平成28年度マリンワーカー事業
（竜串地区自然再生事業海域調査業務）
報告書

平成29年3月

環境省 中国四国地方環境事務所

目　　次

１．業務概要　1
　１－１．業務の目的　1
　１－２．業務の期間　1
　１－３．業務の内容　1
　１－４．用語　5
　１－５．業務担当者　5

２．サンゴ生育状況等のモニタリング　6
　２－１．スポットチェック調査　6
　２－２．定点写真撮影　10
　　２－２－１．定点写真の撮影　10
　　２－２－２．定点景観写真の撮影　17
　２－３．湾内全域におけるサンゴ類分布調査　40
　２－４．海域の物理環境のモニタリング　66
　　２－４－１．SPSS 調査　66
　　２－４－２．水温の連続観測　72
　２－５．竜串リーフチェック調査（本業務外からの引用）　80
　　資料２－１．スポットチェック調査写真　83
　　資料２－２．各調査地点の定点写真　86

３．サンゴ群集等の長期モニタリング実施体制の構築に向けた検討　90
　３－１．モニタリング研修会・勉強会の開催　90

４．まとめ　97

１．業務概要

１－１．業務の目的

本業務は、竜串自然再生事業の一環として実施するものであり、海域環境のモニタリングとして竜串湾におけるサンゴ群集の生育動態調査および物理環境（SPSS・水温）調査を実施するものである。また、当該調査については、平成 26 年度竜串自然再生専門家技術支援委員会において、今後は市民参加及び地元主導によるモニタリングの必要性が指摘されたことから、本年度は市民参加によるモニタリングの実施手法及び継続的な実施体制の構築を目指した検討を行う。

このほか、今年度は竜串自然再生事業で実施してきた 5 年ごとの湾内全域のサンゴ分布のモニタリング調査を実施し、広範囲でのサンゴ被度の変化を解析する。

１－２．業務の期間

本業務は、平成 28 年 6 月 9 日から平成 29 年 3 月 24 日に行われた。

１－３．業務の内容

１．業務対象海域

竜串自然再生全体構想で対象区域として示された、足摺宇和海国立公園 竜串海域公園地区（1～4号地）とその周辺海域（**図1-1**）を業務の対象海域とする。また、各調査は**図1-2**に示した地点で実施するものとする。

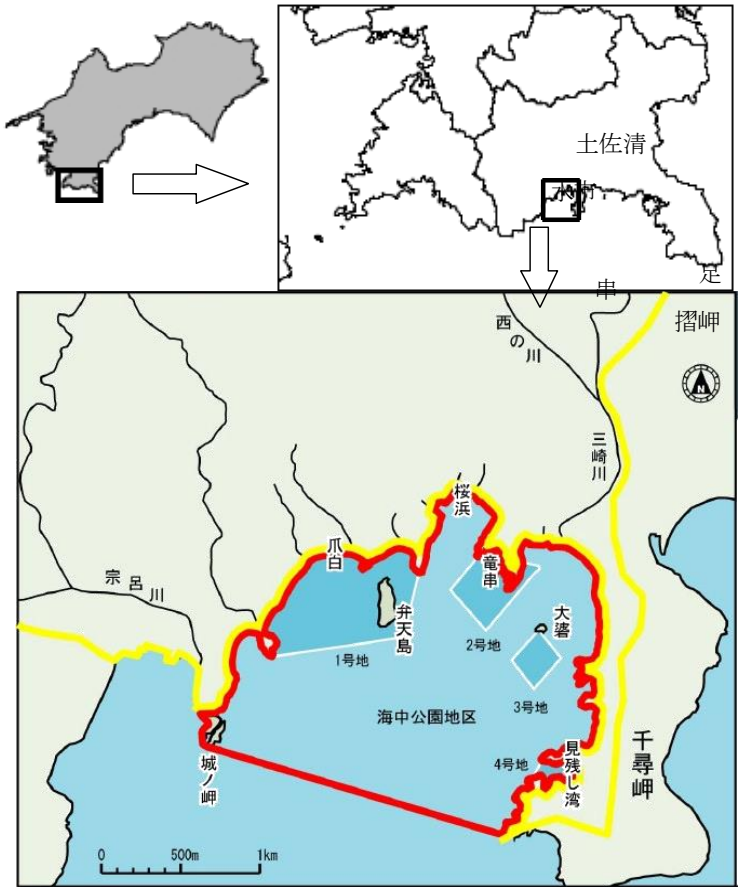


図 1-1. 業務対象海域（赤線の範囲が竜串自然再生対象区

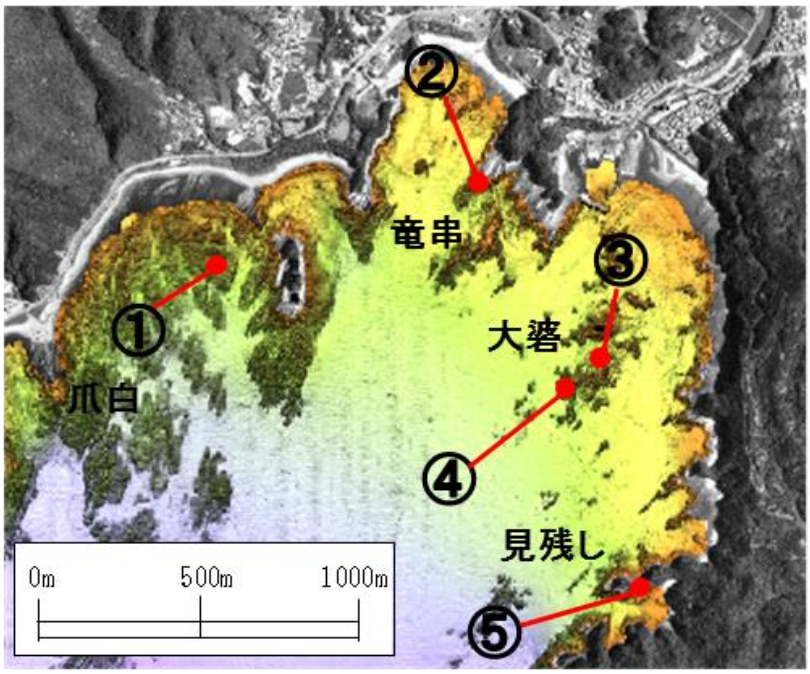


図 1-2. 調査地点の位置

２．調査項目

（1）サンゴ生育状況等のモニタリング

竜串湾内におけるサンゴ及びその他の生物の生育状況・攪乱状況の現状を把握し。合わせて、生物の生育状況を指標として湾内の環境変動の把握を行うため、サンゴ誠意状況等のモニタリングを主とした現地調査を行う。本年度は以下の 2 つの調査により、サンゴ群集の生育状況や攪乱状況、生サンゴ被度の変化および景観的変化を記録・解析し、その変動要因などについて考察する。

1）スポットチェック調査

「モニタリングサイト 1000 （サンゴ礁調査)」スポットチェック法によるサンゴ礁調査マニュアル （平成 21 年 8 月環境省自然環境局生物多様性センター）スポットチェック法に基づき実施。なお、調査時期は調査官と協議の上決定する。

・調査地点：**図 1-2** に示す①、②、③、⑤の 4 地点

・調査回数：1 回

2）定点写真撮影

竜串自然再生事業関連の調査として平成 16 年度から継続されている調査として、竜串湾の環境を代表し、海域公園に指定されている爪白、竜串西、大碆南、見残しの 4 地点において定点写真撮影を行い、サンゴ類の被度の変化や攪乱状況（サンゴ群体の斃死、物理的破壊)、その他の変化などを把握する。撮影範囲は､1 地点あたりおよそ 10 ㎡とし、過去の撮影範囲に準ずるものとする。撮影範囲は、設置済みの撮影用装置に 3 箇所の定位置からデジタルカメラを用いて改定の様子を撮影・記録する（**図 1-3**)。

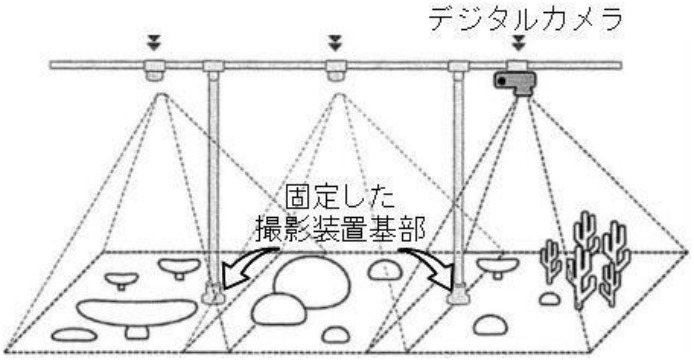


図 1-3. 撮影装置

また、上記と合わせてそれぞれの調査地点の景観的な変化を記録するため、景観定点写真の撮影を同じく年 1 回行う。なお、調査時期は調査職員と協議の上決定する。

・調査地点：**図 1-2** に示す①、②、④、⑤の 4 地点

・調査回数：1 回

3）湾内全域におけるサンゴ類分布調査

竜串自然再生事業関連の調査として湾内全域調査はこれまで平成 15 年、平成 22 年に実施

されており、現在 6 年が経過している。平成 26 年度よりサンゴは一定の回復をしたという結果が得られ、自然再生事業の泥土除去作業が完了した現在の湾内状況把握が必要となっていることから、竜串湾内全域におけるサンゴ類の被度の変化や攪乱状況（サンゴ群体の斃死、物理的破壊）、その他の変化などを把握する。調査方法は、マンタ法、箱メガネ法、スポットチェック法、その他の調査方法で調査し、文献等から得られる情報等を総合して、対象海域のサンゴ類の分布図を作成のうえ過去の調査結果と比較し、解析するものとする。なお、調査時期は調査職員と協議の上決定する。

・調査地点：**図 1-1** に示す赤枠の内側の範囲（竜串自然再生対象区域）

・調査回数：1 回

（2）海域の物理環境のモニタリング

サンゴの生育に影響を与える底質環境及び水温の 2 種の物理環境のモニタリング調査を実施する。

1）SPSS 調査

造礁サンゴ類の生育に大きな影響を与える底質環境の変化を把握するため、竜串自然再生事業関連調査によって平成16年度から継続して行われている底質中懸濁物質量の調査を実施する。従来と同様に沖縄等で実績のあるSPSS（底質中懸濁物質含量）簡易測定法を用いて、湾内のサンゴ生息域の底質中懸濁物質含量を測定し、底質環境の変化の基礎資料を得るとともにサンゴ群集への影響を評価する。試料の採取は潜水士が作業に当たる。なお、調査時期は調査職員と協議の上、決定する。

・調査回数：3回

・調査地点：**図1-2**に示す①、②、③、⑤の4地点

2）水温の連続観測

基本的な湾内の物理環境指標として、平成21年度の竜串自然再生海域調査業務から継続調査している海水温の周年にわたる測定記録を引き続き行う。水温の連続測定には、モニタリングサイト1000事業等で標準機器として使用されているメモリー式水温計HOBO U22 Water Temp Pro V2を使用する。平成26年度竜串地区自然再生事業海域調査業務によって爪白、見残しの2地点に設置された機器の管理及び水温データの回収を行う。なお、交換は1～3月の冬季及びSPSS 調査の試料採取時（うち1回）の年2回行うこととする。

・調査地点：**図1-2**に示す①、⑤の2地点

（3）サンゴ群集等の長期モニタリング実施体制の構築に向けた検討

竜串海域公園地区における市民参加、地元主導による継続的なモニタリング体制の構築に向けた検討として、下記に示した研修会・検討会等を 3 回開催する。

これにより、モニタリング調査員等の育成を図るとともに、実施体制の構築に向けた課題などを抽出するものである。具体的な実施時期、内容については調査職員と協議の上決定する。

①スポットチェック調査の勉強会（室内講習と野外実習）

②リーフチェック調査の勉強会（室内講習）

③陸上でできる海域モニタリング調査手法の検討のための勉強会
（室内実習と野外実習）

１－４．用語

本報告書で使用する用語の内、科学的に定義されておらず、一般的に用法が確立されていない語については、平成 18 年度竜串地区自然再生事業海域調査業務報告書の定義による。

１－５．業務担当者

中地シュウ（黒潮生物研究所　所長）

総括・調査計画・調査実施・資料解析・報告書作成

目﨑拓真（黒潮生物研究所　主任研究員）

調査実施・資料解析・報告書作成

戸篠祥（黒潮生物研究所　研究員）

調査実施・資料解析・報告書作成

２．サンゴ生育状況等のモニタリング

竜串自然再生の基本目標は「竜串湾内に本来生息しているイシサンゴ類をはじめとする多くの生き物が健全な状態で生き続けていける環境を取り戻す」と全体構想に定められている。本調査は、竜串湾におけるイシサンゴ類の撹乱状況（斃死、部分死、病変、食害、剥離や破損）や生息状況、撮影範囲内の被度変化、その他環境変化等を解析し、要因等を考察することを目的として実施された。

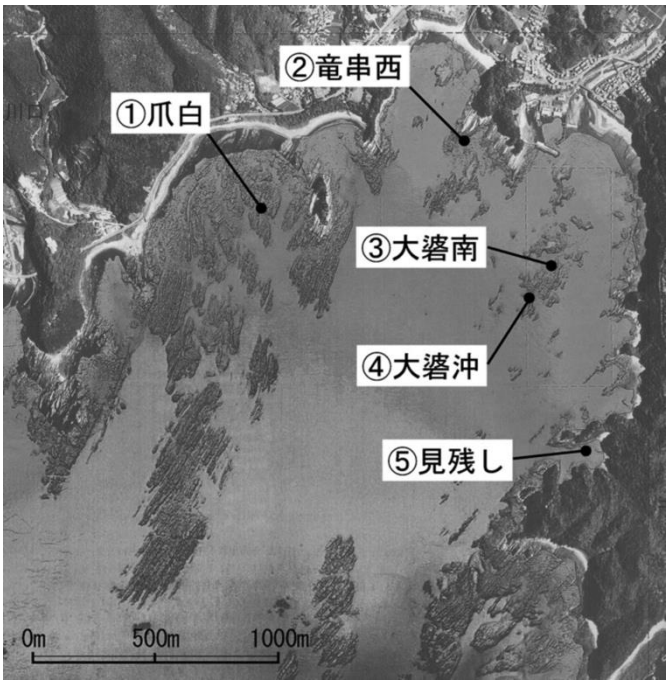


図 2-1-1. 調査地点

２−１．スポットチェック調査

ａ）方法

モニタリングサイト 1000 （サンゴ礁調査）スポットチェック法によるサンゴ礁調査マニュアル （平成 21 年 8 月環境省自然環境局生物多様性センター）に基づきスポットチェック法による調査を行った。スポットチェック法は 15 分間のスノーケリング又はスキューバによって海底面の状況を目視把握する、簡易的なサンゴ礁調査手法で調査範囲は 50 m×50 m の範囲である。

＜調査項目＞

・サンゴの被度（海底を占める生存サンゴの割合）
・ サンゴの生育型（優占するサンゴの生育型。卓状ミドリイシ優占など）
・ 5 cm 以下のミドリイシ属サンゴの加入度
・ 大型卓状ミドリイシ 5 群体の平均サイズ
・ 攪乱の記録（白化、オニヒトデ、サンゴ食巻貝、病気の有無など）
・ 大型定着性魚類（30 cm 以上のブダイ類、ハタ類、ベラ類など）
・ その他特記事項

調査地点は①爪白、②竜串西、③大碆南、⑤見残しの計 4 か所（**図 2-1-1**）で、7 月 7 日に調査を実施した。これまで竜串湾内ではモニタリングサイト 1000 事業の中で、スポット

チェック調査が 9 月～12 月頃に年 1 回実施されてきた。モニタリングサイト 1000 の調査地点は今回の調査と①爪白、②竜串西、③大碆南が共通の調査地となり、今回の結果と比較を行った。

ｂ）結果

スポットチェックの結果を**表 2-1-1** に、被度の推移を**図 2-1-2**、調査時の写真を章末の**資料 2-1** に示した。地点ごとの観察結果の概要を以下にまとめる。

＜観察結果の概要＞

- 爪白：サンゴの生育型（以下、生育型）は卓状ミドリイシ優占で生サンゴの被度（以下、被度）は 30%であった。平成 27 年度に行われたモニタリングサイト 1000（以下、モニ 1000）の結果と比較して、被度の変化は認められなかった。水深 2-5 m の岩盤上部の平坦面では卓状ミドリイシ類が高い被度で優占しており、岩盤の斜面部では被覆状や塊状のキッカサンゴ類やキクメイシ類が優占していた。オニヒトデと思われる食痕が調査範囲内で 10 ヶ所以上見られ、昨年度の調査と比較してオニヒトデの食痕が目立ったが、15 分換算のオニヒトデの記録数は 1 個体のみだった。サンゴ食巻貝による食痕が 1 ヶ所見られたが、昨年と比較して被害や貝の集団は少なかった。感染症と思われる病気で、部分的に斃死したサンゴ群体が 2 群体見られたが、被害は軽微だった。
- 竜串西：生育型はクシハダミドリイシが卓越する卓状ミドリイシ優占で、被度は 40%だった。平成 27 年度のモニ 1000 の結果と比較して、被度の変化は認められなかった。4-5 m 以深では、塊状や被覆状のキッカサンゴ、ウミバラ、スリバチサンゴなどが多種混成の群集だった。サンゴ食巻貝の食痕が 1 ヶ所見られたが、被害は軽微だった。5 cm 以下のミドリイシ属サンゴの加入（1 ㎡あたり）は 2 群体と少ないが、それ以外のキクメイシ類やハナヤサイサンゴ類の加入が他の調査地点と比較して多かった。
- 大碆南：生育型は卓状ミドリイシ優占で、被度は 40%だった。平成 27 年度のモニ 1000 の結果と比較して、大きな被度の変化はなかった。オニヒトデは地元団体によって 6 月に 35 匹ほど駆除されたため調査では 1 個体のみの確認だったが、食痕数は今回の調査地点で 1 地番多かった。また、大碆南ではオニヒトデと同様にサンゴを食べるマンジュウヒトデが散見された。感染症と思われる部分的に斃死したサンゴの群体数が今回の調査地点では一番多く、群体が異常発達（腫瘍）した卓状ミドリイシも見られた。
- 見残し：生育型は特定類（シコロサンゴ）優占で被度は 40%で、昨年度の調査結果と比較して被度の変化はなかった。本調査範囲の底質は大半が砂礫であり、その上に大型のシコロサンゴが分布している。そのため、ここでは砂礫の範囲も有効基質として被度を算出した。昨年度見られたような冬季の低水温による先端部の部分斃死が、今

年度はほとんど確認されなかった。シコロサンゴの上部が海面付近に達して斃死した部分が侵食され窪地になった場所に、南方系のサザナミサンゴなど多様なサンゴの定着が確認された。

表 2-1-1. スポットチェック調査結果

地名	観察開始時刻	調査手段	サンゴ被度（%）	白化率（%）				サンゴ生育型	ミドリイシ加入度	大型卓状ミドリイシ平均値 (cm)	オニヒトデ				サンゴ食巻貝		病気 (%)	大型魚類 (尾数)
				サンゴ全体		ミドリイシ					15分観察個体数	ｻｲｽﾞ（cm）	ｻｲｽﾞ範囲	被食率（%）	食害階級	被食率（%）		
				白化率	死滅率	白化率	死滅率											
爪白	9:31	SCUBA	30	0	0	0	0	卓ミド	1	102	1	34		<5	II	<5	<5	ヒブダイ 1
竜串西	10:55	SCUBA	40	0	0	0	0	卓ミド	0	102	0			0	II	<5	0	
大碆南	10:00	SCUBA	40	0	0	0	0	卓ミド	2	134	1	26	20-30	<5	II	<5	<5	
見残し	10:25	SCUBA	40	0	0	0	0	シコロサンゴ優占	0	48	0			0	I	0	0	

サンゴ食巻貝食害階級

I : 食痕（新しいもの）は目立たない

II : 小さな食痕や食害部のある群体が散見される

III : 食痕は大きく、食害部のある群体が目立つが、数百個体以上からなる密集した貝集団は見られない

IV : 斃死群体が目立ち、数百個体以上からなる密集した貝集団が散見される

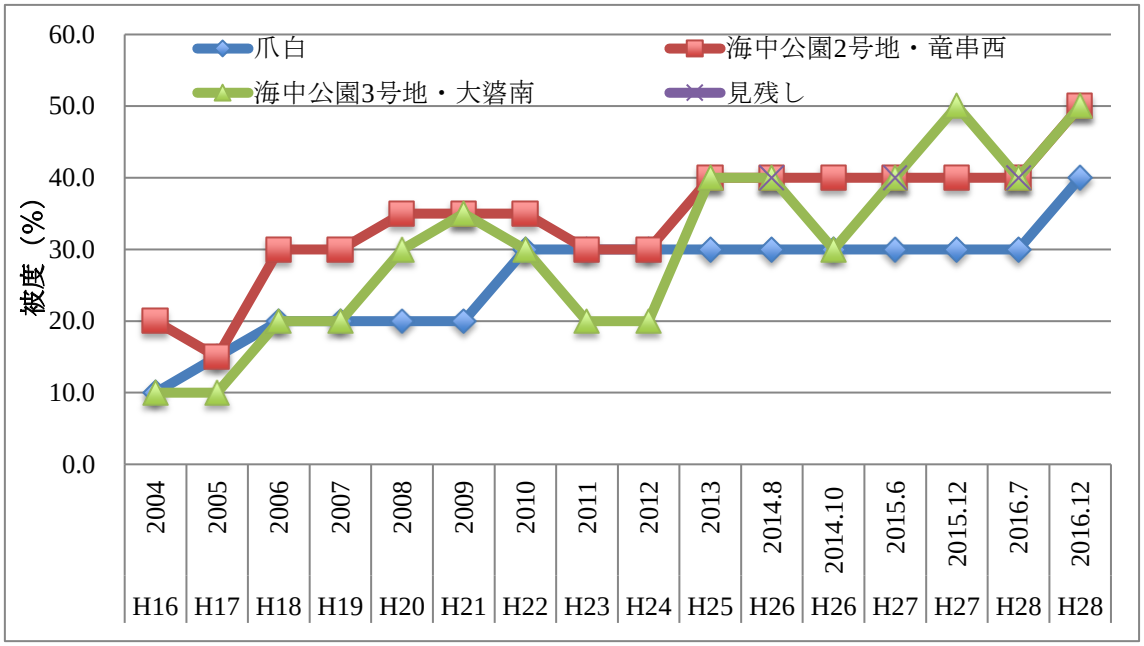


図 2-1-2. 被度変化の推移（平成 26 年 8 月、27 年 6 月、28 年 7 月以外はモニタリングサイト 1000 のデータを引用）

今回の調査は冬季期間の撹乱によるサンゴ群集の影響を検出することが主な目的であるが、今回の調査では低水温によるサンゴの斃死など被度が低下するような大きな撹乱は認められなかった。調査中に観察された撹乱はほとんどが軽微だったが、爪白と大碆南ではオニヒトデの食痕数が昨年度より多かった。加えて、大碆南ではマンジュウヒトデによる食害が昨年度に引き続き継続して確認された。サンゴ食巻貝の被害は昨年度と比較するとほとんどなかった。爪白や大碆南では単年度では被度の変化はみられないが、食害生物によるサンゴの斃死した群体が昨年度より明らかに増加しており今後も注意が必要である。

２−２．定点写真撮影

２−２−１．定点写真撮影

ａ）方法

調査は、平成 16 年度から平成 23 年度にかけて調査を行ってきた湾内 7 地点（爪白、弁天島東、桜浜、竜串西、竜串東、大碆南、見残し）のうち、平成 24 年度からは①爪白、②竜串西、④大碆南、⑤見残しの 4 地点（**図 2-2-1**）のみで継続実施されることとなり、今年度もこの 4 地点で実施した。

平成 26 年度までは年 3 回定点撮影が実施されていたが、平成 27 年度から年 1 回の調査になり、今年度は、平成 28 年 12 月 8 日に調査を実施した。

調査方法はこれまでと同様に、それぞれの調査地点に設けた固定調査区において、定点写真撮影を行った。

各地点において 3 ヵ所に**図 2-2-1** に示した撮影装置の基部を固定し、調査の都度、この基部に撮影装置本体を取り付け、毎回定位置からデジタルカメラを用いて海底の様子を 1 ヵ所につき 3 枚ずつ、合計 9 枚撮影した。

1 地点当たりの撮影面積は 10 m^2 以上となる。撮影された画像から、サンゴ群体に生じた斃死、部分死、病変、食害、剥離や破損等の変化を含む成育状況、サンゴ以外の付着生物の成育状況や底質の状態などの変化を読み取った。また、得られた画像から、米国国立サンゴ礁研究所（NCRI）がシェアウェアとして公開している CPCe （Coral Point Count with Excel extensions）Ver. 4.1 を用いて、無作為抽出された 50 個の点からサンゴの被度を算出し、その推移から各調査地点のサンゴ群集の動態について検討した（被度算出に関する手法の詳細は平成 19 年度報告書参照）。

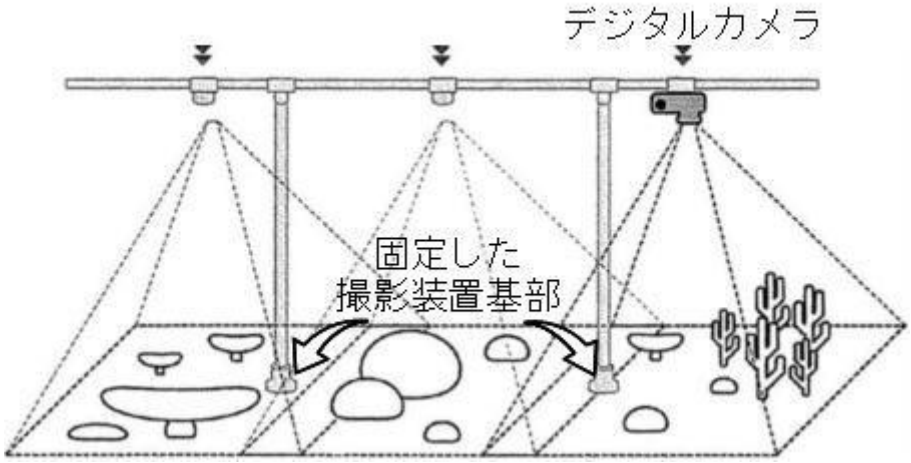


図 2-2-1. 撮影装置

ｂ）結果

①サンゴ群体の撹乱状況、成育状況等の読み取り

今年度撮影した各調査地点の写真を章末の**資料 2-2** に、写真から読み取ったサンゴの成育状況等の変化を**表 2-2-1** に示した。地点ごとのサンゴやサンゴ以外の付着生物の成育状況等を以下にまとめる。

＜結果の概要＞

- 爪白：地点全体で、クシハダミドリイシの部分死が 1 群体、剥離が 2 群体、破損が 3 群体確認された。調査時のサンゴの平均被度は 62%であり、前回の調査時（平成 27 年 11 月）の値（47%）と比較して 15%高い値を示した。
- 竜串西：地点全体で、クシハダミドリイシの部分死が 1 群体、破損が 1 群体、ホソエダミドリイシの部分死が 1 群体確認された。調査時のサンゴの平均被度は 88%であり、前回の調査時（平成 27 年 11 月）の値（73%）と比較して 15%高い値を示した。
- 大碆沖：地点全体で、エンタクミドリイシの部分死が 1 群体確認された。調査時のサンゴの平均被度は 86%であり、前回の調査時（平成 27 年 11 月）の値（77%）と比較して 9%高い値を示した。
- 見残し：地域全体で、サンゴの部分死や剥離、破損は確認されなかった。調査時のサンゴの平均被度は 47%であり、前回の調査時（平成 27 年 11 月）の値（41%）と比較して 6%高い値を示した。

以上の結果から今年度の調査においては、サンゴの斃死や部分死の群体（4 群体）、破損や剥離した群体（6 群体）が確認されたものの、全ての地点で被度が高くなった。サンゴの部分死や剥離、破損は爪白と竜串西で多く見られ、大碆沖と見残しではほとんど見られなかった。また、爪白では、昨年度の調査では確認されなかったシワヤハズの繁茂があったものの、今年度はほとんど見られなかった。

まとめると、今年度は、昨年度と比較して台風の波浪の影響によるサンゴの剥離、部分死が少なく、被度の低下や大規模なサンゴ群集の劣化には至っていないと言える。

表 2-2-1. 記録した写真から読み取ったサンゴ等の成育状況の変化

地点名	ライン番号	H27.11.12	H28.12.8
St.1'	L1	1 群体部分死（クシハダミドリイシ）、シワヤハズ繁茂	1 群体部分死（クシハダミドリイシ）
爪白	L2	シワヤハズ繁茂	2 群体剥離（クシハダミドリイシ） 2 群体破損（クシハダミドリイシ）
	L3	シワヤハズ繁茂	1 群体破損（クシハダミドリイシ）
St.4a	L1	3 群体部分死（クシハダミドリイシ 2、ホソエダミドリイシ 1）	1 群体部分死（ホソエダミドリイシ）
竜串西	L2	1 群体剥離（クシハダミドリイシ）	
	L3	2 群体剥離（クシハダミドリイシ 1、ハナヤサイサンゴ 1）、1 群体部分死（ショウガサンゴ）	1 群体破損（クシハダミドリイシ） 1 群体部分死（クシハダミドリイシ）
St.5a	L1		
大碆沖	L2	1 群体剥離（ハナヤサイサンゴ）、1 群体部分死（ショウガサンゴ）	
	L3	1 群体部分死（エンタクミドリイシ、ハナヤサイサンゴ）	1 群体部分死（エンタクミドリイシ）
St.6'	L1		
見残し	L2	1 群体部分死（ショウガサンゴ）	
	L3		

表 2-2-2 に平成 16 年度から平成 28 年度における斃死・部分死した地点別の群体数を、**表 2-2-3** に平成 16 年度から平成 28 年度における剥離消失・破損した地点別の群体数を示した。また、CPCe Ver. 4.1 を使った被度解析の結果を**表 2-2-4** 及び**図 2-2-2** に示す。

表 2-2-2. 平成 16 年度から平成 28 年度調査における斃死・部分死した群体数

斃死群体数（部分死群体数）

	爪白	弁天島東	桜浜	竜串西	竜串東	大碆沖	見残し
H16 年度	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）	0（1）	0（0）
H17 年度	1（5）	1（15）	0（2）	0（3）	0（4）	1（2）	0（1）
H18 年度	0（3）	0（3）	0（2）	0（2）	2（1）	1（0）	0（0）
H19 年度	0（2）	0（3）	0（0）	0（1）	0（0）	1（1）	0（0）
H20 年度	0（1）	0（5）	2（6）	0（6）	2（13）	3（2）	0（0）
H21 年度	0（0）	0（0）	2（1）	0（3）	0（2）	0（0）	0（0）
H22 年度	0（3）	0（0）	0（3）	0（4）	0（23）	0（0）	0（0）
H23 年度	0（2）	1（2）	0（2）	0（3）	0（1)	5（7）	0（0）
H24 年度	0（0）	-	-	1（0）	-	2（2）	0（0）
H25 年度	1（0）	-	-	0（0）	-	0（0）	0（0）
H26 年度	1（2）	-	-	0（1）	-	0（3）	0（0）
H27 年度	0（1）	-	-	0（4）	-	0（2）	0（1）
H28 年度	0（1）	-	-	0（2）	-	0（1）	0（0）

調査期間　平成 16 年度：平成 16 年 9 月 20 日～平成 17 年 3 月 1 日

平成 17 年度：平成 17 年 5 月 23 日～平成 18 年 3 月 21 日

平成 18 年度：平成 18 年 5 月 31 日～平成 19 年 3 月 26 日

平成 19 年度：平成 19 年 5 月 23 日～平成 20 年 1 月 28 日

平成 20 年度：平成 20 年 5 月 23 日～平成 21 年 1 月 8 日

平成 21 年度：平成 21 年 5 月 12 日～平成 22 年 2 月 3 日

平成 22 年度：平成 22 年 5 月 28 日～平成 23 年 1 月 11 日

平成 23 年度：平成 23 年 5 月 16 日～平成 24 年 1 月 18 日

平成 24 年度：平成 24 年 6 月 27 日～平成 25 年 1 月 17 日

平成 25 年度：平成 25 年 7 月 26 日～平成 26 年 1 月 15 日

平成 26 年度：平成 26 年 10 月 31 日

平成 27 年度：平成 27 年 11 月 12 日

平成 28 年度：平成 28 年 12 月 8 日

表 2-2-3. 平成 16 年度から平成 28 年度調査における剥離消失・破損した群体数

剥離群体数（破損群体数）

	爪白	弁天島東	桜浜	竜串西	竜串東	大碆沖	見残し
H16 年度	2（0）	1（0）	1（0）	2（0）	0（0）	2（1）	0（0）
H17 年度	3（1）	1（2）	0（0）	2（2）	1（2）	2（0）	0（0）
H18 年度	1（0）	0（0）	0（0）	0（0）	1（0）	1（0）	0（0）
H19 年度	0（1）	0（0）	1（0）	0（0）	0（0）	2（0）	0（0）
H20 年度	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）
H21 年度	0（0）	2（3）	6（2）	1（2）	5（0）	0（0）	0（0）
H22 年度	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）	0（0）	2（0）	0（0）
H23 年度	6（4）	7（1）	0（0）	1（1）	14（2）	2（2）	5（0）
H24 年度	0（0）	-	-	3（0）	-	0（0）	0（0）
H25 年度	1（0）	-	-	2（0）	-	0（3）	3（0）
H26 年度	6（6）	-	-	0（2）	-	3（3）	0（0）
H27 年度	0（0）	-	-	4（0）	-	1（0）	0（0）
H28 年度	2（3）	-	-	0（1）	-	0（0）	0（0）

調査期間　平成 16 年度：平成 16 年 9 月 20 日～平成 17 年 3 月 1 日

平成 17 年度：平成 17 年 5 月 23 日～平成 18 年 3 月 21 日

平成 18 年度：平成 18 年 5 月 31 日～平成 19 年 3 月 26 日

平成 19 年度：平成 19 年 5 月 23 日～平成 20 年 1 月 28 日

平成 20 年度：平成 20 年 5 月 23 日～平成 21 年 1 月 8 日

平成 21 年度：平成 21 年 5 月 12 日～平成 22 年 2 月 3 日

平成 22 年度：平成 22 年 5 月 28 日～平成 23 年 1 月 11 日

平成 23 年度：平成 23 年 5 月 16 日～平成 24 年 1 月 18 日

平成 24 年度：平成 24 年 6 月 27 日～平成 25 年 1 月 17 日

平成 25 年度：平成 25 年 7 月 26 日～平成 26 年 1 月 15 日

平成 26 年度：平成 26 年 10 月 31 日

平成 27 年度：平成 27 年 11 月 12 日

平成 28 年度：平成 28 年 12 月 8 日

表 2-2-4. CPCe Ver. 4.1 を使ったサンゴ被度算出結果

	St.1 爪白	St.2 弁天島 東	St.3 桜浜	St.4 竜串西	St.5 竜串東	St.6 大碆沖	St.7 見残し
H16.9.20	53%	35%	30%	45%	54%	19%	24%
H16.11.4	48%		24%	39%	55%	15%	27%
H17.3.1	48%	27%	26%	47%	53%	15%	27%
H17.5.23	53%	27%	23%	44%	51%	16%	22%
H17.7.23	49%	33%	23%	46%	58%	13%	24%
H17.9.22	47%	33%	29%	46%	60%	13%	22%
H17.11.23	43%	36%	28%	45%	62%	16%	23%
H18.1.23	48%	30%	32%	48%	62%	14%	23%
H18.3.21	41%	30%	26%	44%	66%	15%	19%
H18.5.31	39%	27%	29%	47%	61%	19%	20%
H18.7.27	37%	27%	33%	52%	58%	21%	26%
H18.9.20	43%	29%	31%	58%	67%	20%	19%
H18.11.30	43%	31%	34%	57%	71%	18%	27%
H19.1.28	46%	31%	36%	57%	73%		22%
H19.3.26	48%	31%	35%	57%	73%	21%	22%
H19.5.23	48%	30%	37%	62%	71%	21%	19%
H19.9.22	46%	27%	40%	60%	74%	18%	22%
H20.1.28	43%	26%	44%	69%	79%	23%	23%
H20.5.23	49%	24%	44%	62%	76%	20%	36%
H20.10.7	51%	24%	43%	63%	78%	30%	29%
H21.1.8	56%	29%	49%	66%	72%	35%	25%
H21.5.12	56%	31%	47%	71%	76%	36%	30%
H21.9.24	56%	31%	51%	74%	85%	42%	32%
H22.2.3	64%	34%	50%	73%	78%	51%	30%
H22.5.28	57%	30%	46%	74%	75%	53%	35%
H22.9.21	61%	35%	51%	80%	81%	56%	32%
H23.1.11	65%	40%	57%	72%	75%	60%	30%
H23.5.16	61%	36%	49%	74%	74%	61%	31%
H23.10.12	55%	33%	55%	72%	58%	63%	34%
H24.1.18	55%	27%	50%	72%	64%	62%	36%
H24.6.27	56%			68%		62%	33%
H24.9.25	60%			72%		69%	37%
H25.1.17	62%			73%		69%	33%
H25.7.26	56%			74%		71%	38%
H25.10.18	52%			76%		75%	36%
H26.1.15	56%			75%		71%	29%
H26.10.31	49%			67%		71%	40%
H27.11.21	47%			73%		77%	41%
H28.12.8	62%			88%		86%	47%

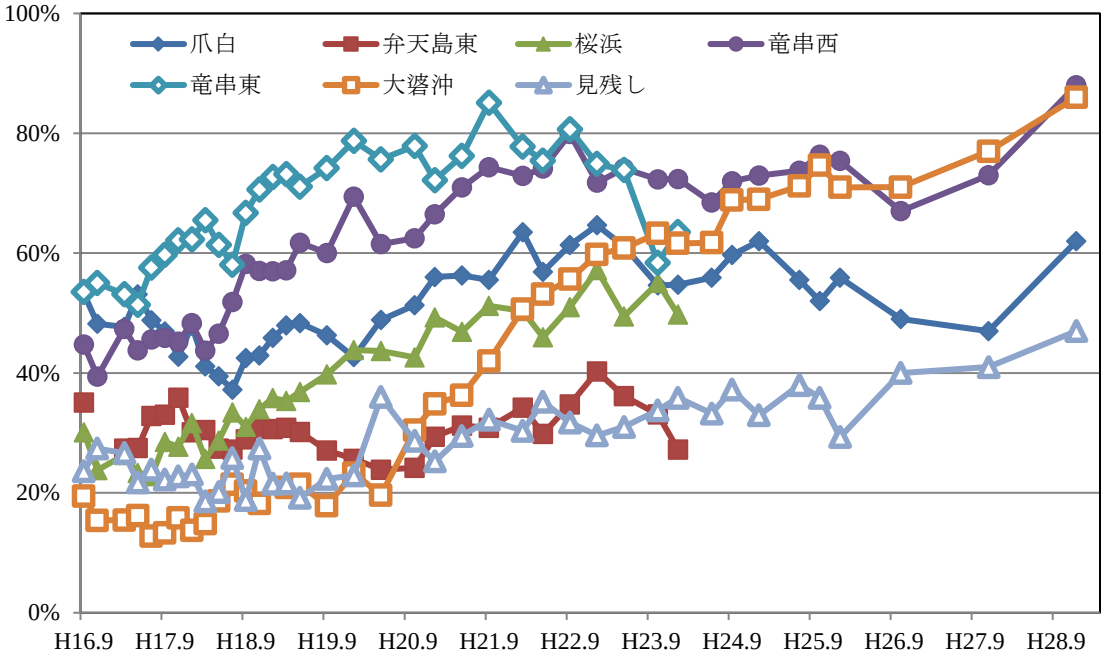


図 2-2-2. 撮影範囲の生サンゴ被度（%）の推移

２−２−２．定点景観写真の撮影

調査地点の景観変化を把握するため、平成 27 年度より景観定点の写真撮影を実施している。平成 28 年度も同様の 5 地点で定点の撮影を行い、平成 27 年度の画像と比較を行った。

a）方法

〇撮影方法

写真は基点より 4 方向で角度を測定し、基点からの高さを 0.5 m 又は 1 m としてデジタルカメラで記録を行った。

〇調査地点

平成 28 年度の調査は、透明度の良くなる冬季の平成 29 年 1 月 26 日に実施した。調査地点は地元での利用等の情報収集及びこれまでのモニタリング地点から、平成 27 年度に 5 ヶ所が選定された（**図 2-2-3**）。爪白、竜串西、大碆、見残しではサンゴ群集の生育動態調査を行っている範囲内に、残り赤屋根前では他の調査地点と異なったスギノキミドリイシが占める枝状ミドリイシ優占群集が分布しており、竜串湾内での枝状優占群集の稀少性から定点景観写真の調査地に選ばれた。以下に基点の情報、撮影方法、撮影方位の角度（北を 0°とする）を記載する。

1. 爪白（卓状ミドリイシ優占～多種混成の群集）（**図 2-2-4**）

基点 GPS：32°47'4.10"N、132°51'17.70"E
設置水深 5.8 m
海底から高さ 0.5 m の位置で撮影
撮影方位：①358°　②88°　③178°　④268°

2. 赤屋根前（スギノキミドリイシ優占群集）（**図 2-2-5**）

基点 GPS：32°47'9.65"N、132°51'17.87"E
設置水深：2.6 m
海底から高さ：1.0 m の位置で撮影
撮影方位：①13°　②103°　③193°　④283°

3. 竜串西（クシハダミドリイシ優占群集）（**図 2-2-6**）

基点 GPS：32°47'11.92"N、132°51'48.24"E
設置水深：5.0 m
海底から高さ：1.0 m の位置で撮影
撮影方位：①355°　②85°　③175°　④265°

4. 大碆（卓状ミドリイシ優占群集）（**図 2-2-7**）
基点 GPS：32°46'52.00"N、132°52'2.69"E
設置水深：4.0 m
海底から高さ：1.0 m の位置で撮影
撮影方位：①24°　②114°　③204°　④294°

5. 見残し（シコロサンゴ優占群集）（**図 2-2-8**）
基点 GPS：32°46'30.25"N、132°52'8.54"E
設置水深：2.7 m　杭の先端から撮影
撮影方位：①331°　②81°　③171°　④261°

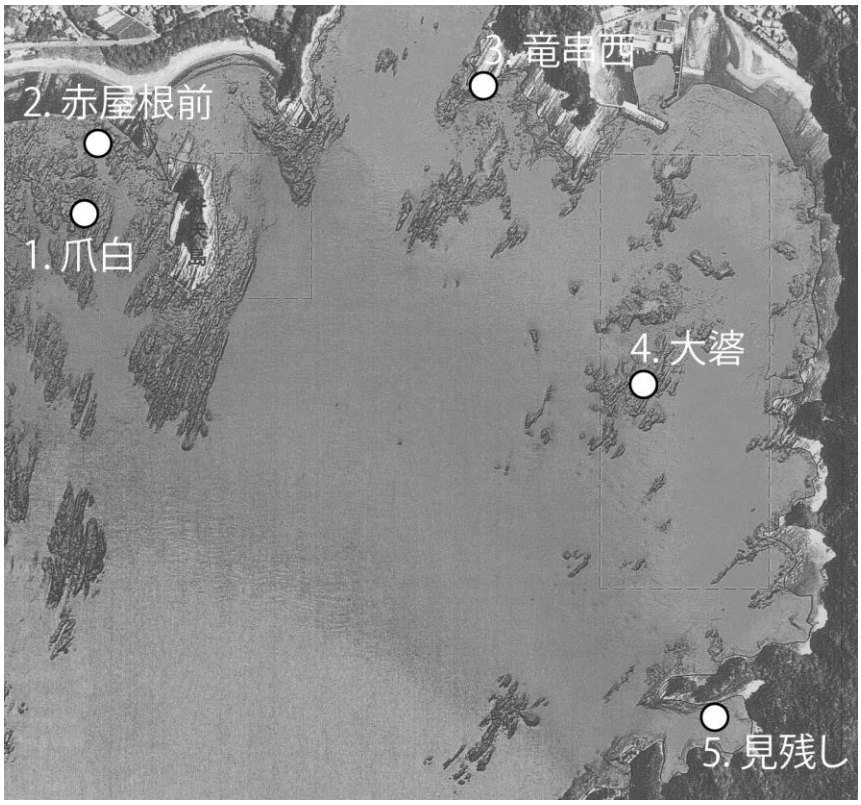


図 2-2-3. 定点撮影の調査地点

b）各地点のサンゴ群集と前年度の定点写真との比較

定点で撮影した平成 27 年度（H27）と平成 28 年度(H28) の写真を目視で比較した。各地点のサンゴ群集と変化の概況について以下に示す。また、定点の比較画像を**図 2-2-4**～**図 2-2-8** に示す。

○爪白（**図 2-2-4**）

爪白では岩盤や岩の上面でクシハダミドリイシを中心とした卓状ミドリイシ優占の群集

が見られ、斜面部や垂直面ではサザナミサンゴ科やキッカサンゴなど多種混成のサンゴ群集が見られる。周辺ではオニヒトデやサンゴ食巻貝による食害の痕が見られたが、定点写真内ではこれらの撹乱はなかった。クシハダミドリイシなどで成長が見られたが、大きな景観の変化はなかった。

○赤屋根前（**図 2-2-5**）

赤屋根前では基点の北と西側の岩盤上に高被度のスギノキミドリイシの群集が見られ、基点の東と南の転石帯では低被度の多種混成の群集が見られる。景観の変化として、赤屋根前 4 でスギノキミドリイシの純群落が岩盤から滑り落ちて写真の左方向への移動し群落内にあった杭が露出した。群集移動の原因は台風等の波浪によるものと考えられるが、サンゴ群体へのダメージは軽微だった。赤屋根前 3 の中央部付近のスギノキミドリイシが大きく成長した。

○竜串西（**図 2-2-6**）

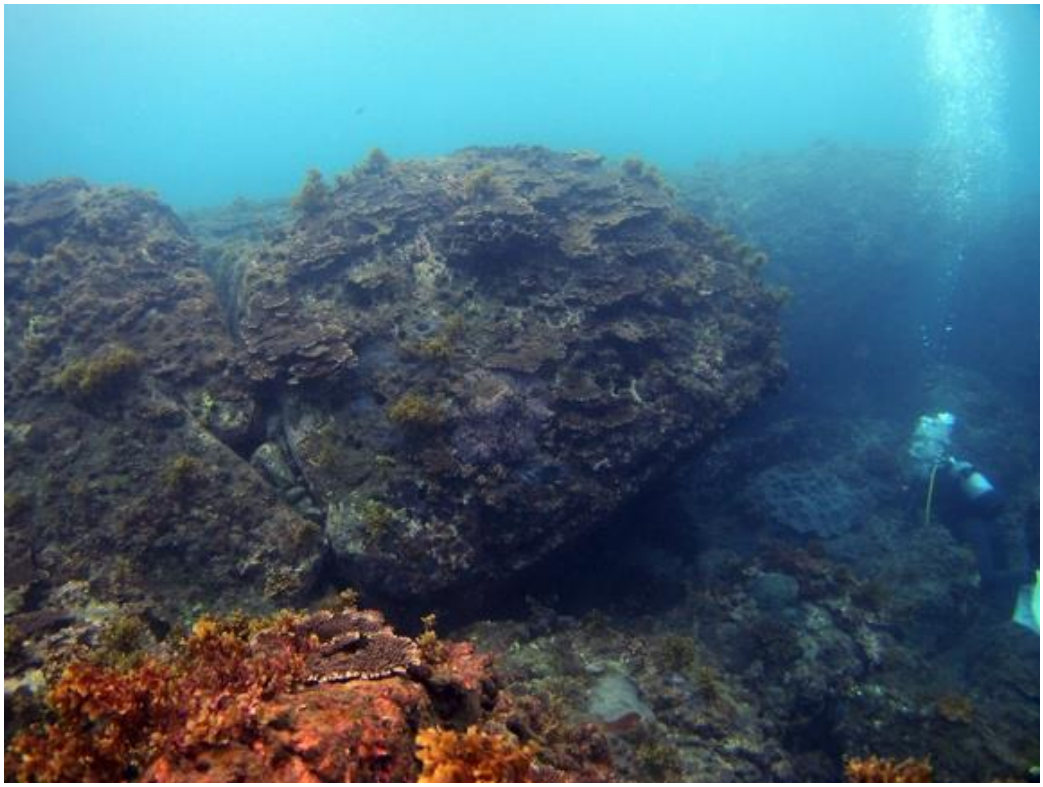
竜串西では基点の北、東、西側の岩盤上に高被度のクシハダミドリイシを中心とした卓状ミドリイシ優占の群集が見られる。南側ではサザナミサンゴ科、キッカサンゴ、ウミバラなど多種混成の群集が見られる。竜串西 3 の左下で部分的にクシハダミドリイシの破損が見られたが被害は軽微で、ほとんどの範囲でクシハダミドリイシの順調な生育が見られた。

○大碆（**図 2-2-7**）

大碆では岩盤上に高被度のエンタクミドリイシとクシハダミドリイシが混成した卓状ミドリイシ優占の群集が見られる。周辺ではオニヒトデやマンジュウヒトデによる食害の跡が見られたが、定点写真範囲内ではサンゴ食生物による撹乱は見られなかった。大碆 3 では画像下部中央のクシハダミドリイシに部分的な斃死が見られた。斃死の原因はホワイトシンドロームなど感染症によるものと考えられる。その他に大きな撹乱はなく、多くの卓状ミドリイシ類の群体で成長が見られた。

○見残し（**図 2-2-8**）

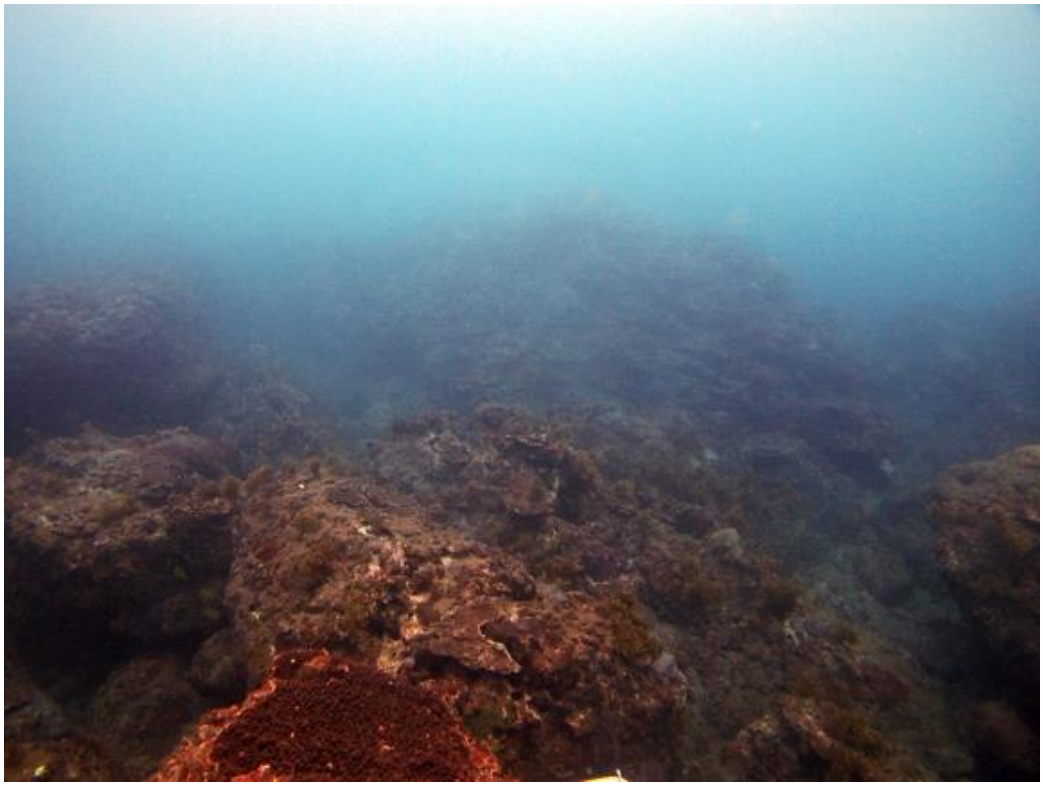
見残し湾では大型のシコロサンゴが優占する特定類優占群集が見られ、南側のみ底質が砂礫でほとんどサンゴが分布しない。南側の見残し 3 では小型の藻類が増えたが、サンゴ群集や景観にほとんど変化はなかった。



H27 爪白 1（358°）

H28 爪白 1（358°）

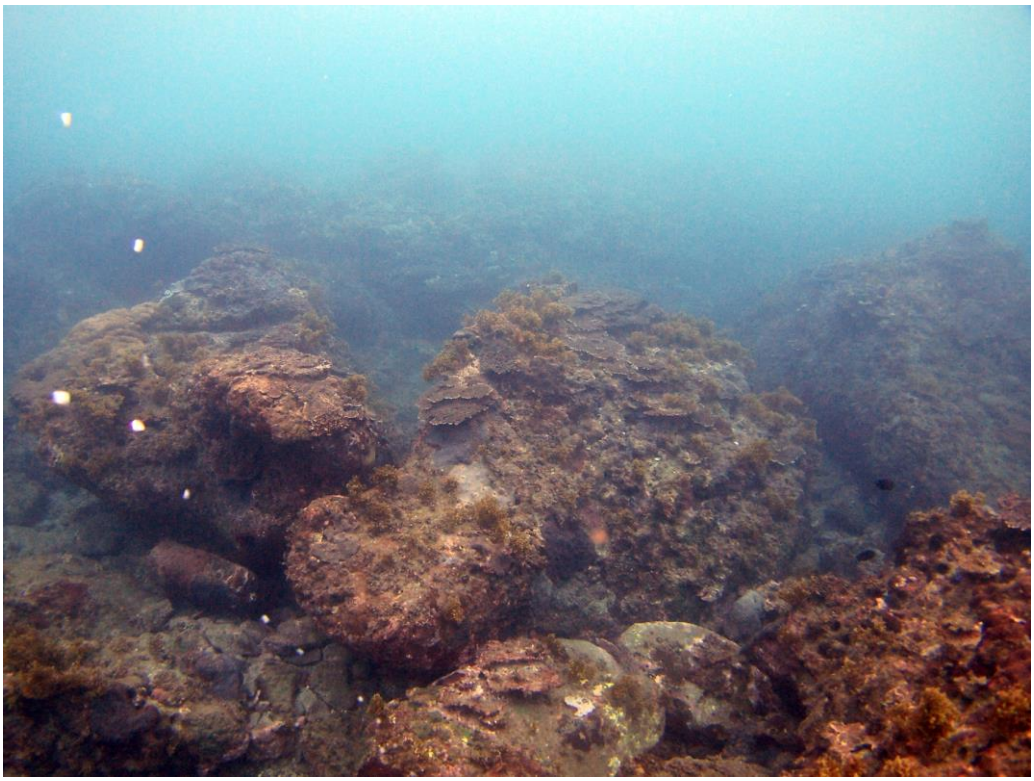
図 2-2-4. 景観定点写真（爪白）



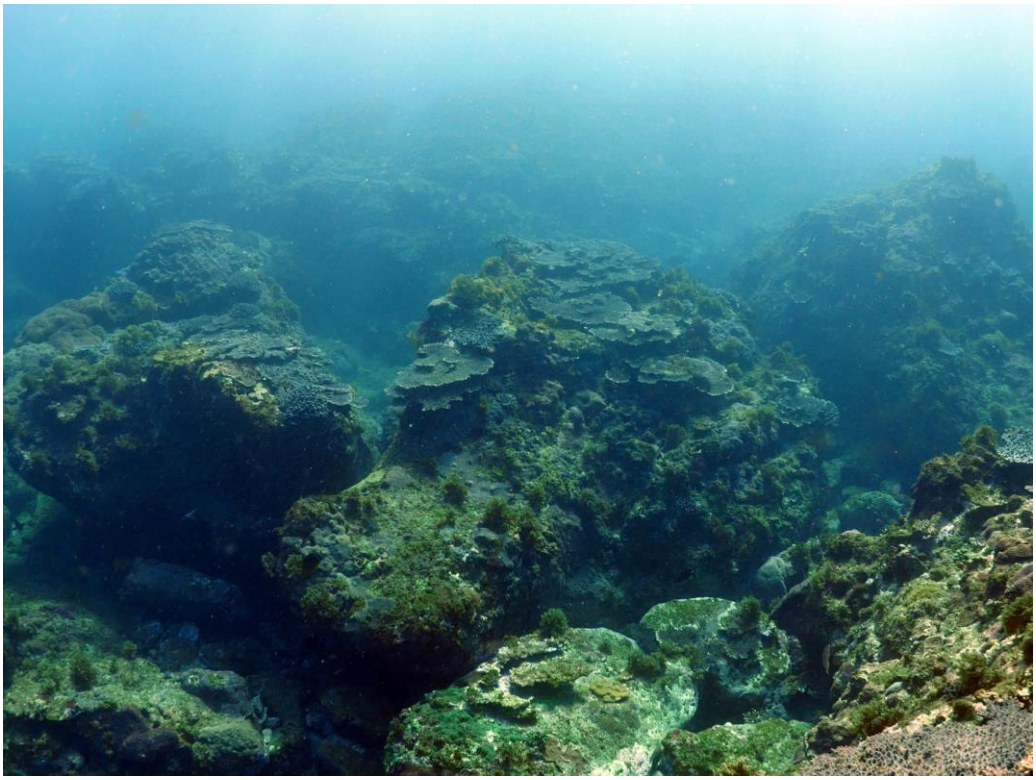
H27 爪白 2（88°）

H28 爪白 2（88°）

図 2-2-4. 景観定点写真（爪白つづき）

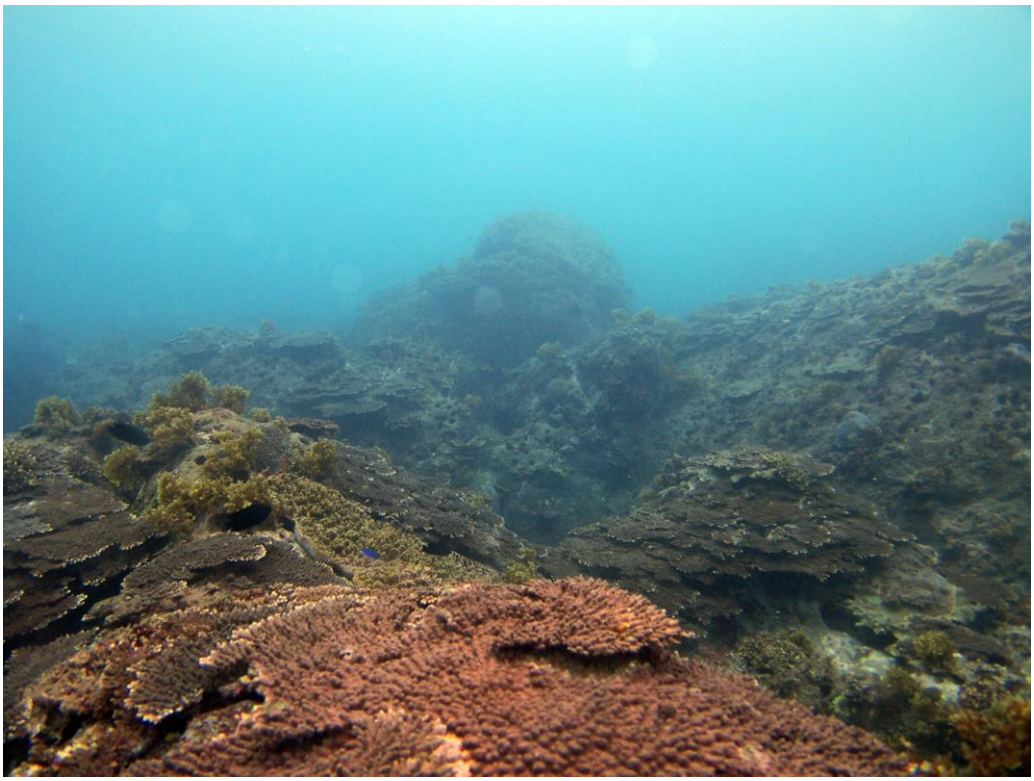


H27 爪白 3（178°）赤屋根前 1（13°）

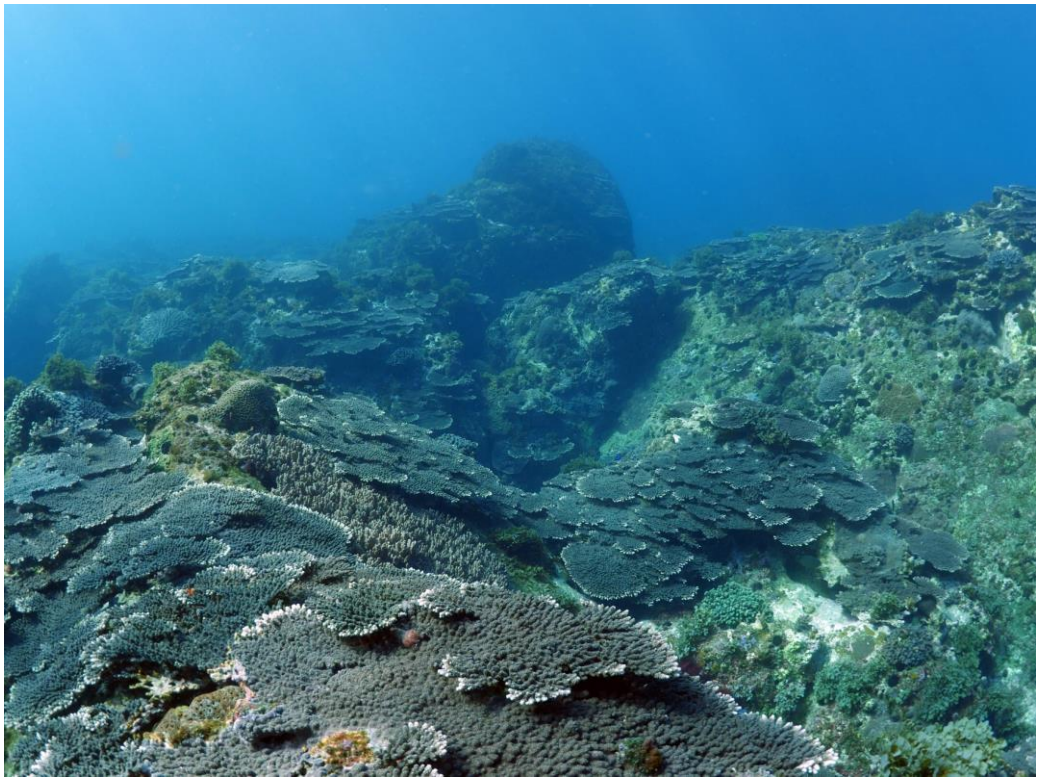


H28 爪白 3（178°）

図 2-2-4. 景観定点写真（爪白つづき）



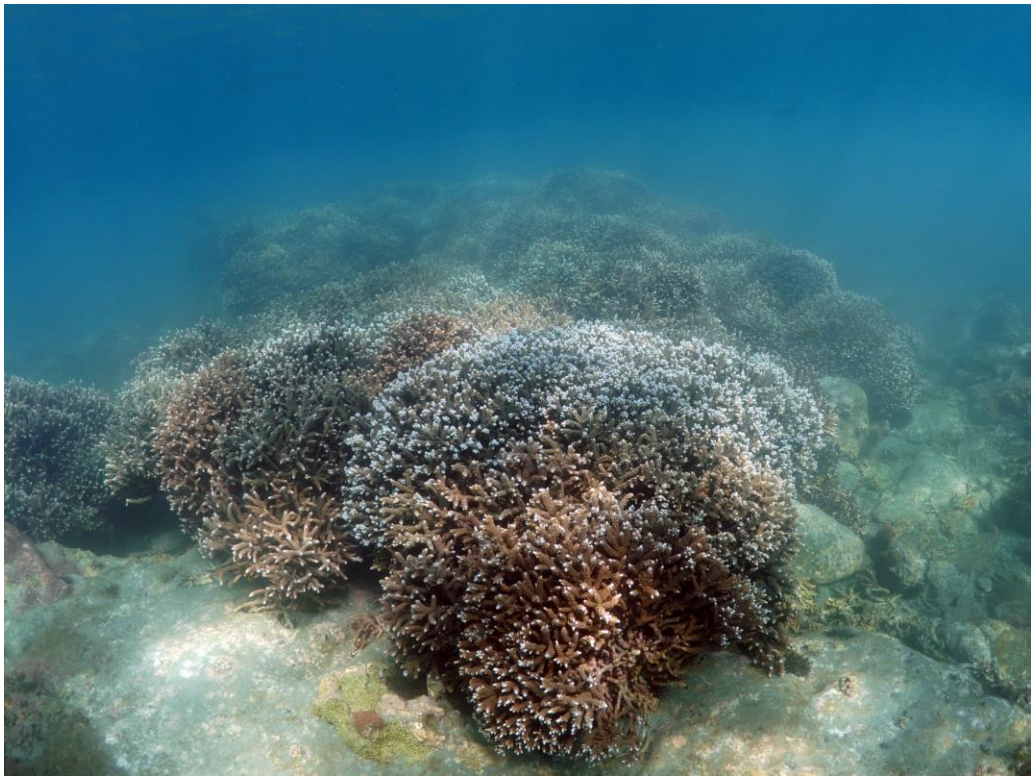
H27 爪白 4（268°）



H28 爪白 4（268°）

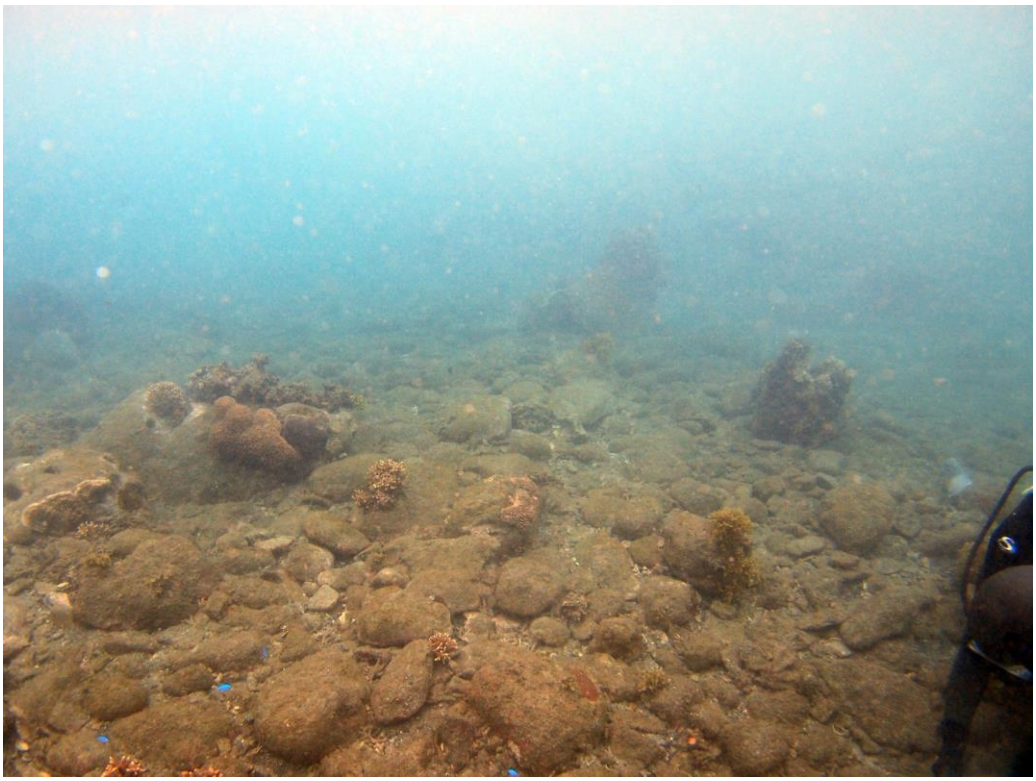
図 2-2-4. 景観定点写真（爪白つづき）

H27 赤屋根前 1（13°）



H28 赤屋根前 1（13°）

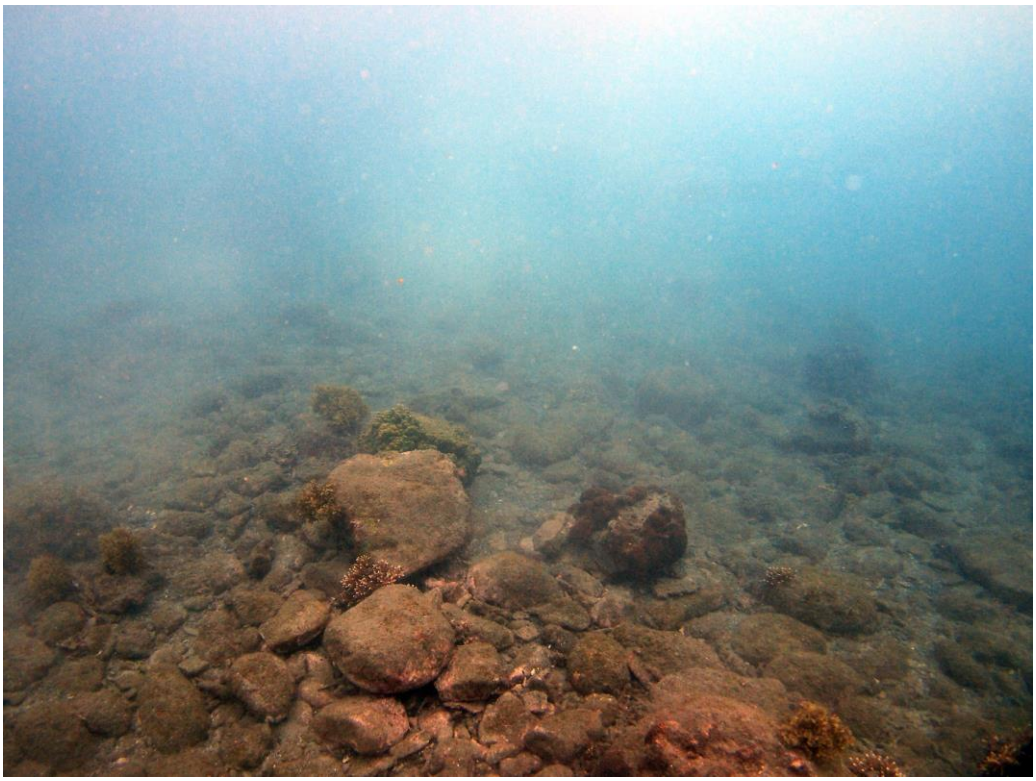
図 2-2-5. 景観定点写真（赤屋根前）



H27 赤屋根前 2（103°）

H28 赤屋根前 2（103°）

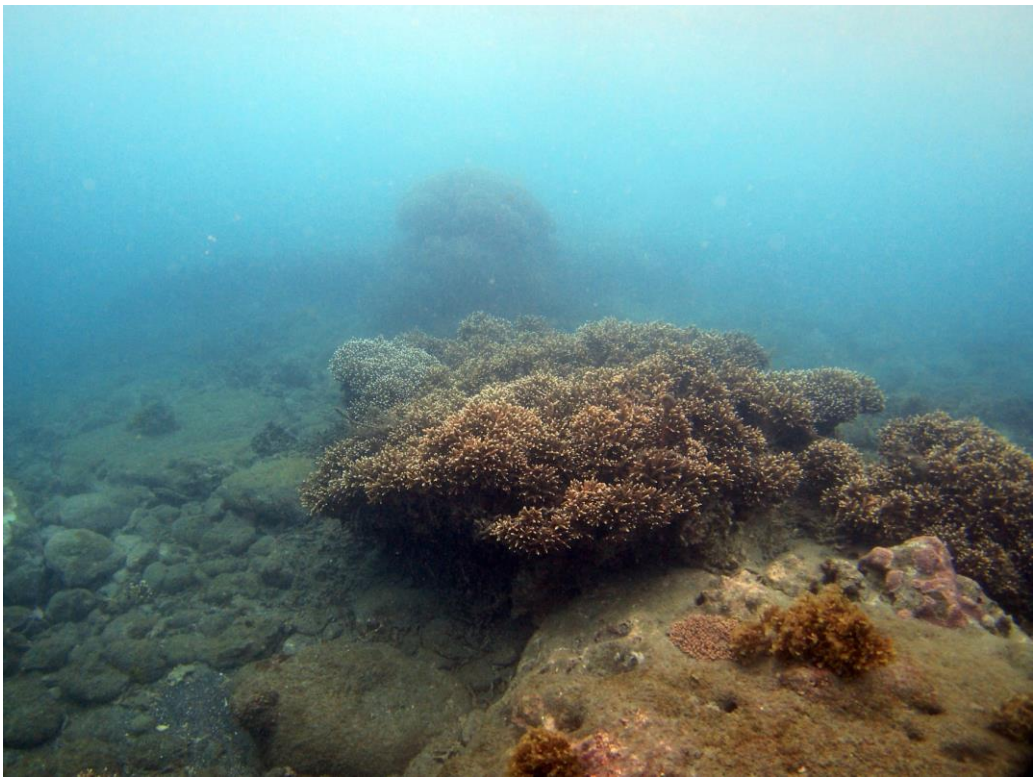
図 2-2-5. 景観定点写真（赤屋根前つづき）



H27 赤屋根前 3（193°）

H28 赤屋根前 3（193°）

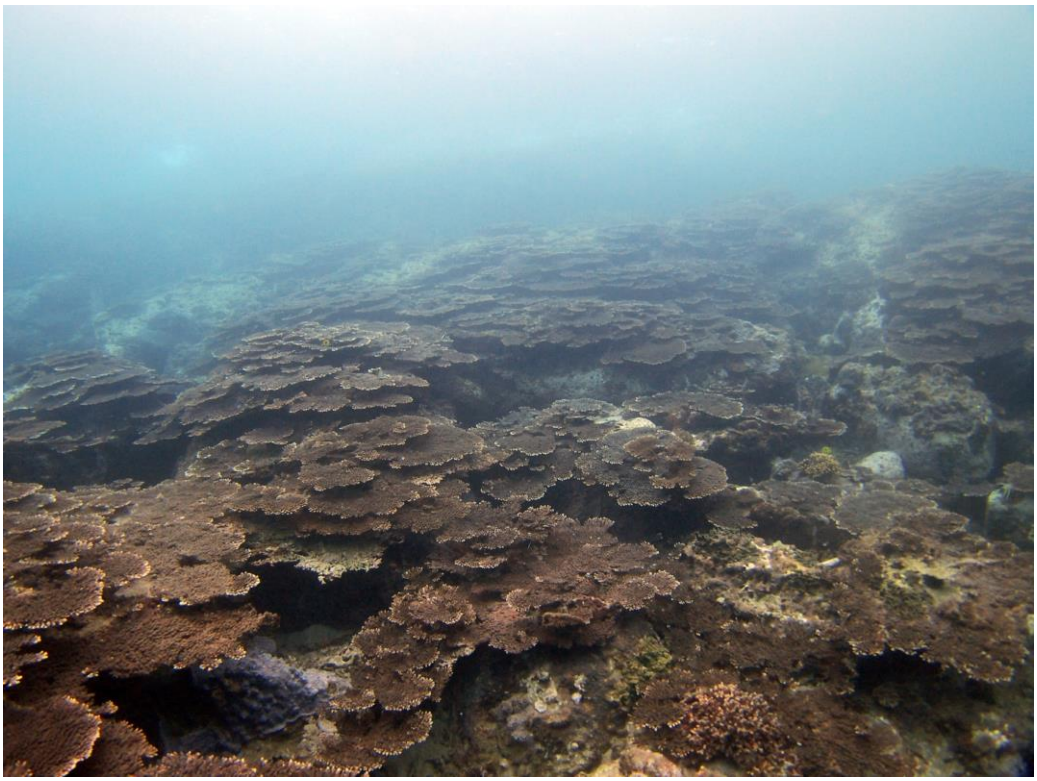
図 2-2-5. 景観定点写真（赤屋根前つづき）



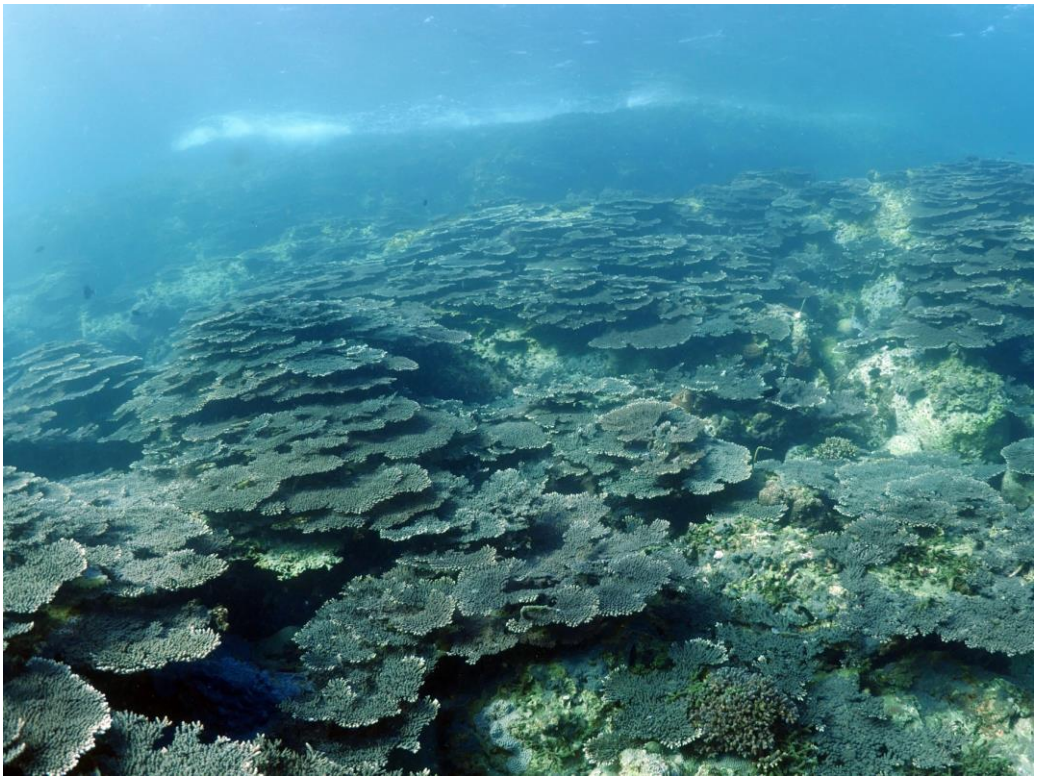
H27 赤屋根前 4（283°）

H28 赤屋根前 4（283°）

図 2-2-5. 景観定点写真（赤屋根前つづき）



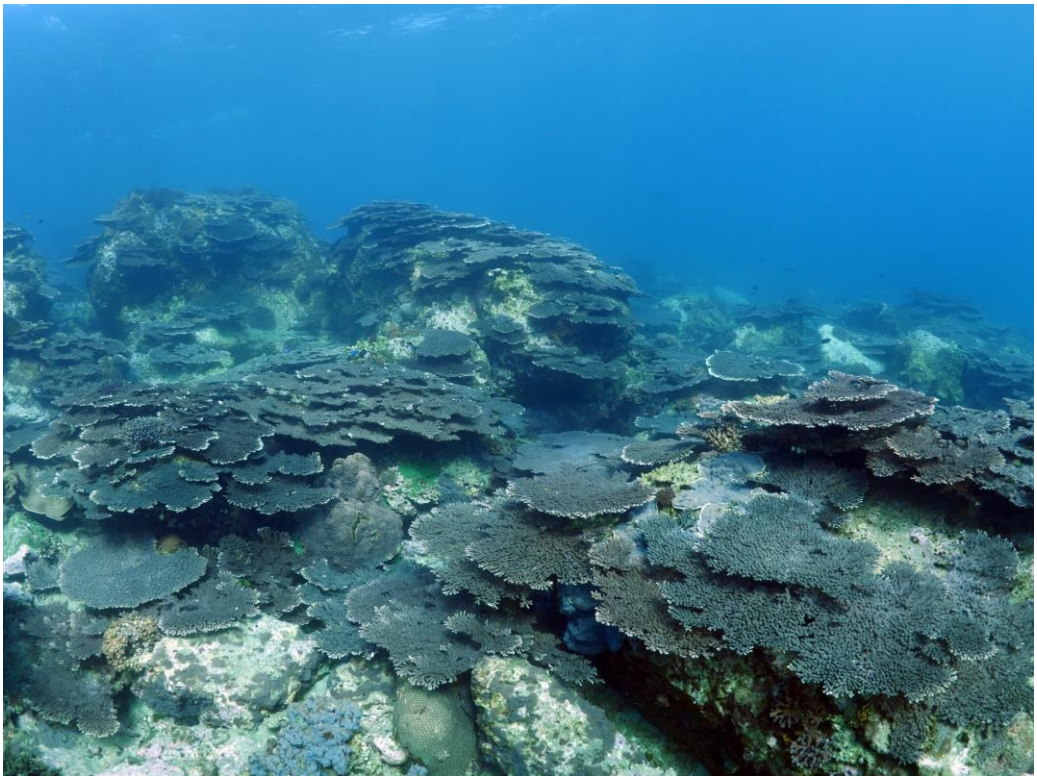
H27 竜串西 1（355°）



H28 竜串西 1（355°）

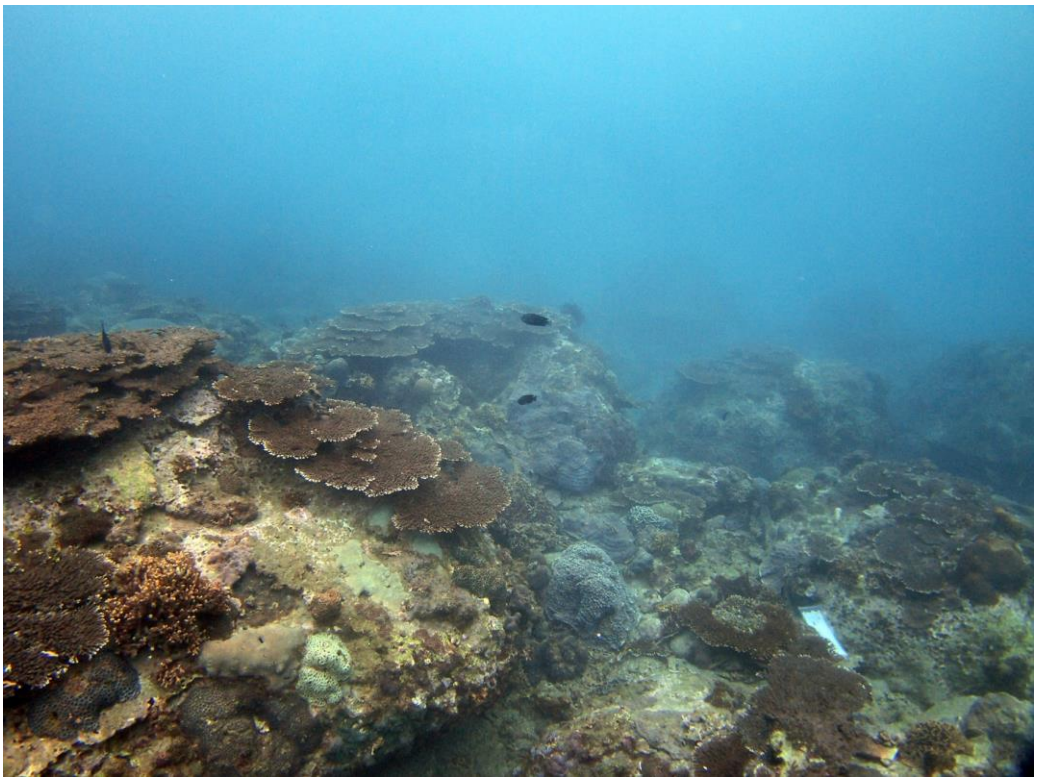
図 2-2-6. 景観定点写真（竜串西）

H27 竜串西 2（85°）



H28 竜串西 2（85°）

図 2-2-6. 景観定点写真（竜串西つづき）

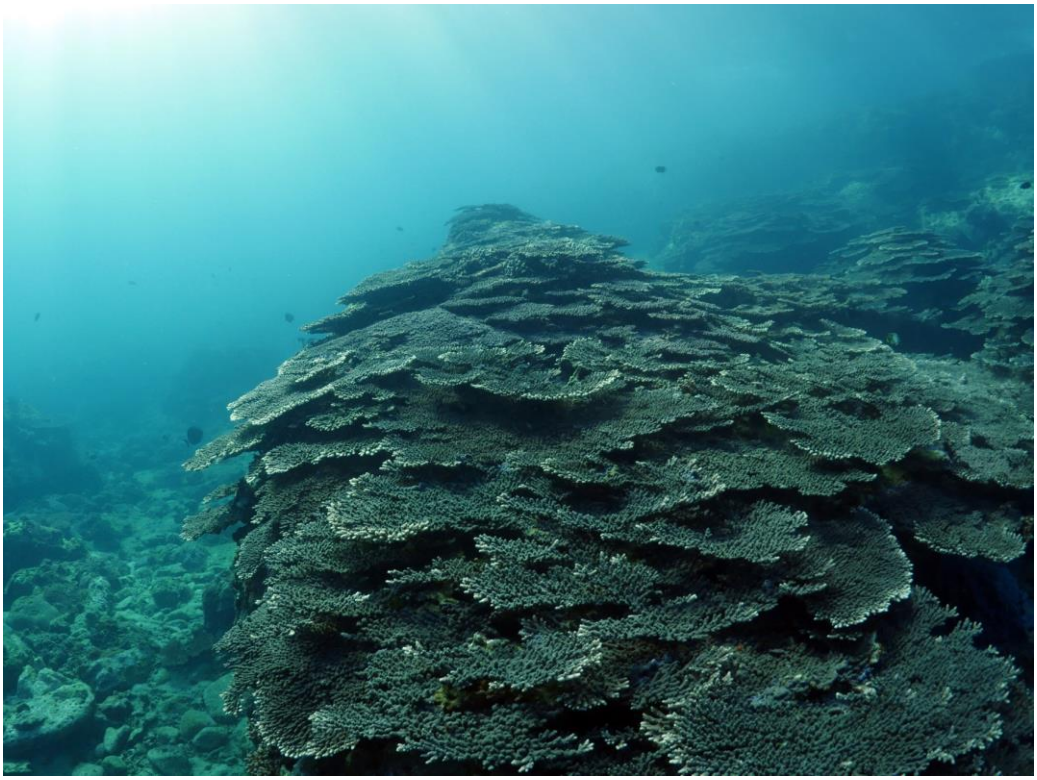


H27 竜串西 3（175°）

H28 竜串西 3（175°）

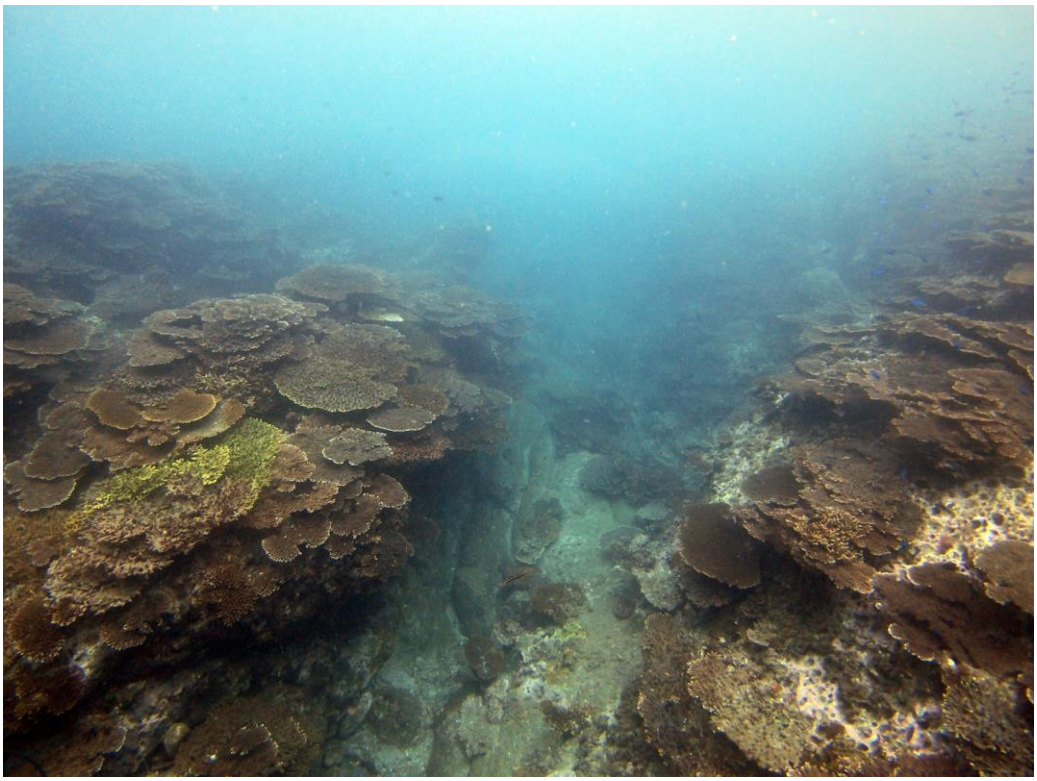
図 2-2-6. 景観定点写真（竜串西つづき）

H27 竜串西 4（265°）

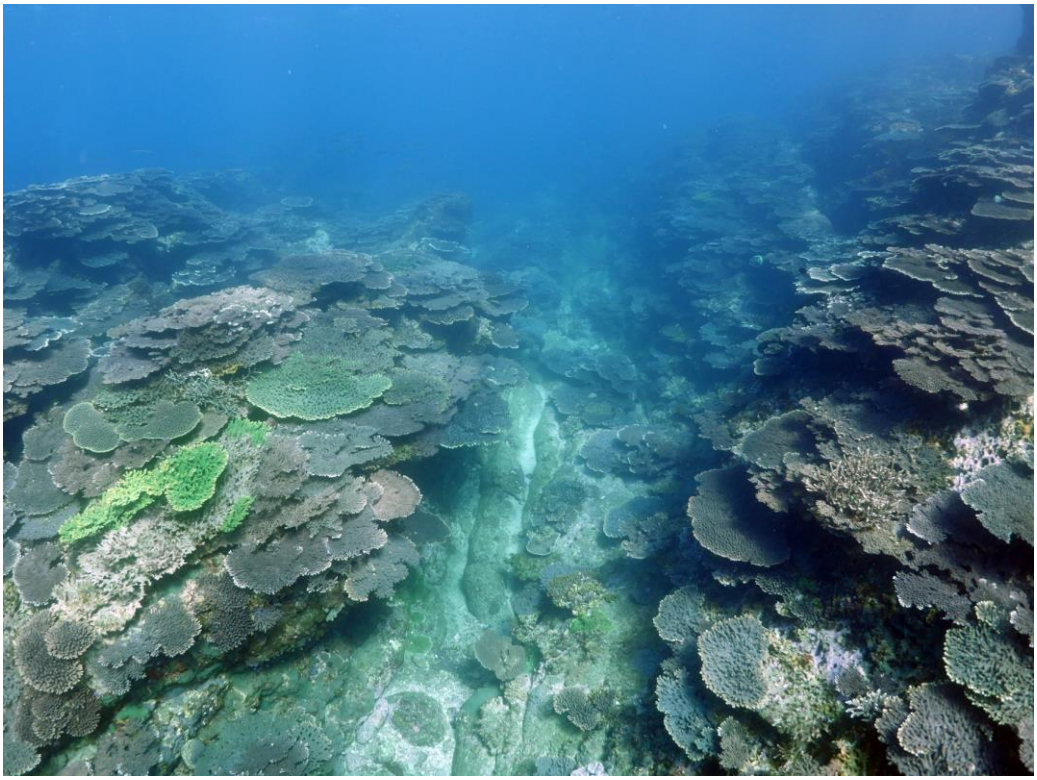


H28 竜串西 4（265°）

図 2-2-6. 景観定点写真（竜串西つづき）



H27 大碆 1（124°）



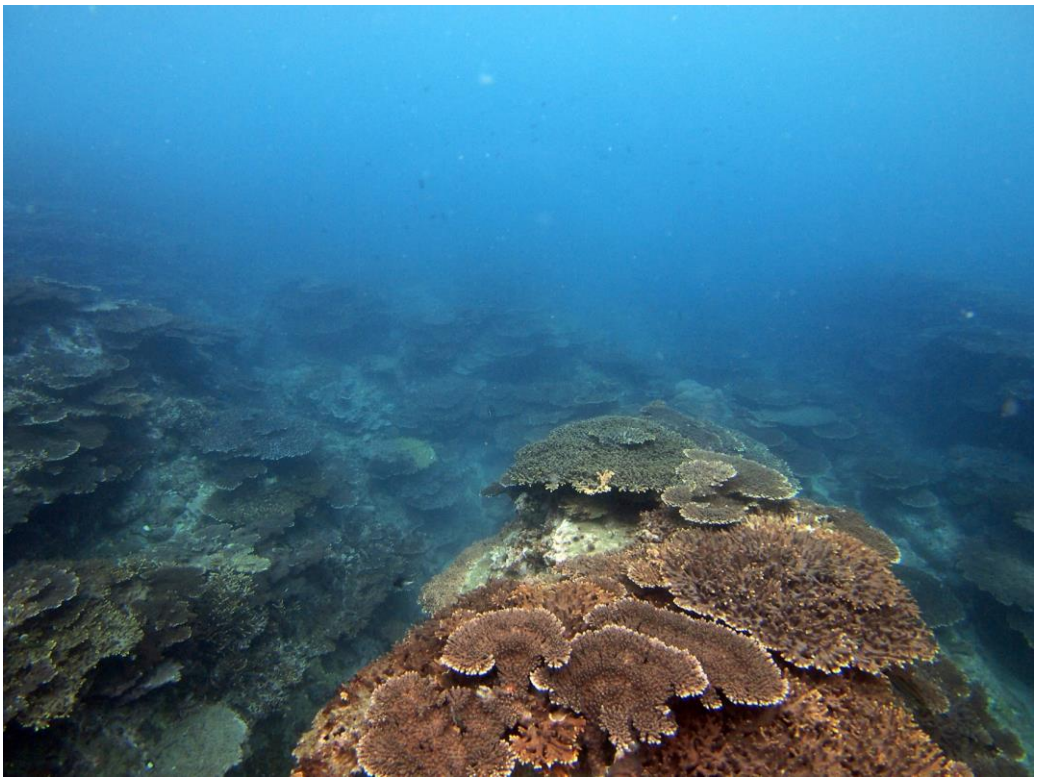
H28 大碆 1（124°）

図 2-2-7. 景観定点写真（大碆）

H27 大碆 2（114°）

H28 大碆 2（114°）

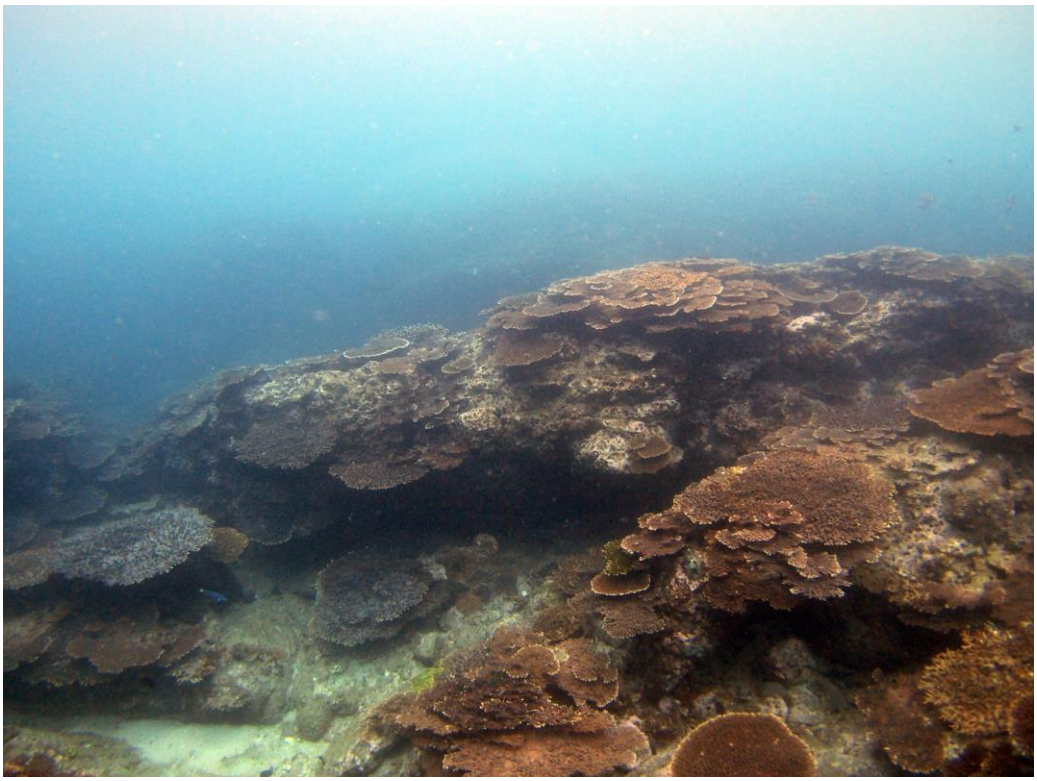
図 2-2-7. 景観定点写真（大碆つづき）



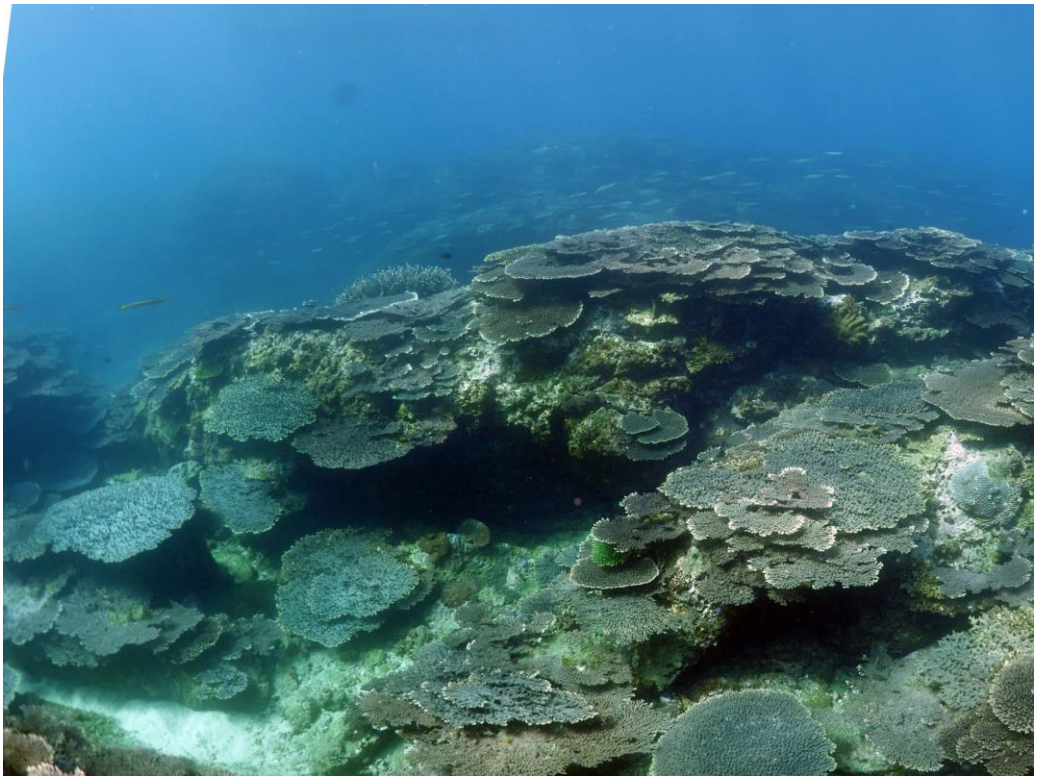
H27 大碆 3（204°）

H28 大碆 3（204°）

図 2-2-7. 景観定点写真（大碆つづき）

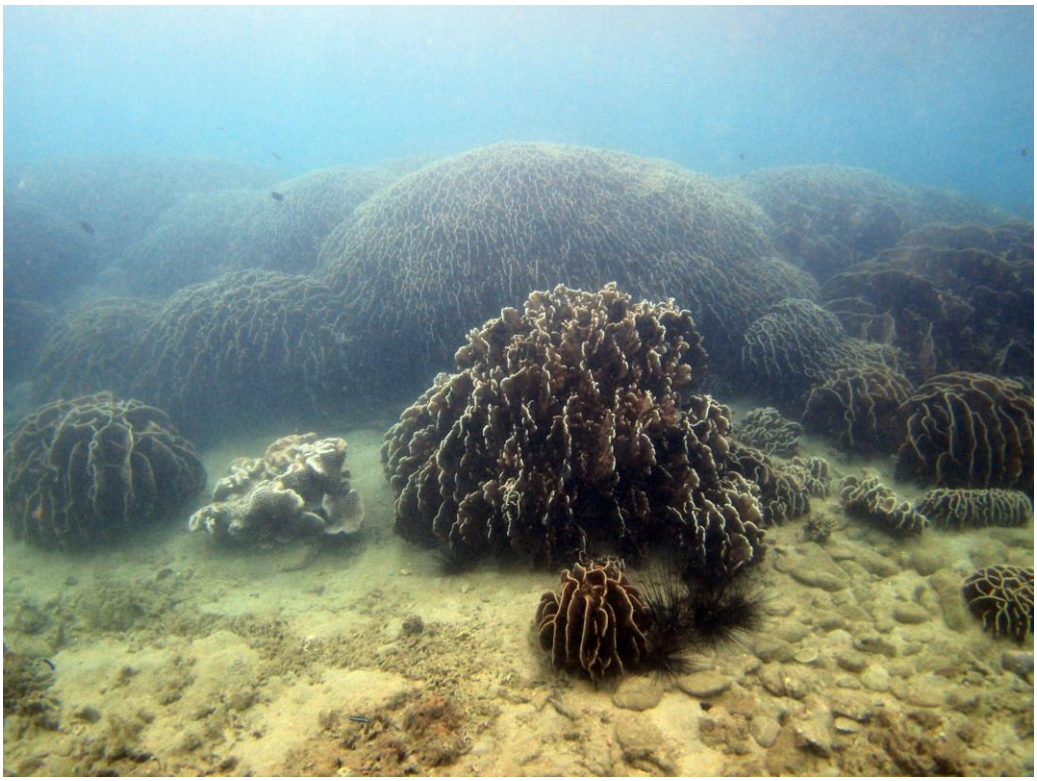


H27 大碆 4（294°）

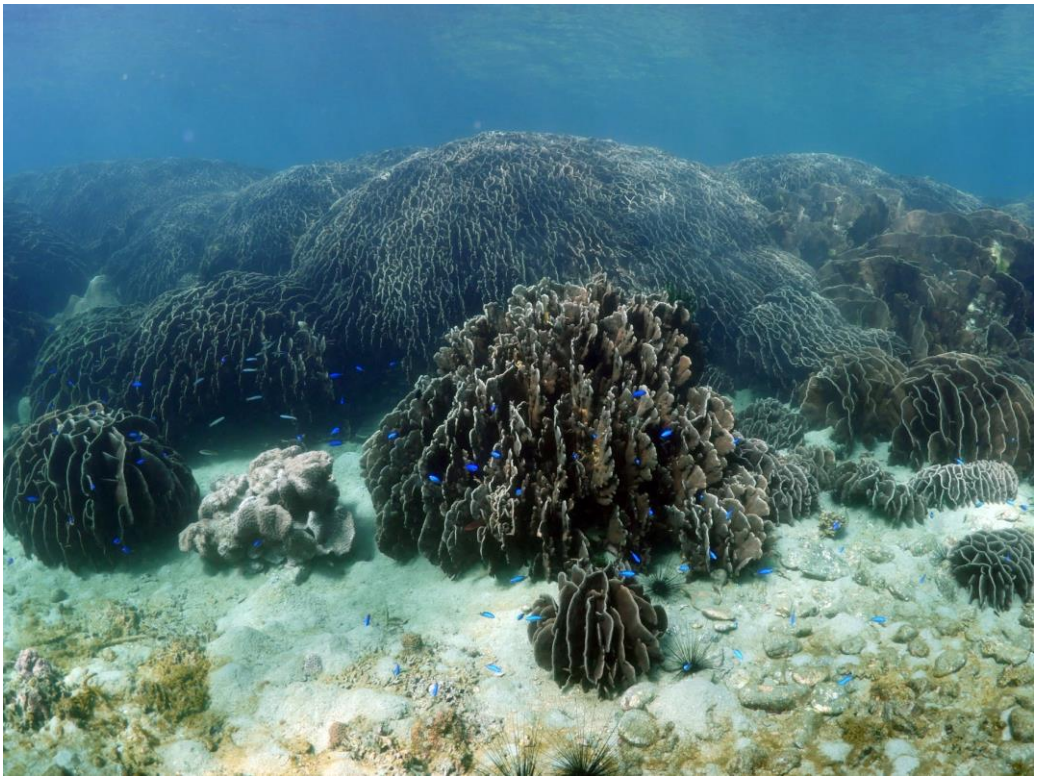


H28 大碆 4（294°）

図 2-2-7. 景観定点写真（大碆つづき）



H27 見残し 1（331°）



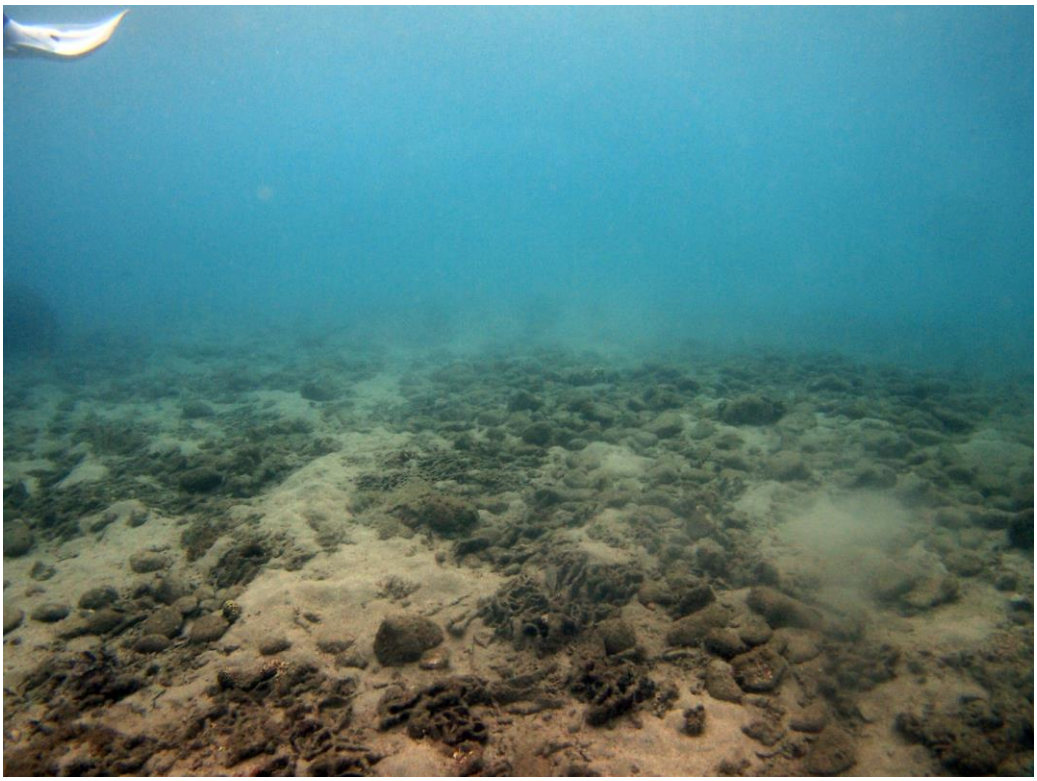
H28 見残し 1（331°）

図 2-2-8. 景観定点写真（見残し）

H27 見残し 2（81°）

H28 見残し 2（81°）

図 2-2-8. 景観定点写真（見残しつづき）



H27 見残し 3（171°）

H28 見残し 3（171°）

図 2-2-8. 景観定点写真（見残しつづき）

H27 見残し 4（261°）

H28 見残し 4（261°）

図 2-2-8. 景観定点写真（見残しつづき）

２−３．湾内全域におけるサンゴ類分布調査

調査結果および考察

竜串湾全域におけるサンゴ類の分布図は、過去に、平成 15 年度竜串自然再生推進計画調査（海域調査）（平成 14 年度管理方針検討調査のマンタ法、目視遊泳調査、コドラート法による調査、および平成 15 年度竜串自然再生推進計画調査（海域調査）のマンタ法による調査結果から作成されたもの）、平成 22 年度竜串地区自然再生事業海域調査業務（目視被度の調査結果から作成されたもの）がある。前回の調査から 6 年が経過した現在、サンゴの生育状況は変化が見られると報告されており、新たな分布図の作成が求められている。

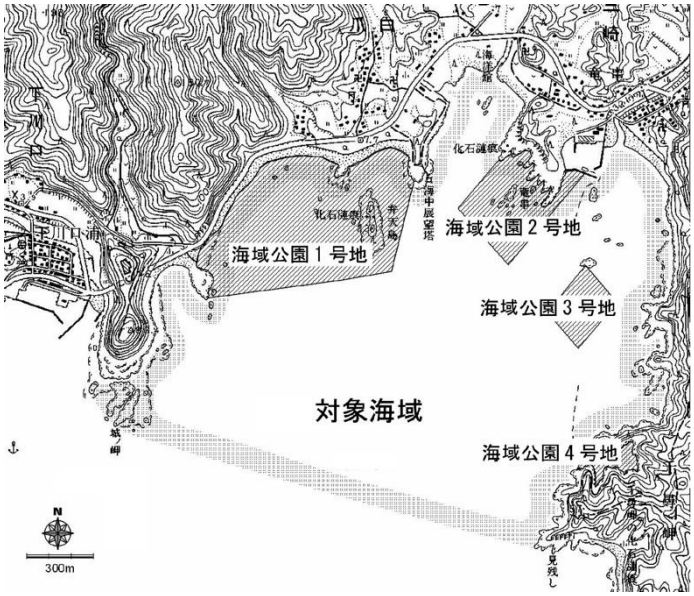


図 2-3-1. 竜串自然再生の対象海域

そこで、竜串湾内のサンゴ分布の現状を把握し、過去の資料と比較を行うため、**図 2-3-1** に示した竜串自然再生の対象海域の全域を対象として現地調査を行うとともに、文献等から得られる情報等を総合し、対象海域におけるサンゴ類の分布図を作成することとした。

ａ）方法

図 2-3-2 に示した範囲について、サンゴ類の生育型と被度をスキューバ又はスノーケリングによる遊泳目視で観察し、写真による撮影を行い、GPS の位置情報とともにサンゴの分布状況を記録した。現地調査の期日は以下の通り。

・平成 29 年 1 月 18 日　①城ノ岬周辺、②弁天島東側
・平成 29 年 1 月 19 日　③竜串港～桜浜の東岸、④ナカバエ周辺
・平成 29 年 1 月 25 日　⑤ロウコウ～爪白、⑥海中展望塔周辺
・平成 29 年 1 月 26 日　⑦ロウコウ～アジバエ、⑧メクサレ周辺
・平成 29 年 2 月 2 日　⑨⑩トッパナから竜串港東の浜まで
・平成 29 年 2 月 3 日　⑪大碆、一の巣バエ、⑫弁天島の南から西側
・平成 29 年 2 月 16 日　⑬ロウコウ沖、⑭桜浜の一部、⑮竜ヶ碆、⑯爪白沖から爪白、⑰爪白西～赤屋根前

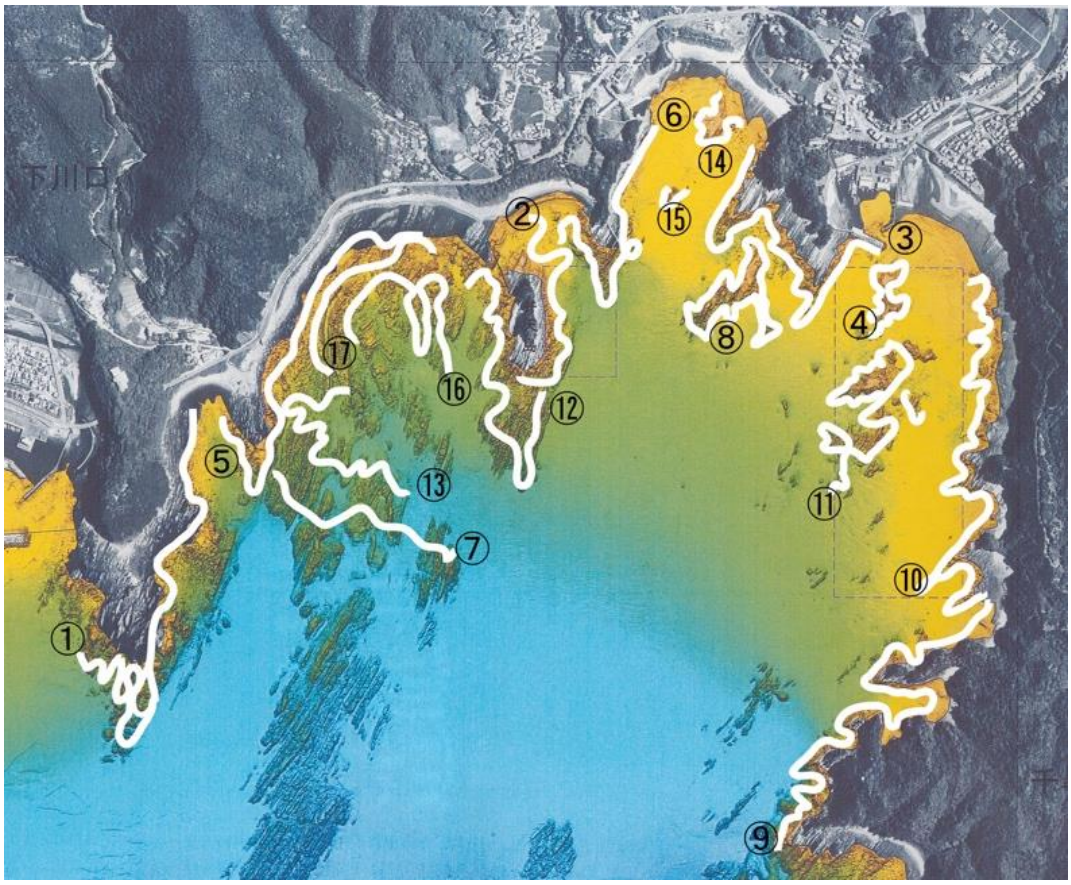


図 2-3-2. 調査範囲図

ｂ）結果

図 2-3-3～図 2-3-8 に各調査ラインの調査結果をまとめた。これらの図には写真から読み取ったサンゴの生育型（I～VI）と被度（%）を調査ライン上にプロットしてある。なお、サンゴの生育型を示すローマ数字の意味は以下の通り。

I：卓状ミドリイシ優占型

II：枝状ミドリイシ優占型

III：枝状・卓状ミドリイシ優占型

IV：多種混成型

V：特定類優占型

VI：ソフトコーラル優占型

これらの調査結果に加えて、海域利用者からの聞き取り情報や他の調査時に得られた情報をまとめ、全域的なサンゴ分布状況を表したのが**図 2-9** である。この図ではサンゴ群集の生育型を色で塗り分け、数字でその範囲のサンゴ類の被度を書き込んでいる。

以下にそれぞれの範囲のサンゴ類の分布状況の概要をまとめる。なお、各地点における細かい地名を**図 2-3-3～2-3-8** に、各地点の状況を**写真 1～74** に示した。

●トッパナから竜串港東の浜に至る竜串湾東岸（調査ライン⑨⑩付近：図 2-3-3）

トッパナから見残し湾、バンノコを経て、竜串港東の浜の岩礁域に至る。竜串湾東岸では全体的に岩礁域の幅が狭くすぐに底質が砂礫になるため、サンゴが生息できる範囲は限られていた。

トッパナから見残し湾入り口までは急深の地形で、水深 8-10 m 付近で底質が岩盤から砂礫になった。サンゴは主に水深の浅い岩盤上に被度約 10%の多種混成型のサンゴ群集が見られたが（**写真 1**）、一部では直径 50 cm 以下の中型のエンタクミドリイシが 10 %程度の被度で見られた（**写真 2**）。なお、トッパナから見残し湾の範囲ではオニヒトデや食害を受けて斃死したサンゴが散見され、一部の範囲ではサンゴ群体が壊滅的な被害だった（**写真 3**）。

見残し湾内ではシコロサンゴが巨大な群集を形成しており、見残し湾を代表する景観が見られる（**写真 4**）。巨大群体の一部の範囲では群体の上部が海水面付近まで到達したことで群体が部分的に斃死して、群体上部に窪地のような形状ができる「マイクロアトール」が見られた。マイクロアトールの窪地では、サンゴの加入が多く見られた。巨大群体以外の範囲は基本的に砂地で、シコロサンゴの西側では小規模なサモアミドリイシの群集が見られた（**写真 5**）。

バンノコ南側では湾口付近で低被度の多種混成のサンゴ群集が、中央付近で被度 10-30%のクシハダミドリイシ群集が（**写真 6**）、湾奥部では低被度の多種混成のサンゴ群集が見られた。バンノコの北側の湾中央付近でシコロサンゴやスギノキミドリイシそれぞれの群集及びそれらの混成群集が見られ（**写真 7**）、湾口では被度 30%程度のクシハダミドリイシを中心とした卓状ミドリイシ優占型のサンゴ群集が見られた（**写真 8**）。なお、バンノコ周辺では局所的にハナガササンゴ類の高被度の群生（**写真 9**）や、コブハマサンゴの大型群体（**写真 10**）など希少性の高いサンゴ群集及びサンゴ群体が見られた。

バンノコ以北の竜串湾東岸では、一部でスギノキミドリイシの高被度の群集が見られたが（**写真 11**）、ほとんどの範囲で卓状ミドリイシ優占型の被度の高いサンゴ群集が岸沿いの岩礁域に見られた。この範囲では南面ほどエンタクミドリイシとクシハダミドリイシ混成する場所が多く、オニヒトデの食害で斃死したサンゴ群体が一部の範囲で目立った（**写真 12**）。竜串港東の浜に近い湾奥部や小湾の浅い範囲では高密度のクシハダミドリイシ群集が広範囲で見られ（**写真 13**）、竜串港東の浜の岩礁域では低被度の多種混成群集が見られた（**写真 14**）。

●一の巣、大碆、ナカバエ周辺（調査ライン④⑪付近：図 2-3-4）

大碆の南側にある一の巣周辺の岩礁域では、卓状ミドリイシ優占型の非常に被度の高いサンゴ群集が広範囲に見られた。特に一の巣の西面、中央部のグラスボート航路付近では全体的に被度が高く、岩盤の表面はクシハダミドリイシやエンタクミドリイシなどの卓状ミドリイシ類にほとんど覆われた状態だった（**写真 15**）。一の巣周辺南側の範囲ではエンタクミドリイシが多く、北に行くほどクシハダミドリイシが多くなった（**写真 16**）。一の

巣の北東側にある碆など周辺の小型の碆も岩盤上にクシハダミドリイシを中心とした卓状ミドリイシ優占の群集が見られた（**写真 17**）。一の巣碆では全体的に 15 分換算 1-2 個体程度のオニヒトデが確認され、食害によって斃死したサンゴ群体や新しい食痕が散見された。

大碆周辺では北から東にかけて南面までと西面、大碆の北東にある離れた碆の西面では、被度の高い卓状ミドリイシ優占型の群集が見られ（**写真 18、19、20**）、北面と南西面で被度の低い多種混成型または卓状ミドリイシ優占型の群集が見られた。優占種はクシハダミドリイシで、一の巣周辺と比べるとエンタクミドリイシは少なかった。大碆では南西と東面で 15 分換算 1-2 個体程度のオニヒトデが確認され、食害によって斃死したサンゴ群体や新しい食痕が散見された（**写真 21**）。

大碆の北、港入り口にあるナカバエ周辺の岩礁域の南側の碆の北から西にかけて南面までと東面（**写真 22**）、北側の碆の東から南面にかけてと西面で（**写真 22、23、24**）、高い被度のクシハダミドリイシ群集が見られた。ナカバエの北側の碆の北面と南側の碆の南西面では、低被度の多種混成型の群集が見られた（**写真 25**）。なお、ナカバエ南側の碆の南面と北面ではオニヒトデが確認され、それらの食害で斃死した群体や新しい食痕が散見された（**写真 26**）。

●竜串港～竜串～桜浜東側とメクサレ（調査ライン③⑧付近：図 2-3-5）

竜串港の堤防から竜串海岸にかけての範囲では、クシハダミドリイシを中心とした卓状ミドリイシ優占のサンゴ群集が見られ、特に竜串沿岸の水深 4 m まで浅い岩礁域では被度の高い群集が見られた（**写真 27、28**）。竜串西側の水深 4 m 以深では、ウミバラ、キッカサンゴ、スリバチサンゴなどの大きな群体が多く、被度の高い多種混成型の群集が見られた（**写真 29**）。竜串港の堤防付近ではオニヒトデの食害で斃死したサンゴ群体が目立ち（**写真 30**）、その沖の岩礁ではオニヒトデや新しい食痕が散見された（**写真 31**）。

竜串海岸沖のメクサレと呼ばれる岩礁域では、南西の沖側と北西の一部（低被度の多種混成の群集）を除いて、広い範囲にクシハダミドリイシを中心とした高被度の卓状ミドリイシ優占のサンゴ群集が見られた（**写真 32**）。メクサレの南面ではオニヒトデの新しい食痕と食害で斃死したサンゴ群体が散見された（**写真 33**）。

桜浜の東岸の岩礁域では、沖側ではクシハダミドリイシ優占の卓状ミドリイシ優占の群集が見られるが、桜浜の岸に近づくにつれて低被度の多種混成型の群集になった（**写真 34**）。

●桜浜・竜ヶ碆と観光船乗り場～足摺海底館周辺（調査ライン⑥⑭⑮付近：図 2-3-5）

桜浜ではほとんどの範囲の底質は砂礫で、サンゴが生息できる基質のある範囲は限られていた。桜浜中央部にある岩礁域では、南西と南東面にクシハダミドリイシを中心とした卓状ミドリイシ優占の群集が見られるが（**写真 35**）、それ以外の範囲ではほとんどの範囲が被度 10 %以下の多種混成型のサンゴ群集だった（**写真 36**）。

桜浜西の観光船乗り場から足摺海底館（海中展望塔）までの範囲では岩礁域の幅が狭くサンゴの生息域は限られていたが、足摺海底館周辺から沖にかけて岩礁域が広くなりサン

ゴが多くなった。観光船乗り場から足摺海底館沿岸部までは被度の低い卓状ミドリイシ優占型または多種混成型のサンゴ群集で（**写真 37**）、足摺海底館東西の広い範囲で高被度のクシハダミドリイシを中心とし卓状ミドリイシ優占の群集が見られた（**写真 38、39**）。足摺海底館の南側の沖の範囲の岩礁域では多種混成型のサンゴ群集が見られ（**写真 40**）、北西側ではシコロサンゴやサモアミドリイシなど内湾的な環境を好むサンゴが多く観察された（**写真 41**）。

●弁天島周辺（調査ライン②⑫付近：図 2-3-6）

弁天島では北側を除く周囲に岩礁域があり、特に南側では岩盤が沖に向かって南北方向に長く伸びていた。弁天島の南面、東面（**写真 42**）、南西面、西面の浅海部では、クシハダミドリイシを中心とした卓状ミドリイシ群集が見られた。特に弁天島の西面の浅い岩礁域では、広範囲に被度 50%以上の卓状ミドリイシ優占群集が見られた（**写真 43**）。弁天島の東側（**写真 44**）や南西側の 4-5 m 以深や岩盤の斜面部では、多種混成型で被度 20～50 %の多様性の高いサンゴ群集が見られた（**写真 45**）。弁天島北東にある転石帯では、シコロサンゴやスギノキミドリイシなど特定のサンゴが分布する範囲が見られた（**写真 46、47**）。弁天島南側に広がる岩礁の沖側の範囲は、多種混成型でサンゴの被度は 10 %以下と低いが、一部で被度の高いソフトコーラルが見られる範囲があった（**写真 48**）。弁天島の南側の広い範囲でオニヒトデの新しい食痕と食害で斃死したサンゴ群体が散見され（**写真 49**）、一部の範囲ではサンゴ群集が壊滅的な被害を受けていた（**写真 50**）。

●爪白海岸の岸より、水深 5 m 以浅の範囲（調査ライン⑤⑰付近：図 2-3-7）

爪白海岸の西部にある遠奈路川河口周辺では、ほとんどが被度 5%未満の多種混成型のサンゴ群集で（**写真 51**）、一部の範囲でクシハダミドリイシを中心とした被度 10 %程度の卓状ミドリイシ優占のサンゴ群集が見られた。爪白海岸西側や中央部の水深 5 m 以浅の範囲の岩盤上部では、被度 30 %以上の卓状ミドリイシ優占群集が広範囲で見られた（**写真 52**）。一方で、岩盤の斜面部では、多種混成で多様性の高いサンゴ群集が見られた（**写真 53**）。特に爪白にある赤屋根前の西側ではクシハダミドリイシ群集が（**写真 54**）、東側ではスギノキミドリイシ群集があり（**写真 55**）、赤屋根南西側の浅所にもクシハダミドリイシ（**写真 56**）とスギノキミドリイシの群集があった（**写真 57**）。これらの群集は被度 60～70 %と非常に高いだけでなく、群体が幾重にも岩盤を覆い厚みのある群集だった（**写真 58**）。このような厚みのある群集は一般的に長い期間サンゴが生育し続けた結果できたもので、おそらく 2001 年の西南豪雨で生き残った数少ないミドリイシ類の群集であると考えられる。また、このようなミドリイシ類の古い群集は、高緯度海域では非常に稀で希少な群集と言える。その他に赤屋根前東側では大型のコブハマサンゴがあり（**写真 59**）、赤屋根南西側の南北に延びた岩盤状では局所的に南方系種のスゲミドリイシが複数群体見られた（**写真 60**）。爪白全体でのサンゴの被度は尾根状に南北にはしる岩盤上では高く、谷の部分にみられる転石帯では低い傾向があった。遠奈路川河口周辺や爪白海岸の南北に伸びる

岩盤状では個体密度は 1-2 個体と低いものの全体的にオニヒトデが見られ、新しい食痕が散見された（**写真 61**）。

●爪白海岸 沖側、水深 5～10 m の範囲 （調査ライン⑯付近：図 2-3-7）

この付近の岩礁域は平均水深が 5～10 m で、広い範囲に多様性の高い多種混成型サンゴ群集が見られた（**写真 62**）。爪白海岸の浅所と同様に岩盤上ではサンゴが多く、転石帯では低い傾向があった。爪白海岸浅所と比べると低くなるが、岩盤の上面ではエンタクミドリイシやクシハダミドリイシなどが見られた（**写真 63**）。爪白河岸西部にある南北にみられる岩礁域の 5 m 以深ではオニヒトデが散見され新しい食痕が目立った（**写真 64**）。爪白沖の深所ではオニヒトデの食害で斃死したサンゴが多く、一部の範囲では壊滅的な被害を受けていた。

●爪白海岸南 ロウコウ周辺～アジバエ（調査ライン⑦⑬付近：図 2-3-7）

この範囲の岩礁域はロウコウと呼ばれており、水深 10～15 m の広い範囲に岩礁域が広がっている。ロウコウの南東端で弁天島南の沖にある碆はアジバエと呼ばれており、ロウコウと合わせて調査をした。ロウコウ周辺及び沖の碆ではほとんどの範囲でオニヒトデによる食害を受け被度が大幅に低下しており、被度 5%未満の多種混成の群集（**写真 65**）またはソフトコーラル優占の群集だった。オニヒトデで食害を受けた範囲では、ミドリイシ以外のサンゴの加入が 1-5 個体/㎡程度見られ、今後オニヒトデの食害が少なくなれば回復する可能性が高い。ロウコウの浅い範囲の岩盤上面では一部で卓状ミドリイシ群集が見られるが、オニヒトデによる食害で斃死したサンゴ群体が目立った（**写真 66**）。ロウコウ周辺の岩礁域では広範囲にオニヒトデが 1-4 個体の密度で観察され、竜串湾内では城ノ岬周辺と合わせてオニヒトデの密度が高かった（**写真 67**）。

アジバエの北側の岩盤上面では低被度の卓状ミドリイシの群集が見られ、南側ではソフトコーラルの高被度の群生が見られた（**写真 68**）。

●城ノ岬周辺（調査ライン①付近：図 2-3-8）

城ノ岬先端部周辺では櫛の歯状に岩礁域が伸びており、全体的にサンゴは少なく被度 5 %以下の多種混成型のサンゴ群集だった（**写真 69**）。先端付近の岸よりの浅い範囲では局所的に卓状ミドリイシ優占の群集が見られるが（**写真 70**）、周辺ではオニヒトデの食害で斃死したサンゴ群体が多数見られた（**写真 71**）。城ノ岬東面は、岬先端付近でサンゴの被度は 5 %以下と低かったが、岬東面の中央以北ではクシハダミドリイシを中心とした被度 10～40 %程度の卓状ミドリイシ優占のサンゴ群集が見られた（**写真 72**）。なお、城ノ岬先端部から東面にかけて全体的にオニヒトデが 1-5 個体の密度で見られ、岬先端や東面の南側で食害の影響で被度が大きく低下した（**写真 73**）。岬北東側でもオニヒトデが見られ、新しい食痕が散見された（**写真 74**）。

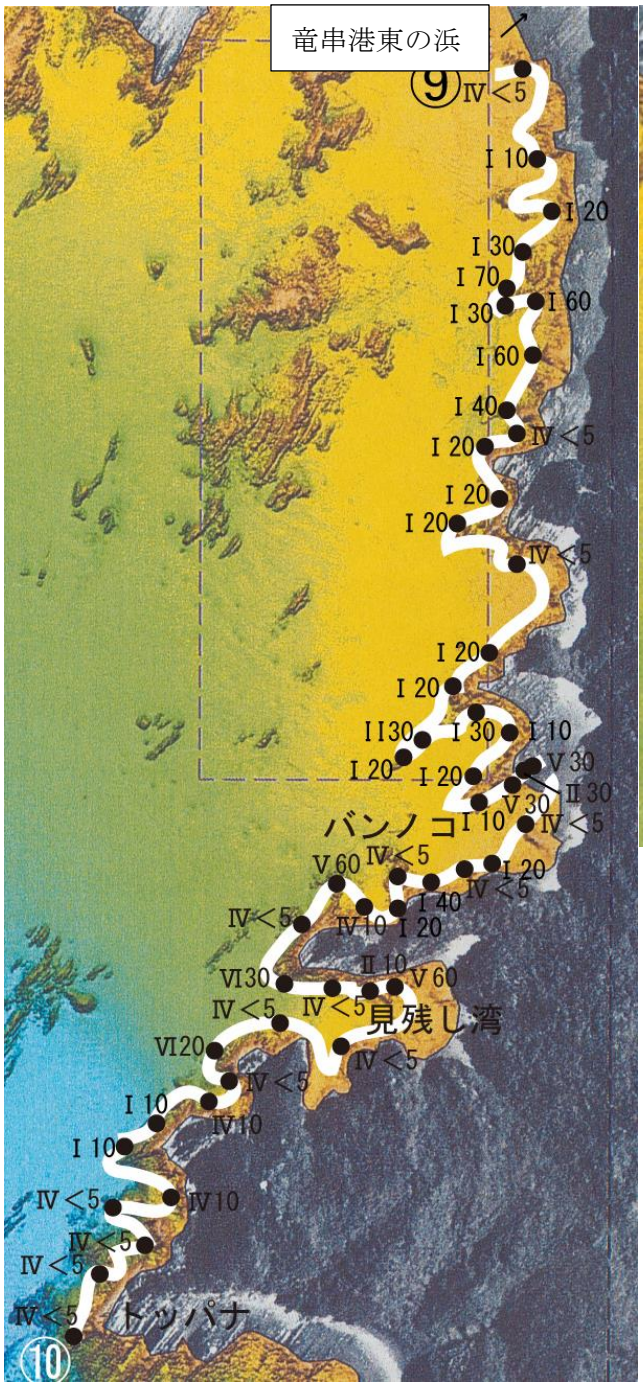


図 2-3-3. 竜串湾東岸

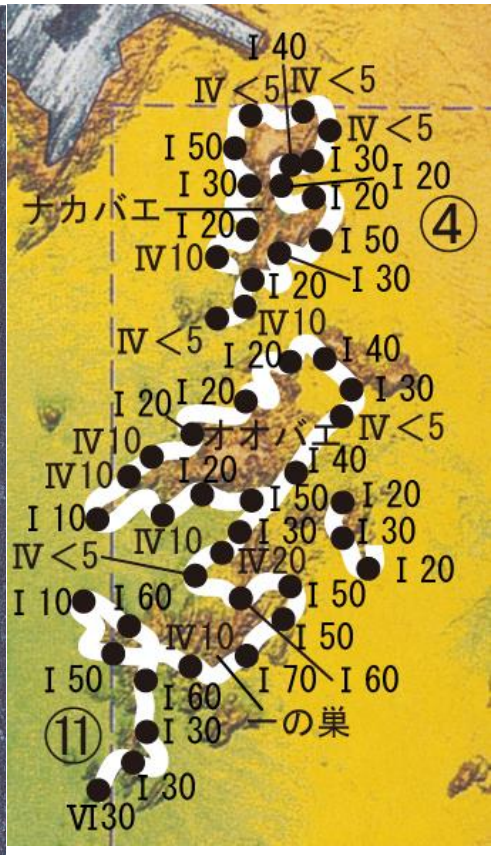


図 2-3-4. 大碆およびナカバエ周辺

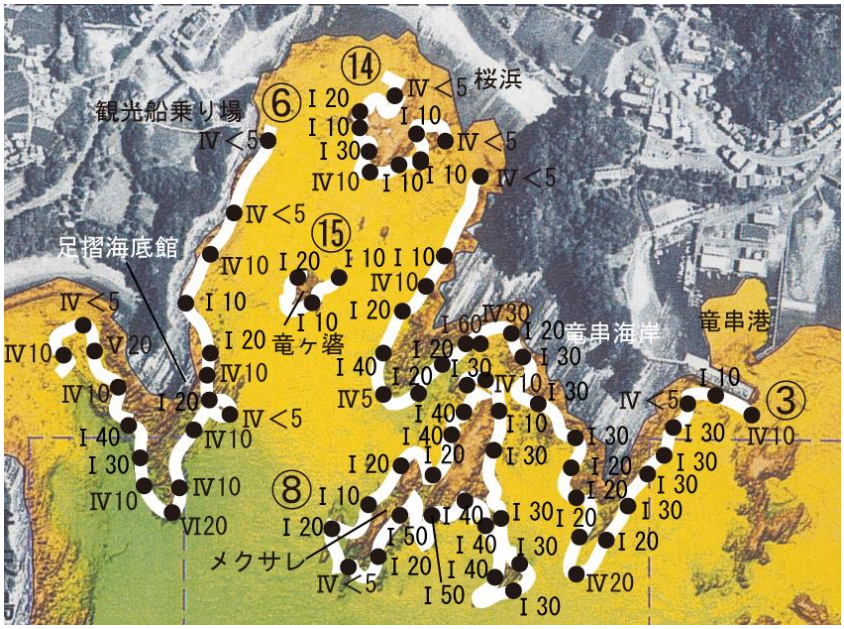


図 2-3-5. 竜串港～海中展望塔周辺

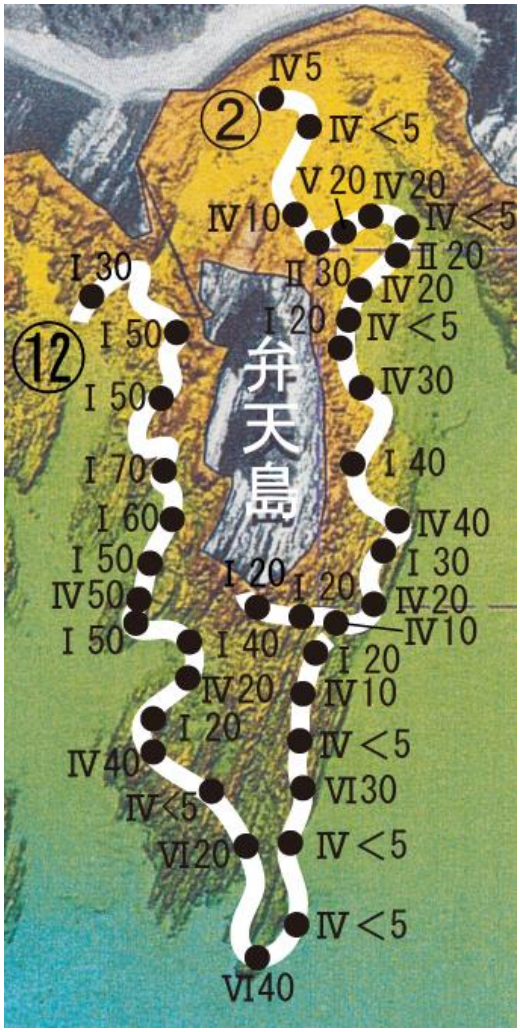


図 2-3-6. 弁天島周辺

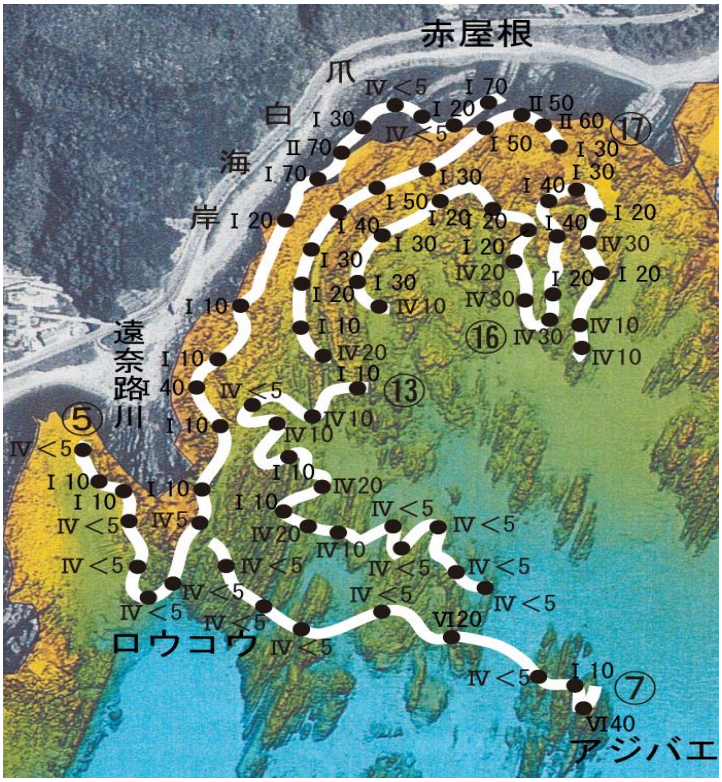


図 2-3-7. 爪白海岸・ロウコウ・アジバエ周辺

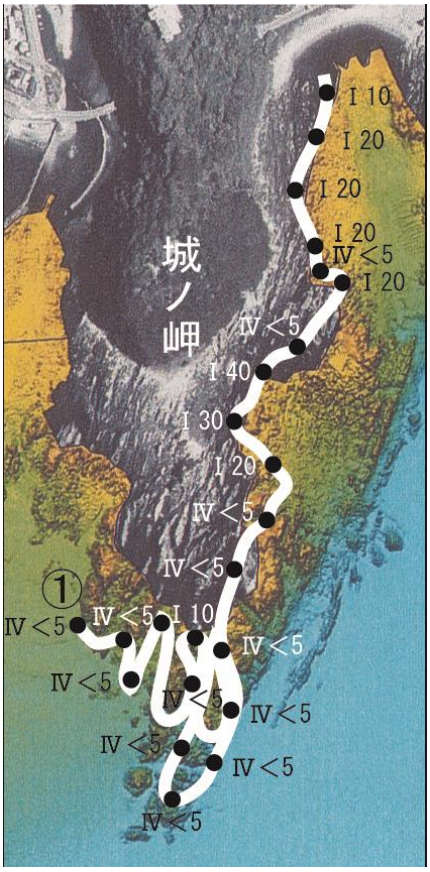


図 2-3-8. 城ノ岬周辺

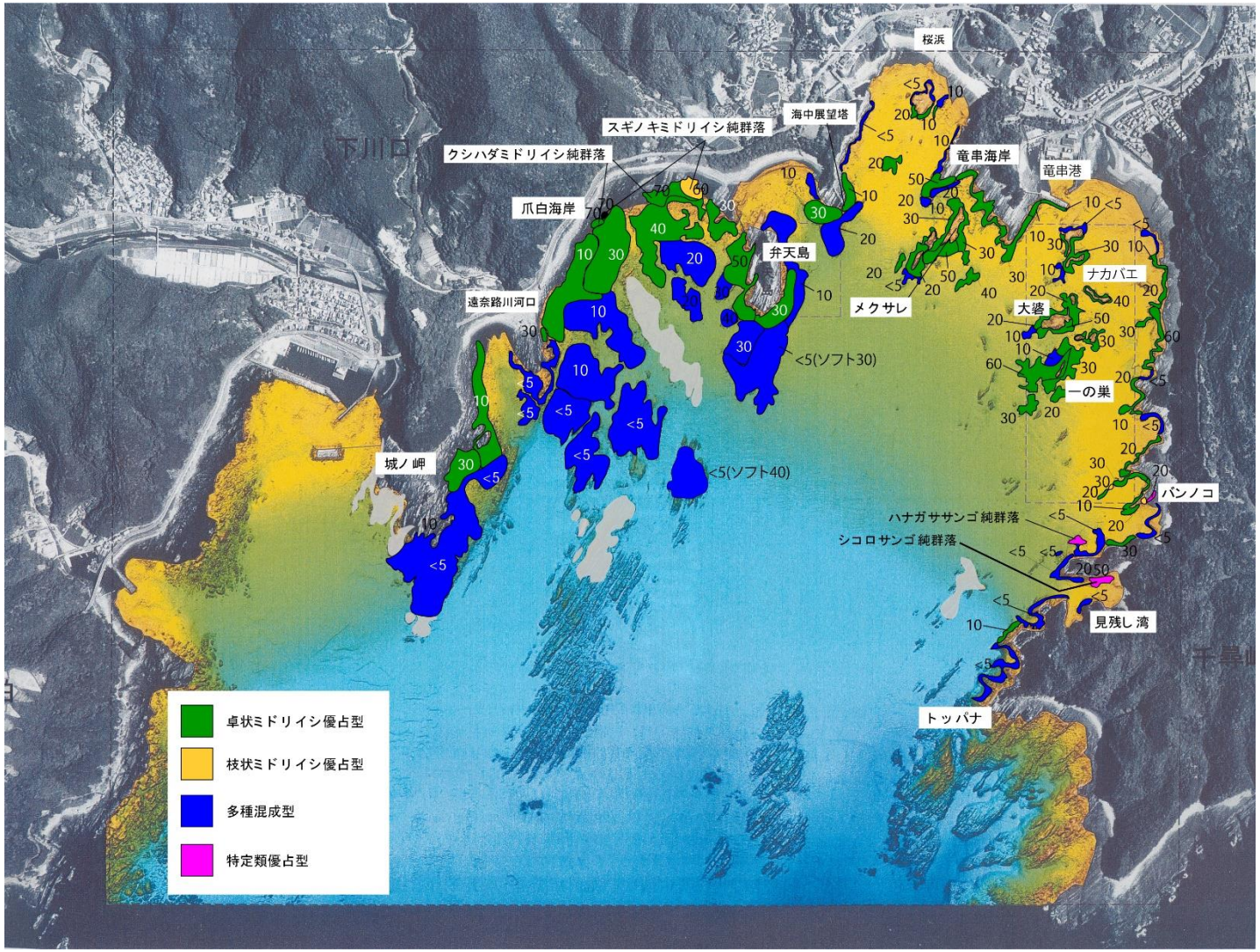


図 2-3-9. 平成 28 年度竜串湾におけるサンゴの分布状況

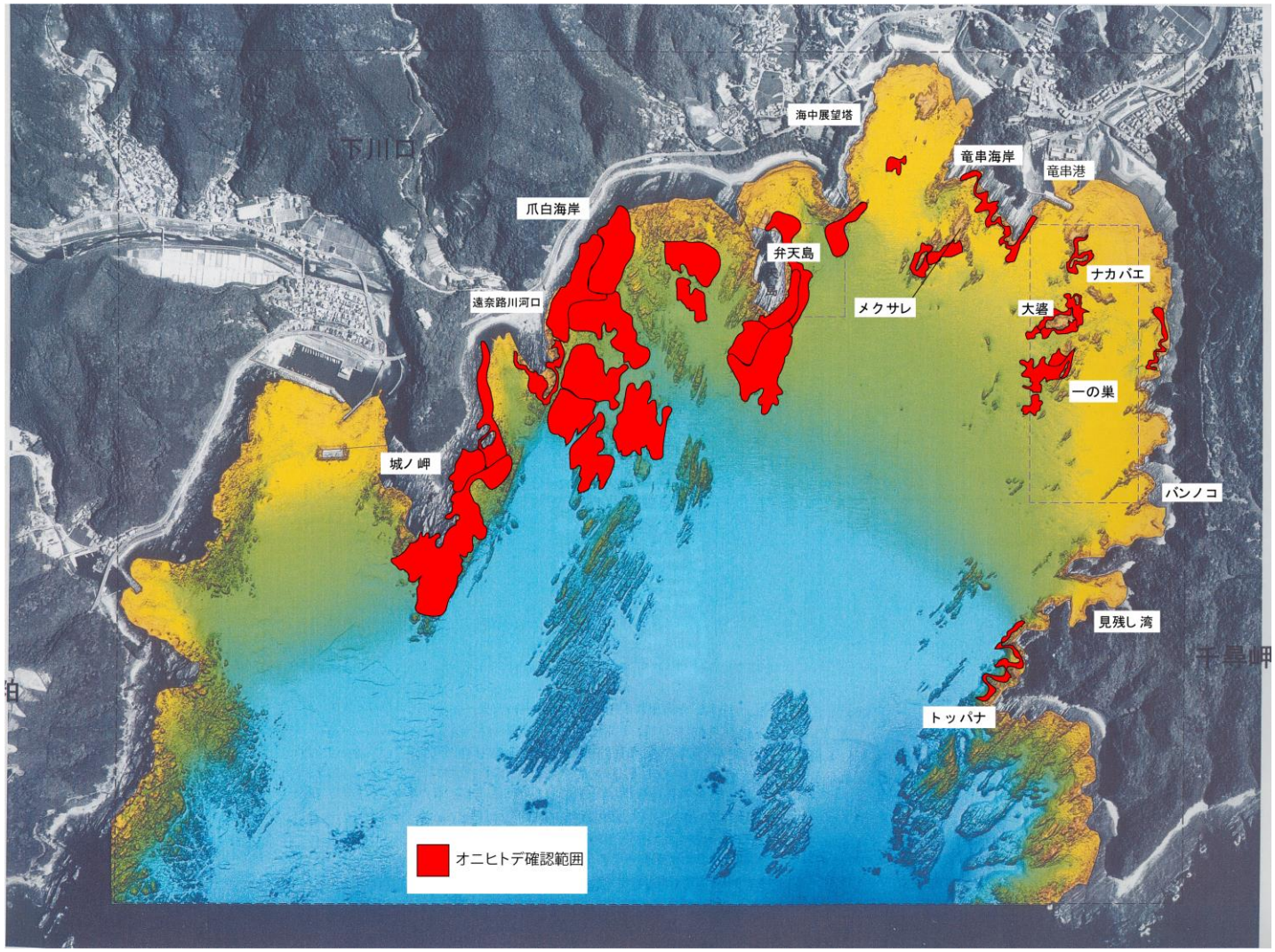


図 2-3-10. 平成 28 年度竜串湾におけるオニヒトデの分布状況

ｃ）考察

過去のサンゴ群集の分布図と今年度の調査結果から得られたサンゴの分布を比較した（図 2-3-11）。

6 年前に行った平成 22 年度の結果と比較すると、サンゴの被度は竜串湾沿岸水深 5 m 以浅の岩礁域では、全体的に卓状ミドリイシ類が卓越し、被度の増加した地点が多かった。一方で沖側の 5 m 以深の岩礁域では、被度 5%未満の範囲が広がりサンゴ類の著しい減少が見られた。

被度の増加が顕著だった地点は、竜串港東の浜南側、メクサレ南面、一の巣碆、大碆、ナカバエ、竜串海岸、メクサレ、足摺海洋館西側、弁天島西面、爪白海岸の水深 5 m 以浅だった。これらの範囲は主にクシハダミドリイシを中心とした卓状ミドリイシ優占の群集で、ほとんどの範囲で被度 30%以上の高被度域となり、一部の範囲では岩盤が見えなくなるほどサンゴに覆われていた。これらの群集は平成 17 年～18 年頃や平成 20 年頃にまとまったミドリイシ類の加入があった地点で、その後大きな撹乱を受けずに順調に成長したことが被度増加に大きく寄与しているものと考えられた。

サンゴの被度の低下が顕著だった地点は、城ノ岬周辺、ロウコウ周辺、爪白沖、アジバエ、弁天島南側、竜串港消波ブロックだった。特にロウコウ周辺や爪白南の深所で見られた被度 30%以上の多種混成群集やロウコウ周辺の岩盤上面に発達した卓状ミドリイシ優占の群集のほとんどのサンゴが斃死していた。その主な原因はオニヒトデによる食害と考えられる。竜串湾内では平成 20 年頃よりオニヒトデの駆除数が急増し、前回調査をした平成 22 年頃に駆除数がピークとなりその後駆除数は減少したが、現在も継続して年間の駆除数が 1000 匹を超えている。今回の調査では 1 回の潜水で確認できたオニヒトデの個体数は最大で 5 個体未満で、竜串湾内の広い範囲でオニヒトデが確認された（図 2-3-10。今後もオニヒトデによる食害や個体密度が現在の状況で継続されると、さらに広い範囲でサンゴ群集の被度の低下につながる恐れがある。オニヒトデの分布密度のコントロールは湾内のサンゴの保全を考える上で今後も重要な課題と考えられる。多様性の高い多種混成の群集はロウコウや爪白沖では多くがオニヒトデによって失われたが、竜串海岸、弁天島南西部、弁天島北東部、爪白フタゴバエ周辺などで残っており、竜串湾内のサンゴの多様性維持の観点からこれら群集をオニヒトデの被害から守る必要があると考えられる。

前回の調査で報告された竜串湾内の希少な群集として、見残し湾の大型シコロサンゴ、バンノコのハナガササンゴ群集、爪白赤屋根前周辺のクシハダミドリイシやスギノキミドリイシの大規模群集などがあったが､今回の調査でも被度や群集に大きな変化はなかった。クシハダミドリイシ優占の群集は高緯度域の浅所を代表するサンゴ群集として知られているが、全国的にスギノキミドリイシに生息環境を奪われたり、オニヒトデの被害で失われたりしており、これだけ大規模な群集が残された地点は非常に貴重である。

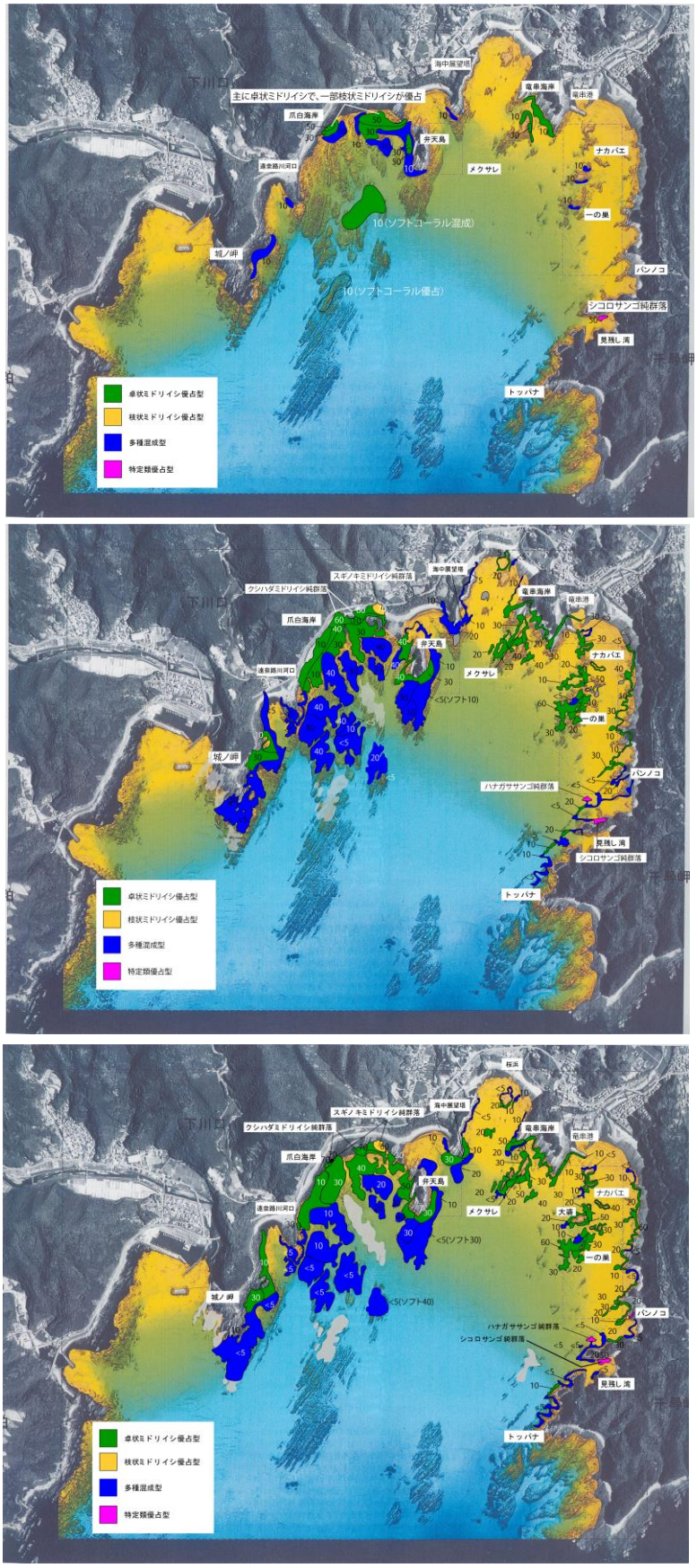


図 2-3-11. 竜串湾のサンゴ分布の変遷(上:平成 14 年、15 年度、中:平成 22 年度、下 : 本年度)

各地点の状況（写真）その１

写真 1 トッパナと見残し湾の間の多種混成の群集

写真 2 見残し湾南の卓状ミドリイシ群集（オニヒトデの食害で斃死したサンゴ群体が目立つ）

写真 3 トッパナ周辺（オニヒトデの食害でほとんどのサンゴ群体が斃死）

写真 4 見残し湾の大型シコロサンゴ群集

写真 5 見残し湾のサモアミドリイシの群集

写真 6 バンノコの南側のクシハダミドリイシ群集

各地点の状況（写真）その２

写真 7 バンノコ北側のスギノキミドリイシとシコロサンゴの混成群集

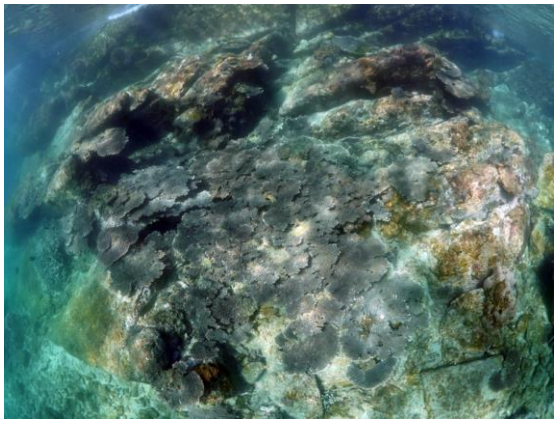


写真 8 バンノコ北側湾口付近のクシハダミドリイシ群集

写真 9 バンノコ沖のハナガササンゴ群集

写真 10 バンノコ北側の大型コブハマサンゴ

写真 11 バンノコ北のスギノキミドリイシ群集

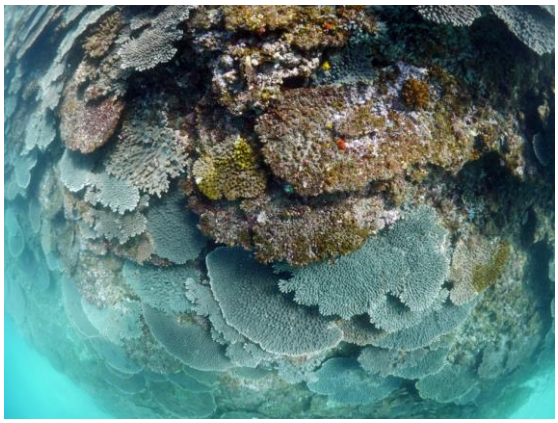


写真 12 バンノコ北の岩礁域。オニヒトデの食害で斃死したサンゴ群体が目立つ

各地点の状況（写真）その３

写真 13 竜串港東の浜南方の卓状ミドリイシ優占の群集

写真 14 竜串港東の浜の岩礁域。多種混成の群集

写真 15 一の巣西側の高被度のエンタクミドリイシ群集

写真 16 一の巣北側のクシハダミドリイシ群集

写真 17 一の巣の北東側に離れた碆のクシハダミドリイシ群集

写真 18 大碆西側のクシハダミドリイシ群集

各地点の状況（写真）その４

写真 19 大碆東側のクシハダミドリイシ群集

写真 20 大碆北東の離れた碆のクシハダミドリイシ群集

写真 21 大碆東側のオニヒトデの食痕

写真 22 ナカバエ南側の碆の南東面のクシハダミドリイシ群集

写真 23 ナカバエ北側の碆の南面のクシハダミドリイシ群集

写真 24 ナカバエ北側の碆の西面のクシハダミドリイシ群集

各地点の状況（写真）その５

写真 25 ナカバエ北側の碆の北面の低被度の多種混成群集

写真 26 ナカバエ南側の碆の南面のオニヒトデ

写真 27 竜串東側のクシハダミドリイシ群集

写真 28 竜串西側のクシハダミドリイシ群集

写真 29 竜串西側の 4 m 以深の多種混成群集

写真 30 竜串港クシハダミドリイシ群集。オニヒトデの食害で斃死したサンゴ群体が目立つ

各地点の状況（写真）その６

写真 31 竜串港沖の岩礁域。オニヒトデが散見され食害で斃死したサンゴ群体が目立った

写真 32 メクサレ南面のクシハダミドリイシ群集

写真 33 メクサレ南面。オニヒトデの新しい食痕が目立つ

写真 34 桜浜東側の沿岸に近い岩礁域。多種混成のサンゴ群集

写真 35 桜浜中央岩礁部南西面のクシハダミドリイシ群集

写真 36 桜浜中央岩礁部北東面の多種混成群集

各地点の状況（写真）その７

写真 37 観光船乗り場沖側の多種混成群集

写真 38 足摺海底館東側のクシハダミドリイシ群集

写真 39 足摺海底館西側のクシハダミドリイシ群集

写真 40 足摺海底館沖の多種混成の群集

写真 41 足摺海底館北西側にある小湾のシコロサンゴとサミアミドリイシの群集

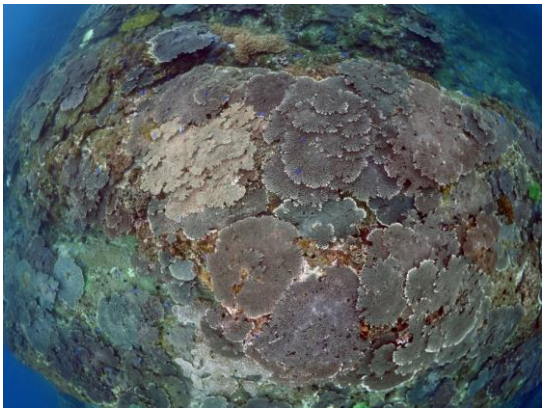


写真 42 弁天島東面のクシハダミドリイシ群集

各地点の状況（写真）その８

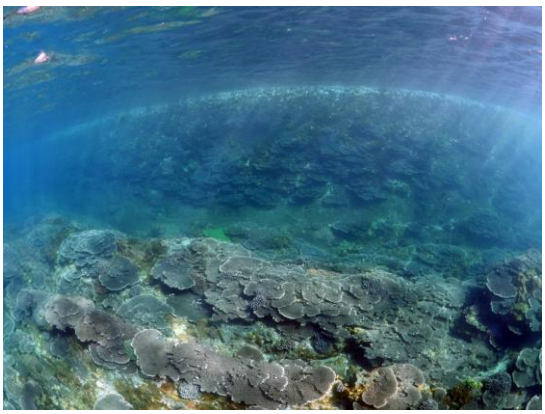


写真 43 弁天島西面のクシハダミドリイシ群集

写真 44 弁天島東側深所の多種混成の群集

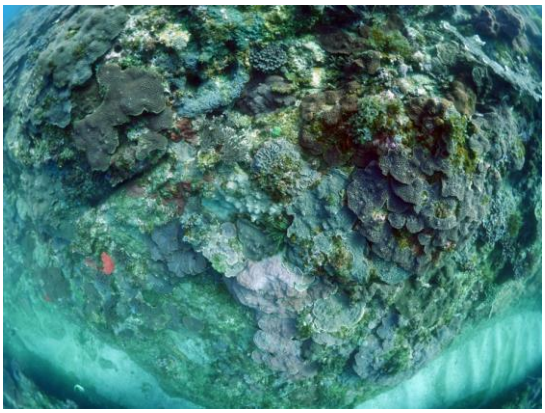


写真 45 弁天島南西側深所の多様性の高い多種混成の群集

写真 46 弁天島北東側の転石帯にあるシコロサンゴ群集

写真 47 弁天島北東側の転石帯にあるスギノキミドリイシ群集

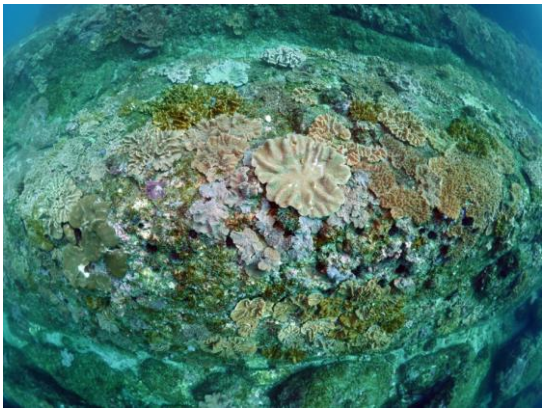


写真 48 弁天島南側沖のソフトコーラル

各地点の状況（写真）その９

写真 49 弁天島南側のオニヒトデとその食痕

写真 50 弁天島南側のオニヒトデの食害で斃死したサンゴ群体

写真 51 遠奈路川河口周辺の多種混成の群集

写真 52 爪白中央部の岩盤上部のクシハダミドリイシ群集

写真 53 岩や岩盤の斜面部の多種混成群集

写真 54 赤屋根前西側のクシハダミドリイシ群集

各地点の状況（写真）その１０

写真 55 赤屋根前東側のスギノキミドリイシ群集

写真 56 赤屋根南西側のクシハダミドリイシ群集

写真 57 赤屋根南西側のスギノキミドリイシ群集

写真 58 厚みのある卓状ミドリイシ群集。基部は斃死しているが上部は生きている

写真 59 赤屋根前東側の大型のコブハマサンゴ

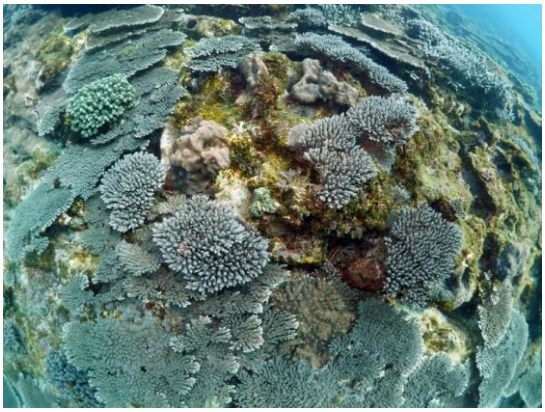


写真 60 南方系種のスゲミドリイシ

各地点の状況（写真）その１１

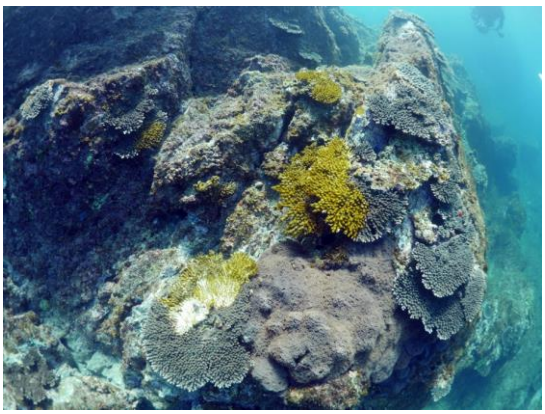


写真 61 遠奈路川河口周辺のオニヒトデの食痕

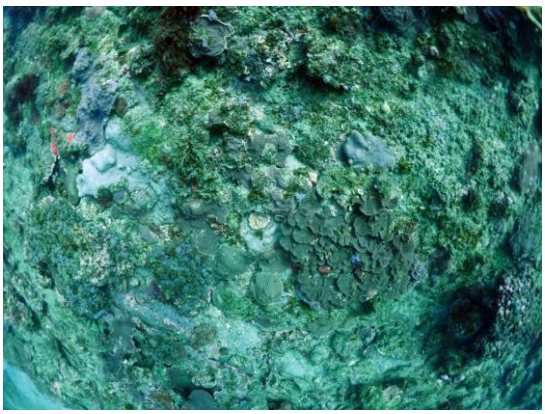


写真 62 爪白沖の多様性の高い多種混成の群集

写真 63　爪白沖の岩盤上部に発達するクシハダミドリイシ群集

写真 64 爪白沖で見られたオニヒトデ

写真 65 ロウコウ沖の多種混成の群集。オニヒトデの食害で斃死したサンゴ群体が目立つ

写真 66 ロウコウの浅い範囲の岩盤上面。オニヒトデの食害で壊滅的な被害

各地点の状況（写真）その１２

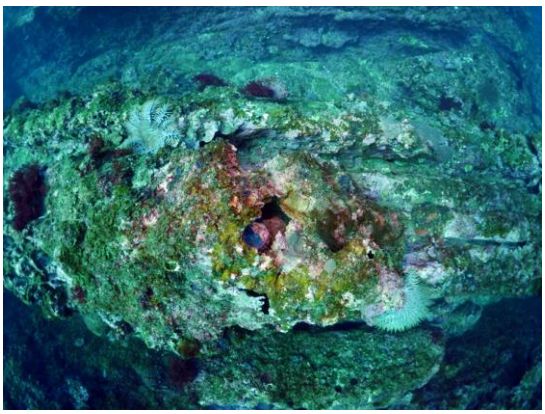


写真 67 ロウコウ沖のオニヒトデ

写真 68 アジバエのソフトコーラル

写真 69 城ノ岬先端の深所。多種混成の群集

写真 70 城ノ岬先端付近の岸側で局所的に残されたクシハダミドリイシ群集

写真 71 城ノ岬先端の岸よりの範囲のオニヒトデ。

写真 72 城ノ岬東側のクシハダミドリイシ群集

各地点の状況（写真）その１３

写真 73 城ノ岬東側でオニヒトデの食害で壊滅的な被害を受けた卓状ミドリイシ群集

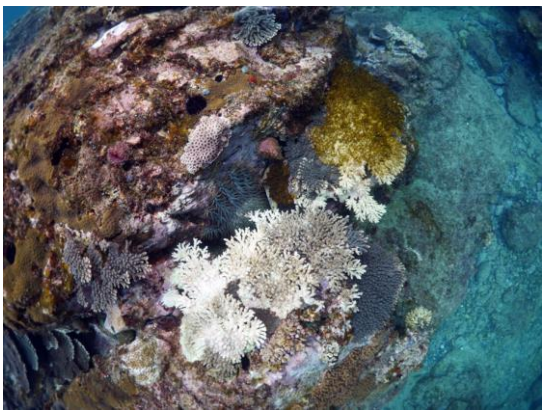


写真 74 城ノ岬北東側のオニヒトデとその食痕

２－４．海域の物理環境のモニタリング

２－４－１．SPSS 調査

ａ）目的

造礁サンゴの生育に影響を与える懸濁物質の指標として、沖縄島で実績のある SPSS（底質中懸濁物質含量）簡易測定法を用いて、竜串湾における底質中の懸濁物含量を測定し、サンゴ群集への影響を評価した。

ｂ）方法

図 2-4-1 に示した湾内 4 地点（爪白、竜串西、大碆南、見残し）において平成 28 年 7 月 7 日と 10 月 27 日、平成 29 年 1 月 26 日の年 3 回、底質の採取を行い、大見謝（2003）の SPSS 簡易測定法を用いて SPSS の測定を行った。

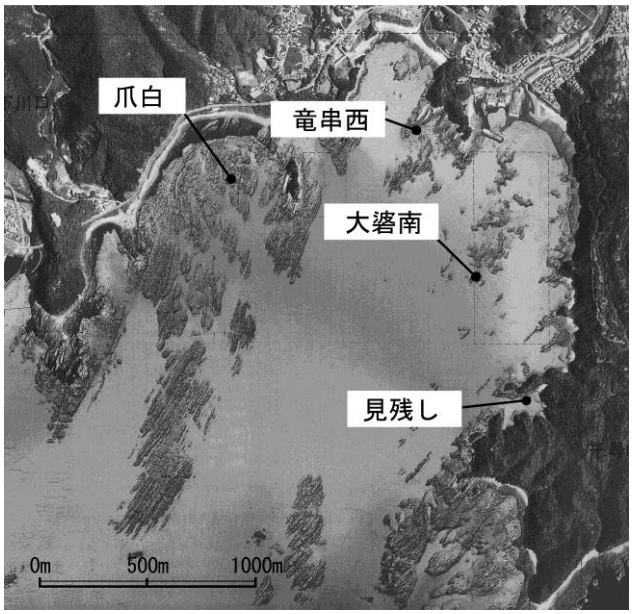


図 2-4-1. SPSS 調査地点

試料の採取は SCUBA 潜水によって行い、各地点で 500 ml のプラスチック製蓋付きサンプル瓶を用いて海底堆積物の表層部分（深さ約 5 cm まで）から底質を採取した。得られた試料を研究室に持ち帰り、2 mm のふるいで礫や貝殻片等の大きい夾雑物を取り除き、懸濁物が沈殿するまで静置したのちに上澄みを捨て検体とした。この検体をメスシリンダーに適量量り取り、500 ml になるまで水道水を加えメスアップし、次にこれを激しく振り混ぜ懸濁させたのち、60 秒間静置した。こうして得られた懸濁水の透視度を 30 cm 透視度計で測定し、透視度の値と検体の量および希釈率から SPSS 測定値（kg/m³）を算出した。

$$C = \{(1718 \div T) - 17.8\} \times D \div S$$

C：SPSS 測定値（底質中の赤土等の含有量(kg/m³)）

T：透視度 (cm)

S：測定に用いた試料量 (ml)

D：希釈倍＝500／分取量

c）結果

各調査地点における SPSS の測定値を**表 2-4-1** に示した。なお、SPSS は対数正規分布するため、表中の平均値は算術平均ではなく幾何平均を用いた。

表 2-4-1. 平成 28 年度の各調査地点における SPSS 測定値

地点	SPSS（kg/m³）				
	H28 年		H29 年	平均	最大
	7 月 7 日	10 月 27 日	1 月 14 日		
爪白	21.9	15.8	10.2	15.9	21.9
竜串西	422.4	63.0	14.2	166.5	422.4
大碆南	6.8	25.1	9.2	13.7	25.1
見残し	397.1	51.0	279.2	242.4	397.1

各地点の概況について以下に示した。

・爪白：爪白地先の海域には広く岩礁が発達しており、海底は起伏に富み、湾内でもっとも規模の大きいサンゴ群集が見られる。比較的波あたりの強い場所で、低気圧や台風の接近・通過時などには強い波が発生する。底質の採取は爪白海岸の弁天島よりにある双子岩と呼ばれる干出岩の南、水深約 7 m 付近で行った。SPSS の値は年間を通して約 10～22 kg/m³（ランク 5a）の低い値で推移した。

・竜串西：海域公園地区 2 号地（竜串）の西側（桜浜側）の端近くにあたる、水深約 6 m の地点で底質を採取した。周辺は櫛の歯状の入り組んだ地形となっており、水深 3 m 以浅ではミドリイシ属が多く、海底付近では塊状、被覆状のサンゴが多くみられる。海底には細かい砂やシルトが堆積していた。SPSS の値は 7 月に 422.4 kg/m³（ランク 8）だったが、10 月に 63.0 kg/m³（ランク 6a）と低くなり、2017 年 1 月には 14.2 kg/m³（ランク 5a）とさらに低い値を示した。

・大碆南：海域公園地区 3 号地内の大碆の南にある岩礁の南西端、水深約 12 m の地点で底質を採取した。SPSS の値は 7 月に 6.8 kg/m³（ランク 4）と低い値を示し、10 月に 25.1 kg/m³（ランク 5a）とやや上昇したが、2017 年 1 月には 9.2 kg/m³（ランク 4）と低い値を示した。

・見残し：海域公園地区 4 号地内の見残し湾内にあるシコロサンゴの巨大群落の西側（湾口側）、水深約 3 m の地点で底質を採取した。開口部の狭い小湾状の地形で、波あたりは静穏である。周辺の海底にはシルト混じりの砂礫が堆積している。SPSS の値は 7 月に 397.1 kg/m³（ランク 7）と高い値を示し、10 月に 51.0 kg/m³（ランク

6a）と低下したが、平成 29 年 1 月に 279.2 kg/m³（ランク 7）と再び上昇した。

平成 16～28 年度における SPSS 測定値を**表 2-4-2** に、推移を**図 2-4-2** に示した。ここでは今年度調査した 4 地点のほか、平成 23 年度まで継続的に SPSS の測定を行った他の地点の結果も合わせて示した。表の色分けは、大見謝（2003）の SPSS ランクに基づき、サンゴ群集に影響が出始めるランク 5b（30～50 kg/m^3）以上を太字で示した。ランク 6～8 までは背景色の黒が濃いほどランクが高い。さらに、平成 21 年度の報告書で示された、サンゴ群集の健全成長の目安である SPSS の年間最高値 100 kg/m^3 以下、年間平均値 50 kg/m^3 以下を勘案し、ランク 6a（50～100 kg/m^3）ランク 6b（100～200 kg/m^3）を設定した。

今年度の SPSS 測定値は爪白と大碆で低く、竜串西と見残しで高い傾向が見られた。爪白と大碆では年間を通して 5a 以下であった。竜串西では 7 月に 422.4（8）が記録され、その後は 10 月に 63.0（6a）、平成 29 年 1 月に 14.2（5a）と減少した。見残しでは 7 月に 397.1（7）が記録され、10 月に 51.0（6a）と減少したものの平成 28 年 1 月に再び 279.2（7）と再び上昇した。

今年度は特に高い SPSS ランクが平成 28 年 7 月と平成 29 年 1 月に観測された。竜串湾沿岸（清水）におけるこれらの月の平均降水量は平年並みあるいはそれ以下であったが、平成 28 年 6 月と 12 月の降水量はそれぞれ平年の 140%、180%以上であり（過去 70 年間；気象庁 HP）、降雨による土砂の流入を反映したと考えられる。また、秋季から冬季にかけての測定値は 10 月の竜串西と 1 月の見残しを除き 5a 以下と低いランクを示したことから、懸濁物は湾内に停滞せず、海水交換により湾外へ流出したと考えられる。

＜引用文献＞

大見謝辰男. 2003 SPSS 簡易測定法とその解説. 沖縄県衛生環境研究所報, 37: 99-104.

気象庁ホームページ. http://www.jma.go.jp/jma/index.html. 2016 年 3 月 14 日情報取得

表 2-4-2. 平成 16～28 年度における SPSS 測定値の一覧（単位：kg/m^3）

	日付	爪白	弁天島東	桜浜	竜串西	竜串東	旧大碆南	大碆南（旧大碆沖）	見残し
H16	5/26	37.8		2.6	107.4	81	46.2		
	6/28	73.7	164.3	1.7	174	71.9	51	50.1	
	7/28	42.9	125	25.8	111.4	83.3	52.8	306.4	88.3
	9/30	54.2	127.6	84.5	171.5	125	47.7		105.5
	10/7	46.2	113.4	1.7	162	109.4	61.3		89.7
	11/4	58.9	111.4	25.1	214.8	65.2	63.8		141.9
	12/22	78.8	125	27.1	157.6	174	63.8	651.6	122.5
H17	1/27	135.2	111.4	3.7	231.2	79.3	85.7	954.5	162
	3/1	53.7	81	5.5	109.4	88.3	59.6	313.8	240.3
	3/24	27.7	103.9	8.1	231.2	73.6	95.6		118.2
	5/23	40.5	96.6	21.5	277.4	87.6	85.4	200.5	221.2
	7/23	33.8	61.6	3.6	197.2	107.4	62.3	95.4	157.6
	9/22	26.3	97.5	151.4	294.9	323.9	153.4	709.7	197.2
	11/23	72.8	76.2	9.5	135.2	103.2	31.5	166.6	111.9
H18	1/23	59	47	2.9	182.1	73.7	70.1	51.9	103.7
	3/21	21.7	20.6	36.4	155.4	60.3	41.1	68.4	71.9
	5/31			1.1	311.5	76.7	14.3	6.8	173.4
	7/27	73.7	98.6	1.8	126.8	35	15	16.9	58.3
	9/28	150.4	71.9	1.7	169	43.5	30.5	15	107.4
	11/30	58.9	41.1	3.4	58.9	51.6	26.8	25.1	52.8
H19	1/28	69.2	70.1	5.3	231.2	51.6	57.1	18.1	132
	3/26	4.3	82.1	2.9	46.2	32.6	17.1	73.7	124.6
	5/23	10.1	76.7	11	95.4	63	17.7	10.6	167
	7/24	41.1	67.6	27.1	65.2	43.5	13.7	37.8	117.8
	9/22	17.9	42.9	2.8	126	26.7	4.7	23.5	110.6
	11/15	13.1	27.4	1.9	62.3	37.8	10.4	3.9	38.9
H20	1/28	5.9	54.7	3	50.1	16.1	5.4	5.4	14.2
	3/12	2.6	14.1	1.6	79.9	10.6	13.9	4.8	54.2
	5/23	26.8	30.5	8.3	170.2	23.3	23.3	44.2	30.8
	10/7	41.7	145.6	10.9	167	53.7	10.3	9.1	56.7
	11/17	13.9	60.9	8	161.1	32.2	100.3	18.9	74.7

表 2-4-2. 続き。平成 16～28 年度における SPSS 測定値の一覧（単位：kg/m³）

	日付	爪白	弁天島東	桜浜	竜串西	竜串東	旧大碆南	大碆南（旧大碆沖）	見残し
H21	1/8	8.2	53.2	6.9	187.6	36.4	22.3	23.1	20.1
	3/10	3.8	17.3	5.2	88.4	40.9	24.1	17.4	54.7
	5/12	8.4	45.5	10.7	64.5	77.7	12.3	21.5	85.7
	7/23	1.9	57.8	1	57.1	14	11.1	79.9	22.1
	9/24	11.9	12.2	3.5	40.9	6.5	1.5	4.5	4.6
	11/24	4.7	58.3	2	20.5	19.5	3	14.9	92.4
H22	2/3	5.1	35.6	1.9	31.1	8	1.4	2.9	102
	3/7	6.6	30.8	0.6	67.1	9.3	16.9	3	74.7
	5/28	4.6	43.4	6.8	114.2	15.4	15.3	14.9	250.1
	9/21	10.7	84.5	3.5	147.9	21.4	35.9	16.3	82.1
H23	1/12	1.6	235.7	1.4	83.3	12.1	8	2	43.5
	5/16	9.3	195.5	2.9	62.9	15.4	4.8	6.7	214.4
	10/12	73.8	49.3	3.5	21.1	39.8	8.8	5.8	60.9
H24	1/18	59	69.2	3.6	100.2	26.6	19.8	254.9	112
	6/27	21.2			77.7			197.2	138.7
	9/26	7.8			82.1			68.4	65.2
H25	1/18	5.4			18.3			1.7	32.6
	7/26	9.9			16.3			8.1	41.3
	10/18	4.4			3.2			2	79.9
H26	1/15	2.7			15.7			2.7	29.8
	7/26	**151.4**			**58.9**			12	49.3
	8/21	24.8			**328.1**			22.1	**50.6**
	10/31	19.8			**52.1**			7	26.4
H27	1/20	29.5			**246.5**			13.2	**116.6**
	6/19	**100.3**			**125.0**			9.8	15.7
	10/30	9.1			**127.6**			6.3	20.5
	12/1	13.7			**46.2**			12.6	

表 2-4-2. 続き。平成 16～28 年度における SPSS 測定値の一覧（単位：kg/m³）

	日付	爪白	弁天島東	桜浜	竜串西	竜串東	旧大碆南	大碆南（旧大碆沖）	見残し
H28	1/14	11.0			**145.6**			**113.4**	**53.7**
	7/7	21.9			**422.4**			**6.8**	**397.1**
	10/27	15.8			**63.0**			**25.1**	**51.0**
	1/14	10.2			**14.2**			**9.2**	**279.2**

SPSS ランク	5a 以下	5b	6a	6b	7	8
表示色の意味	0-30	**30-50**	**50-100**	**100-200**	**200-400**	**400<**

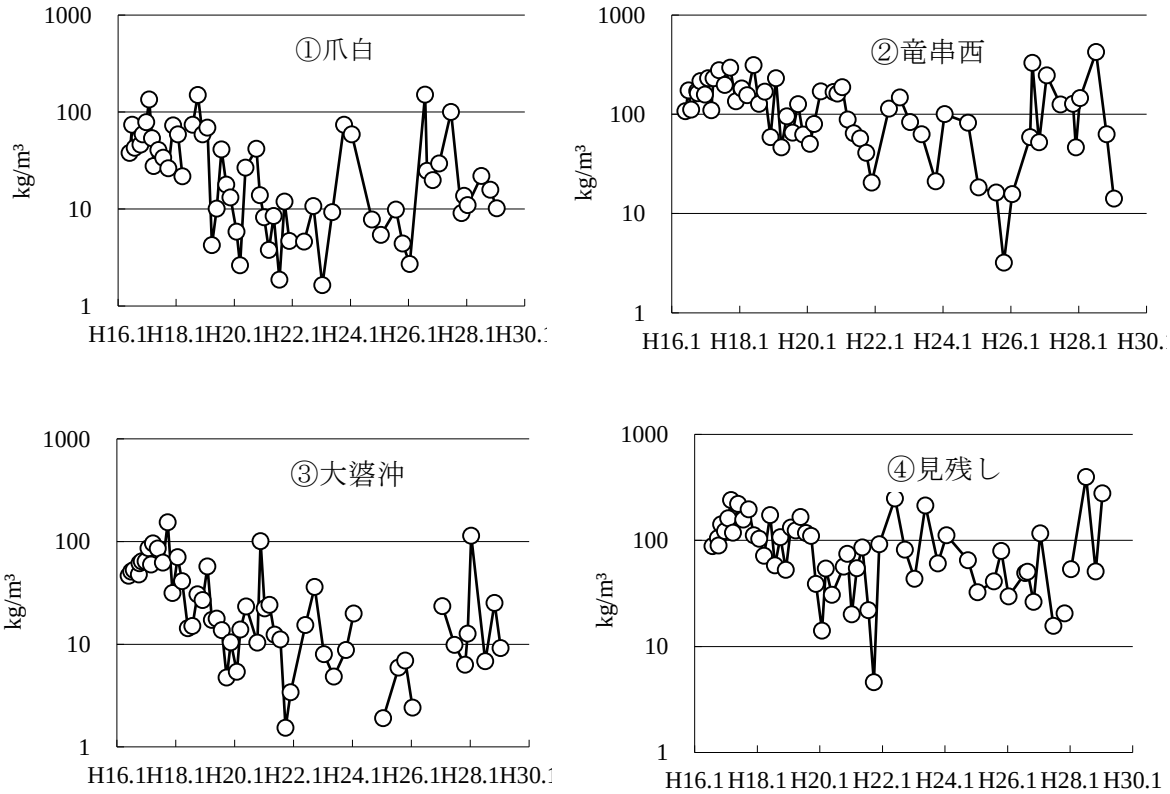


図 2-4-2. 平成 16～28 年度の地点別 SPSS 調査結果

２−４−２．水温の連続観察

ａ）目的

高知西南豪雨災害以前から現在まで良好なサンゴ群集が維持されている爪白、災害時に多大な影響を受けたものの、現在はサンゴ生育状況が改善しているものと推察される大碆南、災害以前からサンゴ群集の衰退が指摘されていた竜串西、以上の 3 地点では、放流されたサンゴ種苗の生育状況に差異が確認されたものの、物理環境の基礎情報が不足していたことから、その評価ができなかった。そこで、これらの地点に見残しを加えた計 4 地点において、サンゴの生育環境についての基礎資料を得ることを目的に、メモリー式水温計を用いた海水温の連続測定を実施した。なお、爪白、大碆、竜串では平成 21 年度から、見残しでは平成 24 年度から同様の測定が継続されている。平成 27 年度からは爪白、見残しの 2 地点のみで測定した。

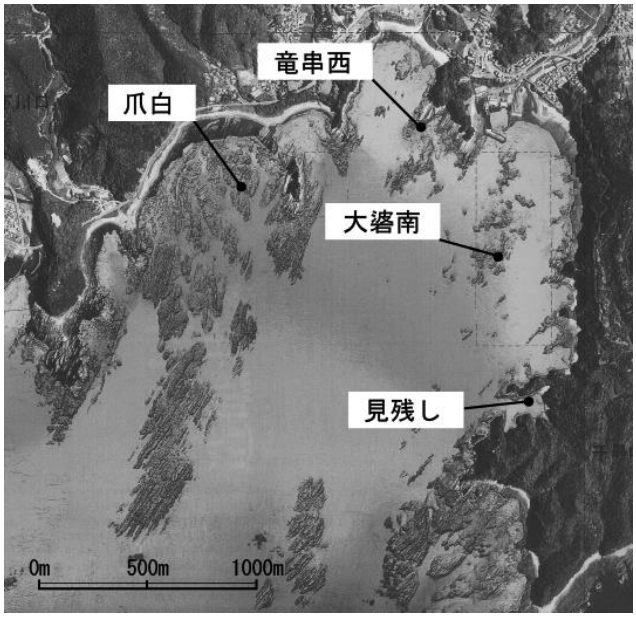


図 2-4-3. 水温計設置地点

ｂ）方法

図 2-4-3 に示した爪白、見残しの 2 カ所に水温データロガー（Onset 社製、HOBO　U22 Water Temp Pro V2）（図 2-4-4）をそれぞれ 1 個設置し、1 時間毎の海水温（℃）を測定した。

爪白、竜串西、大碆南の水温データロガーは平成 21 年 7 月 23 日に、見残しのロガーは平成 24 年 11 月 17 日に設置され、以降、水温データの読み取りが行われている。昨年度は平成 28 年 1 月 14 日にロガーの交換を実施し、今年度は平成 28 年 1 月 26 日に見残し、2 月 3 日に爪白で交換を行なった。

図 2-4-4. 設置されたデータロガー

ｃ）測定結果

表 2-4-3 に平成 28 年 1 月 1 日～平成 29 年 1 月 25 日の日平均水温を示す。**図 2-4-5** に、計測開始から平成 29 年 1 月 25 日までの日平均水温の推移を示した。

表 2-4-3. 湾内 2 地点における日平均水温の推移（その１）（℃）

	平成 28 年 1 月			平成 28 年 2 月			平成 28 年 3 月	
	爪白	見残し		爪白	見残し		爪白	見残し
1 日	19.7	20.4	1 日	18.2	18.1	1 日	17.3	16.5
2 日	20.2	20.6	2 日	18.2	17.3	2 日	16.8	17.0
3 日	20.4	20.4	3 日	18.0	17.5	3 日	16.9	17.0
4 日	20.2	20.1	4 日	17.7	17.6	4 日	17.1	17.1
5 日	19.8	19.7	5 日	17.6	17.5	5 日	17.2	17.1
6 日	19.3	19.4	6 日	17.5	17.1	6 日	17.3	17.4
7 日	19.0	19.5	7 日	17.7	17.4	7 日	17.6	17.7
8 日	19.0	19.6	8 日	17.5	17.6	8 日	17.8	18.0
9 日	19.3	19.7	9 日	17.3	16.9	9 日	17.7	17.5
10 日	19.2	19.3	10 日	17.0	16.9	10 日	17.2	17.2
11 日	18.8	19.1	11 日	17.1	17.0	11 日	17.1	16.6
12 日	18.5	18.7	12 日	17.0	16.8	12 日	16.5	16.5
13 日	18.2	18.2	13 日	17.3	17.2	13 日	16.6	16.8
14 日	18.4	18.6	14 日	17.5	17.5	14 日	18.6	18.0
15 日	18.7	19.3	15 日	16.9	15.8	15 日	18.4	17.8
16 日	18.9	19.3	16 日	16.1	14.7	16 日	18.6	18.5
17 日	18.8	18.9	17 日	15.8	15.0	17 日	18.8	18.7
18 日	18.7	18.7	18 日	15.7	16.1	18 日	18.8	18.7
19 日	18.1	17.1	19 日	16.2	16.3	19 日	18.6	18.7
20 日	16.9	16.4	20 日	16.9	16.5	20 日	18.2	18.5
21 日	17.0	17.5	21 日	17.5	17.2	21 日	17.9	18.0
22 日	18.2	18.4	22 日	17.0	17.2	22 日	18.1	18.0
23 日	18.7	18.9	23 日	17.2	17.1	23 日	18.2	18.1
24 日	18.2	18.4	24 日	16.9	16.7	24 日	18.2	18.2
25 日	17.9	17.8	25 日	16.7	16.6	25 日	17.9	17.8
26 日	17.8	18.1	26 日	16.5	16.4	26 日	17.8	17.7
27 日	18.4	18.7	27 日	16.6	16.7	27 日	17.7	17.5
28 日	18.4	18.5	28 日	17.7	18.0	28 日	17.4	17.1
29 日	18.5	18.6	29 日	18.0	17.6	29 日	17.2	17.3
30 日	18.7	18.7				30 日	17.2	17.1
31 日	18.6	18.6				31 日	17.2	17.1

表 2-4-3. 湾内 4 地点における日平均水温の推移（その２）（℃）

	平成 28 年 4 月			平成 28 年 5 月			平成 28 年 6 月	
	爪白	見残し		爪白	見残し		爪白	見残し
1 日	17.4	17.4	1 日	21.6	21.8	1 日	23.1	23.3
2 日	17.8	18.0	2 日	21.6	21.9	2 日	23.3	23.6
3 日	18.2	18.1	3 日	21.9	22.0	3 日	23.6	23.9
4 日	19.6	19.3	4 日	21.8	21.4	4 日	23.5	23.8
5 日	20.6	20.4	5 日	21.6	21.6	5 日	23.3	23.2
6 日	20.4	20.3	6 日	20.9	21.1	6 日	23.0	22.9
7 日	20.3	20.4	7 日	20.7	20.9	7 日	23.1	23.2
8 日	19.4	19.8	8 日	20.7	20.7	8 日	23.4	23.7
9 日	19.0	19.2	9 日	20.4	20.4	9 日	24.3	24.5
10 日	19.5	19.4	10 日	20.4	20.5	10 日	24.7	25.3
11 日	19.1	19.2	11 日	20.3	20.5	11 日	25.1	25.4
12 日	18.8	18.6	12 日	19.9	20.3	12 日	25.1	25.3
13 日	19.6	19.1	13 日	20.3	20.5	13 日	25.1	25.1
14 日	20.2	20.4	14 日	20.5	20.6	14 日	25.1	25.4
15 日	20.3	20.3	15 日	21.0	21.0	15 日	25.5	25.7
16 日	20.5	20.4	16 日	21.9	21.9	16 日	25.4	25.2
17 日	20.7	20.7	17 日	22.2	22.4	17 日	24.8	24.8
18 日	20.2	20.2	18 日	21.4	21.8	18 日	24.4	24.8
19 日	19.0	19.5	19 日	21.3	21.3	19 日	24.4	24.5
20 日	18.6	18.7	20 日	21.0	20.9	20 日	23.9	24.2
21 日	18.9	18.8	21 日	21.0	21.1	21 日	23.7	24.0
22 日	19.6	19.7	22 日	21.2	21.2	22 日	23.0	23.4
23 日	19.9	20.1	23 日	21.4	21.6	23 日	22.9	23.5
24 日	19.9	20.0	24 日	21.7	21.8	24 日	22.7	23.3
25 日	19.8	19.8	25 日	21.9	21.9	25 日	22.5	23.1
26 日	20.0	20.1	26 日	22.1	22.0	26 日	22.2	22.5
27 日	20.4	20.6	27 日	22.3	22.4	27 日	22.0	22.4
28 日	21.3	21.1	28 日	22.4	22.5	28 日	22.4	22.5
29 日	21.5	21.6	29 日	22.5	22.5	29 日	22.2	22.5
30 日	21.6	21.6	30 日	22.8	22.9	30 日	22.2	22.4
			31 日	23.3	23.6			

表 2-4-3. 湾内 4 地点における日平均水温の推移（その３）（℃）

	平成 28 年 7 月			平成 28 年 8 月			平成 28 年 9 月	
	爪白	見残し		爪白	見残し		爪白	見残し
1 日	22.7	23.1	1 日	28.9	29.0	1 日	27.8	27.8
2 日	23.0	23.8	2 日	28.4	29.4	2 日	27.6	27.8
3 日	23.4	24.4	3 日	27.1	28.3	3 日	27.8	27.9
4 日	23.1	24.0	4 日	27.4	28.2	4 日	28.1	28.1
5 日	23.0	23.9	5 日	28.2	28.2	5 日	28.0	28.1
6 日	23.1	24.4	6 日	28.5	28.5	6 日	27.8	27.8
7 日	23.3	24.0	7 日	28.4	28.5	7 日	27.9	27.8
8 日	23.2	23.7	8 日	28.5	28.7	8 日	27.7	27.9
9 日	23.7	23.8	9 日	28.6	28.9	9 日	27.6	27.7
10 日	23.8	24.4	10 日	28.4	29.3	10 日	27.8	27.7
11 日	23.8	24.3	11 日	28.0	29.2	11 日	27.7	27.6
12 日	23.9	24.6	12 日	28.2	28.6	12 日	27.7	27.7
13 日	23.8	25.0	13 日	29.2	28.9	13 日	27.7	27.7
14 日	23.8	24.4	14 日	29.5	29.7	14 日	27.6	27.9
15 日	23.3	24.4	15 日	29.3	29.9	15 日	27.6	27.7
16 日	23.6	23.8	16 日	29.0	29.7	16 日	27.9	27.7
17 日	24.7	24.7	17 日	28.2	29.4	17 日	28.2	28.0
18 日	25.6	26.0	18 日	28.1	28.5	18 日	27.8	28.0
19 日	26.1	26.5	19 日	28.1	28.4	19 日	27.6	27.8
20 日	25.9	26.8	20 日	28.7	28.7	20 日	27.2	27.3
21 日	26.5	27.0	21 日	29.1	29.5	21 日	26.9	26.9
22 日	26.9	27.5	22 日	29.3	29.7	22 日	27.0	26.9
23 日	27.4	27.2	23 日	28.8	29.4	23 日	27.2	27.2
24 日	27.6	27.6	24 日	28.3	28.7	24 日	27.3	27.4
25 日	27.9	27.8	25 日	28.3	28.2	25 日	27.3	27.3
26 日	28.0	28.2	26 日	28.5	28.4	26 日	27.4	27.5
27 日	27.7	28.2	27 日	28.4	28.6	27 日	27.3	27.5
28 日	27.4	28.0	28 日	28.6	28.6	28 日	27.2	27.4
29 日	27.3	27.7	29 日	27.9	28.7	29 日	27.2	27.6
30 日	27.6	27.7	30 日	27.8	28.1	30 日	27.5	27.5
31 日	28.5	28.2	31 日	27.7	27.8			

表 2-4-3. 湾内 4 地点における日平均水温の推移（その４）（℃）

	平成 28 年 10 月			平成 28 年 11 月			平成 28 年 12 月	
	爪白	見残し		爪白	見残し		爪白	見残し
1 日	27.3	27.6	1 日	23.8	23.9	1 日	21.0	21.3
2 日	27.7	27.6	2 日	23.5	24.0	2 日	20.9	21.4
3 日	27.4	27.7	3 日	23.6	23.5	3 日	20.9	21.1
4 日	27.3	27.4	4 日	23.8	23.9	4 日	20.7	21.0
5 日	27.2	27.3	5 日	23.7	23.8	5 日	20.4	20.5
6 日	27.3	27.4	6 日	23.5	23.6	6 日	20.0	19.8
7 日	27.2	27.2	7 日	23.3	23.3	7 日	19.6	20.0
8 日	27.2	27.2	8 日	23.1	23.6	8 日	19.8	20.1
9 日	26.9	27.0	9 日	23.1	23.6	9 日	19.6	20.2
10 日	26.7	26.7	10 日	22.9	23.6	10 日	19.5	19.9
11 日	26.5	26.4	11 日	23.3	23.4	11 日	19.3	19.4
12 日	26.3	26.5	12 日	23.4	23.3	12 日	19.5	19.4
13 日	26.2	26.3	13 日	23.4	23.6	13 日	19.7	19.8
14 日	26.0	26.1	14 日	23.2	23.2	14 日	19.3	19.1
15 日	25.5	25.8	15 日	23.1	23.3	15 日	18.9	19.0
16 日	25.3	25.4	16 日	23.0	23.1	16 日	18.5	18.0
17 日	25.5	25.7	17 日	23.0	23.0	17 日	18.7	18.9
18 日	25.9	26.0	18 日	22.9	23.0	18 日	18.8	19.0
19 日	25.9	26.0	19 日	22.9	22.9	19 日	19.0	19.2
20 日	25.9	25.9	20 日	22.9	23.0	20 日	19.1	19.3
21 日	25.7	25.8	21 日	22.9	23.0	21 日	19.5	19.5
22 日	25.5	25.6	22 日	23.2	23.3	22 日	19.5	19.6
23 日	25.4	25.4	23 日	22.8	22.7	23 日	19.4	17.9
24 日	25.1	25.2	24 日	22.5	22.1	24 日	18.9	18.2
25 日	24.9	24.8	25 日	22.2	22.2	25 日	18.8	18.9
26 日	25.1	25.0	26 日	22.2	22.2	26 日	18.9	19.0
27 日	25.0	25.1	27 日	21.9	22.4	27 日	18.0	18.3
28 日	24.8	24.9	28 日	21.3	22.0	28 日	17.2	17.5
29 日	24.6	24.9	29 日	21.1	21.1	29 日	16.9	16.9
30 日	24.6	24.7	30 日	20.9	21.3	30 日	17.4	16.8
31 日	24.2	24.5				31 日	19.0	17.5

表 2-4-3. 湾内 4 地点における日平均水温の推移（その５）（℃）

	平成 29 年 1 月			左列からの続き	
	爪白	見残し		爪白	見残し
1 日	18.7	18.6	14 日	17.8	17.9
2 日	18.5	18.6	15 日	17.2	17.3
3 日	18.3	18.2	16 日	16.8	17.1
4 日	19.0	18.0	17 日	18.2	17.9
5 日	18.8	18.9	18 日	19.4	19.3
6 日	18.5	18.7	19 日	19.0	19.2
7 日	19.2	18.8	20 日	18.1	18.6
8 日	19.9	19.7	21 日	17.4	17.7
9 日	19.4	19.1	22 日	18.2	18.2
10 日	18.9	18.9	23 日	18.1	18.4
11 日	18.4	18.4	24 日	17.4	17.9
12 日	18.7	18.9	25 日	17.8	18.0
13 日	18.1	18.7			

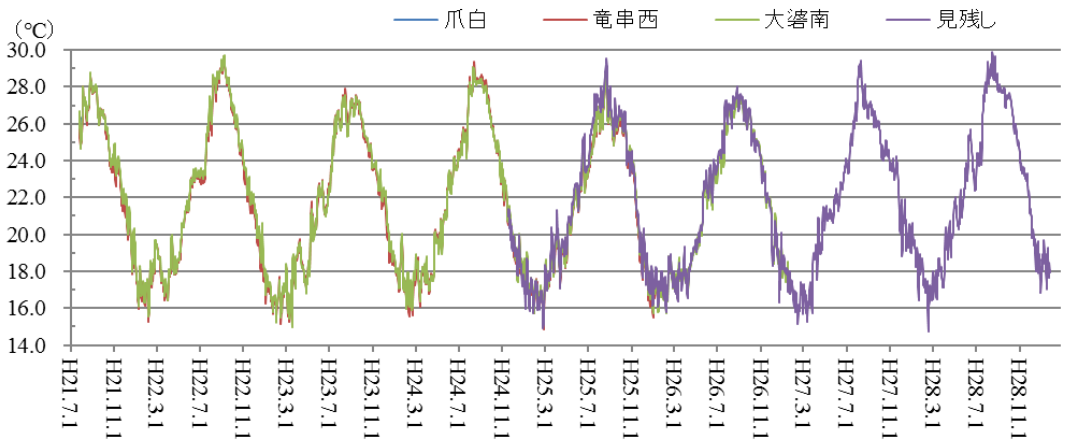


図 2-4-5. 竜串湾内 4 地点における日平均水温の推移

（※平成 27 年度より見残し、爪白の 2 地点のみ観察）

計測開始からの各地点の年ごとの平均水温、最高水温、最低水温を**表 2-4-4**、**表 2-4-5**、**表 2-4-6** に示した（この値は毎時水温から抽出したため、日平均水温が記された**表 2-4-3**、**図 2-4-5** とは必ずしも一致しないことに注意）。

表 2-4-4. 年別地点別の年平均水温（℃）

	爪白	竜串西	大碆南	見残し
平成 21 年	－	－	－	－
平成 22 年	21.9	21.8	22.0	－
平成 23 年	21.5	21.5	21.5	－
平成 24 年	21.8	21.8	21.8	－
平成 25 年	21.4	21.4	21.5	21.8
平成 26 年	21.5	－	21.6	21.7
平成 27 年	21.7	－	－	21.8
平成 28 年	**22.1**	**－**	**－**	**22.2**
平均	21.7	21.6	21.7	21.9

表 2-4-5. 年別地点別の年最高水温（℃）

	爪白	竜串西	大碆南	見残し
平成 21 年	29.0	29.1	29.1	－
平成 22 年	29.9	29.9	30.0	－
平成 23 年	28.2	28.6	28.4	－
平成 24 年	29.6	29.8	30.0	－
平成 25 年	29.5	29.3	29.2	30.2
平成 26 年	27.9	－	28.2	28.6
平成 27 年	28.8	－	－	30.0
平成 28 年	**30.1**	－	**－**	**30.4**
平均	29.1	29.3	29.2	29.8

表 2-4-6. 年別地点別の年最低水温（℃）

	爪白	竜串西	大碆南	見残し
平成 21 年	－	－	－	－
平成 22 年	15.2	14.8	15.2	－
平成 23 年	14.6	14.7	14.9	－
平成 24 年	15.2	15.2	15.3	－
平成 25 年	14.7	14.6	14.9	13.0
平成 26 年	15.1	－	15.1	15.4
平成 27 年	15.2	－	－	13.0
平成 28 年	**15.2**	－	**－**	**13.2**
平均	15.0	14.8	15.1	13.6

今年度の年間平均水温は例年に比べてやや高く（総平均から＋0.3～0.4℃）、特に夏の水温が高くなった年であるといえる。

今年度の最高水温は、これまでの観測年で最低であった平成 26 年度に比べて爪白では 2.2℃、見残しでは 1.8℃高い値となり、平年と比べてもそれぞれ爪白で 1.0℃、見残しで 0.6℃高かった。今年度は夏季にサンゴの白化がわずかに見られたが、この高水温の影響によるものと考えられた。最低水温は爪白と見残しの両地点で昨年度と差は見られなかった。今年度の最高水温と最低水温の差は見残しで 17.2℃と、14.9℃だった爪白よりも 2.3℃差が大きかったことになるが、昨年度の 3.5℃に比べると 1.2℃も小さくなった。

冬の最低水温が高いことで、造礁サンゴ類の生存に有利な影響が出た可能性がある。一方で、海藻類などの生育は最低水温が高かったことから不利な影響を受けた可能性がある。

２−５．竜串リーフチェック調査（本業務外から）

竜串では市民による海域モニタリング活動として、NPO 竜串観光振興会と黒潮生物研究所の共催によるリーフチェックが平成 19 年から年一回実施されている。リーフチェックはサンゴ礁の健全度を規定の方法で調査するプログラムで統一的な手法により、世界各国で実施されている国際的なモニタリング活動である。調査にはデータを解析する科学者の参加が必要で、科学者と一般ダイバーが共同で調査を実施している。本調査ではライントランゼクト法、およびベルトトランゼクト法により、造礁サンゴの被度、魚類や無脊椎動物の生息状況、環境の撹乱状況などが記録している。

ａ）方法

今年度は 11 月 7〜 8 日に調査を実施した。また、7 日には一般公開の勉強会を開催し、竜串の自然環境や、リーフチェックの調査方法を紹介した。

当日の行程と調査方法

調査は例年と同様の方法で行った。爪白海岸地先の水深約 3 m と約 6 m に設置した長さ 100 m の永久ライン上に、それぞれ 20 m×4 区域の調査区を設定し、リーフチェックの既定の方法により、底質調査及びサンゴの攪乱状況の観察、魚類および無脊椎動物調査を行った。なお、竜串リーフチェックの魚類調査、無脊椎動物調査では、世界で統一された調査対象種に加え、地域の代表種として、ツメタカと呼ばれ食用とされるニシキウズガイ科の巻貝（ギンタカハマ、ベニシリダカ、ニシキウズなどの直径 3 cm 以上の個体のみ対象）、ソラスズメダイを調査対象に加えている。さらに既定の調査項目に加え、底質のハードコーラル（＝造礁サンゴ類）を 7 グループ（ハナヤサイサンゴ科、ミドリイシ属、シコロサンゴ属、キッカサンゴ属、キクメイシ科、スリバチサンゴ属、その他のイシサンゴ）に分けて記録している。これはサンゴ群集の変化をより詳しく理解するために独自に行っている追加項目である。また、魚類についてはチョウチョウウオ類を種類ごとに記録しており、ポリプ食のグループと雑食性のグループの割合などを観察している。これによってサンゴへの依存度が高い魚類の出現割合や個体数がサンゴの被度の増減や組成の変化と対応してどのように変化するのかなどを検証している。ここでは主に底質調査の結果を引用する。

b）結果

①水深 3 m

造礁サンゴの割合（被度）は 50.0％±7.05（平均±標準誤差）であり、前年度（44.4%±4.8）と比較すると平均で+5.6％となっていた。ミドリイシ属のサンゴの被度の値が前年度より約 6％増えており、造礁サンゴの被度増加は主にミドリイシの成長による

ものと考えられた。その他の生物としてはソフトコーラル 1.25%、富栄養化の指標となる海藻 1.25%、カイメン、その他の生き物は 0%だった。生物全体の被度は 52.5%と前年度（47.5%）より高い値を示した。また、非生物については岩 46.25%、砂 1.25%となっていた。なお、最近死んだサンゴなどは確認されなかった。このほか、サンゴの物理的被害については 3 件（その他の被害 2、その他のゴミ 1）が観察された。白化したサンゴ、病気のサンゴなどは確認されなかった。

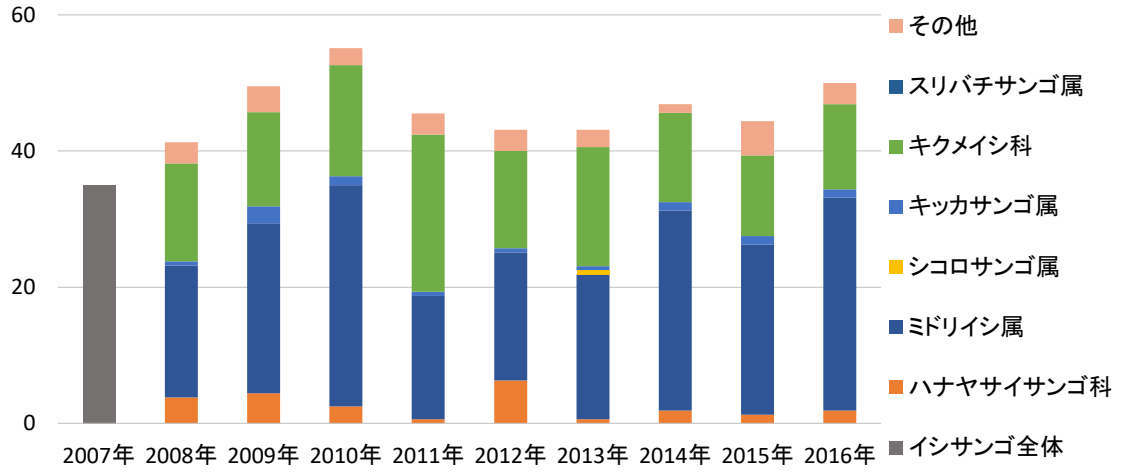


図 2-5-1. 調査範囲におけるサンゴ被度の移り変わり（3 m ライン）

②水深 6 m

造礁サンゴ類の割合（被度）は 41.3%±1.85（平均値±標準偏差）で前年度（44.4%±1.7）に比べて-3.1%となっていた。6 m ラインではキクメイシ科の被度が 22.5%と高く、前年度（25.0%）と同じく造礁サンゴ類の多くの割合を占めていた。なお、ミドリイシ属の被度は 10.0%で前年度とほぼ同様な値を示した。その他の生物はソフトコーラル 0.6%、富栄養化の指標となる海藻 0.6%、カイメン 1.9%、その他 0%となっており、生物全体の被度は 44.4%と前年度（51.3%）とくらべてやや低い値だった。非生物では最近死んだサンゴ 0%、岩 47.5%、礫 2.5%、砂 5.6%、シルト 0%となっていた。サンゴの物理的被害としては 11 件確認された。内訳はその他のサンゴ被害 6 件、ゴミ（漁網）4 件、その他のゴミ 1 件であった。白化したサンゴがわずかに確認された。

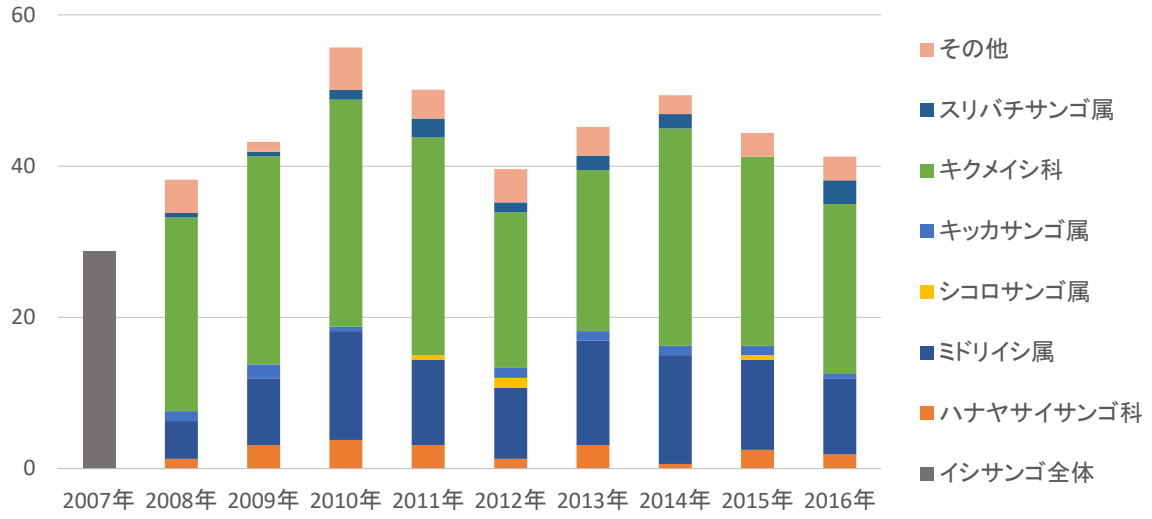


図 2-5-2. 調査範囲におけるサンゴ被度の移り変わり（6 m ライン）

③まとめ

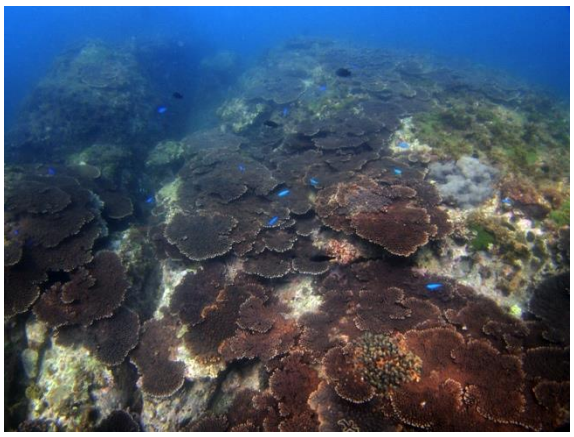
今回の底質調査によると、これまでと同様に本調査地では水深 3 m ラインと水深 6 m ライン共に、造礁サンゴ類（ハードコーラル）が卓越しており、造礁サンゴ類の被度は浅場の 3 m ラインでは 50.0%、深場の 6 m ラインでは 41.3%と高い値で維持されていた（**図 2-5-1**、**図 2-5-2**）。前回の調査時（平成 27 年 11 月）と比較して造礁サンゴ類の被度は水深 3 m で+5.5%、水深 6 m では-3.1%となっており、サンゴの被度は若干の増加傾向、もしくは横ばい傾向であった。また、今回の調査では 6 m ラインで白化したサンゴが確認されたが、いずれの水深でも最近死んだサンゴは確認されておらず、影響は軽微だったと考えられた。サンゴの物理的被害も例年と比べて特に多くはなかった。

これらの結果から、前回から今回の調査の間に調査地においてサンゴ群集の大きな攪乱は認められず、現状でサンゴの成育とって概ね好適な環境が保たれているものと評価できる。ただし、竜串湾海域では依然としてオニヒトデ大発生が続いており、調査範囲の周辺でもいくつか食痕がみられており注意が必要である。

資料 2-1. スポットチェック調査写真

各写真のキャプションに記されている番号は、以下の事項を示す

①地点名　②調査年月日　③サンゴの生育型　④生サンゴ被度　⑤その他の特記事項

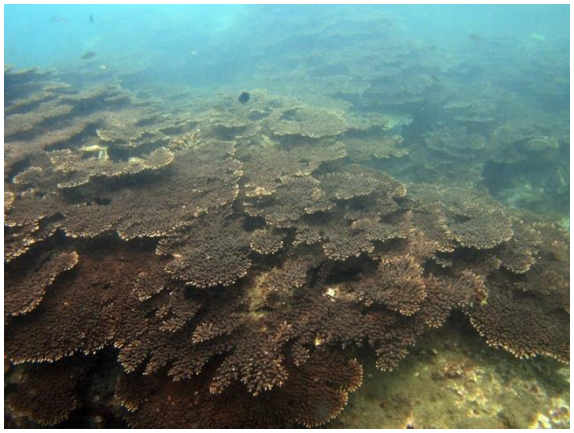


①：爪白　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：卓ミド優占　④：30%　⑤：岩盤上部は卓状ミドリイシ優占群集

①：爪白　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：卓ミド優占　④：30%　⑤：岩盤の斜面部は塊状・被覆状サンゴが多い

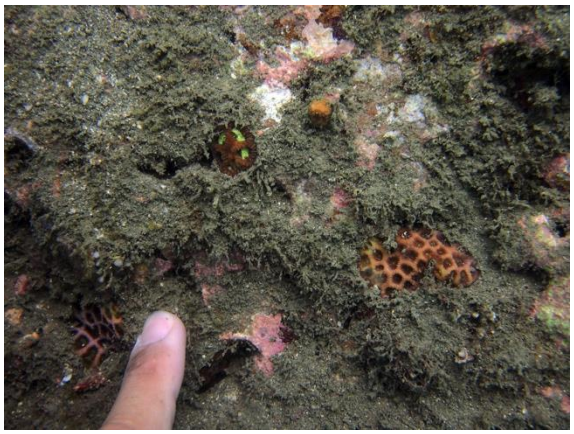
①：爪白　②：平成 28 年 7 月 7 日③：卓ミド優占
④：30%　⑤：調査中に確認されたオニヒトデ。
１５分換算で１個体（直径約 34 cm）

①：爪白　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：卓ミド優占　④：30%
⑤：オニヒトデの食痕が散見（食害率 5%未満）

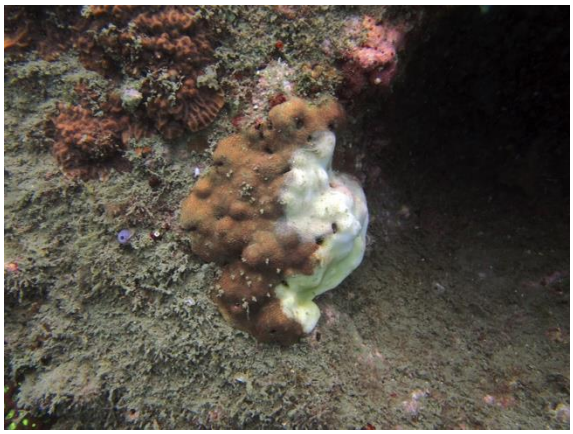


①：竜串西　②：平成 28 年 7 月 7 日　③：卓ミド優占　④：40%　⑤：クシハダミドリイシを中心とした高被度サンゴ群集が見られる

①：竜串西　②：平成 28 年 7 月 7 日　③：卓ミド優占　④：40%　⑤：4-5 m 以深の成育型は多種混成でサンゴの多様性が高い



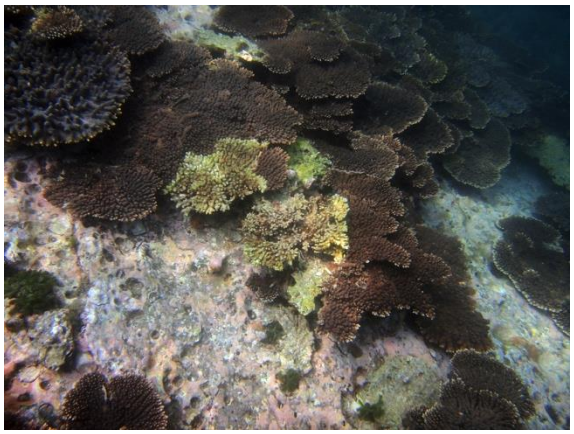
①：竜串西　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：卓ミド優占　④：40%
⑤：ミドリイシ属サンゴ以外の加入サンゴ群体が多い



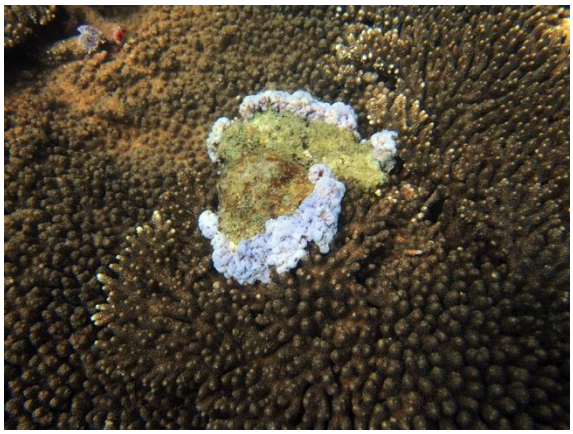
①：竜串西　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：卓ミド優占　④：40%
⑤：感染症と思われる病気で部分的に斃死したハマサンゴの一種

①：大碆南　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：卓ミド優占　④：40%
⑤：クシハダミドリイシとエンタクミドリイシが混成する卓状ミドリイシ優占の群集

①：大碆南　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：卓ミド優占　④：40%
⑤：調査中に確認されたオニヒトデ。１５分換算で 1 個体（直径約 26 cm）



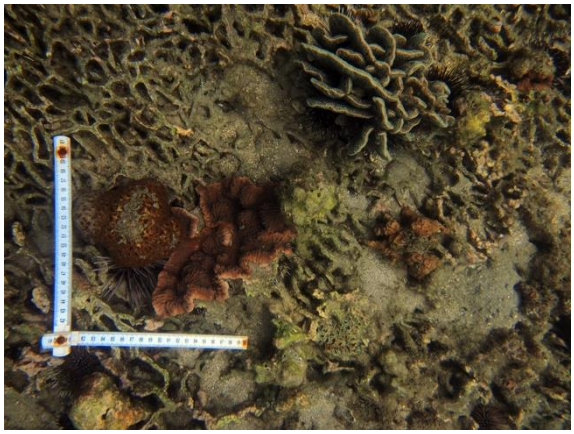
①：大碆南　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：卓ミド優占　④：40%
⑤：オニヒトデの食痕が散見（食害率 5%未満）



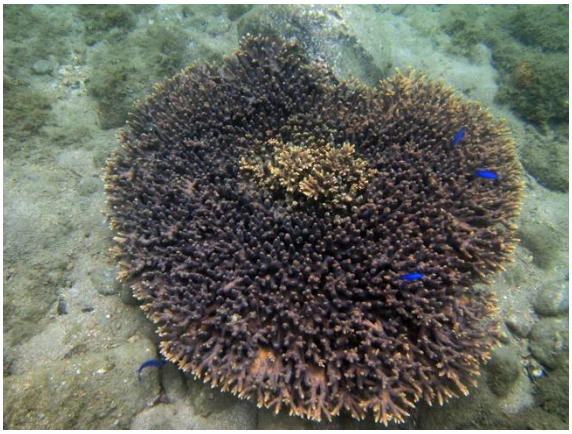
①：大碆南　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：卓ミド優占　④：40%
⑤：群体の異常発達（腫瘍）

①：見残し　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：シコロサンゴ優占　④：40%
⑤：見残しのシコロサンゴ優占の景観

①：見残し　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：シコロサンゴ優占　④：40%
⑤：上部が斃死したシコロサンゴ



①：見残し　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：シコロサンゴ優占　④：40%
⑤：斃死したシコロサンゴ上部に新たに定着した南方系のサザナミサンゴ



①：見残し　②：平成 28 年 7 月 7 日
③：シコロサンゴ優占　④：40%
⑤：調査範囲で最も大きい卓状ミドリイシ（約 70 cm）

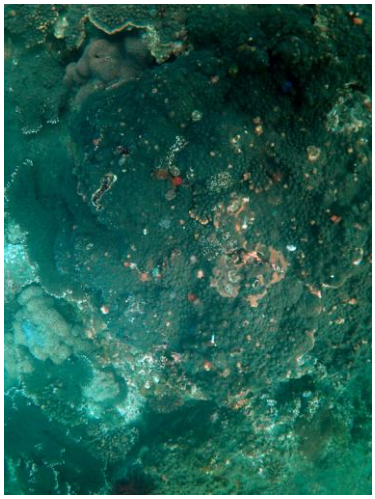
資料 2-2. 各調査地点の定点写真

定点写真　爪白（平成 28 年 12 月 8 日）

L1-1

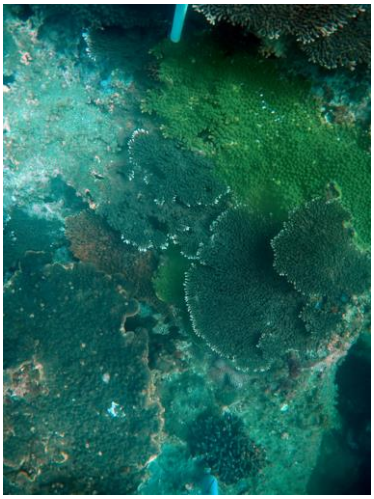
L2-1

L3-1

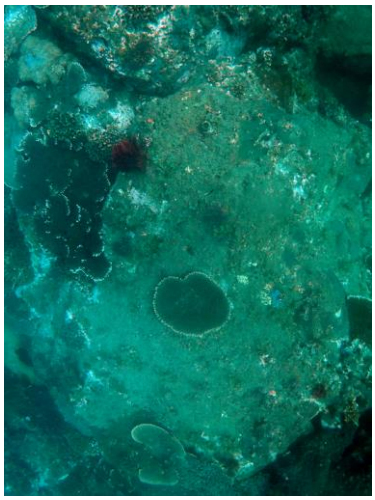


L1-2

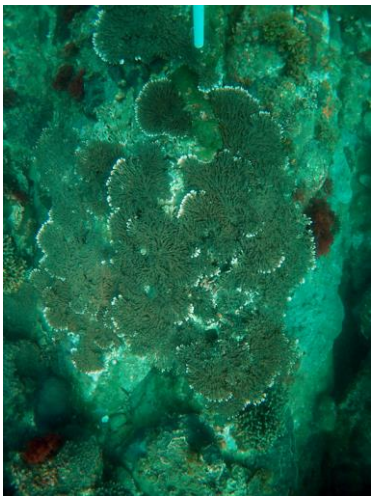
L2-2



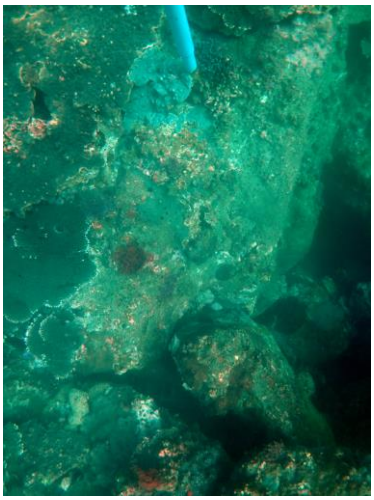
L3-2



L1-3



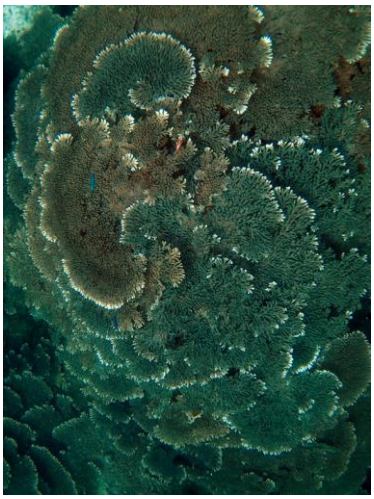
L2-3



L3-3

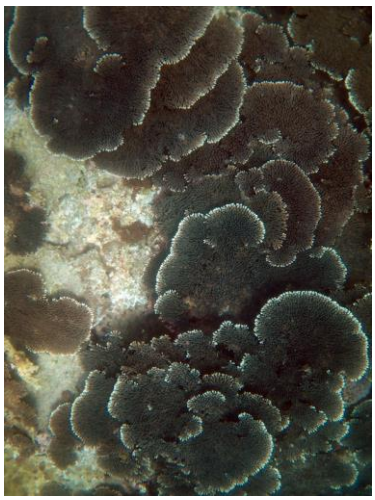
定点写真　竜串西（平成 28 年 12 月 8 日）

L1-1

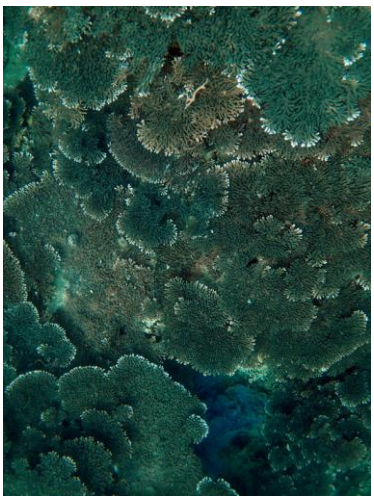


L2-1

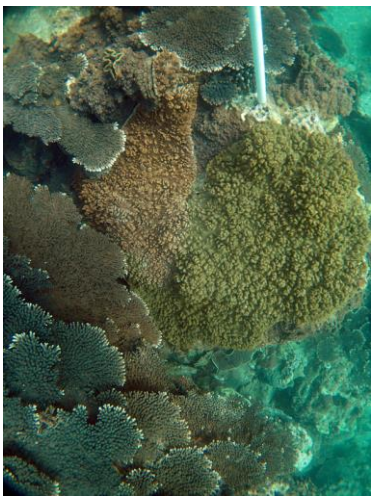
L3-1



L1-2

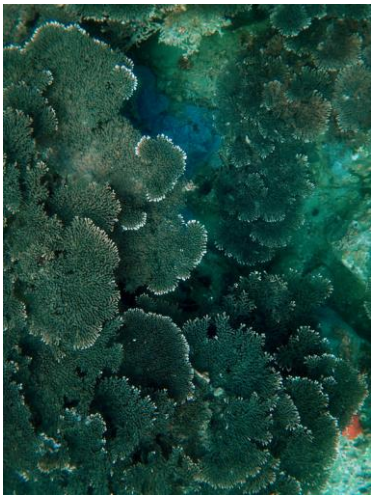


L2-2



L3-2

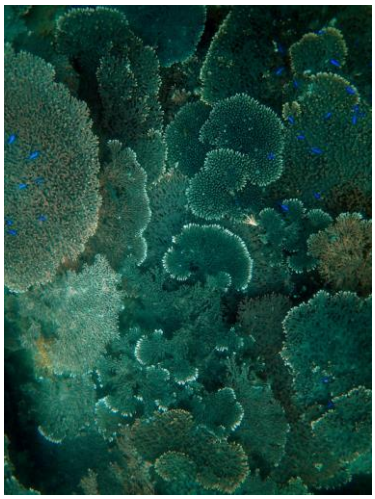
L1-3



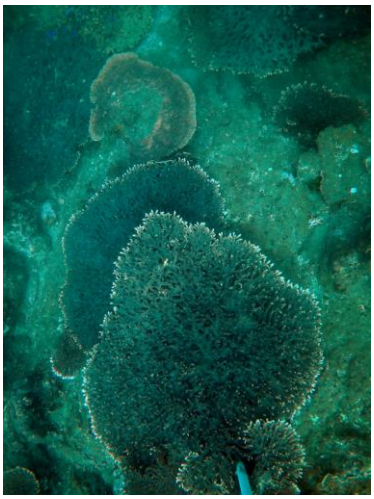
L2-3

L3-3

定点写真　大碆南（平成 28 年 12 月 8 日）

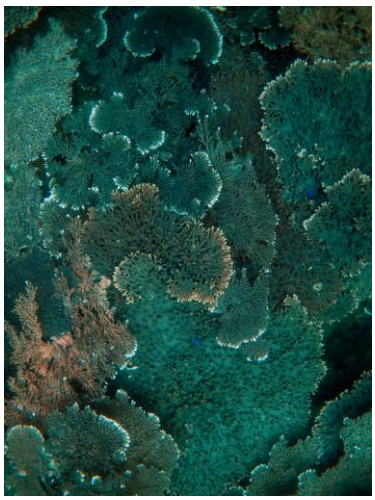


L1-1



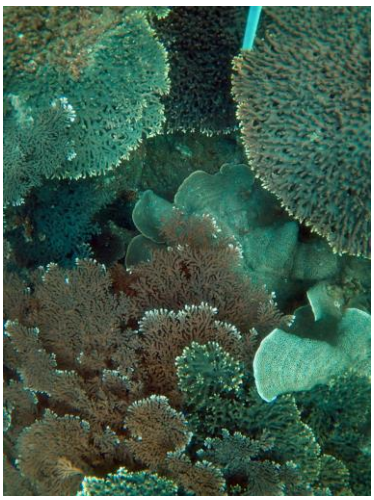
L2-1

L3-1

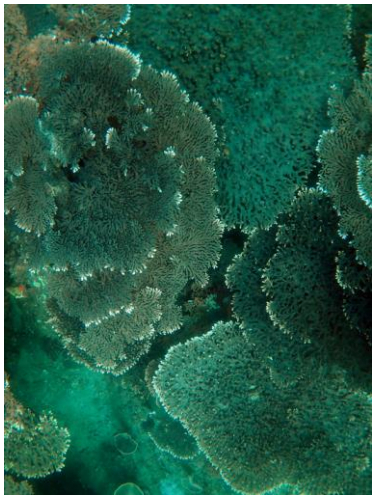


L1-2

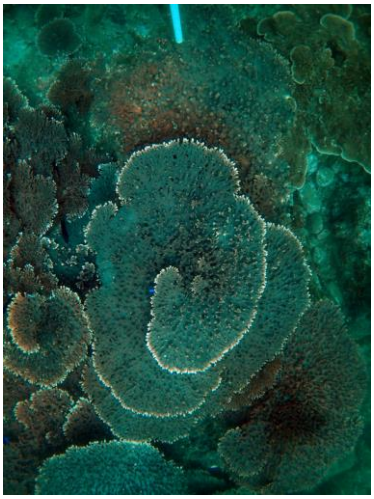
L2-2



L3-2



L1-3

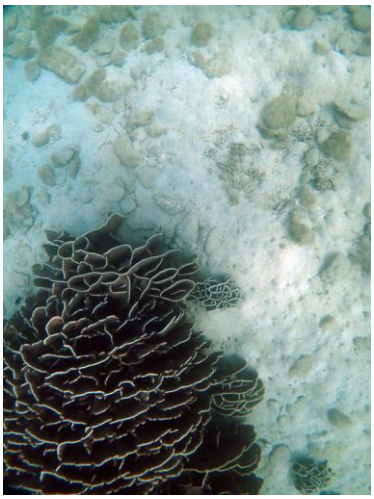


L2-3

L3-3

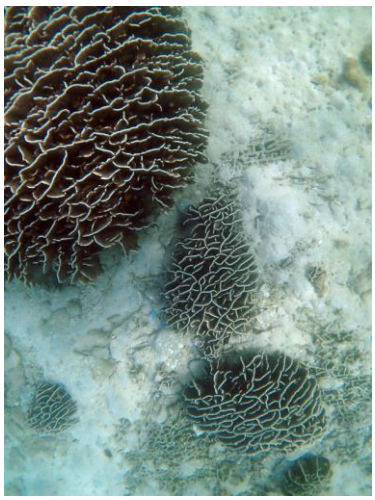
定点写真　見残し（平成 28 年 12 月 8 日）

L1-1

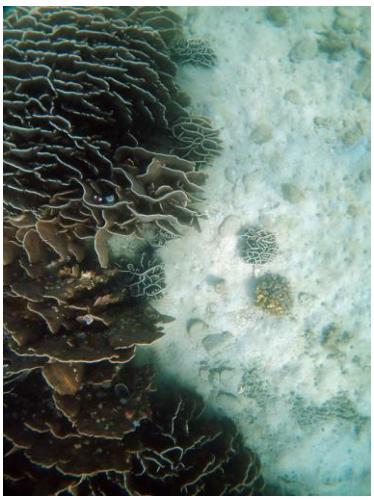


L2-1

L3-1

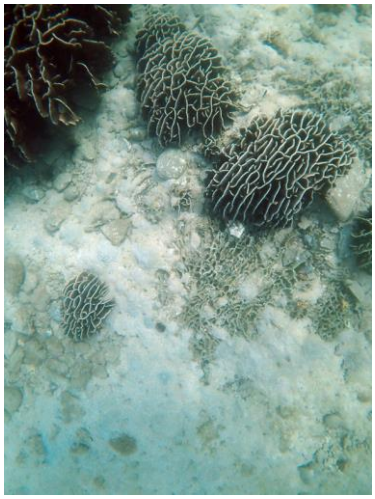


L1-2

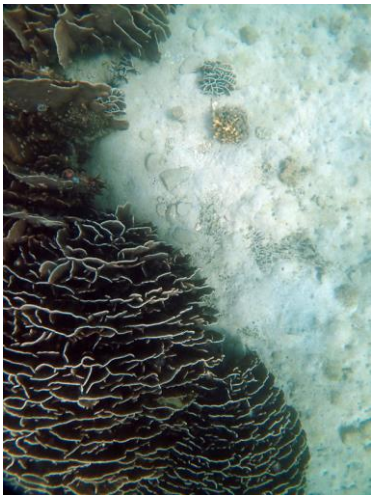


L2-2

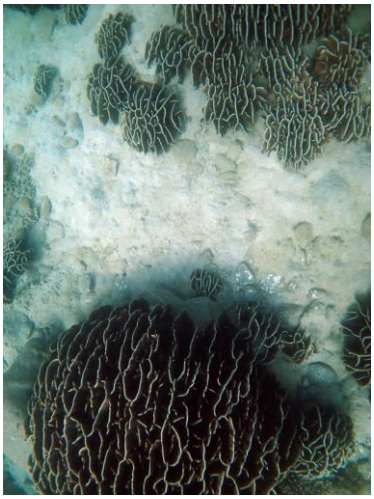
L3-2



L1-3



L2-3



L3-3

３．サンゴ群集等の長期モニタリング実施体制の構築に向けた検討

市民参加、地元主導による長期的なモニタリング体制の構築を目指し、調査手法等に関する研修会・勉強会を開催し、活動への参加者の育成を図るとともに、適切な手法の検討、実施体制の構築に向けた問題・課題の抽出等を行った。

３−１．モニタリング研修会・勉強会の開催

当該海域におけるサンゴ群集を対象、又は指標とした長期モニタリング実施体制の構築に向けた検討を行うため、下記の日程でモニタリングに関する研修会・勉強会を実施した

- 第 1 回（平成 28 年 7 月 30 日）：竜串サンゴのモニタリング勉強会
- 第 2 回（平成 28 年 11 月 7 日）：竜串リーフチェック勉強会
- 第 3 回（平成 29 年 3 月 12 日）陸上でできる海域モニタリング調査手法の検討のための勉強会

１）竜串サンゴのモニタリング勉強会（図 3-1-1）

市民主導型の海域モニタリング活動の一環として、平成 26 年度より行っている足摺宇和海国立公園大月地区パークボランティアによる竜串湾でのサンゴモニタリング調査（スポットチェック調査）にあわせて、以下の内容で勉強会を実施した。また、一般市民にも参加募集を行った。竜串地区における海域モニタリング活動の必要性とさまざまなサンゴのモニタリング調査法についての理解を深めてもらい、参加者のスキル取得を目指した。今年度はスポットチェック法、SPSS 測定法のほか、コドラート法を用いたサンゴ被度の算出法などに関するレクチャーなども行った。

日時	平成 28 年 7 月 30 日
場所	土佐清水市竜串福祉センター
参加者	高知大学、足摺宇和海国立公園パークボランティアの会、地区住民、黒潮生物研究所、土佐清水自然保護官事務所（計 15 名程度） 講師：黒潮生物研究所 主任研究員 目﨑拓真 環境省土佐清水自然保護官事務所　山下淳一

内容	①講話「竜串自然再生の取り組み紹介」 ②講習「サンゴモニタリング手法に関するレクチャー」 ③スポットチェック調査の実施（スタッフおよび大月地区 PV、一般参加者 15 名程度） ④講習「SPSS の測定」 ⑤講習「データのとりまとめと振り返り」および意見交換 ⑥意見交換

図 3-1-1. 取り組みの様子　上左：勉強会の様子、上右・下：スポットチェック調査の様子

なお、調査実習後の意見交換では、参加者から以下のような感想があった。

＜参加者の感想＞

・　見残しをゆっくり、湾全体を見ながら泳げて良かった。

・　見残しの陸側（観光道）初めてだったので、観光してきた。爪白は昨年より波のうねり

は小さかった。

- 見残しはサンゴしか無いので物足りない。爪白は波が強かったせいで短縮されたが、時間がもう少し欲しかった。
- 先日行った鵜来島は良い環境だけど、サンゴが少ない。が、港のテトラポットには多くのサンゴが着いていたので、つかみ所がなくて人間みたい。それがよかった。
- 今年は白化について強調していたので、愛南町でも気をつけたい。
- スノーケルも調査も初めてだった。他のガイド養成講座で学んだことを実地で体験できて、より理解しやすくなった。こうして体験的にできると、初心者も楽しく参加できるのでよい。
- 中学校以来のスノーケル。生態について考えながらできた。
- 中学校以来。サンゴを初めて見られて、貴重な体験になった。サンゴが食害にあっているのを初めて知った。
- 初めて講習＋フィールドワークに参加。よい経験になった。以前は浅瀬でスノーケリングしたのみで、初めてだらけで参加して良かった。
- 次回は潜れるようになって、水面からばかりでなく、違う視点でサンゴや海中が見られるようになりたい。
- 海に関わる学生が増えてきて、実際に自分の目で見てほしかったので、参加して良かった。

２）竜串リーフチェック勉強会（図 3-1-2）

NPO 竜串観光振興会と黒潮生物研究所が共催で行っている竜串リーフチェックに合わせて市民参加の勉強会を開催し、竜串湾におけるサンゴの生育状況の現況や撹乱要因、モニタリング活動に関する意義についての講演、これまでの竜串リーフチャックの結果と調査手法に関する講習等を行った。この勉強会は広報誌や市内放送などで通じて周知し、調査参加者だけでなく、地区住民にも参加してもらえるようにした。

日時	平成 28 年 11 月 6 日
場所	竜串ふれあいセンター
参加人数	竜串リーフチェック参加者、土佐清水観光ボランティア、ほか地区住民、黒潮生物研究所、土佐清水自然保護官事務所（計 15 名程度） 講師：佐野 美月（竜串リーフチェックチームリーダー） 中地 シュウ（竜串リーフチェックチームサイエンティスト・黒潮生物研究所） 戸篠 祥（黒潮生物研究所）
内容	① 講話「サンゴが教えてくれる海の移り変わり」②「講和リーフチェックの取り組み紹介」、③記念講演「美しき漂流者～あなたの知らないクラゲの世界～」④意見交換、⑤サンゴモニタリング手法に関するレクチャー（講習）

図 3-1-2. 取り組みの様子　左：勉強会の様子　右：勉強会の翌日行われた調査の様子

３）陸上でできる海域モニタリング調査手法の検討のための勉強会（図 3-1-3）

竜串湾における市民参加型のモニタリング体制構築に向けた検討の一環として、潮間帯生物を指標とした環境評価モニタリング調査を行った。今回の調査は「瀬戸内海の海岸生物調査マニュアル」(http://www.city.kitakyushu.lg.jp/kankyou/00600105.html)に従って実施した。このマニュアルは、地域住民又は住民団体による海岸の自主的なモニタリング活動における使用を想定し、瀬戸内海環境保全知事・市長会議と瀬戸内海研究会議が協働で作成したものである。海岸生物、特に岩礁性潮間帯に生息する海藻類および無脊椎動物 20 種を指標生物として選定・スコア化し、その出現状況（出現種、生物量）から、調査した地域の海の環境（水質）および生物環境（生物量、多様性）について簡便な方法で評価するという調査手法である。なお、竜串湾では平成 26 年度と 27 年度にもこの調査を実施している（土佐清水自然保護官事務所の自然観察会として実施）。調査地点は過去 2 年の調査と同様に三崎川河口から海岸線を南東に行ったところにある「ワタリバ」と呼ばれる岩礁域とした。実施内容は以下の通りである。参加者に対して調査手法等のレクチャー（40 分程度）を室内で行ったのち、海岸に移動し、調査を実施した。その後、室内での採集生物の観察と調査結果のとりまとめをおこなった。

日時	平成 29 年 3 月 12 日
場所	竜串ふれあいセンター
参加人数	一般参加者 15 名、スタッフ 4 名（環境省土佐清水自然保護官事務所 2 名、黒潮生物研究所 2 名）
内容	・調査手法および潮間帯生物の生態などに関するレクチャー ・野外観察および調査の実施 ・採集した潮間帯生物の観察および調査結果のまとめ

図 3-1-3. 取り組みの様子　右：レクチャーの様子　左：野外観察の様子

今回の調査の結果を表 3-1-1 に示した。調査対象としている 2 種類の指標生物のうち、11 種類が観察され、指標点数の合計（T）は 123、平均点（T÷N）は 11.2 であった。水質の評価点は 89.5 点で判定は B（きれいな海）、生物環境の評価点は 81 点で判定は A（大変豊か）という結果が得られた。

表 3-1-1. 調査結果の集計表

調査日	平成 29 年 3 月 12 日	調査地	高知県土佐清水市竜串	
調査時間	11：15～12：15	干潮時刻と潮位	12：11（42 cm）	
指標生物		指標点数	出現状況	生物量
ケガキ		20	○	5
アオガイ		19	×	
ムラサキインコ		18	×	
クロフジツボ		17	○	10
カメノテ		16	○	5
イシゲ		15	×	
マツバガイ		14	○	10
ウミトラノオ		13	×	
ヒジキ		12	×	
ヨメガカサ		11	○	5
ウノアシガイ		10	○	10
オオヘビガイ		9	○	5
ヒザラガイ		8	○	10
イボニシ		7	○	10
アナアオサ		6	○	10
タテジマイソギンチャク		5	○	1
ムラサキイガイ		4	×	
マガキ		3	×	
シロスジフジツボ		2	×	
タテジマフジツボ		1	×	
観察種数 N（○の数）			11	生物環境の評価点
観察種の指標点数の合計 T			123	
平均点（T÷N）			11.2	81
水質の評価点（平均点×8）			89.5	

表 3-1-1. 調査結果の集計表（つづき）

＜水質の評価＞		判定
A　大変きれいな海	100 点以上	B
B　きれいな海	75～99 点	
C　やや汚れた海	50～74 点	
D　汚れた海	49 点以下	
＜生物環境の評価＞		判定
A　大変豊か	80 点以上	A
B　豊か	60～79 点	
C　ややとぼしい	40～59 点	
D　とぼしい	39 点以下	

４）まとめ

今回、市民参加・地元主導による長期的なモニタリング体制の構築に向けた検討として 3 つのモニタリング調査手法を取り上げ、研修会・勉強会を開催した。このうち、スポットチェック法およびリーフチェック法に関しては継続して行っているもので、調査員の育成がより進んだ。一方、潮間帯生物を指標とした環境評価調査については本業務の中でははじめて実施した。サンゴのような海中資源の動向を直接的にモニタリングする場合、SCUBA 潜水やスノーケリングによる作業が必要となり、一定のスキルや特別な装備を持った市民しか参加できないため、活動の輪を広げることが難しい。これに対して今回取り入れた潮間帯生物を対象とした調査は、海岸での生物の探索や観察の延長でできる手法であり、海中作業の伴うモニタリングと比べて、より幅広い市民に参加の機会を提供することができる。今回実施した結果、生物により環境を評価するという手法は子供でも大人でも興味を持ってもらいやすく、環境についての理解を深めやすいことがわかった。一部、当該海域では指標種として適切でないと思われる種（ヒジキなど）もあるが、瀬戸内地域ではこの手法で広く市民モニタリング活動が行われていることから、それらの地域との比較などを行うことができるという利点がある。いずれにしても今後、市民参加や多様な主体の参画によるモニタリング体制の構築を目指す上では有効な手法であることがわかった。

４．まとめ

本業務ではサンゴ生育状況等の継続的なモニタリングとして、前年度と同様に湾内 4 か所におけるスポットチェック調査、定点写真撮影調査（撮影範囲内のサンゴ被度の解析と撹乱状況の観察、固定範囲の景観変化の把握）を行った。また物理環境のモニタリングとして水温および SPSS（底質中懸濁物質量）の計測と解析を引き続き実施した。本業務で得られた結果から、「サンゴの生育状況及び物理環境」「サンゴ食害生物の食害影響」の観点でまとめを行った。

（１）サンゴの生育状況及び物理環境について

定点写真撮影調査の被度解析結果では、いずれの調査範囲においても、40%以上の高い被度が維持されていたのに加えて、前年度の調査時の被度よりも高い値を示していた。画像解析の結果では波浪の影響によるものと思われるサンゴの破損や移動などがいくつか観察されたが、大きな撹乱にはつながっていなかった。なお、爪白海岸地先で NPO 竜串観光振興会と黒潮生物研究所が実施しているリーフチェック調査においても、海域環境の大きな変化は認められておらず、イシサンゴ類に関しては高い被度が維持されていることが確認されている。水温の連続測定の結果によると年間平均水温は例年に比べてやや高い傾向があり、特に夏場の水温が高い値を示していた。この影響によるものと思われるサンゴの白化現象が、竜串湾海域を含む四国西南海域の複数の地点で確認されたが、サンゴ生育状況調査の結果から、その影響は軽微であると判断される。また SPSS の値は竜串西や見残しなど地形的に懸濁物質が溜まりやすいと考えられる場所で依然として高い値を示したが、これについてもサンゴの生育を阻害している様子は確認されなかった。

このように定期調査を行っている 5 m 以浅のモニタリング範囲ではサンゴ群集の被度や生育状況に顕著な変化や撹乱、物理環境の変化などは認められなかったことから、竜串湾内の浅場環境はサンゴ等の生育にとって好ましい状態に保たれているものと評価することができる。

今回の業務では継続モニタリングの他に、湾内全域におけるサンゴ類分布調査を実施した。このような全域分布調査は過去に 2 回、平成 14-15 年度と平成 22 年度に行われており、今回の調査で把握されたサンゴ群集の現況を、過去の状況を比較した。3 回の全域分布調査の結果から湾内全域のサンゴ被度分布の概要図を調査ごとにまとめた（**図 4-1～4-3**）。平成 13 年の水害の直後に実施した平成 14-15 年の調査では、被度 30%以上のサンゴ高被度域は爪白海岸中奥部の岸近く（スギノキミドリイシ高被度群集、クシハダミドリイシ高被度群集）、弁天島西岸の一部（クシハダミドリイシ高被度群集）、見残し湾（シコロサンゴ優占群集）など限られた範囲にしか見られず、その他の範囲ではサンゴの被度は 10%以下であっ

た。しかし、平成 22 年の調査では爪白海岸から弁天島の沖側部分、竜串海岸、ナカバエ、大碆、一の巣などの湾東部の離岸礁、湾奥部東岸（バンノコからワタリバに至る海岸線付近）などに広く被度 30%以上のサンゴ高被度域が認められるようになり、広い範囲でサンゴの分布の拡大と被度の増加していた。このように平成 14-15 年と平成 22 年にかけての 7 年間で、竜串湾内のサンゴ群集は全域的に回復が認められることが確認された。前回調査（平成 22 年）から 6 年後の実施となった今回の全域調査では、弁天島西岸、竜串海岸周辺、湾奥部東岸域などを中心に被度 30%以上のサンゴ高被度域が 5 年前と比較してさらに顕著に拡大していることが確認されたほか、爪白海岸中央部（クシハダミドリイシ高被度群集、スギノキミドリイシ高被度群集）、大碆・一の巣周辺（エンタクミドリイシ高被度群集）、見残し湾（シコロサンゴ高被度群集）などに見られるサンゴ群集の被度や規模がよく維持されていることが確認された。

（２）サンゴ食害生物による食害影響について

一方で、爪白海岸の西側部分から沖側部分（ロウコウ、遠奈路川河口部周辺、弁天島沖）などの範囲では明らかなサンゴ分布範囲の縮小（斃死範囲の拡大）と被度の低下が認められた。この主な要因として挙げられるのがオニヒトデの食害の影響である。竜串湾及びその周辺海域では平成 12 年頃からオニヒトデの分布密度の増加が見られるようになり、平成 16 年度以降、大発生状況となっている。この対策として、オニヒトデの駆除活動が継続的に行われており、平成 28 年度については環境省マリンワーカー事業（足摺海域サンゴ食害生物駆除事業：NPO 竜串観光振興会が請負）、水産多面的機能発揮対策事業（みんなの海を育てる会が実施）、市補助事業の 3 つの事業により、29 日 262 人回の規模で駆除が実施された。これによって湾内で 1,267 個体、湾外で 317 個体、計 1,584 個体のオニヒトデが駆除されている（**図 4-4**）。

オニヒトデの駆除数を地点別に見ると（**図 4-5**）、は湾西端の城ノ鼻、爪白海岸西側（ロウコウ周辺）、弁天島沖側範囲、大碆・イチノス周辺、砥崎周辺などで多く、爪白海岸及び弁天島周辺については全域調査で顕著な被度低下が確認された範囲とオニヒトデが多く駆除された範囲はよく一致している。なお、城ノ鼻（城ノ岬）からロウコウ、そして千尋岬先端部に近い砥崎周辺で駆除数が多いことから、これまでと同様に湾西岸域、および湾東岸域の両方からからのオニヒトデの侵入が続いているものと考えられた。今回の全域調査時の観察においても湾内のほとんどの範囲でオニヒトデが観察されており、現状ではオニヒトデの被害が湾内全域に拡大していると考えられた。平成 22、23 年度のピーク時と比較するとオニヒトデの年間駆除数は少なくなったが、依然として高い値で推移しており、海域公園区域を含む湾内で駆除されるオニヒトデの割合が高い状態が続いている。なお、今回データ

は示していないが、今年度の駆除個体のサイズを見ると腕径 10～20 cm 程度（1 ～2 歳）の小型個体の割合が顕著に増加している。このことは当該海域では、ここ数年間である程度のまとまった規模の新規加入が起こっていることを意味しており、今後オニヒトデの被害が増加する可能性を示唆する。このように今後の竜串湾のサンゴを主とした海域資源の持続的活用と保全を考える上でサンゴ食害生物対策の重要性はますます高まっているものと考えられた。

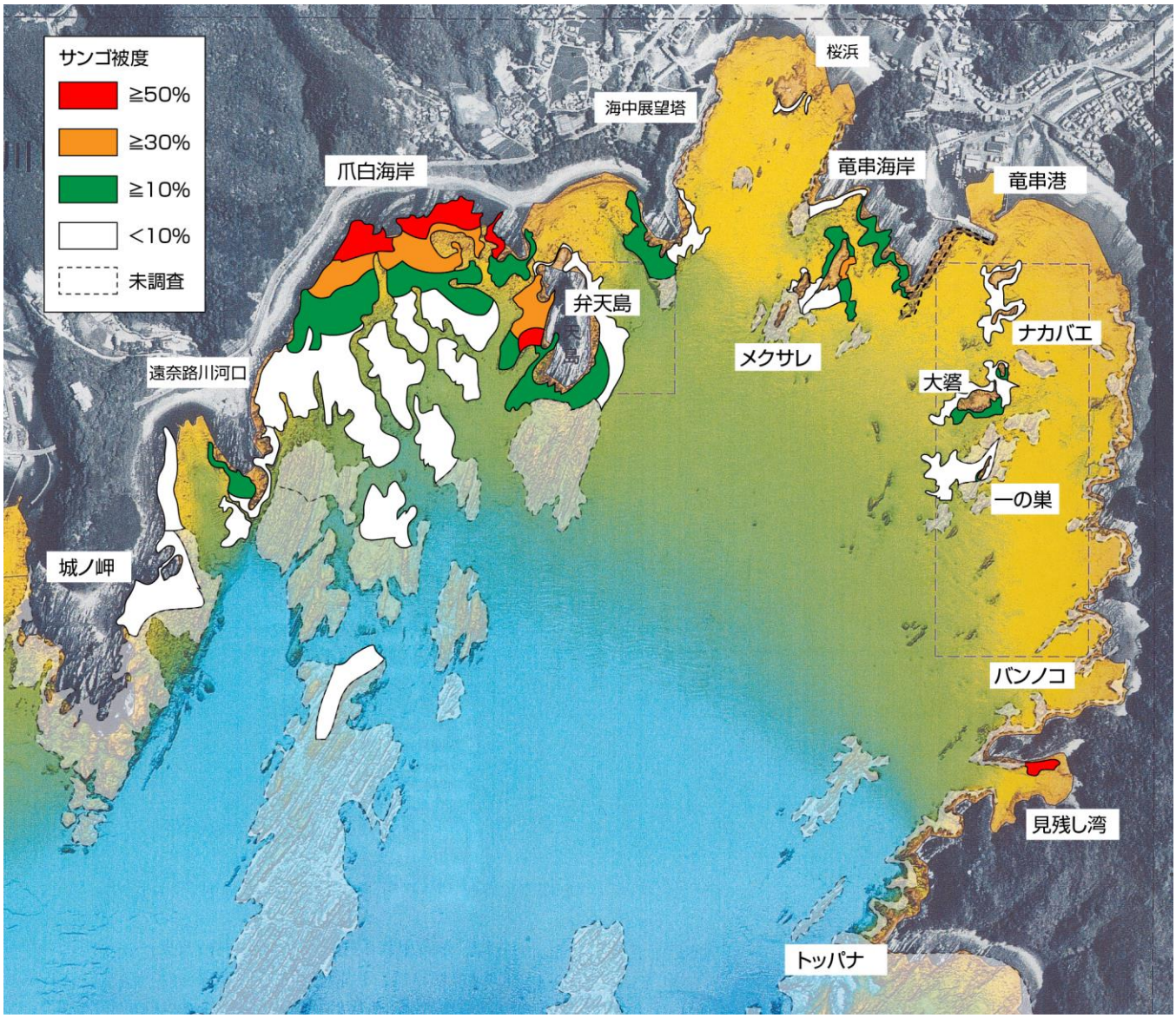


図 4-1. サンゴ分布の概要図（平成 14-15 年度）

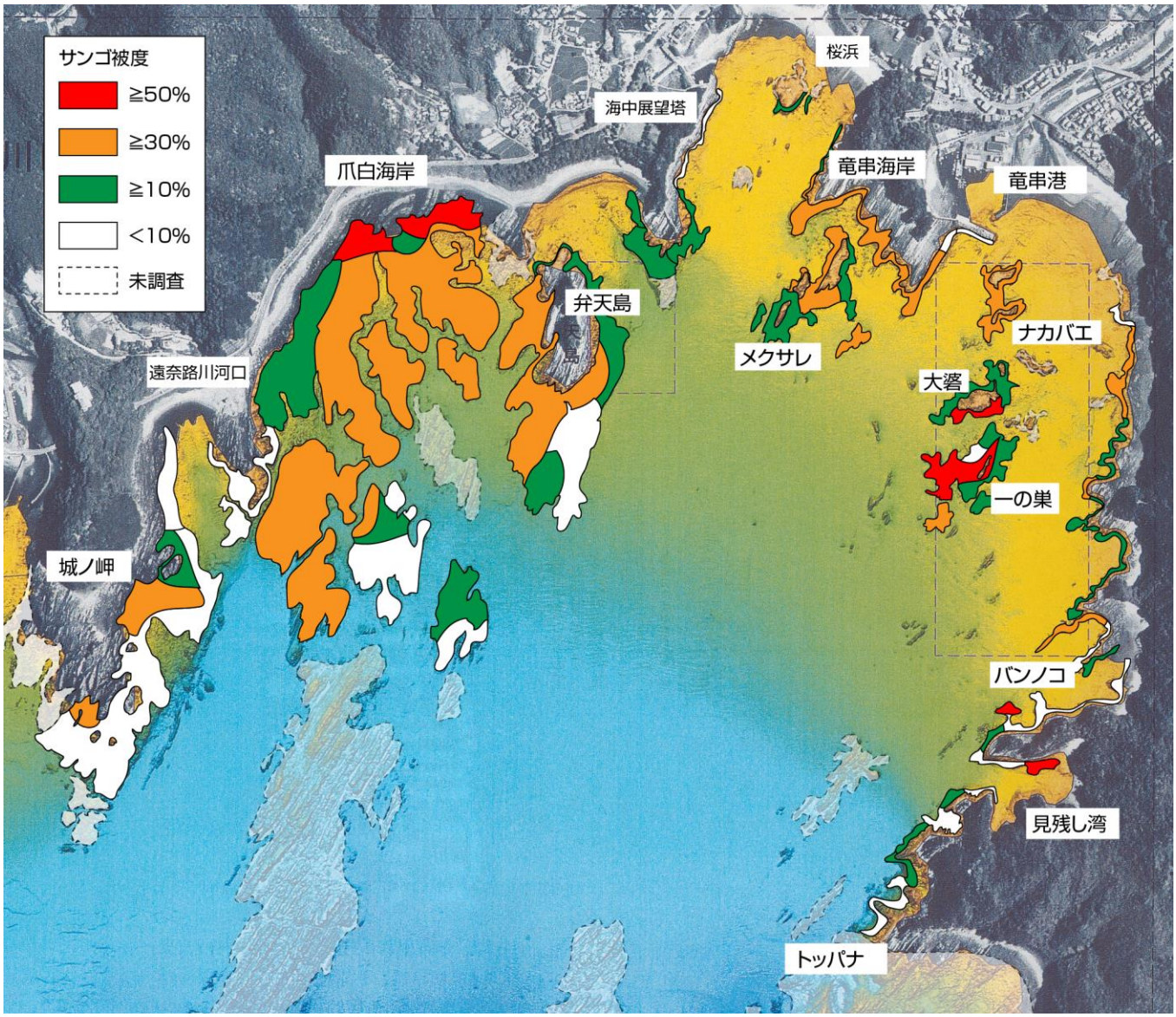


図 4-2. サンゴ分布の概要図（平成 22 年度）

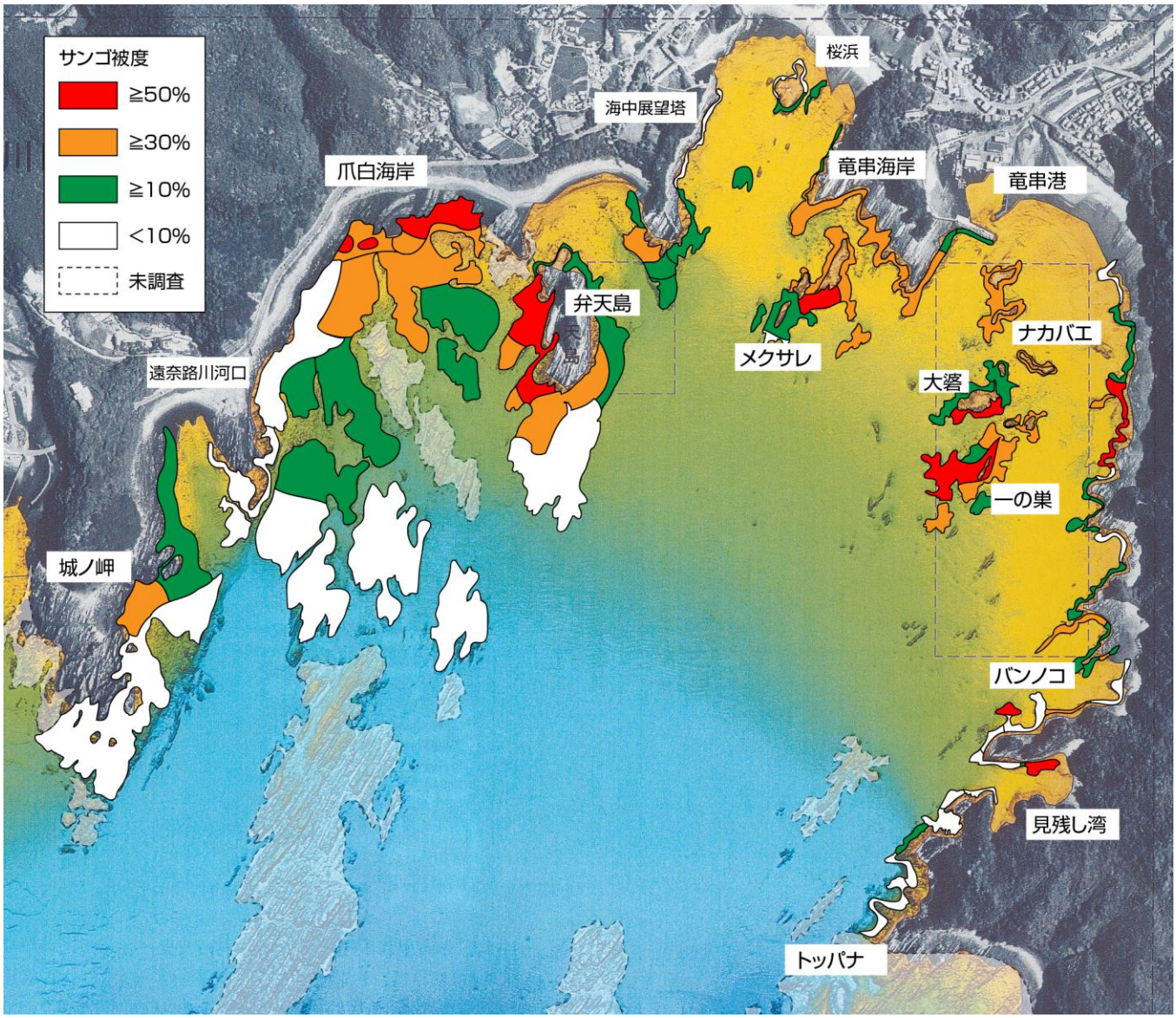


図 4-3. サンゴ分布の概要図平成 28 年度（本業務）

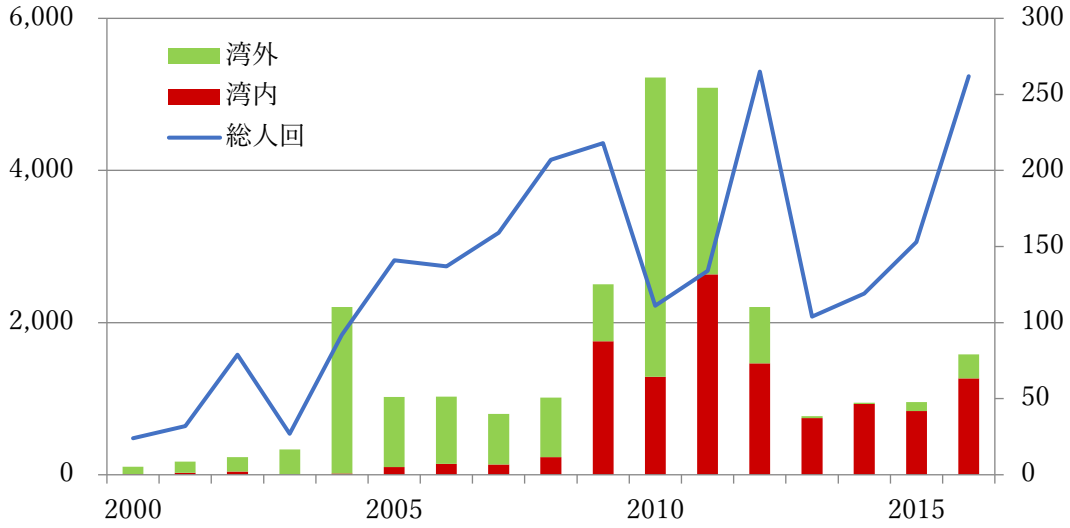


図 4-4. 竜串湾周辺におけるオニヒトデ年間駆除数と駆除努力量の推移

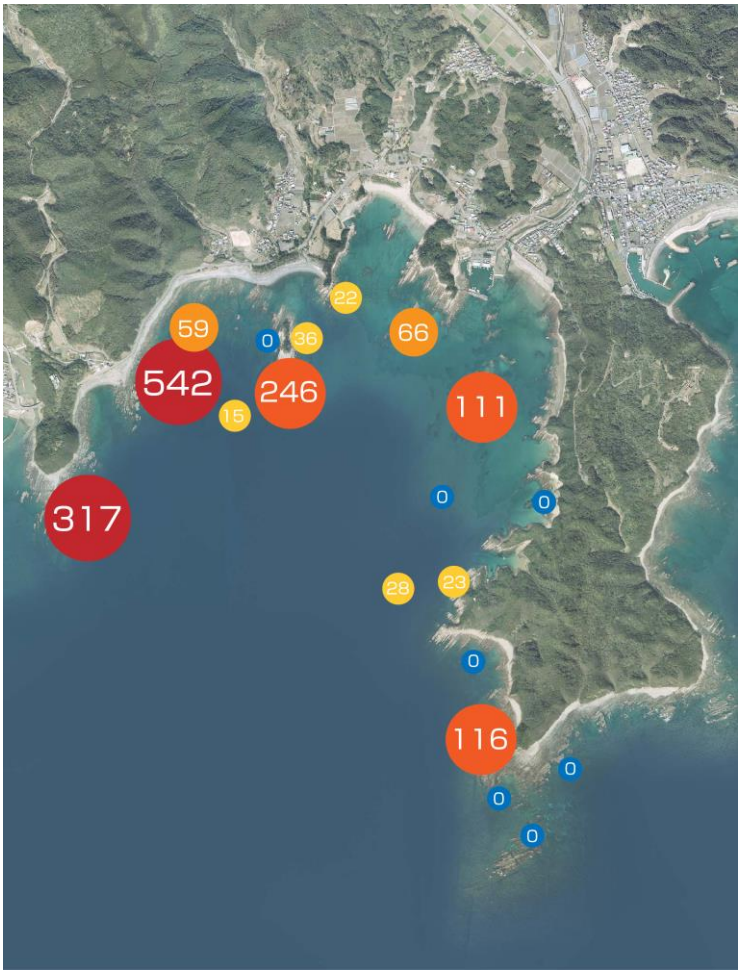


図 4-5. 竜串湾の地点別オニヒトデ年間駆除数（平成 28 年度）