

第4部 具体的施策の展開

石西礁湖及び周辺海域とこれらの海に囲まれた島々は様々な利用がなされており、自然再生につながる様々な施策が実施されています。

これらの施策は、内閣府沖縄総合事務局、沖縄県、石垣市、竹富町及び環境省の各行政機関において実施されるものですが、関係機関が連携し、一体的総合的に取り組むことにより、効果的な施策を展開していきます。

第1章 保全管理の強化

石西礁湖のサンゴ群集やサンゴ礁生態系に加え漁業資源を将来にわたって保全していくために強化すべき管理の手法について述べます。

第1節 重要海域の保全

重要海域を選定するに当たっては、生態系の視点から詳細な調査（表4－1）を実施し、これらの調査結果をGIS化し、石西礁湖内の各海域のサンゴ群集や利用の現状を把握するとともに、各海域の幼生供給源としての役割、阻害要因について解析を行いました（図4－1）。

表 4-1 調査項目一覧

調査項目	調査方法	主な実施内容	アウトプット	結果の活用方法
サンゴ礁生態系の 実態の把握	サンゴ礁の分布と 経年変化	礁原調査	被度・群集タイプ・堆積物調査(現地調査+航空写真)	サンゴ礁分布図(2003)
		礁斜面調査(マンタ法)	被度調査(マンタ法)	礁縁被度分布図(2003)
		広域モニタリング調査結果の解析	サンゴ群集の経年変化による活力度の把握等	海域ごとの被度の回復力評価 群集タイプの変化要因の把握
		広域モニタリング 実証地域モニタリング (継続的に実施)	被度・群集タイプ・堆積物・オニヒトデ(約200地点) 方形区による種ごとの被度調査等(6地点)	年ごとのサンゴ礁被度分布の概要
		海中公園計画基礎調査	被度調査(マンタ法、スポットチェック法)等(既存4海中公園+6海域)	海中公園候補海域の詳細調査
		卓状サンゴ群集調査	卓状サンゴの長径分布(離礁6地点)	海域ごとの卓状サンゴの長径サイズ
		既存文献資料調査	石西礁湖及び自然再生関連資料の収集	石西礁湖関連文献リスト 文献検索データベース
	サンゴ礁の再生 ポテンシャル・再生 プロセス	幼生輸送特性調査(漂流 ブイ、プランクトンネット)	漂流ブイの軌跡調査による幼生輸送経路の把握 ネット採取による幼生密度調査	幼生移動経路 幼生密度分布
		稚サンゴ加入状況調査	海域ごとの稚サンゴの加入密度(23地点)	稚サンゴ、幼生の加入密度分布
		幼生着生状況調査	着生版による幼生着生状況調査(産卵期) 既存調査	海域ごとのサンゴ礁回復 ポテンシャルの把握
サンゴ礁の 攪乱状況	赤土等による海洋汚染	海水流動調査	流動方向、速度の把握	主要河川からの推定流出
		河口域濁度の計測(濁度計・流量計)	河川からの淡水・赤土流出量の把握	河川ごとの淡水・赤土流出量の把握
		赤土流出量調査	流域農地の面積、勾配、作物等を踏査し、モデル計算から推定	河川ごとの赤土流出量
		行政資料等の調査	海域での工事等の現状	航路等の浚渫工事状況
	栄養塩による影響	水質測定(TP,TN)	黒島礁池の水質測定、既存資料調査	海域ごとのTN,TP
		オニヒトデ発生状況調査 既存文献資料調査	オニヒトデ駆除情報と発生プロセス	オニヒトデによる食害の現状、過去の発生状況
	高水温による白化	白化状況調査 既存文献資料調査	白化の広がり(海域別、種別)	白化の状況 石西礁湖の水温特性
				白化に対する海域ごと、種ごとの耐性の把握
	サンゴ礁及び 周辺の利用等	行政資料・漁獲統計等の資料調査 関係者ヒアリング	行政資料調査、漁場情報の整理 漁獲統計等の資料調査	漁場利用の状況、漁場の呼称と位置
			ダイビング地点情報、観光利用、ウミガメ産卵地	ダイビング等観光利用状況 ウミガメ産卵情報
		沿岸・陸域植生・マングローブ・藻場	衛星写真画像解析 既存文献資料調査	陸域の現況植生図 沿岸植生、沿岸部の改変状況
		陸域・海岸部開発	衛星写真画像解析、行政資料調査	沿岸部の改変現況
	再生／管理技術	実証試験	移植技術の試行	サンゴ礁・藻場再生事例 沿岸管理事例
		既存文献資料調査	事例収集、整理	法規制の現状と違法採取の把握 違法採取の抑止

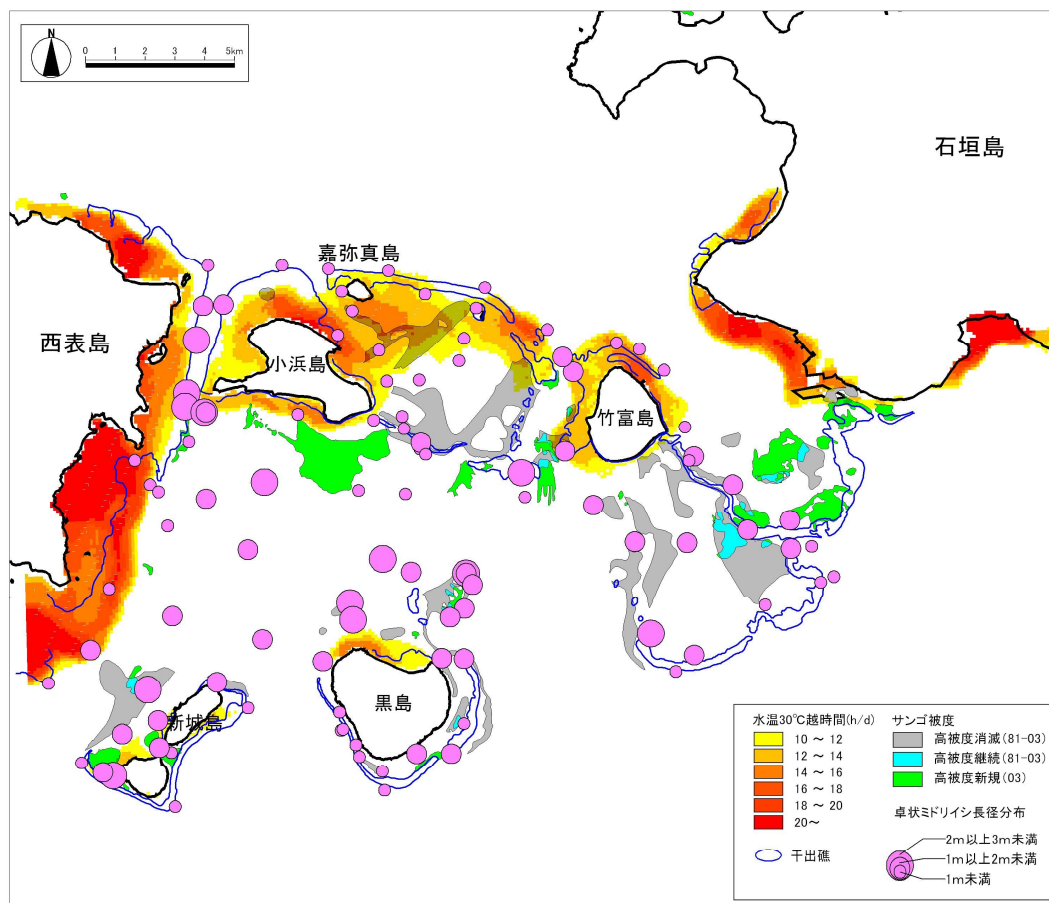


図4-1 解析のためのGIS図の例

【水温 30℃越時間】

1日において水温が30℃を超える時間数の地点分布。

2003年7月15日 0:30-8月12日 10:00の30分毎のデータを利用し、

1日あたりの30度を超える時間数を算出した。(データ解析：東京工業大学灘岡研究室)

【サンゴ被度】

- ・高被度消滅 (81-03)：環境庁自然保護局・国立公園協会 (1981) において報告されたサンゴ類分布図から抽出されたサンゴ高被度域のうち環境省自然環境局沖縄奄美地区自然保護事務所・国土環境株式会社 (2003) で報告されたサンゴ礁底性状分布図で消滅した分布域
- ・高被度継続 (81-03)：上記で消滅せず、残存している分布域
- ・高被度新規 (03)：環境省自然環境局沖縄奄美地区自然保護事務所・国土環境株式会社 (2003) で報告されたサンゴ礁底性状分布図で新たに出現した高被度分布域

1 保全すべき重要海域選定の流れ

第3部第2章第1節「重要地域の保全」の方針に基づき、GISで候補海域を選定し、候補海域で実施する詳細調査の結果をもとに重要海域の選定を行います。保全すべき重要海域については幼生供給源の他に、固有性の高いサンゴ群集が分布している、あるいは生物学的重要性を有する重要な海域などがあります。このうち、例えば幼生供給源として保全すべき重要海域は、図4-2のフローに従って試行的に選定しました。

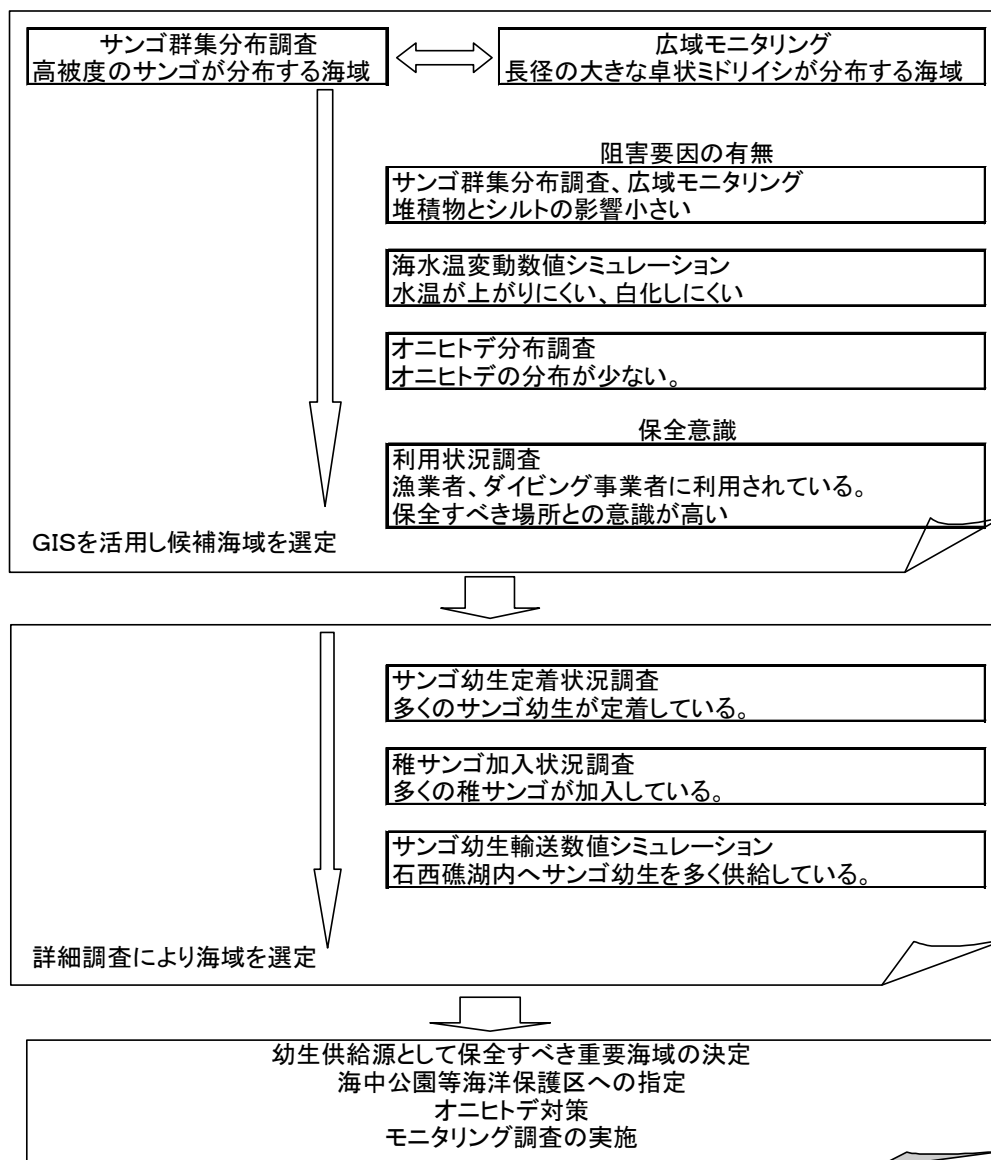


図4-2 幼生供給源として保全すべき重要海域選定フロー図

まず、GIS を活用し、高被度にサンゴが分布している海域及び幼生供給に寄与する成熟した個体が多く分布する海域のうち、堆積物、水温上昇、オニヒトデなどの阻害要因が少なく、かつ関係者の保全意識が高い海域をサンゴ幼生の供給源として保全すべき海域の候補として抽出しました（図4-3）。

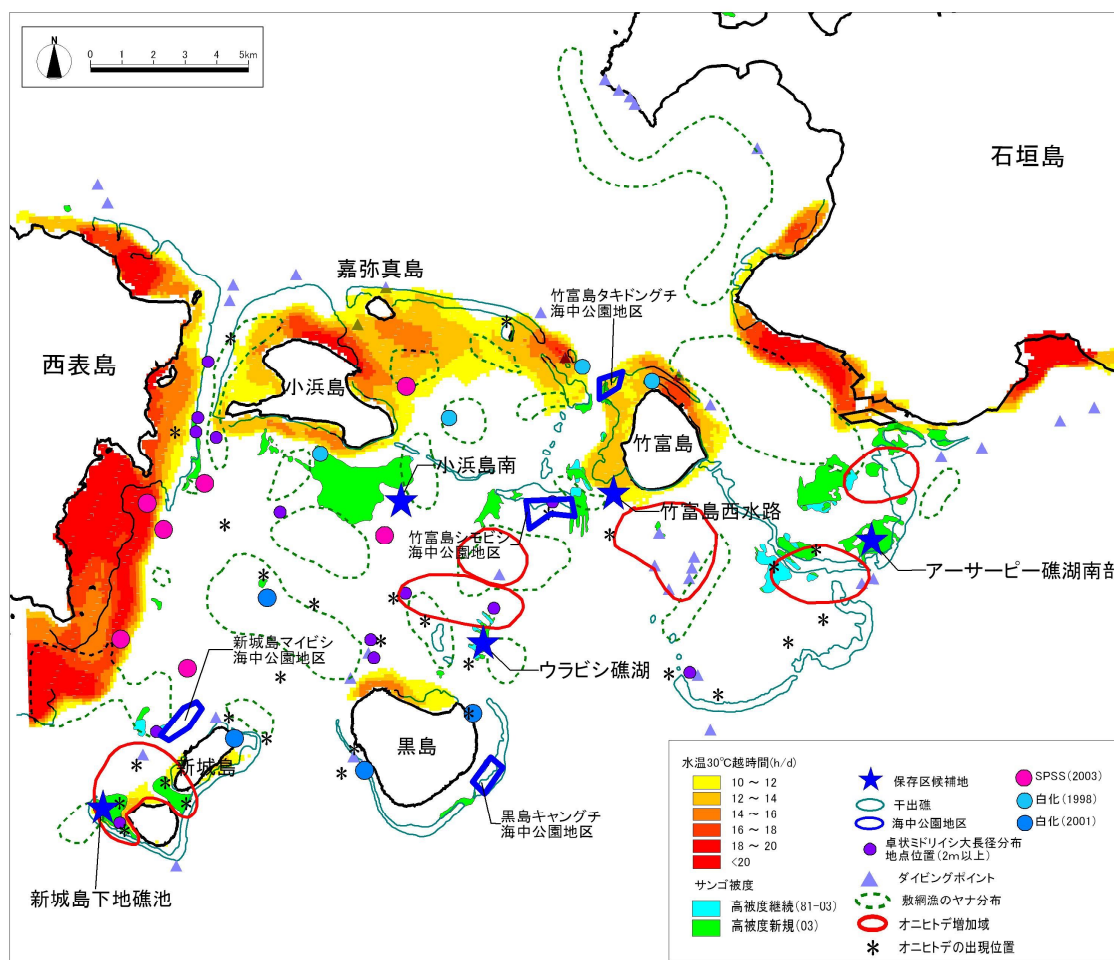


図4-3 保存区候補地

【水温 30℃越時間】

1日において水温が30℃を超える時間数の地点分布。

2003年7月15日 0:30-8月12日 10:00の30分毎のデータを利用し、

1日あたりの30度を越える時間数を算出した。（データ解析：東京工業大学灘岡研究室）

【サンゴ被度】

- ・高被度消滅（81-03）：環境庁自然保護局・国立公園協会（1981）において報告されたサンゴ類分布図から抽出されたサンゴ高被度域のうち環境省自然環境局沖縄奄美地区自然保護事務所・国土環境株式会社（2003）で報告されたサンゴ礁底性状分布図で消滅した分布域

- ・高被度継続（81-03）：上記で消滅せず、残存している分布域

- ・高被度新規（03）：環境省自然環境局沖縄奄美地区自然保護事務所・国土環境株式会社（2003）で報告されたサンゴ礁底性状分布図で新たに出現した高被度分布域

【SPSS（2003）】

サンゴ礁広域モニタリング調査（2003年）で、SPSS値がランク6（50kg/m³以上で、明らかに赤土等の流出による汚染があると判断できる）となった地点を示す。

【白化（1998）、白化（2001）】

サンゴ礁広域モニタリング調査（1998年、2003年）で、白化がランク4（80%以上が白化）となった地点を示す。

【オニヒトデ増加域】

環境省オニヒトデ調査（2004年）の結果、オニヒトデが前年度（2003年）調査時よりも増加した海域を示す。

これら海域を対象に、さらにサンゴ群集詳細調査、幼生到達量調査、堆積物調査、水温調査等を実施し、サンゴの生息に適した環境が維持されているか、サンゴ幼生供給源として実際に機能しているか評価を行いました。その結果をまとめたのが表4－2です。

表4-2 保存区候補地評価表

St		1	2	3	4	5	海中公園地区	海中公園地区	海中公園地区	海中公園地区
場所		アーサービー礁湖南部	竹富島西水路	ウラビシ礁原	小浜島南	新城島下地礁池	竹富島タキドングチ	竹富島シモピン	黒島キャングチ	新城島マイピン
中心位置	緯度	24° 17.827	24° 18.630	24° 16.052	24° 18.498	24° 13.205	24° 20.400	24° 18.153	24° 13.800	24° 14.509
	経度	124° 09.153	124° 04.328	124° 01.891	124° 00.355	123° 54.779	124° 04.000	124° 02.799	124° 02.000	123° 55.809
地形		礁湖底	離礁	礁原	礁湖底・マウンド	礁池離礁	水路・礁原	礁原・礁斜面	水路・礁原・礁池	礁湖離礁
底質		砂礫	岩礁	枝状礫堆積	枝状礫・岩礁	岩礁・砂礫	岩礁・砂礫	岩礁・砂礫	岩礁・砂礫	岩礁
平均水深(m)		1-2	1-4	1-2	1-5	1-4	1-5	1-10	1-5	1-2
潮流		やや強い	やや強い	やや強い	弱い	弱い	強い	弱い	強い	弱い
被度の 変遷 ¹⁾	1980年	△	卓状大型	△	○	△	◎	○	◎	◎
	1991年	△○	未調査	△○	△○	△○	△○	△○	△○	×
	2002年	◎	◎卓状特大型	◎	◎	◎卓状大型等	◎	◎	△	◎卓状大型
現在の優占種		ユビエダハマサンゴ	クシハダミドリイシ	多種ミドリイシ	枝状ミドリイシ	クシハダミドリイシ	卓状ミドリイシ	枝状コンサンゴ・枝状ミドリイシ	枝状ミドリイシ・エダコモンサンゴ	卓状ミドリイシ
シルトの影響 ²⁾		○	△	○	○	○	△	△	○	○
水温上昇 ³⁾		◎	◎	◎(黒島北方移設先)	◎	◎	○	◎	◎	◎
利用者の認識 ⁴⁾		△	△	○(漁業)	△	△	△	△	△	△
幼生定着数	定着板 ⁵⁾	△	△	△	-	-	△	△	-	-
	着床具 ⁶⁾	△	△	○	○	○	-	-	-	-
稚サンゴ密度 ⁷⁾		△	○	△	△	△	-	-	-	-
幼生供給度 ⁸⁾		◎	△	◎	△	△	△	△	-	-
オニヒトデ出現状況 ⁹⁾		◎	◎	△	◎	△	◎	△	◎	◎
コメント		礁湖への幼生供給度は高い。被供給度は低い。高水温耐性が高い。ユビエダハマサンゴが繁殖か。	礁湖への幼生供給度は低い。φ3m以上の卓状ミドリイシが複数ある。潮通し良好。シルトの影響あり。	礁湖への幼生供給度は高い。被供給度は着床数からみると高い。多種のミドリイシ類が生息する。	礁湖への幼生供給度は低い。被供給度は高い。枝状ミドリイシ高被度域の面積が極めて広い。	礁湖への幼生供給度は低い。被供給度は着床数からみると高い。高水温のなりやすさは中位。クシハダミドリイシが優占するが、地形が変化に富み、多種ミドリイシ類が生息する。	礁湖への幼生供給度は低い。被供給度も低い。礁原部ではやや高水温になりやすい。シルトの影響あり。	礁湖への幼生供給度は低い。被供給度も低い。シルトの影響あり。	礁湖への幼生供給度、被供給度は不明。	礁湖への幼生供給度、被供給度は不明。φ3mの卓状ミドリイシがみられることから、高水温の影響を受けにくい。

- 1) 被度×: 粗被度(5%未満)、△: 低被度(5-25%)、○: 中被度(25-50%)、◎: 高被度(50%-)、1980年は環境庁サンゴ分布図から推定
2) △: シルト分布地点から2km以内、○: シルト分布地点から2km以上、環境省広域モニタリング及び自然再生調査(2002)結果
3) 30℃以上水温継続時間 △: 18時間以上、○: 10時間以上18時間未満、◎: 10時間未満、瀬岡教授シミュレーション結果より推定。石垣島地方気象台による観測データ(2003年7月15日 0:30-8月12日 10:00)の30分毎のデータをもとに時間平均値が30℃を越えた継続時間で判定した。
4) △: あまり利用されていない、○: 利用されている、◎: よく利用されている、自然再生調査委員会資料(2003)
5) △: 1-5、○: 5-10、◎: 10- /100cm² 定着、野島助教授2004年調査結果
6) △: 1-、○: 1-2、◎: 2- /1着床具 定着、自然再生調査(2004)結果
7) △: 1-5、○: 5-10、◎: 10- /㎡、自然再生調査(2004)結果
8) △: 幼生礁湖内残留率25%未満、○: 幼生礁湖内残留率25%以上50%未満、◎: 幼生礁湖内残留率50%以上、瀬岡教授シミュレーション結果より推定。幼生残留率の計算: ある地点で放卵された幼生群のうち、産卵から4日後の2003年5月16日 20:00時点で礁湖内へ残留する幼生群の割合。5月12日20:00を産卵時刻と仮定し、ミドリイシ類の比重が増え、最も着床しやすい時期と仮定した4日後の状態を解析した。
9) △: 出現数が増加、○: 出現数が減少、◎: 出現なし、環境省オニヒトデ調査結果(2004)

評価の結果、アーサーピー礁湖南部及び竹富島西水路は幼生の供給が少なく、残るウラビシ礁原、小浜島南及び新城島下地礁池については幼生の供給があるにも関わらず稚サンゴ加入は少ないことがわかりました。また、竹富島西水路、小浜島南及び新城島下地礁池で産卵された幼生の70%以上が礁湖外に流出するため幼生供給源としての貢献は低いと考えられます。

このように、各候補海域それぞれに問題があることが示唆されました。

今後は、特に空中写真によるサンゴ群集被度調査では評価されにくい離礁のサンゴ群集についての知見を加え、さらに漁業及び観光業における利用等をGISに加味しながら、関係者の意見を踏まえ保全すべき重要海域の選定を進めていきます。

2 海中公園等法的海洋保護区

選定された保全すべき重要海域については、地域の理解を得ながら海洋保護区として設定することが望まれます。法的な海洋保護区がいくつかある中で、石西礁湖は既に西表国立公園に指定されており、ダイビングやスノーケリング、グラスボート等の利用がなされていることから自然公園法に基づく海中公園地区の指定が望ましく、関係者との合意形成を進めていきます。

また、増加しているオニヒトデに対して、監視や駆除等を実施し、サンゴ群集の保全に努めます。

3 コミュニティーベースの海洋保護区

第1部で述べたように、石西礁湖は漁業及びダイビングなどの観光業で広く利用されている海です。この地域共有の海に海洋保護区を設定するためには、多くの利害関係者との調整が必要となりますが、一度決めると変更が難しい法的な海洋保護区や、行政主導型の海洋保護区では地域の理解が得られないなどの問題があります。このため、地域主導型、コミュニティベースの海洋保護区についても議論する必要があります。

コミュニティベースの海洋保護区は、地域の知識（対象種の産卵場、産卵期）を基に設定が可能なこと、様子を見て保護区の面積や数を変更できること、参加型の管理策になりやすく、計画の段階からコミュニティの参加があれば、そのプロセスそのものが地域の意識向上に寄与するなどの利点があります。

地域住民とともに海洋保護区の水産資源を管理した取り組みとしては次のような事例の報告があります（中谷 2004）。

フィジーのビチレブ島ベラタ地区では地域の住民が政府や大学、NGOの支援を得て、地先水域を管理しています。まず、1996年に村民が資源調査を実施し自分たちの村の資源の問題点を洗い出し、優先順位を決め、行動計画やモニタリング計画を立てました。2ヵ所（のちには合計9ヵ所の）禁漁区を設定し、漁獲サイズ制限や刺網の使用を禁止しました。また、訓練を受けた村民により指標種（アナジャコ、ハナダカ、ナマコ類など）の生息数な

どのモニタリングも行っています。その結果、資源が回復し収入も増加したと報告されています。

また、バヌアツでは1980年代にタカセガイ資源が劣化したため、1990年に政府の呼びかけに応じた村を対象に、タカセガイの資源調査を実施し、数年間の漁獲中止とその後の短期間の解禁を提案しました。その提案を自主的に受け入れた5ヵ村に水産局は稚貝の漂流を行った結果、連続的に収穫するよりも大きな利益を上げたことから、他の村も自主的に資源管理を導入しました。村独自の禁漁区を設置した村もあり、1993年の調査では21村のうち、20村で村主体の水産資源管理策を導入していたそうです。

沖縄では、恩納村においてシャコガイやタカセガイ等の定着性資源を対象にしたコミュニティベースの海洋保護区を設定した事例があります。今後、サンゴ礁生態系の持続的な利用を進めていくため、資源管理や海面利用などの分野でコミュニティベースの海洋保護区の設置を検討していきます。

第2節 オニヒトデ対策

地域での議論を軸に、モニタリングに基づいた戦略的な対策を実施します。

1 対策を行う海域の設定

2002年度～2004年度に実施した広域モニタリングの結果によると、石西礁湖全体のオニヒトデの確認数及び確認地点数は、年に1.5倍ずつ増加しており、オニヒトデの数は駆除により減少する分を上回るペースで増加していると推定されます。一方で、駆除を継続的に行っている一部の海域においては、個体数の爆発的な増加、サンゴ被度の低下はともに見られず、ある程度は駆除の効果があったと考えられます。このため、限定的な範囲であれば、今後もサンゴ群集の保全は可能と考えられます。

この結果を踏まえ、2005年1月14日に開催された第6回八重山地区オニヒトデ対策連絡会議において、漁業者及びダイビング事業者等から保全すべきと提案された海域及びサンゴ幼生の供給源として環境省が保全すべきと考える海域のうち、年間を通して保全活動を行うことができる海域である、サクラグチ、カナラグチ、竹富島南1及び2、マルグー、ウラビシ、小浜島南を監視・駆除等対策が必要な海域として選定しました（図4-4）。

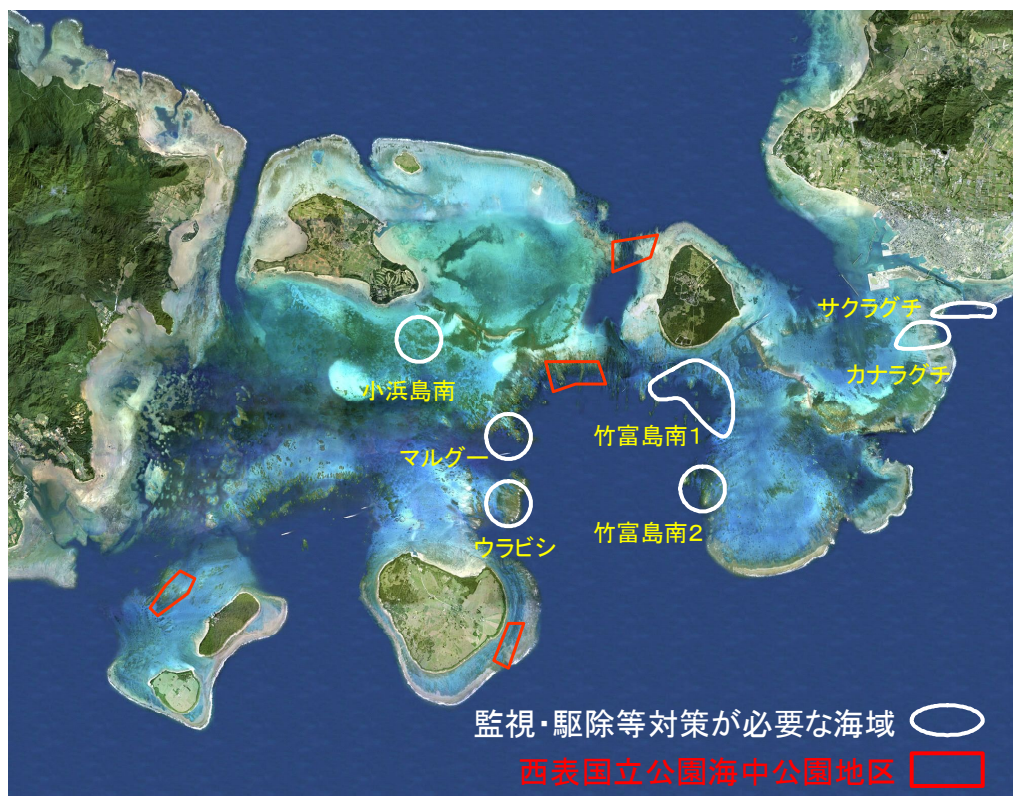


図4-4 オニヒトデの監視・駆除等対策が必要な海域

2 今後の対策

対策は、地域の合意の基に実施することとし、八重山地区オニヒトデ対策連絡会議を継続的に開催します。併せて、環境省、沖縄県、八重山漁業協同組合、八重山ダイビング協会等関係機関及び団体によって行われる事業との連携を図りながら、より戦略的かつ効果的な事業を展開していきます。

今後は、これまでの成果を踏まえ、モニタリング体制の構築・拡充を図ることとし、例年秋に環境省が実施している広域モニタリングに加え、オニヒトデ産卵期に「オニヒトデ簡易調査マニュアル」に基づくモニタリングを実施するとともに、漁業者及びダイビング事業者とのモニタリングネットワークをさらに広げオニヒトデの発生状況を把握します。また、オニヒトデの発生状況も考慮しつつ、対策を行うべき海域においてサンゴ礁の保全を目的に重点的・戦略的な駆除を実施します。駆除は決められた範囲で繰り返し行い、サンゴ被度の変化及びダイビング1回当たりのオニヒトデの駆除数から駆除の効果及び効率を評価します。

さらに、今後オニヒトデの個体数が爆発的に増加した場合に備えて、駆除実施人数及び駆除実施日数を増加させるため、駆除作業への関係者の役割分担、主体的参画に向けた機運作り、駆除個体の処理に関する各機関の協力体制の確立など社会的支援体制の構築を検討します。

第3節 赤土汚染対策

赤土等の流出による自然環境や産業振興への悪影響を軽減します。

1 基本的な考え方

沖縄県のサンゴ礁等亜熱帯特有の動植物は、我が国に残された貴重な自然財産であり、国民全体で保全する必要があります。また、これらの自然的特性が、本県のリーディング産業である観光・リゾート産業をはじめ多くの産業の最大の魅力となっています。

1994年10月の「沖縄県赤土等流出防止条例」の施行に伴い、開発事業の現場では様々な流出防止対策が行われてきた結果、一定の効果が得られていますが、依然として海域への赤土等の流出が続いており、自然環境と産業振興に悪影響を及ぼしています。

特に、農地（耕地）からの流出量は、土木対策の進展や農地面積の減少等により減少傾向にあるものの、引き続き農地対策の推進が重要な課題となっています。

2 農地からの赤土等流出防止対策の取り組み

1) これまでの農地対策

農地からの赤土等の流出防止を図るために、これまでに下記の対策を主に実施してきました。

①営農対策

○生産振興総合対策事業の活用によるカバークロップ（緑肥作物：クロタラリア・ピジョンピー）の導入

○「土壤保全の日」や「農地保全巡回指導チーム」の活動等を通して営農対策の啓発普及

②土木対策

○水質保全対策事業等によるほ場勾配の修正や排水路、沈砂池等の設置

これらの営農対策と土木対策は、これまで地区単位等の限られた範囲内での取り組みであり、地域や流域全体を対象としては実施されていませんでした。また、農地対策は、農家の新たな負担を伴うことから、これらの対策を推進するためには、農家を営農の面から支援する必要がありますが、支援する地域組織体制も十分に整備されていませんでした。

2) 今後の取り組みについて

赤土等流出防止のためには、畑面からの流出を抑制することが最も即効性があり効果的です。そのためには、農作物の作付け体系や土地利用等の変更など農家経営に負の影響を与える対策を求める必要があります。

また、赤土問題は地域（流域）全体の問題であり、農地対策は、地域の構成員である農家の経営に負の影響を及ぼすことから、地域に適合した総合的な対策を地域が一体となり推進することが重要です。

3 地域が一体となった総合対策の推進（石垣島轟川流域の事例）

1) 「流域環境保全農業確立体制整備モデル事業」の取り組みについて

①事業内容

地域が一体となった総合対策の推進を目的に、石垣市轟川流域（図4－5）をモデル流域として設定し、対策推進のための行動計画である「流域環境保全農業確立モデル方針」（＝モデル方針）と「赤土等流出防止総合対策計画」（＝農地対策マスタープラン）を策定しました。この成果を基に、今後は、流域関係者を主体とした、より実効性の高い赤土流出防止対策を石垣島をはじめとして、県内の他流域（地域）に展開することとしています。

・事業期間：2002（平成14）年度～2004（平成16）年度（3年間）

・事業主体：沖縄県農林水産部

（環境省からの受託事業）

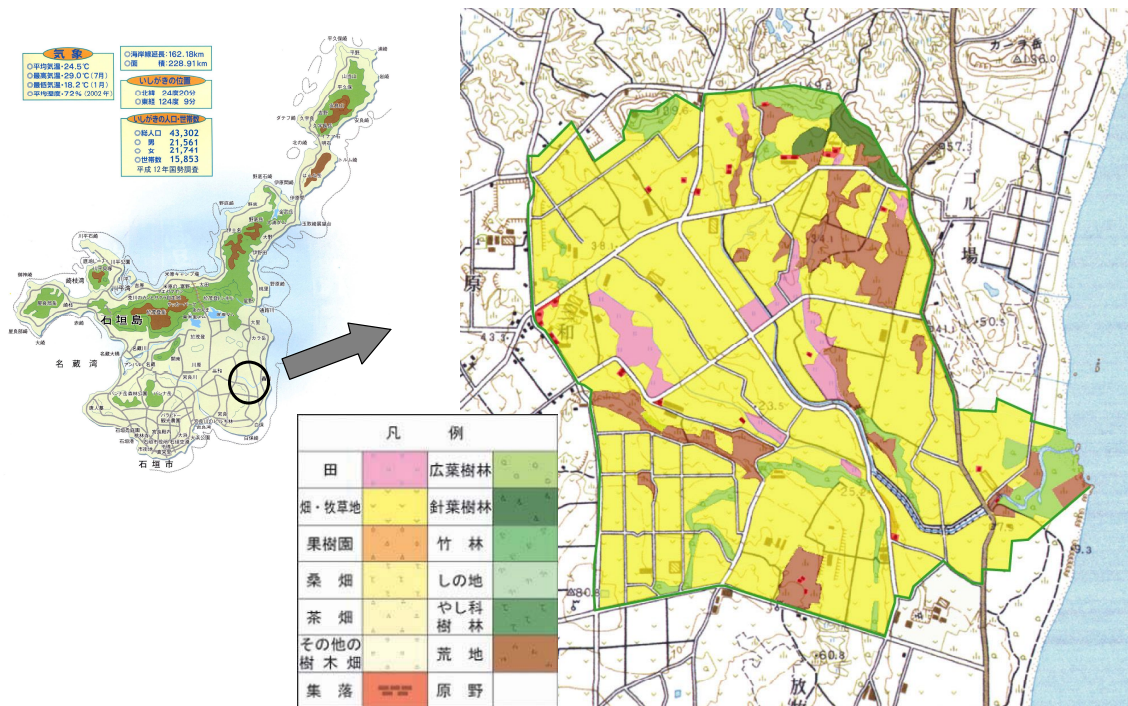


図4－5 轟川流域（事業対象区域=10.9km²）

2) 農地対策マスタープランとモデル方針

(1) 農地対策マスタープラン

総合対策計画である農地対策マスタープランでは、流域（地域）全体の営農対策目標と土木対策目標を設定することとしています。併せて、それらを可能とする地域の支援体制を構築します（図4-6）。

流域環境保全農業確立モデル方針（対策推進アクションプログラム）（モデル方針）

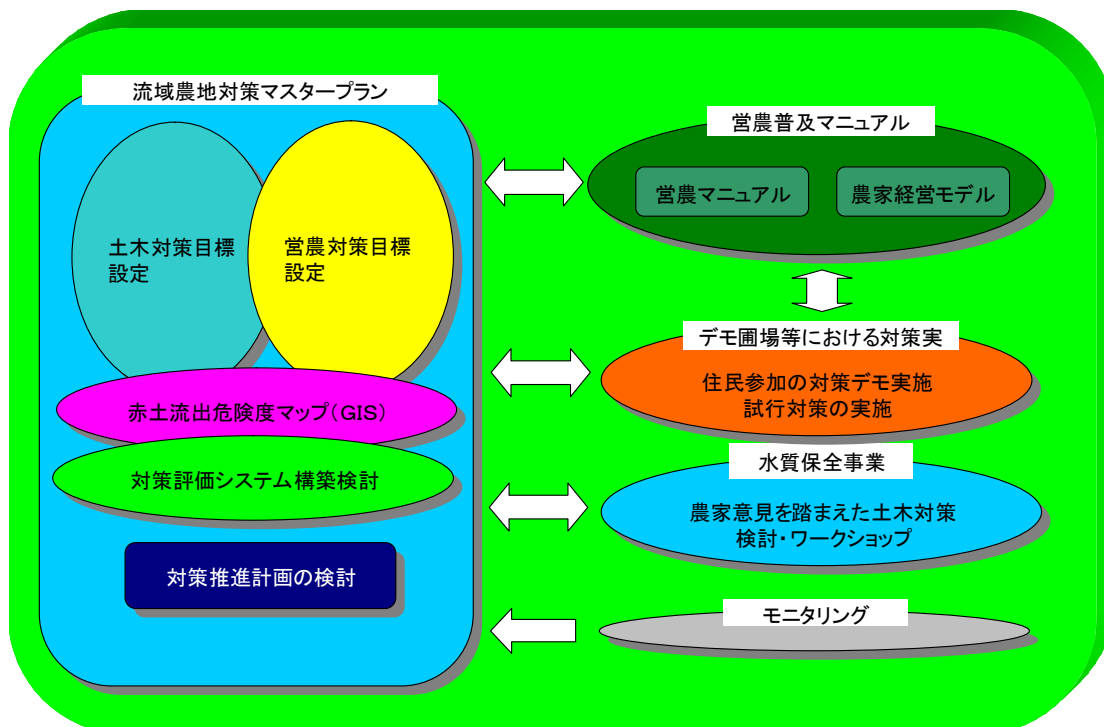


図4-6 農地対策マスタープラン

(2) モデル方針

モデル方針は、農地対策マスタープラン等の策定や、地域推進体制構築のための行動計画であり、ステージ及び分野毎に目標を設定しています。今後、他流域（地域）において、対策を推進するための参考となります（図4-7）。

流域環境保全農業確立モデル方針(アクションプログラム)の構成

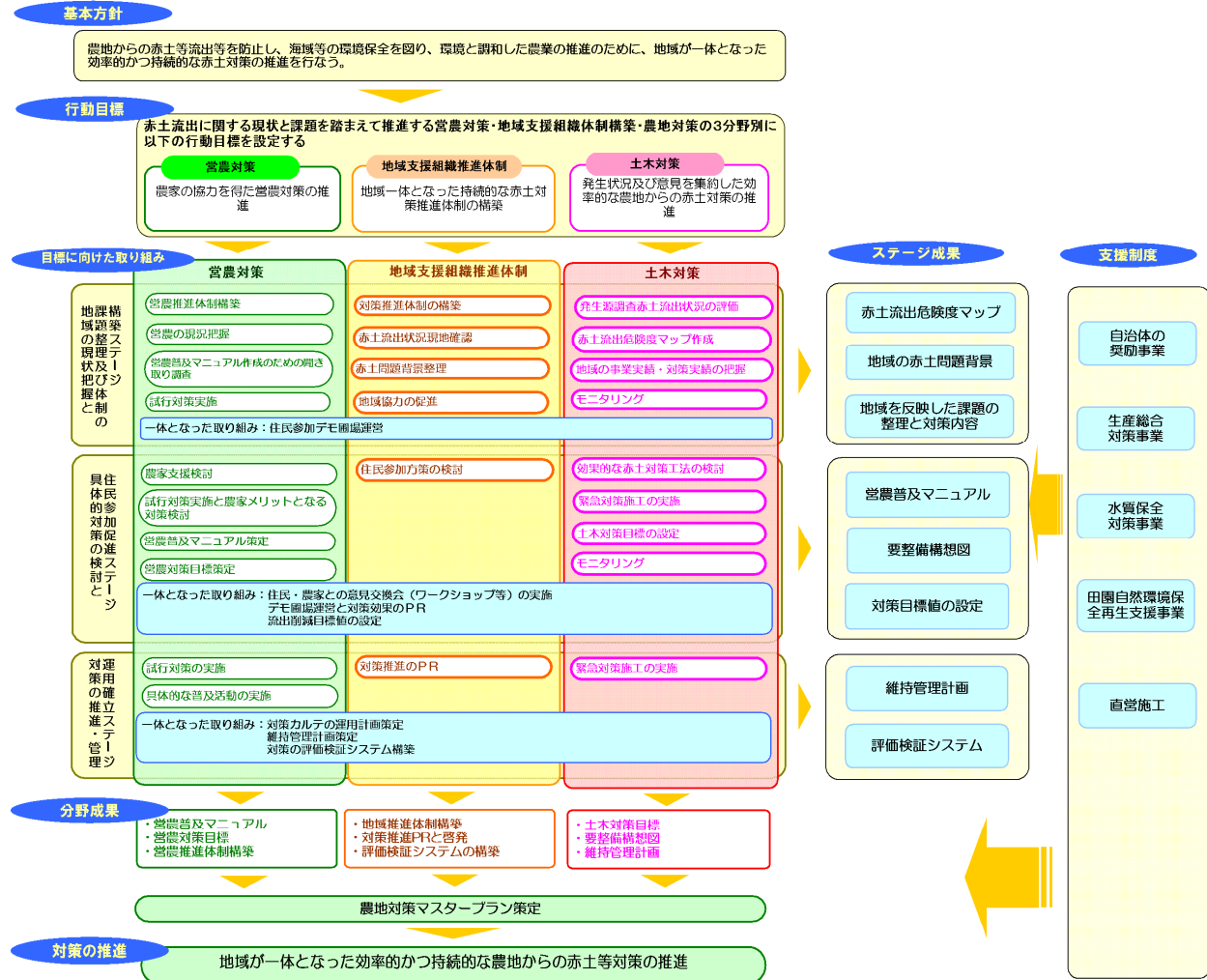


図 4-7 モデル方針（行動計画）

4 石垣島周辺海域環境保全対策協議会の取り組み

石垣市においては、赤土等の流出による周辺海域の環境汚染問題に対応するため、1999年9月に石垣市及び沖縄県八重山支庁の関係課や観光協会等の民間団体、自然保護団体等で構成する「石垣島周辺海域環境保全対策協議会」を設立して赤土流出防止対策の普及に取り組んできました。中でも、農地からの流出防止対策の普及・啓発活動を中心に活動をしています。

これまでの主な活動として以下の事業を実施しています。

- ①さとうきびの春植え株出栽培及び緑肥作物栽培による流出防止対策の普及を図るためのモデル展示圃の設置
- ②小中学生による赤土調査（SPSS 簡易測定法）活動（図 4-8）
- ③グリーンベルト用ゲットウ苗の無償配付

④小中校生等によるグリーンベルト設置作業

⑥流出防止対策普及リーフレット作成及び全戸配布

⑦赤土流出防止ポスター・標語の募集及び表彰

この他にも、市民の赤土流出防止への関心を深めるための様々な事業を実施しており、今後も引き続き、関係機関や団体等と協力して赤土流出防止対策の普及・啓発活動に取り組んでいく予定です。

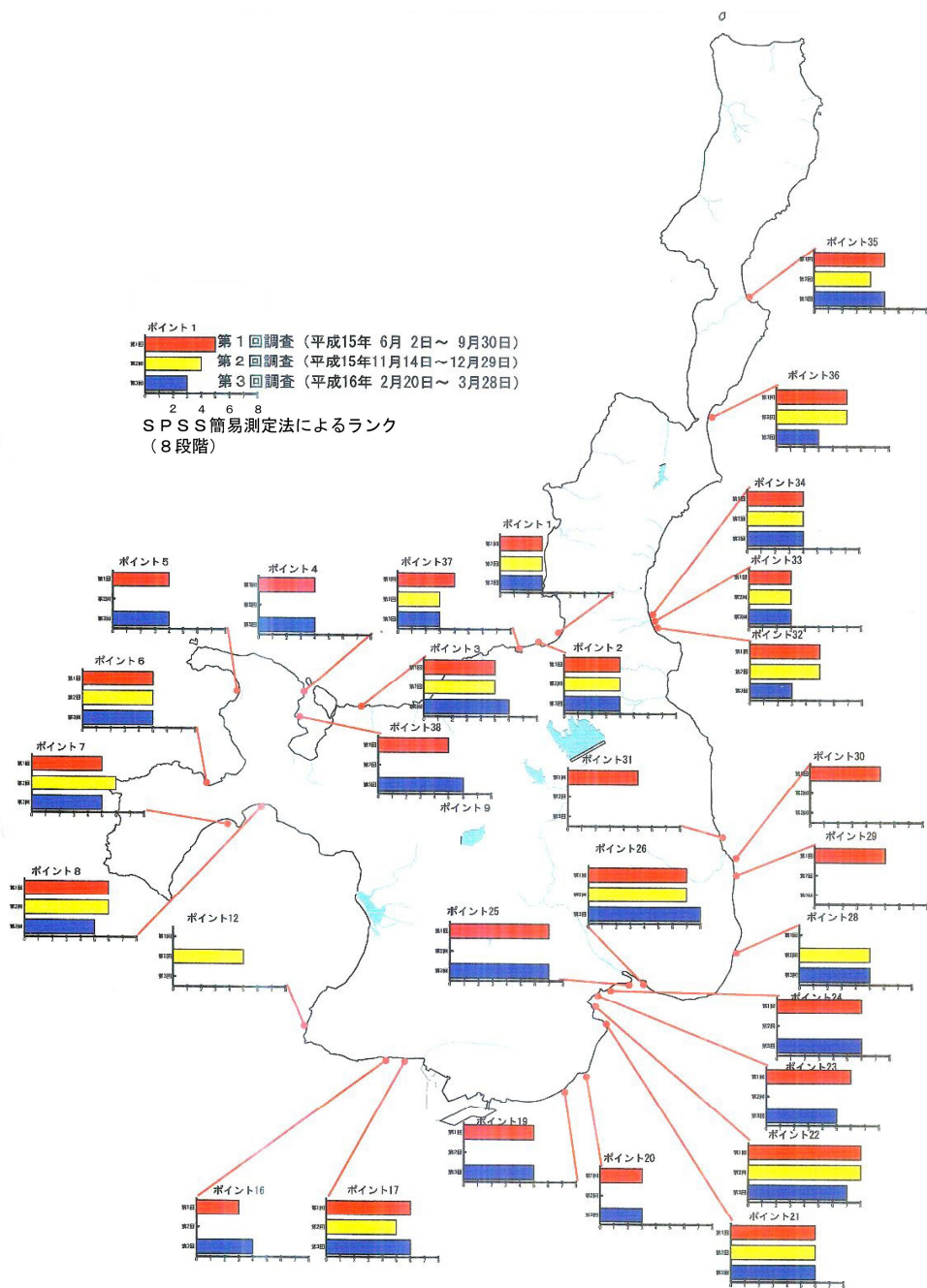


図4－8 小中学生による赤土調査（SPSS簡易測定法）の結果

【SPSS簡易測定法】とは底質中の懸濁物質含量を測る1985年に沖縄県衛生環境研究所で開発された簡易測定法で、ランク値が高いほど懸濁が激しいことを示す。

第2章 持続可能な利用

漁業及び観光による持続的な利用や、利用の基盤ともなる港湾整備のあり方について述べます。

第1節 持続可能な漁業利用

水産資源の持続的な供給を目指した管理や、漁場環境の修復等を継続していきます。

1 基本的な考え方

沖縄県内の漁場環境の保全に関する基本的な考え方は、2005年に沖縄県が策定した「第2次沖縄県農林水産業振興計画」（計画期間：2005年度～2007年度）の水産業に関する記述中に見ることができます。その部分を以下の通り抜粋してみました。

<第2次沖縄県農林水産業振興計画；抜 粋>

「第2章 農林水産業振興の方針」より

本県沿岸漁業を支えるサンゴ礁や藻場、干潟等は、生活排水や赤土等の流入による漁場汚染の進行及び埋め立てにより、大きな影響を受けており、持続可能な漁業を確保するためには、漁場環境の保全が重要な課題となっている。また、ジュゴン等の希少生物との共存等、生物多様性の保全に配慮した漁業振興も求められている。

このため、水産資源の再生産の場であるサンゴ礁や藻場、干潟、マングローブ林等の保全・再生に努めるとともに、生物多様性の保全に配慮した漁業の推進に努める。

「第3章 施策・事業の展開」より

赤土汚染及びオニヒトデの異常発生等によりサンゴ礁が減少し、漁場としての機能が損なわれつつある海域において、オニヒトデ除去、サンゴ移植等を行う。

2 八重山海域の水産資源管理

県内漁獲量の9割以上が八重山圏域で漁獲されるクチナギは、産卵期に特定の場所に集まることから、多種の漁法（主に潜水器、一本釣り、底延縄、カゴ）により集中的に漁獲される状況にあります。このため、1995～1997年度にかけて資源管理型漁業推進総合対策事業（国庫補助事業）を実施し、漁業者が主体的に協議を重ね、資源管理計画を策定しました。この結果、八重山周辺海域の4ヵ所において、1998（平成10）年～2002（平成14）年までの5カ年間、4月から5月の間、すべての漁法（遊漁者による釣りを含む）、すべての魚種について禁漁とする取り組みが行われました。禁漁期間中は禁漁区を示すブイを設置し、啓発用パンフレットの配布、地元新聞への掲載等による広報等、積極的に取り組みました。

県水産試験場が5年間の取り組みの検証を行ったところ、資源量は若干回復していたも

の、当初の見込みを下回っており、禁漁制限の規模が十分でないことが推察されたことから、新たな制限内容、規模について協議を行い、資源管理の取り組みを再開する必要があります。

定着性資源であるヒメジャコやシラヒゲウニの資源も減少していると考えられることから、コミュニティーベースの海洋保護区の設定を検討していく必要があります。

八重山地域の資源回復計画は、2005年度に計画を策定し、2006年度から計画を実施する予定です。計画内容はまだ具体的には決定していませんが、2005年度中に八重山漁業協同組合・石垣市・竹富町と協議して計画策定する見込みです。資源回復計画には、漁獲体長制限・保護区・禁漁期間の設定など漁獲制限と共に、加工・流通にも目を向けた魚価向上に対する取り組みも盛り込む予定です。

また本計画策定については、行政主導ではなく、漁協が主体的に計画策定に取り組んでいくということに留意しながら、進めていくこととしています。

3 漁場環境等の保全

1) 漁場環境の修復

生産力の低下している漁場の回復や水産資源の生息場の環境改善を図るための事業として、漁場環境保全創造事業（国庫補助事業）があり、堆積物の除去、底質改善（しゅん濩、作れい、耕うん、客土、覆土等）、着定基質（投石、コンクリートブロック等）の設置、等を行います。これらは通常土木的手法によりますが、八重山では1994（平成6）年度からサンゴ移植を「底質改善」として採択し、ダイバーによる手作業で行っています。近年の移植実績は、向こう30年間の漁場回復効果の発現範囲（移植1年分）を16.8haと想定して、年間2～4万片を2,000m²に移植しています。

このサンゴ修復事業（漁場環境保全創造事業）では、比較的成長が速く、石西礁湖内に普通に観られるミドリイシ類の移植によりサンゴ群集の修復を図っています。県知事の特別採捕許可に基づき健全な枝状ミドリイシ類の先端部分10～20cm程度を必要数折り取り、サンゴ類が消失した海域の底質に水中ボンドで固定する方法がとられていますが、この手法については、移植片のドナーとなるサンゴ群体及び折り取られた移植片へのストレスが高く、双方の衰弱、死滅を引き起こしかねないという日本サンゴ礁学会等からの指摘があります。石垣市の修復事業については、2005（平成17）年度で終了するため、事業計画に基づき折り取り法を継続しますが、サンゴの一斉放卵時などに採集した受精卵、幼生などを培養したサンゴ群体、人工基質に付着させた天然のサンゴ群体を移植片として用いる手法等が研究機関等により開発されつつあるため、今後、サンゴの修復事業を計画する際には、これら天然サンゴ群体にストレスを与えにくい手法を採択していくことが望ましいと考えられます。

2) 環境に配慮した漁港漁村の整備

漁港整備事業における環境配慮としては、例えば

- ・防波堤を建設する際、予定地にサンゴがある場合、サンゴの移植・移築を行う。
- ・防波堤、消波ブロック等の海中部分をサンゴ等が付着、成長しやすいような基質とする。
- ・防波堤建設による周辺への間接的な影響の緩和（防波堤の透過性向上）

等が取り入れられつつあります。（「平成 15 年沖縄における自然環境に配慮した漁港施設整備のあり方調査報告書」（内閣府沖縄総合事務局林務水産課、（財）漁港漁場漁村技術研究所）より）

また、漁村整備においては、漁村からの生活排水等を直接海に流すのを防ぐ事業として、漁業集落排水整備事業がありますが、石西礁湖の周囲にある石垣島ほかの島々での整備実績はなく、また各島の漁村が、同事業が対象とする、集落にしめる漁家の割合等、漁業集落の要件を満たさないため、現在のところ、今後の整備計画はありません。

第2節 持続可能な観光利用

自然環境の保全と利用の適正化を図ります。

1 エコツーリズムの推進と保全利用協定

近年、我が国の観光は、国民の観光に対するニーズが多様化する中で、従来の団体旅行型から個人旅行型へ変化しており、旅行形態もこれまでの主流である「見る」活動でなく、「参加・体験」が可能な活動に対する関心が高まっています。

また、環境問題に対する世界的関心の高まりを受けて、旅行を通して環境保護への理解を深めていこうという動きも大きくなっており、自然・文化環境にふれあい、これらに対する教育的要素なども含んだ活動であるエコツーリズムに対する関心も高まっています。

一方、沖縄県の自然環境は、地球温暖化に起因すると考えられるサンゴの白化現象やオニヒトデの大量発生、人為的影響による藻場や干潟の減少、海域汚染、貴重な野生生物の減少などの問題に直面し、また文化・歴史資源も、県内各地の都市化の進展に影響を受けつつあり、沖縄県の観光が今後持続的に発展するためには、自然環境および文化・歴史の適正な保護・保全と利用を図ることがより重要になっています。

こういった背景のもと、環境保全と利用を適正に図る仕組みとしてのエコツーリズムを積極的に推進していくこととなり、沖縄県におけるエコツーリズムの定義を定め、推進計画を策定し、保全利用協定の締結、ガイドラインの作成、認定制度の策定、推進体制の検討などの施策を実施しています。

保全利用協定は、「環境保全型自然体験活動（エコツーリズム）を行う場所の適正な保全と利用を行うために、地域住民、関係者からの意見を反映しつつ、事業者間で自主的に策

定・締結するルール」のことで、沖縄振興特別措置法に主要な施策として盛り込まれました。

これまで、やんばる地域、西表島、慶良間地域の各地域でその締結に向けての作業が進められ、西表島の仲間川において「仲間川地区保全利用協定」が締結されました。この協定は事業者間によるものですが、それを行う海や山、森、川、集落などの資源は地域との関わりの中で継承され、日々の暮らしの中に位置づけられています。その意味で、協定を作成する段階からそこに居住する地域住民、農林漁業関係者、行政機関などからの理解、協力を得る必要があります。環境保全型自然体験活動は地域とのつながりの中で生まれ、社会的な貢献を生み、それが継続的な活動に繋がっていくのです。

第3節 サンゴ礁と共生する港湾整備への取り組み

サンゴ礁と共生した港湾の整備・利用を目指します

1 概況

島嶼県沖縄の港湾は、県内で消費されるほとんどの物資が船舶で輸送され離島の生活を支えているなど、経済社会活動の生命線として欠くことのできない重要な役割を担っています。そのため、自立経済確立の促進や離島生活の安定を確保するための港湾整備についての要望は、依然として高い状況にあります。

内閣府沖縄総合事務局においては、本土復帰以来、これらの要望に応えるべく港湾整備を実施してきましたが、その際、亜熱帯の海洋環境に十分な配慮を行っています。その中で、1980年代末に、防波堤、岸壁、護岸等へのサンゴの自然着床が確認されました(図4-9 那覇港)。この事実を踏まえ、これ以降、約30年間にわたり、石垣港を含めた主要港において、サンゴ礁との共生に向けた技術開発に取り組んできました。その成果



図4-9 1989年に確認されたサンゴ

は、「サンゴ礁と共生する港湾整備マニュアル案(平成11年6月)」や「海の自然再生ハンドブック第4巻サンゴ礁編(平成15年11月)」として取りまとめています。

2 石垣港における取り組み

石西礁湖の東端に位置する石垣港は、八重山圏域の生活や経済社会を支える重要港湾であり、竹富町各離島等への高速旅客船が多数就航し、台湾からの大型クルーズ船も寄港するなど、まさに地域の生活や観光の足としての機能を担っています。そのため、これらの機能を安全かつ安定的に確保するため、石垣港湾事務所及び石垣市港湾課では、防波堤や岸壁の整備、泊地・航路の浚渫等を行ってきました。これらの中で、浚渫土砂処分に伴う埋立地や防波堤建設箇所にはサンゴが生息しているところがあり、この生息するサンゴを生かす方策として1994年度、1996年度、2001年度にサンゴの移植実験を行いました。

1994年度及び1996年度は新港地区の埋め立て予定地内及び防波堤(南)の周辺に生息するものを対象としサザンゲートブリッジ下付近に移植し、2001年度は防波堤(沖西)の西側に生息するものを対象とし防波堤(沖南)の南東端に移植しました(図4-10)。

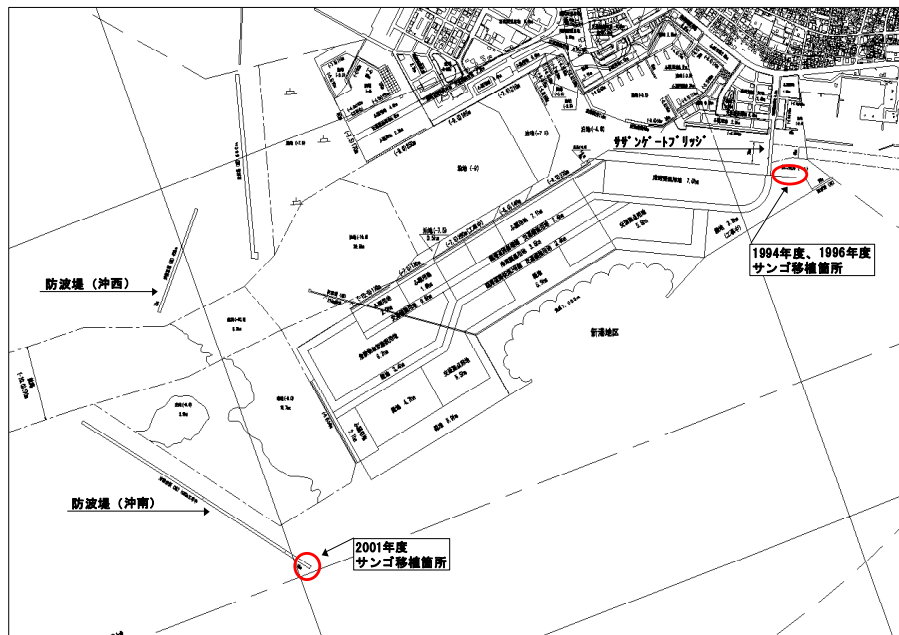


図4-10 石垣新港地区

1) サンゴ移植調査の成果

コンクリート及び自然石の基盤を用いてサンゴ移植試験を行った結果は、次のとおりです。

①1994年7月、サザンゲートブリッジ下に移植したサンゴ(自然石基盤)

潮流が速いため、スギノキミドリイシの順調な生育が見られ、移植後109ヶ月には基盤の大きさ(約2m)まで成長した(図4-11)。



移植直後（平成 6 年 9 月） 移植後 43 ヶ月（平成 10 年 2 月） 移植後 109 ヶ月（平成 15 年 8 月）

図 4-11 自然石基盤への移植状況（上部：コエダミドリイシ、下部：スギノキミドリイシ）

②1994 年 7 月、サザンゲートブリッジ下に移植したサンゴ(コンクリート基盤)

クシハダミドリイシは順調な生育をみせ、移植後 109 ヶ月には基盤(1.3m×1.3m、0.3m 高、設置水深 0.5～1.5m)以上の大きさ(約 2m)まで成長した(図 4-12)。



移植直後（平成 6 年 9 月） 移植後 43 ヶ月（平成 10 年 2 月） 移植後 109 ヶ月（平成 15 年 8 月）

図 4-12 コンクリート基盤への移植状況（上部：ハナガサミドリイシ、下部：クシハダミドリイシ）

③移植サンゴの成長量

枝状ミドリイシ類では、移植後 1 年は成長量が小さく、急激に成長したのは 5 年後であったため、移植後 5 年間の状況を確認することで移植の成否が判明すると考えられる。

④移植サンゴの生存率の変化

生存率を〔生存枝数/移植枝数〕とすると、殆どの種で 60%以上の生存率で推移したが、トゲサンゴは 1995 年夏季(13 ヶ月経過)の高水温にさらされ、ユビエダハマサンゴ、スギノキミドリイシは 1998 年夏季(49 ヶ月経過)の高水温となり白化により衰退したと考えられる。そのため、移植に際しては、浅所を避け、日陰になる場所を選定する必要がある。また、高水温に対する耐性の高い種はコエダミドリイシであることが明らかとなったため、この種を移植することにより、白化による死滅を減少することが可能となる。なお、ハナガサミドリイシは移植ストレスにより移植直後に生存率が 13%まで衰退したので、移植時に慎重な取扱いを要する。

⑤サンゴの種類別移植適性

サンゴを移植することによって、次のような機能が期待できます。

1. 魚類等他の動物へのすみかの提供を通じて生物多様性を高める。
2. 景観の回復を通じてダイビング等自然に親しむ場として活用する。
3. 幼生の供給源として機能することにより海域のサンゴ礁再生に貢献する。

また、移植調査の結果からサンゴ移植の条件及び移植に適するサンゴについては次の通りです。

サンゴの移植種としての適性を判断する要素は、成長性が高く、高温にも耐え、鑑賞性も高いことです。コエダミドリイシ、スギノキミドリイシはこの3つの条件を備えており移植種としての適性が高い。塊状のキクメイシ類は成長性が低いものの高温に耐えるため移植種として適性があり、ハナヤサイサンゴは鑑賞性が高い点から適性があると言えます。

2) 今後の方向性

サンゴ礁が発達している石西礁湖の東端に位置する石垣港では、海域環境やサンゴ礁の保全が大きな課題の一つです。一方、狭隘な離島ターミナルの再編や大型クルーズ船に対応したターミナル整備等、地元の強い要望に応えるための港湾整備が必要とされています。このため、事業の実施にあたっては、環境に配慮し、浚渫工事等において汚濁防止膜の布設等による濁り拡散の防止に留意します。また、今後予定される整備箇所にサンゴが生息する場合は、これまでの移植実験の成果を踏まえた移植や新たな知見を活用する他、港湾内の環境保全に資することができるよう可能な範囲で自然の再生・創造を検討していくこととします。

3 その他の取り組み

内閣府沖縄総合事務局では、2. の石垣港での取り組みの他、那覇港や平良港において、以下の取り組みを行ってきています。これらは、今後石垣港においても、状況が合えば、適用が可能な技術です。

1) 人工構造物へのサンゴ着生促進（エコブロックの開発）

人工構造物へのサンゴの着生を促進させるため、ブロック表面に様々な凹凸加工を行いました。その結果、数 cm 規模の凹凸加工がサンゴ着生の促進に一番効果的であることが分かってきました。このような凹凸加工を施したブロックをエコブロックと称しています。図 4-13 は那覇港において、図 4-14 は平良港において使用された例です。



図 4-13 那覇港のエコブロックと
着生状況



図 4-14 平良港のエコブロックと
着生状況

2) サンゴの成長に適した環境条件の形成

防波堤のケーソンの隙間（目地）の近辺においてサンゴの生育状況が良いことが明らかになりました。これは、目地を通して海水交換が行われ、その水流がサンゴ群集の成長を促進したものと考えられます（図 4-15 那覇港）。さらに、この事実を踏まえ、製作時に通水部を設ける通水型ケーソンを開発しました。図 4-16 は平良港に設置されたものですが、通水部に魚が寄り集まるなどの現象が確認されており、サンゴ群集の成長にも効果を発揮しているものと推測しています。

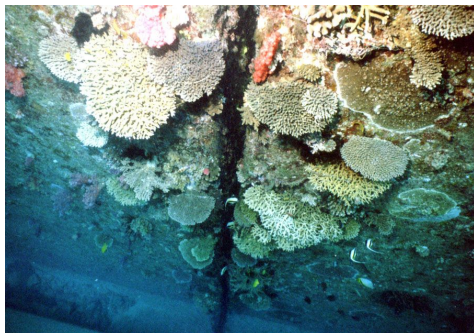


図 4-15 ケーソン目地部における
サンゴ群集の成育状況



図 4-16 通水部に寄り集まるツバメウオ

内閣府沖縄総合事務局としては、今後、港内の天然礁及び人工構造物に着生したサンゴの健康診断を実施して行く予定であり、その成果を持って、さらなる技術開発を進め、サンゴ礁と共生した港湾の整備・利用を目指していきます。