

竜串自然再生事業実施計画

平成 22 年 1 月

環境省 中国四国地方環境事務所

目次

1	実施者の名称およ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	竜串自然再生事業の背景と意義	1
2-1	竜串自然再生事業の背景	1
2-2	事業の意義	2
3	自然再生事業の対象となる区域	3
3-1	対象区域	3
3-2	対象区域および関連区域の特性と課題	5
4	自然再生の目標	7
5	自然再生事業の内容	8
5-1	沿岸生態系の保全と再生	8
5-2	自然と共生した活力ある地域づくり	11
5-3	モニタリング計画	14

1

実施者の名称および実施者の属する協議会

1-1 実施者の名称

◇環境省中国四国地方環境事務所

1-2 実施者の属する協議会

◇竜串自然再生協議会（平成 18 年 9 月 9 日設立／協議会委員 72；平成 22 年 1 月現在）

2

竜串自然再生事業の背景と意義

2-1 竜串自然再生事業の背景

四国西南端に位置する竜串湾は、化石漣痕等の奇岩、奇勝の数々が見られる景勝地として知られている。また、黒潮の影響を強く受け、温帯域でありながら亜熱帯性の海洋生物が数多く生息している。中でもサンゴ類は、種類数が多いばかりではなく世界的な分布のほぼ北限に位置し、琉球列島等で見られるようなサンゴ礁は形成されないものの、温帯域としては規模、種類ともに非常に発達したサンゴ群集が見られる貴重な海域である。そのため、足摺宇和海国立公園の中でも特に海中景観の優れた地域として、湾内の 4 箇所 49ha が海中公園地区として指定されている。

しかしながら、平成元（1989）年頃よりサンゴの衰退現象が見られるようになり、さらに平成 13（2001）年 9 月には高知県西南地域で発生した局所的な集中豪雨（以下、西南豪雨という）によって上流域から大量の泥土が竜串湾内に流出し、多くのサンゴ群集が死滅するなど大きな打撃を受けた。

このため、環境省は平成 15 (2003) 年度より竜串地区の自然再生事業推進に係る計画調査を開始した。以来、サンゴ群集の衰退原因を究明することを主目的として、竜串湾と竜串湾に流れ込む河川の流域調査を実施し、海中公園地区を中心とする海域の再生課題を検討してきた。

その結果、流域から流入した泥土や濁質がサンゴの成育と再生に大きな影響を及ぼしていたことが判明したが、その状況は徐々に回復してきており、洪水による大量の泥土流入が新たに発生しなければ、西南豪雨以前の状況にまで回復することが期待できることが明らかとなった。

但し、西南豪雨以前に見られたサンゴ群集の衰退原因については未だ不明なままであり、今後もその原因の究明と対策の実施が、洪水による泥土流入抑制とともに重要な課題として残されている。

竜串自然再生の取り組みに際しては、平成 18 (2006) 年に「竜串自然再生協議会」が設立され、平成 20 (2008) 年 3 月には自然再生の方針と方向性を示した全体構想が策定されている。本実施計画は、この全体構想に基づき、環境省として今後取り組むべき課題とその対策のための事業を明らかにしたものである。

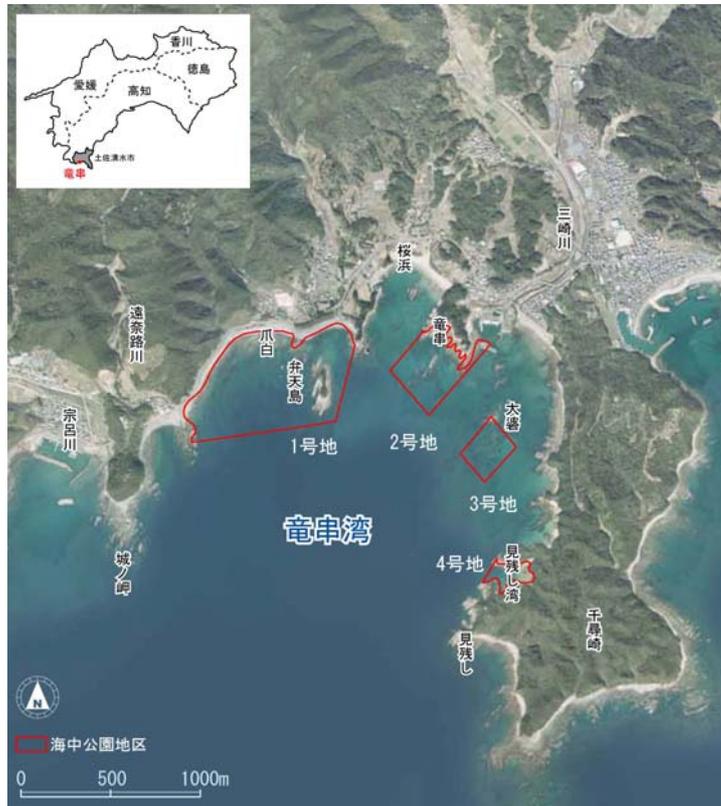


図 1 竜串湾と足摺宇和海国立公園の海中公園地区の位置図

2-2 意義

竜串湾は造礁サンゴの生息地としては世界的に見てほぼ北限に位置している。このような分布の周辺部に生息するサンゴは、分布の中心部のサンゴに比べて遺伝子の多様性が高く、学術的にも非常に価値のあるものといえる。また、サンゴは生態系の基盤となるものであり、サンゴを保全することは竜串湾の生態系を保全するだけでなく、その生態系に立脚する地域の基幹産業である観光や漁業を守ることとなり、ひいては森～川～里～海のつながりを持った活力ある地域社会づくりに結びつくものといえよう。

3

自然再生事業の対象となる区域

3-1 対象区域

本実施計画における自然再生の対象となる区域は、サンゴ群集をはじめとする豊かな沿岸生態系の保全と再生を図る竜串湾とする（図2）。但し、竜串湾の環境に直接的な影響を及ぼしていると考えられる陸域についても「関連区域」として位置づけ、その取り組みと連携しながら事業を進めていくこととする。

対象区域

竜串湾の西側に位置する城ノ岬の南端と、東側に位置する千尋崎の見残し湾から南西に延びる岬の先端を結んだラインの北側の区域（約320ha）

関連区域

竜串湾に注ぐ三崎川および遠奈路川の流域に、竜串湾の西側に近く竜串湾にも大きな影響を与えるものと考えられる宗呂川流域を加えた区域（約7,780ha）

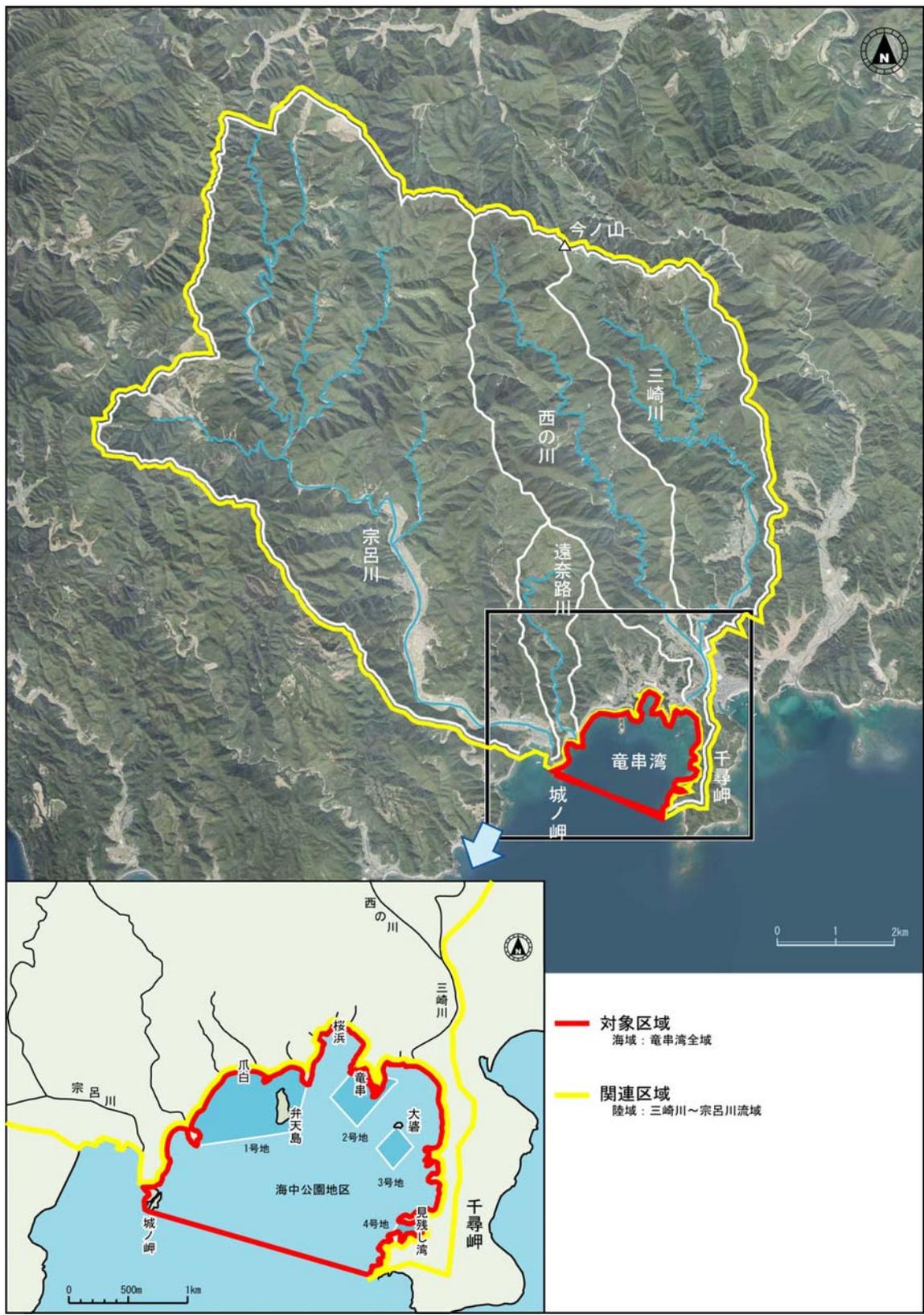


図2 対象区域図

3-2 対象区域および関連区域の特性と課題

(1) 竜串湾の特性と課題

千尋岬と城ノ岬に囲まれた竜串湾は、全体的には閉鎖的で静穏な海域である。但し、湾内には、比較的波当たりの強い岩礁である「爪白海岸」、湾の最奥部に位置し、多くの海藻の繁茂する「桜浜」、三崎川の影響を強く受け、非常に波の穏やかな大濬を含む三崎川の河口周辺、静穏な環境が見られる「見残し湾」等さまざまな環境が存在している。このため、湾内に成育しているサンゴも外洋性の種から内湾性の種まで、また、熱帯域に分布する種から温帯域に分布する種まで多様な種が生息している。

平成 14 (2002) 年時点において、竜串湾で被度の高いサンゴ群集がまとまった範囲に見られるのは、弁天島（海中公園地区 1 号地）の西側の爪白海岸とその他ごく一部の海域であった（図 3）。爪白海岸のサンゴ群集は、ここ 30 年の間に次第に拡大してきたものであり、平成 20 (2008) 年時点においても湾内では最も高被度な群集が形成されている。また、見残し湾（同 4 号地）にあるシコロサンゴの大群落は以前とほとんど変わらない状態で維持されている。一方、弁天島（同 1 号地）の東側の海域や竜串（同 2 号地）、大濬（同 3 号地）等では、西南豪雨以後、平成 20 (2008) 年までの調査によって全体的に回復傾向にあることが示されたものの、1970 年代の海中公園指定当時と比較してサンゴは減少している。大濬（同 3 号地）周辺では、1990 年代の初めまでミドリイシ主体の被度の高いサンゴ群集が見られたが、西南豪雨以前の平成 12 (2000) 年には大きく減少していることが確認されている。このように、サンゴが衰退した時期は場所によって異なり、衰退の原因については不明な点が多く残されているが、これらの場所は湾内の海水の流れの状況から、泥土が集積しやすいところであることが明らかとなっている。

豪雨災害から数年が経過し、湾内の泥土は徐々に湾外に流出しており、また、平成 18 (2006) 年度から始まった湾内の泥土除去工事の効果もあり、竜串湾のサンゴも全体として回復傾向にある。しかしながら、弁天島（同 1 号地）の東側の海域や竜串（同 2 号地）、大濬（同 3 号地）等海底では、部分的な泥土堆積が確認されており、そのような場所ではサンゴの回復が遅れている。

また、竜串湾周辺海域では過去にオニヒトデやヒメシロレイシガイダマシ等が大発生し、1970 年代から駆除が行われているが、平成 16 (2004) 年頃から周辺海域でオニヒトデが再び大発生しており、竜串湾のサンゴにも被害が出始めている。

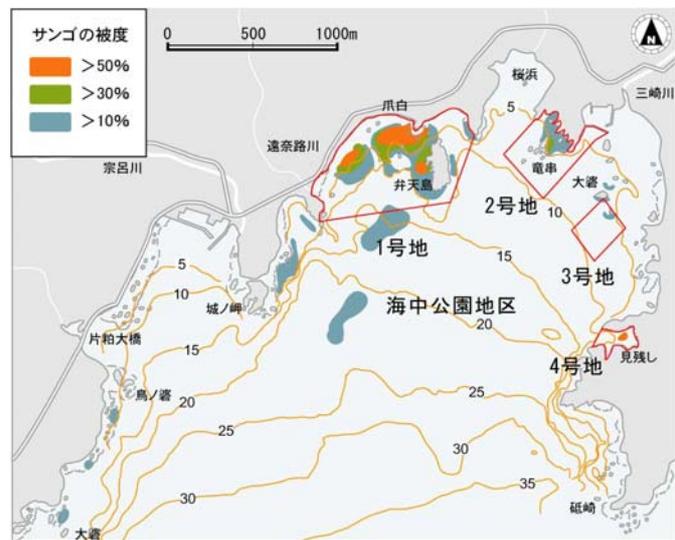


図 3 竜串湾のサンゴ分布の現状（平成 14 年調査）

(2) 関連区域の特性と課題

竜串湾に流入する主な河川は三崎川と遠奈路川であるが、三崎川はかつて千尋岬の東側の三崎浜に流入していた。昭和 19 (1944) 年に現在の位置に付け替えられ、これにより竜串湾へ流入する河川の流域面積は 600ha から 3,270ha に増加し、竜串湾は陸域の影響を強く受けることになったと考えられる。湾にはこのほか7つの小河川が流入し、また、直接流入していないが、比較的流域が大きい宗呂川が城ノ岬のすぐ西側に流入している。

竜串湾周辺地域の土地利用は 90%程度が森林で、その大半が人工林となっている (図 4)。特に、三崎川の支流である西の川ではスギ・ヒノキ林が 80%以上を占め、とりわけヒノキ林の割合が高くなっている。一方、三崎川本川流域ではスギ・ヒノキ林の構成比は

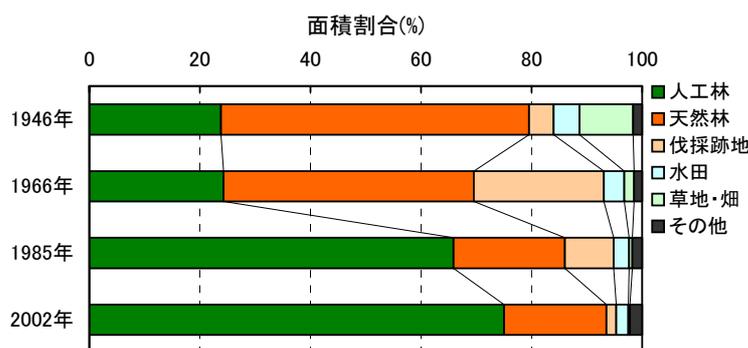


図 4 竜串湾に流れ込む河川流域の土地利用の変化

58%と小さくなり、相対的に広葉樹林の占める割合が 39%と大きくなっている。一般に、人工林においては適切に管理がなされない場合、下層植生が発達せず、降雨によって容易に土壌が流出することが知られている。西の川においても洪水時には、三崎川に比べてより多くの濁質負荷や窒素・リン負荷が発生しており、西の川流域の森林土壌が流出している可能性が高いことが調査により明らかになっている。また、平成 13 (2001) 年の西南豪雨によって西の川流域には三崎川流域に比べて多くの崩壊地が形成され、流域に多くの不安定土砂が堆積していることが明らかになっており、これらが濁質の発生源となっていることも指摘されている。

竜串湾を含む高知県西南部は高知県内においても降水量の多い地域で、年間降水量は 2,421mm (土佐清水の平年値) に達する。さらに、この地域には頻りに台風が接近、上陸するため、短期間の集中豪雨もしばしば観測される。これまでの調査結果からは、累加雨量が 250mm を超えると主に西の川流域から大量の濁質負荷が発生し、竜串湾に流入することがわかっており、このような降雨は年間 0~3 回程度観測されている。



西の川流域の崩壊地 (平成 16 年)

なお、三崎川以外の小河川は流量が少なく、湾内への濁質負荷はそれほど大きくないと考えられるが、ヒエンダ川、井手口川、愛宕川等では窒素やリン、COD (化学的酸素要求量) の値が高く、生活排水や農業排水による影響が見受けられる。

4

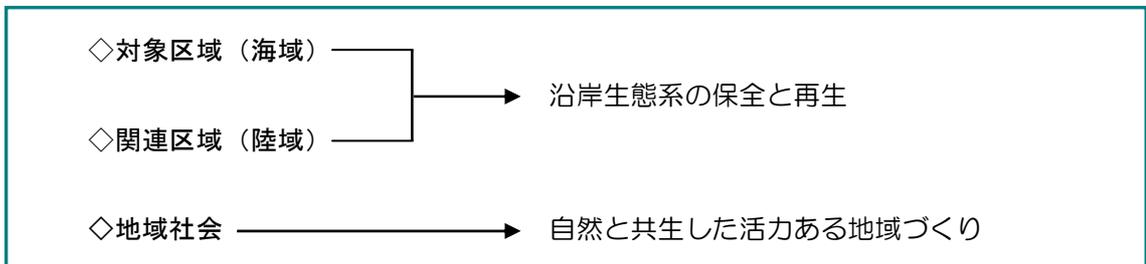
自然再生の目標

竜串自然再生全体構想では、以下の基本目標と個別の目標を定めている。

◇基本目標

竜串湾内に本来生息しているイシサンゴ類をはじめとする多くの生き物が健全な状態で生き続けていける環境を取り戻す

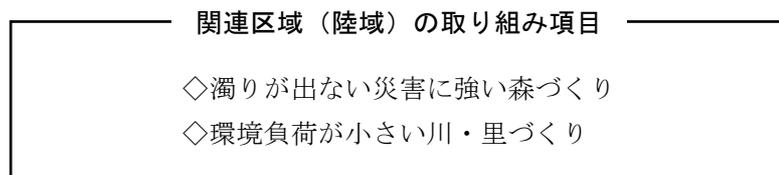
◇個別の目標



環境省は基本・個別目標の達成に寄与するため、全体構想に掲げた6つの取り組みのうち、以下の4つの取り組みを実施する。(1) および (2) については、概ね平成25(2013)年度を目処に実施予定であり、その対策結果については、モニタリングを行いながら実施計画に反映させる。また、(3) および (4) については、他の項目と整合を図りながら実施する。

- (1) 豊かなサンゴ群集の保全と再生
- (2) 海域の物理的・化学的環境の改善
- (3) 持続可能な自然環境の利用と地域産業の活性化
- (4) 地域の多様な主体の参加と連携の推進

但し、個別の目標にも掲げているとおり、沿岸生態系の保全と再生には関連区域（陸域）における取り組みが不可欠である。全体構想における陸域での取り組みは以下の項目であるが、これらの取り組みの実施者および地域の各主体との連携をさらに進め、一体的に事業を推進していくことが重要である。



5

自然再生事業の内容

5-1 沿岸生態系の保全と再生

竜串湾の生態系の特徴等を理解し、それに合わせた保護・育成活動を進めるとともに、多くの生き物が生息できる環境を整え、竜串湾の豊かな沿岸生態系の保全と再生を目指した取り組みを実施する。また、取り組みについての効果の検証、ならびに竜串湾のサンゴの生態学的な特性と環境条件との関わりを把握するためにモニタリングを実施する。なお、モニタリングの役割分担等については、「5-3 モニタリング計画」で整理する。

(1) 豊かなサンゴ群集の保全と再生

竜串湾では熱帯・亜熱帯性の魚類が多く生息しており、その生態系の基盤となるのはサンゴ群集であると考えられる。ここでは、現存する良好なサンゴ群集を保全するための取り組みを実施する。

◇良好なサンゴ群集の保全とモニタリング

自然再生を進めるうえでは、第一に現存する良好なサンゴ群集を保全する必要がある。竜串湾では弁天島の西側に広がる爪白海岸地先に分布するサンゴ群集が拡大傾向にある(図3)。当水域では、平成14(2002)年の調査で13科33属81種のイシサンゴ類が確認され、これは非サンゴ礁域としては多様性が高いサンゴ群集であり、平成20(2008)年度の各種調査においても良好な成育を示している。なお、この水域は平成18(2006)年1月に海中公園地区(1号地)に追加指定され、公園管理者(環境省)としてそれまでの海中公園地区と合わせてサンゴ保護の強化を図ることとした(図3)。

サンゴ群集を効果的に保全するためには、サンゴ群集の動態を把握しておくことが必要であるため、海中公園地区を中心とする湾内各地点において、サンゴの産卵、幼生の着生、稚サンゴや群体としての成長、成熟といった生活史に合わせた成育状態のモニタリングを実施する(表1)。

表1 竜串湾内6地点の目視によるサンゴ被度(%)の推移

地点	H15	H16	H17	H18	H19	H20
爪白	30	10	15	20	20	20
弁天島東	10	20	10	10	15	15
桜浜	<5	15	5	30	25	15
竜串西	<5	20	15	30	30	30
竜串東		10	15	25	20	25
大礮南	<5	10	10	20	20	30

また、サンゴ群集のみならず湾内の良好な環境の回復程度を検証するため、海藻相や魚類相、環境指標性の高い砂中動物（ゴカイ類）についてもモニタリングを実施する。

さらに、衰退したサンゴ群集について、それらを効果的・効率的に回復させるためには、本来サンゴが持つ回復力を十分に発揮できるように海域の環境条件を整えることが必要であるが、サンゴの育成状態と環境条件との関わりについては今なお不明な点が多い。したがって、今後も海域の環境条件（水質・底質等）や河川が海域へ及ぼす影響について調査を実施し、サンゴの育成と環境条件との関わりについて把握していく必要がある。

◇サンゴ再生手法の調査研究の推進

突発的な降雨イベント等によってサンゴ群集に壊滅的な被害が生じた場合や、環境条件が整ってもサンゴの回復が見られない場合には、人の手を補助的に加えて回復を促すこともやむを得ない。そのためには、遺伝的攪乱の恐れがない場所で採取したサンゴの卵を水槽内で種苗育成し、それを再び竜串湾に移植する増殖技術が必要となる。

このため、竜串近隣の大月町西泊地先海域で採取したエンタクミドリイシやクシハダミドリイシ等の卵塊について、現在行っている水槽内での初期育成等の増殖技術を平成22年度（2010年度）を目処に確立する。また、竜串湾におけるサンゴ群集の回復に遅れが生じた場合等、必要に応じて竜串湾への試験移植とその育成状態の追跡を実施する。



エンタクミドリイシの増殖試験

◇オニヒトデなどのサンゴ食害生物のモニタリング・駆除（関連事業）

サンゴ群集の攪乱に繋がる大きな要因として、オニヒトデやヒメシロレイシガイダマシといったサンゴの天敵の食害がある。本海域でも過去にオニヒトデやヒメシロレイシガイダマシが発生し、1970年代から行政主導による駆除が継続して行われてきた。近年では、平成16（2004）年頃から竜串湾周辺でオニヒトデの大発生が見られ、湾内のサンゴ群集にも被害が及んでいる。したがって、竜串湾のサンゴ群集を保全するためには、オニヒトデの発生状況やサンゴの被害状況について地域住民、ボランティア（ダイバー）を中心にモニタリングし、被害が拡大する前に駆除等の適切な対策を実施する必要がある、そのための支援策について検討する。



地元ダイバーによるオニヒトデ駆除
（竜串ダイビングセンター提供）

（2）海域の物理的・化学的環境の改善

海域の透明度の低下や富栄養化は、サンゴのみならず竜串湾に生息する多くの生物の生息環境を悪化させる。サンゴをはじめとした沿岸生態系が自立的に回復できる環境を取り戻すため、海域の物理的・化学的環境を改善する取り組みを実施する。

◇海底の泥土除去などによる海域の物理的・化学的環境の改善

竜串湾のサンゴを保全するうえで最も大きな問題として考えられているのは、海域の底質環境の悪化である。竜串湾で泥土が堆積しやすい場所のうち、特に堆積が著しい場所は弁天島の東側と大碓の東側の2カ所存在しており（図5）、現在でも粘土・シルトといった細かな粒子の堆積が認められ、波浪による巻き上がりによって濁りを発生させている。濁質はサンゴと共生する褐虫藻の光合成の阻害やサンゴの上に堆積することで、その成育を妨げる原因となる。さらに、濁りの発生はサンゴだけではなく魚類や海藻類等竜串湾に生息する生き物全体にとっても好ましくない。

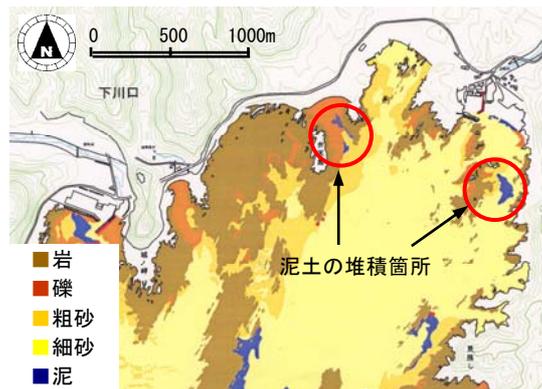


図5 竜串湾内の底質の分布

環境省は、泥土の著しい堆積が見られる2カ所について、平成18（2006）年から泥土の除去工事を実施してきた。また、泥土の堆積状況や巻き上がりによる濁りの発生状況をモニタリングし、泥土除去による効果を検証しながら必要に応じて対策を講じてきている。泥土除去工事の実施に伴い、湾内のSPSS（底質中懸濁物質質量）の測定値は明らかに低下しており、取り組み

の効果が現れているものといえる（図6）。今後は、前年度の泥土除去工事の効果について当該年度にモニタリングを実施し、その結果について専門家技術支援委員会に諮ったうえ、工事の方針を決定するなど、順応的に進めていくこととする。なお、海中公園地区（サンゴ生息域）における海域環境監視基準としては、近年の調査結果から $SPSS=100\text{kg}/\text{m}^3$ 以下を目処に対策実施の要否判断とする。

さらに、平成17（2005）年から実施してきた底質調査により、泥土中には窒素やリンが大量に含まれていることがわかっており、堆積泥土が富栄養化を促す要因になり得ることが示された。したがって、泥土除去工事は富栄養化対策としても有効な方策であるといえる。また、堆積泥土はもともと陸域に由来するものであることから、平成15（2003）年から実施している三崎川からの濁質・汚濁負荷量（SS;浮遊懸濁物質質量、COD、窒素、リン）のモニタリングを継続し、陸域の影響について把握する。

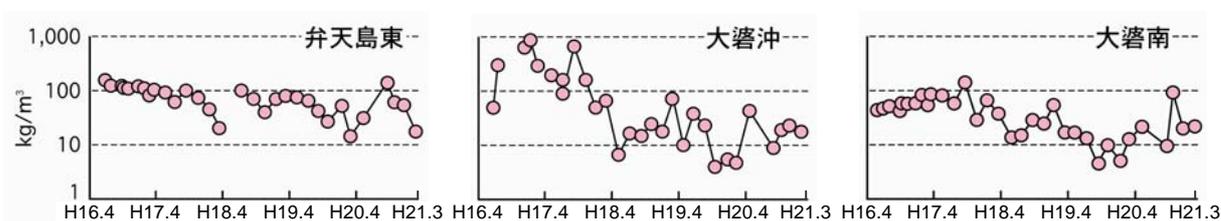


図6 地点別 SPSS 調査結果（平成16～20年度）

◇海域における環境負荷軽減手法の検討

今後も豪雨による濁質の大量流入の可能性が学識者から指摘されていることから、濁質の湾内への滞留改善等、現在検討・実施している取り組み以外の対策についても論議を重ねていくこととする。

5-2 自然と共生した活力ある地域づくり

（1）持続可能な自然環境の利用と地域産業の活性化

自然再生に関する取り組みを持続的に実施していくためには、地域の産業や暮らしが自然環境の保全と一体的でなければならない。したがって、竜串の自然環境を資源とし、持続的に利用しながら地域産業の発展を図る以下の取り組みについて、地元自治体や関係者と協力し、支援のあり方について検討していく。

◇自然環境にやさしい観光業への転換・活性化

今後、竜串湾における観光サービスの主流とするべく、サンゴが広がる海中景観を中心として、周辺の海岸や河川、里山、農地等の自然、文化的な資源の重要性を啓発し、それら豊かな地域資源を活かしたエコツーリズムへの展開を図る必要がある。そのため、地域の活動主体に対してツーリズムの材料として活用できる竜串の自然的な情報や資料を提供するとともに、地域からの要請に応じて随時学習会等への職員派遣を行う。

◇再生した竜串湾の自然を持続できる地域産業への転換・活性化

再生した竜串湾の環境を維持していくためには、直接的な影響を及ぼす関連区域（陸域）の保全が最も重要である。その最たる森林整備は地域林業の活性化にもつながり、環境保全との両立を促すこととなる。また、農地においても環境に配慮した農業を目指すなどして自然再生に貢献できる。さらに漁業振興も含めて、地域産業の活性化と地域の自然環境が持続的かつ適切な管理されていくように森林管理者や森林組合、JA、農林漁業者等が今後さまざまなかたちで実施していく取り組みを支援する。

◇持続可能な自然環境の利用に関するルールづくり

竜串の自然環境を永続的に守るため、竜串独自のルールを作成する必要があると考えられる。海域・陸域の利用の仕方や留意すべき事項、観光客増加によるオーバーユースおよび不法投棄等の環境破壊活動の防止等について整理された竜串での活動のガイドラインとなるべきものが求められる。また、環境にやさしい日々の生活や農作業、工事現場での濁り防止の工夫等、自然を守る取り組みについても、関係機関や各主体との合意形成をもってその作成に協力していく。

（２）地域の多様な主体の参加と連携の推進

自然再生を推進していくためには、地域内外のさまざまな人々の理解と協力が不可欠であるため、地域住民や各種団体等が自然再生活動にともに取り組んでいけるよう支援していく必要がある。

◇地域内外への情報発信

自然再生事業については、関係者の努力によって自然再生フォーラムをはじめ、住民学習会等さまざまなイベントを通して広報を行ってきた。このほかニュースレターの発行やホームページ（HP）の開設・運用等広報ツールも展開しているが、まだまだその認知度は低いものといえる。HP は今後さらに使い勝手の良いツールとしていくことに努め、また、ニュースレターも配布対象を広げ定期的に発行するなど、竜串のサンゴを高知県、ひいては国の財産として認知度の拡大を図るとともに、近隣市町村や高知市、県外を含めて自然再生の活動基盤の底辺を拡大できるような広報活動を展開していく。



図7 竜串ニュースレター（第7号）

◇環境学習の推進とネットワーク化、人材の育成

竜串における持続的な自然環境の保全を目指し、地域の自然や文化的な資源および自然再生事業を題材にした体験学習や観察会等、環境学習を推進する。具体的には学校や各種団体、地元ボランティアの方々等と連携し、多様なプログラムを構築する。また、竜串の自然や文化・歴史に詳しく、観光者や子供たちへの学習活動を実践できる人材を確保・育成するインタープリターの養成に係る支援を行う。

◇地域の多様な主体の活動への参加促進

現在、自然再生協議会に参加している個人や団体、行政機関等に対して、自然再生活動への参加を働きかけるとともに、高齢者から子供まで、海岸や河川清掃、森林整備、オニヒトデの駆除、広報活動等、世代や関心の度合いによって竜串自然再生活動に参画できるメニューを各主体との協働によって提供し、参加の機会を広げていく。

◇活動拠点としての既存施設の活用

上記のような取り組みを進め、各主体や観光客、住民の交流・連携を促進させていくためには、自然再生活動の拠点が必要となる。その拠点を利用して、環境学習の場としての活用や再生事業の紹介、進捗状況等をわかりやすく展示し、あわせて情報発信等も行っていけば、さらなる活性化と各活動の効果を高められる。現段階では、高知県の主導のもと、「足摺海洋館」の有効活用を念頭に置き、環境省としても自然再生の拠点づくりに向けて協力していく。



足摺海洋館

5-3 モニタリング実施計画

竜串自然再生の基本目標を達成するには長い時間が求められる。そのため、ここまでに整理した取り組みを継続的に実施しながら、取り組みの効果を科学的に評価し、その内容を自然再生の取り組みに反映させるという順応的な方法で進めていく必要がある。

モニタリングはその効果的な取り組みを検証していくために行うものであるが、実施主体は、関係行政機関だけではなく、調査内容によっては専門家の指導のもと、地域住民や学校、ボランティア等が主体となって実施すべきものもある。また、モニタリングを観察会等の環境学習の機会としても積極的に活用していくことが重要と考えられる。表2に今後必要と考えられるモニタリング項目とその実施主体について整理した。

表2 モニタリング調査項目と実施主体

分類	調査項目	専門家による調査	ボランティア等による調査	環境学習を活用した調査
サンゴの 成育状況	幼生の加入状況	○ (1)		
	幼群体の成育状況	○ (1)		
	移植サンゴの成育状況	○ (3)		
	サンゴ群集の成育状況	○ (3)	○ (1)	○ (1)
湾内の 生物相	魚類相	○ (1)		
	海藻相	○ (1)		○ (1)
	砂中動物	○ (1)		
物理・化学 環境	SPSS 分布	○ (6)		
	泥土移動、堆積観測	○ (6)		
	巻き上がりによる濁度	○ (連続)		
	湾内の富栄養化因子 (窒素とリン)	○ (4)		
	河川からの流入物質 (SS、COD、窒素、リン)	○ (12)		

注) () 内の数字は実施予定回数/年。