

資料編

<資料編目次>

資料 1	スポットチェックマニュアル	1
資料 2	各地点の水中景観（写真）	12

モニタリングサイト1000（サンゴ礁調査）
スポットチェック法によるサンゴ礁調査マニュアル

第 4 版

平成21（2009）年 8 月

環境省自然環境局生物多様性センター

財団法人 自然環境研究センター

1. はじめに

サンゴ礁において最も重要な生物群は造礁性サンゴ類（以下「サンゴ」という）であり、サンゴの生息量を表す被度（海底面に占める生きたサンゴの割合）がサンゴ礁評価の基本的な指標となる。

スポットチェック法は、15分間のスノーケリングによって海底面の状況を目視把握するサンゴ礁調査手法である。本手法の長所として、小人数体制（3名）、小労力（1地点の観察時間は15分、調査後の被度等の集計は簡単）、特殊能力の不要（スキューバ技術やサンゴの専門知識を必要としない）、幅広い観察域（1地点のカバー範囲はおよそ50m四方）、幅広い情報収集力（サンゴのみならず、様々なサンゴ礁の情報を幅広く収集できる）が挙げられる。逆に短所は、情報の認識が目視観察という主観的な方法によるため、他の客観的手法に比べるとデータの精度はやや粗い。したがって、本手法には長短あるものの、簡便性や幅広い情報収集性から広域なサンゴ礁モニタリングには最適であると考えられている。

なお、スポットチェック法は浅海サンゴ礁域を対象に考案されたものであるが、本マニュアルではサンゴ礁が分布しない本土海域へも対応性を持たせてある。

2. 調査手順

スポットチェック法は、広範な海域に複数の固定調査地点（spot）を設定し、スノーケリングを用いた目視観察（check）によって各地点のサンゴ礁の状態を調べ、それにより広域を把握する調査手法である。手順としては、毎年1回、GPSを用いて設定地点に船で赴き、予め決められた調査範囲を、調査員2名がスノーケリングを用いた15分間の目視観察によりデータ収集を行う。また、観察と併せて景観記録のための写真撮影も行う。各調査員の記録データは平均化又は総合し、表計算ソフトを用いて取りまとめる。

3. 調査必要人員・資材（基本）

- ・調査人員：調査者2名（要スノーケリング熟練者）、操船者1名の計3名が基本体制。操船者は作業中の調査者の安全を監視する。調査者が操船者を兼ねてもかまわないが（2人体制）、その場合は、調査中の安全を互いに確認する。
- ・調査船：浅瀬を航行することが多々あるので、小型のものが便利
- ・地図又は海図
- ・スノーケリングセット
- ・GPS：ポケットタイプのものでよい
- ・野帳：A4版プラスチック製クリップボード、耐水紙（ユボ紙など）、鉛筆（ロケットペンシルが便利、端をひもで板にくくっておくと流さないで済む）
- ・水中カメラ：デジタル画像をやりとりすることが多いため、防水ハウジングが用意されているデジタルカメラの使用を勧める。画像ファイルの大きさの基本は数百（200～300）KBであるので、安価機種でも十分対応できる
- ・SPSS測定セット（必要者のみ）：5ml計量スプーン1個、250ml蓋付き容器2個、500mlプラスチック容器地点数分、約4mm目のふるい、2mlと5mlの計量スプーン各1個、500mlペットボトル1個、ろうと、30cm透視度計

4. 調査項目

スポットチェック法での調査可能項目を表1に示した。これらの項目の全てが行えなくてもかまわないが、①1・3・6、②1～5は必須である。また、①4と②6、7は手間や場合によりスキューバを用いるので、調査者の必要に応じて採択されたい。なお、②1～5は範囲変更がなければ初回調査時のみでかまわない。以下に項目別に解説する。

表1 調査項目

①生物状況

1. サンゴ被度
2. サンゴ白化率
3. サンゴ生育型
4. サンゴ加入度
5. 大型卓状ミドリイシのサイズ
6. オニヒトデ個体数
7. オニヒトデ優占サイズ
8. オニヒトデサイズ範囲
9. オニヒトデの食害率
10. サンゴ食巻貝の発生状況
11. サンゴ食巻貝の食害率
12. 大型定着性魚類

②物理環境

1. 位置 (GPSでの緯度経度)
2. 地形
3. 底質
4. 観察範囲
5. 水深範囲
6. SPSS (底質中懸濁物質含有量)
7. 連続水温

③特記事項

1. 他のサンゴ攪乱要因
2. 特異な現象や生物

被度の算出は、場面・場面の被度を目視で割り出し、平均化していくので、最初は難しさを覚えるかもしれない。1視野内の被度の算出は図1を参考にされたい。生きたサンゴの合計面積が海底面の1割を占めれば被度は10%、半分なら50%となる。最初は多く見積もる傾向があるので、熟練者との若干の初期トレーニングが必要となる。また、図1のような様々な分布パターンが描かれたパネルを用いて、陸上で被度を割り出す練習を行うと、被度を目測する目が養われる。サンゴ礁域では、被度により客観性を持たせるため、15分の観察時間を5分ずつに区切って記録し、その平均値を求めることを推奨する。必要に応じてより細かく区切って記録しても構わない。可能な場合は、平均値のみだけでなく、5分ごとのデータも記録する。高緯度サンゴ群集域など、サンゴ群集が不均一に分布し、5分ずつに区切って記録することが適当でない場合には、柔軟に対応する。

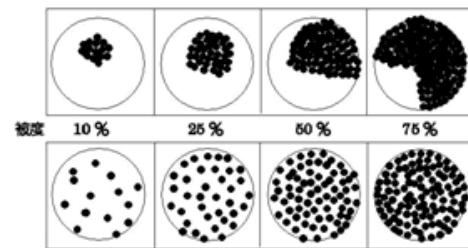


図1 被度算出の目安

①生物状況

①-1. サンゴ被度：海底面に占める生存サンゴの上方からの投影面の被覆率とし、具体的な%値を目視で算出して記録する。基本的にサンゴが着生可能な岩盤などの底質を対象とし、泥地や砂地などは観察域から除外するが、泥地・砂地・砂礫地などに特異的に分布する群集を対象とする場合は、砂地等を含めた被度を算出する。スポットチェック法で割り出せる被度は10%単位であるが、生きたサンゴが特に少ない場合は10%未満、5%未満の単位も用いる。

$$\text{サンゴ被度 (\%)} = (\text{サンゴ被覆面積}) / (\text{サンゴが着生可能な岩盤などの底質の面積}) \times 100$$

本文で扱うサンゴとは、造礁性サンゴ類（堅い骨格と褐虫藻を有する刺胞動物の種の総称）である。すなわち、これには、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。ソフトコーラルはサンゴに含まないが、本類が多産する場合には本類の被度も別途算出しておくことよい。なお、白化していても生きているサンゴは、サンゴ被度に入れ、白化後に死亡しているサンゴは含めない。

また、可能な範囲で、写真撮影を行う。詳細は、5. 補足事項⑤景観画像を参照されたい。

被度はサンゴ礁の状態を評価するための重要な指

標である。サンゴ礁域では、海底面がサンゴで被い尽くされるのが健全な姿であり、そうでない場合はサンゴ群集を攪乱する何らかの要因が存在すると考えられる。表2に被度から見たサンゴ礁状態の評価目安を示す。本表から自分の海の現況を認識されたい。ただし、高緯度サンゴ群集域では一般的にサンゴ被度が低く、サンゴが局所的に分布している場合が多いため、被度による評価目安は地域によって異なる。

表2 被度によるサンゴ礁状態の評価目安

被度 (%)	評価
0% 以上 10% 未満	極めて不良
10% 以上 25% 未満	不良
25% 以上 50% 未満	やや不良
50% 以上 75% 未満	良
75% 以上	優良

①-2. サンゴ白化率：白化前まで生存していたと思われるサンゴ全体に占める、白化したサンゴ及び白化により死亡したサンゴの割合で、白化現象が確認された場合に記入する（全体白化率）。死亡したサンゴの割合（全体死亡率）も合わせて記録する。また、サンゴ全体とは別に、白化の影響を受けやすいミドリイシ属についても同様に白化率（ミドリイシ白化率）及び死亡したサンゴの割合（ミドリイシ死亡率）を記録する。白化率及び死亡率は次式で算出する。

$$\text{白化率 (\%)} = \{ (\text{白化により死亡したサンゴ}) + (\text{白化したサンゴ}) \} / \{ (\text{白化により死亡したサンゴ}) + (\text{白化したサンゴ}) + (\text{生サンゴ}) \} \times 100$$

$$\text{死亡率 (\%)} = (\text{白化により死亡したサンゴ}) / \{ (\text{白化により死亡したサンゴ}) + (\text{白化したサンゴ}) + (\text{生サンゴ}) \} \times 100$$

※ ミドリイシのみの白化率及び死亡率の場合は、

上記の式のうち、「サンゴ」を「ミドリイシ」に置き換えて計算する。

※ ①-1. サンゴ被度では、白化したサンゴ及び生サンゴを被度の対象とし、白化により死亡したサンゴは被度の対象としない。

また、任意の調査として、白化したサンゴを2つの階級に分けられる場合は、その内訳の割合を記録する。

- a) 軽度の白化（群体の色が薄くなっている）
- b) 白化（群体色が純白もしくはそれに近い薄い色）

表3 白化の階級とサンゴの状態

白化の階級	サンゴの状態
生サンゴ	群体色は変わらず、サンゴは正常に生きている
白化したサンゴ	触手等の軟組織が見えるなどポリプの生存が確認できる
軽度の白化	群体色が薄い
白化	群体色は純白もしくはそれに近い薄い色
白化により死亡したサンゴ	ポリプが死亡して骨格だけが残る。触手などの軟組織が見えない、群体表面に藻類が付着していることなどから確認できる

①-3. 生育型：ソフトコーラルも含めた優占するサンゴの生育型で、以下の6つに分類する。

- 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。ソフトコーラルとは、八放サンゴ亜綱根生目（クダサンゴを除く）及びウミトサカ目に属する全種と定義する。本類の属以下の同定は難しいので、優占種の特定は不要であるが、正確に把握できる場合はそれを記入する。なお、ソフトコーラル優占型の場合も、①-1. で求めるサンゴ被度は、サンゴを対象とし、ソフトコーラルは含めない。

記入時には枝ミド、卓ミド、枝卓、枝ハマ（例）、多種、ソフトの略語を使用する。

また、海藻が大幅に繁茂することがあれば、特記事項として記載する。

①-4. サンゴ加入度：調査範囲内の礁原もしくはパッチリーフ上部などの浅所において、加入が多そうな基質上で3ヵ所を選び、直径0～5 cmのミドリイシ属群体の1 m²当たりの加入数を記録する。ただし、10群体以上の場合は、10～20、20～30のように概数で構わない。

直径5 cm以下のミドリイシ属群体は、過去4年以内に加入したものとみなすことができる。ミドリイシ属の加入量の多寡は、サンゴ群集回復の早遅に密接に関連するため、加入度により群集回復の予測が可能となる。10群体/m²以上の加入があれば、回復傾向にあることが多い。ただし、加入量が多くても回復しない場合もあり、注意を要する。残念なことではあるが、1998年の白化以降、日本のサンゴ礁域ではミドリイシ属の加入量が減少傾向にあることが確認されている。なお、高緯度サンゴ群集域では、ミドリイシ以外のサンゴの加入も重要なので、必要に応じてその他のサンゴの加入も記録されたい。

①-5. 大型卓状ミドリイシのサイズ（直径）：卓状

ミドリイシ長径上位5群体の大まかな大きさを記入し、最後にそれらの平均値を求める。大型卓状ミドリイシのサイズは、サンゴ群集の回復経過のおおよその目安となる。表4に大型卓状ミドリイシサイズから見た回復期及びおおよその年齢を示す。なお、本表は、数メートルもの大型群体を形成するクシハダミドリイシ、ハナバチミドリイシ、及びエンタクミドリイシなどに適用される。

表4 大型卓状ミドリイシ属群体のサイズから見た回復期及び年齢

卓ミドサイズ	回復期	おおよその年齢
25cm未満	初期	0-5
25cm以上 100cm未満	前期	5-10
100cm以上 200cm未満	中期	10-15
200cm以上	後期	15以上

①-6. オニヒトデ個体数：15分間の自由遊泳で観察されたオニヒトデの個体数を記録する。ヒトデの観察時間は、ヒトデが大きな集団をなす時は短縮するなど、状況に応じて変更してもかまわないが、変更した場合は15分間、1人当たりの個体数に換算した値を使用する。15分換算値は次式で算出する。

$$15分換算値 = 観察数 \times (15 / 観察時間)$$

原則的に水面からの観察とし、潜水してサンゴの間隙や裏側などは探索しないが、食痕が観察された場合はヒトデの存在確認のため潜水探索を行ってもよい。特に高緯度サンゴ群集域のオニヒトデが分布していなかった地域では、0から1に増加が見られた際にも今後の大発生に対する注意が必要であるため、特記事項に記載する。表5に15分間観察数に基づくヒトデの発生状態を知る目安を示す。

表5 ヒトデ発生状況の目安

15分観察数	発生状態
0-1	通常分布
2-4	多い(要注意)
5-9	準大発生
10以上	大発生

①-7. オニヒトデ優占サイズ：出現したヒトデのサイズ（直径：腕の端から反対側の腕の端まで）を野帳板（A4サイズならおよそ30×20cm）を用いて20cm未満、20cm以上30cm未満、30cm以上の3階級に分類し、優占（最も多い）サイズ階級を求める。観察されたオニヒトデが様々な大きさの場合は、最初の10個体ほどのサイズ別個体数を記入し、その中で最も多い階級が優占サイズとなる（たとえば、20cm未満が2個体、20cm以上30cm未満が3個体、30cm以上が6個体なら、30cm以上が優占サイズ）。

オニヒトデのサイズ分けは年齢を推定する上で役立つ。ヒトデは餌や水温条件にもよるが、一般的に満2年で20cmを越えて成熟が始まり、3年で30cm以上に達して摂食量、繁殖量が最も高まる。大発生が顕在化するのは20cm以上30cm未満と30cm以上のどちらかのクラスである。なお、近年、稚ヒトデの分布状態で大発生を予知する取組が始まっている。もし、数センチ以下の個体を多数観察した場合には、特記事項欄に記入されたい。

①-8. オニヒトデサイズ範囲：観察した全オニヒトデのサイズ範囲である。

①-9. オニヒトデの食害率

サンゴ全体に対する、明らかに最近オニヒトデに食害されたと分かる、骨格が白く見えるサンゴ群体の被覆面積の割合の概数。

①-10. サンゴ食巻貝の発生状況

ミドリイシ類に被害を及ぼす、シロレイシガイダマシ類（アクキガイ科シロレイシガイダマシ属の小

型巻貝類）等の発生状況を、以下の階級で記入する。

- I：食痕（新しいもの）は目立たない。
- II：小さな食痕や食害部のある群体が散見される。
- III：食痕は大きく、食害部のある群体が目立つが、数百個体以上からなる密集した貝集団は見られない。
- IV：斃死群体が目立ち、数百個体以上からなる密集した貝集団が散見される。

食痕と病気との区別が難しい場合があるが、いくつか観察してみて、貝が見られたらその他の多くも食痕とみなす。サンゴ食巻貝はサンゴの枝の根元から食害する傾向があるので、そうした食痕の特徴によっても見分けることができる。なお、シロレイシガイダマシ類以外の貝による食害が見られた場合は、特記事項に記入する。

シロレイシガイダマシ類のシロレイシガイダマシ、ヒメシロレイシガイダマシ及びクチベニレイシガイダマシは、大発生してオニヒトデに類似したサンゴ被害を及ぼすことがあり、特に本土の亜熱帯海域（宮崎日南、宇和海、足摺、串本）では顕著である。本類はサンゴが分布する海域にはどこにでも生息するが、上記3種は個体群密度が上昇すると集団性と移動性を持つようになり、時に数千個体もの大集団を形成する。大集団が形成され始めると、サンゴの被度低下は急速に進む。

①-11. サンゴ食巻貝の食害率

サンゴ全体に対する、明らかに最近サンゴ食巻貝に食害されたと分かる、骨格が白く見えるサンゴ群体の被覆面積の割合の概数。

①-12. 大型定着性魚類

全長30cm以上の魚類が目撃された場合に、種名と個体数を記入する。調査者間で個体数が異なる場合は、多い人の値を記入する。なお、対象となるのはハタ類、ベラ類、ブダイ類の大型定着性魚類であり、偶発的出現性の高い回遊性魚類は除く。大型定着性魚類は乱獲が進み、減少の一途をたどっている。

②物理環境

②-1. 位置：調査地点の中心付近の緯度経度をGPSで計測して記入する。船で地点に到達できない場合は、可能ならば、GPSを防水パックに入れ、地点中心まで水面上を泳いで行き計測する。なお、緯度経度は世界測地系（WGS-84系）を使用する。GPSがこの測地系に対応していない場合は、後で換算できるように使用した測地系名を記録しておく。表示形式は60進法（dd° mm' ss"）よりも10進法（dd. dddd°、小数点以下5桁）を推奨する。表計算ソフト上やGIS（地理情報システム）などで数値の取り扱いが簡便なためである。

②-2. 地形：調査地点の地形的環境を、礁池、離礁、礁原、礁斜面に分類する（図2参照）。高緯度サンゴ群集域においては、内湾、外海、沖瀬の区分程度でよい。

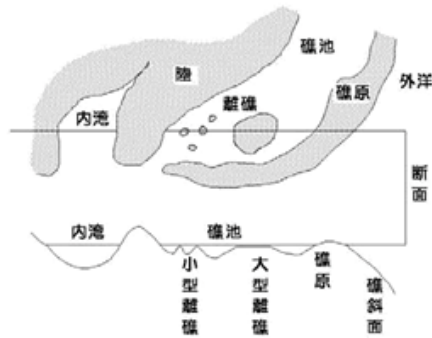


図2 模式的に見たサンゴ礁地形

②-3. 底質：海底面の状態を表し、岩（サンゴ岩）、礫（サンゴ礫）、砂、泥などに分類する。複数の底質が混在している場合は、1つに絞らなくてよい。底質に大きな変化がみられた場合には、特記事項として記入する。

②-4. 観察範囲：観察範囲は地形やサンゴ群集の広がり方などによって異なる。観察した範囲のおおよそのサイズをメートル単位で50×50のように記入する。

②-5. 水深範囲：観察域の水深範囲をメートル単位で1.5～8のように記入する。水深は目測でよい。

②-6. SPSS観測：SPSSは（Content of Suspended Particles in Sea Sediment）の略語で、底質中懸濁物質含有量を意味し、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」を用いて測定する。本土においては、沖縄のような深刻な赤土汚染は少ないが、河川や陸域から流入した土砂汚染や養殖場などからの有機物汚染の把握に適用可能である。ただし、閾値が異なる可能性があり、測定値とサンゴの生育への影響については、注意が必要である。また、サンゴ礁域、高緯度サンゴ群集域にかかわらず、SPSSには赤土起源でない懸濁物質も含まれることから、必要に応じて目視による状況を記載することも推奨される。

SPSS簡易測定法の基本的な測定手順を以下に示す。

- 1: 調査地点を代表すると思われる底砂堆積域を任意で選択し、250mlの蓋付きの容器一杯に表層底砂を入れて船に戻り、船上で調査員2名の採取物を1つのプラスチック容器にまとめて持ち帰る。
- 2: 底砂を静置して静かに上澄みを切り、4mm目のふるいでこし、こし採ったものを受け皿内で攪拌して測定試料とする。
- 3: 試料5mlを計量スプーン（泥が多い場合は2mlのスプーンを用いる）で量り取り、500mlペットボトル（市販の飲料ボトル）に水で流し入れ、さらに水道水で500mlにメスアップし、蓋をして激しく振る。
- 4: 1分間静置し、その後の水層を検水とする。
- 5: 検水を30cm透視度計に入れて透視度を計測する（透視度が30cm以上、もしくは5cm未満の場合は調整が必要）。
- 6: 次式を用いてSPSSを算出する。

$$SPSS = (1718 / \text{透視度} - 17.8) \times \text{検水希釈倍率} / \text{試料量}$$

測定に要する時間は1試料につき約10分で、慣れ

れば5分程度である。透視度計での計測では試料量や検水の希釈量に調整が必要な場合が多く、必ず『底質中懸濁物質含量簡易測定法（SPSS測定法）』を参照いただきたい（沖縄県衛生環境研究所ホームページ<http://www.eikanken-okinawa.jp/index.htm>より、「掲載情報」の「水環境」ページから「赤土汚染の話」ページへ移動し、「海に堆積した赤土等の調査方法」ページの中に記述）。

表6にSPSS値、それに対応した底質状態の階級を示す。階級6以上なら明らかに人為的要因による赤土汚染状態と見なされる。なお、SPSSの値は雨期に高く、底砂がよく攪拌される台風期や冬の季節風期に少ないという季節性があり、年1回の調査では実態解明は難しい。また、素潜りでの底砂採集は深所（5m以深）では難しいため、深所ではスキューパが必要とされる。従って、スポットチェック法を用いた年1回の調査では、赤土汚染の把握が困難であるが、調査時の底質環境の指標としては重要な情報となる。そこで、本項目もサンゴ加入度と同様に、調査者の必要（土砂汚染や有機物汚染の懸念がある）に応じて実施されたい。

表6 SPSS計測値のランクとその目視状況

SPSS階級	SPSS測定値 (kg/m ³)	目視状況
	以上 - 未測	
1	0 - 0.4	きわめてきれい
2	0.4 - 1	砂をかき混ぜてもシルトの舞い上がりは確認しづらい
3	1 - 5	砂をかき混ぜるとシルトの舞い上がりは確認できる
4	5 - 10	見た目では分からないが、砂をかき混ぜるとシルトで水が濁る
5a	10 - 30	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
5b	30 - 50	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始める

6	50 - 200	一見してシルトの堆積を確認
7	200-400	シルトが堆積するが、まだ砂も確認することができる
8	400<	底質の見た目は泥そのもの

※ 透視度計を用いず、調査地にて目視で測定する場合、5a及び5bは区別せず、5とする。

②-7. 連続水温観測：連続的な水温観測は、小型水温データロガーを海中もしくは海底に固定して行う。データロガーの設置や回収にはスキューパが必要となる。

・標準仕様

計測範囲 0～50℃、精度 ±0.2℃、分解能 常温で0.02℃、ドリフト 0.1℃/年以内、応答速度 水中で10分以内、時間精度 約±1分/月、バッテリー寿命 6年（1時間インターバルでの計測）、記録データ数 4万点以上、耐圧水深 50m以深、インターバル 1時間で設定可能。

・ロガー例

本体：HOBO Water Temp Pro v2 U22-001（12×3cm）のシリンダー型水温データロガー、電池寿命6年、耐圧水深120m）

ウォータープルーフシャトル：U-DTW-1（赤外線データ読み取り装置で、本体からデータを読み取ってパソコンに転送する）

専用ソフト：HOBOWare Pro（本ソフトを用いてデータを処理する。エクセルへの出力も可能。ウィンドウズ版、マック版がある）

・標準観測設定とデータ回収

記録は1時間間隔。1年ごとに本体を回収してデータの読み取りと時計誤差を修正する。データ回収後のロガーを再設置するか、予備のロガーを設置し、水温記録を開始する。

・設置場所

設置はサイト内の調査地点の代表となる地点と、白化の影響を受けやすい水温変化の激しいところの2カ所とする。

サンゴ礁生物の特に大きな物理的攪乱要因として、

シルトの堆積と異常水温の2つが挙げられる。後者はサンゴの白化現象を誘発して死に至らしめる場合が多い。特に近年、夏季異常高水温による白化現象が多発傾向にあり、サンゴ群集に大きなインパクトを与え続けている。水温上昇は地球温暖化との関連からも注視されており、国内のサンゴ礁域では水温環境の観測網が整備されつつある。

③特記事項

③-1. 他のサンゴ攪乱要因：サンゴ群集攪乱が観察された場合に、要因や被害量を自由に記入する。白化現象、オニヒトデ、サンゴ食巻貝、シルト堆積などの補足状況、ナガウニやガンガゼなど、その他の生物による被害、排水やアンカーなどの人為被害、台風被害などがこれに該当する。

③-2. 特異な現象、生物：特記すべき生物や現象が観察された場合に記録する。生物の産卵、希少種の目撃など、個人メモとしても利用可能。

③-3. 病気：別紙の資料を参考に、各調査地点内で「腫瘍」や「黒帯病」及び「ホワイトシンドローム」様の症状を持つ群体の有無を記録する。また、その他病気様のサンゴ群体を観察した場合も、その特徴を特記事項に記す。

5. 補足事項

①調査地点の選出

以下の基準を参考にされたい。A) 既存資料や観察情報に基づき、高密度なサンゴ群集や貴重な群落(群集)がある場所、B) もしくはそれがかつてあった場所、C) 他のサンゴ礁調査地点として用いられ、公表された、もしくは利用可能な既存資料がある場所、D) 上述したような情報が得られていなくとも、長期継続が必要な根拠がある場所。なお、モニタリングは地域のサンゴ自慢ではなく、長期継続的なサンゴ礁の監視であることを念頭において、地点を設定されたい。また、継続観測することが重要なので、毎年必ず行えるように無理のない場所、地点数が望まし

い。1日に実施できる範囲と地点数の目安は、およそ5km四方に10地点以内である。

②調査対象域

GPS設定地点を中心とした15分間の遊泳可能範囲内が調査対象域である。正方形にとるとおよそ50m四方となるが、対象域の範囲形状は地形によって異なるので、正方形にこだわらなくてよい。また、調査対象を特定範囲(広さは任意)の群集、群落、もしくは群集に設定してもよい(例えば、砂地上にある特定の離礁や砂礁上に生育する特定範囲の枝ミッド群落など)。ただし、その場合は、おおよその広がりや周囲の状況を毎年記録する。いずれにしても、経年変化を把握する上で信頼性の高いデータを得るためには、調査域内ができるだけ様な環境であることと、毎年必ず同一範囲を観察することが重要となる。

③調査時期

近年、特に問題視されているサンゴの白化現象をとらえるために、秋季(9-10月)に行うことを推奨する。目的に応じてこれ以外の時季に設定してかまわないが、経年変化を把握することが重要であるので、時期は必ず固定して行う必要がある。

特に高緯度サンゴ群集域では、冬の低水温による白化の被害が大きい。冬に白化が観察された場合は、その情報を次年度調査の備考欄に記入する。

④観察時間

サンゴ群集の観察時間は、観察範囲や作業速度によって異なってくるので、15分以上であっても、また、それ以下であってもかまわない。ただし、オニヒトデ探索時間は15分が原則となるので、ヒトデ探索時間を短縮したり延長した場合は、必ず15分換算値を算出して記入する。

⑤景観画像

画像は概況を認識する上で重要なデータであり、固定点(同一場所、同一方向)を設けて撮影しておくとともに有用性が高まるので、可能な範囲で対応

されたい。固定点は特徴的な地形、群落などから1点を選出できればよいが、初回撮影画像をパウチ加工したものを持参すると、撮影が行いやすい。また、任意でよい景観の写真や被害を受けた群落の撮影を行う。画像は、撮影者と撮影日時、調査地点名・IDが分かるようにファイル名又はホルダ名を付け、調査データや著作物の使用範囲チェックシートとともに事務局に送付する。

⑥スキューバの使用

スポットチェック法はスノーケリングで行うことを原則としているが、水深10mを越える深所や、透視度が悪い海域ではスノーケリングで十分に観察できない場合がある。その時はスキューバを使用して調査を行ってもかまわない。ただし、スキューバによる観察の場合、鉛直面のサンゴも観察されるので、サンゴ被度は基質の表面積に対する被覆率となる。そのため、野帳にはどの手段を用いたかが分かるよう記入欄を設けてある。また、スキューバを使用する場合は、潜水士の資格が必要である。

⑦スポットチェック法で算出した被度の信頼性

スポットチェック法での被度の算出は、目視という主観的な認識に頼るため、客観的手法（コドラート法やライントランゼクト法など）に比べると、データの精度はやや劣り、また、調査者によって値が最大で±20%の差を生じることがある。ただし、この差はトレーニングを積むことによって、また、複数の調査者の値を平均化することによって、偏差の幅を抑えることができる。

石西礁湖内の複数地点において、同一日に実施したスポットチェック法調査と、精度の高い客観的手法であるライントランゼクト法調査における被度の相違を比較したところ、互いの調査範囲が完全に重複した6地点においては、両調査間の被度差は0.3～10.6%、平均6.5%で、両調査結果から求めた一次回帰式には高い相関関係が認められた ($r=0.96$, $p<0.01$)。従って、スポットチェック法は、客観的手法に比べて信頼性が特に劣ることはなく、有効なサンゴ群集の定量手法であると評価される。

サンゴ群集の分布は様ではなく、場所によって群集量には疎密があり、観察範囲が異なれば、当然ながら被度結果にも差は生じる。そのため、被度の経年変化を比較する場合には、手法の精度よりもむしろ調査範囲の統一性が、データの信頼の上で重要であると考えられる。

6. あとがき

本マニュアルは、野村恵一氏（串本海中公園センター）が作成したものを、平成15年（2003）年度から開始された「重要生態系監視地域モニタリング推進事業（モニタリングサイト1000）サンゴ礁調査」に適用させるため、修正したものである。

更新履歴

平成16（2004）年7月 第1版

平成19（2007）年7月 第2版

②-7. 連続水温観測の修正

③-1. 他のサンゴ攪乱要因の修正

③-3. 病気の追記

平成20（2008）年2月 第3版

①-4. サンゴ加入度の修正

平成21（2009）年8月 第4版

①-1. サンゴ被度の計算式の追記

①-2. サンゴ白化率計算式の追記

①-3. 生育型の修正

①-4. サンゴ加入度の修正

①-6. オニヒトデ個体数の修正

①-10. サンゴ食巻貝の発生状況の修正

②-1. 位置の修正

②-3. 底質の修正

②-4. 観察範囲の修正

②-5. 水深範囲の修正

②-6. SPSS観測の修正

②-7. 連続水温観測の仕様の追記

5. 補足事項 ⑤景観画像の追記

5. 補足事項 ⑥スキューバの使用の潜水資格追記

その他、文言等の修正。

モニタリングサイト1000（サンゴ礁調査）
スポットチェック法によるサンゴ礁調査マニュアル
第4版

発行日 2009年8月

発行

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
Tel: 0555-72-6033 FAX: 0555-72-6035
URL: <http://www.biodic.go.jp/>

作成・お問い合わせ先（2009年8月現在）

財団法人自然環境研究センター
担当：木村 匡
〒110-8676 東京都台東区下谷3-10-10
Tel: 03-5824-0969 Fax: 03-5824-0970

監修

モニタリングサイト1000サンゴ礁調査検討会
（岩尾研二：財団法人熱帯海洋生態研究振興財団、
岩瀬文人：財団法人黒潮生物研究財団、梶原健次：
宮古島市役所、佐々木哲郎：特定非営利法人小笠原
自然文化研究所、野島哲：九州大学、野村恵一：株
式会社串本海中公園センター、横地洋之：東海大学）

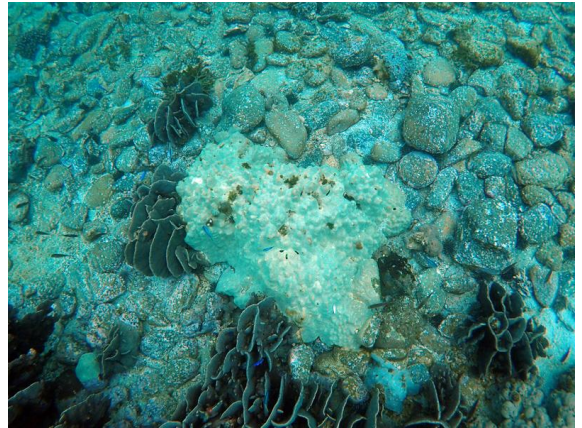
資料 2. 各地点の水中景観（写真）

各写真のキャプションに記されている番号は、以下の事項を示す

①：地点番号 ②：地点名 ③：生サンゴ被度 ④：サンゴの生育型 ⑤：その他の特記事項



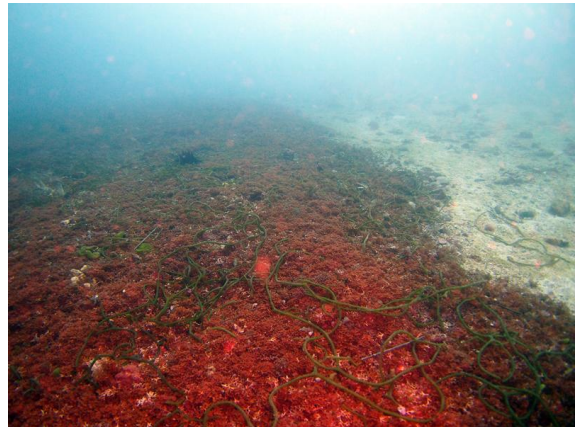
①：1 ②：白崎の浜 ③：30%
④：シコロサンゴ優占 ⑤：高被度のシコロサンゴの群落



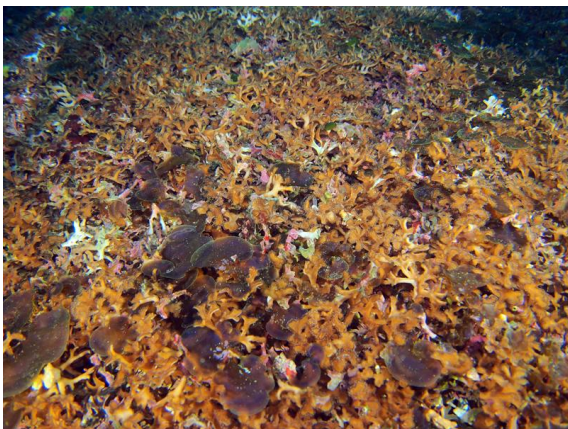
①：1 ②：白崎の浜 ③：30%
④：シコロサンゴ優占 ⑤：シコロサンゴの群落内で見られた、コブハマサンゴの群体



①：1 ②：白崎の浜 ③：30%
④：シコロサンゴ優占
⑤：シコロサンゴ以外のサンゴ。オオスリバチサンゴ（右下）、アミメサンゴ（中央部）



①：2 ②：観音崎（南側平坦面） ③：50%
④：ヒメエダセンベイサンゴ優占
⑤：茶色の所がすべてヒメエダセンベイサンゴ



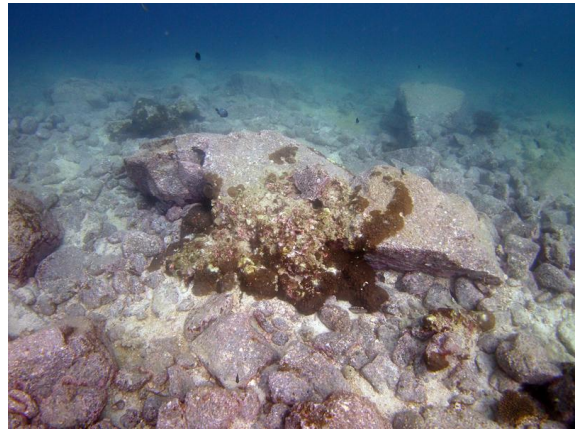
①：2 ②：観音崎（南側平坦面） ③：50%
④：ヒメエダセンベイサンゴ優占
⑤：ヒメエダセンベイサンゴ



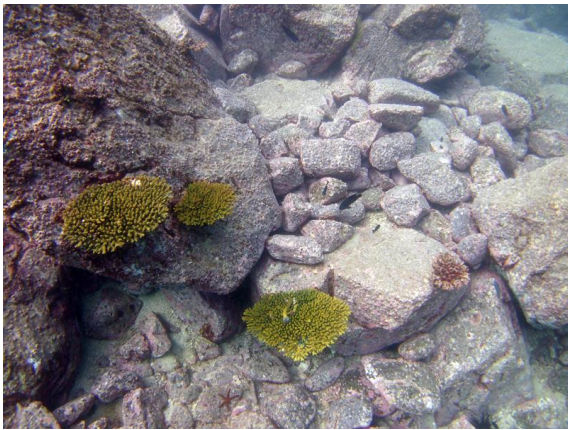
①：2 ②：観音崎（南側平坦面） ③：50%
④：ヒメエダセンベイサンゴ優占
⑤：円盤状の大型コモンサンゴ類



① : 2 ② : 観音崎 (南側平坦面) ③ : 50%
 ④ : ヒメエダセンベイサンゴ優占
 ⑤ : ヒメエダセンベイサンゴの群集の周辺は砂礫でほとんどサンゴはなし



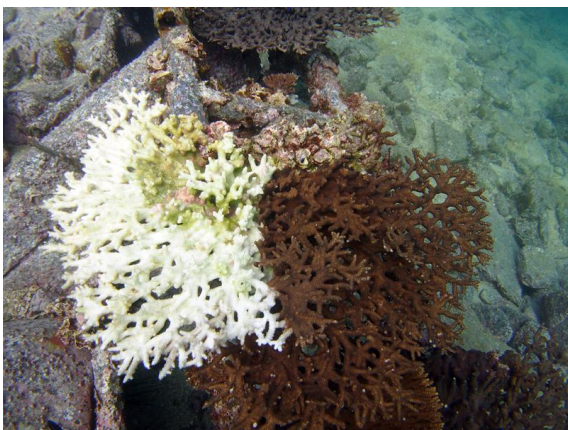
① : 3 ② : 観音崎 (斜面) ③ : 5%未満
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 多種混成群集



① : 3 ② : 観音崎 (斜面) ③ : 5%未満
 ④ : 多種混成
 ⑤ : *Acropora* sp. 2 やコシバミドリイシが多い



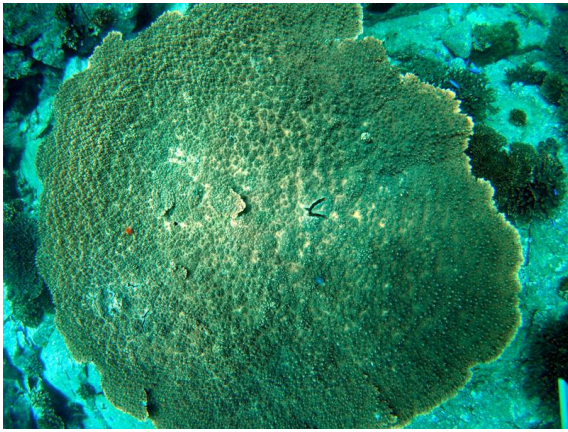
① : 3 ② : 観音崎 (斜面) ③ : 5%未満
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 大型のノリコモンサンゴ、群体の中央部は斃死



① : 3 ② : 観音崎 (斜面) ③ : 5%未満
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 感染症のエンタクミドリイシで、群体の左半分が白くなり斃死



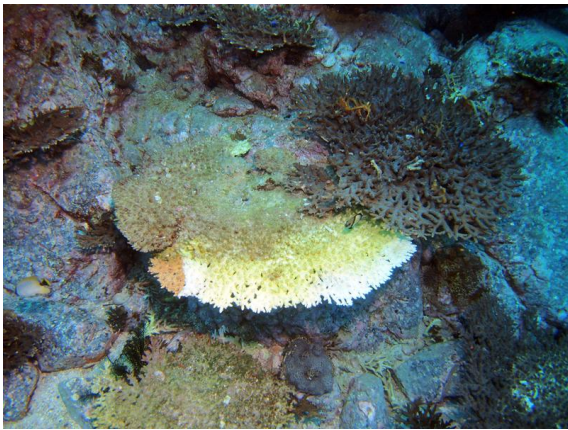
① : 4 ② : 松嶋 (島南側) ③ : 50%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : エンタクミドリイシを中心とした卓状ミドリイシ優占群集



① : 4 ② : 松嶋 (島南側) ③ : 50%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : 大型の卓状ミドリイシのほとんどが、*Acropora* sp. 3



① : 4 ② : 松嶋 (島南側) ③ : 50%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : 台風の影響で剥離や破壊されたミドリイシ類



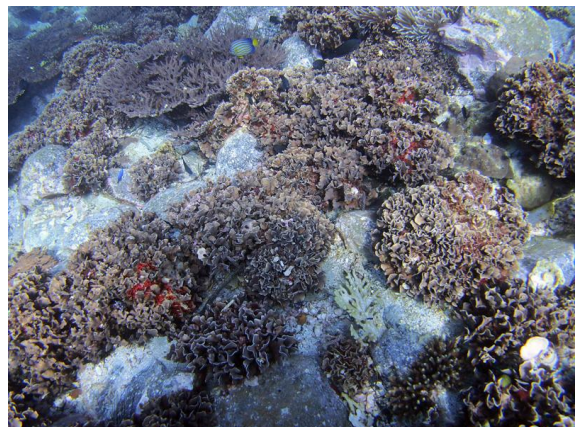
① : 4 ② : 松嶋 (島南側) ③ : 50%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : 感染症で斃死したエンタクミドリイシ



① : 5 ② : 小勤崎 ③ : 40%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : エンタクミドリイシが中心の卓状ミドリイシ優占群集



① : 5 ② : 小勤崎 ③ : 40%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : 浅場に分布するショウガサンゴやハナヤサイサンゴ



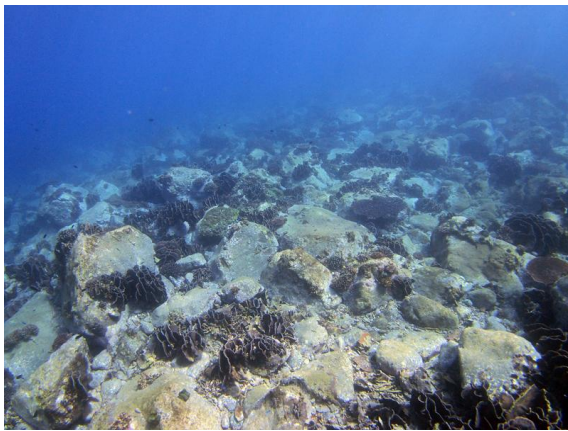
① : 5 ② : 小勤崎 ③ : 40%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : サオトメシコロサンゴの群落



- ① : 5 ② : 小勤崎 ③ : 40%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : 台風の影響で剥離や破壊されたミドリイシ類



- ① : 6 ② : ガラ勤浜 ③ : 20%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : 卓状ミドリイシ優占の群集



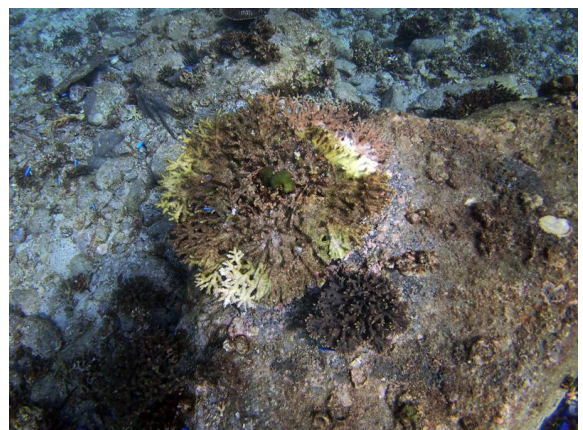
- ① : 6 ② : ガラ勤浜 ③ : 20%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : 調査範囲内でシコロサンゴが多い所の様子



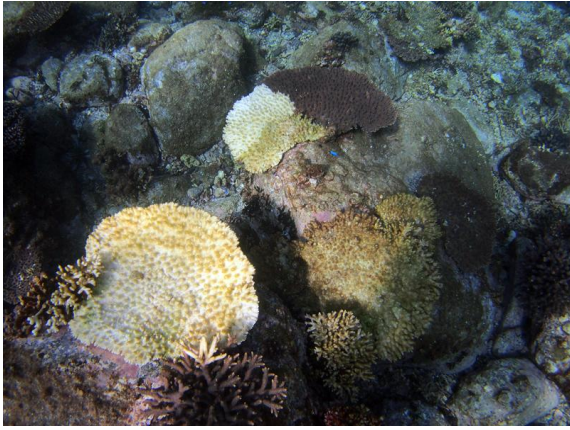
- ① : 6 ② : ガラ勤浜 ③ : 20%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : 浅場で見られたハナガササンゴ類の白化



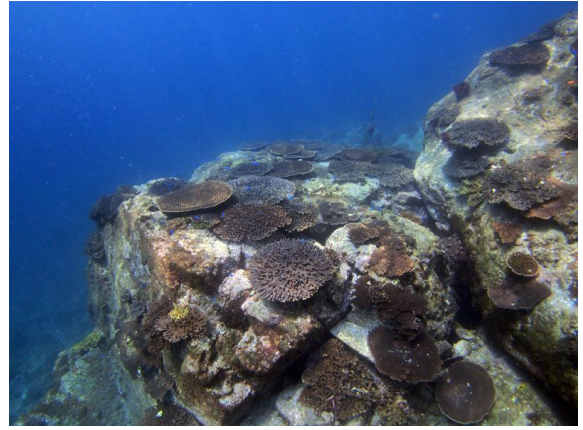
- ① : 7 ② : 勤南 ③ : 20%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 多種混成の群集



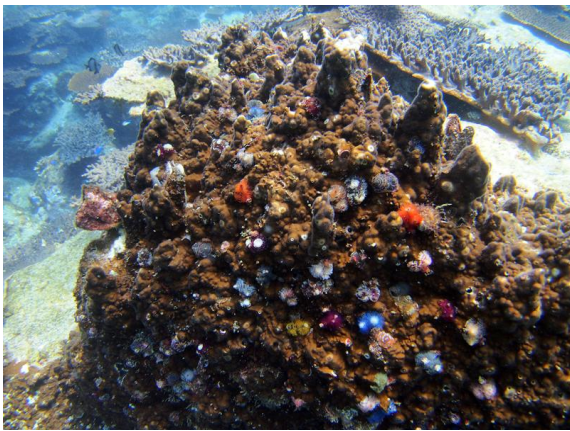
- ① : 7 ② : 勤南 ③ : 20%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 感染症で部分的に斃死したエンタクミドリイシ



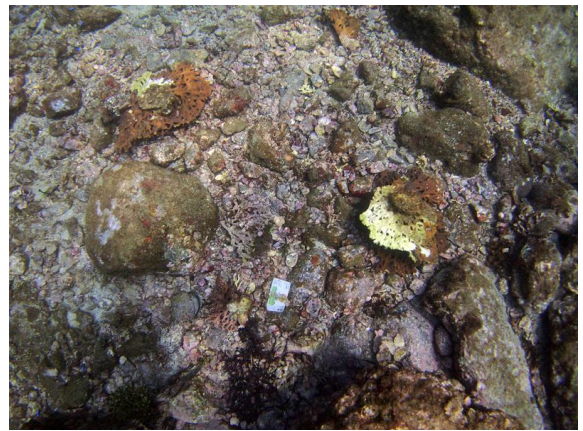
- ① : 7 ② : 勤南 ③ : 20%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : オニヒトゲによる食害



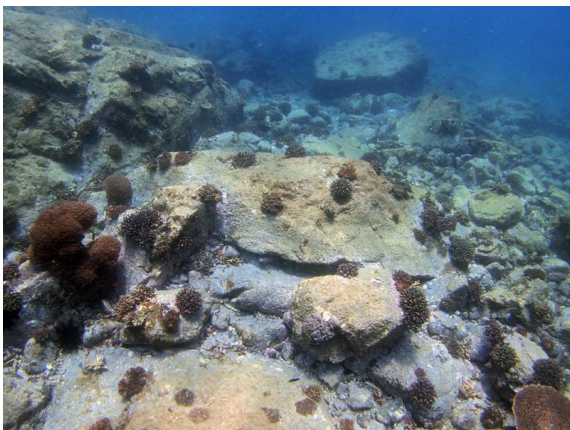
- ① : 8 ② : 勤崎南面先端 ③ : 10%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : 卓状ミドリイシ優占の群集



- ① : 8 ② : 勤崎南面先端 ③ : 10%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : 南方系種のイタアナサンゴモドキの大型群体



- ① : 8 ② : 勤崎南面先端 ③ : 10%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : 波浪などの影響で剥離したエンタクミドリイシ群体



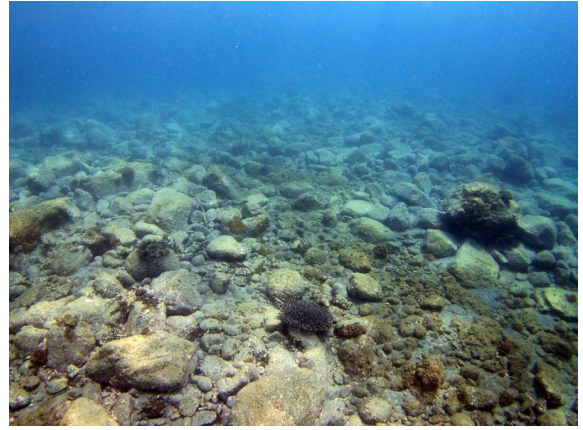
- ① : 9 ② : 勤の中 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 浅場では小型のショウガサンゴが散見



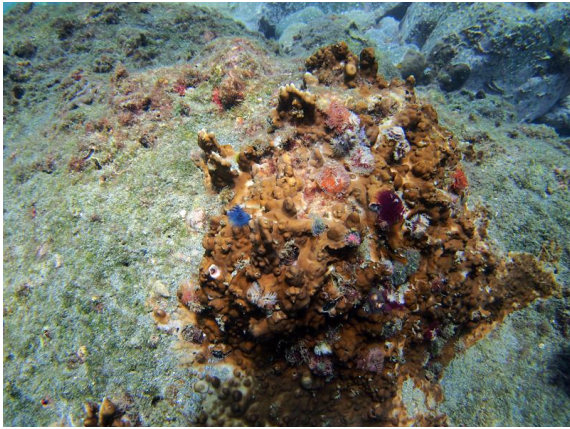
- ① : 9 ② : 勤の中 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : ドーム状の大型 *Lobophyllia robusta* 群体 (写真中央)



- ① : 9 ② : 勤の中 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : サンゴ食巻貝による食害



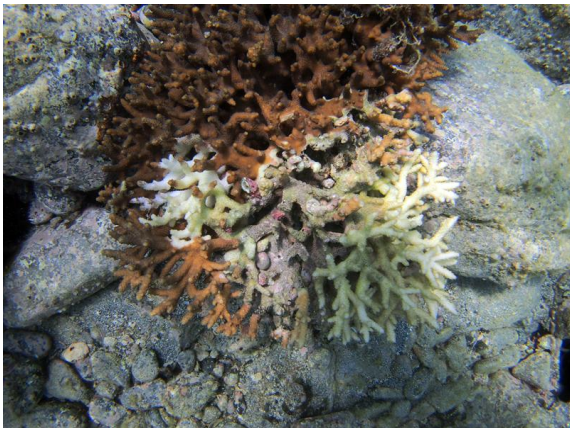
- ① : 10 ② : 勤浜 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 調査範囲のほとんどが転石帯で、サンゴはほとんど確認されなかった



- ① : 10 ② : 勤浜 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 南方系種のイタアナサンゴモドキ



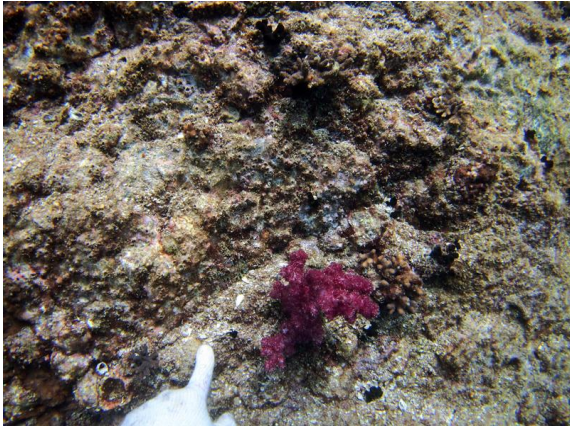
- ① : 10 ② : 勤浜 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 触手の短いハナガササンゴ類の大型群体



- ① : 10 ② : 勤浜 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : サンゴ食巻貝による食害



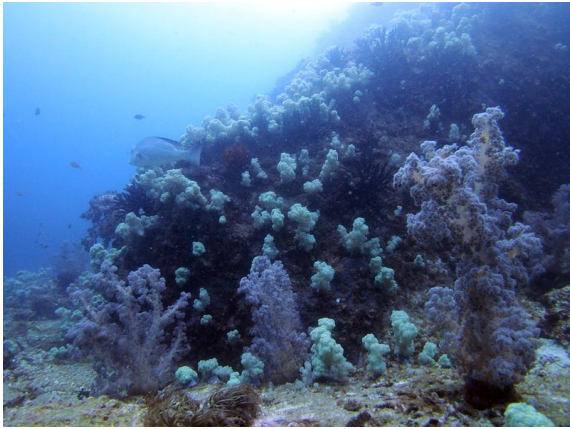
- ① : 11 ② : 一切小島 ③ : 10%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : 卓状ミドリイシ優占の群集



- ① : 11 ② : 一切小島 ③ : 10%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : ミドリイシ類の加入群体 (5 群体/m²)



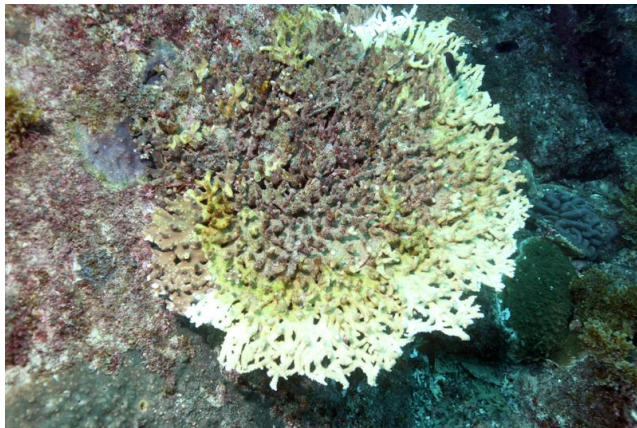
- ① : 11 ② : 一切小島 ③ : 10%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : 島の西側から北側にかけて、ナンヨウキサングやソフトコーラルが多い



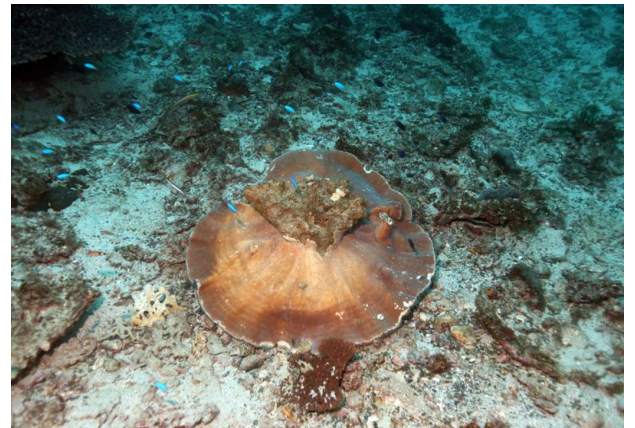
- ① : 11 ② : 一切小島 ③ : 10%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : ソフトコーラルの多い所



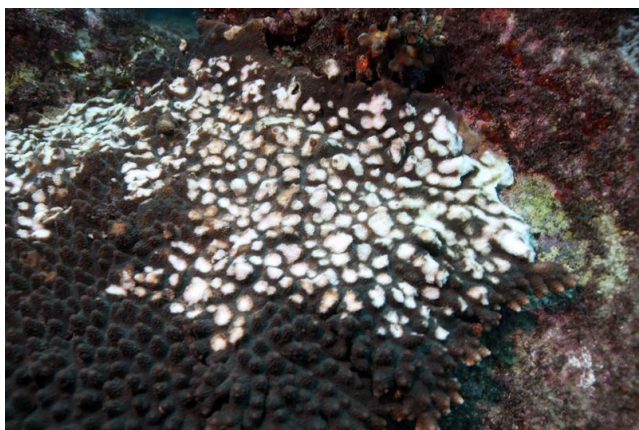
- ① : 12 ② : 亀の口 ③ : 10%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : 卓状ミドリイシ優占の群集



- ① : 12 ② : 亀の口 ③ : 10%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : サンゴ食巻貝による食害



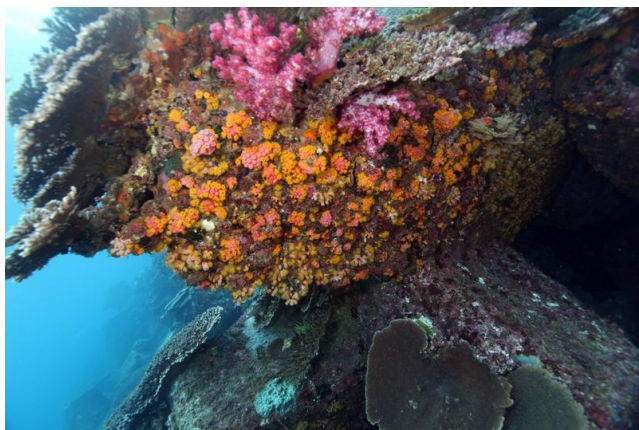
- ① : 12 ② : 亀の口 ③ : 10%
- ④ : 卓状ミドリイシ優占
- ⑤ : 波浪などの影響で剥離したエンタクミドリイシ



- ① : 12 ② : 亀の口 ③ : 10%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : ブタイ類の食痕が目立つ群体



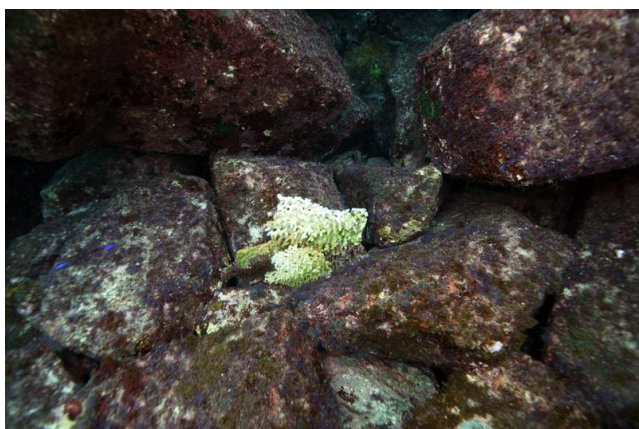
- ① : 13 ② : 鶴来島港 ③ : 40%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : 消波ブロックの浅場では卓状ミドリイシ類が卓越



- ① : 13 ② : 鶴来島港 ③ : 40%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : 消波ブロックの陰にはイボヤギ類が多い



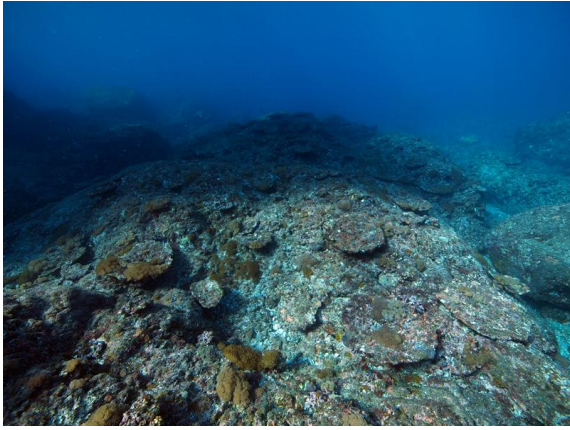
- ① : 13 ② : 鶴来島港 ③ : 40%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : 深場の消波ブロックでは、被覆状のサンゴ中心でサンゴ被度 5%未満



- ① : 13 ② : 鶴来島港 ③ : 40%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : 波浪などの影響で剥離・斃死したエンタクミドリイシ群体



- ① : 14 ② : 水島 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 多種混成の群集



- ① : 14 ② : 水島 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 斃死してから時間がかなり経過した群体が散見



- ① : 14 ② : 水島 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : ウミアザミ類が多い



- ① : 14 ② : 水島 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 造礁サンゴ類の生群体はほとんど見られない



- ① : 14 ② : 水島 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : オニヒトデが多い (12 個体)



- ① : 15 ② : 三ノ瀬沖 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 全体的にほとんどサンゴは見られない



- ① : 15 ② : 三ノ瀬沖 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : オニヒトデは確認されなかったが、食痕が散見



① : 15 ② : 三ノ瀬沖 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 大型のダイノウサンゴ類 (上) とスリバチサンゴ (下)



① : 16 ② : 三ノ瀬内 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 斃死してから時間がかかなり経過した群体が多数



① : 16 ② : 三ノ瀬内 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : オニヒトデ (2 個体)



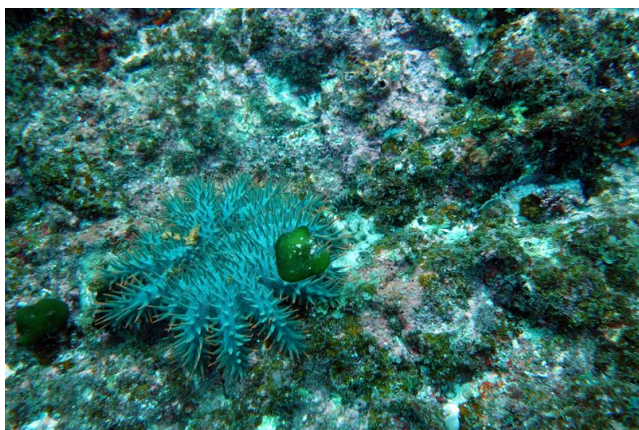
① : 16 ② : 三ノ瀬内 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 島側の浅場で卓状ミドリイシ、ハナヤサイサンゴ類、ハナガササンゴ類の低被度群集が残っていた



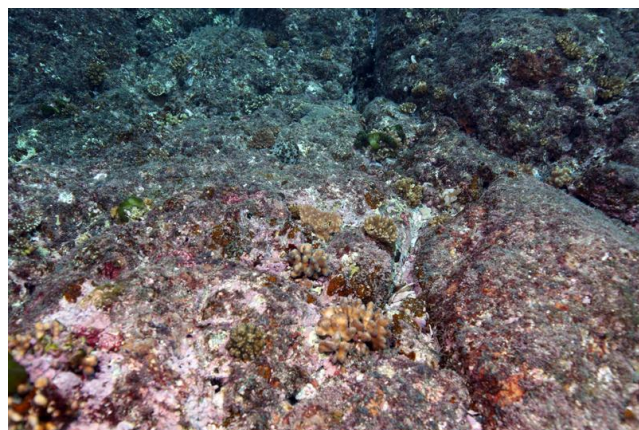
① : 17 ② : 室瀬 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 大型のサンゴはほとんどなし



① : 17 ② : 室瀬 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : オニヒトデによる食害



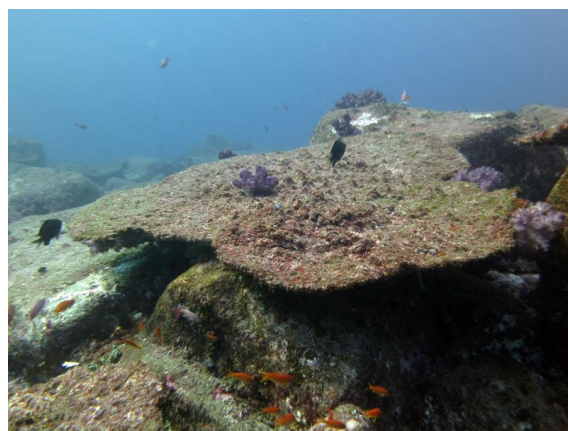
- ① : 17 ② : 室漚 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : オニヒトデ (1 個体)



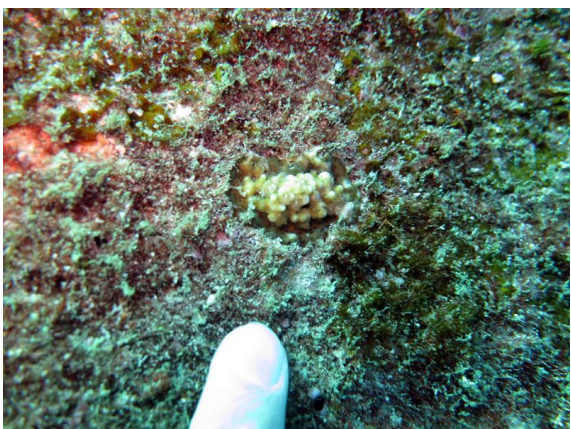
- ① : 17 ② : 室漚 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : ミドリイシ類の加入が多い (10~20 群体/m²)



- ① : 18 ② : 三ッ漚 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : サンゴは少ないが、ヒラニオウミドリイシが局所的に出現



- ① : 18 ② : 三ッ漚 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 大型の卓状ミドリイシの斃死群体



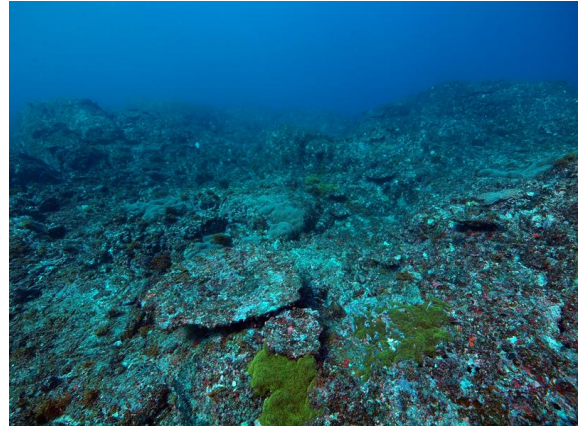
- ① : 18 ② : 三ッ漚 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : ミドリイシ類の加入 (0.7/m²)



- ① : 19 ② : 日向漚~一ッ漚 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 多種混成の群集



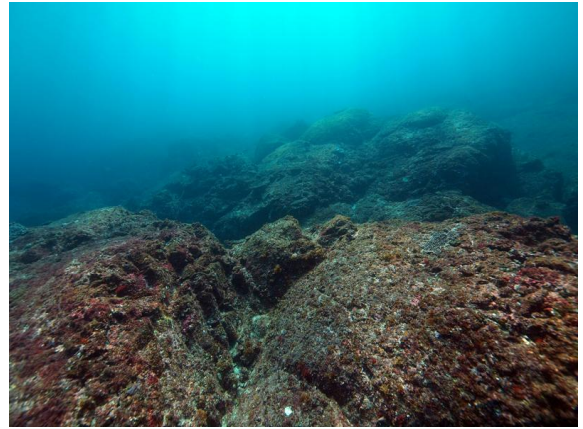
- ① : 19 ② : 日向礫～一ツ礫 ③ : <5%
④ : 多種混成
⑤ : 藻類の繁茂



- ① : 19 ② : 日向礫～一ツ礫 ③ : <5%
④ : 多種混成
⑤ : 斃死してから時間がかなり経過した群体が散見



- ① : 19 ② : 日向礫～一ツ礫 ③ : <5%
④ : 多種混成
⑤ : 生サンゴはほとんどない



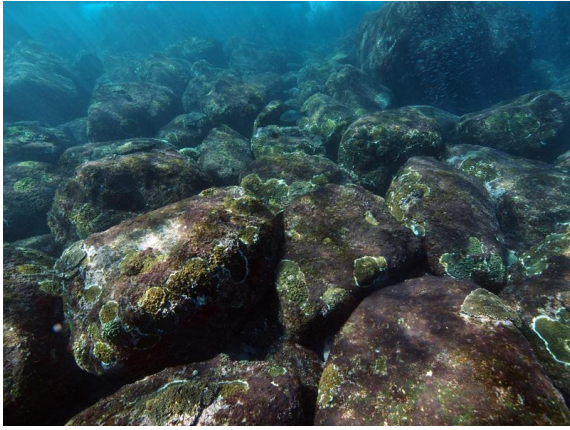
- ① : 20 ② : ウノクソ北 ③ : <5%
④ : 多種混成
⑤ : 多種混成の群集



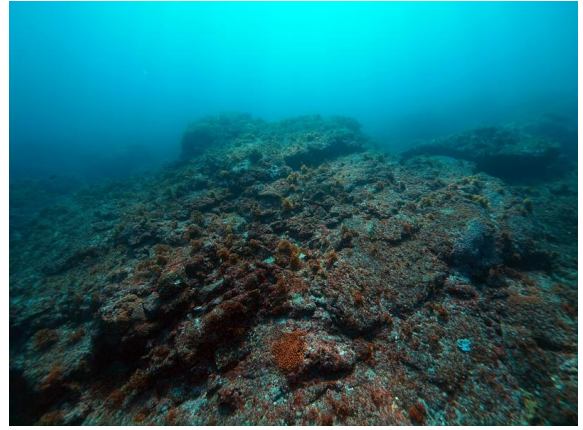
- ① : 20 ② : ウノクソ北 ③ : <5%
④ : 多種混成
⑤ : 浅場でミドリイシ類が局所的に出現



- ① : 20 ② : ウノクソ北 ③ : <5%
④ : 多種混成
⑤ : 藻類の繁茂



- ① : 20 ② : ウノクソ北 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : ミドリイシ類の加入群体 (1.3 群体/m²)



- ① : 20 ② : ウノクソ北 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 斃死してから時間がかかなり経過した群体が散見



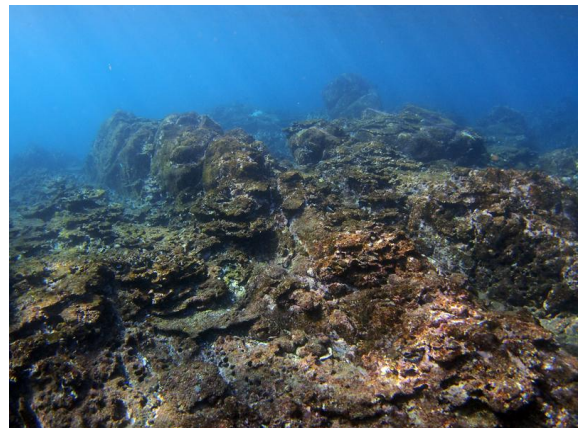
- ① : 21 ② : 大浦 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 多種混成の群集



- ① : 21 ② : 大浦 ③ : <5%
- ④ : 多種混成型
- ⑤ : オニヒトデは確認できなかったが、新しい食痕が散見



- ① : 21 ② : 大浦 ③ : <5%
- ④ : 多種混成型
- ⑤ : 浅場でショウサンゴが出現するが範囲はあまり広くない



- ① : 22 ② : 赤泊 ③ : <5%
- ④ : 多種混成型
- ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかかなり経過した卓状ミドリイシが分布



- ① : 22 ② : 赤泊 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : オニヒトデ (3 個体)



- ① : 22 ② : 赤泊 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : ミドリイシ類の加入群体 (1 群体/m²)



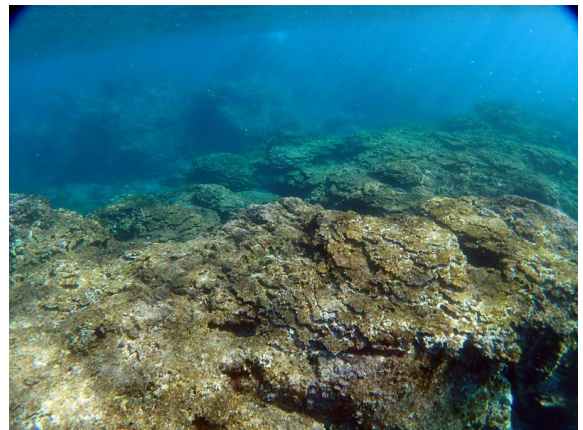
- ① : 22 ② : 赤泊 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 大型のダイノウサンゴ類が生残



- ① : 23 ② : 大浦南 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 多種混成の群集



- ① : 23 ② : 大浦南 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシが分布



- ① : 23 ② : 大浦南 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシが分布



① : 23 ② : 大浦南 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 生サンゴがほとんどいない



① : 23 ② : 大浦南 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



① : 23 ② : 大浦南 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : サンゴの加入がミドリイシ類以外もほとんどない



① : 24 ② : ショウガ ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 多種混成の群集



① : 24 ② : ショウガ ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



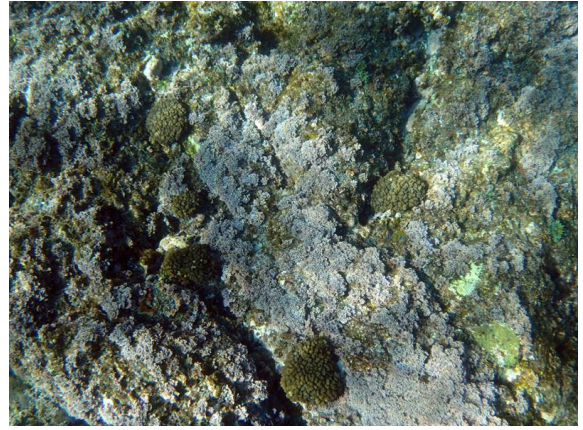
① : 24 ② : ショウガ ③ : <5%
 ④ : 多種混成型
 ⑤ : 生サンゴがほとんどいない



① : 24 ② : ショウガ ③ : <5%

④ : 多種混成

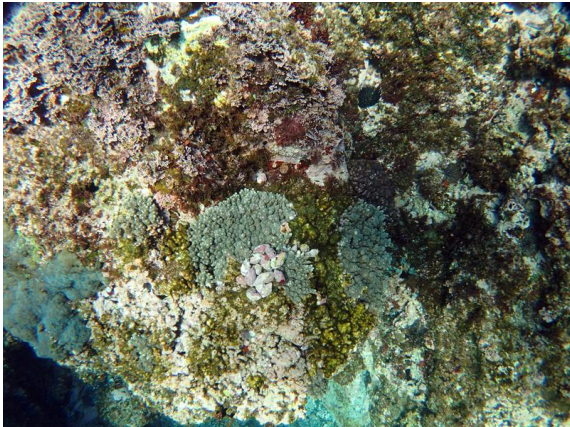
⑤ : サングの加入は、ミドリイシ類以外もほとんどなし



① : 25 ② : トリアガリ ③ : <5%

④ : 多種混成

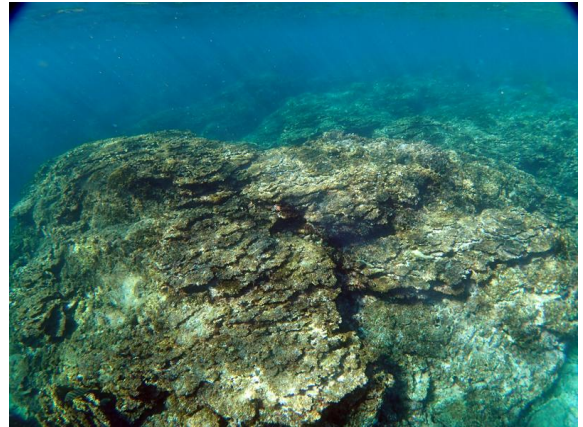
⑤ : ミドリイシが局所的に生残しているが、全体的に少ない



① : 25 ② : トリアガリ ③ : <5%

④ : 多種混成

⑤ : サング食巻貝による食害



① : 25 ② : トリアガリ ③ : <5%

④ : 多種混成

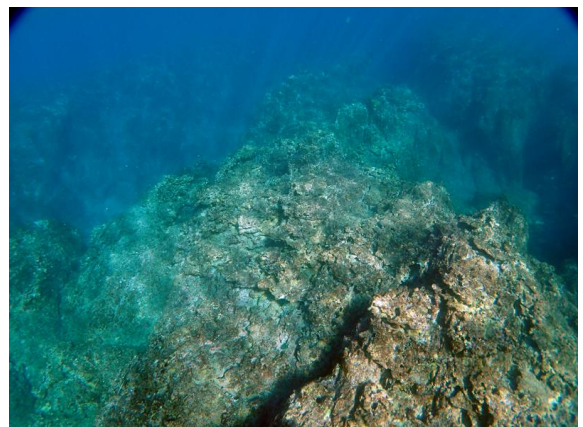
⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



① : 25 ② : トリアガリ ③ : <5%

④ : 多種混成

⑤ : ホンダワラ類が繁茂



① : 26 ② : ナカゾネ ③ : <5%

④ : 多種混成

⑤ : 多種混成の群集



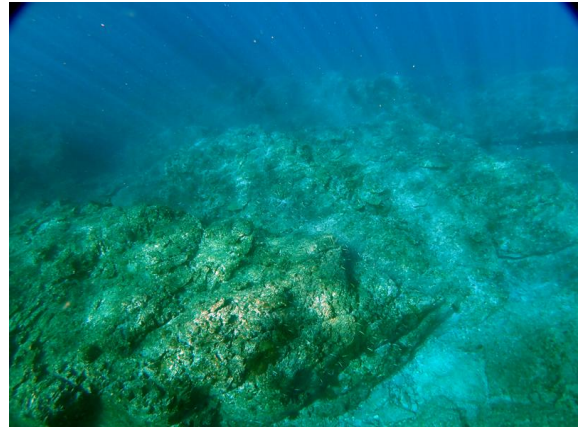
- ① : 26 ② : ナカゾネ ③ : <5%
④ : 多種混成型
⑤ : サンゴの加入は、ミドリイシ類以外もほとんどなし



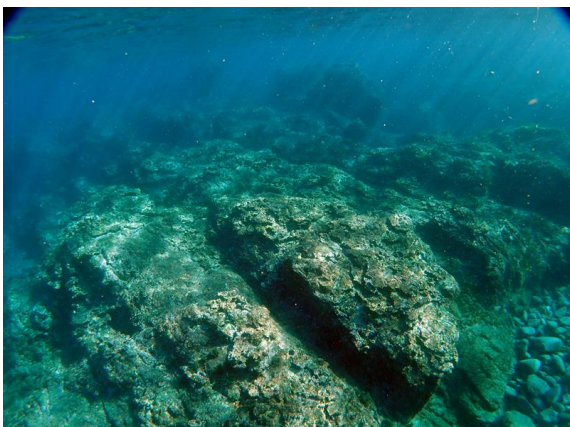
- ① : 26 ② : ナカゾネ ③ : <5%
④ : 多種混成
⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



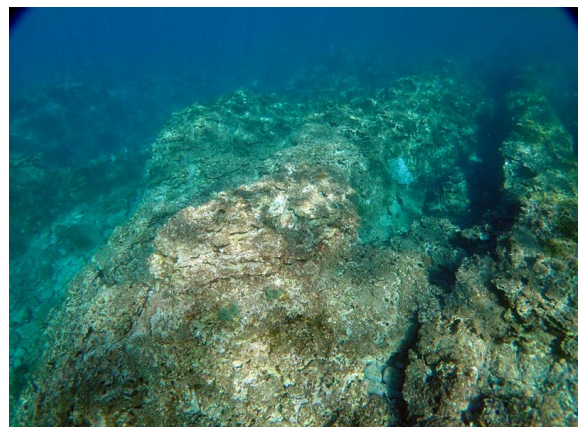
- ① : 26 ② : ナカゾネ ③ : <5%
④ : 多種混成
⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



- ① : 27 ② : ウドの口北 ③ : <5%
④ : 多種混成
⑤ : 多種混成の群集



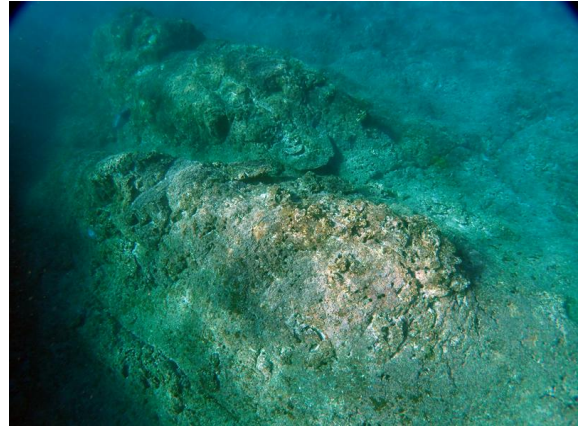
- ① : 27 ② : ウドの口北 ③ : <5%
④ : 多種混成
⑤ : ミドリイシ類の加入なし



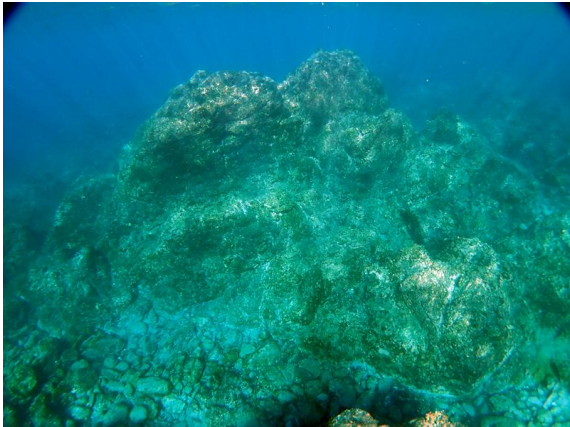
- ① : 27 ② : ウドの口北 ③ : <5%
④ : 多種混成型
⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



① : 27 ② : ウドの口北 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



① : 28 ② : ウドの口 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 多種混成の群集



① : 28 ② : ウドの口 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



① : 28 ② : ウドの口 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : サンゴ類の加入なし



① : 28 ② : ウドの口 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



① : 29 ② : イカマ東 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 多種混成の群集



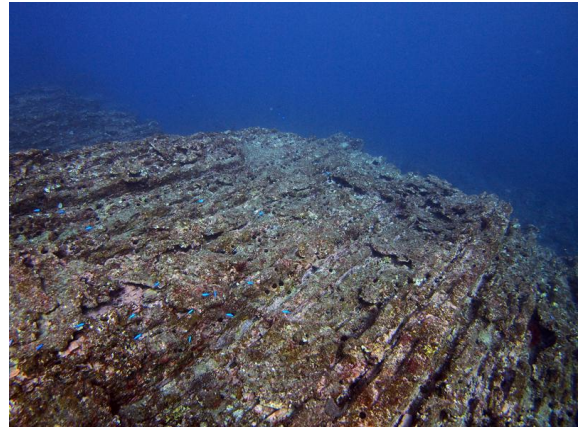
- ① : 29 ② : イカマ東 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : ホンダワラ類が繁茂



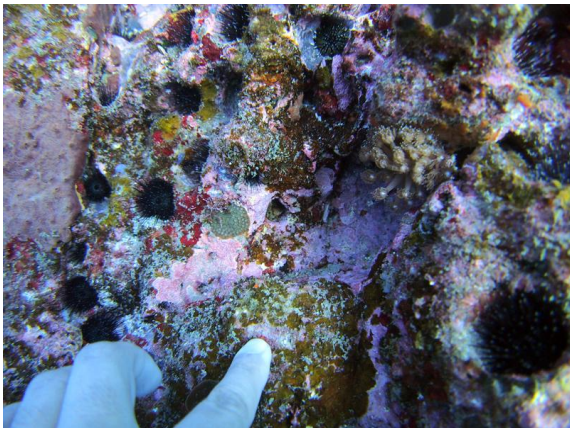
- ① : 29 ② : イカマ東 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシが分布



- ① : 29 ② : イカマ東 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 生サンゴはほとんどなし



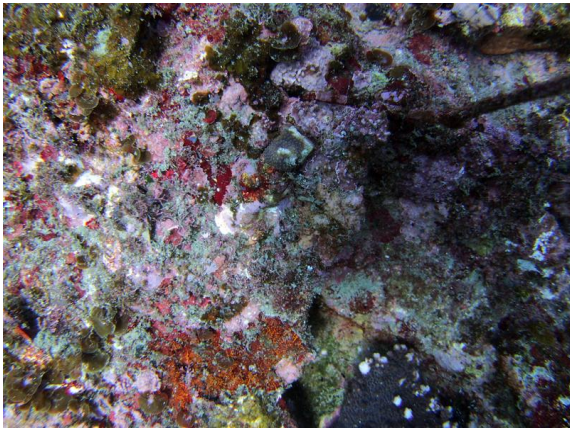
- ① : 30 ② : 日ノ浦 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 大型の生サンゴはほとんどなし



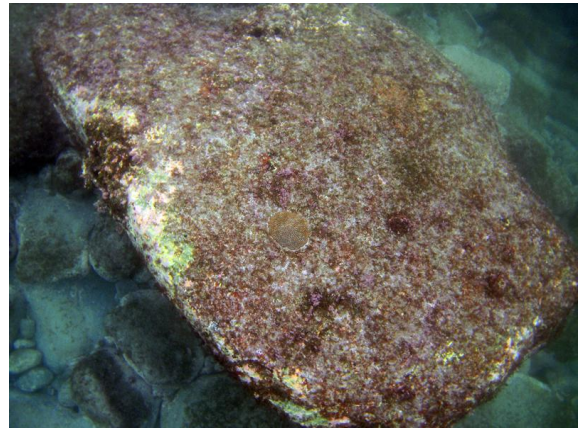
- ① : 30 ② : 日ノ浦 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : キクメイシ類やハナガササンゴ類の加入が散見



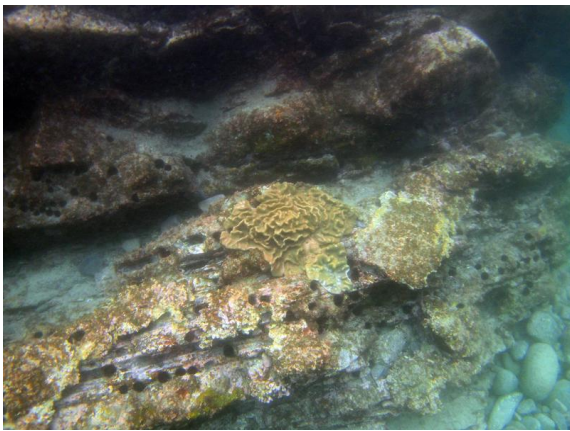
- ① : 30 ② : 日ノ浦 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : オニヒトデ (1 個体)



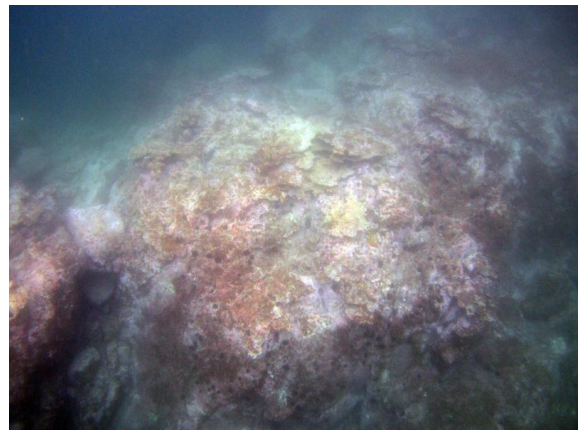
- ① : 30 ② : 日ノ浦 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : ミドリイシ類の加入群体 (3 群体/m²)



- ① : 31 ② : 千尋崎東岸 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 多種混成の群集。ほとんどが小型の群体



- ① : 31 ② : 千尋崎東岸 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : ソフトコーラル



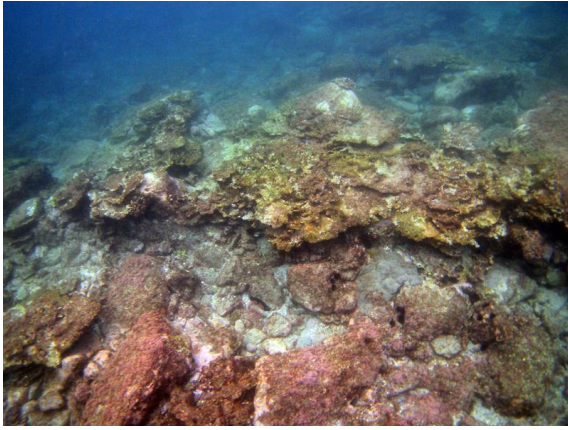
- ① : 31 ② : 千尋崎東岸 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 斃死してから時間がかかなり経過した卓状ミドリイシが分布



- ① : 32 ② : 三崎港沖礫 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 多種混成の群集



- ① : 32 ② : 三崎港沖礫 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 多種混成の群集



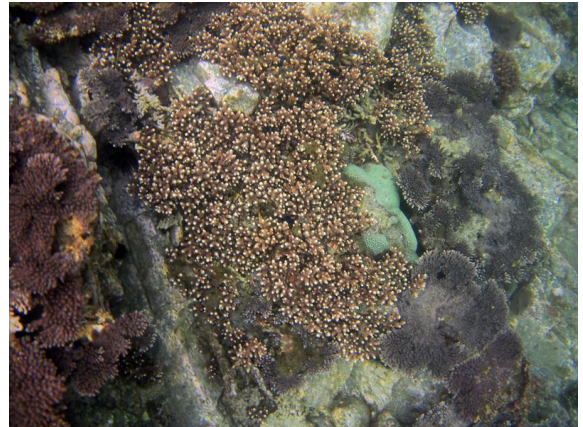
- ① : 32 ② : 三崎港沖 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が広範囲に分布



- ① : 33 ② : ハママシノ港口西 ③ : 20%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : クシハダミドリイシを中心とした卓状ミドリイシ優占の群集



- ① : 33 ② : ハママシノ港口西 ③ : 20%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : サンゴ食巻貝による食害



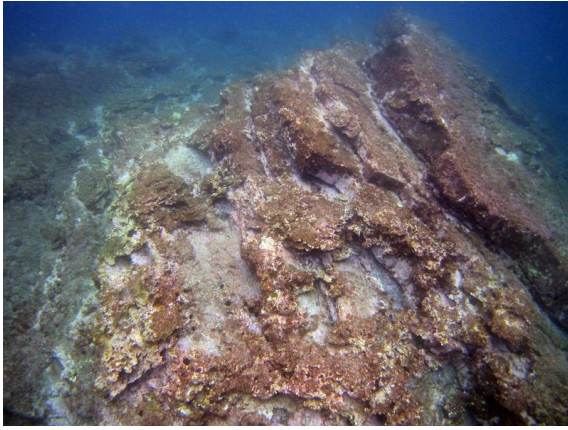
- ① : 33 ② : ハママシノ港口西 ③ : 20%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : サモアミドリイシ



- ① : 33 ② : ハママシノ港口西 ③ : 20%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : 大型の塊状キクメイシ類も散見



- ① : 33 ② : ハママシノ港口西 ③ : 20%
 ④ : 卓状ミドリイシ優占
 ⑤ : シコロサンゴ



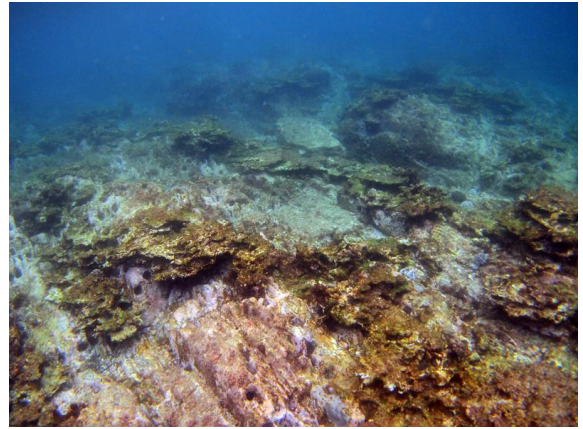
① : 34 ② : オチクボ ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



① : 34 ② : オチクボ ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : キクメイシ類の加入が散見



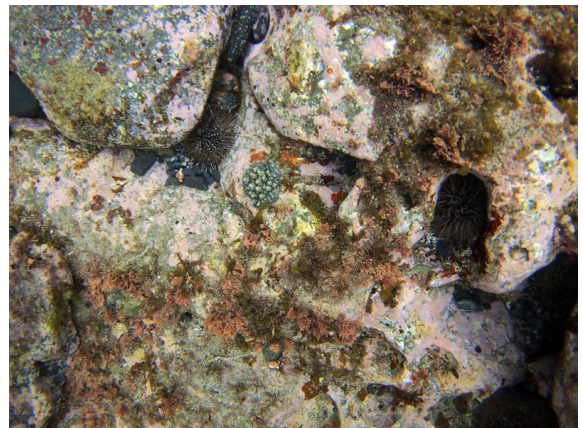
① : 34 ② : オチクボ ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : ほとんど生サンゴなし



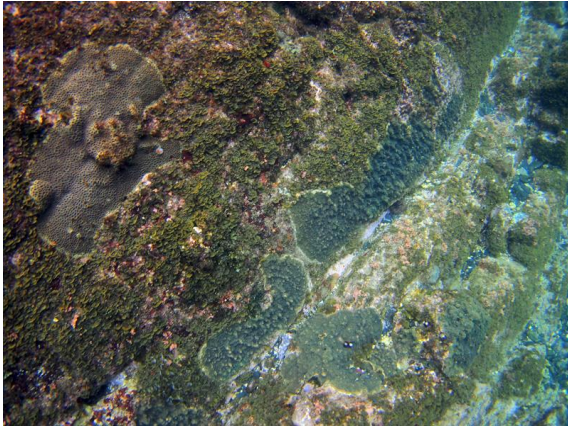
① : 35 ② : 水島 (西側) ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



① : 35 ② : 水島 (西側) ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 浅場ではホンダワラ類が繁茂



① : 35 ② : 水島 (西側) ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : ミドリイシ類の加入群体 (1群体/m²)



① : 35 ② : 水島 (西側) ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 浅場の局所的な場所で、ヒラニオウミドリイシが分布



① : 36 ② : 水島東岸 (東側) ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 多種混成の群集



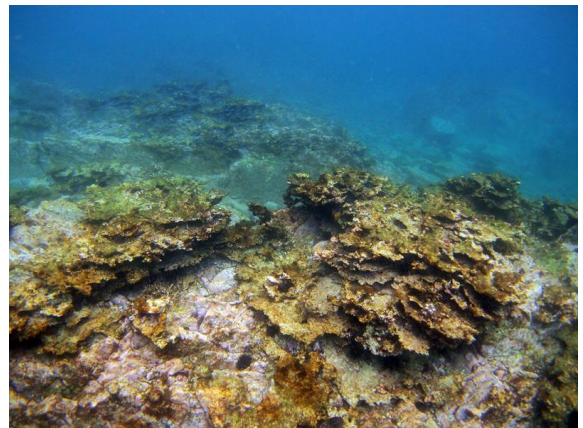
① : 36 ② : 水島東岸 (東側) ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : ショウガサンゴの斃死群体



① : 36 ② : 水島東岸 (東側) ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 斃死してから時間がかかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



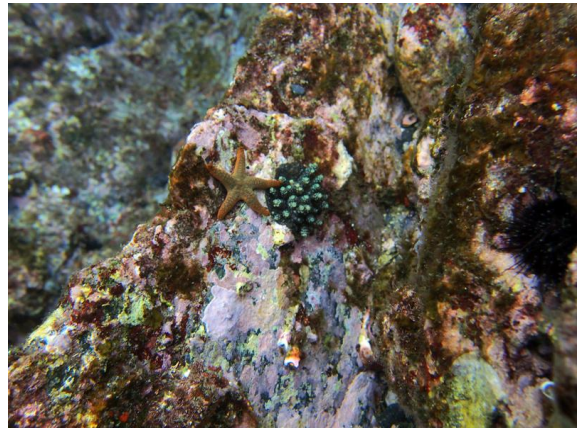
① : 37 ② : 水島東の礫 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 浅場でショウガサンゴが局所的に分布



① : 37 ② : 水島東の礫 ③ : <5%
 ④ : 多種混成
 ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



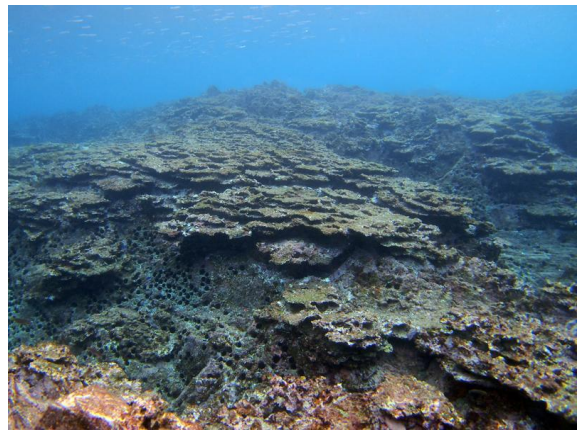
- ① : 37 ② : 水島東の磐 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : オニヒトデ (3 個体)



- ① : 38 ② : 中浜 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 多種混成の群集



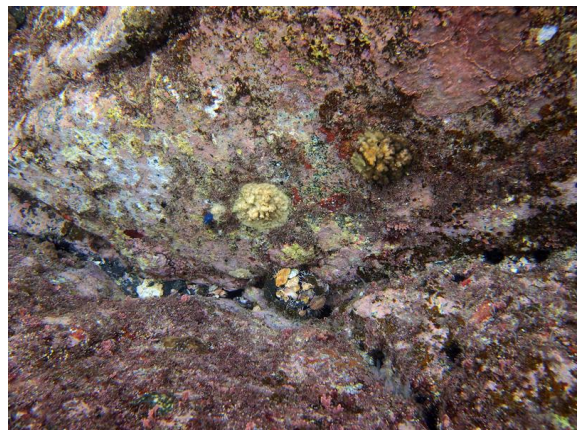
- ① : 38 ② : 中浜 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : オニヒトデ (1 個体)



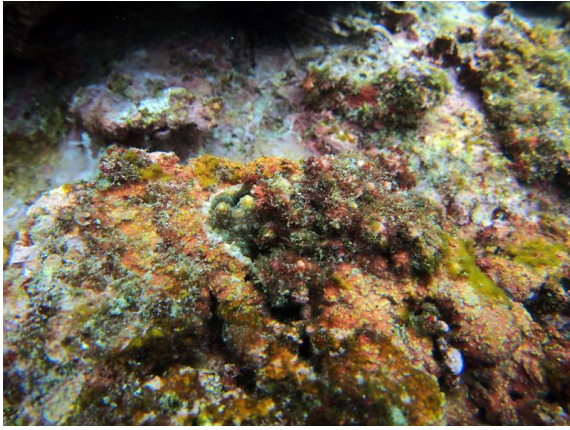
- ① : 38 ② : 中浜 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



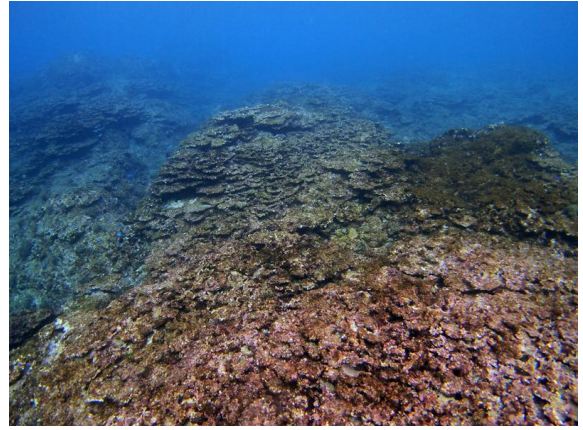
- ① : 39 ② : 大浜 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



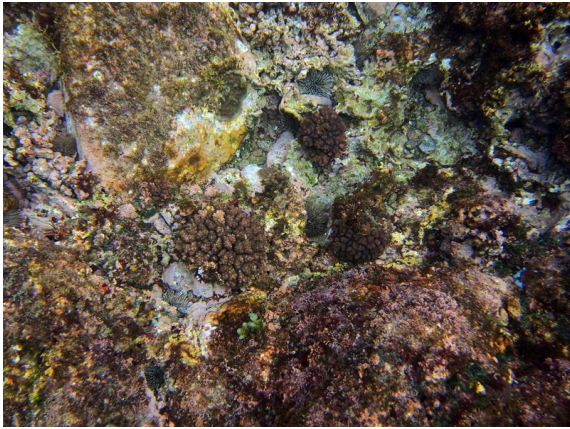
- ① : 39 ② : 大浜 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 稚サンゴの斃死群体



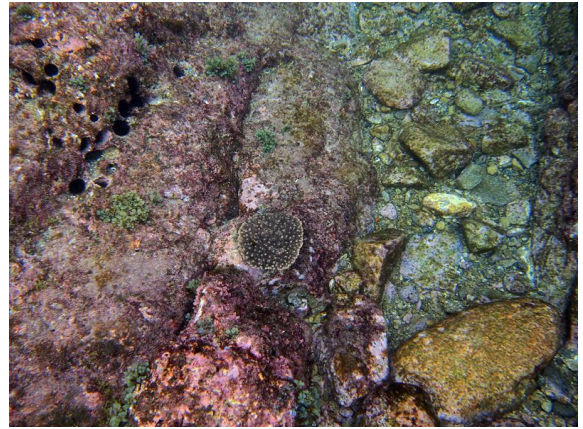
- ① : 39 ② : 大浜 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : ミドリイシ類の加入群体 (3.7 群体/m²)



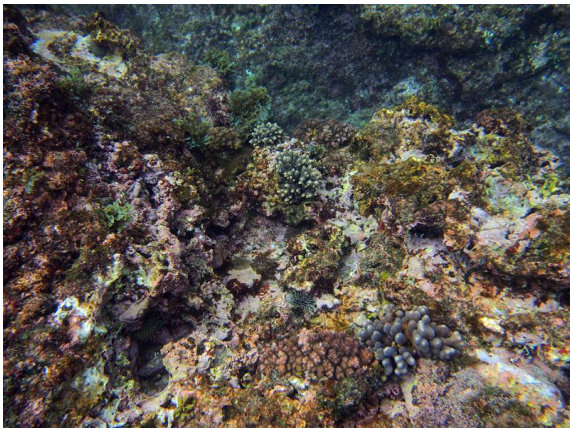
- ① : 40 ② : 松尾(墓の下) ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



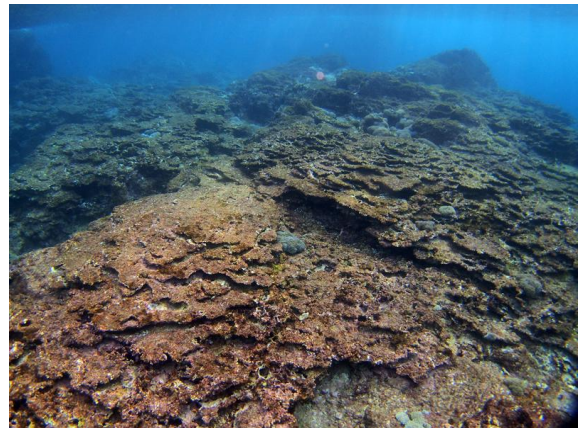
- ① : 40 ② : 松尾(墓の下) ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 多種混成の群集



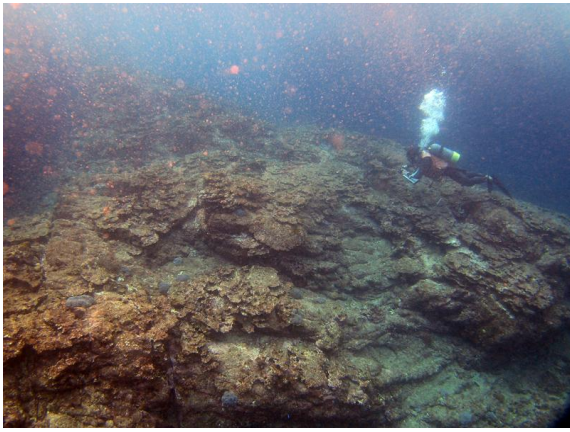
- ① : 40 ② : 松尾(墓の下) ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 小型の卓状ミドリイシが僅かに見られる



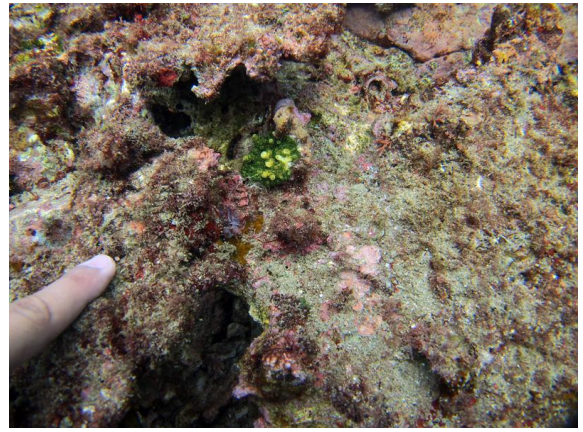
- ① : 40 ② : 松尾(墓の下) ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 調査範囲外の被度 10-20%程度の局所的な多種混成の群集



- ① : 41 ② : 松尾(下の浜) ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



- ① : 41 ② : 松尾(下の浜) ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 広範囲に斃死してから時間がかなり経過した卓状ミドリイシ群体が分布



- ① : 41 ② : 松尾(下の浜) ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 調査範囲外のみドリイシ類の加入群体 (1 群体/m²)



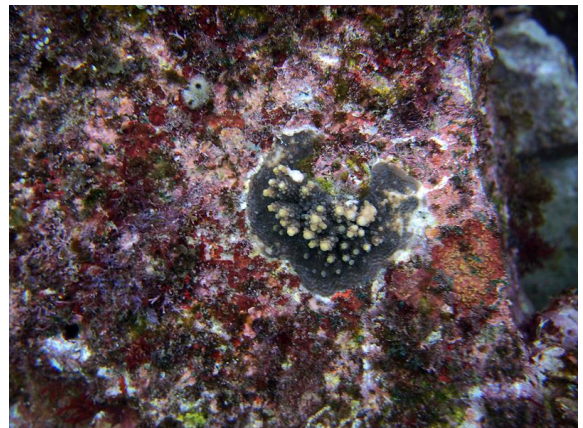
- ① : 41 ② : 松尾(下の浜) ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 優占まではいかないが、ソフトコーラルが散見



- ① : 42 ② : 伊佐 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : ダイノウサンゴ類な (左下) など生サンゴ少数



- ① : 42 ② : 伊佐 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : 斃死した大型の卓状ミドリイシ群体



- ① : 42 ② : 伊佐 ③ : <5%
- ④ : 多種混成
- ⑤ : ミドリイシ類の小型群体は少数 (1 群体/m²)



① : 42 ② : 伊佐 ③ : <5%

④ : 多種混成

⑤ : 波浪などの影響で剥離・斃死したエンタクミドリイシ群体

平成26年度マリンワーカー事業
(足摺宇和海国立公園海域保全検討調査)
報告書

平成27年3月
環境省中国四国地方環境事務所
業務請負：公益財団法人黒潮生物研究所

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます
この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にした
がい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。