

#### IV-4. 移植サンゴのモニタリング



## 目 次

### IV-4 移植サンゴのモニタリング

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 沖ノ鳥島の移植サンゴモニタリング.....	IV-4-5
1.5.2 沖ノ鳥島周辺のサンゴモニタリング.....	IV-4-6
1.5.3 中間育成施設の状況調査と補修.....	IV-4-8
2 調査結果 .....	IV-4-12
2.1 沖ノ鳥島の移植サンゴモニタリング.....	IV-4-12
2.1.1 中間育成施設 .....	IV-4-12
2.1.2 天然ノル .....	IV-4-13
2.2 沖ノ鳥島周辺のサンゴモニタリング.....	IV-4-19
2.2.1 定点調査 .....	IV-4-19
2.2.2 水温連続観測 .....	IV-4-34
2.3 中間育成施設の状況調査と補修.....	IV-4-37
2.3.1 中間育成施設の安定性の確認 .....	IV-4-37
2.3.2 新規加入状況の把握 .....	IV-4-44
3 考 察 .....	IV-4-46
3.1 移植サンゴの生残率低下要因.....	IV-4-46
3.2 水温変動.....	IV-4-48
3.3 天然サンゴの状況 .....	IV-4-58
4 課 題 .....	IV-4-68



## IV-4 移植サンゴのモニタリング

### 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。昨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を実施した。

#### 1.2 調査時期

2022年（令和4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、2022年5月4日～5月16日の計13日間（うち現地調査は2022年5月8日～5月13日の6日間）である。

表-IV.4.1.1 2022年度調査工程の概要

年月日		内容	滞在地	
2022年	5月	4日	出港、久米島	那覇港、久米島
		5日	久米島、移動	久米島、(移動)
		6日	移動	(移動)
		7日	移動	(移動)
		8日	現地調査：1日目	沖ノ鳥島
		9日	現地調査：2日目	
		10日	現地調査：3日目	
		11日	現地調査：4日目	
		12日	現地調査：5日目	
		13日	現地調査：6日目	
		14日	移動	(移動)
		15日	移動	(移動)
		16日	久米島、帰港	那覇港

### 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
沖ノ鳥島の移植 モニタリング	中間育成施設	・2015, 2016, 2017 年度に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。
	ノル	・2014, 2015, 2016, 2017 年度に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。
沖ノ鳥島周辺の サンゴモニタリ ング	定点調査	・礁内 3 地点以上の定点（永久コードラート）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。
	水温連続観測	・礁内 15 地点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。
中間育成施設の 状態調査と補修	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および観察を実施し、試験基盤の安定性を確認する。
	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。

## 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

定点調査		北緯	東経
定点1	①	20° 25' 06.9"	136° 06' 14.9"
定点2	①	20° 25' 01.7"	136° 05' 52.9"
	②	20° 25' 02.5"	136° 05' 53.1"
定点3	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"
定点4	①	20° 25' 26.6"	136° 05' 27.8"
	②	20° 25' 26.6"	136° 05' 28.0"
定点5	①	20° 25' 25.5"	136° 05' 10.7"
	②	20° 25' 25.2"	136° 05' 10.9"
定点6	①	20° 25' 26.7"	136° 04' 57.7"
	②	20° 25' 26.7"	136° 04' 57.7"
定点7	①	20° 25' 20.0"	136° 04' 37.2"
	②	20° 25' 19.9"	136° 04' 37.0"
定点8	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"
定点9	①	20° 25' 28.2"	136° 05' 25.2"
	②	20° 25' 28.2"	136° 05' 25.2"
定点10	①	20° 25' 17.1"	136° 05' 32.5"
	②	20° 25' 17.8"	136° 05' 32.7"

稚サングの移植場所		北緯	東経
第2フェーズ (試験基盤)	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"

サング幼生着床・育成 実証基盤		北緯	東経
設置箇所		20° 25' 26.4"	136° 05' 26.3"

2023年度実証試験計画に関する調査範囲(水中カメラ撮影・水深計測及びサング被度観察を含む)		北緯	東経
①		20° 25' 26.7"	136° 05' 01.5"
②		20° 25' 19.8"	136° 05' 01.5"
③		20° 25' 19.8"	136° 05' 28.3"
④		20° 25' 26.7"	136° 05' 28.3"

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"

再移植ノル	北緯	東経
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"

対照区ノル	北緯	東経
A6	20° 25' 19.6"	136° 05' 14.5"

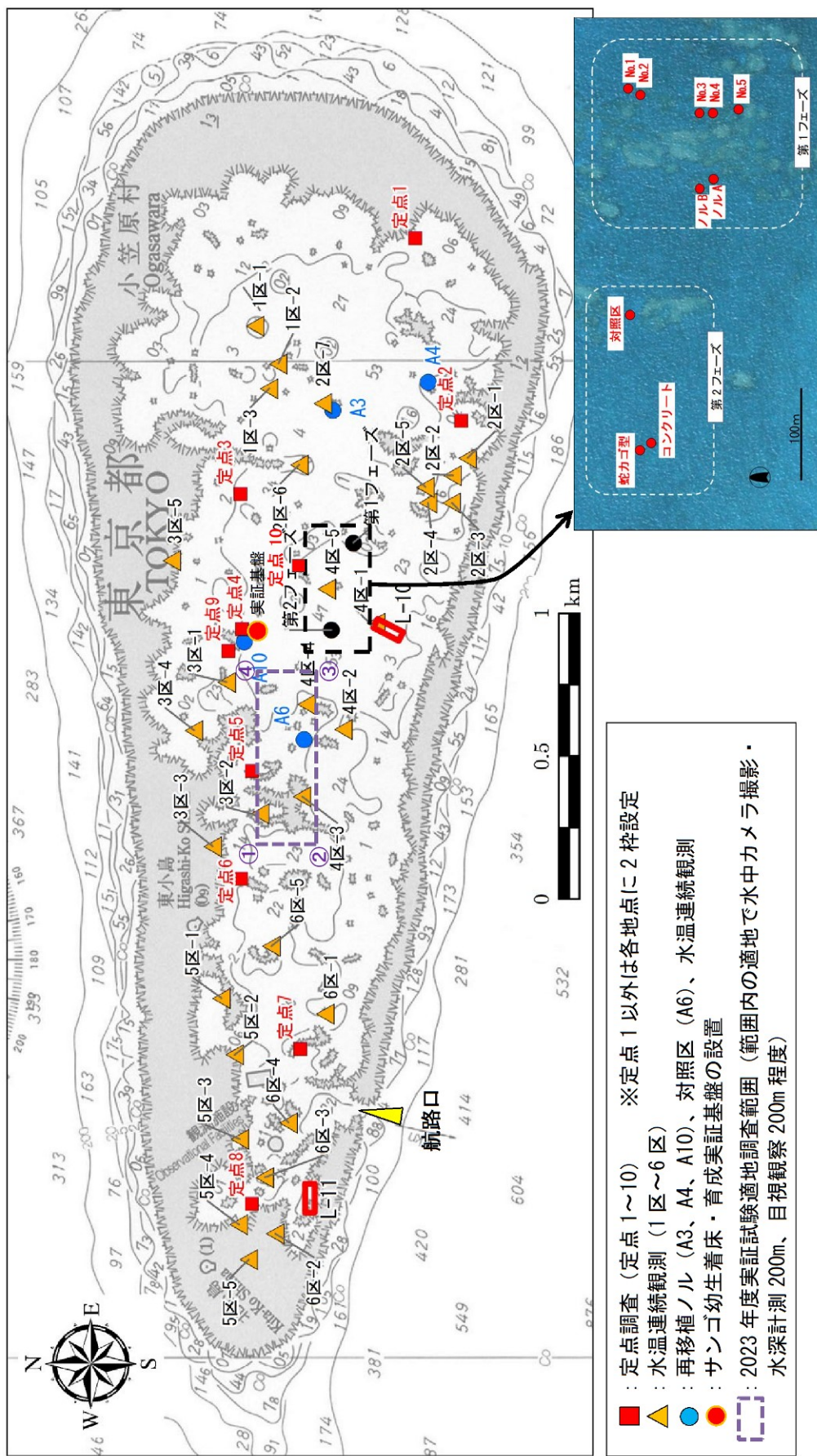


図-IV.4.1.1 沖ノ鳥島礁内の調査地点位置図



## 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) 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、藻類の被覆状況等を記録	成長阻害要因の把握

#### (2) 移植サンゴのモニタリング (天然ノル)

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。

また、移植サンゴ周辺の付着藻類の除去、着床具と食害防止カゴの点検・補修に備えて工具や食害防止カゴ等の補修用の資材等を準備した。

表-IV.4.1.5 天然ノルに移植したサンゴの観察

項目	内容
移植サンゴ目視観察	【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) 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(図中の■)に加え、過年度にモニタリング実績のある地点（図中の□）の内の L1,L2,L4, L9 も対象とした。

観察項目と内容を表-IV.4.1.6 に示す。観察は、天然サンゴの生育状況を把握するための項目、天然サンゴの新規加入状況を把握する項目および成長阻害要因である食害の状況と藻類の繁茂状況について記録した。その他、特記すべき状況が確認された場合は別途記録した。

表-IV.4.1.6 定点調査の観察項目と内容

観察項目		観察区分
天然サンゴ	活性状況	外観色：白化、病気などによる変色の有無 触手：伸長状況
新規加入	稚サンゴ (幼生加入)	種名：同定できる範囲 着生位置：平場、窪み、引掛り等 活着状況：未活着、一部活着、完全に活着
食害生物	食害状況	食痕の有無：なし、少し、大部分、全体 食害生物の推定：魚類、貝類、他
海藻草類	被覆（分布）状況	サンゴへの被覆状況：種類、被覆面積（%） 枠内の被覆（分布）状況：種類、被覆面積（%）
その他		周辺のサンゴや生物の生育（生息）・分布状況について、コドラート内と違う場合はその状況を記録

## (2) 水温連続観測

礁内 30 地点に設置されている水温計のうち 15 地点において、自記録式水温計の回収・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。

調査地点を図-IV.4.1.2 に示す。また、水温計の回収・再設置の状況写真を図-IV.4.1.3 に示す。

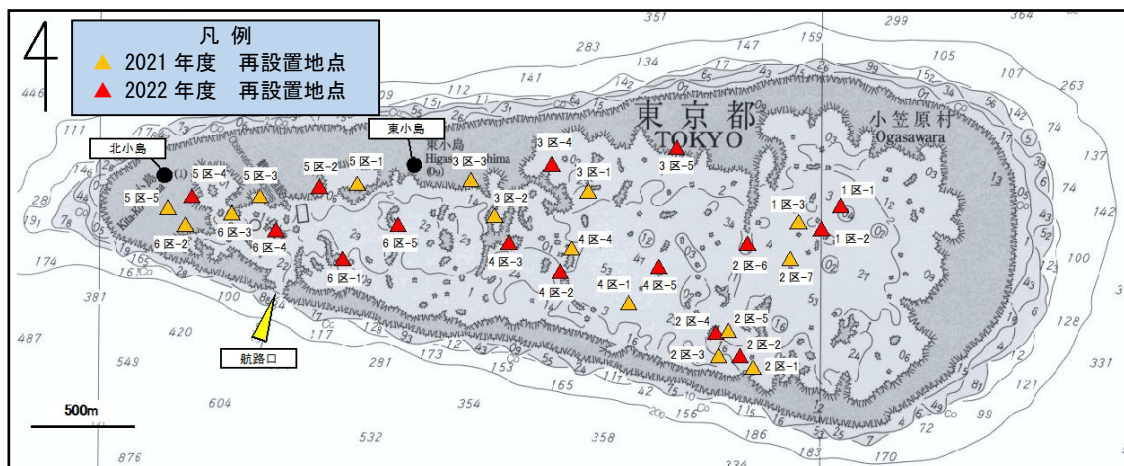


図-IV.4.1.2 水温連続観測の地点位置図



図-IV.4.1.3 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った（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

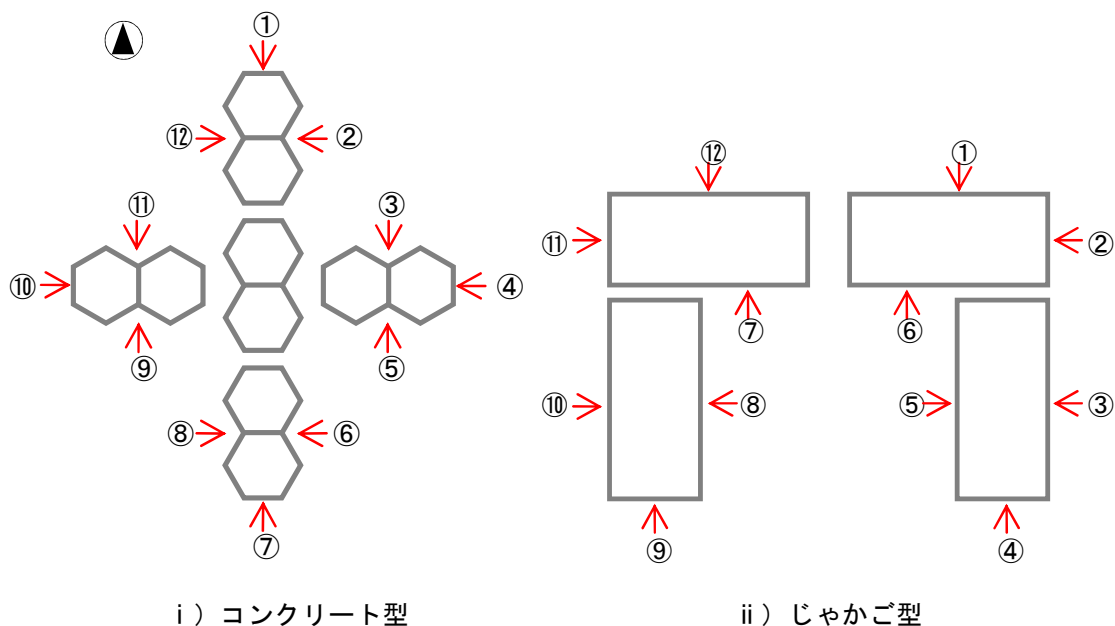


図-IV.4.1.4 観察位置図

2) 中間育成施設の移動状況の確認

図-IV.4.1.5 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.4.1.8 参照）。

表-IV.4.1.8 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>補助的にそれぞれの試験基盤との距離も計測</li> </ul>	基盤の移動状況の確認

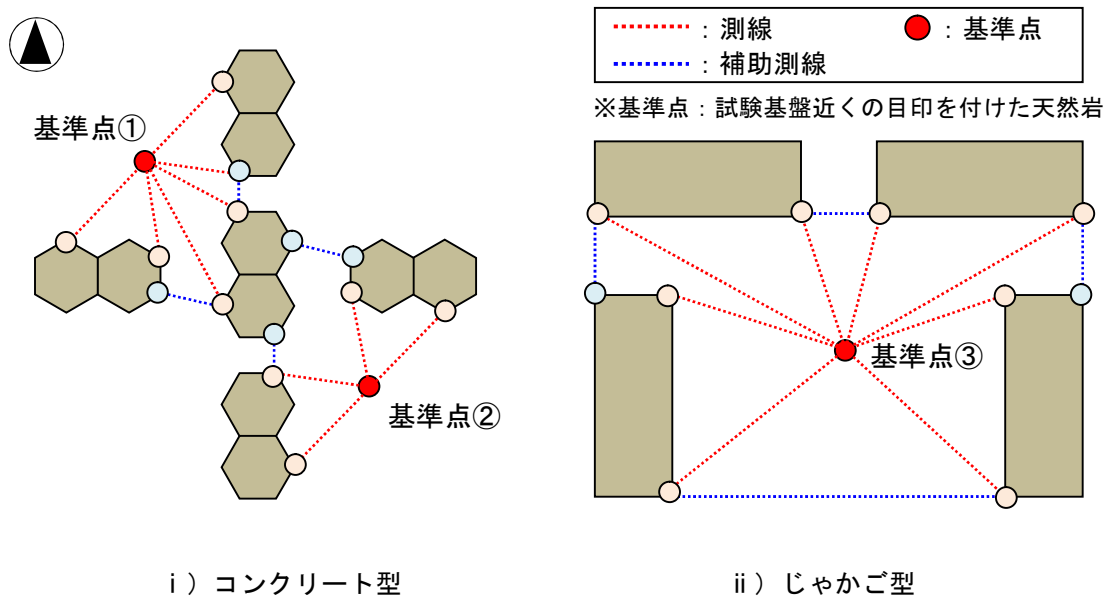


図-IV.4.1.5 計測位置図

### 3) 補修

移植サンゴ周辺の付着藻類の除去、着床具と食害防止カゴの点検・補修に備えて工具等を準備した（図-IV.4.1.6 参照）。

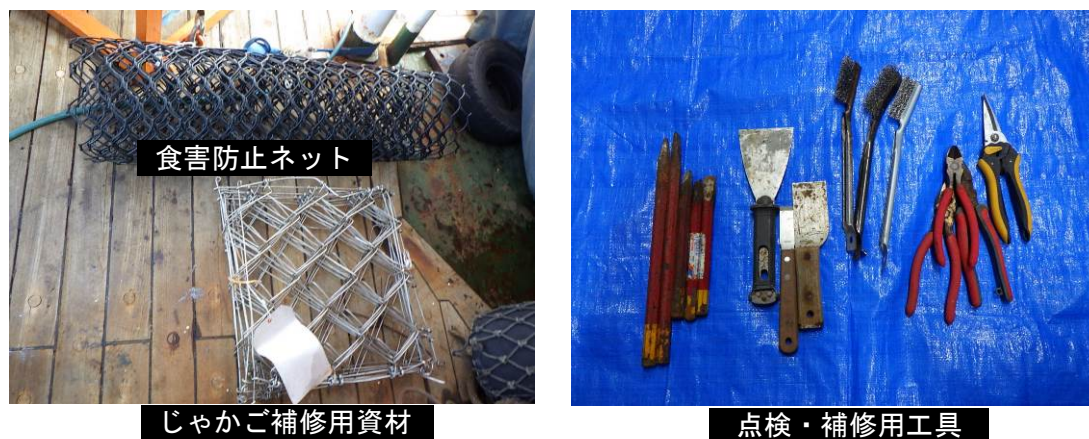


図-IV.4.1.6 食害防止等補修用資材及び点検・補修用工具

試験基盤(コンクリート型)の側面に設置している食害防止ネットの補修を行った（図-IV.4.1.7 参照）。

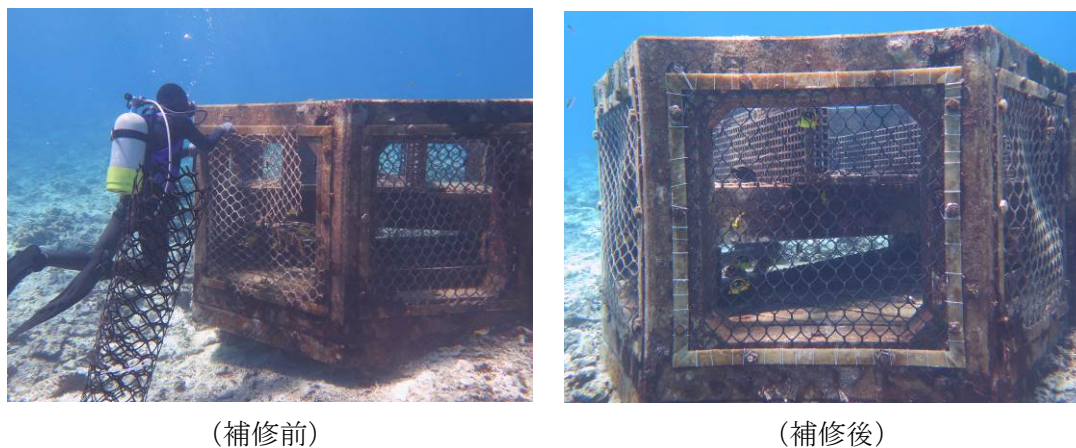


図-IV.4.1.7 試験基盤(コンクリート型)の食害防止ネットの補修

## (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.4.1.8、図-IV.4.1.9 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.4.1.9 参照）。

表-IV.4.1.9 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：柵、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

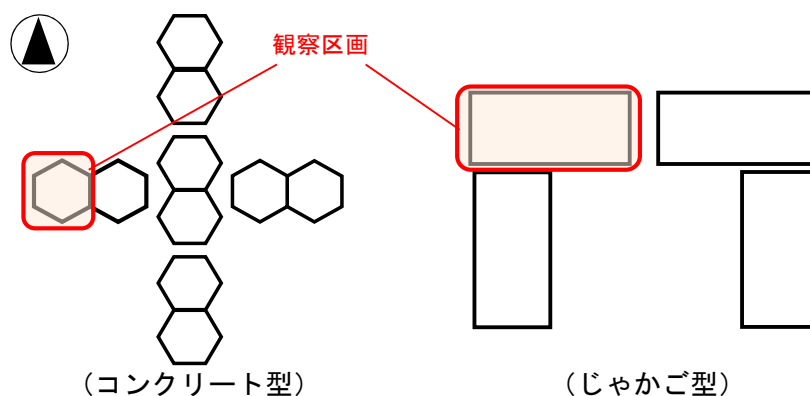


図-IV.4.1.8 新規加入量調査のモニタリング位置

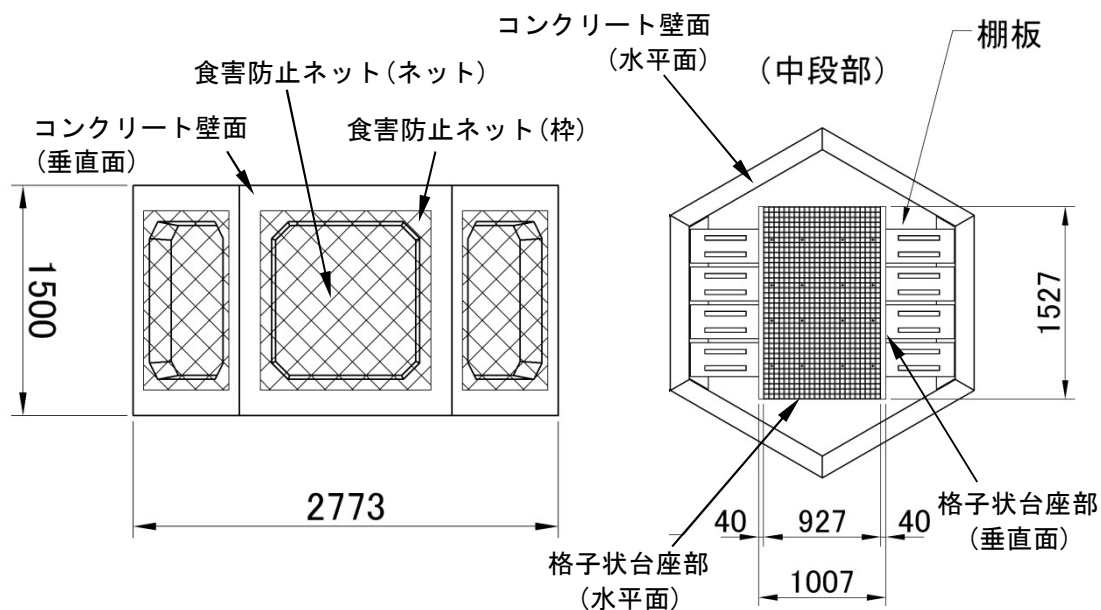


図-IV.4.1.9 試験基盤の着生部位の区分（コンクリート型）

## 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 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5年後である2022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81.1cm<sup>2</sup>であり、1年前の2021年より増加した。

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

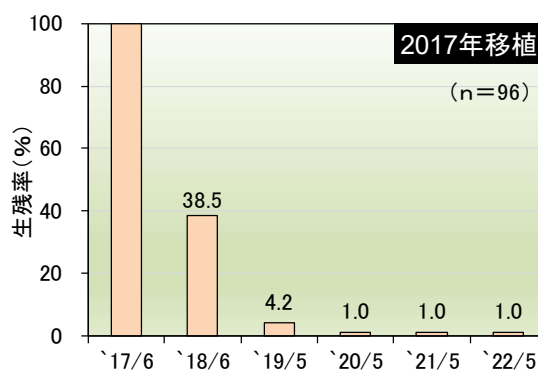


図-IV.4.2.1 2017年6月移植の生残率

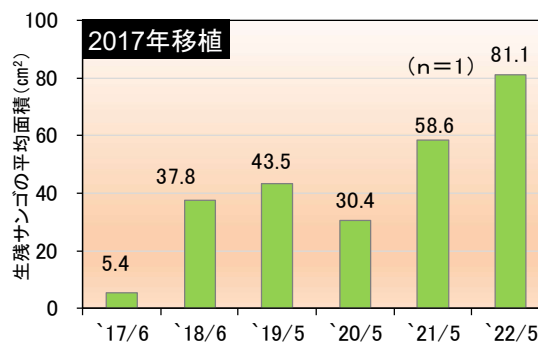


図-IV.4.2.2 2017年移植サンゴの成長面積



## 2.1.2 天然ノル

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.4.2.3 に示す。

2014 年 6 月移植サンゴの生残率は、移植 8 年後である 2022 年 5 月で生残率が A3 ノルで 0%、A4 ノルで 3%、A10 ノルで 23%であり、2017 年 6 月以降は大きな変化はみられない。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 ノルで増加した。

2015 年 6 月移植サンゴの生残率は、移植 7 年後である 2022 年 5 月で生残率が A3 ノルで 3%、A4 ノルで 11%、A10 ノルで 14%であり、2017 年 6 月以降では A3、A4、A10 ノルともに大きな変化はなかった。生残サンゴの平均面積は、A4 ノルと A10 ノルで増加した。

2016 年 6 月移植サンゴの生残率は、移植 6 年後である 2022 年 5 月で A3 ノルの生残率が 0%、A4 ノルで 0%、A10 ノルで 3%であった。生残サンゴの平均面積は、生残が確認された A10 ノルで増加した。

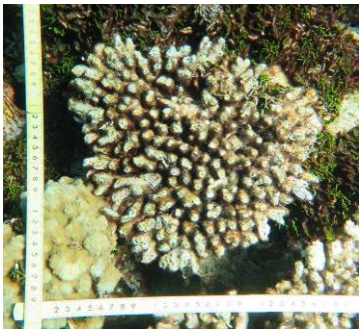
2017 年 6 月移植サンゴの生残率は、移植 5 年後である 2022 年 5 月で生存率が A3 ノルで 0%、A4 ノルで 4%、A10 ノルで 20%であった。A4 ノルは 2018 年調査では生存率が 2% (2 群体)であったが、2019 年調査では 8%(7 群体)と増加している。これは 2018 年調査で死亡としていた内の 5 群体については、一部生残していた部分が成長したと考えられる。生残サンゴの平均面積は、A4 ノルと A10 ノルで増加した。

生残数/モニタリング対象は、A3 ノルで 1 群体/89 群体、A4 ノルで 8 群体/193 群体、A10 ノルで 31 群体/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。

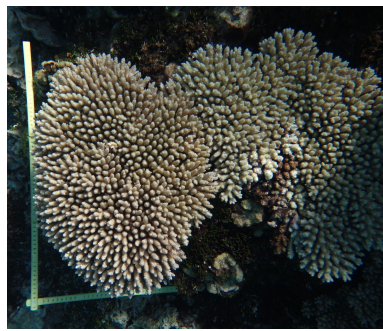
表-IV. 4. 2. 2 移植サンゴ（ノル）のモニタリング概要

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)

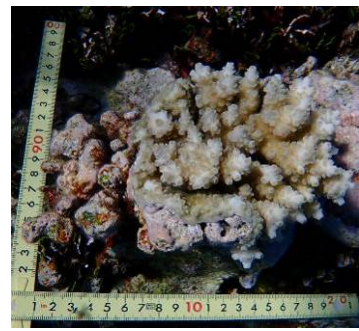
2014 移植



2015 移植

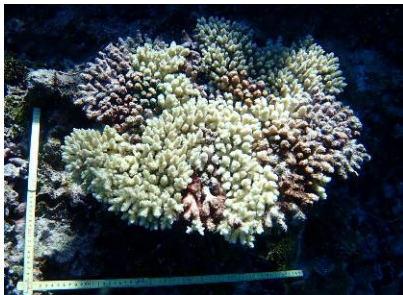


2017 移植

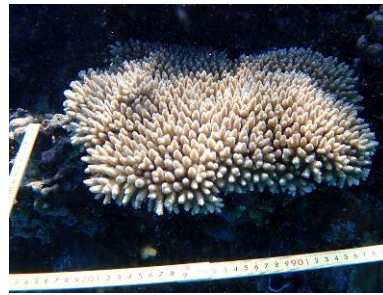


A4 ノル(生残サンゴ)

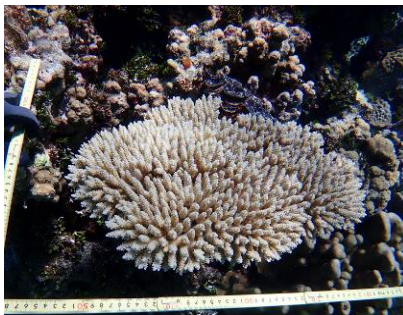
2014 移植



2015 移植



2016 移植

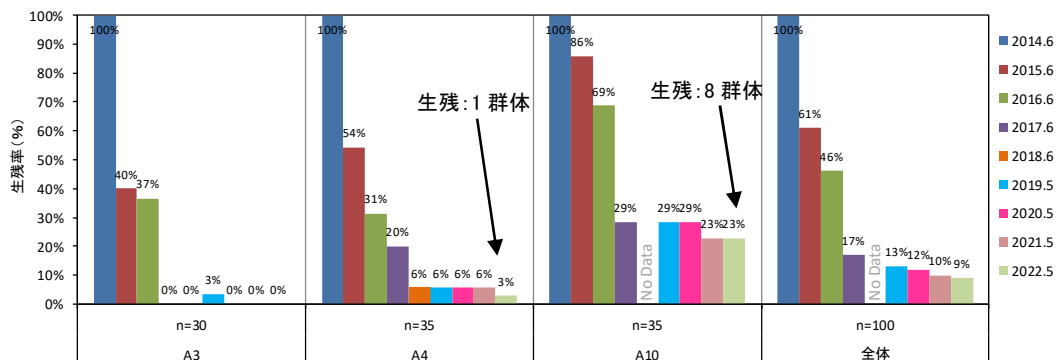


2017 移植

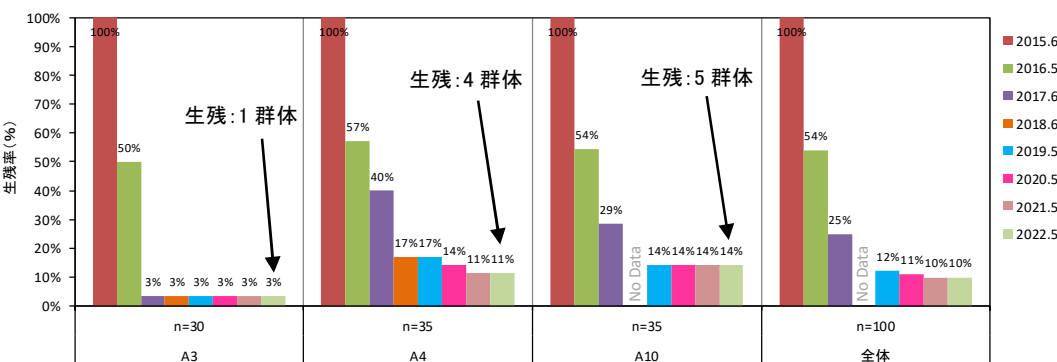


A10 ノル(生残サンゴ)

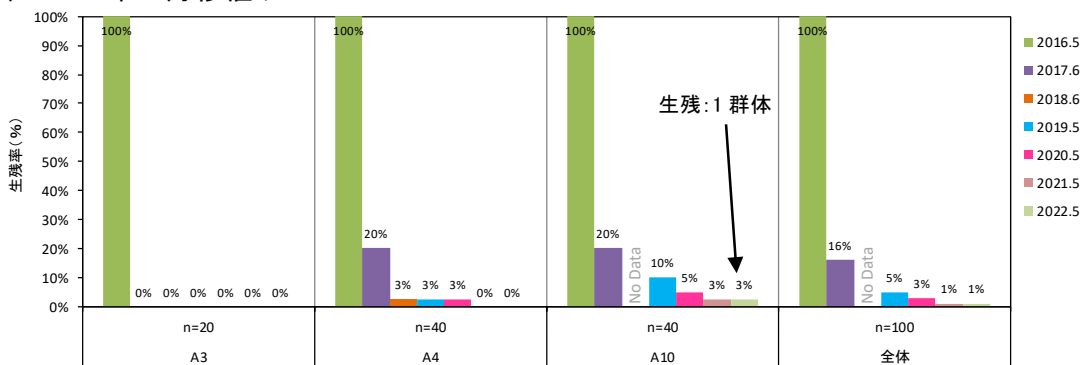
(a) 2014年6月移植サンゴ



(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

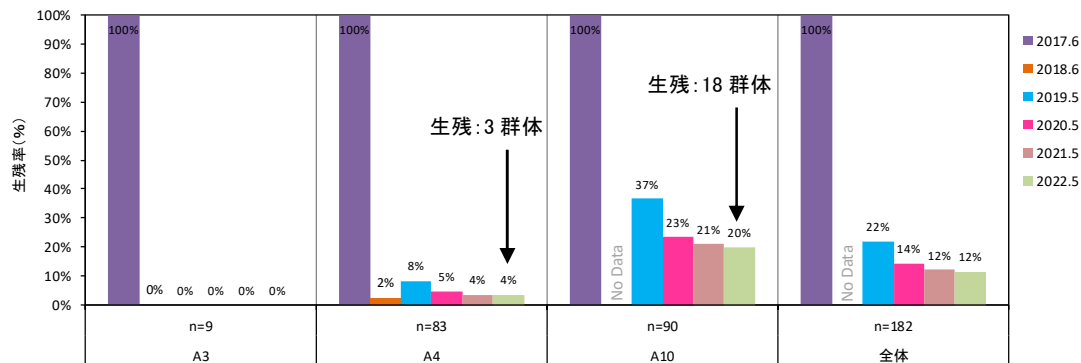
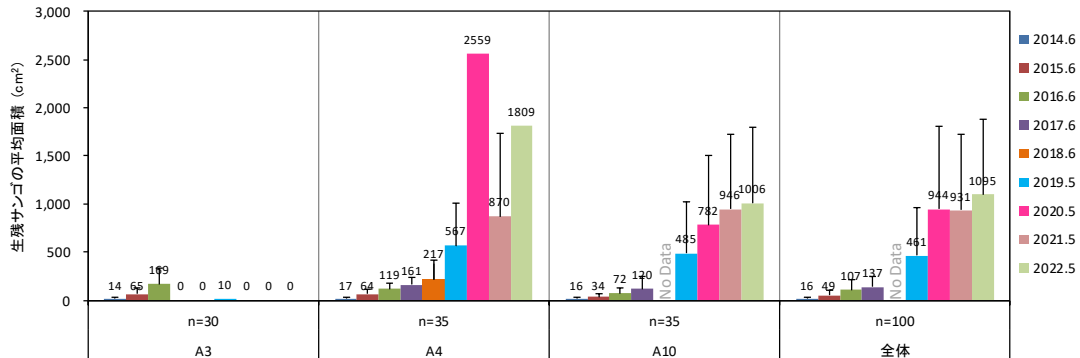
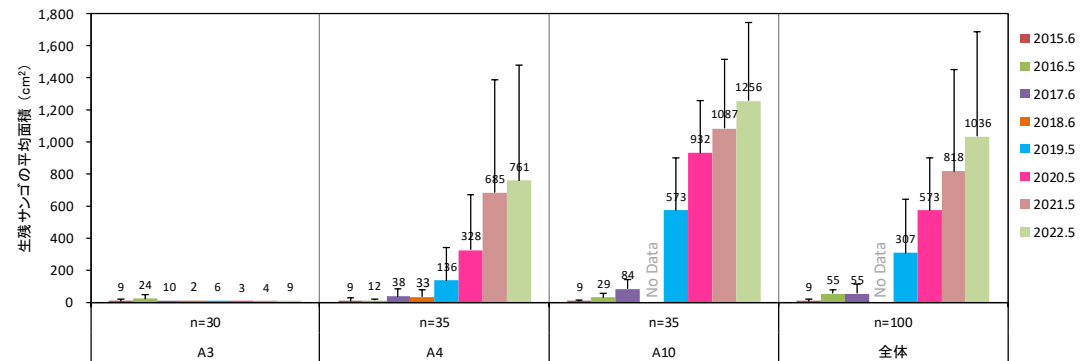


図-IV.4.2.3(1) 移植サンゴ（ノル）の生残率（2014年～2017年移植サンゴ）

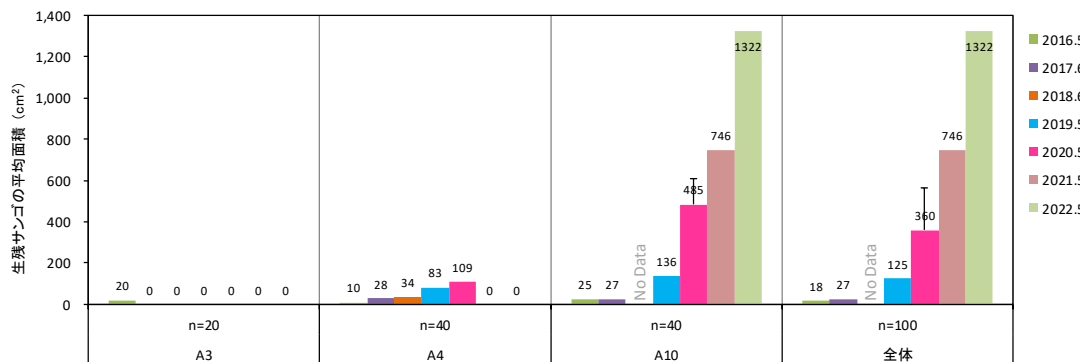
(a) 2014年6月移植サンゴ



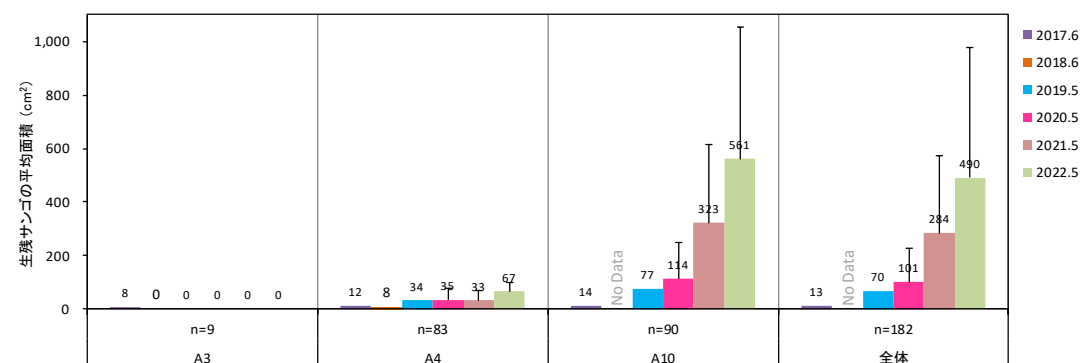
(b) 2015年6月移植サンゴ



(c) 2016年6月移植サンゴ



(d) 2017年6月移植サンゴ



バーは標準偏差を示す。

図-IV.4.2.3(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.4.2.4 に、コドラート調査における被度経年変化を図-IV.4.2.5 に、コドラートの経年状況写真を図-IV.4.2.6 に示す。

ノル全体の平均被度については、2022 年は 23.7%であり、2021 年の 23.3%より 0.4%増加した。科別でみるとミドリイシ科の被度が 1.3%増加、キクメイシ科が 1.0%減少し、他の科は同程度であった。

コドラート調査については、2022 年は 22.5%であり、2021 年の 19.0%より増加した。その他のサンゴ類の被度は 1%未満から 5%に、リュウキュウキッカサンゴ属は 1%未満から 5%未満、*A.tenuis* の被度は 5%未満から 5%に増加し、トゲキクメイシ属は 15%から 10%に減少した。

ノル全体の被度は 2016 年 6 月から 2017 年 6 月にかけて減少し、コドラートの被度は 2017 年 6 月から 2019 年 5 月にかけて減少した。2016 年と 2017 年の夏季に水温が高かったことから、高水温による影響で被度が減少したと考えられる。

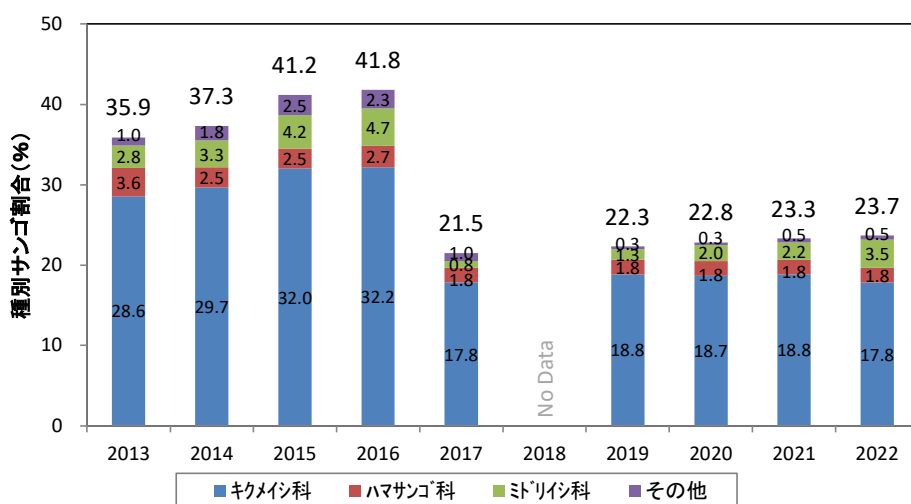


図-IV.4.2.4 対照区ノル(A6)全体でのサンゴ被度経年変化

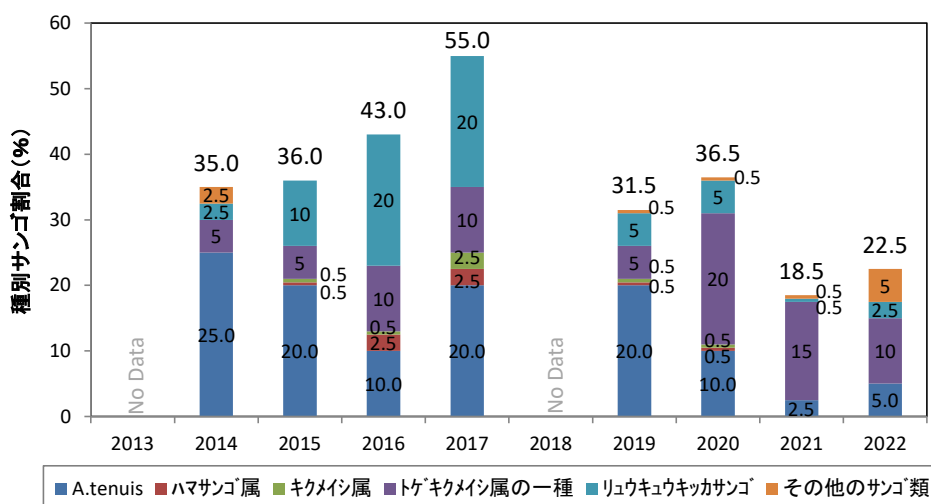
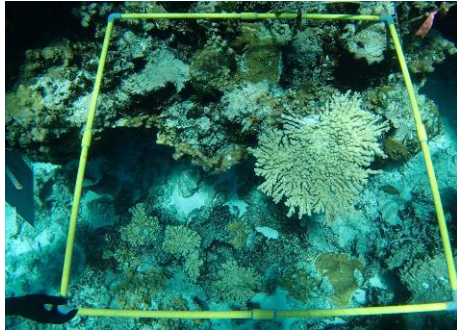


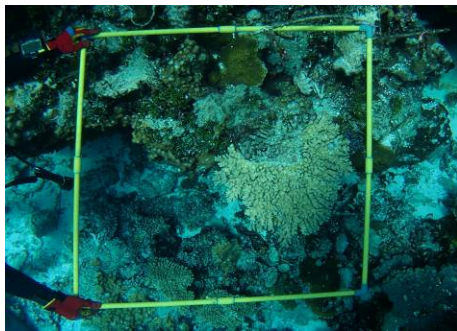
図-IV.4.2.5 対照区ノル(A6)コドラート調査におけるサンゴ被度経年変化



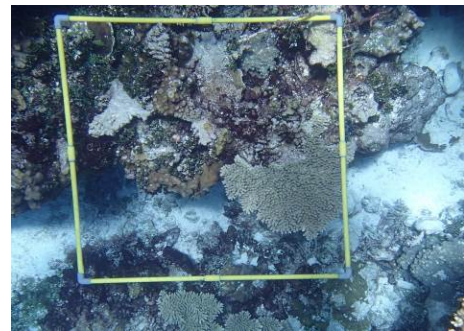
2014年6月



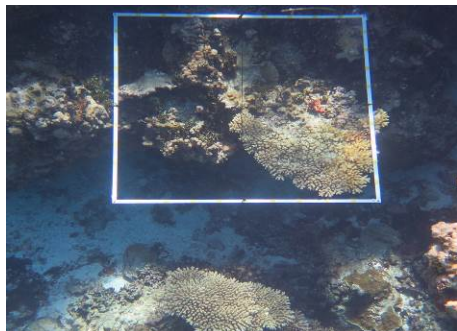
2015年6月



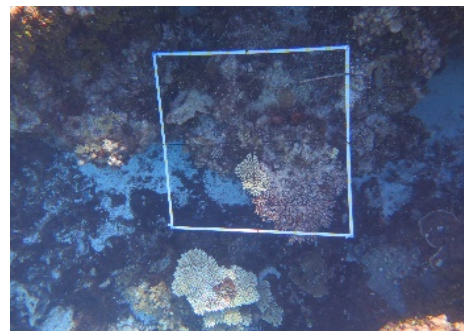
2016年6月



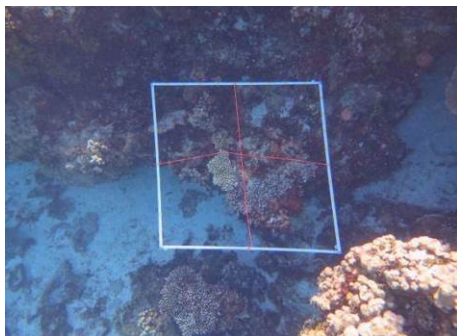
2017年6月



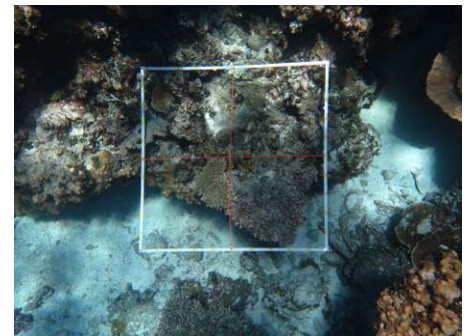
2019年5月



2020年5月



2021年5月



2022年5月

図-IV.4.2.6 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 定点調査

定点調査の状況例を図-IV.4.2.7に、定点ごとの調査結果を図-IV.4.2.8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、L9-2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70.7%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、L4-2、L5-2、L9-2で被度が高かった。

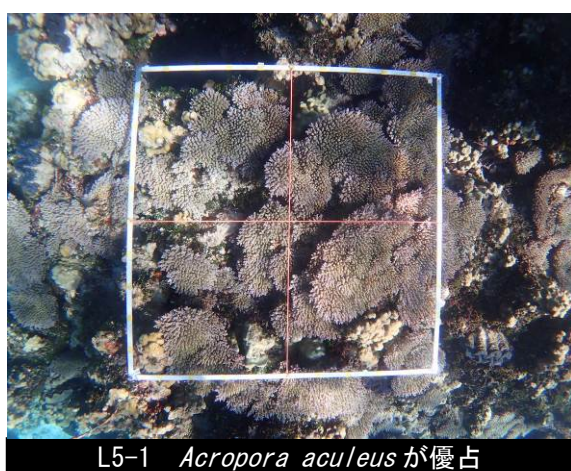


図-IV.4.2.7 定点調査の状況例（L5-1）

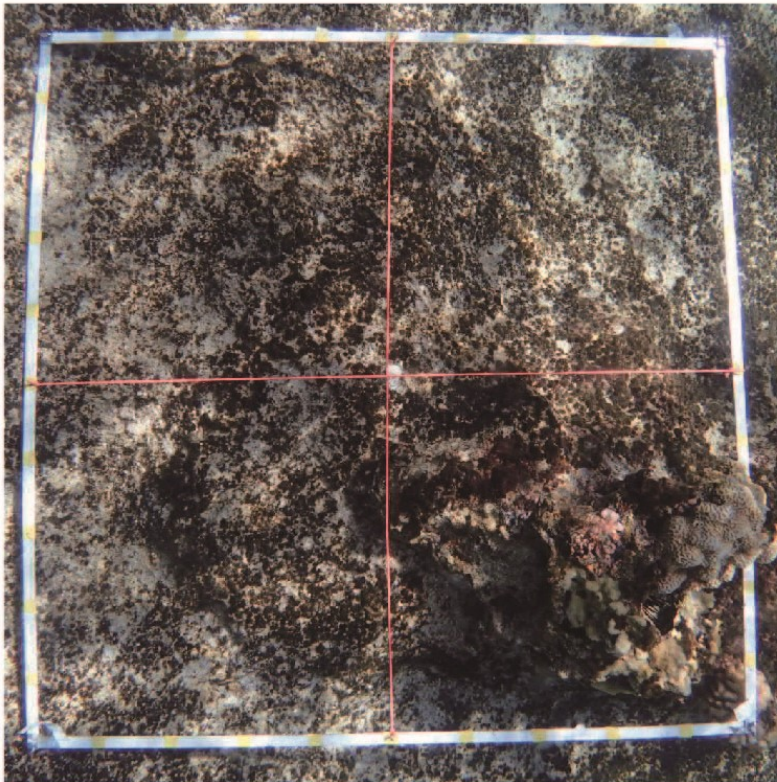
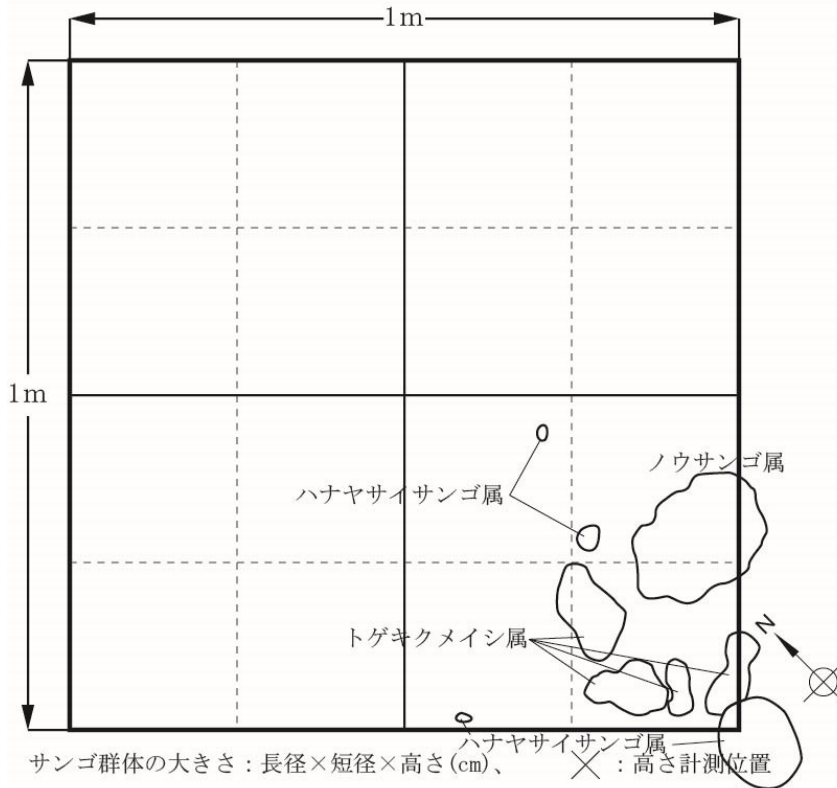
表-IV.4.2.3 定点ごとのサンゴ被度(%)

地点名	ミドリイシ属	ミドリイシ属 以外
L1-1	0.0	5.1
L2-1	0.0	0.6
L2-2	0.0	4.6
L3-1	0.0	4.5
L3-2	0.0	8.1
L3-3	2.3	0.8
L4-1	0.0	14.9
L4-2	0.0	29.6
L5-1	70.7	10.2
L5-2	17.4	26.0
L6-1	—	—
L6-2	—	—
L7-1	—	—
L7-2	—	—
L8-1	0.0	12.5
L8-2	0.0	3.9
L8-3	0.0	12.2
L9-1	—	—
L9-2	17.3	30.0
L10-1	—	—
L10-2	—	—

—：調査未実施

L-1 ①

位置：北緯 20° 25′ 06.9″  
東経136° 06′ 14.9″  
水深：-0.4m (D.L.)



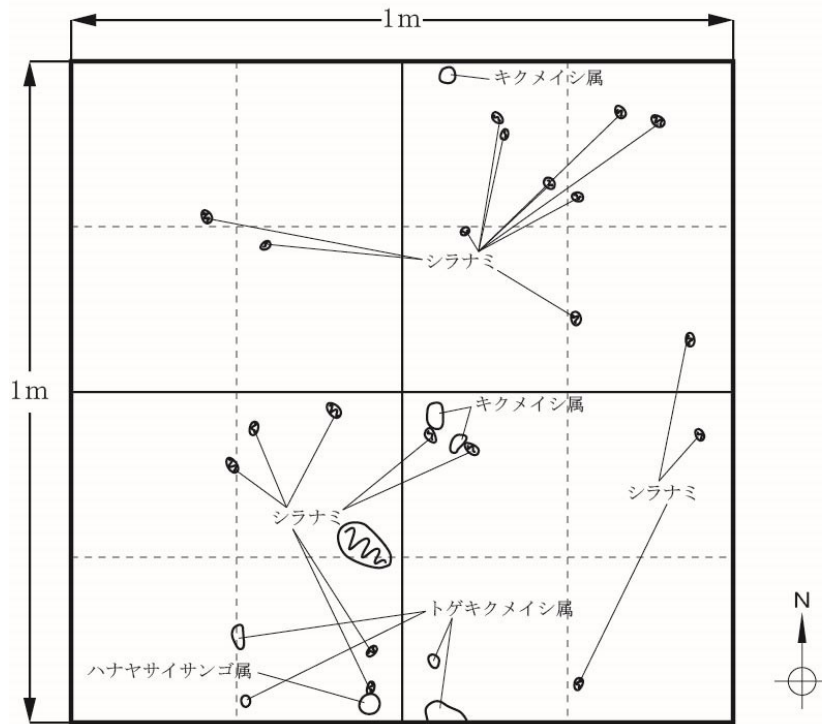
回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度1月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 8日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 18日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 20日
第8次現地調査 (平成21年度8月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	2010年 5月 15日
第10次現地調査 (平成22年度6月)	2010年 6月 29日
第11次現地調査 (平成22年度8月)	2011年 5月 22日
第12次現地調査 (平成24年度6月)	2012年 6月 1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 5日
第15次現地調査 (平成27年度6月)	2015年 6月 10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)	—
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)	—
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 23日
第22次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月 12日

図-IV.4.2.8(1) 定点調査結果 (L1-1)

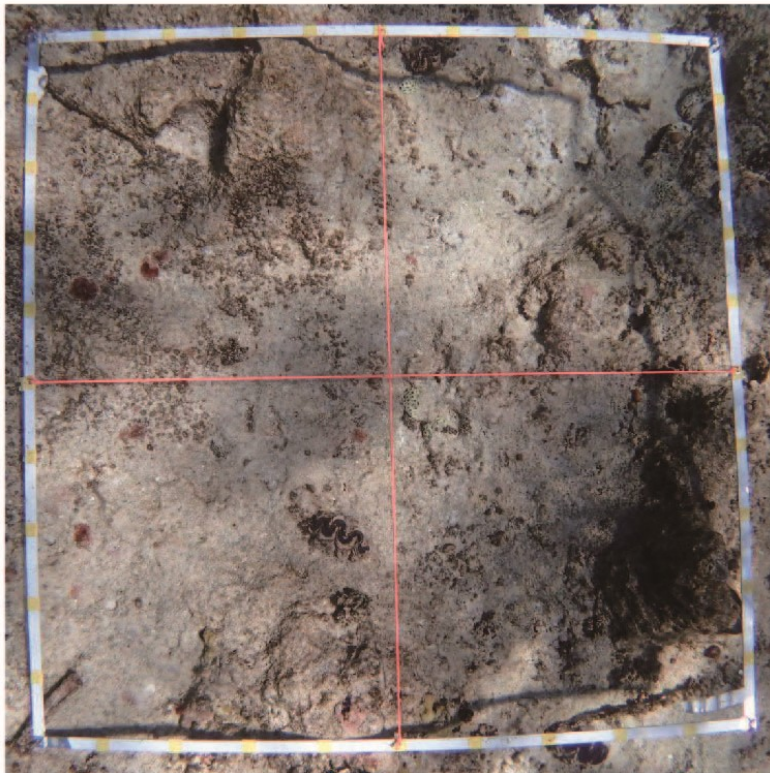


L-2 ①

位置：北緯 20° 25′ 01.7″  
東経136° 05′ 52.9″  
水深：-1.7m (D.L.)



サンゴ群体の大きさ：長径×短径×高さ (cm)、 × : 高さ計測位置

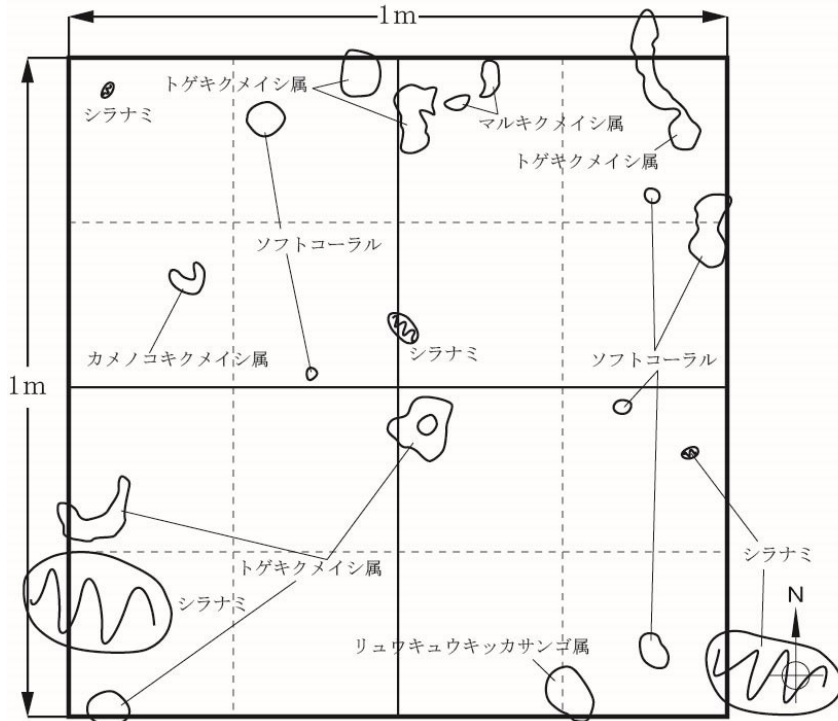


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	2005年12月 2日
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月22日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月17日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月10日
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月20日
第8次現地調査 (平成21年度8月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	2010年 5月15日
第10次現地調査 (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22日
第12次現地調査 (平成24年度5月)	2012年 6月 1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5月)	2014年 6月 4日
第15次現地調査 (平成27年度5月)	2015年 6月10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)	—
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)	—
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23日
第22次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月12日

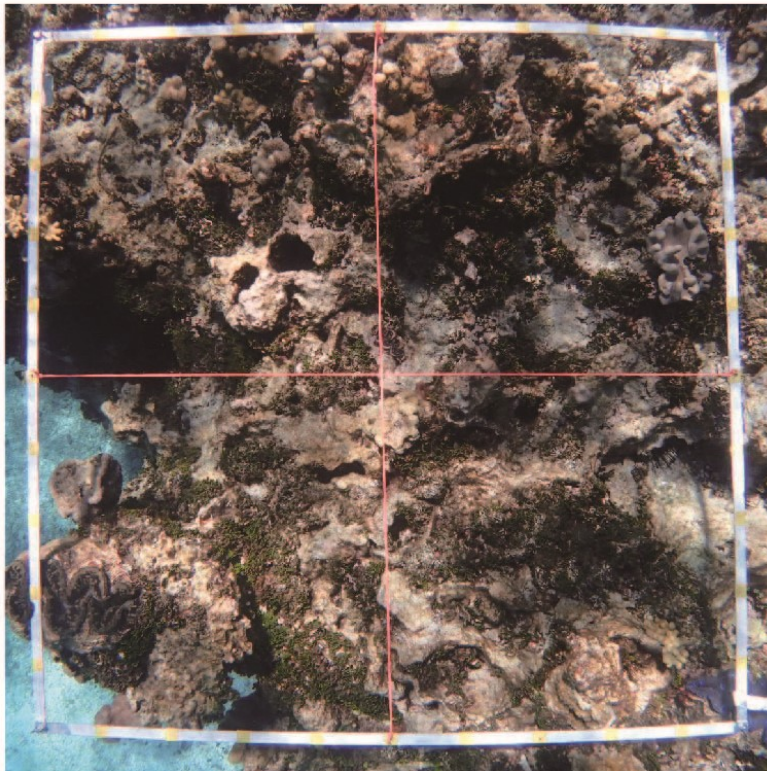
図-IV. 4. 2. 8(2) 定点調査結果 (L2-1)

L-2 ②

位置：北緯 20° 25′ 02.5″  
東経136° 05′ 53.1″  
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

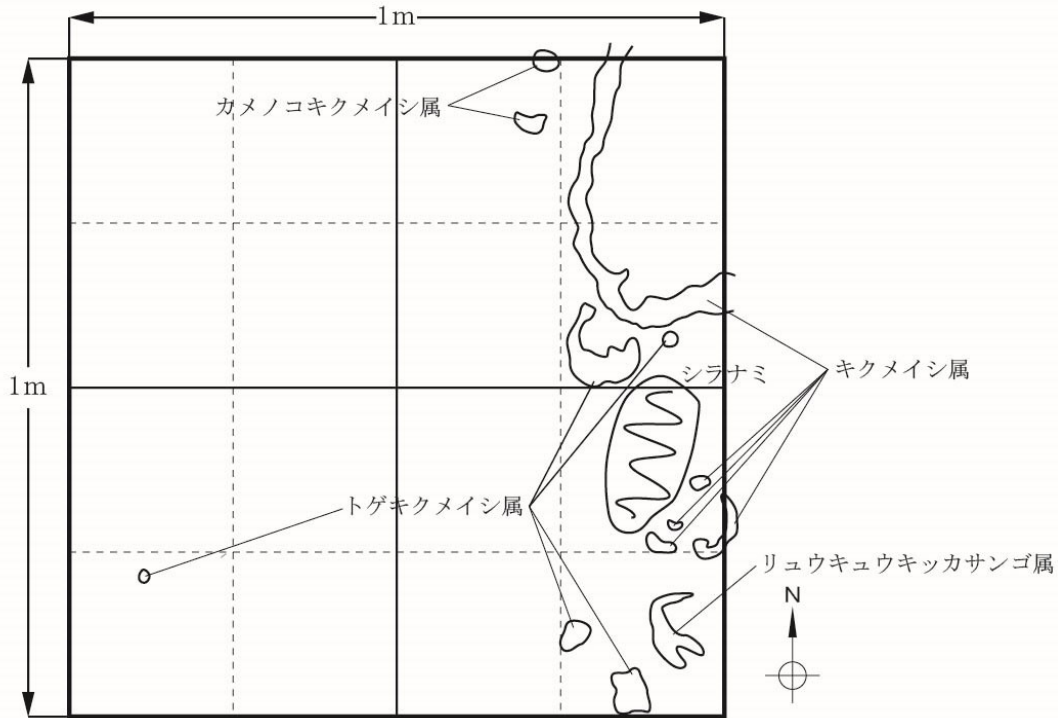


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	2005年12月 2日
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 22日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 17日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度5月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年度5月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 20日
第8次現地調査 (平成21年度5月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	2010年 5月 15日
第10次現地調査 (平成22年度6月)	2010年 6月 29日
第11次現地調査 (平成23年度5月)	2011年 5月 22日
第12次現地調査 (平成24年度6月)	2012年 6月 1日
第13次現地調査 (平成25年度6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 10日
第16次現地調査 (平成28年度6月)	—
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)	—
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 23日
第22次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月 12日

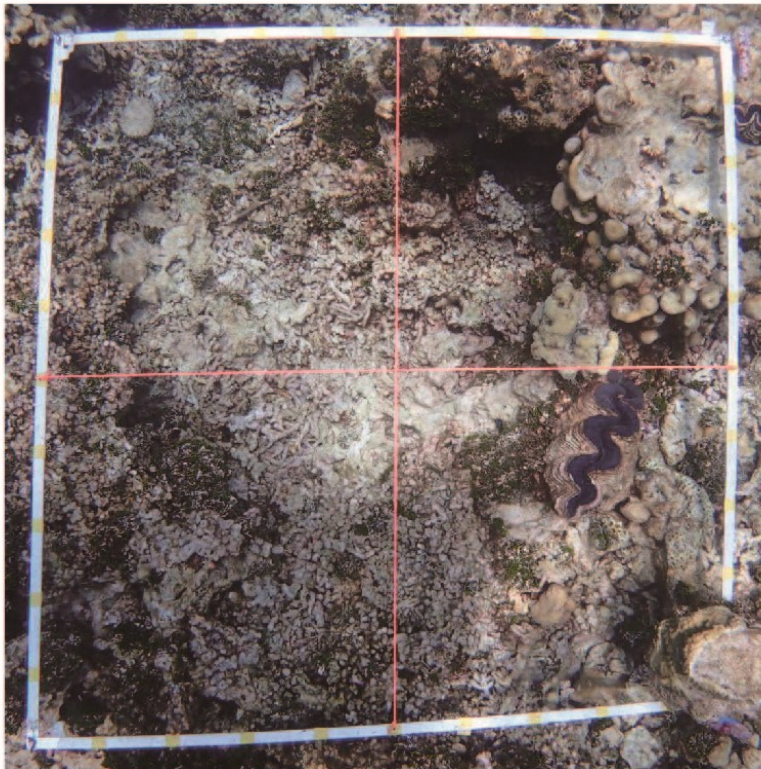
図-IV. 4. 2. 8(3) 定点調査結果 (L2-2)

L-3 ①

位置：北緯 20° 25' 26.8"  
東経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)、 ×：高さ計測位置  
A 23×17×11 A 19×15×6

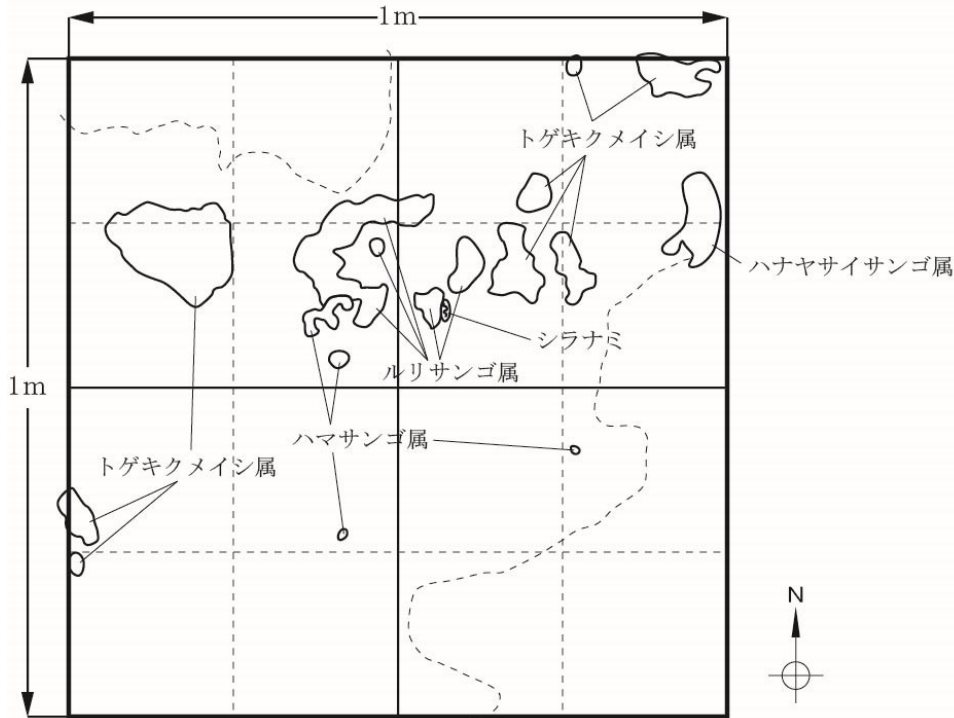


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 9日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 17日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 20日
第8次現地調査 (平成21年度8月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	2010年 5月 15日
第10次現地調査 (平成22年度6月)	2010年 6月 30日
第11次現地調査 (平成22年度8月)	2011年 5月 23日
第12次現地調査 (平成22年度6月)	2012年 6月 2日
第13次現地調査 (平成22年度8月)	2013年 5月 30日
第14次現地調査 (平成23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)	—
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

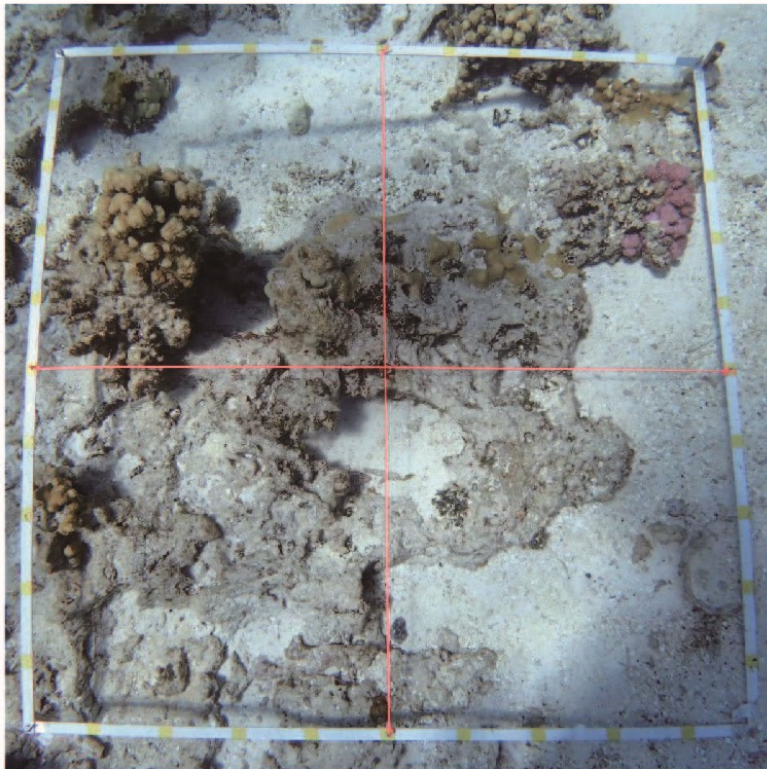
図-IV. 4. 2. 8(4) 定点調査結果 (L3-1)

L-3 ②

位置：北緯 20° 25′ 26.7″  
東経136° 05′ 43.7″  
水深：-4.0m (D.L.)



サンゴ群体の大きさ：長径×短径×高さ (cm)、 × : 高さ計測位置

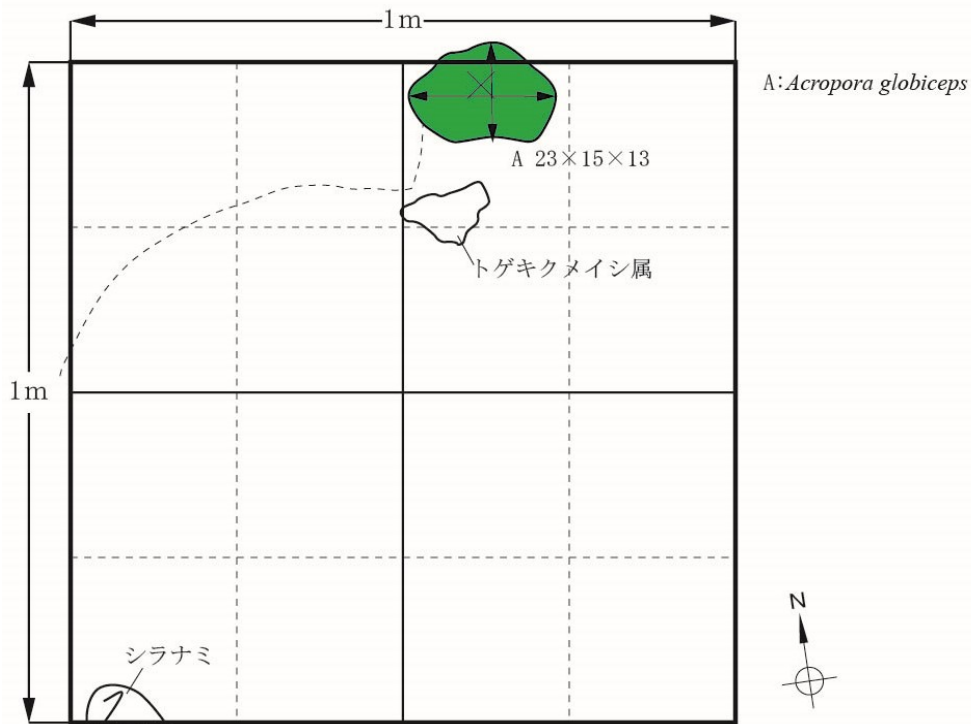


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 9日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 17日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 20日
第8次現地調査 (平成21年度8月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	2010年 5月 15日
第10次現地調査 (平成22年度6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

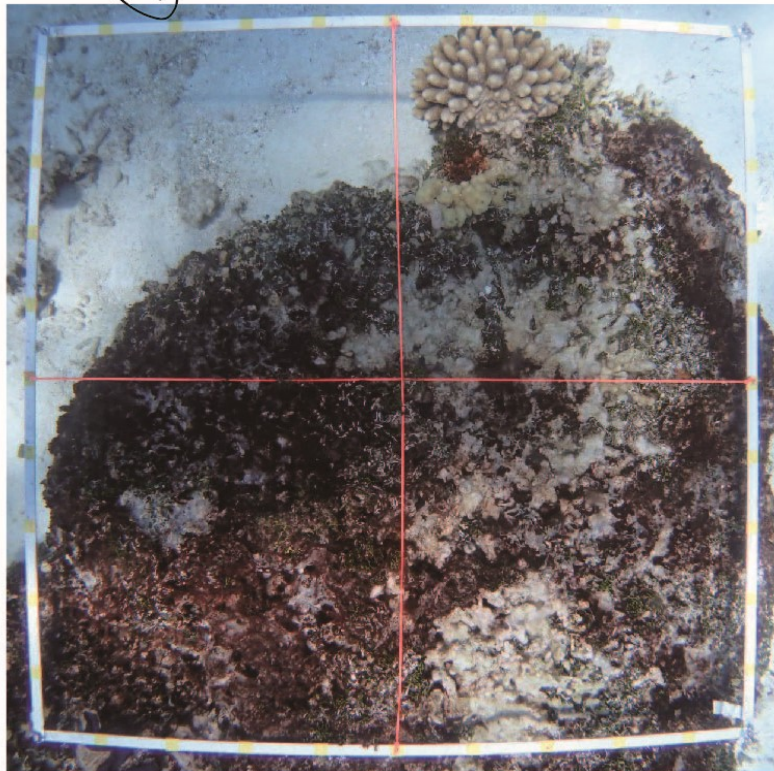
図-IV. 4. 2. 8(5) 定点調査結果 (L3-2)

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

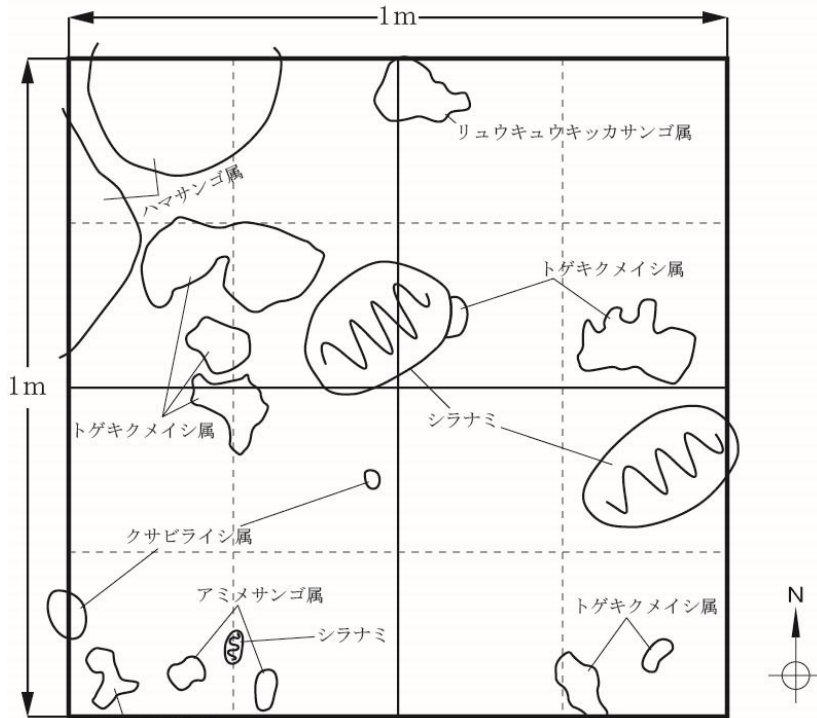


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	—
第2次現地調査 (平成18年度8月)	—
第3次現地調査 (平成19年度5月)	—
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	—
第6次現地調査 (平成20年度8月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	—
第8次現地調査 (平成21年度8月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	—
第10次現地調査 (平成22年度8月)	—
第11次現地調査 (平成23年度5月)	—
第12次現地調査 (平成24年度5月)	—
第13次現地調査 (平成25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

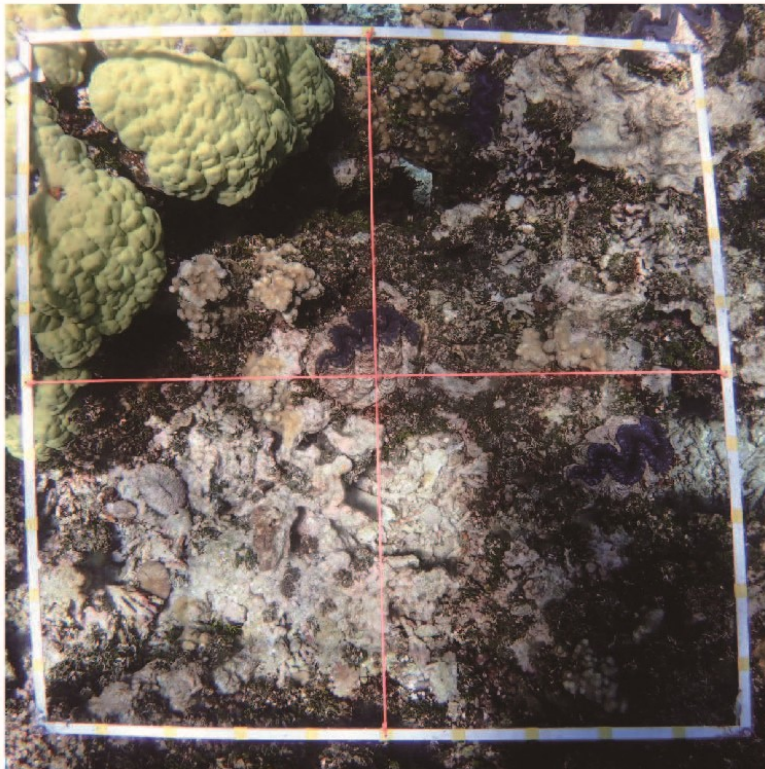
図-IV. 4. 2. 8 (6) 定点調査結果 (L3-3)

L-4 ①

位置：北緯 20° 25′ 26.6″  
東経136° 05′ 27.8″  
水深：-2.0m (D.L.)



トゲキクメイシ属  
サンゴ群体の大きさ：長径×短径×高さ (cm)、 × : 高さ計測位置

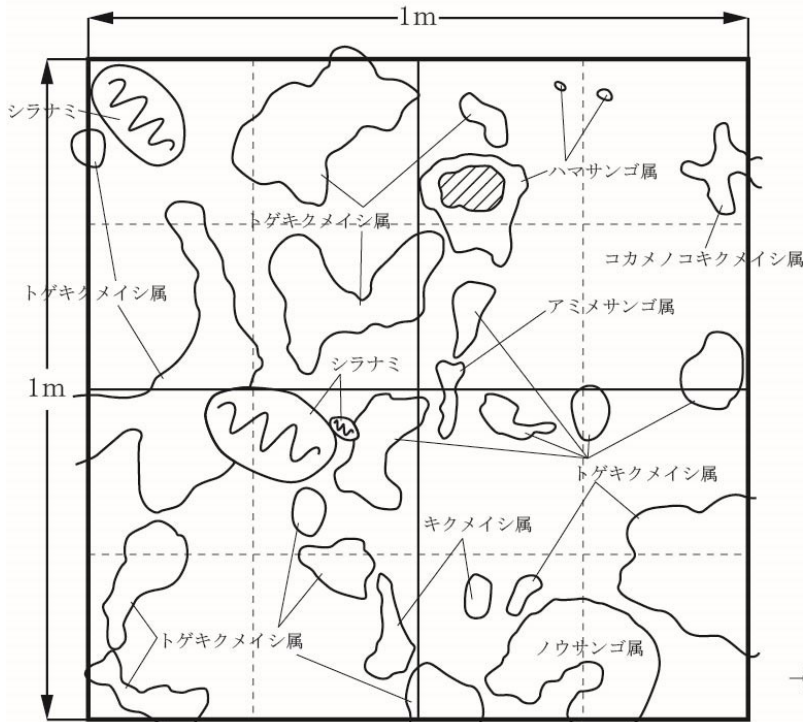


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 11日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 17日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 19日
第8次現地調査 (平成21年度8月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	2010年 5月 15日
第10次現地調査 (平成22年度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6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 10日
第16次現地調査 (平成28年度6月)	—
第17次現地調査 (平成29年度6月)	—
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)	—
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 21日
第22次現地調査 (令和4年度5月)	2022年 5月 12日

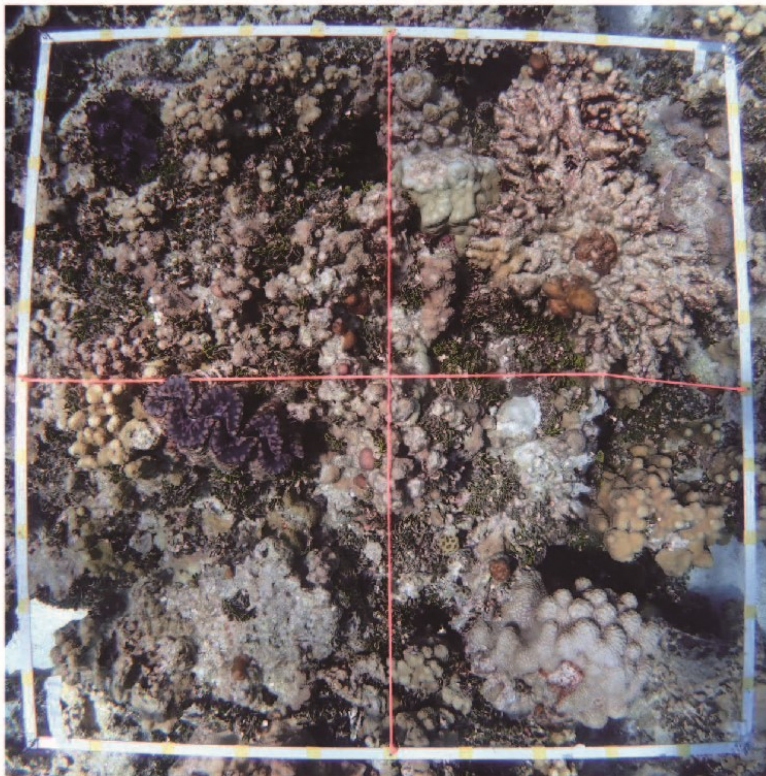
図-IV. 4. 2. 8(7) 定点調査結果 (L4-1)

L-4 ②

位置：北緯 20° 25' 26.6"  
東経136° 05' 28.0"  
水深：-3.8m (D.L.)



サンゴ群体の大きさ：長径×短径×高さ(cm)、 X : 高さ計測位置

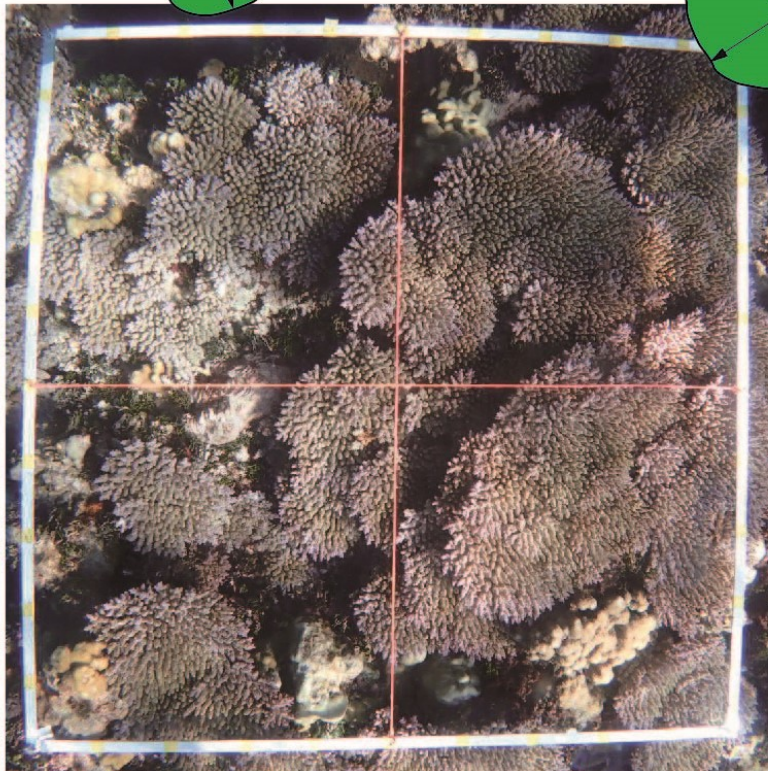
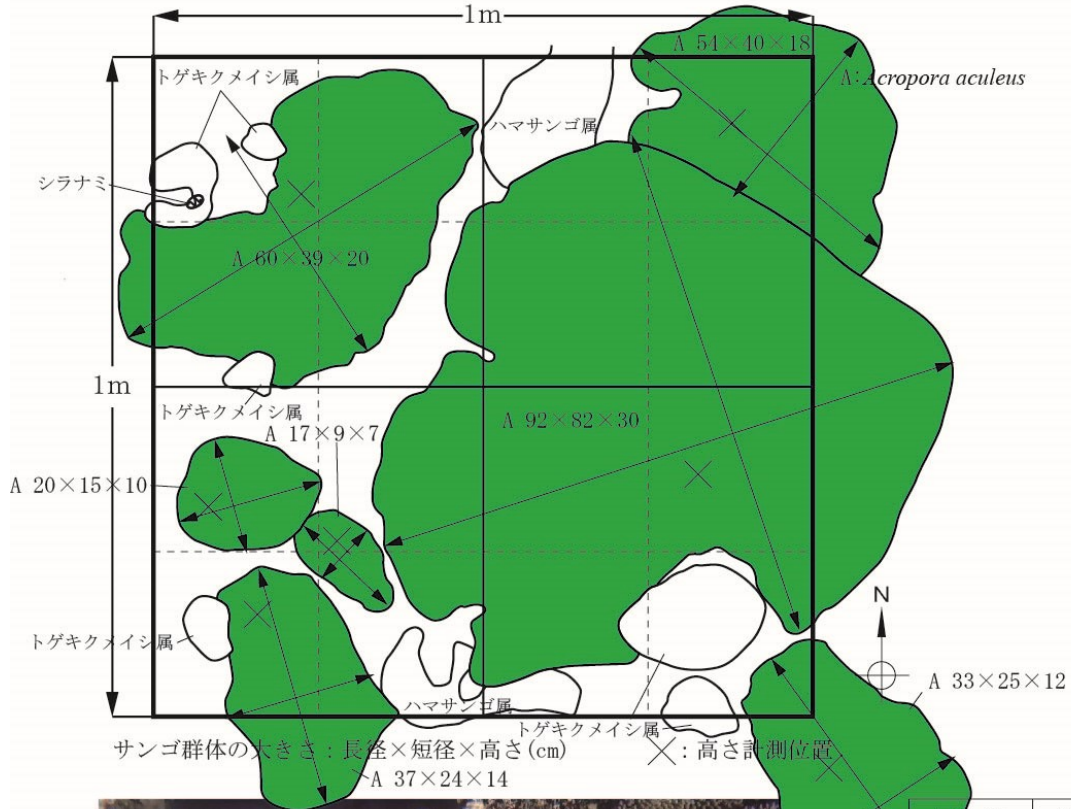


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年8月11日)	—
第1次現地調査 (平成18年8月5日)	2006年 5月 11日
第2次現地調査 (平成18年8月5日)	2006年 8月 17日
第3次現地調査 (平成19年8月5日)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年8月5日)	—
第5次現地調査 (平成20年8月5日)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年8月5日)	—
第7次現地調査 (平成21年8月5日)	2009年 5月 19日
第8次現地調査 (平成21年8月5日)	—
第9次現地調査 (平成22年8月5日)	2010年 5月 15日
第10次現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

図-IV.4.2.8(8) 定点調査結果 (L4-2)

L-5 ①

位置：北緯 20° 25' 25.5"  
東経136° 05' 10.7"  
水深：-1.4m (D.L.)



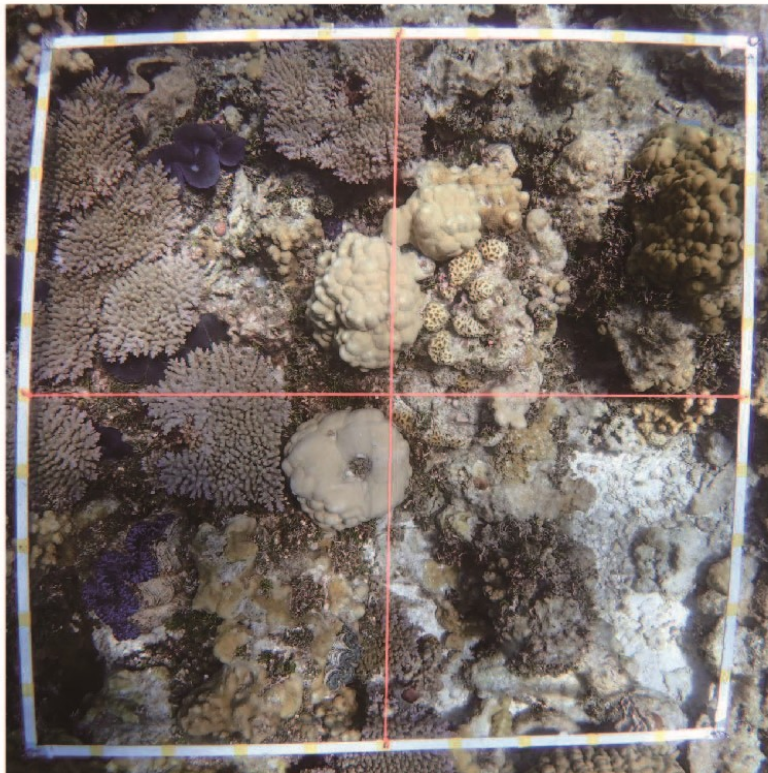
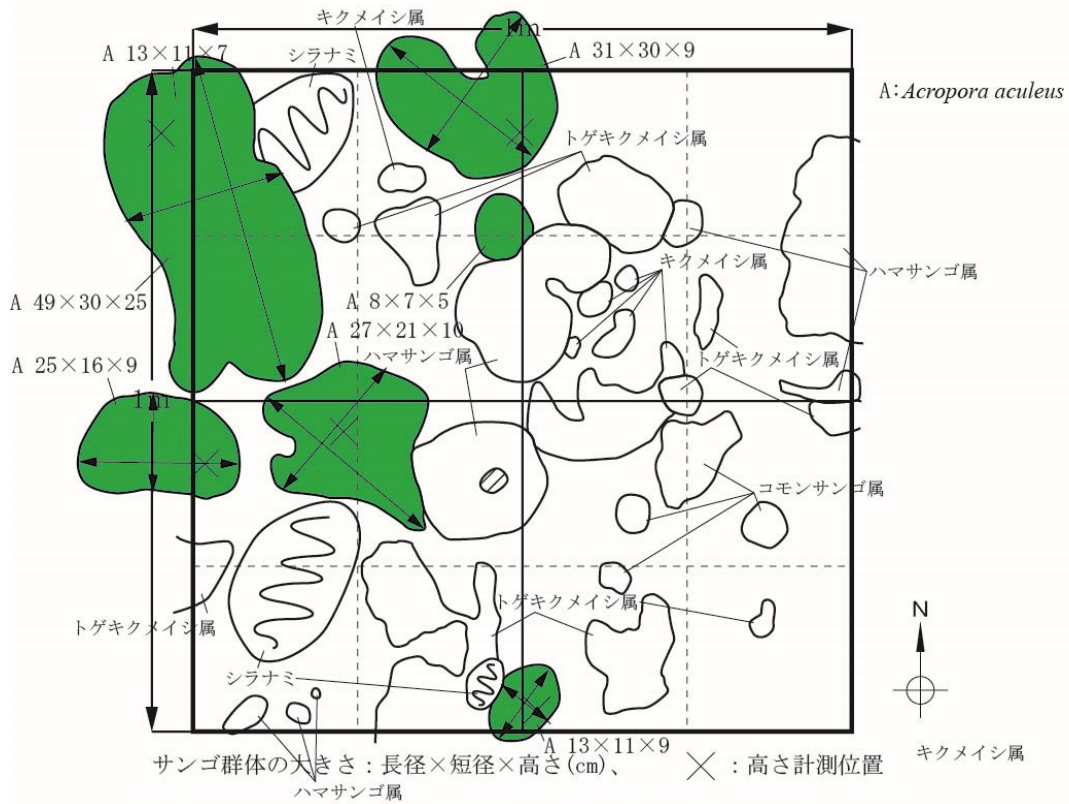
回数	観察年月日
1次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 15日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 17日
第3次現地調査 (平成18年度8月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度5月)	—
第5次現地調査 (平成19年度8月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成20年度5月)	—
第7次現地調査 (平成20年度5月)	2009年 5月 19日
第8次現地調査 (平成21年度3月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	—
第10次現地調査 (平成22年度6月)	2010年 6月 29日
第11次現地調査 (平成22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 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25年度6月)	2014年 6月 5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6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 30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

図-IV. 4. 2. 8(9) 定点調査結果 (L5-1)



L-5 ②

位置：北緯 20° 25' 25.2"  
東経136° 05' 10.9"  
水深：-2.6m (D.L.)

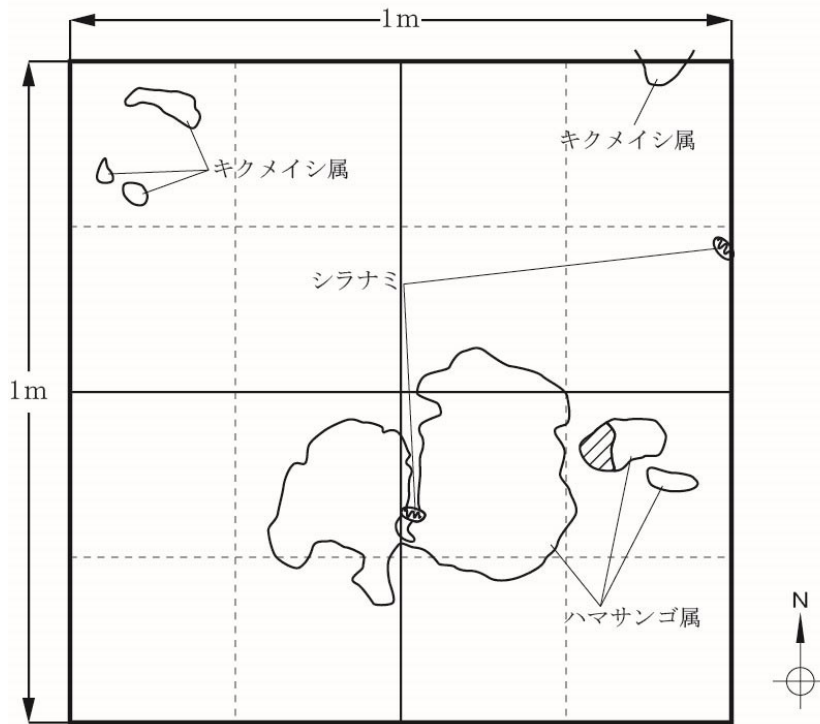


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 15日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 17日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 19日
第8次現地調査 (平成22年度3月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	—
第10次現地調査 (平成22年度6月)	2010年 6月 29日
第11次現地調査 (平成23年度5月)	2011年 5月 23日
第12次現地調査 (平成23年度6月)	2012年 6月 7日
第13次現地調査 (平成23年度8月)	2013年 5月 31日
第14次現地調査 (平成24年度6月)	2014年 6月 5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)	—
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6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

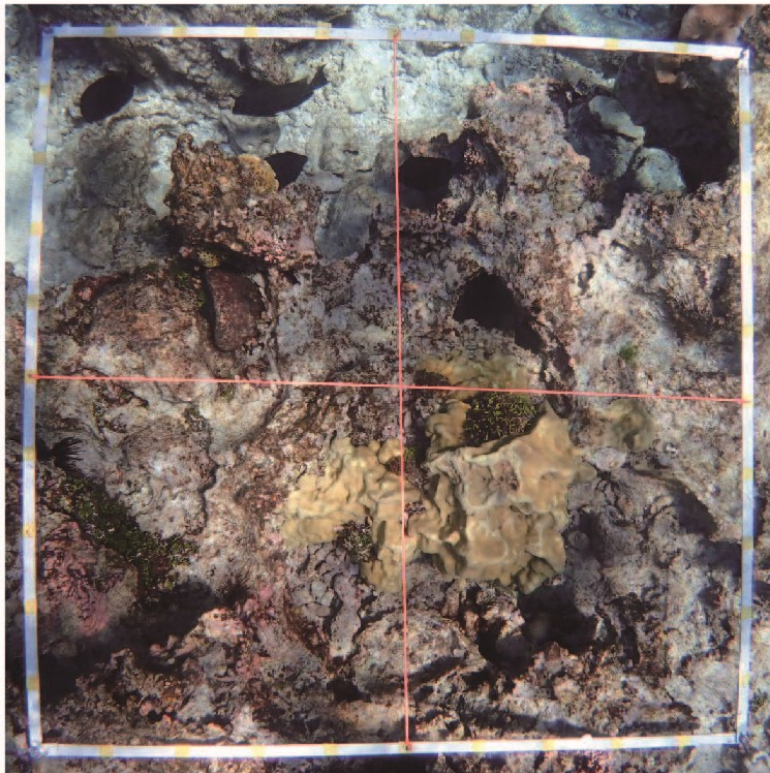
図-IV. 4. 2. 8(10) 定点調査結果 (L5-2)

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

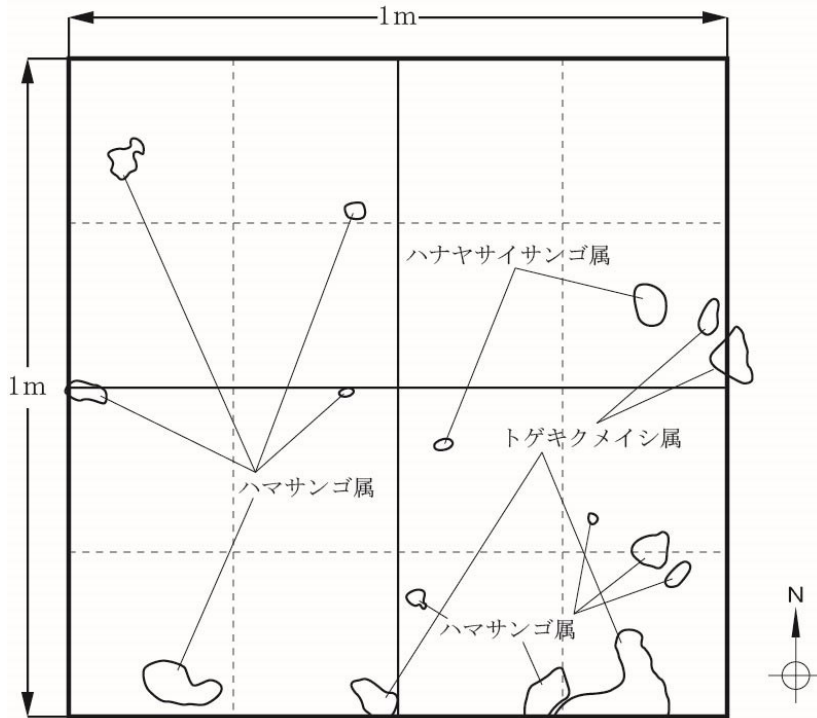


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成18年度5月)	2006年 5月 15日
第2次現地調査 (平成18年度8月)	2006年 8月 18日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度8月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 4日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 19日
第8次現地調査 (平成21年度8月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	—
第10次現地調査 (平成22年度8月)	2010年 6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5月)	2014年 6月 7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)	—
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)	—
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

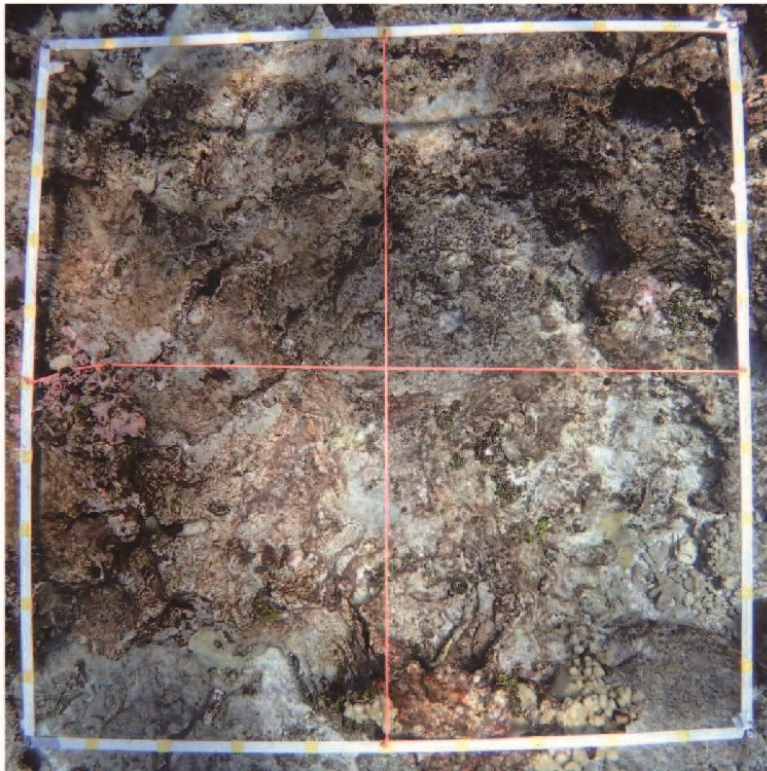
図-IV.4.2.8(15) 定点調査結果 (L8-1)

L-8 ②

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



サンゴ群体の大きさ：長径×短径×高さ (cm)、：高さ計測位置

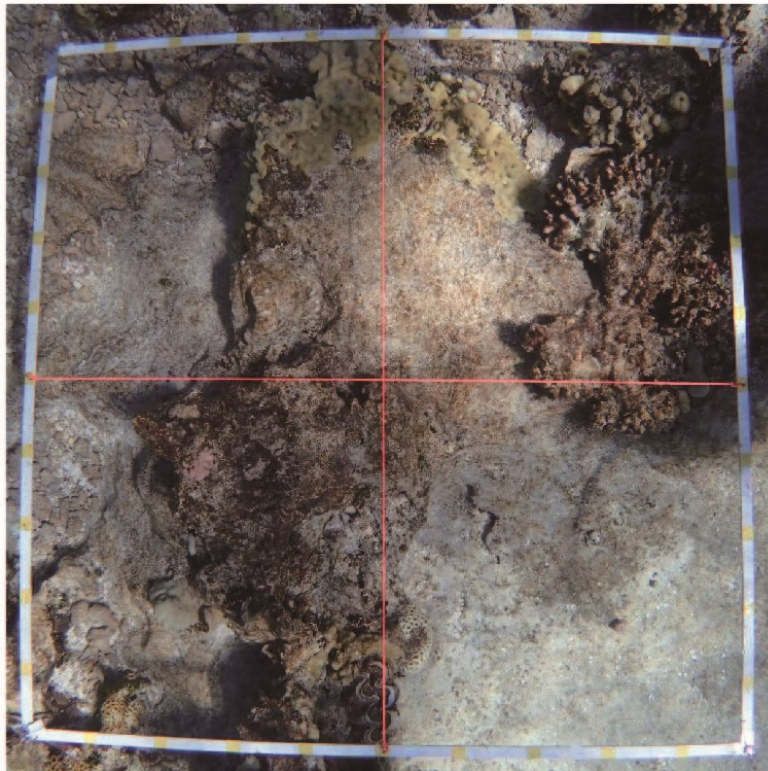
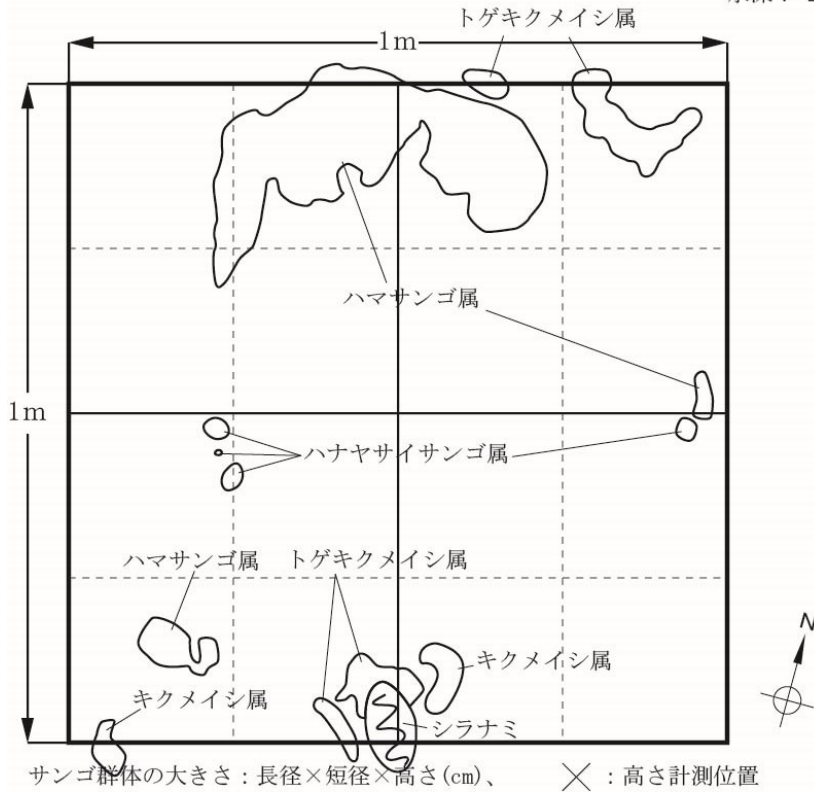


回数	観察年月日
第一次現地調査 (平成17年度11月)	—
第1次現地調査 (平成19年度5月)	2006年 5月 15日
第2次現地調査 (平成19年度5月)	2006年 8月 18日
第3次現地調査 (平成19年度5月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度5月)	—
第5次現地調査 (平成20年度5月)	2008年 5月 4日
第6次現地調査 (平成21年度2月)	—
第7次現地調査 (平成21年度5月)	2009年 5月 19日
第8次現地調査 (平成21年度5月)	—
第9次現地調査 (平成22年度5月)	—
第10次現地調査 (平成22年度6月)	2010年 6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6月)	2012年 6月 8日
第13次現地調査 (平成25年度6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6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

図-IV.4.2.8(16) 定点調査結果 (L8-2)

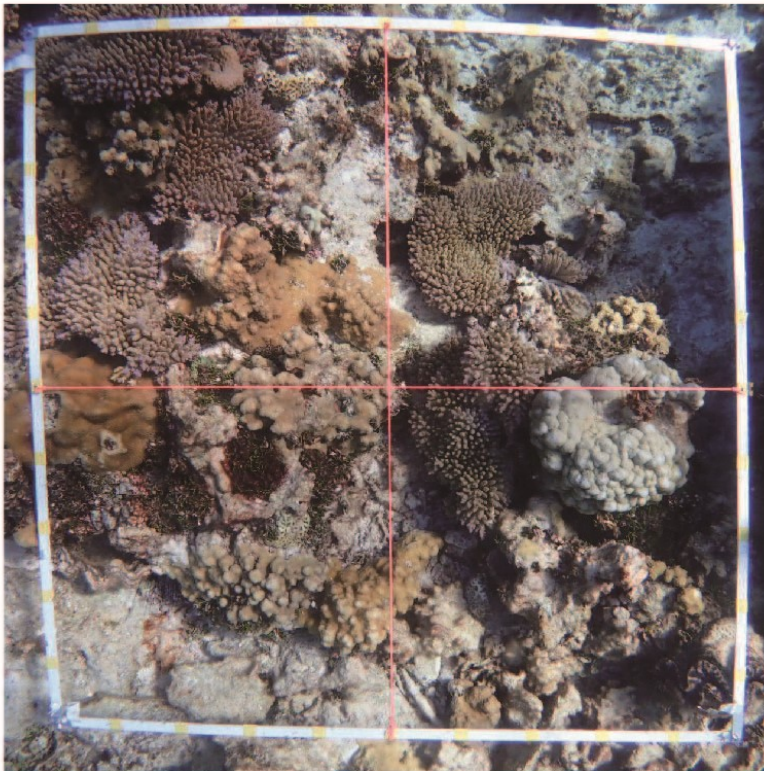
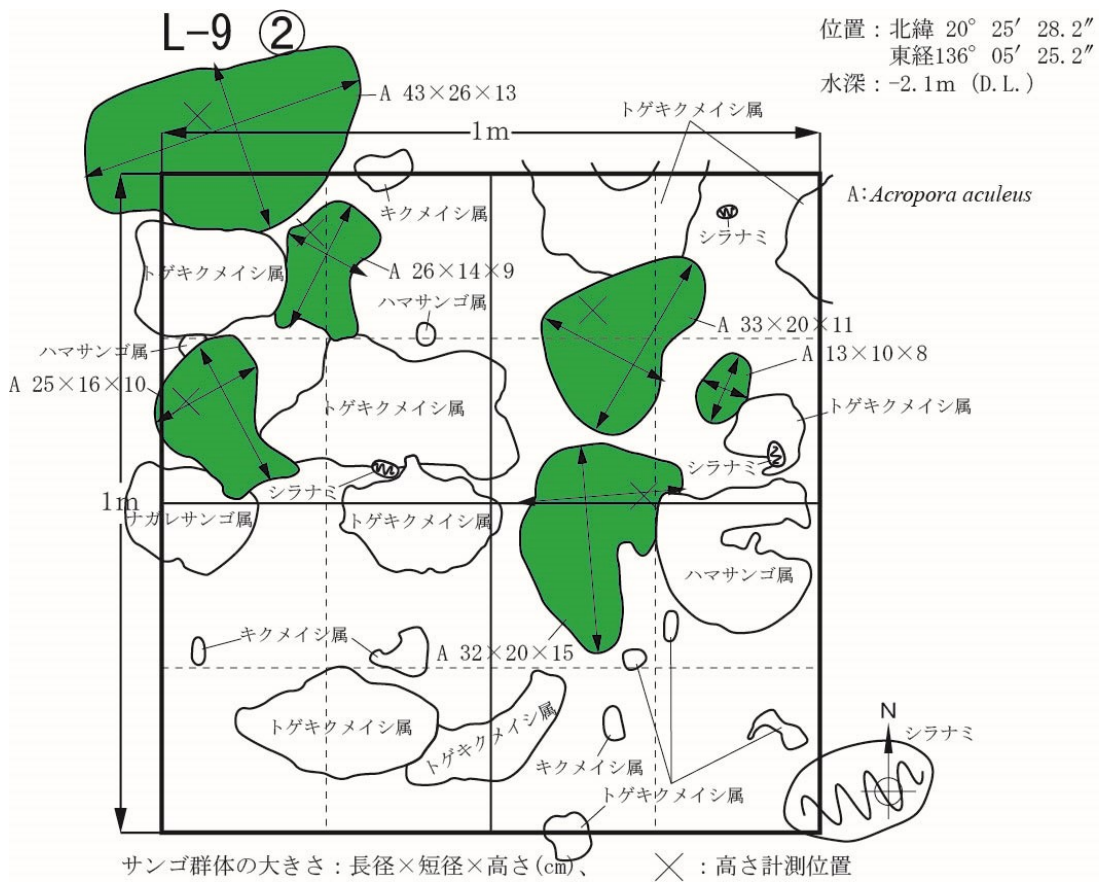
L-8 ③

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6月)	—
第13次現地調査 (平成25年度6月)	—
第14次現地調査 (平成26年度6月)	—
第15次現地調査 (平成27年度6月)	—
第16次現地調査 (平成28年度6月)	—
第17次現地調査 (平成29年度6月)	—
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 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

図-IV. 4. 2. 8(17) 定点調査結果 (L8-3)



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02月)	—
第2次現地調査 (平成18年度02月)	2006年 8月 13日
第3次現地調査 (平成19年度02月)	2007年 5月 10日
第4次現地調査 (平成19年度05月)	—
第5次現地調査 (平成20年度05月)	2008年 5月 3日
第6次現地調査 (平成21年度02月)	—
第7次現地調査 (平成21年度05月)	2009年 5月 20日
第8次現地調査 (平成21年度03月)	—
第9次現地調査 (平成22年度05月)	2010年 5月 15日
第10次現地調査 (平成22年度06月)	2010年 6月 30日
第11次現地調査 (平成22年度05月)	2011年 5月 23日
第12次現地調査 (平成23年度06月)	2012年 6月 7日
第13次現地調査 (平成23年度05月)	2013年 5月 31日
第14次現地調査 (平成23年度06月)	2014年 6月 5日
第15次現地調査 (平成28年度05月)	2015年 6月 10日
第16次現地調査 (平成28年度05月)	—
第17次現地調査 (平成29年度06月)	—
第18次現地調査 (平成29年度06月)	—
第19次現地調査 (令和元年05月)	—
第20次現地調査 (令和2年度05月)	—
第21次現地調査 (令和3年度05月)	2021年 5月 21日
第22次現地調査 (令和4年度05月)	2022年 5月 12日

図-IV. 4. 2. 8(18) 定点調査結果 (L9-2)

## 2.2.2 水温連続観測

水温計再設置の状況を図-IV.4.2.9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.4.2.10に、各地点における日平均水温の経時変化を図-IV.4.2.11に示す。なお、各地点の観測値は付属データにまとめた。

データ回収ができたのは11地点であり、それらの平均水温を評価すると、2021年6月～2022年5月の観測では、日平均水温は23.1℃～31.0℃の範囲で推移していた。日平均水温が30℃を超えたのは、2021年6月上旬、7月上旬、9月下旬であった。

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.4.2.9 水温計再設置の状況（2区-6）

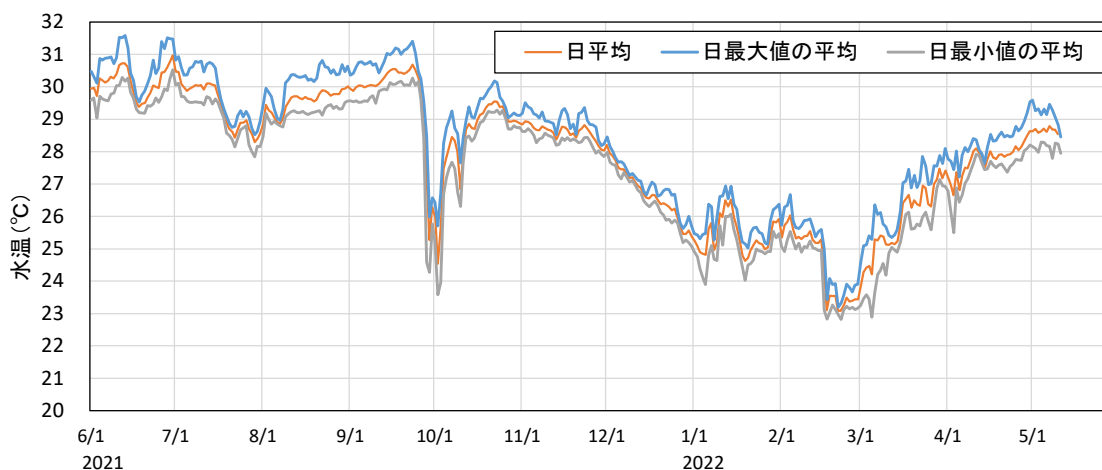


図-IV.4.2.10 礁内水温連続測定結果（全地点の平均値）



図-IV.4.2.11(1) 礁内水温連続測定結果（日平均：1区～3区）

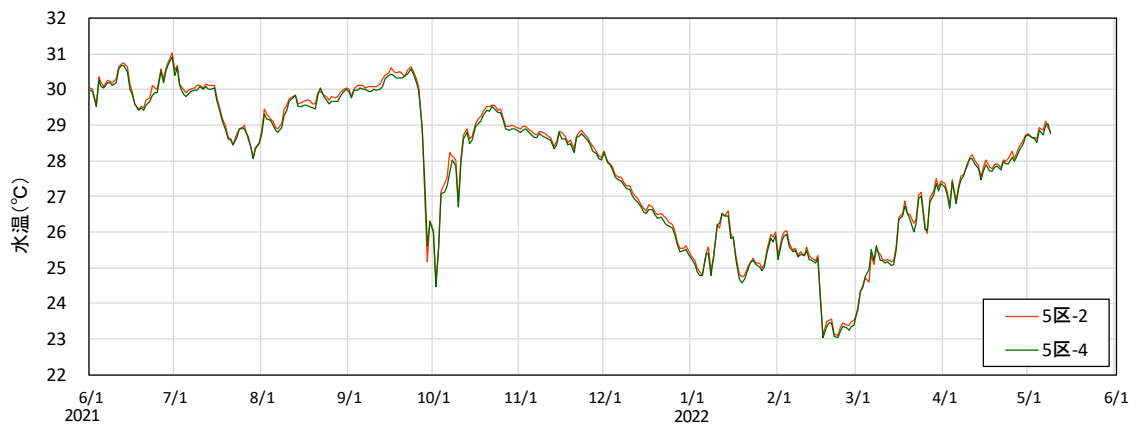


図-IV.4.2.11(2) 礁内水溫連續測定結果 (日平均: 4区~6区)



## 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) 中間育成施設周辺の堆積砂厚の計測

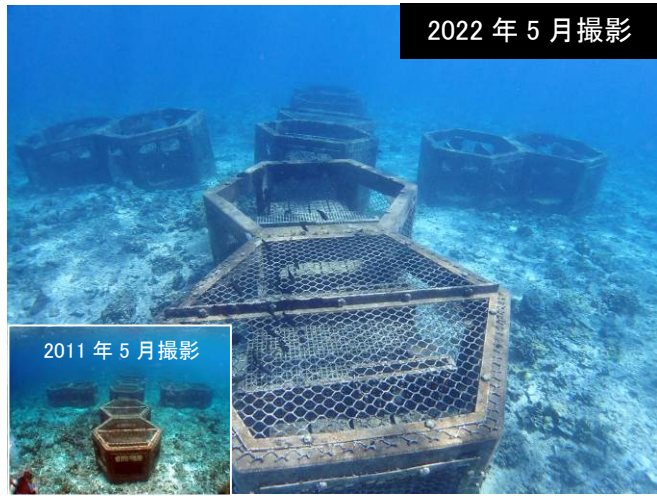
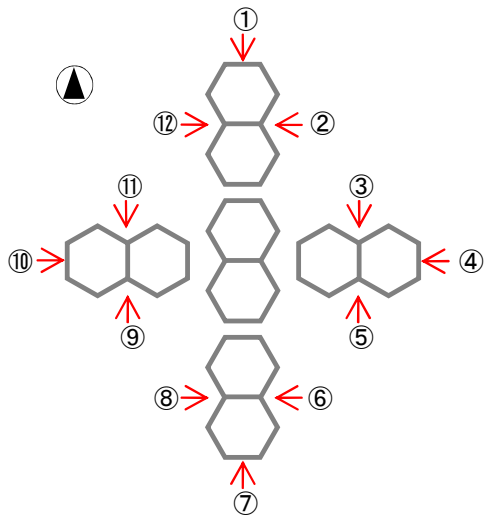
基盤別・方位別に砂礫の堆積範囲および堆積厚を計測し、堆積物の性状を目視観察した。

中間育成施設周囲の海底面状況を図-IV.4.2.12、図-IV.4.2.13 に、中間育成施設周辺の堆積砂厚の推移を図-IV.4.2.14、図-IV.4.2.15 に示す。

設置 11 年後の本調査において、中間育成施設底を基準として-19 cm～+41cm の砂礫の堆積や洗堀が確認された。2022 年はコンクリート型で堆積厚が増加する箇所が多く、じゃかご型で洗堀厚が減少する箇所が多くみられた。

設置以降の推移をみると、コンクリート型では北東側で、じゃかご型では西側以外で洗堀される傾向がみられた。

堆積や洗堀による中間育成施設の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。

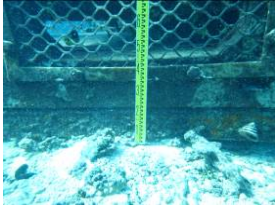
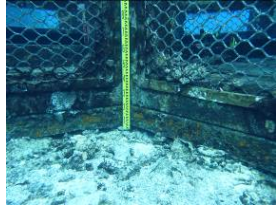




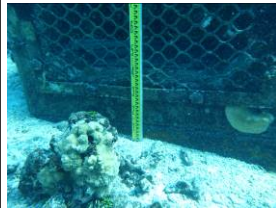
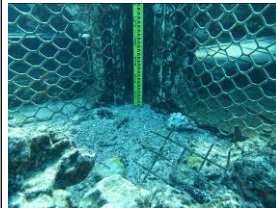
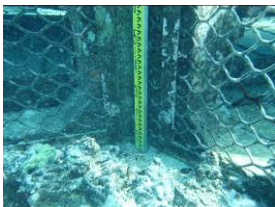
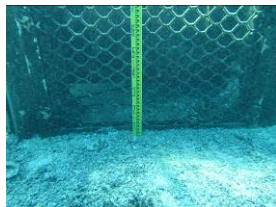


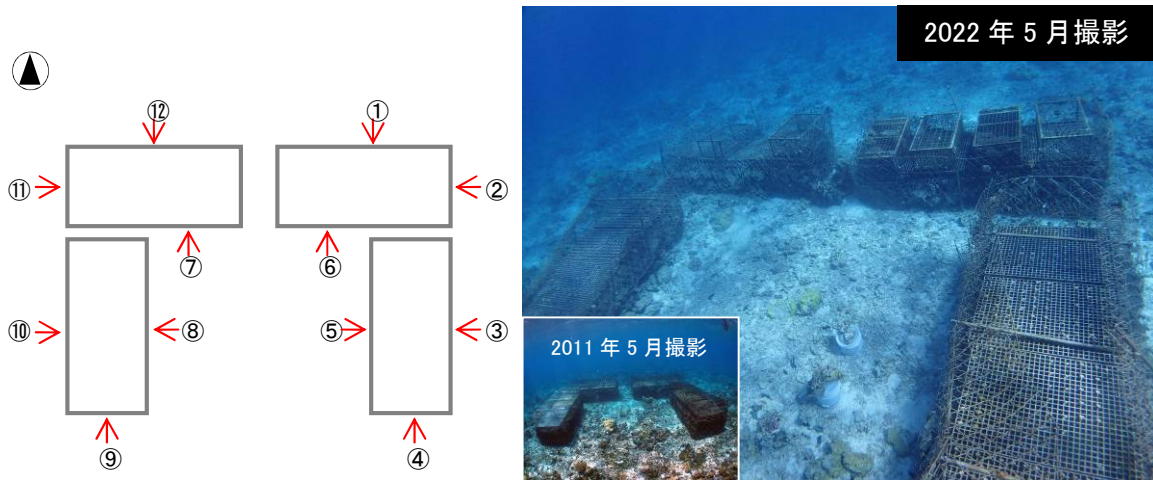
① ±0cm 	② -5cm 	③ +18cm 	④ -19cm 
⑤ -11cm 	⑥ +4cm 	⑦ -6cm 	⑧ +38cm 
⑨ +25cm 	⑩ +31cm 	⑪ +35cm 	⑫ -17cm 

図-IV.4.2.12 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 +22cm	② -2cm	③ +8cm	④ +6cm
⑤ +22cm	⑥ +24cm	⑦ +23cm	⑧ +34cm
⑨ ±0cm	⑩ +16cm	⑪ -3cm	⑫ +41cm

図-IV.4.2.13 中間育成施設周囲の海底面状況（じゃかご型）

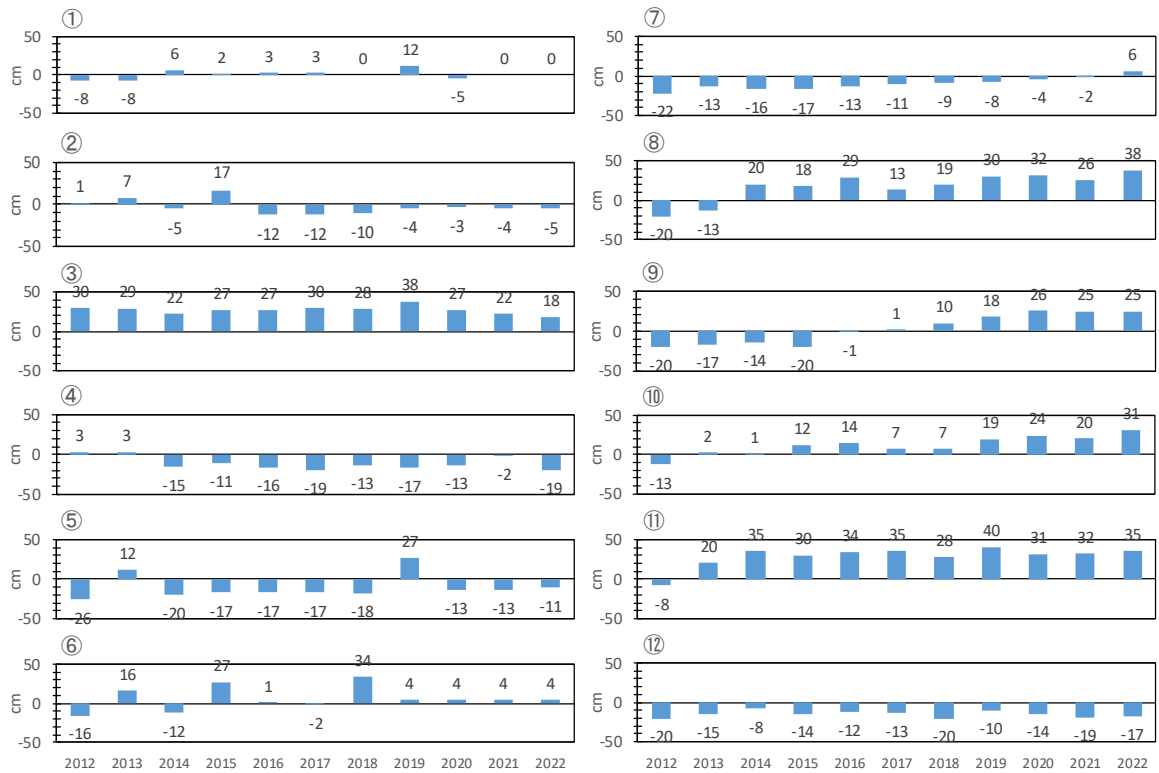


図-IV.4.2.14 中間育成施設周辺の堆積砂厚の推移（コンクリート型）

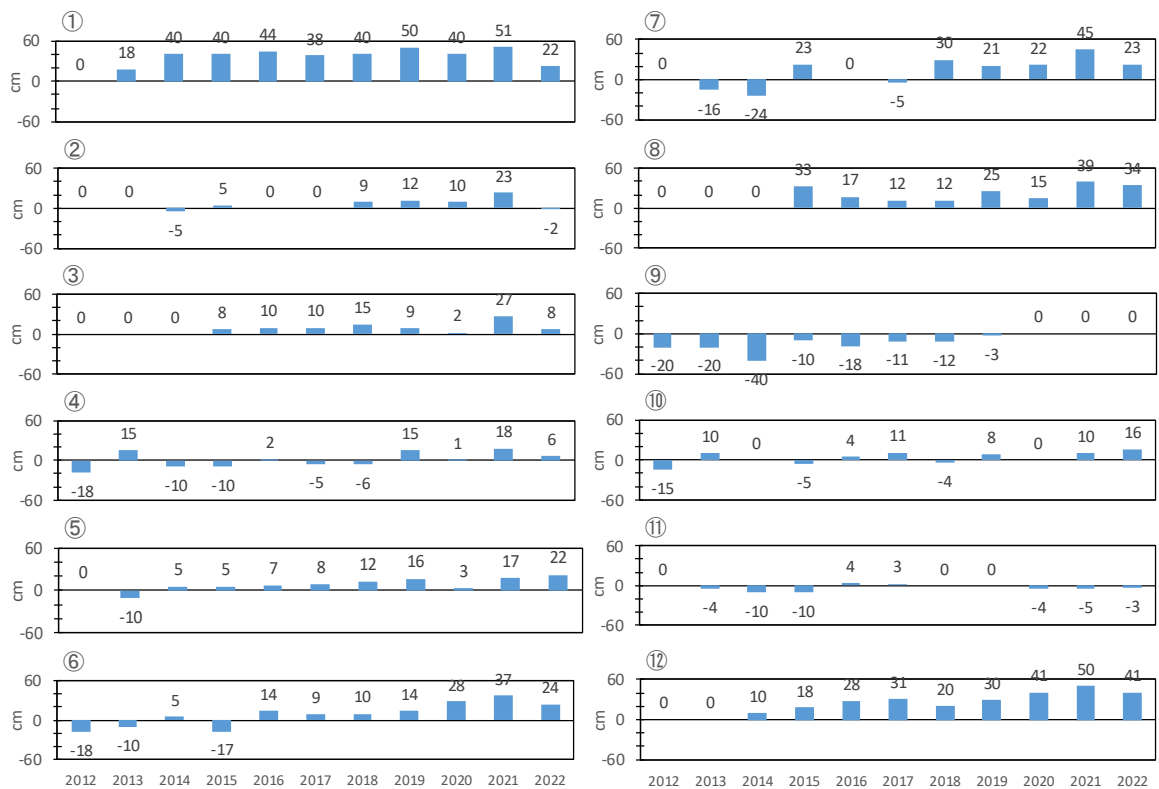


図-IV.4.2.15 中間育成施設周辺の堆積砂厚の推移（じゃかご型）

## (2) 中間育成施設の安定性確認（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.4.2.16 参照）。

2021年5月と2022年5月のコンクリート型の全景写真を図-IV.4.2.17に、じゃかご型の全景写真を図-IV.4.2.18に、計測結果を表-IV.4.2.4、表-IV.4.2.5に示す。

2021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。

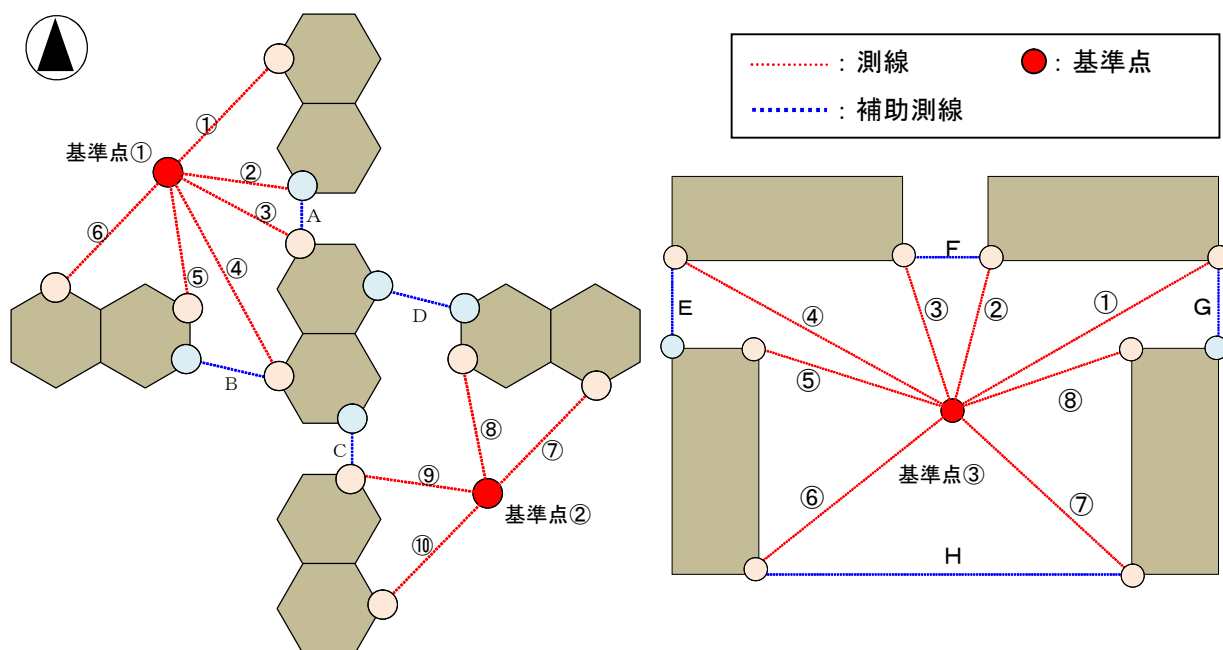


図-IV.4.2.16 安定性確認の計測位置図

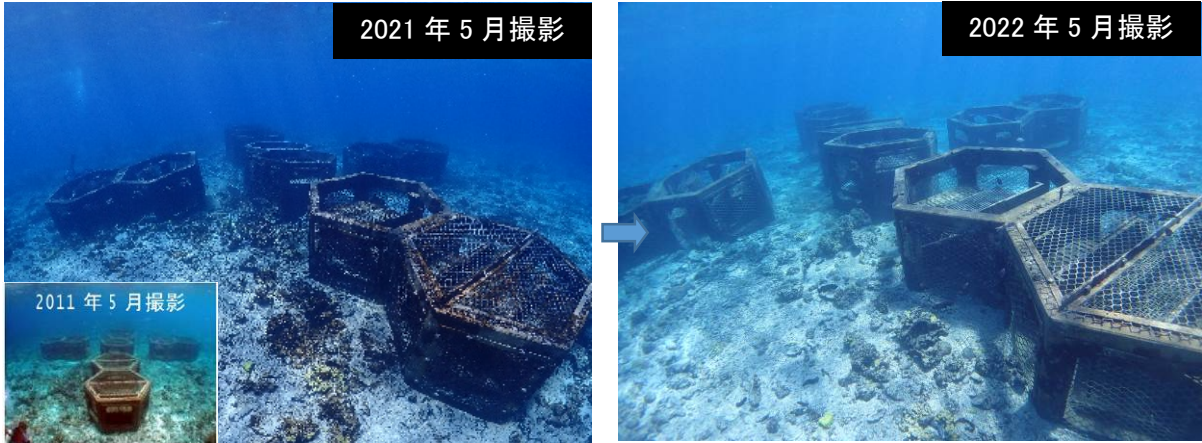


図-IV.4.2.17 コンクリート型の状況

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
①	5.6m	5.5m	5.5m	5.5m	5.3m	5.5m	5.4m		5.5m	5.5m	5.5m	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
③	7.7m	7.7m	7.7m	7.7m	7.5m	7.7m	7.6m		7.7m	7.7m	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
⑤	7.6m	7.5m	7.5m	7.5m	7.3m	7.5m	7.5m		7.5m	7.5m	7.5m	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
⑦	6.1m	5.9m	5.8m	5.8m	5.8m	5.8m	5.8m		5.8m	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
⑨	7.3m	7.2m	7.2m	7.2m	7.0m	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
A	1.4m	1.4m	1.3m	1.3m	1.4m	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
C	1.5m	1.4m	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

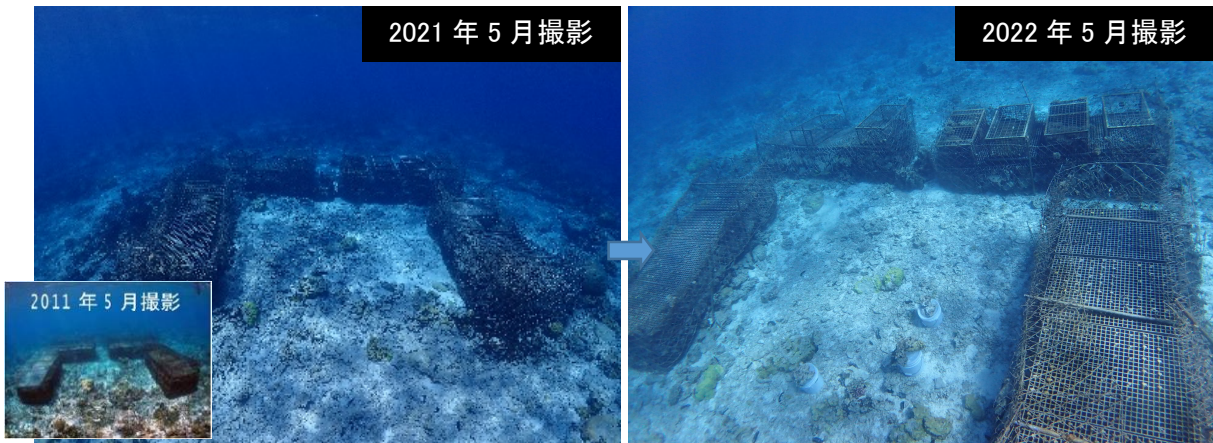


図-IV.4.2.18 じゃかご型の状況

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（じゃかご型）

位置	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
①	7.2m	7.4m	7.4m	7.3m	7.3m	7.3m	7.3m		7.3m	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
③	5.6m	5.9m	5.9m	5.9m	5.7m	5.9m	5.9m		5.9m	5.9m	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
⑤	5.3m	5.4m	5.5m	5.4m	5.4m	5.5m	5.4m		5.5m	5.5m	5.7m	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
⑦	3.1m	2.8m	3.2m	3.2m	2.8m	3.1m	3.1m		3.1m	3.1m	2.8m	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
E	1.2m	1.3m	1.5m	1.5m	1.2m	1.6m	1.5m		1.5m	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
G	1.3m	1.3m	1.3m	1.4m	1.5m	1.4m	1.3m		1.3m	1.3m	1.5m	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

### 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.4.2.19、表-IV.4.2.6に示す。

2021～2022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ハナヤサイサンゴ属が2群体（※1群体が融合したためマイナス1群体）、じゃかご型ではハナヤサイサンゴ属が20群体（※1群体が死亡したためマイナス1群体）確認された。

なお、過年度に加入した生残群体を含めると、コンクリート型で計6群体、じゃかご型で計40群体が確認された。

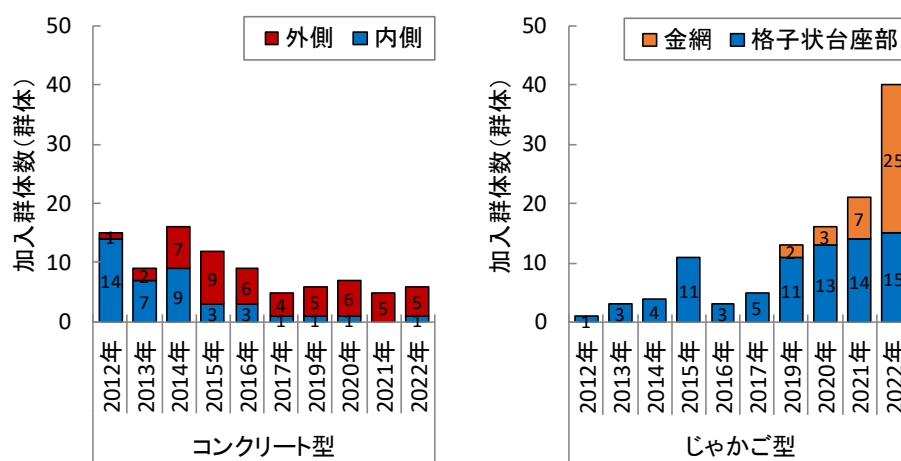


図-IV.4.2.19 新規加入群体数の推移



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	2012年6月	2013年5月	2014年5月	2015年6月	2016年5月	2017年6月	2019年5月	2020年5月	2021年5月	2022年5月	着生位置		
1	ハナヤサイサンゴ属	2.0 × 3.0	3.4 × 3.5	7.0 × 6.3	9.0 × 5.0	死亡						内側	北面	
2	ハナヤサイサンゴ属	2.5 × 3.0	3.8 × 3.4	7.5 × 6.0	死亡							内側	北面	
3	ハナヤサイサンゴ属	3.0 × 3.0	3.0 × 3.0	6.0 × 4.0	死亡							内側	北面	
4	ハナヤサイサンゴ属	4.0 × 3.0	2.0 × 2.0	3.5 × 3.0	死亡							内側	北面	
5	ハナヤサイサンゴ属	4.0 × 6.0	6.0 × 5.5	10 × 6.5	10 × 6.0	10 × 10	死亡					内側	西面	
6	ハナヤサイサンゴ属	2.0 × 3.0	死亡									内側	南面	
7	ハナヤサイサンゴ属	2.5 × 2.5	2.5 × 3.0	3.8 × 3.0	死亡							内側	南面	
8	ハナヤサイサンゴ属	2.0 × 3.0	死亡	2.5 × 2.5	死亡							内側	南面	
9	ハナヤサイサンゴ属	2.0 × 3.0	死亡									内側	南面	
10	ハナヤサイサンゴ属	2.0 × 2.0	死亡	4.5 × 3.0	死亡							内側	南面	
11	ハナヤサイサンゴ属	1.5 × 1.5	死亡									内側	南面	
12	ハナヤサイサンゴ属	2.0 × 3.0	5.5 × 6.5	消失								内側	南面	
13	ハナヤサイサンゴ属	2.0 × 3.0	死亡									内側	南面	
14	ハナヤサイサンゴ属	2.0 × 2.5	死亡									内側	南面	
15	ハナヤサイサンゴ属	2.0 × 2.0	死亡									外側	北面	
16	キクメイシ属	-	2.0 × 2.0	消失								外側	北面	
17	ハマサンゴ属	-	2.0 × 3.0	5.0 × 4.8	6.0 × 5.0	消失						外側	北面	
18	シロサンゴ属	-	-	8.0 × 2.0	死亡							内側	北面	
19	ハナヤサイサンゴ属	-	-	1.5 × 1.5	消失							外側	北面	
20	トゲキクメイシ属	-	-	5.0 × 5.0	7.5 × 6.0	11.0 × 6.0	11.0 × 7.0	14.0 × 12.0	21.0 × 12.0	23.0 × 23.6	27.0 × 21.7	外側	西面	
21	トゲキクメイシ属	-	-	3.0 × 5.0	死亡							外側	西面	
22	トゲキクメイシ属	-	-	2.0 × 3.0	4.8 × 3.2	23と融合						外側	西面	
23	トゲキクメイシ属	-	-	6.0 × 5.0	9.0 × 9.5	14.0 × 19.0	12.0 × 15.0	21.0 × 16.0	20.0 × 15.5	27.5 × 22.3	32.0 × 34.1	外側	西面	
24	トゲキクメイシ属	-	-	3.0 × 4.5	6.0 × 6.5	12.0 × 11.0	12.0 × 12.0	23と融合	9.0 × 6.5	23と融合	23と融合	外側	西面	
25	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	1.5 × 0.4	消失						外側	南面	
26	トゲキクメイシ属	-	-	-	2.5 × 2.5	消失						外側	北面	
27	トゲキクメイシ属	-	-	-	2.5 × 3.0	消失						外側	北面	
28	ハマサンゴ属	-	-	-	1.5 × 1.5	1.0 × 2.5	死亡					外側	北面	
29	ハマサンゴ属	-	-	-	3.0 × 2.5	死亡						内側	南面	
30	ハマサンゴ属	-	-	-	-	1.5 × 2.0	死亡					外側	北面	
31	ハマサンゴ属	-	-	-	-	3.5 × 5.0	死亡					外側	西面	
32	ミドリシ属	-	-	-	-	6.0 × 2.5	死亡					内側	北面	
33	ハマサンゴ属	-	-	-	-	3.0 × 4.5	4.0 × 5.0	3.2 × 2.5	2.4 × 1.5	消失		内側	南面	
34	トゲキクメイシ属	-	-	-	-	-	3.0 × 6.0	9.7 × 8.8	10.5 × 9.5	16.0 × 10.0	23と融合	外側	西面	
35	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	-	1.5 × 1.2	4.0 × 2.5	3.0 × 2.5	3.6 × 3.4	外側	西面	
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	外側	南面	
37	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3 × 1.1	外側	北面
38	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0 × 2.6	内側	北面

ジャコ型												単位: cm		
No.	属又は種	2012年6月	2013年5月	2014年5月	2015年6月	2016年5月	2017年6月	2019年5月	2020年5月	2021年5月	2022年5月	着生位置		
1	ハナヤサイサンゴ属	2.0 × 2.0	3.0 × 3.0	4.0 × 4.0	5.0 × 4.0	死亡						格子状台座部		
2	ハナヤサイサンゴ属	-	3.0 × 2.0	消失								格子状台座部		
3	ハナヤサイサンゴ属	-	2.0 × 1.0	4.0 × 4.0	4.0 × 4.5	7.0 × 6.0	死亡					格子状台座部		
4	ハナヤサイサンゴ属	-	-	4.0 × 4.0	10 × 10	13 × 12	死亡					格子状台座部		
5	ハナヤサイサンゴ属	-	-	2.5 × 4.0	4.0 × 4.5	死亡						格子状台座部		
6	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	3.0 × 3.0	死亡						格子状台座部		
7	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	5.0 × 5.0	死亡						格子状台座部		
8	ミドリシ属	-	-	-	3.0 × 2.5	消失						格子状台座部		
9	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	4.0 × 3.0	死亡						格子状台座部		
10	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	1.0 × 1.0	消失						格子状台座部		
11	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	2.0 × 2.0	消失						格子状台座部		
12	ハマサンゴ属	-	-	-	4.0 × 4.0	消失						格子状台座部		
13	ハマサンゴ属	-	-	-	-	2.0 × 2.0	2.5 × 2.0	5.0 × 2.6	5.5 × 4.2	7.3 × 6.5	9.5 × 9.1	格子状台座部		
14	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	2.5 × 4.0	死亡				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	格子状台座部		
16	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	8.0 × 3.0	3.8 × 1.9	死亡			格子状台座部		
17	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	10.5 × 3.5	5.4 × 2.0	死亡			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	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	格子状台座部		
20	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	-	4.0 × 2.5	5.4 × 4.0	19と合体	19と合体	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	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	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	金網		
24	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	-	2.0 × 1.8	3.0 × 2.6	死亡		格子状台座部		
25	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	1.5 × 1.5	3.0 × 3.0	死亡		格子状台座部		
26	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	3.2 × 3.0	死亡		格子状台座部		
27	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	3.3 × 1.7	4.0 × 3.0	死亡		格子状台座部	
28	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	1.8 × 1.2	1.9 × 1.8	2.3 × 2.0	格子状台座部		
29	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	2.3 × 1.0	3.3 × 2.6	2.8 × 2.5	格子状台座部		
30	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	6.0 × 5.5	死亡		ジャコ(針金)		
31	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0 × 1.5	5.5 × 5.0	格子状台座部		
32	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8 × 1.8	3.1 × 1.8	格子状台座部		
33	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0 × 1.3	7.5 × 7.5	格子状台座部		
34	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8 × 1.5	2.8 × 1.5	格子状台座部		
35	ハマサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0 × 1.5	3.3 × 3.3	格子状台座部		
36	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0 × 1.8	4.0 × 3.3	格子状台座部		
37	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5 × 4.0	10 × 8.0	食害防止枠上		
38	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0 × 4.0	8.8 × 8.1	食害防止枠上		
39	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0 × 2.5	5.2 × 5.0	ジャコ(針金)		
40	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5 × 3.0	5.1 × 4.8	ジャコ(針金)		
41	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5 × 1.5	7.3 × 3.7	食害防止枠上		
42	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5 × 1.8	ジャコ(針金)		
43	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2 × 1.5	ジャコ(針金)		
44	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5 × 1.2	ジャコ(針金)		
45	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4 × 2.7	ジャコ(針金)		
46	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0 × 1.8	ジャコ(針金)		
47	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5 × 4.5	ジャコ(針金)		
48	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9 × 6.2	食害防止枠上		
49	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7 × 2.4	格子状台座側面		
50	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.9 × 1.8	ジャコ(針金)		
51	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8 × 1.7	ジャコ(針金)		
52	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.8 × 4.3	ジャコ(針金)		
53	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.7 × 4.4	ジャコ(針金)		
54	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.8 × 4.0	ジャコ(針金)		
55	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3 × 3.4	ジャコ(針金)		
56	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2 × 2.3	ジャコ(針金)		
57	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.3 × 3.6	ジャコ(針金)		
58	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.3 × 3.9	ジャコ(針金)		
59	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4 × 3.9	ジャコ(針金)		
60	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.7 × 4.2	食害防止枠上		
61	ハナヤサイサンゴ属	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3 × 2.0	格子状台座部		

### 3 考察

#### 3.1 移植サンゴの生残率低下要因

##### (1) 高水温による影響

中間育成施設に設置した水温計の観測結果から、6月から9月の水温変動を図-IV.4.3.1に示す。

2016年と2017年は7～8月の水温が30～31℃程度と高かったが、2018年は28～29℃と低い傾向であった。

2019年は6月～7月上旬に30℃を超えたものの、7月中旬～8月上旬は概ね30℃、それ以降は30℃を下回っていた。

2020年は6月～9月に30℃を超える期間が継続し、移植サンゴは高水温の影響を受けたと考えられる。

2021年は、30℃を超える期間は6月中下旬、9月中下旬であり、移植サンゴは高水温による影響は小さかったと考えられる。

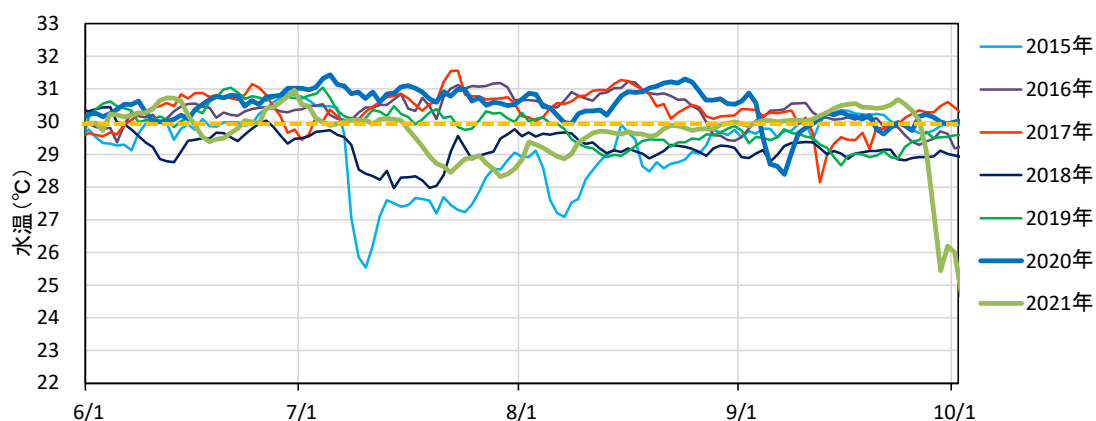


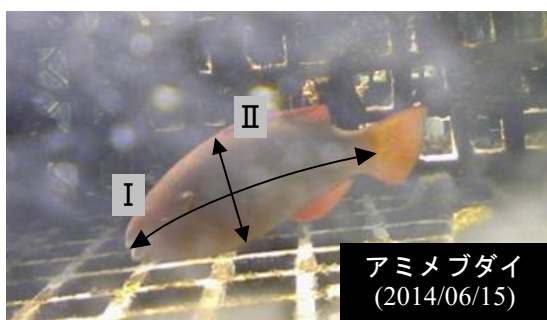
図-IV.4.3.1 6～9月の中間育成施設内の日平均水温変動（7ヶ年分の比較）

## (2) 食害による影響

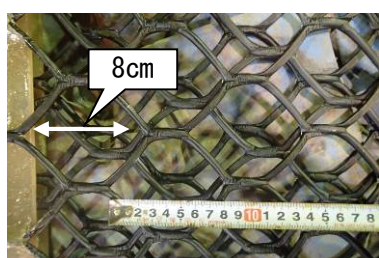
2015年調査で、長期インターバルカメラの撮影画像より、中型魚類による食害がサンゴの生残率に影響している可能性が示唆された。中型魚類のサイズは体高6cm程度であり、中間育成施設の目合い8cmの食害防止ネットを通り抜け、移植サンゴを齧った可能性が示唆された。これより、適切な目合いを再検討し、中型魚類の侵入を防ぎ、かつ藻類等の付着物による目詰まりが発生しないサイズとして、2016年の移植時に目合い6cmの食害防止ネットを移植サンゴに取付けた。

今年度調査により、移植サンゴは骨格が残った状態の死亡群体が確認されている。さらに、2017年～2018年に設置したインターバルカメラの撮影画像によると、中型魚類の食害防止ネット内への侵入および食害は確認されていない。したがって、目合い6cmのネットにより、食害の影響は防止できるものと考えられる。

### ■2010～2015年



I. 体長：約 14cm  
 II. 体高：約 6cm  
 ※画像解析ソフトにより寸法を算出

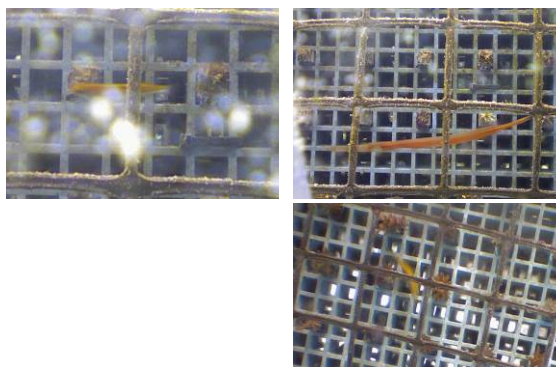


コンクリート型中間育成施設の食害防止ネット

### ■2016年～



### ■～2018年



- ・小型魚類や細長い体形の魚類が確認され、中型・大型の魚類はみられなかった
- ・食害はみられなかった

図-IV. 4. 3. 2 中型魚類サイズの推定および食害対策

表-IV. 4. 3. 1 食害防止ネットの目合いの改善

	2010～2013年	2014～2015年	2016年～
コンクリート型	8cm		6cm
じゃかご型	15cm	8cm	6cm

## 3.2 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.4.3.3 に示す。2006 年 5 月～2022 年 5 月における台風の位置と勢力を表-IV.4.3.2、表-IV.4.3.3 に、2021 年 5 月～2022 年 5 月における接近台風の経路図を図-IV.4.3.4 に示す。

2021 年 5 月～2022 年 5 月は、半径 300km 以内に接近した台風は 4 個、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。

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 2021 年 5 月～2022 年 5 月では、9 月下旬の台風 16 号接近時に約 5℃の水温低下がみられた。

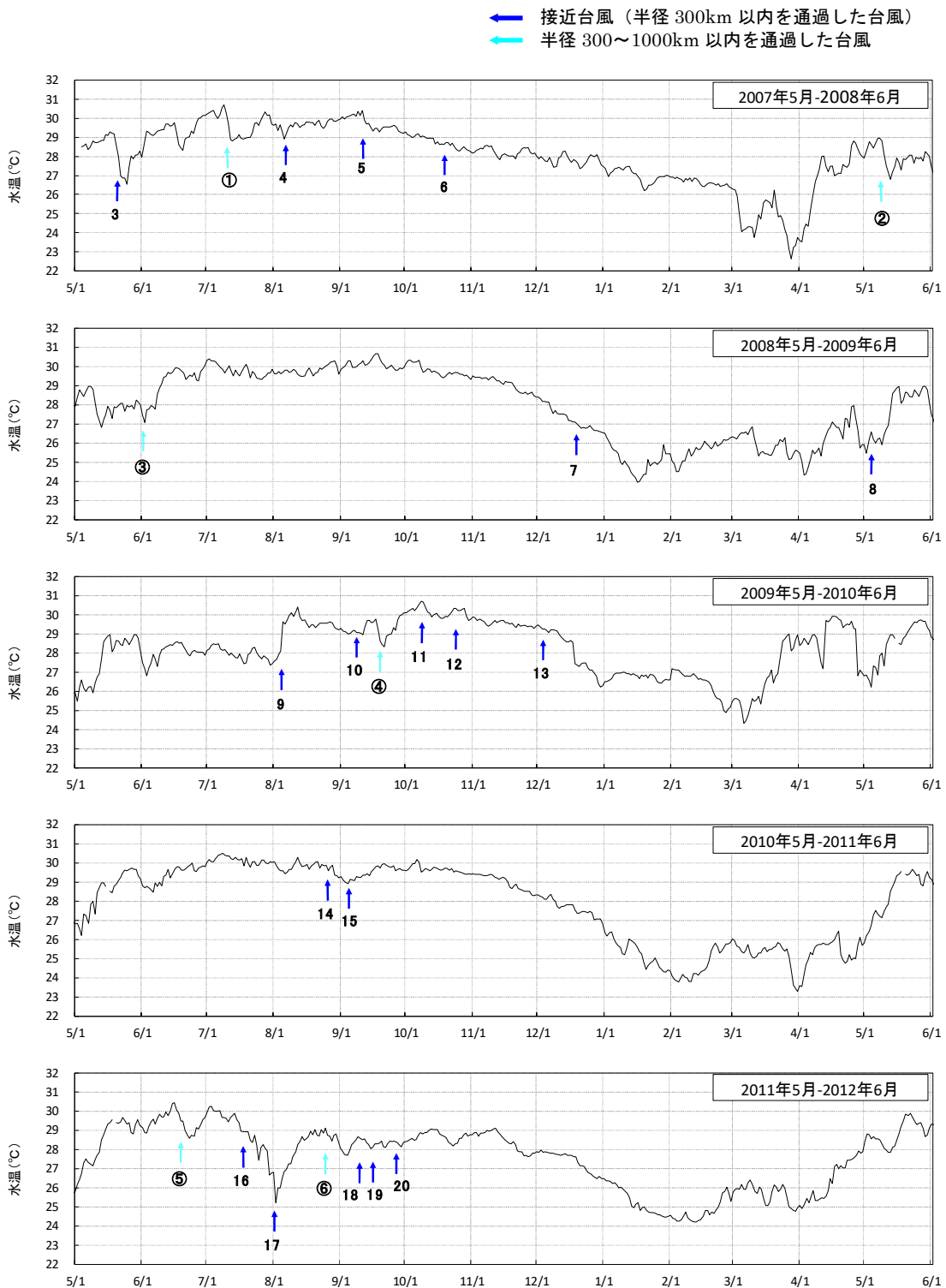


図-IV.4.3.3(1) 過年度における礁内日平均水温の変化（2007年5月～2012年6月）  
 ※台風のNo.および情報は表-IV.4.3.2、表-IV.4.3.3に示す通り

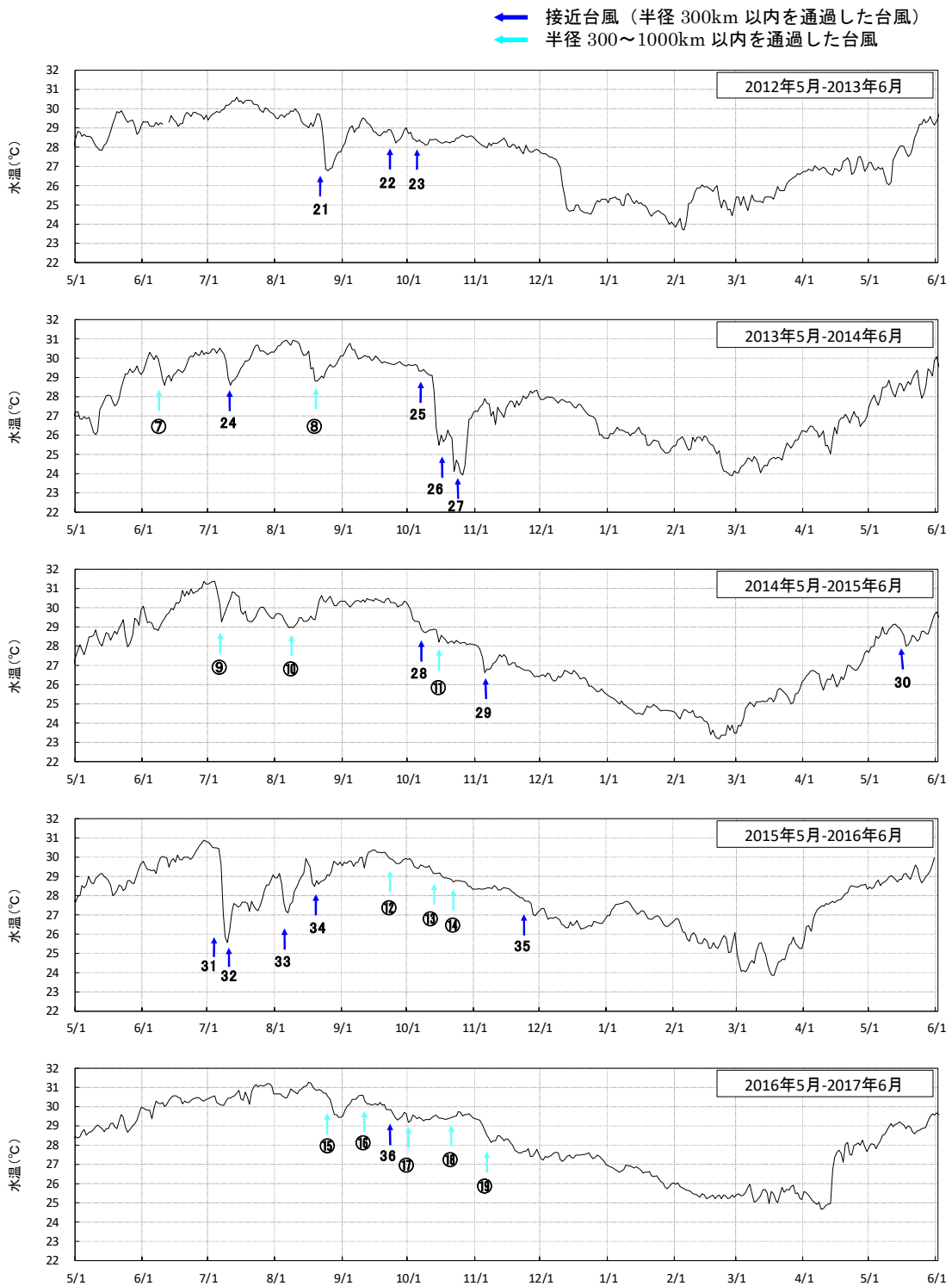


図-IV. 4. 3. 3 (2) 過年度における礁内日平均水温の変化 (2012年5月～2017年6月)  
 ※台風のNo.および情報は表-IV. 4. 3. 2、表-IV. 4. 3. 3に示す通り

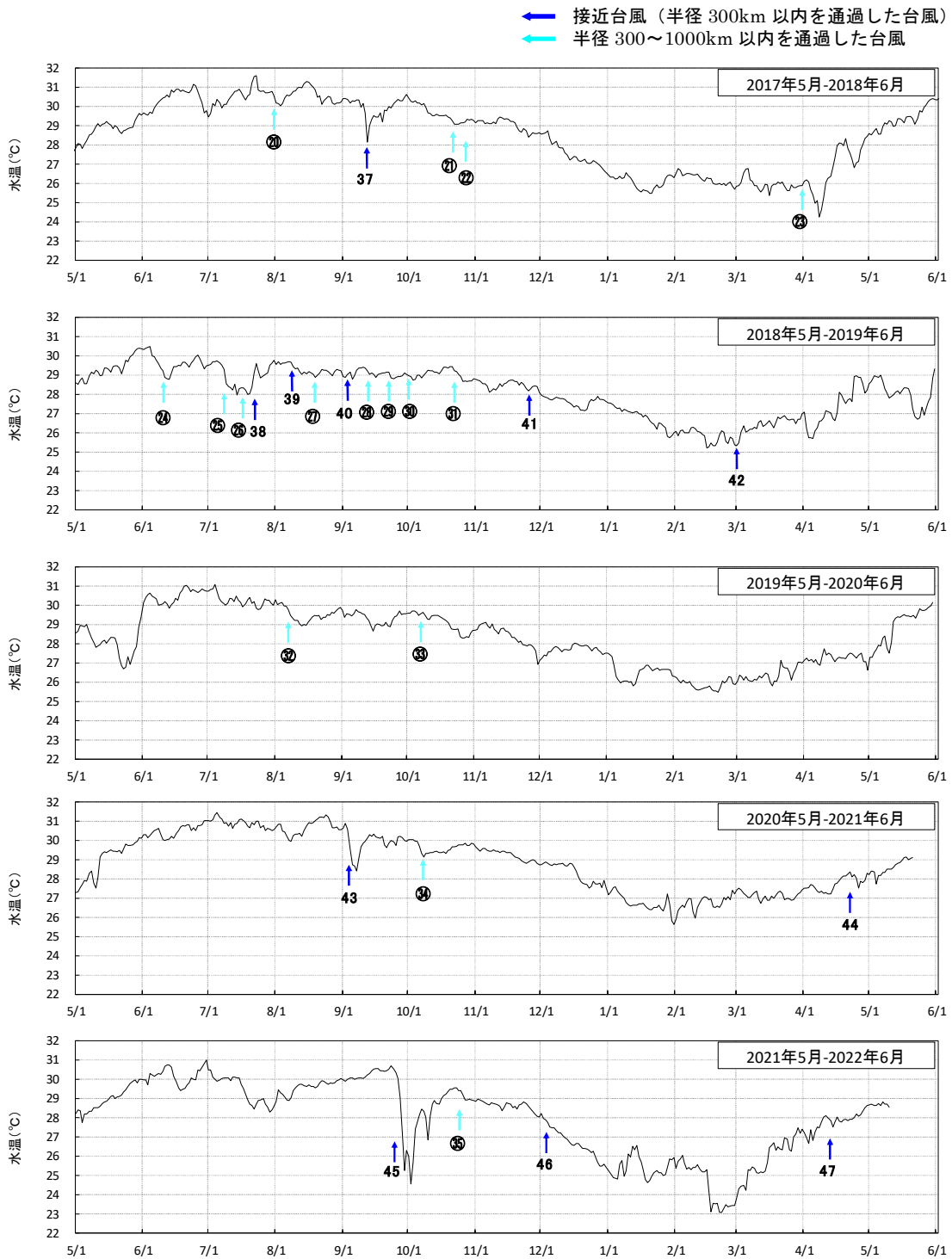


図-IV. 4. 3. 3 (3) 過年度における礁内日平均水温の変化 (2017年5月~2021年6月)  
 ※台風のNo.および情報は表-IV. 4. 3. 2、表-IV. 4. 3. 3に示す通り

表-IV.4.3.2 2006年5月～2022年5月に接近（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	
2010年	13	22号	12月02日 09時	20.8	136.1	41.5	980	30	70	240	6～7m	
	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	
2022年	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	

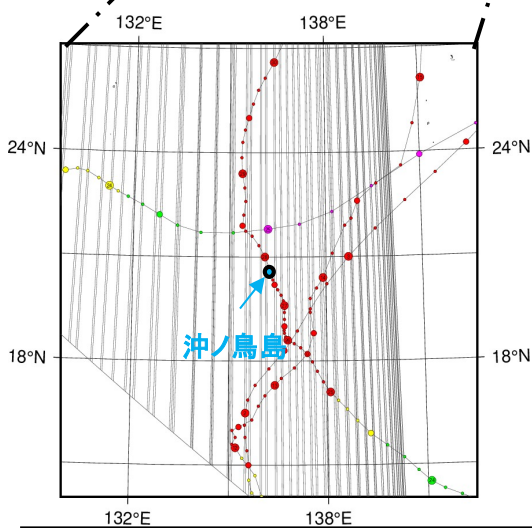
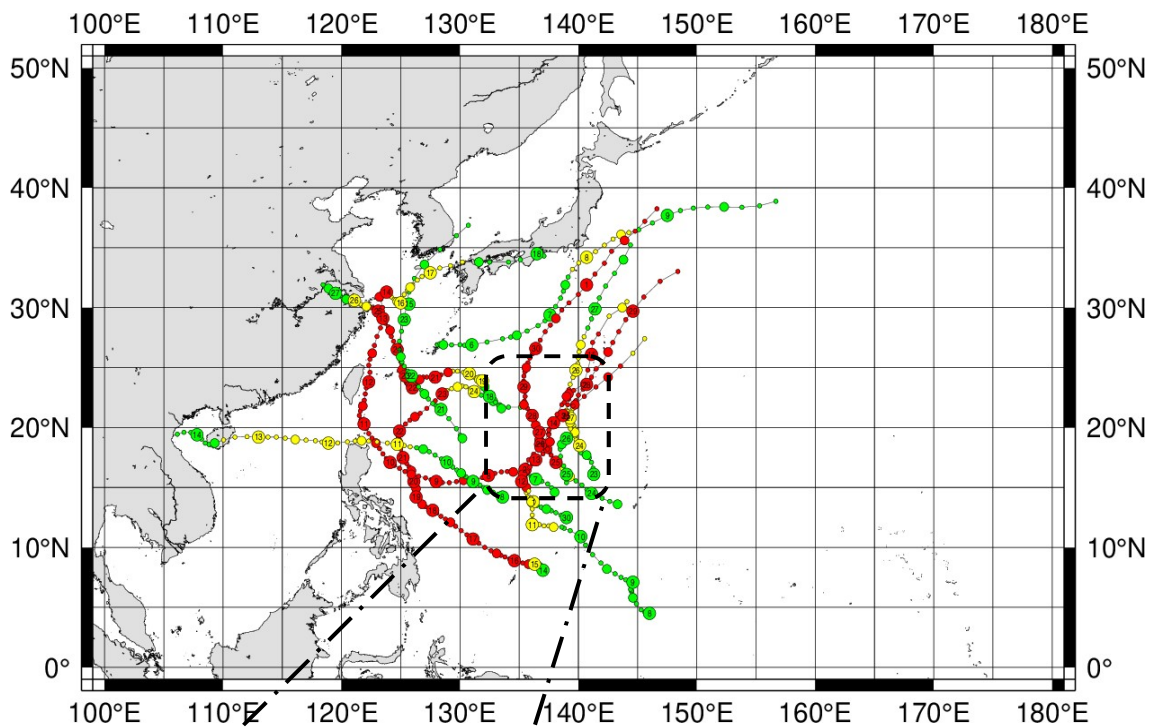
注) 黄色：外洋域の有義波高が7m以上の台風



表-IV.4.3.3 2006年5月～2021年5月に半径300～1,000km以内を通過した台風的位置と勢力

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	

注) 黄色：外洋域の有義波高が7m以上の台風



**【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 : 台風の中心が、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.4.3.4 半径 300km 以内に接近した台風の経路図 (2021 年)

## (2) 高水温による影響

過去6カ年における5～11月の水温の比較を図-IV.4.3.5に示す。

中間育成施設および天然ノルへの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。過年度の調査により、天然サンゴの減耗要因は、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℃以上の高水温の期間が長く、30℃以上の日が7月上旬～9月中旬まで連続していた。波高が高くなるような強い台風の通過が無かったことから、高波浪等による被災・消失の影響は少なく、長期に継続した高水温の影響を強く受けて、白化等によりサンゴが死亡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い水温であったことから、高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月上旬～8月上旬に観測され、それ以降は概ね30℃より低かった。2018年よりも高水温であったものの、2016年および2017年と比較すると、高水温による影響は小さかったと考えられる。

2020年は、日平均水温が30℃以上の高水温の期間が、台風10号が接近した9月上旬を除いて6月上旬から10月初めまで長期に継続しており、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、過年度と比べると低い水温であったことから、高水温による影響は小さかったと考えられる。

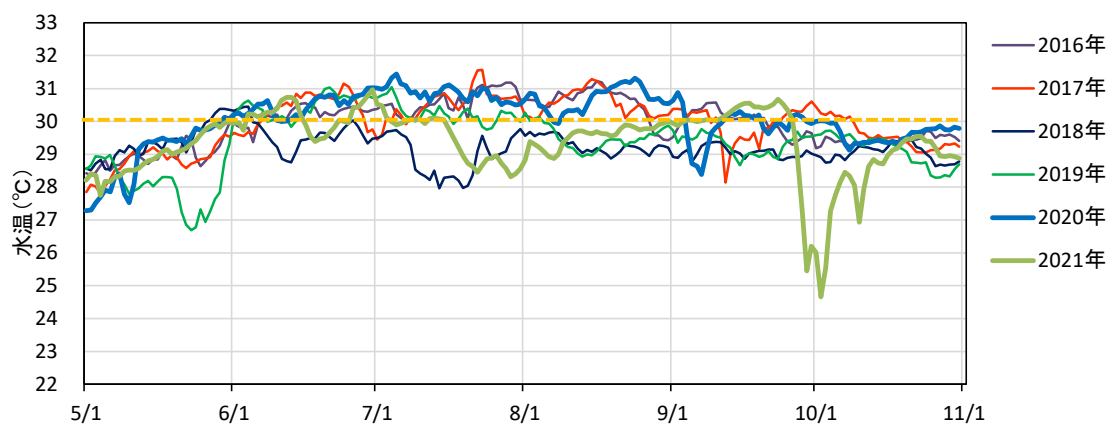


図-IV.4.3.5 5～11月の礁内日平均水温変動（6カ年分の比較）

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.4.3.6 参照)。

DHW とは、当該海域の週平均水温が最暖月平均水温+1°C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 (°C-weeks) を超えると白化が起こり、8 (°C-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。

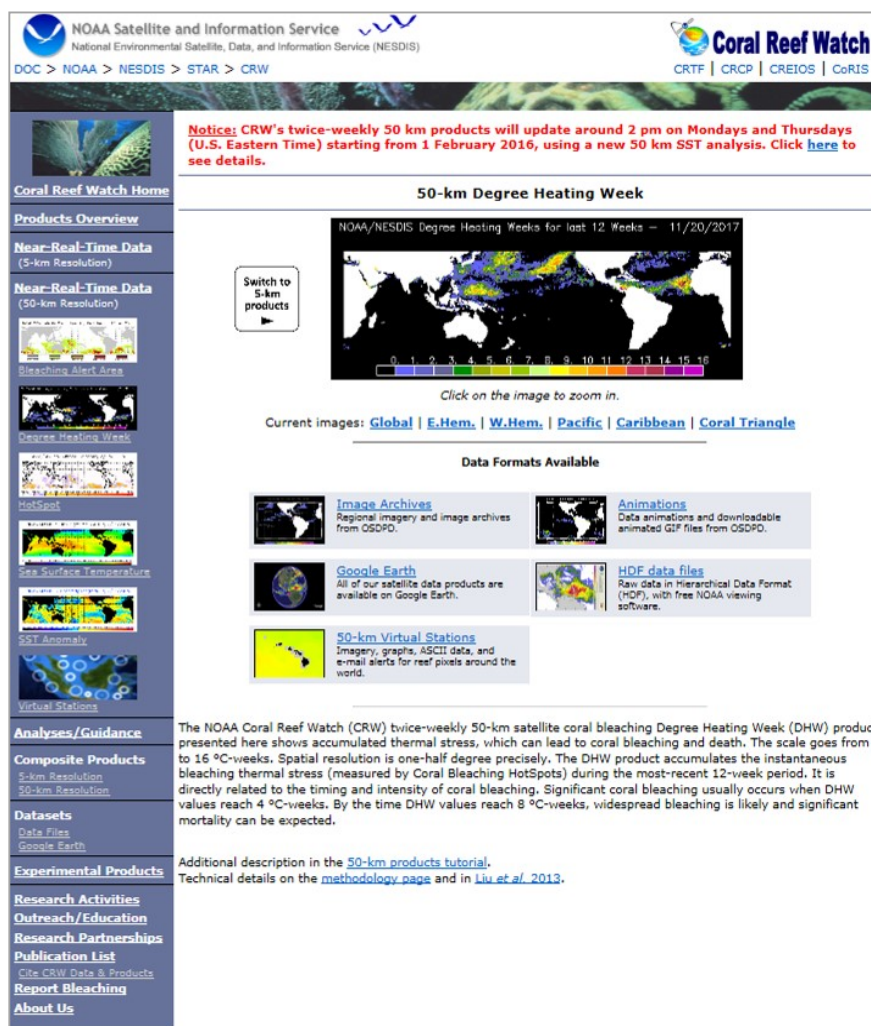


図-IV.4.3.6 NOAA の DHW 公表ページ (一例)

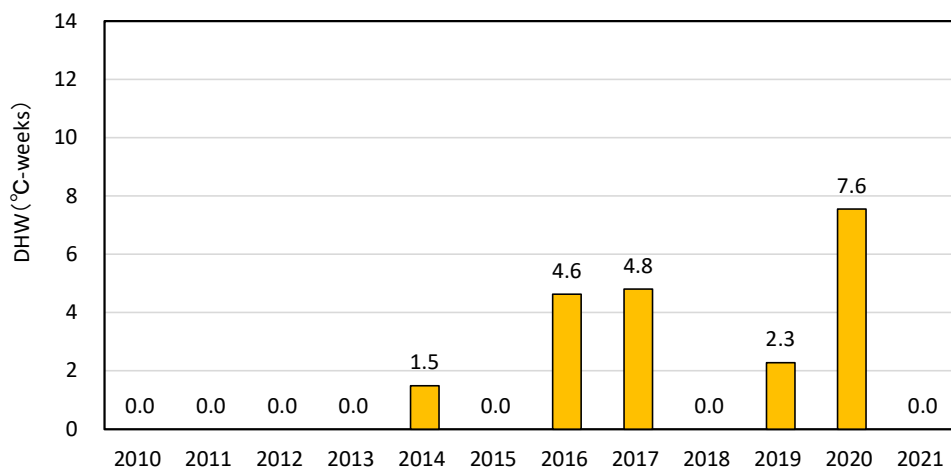
NOAA : <https://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/dhw.php>

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.4.3.7 に示す。2020 年の DHW は 7.6 であり、2010 年以降で最大値となった。2021 年は夏季の台風通過が少なく、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)

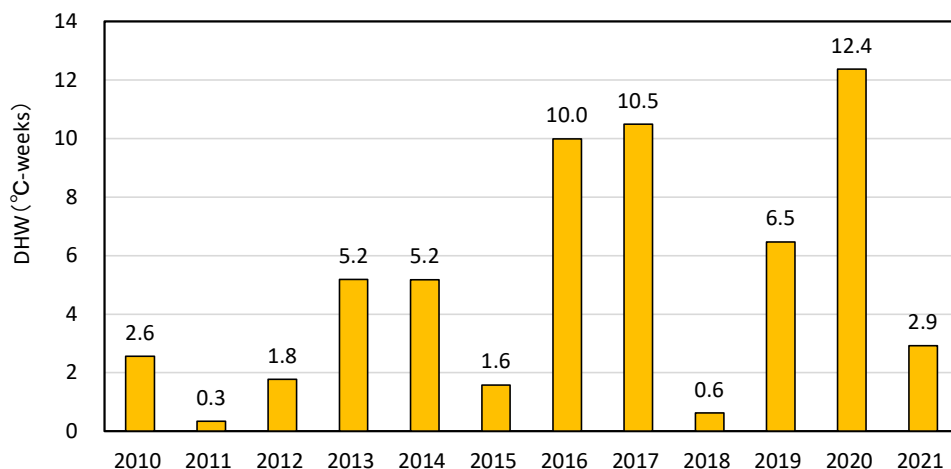


図-IV.4.3.7 DHW の推移（2010～2021 年）

### 3.3 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.4.3.8 に、2015～2022 年における定点観察枠内の変化状況を図-IV.4.3.9 に示す。

3 地点において、ミドリイシ属が確認されたのは 2022 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 年にかけての減少が大きく、各地点で被度 1% 未満まで減少した。また、L3-2 と L8-2 では 2017 年に 0% になった。L5-1 は、2012 年から 2022 年にかけて被度が増加した。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、L8-2 では 2011 年から 2012 年にかけて、L3-2 と L5-1 では 2016 年から 2017 年にかけて被度が減少した。2019 年から 2022 年にかけては L3-2 と L8-2 とともに増加したが、L5-1 で減少した。

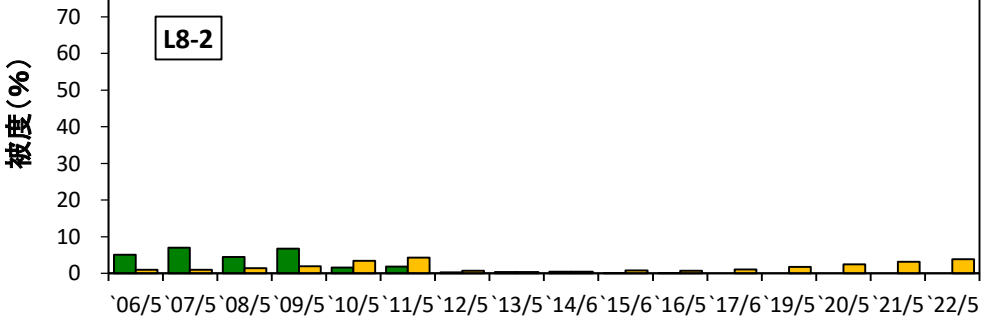
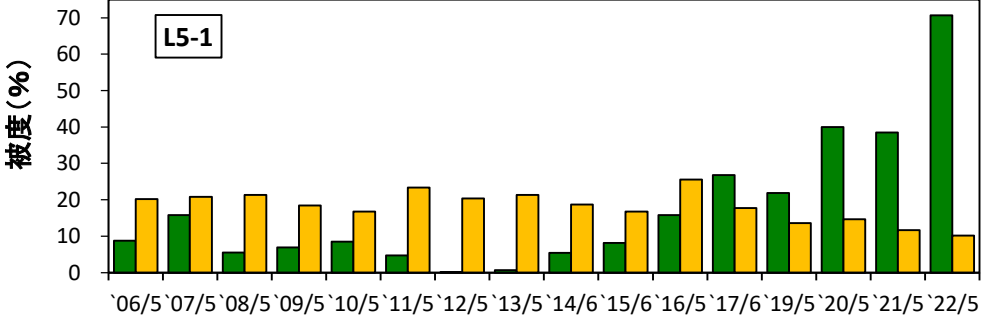
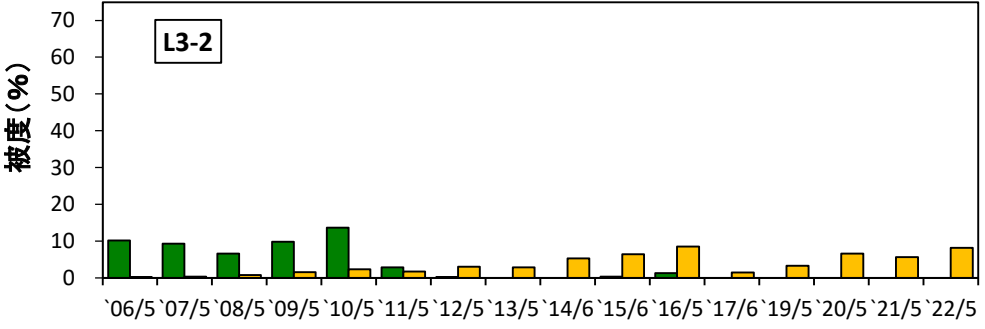
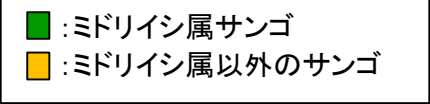
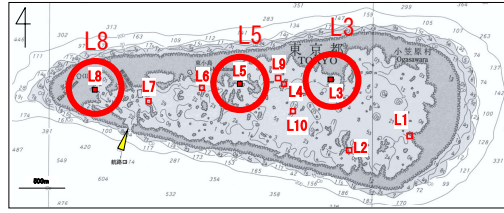


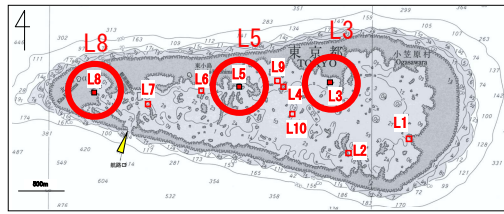
図-IV.4.3.8 定点調査における地点別のサンゴ被度の推移 (3 地点)



	L8-2 (礁内西側)	L5-1 (礁内中央)	L3-2 (礁内東側)
2015年6月	<p><i>A.sp.aff. divaricata</i></p>	<p><i>A. aculeus</i> ※2012年加入</p>	<p>バナヤサイサンゴ属 <i>A. aculeus</i> ※2015年加入</p>
2016年5月			
2017年6月	<p>死亡</p>		<p>死亡 大部分死亡</p>
2018年は未実施			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2017年に死亡 (<i>A. aculeus</i>)</li> <li>・岩盤上は海藻類が少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・被度増加 (<i>A. aculeus</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2017年に死亡 (<i>A. aculeus</i>)</li> </ul>

図-IV.4.3.9(1) 観察枠内の状況変化 (2015~2017年)





	L8-2 (礁内西側)	L5-1 (礁内中央)	L3-2 (礁内東側)
2019年5月			
2020年5月			
2021年5月			
2022年5月			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2017年に死亡 (<i>A. aculeus</i>)</li> <li>・岩盤上は海藻類が少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・被度増加 (<i>A. aculeus</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2017年に死亡 (<i>A. aculeus</i>)</li> </ul>

図-IV. 4. 3. 9(2) 観察枠内の状況変化 (2019~2021年)

なお、2022年は過年度にモニタリングした L1、L2、L4、L9 で調査を実施した。継続調査地点である L3-2、L5-1、L8-2 以外の地点におけるサンゴ被度の経年変化を図-IV.4.3.10 に示す。

L3-3 と L8-3 は、2019年にミドリイシ属を対象として追加した調査箇所であり、設置時には *A.globiceps* が生育していた。L3-3 では 2022 年も生存していた。

その他、2022年にミドリイシ属が確認された調査箇所は L5-2 と L9-2 であり、種類はいずれも *A. aculeus* であった。これらの調査箇所では、過年度には *A. sp. aff. divaricata* が生育していた。

定点調査を開始した 2006年に礁地内に優占していた *A.globiceps* や *A. sp. aff. divaricata* は 2010年から 2012年にかけて減少し、近年は礁地内中央の北側で *A. aculeus* が増加した。

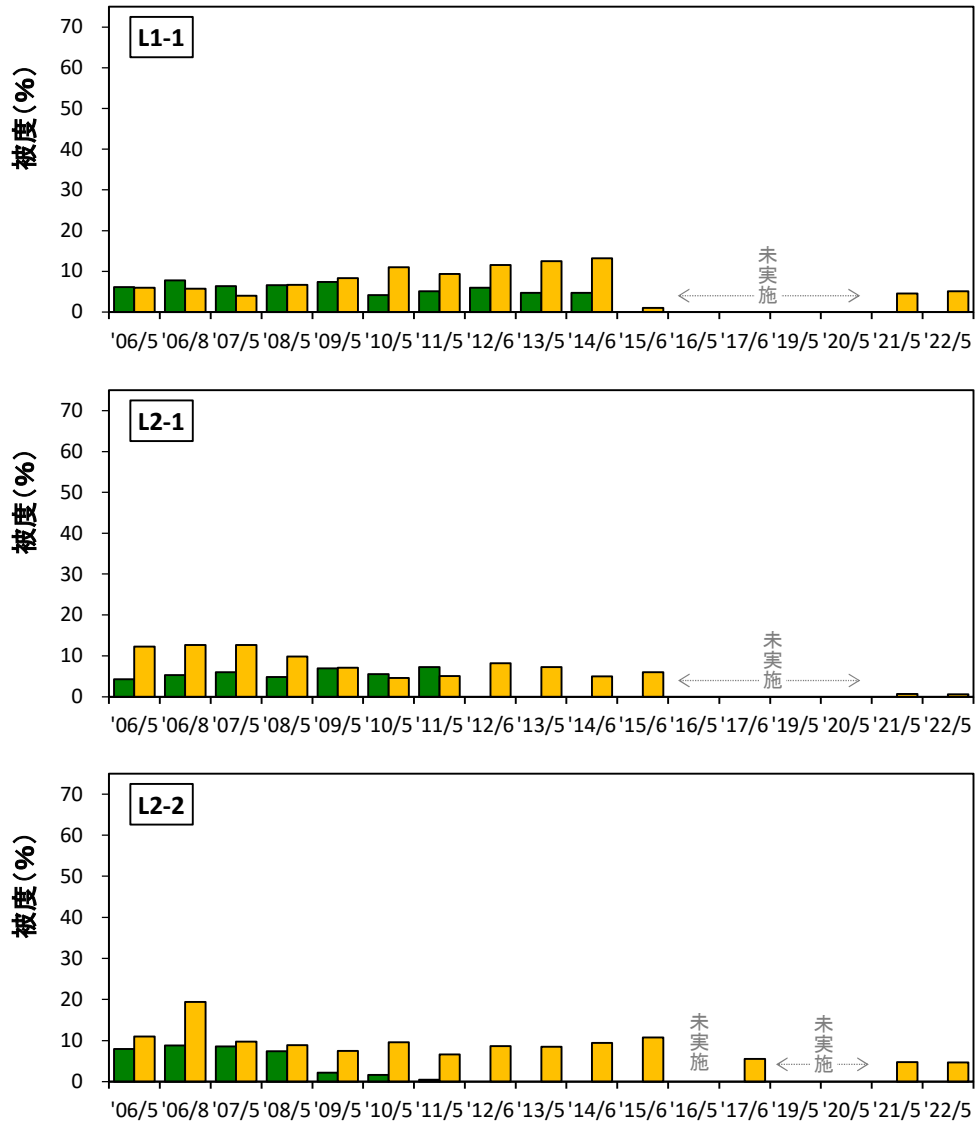
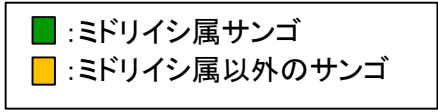
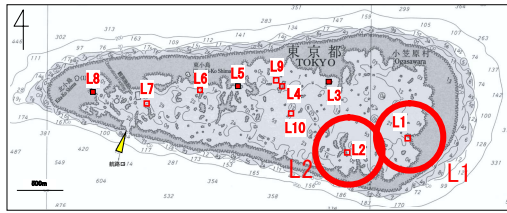


図-IV. 4. 3. 10(1) 定点調査における地点別のサンゴ被度の推移 (L1-1, L2-1, L2-2)

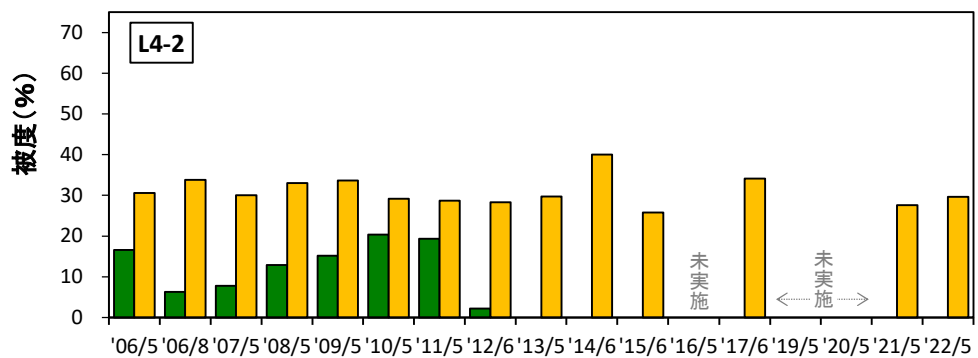
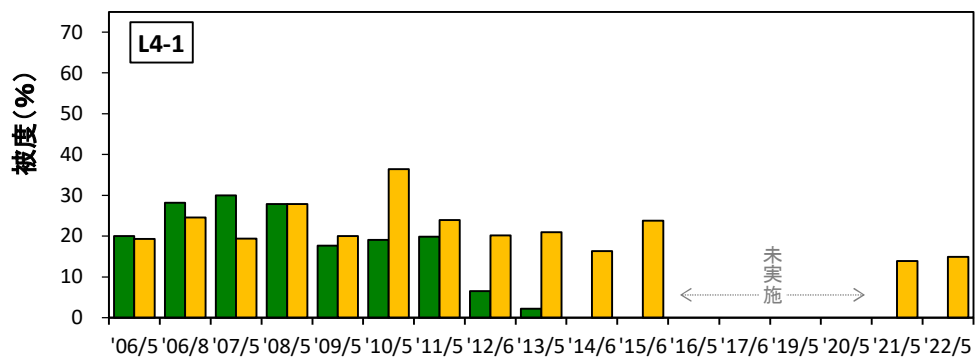
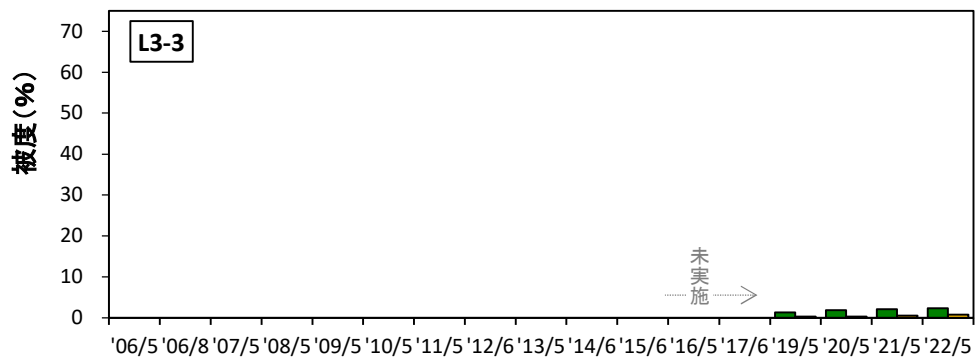
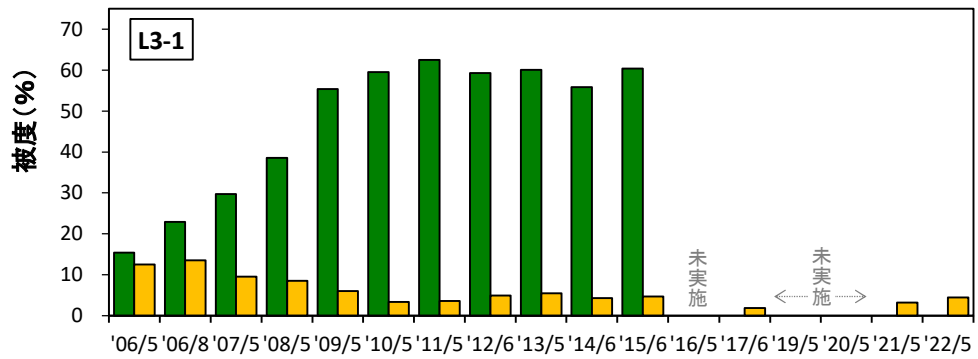
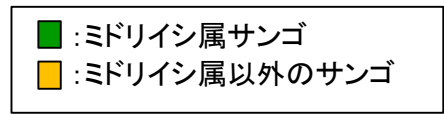
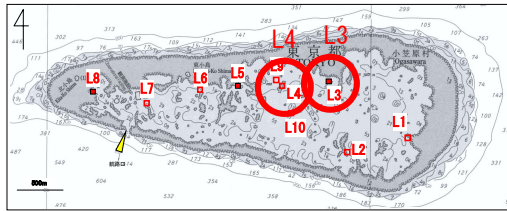


図-IV.4.3.10(2) 定点調査における地点別のサンゴ被度の推移 (L3-1, L3-3, L4-1, L4-2)

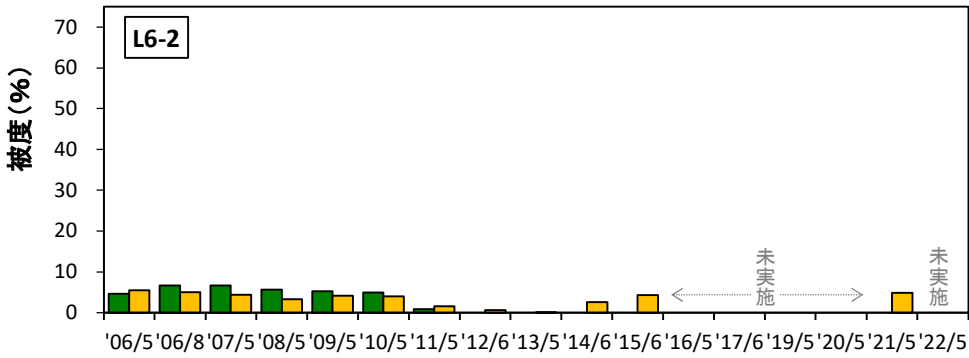
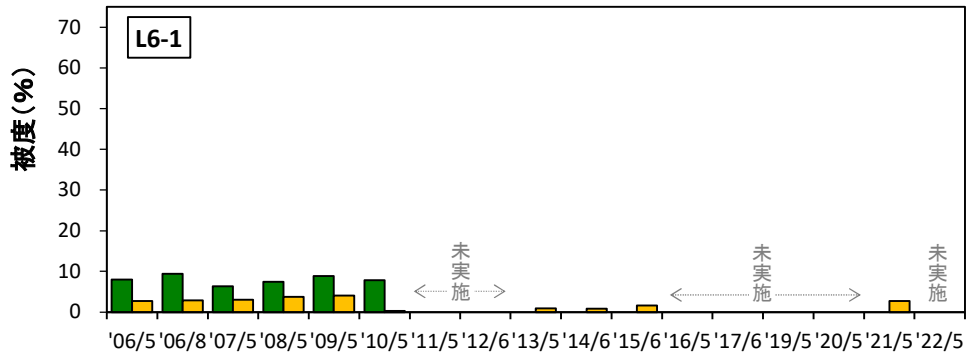
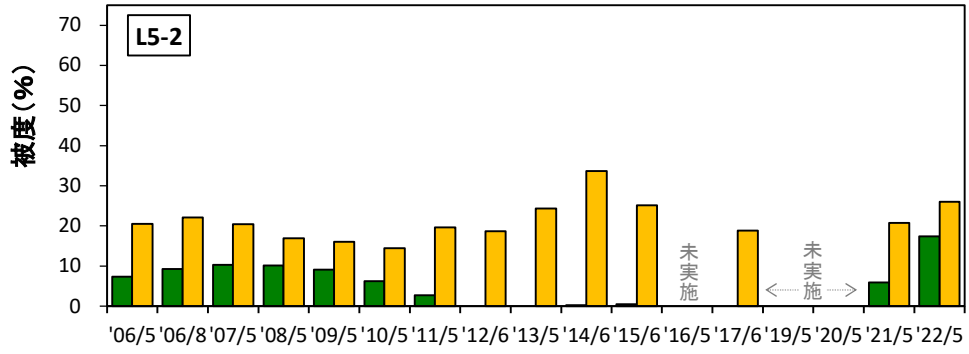
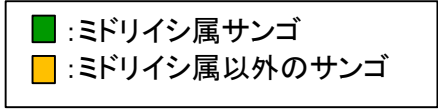
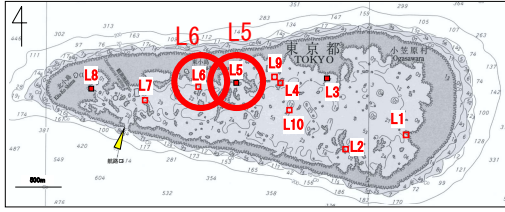


図-IV. 4. 3. 10(3) 定点調査における地点別のサンゴ被度の推移 (L5-2, L6-1, L6-2)

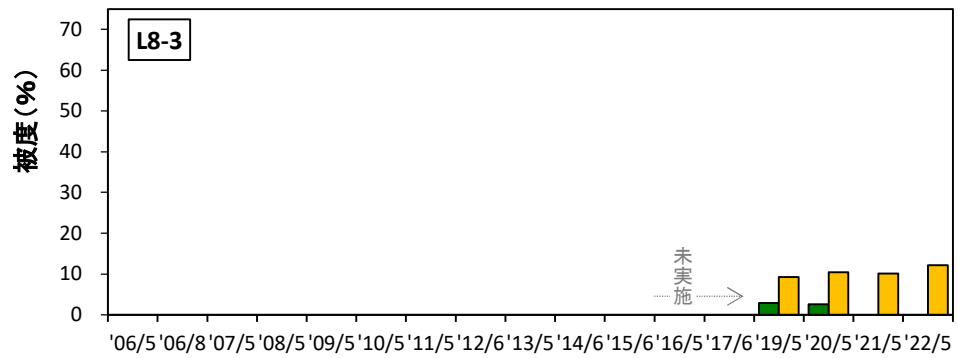
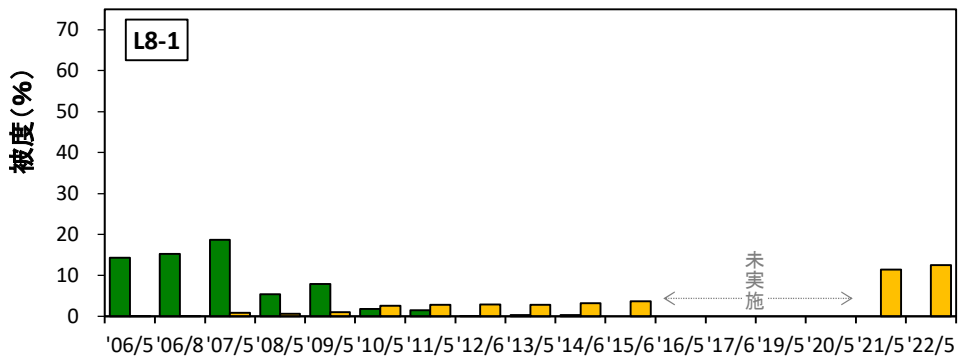
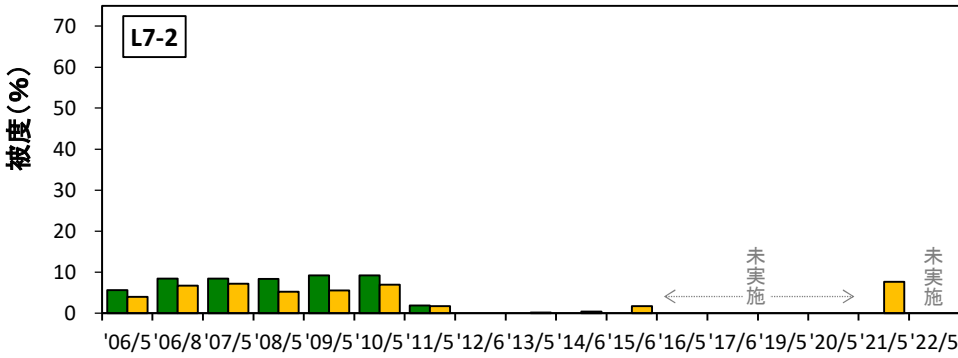
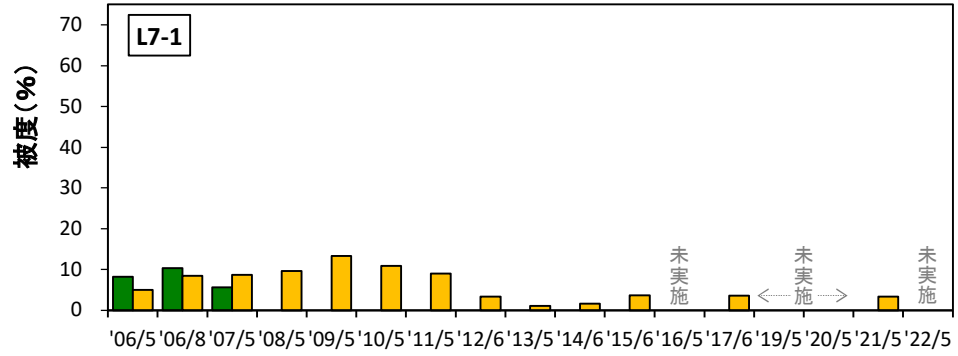
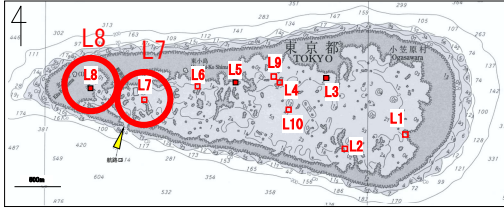


図-IV.4.3.10(4) 定点調査における地点別のサンゴ被度の推移 (L7-1, L7-2, L8-1, L8-2)

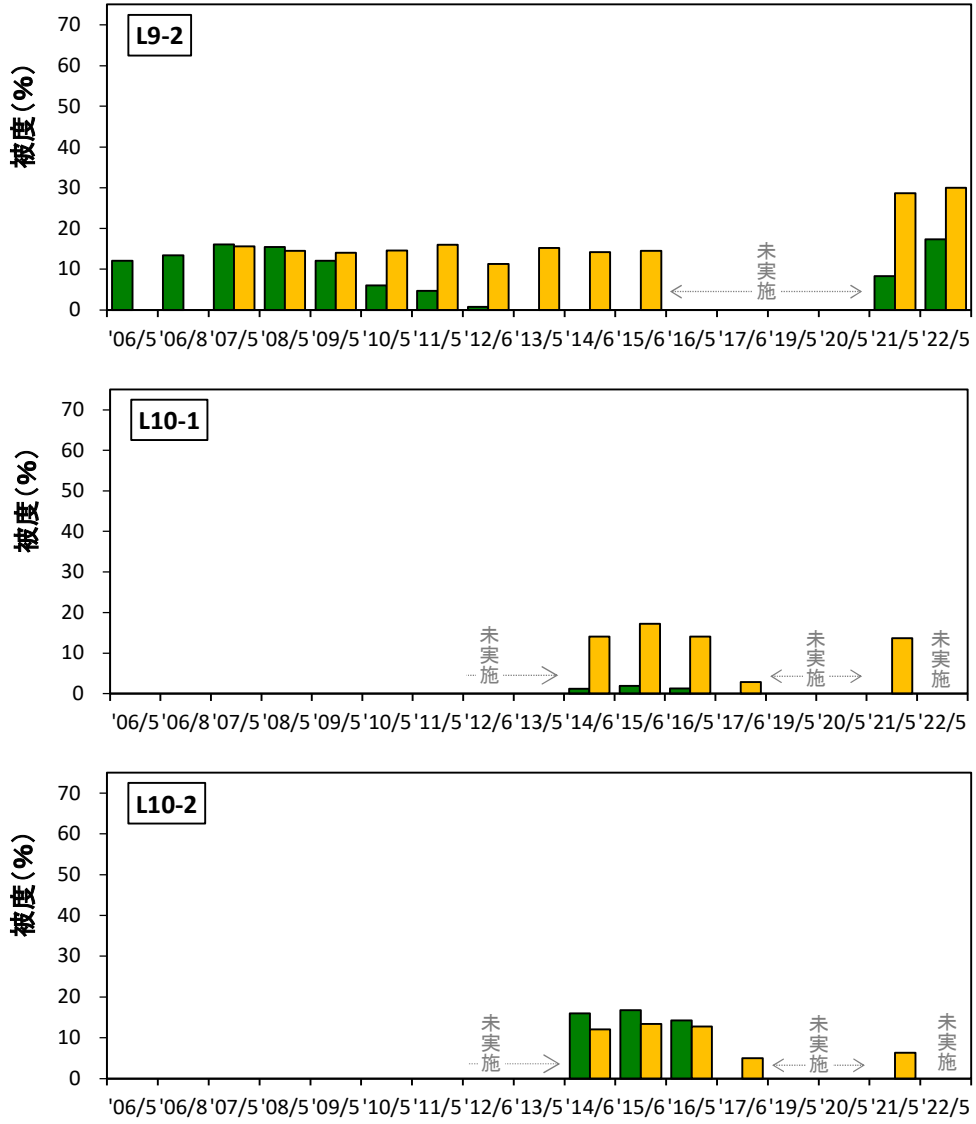
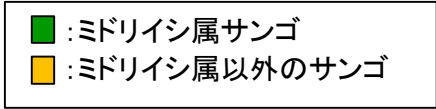
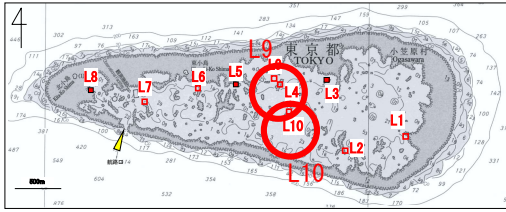


図-IV. 4. 3. 10(5) 定点調査における地点別のサンゴ被度の推移 (L9-2, L10-1, L10-2)

#### 4 課題

沖ノ鳥島のサンゴは高水温や台風の影響で毎年大きく変動しているため、年一回の頻度で沖ノ鳥島のサンゴ変動の実態を把握しておくことが今後の事業展開において重要である。

沖ノ鳥島礁内に移植したサンゴについては、引き続き生残・成長状況および水温をモニタリングする必要がある。

また、移植サンゴの育成・増殖基盤となる中間育成施設を継続的に活用していくため、中間育成施設の安定性についても引き続き確認していく必要がある。