

## 4.6.5 透明度の低下と浮泥の堆積 (D5)

### (1) 光量確保 (E7)

透明度の低い場所は、海底を嵩上げすることで光量を確保することができます。

#### 【解説】

透明度が低く光量不足によりサンゴの成長が阻害されている場所では、透明度の回復を目的とした水質浄化を実施しなければなりません。

そのような環境でも、対処療法的な対策ですが、サンゴが成長できる適正な水深帯まで光量の確保を目的とした海底の嵩上げを検討しましょう。適正な水深帯は、当該海域において、現状でもサンゴが分布できる水深帯です。嵩上げは、コンクリートブロックやジャカゴの設置あるいは投石などが一般的ですが、十分な安定性を確保しなければなりません。対策方法の検討にあたっては、生物学的な検討のみならず、材料の選定、波による安定性、経済的な施工方法の検討等の工学的な判断が必要となるため、専門家や行政担当者と相談して進めましょう。

### (2) 浮泥の除去 (E8)

浮泥が堆積する場所は、流れの弱い場所であり、もともとサンゴの成育にはあまり適した場所ではありません。一時的に浮泥が堆積してしまった場所では、サンゴを傷つけないように注意して浮泥を払拭します。

#### 【解説】

浮泥の多い場所は、サンゴの成育適地ではありません。慢性的に浮泥が堆積しやすい場所、例えば、防波堤等で囲まれて波当たりが極端に弱く、流速が小さく水質も悪い場所は避け、潮通しがよく、浮泥の堆積が少ない場所において保全活動を行うことが望めます。ただし、通常は浮泥が堆積しにくい環境であるものの、たまたま台風等の擾乱が少ない年で、一時的に浮泥が堆積した場合には、浮泥を除去することでサンゴを保全できる場合があります。わずかに浮泥が堆積し、サンゴの幼体の成長が阻害されるのではないかと危惧される場合は、毛先の柔らかい筆などを使って、幼体を傷つけないように浮泥を除去します。さらに、大量に浮泥が堆積した場合には、水中ポンプで水流を発生させて払拭したり、吸引して当該海域の外に排水とともに流す方法(例えば、林 2002、岩瀬 2002)があります。実施に当たっては、再び浮泥が堆積しないように、保全すべき箇所のみだけでなく、やや広い範囲で浮泥を除去する必要があります。専門家とよく相談して対策を検討しましょう。

なお、浮泥の除去回数が頻繁に必要となる場合、予算や参加できる人数、浮泥の払拭の能力を考慮して、活動範囲を再検討しましょう。



写真 4.19 浮泥除去作業

### (3) 浮泥堆積の防御 (E9)

移植したサンゴに浮泥が堆積しないように、基盤を透過性のある格子状にしたり、サンゴを垂直に移植する工夫をします。

#### 【解説】

サンゴの移植では、浮泥が堆積しないように、潮通しの良い場所を選んで移植することが重要です。ノルに移植する場合は、浮泥のたまりやすい窪みや平坦な場所は避けて、突出した地形に移植しましょう。

人工構造物に移植する場合は、写真 4.20 のように、水の流れを阻害しない格子状部材を活用すると有効な場合があります。また、移植サンゴは、上向きに取り付けると浮泥が積もりやすくなるので、左の写真のように格子状部材の表面が横向きになるように取り付けると浮泥の影響が軽減され、上向きに取り付けるよりも生残率が向上することがわかっています。

写真 4.21 は流速が小さく、浮泥が堆積しやすい海域での嵩上げによる浮泥堆積の防御事例です。水深が浅いと波による浮泥の払拭が期待できることから、海底に鉄筋棒を打ち込み、鉄筋棒の先端にサンゴを取り付けて飼育しています（この方法は、水深が浅くなるため、光量の確保にもなります）。

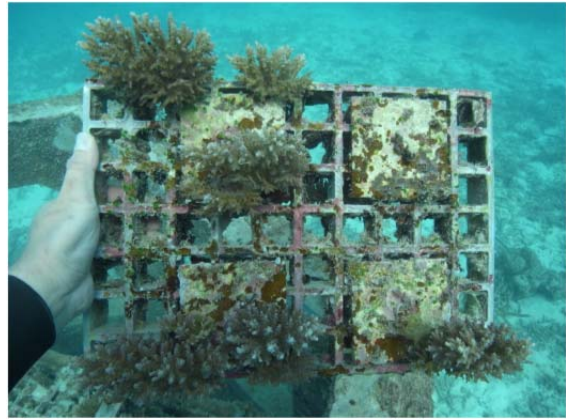


写真 4.20 格子状基盤を使った浮泥の堆積を軽減した例



写真 4.21 鉄筋棒（杭）で嵩上げて浮泥の堆積を軽減した例

## 4.6.6 赤土の流入 (D6)

### (1) 赤土流入防止 (E10)

赤土流入の影響が懸念される場合は、流出源を明らかにし、関係機関と協議して流出を減少させます。影響が非常に大きい場合は、保全場所の変更を検討します。

#### 【解説】

赤土の流入はサンゴ礁への影響のみならず、沖縄県では沿岸域のモズク、ヒトエグサ等の海藻類、ミーバイ（ハタ類）等の魚類、クルマエビの養殖にも大きな影響を及ぼします。沖縄県赤土流出防止条例が施行されましたが、農地からの赤土流出量は全体の86%であり、いまだに多い状況です（図3.4）。

保全対象海域に赤土の流入が見られる場合は、発生場所を明らかにし、赤土の流出を食い止めなければなりません。主な対策は赤土が露出した裸地をできるだけ減らし、降雨時に赤土が流れ出ないようにすることと、河川に流出した赤土は十分な大きさと深さのある土砂だめマスや沈砂池に滞留させ、サンゴ礁域に流出させないようにすることです。沖縄県の例では、赤土の流出防止のため、ほ場勾配を小さくし、裸地を減らし、ほ場の脇にグリーンベルト等を造成しています。また、休耕時の緑化やマルチング（畑の表面をプラスチックフィルム等で覆うことで、土や肥料の流出、雑草の繁茂などを抑える）等の対策も必要です。これらの対策の維持管理に対しては公共事業として予算化されています（表4.6）。

赤土の流入は、観光業にも大きなダメージを与えます。赤土対策は漁業者のみでは解決できる問題ではありません。当該地域あるいは河川流域全体で取り組まなければならない問題です。次の方法で赤土を感知し、早期に対応策を考えましょう。また、赤土の影響が非常に大きくすぐに解決できない場合は、保全場所の変更を検討しましょう。

表 4.6 沖縄県の赤土等流出防止対策に関連する主な事業

事業名	事業内容
水質保全対策事業 (耕土流出防止型)	農地及びその周辺の土地の土壌流出防止が目的。ほ場の勾配抑制、グリーンベルト設置、十分な深さと広さを持ち、効果のある土砂だめマス・沈砂池整備等
農地・水保全管理活動支援事業	地域協働による農地・農業用水等の資源の基礎的な保全管理活動と農村環境の保全活動への支援のほか、農地周りの水路、農道等の補修・更新等の活動と水質、土壌、地球環境保全のための取り組み支援など。グリーンベルト管理、排水路管理、沈砂池管理なども含む。
畑地帯総合整備事業	狭小・不整形で分散した農地を集約化し整形等のほ場整備のほか、環境と調和に配慮した整備の実施。
農地保全整備事業	農地の侵食防止や防風林の設置を始めとした防風対策のほか、排水施設の設置。

(出典) 沖縄県赤土等流出防止対策基本計画\* (平成 25 年 9 月, 沖縄県)

\* <http://www.pref.okinawa.lg.jp/site/kankyo/hozen/akatutikihonnkeikaku.html>

### 1) 赤土の影響の感知

赤土の影響を感知するため、海域における赤土堆積量の SPSS（底質中懸濁物質含量；Suspended Particles in Sea Sediment）を定期的に観測してデータを集めます。

ここで、底質中懸濁物質含量とは、降雨などにより海域に流出した赤土等に含まれるシルト以下の粒径をもった微粒子の量を言います。これは濁りの程度を計測するもので、測定結果をランク 1～8 までの 8 つのランクに分類し、ランク 1～5 までは自然由来でも起こり得る堆積状況と考えます。ランク 6 以上の場合は明らかに人為的な赤土等の流出による汚染があると判断します。また、サンゴ礁域では表 4.7 のような区分がされており、健全なサンゴが分布する場所では、サンゴ場 A（SPSS が 10～30 未満；ランク 5a 以下）以上の類型が望ましいとされています。したがって、計測した SPSS が 30kg/m<sup>3</sup> を超える場合は、サンゴの回復は難しいので、何らかの対策を行う必要があります。

表 4.7 赤土等に係る環境保全の類型（サンゴ場）

類 型	SPSS (kg/m <sup>3</sup> )	海域の概観
	ランク	
サンゴ場 AA	1～10 未満 (ランク 3～4)	底質は砂をかき混ぜると懸濁物質の舞い上がりが確認できる。いきいきとしたサンゴ礁生態系。ミドリイシ属、コモンサンゴ属の大規模群落が形成されることがある。
サンゴ場 A	10～30 未満 (ランク 5a)	底質は注意して見ると懸濁物質がわかる。いきいきとしたサンゴ礁生態系。枝状・塊状サンゴが分布。
サンゴ場 B	30～50 未満 (ランク 5b)	底質の表面にホコリ状懸濁物質が堆積。透明度が低下し、サンゴの被度に影響が見られる。枝状サンゴが少ない。
サンゴ場 C	50 以上 (ランク 6～8)	赤土の堆積が目立つ。底質を攪拌すると海水が濁る。枝状サンゴはほとんど無く、塊状のサンゴが大半を占める。

注) 表中の数字は年間の最大値を示す。

沖縄県赤土等流出防止対策基本計画<sup>※</sup>（平成 25 年 9 月、沖縄県）を参考に作成

## 2) SPSS（底質中懸濁物質含量）の計測方法

SPSS は以下の手順に従って、透視度を測定し、計算式で算出します。

1. 小さな弁当箱ぐらいのプラスチック容器に、赤土等の影響のありそうな場所の底質を採取します。
2. 4mm 目のふるいに底質を通して、石や貝殻などを取り除きます。
3. ふるった底質をよく混ぜてから、計量スプーン（5ml）にすりきるように底質を取り、ペットボトルに入れます。
4. ペットボトル（500ml）に水道水を入れます。
5. ボトルをよく振り、1 分間静置します。
6. 透視度計に上澄み液を入れて、透視度を計測します。
7. 計算式あるいは換算表から SPSS の値を求めます。

(計算式)  $SPSS = (1718 \div T - 17.8) \div S \times D$  単位 ;  $kg/m^3$

T : 透視度 (cm)

S : 検査に用いた底質試料の容量 (ml)

D : 希釈倍率 (希釈なしの時は 1)

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



詳しい調査方法は下記を参照して下さい。

<http://www.eikanken-okinawa.jp/mizuG/akahp/Spss.htm>

写真 4.22 SPSS 計測器具

## 4.6.7 富栄養化 (D7)

### (1) 栄養塩の流出防止 (E11)

窒素やリンなどの栄養塩濃度が高い海域では、サンゴの成長が阻害されます。富栄養化が懸念される海域では、水質浄化が最も重要で、地域全体で取り組む必要があります。すぐには解決できない場合は、保全場所を変更することを検討します。

#### 【解説】

サンゴ礁の発達する海域は、窒素やリンなどの栄養塩濃度が低い海域（貧栄養海域）です。ところが都市からの生活雑排水や農地から肥料分が河川水等を通じて流入すると海域が富栄養化します。

富栄養化が懸念される場合、対象海域において栄養塩濃度を定期的に測定します。一般的なサンゴ礁海域の栄養塩濃度を上回るような濃度であれば、水質浄化を実施する必要があります。水質浄化は漁業者のみでは解決できる問題ではありません。当該河川流域全体の生活雑排水の影響を低減するための下水処理場等の整備、農地や牧場からの肥料分の流出防止・裸地の緑化などの農業対策等、地域全体で取り組まなければならない問題です。特に行政と相談し、地域全体で対応策を考えましょう。すぐに栄養塩濃度を低減できない場合は、保全場所の変更を検討しましょう。

#### 1) 栄養塩濃度の測定

栄養塩濃度の測定では、窒素はアンモニア態窒素( $\text{NH}_4\text{-N}$ )、亜硝酸態窒素( $\text{NO}_2\text{-N}$ )、硝酸態窒素( $\text{NO}_3\text{-N}$ )の濃度を測定します。リンはリン酸態リン( $\text{PO}_4\text{-P}$ )を測定します。栄養塩濃度は季節や降雨の影響で変化します。試験研究機関に相談し、定期的に測定して傾向を把握しましょう。採水方法や各種の栄養塩の分析は、専門の機関に相談してください。

#### 【コラム】サンゴ礁の栄養塩濃度

一般的なサンゴ礁海域の栄養塩濃度は、硝酸イオン( $\text{NO}_3^-$ )とアンモニウムイオン( $\text{NH}_4^+$ )がそれぞれ  $0.1\sim 0.5\ \mu\text{mol/L}$  (以下,  $\mu\text{M}$ )、リン酸イオン( $\text{PO}_4^{3-}$ )が  $0.01\sim 0.1\ \mu\text{M}$  程度であり、貧栄養の海域です(田中, 2012)。

さらに、沖縄県の各地のサンゴ礁域において、栄養塩濃度が計測されました。その結果によりますと、サンゴの被度が50%の海域(サンゴ礁が健全な海域)では、硝酸と亜硝酸態窒素の合計で  $0.71\ \mu\text{M}$  以下、リン酸態リンで  $0.19\ \mu\text{M}$  以下、濁度で  $0.11$  度以下、水平透明度で  $14\text{m}$  以上となることが示唆されました(金城ら, 2011, 金城, 2012)。これらの値を目安にして、濃度がこれより常に高いようであれば栄養塩濃度が高い可能性があり、対策を検討する必要があります。

## 4.6.8 過剰な観光利用・乱獲 (D8)

### (1) 保全利用協定 (E12)

過剰な観光利用には、保全のための利用協定などのルール作りが必要です。

#### 【解説】

近年、エコツアーなどの自然体験ツアーが流行し、サンゴ礁の海でシーカヤックやダイビングに興じる観光客が増えています。サンゴ礁が過剰に利用されている地域では、知らないうちに観光客がサンゴに接触し、サンゴを折ったり割ったりしてサンゴを傷つけ、サンゴ礁域を荒らします。

利用にあたっては、サンゴへの配慮が不可欠です。サンゴ礁を持続的に保全・利用していくためのルールを策定し、漁業者とダイビング業者などの関係者間でそのルールを守っていくことが重要です。例えば、以下のような配慮事項があります。

- ① 観光客の受け入れ人数の制限
- ② ダイビング活動の制限
- ③ 干潮時のサンゴ礁への入水制限（サンゴの踏みつけ防止のため）
- ④ 保護区域や利用ゾーンの設定と定期的な利用ゾーンの変更
- ⑤ ボートダイビングの投錨によるサンゴの折損を防ぐための共有係留ブイの設置
- ⑥ 施設の利用や運用ルール作り

海域を利用する全ての関係者と協議しながら保全利用協定を作ります。さらに、サンゴの勉強会や海岸清掃の実施を通じて、啓蒙活動を実施することも大切です。

### (2) 乱獲防止 (E13)

藻食性魚類の資源の減少を防ぐため、保護区を設定するなどして、乱獲を防ぐことが有効です。

#### 【解説】

ブダイ、アイゴ、イスズミ、クロハギなどの藻食性魚類や藻食性のウニや巻貝が減少すると、海底の裸地に海藻が増えて、サンゴの新規加入量が少なくなります。特に、ブダイの減少はサンゴ礁を衰退させるという認識が、世界の多くの研究者から指摘されています。沖縄県でもブダイの漁獲高は、最近の20年で約40%に減少しています（図2.2）。また、米国の研究者からは、サメが減少すると、その餌となっているカマス科の魚が増え、カマス類が増えるとブダイが食われて減り、その結果、海藻が増えてサンゴ礁の回復が遅れるという指摘がなされています（大森, 2014）。

このように、サンゴ礁の生態系は複雑に関連しているため、特定の種の乱獲や減少により生態系のバランスが崩れ、サンゴ礁が衰退します。漁業者や海域を利用する全ての関係者が協議し、保護区を設定するなどして、藻食性魚類の減少を防ぎましょう。健全なサンゴ礁がないと漁業は成り立ちません。漁獲と保全のバランスを考え、節度ある漁業を行いましょう。



## 4.6.9 サンゴの病気 (D9)

### (1) 病変部位の処理 (E14)

感染性の疾病が観察された場合は、感染症の広がりを防ぐため、専門家に相談し、病変部位を適切に処理します。

#### 【解説】

サンゴの病気は海水温の上昇が原因との指摘がありますが、研究事例が少なく、病原菌の正体やどこで増殖し、どのように感染するのかわかっていません。しかし、少なくともサンゴの成育環境が悪い状態であると、病気になれば回復は遅くなり、致命的になってしまうことが容易に想定されます。赤土の流入や富栄養化など人為的な環境ストレスを軽減し、サンゴの成育環境を健全に整えておくことが、病気に対する抵抗力を維持するために必要です。

サンゴの病気に関する日本の研究例が少ないため、残念ながら、病気に関する詳しい日本語のガイドラインはありません。米国のカリブ海ではサンゴの病気に関する研究が進んでおり、ガイドブック (Coral Disease Handbook) やサンゴの健康度を判断するための水中カードが作成されています<sup>h</sup>。日本でも確認されている黒帯病やホワイトシンδροームなどの多くのサンゴの病気の写真が紹介されているので参考になります。

もし、保全対象海域で感染症が確認され、拡大する傾向が見られた場合は、水産試験場や専門家に相談し、病変部位を適切に処理しましょう。

---

<sup>h</sup> <http://coraldisease.org/diseases>

## 4.7 モニタリング (F) と対策の評価 (G)

順応的管理では、サンゴの育成の阻害要因を除去・緩和する計画を実施し、その結果をモニタリングします。結果が良ければ保全活動を継続し、予想と異なる場合は計画を見直します。モニタリングを継続することでサンゴ礁の保全活動の実施方針が明確になります。

### 【解説】

#### (1) モニタリング (F)

サンゴが成長して親となるまでには数年以上かかり、その間に周辺環境は変動します。サンゴ礁の保全活動の成果を把握するには、こうした変化をモニタリングで把握しておくことが大切です。

現状を正確に把握するために、対象となるサンゴの状態を確認するだけでなく、サンゴを取り巻く環境因子（水質、透明度、サンゴ瓦礫の移動など）を可能な限り把握しましょう。周辺の良いサンゴ群集でも同時に環境因子をモニタリングしておくことが重要です。対象としているサンゴと良好なサンゴの成育環境の差を比較することで、回復傾向にあるのか、対応策を変えるべきか等の判断材料にすることができます。

#### (2) 対策の評価 (G)

モニタリング結果をもとに、専門家のアドバイスを受けながら目標の達成度を評価します。例えば、保全目標を「この3年間で50×50mの範囲のオニヒトデを徹底的に除去し、サンゴへの食害をゼロにする」とした場合では、計画時に想定したオニヒトデの生息数と除去した累計数の比較、および対象区域内のオニヒトデの食痕状況から、オニヒトデの影響度を評価します。また、対照区におけるオニヒトデの成育密度との比較、およびサンゴの成育状況の比較（被度調査等）から対象区域のサンゴの健全度を評価します。こうした様々な視点から総合的に目標の達成度を評価します。

評価の結果、目標に達成したと判断できれば対策活動を終了し、その後は日常的にモニタリングを行いながらサンゴの成育状況を見守ります。一方、まだ目標に達成していないけれども、活動の効果がみられる場合には、継続的に対策を実施し目標に近づけます。そうでない場合には、サンゴの成育阻害要因の特定 (B) にフィードバックし、計画づくり (C) と対策手法 (D) を見直します。