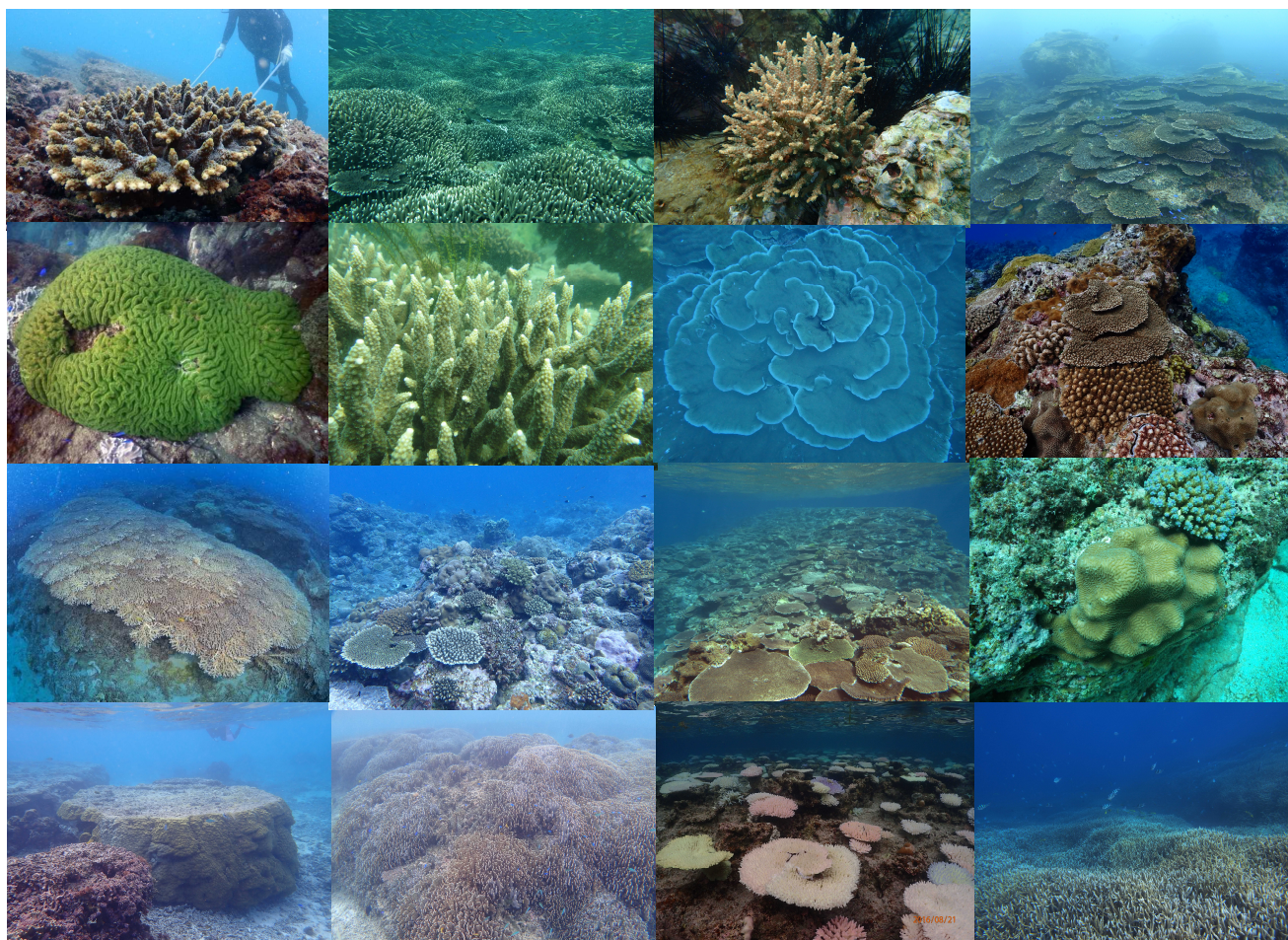


モニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査

2003-2017 年度とりまとめ報告書



環境省 自然環境局

生物多様性センター

Biodiversity Center of Japan

表紙写真（左上から）

一段目

- サイト 19：館山（房総）
- サイト 20：壱岐周辺
- サイト 21：串本周辺
- サイト 22：四国南西岸（宇和海～足摺岬）

二段目

- サイト 23：鹿児島県南部沿岸
- サイト 24：天草周辺
- サイト 1：屋久島・種子島周辺
- サイト 2：小宝島周辺／トカラ列島

三段目

- サイト 3：奄美大島周辺
- サイト 4：東村～奥／沖縄島・東岸
- サイト 7：慶良間諸島中心海域
- サイト 8：大東諸島

四段目

- サイト 9：宮古島周辺
- サイト 11：平久保崎～宮良湾／石垣島・東岸
- サイト 15：シモビシ～仲間崎／石西礁湖・中央部
- サイト 18：父島周辺／小笠原諸島

はじめに

重要生態系監視地域モニタリング推進事業（以下、「モニタリングサイト 1000」という）は、わが国の代表的な生態系の状態を長期的かつ定量的にモニタリングすることにより、種の増減、種組成の変化などを検出し、適切な生物多様性保全施策に資することである。

本事業は、平成 14 年 3 月に地球環境保全に関する関係閣僚会議にて決定された「新・（第 2 次）生物多様性国家戦略」に依拠し、2003 年度（平成 15 年度）から開始された。愛知県名古屋市で平成 22 年に開催された生物多様性条約第 10 回締約国会議（COP10）では、生物多様性に関する世界目標となる愛知目標が採択され、各国はその達成に向けた国別目標を設定し、生物多様性国家戦略に反映することが求められた。わが国では、平成 24 年に愛知目標のロードマップとなる「生物多様性国家戦略 2012-2020」が策定され、基本戦略の中に、【科学的基盤を強化し政策に結びつける】ことが新たに加えられ、モニタリングサイト 1000 の重要性が挙げられている。

モニタリングサイト 1000 のサンゴ礁調査では、2003 年度（平成 15 年度）に串本周辺、高知周辺、沖縄島周辺、慶良間諸島周辺及び小笠原諸島周辺において試行調査を行い、調査手法及び調査サイトを検討して、2004 年度（平成 16 年度）から全国に 24 サイトを設置し、本格的にモニタリングを開始した。また、2008 年度（平成 20 年度）には第 1 期（2003 から 2007 年度）の、2013 年度（平成 25 年度）には第 2 期（2008 から 2012 年度）のモニタリング結果をとりまとめ、サンゴ礁の現状と評価を行った。

本報告書では、第 2 期以降の 5 年間（2013 から 2017 年度）を第 3 期として調査結果をとりまとめ、第 1 期及び第 2 期の結果と比較し、サンゴ礁の現状と評価を行った。

なお、本調査の実施に当たっては、各サイトにおける調査員の皆様、検討会委員及び解析ワーキンググループの皆様には多大なご尽力をいただいた。ここに厚く御礼申し上げる。

2020 年 環境省自然環境局生物多様性センター

要 約

【事業の概要】

- モニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査は、2003 年に試行調査を行い、2004 年から全国 24 サイトにおけるモニタリングを開始した。それ以降、2007 年までを第 1 期、2008 年から 2012 年までを第 2 期、2013 年から 2017 年を第 3 期としてモニタリングを継続してきた。
- サンゴ礁があまり発達しない屋久島・種子島以北を「高緯度サンゴ群集域」とし、特徴的なサンゴ群集を形成する館山、壱岐周辺、串本周辺、四国南西岸、鹿児島県南部沿岸、天草周辺、屋久島・種子島周辺の 7 つのモニタリングサイトを設置した。
- サンゴ礁が良く発達するトカラ列島以南は「主なサンゴ礁域」とし、トカラ列島、奄美大島、沖縄島及び周辺離島、慶良間諸島、大東諸島、宮古島、八重干瀬、石垣島、石西礁湖、西表島及び周辺離島、小笠原諸島に合計 17 のモニタリングサイトを設置した。
- 調査の実施に当たっては、各地のサンゴ礁研究者を中心に、研究機関やコンサルタント、ダイビング事業者等の専門家、地元の有志や NGO/NPO 等のボランティアによる協力を受けている。2019 年度現在の調査実施に係る関係者は約 70 名である。

【主なサンゴ礁域の概要】

- 2004 年の平均サンゴ被度は 38.2%であった。
- 2007 年には石垣島及び石西礁湖周辺で夏季高水温による白化現象が起こった。またオニヒトデの大発生の最初のピークもあり、平均サンゴ被度は 27.4%に減少した。
- 2008 年-2010 年の期間は、平均サンゴ被度が徐々に増加する傾向にあったが、2011 年には被度の減少が見られた。これは、2011 年にオニヒトデ大発生が第 2 のピークを迎え、オニヒトデによる食害が増加したことが要因だと考えられる。

- 2012年以降、オニヒトデは減少傾向となり、2015～2017年にはほぼ通常分布状態となったため、大発生は収束したと考えられた。それに伴い、2012年から2013年には平均サンゴ被度も増加傾向を示した。
- 2014年、石垣島から西表島を含む八重山海域で、再び夏季高水温が主な原因と考えられる白化現象が起これ、それらの海域の多くの地点でサンゴ被度が減少した。
- 2015年には平均サンゴ被度がやや増加傾向を示したものの、2016年には八重山海域から宮古島周辺を含む先島諸島海域で、再び夏季高水温が主な原因と考えられる大規模な白化現象が起これ、これらの海域の各地でサンゴ群集が死亡した。
- 2017年の平均サンゴ被度は、これまでで最も低い22.6%であったが、大規模白化現象で生き残ったと考えられる小さなサンゴ群集が成長し始めており、2016年の白化現象の影響から回復の兆しが見えてきた地点もあった。

【高緯度サンゴ群集域の概要】

- 2004年の平均サンゴ被度は28.3%であった。
- 2006年にオニヒトデ大発生がピークを迎え、翌年2007年には平均サンゴ被度がわずかに減少傾向を示した。
- オニヒトデは2007年に一時減少した後、2008年に第2の大発生のピークを迎えた。その後は通常分布の状態ではないものの、2014年までの期間をかけて緩やかな減少傾向を示した。
- 2004年から2010年まで徐々に増加する傾向にあった平均サンゴ被度は、2012年にはオニヒトデの食害により減少したが、2013年にはやや増加傾向を示した。
- オニヒトデは、2015～2017年にはほぼ通常分布状態となり、大発生は収束した。
- 2010年、串本周辺や四国南西岸では、10～30%程度の白化現象が確認されたが、死亡率はいずれのサイトでも5%未満と低く、影響はほとんどなかった。
- 調査を開始した2004年以降、かく乱による増減はあったものの、2017年の平均サンゴ被度は27.6%であった。

EXECUTIVE SUMMARY

[Project Overview]

- A project named “Monitoring Site 1000 - Coral Reef Survey”, was started with a preliminary survey in 2003 and official monitoring began with 24 sites in 2004. The first term was from 2003 to 2007, the second term from 2008 to 2012 and the third term from 2013 to 2017.
- Seven sites from the Yaku and Tanegashima Islands northwards were selected for the “High Latitude Coral Community Area” where coral reefs are not well developed. This area includes Tateyama, Iki Island, Kushimoto, Shikoku South West coast, Kagoshima Southern coast, Amakusa and Yaku and Tanegashima Islands.
- Another 17 sites from the Tokara Islands southwards were selected for the “Coral Reef Area” where coral reefs are well developed. This area includes Tokara Islands, Amami Oshima, Okinawa and outer islands, Kerama Islands, Daito Islands, Miyako, Yabiji, Ishigaki Island, Sekisei Lagoon, Iriomote and outer islands and Ogasawara.
- The monitoring was conducted mainly by coral reef researchers at the sites. They include experts from local research institutions, local consultants, dive operators and volunteers from NGOs/NPOs. In total, seventy people were involved in 2019.

[Overview of Coral Reef Area]

- The average coral cover within the Coral Reef Area was 38.2% in 2004.
- Coral bleaching by high temperature occurred at Ishigaki Island and Sekisei Lagoon in 2007. In addition to the first peak of *Acanthaster* outbreaks, average coral cover decreased to 27.4%.
- Although coral cover at the sites showed gradual increase after 2008, average coral cover decreased in 2011. The decrease was caused by *Acanthaster* predation, which peaked the second time in 2011.

- Since 2012, the number of *Acanthaster planci* decreased and reached normal density from 2015 to 2017. Average coral cover increased during the period from 2012 to 2013.
- As coral bleaching caused by high water temperature occurred at the Yaeyama Area from Ishigaki to Iriomote Island, coral cover at these sites decreased in 2014.
- Although average coral cover increased slightly in 2015, mass coral bleaching by high water temperature occurred at the Sakishima Area from Miyako Island to Yaeyama Area in 2016 with high mortality at several sites.
- Average coral cover was 22.6% in 2017, which was the lowest record since 2004. However, coral growth was observed in 2017 with juvenile colonies that survived the 2016 bleaching, indicating recovery from the 2016 mass bleaching.

[Overview of High Latitude Coral Community Area]

- The average coral cover of the High Latitude Coral Community Area was 28.3% in 2004.
- The first peak of *Acanthaster* outbreak occurred in 2006 and average coral cover showed a gradual decrease in 2007.
- The second peak of *Acanthaster* outbreak occurred in 2008 after its numbers decreased in 2007. However, gradual decrease continued from 2009 until 2014.
- Although average coral cover showed degradation by *Acanthaster* predation in 2012, the decrease in 2013 was slight.
- *Acanthaster* density reached normal levels from 2015 to 2017 and with no further outbreaks.
- Coral bleaching affected 10 to 30% of corals at Kushimoto and Shikoku Southern West Coast in 2010. Mortality was less than 5% and the damage to corals was not significant.
- Through the transition of disturbances since 2004, average coral cover was 27.6% in 2017.

モニタリングサイト1000 サンゴ礁調査

2003-2017 年度とりまとめ報告書

目 次

はじめに

要約

Executive Summary

I	サンゴ礁生態系の指標生物	1
II	サイト設置状況	2
III	調査方法	6
IV	解析の方向性	7
	1. 解析ワーキンググループの設置	7
	2. とりまとめ項目	8
V	サンゴ礁調査第3期の調査と評価	15
	1. 各サイトの評価	15
	「主なサンゴ礁域」	
	(1) サイト2: トカラ列島	16
	(2) サイト3: 奄美群島	25
	(3) サイト4: 沖縄島・東岸	37
	サイト5: 沖縄島・西岸	
	サイト6: 沖縄島周辺離島	
	(4) サイト7: 慶良間諸島	60
	(5) サイト8: 大東諸島	74
	(6) サイト9: 宮古島	83
	サイト10: 八重干瀬	
	(7) サイト11: 石垣島・東岸	98
	サイト12: 石垣島・西岸	
	(8) サイト13: 石西礁湖・北部	112
	サイト14: 石西礁湖・東部	
	サイト15: 石西礁湖・中央部	
	サイト16: 石西礁湖・南部	
	サイト17: 西表島と周辺離島	
	(9) サイト18: 小笠原諸島	134

「高緯度サンゴ群集域」	
(1) サイト 19：館山周辺	147
(2) サイト 20：壱岐周辺	156
(3) サイト 21：串本周辺	166
(4) サイト 22：四国南西岸	182
(5) サイト 23：鹿児島県南部沿岸	196
(6) サイト 24：天草周辺	210
(7) サイト 1：屋久島・種子島	231
2. 2016 年に発生した大規模白化現象の影響について	241
VI 総括	244
1. サンゴ礁調査第 3 期の調査結果と評価	244
2. サンゴ礁保全上の課題	259
3. 第 4 期に向けた課題と方針	262
資料：サンゴ礁調査地点一覧	268

I サンゴ礁生態系の指標生物

本事業では、サンゴ礁生態系の現状を把握するため、造礁サンゴ類を指標生物としている。ここで言う造礁サンゴ類とは、硬い骨格と褐虫藻を有する刺胞動物の種の総称であり、ヒドロ虫綱アナサンゴモドキ類、花虫綱八放サンゴ亜綱クダサンゴならびにアオサンゴ、花虫綱六放サンゴ亜綱の中で褐虫藻を持つイシサンゴ類全種が該当する。ソフトコーラルは造礁サンゴ類に含まれないが、調査地点でソフトコーラルが優占している場合（被度 60% 以上）には、調査対象として被度等を記録している。

本報告では、「サンゴ」及び「ソフトコーラル」を刺胞動物門の下記の種を総称するものとして扱った。また、「サンゴ類」と言うときにはサンゴとソフトコーラル両方を含む。

「サンゴ」

- ・ ヒドロ虫綱アナサンゴモドキ目全種
- ・ 花虫綱八放サンゴ亜綱根生目のうちのクダサンゴ
- ・ 花虫綱八放サンゴ亜綱アオサンゴ目（本邦産アオサンゴ 1 種のみ）
- ・ 花虫綱六放サンゴ亜綱イシサンゴ目全種

「ソフトコーラル」

- ・ 花虫綱八放サンゴ亜綱根生目のうちクダサンゴ（1 属 1 種）を除く全種及びウミトサカ目全種

調査では、サンゴ群集をかく乱する生物として、オニヒトデ (*Acanthaster planci*) を対象に観察数を記録している。また、シロレイシガイダマシ (*Drupella cronus*)、ヒメシロレイシガイダマシ (*D. fragum*)、クチベニレイシガイダマシ (*D. concatenata*)、ニセシロレイシガイダマシ (*D. eburea*)、コシロレイシガイダマシ (*D. minuta*) などのサンゴ食巻貝類は、その発生状況をランクで区分して記録している。

II サイト設置状況

モニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査では、日本の沿岸域をサンゴ礁の分布状況から、トカラ列島以南の沖縄島や奄美群島など、サンゴ礁地形が見られる「主なサンゴ礁域」と、屋久島・種子島以北の「高緯度サンゴ群集域」の 2 つの海域に分けている。更に、この 2 つの海域の中を、島の連なりや海流等を考慮して、大ブロック、中ブロックに区分した上で、サンゴ群集の分布状況や調査を実施する研究者及び研究機関の有無等も考慮しながら、全国に 24 のサイトを設置している。

各サイトの調査実施者を表 II-1 に、サイトの位置を図 II-1～3 に示す。

表 II-1. モニタリングサイト 1000 (サンゴ礁分野) におけるモニタリングサイトと調査実施者

海域	大ブロック	中ブロック	モニタリングサイト			調査代表者	所属	調査地点数 (サイト数)	
			No.	地域	都道府県				
主なサンゴ礁域	①大隅諸島・トカラ列島	トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	木村 匡	一般財団法人自然環境研究センター	24	
			3	奄美大島周辺	鹿児島県	興 克 樹	ティダ企画有限会社	15	
	③沖縄島とその周辺離島	東岸	4	東村～奥	沖縄県	長田 智史	一般財団法人沖縄県環境科学センター	32	
			5	恩納村～残波岬	沖縄県			35	
		西岸	6	水納島・伊是名島・伊平屋島	沖縄県	6			
			7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周 辺)	沖縄県	岩尾 研二		一般財団法人熱帯海洋生態研究振興財団	10
	④大東諸島	大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	木村 匡	一般財団法人自然環境研究センター	15	
	⑤宮古島群島	宮古島周辺	9	宮古島周辺	沖縄県	梶原 健次	宮古島市水産課	10	
		宮古島離礁	10	八重干瀬	沖縄県			4	
	⑥八重山群島	石垣島	東岸	11	平久保崎～宮良湾	沖縄県	吉田 稔	有限会社海游	33
				12	川平～大崎	沖縄県			44
		石西諸島	北部	13	小浜島周辺	沖縄県	木村 匡	一般財団法人自然環境研究センター	28
			東部	14	カタグラー周辺	沖縄県			20
			中央部	15	シモビシ～仲間崎沖	沖縄県			24
			南部	16	黒島～新城島	沖縄県			30
	西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	23				
	⑦小笠原諸島	小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	佐々木哲郎	NPO法人小笠原自然文化研究所	12	
	高緯度サンゴ群集域	⑧房総・伊豆・伊豆諸島 (黒潮影響域)		19	嶺山(房総)	千葉県	清本 正人	お茶の水女子大学 海岸生物教育研究センター	6
						須之部友基	東京海洋大学 水圏科学フィールド教育研究センター 嶺山ステーション		
⑨日本海 (対馬暖流影響域)			20	巻坂周辺	長崎県	木村 匡	一般財団法人自然環境研究センター	15	
⑩紀伊半島(黒潮影響域)			21	串本周辺	和歌山県	平林 勲	株式会社串本海中公園センター	17	
⑪四国 (黒潮影響域)			22	西国南西岸(宇和港～足摺 岬)	徳島県 高知県 愛媛県	目崎 拓真	公益財団法人黒潮生物研究所 黒潮生物研究所	30	
⑫九州		南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	出羽 慎一	ダイビングサービス海案内	18	
	西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	野 島 哲	牛深ダイビングクラブ	15		
⑬大隅諸島・トカラ列島	大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	松 本 毅	屋久島海洋生物研究会	19		
合計 24 サイト								485	

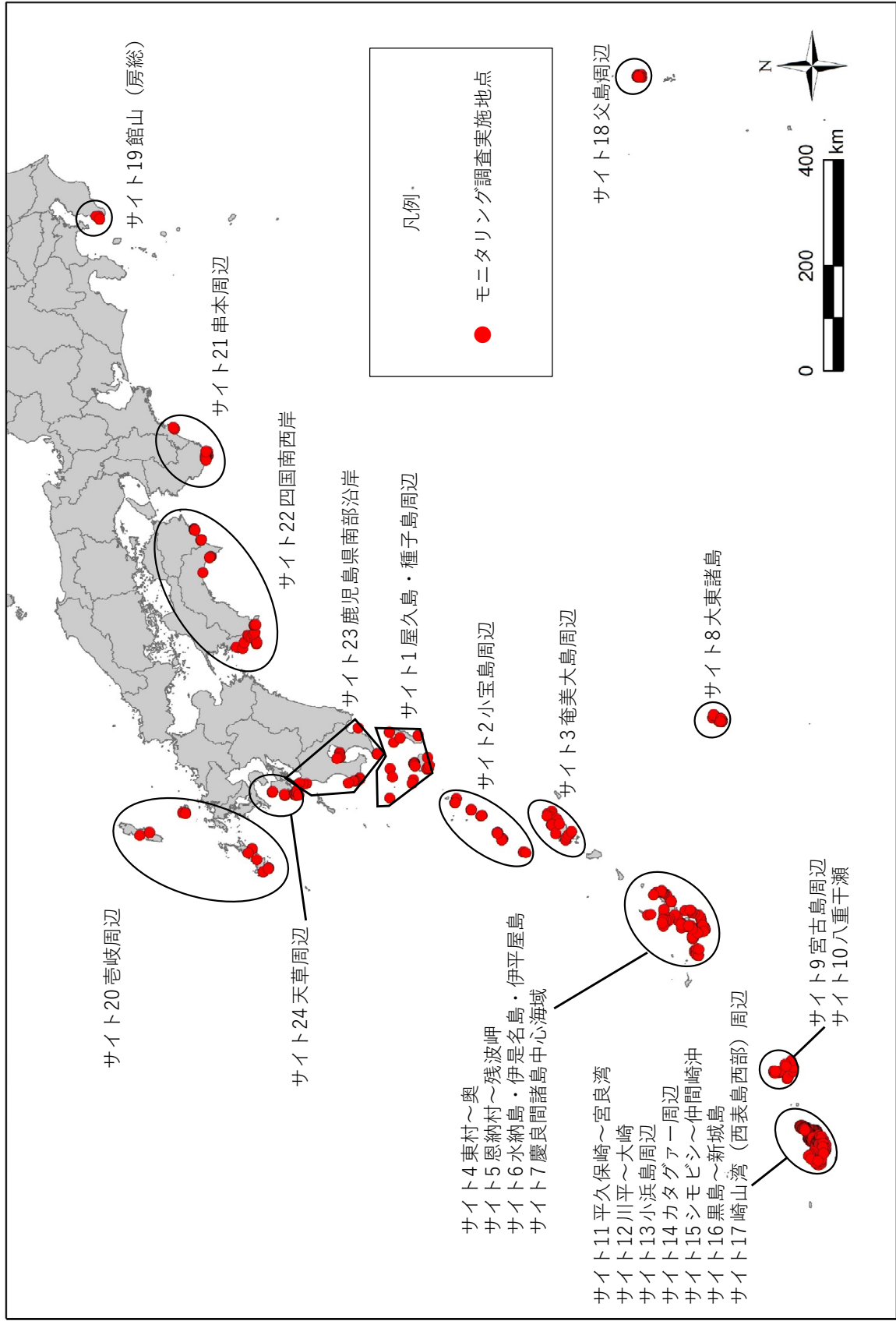
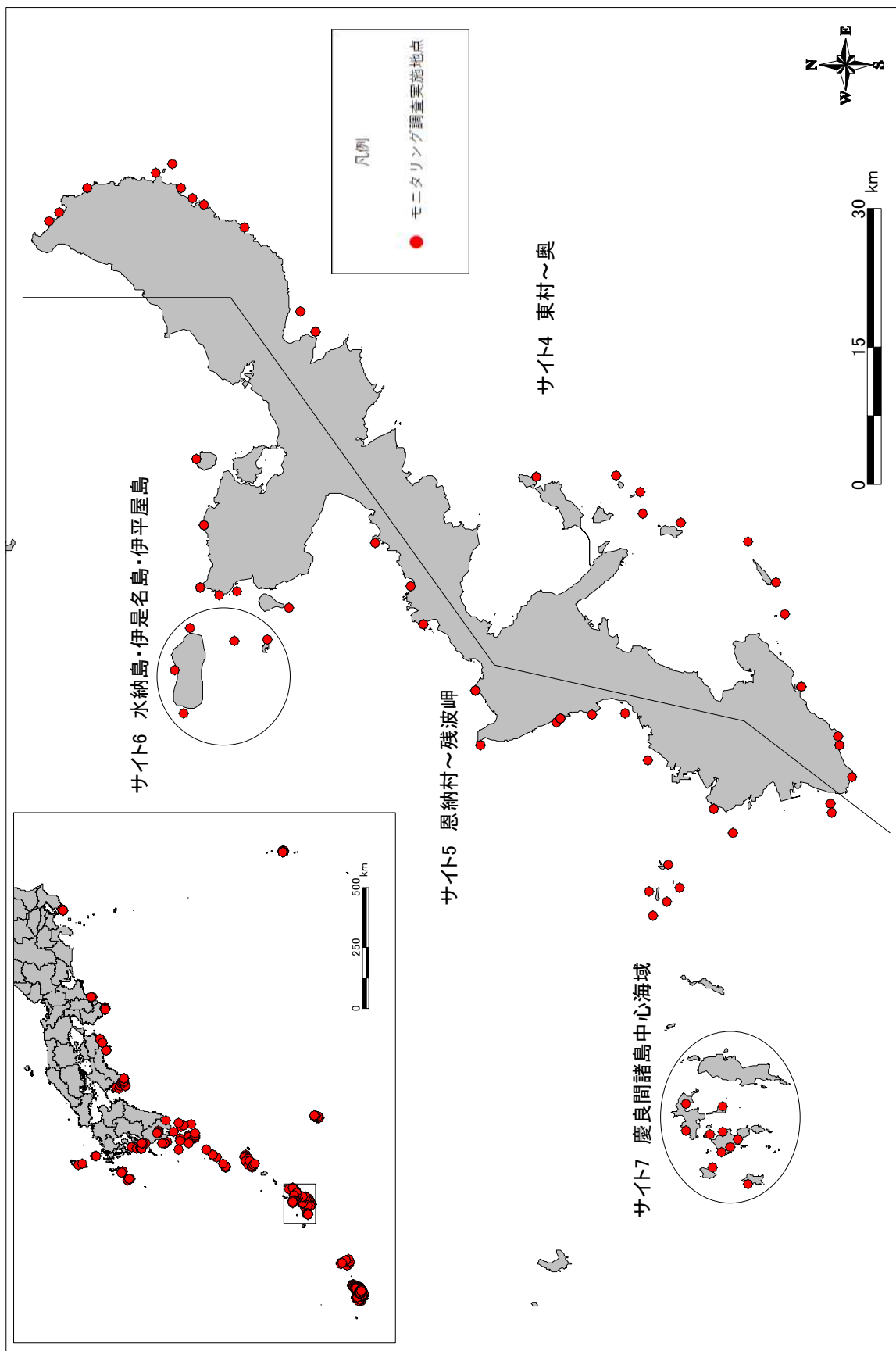
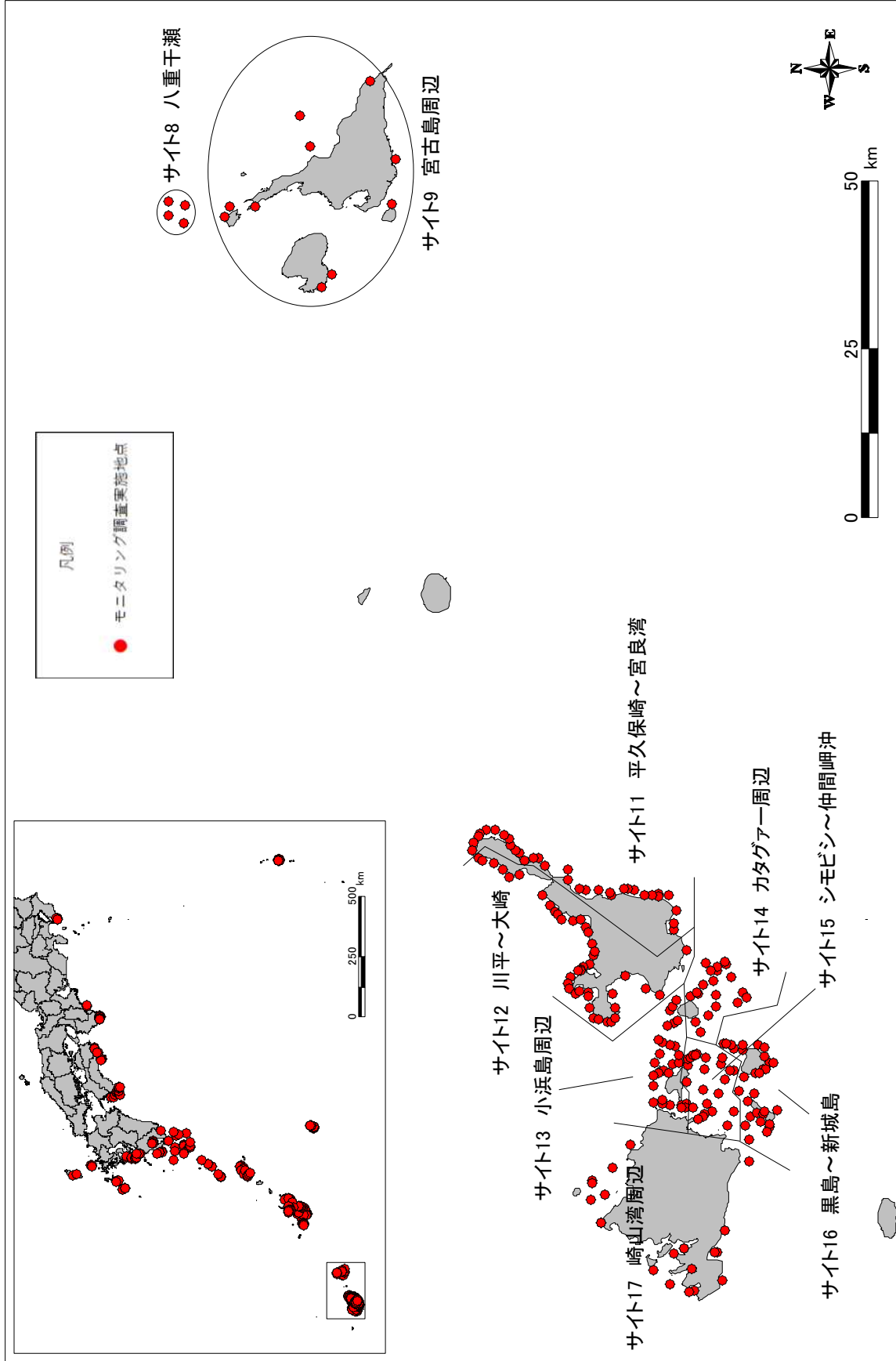


図 II -1 モニタリングサイト1000 サンゴ礁調査サイト位置図①



図Ⅱ-2 モニタリングサイト1000 サンゴ礁調査サイト位置図②



図Ⅱ-3 モニタリングサイト1000 サンゴ礁調査サイト位置図③

Ⅲ 調査方法

調査手法の決定に当たっては、①簡便性、②調査にかかる経費を考慮し、③既存のモニタリングデータとの比較等を行った。そのうえで、西表石垣国立公園内の石西礁湖において1983年より広域モニタリングに継続して使用されているスポットチェック法を基に、改良を加えて調査マニュアルを作成し、当該マニュアルに即して調査を行った。詳細は環境省生物多様性センターウェブサイトで公開している（参照：モニタリングサイト1000（サンゴ礁調査）の調査マニュアル <https://www.biodic.go.jp/moni1000/manual/index.html>）。

「スポットチェック法」

スノーケルで調査対象範囲を遊泳し、底質を覆うサンゴ類の被度（%）を目視で見積もる調査手法であり、一定時間遊泳（timed swim）法に分類される。本モニタリングでは、基本的に15分間のスノーケリングによる調査としているが、透視度が悪い、水深が深い場合などは、スキューバを用いて調査を行うこともある。

調査では、サンゴ被度の他に、サンゴ礁の主要なかく乱要因であるオニヒトデ数やサンゴ食巻貝発生状況、白化率等も記録している。調査項目は、各調査地点で必ず記録する必須項目と可能な範囲で記録するオプション項目とで構成されている（表Ⅲ-1）。



図Ⅲ-1. スポットチェック法による調査の様子

表Ⅲ-1. モニタリングサイト1000 サンゴ礁調査・調査項目。

必須項目		オプション項目	
① 生物環境	1. サンゴ被度 2. サンゴ生育型 3. オニヒトデ個体数	①生物環境	1. サンゴ白化率 2. サンゴ加入度 3. 大型卓状ミドリイシのサイズ 4. オニヒトデ優占サイズ 5. オニヒトデサイズ範囲 6. オニヒトデ食害率 7. サンゴ食巻貝の発生状況 8. サンゴ食巻貝の食害率 9. 大型定着性魚類 10. サンゴの病気
② 物理環境	1. 位置（緯度経度） 2. 地形 3. 底質 4. 観察範囲 5. 水深範囲	②物理環境	1. SPSS（底質中懸濁物質含有量） 2. 連続水温
③ 特記事項	1. その他のサンゴ類に対す かく乱要因 2. 特異な現象や生物		

IV 解析の方向性

1. 解析ワーキンググループの設置

第3期（2013～2017年度）調査期間終了後、これまでの調査で得られた調査結果及びこれに関連する情報（他調査によるデータ等）から、サンゴ礁生態系の現状や変化についてどこまで把握できたかについてとりまとめた。

本とりまとめに先立ち、今年度調査で収集・整理したデータ及び過年度の成果並びに関連情報を基に、サンゴ被度の変化やオニヒトデ、白化現象の発生状況などのサンゴ礁生態系の現状や変化について、効果的な解析方法を検討するとともに、サンゴ群集の健全性を評価する基本的な考え方の整理をするため、サンゴ礁生態系に詳しい学識経験者等5名を委員とした解析ワーキンググループを平成30年11月に開催した。

なお、各サイトのとりまとめは、事務局が解析したデータを用いて各サイトの調査代表者が行い、とりまとめた結果については、平成31年2月に開催したモニタリングサイト1000サンゴ礁調査検討会において内容を確認・検討した。

（1）解析ワーキンググループ会合の開催

- 1) 日 時：平成30年11月9日 16:00～19:20
- 2) 場 所：サンフラワーシティーホテル会議室（鹿児島県大島郡瀬戸内町古仁屋松江 5-9）
- 3) 参加者：12名 敬称略

<解析ワーキンググループ：5名>

1. 中村 崇（琉球大学理学部）
2. 長田 智史（一般財団法人沖縄県環境科学センター）
3. 野村 恵一（株式会社串本海中公園センター）
4. 松本 尚（多良間村立多良間中学校）
5. 横地 洋之（東海大学海洋学部）

<調査実施者：3名>

1. 島田 剛（宮古島市水産課）
2. 出羽 尚子（かごしま水族館）
3. 平林 勲（株式会社串本海中公園センター）

<事務局：2名>

1. 木村 匡（一般財団法人自然環境研究センター）
2. 今井 仁（一般財団法人自然環境研究センター）

<環境省生物多様性センター>

- 4) 主な議題： 1. 第3期とりまとめの方針
 2. 第1期及び第2期とりまとめから継続する解析項目
 3. 第3期とりまとめで追加する解析項目
 4. 第3期とりまとめ報告書構成
 5. 各サイト記述例
 6. その他

2. とりまとめ項目について

1) サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

各サイトの位置と地理的特徴を記述。

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

各サイトにおける保護区や保全活動等のサンゴ礁保全に関する状況を記述。

(3) サンゴの特徴

各サイトにおけるサンゴの分布の特徴を記述。

2) サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

各サイトの調査結果から、サンゴ被度の経年変化を記す。

② 被度指数

各サイトの調査地点において、最良の状態を示すと思われるサンゴ被度の最高値を想定し、その被度に対する調査時のサンゴ被度の割合を被度指数と定義し、サンゴ群集の健全度の評価とした。その被度指数の経年変化を記す。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

各地点におけるサンゴ被度の、前年のサンゴ被度からの増減値を以下の様に区分し(表IV-1)、それぞれの区分ごとの地点数の経年変化を記す。

表IV-1 前年からのサンゴ被度の変化とその区分

前年からのサンゴ被度の変化	区分
30ポイント以上の増加／減少	大きく増加／減少
10ポイント以上30ポイント未満の増加／減少	増加／減少
10ポイント未満の増加／減少	変化なし

(2) 群集構造の変化

① 生育型

各調査地点におけるサンゴ群集を、その優占するサンゴの群体形を用いて以下の様な生育型に区分し（表IV-2）、その生育型ごと地点数の割合の経年変化を記す。

表IV-2 調査地点におけるサンゴの生育型と優占するサンゴの特徴

生育型	優占するサンゴの特徴
I. 枝状ミドリイシ優占型	サンゴに占める枝状ミドリイシ類の割合が60%以上
II. 卓状ミドリイシ優占型	指状ミドリイシも含める。サンゴに占める卓状ミドリイシ類の割合が60%以上
III. 枝状・卓状ミドリイシ混成型	サンゴに占める枝状、卓状ミドリイシ類の合計の割合が60%以上（枝状、卓状ミドリイシ類各々の割合は60%未満）
IV. 特定類優占型	サンゴに占める上記以外の種もしくは類の割合が60%以上。優占する具体的な類名もしくは種名を記入する
V. 多種混成型	多くの種が混在し、サンゴに占める割合が60%以上の特定の優占種もしくは類がない
VI. ソフトコーラル優占型	サンゴ及びソフトコーラルの合計被度に占めるソフトコーラルの割合が60%以上ある状態を指し、ソフトコーラル優占型では原則としてサンゴ被度は40%を越えない。

② 卓状ミドリイシ類最大長径

各サイトにおいて記録した、卓状ミドリイシ属の最大長径の経年変化を記す。

③ 加入数

各サイトにおいて記録した、直径5cm未満のミドリイシ属サンゴの群体数（1m²）の経年変化を記す。

(3) かく乱による被害

① 高水温／低水温による白化現象

各サイトにおける高水温あるいは低水温による白化現象を示したサンゴの割合（%）の経年変化を記す。

② オニヒトデ

各サイトにおいて記録した、オニヒトデの観察数の経年変化を記す。

③ サンゴ食巻貝

各サイトにおいて記録した、シロレイシガイダマシやヒメシロレイシガイダマシ等の

サンゴ食巻貝の発生状況（階級で記録、表IV-3）の経年変化を記す。

表IV-3 サンゴ食巻貝の発生状況階級

発生階級	サンゴ食巻貝の分布状況
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
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。

④ 堆積物（SPSS 値）

各サイトにおいて、沖縄県衛生環境研究所赤土研究室が赤土汚染の程度を推定する目的で考案した手法「SPSS 簡易測定法」（資料「スポットチェック法によるサンゴ礁調査マニュアル」参照）を用いて測定した底質中懸濁物質含有量の経年変化を記す。

⑤ 台風

台風によるサンゴの破損等の被害状況の経年変化を記す。

⑥ 病気

各調査地点において記録した、以下のサンゴの病気の発生状況について経年変化を記す。

表IV-4 主なサンゴの病気

主なサンゴの病気	特徴
腫瘍	群体の一部が半球状の瘤として突出する。
黒帯病	群体の一部が死亡して白く骨格が露出している周辺を黒い帯状の部分が囲む。
ホワイトシンドローム	感染症の一種と思われ、群体の一部が死亡し、正常部分との境界線上に白い帯が見られる。

(4) その他のかく乱要因

3) 水温の変化

各サイトに設置した自記式水温計によって記録した水温の経年変化を記す。

4) サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

調査結果を基にサイトにおけるサンゴ群集の現状を評価し、今後の変化を予測する。

また、各調査地点を評価するため、レーダーチャートの各項目のスコアは以下のように設定した。

安定性（変動係数）

調査地点のサンゴ群集の安定性を評価するため、平均被度及び標準偏差から変動係数を算出し、値が高いほど不安定として下記のようにスコアを付した。

表IV-5 安定性（変動係数）による評価区分とスコア

変動係数区分	評価（安定性）	スコア
0 ≦ <0.3	安定	4
0.3 ≦ <0.6	やや安定	3
0.6 ≦ <0.9	やや不安定	2
0.9 ≦	不安定	1

被度地点平均

調査地点のサンゴ被度（%）を下記のように区分し、サンゴ被度が高いほど高いスコアを付した。

表IV-6 サンゴ被度による評価区分とスコア

被度区分	評価	スコア
0 ≦ <10	極めて不良	1
10 ≦ <25	不良	2
25 ≦ <50	やや不良	3
50 ≦ <75	良	4
75 ≦	優良	5

被度指数

調査地点の被度指数を下記のように区分し、被度指数が高いほど高いスコアを付した。

表IV-7 被度指数による評価区分とスコア

区分	評価	スコア
<25	著しく悪い	1
25 ≦ <50	悪い	2
50 ≦ <75	やや良い	3
75 ≦	健全	4

新規加入

調査地点の新規加入数（群体数/m²）を下記のように区分し、加入数が多いほど高いスコアを付した。

表IV-8 新規加入数の評価区分とスコア

加入数	加入度（ランク）	スコア
0	0	0
0< <5	0< ≦1	1
5≦ <10	1< ≦2	2
10≦ <20	2< ≦3	3
20≦	3< ≦4	4

白化率

調査地点における白化率を下記のように区分し、白化率が低いほど高いスコアを付した。

表IV-9 白化率の評価区分とスコア

白化率（%）	スコア
75≦	0
50≦ <75	1
25≦ <50	2
0< <25	3
0	4

オニヒトデ

調査地点におけるオニヒトデ観察数を下記のように区分し、少ないほど高いスコアを付した。

表IV-10 オニヒトデ観察数の評価区分とスコア

15分観察数	発生状態	スコア
0≦ ≦1	通常分布	4
1< ≦4	多い（要注意）	3
4< ≦9	準大発生	2
9<	大発生	1

サンゴ食巻貝

調査地点におけるサンゴ食巻貝の発生状況を下記のように区分し、少ないほど高いスコアを付した。

表IV-11 サンゴ食巻貝の発生状況による評価区分とスコア

区分	発生状況	区切り	スコア
I	食痕（新しいもの）は目立たない。	$0 \leq < 1.5$	4
II	小さな食痕や食害部のある群体が散見。	$1.5 \leq < 2.5$	3
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。	$2.5 \leq < 3.5$	2
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。	$3.5 \leq \leq 4$	1

SPSS

下記のように、調査地点における SPSS 階級が低いほど高いスコアを付した。

表IV-12 SPSS 階級による評価区分とスコア

SPSS階級	SPSS階級区切り	目視状況	スコア
1	$0 \leq < 2$	きわめてきれい	4
2		砂をかき混ぜてもシルトの舞い上がりは確認しづらい	4
3	$2 \leq < 4$	砂をかき混ぜるとシルトの舞い上がりは確認できる	3
4		見た目ではわからないが、砂をかき混ぜるとシルトで水が濁る	3
5a	$4 \leq < 6$	注意して見ると、表層にシルトの堆積が確認できる。生き生きとしたサンゴ礁生態系の上限ランク	2
5b		底質表層にホコリ状の懸濁物質がかぶさる。透明度が悪くなりサンゴ被度に悪影響が出始める。	2
6	$6 \leq$	一見してシルトの堆積を確認	1
7		シルトが堆積するが、まだ砂も確認することができる	1
8		底質の見た目は泥そのもの	1

卓状ミドリイシ長径

調査地点における卓状ミドリイシ類の最大長径を下記のように区分し、長径が大きいほど高いスコアを付した。

表IV-13 卓状ミドリイシ類の最大長径による評価区分とスコア

階級区切り	スコア
0	0
$0 < \leq 1$	1
$1 < \leq 2$	2
$2 < \leq 3$	3
$3 < \leq 4$	4

V サンゴ礁調査第3期の調査と評価

1. 各サイトの評価

「主なサンゴ礁域」

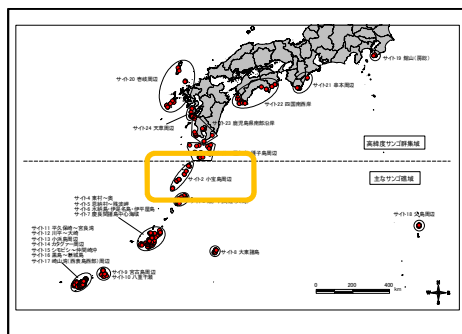
- (1) サイト2：トカラ列島／小宝島周辺
- (2) サイト3：奄美大島周辺
- (3) サイト4：沖縄島・東岸／東村～奥
 サイト5：沖縄島・西岸／恩納村～残波岬
 サイト6：沖縄島周辺離島／水納島・伊是名島・伊平屋島
- (4) サイト7：慶良間諸島中心海域（阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺）
- (5) サイト8：大東諸島
- (6) サイト9：宮古島周辺
 サイト10：八重干瀬
- (7) サイト11：石垣島・東岸／平久保崎～宮良湾
 サイト12：石垣島・西岸／川平～大崎
- (8) サイト13：石西礁湖・北部／小浜島周辺
 サイト14：石西礁湖・東部／カタグァー周辺
 サイト15：石西礁湖・中央部／シモビシ～仲間崎沖
 サイト16：石西礁湖・南部／黒島～新城島
 サイト17：西表島と周辺離島／崎山湾（西表島西部）周辺
- (9) サイト18：小笠原諸島／父島周辺

「高緯度サンゴ群集域」

- (1) サイト19：館山（房総）
- (2) サイト20：壱岐周辺
- (3) サイト21：串本周辺
- (4) サイト22：四国南西岸（宇和海～足摺岬）
- (5) サイト23：鹿児島県南部沿岸
- (6) サイト24：天草周辺
- (7) サイト1：屋久島・種子島周辺

サイト 2:トカラ列島

一般財団法人自然環境研究センター
木村 匡



1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

トカラ列島は、南西諸島の中の鹿児島県側に位置する薩南諸島に属する島嶼群であり、行政区分は鹿児島県鹿児島郡十島村にあたる。この海域は日本の温帯域と亜熱帯域の境界であり、生物地理学における動物の分布境界線である渡瀬線が悪石島と小宝島の間にかかっている。

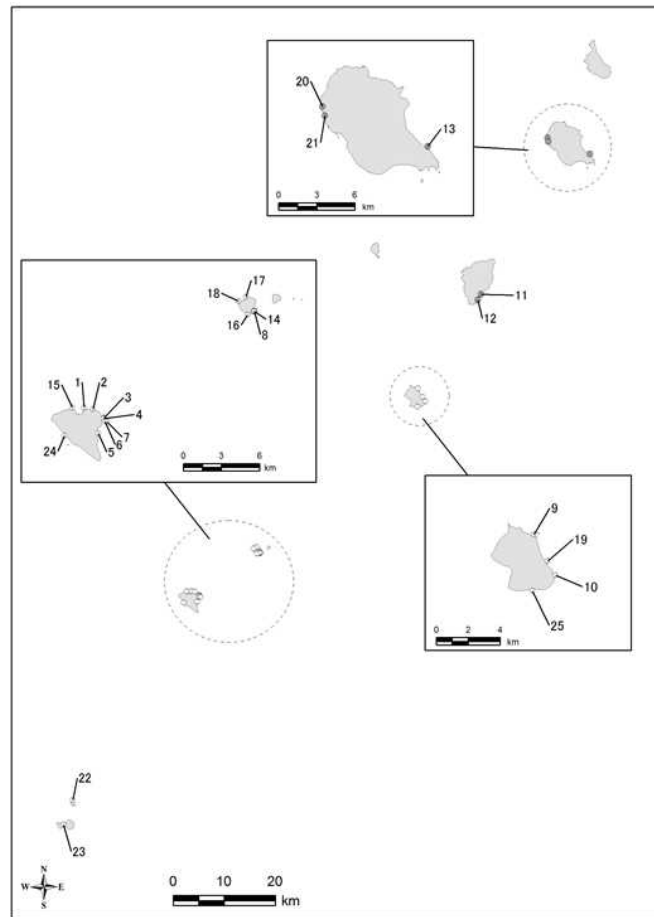
この島嶼群に含まれる主な島は、北から口之島、中之島、臥蛇島（無人島）、小臥蛇島（無人島）、平島、諏訪瀬島、悪石島、小島（無人島）、小宝島、宝島、上ノ根島（無人島）、横当島（無人島）であり、調査地点を設置しているはこのうちの中之島、諏訪之瀬島、悪石島、小宝島、宝島、上ノ根島、横当島の7島である。

調査地点は、中之島に2地点、諏訪瀬島に2地点、悪石島に4地点、小宝島に5地点、宝島に9地点、上ノ根島に1地点、横当島に1地点の合計で24地点を設置した（表V-1-1-1、図V-1-1-1）。

このサイト内にはサンゴ礁に関わる研究者等の有識者が不在のため、遠隔地サイトとして5年に1度程度の頻度でモニタリング調査を実施しており、これまでに2005年、2010年及び2015年の3回調査を実施した。

表V-1-1-1 サイト2：トカラ列島における調査地点。

No.	地点名	島	No.	地点名	島
1	前籠港東	宝島	14	赤立神東	小宝島
2	大籠海水浴場沖	宝島	15	前籠港西	宝島
3	ヘリポート沖①	宝島	16	小宝島港南	小宝島
4	ヘリポート沖②	宝島	17	横瀬海岸東	小宝島
5	洗石港南	宝島	18	横瀬海岸西	小宝島
6	ヘリポート沖③	宝島	19	東浜	悪石島
7	ヘリポート沖④	宝島	20	荷積	中之島
8	小宝島港西	小宝島	21	相原	中之島
9	北東岸畝神	悪石島	22	上ノ根島北	上ノ根島
10	東岸女神山岬下	悪石島	23	横当島北入り江	横当島
11	南島岸	諏訪瀬島	24	大間泊港前航路口	宝島
12	港棧橋南	諏訪瀬島	25	風下	悪石島
13	ジンニョム岳下	中之島			



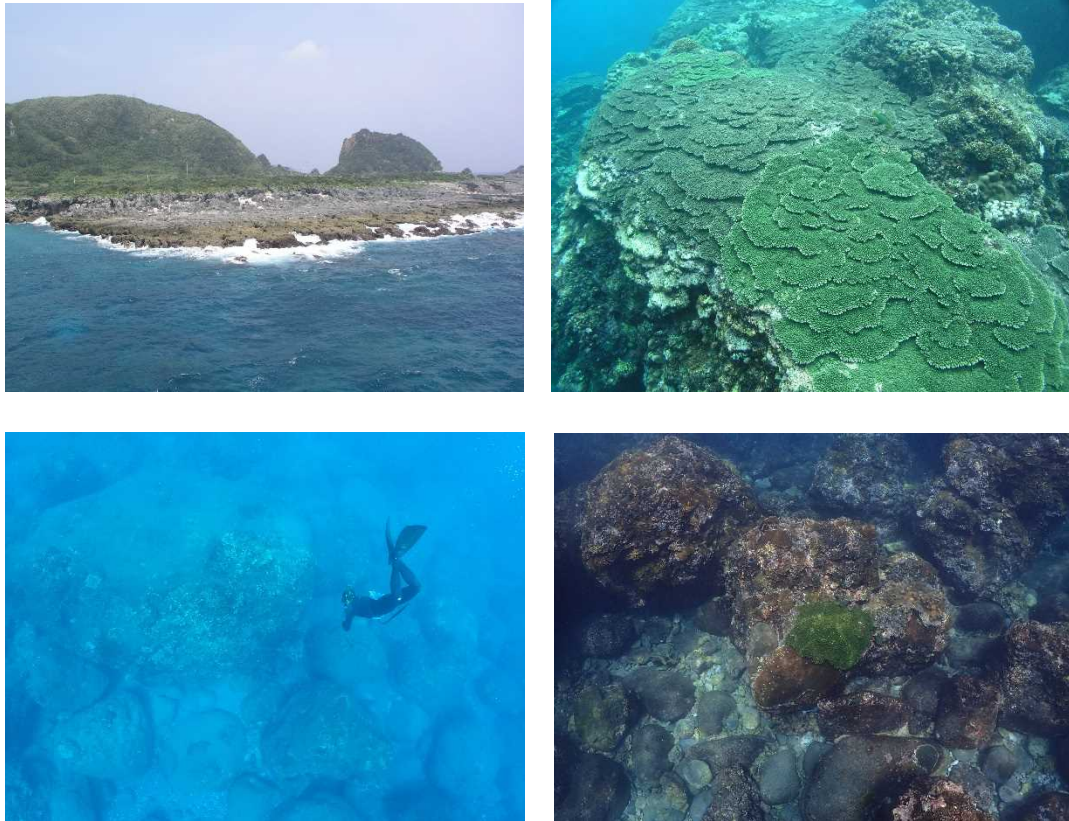
図V-1-1-1 サイト2：トカラ列島における調査地点位置図。

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

トカラ列島は、口之島や中之島、諏訪瀬島の火山及び海食崖などの海岸景観及び火山景観が鹿児島県の県立自然公園（トカラ列島県立自然公園）に指定されているが、海域公園などの海域の保護区はない。

(3) サンゴ群集の分布の特徴

トカラ列島は鹿児島県から奄美群島の間広がる島々の総称であり、サンゴ群集の分布は島毎に異なる。特に大きな特徴は、生物地理学上の渡瀬線と呼ばれる悪石島と小宝島間の海域を境に、北側の島々では沿岸の転石及び岸礁上にサンゴ群集が点在するのに対し、南側の島々では沿岸部にサンゴ礁地形が形成され、ミドリイシ類を中心にサンゴ群集の被度が高く分布していることである（図V-1-1-2）。



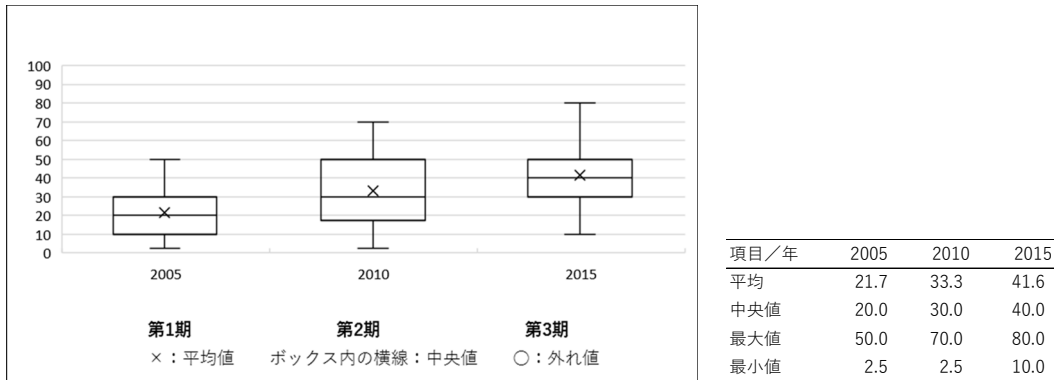
図V-1-1-2. トカラ列島の代表的なサンゴ群集. 2005年調査における小宝島の隆起サンゴ礁（上左）と宝島の高被度ミドリイシ類群集（上右）. 2015年調査における悪石島の転石に被覆するサンゴ群集（下左及び右）.

2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

①サンゴ被度

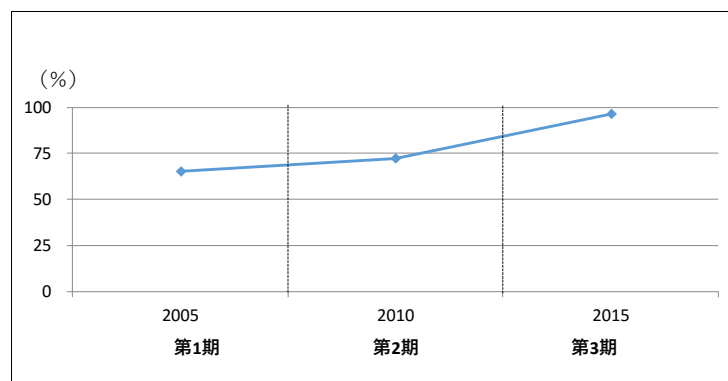
このサイトの各地点におけるサンゴ被度の経年変化を図V-1-1-3に示す。2005年は平均サンゴ被度が21.7%、各地点のサンゴ被度は2.5～50%の間にばらついており、多くの地点はサンゴ被度10～30%の間にあった。2010年は、調査地点を追加したこともあって各地点のサンゴ被度のばらつきは2.5～70%に広がり、平均サンゴ被度は33.3%に増加した。2015年は、平均サンゴ被度が更に増加して41.6%となり、多くの地点はサンゴ被度30～50%の間に集中した。また最高値は80%を示し、前回調査時から10ポイント増加した。サンゴ被度は2005年から2015年までの10年間を通して増加傾向を示した。



図V-1-1-3 サイト2：トカラ列島における各調査地点サンゴ被度の経年変化.

②被度指数

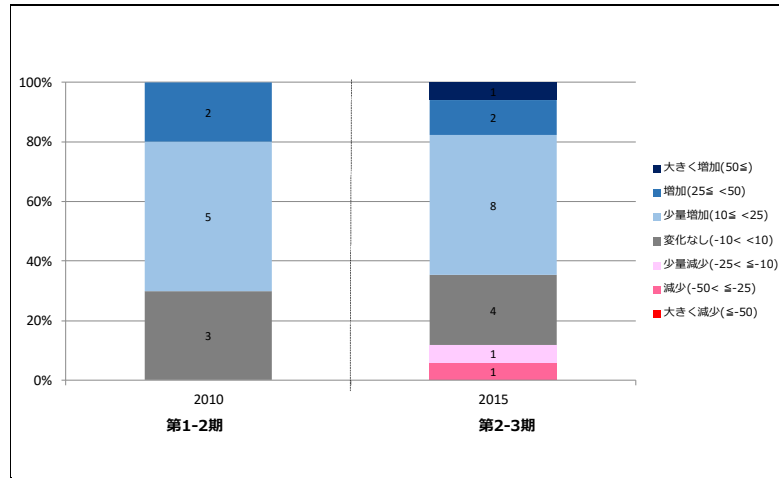
最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数の変化を図V-1-1-4に示す。被度指数のサイト平均は、2005年は約60%であり、健全度の評価はサイト全体として「やや良い」となった。2010年は、健全度の評価は「やや良い」の上限である75%近くまで増加した。2015年は、被度指数が更に増加して100%近くなり、サイト全体の健全度の評価は最も高いランクである「健全」となった。



図V-1-1-4 サイト2：トカラ列島における被度指数（サイト平均）の経年変化.

③前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-1-5に示す。2005年から2010年で減少した地点はなく、2地点が25ポイント以上50ポイント未満で「増加」し、5地点は10ポイント以上25ポイント未満の「少量増加」を示し、5年間で順調な成長が見られた。更に5年後の2015年には、1地点は50ポイント以上で「大きく増加」し、2地点は25ポイント以上50ポイント未満の「増加」、8地点は10ポイント以上25ポイント未満の「少量増加」を示し、この5年間でも健全な成長が見られ、これらの成長がサイト全体の「健全」の評価につながった。しかし、「少量減少」及び「減少」を示した地点がそれぞれ1地点ずつ見られ、これら2地点における局所的なかく乱が起っていた。

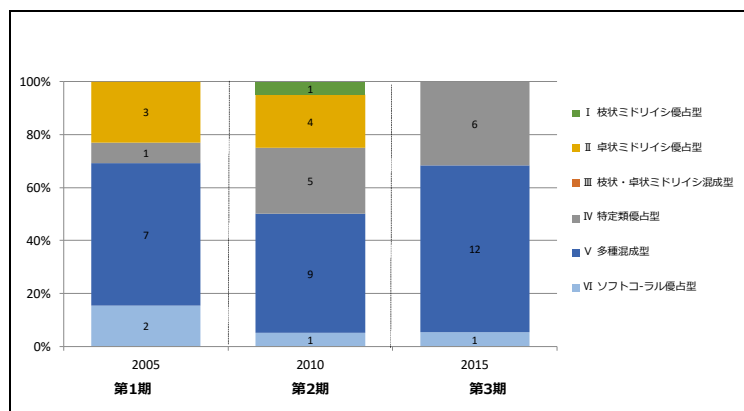


図V-1-1-5 サイト2：トカラ列島における前年からの被度の増減地点数の経年変化。

(2) 群集構造の変化

① 生育型

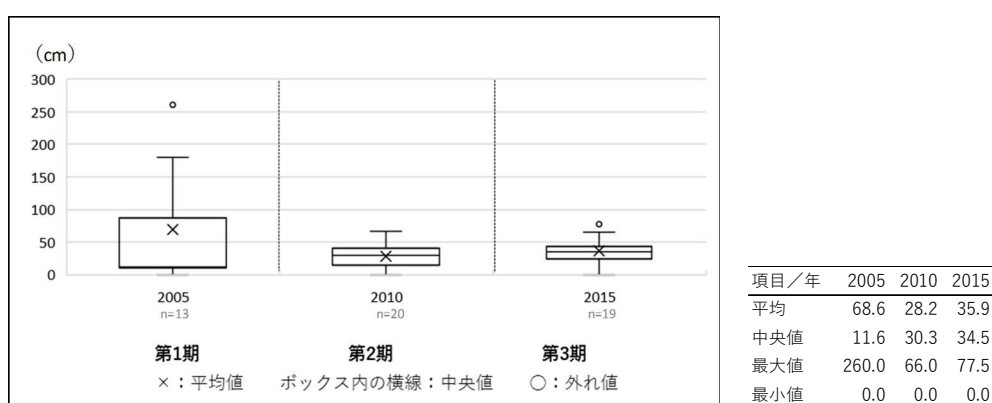
生育型別の地点数の割合を図V-1-1-6に示す。2005年は卓状ミドリイシ類優占の地点が3地点であり、2010年には4地点に増加した。また、2010年には調査地点を追加し、枝状ミドリイシ優占型の地点も表れた。ところが、2015年は、枝状ミドリイシ優占や卓状ミドリイシ優占及びそれらの混成タイプを含むミドリイシ類が優占する地点がなくなり、多種混成型や特定類優占型及びソフトコーラル優占型に変わっていた。これは、前述のサンゴ被度が「減少」あるいは「少量減少」した地点で、ミドリイシ類が減少したために多種混成型や特定類優占型に変化したこともあるが、2010年から2015年の間にサンゴ被度が変わらずに、優占種がミドリイシ類から多種混成型あるいは特定類優占型に変化した地点があったことを示している。



図V-1-1-6 サイト2：トカラ列島における生育型別地点数の経年変化。

②卓状ミドリイシ類最大直径

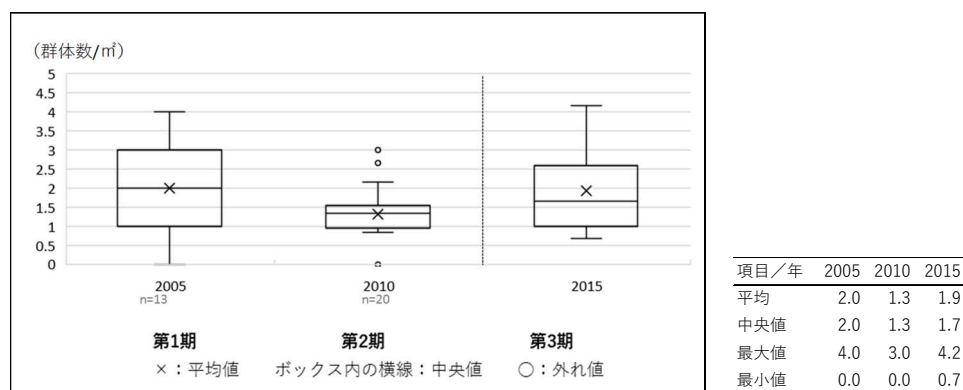
卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図V-1-1-7に示す。2005年は卓状ミドリイシ類の最大長径の平均値が68.6cmであり、最大値は260cmであった。しかし、2010年にはサイトの平均値が28.2cmに減少し、最大値も66cmに大きく減少した。これは、この5年間の間にサンゴ群集がかく乱を受け、大型の卓状ミドリイシ類が破壊されたのではないかと考えられる。その後2015年には、卓状ミドリイシ類最大長径の平均値はわずかに増加して35.9cmとなり、最大値も77.5cmであったため、わずかながら卓状ミドリイシ類が成長したことを示していると考えられる。



図V-1-1-7 サイト2:トカラ列島における卓状ミドリイシ類最大長径ランクの経年変化.

③加入数

サンゴ類の加入数の変化を図V-1-1-8に示す。このサイトでは、3回の調査を通して最も最大の加入数が5群体/m²未満であり、サンゴ礁域のサイトとしては比較的低い。中でも2010年は最も低く、平均で1.3群体/m²、最大値でも3群体/m²であった。比較的小さな島嶼が連なるトカラ列島では西側を黒潮が流れており、サンゴ幼生が加入するような滞留域や反流域が少ないため、加入数が低い可能性がある。



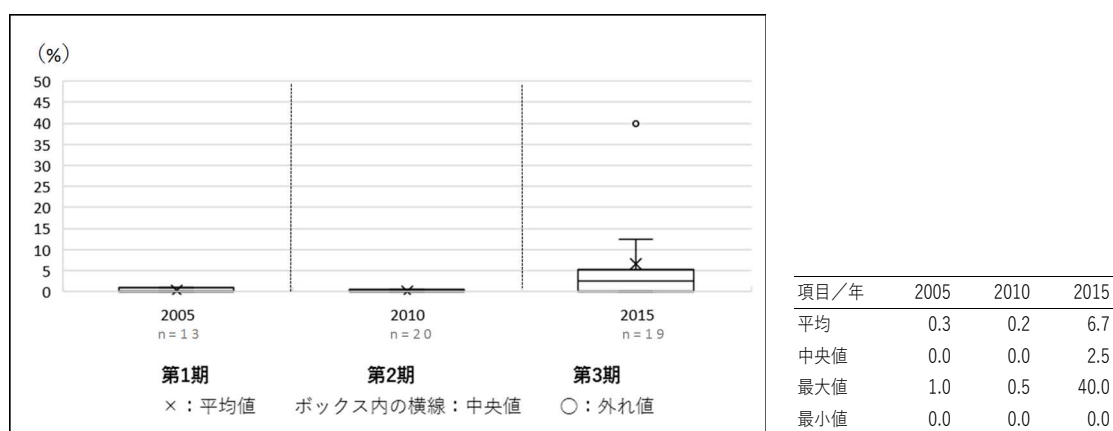
図V-1-1-8 サイト2:トカラ列島における加入数の経年変化.

(3) かく乱による被害

かく乱による被害を示す項目として、白化現象、オニヒトデ、サンゴ食巻貝及びSPSSの変化を示す。

①高水温／低水温による白化現象

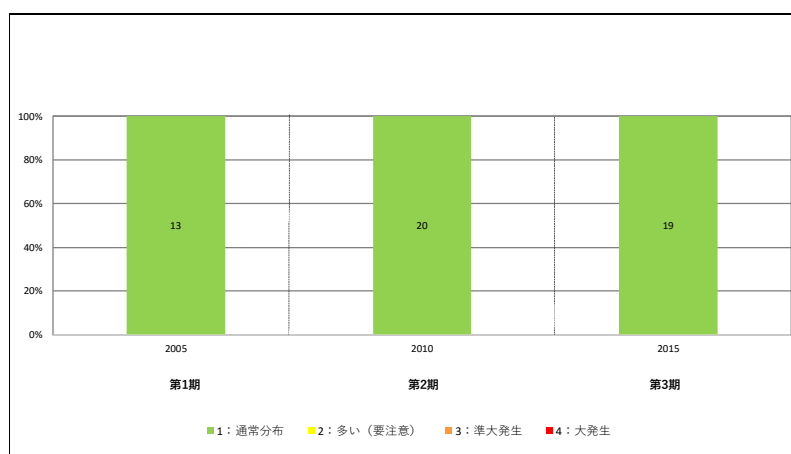
各地点における白化率の経年変化を図V-1-1-9に示す。2005年と2010年には白化現象はほとんど確認されなかった。2015年もほとんどの地点で5%未満の低い白化率であったが、宝島の2地点で40%の白化率が確認され、局所的な白化現象が起きていた。しかし、この地点の死亡率は0%であり、サンゴ被度に影響を与える程の被害はなかった。



図V-1-1-9 サイト2：トカラ列島における白化率の変化.

②オニヒトデ

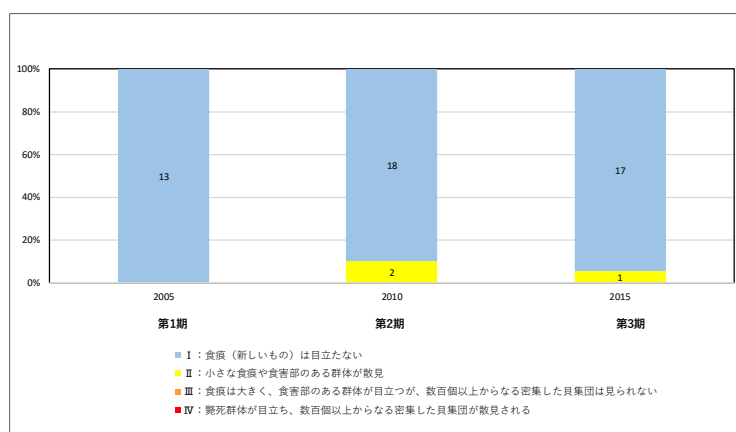
オニヒトデの発生階級の変化を図V-1-1-10に示す。2005年、2010年及び2015年の調査において、オニヒトデは通常分布状態が維持されていた。



図V-1-1-10 サイト2：トカラ列島におけるオニヒトデ発生階級の変化.

③サンゴ食巻貝

各地点のサンゴ食巻貝発生階級の変化を図V-1-1-11に示す。2005年にはサンゴ食巻貝の食痕がほとんど確認されなかったが、2010年には2地点、2015年には1地点で小さな食痕が散見された。しかし、サンゴ食巻貝の集団や大きな食痕が観察されるほどではなかった。



図V-1-1-11 サイト2：トカラ列島におけるサンゴ食巻貝発生階級の変化。

④堆積物 (SPSS 値)

調査項目として堆積物の計測は実施していない。

⑤台風

調査項目として台風の被害は記録していない。

⑥病気

調査項目として病気の調査は実施していない。

(4) その他のかく乱要因

特になし。

3. 水温の変化

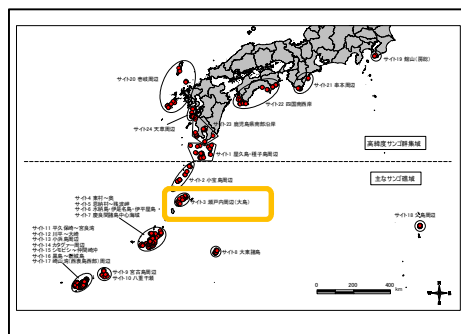
5年に1度程度調査を実施する遠隔地サイトのため、水温の計測は行っていない。

4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

2005 年の調査から 2010 年及び 2015 年の調査にかけて、各地点でサンゴ被度の増加傾向が現れ、順調な成長が見られた。しかし、2015 年の調査結果でミドリイシ類が優占する地点が無くなっていた。調査結果からオニヒトデの集団や大規模な白化現象は記録されていないが、2010 年から 2015 年の間に、5 年毎の調査では捉えられないような台風や他の何らかのかく乱によって、大型の卓状ミドリイシ類の群集が物理的に破壊されて減少したのではないかと考えられる。

加入数が比較的少ない（平均 1.3~2 群体/m²）このサイトでは、大きなかく乱によって一旦サンゴ被度が減少してしまうと急速に回復することは難しいと考えられる。しかし、高水温やオニヒトデ等の目立ったかく乱要因が無いことから、生残したサンゴは徐々に被度が増加していくと予測される。

サイト3:奄美大島 周辺



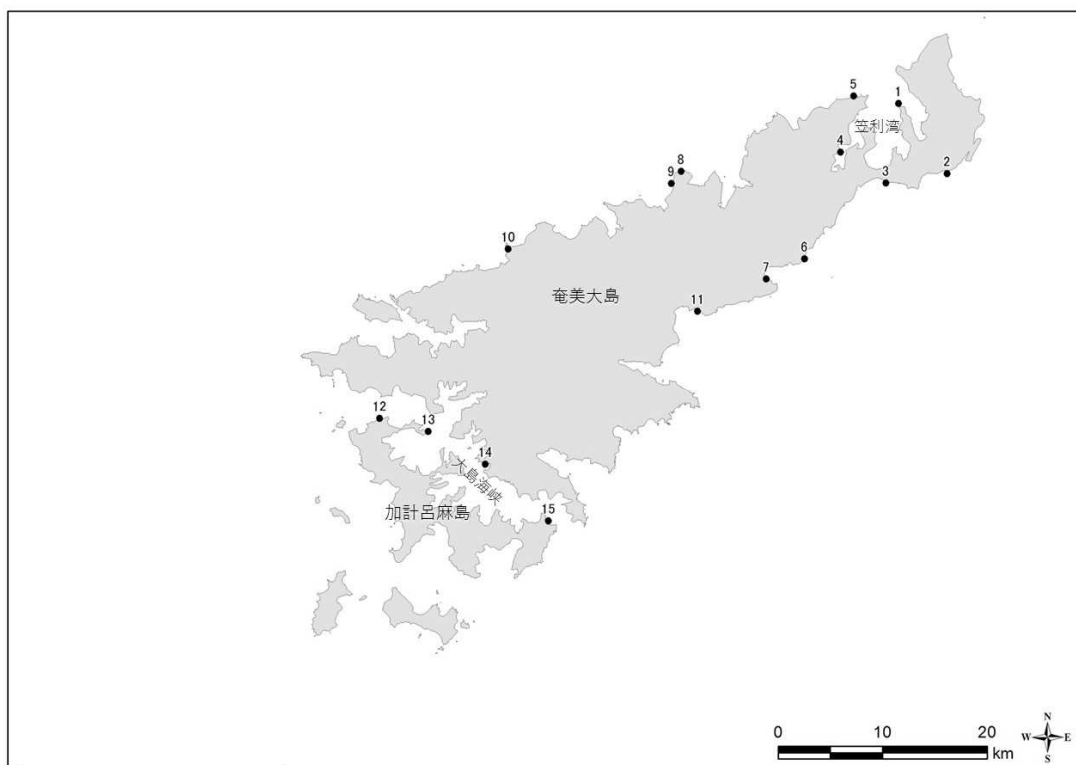
ティダ企画有限公司 興 克樹

1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

このサイトが位置する奄美群島は、鹿児島県の南部に広がるトカラ列島と沖縄島に挟まれた海域に点在する島々である。本調査では、これらの島々のうちで最も面積の大きい奄美大島周辺を対象にモニタリングを実施している。

調査地点は、奄美大島北部の笠利湾内に 2 地点、外洋に面する東シナ海側に 4 地点、外洋に面する太平洋側に 5 地点、奄美大島南部の加計呂麻島との間の大島海峡内に 4 地点の計 15 地点を設置した (図V-1-2-1、表V-1-2-1)。



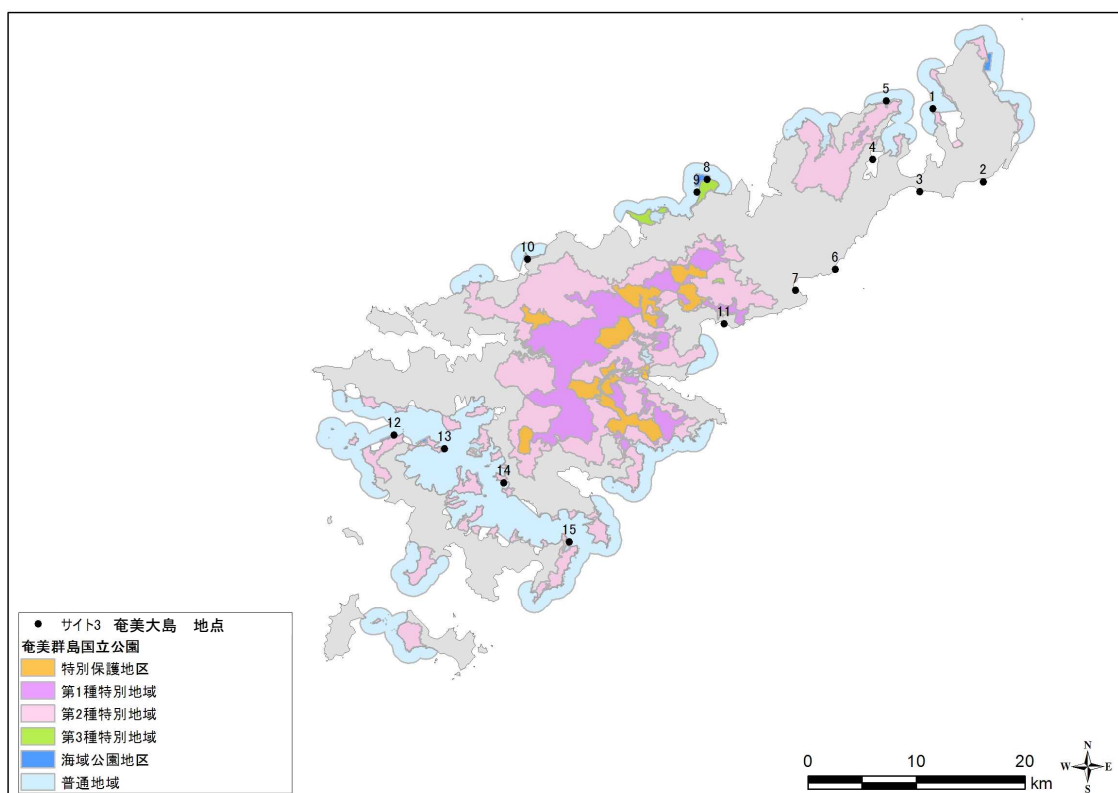
図V-1-2-1 サイト3:奄美大島周辺における調査地点位置図.

表V-1-2-1 サイト3：奄美大島周辺における調査地点一覧

No.	地点名	No.	地点名
1	赤木名立神	9	大浜
2	節田	10	徳浜
3	神の子	11	和瀬
4	久場	12	実久
5	安木屋場	13	デリキョンマ崎
6	崎原東	14	手安
7	崎原南	15	安脚場
8	摺子崎		

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

このサイトの周辺は奄美群島国立公園であり、地点 1（赤木名立神）、5（安木屋場）、9（大浜）、13（デリキョンマ崎）、14（手安）、15（安脚場）は奄美群島国立公園普通地域、地点 8（摺子崎）、12（実久）は海域公園地区に含まれている（図V-1-2-2）。



図V-1-2-2 奄美群島国立公園の指定区域とサイト3：奄美大島周辺のモニタリング調査地点.

また、奄美群島サンゴ礁保全対策事業により、奄美大島を含む奄美群島内の 12 市町村ごとにサンゴ礁モニタリング及びサンゴ保全海域におけるオニヒトデ駆除が実施されている（モニタリング 105 地点、駆除 58 地点）。地点 15 を設置している安脚場においては、ダイビング事業者を中心に組織された瀬戸内町海を守る会が 2001 年から連続してボランティアによるサンゴ礁モニタリングであるリーフチェックを実施している。

（3）サンゴ群集の分布の特徴

奄美大島北部の笠利半島では、海岸線でサンゴ礁が発達し、ミドリイシ属が優占するサンゴ群集が分布しているが、南東側や加計呂麻島との間の大島海峡では発達の度合いがやや悪い（図 V-1-2-3）。



地点 15（安脚場） 奄美渡島南部、大島海峡の枝状及びコリンボース状群集



地点 6（崎原東） 奄美大島中部の大型卓状ミドリイシ類群集



地点 14（手安） 奄美大島南部、大島海峡の枝状ミドリイシ群集



地点 3（神の子） 奄美大島北部の枝状及び葉状コモンサンゴ類の群集

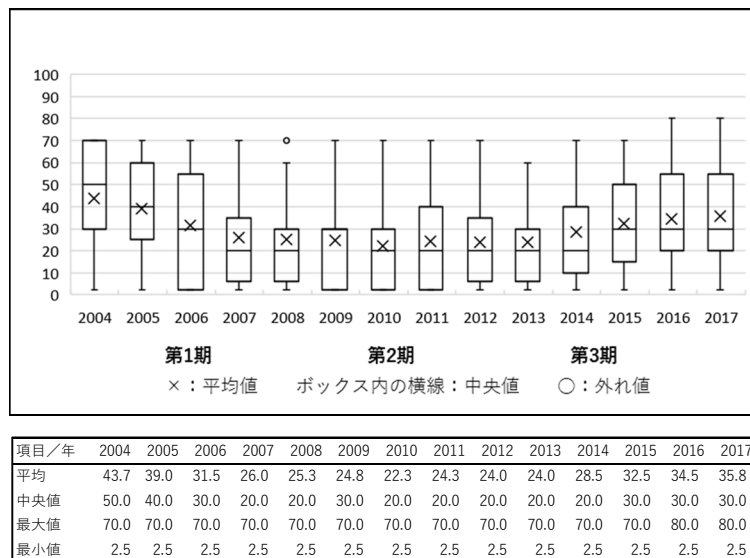
図□-1-2-3 奄美大島周辺の代表的なサンゴ群集。南部の大島海峡で優占する枝状及びコリンボース状ミドリイシ群集（左上、左下）。奄美大島中太北部でよく発達した卓状ミドリイシ類群集（右上）と枝状及び葉状コモンサンゴ類群集（左下）。

2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度の変化.

奄美大島周辺では、2005年以降、オニヒトデが大発生し、2007年にかけて平均サンゴ被度が大きく減少した(図V-1-2-4)。その後、オニヒトデの大発生が徐々に収束するに伴い、2014年からはサンゴ被度の増加傾向が見られた。2010年及び2011年には豪雨災害が発生したが、調査地点への土砂流出等の影響は局所的であった。また、2016年に先島海域で大規模白化現象が発生した際には、奄美大島周辺では死亡群体は少なく影響は軽微であった。しかし、2017年に夏季高水温が主な原因と考えられる大規模な白化現象が見られた際には、サイト全体の平均サンゴ被度に変化はなかったものの、外洋に面する礁池内や内湾、海峡内では局所的な被害を受け、サンゴ被度が大きく減少した地点があった。



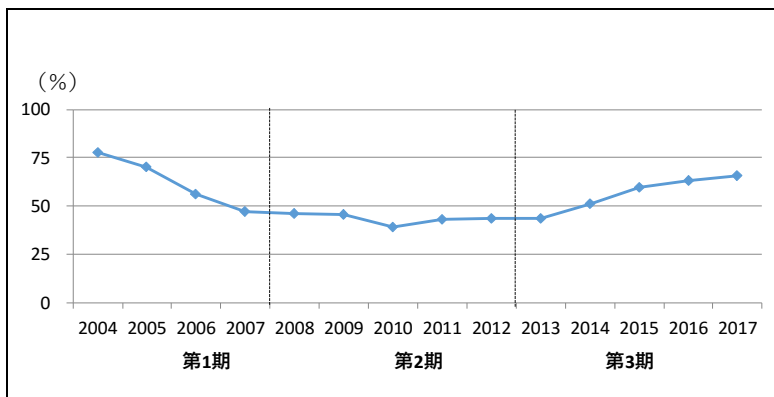
図V-1-2-4 2004年から2017年のサイト3：奄美大島周辺におけるサンゴ被度の変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。

②被度指数

サンゴ被度の変化を、最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数の変化で示したのが図V-1-2-5である。

被度指数による健全度の評価では、2004年には75%以上の「優良」であったのが、オニヒトデの大発生による食害のために2005年から2007年まで減少し、「やや良い」から「やや悪い」に変わった。その後もオニヒトデの大発生による食害のため2013年までは「やや悪い」状態が続いたが、その後、2014年からは緩やかな増加傾向を見せ、健全度が「やや

悪い」から「やや良い」に向上した。なお、2010年及び2011年には、豪雨災害による土砂流出の影響を受けたが局所的であった。



図V-1-2-5 2004年から2017年のサイト3：奄美大島周辺における被度指数（最良時のサンゴ被度に対する割合）の変化。

③前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-2-6に示す。

2005年に「少量減少」した5地点の主な要因はオニヒトデ大発生によるもので、一部では台風による破損もあった。2006年に「減少」した地点10（徳浜）では、大発生したオニヒトデによるミドリイシ群集への食害が原因であり、サンゴ被度が「少量減少」した5地点ともその要因はオニヒトデ大発生による食害であった。2007年にサンゴ被度が「大きく減少」したのは、オニヒトデ大発生によりコモンサンゴ類の優占群集が食害された地点3（神の子）であり、「少量減少」した大島海峡内の地点13（デリキョンマ崎）では、ホワイトシンドロームにより2008年までサンゴ被度の減少が続き、他の「少量減少」した3地点では、原因はオニヒトデ大発生による食害であった。2010年にサンゴ被度が「減少」した龍郷湾・湾奥の地点4（久場）では、その年の集中豪雨により流出した泥土の堆積によりハマサンゴ類群集が壊滅した。2011年にサンゴ被度が「少量減少」した地点11（和瀬）では、奄美大島北部における集中豪雨と奄美大島南部における集中豪雨による泥土堆積によるものと考えられる。2012年にサンゴ被度が「少量減少」したのは地点11（和瀬）と15（安脚場）であり、原因は台風による破損であった。2013年にサンゴ被度が「少量減少」したのは3地点で、は冬期および夏期の白化および台風による破損（地点11）、台風による破損（地点15）、ホワイトシンドロームによる死亡（地点13）が原因であった。2014年にサンゴ被度が「少量減少」した地点11（和瀬）では、台風による破損が原因であった。

次に、サンゴ被度が前年から増加した地点について記す。2015年にサンゴ被度が前年から「大きく増加」したのは、2000年から2001年のオニヒトデ大発生によりミドリイシ群

集が壊滅した大島海峡西側出口に位置する地点 12（実久）であり、他地点に比べ著しく早いミドリイシ属サンゴの成長が見られた。この時期、外洋に面する奄美大島の礁縁部では増加傾向が見られたが、礁池では増加が見られない地点が多かった。礁池内で成長の早い地点は地点 3（神の子）で、トゲコモンサンゴやエダコモンサンゴ、チヂミウスコモンサンゴ等が破片分散により増加していた。

全体的には、オニヒトデ大発生収束後は大きな乱は無く、サンゴ被度の増加傾向が続いていると言える。

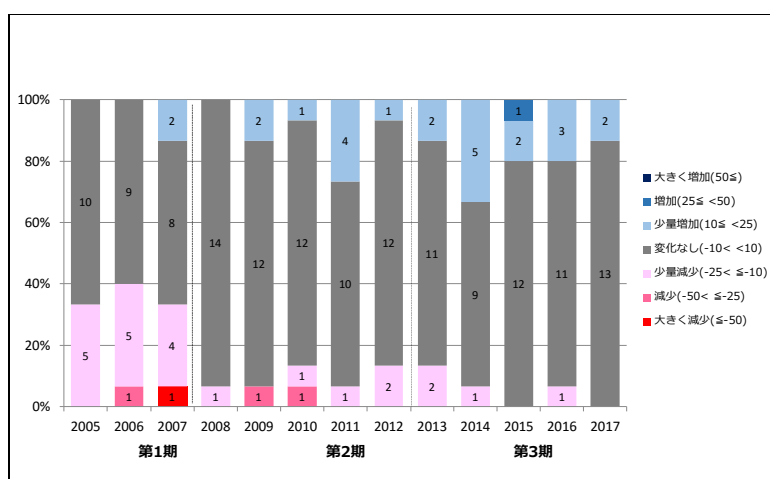


図 V-1-2-6 2005 年から 2017 年のサイト 3：奄美大島周辺における前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化。

(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図 V-1-2-7 に示す。

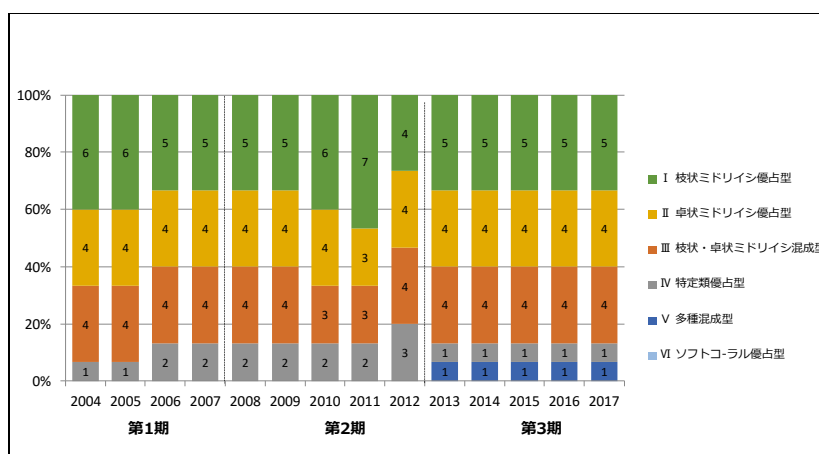


図 V-1-2-7 2004 年から 2017 年のサイト 3：奄美大島周辺における生育型別地点数の変化。

奄美大島周辺では、他のサイトに比べると比較的变化は少なかった。オニヒトデ大発生によりかく乱を受けたミドリイシ属が優占する地点でも、ミドリイシ属の成長が見られた。なお、被度 5%未満の地点は、調査時の群集構造ではなく、優良時の群集構造を記載していたことも反映されている。

②卓状ミドリイシ類最大長径

2004 年から 2017 年までのこのサイトにおける卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図 V-1-2-8 に示す。

卓状ミドリイシ類の最小長径は、2007 年までのオニヒトデ大発生によるかく乱により、2009 年に大幅に減少したが、その後の小型群体の成長により、緩やかな増加が見られる。

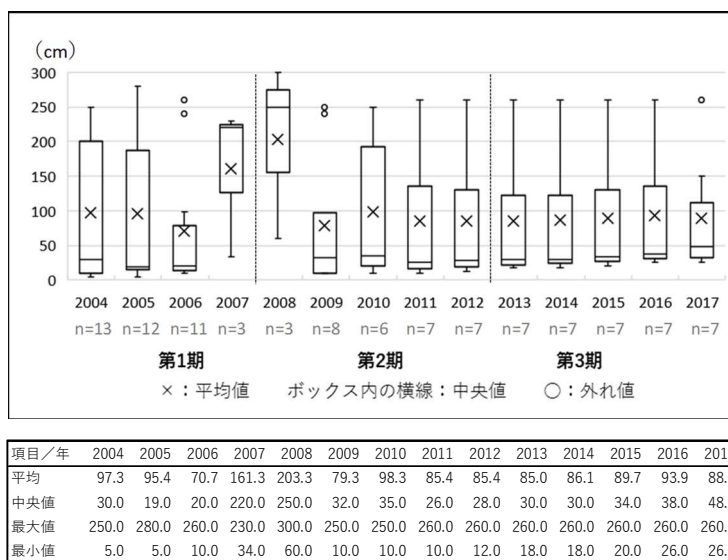
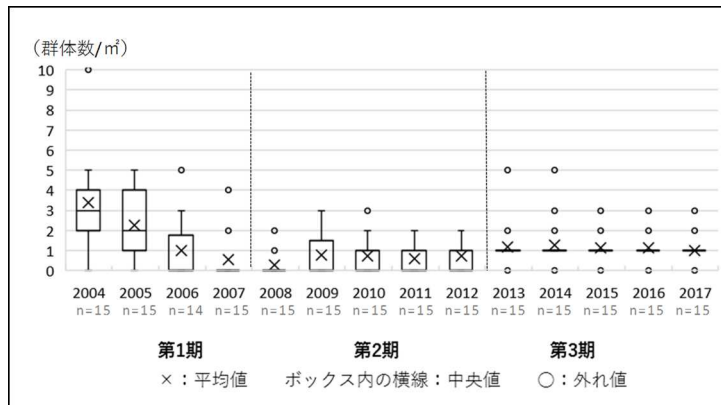


図 V-1-2-8 2004 年から 2017 年のサイト 3：奄美渡島周辺における卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は図下の表を参照。

③加入数

サンゴ類の加入数の変化を図 V-1-2-9 に示す。

2004 年と 2005 年の加入数は比較的多く、平均で 2 群体/m² 以上、最高 5 群体/m² であったが、その後減少し、2012 年までは平均 1 群体/m² 未満であった。2013 年以降は平均 1 ~1.3 群体/m² とやや増加したが、全体として少ない水準で推移している。



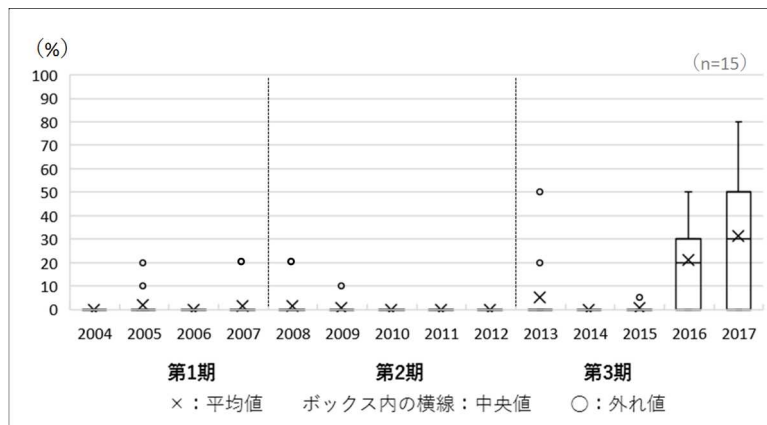
項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	3.4	2.3	1.0	0.5	0.3	0.8	0.7	0.6	0.7	1.2	1.3	1.1	1.1	1.0
中央値	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
最大値	10.0	5.0	5.0	4.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図V-1-2-9 2004年から2017年のサイト3：奄美大島島周辺における加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。

(3) かく乱による被害

① 高水温/低水温による白化現象

サイトにおける平均白化率の変化を図V-1-2-10に示す。



項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	0.0	2.0	0.0	1.3	1.3	0.7	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0	0.7	21.0	31.5
中央値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	30.0
最大値	0.0	20.0	0.0	20.0	20.0	10.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	5.0	50.0	80.0
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図V-1-2-10 2004年から2017年のサイト3：奄美大島島周辺における白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。

2016 年は、1 月に記録的寒波による白化、夏期に高水温が主な原因と考えられる大規模な白化が発生したが、死亡は少なく影響は軽微であった。2017 年の夏期から秋期にかけて発生した白化現象では、礁池内や内湾の浅所で死亡が見られた。2005 年、2007 年、2008 年、2009 年、2013 年、2015 年にも白化現象が記録されたが、2016～2017 年に比べると白化率は低く、地点も限られた局所的なものであった。

② オニヒトデ

サイトにおけるオニヒトデの発生階級別地点数の変化を図 V-1-2-11 に示す。

オニヒトデの大発生は、2000 年頃から奄美大島南部で始まり、その後、奄美大島北部で局所的に発生した。2006 年の大発生階級の地点は、奄美大島中部太平洋側の地点 10 (徳浜) では 15 分間換算で 10 個体が確認されている。2008 年以降は、全地点が通常分布で推移しており、大発生は収束した。

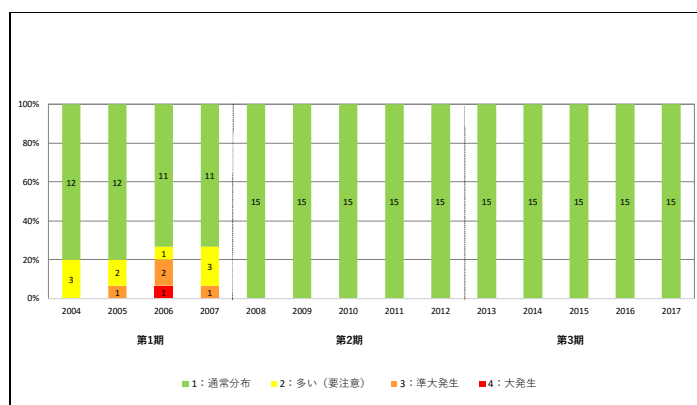


図 V-1-2-11 2004 年から 2017 年のサイト 3 : 奄美大島周辺におけるオニヒトデ発生階級別地点数の変化.

③ サンゴ食巻貝

サイトにおけるサンゴ食巻貝の発生階級の変化を図 V-1-212 に示す。

サンゴ被度の大きな低下をもたらすようなサンゴ食巻貝の大発生は見られず、発生は特定の群体に数十個体群がっている状態で、局所的であった。

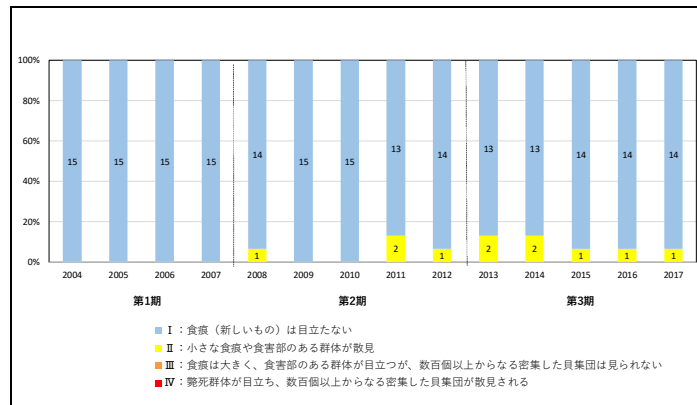


図 V-1-2-12 2004 年から 2017 年のサイト 3：奄美大島周辺におけるサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化.

④ 堆積物 (SPSS 値)

調査項目として堆積物の計測は実施していない。

⑤ 台風

台風の被害が確認された地点数の変化を図 V-1-2-13 に示す。

2012 年には調査地点の 1/4 で台風による被害が記録され、地点 11 (和瀬) と 15 (安脚場) に見られたサンゴ被度の減少は、この台風による破損によるものであった。

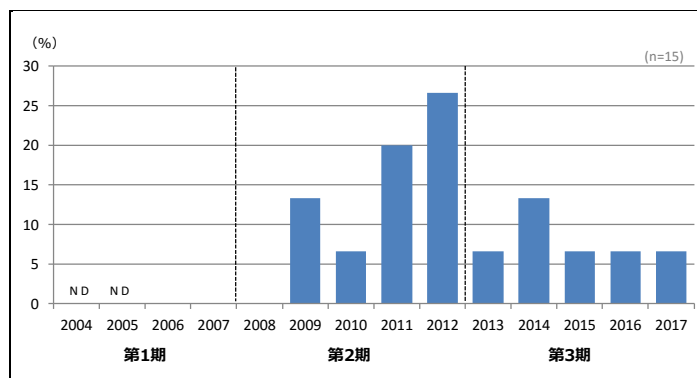


図 V-1-2-13 2004 年から 2017 年のサイト 3：奄美大島周辺における台風被害発生地点数の割合の変化.

⑥ 病気

病気の発生地点数の変化を図 V-1-2-14 に示す。

大島海峡内の地点 13 (デリキョンマ崎) ではホワイトシンドロームによるサンゴ被度の減少が 2008 年まで続き、2013 年に再びホワイトシンドロームのためにサンゴ被度が少量減少した。また、2008 年からは大型の卓状ミドリイシ群体がホワイトシンドロームで年々死亡していったのも観察された。

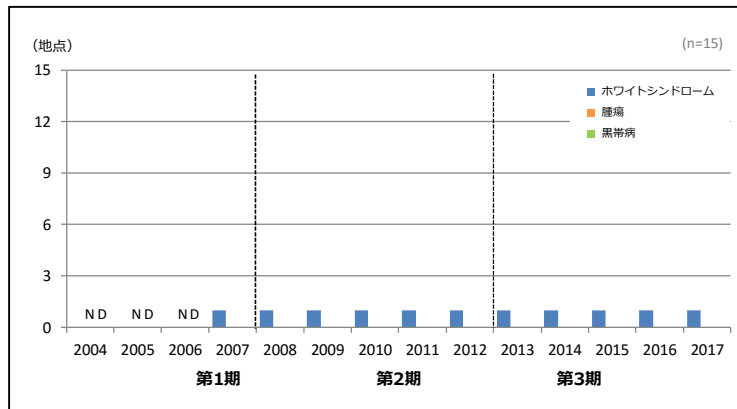


図 V-1-2-14 2004 年から 2017 年のサイト 3：奄美大島周辺におけるサンゴの病気発生地点数の変化.

(4) その他のかく乱要因

このサイトでは集中豪雨による土砂の流出がサンゴ群集への大きなかく乱要因となっている可能性が考えられる。例えば、2010 年には、龍郷湾の湾奥に位置する地点 4 (久場) で集中豪雨による大量の土砂が湾内に流出し、それらの泥土が堆積したことによりハマサンゴ類群集が壊滅した。また、2011 年には地点 11 (和瀬) において、奄美大島北部豪雨災害及び奄美大島南部豪雨災害をもたらした集中豪雨により大量の泥土が流出し、それらが堆積したサンゴ群体が死亡し、サンゴ被度が減少した。

3. 水温の変化

図 V-1-2-15 にサイト内の 3 地点 (地点 9、11、13) における水温の変化を示す。3 地点のうち、長期間 (5 年以上) 水温を計測している地点 11 の水温データを用いて回帰分析を行うと「 $y=0.0003x(\text{日})+23.798$ 」となり、年に換算して 0.11°C の増加傾向であった。

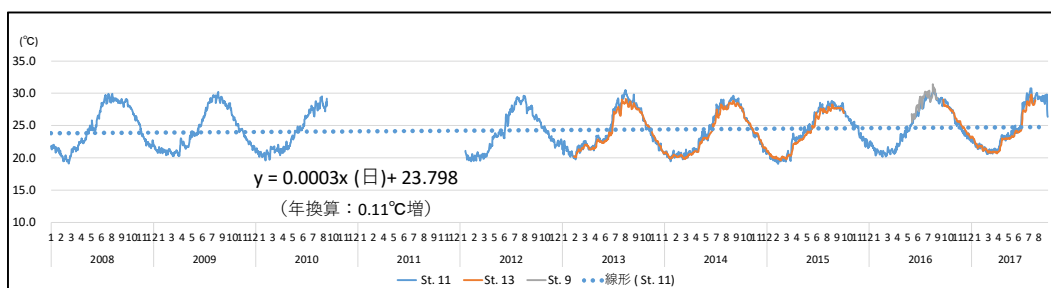


図 V-1-2-15 2008 年から 2017 年のサイト 3：奄美大島周辺におけるデータロガーにより観測した水温の変化.

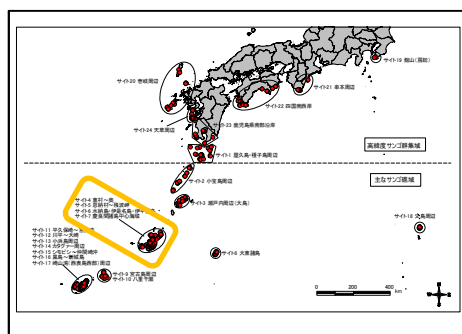
4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

奄美大島周辺では、オニヒトデの大発生により2007年までサンゴ被度が大きく減少した。その後、オニヒトデの大発生が収束するに伴い、全体的にサンゴ被度は緩やかな増加傾向を示している。

2010年及び2011年には、豪雨災害が発生したが、調査地点への土砂流出等の影響は局所的であった。また、2016年のサンゴ大規模白化では死亡群体は少なく影響は軽微であった。しかし、2017年の大規模白化によるサンゴ群体の死亡により、局所的に外洋に面する礁池内や内湾、海峡内ではサンゴ被度が半減した。2016年夏期の大規模白化の際には白化による死亡群体が少なく、以降はある程度白化に耐性を持つ群体が生き残り、優占しているのではないかと予測されたが、2017年の白化現象においては白化による死亡群体が多く見られた。

オニヒトデの大発生は既に収束しているため、今後は白化現象によって被害を受けたサンゴ群集が回復していくことが期待される。

サイト4: 沖縄島・東岸 サイト5: 沖縄島・西岸 サイト6: 沖縄島・ 周辺離島



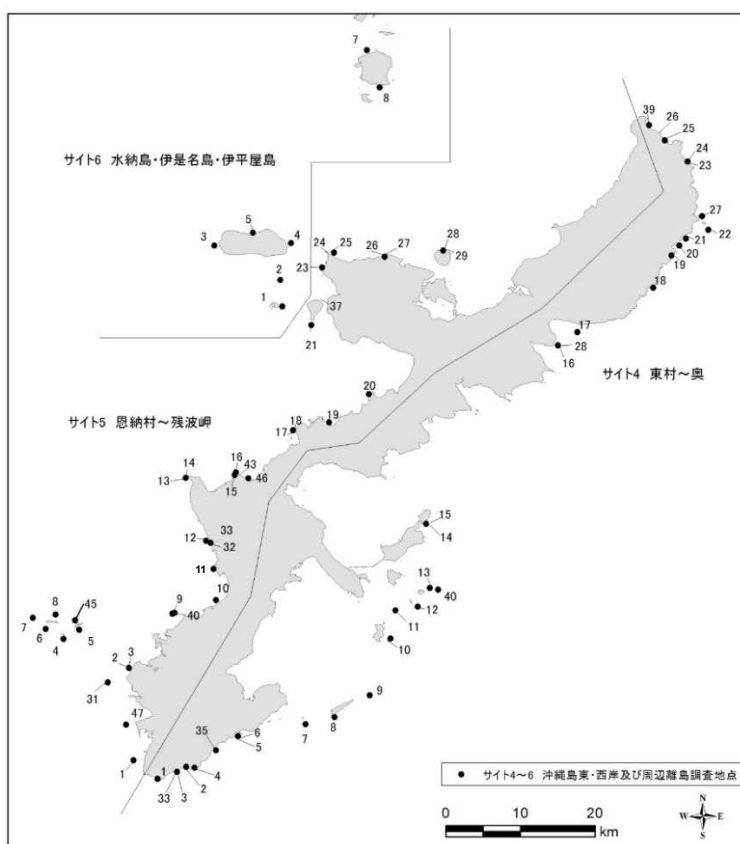
一般財団法人沖縄県環境科学センター 長田智史

(※サイト 4～6 は沖縄島周辺に隣接して設定されているため、ここでは3つのサイトを合わせて記述する)

1) サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

サイト内に設置した調査地点を図V-1-3-1に示す。



図V-1-3-1 サイト 4～6 : 沖縄島～周辺離島における調査地点位置図。

この海域は、沖縄島の東側および西側、西側北部に位置する離島をそれぞれ沖縄島・東岸（サイト4）、沖縄島・西岸（サイト5）、沖縄島・周辺離島（サイト6）の3サイトに区分し、東岸40地点、西岸46地点、周辺離島8地点の全94地点を設定している。

サイト4：沖縄島・東岸

沖縄島の東側北部、南部礁斜面及び礁池の地点を含み、礁斜面のほとんどは外洋に面し比較的波当たりが強い。多くの地点では、礁斜面上部の卓状ミドリイシ類や枝状ハナヤサイサング類が優占する群集を対象とし、40地点を調査地点とした（表V-1-3-1）。

表V-1-3-1 サイト4：沖縄島・東岸における調査地点

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	荒崎西礁池	15	伊計島東礁斜面	29	泡瀬ヒメマツドリイシ礁池
2	大度海岸礁池	16	慶佐次ウツパマ東	30	泡瀬ヒメマツドリイシ礁斜面
3	大度海岸礁斜面	17	東村宮城ウンシ南	31	大浦ハマサンゴ
4	摩文仁南礁池	18	揚水発電所南東	32	具志川城跡南
5	奥武島南礁池	19	安波南	33	米須
6	奥武島南礁斜面	20	カツセノ崎南	34	波名城礁池
7	クマカ島南	21	イシキナ崎南西	35	波名城礁斜面
8	久高島エラブ岩東	22	安田ヶ島南	36	具志頭
9	ウガン岩南	23	国頭村赤崎北礁池	37	大浦チリビシ
10	津堅島アギハマ東	24	国頭村赤崎北礁斜面	38	大度海岸西礁池
11	北谷町宮城海岸（砂辺）	25	奥漁港北	39	宇佐浜東礁斜面
12	南浮原島南東	26	宇佐浜世皮崎西	40	浮原北東ヨコビシ東
13	浮原島北東ヨコビシ	27	安田ヶ島北		
14	伊計島東礁池	28	慶佐次ウツパマ東礁斜面		

サイト5：沖縄島・西岸

沖縄島の西側中部、南部礁斜面及び礁池の地点を含み、礁斜面のほとんどは外洋に面し比較的波当たりが強い。多くの地点では、礁斜面上部の卓状ミドリイシ類や枝状ハナヤサイサング類が優占する群集を対象とし、46地点を調査地点とした（表V-1-3-2）。

表V-1-3-2 サイト5：沖縄島・西岸における調査地点

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	喜屋武漁港西	17	恩納村赤崎西礁池	33	水釜礁斜面
2	那覇空港北儀間の瀬礁池	18	恩納村赤崎西礁斜面	34	西洲礁池
3	那覇空港北儀間の瀬北礁斜面	19	安富祖北礁池	35	西洲礁斜面
4	チービシクエフ南	20	部瀬名岬西	36	泊大橋南
5	チービシ神山南	21	瀬底島南	37	瀬底大橋北
6	チービシナガンヌ南	22	港原海洋センター西	38	干ノ瀬
7	チービシナガンヌ西	23	水族館西	39	浅ノ瀬防波堤
8	チービシナガンヌ北	24	備瀬崎東礁池	40	ジャナセ
9	空寿崎西座礁船	25	備瀬崎東礁斜面	41	喜屋武岬西礁地
10	伊佐西	26	今帰仁村長浜北礁池	42	喜屋武岬西礁斜面
11	北谷町宮城海岸（砂辺）	27	今帰仁村長浜北礁斜面	43	真栄田岬西大礁池
12	渡具知西	28	古宇利島北礁池	45	チービシ神山北
13	残波岬西礁池	29	古宇利島北礁斜面	46	久良波
14	残波岬西礁斜面	30	喜屋武漁港西トコマサリ礁	47	ウカハ岩西
15	真栄田岬西礁池	31	大嶺崎大瀬		
16	真栄田岬西礁斜面	32	水釜		

サイト6：沖縄島・周辺離島

伊江島、水納島、伊是名島及び島間の離礁を含み、そのほとんどは外洋に面し比較的波当たりが強い。多くの地点では、礁斜面上部の卓状ミドリイシ類や枝状ハナヤサイサンゴ類が優占する群集を対象とし、8地点を調査地点とした（表V-1-3-3）。

表V-1-3-3 サイト6：沖縄島・周辺離島における調査地点

No.	地点名	離島名	No.	地点名	離島名
1	水納島東	水納島	5	伊江島湧出北	伊江島
2	ナカンシ東	(離礁)	6	水納島北	水納島
3	伊江島西	伊江島	7	伊是名島内花橋北	伊是名島
4	伊江島インシヤラ原東	伊江島	8	伊是名島アギギタラ	伊是名島

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

沖縄島東岸北部に位置する調査地点（地点18～27、39）は、やんばる国立公園に含まれている。また、同南部に位置する調査地点の一部は、沖縄戦跡国定公園に含まれている（図V-1-3-2）。

沖縄島西岸中部に位置する調査地点のほとんどは沖縄海岸国定公園に含まれ、同国定公園内の部瀬名海域(海中)公園地区内にも調査地点(部瀬名岬西礁斜面)が設定されている。沖縄島西岸南部の一部離島(チービシ)(地点4~8、45)は、慶良間諸島国立公園に含まれている。

沖縄島周辺には、上記のような公園地区等の指定を受けている地域がある他、赤土流出防止対策事業が重点的に実施されている地域(東岸東村宮城ウンセ南、西岸恩納村赤崎西)や、水産多面的機能発揮対策支援事業が実施されている地域(伊是名村、伊江村、恩納村)がある。

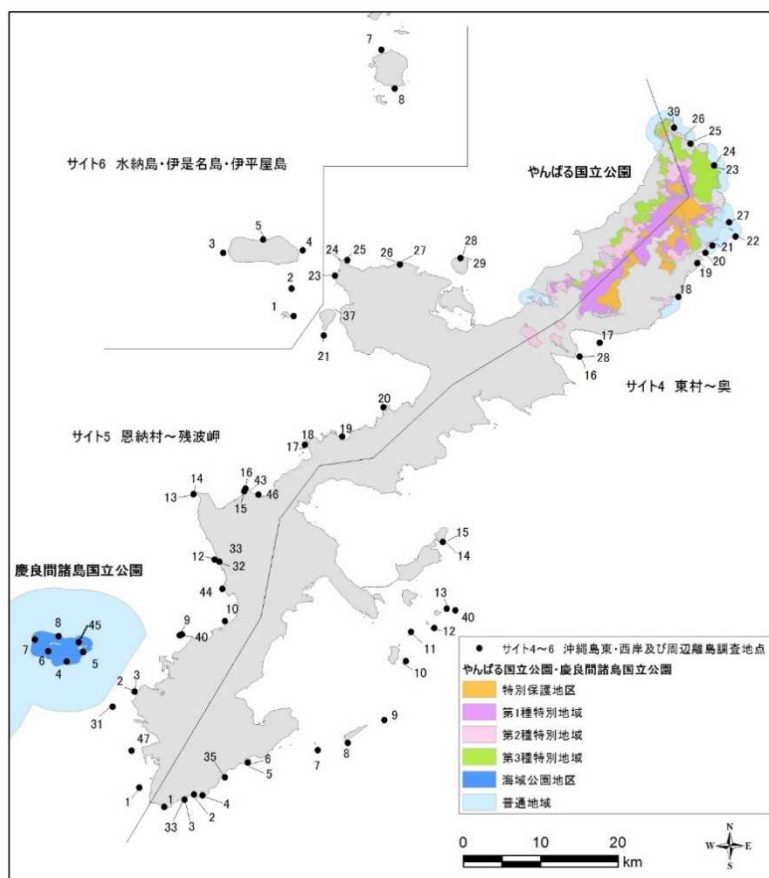
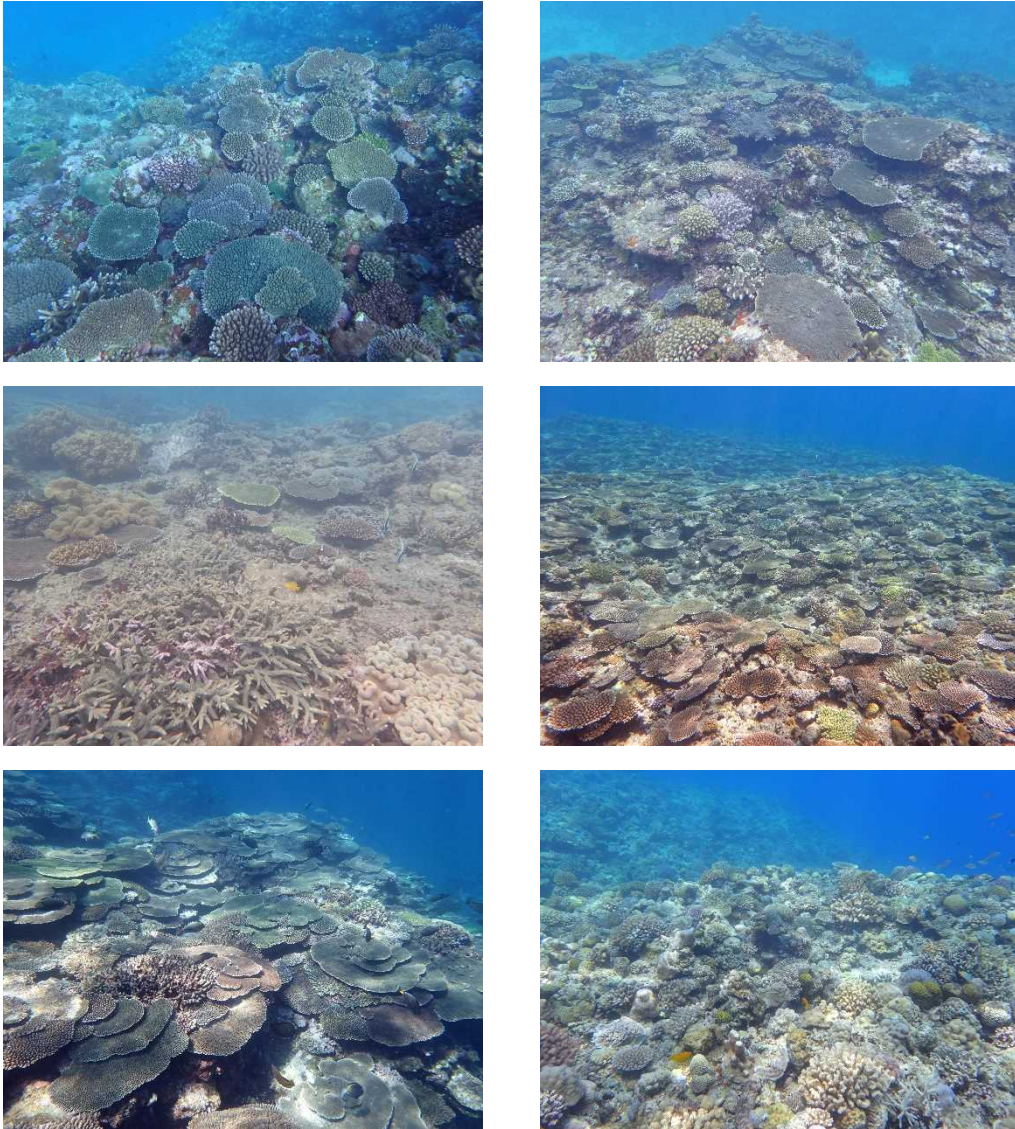


図 V-1-3-2 やんばる国立公園・慶良間諸島国立公園区域とモニタリングサイト 1000 サング礁調査におけるサイト 4~6：沖縄島東岸・西岸及び周辺離島の調査地点。

(3) サンゴ群集の分布の特徴

沖縄島周辺のサンゴ礁は、島の周囲に形成される裾礁と、島から離れた離礁からなり、島の東岸ではサンゴ礁が島から数 km も広がる堡礁的性格を見せるところもある。沖縄島東岸及び西岸サイトの調査地点には裾礁の礁斜面と礁池を、周辺離島サイトの調査地点は離礁上に設置した。多くのサンゴ礁ではミドリイシ属が優占するサンゴ群集が分布している(図 V-1-3-3)。



図V-1-3-3. 沖縄島周辺の代表的なサンゴ群集. 沖縄島・東岸サイトの調査地点（上右：うるま市ヨコビシ東及び左：国頭村ウサハマ）、沖縄島・西岸の調査地点（中右：恩納村赤崎及び左：宜野湾市伊佐）、沖縄島・周辺離島の調査地点（下右：本部町ナカンシ東及び左：伊江村伊江島）を示す.

2. サンゴ群集の変化

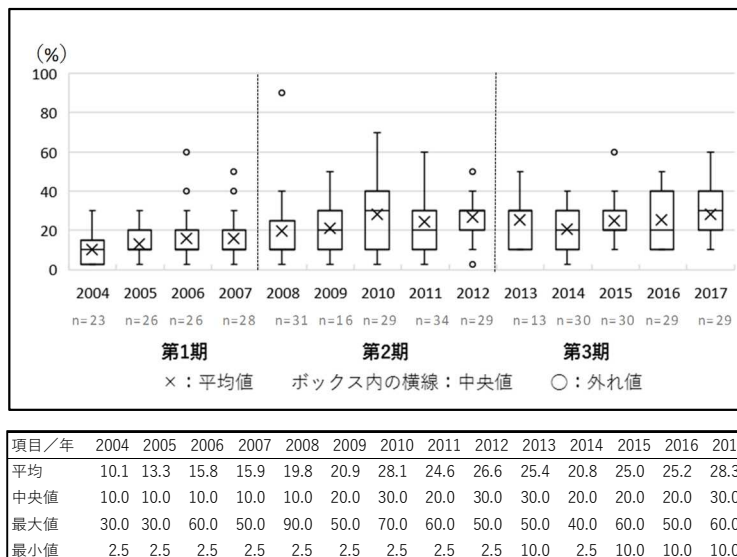
(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

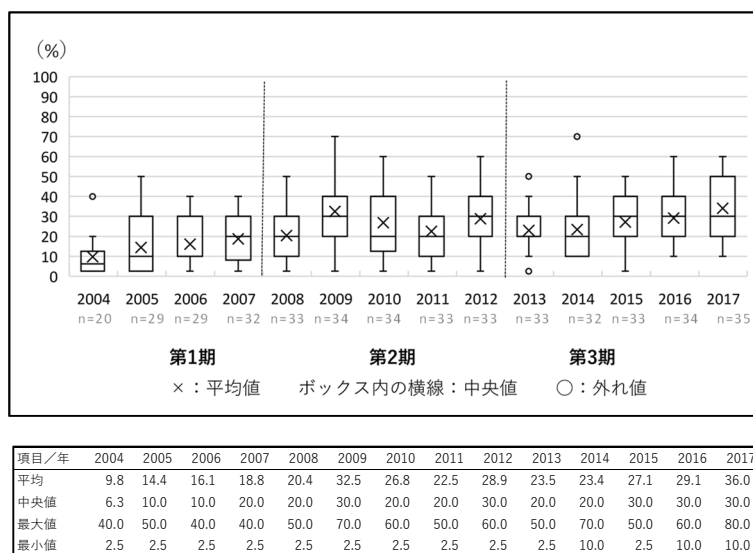
図V-1-3-4～6 にサイト 4～6 における各地点のサンゴ被度の経年変化を箱ひげ図で示す。

サイト 4（沖縄島・東岸）の平均サンゴ被度は（図V-1-3-4）、2004 年以降 10%程度から 30%程度に達するなど緩やかな増加傾向にあるが、近年は停滞している。サイト 5（沖

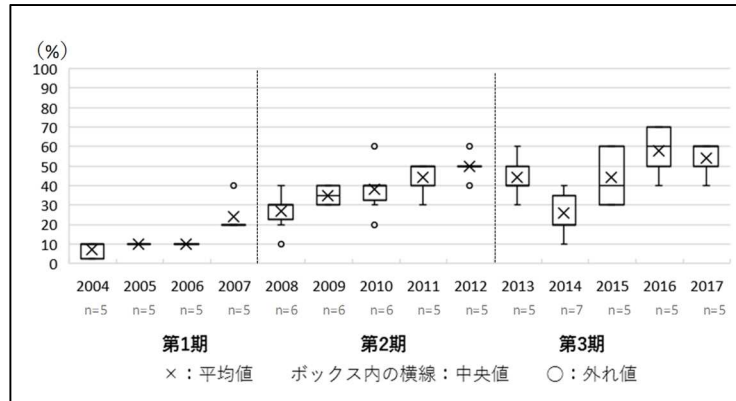
縄島・西岸) (図V-1-3-5) でも、2004年以降平均10%以下から平均40%程度にまで達するなど緩やかに増加傾向にある。サイト6(沖縄島・周辺離島) (図V-1-3-6) では、2004年以降平均10%以下から平均60%程度にまで達するなど大幅な増加傾向にある。



図V-1-3-4 サイト4：沖縄島・東岸におけるサンゴ被度の経年変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。



図V-1-3-5 サイト5：沖縄島・西岸におけるサンゴ被度の経年変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。



項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	7.0	10.0	10.0	24.0	26.7	35.0	38.3	44.0	50.0	44.0	25.7	44.0	58.0	54.0
中央値	10.0	10.0	10.0	20.0	30.0	35.0	40.0	50.0	50.0	40.0	20.0	40.0	60.0	60.0
最大値	10.0	10.0	10.0	40.0	40.0	40.0	60.0	50.0	60.0	60.0	40.0	60.0	70.0	60.0
最小値	2.5	10.0	10.0	20.0	10.0	30.0	20.0	30.0	40.0	30.0	10.0	30.0	40.0	40.0

図V-1-3-6 サイト6：沖縄島・周辺離島におけるサンゴ被度の経年変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

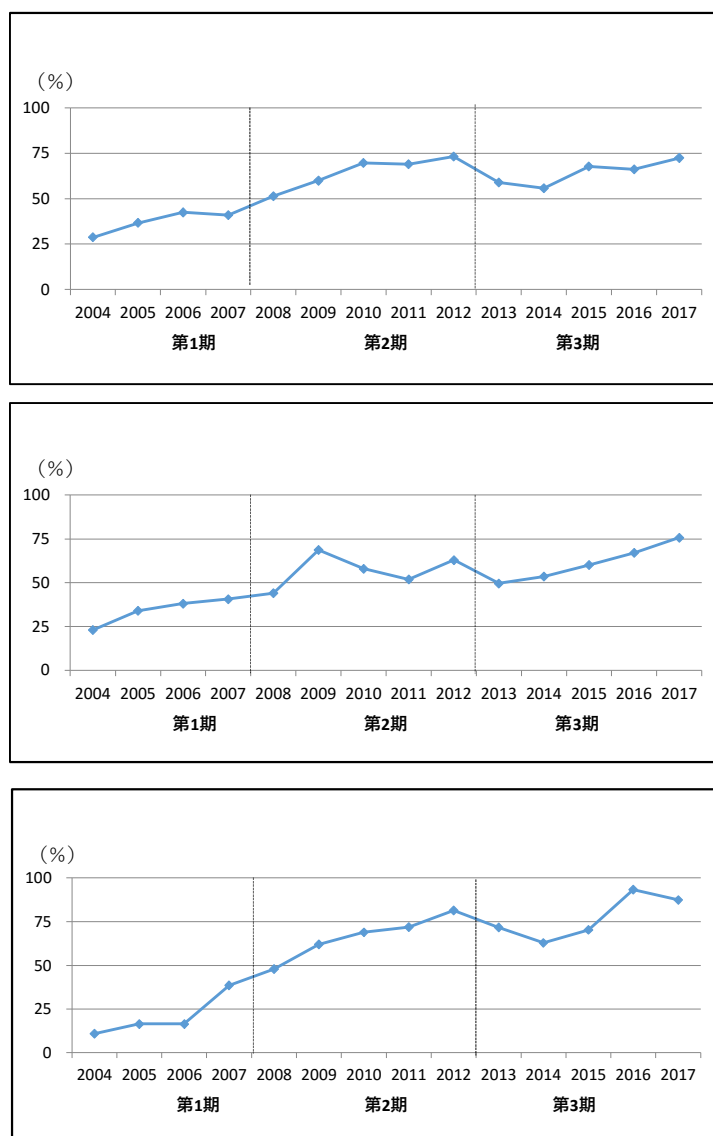
② 被度指数及び健全度別地点数

サイト4（沖縄島・東岸）、サイト5（沖縄島・西岸）及びサイト6（沖縄島・周辺離島）の各サイトにおける被度指数の変化を図V-1-3-7に示す。

サイト4（沖縄島・東岸）の被度指数は（図V-1-3-7、上図）、2004年から2012年までは増加傾向を示した。2004年から2007年は「悪い」評価（25%以上50%未満）であったが、2008年には50%を超え、以降「やや良い」の評価で推移している。2013年及び2014年は50%近くまで減少したが、以降は再び増加傾向を示し、2017年には75%近くに達した。

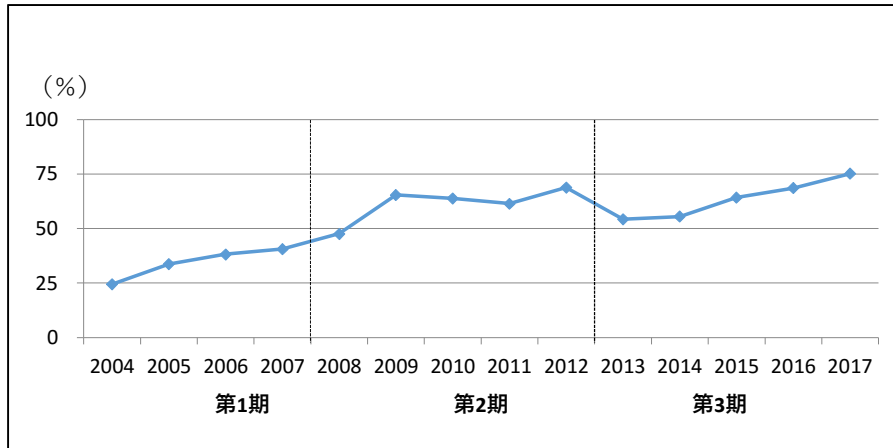
サイト5（沖縄島・西岸）の被度指数は（図V-1-3-7、中図）、2004年から2017年の調査期間全体で見ると、増加傾向を示していた。2004年から2008年が「悪い」評価であったが、2009年以降に50%を超え、減少傾向を示した年（2009年から2011年にかけて、及び2012年から2013年にかけて）があったものの「やや良い」評価の範囲で推移していた、2013年以降は増加傾向を示し、2017年には75%（「健全」評価）に達した。

サイト6（沖縄島・周辺離島）の被度指数は（図V-1-3-7、下図）、2004年から2006年までは「著しく悪い」評価（25%未満）であったが、その後増加して2012年には75%を超え、「健全」の評価となった。2012年から2014年にかけて減少し75%を下回ったものの、2016年には再び75%を超えた。2017年にはやや減少したが、「健全」評価の範囲にある。



図V-1-3-7 サイト4：沖縄島・東岸（上図）、5：沖縄島・西岸（中図）及び6：沖縄島・周辺離島（下図）における2004年から2017年までの被度指数（最良時のサンゴ被度に対する割合）の変化。

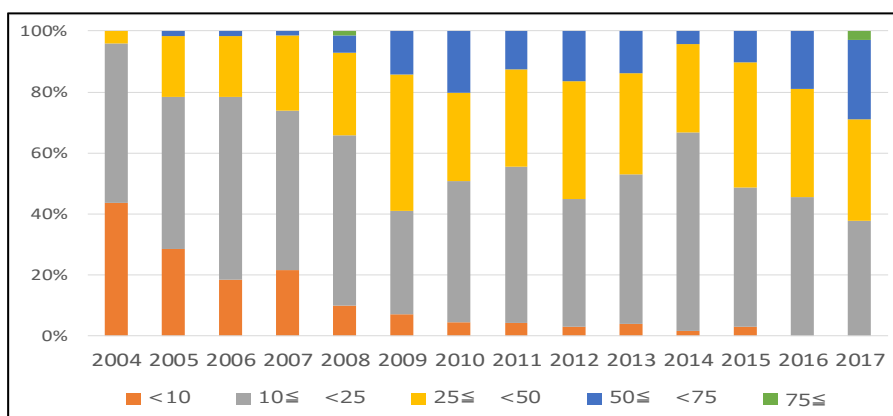
これら沖縄島周辺の3サイトを合わせて見ると、調査期間全体では増加傾向にある（図V-1-3-8）。2004年から2009年までは順調な増加傾向が見られ、「悪い」の評価（25%以上50%未満）から「やや良い」の評価（50%以上75%未満）となった。2009年から2012年まではほぼ横ばいで推移し、2012年から2013年にかけてやや減少が見られたが、2013年以降は順調に増加傾向を示し、2017年には75%以上の「健全」の評価となった。



図V-1-3-8 3サイト（サイト4：沖縄島・東岸、5：沖縄島・西岸及び6：沖縄島・周辺離島）における2004年から2017年までの被度指数（最良時のサンゴ被度に対する割合）の変化。

次に、サイト4（沖縄島・東岸）、サイト5（沖縄島・西岸）及びサイト6（沖縄島・周辺離島）の3サイトを含む、各年の被度ランク別地点数の割合の変化を図V-1-3-9に示す。

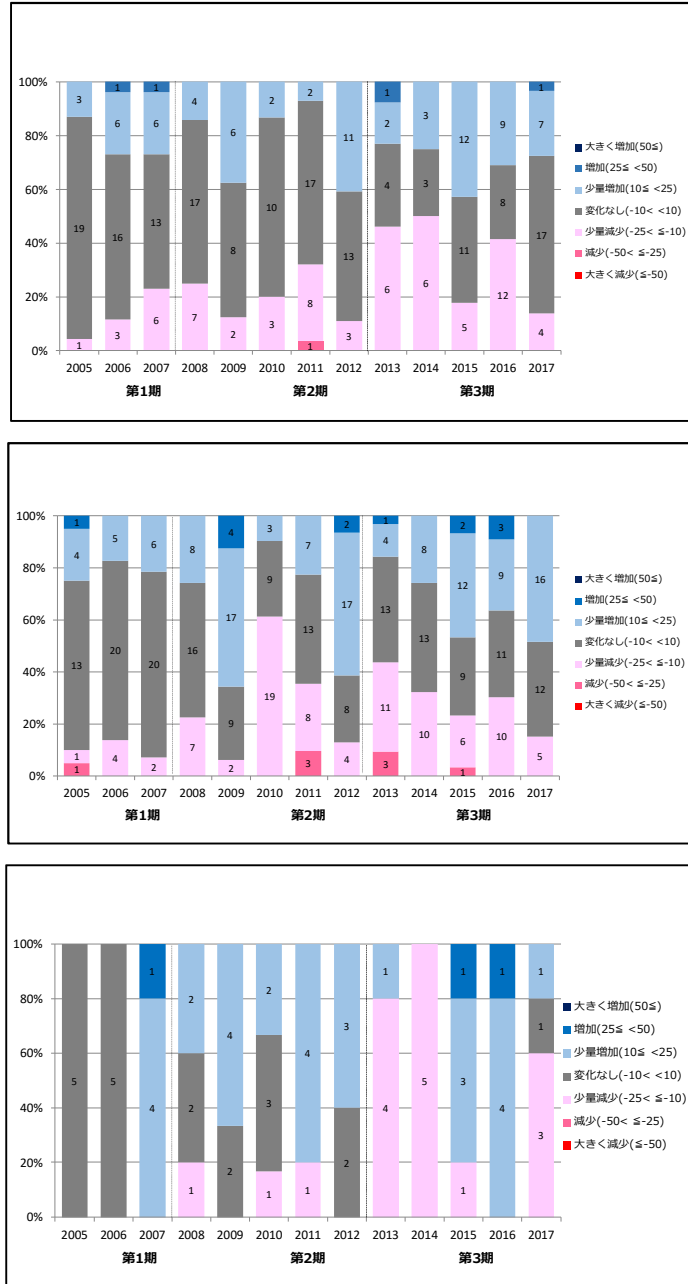
被度10%未満の地点が2004年から2010年にかけて大幅に減少した。同時に被度10～75%の地点が増加した。被度50%以上の地点は増減を繰り返しながらも、その割合は2017年には20%を超えた。今後、かく乱が限定的であれば、被度に高い地点の増加傾向が続くと期待される。



図V-1-3-9 3サイト（サイト4：沖縄島・東岸、5：沖縄島・西岸及び6：沖縄島・周辺離島）における2004年から2017年までの被度(%)ランク別地点数の割合。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減地点数を図V-1-3-10に示す。



図V-1-3-10 サイト4：沖縄島・東岸（上図）、5：沖縄島・西岸（中図）及び6：沖縄島・周辺離島（下図）における前年からのサンゴ被度の増減値点数の経年変化。

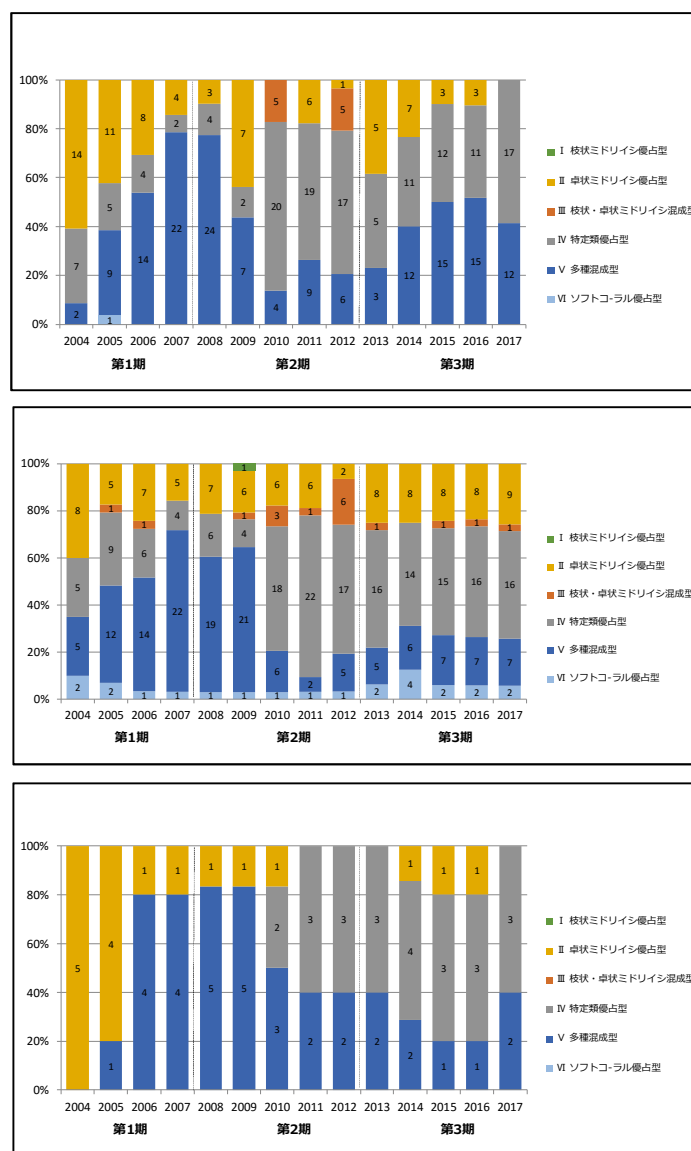
サイト4（沖縄島・東岸）における前年からの被度の増減地点数は、近年では2013～2014年、2016年に減少地点が増え、2015年に増加した地点が増えた。変化のみられない地点が最も多かったのは、2015年と2017年であった。サイト5（沖縄島・西岸）では、近年では2013年と2016年に減少地点が増え、2015年と2017年に増加した地点が

増えた。変化のみられない地点の数は2015年を除き期間を通じて多かった。サイト6（沖縄島周辺離島）では、近年では2013～2014年と2017年に減少地点が増え、2015～2016年に増加した地点が増えた。

（２） 群集構造の変化

① 生育型

生育型の変化を図V-1-3-11に示す。



図V-1-3-11 サイト4：沖縄島・東岸（上図）、5：沖縄島・西岸（中図）及び6：沖縄島・周辺離島（下図）における生育型別地点数の経年変化。

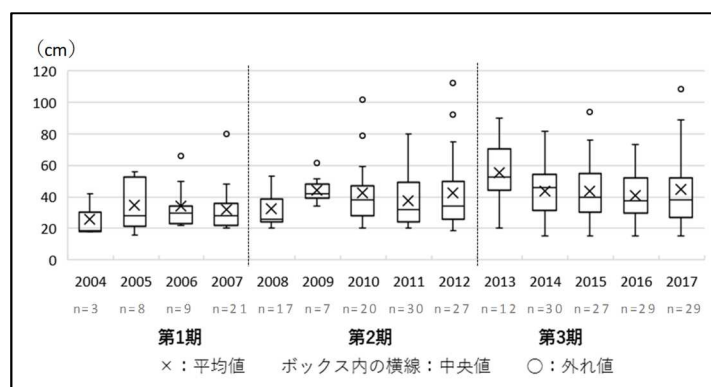
サイト4（沖縄島・東岸）の群集構造は、近年では2016～2017年の間に卓状ミドリイシ群集や多種混成群集が減少し特定類優占群集が増加した。サイト5（沖縄島・西岸）では、近年では2015年までに多種混成群集がやや増加した以外、ほとんど変化は見られなかった。サイト6（沖縄島周辺離島）では、近年では2014～2016年の間に卓状ミドリイシ群集が記録された他、ほとんど変化は見られなかった。

② 卓状ミドリイシ類最大長径

サイト4（沖縄島・東岸）の卓状ミドリイシ類最大長径は、近年では2013年に平均50cm以上と最大となったが、その後低下し、2014年以降は平均40cm程度を維持している。ただし、2017年には、外れ値として示される平均1m以上の地点も記録された（図V-1-3-12）。

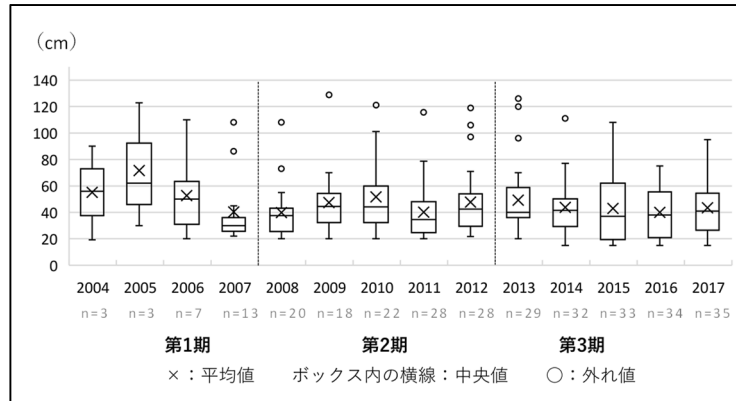
サイト5（沖縄島・西岸）では、近年平均が40cm程度を維持している。ただし、2013～2014年には外れ値として示される平均1m以上の地点も記録された（図V-1-3-13）。

サイト6（沖縄島・周辺離島）では、近年増加傾向を示しており、2017年に地域平均が80cm以上と最大となったのに加え、平均120cm以上を記録した地点もあった。ただし、外れ値として示される平均40cm以下の地点も記録された（図V-1-3-14）。



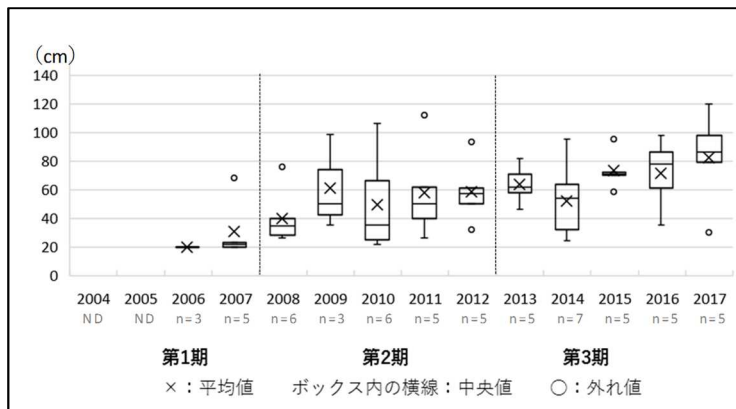
項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	26.1	34.5	34.4	31.8	32.6	44.4	42.5	37.6	42.3	55.4	43.8	43.6	40.8	44.8
中央値	18.4	28.0	30.0	28.0	26.0	42.0	38.0	31.7	34.3	52.5	45.8	40.0	37.8	38.0
最大値	42.0	56.0	66.0	80.0	53.3	61.3	101.7	80.0	112.0	90.0	81.7	94.0	92.0	109.0
最小値	17.8	16.0	22.0	20.0	20.0	34.0	20.0	20.0	18.3	20.0	15.0	15.0	15.0	15.0

図V-1-3-12 2004年から2017年のサイト4：沖縄島・東岸における卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。



項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	55.1	71.6	52.7	40.4	39.8	47.5	51.6	40.2	47.7	49.2	43.8	42.9	40.0	43.5
中央値	56.0	62.0	50.0	30.0	37.5	44.4	44.2	34.6	42.5	40.0	41.5	37.0	38.0	41.0
最大値	90.0	122.9	110.0	108.0	108.0	128.8	121.0	115.7	119.0	126.0	113.0	108.0	75.0	95.0
最小値	19.2	30.0	20.0	22.0	20.0	20.0	20.0	20.0	21.7	20.0	15.0	15.0	15.0	15.0

図V-1-3-13 2004年から2017年のサイト5：沖縄島・西岸における卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

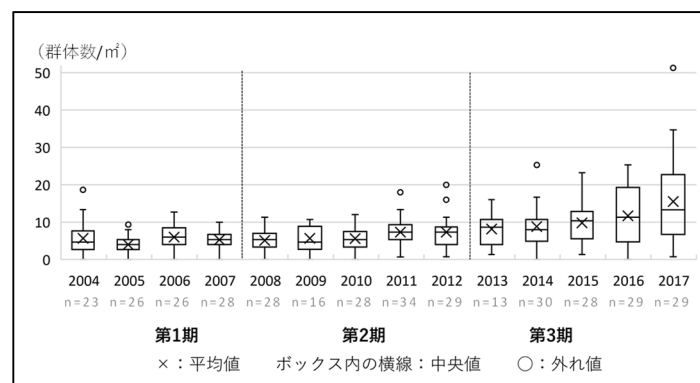


項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均			20.0	30.7	39.7	61.1	49.5	57.9	58.7	63.8	52.0	73.3	71.6	82.6
中央値			20.0	22.0	34.5	50.0	35.5	50.0	57.0	62.0	54.0	71.0	78.0	86.0
最大値			20.0	68.0	76.0	98.3	106.0	112.0	93.3	82.0	95.0	95.0	98.0	120.0
最小値			20.0	20.0	26.0	35.0	22.0	26.0	32.0	46.0	24.0	58.6	35.0	30.0

図V-1-3-14 2004年から2017年のサイト6：沖縄島周辺離島における卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

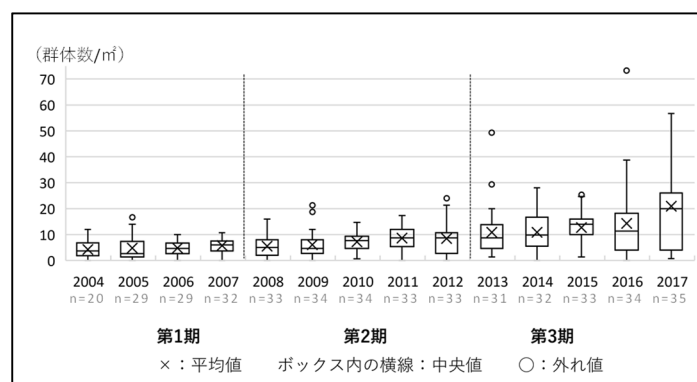
③ 加入数

サイト4（沖縄島・東岸）の加入数は、2010年までは平均値5群体/m²程度であったが、その後徐々に増加して2016年には10群体/m²を超え、2017年はこれまで最大の15.5群体/m²を記録した（図V-1-3-15）。サイト5（沖縄島・西岸）でも2008年まで5群体/m²程度であった平均値がその後徐々に増加傾向となり、2013年には10群体/m²を超え、2017年に最大値21.7群体/m²を記録した（図V-1-3-16）。



項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	5.7	4.0	6.0	5.3	5.1	5.6	5.6	7.3	7.3	8.2	8.8	9.8	11.7	15.5
中央値	4.7	4.0	6.0	5.3	5.3	4.7	5.3	7.3	7.3	8.7	8.0	10.3	11.3	13.3
最大値	18.7	9.3	12.7	10.0	11.3	10.7	12.0	18.0	20.0	16.0	25.3	23.2	25.3	51.3
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	1.3	0.0	1.3	0.0	0.7

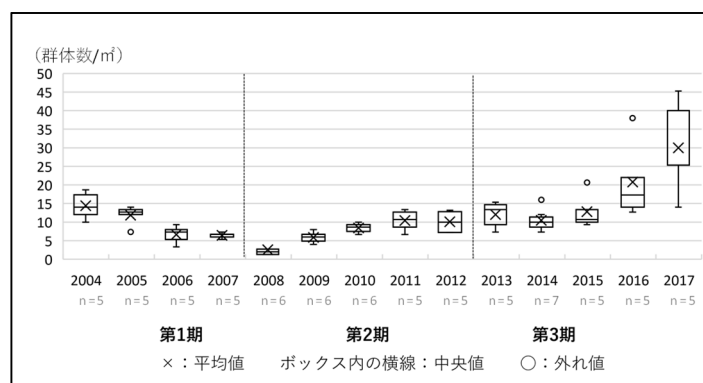
図V-1-3-15 2004年から2017年のサイト4：沖縄島・東岸における加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は下表を参照。



項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	4.3	4.8	4.8	5.8	5.5	6.0	7.2	8.6	8.5	10.9	10.9	12.7	14.3	21.7
中央値	3.7	2.7	4.7	6.0	5.1	4.7	7.7	8.7	8.7	8.7	9.9	14.0	11.4	20.0
最大値	12.0	16.7	10.0	16.7	16.0	21.3	20.0	17.3	24.0	49.3	28.0	26.0	73.3	56.7
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.3	0.0	1.3	0.0	0.7

図V-1-3-16 2004年から2017年のサイト5：沖縄島・西岸における加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は下表を参照。

これらに比べるとサイト 6（沖縄島・周辺離島）では加入数が多く、調査開始から 10 群体/m²以上を記録していた。その後減少傾向となり、2008 年には最小値 1.9 群体/m²を示したが、その後は増加傾向となって 2011 年から 2013 年は 10 群体/m²を超え、2014 年にやや減少したものの、2015 年には再び 10 群体/m²を超え、2016 年は 20.8 群体/m²、2017 年は最大値 30 群体/m²を記録した（図 V-1-3-17）。



項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	14.4	11.9	6.7	6.4	1.9	6.1	8.1	10.4	10.1	12.0	9.3	12.8	20.8	30.0
中央値	14.0	12.7	7.3	6.7	2.0	6.0	8.7	10.7	10.0	13.3	10.0	10.7	17.3	25.3
最大値	18.7	14.0	9.3	7.3	6.0	8.0	10.0	13.3	13.2	15.3	16.0	20.7	38.0	45.3
最小値	10.0	7.3	3.3	5.3	1.3	4.0	6.7	6.7	7.2	7.3	7.3	9.3	12.7	14.0

図 V-1-3-17 2004 年から 2017 年のサイト 6：沖縄島周辺離島における加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は下表を参照。

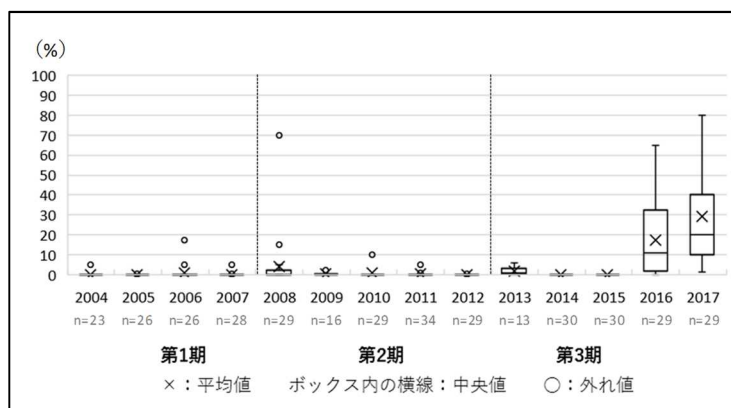
ただし、これら沖縄島周辺の 3 つのサイトにおける加入数は、調査効率を配慮して各調査地点における 50cm×50cm (0.25m²) を対象として計数・記録しており、それらの値を 4 倍して他のサイトと同じ 1m²当たりの値に換算しているため、やや過剰評価している可能性はある。

(3) かく乱による被害

① 高水温/低水温による白化現象

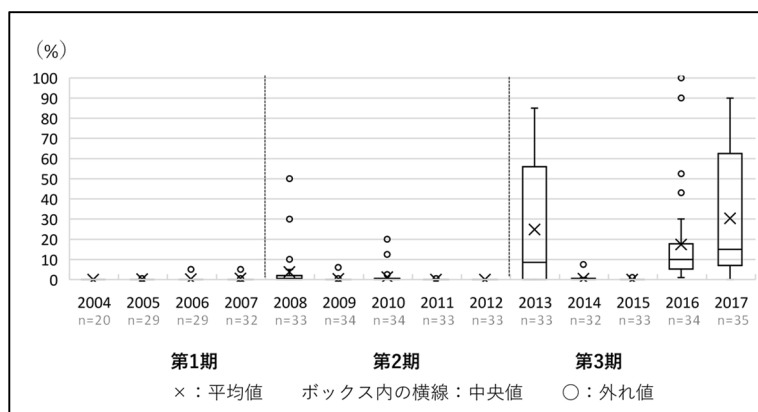
サイト 4（沖縄島・東岸）における白化現象は（図 V-1-3-18）、2004 年から 2015 年までほとんど記録されていないが、2016 年に 17.3%、2017 年に平均 29.3%が記録された。

一方、サイト 5（沖縄島・西岸）でも（図 V-1-3-19）東岸サイトと同様に 2016 年に 17.4%、2017 年に 30.4%の平均白化率を記録しているのに加えて、2013 年にも 24.8%の平均白化率を記録している。



項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	0.2	0.2	1.0	0.2	4.1	0.6	0.8	0.2	0.0	2.0	0.2	0.0	17.3	29.3
中央値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	11.0	20.0
最大値	5.0	2.5	17.5	5.0	70.0	5.0	10.0	5.0	0.5	6.0	2.5	0.5	65.0	80.0
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5

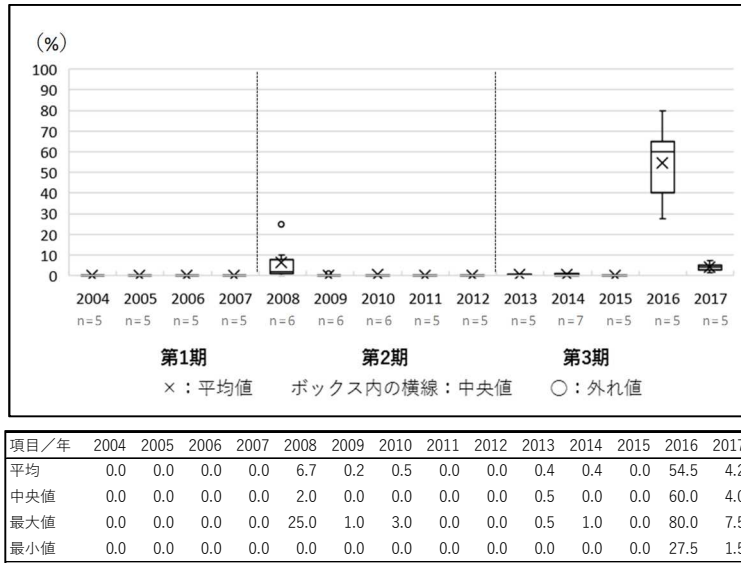
図V-1-3-18 2004年から2017年のサイト4：沖縄島・東岸における白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。



項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	0.0	0.2	0.2	0.5	3.8	0.4	1.2	0.0	0.0	24.8	0.5	0.0	17.4	30.4
中央値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	0.0	0.0	10.0	15.0
最大値	0.0	2.5	5.0	5.0	50.0	6.0	20.0	0.5	0.5	85.0	7.5	1.0	100.0	90.0
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0

図V-1-3-19 2004年から2017年のサイト5：沖縄島・西岸における白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

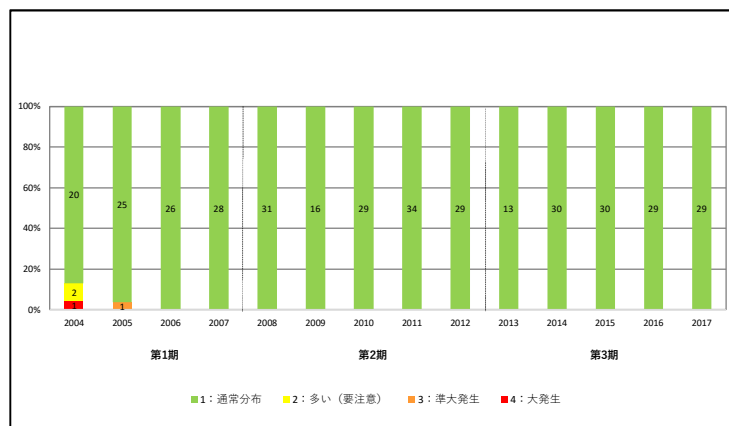
これら沖縄島の傾向とは異なり、サイト6（沖縄島周辺離島）では2008年のわずかな白化現象（平均6.7%）と、2016年における平均で50%を超えた大規模な白化現象を記録した。



図V-1-3-20 2004年から2017年のサイト6：沖縄島周辺離島における白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

② オニヒトデ

サイト4（沖縄島・東岸）、5（沖縄島・西岸）、6（沖縄島周辺離島）のオニヒトデ発生階級は（図V-1-3-21及び図V-1-3-22）、近年ではほとんどの調査地点で通常分布が継続している。



図V-1-3-21 2004年から2017年のサイト4：沖縄島・東岸におけるオニヒトデ発生階級別地点数の変化。



図 V-1-3-22 2004 年から 2017 年のサイト 5：沖縄島・西岸（上図）及び 6：沖縄島周辺離島（下図）におけるオニヒトデ発生階級別地点数の変化。

③ サンゴ食巻貝

サイト 4（沖縄島・東岸）のサンゴ食巻貝類の発生階級は、2015～2016 年に 20%程度の地点で階級 II を記録したが、他の年ではほとんどの地点が階級 I であった（図 V-1-3-23）。

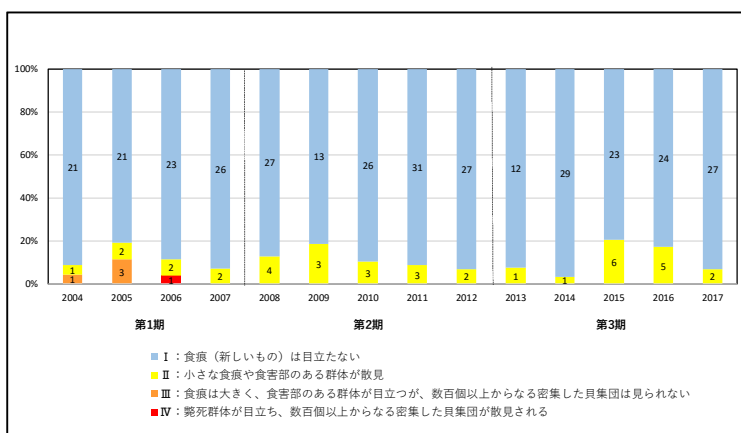


図 V-1-3-23 2004 年から 2017 年のサイト 4：沖縄島・東岸におけるサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の経年変化。

サイト 5（沖縄島・西岸）では、近年では 2015 年以降は 30%程度の地点で階級 II が続いているが、他の地点では階級 I であった。サイト 6（沖縄島・周辺離島）では、近年では 20%の地点で階級 II が続いている（図 V-1-3-24）。

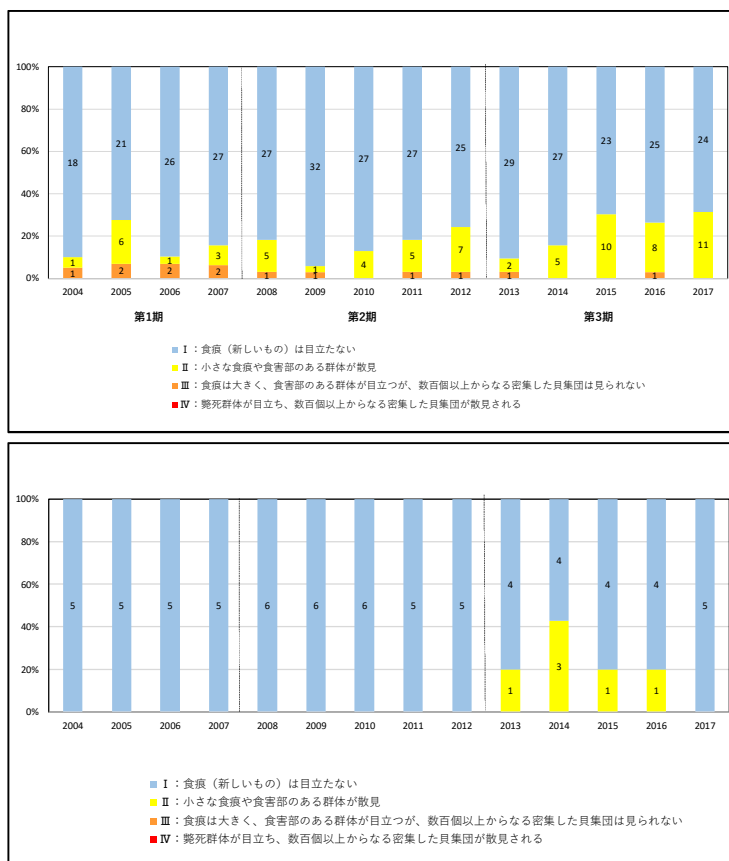
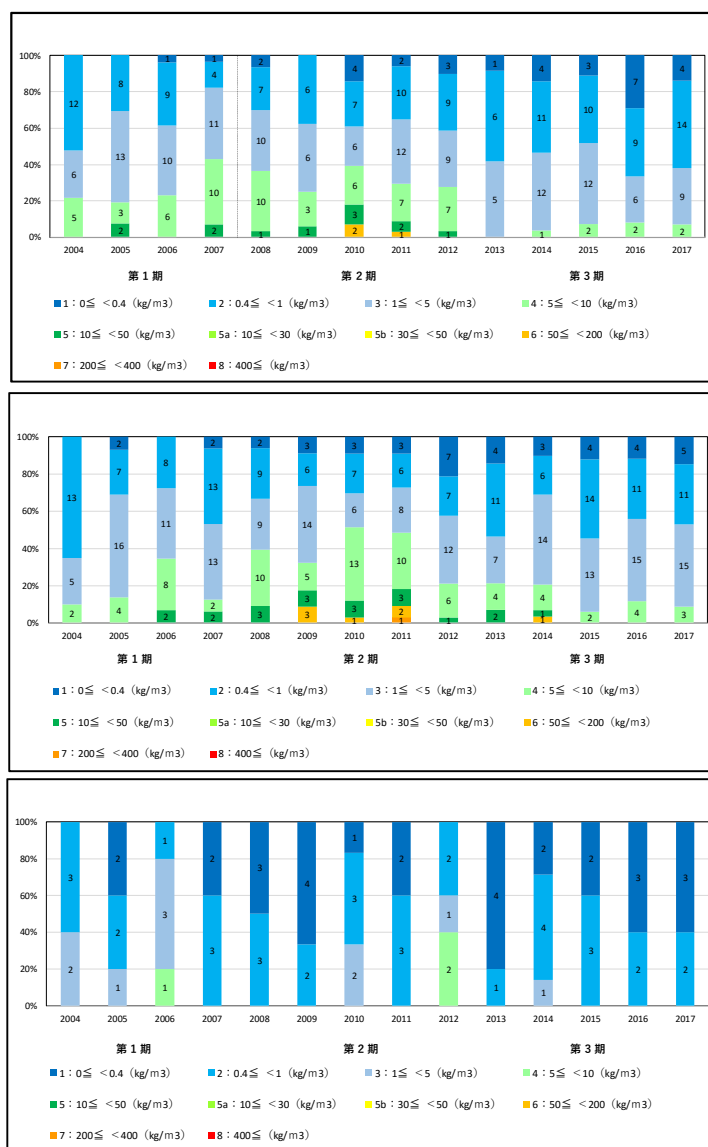


図 V-1-3-24 2004 年から 2017 年のサイト 5：沖縄島・西岸（上図）、6：沖縄島・周辺離島（下図）におけるサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の経年変化。

④ 堆積物（SPSS 値）

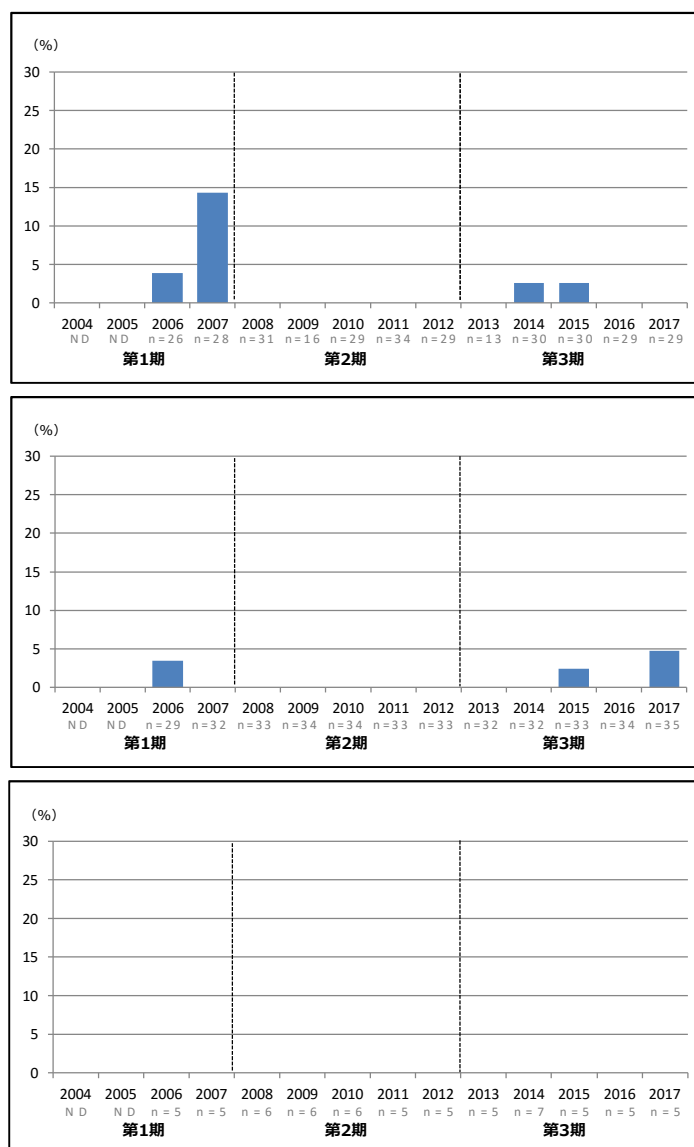
サイト 4～6 では、目視観察により SPSS 値を記録している。サイト 4（沖縄島・東岸）の SPSS 階級は、近年では 2015 年までは 40～50%の地点で 5～10kg/m³以上の階級であったが、その後同階級の割合は 30～40%に減少した。サイト 5（沖縄島・西岸）では、近年では 2014 年に 60～70%の地点で 5～10kg/m³以上の階級であったが、その後同階級の割合は 40～50%に減少した。サイト 6（沖縄島・周辺離島）では、近年では 2014 年に 20%近くの地点で 5～10kg/m³以上の階級が記録されたものの、他の年では同階級以上を記録した地点はなかった（図 V-1-3-25）。



図V-1-3-25 2004年から2017年のサイト4：沖縄島・東岸（上図）、5：沖縄島・西岸（中図）、6：沖縄島・周辺離島（下図）におけるSPSS階級別地点数の変化。

⑤ 台風

台風の影響を記録した地点は（図V-1-3-26）、台風の進路（接近）により偏在し、影響の頻度によってはサンゴ群集成長の停滞要因となっている。



図V-1-3-26 2004年から2017年のサイト4：沖繩島・東岸（上図）、5：沖繩島・西岸（中図）、6：沖繩島・周辺離島における台風被害地点数の変化。

⑥ 病気

調査項目として病気の記録はしていない。

(4) その他のかく乱要因

テルピオスの発生は、サイト 4（沖縄島・東岸）のカツセノ崎や揚水発電所、大度礁池、サイト 5（沖縄島・西岸）の長浜礁池、サイト 6（沖縄島・周辺離島）の伊是名島アギギタラなどで記録され、これらのほとんどの地点では発生が 10 年以上続いており、サンゴ群集の成長の停滞要因となっている。特に今帰仁村長浜礁池では拡大傾向も確認され、今後の影響が懸念される。

また、過剰利用が懸念視されている地点も一部あり、サンゴ群集への影響も懸念される。

3. 水温の変化

各サイトで得られた水温記録をそれぞれ以下に示す（図 V-1-3-27）。

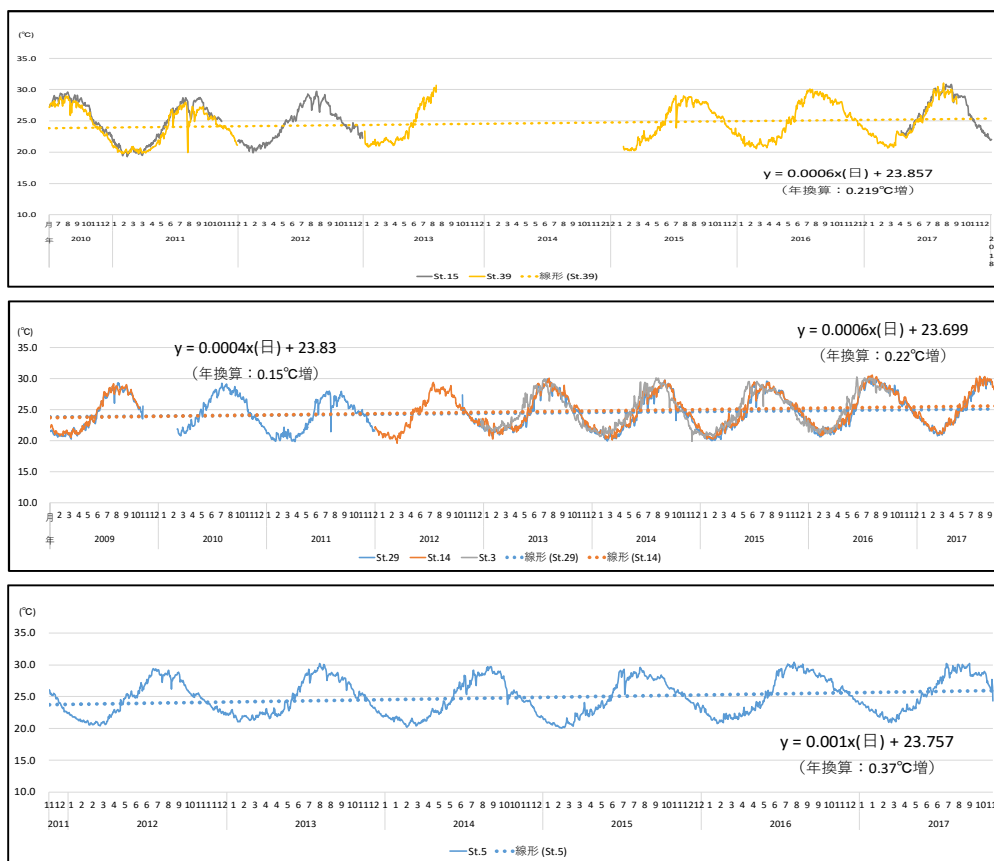


図 V-1-3-27 2004 年から 2017 年のサイト 4：沖縄島・東岸（上図）、5：沖縄島・西岸（中図）、6：沖縄島周辺離島における水温の経年変化。

サイト 4（沖縄島・東岸）において 2010 年から地点 15 と 39 に設置した水温ロガーの内、より長期間の観測ができていた地点 39 の水温データについて回帰分析を行った結果、2010 年から 2017 年の間の水温変化は年換算で 0.219°C の増加傾向を示した。

サイト 5（沖縄島・西岸）では、水温ロガーを設置した地点 3 と 14 及び 29 の内、より長期間計測できていた地点 14 と 29 の水温データを回帰分析した結果、2009 年から 2017 年の期間中に地点 14 では年換算で 0.22℃の上昇傾向、地点 29 では年換算で 0.15℃の上昇傾向を示した。

サイト 6（沖縄島・周辺離島）では、地点 5 における 2011 年から 2017 年のデータを回帰分析した結果、年換算で 0.37℃の上昇傾向を示した。

これらの結果より、サイト 4～6 では、モニタリングサイト 1000 事業の第 2 期から第 3 期にかけて水温は上昇傾向にあり、今後もこの傾向が継続すると、高水温による白化現象が起りやすくなると予想される。

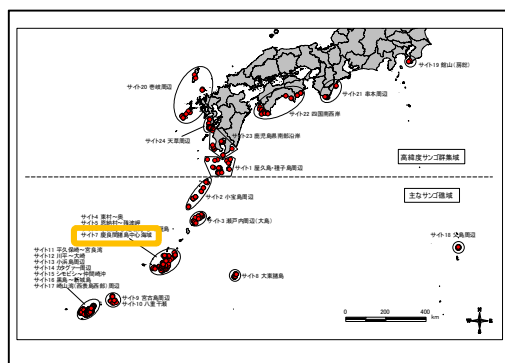
4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

サイト 4～6 全体で 2004 年の地域平均 10%未満であったサンゴ被度は、緩やかではあったが 2017 年には同平均 30%以上まで増加した。増加傾向は地域内で一様ではなく、例えば被度 60%～70%に達する地点が増加している一方で、被度 10%を未だ超えない地点（東岸では南浮原や久高島、西岸では渡具知など）も確認されるなど、地点間の差が拡大していることも示されている。

したがって、地域全体ではサンゴ群集の増加は今後も継続が期待される。一方で、増加が 10 年以上すすんでいない地点もあり、今後もモニタリングを継続的にしていく必要がある。更に、経年的な水温上昇の傾向が今後も続けば、地域全体に影響を及ぼすような白化現象の発生も危惧される。

サイト 7: 慶良間諸島

一般財団法人熱帯海洋生態研究振興財団
岩尾研二



1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

慶良間諸島は、沖縄島の西およそ 40 km に位置し、座間味島、阿嘉島、慶留間島、渡嘉敷島、前島の有人島と無人島等大小 30 余りの島々と岩礁からなる島嶼群である。

調査地点は、座間味島 2 地点、阿嘉島 4 地点、安室島 1 地点、嘉比島 1 地点、屋嘉比島 1 地点、久場島 1 地点に加えて、協力地点として渡嘉敷島 2 地点の合計 12 地点を設置した (図 V-1-4-1、表 V-1-4-1)

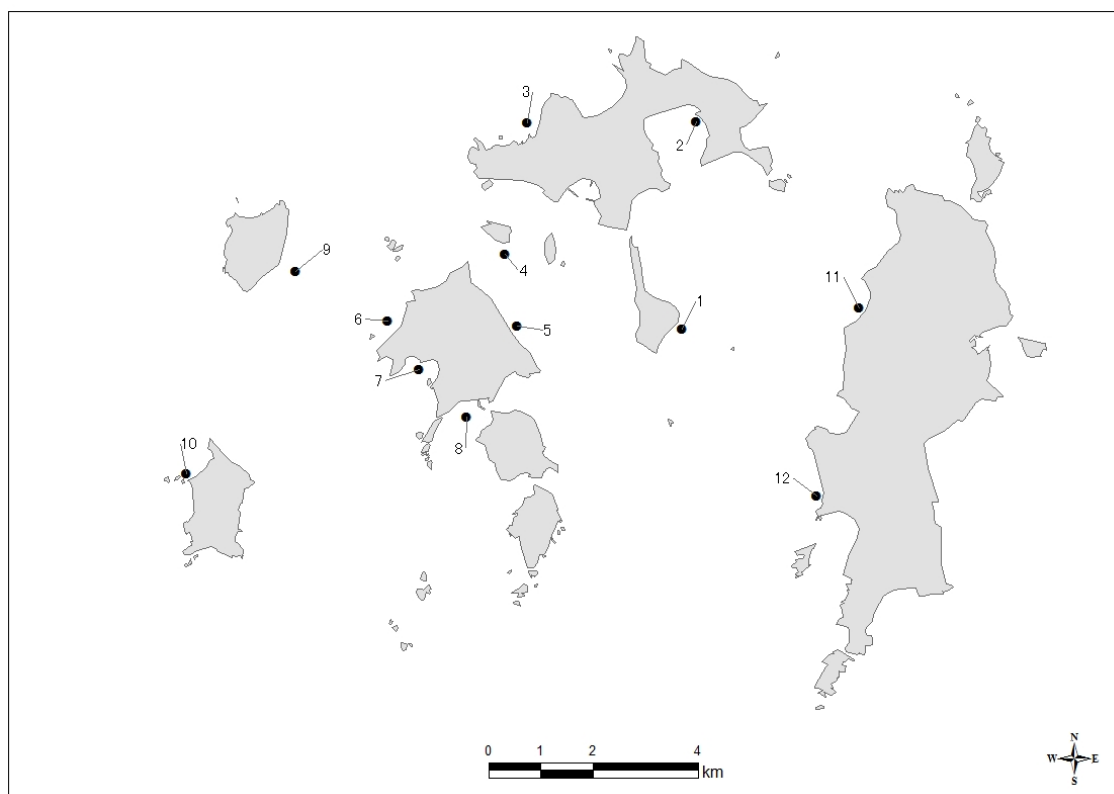


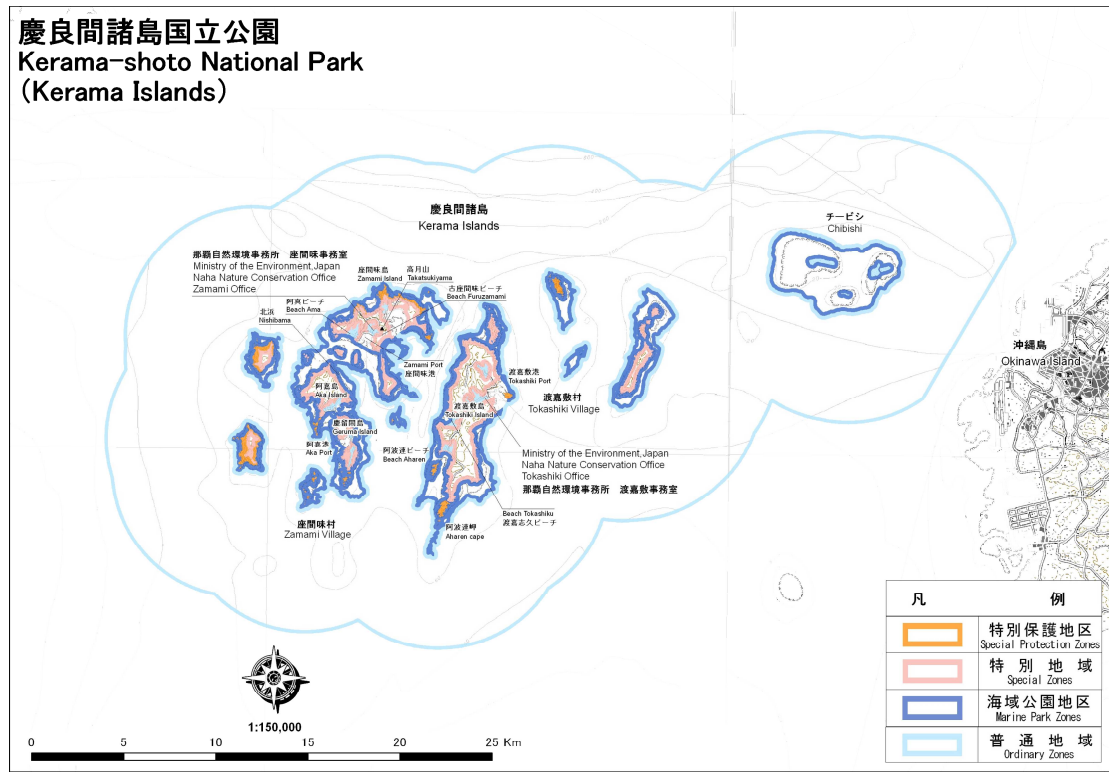
図 V-1-4-1 サイト 7: 慶良間諸島中心海域における調査地点位置図

表V-1-4-1 サイト7：慶良間諸島中心海域における調査地点.

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	安室南	5	阿嘉ニシハマ	9	屋嘉比東
2	座間味アゴノウラ	6	阿嘉クシバル	10	久場北西
3	座間味ニタ	7	阿嘉アグ	11	渡嘉敷アリガー (協力地点)
4	嘉比南	8	阿嘉マエノハマ	12	渡嘉敷アハレン (協力地点)

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

この海域は、慶良間諸島国立公園（2014年3月5日指定）内にあり、調査地点は全て海域公園地区に含まれている（図V-1-4-2）。



図V1-4-2 慶良間諸島国立公園全体図

慶良間諸島国立公園は、指定するにあたって「サンゴ礁に多様なサンゴが高密度に生息すること」が優れた特性として評価されており、陸域が3,520ha、海域は90,475haと公園区域の大半が海域となっている。また、ラムサール条約湿地（2005年11月8日登録）でもある。更に、この海域がレジャーダイビング等に盛んに利用される場所であったため、2012年に渡嘉敷村と座間味村では、「慶良間地域エコツーリズム推進全体構想」を策定し、適正な利用を推進するとともに、サンゴ礁の保全活動などの取組みを推進している。

有人島である阿嘉島と慶留間島に「あか・げるまダイビング協会」、座間味島に「座間味

ダイビング協会」、渡嘉敷島に「渡嘉敷ダイビング協会」が、それぞれ 2001 年、2002 年、2005 年に組織されており、サンゴ食貝やオニヒトデの駆除等のサンゴ礁保全のための活動が実施されている。

(3) サンゴ群集の分布の特徴

本調査地点のうち、座間味島の地点 3 (ニタ)、阿嘉島の地点 6 (クシバル) 及び久場島の地点 10 (久場北西) は、それぞれの島の北部に位置し、冬季には強い波浪にさらされる。そのため、各地点では縁溝縁脚系が発達し、比較的礁池が発達した地形である。その礁池の長さは汀線から 200m 程度しかないが、同海域の他の地点では礁地の長さが 100m に満たず、礁池や礁原が不明瞭で離礁が発達することが多い。

座間味島の地点 2 (アゴノウラ)、阿嘉島の地点 7 (アグ) 及び地点 8 (マエノハマ) は、内湾の中に位置する。阿嘉島の地点 7 と 8 は湾が小さく比較的潮通しが良いが、座間味島の地点 2 は砂底が広く、サンゴ類の生息できる岩盤は少ない。安室島の地点 1 (安室南)、渡嘉敷島の地点 11 (アリガー) 及び 12 (アハレン) は慶良間海峡に位置して潮通しが良好な地点である。また、嘉比島の地点 4 (嘉比南) 及び阿嘉島の地点 5 (ニシハマ) は座間味島と阿嘉島に挟まれ、潮通しが良い。屋嘉比島の地点 9 (屋嘉比東) は屋嘉比島と阿嘉島の間に位置し、潮通しがよく、波浪も比較的強いが、慶良間諸島の北部側に比べると穏やかなことが多く、やや弱い縁溝縁脚系と離礁が見られる。



地点 3 (座間味ニタ)



地点 4 (嘉比南)



地点 6 (阿嘉クシバル)



地点 12 (渡嘉敷アハレン)

図 V-1-4-3. 慶良間諸島の代表的なサンゴ群集.

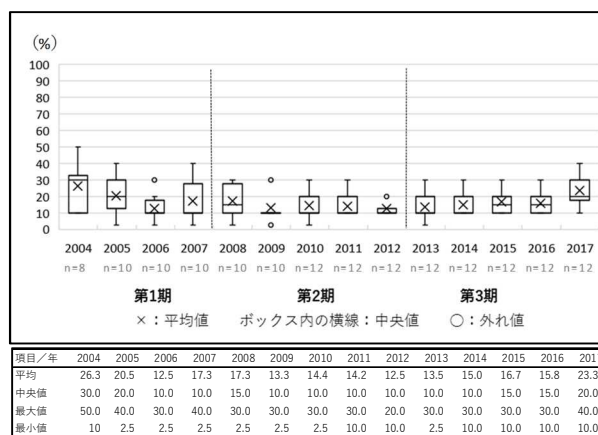
2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

サンゴ被度の変化を図V-1-4-4に示す。

平均サンゴ被度は、第1期の2004年から2006年までにオニヒトデの食害により激減し、28%程度であったが、その後第2期の2012年までは10~20%の低い値で推移していた。第3期の2016年までは顕著な増加は認められなかったが微増傾向が見られ、2017年には平均サンゴ被度が20%を超えた。第3期全体としては増加傾向となった。

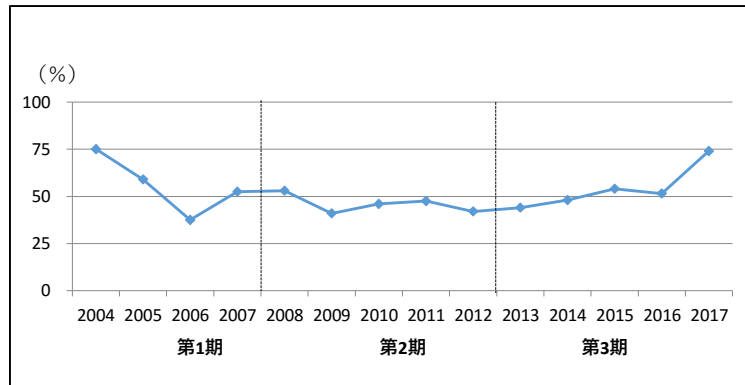


図V-1-4-4 2004年から2017年のサイト7：慶良間諸島中心海域におけるサンゴ被度の変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。

② 被度指数

最良時のサンゴ被度に対する各年のサンゴ被度の割合である被度指数の変化を図V-1-4-5に示す。

被度指数は、調査を開始した2004年には75%で、健全度の評価は「健全」であったが、オニヒトデの食害によるサンゴ被度の減少により、2006年には「悪い」である37.5%まで低下した。2007年に、被度指数は50%程度まで上昇したが、2012年までは50%弱で推移し、被度の増加はほとんど見られなかった。2013年以降はごくわずかな上昇が続き、2016年に白化の影響で低下したものの、白化の被害が数地点に限られていたため低下の程度はわずかであった。2017年には大きく上昇して75%に達し、調査開始時と同様に「健全」の評価となった。

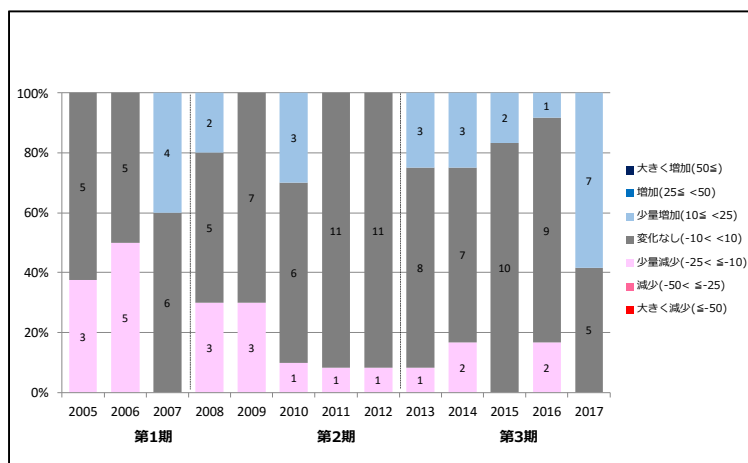


図V-1-4-5 2004年から2017年のサイト7：慶良間諸島中心海域における被度指数（最良時のサンゴ被度に対する割合）の変化。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-4-6に示す。

オニヒトデの大発生が続いていた2005年と2006年は全体の40%ほどの地点（2005年：3地点、2006年：5地点）でサンゴ被度が「少量減少」していたが、2007年には大発生が収束し、逆に40%の地点（4地点）で被度が「少量増加」した。その後2008年から2016年までは、「少量増加」地点数と「少量減少」地点数とが拮抗していたが、2017年には「少量増加」した地点数の割合が約60%（7地点）、変化のない地点が約40%（3地点）、減少地点が0%（0地点）となり、増加傾向が認められた。



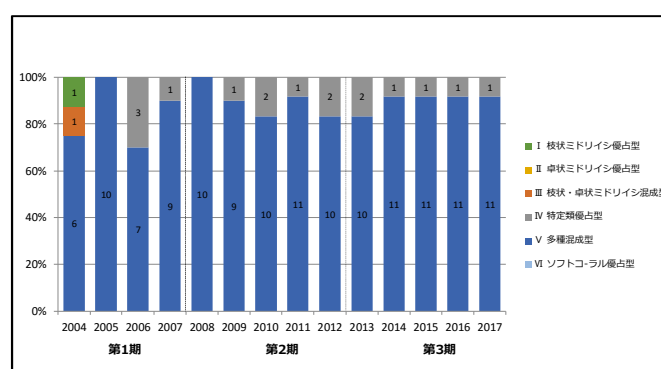
図V-1-4-6 2005年から2017年のサイト7：慶良間諸島中心海域における前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化。

(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図V-1-4-7に示す。

2004年には2地点でミドリイシ類の優占する生育型（枝状ミドリイシ優占型1地点と卓状ミドリイシ優占型1地点）が見られていたが、オニヒトデの大発生により特にミドリイシ類が大きな食害を受け、それが収束した2006年以降はミドリイシ類の減少に伴って生育型が多種混成型に変化した。2017年にミドリイシ類（特に卓状ミドリイシ）の成長に伴うサンゴ被度の増加が見られているため、2018年以降には再びミドリイシ類の優占する生育型の地点が出現してくるものと予想される。

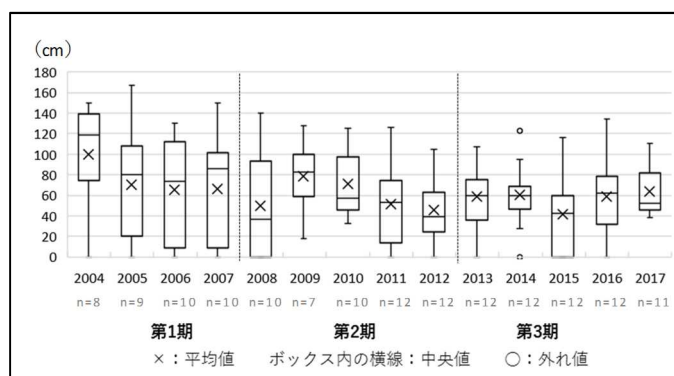


図V-1-4-7 2004年から2017年のサイト7：慶良間諸島中心海域における生育型別地点数の変化。

② 卓状ミドリイシ類最大長径

卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図V-1-4-8に示す。

2004年には長径100cmを越す群体が認められたものの、その後2008年まではサイズの減少が見られていた。主な要因は2006年まで多数発生していたオニヒトデの食害によるものと考えられる。その後、かく乱要因と成長などによる変動が見られているが、安定的なサイズの増加は認められないまま2017年まで経過している。

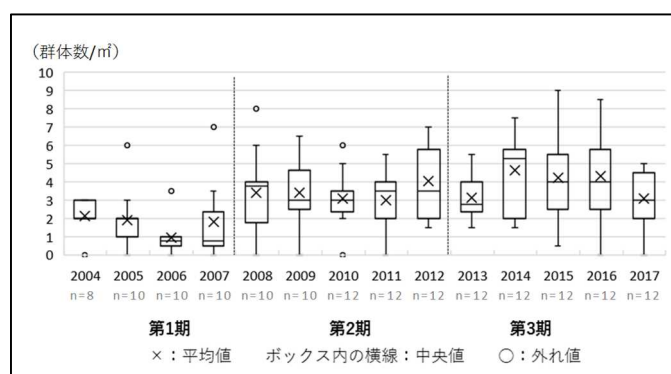


項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	100.1	70.4	65.0	66.5	49.4	78.1	71.1	51.5	45.5	59.0	60.0	41.7	58.7	63.8
中央値	119.0	80.0	73.5	86.0	36.3	82.5	56.9	52.8	39.2	60.0	60.0	42.1	62.0	51.9
最大値	150.0	167.0	130.0	150.0	140.0	128.0	125.0	126.0	105.0	107.0	122.5	116.0	134.5	110.8
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.5	32.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.0

図V-1-4-8 2004年から2017年のサイト7：慶良間諸島中心海域における卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表参照。

③ 加入数

サンゴ類の加入数の変化を図V-1-4-9に示す。



項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	2.1	1.9	1.0	1.8	3.4	3.4	3.1	3.0	4.0	3.1	4.6	4.2	4.3	3.2
中央値	2.0	2.0	0.8	0.8	3.8	3.0	3.0	3.5	3.5	2.8	5.3	4.0	4.0	3.5
最大値	3.0	6.0	3.5	7.0	8.0	6.5	6.0	5.5	7.0	5.5	7.5	9.0	8.5	5.0
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5	1.5	0.5	0.0	0.0

図V-1-4-9 2004年から2017年のサイト7：慶良間諸島中心海域における加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

慶良間諸島中心海域は、全調査期を通じて加入数は少なく、最も平均値の大きかった2014年でも5群体/m²に満たない。2004年から2006年にかけて、サンゴ平均被度（再生産能力

をもつ親群体の被度)と同様に加入数も減少傾向を示したのは、何らかの因果関係がある可能性がある。

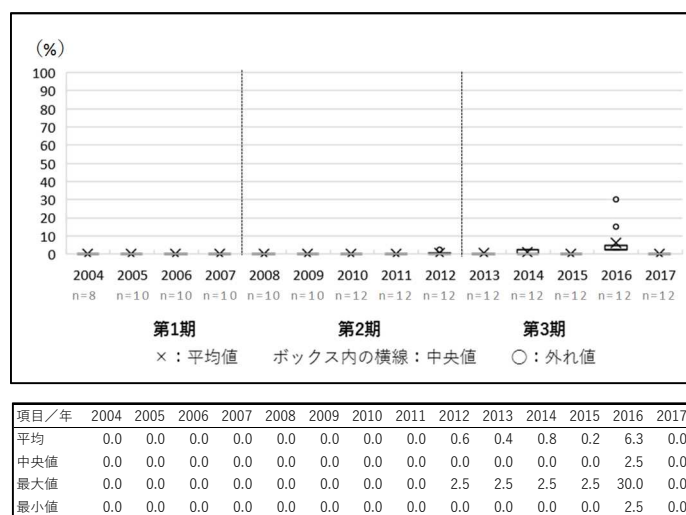
また、このサイトでは2017年にサンゴ被度の増加がみられており、その主要因は新たに育った卓状ミドリイシ群体の増加であると考えられる。

(3) かく乱による被害

① 高水温/低水温による白化現象

白化率の変化を図V-1-4-10に示す。

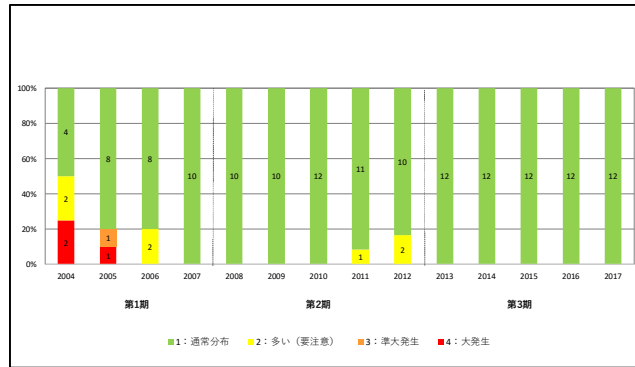
1998年夏の世界的な大規模白化の際に大きな被害を受けて以降は、2001年夏と2007年夏に白化現象が見られたが、いずれも大きな被害はなかった。しかし、2016年夏には諸島の北～北西に面するいくつかのサンゴ礁で白化が生じ、それら浅海域ではほとんどのミドリイシ類が白化し、その多くが死亡するという被害が発生した。なお、それは海域全体から見ると一部の限られた地点のみの現象で、阿嘉島周辺をはじめ多くの地点では被害がなかった。



図V-1-4-10 2004年から2017年のサイト7：慶良間諸島中心海域における白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値(x)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(O)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。

② オニヒトデ

本サイトにおけるオニヒトデ発生階級ごとの地点の割合の変化を図V-1-4-11に示す。

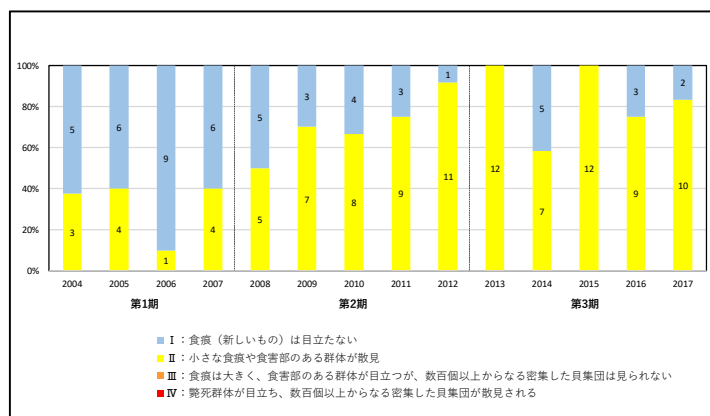


図V-1-4-11 2004年から2017年のサイト7：慶良間諸島中心海域におけるオニヒトデ発生階級別地点数の変化.

2001年からオニヒトデの大発生が始まり、2002年からは地元のダイビング協会を中心に駆除活動が行われた。2006年までの5年間で阿嘉島周辺だけでも約77,000個体のオニヒトデが駆除された。本調査を開始した2004年はオニヒトデの発生期間中で、2地点で大発生が確認された。また、2005年には1地点で大発生、もう1地点で準大発生が確認された。2006年には多い(要注意)地点が2地点あったものの、翌年の2007年には全地点で通常分布となり、本調査のデータより2006年に大発生が収束したと考えられる。その後、2011年、2012年にわずかに増加がみられたが、2017年までそれ以外にオニヒトデの増加はみられていない。

③ サンゴ食巻貝

本サイトにおけるサンゴ食巻貝発生階級別地点数の割合の変化を図V-1-4-12に示す。



図V-1-4-12 2004年から2017年のサイト7：慶良間諸島中心海域におけるサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化.

サンゴ食巻貝が確認された地点数は、2004 年は 8 地点中 3 地点であったが、2006 年には 1 地点のみに減少していた。しかし、その後年々増加し、2013 年には 12 地点のすべてで発生が確認され、海域全体での蔓延が認められた。その後は変動を繰り返しているが、2017 年にも 10 地点での発生が確認されている。ただし、発生が確認されている地点における発生階級はいずれも II (小さな食痕や食害部のある群体が散見) で、被害は大きくない。今後も、個体群の増加による被害の拡大が生じないかモニタリングしていく必要がある。

④ 堆積物 (SPSS 値)

本サイトでの SPSS 平均値階級別地点数の割合の変化を図 V-1-4-13 に示す。

年により割合は変化したが、全期間を通じてほぼすべての地点で SPSS は 50 kg/m^3 未満であった。特に 2010 年以降は 6 割以上の地点で 10 kg/m^3 未満であり、シルトの堆積は多くはなかった。SPSS が 50 kg/m^3 を超える地点が、2006 年、2007 年、2016 年にそれぞれ 1 地点ずつ見られているが、これらはすべて内湾に位置する座間味アゴノウラである。座間味アゴノウラは、砂底中に塊状ハマサンゴのマイクロアトールのある場所であり、他のサンゴ類はあまり多くない地点であった。

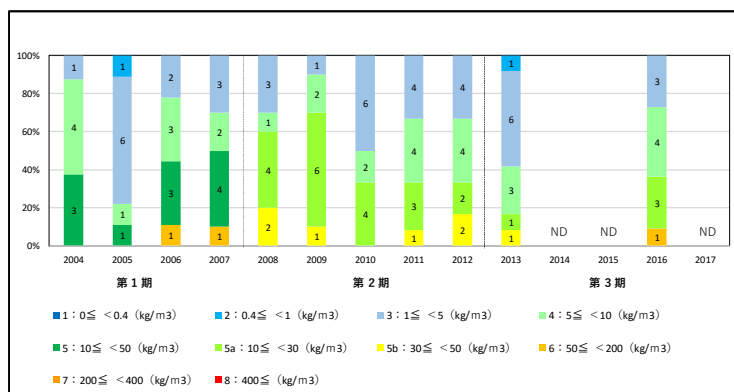
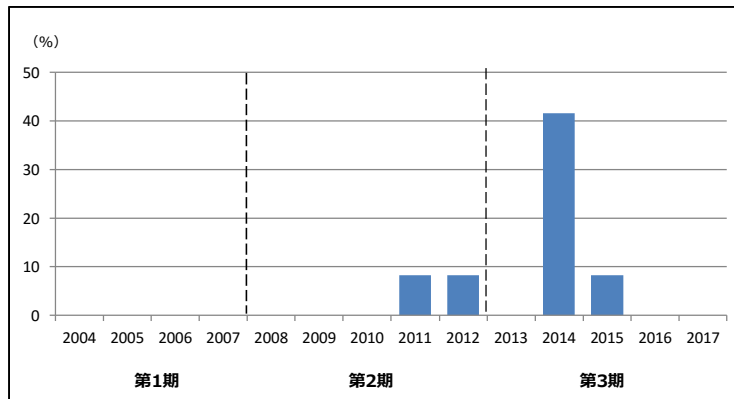


図 V-1-4-13 2004 年から 2017 年のサイト 7: 慶良間諸島中心海域における SPSS 階級別地点数の変化。

⑤ 台風

本サイトにおける台風の被害が確認された地点数の変化を図 V-1-4-14 に示す。なお、台風被害発生地点数の記録は 2011 年から実施している。



図V-1-4-14 2004年から2017年のサイト7：慶良間諸島中心海域における台風被害発生地点数の割合の変化.

1995年から2003年の間に慶良間海域に接近した台風数（その波浪により座間味村への定期船の欠航した台風の数）は2～8個で半数以上の年で5～6個であった。しかし、本調査の開始された2004年は突出して多く13個の台風が接近した。これらの台風が時おりサンゴ群集に被害を与えている。

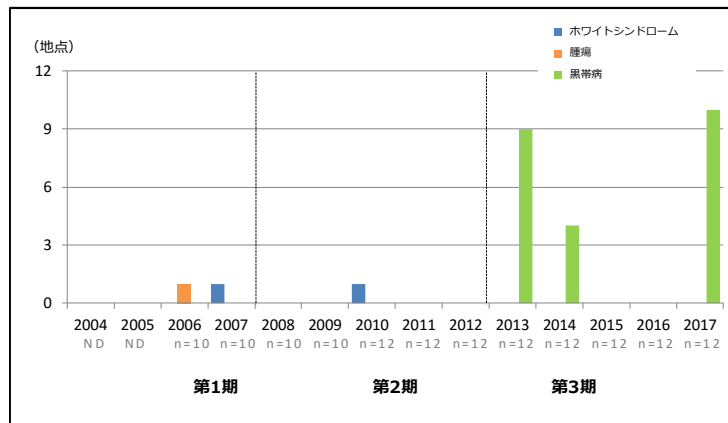
2007年の台風4号の際には阿嘉漁港の防波堤が破壊されるほどの被害が出たが、海中でも卓状ミドリイシが転倒する、コリンボース型ミドリイシや枝状ミドリイシの枝先が破損するなどの被害が見られた。しかし、この時は調査項目になかった台風被害の記録はとられていない。

2011年の台風2号では、西～南西よりの強い風浪が原因で、多くのサンゴが破壊された。その年に特別に調査をした屋嘉比島の西側と久場島の西側でのサンゴ被度はそれぞれ19.2%と9.7%で、他の調査地点と比べて低い値ではないが、聞き取り調査によると、両地点ともに8割以上のサンゴが消失したとのことであった。2011年11月の調査時の観察でも、風浪の影響から免れたと思われる縁溝－縁脚構造の縁溝の部分には、少なくとも50%を超える高い被度でサンゴが生息していたが、被害を受けた平坦な岩盤上には、波浪に強い群体形である被覆状または指状サンゴが生息するのみであった。この際には特記事項として記録した。また、2012年にも同程度の台風被害を記録した。

それ以降、2014年には40%の地点で台風被害を記録し、翌2015年にも10%程度の地点で台風被害を記録した。

⑥ 病気

本サイトにおける病気が観察された地点数の変化を図V-1-4-15に示す。



図V-1-4-15 2004年から2017年のサイト7：慶良間諸島中心海域における病気が観察された地点数の変化。

病気の調査を開始した2012年以降では、2013年に9地点で観察され、2017年にはそれを上回る10地点で病気が観察された。病気のほとんどは、黒帯病様のもので、被覆状コモンサンゴや卓状ミドリイシで見られている。サンゴ食巻貝による捕食との関連（被食部から病気が進行する可能性）もあるようにも思えるが、原因や経路は明確ではない。また、それ以外に骨格異常（腫瘍）が観察されたことがあるが、これも原因不明であるものの、例数が少なく、周囲への広がりも認められていない。

（4） その他のかく乱要因

地点2（座間味アゴノウラ）、5（阿嘉ニシハマ）、8（阿嘉マエノハマ）などで長期（数年間）に渡りマット状の海藻や大型の海藻の繁茂が確認された。これらはサンゴ群体と競合しているようには見えない。他方、藻類の間の堆積物がサンゴの加入を妨げ、藻場からサンゴ礁への遷移が順調に進んでいない可能性が考えられた。

また、地点5（阿嘉ニシハマ）などでは、観光客による海水浴やレジャーダイビングが頻繁に行われており、それらの影響により、サンゴの一部が破壊されたり、堆積物の巻上げなどにより成長が阻害されたりしている可能性があるが、詳細な調査・研究は行われていない。

3. 水温の変化

図V-1-4-16にサイト内の2地点（地点5：阿嘉ニシハマ、地点8：阿嘉マエノハマ）における水温の変化を示す。

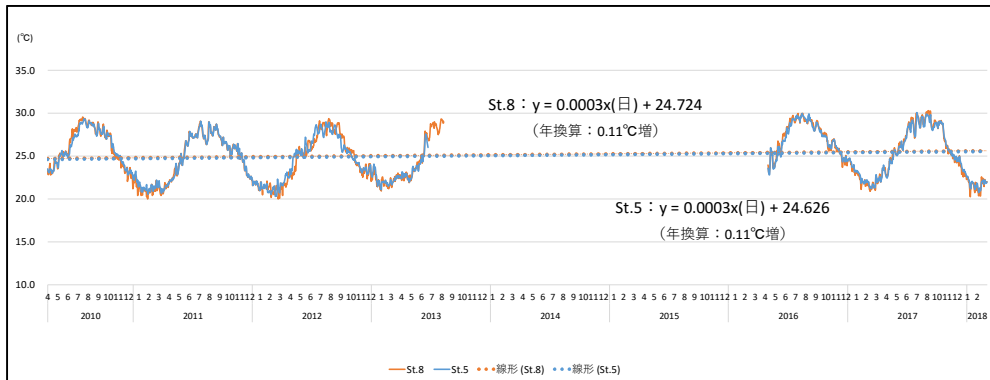


図 V-1-4-16 2010 年から 2017 年のサイト 7:慶良間諸島中心海域における水温の変化。

地点 5 (阿嘉ニシハマ) は阿嘉島の東岸のサンゴ礁で、ダイビングや海水浴に頻繁に利用されている場所である。潮通しは比較的良く、潮汐のタイミングによっては速い流れがある。地点 8 (阿嘉マエノハマ) は、阿嘉島の南岸に位置し、やや内湾的な性格を持つが、南側に開口し、南南東にある慶留間島との間の水道からの流れが入る。1998 年の大規模白化の際に、最も大きな被害が確認されたのが地点 8 であった。2010 年 4 月から観測した水温データ (2013 年 6 月下旬から 2016 年 5 月初めまで観測中断) を見ると、2 つの地点の水温に大きな相違はなく、概ね 20°C から 30°C の間を推移した。慶良間海域で比較的大規模な白化が見られた 2016 年も、30°C をわずかに上回る水温が、数日観測された (最高値は地点 5 で 2016 年 8 月 1 日に 31.3°C、地点 8 で 8 月 2 日に 31.2°C) だけで、高水温期が長期間続くことはなかった。実際、2016 年にはこれらの地点では白化は見られておらず、白化は北側に位置するいくつかのサンゴ礁の浅海域に限られていた (ただし、ここではほとんどのミドリイシ類が白化し、多くの群体が死亡した)。

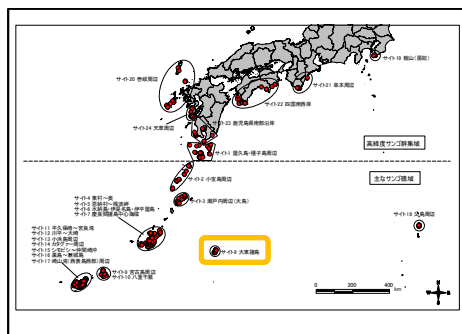
4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

本サイトでは、オニヒトデの食害による荒廃の後の 2006 年から 2016 年までの約 10 年間、サンゴ群集の被度は比較的低い値で推移し、被度の増加は顕著でなかったが、2010 年ごろからまとまった数の小型・中型のミドリイシ群体が観察されるようになった。それらの卓状・指状ミドリイシ群体は面積が小さかったためすぐには被度に反映されなかったが、2017 年になってこれらの群体が成長したことにより被度の増加が顕著となった。今後も、これらの地点ではサンゴ群集が成長し、被度が増加するものと期待される。一方で、地点 5 (阿嘉ニシハマ) や 10 (久場北西) のように被度の増加がほとんど見られない地点もあった。この 2 地点では加入したサンゴが被度の上昇につながるまで成長していないように思われる。地点 5 (阿嘉ニシハマ) などいくつかの地点では、死んだ枝状サンゴの瓦礫の堆積物上に生えたマット状の海藻の隙間に堆積物がたまり、新たな加入が起きにくく、加入しても成長できない状況だと思われる。本来サンゴ礁において大型海藻やマット状海藻は遷移

の中で一時的に出現する生物群と思われるが、基盤が礫化し安定しない所では瓦礫が強い波浪によって動くことによって遷移が進まず、海藻の出現期が持続していると考えられる。それらの場所でサンゴ群集が顕著に増加するためには基盤の安定が必要であろう。また、地点 10 (久場北西) は外洋に面しており、もともと大型のサンゴは生息しない場所であるが、2012 年までは小型～中型のミドリイシ類やハナヤサイサンゴ類などが増えていた。しかし、2012 年の台風の被害で激減してしまった。慶良間海域自体比較的加入が少なく、幼生の分布とそれに引き続いて生じる加入の量がサンゴ群集の増加を左右するポイントと思われる。

サイト 8:大東諸島

一般財団法人自然環境研究センター
木村 匡



1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

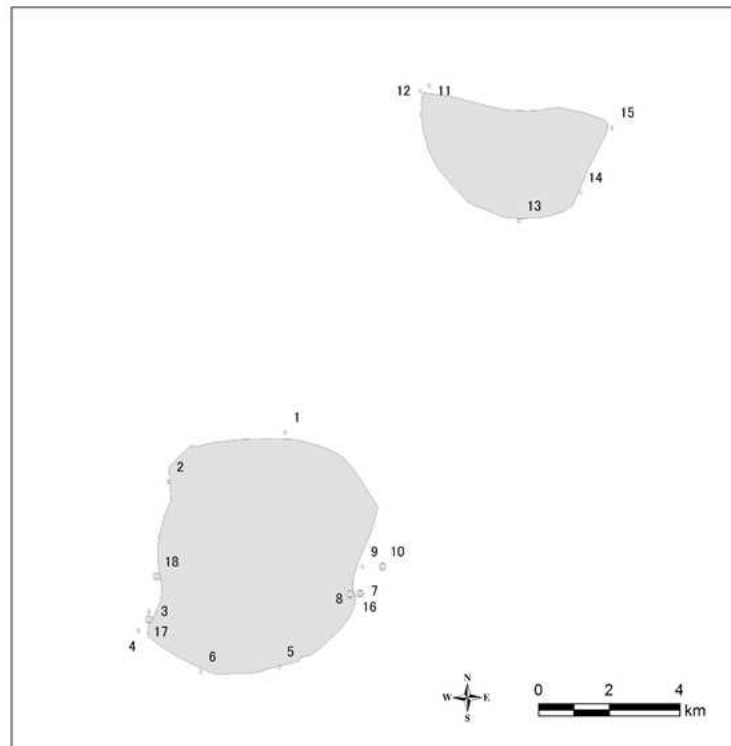
大東諸島は、沖縄島の東約 340km に位置し、北大東島、南大東島及び無人島の沖大東島とその付近の西南西小島、南西小島から成る。およそ 100 万年前から 20 万年前、サンゴ礁の数回にわたる隆起によって形成された海洋島であり、北大東島の面積は約 12.7km²、南大東島は約 30.6km² である。行政区分は、北大東島及び沖大東島が沖縄県島尻郡北大東村、南大東島が同郡南大東村である。

両島内には、サンゴ礁研究や調査を行う専門家が不在であり、台風が頻繁に通過して定期的な調査が難しいため、このサイトは 5 年に 1 回程度調査を行う遠隔地サイトとしており、これまでに 2007 年、2011 年及び 2016 年の 3 回調査を実施した。

調査地点は、2007 年に 15 地点（北大東島 5 地点、南大東島 10 地点）を設置した後、2011 年に 3 地点（南大東島）を追加し、合計 18 地点を設置した（表 V-1-5-1、図 V-1-5-1）。

表 V-1-5-1 サイト 8：大東諸島における調査地点。

No.	地点名	島	No.	地点名	島
1	本場階段前	南大東島	10	アカツキポイント (20m)	南大東島
2	ヤギ道（岸壁）前	南大東島	11	北のハナ・東	北大東島
3	塩屋プール前	南大東島	12	北のハナ・南	北大東島
4	塩屋のハナ	南大東島	13	北大東南端	北大東島
5	アカバマ（銅浜）	南大東島	14	ニイケガマ（二階釜）	北大東島
6	亀池港前	南大東島	15	真黒崎	北大東島
7	海軍棒前	南大東島	16	海軍棒前・深場	南大東島
8	海軍棒プール	南大東島	17	塩屋プール	南大東島
9	アカツキポイント	南大東島	18	ながやの下南側・浅瀬	南大東島



図V-1-5-1 サイト8：大東諸島における調査地点位置図.

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

北大東島、南大東島ともに保護地域の指定はない。

(3) サンゴ群集の分布の特徴

南北大東島は隆起環礁からなり、河川はないが中央部に多くの池を持つ独特の地形をもつ。



南大東島の地点1（本場階段前）のハナヤサイサンゴ類の優占する群集



北大東島の地点11（北のハナ東）のハナヤサイサンゴ類の優占する群集

図V-1-5-2. 大東諸島の代表的なサンゴ群集.

島の周囲には発達のない裾礁がとりまき、ほとんど全ての海岸線は断崖になっている。水深 20m まではなだらかなスロープになっているが、それ以降は急激な斜面で落ち込み、そのまま約 2,000m の大洋底にいたる。

周囲が外洋にさらされているため波当たりが強く、台風による波浪の影響を受けやすい。海岸から水深 10m までの範囲では、サンゴ類や海藻などの目立った底生動物があまり見られず、コリンボース状のハナヤサイサンゴ類などの強固な群体が散見される。造礁サンゴ類の多くの種は水深 10~20m で記録されている。

2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

本サイトのサンゴ被度の経年変化を図 V-1-5-3 に示す。

2007 年は、平均サンゴ被度は 15.5% であったが、調査地点を 3 地点追加した 2011 年では、平均サンゴ被度はわずかに増加して 21.1% であった。2011 年のサンゴ被度の最小値は 2007 年と変わらず 2.5% であったが、最大値の 80% を示した地点以外は 10~50% の間にあり、中央値が 2007 年の 10% から 20% に増加していることから、全体として増加していたと考えられる。しかし、2016 年では、平均サンゴ被度は 17.7% に減少していた。中央値は 2011 年と変わらず 20% であったが、最小値が 10% に増加したものの、最大値は 30% に減少し、全体的には 2011 年から減少傾向にあった。

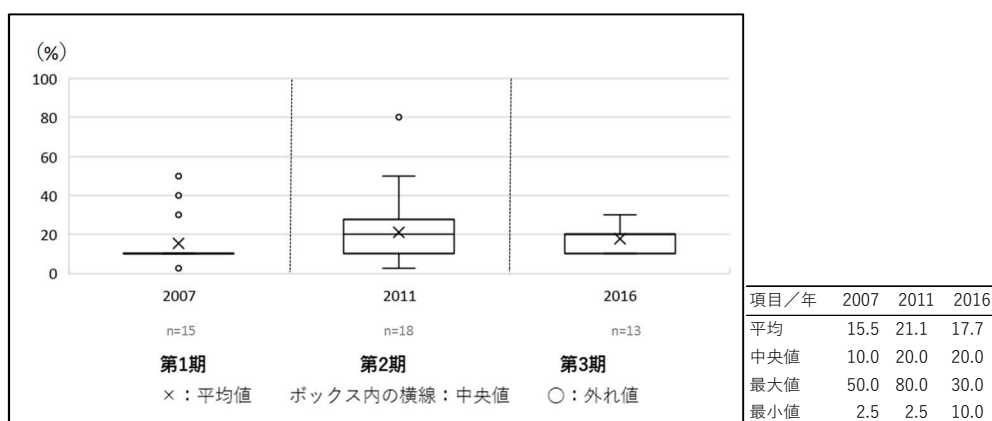


図 V-1-5-3 サイト 8 : 大東諸島におけるサンゴ被度の変化。

② 被度指数

最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数の変化を図 V-1-5-4 に示す。

被度指数では、2007 年は 50% 以上 75% 未満の間にあり、健全度は「やや良い」と評価されたが、2011 年、2016 年は 75% を越え、最も高いランクの「健全」となった。

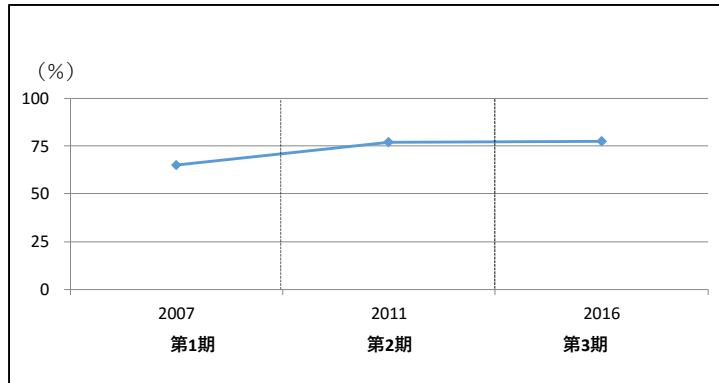


図 V-1-5-4 サイト 8 : 大東諸島における被度指数の経年変化.

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前回調査からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図 V-1-5-5 に示す。

2011 年は、サンゴ被度が 10 ポイント以上 25 ポイント未満で「少量増加」した地点が 4 地点、25 ポイント以上 50 ポイント未満で「増加」した地点が 2 地点であった。10 ポイント以上から 25 ポイント未満で「少量減少」した地点も 2 地点であったが、増加した地点の方が多いため、全体としては増加傾向となった。2016 年は、減少 4 地点、増加 4 地点であり、増加と減少が相殺されているため、全体の平均被度はほとんど変わらない。

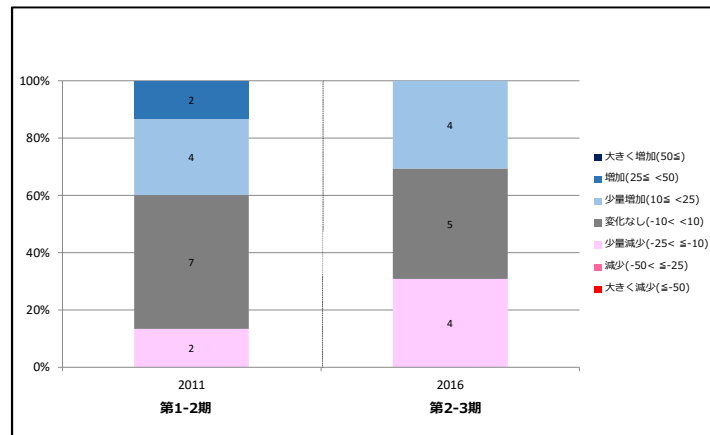


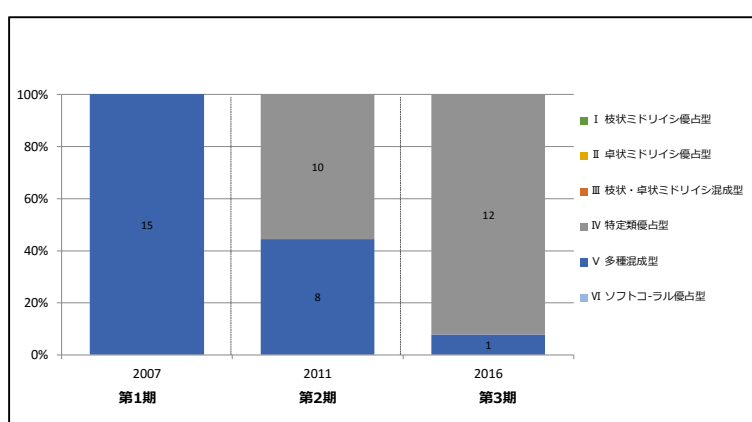
図 V-1-5-5 サイト 8 : 大東諸島における前回調査からの被度の増減地点数の変化.

(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図V-1-5-6に示す。

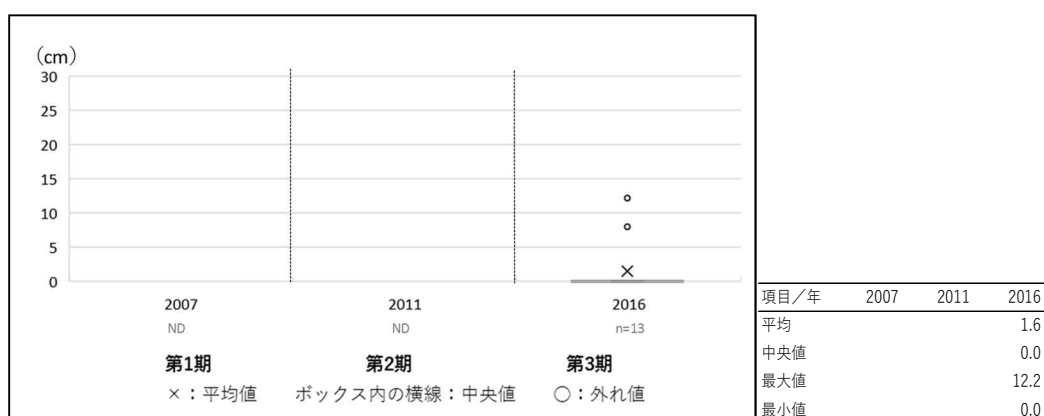
2007年は全地点が多種混成型であったが、サンゴ被度が増加した2011年は、追加した3地点も含めて10地点が特定類優占型となっていた。また、2011年からサンゴ被度がやや減少した2016年は、特定類優占型が更に増加して12地点となり、多種混成型の地点は1地点となった。このサイトは、海岸線から急峻な礁斜面が始まっており、水深10m以浅では波当たりが強いためか、比較的波浪に弱いミドリイシ類が少ない。多くの地点では、骨格の頑丈なハナヤサイサンゴ類が優占している。



図V-1-5-6 サイト8：大東諸島における生育型別地点数の経年変化。

② 卓状ミドリイシ類最大長径

卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図V-1-5-7に示す。



図V-1-5-7 サイト8：大東諸島における卓状ミドリイシ類最大長径階級の経年変化。

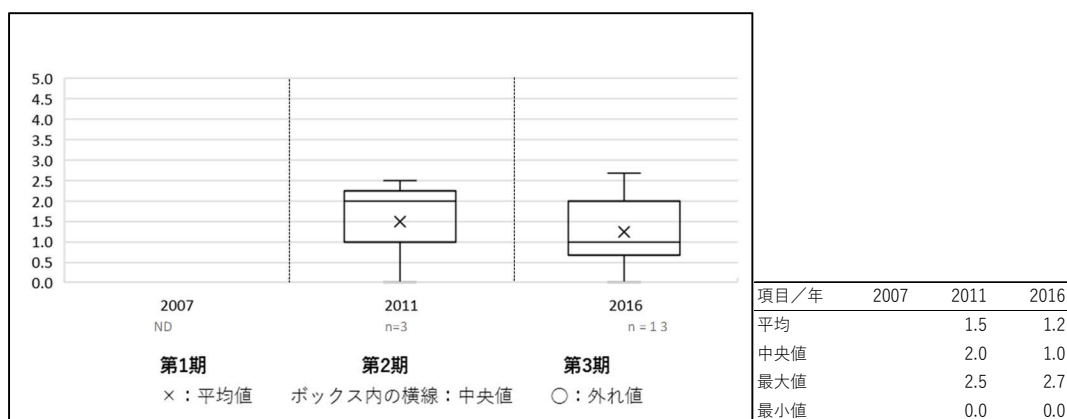
卓状ミドリイシ類が2007年と2011年には観察されなかったが、2016年において13地点で観察され、最大長径の平均値が1.6cm、最大値が12.2cmであった。これは、13地

点に加入した卓状ミドリイシ類の群体が、ようやく観察対象となるサイズまで成長したことを示していると考えられる。これらの群体が今後順調に成長すれば、次回の調査では卓状ミドリイシが優占する地点が出現することも考えられる。

③ 加入数

サンゴ類の加入数の変化を図V-1-5-8に示す。

2011年の加入数は、平均値が1.5 群体/m²、最大値が2.5 群体/m²、2016年でも、平均値が1.2 群体/m²、最大値が2.7 群体/m²であり、サンゴ礁域では比較的少ない。近隣の島々からやや離れた海洋島であるため、周囲の海域からの加入が少ない、また、南北の両大東島自体も湾入部の少ない平坦な海岸線の島であるため、サンゴ幼生の滞留が少ない可能性が考えられる。



図V-1-5-8 サイト8：大東諸島における加入数の経年変化.

(3) かく乱による被害

ここでは、かく乱による被害を示す項目として、白化現象、オニヒトデ、サンゴ食巻貝及びSPSSの変化を示す。

① 高水温/低水温による白化現象

白化率の経年変化を図V-1-5-9に示す。

このサイトでは、2007年に最大1%、2011年に最大0.5%の白化が確認されたが、死亡はなく、サンゴ被度に影響を与えるほどの被害はなかった。海岸からすぐに急峻な礁斜面が始まり、礁池が発達しないこのサイトでは、海水の交換が良いために高水温になりにくく、白化現象が少ないと考えられる。

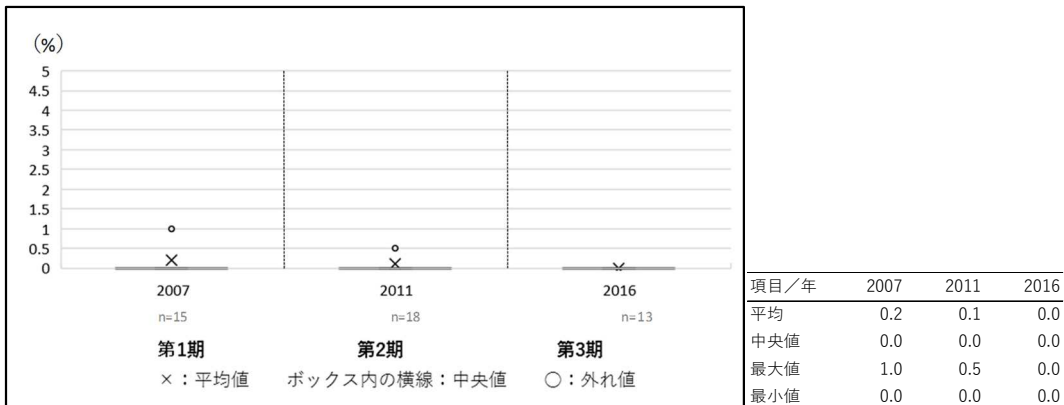


図 V-1-5-9 サイト 8：大東諸島における白化率の経年変化.

② オニヒトデ

オニヒトデの発生階級の変化を図 V-1-5-10 に示す。

2007 年に水深 20m 程のミドリイシ群集にオニヒトデの大発生レベルの集団が観察され、その後に大きな食害が起きることが懸念された。しかし、2011 年及び 2016 年では、オニヒトデは観察されず、このサイト内で大発生は起こらなかったと考えられた。

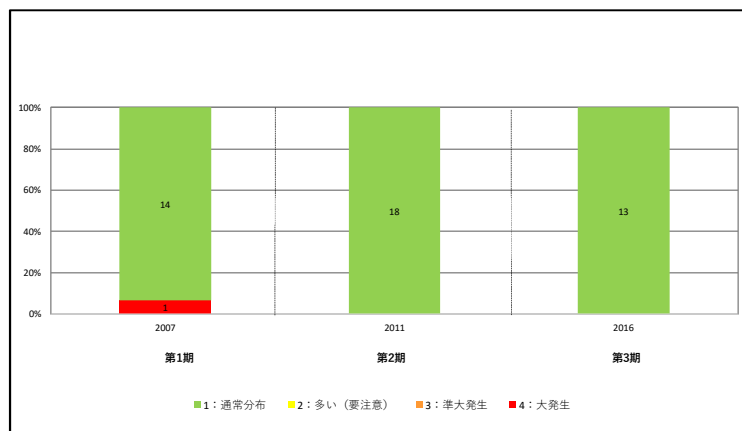
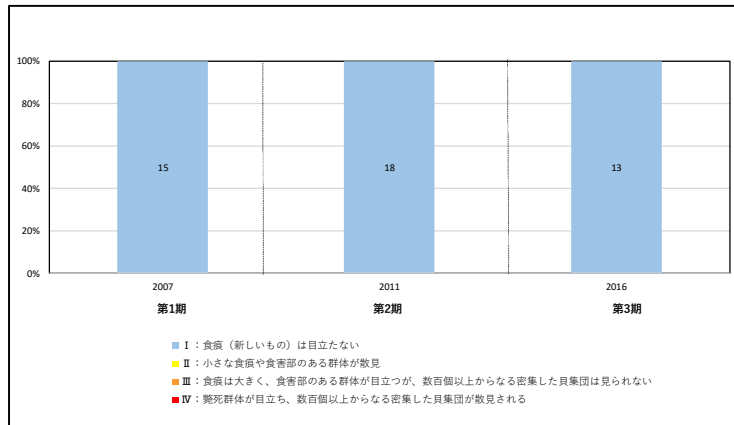


図 V-1-5-10 サイト 8：大東諸島におけるオニヒトデ発生階級の経年変化.

③ サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝発生階級別地点数の経年変化を図 V-1-5-11 に示す。

2007 年から 2016 年までの 3 回の調査において、サンゴ食巻貝の食害はほとんど確認されなかった。



図V-1-5-11 サイト8：大東諸島におけるサンゴ食巻貝発生階級の経年変化。

④ 堆積物 (SPSS 値)

調査項目として堆積物の計測は行っていない。

⑤ 台風

調査項目として台風の被害は記録していない。

⑥ 病気

調査項目として病気の記録はしていない。

(4) その他のかく乱要因

特になし。

3. 水温の変化

5年に1度程度調査を実施する遠隔地サイトであるため、水温の計測は行っていない。

4. サンゴ群集の現状と評価) 及び今後の予測

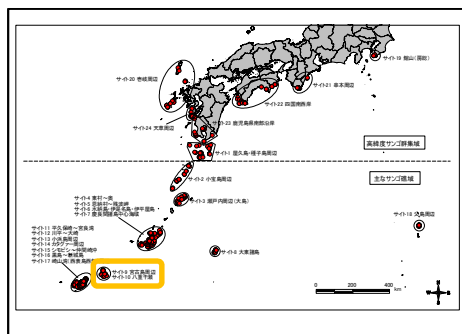
第1期から第3期の中に3回調査を行っているが、3回の調査では平均サンゴ被度が20%程度で大きな変化はなかった。2007年にオニヒトデの大発生レベルの集団が観察されたが、2011年にはオニヒトデは観察されず、その間にサンゴ被度の大きな減少はなかった。そのため、オニヒトデが南北両大東島に蔓延して大規模な被害を与えることはなかったと考えられる。

大東諸島は、台風が頻繁に通過する島であり、波浪によるサンゴ群集の破壊が主要なかく乱要因であると考えられるが、10m以浅のサンゴ群集は、物理的な破壊に比較的強いと考えられ、骨格が頑丈なハナヤサイサンゴ類が優占しているため、台風による被害が顕著には表れない可能性がある。また、海洋島として島の周辺部のサンゴ群集分布域では、海水の交換も比較的良いと考えられるので、高水温や低水温の白化現象も起こりにくいと考えられる。ただし、優占するハナヤサイサンゴ類が、ミドリイシ類に比較すると成長が遅いため、サンゴ被度の増加が遅い可能性も考えられる。

以上のような特性を持つこのサイトのサンゴ群集は、今後も大きなサンゴ被度の変化は少なく、健全に維持されていくのではないかと考えられる。

サイト 9:宮古島周辺

サイト 10:八重干瀬



宮古島市役所水産課
梶原 健次

※ 群集変化の動向に関連性が見られることから、両サイトを合わせて記述する。

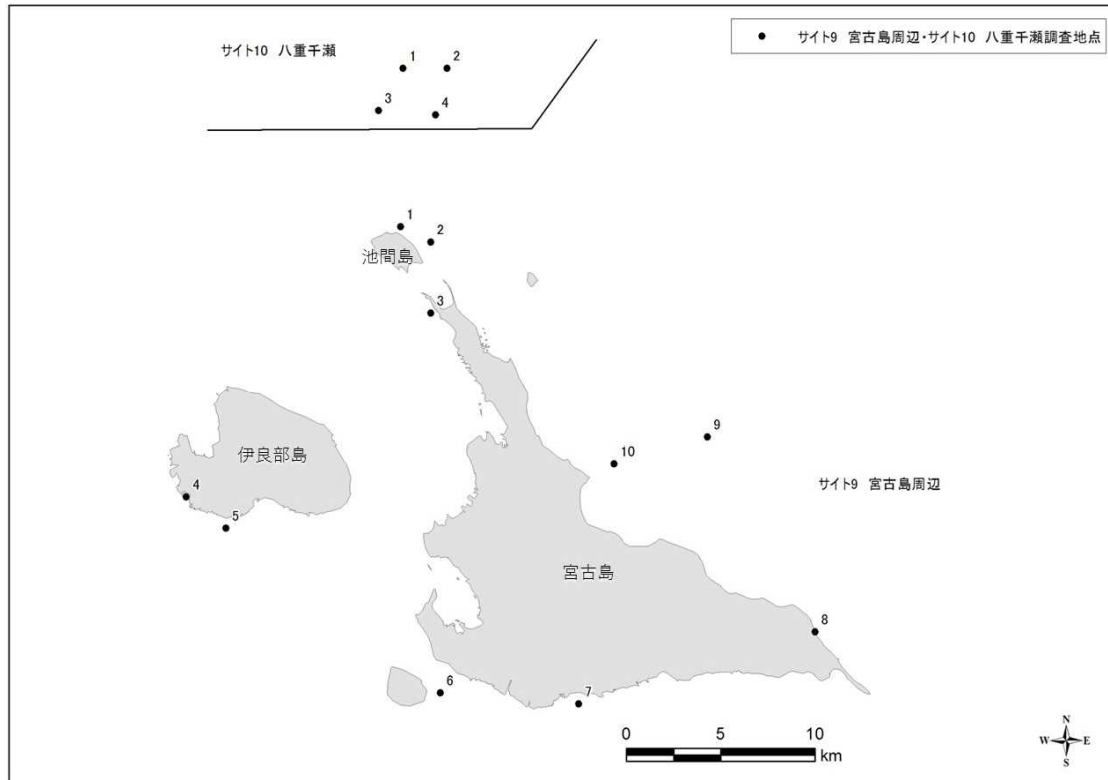
1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

宮古群島は沖縄島の南西約 300km に位置し、宮古島、伊良部島、下地島、池間島、大神島、来間島、水納島、多良間島等の島々からなる。この海域では、多良間島と水納島を除く宮古諸島をサイト 9、宮古諸島の北に位置する八重干瀬をサイト 10 としてモニタリングを実施している。調査地点は、サイト 9 に 10 地点、サイト 10 に 4 地点設置した（表 V-1-6-1、図 V-1-6-1）。

表 V-1-6-1 サイト 9：宮古島周辺及び 10：八重干瀬における調査地点一覧。

サイト (9) 宮古島周辺			サイト (10) 八重干瀬		
No.	地点	No.	地点	No.	地点
1	池間島北カギンミ	6	来間島東ヨコターラ	1	八重干瀬ウル西
2	池間島東チュラビジ	7	上野博愛沖友利大ビセ	2	八重干瀬カナマラ中央南
3	平良狩俣西	8	城辺吉野海岸	3	八重干瀬クンカディ・ガマ
4	伊良部下地島カヤツファ	9	城辺ツツツワ干瀬北	4	八重干瀬イフ南
5	伊良部下地島渡口沖離礁	10	平良高野漁港沖二段干瀬		



図V-1-6-1 サイト9：宮古島周辺及び10：八重干瀬における調査地点位置図。

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

国指定名勝や県立自然公園などの指定がある（表V-1-6-2）。

表V-1-6-2 サイト9：宮古島周辺及び10：八重干瀬における国指定名勝、天然記念物、国定公園及び重要湿地一覧（括弧内は根拠法）

1	国指定名勝及び天然記念物「八重干瀬」（文化財保護法）
2	国指定名勝「東平安名崎」（文化財保護法）
3	沖縄県指定伊良部県立自然公園（自然公園法）
4	環境省重要湿地・八重干瀬
5	環境省重要湿地・池間湿原と周辺サンゴ礁

サイト9においては、地点1と2が環境省重要湿地・池間湿原と周辺サンゴ礁の区域内に、地点4が沖縄県指定伊良部県立自然公園の区域内に位置する。サイト10においては4つの調査地点全てが、国指定名勝及び天然記念物「八重干瀬」および環境省重要湿地・八重干瀬の区域内に入っている。名勝等の指定区域においては原状変更が原則禁止されているほか、県立自然公園においては埋め立てに一定の制限がかけられている。

サイト9及び10においては、2004～2016年まで宮古地区危険生物対策協議会オニヒト

デ部会や宮古島市、その他民間活動などによりオニヒトデ駆除が行われた。現在は、モニタリングサイト 1000 事業によるサンゴ礁モニタリング以外には、継続的なサンゴ礁保全のための事業は行われていない。

(3) サンゴ群集の分布の特徴

サイト 9 の宮古諸島は隆起珊瑚礁の平坦な島（いわゆる低島）であり、発達した山地や河川がないため、まとまった赤土流出は見られないが、地下水脈や小排水路を通じた局所的な赤土流出が見られる場所もある。一方、サイト 10 は池間島の北方に広がるサンゴ礁群であり、陸域から遠く離れているため、陸域起源の負荷（赤土流出や陸水流入など）は受けていないものと思われる。



宮古島サイト・地点 1（池間島北・カギンミ）



地点 4（伊良部・下地島・カヤツファ）



八重干瀬サイト・地点 2（カナマラ中央南）



地点 3（クンカディ・ガマ）

図 V-1-6-2. 宮古島周辺及び八重干瀬の代表的なサンゴ群集.

2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

サイト 9 及び 10 におけるサンゴ被度の変化を図 V-1-6-3 に示す。

サイト 9 では、第 1 期から第 2 期前半まで平均 40%程度の被度を維持していたが、2011 年以降、オニヒトデの食害を受ける地点が増え、特にミドリイシ優占群集であった地点 3 (狩俣西)、2 (池間東)、9 (ツフツフ) では 2012 年に被度が 10%以下にまで激減した。その一方で、ハマサンゴ優占群集の地点 4 (カヤッフア) や 8 (吉野海岸) などではオニヒトデの影響はほとんど受けず 30%程度の被度を維持し続けたため、サイト全体の平均サンゴ被度は 20%程度を維持した。

一方、サイト 10 では、4 つの調査地点を置いているが、いずれもミドリイシ優占群集であった。八重干瀬では 2004 年から局所的なオニヒトデの大発生が生じており、2004～2006 年の間に 4 地点中 2 地点でサンゴ群集がほぼ壊滅状態になった。この 2 地点は砂質礁斜面を主としているため、2017 年になっても明瞭な被度の増加は見られていない。ミドリイシ優占群集が残る 2 地点中 1 地点 (カナマラ南) では、第 2 期において断続的にオニヒトデによる食害で被度が減少した一方、もう 1 地点 (クンカディ・ガマ) で被度の増加があったため、第 2 期のサイト全体の平均被度は 20～30%を維持した。第 2 期末の 2013 年以降、カナマラ南でのサンゴ群集の増加傾向が明瞭となり、平均サンゴ被度が 3 年連続して増加したが、2016 年の大規模白化の影響を受け、全ての地点で被度が 10%未満となった。なお、2007 年にも白化現象が広く確認されたが、死亡はほとんど確認されなかった。

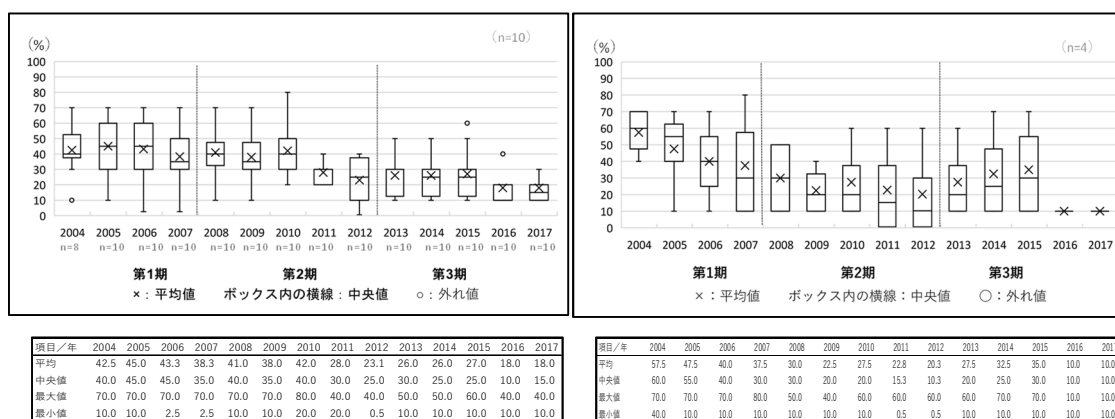


図 V-1-6-3 2004 年から 2017 年のサイト 9 : 宮古島周辺及び 10 : 八重干瀬におけるサンゴ被度の変化. 箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は各々の図下に示した表を参照.

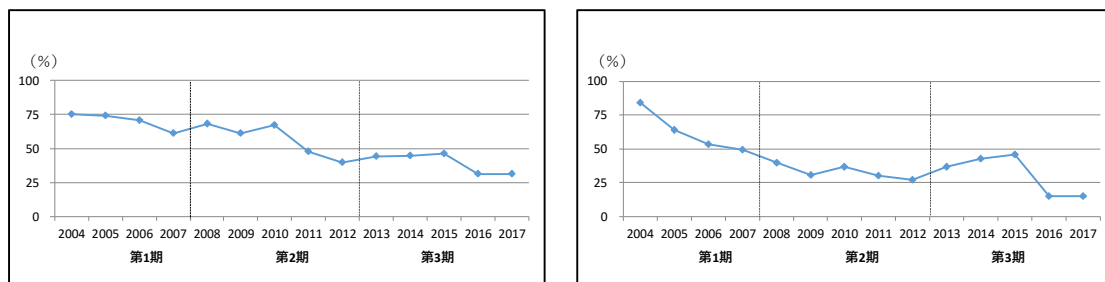
② 被度指数

最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数の変化を示したのが図V-1-6-5である。

被度指数では、サイト9及び10が2004年の開始時に「健全」と評価される75%以上の高い値を示していたが、サイト9では2006年から低下し始め、オニヒトデの食害影響が顕著だった2011～2012年で「悪い」評価（25%以上50%未満）となり、2016年の白化現象により更に低下し、30%になった。

一方、サイト10では、2004～2009年の間、被度指数は下がり続け、5年間で約50ポイントの低下となった。主因はオニヒトデによる食害であった。2012年以降、被度指数は徐々に上昇したが、2016年の白化現象により10%にまで低下した。

2017年においてサイト9の被度指数が「悪い」評価の約30%であったのに対し、サイト10では「著しく悪い」評価の約15%となっていた。両サイトとも、ミドリイシ優占群集はほぼ壊滅状態になっているものの（サイト9：池間北を除く）、サイト内にオニヒトデ食害や白化影響を受けにくいハマサンゴ優占群集の地点を含むか否かによる違いが被度指数の違いに表れていると考えられる。



図V-1-6-5 サイト9：宮古島周辺及び10：八重干瀬における2004年から2017年までの被度指数（最良時のサンゴ被度に対する割合）の変化。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-6-6に示す。

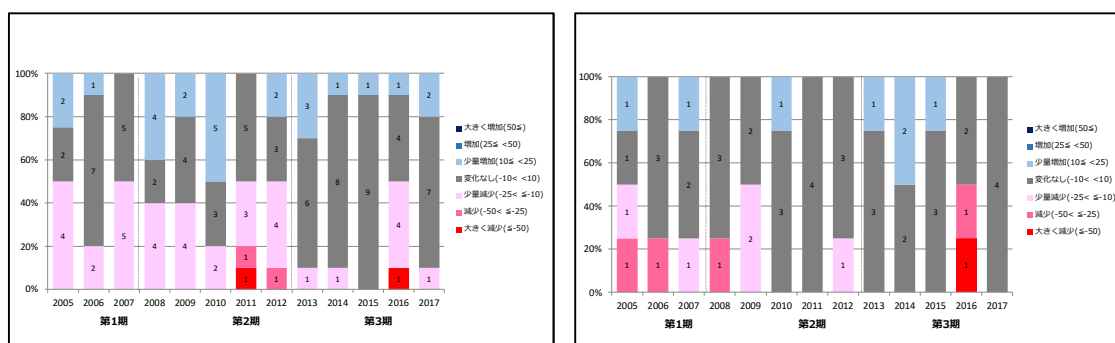
サイト9では、ほぼ毎年、被度が増加する地点と低下する地点の両方が見られた。毎年被度の低下を招く、何らかのかく乱要因があるものの、宮古島周辺の10地点の全てに一様な影響を与える要因ではないと考えられる。

2016年には大規模な白化が確認されたが、その年においてさえ、2地点で被度の増加が記録されている。調査マニュアルでは、白化の影響を見るために調査を9月以降に実施することとしており、これまで白化現象による大量死亡が生じる場合は9月前に死亡が終息すると考えられてきた。しかしながら、宮古島周辺では、2016年7月中旬以降に白化が観察され始めたにも関わらず、死亡のピークは10月であった。この2016年データについては、10地点中、4地点が9月上旬に調査が行われており、調査後に大量死亡が生じた可能

性があることに注意を要する。

オニヒトデによる食害の影響は、特に 2011 年以降顕著であったが、大集団の発生は局所的で、面的な広がりはなかったと思われる。台風によるかく乱やホワイトシンドロームなども発生しているが、これもサイト全体に広がることはなく、局所的な影響にとどまった。

サイト 10 では、2004～2006 年の間にオニヒトデの食害による強いかく乱を受け、増加が見られないまま推移した 2 地点と、2016 年の白化までは、時々オニヒトデ食害の影響を受けつつも被度を維持、または増加させた 2 地点に分かれる。そのため、全体的には半数が「著しく悪い」状態で変化なし、残り半数が変化しなかったり、わずかな増減を示したりしていた。前者の 2 地点は、モニタリング開始当初、礁斜面の砂礫底質上に成立していた枝状ミドリイシ優占群集であったが、砂礫底への新規加入が困難とみられ、一度強いかく乱を受けた後は、その状態で安定してしまっただけのものと考えられる。しかし後者も、2016 年に「減少」及び「大きく減少」であり、2017 年には全ての地点で「著しく悪い」状態となり、変化が見られなくなった。



図V-1-6-6 サイト 9: 宮古島周辺 (左) 及び 10: 八重干瀬 (右) における 2005 年から 2017 年までの、前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化.

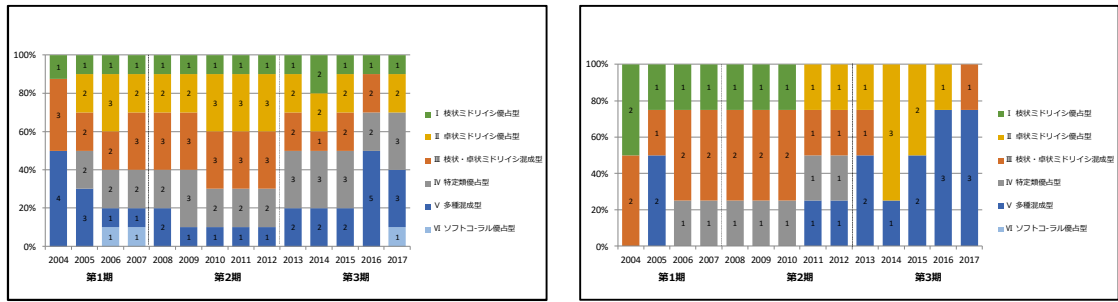
(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図V-1-6-7 に示す。

サイト 9 及び 10 は、サイト 9 の 3 地点を除いた 11 地点が、本来ミドリイシ優占群集であったと想定され、オニヒトデや白化現象などにより強いかく乱を受けた後、多くの場合は多種混生型あるいはハマサンゴ優占型となった。調査地点数全体に占める多種混生型の増加は、ミドリイシに対する強いかく乱の影響と見ることができる。

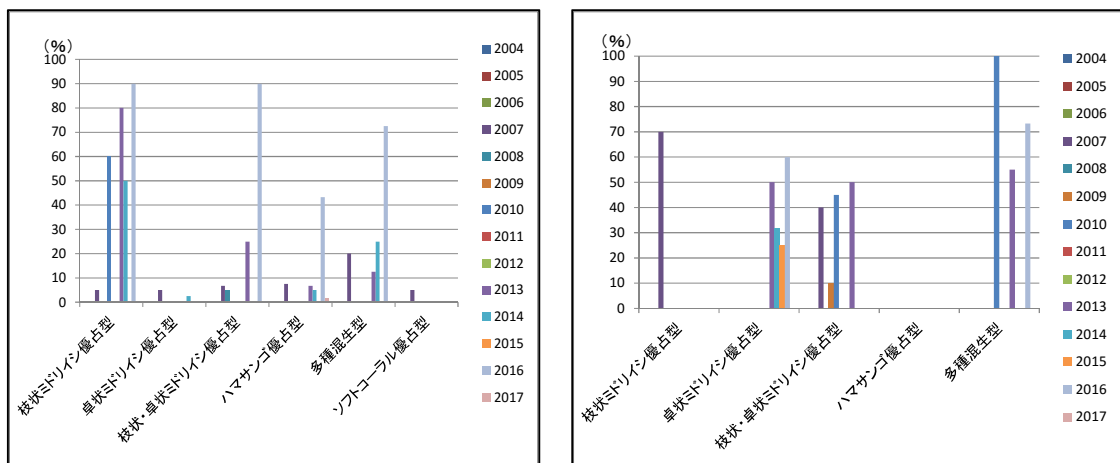
サイト 9 の 3 地点は、ハマサンゴ優占群集または多種混成型であった。これらの調査地点では、ハマサンゴの分布量が変わることはほとんどなく、ミドリイシやコモンサンゴなどの増減によって、ハマサンゴ優占群集または多種混成型に変化した。



図V-1-6-7 サイト9：宮古島周辺（左）及び10：八重干瀬（右）における2004年から2017年の生育型別地点数の変化

生育型と白化率（図V-1-6-8）を比較すると、ミドリイシ類が優占する生育型が白化の影響を受けやすいことが分かる。

なお、サイト10では2010年に多種混生型で白化率が100%となった。これは地点1（ウル）の1か所で記録されたものであるが、枝状ミドリイシのほかクサビライシ類が主体となった被度5%未満の群集で、白化の程度は軽度～明瞭の範囲でばらつきがあった。



図V-1-6-8 サイト9：宮古島周辺（左）及び10：八重干瀬（右）における生育型別の白化率の変化。

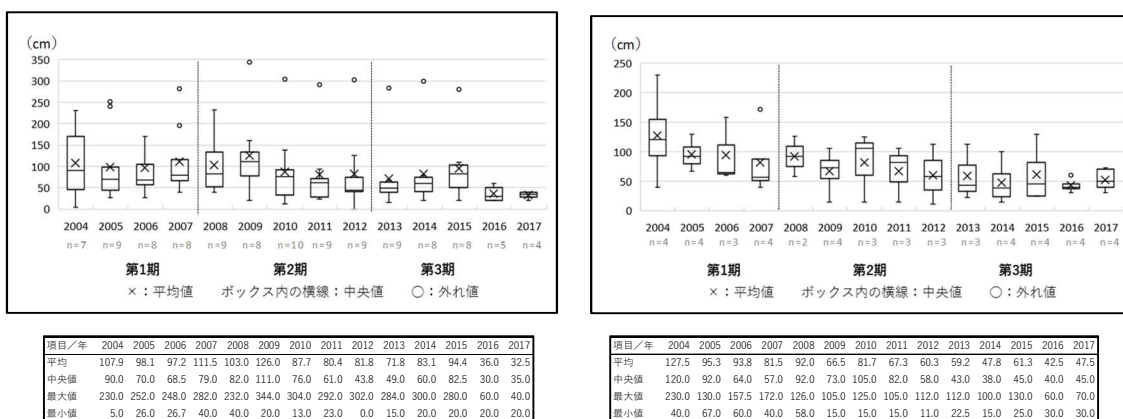
② 卓状ミドリイシ類最大長径

卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図V-1-6-9に示す。

サイト9では、2015年までは卓状ミドリイシ類の最大長径は、100cm前後で緩やかな低下傾向を示した。この期間中、オニヒトデの食害による影響が散発的、局所的に生じていた一方、卓状ミドリイシが成長した地点もあったことから、サイト全体としての低下が緩やかになったと考えられる。地点1（渡口沖）では、ホワイトシンドロームが主因と思われる2mを越える大型群体を含む卓状ミドリイシの死亡が2013～2015年の間に相次いだ、サ

イト全体の平均値にその影響は現れていない。2016年に発生した大規模な白化現象は、サイト全体に影響を及ぼしており、そのことが最大長径の低下にも表れている。なお、2007年にも白化が記録されたが目立った死亡には至っておらず、同年の平均直径は前年からほとんど変わらなかった。

サイト10では、最大長径の低下はより明瞭であった。調査地点4地点中、1地点ではオニヒトデ食害の影響を受けることなく、2015年までは卓状ミドリイシ優占群集の緩やかな成長がみられたものの、多くの群体同士が近接していたため長径の上昇は目立たなかった。一方、2地点では2009年までにオニヒトデ食害によりほぼ壊滅状態となり、残る1地点ではオニヒトデによるかく乱と成長を繰り返した。このことからサイト全体としての長径は明瞭な低下傾向を示した。2016年の白化現象では多くのミドリイシが死亡したため、長径が更に低下した。



図V-1-6-9 サイト9：宮古島周辺及び10：八重干瀬における2004年から2017年の卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は各々の図下にある表を参照。

③ 加入数

サンゴ類の加入数の変化を図V-1-6-10に示す。

サイト平均での加入数は、サイト9及び10の両方で、モニタリング期間のほとんどで、ランク1（5群体/m²未満）であった。両サイトともに加入数が少ない状態が続いていることになる。

調査地点別にみると、ランク2（5群体/m²～10群体/m²未満）以上がモニタリング年数14年の1/3以上で記録されたのは、調査対象の全14地点中1地点（10：高野沖、5回）のみであった。記録頻度が1/2にも満たないため、この場所での加入が特に多いとは言えない。宮古島周辺及び八重干瀬の全域においては、定常的に幼生供給の多い場所は特にないようである。

ランク 1 を越えたのは、サイト 9 では 2011 年にランク 2、サイト 10 では 2013 年にランク 2、2011 年にランク 3 (10 群体/m²~20 群体/m²未満) のみであった。2011 年はサイト 9 と 10 の両方でランク 2 以上となり、全 14 地点中 10 地点でランク 2 以上の加入が確認された。加入数は地点間でのばらつきが大きかったことから、2011 年は広域的に加入が多かった点が特筆される。

一方、2016 年の大規模白化現象では、5cm 未満のミドリイシも影響を受け、その一部の死亡も確認されているが、翌 2017 年の加入数はランク 1 ながらも前年より微増したことから、2016 年の白化影響は加入に対して壊滅的なレベルまでには至らなかったものと思われる。

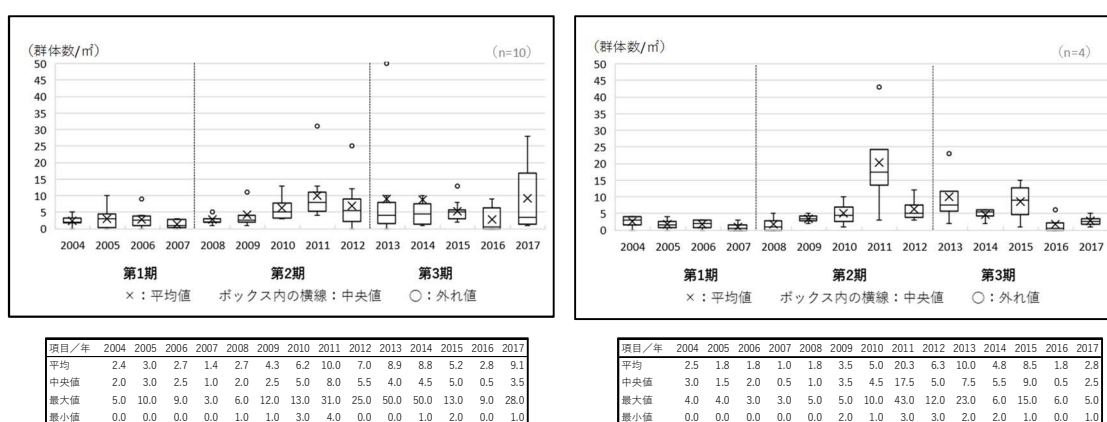


図 V-1-6-10 2004 年から 2017 年のサイト 9：宮古島周辺及び 10：八重干瀬における加入数の変化. 箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は各々の図下の表を参照。

(3) かく乱による被害

ここでは、かく乱による被害を示す項目として、白化現象、オニヒトデ、サンゴ食巻貝及び SPSS の変化を示す。

① 高水温/低水温による白化現象

白化率の変化を図 V-1-6-11 に示す。

サイト 9 及び 10 の両方で 2016 年に 60% を越える白化率を記録した。モニタリング期間中、広域的に被度の減少を招いた白化現象は、この 1 回のみで、2007 年、2009 年、2010 年、2013~2015 年では一部で軽度の白化が記録されただけであった。

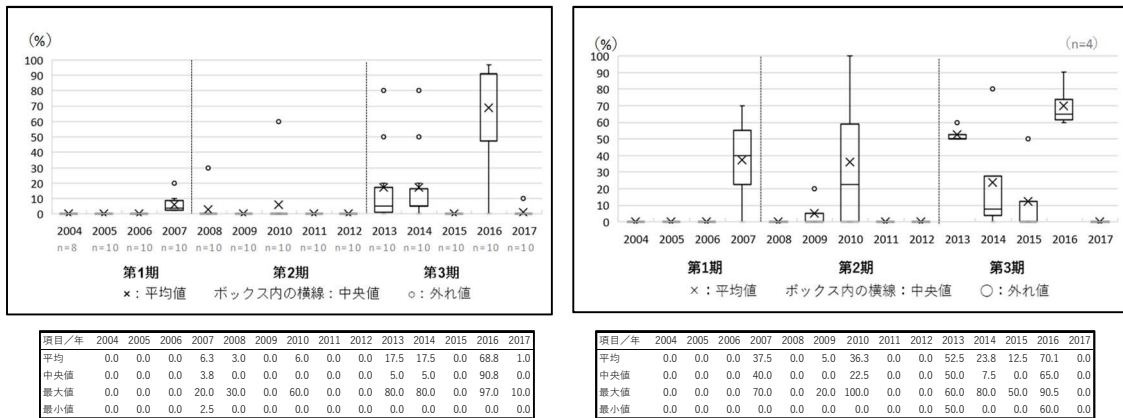


図 V-1-6-11 2004 年から 2017 年のサイト 9：宮古島周辺及び 10：八重干瀬における白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は各々の図下の表を参照。

② オニヒトデ

オニヒトデの発生階級の変化を図 V-1-6-12 に示す。

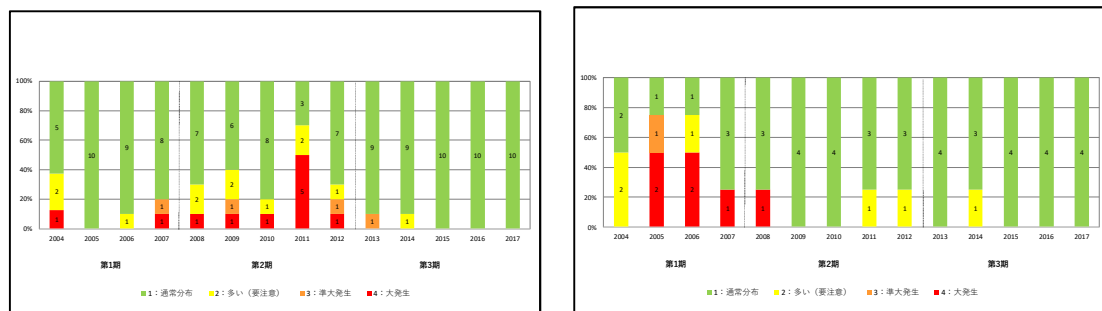


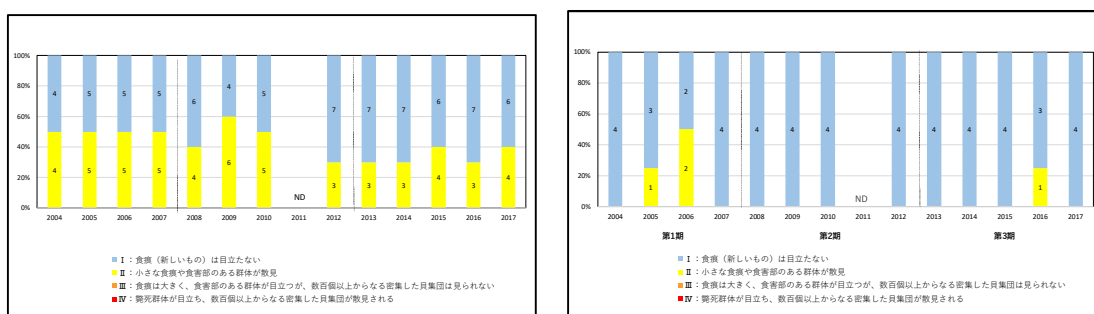
図 V-1-6-12 2004 年から 2017 年のサイト 9：宮古島周辺（左）及び 10：八重干瀬（右）におけるオニヒトデ発生階級別地点数の変化。

サイト 9 及び 10 では、モニタリングを開始した 2004 年からオニヒトデの大発生が確認されており、調査地点においても 10 地点中 7 地点でオニヒトデの分布が確認されている。うち 1 地点（来間東）では 195 個体/15 分（換算値）もの高密度が確認された。サイト 9 全体としてのオニヒトデ発生階級ピークは 2011 年にあり、平均サンゴ被度も同じ時期から大きく減少した。サイト 10 では 2005 年にピークがあり、翌 2006 年もほぼ同じレベルであった。両サイトとも 2015 年以降発生階級は 1 となり、2016 年以降は確認個体数もゼロとなった。モニタリングサイト 1000 事業以外の情報もあわせて考察すると、宮古島周辺及び八重干瀬では 2016 年頃をもってオニヒトデの大発生はほぼ収束したと考えられる。本調査におけるオニヒトデ観察数の発生階級の推移からも、2015 年にはオニヒトデが通常分布になっていることが分かる。

③ サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝の発生階級の変化を図V-1-6-13に示す。

サイト平均では、いずれのサイトもランク0~1を示しており、大きな食害をもたらすほどの出現はなかった。サイト9の1地点(4:カヤツファ)の葉状コモンサンゴ群集では慢性的にランク2が記録されているが、ここでもサンゴ食巻貝による食害で被度が減少するような状況は確認されなかった。

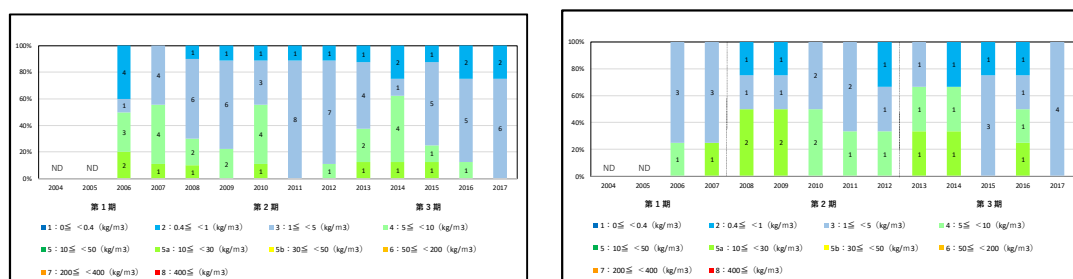


図V-1-6-13 サイト9:宮古島周辺(左)及びサイト10:八重干瀬における2004年から2017年までのサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化。

④ 堆積物 (SPSS 値)

サイト毎の SPSS 平均値の変化を図V-1-6-14に示す。

SPSS の計測は、2006年より開始した。サイト9及び10のSPSS平均値は概ねランク3~4で推移し、ほとんど変動はなかった。モニタリング期間中に観測された最高ランクは5aであったが、サンゴ礁性細砂に由来するもので、赤土の影響はSPSSの計測でも、堆積物の目視観察でも認められなかった。



図V-1-6-14 サイト9:宮古島周辺(左)及び10:八重干瀬(右)における2004年から2017年までのSPSS階級別地点数の変化。

⑤ 台風

台風の被害が確認された地点数の変化を図V-1-6-15に示す。台風被害の発生地点数の記録は2006年から開始した。なお、2005年にはサイト9の地点7(上野博愛沖)で台風の

明らかな被害が確認されているが、以降は明らかな被害はなく、台風影響を受けた可能性に留まっている。

台風被害が可能性に留まっている例を含めても、サイト9及び10ともに、一度に3地点以上が影響を受けた例はなかった。モニタリング期間中に3回以上の影響があったのは、サイト9の地点7（上野博愛沖、3回のうち1回は確実）と5（渡口沖離礁、4回）であった。地点7では、台風によって砂礫底上の枝状コモンサンゴが壊滅的な影響を受けたほか、大型の枝状・塊状ハマサンゴの転倒も台風による影響の可能性はある。地点5では、離礁斜面上の枝状ミドリイシが局所的に破壊されていることがあり、断定はできないが、台風によるかく乱であった可能性はある。

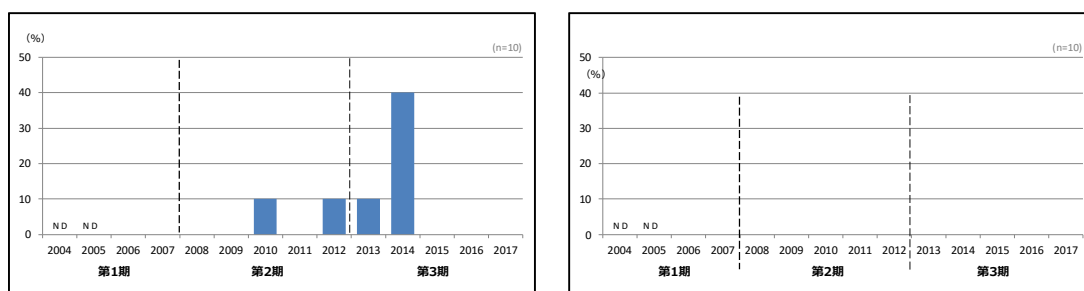


図 V-1-6-15 サイト9：宮古島周辺及び10：八重干瀬における2004年から2017年までの台風被害発生地点数の変化。

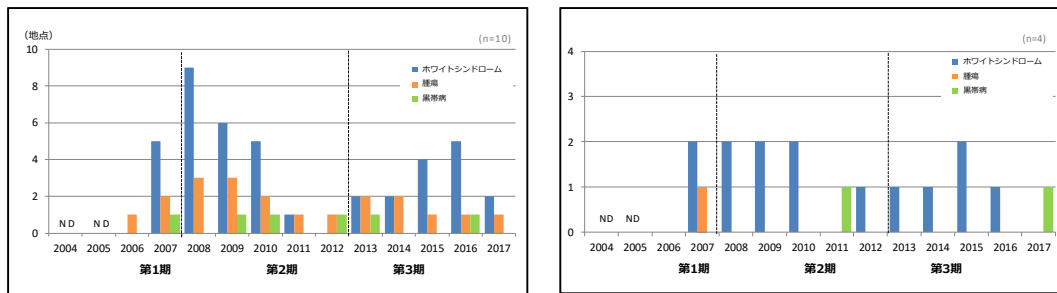
⑥ 病気

図 V-1-6-16 に、病気ごとの発生地点数の変化を示す。

サイト9及び10では2005年より病気の記録をとった。両サイトとも、ホワイトシンドロームの確認頻度は高かったが、各地点における発症率は概ね5%未満でほとんどの場合で被度を下げる要因にはならなかった。例外として、サイト9の地点5（渡口沖離礁）では、2013～2015年の間、ホワイトシンドロームによると思われる死亡が相次ぎ、特に直径2mを越える群体が多数失われたことから、被度の低下に大きく影響した。またサイト10の地点4（イフ）では2017年に、被度が5%未満の状態、小型の卓状ミドリイシの約20%でホワイトシンドロームを発症しており、その後の被度低下に影響を及ぼすものと考えられる。

腫瘍は、サイト9の地点4（カヤツファ）の葉状コモンサンゴ群集で慢性的に確認され、発症率は90%以上であったが、腫瘍が群体の死亡につながっている様子は認められなかった。サイト10での腫瘍確認は稀であった。

黒帯病はサイト9ではほぼ毎年記録されたが、確認群体数は1～2群体/年と少なかった。また、サイト10では確認例がなかった。



図V-1-6-16 2004年から2017年のサイト9：宮古島周辺（左）及び10：八重干瀬におけるサンゴの病気発生地点数の変化。

(4) その他のかく乱要因

サイト9の地点4（カヤツファ）では、2015年1月に伊良部大橋が開通したことによる観光利用が急増しており、フィンキックや踏みつけなどの痕跡と思われる葉状コモンサンゴや枝状ハマサンゴの部分損壊が生じていた。なお、この地点ではゴマモンガラ（ソコ）の索餌行動にともなう葉状コモンサンゴの損壊も観察されているため、これらと人的かく乱との区別することは難しい。

テルピオスの発生が、サイト9の地点4（カヤツファ）では葉状コモンサンゴで、サイト9の地点8（吉野海岸）では枝状コモンサンゴやエダイボサンゴ、小葉状シコロサンゴなどで慢性的に見られた。

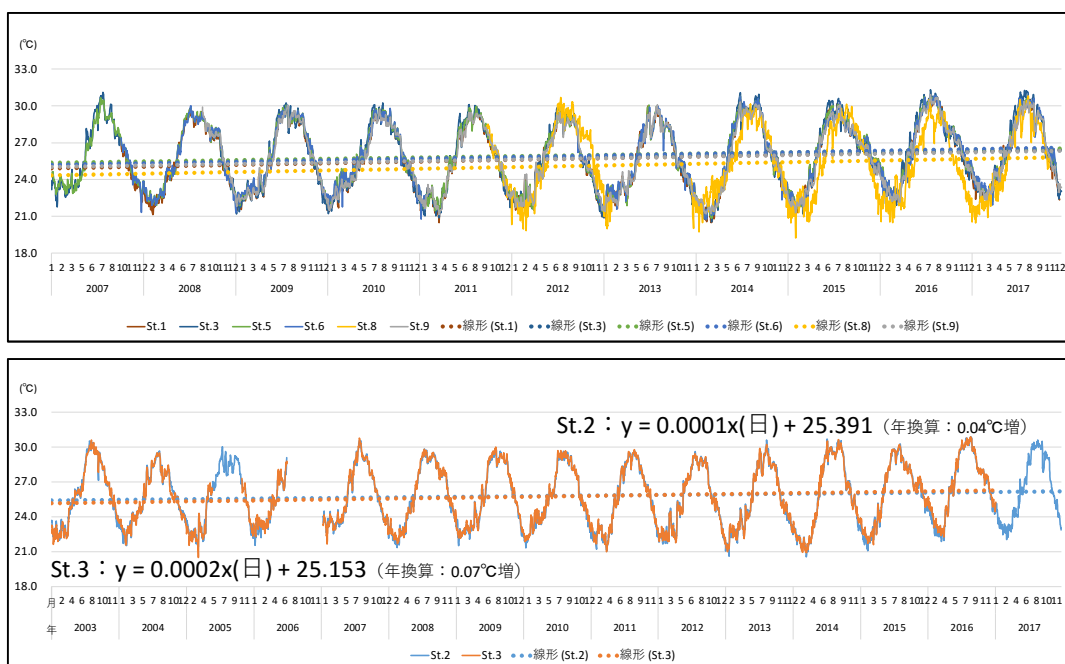
サイト10では、大型フェリーによる観光上陸が1983～2014年の間、毎年旧暦3月3日頃に行われていた。調査地点での接岸・上陸は、その痕跡の可能性が1例あったのみだが、3日間で2,000～3,000人とも言われた観光客による散策にともなうサンゴの踏み荒しのほか、大型フェリーが接岸することによる礁縁のサンゴ群集の破壊が生じていた。

3. 水温の変化

図V-1-6-17に各サイトにおける水温の変化を示す。

サイト9及び10における水温の推移は、概ね20～30℃の範囲で推移した。広域的に白化が確認された2007年、2013～2016年では30℃を越える水温が記録されたほか、同じく白化が確認された2009年及び2010年では、30℃以上となる記録は少なかったが、29℃以上の期間が長かったことが特徴的で、このことが軽度の白化につながった可能性がある。深刻な被度減少をもたらした2016年では、30℃を越える水温が2ヵ月以上続いていた点で、これまでの夏季水温の推移とはかけ離れていた。

一方、水温が20℃を切ることは稀であるが、冬季の大潮干潮時に寒波が重なった場合、潮間帯付近では相当の水温低下があった模様で、2009年1月にサイト10の地点2（カナマラ）では潮間帯付近のミドリイシ類やアナサンゴモドキ類で群体上部のみが白化または死亡していたのが、同月末に実施した臨時の追加調査で確認された。



図V-1-6-17 サイト9：宮古島周辺における2007年から2017年（上）及び10：八重干瀬（下）における2003年から2017年の間にデータロガーにより観測した水温の変化。

サイト9も含め、潮間帯付近では同様の低水温による白化がしばしば起きていた可能性はあるが、水温計が水深3m付近に設置されていることや、通常のモニタリング実施時期では冬季の低水温白化を確認することができないこともあり、低水温影響についての詳細は不明である。

それぞれのサイトで長期間（5年以上）観測を継続した地点の水温データの回帰分析を行った。サイト9（宮古島周辺）では6地点の長期継続水温データを、サイト10（八重干瀬）では2地点の水温データを分析した。その結果を表V-1-6-3に示す。

表V-1-6-3 サイト9：宮古島周辺及び10：八重干瀬における水温データの回帰分析結果。

サイト (9) 宮古島周辺			サイト (10) 八重干瀬		
地点	回帰式	年換算変化量	地点	回帰式	年換算変化量
1	$y=0.0004x(\text{日})+24.914$	+0.15°C	2	$y=0.0001x(\text{日})+25.391$	+0.04°C
3	$y=0.0003x(\text{日})+25.241$	+0.11°C	3	$y=0.0002x(\text{日})+25.153$	+0.07°C
5	$y=0.0003x(\text{日})+25.368$	+0.11°C			
6	$y=0.0004x(\text{日})+25.2$	+0.15°C			
8	$y=0.0004x(\text{日})+24.341$	+0.15°C			
9	$y=0.0003x(\text{日})+25.012$	+0.11°C			

その結果、サイト9（宮古島周辺）では年換算で0.11～0.15℃の上昇傾向であり、サイト10（八重干瀬）では年換算0.04～0.07℃の上昇傾向であった。高水温によるサンゴ群集への影響は2016年の白化現象とそれによる大量斃死が顕著であったが、今のところ、長期的な水温上昇傾向がサンゴ群集に及ぼす影響についてはその兆候も含めて捉えられていない。

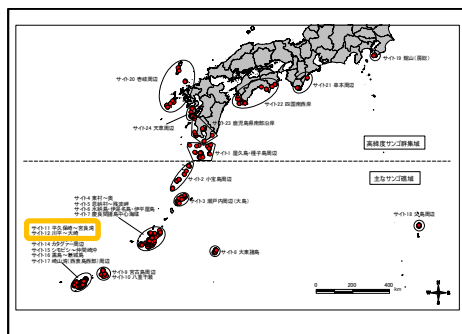
4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

宮古島周辺では、1957～1958年（政策科学研究所，1974）、1980年代のオニヒトデ大発生による被害を大きく受けた。大発生の経過や食害状況についてほとんど記録がないが、1986年にはほぼ収束し（松本尚私信）、1990～1991年には、19地点中5地点で50%以上、他の14地点は50%未満（うち6地点で10%以下）と記録されており（松本，1992）、オニヒトデ食害からの回復が伺える。宮古島周辺及び八重干瀬を網羅した生育状況の記録には、環境庁自然保護局（1994）、沖縄県環境科学センター（1994）、沖縄県環境生活部自然保護課（2012）があり、これらにも場所によっては50%以上の被度が記録されているが、全体としては低被度にとどまっている。

2004年のモニタリングサイト1000事業によるモニタリング開始以降は、調査地点数が少ないものの、サンゴ群集の動態を詳しく考察することが可能である。

宮古島周辺及び八重干瀬におけるサンゴ群集は、健全度別地点数の割合で見ると総じて悪化の一途をたどっており、2004～2014年頃まではオニヒトデ食害の影響が強く（サイト9では2011年、サイト10では2005年がピーク）、2016年には白化現象の強い影響を受けた。白化現象が生じた際はほぼ全域が一斉に影響を受けたが、それ以外の要因によるサンゴ群集の被度への影響は、場所による違いが大きかった。被度を下げる最大の要因は白化現象であるが、大規模白化が起きたとされる1998年及び2007年は、壊滅的な影響を受けなかった。これは内湾的環境（礁池・礁湖環境）がほとんどなく、外洋に直接面して海水交換が良好な条件が幸いしたものと考えられる。一方、サンゴ被度増加の最大要因は加入量であるが、全域的に加入量はかなり低いレベルに留まっており、稀に局所的な高密度加入があると、5～8年ほどで被度50%程度に増加する。このことはサイト9の地点3（狩俣西）及び地点10（来間東）で記録されている。加入量が常態的に少なく、稀にしか大量加入がないことは、幼生の供給元となるサンゴ群集が低被度に留まっていることが影響しているほか、内湾的環境がほとんどなく幼生の滞留時間が短くなっている可能性が考えられる。

サイト 11:石垣島・東岸 サイト 12:石垣島・西岸

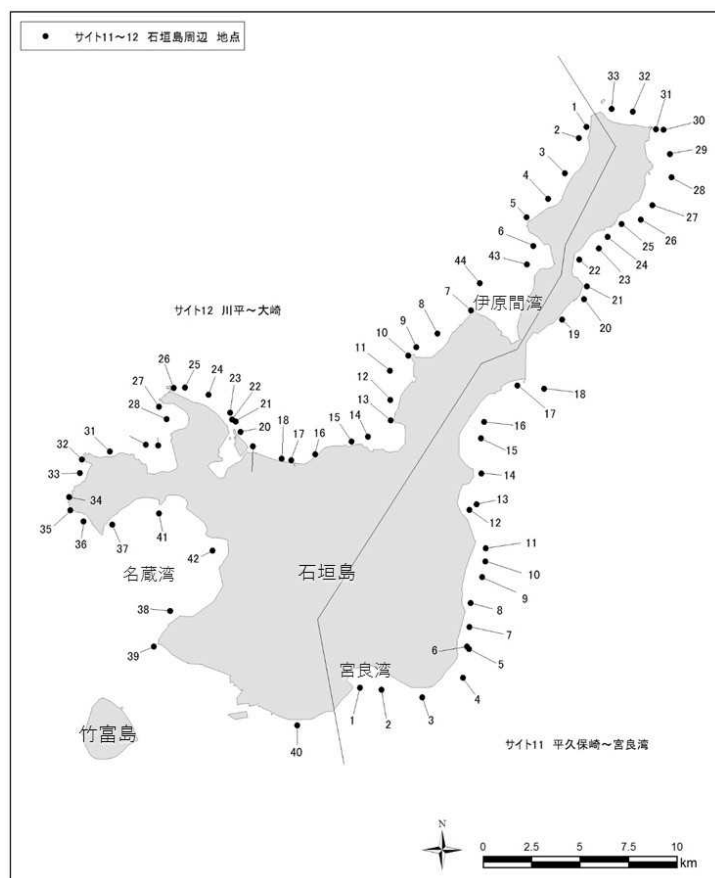


有限会社 海游
吉田 稔

1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

石垣島を縁取るサンゴ礁は、礁原幅が数 100m から 1km の裾礁である。太平洋に面した海岸（東海岸）では礁嶺の発達の良い裾礁が連続して形成されており、礁池－礁嶺－礁斜面の地形の帯状構造が明瞭である。一方、東シナ海側（西海岸）の裾礁は礁嶺の発達が悪く、しかも断続的である。石垣島周辺の調査地点を図V-1-7-1 に示す。



図V-1-7-1 サイト 11：石垣島・東岸及び 12：石垣島・西岸における調査地点位置図。

石垣島・東岸のサイト 11 は、石垣島の東側の太平洋に面しており、年間を通して東風、北東風が吹き、波当たりの強い海域である。サイト内は裾礁が発達し、幅の広い礁池が形成されている。調査地点のほとんどは礁池内に位置し、水路部がある場合はそれにも設定するようにした。サイト内の調査地点は以下の 33 地点（表 V-1-7-1）である。

表 V-1-7-1 サイト 11：石垣島・東岸の調査地点（33 地点）

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	大浜小前	12	通路川南	23	明石～安良崎
2	宮良川河口	13	通路川水路北	24	安良崎南
3	宮良集落前	14	野原崎	25	安良崎
4	白保集落前	15	伊野田漁港名	26	安良グチ北
5	白保アオサンゴ	16	大野牧場前	27	岩崎南
6	白保第一ポール	17	玉取崎南	28	岩崎
7	白保～轟川	18	玉取崎東	29	岩崎～浦崎
8	轟川河口	19	伊原間牧場前	30	浦崎沖
9	モリヤマグチ	20	トムル崎南	31	浦崎前
10	スムジグチ	21	トムル崎	32	平野集落前
11	採石場前	22	パラワールド前	33	平久保灯台北

石垣島・西岸のサイト 12 は、石垣島の西側に位置し、5 つの湾や半島を有した海岸線は複雑に入り組んでいる。地点 1（平久保崎）から 13（浦底湾）までは明確な裾礁や礁池が形成されておらず、岸側からなだらかに深くなる海底地形である。一方、地点 14（浦底湾）から 36（大崎）までは裾礁が発達して礁池が形成されている。また、地点 37（名蔵保護水面）から 40（真栄里海岸前）までは名蔵湾と石垣港湾地区に位置する。

なお、石垣島西岸は地点 41（赤崎）と 42（名蔵湾河口）の 2 地点は 2000 年から追加し、43（明石西）と 44（伊原間湾口）の 2 地点は 2008 年から追加した。

サイト内の調査地点は、以下の 44 地点である（表 V-1-7-2）。

表V-1-7-2 サイト12：石垣島・西岸の調査地点（44地点）.

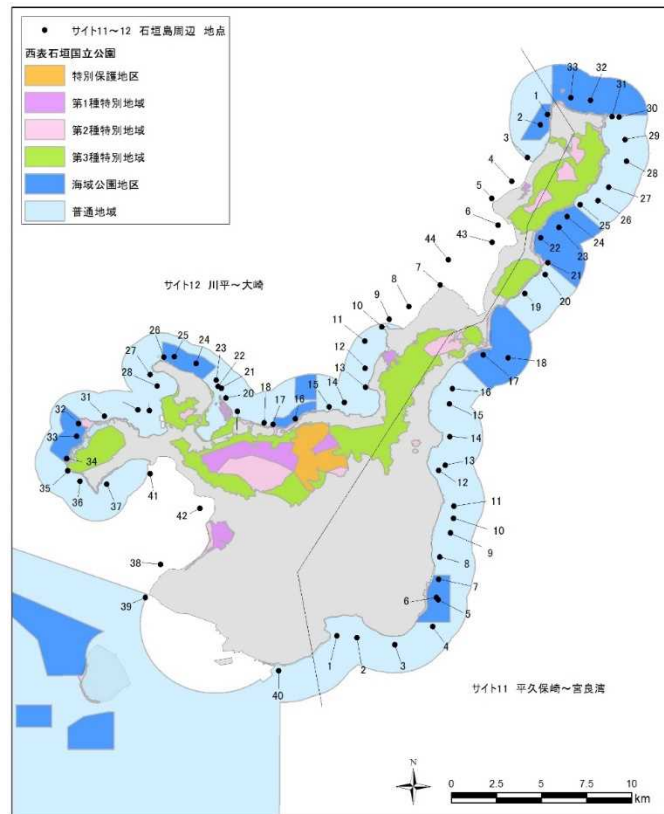
No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	平久保灯台西	16	米原キャンプ場	31	崎枝～御神
2	平久保川北	17	ヤマバレー前	32	御神崎
3	平久保集落前	18	ヤマバレー西	33	御神～屋良部
4	嘉良川前	19	川平小島東	34	屋良部崎北
5	ダテフ崎北	20	川平小島北	35	屋良部崎南
6	ダテフ崎南	21	川平水路東	36	屋良部～大崎
7	野底石崎	22	川平水路	37	名蔵保護水面
8	栄集落前	23	川平水路北西	38	富崎小島前
9	野底集落前	24	川平～石崎	39	観音崎
10	野底崎	25	クラブメット前	40	真栄里海岸前
11	伊土名北	26	川平石崎北	41	赤崎
12	伊土名南	27	川平石崎南	42	名蔵川河口
13	浦底湾口北	28	底地ビーチ沖	43	明石西
14	浦底湾口西	29	崎枝湾内	44	伊原間湾口
15	富野集落前	30	崎枝湾口		

（2） サイトのサンゴ礁保全に関する状況

サイト11-12の石垣島周辺は、ほとんどが西表石垣国立公園普通地域であり、一部は海域公園地区となっている（図V-1-7-2）。また、沖縄県管理の自然保護区域に川平湾と名蔵湾北側が指定されている。

石西礁湖海域では環境省による自然再生事業を実施しており、地元地域の関係者や有識者等からなる石西礁湖自然再生協議会を設置してオニヒトデ駆除やモニタリング調査、サンゴ礁再生事業等の保全事業を展開している。川平保護水面と名蔵保護水面は、昭和49年に農林水産省から認可を受け沖縄県が管理している。

また、石垣島や西表島では、石垣市や沖縄県により赤土流出防止対策事業等陸域での自然保護施策が実施されている。



図V-1-7-2 西表・石垣国立公園区域とモニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査におけるサイト 11：石垣島・東岸及び 12：石垣島・西岸の調査地点。

(3) サンゴ群集の分布の特徴

石垣島周辺ではサンゴ分布に関して帯状構造が明瞭であり、岸側には塊状ハマサンゴ属やキクメイシ属、波あたりの弱くなる礁嶺の内側には枝状のコモンサンゴ属やミドリイシ属が分布する。東岸に位置する白保においては、これらに加えてアオサンゴの大きな群集が分布する。また、波あたりの強い礁縁部では、卓状あるいはコリンボース状のミドリイシ属やハナヤサイサンゴ属が優占する。干潮時に干出するようになった礁嶺上にはサンゴは分布しないが、波あたりが弱く礁嶺の発達が悪く干出していないサンゴ礁では、礁嶺上に卓状あるいは樹枝状ミドリイシ属が分布する。赤土の流入する轟川河口域においては、ハマサンゴ属やキクメイシ属のサンゴが優占している。



サイト 11 地点 5 (白保アオサンゴ)



サイト 11 地点 17 (玉取崎南)



サイト 12 地点 12 (伊土名南)



サイト 12 地点 44 (伊原間湾口)

図 V-1-7-3. 石垣島周辺の代表的なサンゴ群集.

2) サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

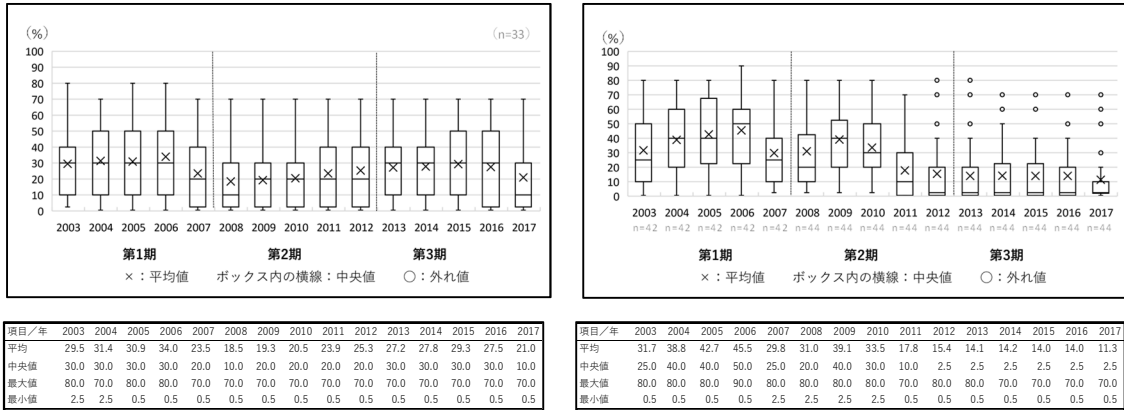
本サイトにおけるサンゴ被度の経年変化を図 V-1-7-4 に示す。

サイト 11 (石垣島・東岸) のサンゴ被度は、2003 年から緩やかな増加傾向にあったが 2007 年の白化現象で被度が減少し、その影響が 2008 年まで続いた。その後オニヒトデ大発生の影響もなく、再び緩やかな増加傾向にあったが 2016 年の白化現象で減少し、その影響が 2017 年まで続いている。

サイト 12 (石垣島・西岸) のサンゴ被度は、2003 年から 2007 年の白化現象による被度の減少まで、サイト 11 と比較して早く増加した。また、2007 年の白化現象によりサンゴ被度が減少した後も、2010 年にオニヒトデの大発生が起きるまでは、再び増加傾向を見せた。しかし、オニヒトデの食害の影響はかなり大きく、その後は低被度のまま推移した。2016 年には白化現象が起こり、その影響により 2017 年には平均被度が過去最低の 10%程度になった。

サイト 11 (石垣島・東岸) は典型的な裾礁の礁池内の環境で、環境変化には強いが成長が遅い特定優占種型の地点が多く、これが被度の変化の仕方に現れている。一方、サイト 12 (石垣島・西岸) は、ミドリイシ優占型の地点が多く占める環境で、白化現象やオニヒトデ

の食害などのかく乱や環境変化に弱いが高回復力が高いという形で被度の変化の仕方に表れている。



図V-1-7-4 サイト 11：石垣島・東岸（左図表）及び 12：石垣島・西岸（右図表）における 2003 年から 2017 年のサンゴ被度の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は各々の図下の表を参照。

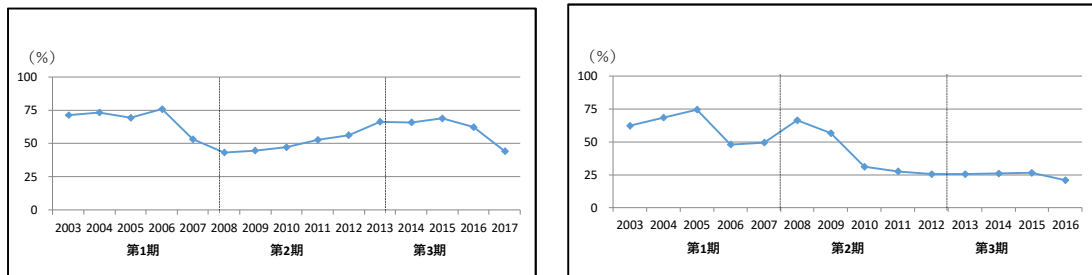
② 被度指数

これらのサンゴ被度の変化を、最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数の変化で示したのが図V-1-7-5である。

石垣島東岸（サイト 11）の被度指数は 2003 年の開始時には 70%の高い値を示していたが、2007 年から 2008 年にかけて減少したのち増加傾向に転じた。

石垣島西岸（サイト 12）の被度指数は 2003 年の 60%から 2005 年の 75%にかけて高い値を示したが、2006 年に減少し、2008 年には再び 70%となった。しかし、2009 年から減少傾向が継続しており、2016 年には 20%まで減少した。

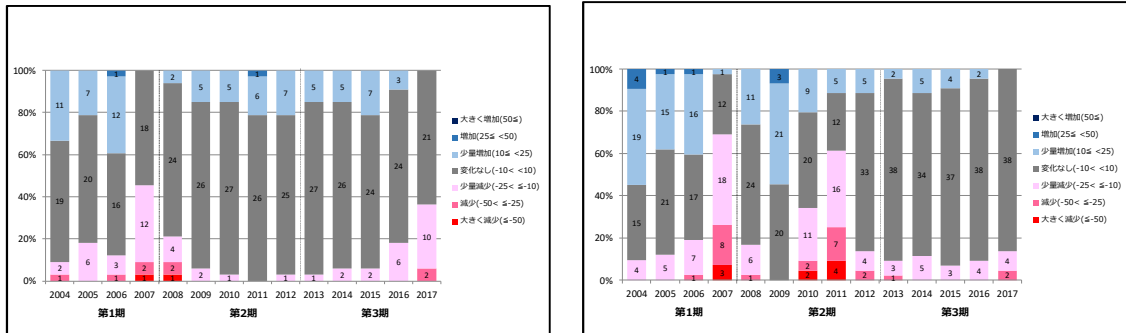
サイト 11 とサイト 12 の被度指数が長期的に見て減少傾向を示したのは、2007 年及び 2016 年の白化現象と 2008 年ごろから大発生し始めたオニヒトデが要因である。



図V-1-7-5. サイト 11：石垣島・東岸（左図）及び 12：石垣島・西岸（右図）における 2003 年から 2017 年の被度指数（最良時のサンゴ被度に対する割合）の変化。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-7-6に示す。



図V-1-7-6 サイト11：石垣島・東岸（左図）及び12：石垣島・西岸（右図）における2004年から2017年の前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化。

サイト11（石垣島・東岸）では2007年と2008年に白化現象でサンゴ被度が減少した地点が多かったが、2009年から2015年までは多くの地点で増加または変化なしが続いた。また、2016年と2017年には、再び白化現象により被度が減少した地点が多くなった。2010年前後のオニヒトデ大発生で被度が減少した地点はあまりなかった。

一方、サイト12（石垣島・西岸）では、2010年から2012年にかけてオニヒトデの大発生によりサンゴ被度の減少した地点がかなり多くなった。2007年と2016年の白化現象による被度の減少はサイト11と同様な傾向にあったが、2016年についてはオニヒトデによる影響でもともと被度が低かったため、被度減少率はサイト11より小さかった。

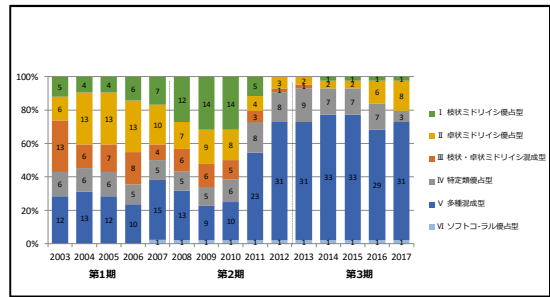
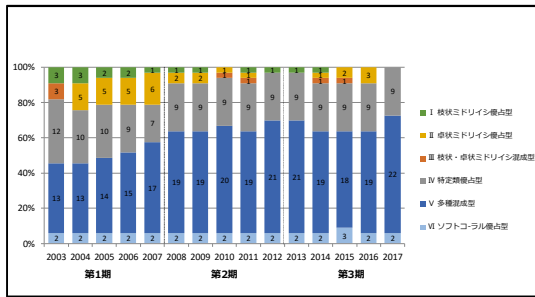
(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図V-1-7-7に示す。

サイト11（石垣島・東岸）は、多種混成型とユビエダハマサンゴやコモンサンゴ類を中心とする特定種優占型が全体の80%程度を占めているため、白化現象やオニヒトデ大発生の影響をあまり受けず生育型の比率に大きな変化はなかった。

サイト12（石垣島・西岸）は、2003年から2010年までミドリイシ優占型が全体の60%程度を占めていたため、オニヒトデ大発生の影響を大きく受け、被度の低い多種混成型が2016年まで続いていた。



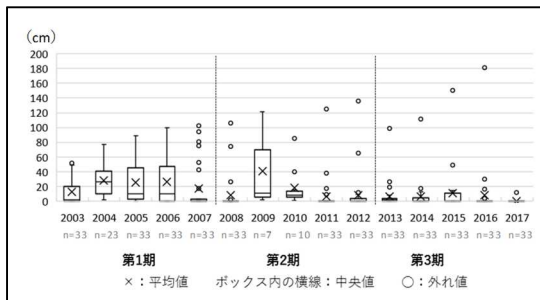
図V-1-7-7 サイト 11：石垣島・東岸（左図）及び 12：石垣島・西岸（右図）における 2003 年から 2017 年の生育型別地点数の変化

② 卓状ミドリイシ類最大長径

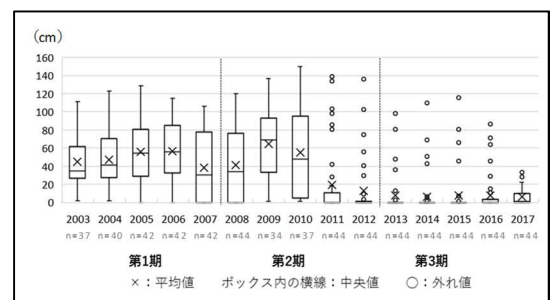
卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図V-1-7-8 に示す。

サイト 11（石垣島東岸）では、2003 年から 2006 年まで順調に卓状ミドリイシ類の最大長径が増加しているが、白化現象が起きた 2007 年以降は減少傾向が見られる。ただし、2009 年の高い値は、その前の白化やオニヒトデ等のかく乱を考えると、何らかのデータのとり違いの可能性が考えられる。

サイト 12（石垣島西部）では、ミドリイシ優占型の地点が多く占めているため、卓状ミドリイシ類の最大長径も高い値を示している。2011 年以降極端に減少したのは、オニヒトデの影響が大きかったことを示している。



項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	13.15	28.1	25.1	26.7	17.1	8.7	40.6	18.5	6.7	8.0	6.6	6.1	10.5	8.4	0.4
中央値	2	26.0	10.0	10.0	0.0	0.0	10.5	8.3	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
最大値	52	77.0	89.0	99.5	102.0	106.0	121.0	85.0	125.0	136.0	99.0	111.0	150.0	181.0	12.0
最小値	0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

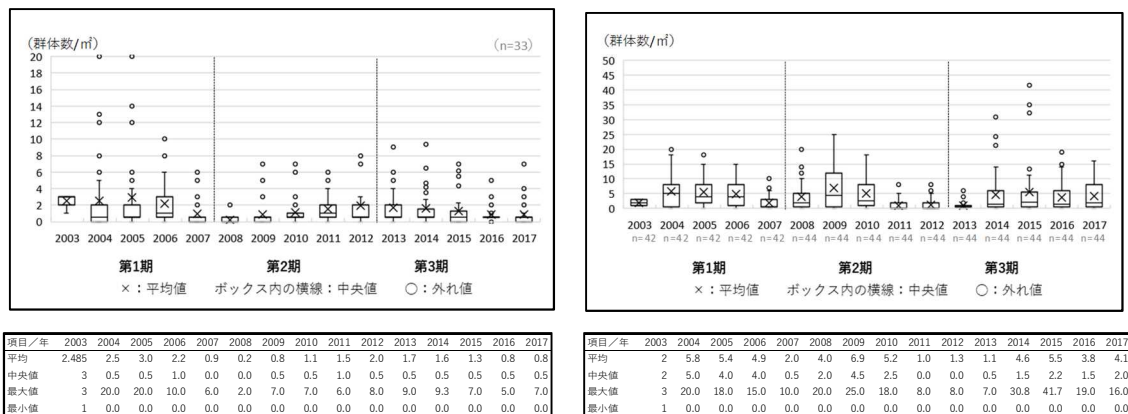


項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	37.0	47.0	57.0	67.0	77.0	87.0	97.0	107.0	117.0	127.0	137.0	147.0	157.0	167.0	177.0
中央値	111	128.0	150.0	172.0	194.0	216.0	238.0	260.0	282.0	304.0	326.0	348.0	370.0	392.0	414.0
最大値	37	47.0	57.0	67.0	77.0	87.0	97.0	107.0	117.0	127.0	137.0	147.0	157.0	167.0	177.0
最小値	0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図V-1-7-8 サイト 11：石垣島・東岸（左図）及び 12：石垣島・西岸（右図）における 2003 年から 2017 年の卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は各々の図下の表を参照。

③ 加入数

サンゴ類の加入数の経年変化を図V-1-7-9に示す。



図V-1-7-9 サイト 11：石垣島・東岸（左図）及び 12：石垣島・西岸（右図）における 2003 年から 2017 年の加入数の変化. 箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は各々の図下の表を参照。

サイト 11（石垣島・東岸）では、すべての年でランク 2 以上を示しておらず、各地点でミドリイシ類の加入が少ないことを示している。ただし、水路部の地点に関してはその限りではない。

サイト 12（石垣島・西部）では、2003 年から 2017 年までランク 3 を示した年が 6 回あり、サイト 11 に比べてミドリイシ類が多く、幼生の加入数も多いことを示している。また、2010 年から 2012 年のオニヒトデの大発生の間は、食害によって成熟したミドリイシ類が極端に減少したことにより、幼生の加入数も同様に減少したと考えられる。

(3) かく乱による被害

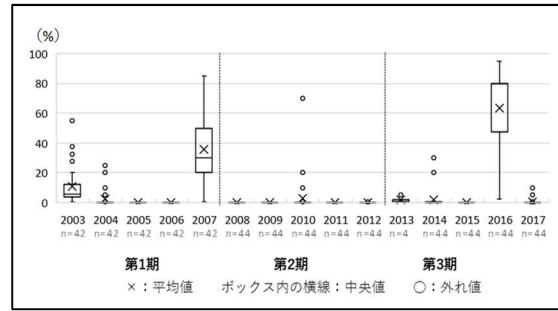
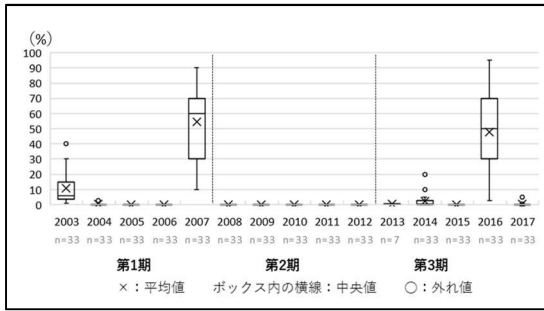
ここでは、かく乱による被害を示す項目として、白化現象、オニヒトデ、サンゴ食巻貝及び SPSS の変化を示す。

① 高水温/低水温による白化現象

白化率の経年変化を図V-1-7-10に示す。

サイト 11（石垣島・東岸）では、2007 年に約 55%、2016 年に約 50%と高い白化率を記録している。サイト 12（石垣島・西岸）では、2007 年には約 35%であり、2016 年ではサンゴ被度は低いにもかかわらず約 65%の高い白化率を記録した。

2016 年の白化現象はこの海域の全サイトで起こり、2003 年以降で最も大規模であった。



項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	10.9	0.4	0.0	0.0	54.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.5	2.3	0.0	47.9	0.3
中央値	6.0	0.0	0.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	50.0	0.0
最大値	40.0	5.0	0.0	0.5	90.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.5	20.0	0.0	95.0	5.0
最小値	1.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0

項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	10.5	2.5	0.0	0.0	35.8	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	1.6	1.7	0.0	63.2	0.5
中央値	5.5	0.0	0.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	80.0	0.0
最大値	55.0	25.0	0.0	0.0	85.0	0.0	0.0	70.0	0.0	0.5	5.0	30.0	0.0	95.0	10.0
最小値	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	2.5	0.0

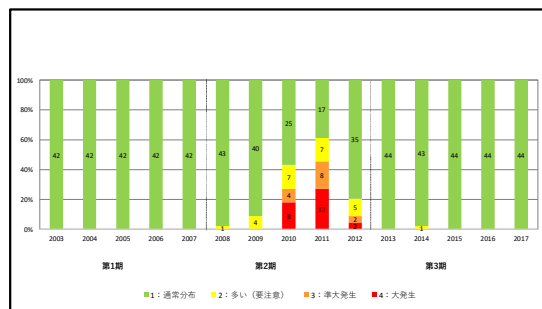
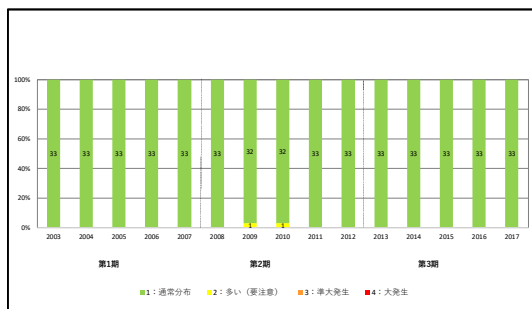
図V-1-7-10 サイト 11：石垣島・東岸（左図）及び 12：石垣島・西岸（右図）における 2003 年から 2017 年の白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は各々の図下の表を参照。

② オニヒトデ

オニヒトデの発生階級の変化を図V-1-7-11 に示す。

サイト 11 (石垣島・東岸) では、2009 年及び 2010 年に 1 地点のみで観察され、2003 年から 2017 年までオニヒトデの観察数は極端に少なかった。これは地点の多くが礁池であり、オニヒトデが好むミドリイシ類が少なかったことが原因と考えられる。

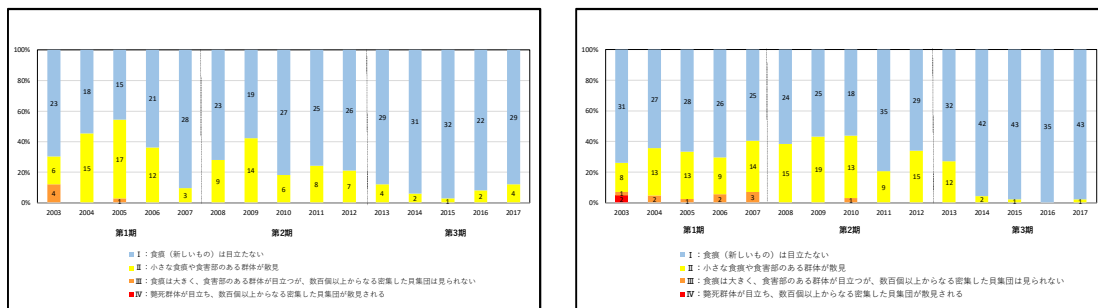
サイト 12 (石垣島・西部) では、2009 年から 2012 年まで多くの地点でオニヒトデが観察されており、特に 2011 年は 60%の地点でオニヒトデが観察され、全体の 30%は大発生の状態であった。2015 年以降は局所的な発生も見られず、オニヒトデ大発生が収束したと考えられた。



図V-1-7-11 サイト 11：石垣島・東岸（左図）及び 12：石垣島・西岸（右図）における 2003 年から 2017 年のオニヒトデ発生階級別地点数の変化。

③ サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝の発生階級の変化を図V-1-7-12に示す。



図V-1-7-12 サイト 11：石垣島・東岸（左図）及び 12：石垣島・西岸（右図）における 2003 年から 2017 年のサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化。

サイト 11（石垣島・東岸）では、2007 年を除く 2003 年から 2012 年までサンゴ食巻貝が調査地点全体の 20%程度で発生しており、2004 年から 2006 年までの 3 年間は 40～50%程度で発生していた。2013 年以降は 10%以下に収束した。

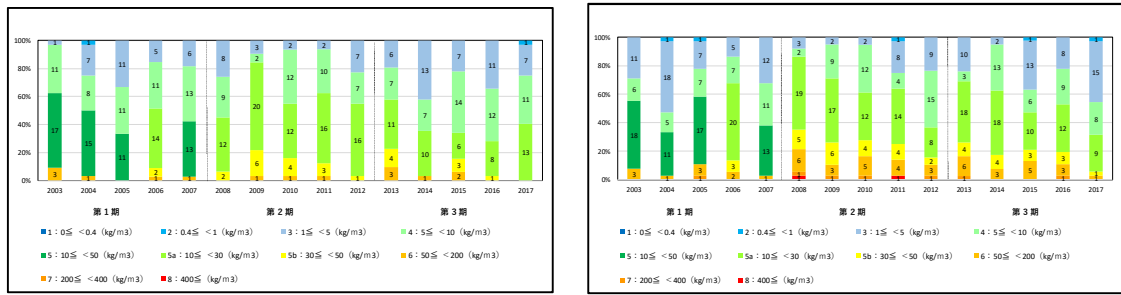
サイト 12（石垣島・西岸）でもサイト 11 と同様に、2003 年から 2013 年まで全体の 20～40%程度の地点でサンゴ食巻貝が発生しており、2014 年以降は 5%以下に収束している。また、両サイトとも 2013 年頃から発生が少なくなっているのは、全体的なサンゴ被度の減少と比例している。

④ 堆積物（SPSS 値）

SPSS 値の変化を図V-1-7-13に示す。

サイト 11（石垣島・東岸）では、明確な赤土の影響と思われるランク 5b 以上を示す地点は、2003 年から 2017 年までで地点全体の 5～10%であった。

サイト 12（石垣島・西岸）では、ランク 5b を示す地点が全体の 10～20%と比較的高い割合を示している。これは、本サイトの調査地点が湾のように静穏で閉鎖的な海域に多いためであると考えられる。



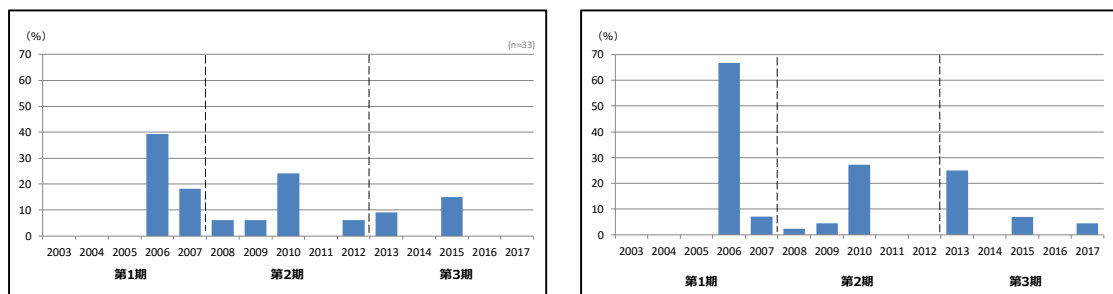
図V-1-7-13 サイト 11：石垣島・東岸（左図）及び 12：石垣島・西岸（右図）における 2003 年から 2017 年の SPSS 階級別地点数の変化。

⑤ 台風

台風の被害が確認された地点数の変化を図V-1-7-14 に示す。

石垣島周辺では、2005 年と 2006 年の 2 年連続で巨大台風による被害に見舞われ、これにより両サイトともサンゴ被度は大きく減少した。また、2010 年、2013 年にも台風によるサンゴ類への被害があった。その他の年は台風が 1～2 個直撃または接近したものの、サンゴ類への大きな被害はなかった。

台風によるサンゴ類への被害は、台風のコースによって大きく左右され、数年ごとに被害が生じている。

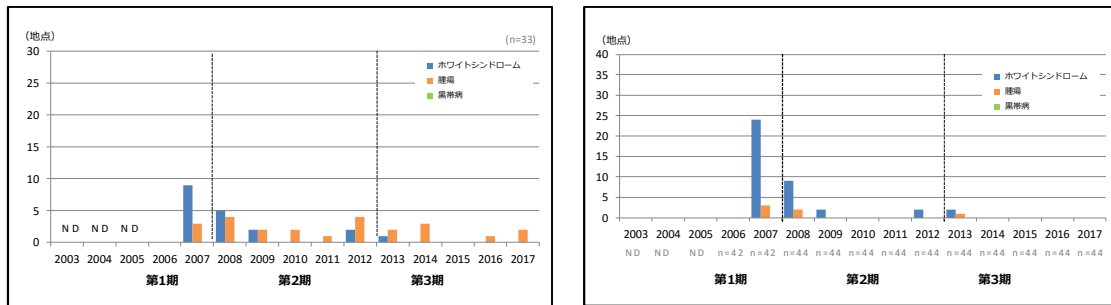


図V-1-7-14 サイト 11：石垣島・東岸（左図）及び 12：石垣島・西岸（右図）における 2003 年から 2017 年の台風被害発生地点数の変化。

⑥ 病気

病気ごとの発生地点数の変化を図V-1-7-15 に示す。

サイト 11（石垣島・東岸）と 12（石垣島・西岸）では、2007 年の白化現象が起こった際にはホワイトシンドロームが目立ったが、特に大きな被害はなかった。近年は、両サイトともコモンサンゴ類に腫瘍が少し見られる程度である。



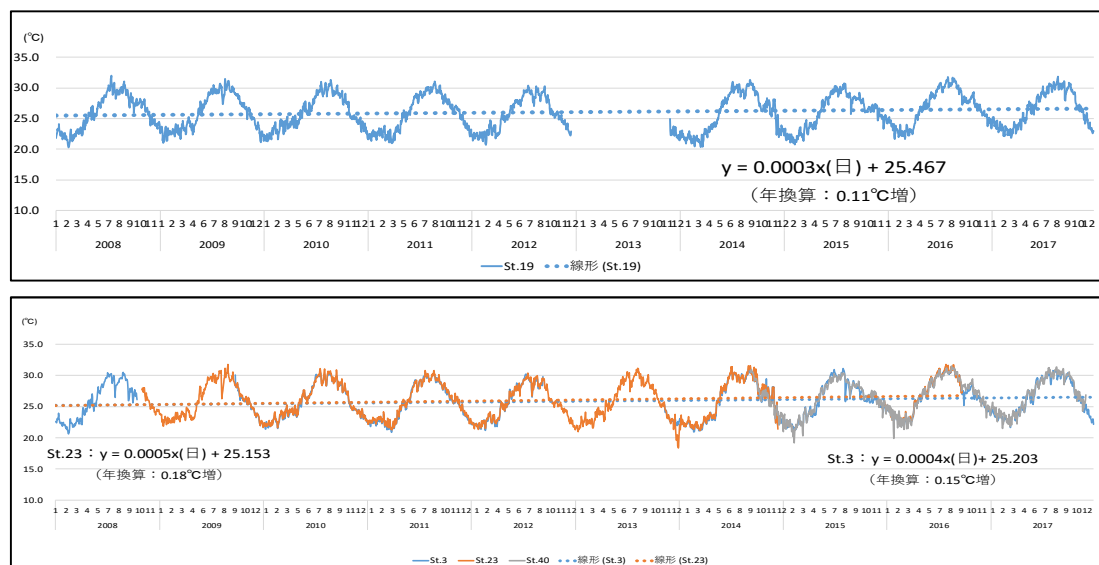
図V-1-7-15 サイト 11：石垣島・東岸（右図）及び 12：石垣島・西岸（左図）における 2003 年から 2017 年のサンゴの病気発生地点数の変化.

(4) その他のかく乱要因

特になし。

3. 水温の変化

水温の変化を図V-1-7-16 に示す。



図V-1-7-16 サイト 11：石垣島・東岸（上図）及び 12：石垣島・西岸（下図）において 2008 年から 2017 年の期間中データロガーにより観測した水温の変化.

サイト 11（石垣島・東岸）では、地点 19 における水温のデータを用いて回帰分析を行った。その結果 2008 年から 2017 年の計測期間中、年換算で 0.11°C の上昇傾向が見られた。

サイト 12（石垣島・西岸）では、水温ロガーを設置した 3 地点のうち、長期（5 年以上）計測を行った地点 3 と 23 の水温のデータを用いて回帰分析を行った。その結果、2008 年から 2017 年の期間中に地点 3 は年換算で 0.15°C、地点 23 は年換算で 0.18°C の上昇傾向が見られた。

4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

サイト 11 (石垣島・東岸) 及び 12 (石垣島・西岸) は、1998 年のサンゴの大規模な白化現象の年から調査が開始されている。そのため、それ以前のデータは存在しないが、筆者の経験からは石垣島全体で平均サンゴ被度が 50%程度はあったと思われる。1998 年の大規模白化以降 2006 年までは大きな乱もなく、平均サンゴ被度は 40%まで増加した。2007 年に再び白化現象が起きたが、1998 年よりは小規模であった。一方、石西礁湖では 2002 年頃からオニヒトデの局所的な大発生が見られ、石垣島周辺でもオニヒトデの大発生が 2010 年頃から顕著になり、その影響で平均サンゴ被度は大きく減少した。その後、2013 年にはオニヒトデ大発生が収束し、被度は徐々に増加傾向になったが、2016 年に近年三度目の大規模な白化現象が生じて、平均サンゴ被度は過去最低の 15%程度になった。しかし、2017 年には石垣島周辺の多くの地点で直径 1~2cm の新規加入のミドリイシ類が多く見られ、まだ被度の値には反映されないものの被度増加の兆しが現れている。新規に加入したこれらのミドリイシ類が、今後大きな乱もなく順調に成長した場合、2020 年頃には一定程度被度が増加すると見込まれる。

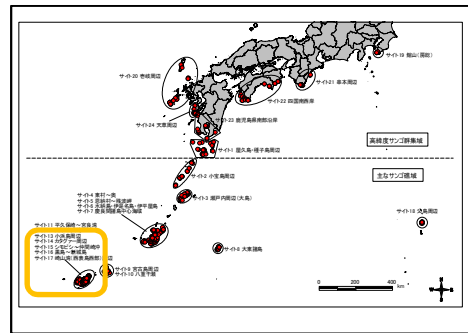
サイト 13:石西礁湖・北部

サイト 14:石西礁湖・東部

サイト 15:石西礁湖・中央部

サイト 16:石西礁湖・南部

サイト 17:西表島と周辺離島



一般財団法人自然環境研究センター 木村 匡
石西礁湖サンゴ礁調査 上野光弘

※サイト 13～16 は同一海域である石西礁湖に属し、隣接するサイト 17 とともにモニタリングサイト 1000 事業の始まる以前の 1983 年よりモニタリングを実施してサンゴ群集の動向を監視してきた経緯があるため、ここでは 5 サイトを合わせて記述する。

1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

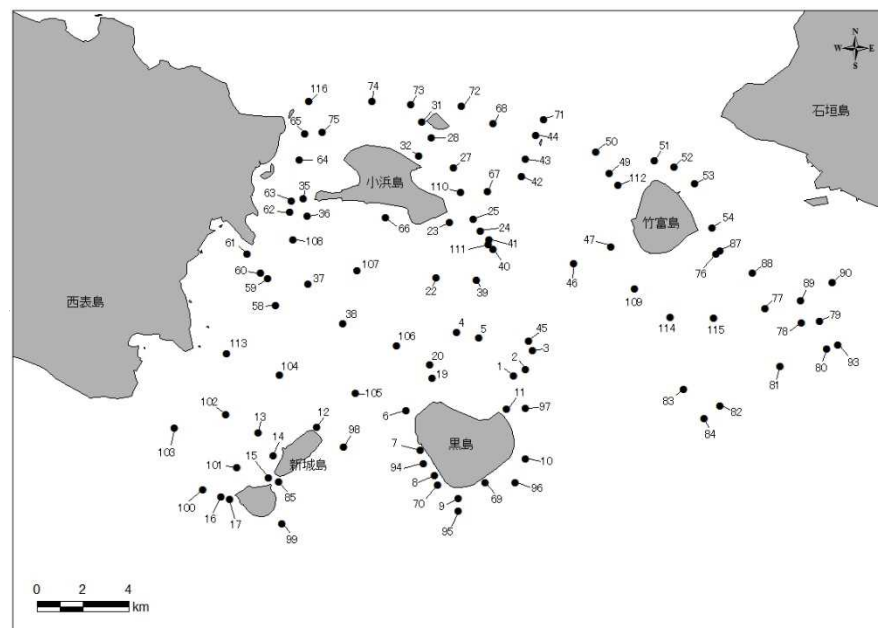
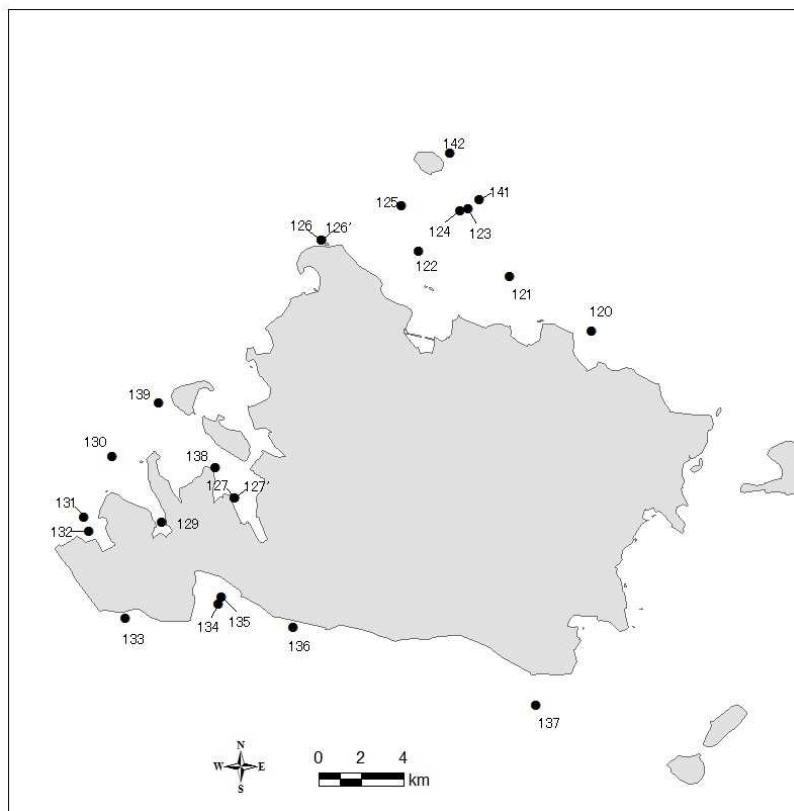
石西礁湖は石垣島と西表島の間、南北 15km、東西 20km にわたって広がる浅い海（礁湖）である。琉球列島のサンゴ礁の大半が裾礁であるのに対し、石西礁湖には水深約 10～20m の国内で唯一の堡礁が形成されている。

この石西礁湖を北部（サイト 13）、東部（サイト 14）、中央部（サイト 15）、南部（サイト 16）の 4 サイトに区分し、加えて西表島及び周辺離島をサイト 17 としてモニタリングを実施している。

調査地点は、石西礁湖北部に位置するサイト 13 に 28 地点、石西礁湖東部に位置するサイト 14 に 20 地点、石西礁湖中央部に位置するサイト 15 に 24 地点、石西礁湖南部に位置するサイト 16 に 30 地点、西表島周辺のサイト 17 に 23 地点設置した（図 V-1-8-1）。

■サイト 13（石西礁湖・北部）：小浜島周辺

石西礁湖の北側礁縁部（通称「北礁」）にあたり、外洋に面しているために北風や北からのうねりによって比較的波当たりが強い。多くの地点では、礁斜面上部の卓状ミドリイシ類が優占する群集を調査対象としている。サイト内の調査地点は、以下の 28 地点に設置した（表 V-1-8-1、図 V-1-8-1）。



図V-1-8-1 サイト13（石西礁湖・北部）から17（西表島と周辺離島）における調査地点位置図。

表V-1-8-1 サイト 13：石西礁湖・北部における調査地点一覧。

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
27	小浜島東沖	50	竹富島西沖離礁外縁	71	嘉弥真島東沖離礁外縁
28	嘉弥真島南岸礁縁	51	竹富島北岸礁外縁	72	嘉弥真島北岸礁外縁①
31	嘉弥真島南西岸礁池内	52	竹富島北東岸礁外縁	73	嘉弥真島北岸礁外縁②
32	小浜島北東岸礁縁	53	竹富島北東沖礁縁	74	小浜島北岸礁外縁
35	ヨナラ水道南礁縁	62	ヨナラ水道南②	75	ヨナラ水道中央部②
36	ヨナラ水道南①	63	ヨナラ水道南部	110	小浜島東沖離礁②
42	小浜島東沖礁湖内①	64	ヨナラ水道中央部①	112	タキドングチ海中公園地区
43	小浜島東沖礁湖内②	65	ヨナラ水道北部	116	鵜離島前離礁
44	嘉弥真島東沖礁湖内	67	小浜島東沖離礁①		
49	竹富島西沖離礁礁縁	68	嘉弥真島東沖離礁内縁		

■サイト 14（石西礁湖・東部）カタグァー周辺

石西礁湖の東部に伸びる弓状の礁縁部分及びそれに囲まれた内側の部分である。礁縁の外側は外洋に面しているが、内側はやや閉鎖的で離礁が点在する。サイト内の調査地点は、以下のように 20 地点を設置した（表V-1-8-2、図V-1-8-1）。

表V-1-8-2 サイト 14：石西礁湖・東部における調査地点一覧。

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
46	シモビシ海中公園地区	80	ウマノハピー内縁①	89	アーサーピー内縁③
47	竹富島南西岸礁縁	81	ウマノハピー内縁②	90	アーサーピー内縁④
54	竹富島東沖離礁	82	ウマノハピー内縁③	93	ウマノハピー外縁②
76	アーサーピー外縁	83	ウマノハピー内縁④	109	竹富島南沖離礁①
77	ウマノハピー礁内①	84	ウマノハピー外縁①	114	竹富島南沖離礁②
78	ウマノハピー礁内②	87	アーサーピー内縁①	115	ウマノハピー礁内④
79	ウマノハピー礁内③	88	アーサーピー内縁②		

■サイト 15（石西礁湖・中央部）：シモビシ～仲間崎沖

石西礁湖の中心部にあたり、西表島の東に位置するヨナラ水道から石西礁湖内を東西に走る水路部分を含む。サイト内の調査地点は、以下の 24 地点に設置した（表V-1-8-3、図V-1-8-1）。

表V-1-8-3 サイト 15：石西礁湖・中央部における調査地点一覧。

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
4	黒島北沖離礁①	37	黒島 - 西表島間離礁①	61	西表島東岸礁池内
5	黒島北沖離礁②	38	黒島 - 西表島間離礁②	66	小浜島南礁縁
19	黒島北沖離礁③	39	黒島 - 小浜島間離礁②	104	新城島 - 西表島間離礁②
20	黒島北沖離礁④	40	小浜島南東沖離礁①	106	黒島北西沖離礁
22	黒島 - 小浜島間離礁①	41	小浜島南東沖離礁②	107	小浜島南沖離礁
23	小浜島南東岸礁縁	58	西表島東沖離礁①	108	ヨナラ水道南沖離礁
24	小浜島南東沖離礁①	59	西表島東沖離礁②	111	小浜島南東沖離礁③
25	小浜島南東沖離礁②	60	西表島東沖離礁③	113	西表島仲間崎沖離礁

■ サイト 16（石西礁湖・南部）：黒島～新城島

石西礁湖の南側の外洋に面した礁縁部分にあたる。南風及び南からのうねりにより比較的波当たりが強いが、石西礁湖北部（北礁）に比べると礁斜面の傾斜はやや緩やかである。サイト内の調査地点は、以下の 30 地点に設置した（表V-1-8-4、図V-1-8-1）。

表V-1-8-4 サイト 16（石西礁湖・南部）における調査地点一覧。

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	ウラビシ南礁縁	13	マイビシ海中公園地区	95	黒島南岸礁外縁
2	ウラビシ東礁縁	14	新城島上地西岸	96	キャングチ海中公園地区
3	ウラビシ北東礁縁	15	新城島間水路部	97	黒島東岸礁外縁
6	黒島北西岸礁縁	16	新城島下地西岸礁池内①	98	新城島上地東岸礁外縁
7	黒島西岸礁池内	17	新城島下地西岸礁池内②	99	新城島氏餅南東岸礁外縁
8	黒島南西岸礁池内①	45	ウラビシ北離礁	100	新城島下地西岸礁外縁
9	黒島南岸礁池内	69	黒島南東岸礁池内②	101	新城島 - 西表島間離礁①
10	黒島南東岸礁池内①	70	黒島南西岸礁池内②	102	新城島 - 西表島間離礁①
11	黒島北東岸礁池内	85	新城島水路部礁池内	103	南風見崎沖離礁外縁東
12	新城島上地北岸離礁	94	黒島南岸礁外縁	105	黒島 - 新城島間大型離礁

■ サイト 17（西表島と周辺離島）崎山湾（西表島西部）周辺

西表島北部から西部、及び南部沿岸の礁縁部分と鳩間島等の離島を含む。いずれの地点も外洋に面しているが、北部から西部にかけての地点は入り組んだ海岸線により、比較的波浪から守られている。サイト内の調査地点は、以下の 23 地点に設置した（表V-1-8-5、図V-1-8-1）。

表V-1-8-5 サイト17（西表島と周辺離島）における調査地点一覧.

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
120	ユツン湾口礁縁	127	タコ崎礁縁	135	鹿川中ノ瀬②
121	船浦沖離礁	127'	タコ崎礁浅部	136	サザレ浜礁縁
122	バラス島西	129	網取湾奥	137	豊原沖離礁
123	鳩間島南東礁池①	130	ヨナソネ	138	舟浮崎前
124	鳩間島南東礁池②	131	崎山湾礁縁	139	外パナリ南礁縁
125	鳩間島南西沖離礁	132	崎山湾礁池	141	鳩間島・東礁縁
126	星砂浜前礁縁	133	波照間石	142	鳩間島・北礁縁
126'	星砂浜前礁池内	134	鹿川湾中ノ瀬①		

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

この海域は、隣接するサイト11-12の石垣島周辺を含めて西表・石垣国立公園普通地域であり、一部は海域公園地区となっている。また、西表島西部の崎山湾と網取湾は自然環境保全地域となっている（表V-1-8-6、図V-1-8-2）。

表V-1-8-6 サイト13～17（石西礁湖～西表島周辺）に指定されている海域公園地区.

1	竹富島タキドングチ・石西礁湖北礁・ヨナラ水道
2	竹富島シモビシ
3	黒島ウラビシ・キャングチ・仲本海岸
4	新城島マイビシ
5	鳩間島バラス・宇那利崎
6	西表島後良川河口
7	竹富島南沖離礁
8	西表島鹿川中瀬
9	西表島仲間崎
10	西表島大見謝
11	西表島ユツン
12	外離島

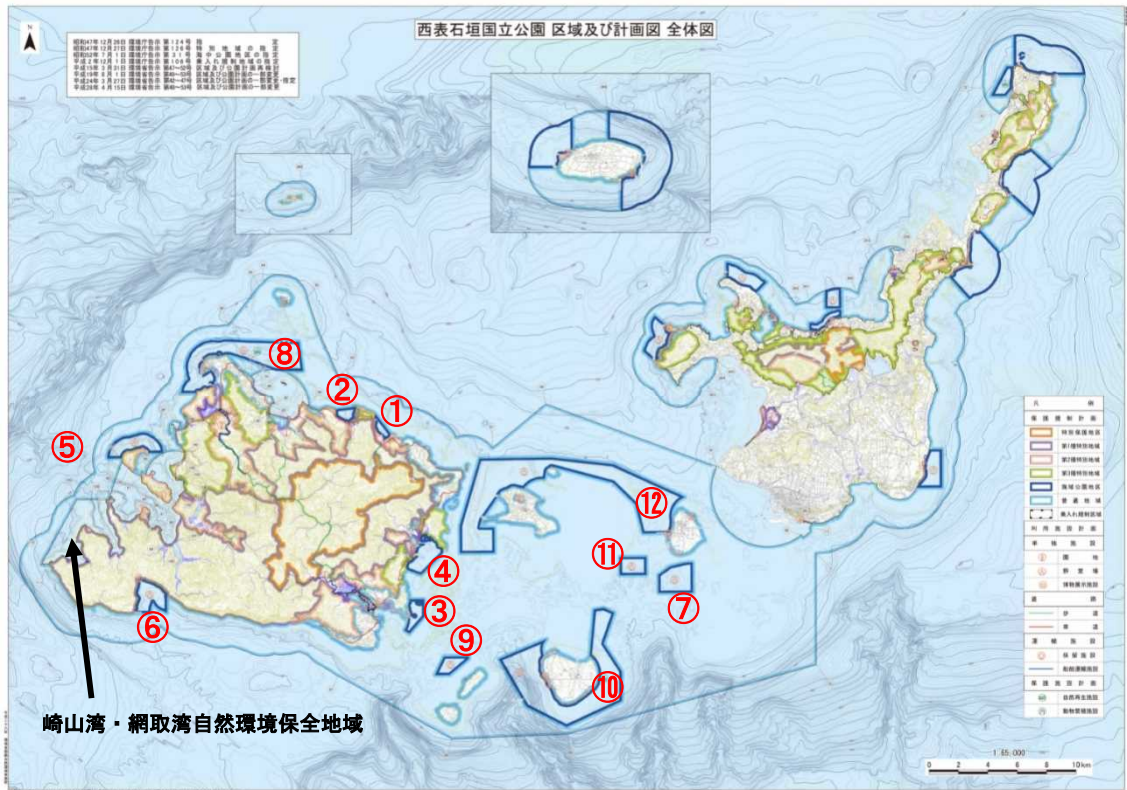


図 V-1-8-2 西表石垣国立公園全体図. 赤丸の番号はサイト 13~17 の範囲に位置する海洋公園地区を示す. ①: 西表島ユツン、②: 西表島大見謝、③: 西表島仲間崎、④: 西表島後良川河口、⑤: 外離島、⑥: 西表島鹿川中瀬、⑦: 竹富島南沖礁、⑧: 鳩間島バラス・宇那利崎、⑨: 新城島マイビシ、⑩: 黒島ウラビシ・キャングチ・仲本海岸、⑪: 竹富島シモビシ、⑫: 竹富島タキドゥングチ・石西礁湖北礁・ヨナラ水道.

石西礁湖海域では環境省による自然再生事業を実施しており、地元地域の関係者や有識者等からなる石西礁湖自然再生協議会を設置してオニヒトデ駆除やモニタリング調査、サンゴ礁再生事業等の保全事業を展開している。

海域に隣接する石垣島や西表島では、石垣市や沖縄県により赤土流出防止対策事業等陸域での自然保護施策が実施される一方で、石西礁湖内では観光や生活による船舶航行の安全及び利便性を図るための航路浚渫が定期的に行われている。

(3) サンゴ群集の分布の特徴

フィリピン海域に近く、黒潮流域にある八重山海域は、サンゴ礁生物の種多様性が国内で最も高い海域となっている。八重山地域からは 363 種の造礁サンゴが知られ、そのうち 38 種は国内でここだけで見られる。中でも浅くて穏やかな海が広がる石西礁湖は、最もサンゴの生育に適した海域となっている。モニタリングサイト 1000 事業を開始した当初は、西表

島と小浜島の上に位置するヨナラ水道から黒島沖の離礁を中心とした海域であり、高被度のミドリイシ属の群生域が分布する一方、小浜島北東から南岸にかけての海域は、1998年の大規模白化現象以来サンゴの被度が低かった。また、新城島の上地島と下地島の間にはユビエダハマサンゴの大きな群集が見られ、黒島南東から南西の礁池内では枝状コモンサンゴ類が、新城島と西表島間の離礁にはソフトコーラル類がそれぞれ優占していた。



石西礁湖・北部、地点 52 (竹富島北東岸礁外縁) 多種混成型群集



石西礁湖・東部、地点 77 (ウマノハッピー礁内①) 枝状ミドリイシ類優占群集



石西礁湖・中央部、地点 5 (黒島北沖離礁②) 枝状・卓状ミドリイシ混成群集



石西礁湖・南部、地点 1 (ウラビシ南礁縁) 卓状ミドリイシ群集

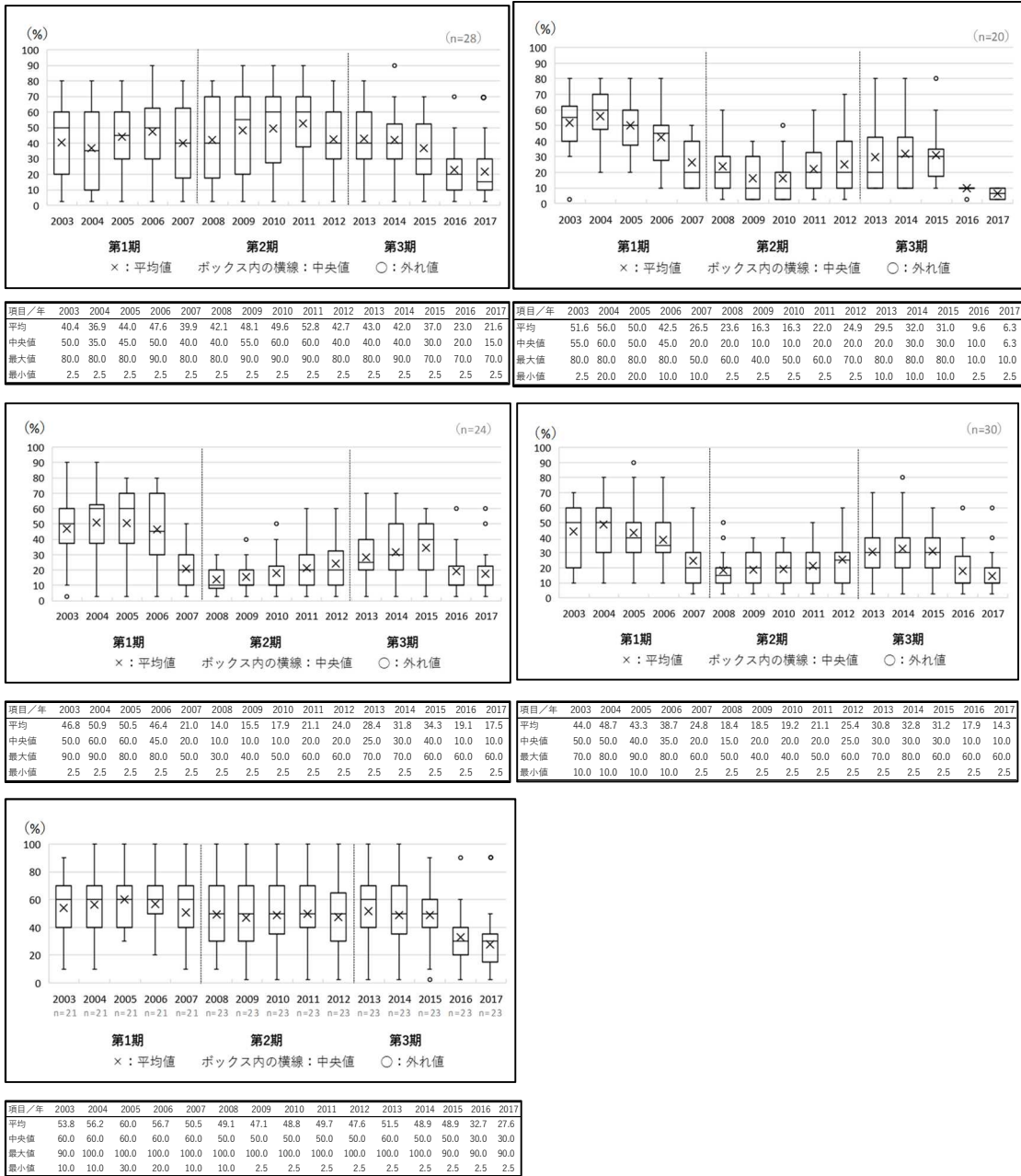
図 V-1-8-3 サイト 13 (石西礁湖・北部) ~17 (西表島と周辺離島) における代表的なサンゴ群集.

2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

①サンゴ被度

各サイトにおけるサンゴ被度の経年変化を図V-1-8-4に示す。



図V-1-8-4 2003年から2017年のサイト13：石西礁湖・北部（左上図）、14：東部（右上図）、15：中央部（左中図）、16：南部（右下図）、17：西表島及び周辺離島（左下図）におけるサンゴ被度の変化。箱ひげ図に示した平均値(x)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(O)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。

サンゴ被度は、石西礁湖の東部（サイト 14）、中央部（サイト 15）及び南部（サイト 16）でほぼ同じ傾向を示し、2004 年をピークに減少傾向となり、2007 年の大規模白化現象の際には更に減少した。その後 2014 年あるいは 2015 年まで緩やかに増加していたが、2016 年の大規模白化現象の際に再び減少した。一方、石西礁湖北部（サイト 13）は、2004 年、2007 年及び 2012 年にサンゴ被度の減少が見られたが、それらの後には緩やかな増加傾向が見られた。しかし、2016 年には大規模白化現象によりサンゴ被度が半減した。これら石西礁湖内のサイトに対して西表島周辺のサイトの平均サンゴ被度は常にやや高く、2007 年の大規模白化現象により被度が低下した際にも 40%を超えていた。2016 年の夏季高水温が主な要因と考えられる白化現象が起こった際には、サンゴ被度が 30%以下となった。

② 被度指数

サンゴ被度の変化を、最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数の変化で示したのが図 V-1-8-5 である。

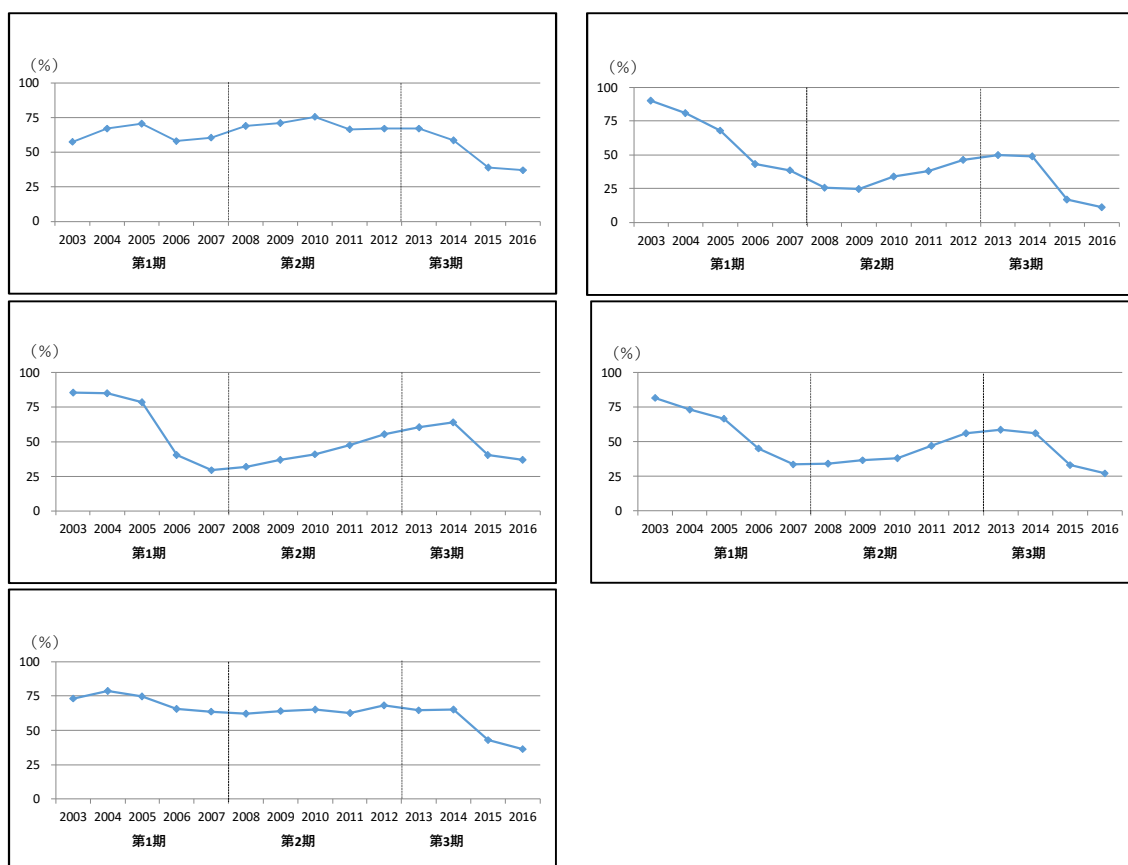
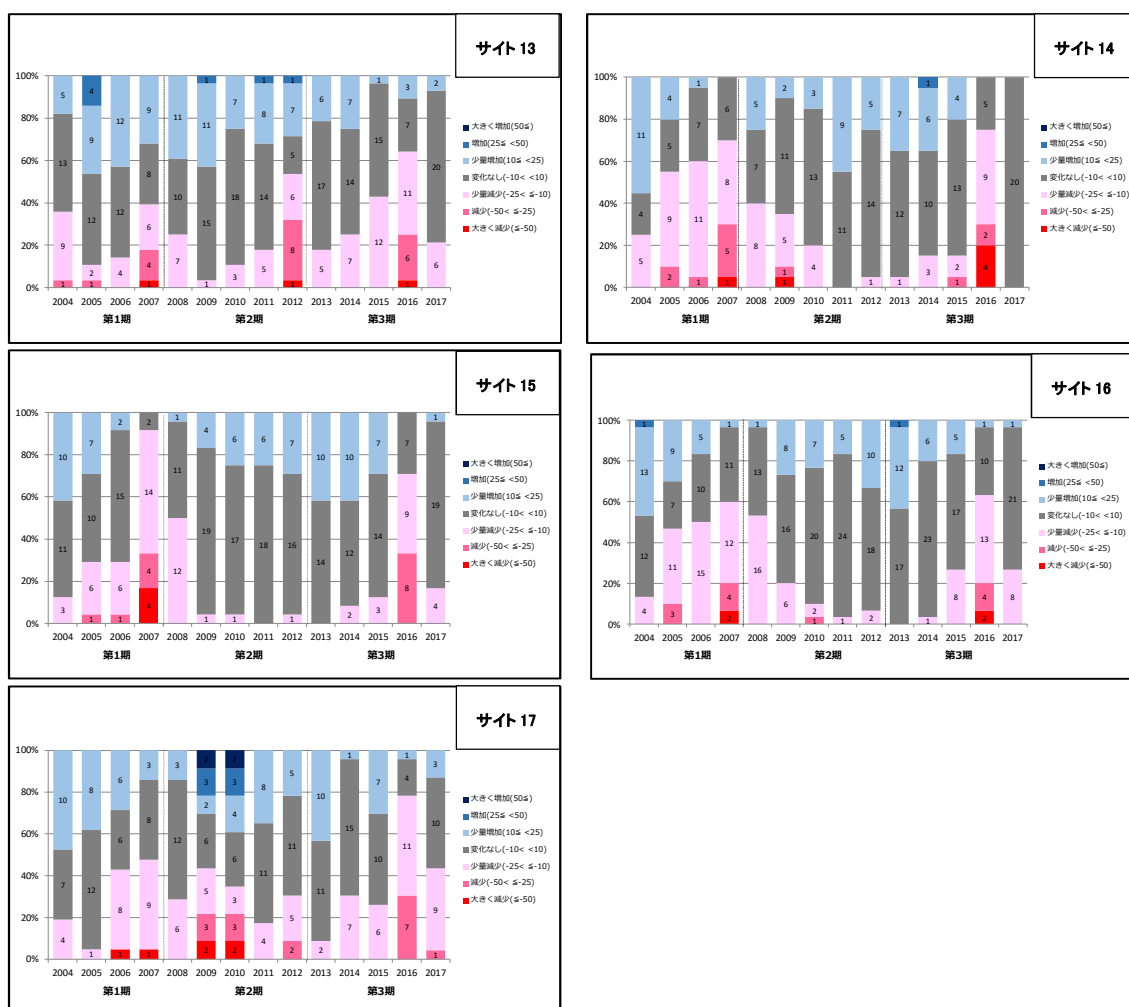


図 V-1-8-5 2003 年から 2017 年のサイト 13：石西礁湖・北部（左上図）、14：東部（右上図）、15：中央部（左中図）、16：南部（右下図）、17：西表島及び周辺離島（左下図）における被度指数（最良時のサンゴ被度に対する割合）の変化。

被度指数では、石西礁湖東部（サイト 14）と中央部（サイト 15）及び南部（サイト 16）が 2003 年の開始時に 75%を超え、「健全」と評価されていたが、その後 2007 年から 2009 年にかけて減少した後、増加傾向に転じた。しかし、2015 年及び 2016 年には白化現象の影響によりサンゴ被度が急激に減少し、サイト 14 においては調査開始以来最低の 10%を記録し、「著しく悪い」となった。石西礁湖北部（サイト 13）では、2003 年に 60%程度で「やや良い」評価であったが、その後 2014 年まで 50~75%の間を推移した後、2016 年には 30%程度まで減少し、「悪い」評価となった。西表周辺（サイト 17）では、2014 年まで被度指数が 60~75%の間で推移し、「やや良い」～「健全」の評価であったが、2015 年と 2016 年に高水温による白化現象のために 30%程度に減少し、「悪い」評価となった。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-8-6に示す。



図V-1-8-6 2004年から2017年のサイト13：石西礁湖・北部（左上図）、14：東部（右上図）、15：中央部（左中図）、16：南部（右下図）、17：西表島及び周辺離島（左下図）における前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化。

前年からのサンゴ被度の増減を見ると、石西礁湖北部（サイト 13）、東部（サイト 14）、南部（サイト 16）及び西表島と周辺離島（サイト 17）では、大規模白化現象が起こった 2016 年にサンゴ被度が減少した地点（「大きく減少」、「減少」及び「少量減少」した地点の合計）が最も多く、2003 年から 2017 年の期間中最も大きなく乱であったことが分かる。一方、石西礁湖中央部（サイト 15）では、2016 年よりも 2007 年の方がサンゴ被度の減少した地点が多く、2007 年の高水温による白化の影響の方が大きかった。また、石西礁湖北部（サイト 13）では、2016 年に次いで 2012 年にサンゴ被度が減少した地点の割合が多く、大きなく乱が起こっていたのに比較して、石西礁湖東部（サイト 14）と中央部（サイト 15）、及び南部（サイト 16）では 2012 年の被度減少地点はそれほど多くはなかった。一方、西表及び周辺離島（サイト 17）では、2007 年の大規模白化現象の後、2010 年と 2011 年にも減少した地点が 30~40%確認され、何らかのかく乱が起こっていると思われたが、「少量増加」及び「大きく増加」した地点が 20%程度確認されており、回復力も高いと思われた。

(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図 V-1-8-7 に示す。

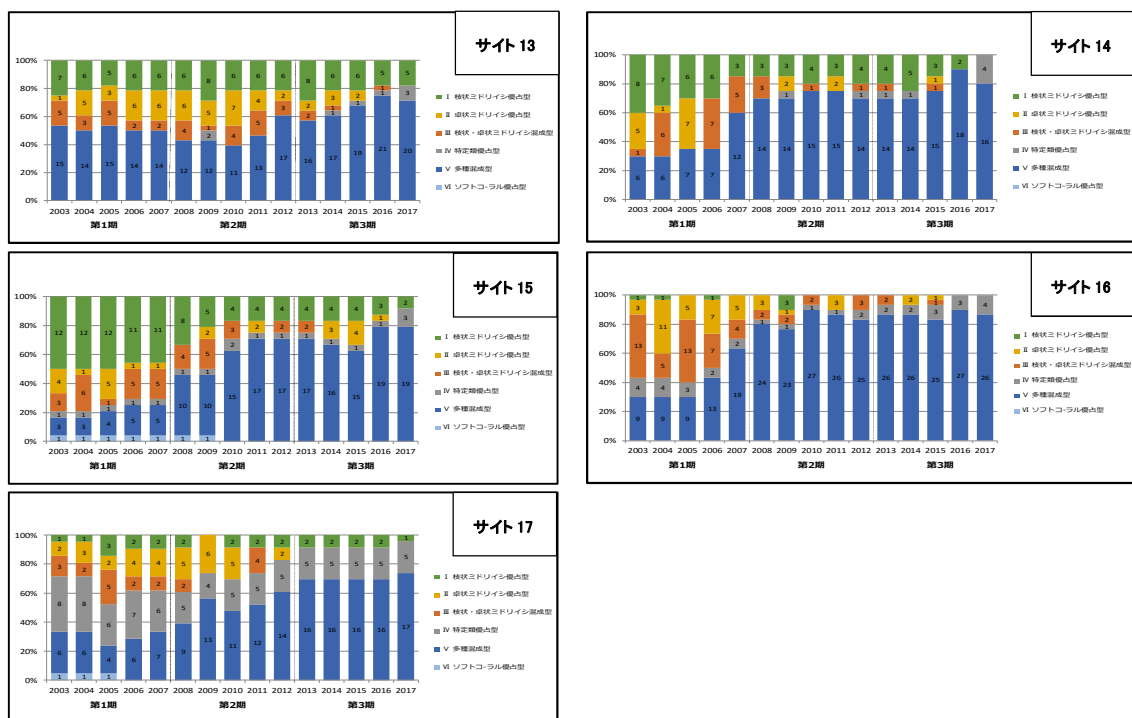


図 V-1-8-7 2003 年から 2017 年のサイト 13：石西礁湖・北部（左上図）、14：東部（右上図）、15：中央部（左中図）、16：南部（右下図）、17：西表島及び周辺離島（左下図）における生育型別地点数の変化。

石西礁湖東部（サイト 14）と中央部（サイト 15）及び南部（サイト 16）では、2007 年にミドリイシ優占型（枝状ミドリイシ優占型と卓状ミドリイシ優占型及び枝状・卓状ミドリイシ優占型の合計）が減少し、大規模白化現象がミドリイシ類に影響を与えていた。石西礁湖東部（サイト 14）と中央部（サイト 15）及び南部（サイト 16）では、更に 2016 年と 2017 年の白化現象時にもミドリイシ類優占型の地点が減少し、特に東部（サイト 14）及び南部（サイト 16）では 2017 年にミドリイシ類が優占する地点がなくなった。西表島及び周辺離島（サイト 17）では、ミドリイシ類以外のサンゴが優占する地点が全体の 40%程度あり、ミドリイシ類の優占する地点に比べると比較的变化が少なかった。

② 卓状ミドリイシ類最大直径

卓状ミドリイシ類の最大直径の変化を図 V-1-8-8 に示す。

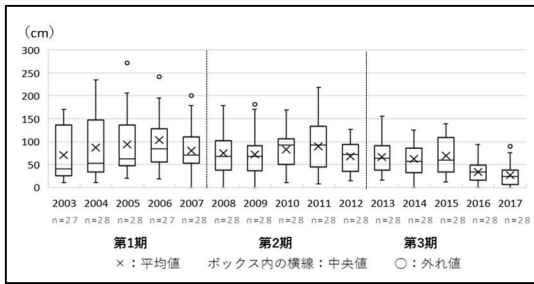
石西礁湖東部（サイト 14）、中央部（サイト 15）、南部（サイト 16）及び西表島と周辺離島（サイト 17）では、2007～2008 年と 2016～2017 年に卓状ミドリイシ類の最大直径が減少しており、両期間中の大規模白化現象の影響が見られた。石西礁湖北部（サイト 13）では、2007 年の白化時には明確ではなかったが、2016 年に卓状ミドリイシ類最大直径の減少傾向が見られ、この時の白化現象の影響の方が大きかったことが分かる。

③ 加入数

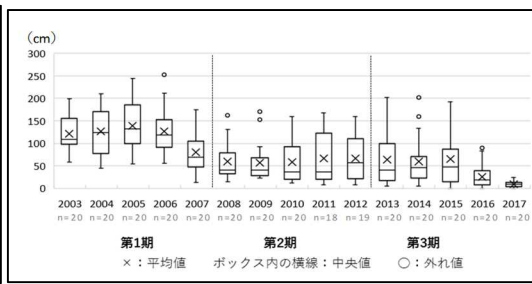
サンゴ類の加入数の変化を図 V-1-8-9 に示す。

5 つのサイトの中では、石西礁湖北部（サイト 13）が最も加入数が高く、2003 年を除くすべての年で 10 群体/m² 以上を示した。この石西礁湖北部の礁縁部分は、石西礁湖内からだけでなく隣接する西表島北部や石垣島西部からの幼生の加入がある可能性がある。

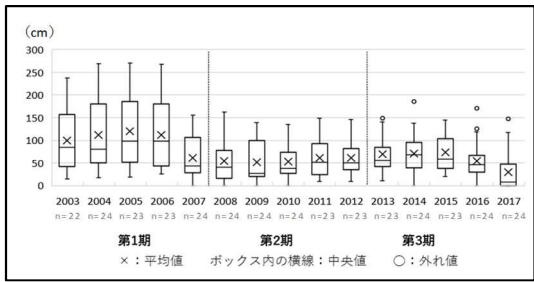
全サイトに共通した傾向として、大規模白化現象の起こった 2007 年及び 2016 年は加入数が減少していることがある。大規模白化現象を引き起こした高水温は加入数調査の対象となった長径 5 cm 未満の小群体にも影響を与え、これらの一部が死亡したと考えられる。



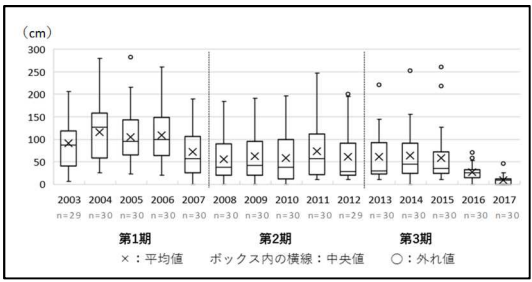
項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	70.51852	86.9	94.4	103.8	80.2	75.0	71.3	83.2	89.9	68.5	66.7	61.9	69.2	33.5	26.3
中央値	40	53.0	62.0	84.0	71.0	68.0	67.5	92.5	92.5	71.5	64.0	57.0	60.0	34.0	23.0
最大値	171	235.0	271.0	249.0	201.0	179.0	182.0	169.0	218.0	126.0	156.0	125.0	139.0	94.0	90.0
最小値	10	10.0	20.0	19.0	0.0	0.0	0.0	10.0	8.0	14.0	15.5	0.0	12.5	0.0	0.0



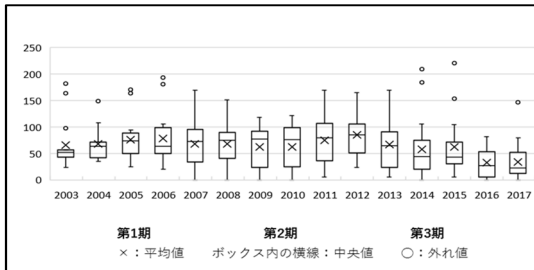
項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	121.8	126.4	138.7	126.2	79.7	59.5	57.2	58.2	66.3	65.9	64.1	60.3	65.4	26.2	9.0
中央値	109	124.5	132.5	119.0	70.0	41.0	40.5	37.0	36.5	57.0	40.5	45.5	47.5	19.0	9.2
最大値	199	210.0	244.0	252.0	174.0	162.0	171.0	160.0	168.0	160.0	202.0	202.0	198.0	90.0	24.0
最小値	58	44.0	54.0	55.0	12.9	15.0	23.0	12.0	6.0	8.3	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0



項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	99.81818	111.0	120.4	111.7	60.9	53.9	51.0	52.2	60.8	60.4	68.9	71.1	73.4	54.3	29.4
中央値	84.5	79.8	98.0	98.0	43.5	40.0	26.5	38.0	51.0	50.0	56.0	68.0	59.0	46.5	7.5
最大値	237	269.0	270.0	267.0	156.0	182.0	139.0	135.0	149.0	146.0	149.0	185.0	145.0	170.0	147.0
最小値	15	17.8	18.9	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	8.8	10.5	0.0	20.0	0.0	0.0

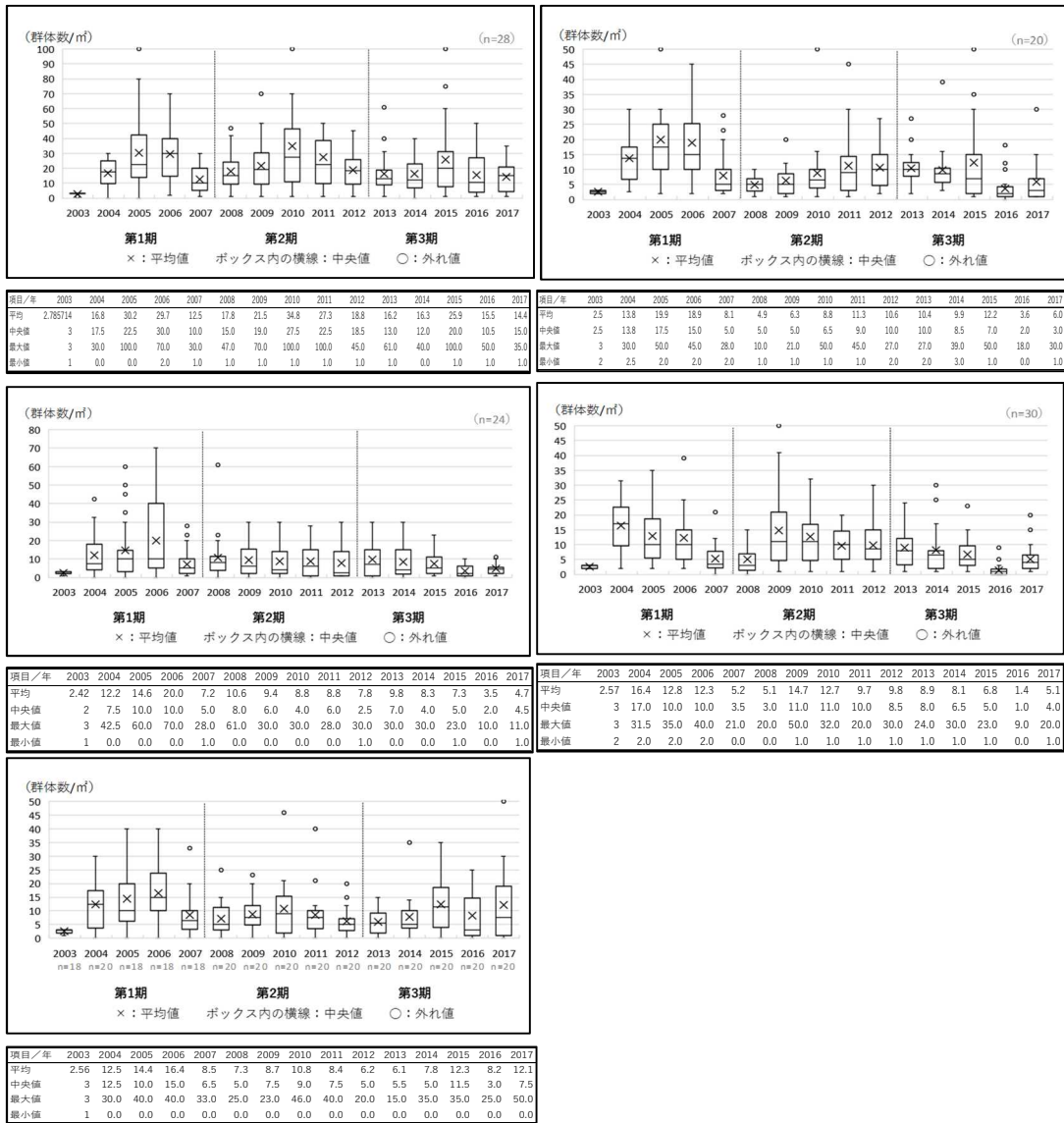


項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	91.37931	115.6	105.5	108.9	72.4	55.6	62.2	57.8	73.5	60.9	61.6	64.1	59.0	27.2	8.7
中央値	87	127.0	95.0	99.0	57.1	38.5	42.5	37.5	57.0	28.5	29.0	44.0	35.5	25.0	8.8
最大値	206	280.0	282.0	261.0	190.0	184.0	191.0	197.0	247.0	200.0	221.0	253.0	261.0	72.0	46.0
最小値	6	25.0	23.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	11.0	10.7	0.0	10.0	0.0	0.0



項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	65.73333	68.4	75.9	77.8	67.5	67.6	62.1	62.1	74.4	85.4	67.1	57.9	61.9	33.2	34.3
中央値	52	63.5	74.0	63.5	72.0	75.0	77.5	76.0	79.0	85.0	65.0	44.0	43.0	27.5	21.9
最大値	182	155.0	171.0	193.0	169.0	151.0	118.0	121.0	169.0	165.0	169.0	209.0	221.0	82.0	147.0
最小値	23	35.0	25.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	23.5	5.0	0.0	5.0	0.0	0.0

図V-1-8-8 2003年から2017年のサイト13：石西礁湖・北部（左上図）、14：東部（右上図）、15：中央部（左中図）、16：南部（右下図）、17：西表島及び周辺離島（左下図）における卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表参照。



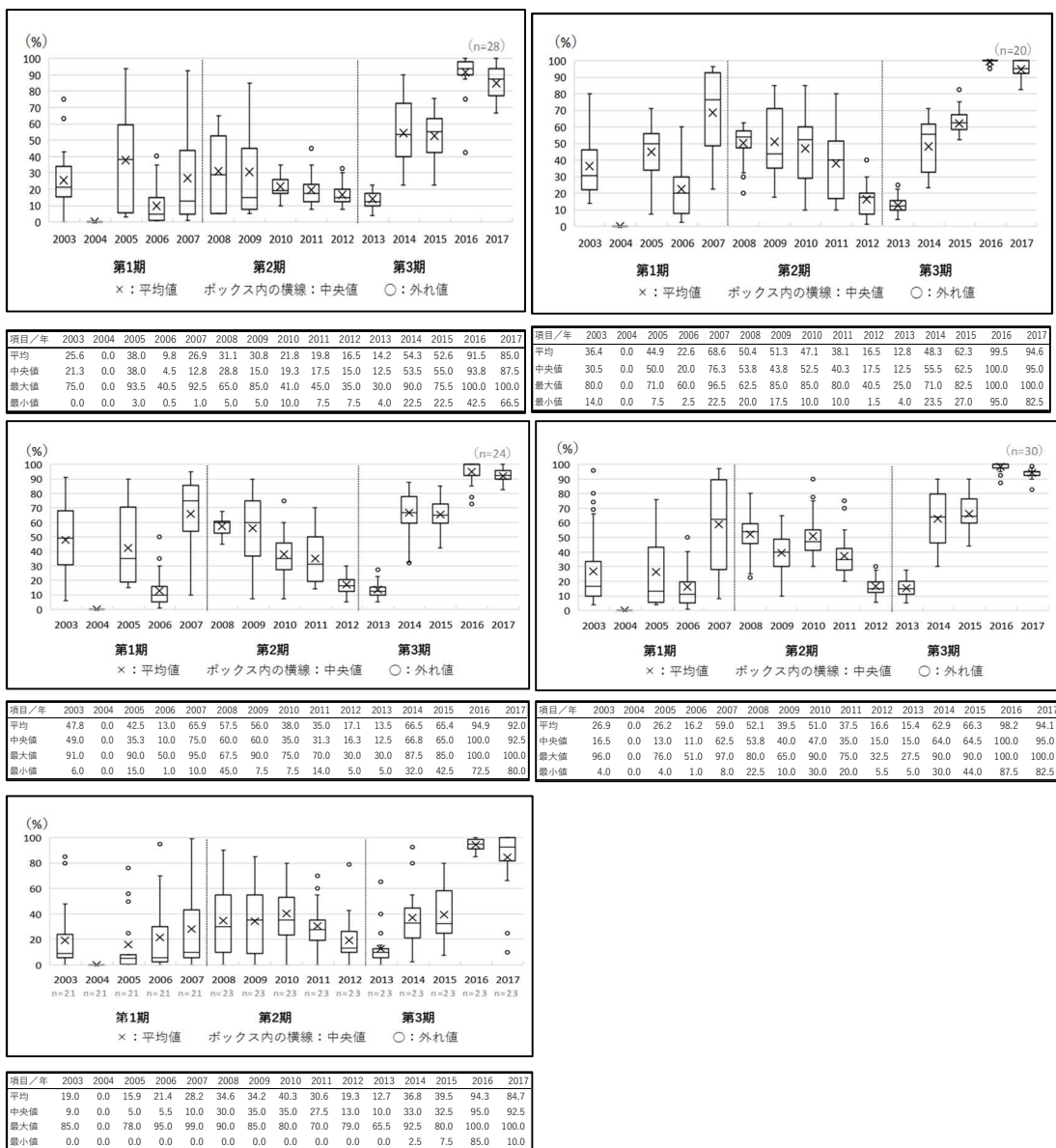
図V-1-8-9 2003年から2017年のサイト13：石西礁湖・北部（左上図）、14：東部（右上図）、15：中央部（左中図）、16：南部（右下図）、17：西表島及び周辺離島（左下図）における加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

(3) かく乱による被害

ここでは、かく乱による被害を示す項目として、白化現象、オニヒトデ、サンゴ食巻貝及びSPSSの変化を示す。

① 高水温/低水温による白化現象

白化率の変化を図V-1-8-10に示す。



図V-1-8-10 2003年から2017年のサイト13：石西礁湖・北部（左上図）、14：東部（右上図）、15：中央部（左中図）、16：南部（右下図）、17：西表島及び周辺離島（左下図）における白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値（x）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

石西礁湖北部（サイト 13）及び西表島と周辺離島（サイト 17）では、2016年と2017年に最も高い白化率（80%以上）を記録した。石西礁湖東部（サイト 14）と中央部（サイト 15）及び南部（サイト 16）では、2016～2017年に加えて2007年にも高い白化率を示している。2016～2017年の白化現象はこの海域の全サイトで起こり、2003年以降で最も大規模であった。また、2007年の白化現象は、石西礁湖の東部と中央部及び南部で大規模に起こったが、石西礁湖北部及び西表島と周辺離島では比較的軽度であった。

② オニヒトデ

オニヒトデの発生階級の変化を図V-1-8-11に示す。



図V-1-8-11 2003年から2017年のサイト13：石西礁湖・北部（左上図）、14：東部（右上図）、15：中央部（左中図）、16：南部（右下図）、17：西表島及び周辺離島（左下図）におけるオニヒトデ発生階級別地点数の変化。

石西礁湖北部（サイト 13）では2012年をピークに2010～2014年にサイト平均で準大発生に近いランクでオニヒトデが多かった。また、石西礁湖の東部（サイト 14）、中央部（サ

イト 15)、南部 (サイト 16) 及び西表島と周辺離島 (サイト 17) では、2007 年と 2009～2015 年にやや多いランクでオニヒトデが出現した。これらのオニヒトデ出現は、石西礁湖の 4 サイトでは 2015 以降に、西表島と周辺離島では 2016 年以降には平常分布ランクに戻った。

③ サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝の発生階級の変化を図 V-1-8-12 に示す。

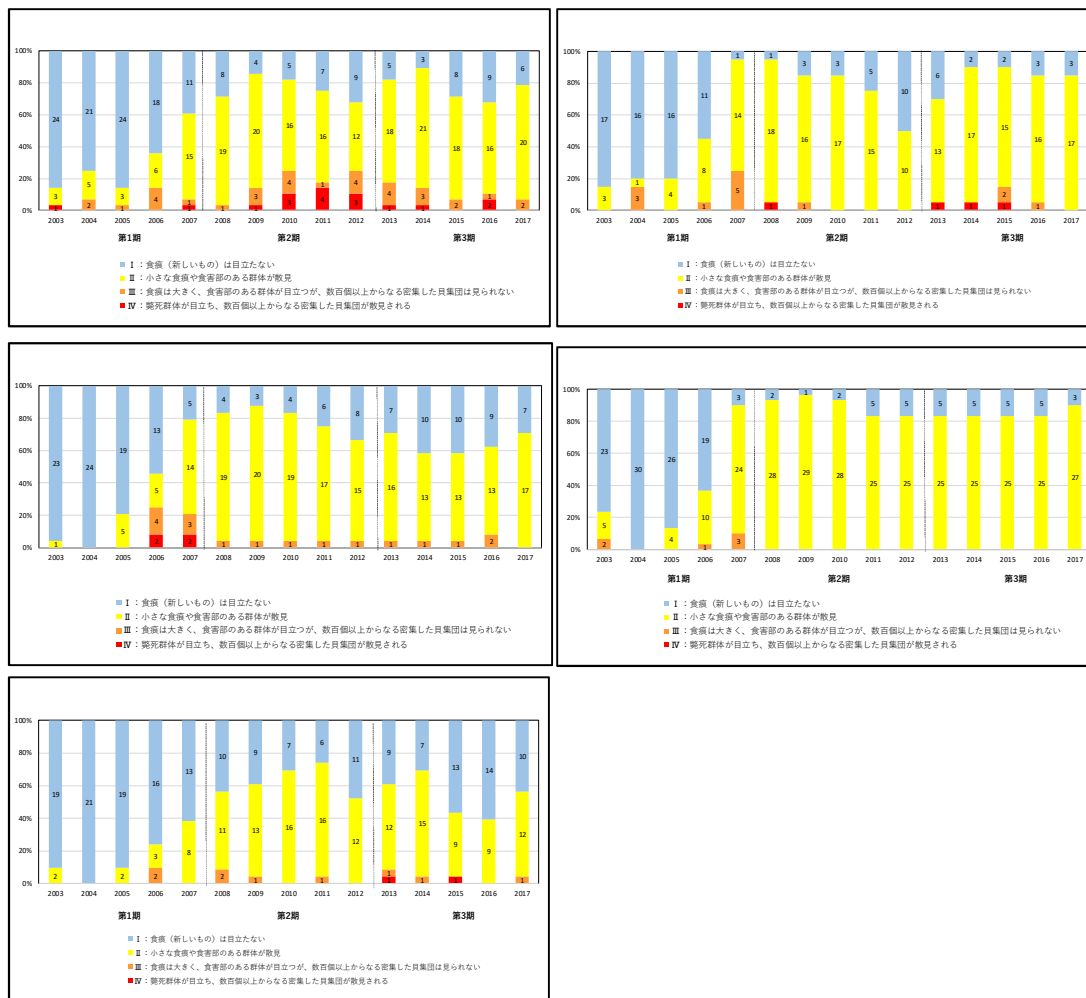


図 V-1-8-12 2003 年から 2017 年のサイト 13：石西礁湖・北部 (左上図)、14：東部 (右上図)、15：中央部 (左中図)、16：南部 (右下図)、17：西表島及び周辺離島 (左下図) におけるサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化。

サイト平均では、いずれのサイトもランク 1 前後を示しており、大きな食害をもたらすほどの出現はないが、石西礁湖東部 (サイト 14)、中央部 (サイト 15) 及び南部 (サイト 16) では、大規模な白化現象が起こった 2007 年にサンゴ食巻貝の出現も増加した。その後、サイト 14 と 15 ではやや減少傾向がみられるものの、サイト 14 では 2014～2015 年に、サ

イト 15 では 2016～2017 年にやや増加した。また、サイト 16 では 2011 年以降ほぼ同じ程度の出現が続いている。石西礁湖北部（サイト 13）と西表島と周辺離島（サイト 17）では、発生ランクが低いながらも 2006 年以降徐々に増加傾向を示した後、2015～2016 に若干減少したが、2016～2017 年にはやや増加傾向を示した。

④ 堆積物（SPSS 値）

SPSS 値の変化を図 V-1-8-13 に示す。

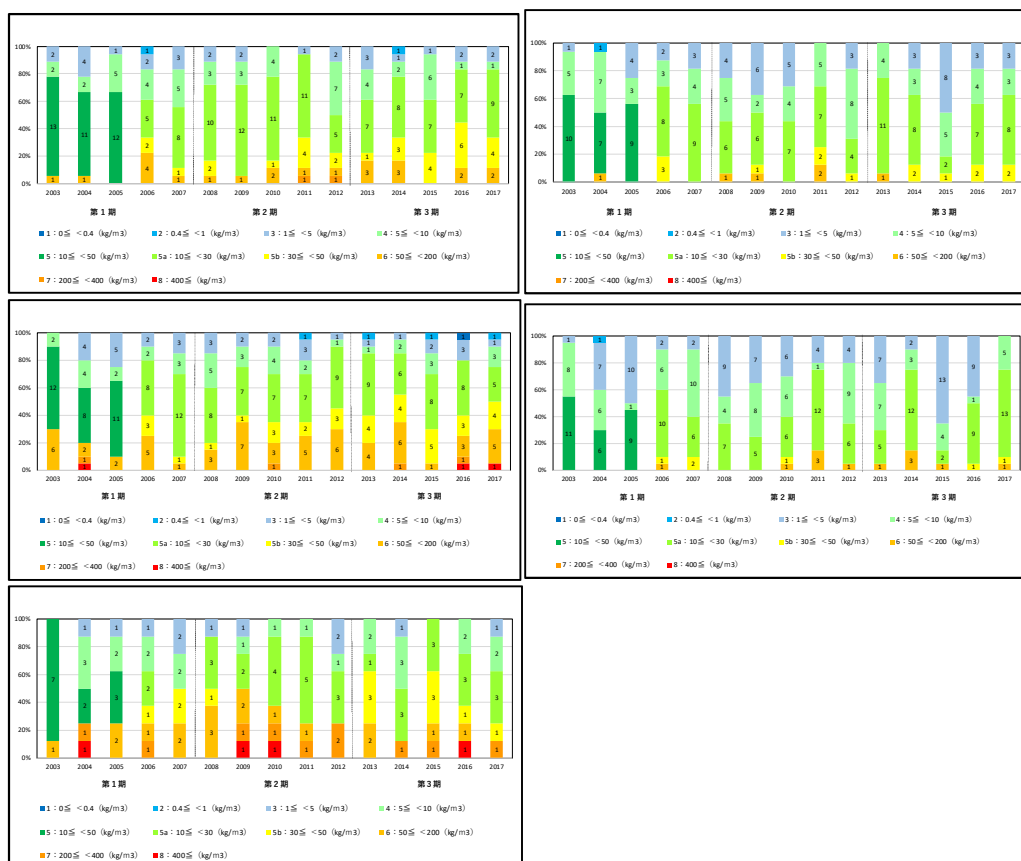


図 V-1-8-13 2003 年から 2017 年のサイト 13：石西礁湖・北部（左上図）、14：東部（右上図）、15：中央部（左中図）、16：南部（右下図）、17：西表島及び周辺離島（左下図）における SPSS 階級別地点数の変化。

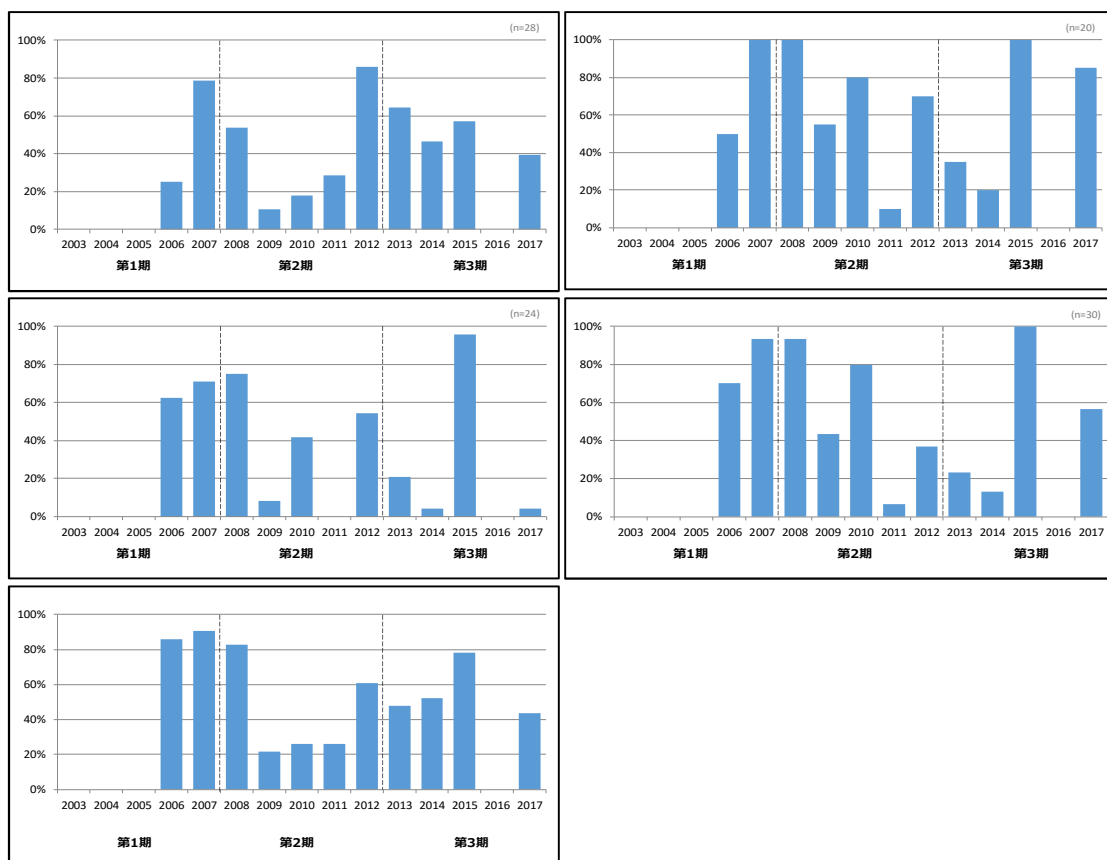
サイト平均では、いずれの年も明確な赤土の影響と思われるランク 5b 以上を示すサイトはなかった。石西礁湖北部（サイト 13）では 2011 年と 2016～2017 年にランク 5a 程度の若干高いランクが見られ、中央部（サイト 15）と西表島と周辺離島（サイト 17）では、2003 年と 2009～2011 年、2012～2013 年と 2014～2016 年にランク 5a を超える比較的高いランクを示した。一方、東部（サイト 14）では、2011 年と 2014 年及び 2017 年にやや高いランクを示したが、いずれの年もランク 5b を超えることはなかった。

⑤ 台風

台風の被害が確認された地点数の変化を図V-1-8-14に示す。

この海域における台風被害のピークは2006～2008年と2012～2015年にあり、石西礁湖北部(サイト13)と東部(サイト14)では2012～2015年にやや多く、中央部(サイト15)及び南部(サイト16)では2005～2008年にやや多かった。西表島と周辺離島(サイト17)では、2005～2008年の3年間は15%以上の地点で被害を、2012～2015年の4年間は10%以上の地点で被害を受けていた。

サイト13及び14では同様の傾向を示し、2007年及び2012年に全地点の20%を超える地点で台風被害が確認され、2013年から2015年には10%以上の地点で台風の被害が確認された。



図V-1-8-14 2003年から2017年のサイト13：石西礁湖・北部(左上図)、14：東部(右上図)、15：中央部(左中図)、16：南部(右下図)、17：西表島及び周辺離島(左下図)における台風被害発生地点数の割合の変化。

⑥ 病気

3種の病気ごとの発生地点数の変化を図V-1-8-15に示す。

石西礁湖・北部から西表島周辺離島に至るサイトでは、2005年以降ホワイトシンドロー

ムがほとんどの地点で確認された。2010 年から 2011 年にはやや減少したが、その後再び増加した。石西礁湖東部及び南部では、腫瘍がそれに次いで多くの地点で確認されている。

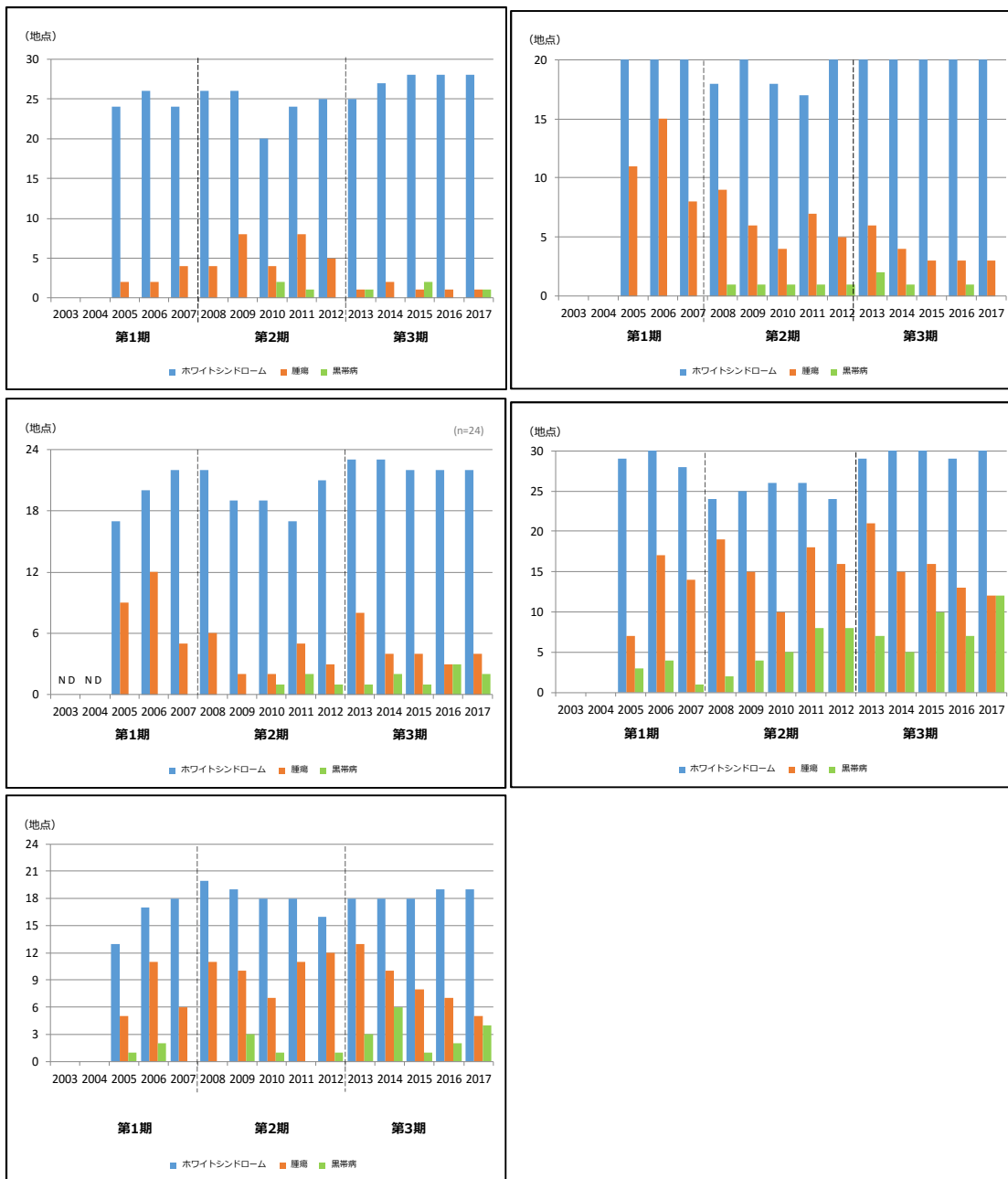


図 V-1-8-15 2003 年から 2017 年のサイト 13：石西礁湖・北部（左上図）、14：東部（右上図）、15：中央部（左中図）、16：南部（右下図）、17：西表島及び周辺離島（左下図）における病気の生地点数の変化.

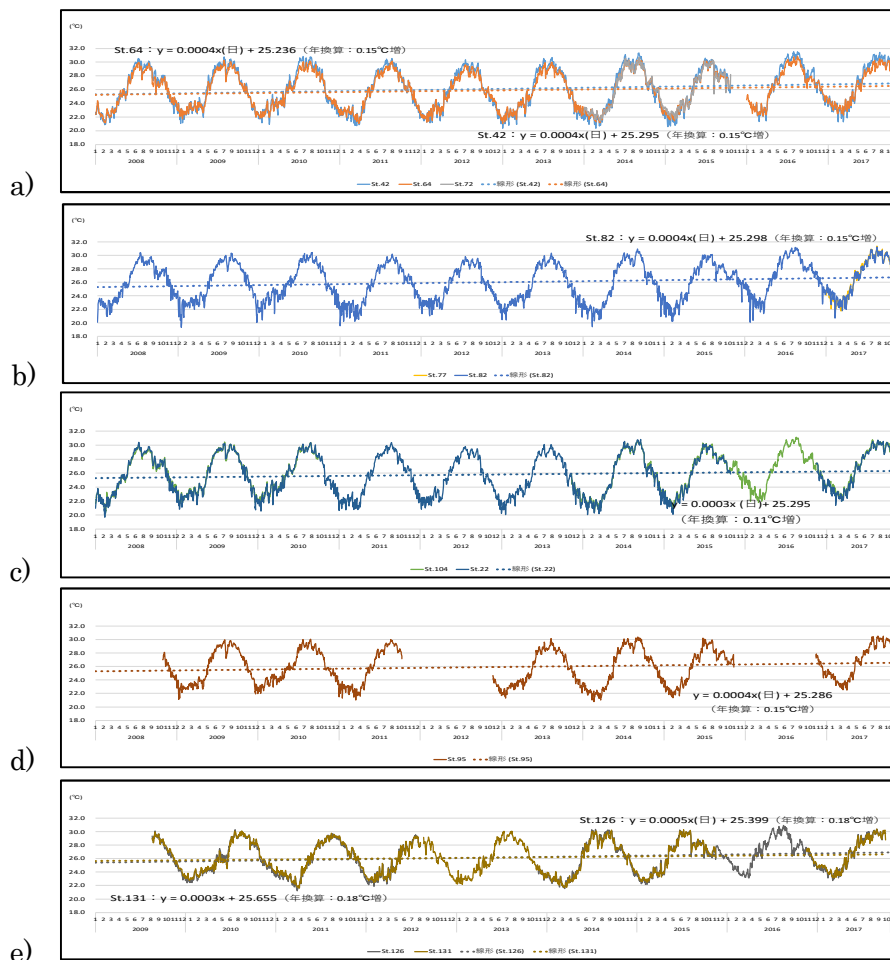
(4) その他のかく乱要因

テルピオスの被覆によるサンゴの死亡が見られた。

3. 水温の変化

水温の変化を図V-8-1-16に示す。

石西礁湖・北部（サイト13）において長期間計測を行っている地点42と64の水温データを回帰分析すると、どちらの地点も年換算で0.15°Cの増加であった。また、石西礁湖・東部（サイト14）の地点82と南部（サイト16）の地点95でも、同様の分析により年換算で0.15°Cの増加が示された。石西礁湖・中央部（サイト15）の地点21では同様の分析で年換算0.11°Cの増加、西表島及び周辺離島（サイト17）の地点126では0.18°Cの増加が示された。これらの結果より、石西礁湖及び西表島周辺では、2008年以降2017年までの期間中の水温は増加傾向を示し、今後もこの傾向が継続すると予想される。



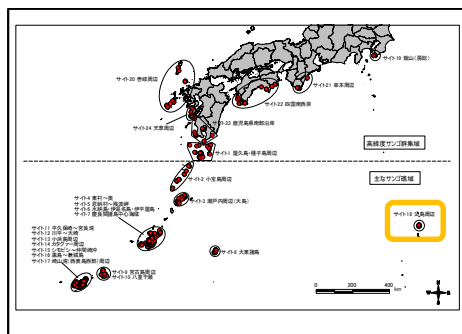
図V-8-1-16 2008年から2017年のサイト13：石西礁湖・北部 (a)、14：東部 (b)、15：中央部 (c)、16：南部 (d)、17：西表島及び周辺離島 (e) におけるデータロガーにより観測した水温の変化。

4. サンゴ群集の現状と評価) 及び今後の予測

本サイトでは1983年よりモニタリングが実施されており、それらのデータから本事業のモニタリングを開始する以前の状況を概観すると、1980年代のオニヒトデ大発生による被害を受け、1991年には平均被度が20%程度になっていたが、4年後の1995年には50%まで増加した。しかし、その後も台風や1998年の高水温が原因と考えられる大規模白化現象によるかく乱を受け、2000年には平均サンゴ被度が25%程度に減少した。その後、再び増加傾向を示し、4年後の2004年には平均サンゴ被度が40~50%まで増加した。しかし、2002年頃からオニヒトデの大発生が始まったため、その食害により平均サンゴ被度の増加は止まった。

2003年からの本事業によるモニタリング結果からは、2007年にこの海域で夏季高水温が原因と考えられる大規模な白化現象が起こり、2008年には台風による被害も伴って、平均サンゴ被度が30%弱まで減少した。一方、2008年頃にはオニヒトデの大発生も収束し、2010年には平均サンゴ被度が増加に転じた。しかし、その速度は遅く、4年後の2014年でも30%程度であった。何らかの要因がサンゴ被度の増加を妨げているのではないかと懸念される。緩やかな増加の中で、2016年には夏季高水温が原因と考えられる3度目の大規模な白化現象が起こり、それまでのサンゴ被度が約半減した。2017年には各地点で小群体が見られ、サンゴ被度増加の兆しが表れているが、今後も成長過程を注視し、増加を妨げる要因がないか、モニタリングすることが必要である。

サイト 18:小笠原諸島 (父島周辺)



NPO 法人 小笠原自然文化研究所
佐々木 哲朗

1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

小笠原諸島は東京都に属しながら、東京都心の南 1,000km の海上に位置し、小笠原群島（聳島列島、父島列島、母島列島）、火山（硫黄）列島、西之島、南鳥島、沖ノ鳥島等の 30 余の島々からなる。沖ノ鳥島は日本の最南端、南鳥島は日本の最東端の島である。

小笠原群島は海底火山活動により形成され、父島属島の南島に沈水カルスト地形、母島石門にカルスト地形、また母島御幸之浜では大型有孔虫の一種の化石である貨幣石 (*Nummulites boninensis*) などが見られる。

小笠原諸島では島によりサンゴ礁地形の規模は大きく異なるが、各島の周囲には不連続なエプロン礁が形成されている。

本サイトでは、父島列島に位置する兄島および父島沿岸を調査対象とし、兄島沿岸に 3 地点、父島沿岸に 9 地点の合計 12 地点の調査地点を設置した（表 V-1-9-1、図 V-1-9-1）。

表 V-1-9-1 サイト 18：小笠原諸島における調査地点。

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	兄島滝之浦	5	父島釣浜	9	父島（属）南島サンゴ池
2	兄島キャベツビーチ	6	父島初寝浦	10	父島コペペ海岸
3	兄島水玉湾西側	7	父島巽東海岸	11	父島野羊山内側
4	父島宮之浜	8	父島巽中海岸	12	父島二見湾奥



図V-1-9-1 サイト18：小笠原諸島における調査地点位置図。

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

小笠原諸島の陸域の大部分は小笠原国立公園に指定されており、これらの沖5kmまでの海域は普通地域に指定されている。また、海域公園地区が、父島列島に9カ所、母島列島に5カ所、計14カ所指定されている。

本サイトは、全体が小笠原国立公園に含まれ、特に地点2（兄島キャベツビーチ）、4（父島宮之浜）、5（父島釣浜）、8（父島巽中海岸）、9（父島属南島サンゴ池）及び12（父島二見湾奥）の6地点は海域公園地区に位置する（図V-1-9-2）。

また、小笠原国立公園の大部分は2011年に世界自然遺産にも登録されており、サイトの海域全体は世界自然遺産小笠原諸島管理計画の対象地域に含まれている。

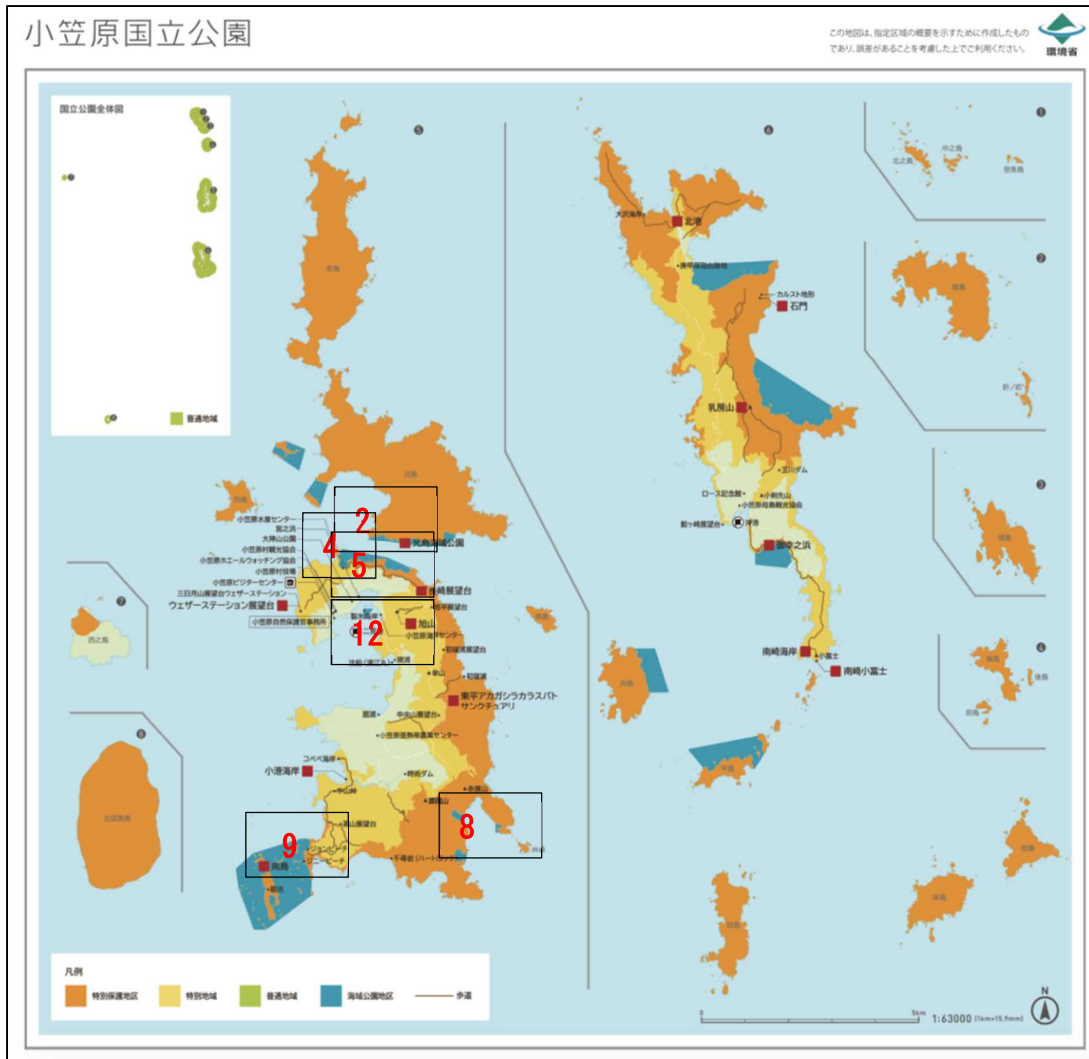
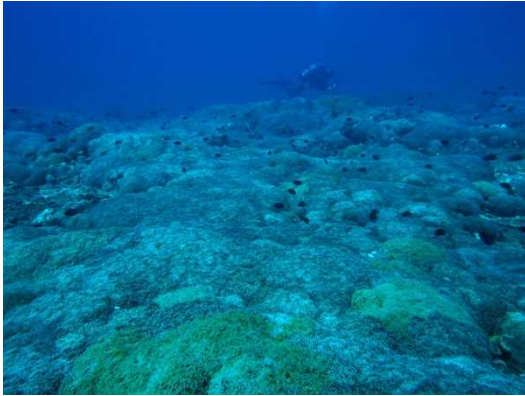


図 V-1-9-2 小笠原国立公園全体図

現在、海域を対象とした長期モニタリングとしては、環境省によるモニタリングサイト1000 サンゴ礁調査（本業務）、同調査地点のほぼ全てに水温ロガーを設置した水温計測（マリンワーカー事業小笠原国立公園の海域における水温計測業務）を実施している他、東京都小笠原支庁産業課（水産センター）による水温ロガーを設置した水温計測が複数地点で実施されている。また、父島二見湾奥におけるオニヒトデの大発生抑制のための調査および試験駆除を実施している（環境省マリンワーカー事業）。

（2）サンゴ群集の分布の特徴

小笠原群島におけるサンゴの主要な分布域は、父島二見湾、巽湾、兄島瀬戸に面する海岸や、滝之浦、母島東港、北港などである。



地点 1 (兄島・滝ノ浦)
ナガレハナサンゴ群集



地点 2 (兄島・キャベツビーチ)
サボテンミドリイシ群集



地点 8 (父島・巽中海岸)
オガサワラアザミサンゴ群集



地点 12 (父島・二見湾奥)
スギノキミドリイシ群集

図 V-1-9-3. 小笠原諸島の代表的なサンゴ群集.

出現種の特徴は、一部でミドリイシ属が優占する以外は、その他の塊状・被覆状種が多い。比較的サンゴ被度が高い場所ではコブハマサンゴ (*Porites lutea*)、アザミサンゴ (*Galaxea fascicularis*)、オオハナガタサンゴ (*Lobophyllia hemprichii*)、ヒラノウサンゴ (*Platygyra deadalea*)、トゲキクメイシ類 (*Cyphastrea* spp.) などの被度が高い。ミドリイシ属は、サボテンミドリイシ (*Acropora florida*) が最も多く、被覆状のオヤユビミドリイシ (*A. gemmifera*) と卓状のクシハダミドリイシ (*A. hyacinthus*) などがパッチ状に見られる。また父島二見湾では、枝状のスギノキミドリイシ (*A. formosa*) などが見られる。

母島では、西側に面した湾と東側の大崩湾内、および属島などに発達したサンゴ群集が見られる。その群集構造は父島に似るが、それらに加えて *Acropora donei* の被度が高い。また、特に大崩湾内南側には他所では見られない、非常に発達したミドリイシ属の群集が広範囲に広がっている。

父島列島や母島列島のその他の海岸域は切り立った崖が連続しており、サンゴ群集の発

達は悪い。これらの地点では岩礁表面に小型の被覆状の種がパッチ状に生息しており、被度は 0～10%程度にすぎない。出現種はオオトゲサンゴ科 (Mussidae) やキクメイシ科 (Faviidae) が多い。

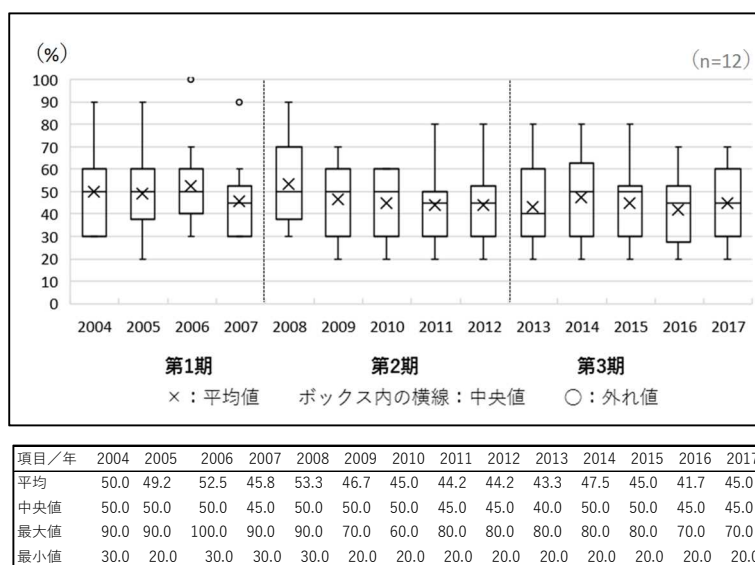
2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

本サイトにおけるサンゴ被度の経年変化を図V-1-9-4に示す。

父島周辺海域は 2004 年から 2017 年にかけて、平均被度は 40～50%台で増減を繰り返しており、変動幅は他サイトと比較して小さい。2009 年に小笠原群島 (聳島列島、父島列島、母島列島) 全域に及ぶ大規模な白化現象が生じたが、死亡したサンゴ群体が確認された海域は西側に限られており、サイト全体の被度の減少幅は 10%程度に留まった。また、サイト全体においてオニヒトデの大発生は生じておらず、その他の減少要因は台風による波浪が見られた程度である。被度が減少した年の主なかく乱要因は、2007 年が 2006 年秋季の台風被害、2009 年が高水温による白化現象、2015 年は台風被害、2016 年は感染症 (父島二見湾奥の 1 地点) であった。

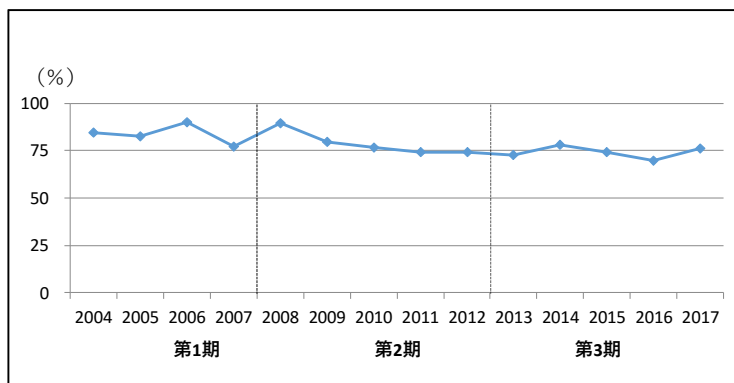


図V-1-9-4 2004年から2017年のサイト18：小笠原諸島におけるサンゴ被度の変化。箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は図下の表を参照。

② 被度指数

サンゴ被度の変化を最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数で示したものが図V-1-9-5である。

被度指数は2004年から2017年にかけてほぼ横ばいである。年により増減はあるが、その変動幅は他サイトと比較して僅かで、期間全体で最大20%程度の範囲に収まっている。また、被度指数は最低でも70%前後あり、健全度の評価も「やや良い」から「健全」の比較的高い水準を維持している。

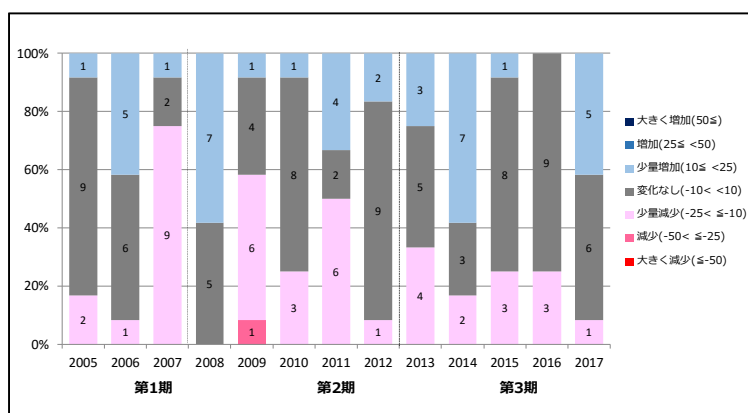


図V-1-9-5 2004年から2017年のサイト18：小笠原諸島における被度指数（最良時のサンゴ被度に対する割合）の変化。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-9-6に示す。

本サイトでは2007年、2009年及び2011年が、特に前年からサンゴ被度が減少した地点の多い年となった。2007年は前年に顕著な台風被害が生じた。また、2009年は高水温による白化現象が生じた年であり、特に内湾環境である地点12（二見湾奥）ではスギノキミドリイシ群落が斃死して顕著に減少した。2011年については、大きな乱要因は見られなかった。

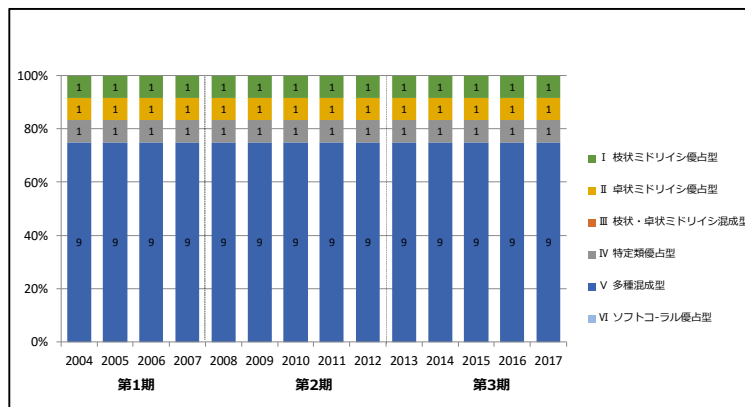


図V-1-9-6 2005年から2017年のサイト18：小笠原諸島における前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化。

(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図V-1-9-7に示す。



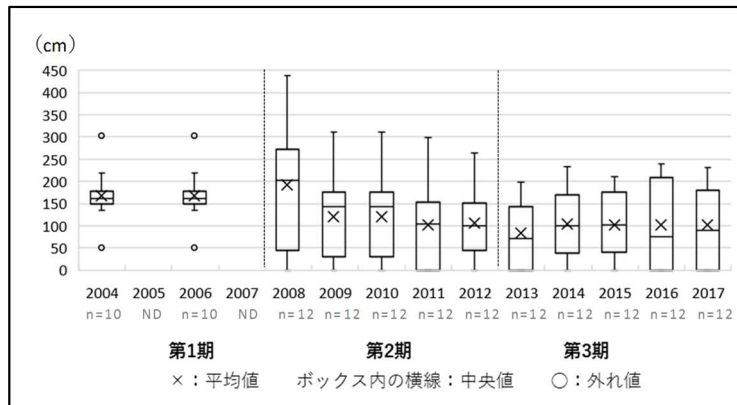
図V-1-9-7 2004年から2017年のサイト18:小笠原諸島における生育型別地点数の変化。

本サイトの多くは多種混成型で占められ、枝状ミドリイシ優占型は地点12（父島二見湾奥）の1地点、卓状ミドリイシ優占型は地点9（父島（属）南島サンゴ池）の1地点、特定類優占型は、オガサワラアザミサンゴが優占する地点8（父島巽中海岸）の1地点のみである。生育型の組成が置き換わるような変化はこれまでに観測されていない。

② 卓状ミドリイシ類最大長径

卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図V-1-9-8に示す。

本サイトでは2008年に最も高く、2009年に減少している。2009年は高水温による大規模な白化現象が生じた年であった。その後は増減を繰り返しているが、減少年とかく乱年（台風等）は必ずしも一致しない。本サイトの卓状ミドリイシ類には骨格異常あるいは感染症様の症状が散見されるため、減少には病気が関与している可能性があるが、詳細は不明である。



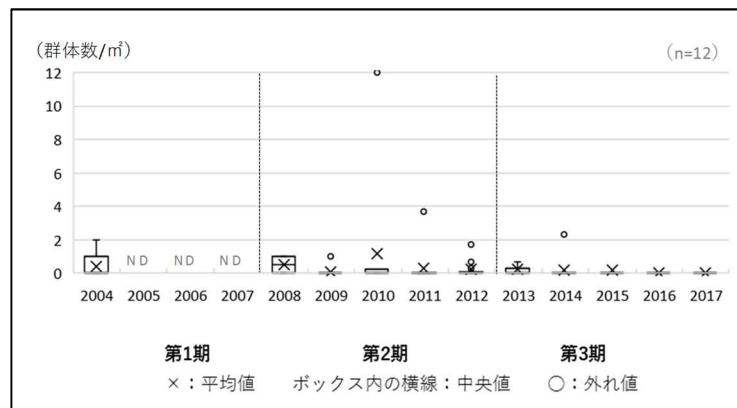
項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	168.3		168.3		192.6	119.7	119.7	101.1	106.5	83.0	103.0	102.8	101.8	101.3
中央値	162.3		162.3		202.5	142.5	142.5	103.0	100.0	72.0	100.0	102.0	75.0	90.0
最大値	302.0		302.0		438.0	310.0	310.0	298.0	264.0	198.0	234.0	210.0	240.0	230.0
最小値	50.0		50.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図V-1-9-8 2004年から2017年のサイト18：小笠原諸島における卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

③ 加入数

サンゴ類の加入数の変化を図V-1-9-9に示す。

本サイトではモニタリング中に加入した稚サンゴが検出される事は稀であった。これは、オニヒトデの大発生のような裸地化を伴う規模の大きなサンゴ群集の死亡が生じていない事が一因と思われる。



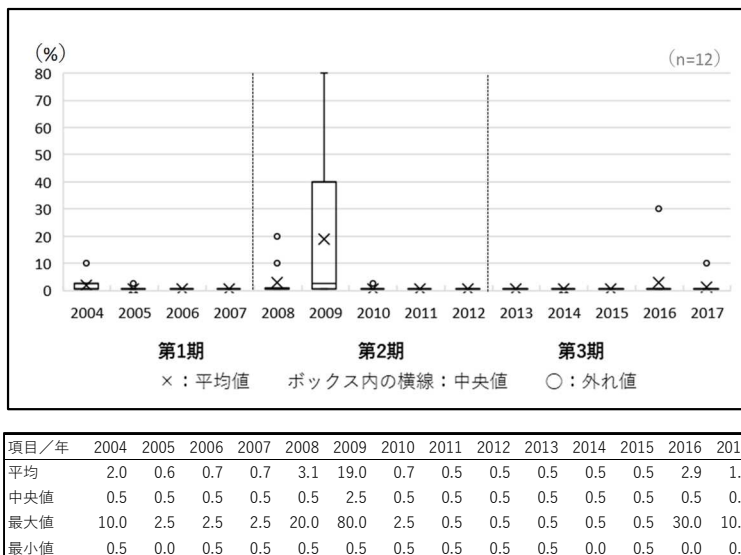
項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	0.4				0.5	0.1	1.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0
中央値	0.0				0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
最大値	2.0				1.0	1.0	12.0	3.7	1.7	1.7	2.3	2.0	0.0	0.0
最小値	0.0				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図V-1-9-9 2004年から2017年のサイト18：小笠原諸島における加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

(3) かく乱による被害

① 高水温／低水温による白化現象

白化率の変化を図V-1-9-10に示す。

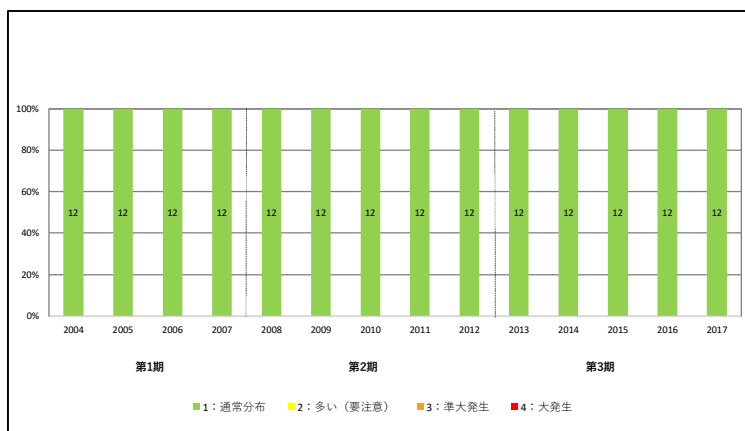


図V-1-9-10 2004年から2017年のサイト18：小笠原諸島における白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

本サイトでは2009年に平均で約20%の白化が生じたのが最も高く、その他の年においては異常水温による白化は無いか軽微であった。全国的に高水温による白化が生じた2007年及び2016～2017年には被害は生じなかった一方で、全国的には被害が生じなかった2009年に高水温による白化現象が生じた。これは、本サイトが、主なサンゴ礁域に属する他サイトとは異なった海水温の変動をしている海域に属しているためだと考えられる。

② オニヒトデ

オニヒトデの観察数の変化を図V-1-9-11に示す。



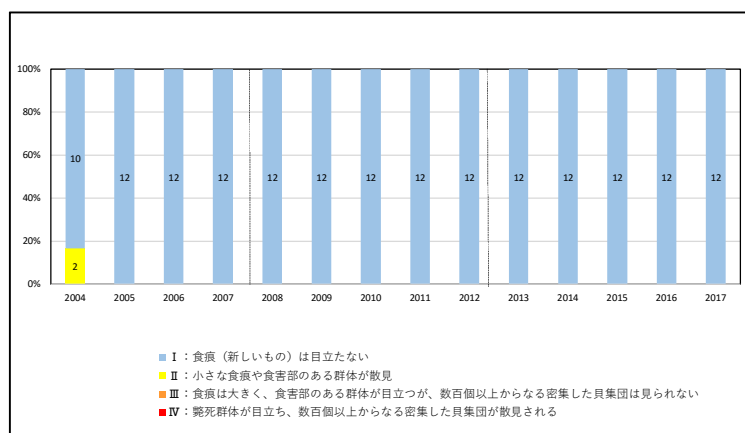
図V-1-9-11 2004年から2017年のサイト18：小笠原諸島におけるオニヒトデ発生階級別地点数の変化.

本サイトでは、オニヒトデがモニタリング中に観察される事は稀であった。2017年以前では、2011年に兄島の2地点（地点1：兄島滝之浦及び3：兄島水玉湾西側）において、それぞれ1個体ずつ観察されたのみである。小笠原諸島ではこれまでオニヒトデの大発生が記録された事は無く、サンゴ群集の保全上の重要な特徴といえる。しかし、最近になって調査地点12（父島二見湾奥）周辺で、オニヒトデが高い密度で生息している事が判明し、大発生のリスクが高い状況にある。

③ サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝の発生階級の変化を図V-1-9-12に示す。

本サイトではサンゴ食巻貝がモニタリングにおいて観察される事は稀であり、2004年に2地点で観察されたのみである。



図V-1-9-12 2004年から2017年のサイト3：兄島周辺におけるサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化.

④ 堆積物 (SPSS 値)

調査項目として堆積物の測定は実施していない。

⑤ 台風

サンゴ被度の減少に影響を与えるような台風被害は、2006年（調査後であったため被度低下が検出されたのは翌2007年）、2009年および2015年に記録された。その他の年は、群体単位での転倒が確認される事があったが、被害は軽微であった。

⑥ 病気

本サイトで確認された主要な病気は、ミドリイシ類全般の骨格異常（腫瘍）、卓状ミドリイシ類のホワイトシンドローム、樹枝状ミドリイシ類にみられる斑状に退色する感染症、リュウモンサンゴに発症した退色を伴う感染症であった。骨格異常によって地点単位での被度の低下が生じた事はないが、卓状ミドリイシ類のホワイトシンドローム、枝状ミドリイシ類およびリュウモンサンゴで発症した感染症は、発症した地点のサンゴ被度が減少させた。

(4) その他のかく乱要因

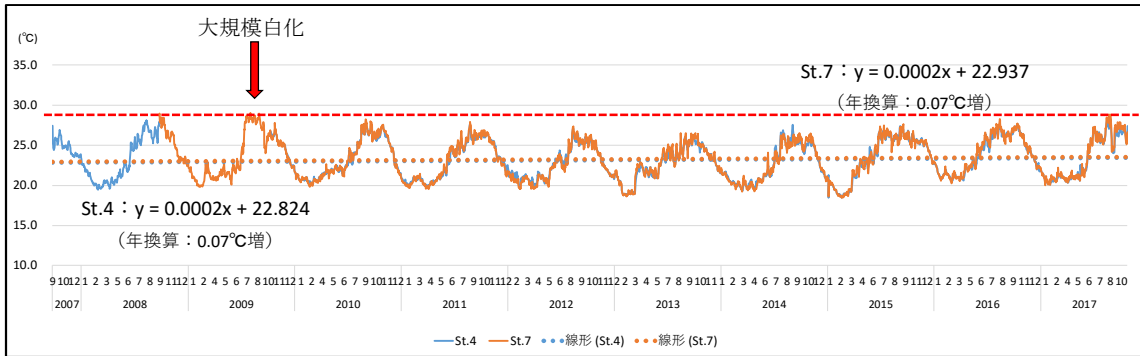
その他、被度に影響を与えるようなかく乱要因は認められなかった。

3. 水温の変化

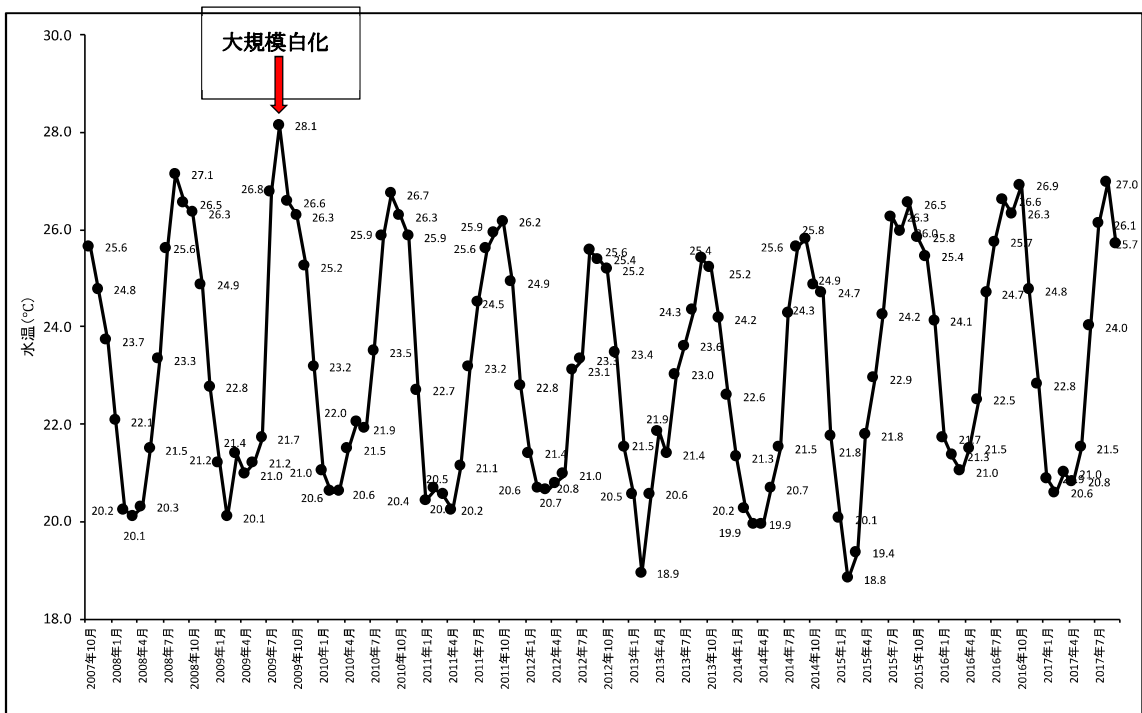
図V-1-9-13に地点4（父島宮之浜）と7（父島巽東海岸）における毎時水温の経年変化を、図V-1-9-14に地点4における月平均水温の経年変化を示す。

2004年から2017年までにおいては、2009年8月にのみ高水温による大規模な白化現象に見舞われた。水温も同年8月が最も28℃台の高い値を記録しているが、30℃には満たず、本サイトのイシサンゴ類の白化が、南西諸島と比較して低い水温レベルで生じる可能性が示唆される。現在、高水温による白化は各海域の週積算高水温に依存することが一般的になりつつあり、小笠原諸島においても基準値を設定していく事が重要と思われる。

図V-1-9-14から、夏季の月平均水温は、ピークと白化年が重なった2009年から減少し、2013年で最も低くなった後、上昇傾向に転じている。この水温の連続的な変化の傾向は興味深い、果たして周期性を伴う現象なのか、またその要因も含めて現時点では不明である。いずれにしろ、ここ数年は夏季に水温の高い傾向にあるため、高水温による白化に対して警戒が必要と思われる。



図V-1-9-13 地点4(父島宮之浜)及び地点7(父島巽東海岸)における水温の経年変化.



図V-1-9-14 地点4(父島宮之浜)における月平均水温の経年変化.

4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

図V-1-9-15 に、2004 年以降の本サイトの被度の変化と被度の減少に関与したかく乱イベントを示した。

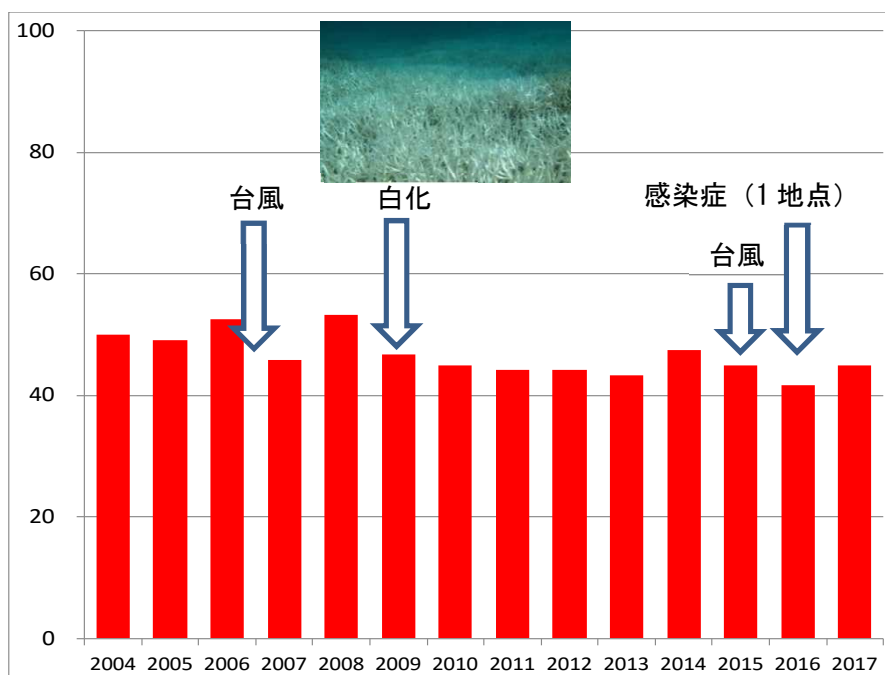


図 V-1-9-15 サイト 18：小笠原諸島におけるサンゴ被度の変化と主なかく乱要因.

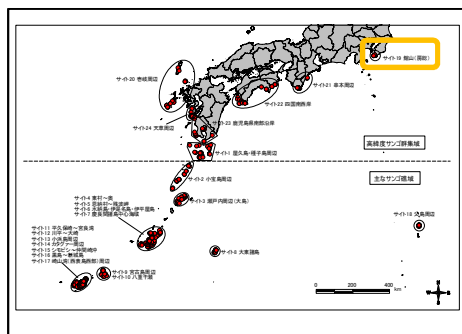
小笠原諸島では台風の波浪によるサンゴ被度の減少が 2 回、高水温による白化被害が 1 回、地点単位での感染症による死亡が 1 回生じている。しかし、いずれの場合にも減少幅は 10% 以下と小さく、その後 1～5 年程度で被度の回復が見られている。本サイトの平均サンゴ被度は 40～50% と比較的高い水準で維持されてきた。これは、インパクトの大きなかく乱（オニヒトデの大発生や、群落が半減するような大規模白化被害）が生じていない事によると考えられる。

したがって、今後警戒が必要なのはオニヒトデの大発生と大規模な白化である。これまで小笠原海域ではオニヒトデの観察自体が稀とされてきた。しかし、近年父島周辺では比較的広い範囲で観察され、更に二見湾奥では当調査における「多い～準大発生」レベルの高密度エリアが見つかった。小笠原ではこれまで無関係と思えたオニヒトデの大発生のリスクが潜在的にあり、今後のサンゴ被度の維持に対して致命的な影響を与える可能性があると考えられる。

高水温による大規模白化現象は、2003 年、2009 年と 2 回起きているため、近いうちに生じる想定が必要である。2009 年においては白化海域の範囲こそ、聳島列島から母島列島にかけて南北 100km に及んだが、父島周辺では主に西側海域と二見湾にのみ被害が集中した。つまり、日頃から水温の低い兄島瀬戸や東側海域では軽度であり、ほとんど死亡しなかった。兄島瀬戸及び東側海域は、上げ潮時に水温が著しく低下するため、湧昇流によって高水温が一時的に緩和され白化しにくい水温特性にある事が示唆される。おそらく 2009 年にはこの作用によって白化被害を免れたと考えられる。今後の白化現象が起こる年には同様のパターンが見られるのか、あるいは全く異なる被害パターンが生じるのか、注目していく必要がある。

サイト 19: 館山(房総)

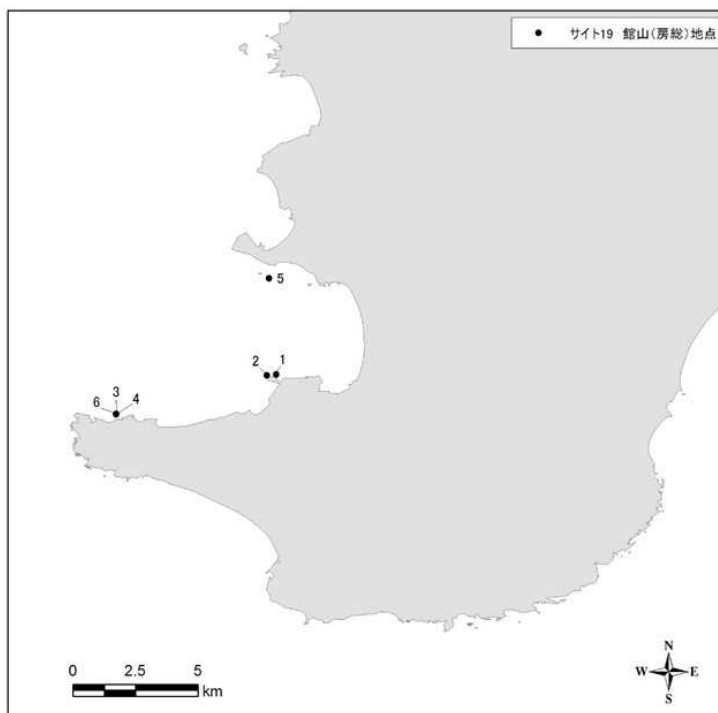
お茶の水大学 清本 正人
東京海洋大学 須之部友基



1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

この海域は房総半島の南部で、造礁サンゴの太平洋側の北限域にあたり、特に東京湾側(内房)にサンゴ群集の分布が知られている。サイト内の調査地点は、館山湾内に6地点を設置している(図V-1-10-1、表V-1-10-1)。



図V-1-10-1 サイト19：館山（房総）における調査地点位置図。

表V-1-10-1 サイト19：館山（房総）における調査地点一覧

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	沖ノ島①	3	坂田①	5	雀島
2	沖ノ島②	4	坂田②	6	坂田③

房総半島南部の館山平野周辺は、約 7,000～5,000 年前にはサンゴ礁が広がる浅い海であったが、その後、関東地方で繰り返し起こった大地震を伴う地殻変動によって隆起した。そのため、海食崖下には 3～4 段の海成段丘が形成され、サンゴや貝の化石を含む海成層が海拔 20m 以上にも達している。館山湾付近の海拔 15～20m の地点には化石サンゴ層があり、本州唯一の隆起サンゴ礁として地質学上重要である。特に館山市沼のサンゴ層は良く保存されており、地層中から約 100 種のイシサンゴ類が確認されている。

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

調査地点は南房総国立公園（図 V-1-10-2）の中に位置し、調査地点の海域は普通地域になっている。

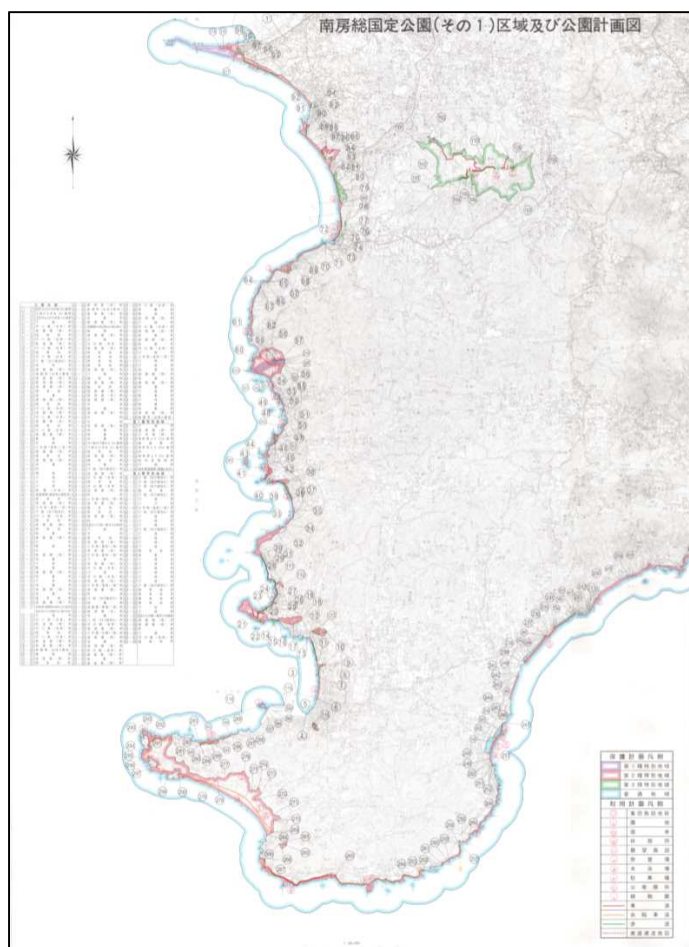


図 V-1-10-2 南房総国立公園区域図館山湾周辺（千葉県 HP より）

(<https://www.pref.chiba.lg.jp/shizen/kouen/shizenkouen/documents/minamibousoukuikizu1.pdf>)

調査地点の沿岸は、沖ノ島島嶼部が第 1 種特別地域のほか、第 2 種特別地域や普通地域になっている。沖ノ島については、自治体、NPO、漁業協同組合、事業者などによる「沖ノ島について考える検討会議」が環境保全と活用のための調整を行っている。シュノーケ

リングなどによるサンゴの観察会が行われるなど、地域での認知度は上がってきているが、元々サンゴ群落の被度は小さく、特にサンゴを対象にした保全の対策は行われていない。

(3) サンゴ群集の分布の特徴

房総半島における造礁サンゴ群集の分布域は、半島西側の館山湾（館山市）から東岸のいすみ市までである。千葉県下に生息する造礁サンゴは 32 種、ソフトコーラルは 4 種であり、その分布域は、館山湾の坂田、波佐間、沖ノ島、大房地先に集中している。館山湾では、坂田から波佐間の水深 10～15m 地点で 25 種の造礁サンゴが確認されているが、水深 5m 以浅では沖ノ島と大房以外の海域では確認されていない。



地点 1（沖ノ島①）
エダミドリイシの比較的大きな群集



地点 2（沖ノ島②）
被覆状サンゴの間に卓状のミドリイシ群体



地点 3（坂田①）
被覆状、塊状サンゴの間に藻類が生育する



地点 6（坂田③）
ニホンアワサンゴの比較的大きな群集

図 V-1-10-3. 館山周辺の代表的なサンゴ群集.

2. サンゴ群集の変化

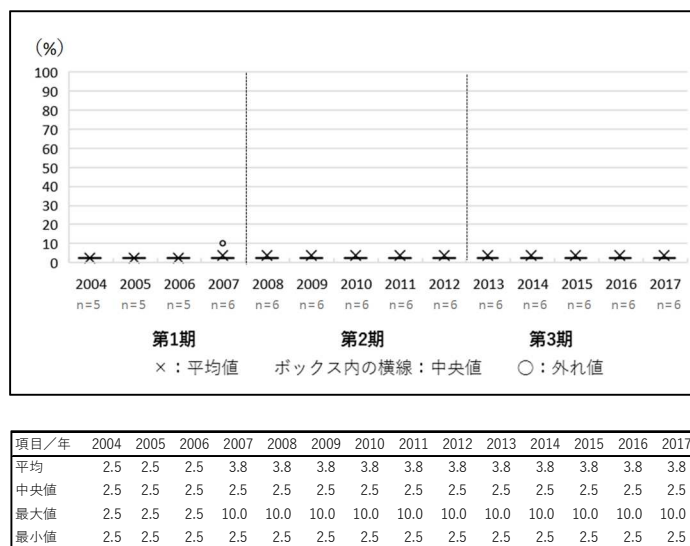
(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

サンゴ被度の経年変化を図V-1-10-4に示す。

調査を開始した2004年から5地点では5%以下で推移している。また2007年から調査している1地点は10%を維持している。

サンゴ被度はおおむね5%以下と低く、調査期間中この状態で安定して推移している。2007年に被度が少し増加しているのは、新たに見つかったアワサンゴの大きな群落（被度10%）を調査地点に加えたためである。

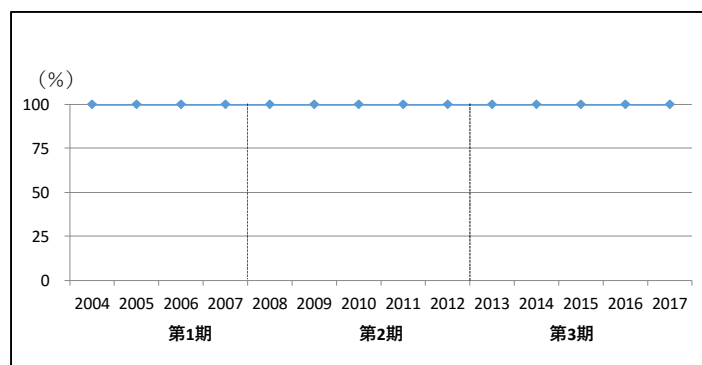


図V-1-10-4 サイト19：館山（房総）における2004年から2017年のサンゴ被度の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は下表を参照。

② 被度指数

最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数の変化を図V-1-10-5に示す。

いずれの地点も、きわめて低い被度ながら、完全に消失することなく維持されており、低被度の状態が最良値と考えられるため、被度指数は100%（「健全」）で推移している。

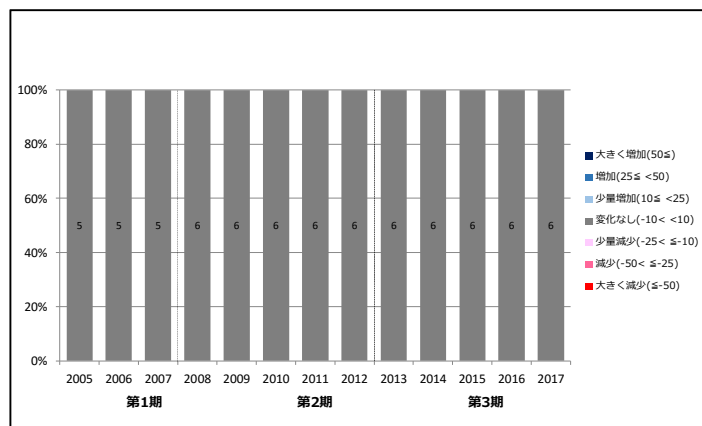


図V-1-10-5 サイト 19：館山（房総）における 2004 年から 2017 年の被度指数（最良時のサンゴ被度に対する割合）の変化.

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-10-6 に示す。

どの地点も被度の階級に変化は無いため、前年からのサンゴ被度の増減する地点は無かった。



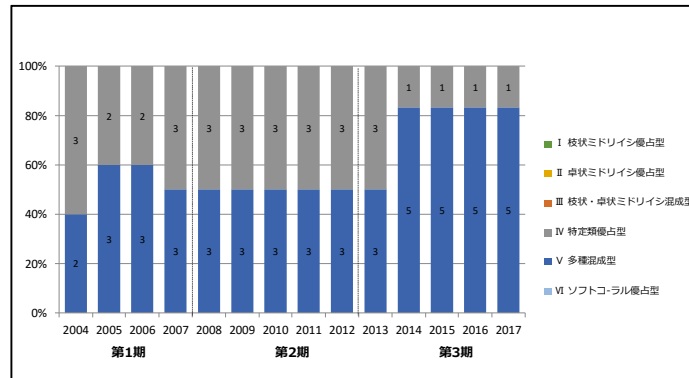
図V-1-10-6 サイト 19：館山（房総）における 2005 年から 2017 年の前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化.

(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図V-1-10-7 に示す。

3 地点でエダミドリイシ類が見られるが、数は少なく、基本的にキクメイシやその他の塊状や被覆状のサンゴからなる多種混成型である。残りの 3 地点は、アワサンゴが卓越して多かったためにこのサンゴによる特定類優占型としていたが、そのうちの 2 地点では 2014 年の調査からアワサンゴが大きく減少したため、多種混成型になった。



図V-1-10-7 サイト 19：館山（房総）における 2004 年から 2017 年の生育型別地点数の変化.

② 卓状ミドリイシ類最大長径

調査項目として卓状ミドリイシ類最大長径のデータは収集していない。

調査中に数群体のエンタクミドリイシ類が観察されているが、それらは年に 5cm 程度成長し、最大で 30cm ほどの大きさに達したものは確認されているものの、それ以上に成長したものは現在までに確認できていない。

③ 加入数

調査項目として加入数のデータは収集していない。

5cm 未満のミドリイシ属の小群体を見ることは非常に稀で、一部の地点で 1 群体か 2 群体見つかることがある程度であった。その中には、エンタクミドリイシ類に成長したのもあった。地点 3、4 ではアワサンゴの加入が見られることがあるが、定着していない。

(3) かく乱による被害

① 高水温／低水温による白化現象

調査期間中に高水温あるいは低水温による白化現象は確認されなかった。

② オニヒトデ

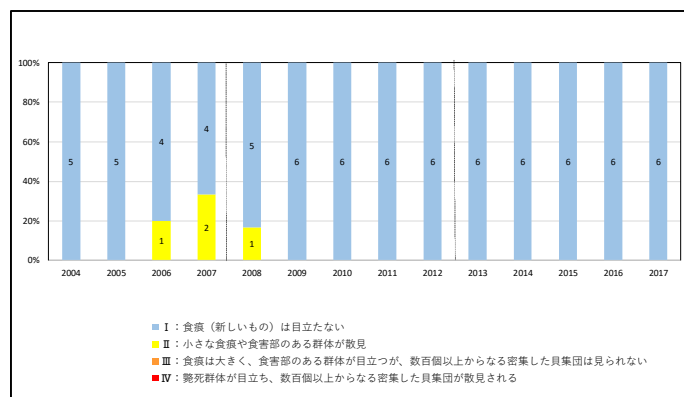
調査期間中にオニヒトデは観察されなかった。

③ サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝の発生階級の変化を図V-1-10-8 に示す。

シロレイシガイダマシ属の貝による食害は観察されていないが、イセカセンによる食害が、2007 年頃に一部の地点のキクメイシやトゲイボサンゴなどで見られた。数個の貝が新しい 10cm 程度の食痕を残すくらいの小規模なものであったが、サンゴ群体自体が小さいために、2～3 年続くと群体の半分程まで食害されることもあった。イセカセンは少数ながら

毎年確認されるが、その食害は目立たない。



図V-1-10-8 サイト 19：館山（房総）における 2004 年から 2017 年のサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化.

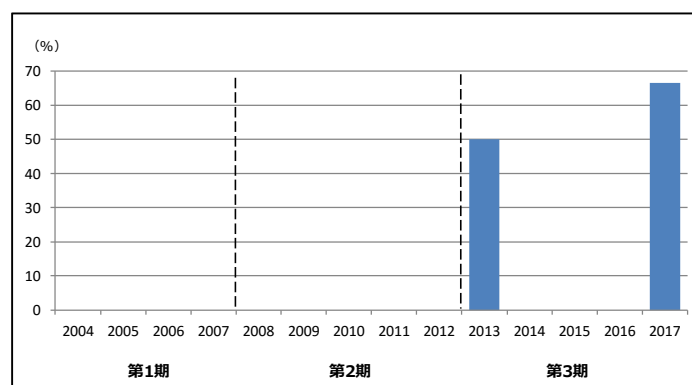
④ 堆積物 (SPSS 値)

調査項目として堆積物の計測は実施していない。

⑤ 台風

台風の被害が確認された地点数の変化を図V-1-10-9 に示す。

本サイトでは、台風などの波浪によるものと見られる一部の群体の損傷が観察された。特に 2017 年 10 月の台風では、大きく損傷したものが目立ったが、影響の小さい群体が多かったため、全体の被度に影響することはなかった。波当たりを受けにくいところに生えているものが残っている可能性がある。



図V-1-10-9 サイト 19：館山（房総）における 2004 年から 2017 年の台風被害発生地点割合の変化.

④ 病気

病気と思われるサンゴ群体は観察されなかった。

(4) その他のかく乱要因

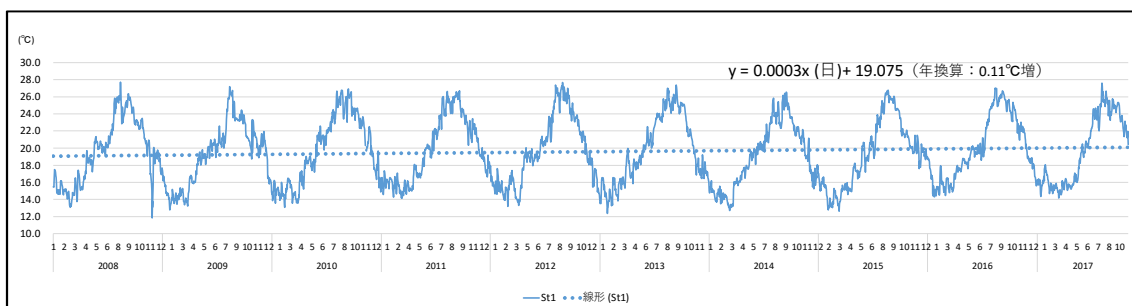
ニホンアワサンゴは、砂地に近いところのため、砂に埋もれて死亡する場合があった。また、温帯域の海藻との競合にもさらされており、海藻に覆われて衰弱するものも見られた。

3. 水温の変化

水温の変化を図V-1-10-10に示す。

本サイトでは、水温計を地点1に設置している。夏季は26℃を超え、一時的に28℃近くまで上昇する日があり、冬期は14℃を下回り、12～13℃まで降下する日があった。2010～2011年と、2015～2016年、2016～2017年の冬は13℃を下回る日が無かった。2010年からエンタクミドリイシ類が散見されるようになっており、特に冬期の温度の上昇傾向が継続するものなのかを注視している。

なお、水温データを用いて回帰分析を行うと「 $y=0.0003x(\text{日})+19.075$ 」となり、年に換算すると0.11℃の上昇傾向であった。



図V-1-10-10 サイト(19) 館山(房総)における2008年から2017年のデータロガーにより観測した水温の変化.

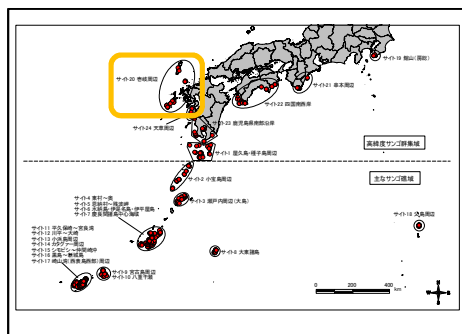
4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

本サイトのサンゴ群集は、被度は低く、加入もほとんど起こらない中、現存の群集が安定して生息しているため、消滅することなく低い被度のまま推移している。アワサンゴやアミメサンゴなどの小型の群体は、消滅と出現をある程度の頻度で繰り返して維持している可能性もある。サンゴ以外では、長期的な傾向として、海底を優占して覆っていた温帯性の海藻の衰退が、ここ10年程の間に明らかに進行している。このサイトの位置する千葉

県の海には、従来、深刻な磯焼はないとされてきたが、多くの調査地点では海藻が減少してきており、ほとんど見られなくなった地点もある。また、今の所、サンゴ被度に影響するものではないが、一部の調査地点で2010年頃からエンタクミドリイシが散見されるようになってきており、数年間成長し、30cmほどになっている。今後、グローバルな温暖化の影響として、温帯域海藻の減少とサンゴ群集の増加が更に進むことが予想される。サンゴ被度に反映されるには、まだ相当の時間がかかると思われるが、これまでの調査で見られなかった種、少なかった種の増加により、サンゴ群集の変化を捉えられるかもしれない。

サイト 20: 壱岐周辺

一般財団法人自然環境研究センター
木村 匡



1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

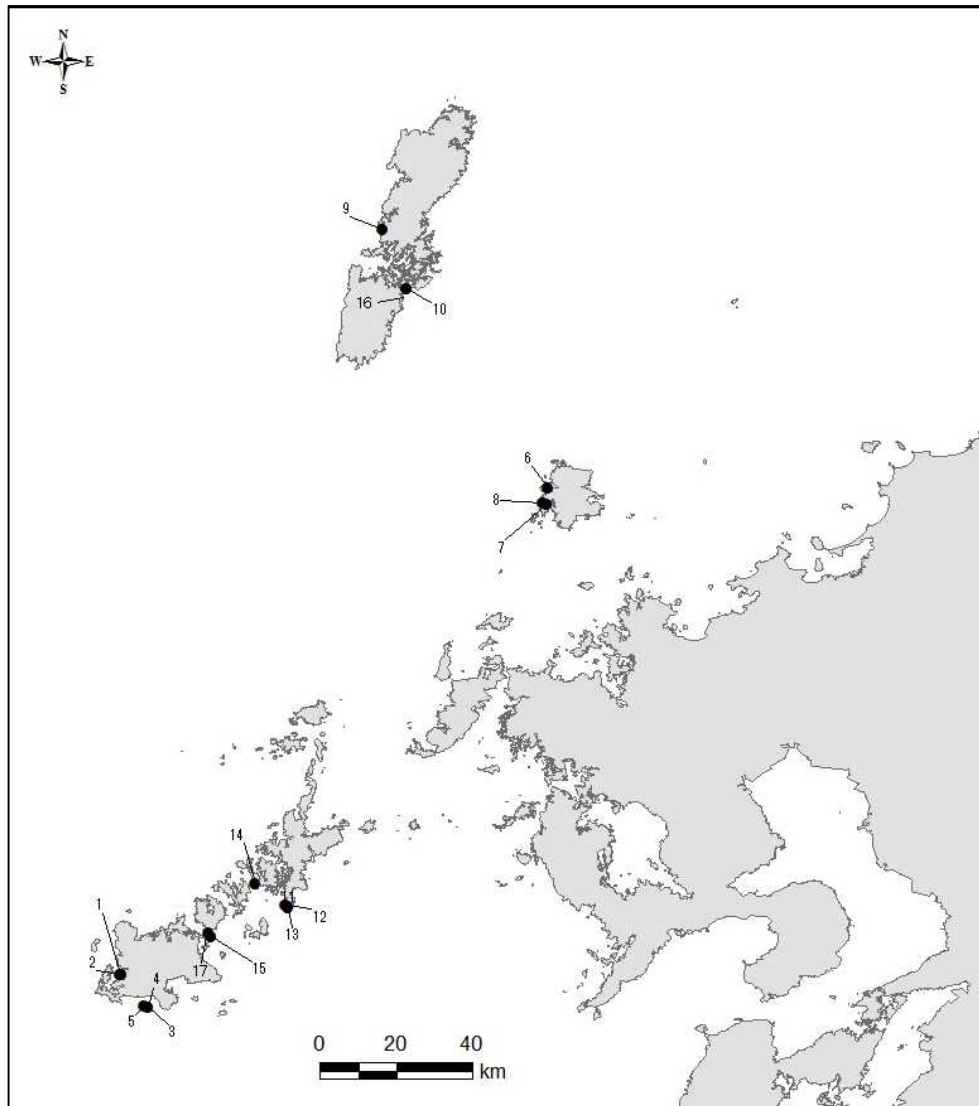
日本海では、島根県の隠岐群島、長崎県の対馬列島、壱岐、五島列島、男女群島などで、造礁サンゴの分布が確認されており、壱岐島では、日本の北限のサンゴ礁地形が報告されている。

このサイトは、対馬暖流の影響によりサンゴ群集が分布する、長崎県の五島列島及び壱岐と対馬を対象としており、日本沿岸のサンゴ礁の北限である壱岐の黒崎を含む。

調査地点は、五島列島の福江島に 2 地点、津多羅島に 3 地点、多々良島に 1 地点、中通島に 3 地点、若松島に 1 地点、壱岐に 3 地点、対馬に 3 地点の合計 16 地点を設置した（表 V-1-11-1、図 V-1-11-1）。

表 V-1-11-1 サイト 20：壱岐周辺における調査地点。

No.	地点名	島	No.	地点名	島
1	福江・布浦 (1)	福江島	9	対馬・瀬ノ浦	対馬
2	福江・布浦 (2)	福江島	10	対馬・太田浦 (1)	対馬
3	福江・津多羅島 (1)	津多羅島	11	中通島・三ツ瀬 (1)	中通島
4	福江・津多羅島 (2)	津多羅島	12	中通島・三ツ瀬 (2)	中通島
5	福江・津多羅島 (3)	津多羅島	13	中通島・三ツ瀬 (3)	中通島
6	壱岐・黒崎	壱岐	14	若松島・滝ヶ原	若松島
7	壱岐・板浦	壱岐	15	福江・多々良島	多々良島
8	壱岐・神瀬	壱岐	16	対馬・太田浦 (2)	対馬



図V-1-11-1 調査地点位置図

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

五島列島は西海国立公園、壱岐及び対馬は壱岐対馬国立公園となっている。これらの国立・国立公園の海域には壱岐に3地区、対馬に2地区、五島列島に2地区(5か所)の海域公園地区がある。

(3) サンゴ群集の分布の特徴

この海域でサンゴの種類数が多いのは、濁ってやや透明度が低い内湾部であり、水深1～5m付近では、塊状のトゲキクメイシ属(*Cyphastrea*)、キクメイシ属(*Favia*)、カメノコキクメイシ属(*Favites*)、コカメノコキクメイシ属(*Goniastrea*)、葉状のキッカサンゴ属(*Echinophyllia*)やカワラサンゴ属(*Lithophyllon*)が多く見られ、局所的に枝状のミド

リイシ属 (*Acropora*) が群生する地点もある。これらの種は、一つ一つの群体サイズが比較的大きく、狭い範囲にひしめき合うように生息しているため、サンゴ全体の被度は高いが生息種数は少ない。

本海域では少なくとも 22 属 39 種のサンゴが生息していると考えられ、ほとんどが亜熱帯～温帯域 (サンゴ礁～非サンゴ礁域) にかけて広く分布する種であるが、特にタバネサンゴ (*Caulastrea tumida*)、シモフリカメノコキクメイシ (*Favites russelli*)、ウネカメノコキクメイシ (*Goniastrea australiensis*)、ミダレノウサンゴ (*Platygyra contorta*)、キクメイシモドキ (*Oulastrea crispata*) などサンゴ礁域よりも非サンゴ礁域で普通に見られる種がよく観察される。また、非サンゴ礁域のみで知られる種、エダミドリイシ (*Acropora tumida*)、ヒメエダミドリイシ (*A. pruinosa*)、ニホンアワサンゴ (*Alveopora japonica*) も見られる。

調査地点 6 (壱岐・黒崎) 及び 9 (対馬・瀬ノ浦) には小規模なサンゴ礁地形が形成されており、ミドリイシ類の他にキクメイシ類等の造礁サンゴ類が分布し、多様性が高い。また、地点 1、2 では枝状のエダミドリイシ群集が優占し、地点 3～5 では卓状のミドリイシ類が優占している。



地点 3 (福江・津多羅島①)



地点 4 (福江・津多羅島②)



地点 7 (壱岐・板浦)



地点 13 (中通島・三ツ瀬③)

図 V-1-11-2. 壱岐周辺の代表的なサンゴ群集。

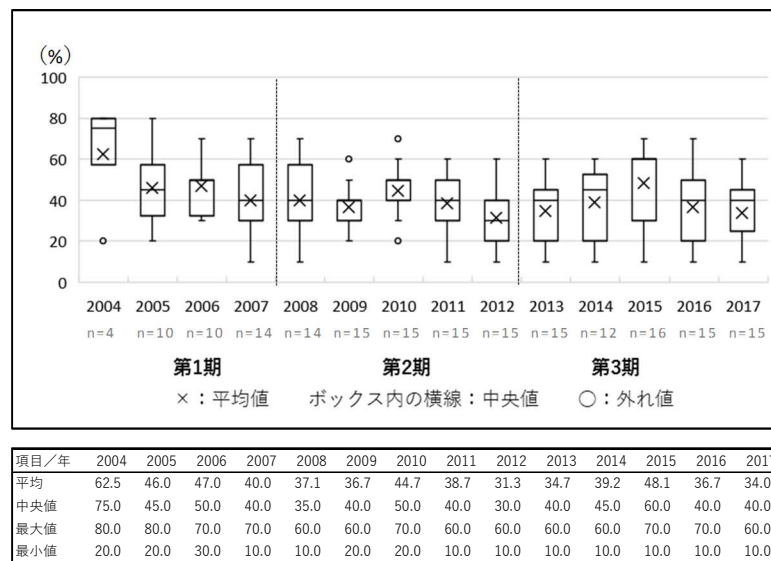
2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

本サイトにおけるサンゴ被度の経年変化を図V-1-11-3に示す。

平均サンゴ被度は、調査地点がほぼ確定した2007年に40%であり、その後40%前後を推移したのち、2012年に31.3%まで減少した。その後は徐々にサンゴ被度は増加し、2015年には平均サンゴ被度が48.1%となった。しかし、その後は減少に転じ、2016年には36.7%に、2017年には34%になった。

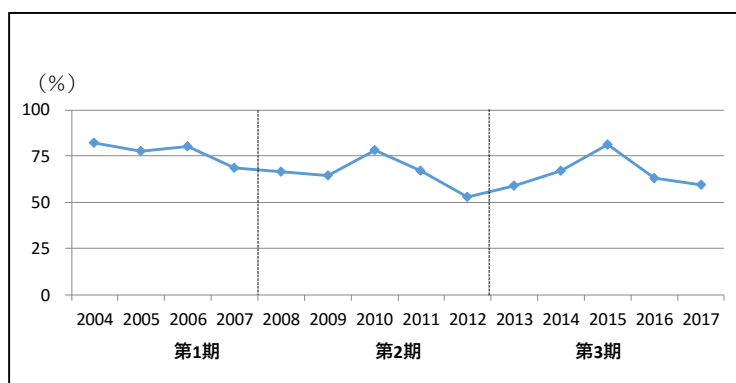


図V-1-11-3 2004年から2017年のサイト20：壱岐周辺におけるサンゴ被度の変化。箱ひげ図に示した平均値(x)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(o)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。

② 被度指数

最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数の変化を図V-1-11-4に示す。

被度指数は、調査を開始した2004年及び翌年の2005年には75%以上の「健全」な評価であったが、2007年に1ランク下の「やや良い」評価となり、2009年までは減少傾向にあった。2010年には被度指数は75%以上の「健全」ランクまで増加したが、その後は再び減少傾向となり、2012年にはこの期間中の被度指数が最低値である50%近くまで減少した。その後、再度増加傾向に転じ、2015年には被度指数75%を超えて「健全」ランクに戻ったものの、2017年には被度指数が60%程度にまで減少し、「やや良い」ランクとなった。

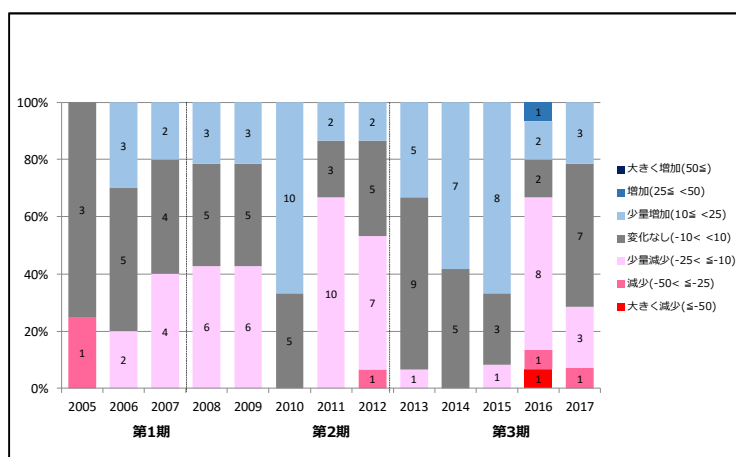


図V-1-11-4 2004年から2017年のサイト20：壱岐周辺における被度指数（最良時のサンゴ被度に対する割合）の変化。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-11-5に示す。

2006年から2009年までは、「少量減少」の地点が増加傾向にあったが、2010年は「少量増加」地点が2/3となり、減少した地点がなく、サイト全体としては増加傾向に転じた。しかし、翌年の2011年には増加地点と減少地点が逆転して、全地点の2/3が「少量減少」となった。その後は2015年まで減少地点が減るとともに増加地点が増え、サイト全体が増加傾向となったが、2016年には再び全地点の2/3が減少地点となった上に50ポイント以上大きく減少した地点も発生した。



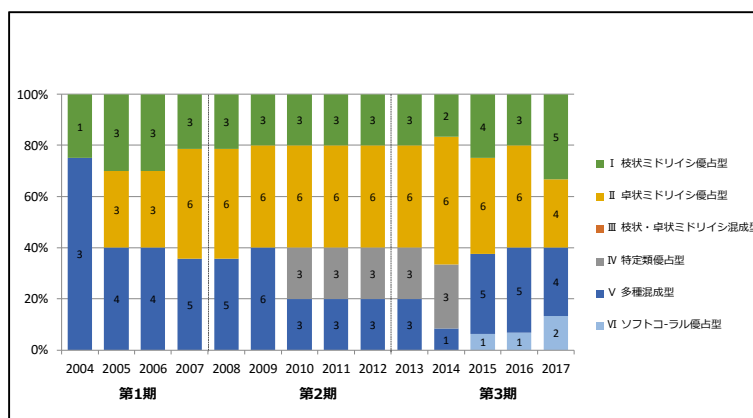
図V-1-11-5 2005年から2017年のサイト20：壱岐周辺における前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化。

(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図V-1-11-6に示す。

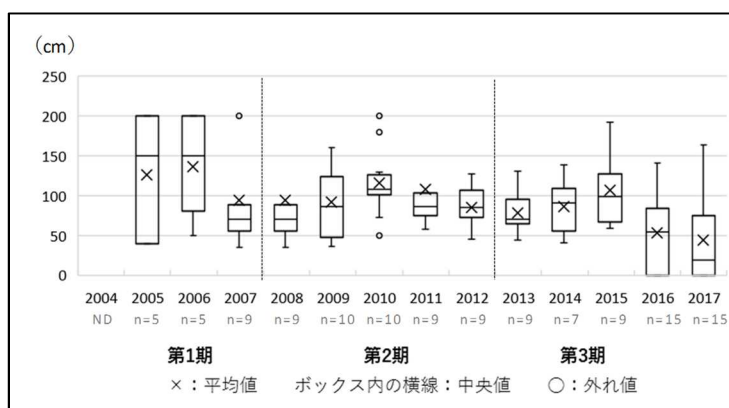
本サイトの生育型は、主に枝状ミドリイシ優占型と卓状ミドリイシ優占型、多種混成型で構成され、調査期間中に大きな変化はないが、サンゴ被度の増減が繰り返されていた2009年から2015年の間は、3地点が多種混成型から特定類優占型に変化していた。しかし、2015年にサンゴ被度がこれまでの最高値に達すると、特定類優占型がなくなり、枝状ミドリイシ優占型や多種混成型及びソフトコーラル優占型に変化していた。



図V-1-11-6 2004年から2017年のサイト20：壱岐周辺における生育型別地点数の変化。

② 卓状ミドリイシ類最大直径

卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図V-1-11-7に示す。



項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	ND	126.0	136.0	93.6	101.2	91.4	116.4	108.2	85.3	78.8	85.7	107.0	52.8	44.4
中央値		150.0	150.0	70.0	90.0	86.5	107.5	86.0	85.0	70.0	91.0	99.0	54.0	18.8
最大値		200.0	200.0	200.0	200.0	160.0	200.0	200.0	127.0	131.0	139.0	192.5	141.0	164.0
最小値		40.0	50.0	35.0	25.0	36.0	50.0	58.0	45.0	44.0	41.0	58.6	0.0	0.0

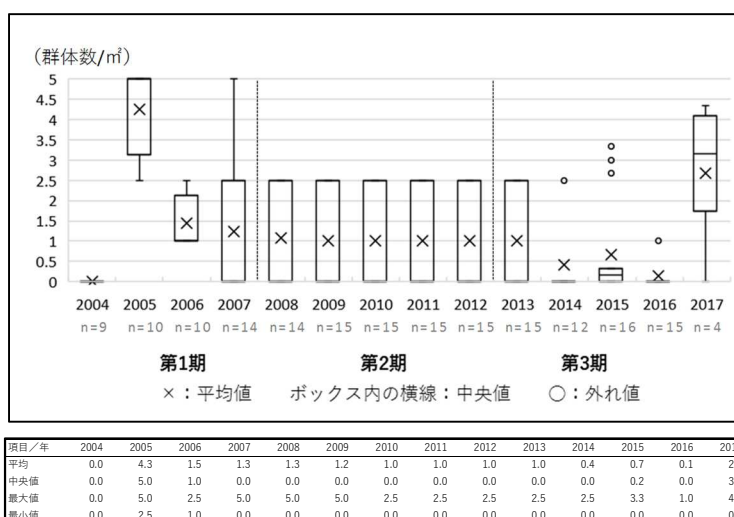
図V-1-11-7 2004年から2017年のサイト20：壱岐周辺における卓状ミドリイシ最大直径の変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。

卓状ミドリイシ類の最大長径の平均は、2006年に136cmであったが、2007年には93.6cmまで減少した。この時の最大値は2006年と同じく200cmであったが、2009年には160cmまで減少した。2010～2011年には再び最高値が200cmに達したものの、その後平均値は減少し始め、2013年には平均値が78.8cm、最大値が127cmにまで減少した。その後、やや増加傾向に転じ、2015年には平均値が107cm、最大値が192.5cmまで増加するが、2016年から再度減少傾向に転じ、2017年には平均値が44.4cm、最大値が164cmとなった。

③ 加入数

サンゴ類の加入数の変化を図V-1-11-8に示す。

本サイトでは、2005年に調査期間中最も高い加入数を示し、平均で4.3 群体/m²、最大値5.0 群体/m²であった。その後、2016年までは平均値が1.5 群体/m²以下でほとんど変わらなかったが、2007年から2009年までの3年間は最大値が5.0 群体/m²であった。2014年から2016年は他の時期に比べて低い加入数であったが、2017年はやや増加し、平均値が2.7 群体/m²、最大値が4.3 群体/m²であった。



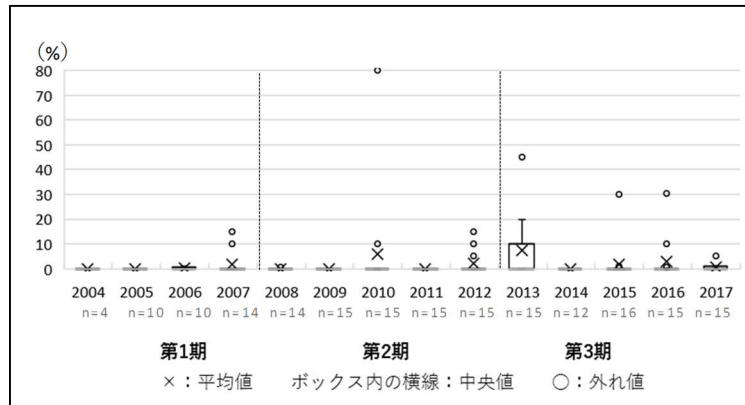
図V-1-11-8 2004年から2017年のサイト20：壱岐周辺における加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。

(3) かく乱による被害

① 高水温/低水温による白化現象

白化率の変化を図V-1-11-9に示す。

本サイトでは、2004年から2009年まではほとんど目立った白化現象は見られなかったが、2010年に一部で80%の高い白化率が確認された。また、2013年にも45%の比較的高い白化率が確認され、次いで2015年と2016年には最大30%の白化率を記録した。しかし、いずれの年も白化による死亡はほとんどなかった。



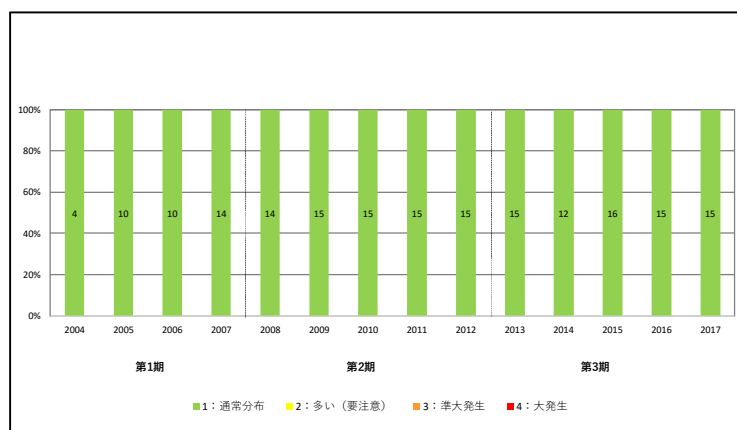
項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	0.0	0.0	0.3	1.8	0.0	0.0	6.0	0.0	2.0	7.3	0.0	1.9	2.7	0.7
中央値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
最大値	0.0	0.0	1.0	15.0	0.5	0.0	80.0	0.0	15.0	45.0	0.0	30.0	30.3	5.0
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図V-1-11-9 2004年から2017年のサイト20：壱岐周辺における白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は図下の表を参照。

② オニヒトデ

オニヒトデの発生階級の経年変化を図V-1-11-10に示す。

本サイトでは調査期間中、通常分布レベルのオニヒトデしか確認されておらず、今のところ大発生の兆しはない。

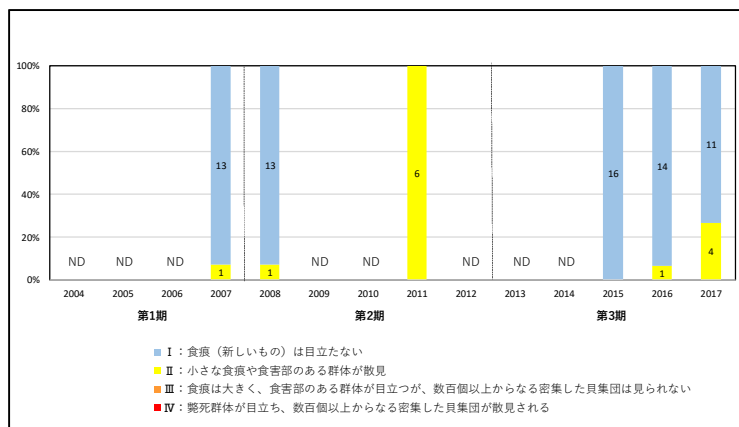


図V-1-11-10 2004年から2017年のサイト20：壱岐周辺におけるオニヒトデ発生階級別地点数の変化。

③ サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝の発生階級の変化を図V-1-11-11に示す。

本サイトでは、2011年にすべての地点で小さな食痕が散見されるレベルになっていたが、その他の年にはほとんど食害が確認されていない。ただし、2004～2006年と2009～2010年、及び2012～2014年は、サンゴ食巻貝のデータを記録していない。



図V-1-11-11 2004年から2017年のサイト20：壱岐周辺におけるサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化。

④ 堆積物 (SPSS 値)

調査項目として堆積物の計測は実施していない。

⑤ 台風

調査項目として台風の被害は記録していない。

⑥ 病気

調査項目として病気の記録はしていない。

(3) その他のかく乱要因

エダミドリイシにウニの一種であるガンガゼの食害が顕著であり、福江島の調査地点(布浦)では、対象としているサンゴ群集が一時は壊滅状態となった。

3. 水温の変化

図V-1-11-12にこのサイトにおける水温の変化を示す。

このサイトで比較的長期間水温を計測した地点9と14における水温データを回帰分析した結果、年換算では地点9で0.29℃の、地点14では0.26℃の増加が示された。

このことから、この海域では2010年から2016年の期間中、水温は増加傾向であったと思われ、今後もこの傾向が続くと予想される。

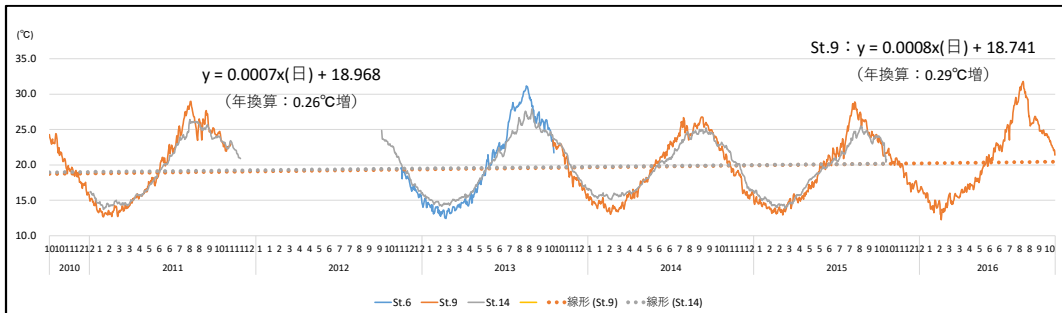


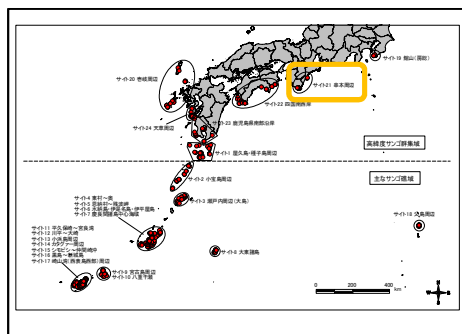
図 V-1-11-12 2010 年から 2016 年のサイト 20：壱岐周辺におけるデータロガーにより観測した水温の変化.

4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

本サイトは北限のサンゴ礁分布域として、エダミドリイシの群集が優占する地点やキクメイシ類やミドリイシ類等多様な種が分布する地点など、多様な調査地点を含んでいる。しかし、各調査地点のサンゴ群集は、分布が限定的で面積が比較的狭いため、一度大きなかく乱が起こると、サンゴ被度が急激に減少してしまうことがあり、今後も注視する必要がある。現在は、ガンガゼによる食害が大きなく乱要因になっているが、オニヒトデもわずかながら確認されており、限定的な群集にとっては大発生レベルの集団にならなくとも大きな被害を受ける可能性があるため、引き続き注視していく必要がある。

サイト 21: 串本周辺

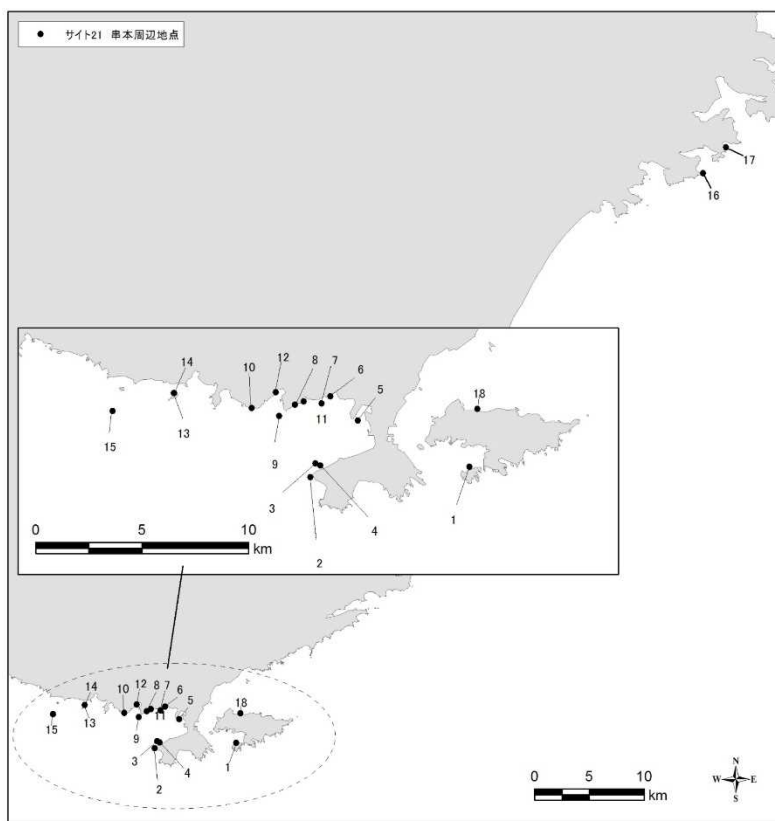
株式会社串本海中公園センター
平林 勲



1) サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

本サイトでは、本州最南端に位置する潮岬を中心に、その西側と東側で黒潮による影響が異なる。潮岬よりも西側の海域（地点 2～15）は、黒潮の分流である紀南分支流の影響を色濃く受けており、海洋における気候区分では亜熱帯海域に属する。一方、潮岬よりも東側の海域（地点 1、18）は黒潮の影響を比較的受けにくく、海洋における気候区分では温帯海域に属する。本調査では上記 16 地点に三重県の二木島海域公園地区（地点 16、17）を加えた計 18 地点においてモニタリングを実施している（図V-1-12-1、表V-1-12-1）。



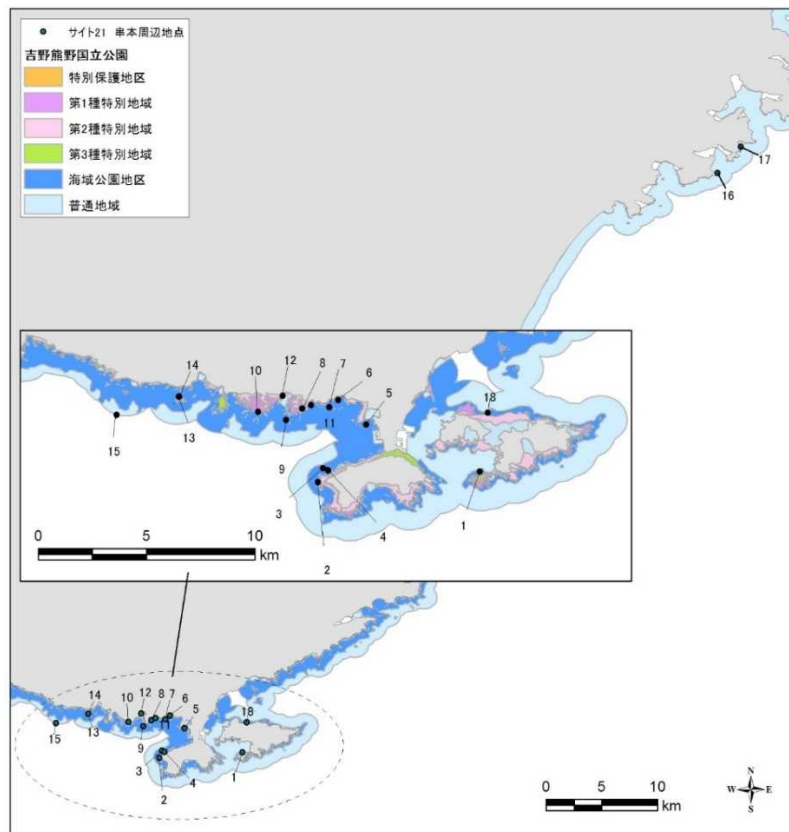
図V-1-12-1 サイト 21：串本周辺における調査地点位置図。

表V-1-12-1 サイト 21：串本周辺における調査地点一覧

No.	地点名	No.	地点名
1	通夜島	10	名近崎
2	住崎	11	展望塔前
3	グラスワールド①	12	有田湾
4	グラスワールド②	13	双島①
5	砥崎	14	双島②
6	高富湾奥	15	下浅地
7	高富	16	笹野島
8	錆浦	17	望月島
9	ヨボシ	18	紀伊大島ゾウバナ

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

本サイトでは、調査地点の多くが海域公園地区に含まれている（図V-1-12-2）。



図V-1-12-2 吉野熊野国立公園の指定区域とサイト 21：串本周辺のモニタリング調査地点。

また、串本海域公園はラムサール条約湿地であり、年に 1 回程度ではあるが町が主催となり地域の小学生向けの海洋生物に関するセミナーが開催されている。当サイト周辺にはダイビングポイントも多く、環境省のマリンワーカー事業や、地元の有志ダイバー達によるオニヒトデ駆除等も定期的に行われている。さらに、調査地点にもなっている双島(地点 14)では毎年リーフチェックチームによるリーフチェックやオニヒトデ駆除が行われており、19 年に及ぶ生物相の変遷がモニタリングされている。

(3) サンゴ群集の分布の特徴

紀伊半島におけるサンゴは、枯木灘側では和歌山県広川町鷹島以南、熊野灘側では三重県志摩市志摩町和具以南で記録されている。



地点 1 (通夜島)
オオナガレハナサンゴの群集



地点 8 (鑄浦)
クシハダミドリイシの群集



地点 8 (鑄浦)
スギノキミドリイシの群集



地点 15 (下浅地)
エンタクミドリイシやタイハイミドリイシからなる卓状ミドリイシ群集

図 V-1-12-3 串本周辺の代表的なサンゴ群集.

被度 1%以上の海域は、枯木灘側では白浜町権現崎以南、熊野灘側では那智勝浦町耳ノ鼻以南に分布し、串本町の東雨～田子にかけては被度 50%以上の高密度群集が分布する。ま

た、熊野市（吉野熊野国立公園の海域）や紀北町（公園外）では、被度 5%のサンゴ群集が確認されているが、その分布域は局所的である。紀伊半島におけるサンゴ類の分布の中心は潮岬以西の串本町にあり、当地を離れるに従って種数・被度共に低下するが、熊野灘側では潮岬を境に、値が急激に落ち込む。

2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

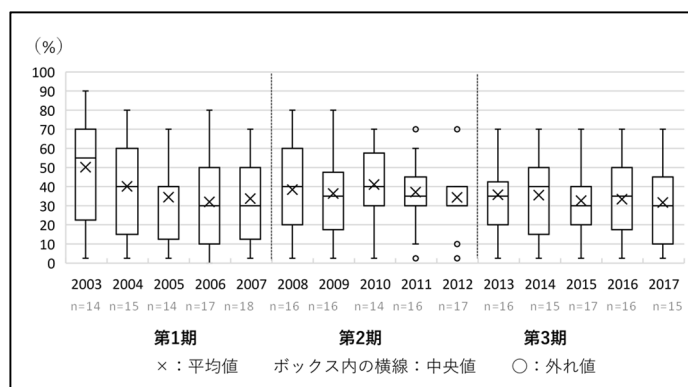
① サンゴ被度

本サイトにおけるサンゴ被度の経年変化を図V-1-12-4に示す。

2003～2007年（第1期）のサイト被度の平均値は38.2%、変動幅は32.1～50.2%で、2008～2012年（第2期）のサイト被度の平均値は37.5%、変動幅は34.4%～41.1%、2013～2017年（第3期）のサイト被度の平均値は33.8%であり、変動幅は31.7～35.8%であった。

2003～2017年を通じて、平均サンゴ被度の最大値は2003年の50.2%、最小値は2017年の31.7%であった。第1期は2003年から減少傾向を、第2期及び第3期はそれぞれの期間中あまり変化がなく、平均サンゴ被度は横ばいであった。しかし、2017年には最小値を示し、わずかながら減少傾向がみられた。

なお、当該サイトにおいては2018年冬季に異常低水温現象が発生し、サイト内のサンゴ被度が著しく減少した。2018年3月に実施した緊急調査では、本調査と同じ12調査地点における平均サンゴ被度が20%であり、2017年の最小値を更に下回っていた。



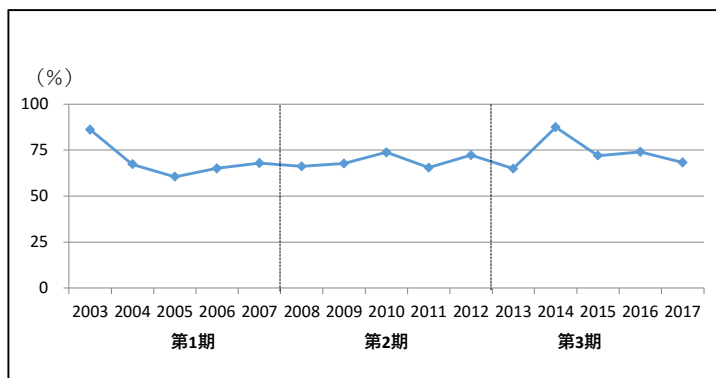
項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	50.2	40.2	34.5	32.1	33.8	38.4	36.4	41.1	37.2	34.4	35.8	35.5	32.6	33.4	31.7
中央値	55.0	40.0	40.0	30.0	30.0	40.0	35.0	40.0	35.0	30.0	35.0	40.0	30.0	35.0	30.0
最大値	90.0	80.0	70.0	80.0	70.0	80.0	80.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
最小値	2.5	2.5	2.5	0.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

図V-1-12-4 サイト 21：串本周辺における 2004 年から 2017 年のサンゴ被度の変化。箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は下表を参照。

② 被度指数

被度指数の変化を図V-1-12-5に示す。

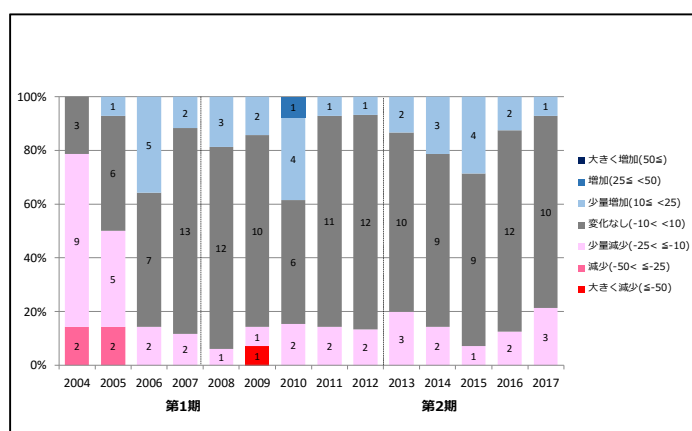
第1期のサイト被度指数平均値は69.4、変動幅は60.6～86.1、第2期の平均値は69.1、変動幅は65.6～73.8、第3期の平均値は73.4、変動幅は65.0～87.5であった。全期間を通して最大値は2014年の87.5で「健全」の評価、最小値は2005年の60.6で「やや良い」の評価であった。第1期は「健全」と評価される被度指数86.1を示した2003年から減少期、第2期は被度指数が大きく変わらず停滞期とみなされたが、第3期は2014年に「健全」まで増加した後、減少に転じた。第3期最終年度である2017年の被度指数は50～75であり、サンゴ群集の健全度が「やや良い」と評価されるが、2018年冬季に生じた異常低水温現象によりサンゴ被度が低下したため、サンゴ群集の健全度は更に低下したと思われる。



図V-1-12-5 サイト 21：串本周辺における 2003 年から 2017 年の被度指数（最良時のサンゴ被度に対する割合）の変化。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化を図V-1-12-6に示す。



図V-1-12-6 サイト 21：串本周辺における 2004 年から 2017 年の前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化。

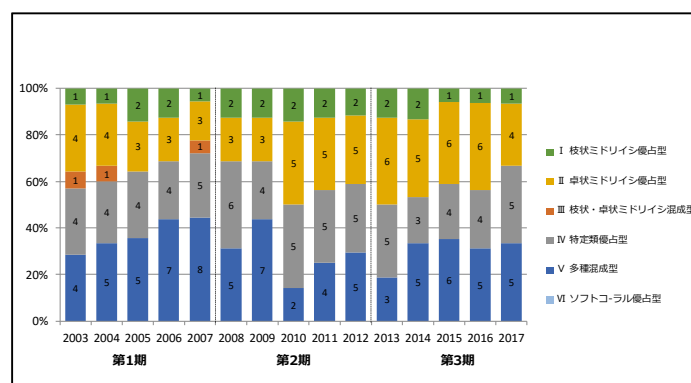
前年からのサンゴ被度の増減ランクを大きく増加（大きく増加+増加）、少量増加、変化なし、少量減少、大きく減少（大きく減少+減少）と区分すると、第1期は少量の増加はあったものの、大きな増加を見せた地点はなく、一方で2004年、2005年に2地点ずつ大きな減少を見せた。第2期には大きな増減はいずれも1地点ずつであり、第3期には大きな変化は確認されなかった。以上のことから、サンゴ群集に対するかく乱は2005年前後の第1期に集中しており、第2期以降は少量の増減はあるものの、大きなかく乱は比較的少なかったことがうかがえる。なお、当該サイトでは2018年冬季に異常低水温に伴う大きなかく乱を受けた。

(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図V-1-12-7に示す。

本サイトにおいてはこれまで台風やサンゴ食生物の大発生、また南方系種の定着に伴う優占種の置換により生育型にいくつか変化が認められた。第3期においては5地点（地点4、6、11、12、18）で生育型の変化が認められたが、その他の地点では2012年以降、群集組成の大きな変化は認められていない。第3期においては2013年から2014年にかけて特定類優占型の地点が減少し、他種混生型の地点が増加した。その後はいくつかの地点で生育型の変化は生じているものの、サイト全体としてはおおむね横這い状態で推移している。

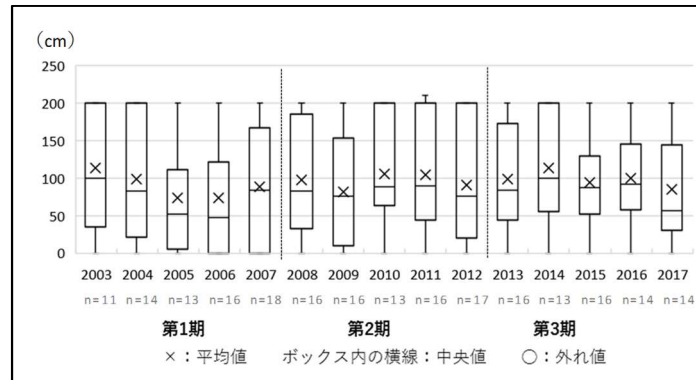


図V-1-12-7 サイト 21: 串本周辺における 2003 年から 2017 年の生育型別地点数の変化。

② 卓状ミドリイシ類最大長径

卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図V-1-12-8に示す。

2010年以降、2016年まではほぼ横這いで推移していたが、2016年から2017年にかけて中央値が大幅に低下した。この要因としては、例年の大型台風によるかく乱や土砂の流入に伴う大型の卓状ミドリイシ群体の斃死に加え、2017年末から2018年初頭にかけて発生した異常低水温によって、浅場のミドリイシ類が大きなかく乱を受けたことが考えられる。

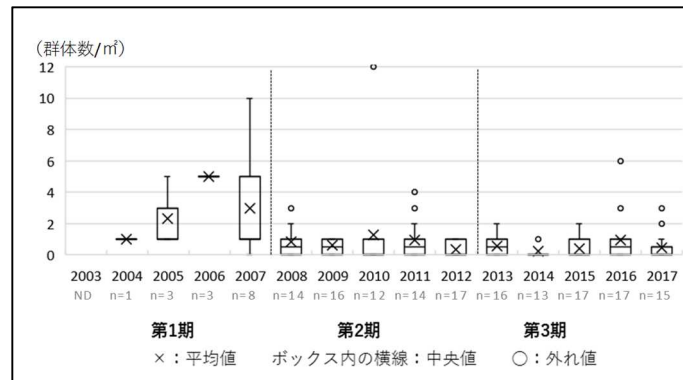


項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	114.09	98.9	79.5	73.5	88.3	97.5	85.8	105.3	104.9	90.9	98.8	113.2	94.7	99.7	85.4
中央値	100	82.5	60.0	48.0	83.5	83.0	76.5	88.0	90.0	76.0	84.0	100.0	87.5	91.8	57.1
最大値	200	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	210.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
最小値	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図V-1-12-8 サイト 21：串本周辺における 2003 年から 2017 年の卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は下表を参照。

③ 加入数

加入数の変化を図V-1-12-9 に示す。



項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	ND	1.0	2.3	5.0	3.0	0.9	0.6	1.3	0.9	0.4	0.6	0.2	0.4	0.9	0.5
中央値	ND	1.0	1.0	5.0	1.0	0.5	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0
最大値	ND	1.0	5.0	5.0	10.0	3.0	3.0	12.0	4.0	1.0	2.0	1.0	2.0	6.0	3.0
最小値	ND	1.0	1.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図V-1-12-9 サイト 21：串本周辺における 2003 年から 2017 年の加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は下表を参照。

各調査地点別の加入数の平均値は 0~0.9 の間で推移しており、全期間を通しての加入数のサイト平均はわずか 0.3 であった。さらに、加入数 10 以上の大量加入が確認されたのは 2 地点 (地点 5：2010 年、地点 10：2007 年) のみであった (図V-1-12-10)。以上のことか

ら、串本海域においてミドリイシ類の加入数は非常に低いものと思われる。一方、串本の西側の海域ではサンゴ被度が 30%を超える地点も多く（2017 年時点で 8 地点）、ミドリイシ類の一斉産卵も毎年観察されている。

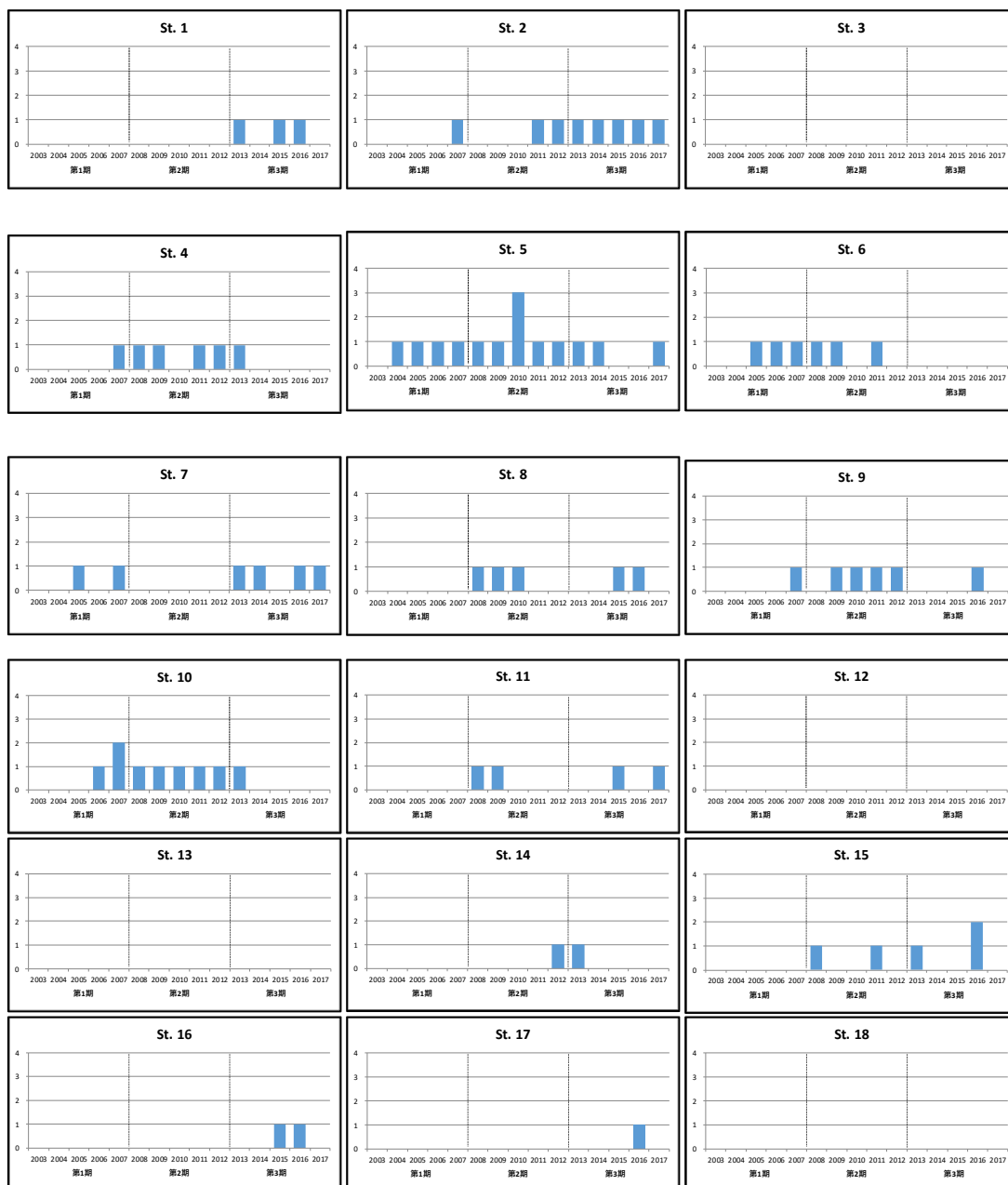


図 V-1-12-10 各調査地における 2003 年から 2017 年までの加入数ランクの変化. 加入数ランク 1 は加入群体が 0~5 群体、ランク 2 は 5~10 群体、ランク 3 は 10~20 群体、ランク 4 は 20 群体を超える加入数を示す。

しかしながら、ミドリイシ類の加入数は調査期間を通してほとんどの地点で極めて低く、このことから、有性生殖よりも無性生殖や群体の成長が当該海域におけるミドリイシ類の群集の維持に貢献しているものと推察される。従って、串本のサンゴ群集は、第3期においても回復の停滞期にあると言えるが、この要因としては加入数の低さと成長を妨げるかく乱要因が存在することによるものと思われる。

(3) かく乱による被害

かく乱による被害を示す項目として、白化現象、オニヒトデ、サンゴ食巻貝及びSPSSの変化を示す。

① 高水温／低水温による白化現象

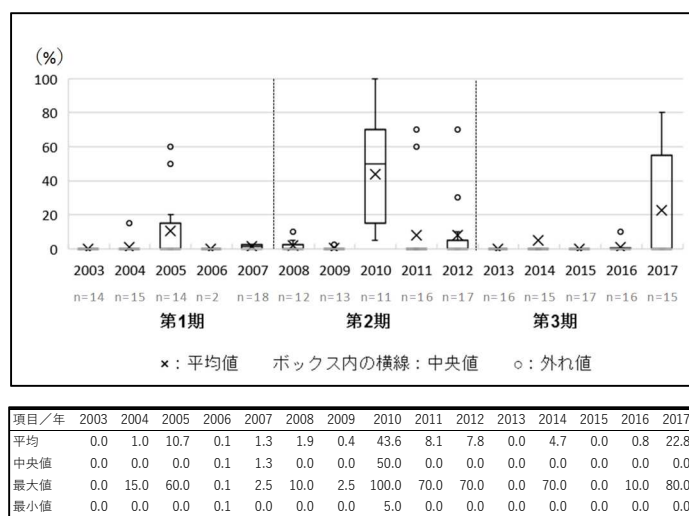
白化率の変化を図V-1-12-11に示す。

本サイトでは高水温に伴う顕著な白化現象が、2007年、2008年、2010年にそれぞれ記録されており、特に2010年の白化は内湾域を中心に多くの地点で50%以上の白化率を記録する大規模なものであった。2016年に2010年に次いで2番目に大規模な高水温による白化が生じたが、いずれも最終的な斃死率は5%未満であり、大部分は秋季のうちに回復が認められた。データロガーを設置している海中展望塔においては、串本海中公園センターによって40年以上にわたって表層水温の測温が行われており、白化現象は旬最高水温が28.7℃以上になると生じることが分かっている。2016年の表層水温の推移をみると、8月初旬より28℃以上の高い値で推移しており、8月7日以降29℃以上の高水温を14日記録した。さらに、8月の月平均水温は28.8℃と過去最高値を記録しており、8月と9月の旬平均水温は27.9℃であった。一方、過去最大の白化現象が生じた2010年は8月の月平均水温が28.5℃と2016年に比べてやや低いものの、8月と9月の旬平均水温は28.3℃と過去最大であり、2016年よりも長期にわたって水温の高い状態が続いたことが分かる。従って、当該海域においては、28℃以上の高水温状態が継続する期間によっても白化の規模が異なるものと推察される。

本サイトではこれまで、低水温による白化現象が度々記録されている。過去最大の白化となった1984年冬季を始め、2000年代では2005年、2011年、2012年に顕著な低水温による白化が記録されており、特に低潮線直下のミドリイシ類を中心に大規模な凍死被害をもたらした。2013～2016年までは低水温に伴う白化はほとんど記録されていなかったが、2017年末から2018年初旬にかけて1984年に次ぐ大規模な白化及び死亡が記録された。当該海域における冬季の低水温現象は黒潮の蛇行と関連することが知られているが、2017年は実に12年ぶりとなる黒潮の大蛇行が発生した。さらに冬季には例年のない強い寒波が本州上空に襲来したことで、各地で記録的な低気温が記録された。本来であれば紀伊半島西岸域には黒潮の分流である紀南分支流が流入しており、串本沿岸では15℃を下回る低水温を記録することはまれであるが、2018年冬季は黒潮が紀伊半島西岸から大きく離れ、さら

に記録的な寒波が重なったことで大規模なサンゴの白化被害をもたらしたと思われる。2018年3月に実施した緊急調査では、モニタリングサイト1000の調査地となっている11地点（地点1、2、4、5、6、7、8、9、11、12、16）のうち、串本の西側に位置する9地点（地点2、4、5、6、7、8、9、11、12）において15～65%ものサンゴ群集の死亡を記録した。死亡の要因としては、直接的な低水温や大潮の最干潮と大寒波が重なったことによる凍死に加え、低水温に伴う顕著な感染症の併発も認められた。一方、当該海域では13℃台の水温が20日以上続くとサンゴ類が大量死に至ると推察されているが、2018年冬季には13℃台の水温は2日しか記録されなかった。それにもかかわらず大規模なサンゴの大量死が起こった大きな要因として、これまでは記録されなかった低水温に伴う感染症の蔓延が挙げられる。

高水温に伴う白化現象は温暖化に伴い顕在化しつつあるが、本サイトでは今のところ最終的な被害は5%未満と軽微なものにとどまっている。一方、低水温による白化は頻繁に起こっており、黒潮の蛇行や大寒波、潮汐等の要因が重なることで時に大規模な斃死被害をもたらすことがある。第3期における最大のサンゴの死滅要因としては2018年冬季の白化が挙げられる。



図V-1-12-11 サイト21：串本周辺における2003年から2017年の白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は下表を参照。

② オニヒトデ

オニヒトデの発生階級の変化を図V-1-12-12に示す。

本サイトにおけるオニヒトデの観察数は2005年をピークに減少する傾向が確認されている。その発生階級は2008年以降ほとんどの地点が1（通常分布）で推移しており、駆除による個体群の制御はおおむね成功しているものと思われる。しかしながら、地点4（グラ

スワールド 2) では 2016 年以降オニヒトデの個体数が急速に増加しており、2017 年時点で観察数 (15 分換算) は 7 個体と発生階級も準大発生まで上昇している。地点 4 において観察されるオニヒトデは直径 20 cm 未満の小型個体が多く、また複雑に入り組んだサンゴ骨格の隙間に隠れているため、駆除を行うことが非常に困難である。他の地点においても、大型の個体は駆除されやすいため、観察されるオニヒトデのほとんどが 20 cm 以下の小型個体である。このことから本サイトにおけるオニヒトデ個体群は若い個体を中心としたものへと変化しているものと思われる。なお、オニヒトデは直径 20 cm 前後の個体においても再生産が可能であることから、当地においても再生産をしている可能性が高く、今後小型個体が中心に爆発的に増殖する可能性が潜在している。

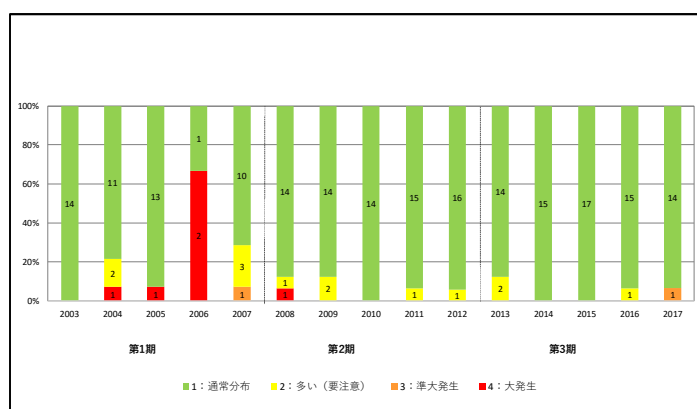


図 V-1-12-12 サイト 21：串本周辺における 2003 年から 2017 年のオニヒトデ発生階級別地点数の変化。

③ サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝の発生階級の変化を図 V-1-12-13 に示す。

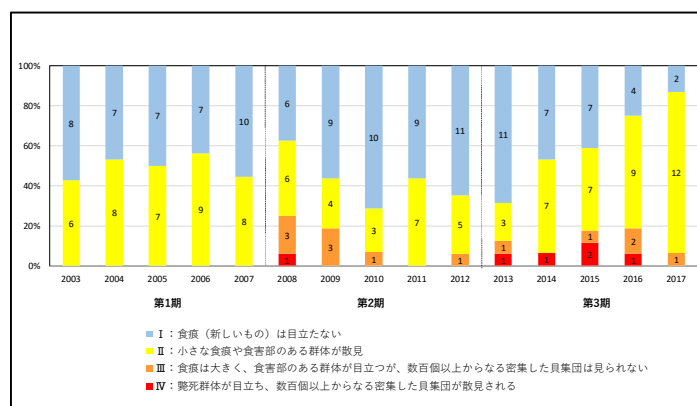


図 V-1-12-13 サイト 21：串本周辺における 2003 年から 2017 年のサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化。

串本西部海域では 2003 年以降、サンゴ食巻貝によるサンゴ被度の大幅な減少は確認されておらず、全期間を通して概ね小康状態にあるものと思われる。

2013 年以降発生階級 3 以上を記録した地点は 5 地点（地点 1、2、11、13、14）あるが、そのうち 2 地点（地点 11、14）を除き、2014 年には巻貝の個体数は減少しており、サンゴ被度の大きな減少も確認されなかった。一方、発生階級 4 を記録した 2 地点では恒常的にサンゴ食巻貝が多く捕食圧も強いものと思われるが、被害はいずれも 5% 以下にとどまっている。

④ 堆積物（SPSS 値）

SPSS 平均値の変化を図 V-1-12-14 に示す。

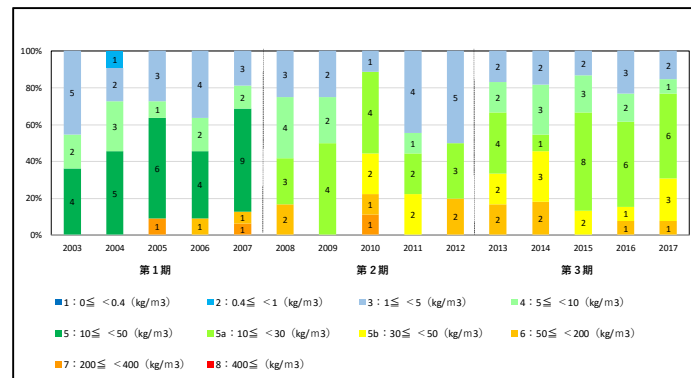


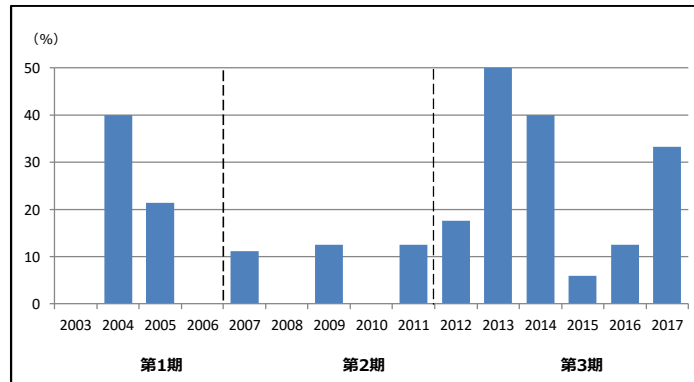
図 V-1-12-14 サイト 21：串本周辺における 2003 年から 2017 年の SPSS 階級別地点数の変化。

2013～2017 年にかけて SPSS 階級が 5 以上の高い値を記録したのは 4 地点（地点 1、6、12、18）である。これらの地点は内湾域に位置しており、また地点 1 を除いて河川からの強い影響を受けるが、ほとんどの地点ではサンゴ群集への影響も確認されていない。一方、地点 12（有田湾）では近年河川から流入する濁水が増加しており、底質も悪化傾向にあるため、今後 SPSS の増大が懸念される。

⑤ 台風

台風の被害が確認された地点数の変化を図 V-1-12-15 に示す。

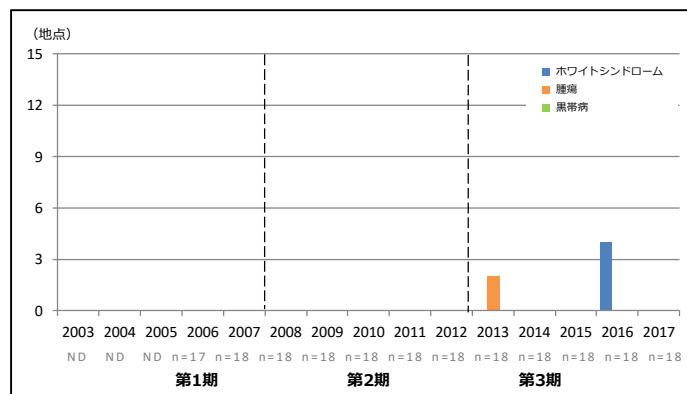
本サイトでは、ほぼ毎年台風によるサンゴの被害が確認されている。調査期間の中で特に被害が大きかったのは、2004 年であった。台風によるサンゴの被害は全期間を通して、最も大きなく乱要因となっている。



図V-1-12-15 サイト 21：串本周辺における 2003 年から 2017 年の台風発生地点数の変化.

⑥ 病気

病気ごとの発生地点数の割合を図V-1-12-16 に示す。



図V-1-12-16 サイト 21：串本周辺における 2003 年から 2017 年のサンゴの病気発生地点数の変化.

本サイトにおいてこれまで観察されている感染症は、パッチ症（仮称、主にミドリイシ類の群体表面に直径 5 cm 程のパッチ状死部が生じる）、白点症（仮称、スリバチサンゴ類に特有の感染症で、群体表面に直径 1 cm 程の円状白色斑が現れ、次第に斃死が進む）、腫瘍、ホワイトシンドローム、ピンク症（仮称、コブハマサンゴにピンク色のスポットが現れる）である。このうち 2013 年以降に顕著な被害が確認されたのは、パッチ症とホワイトシンドロームである。パッチ症は例年、稀に感染した群体が散見される程度であるが、2017 年冬季の低水温被害が起こった際には、卓状ミドリイシ類を中心に調査地の多くで蔓延しており、2018 年の緊急調査の際には多くの群体で斃死被害が確認された。また、2016 年にはパッチ症に加え、調査を行った 14 地点中 4 地点においてホワイトシンドロームが初確認された。

鯖浦（地点 8）においてはエンタクミドリイシを中心に、卓状ミドリイシ類の約 10%がホワイトシンドロームに感染したが、最終的な被害は 5%未満にとどまった。

2013 年以降に感染症が目立った年には夏季の高水温や冬季の低水温による白化現象が併発していることから、感染症は大規模な白化によりダメージを受けた群集において蔓延しやすいものと思われる。地点 7（高富）では、大規模なクシハダミドリイシの群集がパッチ症により消滅した前例があるため、今後の動向を注視している。

（４）その他のかく乱要因

その他のかく乱要因としては、地点 12（有田湾）における濁水の流入による底質の悪化が挙げられる。当該海域では、荒天時には河川から大量の濁水が流入する。また、地形的要因及び港湾整備等により閉塞した環境にあるため、海底に堆積した泥は流出しづらく、堆積が顕著である。2017 年までにククメイシモドキを除く水深 3m 以浅のサンゴ類のほとんどが消滅した。

3. 水温の変化

水温の変化を図 V-1-12-17 に示す。

本サイトでは、地点 5 と 13 に設置した水温データの回帰分析を行い、2008 年から 2017 年の計測期間中、年換算で 0.01℃の上昇傾向が見られた。

串本海域では串本海中公園展望塔および地点 13（双島 1）にデータロガーを設置しているが、いずれも台風に伴うロガーの消失やロガーの故障等に伴う欠損値が多く、正確に比較することが困難であった。そこで、ここでは串本海中公園センターが独自に実施している海中展望塔表層水温の観測データを用いて、2003 年から 2017 年までの水温変動を図 V-1-12-18 に示す。

2003 年以降、串本における年平均水温はほぼ横這いで推移している。2010 年までは平年値（21.4℃）よりも高い値で推移したが、2011 年以降年、平均水温は急激に低下し 2013 年以降はほぼ平年値と同様の値で推移した。なお、黒潮が紀伊半島から離岸した 2005 年は、平年値よりも 0.5℃低い 20.9℃、過去最大規模のエルニーニョ現象により世界規模で高水温が記録された 2016 年には、平年値よりも 1.1℃高い 22.5℃の年平均水温を記録した。

一方、7 月から 9 月までの夏季平均水温はやや上昇傾向で推移している。2012 年までは平年値（26.4℃）を上回る値で推移し、年々上昇傾向にあったが、2013 年から 2015 年にかけては平年値と同等か平年値以下に低下、2015 年には平年値を 0.7℃下回った。しかしながら、2016 年には再び平年値を 0.8℃上回る過去最高値を記録、2017 年も平年値を大きく上回った。なお、2005 年と 2013 年は黒潮の離岸や台風の大量発生、2014 年と 2015 年には雨天が続いたことによる日照不足が夏季平均水温の低下を招く要因となったものと思われる。

1 月から 3 月までの冬季平均水温はやや低下傾向で推移している。水温は 2007 年をピー

クに年々低下しており、黒潮が大きく離岸した 2005 年と 2018 年にはそれぞれ平年値 (17.0℃) を 1.4℃と 1.6℃下回る値を記録した。黒潮がやや離岸傾向にあった 2014 年冬季においても平年値を下回る水温が記録されていることから、当該海域における水温の変動には黒潮の流路が大きく関わっているものと思われる。

2003 年から 2017 年までの水温の推移をみると、年平均はほぼ横這いで推移しており、顕著な温暖化や寒冷化の傾向は認められない。しかしながら、夏季平均水温はやや上昇傾向、冬季はやや低下傾向を見せており、サンゴ群集が水温ストレスに晒される機会は徐々に増加傾向にあるものと思われる。

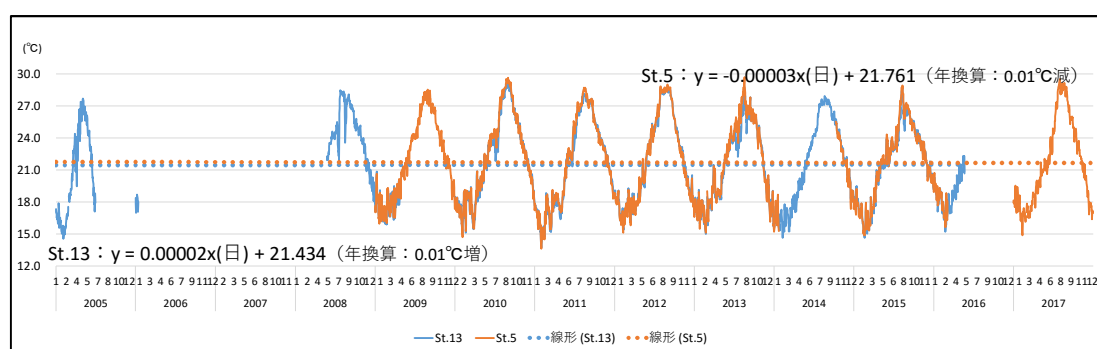


図 V-1-12-17 サイト 21：串本周辺において 2005 年から 2017 年の期間中データロガーにより観測した水温の変化。

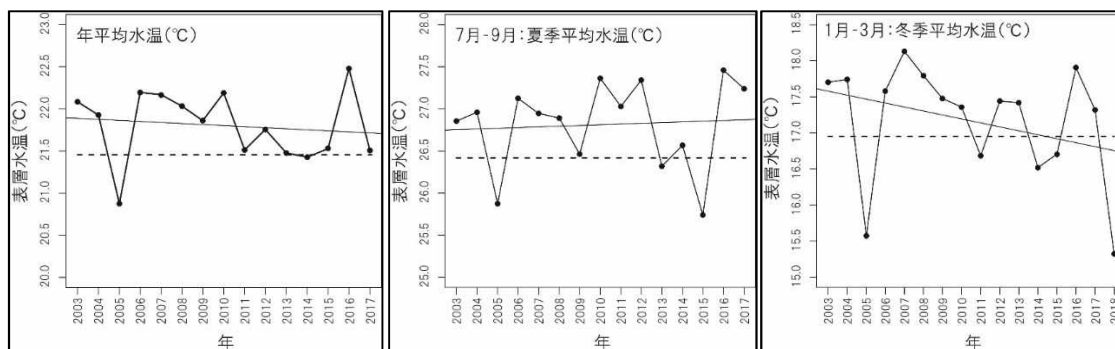


図 V-1-12-18 サイト 21：串本周辺の地点 8（鏑浦）における 2003 年から 2017 年までの海中展望塔表層水温（表層水温）の変化（冬季平均水温のみ 2018 年も含む）。それぞれ破線は平年値（30 年分の平均値）、●を通らない実線は近似直線を表す。

4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

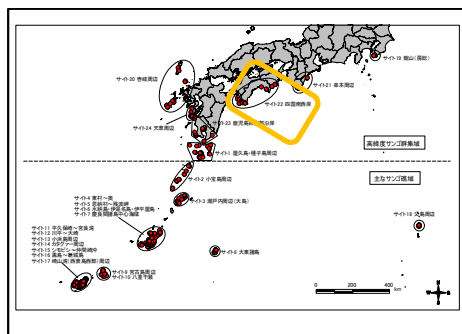
本サイトでは、2005 年以降はサンゴ被度の横ばい状態が続いており、サイト全体の平均被度の増加傾向はいまだ認められていない。これは、本サイトにサンゴの成長や加入を阻害するかく乱要因が存在することを示唆し、本調査の結果からはその主たる要因が台風であ

ると推察される。さらに、2017 年末から 2018 年初頭にかけて、黒潮の大蛇行と記録的な大寒波が重なったことによる異常低水温現象が発生した。これを受けて串本西部海域のサンゴ群集で 2018 年 3 月に実施した緊急調査では、サンゴ被度は 2005 年を下回る過去最低の値を記録した。また、小規模な黒潮の蛇行や離岸は度々発生したものの、1990 年以降高水温の状態が維持されたことにより、スギノキミドリイシを中心とした南方系のサンゴ類が定着し急速な増加を見せていた。しかし、34 年ぶりに発生した 2018 年の異常低水温現象は、低水温耐性の低い南方系のサンゴ類においても大きな被害を及ぼした。よって本サイトのサンゴ群集は今後、再び大きなかく乱によってさらに被度を減少させるか、もしくは現状を維持したまま横ばい状態となる可能性が高く、しばらくは低い被度で推移するものと思われる。

サイト 22: 四国南西岸

公益財団法人黒潮生物研究所

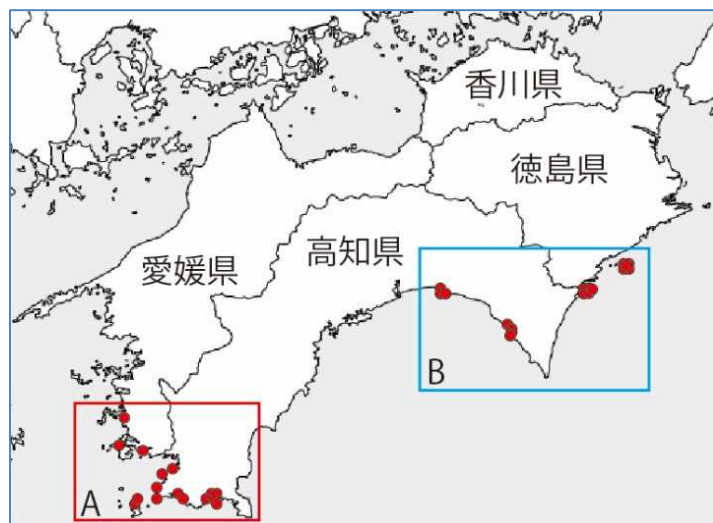
目崎 拓真



1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

この海域では、本来の正規調査サイトである四国南西部の海域（図V-1-13-1中のA、以下海域A）に加えて、ボランティアとの共同調査を実施している協力地点としての土佐湾中央部から徳島県南部にかけての海域（図V-1-13-1中のB、以下海域B）の2海域に大きく分かれる。

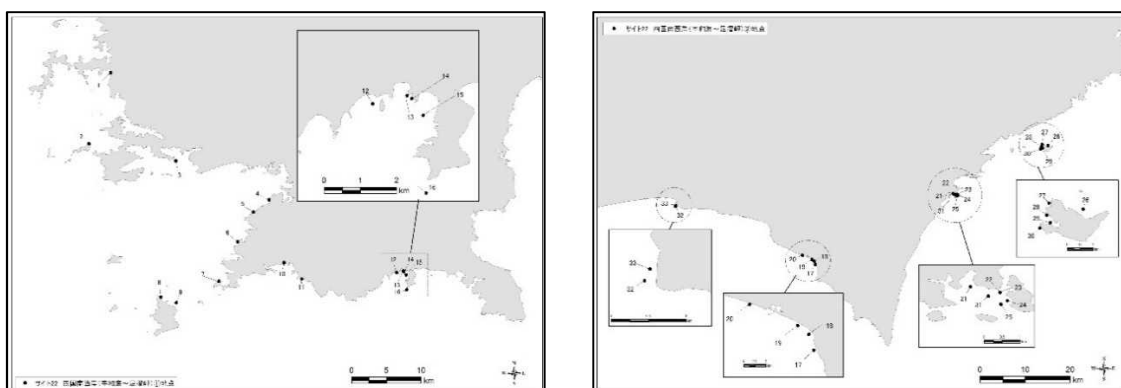


図V-1-13-1 サイト22の海域A：調査定点（16地点）と海域B：協力地点（17地点）

本来のサイト22の正規の調査地点は、海域Aに設置した16地点であるが（図V-1-13-2の左）、地元団体と黒潮生物研究所が共同で調査を実施する協力地点として17地点（当初の16地点に2017年から1地点追加）で調査を実施している（図V-1-13-2の右）。

海域Aの高知県側は、温暖な黒潮の影響を受けるため、南方系のサンゴ種が散見される。特に外洋側の地点では、クシハダミドリイシやミドリイシなど卓状ミドリイシ類が優占する群集が多く、内湾の地点ではスギノキミドリイシが卓越する枝状ミドリイシ優占群集とシコロサンゴなど特定類のサンゴが優占する群集及び塊状や被覆状サンゴが優占する多種混成の群集が見られる。

海域 B は海域 A と比較すると冬期の平均水温が低く、2016 年には徳島県海陽町竹ヶ島で低水温によって卓状ミドリイシ類やスギノキミドリイシなどが大量に斃死した。土佐湾側の外洋側ではクシハダミドリイシやミドリイシなど卓状ミドリイシが優占し、内湾的な環境ではスギノキミドリイシが卓越する枝状ミドリイシ優占群集が見られる。徳島県南部の紀伊水道側では、多種混成群集が多く、特異的に大型の塊状ハマサンゴ、ムカシサンゴ、シコロサンゴが見られる。内湾的な環境ではエダミドリイシやカワラサンゴが卓越する群集も見られる。



図V-1-13-2 調査サイト位置図。このサイトの本来の16調査地点を設置した四国南西岸海域A（左）と17協力地点を設置した四国南東岸海域B（右）

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

本サイトで正規地点を設置している海域 A の範囲は足摺宇和海国立公園に含まれ、モニタリング地点の一部が①鹿島、②沖の島、③尻貝、④檜西、⑤竜串海域公園地区内にある又は隣接している（図V-1-13-3、表V-1-13-1）。

表V-1-13-1 サイト内の海域公園

足摺宇和海国立公園(高知県・愛媛県)		
公園名	指定年	地点数と面積
沖ノ島海域公園(高知県宿毛市)	S47.11.10	(5ヶ所) 36.3ha
竜串海域公園(高知県土佐清水市)	S47.11.10	(4ヶ所) 49.1ha
檜西海域公園(高知県幡多郡大月町)	S47.11.10	(2ヶ所) 16.8ha
勤崎海域公園(高知県幡多郡大月町)	H7.8.21	(1ヶ所) 8.3ha
尻貝海域公園(高知県幡多郡大月町)	H7.8.21	(1ヶ所) 10.4ha
宇和海海域公園(愛媛県南宇和郡愛南町)	S47.11.10	(9ヶ所) 58.2ha
室戸阿南海岸国立公園(徳島県)		
阿波大島海域公園(徳島県海部郡牟岐町)	S46.1.22	(3ヶ所) 15.5ha
阿波竹ヶ島海域公園(徳島県海部郡海陽町)	S47.10.16	(2ヶ所) 9.9ha

協力地点を設置している海域 B の範囲は室戸阿南国立公園に指定されており、モニタリング地点の一部が⑥阿波竹ヶ島⑦阿波大島（牟岐）海域公園地区内にある又は隣接している。これらの公園地区では、オニヒトデ駆除やサンゴのモニタリングなどの保全事業が行われている（表V-1-13-2）。その他、愛媛県愛南町、高知県大月町、土佐清水市、徳島県海陽町では非営利団体等によるボランティアモニタリングであるリーフチェックが実施されている。



図 V-1-13-3 足摺宇和海国立公園図（①～⑤はモニタリングに係る海域公園地区）
 （出典： https://www.env.go.jp/park/common/data/25_ashizuri_map_j.pdf を一部改変）

表 V-1-13-2 サイト内の主な保全事業

行政区	事業名	実施主体
愛南町	マリンワーカー事業	環境省（宇和海海中資源保護対策協議会請負）
	宇和海海域公園サンゴ保護対策事業	宇和海海中資源保護対策協議会請負（県補助）
	水産多面的機能発揮対策事業	愛南サンゴを守る協議会（水産庁交付金事業）
大月町 宿毛市	水産多面的機能発揮対策事業	宿毛湾環境保全連絡協議会（水産庁交付金事業・ 県市町補助）
	大月パークボランティアサンゴ保全活動	足摺宇和海国立公園大月地区パークボランティア
土佐清水市	水産多面的機能発揮対策事業	みんなの海を育てる会（水産庁交付金事業）
	マリンワーカー事業	環境省（NPO 竜串観光振興会請負）
	土佐清水市補助事業	NPO 竜串観光振興会
香南市	香南市補助事業（手結オニヒトデ分布状況調査）	香南市・黒潮生物研究所・YASU 海の駅クラブ
竹ヶ島	竹ヶ島海域公園魅力化事業	海陽町

(3) サンゴ群集の分布の特徴

本サイトでは、サンゴ群集は日和佐町以南に分布し、特に徳島県の大島海域と竹ヶ島海域、高知県の室戸岬東岸ビシヤゴ礫付近に見られる。これらの海域で優占する種は、エダミドリイシ (*Acropora tumida*)、カワラサンゴ (*Lithophyllon undulatum*)、コブハマサンゴ (*Porites lutea*)、ミダレカメノコキクメイシ (*Goniastrea deformis*)、ウミバラ (*Physophyllia ayleni*)、オオスリバチサンゴ (*Turbinaria peltata*) などで、多くは被覆状の群集であり、エダミドリイシによる枝状の群集も見られる。



地点 1 (須ノ川) 足摺宇和海国立公園に設置した正規モニタリング地点



地点 7 (栢島) 足摺宇和海国立公園に設置した正規モニタリング地点



地点 21 (金目) 室戸阿南海岸国立公園に設置したボランティアによる協力地点



地点 23 (穴喰・海域公園 1 号地) 室戸阿南海岸国立公園に設置した協力地点

図 V-1-13-4 四国南西岸の代表的なサンゴ群集.

2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

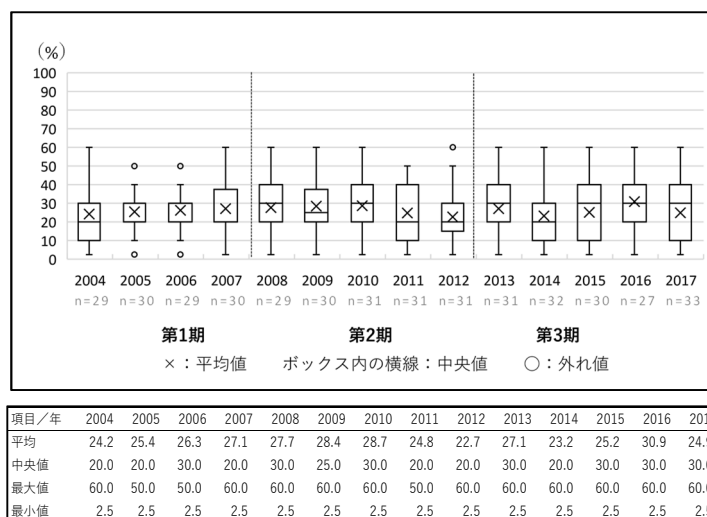
① サンゴ被度

本サイトのサンゴ被度の経年変化を図 V-1-13-5 に示す。

正規地点の海域 A と協力地点の海域 B を合わせたサイト全体の平均サンゴ被度は、2004 年から 2009 年まで緩やかに増加していた。しかし、2011 年から平均サンゴ被度は減少傾

向に転じ、2012年に過去最低の平均サンゴ被度 22.7%となった。これは、調査を開始した2004年から1.5ポイントの減少であり、2012年以前で最も被度が高かった2010年から6ポイントの減少であった。2010年から2012年にわたる平均サンゴ被度の減少は、2011年の徳島県南部に位置する牟岐大島西岸の2地点でオニヒトデの食害によるサンゴの壊滅、2012年の愛媛県南部の須ノ川で赤潮と推察されるサンゴの大量斃死が原因と考えられる。

2013年以降、正規地点海域Aの網代や竜串大渚、協力地点海域Bの奈半利5号堤や10号堤、竹ヶ島二子島で枝状ミドリイシ類や卓状ミドリイシ類が大幅に増えたことで、被度は増加に転じた。2014年は広範囲の地点で台風の影響を受け、平均サンゴ被度が低下した。2016年に本サイトとして初めて平均サンゴ被度が30%を超えたが、低被度の地点を5地点調査できなかったことが平均値に影響した結果であり、実際に大きくサンゴ被度が増加した地点はなかった。2017年の平均サンゴ被度は24.9%となった。これは、オニヒトデ、台風、低水温などのかく乱によって被度が低下した地点がある一方で、ミドリイシ類が増えてサンゴ被度が高くなった地点があったためであり、2004～2012年までと比較して大きな変化はなかった。

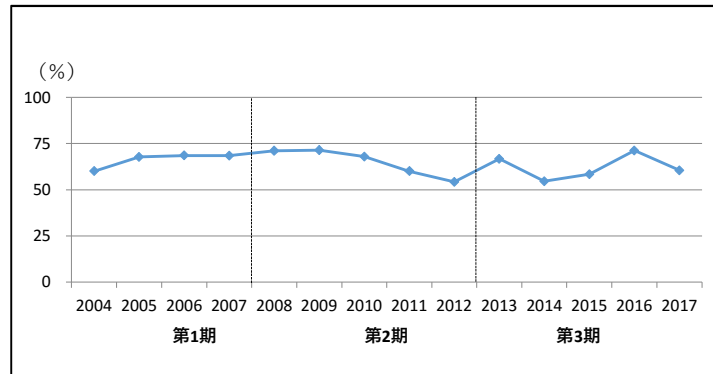


図V-1-13-5 サイト22：四国南西岸における2004年から2017年のサンゴ被度の変化. 箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は下表を参照.

② 被度指数

これらのサンゴ被度の変化を、最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数の変化で示したのが図V-1-13-6である。

本サイトの被度指数は、2004年には60.1%で評価は「やや良い」であり、その後2011年まで60～70%までの間を推移していた。2012年には54.3%と調査期間中最低値となったが、その後増減しながら2017年には60.6%となり、調査開始時と同程度まで増加した。



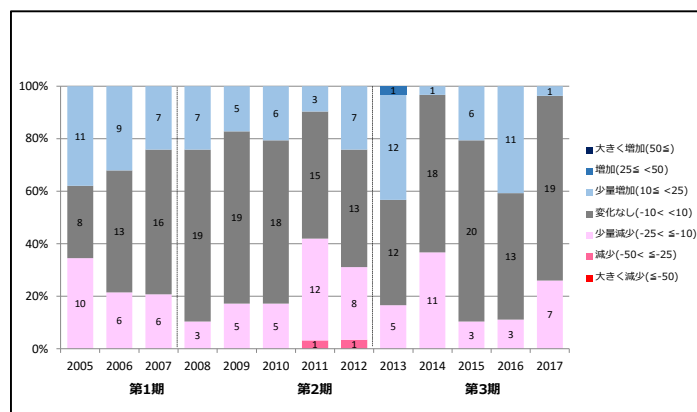
図V-1-13-6 サイト 22：四国南西岸における 2004 年から 2017 年までの被度指数の変化

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-13-7 に示す。

2013 年以降は、前年からのサンゴ被度が「大きく減少」及び「減少」した地点はなく、台風によるサンゴの剥離や破損の影響が大きかった 2014 年に「少量減少」した地点が 11 地点と最大であった。

一方、2013 年以降、前年から「増加」した地点は 2013 年に 1 地点で、それ以外の調査年では「少量増加」のみであった。2016 年に「少量増加」した地点は 12 地点であり、調査開始から最大であった。2016 年は白化などの影響はあったものの、台風やオニヒトデなど大きなかく乱がない年では、卓状ミドリイシ類など被度の増加に影響を与えるサンゴ類の生育状況がよく、被度の増加につながった。



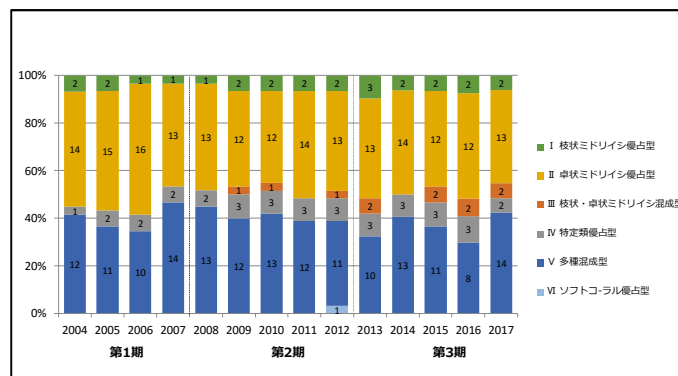
図V-1-13-7 サイト 22：四国南西岸における 2005 年から 2017 年までの前年からの被度の増減地点数の変化

(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図V-1-13-8に示す。

本サイトでは、ミドリイシや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と被度5%未満や内湾的な環境で多種混成型が多い。2014年は台風の影響で枝状ミドリイシ類の一部が消失し、高知県大月町網代と香南市大手の浜・海風荘下の2地点で枝状・卓状ミドリイシ混成型から卓状ミドリイシ優占型へ生育型が変化した。翌年の2015年には両地点のスギノキミドリイシ群集が順調に生育したため、生育型は枝状・卓状ミドリイシ混成型に戻った。2016年には多種混成型が前年の11地点から8地点に減少したが、多種混成型の調査地点が5地点未調査だったため、生育型が変化するような大きな乱はなかった。

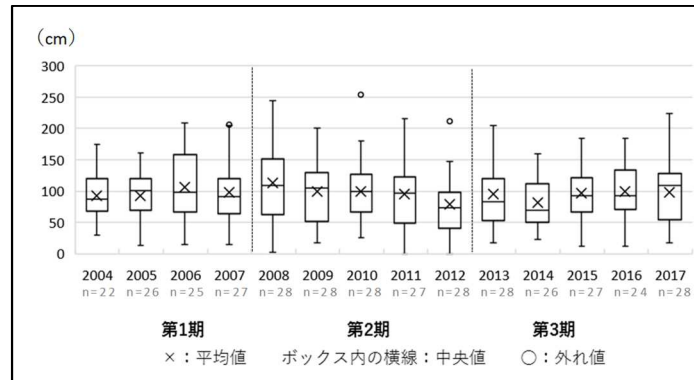


図V-1-13-8 サイト22：四国南西岸における2004年から2017年までの生育型別地点数の変化

③ 卓状ミドリイシ類最大長径

卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図V-1-13-9に示す。

本サイトにおける卓状ミドリイシ類の最大長径の変化は、サンゴ群集の回復経過のおよその目安になるが、全体的に大きな変化はなかった。2013年以降は卓状ミドリイシ群集の壊滅的な被害はなく、台風の影響で被度が低下するような卓状ミドリイシ類の剥離や破損がある地点でも、5群体程度は大型群体が残っており、最大長径の大きな変化につながらない場合が多い。



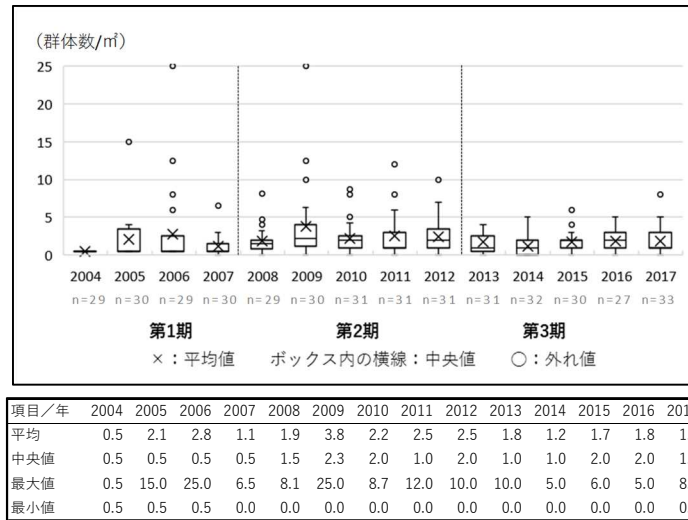
項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	133.7	91.1	105.6	101.9	104.8	111.4	113.6	112.5	108.2	114.1	114.3	119.6	117.7	107.3	109.7
中央値	139.0	100.6	111.6	92.0	126.2	110.0	131.2	107.6	118.6	120.8	127.4	145.2	134.0	122.0	113.6
最大値	254.0	187.2	174.8	187.2	196.6	166.0	183.0	188.0	190.4	198.6	184.2	174.2	173.0	195.4	184.8
最小値	16.6	11.0	18.2	32.5	22.2	24.8	22.0	25.0	21.8	21.6	26.2	23.0	14.0	0.0	24.6

図V-1-13-9 サイト 22：四国南西岸における 2004 年から 2017 年の卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は下表を参照。

④ 加入数

サンゴ類の加入数の変化を図V-1-13-10に示す。

本サイトにおける加入数は、ほとんどの地点で1～2群体程度と少ない。また、第3期加入数の最大値はこれまでで最も低く、2013～2017年で10群体以上の加入があったのは2013年の高知県田野町の1例のみだった。高知県田野町は加入数がほぼ毎年多いが、長年被度が低い状態が続いており、サンゴ群集の回復には至っていない。その他に徳島県牟岐大島・チェバの下や愛媛県須ノ川などでは5群体以上のサンゴの加入が見られ、前者ではあまりサンゴの回復につながっていないが、後者の須ノ川では加入した小型のサンゴ群体が良好に生育しており、2012年に赤潮が原因と思われる卓状ミドリイシ類の大規模斃死から回復する可能性が高い。



図V-1-13-10 サイト 22：四国南西岸における 2004 年から 2017 年の加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は下表を参照。

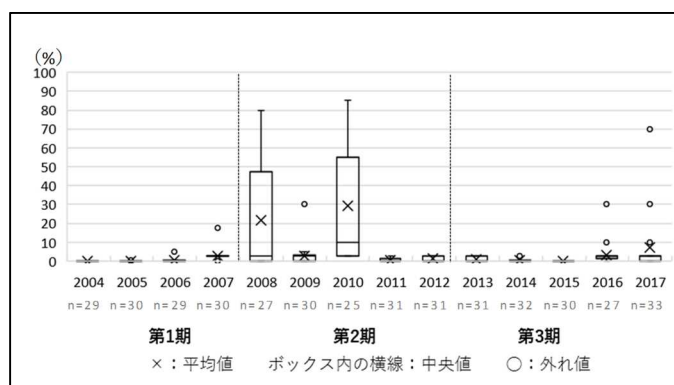
（3）かく乱による被害

ここでは、かく乱による被害を示す項目として、白化現象、オニヒトデ、サンゴ食巻貝及び SPSS の変化を示す。

① 高水温/低水温による白化現象

白化率の変化を図V-1-13-11 に示す。

本サイトでは、2016 年と 2017 年に局所的な範囲で高い白化率が記録された。2016 年は 27 地点中 20 地点で白化が記録されているが、ほとんどの地点の白化率は 5%未満であった。高知県大月町西泊と尻貝海域公園など高知県南西部の広範囲で白化を記録したが、死亡率は 5%未満で被害は軽微であった。2017 年は 33 地点中 23 地点で白化を記録したが、2016 年同様にほとんどの地点の白化率、死亡率は共に 5%未満であった。2016 年では高知県南西部で白化が目立ったが、2017 年は土佐湾内の香南市大手の浜や奈半利町などの調査地点で最大 70%の白化率が記録された。2008～2010 年と比較して、広範囲に高い白化率が記録されることはなかったため、白化の規模は小さかったが、局所的に高い白化率を示す地点が見られた。当該サイトでは高い白化率を記録することはあるが、ほとんどのサンゴ群体は水温の低下とともに白化の状態から回復したため、被害は軽微であった。



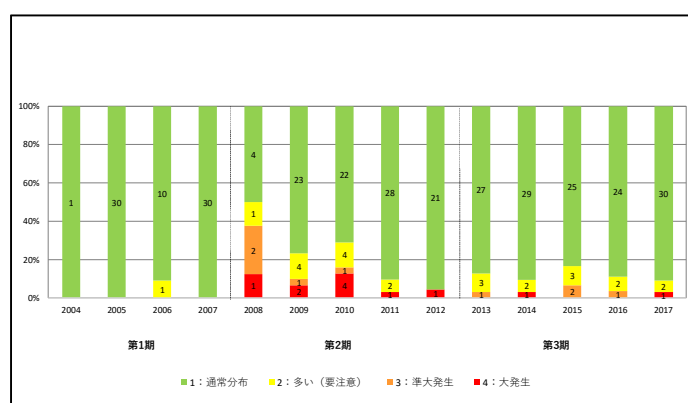
項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	0.0	0.0	0.5	2.6	21.5	2.6	29.3	0.6	1.2	0.9	0.6	0.2	3.1	7.1
中央値	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5	2.5	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5
最大値	0.0	0.5	5.0	17.5	80.0	30.0	85.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	30.0	70.0
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図V-1-13-11 サイト 22：四国南西岸における 2004 年から 2017 年の白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は下表を参照。

② オニヒトデ

オニヒトデの発生階級の変化を図V-1-13-12 に示す。

このサイトの調査地点では、2009 年がオニヒトデ発生ピークの年で、その後 2012 年にかけて徐々に減少した。四国東部 B の範囲では、オニヒトデの発生が 2012 年に収束したが、高知県南西部では地点数は少ないものの、2013 年以降オニヒトデの出現が継続している。また、調査範囲外の高知県南西部の竜串海域や沖の島海域では、小型のオニヒトデ個体の増加やこれまで確認されてこなかった範囲でオニヒトデが観察されており、今後も注意が必要である。

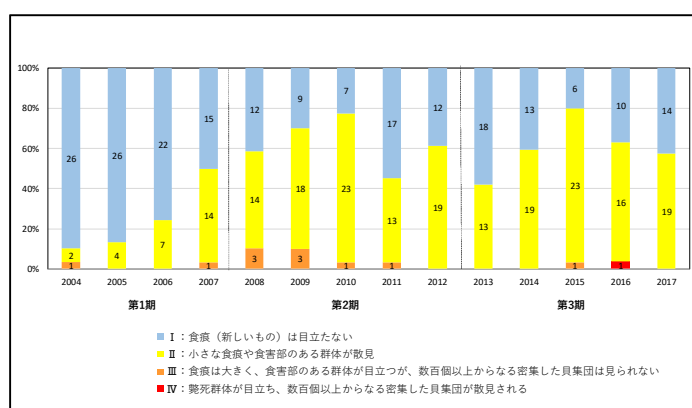


図V-1-13-12 サイト 22：四国南西岸における 2004 年から 2017 年のオニヒトデの発生階級の変化

③ サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝の発生階級を図V-1-13-13に示す。

本サイトにおけるサンゴ食巻貝の発生階級は、2007年頃からランクⅡの調査地点が増え始め、2008年以降はランクⅡの地点が増減しながらも安定的にサイト広範囲で記録されている。2015年と2016年にランクⅢとⅣが高知県大月町網代で確認され、スギノキミドリイシの群集で貝の複数の大きな集団による食害が確認された。2017年の台風で群集ごと集団も消失し、その後大きな集団は確認されていない。調査範囲外ではあるが高知県大月町西泊や土佐清水市竜串などでランクⅢに当たる場所が確認されており注意が必要である。

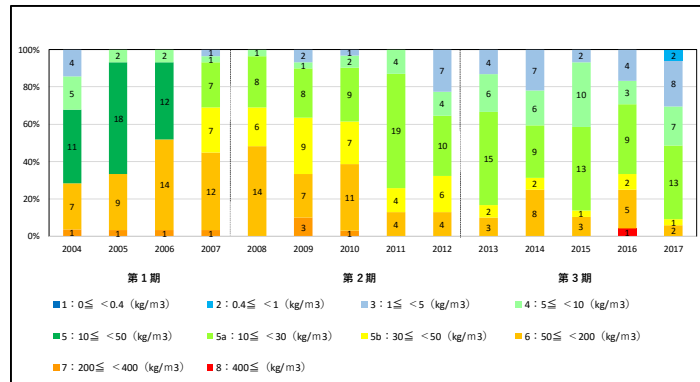


図V-1-13-13 サイト 22：四国南西岸における 2004 年から 2017 年のサンゴ食巻貝発生階級の変化

④ 堆積物（SPSS 値）

SPSS 階級の変化を図V-1-13-14に示す。

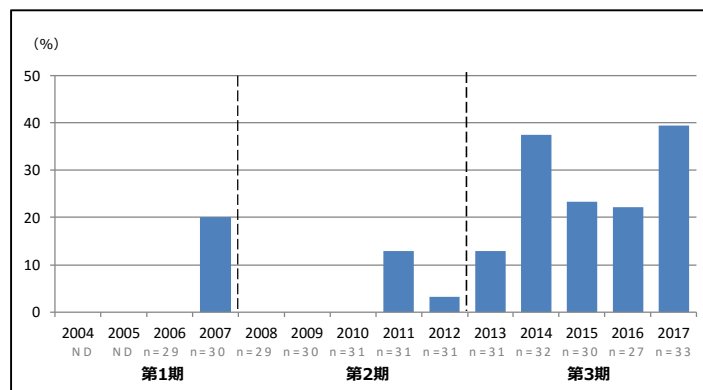
2013年以降のSPSS階級は、ランク5の地点が最も多いが、それ以前のSPSS階級と比較して、ランク3～4の割合が増え、底質の懸濁物質の状況は改善されている地点が増えてきた可能性がある。一方、2016年に徳島県竹ヶ島金目でランク8を記録した。本地点は内湾の最も奥に位置しSPSSは常に高い値を示すが、サンゴ群集の状況に大きな変化はなかった。これはSPSSの判定基準がサンゴ礁の赤土を対象に開発されたものであることから、高緯度サンゴ群集域では異なった判定基準が必要であると考えられる。



図V-1-13-14 サイト 22：四国南西岸における 2004 年から 2017 年の SPSS 階級の変化

⑤ 台風

台風被害発生地点数の変化を図V-1-13-15 に示す。



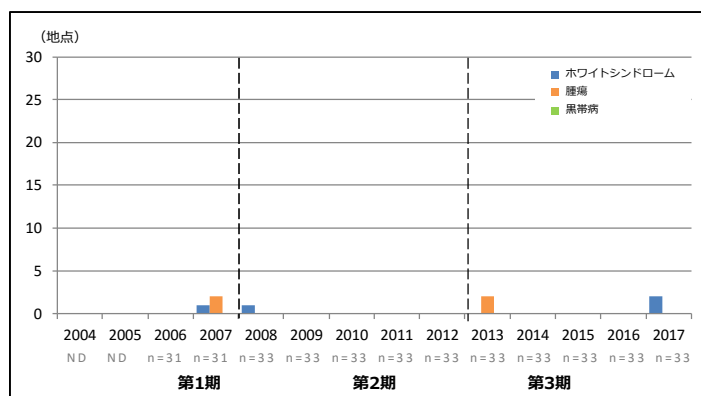
図V-1-13-15 サイト 22：四国南西岸における 2004 年から 2017 年の台風被害発生地点数の変化

本サイトでは、2011 年以降毎年台風の被害が発生した地点が確認された。特に 2014 年と 2017 年の台風の被害が多かった。2014 年では台風 11、18、19 号の計 3 個が、当該海域付近を通過した。特に愛媛県須ノ川、高知県大月町網代、香美市大手の浜などで、サンゴ群集の一部が消失し生育型が変化した。2017 年では 7 月から 10 月にかけて台風 3、5、18、21、22 号の計 5 個が当該サイト周辺に接近又は上陸し、特に高知県奈半利 5 号堤内側の被覆ブロック上の卓状ミドリイシ類に被害が出た。台風被害は調査地点の地形や台風の進路などにより大きく状況が異なり、サンゴ群集への被害は局所的であった。

⑥ 病気

病気ごとの発生地点数の変化を図V-1-13-16に示す。

本サイトの病気の出現状況は、非常に少なく、病気が確認された地点では病気のサンゴ群体の割合はすべて5%未満だった。確認された病気はほとんどがホワイトシンドロームで、特に卓状ミドリイシ類のエンタクミドリイシやミドリイシで多く確認された。その他に異常成長（腫瘍）やハマサンゴ上でピンクスポットが確認された。



図V-1-13-16 サイト22：四国南西岸における2004年から2017年の病気発生地点数の変化

(4) その他のかく乱要因

マンジュウヒトデによる食害が竜串大礫などの地点で見られた。マンジュウヒトデの15分観察数は1~2個体程度で被害は軽微であった。

竹ヶ島海域では2017年2月から3月にかけて11~12℃の低水温の期間が長期的に記録され、枝状のスギノキミドリイシや卓状ミドリイシ類が壊滅的な被害を受け大きく被度が減少した。一方で、ヒメエダミドリイシでは退色の変化はあったものの、その後増加し、被害はなかった。

3. 水温の変化

サイト22の3地点（須ノ川、網代、西泊）における水温の変化を図V-1-13-17に示す。

2016年と2017年では、夏季の水温が高く白化した地点が多かった。2016年では高知県南西部で白化率が高く、2017年では高知県東部の大手の浜や奈半利・田野海域で白化率が高かった。

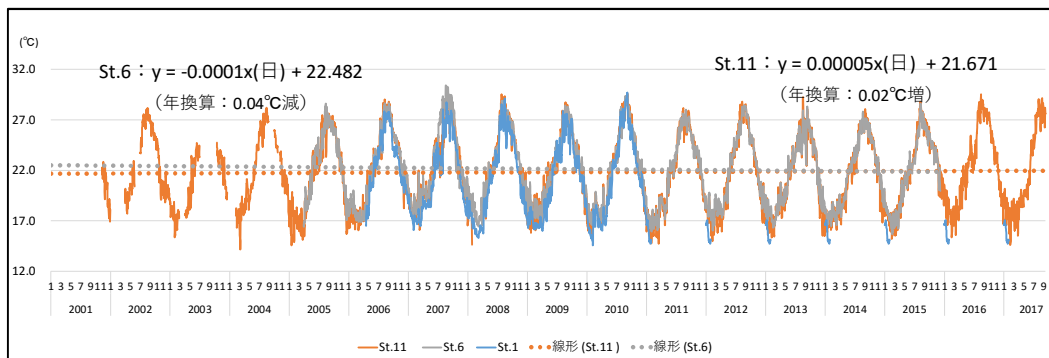


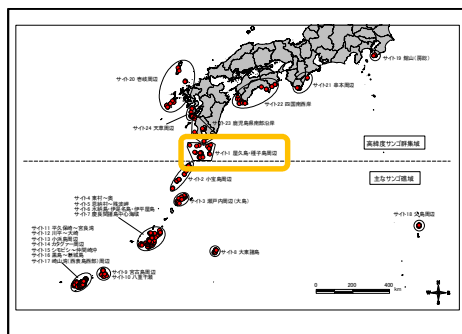
図 V-1-13-17 サイト 22：四国南西岸における 2001 年から 2017 年の水温の変化

4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

本サイトでは、最大被度は 60%程度までで、平均被度は増減両地点があるため大きな変動がない状態が続いており、サイト全体で長期的な増加傾向を示しておらず、被度の低い状態が維持されている。本サイトのサンゴ被度の低い状態は、以下に示すかく乱によって維持されていると考えられる。

第 3 期の大きなかく乱としてオニヒトデ、台風、低水温が挙げられる。オニヒトデの出現は第 2 期にピークに達し、それ以降減少傾向であったが、高知県西南部の特に竜串海域、尻貝、西泊、沖の島、黒崎などではオニヒトデの出現が継続している。これらの地点のほとんどで駆除を行っているが、調査範囲外では壊滅的な被害を受けている事例や、徐々に食害範囲が広がっている事例もある。また、オニヒトデの小型個体が多く観察されている地点や、駆除数が増えている地点もあり、オニヒトデの被害はしばらく継続することが予想される。また、第 3 期では大型の台風の接近が増え、特に浅場の卓状ミドリイシ類や枝状ミドリイシ類で被度の低下が見られたが、台風の被害については限定的であった。そのほか、2016 年と 2017 年に高水温による白化が確認されたが、ほとんどの地点でサンゴは回復した。一方、2017 年に徳島県竹ヶ島で冬季の低水温による大規模なミドリイシ類の斃死が観察された。このサイトでは、第 1 期から第 2 期にかけて冬季に水温が大きく下がることはなかったため、浅場にミドリイシ類が進出でき、被度の増加につながっていたが、寒波で低水温になると浅海域のミドリイシ類は壊滅的な被害を受ける。夏季に高水温で白化、冬季に寒波で低水温と非サンゴ礁域のサンゴにとって厳しい環境になっており、2017 年のような状況が続けば、これまで浅場に進出していたサンゴ類は減少することが予想される。

サイト 23: 鹿児島県 南部沿岸



ダイビングサービス海案内 出羽 慎一
 公益財団法人鹿児島市水族館公社 出羽 尚子

1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

この海域では、調査地点として錦江湾（鹿児島湾）に 5 地点、大隅半島南部に 2 地点、薩摩半島の南薩地域に 7 地点、北薩地域に 3 地点の合計 17 地点を設置している（図 V-1-14-1、表 V-1-14-1）。

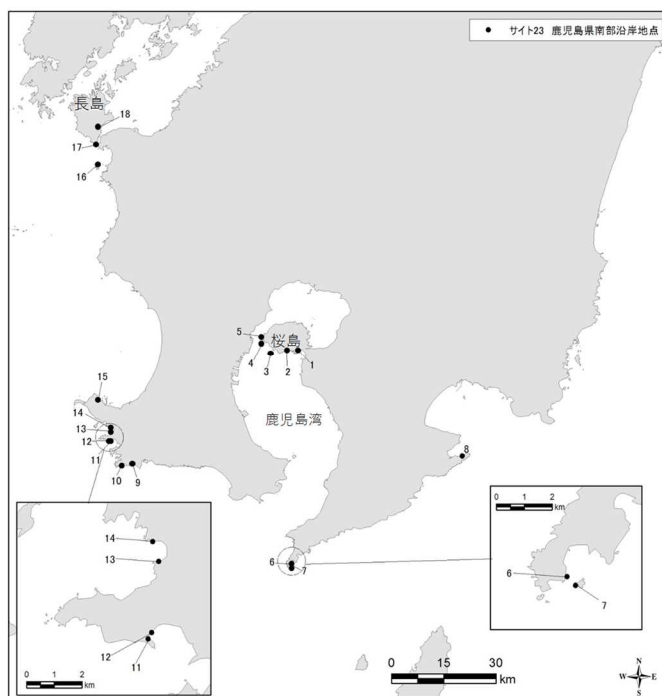


図 V-1-14-1 サイト 23：鹿児島県南部沿岸における調査地点位置図。

調査は 2004 年に 15 地点で開始し、2005 年には 3 地点を追加した 18 地点としたが、2008 年に大隅半島南部の地点 8（内之浦白木）が定置網の設置に伴い調査不能となったため、第 2 期以降は 17 地点で実施している。

錦江湾（鹿児島湾）の5地点（地点1～5）は、湾の入り口から流入する外洋水に洗われる桜島の南側から、湾内で最も幅が狭くなる西桜島海道の間に位置し、内湾でありながら潮通しもよく、一部に黒潮分流の影響も受ける。

大隅半島南部の2地点（地点6～7）は本土最南端の佐多地域にあり、トカラ海域を横断する黒潮の影響を受け、サイト内では最も温暖で透明度が高く、卓状ミドリイシが優占する規模の大きな群集が見られる。

薩摩半島の南薩地域の7地点（地点9～15）は、半島南西部の複雑な入り江が続くリアス式の海岸線沿いに位置する。調査地点以外にもサンゴ群集が広く分布しており、県本土有数のダイビングスポットが多く見られる。

北薩地域の3地点（地点16～18）は東シナ海と八代海を結ぶ黒之瀬戸海峡周辺に位置し潮の流れが速い。サイト内では最も水温が低く、冬期には10℃近くまで水温が下がる地点もあるが、多様性は高く規模も大きい群集が見られる。

表V-1-14-1 サイト23：鹿児島県南部沿岸における調査地点一覧

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	身代湾入口	7	佐多岬海中公園・ピロウ島	13	坊津・平崎集会場下
2	観音崎東	8	—	14	坊津・田平
3	沖小島（立神）	9	赤水・大龍権現	15	笠沙町・大当
4	神瀬	10	坊津・塩ヶ浦	16	阿久根・桑島
5	海中公園・袴腰	11	坊津・馬込浜	17	長島・多々羅島
6	佐多岬海中公園	12	坊津・馬込浜その2	18	長島町・加世堂湾

（2）サイトのサンゴ礁保全に関する状況

この海域には国立や県立の自然公園地区が多く指定されている（図V-1-14-2）。

地点3～7は霧島錦江湾国立公園の錦江湾（鹿児島湾）地域内の海域公園地区に、地点1と2は同国立公園の普通地域にある。また、地点9～15は坊野間県立自然公園に、地点16は阿久根県立自然公園にある。

地点6と7周辺海域では、水中展望船が定期運航しており、また周辺で行われているトサカノリの潜水漁師組合によるオニヒトデ駆除が年数回実施されている。そのため、オニヒトデやサンゴ食巻貝によるかく乱がないわけではないが、群集は良好な状態に管理されている。地点13～15ではダイバーや地元漁業協同組合、NPOなどが度々オニヒトデ駆除の取組みを実施してきたが、単年程度の補助金による事業やボランティアによる散発的な取組みであり、組織立った継続的なものではなかったため、ほとんどの地点で壊滅的な被害を受けている。

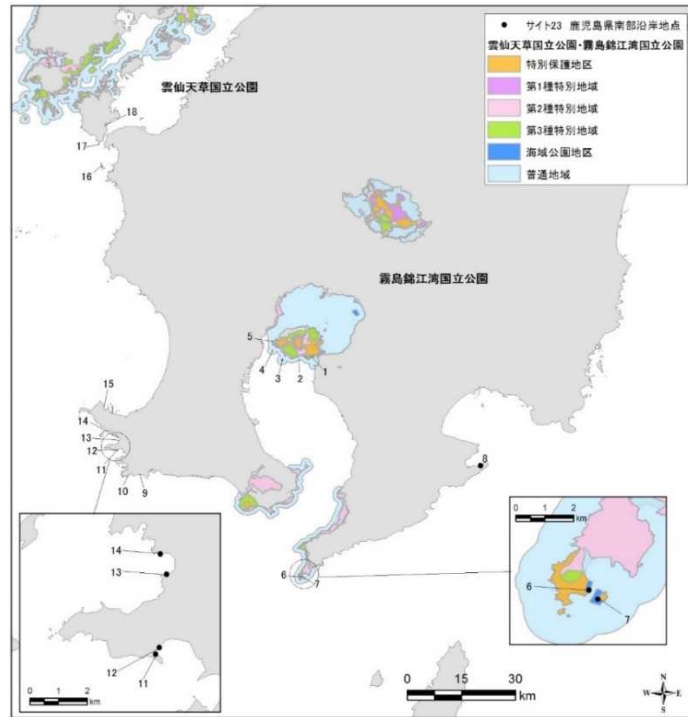


図 V-1-14-2 雲仙天草国立公園区域及び霧島錦江湾国立公園区域とモニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査におけるサイト (21) 鹿児島県南部沿岸の調査地点.

(3) サンゴ群集の分布の特徴

鹿児島県は、かつてサンゴ礁の北限といわれた種子島を境に、サンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域の双方を有しているが、このサイトは高緯度サンゴ群集域に含まれる。鹿児島県北部の長島、獅子島などにおいても多くのサンゴ群集が確認されており、南部沿岸まで県内全域でサンゴの分布が見られる。

桜島海域公園周辺では 17 種、指宿市知林ヶ島では 8 種、薩摩半島先端の長崎鼻では 11 種、大隅半島先端の佐田岬海域公園周辺では 23 種の造礁サンゴが報告されている。大隈半島、薩摩半島、宇治群島、甑島列島、長島周辺でサンゴ群集が確認されており、特に被度が高いのは、宇治群島及び甑島列島周辺で、波の静かな場所では枝状のミドリイシ属、また波あたりの強い場所では卓状のミドリイシ属が中心となった群集を形成している。

このサイトでは、鹿児島県北西岸の北薩地域と南西部の薩摩半島南西岸、錦江湾周辺及び大隅半島に調査地点を設置し、卓状ミドリイシ類が優占する群集や枝状ミドリイシ類が優占する群集、塊状や葉状等多種のサンゴ類が混成している群集等を対象としている。



地点 6 (佐多岬海域公園・岬側)
高被度の卓状ミドリイシ群集



地点 16 (阿久根・桑島)
高被度の卓状ミドリイシ群集



地点 15 (笠沙町・大当)
高被度の枝状ミドリイシ群集



地点 15 (笠沙町・大当)
高被度の葉状サンゴ群集

図 V-1-14-3 鹿児島県南部沿岸の代表的なサンゴ群集.

2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

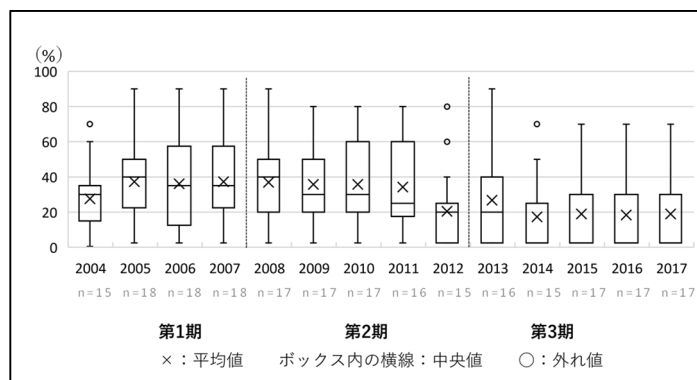
本サイトにおけるサンゴ被度の経年変化を図 V-1-14-5 に示す。

平均サンゴ被度は、2004 年から 2005 年にかけて約 10 ポイント増加しているが、これは追加した北薩地域の 3 地点のうち 2 地点の被度が高かったためであり (地点 16: 90%、17: 70%)、2004 年と同じ 15 地点で比較すると平均 30% と変化はない。

2005 年をピークとして、2010 年までのサンゴ被度はほぼ横ばいであるが、2011 年に 10 ポイント、2012 年に更に 10 ポイント減少して以降は 20% 前後で推移している。2013 年には一度増加しているように見えるが、前後の 2012 年と 2014 年において、サイト内で最も被度の高い地点 16 が天候不良により調査できなかったことが平均値を引き下げており、2011 年以降の被度の減少はもう少し緩やかであると考えられる。

2011 年以降のサンゴ被度を減少させた最も大きなかく乱要因はオニヒトデの大発生である。2007 年から目立ち始めたオニヒトデは、2011 年に大発生レベル (ランク 4) が 4 地点となり、地点 1、9、10、12、14 が被度 5% 未満となった。また、2012 年以降は大型台風の接近によるかく乱も目立つ。特に地点 4 では、50% (2011 年・最高値) であったサンゴ

被度が翌年には 20%へと激減し、その後も減少して 2014 年には 5%未満となった。2013 年以降は元々被度の低かった地点 2 と 11 及び 8 を加え、調査地点の半数が被度 5%未満となった。



項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	27.5	37.2	36.1	37.2	36.9	35.7	35.7	34.2	20.5	26.7	17.3	19.0	18.4	19.0
中央値	30.0	40.0	35.0	35.0	40.0	30.0	30.0	25.0	20.0	20.0	2.5	2.5	2.5	2.5
最大値	70.0	90.0	90.0	90.0	90.0	80.0	80.0	80.0	80.0	90.0	70.0	70.0	70.0	70.0
最小値	0.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

図 V-1-14-5 サイト 23：鹿児島県南部沿岸における 2004 年から 2017 年のサンゴ被度の変化。箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は下表を参照。

② 被度指数

サンゴ被度の変化を、最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数の変化で示したものが図 V-1-14-7 である。

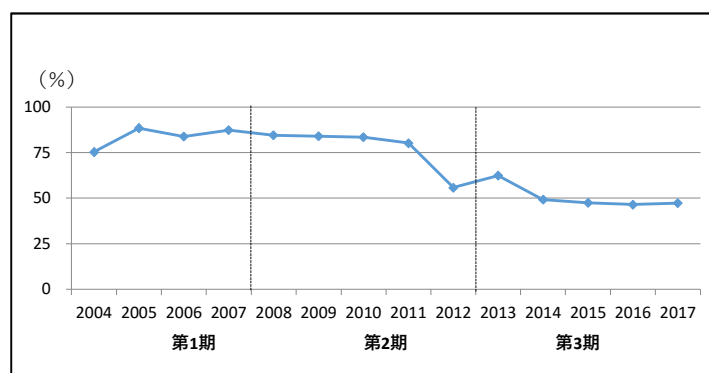
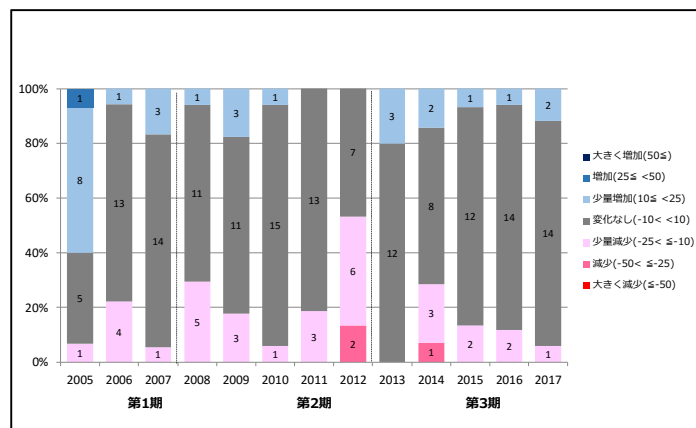


図 V-1-14-7 サイト 23：鹿児島県南部沿岸における 2004 年から 2017 年の被度指数 (最良時のサンゴ被度に対する割合) の変化。

最良時のサンゴ被度を想定し、その被度との割合で評価する被度指数では、2004 年は 50%であるが、それ以降 2005 年から 2011 年までは 50~75%の間で推移しており、比較的良好な状態であるといえる。しかし 2012 年以降は 50%を下回ることが多い状態ではほぼ横ばいとなっている。地点ごとに見ると、被度の低い状態で安定している 3 地点（地点 2、11、18）を除き、最良値よりは落ち込んでいるものの、50%以上の良好な状態を維持しているのは、大隅半島南部、薩摩半島北薩地域その他、錦江湾（鹿児島湾）の 5 地点のうち 1 地点（地点 3）、南薩地域 7 地点のうち 1 地点（地点 15）であり、4 つの調査区域が、良好な状態を維持している海域（大隅半島南部と薩摩半島北薩地域）と、悪化している海域（錦江湾（鹿児島湾）と南薩地域）に 2 極化していることが分かる。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-14-8 に示す。



図V-1-14-8 サイト 23：鹿児島県南部沿岸における 2005 年～2017 年の前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化。

2013 年に少量増加の地点が大きく増えて回復が期待されたものの、以降は増加した地点は減っている。同時に 2012 年にピークを迎えていたサンゴ被度の減少地点も減って「変化なし」の地点が増えており、2015 年以降は群集に大きな乱がなくなり、状態が安定してきていると考えられる。

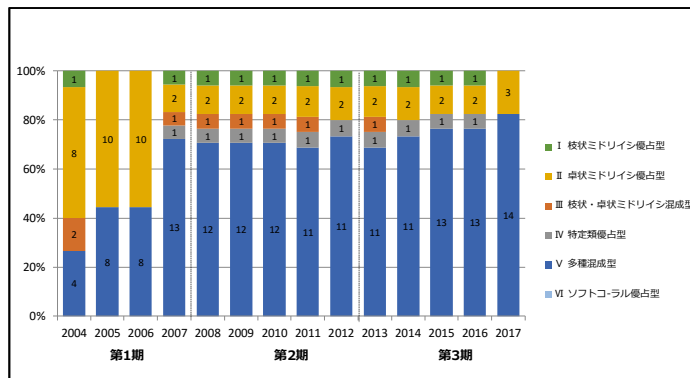
(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図V-1-14-9 に示す。

調査開始時には半数以上が卓状ミドリイシ優占型であったが、2007 年には枝状ミドリイシ優占型 1 地点（地点 12）、特定類優占型（地点 1）も合わせて、オニヒトデや台風による

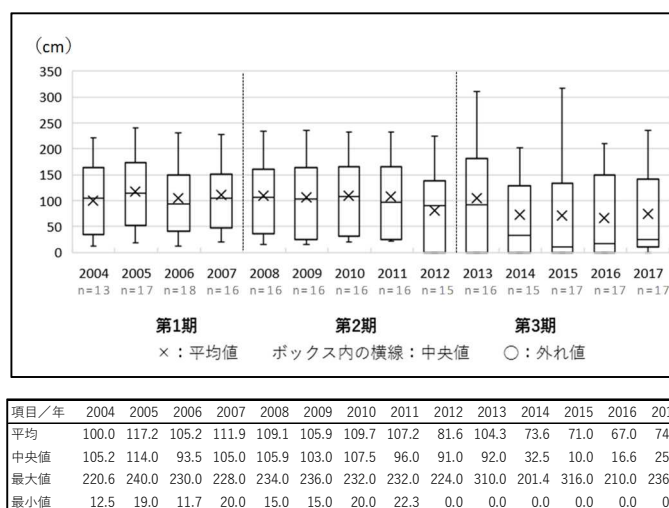
かく乱で失われた。第3期には17地点中11~14地点が多種混成型であり、大隅半島南部の2地点と北薩地域の1地点（2017年のみ）が卓状ミドリイシ優占型となっている。



図V-1-14-9 サイト23: 鹿児島県南部沿岸における2004年から2017年の生育型別地点数の変化

② 卓状ミドリイシ類最大長経

卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図V-1-14-10に示す。



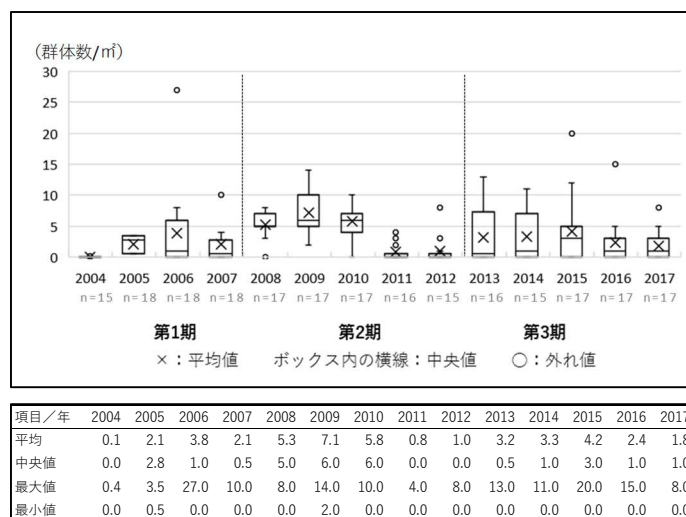
図V-1-14-10 サイト23: 鹿児島県南部沿岸における2004年から2017年の卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は下表を参照。

卓状ミドリイシの最大長径は、2004~2011年まではほぼ横ばいで大きな変化はないが、2012年に減少しており、2011年のオニヒトデの大発生と台風被害の影響を受けたと考えら

れる。以降は減少した状態で再び横ばいとなっているが、最大値と最小値の開きが大きく、また中央値がかなり小さくなっていることから、サイト内のサンゴ群集の成長が良い地点と悪い地点の差が大きくなっていることがうかがえる。

③ 加入数

サンゴ類の加入数の変化を図V-1-14-11に示す。



図V-1-14-11 サイト23:鹿児島県南部沿岸における2004年から2017年の加入数の変化。

箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は下表を参照。

本サイトにおける加入数は高くはないものの、毎年多くの地点で加入が見られた。平均値では第2期の2009年における7.1 群体/m²が最も高く、2010年における5.8 群体/m²と2008年における5.3 群体/m²がそれに続いた。平均値ではいずれの年も10 群体/m²より低い。それぞれの年の最大値では、10 群体/m²以上の地点が2006年、2007年、2009年、2010年、2013年、2014年、2015年、2016年に現れ、特に2006年と2015年には最大値が20 群体/m²以上であり、その後のサンゴ群集を回復させるのに十分な高い加入が見られた。

(3) かく乱による被害

① 高水温/低水温による白化現象

白化率の変化を図V-1-14-12に示す。

本サイトでは2005～2007年に錦江湾(鹿児島湾)と薩摩半島南薩地域で、2013～2016年に上記区域に加えて大隅半島南部で白化現象が確認されている。2016年の南薩地域では

白化率が高いが、調査地点内のサンゴ群集は 2011 年以降のオニヒトデによるかく乱で浅所にわずかな小群体を残した状態（被度 5%未満）になっており、白化したサンゴの量は多くはなく、その後の死亡も起きていない。2006 年の高水温の白化によって、錦江湾の水深 3m 以浅のハナヤサイサンゴとサンゴイソギンチャクが死亡しているが、その他では、白化による死亡は見られていない。

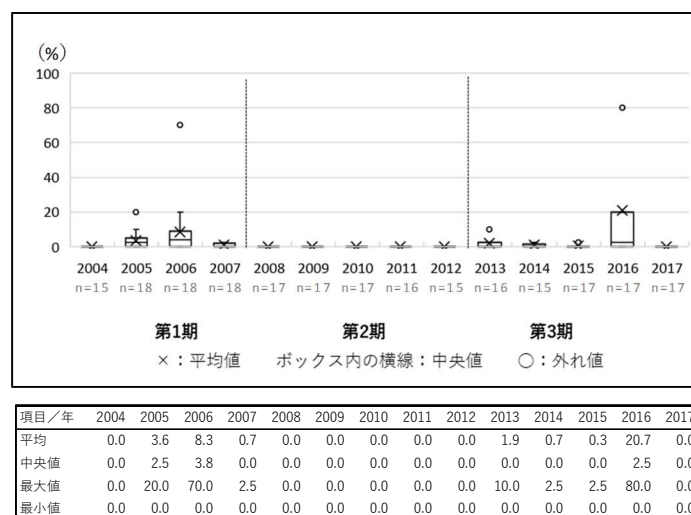


図 V-1-14-12 サイト 23:鹿児島県南部沿岸における 2004 年から 2017 年の白化率の変化。

箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は下表を参照。

② オニヒトデ

オニヒトデの発生階級の変化を図 V-1-14-13 に示す。

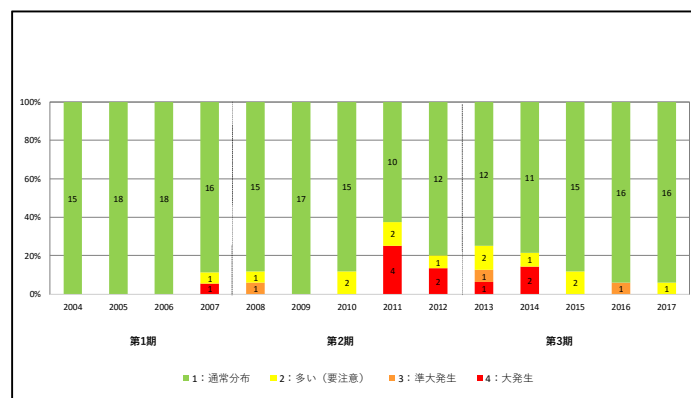


図 V-1-14-13 サイト 23 : 鹿児島県南部沿岸における 2004 年から 2017 年のオニヒトデ発生階級別地点数の変化。

錦江湾（鹿児島湾）の2地点（地点1、2）と薩摩半島南薩地域の地点15を除く6地点および大隅半島南部でオニヒトデが観察されている。

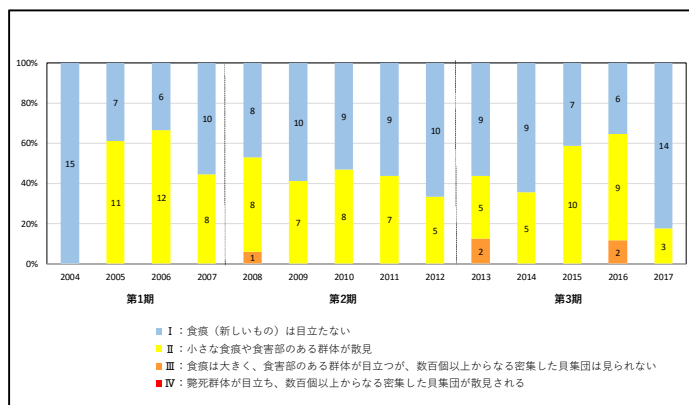
2007年に薩摩半島南薩地域の1地点（地点14）で最初の大発生レベルが見られて以降、被害を受ける地点は徐々に増加した。

2011年には4地点（地点1、9、10、11）で大発生を示し、2014年まで被害が続いた。これによって地点1、9、10、12、13、14では壊滅的な被害となり、サンゴ被度が大きく減少した。2013年以降、サンゴ被度が減少した地点でミドリイシ類だけでなく多くのサンゴが激減すると、2015年にはオニヒトデの観察数も減少に転じた。

大隅半島南部では調査地点周辺にはオニヒトデが多く観察されているが、調査地点内は潜水漁師組合による監視が行われており、被害が広がる前に駆除が実施されているため大きな乱は起きていない。また薩摩半島北薩地域ではオニヒトデは観察されていない。これは潮の流れが速いことや冬期の水温が他の地点よりかなり低いことが要因のひとつと考えられる。

③サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝の発生階級の変化を図V-1-14-14に示す。



図V-1-14-14 サイト23：鹿児島県南部沿岸における2004年から2017年のサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化。

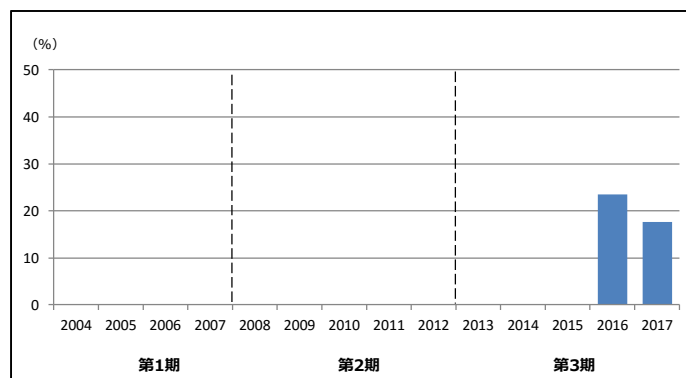
サンゴ食巻貝は2005年以降、毎年ランク2が40～60%前後（2008年、2013年、2016年はランク3も5～10%）の地点で確認されている。2006年以降は減少傾向にあったが、2011年にオニヒトデが複数地点で大発生し、被度が落ち込んだ2012～2016年は増加傾向にある。被度を落とすほどの影響はないが、発生が増えた年はボランティアによる駆除が行われたこともある。

④ 堆積物（SPSS 値）

調査項目として堆積物の測定は実施していない。

⑤ 台風

台風の被害が確認された地点数の変化を図V-1-14-15に示す。



図V-1-14-15 サイト23:鹿児島県南部沿岸における2004年から2017年の台風発生地点数の変化。

鹿児島県は国内でも台風の接近や上陸が多い地域であり、2004年には多くの台風が接近し、錦江湾と薩摩半島南薩地域の4地点（地点2、3、14、15）が大きな被害を受けた。翌2005年にも台風被害は見られたが、サンゴ被度を下げたのは南薩地域の地点11のみで、サイト全体に影響を及ぼすものではなかった。

その後は台風接近の少ない年が続いたが、2012年以降は接近する大型の台風が増え、2012年は大隅半島南部（地点6、7）、薩摩半島北薩地域の地点16及び17、錦江湾（鹿児島湾）の地点3及び4で卓状ミドリイシが多く破壊され、サンゴ被度に20～30ポイントの低下が見られた。

2013年以降にも毎年被害が確認されるものの、地点4を除いてはサンゴ群集の状態が良好であるため、すぐにサンゴ被度の増加が見られた。地点4では、2012年にサンゴ被度が50%から20%まで減少して以降、海藻類との競合やコブヒトデモドキによる食害なども加わり、2015年に5%未満に落ち込んだまま増加傾向が見られていない。

⑥ 病気

病気ごとの発生地点数の変化を図V-1-14-16に示す。

2008年に錦江湾（鹿児島湾）の地点4で黒帯病が疑われる小規模な死亡が、2009年に薩摩半島北薩地域の地点16と17にホワイトシンドロームと疑われる死亡が確認された。地点16では20ポイントの被度の低下が見られたが、いずれも病気が蔓延することなく、サンゴ被度も増加した。

また 2014 年以降、地点 17 に第 2 期とは異なる病気の発生が見られた。大型のコブハマサンゴにパッチ状の病変が見られ、その範囲が拡大している。2017 年には、他の塊状や被覆状のサンゴにも症状が出始めており、今後も注意を要する。

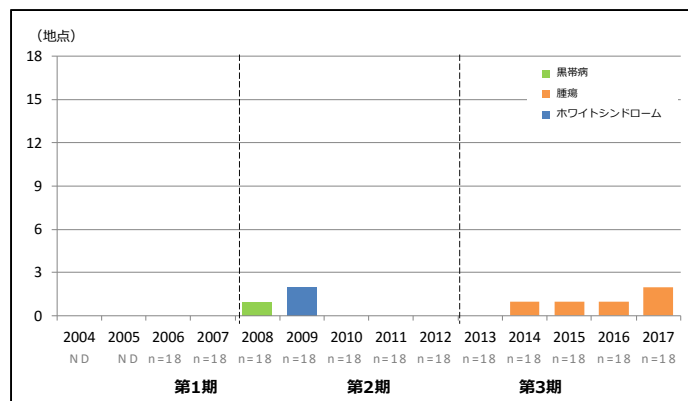


図 V-1-14-16 サイト 23 : 鹿児島県南部沿岸におけるサ 2004 年から 2017 年のサンゴの病気発生地点数の変化.

(4) その他のかく乱要因

2009 年以降、錦江湾（鹿児島湾）の中央に位置する活火山桜島の活動が活発化し、多量の火山灰が降ったことで、桜島周辺のサンゴ群体に火山灰の堆積が目立つようになり、特にスリバチサンゴやカワラサンゴ、コブハマサンゴなど凹みの深い形状のサンゴに死亡が多く見られた。火口に最も近い地点 1 では風向きによっては特に降灰量が多く、2010 年には上記 3 種のそれぞれ 30%、40%、10%程度が死亡し、2012 年には残る多くの群体も死亡した。この区域の他の調査地点においても、潮の早い地点 4 を除き、2011 年から 2012 年にかけてカワラサンゴの大部分が死亡するなど、被覆状やすり鉢状など沈殿物が溜まりやすい形状のサンゴに部分的な死亡が見られた。2013 年以降も活発な火山活動は続いているものの、2015 年夏以降は降灰量も減り、被害も沈静化している。降灰であまり影響を受けなかった地点 4 については、2012 年以降、大型のヒトデ（コブヒトデモドキ）の個体数が増え、食害が見られた。

サイト内でも被度が高い薩摩半島南薩地域の地点 15 では、2005～2009 年にかけて土砂が被ることによる、サンゴの死亡が確認された。

3. 水温の変化

水温の変化を図 V-1-14-17 に示す。

本サイトでは、地点 5 と 9 及び 13 水温ロガーを設置している。

薩摩半島南薩地域の地点 9 では、2013 年以降、夏期の水温が 30℃を超えることが多くな

り、特に 2016 年が高かった。これは南薩地域で見られた白化の傾向と合致している。錦江湾（鹿児島湾）では 2017 年に水温が 30℃を超えているが、一時的なものであり白化の影響はほとんど確認されなかった。

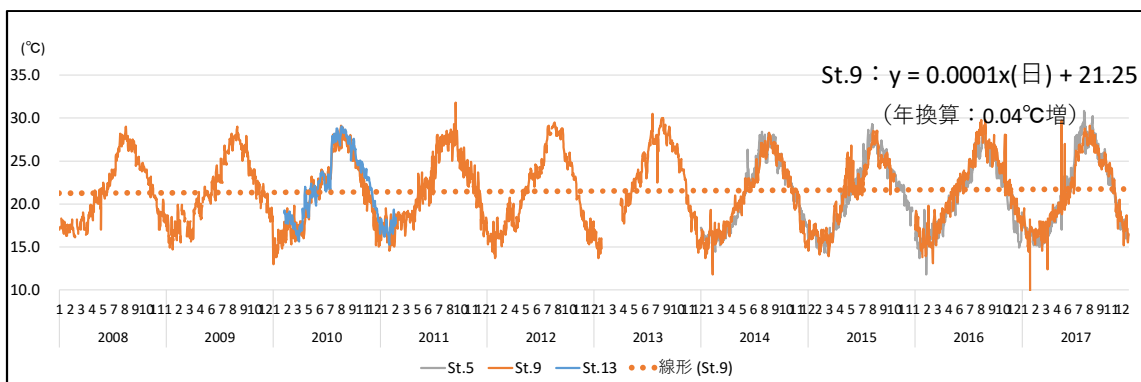


図 V-1-14-17 サイト 23：鹿児島県南部沿岸において 2008 年から 2017 年の期間中データロガーにより観測した水温の変化。

2016 年以降は、冬期の低水温とその後の水温上昇が遅い傾向はあるものの、それによる白化や低水温での死亡は確認されていない。

なお、設置した水温ロガーの内、長期間（5 年以上）観測を行っている地点 9 の水温データの回帰分析を行ったところ、2008 年から 2017 年の計測期間中、年換算で 0.04℃の上昇傾向が見られた。

4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

4 つに分けられる調査区域のうち、錦江湾（鹿児島湾）と薩摩半島南薩地域の 2 区域はサンゴの被度が大きく下がり、大隅半島南部と薩摩半島北薩地の 2 区域は被度の大きな群集が維持され、明らかな 2 極化が見られる。

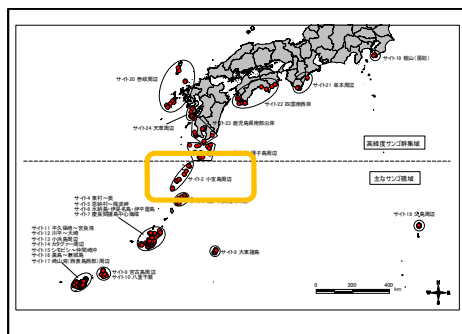
錦江湾では 2008 年以降、健全度が大きく低下し続けており、まだ回復の傾向は見られない。群集の現状も地点ごとに異なるが、これは他の区域に比べかく乱の要因が多いことから、地点によって主たる要因が変わり複雑に影響しているためと考えられ、今後の動向は予測しにくい。

また、同じく 2008～2012 年にかけて被度が大きく減少し健全度の著しく悪い薩摩半島南薩地域では、2013 年以降大きなかく乱要因だったオニヒトデの大発生が収束し、新たに加入したサンゴが増加成長する様子が見られており、今後の成長が期待される。南薩地域の 7 調査地点のうち、北西に伸びる半島の北側に唯一位置する地点 15 では、高いサンゴ被度を維持しているもののサンゴ食巻貝の被害が目立ち始めており、土砂などの影響も見られる。

大隅半島南部では、最も被度に影響を与えているのは台風によるかく乱であるが、回復は早く、大型の卓状ミドリイシ類も維持されている。しかし、調査地点周辺ではオニヒトデやサンゴ食巻貝によるかく乱が大きな被害を出しており、この区域でもわずかながら毎年のように確認されている。良好なサンゴ群集が地元潜水漁師組合の管理によって維持され被害が抑えられているのは明らかであり、この体制が続けば今後も大きな状況の悪化はないと予測される。

薩摩半島北薩地域でも、最も大きなかく乱要因は台風であり、2016年及び2017年には目立った被害が確認されているが、大隅半島南部同様回復は早く、大型の卓状ミドリイシ類も維持されている。また、オニヒトデによる被害も出ておらず、調査開始以降、サンゴ群集の増加が確認されている。加えて、他の調査地点と異なる特徴として病気の発生がある。2014年に発生したコブハマサンゴの病気は拡大の様子を示しているため、今後には注意が必要である。

サイト 24:天草周辺



野島 哲

1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

熊本県の天草諸島は九州本土の西部に位置し、周囲を日本有数の内湾である有明海、八代海、東シナ海の一部である天草灘に囲まれている。天草諸島は約 120 の島々からなり、特に大矢野島、天草上島、天草下島の 3 島が面積的に大きい。このうち最も西側に位置する天草下島が最大で、南北約 45km、東西約 23km の楕円形を呈する。目立った河川はなく、全て小規模である。主なものとしては、下津深江川、一町田川、亀川、広瀬川等である。海岸線は北半分では比較的単調であるが、島の南半分では複雑に入り込みリアス式海岸を呈する。

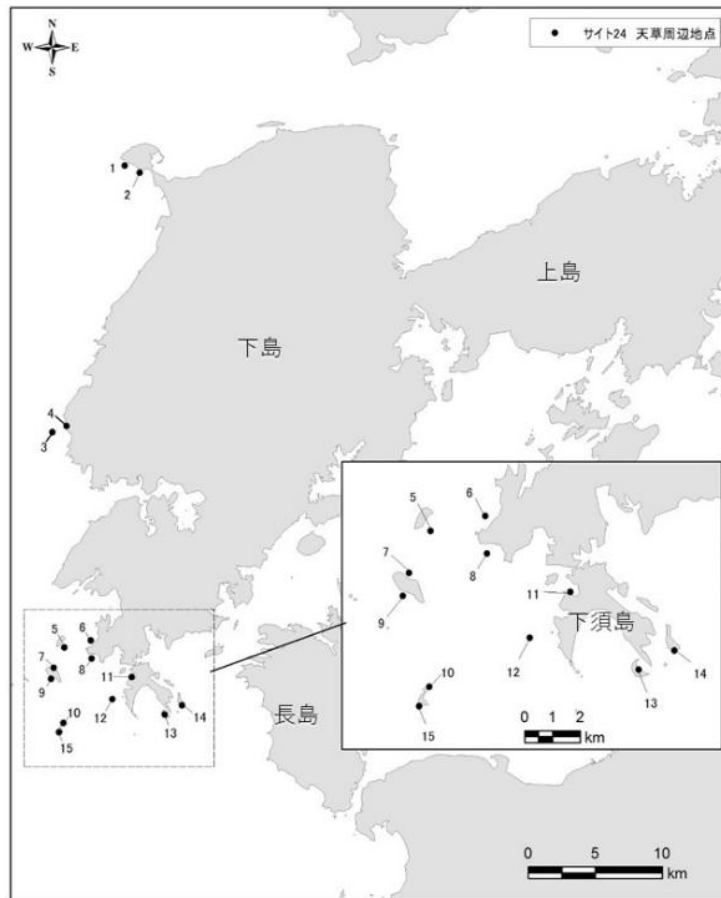
天草の西海岸は海洋生物地理では亜熱帯に属する。1970 年には、亜熱帯特有の海洋生物の分布する水中景観が優れた苓北町 2 カ所、天草町 1 カ所、牛深市 4 カ所の合計 7 カ所が海中公園（現、海域公園）に指定された。

このサイトは、熊本県天草諸島の下島に位置しており、黒潮系の水塊と東シナ海の沿岸水が混ざり合った対馬暖流の影響を受けている。天草下島は外洋となる天草灘と内湾となる有明海、八代海に囲まれており、海岸線の多くは起伏に富んだ岩礁となっている。これら水深の浅い岩礁底は、固着性の造礁サンゴにとって好適な生息環境を提供している。

調査地点（海域）は、下島北西部の苓北町に 2 地点、中部の西岸に 2 地点、南部の牛深周辺に 11 地点の合計 15 地点設置した（表 V-1-15-1、図 V-1-15-1）。

表 V-1-15-1 サイト 24：天草周辺における調査地点.

地域	No.	地点名	No.	地点名
下島・北部	1	富岡海中公園 1 号・つつま瀬	2	富岡海中公園 2 号・白岩崎
	3	大ガ瀬	4	天草海中公園・大ガ瀬対岸
下島・南部	5	桑島	11	春這
	6	茂串（白浜）（海水浴場沖）	12	平瀬
	7	大島北	13	牛深海中公園 3 号・築ノ島
	8	牛深海中公園 1 号・鶴島	14	牛深海中公園 4 号・法ヶ島南側
	9	大島港西	15	片島南
	10	片島		



図V-1-15-1 サイト24：天草周辺における調査地点位置図.

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

このサイト周辺には、雲仙天草国立公園があり、この中の富岡海域公園地区に2地点（地点1、2）、天草海域公園地区に2地点（地点3、4）、牛深海域公園地区に12地点（地点5～15）の調査地点を設置している（図V-1-15-2）。また、これらの海域では、オニヒトデ大発生時にはオニヒトデ駆除等の保全活動が行われている。

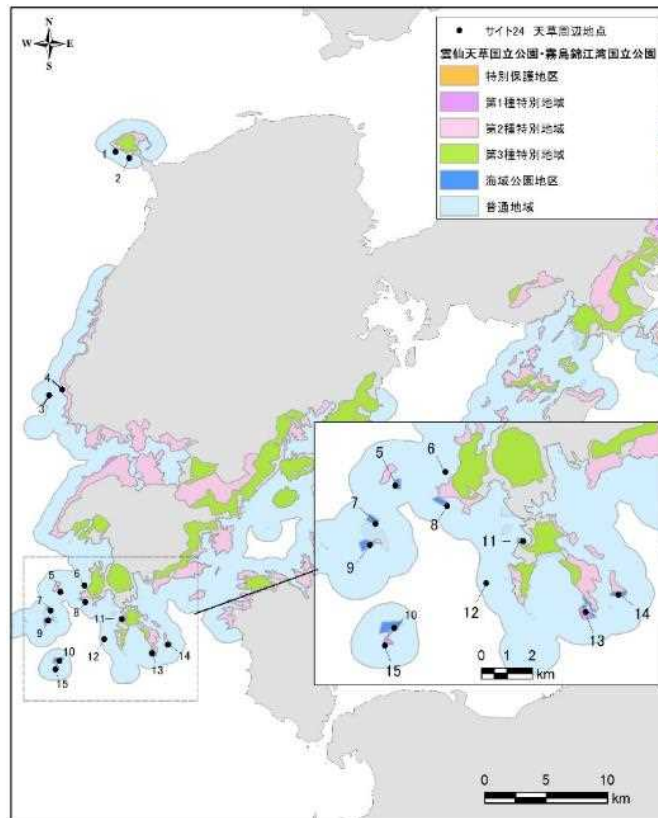


図 V-1-15-2 雲仙天草国立公園及び霧島錦江湾国立公園区域とサイト 24：天草周辺の調査地点.

(3) サンゴ群集の分布の特徴

造礁サンゴは、熊本県下では天草諸島周辺と水俣湾を含む八代海南部海域一帯にかけて分布しているが、天草周辺海域ではこれまでに 98 種のサンゴが確認されている。天草諸島では、最も西に位置する天草下島における苓北町、天草市にかけて、西海岸に面する岩礁海岸では被度の違いはあるものの、どこでもサンゴが見られる。特に、天草下島の南端の天草市牛深周辺では岩礁海岸の 94% にサンゴが分布している。

天草市牛深周辺では、片島、大島、桑島などの離島を中心に良好なサンゴ群集が見られ、十数 ha から数 ha の規模でサンゴ群集が点在する。牛深周辺で最も優占するサンゴはフカトゲキクメイシで、次いでエンタクミドリイシやキクメイシ等である。これまで水深 30m あたりまでサンゴの分布が確認されており、10m 以浅ではエンタクミドリイシやクシハダミドリイシ等のテーブル状のサンゴが、また 10m 以深ではフカトゲキクメイシ、キッカサンゴ等の塊状あるいは被覆状のサンゴが多く見られる。

1998 年には一部のサンゴで白化現象が見られたが、その後回復し、モニタリングサイト 1000 におけるサンゴ礁モニタリングが開始された 2003 年には、好適な生育環境の基で良好なサンゴ群集が維持されていた。



地点 5 (桑島) 卓状ミドリイシ群集



地点 5 (桑島) 成長する小群体



地点 10 (片島) 塊状、被覆状群集



地点 11 (春這) 葉状サンゴの群集



地点 12 (平瀬) 卓状ミドリイシ群集



地点 13 (牛深海域公園 3 号地・築ノ島)

図 V-1-15-3 天草大島周辺の代表的なサンゴ群集.

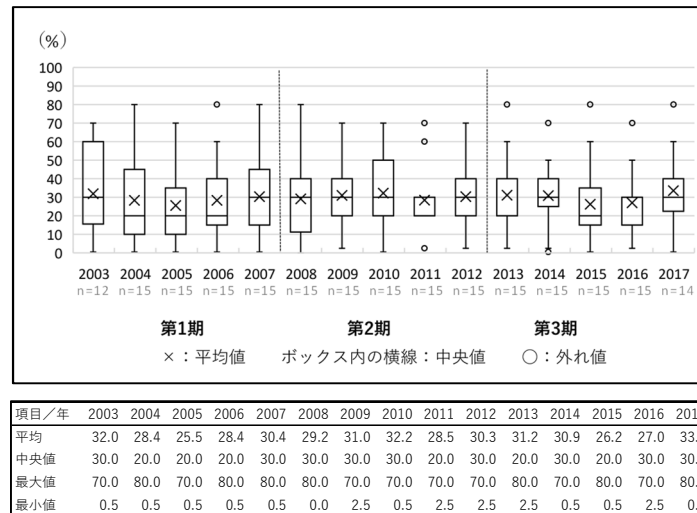
2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

サンゴの被度の経年変化を図V-1-15-4に示す。

全体的に見ると増減を繰り返しながら、被度 30%前後を維持している。2013 年の平均被度は 31.2%で、2017 年の平均被度は 33.6%とやや高くなった。2003 年の平均被度の 32.3%と比較すると、この 15 年間にほとんど変わらず、サンゴ被度は全体的に安定しているといえる。



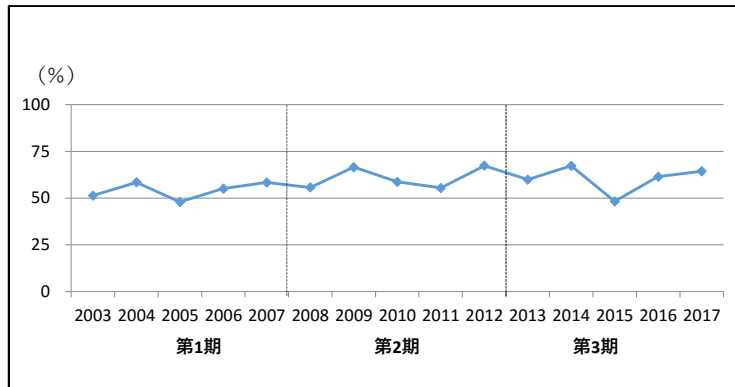
図V-1-15-4 2003年から2017年のサイト24：天草周辺におけるサンゴ被度の変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は図下の表を参照。

② 被度指数

被度指数の変化を図V-1-15-5に示す。

被度指数は個々の調査地点(海域)において、調査時の被度が、過去最も高かった時点の被度で除した値を%表現したものである。サイト平均とは年ごとに、各調査地点(海域)の被度指数を平均したものである。

図V-1-15-5に示した被度指数の平均値は、第1期から第3期までの15年間を通じて50~70%の間を変動するものの、ほぼ65%を維持しており、図V-1-15-4に示した実際の被度平均と同様の傾向を示している。

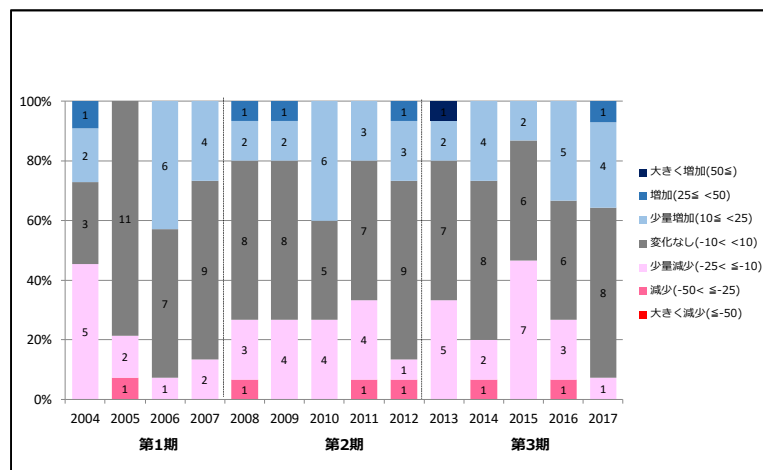


図V-1-15-5 2003年から2017年のサイト24:天草周辺における被度指数(最良時のサンゴ被度に対する割合)の変化。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化を図V-1-15-6に示す。

前年からサンゴ被度が増加している地点(海域)は、年によって変化はあるものの、ほぼ3分の1を占める。逆に「少量減少」、「減少」は年によって変化はあるものの、平均すると4分の1程度である。また「変化なし」は全体のほぼ半数を占めている。前年より「大きく増加」はわずか1地点(海域)で、「大きく減少」した地点(海域)はこれまでにみられていない。



図V-1-15-6 2004年から2017年のサイト24:天草周辺における前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化。

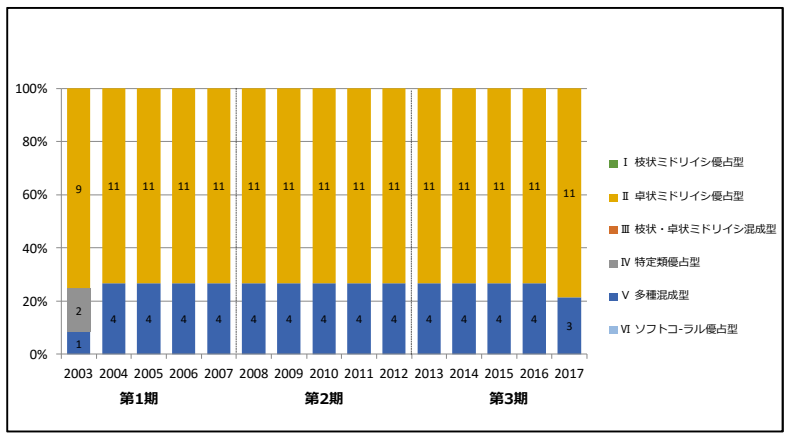
(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の変化を図V-1-15-7に示す。

本サイトは、卓状ミドリイシ優占型が約80%を占め、残りは多種混成型である。調査期

間中に各調査地点においてサンゴ被度の増減はあったが、生育型はほとんど変わっておらず、安定した群集構造が維持されている。

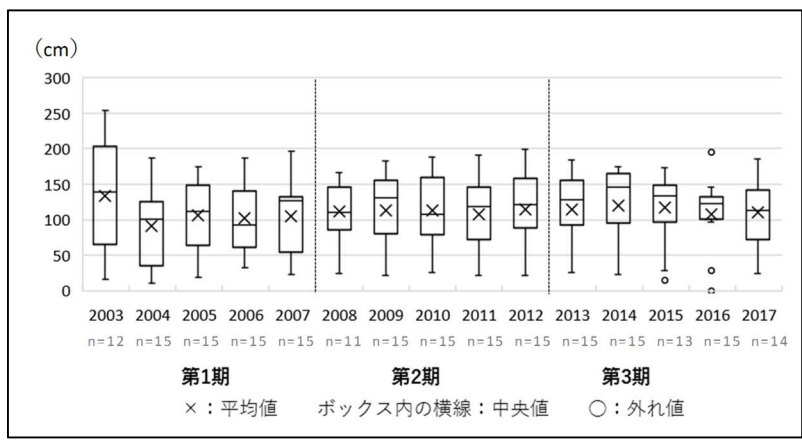


図V-1-15-7 2003年から2017年のサイト24：天草周辺における生育型別地点数の変化。

② 卓状ミドリイシ最大長径

卓状ミドリイシ最大長径の変化を図V-1-15-8に示す。

卓状ミドリイシ類の最大長径は、1990年代には平均が200cmを越すような地点（海域）が何ヶ所も見られたが、その後の台風などの影響で最大長径の平均は100cmを僅かに超える程度で推移している。ただ、以前は卓状ミドリイシの間ではいずれの海域でもエンタクミドリイシが優占していたが、最近ではクシハダミドリイシが多くなり、それらの生長速度の違いも評価に現れてくるものと推察される。



項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	133.7	91.1	105.6	101.9	104.8	111.4	113.6	112.5	108.2	114.1	114.3	119.6	117.7	107.3	109.7
中央値	139.0	100.6	111.6	92.0	126.2	110.0	131.2	107.6	118.6	120.8	127.4	145.2	134.0	122.0	113.6
最大値	254.0	187.2	174.8	187.2	196.6	166.0	183.0	188.0	190.4	198.6	184.2	174.2	173.0	195.4	184.8
最小値	16.6	11.0	18.2	32.5	22.2	24.8	22.0	25.0	21.8	21.6	26.2	23.0	14.0	0.0	24.6

図V-1-15-8 サイト24：天草における2003年から2017年の卓状ミドリイシ最大長径の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は下表を参照。

③ 加入数

本サイトでは透視度が悪く、スポットチェック法でのモニタリングが困難なため、スキューバを用いての調査を行なっている。稚サンゴの調査法も、 1m^2 の方形枠を各調査海域で 10 個設置し、直径 5cm 以下の稚サンゴの密度を加入数として記録した。各地点の値には、10 個の方形枠による稚サンゴ密度の平均を用いた。本サイトにおける加入数の変化を図 V-1-15-9 に示す。

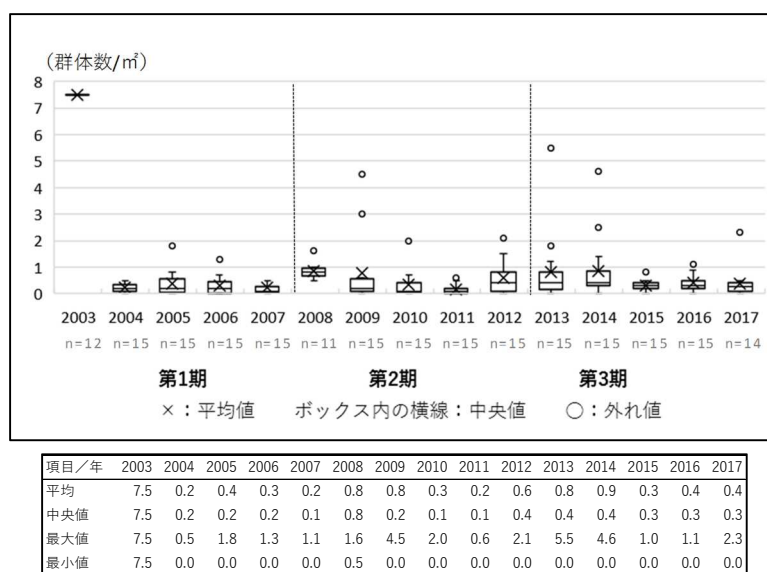


図 V-1-15-9 サイト 24 : 天草周辺における 2003 年から 2017 年の加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は下表を参照。

2003 年の加入数は $10\sim 20$ 群体/ m^2 、平均値が 7.5 群体/ m^2 であったが、試行調査であったので参考データとし、正式なデータは 2004 年からとする。第 1 期の稚サンゴの加入量の平均は $0.5/\text{m}^2$ 以下と低い値であった。第 2 期では 2008 年及び 2009 年が $0.8/\text{m}^2$ で最も高かったが、第 2 期全体の平均は $1/\text{m}^2$ を超えることはなかった。

第 3 期においては、 $0.8/\text{m}^2$ (2013 年)、 $0.9/\text{m}^2$ (2014 年)、 $0.3/\text{m}^2$ (2015 年)、 $0.4/\text{m}^2$ (2016 年)、 $0.4/\text{m}^2$ (2017 年) で、第 3 期の平均加入密度は $0.56/\text{m}^2$ と第 1、2 期よりも高い値を示した。

図 V-1-15-10 に稚サンゴの平均密度と、平均被度及び被度の増加量(第 2 期 5 年目の 2012 年の被度から、第 1 期 1 年目の 2004 年の被度を差し引いた値) との関係性を回帰分析した結果を示した。

左側の稚サンゴ密度と、平均被度との関係を見ると、回帰直線はむしろ右下がりの傾向を

示した。また、統計的有意性を示す p 値も 0.5560 と統計的に有意でないという解析結果を示した。

一方、右側の稚サンゴ密度と被度の増加量との関係を見ると、回帰直線は右上がりの傾向を示しているが、これは被度の増加量と稚サンゴ密度がともに高い白岩崎のプロットが大きく影響している。それを外すと、はっきりした傾向が見られない。また、p 値も 0.0848 で有意水準よりも高い値を示し、統計的に有意な傾向は見られなかった。

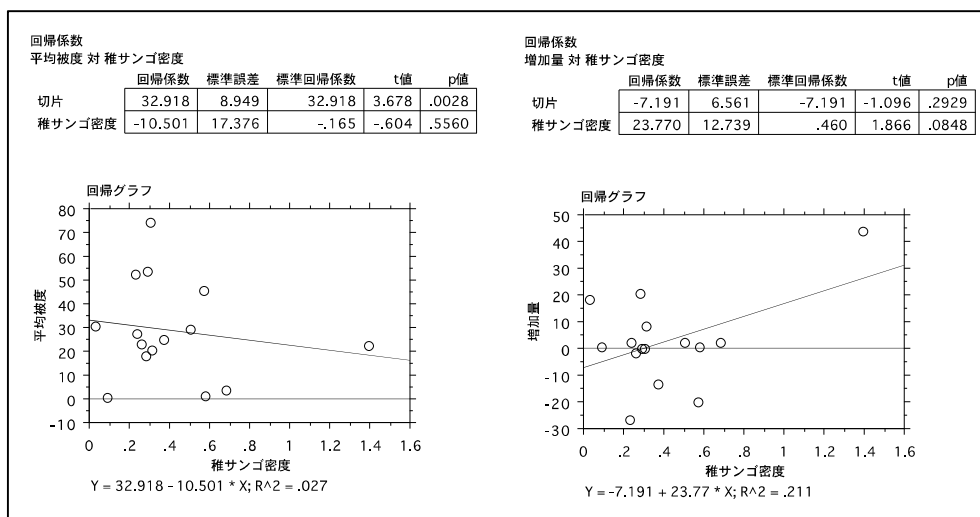


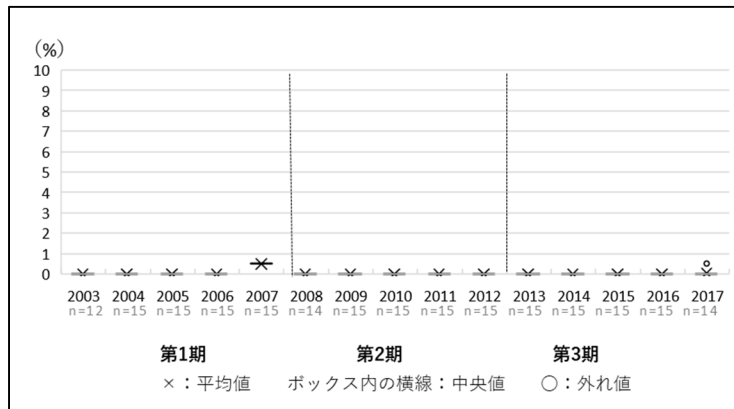
図 V-1-15-10 稚サンゴ密度と平均被度及び被度の増加量との関係

(3) かく乱による被害

① 高水温／低水温による白化現象

白化率の変化を図 V-1-15-11 に示す。

通常、天草では夏期の最高水温は 30℃ を超えることなく推移している。2003 年以降、唯一牛深の大島北（地点 7）では 2007 年 8 月 27 日に瞬間的に 30.04℃ を記録した。地点 7（大島北）の北に位置する地点 3（大ヶ瀬）や 2（白岩崎）では 30℃ を超えることはない。上述した 2007 年は、牛深に設置した 11 調査地点の内、8 地点でサンゴの白化現象がみられたが、いずれも軽微であった。第 2 期ではサンゴの白化は確認されなかった。第 3 期では 2016 年に 2007 年と同程度もしくはそれ以上の 10～30% のサンゴで白化が見られたが、白化の初期段階で終わり、結果的にはその影響は軽微であった。



項目/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
平均	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
中央値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
最大値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図V-1-15-11 サイト 24：天草周辺における 2003 年から 2017 年の白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は下表を参照。

本サイトでは、地点 11 (春這) が最も内湾的であり、夏期には水温が上がりやすいため、最もサンゴの白化が起こりやすい海域である。しかしながら、全体的に色が薄くなる白化初期には至るものの、これまで完全に白化する段階までには至っていない。そのため、これまでのところ、天草周辺海域においては、サンゴの白化現象が大規模なサンゴ群集のかく乱要因にはなっていない。

一方で、冬期の低水温白化は大規模なく乱要因の一つになっている。表V-1-15-2 に 2011 年 1 月から 2 月の天草周辺の水温を示す。白岩崎及び大ケ瀬では、1 月末から 2 月初旬にかけて海水温が 13℃を下回った。例年は、13℃を下回することは稀で、2010 年 2 月には九州大学天草臨海実験所前を除いて、15℃を下回ることにはなかった。しかしながら、翌 2011 年は実験所前及び白岩崎では前年を 1℃ほど下回った。瞬間値ながら最低海水温も、実験所前、白岩崎、大ケ瀬では 13℃を下回った。13℃以下の低水温にさらされた時間は実験所前で 504 時間、地点 2 (白岩崎) で 102 時間、地点 3 (大ケ瀬) で 18 時間であった。

表V-1-15-2 2011年、1月～2月の低温白化水温データ

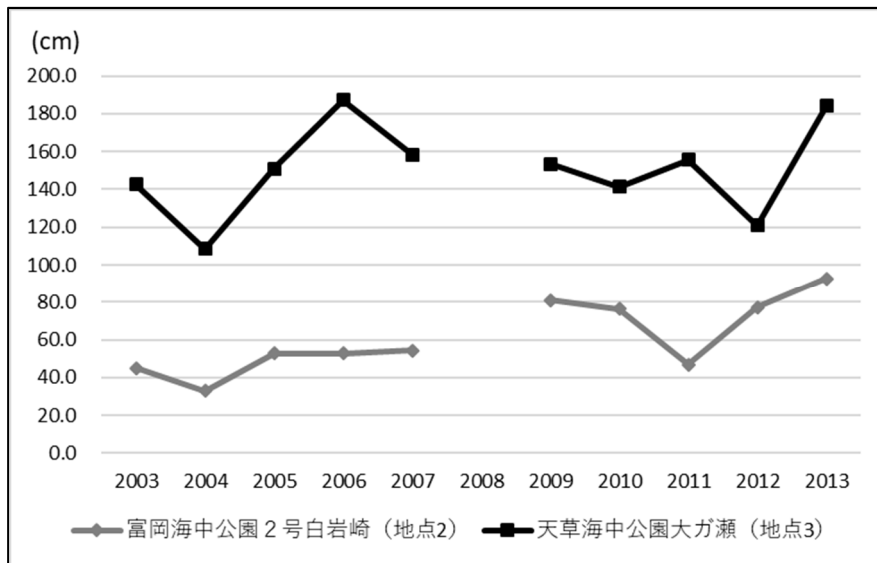
場所	2011年低水温白化に関する水温データ				
	2月平均海水温 (°C)		最低海水温(瞬間値)		13°C以下
	2010	2011	月日	°C	時間
実験所前	13.92	12.95	1月31日	10.93	504
地点2(白岩崎)	15.54	14.47	1月31日	12.22	102
地点3(大ヶ瀬)	欠測	15.18	1月31日	12.78	18
地点7(大島北)	15.36	15.29	1月31日	13.95	0
地点10(片島)	16.60	15.40	2月1日	14.29	0
地点13(築ノ島)	15.13	14.84	1月31日	13.28	0

白岩崎、大ヶ瀬で最低水温を記録した1月末から2月初旬にかけてから2ヶ月後の2011年4月14日には、既に死亡した群集の卓状ミドリイシの遺骸の上にフクロノリが繁茂していたが、一部の群体では死亡直後の群体も見られた。

この低温白化の影響により、白岩崎では被度が2010年の50.0%から16.7%に、また大ヶ瀬では2010年の43.3%から23.3%に大きく減少した。しかしながら、2012年にはそれぞれ46.7%、43.3%とほぼ2010年の被度にまで回復した。

一方、牛深の調査地点7(大島北)、10(片島)、13(築ノ島)では、最低海水温は13°C以上で推移し、低温白化現象は確認されなかった。このため、13°Cの海水温が、卓状ミドリイシ類にとっての低温白化の閾値ではないかと推察された。

図V-1-15-12に低温白化が見られた地点3(大ヶ瀬)及び2(白岩崎)での最大長径の年変動を示す。



図V-1-15-12 大ケ瀬、白岩崎での最大長径の年次変動（2008年は欠測）

地点3では、最大長径は増減を繰り返している。2003年から2004年にかけて減少しているが、2004～2006年まで増加し、その後原因は不明であるが2010年まで減少傾向にあり、低温白化のあった2011年には増加、翌2012年には減少し、2013年にはこれまでのピークであった2006年とほぼ同水準まで増加した。

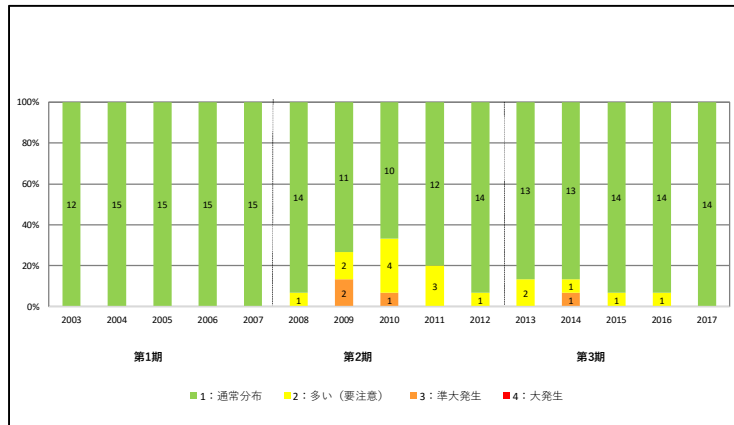
一方、地点2においては、被度の増加とともに最大長径は増加傾向にある。低温白化のあった2011年は一旦減少したものの、翌2012年には低温白化前の水準まで増加し、2013年にも増加傾向が続いている。

これらのことから、サンゴの低水温時による白化現象は、本サイトのサンゴ群集にとってかく乱要因となっているものの、夏季の高水温による白化現象は現時点では重要なかく乱要因とはなっていないと推察される。

② オニヒトデ

オニヒトデ発生階級別地点数の変化を図V-1-15-13に示す。

天草周辺海域では、モニタリングが開始される直前の2002年夏から2003年春にかけて、地点15（片島南）においてオニヒトデの大量発生がみられた。当時は牛深の30kmほど南の甌島や薩摩半島西海岸でオニヒトデの大量発生が報じられていた。2002～2003年の大量発生の特徴は非常に限定的で、地点15のみに限られ、それ以外の場所ではオニヒトデは確認されなかった。この時の大量発生時には、地元牛深ダイビングクラブのメンバーによる採集除去作業が、2002年7月30日から2003年8月1日までの期間に合計16回行われ、合計181個体のオニヒトデが採集された。また、これらの資料により当時の生息密度は0.0267個体/m²と推定された。

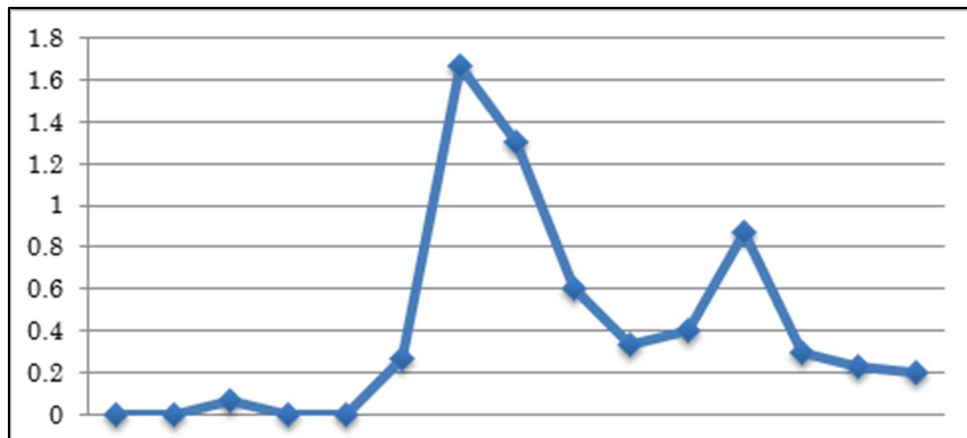


図V-1-15-13 サイト 24：天草周辺における 2003 年から 2017 年のオニヒトデ発生階級別地点数の変化.

2003 年にモニタリングが開始され、調査中の 15 分間に最初にオニヒトデが観察されたのは、2005 年の地点 15（片島南）であり、15 分間に 1 個体のみであった。

次いでオニヒトデが観察されたのは、2008 年に地点 15（片島南）、10（片島）、8（鶴崎）の 3 カ所、翌 2009 年には地点 3（大ヶ瀬）、4（大ヶ瀬対岸）、5（桑島）、7（大島北）、9（大島港西）、10（片島）、14（法ヶ島南）、15（片島南）であり、15 地点中半分以上の 8 地点でオニヒトデが観察された。最も多かったのは地点 15（片島南）の 8.5 個体/15 分、次いで地点 3（大ヶ瀬）の 7.5 個体/15 分であった。この間、地点 15（片島南）、7（大島北）、5（桑島等）において、牛深ダイビングクラブのメンバーによるオニヒトデの採集除去作業が行われ、2009 年は 397 個体、2010 年は 2,917 個体が採集された。2009 年をピークに採集除去作業の効果があつてか、オニヒトデの時間当たり平均密度は徐々に減少し、2012 年には地点 3（大ヶ瀬）、4（大ヶ瀬対岸）、9（大島港西）、15（片島南）の 4 カ所で、平均密度は 0.33 個体/15 分となった。これらの結果から、第 2 期での大発生は収束期に入ったものと推察される。

2013 年以降収束に向かうと思われたオニヒトデは、2014 年には再び増加に転じた。オニヒトデの除去作業が行われていない地点 3（大ヶ瀬）と 7（大島北）ではそれぞれ 7.5 個体/15 分、3.5 個体/15 分が観察され、オニヒトデの観察された海域は 2013 年の 2 地点から 4 地点になった。2015 年以降は密度も、採集された海域も減少傾向にある（図 V-1-15-14）。



2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017

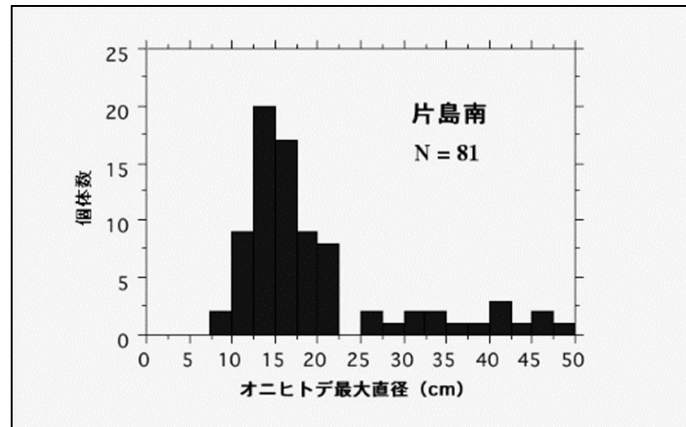
図V-1-15-14 オニヒトデの平均密度（観察時間 15 分間）の年次変動

図V-1-15-15 は 2009 年 10 月に、地点 15（片島南）で採集されたオニヒトデのサイズ分布を示している。少なくとも 2 つのサイズクラスよりなることが明瞭で、1 つは直径が 15 cm 付近にピークを持つ小型のサイズクラス、もう 1 つは直径が 25 cm 以上の大型のサイズクラスである。それぞれのサイズクラスは異なる年級群よりなり、複数の年級群が今回の大発生を支えていることがわかる。

2002～2003 年の大発生時のサイズ分布は直径 30 cm のあたりにモードを持つ、単峰型のサイズ分布を示す。2002～2003 年の大発生時と比較すると 2008 年から始まったオニヒトデの大発生は以下のような特徴を持っている。

- 大発生は複数年にわたって続いている。
- オニヒトデの分布域が複数のサイトにわたっている。
- サイズ分布は多峰型である。すなわち複数の年級群にわたっている。

これらのことを考慮すると、第 2 期、第 3 期の天草でのオニヒトデによるかく乱は、より厳しい段階に入ったもの推察される。しかしながら、オニヒトデの大発生のランクで見ると、天草は準大発生のランク 3 で、大発生といわれるランク 4（15 分間の観察数 10 個体以上）には至っていない。



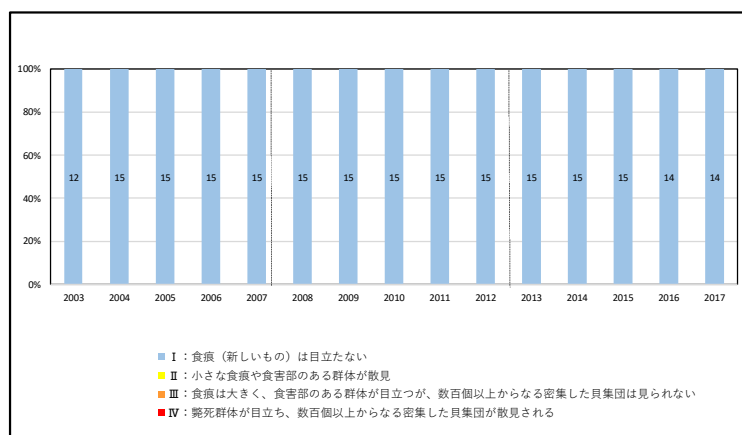
図V-1-15-15 2009年片島南で採集されたオニヒトデのサイズ分布

③ サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝の発生階級毎の地点数の変化を図V-1-15-16に示す。

このサイトではこれまで、トゲレイシガイダマシ (*Habromorula spinosa*)、ヒメシロレイシガイダマシ (*Drupella fragum*)、ヒラセトヨツガイ (*Coralliophila bulbiformis*)、カブトサンゴヤドリ (*Coralliophila erosa*)、スジサンゴヤドリ (*Coralliophila costularis*) (野島, 1993) 及びトヨツガイ (*Coralliophila radula*) の6種のサンゴ食巻貝が確認されている。1991年9月に台風17号、19号が相次いで到来し、この海域のサンゴ群集に多大な被害を与えた直後から、サンゴ食巻貝による食害が目立つようになり、牛深ダイビングクラブを中心としたダイバーによる巻貝の除去作業が約6年にわたって続けられた。その後も牛深海中公園地区を重点海域として除去活動は続けられ、2003年3月末で主としてトゲレイシガイダマシ (*H. spinosa*) を中心に46,607 個体のサンゴ食巻貝が採集されている。

ただし、本調査の調査地点においては、2003年から2017年までサンゴ食巻貝の目立った大発生はなく、毎年ランク I の「新しく目立った食痕はみられない」と評価されている。



図V-1-15-16 サイト 24：天草周辺における 2003 年から 2017 年のサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化.

④ 堆積物 (SPSS 値)

調査項目として、堆積物の測定は実施していない。

⑤ 台風

台風被害発生地点数の変化を図V-1-15-17に示す。

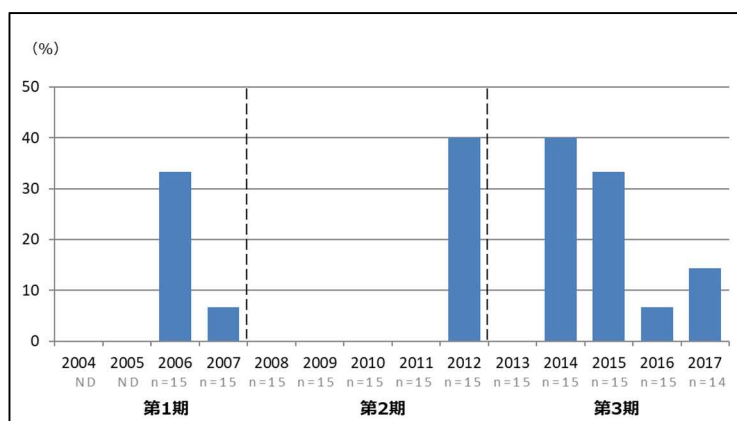
2003年に地点5(桑島)及び10(片島)で台風により多くの群体が倒壊する被害を受けた。また、翌2004年には台風18号が接近し、15調査地点のうち4地点(地点5:桑島、12:平瀬、13:法ヶ島南、15:片島南)で被度が減少する被害を受けたが、正式な調査記録には残していない。2006年には15地点の中3地点(地点10:片島、12:平瀬、7:大島北)で台風の影響が見られた。

その後、2007～2011年は、大型の台風の到来もなく、目立った台風の被害はなかった。

2012年は複数の台風が連続して接近し、15地点中6地点(地点3:大ヶ瀬、7:大島北、8:鶴崎、9:大島西、10:片島、12:平瀬)で卓状ミドリイシ属の群体の倒壊や破損などの被害が見られた。

その後は、2014年と2015年に台風による被害が確認された。2014年には地点3(大ヶ瀬)、5(桑島)、8(鶴崎)、10(片島)、12(平瀬)、14(法ヶ島南)の6地点で一部のエンタクミドリイシの群体に倒壊や欠損が見られた。2015年には台風により3地点(地点7:大島北、10:片島、12:平瀬)で一部のエンタクミドリイシの群体に倒壊や欠損が見られた。

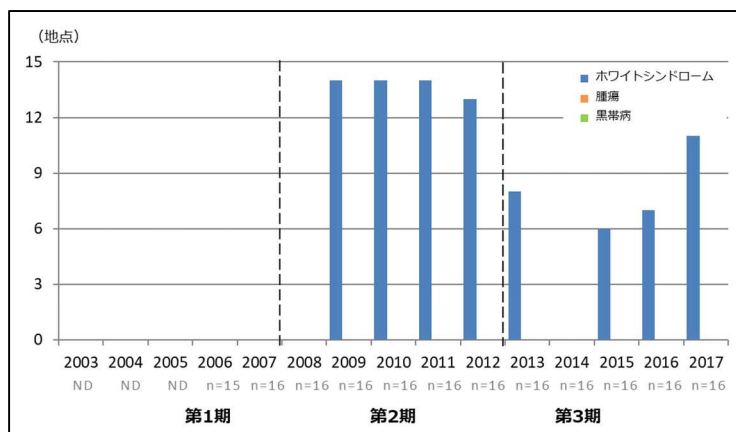
以上のような台風被害による倒壊や破損はしばしば局所的であり、全体の被度の変化にまで反映されない場合が多く、特に軽微な被害を検出するのは困難である。しかしながら、実際に多くの卓状ミドリイシが倒壊したり、破損したりしているのを見ると、高緯度のサンゴ群集においては台風による波浪がかく乱要因として重要であることを示唆している。



図V-1-15-17 2004年から2017年のサイト24:天草周辺における台風被害発生地点数の変化。

⑥ 病気

病気の発生日点数の変化を図V-1-15-18に示す。病気を調査項目に追加した2009年以降は、毎年病気に罹患した群体が確認されている（2014年はデータが無い）。



図V-1-15-18 サイト24：天草周辺における2003年から2017年のサンゴの病気発生日点数の変化。

本サイトではホワイトシンドロームやサンゴの腫瘍などの病気が確認されているが、このうち最も多いのはホワイトシンドロームであったため、ホワイトシンドロームに罹患した群体数だけを追跡する追加調査を行った。

表V-1-15-3 各調査海域でのホワイトシンドロームを罹患した群体数（15分間）

調査区 (spot) No.	地点名	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	平均
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
1	富岡海中公園1号つま瀬		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	富岡海中公園2号白岩崎		0	0	0	1	2	3	3	2	1	1.33
3	天草海中公園大方瀬		3	2	0	2	4	6	5	3	2	3.00
4	天草海中公園大方瀬対岸		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	桑島		21	18	17	4	6	8	3	2	8	9.70
6	茂串(白浜)		0	0	1	0	0	0	0	0		0.13
7	大島北		11	7	7	5	5	2	2	2	2	4.78
8	牛深海中公園1号鶴崎		4	2	7	0	0	1	3	0	0	1.89
9	大島港西		15	9	4	1	1	5	1	2	6	4.89
10	片島		18	9	9	1	4	5	2	0	5	5.89
11	春這		3	0	1	0	0	0	0	0	1	0.56
12	平瀬		8	2	7	1	0	6	2	6	1	3.67
13	牛深海中公園3号築ノ島		0	2	1	1	1	1	0	0	1	0.78
14	牛深海中公園4号法ヶ島南側		4	4	1	1	1	1	0	1	1	1.56
15	片島南		2	2	5	4	0	4	1	0	3	2.33
	合計		89	57	60	21	24	42	22	18	31	

表V-1-15-3は、15分間の調査中に確認されたホワイトシンドロームに罹患した群体数を示している。2009年は89群体（調査海域の平均は5.9群体）と最も多く、次いで2010年の57群体（サイト平均は3.8群体）、2011年は60群体（サイト平均は4.0群体）であったが、2012年には僅かに21群体（サイト平均は1.4群体）となった。

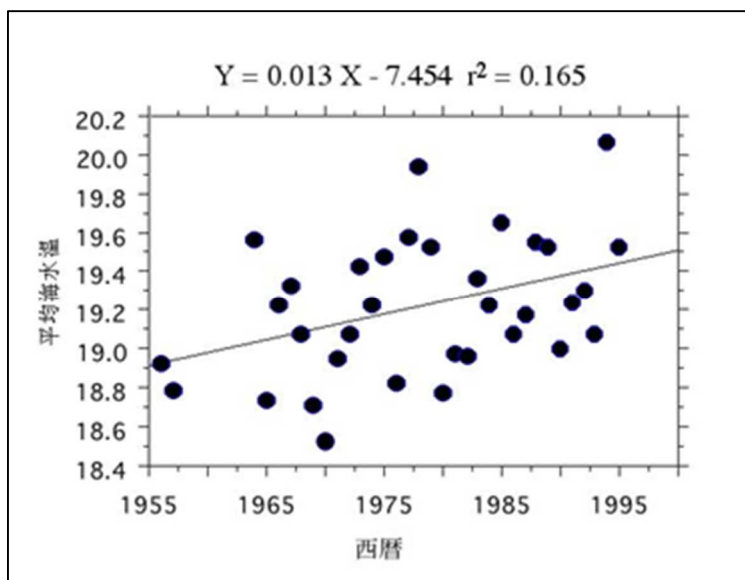
2013～2017年においては、ホワイトシンドロームに罹患した群体数は24（2013年）、42（2014年）、22（2015年）、18（2016年）、31（2017年）群体と、2009～2012年と比べて、明らかに減少した。

（４） その他のかく乱要因

本サイトでは、地点7（大島北）や12（平瀬）などにおけるアンカーリングなどが指摘されているが、今回のスポットチェック法で評価できるほどの規模かどうか今後議論する必要がある。

3. 水温の変化

天草下島の北端、富岡にある九州大学理学部附属天草臨海実験所では、毎朝9時に表層水温を測定している。1956年より1995年までの、約40年間の年平均海水温の変動を見ると、上下動を繰り返しながら、全体としては右上がり、即ち年とともに上昇している（図V-1-15-19）。P値も0.0172と5%の有意水準となっている。

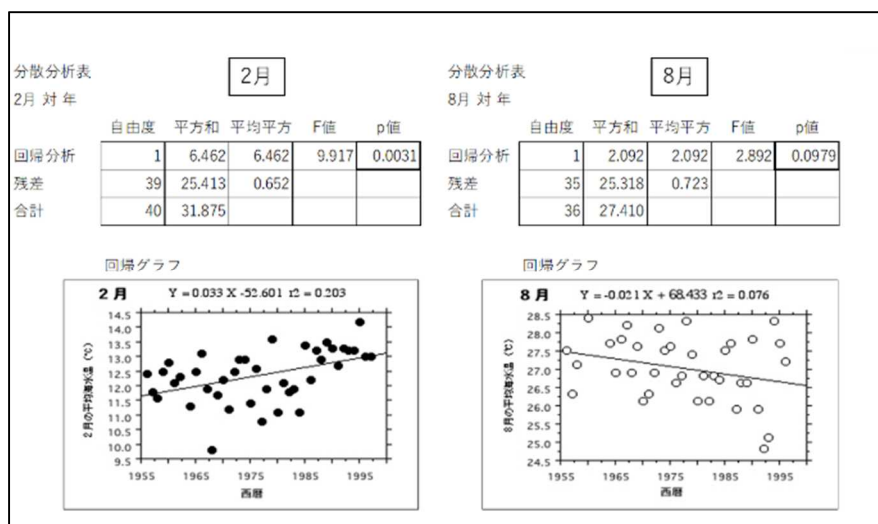


図V-1-15-19 富岡巴湾での年平均海水温の年次変動

図V-1-15-20は最も水温が下がる2月と、最も高くなる8月の月平均気温の年次変動を示している。最も暖かくなる8月の月平均海水温の傾向を見ると、上下動を繰り返しながら、右下がりの傾向をみせているものの、P値をみると0.0979で統計的に有意とはいえない

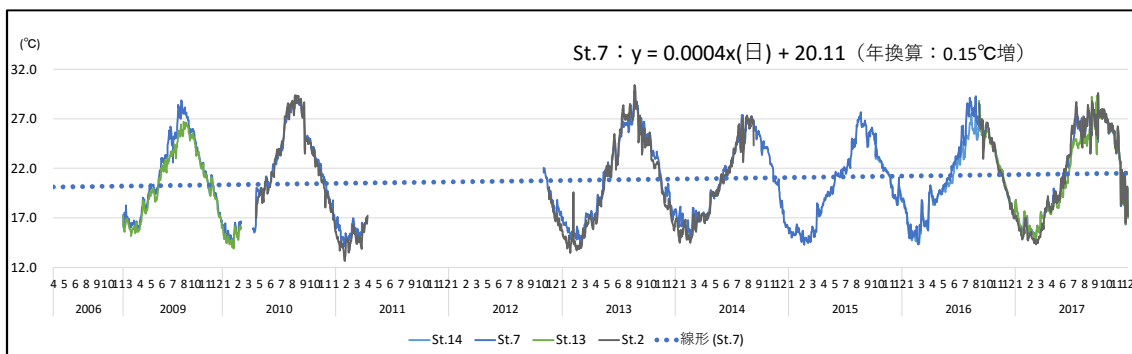
いという解析結果であった。

一方、最も寒くなる2月の結果を見ると、全体の傾向は右上がり、回帰直線の傾きを示すところによると、約100年に3℃という上昇傾向を示している。P値は0.0031で、この傾向は1%の有意水準で、統計的に有意となっている。以前は2月の月平均海水温は10℃以下まで下がったこともあったが、1995年以降は13℃以下になることは稀となった。



図V-1-15-20 2月と8月の月平均気温の年次変動

また、本モニタリングでは4つの地点（地点2、7、13、14）に水温計を設置しており、その観測結果を図V-1-15-21に示す。



図V-1-15-21 サイト24：天草周辺の水温変化。

4つの水温計の内、最も長期間データを収集した地点7の水温データを用いて回帰分析を行ったところ、この期間の水温は1年に換算して0.15℃の上昇傾向を示した。

筆者は、いくつかの地点でモニタリングサイト1000プロジェクトが始まる以前の30年前から潜水調査を行っている。全体的な傾向としては、当時は天草下島の南端の牛深では

すでにサンゴ群集が見られ、また北端の富岡半島では岩礁潮下帯は大型海藻に覆われている。すなわち、天草はサンゴと大型海藻がともに見られる沿岸域であったが、海水温の上昇とともに、大型海藻は減少し、寒い冬期にもクロメなど多年生の大型海藻の繁茂が見られなくなった。大型海藻の見られなくなった潮下帯の岩礁には、ミドリイシ属稚サンゴが多く定着するようになり、それまで見られなかった海域にもサンゴが見られるようになった（野島&岡本、2008）。

4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

表V-1-15-4に第1期、第2期、第3期でのかく乱要因をまとめたものを示す。まず、オニヒトデについて見ると、第1期は全く観察されなかったが、第2期及び第3期では地点3（大ヶ瀬）、7（大島北）、15（片島南）を中心にいくつかの地点で被度減少の要因となった。サンゴ食巻貝については、1990年代の初頭に大発生したものの、第1期、第2期を通じてその食害は見られなかった。高温白化については、第3期の2016年夏に八重山地方での大規模な白化現象と呼応して、10～30%の一部卓状サンゴが白化初期状態になったものの、完全に白化して死亡する段階には至らなかった。低温白化については、第2期の2011年に、低温になりやすい地点2（白岩崎）及び3（大ヶ瀬）でその影響が見られ、明瞭な被度の減少が見られた。

台風については、第1期は2004年に到来した台風18号の影響が大きく、地点14（法ヶ島南）ではサンゴやウミアザミ類などに多大な影響を与え、それらの被度を大きく低下させた。上述したように、第2期では2012年に、第3期では2014、2015年に台風の接近があり、一部の海域において卓状サンゴの倒壊や破損等の影響が見られたが、第1期と比べるとその被害はやや程度が軽かった。

病気については、第1期はモニタリングを実施しておらず、第2期の2009年以降に限ると、病気の中でホワイトシンドロームが最も多くみられ、特に地点5（桑島）、10（片島）、7（大島北）、9（大島港西）でその頻度が高かった。ただ、全体として第2期と比べると年とともに減少傾向にある。

堆積物についての調査は、外洋に面した地点が多く、堆積物を得ることが困難なため実施していないが、長梅雨の時期に卓状ミドリイシの上にシルト分が溜る現象がみられ、サンゴの部分死に関与している可能性がある。

2008年の第2期1年目の平均サンゴ被度は28.7%で、5年目の2012年の平均被度は30.2%とやや高くなっている。2003年の平均被度（30.8%）と比較すると、この10年間に増減を繰り返しながらも大きな変化は見られない。被度による評価によれば、2012年の平均被度は30.2%で、「やや不良」と評価された。

第3期についてみると、平均サンゴ被度が26.5%（2015年）、33.6%（2017年）の間に変動した。第1期、第2期、第3期のそれぞれの5年間の平均被度は、29.1%、30.3%、

29.9%であり、殆ど変化は見られない。しかしながら、全体ではやや不良と評価されるものの、2017年には増加傾向が見られた。

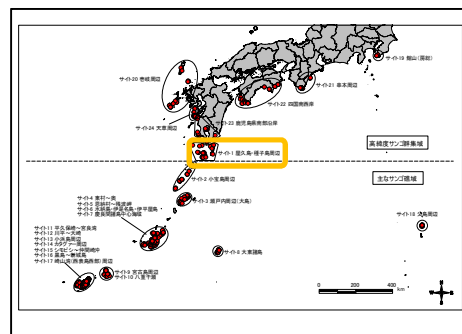
今後の予想であるが、表V-1-15-4に示したかく乱要因をみると、第1期に比べ第2期に起こったかく乱要因の項目が多いことがわかる。ただ、第3期においては、影響が顕著な要因は見られず、オニヒトデは採集個体数が減少し、高温白化、台風、病気についても減少傾向にある。これらのことから次期第4期においても、平均被度は現状維持か微増となるものと予測される。

表V-1-15-4 第1期～第3期でのかく乱要因

	2003-2007	2008-2012	2013-2017
オニヒトデ	×	△	△
サンゴ食巻貝	×	×	×
高温白化	×	×	△
低温白化	×	○	×
台風	○	△	△
病気	—	○	△
堆積物	—	—	—

○ 顕著、△ やや顕著、× 無し又は軽微
— 調査せず

サイト 1:大隅諸島／ 屋久島・ 種子島周辺



屋久島海洋生物研究会

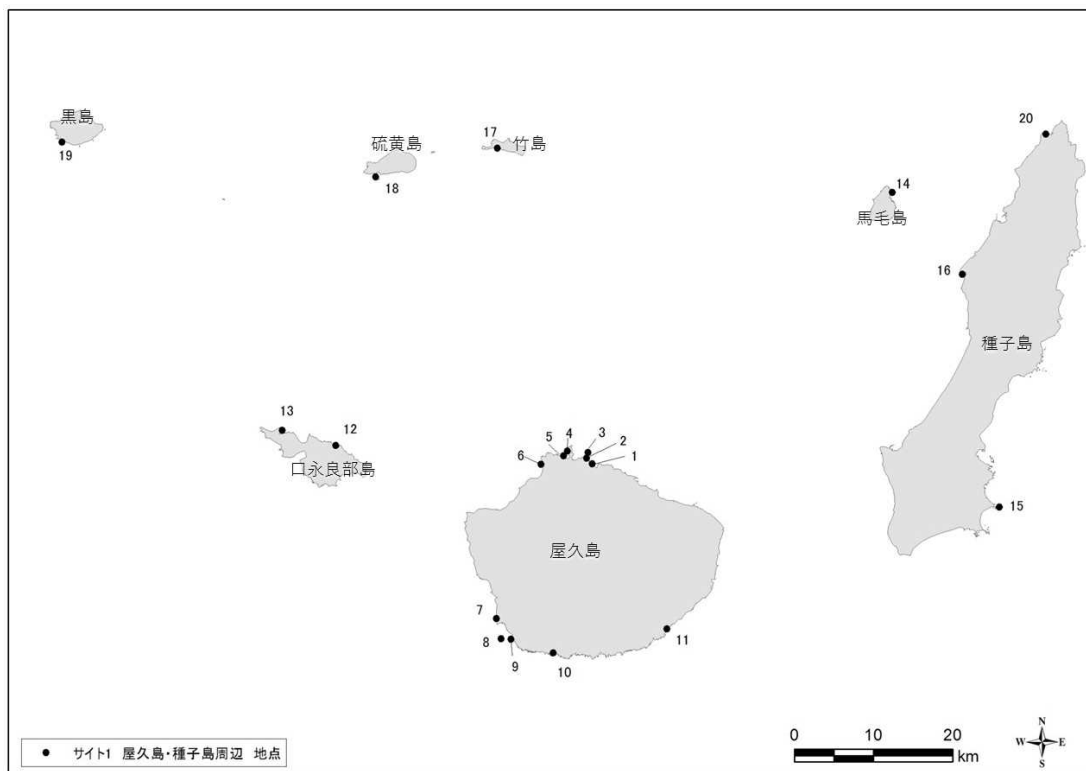
松本 毅

1. サイトの概要

(1) サイトの位置及び地理的特徴

九州とトカラ列島の間広がる大隅諸島は、太平洋岸のサンゴ礁の北限付近に位置する。このサイトでは、大隅諸島の屋久島、種子島、馬毛島、口永良部島、竹島、硫黄島、黒島の7つの島を対象にモニタリングを実施している。

調査地点は、屋久島北部に6地点、屋久島南部に5地点、種子島に2地点、口永良部島に2地点、馬毛島、竹島、硫黄島、黒島にそれぞれ1地点ずつ設置している（図V-1-16-1、表V-1-16-1）。



図V-1-16-1 サイト1：屋久島・種子島周辺における調査地点位置図。

表V-1-16-1 サイト1：屋久島・種子島周辺における調査地点一覧

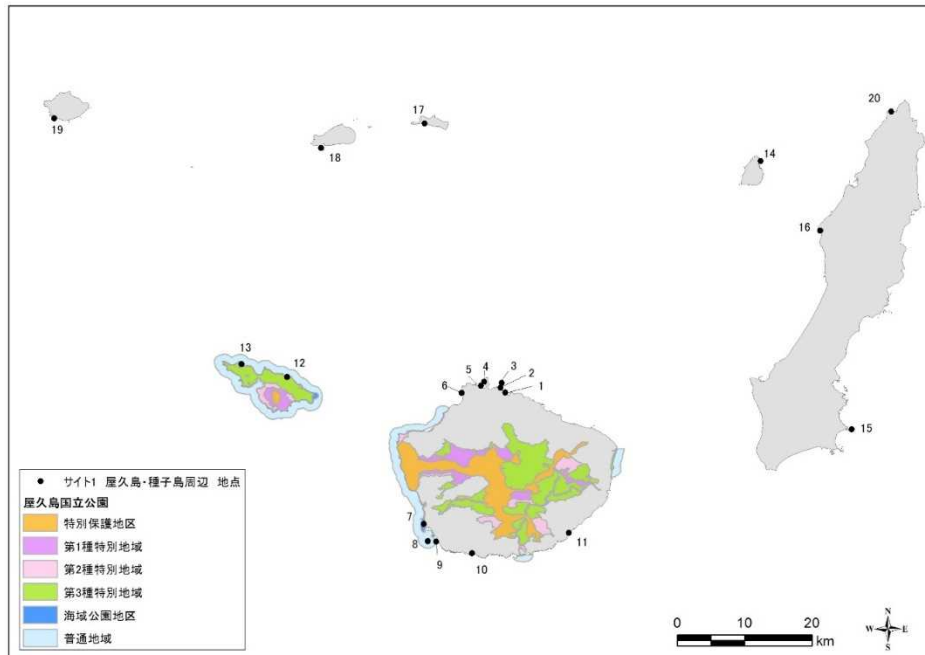
No.	地点名	No.	地点名
1	屋久島 志戸子	11	屋久島 麦生
2	屋久島 元浦	12	口永良部 寝待
3	屋久島 管理棟下	13	口永良部岩屋泊
4	屋久島 お宮下	14	馬毛島
5	屋久島タンク下	16	種子島 浦田ビーチ
6	屋久島センロク	17	種子島 住吉
7	屋久島 塚崎	18	竹島 コモリ港
8	屋久島 七瀬	19	硫黄島 永良部崎
9	屋久島 中間	20	黒島 夫婦瀬
10	屋久島 湯泊		

※当初地点15を種子島・大瀬に設置したが、ロケット発射事業による立ち入り禁止区域になったため、調査を中止している。

(2) サイトのサンゴ礁保全に関する状況

このサイトの周辺は、屋久島国立公園海中公園地区となっている（図V-1-16-2）。

屋久島南西部の地点7（塚崎）及び8（七瀬）が屋久島国立公園海域公園地区に、口永良部島の地点12（寝待）と13（岩屋泊）が屋久島国立公園普通地区に含まれている。



図V-1-16-2 屋久島国立公園の指定区域とサイト1：屋久島・種子島周辺のモニタリング調査地点。

(3) サンゴ群集の分布の特徴

この地域の海岸線は、平坦な波食棚の上に礁石灰岩が乗る構造になっており、種子島南部では、礁原幅が1km近い礁のように見えるが、それは、基盤の波食棚の幅が非常に広いことに起因している。種子島でこのような地形が見られるのは、東海岸に限られる。屋久島では、島の各所に造礁サンゴ群集が見られるが、礁原と礁斜面を持つ明瞭なサンゴ礁地形は、屋久島北部の一部に見られるのみである。

種子島周辺海域では151種、屋久島周辺海域では100種、口永良部島では68種の造礁サンゴが確認されているが、トカラ列島を挟んで南の奄美群島とは種組成が大きく異なる。トカラ列島以北にはサンゴ礁域では稀な温帯性の造礁サンゴが優占し、トカラ列島の以南には沖縄によく見られる亜熱帯性の造礁サンゴが優占する。屋久島では「温帯性」と「亜熱帯性」の双方が見られるが、被度で見ると上位種は全て「温帯性」の種で占められる。



地点1 (志戸子)
高被度の卓状ミドリイシ群集



地点3 (管理棟下)
高被度の卓状ミドリイシ群集



地点8 (七瀬)
高被度の枝状ミドリイシ群集



地点11 (麦生)
高被度の卓状ミドリイシ群集

図V-1-16-3 屋久島・種子島周辺の代表的なサンゴ群集.

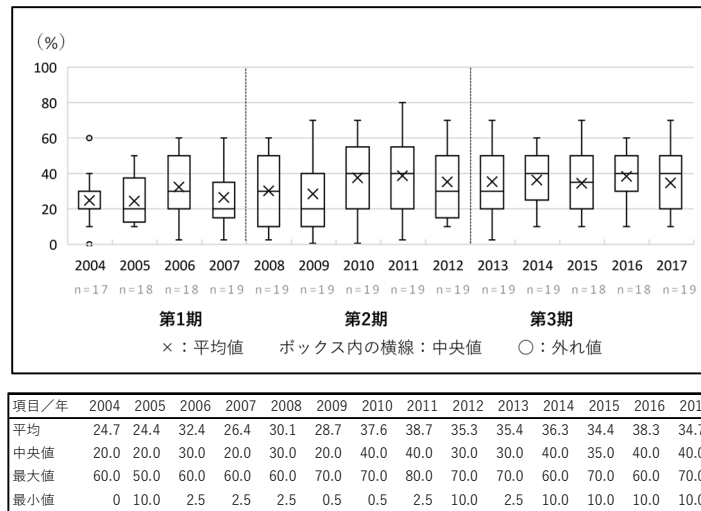
2. サンゴ群集の変化

(1) サンゴ被度の変化

① サンゴ被度

本サイトのサンゴ被度の経年変化を図V-1-16-4に示す。

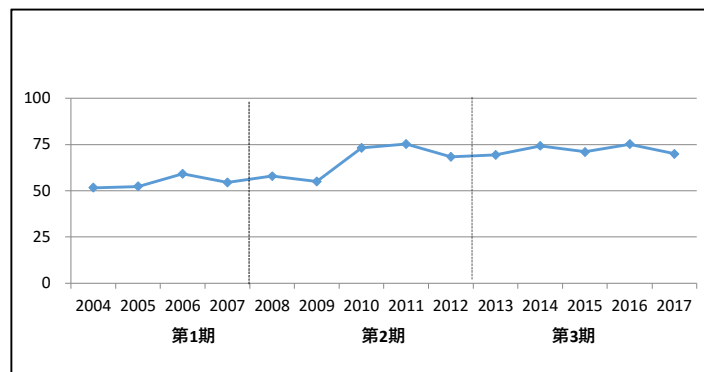
平均サンゴ被度は、30%前後で大きな変化は見られないが、2004年から全体的にやや増加傾向にある。特に2010年以降、平均サンゴ被度は30%を下回ることがなかった。



図V-1-16-4 サイト1：屋久島・種子島周辺における2004年から2017年のサンゴ被度の変化。箱ひげ図に示した平均値(×)、中央値(ボックス内の横線)、外れ値(○)、最大値(ボックスの上辺)及び最小値(ボックスの下辺)は下表を参照。

② 被度指数

最良時のサンゴ被度に対する割合である被度指数の変化を図V-1-16-5に示す。



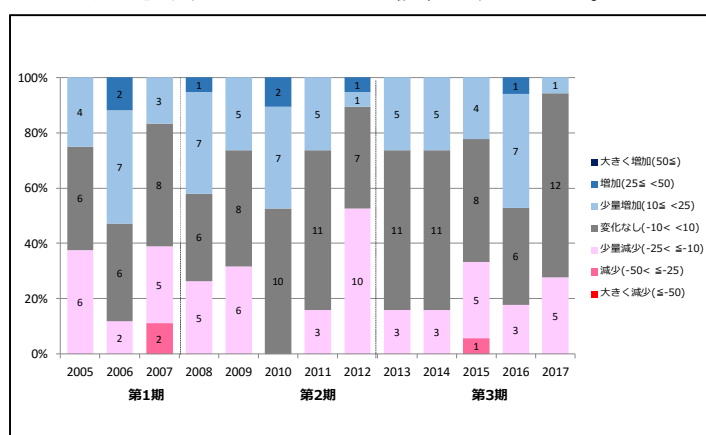
図V-1-16-5 サイト1：屋久島・種子島周辺における2004年から2017年の被度指数の変化。

被度指数は 2010 年から 75%程度の値を示しており、「健全」から「やや良い」状態のサンゴ群集と評価された。大きなかく乱がなかったために安定しているものと考えられる。

③ 前年からのサンゴ被度の増減地点数

前年からのサンゴ被度の増減ごとの地点数の割合を図V-1-16-6に示す。

2007年には、「大きく減少」した地点が、地点5（タンク下）と14（馬毛島）の計2地点で見られた。特に地点14（馬毛島）では原因不明の大規模な死亡が見られた。また、2012年は、大規模なかく乱が観察されたわけではないが、「少量減少」した地点が半分程度となり、増加傾向を示す地点は少なかった。2015年には地点12（口永良部島寝待）で「大きく減少」となり、台風による土砂崩れで土砂が流出したことによる被害が見られた。

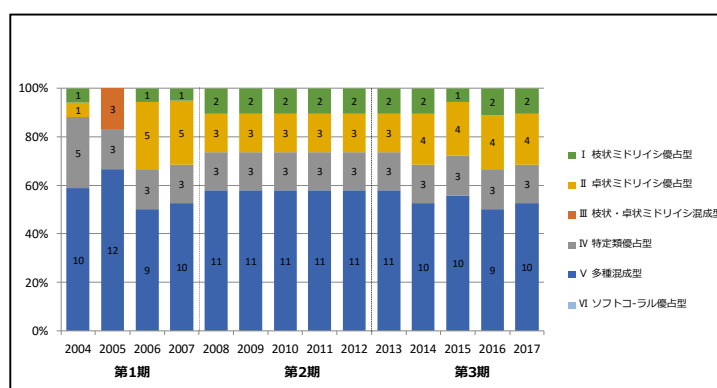


図V-1-16-7 サイト 1：屋久島・種子島周辺における 2005 年から 2017 年の前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化。

(2) 群集構造の変化

① 生育型

生育型別の地点数の割合を図V-1-16-8に示す。



図V-1-16-8 サイト 1：屋久島・種子島周辺における 2004 年から 2017 年の生育型別地点数の変化。

全体的に大きな変化は見られないが、地点 1 (志戸子) では、2005 年ごろから枝状・卓状ミドリイシ類が急激に増加した。その他の地点では、卓状ミドリイシ類と枝状ミドリイシ類の割合に若干の変化が見られる程度であった。

② 卓状ミドリイシ類最大長径

卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図 V-1-16-9 に示す。

ほとんどの調査地点が外洋に面していることから台風の影響を受けやすいため、大型の卓状ミドリイシ類は少なく、全体的に直径 1m 以下の個体が多く観察された。

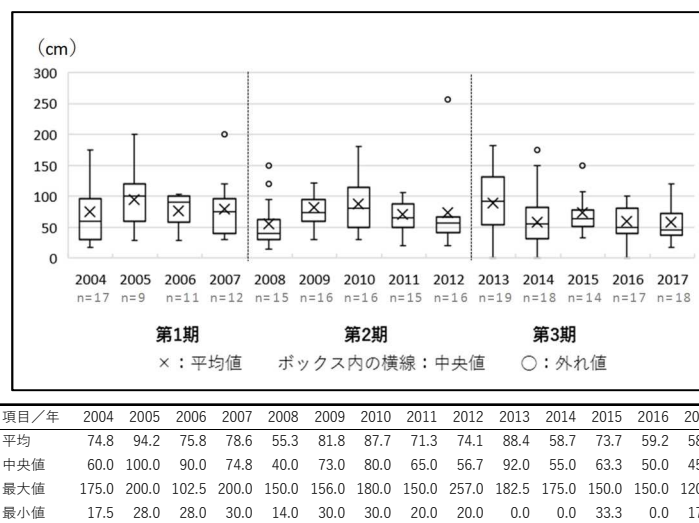
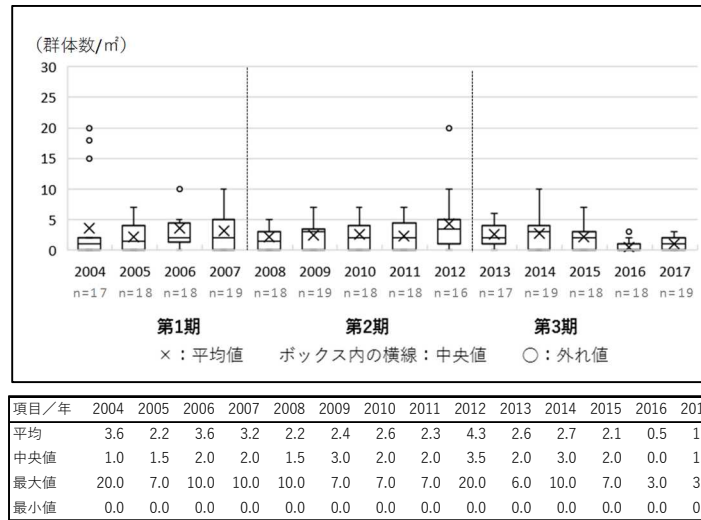


図 V-1-16-9 サイト 1 : 屋久島・種子島周辺における 2004 年から 2017 年の卓状ミドリイシ最大長径の変化. 箱ひげ図に示した平均値 (×)、中央値 (ボックス内の横線)、外れ値 (○)、最大値 (ボックスの上辺) 及び最小値 (ボックスの下辺) は下表を参照.

③ 加入数

サンゴ類の加入数の変化を図 V-1-16-10 に示す。

加入数の平均は、総じて非常に少なかったが、2004 年、2006 年、2012 年のように 10 群体 /m² を越える年もあった (図 V-1-16-10)。



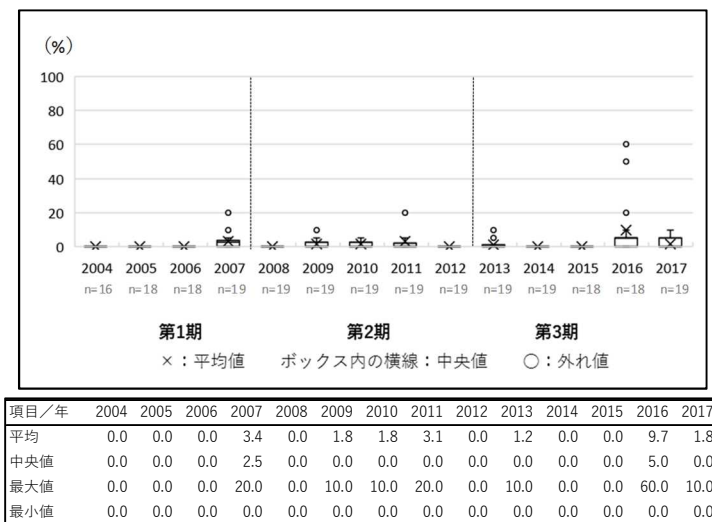
図V-1-16-10 サイト1：屋久島・種子島周辺における2004年から2017年の加入数の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は下表を参照。

(3) かく乱による被害

かく乱による被害を示す項目として、白化現象、オニヒトデ、サンゴ食巻貝の変化を示す。

① 高水温/低水温による白化現象

白化率の変化を図V-1-16-11に示す。



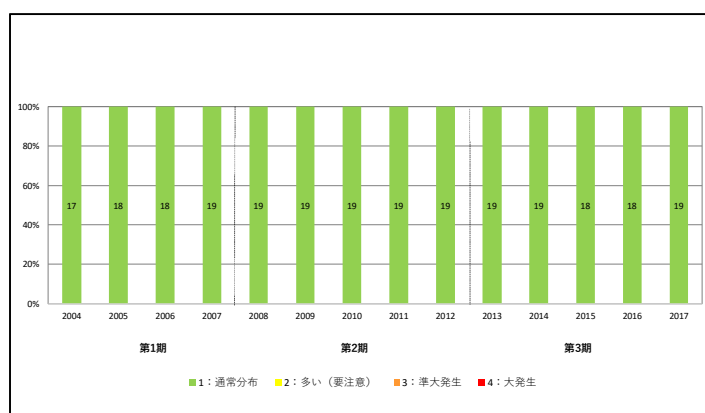
図V-1-16-11 サイト1：屋久島・種子島周辺における2004年から2017年の白化率の変化。箱ひげ図に示した平均値（×）、中央値（ボックス内の横線）、外れ値（○）、最大値（ボックスの上辺）及び最小値（ボックスの下辺）は下表を参照。

2007年と2016年に一部の地点で顕著な白化が確認されたが、どちらも死亡率は低かった。2016年は、7月下旬頃から水温が上がり始め、8月10日頃から8月20日頃まで30℃を超える日があったが、その後は30℃を超える日がなかったため、死亡する群体は少なかったと考えられる。

② オニヒトデ

オニヒトデの発生階級の変化を図V-1-16-12に示す。

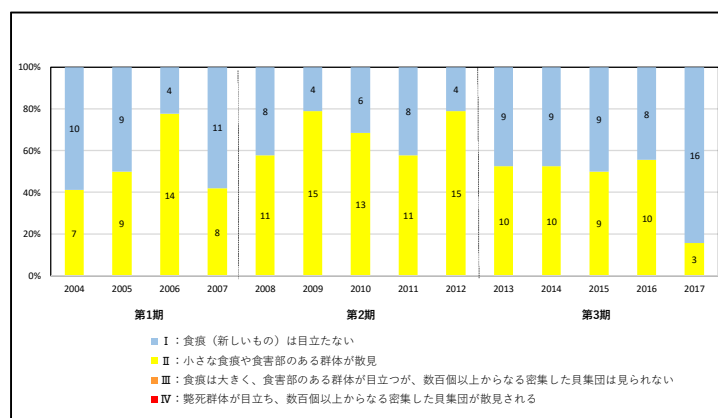
調査期間内に観察されたオニヒトデは計7個体で、サイト内における生息数は極めて少ないと考えられる。なお、調査以外でもダイビング事業者から目撃報告を聞くことはほとんどなかった。



図V-1-16-12 サイト1：屋久島・種子島周辺における2004年から2017年のオニヒトデ発生階級別地点数の変化。

③ サンゴ食巻貝

サンゴ食巻貝の発生階級の変化を図V-1-16-13に示す。



図V-1-16-13 サイト1：屋久島・種子島周辺における2004年から2017年のサンゴ食巻貝の発生階級別地点数の変化。

本サイトにおいて大規模な食害が生じるほどのサンゴ食巻貝の発生は観察されなかった。いずれの年も観察されたのは 10cm² 程度の食害で、正常の範囲と言える。

④ 堆積物 (SPSS 値)

調査項目として堆積物の測定は実施していない。

⑤ 台風

台風の被害が確認された地点数の変化を図 V-1-16-14 に示す。

本サイトでは、2014 年及び 2017 年に台風によるサンゴ群体への被害が多く確認された。主な被害は波浪による破壊であったが、2014 年には地点 12 で、崖の崩落に伴って大量の土砂が流出したことによる被害が確認された。2017 年には 3 つの台風が直撃したため、波浪による枝状・卓状ミドリイシ類の被害が多く確認された。

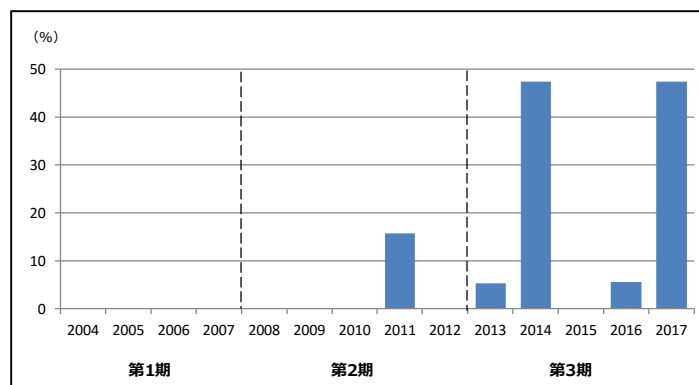


図 V-1-16-14 サイト 1：屋久島・種子島周辺における 2004 年から 2017 年の台風被害発生地点数の変化.

⑥ 病気

病気の発生地点数の変化を図 V-1-16-15 に示す。

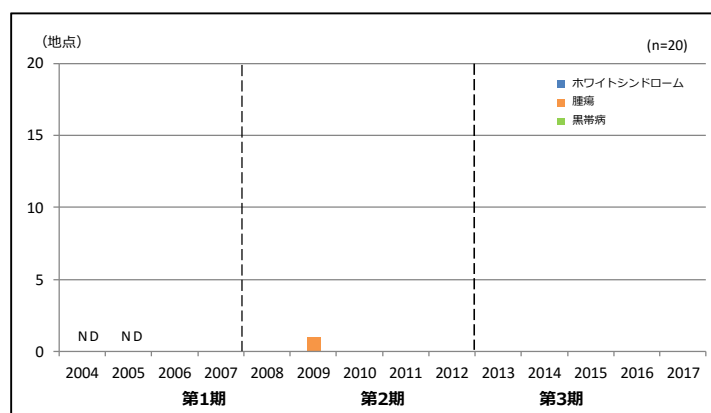


図 V-1-16-15 サイト 1：屋久島・種子島周辺における 2004 年から 2017 年の台風被害発生地点数の変化.

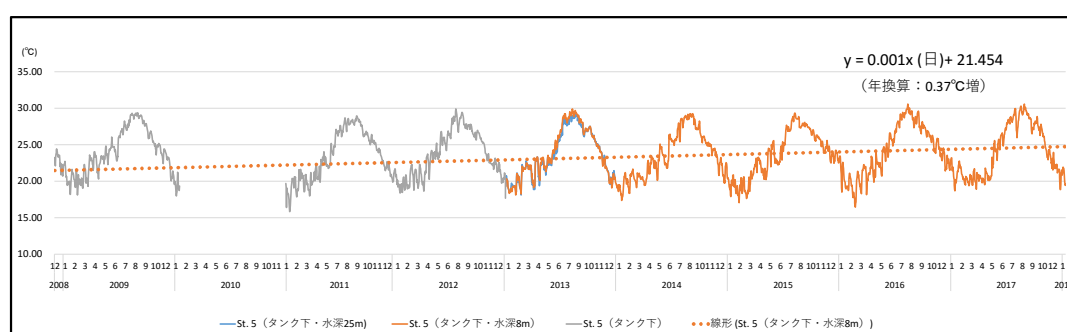
2009年に腫瘍と思われる病気が観察された地点があったが、病気の症状及び種類の判別までには至らなかった。

(4) その他のかく乱要因

2005年に地点5(タンク下)においてダイビング船のアンカーによるサンゴ群体の破壊があった。その後、係留ブイが設置されたため、更なる被害は防がれている。

3. 水温の変化

水温の変化を図V-1-16-16に示す。



図V-1-16-16 サイト1: 屋久島・種子島周辺における2008年から2017年のデータロガーにより観測した水温の変化。

本サイトでは、2008年に水温計を地点5(タンク下)に設置し、その後同地点の水深8mと25mにも設置して観測を継続した。長期間(5年以上)継続して観測している地点5の水温データを用いて回帰分析を行ったところ「 $y=0.001x(\text{日})+21.454$ 」となり、年に換算すると0.37°Cの増加傾向であった。

4. サンゴ群集の現状と評価及び今後の予測

本サイトにおけるミドリイシ類は1998年の大規模な白化現象により大幅に減少した。本調査を開始した2004年以降は、平均サンゴ被度が増加傾向にあり、2010年以降は30%以上を維持している。

また、2004年にはクシハダミドリイシが優占していた地点において、2006年頃からスギノキミドリイシなどの枝状ミドリイシ属が増加した。地点8、9、10においてはクシハダミドリイシが優占しているものの、その隙間にかつては見られなかった枝状ミドリイシ属がよく見られるようになってきた。

枝状ミドリイシ属は、台風などの波浪の影響を受けやすく、増加しては破壊され、優占種となるほどの増加は見られないが、増減を繰り返しながら確実に増えてきている。ミドリイシ属が温帯種から熱帯種に変わってきたと思われ、今後の遷移が注目される。

2. 2016年に発生した大規模白化現象の影響について

一般財団法人 自然環境研究センター 木村 匡

2016年に発生した夏季高水温が主な要因と考えられる大規模白化現象により、高い白化率及び死亡率を示したサイトが現れた。またサイトによっては2016年には死亡していなかった群体が、翌年の2017年調査までの間に死亡していた場合もあった。そこで、2016年の高水温による死亡を、白化前の2015年のサンゴ被度と、高水温による死亡率が落ち着いた2017年のサンゴ被度の差として算出し、白化前の2015年のサンゴ被度に対するその差の割合を死亡率とした(表V-3-1)。

表V-3-1. 2015年から2017年の各サイトにおける平均のサンゴ被度と白化率及び死亡率。

モニタリングサイト		平均サンゴ被度 (%)			平均サンゴ白化率 (%)		平均サンゴ死亡率 (%)		2016年の白化による最終的な死亡率 (%) (2017年と2015年のサンゴ被度の差/2015年サンゴ被度) (マイナスの値は成長を示す)
No.	サイト	2015年	2016年	2017年	2016年	2017年	2016年	2017年	
1	大隅諸島/屋久島・種子島周辺	34.0	38.3	33.9	8.5	1.8	2.1	0.0	0.2
2	トカラ列島/小宝島周辺	41.6	—	—	—	—	—	—	—
3	奄美群島/奄美大島周辺	32.5	34.5	35.5	21.0	31.5	0.7	0.7	-9.2
4	沖縄島・東岸/東村～奥	25.0	25.2	28.2	16.4	29.3	8.6	5.4	-12.8
5	沖縄島・西岸/恩納村～残波岬	27.1	29.1	36.2	13.1	31.3	4.3	5.2	-33.6
6	沖縄島周辺離島/水納島・伊是名島・伊平屋島	44.0	58.0	54.3	48.4	4.2	13.5	1.8	-23.5
7	慶良間諸島中心海域(阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	16.7	15.8	22.5	7.3	0.0	5.4	0.0	-34.7
8	大東諸島	—	17.7	—	0.0	—	0.0	—	—
9	宮古島周辺	24.8	18.0	17.0	68.8	0.5	31.0	0.5	31.5
10	宮古島離礁/八重干瀬	31.3	8.8	6.3	70.1	0.0	67.5	0.0	80.0
11	石垣島・東岸/平久保崎～宮良湾	28.3	27.5	19.6	47.9	0.3	8.8	0.3	30.7
12	石垣島・西岸/川平～大崎	14.5	13.9	12.1	63.2	0.4	14.8	0.4	16.7
13	石西礁湖・北部/小浜島周辺	37.0	23.0	20.1	91.5	85.0	46.9	6.7	45.7
14	石西礁湖・東部/カタグラー周辺	31.0	9.3	5.2	99.5	94.6	67.9	11.3	83.3
15	石西礁湖・中央部/シモビシ～仲間崎沖	34.3	18.8	17.2	94.9	92.0	49.7	8.5	49.9
16	石西礁湖・南部/黒島～新城島	31.2	17.9	13.2	98.2	94.1	50.0	10.2	57.6
17	西表島と周辺離島/崎山湾(西表島西部)周辺	48.9	32.4	27.3	94.3	84.7	34.8	6.7	44.1
18	小笠原諸島/父島周辺	45.0	41.7	45.0	2.9	1.3	1.9	0.2	0.0
19	房総・伊豆・伊豆諸島/籠山(房総)	3.8	2.9	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	23.2
20	日本海/巻岐周辺	48.1	37.3	32.0	2.1	0.4	1.1	0.3	33.5
21	紀伊半島/串本周辺	32.6	33.1	27.7	0.8	13.3	0.1	0.5	15.0
22	四国/四国南西岸(宇和島～足摺岬)	25.2	30.9	25.4	3.0	7.1	0.5	1.3	-0.8
23	九州(南東部):鹿児島県南部沿岸	19.0	18.4	16.4	20.7	0.0	0.0	0.0	13.7
24	九州(西部):天草周辺	26.2	27.6	31.1	0.2	0.5	0.0	0.0	-18.7

(※上記表中のオレンジ色のセルは、白化率あるいは死亡率が50%以上の値を示す)

2016年の平均白化率が最も高かったのは、石西礁湖及び西表島周辺であり、いずれのサイトも90%を超えていた。また2016年の平均死亡率は、石西礁湖・東部（サイト14）と宮古島離礁である八重干瀬（サイト10）で最も高い68%を記録した。2015年から2017年の被度の差から算出した死亡率では、石西礁湖・東部の83%が最も高く、次いで八重干瀬の80%であった。

その他の主なサンゴ礁域では、沖縄島周辺離島（サイト5）で平均白化率48%、平均死亡率14%、奄美大島周辺（サイト3）で平均白化率21%、平均死亡率0.7%と白化現象は確認されたが、死亡率は低く、被害は軽度であった。

高緯度サンゴ群集域では、鹿児島県南部沿岸（サイト23）で平均白化率21%を示したが、死亡はなかった。また、その他の高緯度サンゴ群集域では、秋季から冬季に実施する調査時には白化現象及び死亡はほとんど確認されなかった。館山（サイト19）では、白化現象も死亡も確認されなかった。

以下に、高緯度サンゴ群集域及び主なサンゴ礁域において、2016年に白化現象が確認された主なサイトについてその概要を記す。

【高緯度サンゴ群集域】

● 25%未満の白化

・ 串本周辺（サイト21）

2016年8月初旬より28℃以上の高水温が続き、それに伴い8月中旬頃より顕著な白化現象が発生した。8月下旬には浅場を中心に全体の75%もの群体で白化が確認されたが、台風の影響で8月末から9月初旬にかけて水温が急激に低下したことで11月の調査までに98%の群体が健全な状態まで回復し、平均白化率は0.8%、平均死亡率は0.1%であった。

・ 鹿児島県南部沿岸（サイト23）

錦江湾（鹿児島湾）の一部で白化が観察されたものの、特定の種（ハナヤサイサンゴや、ハナガササンゴなど）や浅所の群体などに限られ、平均白化率は20.7%、平均死亡率は0%であった。

・ 屋久島・種子島周辺（サイト1）

2016年は7月20日頃から急激に水温が上昇し、8月下旬頃から白化が始まり、9月上旬には40~50%が白化した。しかし、9月の台風接近に伴い水温が下がったため、白化したサンゴも多くは回復し、平均白化率は8.5%、平均死亡率は2.1%であった。

・ 天草周辺（サイト24）

2016年夏季には10~30%のサンゴで白化が見られたが、白化の初期段階で終わり、秋の調査時には平均白化率は0.2%、死亡率は0%であった。

- ・ 四国南西岸（サイト 22）

2016 年夏季には白化現象が見られたが、秋の調査時には平均白化率が 3.0%、平均死亡率は 0.5%であった。

【主なサンゴ礁域】

- 25%未満の白化

- ・ 奄美大島周辺（サイト 3）

2016 年夏季に白化現象が観察されたが、秋の調査時には平均白化率 21.0%であり、平均死亡率は 0.7%と影響は軽微であった（ただし、2017 年夏季には外洋に面する礁池内や内湾、海峡内等の一部の地点で大規模な白化現象が発生し、平均白化率は 31.5%であった。平均死亡率は 0.7%であったが、サンゴ被度が半減した地点もあった）。

- ・ 慶良間諸島（サイト 7）

2016 年夏季に規模の大きな白化現象が認められた。9 月の調査では最大で 90%程度のサンゴが白化しているのが確認されたが、その後の 11 月から 12 月にかけての調査では、平均白化率が 7.3%であった。また、地点で最大の死亡率は 40%であったがサイトの平均死亡率は 5.4%であり、比較的軽度の被害であった。

- 25%以上 50%未満及び 50%以上 75%未満の白化

- ・ 宮古島周辺（サイト 9）・八重干瀬（サイト 10）

2016 年夏季に、宮古島周辺で 68.8%、八重干瀬で 70.1%の平均白化率を示した。宮古島周辺での平均死亡率は 31.0%であったが、八重干瀬では 67.5%と高かった。

- ・ 石垣島東岸・西岸（サイト 11～12）

2016 年は 6 月中旬から 9 月中旬の台風接近まで快晴が続き、大規模な白化現象が発生した。平均白化率は東岸（サイト 11）47.9%、西岸（サイト 12）63.2%であり、死亡率は東岸 8.8%、西岸 14.8%であった。

- 75%以上の白化

- ・ 石西礁湖～西表島と周辺離島（サイト 13～17）

2016 年のサイト平均白化率は 91.5～99.5%であり、平均死亡率は 34.8～67.9%であった。これら 5 つのサイトの全地点を平均すると、白化率は 69%、死亡率は 54%であった。

VI 総括

ここでは、これまでのサンゴ礁調査の結果を総合的に評価し、主なサンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域におけるサンゴ群集の変遷について記す。

1. サンゴ礁調査第3期の調査結果と評価

サンゴ礁調査は、2003年の試行調査を経て、2004年から全24サイトにおける調査が開始された。ここでは、第1期、第2期のサンゴ群集の変遷の概要を示した上で、第3期のサンゴ群集の変遷について、主なサンゴ群集域と高緯度サンゴ群集域に分けて記述する。

1) サンゴ群集の状況

第1期、第2期及び第3期のサンゴ群集の状況について、(1)サンゴ被度の変化、(2)被度指数の変化、(3)前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化、(4)群集構造の変化、の4つの項目ごとに主なサンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域についてその概要を以下に述べる。

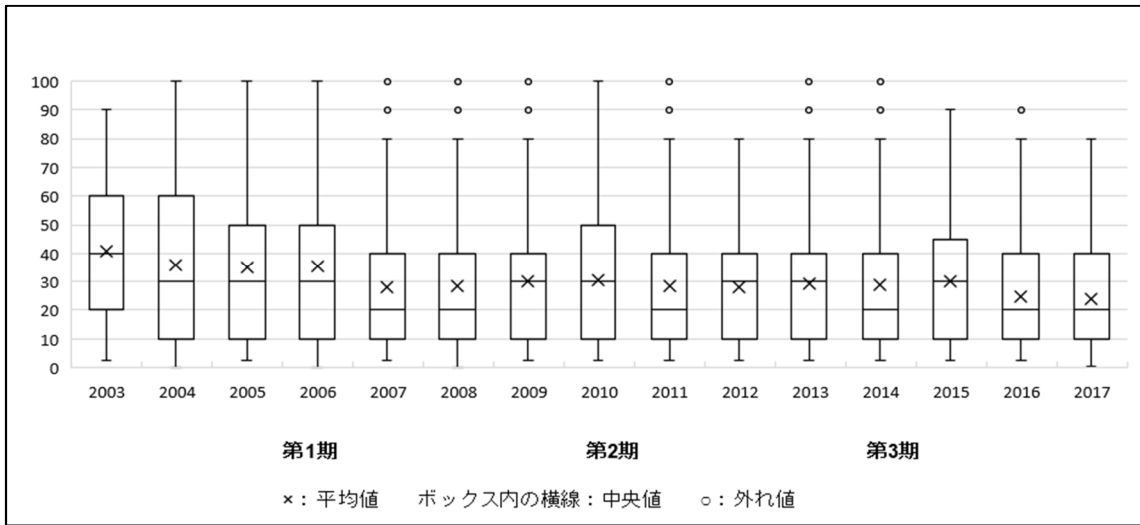
(1) サンゴ被度の変化

2003年から2017年までの全地点のサンゴ被度の変化を図VI-1-1に示す。

全地点のサンゴ被度は、2006年まで平均で35%以上であったが、2007年は平均で28.2%、中央値で20%に減少した。これは、石垣島及び石西礁湖周辺で起こった夏季高水温が主な原因と考えられる白化現象の影響である。その影響は2008年まで続き、平均値は2006年から7.1ポイント減少した。

2014年には石垣島及び石西礁湖から西表島を含む八重山海域で再び夏季高水温が原因と考えられる白化現象が起こり、平均値が28.6%、中央値が再度20%まで減少したが、2015年にはサンゴ被度がやや増加し、平均値が30.1%、中央値が30%となった。

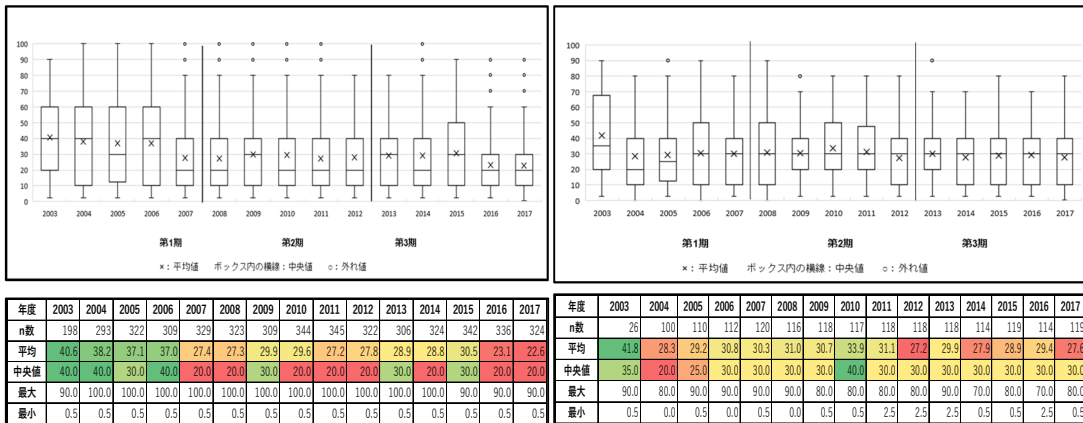
2016年には、八重山海域から宮古島周辺を含めた先島諸島海域で夏季高水温が原因と考えられる大規模な白化現象が起こり、同海域の多くの地点でサンゴ被度が減少した。そのため、平均値は24.7%、中央値は20%となった。この影響は2017年まで続き、2017年には90%のサンゴ高被度地点が失われた。



年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
n数	224	393	432	421	449	439	427	461	463	440	424	438	461	450	443
平均	40.8	35.6	35.1	35.3	28.2	28.3	30.1	30.7	28.2	27.7	29.2	28.6	30.1	24.7	24.0
中央値	40.0	30.0	30.0	30.0	20.0	20.0	30.0	30.0	20.0	30.0	30.0	20.0	30.0	20.0	20.0
最大	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	90.0	90.0	90.0
最小	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

図VI-1-1 2003年から2017年までのサンゴ調査におけるサンゴ被度の変化

次に、サンゴ被度の変化を主なサンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域に分けて図VI-1-2に示す



年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
n数	198	293	322	308	329	323	309	344	345	322	306	324	342	336	324
平均	40.6	38.2	37.1	37.0	27.4	27.3	29.9	29.6	27.2	27.8	28.9	28.8	30.5	23.1	22.6
中央値	40.0	40.0	30.0	40.0	20.0	20.0	30.0	20.0	20.0	20.0	30.0	20.0	30.0	20.0	20.0
最大	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	90.0	90.0	90.0
最小	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
n数	26	100	110	112	120	116	118	117	118	118	118	114	119	114	119
平均	41.8	28.3	29.2	30.8	30.3	31.0	30.7	33.9	31.1	27.2	29.9	27.9	28.9	29.4	27.6
中央値	35.0	20.0	25.0	30.0	30.0	30.0	30.0	40.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
最大	90.0	80.0	90.0	90.0	90.0	90.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	90.0	70.0	80.0	70.0
最小	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.5	2.5	2.5	2.5	0.5	0.5	2.5	0.5

図VI-1-2 主なサンゴ礁域（左）と高緯度サンゴ群集域（右）におけるサンゴ被度の変化。

<主なサンゴ礁域（図VI-1-2、左）>

主なサンゴ礁域における2005年のサンゴ被度は平均37.1%、中央値30%で、地点の半数はサンゴ被度が30%以下であったが、2006年には中央値40%となり、全体的にはやや増加した。しかし、2007年には八重山海域で白化現象が発生したため、平均27.4%、中央値20%にまで減少した。その後、平均サンゴ被度は回復し、2015年には30%を超えた。

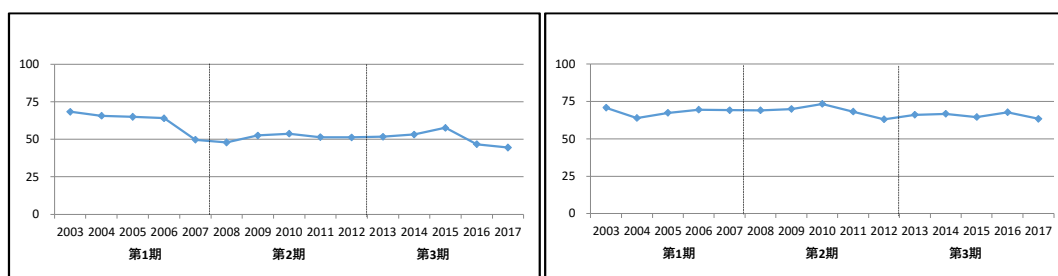
ところが、2016年には八重山海域から宮古島を含む先島諸島海域において夏季高水温が主な要因と考えられる白化現象が再び発生し、サンゴ被度は平均23.1%、中央値20%まで減少した。その影響は2017年まで継続し、両年共に100%の高被度地点はなく、多くの地点（全地点の半数）が20%以下の低いサンゴ被度を示した。

<高緯度サンゴ群集域（図VI-1-2、右）>

2003年の串本周辺、四国南西岸及び天草周辺における試行調査を経て、2004年に館山から鹿児島県南部沿岸及び屋久島・種子島までの6サイト100地点においてモニタリングを開始し、その後110～120地点において調査を行った。2004年の開始時には平均28.3%、中央値20%であった。その後、サンゴ被度は2006年に平均30%を超え、中央値が30%となった。2010年には、平均値が33.9%まで増加し、最大値も80%となった。平均サンゴ被度は、2003年の試行調査を除き、全体を通して概ね同程度で推移している。

（2）被度指数の変化

ここでは、各年のサンゴ群集の健全度を評価するため、2003年から2017年までの主なサンゴ礁域及び高緯度サンゴ群集域における被度指数の変化を図VI-1-3に示す。



図VI-1-3 主なサンゴ礁域（左）と高緯度サンゴ群集域（右）における被度指数の変化

<主なサンゴ礁域（図VI-1-3、左）>

2004年から2006年までの被度指数は、平均値で64～66%程度であった。夏季高水温が主な要因と考えられる白化現象の影響を受けた2007年と2008年は『やや良い』と『やや悪い』の評価の境界線上である50%まで減少したが、2015年には58.5%まで増加し、『やや良い』の評価となった。しかし、2016年の夏季高水温が主な要因と考えられる白化現象の影響を受けて平均被度指数は再度減少し、2016年と2017年は被度指数50%未満の『悪い』の評価になった。

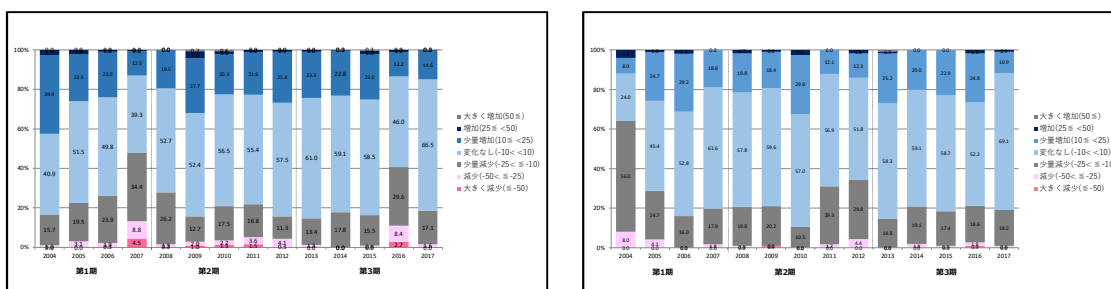
<高緯度サンゴ群集域（図VI-1-3、右）>

全サイトでの調査が開始された2004年以降の変化をみると、被度指数50～70%の『や

や良い』の評価の中で徐々にサンゴ被度が増加し、2010年に『健全』の評価に近い73.3%になった。しかし、その後減少傾向となり、2012年には63.1%まで減少し、『やや良い』の評価となった。その後は『やや良い』評価の状態を維持し、2017年には63.4%となった。

(3) 前年からのサンゴ被度の増減地点数の変化

ここでは、各年の調査において、サンゴ被度が増加傾向にあるのか減少傾向にあるのかを評価するため、前年からサンゴ被度が増減した地点数の変化を示す(図VI-1-4に示す)。



図VI-1-4 主なサンゴ礁域(左)と高緯度サンゴ群集域(右)における前年からのサンゴ被度増減地点数の変化

<主なサンゴ礁域(図VI-1-4、左)>

夏季高水温が主な要因と考えられる白化現象が発生した2007年と2016年に、前年のサンゴ被度から『少量減少』、『減少』及び『大さく減少』を合わせて40~50%となり、期間中最も高かった。また、2009年には、サンゴ被度が『少量増加』及び『増加』を合わせた地点数が30%程度まで増加しており、白化現象の影響からの回復傾向が表れた事を示している。

<高緯度サンゴ群集域(図VI-1-4、右)>

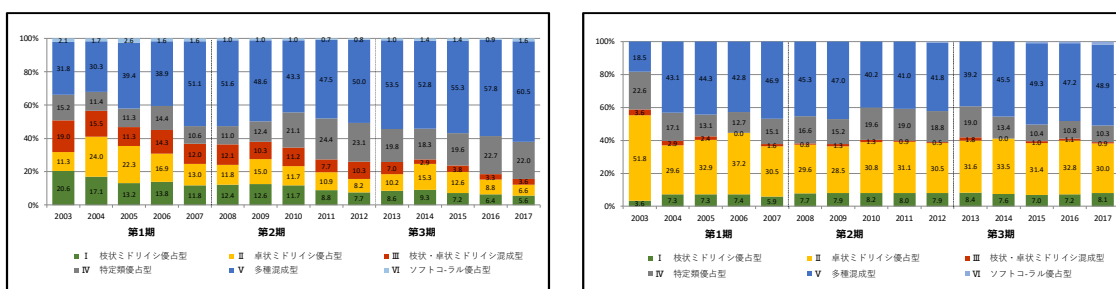
試行調査からの変化を示す2004年を除いた2005年から2017年の調査期間において、2005年、2011年及び2012年の3年は、前年からサンゴ被度が『減少』した地点と『少量減少』した地点を合わせた割合が20~30%と比較的高い値を示した。これらの減少が示された後の2006年と2013年には、『少量増加』及び『増加』を合わせた地点が30%近く現れ、前年のかく乱からの回復を示している。

(4) 群集構造の変化

ここでは、サンゴ群集の構造の変化を評価するために、①生育型の変化、②卓状ミドリイシ類の最大長径の変化、③加入数の変化の概要を述べる。

①生育型の変化

2003年から2017年までの主なサンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域における生育型別地点数の変化を図VI-1-5に示す。



図VI-1-5 主なサンゴ礁域（左）と高緯度サンゴ群集域（右）における生育型別地点数の変化

<主なサンゴ礁域（図VI-1-5、左）>

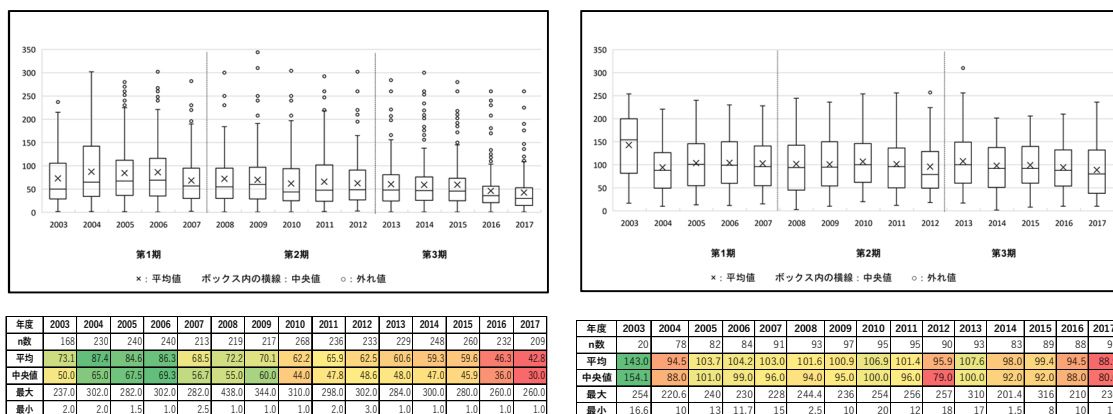
多くの調査地点でサンゴ群集を優占するミドリイシ類（枝状ミドリイシ優占型、卓状ミドリイシ優占型、枝状・卓状ミドリイシ混成型）の割合が、年々減少傾向にあった。特に夏季高水温が主な要因と考えられる白化現象が発生した2007年と2011年の変化が大きい。これらの変化は被度の低下に伴っており、各地点で優占していたミドリイシ類は、白化現象により死亡したため、生育型が多種混成や特定類優占型に変化したと考えられる。特に2012年以降は、低被度の中で多種混成型を示す調査地点の割合が50%を越え、以降徐々に増加している。

<高緯度サンゴ群集域（図VI-1-5、右）>

試行調査である2003年のデータを除くと、ミドリイシ類が優占する割合は、40%程度で推移している。

②卓状ミドリイシ類最大長径の変化

2003年から2017年までの主なサンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域における、卓状ミドリイシ類の最大長径の変化を図VI-1-6に示す。



図VI-1-6 主なサンゴ礁域（左）及び高緯度サンゴ群集域（右）における卓状ミドリイシ類最大長径の変化

<主なサンゴ礁域（図VI-1-6、左）>

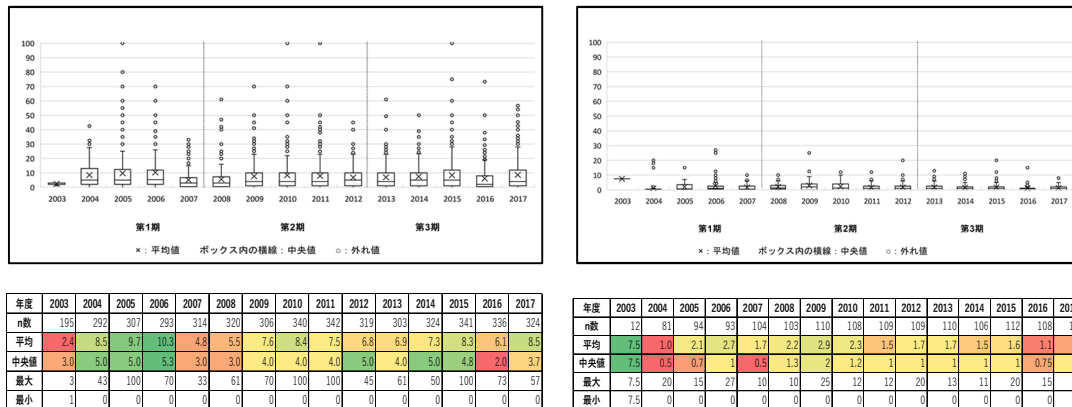
平均値は2006年まで85cm程度であったのが2007年は68.5cmに減少した。その後、2008年には72cmまで増加するが、以降は2014年に59.3cmになるまで緩やかな減少傾向となり、2016年の夏季高水温が主な原因と考えられる白化現象のかく乱によって46.3cmに、2017年にはさらに42.8cmにまで減少した。これらの変化は、サンゴ被度や生育型の変化同様、かく乱の度に大型群体が死亡したため、各サイトで優占する卓状ミドリイシ類に影響を与えたものであると考えられる。ただし、最大値及び外れ値が示しているように、地点によっては250cmを越える大型群体も残っている。

<高緯度サンゴ群集域（図VI-1-6、右）>

主なサンゴ礁域に比べて卓状ミドリイシ類が優占する地点が多く、またサンゴ被度についても大きく減少した地点が少なかったため、平均値は2011年まで100cm程度で推移していた。2012年に95.9cmまで減少した後、2013年には107.6cmまで増加した。しかし、その後は2017年の88.9cm程度まで緩やかな減少傾向を示した。

③加入数の変化

2003年から2017年までの主なサンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域における加入数の変化を図VI-1-7に示す。



図VI-1-7. 主なサンゴ礁域（左）と高緯度サンゴ群集域（右）における加入数の変化.

<主なサンゴ礁域（図VI-1-7、左）>

サイト及び年によって大きく異なるが、最も多いところでは 50～100 群体/m² もの加入が見られた。平均値を比較すると、試行調査の 2003 年を除く 2004 年から 2006 年に 8.5～10.3 群体/m² の高い加入数が見られた。しかし、八重山海域で大規模な白化現象が発生した 2007 年以降はそれまでに比べると平均値は低くなり、2010 年、2015 年及び 2017 年に比較的高い 8.4 群体/m²、8.3 群体/m² 及び 8.5 群体/m² を示した以外は、6.1～7.6 群体/m² の範囲で推移した。

<高緯度サンゴ群集域（図VI-1-7、右）>

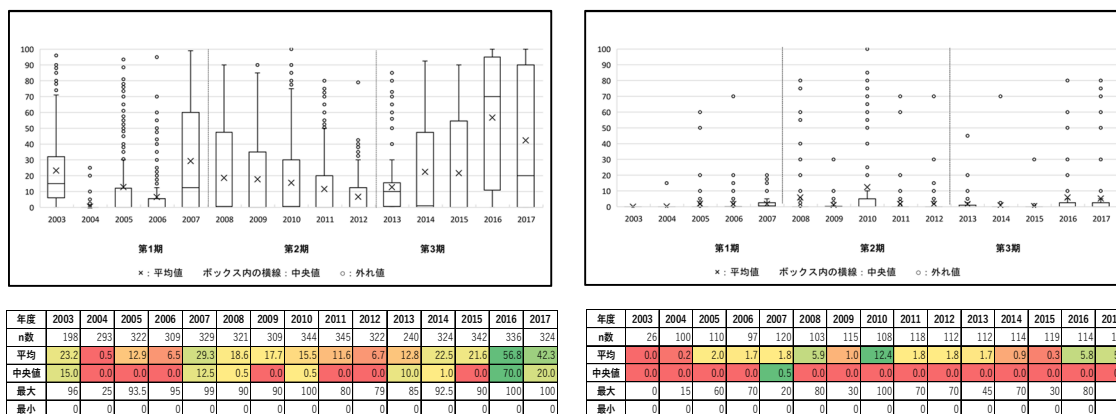
主なサンゴ礁域に比べると高緯度サンゴ群集域では加入数が低い。最大値は 2006 年と 2009 年に 25 群体/m² 以上を示した他は 8～20 群体/m² の間で推移している。また、平均値は 2003 年の試行調査を除くと 2009 年の 2.9 群体/m² が最も多く、その他の年は 1.0～2.7 群体/m² で推移している。このことは、高緯度サンゴ群集域では、母群体が壊滅的な被害を受けると、回復に非常に時間がかかることを示している。

2) かく乱による被害

ここでは、サンゴ群集への主要なかく乱として、(1) 高水温/低水温による白化現象、(2) オニヒトデによる食害、(3) サンゴ食巻貝による食害、(4) 堆積物量 (SPSS 値) の 4 つの項目についてその変化を記す。また、白化現象の原因ともなる異常高水温や低水温の状況を把握するため、各サイトに設置した水温ロガーにより記録され他水温の変化を (5) に示す。

(1) 高水温/低水温による白化現象

2003年から2017年までの主なサンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域における白化率の変化を図VI-1-8に示す。



図VI-1-8 主なサンゴ礁域（左）と高緯度サンゴ群集域（右）における白化率の変化

<主なサンゴ礁域（図VI-1-8、左）>

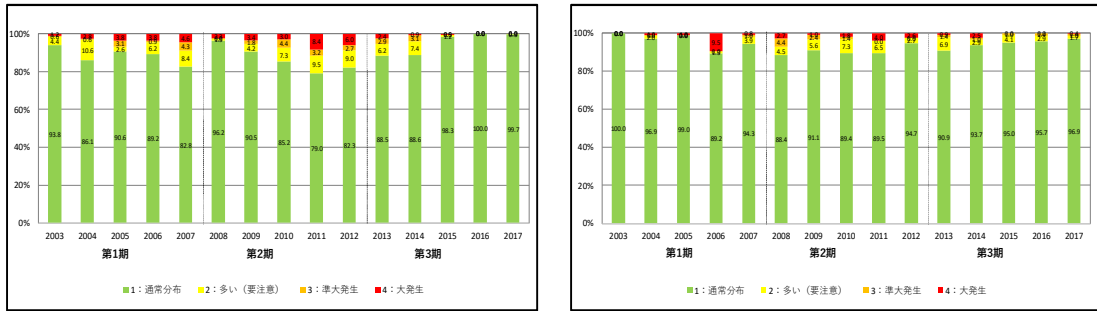
白化率の平均値が最も高かったのが2016年の56.8%であった。この時は中央値が70%を示しており、調査地点の半分で70%以上の高い白化率を示したことが分かる。続いて2017年も平均白化率が42.3%と比較的高かった。八重山海域で大規模な白化現象が発生した2007年は、平均白化率が29.3%であり、調査地点の上位半分の白化率は12.5%から99%の間にばらついていた。白化率だけを比較すると、2007年よりも2016年及び2017年の方が夏季高水温の影響が大きかったと考えられる。

<高緯度サンゴ群集域（図VI-1-8、右）>

白化率の平均値をみると、2010年にやや高い白化率12.4%が表れている以外は、6%未満であった。2010年も外れ値として50%以上の地点が何点かあるが、ほとんどの地点では10%以下であり、局所的であった。主なサンゴ礁域と比較すると、夏季高水温が主な原因と考えられる白化現象は、顕著な乱要因にはなっていないと考えられる。

(2) オニヒトデによる食害

2003年から2017年までの主なサンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域におけるオニヒトデ発生階級毎の地点数の変化を図VI-1-9に示す。



図VI-1-9 主なサンゴ礁域（左）と高緯度サンゴ群集域におけるオニヒトデ発生階級毎の地点数の変化

< 主なサンゴ礁域（図VI-1-9、左） >

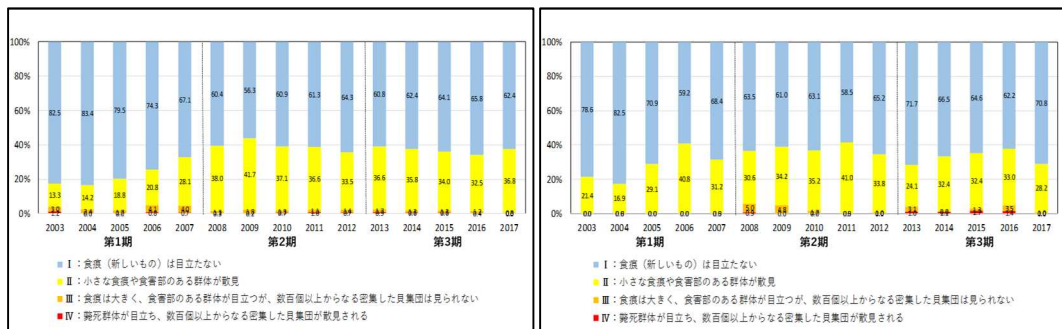
2003年の試行調査時から大発生レベルの地点が見られた。発生階級2以上の傾向を見ると、2007年に最初のピークが表れ、2008年には減少したものの、2009年より再び増加傾向を示し、2011年には第2のピークを示した。その後は減少傾向となり、2016年以降は通常分布状態となって、大発生は収束したと考えられた。

< 高緯度サンゴ群集域（図VI-1-9、右） >

発生階級2以上の傾向を見ると、2004年及び2005年にはわずかに見られていたが、2006年には10.8%となり、その後は増減しつつも2013年までの期間に明瞭な傾向は見られなかった。2013年以降は減少傾向を示している。

(3) サンゴ食巻貝による食害

2003年から2017年までの主なサンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域におけるサンゴ食巻貝発生階級毎の地点数の変化を図VI-1-10に示す。



図VI-1-10. サンゴ礁域（左）と組緯度サンゴ群集域（右）におけるサンゴ食巻貝発生階級毎地点数の変化.

<主なサンゴ礁域（図VI-1-10、左）>

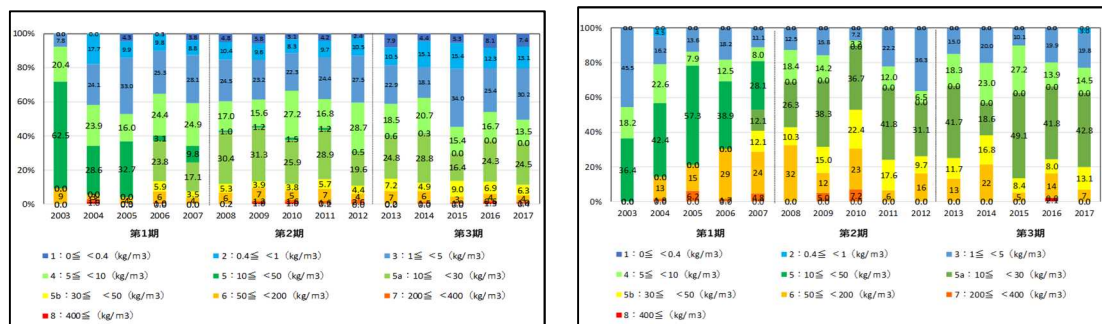
小さな食痕や食害部のある群体が散見される地点が 2005 年から増加傾向を示し、2009 年にピークを迎え、その後はわずかに増減しつつも 40%程度を保持していた。サンゴ食巻貝の大きな集団が確認されるランクⅢやⅣの地点は、2006 年と 2007 年の 16~17%をピークに増加したが、その後は 10%未満になり、現在のところは大きな被害に至っていない。

<高緯度サンゴ群集域（図VI-1-10、右）>

小さな食痕や食害部のある群体が散見されるランクⅡの地点が 2004 年から増加傾向を示し、2006 年に 40%を超え、以降は 2013 年に 25%を下回ったのを除き、30~40%程度で推移している。密集した集団や大きな集団が観察されるランクⅢやⅣの地点は 2008 年から 2010 年と 2013 年から 2016 年にみられたが、いずれも全体の 10%未満であり、高緯度サンゴ群集域全体としては大きなかく乱要因にはなっていない。

(4) 堆積物量 (SPSS 値) の変化

2003 年から 2017 年の主なサンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域における SPSS 階級毎の地点数の変化を図VI-1-11 に示す。



図VI-1-11 主なサンゴ礁域（左）と高緯度サンゴ群集域（右）における SPSS 階級毎の地点数の変化

<主なサンゴ礁域（図VI-1-11、左）>

サンゴ礁に影響を与える SPSS 階級 6 以上の地点の割合は、2009 年から 2011 年と 2013 年から 2014 年に 10%ほどのピークがあったが、2015 年以降はやや減少傾向にある。ただし、2016 年には SPSS 階級 8 の高い地点がわずかに出現している。

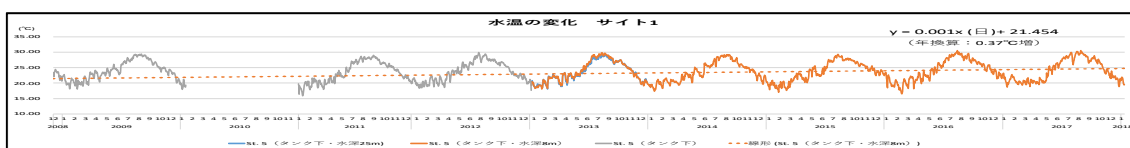
<高緯度サンゴ群集域（図VI-1-11、右）>

SPSS 階級 6 以上の地点が 2005 年から 2010 年までは 20~30%程度あったが、2011 年から 2016 年は 10~20%ほどで推移しており、堆積物の状況はやや改善されている。2017

年はさらに 10%未満に減少したが、2016 年には SPSS 階級 8 の地点が 1 地点出現した。ただし、主なサンゴ礁域よりも SPSS が高めであり、必ずしも主なサンゴ礁域での閾値がそのまま適応されるわけではなく、高緯度サンゴ群集域においてサンゴ群集へ影響を与える閾値を検討する必要性も考えられる。

(5) 水温の変化

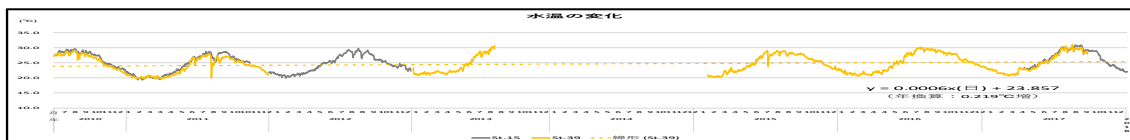
各サイトにおいて水温ロガーによって計測された水温の変化を図VI-1-12～図VI-1-29に示す。



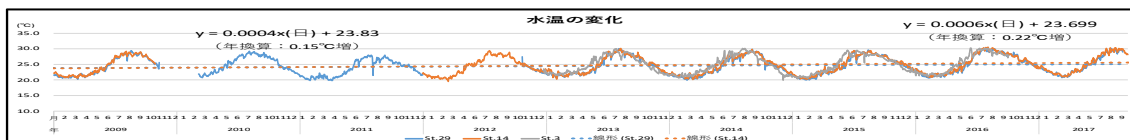
図VI-1-12. サイト 1：屋久島・種子島における 2008 年から 2017 年までの水温の変化。



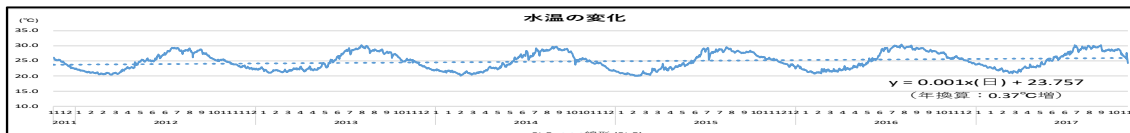
図VI-1-13. サイト 3：奄美群島における 2008 年から 2017 年までの水温の変化。



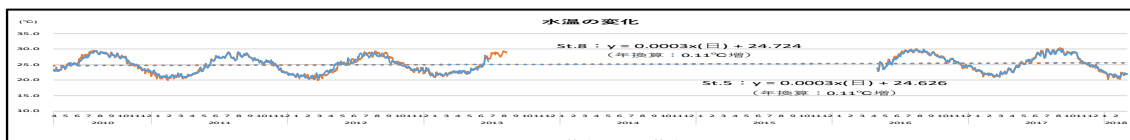
図VI-1-14. サイト 4：沖縄島・東岸における 2010 年から 2017 年までの水温の変化。



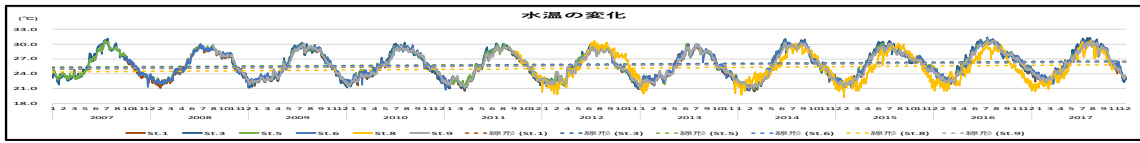
図VI-1-15. サイト 5：沖縄島・西岸における 2009 年から 2017 年までの水温の変化。



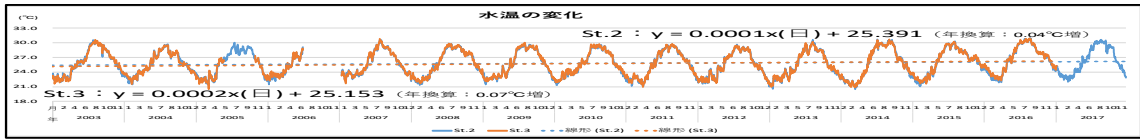
図VI-1-16. サイト 6：沖縄島・周辺離島（伊江島）における 2011 年から 2017 年までの水温の変化。



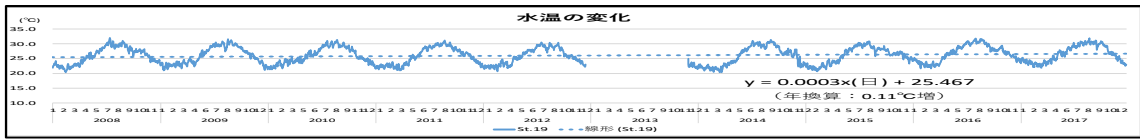
図VI-1-17. サイト 7：慶良間諸島における 2010 年から 2017 年までの水温の変化。



図VI-18. サイト 9：宮古島における 2007 年から 2017 年までの水温の変化。



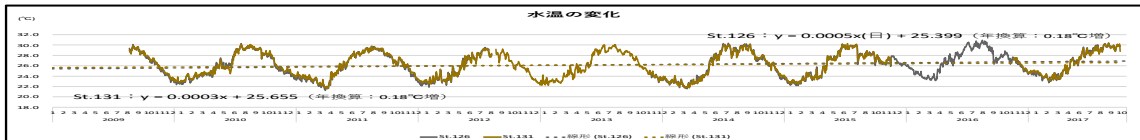
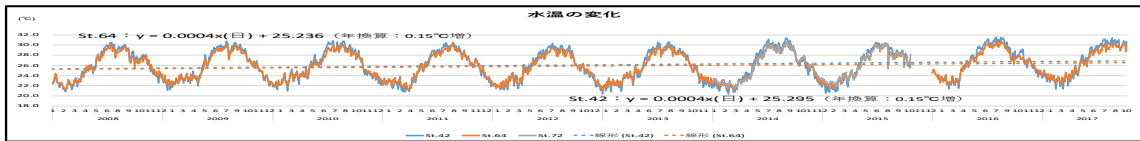
図VI-19. サイト 10：八重干瀬における 2003 年から 2017 年までの水温の変化。



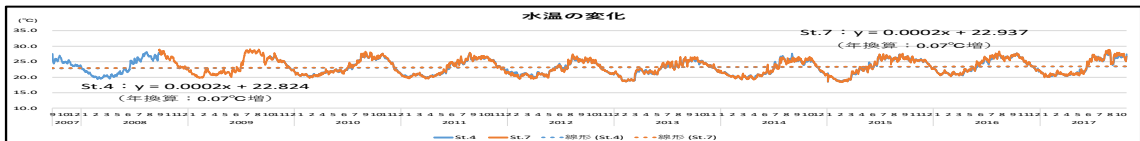
図VI-20. サイト 11：石垣島・東岸における 2008 年から 2017 年までの水温の変化。



図VI-21. サイト 12：石垣島・西岸における 2008 年から 2017 年までの水温の変化。



図VI-22. サイト 13～17：石西礁湖～西表島周辺における 2008 年から 2017 年までの水温の変化。



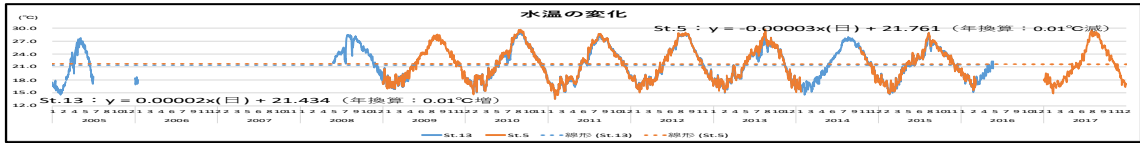
図VI-23. サイト 18：小笠原諸島における 2007 年から 2017 年までの水温の変化。



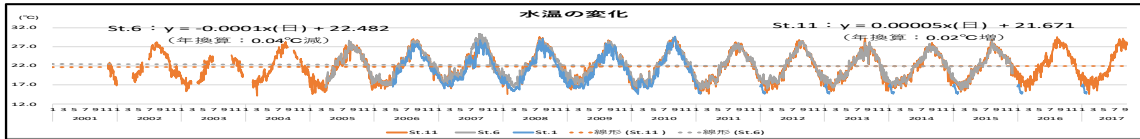
図VI-1-24. サイト19：館山（房総）における2008年から2017年までの水温の変化。



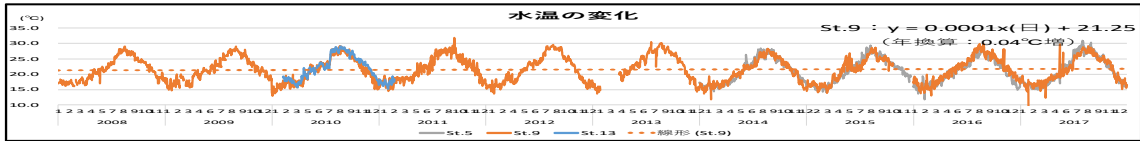
図VI-1-25. サイト20：日本海における2010年から2016年までの水温の変化。



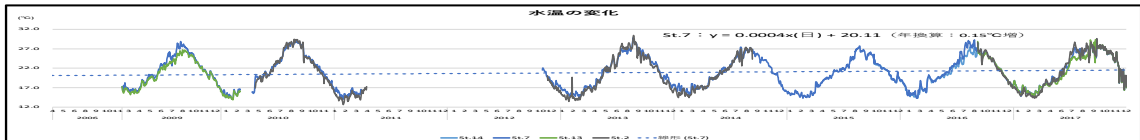
図VI-1-26. サイト21：串本周辺における2008年から2017年までの水温の変化。



図VI-1-27. サイト22：四国南西岸における2001年から2017年までの水温の変化。



図VI-1-28. サイト23：鹿児島県南部沿岸における2008年から2017年までの水温の変化。



図VI-1-29. サイト24：天草周辺における2008年から2017年までの水温の変化。

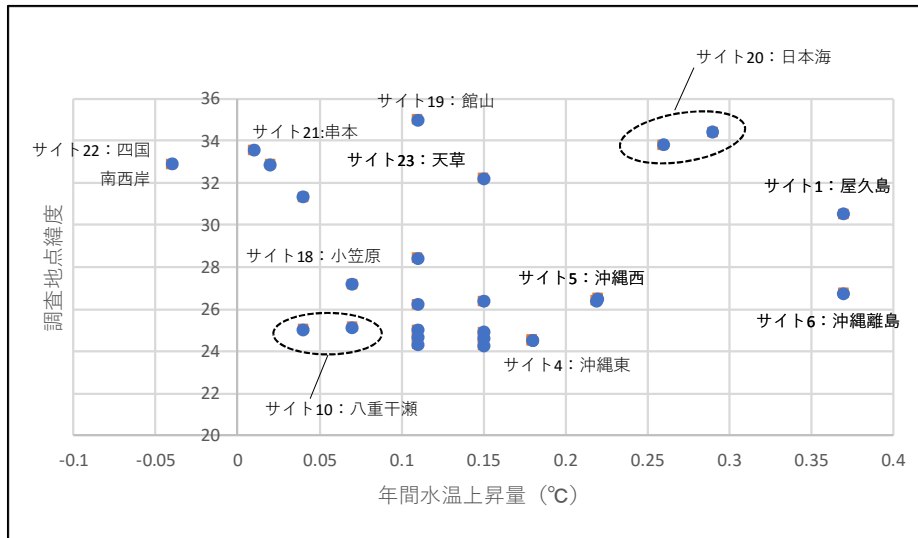
図VI-1-12～VI-1-29の結果を元に、各サイトの中で長期間（5年以上）水温を記録している地点の水温データを用いて回帰分析を行い、年間の変化量を算出した（表VI-1-2）。年間水温の上昇量が最小だったのは串本周辺（サイト21）の0.01°C、最大だったのは屋久島・種子島（サイト1）及び沖縄島・周辺離島（サイト6）の0.37°Cであった。

表VI-1-2 各サイトの水温データから算出した年間水温上昇量（℃）

（一つのサイトに水温上昇データが複数あるものは複数のデータロガーの値を示している）

主なサンゴ礁域		高緯度サンゴ群集域	
サイト	年間水温 上昇量（℃）	サイト	年間水温 上昇量（℃）
3. 奄美大島周辺	+0.11	19. 館山（房総）	+0.11
4. 沖縄島・東岸：東村～奥	+0.219	20. 壱岐周辺	+0.26 / +0.29
5. 沖縄島・西岸 ：恩納村～残波岬	+0.15, +0.22	21. 串本周辺	+0.01
6. 沖縄島周辺離島 ：水納島・伊是名島・伊平屋島	+0.37	22. 四国南西岸	-0.04 / +0.02
7. 慶良間諸島中心海域	+0.11	23. 鹿児島県南部沿岸	+0.04
9. 宮古島周辺	+0.11, +0.15	24. 天草周辺	+0.15
10. 八重干瀬	+0.04, +0.07	1. 屋久島・種子島周辺	+0.37
11. 石垣島・東岸 ：平久保崎～宮良湾	+0.11,		
12. 石垣島・西岸 ：川平～大崎	+0.15, +0.18		
13. 石西礁湖・北部 ：小浜島周辺	+0.11, +0.15		
14. 石西礁湖・東部 ：カタグァー周辺			
15. 石西礁湖・中央部 ：シモビシ～仲間崎沖			
16. 石西礁湖・南部 ：黒島～新城島			
17. 西表島と周辺離島	+0.18		
18. 小笠原諸島	+0.07		

表VI-1-2 に示された各サイトの年間水温上昇量と水温計の設置位置（緯度）との関係を図VI-1-30 に示す。



図VI-1-30. 各サイトの水温計設置位置（緯度）と年間水温上昇量（°C）.

図VI-1-30 から、年間水温上昇量は、屋久島・種子島（サイト 1）、沖縄島周辺離島（サイト 6）、奄岐周辺（サイト 20）、沖縄島東岸（サイト 4）、西岸（サイト 5）の順に高かったことが分かる。一方、高緯度サンゴ群集域のうち黒潮沿岸域である串本周辺（サイト 21）と四国南西岸（サイト 22）及び鹿児島県南部沿岸（サイト 23）では、年間水温変化量が比較的低い $0.01\sim 0.04^{\circ}\text{C}$ であり、四国南西岸の 1 地点では 0.04°C の減少傾向を示した。これは、近年の黒潮離岸傾向が影響している可能性がある。主なサンゴ礁域では、八重干瀬（サイト 10 : 0.04°C と 0.07°C ）と小笠原諸島（サイト 18 : 0.07°C ）が比較的小さかった。

2. サンゴ群集保全上の課題

第2期のとりまとめでは、サンゴ群集保全上の最も大きな課題がオニヒトデの大発生であり、主なサンゴ礁域と高緯度サンゴ群集域の両地域を通じて最も大きなかく乱要因であることが指摘された。第3期では各地の大発生はほぼ収束しているのが確認されたものの、高緯度サンゴ群集域の串本周辺や四国南西岸、鹿児島県南部沿岸、天草周辺等では一部地域にオニヒトデの集団が残っており、引き続き駆除が行われている。また、主なサンゴ礁域においても、沖縄島周辺では一部にオニヒトデの分布密度が高い地点があり、今後も継続的な調査及び対策が必要である。

2016年には、夏季高水温が原因と考えられる大規模な白化現象が発生し、宮古島から石垣島及び西表島を含む先島諸島においてサンゴ群集が大きな被害を受けた。これは、2014年から2017年まで世界各地で起こった地球規模の白化現象の一部であり、2016年にオーストラリアのグレートバリアリーフで見られた白化率に匹敵するほどの被害を受けた地点もあった。この他、串本周辺では2017年12月から2018年3月にかけて冬季低水温によるサンゴの大量斃死が発生した。

本事業で得た成果は、気候変動に対する適応策の検討や推進等に資する基盤的情報として引き続き整備・提供することが重要となる。また、赤土流出や生活排水などの陸域起源のストレスの軽減も、サンゴ群集の回復を促進するための重要な保全施策である。

第3期における各サイトのサンゴ群集保全上の課題は、大きく以下の3つにまとめられる。

- ① サンゴの食害
- ② サンゴの病気
- ③ 高水温による白化現象

① サンゴの食害（オニヒトデとサンゴ食巻貝）

サンゴに食害を及ぼす生物として、オニヒトデとサンゴ食巻貝がいるが、当モニタリング調査の中で、最も大きいかく乱要因の一つとなっていたのがオニヒトデである。オニヒトデによる食害は、高緯度サンゴ群集域から主なサンゴ礁域に至るまで、ほとんどのサイトで大きな被害をもたらした。各地でオニヒトデの大発生が起ると、多くの場合、地元ダイビング関係者や漁業者、関係団体等による駆除事業が展開されている。ほとんどの地域では、駆除効果を検証する前にオニヒトデの大発生が収束しているが、長期的な大発生が起こる可能性も視野に入れて、モニタリングを継続していく必要がある。

シロレイシガイダマシやヒメシロレイシガイダマシに代表されるサンゴ食巻貝の食害については、高緯度サンゴ群集域の四国南西岸での大きな被害と駆除事業が知られて

いるが、他の地域においても同貝類の集団による食害が観察される。特に、大規模白化現象や台風等によるかく乱の起こった後にそれらの食害が顕著に見られる場合がある。四国南西岸では駆除の手法及び体制がある程度確立されてはいるが、個々の個体が数 cm と小さく、散発的に集団を形成することから駆除が難しい。

② サンゴの病気

主なサンゴ礁域では、黒帯病と腫瘍及びホワイトシンドロームが主要なサンゴの病気であり、特に石西礁湖では一般的に見られるようになった。高い罹患率が見られたのは、陸域からの汚染水、白化現象や台風等によるかく乱後であったが、その関連性を追跡するのは難しい。高緯度サンゴ群集域では、串本周辺で上記の 3 種の病気以外の感染症と思われる局所的な被害が観察されている。

③ 高水温による白化現象

主なサンゴ礁域では、2007 年と 2016 年に夏季高水温が原因と考えられる大規模な白化現象が発生し、先島海域では 50% を越える高い死亡率が確認された。1998 年に初めて世界規模のサンゴの白化現象が報告されてから 9 年後の 2007 年に八重山海域で大規模な白化現象が発生し、さらにその 9 年後の 2016 年には世界規模の白化現象が起きていることになる。各サイトにおける水温観測データは、いずれも上昇傾向を示しており、今後も異常高水温が原因と考えられる大規模な白化現象が発生する可能性がある。

以上の課題を踏まえ、本事業が今後対応すべき取組みについては、特に次のことがあると考えられる。

- (1) サイト間での情報共有体制の構築
- (2) 保全情報も含めた情報提供
- (3) 適切な情報発信
- (4) 付加情報の援用

(1) サイト間での情報共有体制の構築

オニヒトデなどのかく乱要因が、黒潮等の潮流によって近隣の海域に伝播する可能性もあり、モニタリング情報やかく乱要因、駆除状況等の情報を地域間で共有する体制も重要である。また、NOAA（アメリカ海洋大気庁）の提供する世界規模のサンゴの白化情報等を収集し共有することも、各サイトにおける監視体制の強化につながる。

サイト間での情報共有体制を構築することにより、調査結果が保全活動に有効に活用されることが期待される。

(2) 保全情報も含めた情報提供

本事業は、サンゴの現状についての情報を提供し、それに対してオニヒトデ大発生等の問題が生じた際の対策については、各保全活動主体が検討し、実施している。そこで、オニヒトデの大発生や駆除事業、サンゴ食巻貝の駆除事業、サンゴの病気に関する情報等、サンゴ礁生態系の保全にまつわる科学的な知見や具体的な対策事例等の情報について、モニタリング情報と共に提供する事によって、それぞれの現場における保全対策の推進につながると考えられる。

(3) 適切な情報発信

今回のとりまとめ結果では、日本国内のサンゴの群集変動において、高水温が原因と考えられる大規模な白化現象が大きくなかく乱要因であったが、水温は上昇傾向にある状況にある。また、本事業におけるモニタリングの調査結果を現場の保全活動につなげることが重要である。そのため、今後のサンゴ礁被害の軽減や保全対策の推進を図るためには、普及啓発も含めた適切な情報発信を行い、サンゴ礁生態系の理解と保全活動や地球温暖化対策などの行動につなげることが重要である。

(4) 付加情報の援用

本モニタリング事業に加えて、ダイビング業者や漁業者へのヒアリング等により付加情報を収集することで、調査データの解析に援用することができる。

3. 第4期に向けた課題と方針

2013年度に行った第2期のとりまとめでは、本事業全体のレビューとして(1)サイト配置、(2)調査手法、(3)持続可能な調査体制、(4)情報の共有・管理及び発信、(5)結果の保全施策への活用、(6)国際的枠組みとの連携、の6項目に関してその成果と課題について評価を行った。

第3期とりまとめでも、これら6つの項目について今期における成果と課題及び今後の展望についてまとめる。

(1) サイト配置

① 目標

日本国内のサンゴ群集の現状を把握することを目的に、サンゴ群集の分布及び地理的なバランスを考慮し、現地の調査者及び調査団体等の実施体制に配慮しながらサイトを配置することを目標としている。

第2期とりまとめのレビューでは、今後の展望として造礁サンゴ類が多様で観光利用が盛んな伊豆半島周辺、ニホンアワサンゴの群生地が発見され2013年に瀬戸内海国立公園の海域公園に指定された山口県周防大島町周辺及び日本海側の造礁サンゴ類の北限域である佐渡島から能登半島にかけての海域における監視の必要性が指摘されている。

② 第3期の状況

第1期において、館山から西表島までの全国のサンゴ群集分布域に24のサイトを設置した。そのうち22サイトは毎年調査を実施する通常サイトとし、残りの2サイト(トカラ列島と大東諸島)は概ね5年に1度調査を実施する遠隔地サイトとした。2013年から2017年までの第3期では、22サイトでの調査を毎年、遠隔地の2サイトにおける調査を各1回行った。

③ 第3期の成果

- ・ 第2期までと同様、全国24サイトにおいてモニタリングを実施した。
- ・ 2016年の高水温による大規模白化現象を受け、かく乱後の回復状況の監視及び影響を把握するため、被害の大きかった石西礁湖や宮古島サイトにおいて夏季に水温が上昇する前に補足調査を実施した。

④ 第4期に向けた課題と展望

- ・ 2018年度の試行調査において、地元ダイビング事業者が主体となって調査を実施した田辺周辺では、今後数年間は調査を継続して調査データの精度を管

理しながら実施体制を整えることが必要である。

- ・ 同年度、多良間島周辺は、地元ダイビング事業者と協力しながら既存の宮古島及び八重干瀬サイトの調査実施者が主体となって試行調査を進めた。宮古島周辺海域での 2016 年の高水温被害からの回復の監視を補足することを目的に、5 年に一度程度調査を実施する遠隔地としての調査体制を構築し、サイト設置を検討する。

(2) 調査手法

① 目標

サンゴ被度を指標にサンゴ群集の健全性を長期的に把握することを目的とし、サンゴ被度、卓状ミドリイシ類の長径、加入度等のサンゴ群集自身の状態とオニヒトデやサンゴ食巻貝、白化現象などのかく乱要因について、15 分間の遊泳中に目視観察によって記録するスポットチェック法を用いる。

② 第 3 期の状況

調査方法について解説した調査マニュアル（第 5 版）に基づき、調査を行っている。また、調査時の記録用の野帳や調査結果とりまとめ用の集計表及び報告用フォーム等についても定型様式を開発し、各調査サイトの調査実施者に配布している。

③ 第 3 期の成果

2016 年の高水温による大規模白化現象が発生した際、各サイトの白化状況を取りまとめたが、サイトによっては白化率の算出がマニュアルと異なっているところもあったため、白化率の算出方法を再確認するとともに手法の統一を行った。

④ 第 4 期に向けた課題と展望

- ・ 第 3 期とりまとめに当たり、サンゴ群集へ影響を与えるかく乱要因として台風の影響を検討したが、任意項目のためデータの収集が困難であった。また、サンゴの病気や大型魚類についてのデータもマニュアルでは任意項目になっているため、収集しているサイトによってデータの質が異なっている。そこで、調査のオプションとして設定しているこれらの任意項目についても、データを収集する場合を想定して手法や指標を示しておく必要がある。
- ・ 試行調査を行った田辺周辺のように地元ダイビング事業者等と共同調査を行うことを想定し、専門家ではない参加者にも分かりやすい簡易版マニュアルがあるとよりよい。
- ・ 現在行っているサンゴ群集の健全性のモニタリングを補完する意味で、各サ

イトにおける種レベルのサンゴ相の任意調査を検討する必要性も考えられる。

(3) 持続可能な調査体制

① 目標

100年間継続を目指すモニタリングサイト1000事業において、調査データの質を確保しながら限られた予算内で調査を実施する体制を構築する。

② 第3期の状況

全国に設置した全24サイトのうち遠隔地の2サイトを除く22サイトでは、地元の研究者及び研究機関に調査を依頼し、地元研究者及び研究機関を持たない遠隔地の2サイトについては、事務局で調査チームを編成して調査を実施している。ただし、委託していた調査実施者が退職した日本海サイト（サイト20：壱岐・対馬）については、事務局が調査チームを編成して毎年調査を実施している。

③ 第3期の成果

遠隔地サイトを除く全国の22サイトにおいて、サンゴ調査を実施するための地元研究者及び研究機関によるネットワークが確立した。このネットワークにより、モニタリング調査時以外でも情報交換を行っており、高水温による白化等の緊急事態に対して迅速に情報収集を行うなどの対応が可能になった。

④ 第4期に向けた課題と展望

- ・ 現調査実施者の高齢化に伴い、後継者の確保が緊急の課題となっている。
- ・ 四国南西岸サイトで協力サイトとして連携しているように、地元ボランティアによる市民参加型のモニタリングや、試行調査を実施した田辺周辺のようなダイビング事業者を主体とした専門家以外の有志によるモニタリング等の活用も一つの解決策として検討する必要がある。
- ・ 地元の研究者が実施困難なサイトについては、日本海サイトや遠隔地サイトのように、調査チームを編成して対応するなど、サイトの配置や調査頻度についても見直す必要がある。
- ・ 2018年度に実施した試行調査のフォローアップを含め、第4期中に実施体制及びサイトの配置等の再検討を進めることが必要である。

(4) 情報の共有・管理及び発信

① 目標

モニタリングサイト1000事業では、重大な変化や危機的な状況等の自然環境の変化をとらえ、有効な保全対策につなげていくために、専用のサーバとデータ

ベースシステムを用意し、収集された情報を速やかに公開して、関係者を含めた多くの人々がその事実を理解することが重要としている。

② 第3期の状況

第3期では、全サイトのサンゴ礁調査の結果を『モニタリングサイト1000サンゴ礁調査報告書』として、また石垣島周辺と石西礁湖及び西表島周辺サイトのみの情報を『西表石垣国立公園石西礁湖及びその近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書』として毎年とりまとめ、環境省のモニタリングサイト1000専用ウェブサイト (<http://www.biodic.go.jp/moni1000/>) で公開している。また、報告書に先立ち、その年の調査結果の概要を記した『速報』も毎年発行して上記ウェブサイト公開している。

③ 第3期の成果

第3期である平成25から29年度には、『モニタリングサイト1000サンゴ礁調査報告書』と『西表石垣国立公園石西礁湖及びその近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書』及び『速報』をそれぞれ5年分作成してウェブサイトにおいて公開した。また、大規模な白化現象が発生した平成28年には白化緊急調査を実施し、その結果を記者発表記事として発信した。その翌年である平成29年にも白化補足調査を実施し、大規模白化後の状況を取りまとめて通常の速報に加えてウェブサイト公開した。

④ 第4期に向けた課題と展望

- ・ 本事業の調査結果が、国や地方自治体の保全施策に効果的に活用されるための、事業の知名度向上と調査結果の発信・情報提供を強化する。
 - 各地方自治体に対し、生物多様性センターで作成した成果物や調査予定をメールで情報提供する取組を推進する。
 - 第3期とりまとめ報告書の発行に合わせて、調査データについても定期的なウェブサイトでの公開等を検討する。公開に際しては、サイト代表者及びデータ取得者自身によるデータの利用や学术论文の作成等にも配慮し、調査実施者及び代表者と協議の上データ取扱規約及び利用上の注意点等を作成する。

(5) 結果の保全施策への活用

① 目標

モニタリングサイト1000事業は、日本国内の基礎的な環境情報の収集を長期にわたって継続して、日本の自然環境の質的・量的な劣化を早期に把握し、とら

えた自然環境の変化を有効な保全対策につなげていくことを目標としている。そのためは、保全対策を実施する主体と情報を効果的に共有することが必要である。

② 第3期の状況

日本国内でサンゴ礁生態系に関する保全対策を実施するのは、都道府県や市町村などの地方自治体や環境省地方環境事務所等が想定される。有識者や行政機関等で構成されるサンゴ礁生態系保全行動計画に係る会議などによって、情報共有の場が設定されている。

③ 第3期の成果

2016年に高水温による大規模なサンゴの白化現象が発生した際に、本事業のサイト代表者及びデータ取得者によるネットワークを活用して調査機関以外の時期のサンゴ群集の現状について迅速に情報を収集するとともに、必要なサイトについては緊急調査及び白化補足調査を実施し、結果については報道発表を行った。これらの情報は、平成29年に開催された白化緊急会議や石西礁湖自然再生調査等の保全事業に活用されている。また、環境省が策定した「サンゴ礁生態系保全行動計画」の改訂の際、サンゴ礁生態系の現状を評価するため、モニタリングサイト1000事業におけるサンゴ礁調査の結果が利用された。

④ 第4期に向けた課題と展望

- ・ 気候変動適応法に基づく影響評価や計画に対し、国立環境研究所等の関係機関とも連携を図りつつ、気候変動影響の把握・評価に必要なデータを引き続き整備・提供していく。
- ・ 地方自治体におけるモニタリングサイト1000事業の成果の利活用を促進するため、得られた新知見やトピックス等の成果物を、地方自治体関係部局に提供していく。
- ・ 成果の活用実績は、モニタリングサイト1000事業が評価される指標であるとともに、行政ニーズを適切に把握し本調査に反映していくことが、本調査の必要性や調査体制の維持につながることから、情報収集を強化する。
 - 調査協力者に対しては、年に1度、活用実績の聞き取りを実施。

(6) 国際的枠組との連携

① 目標

国際的なサンゴ礁保全活動に対し、日本国内のサンゴ礁生態系に関する必要な情報を提供することで、世界のサンゴ礁生態系保全に貢献することを目標として

いる。

② 第3期の状況

サンゴ礁生態系に関する国際的な枠組みである「国際サンゴ礁イニシアティブ (International Coral Reef Initiative: ICRI) の実行ネットワークである地球規模サンゴ礁モニタリングネットワーク (Global Coral Reef Monitoring Network: GCRMN) の東アジア地域で4年に一度発行しているサンゴ礁の現状についての報告書『Status of Coral Reef in the East Asia Seas Region』に、本モニタリング調査結果からとりまとめた日本の現状についての情報を提供している。

③ 第3期の成果

平成26年発行の『Status of Coral Reefs in the East Asia Seas Region: 2014』に日本のサンゴ礁の現状についての情報を提供した。また、平成29年(2017年)からGCRMN東アジア地域で実施されている、各国のサンゴ礁モニタリングデータを用いた東アジア地域解析事業に対して、日本のサンゴ礁モニタリングデータとして本事業のデータを利用している。

④ 第4期に向けた課題と展望

GCRMN東アジアでは、東南アジア9カ国(ブルネイ、カンボジア、インドネシア、マレーシア、ミャンマー、フィリピン、シンガポール、タイ、ベトナム)と北東アジア5カ国/地域(中国、香港、台湾、日本、大韓民国)のサンゴ礁モニタリングデータを収集し、これまでの変動の傾向と現状を把握するために統計解析を用いた地域解析が進められている。また、同時にGCRMNの世界チームでも、東アジア地域その他、カリブ海、インド洋、大洋州のデータを統合し、地球規模の解析が試みられている。これらの成果は、『国際サンゴ礁シンポジウム(International Coral Reef Symposium: ICRS)』や『アジア太平洋サンゴ礁シンポジウム(Asia Pacific Coral Reef Symposium: APCRS)』で発表される見込みである。GCRMN東アジアでは、これらの解析が終了すれば、地域内の各国内のデータ解析を推進する計画であり、日本のデータについても地域解析及び地球規模の解析に準じた手法で解析される可能性がある。

資料：サンゴ礁調査地点一覧

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	1	屋久島 志戸子	30	26	55.23	130	31	18.67	外洋	堆積岩	25×100	1~6
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	2	屋久島 元浦	30	27	18.84	130	30	55.82	内湾	堆積岩	50×50	4~6
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	3	屋久島管理棟下	30	27	41.51	130	30	59.84	外洋	堆積岩	50×50	13~18
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	4	屋久島 お宮下	30	27	46.12	130	29	36.34	外洋	堆積岩	50×50	6~14
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	5	屋久島タンク下	30	27	27.57	130	29	19.86	内湾	堆積岩	50×50	6~7
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	6	屋久島センロク	30	26	53.83	130	27	48.21	外洋	堆積岩	50×50	13~26
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	7	屋久島 塚崎	30	16	20.7	130	24	44.7	外洋	堆積岩	50×50	5~10
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	8	屋久島 七瀬	30	14	59.1	130	25	4.73	外洋	堆積岩	50×50	4~6
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	9	屋久島 中間	30	14	55.86	130	25	44.98	外洋	堆積岩	50×50	5~13
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	10	屋久島 湯泊	30	14	0.46	130	28	37.47	港湾	堆積岩	50×50	1~6
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	11	屋久島 麦生	30	15	38.15	130	36	24.85	外洋	堆積岩	50×50	1~5
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	12	口永良部 寝待	30	28	10.83	130	13	47.45	やや内湾	玄武岩	50×50	5~21
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	13	口永良部岩屋泊	30	29	11.85	130	10	8.38	内湾	玄武岩	50×50	7~18
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	14	馬毛島	30	45	29.13	130	51	48.27	外洋	堆積岩	50×50	4~6
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	15	種子島 大瀬	30	23	56.94	130	59	7.8	外洋	堆積岩	50×50	6~8
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	16	種子島 住吉	30	39	54.6	130	56	34.97	外洋	サンゴ礁	50×50	1~5
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	17	竹島 コモリ港	30	48	30.27	130	24	49.19	外洋	玄武岩	50×50	5~16
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	18	硫黄島永良部崎	30	46	32.24	130	16	31.12	外洋	玄武岩	50×50	13~16
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	19	黒島 夫婦瀬	30	48	55.27	129	55	4.85	外洋	玄武岩	50×50	10~23
大隅諸島	1	屋久島・種子島周辺	鹿児島県	20	種子島 浦田ビーチ	30	49	28.48	131	2	16.95	内湾	堆積岩	25x100	3~5
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	1	宝島前電港東	29	9	36.2	129	12	35.2	礁斜面	岩盤	50×30	1~5
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	2	宝島海水浴場沖	29	9	33.1	129	12	57.8	礁縁	岩盤	50×30	1~5
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	3	宝島ヘリポート沖①	29	9	14.2	129	13	26.9	礁縁・礁礁	岩盤	50×50	3~10
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	4	宝島ヘリポート沖②	29	9	12.4	129	13	25.4	礁縁	岩盤	50×30	1~8
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	5	宝島洗石港南	29	8	38.4	129	13	11.7	礁斜面	岩盤	50×30	2~10
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	6	宝島ヘリポート沖③	29	9	5	129	13	28.5	礁斜面	岩盤	50×50	2~6
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	7	宝島ヘリポート沖④	29	9	4.6	129	13	34.3	礁斜面	岩盤	50×50	8~10
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	8	小宝島港西	29	13	11.5	129	19	48.8	礁斜面	岩礁	50×50	2~8
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	9	悪石島北東岸歌神	29	28	21.6	129	36	30.5	岩礁・巨大転石	岩盤	50×50	3~7
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	10	悪石島東岸女神山岬下	29	27	9.4	129	37	15.4	岩礁・巨大転石	岩盤	50×50	4~7
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	11	諏訪之瀬島南東岸	29	37	5	129	43	9	沿岸	巨大転石・火山灰	50×50	3~5
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	12	諏訪之瀬島港棧橋南	29	36	33	129	42	48	礁斜面	岩礁	50×50	2~5
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	13	中之島ジニョム岳下	29	50	0	129	54	37.2	岩礁	岩盤	50×50	2~7
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	14	小宝島赤立神東	29	13	11.5	129	19	48.8	礁斜面・転石	岩盤	50×50	2~8
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	15	宝島前籠港西	29	9	36.3	129	12	5.3	礁斜面	岩盤	50×50	1~5
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	16	小宝島港南	29	13	3.9	129	19	31.6	礁斜面	岩盤	50×50	2~8
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	17	小宝島横瀬海岸東	29	13	42.7	129	19	26.9	礁斜面	岩盤	50×50	1~5
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	18	小宝島横瀬海岸西	29	13	33.9	129	19	9	礁斜面	岩盤	50×50	1~5
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	19	悪石島東浜	29	27	34.4	129	36	58.6	岩礁	岩盤	50×50	3~8
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	20	中之島荷積	29	51	29.2	129	50	8.8	小規模で浅い湾	岩盤・礫	50×50	2~7

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	21	中之島相原	29	51	8.2	129	50	15	岩礁	岩盤	50×50	1~7
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	22	上ノ根島北	28	50	13.9	129	0	3.4	岩礁	岩盤	50×50	7~10
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	23	横当島北入り江	28	47	55.7	128	59	4.5	転石	岩盤	50×50	3~8
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	24	大間泊港前航路口	29	8	33.1	129	11	45.3		岩盤	50×50	2~3
トカラ列島	2	小宝島周辺	鹿児島県	25	悪石島風下	29	26	41.3	129	36	27.8	岩礁	岩盤	50×50	
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	1	赤木名立神	28	28	15.9	129	38	53.3	礁原	サンゴ岩	50×50	1~3
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	2	節田	28	24	38.7	129	41	24.1	礁池	砂/礫	50×50	1~3
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	3	神の子	28	24	9.3	129	38	15	礁池	砂/礫	50×50	1~2
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	4	久場	28	25	45.1	129	35	53.8	内湾	泥	50×50	1~5
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	5	安木屋場	28	28	39.6	129	36	35.3	礁池	砂/礫	50×50	1~2
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	6	崎原東	28	20	15.2	129	34	2.9	離礁	サンゴ岩	50×50	1~5
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	7	崎原南	28	19	12.7	129	32	3.5	やや内湾	砂/礫	50×50	1~5
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	8	摺子崎	28	24	46.2	129	27	40.5	礁池	砂/礫	50×50	1~2
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	9	大浜	28	24	8.1	129	27	10.9	礁原	サンゴ岩	50×50	1~3
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	10	徳浜	28	20	46	129	18	45.5	礁原	サンゴ岩	50×50	1~3
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	11	和瀬	28	17	33.4	129	28	31.6	礁原	サンゴ岩	50×50	1~2
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	12	実久	28	11	59.3	129	12	8	礁原	サンゴ岩	50×50	1~2
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	13	デリキョンマ崎	28	11	19.6	129	14	37.8	礁原	サンゴ岩	50×50	1~3
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	14	手安	28	9	37.2	129	17	35.1	内湾	砂	50×50	2~5
奄美群島	3	瀬戸内周辺(大島)	鹿児島県	15	安脚場	28	6	42.2	129	20	49.4	礁原	サンゴ岩	50×50	5~8
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	1	荒崎西礁池**	26	4	32.9	127	40	28.3	礁斜面	岩	200×100	1~17
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	2	大度海岸礁池**	26	5	25.7	127	42	32.5	礁池	砂・岩・礫	200×100	0~2
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	3	大度海岸礁斜面**	26	5	25.7	127	42	32.5	礁斜面	岩・礫・砂	200×100	1~7
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	4	摩文仁南礁池**	26	5	22.8	127	43	8.9	礁斜面	岩・砂	200×100	1~7
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	5	奥武島南礁池**	26	7	39.8	127	46	17.3	礁池	岩	200×100	0~2
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	6	奥武島南礁斜面**	26	7	39.8	127	46	17.3	礁斜面	岩	200×100	1~7
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	7	クマカ島南*	26	8	31.1	127	51	10	礁斜面	岩・礫・砂	200×100	1~9
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	8	久高島エラブ岩東	26	9	1.7	127	53	16.3	礁斜面	岩・礫・砂	200×100	1~7
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	9	ウガン岩南	26	10	36.6	127	55	49	礁斜面	岩・礫・砂	200×100	1~7
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	10	津堅島アギハマ東	26	14	44.1	127	57	19.5	礁斜面	岩・礫・砂	200×100	1~13
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	11	キノギ岩北東	26	16	46.4	127	57	40.2	礁斜面	岩	200×100	1~13
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	12	南浮原島南東	26	17	2.2	127	59	17.2	礁斜面	岩・礫・砂	200×100	1~13
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	13	浮原島北東ヨコビシ	26	18	22.7	128	0	9.1	礁斜面	砂	200×100	1~9
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	14	伊計島東礁池	26	23	1.5	127	59	53.2	礁斜面 礁池	岩・砂・礫	200×100	0~2
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	15	伊計島東礁斜面	26	23	1.5	127	59	53.2	礁斜面	岩・礫・砂	200×100	1~11
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	16	慶佐次ウツバマ東	26	35	55.9	128	9	24.5	礁斜面	岩・礫	200×100	0~2
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	17	東村宮城ウンシ南	26	36	53.2	128	10	50.1	礁斜面	岩・礫	200×100	1~13
沖縄島東岸	4	東村~奥	沖縄県	18	湯水発電所南東	26	40	7.1	128	16	19	礁斜面	岩・砂	200×100	1~7

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	19	安波南	26	42	26.3	128	17	38.7	礁斜面	岩・砂・礫	200×100	1～7
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	20	カソセノ崎南	26	43	10.7	128	18	11.6	礁斜面	岩・礫	200×100	1～13
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	21	イシキナ崎南	26	43	40.9	128	18	40.4	礁斜面	岩	200×100	1～13
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	22	安田ヶ島南	26	44	18.3	128	20	18.2	礁斜面	岩	200×100	1～9
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	23	国頭村赤崎北礁池**	26	49	14.7	128	18	49	礁斜面/礁池	岩・礫・砂	200×100	0～2
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	24	国頭村赤崎北礁斜面**	26	49	14.7	128	18	49	礁斜面	岩・礫	200×100	1～11
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	25	奥漁港北**	26	50	46.2	128	17	9.3	礁斜面	岩・礫・砂	200×100	1～11
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	26	宇佐浜世皮崎西*	26	51	28.8	128	16	43.2	礁斜面	岩	200×100	1～11
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	27	安田ヶ島北*	26	45	18.2	128	19	51.5	礁斜面	岩	200×100	1～9
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	28	慶佐次ウツバマ東礁斜面	26	35	55.9	128	9	24.5	礁斜面	岩・礫	200×100	1～13
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	29	泡瀬ヒマツドリイ礁池	26	18	30.3	127	51	38.9	礁池	砂・礫	200×100	0～2
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	30	泡瀬ヒマツドリイ礁斜面							礁斜面			
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	31	大浦ハマサゴ	26	31	45.72	128	4	25.26	礁斜面	岩	200x100	1～11
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	32	具志川城跡南	26	4	43.4	127	39	50.6	礁斜面	岩	200x100	1～17
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	33	米須	26	5	4.34	127	41	53.43	礁斜面	岩	200x100	1～17
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	34	波名城礁池	26	6	44.2	127	44	36.2	礁斜面/礁池	岩/砂	200x100	0～2
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	35	波名城礁斜面	26	6	37.3	127	44	42.4				
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	36	具志頭	26	7	11.11	127	45	2.51	礁斜面	岩	200x100	1～17
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	37	大浦マリビシ	26	31	55.09	128	4	31.8	礁斜面	岩	200x100	1～11
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	38	大度海岸西礁池	26	5	18.88	127	42	24.65	礁池	砂・礫	200x100	0～2
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	39	宇佐浜東礁斜面	26	51	53.5	128	16	1.5	礁斜面	岩	200x100	1～11
沖縄島東岸	4	東村～奥	沖縄県	40	浮原北東ヨコビシ東	26	18	15.05	128	0	44.86	礁斜面			
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	1	喜屋武漁港西	26	5	54.6	127	38	44	礁斜面	岩	200×100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	2	那覇空港北儀間の瀬礁池	26	12	35.1	127	38	23.8	礁池	礫・岩	200×100	1～3
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	3	那覇空港北儀間の瀬北礁斜面	26	14	51.8	127	38	35.7	礁斜面	岩	200×100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	4	チービシクエフ南*	26	14	40.9	127	33	39.2	礁斜面	岩	200×100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	5	チービシ神山南	26	15	21.4	127	34	48.5	礁斜面	岩	200×100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	6	チービシナガンヌ南	26	15	25	127	32	23.4	礁斜面	岩	200×100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	7	チービシナガンヌ西	26	16	12.9	127	31	26.8	礁斜面	岩	200×100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	8	チービシナガンヌ北	26	16	27.6	127	33	5.7	礁斜面	岩	200×100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	9	空寿崎西礁船	26	16	35.4	127	41	42.5	礁斜面	岩	200×100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	10	伊佐西	26	17	31	127	44	42.1	礁斜面	岩	200×100	1～3
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	11	北谷町宮城海岸(砂辺)	26	19	28.2	127	44	39.4	礁斜面	岩	200×100	1～9
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	12	渡具知西	26	21	48	127	43	58.4	礁斜面	岩	200×100	1～11
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	13	残波岬西礁池	26	26	20.3	127	42	31.4	礁池	砂・礫	200×100	0～3
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	14	残波岬西礁斜面	26	26	20.3	127	42	31.4	礁斜面	岩	200×100	1～11
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	15	真栄田岬西礁池	26	26	45.2	127	46	7.4	礁池	岩	200×100	0～2
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	16	真栄田岬西礁斜面	26	26	45.2	127	46	7.4	礁斜面	岩	200×100	1～11

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	17	恩納村赤崎西礁池	26	29	48.6	127	50	15.4	礁池	岩	200×100	0～1
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	18	恩納村赤崎西礁斜面	26	29	48.6	127	50	15.4	礁斜面	岩	200×100	1～11
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	19	安富祖北礁池	26	30	21.2	127	52	53.2	礁池	岩	200×100	1～9
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	20	部瀬名岬西	26	32	23.8	127	55	44.9	礁斜面	岩	200×100	1～9
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	21	瀬底島南	26	37	24.9	127	51	34.7	礁斜面	岩	200×100	1～7
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	22	港原海洋センター西	26	40	33.0	127	52	34.8	離礁/礁斜面	岩	200×100	2～7
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	23	水族館西	26	41	35	127	52	22.1	礁斜面	岩	200×100	1～7
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	24	備瀬崎東礁池	26	42	39.9	127	53	14.7	礁池	岩	200×100	0～2
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	25	備瀬崎東礁斜面	26	42	39.9	127	53	14.7	礁斜面	岩	200×100	1～7
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	26	今帰仁村長浜北礁池*	26	42	22	127	56	53.5	礁池	礫・岩	200×100	0～2
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	27	今帰仁村長浜北礁斜面*	26	42	22	127	56	53.5	礁斜面	岩	200×100	1～11
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	28	古宇利島北礁池**	26	42	47.7	128	1	8	礁池	岩	200×100	0～2
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	29	古宇利島北礁斜面**	26	42	47.7	128	1	8	礁斜面	岩	200×100	1～11
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	30	喜屋武漁港西トコマサリ礁*	26	5	44.7	127	38	12.3	離礁/礁斜面	岩	200×100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	31	大嶺崎大瀬	26	11	32.7	127	36	52.5	礁斜面	岩	200×100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	32	水釜*	26	21	38.3	127	44	19.3	礁池	岩	200×100	1～11
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	33	水釜礁斜面*	26	21	38.3	127	44	19.3	礁斜面	岩	200×100	1～11
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	34	西洲礁池	26	15	27	127	40	45	礁池	砂・岩	200×100	0～2
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	35	西洲礁斜面							礁斜面	岩	200×100	1～7
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	36	泊大橋南	26	13	32.4	127	40	37.9	礁斜面	岩	200x100	1～7
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	37	瀬底大橋北	26	39	14.2	127	52	19.2	礁斜面	岩・砂		1～11
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	38	干ノ瀬	26	13	32.4	127	40	37.9	礁斜面	岩	200×100	1～7
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	39	浅ノ瀬防波堤	26	13	32.4	127	40	37.9	礁斜面	岩	200×100	1～7
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	40	ジャナセ	26	16	30.9	127	41	33.3	礁斜面	岩	200×100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	41	喜屋武岬西礁地	26	4	57	127	39	18.3	礁地	岩・礫	200x100	0～2
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	42	喜屋武岬西礁斜面							礁斜面			
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	43	真栄田岬西大礁池	26	26	33.8	127	46	2.8	礁池	岩	200x100	0～2
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	45	チービン神山北	26	16	2.8	127	34	29.8	礁斜面	岩	200x100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	46	久良波*	26	26	18.9	127	47	2.4	礁斜面	岩	200x100	1～11
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	47	ウカハ岩西	26	8	29.8	127	38	11.9	礁斜面	岩	200x100	1～5
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	48	糸満港クラントガイ北	26	7	11.4	127	39	5.4	礁池	岩・礫	200x100	0～8
沖縄島西岸	5	恩納村～残波岬	沖縄県	49	崎山	26	42	25.7	127	57	48.2	礁斜面	岩・礫	200x100	0～13
沖縄島周辺離島	6	水納島・伊是名島・伊平屋島	沖縄県	1	水納島東	26	38	44.9	127	49	30	礁斜面	岩	200x100	1～7
沖縄島周辺離島	6	水納島・伊是名島・伊平屋島	沖縄県	2	ナカンシ東	26	40	39.9	127	49	21	礁斜面	岩	200×100	1～7
沖縄島周辺離島	6	水納島・伊是名島・伊平屋島	沖縄県	3	伊江島西	26	43	9.6	127	44	34.1	礁斜面	岩	200×100	1～11
沖縄島周辺離島	6	水納島・伊是名島・伊平屋島	沖縄県	4	伊江島インヤラ原東	26	43	20.3	127	50	6.7	礁斜面	岩	200×100	1～9
沖縄島周辺離島	6	水納島・伊是名島・伊平屋島	沖縄県	5	伊江島湧出北	26	44	5	127	47	21.5	礁斜面	岩	200×100	1～9
沖縄島周辺離島	6	水納島・伊是名島・伊平屋島	沖縄県	6	水納島北	26	39	31.4	127	48	36.4	礁斜面	岩	200×100	1～9

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
沖縄島周辺離島	6	水納島・伊是名島・伊平屋島	沖縄県	7	伊是名島内花橋北	26	57	18	127	55	37.2	礁斜面	岩	200×100	1~9
沖縄島周辺離島	6	水納島・伊是名島・伊平屋島	沖縄県	8	伊是名島アギギタラ	26	54	36	127	56	31.2	礁斜面	岩	200×100	1~11
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	1	安室南	26	12	6.3	127	19	3.6	礁原	サンゴ岩	100×100	1.0~6.0
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	2	座間味阿護の浦	26	14	14.2	127	19	12.2	内湾 (離礁)	砂・礫・岩 (サンゴ) =7:3	100×100	1.0~2.0
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	3	座間味ニタ	26	14	13.5	127	17	27.8	礁原	サンゴ岩	100×100	1.0~7.0
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	4	嘉比南	26	12	52.6	127	17	14	礁原	サンゴ岩	100×100	1.5~6.0
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	5	阿嘉ニシハマ	26	12	7.9	127	17	21.5	礁原~礁斜面	サンゴ岩と礫 砂 =8:2	100×100	1.0~5.0
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	6	阿嘉クシバル	26	12	11.3	127	16	1.8	礁原~礁斜面	サンゴ岩	100×100	1.5~6.0
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	7	阿嘉アグ	26	11	40.8	127	16	21.4	礁原	サンゴ岩	100×100	1.0~7.0
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	8	阿嘉マエノハマ	26	11	11.4	127	16	50.5	礁原	岩・礫 =7:3	100×100	1.0~4.0
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	9	屋嘉比東	26	12	41.8	127	15	4.7	礁原~礁斜面	サンゴ岩	100×100	1.5~5.0
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	10	久場北西	26	10	36.9	127	13	57.4	礁斜面	岩	100×100	1.5~6.0
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	11	渡嘉敷アリガー	26	12	19.2	127	20	53.1	礁斜面	サンゴ岩	100×100	2.0~8.0
慶良間諸島	7	慶良間諸島中心海域 (阿嘉島、座間味、渡嘉敷周辺)	沖縄県	12	渡嘉敷アハレン	26	10	22.8	127	20	26.7	礁斜面	サンゴ岩	100×100	1.0~5.0
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	1	本場階段前	25	52	25.56	131	14	58.6799				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	2	ヤキ道(岸壁)前	25	51	40.14	131	13	11.5201				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	3	塩屋プール前	25	49	40.74	131	12	53.46				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	4	塩屋のハナ	25	49	23.82	131	12	43.6799				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	5	アカハマ(銅浜)	25	48	50.52	131	14	52.9199				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	6	亀池港前	25	48	45.96	131	13	41.0401				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	7	海軍棒前	25	49	58.38	131	16	7.97988				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	8	海軍棒プール	25	49	57.12	131	15	58.0799				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	9	アツキポイント	25	50	22.32	131	16	9.72012				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	10	アツキポイント(20m)	25	50	22.32	131	16	27.7201				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	11	北のハナ・東	25	57	42.90	131	17	10.9799				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	12	北のハナ・南	25	57	38.22	131	17	2.22				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	13	北大東南端	25	55	39.12	131	18	33.1801				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	14	ニイイガマ(二階釜)	25	56	5.10	131	19	29.5201				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	15	真黒崎	25	57	4.56	131	19	58.7399				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	16	海軍棒前・深場	25	49	57.70	131	16	7.3				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	17	塩屋プール	25	49	34.90	131	13	12.2				
大東諸島	8	大東諸島	沖縄県	18	ながやの南側・浅瀬	25	50	13.30	131	13	0.6				
宮古島周辺	9	宮古島周辺	沖縄県	1	池間島北カギンミ	24	56	29.5	125	14	43.1	礁池	岩・砂	50×50	1~6
宮古島周辺	9	宮古島周辺	沖縄県	2	池間島東チュラビジ	24	56	3.1	125	15	34.7	礁縁	岩	50×50	1~5
宮古島周辺	9	宮古島周辺	沖縄県	3	平良狩侯西	24	54	1.8	125	15	34.7	礁縁	岩	50×50	2~10
宮古島周辺	9	宮古島周辺	沖縄県	4	伊良部下地島カヤツファ	24	48	45.3	125	8	35	礁池	岩・砂	50×50	1~5

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
宮古島周辺	9	宮古島周辺	沖縄県	5	伊良部下地島渡口沖離礁	24	47	52.1	125	9	42.9	離礁	岩・砂	50×50	2~10
宮古島周辺	9	宮古島周辺	沖縄県	6	米間島東ココターラ	24	43	10	125	15	51.4	礁縁	岩	50×50	2~12
宮古島周辺	9	宮古島周辺	沖縄県	7	上野博愛沖友利大ビセ	24	42	50.5	125	19	49	礁池	岩・砂	50×50	1~6
宮古島周辺	9	宮古島周辺	沖縄県	8	城辺吉野海岸	24	44	54	125	26	35.2	礁池	岩・砂	50×50	0+~1.5
宮古島周辺	9	宮古島周辺	沖縄県	9	城辺ツツツ干瀬北	24	50	27.9	125	23	29.9	離礁・礁縁	岩	50×50	2~3
宮古島周辺	9	宮古島周辺	沖縄県	10	平良高野漁港沖二段干瀬	24	49	42.3	125	20	49.9	礁縁	岩	50×50	2~5
宮古島離礁	10	八重干瀬	沖縄県	1	八重干瀬ウル西	25	1	1.4	125	14	47.6	離礁・礁縁	岩・砂	50×50	1~8
宮古島離礁	10	八重干瀬	沖縄県	2	八重干瀬カナマラ中央南	25	1	0.9	125	16	2.7	離礁・礁縁	岩	50×50	1~10
宮古島離礁	10	八重干瀬	沖縄県	3	八重干瀬クンカディ・ガマ	24	59	49	125	14	5.2	離礁・礁縁	岩	50×50	1~6
宮古島離礁	10	八重干瀬	沖縄県	4	八重干瀬イフ南	24	59	41.8	125	15	43.2	離礁・礁縁	岩・砂	50×50	1~10
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	1	大浜小前	24	20	42.7	124	12	17.5	礁池	岩・枝礫	50×50	1.5~2.5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	2	宮良川河口	24	20	39.4	124	12	53.4	礁原・礁斜面	岩	50×50	1.5~8
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	3	宮良集落前	24	20	27.1	124	14	1.7	礁池	砂・岩	50×50	1~1.5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	4	白保集落前	24	20	59.6	124	15	9.6	礁池・礁原	岩・枝礫	50×50	1~2
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	5	白保アオサゴ	24	21	47.4	124	15	19.6	礁池・礁原	岩・砂	50×50	1~3
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	6	白保第1ホール	24	21	51.7	124	15	16.4	礁池	岩・枝礫	50×50	1~2.5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	7	白保~轟川	24	22	24.4	124	15	20.5	礁池	岩・枝礫	50×50	1.5~2.5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	8	轟川河口	24	23	4.2	124	15	22.7	礁池	岩・砂	50×50	1.5~2.5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	9	モリヤマグチ	24	23	48	124	15	41.7	礁原・水路斜面	岩・枝礫	50×50	1~5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	10	スミジグチ	24	24	13.7	124	15	47.1	礁池	岩・枝礫	50×50	1~4
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	11	採石場前	24	24	35.6	124	15	47.9	礁池・礁原	岩・枝礫	50×50	1~3
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	12	通路川南	24	25	40	124	15	20.5	礁池	岩・枝礫	50×50	0.5~4
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	13	通路川水路北	24	25	49.4	124	15	32.6	礁原・水路斜面	岩・枝礫	50×50	0.5~5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	14	野原崎	24	26	40.3	124	15	40.2	礁池	枝礫・砂	50×50	2~4
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	15	伊野田漁港前	24	27	39.2	124	15	39.7	礁池	枝礫・岩	50×50	1~2
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	16	大野牧場前	24	28	6.9	124	15	45.2	礁原・水路斜面	岩・枝礫	50×50	1~5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	17	玉取崎南	24	29	7.6	124	16	40.7	礁池	岩・枝礫	50×50	1~3
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	18	玉取崎東	24	29	1.7	124	17	25.2	礁池	岩・枝礫	50×50	1~2
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	19	伊原間牧場前	24	30	57.3	124	17	55	礁池	枝礫・岩	50×50	2~5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	20	トムル崎南	24	31	31.6	124	18	32.2	礁池・礁原	岩・枝礫	50×50	1~3
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	21	トムル崎	24	31	52.6	124	18	36.7	礁原	枝礫・岩	50×50	1~2
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	22	パラード前	24	32	37.5	124	18	23.9	礁池	枝礫	50×50	1.5~2.5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	23	明石~安良崎	24	32	56.3	124	18	56.7	礁原・水路斜面	岩・礫	50×50	1~5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	24	安良崎南	24	33	15.6	124	19	11.2	礁池	岩・枝礫	50×50	1~2.5
石垣島東岸	11	平久保崎~宮良湾	沖縄県	25	安良崎	24	33	36.8	124	19	34.9	礁池	岩・枝礫	50×50	1~4

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
石垣島東岸	11	平久保崎～宮良湾	沖縄県	26	安良グチ北	24	33	44.3	124	20	6.4	礁原・水路斜面	岩・礫	50×50	1～5
石垣島東岸	11	平久保崎～宮良湾	沖縄県	27	岩崎南	24	34	8.2	124	20	26.3	礁池	岩・枝礫	50×50	1～3
石垣島東岸	11	平久保崎～宮良湾	沖縄県	28	岩崎	24	34	55	124	20	57.9	礁池	岩・枝礫	50×50	1～5
石垣島東岸	11	平久保崎～宮良湾	沖縄県	29	岩崎～浦崎	24	35	33.6	124	20	55.1	礁池	岩・枝礫	50×50	0.5～2.5
石垣島東岸	11	平久保崎～宮良湾	沖縄県	30	浦崎沖	24	36	14.2	124	20	45	礁池・礁原	岩・枝礫	50×50	1～2
石垣島東岸	11	平久保崎～宮良湾	沖縄県	31	浦崎前	24	36	14.8	124	20	31.7	礁池	枝礫・岩	50×50	1～2
石垣島東岸	11	平久保崎～宮良湾	沖縄県	32	平野集落前	24	36	44.2	124	19	53.4	礁池	岩・枝礫	50×50	1.5～3
石垣島東岸	11	平久保崎～宮良湾	沖縄県	33	平久保灯台北	24	36	48.8	124	19	17.9	礁原・水路斜面	岩・枝礫	50×50	1～7
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	1	平久保灯台西	24	36	19.1	124	18	35.6	礁池・礁原	枝礫・岩	50×50	1～2
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	2	平久保川北	24	36	0.1	124	18	23.2	礁池	枝礫・岩	50×50	1.5～5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	3	平久保集落南	24	35	1.4	124	18	0.1	礁池	枝礫・岩	50×50	1.5～5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	4	嘉良川前	24	34	19.1	124	17	31.8	礁池	枝礫・岩	50×50	2～5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	5	ダテフ崎北	24	33	48	124	16	55.5	礁斜面	岩・枝礫	50×50	1.5～6
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	6	ダテフ崎南	24	33	0.4	124	17	7	礁池	枝礫・砂	50×50	2～5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	7	野底石崎	24	31	13	124	15	22.9	礁池	枝礫・岩	50×50	2～6
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	8	栄集落前	24	30	34.3	124	14	26.9	礁池	枝礫・岩	50×50	2～6
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	9	野底集落前	24	30	11.5	124	13	51.8	礁池	枝礫・岩	50×50	2～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	10	野底崎	24	29	57.6	124	13	38.2	礁池	岩・枝礫	50×50	2～5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	11	伊土名北	24	29	32.1	124	13	7.7	礁池・礁原	枝礫	50×50	1.5～2.5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	12	伊土名南	24	28	43.3	124	13	8.2	礁原・礁斜面	岩・枝礫	50×50	1.5～6
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	13	浦底湾口北	24	28	9.4	124	13	9.1	礁原・礁斜面	岩・枝礫	50×50	1.5～5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	14	浦底湾口西	24	27	41.7	124	12	31	礁原・礁斜面	枝礫・岩	50×50	2～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	15	富野集落前	24	27	33.7	124	12	3.7	礁原・礁斜面	岩	50×50	1～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	16	米原キャンプ場	24	27	12.8	124	11	2.7	礁池	枝礫・岩	50×50	1～2
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	17	ヤマハバレー前	24	27	2.6	124	10	22.9	礁原・礁斜面	岩・枝礫	50×50	1～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	18	ヤマハバレー西	24	27	5.4	124	10	7.1	礁池	岩・枝礫	50×50	1～2
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	19	川平小島東	24	27	25.6	124	9	18.9	礁池	岩・枝礫	50×50	1～2.5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	20	川平小島北	24	27	49.8	124	8	58	礁池	岩・枝礫	50×50	1～2.5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	21	川平水路東	24	28	7.6	124	8	50.2	礁原・水路斜面	岩・枝礫	50×50	1～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	22	川平水路	24	28	10.5	124	8	43.9	礁原・水路斜面	枝礫・岩	50×50	1～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	23	川平水路北西	24	28	21.9	124	8	40.8	礁池・礁原	岩・枝礫	50×50	1～2.5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	24	川平～石崎	24	28	52.2	124	8	4.5	礁池	岩・枝礫	50×50	1～2.5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	25	クラブヘッド前	24	29	4.2	124	7	25.6	礁原・礁斜面	岩・枝礫	50×50	1～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	26	川平石崎北	24	29	3.1	124	7	6.8	礁池・礁原	枝礫・岩	50×50	1～1.5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	27	川平石崎南	24	28	32.3	124	6	41.6	礁池・礁原	岩・枝礫	50×50	1.5～3
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	28	底地ビーチ沖	24	28	11.6	124	6	54.3	礁池	枝礫・岩	50×50	1～7
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	29	崎枝湾内	24	27	27.2	124	6	40.7	礁池	枝礫・岩	50×50	2～3
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	30	崎枝湾口	24	27	28.9	124	6	20.1	礁原・礁斜面	岩	50×50	1～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	31	崎枝～御神	24	27	17.2	124	5	19.7	礁原・礁斜面	岩	50×50	1～8

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	32	御神崎	24	27	4.1	124	4	33.3	礁原・礁斜面	岩	50×50	1～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	33	御神～屋良部	24	26	41	124	4	30.1	礁原・礁斜面	岩・枝礫	50×50	1～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	34	屋良部崎北	24	26	1	124	4	11.8	礁原・礁斜面	岩	50×50	1～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	35	屋良部崎南	24	25	38.9	124	4	13.6	礁原・礁斜面	岩	50×50	1～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	36	屋良部～大崎	24	25	20.5	124	4	36.1	礁池・礁斜面	枝礫・岩	50×50	2～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	37	名蔵保護水面	24	25	15.1	124	5	23.7	礁池	枝礫・砂	50×50	5～5
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	38	富崎小島前	24	22	51	124	7	0.9	礁原・礁斜面	枝礫・岩	50×50	1～4
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	39	観音崎	24	21	51.4	124	6	33.4	礁原・礁斜面	岩・礫	50×50	2～8
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	40	真栄里海岸前	24	19	40.4	124	10	33.1	礁池	岩・砂礫	50×50	1～4
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	41	赤崎	24	25	33.9	124	6	41.9	礁原・礁斜面	枝礫・岩	50×50	2～4
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	42	名蔵川河口	24	24	31.8	124	8	11.1	礁池	砂泥・岩	50×50	1～3
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	43	明石西	24	32	29.3	124	16	56.2	礁池	枝礫	50×50	1～4
石垣島西岸	12	川平～大崎	沖縄県	44	伊原間湾口	24	31	58	124	15	37.7	礁斜面	岩	50×50	1～7
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	27	小浜島東沖	24	20	43.472	124	0	23.554	離礁	枝礫	50×50	1～2
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	28	嘉弥真島南岸礁縁	24	21	26.484	123	59	51.702	礁斜面	枝礫・砂	50×50	1～3
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	31	嘉弥真島南西岸礁池内	24	21	48.305	123	59	39.163	礁池	岩・枝礫	50×50	1～3
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	32	小浜島北東岸礁縁	24	20	59.987	123	59	34.505	礁斜面	枝礫・砂	50×50	1～2
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	35	ヨナラ水道南礁縁	24	19	59.717	123	56	51.875	礁斜面	岩・枝礫	50×50	1～5
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	36	ヨナラ水道南①	24	19	35.72	123	56	57.574	離礁	枝礫・砂	50×50	5
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	42	小浜島東沖礁湖内①	24	20	31.673	124	1	58.746	離礁	岩・砂	50×50	2～3
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	43	小浜島東沖礁湖内②	24	20	56.271	124	2	4.745	離礁	岩・砂	50×50	4
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	44	嘉弥真島東沖礁湖内	24	21	29.768	124	2	19.243	礁池	岩・砂	50×50	1～2
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	49	竹富島西沖離礁縁	24	20	35.885	124	4	2.149	離礁	岩・枝礫	50×50	1～3
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	50	竹富島西沖離礁外縁	24	21	5.889	124	3	43.844	離礁	岩・礫	50×50	1～6
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	51	竹富島北岸礁外縁	24	20	53.882	124	5	6.144	礁斜面	岩・枝礫	50×50	1～5
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	52	竹富島北東岸礁外縁	24	20	44.582	124	5	33.442	礁斜面	岩・枝礫	50×50	1～5
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	53	竹富島北東沖礁縁	24	20	21.284	124	6	2.84	礁斜面	岩・枝礫	50×50	1.5～4
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	62	ヨナラ水道南②	24	19	41.02	123	56	32.876	礁斜面	枝礫	50×50	1～3
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	63	ヨナラ水道南部	24	19	56.418	123	56	34.877	礁斜面	岩・枝礫	50×50	1～4
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	64	ヨナラ水道中央部①	24	20	54.512	123	56	46.277	礁斜面	岩・枝礫	50×50	1～7
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	65	ヨナラ水道北部	24	21	32.108	123	56	54.177	礁斜面	岩・枝礫	50×50	1～8
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	67	小浜島東沖離礁①	24	20	10.775	124	1	11.549	離礁	枝礫・砂	50×50	3～5
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	68	嘉弥真島東沖礁内縁	24	21	46.566	124	1	18.449	礁池	岩・枝礫	50×50	1～2
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	71	嘉弥真島東沖礁外縁	24	21	52.166	124	2	29.642	礁斜面	岩・礫	50×50	1～8
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	72	嘉弥真島北岸礁外縁①	24	22	10.768	124	0	34.765	礁斜面	岩・礫	50×50	2～7
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	73	嘉弥真島北岸礁外縁②	24	22	12.903	123	59	23.365	礁斜面	岩・礫	50×50	1～6
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	74	小浜島北岸礁外縁	24	22	16.902	123	58	28.07	礁斜面	岩・礫	50×50	2～8
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	75	ヨナラ水道中央部②	24	21	33.508	123	57	18.375	礁斜面	岩	50×50	1～6
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	110	小浜島東沖離礁②	24	20	9.475	124	0	32.853	離礁	枝礫・砂	50×50	1～2
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	112	タキドングテ海中公園地区	24	20	19.686	124	4	14.748	礁斜面	枝礫・砂	50×50	1～5
石西礁湖北部	13	小浜島周辺	沖縄県	116	鶴離島前離礁	24	22	16.804	123	56	59.778	礁斜面	岩・礫	50×50	2～8

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	46	シモビシ海中公園地区	24	18	28.993	124	3	12.955	離礁	岩・枝礫	50×50	2~7
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	47	竹富島南岸離礁	24	18	52.592	124	4	4.75	礁斜面	岩・枝礫	50×50	2~4
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	54	竹富島東沖離礁	24	19	19.187	124	6	27.538	離礁	岩・枝礫	50×50	1~2
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	76	アーサービー外縁	24	18	42.19	124	6	32.438	離礁	枝礫・砂	50×50	1~2
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	77	ウマノハビ礁内①	24	17	25.899	124	7	42.134	礁池	岩・枝礫	50×50	1~2
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	78	ウマノハビ礁内②	24	17	5.301	124	8	33.629	礁池	岩・枝礫	50×50	1~3
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	79	ウマノハビ礁内③	24	17	7.701	124	8	58.327	礁斜面	岩	50×50	2~10
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	80	ウマノハビ内縁①	24	16	28.404	124	9	9.128	礁池	岩・礫	50×50	1~2
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	81	ウマノハビ内縁②	24	16	3.808	124	8	2.933	礁池	岩・枝礫	50×50	1~3
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	82	ウマノハビ内縁③	24	15	8.613	124	6	38.452	礁池	岩・枝礫	50×50	1~5
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	83	ウマノハビ内縁④	24	15	32.31	124	5	46.93	礁池	岩・礫	50×50	1~5
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	84	ウマノハビ外縁①	24	14	50.416	124	6	16.597	礁斜面	岩	50×50	3~8
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	87	アーサービー内縁①	24	18	46.789	124	6	38.238	離礁	岩・枝礫	50×50	1~3
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	88	アーサービー内縁②	24	18	15.493	124	7	24.435	離礁	岩・枝礫	50×50	1~3
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	89	アーサービー内縁③	24	17	36.295	124	8	32.43	離礁	枝礫・砂	50×50	2~3
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	90	アーサービー内縁④	24	18	2.185	124	9	17.13	離礁	岩・枝礫	50×50	1~5
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	93	ウマノハビ外縁②	24	16	34.6	124	9	24.728	礁斜面	岩	50×50	2~8
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	109	竹富島南沖離礁①	24	17	53.097	124	4	38.548	離礁	岩・枝礫	50×50	1~7
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	114	竹富島南沖離礁②	24	17	12.9	124	5	27.945	離礁	岩・礫	50×50	1~8
石西礁湖東部	14	カタグラー周辺	沖縄県	115	ウマノハビ礁内④	24	17	11.8	124	6	30.04	離礁	岩・枝礫	50×50	2~8
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	4	黒島北沖離礁①	24	16	52.4	124	0	27.635	離礁	岩・枝礫	50×50	1~3
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	5	黒島北沖離礁②	24	16	44.301	124	0	58.93	離礁	岩・枝礫	50×50	1~4
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	19	黒島北沖離礁③	24	15	47.506	123	59	52.636	離礁	岩・砂	50×50	1~4
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	20	黒島北沖離礁④	24	16	6.304	123	59	49.337	離礁	岩・枝礫	50×50	1~4
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	22	黒島一小浜島間離礁①	24	18	9.392	123	59	59.144	離礁	枝礫	50×50	1~4
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	23	小浜島南岸離礁	24	19	26.982	124	0	17.246	礁斜面	枝礫・砂	50×50	1~2
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	24	小浜島南東沖離礁①	24	19	14.585	124	1	0.537	礁斜面	枝礫	50×50	1~2
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	25	小浜島南東沖離礁②	24	19	31.081	124	0	51.045	礁斜面	枝礫・砂	50×50	4
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	37	黒島一西表島間離礁①	24	18	0.133	123	56	57.873	離礁	枝礫	50×50	2~7
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	38	黒島一西表島間離礁②	24	17	4.325	123	57	47.526	離礁	枝礫・砂	50×50	2~3
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	39	黒島一小浜島間離礁②	24	18	5.593	124	0	54.938	離礁	岩・枝礫	50×50	3~7
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	40	小浜島南東沖離礁①	24	18	49.188	124	1	19.036	離礁	枝礫	50×50	2~5
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	41	小浜島南東沖離礁②	24	19	1.987	124	1	13.436	離礁	枝礫	50×50	1~3
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	58	西表島東沖離礁①	24	17	30.137	123	56	12.075	離礁	枝礫	50×50	1~7
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	59	西表島東沖離礁②	24	18	7.632	123	56	1.177	離礁	枝礫・砂	50×50	1~5
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	60	西表島東沖離礁③	24	18	15.632	123	55	51.277	離礁	枝礫・砂	50×50	2~5
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	61	西表島東岸礁池内	24	18	42.328	123	55	32.879	礁池	泥	50×50	2
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	66	小浜島南離礁	24	19	33.305	123	58	47.021	礁斜面	岩・砂	50×50	1~3
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	104	新城島一西表島間離礁②	24	15	51.611	123	56	17.953	離礁	岩・枝礫	50×50	1~3
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	106	黒島北西沖離礁	24	16	33.502	123	59	2.64	離礁	岩・枝礫	50×50	1~5
石西礁湖中央部	15	シモビシ~仲間崎沖	沖縄県	107	小浜島南沖離礁	24	18	18.606	123	58	7.198	離礁	枝礫・砂	50×50	2~5

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
石西礁湖中央部	15	シモビシ～仲間崎沖	沖縄県	108	ヨナ水水道南沖離礁	24	19	2.725	123	56	37.274	離礁	枝礫・泥	50×50	1～2
石西礁湖中央部	15	シモビシ～仲間崎沖	沖縄県	111	小浜島南東沖離礁③	24	18	55.188	124	1	12.236	離礁	枝礫・砂	50×50	2～4
石西礁湖中央部	15	シモビシ～仲間崎沖	沖縄県	113	西表島仲間崎沖離礁	24	16	21.611	123	55	3.061	離礁	岩・砂	50×50	2～3
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	1	ウラビシ南礁縁	24	15	50.407	124	1	48.026	離礁	岩・枝礫	50×50	0.5～2
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	2	ウラビシ東礁縁	24	16	0.006	124	2	5.025	離礁	岩・礫	50×50	1～7
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	3	ウラビシ北東礁縁	24	16	26.204	124	2	14.724	離礁	岩・礫	50×50	3～10
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	6	黒島北西岸礁縁	24	15	1.811	123	59	16.839	離礁	岩・礫	50×50	1～7
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	7	黒島西岸礁池内	24	14	5.817	123	59	36.736	礁池	岩・砂	50×50	1～3
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	8	黒島南西岸礁池内①	24	13	30.122	123	59	56.133	礁池	岩・枝礫	50×50	1～3
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	9	黒島南岸礁池内	24	12	57.926	124	0	29.831	礁池	岩・砂	50×50	1～4
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	10	黒島南東岸礁池内①	24	13	53.319	124	2	4.724	礁池	岩・枝礫	50×50	1～4
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	11	黒島北東岸礁池内	24	15	3.412	124	1	38.228	礁池	岩・礫	50×50	1～5
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	12	新城島上地北岸離礁	24	14	38.517	123	57	10.749	離礁	岩・砂	50×50	1～4
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	13	マイビシ海中公園地区	24	14	30.518	123	55	48.555	離礁	岩・砂	50×50	1～4
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	14	新城島上地西岸	24	13	57.723	123	56	8.953	離礁	枝礫・砂	50×50	1～3
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	15	新城島間水路部	24	13	27.026	123	56	2.352	離礁	岩・枝礫	50×50	1～5
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	16	新城島下地西岸礁池内①	24	12	59.931	123	54	55.357	礁池	岩・礫	50×50	1～5
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	17	新城島下地西岸礁池内②	24	12	56.431	123	55	7.456	礁池	岩・枝礫	50×50	1～4
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	45	ウラビシ北離礁	24	16	39.402	124	2	8.824	離礁	岩・礫	50×50	2～8
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	69	黒島南東岸礁池内②	24	13	20.423	124	1	8.228	礁池	枝礫・砂	50×50	1～4
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	70	黒島南西岸礁池内②	24	13	17.123	124	0	0.333	礁池	岩・枝礫	50×50	1～3
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	85	新城島水路部礁池内	24	13	21.627	123	56	16.751	礁池	岩	50×50	1～3
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	94	黒島南西岸礁外縁	24	13	47.12	123	59	40.735	礁斜面	岩・礫	50×50	1～5
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	95	黒島南岸礁外縁	24	12	40.228	124	0	30.23	礁斜面	岩・礫	50×50	2～8
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	96	キャングチ海中公園地区	24	13	20.523	124	1	49.524	礁斜面	岩	50×50	1～8
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	97	黒島東岸礁外縁	24	15	4.612	124	2	4.525	礁斜面	岩・礫	50×50	1～6
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	98	新城島上地東岸礁外縁	24	14	10.419	123	57	47.845	礁斜面	岩・礫	50×50	2～8
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	99	新城島下地南東岸礁外縁	24	12	22.234	123	56	21.35	礁斜面	岩・礫	50×50	1～7
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	100	新城島下地西岸礁外縁	24	13	10.33	123	54	29.859	礁斜面	岩・礫	50×50	1～7
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	101	新城島北西沖離礁	24	13	41.625	123	55	18.457	離礁	岩・砂	50×50	1～8
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	102	新城島一西表島間離礁①	24	14	56.516	123	55	2.66	離礁	岩・砂	50×50	2～8
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	103	南風見崎沖離礁外縁東	24	14	37.25	123	53	50.454	礁斜面	岩・礫	50×50	1～8
石西礁湖南部	16	黒島～新城島	沖縄県	105	黒島～新城島間大型離礁	24	15	25.81	123	58	4.945	離礁	岩・礫	50×50	1～5
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	120	ユソシ湾口礁縁	24	24	4.299	123	53	21.199	礁原～礁斜面	岩・枝礫	50×50	1～7
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	121	船浦沖離礁	24	25	27.293	123	51	16.511	礁斜面	岩・礫	50×50	1～4
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	122	ハラス島西	24	26	5.494	123	48	57.524	離礁	枝礫	50×50	1～6
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	123	鳩間島南東礁池①	24	27	10.285	123	50	12.322	礁原	岩・枝礫	50×50	1～2
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	124	鳩間島南東礁池②	24	27	7.485	123	50	0.623	離礁	岩・枝礫	50×50	1～3
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	125	鳩間島南西沖離礁	24	27	14.986	123	48	31.53	離礁	岩・礫	50×50	1～8
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	126	星砂浜前礁縁	24	26	22.594	123	46	28.836	礁斜面	岩・礫	50×50	2～5
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	127	タコ崎礁縁	24	19	48.841	123	44	16.635	内湾	岩・枝礫	50×50	3～7

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	129	網取湾奥	24	19	12.848	123	42	24.942	内湾	枝礫	50×50	4~8
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	130	ヨナソネ	24	20	52.138	123	41	10.051	礁斜面	岩・礫	50×50	5~8
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	131	崎山礁縁	24	19	20.249	123	40	26.551	礁斜面	岩	50×50	11~13
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	132	崎山礁池	24	18	58.751	123	40	34.45	礁池	枝礫	50×50	1~3
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	133	波照間石	24	16	45.743	123	41	30.186	礁斜面	岩	50×50	2~8
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	134	鹿川湾中ノ瀬①	24	17	7.559	123	43	52.031	礁斜面	岩	50×50	13~16
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	135	鹿川湾中ノ瀬②	24	17	18.557	123	43	56.231	礁斜面	岩・枝礫	50×50	2~8
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	136	サザレ浜礁縁	24	16	31.659	123	45	46.621	礁斜面	岩	50×50	2~8
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	137	豊原沖礁縁	24	14	33.561	123	51	55.59	礁斜面	岩・礫	50×50	1~7
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	138	船浮崎前	24	20	35.937	123	43	47.139	礁原	岩・枝礫	50×50	1~2
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	139	外パナリ南礁縁	24	22	14.427	123	42	21.649	礁原~礁斜面	岩・礫	50×50	2~7
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	141	鳩間島東礁縁	24	27	23.77	123	50	30.08		岩・礫	50×50	1~5
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	142	鳩間島北礁縁	24	28	34.53	123	49	45.02		岩・礫	50×50	1~5
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	126	星砂浜前礁池内	24	26	22.594	123	46	28.836	礁池	岩・枝礫	50×50	1~2
西表島と周辺離島	17	崎山湾(西表島西部)周辺	沖縄県	127	タコ崎礁浅部	24	19	48.841	123	44	16.635	内湾	枝礫・砂	50×50	1
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	1	兄島 滝の浦	27	7	7.38	142	12	10.85	内湾	サンゴ岩盤	50×50	11.0~18.0
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	2	兄島 キャベツビーチ	27	6	35	142	12	14.5	内湾(海峡)	サンゴ岩盤、砂泥	40×60	1.0~6.0
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	3	兄島 水玉湾西側	27	6	36.01	142	13	29.67	内湾	岩盤	80×20	5.0~15.0
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	4	父島 宮の浜	27	6	24.3	142	11	39.45	内湾	サンゴ岩盤	30×60	3.0~5.0
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	5	父島 釣浜	27	6	16.27	142	12	19.94	内湾	サンゴ岩盤、砂	20×80	1.5~6.0
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	6	父島 初寝浦	27	5	2.7	142	13	31.96	外海	サンゴ岩盤、砂	50×50	2.0~5.0
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	7	父島 巽東海岸	27	3	18.98	142	13	44.58	内湾	サンゴ岩盤、砂、巨礫	50×40	0.5~10.0
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	8	父島 巽中海岸	27	3	9.14	142	13	23.83	内湾	サンゴ岩盤、砂、転石	50×50	0.5~8.0
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	9	父島(風)南島 サンゴ池	27	2	50.16	142	10	57.64	離礁(内湾)	サンゴ岩盤、砂	40×40	4.0~6.0
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	10	父島 コベ海岸	27	3	48.01	142	11	32.45	内湾	サンゴ岩盤、砂泥	50×50	1.0~3.0
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	11	父島 野羊山内側	27	4	30.46	142	11	6.54	内湾	岩盤、巨礫、砂泥	50×40	5.0~13.0
小笠原諸島	18	父島周辺	東京都	12	父島 二見湾奥	27	5	37.04	142	11	55.98	内湾	サンゴ礁、砂泥	75×75	1.0~6.0
房総・伊豆・伊豆諸島(黒潮影響域)	19	館山(房総)	千葉	1	沖ノ島①	34	59	非公開	139	49	非公開	やや内湾	岩	50×20	4~6
房総・伊豆・伊豆諸島(黒潮影響域)	19	館山(房総)	千葉	2	沖ノ島②	34	59	非公開	139	49	非公開	やや内湾	岩	50×20	4~6
房総・伊豆・伊豆諸島(黒潮影響域)	19	館山(房総)	千葉	3	坂田①	34	58	非公開	139	46	非公開	やや外洋	岩/砂	30×20	9~10
房総・伊豆・伊豆諸島(黒潮影響域)	19	館山(房総)	千葉	4	坂田②	34	58	非公開	139	46	非公開	やや外洋	岩	20×5	8~10
房総・伊豆・伊豆諸島(黒潮影響域)	19	館山(房総)	千葉	5	雀島	35	1	非公開	139	49	非公開	やや内湾	岩	50×20	7~9
房総・伊豆・伊豆諸島(黒潮影響域)	19	館山(房総)	千葉	6	坂田③	34	58	非公開	139	46	非公開	やや外洋	岩	5×2	3~4
日本海(対馬暖流影響域)	20	舌岐周辺	長崎	1	福江 布浦(1)	32	39	非公開	128	39	非公開	やや内湾	基盤岩+礫底	20×10	1~3
日本海(対馬暖流影響域)	20	舌岐周辺	長崎	2	福江 布浦(2)	32	39	非公開	128	39	非公開	やや内湾	基盤岩+礫底	10×10	2~4
日本海(対馬暖流影響域)	20	舌岐周辺	長崎	3	福江 津多羅島(1)	32	34	非公開	128	43	非公開	外洋の島影	基盤岩	50×50	2~5
日本海(対馬暖流影響域)	20	舌岐周辺	長崎	4	福江 津多羅島(2)	32	34	非公開	128	43	非公開	外洋の島影	基盤岩	50×50	2~5

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	5	福江 津多羅島(3)	32	34	非公開	128	43	非公開	外洋の島影	基盤岩	20×20	2~3
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	6	杵岐 黒崎	33	48	非公開	129	40	非公開	内湾	砂礫底	20×20	2~4
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	7	杵岐 板浦	33	45	非公開	129	39	非公開	内湾	基盤岩+砂底	20×10	2~4
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	8	杵岐 神瀬	33	46	非公開	129	39	非公開	内湾	砂礫底	5×5	2~4
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	9	対馬 瀬ノ浦	34	24	非公開	129	16	非公開	内湾	砂礫底	10×10	2~4
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	10	対馬 太田浦	34	16	非公開	129	19	非公開	やや内湾	基盤岩+礫底	30×30	5~7
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	11	中通島 三ツ瀬(1)	32	48	非公開	129	3	非公開	外洋の島影	基盤岩	20×20	5~7
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	12	中通島 三ツ瀬(2)	32	49	非公開	129	2	非公開	外洋の島影	基盤岩	10×10	3~7
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	13	中通島 三ツ瀬(3)	32	48	非公開	129	3	非公開	外洋の島影	基盤岩	10×10	7
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	14	若松島 滝ヶ原	32	52	非公開	128	58	非公開	やや内湾	基盤岩+礫底	50×20	1~3
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	15	福江 多々良島	32	44	非公開	128	52	非公開	やや内湾	基盤岩	50×50	2~5
日本海(対馬暖流影響域)	20	杵岐周辺	長崎	16	対馬 太田浦沖	34	16	非公開	129	19	非公開	やや内湾	基盤岩+礫底	30×30	5~6
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	1	通夜島	33	27	24.4	135	45	29.2	やや内湾	岩/砂礫	100×20	7~15
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	2	住崎	33	28	52	135	44	55.4	やや外洋(入り)	岩	50×30	1~5
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	3	ガラスワルト①	33	27	14.2	135	45	10.1	外洋	砂礫	50×20	15~17
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	4	ガラスワルト②	33	27	8	135	45	10.5	外洋	岩(サンゴ)	50×30	5~7
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	5	砥崎	33	28	31	135	44	53.6	やや外洋(高富・七の川河口近接)	岩/転石	80×40	1~3
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	6	高富湾奥	33	29	10.1	135	46	14.3	湾奥(高富川河口近接)	砂礫	50×30	1~3
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	7	高富	33	28	46.7	135	45	14.1	外洋	礫砂	100×25	2~5
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	8	錆浦	33	28	44.7	135	44	36.6	外洋	岩/礫砂	50×50	1~4
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	9	ヨボシ	33	28	27.4	135	44	9.7	沖瀬	岩	30×30	2~8
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	10	名近崎	33	28	39.6	135	43	27.5	入り江	砂礫/岩	50×50	1~7
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	11	展望塔前	33	28	50	135	44	46.5	やや外洋	砂礫	100×30	2~4
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	12	有田湾奥	33	29	3.7	135	44	4.6	湾奥	泥/砂礫	50×30	2~5
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	13	双島①	33	29	52.3	135	41	38.1	やや外洋	岩	20×20	5~8
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	14	双島②	33	29	52.3	135	41	38.1	やや外洋	岩	100×30	1~6
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	15	下浅地	33	28	35.3	135	39	55.8	沖瀬	岩	50×50	17~25
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	三重県	16	笹野島	33	55	17.8	136	12	2.3	外洋	岩	20×100	2~25
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	三重県	17	望月島	33	56	15.8	136	11	52.2	外洋	岩	50×50	1~15
紀伊半島(黒潮影響域)	21	串本周辺	和歌山県	18	紀伊大島 ノウバナ	33	28	38.4	135	49	11.3	弱い内湾傾向	砂礫/岩	50×50	10~20
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海~足摺岬)	愛媛県	1	須ノ川	33	2	37.1	132	29	4.8	開放的湾内	砂礫石, 岩, 砂礫	50×50	1~9
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海~足摺岬)	愛媛県	2	鹿島	32	57	5.4	132	27	23.2	外海	砂礫石	50×50	1~9.5
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海~足摺岬)	愛媛県	3	天嶺鼻	32	55	45.4	132	34	8.2	外海	砂礫, 転石, 岩	50×50	1~3.5
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海~足摺岬)	高知県	4	白浜	32	52	43.5	132	41	23.2	内湾	砂礫石, 岩	50×50	1~4
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海~足摺岬)	高知県	5	黒崎	32	51	47.6	132	40	10.2	開放的湾内	砂礫石, 岩	50×50	1~6
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海~足摺岬)	高知県	6	網代	32	49	28.6	132	38	57.3	開放的湾内	砂礫, 転石, 岩	50×50	3~8

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	7	柏島	32	46	25	132	37	29.4	外海	砂礫・転石・岩	50×50	1～9
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	8	沖ノ島・トリノクビ	32	45	11.4	132	32	58.9	外海	砂礫・転石・岩	50×50	1～6.3
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	9	沖ノ島・三ツ嶽	32	44	43.8	132	34	10.8	外海・沖瀬		50×50	～
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	10	尻貝	32	47	51.5	132	42	33.8	内湾	砂礫・転石・岩	50×50	1～8.4
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	11	西泊	32	46	35.5	132	43	55.5	湾口	砂礫・転石・岩	50×50	1～6
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	12	爪白	32	47	4.8	132	51	18	開放的湾内	砂礫・転石・岩	50×50	1～6.5
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	13	海中公園2号地・竜串1	32	47	12.2	132	51	48.9	開放的湾内	砂礫・転石・岩	50×50	1～8.3
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	14	海中公園2号地・竜串2	32	47	9.6	132	51	53	開放的湾内	砂礫・転石・岩	50×50	1～7.2
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	15	海中公園3号地・大塘	32	46	54.6	132	52	3.3	開放的湾内	砂礫・転石・岩	50×50	1～7
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	16	大村嶽	32	45	44.9	132	52	5.9	外海・沖瀬	岩・転石・砂礫	50×50	1～6.9
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	17	奈半利10号堤 内側	33	24	17.7	134	1	54.8	離岸堤内側	コンクリートブロック	50×50	1～4
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	18	奈半利7号堤 外側	33	24	40.4	134	1	47.5	離岸堤外側	コンクリートブロック	50×50	1～6
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	19	奈半利5号堤 内側	33	24	53.3	134	1	31.8	離岸堤内側	コンクリートブロック	50×50	1～3
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	20	田野2号堤 内側	33	25	23.5	134	0	22.7	離岸堤内側	コンクリートブロック	50×50	1～3
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	徳島県	21	金目	33	32	46.3	134	18	25.7	内湾	岩・砂	50×50	2～5
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	徳島県	22	海中公園1号地・沖側	33	32	41.2	134	18	52.3	内湾	岩・砂	50×50	1～4
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	徳島県	23	海中公園1号地・水路側	33	32	41.2	134	18	52.3	内湾	岩・砂	50×50	4～7
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	徳島県	24	海中公園2号地・竹ヶ島	33	32	33.8	134	18	58.8	内湾	岩・砂	50×50	1～7
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	徳島県	25	海中公園2号地・二子島	33	32	30.7	134	18	53.1	湾口	岩・砂	50×50	1～6
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	徳島県	26	大島・海中公園1号地	33	38	30.2	134	29	46.4	外海	岩・礫	50×50	8～17
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	徳島県	27	大島・海中公園2号地	33	38	37.7	134	29	3.4	外海	岩	50×50	8～17
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	徳島県	28	大島・ビシャゴ	33	38	22.5	134	29	0.5	湾口	岩・転石	50×50	5～19
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	徳島県	29	大島・内湾	33	38	13.2	134	29	5	湾内	岩・砂	50×50	6～20
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	徳島県	30	大島・チエバの下	33	38	6.2	134	28	51.8	外海	岩・転石	50×50	7～15
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	徳島県	31	モニタリング基盤WB	33	32	37.8	134	18	41.8	湾内	岩・砂	50×50	4～7
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	32	大手の浜・灯台下	33	31	15.7	133	45	11.3	内湾	岩・砂地	50×50	1～4
四国(黒潮影響域)	22	四国南西岸(宇和海～足摺岬)	高知県	33	大手の浜・海風荘下	33	31	20.7	133	45	13.7	内湾	岩	50×50	1～5
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	1	身代湾入口	31	33	3.3	130	41	26.0	小湾入口	角礫		6.4～9.9
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	2	観音崎東	31	32	48.0	130	39	29.5	岩礁入り江	岩礁・角礫		3.4～9.6
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	3	沖小島(立神)	31	32	39.8	130	37	1.5	島入り江	礫		3.0～4.5
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	4	神瀬	31	33	59.0	130	35	32.9	干出瀬	礫・砂		2.6～4.6

資料. サンゴ礁調査地点一覧

中ブロック	サイト No.	サイト名	県名	調査地 (spot) No.	地名	北緯 (度)	北緯 (分)	北緯 (秒)	東経 (度)	東経 (分)	東経 (秒)	地形	底質	観察範囲 (m)	水深範囲 (m)
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	5	袴越海中公園	31	35	23.4	130	35	28.2	岩礁入江	岩礁、礫		3~7.6
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	6	佐田岬海中公園・岬側	30	59	57.0	130	40	5.0	岩礁入江	岩礁、砂		5
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	7	佐多岬海中公園・ピロウ島	30	59	46.6	130	40	14.8	島岩礁	岩礁、礫		6
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	8	白木	31	16	41.7	131	06	43.0	岩礁入江	巨大礫		3~6
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	9	赤水大龍 権現	31	15	28.1	130	15	31.0	岩礁入江	岩礁、礫		3~6
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	10	坊津・塩ヶ浦	31	15	23.5	130	13	56.6	岩礁入江	岩礁、礫		3~6
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	11	坊津・馬込浜その1	31	19	2.8	130	12	13.8	岩礁入江	岩礁、礫		2~6
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	12	坊津・馬込浜その2	31	19	9.9	130	12	17.9	砂浜沖沈瀬	岩礁、礫		3~10
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	13	坊津・平崎集会場下	31	20	32.7	130	12	26.1	岩礁入江	礫		2
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	14	坊津・田平	31	20	56.0	130	12	19.0	岩礁入江	岩礁、礫		2~6
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	15	笠沙町・大当	31	25	25.0	130	10	12.4	開放海岸	礫、砂		2~6
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	16	阿久根・桑島	32	1	57.6	130	9	59.4	築島西岸の浅瀬	岩礁、礫	50×50	3~6
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	17	長島・多々羅島	32	5	2.4	130	9	41.4	多々羅島西岸	岩礁、礫	50×50	4~9
九州南東部(黒潮影響域)	23	鹿児島県南部沿岸	鹿児島県	18	長島町・加世堂湾	32	7	16.8	130	9	41.4	湾内	岩礁、礫	50×50	3~6
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	1	富岡海中公園1号、つつま瀬	32	31	24.5	130	00	58.2	沈瀬	岩礁、間一に砂	50×50	2~10
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	2	富岡海中公園2号、白岩崎	32	31	07.1	130	01	34.5	岩礁開放海岸	岩礁一部、円礫	50×50	2~6
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	3	天草海中公園、大方瀬	32	20	40.9	129	58	3.7	岩礁	岩礁	50×50	2~10
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	4	天草海中公園、大方瀬対岸	32	20	55.8	129	58	37.7	岩礁開放海岸	岩礁、礫	50×50	3~6
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	5	海中公園、桑島	32	12	01.3	129	58	32.1	島入江	岩礁、礫	50×50	4~9
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	6	茂串(白浜)	32	12	18.8	129	59	35.9	砂浜入江	岩礁、砂	50×50	3~6
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	7	大島北	32	11	12.4	129	58	6.7	島入江	岩礁、礫	50×50	2~10
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	8	牛深海中公園1号、鶴崎	32	11	35.2	129	59	37.7	岩礁入江	岩礁、礫	50×50	3~8
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	9	大島港西	32	10	45.9	129	57	59.8	岩礁入江	岩礁、礫、砂	50×50	3~10
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	10	片島	32	08	59.7	129	58	30.4	沈瀬	岩礁、礫、砂	50×50	1~6
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	11	春這	32	10	50.2	130	01	15.1	島入江	岩礁、礫、砂	50×50	1~7
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	12	平瀬	32	09	57.0	130	00	28.0	沈瀬	岩礁、礫	50×50	2~6
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	13	牛深海中公園3号、築ノ島	32	09	19.7	130	02	34.7	島入江	礫	50×50	3~15
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	14	牛深海中公園4号、法ヶ島南側	32	09	42.0	130	03	16.6	岩礁開放海岸	岩礁、礫	50×50	5~10
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	15	片島南	32	08	37.5	129	58	19.0	岩礁開放海岸	岩礁、礫	50×50	3~10
九州西部(対馬暖流影響域)	24	天草周辺	熊本県	16	砂月	H17年度のみ茂串(No.6)の代替地として調査									

注1: 沖縄島の地点名 * はGPS値を地図より推定した
 沖縄島の地点名 * * はGPS値を海岸より測定した

モニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査
2003～2017 年度とりまとめ報告書

2020 年

環境省自然環境局 生物多様性センター
〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田剣丸尾 5597-1
電話：0555-72-6033 FAX：0555-72-6035

業務名 平成 31 年度重要生態系監視地域モニタリング推進事業
(サンゴ礁調査)
請負者 一般財団法人 自然環境研究センター
〒110-8676 東京都墨田区江東橋 3 丁目 3 番 7 号
