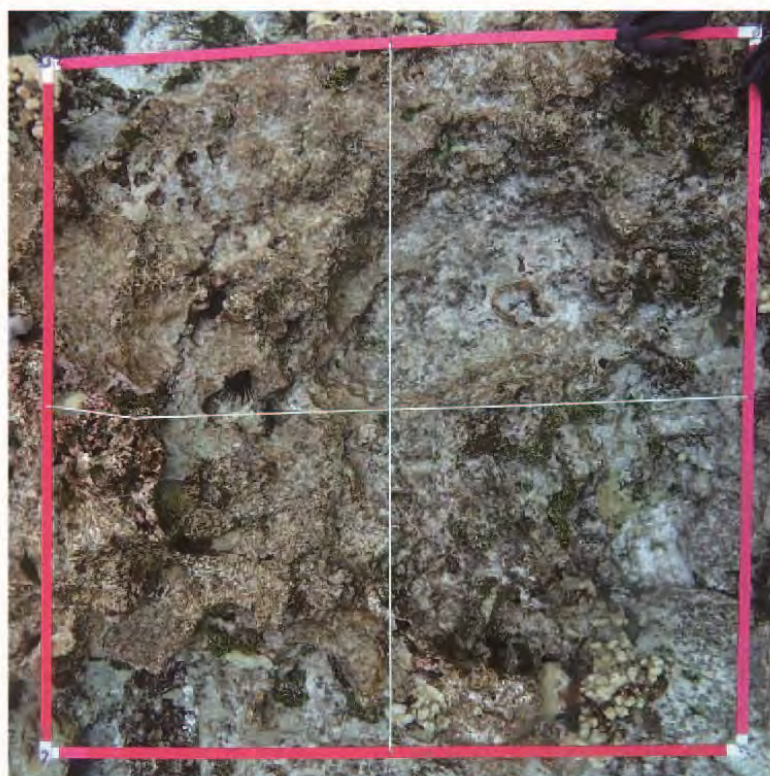
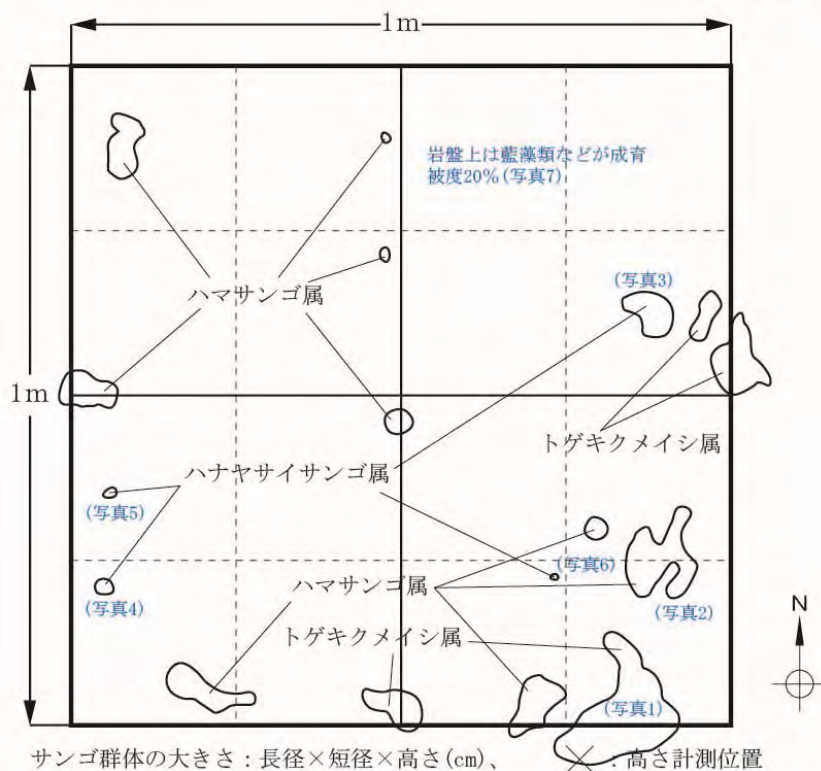


回 数	観 察 年 月 日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 15日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 18日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 4日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 19日
第8次現地調査 (平成21年度8月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	—
第10次現地調査 (平成22年度8月)	2010年 6月 29日
第11次現地調査 (平成23年度5月)	2011年 5月 25日
第12次現地調査 (平成24年度8月)	2012年 6月 8日
第13次現地調査 (平成25年度5月)	2013年 5月 31日
第14次現地調査 (平成25年度8月)	2014年 6月 7日
第15次現地調査 (平成27年度8月)	2015年 6月 11日
第16次現地調査 (平成28年度5月)	—
第17次現地調査 (平成29年度8月)	—
第18次現地調査 (平成30年度8月)	—
第19次現地調査 (令和元年度5月)	—
第20次現地調査 (令和2年度5月)	—
第21次現地調査 (令和3年度5月)	2021年 5月 20日
第22次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月 10日
第23次現地調査 (令和5年度5月)	—
第24次現地調査 (令和6年度5月)	2024年 5月 24日

図-IV.4.2.10(6) 定点調査結果 (L8-1)

L-8 ②

位置：北緯 20° 25' 25.3"
東経136° 04' 18.7"
水深：-1.5m (D.L.)

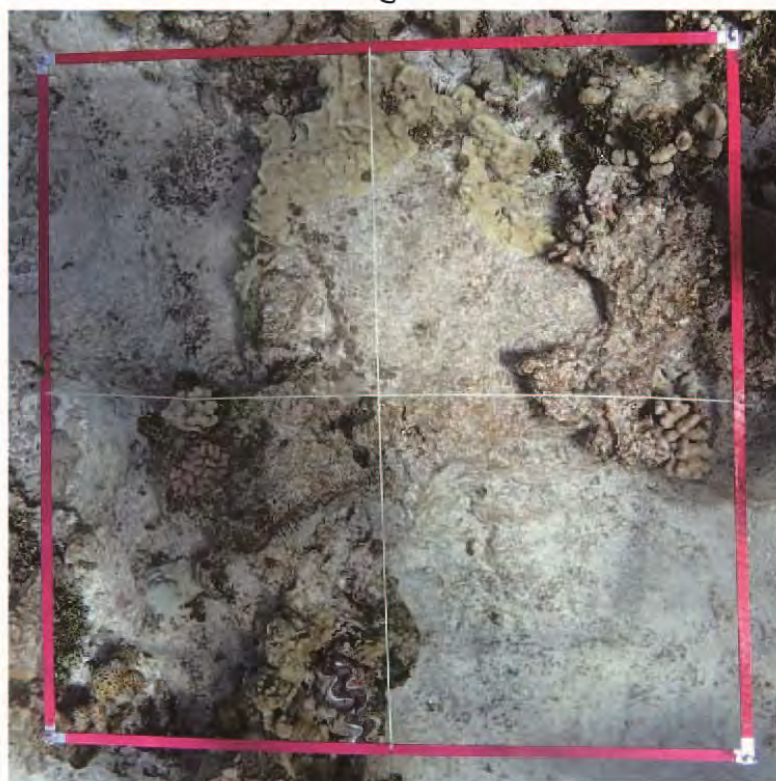
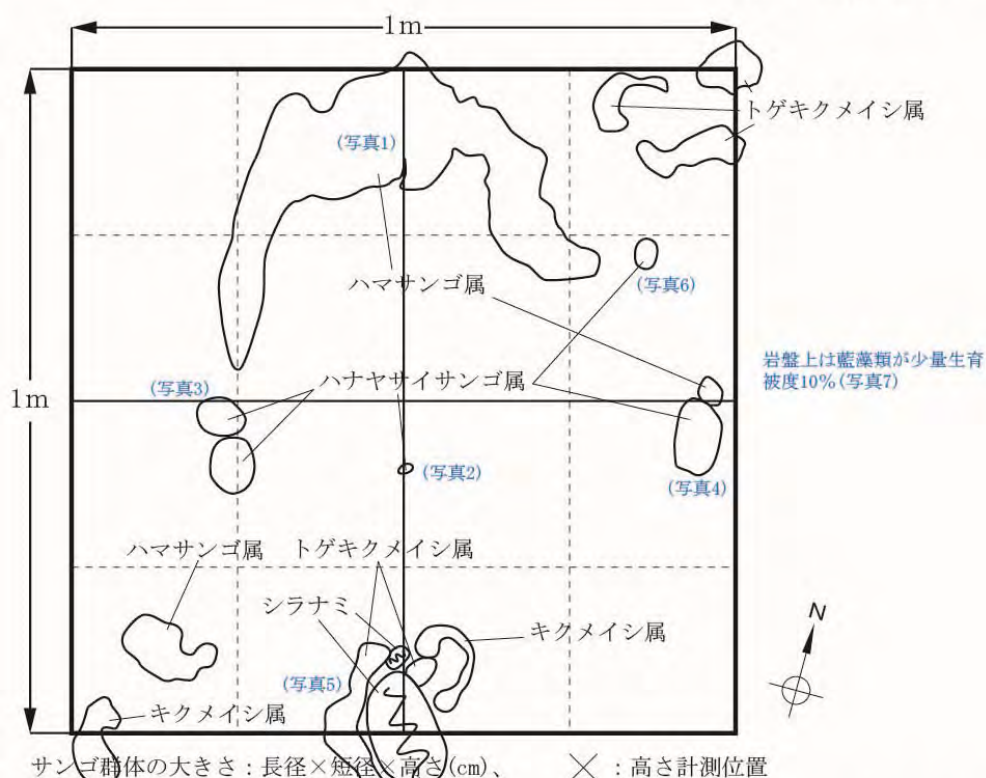


回 数	観 察 年 月 日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 15日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 18日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 4日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 19日
第8次現地調査 (平成21年度3月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	—
第10次現地調査 (平成22年度6月)	2010年 6月 29日
第11次現地調査 (平成23年度5月)	2011年 5月 25日
第12次現地調査 (平成24年度5月)	2012年 6月 8日
第13次現地調査 (平成25年度5月)	2013年 5月 31日
第14次現地調査 (平成26年度6月)	2014年 6月 7日
第15次現地調査 (平成27年度6月)	2015年 6月 11日
第16次現地調査 (平成28年度5月)	2016年 5月 28日
第17次現地調査 (平成29年度6月)	2017年 6月 20日
第18次現地調査 (平成30年度5月)	—
第19次現地調査 (令和元年5月)	2019年 5月 12日
第20次現地調査 (令和2年度5月)	2020年 5月 29日
第21次現地調査 (令和3年度5月)	2021年 5月 20日
第22次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月 10日
第23次現地調査 (令和5年度5月)	—
第24次現地調査 (令和6年度5月)	2024年 5月 24日

図-IV.4.2.10(7) 定点調査結果 (L8-2)

L-8 ③

位置：北緯 20° 25' 25.1"
東経136° 04' 18.8"
水深：-2.2m (D.L.)



回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	—
第2次現地調査 (平成18年度6月)	—
第3次現地調査 (平成19年度5月)	—
第4次現地調査 (平成19年度6月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	—
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	—
第8次現地調査 (平成21年度5月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	—
第10次現地調査 (平成22年度6月)	—
第11次現地調査 (平成23年度5月)	—
第12次現地調査 (平成24年度5月)	—
第13次現地調査 (平成25年度5月)	—
第14次現地調査 (平成26年度5月)	—
第15次現地調査 (平成27年度5月)	—
第16次現地調査 (平成28年度5月)	—
第17次現地調査 (平成29年度5月)	—
第18次現地調査 (平成30年度5月)	—
第19次現地調査 (令和元年度5月)	2019年 5月12日
第20次現地調査 (令和2年度5月)	2020年 5月29日
第21次現地調査 (令和3年度5月)	2021年 5月20日
第22次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月10日
第23次現地調査 (令和5年度5月)	—
第24次現地調査 (令和6年度5月)	2024年 5月24日

図-IV.4.2.10(8) 定点調査結果 (L8-3)

2.2.2 水温連続観測

水温計再設置の状況を図-IV.4.2.11 に、礁内水温の日平均値・日最大値・日最小値の経時変化を図-IV.4.2.12 に、各地点における日平均水温の経時変化を図-IV.4.2.13 に示す。なお、各地点の観測値は付属データにまとめた。

データ回収した 30 地点の平均水温を評価すると、2022 年 6 月～2024 年 5 月の観測では、日平均水温は 23.1℃～32.0℃の範囲で推移していた。日平均水温が 30℃を超えたのは、2022 年 6 月上旬～9 月上旬、2023 年 7 月上旬～9 月上旬であった。

なお、礁内の地点間の比較では、大きな違いはみられなかった。

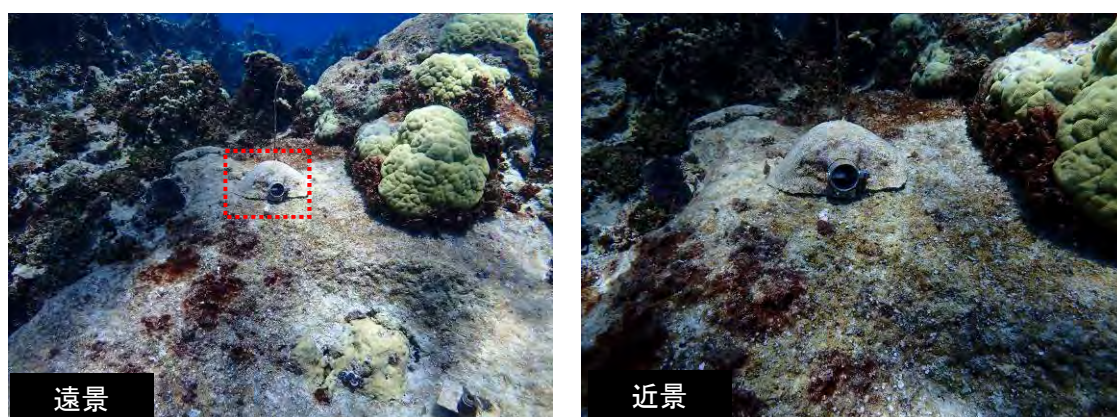


図-IV.4.2.11 水温計再設置の状況（2 区-6）

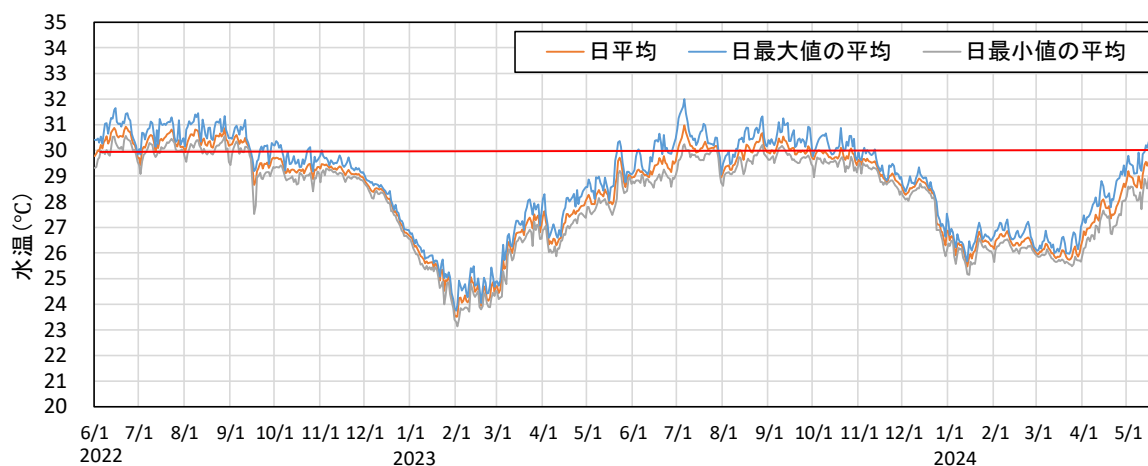


図-IV.4.2.12 礁内水温連続測定結果（全地点の平均値）

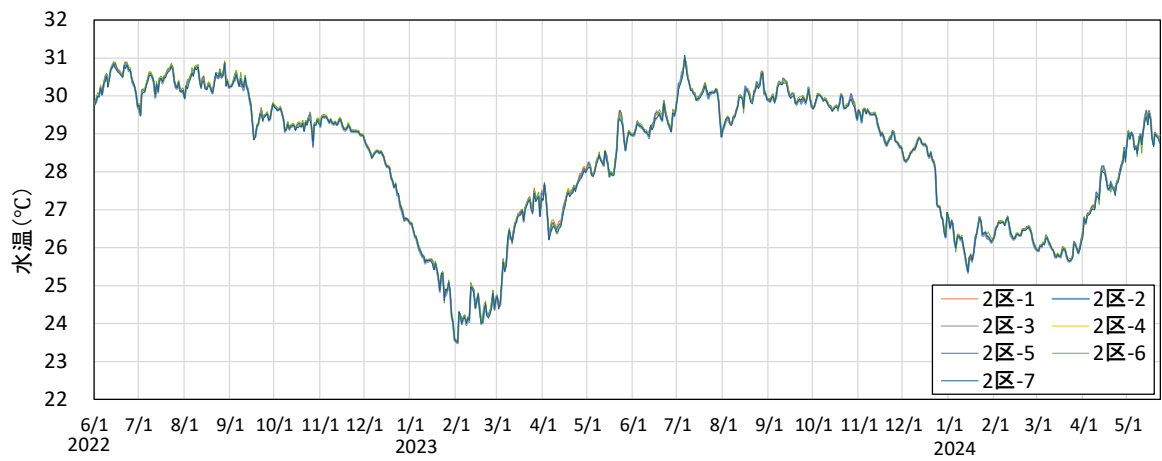
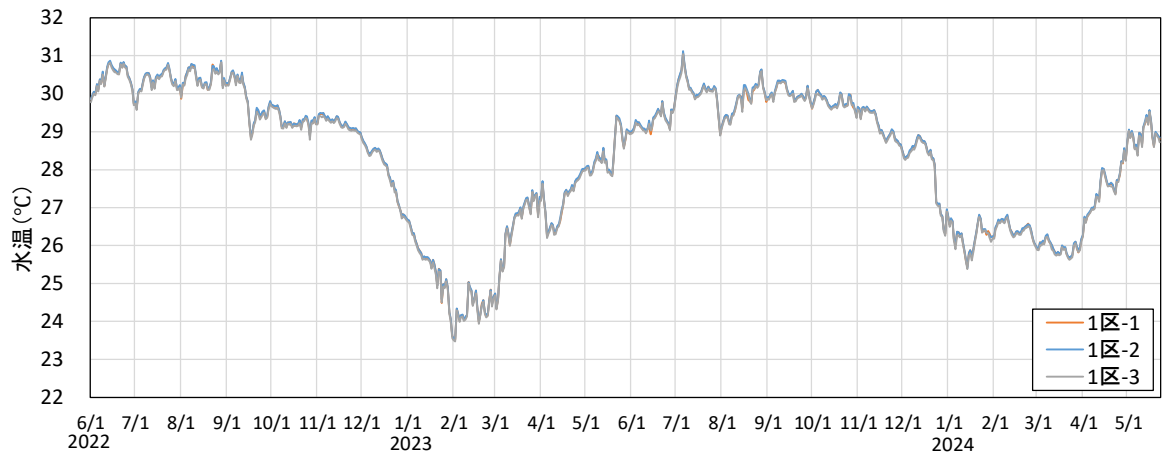


図-Ⅳ. 4. 2. 13(1) 礁内水温連続測定結果（日平均：1区～3区）

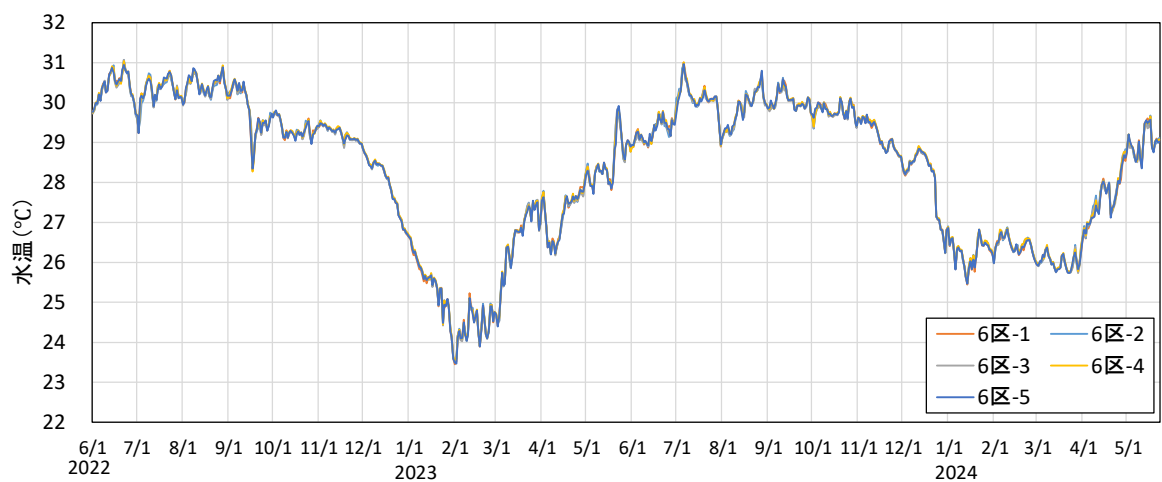
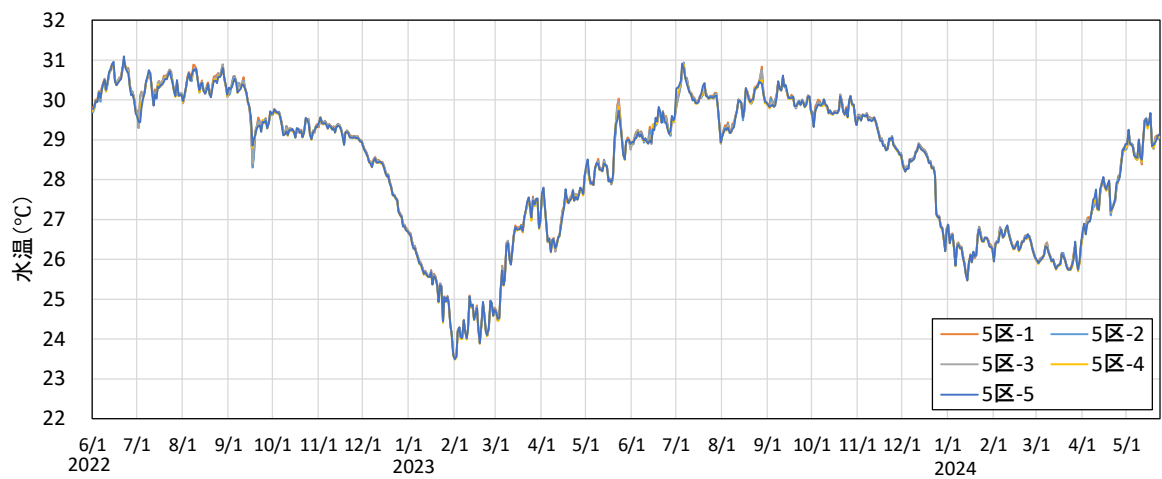
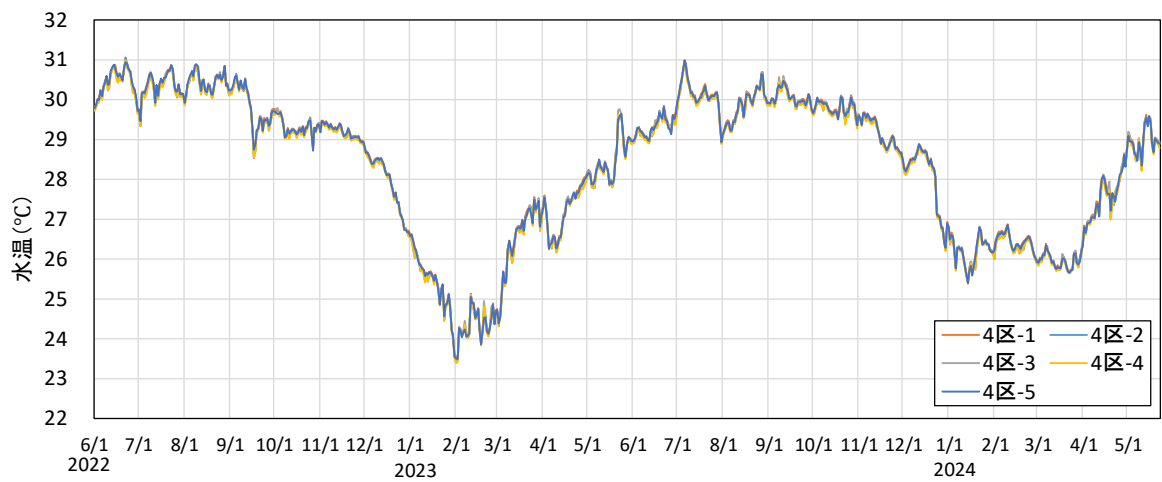


図-Ⅳ.4.2.13(2) 礁内水温連続測定結果 (日平均 : 4区~6区)

2.3 中間育成施設の状態調査と補修

2.3.1 中間育成施設の安定性の確認

(1) 中間育成施設の移動状況の確認（簡易計測）

中間育成施設の安定性を確認することを目的として、天然の岩を基準点として設定し、各試験基盤までの直線距離を計測した（図-IV.4.2.14 参照）。

2022 年 5 月と 2024 年 5 月のコンクリート型の全景写真を図-IV.4.2.15 に、じゃかご型の全景写真を図-IV.4.2.16 に、計測結果を表-IV.4.2.4、表-IV.4.2.5 に示す。

2022 年 5 月と比較すると、大きな移動や形状の変化は確認されず、ほぼ安定していることを確認した。

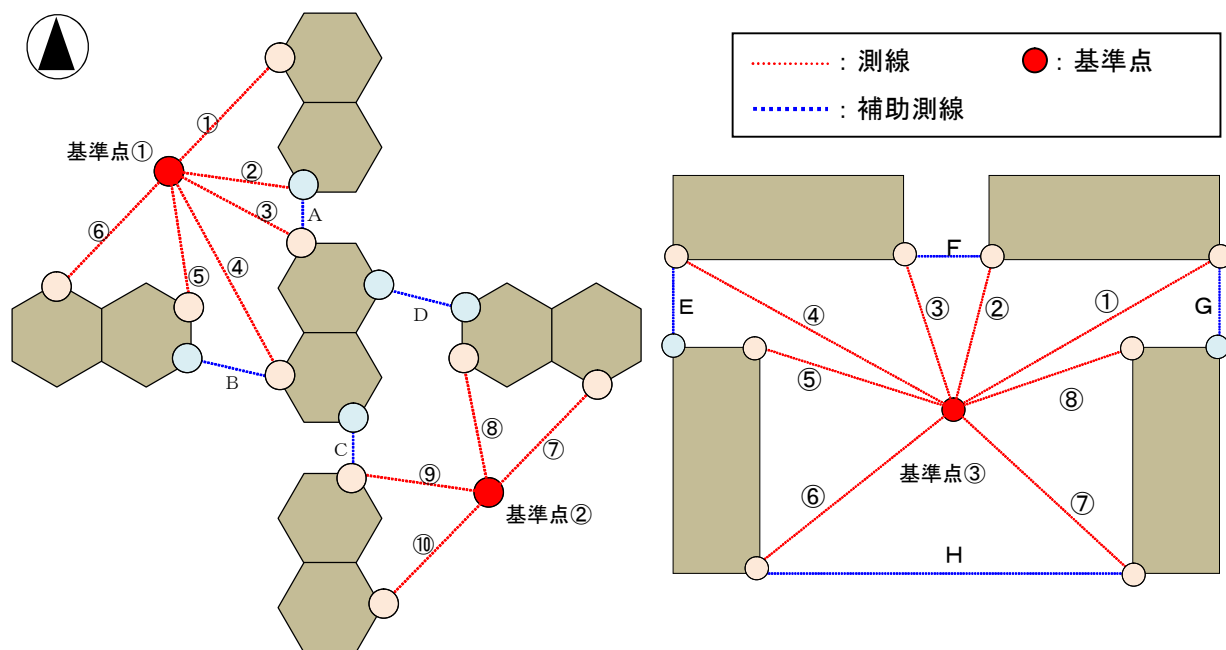


図-IV.4.2.14 安定性確認の計測位置図

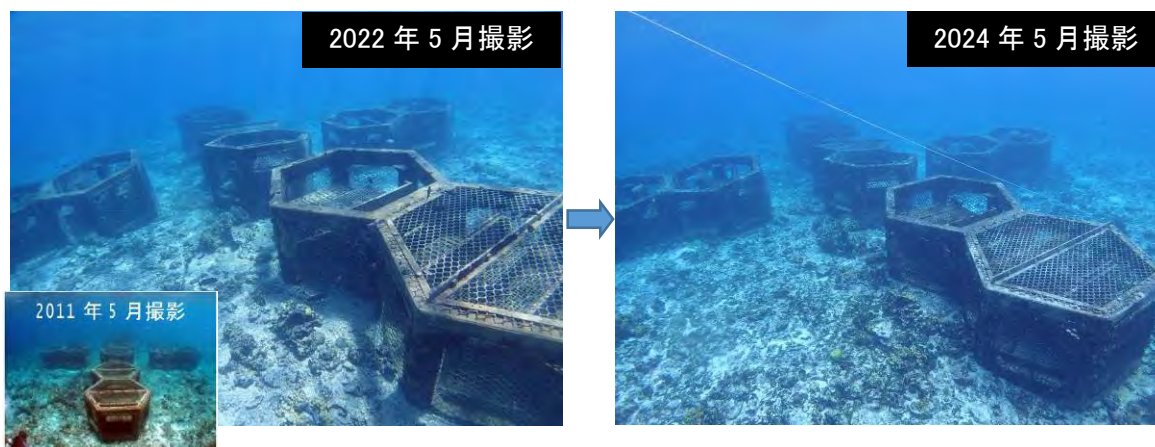


図-IV. 4. 2. 15 コンクリート型の状況

表-IV. 4. 2. 4 安定性確認の計測結果と過去の計測との比較（コンクリート型）

位置	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
①	5.6m	5.5m	5.5m	5.5m	5.3m	5.5m	5.4m		5.5m	5.5m	5.5m	5.4m		5.4m
②	7.0m	7.0m	7.0m	7.0m	6.9m	7.0m	6.9m		7.0m	7.0m	6.9m	6.9m		6.9m
③	7.7m	7.7m	7.7m	7.7m	7.5m	7.7m	7.6m		7.7m	7.7m	7.6m	7.6m		7.6m
④	9.6m	9.6m	9.6m	9.6m	9.5m	9.6m	9.6m		9.6m	9.6m	9.5m	9.5m		9.5m
⑤	7.6m	7.5m	7.5m	7.5m	7.3m	7.5m	7.5m		7.5m	7.5m	7.5m	7.4m		7.4m
⑥	5.9m	5.7m	5.8m	5.7m	5.5m	5.7m	5.7m		5.7m	5.7m	5.7m	5.6m		5.6m
⑦	6.1m	5.9m	5.8m	5.8m	5.8m	5.8m	5.8m		5.8m	5.9m	5.9m	5.9m		5.9m
⑧	7.8m	7.7m	7.7m	7.7m	7.7m	7.7m	7.7m		7.7m	7.7m	7.7m	7.7m		7.7m
⑨	7.3m	7.2m	7.2m	7.2m	7.0m	7.2m	7.2m		7.2m	7.2m	7.2m	7.2m		7.2m
⑩	5.5m	5.5m	5.5m	5.5m	5.2m	5.5m	5.5m		5.5m	5.5m	5.5m	5.5m		5.5m
A	1.4m	1.4m	1.3m	1.3m	1.4m	1.3m	1.3m		1.3m	1.3m	1.3m	1.3m		1.3m
B	1.5m	1.4m	1.5m	1.6m	1.5m	1.6m	1.6m		1.5m	1.7m	1.7m	1.7m		1.7m
C	1.5m	1.4m	1.5m	1.5m	1.5m	1.5m	1.5m		1.5m	1.5m	1.5m	1.5m		1.5m
D	1.4m	1.4m	1.3m	1.3m	1.4m	1.3m	1.3m		1.4m	1.3m	1.3m	1.3m		1.3m

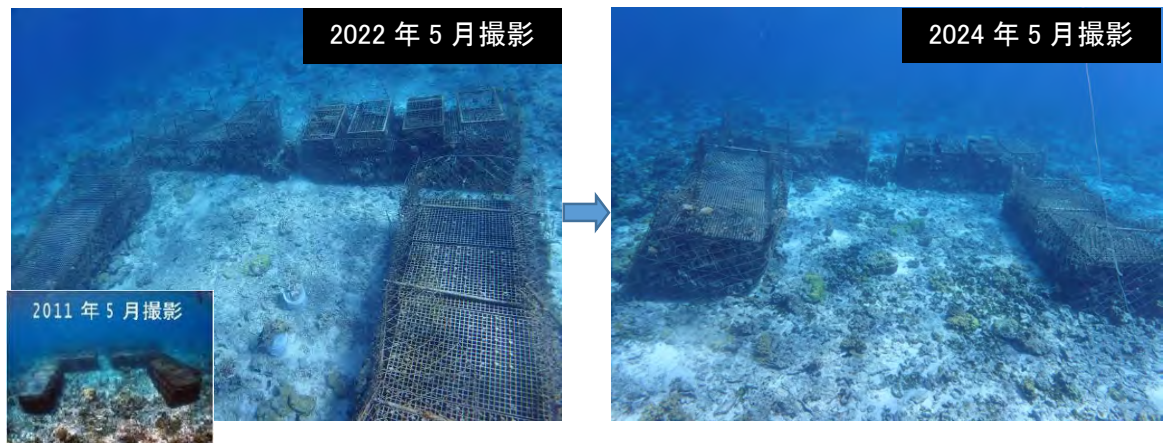


図-IV.4.2.16 ジャカゴ型の状況

表-IV.4.2.5 安定性確認の計測結果と過去の計測との比較（ジャカゴ型）

位置	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
①	7.2m	7.4m	7.4m	7.3m	7.3m	7.3m	7.3m		7.3m	7.2m	7.2m	7.2m		7.2m
②	5.8m	5.7m	5.5m	5.5m	5.6m	5.5m	5.5m		5.5m	5.5m	5.5m	5.5m		5.5m
③	5.6m	5.9m	5.9m	5.9m	5.7m	5.9m	5.9m		5.9m	5.9m	6.0m	6.0m		6.0m
④	7.3m	7.5m	7.4m	7.4m	7.3m	7.4m	7.4m		7.5m	7.5m	7.7m	7.6m		7.6m
⑤	5.3m	5.4m	5.5m	5.4m	5.4m	5.5m	5.4m		5.5m	5.5m	5.7m	5.6m		5.6m
⑥	3.0m	2.5m	2.4m	2.3m	2.3m	2.3m	2.3m		2.3m	2.3m	2.5m	2.3m		2.3m
⑦	3.1m	2.8m	3.2m	3.2m	2.8m	3.1m	3.1m		3.1m	3.1m	2.8m	3.2m		3.2m
⑧	5.5m	5.2m	5.3m	5.3m	5.2m	5.3m	5.3m		5.3m	5.4m	5.2m	5.4m		5.4m
E	1.2m	1.3m	1.5m	1.5m	1.2m	1.6m	1.5m		1.5m	1.6m	1.6m	1.6m		1.6m
F	1.2m	1.1m	1.2m	1.1m	1.1m	1.2m	1.2m		1.2m	1.2m	1.2m	1.2m		1.2m
G	1.3m	1.3m	1.3m	1.4m	1.5m	1.4m	1.3m		1.3m	1.3m	1.5m	1.4m		1.4m
H	5.2m	5.1m	4.8m	4.7m	5.0m	4.7m	4.7m		4.7m	4.7m	4.7m	4.7m		4.7m

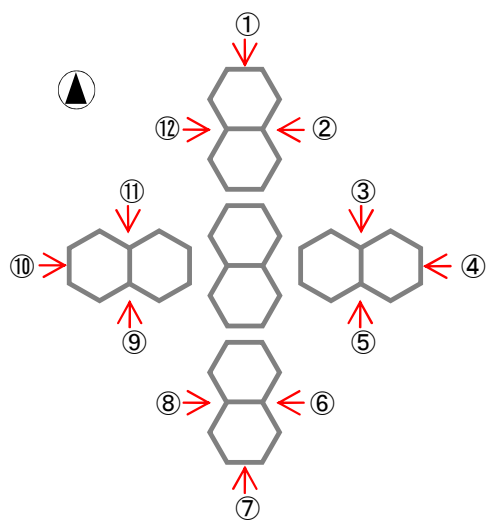
(2) 中間育成施設周辺の堆積・埋没状況の確認

基盤別・方位別に砂礫の堆積範囲および堆積厚を計測し、堆積物の性状を目視観察した。

中間育成施設周囲の海底面状況を図-IV.4.2.17、図-IV.4.2.18 に、中間育成施設周辺の堆積砂厚の推移を図-IV.4.2.19、図-IV.4.2.20 に示す。

設置 13 年後の 2022 年は、中間育成施設底を基準として-13 cm～+40cm の砂礫の堆積や洗掘が確認された。

設置以降の推移をみると、コンクリート型とじゃかご型ともに堆積や洗掘による中間育成施設の大きな埋没や傾きは確認されなかった。また、流れてきたサンゴ片が中間育成施設にトラップされ活着している状況はなかった。



※図内の数値は中間育成施設底から海底までの距離を示す。

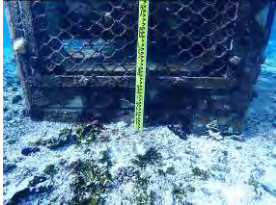
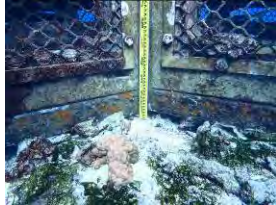
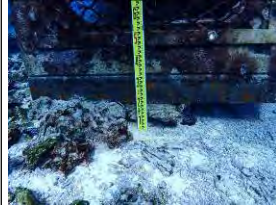
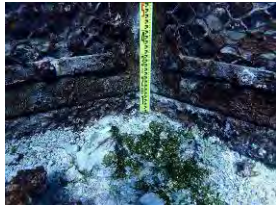
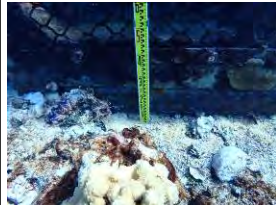
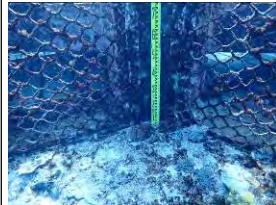
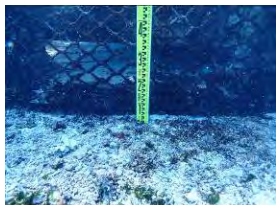
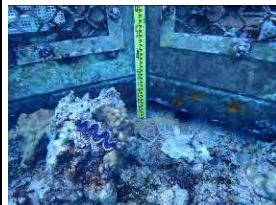
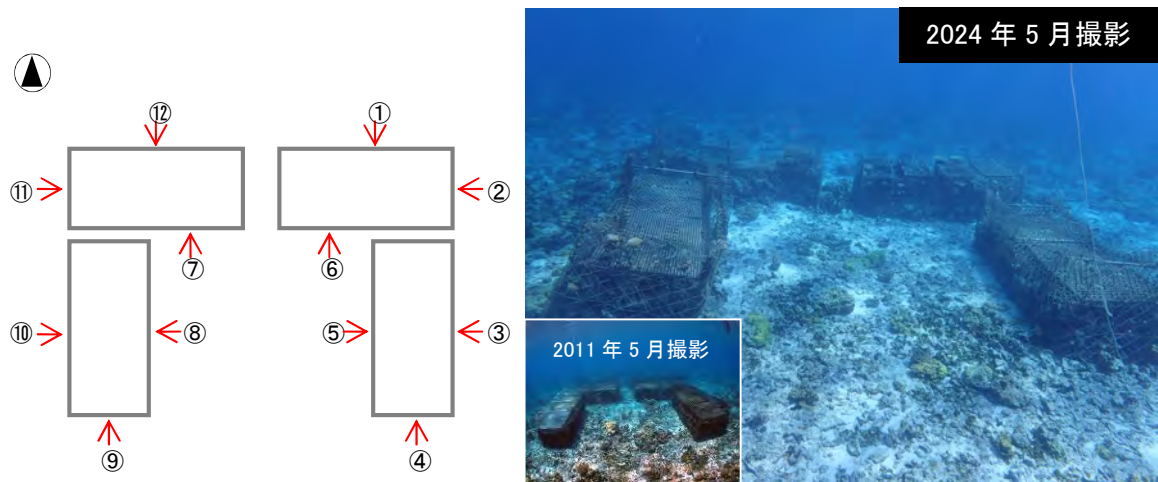
① +3cm 	② -4cm 	③ +22cm 	④ -13cm 
⑤ -7cm 	⑥ +5cm 	⑦ +4cm 	⑧ +27cm 
⑨ +30cm 	⑩ +27cm 	⑪ +40cm 	⑫ -10cm 

図-IV. 4. 2. 17 中間育成施設周囲の海底面状況（コンクリート型）



※図内の数値は中間育成施設底から海底までの距離を示す。

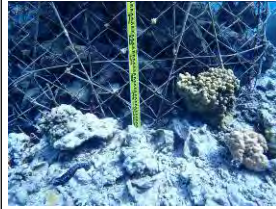
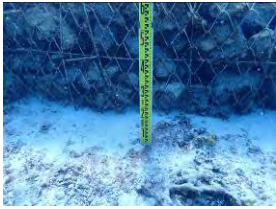
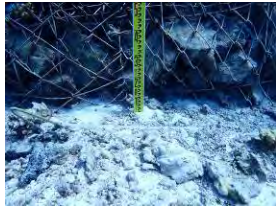
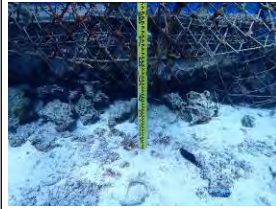
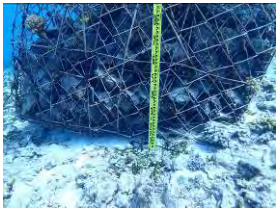
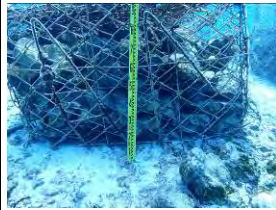
① +40cm 	② +5cm 	③ +5cm 	④ +6cm 
⑤ +15cm 	⑥ +35cm 	⑦ +25cm 	⑧ +30cm 
⑨ ±0cm 	⑩ +16cm 	⑪ -6cm 	⑫ +25cm 

図-Ⅳ.4.2.18 中間育成施設周囲の海底面状況（じゃかご型）

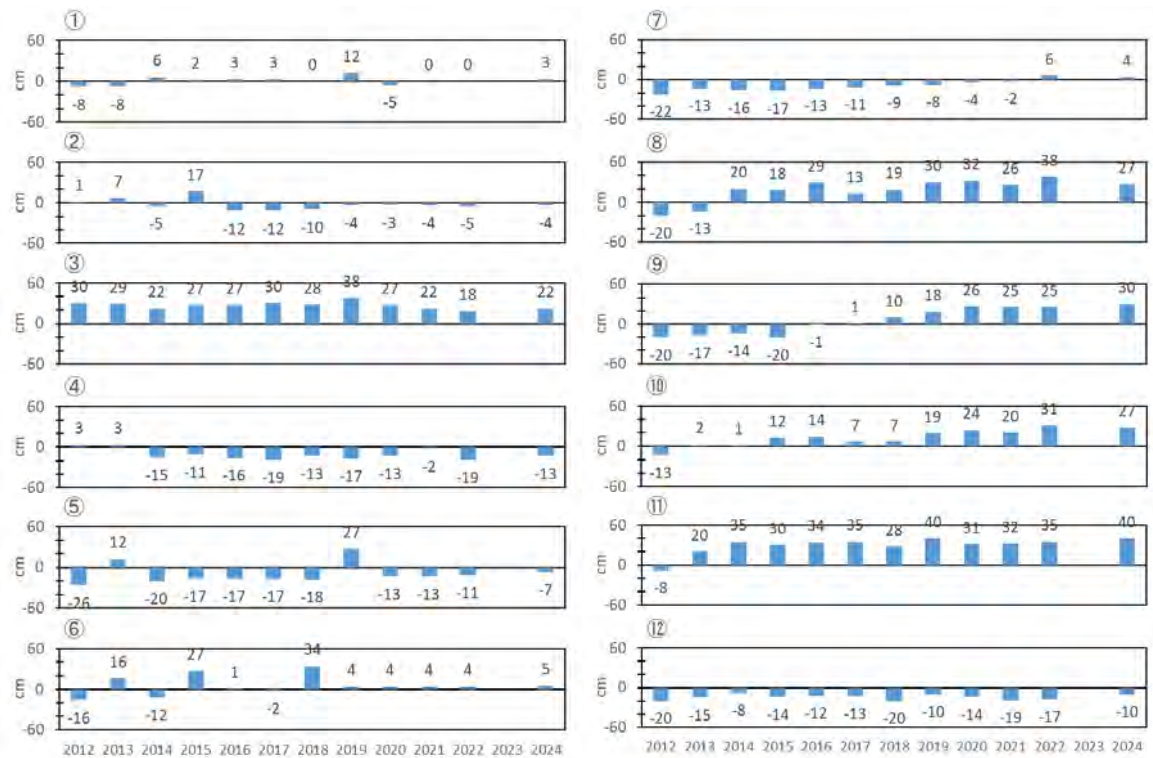


図-IV.4.2.19 中間育成施設周辺の堆積砂厚の推移（コンクリート型）

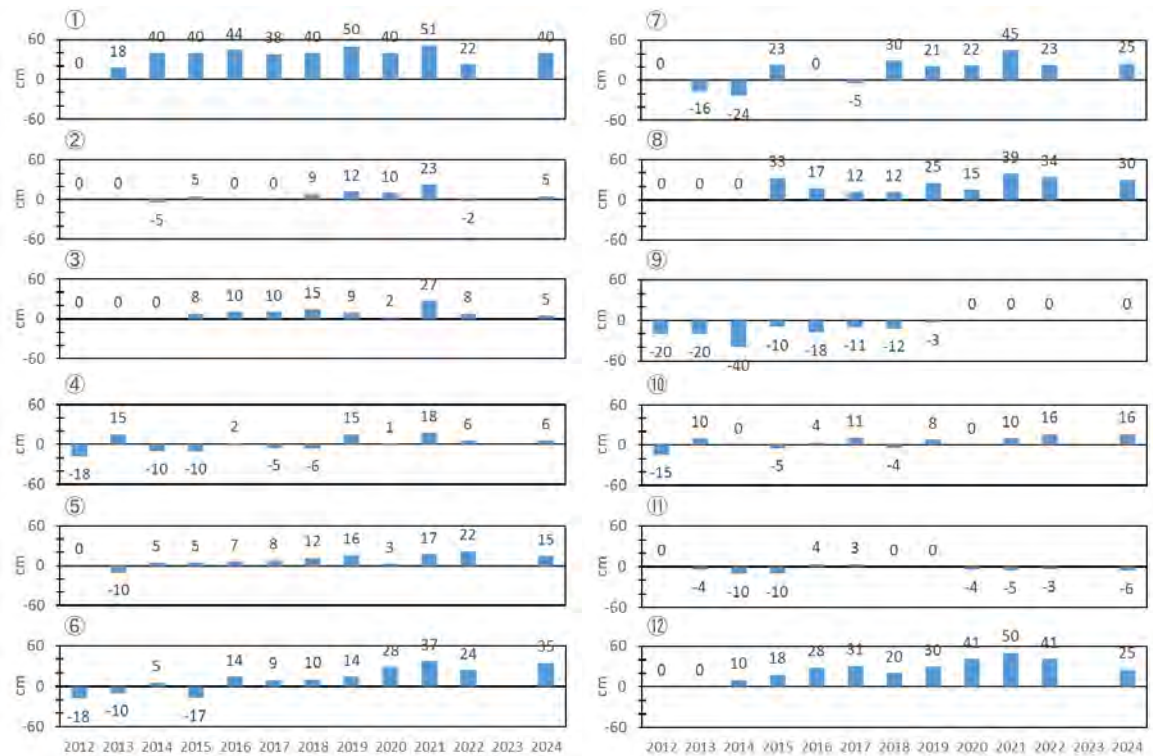


図-IV.4.2.20 中間育成施設周辺の堆積砂厚の推移（じゃかご型）

2.3.2 新規加入状況の把握

試験基盤における新規加入群体についての目視観察結果を図-IV.4.2.21、表-IV.4.2.6に示す。

2022～2024年に試験基盤へ新規加入した群体は、コンクリート型では外側が多く、ハナヤサイサンゴ属が4群体、ハマサンゴが1群体、トゲキクメイシが1群体で、過年度に加入した生残群体を含めると計11群体であった。

じゃかご型では、金網上に新規加入群体が多く、サイズが小さい群体については追跡が難しいため計数のみを行った。過年度に加入した生残群体を含めると計41群体が確認された。

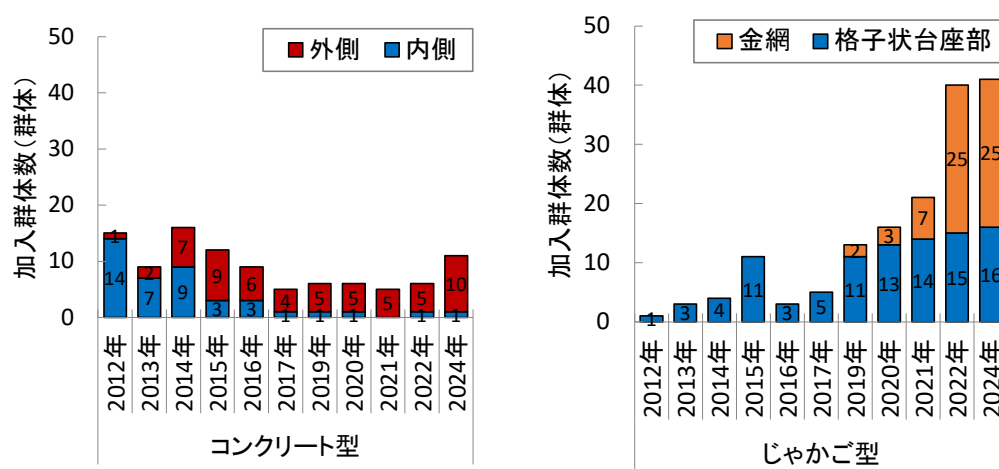


図-IV.4.2.21 新規加入群体数の推移

表-Ⅳ. 4. 2. 6 新規加入サンゴの種類とサイズ

コンクリート型								単位: cm
No.	属又は種	2017年6月	2019年5月	2020年6月	2021年5月	2022年5月	2024年5月	着生位置
20	トゲキクメイシ属	11.0 × 7.0	14.0 × 12.0	21.0 × 12.0	23.0 × 23.6	27.0 × 21.7	30.0 × 11.0	外側
23	トゲキクメイシ属	12.0 × 15.0	21.0 × 16.0	20.0 × 15.5	27.5 × 22.3	32.0 × 34.1	50.0 × 23.0	外側
36	トゲキクメイシ属	-	10.0 × 10.0	11.0 × 9.5	14.0 × 14.0	18.0 × 16.8	28.0 × 9.0	外側
37	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	1.3 × 1.1	4.0 × 3.0	外側
38	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	3.0 × 2.6	7.0 × 6.5	内側
39	ハナヤサイサンゴ属						3.0 × 2.5	外側
40	ハナヤサイサンゴ属						4.0 × 2.0	外側
41	ハマサンゴ属						3.0 × 2.0	外側
42	ハナヤサイサンゴ属						1.0 × 1.0	外側
43	ハナヤサイサンゴ属						3.5 × 3.5	外側
44	トゲキクメイシ属						4.0 × 1.0	外側

じゃかご型								単位: cm
No.	属又は種	2017年6月	2019年5月	2020年6月	2021年5月	2022年5月	2024年5月	着生位置
13	ハマサンゴ属	2.5 × 2.0	5.0 × 2.6	5.5 × 4.2	7.3 × 6.5	9.5 × 9.1	14 × 13	格子状台座部
15	ハマサンゴ属	12.0 × 3.5	4.1 × 2.1	5.1 × 3.2	5.6 × 5.1	8.4 × 6.5	8.5 × 5.5	格子状台座部
18	ハマサンゴ属	-	8.5 × 5.6	12.0 × 8.5	15.7 × 11.5	24 × 14	32 × 14	格子状台座部
19	ハマサンゴ属	-	3.0 × 1.5	3.3 × 1.5	7.0 × 6.1	9.5 × 7.0	21 × 13	格子状台座部
21	ハマサンゴ属	-	4.5 × 2.0	2.5 × 1.4	3.2 × 2.7	7.3 × 4.0	2.9 × 1.5	格子状台座部
22	ハナヤサイサンゴ属	-	7.2 × 6.8	10.5 × 7.7	11.5 × 9.5	13 × 13	14 × 13	金網
23	ハナヤサイサンゴ属	-	5.0 × 4.5	8.0 × 6.8	9.7 × 9.5	11 × 11	15 × 13	金網
28	ハマサンゴ属	-	-	1.8 × 1.2	1.9 × 1.8	2.3 × 2.0	5.7 × 4.3	格子状台座部
31	ハマサンゴ属	-	-	-	4.0 × 1.5	5.5 × 5.0	17 × 15	格子状台座部
33	ハマサンゴ属	-	-	-	4.0 × 1.3	7.5 × 7.5	15 × 11	格子状台座部
34	ハマサンゴ属	-	-	-	1.8 × 1.5	2.8 × 1.5	3.8 × 3.2	格子状台座部
35	ハマサンゴ属	-	-	-	4.0 × 1.5	3.3 × 3.3	5.5 × 4.5	格子状台座部
36	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	2.0 × 1.8	4.0 × 3.3	10 × 9.2	格子状台座部
37	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	5.5 × 4.0	10 × 8.0	14 × 10	食害防止柵上
38	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	5.0 × 4.0	8.8 × 8.1	12 × 11	食害防止柵上
39	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	4.0 × 2.5	5.2 × 5.0	10 × 10	じゃかご(針金)
40	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	3.5 × 3.0	5.1 × 4.8	11 × 8.8	じゃかご(針金)
41	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	4.5 × 1.5	7.3 × 3.7	13 × 10	食害防止柵上
42	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	1.5 × 1.8	追跡不	じゃかご(針金)
43	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	2.2 × 1.5	追跡不	じゃかご(針金)
44	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	1.5 × 1.2	追跡不	じゃかご(針金)
45	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	3.4 × 2.7	追跡不	じゃかご(針金)
46	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	3.0 × 1.8	追跡不	じゃかご(針金)
47	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	6.5 × 4.5	追跡不	じゃかご(針金)
48	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	6.9 × 6.2	追跡不	食害防止柵上
49	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	2.7 × 2.4	追跡不	格子状台座側面
50	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	1.9 × 1.8	追跡不	じゃかご(針金)
51	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	2.8 × 1.7	追跡不	じゃかご(針金)
52	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	5.8 × 4.3	追跡不	じゃかご(針金)
53	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	5.7 × 4.4	追跡不	じゃかご(針金)
54	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	4.8 × 4.0	追跡不	じゃかご(針金)
55	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	8.3 × 3.4	追跡不	じゃかご(針金)
56	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	3.2 × 2.3	追跡不	じゃかご(針金)
57	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	7.3 × 3.6	追跡不	じゃかご(針金)
58	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	4.3 × 3.9	追跡不	じゃかご(針金)
59	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	4.4 × 3.9	追跡不	じゃかご(針金)
60	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	6.7 × 4.2	追跡不	食害防止柵上
61	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	2.3 × 2.0	追跡不	格子状台座部
62	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	新規	格子状台座部
63	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	新規	格子状台座部
64	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	新規	格子状台座部

2.4 着床具撤去の試行

着床具撤去場所の状況を図-Ⅳ.4.2.22、着床具撤去の試行状況を表-Ⅳ.4.2.7、各場所の着床具の状況を図-Ⅳ.4.2.23に示す。

2008年（平成20年）度以降に沖ノ鳥島の天然基質（ノル）に設置した着床具の現状を把握し、サンゴが残存していない着床具の撤去を試行した。

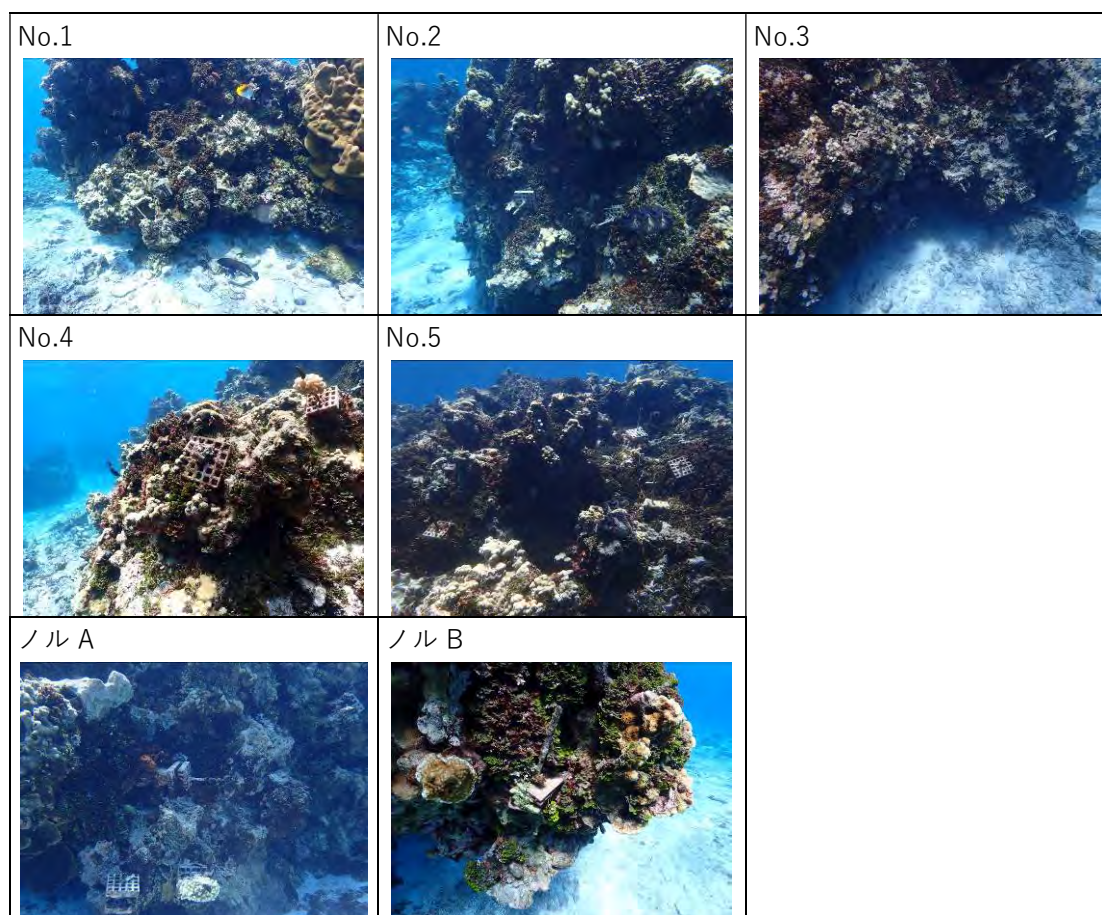


図-Ⅳ.4.2.22 着床具撤去場所の状況

表-Ⅳ.4.2.7 着床具撤去の試行状況

作業実施日	場所	回収数		残存数	
		格子状着床具	タイル	格子状着床具	タイル
5/23	No.1	9	0	35	0
5/23	No.2	2	0	55	0
5/23	No.3	2	0	57	0
5/23	No.4	8	0	56	0
5/24	No.5	0	0	61	2
5/23	ノル A	0	6	1	50
5/23	ノル B	0	9	5	37

※残存数の約半数はサンゴが生存

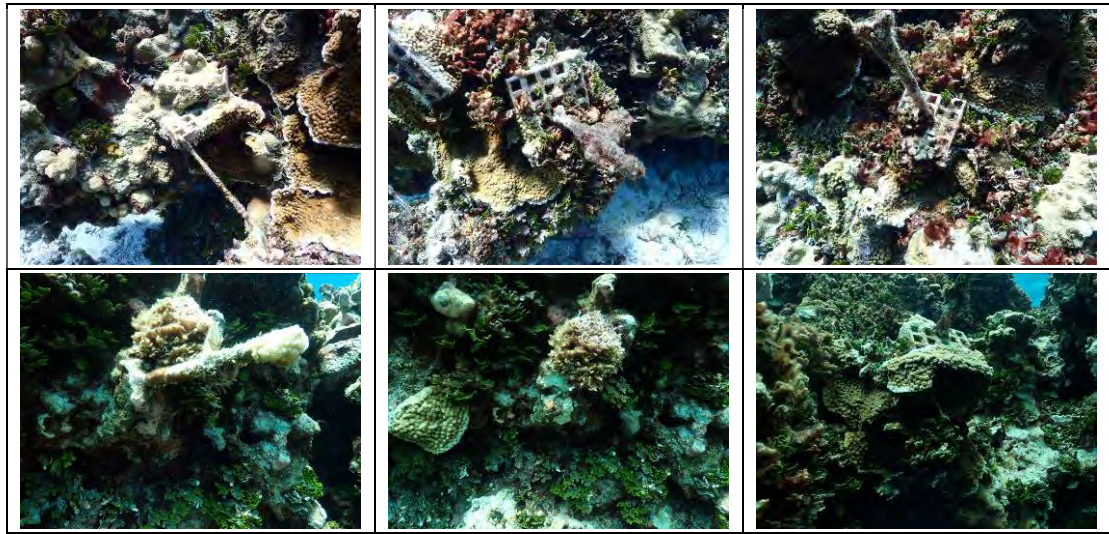


図-Ⅳ. 4. 2. 23 (1) 着床具の状況 (No. 1)

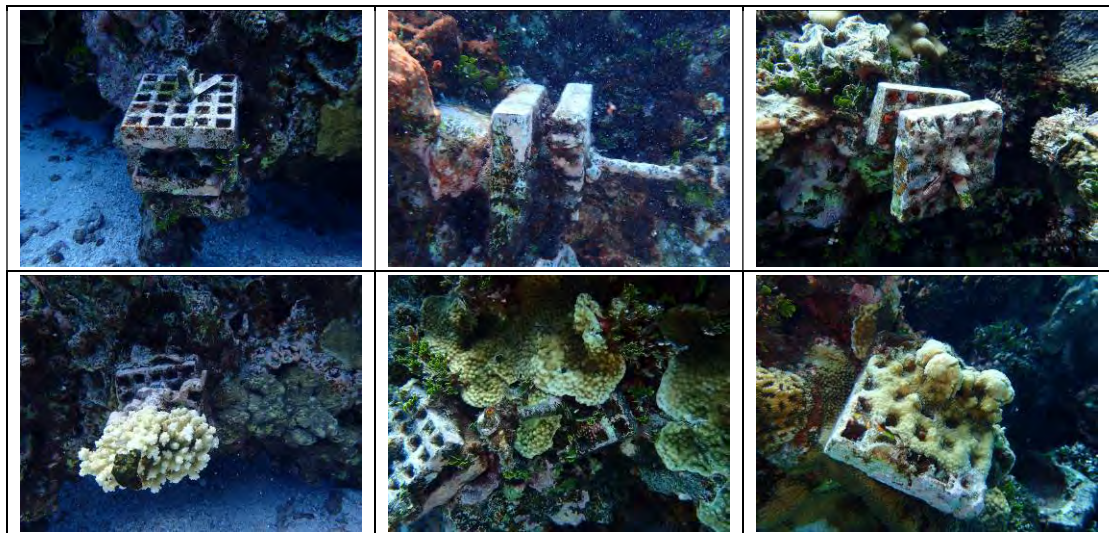


図-Ⅳ. 4. 2. 23 (2) 着床具の状況 (No. 2)

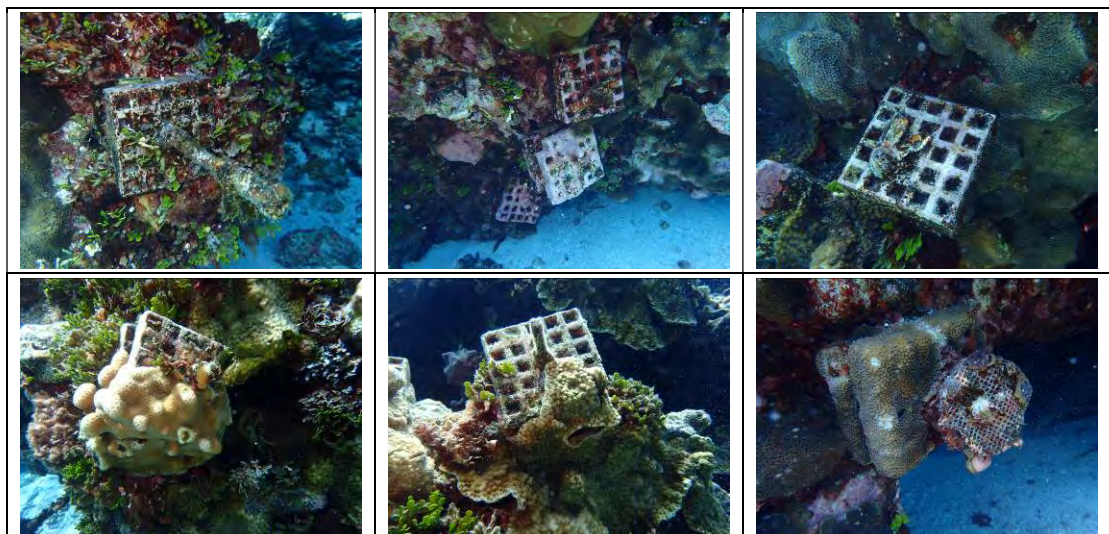


図-Ⅳ. 4. 2. 23 (3) 着床具の状況 (No. 3)

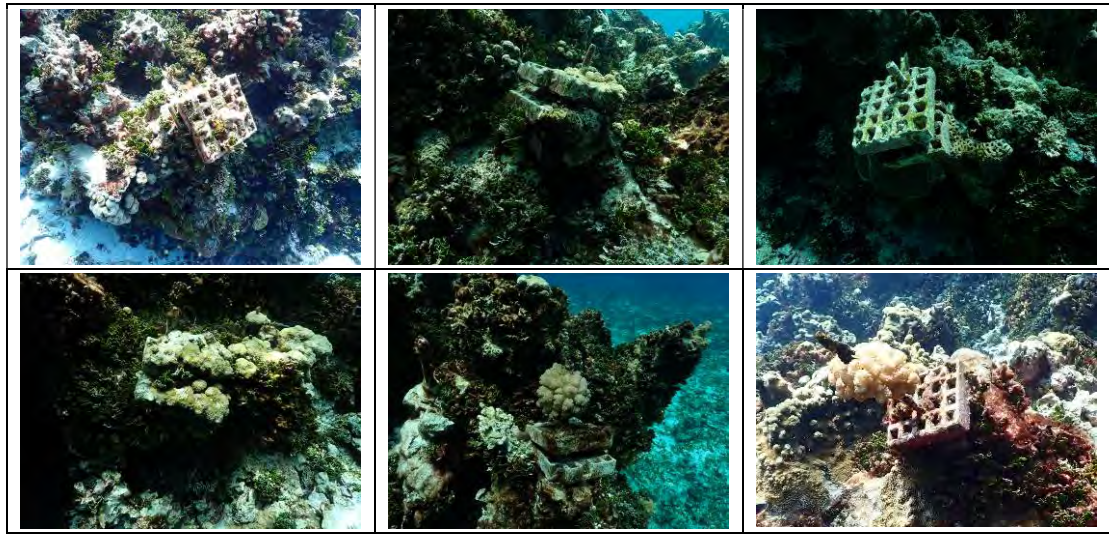


図-Ⅳ. 4. 2. 23 (4) 着床具の状況 (No. 4)

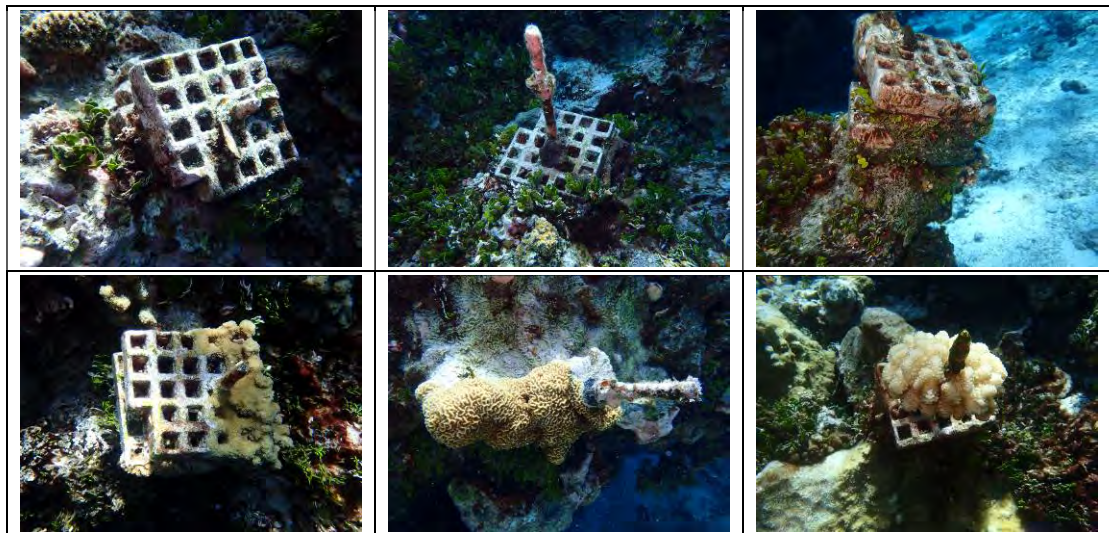


図-Ⅳ. 4. 2. 23 (5) 着床具の状況 (No. 5)

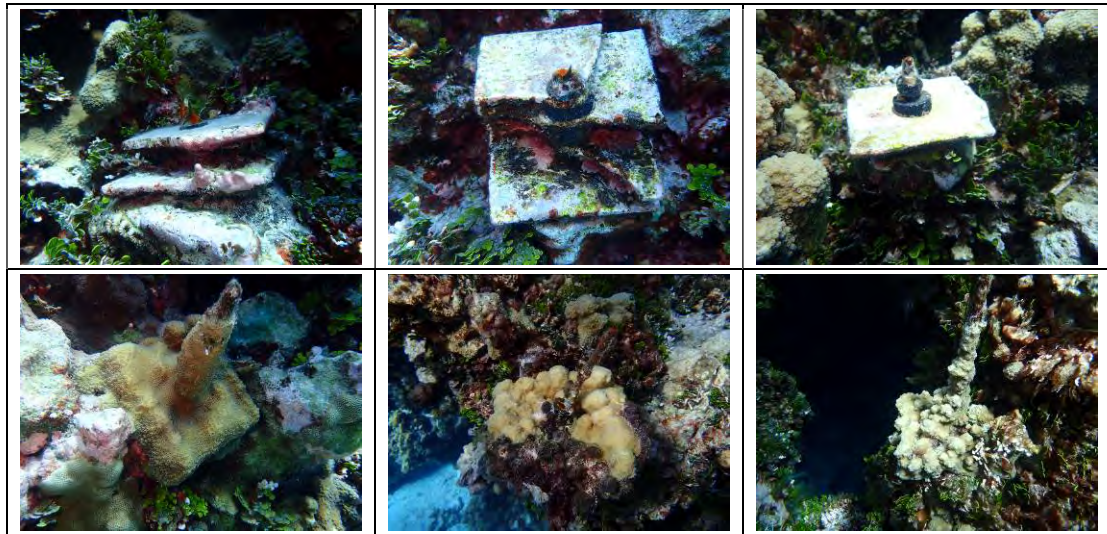


図-Ⅳ. 4. 2. 23 (6) 着床具の状況 (ノル A)

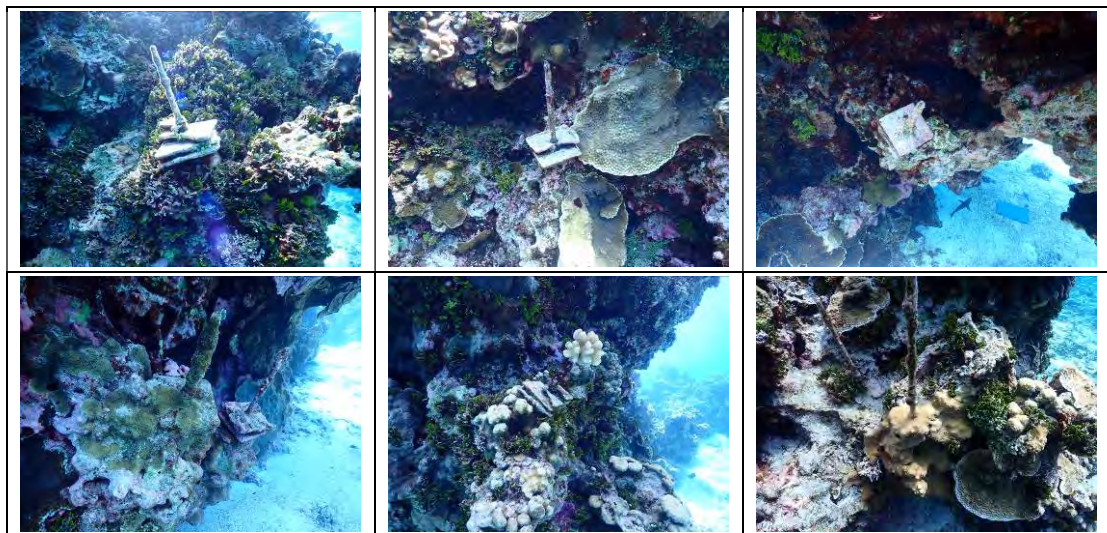


図-Ⅳ. 4. 2. 23 (7) 着床具の状況 (ノル B)

3 考 察

3.1 水温変動

(1) 経年的な水温の変動状況

過年度の礁内水温変動（日平均値）と台風の接近状況を図-IV.4.3.1 に示す。2006 年 5 月～2024 年 5 月における台風の位置と勢力を表-IV.4.3.1、表-IV.4.3.2 に、2022 年 5 月～2024 年 5 月における接近台風の経路図を図-IV.4.3.2 に示す。

2022 年 5 月～2023 年 5 月は、半径 300km 以内に接近した台風はなく、半径 1,000km 以内を通過した台風は 1 個であり、例年に比べて少なかった。

2023 年 5 月～2024 年 5 月は、半径 300km 以内に接近した台風は 1 個、半径 1,000km 以内を通過した台風は 4 個であった。

台風通過により水温低下が発生することは気象庁より知見が得られており、過年度の結果から沖ノ鳥島礁内でも台風通過時に水温が低下する現象が確認できる。今年度調査結果である 2022 年 5 月～2023 年 5 月では、8 月下旬に台風 11 号が接近したが、水温低下はみられなかった。

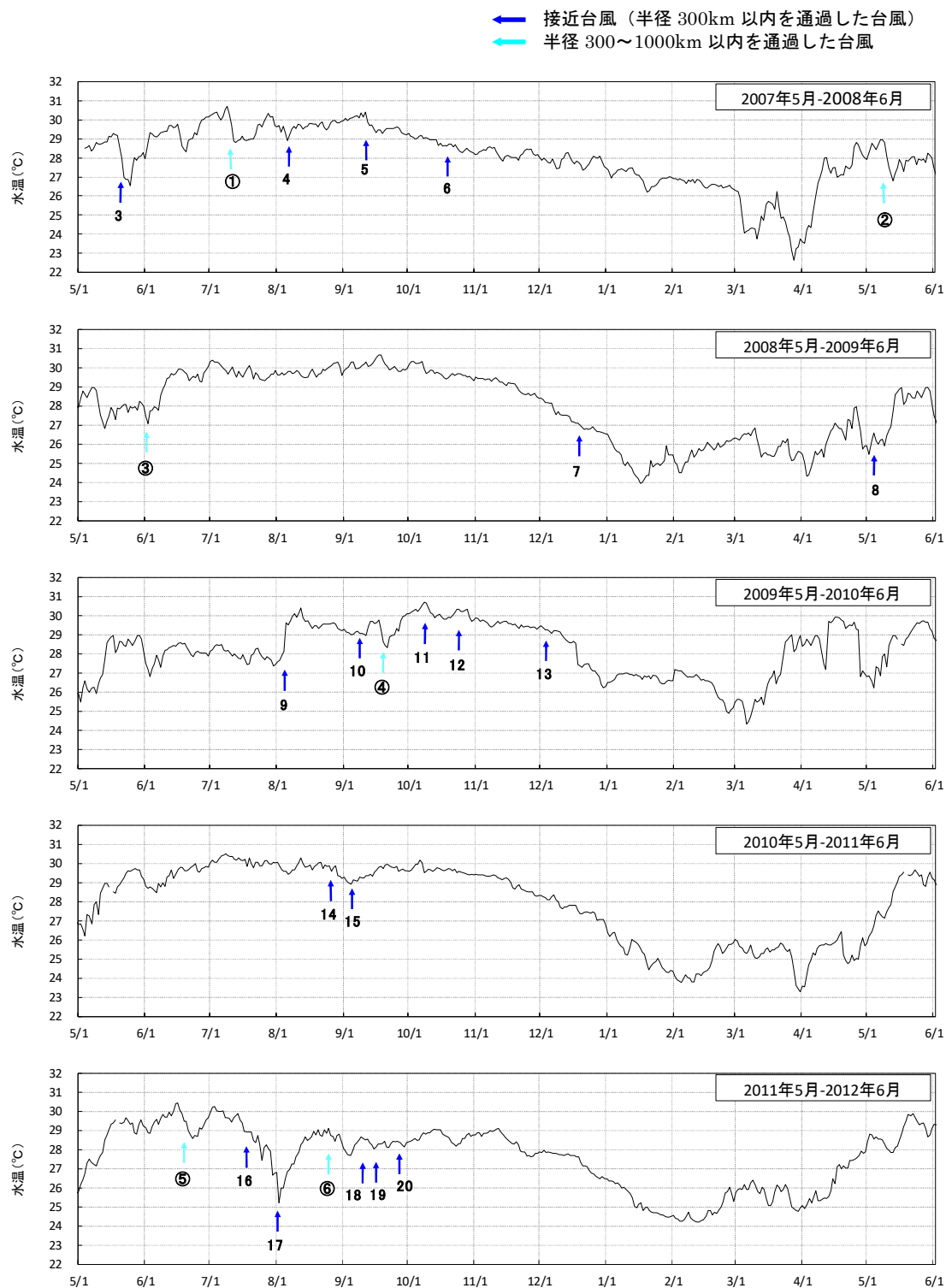


図-IV. 4. 3. 1(1) 過年度における礁内日平均水温の変化（2007 年 5 月～2012 年 6 月）
 ※台風のNo.および情報は表-IV. 4. 3. 1、表-IV. 4. 3. 2 に示す通り

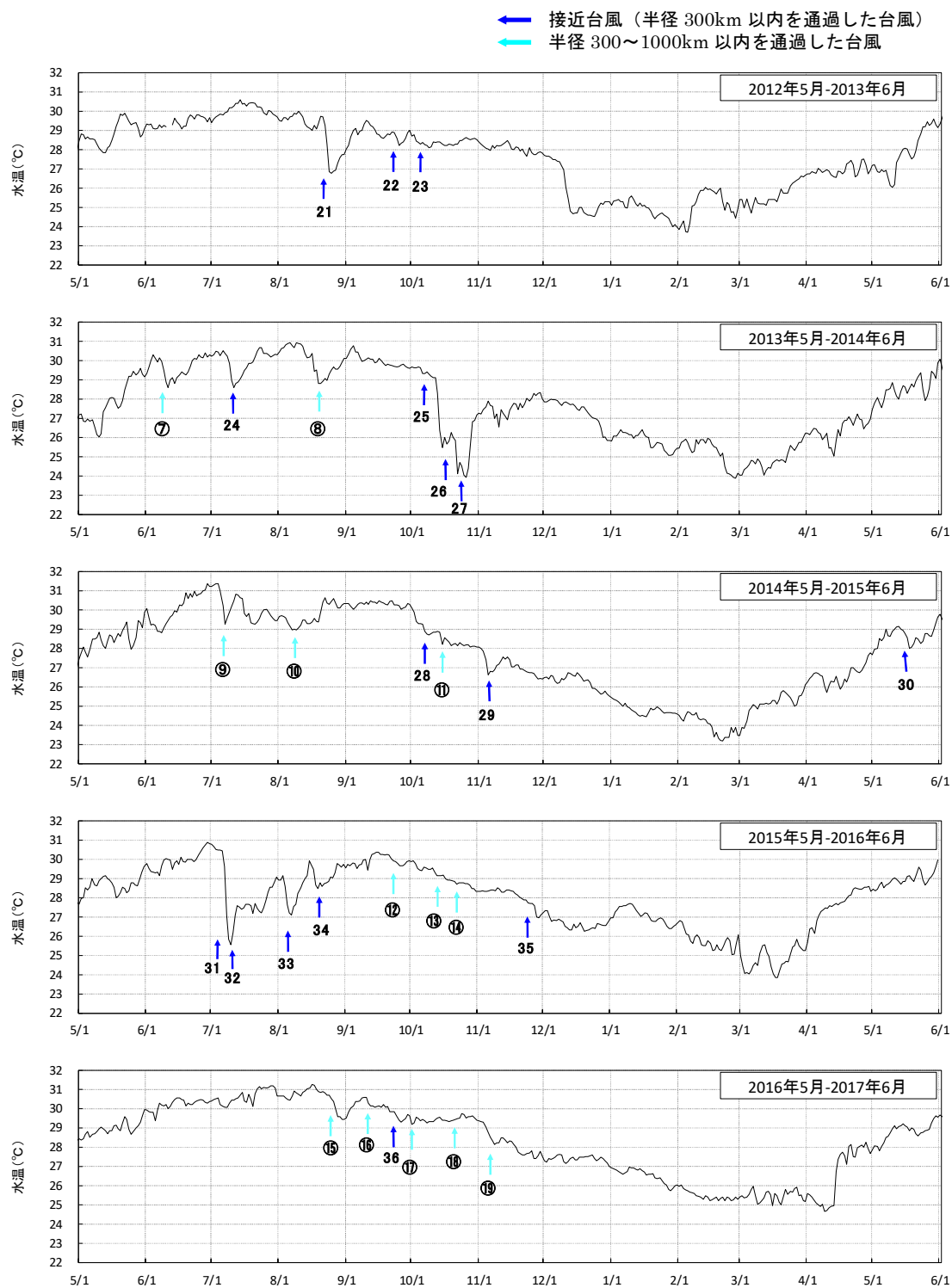


図-IV. 4. 3. 1 (2) 過年度における礁内日平均水温の変化（2012 年 5 月～2017 年 6 月）
 ※台風のNo.および情報は表-IV. 4. 3. 1、表-IV. 4. 3. 2 に示す通り

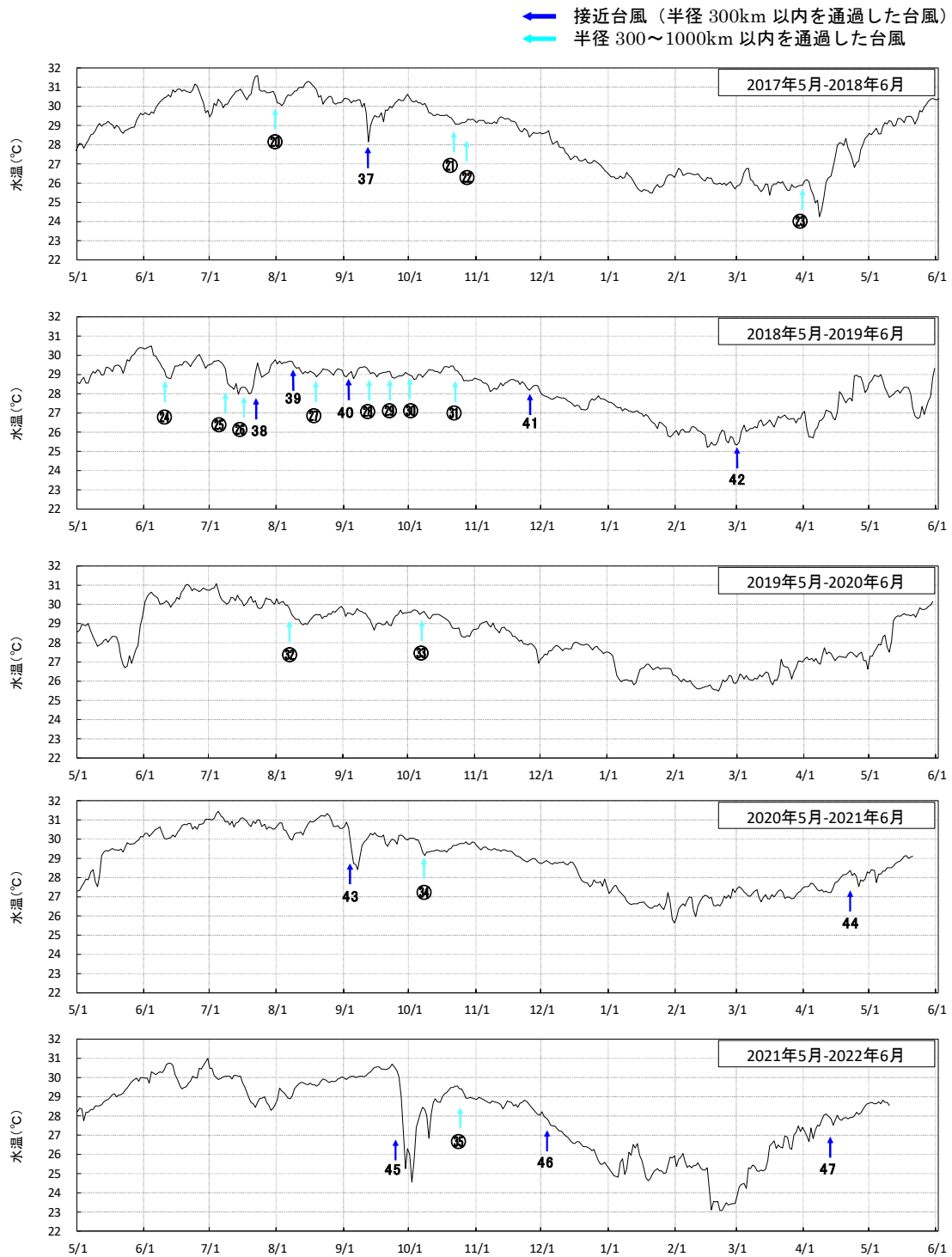


図-IV. 4. 3. 1 (3) 過年度における礁内日平均水温の変化（2017 年 5 月～2021 年 6 月）
 ※台風のNo.および情報は表-IV. 4. 3. 1、表-IV. 4. 3. 2 に示す通り

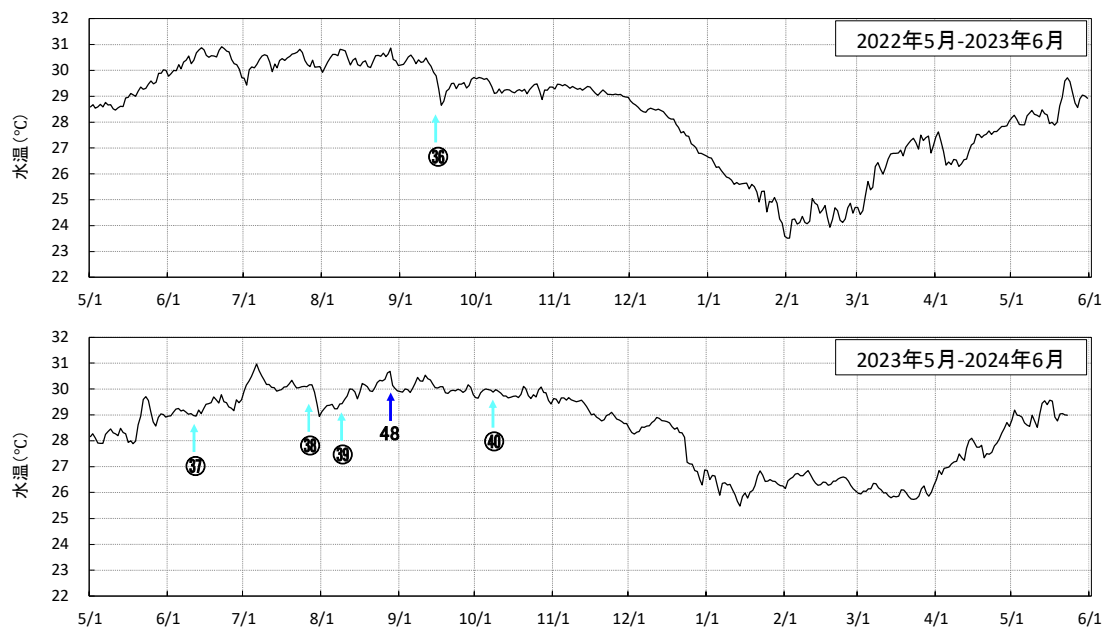


図-Ⅳ. 4. 3. 1(4) 過年度における礁内日平均水温の変化（2022 年 5 月～2024 年 6 月）
 ※台風 No. および情報は表-Ⅳ. 4. 3. 1、表-Ⅳ. 4. 3. 2 に示す通り

表-Ⅳ. 4. 3. 1 半径 300km 以内を通過した台風の位置と勢力

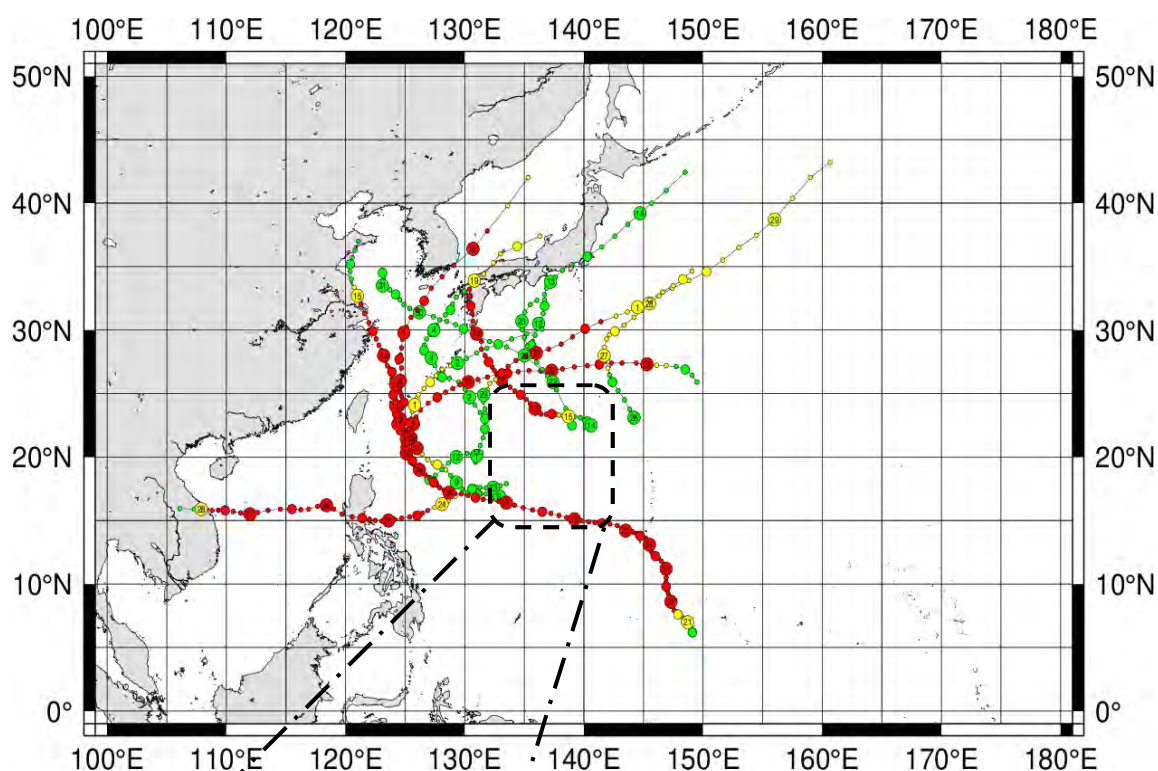
年	NO	台風名	接近日時	中心位置		沖ノ鳥島からの距離 (km)	接近時の勢力				外洋域の有義波高 (m)	備 考
				緯度	経度		中心気圧 (hPa)	最大風速 (m/s)	暴風域 (km)	強風域 (km)		
2006年	1	8号	08月08日 03時	20.3	135.4	72.5	965	40	90	170	5～6m	
	2	11号	08月15日 09時	21.0	135.5	87.8	992	18	—	130	4～5m	
2007年	3	2号	05月21日 03時	20.8	136.5	60.2	935	50	110	190	7～8m	
	4	6号	08月05日 15時	19.6	135.6	104.4	1000	18	—	150	3～4m	
	5	11号	09月12日 15時	20.5	136.3	24.3	1002	—	—	—	2～3m	熱帯低気圧
	6	20号	10月25日 15時	18.8	134.4	252.0	1004	—	—	—	3～4m	熱帯低気圧
2008年	7	22号	12月18日 03時	21.1	135.3	110.4	994	20	—	150	4～5m	
2009年	8	1号	05月06日 03時	19.5	136.9	133.6	950	40	90	240	5～6m	
	9	8号	08月04日 03時	21.2	135.5	104.9	985	23	—	480	5～6m	
	10	12号	09月05日 21時	22.6	134.8	274.9	980	25	—	480	8～10m	
	11	18号	10月05日 15時	19.2	134.8	190.9	915	55	150	390	8～10m	
	12	20号	10月19日 09時	18.5	134.1	297.8	930	50	190	440	5～6m	
	13	22号	12月02日 09時	20.8	136.1	41.5	980	30	70	240	6～7m	
2010年	14	7号	08月29日 09時	20.4	136.4	33.4	1004	—	—	—	2～3m	熱帯低気圧
	15	9号	09月02日 21時	21.1	136.4	81.7	1010	—	—	—	3～4m	熱帯低気圧
2011年	16	6号	07月16日 21時	21.9	137.1	194.5	935	50	220	650	7～8m	
	17	9号	08月01日 21時	20.6	134.2	197.2	945	45	170	370	8～10m	
	18	14号	09月07日 03時	20.8	135.1	110.4	1004	—	—	—	2m未満	熱帯低気圧
	19	15号	09月11日 21時	20.5	136.4	34.3	1002	—	—	—	2～3m	熱帯低気圧
	20	19号	09月28日 15時	19.1	136.4	150.5	994	23	—	90	4～5m	
2012年	21	15号	08月23日 09時	19.7	135.9	82.5	965	35	110	440	8～10m	
	22	18号	09月24日 21時	20.3	138.5	253.0	1000	18	—	—	2～3m	
	23	21号	10月08日 09時	17.9	135.5	286.1	985	25	—	390	4～5m	
2013年	24	7号	07月10日 9時	21.1	135.8	80.2	925	45	190	440	7～8m	
	25	24号	10月06日 09時	21.2	136.5	96.2	970	35	90	220	5～6m	
	26	26号	10月14日 03時	20.5	136.0	11.8	930	45	200	650	10m以上	
	27	27号	10月21日 15時	20.3	135.9	23.5	940	45	130	390	10m以上	
2014年	28	18号	10月03日 03時	21.5	136.5	126.7	935	50	170	500	8～10m	
	29	20号	11月04日 09時	21.3	135.0	148.4	925	50	150	560	10m以上	
2015年	30	07号	05月18日 03時	20.0	138.4	246.9	935	50	150	280	5～6m	
	31	09号	07月07日 21時	18.5	135.5	221.7	965	35	170	560	7～8m	
	32	11号	07月13日 15時	20.5	137.1	106.6	955	40	190	560	10m以上	
	33	13号	08月05日 03時	19.3	136.2	125.2	925	50	150	440	8～10m	
	34	15号	08月18日 15時	18.6	134.6	255.0	935	50	150	330	5～6m	
	35	26号	11月25日 15時	19.9	135.9	61.2	994	20	—	280	3～4m	
2016年	36	17号	09月24日 15時	18.3	135.3	249.2	980	23	—	440	5～6m	
2017年	37	18号	09月11日 21時	19.3	133.8	269.5	975	30	70	330	5～6m	
2018年	38	12号	07月24日 21時	19.7	136.7	103.2	998	18	—	110	2m未満	
	39	14号	08月08日 21時	19.9	134.0	225.2	994	18	—	220	4～5m	
	40	21号	09月02日 03時	21.8	136.5	158.3	935	50	170	280	4～5m	
	41	28号	11月26日 03時	19.1	134.0	262.9	992	25	—	170	4～5m	
2019年	42	02号	03月01日 21時	19.7	134.0	232.1	1012	—	—	—	2m未満	熱帯低気圧
2020年	43	10号	09月03日 21時	21	136.6	83.4	945	45	110	390	6～7m	
2021年	44	2号	04月25日 03時	21.7	134.1	249.6	996	18	—	390	5～6m	
	45	16号	09月28日 03時	20.5	136.3	24.3	950	45	185	440	8～10m	
	46	21号	12月03日 03時	19.5	137.5	180.4	925	50	200	440	5～7m	
2022年	47	1号	04月14日 03時	19.8	137.5	163.7	950	45	150	440	7～9m	
2023年	48	11号	08月30日 09時	20.1	136.2	38.1	990	990	—	220	4～5m	

注) 黄色: 外洋域の有義波高が 7m 以上の台風

表-Ⅳ.4.3.2 半径 300～1,000km 以内を通過した台風の位置と勢力

年	NO	台風名	接近日時	中心位置		沖ノ鳥島からの距離 (km)	接近時の勢力				外洋域の有義波高 (m)	備 考
				緯度	経度		中心気圧 (hPa)	最大風速 (m/s)	暴風域 (km)	強風域 (km)		
2007年	①	4号	07月11日 21時	18.9	131.4	519.6	940	40	150	390	8～10m	
2008年	②	2号	05月11日 15時	20.7	132.1	416.5	925	50	150	300	7～8m	
	③	5号	06月01日 09時	20.6	132.6	363.8	970	35	70	170	4～5m	
2009年	④	14号	09月17日 21時	21.6	139.8	408.1	935	50	130	370	5～6m	
2011年	⑤	5号	06月24日 03時	19.3	126.5	1015.1	980	30	190	440	3～4m	半径1,000km以上
	⑥	12号	08月26日 09時	21.0	140.5	465.0	985	23	—	460	4～5m	
2013年	⑦	3号	06月09日 21時	20.9	132.0	428.7	994	18	—	220	4～5m	
	⑧	12号	08月19日 21時	20.5	128.6	782.4	990	23	—	170	3～4m	
2014年	⑨	08号	07月06日 03時	17.4	134.5	374.0	945	45	170	390	7～8m	
	⑩	11号	08月05日 09時	19.1	129.8	675.5	955	40	150	370	5～6m	
	⑪	19号	10月07日 15時	17.3	135.4	353.3	935	45	150	280	6～7m	
2015年	⑫	21号	09月23日 09時	17.5	135.4	331.7	1000	18	—	330	3～4m	
	⑬	24号	10月14日 15時	15.7	135.1	533.2	1000	18	—	330	3～4m	
	⑭	25号	10月18日 15時	19.5	140.1	433.2	940	45	190	410	4～5m	
2016年	⑮	10号	08月27日 15時	24	133.9	455.2	945	45	130	650	5～6m	
	⑯	14号	09月11日 15時	16.7	134.5	444.9	970	35	110	280	3～4m	
	⑰	18号	10月01日 21時	17.6	133.4	421.4	970	35	60	280	3～4m	
	⑱	22号	10月18日 03時	14.4	133.3	729.5	925	50	110	330	3～4m	
	⑲	23号	11月05日 03時	16.8	139.4	532.8	975	30	770	330	4～5m	
2017年	⑳	05号	08月01日 09時	23.7	138.2	423.5	935	50	110	280	3～4m	
	㉑	21号	10月21日 09時	21.3	131.2	517.5	935	45	220	650	6～7m	
	㉒	22号	10月26日 21時	19.6	131.2	519.3	992	23	—	440	4～5m	
2018年	㉓	03号	03月31日 09時	18.2	140.8	554.2	955	40	70	170	4～5m	
	㉔	05号	06月10日 09時	25.0	130.7	750.4	970	30	70	300	5～6m	
	㉕	08号	07月08日 09時	19.0	138.9	335.1	935	50	130	330	3～4m	
	㉖	10号	07月19日 15時	20.9	131.7	459.9	994	20	—	280	4～5m	
	㉗	20号	08月22日 15時	25.5	138.8	627.4	950	45	110	280	3～4m	
	㉘	22号	09月12日 21時	14.3	134	713.1	975	35	110	330	3～4m	
	㉙	24号	09月23日 21時	17.1	135.2	379.6	970	35	90	220	4～5m	
	㉚	25号	10月02日 09時	17.7	132.7	466.7	900	60	220	440	5～6m	
	㉛	26号	10月27日 09時	17.8	134.7	324.9	915	55	190	440	7～8m	
2019年	㉜	10号	08月08日 09時	21.9	140.5	487.5	970	35	90	650	4～5m	
	㉝	19号	10月09日 21時	21.2	139.6	376.4	915	55	240	650	7～8m	
2020年	㉞	14号	10月07日 03時	24.7	136.9	480.7	980	30	55	440	3～4m	
2021年	㉟	20号	10月25日 21時	18.6	138.6	332.8	1000	18	—	330	3～4m	
2022年	㊱	14号	09月16日 03時	23.4	136.4	331.0	960	40	95	560	4～5m	
2023年	㊲	3号	06月11日 09時	23.0	131.7	535.8	970	35	110	280	5～6m	
	㊳	6号	07月30日 21時	20.3	132.4	384.8	960	40	130	650	5～6m	
	㊴	7号	08月11日 09時	26.9	142.9	1000.4	940	45	130	220	3～4m	
	㊵	15号	10月12日 09時	20.6	142.9	712.9	905	60	120	440	6～7m	

注) 黄色: 外洋域の有義波高が7m以上の台風



半径 300km 以内に
接近した台風無し

【凡例】

- 青 : 熱帯低気圧 (<33 knots)
- 緑 : 台風 (34 - 47 knots)
- 黄 : 台風 (48 - 63 knots)
- 赤 : 強い台風+非常に強い台風
+猛烈な台風 (>64 knots)
- 紫 : 温帯低気圧

※数字は、通過日を示す

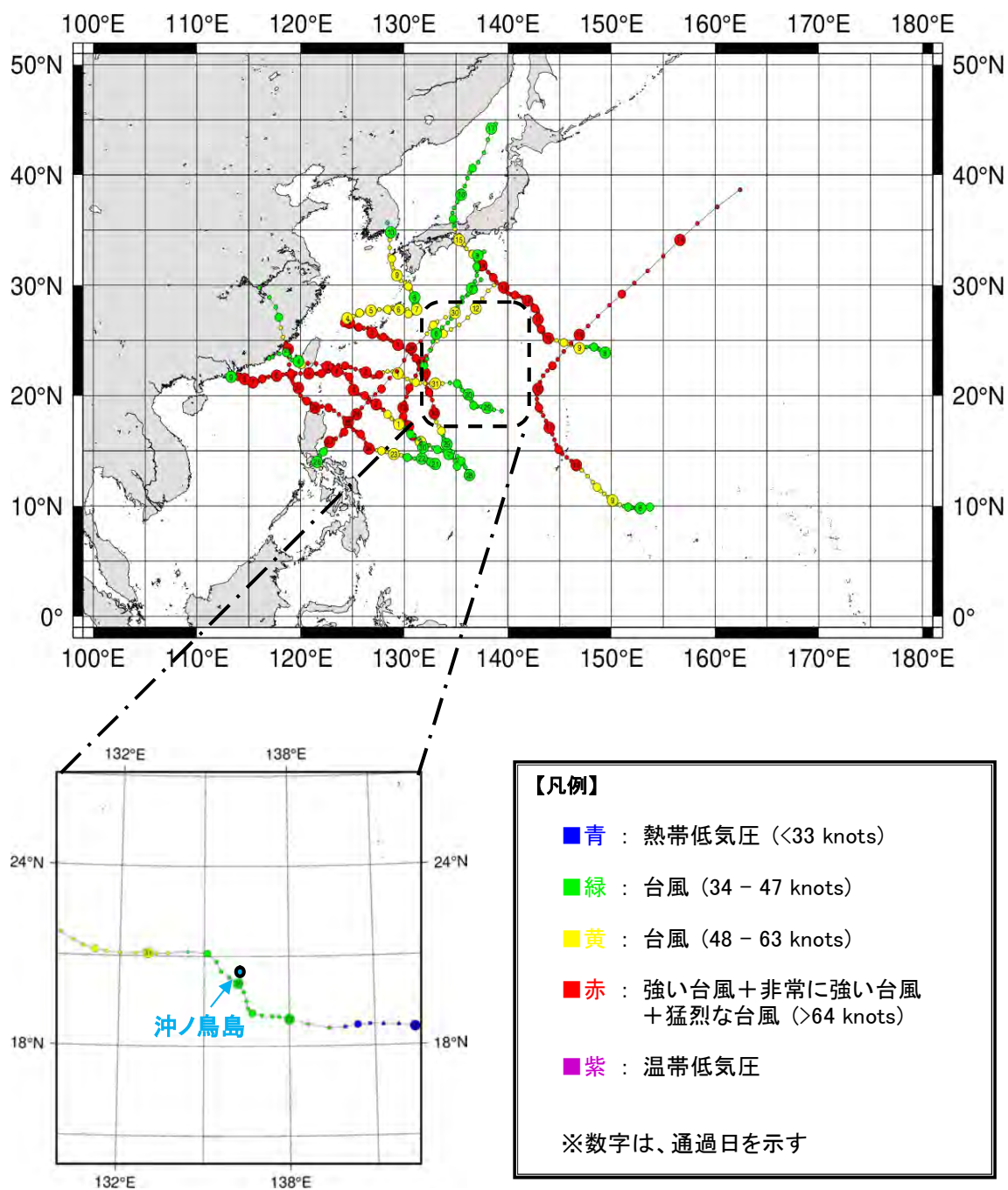
出典)

- ・台風の位置・勢力 : 気象庁「台風位置表」、国立情報学研究所「デジタル台風」より作成。
暴風域(25m/s 以上)・強風域(15m/s 以上)は、範囲が円ではない場合は、
狭い範囲を示した。
- ・台風の経路図 : 国立情報学研究所「デジタル台風」
気象庁HP (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)、
デジタル台風 (<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>)

注 1) 台風の接近 : 台風が、半径 300km 以内の域内に入ること(気象庁の定義)。

注 2) 沖ノ島からの距離 : 台風中心位置と東小島(N20° 25' 32.2" E136° 4' 52.3")の距離

図-IV. 4. 3. 2 (1) 半径 300km 以内に接近した台風の経路図 (2022 年)



出典)

- ・台風の位置・勢力 : 気象庁「台風位置表」、国立情報学研究所「デジタル台風」より作成。
暴風域(25m/s 以上)・強風域(15m/s 以上)は、範囲が円ではない場合は、狭い範囲を示した。
- ・台風の経路図 : 国立情報学研究所「デジタル台風」
気象庁HP (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)、
デジタル台風 (<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>)

注 1) 台風の接近 : 台風が中心が、半径 300km 以内の域内に入ること(気象庁の定義)。

注 2) 沖ノ鳥島からの距離 : 台風中心位置と東小島(N20° 25' 32.2" E136° 4' 52.3")の距離

図-IV. 4. 3. 2 (2) 半径 300km 以内に接近した台風の経路図 (2023 年)

(2) 高水温による影響

過去 8 ヶ年における 5～11 月の水温の比較を図-IV.4.3.3 に示す。

移植サンゴのモニタリング結果から、2017 年 6 月以降に移植サンゴの多くの死亡が確認されている。また、天然サンゴも減耗しており、その要因は高水温による死亡と台風の高波浪等による消失の 2 つの要因が主であることが確認されている。

2016 年と 2017 年は、日平均水温が 30℃以上の高水温期間が 7 月～9 月まで連続していた。台風の通過が無かったことから、高波浪による被災・消失の影響は少なく、長期的な高水温の影響を受けてサンゴが白化したものと考えられる。

2018 年は、日平均水温が 30℃以上の日は 5 月末から 6 月初めに観測されたのみであり、過年度と比べると低水温であったことから、水温による影響は小さかったと考えられる。

2019 年は、日平均水温が 30℃以上の日は 6 月～8 月に観測され、それ以降は概ね 30℃より低かった。前年よりも高水温であったものの、2016 年および 2017 年より影響は小さかったと考えられる。

2020 年は、日平均水温が 30℃以上の高水温期間が、台風 10 号が接近した 9 月上旬を除いて 6 月～10 月まで長期化しており、サンゴが高水温の影響を受けたと考えられる。

2021 年は、日平均水温が 30℃以上の日は 6 月上旬、7 月上旬、9 月下旬に観測されたのみであり、過年度と比べ低水温であったことから、影響は小さかったと考えられる。

2022 年は、日平均水温が 30℃以上の高水温期間が 6 月～9 月まで連続していた。台風の通過がなく、2016 年および 2017 年と同程度であったものの、影響は小さかったと考えられる。

2023 年は、日平均水温が 30℃以上の日は、7 月上旬、8 月下旬に観測されたのみであり、過年度と比べ低水温であったことから、影響は小さかったと考えられる。

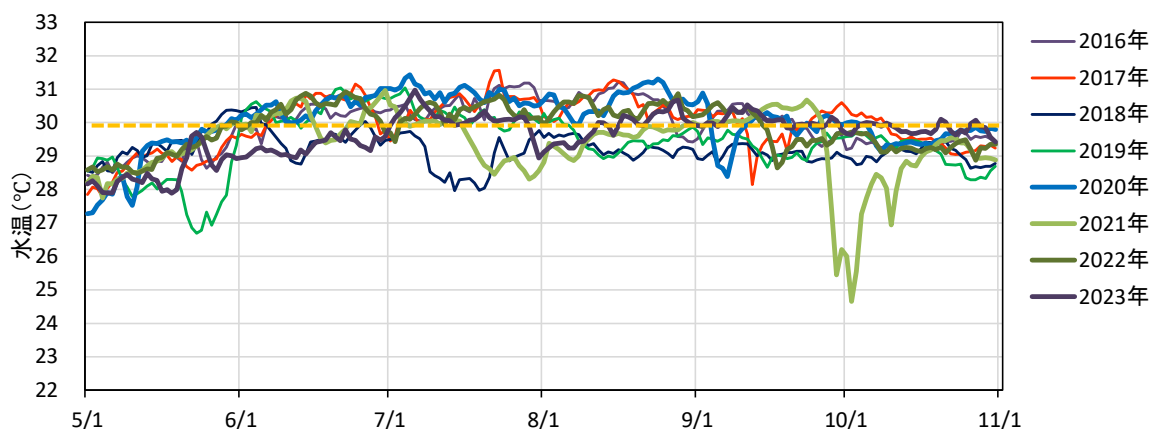


図-IV.4.3.3 5～11 月の礁内日平均水温変動（8 ヶ年分の比較）

サンゴの白化・死亡と高水温の関係について、DHW (Degree Heating Weeks) による評価を行った。

NOAA(アメリカ海洋大気庁)は、極軌道気象衛星で観測した海面水温 (SST: Sea Surface Temperature) データを用いて、それぞれの海域において算出した DHW で白化警報の論理を提案している (図-IV.4.3.4 参照)。

DHW とは、当該海域の週平均水温が最暖月平均水温+1℃を超過した週を対象に、週平均水温が最暖月平均水温を超過した値を算出し、それを年間最大となる 12 週間で積算した値である。DHW が 4 (℃-weeks) を超えると白化が起こり、8 (℃-weeks) を超えると死亡するとしている。NOAA の DHW の計算では、太陽光の熱エネルギーの影響を除去するため、海面水温は夜間のデータを使用している。また、各海域の最暖月平均水温は、1998 年の大規模白化以前として 1985 年～1993 年の当該海域の水温 (1991 年と 1992 年は火山噴火の影響で世界的な低水温のため除く) より算出している。

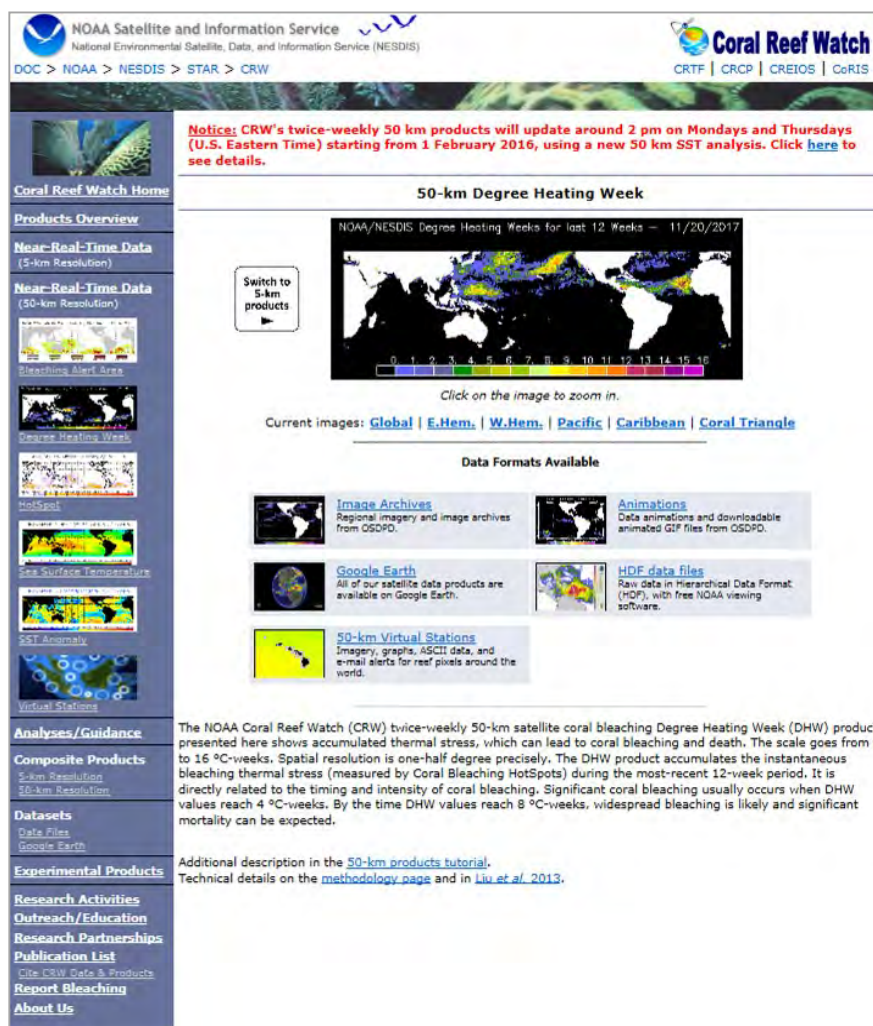


図-IV.4.3.4 NOAA の DHW 公表ページ (一例)

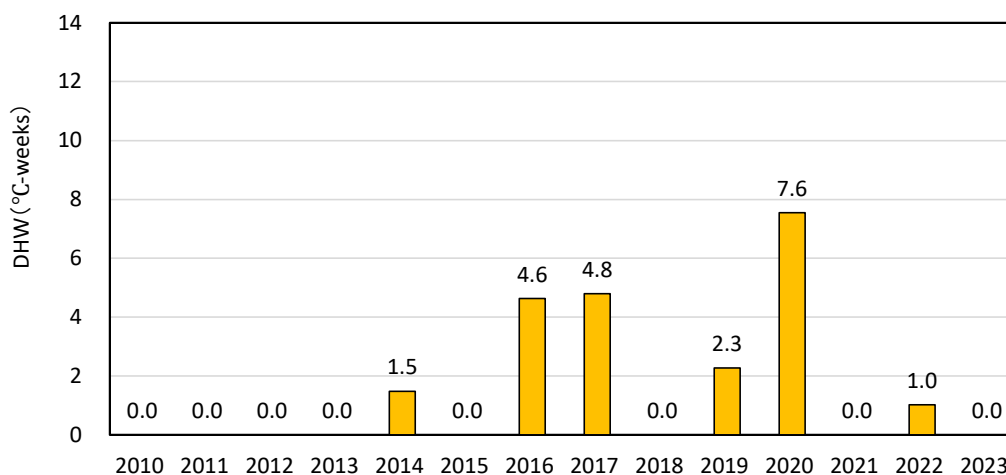
NOAA : <https://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/dhw.php>

NOAA の算出方法で沖ノ鳥島における最暖月平均水温を計算すると、最暖月は 7 月となり、その平均水温は 29.5℃である。

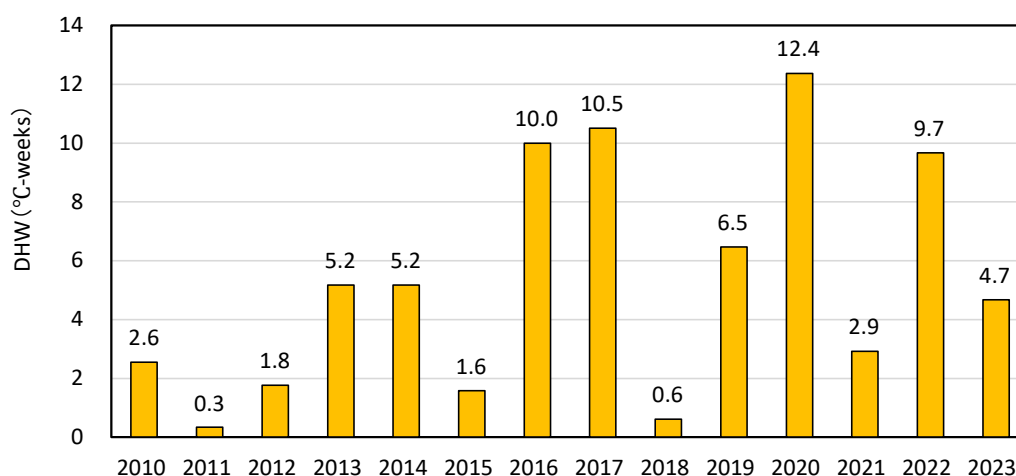
本業務では、水温連続観測結果から、夜間水温（0 時の実測データ）を抽出し、NOAA と同様の手法で、週平均水温が最暖月平均水温+1℃（30.5℃）を超過した週を対象に DHW を算出し、2017 年の高水温による白化の可能性について検証した（Case1）。なお、過年度の推移をふまえて相対的に評価するための参考値として、最暖月平均水温+0℃（29.5℃）を超過した週を対象とした DHW も算出した（Case2）。

算出結果を図・IV.4.3.5 に示す。2022 年の DHW は 1.0、2021 年の DHW は 0 であった。

<Case1> 週平均水温が 30.5℃を超えた週の 29.5℃超過水温を 12 週間分積算



<Case2> 週平均水温が 29.5℃を超えた週の 29.5℃超過水温を 12 週間分積算(参考値)



図・IV.4.3.5 DHW の推移（2010～2023 年）

(3) 地点間の水温差

2010 年～2024 年の水温連続観測結果より整理した 30 地点の日平均、日最大値の平均、日最小値の平均の推移を図-IV.4.3.6 に示す。

2021 年秋季に急激な水温変化がみられた期間と、2023 年の最暖月の期間における地点間の水温差について以下に考察する。

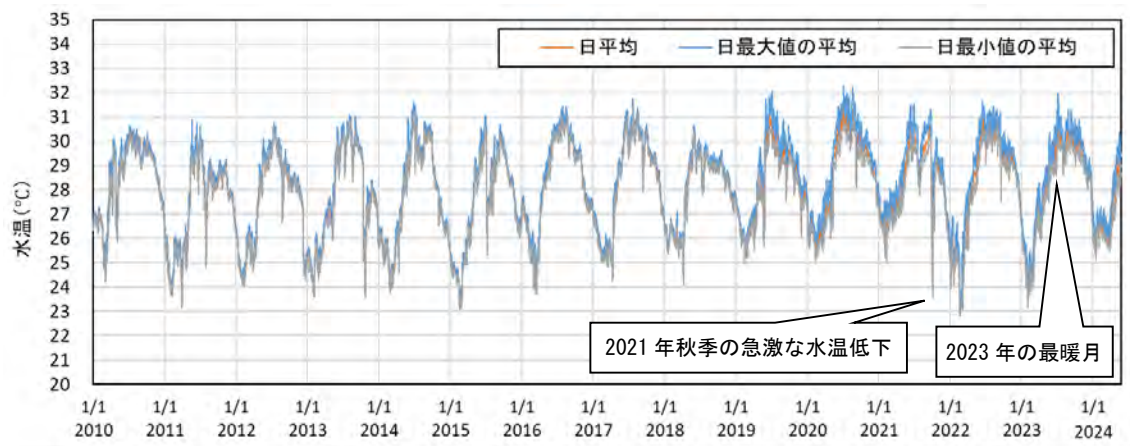


図-IV.4.3.6 2010～2024 年の水温変動

2021 年秋季の水温推移と最大と最小の地点の水温差を図-IV.4.3.7 に示す。

2021 年秋季の急激な水温変動について、9 月 28 日に最接近した台風 16 号の影響と考えられる急激な水温変化の際に地点間の水温差が大きくなっていた。

最大と最小の地点の差をみると、9 月 29 日の 0:00 に 2.7℃、10 月 7 日の 15:00 に 3.1℃であった。9 月 27 日以前、10 月 9 日以降(14 日の 0～4 時を除く)は地点間の水温差は 1℃未満であった。

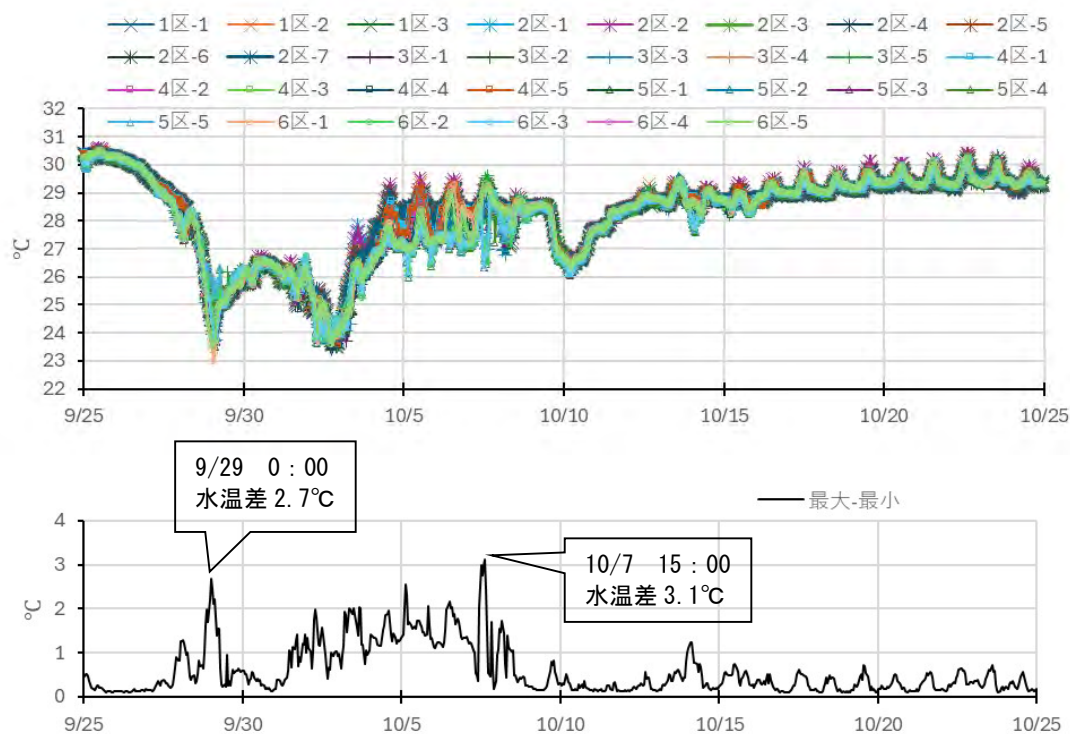


図-IV. 4. 3. 7 2021 年秋季の水温推移(上図)と最大と最小の地点の水温差(下図)

9 月 29 日 0:00 の調査地点の水温を図-IV.4.3.8 に、その前後の時間における水温と気温の推移を図-IV.4.3.9 に示す。

9 月 29 日の 0:00 は、相対的に西端付近の 5 区-4 と 5 区-5 の水温が高かった。台風 16 号が接近した期間であり、京浜河川事務所の観測データ※によると、当該時刻の気象は気温 26.6℃、南西の風 31.3m/s であった。

9 月 28 日午後には水温が低下し、22 時には全地点で気温よりも低下したことから、礁外より礁内へ低水温の海水が流入し、礁内外の海水交換の程度によって地点間の水温差が生じたと考えらる。その後、29 日の 7 時以降は地点間の水温差は小さくなった。

※出典：京浜河川事務所 HP(<https://www.ktr.mlit.go.jp/keihin/keihin00037.html>)

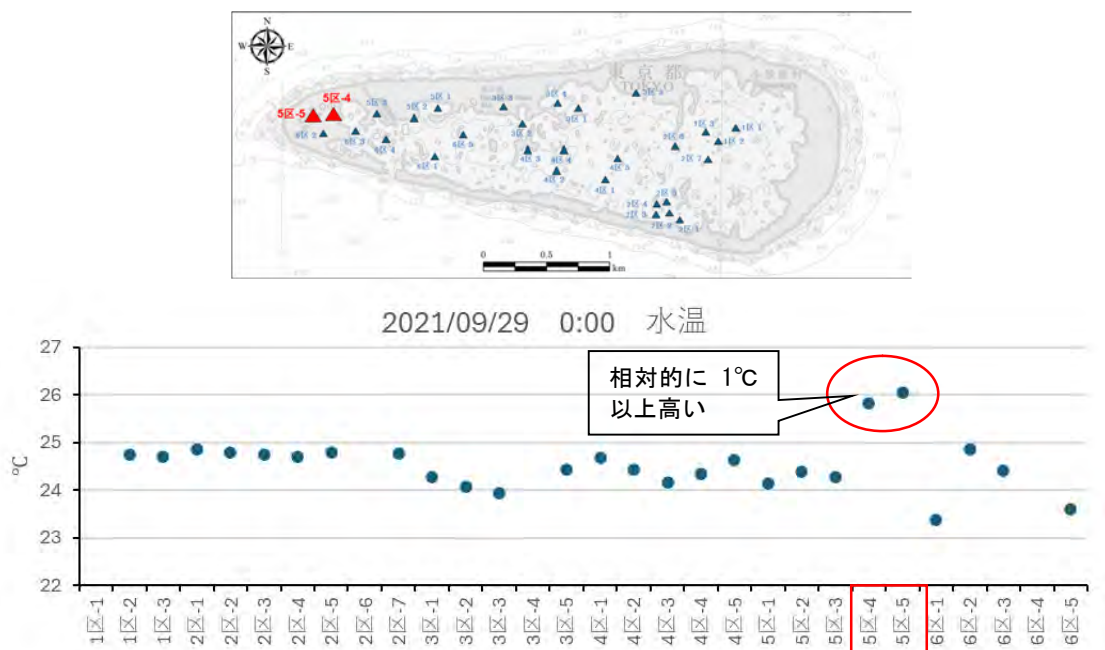


図-IV. 4. 3. 8 2021 年 9 月 29 日 0:00 の調査地点の水温

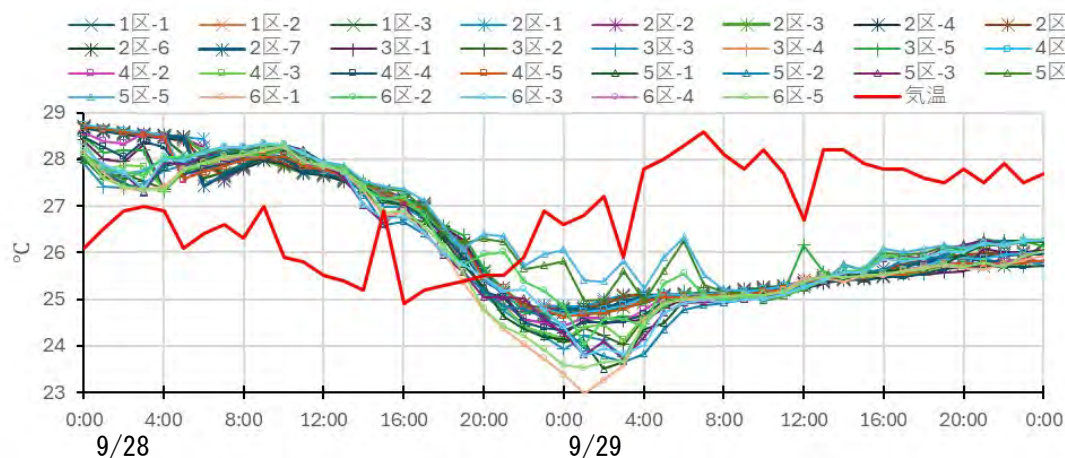


図-IV. 4. 3. 9 2021 年 9 月 28 日～29 日の水温と気温の推移

10 月 7 日 15:00 の調査地点の水温を図-IV.4.3.10 に、その前後の時間における水温と気温の推移を図-IV.4.3.11 に示す。

10 月 7 日の 15:00 は、北側と西側の礁嶺付近に位置する地点で水温が低かった。京浜河川事務所の観測データ※によると当該時刻の気象は気温 28.7°C、東北東の風 13.5m/s であった。潮時は大潮の干潮約 1.5 時間後(干潮 13:34)であった。

潮位の高い 8 時頃(満潮 7:23)に地点間の水温差が小さくなり、その後に西側と北側の礁嶺付近の地点で相対的に水温が低下した。気温よりも水温が低下した地点では礁外から低水温の海水が流入したと考えられる。17 時以降は地点間の水温差は小さくなった。

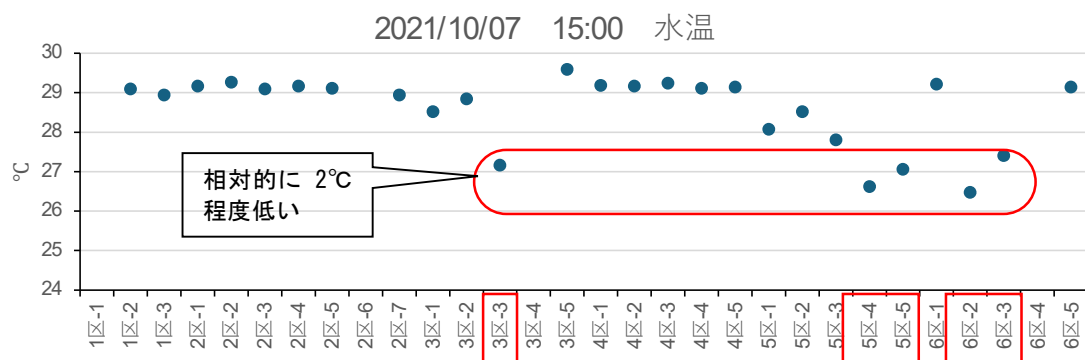
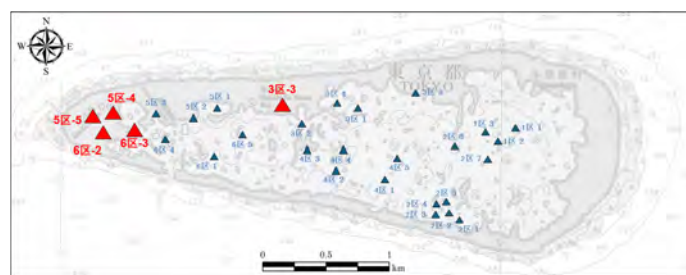


図-IV. 4. 3. 10 2021 年 10 月 7 日 15:00 の水温

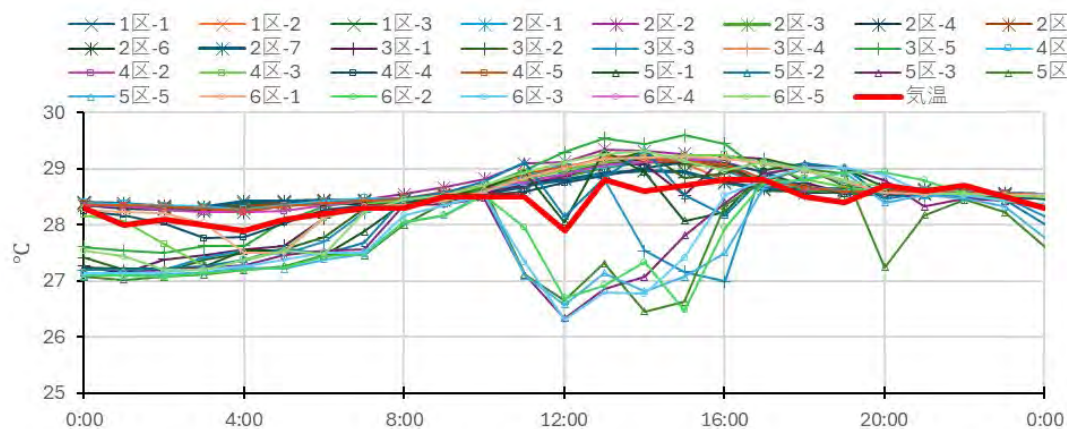


図-IV. 4. 3. 11 2021 年 10 月 7 日の水温と気温の推移

2023年の最暖月であった7月の水温推移と最大と最小の地点の水温差を図-IV.4.3.12に示す。

当該期間は大潮頃に水温が高くなる傾向がみられ、水温が高い日時に地点間の水温差も大きくなっていた。満月付近では7月2日15時に地点間の水温差が2.2℃、新月付近では7月19日17時に地点間の水温差が1.3℃であった。

水温の日最大となったのは干潮時刻（7月2日11:43、7月19日14:16）の約3時間後であったことから、水位が低下して礁外との海水交換が抑制された時間帯に日射によって海水温が上昇したと推察される。

大潮頃の水温が上昇する時間帯を除くと、地点間の水温差は概ね1℃未満であった。

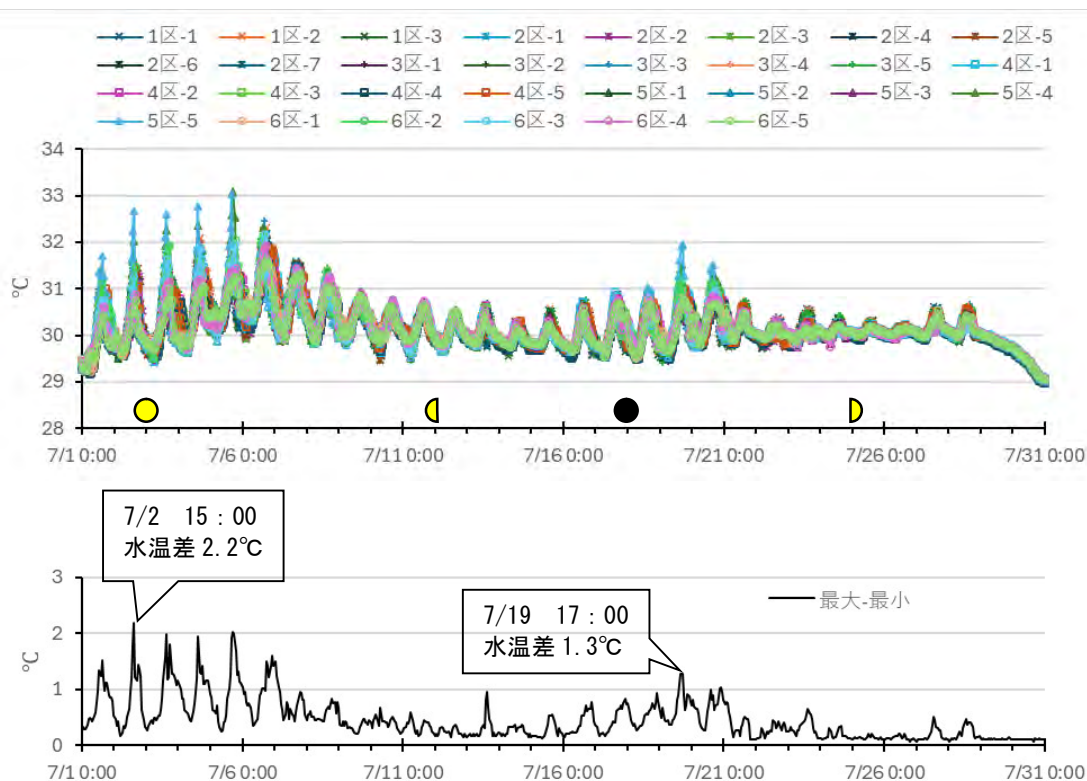


図-IV.4.3.12 2023年7月の水温推移(上図)と最大と最小の地点の水温差(下図)

地点間の水温差が大きかった 7 月 2 日の 15:00 と 7 月 19 日の 17:00 の各地点の水温を図-IV.4.3.13、図-IV.4.3.14 にそれぞれ示す。

相対的に西側の礁嶺に位置する 5 区-4 と 5 区-5 の水温が高く、次いで北側の礁嶺に位置する 3 区-3, 3 区-4, 3 区-5 の水温が高い傾向であった。他の地点は同程度の水温であった。

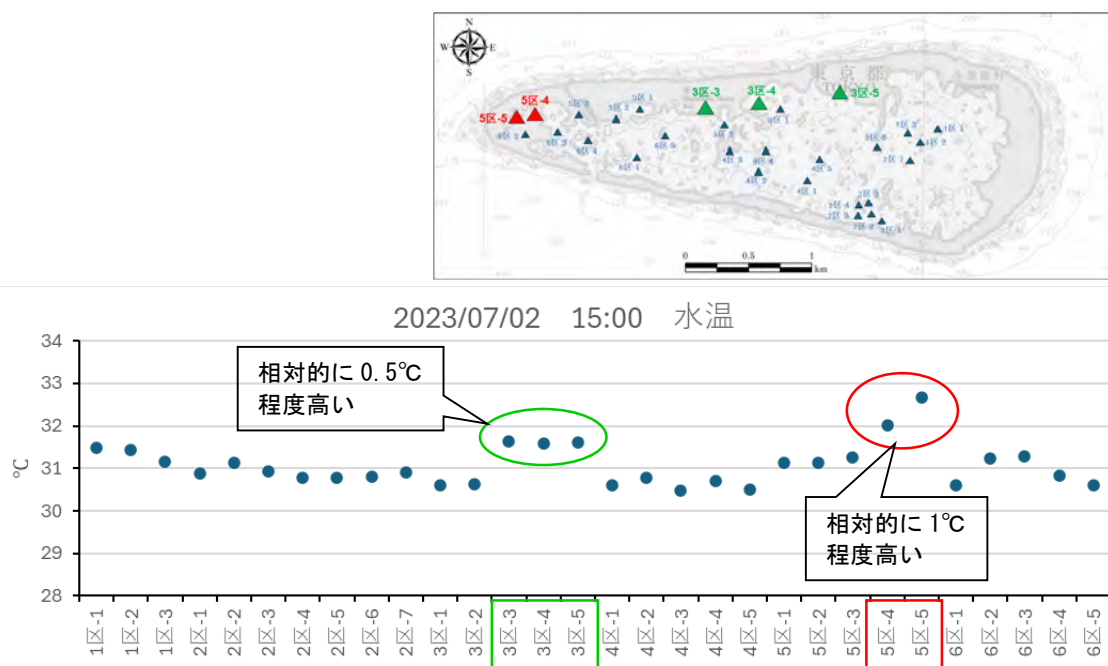


図-IV. 4. 3. 13 2023 年 7 月 2 日 15:00 の水温

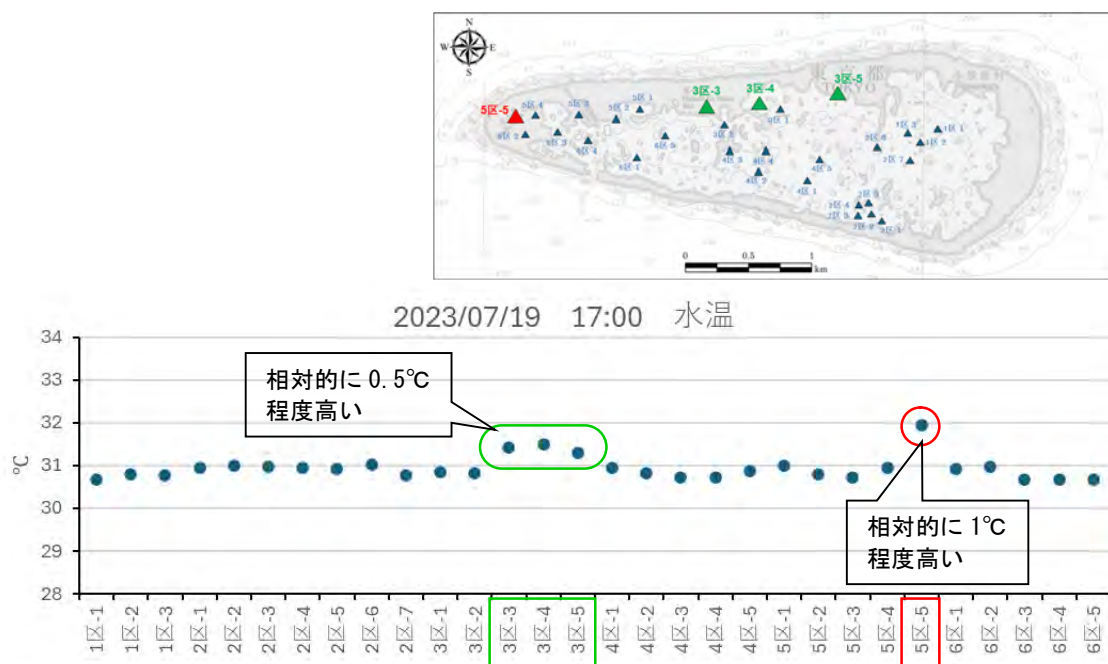


図-IV. 4. 3. 14 2023 年 7 月 19 日 17:00 の水温

2021 年秋季については、台風接近時に水温が変動した際に地点間の水温差が 3℃程度となった。北側と西側の礁嶺付近の地点で他の地点と差が生じていた。

2023 年の最暖月（7 月）については、大潮頃に水温が高くなる傾向がみられ、水温が高くなった日時に地点間の水温差も大きくなった。相対的に西側の礁嶺に位置する 5 区-4 と 5 区-5 の水温が高く、次いで北側の礁嶺に位置する 3 区-3, 3 区-4, 3 区-5 の水温が高い傾向であった。

地点間の水温差は、一時的に 1℃を超える水温差が生じていたものの、概ね 1℃未満であった。地点間の水温差が大きくなった際には、図-IV.4.3.15 に赤で示した北側と西側の礁嶺付近の地点(5 区-4, 5、3 区-3, 4, 5)で差が生じる傾向がみられた。

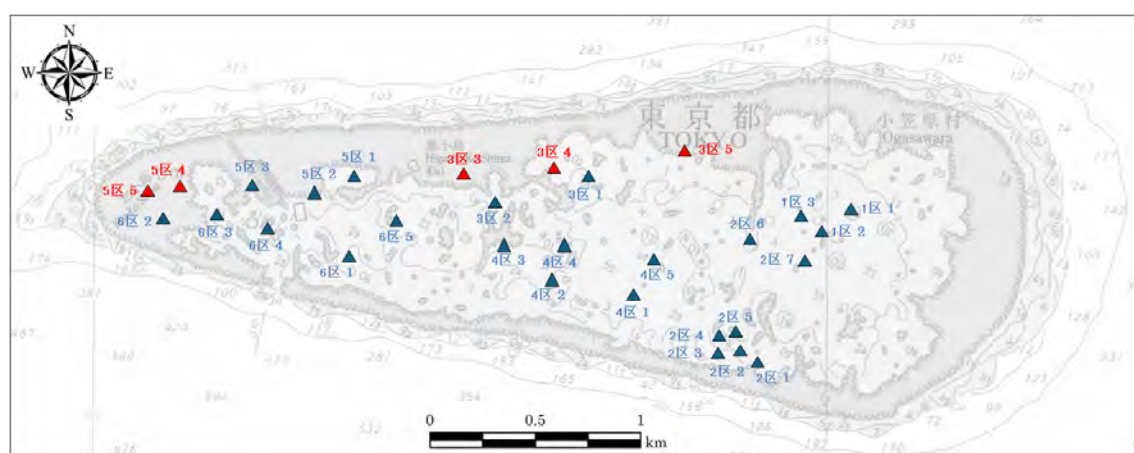


図-IV.4.3.15 水温観測地点

3.2 天然サンゴの状況

継続して調査を実施している L3-2、L5-1、L8-2 におけるサンゴ被度の経年変化を図-IV.4.3.16 に、2015～2022 年における定点観察枠内の変化状況を図-IV.4.3.17 に示す。

3 地点において、ミドリイシ属が確認されたのは 2024 年調査では L5-1 のみであった。ミドリイシ属の被度は、2010 年から 2012 年にかけて減少し、各地点で被度 1%未満となった。また、L3-2 と L8-2 では 2017 年に 0%になった。L5-1 は、2012 年から被度が増加した。2011 年以前の種類は *A. sp. aff. divaricata* であったが、2012 年以降は *A. aculeus* に代わっている。

ミドリイシ属以外のサンゴでは、L3-2 と L5-1 では 2016 年から 2017 年にかけて、L8-2 では 2011 年から 2012 年にかけて被度が減少した。2019 年からは L3-2 と L8-2 とも増加し、L5-1 は減少した。

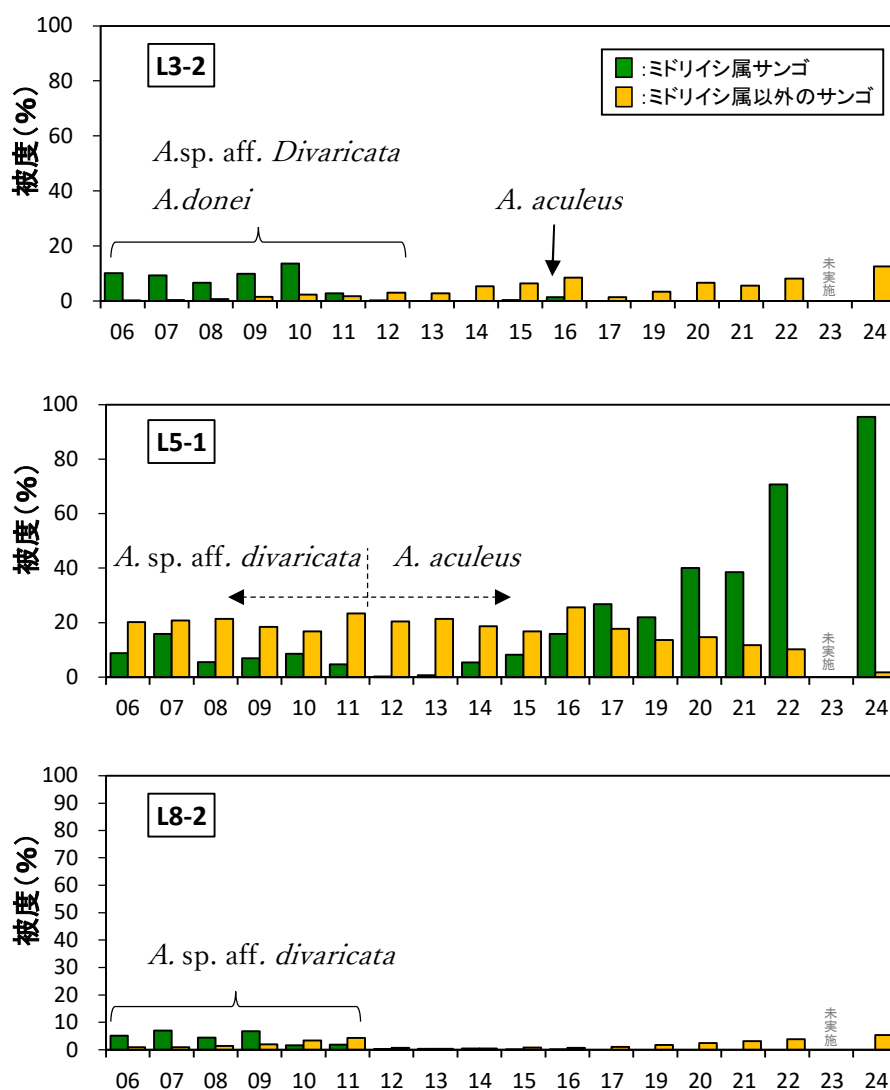


図-IV. 4. 3. 16 定点調査における地点別のサンゴ被度の推移 (3 地点)

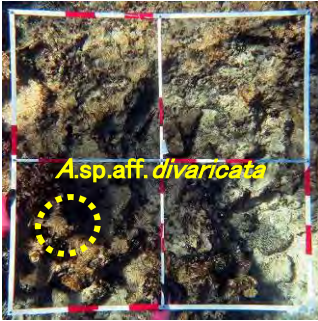
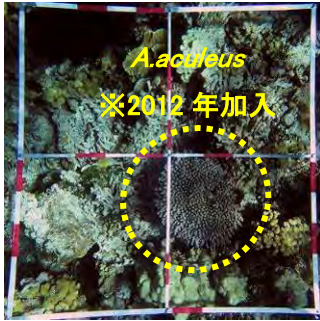
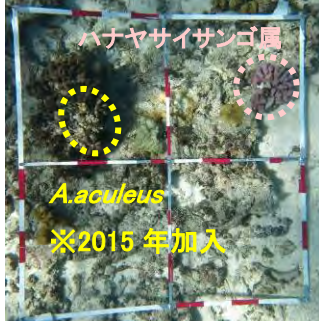
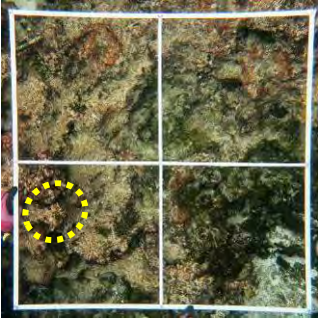
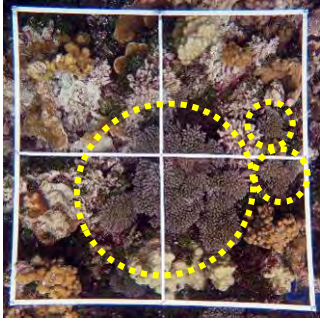
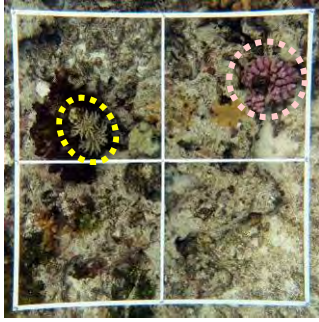
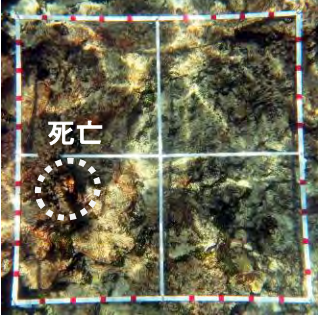
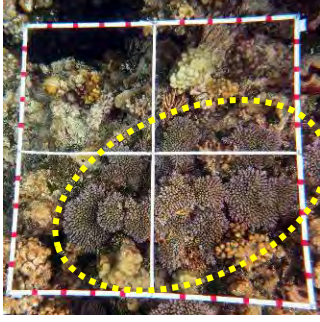
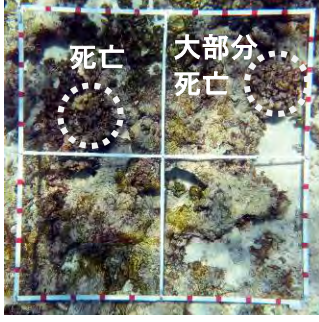
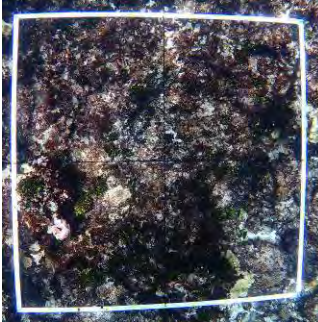
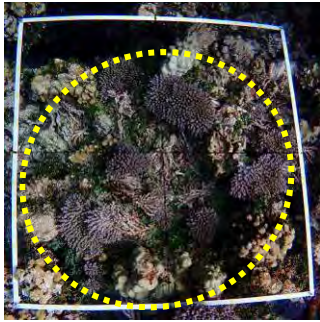
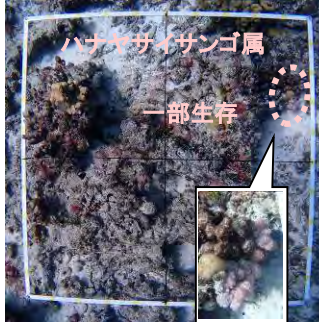
	L8-2 (礁内西側)	L5-1 (礁内中央)	L3-2 (礁内東側)
2015 年 6 月			
2016 年 5 月			
2017 年 6 月			
2018 年は未実施			
2019 年 5 月			
	・ 2017 年に死亡 (<i>A. sp. aff. divaricata</i>) ・ 岩盤上は海藻類が少ない	・ 被度増加 (<i>A. aculeus</i>)	・ 2017 年に死亡 (<i>A. aculeus</i>)

図-IV. 4. 3. 17(1) 観察枠内の状況変化 (2015~2019 年)

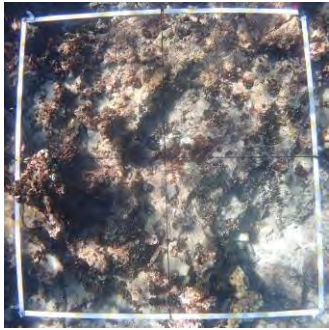
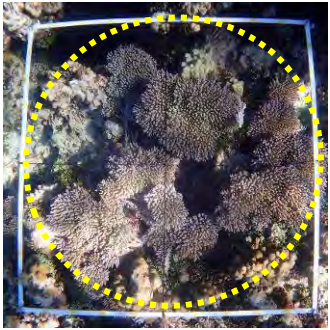
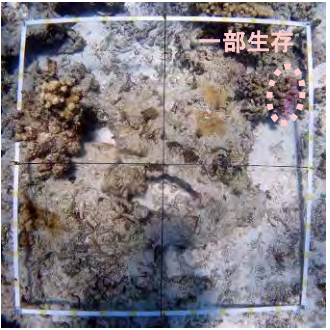
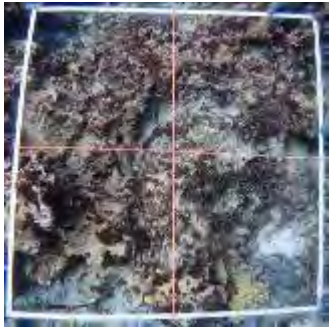
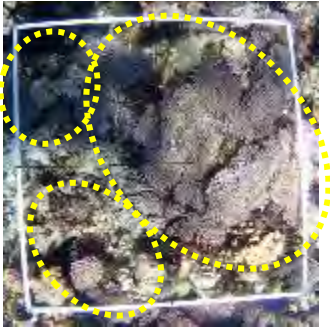
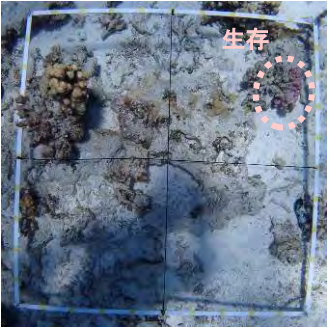
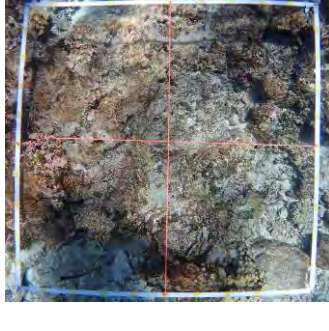
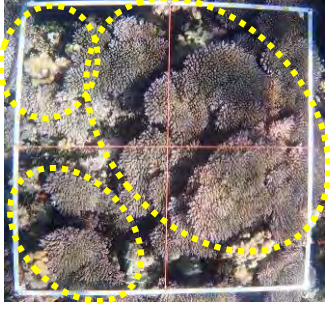
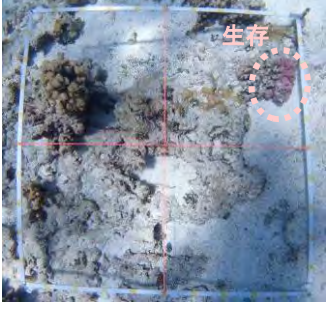
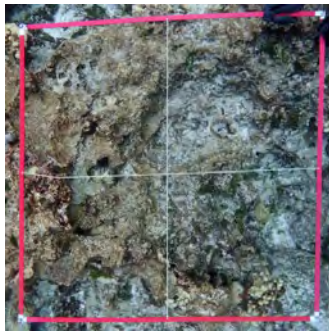
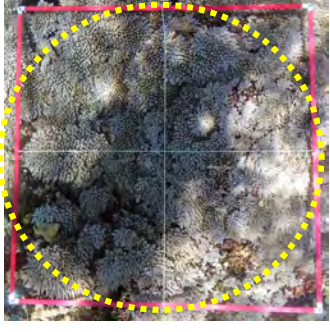
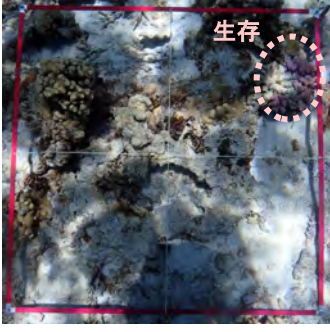
	L8-2 (礁内西側)	L5-1 (礁内中央)	L3-2 (礁内東側)
2020 年 5 月			
2021 年 5 月			
2022 年 5 月			
2023 年は未実施			
2024 年 5 月			
	・ 2017 年に死亡 (<i>A. sp. aff. divaricata</i>) ・ 岩盤上は海藻類が少ない	・ 被度増加 (<i>A. aculeus</i>)	・ 2017 年に死亡 (<i>A. aculeus</i>)

図-IV. 4. 3. 17(2) 観察枠内の状況変化 (2020~2024 年)

L5-1 以外で *A. aculeus* が出現した定点観察枠の L3-1、L5-2、L9-2 におけるサンゴ被度の推移を図-IV.4.3.18 に示す。今年度調査を実施した調査地点では L5-2 において *A. aculeus* の被度が増加している。また、L9-2 においても調査を実施した 2021 年から 2022 年に増加しており、礁池中央部周辺で増加傾向にあると考えられる。過年度調査期間で DHW が最大となった 2020 年の翌年にも死亡していないことから、生残している群体は高水温への耐性を持つ可能性がある。

一方で L3-1 では、2015 年まで高被度で生育していた *A. aculeus* が、2017 年には観察枠外の分布範囲も含めて死亡した（図-IV.4.3.19 参照）。2016 年から 2017 年にかけては過年度に比べて全体的にサンゴ被度が大きく減少したこと、2016 年には波高が高くなる強い台風の通過は無く、DHW が過年度に比べて高かったことから、高水温等の影響で死亡したと考えられた。

高水温の影響に差が生じたのは、各群体の何らかの差によって生じるランダム効果によるものと考えられる。*A. aculeus* の生残した群体は高水温への耐性を持つ可能性があるものの、種として高温耐性を持っている訳ではないと考えられる。

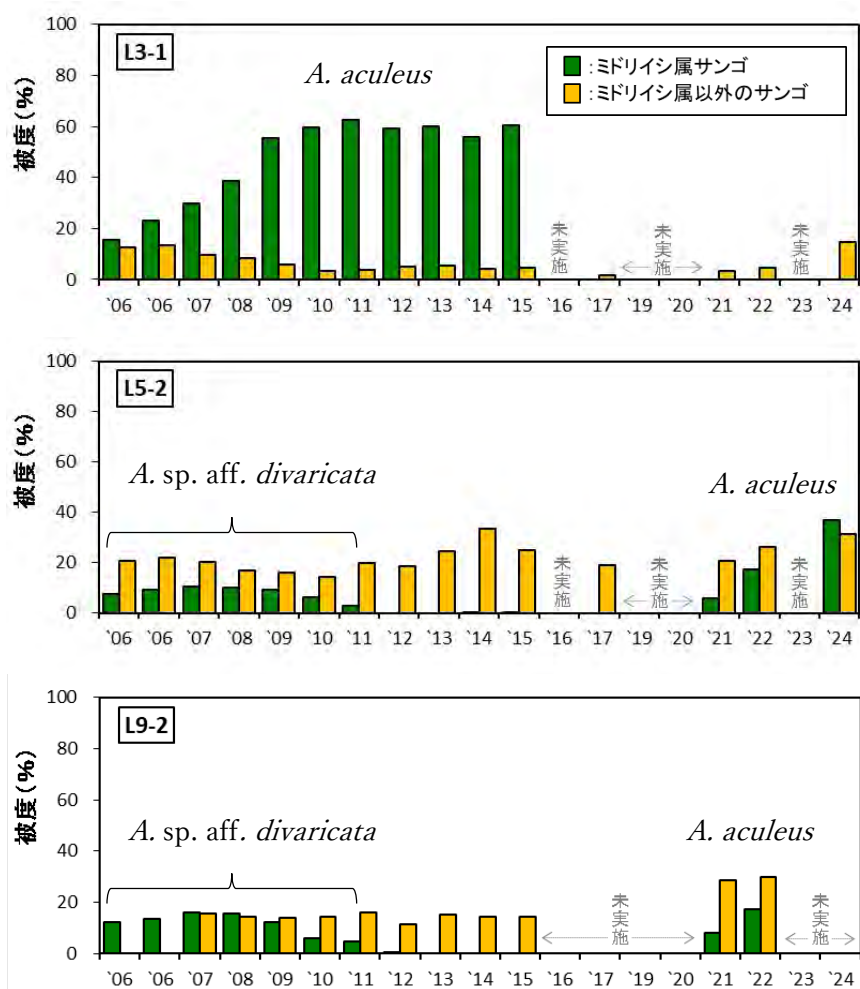
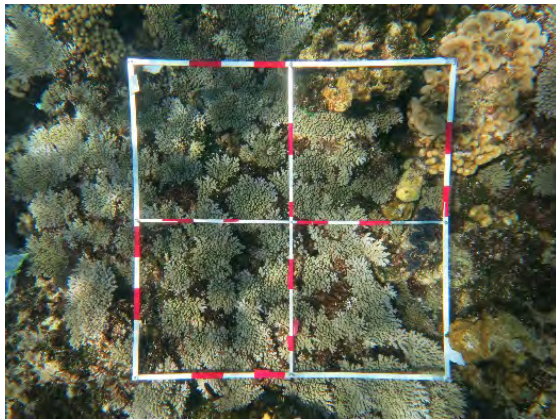


図-IV.4.3.18 L3-1・L5-2・L9-2 のサンゴ被度の推移

2017 年 6 月



2015 年 6 月

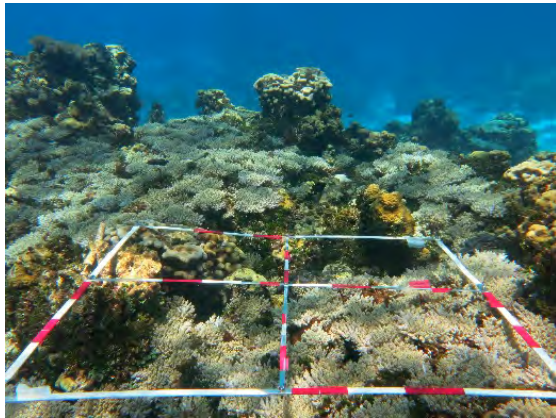
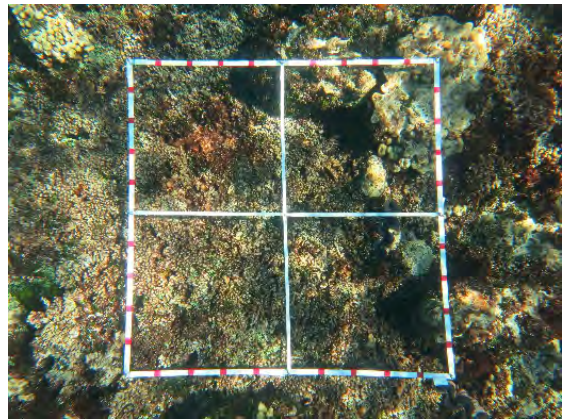


図-IV. 4. 3. 19 L3-1 の観察枠写真(2015 年、2017 年)

4 今後のモニタリング方針(案)

これまでのモニタリング結果をまとめ、今後のモニタリング方針(案)について表-IV.4.4.1、表-IV.4.4.2.に示す。

表-IV.4.4.1 モニタリング結果のまとめ

項目	モニタリング内容	結果
①移植サンゴのモニタリング (中間育成施設)	中間育成施設に移植したサンゴの生残率と成長量	中間育成施設に移植した 1～2 歳齢の稚サンゴが移植サイズ(直径 4cm 以上、面積約 13cm ² 以上)まで成長するのに移植後 1 年から 3 年、ノルに再移植したサンゴが産卵サイズ(直径 30cm 以上、面積約 700cm ²)まで成長するのに再移植後 6 年程度を要する結果が得られた。
②移植サンゴのモニタリング(ノル)	ノルに移植したサンゴの生残率と成長量	
③天然サンゴのモニタリング(定点)	天然サンゴの生育状況	天然サンゴは礁地内中央部の被度が高く、ミドリイシ属の被度増減により、種組成が変化している。 礁池中央部周辺は <i>A. aculeus</i> の被度が増加した。高水温が発生した翌年にも著しい減少はみられないことから、生残している群体は高水温への耐性を持つ可能性がある。ただし、 <i>A. aculeus</i> が減少した地点があるため、種として高温耐性を持っている訳ではないと考えられる。
④水温連続観測	礁内の水温連続観測	地点間の水温差はほとんどみられないものの、西側と北側の礁嶺付近の地点で一時的に 1℃を超える差が生じていた。 高水温の年にはサンゴの生残に影響を与えていると考えられる。
⑤試験基盤の安定性の確認	試験基盤の移動や埋没状況の計測	目立った形状の変化や移動は確認されず、安定している。
⑥新規加入状況の把握	試験基盤へ新規加入したサンゴの観察	じゃかご型がコンクリート型よりも新規加入が多かった。
⑦着床具撤去の試行	過年度にノルに設置した着床具の現況把握、撤去の試行	一部回収済み。残存している着床具の約半数にサンゴの着生を確認した。

表-Ⅳ. 4. 4. 2 今後のモニタリング方針(案)

項目	モニタリング内容	今後の方針(案)
①移植サンゴのモニタリング（中間育成施設）	中間育成施設に移植したサンゴの生残率と成長量	中間育成施設で稚サンゴが移植サイズまで成長する状況、ノル移植で産卵サイズまで成長する状況を把握できたため、モニタリングを終了する。
②移植サンゴのモニタリング（ノル）	ノルに移植したサンゴの生残率と成長量	
③天然サンゴのモニタリング（定点）	天然サンゴの生育状況	種組成の変化が確認され、沖ノ鳥島の生育状況の基礎情報となるため、定点3地点のモニタリングを継続する。 荒天待機が少なく調査日が確保可能な場合は他の7地点についてもモニタリングする。
④水温連続観測	礁内の水温連続観測	礁池内の水温差がほとんど無いため、地点数を減少する。 継続地点は天然サンゴのモニタリング定点3地点近傍（2区-6, 3区-2, 6区-3）と、一時的に他の地点と水温差が生じていた西側礁嶺付近（5区-5）、北側礁嶺付近（3区-3）の計5地点とする。 （30地点→5地点へ変更）
⑤試験基盤の安定性の確認	試験基盤の移動や埋没状況の計測	今後も試験基盤の安定性を確認するため調査を継続する。
⑥新規加入状況の把握	試験基盤へ新規加入したサンゴの観察	多くの新規加入、群体の成長が確認できている。基盤への天然のサンゴの加入効果を把握するため調査を継続する。
⑦着床具撤去の試行	過年度にノルに設置した着床具の現況把握、撤去の試行	残存している着床具について、サンゴが未着生あるいは岩盤に着生している自然サンゴを傷つけないものを対象に撤去する。撤去個数については現地判断とする。