

# 展開すべき取組

参考資料 4

石西礁湖自然再生の目標を達成するために展開すべき取組は、大きく6つあります。

## ①攪乱要因の除去

サンゴ礁生態系は、人為的活動やそれに関連する現象によって大きな影響を受けています。オニヒトデ対策、赤土流出防止対策など攪乱要因を除去するための取組を実施します。

## ②良好な環境創成

衰退したサンゴ礁生態系を回復するためには、攪乱要因の除去による効果が出るのを待つだけでなく、積極的に良好な環境を創り出していくことも必要です。サンゴ礁・沿岸域の生態系の再生や環境に配慮した海域における構造物の整備を行います。

## ③持続可能な利用

石西礁湖では、漁業、観光業、海上交通等様々な地域活動が営まれています。石西礁湖の保全・再生の主体は地域に住む人々であり、生活や産業の維持・活性化と自然再生の両立を目指す必要があります。適切な利用の推進や、保護区等の指定を検討します。

# サンゴ礁の今を調べる ＝「知る」



取組分野1の各取組方針における考え方を示します。

## 1－①サンゴ礁の実態や変化を知る

- ・ 継続的なモニタリングにより、サンゴ礁やサンゴ群体の“実態”を把握するとともに、変化を把握するモニタリングを行います
- ・ 長期的な評価指標を加えるなどモニタリング項目を再検討します
- ・ 石西礁湖で起きていることについて、ローカルな問題なのかグローバルな問題なのかを検討します

## 1－②サンゴ礁への陸からの影響を知る

- ・ 栄養塩類や赤土がサンゴに与える影響、それらとサンゴ礁の現状との関係性など、陸域からの影響の“実態”をつかみます

## 1－③サンゴ礁を守る活動の効果を知る

- ・ 攪乱要因の除去や環境負荷の軽減等、具体的取組の実施や実施効果の評価につながるようなモニタリングを行います

# Coral Reef Health Results

2019/6/29

## Healthy Reef Sites:

- More coral bleaching resistance
- More herbivorous fish
- New baby and juvenile corals
- Less coral disease

## Unhealthy Reef Sites:

- Less coral bleaching resistance
- Less herbivorous fish
- Less new baby and juvenile corals

静岡大学 鈴木 款・カサレト ベアトリス

鈴木利幸

東京久栄 矢代幸太郎

「知る」とは？サンゴとサンゴ礁が健全に生育しているかどうか、健全とは何を基準にするのか、具体的には白化しているサンゴはどのような状態で、回復可能かどうかを知りたい。何をすれば、どうすればサンゴの白化に対処できるのか。

必要なのは、科学的知識・科学的理解

モニタリングの重要な点はサンゴの代謝活動（光合成：クロロフィル・呼吸：酸素）を知ること、サンゴの生育の環境条件は適切かどうかの判断。

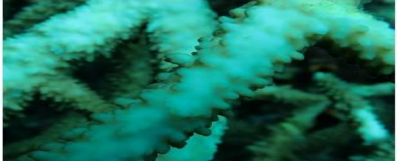
- （１）サンゴの健康状態(代謝活動) のチェック：PAM（光合成能測定装置）・溶存酸素濃度（サンゴ極近傍とサンゴ近傍の海水）
- （２）海水の流速・光量、地形の断面、水温、塩分、栄養塩等の水質
- （３）サンゴの被度、形状、成長面積あるいは長さ、色、白化や病気の有無 ポリプ近傍の写真
- （４）サンゴ以外の生物群集、特に魚介類の数等の調査

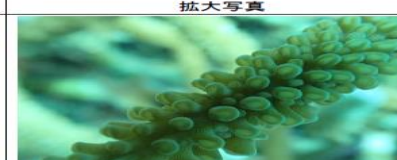
表Ⅱ－1. サンゴ採取地点の環境状態

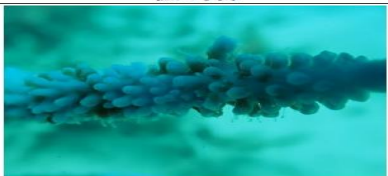
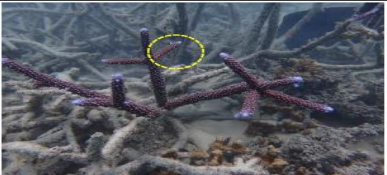
| 調査点 | 地点名     | 地形        | 底質    | サンゴ被度 | 水深   | 備考    |
|-----|---------|-----------|-------|-------|------|-------|
| S7  | St.M    | 水路に面した礁斜面 | 岩盤・礫  | 40%   | 6.0m |       |
| S10 | タケルンジュ  | 水路に面した礁斜面 | 礫・砂   | 20%   | 5.6m | 濁りが強い |
| S13 | テンマカケジュ | 礁池(内側礁原)  | 砂礫・岩盤 | 50%   | 3.4m |       |
| S14 | ミルキーウェイ | 離礁の礁斜面    | 礫・砂   | 5%未満  | 7.4m |       |
| S23 | マルグー    | 離礁の礁斜面    | 岩盤    | 5%未満  | 4.2m |       |
| S26 | カヤマ入り口  | 水路に面した礁斜面 | 岩盤    | 5%    | 3.5m |       |

※水深は平均水面基準



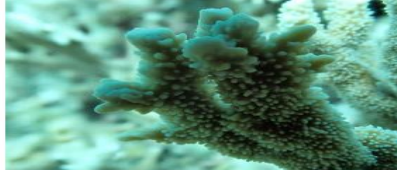
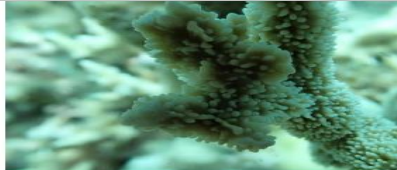
| 番号         | 群体の写真                                                                             | 拡大写真                                                                              |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| S7-<br>PB1 |   |   |
| S7-<br>PB2 |  |  |
| S7-<br>PB4 |  |  |
| S7-H5      |  |  |

| 番号          | 群体の写真                                                                               | 拡大写真                                                                                |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| S7-H6       |   |   |
| S7-H7       |  |  |
| S10-<br>PB2 |  |  |
| S10-<br>PB3 |  |  |

| 番号          | 群体の写真                                                                              | 拡大写真                                                                                |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| S10-<br>PB4 |    |    |
| S10-<br>H5  |   |   |
| S10-<br>H6  |  |  |
| S10-<br>H7  |  |  |

| 番号          | 群体の写真                                                                                 | 拡大写真                                                                                  |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| S13-<br>PB1 |    |    |
| S13-<br>PB2 |   |   |
| S13-<br>PB4 |  |  |
| S13-<br>H6  |  |  |



| 番号     | 群体の写真                                                                             | 拡大写真                                                                              |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| S13-H7 |   |   |
| S13-H8 |  |  |
| S14-B1 |  |  |
| S14-A2 |  |  |

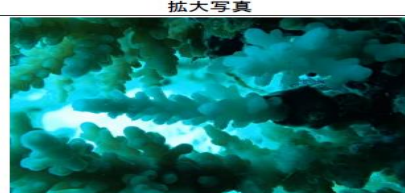
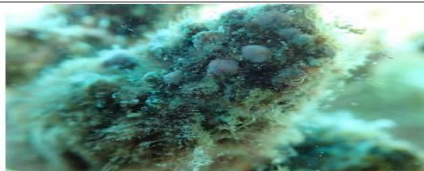
| 番号      | 群体の写真                                                                               | 拡大写真                                                                                |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| S14-B3  |   |   |
| S14-A5  |  |  |
| S14-PB7 |  |  |
| S14-A8  |  |  |

図 II -2(6). 採取時の写真

| 番号      | 群体の写真                                                                               | 拡大写真                                                                                |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| S23-A5  |    |    |
| S23-A7  |   |   |
| S26-PB1 |  |  |
| S26-PB2 |  |  |

表Ⅲ－5. 各採取地点の健全性の相対比較(2018 年 10 月)

|       | 褐虫藻細胞数<br>(cells/cm <sup>2</sup> ) | ペリジニン量<br>(μg/cm <sup>2</sup> ) | 光合成活性  | 過酸化水素<br>除去酵素活性 |          |
|-------|------------------------------------|---------------------------------|--------|-----------------|----------|
| S7    | 47.0                               | ✓ 2.2                           | ✓ 0.64 | 2.2             | やや健全性が高い |
| S10   | ✓ 73.3                             | ✓ 2.9                           | ✓ 0.59 | 1.7             | 健全性が高い   |
| S13   | 43.5                               | ✓ 2.8                           | ✓ 0.57 | 1.8             | やや健全性が高い |
| S14   | 0.4                                | 0.1                             | ✓ 0.56 | 0.9             | 健全性が低い   |
| S23   | 8.0                                | 0.3                             | ✓ 0.56 | 1.8             | 健全性が低い   |
| S26   | 13.1                               | 0.8                             | ✓ 0.59 | 0.9             | 健全性が低い   |
| 健康の閾値 | 50万以上                              | 2μg以上                           | 0.5以上  | 5以上10未満         |          |

表Ⅲ－6. (参考)各採取地点の健全性の相対比較(2017 年 12 月)

|       | 褐虫藻細胞数<br>(cells/cm <sup>2</sup> ) | ペリジニン量<br>(μg/cm <sup>2</sup> ) | 光合成活性  | 過酸化水素<br>除去酵素活性 | 健全性の判定   |
|-------|------------------------------------|---------------------------------|--------|-----------------|----------|
| S7    | ✓ 51.0                             | ✓ 3.7                           | ✓ 0.68 | ✓ 6.6           | 健全性が高い   |
| S10   | 31.3                               | ✓ 4.0                           | ✓ 0.65 | 4.5             | やや健全性が高い |
| S13   | ✓ 66.3                             | ✓ 2.4                           | ✓ 0.56 | ✓ 6.8           | 健全性が高い   |
| S14   | 5.4                                | 0.7                             | 0.45   | 10.2            | 健全性が低い   |
| S23   | 10.8                               | 1.5                             | ✓ 0.61 | 3.3             | 健全性が低い   |
| S26   | 24.0                               | 1.5                             | ✓ 0.60 | ✓ 7.8           | やや健全性が低い |
| 健康の閾値 | 50万以上                              | 2μg以上                           | 0.5以上  | 5以上10未満         |          |



ポリプ近傍の撮影  
はサンゴの生理的状态を判断する上で  
非常に重要



海遊の本宮提供(環境委託事業)



水質のモニタリングやサンゴの外からの観察だけでは、サンゴの成長の度合いや、あるいは白化や、病気、さらには成長できない原因を本当にさぐることは非常に難しい。サンゴ自身の代謝と流速を数字として計測すること、このデータを季節、場所により蓄積することが不可欠である。高水温や強紫外線下でのサンゴは、水温の低下や紫外線の吸収等のため体の表面から体内に蓄積している栄養塩・有機物等を放出する。そのためサンゴの表面に付着している微細藻類やバクテリアが増殖し、表面を覆い影のようになる。通常は繁殖した微細藻類は魚等により捕食され、きれいになる。但し、微細藻類が長期に覆い尽くすとサンゴ体内の褐虫藻へ届く光が少なくなり、光合成能はさらに低下し、死滅する。サンゴの保護のためには魚等の捕食性物の供給量も重要である。

**観察と測定の結合による科学的なモニタリングを研究者、ダイバー、市民、漁民、NGO等すべての関係する人達による組織的な協同作業が必要である。**

**環境省は次の計画に石西礁湖モニタリングプラットフォームの組織の確立のための体制と予算の検討が必要ではないか。**

- (1)モニタリングのプロトコールの手引書の作成**
- (2)モニタリングデータの組織的管理と解析**
- (3)モニタリングに必要な試料の採取・分析等**

サンゴ礁の今を知る調査モニタリング = 「知る」 : 何が起きているのかを知ることなしにサンゴとサンゴ礁を守る最適な対策は生まれない

環境のモニタリング調査 (サンゴ等の生物群集の生息環境を知る) | サンゴとサンゴ礁生態系のモニタリング調査 (健全性を知る)

水質調査

堆積物・底層

サンゴ

生態系(食物網)

**物理成分**

水温、塩分、  
光量、流速

**化学・生物成分**

栄養塩、有機炭素、  
有機窒素、バクテリア、  
クロフィル、農薬や除草剤等

赤土の堆積量、  
粒度分布、

**化学・生物成分**

窒素・炭素量  
有機物量  
バクテリア

光合成能(PAM)、褐虫藻細胞数と形態、色素(クロロフィル、ペリジン)、ストレス指標酵素、バクテリア、DNA  
サンゴ被度、形状、分布、ポリプの写真

サンゴ以外の主な生物(魚、ウニ、海草)とオニヒトデ、食巻貝、堆積物中の微小プランクトン、バクテリア

水温と光量と流速は重要で、地形との関係で調査するモニタリング項目  
流速は8cm/s ~ 25cm/sがサンゴが健全に成長する条件。  
光量も300-600 $\mu$ mol/m<sup>2</sup>,s

硝酸塩濃度は2 $\mu$ M以下リン酸塩濃度は1 $\mu$ M以下が望ましい。サンゴへの直接的な影響はまだ明確ではないが、10 $\mu$ M以上。有機物は汚染物質以外はサンゴへの影響の報告例はない

赤土のサンゴ礁域への流入量と堆積量を把握する。  
赤土のサンゴへのカバー時間も把握する

堆積物の舞上がり等によりサンゴに影響する可能性のあるのはバクテリアと農薬等の汚染物質  
赤土等の直接的報告例は少ない

すべての環境因子はサンゴの生理学的状態にどう影響を与えているのかを知ることが非常に重要である。上記の項目はそれを判断する上で重要である。外見だけでは不十分、あるいは誤った結論に至る。サンゴそのものを調査することが重要。

サンゴの保全や自然再生にはサンゴ以外の魚、ウニ、ナマコ、海草、バクテリアが生態系として重要である。これらの観察や調査も重要である。オニヒトデや食巻貝はサンゴそのものにダメージを与えるだけでなく、病原菌の媒介者でもある。

**モニタリングの実施者**

水温・塩分・光量は地元で可能  
流速はコンサルタント会社・研究者  
化学・生物成分は研究者・行政研究所・コンサルタント会社

**モニタリングの実施者**

地元と研究者の協力で可能

**モニタリングの実施者**

コンサルタント会社・研究者・行政研究所

**モニタリングの実施者**

研究者・観察は地元・コンサルタント会社

**モニタリングの実施者**

地元・コンサルタント会社・研究者・行政機関・漁協等

石西礁湖サンゴ礁モニタリングプラットフォーム(地元・研究者・行政機関・行政研究所等による協同ネットワーク)



## 「市民科学: Citizen Science」の推進は「SDGs」や「生物多様性」の活動をより確かなものにする

市民科学とはフィールドでの研究調査活動を研究者が支援し、生物多様性や生物保全活動を研究者・企業・NGO・市民による協働型の新しいスタイルとして科学的理解を基盤にした“環境保全科学”

### 市民科学の推進例: 三菱商事の国際サンゴ礁保全プロジェクト

- 1) 最先端の科学的研究により、サンゴ礁に危機をもたらしているサンゴの白化のメカニズムとサンゴの生存戦略を解明、サンゴ礁保全の**新たな科学技術的対策を確立**することで、サンゴ礁の豊かさを守る科学的理解と具体的な対策をすべてのステークホルダーで共用することにより科学的な保全活動を推進している。
- 2) 研究者と共に最先端の研究活動に市民がボランティア支援者として参加し、サンゴ礁保全の科学的知識や方法を学ぶことで、研究者、企業、NGO、市民がパートナーシップを組み、**科学的な知見を持ちながら協働してサンゴ礁保全という目標達成に取り組む「市民科学」のスタイルを構築**。
- 3) サンゴ礁保全の先端的な科学的フィールド研究において、研究者、企業、NGO、市民による協働型の「市民科学」の**活動を15年以上推進**している。プロジェクトは沖縄・グレートバリアリーフ(豪州)・セイシェル(英国)で展開。

### 「市民科学」を広く推進するための提案

自然保護協議会に参加している企業やNGO・NPOの多様な生物多様性や生物保全活動をより効果的に推進するため関係する専門家・研究者を派遣し、共同でより科学的に調査解析する「市民科学推進プラットフォーム」の構築

「市民科学推進プラットフォーム」に生物多様性・生態系・環境等様々な研究者の登録リストを作成し、必要に応じて専門家や研究者の支援あるいは共同調査を要請する。最適な専門家・研究者をボランティア程度の費用で派遣。

- 1) 専門家や研究者の支援を得ることにより調査の手法・目標・効果の予測・調査結果の解析・調査の目標達成と次の目標や課題を明確にできる。
- 2) 専門家や研究者の講義・説明・調査の科学的意味を参加した市民・企業・NGO・NPO参加者の理解が増し、調査課題への参加からの喜び等と得る

連絡先: 静岡大学創造科学技術大学院 特任教授 鈴木 款

mail address: [suzuki.yoshimi@shizuoka.ac.jp](mailto:suzuki.yoshimi@shizuoka.ac.jp) tel: 090-2407-0905



溶存酸素の測定  
・サンゴ礁の健全性を知ろう・



微生物解析のための前処理  
・見えない生物を見るように・



鈴木款教授によるレクチャー  
・サンゴとサンゴ礁について真剣に考える・



研究者とボランティア  
・これからもよろしくお願いします・

**サンゴ礁の保全・再生の答えをどのように見つけますか。**