

参考資料 4 スポットチェック法によるサンゴ礁調査マニュアル

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（以下単にサンゴとする）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。本手法の長所は、小人数体制（2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（スキューバー技術やサンゴ分類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によるため、他の客観的手法に比べると、データの精度は粗く、経験の少ない人では、被度の見積りに±20%の差を生じることがある。ただし、この差は経験者との訓練によって縮める事が可能であり、また、複数の調査員の値を平均化することによって個人差が抑えられる。このように、スポットチェック法は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²⁾。

なお、この手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できる。

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、シュ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、それにより海域全体の状況を把握する調査手法である。年変動を把握するため、毎年定期的実施する。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項目について、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（およそ50m四方の範囲を任意に泳いで観察）してデータ収集を行う。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もしくは総合し、表計算ソフト（エクセル）を用いて表に取りまとめる。

3 調査必要物（基本）

- ・調査員：2名（要スノーケリング熟練者）
- ・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
- ・地図もしくは海図
- ・シュ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、鉛筆
- ・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：5ml計量スプーン1個、250ml～500ml蓋付プラスチック容器地点数分、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

生物状況

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

物理環境

11. 地形

- 12. 底質
- 13. 水深
- 14. SPSS (底質中懸濁物質含有量)

特記事項

- 15. 他のサンゴ攪乱要因
- 16. 特異な現象や生物

スポットチェック法で調査可能な項目を上にした。必要最小限の項目は (1、2、3、4、5)、(11、12、13)、(15、16)である。その他、すなわち、(6、7、8、9、10)、(14)は専門機関向きであるが、これらの項目は専門・非専門を問わず可能な範囲で適宜採択されたい。以下に各項目について述べる。

生物状況

1. サンゴ被度：サンゴが着生可能な海底面(泥地や砂地などを除く)に占める生存サンゴの上方からの投影面の被覆率で、具体的な%値を算出して記録する。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。被度は、遊泳しながら刻々と変化する値を頭の中で平均化して算出するので、最初は難しさを覚えるかもしれない。視野内の被度の算出は下図を参考にされたい。

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。なお、被度により客観性を持たせたい場合は、15分の観察時間を5分づつに区切って記録し、その平均値を使用してもよい。

なお、ここで扱うサンゴとは、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。

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。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。以下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。

被度によるサンゴ礁状態の評価目安

被度 (%)	評価
0 ~ 9	極めて不良
10 ~ 24	不良
25 ~ 49	やや不良
50 ~ 74	良
75 ~ 100	優良

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もしくは白化後死滅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。

サンゴ白化率(%) =

$$\frac{(\text{白化サンゴ} + \text{白化による死サンゴ})}{(\text{生存サンゴ} + \text{白化サンゴ} + \text{白化による死サンゴ})}$$

3. 生育型：ソフトコーラルも含めた調査の対象となるサンゴ群落を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、II) 卓状ミドリイシ優占型(指状ミドリイシも含める)、III) 枝状・卓状ミドリイシ混成型、IV) 特定類優占型(上記以外の種もしくは類が優占する型で、具体的な類名もしくは種名を記入)、V) 多種混成型(多くの種が混在し優占類がない)、VI) ソフトコーラル優占型。

なお、ここでの優占は、全体に占める割合が60%以上ある状態を指す。ソフトコーラルはサンゴ被度には含まないが、調査地の群集の中で優占する場合は、優占している種類(たとえばハナツタ類、ウミアザミ類、ウミキノコ類、カタトサカ類、ヌメリトサカ類、ハナトサカ類、トゲトサカ類など)を記録し、その被度も見積もる。

4. サンゴ加入度：礁原もしくはパッチリーフ上部などの浅所において発見される、5cm以下のミドリイシ類群体の1㎡あたりのおおよその数を以下の階級で記録する。 : なし。 : 5個未満。 : 5個以上。5cm以下のミドリイシ類群体は、過去1~2年以内に加入したものとみなすことができる。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、将来の群集回復の目安となる。

5. 大型卓状ミドリイシのサイズ：卓状ミドリイシ（クシハダミドリイシ、ハナバチミドリイシ、ならびにエンタクミドリイシなど）長径上位5群体の大きさを記入し、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。下表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。

大型卓状ミドリイシ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
25 ~ 99cm	前期	5 ~ 10
100 ~ 199cm	中期	10 ~ 15
200cm 以上	後期	15 以上

6. オニヒトデ個体数：15分間の遊泳中に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良い。ただし、変更した場合は15分間当たりの個体数に換算する。15分換算値は次式で算出する。

$$15分換算値 = 観察数 \times (15 / 観察時間(分))$$

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。以下に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。

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

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I：20cm以下、II：20~30cm、III：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。

ヒトデは餌条件にもよるが、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20~30cm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り組みもあり³⁾、数cm以下の個体を多数観察した場合には、特記事項欄に記入する。

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。

9. 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)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。III：食痕は大きく、食害部のある群体が目立つが、数100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、貝集団が散見される。

10. 大型定着性魚類

体長30cm以上の魚類が目撃された場合に、種名と個体数、及びそのおおよその大きさを記入する。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。

物理環境

11. 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(下図参照)。非サンゴ礁域においては、内湾、外海、沖瀬の区分でよい。

12. 底質：海底面の状態を表し、岩盤(サンゴ岩)、礫(サンゴ礫)、砂/礫、砂、泥などに分類する。

13. 水深：観察域の水深範囲を記入する。水深は目測でよいが、平均海面からの水深を推定するために観察時間

も記録する。

14. シルト堆積量：底砂（もしくは底砂泥）表層中のシルト（沈泥）量を、SPSS簡易測定法（この章の最後の解説を参照）を用いて計測し、具体的な計測数値を記入する。

特記事項

15. 他のサンゴ攪乱要因：サンゴ群集攪乱（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、排水やアンカーなどの人為被害、台風被害など）が観察された場合に、要因や被害量を自由に記入する。

16. 特異な現象、生物：特記すべき生物や現象（生物の産卵、希少種の目撃など）が観察された場合に記録する。大型定着性魚類（-10）の観察結果は本欄に記入する。

5 補足事項

調査地点の選出の目安：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（群体）がある場所、B) もしくはそれがあつた場所、C) 他の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健全なサンゴ群集を自慢ではなく、長期継続して監視し保護する事であることを念頭において、地点を設定する。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、10地点以内である。

調査対象：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もよい。ただし、毎年、同一の範囲を観察することが重要なので、あらかじめ範囲を決めておく。調査対象を特定範囲の群体、群落、もしくは群集に設定した場合は、そのおおよその広がりやを毎年記録すること。また、対象の周囲の状況も特記事項に必ず記入しておく。

調査時期：夏季の高水温で起こりやすい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。これ以外の時季でもかまわないが、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。

観察時間：15分が原則であるが、観察範囲を操作したい場合には、時間を短縮したり延長してもかまわない。ただし、時間を変更した場合は、オニヒトデ観察数欄に必ず15分換算値を算出しておくこと。

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。調査地点ごとに、特徴的な地形、群落などから固定点を1点選出されることを推奨する。

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観察できない場合があるので、スキューバを使用して調査を行っても良い。ただし、スノーケリングとスキューバでは観察視野や範囲などが異なるため、データの質に差が生じる可能性がある。そのため、どちらの手段を用いたかが分かるよう明記する。

野帳、集計表：野帳は水中でも記入できるプラスチック用紙を用い、予め記入フォームを印刷しておく。また、エクセルで集計するための基本ファイルも用意する。

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に設置して行うが、データロガーの設置やデータ回収にはスキューバが必要となるため、スポットチェック法での調査項目には含めていない。従って、水温観測は必要に応じて検討されたい。比較的安価な市販の小型水温ロガーを用いれば、連続的な水温観測が簡単にできる。夏季異常高水温による白化現象が多発傾向にある現在⁷⁾⁸⁾、調査地点のいくつかに水温計を設置することが推奨される。

6 あとがき

スポットチェック法を用いたサンゴ礁調査は、八重山諸島石西礁湖のサンゴ保全ならびに効果的なオニヒトデ駆除を目的に、1983年に八重山海中公園研究所によって考案され、これまで毎年継続実施されてきている（現在は環境省に引き継がれる）^{2,10,11,12}。この間、スポットチェック法は、石垣島周辺におけるサンゴ礁モニタリング調査（1999年～、環境省）^{11, 12}、マイポイント調査（1999年～、八重山サンゴ礁保全協議会）¹³、オニヒトデ簡易調査（2002年～、沖縄県）¹⁴にも導入され、国内における簡便な広域サンゴ礁調査手法として広まりつつある。

ここで解説したスポットチェック法を用いたサンゴ礁調査マニュアルは、現行の石西礁湖調査をベースに、上記の姉妹調査での新たな取り組みも参考にしている。それは、ミドリイシ類の加入度（石垣島調査）^{11, 12}、オニヒトデのサイズ区分（オニヒトデ簡易調査）¹⁴である。

最後に、スポットチェック法を考案された元八重山海中公園研究所職員の亀崎直樹氏と宇井晋介氏、ならびに、本調査手法による石西礁湖調査を継続され貴重なデータを収集されてきた歴代の八重山海中公園研究所職員に敬意を表したい。本マニュアルを書くに当たり情報や助言を賜った岩尾研二氏、岩瀬文人氏、鹿熊信一郎氏、木村 匡氏、小寺昌彦氏、野島 哲氏、岡地 賢氏、大見謝 辰男氏、渋谷拓郎氏、下池和幸氏、横地洋之氏、ならびに吉田 稔氏の諸氏に御礼申し上げる。

7 引用文献

- 1) English, S., C. Wilkinson and V. Baker (1997) Survey manual for tropical marine resources: 1-390. Aust. Inst. Mar. Sci., Townsville.
- 2) 野村恵一・木村 匡・川越久史 (2001) 広域サンゴ礁モニタリング手法としてのスポットチェック法の紹介と石西礁湖におけるその実践例。海中公園情報, (131): 5-12.
- 3) 横地洋之 (1988) オニヒトデ大発生予知の試み、サンゴモ食期稚ヒトデのモニタリング。みどりいし, (9):12-14.
- 4) 野村恵一・富永基之 (2001) 大月町尻貝海岸におけるヒメシロレイシガイダマシ対策と駆除指針。海中公

園情報, (130): 1-6.

- 5) 沖縄県衛生環境研究所赤土研究室 (2001) 海に堆積した赤土等の調査法。http://www.c-okinawa.co.jp/eikanken/akatuti/akahp/mokuji.htm
- 6) 大見謝辰男 (投稿中) SPSS簡易測定法とその解説。沖縄県衛生環境研究所報, (37).
- 7) 著者多数 (2000) 平成10年度造礁サンゴ群集の白化が海洋生態系に及ぼす影響とその保全に関する緊急調査報告書, 201pp. 海中公園センター.
- 8) 著者多数 (2002) Status of coral reefs in East and North Asia, Japan. Status of Coral Reefs of the World: 2002: 155-156. Aust. Inst. Mar. Sci.
- 9) 鹿熊信一郎他 (1999) 沿岸水温観測ネットワーク。平成11年度水試事業報告書, http://www.pref.okinawa.jp/fish/jihouh11/49_51.pdf
- 10) 亀崎直樹・野村恵一・宇井晋介 (1987) 石西礁湖海域のイシサンゴ類およびオニヒトデの動態 (1983 - 86年)。海中公園情報, (74): 12-17.
- 11) 海中公園センター (2001) 広域モニタリング。平成13年度サンゴ礁研究・モニタリング活動推進事業報告書: 5-34. 環境省自然保護局.
- 12) 国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター (2003) 国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター年報, (3): 26pp.
- 13) 八重山サンゴ礁保全協議会 (1999-2001) マイポイント調査結果。サンゴ礁, (1-4).
- 14) 沖縄県オニヒトデ緊急対策会議ワーキンググループ (2002) オニヒトデ簡易調査マニュアル。沖縄県自然保護課.

著者：野村恵一（串本海中公園センター）
e-mail: alpheus.nomura@nifty.ne.jp

【 SPSS簡易測定法について 】

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する。SPSS簡易測定法は沖縄県衛生環境研究所赤土研究室において、赤土汚染の程度を推定する目的で考案された手法である^{5,6)}。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の把握に適用可能と思われる。

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、 $SPSS = (1,718 / \text{透視度} - 17.8) \times \text{検水希釈倍率} / \text{試料量}$ 。

測定に要する時間は1試料につき約10分で、慣れれば5分程度とのことである。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SPSS簡易測定マニュアル^{5,6)}を参照いただきたい。下表にSPSS値、それに対応した底質状態の階級を示す。

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
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
5	10 ~ 50	注意して見ると、表層にシルトの堆積が確認できる
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

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の値は雨期の直後に多く、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、赤土汚染の実態解明には季節変動を考慮した調査が必要とされる。