

## 今後のサンゴ礁保全に向けた情報の収集結果

## 1. 概要

生物多様性条約第10回締約国会議で合意された愛知目標10(※)への対応を念頭に、今後のサンゴ礁の保全を推進するため、サンゴ礁生態系に影響を与えると思われる人為的圧力を、観光業、漁業及び農業や一般生活等の陸域からの影響に分け、その現状と対策について5名の専門家にヒアリングを行い、情報の収集を行った。

また、観光業における環境容量については、Michael H. Schleyer の文献から情報の収集を行った。

(※) 愛知目標10

2015年までに、気候変動又は海洋酸性化により影響を受けるサンゴ礁その他の脆弱な生態系について、その生態系を悪化させる複合的な人為的圧力が最小化され、その健全性と機能が維持される。

表 ヒアリング項目とヒアリング対象者

ヒアリング項目	ヒアリング対象者
ダイバーによるサンゴ礁への影響	東京工業大学 豊島 淳子
慶良間地域におけるダイビング利用者制限	あか・げるまダイビング協会 会長 垣花 薫
沖縄県におけるサンゴ礁魚類の資源管理事例	沖縄県水産海洋研究センター 主任研究員 太田 格
沖縄県における赤土等流出防止及び生活排水などの削減対策	沖縄県環境生活部環境保全課 水環境・赤土対策班 班長 仲宗根 一哉
赤土の流出、および生活排水などによる化学物質等の排出基準値の設定	沖縄県衛生環境研究所 環境科学班 研究員 金城 孝一

※参考資料：Schleyer & Tomalin (2000) によるダイビング利用上限値についての研究報告：「DAMAGE ON SOUTH AFRICAN CORAL REEFS AND AN ASSESSMENT OF THEIR SUSTAINABLE DIVING CAPACITY USING A FISHERIES APPROACH」、2000年発行「BULLETIN OF MARINE SCIENCE」67号第3巻1025～1042ページ、Michael H. Schleyer and Bruce J. Tomalin 著

## 2. ヒアリングの結果（概要）

### （1）ダイバーによるサンゴ礁への影響（東京工業大学 豊島淳子）

#### 1) 調査の概要

■調査期間：2009年8月～2012年8月、ダイバー106名

■調査地：沖縄県宜野湾市、恩納村、慶良間諸島周辺で、エダサンゴが多く見られるダイビングポイント

■調査方法：

- ・ダイビングツアーの参加者からランダムに対象者を選び、対象者が1回のダイビング中に無意識に底質（サンゴ、岩、砂等）に接触する回数を数える（30分をダイビング1回とする）。サンゴの破損などの発生頻度も調査。
- ・「接触」にはダイバーの身体（手、膝など）だけではなく、フィン等のダイビング器材、水中カメラなどによる接触も含む。
- ・調査の対象となったダイバーにアンケートを実施し、ダイビング経験年数等も含め背景情報を得た。
- ・ダイビング中の注意事項に加え、サンゴの生態（成長速度等）や環境への配慮などについてダイバーにブリーフィングを行い、ブリーフィング前と後のダイビング中の行動の差を観察した。

#### 2) 調査結果

- ・98%以上のダイバーが1回は海底に接触し、中性浮力がとれるダイバーの接触回数は平均9回、中性浮力がとれないダイバーの接触回数は平均22～23回であった。
- ・ダイビング経験が50回以下と以上では接触回数に大きな差がみられるが、50回以上の経験者では、さほどの差はない。
- ・海況が悪い時は、ダイバーだけではなく、停泊中のボートが風で動くためアンカリングロープによってサンゴがダメージを受けることがあり、サンゴ礁への影響はより大きくなると思われる。
- ・統計的に結論を出すにはまだ調査件数が十分ではないが、経験数が多い（技術的に問題がない）ダイバーにはブリーフィングの効果がみられた。しかし、初心者は技術が不十分で水中での動きがコントロールできないため、水中の行動に大きな変化はなく、ブリーフィングの効果はみられなかった。

#### 3) 今後の課題

ブリーフィングの内容やダイバーの技術の向上、ダイバーに対して環境教育を提供する仕組み等について、今後検討していく必要がある。

## (2) 慶良間地域におけるダイビング利用者制限(あか・げるまダイビング協会 垣花 薫)

### 1) 慶良間地域における利用制限に関する取り組みの経緯

- 平成 14 (2002) ～平成 16 (2004) 年：沖縄県エコツアーリズム推進事業において、慶良間地域での保全利用協定について検討。慶良間地域の海域利用（主にダイビング）について地元事業者と本島事業者間で調整。
- 平成 15 (2003) 年：オニヒトデ対策協議会で慶良間海域の 5 地点（アリガー・ヒジュン・安室島南・嘉比島南・ニシハマ）を保護区に指定。ダイビング事業者が自主的にオニヒトデ駆除等保全事業を行う。
- 平成 17 (2005) 年：「渡嘉敷ダイビング協会」設立
- 平成 17 (2005) 年：「慶良間海域保全会議」設立（平成 19 (2007) 年に「慶良間自然環境保全会議」と改称）、本島側は「本島・慶良間海域保全協会」を設立し、それぞれの地域の代表組織として慶良間地域の海域利用についての調整を行う
- 平成 20 (2008) 年 7 月に、渡嘉敷村と座間味村が「慶良間地域エコツアーリズムガイドライン」を制定
- 平成 24 (2012) 年に、渡嘉敷村エコツアーリズム推進協議会と座間味村エコツアーリズム推進協議会が「慶良間地域エコツアーリズム推進全体構想」（以下、「全体構想」という）を作成。6 月にエコツアーリズム推進法に基づき、主務大臣（環境大臣、国土交通大臣、文部科学大臣、農林水産大臣）により認定される

### 2) 慶良間地域全体におけるスキューバダイビング利用者の総量制限

(「慶良間地域エコツアーリズム推進全体構想」より抜粋)

上限の種類	時期	上限人数 (渡嘉敷村)	上限人数 (座間味村)
1 日上限人数	4 月、12～3 月	400	500
	5～11 月	550	700
1 ヶ月上限人数	4 月	3,800	3,300
	5 月	5,400	6,300
	6 月	5,800	7,200
	7 月	8,200	10,200
	8 月	11,100	11,500
	9 月	8,900	7,400
	10 月	8,600	7,100
	11 月	6,400	5,400

	12月	2,500	2,500
	1月	1,600	2,000
	2月	1,800	1,200
	3月	2,900	2,900

(合計(年間): 渡嘉敷村: 58,000、座間味村: 67,000、合計: 125,000)

### 3) 今後の課題

- 平成24年度末(2013年3月)までに、条例を作り、全体構想を実行する体制を構築する予定
- 本島側に「慶良間自然環境保全会議」の支部を設置して体制を整え、慶良間側と連携して全体計画を実行する。

### ※参考: 南アフリカにおけるダイビング利用環境容量についての研究(要約)

(Schleyer & Tomalin, 2000)

Sodwana 湾(南緯 27° 30′) 海域保護区域のサンゴ礁は、第一級のダイビングリゾートである。このサンゴ礁はアフリカのサンゴ礁分布の南限にあたり、ソフトコーラルが優占している。その海岸線は外洋に面しており、波浪が強い。スポーツダイビングがそのサンゴ礁に与えている影響を評価する事がサンゴ礁の管理のために必要とされている。この研究結果によって、ダイビングに起因すると思われるサンゴの被害は、概してダイビングに非常に良く利用されている地域に集中していることが示された。明確にダイビングによる考えられる被害と、原因はよく分からないがたぶんダイバーによるものと思われる被害を合わせると、通常よく荒れているこの海域の波浪による破壊よりも大きかった。釣場に捨てられた釣り糸は、枝状サンゴの周りに絡まり、さらに海藻が絡みつくことによってサンゴが死んでしまうため、相当な被害をもたらしていた。最も大きなサンゴの被害は、他とは隔離された地域における、オニヒトデの小規模な大発生によるものであった。回帰分析(線形回帰)の結果によると、一つのダイビングサイトあたり年間9,000人がダイビングすると10%のサンゴが破壊される事が示された。不確定要素を考慮すると、利用者の予防的な上限値として、ダイビングサイトあたり年間7,000人のダイバーを提案する。また、ダイバーによる被害に対するサンゴ礁の耐性やダイバーの熟練度による潜水深度の制限、利用の制限などによりサンゴ礁を区域分けすることや、サンゴに手を触れることを減少させるためにダイビンググローブの使用を禁止することも推奨される。

(出典: 2000年発行「BULLETIN OF MARINE SCIENCE」67号第3巻1025~1042ページ、Michael H. Schleyer and Bruce J. Tomalin 著、「DAMAGE ON SOUTH AFRICAN CORAL REEFS AND AN ASSESSMENT OF THEIR SUSTAINABLE DIVING CAPACITY USING A FISHERIES APPROACH」)

(3) 沖縄県におけるサンゴ礁魚類の資源管理事例（沖縄県水産海洋研究センター主任研究員 太田 格）

1) 沖縄県における資源管理事例を以下に整理した。

事例	背景・概要	管理手法等	その他
イソフエフキの資源管理（八重山）	・水産庁の八重山海域沿岸性魚類資源回復計画（2007年）に応じて八重山漁協が資源管理計画を策定	・禁漁区：産卵場（5箇所） ・禁漁期間：毎年4月1日～6月30日 ・魚種別の体長制限（通年）	・平成24年6月の漁協の総会で5年間の延長が決定。 ・禁漁区の場所、体長制限を見直し。
ナミハタの資源管理（八重山）	・産卵群集を狙った漁獲は年間漁獲量の約40%を占め、資源へ与える影響大。	・禁漁区：産卵場 ・禁漁期：5月10～14日の5日間と翌月の同日	・電灯潜り研究会による自主的管理（実際には漁協と協力して実施）。
ハマフエフキの資源管理（羽地・今帰仁海域）	・幼魚の多獲により漁獲量が減少。 ・羽地・今帰仁の両漁協が合同で資源管理委員会を結成、管理を実施。	・禁漁区：1～2才魚の生息場（2箇所） ・禁漁期：8～11月	・2000年から継続。 ・2011年までに漁獲量は平均で約1.5倍、推定資源量も増加傾向。
体長制限による資源管理（沖縄北部）	・名護市場で、2003年からスジアラとシロクラベラの体長制限を実施。	・体長制限：1kg未満のスジアラ、シロクラベラは水揚げ禁止。	・水揚げする漁協が自主的に規制。

2) 今後の課題

➤ 陸域の対策との連携

サンゴ礁の減少、赤土の流入、汚染等、海全体の環境が悪化しており、水産資源の減少は漁業者の意識を変えるだけでは解決できない。陸域での対策と連携して進める必要がある。

➤ 漁業者からの情報発信

海は沖縄にとって重要な資源であるにも関わらず、関心がない人が多い。漁業者から取組を始めて情報発信していくことが重要。その活動を事業として支援していく必要がある。

➤ 継続的な資金の確保

禁漁区のブイの設置にも費用がかかる。交付金がなくなった時にも継続できるように資金をどうするかが課題。

➤ 代替収入源の確保

漁獲圧を減らすためには漁業以外の収入源の創出が必要。例えば、保護区を観光資源として利用し自分たちの収入に変えていくような仕組みなど。資源管理の継続的な運営資金にもなる。水産海洋研究センターでは、資源調査を仕事として漁業者に委託できるような体制がつかれないか検討している。

#### (4) 沖縄県における赤土等流出防止及び生活排水などの削減対策（沖縄県環境生活部環境保全課水環境・赤土対策班 班長 仲宗根 一哉）

##### 1) 赤土等流出防止対策に関する施策について

###### ①現状

平成 23 年度の赤土等の年間流出量は約 29 万 8 千トンで、その 86%が既存農地による。開発事業からの流出量は、沖縄県赤土等流出防止条例の施行（平成 7 年）により、施行前の年間流出量の約 15%まで削減された。今後は既存農地を中心に対策を強化していく。

###### ②対策

###### ■ 赤土等流出防止対策基本計画の策定（現在、農林水産部と調整中）

- ・サンゴ礁の海水の流動特性に応じて海域を区分。赤土流出を監視する重点海域を 22 海域設定し、モニタリングを行う。
- ・陸域からの流出の変化に基づいて海域の SPSS 濃度の変化についてシミュレーションを行い、削減目標を立てた。予測モデルが構築できない海域については、基本的に現状の 50%を削減目標とする。全体で 66%の流出削減を目標としている。

###### ■ 環境教育の促進

- ・グリーンベルト造成に使用するベチベルソウの苗の育成を地域で行う事業を計画。
- ・川や海の生き物を知らない子供も多い。教育委員会に働きかけて総合学習の時間に組み込んでもらうことを検討している。
- ・他県の先進的な取組を紹介する講演会など。

###### ③今後の課題

###### ➤ 農家への手当

流出削減方法に関するシミュレーションや試算は可能だが、農家へ担保できる手当や対策が現実的な課題としてある。

###### ➤ ソフト対策の活用

ソフト対策（営農対策）の方が沈砂地の設置などのハード対策より削減効果は大きいですが、現行の直接支払制度は制約があり、現在の仕組みではソフト事業を幅広く実施できない。保全を行うことで農家が恩恵を受ける仕組みがソフト事業でできると良い。

###### ➤ 地理情報の追加・更新

農家の承諾を得ることが前提だが、最も流出が大きい畑に対策を入れることが一番良い。GIS に畑の情報があるので対策は可能だが、沖縄県全体の情報はなく、情報の追加・更新が必要。

##### 2) 排水規制等に関する施策について

### ①現状

90年代半ばから水質は著しく改善し、平成23年度時ではすべての環境基準点で目標を達成している。川の汚濁要因のほとんどが生活排水で、ベランダ排水や単独処理浄化槽からの放流水の影響が大きい。河口域における栄養塩濃度については、沖縄県北部地域では降雨時に濃度が上がっており、土砂流出の影響がみられる。南部地域は降雨時も平常時も共に値が高く、生活排水や農地からの肥料の流出による影響と考えられる。

### ②対策

- ・水質汚濁防止法に基づき、現在県内の6流域を生活排水重点地域に指定している。指定地域は、啓発を含めた対策計画の作成および推進が求められる。
- ・沖縄県衛生環境研究所がSPSS、全窒素、全リン、水平透明度を指標としたサンゴ礁海域の水質指針案を作成している。水質指針案では、全窒素は年間平均0.08mg/L未満、全リンは年間平均0.01mg/L未満で、環境省の基準より厳しいものになった。
- ・自然保護課で作成されているサンゴ礁保全・再生・活用計画でも上記の指針が使われている。

### ③今後の課題

#### ➤ 沖縄の環境に配慮した基準値等の設定

沖縄の環境は全国一律の基準では計りきれない部分が多いため、沖縄の環境にあった基準が必要。例えば、公共用水域の水質測定項目である海水の透明度（鉛直方向の測定）は、サンゴ礁の海は浅いため正確に測定されない。沖縄県衛生環境研究所ではサンゴ礁海域の清澄さを示す指標として水平透明度を提案している。また、沖縄県の富栄養化レベルは本土の湖沼や湾と比較すると相当に低いレベルである。しかし、サンゴの生息を考えると、さらなる削減が必要である。

## (5) 赤土の流出、および生活排水などによる化学物質等の排出基準値の設定（沖縄県衛生環境研究所環境科学班 研究員 金城 孝一）

### 1) 赤土流出防止のための基準値等について

#### ①現状

以前より赤土の流出量は減少しているが、生態系に著しい回復はみられない。オニヒトデの異常発生や白化現象などのインパクトも大きい。局所的にはサンゴが高被度で保たれている地域もあるので、そこから他の地域へ増殖していけば生態系も再生すると思われる。そのためにも環境の改善が必要。

#### ②基準値設定の考え方

- ・依然として農地からの赤土流出が多い。サンゴが健全に生きるために陸域側では何%の流出削減が必要か、サンゴ礁生態系側からの基準値を定めた。
- ・赤土等流出防止対策基本計画の赤土の堆積指標は、LD50（半数致死量）のように種ごとの生態は考えていない。「サンゴ礁生態系」という環境全体が健全であるかどうかという基準を考えている。
- ・赤土の許容量は種ごとに異なると思うが、水槽実験と異なり、実際の環境には多様な要因があるため値を定めるのは難しい。
- ・基本計画では、サンゴ場をAA、A、B、Cの4つに区分し、それぞれに堆積指標（SPSS）を定め、類型A以上のサンゴ場（「礁池内の主に造礁サンゴ類が生息する場」をいう）を環境保全目標としている。サンゴ場AではSPSS30kg/m<sup>3</sup>未満が目標値で、これはSPSS30kg/m<sup>3</sup>以上で悪影響が及ぶという経験と調査結果から定めた。
- ・サンゴ場には類型AA（SPSS1～10kg/m<sup>3</sup>未満）があるが、これはサンゴの供給源になるなど、他の地域へ良い影響を及ぼすサンゴ場の保全を考慮している（藻場、干潟はAまで）。

#### ③今後の課題

##### ➤ 人員の確保

今年から県内25海域程度でモニタリング調査を行っているが、マンパワーが足りないため、県の事業に頼った調査となっている。県の組織は生態的なアプローチが弱く、大学などに依存しているのが現状。

##### ➤ 「望ましい海」のイメージの共有

かつてどのような環境であったかを考えることが重要。以前から藻場であったところをサンゴ礁にする必要はないが、かつてサンゴ場であり、現在は藻場であるところをどうするか。これは研究者が一方的に決める事はできない。どのような環境を目指すか、そこで生活している地元住民が考えることが必要である。

### 2) 生活排水等による化学物質の排出基準値について

### ①現状

- ・ BOD 値は、ほとんどの地域で環境基準を達成している。全体的には全窒素濃度も悪化傾向にはなく、全リン濃度も近年は横ばい傾向にある。
- ・ 栄養塩は浄化槽などの排水処理では削減されにくい。リンは吸着しやすいため、ある程度の除去は可能だが、窒素の除去は難しい。

### ②基準値（サンゴ礁の水質の目標値）設定の考え方

- ・ リーフチェックで使われ、「良」と評価されるサンゴ被度 50%を仮の目標と定めた。
- ・ 環境基本法による海域の環境基準の類型が沖縄でも適切であるか調査を行い、栄養塩と濁りの目標値を検討した。濁りの項目（植物プランクトン+赤土によるもの）は、濁度と水平透明度で設定した。→ 栄養塩の目標値は、全窒素、全リンの値は環境基準の一番厳しいⅠ類型の約半分となった。
- ・ 水質とサンゴ被度は一対一の関係ではなく、オニヒトデなど過去の出来事も反映しているので散布図には外れた値も多い。そのため、栄養塩の上限は回帰式で出している。より根拠を強くするために現在もモニタリングを継続している。

### ③今後の課題

#### ➤ 栄養塩等の影響

栄養塩に関しては、種ごとの許容値は調査できておらず、赤土と異なり、藻場など他のハビタットでの議論もできていない。また、界面活性剤や農薬による影響もあるとされているが、まだ調べられていない。海域での濃度測定は、農薬などの濃度が薄く、また塩分濃度が高いため、分析が難しい。