

石西礁湖自然再生事業環境省事業実施計画（変更）

2020年3月

環境省沖縄奄美自然環境事務所

<目次>

1. 実施者の名称及び実施者の属する協議会	1
1.1. 実施者の名称	1
1.2. 実施者の属する協議会	1
2. 自然再生事業の対象となる区域	1
2.1. 対象区域	1
(1) 自然再生の対象となる区域	1
(2) 自然再生に関連する活動を行う区域	2
2.2. 対象区域の現況及び周辺環境との関係	2
(1) 石西礁湖及びその周辺の自然環境の概要	2
(2) 石西礁湖及びその周辺の社会環境の概要	3
(3) 対象区域の自然環境の課題	7
3. 自然再生の目的	14
4. 事業実施計画	17
4.1. モニタリング調査	17
(1) 基本的な考え方	17
(2) 目標	17
(3) 実施内容	17
4.2. サング群集修復事業	20
(1) 基本的な考え方	20
(2) 目標	20
(3) 実施内容	20
4.3. オニヒトゲ駆除事業	22
(1) 基本的な考え方	22
(2) 目標	22
(3) 実施内容	22
4.4. 陸域負荷対策との連携	24
(1) 基本的な考え方	24
(2) 目標	24
(3) 実施内容	24
4.5. 持続的な利用に関する対策	24
(1) 基本的な考え方	24
(2) 目標	24
(3) 実施内容	24

4.6. 意識の向上・広報啓発.....	25
(1) 基本的な考え方.....	25
(2) 目標.....	25
(3) 実施内容.....	25
5. その他自然再生事業の実施に必要な事項.....	27
5.1. ウェブサイトやマスコミを通じた情報発信.....	27
5.2. 国内外の情報収集及び情報ネットワークの構築.....	27
5.3. 石西礁湖内での連携.....	27
6. 各事業計画の実施スケジュール.....	27
7. 事業の評価.....	27

1. 実施者の名称及び実施者の属する協議会

1. 1. 実施者の名称

環境省九州地方環境事務所沖縄奄美自然環境事務所

1. 2. 実施者の属する協議会

石西礁湖自然再生協議会

2. 自然再生事業の対象となる区域

2. 1. 対象区域

石垣島と西表島の間広がるサンゴ礁海域は、石西礁湖（せきせいしょうこ）と呼ばれ、日本で最大規模のサンゴ礁域となっている。石西礁湖は、1972年に西表国立公園（現西表石垣国立公園）に指定された。1977年には4地区の海中公園地区（現海域公園地区）が指定され、2016年には海域公園地区として7地区を指定し拡張されている（図1）。石西礁湖は、すぐ北側を流れる黒潮の影響を受け、サンゴ礁生物の種多様性が国内で最も豊かな海域となっている。

石西礁湖自然再生を進めていく際には、石垣島や西表島周辺に発達しているサンゴ礁、干潟、マングローブ林などの関連する生態系を対象として必要な取組を進めていくとともに、陸域での取組とも連携することが必要である。このことから、本実施計画における対象区域は、石西礁湖自然再生全体構想における対象区域と同様、①重要な区域（石西礁湖）と、②関連する区域（石垣島、西表島周辺海域）の両区域を合わせて、「自然再生の対象となる区域」とする（図1）。

また、石垣島や西表島、石西礁湖内の島々の陸域についても、「自然再生に関連する活動を行う区域」とし、総合的な取組を進めていくこととする。

(1) 自然再生の対象となる区域

①重要な区域＜石西礁湖＞

西表石垣国立公園の公園区域を参考に、東西約30km、南北20kmで囲まれる礁湖内の海域（加屋真島、新城島、西表島東岸及び石垣島南東のサクラグチを含む海域）とする。

②関連する区域＜石垣島、西表島周辺海域（「重要な区域」と重複しない）＞

石垣島及び西表島周辺海域のうち、概ね50mの等深線に囲まれる範囲を基本とし、西表島や石垣島の周辺に発達した湾や裾礁などを含むように設定する。

(2) 自然再生に関連する活動を行う区域

上記①及び②に囲まれる範囲の陸域とする。

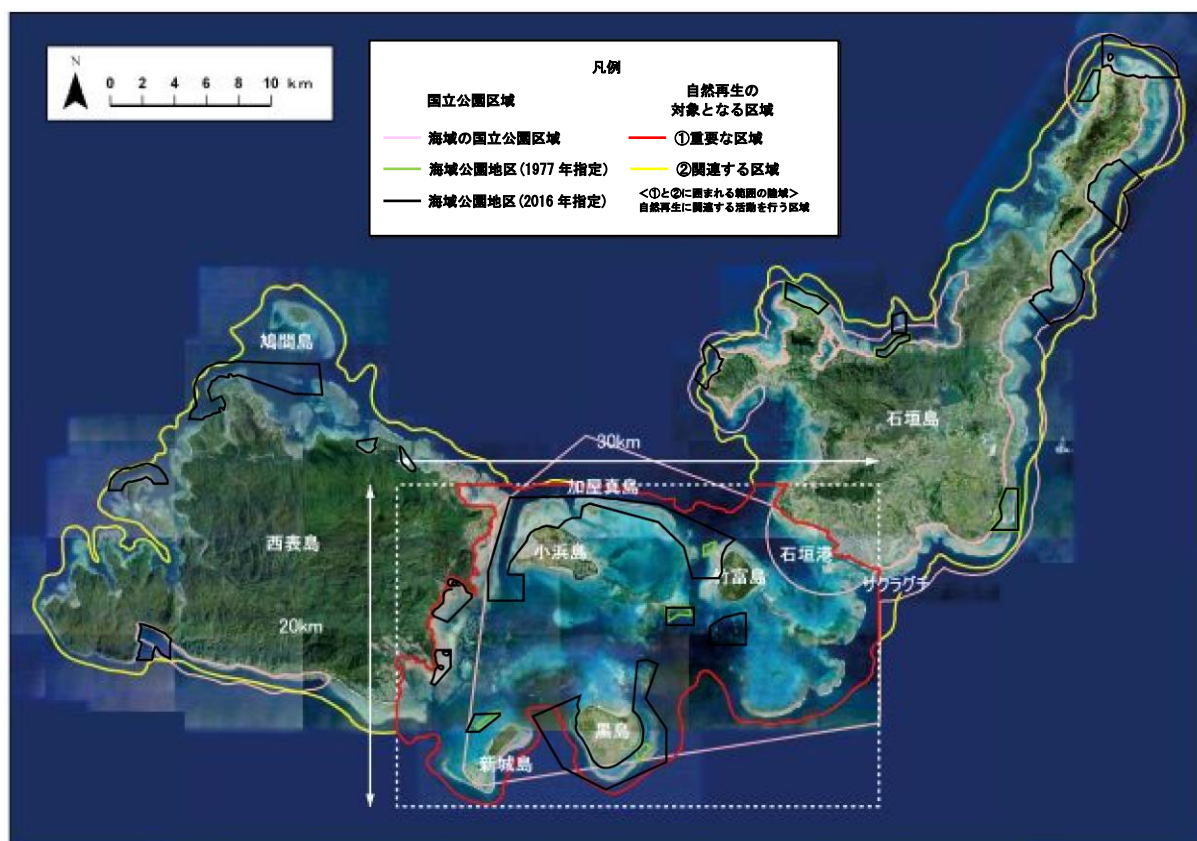


図1 西表石垣国立公園の海域区域及び自然再生の対象となる区域

2.2. 対象区域の現況及び周辺環境との関係

(1) 石西礁湖及びその周辺の自然環境の概要

石西礁湖はフィリピン海域に近く、そのすぐ北側を流れる黒潮の影響を受け、サンゴ礁生物の種多様性が国内で最も豊かな海域となっている。石西礁湖を含め八重山諸島海域では、363種のサンゴが確認されており、フィリピン海域(414種)や世界最大のサンゴ礁であるグレートバリアリーフ(330種)と並ぶ非常に豊かなサンゴ礁海域であり、世界的にも多様な種が分布する亜熱帯域の北限のサンゴ礁海域として極めて貴重であると言える。水深は、10~20mと比較的深く、堡礁型に近いサンゴ礁が発達している。

陸域から連続して遠浅の砂地が広がるような場所では、海草藻場が発達している。これらの海草藻場は、貝類や甲殻類、魚類等をはじめとする様々な生物が生息している。

石垣島や西表島などの島嶼周辺には、岩礁、砂浜、干潟、藻場といった多様な海

岸線が存在し、また、河川が流入している場所では河口域にマングローブ林が発達している場合が多く、それぞれ特徴ある生態系が見られる。

(2) 石西礁湖及びその周辺の社会環境の概要

石西礁湖では、古くから豊かなサンゴ礁海域を利用し、漁業や遊漁、ダイビング、カヤック、シュノーケリング、水中観光船等多様かつ高度に利用されてきている。生活や観光のため、島間を結ぶフェリーも頻繁に行き来しており、石西礁湖は地域の経済や生活にも深く関わっている。

①人口と産業

石西礁湖内及び周辺の陸域は、石垣島が石垣市に、それ以外は竹富町に属している。石垣市の人口は、1970年から75年にかけて減少したが、その後、緩やかに増加し、2015年10月現在、47,564人となっている。また、竹富町（波照間島を含む。統計資料において以下同じ。）の人口は、2005年をピークに減少し、2015年には僅かに増加し2015年10月現在で3,998人となっている（図2）。

産業別就業者数（石垣市及び竹富町の合計値）では、就業者数の総数に大きな変化はないが、構成割合は大きく変化している。1970年には第一次産業の占める割合が39.1%で最も高かったのに対して、2015年には10.3%まで減少している。第一次産業就業者数が減少する一方、第三次産業就業者数は増加し、2015年には第三次産業の占める割合が76.1%で最も高くなっている（図3）。

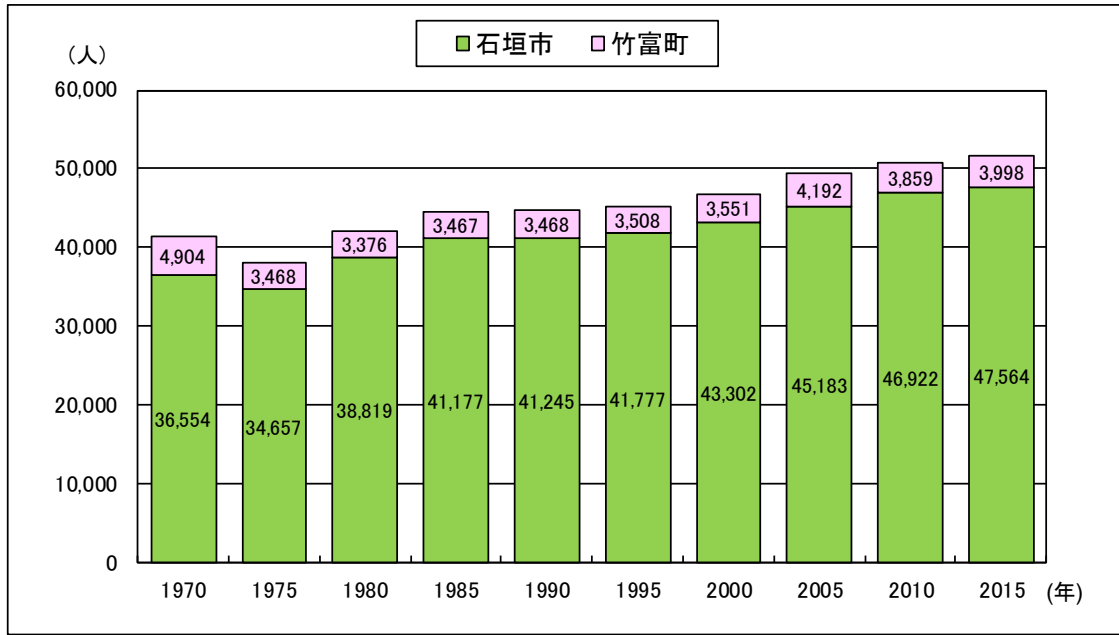


図 2 石垣市及び竹富町の人口

(沖縄県統計協会、1972～2007年 「第15～60回沖縄県統計年鑑」より作図)

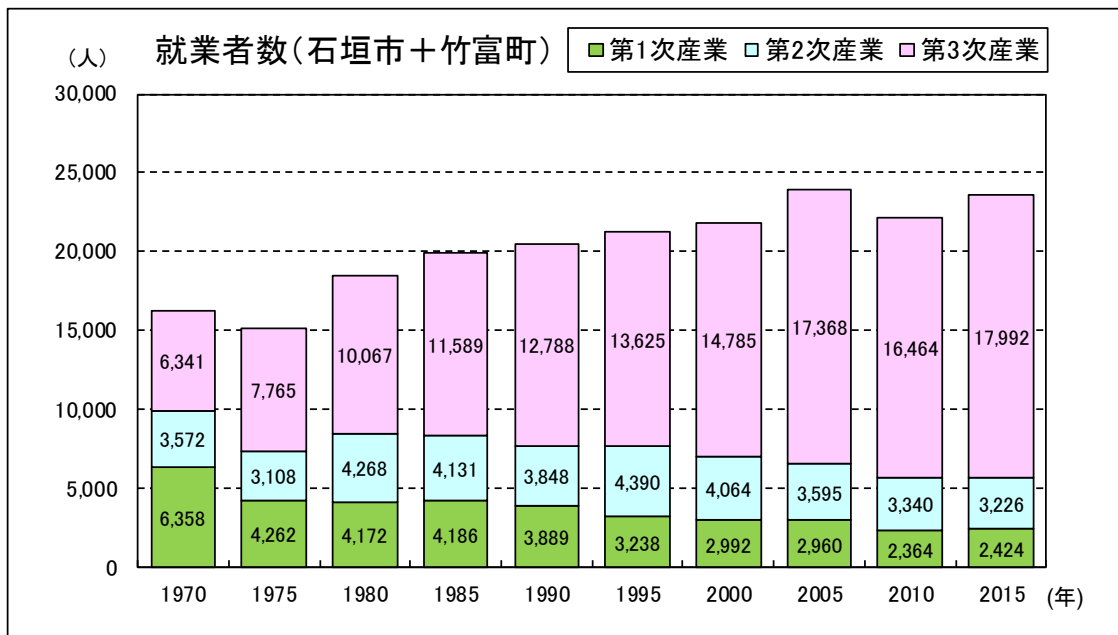


図 3 石垣市及び竹富町の産業別就業者数

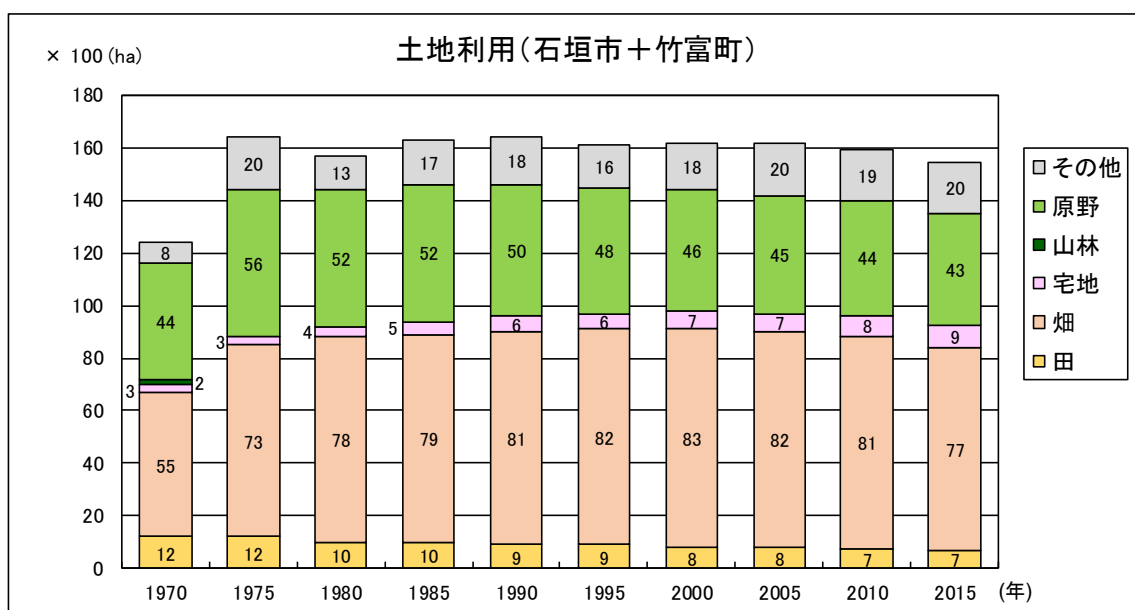
(沖縄県統計協会、1972～2007年 「第15～60回沖縄県統計年鑑」より作図)

②土地利用

石垣市の面積は、22,934ha、竹富町の面積は33,439haで、合計56,373haとなっている。土地所有別の面積割合は石垣市では公有地が約56%、民有地が約44%で、竹富町では公有地が約84%、民有地が約16%となっている。

石垣市では森林が38.9%、耕地が23.3%、その他37.8%、竹富町では森林が79.9%、耕地6.2%、その他14.0%となっている（沖縄県、「沖縄の森林・林業 平成29年版」）。

民有地における地目別の土地利用面積（石垣市と竹富町の合計値）では、宅地や畑が1980年まで増加し、その後は横ばいとなっている。一方、田の面積は減少し2015年には4%となっている（図4）。



年	総数	田	畑	宅地	山林	原野	その他
1970	12,406	1,174	5,450	312	232	4,410	828
1975	16,409	1,237	7,319	271	—	5,571	2,012
1980	15,834	1,049	7,839	408	—	5,227	1,312
1985	16,237	966	7,883	500	—	5,182	1,705
1990	16,372	947	8,058	551	—	5,011	1,805
1995	16,187	895	8,228	649	—	4,775	1,639
2000	16,306	836	8,293	691	13	4,623	1,850
2005	16,143	759	8,219	733	20	4,459	1,953
2010	15,937	742	8,104	778	27	4,380	1,905
2015	15,484	690	7,694	851	25	4,252	1,972

図4 石垣市及び竹富町の民有地における土地利用の状況

(沖縄県統計協会、1972～2007年 「第15～60回沖縄県統計年鑑」より作図)

③観光利用

2013年3月の新石垣空港開港以降、八重山諸島の玄関口である石垣島と国内外の各地を結ぶ直行便の増設・各航路における便数の増加や、格安航空会社の新規参入等があったほか、海路でも大型クルーズ船等の寄港回数の増加により、八重山諸島を訪れる観光客数は著しい増加傾向を示している。八重山地域の年間入域者数は、2014年に初めて100万人を超えて112万人を記録し、その後も増加傾向で推移し、2019年には過去最高の約148万人を記録した。（図5）

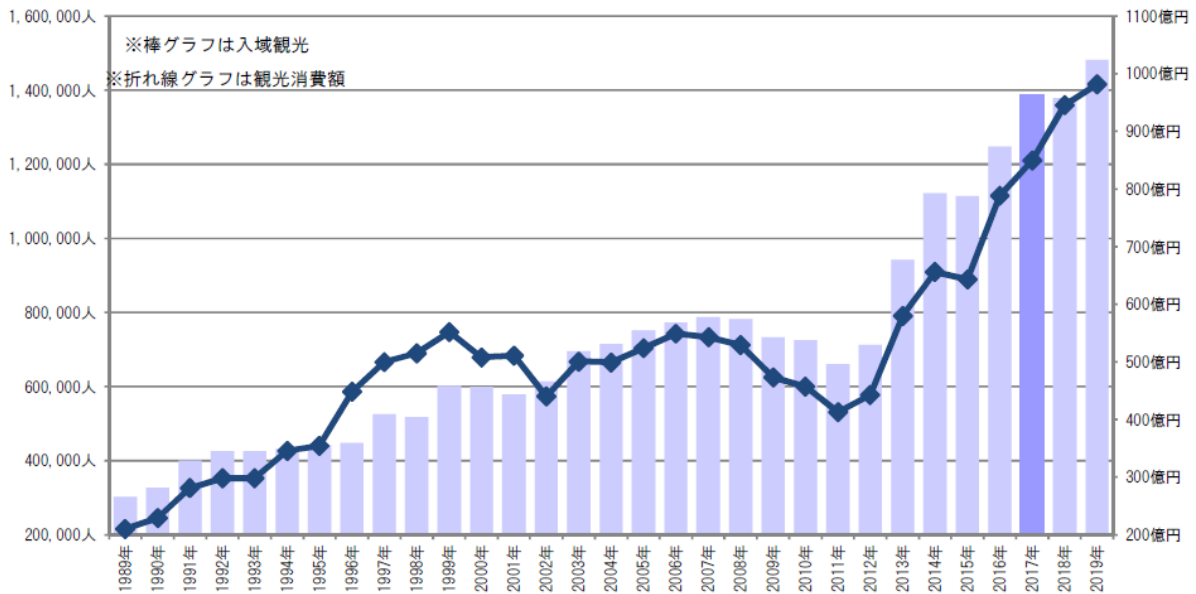


図5 八重山入域観光客数統計概況（沖縄県八重山事務所発表）

(3) 対象区域の自然環境の課題

石西礁湖のサンゴ礁生態系は、1980年以降、大幅にサンゴ被度が低下しており、一部回復傾向が見られるものの、白化現象やオニヒトデによる捕食等の脅威にさらされている。2007年や2016年の夏季に発生した大規模な白化現象によりサンゴ礁生態系は大きく影響を受けており、継続して実施しているサンゴ群集モニタリング調査におけるコドラート調査から、サンゴの被度が低下していることが確認されている。(図6)

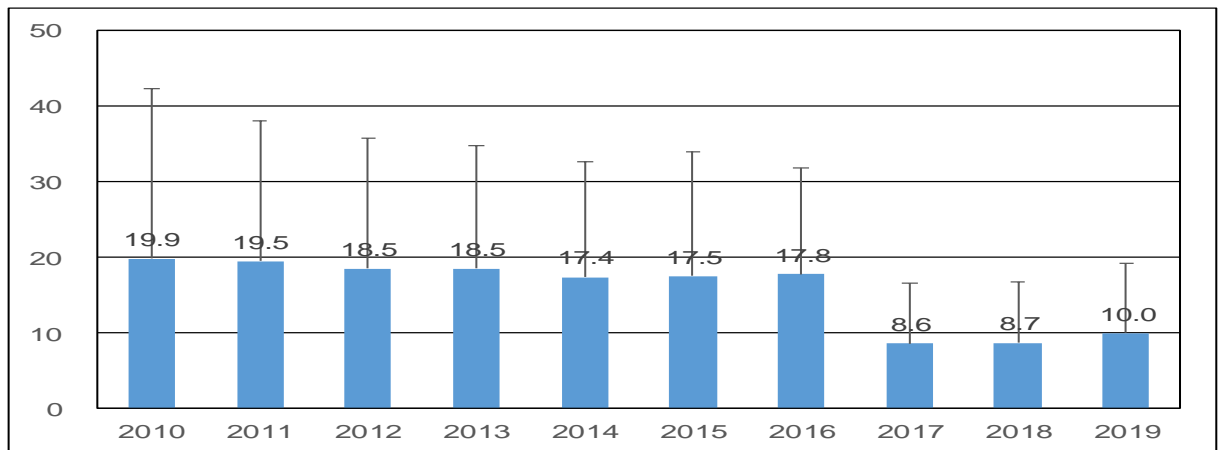


図6 コドラート調査による平均サンゴ被度 (調査定点の31地点)

特に、2016年の白化現象により、サンゴ幼生定着量や稚サンゴ加入量が大きく減少していることから、サンゴ礁生態系のレジリエンス(回復力)が非常に弱まっていると考えられ、これらのサンゴ幼生の供給量と、着底・変態に続く初期生残率を高めていくことが、サンゴ礁生態系の自然再生を進めていく上で重要と考えられる。(図7及び図8)

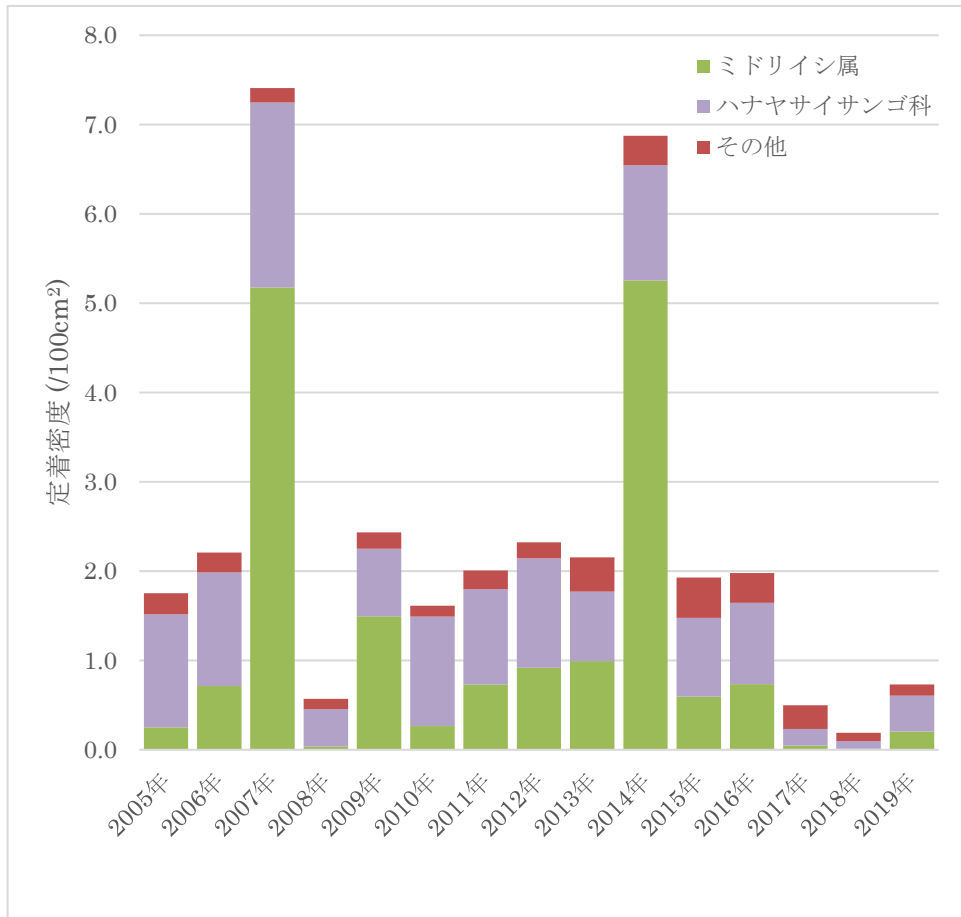


図7 サンゴ幼生定着密度の経年変化

ミドリイシ属 1齢 (S1-S31)

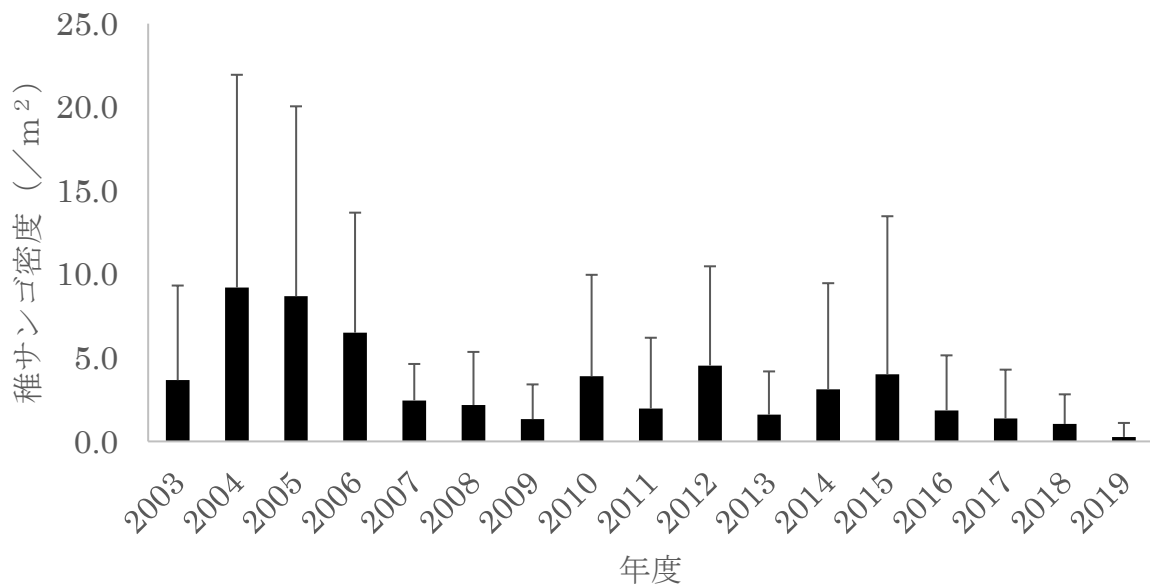


図8 ミドリイシ属1年生稚サンゴ加入密度の経年変化

また、現地調査や航空写真の解析から石西礁湖のサンゴ分布状況を調べた結果によると、2017年におけるサンゴ被度が50%以上の高被度域は極めて限られた地域で1.4%となっている（図9）。1991年の調査結果では、高被度域は14.6%とされており、まとまって分布していた小浜島北部から加屋真島周辺、小浜島と竹富島間のサンゴ群集が著しく消滅していることが確認されている。

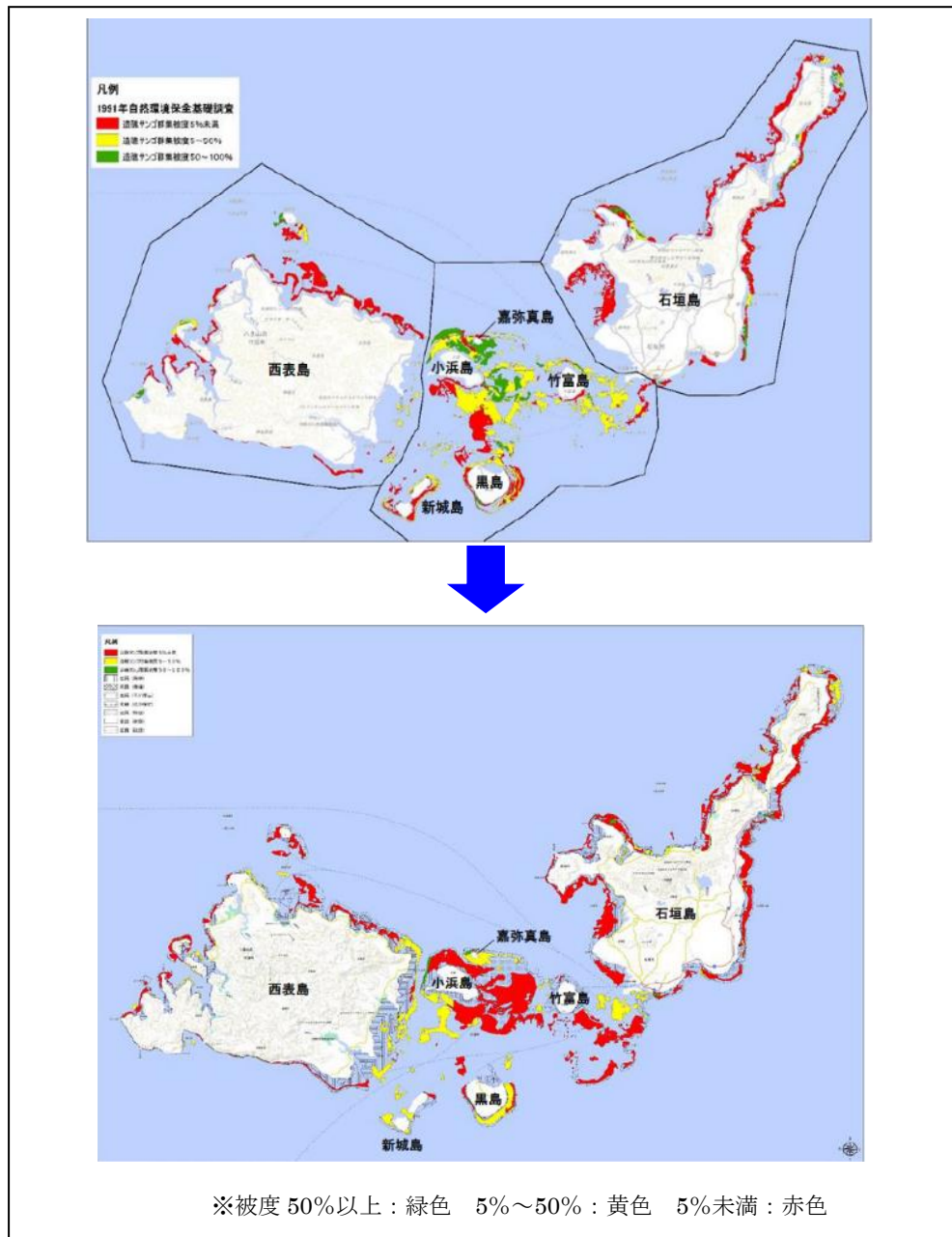


図9 サンゴ礁分布図

(上：1991年、下：2017年)

このようなサンゴ礁生態系の衰退を引き起こす攪乱要因として、以下が考えられている。

①降雨により農地などから流出した赤土の海中での堆積

透明度の低下など、海域環境の劣化をもたらし、沿岸海域のサンゴ礁を衰退させる大きな要因の一つとして陸域からの赤土等表土の流出があげられる。一般に「赤土」と呼ばれる国頭マージ土壌が海域を汚濁する主要原因と考えられており、石垣島、西表島、小浜島はほとんどがこの土壌で占められている。国頭マージ土壌は、自然条件下で植物の被覆がある場合、土壌侵食はほとんど発生しないが、自然災害や、造成工事などの人為的行為により植物の被覆が取り除かれ、むき出しの地表面となり、それが強雨にさらされた場合に激しい侵食を生じる。また、サトウキビ、パイナップル、果樹類の栽培土壌として適しているため広く農地として利用されており、収穫後等にむき出しになった農地からの赤土等の流出も問題となっている。

降雨により畑などから河川に流出した赤土等は、海に流れ出し、沿岸域の海水を汚濁させる。この汚濁の原因となる赤土等の粒子は、サンゴの上に堆積し、共生している褐虫藻の光合成を阻害する。また、堆積した赤土等をサンゴが排除しようとする際にエネルギーを消耗することも、サンゴの衰弱または死亡の原因になっていると考えられている。赤土の堆積の程度が大きい場合には、サンゴの呼吸を妨げることも考えられる。さらに、このような海域では、サンゴ幼生の定着が妨げられたり、稚サンゴの成長が阻害されたりすることが知られている。

②生活排水、畜舎排水の流入による水質の悪化

全国の污水処理人口普及率は、平成 31 年 3 月末で 91.4%であるが、石垣市で 60.8%、竹富町で 51.9%と全国的にも低い状況にある。

平成 29 年 3 月末の下水道接続状況は竹富町では計画面積整備率は 100%に達しているが、石垣市では 34.1%と低い状況である。

また、八重山諸島は畜産が盛んであることから、畜舎排水の影響による過剰な栄養塩の流入が懸念されている。石垣市バイオマス活用推進計画（平成 27 年 1 月）によれば、石垣市の家畜排泄物賦存量は全体で 262,936 t / 年と推計されており、中小農家では発酵未熟な排泄物をそのまま農地還元しているケースも散見されている。

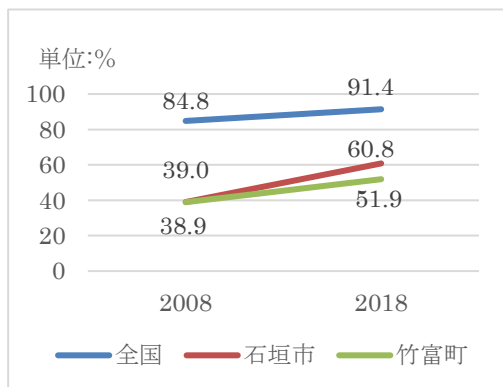


図 10 污水処理人口普及率
(沖縄污水再生ちゅら水プラン
環境省報道発表資料より作図)

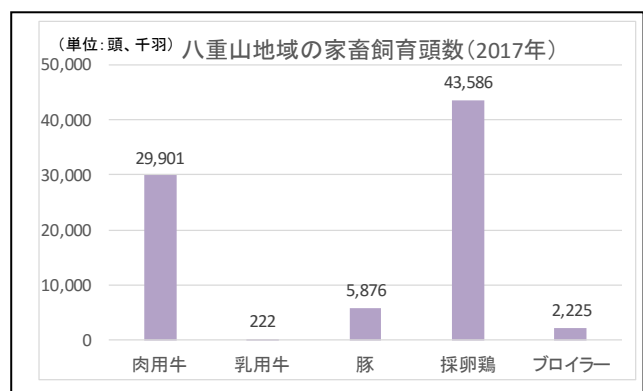


図 11 八重山地域の家畜飼育頭数
(沖縄県、平成 30 年「おきなわの畜産」より作図)

同様に牧場や農地で使用された農薬の海域への流出は、サンゴ群集や藻場への影響が懸念されているが、具体的なデータは少なく、今後のデータの蓄積が待たれる。

最近では、サンゴ礁沿岸域の化学物質汚染のリスクとして、除草剤、殺虫剤、防汚剤等の汚染に関する研究が行われている。稚サンゴを用いた実験では、これらの化学物質の暴露条件下で、非共生状態での共生藻の取り込み量の減少、共生状態での触手中の共生藻量の減少に加えて、軟組織の骨格からの離脱や死亡などの異常が観察されたとしている。

③海水温の上昇等

高水温の影響から褐虫藻がサンゴから外に逃げ出すことでサンゴの骨格の白色が見えるようになると考えられてきた白化現象（写真1、写真2）であるが、近年の研究によれば、体外に出る褐虫藻は少なく（サンゴ体内の褐虫藻類全体の0.1%以下）、サンゴの体内で消化・吸収などによって全体の褐虫藻の60~70%が減少し、色素を失っていることが報告されている。また、サンゴの体内に残って通常の水温条件に戻るまで耐えた褐虫藻はその後、細胞分裂をくりかえし、白化から回復することなども明らかになってきており、白化現象のメカニズムに関する研究が進められている。

八重山諸島海域で初めて白化現象が確認されたのは1983年の夏で、広範囲にわたって白化によって死滅したサンゴ群集が確認された。特に黒島周辺では80~90%のイシサンゴ類が死滅したと報告され、その原因は海水温の上昇と考えられている。1998年夏には、世界各地でサンゴ群集の白化現象が起り、琉球列島全域が大きな被害を受け、石西礁湖でも白化現象により広範囲にわたってサンゴ群集が死滅した。1997年に26.8~28.7℃だった8月の日平均海水温の変動幅が、1998年には29.4~30.9℃に上昇していたことが原因となったと考えられ、さらに2016年には1998年を上回る高海水温の日数が記録されている（図12）。

このように、石西礁湖では、1998年以後、2001年、2003年、2007年、2016年に広域的な白化現象が繰り返し起こっており（図12）、サンゴ群集に対する大きな脅威となっている。



写真1 サンゴ白化前（2016年7月）



写真2 サンゴ白化後（2016年9月）

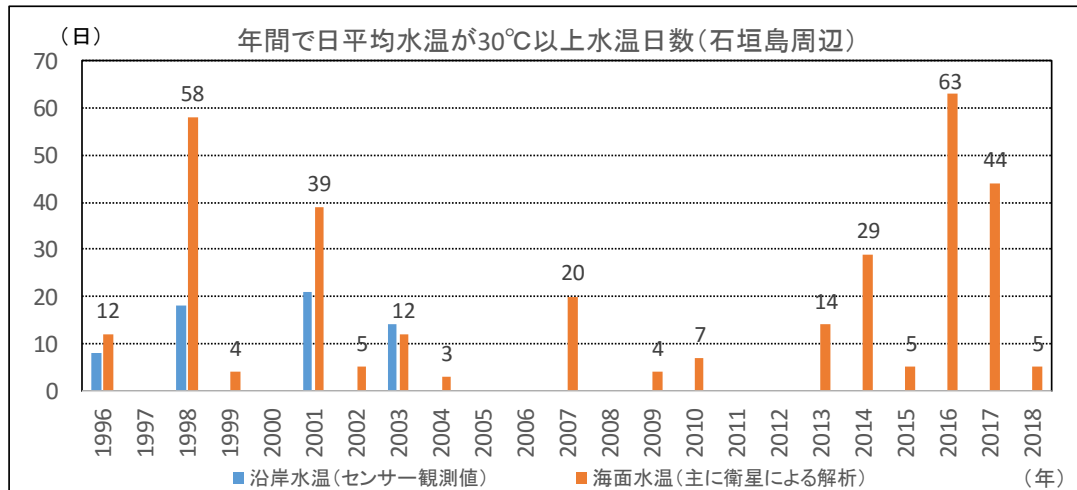


図 12 年間の日平均水温が 30℃を上回る日数
(沖縄気象台提供データより作図)

④オニヒトデ及び巻貝類による食害

サンゴを食べる生物のうち、特にオニヒトデにより石西礁湖のサンゴ群集は、甚大な被害が発生している。オニヒトデは 15 本程度の腕を持ち、時には直径 80cm にも成長する大型のヒトデで、生後半年ほどの直径約 1cm に育った時期からサンゴに食害を与えるようになる。雌 1 匹の産卵数は、1 シーズンで数千万粒になり、卵の生き残り率が少し増えただけでも大発生につながる可能性がある。

オニヒトデの駆除数の推移を見ると、1980 年代初頭に爆発的発生があったことが窺える。この大発生により、石西礁湖では小浜島北部と西表島古見沖を除いてサンゴがほぼ死滅したと報告されている。

1986 年以降、オニヒトデ大発生は終息に向かい、大規模な駆除事業は行われなくなったが、2001 年の広域モニタリング調査で、前年までほとんど見られなかったオニヒトデが目立ち始め、2003 年には明らかな増加傾向が確認され、一部の海域では大発生が確認された。

広域モニタリング調査を引き継いだ形で 2004 年から実施しているモニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査の、石垣島周辺海域における近年のオニヒトデの総観察個体数の推移をみると、2011 年にピークを迎え、2012 年より減少している。2015 年、2016 年と個体の確認はされていないため、石垣島周辺の大発生のピークは過ぎたと考えられる。

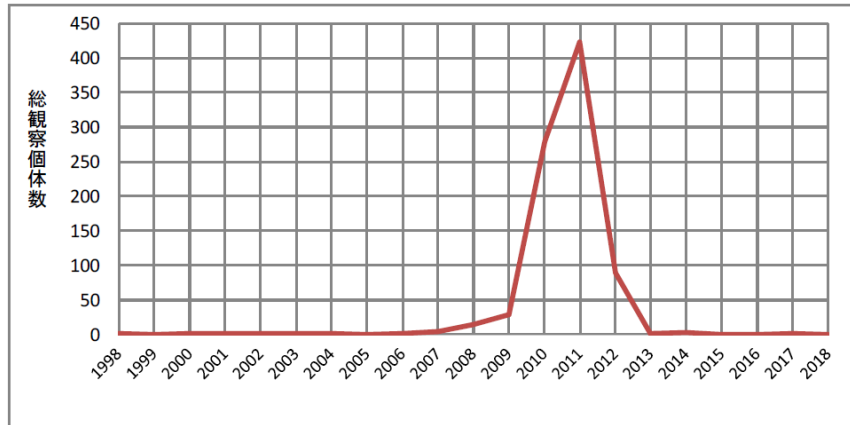


図 13 オニヒトデの総観察個体数の推移（石垣島周辺）
（環境省、H30「モニタリングサイト 1000 報告書」より）

オニヒトデの他にもシロレイシガイダマシ属の巻貝類もサンゴを食害することが知られている。これらの貝は殻長 4cm 以下の小さな巻貝であるが、歯舌と呼ばれるおろし金のような摂餌器官でサンゴの軟組織を削り取るように食べるため、大発生した場合にはオニヒトデと同様に甚大な被害を与えることがある。同調査によると、石西礁湖周辺海域では貝類の食害による大きな被害は確認されていないものの、2018 年度には全調査地点 102 箇所のうち約 9 割で食痕が確認されている。

また、テルピオスと呼ばれるカイメンの一種が、サンゴ群体を広く被覆し、死滅させるケースも報告されている。これらの生物による大規模な被害は、石西礁湖ではまだ報告されていないが、テルピオスが確認された地点数は年々増加し、2018 年度の同調査では約 7 割の地点で確認されており、今後も監視する必要がある。

⑤ 病気

サンゴに発症する病気としては、黒帯病、白痘や腫瘍などが報告されており、生活排水及び赤土の流入等による人畜起源の腸内細菌や土壌細菌が原因の一つと考えられている。また、寄生虫ではハマサンゴ類に寄生する扁形動物吸虫類が報告されている。

2018 年度の同調査では、石西礁湖周辺海域のほぼ全地点で病気の発症が確認されている。

⑥ その他

近年、サンゴ礁域におけるプラスチックゴミの増加やマイクロプラスチックがサンゴの生理に及ぼす悪影響が示されつつある。また、浚渫などによる海水中の粒子増加によるストレス負荷、回復への影響も示されつつある。

3. 自然再生の目的

2007年に作成された全体構想に掲げられた短期目標（達成期間10年：2017年）の達成を目指して、2008年に当初の実施計画を策定し、各事業を実施してきた。

短期目標

サンゴ礁生態系の回復のきざしが見られるようにする。そのために環境負荷を積極的に軽減する。

石西礁湖自然再生協議会の各構成員が実施する様々な取組と連携しながら、これまで、有性生殖法によるサンゴ移植を柱とした再生事業を実施してきたものの、移植したサンゴは、対象区域全体に対し面積的には限定的な規模にとどまり、かつ、その多くは白化現象等の影響により生存しておらず、短期目標における「サンゴ礁生態系の回復のきざしが見られる状況」には至っていない。また、2016年に発生した大規模白化によっては、それまでに実施されてきた地域における保全活動の努力が一度に失われてしまうような状況となったため、改めてその回復を目指す必要がある。

そこで、今後においては、実現されていない短期目標の内容も踏まえつつ、全体構想に掲げる長期目標（達成期間30年：2037年）の達成を目指して、より有効的な成果を確保できる再生事業の内容について実施計画を全体的に見直し、事業を継続する。

長期目標

人と自然との健全な関わりを実現し、1972年の国立公園指定当時の豊かなサンゴ礁の姿を取り戻す。

この長期目標におけるサンゴ礁の姿とは、サンゴ礁生態系に対する人間活動による負荷軽減が一定レベルで実現されており、サンゴ礁生態系の回復を手助けする自然再生事業を必要とせずその生態系が健全な状態で維持されている姿と考えられる。

このような将来的に目標とするサンゴ礁生態系の状態に対し、現状では、総合的な環境負荷対策が十分ではないうえに、サンゴの幼生（特にミドリイシ類）の供給量が激減しており、自然再生事業を実施しなければサンゴ礁生態系の維持・回復が困難な状況となっている。

よって、見直しを行う本実施計画においては、目指すサンゴ礁生態系の状態を次のとおり設定する。

☆目指すサンゴ礁生態系

石西礁湖自然再生協議会委員が実施する様々な取組により、大規模攪乱の発生や気候変動下でも、サンゴ生態系のレジリエンス（回復力）や適応が失われずサンゴ礁生態系の回復が可能な状態。

本実施計画においては、以下を目的に事業を実施し、概ね5年を目処にサンゴ礁生態系の現状や事業の進捗状況等を評価し、見直すこととする。

<事業の目的と内容>

- モニタリング調査により、サンゴ礁生態系の現状やその変動、サンゴ礁生態系に影響を及ぼす環境変動と攪乱要因の実態等を把握し、科学的な検討を踏まえてサンゴ礁生態系のレジリエンス（回復力）と適応力を評価するとともに、対策実施の効果を検証し、将来のサンゴ礁生態系の状況予測に努める。
- サンゴ群集修復事業により、サンゴ礁生態系の基盤を担うサンゴ群集を対象に、高水温やオニヒトデの被害を受けにくいサンゴ幼生の供給源（供給量）を増やすとともに幼生が着生・生残しやすい基盤を整えることで、大規模白化等の大規模攪乱が発生しても効果を継続的に発揮できる再生手法の仕組みを確立し、サンゴ礁生態系の回復を図る。
- サンゴ礁生態系の回復には、陸域負荷対策が重要であることから、陸域負荷対策が促進されるような体制を整えるとともに、モニタリング調査の結果を対策の評価・検証に活用する。
- 地域住民等のサンゴ礁生態系保全に対する意識向上を図り、自然再生協議会に様々な主体が参画し、生活・産業面において具体的な行動につながるように、普及啓発を促進する。

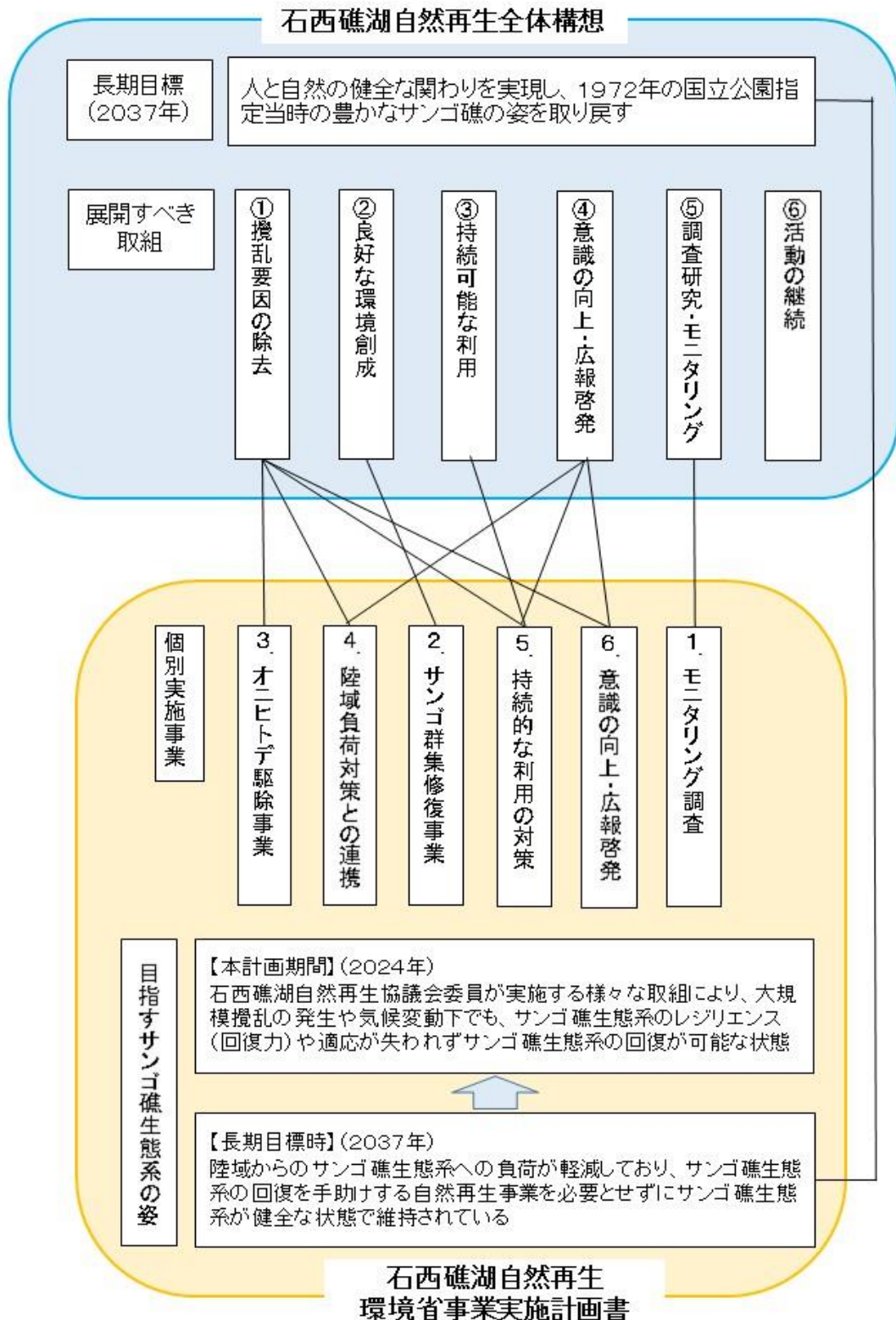


図 14 全体構想と実施計画の関係図

4. 事業実施計画

4.1. モニタリング調査

(1) 基本的な考え方

科学的認識と予防的順応的態度に基づいた自然再生を進めるためには、事業を実施している区域内において刻々と変化するサンゴ礁生態系の状態を、可能な限り詳細かつ継続的に把握することが必須となる。また、世界的に気候変動が進行する中、サンゴ礁生態系は既に高いリスクに晒されており、その脆弱な生態系を保全するためには、現状を調査し過去の状況と比較してその変化の様子を捉え、将来を予測することが重要となる。

一方で、サンゴ礁生態系は、水質の悪化、赤土等の堆積、水温変化及びオニヒトデ発生状況等による影響を受けていることから、サンゴ礁生態系への影響が考えられる環境変化を踏まえ、複数の地点におけるサンゴ群集構造及び環境要因の変動について、季節性も考慮した上で調査を実施する。

このようにして得られたデータは、サンゴ群集の健全度及び負荷要因を分析して GIS 等を活用して利用しやすい形にまとめ、自然再生事業全体を効果的に進めていくための基本情報とするとともに、各種モニタリングを複合的に解析した上で一般に公開する体制作りも進めていく。

(2) 目標

現在、事業を実施している区域内で別途継続的に行われている環境省のモニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査と連動する形で実施し、長期データとして各地点の経年変化が把握できるよう努める。また、サンゴ群集に影響を及ぼす様々な環境要因について可能な限り個別に評価し、具体的な対策の検討・実施につながるよう解析をする。

(3) 実施内容

① サンゴ群集のモニタリング調査

石西礁湖内全体におけるサンゴ群集の状態を評価するため、継続調査の有効性の維持に努め、個体群動態調査（幼生定着量調査、1年生稚サンゴ加入量調査等）、定点被度等調査、魚類調査、水温調査、種別白化調査、スポットチェック法による調査等を実施する。

新たな調査の実施、継続したモニタリングの終了の際には十分検討し、調査を継続しない場合は人工物を完全に撤去する。また、一部の専門的な技術が必要な調査を除いて、調査は機器等を用いて数値化できる手法を取り入れ、調査者の変更が調査結果に影響することを極力避ける。

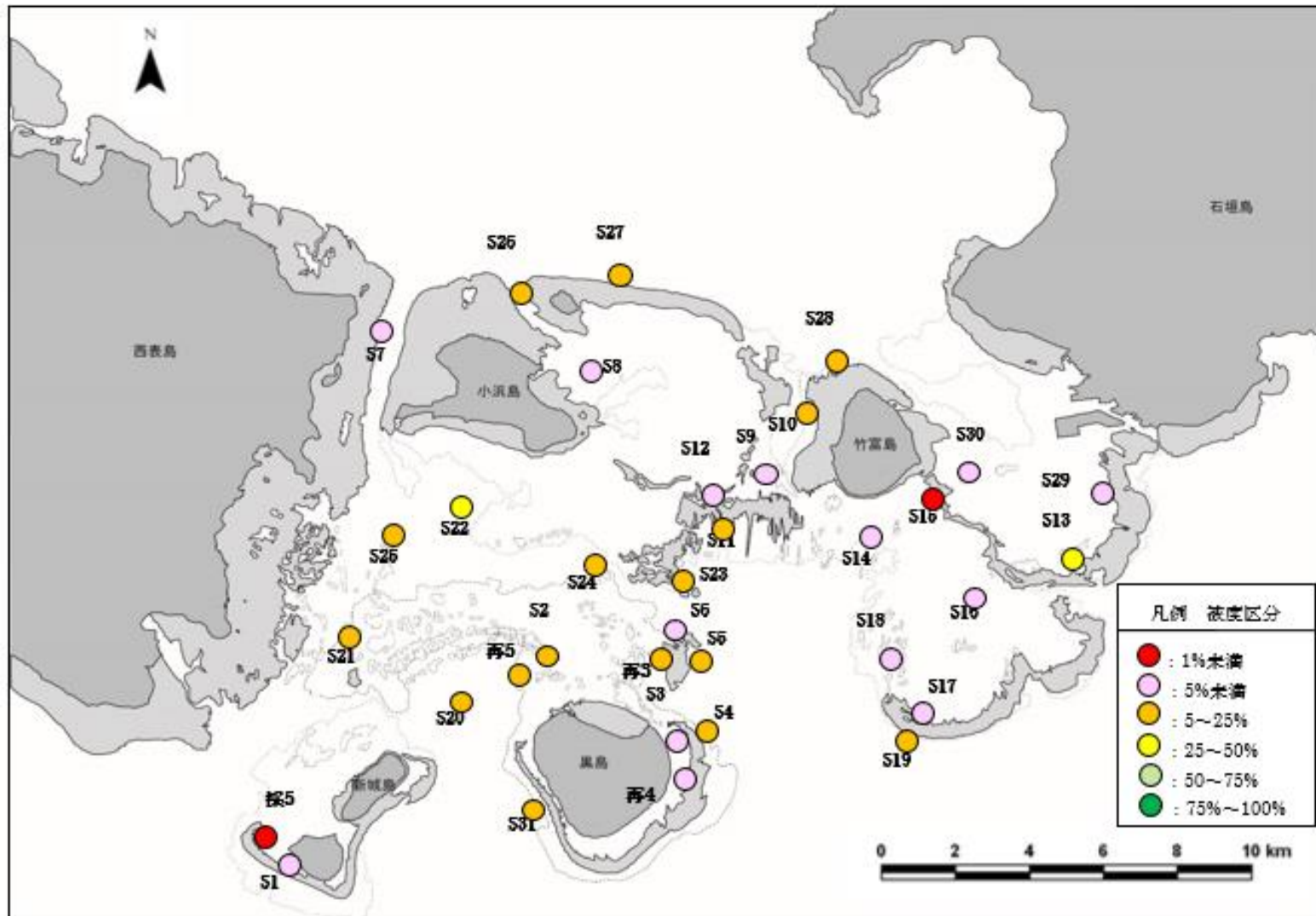


図 15 サンゴ群集モニタリング調査におけるサンゴ被度（環境省、H31 サンゴ群集モニタリング調査結果より）

②陸域負荷等の攪乱要因のモニタリング

サンゴ礁生態系は、陸域負荷や人為的活動、それに関係した現象によって大きな影響を受けている。また、気候変動とそれに伴う夏期の高水温化など、自然環境の一時的な変化による影響も大きく、サンゴ礁生態系の衰退、攪乱要因は多岐にわたる。

サンゴの成育に影響を与えると考えられている栄養塩類、化学物質の攪乱要因の実態を把握する水質や底質等の調査を実施する。調査に際しては、現在実施されているモニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査（環境省生物多様性センター）、赤土等流出防止海域モニタリング調査（沖縄県環境保全課）の調査内容と連携・調整するとともに、研究者の海水流動モデルを活用し大雨等の出水時のデータを把握すること等も含めて、攪乱要因の将来的な影響評価につなげることを見据えて実施する。

また、市民参加型の調査として、水平透明度の実施を検討する。

③海洋観測モニタリング

石西礁湖の海況を定期的かつ即時的に把握するため、石西礁湖内に設置している常時観測機器を搭載したモニタリングブイを継続して設置する。モニタリングブイにより、継続して水温、塩分、クロロフィル、濁度、流向・流速、波高等を観測し、得られたデータは、随時ポータルウェブサイトで公開する。

また、サンゴの成育にかかる環境条件を把握するため、水温、流れや光量等について、サンゴ群集修復事業の候補地点において詳細な調査を実施する。

④石西礁湖におけるモニタリング調査の総合的な解析

石西礁湖においては、モニタリングサイト 1000 サンゴ礁調査（環境省生物多様性センター）、赤土等流出防止海域モニタリング調査（沖縄県環境保全課）等の様々な調査が実施されている。石西礁湖及び周辺海域の現状や変化の把握をより効果的に行い、石西礁湖及び周辺海域における対策の効果検証及び対策の検討・実施につなげるために、石西礁湖自然再生協議会学術調査部会の中に専門家から構成される作業グループを立ち上げて、各種調査結果を総合的に解析する。解析結果は、学術調査部会での議論を経て協議会において報告する。

解析結果は、石西礁湖のサンゴ礁の現状を分かりやすく伝えるマップにとりまとめ、協議会内外での共通認識を図り、様々な取組に活かしていくものとする。

また、モニタリングのあり方についても議論し、それを元にモニタリングの実施機関がモニタリングの内容を検討する流れを整える。

4.2. サンゴ群集修復事業

(1) 基本的な考え方

これまで実施してきた有性生殖法を用いた修復事業は、移植にかかる基礎的な情報データの蓄積や移植技術の確立といった一定の成果は得られたものの、事業実施に必要とされる費用に対して、石西礁湖全体の再生を目指すには限られた数しか移植できず、その実施域は石西礁湖全体からすると一部であり、サンゴ礁生態系の回復への効果はかなり限定的であった。また、着床具の接合強度の低下や移植サンゴの成長に伴う水流に対する抵抗が増加して脱落するケースがあり、サンゴ被度の回復にはつながらず、2016年には大規模白化により大半が死亡する結果となった。

このような経緯を踏まえ、本計画における5箇年における修復事業は、2024年度から本格的に実施する修復事業の内容を決定するために、複数の手法・技術を実証する試験及び検証するための5年間と位置付け、予算の状況に応じて柔軟に実施する。

手法・技術は、大規模な白化現象及びオニヒトデの発生を前提として、これらの大規模攪乱が再び発生しても事業の効果を継続的に発揮できる内容とし、サンゴ礁生態系の基盤となるサンゴ群集を対象に、高水温やオニヒトデの被害を受けにくいサンゴ幼生の供給量（源）を増やすこと、供給された幼生が着生・生残しやすい基盤を整えること、サンゴ群集のレジリエンス（回復力）を安定させることを主眼とする。

修復事業の対象地点は、サンゴ幼生の供給源又は生物多様性の保全等の観点から特に重要な場所、修復事業を実施することで供給源又は保全上重要な海域として有効になる場所などを抽出したうえで検討し、より効率的かつ効果的な回復につながる場所を選定する。

(2) 目標

サンゴ礁生態系が維持されるには、成熟した親サンゴが産卵し、幼生が着生、成長し、産卵するというサイクルが継続されることが必要である。しかし、現状の石西礁湖では産卵できる成熟した親サンゴが激減しており、特に石西礁湖で優占するミドリイシ類でその傾向が顕著で、幼生定着量や稚サンゴ加入量ともに2016年の大規模白化現象後に激減している。

そこで、本事業の目標は、激減したミドリイシ類の幼生の供給量をいかに高めるか、産卵後の受精率を高めるかに重点を置くこととする。ただし、ミドリイシ類が産卵できるようになるのは、この5年を過ぎて次の実施計画期間に入ってからとなるため、この5年間は将来的に幼生の供給量を高めることを目的にし、手法を組み合わせながら効果的に実施する。

(3) 実施内容

①サンゴ幼生の供給基地を整備し、大量の幼生を供給する

ミドリイシ類の受精率を高め、幼生を大量に供給する手法として、幼生収集装置を活用して、稚サンゴの生残を高める効果のある着床具にサンゴを着生させ、これを幼生供給基地として管理する。今後発生する大規模な攪乱により天然の成熟群体が影響を受けたとしても、ここが幼生を大量に供給できる基地となることを目的とし、5年間は基地の設置及び管理をし、5年後以降に幼生を大量に供給する。

幼生供給基地は、環境条件を調査した上で複数の地点に設置し、対象とするサンゴは石西礁湖に優占するミドリイシ類等から複数を選定する。

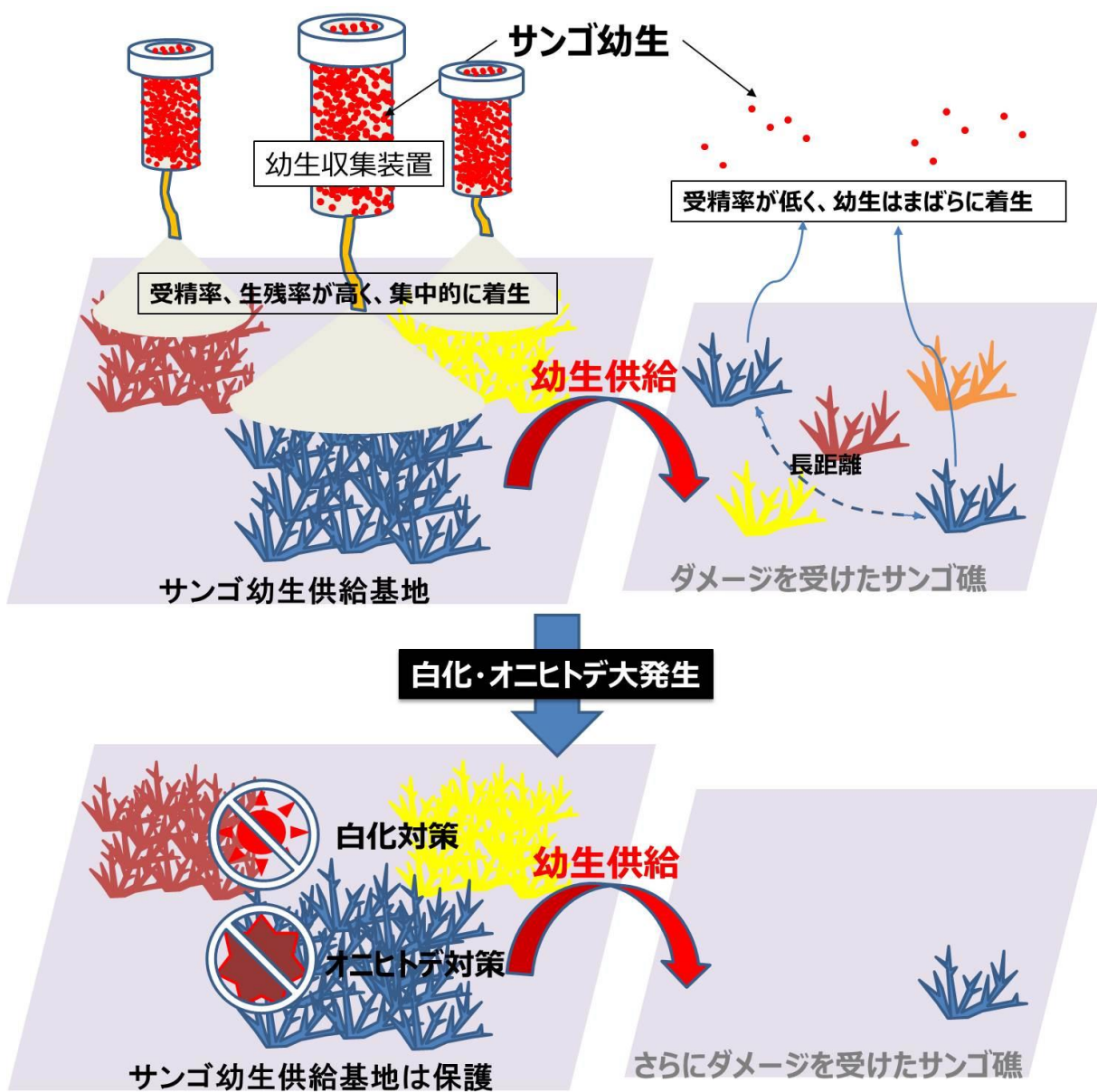


図 16 幼生供給基地のイメージ

②サンゴ幼生の加入を促進する取り組み

サンゴ幼生が着生する岩盤に藻類が付着していること等により幼生の着生が阻害されている場合に、幼生の加入を促進するように岩盤での藻類の除去等を実施する。実施に際しては、実施しない対照区を設定して、稚サンゴの加入量等から効果を確認しながら実施する。

③育成中のサンゴ種苗の活用

2014年度、2015年度に着床具に着生させ育成を開始したサンゴ種苗について、着生から5年近くが経過し、成長してきているものがあることから、これらを管理しながら、①の事業等において可能な範囲で活用する。



図 17 育成中のサンゴ種苗

4.3. オニヒトデ駆除事業

(1) 基本的な考え方

オニヒトデの大発生については、過去から繰り返し起こっている自然現象だという説や、陸地の開発利用による土壌や栄養塩類の流入が引き起こしている人為的現象だという説などがあり、今後解明すべき課題である。現在の石西礁湖では、サンゴ礁生態系に大きな影響を与える状況ではないものの、今後オニヒトデが大発生する可能性もあり、オニヒトデの大発生は以下のとおり緊急性の高い問題でもあることから、現状把握に努め、駆除等の対策が必要である。

- サンゴ被度を著しく低下させるため、生物多様性や美しい海中景観が失われる。
- サンゴ礁生態系の恩恵を受けている漁業や観光業に損害を与え、地域経済に大きな影響を及ぼす。
- 繰り返される白化現象や赤土等の流入などによって、石西礁湖のサンゴ礁生態系は健全性が損なわれており、これらに加えてオニヒトデによる壊滅的な被害を受けた場合、さらに回復が困難となる、あるいは回復に非常に長い時間を要すると考えられる。

また、オニヒトデの大発生に備え、発生状況を日頃から関係者と情報共有し、大発生時に迅速に対応出来る体制を整えておくことが重要である。

(2) 目標

オニヒトデの発生状況、被害状況の把握に努め、サンゴ群集モニタリング調査等で得られたサンゴ群集の現状を踏まえた上で、効果的に駆除するとともに、地域関係者との情報共有の体制を整える。

(3) 実施内容

① オニヒトデ駆除

地域関係者と情報共有した上で、保全の重要性の高い海域等を中心にオニヒトデ駆除を実施する（図 18）。

駆除する海域については、良好なサンゴ群集が残っている守るべき場所、地域関係者が守りたい場所、駆除作業の範囲として可能な場所という考え方を元に、優先度をつけて選定する。

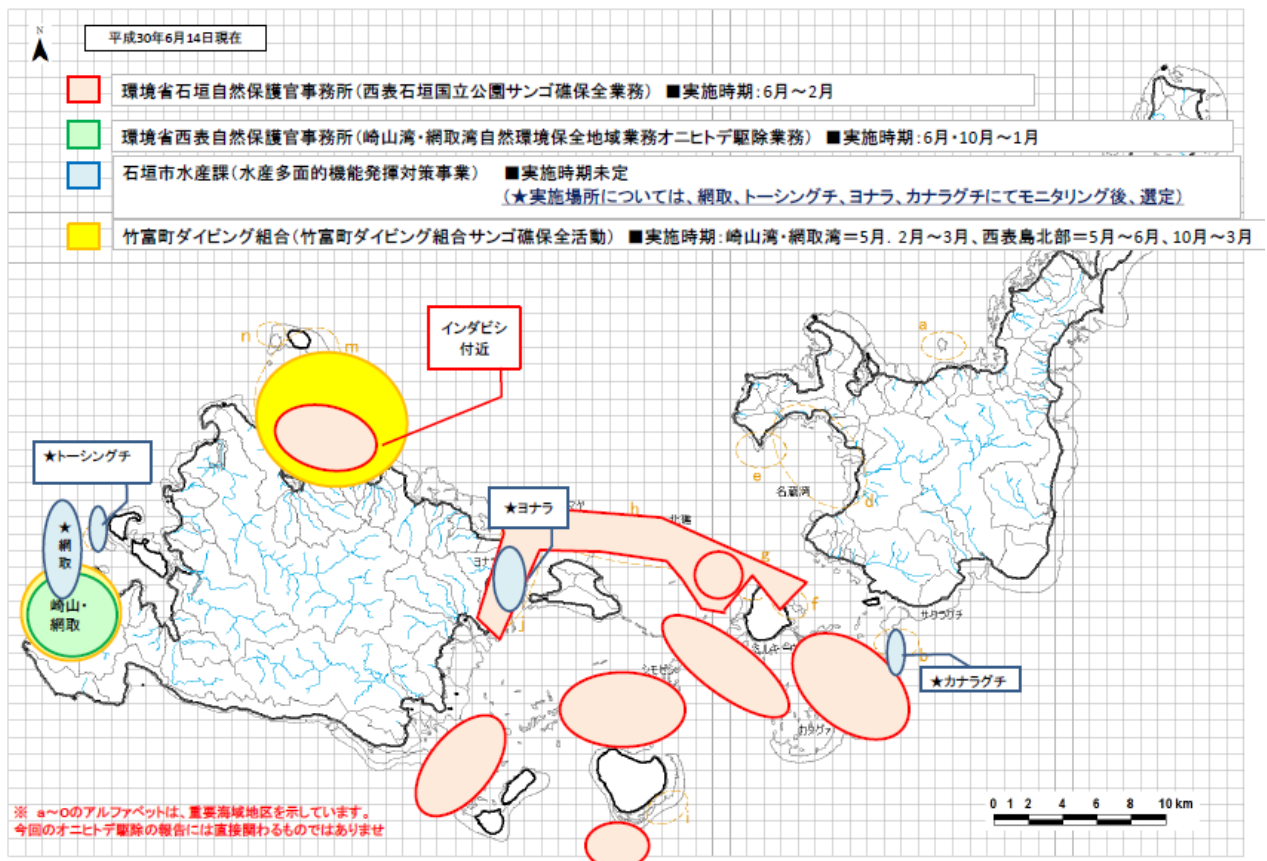


図 18 オニヒトデ駆除計画の例（平成 30 年度）
（環境省、H30「オニヒトデ対策小G資料」より）

②積極的な情報共有

環境省事業による駆除の結果や情報共有により得られた情報等を石西礁湖ポータルサイト等において定期的に掲載し、平時から地域関係者間の情報共有を図る。

4. 4. 陸域負荷対策との連携

(1) 基本的な考え方

赤土は、降雨によって陸地（耕地など）から海へ流出する他、埋立事業等によって海水を汚濁し、周辺のサンゴ礁生態系を衰退させる大きな環境負荷となっている。また、その他の陸域からの負荷として、排水や栄養塩、化学物質（農薬等）、家畜排泄物等の影響も考えられる。石西礁湖の自然再生を着実に実現するためには、陸域と海域が一体となった統合的な取組を進めていくことが必要であり、これら陸域負荷の軽減に関する取組が推進されるよう働きかけていくことが重要である。

(2) 目標

赤土流出防止等の陸域負荷対策に関する取組を促すことで、サンゴ礁生態系に影響を及ぼす陸域負荷を軽減させる。

(3) 実施内容

① 関係行政機関等への働きかけ

陸域負荷対策に関連する国・県・市・町の関係部局及び関係団体等の取組状況及び陸域負荷の実態等を把握するとともに、環境省が実施しているモニタリングデータ及びモニタリングの総合的な解析結果等を共有し、対策を評価・検証し、これらの関係行政機関・関係団体が実施している対策の効果が見えるようにすることで、対策を支援する。

個別の分野における既存の枠組みを活用しながら、関係行政機関及び関係団体が連携して取り組んでいけるように、海域・陸域対策部会の場を積極的に活用するとともに、必要に応じて関係行政機関による情報共有・意見交換の場を設置し、各海域に影響を及ぼす地域ごとに陸域負荷の特性を踏まえた、より効果的な取組が推進されるよう働きかける。その際に、2007年度から2008年度にかけて整理した流域・離島など地域毎に異なる負荷量や栄養塩類の要因の定量的把握及び影響要因の評価に改めて取り組み、これらに関係行政機関及び関係団体と共有し、共通認識を持って取組を進める。

② 陸域対策の重要性の周知

サンゴ礁生態系にとって陸域負荷の影響が甚大であること、陸域負荷を軽減するための対策が極めて重要であることを、関係機関や学校等を通じて地域に広く周知する。

4. 5. 持続的な利用に関する対策

(1) 基本的な考え方

石西礁湖は、運輸業や漁業、観光業等によって、多様かつ高度に利用されており、地域の経済や生活とも深く関わっている。このように様々な利用形態に対し、サンゴ礁などの海域生態系の保全や資源保護等を目的として、法律に基づく保護区や地域関係者の合意による規制区域等が設けられている。

また、近年石西礁湖を含む八重山諸島を訪れる観光客が大幅に増加しており、観光客自身によるサンゴ礁海域でのレジャー利用、好調な観光業に伴うサンゴ礁生態系への負荷等を軽減していくことも求められる。

石西礁湖の自然再生事業を着実かつ効果的に進めていくためには、サンゴ礁生態系への負荷を軽減し、持続可能な利用を進めていくことが重要である。

(2) 目標

利用の実態を把握し、利用に関連する規制との連携を図り、サンゴ礁生態系への負荷を軽減した利用を推進する。

(3) 実施内容

海域利用の実態を把握し、その結果や各種モニタリング調査等を踏まえて利用の影響を把握する調査の実施を検討する。国立公園海域公園地区において不適切な利用が見られることから自然公園法の規制の周知を図るとともに、「サンゴ礁生態系保全行動計画 2016-2020」のモデル事業として取り組んでいる米原海岸利用ルールを他の海岸でも広げていけるように検討する。

関連する国・県・市・町の関係部局等の他、漁業者や観光業者、運輸業者等地域の関係者とも連携を図り、石西礁湖のサンゴ礁生態系への負荷を減らした持続的な利用がなされるよう働きかけていく。

4. 6. 意識の向上・広報啓発

(1) 基本的な考え方

サンゴ礁の海とのふれあい活動や環境教育・環境学習は、サンゴ礁生態系への人々の関心を喚起し、共通理解のもとで保全・再生に向けた取組や、環境への配慮ある行動を促進するものであるため、専門家や研究者等と連携しながら、科学的知見に基づき社会の幅広い層に対し、積極的な広報啓発を実施する。

単なる知識の伝達にとどまらず、自然体験、自然再生活動への参画などを通じて、自然再生の意義と手法を学ぶ機会を地域住民等に提供し、より効果的な環境教育・環

境学習を推進する。

また、石西礁湖のサンゴ礁生態系保全や自然再生の取組だけを対象とするのではなく、気候変動対策、SDGs や海洋プラスチック問題等の国際的な動向、国内におけるサンゴ礁生態系保全、森から海までのつながりを意識した森里川海プロジェクト及び地域循環共生圏の取組等も含めることで、興味関心を引き、行動につながるようにする。

そして、対象に応じて内容及び手法を工夫しながら実施することとするが、サンゴ礁生態系保全の取組が持続可能な地域・島づくりにつながるという共通の視点を持つ。

(2) 目標

自然に対する感性を育み、科学的な知見に基づいた自然の仕組み・大切さの理解を促すことで、サンゴ礁生態系保全のために活動する人材育成や、全体構想に掲げられている「サンゴ礁と共生するライフスタイル」を地域で実現する。

(3) 実施内容

① 自然観察会等の開催

サンゴ礁海域での生物とふれあい、安全で快適なシュノーケリング技術を習得するため、地域の児童から大人を対象とした「海の自然教室」を毎年開催するとともに、船を傭船した石西礁湖における観察会及びイノー等の生きもの観察会も適宜開催する。

また、陸域からの負荷を実感し把握する市民参加型の水平透明度の調査を実施する。

② 学校教育との連携

地域の小中学校を対象に、総合的学習の時間の中で身近な海との関係を学び・体験する「子どもパークレンジャー」を継続的に実施するとともに、サンゴ礁生態系及び海の現状等に関する出前授業、国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターの施設見学の依頼に対応する。また、環境省国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターが制作したサンゴ礁環境学習教材の利活用を推進するとともに、教育機関及び地域関係者との連携によりサンゴ礁環境学習の定着を図る。

③ 国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターの運営

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター館内でのサンゴ礁生態系の現状等に関する展示を作成・更新するとともに、ウェブサイト及び広報誌において環境省の自然再生事業に関する取組及びサンゴ礁生態系にかかるモニタリング結果等をわかりやすく発信する。また、石西礁湖の自然再生及びサンゴ礁生態系保全に関する講演会を開催する等、施設の積極的な活用を図る。

④地域住民及び観光客に対する情報発信

石西礁湖の自然再生の取組に対する地域住民及び観光客の理解を促進するために、自然再生の取組及び自然再生協議会の運営等について、石西礁湖ポータルサイト及びマスコミ等で積極的に情報を発信する。

⑤持続可能な社会・ライフスタイルの推進

地域住民を含む様々な産業従事者（農業・漁業・観光業、運輸業等）及び観光客が石西礁湖に関する問題を正しく認識し、日々の生活及び経済活動、滞在中のレジジャー等で、サンゴ礁生態系保全に向けた行動を選択できるような広報啓発を推進する。①～④の実施に当たっては、サンゴ礁がもたらす恵みについて理解し、持続的にそれらの恵みを享受していくためには、私たちの日常生活の中でどのようなことができるのか、考え、行動してもらえよう、普及啓発資料の作成及び様々な機会・媒体での周知を通じて持続可能な社会・ライフスタイルを選択できるよう各取組を推進する。

5. その他自然再生事業の実施に必要な事項

5.1. 海岸漂着ゴミの対応

石西礁湖及び周辺海域の海岸には多くの海岸漂着ゴミが流れ着いており、関係行政機関及びボランティア団体等により海岸清掃が実施されている。これまでも国立公園の景観保全及び海洋生物の生息地保全という目的で海岸清掃を実施してきたが、今後も地域の団体の協力を得ながら継続する。また、ゴミの処分を徹底して、漂着ゴミを出さないことが重要であり、地域住民及び観光客への普及啓発に努める。

5.2. 国内外の情報収集及び情報ネットワークの構築

国内外のサンゴ礁生態系に関する状況及び保全に関する取組について情報を収集し、石西礁湖自然再生協議会内及び地域住民に向けて発信するとともに、関係行政機関及び関係団体との情報交換を通じて、情報ネットワークの構築を図る。

5.3. 石西礁湖内での連携

石西礁湖のサンゴ礁生態系保全に配慮した取組は石西礁湖自然再生協議会の委員だけでなく、様々な団体・個人によって実施されている。様々な主体がサンゴ礁生態系保全活動に取り組むように、参画する団体・個人を増やしていくとともに、連携して事業を実施することに留意する。

6. 各事業計画の実施スケジュール

事業実施期間は5年とし、順応的なアプローチにより評価を行い、実施計画を見直す。

7. 事業の評価

各事業の実施結果から目標の達成状況や課題等を整理するとともに、サンゴ礁生態系の回復への寄与を評価する。

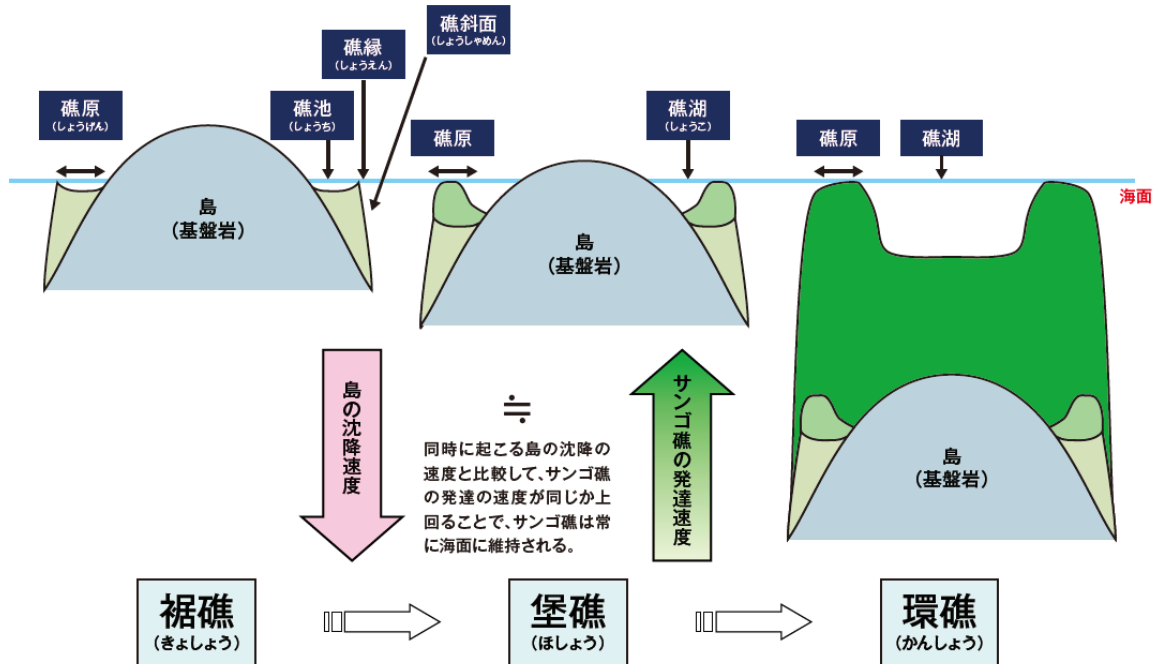
用語解説

サンゴ礁

サンゴなどの炭酸カルシウム骨格や殻を作る生物（の遺骸）が長い年月をかけて積み重なり作られた「地形」。

サンゴ礁を形成するサンゴを造礁サンゴという。

サンゴ礁と呼ばれる地形には「裾礁」「堡礁」「環礁」の3つのタイプがある。



(出典「サンゴ礁生態系保全行動計画 2016-2020」)

西表石垣国立公園

自然公園法に基づき指定された、西表島、石垣島、その周辺の島々及び海域にまたがる国立公園。サンゴ礁の海域、亜熱帯照葉樹林やマングローブ林の自然環境が大きな特徴。1972年に西表国立公園として指定され、2007年に石垣島が編入され名称が改められた。

海域公園地区

国立公園等の区域内に、海域景観の維持や適正な利用を図るために指定される区分。2010年の自然公園法改正により、海中公園地区から改められ、従来の海中景観だけでなく、海中と海上が一体となった海域に指定対象が広がった。

礁湖

サンゴ礁地形の名称で、岸から堡礁までの間や環礁の中央部に発達する深い水域のこと。サンゴ礁の図を参照。

裾礁

サンゴ礁地形の一つで、島の周囲を囲うようにサンゴ礁が発達している地形のことで、日本の多くのサンゴ礁はこのタイプ。

堡礁

サンゴ礁地形の一つで、裾礁が形成された島が地殻変動や海水面の上昇によって沈降し、それにつれてサンゴが上へ成長を続ける場合に形成される地形。上から見るとサンゴ礁が島の周りを丸く囲む構造をしている。

サンゴ群集

サンゴは、複数のポリプによって構成されて群体になっているサンゴが多い。サンゴ群体は、被覆状、塊状、樹枝状など様々な形があり、これら複数の種を含むサンゴ群体の集まりのこと。

幼生

受精した卵が水面付近を3～4日浮遊してからなるプラヌラ幼生のこと。繊毛によって回転しながら遊泳し、その後海底などに着生する。

レジリエンス

サンゴ礁生態系が劣化に対して抵抗し回復する力、生態系サービスを供給する力のこと。

着底

サンゴ幼生が海底などの基盤や着床具などの人工基盤に自らを付着させること。

変態

サンゴ幼生が複数の触手を持つポリプに変わること。

汚水処理人口普及率

下水道、農業集落排水施設、浄化槽など生活排水を処理する施設を利用できる区域の定住人口を、各自治体の総人口に対する割合でみた比率。

栄養塩

植物が正常な機能を維持するのに必要な窒素、リンなどの元素を含む塩類。過剰な栄養塩類の流入は、水質の富栄養化を引き起こすなど、生態系へ影響を及ぼす。

褐虫藻

サンゴと共生する微少な渦鞭毛藻のこと。光合成を行い、サンゴに栄養を供給する。

着床具

サンゴ幼生を着生させる小型の基盤のこと。産卵期前に海底に設置し、サンゴが成長してから移植に用いる。