

令和2年度
海中道路周辺海域自然環境再生事業
委託業務
(再生の取組に係る業務)
報告書

令和3年 2月

令和2年度海中道路周辺海域自然環境再生事業
沖縄環境保全研究所・建設技術研究所
共同企業体

-目次-

1. 業務概要	1-1
1.1 業務の名称	1-1
1.2 業務の目的	1-1
1.3 業務の期間	1-1
1.4 業務内容	1-1
1.5 基本的な考え方及び基本方針	1-1
1.6 実施方針	1-2
1.7 業務全体フロー	1-3
1.8 業務全体の工程表	1-4
1.9 業務遂行体制	1-5
1.10 業務報告書作成・成果物	1-6
1.11 情報管理	1-6
1.12 安全対策	1-6
2. 実施計画の実施（試行）	2-1
2.1 干潟改良（耕耘、薬剤投入）の試行	2-1
2.2 海藻（漂着ごみ）の堆肥化の試行	2-35
3. 意識啓発活動の実施	3-1
3.1 地域イベントの実施	3-1
3.2 先進地視察の企画・実施支援	3-7
3.3 その他意識啓発に係る活動	3-40
4. 追加調査	4-1
4.1 干潟の鳥類調査	4-1
4.2 小水路の水質調査	4-16
5. 実施計画策定支援	5-1
5.1 課題の整理	5-1
5.2 設計	5-2
5.3 管理目標の検討支援	5-4
5.4 モニタリング計画（案）の検討支援	5-13
5.5 便益分析の実施	5-23
5.6 その他	5-33
6. 協議会の運営補助	6-1
6.1 第1回協議会	6-1
6.2 第2回協議会	6-4
7. 会議・打合せの実施	7-1
8. その他必要な業務	8-1
8.1 現地調査に係る関係機関との調整	8-1

【資料編】

[資料 1] 協議会資料及び議事記録(第 1 回協議会、第 2 回協議会)

[資料 2] 実施計画(案)

[資料 3] 現地調査・イベント写真集

[資料 4] 計量証明書

1. 業務概要

1.1 業務の名称

令和2年度 海中道路周辺海域自然環境再生事業（再生の取組に係る業務）

1.2 業務の目的

環境の悪化が課題となっているうるま市海中道路周辺海域の、「海中道路周辺海域自然再生全体構想」に基づいた「海中道路周辺海域自然再生実施計画の策定」、「再生の取組（試行）」、「モニタリング」、「意識啓発イベント」等の自然環境の再生・維持・活用に資するための取組みを実施する。

1.3 業務の期間

令和2年9月1日（火）～令和3年2月19日（金）

1.4 業務内容

本業務の内容は、以下の(1)～(5)に示す項目である。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">(1) 実施計画の実施（試行）(2) 意識啓発活動の実施(3) 実施計画策定支援(4) 協議会の運営補助(5) 業務報告書の作成 |
|--|

1.5 基本的な考え方及び基本方針

環境の悪化が課題となっているうるま市海中道路周辺海域について、豊かな生態系を形成し、そして良好な景観や生態系サービスなどの恵みを享受しながら、地域活性化を推進していくための取り組み方法などについて、昨年度、取りまとめられた全体構想や実施計画(骨子案)において、下記の基本理念が掲げられた。

海中道路周辺海域自然再生の基本理念（案）

**「きらめく青い海と豊かな自然環境に抱かれる、
未来に伸びゆく海中道路の水辺を目指して」**

今年度は、その全体構想及び実施計画(骨子案)に基づき、さらに具体性を増した「実施計画の策定」、「再生の取組（試行）」、「モニタリング」、「意識啓発イベント」等の自然環境の再生・維持・活用に資するための取組みを実施するものと認識している。なお、本業務の実施にあたっては、以下①～④の着眼点に留意した。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">着眼点①：地域実情を踏まえた実現性の高い「海中道路周辺海域自然再生実施計画」の策定支援着眼点②：実施可能性を考慮・確認しながら行う対策メニューの試行と効果検証モニタリング着眼点③：長期的視点に立った、実施計画の担い手としての地域住民への環境意識の醸成着眼点④：地域の各主体の協力関係構築を念頭に、意見が出しやすい、フラットな協議会運営 |
|--|

1.6 実施方針

本業務を実施するにあたっては、以下を実施方針とした。

実施方針 1：実施計画の実施（試行）

実施計画にて挙げられた対策メニューのうち、「干潟改良」、「漂着ごみ対策」の試行を提案します。各種試行は、今後の実施計画への本施行となる可能性があることから、検証モニタリングとともに、試行段階から、作業にかかる人工数や日数、コストの把握につとめ現実的な「設計」に活用します。

実施方針 2：意識啓発活動の実施

長期的な視点から、本事業で策定される実施計画が真に地域に根付くためには、それを支える地域住民の環境への認識が不可欠となります。意識啓発活動の実施は、短期的な課題ではなく、中長期を見据え、地域の特に子供を対象とした環境学習、また先進地視察による地域住民の環境意識、環境活動への理解醸成を行います。

実施方針 3：実施計画策定支援

昨年度抽出された当該地域での課題について、今年度は実施計画の実施(対策メニューの試行)[実施方針 1]や、地域での意識啓発活動の実施[実施方針 2]を行います。それら現場や地域で実際に行うことで得た諸々の成果は、協議会[実施方針 4]で諮り、専門家や地域住民との協議を通じて、今後のより具体的な「実施計画」の策定支援に活用します。今年度は、主に「課題」、「設計」、「管理目標」、「モニタリング計画(案)」、「便益分析」、「利活用」を重点にブラッシュアップします。

実施方針 4：協議会の運営補助

昨年度の地域の各主体を中心とした委員構成を基本に構成します。また、必要に応じて小規模な、各種専門部会の立上げも検討します。昨年度の協議会では、各主体から様々な関連なご意見が出され協議会が活性化しました。このフラットな意見の発言がしやすい協議会の雰囲気は今年度も継続できるよう、判りやすい資料、報告、説明に努めます。

1.7 業務全体フロー

- 1年目：①自然環境及び社会環境の状況調査と課題の整理、②自然環境再生方針の取組方針の整理
③全体構想(案)・実施計画(骨子案)の作成、④協議会の設置・運営、⑤独自の提案
- 2年目：①実施計画策定支援(課題、設計、管理目標、モニタリング計画(案)、便益分析、その他)
②実施計画の実施(試行)(干潟改良、漂着ごみ)、③意識啓発活動の実施(地域イベント[中止]、先進地視察、④協議会の運営(第2回は書面開催)
- 3年目：①協議会の運営、②モニタリングの実施、③利活用計画の検討(ブラッシュアップ)、
④普及啓発イベントの実施、⑤再生工事の立案、⑥業務結果を踏まえた課題の整理

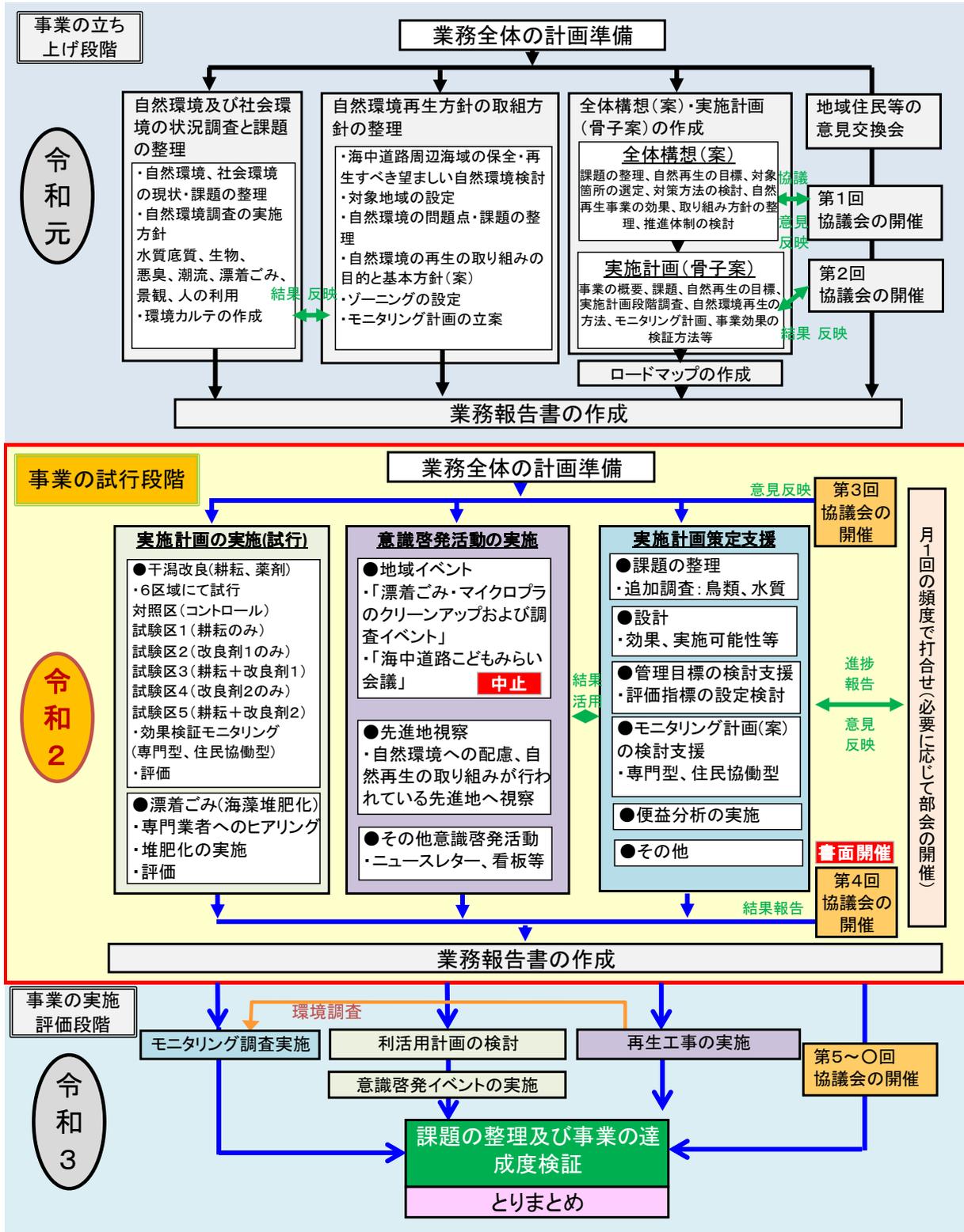


図- 1.1 業務全体のフロー

1.8 業務全体の工程表

今年度の業務工程表を表- 1.1 に示す。意識啓発活動、協議会前には会議（打合せ）を行い、発注者との相互確認を行い実施した。

実施計画の実施(試行)、意識啓発活動では関係者調整を含めた準備が必要となることから、業務受託後速やかに行動を開始した。

第1回協議会では、今年度業務計画について諮ったが、内容の追加削除等の変更がある場合には、発注者と協議の上業務に反映した。

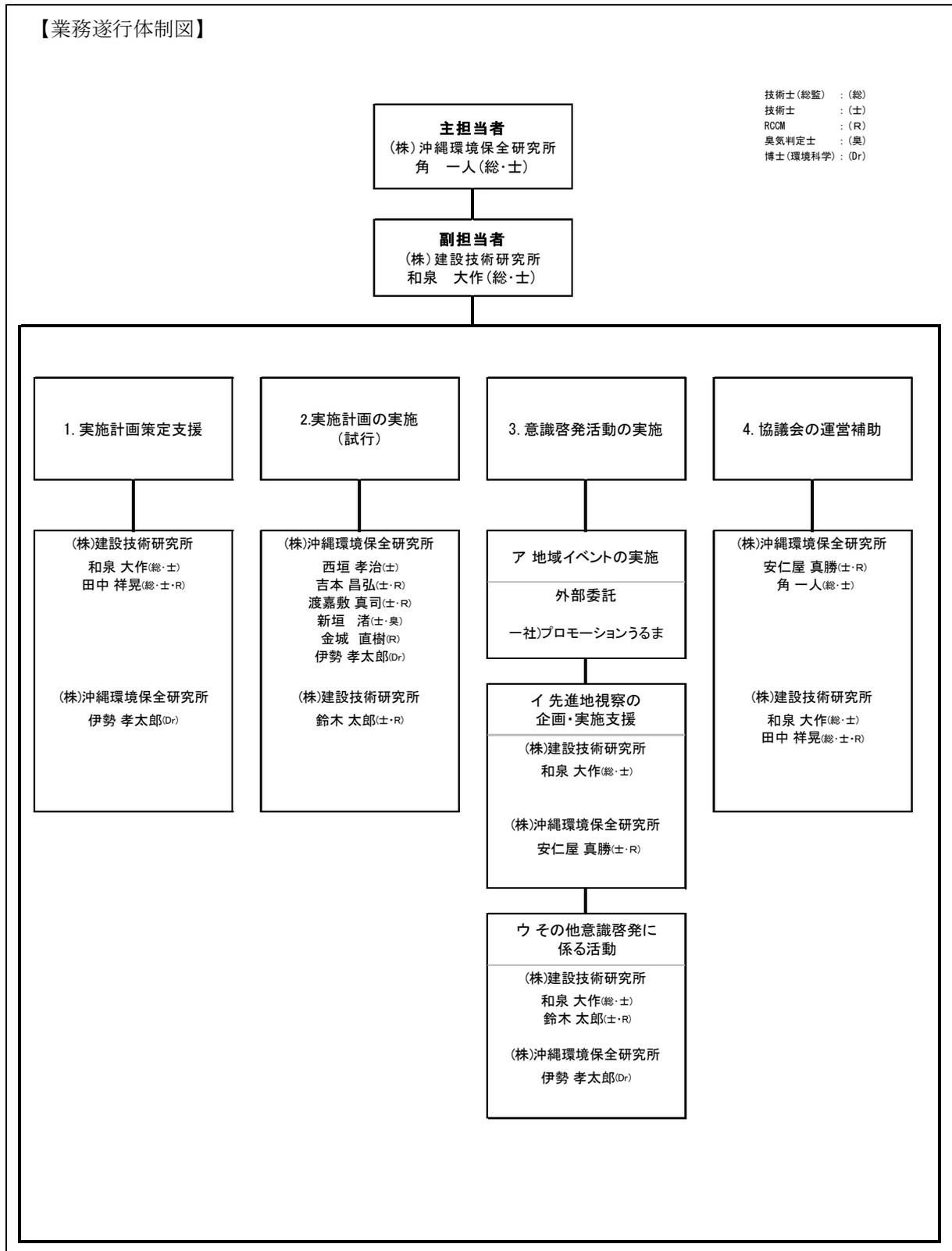
月1回以上の頻度で行った打合せを活用し、必要に応じて協議会委員や地域関係者も含めた打合せを行い、各種イベントの内容や運営方法について検討した。

表- 1.1 工程表(令和2年度)

業務内容	9月	10月	11月	12月	1月	2月
実施計画の実施(試行)	干潟改良 堆肥化	10/23 船舶実験 マクロ・メカロベントス 10/30 発祥開始	10/29 モ 11/2 ニ 11/10 タ 11/19 リ 12/2	12/16 タ 12/25 リ	1/12 グ 1/8 評価 マクロ・メカロベントス 1/25 1/29 メカロベントス	
意識啓発活動の実施	地域イベント 先進地視察 その他		11/30 慶佐次川視察 意見交換会		漂着ごみ クリーンアップ イベント ニュース レター 1/29 入場	1/31 中止 2/4 こども 未来会議 2/中旬 看板 設置 ニュース レター
実施計画策定支援		追加調査 11/2 鳥類(秋)	11/30 小水路水質	1/6 鳥類(冬)		ニュース レター
協議会の運営補助		協議内容反映 10/2 第一回協議会 今年度の業務計画				報告 2/19 第二回協議会 今年度の結果報告
業務報告書の作成						2/19 最終報告・検査
会議の実施	9/7 ① 9/17 ② 9/29 ③ 10/6 ④	10/26 ⑤ 10/29 ⑥	11/05 ⑦	11/26 ⑧	12/03 ⑨ 12/24 ⑩ 1/7 ⑪	2/2 ⑫
会議・打合せ内容	<p>①：業務内容の初回打合せ【うるま市、業者JV】</p> <p>②：「地域イベント」の実施可能性について【八巻委員、うるま市、業者JV】</p> <p>③：第1回協議会の内容について打合せ【森根会長、うるま市、業者JV】</p> <p>④：第1回協議会のご意見の業務への反映について【森根会長、うるま市、業者JV】</p> <p>⑤：「先進地視察先」の慶佐次川自然再生の関係者へヒアリング【東村、東村区長、東村観光協会、うるま市、業者JV】</p> <p>⑥：「地域イベント」の仕方について、与那城小学校へヒアリング【与那城小学校教頭先生、八巻委員、うるま市、業者JV】</p> <p>⑦：「先進地視察先」当日の運営について事務確認【うるま市、業者JV】</p> <p>⑧：「看板設置」について仕方と内容について打合せ【うるま市、業者JV】</p> <p>⑨：「漂着ごみイベント」について、イベント後の魚汁の提供も含め打合せ【森根会長、蔵根委員、うるま市、業者JV】</p> <p>⑩：「干潟改良」についての経過報告と今後について打合せ【うるま市、業者JV】</p> <p>⑪：「地域イベント」の運営について、与那城小学校と詳細打合せ【与那城小学校教頭先生、八巻委員、うるま市、業者JV】</p> <p>⑫：第2回協議会の内容について打合せ【森根会長、うるま市、業者JV】</p>					

※表中 ○ は協議会委員や地域の方と協働で行った項目

1.9 業務遂行体制



1.10 業務報告書作成・成果物

本業務の内容について業務報告書を作成した。また、事業完了後は事業完了届に以下の成果物を添付の上、提出した。

- (1) 保存用報告書 (A4 版、カラー印刷) 5 部
- (2) 公表用報告書 (A4 版、カラー印刷) 1 部
 - ※ 保存用報告書及び公表用報告書には電子媒体 (CD-ROM 又は DVD-R) を添付した。
 - ※ 保存用報告書は本業務で実施内容を網羅し、公表用報告書は一般の閲覧に供することができるよう必要な配慮を行った。
- (3) 実施計画 (案) (カラー印刷) 50 部程度

1.11 情報管理

個人情報の取扱いに当たっては、関係法令等を遵守するとともに、株式会社沖縄環境保全研究所内に管理責任者を配置の上、個人情報の漏えい、滅失、改ざん又は毀損の防止等の措置を講じることにより、個人情報の管理を徹底した。

行政情報の取扱いについては、関係法令等を遵守するとともに、株式会社沖縄環境保全研究所内に情報管理責任者を配置の上、行政情報流出防止対策を適切に講じることにより、行政情報の管理を徹底した。

1.12 安全対策

1.12.1 現地作業

調査中は陸域作業、海域(干潟)作業ともに下記の事項に留意し、万一事故等が発生した場合は、直ちにうるま市市民部環境課へ連絡し、負傷者が出た場合は、最寄の病院へ速やかに運ぶこととした。

<陸域作業>

- ・ 気象等の情報に常時注意しながら安全の確保に努める。
- ・ ハブやハチなどの危険生物による咬傷や刺傷に備え、ポイズンリムーバーを携帯する。
- ・ 熱中症対策として、こまめに水分・塩分補給と休憩をとる。

<海域(干潟)作業>

1. 一般的措置事項

- (1) 調査に着手、終了した時、または調査に変更が生じた場合、及び異常事態が発生した場合には、遅滞なく調査地を管轄する中城海上保安部交通課へ連絡します。
調査期間中は、許可証の写しを船舶等及び現場に携帯します。

2. 事故防止のための措置

- (1) 気象の変化に留意し、作業中止基準として気象警報の発令、風速 10 m/s 以上、リーフ内で波高 1 m 以上、或いは視程が 1 km 以下となる場合には調査作業を中止し、作業員を直ちに避難させます。
- (2) 強い地震を感じた場合は、直ちに作業を中止し、退避の準備を行います。
- (3) 津波注意報が発令された場合は、作業を中止し退避の準備を行い、異常を発見した場合には、速やかに退避します。

個人情報保護のため
公表を差し控えます

1.12.2 コロナ対策

うるま市のガイドラインには、運営者として行う対策として、①リスクアセスメントとリスクマネジメント、②特徴的なクラスターに対するリスクマネジメント、③クライシスマネジメントが挙げられており、特に本業務の「地域イベントの実施」、「先進地視察の企画運営」、「協議会の運営」の際には、に示す内容を遵守して実施した。加えて、協議会、イベント実施前の体温測定、参加者のフェイスシールド着用、会議室の定期的な換気、マイクを併用しながらのソーシャルディスタンスの確保など極力感染予防に努めた。また協議会においては、必要に応じて協議員のリモートによる参加も検討した。

表- 1.2 コロナ対策(運営者として行う感染症対策の種類)

① リスクアセスメントとリスクマネジメント		
感染源	自宅体温測定し発熱していたら自宅待機 入場者の登録、人数制限 入場時の手指消毒(持ち込み対策)	
感染経路対策	接触感染対策	入場時の手指消毒(持ち込み対策) 定期的な手指衛生 環境の清掃(手が触れる場所)
	飛沫感染対策	距離(1m、できれば2m)を離す工夫 発声の機会を減らす(マスクの着用) 咳エチケット 参加者が接近しづらい動線の設定 集まる場所(昼食場所)の時差利用 同スペースにいるスタッフ・参加者の制限 小まめな手指消毒の実施
	エアロゾル・空気感染	定期的な換気 頻繁に換気
② 特徴的なクラスターに対するリスクマネジメント		
感受性と感染源	密閉空間なら換気を良く	換気設備の点検 ※可能な限り2カ所以上の開口部を使用することで効率よい換気が実現
	多数が手の届く距離に集まらない	入館する人員の管理、制限 入退場に時間差を設ける 動線の工夫
	近距離の会話・発声なし	大きな発声をさせない環境 →無観客 参加者同士の一定距離の確保
その他	食事及び軽食の個包装化(トングなどを使わない) 手指消毒等の手指衛生をするための資機材を身近に配備 飲食エリアに入る前の手指消毒確認又は手指消毒の徹底	
③ クライシスマネジメント		
積極的疫学調査の備え(連絡先が確実な参加者名簿の作成)		
濃厚接触者となり自宅待機要請がなされた場合への備え(事前説明、調整)		
参加者の移動の記録化(例:航空機の座席番号等)		

出典: 新型コロナウイルス感染症に係るうるま市主催イベント等実施ガイドライン p5 より抜粋

2. 実施計画の実施（試行）

2.1 干潟改良（耕耘、薬剤投入）の試行

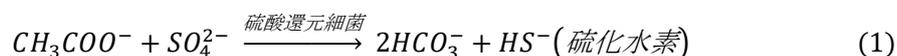
昨年度実施した既存資料調査、現場調査並びに協議会を通して浮き彫りにされた課題として、海中道路付け根（屋慶名側南）の「三角地帯」における悪臭、水質悪化、漂着ごみ等がある。

「三角地帯」の環境悪化の要因としては、勝連半島と海中道路に挟まれる地形のため潮流が弱く、汚水や漂着ごみが溜まりやすくなっていること、加えて最も潮流が弱くなる三角形の頂点に位置する暗渠出口から生活排水等が流入し、干潟干出時には底質に直接汚水が注ぎ込んでしまうことなどが挙げられる。これら生活排水等に含まれる有機物や漂着ごみ中の海藻等が腐敗・発酵することなどが悪臭の主な発生源であると考えられる。実際、昨年度の現場調査において他の調査地点と比較して、臭気指数、底質の硫化物量、COD、SPSS が高く、水質の全チッソ、全リン量も高く、pH は最も低かった。底質の硫化物量が多く、COD も高いことから、硫酸塩還元細菌等の活動による硫化水素の発生等により、他の生物の活動が妨げられている可能性が示唆された。

これらの環境条件を考慮し、閉鎖性海域の富栄養化対策として実施される手法について効果、コスト、環境影響、当該地域の地形的特徴、また地域の住民参加のしやすさ、順応的管理の適用性等を考慮し、比較検討した結果、干潟耕耘と薬剤投入を試行的に実施することとした。

2.1.1 本干潟改良試験のコンセプト

干潟は本来活発な生物生産機能や物質循環を通して、流入した有機物を吸収、分解、除去するなど強力な浄化能力を有しているが、富栄養化や汚染が進行しすぎると機能不全が起り、十分な浄化機能を発揮できなくなってしまう。そこで本干潟改良試験では、主な機能不全の原因と考えられる干潟域での硫酸塩還元細菌による硫化水素発生の抑制を図り、環境改善を行うことを目的としている。図- 2.1 に想定される三角地帯における環境悪化、悪臭発生のメカニズムについて示す。生活排水等には栄養塩や有機物が豊富に含まれる、一方で海水中には栄養塩や有機物に乏しいが、硫酸イオンが 2,700 ppm 程度含まれる。これらが干潟域にて混合することにより、栄養塩・有機物が豊富で硫酸イオンも存在する水となり、干潮時には干潟の底質中に染み込むことになる。底質中には空気が入りにくいことから、酸素の無い嫌気・還元的な環境が形成されやすい。これら有機物、硫酸イオン、嫌気環境が揃うことにより硫酸塩還元細菌の活動の条件が整うことになる。この 3 つの条件が揃った状態では、硫酸塩還元菌（例：図- 2.3-(a)）による硫化水素生成が活発となることから、硫化水素特有の腐卵臭のような悪臭が周囲へと放たれることになります。例として酢酸（有機物）と硫酸イオンからの硫化水素発生の反応式(1)を示す。



これら 3 つの条件のうち、有機物は排水口から継続的に流入し、硫酸イオンは海水中に無尽蔵にあることから、これら 2 つを排除することは難しい。一方で嫌気環境は耕耘等で干潟をかき混ぜることにより酸素を入れることで改善が可能である。このため、本試験では図- 2.2 に示すように干潟耕耘により嫌氣的・還元的となっている底質の改善を試みることにする。加えて、耕耘時に適切な改良剤を組み合わせることで、いっそうの改善効果が期待されることから、本試験では硫酸塩還元細菌の活動抑制効果が期待される底質改良剤として pH 上昇効果のある改良剤 2 種を耕耘時に鋤き込むことにする。図- 2.3-(b) に示すように、一般的な硫酸塩還元細菌

は pH7.5 付近において最も活性が高まることが知られている。三角地帯では底質の酸性化が進行していることから、これら改良剤により底質の pH を通常の海水の 8.1 程度まで上昇させ、硫酸塩還元細菌の活動抑制を図る。

硫酸塩還元細菌の活動を抑制することは悪臭対策のみならず、硫化水素による斃死を防ぐことで他の微生物や底生生物の活性を高める効果が期待される。図- 2.4 に示すように、干潟域での栄養塩類は陸域や他の海域から入ると、まず微細藻類の光合成に利用され、有機物はバクテリアからの分解を受ける。それにより増加した微生物類をゴカイなどの底生生物が餌とすることにより取り込まれ、その底生生物を鳥や魚などの肉食動物が摂餌し、これらが移動することにより域外へと排出される。これらのことから、干潟の微生物や底生生物を活性化し、干潟の健全な生態系を構築することにより、干潟生態系での食物連鎖を通じて悪臭対策のみならず、親水性の高い豊かな環境構築を最終的な目標とする。

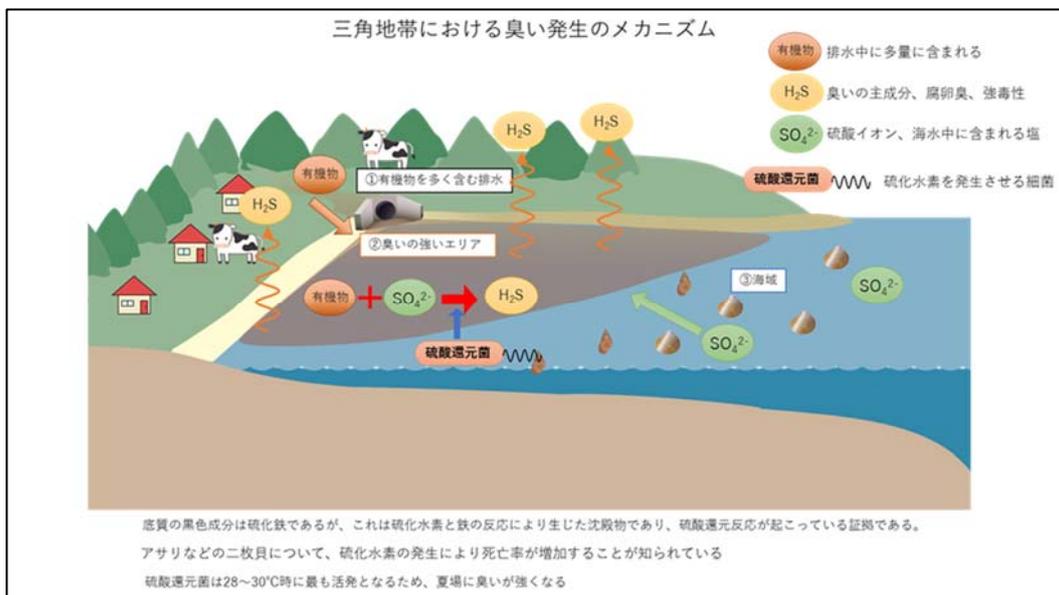
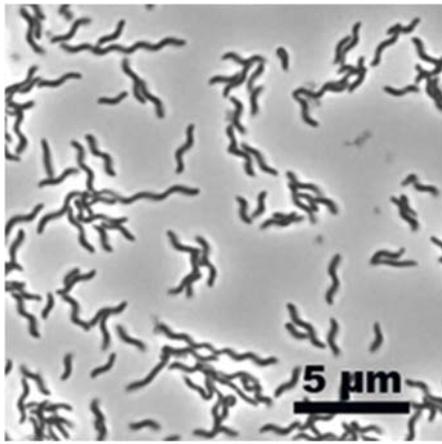


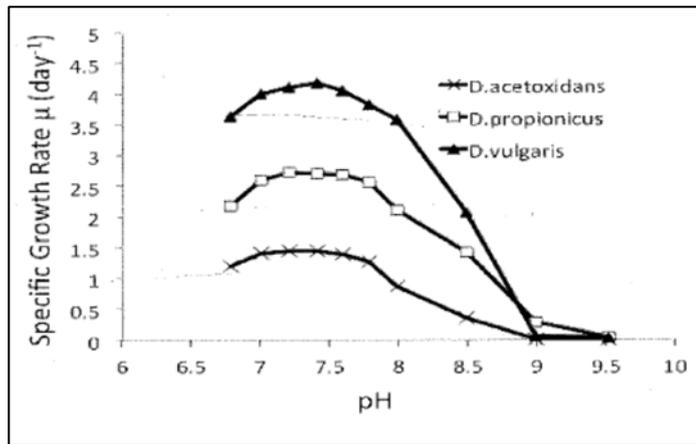
図- 2.1 推定される三角地帯における悪臭発生のメカニズム



図- 2.2 本干潟改良試験のイメージ図



(a) 硫酸塩還元菌の例
(Desulfovibrio dechloracetivorans)
 製品評価技術基盤機構 WEB サイトより
 引用



(b) 硫酸塩還元細菌の比増殖速度と pH の関係
 (Vincent et al, Process Biochemistry, Vol.33, No.5,
 pp555-1198, 1998)より引用

図- 2.3 硫酸還元細菌についての資料

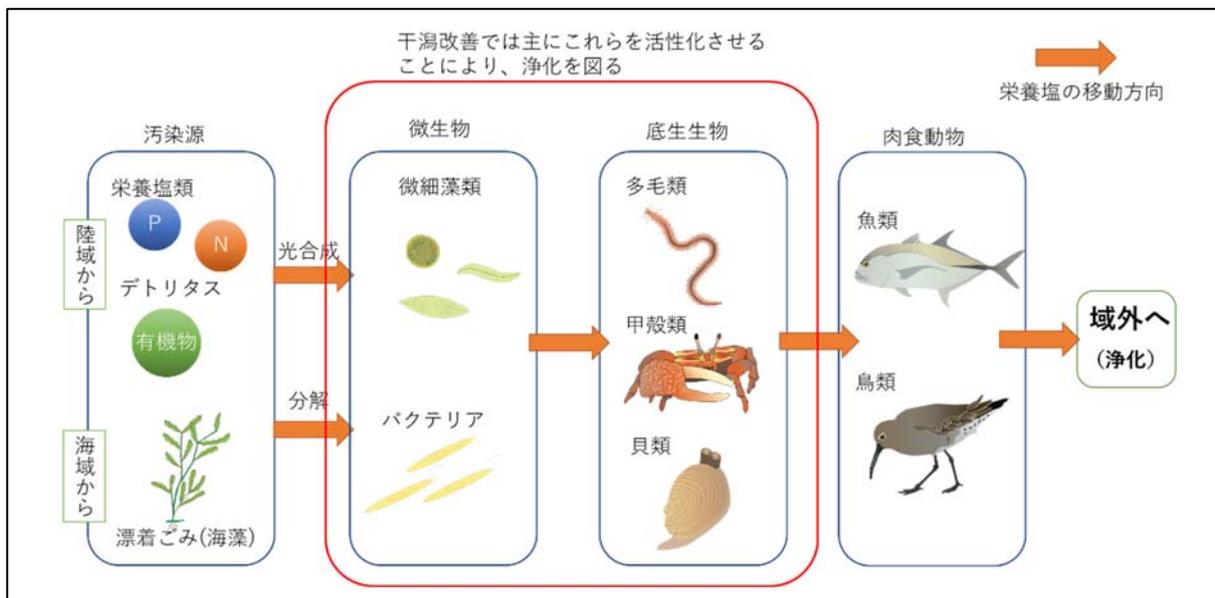


図- 2.4 干潟生態系での汚濁負荷(栄養塩類)浄化の流れ

2.1.2 試行方法

(1) 干潟耕耘

1) 実施場所

干潟改良試験は、三角地帯において図- 2.5 に示すように、生活排水等が排出される暗渠からの距離など、各区画で条件が等しくなることを意図して、対照区および浄化試験 5 区画を設定した。各試験区画は図- 2.6 に示すような 5m×5m の正方形で四隅に木製の杭を打つことにより区画分けを行い、耕耘深さは 20cm 程度とした。各試験区画の試験条件について表- 2.1 に示す。

表- 2.1 各試験区画の試験条件について

区画	試験条件
対照区	人為的に手を加えない。改善効果の比較のための区画。
1 区	耕耘機による耕耘のみ。
2 区	底質改良剤のクリアウォーターを 400 g/m ² で散布する。
3 区	底質改良剤のクリアウォーターを 400 g/m ² で散布し、耕耘機にて底質にすき込む。
4 区	底質改良剤のセラクリーンを 3 Kg/m ² で散布する。
5 区	底質改良剤のセラクリーンを 3 Kg/m ² で散布し、耕耘機にて底質にすき込む。

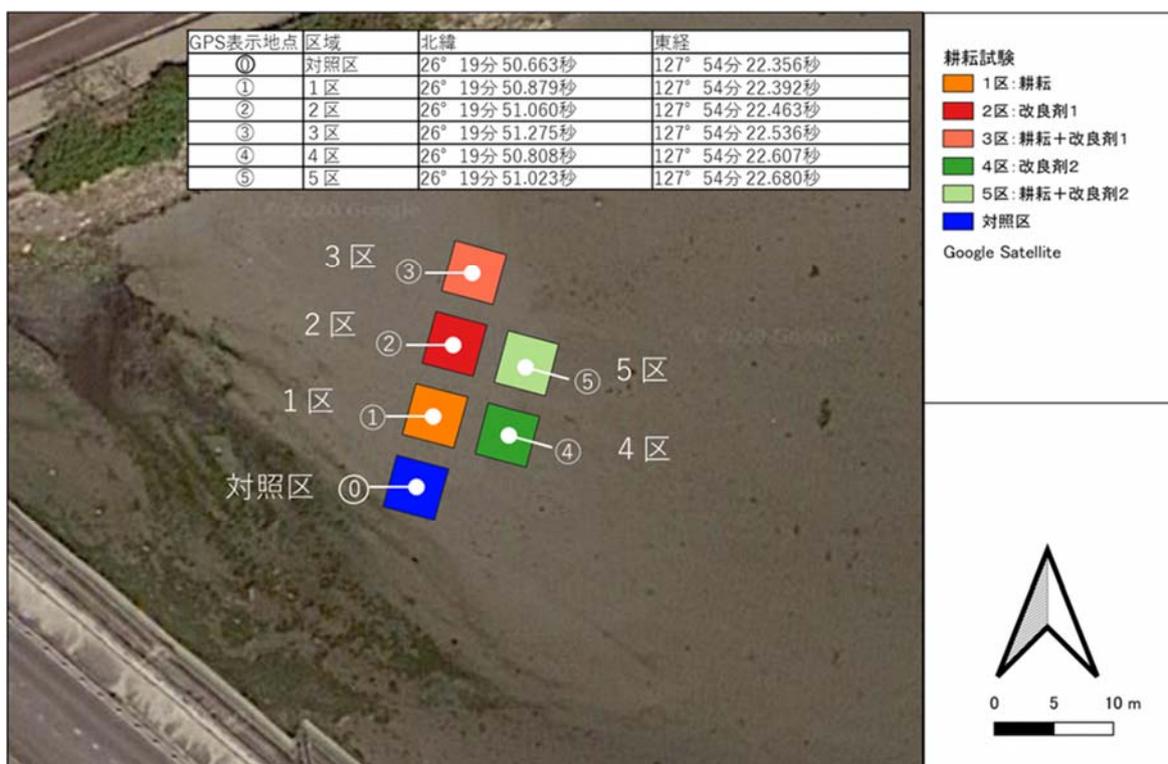


図- 2.5 干潟改良試験実施場所

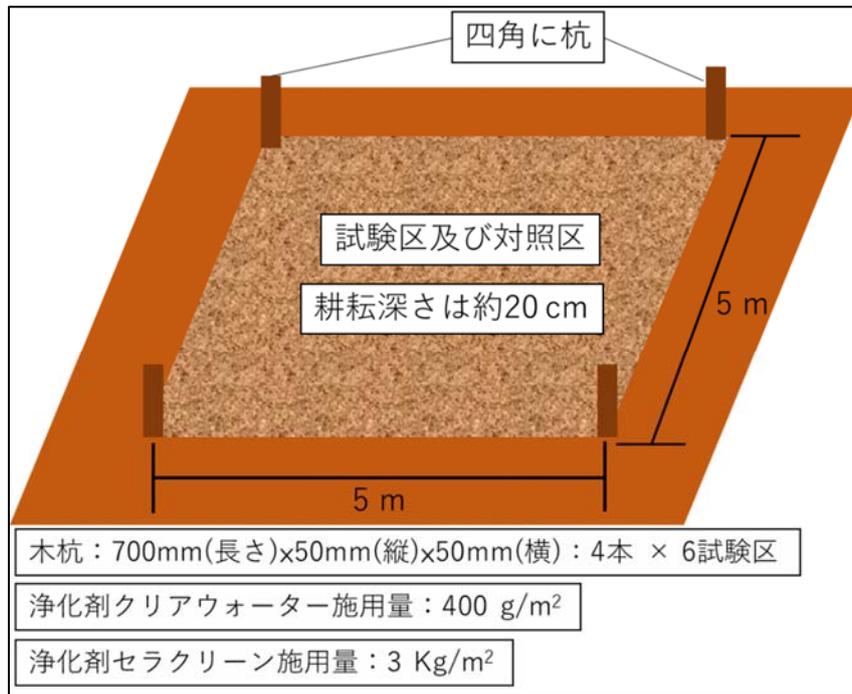


図- 2.6 干潟改良試験の区画のイメージ図

2) 使用した底質改良剤

本試験では、2種類の底質改良剤を使用した。いずれの改良剤についても養殖場や干潟などの富栄養化が進行した場所において多数の実績があり、安全性についても十分に検証された製品となります。また干潟の改善について環境省の「環境技術実証（ETV）事業」でETVマークを取得しており、底質環境改善効果が高く評価された製品である。それぞれの特徴を表-2.2に示す。

表-2.2 本試験で使用した底質改良剤の特徴

製品名	底質改良剤1（クリアウォーター）	底質改良剤2（セラクリーン）
製造者	宇部マテリアルズ(株)	太平洋セメント(株)
主成分	酸化マグネシウム	ケイ酸カルシウム
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ pHの弱アルカリ化 ・ リン酸イオン溶出抑制 ・ 弱アルカリ化による硫化水素生成の抑制 ・ 硫化水素抑制による生態機能の回復 	<ul style="list-style-type: none"> ・ pHの弱アルカリ化 ・ ケイ酸の放出による珪藻類の活性化 ・ 珪藻を捕食する底生生物の活性化 ・ 弱アルカリ化による硫化水素生成の抑制 ・ 硫化水素抑制による生態機能の回復
施用量	400 g/m ²	3 Kg/m ²
外観		

3) 実施期間

底質改良剤の散布および耕耘は令和2年10月25日に実施し、その後の3ヶ月間をモニタリング期間とした。

4) 分析項目および分析方法

分析項目および分析方法について表-2.3に示す。底質化学分析については、各区画より2サンプルを採取し、それぞれ分析を行った。なお底質のサンプリングは、表層水の影響を排除するため、表層5cm程度をスコップにて取り除き、その下の底質を採取した。

表- 2.3 分析項目および分析方法等

分類	項目	分析方法	地点数	回数
底質化学分析	pH	平成 24 年 8 月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.4 pH メーター	12	10
	COD	平成 24 年 8 月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.7 過マンガン酸カリウム消費量によるヨウ素滴定法		
	ORP(酸化還元電位)	平成 24 年 8 月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.5 ORP 電極		
	硫化物量	平成 24 年 8 月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.6 水蒸気蒸留後ヨウ素滴定法		
	全リン	平成 24 年 8 月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.9.1 硝酸一過塩素酸分解法		
	全チッソ	平成 24 年 8 月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.8.1.1 中和滴定法		
	SPSS	平成 3 年沖縄県環境保健部「赤土流出防止対策の手引き」Ⅲ.1.1 海域における底質中の赤土（微粒子）濃度簡易測定法		
底生生物調査	マクロベントス	コドラート内の底質を直接採取し、ホルマリン固定後に顕微鏡により同定	6	2
	メガロベントス	試験区画の底質に生息するメガロベントスの種類について目視観察にて記録する		

2.1.3 試行結果

(1) 改良剤の散布と耕耘作業

干潟耕耘は令和2年10月25日の干潮時に行った。例として5区(セラクリーン散布後に耕耘)での作業の様子を図-2.7(a)~(f)に示す。また耕耘作業後にドローンを用いて上空より撮影した写真を図-2.8に示す。改良剤を各区画に必要な量計量し取り分け、取り分けた改良剤を区画内に散布した。その後、熊手を用いて、可能な限り均等にならす。改良剤を均等にしたら、小型耕耘機(ヤンマー製、7馬力)を用いて耕耘した。この際、小石や死滅したサンゴ片などが底質中にあると耕耘機が跳ねてしまうことから、2人一組で作業を行った。底質中に大きな石が埋まっていない場合には小型耕耘機を使用することにより、比較的容易に耕耘作業を進めることができ、耕耘する3区画(75 m²)について作業時間は1時間程度であった。



(a) 各試験区画(耕耘前)の様子



(b) 干潟改良試験に用いた改良剤



(c) 改良剤散布の様子



(d) 改良剤を均等にならす



(e) 耕耘作業の様子



(f) 耕耘後の干潟(5区)

図-2.7 底質改良剤散布と耕耘作業の様子



(a) ドローンにて撮影した各区画の様子



(b) ドローンにて撮影した各区画の様子
(各試験区を色分けしている)

図- 2.8 耕耘作業後の干潟域の様子

(2) モニタリング

干潟耕耘後の底質の状態をモニタリングするため、経時的に底質を採取し、分析を行った。pH、COD、全リン、全チッソ、SPSS 分析用サンプルは密閉性のプラ容器に採取し、速やかに密封し、分析までは冷蔵保存した。硫化物測定用の底質サンプルは酸化や揮散を防ぐため、現場にて速やかに亜鉛アンミン溶液にて固定を行った。Eh 測定については現場にてポータブル ORP 計 (RM-30P 東亜 DKK 製) を底質中に挿入し測定した (図- 2.9)。各サンプリング日時を表に示す。モニタリング初期には 4 日毎に、その後徐々に間隔を伸ばし、後半は 2 週間毎としている。サンプリング時間は干潮時とし、気象庁で公表している中城湾港の潮位表を参考に時間を設定した (表- 2.4)。



現場でのサンプリングと ORP 測定の様子



サンプリングした底質の様子

図- 2.9 現場サンプリングの様子

表- 2.4 調査実施日時

採取日	干潮時間 (採取時間)	実施項目
令和2年10月25日	8:16	底質化学分析、マクロベントス調査、 メガロベントス調査
令和2年10月29日	11:33	底質化学分析
令和2年11月2日	13:25	底質化学分析
令和2年11月10日	8:11	底質化学分析
令和2年11月19日	15:20	底質化学分析
令和2年12月2日	13:35	底質化学分析
令和2年12月16日	13:40	底質化学分析
令和2年12月25日	9:19	底質化学分析
令和3年1月12日	12:05	底質化学分析
令和3年1月25日	10:36	底質化学分析、マクロベントス調査
令和3年1月29日	13:14	メガロベントス調査

1) モニタリング時の干潟の外観

図- 2.10 に各サンプリング時の干潟域の写真を示す。令和2年10月25日から12月2日までは海藻などの漂着ごみや付近の小石が移動するなどの変化はあったものの、特筆すべき変化は見られなかった。

令和2年12月16日(図- 2.10-(g))のサンプリング時から図- 2.11-(a)に示すように、ゴカイ類の巣穴が明らかに目立つようになってきた。ゴカイ類は底質に穴を掘り多孔質にすることや攪拌することにより、空気の入りにくい海底に新鮮な空気を入れて酸化的雰囲気とする働きもあり、また砂泥をまるごと飲み込み表面に付着している微生物などの有機物を分解するなど、干潟生態系にとって重要な役割がある。

令和3年1月12日(図- 2.10-(i))のサンプリング時よりアオサの繁茂が顕著となってきた。アオサは水温が高い夏場には枯死することが知られていることから、水温の低下とともに成長し、顕在化したものと考えられる。1月25日のモニタリング最終日においても引き続きアオサが繁茂しており、アオサが滯筋を塞ぐことにより暗渠からの排水の流れが滞っている場所が見られ、さらにそのアオサへ海藻などの漂着ごみが絡みつくことにより残留し、干潟環境にとっては好ましくない状況であった。一般的にアオサは富栄養化した干潟域において異常繁茂する事例が多数見られる。本干潟域においても同様の理由により繁茂したものと考えられる。アオサは成長速度が非常に速いことから、周辺のチッソやリンなどの栄養塩を素早く吸収するなど良い面もあるが、一方で異常繁茂した後に干潟内に堆積し腐敗すると、底質の嫌気化によるベントス類の斃死を招くなどの弊害もある。これら繁茂したアオサが腐敗する前に取り除くなどの対策が必要であると考えられる。



(a) 令和2年10月25日のサンプリング時



(b) 令和2年10月29日のサンプリング時



(c) 令和2年11月2日のサンプリング時



(d) 令和2年11月10日のサンプリング時



(e) 令和2年11月19日のサンプリング時



(f) 令和2年12月2日のサンプリング時



(g) 令和2年12月16日のサンプリング時



(h) 令和2年12月25日のサンプリング時



(i) 令和3年1月12日のサンプリング時



(j) 令和3年1月25日のサンプリング時

図-2.10 各サンプリング時の現場の様子



(a) ゴカイ類の巣穴(令和2年12月16日)



(b) アオサなどの藻類(令和3年1月12日)



(c) アオサの繁茂により、周辺に海藻などの漂着ゴミが蓄積

図-2.11 モニタリング期間中に干潟で見られた主な現象

2) 各分析項目の経時変化

a) pH(水素イオン指数)

表- 2.5は各区画の2地点のpH測定結果を、図- 2.12に各区画2地点の値のプロットと4次の多項式近似曲線を示す。初期のpHは7.6~7.7であったが、耕耘や改良剤散布後に改良剤を使用した2~5区は上昇し、概ね7.9以上で推移している。また11月19日以降では対照区や1区においても上昇傾向が見られる。これは季節変動によるものと考えられ、温度低下により底質中の酸生成細菌などの活性が落ちているためであると考えられる。このことから冬季には、低下していたpHが上昇し、干潟全体としては環境が改善していく傾向にあるものと考えられる。各区画についてのモニタリング期間の平均値では対照区、1区においてそれぞれ7.7、7.7、2~5区においてそれぞれ8.0、8.1、7.9、7.9となり、クリアウォーター施工区画にて0.3~0.4、セラクリーン施工区画において0.2の上昇が見られた。2つの改良剤を比較するとクリアウォーターはpHのバラツキが大きい傾向があり、局所的にpHが高いところ、低いところが点在していることが考えられる。またクリアウォーターを使用した1、2区については試験終盤においてpHが8.5前後まで上昇しており、海域における生活環境基準の上限である8.3をわずかに上回った。このことから、クリアウォーターを使用する際にはpHが高くなりすぎないように、温度などの環境条件により散布量を細かく調整する必要があると考えられる。1月12日に最も高い値となった後、1月25日には、いずれの区画においてもpHが下がり、特に2、4区で大きな下げとなった。対照区においてpH低下が見られることから、自然要因によるpH低下に加えて、試験開始後3ヶ月が経過し、クリアウォーター、セラクリーンいずれの改良剤も効果が下がってきているものと考えられる。

耕耘の有無について、対照区と1区、2区と3区、4区と5区をそれぞれ比較する。改良剤を使用していない対照区と1区は耕耘の有無の違いのみであるが、pHの挙動については大きな違いは見られなかった。クリアウォーターを使用した2区と3区については、耕耘した3区はpHの上下動が散布のみの2区と比較して小さくなり、効果が安定的であることがわかる。さらに耕耘した3区はモニタリング終了時にも8以上となっているものの、2区では7.7程度まで急激に下がったことから、持続性に影響を与えるものと考えられる。またセラクリーンを使用した4区、5区はpHの値はいずれも7.8~8.1付近で安定しているが、モニタリング終了時に4区のpHが7.6まで下がったことから、クリアウォーター同様に散布のみの場合に持続性に影響が出ることが示唆された。

表- 2.5 各区画における pH の経時変化

pH	令和2年								令和3年	
	10月25日	10月29日	11月2日	11月10日	11月19日	12月2日	12月16日	12月25日	1月12日	1月25日
対照区-①	7.7	7.7	7.7	7.5	7.5	7.8	7.9	7.8	7.8	7.5
対照区-②	7.6	7.7	7.7	7.5	7.7	7.9	7.9	7.8	7.8	7.5
1区-①	7.7	7.6	7.7	7.6	7.6	7.8	7.9	7.8	7.8	7.5
1区-②	7.5	7.6	7.8	7.6	7.7	7.8	7.9	7.8	7.8	7.6
2区-①	7.7	8.0	8.1	8.3	7.6	8.3	7.9	8.0	8.7	7.6
2区-②	7.6	7.8	7.9	8.1	7.7	7.9	8.0	8.0	8.1	7.7
3区-①	7.6	8.1	7.8	8.1	7.7	8.0	8.1	8.5	8.5	8.7
3区-②	7.6	8.3	8.1	8.0	7.9	8.3	8.1	8.5	8.1	8.0
4区-①	8.0	7.7	7.9	7.8	7.7	7.9	8.0	7.9	8.0	7.6
4区-②	8.1	7.8	7.9	7.8	7.8	7.9	8.0	7.8	8.0	7.6
5区-①	7.6	7.9	7.9	8.0	8.1	8.3	7.9	8.3	8.0	8.1
5区-②	7.7	7.8	8.0	8.0	7.7	8.2	7.9	7.8	8.0	7.7

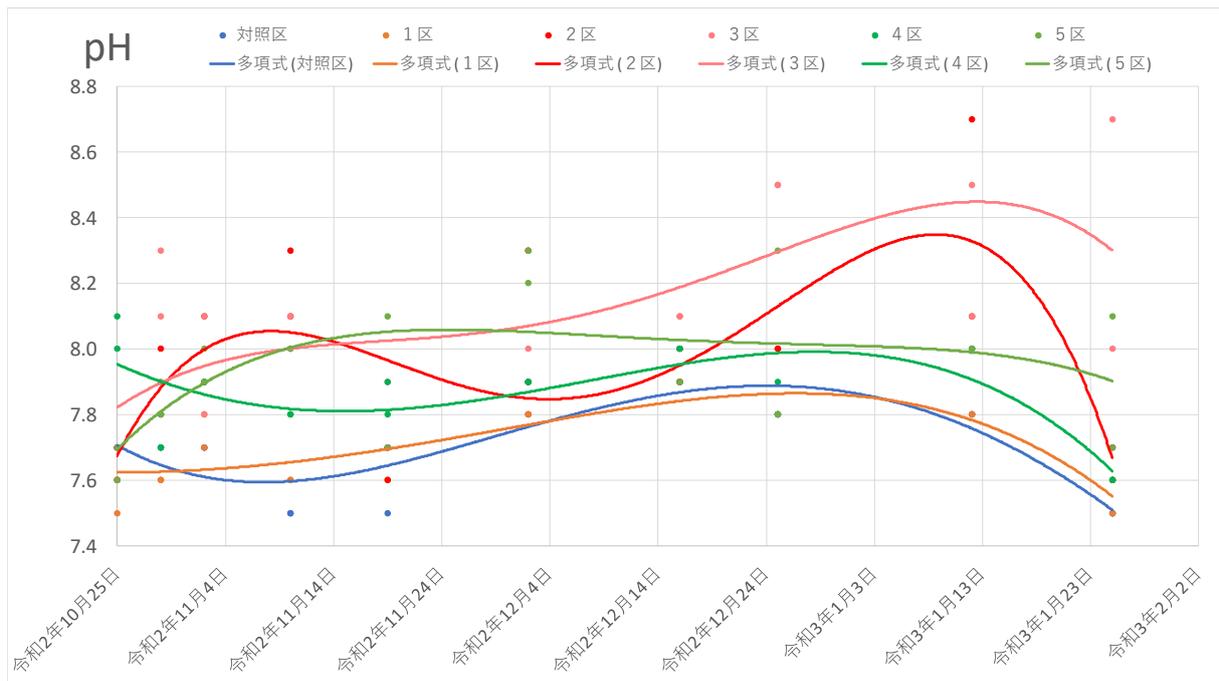


図- 2.12 各区画における pH の経時変化

b) COD(化学的酸素要求量)

表- 2.6 は各区画の2地点のCOD測定結果を、図- 2.13 に各区画2地点の値のプロットと4次の多項式近似曲線を示す。CODは有機物量の指標である。当該エリアへは暗渠出口から生活排水等が流入してくることから、底質中のCODは高めである。値にばらつきが大きい、試験開始後、改良剤散布した区画、改良剤散布と耕耘を実施した区画において対照区や1、2区よりも低めになる傾向が見られた。底質改良剤によるpHの改善、耕耘による底質のかき混ぜ等の効果により、底質中の有機物分解が促進され、CODの低下につながったものと考えられる。

表- 2.6 各区画におけるCODの経時変化

COD (mg/g)	令和2年								令和3年	
	10月25日	10月29日	11月2日	11月10日	11月19日	12月2日	12月16日	12月25日	1月12日	1月25日
対照区-①	6.0	4.6	4.5	5.7	6.0	4.4	5.0	5.4	5.8	5.1
対照区-②	4.9	4.9	4.2	5.2	4.9	6.5	4.0	5.3	5.7	4.8
1区-①	5.1	3.8	4.2	4.5	4.6	4.7	4.3	3.9	4.3	3.7
1区-②	5.4	4.6	4.4	5.0	4.5	4.6	5.3	4.9	4.5	5.2
2区-①	5.8	5.0	4.8	6.1	5.6	4.9	5.0	5.0	4.8	4.8
2区-②	4.7	3.3	3.6	5.0	4.0	3.8	4.3	4.1	5.2	4.1
3区-①	3.6	3.8	3.7	3.6	3.5	3.6	3.6	3.7	3.3	3.3
3区-②	4.7	3.9	3.9	4.2	3.6	3.3	3.8	4.1	3.7	4.1
4区-①	3.9	3.8	3.4	3.9	3.8	3.9	3.8	3.8	3.3	3.2
4区-②	4.9	3.3	3.5	4.2	3.6	3.9	4.7	4.7	3.8	3.3
5区-①	5.6	5.1	3.6	3.7	3.9	4.2	3.9	4.1	3.7	3.9
5区-②	3.9	4.7	4.0	4.1	3.9	3.9	3.9	4.6	3.7	3.5

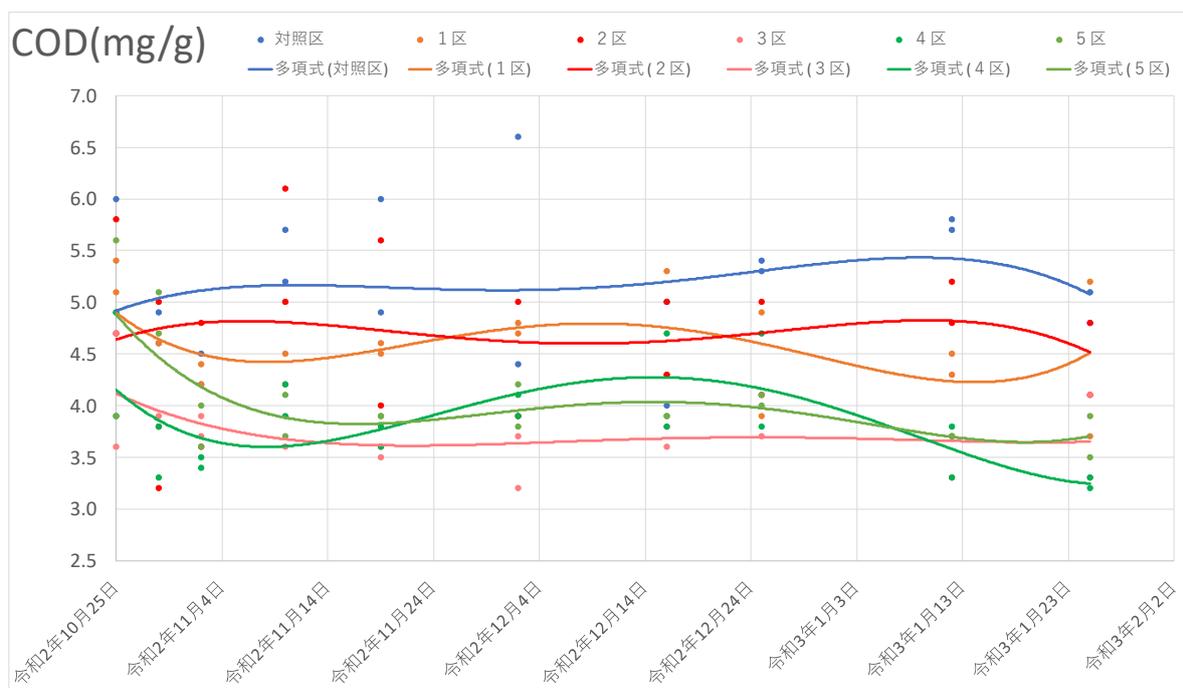


図- 2.13 各区画におけるCODの経時変化

c) ORP (酸化還元電位)

表- 2.7 は各区画の 2 地点の ORP 測定結果を、図- 2.14 に各区画 2 地点の値のプロットと 4 次の多項式近似曲線を示す。ORP は酸化還元状態の指標となり、有機物が豊富にある環境では低い値となる。耕耘を実施した 1 区、3 区、5 区においても低い状態であることから、耕耘時に鋤き込んだ空気中の酸素は数日程度で消費されてしまったものと考えられる。モニタリング期間中、底質中には有機物(COD)や硫化物が依然として存在していることから、ORP が低い状態が維持されているものと考えられる。底質中に蓄積している還元性の物質を消費するには継続的な耕耘作業が必要である。また、陸域からの栄養塩や有機物の流入を減らすなどの追加的措置が不可欠であると考えられる。

表- 2.7 各区画における ORP(Eh)の経時変化

Eh (mV)	令和2年								令和3年	
	10月25日	10月29日	11月2日	11月10日	11月19日	12月2日	12月16日	12月25日	1月12日	1月25日
対照区-①	57	-95.0	-72	-115	-110	-86	-102	-60	-150.0	-60.0
対照区-②	13	-88	-60	-92	-122	-106	-100.0	-155	-67.0	-76.0
1区-①	-8	-95	-123	-119.0	-120	-138	-104	-115.0	-125.0	-78.0
1区-②	-64	-103	-123	-102	-164	-120	-113	-136	-170.0	-81.0
2区-①	-45	-101	-115	-130.0	-121	-104.0	-144	-70.0	-234.0	-95.0
2区-②	-44	-103.0	-121	-104	-125.0	-90.0	-168	-100.0	-135.0	-57.0
3区-①	-60	-130	-135	-130.0	-68.0	-170.0	-165	-170.0	-170.0	-138.0
3区-②	-54	-135	-140	-148	-110.0	-149.0	-154	-157.0	-110.0	-137.0
4区-①	115	-40	-60	-101	-112	-72.0	-123	-127	-110.0	-55.0
4区-②	109	-45	-97	-123	-120.0	-72.0	-150	-65.0	-129.0	-126.0
5区-①	-21.0	-60	-130	-128.0	-152.0	-212.0	-151	-147.0	-112.0	-130.0
5区-②	-30.0	-57	-113	-133.0	-144.0	-187.0	-121	-123	-101.0	-61.0

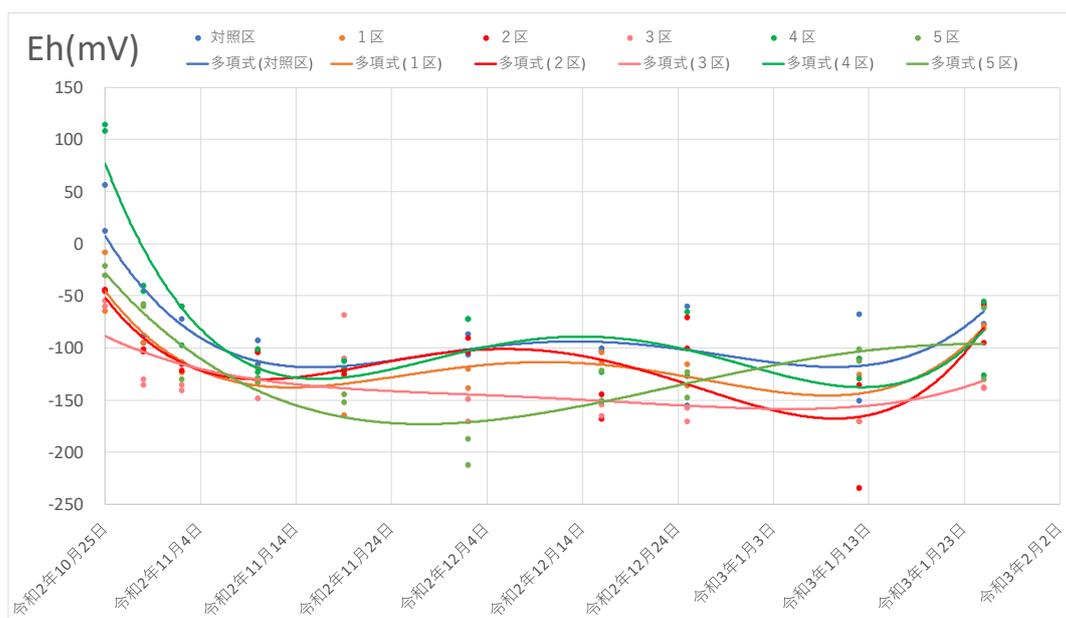


図- 2.14 各区画における Eh の経時変化

d) 硫化物量

表- 2.8 は各区画の2地点の硫化物量の測定結果を、図- 2.15 に各区画2地点の値のプロットと4次の多項式近似曲線を示す。硫化物量は硫酸塩還元細菌の活動の指標である。試験開始後、1～5の各試験区は対照区と比較して低い値で推移した。このことから耕耘のみ、耕耘+改良剤のいずれの場合においても硫酸還元反応を抑制したことが示唆された。一方で全ての区画において試験後2ヶ月間程度にわたり硫化物量の減少が見られ、12月中旬以降は下がったまま低い値で安定した。硫酸塩還元菌は一般的に28～30℃において活性が最も高まることが知られており、三角地帯においても秋から冬季への季節の変化とともに気温が低下し、硫酸還元菌の活性が急激に落ちたものと考えられる。これにより12月中旬以降には活性が低い状態では対照区と試験区での差異が小さくなり、改良剤散布による硫酸還元菌抑制効果が見えにくくなったものと考えられる。このように、硫酸還元菌による環境悪化は季節変動による影響が大きいことが示唆された。

表- 2.8 各区画における硫化物量の経時変化

硫化物 (mg/g)	令和2年								令和3年	
	10月25日	10月29日	11月2日	11月10日	11月19日	12月2日	12月16日	12月25日	1月12日	1月25日
対照区-①	0.08	0.06	0.09	0.08	0.06	0.04	0.06	0.05	0.03	0.03
対照区-②	0.09	0.05	0.08	0.08	0.05	0.05	0.04	0.05	0.02	0.04
1区-①	0.06	0.04	0.05	0.05	0.03	0.04	0.03	0.05	0.03	0.05
1区-②	0.05	0.03	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03
2区-①	0.05	0.06	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04
2区-②	0.04	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.03	0.03	0.05
3区-①	0.06	0.05	0.08	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05
3区-②	0.07	0.05	0.07	0.06	0.06	0.03	0.05	0.04	0.06	0.05
4区-①	0.05	0.07	0.04	0.06	0.04	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03
4区-②	0.04	0.06	0.05	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03
5区-①	0.05	0.07	0.04	0.06	0.06	0.04	0.06	0.04	0.05	0.05
5区-②	0.06	0.06	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05

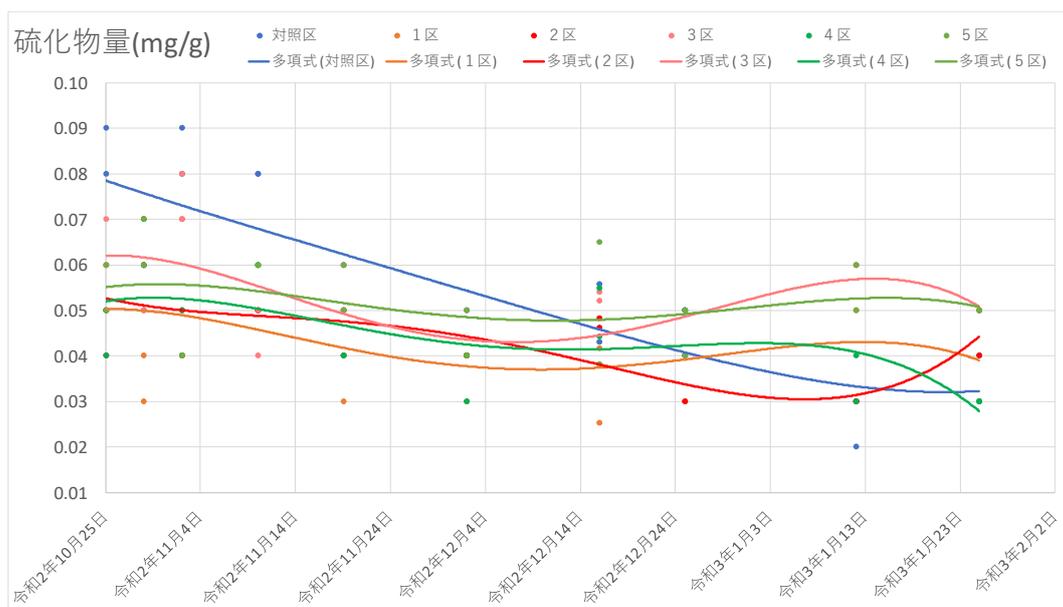


図- 2.15 各区画における硫化物量の経時変化

e) 全リン

表- 2.9 は各区画の2 地点の全リン量測定結果を、図- 2.16 に各区画2 地点の値のプロットと4 次の多項式近似曲線を示す。全リンは栄養塩量の指標であるが、モニタリング期間中は大きな変動は見られなかった。全リンの大部分を占めるリン酸は死サンゴなどと反応し、アパタイトとして不溶性鉱物となるものや、底質中のカルシウムや鉄、アルミニウムなどと反応し、難溶性塩、表面錯体などを形成し、底質中で安定することから、全チッソと比較して周囲の環境変化による濃度変化が小さいものと考えられる。

表- 2.9 各区画における全リンの経時変化

全リン (mg/g)	令和2年								令和3年	
	10月25日	10月29日	11月2日	11月10日	11月19日	12月2日	12月16日	12月25日	1月12日	1月25日
対照区-①	0.34	0.27	0.28	0.25	0.30	0.29	0.29	0.31	0.37	0.31
対照区-②	0.28	0.30	0.27	0.26	0.32	0.33	0.30	0.31	0.33	0.35
1区-①	0.32	0.29	0.29	0.29	0.45	0.30	0.26	0.30	0.30	0.30
1区-②	0.32	0.27	0.29	0.27	0.43	0.31	0.26	0.30	0.32	0.29
2区-①	0.30	0.29	0.30	0.23	0.29	0.29	0.30	0.29	0.33	0.28
2区-②	0.32	0.27	0.28	0.29	0.32	0.28	0.30	0.31	0.33	0.29
3区-①	0.31	0.29	0.27	0.45	0.30	0.30	0.27	0.30	0.28	0.29
3区-②	0.28	0.30	0.26	0.28	0.27	0.31	0.27	0.29	0.30	0.28
4区-①	0.30	0.26	0.29	0.27	0.29	0.28	0.32	0.28	0.28	0.28
4区-②	0.28	0.27	0.28	0.27	0.28	0.27	0.33	0.29	0.31	0.28
5区-①	0.29	0.27	0.27	0.31	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.29
5区-②	0.29	0.30	0.26	0.27	0.26	0.31	0.31	0.31	0.32	0.28

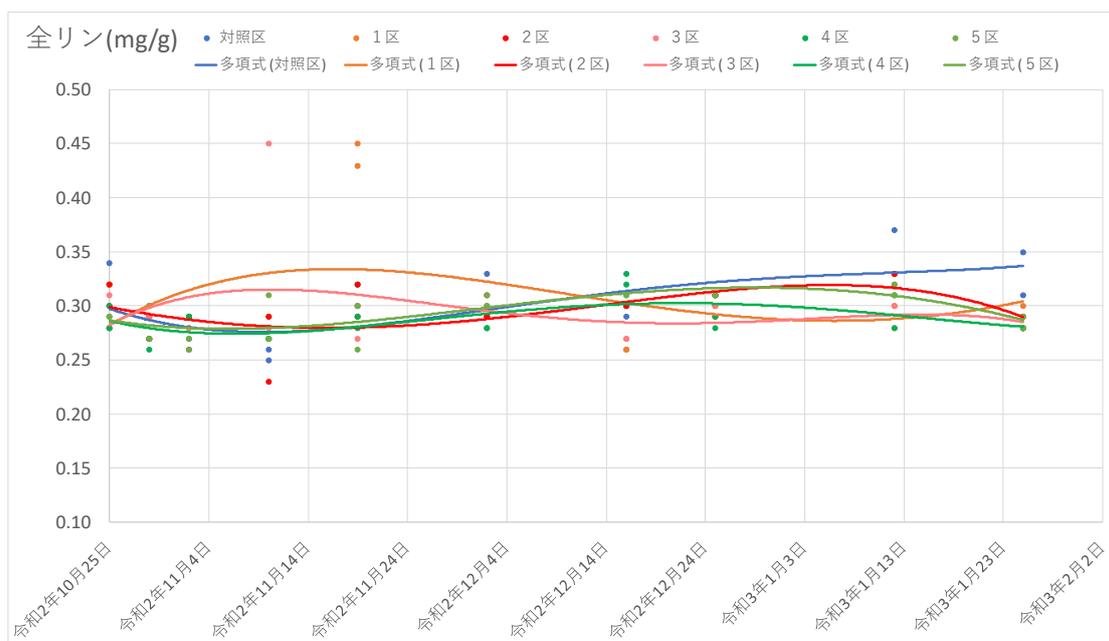


図- 2.16 各区画における全リンの経時変化

f) 全チッソ

表- 2.10 は各区画の2地点の全チッソ量測定結果を、図- 2.17 に各区画2地点の値のプロットと4次の多項式近似曲線を示す。試験開始後1~2ヶ月経過時点では、いずれの区画においても著しい増減は見られなかった。2~3ヶ月経過時点において、pHが高い区画において全チッソが低めになる傾向が見られた。これはアンモニウムイオン(NH₄⁺)とアンモニア(NH₃)の平衡反応(NH₄⁺ ⇌ NH₃ + H⁺ : pKa = 9.3)が関係しているものと考えられる。底質の酸化還元電位が非常に低いことからほとんどのチッソがアンモニア態チッソとして存在しているものと考えられ、アンモニウムイオンとして底質中に吸着していたアンモニア態チッソがpH上昇により一部アンモニアとなり脱着し、底質中のチッソ濃度が低下したものと考えられる。

表- 2.10 各区画における全チッソの経時変化

全チッソ(mg/g)	令和2年								令和3年	
	10月25日	10月29日	11月2日	11月10日	11月19日	12月2日	12月16日	12月25日	1月12日	1月25日
対照区-①	0.22	0.28	0.35	0.40	0.43	0.35	0.30	0.28	0.35	0.50
対照区-②	0.28	0.35	0.37	0.28	0.37	0.16	0.22	0.32	0.36	0.38
1区-①	0.33	0.34	0.35	0.22	0.36	0.35	0.16	0.36	0.41	0.54
1区-②	0.36	0.39	0.37	0.24	0.25	0.25	0.19	0.33	0.36	0.45
2区-①	0.36	0.25	0.29	0.20	0.35	0.35	0.29	0.18	0.45	0.40
2区-②	0.40	0.29	0.29	0.23	0.45	0.34	0.20	0.13	0.43	0.38
3区-①	0.21	0.27	0.27	0.21	0.36	0.34	0.34	0.14	0.35	0.39
3区-②	0.31	0.19	0.36	0.20	0.32	0.24	0.22	0.14	0.31	0.26
4区-①	0.47	0.25	0.29	0.18	0.34	0.39	0.22	0.19	0.23	0.20
4区-②	0.28	0.58	0.32	0.30	0.43	0.51	0.34	0.23	0.17	0.23
5区-①	0.39	0.25	0.33	0.34	0.48	0.24	0.36	0.11	0.17	0.21
5区-②	0.42	0.24	0.54	0.33	0.37	0.30	0.37	0.13	0.15	0.20

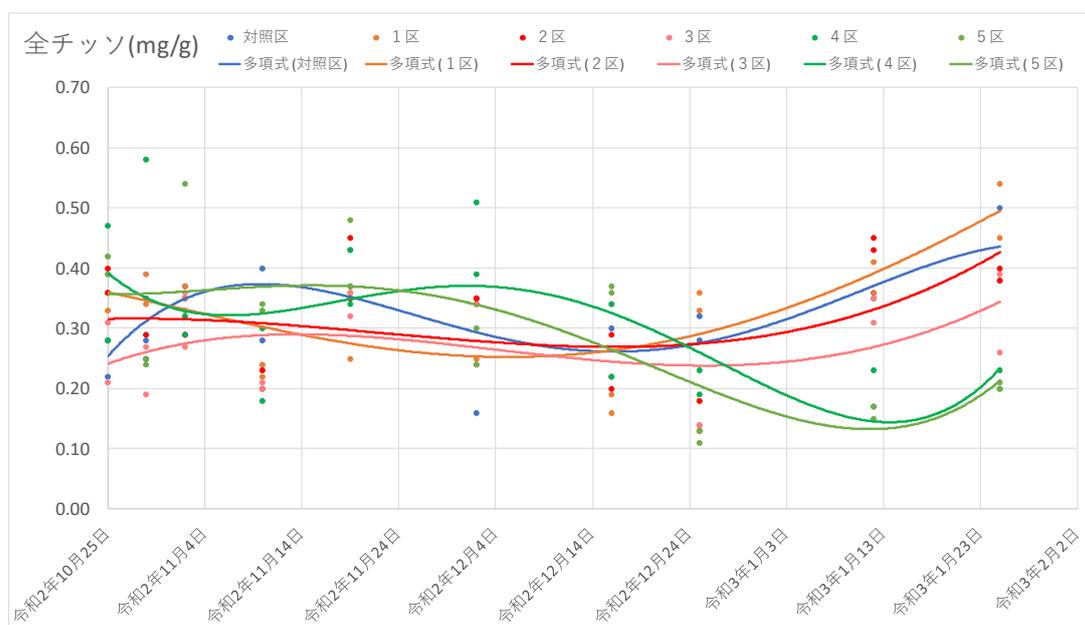


図- 2.17 各区画における全チッソの経時変化

g) SPSS(底質中懸濁物質含量)

表- 2.11 は各区画の2地点のSPSS測定結果を、図- 2.18に各区画2地点の値のプロットと4次の多項式近似曲線を示す。SPSSは底質中に含まれる懸濁物量を示す指標であり、周辺海域の濁りに影響するものである。SPSSには赤土などの無機懸濁物と、微生物などの有機懸濁物いずれも含まれるものである。試験期間中において複雑な増減を示したが、CODの減少傾向と似た挙動であることから、底質中のデトリタスなど懸濁性有機物の分解、底質中の微生物数の増減が主な変動要因であると考えられる。試験期間中を通して50~200 (Kg/m³)で推移しており、「沖縄県の赤土流出について—赤土等ガイドブック—」に記載されている9つの分類の内、上から3番目となるSPSSランク6に該当していることから依然として濁りが強い状態である。

表- 2.11 各区画におけるSPSSの経時変化

SPSS (kg/m ³)	令和2年								令和3年	
	10月25日	10月29日	11月2日	11月10日	11月19日	12月2日	12月16日	12月25日	1月12日	1月25日
対照区-①	223	95.2	211	144	182	121	148	136	212	107
対照区-②	102	138	115	140	148	198	79.0	137	241	101
1区-①	137	109	121	96.7	139	132	105	96.0	139	75.6
1区-②	105	106	129	107	123	123	119	112	122	111
2区-①	119	123	151	90.0	122	73.6	113	83.3	144	121
2区-②	140	66.8	147	102	72.4	58.2	108	66.4	127	98.3
3区-①	106	112	109	92.3	97.5	62.4	112	60.6	109	91.0
3区-②	114	114	104	113	96.7	89.0	144	52.9	115	101
4区-①	143	117	135	101	125	80.4	143	128	78.2	99.9
4区-②	131	109	124	129	83.0	94.1	121	98.3	87.9	63.6
5区-①	91.7	119	102	65.0	75.9	99.5	117	99.9	128	91.6
5区-②	55.2	144	110	95.6	65.5	47.8	146	143	120	109

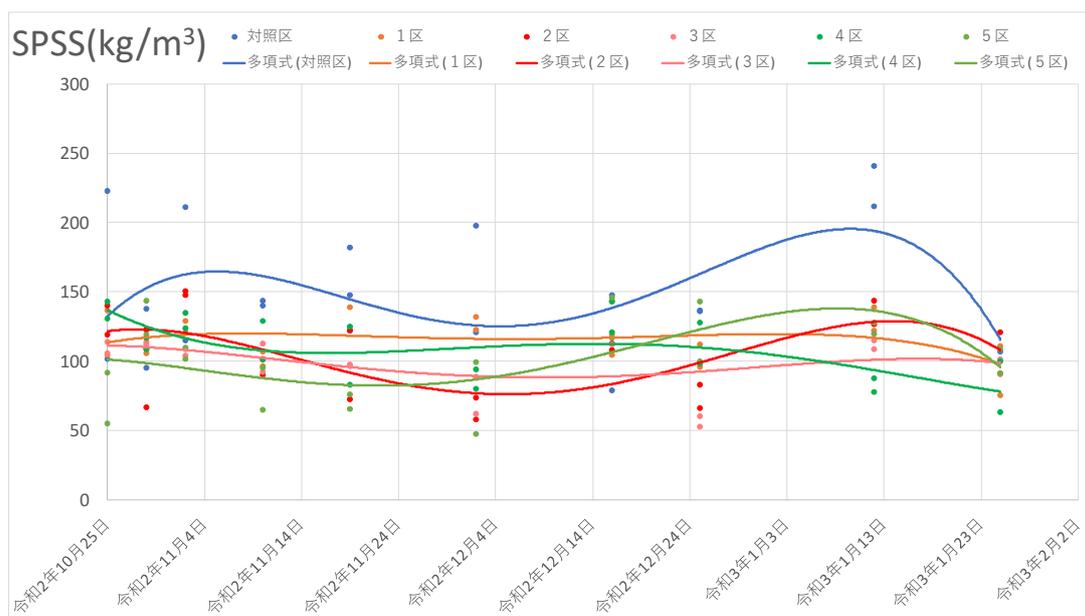


図- 2.18 各区画におけるSPSSの経時変化

(3) 底生生物調査

1) マクロベントスについて

マクロベントス調査は、干潟改良試験の前後において実施した。各区画の中心部に 30cm×30cm のコドラートを置き、枠内の底質を深さ 10cm 程度スコップで取り、1mm の篩にかけて、網上に残ったものをホルマリン固定し、マクロベントスサンプルとした。マクロベントスサンプル採取時の様子を図- 2.19 に示す。



(a) マクロベントス調査時の様子
(令和 2 年 10 月 25 日)



(b) サンプルを篩にかける様子
(令和 2 年 10 月 25 日)



(c) マクロベントス調査時の様子
(令和 3 年 1 月 25 日)



(d) サンプルを篩にかける様子
(令和 3 年 1 月 25 日)

図- 2.19 マクロベントス調査時の様子

表- 2.12 に各試験区画における干潟改良試験前のマクロベントス同定結果を示す。干潟改良試験前に同定された生物種は 12 種で、イボウミニナなどの軟体動物門が 6 種、*Neanthes* 属やコケゴカイなどの環形動物門が 4 種、ミナミコメツキガニなどの節足動物門が 2 種となっている。干潟改良試験後に同定された生物種は 14 種で、イボウミニナなどの軟体動物門が 5 種、*Neanthes* 属やコケゴカイなどの環形動物門が 5 種、ニホンドロソコエビモドキなどの節足動物が 3 種、リウネス科の紐型動物門 1 種となっている。

表- 2.13 は、各区画の試験前と後で確認されたマクロベントス優占種(個体数)上位 3 種の写真を示す。最も多くの個体数が検出されたゴカイ類は干潟中の有機物を摂餌すること、また巣穴を作ることにより泥の中に酸素を供給し、周辺の微生物の活性を高める効果があるなど干潟環境に重要な種である。またイボウミニナは砂泥干潟に生息し、主にデトリタスを摂餌する。イボウ

ミニナは環境省レッドリストにて絶滅危惧Ⅱ類に、レッドデータおきなわにて準絶滅危惧とされる貴重種でもある。

各区画における種の出現個体数、出現種数およびシンプソンの多様度指数、シャノン・ウィナー指数を図- 2.20～図- 2.23 に示す。出現個体数については試験前の4、5区において130個体以上が確認されて最も多くなっているが、いずれの区画も100個体程度は *Neanthes* 属となっており、偏った構成となっている。干潟改良試験の前後におけるマクロベントス個体数は同等もしくは減少している。これは干潟の環境としてはpHの上昇や硫化物の減少により改善しているものと考えられるが、冬季の気温低下により底生生物の活性が落ちたことによると考えられる。

出現種数は、1、3、5、対照区において増加し、4区は同じ、2区で5種から4種へ減少している。しかしながら、多様度指数についてはシンプソンの多様度指数、シャノン・ウィナー指数いずれの数値も試験後に同等以上となっていることから、底質環境は改善傾向にあることがマクロベントス分析からも推測される。

表- 2.12 マクロベントス同定結果

令和2年10月25日(干潟改良試験前)

調査年月日: 令和2年10月25日
 単位: 個体数、湿重量(g)/0.09m²×10cm

門	綱	目	科	種名	1区		2区		3区		4区		5区		対照区		合計				
					個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量			
1 軟体動物	腹足	新生腹足	オニノツノガイ	<i>Cerithium zonatum</i>					1	0.23							1	0.23			
				ウミニナ	<i>Batillaria flectosiphonata</i>					2	0.28							2	0.28		
					<i>Batillaria zonalis</i>			4	2.89	45	35.57	7	4.56	4	4.38	7	6.34			67	53.74
					<i>Pirenella cancellata</i>									1	1.71					1	1.71
					ムシロガイ	<i>Nassarius sp.</i>				1	0.02									1	0.02
					ニッコウガイ	<i>Pistris capsoides</i>										1	7.00			1	7.00
7 環形動物	ゴカイ	サシバゴカイ	ゴカイ	<i>Ceratonereis erythraeensis</i>	1	0.02	3	0.01				17	0.12	21	0.12	2	0.01	44	0.28		
				<i>Neanthes sp.</i>			13	0.13	23	0.10	98	0.76	99	0.65	13	0.07	246	1.71			
				<i>Capitella sp.</i>			16	0.04	6	0.01	11	0.02	6	0.01					39	0.08	
				ミミズ	イトミミズ	Tubificinae							1	+				6	+	7	+
					イトミミズ	<i>Gelasimus sp.</i>										1	1.02			1	1.02
11 節足動物	軟甲	エビ	ミナミコメツキガニ	<i>Micrurus guinotae</i>					1	2.15				1	0.56			2	2.71		
				種類数	2		5		6		6		7		3		12				
合計					5	2.91	78	35.77	40	7.33	132	6.99	136	15.70	21	0.08	412	68.78			

注) 湿重量の + は0.01g未満を示す。

令和3年1月25日(干潟改良試験後)

調査年月日: 令和3年1月25日
 単位: 個体数、湿重量(g)/0.09m²×10cm

門	綱	目	科	種名	1区		2区		3区		4区		5区		対照区		合計					
					個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量				
1 紐形動物	無針	異紐虫	リネウス	Lineidae										1	+			1	+			
2 軟体動物	腹足	新生腹足	オニノツノガイ	<i>Clypeomorus bifasciata</i>					1	0.38								1	0.38			
				ウミニナ	<i>Batillaria flectosiphonata</i>					1	0.28	1	0.28			1	0.65			3	1.21	
					<i>Batillaria zonalis</i>			2	0.97	6	5.69	17	10.49	11	10.72	2	2.19			38	30.06	
				二枚貝	マルスダレガイ	マルスダレガイ	<i>Gafrarium tumidum</i>					1	3.09								1	3.09
						フジノハナガイ	<i>Donax faba</i>					1	0.19									1
				7 環形動物	ゴカイ	サシバゴカイ	ゴカイ	<i>Ceratonereis erythraeensis</i>					2	0.03	12	0.12	9	0.09	2	0.19	25	0.43
<i>Neanthes sp.</i>			11					0.01	9	0.11	12	0.14	3	0.02	31	0.22	9	0.03	75	0.53		
スピオ	<i>Pseudopolydora sp.</i>									2	+									2	+	
イトゴカイ	<i>Capitella sp.</i>							10	0.04	3	+	8	0.02	1	+	6	0.02	8	0.02	36	0.10	
ミミズ	イトミミズ	Tubificinae							3	+											3	+
12 節足動物	軟甲	ヨコエビ	ミナミコメツキガニ	<i>Grandidierella japonicoides</i>			17	0.03	6	0.01	1	+	3	0.01			27	0.05				
				ドロクダムシ	<i>Monocorophium sp.</i>			1	+			1	0.65			3	+			4	+	
				<i>Micrurus guinotae</i>											1	1.68			2	2.33		
種類数					4		4		11		6		8		5		14					
合計					25	0.05	31	1.11	41	10.48	35	10.91	65	12.74	22	3.08	219	38.37				

注) 湿重量の + は0.01g未満を示す。

表- 2.13 干潟改良試験の前後における各区画での優占種上位3種の比較

		1位	2位	3位
1区	試験前 (10月25日)	イボウミネナ 	コケゴカイ 	
	試験後 (1月25日)	<i>Neanthes</i> 属 	イトゴカイ属 	イトミミズ亜科 
2区	試験前 (10月25日)	イボウミネナ 	イトゴカイ属 	<i>Neanthes</i> 属 
	試験後 (1月25日)	ニホンドロソコエビモドキ 	<i>Neanthes</i> 属 	イトゴカイ属 
3区	試験前 (10月25日)	<i>Neanthes</i> 属 	イボウミネナ 	イトゴカイ属 
	試験後 (1月25日)	<i>Neanthes</i> 属 	イトゴカイ属 	イボウミネナ 
4区	試験前 (10月25日)	<i>Neanthes</i> 属 	コケゴカイ 	イトゴカイ属 
	試験後 (1月25日)	イボウミネナ 	コケゴカイ 	<i>Neanthes</i> 属 
5区	試験前 (10月25日)	<i>Neanthes</i> 属 	コケゴカイ 	イボウミネナ 
	試験後 (1月25日)	<i>Neanthes</i> 属 	イボウミネナ 	コケゴカイ 
対照区	試験前 (10月25日)	<i>Neanthes</i> 属 	イトミミズ亜科 	コケゴカイ 
	試験後 (1月25日)	<i>Neanthes</i> 属 	イトゴカイ属 	イボウミネナ 

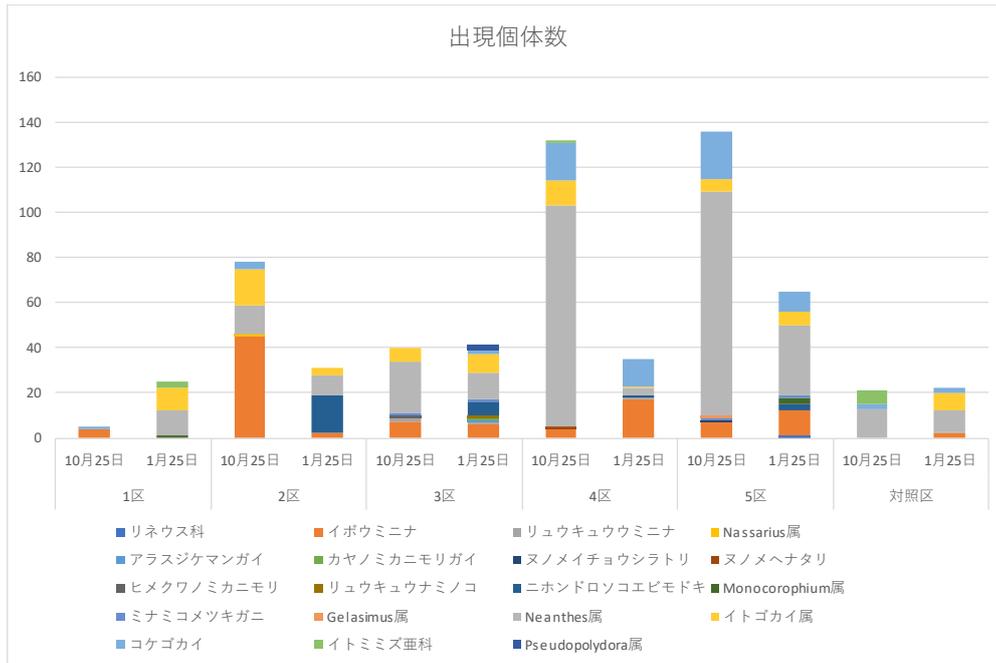


図- 2.20 マクロベントス調査において確認された個体数

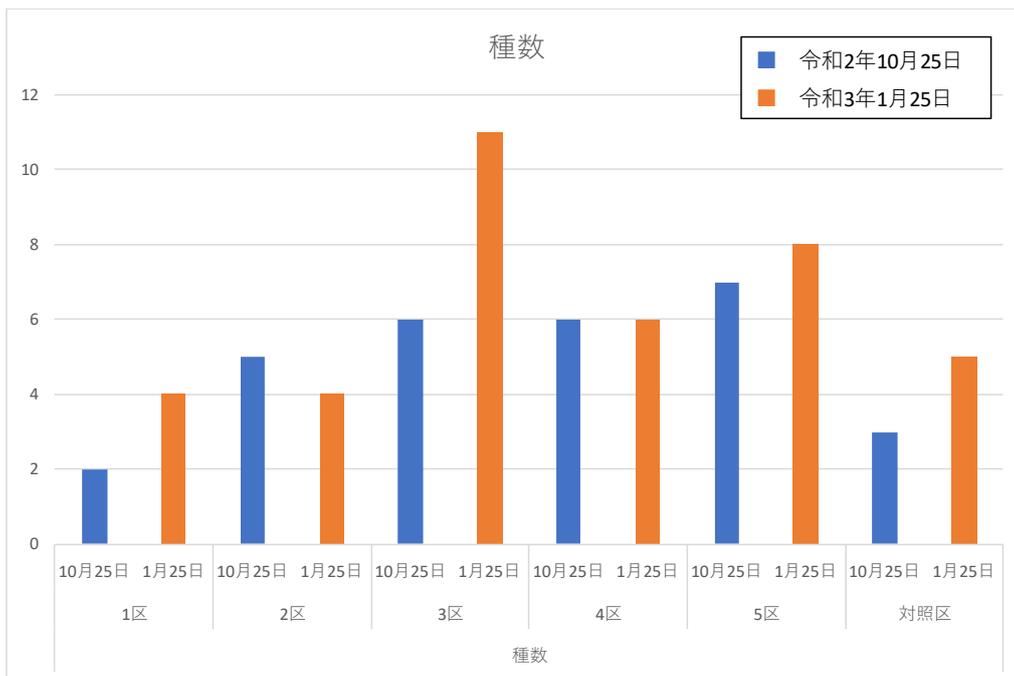


図- 2.21 マクロベントス調査において確認された種数

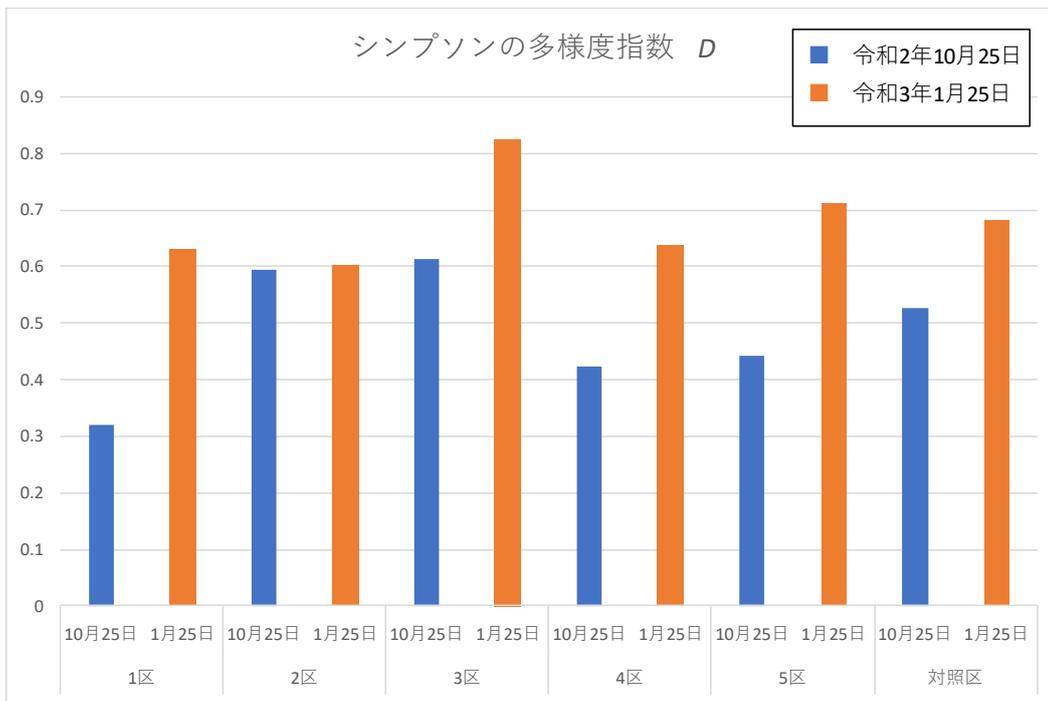


図- 2.22 試験前後におけるマクロベントスのシンプソン多様度指数の変化

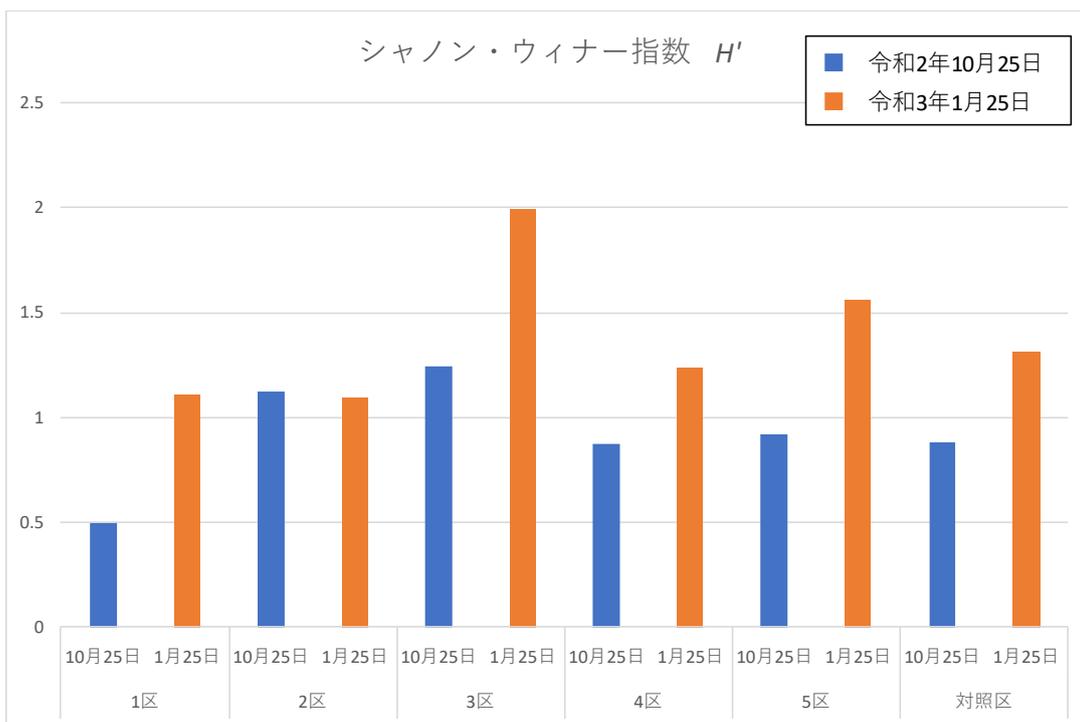


図- 2.23 試験前後におけるマクロベントスのシャノン・ウィナー指数の変化

2) メガロベントスについて

メガロベントス調査は、干潟改良試験の前後において実施した。試験前は令和2年10月25日、試験後は令和3年1月29日の干潮時に行った。各区画にて、干潟表面およびスコップで掘り起こした底質中より底生生物を採取し、その場で種の同定を行った。メガロベントス調査の様子を図-2.24に、採取した底生生物を図-2.25、図-2.26に示す。また、各区画における、種の出現個体数、出現種数およびシンプソンの多様度指数、シャノン・ウィナー指数を図-2.27～図-2.30に示す。また同定結果一覧を表-2.14に示す。

最も多く確認されたのはイボウミニナで全体の70%を占めている。イボウミニナは砂泥干潟に生息し、干出時に地上を這い、堆積物上の微細な藻類などを摂餌する堆積物食者である。次に多く確認されたのはミナミコメツキガニで全体の14%程度を占めている、こちらも干出時に干潟上を群れで行動し、砂泥中のデトリタスやプランクトンなどを説示する堆積物食者である。

干潟改良試験の前後において、個体数、種数いずれも増加し、生物の多様度の指標であるシンプソンの多様度指数、シャノン・ウィナー指数は試験区3を除いて増加している。試験区3についてはイボウミニナの個体数が大幅に増加したために多様度指数としては減少したものであることから問題はない。二枚貝について、試験前にはヌノメイチョウシラトリ1個体のみ(5区で確認)であったが、試験後には水産有用種であるアラスジケマンガイ(2、4、5区で確認)などの二枚貝が多数確認された。二枚貝は強力な水質浄化能を有していることから、二枚貝が増加することにより干潟自体の浄化能が増し、汚水流入などの負荷に対する干潟浄化システムのレジリエンス向上が期待される。



(a) メガロベントス調査の様子
(令和2年10月25日)



(b) メガロベントス調査の様子
(令和3年1月29日)

図-2.24 メガロベントス調査時の様子



ミナミコメツキガニ



アラスジケマンガイ



ヌノメイチョウシラトリ

図-2.25 メガロベントス調査において確認された主な生物種

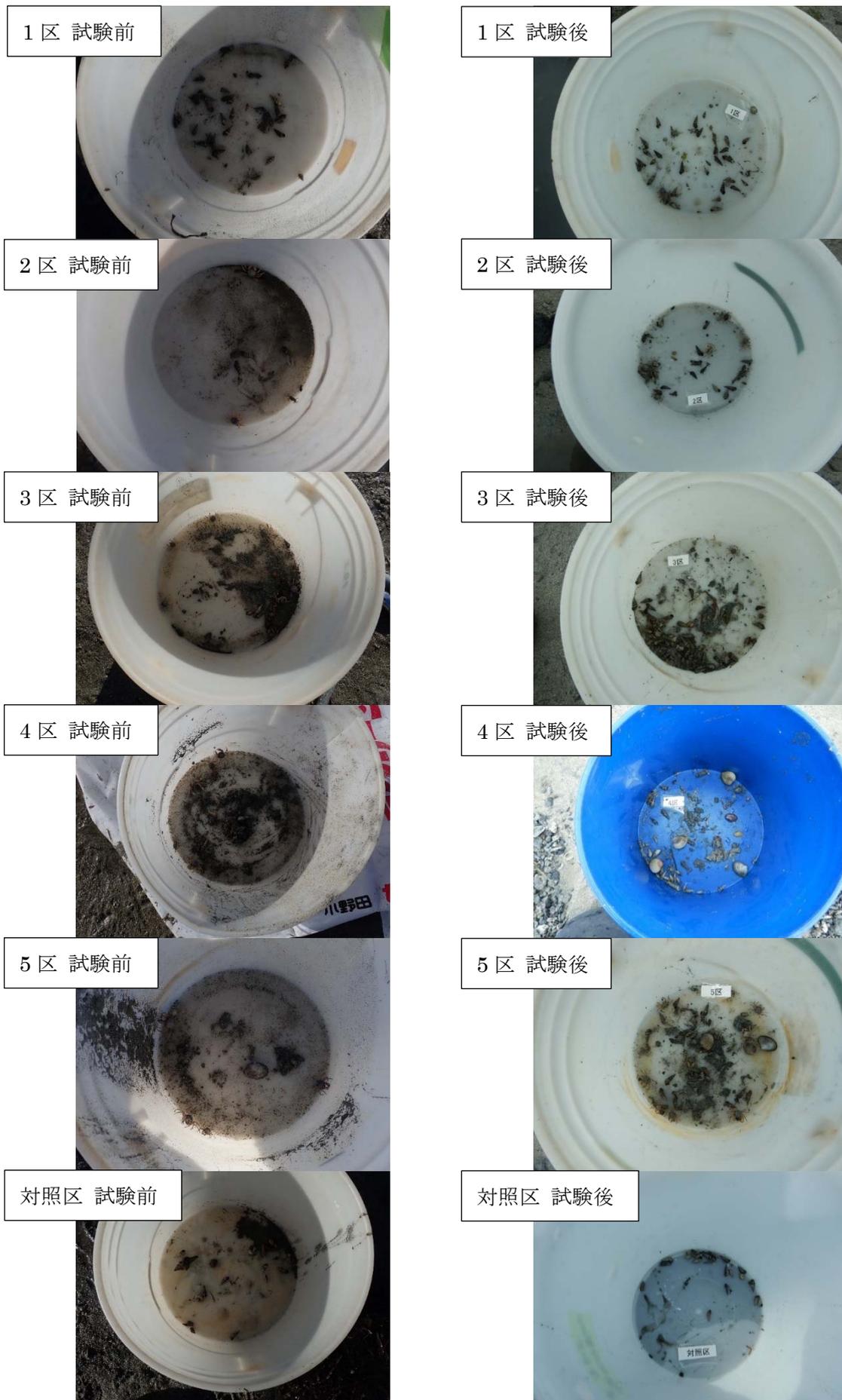


図- 2.26 試験前後に実施したメガロベントス調査時採取された生物

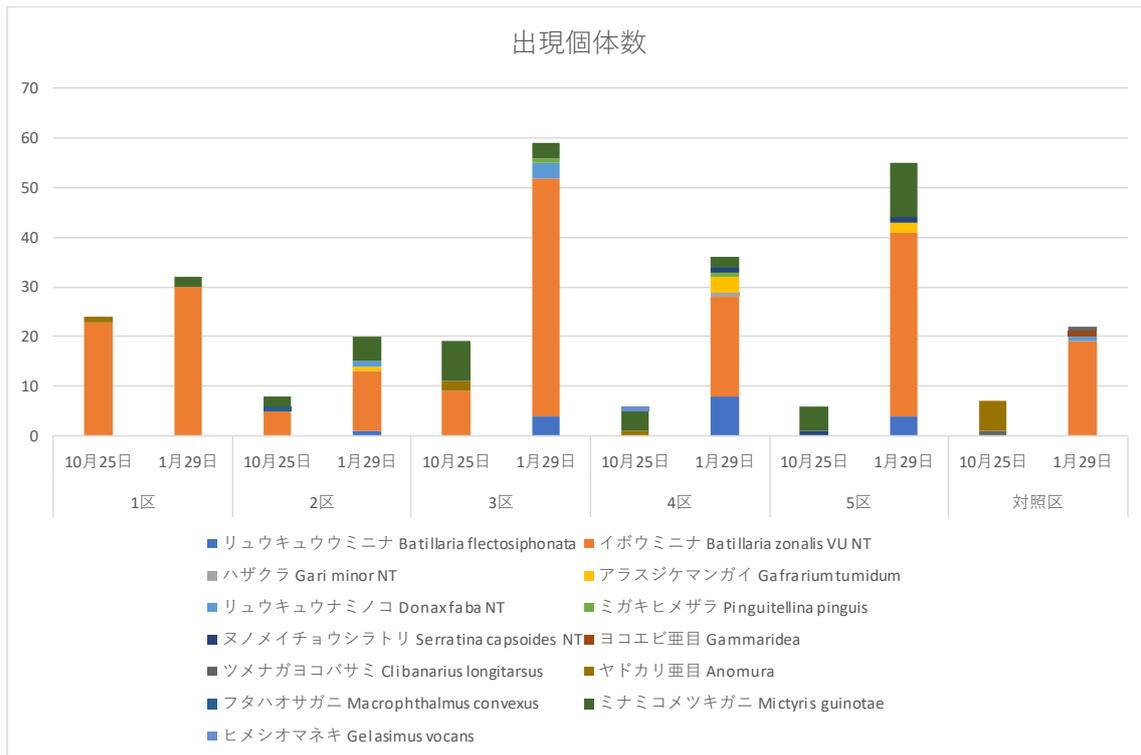


図- 2.27 メガロベントス調査において確認された個体数

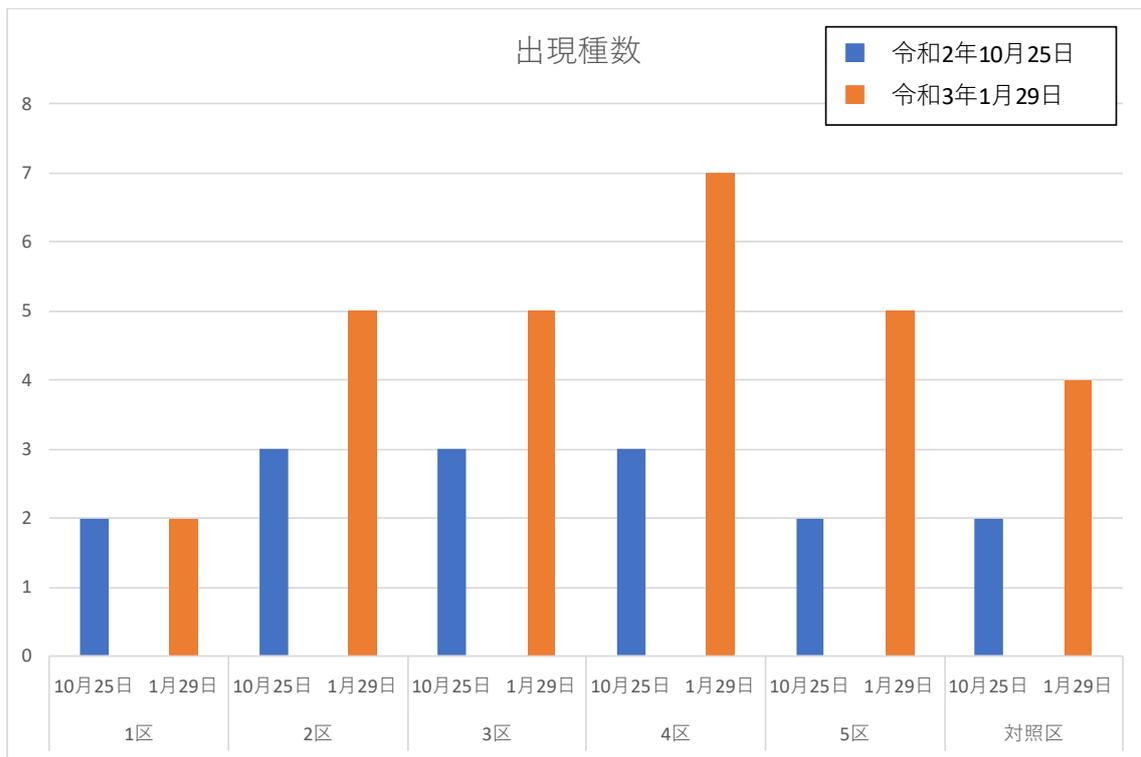


図- 2.28 メガロベントス調査において確認された種数

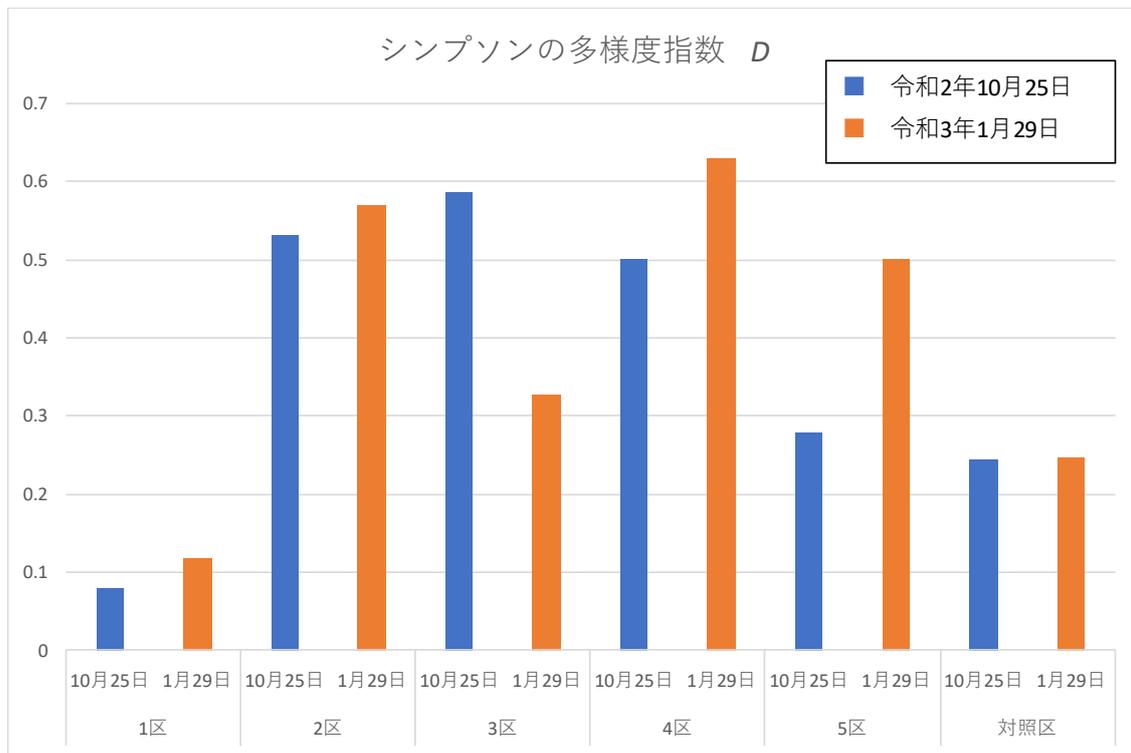


図- 2.29 試験前後におけるメガロベントスのシンプソン多様度指数の変化

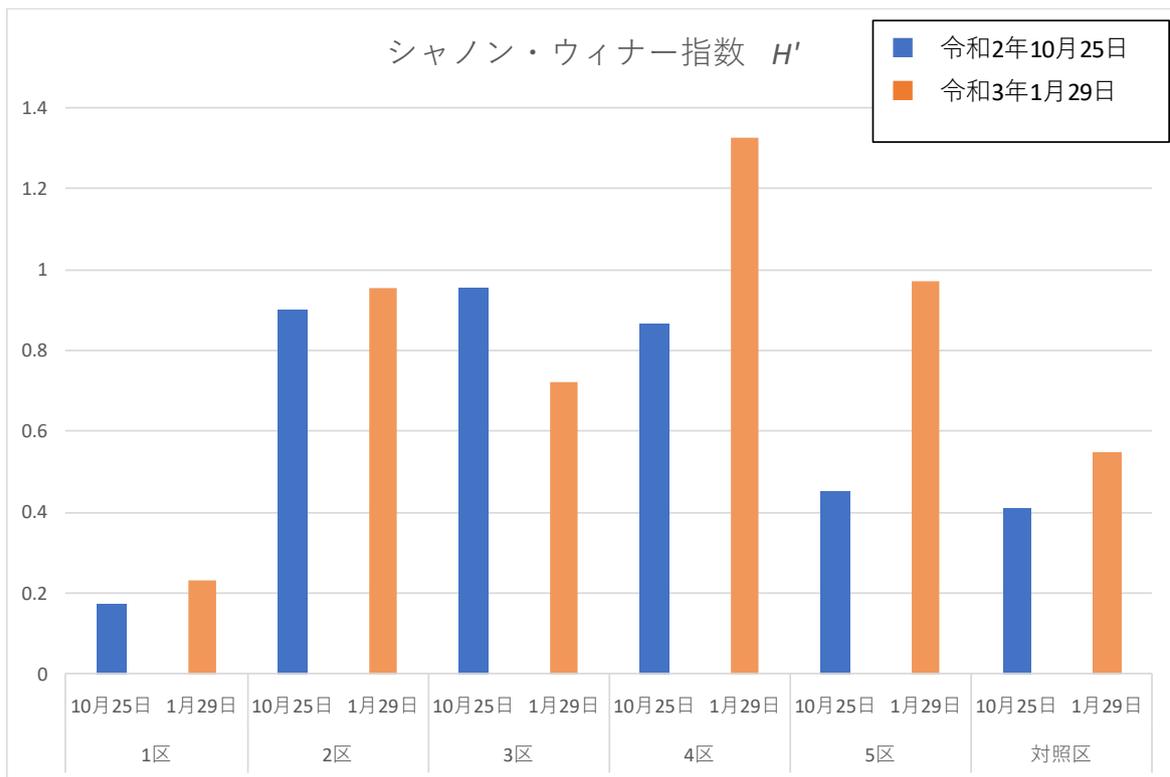


図- 2.30 試験前後におけるメガロベントスのシャノン・ウィナー指数の変化

表- 2.14 メガロベントス同定結果

No.	和名	学名	1区		2区		3区		4区		5区		対照区	
			10月25日	1月29日										
1	リュウキュウウミニナ	<i>Batillaria flectosiphonata</i>				1		4		8		4		
2	イボウミニナ	<i>Batillaria zonalis</i>	23	30	5	12	9	48		20		37		19
3	ハザクラ	<i>Gari minor</i>								1				
4	アラスジケマンガイ	<i>Gafrarium tumidum</i>				1				3		2		
5	リュウキュウナミノコ	<i>Donax faba</i>				1		3						1
6	ミガキヒメザラ	<i>Pinguitellina pinguis</i>						1		1				
7	ヌノメイチョウシラトリ	<i>Serratina capsoides</i>								1	1	1		
8	ヨコエビ亜目	Gammaridea												1
9	ツメナガヨコバサミ	<i>Clibanarius longitarsus</i>											1	1
10	ヤドカリ亜目	Anomura	1				2		1				6	
11	フタハオサガニ	<i>Macrophthalmus convexus</i>			1									
12	ミナミコメツキガニ	<i>Mictyris guinotae</i>		2	2	5	8	3	4	2	5	11		
13	ヒメシオマネキ	<i>Gelasimus vocans</i>							1					
		出現個体数	24	32	8	20	19	59	6	36	6	55	7	22
		出現種類数	2	2	3	5	3	5	3	7	2	5	2	4

2.1.4 住民協働型モニタリングの実施

10月25日に干潟改善試験実施前の状態について、地域住民に水質分析と生物調査を体験していただくことを目的として、住民協働型モニタリングを実施した。モニタリング項目を表-2.15に示す。当日はうるま市の底質改善試験との合同での開催としたこともあり、地元住民が15名、受託JVから11名、うるま市役所からの応援が11名の総勢37名で実施することができた。モニタリング実施時の様子を図-2.31に示す。またマスコミ各社(株)沖縄タイムス社、(株)琉球新報社、琉球放送(株)からの取材もあり、新聞掲載やテレビ放送により、自然環境再生に対する住民の意識向上の一助となったものと考えられる。

水質分析は機器を使用する必要がなく、比較的容易に定量が可能なパックテスト(共立理化学研究所)を使用した。これは一回使い切りのチューブに環境水を注入すると、色に変化し、キットに付属している標準色と比較することにより各項目を定量化することができるものである。今回のモニタリングでは、干潟域の底質の間隙水について測定を行うため、各区画においてスコップで15cmほどの穴を掘り、染み出してきた水に対して分析を行った。

メガロベントス調査は、地域住民にスコップを用いて底質中の生物を捕獲していただき、捕獲した生物に対して専門家が同定していくことで実施した。

表-2.16に住民協働型モニタリングで実施した簡易化学分析結果を示す。pHについては8.0~8.5で概ね専門型モニタリングでの値と近い値となっている。硝酸イオンはいずれの区画においても検出限界以下となった。当該エリアは現状では非常に還元的な環境となっており、チッソのほとんどがアンモニア態窒素で存在していたためであると考えられる。そのため、今後のモニタリング時には硝酸イオンではなく、アンモニア態窒素を測定した方が効果的であると考えられる。リン酸イオン、硫化物については高い濃度となっている。CODは非常に高い値となったが、この理由として、パックテストCODは海水では高めの値が出てしまう傾向があることから、実際にはもう少し低い値であった可能性がある。メガロベントス調査結果については、専門型モニタリングも兼ねており表-2.14に示した通りとなっている。

表-2.15 住民協働型モニタリングでの実施項目

分類	項目	分析方法	地点数	回数
簡易化学分析	硝酸イオン	パックテスト(比色分析)	6	1
	リン酸イオン	パックテスト(比色分析)		
	pH	パックテスト(比色分析)		
	硫化物	パックテスト(比色分析)		
	COD	パックテスト(比色分析)		
底生生物調査	メガロベントス	試験区画の底質に生息するメガロベントスの種類について目視観察にて記録する		

表-2.16 住民協働型モニタリングでの簡易化学分析の結果

区画	pH	硝酸イオン (mg/L)	リン酸イオン (mg/L)	硫化物 (mg/L)	COD (mg/L)
対照区	8.0	0	0.5	1	60
1区	8.0	0	0.2	3	100
2区	8.5	0	0.5	0.2	50
3区	8.5	0	5	2	75
4区	8.5	0	1	0.1	75
5区	8.0	0	1	1	75



(a) うるま市、地元住民と合同で実施



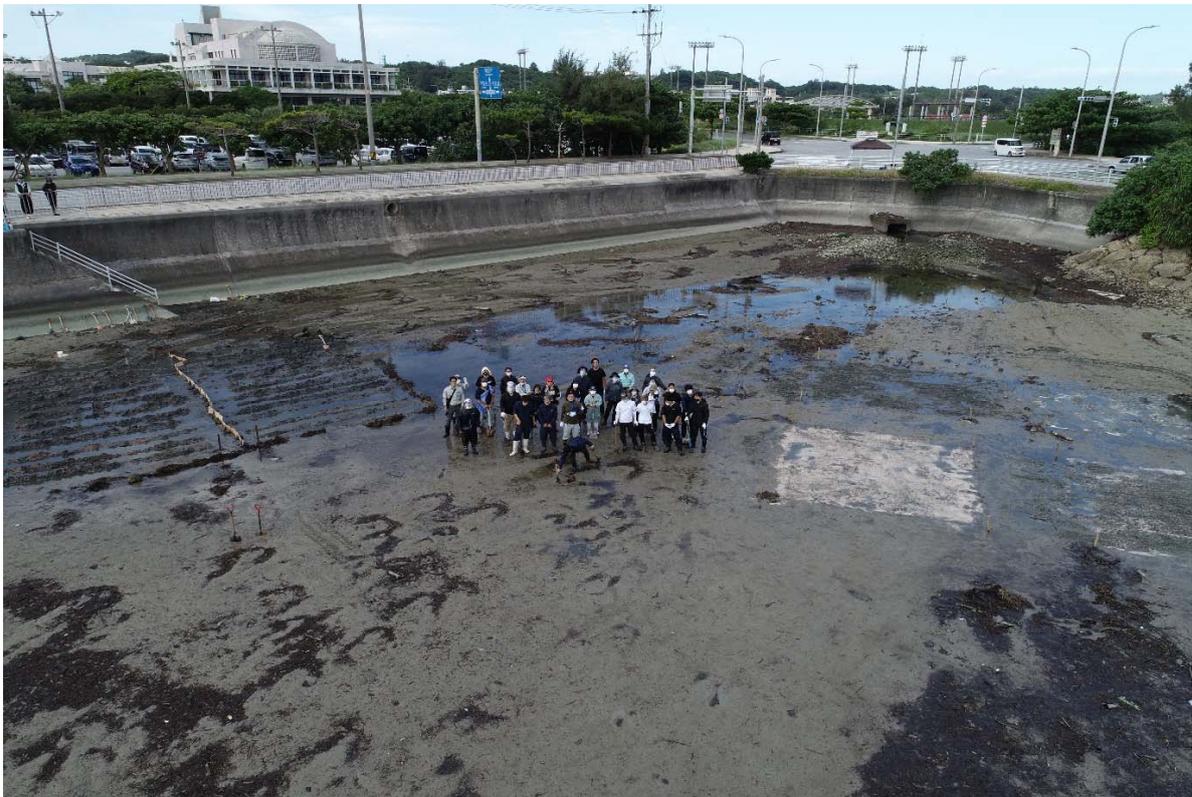
(b) 地元のマスコミからの取材



(c) 簡易化学分析の様子



(d) メガロベントスの様子



(e) 耕耘及び住民協働型モニタリング終了後のドローンによる上空からの記念撮影

図- 2.31 住民協働型モニタリング実施時の様子

2.1.5 干潟改良試験についてのまとめ

耕耘試験の実施、底質の各分析項目、メガロベントスやマクロベントスなどの底生生物の調査結果から、本干潟改良試験についてまとめると以下の通りとなる。

- 小型耕耘機を用いることにより、耕耘作業(75m²)は1時間程度で終わることが可能であったことから、耕耘範囲を拡大した場合においても耕耘機の台数を増やすことなどにより、十分対応可能であると考えられる。
- 底質の pH 変化について、クリアウォーター、セラクリーンいずれの底質改良剤も対照区と比較して 0.2~0.4 の上昇効果を示し、酸性化していた三角地帯の底質を pH8.0 程度まで正常化することができた。
- 各試験区の pH の推移から、いずれの改良剤も pH 上昇効果が 3 ヶ月程度で無くなることが確認された。そのため、効果的な干潟環境改善のためには 3 ヶ月に一回以上の定期的な改良剤散布が必要である。
- 硫化物量の推移から、耕耘および耕耘+底質改良剤により、硫酸還元菌の活動を抑制する効果が示された。
- 底生生物調査結果から、3 ヶ月という短い試験期間にも関わらずマクロベントス、メガロベントスのいずれも確認種数が増加し、生物の多様性を示すシン普森の多様度指数、シャノン・ウィナー指数は試験後に上昇し、生態系が回復傾向にあることが示唆された。
- 秋季から冬季にかけて、温度低下とともに対照区においても pH の上昇、硫化物量の低下など、底質環境の改善傾向が見られたことから、季節変動の要素も影響することが示唆された。
- 1 月中旬からアオサなどの藻類の繁茂が著しく、これらにより暗渠より流入する排水の流れが阻害され、三角地帯に滞留している様子が見られた。このように季節変化により、三角地帯の状況は大きく変化することから、効率的なモニタリングやクリーンアップイベント立案のためにも年間を通じた調査の必要性が示唆された。
- 住民協働型モニタリングとして、多数の地元住民(15名)に参加いただくことができたこと、マスコミにより新聞やテレビにて広報していただけたことで、干潟環境改善への機運を盛り上げることができた。

2.2 海藻（漂着ごみ）の堆肥化の試行

漂着ごみについては、各種団体による清掃活動が既に実施されていることから、回収体制は一義的な問題ではないと認識される。一方で、漂着ごみの処理については、当該海岸域には海藻の漂着が極めて多いという特徴があり、市または産廃処分場における処理は困難となっている。この大量の海藻については、昨年度協議会において、海藻の堆肥化が意見として挙げられた。本業務では、漂着ごみ問題の一つの方向性として、堆肥化の技術確立について検討を行った。

2.2.1 今年度の堆肥化フロー(試行)について

(1) 堆肥製造会社へのヒアリング

堆肥化の試行に向けて、先行して県内の堆肥製造会社に海藻を堆肥にする上でのアドバイスや留意点のヒアリングを実施した。早くヒアリングを受けていただいた県内の堆肥製造会社は2社であり、ここではA社、B社として表現する。ヒアリング結果の内容を表-2.17に示す。それぞれ、堆肥化の観点から塩分についての留意点、発酵までの期間の目安、適正な混合物とその入手先情報まで、有益なアドバイスをいただいた。

県内の堆肥製造会社へのヒアリング実施時期

A社：令和2年9月9日(水)

B社：令和2年9月10日(木)

表-2.17 県内の堆肥製造会社へのヒアリング結果

ヒアリング会社	留意点	対応
A社	・海藻に付着した塩分が堆肥作りにあまり良くないと思う。 余ったモズクを畑にまいたら植物が枯れたと聞いた事がある。	・海藻については洗浄して利用した方がいい。 ・海藻の量を1%以下と少なくすれば洗浄なしで堆肥を作れる可能性がある。
	・硬いヒジキは分解しにくいので形が残る。アサミみたいな柔らかい物か、硬い物で分解する時間が変わる。	・硬い海藻は形が残るので細かく粉碎したほうが分解しやすい。
B社	・混合する量が多ければ水分管理をすれば発酵もしやすい。少量だと水分が飛んで発酵しない可能性もある。	・水分が飛ばないようにブルーシートをかぶせると発酵が進むと思う。
A社、B社	堆肥を作る際には水分の管理と発酵が必要で完成までは約3ヶ月～5ヶ月かかる。	・水分の状況を見ながら1週間から10日で堆肥の切り返しを繰り返して発酵しやすいようにする。
ヒアリング会社	その他活用できる情報	
A社	<ul style="list-style-type: none"> ・混合するものは製糖工場から出たバガスや木質チップがいいと思う。 ・うるま市内で養鶏や養豚がされていて鶏糞、豚糞は余っていると聞いている。 ・鶏糞とバガスか木質チップを混ぜれば発酵すると思う。 ・照間の方では海藻を畑にまいている人がいると聞いた事がある。恐らく土の上に置いている状態だと思う。 	

(2) 堆肥業者へのヒアリングを踏まえた海藻の堆肥化フロー

堆肥製造会社へのヒアリング結果を基に、また Web の情報も併用しながら堆肥化の工程を整理し、5 項目の作業方針を抽出した。整理結果を表- 2.18 に示す。

大枠としては、海岸域で海藻を回収し当社敷地等を活用して海藻堆肥化を試験的に進めるため大規模ではなく、試料の重量は堆肥 1 袋分の重量 10kg を目安として箱型容器で試料の作成を進める。また、海藻の有効利用の観点から、木質チップに対して海藻の混合重量を増やす事で、どの程度まで海藻の混合量を増やして堆肥化が可能か確認を進める。混合重量区分を表- 2.19 に示す。

当初混合物として、バガス・鶏糞等が挙げられたが、バガスについては堆肥化開始時期となる 10 月には、製糖時期ではないため、各工場にも在庫がないことが判り混合物候補としては割愛した。鶏糞については、養鶏場から提供いただき混合物として試みたところ、悪臭が著しくウジも沸き始めたため、堆肥化の素人が扱うには現実的でないと判断し、混合物候補としては断念した。

また、第 1 回協議会にて、「当該地域での伝統的な海藻堆肥の作り方は、なにも手を加えないで置いておくだけ」というご意見をいただき、ご意見を反映して、置いておくだけのサンプルとして本試行に取り入れた。また昨年度の協議会において、マイクロプラスチックの懸念も挙げられたため、除去工程を組み入れた。今回用いた最終の海藻の堆肥化フロー(試行)を図- 2.32 に示す。

表- 2.18 ヒアリング結果の整理(作業方針)

堆肥化作成の作業方針	
1.	海藻に付着した塩分は堆肥作りにあまり良くないので洗浄する。この洗浄時にプラごみ等も取り除く。
2.	硬い海藻は分解しにくいので細かく粉碎したほうが分解しやすい。
3.	少量だと発酵しない可能性もあるので蓋をかぶせて発酵を促進させる。
4.	水分の状況を見ながら 1 週間から 10 日で堆肥の切り返しを繰り返して発酵しやすいようにする。
5.	木質チップを混ぜれば発酵する可能性が高い。

表- 2.19 混合重量区分

区分	1	2	3	4	5	6
混合海藻重	海藻 0kg	海藻 1kg	海藻 2.5kg	海藻 5kg	海藻 10kg	海藻 10kg
混合試料重量	木質チップ 10kg	木質チップ 9kg	木質チップ 7.5kg	木質チップ 5kg	木質チップ 0kg	木質チップ 0kg
分析目的	混合するバガス・木質チップ・鶏糞の栄養成分を把握する。	堆肥化した栄養成分を把握する。(少ない)	堆肥化した栄養成分を把握する。(中間)	堆肥化した栄養成分を把握する。(多い)	海藻に含まれる栄養成分を把握する。	海藻を洗浄無し、外で放置した状態を把握する。

※堆肥製造会社へのヒアリング段階では、混合物として木質チップの他、バガス、鶏糞があげられたが、バガスは時期により工場に在庫がないこと、鶏糞は臭い等の衛生上の観点から取り扱いが現実的でないと判断し、それぞれ断念した。

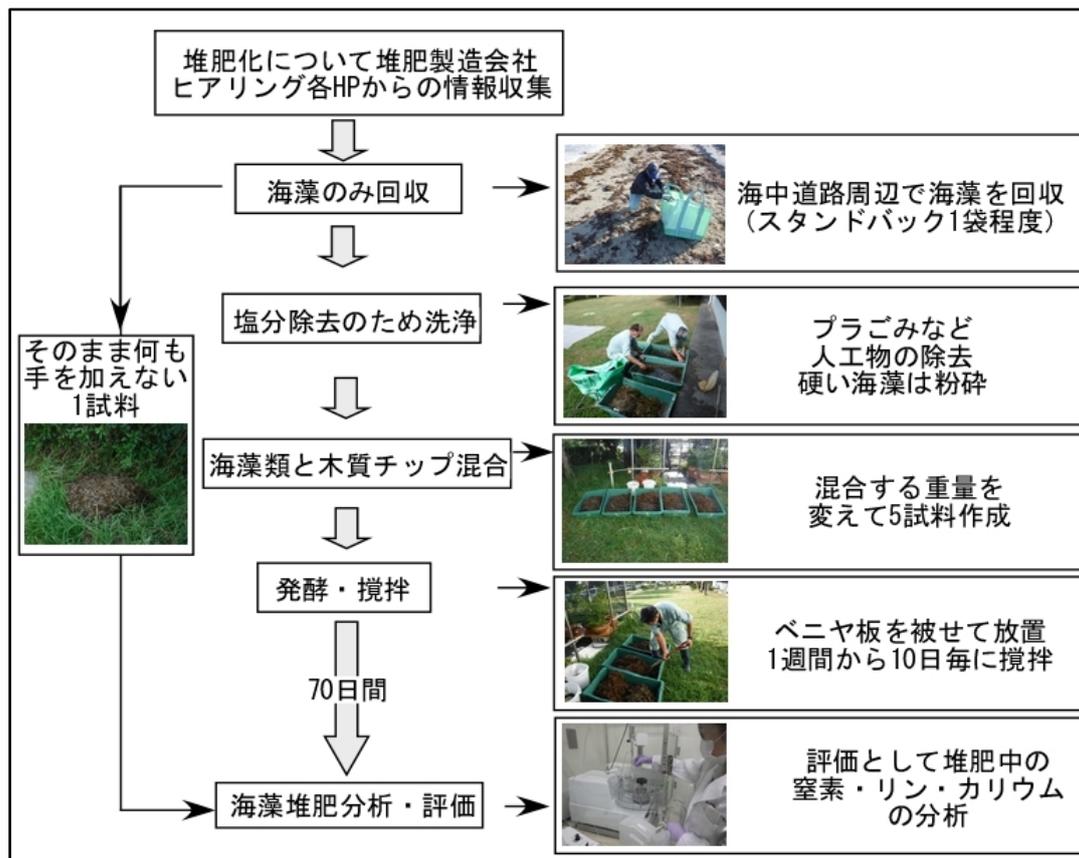


図- 2.32 今回用いた海藻の堆肥化フロー(試行)

2.2.2 試行結果

(1) 作業の詳細

1) 海藻の回収

海藻の回収には、スタンドバック(容量:0.25m³)を使用した。海中道路のうち海藻が溜まっている箇所に作業員2人で回収を行った。海藻の採取量スタンドバック7割詰めで容量:0.35m³、重量:50kgを約30分で回収した。海藻はアマモとホンダワラの混合物であったが、比率としてはアマモの方が高い割合であった。



図- 2.33 回収した海藻の状況

2) 洗浄

回収した 50kg の海藻のうち、10kg は手を加えずにそのまま置いた。残りのうち 35kg の海藻については、塩分、砂、プラごみを除去する目的で、水洗した。海藻 35kg 中に肉眼で確認できたプラごみは 10 個程度であり、除去できない程度に細かなプラごみが混入している状態ではないことが判った。作業量としては、35kg の海藻を水洗するのに作業員 2 名、2 時間で行うことができた。



図- 2.34 海藻の水洗状況と除去したプラごみ

3) 海藻と木質チップの混合

水洗した 35kg の海藻を使用し、木質チップとの混合作業を行った。木質チップについては、建築廃材から木質チップ製造を行うリサイクル業者から 25kg を無償で提供いただいた。海藻と木質チップの重量比を変えながら計 5 サンプル作成した。混合作業は 5 サンプル作成するのに、2 人 3.5 時間で可能であった。



図- 2.35 海藻と木質チップの混合作業

4) 発酵と攪拌

混合したサンプルは、ベニヤ板で蓋をして 70 日間の発酵期間を設けた。1 週間～10 日に 1 回程度攪拌作業を行った。攪拌作業は 5 サンプル分で、1 人、0.5 時間で可能であった。

発酵期間 : 2020 年 10 月 30 日～2021 年 1 月 8 日 (70 日間)



図- 2.36 発酵と攪拌の状況

5) サンプル採取

70 日間の発酵期間を得た堆肥サンプルの適量を採取し、それぞれ堆肥項目の分析を行った。



図- 2.37 サンプルング状況(左：混合サンプル、右：置いておくだけのサンプル)

(2) 分析と評価

70 日間の発酵期間を得た堆肥サンプルの適量を採取し、それぞれ堆肥項目の分析を行った。堆肥サンプルの状況を表- 2.20 に、分析結果を表- 2.21 に示す。

表- 2.21 では、評価項目のうち、全チッソ、全リン、カリウム、pH について、基準を満足した区分 4(海藻：5kg、木質チップ：5kg)が良好であった。

参考として、発酵の度合い(微生物の活動の良好さ)として、堆肥サンプルの重量の減量を示したが、区分 4 のサンプルは減量 44%と比較的高く、良好に発酵が進んだ(微生物の活動が良好であった)と考えられる。区分 6 については減量が 71%であるが、野ざらしであるため、発酵よりも乾燥した効果と考えられる。

個別項目についてみると、カリウムは堆肥に含めた海藻の重量順になっており、区分 5 が最も含有量が高かった。区分 6 についてはカリウム含有量が最も低い、雨によりミネラル分が流出したものと考えられる。

塩分については、区分 1~5 については水洗作業により、区分 6 については雨ざらしによりすべてのサンプルで定量下限値以下(0.01%未満)であった。

表- 2.20 堆肥(試行)サンプルの状況

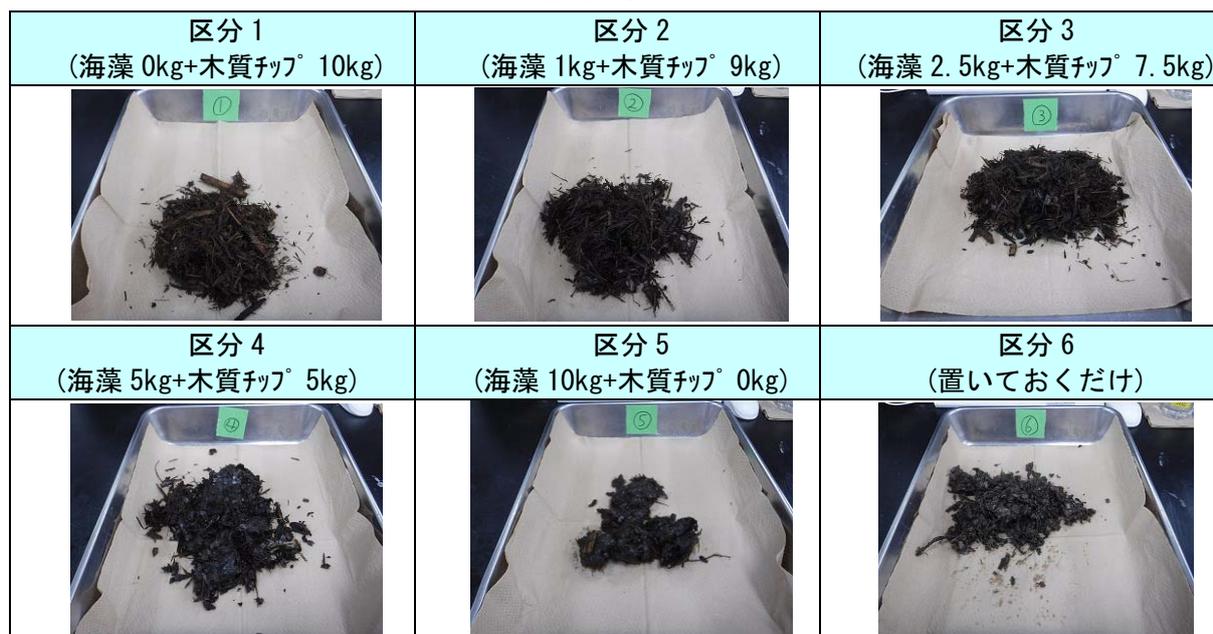


表- 2.21 堆肥化(試行)の分析結果

区分	1	2	3	4	5	6
混合海藻重量	海藻0kg	海藻1kg	海藻2.5kg	海藻5kg	海藻10kg	海藻10kg
混合試料重量	木質チップ 10kg	木質チップ 9kg	木質チップ 7.5kg	木質チップ 5kg	木質チップ 0kg	木質チップ 0kg
分析目的	混合するバガス・木質チップ・鶏糞の栄養成分を把握する。	堆肥化した栄養成分を把握する。(少ない)	堆肥化した栄養成分を把握する。(中間)	堆肥化した栄養成分を把握する。(多い)	海藻に含まれる栄養成分を把握する。	海藻を洗浄無し、外で放置した状態を把握する。
全チッソ (%)	0.7	1	0.8	1.7	1.5	1.3
全リン (%)	0.34	0.5	0.34	0.55	0.27	0.29
カリウム (%)	0.74	0.87	1.35	1.92	4.26	0.54
pH (-)	7.8	7.8	7.8	7.9	8.1	8.1
水分 (%)	65	71.8	71.2	78.2	91.5	56.4
塩分 (NaCl) (%)	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満
【参考】減量 (%)	23	10	36	44	32	71

備考: は、日本パーク堆肥協会の堆肥品質基準を満足することを示す。

表- 2.22 <参考>堆肥の評価基準

堆肥の評価	
項目	品質基準
窒素全量	1.2%以上
リン酸全量	0.5%以上
カリウム全量	0.3%以上
pH	5.5～8.0
水分	55～65%
日本バーク堆肥協会 品質基準より引用	

<参考 堆肥とは、発酵とは>

【堆肥とは？】野菜栽培初心者のための堆肥の効果を徹底解説！

**堆肥を土にすき込むと土壌の発酵を促し野菜がすくすく育つ
メリットがあります**

堆肥とは、家畜のふんや落ち葉、木の皮などの有機物を、微生物の力で分解・発酵させて作る土壌改良のための資材で、**土をフカフカにする働きがあります。**

栽培前の土は、野菜の根にとってとても固く、そのままでは根を下ろせませんし、カチカチに固まった土では水や空気がうまく供給されず、植物は元気に育つことが出来ません。

そういう状態の土壌に堆肥をすき込むと、**土の中の微生物が増えて活発に働くようになります。**

すると、微生物が有機物を分解する働きによって、土がフカフカにやわらかくなり、**水や空気の通り道が出来て、根がしっかりと張り、水や肥料の吸収もよくなります。**

これが、植物の成長には理想的な状態なのです。

出典：ゆるゆるカネファームブログ <https://kanefarmcompany.com/compost/>

(3) <まとめ>作業にかかる人・時間

一連の「海藻（漂着ごみ）の堆肥化の試行」を通して得たデータを基に、作業にかかる人・時間をまとめると表- 2.23 の通りであった。海藻 50kg を処理するのに、または堆肥を 56kg 作成する作業に要する人・時間は概ね 16 人・時間であり、1 人が 2 日程度作業する結果であった。

単純に海藻処理重量あたりにかかる人・時間を算出すると海藻を 1kg 処理するのに 0.32 人・時間であった。

海中道路周辺の漂着している海藻の量は過年度報告書（「令和元年度海中道路周辺海域自然環境再生事業（全体構想等策定支援業務）報告書」）によると 24t であるため、仮に全量を堆肥化する場合には、9375 人・日（1 日を 8 時間とした）ものコストがかかることとなり、加えて同量の木質チップ 24t が必要となる。海中道路周辺全体の量を処理対象とした場合は現実的な作業ではないと考えられる。処理対象とする量に応じて、例えば、品質はやや劣るが、今回の試行で区分 6 のサンプルのように、回収後すぐに野ざらしにする方法を選択するなど、作業の手間を軽減することが必要と考えられる。

海藻単位重量あたり堆肥化作業にかかる人・時間：0.32 人・時間/kg

海中道路周辺の漂着海藻量 24t を堆肥にした場合：960 人・日

表- 2.23 海藻の堆肥化作業にかかる人・時間

作業区分	作業にかかる人と時間			海藻堆肥重量(kg)
	人数	時間	人・時間	
海藻の回収	2	0.5	1	50
↓				↓
洗浄	2	2	4	50
↓				↓
混合	2	3.5	7	100
↓				↓
発酵・攪拌 70日間	7	0.5	3.5	発酵
↓				↓
終了	延べ 16人・時間			56kg ← 堆肥重量

木質チップ
50kg混合

備考

- ・表中の作業にかかる人と時間については、今回の試行にて得られたデータを基とした。
- ・洗浄については、実際は35kgの洗浄を行った人・時間であるが、50kgとしても人・時間に大きな差異はないとして、数字をあてはめた。
- ・作成する堆肥は海藻：木質チップ=1：1を想定し、減量化率も今回のデータを基とした。

3. 意識啓発活動の実施

意識啓発活動は、「地域イベントの実施」、「先進地視察の企画・実施支援」、「その他意識啓発に係る活動」を行う計画であったが、そのうち「地域イベントの実施」で予定していた2つのイベント「海中道路ふもとの海 みんなでクリーンアップ&宝探し大作戦(1/31 実施予定)」及び「海中道路こどもみらい会議(2/4 実施予定)」は、1月19日に沖縄県より発出された新型コロナ沖縄県緊急事態宣言(期間1月20日～2月28日)を受け中止とした。

ここでは、「先進地視察の企画・実施支援」、「その他意識啓発に係る活動」については、実施結果を、「地域イベントの実施」については、想定していた計画内容を示す。

3.1 地域イベントの実施

地域イベントの目的は、

- ① 自然環境再生に対する理解を深める。
 - ② 自然環境再生への取り組みに対する参加への機運を高める。
- 上記2点を通して、本事業と地域住民との「心の距離」を縮めると共に、
- ③ 自然環境再生に対して、自分にできる役割を見出す。

という、本事業終了後の「未来像」を地域住民1人ひとりが描けるようになることも重要と考えられる。すなわち、本提案における地域イベントを通して、地域住民の主体性を引き出し、自然環境再生という中長期的な取り組みが求められる課題に対して、行政と地域が一体となった「協働の場づくり」を推進することを最終的な目的とする。

上述の目的に向けて、以下に挙げる2つのイベントの実施を計画した。

3.1.1 海中道路ふもとの海 みんなでクリーンアップ&宝探し大作戦

本イベントは、課題となっている三角干潟をイベント場として、以下の構成で計画を立てた。与那城小学校の全面的な協力を得て、会場は与那城小学校体育館を予定していた。また、本年度、第1回協議会の意見を踏まえ、参加者へは近海で採れた魚汁を提供する予定としていた。

日時：令和3年1月31日(日) 新型コロナの影響で中止

対象：与那城小学校6年生の親子を中心に構成

人数：50名程度

会場：与那城小学校体育館、海中道路ふもとの屋慶名の三角干潟

魚汁調理場：与那城家庭科室

講師：鹿谷麻夕氏（しかたに自然案内）／金城由希乃氏（プロジェクトマネティ代表）

[講師プロフィール]：

○鹿谷麻夕氏

1968年東京生まれ。東洋大学文学部国文学科卒業。就職を経て、1993年来沖、琉球大学理学部海洋学科へ入学し、サンゴ礁などの海洋生物学を学ぶ。同学科卒業、福井県立大学大学院修士課程修了、東京大学大学院理学系研究科後期博士課程中退。2003年より「しかたに自然案内」として、沖縄県内で海の自然ガイドと環境教育の活動を行う。2011年より琉球大学非常勤講師。2013年より沖縄県「海岸漂着物の発生抑制対策ワーキンググループ」メンバー。2014～2019年沖縄県環境審議会委員。

○金城由希乃氏

1979年沖縄市出身。「海の大事さ」「自分と地球との繋がり」をコンセプトにしたプロダクトを通して発信するジューエルイー合同会社代表。2017年に「サンゴに優しい日焼け止め」を発売し継続的な販売をしながら、発売に至るまでのストーリーを講演活動にて共有することで、SDGsアクションの大事さを伝えている。2019年からは、誰もが気軽にビーチクリーンを行えるプロジェクト「マナティ」も展開し、アクティビティとして新しい観光の形を推し進めている。2017年DBJ女性新ビジネスプランコンペティションファイナリスト、東京都女性ベンチャー成長促進事業APTWoman第1期生、生物多様性アクション大賞2018審査員賞、JCI TOYP 2019環境大臣奨励賞受賞。

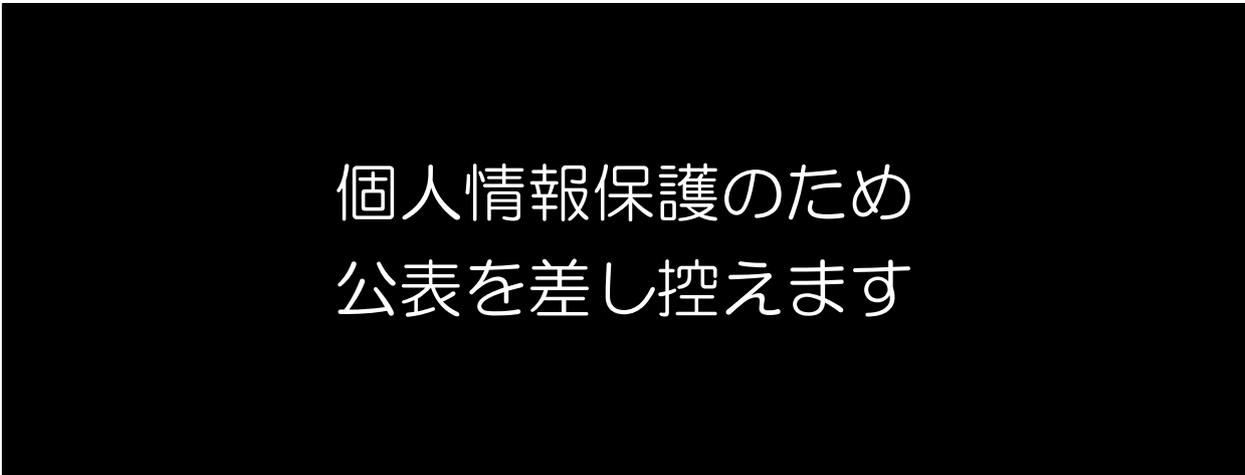
[概要]：

海中道路の建設に伴い、環境が悪化したとされるエリアを対象として、海岸のクリーンアップを通じたゴミの調査とマイクロプラスチックの実態調査を実施する。

具体的には、沖縄県の事業でも採用されている「海ごみチェックシート」を活用し、回収した海ごみを分別し数量を計測すると共に、漂着したごみについてはバーコードラベルから国別に分類します。併せて、砂浜の中にどのくらいのマイクロプラスチックが埋まっているかを25cm四方の区画毎に調査し、その種類と分量を可視化する。

活動終了後は、講師によるふりかえりの時間を設け、本イベントで明らかになった海中道路周辺海岸の現状について理解を深めると共に、講師の活動紹介などから自然環境再生に向けて自分たちにどんなことができるのか、考える契機とする。

なお、本イベント実施の際には、新型コロナウイルス感染防止の観点から、活動を家族単位としたうえで参加者同士の距離を適切に保ち、マスクの着用をはじめとした適切な予防策を講じる。



個人情報保護のため
公表を差し控えます

イベント実施状況のイメージ写真

[参加者募集チラシ]：

参加者を募集するにあたり、参加者募集チラシを作成した。チラシは、与那城小学校6年生を中心に配布していただき、親を含め50名の参加者を募る予定であった。

**海中道路ふもとの海
みんなでクリーンアップ
&
宝探し大作戦!!**

参加者募集

見つけてみよう!

海のもの 陸のもの 人のもの!

うるまの海のことがもっと好きになる、おもしろくて学びもたくさん特別授業!

うるまの海で獲れた魚のアラ汁も楽しめるよ!

海中道路の付根。与那城屋慶名の三角干潟。なかなか行く機会はないけど、実はいろんな生き物がいたり、たくさんの海藻がたまっていたり、「わぁ!」っていう発見ができるところでもあるんだ。みんなで海ゴミをキレイにして、さらに自分だけの宝ものを見つけちゃおう! 海ガメの骨とかもあるかも?!

ながれ

13時…… オリエンテーション
14時…… クリーンアップ&宝探し大作戦!
ごみは学校に持ち帰って分別調査!
15時…… しかたに先生の特別授業★
15時半…… 魚のアラ汁タイム!
16時すぎ… 終了・解散

1月31日(日) 13時~16時すぎ

集合・解散 与那城小学校 定員 親子20組・50名(先着順)

※事前のお申し込みが必要です。(詳細は裏面)
※子どもだけの参加はできません。必ず保護者同伴でお願い致します。

図- 3.1 海中道路ふもとの海 みんなでクリーンアップ&宝探し大作戦 参加者募集(表面)

海中道路ふもとの海 みんなでクリーンアップ&宝探し大作戦って？

海中道路と与那城地区が作り出す三角地帯には、どうしても漂着ゴミや海藻が溜まりやすい！

でも、ってことは、たとえば海の生きものや、

珍しい骨なんかが見つかるかもしれないポイントでもあるんだ。

始まったばかりの2021年を、みんなにとってキラキラ輝く1年にするために、

みんなできれいにしながら、自分だけのお宝ゲットに挑戦してみよう！！



講師プロフィール

海のことを教えてくれるよ！
鹿谷麻夕さん

しかたに自然案内代表。東京で生まれ、サンゴ礁に興味を持ち1993年に沖縄へ。その後大学院まで進んで海の生物を学ぶ。2003年より、しかたに自然案内として県内で海の自然ガイドと環境教育を行う。海と猫と音楽の自由さが好き。

当日の持ちもの

- 長靴(干潟を歩ける靴)
- タオル
- 雨具(傘ではなくて雨ガッパ)
- ウィンドブレーカー
- 温かい飲みもの
- アラ汁を食べる時のマイ箸



クリーンアップで必要な軍手やゴミ袋・ゴミばさみは事務局で用意しているから安心してね！



雨天時は与那城小学校体育館で、海のゴミをテーマにした屋内のプログラムに切り替えます。

保護者の皆さまへ～本企画の背景～

来年に開通50周年を迎える海中道路。島しょ地域の暮らしが劇的に便利になっただけでなく、うるま随一の観光地として人気スポットにもなっていますが、その一方で、潮流の大きな変化に伴うゴミの滞留や堆積した海藻の腐敗・生活排水の流入など、自然環境の悪化が見られるようになったのも事実です。うるま市では、地域の関係機関・団体および地域住民の皆さまのお声を踏まえて、この地域の自然環境を再生し、さらなる地域活性化を進めていくために「海中道路周辺海域自然環境再生事業」を令和元年度からスタートしており、今回のクリーンアップも、地域の皆さまと一緒にこの事業を進めていきたいとの想いから企画されています。皆さまのご理解・ご協力のほど、何卒よろしくお願い申し上げます。



お申し込みは 与那城小学校の担任の先生まで！

申込締切 令和3年1月28日(木)のお昼まで

主催 うるま市市民部環境課

企画運営/お問合せ プロモーションうるま(担当:田中)

電話番号 098-923-5995

メール info-kaihatsu@promo-uruma.com

上記に関わるコロナ対策

- マスクは全員必ず着用ください。
- 受付で検温・消毒ならびに書類ご記入にご協力ください。
- 密を回避するため、常にご家族でまとまったの活動となります。
- お申し込み後に発熱や風邪の症状が出た場合はご参加をお断りさせていただきます。
- 感染拡大の状況によっては、イベントを中止する場合がございます。



図- 3.2 海中道路ふもとの海 みんなでクリーンアップ&宝探し大作戦 参加者募集(裏面)

3.1.2 海中道路こどもみらい会議

本イベントは、与那城小学校 6 年生を対象に、以下の構成で、ワークショップを計画した。

日時：令和 3 年 2 月 4 日(木) 新型コロナの影響で中止

対象：与那城小学校 6 年生

人数：1 クラス約 30 名×3 クラス、1 クラスにつき授業 2 時間分を使用

会場：与那城小学校多目的ルーム

協力：うるま市立与那城小学校

室伏長子氏（ことばグラフィッカー）

【概要】：

「よなしろ探検隊！ふるさとの自然・文化に触れ、ふるさとの良さを考えよう」をテーマに総合的な学習に取り組んでいる、市立与那城小学校の高学年の児童を対象として、海中道路周辺の自然環境再生に向けて自分たちにどんなことができるのかを考えるワークショップを開催します。具体的には、平成 31 年 3 月に市立彩橋小学校の高学年を対象に実施された「こどもしまみらい会議」の内容を参考に、

①「海中道路周辺の自然のここが好き！」を描いてみる

②先述の漂着ゴミ・マイクロプラスチックのクリーンアップおよび調査の結果を共有

③海中道路周辺の自然環境を守り育てていくために、自分・学校・家庭でそれぞれ取り組むことができそうなアイデアを出し合う

以上 3 ステップによる展開を予定する。会議で出たアイデアや様々な生の声はグラフィッカーが可視化し、その内容を紙媒体や電子媒体等を活用して会議に参加していない他の児童や地域住民とも共有し、子どもたちの声が地域の取り組みに反映されやすくすることで、子どもたちのさらなる関心や意欲を高めることに寄与する。

個人情報保護のため
公表を差し控えます

イベント実施状況のイメージ写真

「島にこんなものがあたらいいな〜っ」という未来へのリクエストを自由に発表する時間がスタート。子どもたちの声、止まりませんでした〜っ!



子どもたちの島の
だまやあり方を
大切に感じてるんだね

出典：しましま通信 2019年号外

図-3.3 海中道路こどもみらい会議 子供たちの絵(イメージ)

3.2 先進地視察の企画・実施支援

自然環境の再生地の先進的な事例を視察し、自然再生の内容、地域の継続的な活動を行うための仕組み、行政の関わりなどを学ぶことにより、海中道路周辺海域自然環境再生計画を実効性のあるものとするための事例視察を企画する。先進地の選定は、地域が主体となり、再生後の維持・利活用に取り組んでいる地域を条件とする。

3.2.1 先進地視察の企画立案

(1) 先進地の選定

今年度は、新型コロナウイルス感染拡大に配慮し、実際に赴く先進地は県内(本島内)とする。なお県内(本島内)での自然再生事業実施個所はまだ事例が少なく、沖縄県がモデル事業として平成 27 年から実施している慶佐次川自然再生事業を選定し協議会委員および行政メンバーでの視察を企画した。

げ さ し が わ す す し ぜん かん き ょ う さ い せ い
慶佐次川で進められている自然環境再生
 慶佐次川自然環境再生の取り組み紹介

慶佐次川の下流に生き物の生息する場所を再生します！
 昔はたくさんいたボラやテナガエビなどが住めるような河川環境に戻すため、ワンド（深み）を作りました。

水制工
 洪水時に、川の流れを曲げて、ワンドに水の流れを向けることで、ワンドにたまった土砂を押し流します。

ワンド
 川岸を幅り込み、流れのゆるやかな深みをつくることで、エビやボラが住みやすい環境にしました。

ワンドの補強
 洪水時の強い流れでワンドの岸がくずれないように、木の杭で補強しました。

注意！ ワンドには入らないでください！
 ワンドを神ったことで、エビやボラなどの生き物が減ってきています。おどろかさないようにしましょう。また、ワンドの底はぬかるんでいるのでキケンです。

マングロープの水路にたまった土砂を取り除き、マングロープの陸化を防ぎます！
 慶佐次川のマングロープやその中を流れる水路には、上流から流れてきた土砂がたまり、このままでは、どんどん土砂がたまり、やがてマングロープが陸地化してしまうおそれがあります。そのため、マングロープ内を流れる水路の土砂を取り除き、水の流れを良くすることで、土砂がたまりにくくします。

水路の土砂を取り除き、水の流れをスムーズにする

対策前
 水溜りの流れ

対策後
 水溜りの流れ → 速くなる

1977年頃 2017年
 慶佐次川マングロープ周辺は土砂の堆積により川幅や水路幅が狭まっています。

水溜り
 水路内に土砂がたまり、マングロープの中に水が入りにくくなっています。

外来の植物を取り除き、慶佐次川本来の姿に戻します！
 慶佐次川のマングロープには、外国から持ち込まれた植物（モクマオウ）が入り込み、どんどん増えています。あまり増えすぎると、ヒルギなどのもともといた植物の育つ場所が奪われてしまいます。そのため、慶佐次川マングロープに入り込んだ外来の植物（モクマオウ）を取り除く取り組みをしています。

外来の植物：モクマオウ

慶佐次川自然環境再生協議会
 (平成23年9月作成)

出典：沖縄県環境部環境再生課 HP

図-3.4 慶佐次川自然再生事業の紹介チラシ

3.2.2 先例地視察のための事前協議

(1) 事前協議資料の作成

慶佐次川の自然再生事業を視察するにあたり、関係者のヒアリングや現場の確認等を行い、現地視察が円滑に行うことが出来るよう、事前協議を企画して運営を行った。以下は、事前協議にあたって東村に送付した資料である。

慶佐次川自然再生視察の事前打ち合わせレジメ

- 日時：2020.10.26 13時から（慶佐次公民館にて）
- 参加者
東村 建設環境課 小沢課長補佐、比嘉主事
東村観光推進協議会 渡久山会長
東村慶佐次地区 仲村区長
うるま市 環境課 目取真係長
沖縄県庁 環境再生課 與那嶺班長
沖縄環境保全研究所・建設技術研究所共同企業体 和泉技師長
- 協議内容
（本日の協議は次ページの視察の企画内容に沿って進めさせていただければと思います）
 - ✓ 視察の日時について
 - ✓ ご説明いただける方について
 - ✓ 現地視察の留意点

1, 視察の目的

うるま市では、環境の悪化が課題となっているうるま市海中道路周辺海域について、豊かな生態系を形成し、そして良好な景観や生態系サービスなどの恵みを享受しながら、地域活性化を推進していくための取り組み方法などについて、昨年度に海中道路周辺海域の自然再生に関する「全体構想」や「実施計画(骨子案)」を作成しました。

その中で下記の基本理念を策定し、今後の実施に向けた取り組みについて協議を進めているところです。

**「きらめく青い海と豊かな自然環境に抱かれる、
未来に伸びゆく海中道路の水辺を目指して」**

今年度は、その全体構想及び実施計画(骨子案)に基づき、さらに具体性を増した「実施計画の策定」、「再生の取組(試行)」、「モニタリング」、「意識啓発イベント」等の自然環境の再生・維持・活用に資するための取組みを実施しているところです。

2, 視察の概要

① 参加メンバー(予定)

海中道路周辺海域自然環境再生協議会メンバー 8名

うるま市 関係部署職員 5名

沖縄県 自然環境再生課 1名

受託者：沖縄環境保全研究所、(株)建設技術研究所 4名 計18名

② 日時：11月下旬で調整中

・現時点の候補日：11/26(木) 27(金) 30(月)

・視察当時の行程 13時 うるま市役所集合・出発

13時～14時移動 大型バスを手配予定

14時～15時室内で意見交換(現場の近くに場所がありますか)

15時～16時現地視察

16時～17時うるま市へ移動・解散

3, 意見交換の主な内容

① 事業の概要

・自然再生に取り組むきっかけや、自然再生の事業内容について

② 自然再生協議会の活動について

・協議会の役割や現在の活動状況、活動する上での課題など

③ 自然再生の波及効果

・自然環境の復元状況、自然再生事業による効果、イベントやあらたな取り組みの発生など

④ 現時点の課題等

・予算措置、人材の確保、期待した効果の発現の状況、環境モニタリング体制など

⑤ 今後の展望

・交流人口の増加、地域活性化、村民や地域の観光への意識の向上 など

【参考資料】海中道路周辺海域の自然再生の状況、自然再生計画の案などについて

●海中道路周辺海域自然再生実施計画の内容

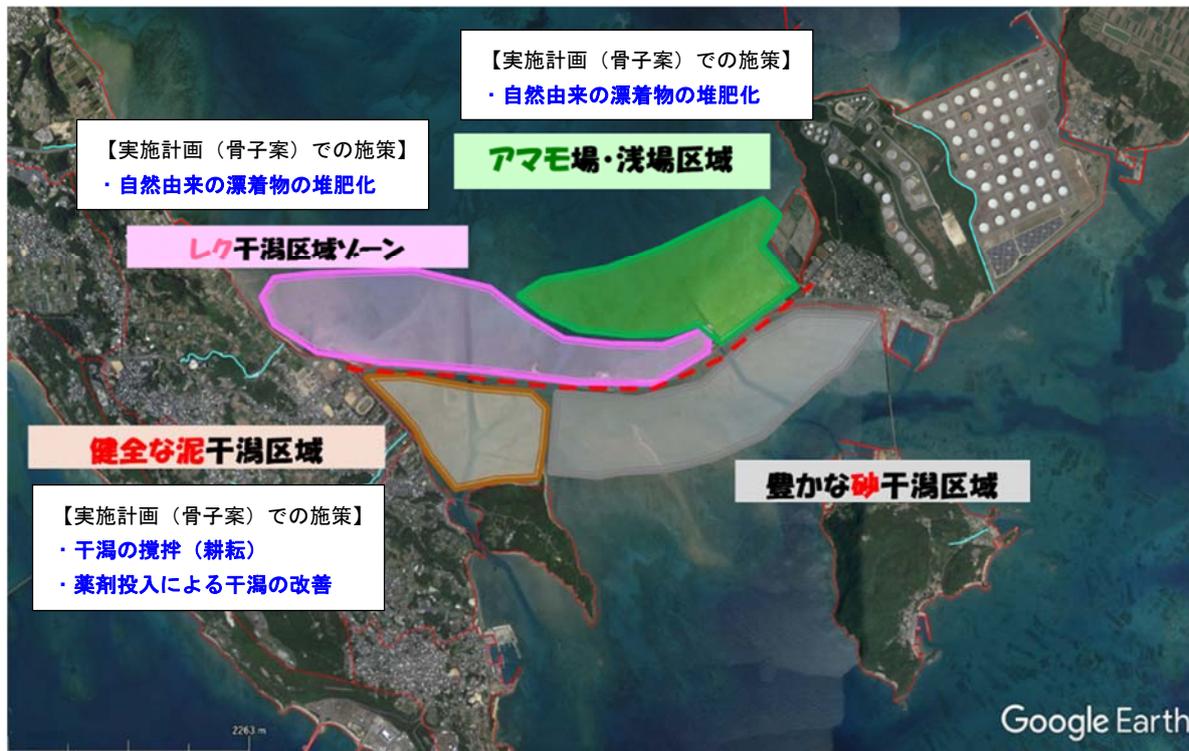
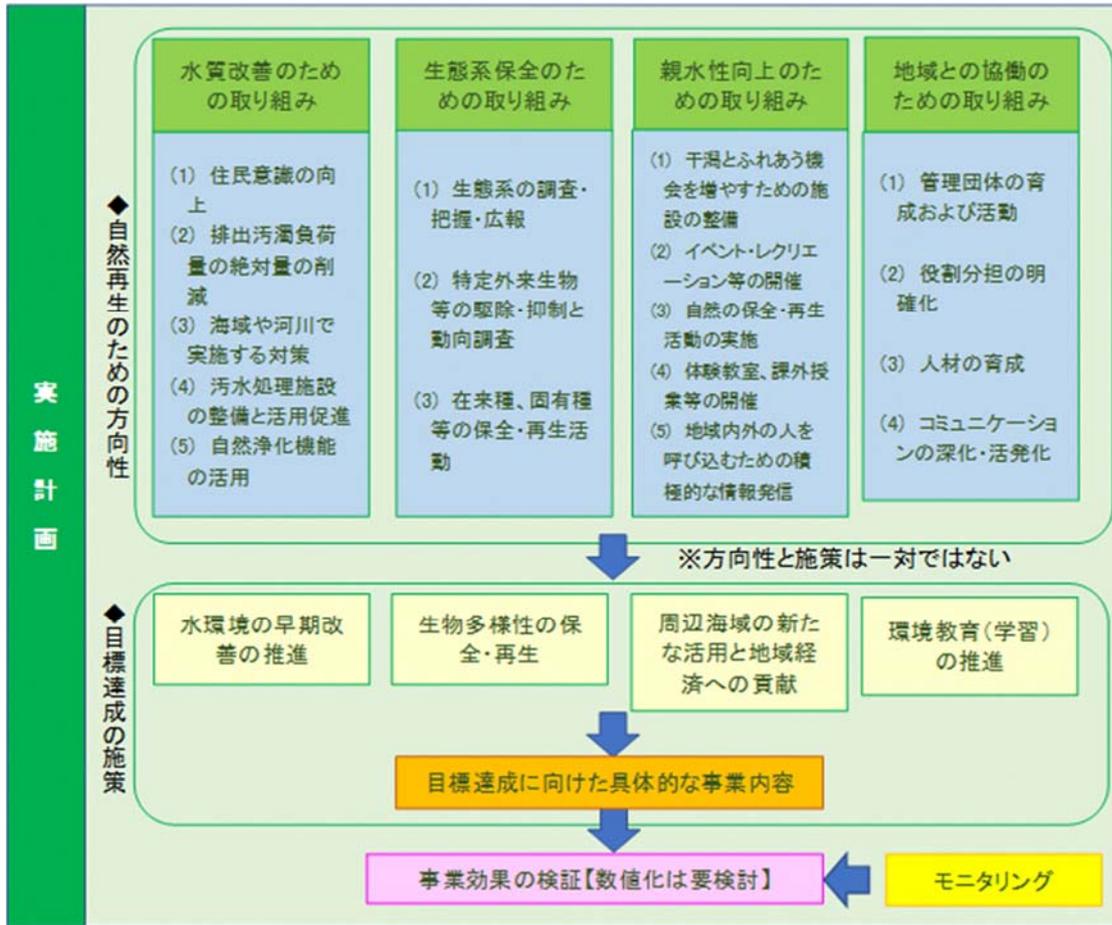


図1 海中道路自然再生計画の範囲

●海中道路の課題

●「全体構想」及び「実施計画」より
全体的な課題

項目	
全域	<p>①漂着ごみ 漂着ごみ等が漂着し、景観を損ねる。また、海藻類が腐敗し、悪臭発生が懸念される。</p>
陸域	<p>②生活排水 有機物を含んだ生活排水が流入。干潟の水質・底質環境の悪化、悪臭が懸念される。</p> <p>③畜舎や農地から流入 畜舎や農地から肥料等（窒素やリン）の流出。海域の富栄養化が懸念される</p>
海域	<p>④潮流の偏り 海中道路を挟んだ海水交換は、限られた状態。これにより、潮流の偏りが生じていることが懸念される。</p>

『三角地帯』の劣化

●全体的な課題から抽出される着目点



・『三角地帯』については、昨年度海中道路全域からなる調査において、水質、底質、悪臭、海域生物、利用において、周辺と比較し、劣化が示された。

図2 海中道路の課題の整理

(2) 事前協議の結果

今回の視察に先だって、慶佐次川自然再生の関係者について視察のポイントについて事前に質問を送付し、事前協議を行った。

事前協議は、東村および慶佐次地区の協力を得て、慶佐次川公民館で実施した。その結果を以下に示す。

1) 実施日・場所 令和2年10月26日(月) 慶佐次川公民館にて実施

2) 参加者

東村慶佐次区：仲村区長、東村観光推進協議会：渡久山理事長

東村建設環境課：小沢課長補佐、比嘉主事 沖縄県環境再生課：与那嶺班長、佐久川技師

うるま市市民部環境課：目取真 副主幹兼係長

株式会社 建設技術研究所：和泉

沖縄地域環境コンサルタント庄島社長、宮良部長、新井課長

3) 事前協議の結果

①自然再生事業に取り組んだ経緯について

- ・沖縄県が H27.3 に作成した「沖縄県自然環境再生指針」の適応現場としてマングローブ劣化が問題視されていた慶佐次川を対象とした。特にこのマングローブ林は天然記念物であるとともに地域振興を懸念した東村の陳情もあった。
- ・自然再生事業は建設環境課主体で進められ、現在は外来植物除去を教育委員会で実施中である。
- ・自然再生事業は流域として取り組んでいる。上流域は赤土流出対策として農地での対応を実施している。
- ・地域住民は自然再生計画を機会と捉えて昔の風景を取り戻したいという気持ち大きい。

②協議会の活動状況について

- ・外来種対策を行っている。ただし河道外の外来樹木伐採などを実施している。伐採も再発生しないように株の切り方などを実験している。
- ・天然記念物のエリアのため保存活用計画を作らないと住民の維持管理ができない。保存活用計画は今後検討予定である。
- ・モニタリングは自然再生の目標としているテナガエビを対象に、プロとアマのモニタリングを実施中である。
- ・H30 年度に沖縄県から東村が事業を引き継いだ。H30 は協議会ができなかった。
- ・観光推進協議会は環境も含めた観光を推進している。

③自然再生の波及効果

- ・事業実施後はテナガエビの個体数が確実に増えており事業効果は発現したと考えている。
- ・同様の自然再生に取り組む億首川、大浦川とネットワークを形成するための会議を実施した。
- ・エコツアーは平成 12 年頃から始まり保全しながら使っていくという思想ができてきた。

・観光ガイドが自分たちのフィールド(仕事場)を守るために環境保護活動も実施している。

④現在の課題など(予算、人材など)

- ・地域振興につながればという思いはあるが、観光客が増えると地元が騒がしいと感じる意見もありトレードオフをうまく保つ必要がある。
- ・推進力は観光推進協議会にあり、自然再生だけでなく自然の利活用とのバランスを図る必要がある。カヌーの利用金の一部は地元の排水事業などの環境関連事業に充てられている。

⑤今後の展望など

- ・カヌー業者は15法人ほどありトラブルがないように安全面や料金面などの取り決めをしている。当初は年間1万人程度の利用者を見込んでいたが今は5万人以上の来訪があり駐車場などのキャパが足りなくなっている。
- ・来訪者も多くなってきたので自然環境再生だけでなく、利用規制、生活環境保全などのことを考える時期になってきている。

以上



図- 3.5 慶佐次公民館での事前協議の状況

3.2.3 先進地視察資料の作成

(1) 視察資料の作成

先進地視察を行うにあたって、関係情報を集めた視察資料の作成を行った。次ページ以降に示す。

うるま市海中道路周辺海域自然環境再生事業協議会

慶佐次川自然再生事業

視察資料



令和2年11月27日

視察参加者名簿

		バス	市公用車	伴走車	屋食	会場設営	体験	備考
●屋敷名自治会								
森根 隆	自治会長	○			○		○	
藏根 悠太	自治会員	○			○		○	
●平安名自治会								
高屋 渥美	自治会長	○			○		○	
●(一) 沖縄県公衆衛生								
高平 兼司	事務局長	○			○		○	
●うるま市								
平良 一雄	市民部長	○			○		○	
嘉陽 宗幸	市民部環境課長	○			○		○	
幸地 美和	市民部市民協働課長	○			○		○	
松岡 秀光	経済部観光振興課長	○			○		○	
名嘉真 睦	都市建設部都市政策課長	○			○		○	
●事務局								
目取真 康裕	市民部環境課 副主幹兼係長		○		○			音響準備・撤収
田原 紀子	市民部環境課 主任主事		○		○			音響準備・撤収
●海中道路周辺海域自然環境再生事業業務委託 受託者								
角 一人	(株) 沖縄環境保全研究所生活環境部技術課			○	○			屋食後伴走車で会場準備。緊急対応。
和泉 大作	(株) 建設技術研究所 東京本社環境部 技	○			○		○	緊急連絡090-5949-2939
安仁屋 真勝	(株) 沖縄環境保全研究所 企画部 部長	○			○		○	
伊勢 孝太郎	(株) 沖縄環境保全研究所環境事業部解析課			○	○			屋食後伴走車で会場準備。緊急対応。
人数		11	2	2	15	4	11	

表一 視察日の予定表

時間	視察先など
10:30 出発	屋慶名公民館 10:20 集合 バスと伴走車2台に分乗
10:50 うるま市役所を出発	移動 8km 所要時間 20分 うるま市関係者は10:45 集合 (乗車場所:かねひで前バス停)
東村へ移動	移動 70km、所要時間約 100分 車中で慶佐次川自然再生事業について説明 (担当:和泉) 伊芸SAでトイレ休憩
12:10 ~13:20 昼食・特産品見学	「東村特産品加工直売所サンライズひがし」内の「食事処 東ぬ浜」で昼食。同施設内にて特産品見学。
13:20~13:30 現地へ移動	移動 4km 所要時間 10分
13:30~15:00 現地視察	慶佐次川自然再生事業視察「やんばる自然塾」 水上からの視察 (カヌー乗船、ガイドからの説明) 所要時間 90分
15:00~15:30 会議場所へ移動	移動 4km 所要時間 10分 (着替え等対応のため、20分の猶予時間)
15:30~16:30 意見交換	会場:東村中央公民館 (東村農民研修施設) 2F 沖縄県国頭郡東村平良 550-4 慶佐次川自然再生協議会、東村建設環境課等でご対応
16:30~18:00 うるま市へ移動	移動 70km、所要時間約 90分
18:00	うるま市役所着
18:20 着	屋慶名公民館 18:25 解散式

■新型コロナウイルス感染症対策■

- ・移動前に検温を行って平常熱であることを確認してください。
- ・移動中のバス内での席の移動はお控えください。
- ・視察中は食事以外を除きマスクを着用してください。
- ・手指の消毒液を用意していますので、適宜消毒を行うようにしてください。
- ・バス内・意見交換会場の窓は、原則、開放といたしますので、ご理解ください。
- ・意見交換会に使用するマイクは、随時、消毒作業を実施しますので、ご理解ください。
- ・視察後に体調の不調を感じたときは、事務局目取真係長へお電話ください。

電話: 098-973-5594

1. 視察の目的

うるま市では、悪臭発生等の環境の悪化が課題となっているうるま市海中道路周辺海域について、豊かな生態系を形成し、そして良好な景観や生態系サービスなどの恵みを楽しみながら、地域活性化を推進していくための取り組み方法などについて、昨年度に海中道路周辺海域の自然再生に関する「全体構想」や「実施計画(骨子案)」を作成した。

その中で下記の基本理念を策定し、今後の実施に向けた取り組みについて協議を進めているところである。

**「きらめく青い海と豊かな自然環境に抱かれる、
未来に伸びゆく海中道路の水辺を目指して」**

今年度は、その全体構想及び実施計画(骨子案)に基づき、さらに具体性を増した「実施計画の策定」、「再生の取組(試行)」、「モニタリング」、「意識啓発イベント」等の自然環境の再生・維持・活用に資するための取組みを実施しているところである。

その一環として実施する今回の先進地視察は、県内の自然再生事業の先例地である東村慶佐次川における自然再生事業の経緯や現状の把握、自然再生を行ったことによる地域への波及効果、現状の課題などについて把握することで、今後の事業展開にあたっての、行政と地域の協働による自然再生のあり方について、共通認識を深めていくことを目的に実施するものである。主な内容は、慶佐次川への来訪者の体験メニューを現地視察で実体験し、その後に関係者との意見交換を実施する。詳細は、次の項目に整理する。

2. 意見交換会の主な内容

(1) 内容

① 事業の概要

- ・自然再生に取り組むきっかけや、自然再生の事業内容について

② 自然再生協議会の活動について

- ・協議会の役割や現在の活動状況、活動する上での課題など

③ 自然再生の波及効果

- ・自然環境の復元状況、自然再生事業による効果、イベントやあらたな取り組みの発生など

④ 現時点の課題等

- ・予算措置、人材の確保、期待した効果の発現の状況、環境モニタリング体制など

⑤ 今後の展望

- ・交流人口の増加、地域活性化、村民や地域の観光への意識の向上 など

(2) 説明者(予定)

東村慶佐次地区 仲村区長

東村観光推進協議会 渡久山会長

東村 建設環境課 金城課長、比嘉主事

(3) 事前協議の内容

今回の視察に先だって、慶佐次川自然再生の関係者について視察のポイントについて意見交換を行った。(令和2年10月26日実施)内容は以下のとおりである。

●参加者

東村慶佐次区:仲村区長、東村観光推進協議会:渡久山理事長

東村建設環境課:小沢課長補佐、比嘉主事 沖縄県環境再生課:与那嶺班長、佐久川技師

うるま市市民部環境課:目取真 副主幹兼係長

株式会社 建設技術研究所:和泉 大作

沖縄地域環境コンサルタント庄島社長、宮良部長、新井課長

●自然再生事業に取り組んだ経緯について

- ・沖縄県がH27.3に作成した「沖縄県自然環境再生指針」の適応現場としてマングローブ劣化が問題視されていた慶佐次川を対象とした。特にこのマングローブ林は天然記念物であるとともに地域振興を懸念した東村の陳情もあった。
- ・自然再生事業は建設環境課主体で進められ、現在は外来植物除去を教育委員会で実施中である。
- ・自然再生事業は流域として取り組んでいる。上流域は赤土流出対策として農地での対応を実施している。
- ・地域住民は自然再生計画を機会と捉えて昔の風景を取り戻したいという気持ちが大きい。

●協議会の活動状況について

- ・外来種対策を行っている。ただし河道外の外来樹木伐採などを実施している。伐採も再発生しないように株の切り方などを実験している。
- ・天然記念物のエリアのため保存活用計画を作らないと住民の維持管理ができない。保存活用計画は今後検討予定である。
- ・モニタリングは自然再生の目標としているテナガエビを対象に、プロとアマのモニタリングを実施中である。
- ・H30年度に沖縄県から東村が事業を引き継いだ。H30は協議会ができなかった。
- ・観光推進協議会は環境も含めた観光を推進している。

●自然再生の波及効果

- ・事業実施後はテナガエビの個体数が確実に増えており事業効果は発現したと考えている。
- ・同様の自然再生に取り組む億首川、大浦川とネットワークを形成するための会議を実施した。
- ・エコツアーは平成12年頃から始まり保全しながら使っていくという思想ができてきた。
- ・観光ガイドが自分たちのフィールド(仕事場)を守るために環境保護活動も実施している。

●現在の課題など(予算、人材など)

- ・地域振興につながればという思いはあるが、観光客が増えると地元が騒がしいと感じる意見もありトレードオフをうまく保つ必要がある。
- ・推進力は観光推進協議会にあり、自然再生だけでなく自然の利活用とのバランスを図る必要がある。カヌーの利用金の一部は地元の排水事業などの環境関連事業に充てられている。

●今後の展望など

- ・カヌー業者は 15 法人ほどありトラブルがないように安全面や料金面などの取り決めをしている。当初は年間 1 万人程度の利用者を見込んでいたが今は 5 万人以上の来訪があり駐車場などのキャパが足りなくなってきている。
- ・来訪者も多くなってきたので自然環境再生だけでなく、利用規制、生活環境保全などのことを考える時期になってきている。

以上

視察先の沖縄の体験【やんばる自然塾】とは

ホームページより引用

やんばる（山原）とは、緑豊かな亜熱帯の森が広がり貴重な動植物が棲んでいる沖縄本島北部地域のことで、東村は県都那覇市から約90km、所要時間が約2時間かかり1990年代、パイナップル栽培のさかんな人口約1,900人の農村であった。又やんばる自然塾の活動拠点である慶佐次（げさし）区は慶佐次川の河口に位置する50戸余り、人口は約180人の小さな集落で、河口の汽水域には沖縄本島最大のマングローブが広がりその植物群落は『慶佐次湾のヒルギ林』として国の天然記念物に指定されている。やんばる自然塾が設立された頃の慶佐次地域は純農村で若者の働く場が農業以外はなく過疎化が進み観光事業や飲食業などの観光サービス業はほとんどなかった。



慶佐次地区で地域おこしの取り組みが始まったのは『夢つくり21委員会』が出来た1995年からである。メンバーは当時区長であった私（自然塾創業者 島袋徳和氏）を含め8人、農家を中心で会社員、団体職員、公務員など地域づくりに積極的で発想が前向きな人たちで、名称は立派だが活動はというと、最初は夢を語り、ホラを吹く会でヒルギ林の活用など地域資源や人材の掘り起こしなどをおこないその中から地域を活性化するにはどうするか議論をしていた。それがやんばる自然塾に受け継がれたゼロからのスタートであった、そして1999年5月にできた東村エコツーリズム協会の設立にも影響を与えたのである。



1999年4月に東村で初の自然学校『やんばる自然塾』が誕生した。地域活性化をめざしエコツーリズムの基本理念に基づいてスタートしたが、スタッフは1人で、カヤックは地域の人たちがオーナーになり10艇を購入した。最初に出来たプログラム『慶佐次川マングローブカヌー体験』（所要時間3時間）を中心に人数を制限し〈8名まで〉、環境に配慮し満潮時のみ催行するエコツアーとして少人数対応の受け入れが始まった。2年目になると県外高校の修学旅行の受け入れや県内各種団体や小学生の体験学習などが少しずつ増えてきた。2003年7月には組織が法人になり、体験プログラムは個人向けエコツアー(6)、修学旅行・グループ向け(10)、合わせて16になった。また東村ふれあいヒルギ公園で慶佐次のマングローブを訪れる観光客は約10万人余りになった。現在の慶佐次地区は少しずつ確実に活気にあふれている。

慶佐次川を利用したエコツアー事業者は村内に6社誕生し、旅行者が増えたことにより地区唯一の慶佐次共同売店・農産物販売所では採りたてのパインアップルや野菜が売れ、食堂、弁当仕出しなどの飲食店も数軒でき、観光農園やコテージ型宿泊施設の交流施設も数軒営業を始めた。やんばる自然塾の修学旅行プログラムは地域の若者がガイドを中心に活動を行っているが、特産のパインアップルを使った農業体験&ジャム作り、家庭料理体験などで地域の人々が講師など協力・連携をするようになった。やんばる自然塾は地域おこしの活動の中生まれた自然学校である。

■やんばる自然塾の歴史について

2010年：農林水産省第7回オーライニッポン大賞 審査委員長賞。

2009年：経済産業省 ソーシャルビジネス55選 受賞。

第2回ソーシャルビジネス全国フォーラム開催報告

NHK教育テレビで放送されました「あしたをつかめ～平成若者仕事図鑑」

NHK教育テレビで放送されました「モリゾー・キッコロ 森へいこうよ！激闘！川上りめざせ！やんばるの森」

OTV沖縄テレビで放送されました「日本列島グッドジョブ大賞！」

OTV沖縄テレビで放送されました「沖縄ベンチャースタジオ」

2008年：RBCテレビで放送されました「気ままにロハスタイル」

2007年：琉球放送 RBCテレビで放送されました「ウチナ～紀聞 07_10_14」

2006年：ジャパンベンチャーアワード 地域貢献賞 受賞。

農林水産省 立ち上がる農山漁村 選定。

地域に光る宝を探せ！沖縄版

2005年：環境省 第1回日本エコツーリズム大賞 優秀賞受賞。

2004年：環境協力金制度というシステムを導入し環境保全活動を強化。

2003年：やんばる自然塾法人化。

2002年：地域の農家やお母さんを講師にパインアップルジャムづくり体験や沖縄料理体験など歴史、文化にスポットをあてた体験プログラムを提供。

2001年：個人向けツアー4プログラム、修学旅行5プログラムに増える。それに伴い県外エコツアー、県内団体などの予約が増える。

2000年：県が主催する自然体験活動指導者養成講座やネイチャーゲーム講習会などを受けノウハウを学ぶ。本格的に本土からの修学旅行の受け入れを始める。

1999年：村内初の自然学校として、やんばる自然塾創立（1人でマングローブカヌーツアーなどエコツアーの受け入れを始める）本土の自然学校と連携し受け入れを始める

【参考資料】海中道路周辺海域の自然再生の状況、自然再生計画の案などについて

●海中道路周辺海域自然再生実施計画の内容

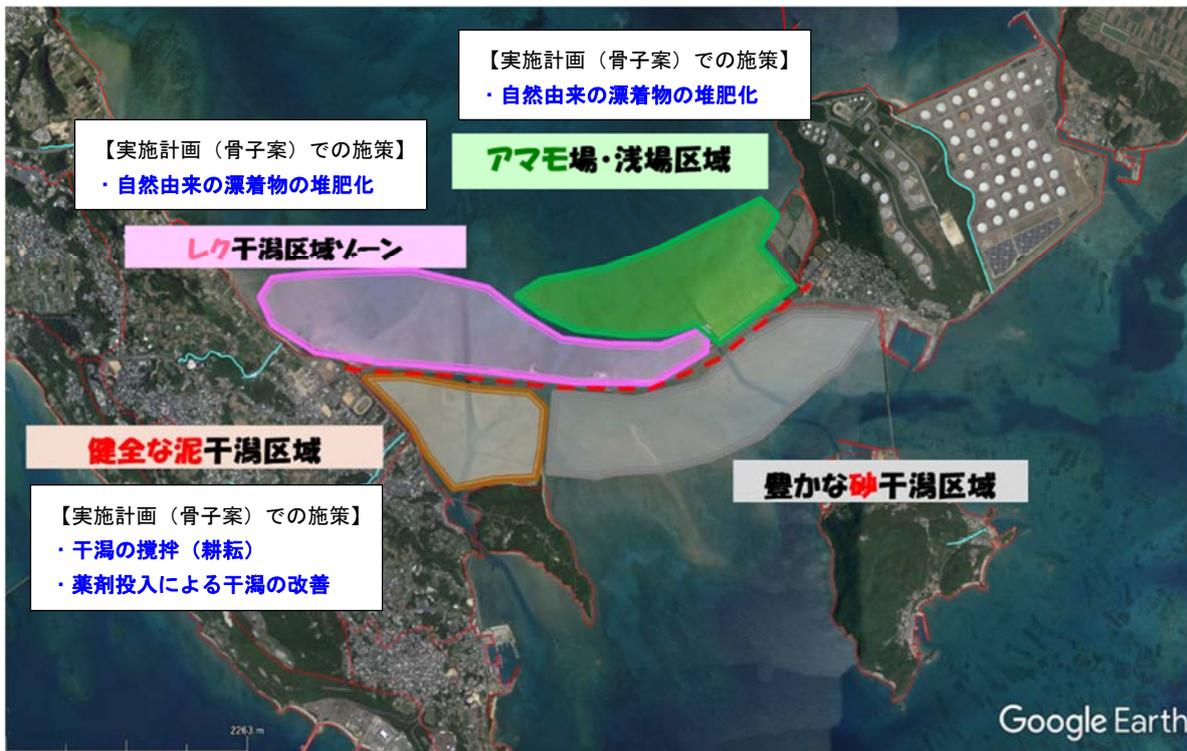
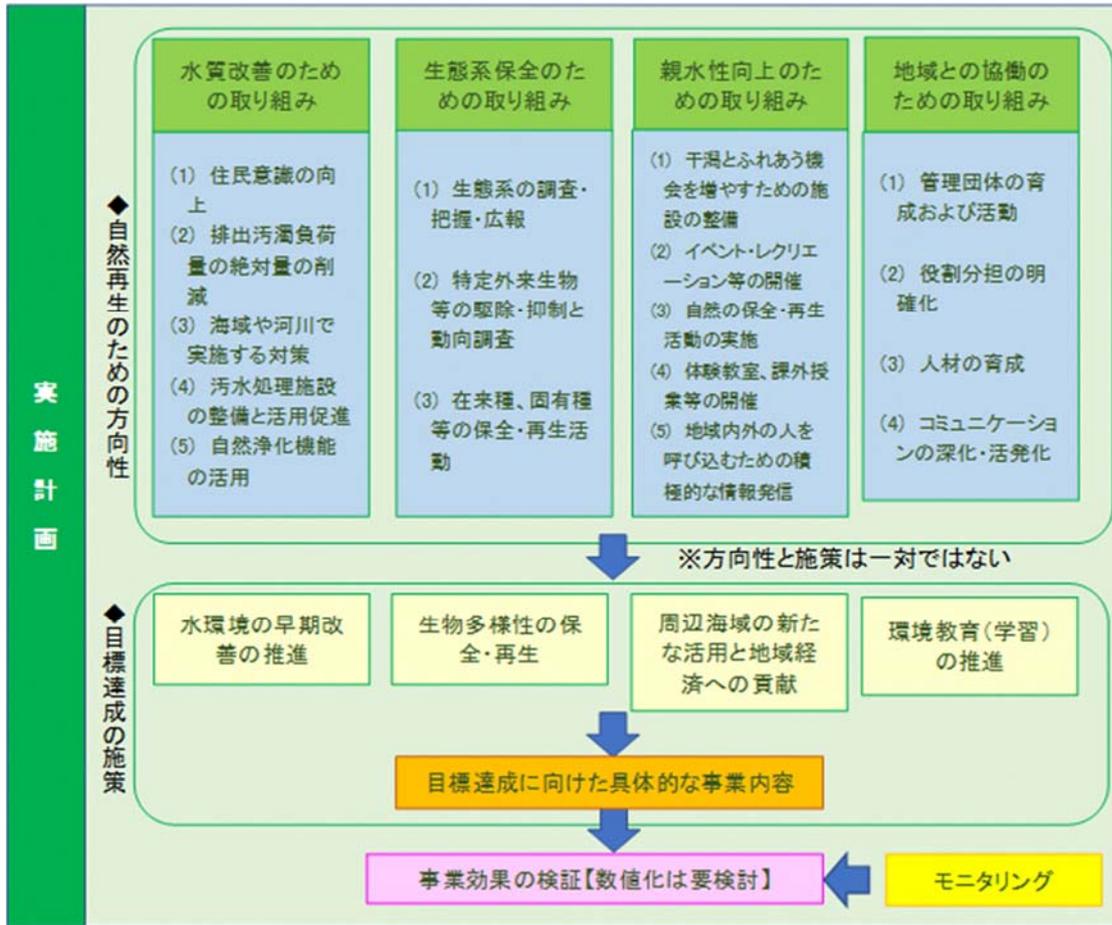


図1 海中道路自然再生計画の範囲

●海中道路の課題

●「全体構想」及び「実施計画」より
全体的な課題

項目	
全域	<p>①漂着ごみ 漂着ごみ等が漂着し、景観を損ねる。また、海藻類が腐敗し、悪臭発生が懸念される。</p>
陸域	<p>②生活排水 有機物を含んだ生活排水が流入。干潟の水質・底質環境の悪化、悪臭が懸念される。</p> <p>③畜舎や農地から流入 畜舎や農地から肥料等（窒素やリン）の流出。海域の富栄養化が懸念される</p>
海域	<p>④潮流の偏り 海中道路を挟んだ海水交換は、限られた状態。これにより、潮流の偏りが生じていることが懸念される。</p>

『三角地帯』の劣化

●全体的な課題から抽出される着目点



・『三角地帯』については、昨年度海中道路全域からなる調査において、水質、底質、悪臭、海域生物、利用において、周辺と比較し、劣化が示された。

図2 海中道路の課題の整理

慶佐次川自然環境再生事業視察資料

令和2年 11月27日

資料提供：東村建設環境課・(株)沖縄環境地域コンサルタント

1. 事業の概要

1-1. 自然環境の再生に取り組むきっかけ

- 沖縄県環境部環境再生課では、平成27年3月作成予定の「沖縄県自然環境再生指針」の内容検証のためモデル地域を探していました。
- 数か所が候補に挙がりましたが、東村の観光振興の拠点である慶佐次川のマングロープ(国指定天然記念物「慶佐次湾のヒルギ林」)の陸化が目に見えて著しく、地域振興への影響を懸念した東村の事情によって最終的に決定しました。
- 本事業は下記のように継続中です。
 - 1) 事業本体
 - 平成27年度～平成30年度：沖縄県(環境部環境再生課)
 - 平成31年度～現在：東村(建設環境課)
 - 2) 外来植物除去
 - 平成29年度～現在：東村(教育委員会)

1-2. 自然環境再生事業の概要

(1) 事業対象区域

図1-2-1に示します。

(2) 再生上の課題と取組

課題の科学性確認のためのインパクト・レスポンスフローを図1-2-2に、具体的な成果があがっている再生の取組の内容を図1-2-3に示します。

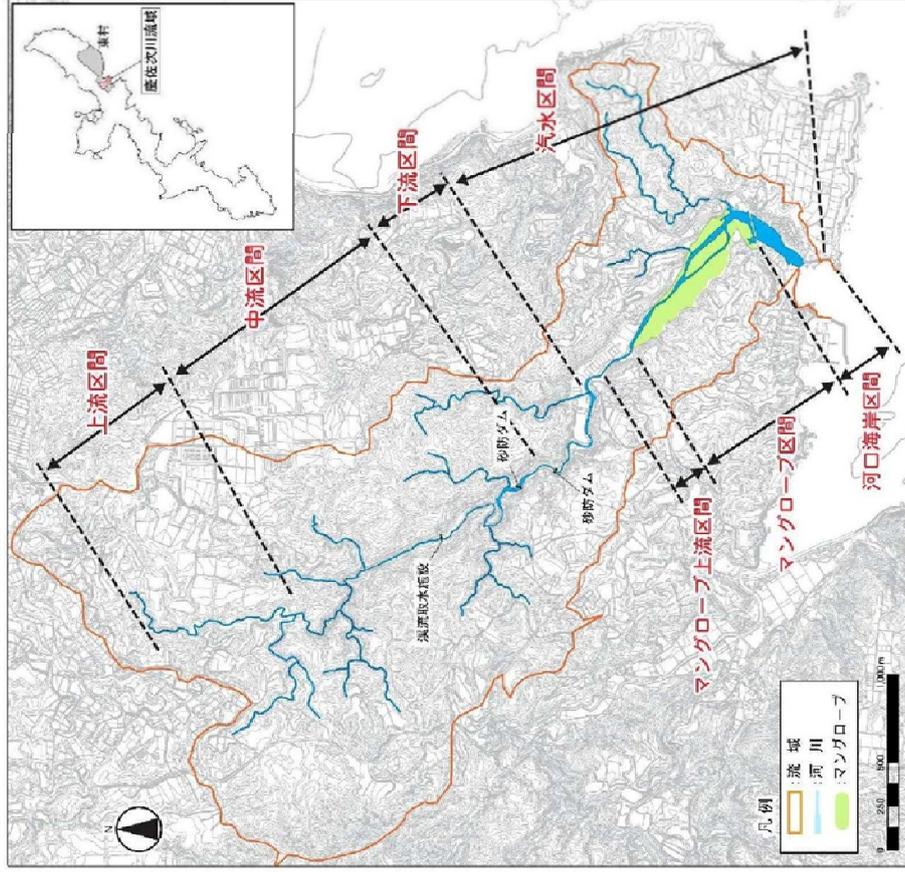


図1-2-1 事業の対象区域

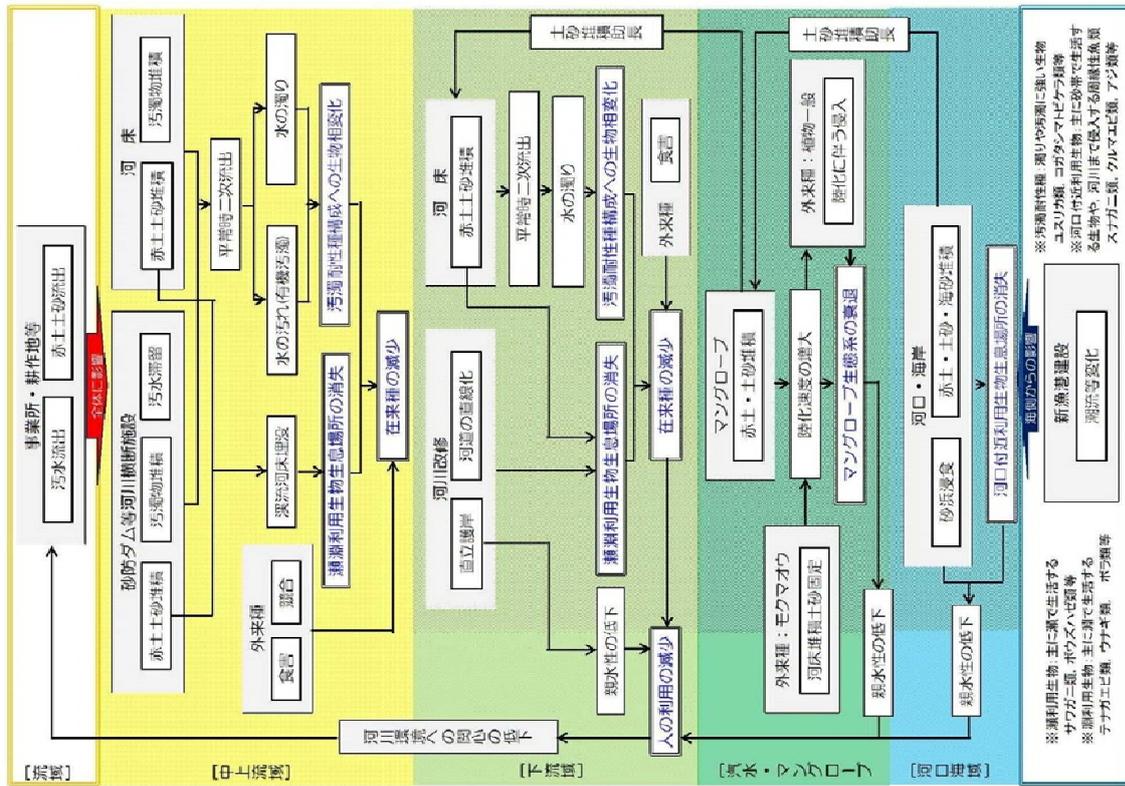


図 1-2-2 課題の科学性確認のためのインパクト・レスボンズフロー

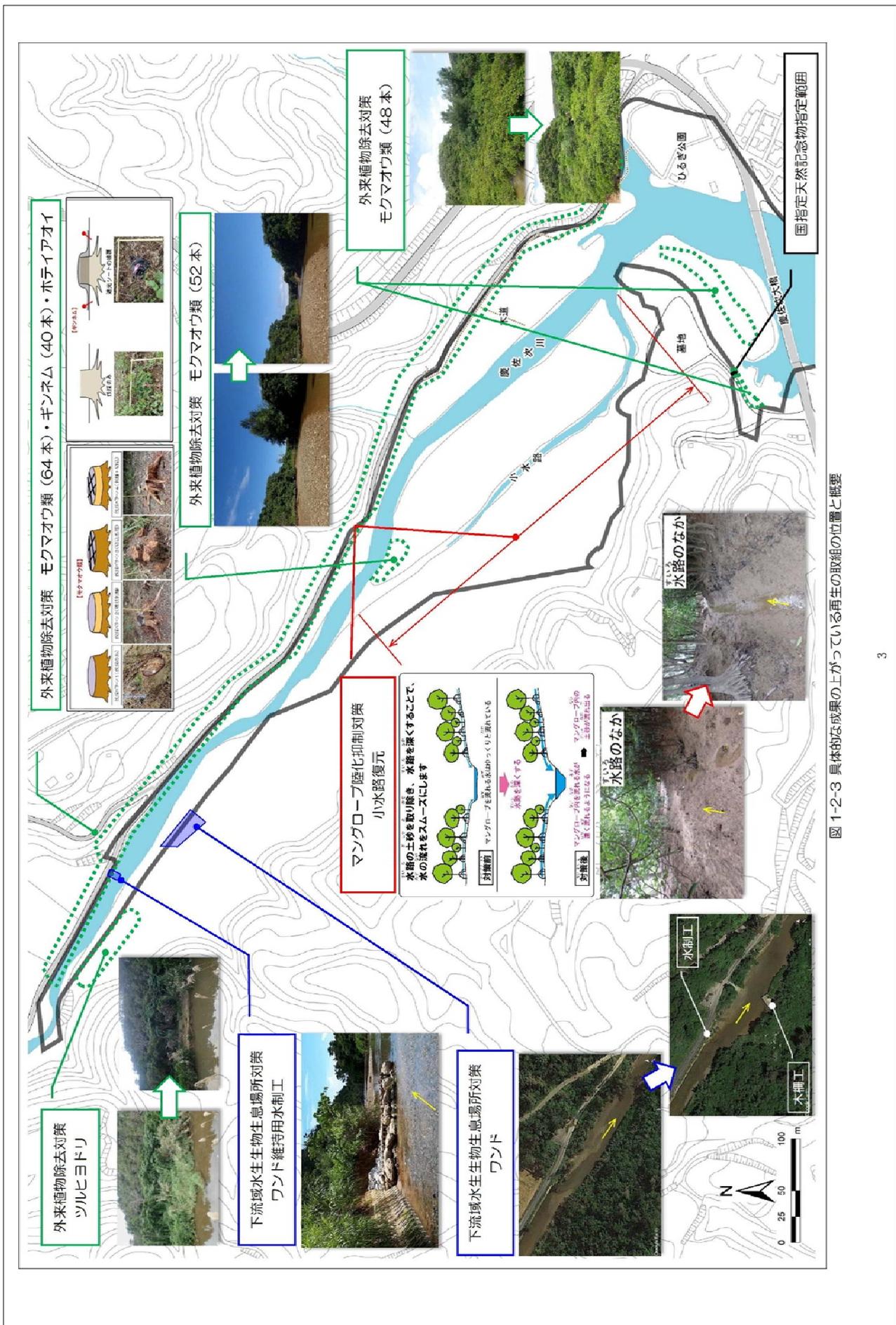


図 1-2-3 具体的な成果の上がっている再生の取組の位置と概要

2. 自然環境再生協議会の活動について

2-1. 協議会委員と役割分担

表2-1-1、表2-1-2に示します。

2-2. 活動状況と課題

- 沖縄県のモデル事業終了後（終了年度：平成30年度）、東村が事業を引き継ぎました。
- 事業規模が大きかった県事業段階では、豊富な意識啓発イベント、ワークショップ、会報の発行、類似他地域とのネットワークショップ形成会議、合同モニタリングなどを行ってまいりましたが、県事業終了後は先細りの傾向にあります。
- 自然再生協議会とは、「ある自然の再生」に賛同しものが参加して、協議・合意形成を行いながら事業化し、目標達成のために活動する会議体です。モデル事業なので、会員が行政メンバーに偏らざるを得ないので仕方ない部分はありますが、活発な活動を保証する地元会員等が少ないことも先細りの要因と思われます。
- 現在はNPO法人東村観光推進協議会が中心的な役割を果たして活動を継続していますが、慶佐次区民は、天然記念物指定され、また赤土・畜産排水によって汚染され、身近な存在でなくなったマングロープや河川に興味を失っており、積極的参加者は年々少なくなっています。
- 更に観光客の増加が自らの生活環境を侵害するものとして、非協力的な地域住民も少なからずいます。
- 長期間を要する再生事業に関して、全国的に問題視されている行政主導の協議会の限界とも考えられます。

表2-1-2 協議会内の役割分担

内容		慶佐次区	東村	東村赤土等流出対策地域協議会	NPO法人東村観光推進協議会
自然環境再生に関する取り組み	赤土流出軽減	○	○	○	
	水質汚濁軽減（畜産排水対策）		○		
	外来種の適切な管理		○		
	溪流域再生		○		
	下流域再生		○		
	マングロープ域再生		○		
利活用と維持管理	河口域再生		○		
	海岸の砂浜再生		○		
	維持管理		○		○
	利活用		○		○
	情報発信		○		○

表2-1-1 協議会委員名簿（会議体の参加者）

No	区分	関係者・関係団体
1	地域住民	会長 新里 古弘
2		副会長 仲村 修
3		慶佐次区民
4		慶佐次区民
5	地域団体	NPO法人東村観光推進協議会
6		東村赤土等流出防止対策地域協議会
7	行政（東村）	北部地区営農振興センターバイイン対策部
8		企画観光課
9		農林水産課
10		建設環境課
11	行政（沖縄県）	教育委員会
12		環境部 環境再生課
13		こども生活福祉部 北部福祉保健所
14		教育庁 文化財課

※東村による事業引継ぎ後若干の体制変更が行われました。

3. 自然環境再生の波及効果

3-1. 再生の取組の効果

(1) 下流域水生生物生息場所対策としてのワンド

ワンド及び水制工周辺の最大水深の変化を及びワンド整備の管理目標として設定したテナガエビ類の個体数変化を図3-3-2に示します。いずれも増加傾向にあります。

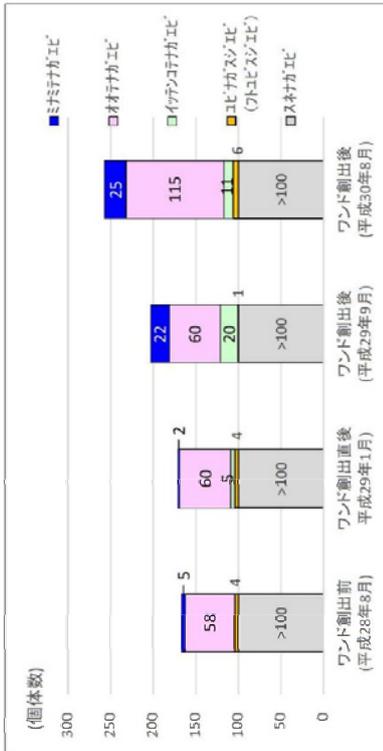
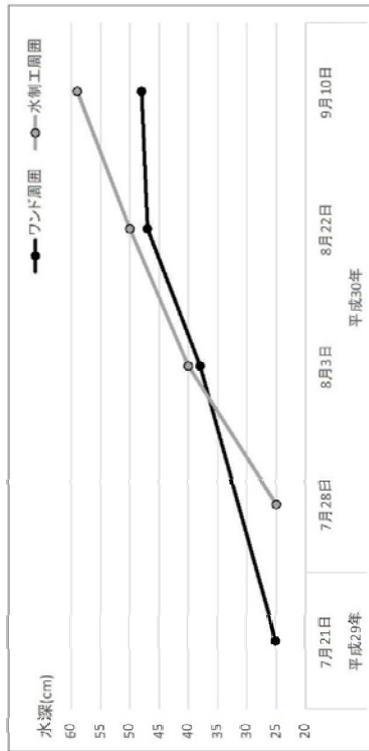


図3-3-1 ワンド整備の効果

上：施設周辺の干潮時・低水時最大水深 下：管理目標テナガエビ類個体数の変化

(2) マングロープ陸化抑制対策としての小水路復元

図3-3-2に示す通り林内堆積土砂の浸食を促す分派流の増加が確認されています。



勢いよく林内から流出する分派流と流出した大量の堆積土砂

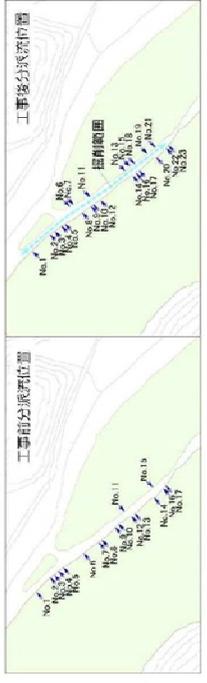
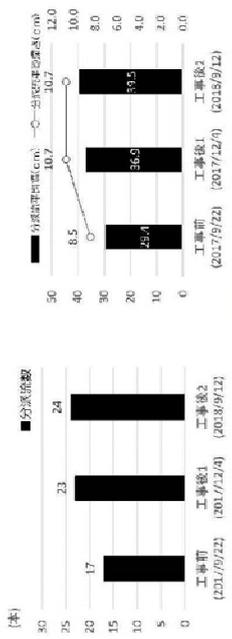


図3-3-2 小水路復元の効果

(3) 外来植物除去対策

小水路入口付近でモクマオウ類を除去したことから、この堆積土砂の浸食が進んでいます。

3-2. 再生による効果

(1) 下流域水生生物生息場所対策としてのワンド

ワンドは、カヌーツアーの休憩場所としても機能しています。

(2) マングロープ陸化抑制対策としての小水路復元

復元された小水路はカヌーツアーにおける人気コースとして利用され、地域振興に貢献しています。

3-3. イベントや新たな取組の発生

イベントや新たな取組は発生していません。



3.2.4 視察の実施

(1) 実施の概要

1) スケジュール

視察のスケジュールについては以下のとおりで計画し、ほぼ計画どおりに遂行することが出来た。移動予定は視察資料からの再掲載である。

表- 3.1 視察予定表

時間	視察先など
令和2年11月27日 10:30 出発	屋慶名公民館 10:20 集合 バスと伴走車2台に分乗
10:50 うるま市役所を出発	移動 8km 所要時間 20分 うるま市関係者は10:45 集合 (乗車場所: かねひで前バス停)
東村へ移動	移動 70km、所要時間約 100分 車中で慶佐次川自然再生事業について説明 (担当: 和泉) 伊芸SAでトイレ休憩
12:10 ~13:20 昼食・特産品見学	「東村特産品加工直売所サンライズひがし」内の「食事処 東ぬ浜」で昼食。同施設内にて特産品見学。
13:20~13:30 現地へ移動	移動 4km 所要時間 10分
13:30~15:00 現地視察	慶佐次川自然再生事業視察「やんばる自然塾」 水上からの視察 (カヌー乗船、ガイドからの説明) 所要時間 90分
15:00~15:30 会議場所へ移動	移動 4km 所要時間 10分 (着替え等対応のため、20分の猶予時間)
15:30~16:30 意見交換	会場: 東村中央公民館 (東村農民研修施設) 2F 沖縄県国頭郡東村平良 550-4 慶佐次川自然再生協議会、東村建設環境課等でご対応
16:30~18:00 うるま市へ移動	移動 70km、所要時間約 90分
18:00	うるま市役所着
18:20 着	屋慶名公民館 18:25 解散式

2) 新型コロナウイルス感染症対策の実施

今回の視察は新型コロナウイルスが全国的に蔓延しつつある時期だったために、感染症対策を十分に施した上で実施した。実施内容は以下のとおりである。なお、視察実施後に参加者から感染者は発生していない。

- ・移動前に検温を行って平常熱であることを確認した。
- ・バス乗車前に健康状況を各自で記入してもらった。
- ・移動中のバス内での席の移動は控え、乗車位置を記録した。
- ・視察中は食事以外を除きマスクを着用した。
- ・バスに乗車ごと、昼食時に手指の消毒を行った。
- ・バスの窓は開放して喚起を十分に行った。
- ・意見交換会の会場は密にならないよう広い会場を使用し常時換気。使用するマイクの消毒を実施した。



検温を行って平常熱であることを確認し健康状況をアンケート記入

(2) 現地視察の状況

今回の視察は、慶佐次川自然再生事業が実施されている場所にて実施した。ここでは自然再生の施工場所や来訪者へどのようなガイドをし、慶佐次川の自然ややんばるの自然の大切さを伝えているかを体験するために、来訪者と同じようなカヌー体験を行う視察方法とした。なお、ガイドを務めて頂いたのは東村観光推進協議会の渡久山理事長である。

視察の状況について、以下にまとめた。

表- 3.2 現地視察の状況

<p>一般の人と同じように安全教育を受ける</p>	<p>自然体験に使用する機材。タンデムが基本。</p>
<p>マングローブの種類について説明を受ける。 また林内の環境はヤシガニの巣の塚が陸域の 要因</p>	<p>自然体験の一般的区間の景観。干潮時はそこを するため体験することが出来ない。</p>
<p>自然再生のために開削された水路が良いコー スとなった。堆砂しやすいので維持管理が課 題</p>	<p>外来種（ギンネム）の根絶に向けた切株の処理 状況</p>

(3) 意見交換の結果

意見交換は東村中央公民館（東村農民研修施設）2Fにて開催し、うるま市目取真係長の進行のもとで実施され1時間に渡る意見交換を行った。その記録を以下に示す。

1) 実施場所

東村中央公民館（東村農民研修施設）2F

2) 時間

15:30～16:30

3) 参加者

東村慶佐次地区 仲村区長

東村観光推進協議会 渡久山会長

東村 建設環境課 金城課長、比嘉主事

上記に加え、うるま市自然再生協議会側の参加メンバー

4) 意見交換の内容

①自己紹介を各自で実施

②東村金城課長の挨拶、事業の説明

今回はうるま市の皆様に来て頂きありがとうございます。これをきっかけに交流が深まれば良いと思っている。

さて、慶佐次村は180名くらいの小さい村だった。東村は当時観光客が少なく、観光産業が沖縄県内でも弱かった。農業を中心とした村だったが、当時の村長が都市との交流を掲げていた。それをきっかけにヒルギ林を活用していく機運が高まった。今では15000人の修学旅行生が来てくれるようになった。今では東村で一番の観光地になった。

事業のきっかけとなった頃は慶佐次川の上流域ではパイナップル栽培、農業、畜産があり水質も悪くなっていたのが現状であった。

県で自然再生事業を進めてくれていたが、地域の活性化を第一に考えて進めていた。

まだ課題が残されており、自分たちでも自然再生の先進地と言われるとそうかなと思うところである。

③海中道路の状況説明（森根会長より）

海中道路の匂いについて問題視されている。匂いの元は海藻の腐敗なのか、流入水路の水質なのかと思っているが、解決にはまだ至っていない。

④海中道路の観光資源としての位置づけについて（松岡課長より）

海中道路はうるま市の重要な観光コンテンツとなっている。近年観光ホテルの建設も検討されており、海の悪い匂いについて解消できれば良いと考えている。

⑤質疑応答・意見交換

・渡久山会長

自然再生事業が入ることにより地域住民の川に対する意識が大きく変わったと思う。いっぽうで静かな生活を望んでいる人にとっては多くの来訪者が来ることにいやな感情を抱く人もいて、それは課題となっている。

自然環境を活用する方からすると、ガイド業者を束ねていく仕組みが必要だと感じていて、そのきっかけは自然塾から始まった。私もそこから独立して今にある。

• 自然再生を通じた地域活性化について（幸地課長）

初めてカヌー体験をしたが、地域、関係者の努力の賜だったと感じたし、渡久山会長のガイドもとても素晴らしかった。地域の意見を取り入れながら進めてきた自然再生事業と聞いたが、海中道路でもそのように進めて行きたい。

• 事務局（和泉）

地域の宝を磨き上げて、慶佐次川を自然再生事業で磨き上げてきたと認識している。県内は日帰りが多いと思うが、修学旅行は県外が多いと思う。どのように売り出しているのか。

• 渡久山会長

東村には観光客が見当たらない状況で観光客流入のきっかけにはなったが、宿泊や連携施設が弱い状況である。県外観光客はカヌーを体験して、それから村内で別の体験につながるころには至っていない。現在その方法を模索している。連携を強めて村内の周遊を検討していく必要性を感じている。キャンプなどはブームもあり村内での取り組みが進められつつある。

• 金城課長

エコツーリズム協会が先に出来て、民泊協会が次いで出来た。当時商工会の中にグリーンツーリズム勉強会も出来、現在につながっている。県外の観光客は沖縄は海だと思っているのでマングローブの川でのエコツーは他のものと連携させる必要があった。そのためブルーツーリズムとの連携を検討している。

• 高平委員

農業体験で、浦添市の子供たちと交流があったと思うが今も続いているか。観光だけで無く環境教育にとっても大切だと思う。うるま市でもこのようなことがやっていけたらと思う。

• 金城課長

11の学校から来てもらっているが、今年はコロナで来てもらうことが出来なかった。

• 高平委員

外来種対策について教えてほしい。

• 渡久山会長

いたちごっこになっており、慶佐次川上流では取り切れていない。慶佐次レンジャーを作って教育委員会と除去活動をお手伝いしてあげたらと思っている。将来的にはガイドがボランティアで頑張っていくしか無いのかなと思っている。

• 金城課長

ツユヒヨドリは教育委員会と環境省が対応している。民地についてはなかなか出来ない実情がある。これが課題となっている。ただ焼却場も対応できない実態もあり除去できたとしても焼却場付近にストックされていると飛散することを近隣住民から嫌がられている。大宜味村では住民が駆除に成功した事例がある。

• 慶佐次川の歴史について（仲村会長）

昔はカニを取ったり生物が豊かで、河口には白い砂浜が広がるような景色も良いところで

あった。このあたりには平坦地が少ないので、上流の畑は開墾して雨が降ると赤土が流出するようになってしまった。カヌーを始めた時はカヌーのことに詳しい人はいなかったのだが、まずはやってみようという事で始めた。

観光客による騒音は当時から予想もしていた。カヌー業者に改善を求めてきたりしていた。

- 森根会長

渡久山会長に質問。上流から流れている水が慶佐次川で行き詰まっているような所は無いのか。海中道路は水循環が悪くて匂いが出ているとも言われている。

- 渡久山会長

自分は水質の専門家ではないので具体的なことは言いにくいですが、慶佐次川でも上流に水がよどんでいるところが有る。雨の時にフラッシュされて匂いが下流で出てくることがある。上流の汚濁負荷源について行政から指導が入っていると聞いている。生活用水からの匂いなのか検証は出来ていない。どうやって改善するかについては今は答えが無いが、海外を含めて事例を探して改善するしか無い。視野は広く見て対応方法を見いだしていく必要がある。

- 比嘉主事

協議会としての予算は持たずに、モニタリングの予算のみとなっている。必要に応じて予算取りをして行っている。

- 金城課長

少し補足すると、協議会は大学の先生も入りとても大きな組織だった。地域住民からも距離がある会議だった。本事業と地域の結びつきが弱かったかもしれない。現在は役場内に対応する課を明確にして地域の皆さんと手を取り合って推進しようとしている。

- 藏根委員

日頃は漁師をしているがレジャー客と漁民の共存をかんがえている。漁師体験を通して環境教育を目指し、行政の支援をしていきたいと思う。



図- 3.6 意見交換会の状況

(4) 視察のまとめ

1) 参加者アンケートの整理

視察後に参加者にアンケートを記入して頂いた。アンケート票とその結果を以降に示す。

先進事例視察（慶佐次川自然再生）アンケート

（回答者： ）

本日は長時間の視察でお疲れ様でした。今後の自然再生事業協議会の進め方や計画策定の参考にするためにアンケートへご協力をお願い致します。

Q1 本日の感想を教えてください。(いずれかを選択)

<input type="checkbox"/> 説明は理解しやすく、内容も面白かった
<input type="checkbox"/> 説明は難しかったが、内容は面白かった
<input type="checkbox"/> 説明は理解しやすかったが、内容は面白くなかった
<input type="checkbox"/> 説明が難しかった上、内容も面白くなかった
<input type="checkbox"/> わからない

Q2 やんばる自然塾(カヌー)を体験してのご意見・ご感想がありましたら、ご自由にお書きください。

--

Q3 意見交換会に関してのご意見・ご質問がありましたら、ご自由にお書きください。

--

Q4 海中道路周辺海域自然環境再生事業に取り込みたいアイデアや気付きはありましたか。

--

Q5 次回の海中道路周辺海域自然環境再生協議会(2/9 予定)で取り上げてほしい議題がありますか。

--

図- 3.7 参加者アンケート票

先進事例視察（慶佐次川自然再生）アンケート 集計結果（対象者：8名）

Q1 本日の感想を教えてください。（いずれかを選択） ※回答者：6名	
説明は理解しやすく、内容も面白かった	6名
説明は難しかったが、内容は面白かった	—
説明は理解しやすかったが、内容は面白くなかった	—
説明が難しかった上、内容も面白くなかった	—
わからない	—
無回答	2名
Q2 やんばる自然塾（カヌー）を体験してのご意見・ご感想がありましたら、ご自由にお書きください。 ※回答者：8名	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 屋慶名地域には無人島のヤブチ島があり、地域活性化に向けてマリンスポーツに加え、カヌーも取り入れたらよいのではと感じました。 ・ 日常ではなかなか見ることのない優美な景色をカヌーを漕ぎながらゆっくり楽しめる素敵な時間でした。ただ楽しむだけではなく、実際の自然の中で環境再生への取り組みやこれからの展望、さらには海中道路再生への提案など貴重なお話を聞くことができとても参考になりました。 ・ カヌー初体験は貴重でしたが、慶佐次川のマングローブを活用することで来訪者を増やし、自然再生事業を地元の人が理解し、協力する未来に繋がることを確信した。 ・ 会長自らが説明していただき、ありがとうございます。説明もわかりやすく、楽しかった。 ・ 初めての体験でした。説明も面白く、また来たいです。 ・ とても素晴らしかったです。関係者の知恵とご尽力の賜物であると感じました。ガイドの渡久山さんのマングローブの紹介がとても勉強になった。ただカヌーを漕ぐだけではなく、プラスアルファの付加価値が必要だと思いました。エコツーリズムに対する思いと情熱を感じました。 ・ 都合のいいように自然を壊すことなく継続していく難しさを体験することができた。 ・ 初めての「カヌー体験」でしたが、非常に感動的でした。水と緑を間近に感じられることは、感動体験として良いものだと改めて感じられた。 	

Q3 意見交換会に関してのご意見・ご質問がありましたら、ご自由にお書きください。

※回答者：6名

- ・ 海中道路周辺を東村の方々に視察してもらい、感想、意見を聞く。
- ・ 有意義だったが、時間がやや短かった。今後の体験型ツーリズムの在り方、自走できる活動の在り方、住民協力の在り方など。
- ・ 時間的にはもう少し長くてもよかったかも。
- ・ 東村の地域活性化に対する思い、また観光ツーリズムや地域の思いにベクトルを一つにする難しさを感じました。
- ・ いろんな可能性について試行錯誤している。みんなで知恵を出し合ってチャレンジして、良い自然環境再生に繋げていければと思いました。
- ・ 慶佐次川マングローブカヌーツアーから波及させる宿泊、商工業との連携はどうなっていますか。
- ・ 川と海との違いはあるが、再生事業としての苦勞が知り得た。

Q4 海中道路周辺海域自然環境再生事業に取り込みたいアイデアや気付きはありましたか。

※回答者：7名

- ・ マリンレジャーや漁協と連携して遊びや漁師体験の中から事業者、参加者共に環境再生を考えるきっかけを作る。それに伴い、行政支援や宿泊施設の整備、お土産屋、物産品の開発をしていく。
- ・ 本事業を地元住民に周知させるためのイベントとして地引網漁をしてみたい。
- ・ まずは水質浄化の方法を確立する。下水道等と水量の確保。
- ・ 海や川を生活の場の一部ととらえる。食材確保の場、産業（農水産、観光等）の場。
- ・ 未来に向けて地球温暖化対策、地域の自然環境と生物多様性の在り方。
- ・ 目に見える利活用が再生事業に繋がると思いました。
- ・ 行政主導ではなく、地域住民の意見をしっかりとスタート時点から取り入れることが大切だと思いました。
- ・ 目指すゴールを地域、行政、事業者（受益者）が方向性を合わせて推進していく必要がある。
- ・ 地元を巻き込んだ協議会の設置の必要性。

Q5 次回の海中道路周辺海域自然環境再生協議会（2/9 予定）で取り上げてほしい議題がありますか。

※回答者：6名

- ・ 県とこれからどういう対策方法を考えているのか？
- ・ 河川（ヤケナ川、天願川など）と連携、関連した再生。
- ・ 環境教育（歴史教育、地域教育（地域住民とのつながり）の在り方。
- ・ 自走できる活動の在り方、活動予算の確保。
- ・ 地域を巻き込んだイベントで再生事業のPRを行っていききたい。
- ・ 海中道路マリンツアー（シーカヤック）比較しよう！
- ・ 特になし。

2) 先進地視察の総括

慶佐次川の視察や、意見交換から得られた結果より以下のような考察が出来ると考える。

a) 継続性のための仕組み

慶佐次川の自然再生事業は、自然体験というカヌーを使った商業行為が自然環境保護と連動しており一定の収入を得ることによる関係者のモチベーション維持が出来る仕組みとなっている。

これは一朝一夕に出来た仕組みでは無く、地域の理解を時間をかけて得ながら、コアとなる東村観光推進協議会がマネジメントをしっかりと出来ている事だと感じた。中にはボランティア的な自然保護活動もなされているが、無償ボランティアは長く続きにくく慶佐次川のような収入を得ることが推進力になっていることは重要なスキームである。

b) 行政の関わり方や人材育成

行政の立ち位置としては、外来種対策の事業化や東村内または沖縄北部圏域での周遊性のある他の観光施設等との連携事業に取り組んでいることが分かった。

また沖縄県による自然再生事業の終了とともに基礎自治体で事業を推進していくためには、良好な自然環境を上手に利用するワイズユースの考え方に沿った地元の役割と、人材育成そして組織化が重要であり村役場が力を入れていることが分かった。また、自然再生と地域活性化の両輪を上手に回していくためには、協議会メンバーをきっかけとした地域の理解と参加（役割分担）が重要であることが分かった。

c) 今後の課題

今回視察した自然体験の場所は、当初の想定よりも来訪者の数が10倍程度と大きく成長しており、受け入れ施設（駐車場不足や脱衣所の整備）の拡充が課題となっていた。

また、慶佐次川のマングローブ林は天然記念物に指定されており、マングローブだけでなくその自生地の干潟にも手を入れることが容易には出来ないとのことであった。特にこの地域は土砂堆積がマングローブ林の維持には必要であり、自然再生事業のために開削した細水路の堆砂傾向が見受けられるものの、勝手に浚渫することが出来ないため維持管理上の課題になっていることであった。以上

3.3 その他意識啓発に係る活動

3.3.1 地域へ周知するニュースレター作成

(1) かわら版の概要

1) 作成の目的

協議会の活動や地域へ海域の環境保全の周知を図るために、協議会開催の後やイベントの開始前後の報告のタイミングで、広報媒体となるニュースレターを作成することとした。

なお、当初はイベントの周知やその結果の報告を想定していたが、コロナ禍でイベントを実施することが出来なかったためその掲載は見送ったが、干潟の改良実験の試行が出来たため、この内容を盛り込んで周知した。

なお、ニュースレターは地域から親しみをもってもらえるよう、かわら版として発行した。

2) 発行の概要

かわら版は2回の発行を実施した。1回目は、協議会の活動報告などの内容で、5,000部を1月下旬に発行した。

2回目は干潟改良の試行結果の中間報告を掲載して2月中旬に発行した。

発行部数はそれぞれ5,000部（印刷余部100部）を発行して、以下の地区に配布した。

与那城屋慶名	： 1350 部	
勝連平安名	： 1450 部	
勝連内間	： 450 部	
与那城照間	： 400 部	
与那城西原	： 650 部	
与那城	： 600 部	
JV	： 50 部	計 5,000 部

(2) かわら版の作成

1) 第1号の作成

かわら版として初めて作成するため海中道路自然再生事業の取り組みをしている経緯や協議会の紹介を行った。特に海中道路周辺を4つの干潟区域に分けて目標を設定していることや、三角干潟の改良実験への取り組みは特徴的な内容として掲載した。

2) 第2号の作成

第2号では、第1号で触れた干潟改良の試行（実験）の中間報告としての特集を行った。特に干潟での試行については、具体的な改良や調査内容が分かるように写真を多用した。

また、試行の後にモニタリング調査を行っており、干潟の科学的な調査結果、生物の調査結果を具体的に示し、効果が得られたことを示した。加えて三角干潟に流入する小河川の水質結果をまとめ、流域住民に各家庭で出来る環境保全へのお願いも第1号に引き続き掲載している。

以上を元に作成したかわら版を以降に示す。

海中道路周辺海域の自然再生

海中道路かわら版 第1号

うるま市では、現在、令和元年度～令和3年度の3年間を事業期間とする「海中道路周辺海域自然環境再生事業」に取り組んでいます。自然環境の再生をより効果的に実施していくためには、行政、関係機関・団体、そして地域住民の皆さまの強い連携が必要となります。この「海中道路かわら版 第1号」では、これまでの取組みについて、その概要をまとめてあります。ご一読ください。

ご意見等は、裏面の「お問合せ・ご意見」までお寄せください

海中道路の美ら海を、未来に繋いでいくための取組みを始めました。

海中道路及びその周辺の海は、沖縄本島と平安座島から始まるうるまの島々を結ぶ重要な玄関口であるとともに、ドライブコース、サイクリングコース、海洋レジャースポーツの拠点として、年間をとおして市内外から訪れる観光客で大きな賑わいを見せる、県内有数の観光地となっています。

かつて、この海は、約1,272ヘクタールにもおよぶ沖縄島最大級の干潟を有し、干潮時に平安座島から本島へ徒歩で渡るスカーワタイや、干潟環境を利用した独特な漁が行われるなど、人々は自然環境と共に生きる生活を、長年にわたり営んできました。

1971年、かねてより島民の悲願であった海中道路の建設にともない、本島と島々を結ぶ交通手段は、徒歩や渡船から自動車へと劇的な変化を遂げました。

その一方、潮流の大きな変化による漂着ごみの滞留や堆積した海藻の腐敗、生活排水の流入等により、特に海中道路西口南側干潟における悪臭発生等の自然環境悪化がみられるようになり、今を生きる私たちに課せられた大きな課題となっています。

うるま市では、この美ら海を、よりよい環境で未来に引き継いでいくため、地域住民の皆さまを中心とする協議会を設置し、自然環境の再生、維持、そして自然環境再生後の利活用をとおした地域活性化の推進を目指し、令和元年度から、地域の皆さまとの協働による「海中道路周辺海域自然環境再生事業」を展開しています。

～自然再生に向けた基本方針～

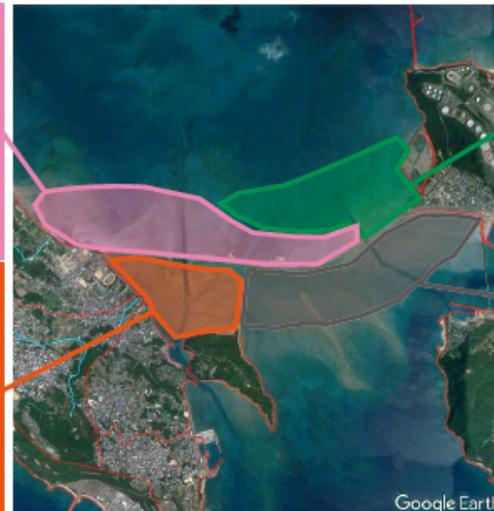
- 【方針1】豊かな恵みをもたらす海を取り戻し、その自然環境を未来永劫維持していくための仕組みを構築していきます。
- 【方針2】様々な生物たちにとって良好な生育環境を確保し、この海の生物多様性を向上させていきます。
- 【方針3】環境学習や自然環境改善活動等をおして、この海の尊さを、人々が体感できる機会を創出していきます。

海中道路周辺の海を、その自然環境や利用状況に応じて4つに区分けし、それぞれの区域が目指していく方向性を設定しました。

レクリエーション干潟区域
幅広い活動を行うことのできる快適な水辺や、干潟の確保を目指します。



健全な泥干潟区域
多数の二枚貝や甲殻類等が生息できる健全な泥干潟の確保を目指します。



アマモ場・浅場区域
人々がさまざまな生き物たちと触れ合える親水性の高い水辺の確保を目指します。



豊かな砂干潟区域
多くの野鳥が飛来し、二枚貝や甲殻類等が多数生息する干潟を目指します。



図-3.8 かわら版1号オモテ面

地域の皆さまへのご協力のお願い。

- ① 調理くずや食べ残しが流れてしまわないように、水切り袋などを使いましょう。
- ② 食器や網は、油汚れを紙などで拭き取り、ヘラでかき取ってから洗いましょう。
- ③ 畑・建築現場などからの、赤土等の流出を抑制しましょう。
- ④ 浄化槽をご利用のご家庭は、設備を適正に維持・管理しましょう。
- ⑤ 下水道整備事業へのご理解・ご協力をお願いします。
- ⑥ 自然環境調査、海岸清掃活動などのイベントへのご参加をお願いします。
- ⑦ 子供たちの自然環境学習参加へのご理解・ご支援をお願いします。



協議会の主な取り組みをご報告します。

●協議会の実施

海中道路周辺海域の自然再生について、共通認識を深めるための協議会を、年2回の割合で開催しています。

協議会は、地域住民の皆さまをはじめ、行政機関、地域機関・団体、そして有識者等により構成され、令和元年度には、より効果的に自然再生を進めていくための基本構想を策定しました。

令和2年度以降につきましても、協議会における意見等を踏まえながら、基本構想に基づく実施計画の策定や、試行的再生工事・モニタリング・自然再生関連イベント等の実施に取り組んでいます。



●先進地視察の実施

天然記念物にも指定されている東村慶佐次川のマングロープ林を舞台とした、自然体験学習型カヌーツアーは、エコツーリズムの先駆けとして県内外に広く知られています。

同村は、平成27～30年度に、沖縄県の自然環境再生モデル事業として慶佐次川の自然再生に取り組んでいることから、令和2年11月に視察研修を実施し、自然再生や利活用のあり方等について深く意見を交換いたしました。



●干潟再生に向けた挑戦

海中道路西口南側干潟における、生活排水の滞留等に起因する悪臭発生等の自然環境悪化は、この海に暮らす生き物たちにとって、住みよい環境であるとは言いがたく、さらには周辺地域の住環境にも悪影響を与えています。

協議会では、地域住民の皆さまと協働で、干潟の自然環境を改善するための実験的な試みとして、干潟の耕耘や浄化剤の働き込み等を令和2年10月に実施し、現在、継続的な調査モニタリングにより、効果の検証を実施しています。



干潟に浄化剤を散布して改良しています



干潟を掘り返して空気を入れていきます



水質調査も実施しました

海中道路周辺の生物たち

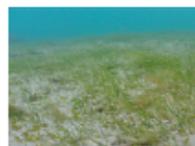
海中道路周辺には多様な生物が生息しています。生きものの生息環境を大切にし未来へ引き継いでいきましょう。



ハマサンゴ属



カサノリ



マツパウミズグサ



フトミソエビ



台湾ガサミ



リュウキュウガール

◆お問合せ・ご意見◆ 皆様のご意見もお待ちしております。
うるま市役所市民部環境課 環境保全係 担当：目取真、田原 TEL 098-973-5594 (直通) / FAX 098-973-6065

海中道路周辺海域の自然再生

海中道路かわら版 第2号

うるま市では、現在、令和元年度～令和3年度を事業期間とする「海中道路周辺海域自然環境再生事業」に取り組んでいます。自然環境の再生をより効果的に実施していくためには、行政、関係機関・団体、そして地域住民の皆さまの強い連携が必要となります。

この「海中道路かわら版 第2号」では、これまでに実施した地域の皆さまとの協働による干潟再生への取組みや、環境調査結果の概要についてご紹介させていただきます。ご一読ください。

ご意見等は、裏面の「お問合せ・ご意見」までお寄せください。

干潟の自然再生に向けた取組み

海中道路は、県内を代表するドライブコース、サイクリングコースとして広く認知され、その景観は訪れる人々に癒しと安らぎを与えてくれます。

一方、海中道路西口交差点南側海域に広がる干潟（「三角干潟」と呼称させていただきます。）では、生活排水等の流入や滞留する漂着ごみ、更には海藻類の腐敗等による悪臭が度々発生し、地域の生活環境にも悪影響を及ぼしています。

●三角干潟の様子



協議会では、三角干潟自然再生の取組みの一環として、環境の現状を科学的に分析するとともに、各地で実施されている干潟の自然環境再生事業において数多くの実績をあげている「干潟耕耘（干潟を耕すこと）」と「浄化材散布」という手法を組み合わせ、試行的取組みとして、地域住民の皆さまとともに実証実験を行いました。

●実証実験の様子



硫化物が蓄積された干潟の黒い泥

干潟耕耘（干潟を耕すこと）

耕運機を活用した干潟耕耘

浄化材（干潟改良剤）散布

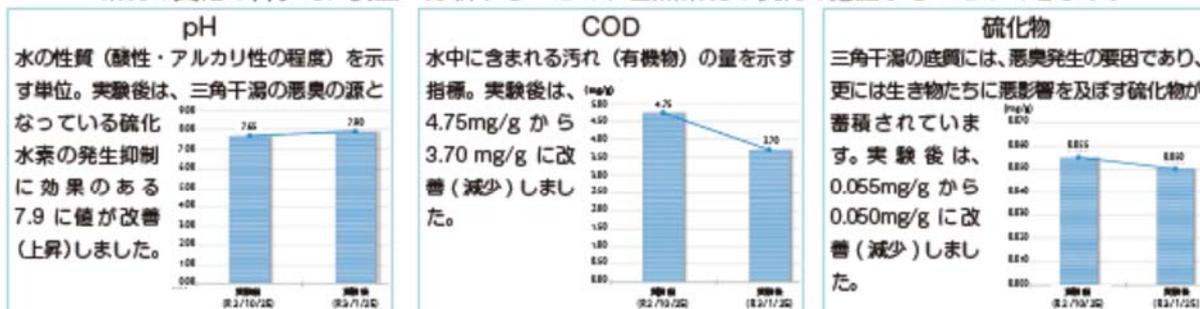
水質の簡易調査（バックテスト）

生物調査で採取された生き物たち

図- 3.10 かわら版2号オモテ面

実証実験結果の概要（環境調査・生物調査）

環境の変化を科学的に調査・分析することで、自然環境の状況を把握することができます。



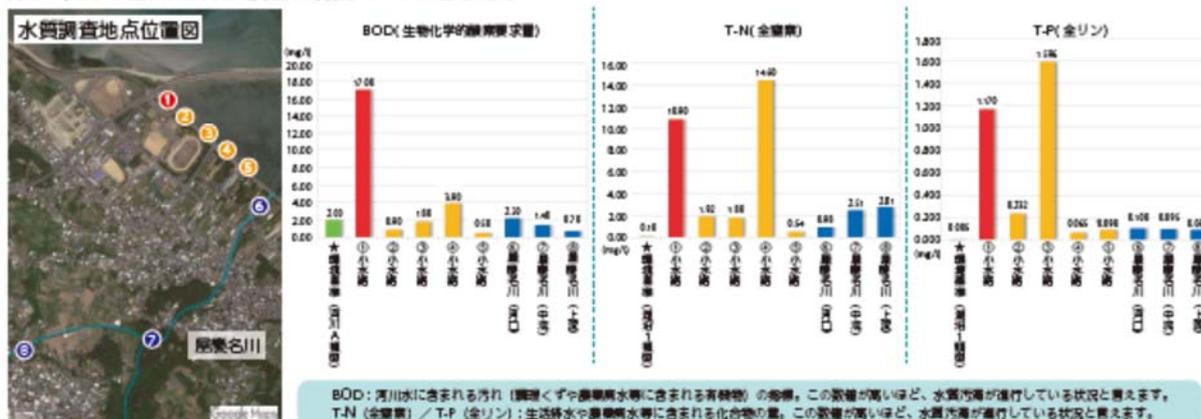
生き物たちの個体数等の変化を調査することで、自然環境の状況を把握することができます。



～ 以上の結果から、実証実験の経過は良好と考えることができます ～

三角干潟に流入する河川水等について

三角干潟周辺には、1ヶ所の河川と5ヶ所の水路があり、その水質を調査した結果、いずれにおいても環境省が定める環境の基準を満たしていないことが確認されました。更に、屋慶名川においては T-N（全窒素）の値が、下流より上流の方が高くなっており、これは、T-N（全窒素）の排出原因とされている生活排水等が、上流からも河川に流入していることを示しています。三角干潟に流入する河川水等を、できる限りきれいにしていくことは、干潟の自然環境の改善に繋がっていきます。



地域の皆さまへのご協力をお願い

- ① 調理くずや食べ残しが流れてしまわないように、水切り袋などを使いましょう。
- ② 食器や鍋は、油污れを紙などで拭き取り、ヘラでかき取ってから洗いましょう。
- ③ 畑・建築現場などからの、赤土等の流出を抑制しましょう。
- ④ 浄化槽をご利用のご家庭は、設備を適正に維持・管理しましょう。
- ⑤ 下水道整備事業へのご理解・ご協力をお願いします。
- ⑥ 自然環境調査、海洋清掃活動などのイベントへのご参加をお願いします。
- ⑦ 子供たちの自然環境学習参加へのご理解・ご支援をお願いします。

◆お問合せ・ご意見◆

皆様のご意見もお待ちしています。
うるま市役所市民部環境課環境保全係
担当：目取真、田原
TEL 098-973-5594
FAX 098-973-6065

図-3.11 かわら版2号ウラ面

3.3.2 啓発看板の設置

(1) 設置の概要

1) 設置の目的

啓発看板の設置は、本事業の主目的である海中道路での自然再生事業の周知や、自然再生の試行を行っていることなどを解説して、来訪者へ関心を持ってもらうことを目的として設置を行った。

なお、閲覧対象者は地域住民だけではなく、海中道路が県内屈指の観光地であることから、地域外からの来訪者に向けてもわかりやすいような配慮を行った。

また当初は早急な事業の周知を行うことを目的として仮設的な構造を考えていたが、自然再生事業の期間が数年間の実施で効果を発揮することから、耐候性に優れた構造で設置することとした。

(2) 設置場所の検討

看板の設置場所については、多くの人の目に触れることを目的として場所の検討を行った。

多くの人の目に触れるあやはし館の付近を想定し、設置可能場所の現地調査を実施した。現地調査にあたっては、設置者となるうるま市環境課の職員の立ち会いのもとで実施した。

また、干潟の改良を実施した海中道路入口の三角干潟への設置についても検討を行ったが、台風等の悪天候時に安全に設置できる場所がないことや、人通りが少ないことなどから設置は見送った。

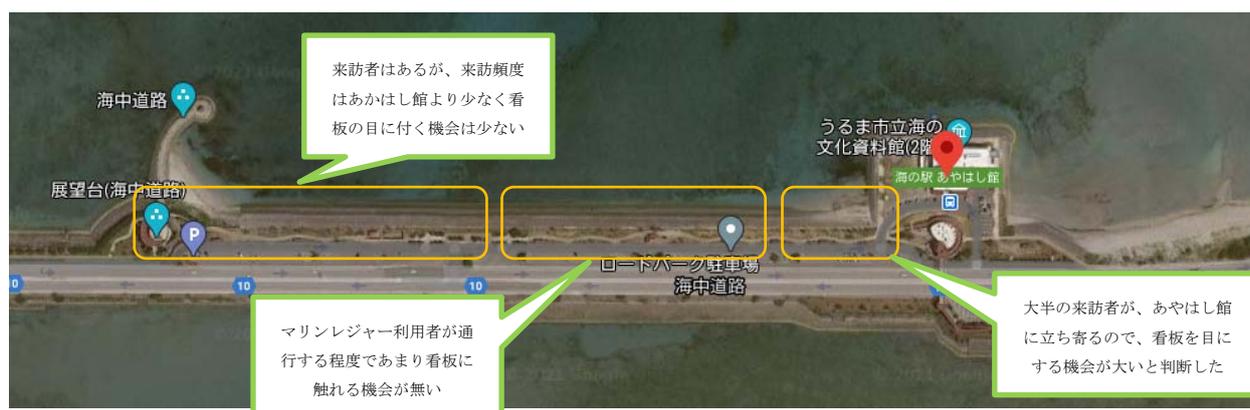


図- 3.12 看板の設置位置とイメージ

1) 設置許可の申請

設置する場所は沖縄県の県有地であるため管理者である沖縄県中部土木事務所に許可の申請を行い、許可証を得ている。なお、設置許可の期間は3年間である。その資料について参考に示す。

a) 道路占用許可証

第2号様式(第32条関係)

沖縄県指令中土第130号

住所 うるま市みどり町一丁目1番1号
氏名 うるま市長 島袋 俊夫
担当者 環境課 目取真
電話 098-973-5594

道路占用（変更・期間更新）許可・回答書

令和3年1月15日付けで申請・検閲のあった下記の道路の占用について別紙の条件を付して許可・承諾します。

令和3年2月1日

道路管理者
沖縄県中部土木事務所長
謝花 勉

**沖縄県
中部土木
事務所長印**

占用の場所	路線名	県道10号線	その他
	場所	海中道路ロードパーク緑地帯	
占用の種別	「海中道路周辺海城自然環境再生事業」周知看板		
占用の種別 (面積、延長、本数、条数等)	自立型看板 高さ：地上高180cm 幅200cm 1基 根入れ90cm		
占用期間	令和2年 許可日から 令和5年 3月31日まで	3年間	
工事期間	令和3年 2月10日から 令和3年 2月18日まで		
占用料	初年度 0円 次年度～最終年度 0円 総額 免除	納入期限は、別途納入告知書により指定します。	
備考	<p>許可条件</p> <ol style="list-style-type: none"> 許可条件（地下埋設物以外）を遵守のこと。（別冊） 工事に着手しようとするときは着手届、工事が完了したときは直ちに完了届を提出し検査を受けること。 占用物件に起因して、道路管理者又は第三者に損害を与えたときは、占用者の負担と責任において損害を賠償すること。 舗装表面に盛り上げ及び窪みが生じた場合、舗装やり直しとする。 交通規制を行う際は「日本道路交通情報センター・沖縄県道路管理課直在」に連絡すること。連絡先：(098)969-0348 仮設歩道を設ける場合には、幅1.0m以上を確保し、段差の解消に努めること。（一般的な車いすの通行に支障のないようにすること。） アスファルト切新に際しては、発生する濁水を適正（底層等）に処理すること。 道路管理者による道路の維持又は修繕に伴い、破損等する恐れのある占用物件については、占有者により防護措置を講ずること。 埋設や雑草等により占用物件の存在が確認できない恐れのある箇所にあたっては、必要に応じ当該箇所当該占用物件の存在を表示する措置を講ずること。 上記8、9の措置が講じられていない又は適切な維持管理がなされていない占用物件について、道路管理者による維持又は修繕により破損等の損害が生じた場合は、道路管理者は当該損害について一切の責任を負わないこと。 		

記載要領 申請者が法人である場合には「住所」の欄には主たる事務所の所在地、「氏名」の欄には名称及び代表者の氏名を記載すること。

許 可 条 件

(地下埋設物以外の物件)

1. 占用許可に係る行為を行う場所で、公衆の見やすい位置に別紙のとおり道路占用許可書を表示すること。
2. 工事に着手しようとするときは、遅くとも3日前（通行の禁止又は制限を伴う場合は、日前）に工事着手届を提出し、土木事務所長の指示を受けること。
3. 工事中は、道路交通の危険防止のため必要な危険標識、さく、夜間における赤色灯等を設け、工事箇所が道路を横断する場合は、片側施工を行い、交通渋滞のおそれがあるときは、交通整理員を配置し、また、工事上やむを得ない場合は、迂回路を設けるなど、交通に支障を及ぼすことのないよう万全の措置を講ずること。
4. 着工後、工事に係る許可事項及び条件を変更しようとするときは、あらかじめ土木事務所長に連絡し、必要な指示を受けること。
5. 工期等に変更があるときは変更届を、占用期間を延長（更新）する場合は許可期間の満了する日の30日前までに道路占用期間更新許可申請書をそれぞれ土木事務所長に提出しなければならない。
6. 工事が完了したときは、直ちに工事完了届を提出し土木事務所長の検査をうけること。
7. 占用物件に掲示された不法広告物（はり紙、立看板及び添加看板等）の撤去
 - (1) 占用物件に不法な広告物が掲示されているときは、土木事務所長は、占用物件の所有者及び管理者に対して、その除去を命ずることができる。
 - (2) 占用物件の所有者及び管理者は、前項の命令を受けてから3日以内に当該広告物を除去し、その旨土木事務所長に報告しなければならない。
 - (3) 土木事務所長の除去命令に対し、占用物件の所有者及び管理者は、当該広告物の掲示につき許可（承認）を与えてないこと等の抗弁をもってその命令を拒むことはできない。
8. 占用物件又は工事に起因して道路管理者又は第三者に損害を与えたときは、占用者（看板、日よけの場合は、当該物件の所有者及び占用者）の負担と責任において損害を賠償すること。
9. 道路工事、その他道路管理者において必要があると認めて占用物件の移転、除去又は改築等を命じたときは、占用者の負担と責任においてこれを履行すること。

10. 占有者は、占有物件の維持及び修繕に努め、破損、汚損等によって、美観、交通、その他道路管理上支障をきたさないようにしなければならない。
11. 工事用仮設物は当該占有の場所においては、交通の妨げにならないよう資材を所定の位置に整理し、又、歩道及び側溝等の破損防止のため、必要な措置を講じなければならない。
12. 許可事項及び条件は必ず厳守すること。これに違反した場合は、許可を取り消し、工事の即時中止、又は、物件の除去等を行うこと、若しくは道路を現状に回復することを命ずることがある。
13. 管理権を第三者に継承しないこと。
14. 塗装の色彩については、事前に調整すること。
15. 占有者は占有物件に係る一切の管理を行うこと。
16. 占有物件を除去する場合は、占有工事着手前の状態に回復すること。

(3) 看板の作成

看板の内容については、以下の内容を掲載することとした。

看板は両面に表示する構造として、駐車場側と海側の内容で差別化をしている。なお、海側については当初イベントで実施予定であった子供たちの作成した絵を掲載予定であったが、コロナ禍で実施できなかったため、海中道路周辺の美しい景色についてうるま市所蔵の写真等で構成することとした。

1) 駐車場側

駐車場側については、以下の構成で内容を検討した。

a) 海中道路の自然再生

海中道路周辺の海域の環境が時代とともに悪化してきたため、現在自然再生に取り組み始めた経緯を記載している。

b) 海中道路の成り立ち

観光客などに向けて、海中道路が建設されてきた歴史などをまとめて掲載した。

c) 自然再生に向けた基本方針

本事業の目的である、自然再生事業の基本方針について協議会に諮った内容を掲載した。

d) 目標とする海中道路の姿

干潟の4つのゾーニングについて、イラストを交えて一般にわかりやすく解説した。

e) 具体的な取り組み

協議会にて策定した取り組みとして、「水質改善のための取り組み」「生態系保全のための取り組み」「親水性向上のための取り組み」「地域との協働のための取り組み」について掲載した。

f) 海中道路に棲む生物の紹介

近隣に生息する海域の代表的な生物について写真で紹介した。

2) 海側面

海側面については、当初予定していた子供たちのイベント作成の絵画が入る予定であったが、未実施となったため、うるま市が所蔵する海中道路に関する写真を掲載することとした。

海側面

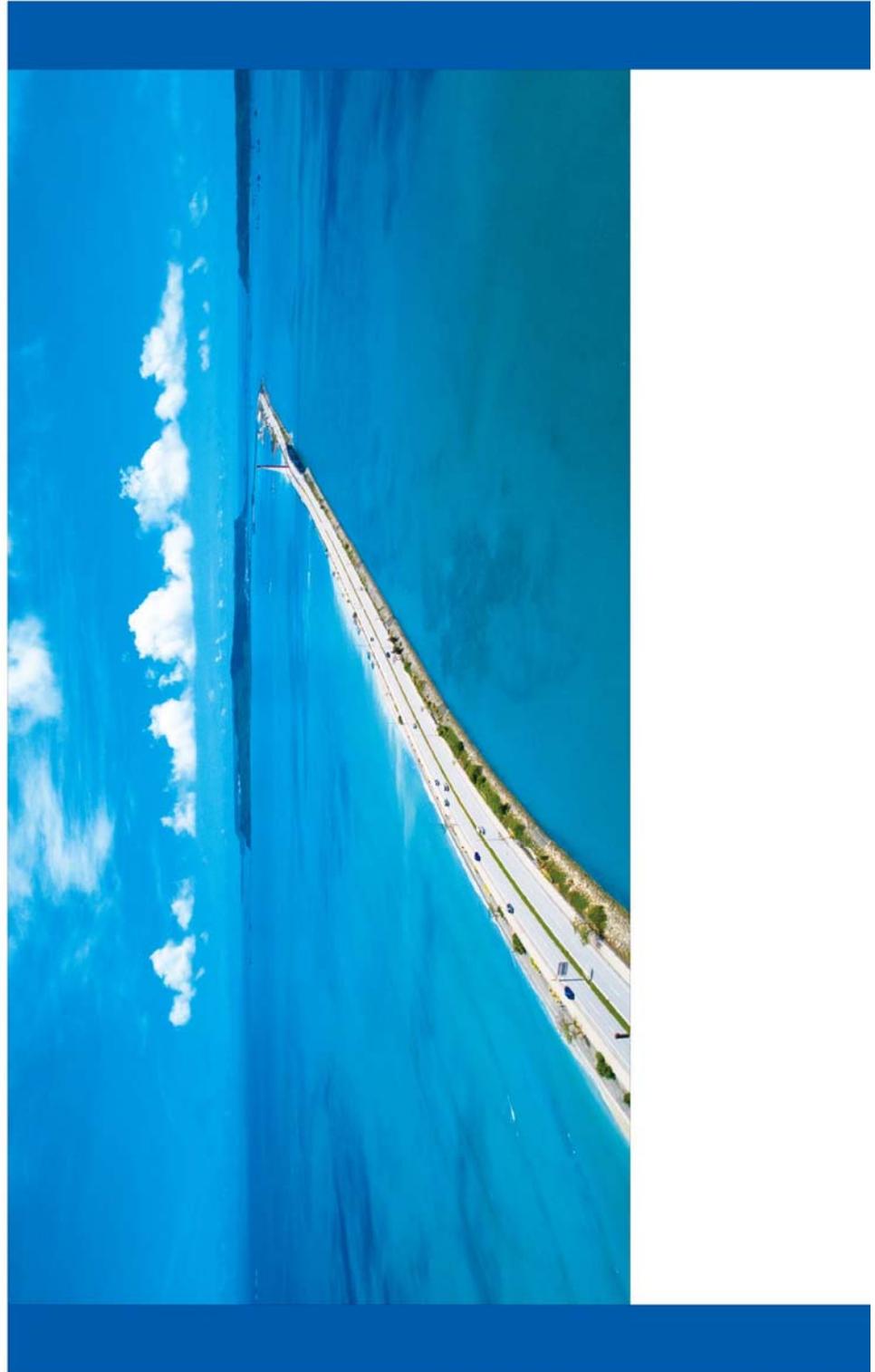


図- 3.14 看板の内容 (海側面)

(4) 設置看板の設計と設置

1) 構造検討

看板の構造については、両面に掲示部を持たせた構造とした。

また、海域に面しており台風時などの荒天に対する安全性を確保するために、鋼製のフレーム製構造とした。

また、基礎コンクリートについては沖縄県内での同規模の看板での標準規格が基礎1辺長 250mm×根入れ深さ 600mm であるが今回はこれを上回るよう、基礎1辺長 300mm×根入れ深さ 900mm で設計、施工することで安全性を向上させた。

看板構造図

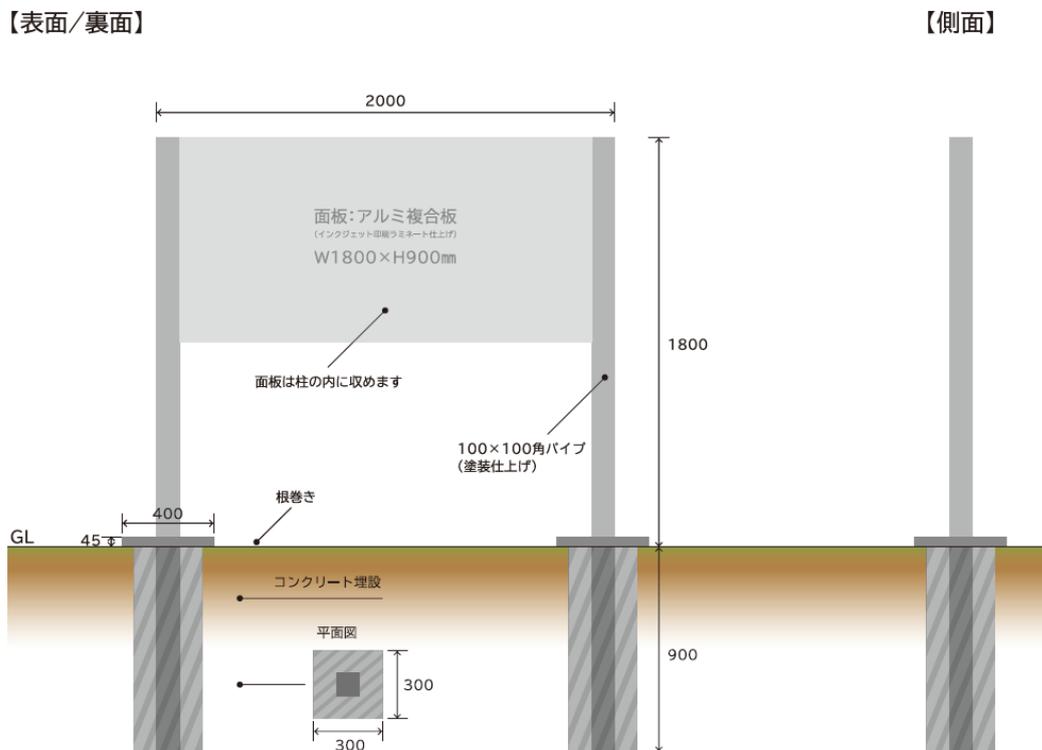


図- 3.15 看板構造図

2) 看板設置状況

看板の設置状況について、以下に記録写真を掲載する。



4. 追加調査

昨年度、海中道路周辺の陸域、海域について全体的な環境調査を行った。今年度は、その補足として、「干潟の鳥類調査」及び「小水路の水質調査」を行った。

4.1 干潟の鳥類調査

海中道路周辺の海域に広がる干潟は、底生生物等多様な生物の生息基盤となっている。この干潟生態系の食物網の上位に位置するのはシギ・チドリ類などの鳥類であり、当該海域の保全・再生を考えるうえで、これらの鳥類の生息状況を把握することが重要であることから、「三角地帯」を中心としたシギ・チドリ類等の鳥類調査を実施した。

4.1.1 調査方法

(1) 調査方法

鳥類調査は、三角地帯を含む干潟が見渡せるよう設置した3地点(St. 1~3)において定点調査を実施した。調査時期は秋季及び冬季の2季とした。

大潮の上げ潮及び下げ潮時に1地点あたり30分間の定点調査を実施した。双眼鏡(8倍率)及びスポットティングスコープ(地上型望遠鏡:20~30倍率)を用いた目視観察により、確認された鳥類の種類及び個体数、出現位置を記録した。また、確認時の行動についても記録し、鳥類による干潟の利用状況を把握した。



鳥類調査状況



図-4.1 鳥類調査地点

4.1.2 調査結果

(1) 調査実施日

秋季：令和2年11月2日

冬季：令和3年1月16日

(2) 調査結果

1) 調査地点状況

調査実施日の潮位表を表-4.1に、調査時の干潟の状況を表-4.2～表-4.3に示した。

秋季調査時は、日中の干潮時(13:25)においても潮位が77cmと高く、調査時にはSt.1の海中道路根元付近やSt.2の一部で底質が干出している状況であったが、干潟の大部分は海水に浸かっている状況であった。冬季調査時は、日中の干潮時(14:51)における潮位は69cmと秋季調査と比較して低くなり、干潟の数箇所に干出がみられた。

表-4.1 調査日の潮位表(中城湾港)

調査日	月齢	潮位	
		満潮	干潮
秋季：令和2年11月20日	16.3	7:41 (196cm)	1:18 (25cm)
		19:16 (201cm)	13:25 (77cm)
冬季：令和3年1月16日	2.9	9:20 (182cm)	2:40 (-9cm)
		20:34 (171cm)	14:51 (69cm)

注) 潮汐については、気象庁の潮位表(中城湾港)を参照した。

(<https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/suisan/suisan.php>)

表- 4.2 調査時の干潟の状況(秋季)

	St. 1	St. 2	St. 3
下げ潮時			
上げ潮時			

表- 4.3 調査時の干潟の状況(冬季)

	St. 1	St. 2	St. 3
下げ潮時			
上げ潮時			

2) 鳥類確認状況

調査で確認された鳥類の確認種一覧を表- 4.4 に、主な確認種を図- 4.2 に示した。

確認された鳥類は 6 目 10 科 24 種 263 個体であった。目別に見るとペリカン目、チドリ目で 17 種と全体の約 71% を占めた。これらは、サギ類(ペリカン目)、シギ・チドリ類(チドリ目)の鳥類であり、主に干潟等の水辺を生息環境であり、干潟環境を反映した種構成となった。

確認された 24 種のうち 6 種については、環境省レッドリスト等に記載される種(重要な種: 後述)であった。



図- 4.2 確認された主な鳥類

表- 4.4 鳥類確認種一覧

No.	目名	科名	種又は亜種名	学名	渡り区分	重要種	秋季	冬季
1	カツオドリ	ウ	カワウ	<i>Phalacrocorax carbo hanedae</i>	冬鳥			3
2	ペリカン	サギ	アオサギ	<i>Ardea cinerea jouyi</i>	冬鳥		8	1
3			ダイサギ	<i>Ardea alba alba</i>	冬鳥		10	2
4			コサギ	<i>Egretta garzetta garzetta</i>	留・冬		9	5
5			クロサギ	<i>Egretta sacra sacra</i>	留鳥		1	1
6	チドリ	チドリ	ムナグロ	<i>Pluvialis fulva</i>	冬・旅		16	21
7			ダイゼン	<i>Pluvialis squatarola</i>	冬鳥			43
8			コチドリ	<i>Charadrius dubius curonicus</i>	冬鳥		1	
9			シロチドリ	<i>Charadrius alexandrinus dealbatus</i>	留・冬・旅	●	1	10
10			メダイチドリ	<i>Charadrius mongolus stegmanni</i>	冬・旅	●		66
11		シギ	チュウシャクシギ	<i>Numenius phaeopus variegatus</i>	冬・旅		2	2
12			ダイシャクシギ	<i>Numenius arquata orientalis</i>	冬・旅			5
13			アオアシシギ	<i>Tringa nebularia</i>	冬・旅			2
14			キアシシギ	<i>Heteroscelus brevipes</i>	冬・旅		3	2
15			イソシギ	<i>Actitis hypoleucos</i>	冬鳥		1	
16	キョウジョシギ		<i>Arenaria interpres interpres</i>	冬・旅		13	6	
17	ミュビシギ		<i>Calidris alba</i>	冬・旅			10	
18	ハマシギ		<i>Calidris alpina sakhalina</i>	冬鳥	●		3	
19	タカ	ミサゴ	ミサゴ	<i>Pandion haliaetus haliaetus</i>	冬鳥	●	5	4
20		タカ	サシバ	<i>Butastur indicus</i>	冬・旅	●	1	
21	ハヤブサ	ハヤブサ	ハヤブサ	<i>Falco peregrinus japonensis</i>	冬鳥	●		1
22	スズメ	メジロ	リュウキュウメジロ	<i>Zosterops japonicus loochooensis</i>	留鳥			2
23		ヒタキ	イソヒヨドリ	<i>Monticola solitarius philippensis</i>	留鳥			1
24		セキレイ	ハクセキレイ	<i>Motacilla alba lugens</i>	冬鳥		2	
-	6目	10科	24種		-	6種	14種 73個体	20種 190個体

注 1) 分類等は「日本鳥類目録 改訂第 7 版」(2012 年、日本鳥学会)に従った。

注 2) 渡りの区分は「改訂版 沖縄の野鳥」(2010 年、沖縄野鳥研究会)に従い、以下の区分を行った。

- 留鳥 : 一年中同じ地域に生息している種
- 冬鳥 : 越冬のために冬季に渡来する種
- 留・冬 : 留鳥及び冬鳥の両形式をとる種
- 留・冬・旅 : 留鳥、冬鳥、旅鳥の各形式をとる種
- 冬・旅 : 冬鳥または旅鳥の形式をとる種

目別の確認種数及び個体数をそれぞれ図- 4.3、図- 4.4 に示した。

確認種数はチドリ目(シギ・チドリ類)が13種と最も多く、次いでペリカン目(サギ類)の4種であった。これらにカツオドリ目(ウ類)を加えた水鳥は18種となり全体の75%を占め、海中道路の干潟及び周辺海域を利用する鳥類の主な構成種となっている。個体数では特にチドリ目の鳥類が多く、全体(263個体)の約79%を占めた。

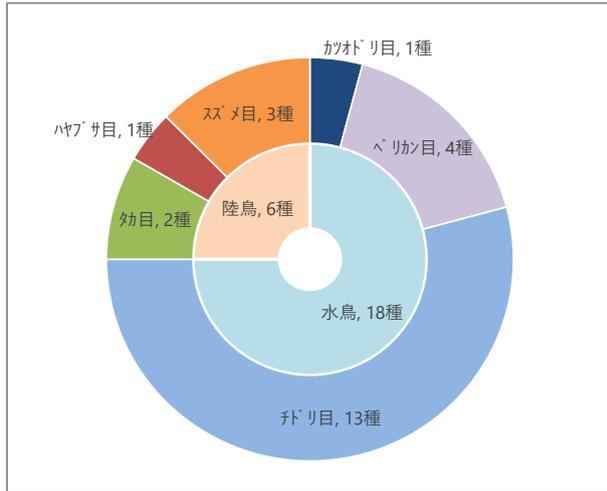


図- 4.3 目別確認種数

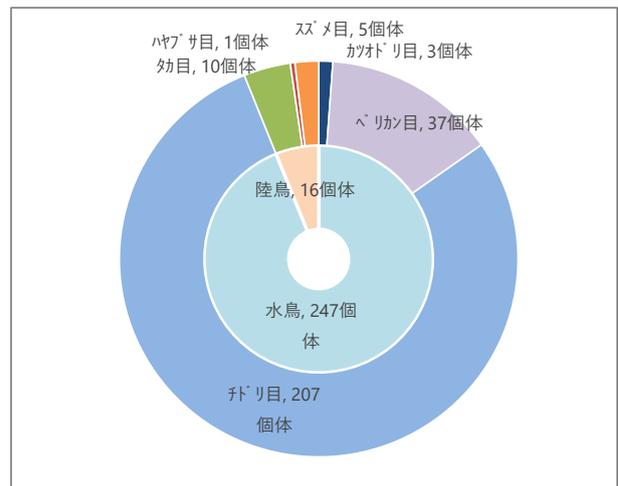


図- 4.4 目別確認個体数

渡り区別の確認種数及び個体数をそれぞれ図- 4.5、図- 4.6 に示した。

一年中沖縄島に生息する種(留鳥)は24種のうち3種であり、年中みられるが一部が渡りをする種(留・冬、留・冬・旅)を含めても5種であった。一方、沖縄諸島では繁殖せず、冬鳥又は旅鳥として訪れる鳥類は19種を占めた。このことから、海中道路周辺の干潟はこれらの鳥類の渡りの中継地、越冬地として主に利用されていることがわかり、この傾向は個体数で見るとより顕著であった。

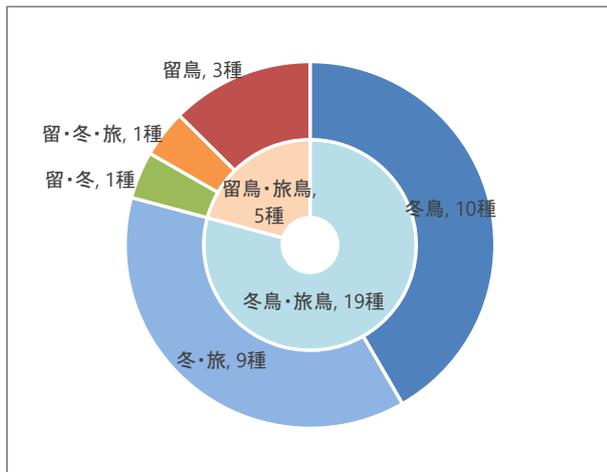


図- 4.5 渡り区別確認種数

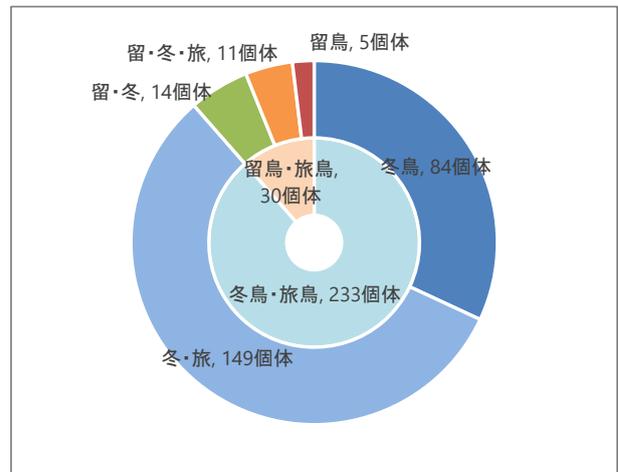


図- 4.6 渡り区別確認個体数

行動区分別鳥類確認状況を表- 4.5 に、鳥類の干潟の利用形態を図- 4.7 に、確認地点を図- 4.8～図- 4.11 に示した。また、サギ類、シギ・チドリ類の採餌地点を図- 4.12 に示した。

行動区分別では採餌が 229 個体、休息 19 個体、飛翔が 15 個体であった。特にサギ類、シギ・チドリ類で採餌行動の確認が多く、海中道路の干潟は主にシギ・チドリ類、サギ類等水鳥の採餌場として利用されていることがわかる。採餌場所に注目すると、サギ類の採餌場が干潟全体に分布しているのに対しシギ・チドリ類は三角地帯や沖側の一部に集中している。これは、秋季～冬季にかけて日中の干潮時に潮位が下がらなかったことから、体の小さなシギ・チドリ類は限られた干出範囲を利用したことが要因であった。

表- 4.5 行動区分別鳥類確認状況

No.	目名	科名	種又は亜種名	秋季						冬季					
				下げ潮			上げ潮			下げ潮			上げ潮		
				採餌	休息	飛翔	採餌	休息	飛翔	採餌	休息	飛翔	採餌	休息	飛翔
1	カツオドリ	ウ	カワウ							1		1	1		
2	ベリカン	サギ	アオサギ	4	1		3			1					
3			ダイサギ	5			4	1		2					
4			コサギ	7			2			3			2		
5			クロサギ	1						1					
6	チドリ	チドリ	ムナグロ				16			16			5		
7			ダイゼン							35			8		
8			コチドリ			1									
9			シロチドリ				1			3		2	5		
10			メダイチドリ							23			43		
11		シギ	チュウシャクシギ	1				1		1			1		
12			ダイシャクシギ							2			3		
13			アオアシシギ											2	
14			キアシシギ	1			2						2		
15			イソシギ				1								
16			キョウジョシギ					13					6		
17			ミユビシギ							3			7		
18			ハマシギ							1			2		
19	タカ	ミサゴ	ミサゴ			3			2	1		1	1		1
20		タカ	サンバ			1									
21	ハヤブサ	ハヤブサ	ハヤブサ									1			
22	スズメ	メジロ	リュウキュウメジロ							2					
23		ヒタキ	イソヒヨドリ								1				
24		セキレイ	ハクセキレイ			2									
-	6目	10科	24種	6種	1種	4種	7種	3種	1種	15種	1種	4種	13種	1種	1種
				19個体	1個体	7個体	29個体	15個体	2個体	95個体	1個体	5個体	86個体	2個体	1個体

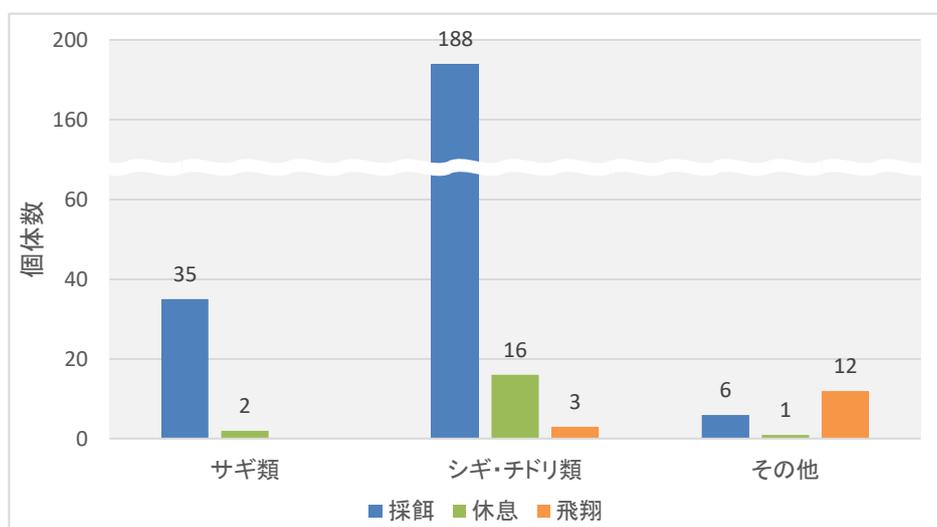


図- 4.7 鳥類の干潟の利用形態



※図中の英数字は個体数を示す。

凡例

- 調査定点
- 採餌
- 休息
- ➔ 飛翔

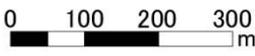


図- 4.8 鳥類確認地点(秋季：下げ潮時)



※図中の英数字は個体数を示す。

凡例

- 調査定点
- 採餌
- 休息
- ➔ 飛翔

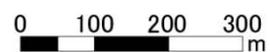


図- 4.9 鳥類確認地点(秋季：上げ潮時)



※図中の英数字は個体数を示す。

凡例

- 調査定点
- 採餌
- 休息
- ➔ 飛翔



図- 4.11 鳥類確認地点(冬季：上げ潮時)



図- 4.12 サギ類、シギ・チドリ類の採餌地点

3) 重要な種

現地調査で確認された鳥類のうち、以下の資料等に記載されている種を重要な種と位置づけ、確認状況を整理した。

- 1) 国指定天然記念物
 - 2) 沖縄県指定天然記念物
 - 3) 「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」(平成4年法第75号)
 - 4) 「環境省レッドリスト2020」(2020年 環境省)
 - 5) 「改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物(レッドデータおきなわ)第3版-動物編-」(2017年 沖縄県)
- ※ 4)及び5)について、重要な種の指定状況を示すカテゴリーのうち情報不足(DD)については「評価するだけの情報が不足している種」であることから、本稿では重要な種として扱わなかった。

鳥類の重要な種の確認状況を表-4.6に、確認地点を図-4.13に、確認された重要な種を図-4.14に示した。

重要な種として、シギ・チドリ類3種(シロチドリ、メダイチドリ、ハマシギ)、猛禽類3種(ミサゴ、サシバ、ハウヤブサ)の6種が確認された。シロチドリ、メダイチドリ、ハマシギの3種は、干潮時に海中道路の付け根や沖合に干出する干潟で採餌する様子が確認された。ミサゴは魚食性のタカ類であり、干潟上空を飛翔しながら餌を探す様子が確認された。サシバ及びハウヤブサについては上空を通過したのみであった。

表-4.6 鳥類の重要な種確認状況

No.	目名	科名	種又は亜種名	渡り区分	秋季	冬季	天然記念物	種の保存法	環境省	沖縄県
1	チドリ	チドリ	シロチドリ	留・冬・旅	1	10			VU	VU
2			メダイチドリ	冬・旅		66		国際		
3		シギ	ハマシギ	冬鳥		3			NT	NT
4	タカ	ミサゴ	ミサゴ	冬鳥	5	15			NT	NT
5		タカ	サシバ	冬鳥	1				VU	VU
6	ハウヤブサ	ハウヤブサ	ハウヤブサ	冬・旅		1		国内	VU	VU
-	3目	5科	6種	-	3種	5種	0種	2種	5種	5種

注) 指定状況は以下のとおりである。

- ・ 種の保存法：「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律」(1992年)において以下の項目に選定されている種及び亜種。
 - 国内：国内希少野生動植物種
 - 国際：国際希少野生動植物種
 - ・ 天然記念物：文化財保護法又は条例により、地域を定めずに天然記念物に指定されている種及び亜種。
 - 特：国指定特別天然記念物
 - 国：国指定天然記念物
 - 県：県指定天然記念物
 - ・ 環境省：「環境省レッドリスト2020」(2020年、環境省)
 - ・ 沖縄県：「改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物(動物編)-レッドデータおきなわ-」(2017年、沖縄県)に選定されている種及び亜種
 - I：絶滅危惧I類(絶滅の危機に瀕しているもの)
 - IA：絶滅危惧IA類(ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの)
 - IB：絶滅危惧IB類(IA類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの)
 - II：絶滅危惧II類(絶滅の危険が増大しているもの)
- 準：準絶滅危惧(存続基盤が脆弱なもの)

希少種保護のため
公表を差し控えます

図- 4.13 鳥類の重要な種の確認地点

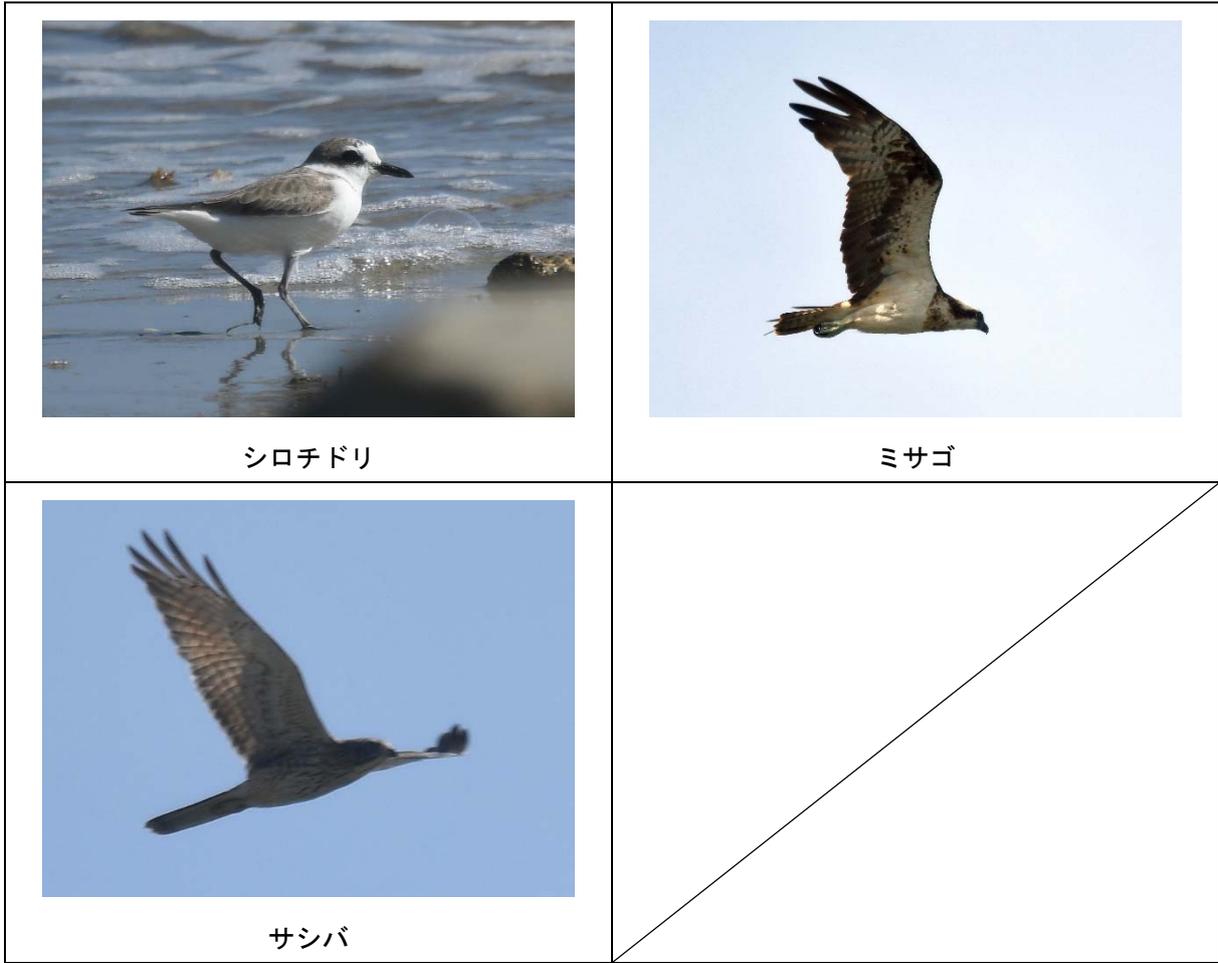


図- 4.14 確認された鳥類の重要な種

4.2 小水路の水質調査

昨年度、別業務において「三角地帯」に直接流入する小水路の水質汚濁が顕著であることが示された。「三角地帯」付近から屋慶名川の間には、直接流入する小水路の他4つの小水路がある。本業務において、その小水路の汚濁状況を確認するため水質・底質調査を実施した。

4.2.1 調査方法

(1) 調査地点

三角地帯と屋慶名川との間に位置する小水路河口4箇所とした。いずれもボックスカルバート形状である。小水路①、②の底面は干潮時でも水没する。小水路③、④の底面は干潮時には干出するが、水路口近くまで海水がある状況である。



図- 4.15 小水路調査地点図

	<p>小水路①</p> <ul style="list-style-type: none"> ・形状はボックスカルバート ・底面は干潮時でも水没する 		<p>小水路②</p> <ul style="list-style-type: none"> ・形状はボックスカルバート ・底面は干潮時でも水没する
	<p>小水路③</p> <ul style="list-style-type: none"> ・形状はボックスカルバート ・底面は干潮時は干出するが海水が近い 		<p>小水路④</p> <ul style="list-style-type: none"> ・形状はボックスカルバート ・底面は干潮時は干出するが海水が近い

図- 4.16 小水路調査地点の状況

(2) 採水・採泥・分析方法等

調査地点における小水路河口におけるサンプルの採取は、直接採水ビンによる採水とスコップによる採泥とした。サンプルの採取ともに水温、泥温等の現地観測を行った。

分析項目は、水質については汚濁に着目し、環境基準の「利用目的の適応性」に挙げられた7項目にSSを加えた8項目とした。底質も同様汚濁に着目した5項目とした。各々の分析方法を表-4.7に示す。



図-4.17 採水・採泥の状況

表-4.7 水質・底質の分析方法

区分	分析項目	分析方法	地点	回数
水質	浮遊粒子状物質SS	昭和46年 環境庁告示59号 付表9	4	1
	水素イオン濃度pH	JIS K 0102 12.1		
	化学的酸素要求量COD	JIS K 0102 17		
	生物化学的酸素要求量BOD	JIS K 0102 21		
	溶存酸素量DO	JIS K 0102 32.1		
	大腸菌群数	昭和46年 環境庁告示59号 別紙2 1 (1) ア 備考4		
	全窒素	JIS K 0102 45.2		
	全磷	JIS K 0102 46.3.1		
底質	COD	平成24年8月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.7	4	1
	全窒素	平成24年8月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.8.1.1		
	全磷	平成24年8月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.9.1		
	硫化物	平成24年8月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.6		
	SPSS	平成3年沖縄県環境保健部「赤土流出防止対策の手引き」Ⅲ.1.1		

4.2.2 調査結果

(1) 現地測定項目

現地測定項目を表- 4.8、表- 4.9 に示す。小水路からの河川水を採水するため、海水の影響が最も少ない干潮時間帯付近に採水時間を設定した。水質サンプルの透視度はいずれの地点も 30cm 以上であったが、全地点で微下水臭であった。底質サンプルは、全地点ともに砂混じりの腐植土、黒色であり、いずれも硫化水素臭であった。

調査日：令和 2 年 11 月 30 日(月) 干潮時間：12:34(中城湾港)

表- 4.8 水質の現地測定項目

項目	調査地点			
	小水路①	小水路②	小水路③	小水路④
測定開始時間	11:49	12:14	12:30	12:50
天気・曇量	曇り	曇り	曇り	曇り
気温	19℃	19℃	19℃	19℃
水深	0.4m	0.4m	0.02m	0.02m
外観	無色透明	無色透明	無色透明	無色透明
水温	19℃	20℃	19℃	19℃
透視度(河川)(cm)	30cm以上	30cm以上	30cm以上	30cm以上
臭気	微下水臭	微下水臭	微下水臭	微下水臭

注：1. 天気は、曇量による区分で示した(曇量0~1：快晴、曇量2~8：晴、曇量9~10：曇、ただし降雨が観測される場合は雨)。



図- 4.18 採水サンプル

表- 4.9 底質の現地測定項目

項目	調査地点			
	小水路①	小水路②	小水路③	小水路④
測定開始時間	11:50	12:15	12:35	12:55
外観性状	砂交じりの腐食土	砂交じりの腐食土	砂交じりの腐食土	砂交じりの腐食土
泥色	黒 (2/Hue7.5Y)	黒 (2/Hue7.5Y)	黒 (2/Hue7.5Y)	黒 (2/Hue7.5Y)
臭気	硫化水素臭	硫化水素臭	硫化水素臭	硫化水素臭
混入物	海藻	海藻	海藻	海藻
泥温	21°C	20°C	20°C	20°C

注：1. 泥色は、「標準土色帖」に基づき判定した。



図- 4.19 採泥サンプル

(2) 水質

水質の分析結果を表- 4.10 に示す。分析結果については、過年度周辺河川(屋慶名川、照間川)にて実施した結果、及び別業務にて三角地帯に直接注入する与那城横排水路にて実施した結果も比較として示す。それぞれの地点図を図- 4.20 に、比較図を図- 4.21、図- 4.22 に示す。

図- 4.21 では、小水路①～④、照間・屋慶名川、与那城横排水路の比較としてBOD、T-N、T-Pを示した。BODは与那城横排水路が小水路①～④、照間・屋慶名川と比較し極めて高い傾向であった。T-N、T-Pは小水路③のみ与那城横排水路と同等のレベルであるが、他はいずれも与那城横排水路が高かった。三角地帯への汚濁供給は排水位置と水質の劣化から見ると与那城横排水路の寄与度が最も高いと考えられる。

図- 4.22 では、小水路①～④と照間・屋慶名川のみ比較としてSS、BOD、DO、大腸菌群数、T-N、T-Pを示したが、SS以外はいずれも小水路③が高く、今回の小水路①～④の中では特に小水路③の汚濁が懸念される結果となった。他①、②、④は照間・屋慶名川と概ね同等であった。

小水路①～④の河口は、与那城与那城横排水路と比較し海水交換が比較的良好ではあるが、三角地帯への汚濁の影響は少なからずあると考えられ、上流域の排水対策が必要である。

表- 4.10 [水質]小水路調査結果と過年度別地点及び別業務との比較

区分	分析項目	単位	本業務				本業務過年度実施				別業務にて実施		
			小水路				照間川	屋慶名川			与那城横排水路		
			①	②	③	④	Su-12	Su-13	Su-17	Su-18	上流	No. 1	No. 2
生活環境の保全に関する環境基準 利用目的の適応性	SS	mg/L	13	4	2	2	1	5	5	5	—	—	—
	pH	—	8.1	8.1	8.2	7.9	8.2	9.4	8.3	8.0	—	—	—
	COD	mg/L	5.3	10.6	12.1	2.1	—	—	—	—	52.5	44.6	13.8
	BOD	mg/L	0.9	1.8	3.9	0.5	2.0	2.2	1.4	0.7	90.3	74.0	17.0
	DO	mg/L	6.7	6.1	5.1	7.4	9.2	17.3	9.0	8.3	—	—	—
	大腸菌群数	MPN/100mL	70	1,700	45,000	240	16,000	9,200	24,000	11,000	—	—	—
	T-N	mg/L	1.9	1.8	14.6	0.5	5.75	0.98	2.51	2.81	27.4	27.5	10.9
	T-P	mg/L	0.23	0.19	1.60	0.07	0.362	0.100	0.095	0.090	3.35	3.31	1.17

備考)
 ・本業務実施の小水路の調査日：令和2年11月30日
 ・過年度実施の照間、屋慶名川調査日：令和元年11月29日
 ・別業務実施の与那城横排水路調査日：令和元年11月13日
 ・別業務は「金武港湾(屋慶名地区)水質・底質分析調査及び浄化材設置業務」(うるま市市民部環境課)を示す。



図- 4.20 [水質]小水路調査と過年度及び別業務の調査地点図

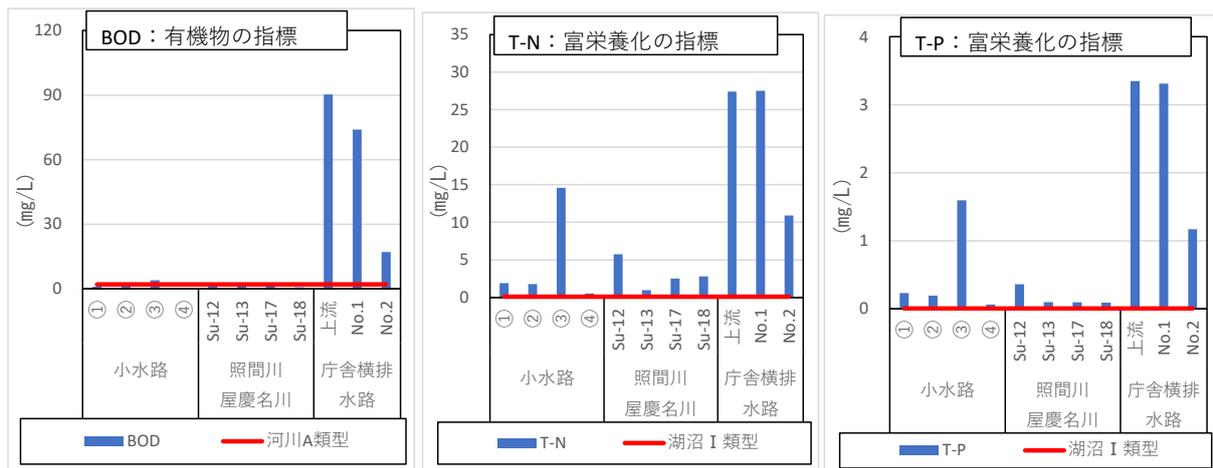


図- 4.21 [水質]小水路①~④、照間・屋慶名川、庁舎横排水路の比較

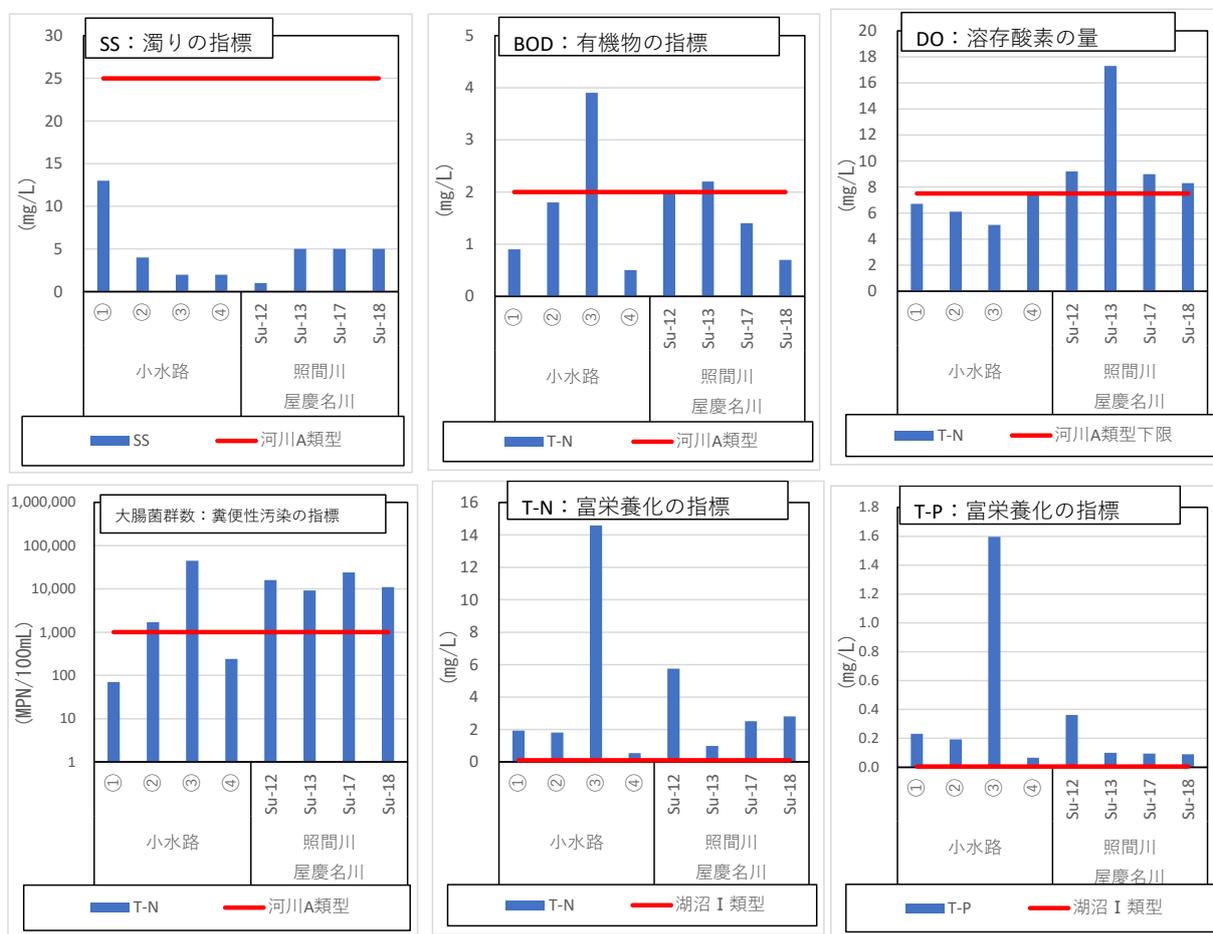


図- 4.22 [水質]小水路①~④、照間・屋慶名川との比較

(3) 底質

底質の分析結果を表- 4. 11 に示す。分析結果については、過年度周辺河川(屋慶名川、照間川)の同じく河口域にて実施した結果も比較として示す。それぞれの地点図を図- 4. 23 に、比較図を図- 4. 24 に示す。

図- 4. 24 では、小水路①～④、照間・屋慶名川の比較としてCOD、T-N、T-P、硫化物、SPSSを示した。小水路①～④は、いずれの項目も照間・屋慶名川より高い傾向であった。これは小水路①～④と照間・屋慶名川河口域における河口付近での海水交換の違いも関係していると考えられる。小水路①～④では、照間・屋慶名川と同等もしくはそれ以上の汚濁の比較的高い水が海域へ流入しているが、それが、照間・屋慶名川では海域へ速やかに拡散するのに対し、小水路①～④では海水交換がやや弱いため河口付近の底質に汚濁が溜まっていくものと考えられる。

表- 4. 11 [底質]小水路調査結果と過年度別地点との比較

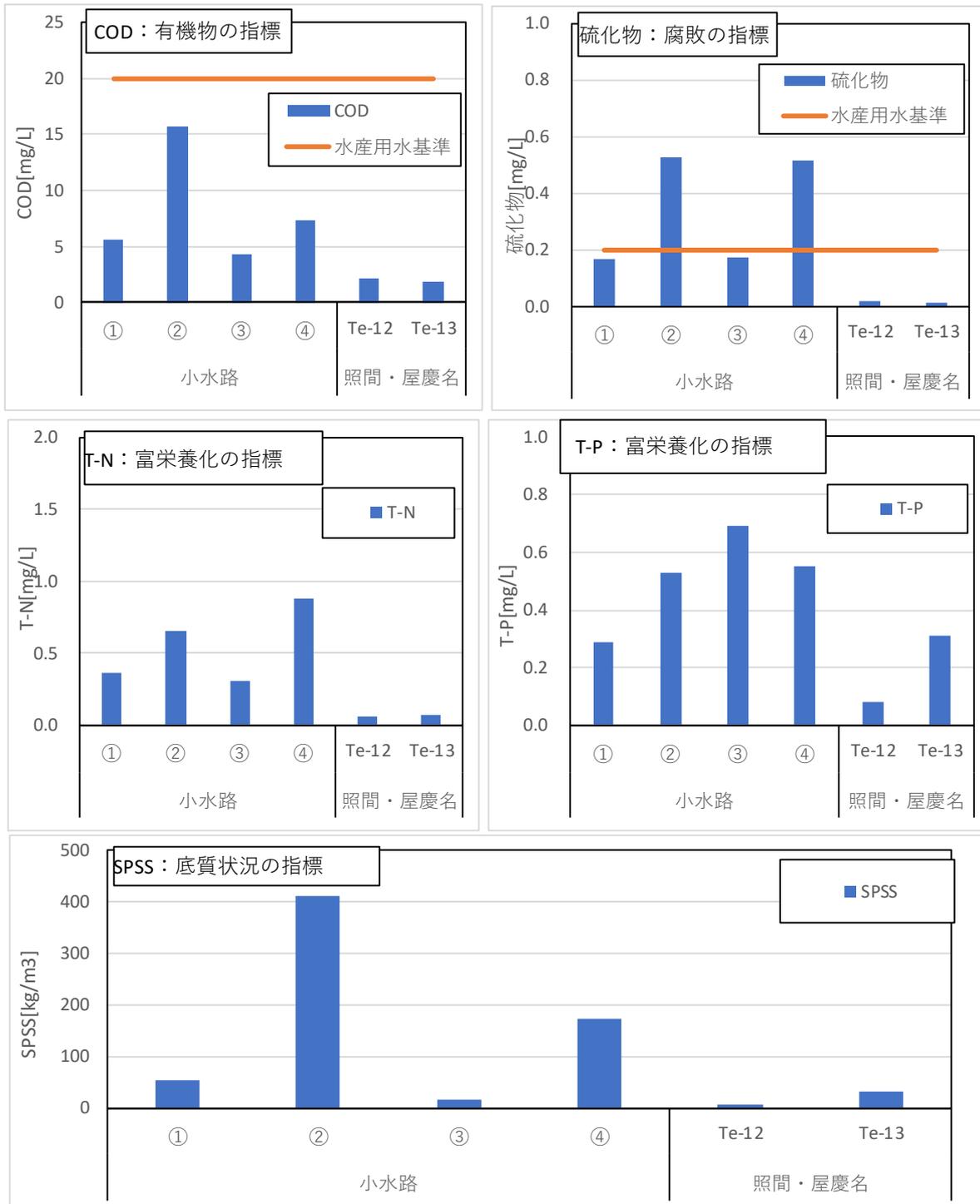
底質	単位	本業務				本業務過年度実施	
		小水路				照間・屋慶名	
		①	②	③	④	Te-12	Te-13
COD	mg/g	5.6	15.7	4.3	7.3	2.1	1.9
T-N	mg/g	0.36	0.66	0.31	0.88	0.06	0.07
T-P	mg/g	0.29	0.53	0.69	0.55	0.08	0.31
硫化物	mg/g	0.165	0.528	0.174	0.516	0.016	0.015
SPSS	kg/m ³	54.4	411	17.4	174	5.8	32.7
SPSS (下段: ランク)	—	6	8	5a	6	4	5b

備考)

- ・本業務実施の小水路の調査日:令和2年11月30日
- ・過年度実施の照間、屋慶名川調査日: 令和元年11月29日



図- 4. 23 [底質]小水路①～④、照間・屋慶名川の地点図



項目	小水路①	小水路②	小水路③	小水路④	Te-12	Te-13
SPSS ランク	6	8	5a	6	4	5b

図- 4.24 [底質]小水路①～④、照間・屋慶名川との比較

5. 実施計画策定支援

昨年度策定された実施計画(骨子案)について、「課題の整理」、「設計」、「管理目標の検討支援」、「モニタリング計画(案)の検討支援」、「便益分析の実施」、「その他」の6項目について修正加筆を行い、実施計画(骨子案)を実施計画(案)とした。ここでは、該当箇所の抜粋を示す。

5.1 課題の整理

昨年度業務における網羅的な調査により、海中道路周辺では、以下の①～④の課題が抽出された。

- ・海中道路全域にわたる①漂着ごみ
- ・陸域の課題である②生活排水、③畜舎や農地からの窒素やリンなどの流入
- ・海域の課題である④潮流の偏り

①～④の課題いずれも、海中道路南西側干潟である「三角地帯」において問題が特に顕在化していると解釈でき、昨年度海中道路全域を対象とした調査の結果において、水質、底質、悪臭、海域生物、利用といった多項目で、周辺と比較し「三角地帯」の劣化が示された。

また、昨年度に開催された協議会では、闊達な議論の元、この「三角地帯」が本協議会で再生すべき重要かつ喫緊の対象であると認識されたことを踏まえ、実施計画(骨子案)にて示された4つの課題は、いずれも「三角地帯」の劣化に繋がること、4つの課題の「三角地帯」の関係性及び、「三角地帯」が「課題の着目点」であり、重点的に取り組んでいく意味を込めて、下図を実施計画に加筆した。



図- 5.1 課題の整理

5.2 設計

5.2.1 各施策（浄化手法）の比較検討

昨年度の実施計画（骨子案）において、海中道路周辺海域で悪臭等により問題となっている海中道路付け根の三角地帯における「目標達成のための施策(案)」として干潟耕耘、薬剤投入及び漂着ごみ堆肥化を挙げている。これらを含め、同様な問題が起こっている海域において実施されている、もしくは考えられる手法について既存文献等を調査し、改めて整理一覧化(表- 5.1)し、各手法のメリット・デメリット、実現性等についてまとめを行った。この一覧については協議会において報告を行っている。

昨年度の協議会にて意見の出た手法については赤字で示している。橋梁化やボックスカルバート設置による海水交換の促進は、閉鎖性水域となっている当エリアの環境再生には非常に効果が高いことがメリットとして考えられるが、大規模な土木工事を前提とする施策であり、本自然環境事業にはそぐわないことがデメリットとして挙げられた。干潟耕耘および底質改良剤については、橋梁化などと比較して効果は劣り、繰り返しの実施が必要なことなどがデメリットとして挙げられるものの、小規模からの実施が可能であり試験結果を加味した順応的管理が可能であり、地元住民の参加にも適していることなど多数のメリットが挙げられることから最も適している施策(案)とした。

表- 5.1 閉鎖性水域の環境改善技術の一覧と、当該地域への適用性を加味した評価

水質改善の技術案	改善概要	留意点	総合判定
◇ 浚渫	● 好ましくない状態の底質の除去等により、底質の改善を図る	△ 効果がなくなった場合、再度実施する必要がある × 除去した底質の処分をする必要がある(多くは廃棄物処分場に埋立処分) × 繰り返し実施することにより、地形が変化する。	△
◇ 覆砂	● 底質からの栄養塩類の溶出を抑制することで、水中の栄養塩類濃度の低減を図る	△ 効果がなくなった場合、再度実施する必要がある × どの砂を入れるか検討が必要(外来生物等の移入の可能性など) × 繰り返し実施することにより、地形が変化する。	△
◇ 干潟耕耘 ◇ 底質改良剤	● 水中(底質中)の有機物を減らし、酸素消費量を低減することで、貧酸素水塊の低減を図る ● 化学的な改善効果のみでなく、生物の生息場の改善効果もある ● 底生生物(二枚貝類、ゴカイ類等)の生態機能を利用して、底質の改善を図る	○ 地域住民参加での作業に適している ○ 小規模から実施が可能であり、順応的管理に適している △ 効果がなくなった場合、再度実施する必要がある	◎
◇ 橋梁化 ◇ 透過型防波堤 ◇ ボックスカルバート ◇ 作滝*	● 外海側の海水を導水して水中の栄養塩類を希釈・拡散することで、水中の栄養塩類濃度の低減を図る ● 海水交換を促進して酸素を供給することで、貧酸素水塊の解消を図る	○ 海水交換が促進されることから、閉鎖性水域問題の解消に対し、非常に効果的 ○ 基本的には構造物の維持管理費はかからない △ 作滝は埋没等が生じた場合は再実施が必要となる △ 改善対象となる海域の海水が外海に流出するので、外海側に影響が生じないように留意する必要がある × 大規模な土木工事が伴うため、コストが高い	○
◇ 埋立て	● 埋立てにより、問題となっている三角地帯そのものをなくす ● 護岸にRを付けることにより潮流を誘導し、海水交換能を向上させる。	○ 基本的には構造物の維持管理費はかからない × 環境影響が大きく、後戻りが困難 × 大規模な土木工事が伴うため、コストが高い	△
◇ 漁礁・養礁 ◇ 多自然型護岸	● 岩礁性の生物が棲みやすい場(環境)・生息基盤を再生・創出し、漁獲等により栄養塩を回収する	○ 多自然型護岸は親水性向上にも良い × 水深が浅いため漁礁の設置は困難 △ 現場の環境が改善されるまでは、漁獲等が期待されない	△
◇ 排水路の出口の変更	● 現在三角地帯の頂点にある排水路出口を移設することにより、汚水の移入を防ぐ	○ 一度の実施で効果は持続し、維持管理費もかからない △ 移入先への環境影響に対して十分な配慮が必要	○
◇ 浄水装置	● 浄化装置によって栄養塩類を回収することで、水中の栄養塩類濃度の低減を図る。	× 現時点で実験段階の技術 △ 浄化装置の維持管理が必要であり、稼働に係る電気代等のコストがかかる。 △ 下水道加入率を上げる方が効果的と考えられる。	×
◇ 藻場造成	● 植物体として栄養塩類を固定することで、水中の栄養塩類濃度の低減を図る ● 生物の光合成作用を活用して酸素を供給することで、貧酸素水塊の改善を図る	△ 波浪、流況、底質等の状況によっては、造成しても枯死や流出する場合もあり、造成に適した場所の選定が必要である	△
◇ 生物膜を利用した水質改善	● 石・礫等の表面に生息する微生物により海中の有機物を固定・分解する	△ 新堆積物や漂着ゴミ等により、目詰まりが生じる場合は、改善効果が低減する可能性がある	△
◇ マングロープ植林	● マングロープ植林により、マングロープ生態系に生息する生物・微生物により海中の有機物を固定・分解する ● マングロープ自体による栄養塩類固定も可能	× 過去にマングロープ植林が漂着ゴミ等の溜まり場になった事例がある	×
◇ 曝気装置	● 機械装置により酸素を直接的に供給することで、貧酸素水塊の解消、底質改善を図る	△ 装置の維持管理が必要であり、稼働に係る電気代等のコストがかかる × 干潟域での曝気は困難	×
◇ 噴流型流動促進装置	● 躍層を緩和・破壊し、鉛直混合を促進して海水を混合することで、貧酸素水塊の解消を図る	△ 装置の維持管理が必要であり、稼働に係る電気代等のコストがかかる × 干潟域で水流を作るのは困難	×

5.2.2 干潟耕耘および薬剤投入の妥当性評価、留意点について

試験施工を行った干潟耕耘および薬剤投入について、実現性、効果の検証、環境影響、利害関係の面から、その妥当性および留意点について表のように整理を行った。表-5.2に記す通り、試行として行った干潟改良試験では概ね良好な結果となっており、試験に大きな課題は見当たらなかった。一方で、より大きな効果を得るためには流入負荷を減らすなどの追加の施策が必要であると考えられる。

表-5.2 試験施工・結果を受けての干潟耕耘および薬剤投入の評価・留意点

検証項目	評価	留意点
実施可能性	<ul style="list-style-type: none"> ● 本試験では小型耕耘機を用いた耕耘を行ったが、石やサンゴなどの埋まっていない場所においては非常に効果的に作業を進めることが可能であった。 ● 試験施工では数名の作業員で実施可能であったことから、問題なく施工は可能と考えられる。 ● 住民協働型モニタリングにおいて地域住民に多数参加いただくことができ、関心の高さが伺えた。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 当該エリアには小石やサンゴの死骸が多数埋在しており、そのような場所では人力による耕耘が必要となる。 ● 広範囲での施工を行う際には、大型の耕耘機を使用する必要があるが、その場合耕耘機を干潟へ運ぶ方法を検討する必要がある。 ● 干潟が干上がる時間は1~2時間程度であることから、迅速な作業が必要である。 ● 干潮時間帯と関係者が参加可能な日時が合致する必要があり、スケジューリングが困難である。
効果の検証	<ul style="list-style-type: none"> ● モニタリング期間中 pH 上昇効果が確認され、施工後1ヶ月程度については硫化物量の低下が見られ、硫酸塩還元菌の活動抑制に効果があったと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 気温の下がった試験後期(12月~翌1月)は、耕耘および薬剤投入による効果が小さくなったことから、硫酸塩還元菌の活動が活発となる春~夏季での効果検証が必要と考えられる。 ● 栄養塩類について、モニタリング期間中に顕著な変化は見られなかったが、これらについては陸域からの流入負荷を減らす必要があり、追加の施策が必要であると考えられる。
環境影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 薬剤投入後の pH は概ね 8.0~8.1 程度であり、最も高い値で 8.5 程度であったことから、環境変化は概ね良好な方向であったと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 耕耘時には、干潟に生息する生物への影響は少なからずあるため、範囲拡大時にはクビレミドロなど貴重種への配慮が必要である。
利害関係	<ul style="list-style-type: none"> ● 事前に地元漁協へ試験施工についての説明を行った際も、快諾いただくことができた。 ● 海中道路の南側にはレジャー関係者はほとんどいないので、特に問題となることはなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 今後、範囲を拡大して実施する際には、事前により丁寧な説明を要するものと考えられる。

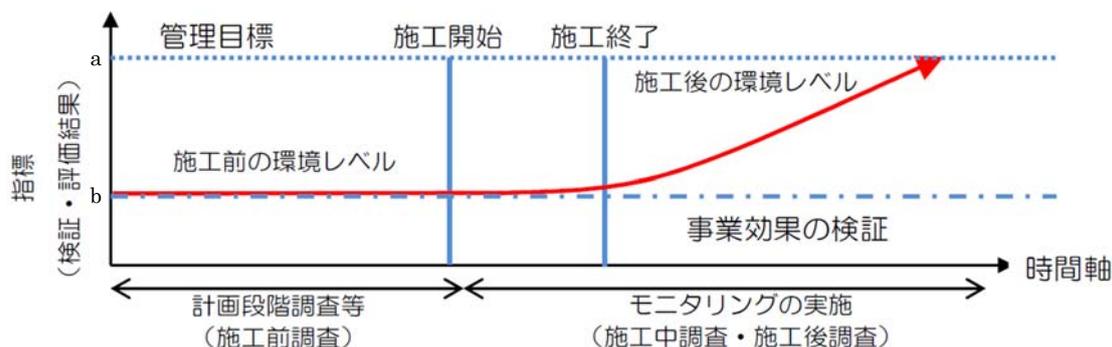
5.3 管理目標の検討支援

5.3.1 方針

管理目標は、「全体構想」や「実施計画(骨子案)」において設定された4つの目標(水質改善、生態系保全、親水性向上、地域との協働)に向けた取り組みの進捗状況を評価するための指標として設定する。

指標となる項目、および目標値(管理目標)を設定し、さらにモニタリングを通じて当該値の推移をチェックし、進捗評価に用いる。

図-5.2に、管理目標(指標値)の設定、およびモニタリングを通じての達成状況の確認に関するイメージ図を示した。



注1: 縦軸は、管理目標とする指標とし、aは目標とする指標値、bは現状の指標値をイメージした。

注2: 横軸は、時間の経過を表し、施工実施後事業の効果が表れ、指標値が現状値bから目標値aに近づいていく状況をイメージした。

図-5.2 管理目標の設定による事業効果の検証イメージ(沖縄県自然環境再生指針より引用)

管理目標は、以下の方針のもと設定することとした。

●管理目標の設定方針

- ・ 施策による環境の改善を反映する項目
- ・ 数値として表すことが可能な項目
- ・ モニタリングにおいて随時調査が可能な項目(調査会社等が行う専門型調査、および地域住民等が主体となり行う簡易的調査)

5.3.2 対象範囲

管理目標の設定は、海中道路周辺海域の内「三角地帯」を対象とすることを基本とする。

「三角地帯」は、昨年度海中道路全域からなる調査において、水質、底質、悪臭、海域生物、利用といった多項目で周辺と比較し劣化傾向が示されており(図- 5.3)、本事業において集中的に自然再生を行う対象とされている。

なお、「実施計画」で示されているゾーニング計画においては、三角地帯は「健全な泥干潟」を目指す区域に設定されている(図- 5.4)。



図- 5.3 三角地帯の位置および周辺からの負荷の概念図

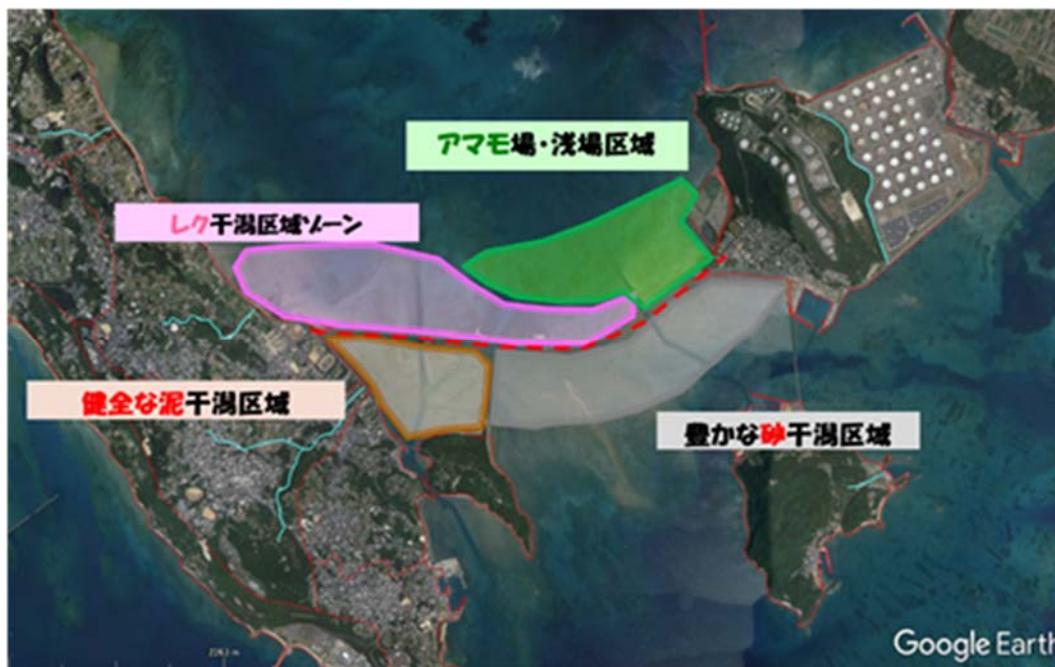


図- 5.4 ゾーニング計画（案）（実施計画より抜粋）

5.3.3 管理目標の設定

(1) 水質改善

水質改善に関する管理目標は、「水質」と「底質」に関し設定することとした。

1) 水質

水質に関しては、「水質汚濁に係る環境基準（環境庁告示第59号）」の「生活環境の保全(A類型、I類型)」に準拠して管理目標を設定することとした。

「環境基準(生活環境の保全(A類型、I類型))」とは、海域における環境基準の中で最も厳しい基準であり、利用目的の適応性として、水浴、自然環境保全(自然探勝等ができる)が挙げられている。

これらのことから本基準は、管理目標として活用できると考えた。

表- 5.3に「水質汚濁に係る環境基準（生活環境の保全(A類型、I類型))」を掲載した。

表- 5.3 水質汚濁に係る環境基準（生活環境の保全(A類型、I類型))

類型	利用目的の適応性	項目	環境基準値
A類型	水浴、自然環境保全 (自然探勝等ができる)	pH(水素イオン濃度)	7.8以上 8.3以下
		COD(化学的酸素要求量)	2mg/L以下
		DO(溶存酸素量)	7.5mg/L以上
		大腸菌群数	1,000MPN /100ml以下
		nヘキサン抽出物質	検出されないこと。
I類型		T-N(全窒素)	0.2mg/l以下
		T-P(全リン)	0.02mg/l以下

表- 5.4に、昨年度業務における「三角地帯」に位置する調査地点(Su-4)の水質調査結果を示し、上記基準値との比較を示した。

表- 5.4 昨年度調査値と環境基準値との比較

項目(水質)	昨年度調査値 (Su-4:三角地帯地点)	環境基準値 (A, I類型)
pH(水素イオン濃度)	7.9	7.8以上 8.3以下
COD(化学的酸素要求量)	<0.5 mg/L	2mg/L以下
DO(溶存酸素量)	7.5 mg/L	7.5mg/L以上
大腸菌群数	3500 MPN /100ml	1,000MPN /100ml以下
nヘキサン抽出物質	<0.5 mg/l	検出されないこと。
T-N(全窒素)	0.32 mg/l	0.2mg/l以下
T-P(全リン)	0.062 mg/l	0.02mg/l以下

注：基準値を逸脱するものについては赤字で示した。

pH、COD、DO、n-ヘキサン抽出物質は現状ですでに基準を満たしているが、大腸菌群数とT-N、T-Pについては、基準を逸脱している。

このことから水質に関する管理目標としては、大腸菌群数とT-N、T-Pを対象とすることとした。

2) 底質

底質に関しては、昨年度業務における「三角地帯」以外の海中道路周辺海域における底質調査結果の平均値に準拠して管理目標を設定することとした。

海中道路周辺海域においては、「三角地帯」を除いて清浄な海域が広がっていることが昨年度業務における調査において確認された。事業の実施により、「三角地帯」においても周辺の環境と同等程度に回復させることを目指すこととし、周辺海域における底質調査結果の平均値を管理目標として活用できると考えた。

表- 5.5 に昨年度業務における「三角地帯」に位置する調査地点 (Te-4) の底質調査結果を示し、上記基準値との比較を示した。

表- 5.5 昨年度調査値 (三角地帯地点) と昨年度周辺海域平均値による基準値との比較

項目 (底質)	昨年度調査値 (Su-4 : 三角地帯地点)	周辺海域平均値による 基準値 (注1) (昨年度調査値)
COD (化学的酸素要求量)	3.1 mg/g	1.6mg/g以下
T-N (全窒素)	0.13 mg/g	0.12 mg/g以下
T-P (全リン)	0.23 mg/g	0.19 mg/g 以下
硫化物	0.061 mg/g	0.019 mg/g以下

注1 : 周辺海域の内、浚渫航路内の地点 (Te5, 6, 9) は省いて平均値を算出した。

注2 : 基準値を逸脱するものについては赤字で示した。

COD、T-N、T-P、硫化物において基準を逸脱していることから、底質に関する管理目標としては、これら4項目を対象とすることとした。

なお、底質に関する基準としては、日本水産資源保護協会による「水産用水基準」にCODと硫化物に関して基準値が存在する。ただし、昨年度業務における底質調査結果と比較した結果、最も厳しい水産1種をすでに十分達成していることから、管理目標として活用できないとした。

表- 5.6 (参考) 昨年度調査値と水産用水基準値との比較

項目 (底質)	昨年度調査値 (Su-4 : 三角地帯地点)	水産用水基準値 (I種)
COD (化学的酸素要求量)	3.1 mg/g	20mg/g以下
T-N (全窒素)	0.13 mg/g	設定なし
T-P (全リン)	0.23 mg/g	設定なし
硫化物	0.061 mg/g	0.2mg/g以下

(2) 生態系保全

生態系保全に関する管理目標は、底生動物の内、「埋在性二枚貝(水産有用種のみ)の出現状況」に関し設定することとした。

1) 埋在性二枚貝(水産有用種のみ)の出現状況

埋在性二枚貝(水産有用種のみ)に関しては、昨年度業務における海域生物調査(底生動物調査結果)に準拠して管理目標を設定することとした。

昨年度業務では、海中道路周辺海域の全16調査地点の内7地点において、埋在性二枚貝(水産有用種のみ)が確認された。事業の実施により、「三角地帯」においても周辺の環境と同等程度に回復させることを目指すこととし、周辺海域の内、埋在性二枚貝(水産有用種のみ)が出現した地点における出現個体数の平均値、すなわち個体数9(10m四方あたり)を管理目標として活用できると考えた。

表-5.7に、今年度業務「干潟改良(耕耘、薬剤投入)の試行」において、干潟改良の試行前に実施した三角地帯地点における「埋在性二枚貝(水産有用種のみ)の個体数」を示し、上記基準値との比較を示した。

表-5.7 今年度調査値(三角地帯地点)と昨年度埋在性二枚貝(水産有用種のみ)出現地点平均値による基準値との比較

項目(底生動物)	今年度調査値 (三角地帯地点) (注1)	周辺海域平均値による 基準値(注2) (昨年度調査値)
埋在性二枚貝(水産有用種のみ)の出現個体数 (10m四方あたり)	0	9以上

注1: 今年度調査値は、干潟改良の試行前に実施した調査結果を用いた。

注2: 周辺海域の内、埋在性二枚貝(水産有用種のみ)の出現地点のみによる平均値

注3: 基準値を逸脱するものについては赤字で示した。

なお参考として、表-5.8に昨年度業務における各調査地点における埋在性二枚貝(水産有用種のみ)の出現状況を示した。

表-5.8 (参考)昨年度業務における埋在性二枚貝(水産有用種のみ)の出現状況

調査地点		L-1-1	L-1-2	L-2-1	L-2-2	L-3-1	L-3-2	L-4-1	L-4-2	L-5-1	L-5-2	L-6-1	L-6-2	L-7-1	L-7-2	L-8-1	L-8-2
No.	種名																
1	リュウキュウサルボウ																2
2	リュウキュウザル			1													
3	アラスシケマンガイ									2							
4	ホソシイナミガイ							6		1	1					23	
5	ヒメリュウキュウアザリ			1							1						
6	ヤヤマダレ										1						
7	イソハマグリ														24		
合計個体数		0	0	2	0	0	0	6	0	3	3	0	0	0	24	23	2
出現地点のみにおける個体数 平均値		9															

(3) 親水性向上

親水性向上に関する管理目標は、「悪臭」と「利用状況」に関し設定することとした。

1) 悪臭

悪臭に関しては、「悪臭防止法に基づく規制地域の指定及び規制基準の設定に係る告示（うるま市告示第64号 平成24年3月30日）」に示すA区域基準に準拠して管理目標を設定することとした。

A区域とは、うるま市における悪臭基準の中で最も厳しい基準が適用される区域であり、対象として主に住居に供される地域等に設定されていることから、本基準は、管理目標として活用できると考えた。

表-5.9に昨年度業務における「三角地帯」に位置する調査地点(Ak-1)の悪臭調査結果を示し、上記基準値との比較を示した。

表-5.9 昨年度調査値(三角地帯地点)と昨年度周辺海域平均値による基準値との比較

項目(悪臭)	昨年度調査値 (Ak-1:三角地帯地点)	うるま市A区域基準による基準値
臭気指数	17	15
臭気濃度	50	設定なし
臭気強度	3	設定なし

注：うるま市A区域基準を逸脱するものについては赤字で示した。

基準値では臭気指数においてのみ基準値が設定されており、また、昨年度調査では臭気指数値が基準値を逸脱していることから、悪臭に関する管理目標としては、臭気指数を対象とすることとした。

なお、臭気指数と臭気濃度に関しては数値的な換算が可能であり、また、臭気指数と臭気強度に関しても、臭気源の違いにより差異はあるものの、ある程度の精度で換算することが可能であることから、臭気指数のみで基準を設定することに問題はないと考える。

参考として、表-5.10に臭気指数、臭気濃度、臭気強度の換算表を示した。

表-5.10 (参考)臭気指数、臭気濃度、臭気強度の換算

臭気指数	臭気濃度	臭気強度	
0	1	~2	「何のにおいであるかわかる」以下
5	3		
10	10		
12	15		
15	32	2.5	2と3の間
18	60	3	容易ににおいを感じる
21	126	3.5	3と4の間
25	300	4~	「強いにおいを感じる」以上
30	1000		

注1：臭気指数と臭気濃度の換算は、「臭気指数=10*log臭気濃度」による。

注2：臭気指数と臭気強度の換算は、「臭気指数規制ガイドライン(環境省)」内、「最大値を採用」に基づいた。なお同資料に基づく換算は臭気強度2.5,3,3.5のみである。

2) 利用状況

利用状況に関しては、昨年度業務における海中道路周辺での「人の動き(利用)」調査結果に準拠して管理目標を設定することとした。

なお、利用状況については、「三角地帯」と「海中道路周辺全体」それぞれにおいて管理目標を設定することとする。

a) 海中道路西口交差点南側干潟

三角地帯を含む海中道路西口交差点南側干潟の利用状況については、昨年度業務における海中道路西側の北区域における利用状況に準拠して管理目標を設定する。

海中道路西側の北区域は、海中道路西口交差点南側干潟と同じく本島側からアクセスが良く、「海の駅」等の特殊要因がないことから、管理目標として活用できると考えた。

表- 5.11 に、昨年度業務における海中道路西口交差点南側干潟の利用者数を示し、上記基準との比較を示した。なお、昨年度業務における調査値は、利用者を「景観・写真」、「潮干狩り・タコ狩り」、「釣り」、「マリンスポーツ」、「ランニング・ジョギング」、「サイクリング」に分けて集計しているが、本表では「ランニング・ジョギング」、「サイクリング」については除外した。

表- 5.11 昨年度調査(三角地帯)と海中道路西側(北)における利用者数による基準値との比較

項目(利用者数)	昨年度調査値(注1) (海中道路西側(南) : 三角地帯周辺)	海中道路西側(北)の利用者 数による基準値 (昨年度調査値)(注1)
利用者数(休日)	12	33
利用者数(平日)	8	78

注1: 昨年度調査値は、ランニング・ジョギング、サイクリングによる利用者は除いて集計した。

注2: 基準値を逸脱するものについては赤字で示した。

なお、参考として、昨年度業務で行った海中道路全体を6区域(海中道路西側、中央、東側)×北 or 南)に分けて行った利用状況調査結果を表- 5.12 に示した。

海中道路中央(北)では「海の駅」を有するため利用者数が圧倒的に多くなっていることや、海中道路東側(南)では本島から距離があること等により利用者数が少ない傾向にあることが判明した。したがって三角地帯における管理目標設定にあたっては、これらの結果を使用しなかった。

表- 5.12 (参考) 昨年度業務での利用状況調査結果

区分	海中道路西側		海中道路中央		海中道路東側	
	北	南 (三角地帯 周辺)	北	南	北	南
利用者数(休日)	96	62	771	134	115	13
利用者数(平日)	116	34	486	166	35	20
合計	212	96	1,257	300	150	33
	308		1,557		183	
	2,048					

注: ランニング・ジョギング、サイクリングによる利用者も含めて集計した。

b) 海中道路全体

海中道路全体としての利用状況については、昨年度業務における全6区域の合計利用者数に準拠し、同利用者数からの増加傾向を有することを管理目標とする。

表- 5.12 に示したとおり、基準となる合計利用者数は、「2,048」である。

(4) 地域との協働

地域との協働に関しては、今年度業務における協議会や各種イベント(住民参加型モニタリング含む)の開催回数および合計参加人数と同水準を継続することを管理目標とすることとした。

なお、今年度では、新型コロナウイルスの影響で実施できなかったイベント等があったが、これについては実施したと想定し、想定数量を回数および人数に計上した。

表- 5.13 に、今年度業務における協議会や各種イベントの実施状況に基づく管理目標を示した。

表- 5.13 地域との協働における管理目標

項目(地域との協働)	管理目標	
	回数	人数
協議会等	2回程度	計22人程度
イベント(住民参加型モニタリング含む)	5回程度	計155人程度

表- 5.14 に参考として今年度業務で行った協議会や各種イベント(住民参加型モニタリング)の開催回数および合計参加人数を示した。なお新型コロナウイルスの影響で実施できなかった会議やイベント等についても同表上に掲載した。

表- 5.14 今年度業務で行った協議会やイベント(住民参加型モニタリング含む)の一覧

実施内容		実施回数	参加人数 (地元住民)	備考
協議会等	海中道路周辺海域自然環境再生事業 第1回協議会	1回	11人	
	海中道路周辺海域自然環境再生事業 第2回協議会	1回	11人	注1
	合計	2回	22人	注2
イベント (住民参加型モニタリング含む)	干潟耕耘試験	1回	15人	
	漂着ゴミ・マイクロプラスチックのクリーンアップ および調査イベント	1回	50人	注1
	海中道路こどもみらい会議	3回	90人 (30人×3回)	注1
	合計	5回	155人	注2

注1：本会議およびイベントは、新型コロナウイルスの影響で開催できなかったため、参加人数は想定値。

注2：合計値には、想定数量を含む。

(5) 管理目標のまとめ

前述した各管理目標を表- 5.15 にまとめた。

表- 5.15 管理目標のまとめ

4つの目標	大項目	項目	対象地点	現状値 (令和1,2年度調査値)	目標値	備考
水質改善	水質	大腸菌群数	三角地帯	3,500MPN /100ml	1,000MPN /100ml 以下	現状で環境基準I・A類型を満たさない3項目を設定。
		T-N(全窒素)		0.32mg/l	0.2mg/l以下	
		T-P(全リン)		0.062mg/l	0.02mg/l以下	
	底質	COD(化学的酸素要求量)		3.1mg/g	1.6mg/g以下	周辺海域平均値を目標値と設定。
		T-N(全窒素)		0.13 mg/g	0.12 mg/g以下	
		T-P(全リン)		0.23 mg/g	0.19 mg/g 以下	
		硫化物		0.061 mg/g	0.019 mg/g以下	
生態系保全	底生動物	埋在性二枚貝(水産有用種のみ)の出現状況	三角地帯	0個体(/10m平方)	9個体(/10m平方)以上	周辺海域平均値を目標値と設定。
親水性向上	悪臭	臭気指数	三角地帯	17	15未満	「悪臭防止法に基づく、うるま市告示第64号」に示すA区域基準を目標値と設定。
	利用状況	利用者数(休日) (ランニング・ジョギング、サイクリング除く)	海中道路西口交差点南側干潟	12人(日中)	33人以上(日中)	昨年度調査で把握した、現状利用者数(海中道路北側)を上回ることを目標値と設定。
		利用者数(平日) (ランニング・ジョギング、サイクリング除く)	海中道路西口交差点南側干潟	8人(日中)	78人以上(日中)	
利用者数(休日+平日) (ランニング・ジョギング、サイクリング含む)	海中道路全域	2,048人	2,048人以上			
地域との協働	開催況	協議会等	-	2回/計22人参加 (想定数含む:注1)	2回/計22人程度	今年度における会議およびイベントの開催回数、参加人数と同水準を維持することを目標値と設定。
		イベント(住民参加型モニターリング含む)	-	5回/計155人参加 (想定数含む:注1)	5回/計155人程度	

注1: 新型コロナウイルスの影響で開催できなかった会議およびイベントに関して、想定数も合算している。

5.4 モニタリング計画（案）の検討支援

5.4.1 方針

モニタリングは以下の二つの目的のために実施することを大前提とする。

●モニタリングの目的

- ・住民を主体とした自然再生事業の推進
- ・管理目標達成に向けた順応的管理のための情報収集

上記目的を達成するため、モニタリング計画は以下の方針のもと設定することとした。

●モニタリング計画の設定方針

- ・住民協働型モニタリング、イベント型モニタリング、専門型モニタリングに区分し、住民による前2モニタリングを主とする。
- ・管理目標の達成に向けた進捗状況が適切に確認できる内容とする。
- ・管理目標以外の項目についても適宜調査を行い、可能な限り環境の全体的な変動を把握する。
- ・モニタリング結果の利活用を見据えた計画を立てる。

5.4.2 モニタリングの区分

モニタリングは、地域住民による実施を基本とすることから、住民協働型モニタリングを基本として、環境調査会社等による専門型モニタリングは補足的な位置づけとする。

各モニタリングの概要を以下に示した。

(1) 住民協働型モニタリング

住民協働型モニタリングでは、地域住民・地元小学校・NPO等が中心となり実施するモニタリングであり、環境調査会社等が調査に立ち会い、調査方法等を指導する。

実施内容としては、専門的な知識等を必要としない簡便な方法を選定する。

(2) イベント型モニタリング

イベント型モニタリングでは、住民協働型モニタリングと同様、地域住民・地元小学校・NPO等が中心となり実施するモニタリングであるが、イベントとして地域住民に広く参加を募り、多数人で実施することを想定している。本モニタリングでは、地域社会における普及啓発・環境教育の効果も期待できる。

(3) 専門型モニタリング

管理目標の達成状況は、住民協働型モニタリングにおいて基本的には確認可能であるが、補足的に専門的手法により調査し、その精度を担保する。

なお調査実施者は、環境調査会社等を想定する。

5.4.3 モニタリングスケジュール

本自然再生事業における事業の実施とモニタリングの流れについて、図- 5.5 にした。

令和 1,2 年度における事前モニタリングでは、当該海域の概況を広く把握するため、網羅的に専門型モニタリングを行った。

その結果等を踏まえ管理目標が設定されたことから、令和 3 年度以降の施工中・事後モニタリングでは、管理目標達成進捗把握を主目的とした調査項目を絞ったモニタリングを行う。また、調査の目的として、普及啓発・環境教育も加わってくる。従って、住民が中心となる住民協働型モニタリングおよびイベント型モニタリングが主となり、専門型モニタリングは補足的な位置づけとなる。

施工完了後の 5 年を目安に事後モニタリングを継続することにより、施工の効果を確認し、前述した順応的管理のための検討材料を提供する。

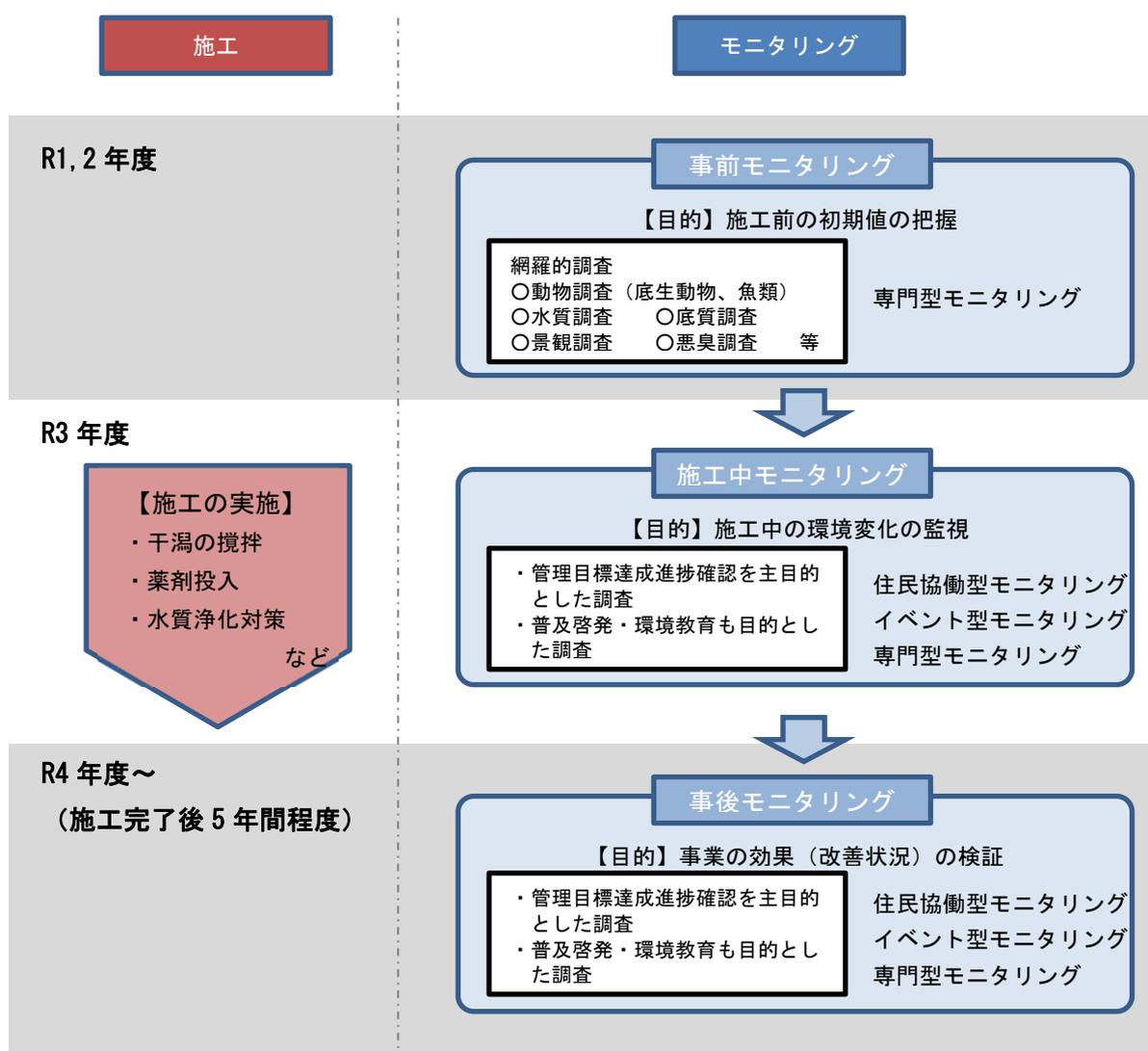


図- 5.5 モニタリングの流れ

5.4.4 モニタリングの内容

モニタリングの計画案を表- 5.16 に示した。

表- 5.16 モニタリング計画(案)

4つの目標	項目	モニタリング						
		住民協働型モニタリング		イベント型モニタリング		専門型モニタリング		
		調査方法	実施時期	調査方法	実施時期	調査方法	実施時期	
水質改善	水質	pH(水素イオン濃度)	パックテストによる現地試験	年四回 (春・夏・秋・冬)			試験室分析	年四回 (春・夏・秋・冬)
		COD(化学的酸素要求量)						
		DO(溶存酸素量)						
		大腸菌群数						
		nヘキサン抽出物質						
		T-N(全窒素)						
	T-P(全リン)							
	底質	COD(化学的酸素要求量)						
		T-N(全窒素)						
		T-P(全リン)						
硫化物								
生態系保全	底生動物相	水産有用二枚貝調査	年四回 (春・夏・秋・冬)	潮干狩りイベント	年一回 (初夏)	メガロベントス調査	年四回 (春・夏・秋・冬)	
	鳥類			鳥類観察会	年一回 (冬)			
親水性向上	悪臭	臭気強度調査	年四回 (春・夏・秋・冬)	漂着ゴミ等クリーンアップイベント	年二回 (夏・冬)	臭気指数調査	年四回 (春・夏・秋・冬)	
	利用状況					利用状況調査(休日・平日)	年二回 (夏・冬)	
地域との協働	開催状況					会議・イベント等実施状況集計	適宜集計	

注1: 赤字で示したものは、管理目標を設定した項目、および現状値把握のための主となる調査である。

注2: 青字で示したものは、管理目標把握のために補足的に実施する項目である。

以下に、「4つの目標」ごとにモニタリングの内容を詳述した。

(1) 水質改善

1) パックテストによる現地試験(住民協働型モニタリング)

住民協働型モニタリングによりパックテストを用いた現地試験を行う。パックテストは、取り扱いが簡易で、現地で即時に試験が可能となる。

調査項目としては、水質7項目、底質4項目を設定しているが、管理目標は、その内水質3項目、底質4項目を設定する。また、管理目標が設定されていない項目についても、当該環境の概況を把握するため合わせて調査することとする。

実施時期は、各モニタリングとも年4回(春・夏・秋・冬)を基本とし、年間の推移を確認する。

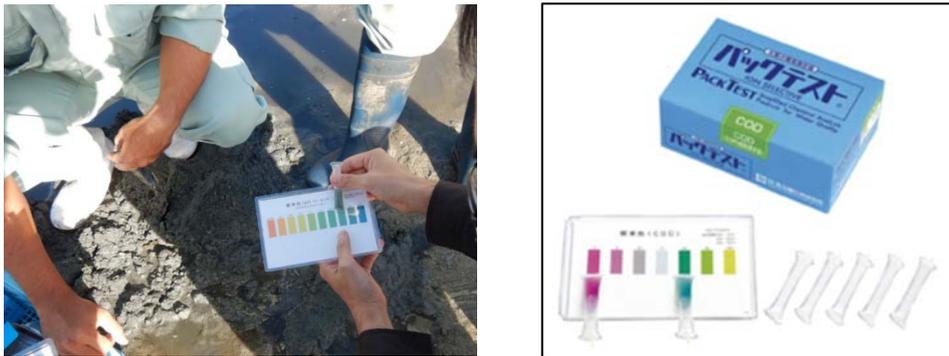


図- 5.6 パックテスト実施状況およびパックテストセット例

2) 試験室分析(専門型モニタリング)

専門型モニタリングにより試験室分析による水質・底質試験を行う。現地にて採水・採泥したサンプルを試験室に搬入し、専門機器による試験を行う。

試験項目は、パックテストによる現地試験と同一である。

試験分析方法の一覧を表- 5.17 に示した。

表- 5.17 試験室分析方法一覧

区分	分析項目	分析方法
水質	pH(水素イオン濃度)	JIS K 0102 12.1
	COD(化学的酸素要求量)	JIS K 0102 17
	DO(溶存酸素量)	JIS K 0102 32.1
	大腸菌群数	下水の水質の検定方法に関する省令(昭和37年厚生省・建設省令第1号)
	nヘキサン抽出物質	昭和49年 環境庁告示64号 付表4
	T-N(全窒素)	JIS K 0102 45.2
	T-P(全リン)	JIS K 0102 46.3.1
底質	COD(化学的酸素要求量)	平成24年8月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.7 過マンガン酸カリウム消費量によるヨウ素滴定法
	T-N(全窒素)	平成24年8月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.8.1.1 中和滴定法
	T-P(全リン)	平成24年8月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.9.1 硝酸一過塩素酸分解法
	硫化物	平成24年8月 環境省水・大気環境局「底質調査方法」Ⅱ.4.6 水蒸気蒸留後ヨウ素滴定法

(2) 生態系保全

1) 水産有用二枚貝調査(住民協働型モニタリング)

住民協働型モニタリングにより水産有用二枚貝の個体数調査を行う。

調査は 10m 四方の範囲をスコップ等で掘り、水産有用二枚貝の個体数をカウントする。



図- 5.7 水産有用二枚貝調査状況および採取二枚貝例

2) 潮干狩りイベント(イベント型モニタリング)

イベント型モニタリングとして潮干狩りイベントを開催する。

イベントにおいては、地域住民・地元小学生等を対象とし参加を呼びかけ、潮干狩りを実施する。実施に際しては、環境学習の要素と楽しめる要素を盛り込む。

- (例)
- ・二枚貝等の種名やお勧めの調理法がわかるようなパネルを作成する。
 - ・多数の二枚貝を採取した方に賞品を授与する。



図- 5.8 潮干狩りイベント実施状況例

なお、旧暦3月3日には、伝統行事として「浜下り」が各地で行われることから、潮干狩りイベントをこの時期に合わせて実施するか等については協議会や地元の意見聴取した上で検討する。

3) メガロベントス調査(専門型モニタリング)

専門型モニタリングによりメガロベントス調査を行う。10m 四方の方形枠を設定し、現地にて調目視観察調査を行い、出現種と出現個体数を把握する。



図- 5.9 メガロベントス調査状況および採取ベントス例

4) 鳥類観察会(イベント型モニタリング)

イベント型モニタリングとして鳥類観察会を開催する。

イベントにおいては、地域住民・地元小学生を対象とし参加を呼びかけ、水鳥が渡ってくる冬季に鳥類観察会を実施する。観察会を通じ、海中道路周辺自然と触れ合う機会を設ける。また、鳥類専門家(環境調査会社等)から観察方法や鳥類の生態等を習う。



ダイサギ



キョウジョシギ

図- 5.10 鳥類観察会実施状況例および干潟域を利用する鳥類例

(3) 親水性向上

1) 臭気強度調査(住民参加型モニタリング)

住民参加型モニタリングとして臭気強度調査を実施する。

臭気強度とは、測定箇所で感じた臭気に対し、5段階で回答する調査方法であり、簡便に調査を実施することができる。なお、管理目標は臭気指数にて設定しているが、臭気強度は臭気指数へ換算することが可能であり、臭気強度調査により管理目標の達成状況を評価することが可能である。

表- 5.18 臭気強度および臭気指数への換算

臭気強度		臭気指数
0	無臭	14以下
1	やっと感知できるにおい	
2	何のにおいかわかる弱いにおい	
2.5	(2と3の間)	15
3	容易ににおいを感じる	18
3.5	(3と4の間)	21
4	強いにおい	22以上
5	強烈なにおい	

注：臭気指数と臭気強度の換算は、「臭気指数規制ガイドライン(環境省)」内、「最大値を採用」に基づいた。なお同資料に基づく換算は臭気強度2.5, 3, 3.5のみである。

2) 漂着ごみ等クリーンアップイベント(イベント型モニタリング)

イベント型モニタリングとして漂着ごみ等クリーンアップイベントを開催する。

「海ごみチェックシート」を活用し、回収した海ごみを分別し数量を計測する。

また、実施に際しては、環境学習の要素と楽しめる要素を盛り込む。

- (例)
- ・漂着ゴミに関する簡単なオリエンテーションを実施する。
 - ・宝探しの楽しみ方を盛り込む。

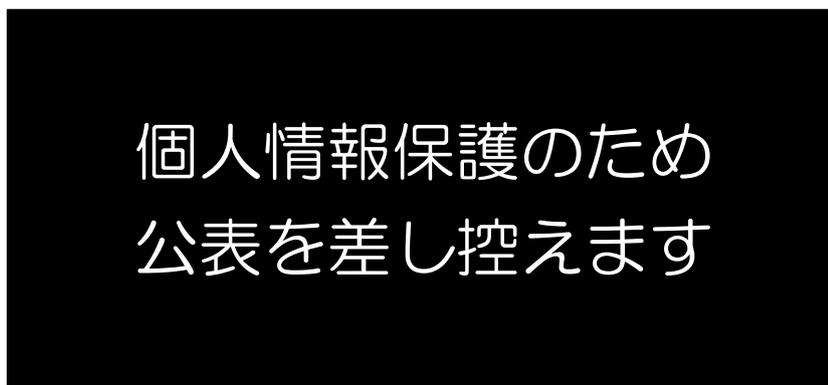


図- 5.11 漂着ゴミ等クリーンアップイベント実施状況例

3) 臭気強度調査(住民参加型モニタリング)

専門型モニタリングとして臭気指数調査を実施する。

特に海藻が腐敗した臭気を対象とするため、臭気が濃くなると考えられる気象条件(晴、無風、干潮時)に合わせて現地採取を実施する。調査は平成7年環境庁告示第63号(三点比較式臭袋法)に基づき実施する。



図- 5.12 試料採取状況例(左)、および測定状況例(右)

4) 利用状況調査

専門型モニタリングとして利用状況調査を実施する。

海中道路を利用する人を対象に、平日、休日の時間別の利用人数カウント調査を行う。カウント調査はブロック別(Aブロック、Bブロック、Cブロック、それぞれ北側、南側)に2名程度の調査員を配置し、利用区分ごとの人数を把握する。

利用区分としては、「景観・写真」「潮干狩り・タコ狩り」「釣り」「マリンスポーツ」「ランニング・ジョギング」「サイクリング」の6区分とする。

なお、三角地帯の利用者数の集計については、海中道路西側(南)(Aブロック南)における「ランニング・ジョギング」と「サイクリング」を除いた区分の利用者数の合計したものを用い、海中道路全体の利用者数の集計については全ブロック、全区分の利用者の合計したものを用いる。



図- 5.13 利用状況調査用ブロック分け図

表- 5.19 利用状況調査野帳例

ブロック		A B C (○記入する)			調査員					
調査日時			2019 年 月 日 (曜日)							
時間帯	性別	年齢層	海中道路から眺めている人 写真撮影している人	潮干狩りしている人 タコ狩りしている人	釣りしている人	マリンスポーツ (ヨット、サーフィン等)	計	天候 (○記入する)		
								晴	曇	雨
6時	男	子供					0			
		大人					0			
	女	子供					0			
		大人					0			
8時	男	子供					0			
		大人					0			
	女	子供					0			
		大人					0			

(4) 地域との協働

1) 開催状況調査

専門型モニタリングとしてイベント等実施状況集計調査を実施する。

海中道路自然再生に関する各種イベント(協議会、各種会議、前述した住民参加型モニタリング・イベント型モニタリング等)の実施状況を把握し、実施した回数および参加した地域住民数をカウントし、海中道路自然再生事業において地域との協働状況が継続できているかどうかを確認する。

5.4.5 モニタリング結果の活用

モニタリングは、本事業で実施される施策の効果を検証するために実施するが、自然を対象にした事業である特性上、どうしても想定通りの効果が現れない事態も想定される。

そこで、モニタリング結果を事業の「順応的な管理」のために活用する。

具体的には、モニタリング結果を協議会等に随時報告し、施策の効果が想定通り現れていない場合は、施策内容の中止、変更、修正等を含めた議論を行うことを想定する。

その際には、必要に応じて専門家等も交え、科学的な検討を行うことが望ましい。

海中道路周辺海域自然再生における順応的な実施手法の基本概念を図- 5.14 に示した。

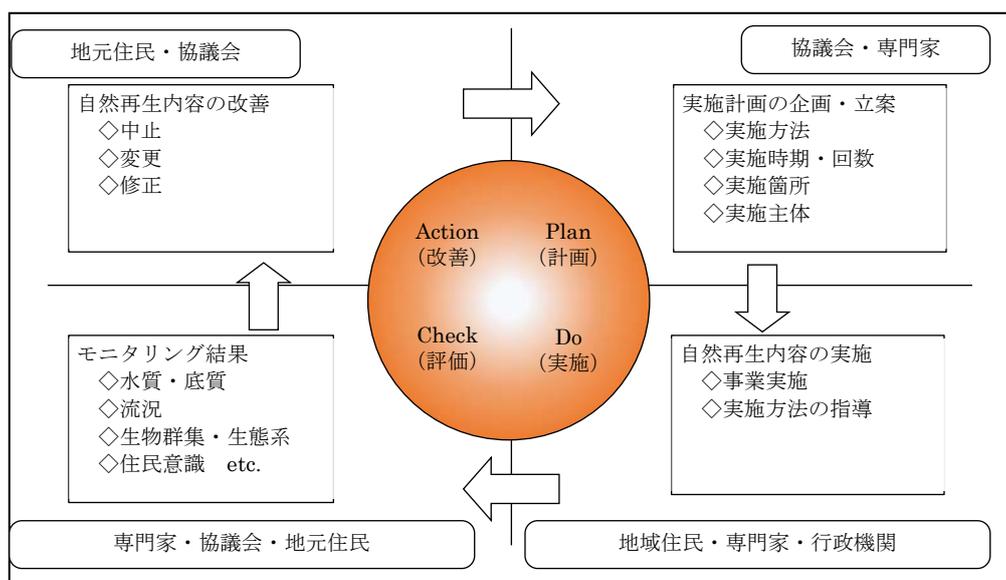


図- 5.14 順応的な実施手法の基本概念図

5.5 便益分析の実施

5.5.1 手順書の作成

沖縄県においては、便益分析を「環境経済評価を踏まえた便益計測の指針」(H27.3) (以下、「指針」) に基づき行うこととされており、「指針」の巻末資料には便益計測の例が示されている。ただし、本事業にそのまま他事業の例が適用出来るわけではないことから、本事業にあわせた具体的な「手順書」を作成した。「手順書」の構成を表- 5.20 に示す。

表- 5.20 手順書の作成

項目	手順書の概要
①対象となる便益の分類	事業が及ぼす効果について、インフラ整備による機能効果（ストック効果）と波及効果（フロー効果）に分け、便益をうける対象を分類した表形式で整理し、本事業で対象とする便益を明確化する。
②評価手法の検討	指針にならないCVMを前提とする。 以下の①②を整理することでCVMの妥当性を示す。 ①指針記載の例以外の、国土交通省・環境省の類似の自然再生事業の評価手法を整理 ②TCM等その他の手法の適用がふさわしくない理由を整理
③調査手法の選定、便益の集計範囲の設定	郵送調査（電話帳・住民基本台帳）、WEB調査、その他手法（自治会への依頼等）の調査手法のメリット・デメリットを整理。 事前調査の実施方法、本調査の実施方法を具体的に記載。 便益の集計範囲（アンケート配布範囲）として、事前調査の配布範囲の設定方法、事前調査結果をもとに本調査のアンケート配布範囲を設定する方法を記載。
④標本抽出、アンケート調査票の作成	統計的妥当性を有する標本数の設定方法を記載。 アンケート調査票は「依頼文」「事業説明資料」「アンケート本文」の3つの構成とする。 特に事業説明資料は、自然再生事業が及ぼす効果をわかりやすく整理するイメージ（自然環境が改善している状況、利用者が増加している状況等）を視覚的に示す方法を記載。
⑤アンケート配布・回収・集計・分析	アンケート配布方法（郵送調査・WEB調査）の留意点、回収率向上のための具体的な方法、回答結果の有効回答・無効回答の判定方法を記載。
⑥支払意思額（WTP）の算出、便益の算出	支払意思額の算出方法、便益の集計範囲の世帯数の整理方法を記載。

作成にあたっては、国土交通省の自然再生事業に関する最新の基準「河川に係る環境整備の経済評価の手引き 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 平成31年3月」(以下、「手引き」) の内容に準拠した。また、指針は便益計測に関連することのみ記載されており、費用(C)の算定、経済性の評価(B/C)の算定方法は他マニュアルを参照することとされている。事業の評価にあたって、費用(事業費、維持管理費)及びB/C算出に必要な資料や算出方法を整理し、B/C算出までの作業をスムーズに実施できるようにした。

(1) 対象となる便益の種類

自然再生事業を実施することによる事業の効果は、事業実施前の効果と事業実施後の効果の差（事業を実施することにより増加する価値）となる。

環境の財としての価値は、一般的に利用価値（その環境を利用することによって便益をもたらすもの）と非利用価値（直接にその環境を利用しない者にも便益をもたらすもの、例えば天然記念物や世界遺産のように、それが存在すること自体に価値があるとされるもの）に大別される。

事業の便益計測とは、事業の有無でこれらの価値がどれほど変化するかを貨幣換算して把握することである。まず、事業が及ぼす効果（評価の対象）について、図- 5.15 に示すインフラ整備による機能効果（ストック効果）か波及効果（フロー効果）かを分類する。

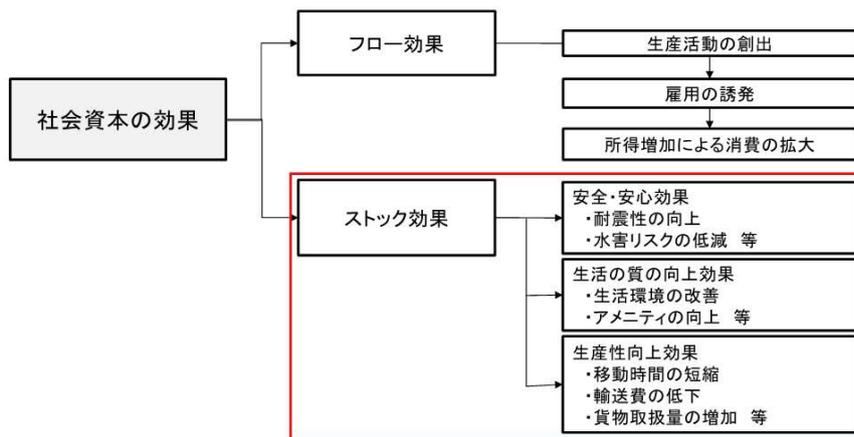


図- 5.15 ストック効果

出典：国土交通省ホームページ「インフラストック効果とは」

ストック効果例を図- 5.16 に示す。効果は定性的ではなく定量的に評価出来るものが望ましい。公共事業の評価は、過大な評価を避けるため、ストック効果のみを評価することが安全である。



図- 5.16 ストック効果の事例【沖縄県 浦添北道路・臨港道路浦添線（浦添市）】

便益をうける対象を分類した表形式で整理し、本事業で対象とする便益を明確化する必要がある。整理の方法として、「ダム周辺環境整備事業における費用便益分析の手引き（案）」（財）ダム水源地環境整備センター（平成16年3月）に便益帰着構成表を活用した例が示されている。便益帰着構成表の整理例を表-5.21に示す。縦軸に効果、横軸に主体を並べて整理している。

表-5.21 室生ダム貯水池水質保全事業の便益帰着構成表

効果		主体	用水利用者				内水面漁業者	ダム湖利用者	居住者	被雇用者	事業者		土地等所有者	国・地方公共団体	合計	
			上水利用者	工水利用者	農水利用者	発電事業者					ダム周辺の観光関連事業者	その他事業者				
直接効果	環境	ダム貯水池の水質(富栄養化等のこと)の改善	+		+		+	+						+	+	
		ダム湖畔の景観の改善						+	+						+	
		水棲生物の生息環境の改善													0	
		鳥類や植物等の生態系の改善													0	
	地域経済	観光関連需要の増加									+	-			0	
		雇用・所得の増加								+	-				0	
		資産価値の増加							-		-		+		0	
	公共	公共	税収の増加							-	-	-		-	+	0
		事業共	事業費	建設費の支出												-
	維持管理費の支出														-	-
合計			+		+		+	+	+	+	-	+	+	+		

注1)「+」は正の効果、「-」は負の効果、横軸合計の「+」の効果は当該事業の便益を表す。
 注2)縦軸合計の「+」と「-」は、水質保全対策事業を実施した際に予想される便益の傾向を表す。また、特に強調された「+」は、当該事業によって大きな便益が予想される主体であることを表す。

出典：第7回近畿地方ダム等管理フォローアップ委員会資料

参考論文：便益帰着構成表アプローチの現状と発展方向について 上田 孝行，高木 朗義，森杉 壽芳，小池 淳司 運輸政策研究,1999

自然再生事業は非利用価値が主体であり、事業の及ぼす効果は日常的利用（住民）が中心であるため、基本的には住民を対象とした便益を算出する。ただし、近隣には海中道路が存在し、観光客を中心とした非日常的利用も存在する。事業により観光客が増加する可能性も存在する。そちらは事業による副次的効果としてアンケート調査の事業説明資料に観光客の増加を想定される効果として追加することで、観光客の増加による便益も把握することが出来る。

また、別途対面アンケートを実施することにより、海中道路を利用する観光客を対象とした便益のみを評価することも可能である。この場合は、観光入込客統計や周辺の拠点施設での実測値等を活用し、観光客の実数等、詳細なデータを入手することが必要になる。

観光客を対象としたアンケートを実施するにあたっては、「日帰りと宿泊客の把握」「季節変動」「住民と観光客の分離」「旅行目的の分離」「訪日外国人の取り扱い」等に留意し、事業箇所での観光客の現況を把握した上で実施する必要がある（詳細は手引き別冊第2編2-5参照）。

沖縄県指針と本事業での便益評価対象の比較を表- 5.22 に示す。過大な評価を避けるため、自然再生事業において目標、施策が設定されており、具体的な効果が見込める便益を対象に評価を行う。

表- 5.22 本事業の目標と評価対象

指針記載の便益	本事業の目標－施策	評価対象
生態系や自然環境の保全・復元・創造等	生態系保全のための取り組み－生物多様性の保全・再生	対象
生活環境の維持・改善	水質改善のための取り組み－水環境の早期改善の推進	対象
人と自然の豊かな触れ合い活動の場の提供	親水性向上のための取り組み－周辺海域の新たな活用と地域経済への貢献	対象
施設や空間などの利用の増進	地域との協働のための取り組み－環境教育（学習）の推進	対象
地域資源の観光としての価値	－	対象（波及効果とも想定されるが、現時点で観光としての価値が生じており、その他の手法と一緒に評価する。）
市民文化や地域文化の保全・継承	－	対象外
景観の保全・改善	三角地帯の改善等を行うことにより関連して効果が生じる	対象

(2) 評価手法の検討

事業を評価する手法を選定する。環境に係る事業は、一般的に仮想的市場評価法（CVM）、旅行費用法（TCM）、代替法等を用いる事例が多い。環境省では、「自然公園等事業に係る事業評価手法（平成25年8月20日改正）」に具体的手法が記載されており、TCM、CVM、コンジョイント分析の手法が示されている。

本事業は自然再生事業であり、生態系の保全や景観の改善等の非利用価値を有している。このため、利用価値を中心として評価するTCMを適用することはふさわしくない。指針では、図- 5.17に示すとおり事業による便益が「生態系や自然環境の保全・復元・創造等」に分類される場合、CVM、代替法から決定することを推奨しているが、適切な代替財がないため、代替法は適用できない。よって、評価手法はCVMを用いることとする。

事業による便益が「生態系や自然環境の保全・復元・創造等」に分類される場合

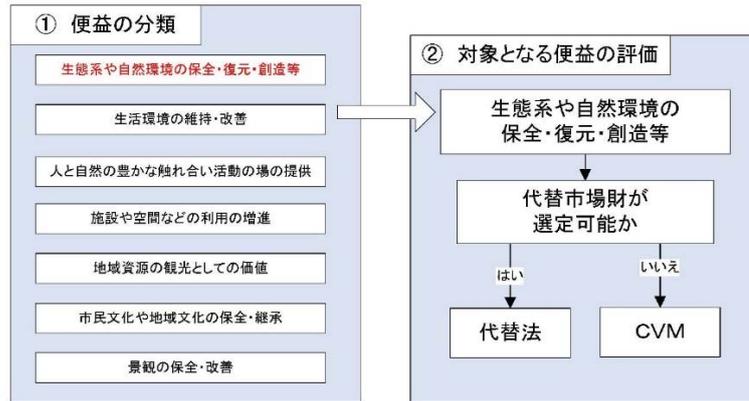


図- 5.17 評価指標の選定フロー [生態系や自然環境の保全・復元・創造等]

出典：環境経済評価を踏まえた便益計測の指針 平成 27 年 3 月 沖縄県環境部環境政策課

CVM 実施時には、表- 5.23 に示すチェックリストを活用すると良い。

表- 5.23 CVM チェックリスト

手順	内容	最低限確認すべき事項 (チェックポイント)	check
①CVM 適用可否の検討	CVM 適用可否の検討	評価手法の選定フローで確認したか。	
②調査方法の設定	調査範囲の設定	既存の調査事例や事前調査の結果等をもとに便益の集計範囲を予想した上で、その範囲を含むように調査範囲を設定したか。	
	調査方法の設定	複数調査方法を比較検討した上で、母集団に対する偏りが少ない調査方法（標本 DB、補正方法）を設定したか。	
③調査票の作成	金額を尋ねる方法の設定	受入補償額ではなく支払意思額を尋ねたか。	
	支払手段の設定	複数の支払手段を比較検討した上で、回答者にとって分かりやすくバイアスの小さい支払手段を設定したか。	
	回答方式の設定	回答方式として多段階二項選択方式を用いたか。	
	提示額の設定	最小提示額のゼロ円をなくしたか。最大提示額については前回調査結果のみではなく、他の既存事例も参考に設定したか。	
仮想的状況の設定	仮想的状況の設定	事業を実施する場合としない場合（あるいは継続する場合としない場合）の両方の状況を示したか。	
		事業の効果を過大に見せたり、悪化することが考えられる要因を過小に見せたりせずに仮想的状況を設定したか。	
④事前調査の実施	事前調査の実施または既存事例の確認	事前調査または既存事例の確認を行い、本調査実施前に調査票の分かりやすさ、支払意思額の回答の幅を確認したか。	
⑤本調査の実施	標本数の確保	分析に必要な標本数を確保したか。	
⑥便益の推計	支払意思額の確定	異常回答の排除を行い、過大にならないように支払意思額を推定したか。特に支払意思額の代表値として平均値を用いる場合は、最大支払提示額で裾切りを行ったか。	
	集計範囲の設定	集計範囲の設定根拠を明らかにし、過大にならないように配慮して便益を推計したか。	

出典：河川に係る環境整備の経済評価の手引き 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 平成 31 年 3 月

(3) 調査手法の選定、便益の集計範囲の設定

調査手法は表- 5.24 に示す手法が存在し、各手法に特徴がある。

表- 5.24 標本データベースの特徴

データベース	標本の 代表性	情報の 新しさ	抽出に要する 時間・費用	個人情報 の取扱い	総括
WEB アンケート	△	◎	◎	○	◎ 標本の偏りに注意が必要、回答の信頼性に注意が必要、WEB アンケート会社の選定に注意が必要、時間・費用面のコストが小さい。
住民基本台帳	◎	◎	△	○	◎ 時間、費用面での制約がなければ最適
電話帳	△	△	◎	△	○ 標本の偏りに注意が必要
選挙人名簿	◎	○	○	△	○ 自治体によっては閲覧不可の場合あり

出典：河川に係る環境整備の経済評価の手引き 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 平成 31 年 3 月

本事業では周辺人口の分布や事業実施による訪問者の訪問範囲のひろがり不明であることから、簡便に調査できる WEB 調査を積極的に活用することとし、必要に応じ郵送調査を併用する。

便益の集計範囲の設定は、事業の効果の及ぼす範囲（受益範囲）とし、事前調査、本調査の 2 段階で調査を実施する（図- 5.18）。受益範囲は事前調査で広範囲（沖縄県全域）を設定し、回答のあったアンケートのうち、地域や事業を知っているか（認知度）を距離毎に集計し、距離毎の減衰傾向の変化点で本調査範囲を絞り込む（図- 5.19）。アンケートの結果、認知度の変化が明確にみられなかった場合は、支払意思額の距離毎の変化点、生活圏等、他の条件を設定して本調査範囲を設定する。その他、事前調査は便益の集計範囲の設定以外に、「調査票の分かりやすさの確認」「支払意思額の回答の幅の確認」の目的でも使用するため、一定の標本数を確保することが望ましい。

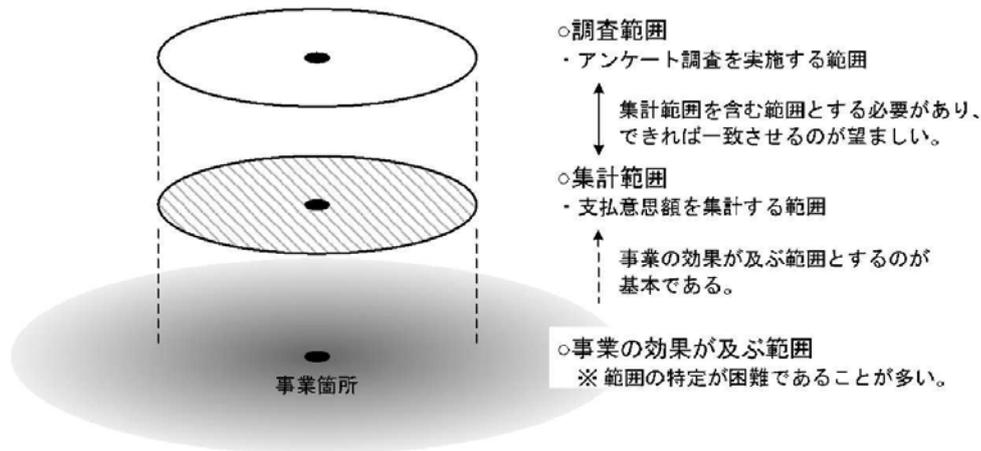


図- 5.18 範囲の設定の概要

出典：仮想的市場評価法（CVM）適用の指針，平成 21 年 7 月，国土交通省

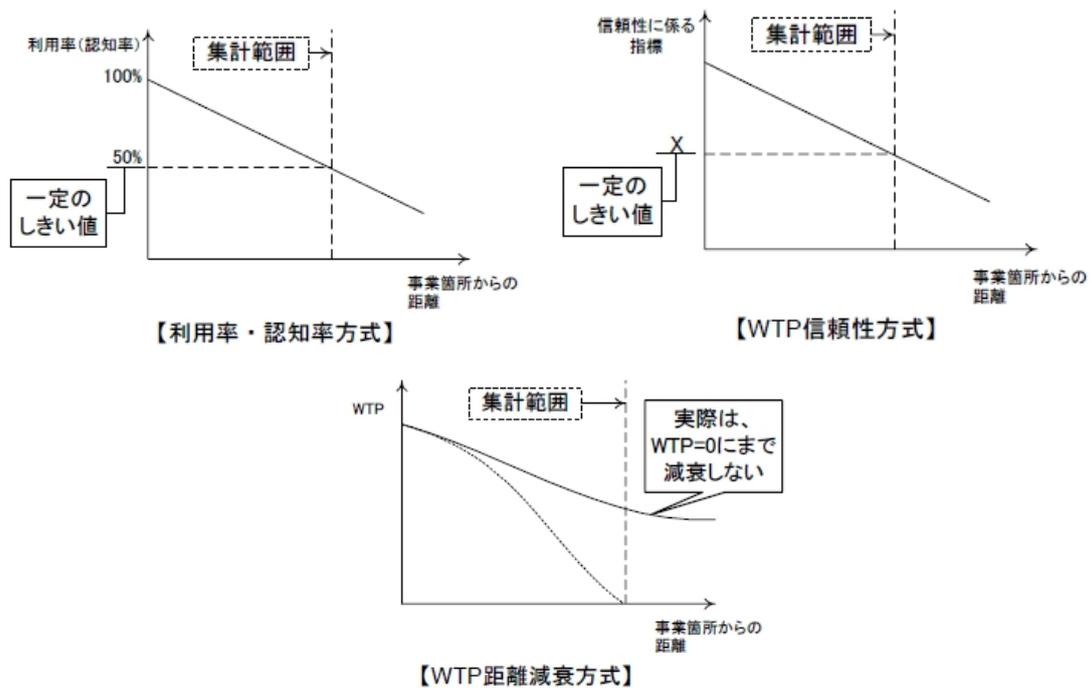


図- 5.19 距離別の減衰傾向の例

出典： CVM を適用した河川環境整備事業の経済評価の指針(案)，河川環境整備に関わる CVM を適用した経済評価検討会 P62

(4) 標本抽出、アンケート調査票の作成

標本抽出は WEB モニターを多数保有し、国勢調査等を基に算出した事業範囲内の年齢構成と比較し、大きく相違していない WEB 調査会社を複数社から選定する。WEB モニターは若年齢層に偏る傾向があるため、配布段階で国勢調査の年齢構成と WEB モニターの年齢構成との年齢分布を近似させる等の偏りの補正を行う (図- 5.20)。アンケート調査票は、3 点 (依頼文、事業説明資料、アンケート本文) の構成とする。アンケート本文は、事業実施前 (現況) の写真と事業実施後 (将来) のパース図をもとに事業を行った場合を想定し、いくら負担金を支払うかを複数の選択肢から選択してもらう。本事業によるアンケート調査票のイメージ (依頼文、事業説明資料、アンケート本文) は実施計画(案)に示している。

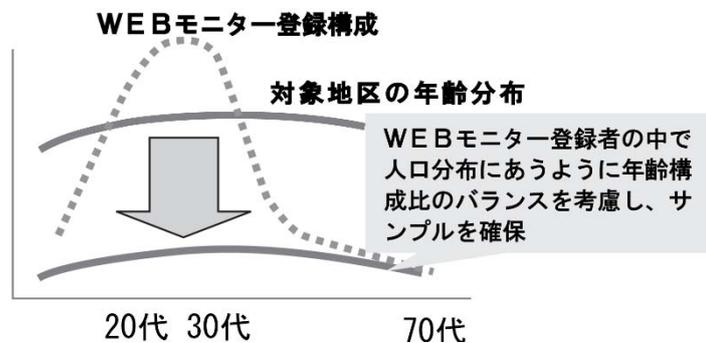


図- 5.20 年齢構成の補正イメージ

出典：河川に係る環境整備の経済評価の手引き 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 平成 31 年 3 月

(5) アンケート配布・回収・集計・分析

本調査での回収する標本数は住民基本台帳では有効回答数 300 票を目標とする。WEB 調査では、短時間での回答等、無効回答を棄却する必要があるため、WEB モニター数が調査範囲内に多く存在する場合は、なるべく多く確保すること（400 票程度）が望ましい【配布数は、必要標本数÷回収率÷有効回答率から設定する】。WEB 調査はパソコン、タブレット、スマートフォン等、多様な手法で回答できるため、目標標本数が増加した場合でも回収時間は大きな変化はない。反面、住民基本台帳は申請手続き等に時間を有するため、標本数の急激な増加は避けるべきである。

なお、事前調査での回収目標標本数は特に定めない。回収した標本（サンプル）から、記入内容が不明確なサンプル（無回答）等を除き、有効回答を算出する。

(6) 支払意思額（WTP）の算出、便益の算出

アンケート調査で計測した WTP をもとに、以下の式で便益を算出する。

$$\text{便益} = \text{計測した WTP} \times \text{集計世帯数} \times \text{評価期間}$$

便益計測に用いる WTP の代表値としては、平均 WTP を用いることとし、推定するには、モデルによる推定を行わない方法（ノンパラメトリック法）ではなく、パラメトリック法（モデルを用いた算出手法）を用いることを推奨する。パラメトリック法の推定には「Excel でできる CVM 栗山浩一」等を活用して算出することが出来る。

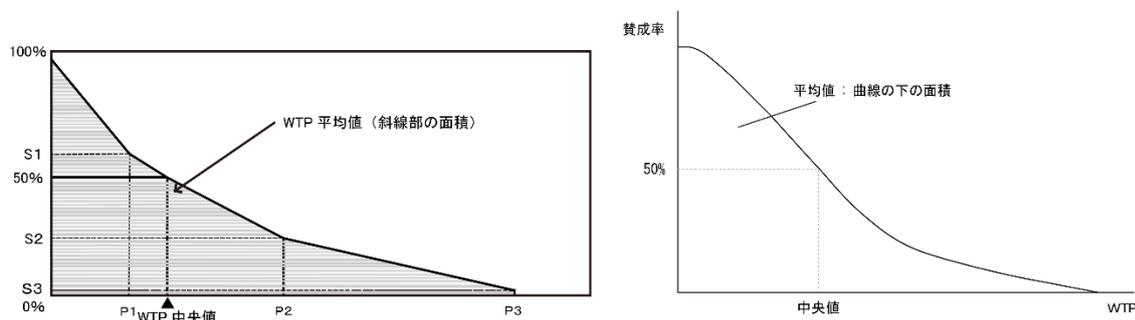


図- 5.21 WTP の推定方法（左：ノンパラメトリック法、右：パラメトリック法）

出典：河川に係る環境整備の経済評価の手引き 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 平成 31 年 3 月

5.5.2 便益計測以外の費用（C）及び経済性の評価（B/C）の項目の手順書への記載

費用（事業費、維持管理費）及び B/C 算出に必要な資料や算出方法を整理し、手順書に具体的手順を加えた。

まず、費用便益分析の評価指標として、一般的に純現在価値（NPV）、費用便益比（B/C）、経済的内部収益率（EIRR）が多く用いられている。各指標の概要を表- 5.25 に示す。

表- 5.25 費用便益分析の主な評価指標と特徴

評価指標	定義	特徴
純現在価値 (NPV : Net Present Value)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^{t-1}}$	<ul style="list-style-type: none"> 事業実施による純便益の大きさを比較できる。 社会的割引率によって値が変化する。
費用便益比 (CBR : Cost Benefit Ratio) ※以下、B/C と表記	$\frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+i)^{t-1}}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+i)^{t-1}}$	<ul style="list-style-type: none"> 単位投資額あたりの便益の大きさにより事業の投資効率性を比較できる。 社会的割引率によって値が変化する。 事業間の比較に用いる場合は、各費目（営業費用、維持管理費用、等）を便益側に計上するか、費用側に計上するか、考え方に注意が必要である。
経済的內部収益率 (EIRR : Economic Internal Rate of Return)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i_0)^{t-1}} = 0$ となる i_0	<ul style="list-style-type: none"> 社会的割引率との比較によって事業の投資効率性を判断できる。 社会的割引率の影響を受けない。

ただし、 n : 評価期間、 B_t : t 年次の便益、 C_t : t 年次の費用、 i : 社会的割引率

出典 : 河川に係る環境整備の経済評価の手引き 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 平成 31 年 3 月

評価基準年（事業評価をうける年）を決定し、単年度の便益を算出し、事業期間及び事業実施後（自然再生事業は、モニタリング終了から 50 年の設定が多い）の評価期間を設定し、費用を算出する。あわせて、最新のデフレーター（物価変動）を内閣府等の公表資料から入手しておく。これにより、割引率（通常は 4%）を加味することで B/C を算出することが出来る。

便益／費用 > 1.0 以上であることが事業妥当性の目安となる。また、その他全体事業とは別に、残事業の B/C、感度分析を算出する必要がある。

感度分析は主に需要（便益）、残工期、残費用を ±10% の変動幅で算出し、事業妥当性の判断に用いる。整理イメージを図- 5.22 に示す。

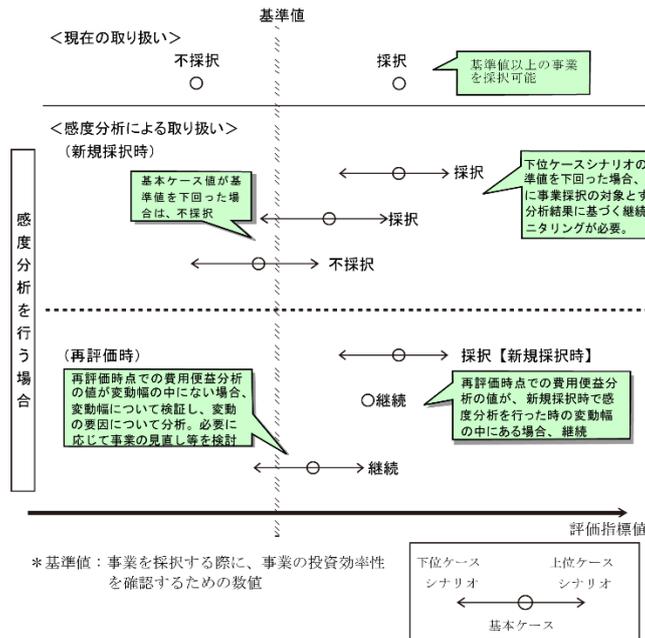


図- 5.22 感度分析結果の取り扱い

出典 : 河川に係る環境整備の経済評価の手引き 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 平成 31 年 3 月

費用については事業計画資料や近隣の類似事業等を活用し、工事費、間接経費、用地費、補償費、工事諸費、維持管理費等の細分化された費用の実績データとその単価を事業者を確認した上で入手することが必要となる。その際は消費税の有無も確認しておく。

B/Cの算出、事業評価関連資料の作成にあたっては、類似事業を「国土交通省事業評価カルテ (<https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/jghks/chart.htm>)」等から検索し、各種整理様式等を参考にすることが望ましい。

5.6 その他

その他の事項として、当事業を推進するにあたって、継続的な推進および持続的な取り組みとなるよう、グリーンインフラやSDGsの取り組みについて、記述する。

5.6.1 グリーンインフラへの取り組み

(1) グリーンインフラとは

平成27年度に閣議決定された国土形成計画、第4次社会資本整備重点計画では、「国土の適切な管理」「安全・安心で持続可能な国土」「人口減少・高齢化等に対応した持続可能な地域社会の形成」といった課題への対応の一つとして、グリーンインフラの取組を推進することが盛り込まれた。

グリーンインフラは、自然環境が有する機能を社会における様々な課題解決に活用しようとする考え方である。一般的な定義は「グリーンインフラとは、社会資本整備や土地利用等のハード・ソフト両面において、自然環境が有する多様な機能を活用し、持続可能で魅力ある国土・都市・地域づくりを進める取組」とされる。下図は、地域の課題を解決するグリーンインフラの考え方を示したものである。

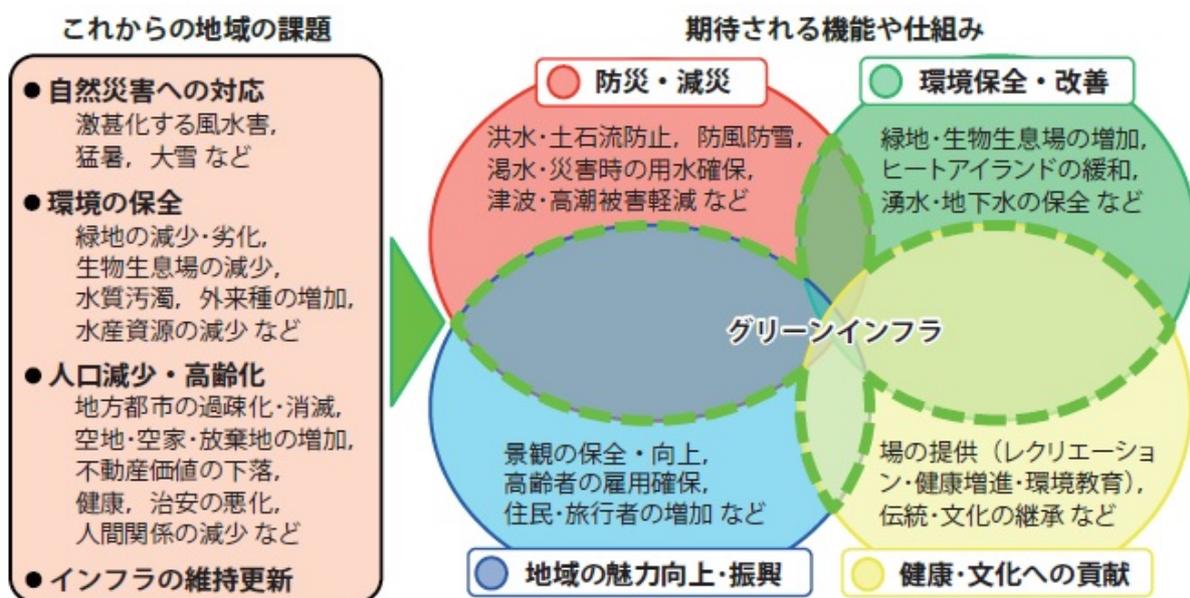


図- 5.23 グリーンインフラの考え方① 国土交通省 HP

これからの地域の課題

自然災害への対応

- ・頻発する台風・局地的大雨による洪水・土砂災害
- ・都市のヒートアイランド現象の進行や夏季の猛暑
- ・大地震による津波や台風による高潮
- ・大雪による日常生活への影響
- ・夏季の渇水や災害発生時の生活用水の確保



環境の保全

- ・森林の伐採などによる緑地の減少
- ・生物の生息場の減少
- ・外来種の増加など緑の質の低下
- ・地球温暖化などの気候変動による生態系や生活環境への影響
- ・河川などの水質汚濁や水産資源の減少・劣化



人口減少・高齢化への対応

- ・インフラの維持管理
- ・地方都市の過疎化・消滅
- ・土地など不動産価値の下落
- ・高齢者の雇用確保
- ・放棄地の増加
- ・健康増進
- ・食料の安定供給



グリーンインフラに期待される機能やしくみの例

防災・減災

～自然災害からまちや暮らしを守ります～

- 雨水を緑地に浸透させ洪水防止
- 土砂・流木をせき止める施設で土石流の被害軽減



- 堤防の周囲に樹林を配置して津波や高潮の被害を軽減
- 樹林などによる防風
- 斜面に樹林などを配置して、落石や雪崩防止
- 公園の樹林による大規模火災の延焼防止・火災旋風の被害防止

環境保全・改善

～人にも生物にも暮らしやすい環境にします～

- 緑地をつくり、野鳥などの生物の生息・生育場を提供
- ヒートアイランド緩和



- 雨水の地下浸透を行い、湧水や地下水を保全
- 道路に降った雨水排水を湿地などで水質浄化
- 草地や樹林で土壌侵食の発生・飛散を防止、大気汚染物質を浄化
- 樹林や地形により騒音を低減

地域の魅力向上・地域振興

～地域を魅力あるまちにします～

- ボランティア活動などによるコミュニティ(地域社会)の形成
- 緑化や多自然川づくりなどによる景観の改善・向上



- グリーンインフラの維持管理、エコツアーの説明員など雇用の創出
- 地域の魅力向上による住民の増加、エコツアー参加者の増加など
- 環境に配慮した街づくりなどにより、建物などの資産価値が上昇
- 水田や畑を建物の屋上や敷地内につくり食料を生産

健康・文化への貢献

～人々が安らぎ、地域の自然や伝統を伝えます～

- 川遊びや虫取りなどのレクリエーションの場を提供
- 快適に散歩やジョギングができる健康増進の場を提供



- ビオトープや干潟などで子供たちが生物観察などの環境教育
- 里地・里山の自然・土地利用・生活文化・食文化の維持継承などの伝統文化の継承

あなたの地域には、どのようなグリーンインフラがあるでしょうか？

図- 5.24 グリーンインフラの考え方② 日本建設業連合会

(2) 本自然再生事業が取り組む意味

海岸事業では、コンクリートなどの様々な人工物（グレーインフラ）や「海浜」と定義されている砂泥などの自然資本（グリーンインフラ）から構成されている。「海浜」という場においては、これまで砂浜や干潟、藻場といった浅場の保全や再生が実施されてきた。

コンクリート（グレーインフラ）には寿命があるが、グリーンインフラと言われる自然資源を活かしたインフラは、人が関われば寿命はとて長くすることが出来るうえ、自然環境にも優しい。

よって、今後本自然再生事業で工事等を伴う際には、自然の機能を上手に活かしながら、多様な効果を生み出すグリーンインフラの導入を進めることが事業の目的にふさわしいと考える。

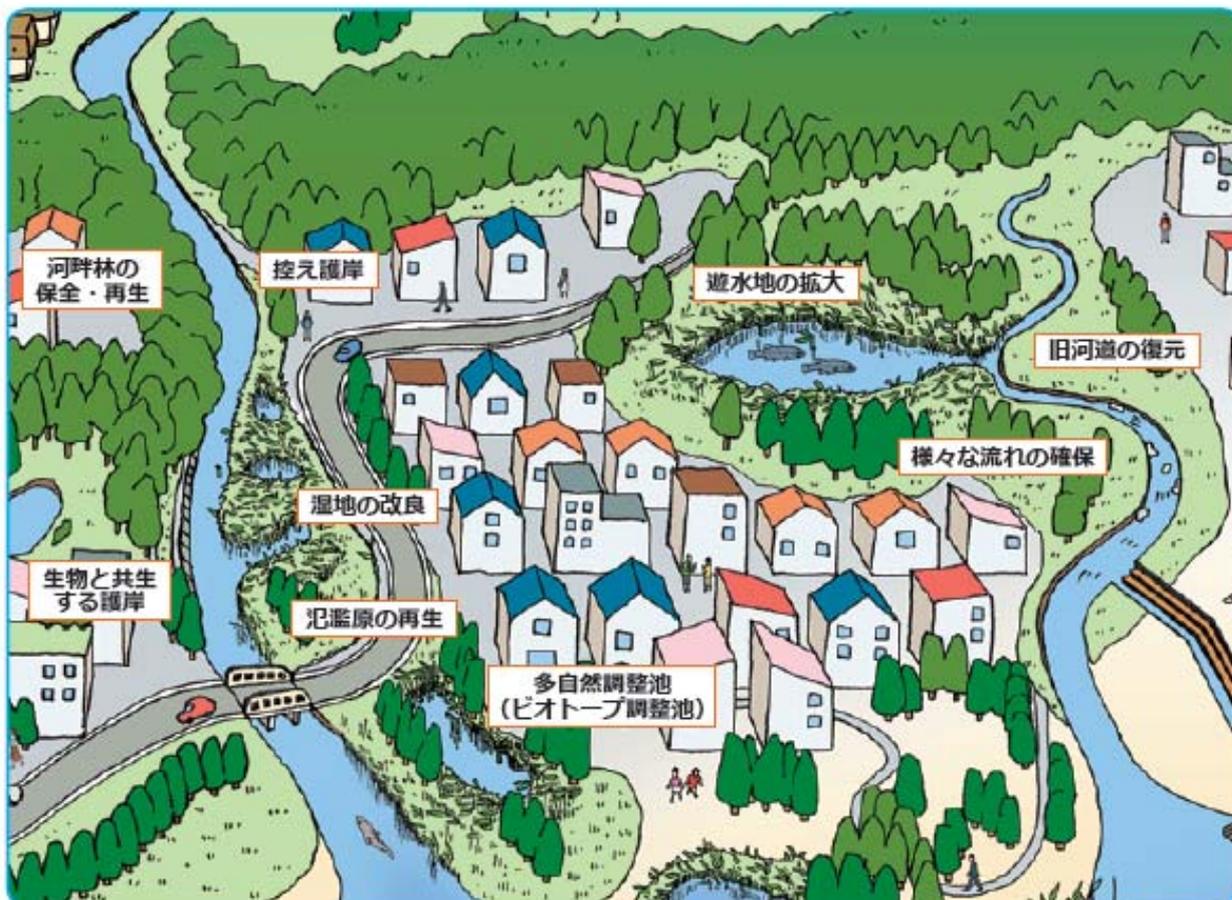
以降に、水辺や海におけるグリーンインフラの考え方の参考資料を示す。（出典：日本建設連合会 HP より）



図- 5.25 海におけるグリーンインフラとグレーインフラの違い

水 辺

川などの水辺は、自然のしくみを活かしたさまざまな対策を行うことで、洪水などの防止や被害の軽減ができます。また、緑地や湿地、遊水地といった多様な水辺環境をつくることで、動植物の生息地の復活や生物多様性の保全も可能になります。



生物や景観に配慮した河川

洪水の被害を少なくするために、護岸のかさ上げや改修などが行われています。川幅を広げて樹林や石などを配置するなどして、人にも生物にも優しい環境を作ります。

河畔林の保全・再生

木陰や隠れ場所などができたり、水生生物の餌となる落葉などが供給され、水辺が豊かになります。(岩手県元町川¹⁰⁾)



様々な流れの確保

置き石や寄せ石などで流れに変化を持たせ、様々な生物のための環境を作ります。(岩手県元町川¹⁰⁾)



生物と共生する護岸

寄せ土や石積み護岸などにする事で、生物が暮らしやすい環境になります。(ホテル護岸：山口県一の坂川¹¹⁾)



控え護岸

護岸前面の寄せ土などで護岸を隠し、水際植物の繁茂により、生物が暮らしやすい環境を作ります。(岩手県元町川¹⁰⁾)



図- 5.26 水辺や海におけるグリーンインフラの考え方1(出典：日本建設連合会 HP より)

多様な生物が暮らせる遊水地・調整池

洪水を防ぐため、雨水や川の水を一時的に貯めるため池として調整池や遊水地が設けられます。多目的な利用や生物の生息に配慮することで、多様な生物が暮らせる水辺環境や人にも心地よい水辺空間になります。

遊水地の拡大

遊水地を環境に配慮しながら広げることで、多様な水辺空間を作り出し、様々な生物が暮らせる水辺になります。
(栃木県・群馬県・茨城県・埼玉県 渡良瀬遊水地¹²⁾)



多自然調整池（ビオトープ調整池）

住宅地や工場などの調整池を、親水空間として整備することで、人が自然と触れ合えるだけでなく、生物にも暮らしやすい空間になります。
(左：福岡県上西郷川¹³⁾、右：群馬県太田市¹⁴⁾)



湿地の復元・再生

宅地などの開発、河川の直線的な改修、周囲の乾燥化などにより、雨水をゆっくり地下に浸透させたり、一時的に貯めたりする湿地が少なくなってきました。そのため、そこに暮らす動植物の生息場も減ってきています。湿地を復元・再生し、大雨時の水を貯められる面積を増やすとともに、多様な生物の生息環境を作ります。

氾濫原の再生

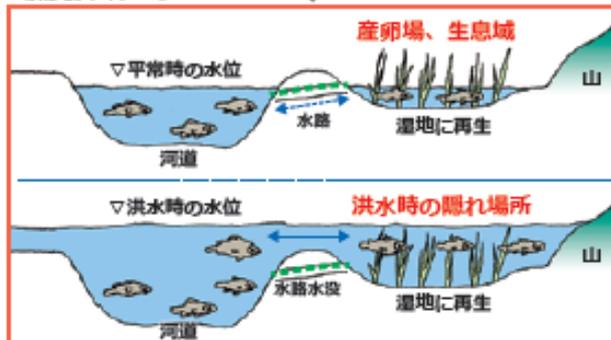
田んぼを川とつながる湿地に戻すことで、魚の産卵場所や人と生物が触れあえる場所になります。
(佐賀県松浦川アザメの瀬¹⁵⁾)



改修前のイメージ

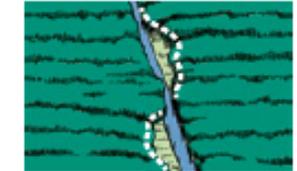


改修後のイメージ



旧河道の復元

河川改修で直線になった川を従来の曲がりくねった川に戻すことで、数多くの生物が暮らせる、自然豊かな湿原に戻すことができます。
(北海道釧路川・釧路湿原¹⁶⁾¹⁷⁾)



湿地の改良

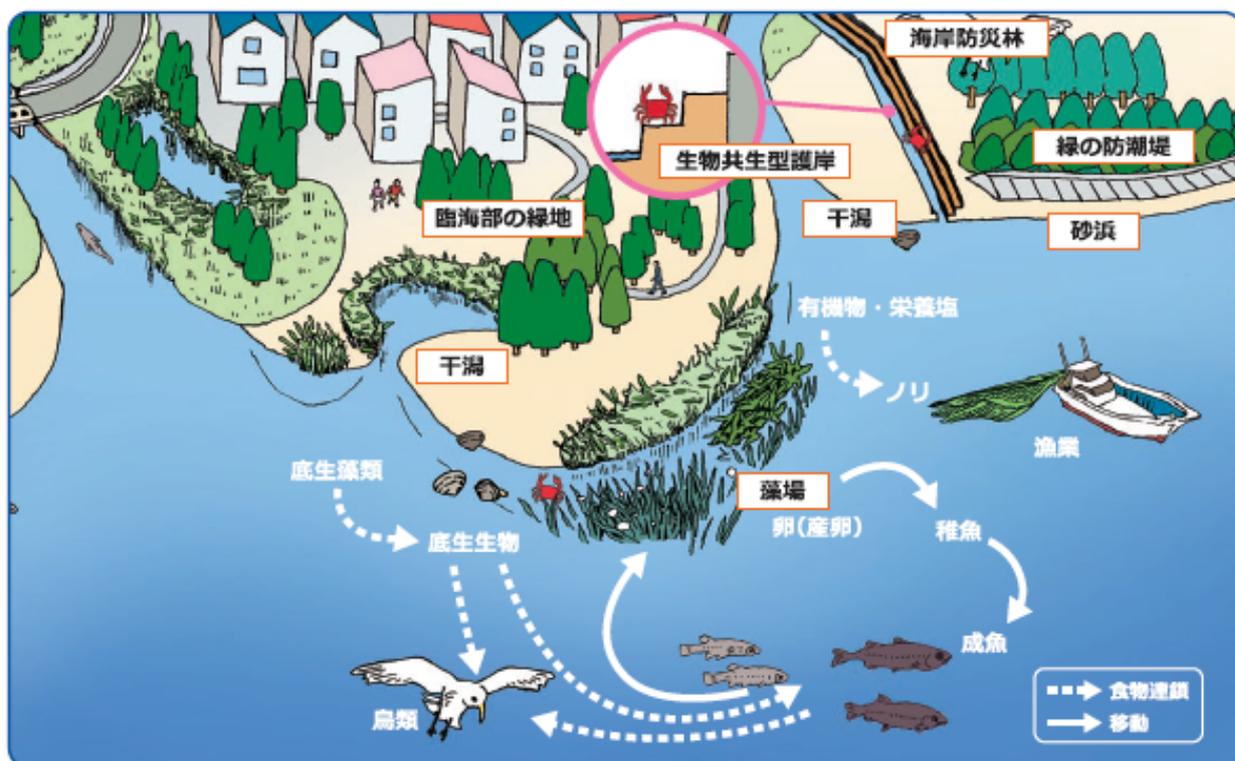
湿地の乾燥が進んだ場所で元々の地形にならって深さなどが異なる水辺環境を作ることによって、湿地を再生できます。
(岡山県錦海ハビタット¹⁸⁾)



図-5.27 水辺や海におけるグリーンインフラの考え方2(出典：日本建設連合会 HP より)

海 辺

高潮や津波などの災害からまちを守るしくみに、自然の働きを取り入れることで、安全なくらしや海辺がもたらす癒し、海草（アマモなど）、海藻（ワカメなど）や貝類、魚、水鳥などさまざまな生物が生息できる豊かな海を保つことができます。



海の生物が利用できる護岸

高潮や津波からまちを守るため、海岸の多くは直立護岸が整備されていますが、生物の生息には必ずしも適していません。こうした護岸に緩やかな傾斜や干潟（潮が満ちると水面下にかくれ、潮が引くと現れる平らな砂や泥などからなる地形）などの要素を取り入れることで、海辺の背後に広がる人々のくらしを守るだけでなく、生物が生息できる場を拡大し、人々に親しみやすい海辺を提供します。

生物共生型護岸

新たに造る護岸や、すでにある直立護岸の前面などに、たとえば階段状の干潟と石などを配置して緩やかな傾斜をつくることで、アサリやカニなどの動物が生息できる場や、海藻が生育しやすい場を提供します。ここではさまざまな生物が身近に観察でき、市民などの環境学習の場としても活用されます。また、波浪や流れの減衰、海岸線の防御などの防災機能も期待されます。（神奈川県 横浜港湾空港技術調査事務所内「潮彩の渚」²⁷⁾）



図- 5.28 水辺や海におけるグリーンインフラの考え方 3(出典：日本建設連合会 HP より)

海辺環境の再生・創出

海辺には臨海部の緑地や、砂で構成される砂浜、波がおだやかな場所に多く発達し泥や砂などからなる干潟、浅い場所に形成する藻場などさまざまな環境があります。これらの環境には、生物の生息、生物による水質浄化、海辺の地形や植物により風や波をやわらげる防災や環境緩和、レクリエーション、環境教育など、いろいろな機能があります。最近では、海草や海藻をはじめとする海の生態系の働きによって大気から隔離し海に貯蔵される炭素が「ブルーカーボン」と呼ばれ、二酸化炭素（地球温暖化の原因の一つ）削減対策として注目されています。²⁸⁾

臨海部の緑地

臨海部では、埋立地などに、都市部の中で比較的広い面積の緑地を整備できる場合があります。多様な鳥や小動物、植物を観察でき、森を身近に体感できる場になります。また樹林により風をやわらげる効果もあり、災害時には避難場所にもなります。（左：兵庫県尼崎の森中央緑地²⁹⁾、右：東京都東京港野鳥公園³⁰⁾）



砂浜、干潟、藻場

砂浜、干潟、藻場は、陸と海の間で環境が連続的に移り変わる特殊な場です。都市の湾奥や運河、地方の漁場でも、こうした場を再生・創出することで、海浜植物や貝、カニ、魚、鳥（シギやチドリなど）といったさまざまな生物が生息可能になります。（左：東京都大森ふるさとの浜辺公園³¹⁾、中央・右：山口県大島干潟³²⁾）



アマモ（海草）とコウイカの卵

植林による海辺の防災・減災

海辺の植林には、高潮などの被害を和らげる効果があります。堤防の周辺に林（シイなど常緑高木やマングローブなど）を設けることで、防災・減災の効果を向上させ、その背後にあるまちと人びとの暮らしを守り、海辺に生息するさまざまな生物を育みます。

海岸防災林

津波や高潮の勢いを弱め、砂浜から飛んでくる砂や風による被害を防ぎます。さらに、森林レクリエーション活動の場を提供し、空気の浄化や美しい景観を維持する役割も果たします。（静岡県三保地区）



緑の防潮堤

堤防と一体的に樹林を設置することで、高潮などにより堤防が壊れるまでの時間を遅らせるとともに、さまざまな生物に生息場を提供し、人々の憩いとなる緑豊かな風景を海岸に保ちます（宮城県内での緑の防潮堤のイメージ図³³⁾）。

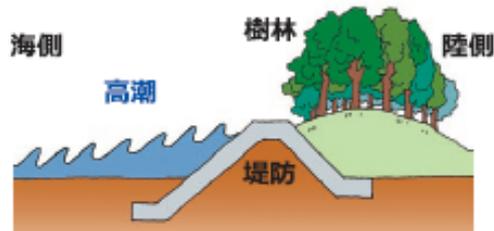


図- 5.29 水辺や海におけるグリーンインフラの考え方 4(出典：日本建設連合会 HP より)

5.6.2 SDG s の実現に向けた自然再生事業への取り組み

本自然再生事業は、前述したグリーンインフラの社会実装の取り組みの一つであるが、この取り組みは世界的潮流である SDG s の実現に向けても寄与する。

うるま市においても SDG s への取り組みが「第2次うるま市まち・ひと・しごと創生総合戦略（令和2年3月公表）」にも掲げられている。

以下には海中道路の自然再生事業が SDG s の 17 のゴールの何と関連するか検討した図を、以降には、うるま市の「第2次うるま市まち・ひと・しごと創生総合戦略（令和2年3月公表）」に掲げられている SDG s の目標達成項目と本自然再生事業が寄与すると考えられる整理を行った。

海中道路の自然再生事業はこの SDG s の推進に大きく寄与する事業であり、うるま市の各種施策と協働して進める必要がある。

本自然再生事業は、前述したグリーンインフラの社会実装の取り組みの一つであるが、この取り組みは世界的潮流である SDG s の実現に向けても寄与する。



図- 5.30 海中道路の自然再生事業と SDG s の関係（案）

◆SDGsの17の目標と「第2次市総合戦略」の各施策の関連をまとめました。

本事業がうるま市のSDGsに寄与する事例	総合戦略	1 魅力ある安定した雇用の場を創出する			2 本市への新しいひとの流れをつくる		3 結婚・出産・子育ての希望をかきえる			4 快活で安心して暮らせるまちをつくる		
	基本目標	1-1 商工業の活性化支援	1-2 観光産業の活性化と高層化	1-3 観光関連産業の活性化	2-1 移住・定住の促進	2-2 企業の新規参入と就業拡大	3-1 結婚支援	3-2 妊娠・出産・子育ての切れ目のない支援	3-3 教育環境の充実	4-1 利便性と快適性を向上させる基盤の整備	4-2 生活サービスの機能の充実	4-3 安全・安心なまちづくり
SDGs 17の目標												
	目標1 貧困をなくそう	●						●	●			
多様な生態系の創出により水産業が盛んになる	目標2 飢餓をゼロに		●					●				
快適な空間やレクリエーション機能の向上に寄与	目標3 すべての人に健康と福祉を							●			●	
環境学習などの機会の提供	目標4 質の高い教育をみんなに								●			
	目標5 ジェンダー平等を促進しよう							●				
海の水をきれいにする機運が下水を清涼にする	目標6 安全な水とトイレを世界中に									●		
	目標7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに	●										
自然環境が良くなれば、漁業や観光産業が増える	目標8 働きがいも経済成長も	●	●	●	●	●		●				
干潟の改良などは技術革新に貢献する	目標9 産業と技術革新の基盤をつくろう	●	●	●		●				●		
	目標10 人や国の不平等をなくそう	●				●		●	●			
海の水をきれいにする機運が下水を清涼にする	目標11 住み続けられるまちづくりを	●			●					●	●	●
自然環境を守るために、生活様式の変容を行っていく	目標12 つくる責任つかう責任	●	●									
	目標13 気候変動に具体的な対策を	●								●		
海の自然再生を行い、豊かな自然を守り育てる	目標14 海の豊かさを守ろう		●							●		
海の自然再生を行い、豊かな自然を守り育てる	目標15 陸の豊かさも守ろう		●								●	
	目標16 平和と公正をすべての人に											
地域連携や、産官学のつながりで自然再生を目指していく	目標17 パートナリシップで目標を達成しよう	●	●	●	●		●	●			●	●

図- 5.31 海中道路自然再生事業とうるま市のSDGsの関係性（案）

5.6.3 継続的な自然再生協議会の運営

本計画の立案は「うるま市海中道路周辺海域自然環境再生協議会」を立ち上げて検討を進めてきた。

計画策定時はうるま市に事務局機能を置いて事業を推進しているが、今後の息の長い自然再生事業を進めるためには持続的、自立的に活動を続けていくためには地域で無理のない範囲で主体的活動の必要性がある。以下に、今後の協議会の運営にあたっての留意点について整理した。

(1) 分科会や部会の設置

今後各種の事業が進むようになると迅速な判断が必要になる。具体的には、個別課題別(水質、干潟、水産関連など)、再生エリア別(4つのゾーニング毎)、事業の特性別(港湾や道路に関する土木事業関連、下水道などの生活環境関連、自然生態系など)と本自然再生事業は大きく分けて3つの形態があるため、各分科会や部会等を立ち上げて個別に議論を深めて事業を推進する仕組みを検討する。各部会等にはそれぞれ専門家が参加する事が好ましい。

(2) 情報の公開

自然再生は、地域住民の協力が不可欠であり、会議資料や議事内容の公開など透明性を確保した運営が求められる。現在の自然再生協議会においては運営を公開で実施しているが、市民等の傍聴は見られないため積極的に情報発信していく必要がある。その方法例としてホームページの設立、記者発表、うるま市の広報誌の活用、かわら版の継続的な発行などが上げられる。掲載の容易さや情報の新鮮さの確保にはフェイスブックなどのSNSの活用を実施する。

(3) 他の協議会等との連携

他の自然再生協議会の情報連絡会議を開催することにより、協議会間の課題の共有、自然再生の効率的な運営手法や有効な情報等に関する意見交換・情報共有を促進する。特に令和2年に本協議会で実施した東村の屋慶名川自然再生事業との意見交換会でも「今後同じ事業目標を持つ協議会の意見交換の必要性を強く感じている。」との意見が多く出された。このように同じ事業特性や目標を同じくする住民や行政が手を組んで、情報交換していくことが課題等への対応力が強くなると考える。

(4) 自然再生事業の運営協議会の成功事例

海岸事業ではないが、遊水地事業の自然再生事業で協議会をつくり、継続的な活動により県と市から毎年活動費を700万円ずつ、合計1400万円を得て活動している組織の事例を調査しとりまとめた。

1) 静岡県麻機（あさばた）遊水地

a) 概要

麻機遊水地は静岡県が管理する遊水地で、静岡市が平常時利活用の範囲を管理している。今回事例として取り上げたのは、関係者が多数関わりかつ毎年一定の予算を確保して、息の長い維持活動を実施しているためその仕組みなどについて調査を行った。麻機遊水地の概要を以下に示す。

- ・麻機遊水地は静岡市葵区に位置する約 206ha の平坦地である。
- ・平時は、水辺の親水環境として、市民に親しまれている。
- ・遊水地の工事により埋土種子が掘り起こされ、かつての自然環境が甦った。
- ・多種多様な動植物が生息し、絶滅危惧種も多数確認されている。
- ・周辺には、県立総合病院、県立こども病院、県立中央・静岡北特別支援学校、国立静岡てんかん・神経医療センター、高齢者介護施設等、医療・福祉施設が多数立地している。
- ・隣接する静岡市中央卸売市場、静岡流通センターは静岡市の物流の中心である。
- ・新東名高速道路 IC や国道 1 号バイパス、及び周辺道路の整備により、飛躍的に市内外からのアクセスが向上している。



図- 5.32 麻機遊水地の位置図

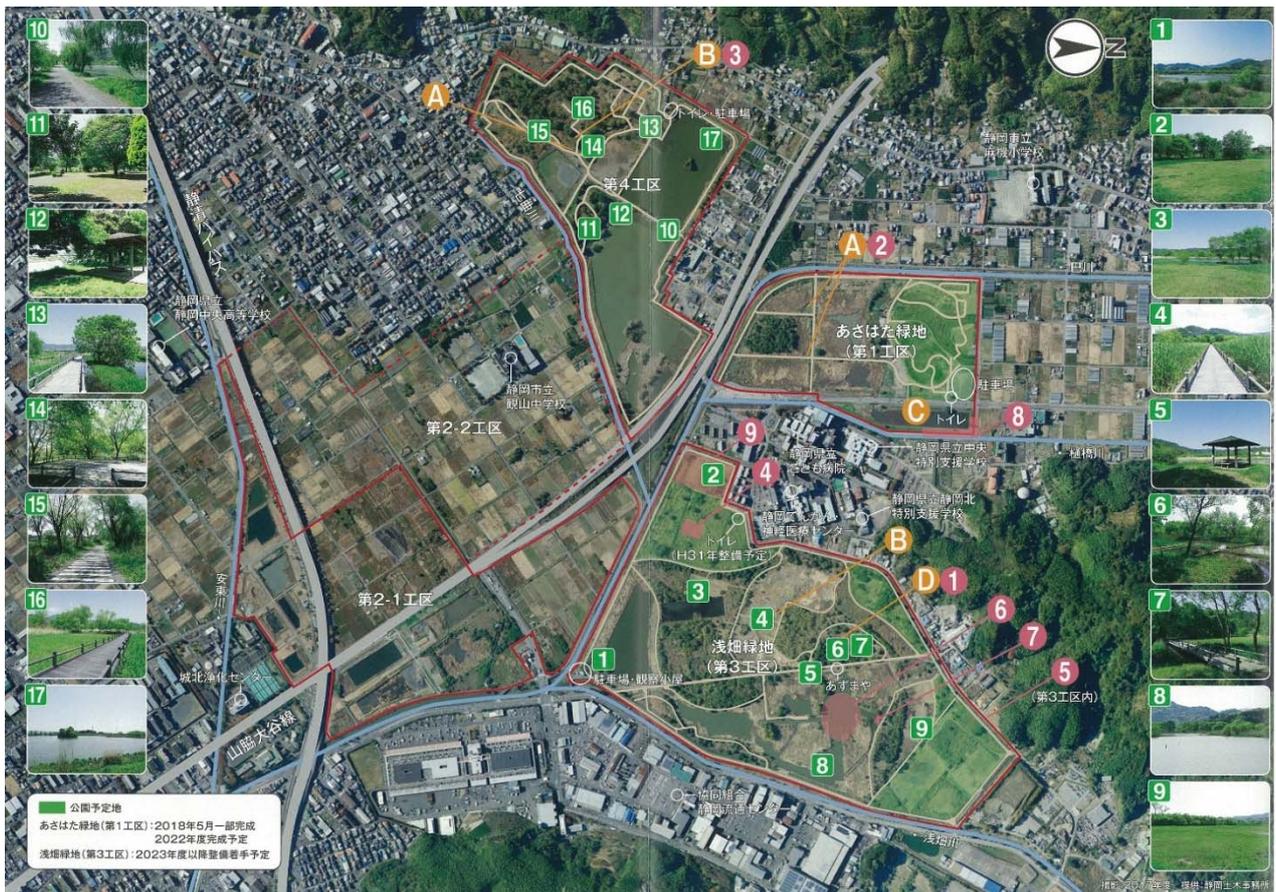


図- 5.33 麻機遊水地のレイアウト

b) 利活用維持管理のための協議会の設置

- ・静岡県は治水施設としてのハード整備をしている。まだ事業区域が残っている。
- ・静岡市は当該地に公園施設区域が入っており、その整備と管理を実施している。公園整備は市役所建設部が担当しており、利活用については市の都市担当で全面的に担当している。協議会の事務局機能も持っている。
- ・当初は自然再生全体構想（H19.3）を作り、当初目的であった自然再生協議会で動いていたが、自然再生だけではおもしろさに欠けてきたので、利活用が出てきた。自立発展型のためには、グランドデザイン計画ができて実施計画を見直している。



- ・遊水地の利活用を「麻機遊水地保全活用推進協議会」が実施している。
- ・以前は NPO 法人を立ちあげたことがあるが、組織維持をすることが負担でありキーマンも代替わりして、NPO 法人は解消している。

- ・自然再生計画書に役割分担を定めている。利活用面の役割分担については各部会があり、それぞれで役割分担をしている。部会に所属する団体には上限 20 万円/年の予算を配分している。各部会は行動計画を持っていてそれに応じて動いている。

- ・協議会規約第 12 条に「静岡県静岡土木事務所企画検査課及び河川改良課並びに静岡市都市局都市計画部緑地政策課に置き」定めている。この運営には行政の関与が不可欠で年に 2 回実施の総会事務局をしている。

- ・維持管理の予算については、以前は河川整備基金などを取っていたが、配分に期限があるので予算が途切れる。安心して活動できるように県と市で負担金として毎年予算化して県・市で 700 万円ずつ計上確保している。地元がしっかりと動いているので議会等の反対もない。

協議会の取組み

協議会

協議会としては、毎年協議会員や、地域住民の方々と一緒に遊水地の清掃活動に取り組んでいます。また、専門委員と連携し、環境調査や外来種駆除を行っています。



クリーン作戦



池の水抜き調査



外来植物駆除



外来種駆除

自然再生部会

自然再生部会では、ミズアオイ、オニバス、サクラタデなどの希少植物の再生、保全活動を行っています。また、遊水地の自然の魅力を市民の方々に伝えるために、植物や生き物の観察会を開催しています。



1 ミズアオイの保全・観察会



2 オニバスの保全・観察会



3 サクラタデの保全・観察会



4 火入れ

地域活性化部会

地域活性化部会では、遊水地が地域の活性化に繋がるよう、イベントを開催するなど利活用の取組みを進めています。また、地域の文化継承のため、柴揚げ漁も行っています。



5 遊水地フェスタ



6 カヌー体験(イベント時)



7 柴揚げ漁



8 遊水桜まつり

ベーター麻機部会

ベーター麻機部会では、周辺の福祉施設や病院患者の方々が、遊水地で散策やレクリエーション等の利用ができるよう維持管理を行っています。また、障害者と連携した自然再生活動や維持管理を検討・実施しています。



9 福祉農園・水田



9 田植え



9 堤防の美化活動



9 利用の様子

●イベントカレンダー

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
	●クリーン作戦	●田植え	●遊水地のいきものを探そう	●オニバス観察会	●ミズアオイ観察会	●サクラタデ観察会 ●遊水地フェスタ		●ソバ打ち会	●柴揚げ漁	●遊水桜まつり	
●探鳥会(毎月第4日曜日)											

※各イベントの詳細は、協議会ホームページにてお知らせします。

図- 5.34 巴川流域麻機遊水地自然再生協議会の取組み

6. 協議会の運営補助

協議会は、第1回を10月2日に実施した、第2回は2月9日の開催予定であったが、1月19日に沖縄県より発出された新型コロナ沖縄県緊急事態宣言(期間1月20日～2月28日)を受け「書面開催」とした。本事業の方向性や実施計画の策定に必要な各種検討結果を諮問するとともに、検討内容に有益な助言を得ることを目的として実施した。協議会では、情報共有や合意形成を図りながら、地域と十分な連携を図り、本事業を共に作り上げていく為の場として運営していく必要があるため、取組についての機運の醸成に資する運営に努めることとした。第1回協議会の議事、構成員等を、第2回協議会(書面開催)については配布資料目録を以下に示す。

協議会資料及び議事記録については、「資料-1 協議会資料及び議事記録(第1回協議会、第2回協議会(書面開催))」に示した。

6.1 第1回協議会

表-6.1 第1回協議会の議事

<p>令和2年度 海中道路周辺海域自然環境再生事業 第1回 協議会 議事次第</p> <p>日時：令和2年10月2日(金) 14時～16時</p> <p>場所：うるま市生涯学習・文化振興センター ゆらてく 多目的ホール</p>
<p>委嘱状交付</p> <p>開会</p> <p>1. 参加委員の確認、資料の確認</p> <p>2. うるま市市民部長挨拶</p> <p>3. 議 事・・・(約1時間)</p> <p>①：昨年度の事業内容と協議会議事記録・・・(資料-1)、(資料-2)、(参考資料1)、(参考資料2)</p> <p>②：令和2年度の業務計画について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・令和2年度業務の全体像・・・(資料-3-1) 1. 実施計画策定支援 <ul style="list-style-type: none"> ①課題の整理、②設計、③管理目標の検討支援、 ④モニタリング計画(案)の検討支援、⑤便益分析の実施 2. 実施計画の実施(試行) <ul style="list-style-type: none"> ①干潟改良(耕耘、薬剤投入)、②漂着ごみ(海藻の堆肥化) 3. 意識啓発活動の実施 <ul style="list-style-type: none"> ①地域イベントの実施、②先進地視察の企画・実施支援、 ③その他の意識啓発に係る活動 4. 工程表(今後の予定) <p>質疑応答・・・(約30分)</p>
<p><u>配布資料</u></p> <p>資料 1 昨年度事業フロー及び協議会でのご意見要約</p> <p>資料 2 水質・底質改善のための施策の比較検討</p> <p>資料 3-1 令和2年度業務の全体像</p> <p>資料 3-2 令和2年度の業務計画</p> <p>参考資料1：海中道路周辺海域自然再生全体構想</p> <p>参考資料2：海中道路周辺海域自然再生事業実施計画(骨子案)</p>

表-6.2 第1回協議会の構成員

構成員（敬称略）		
●学識経験者		
清野 聡子	九州大学大学院	准教授
大谷 健太郎	名桜大学	上級准教授
●屋慶名自治会		
森根 隆	自治会長	
大城 義巳	自治会議長	
金城 裕己	自治会員、事務局	
玉城 信男(ご欠席)	自治会員	
藏根 悠太	自治会員	
●平安名自治会		
高屋 渥美	自治会長	
●内間自治会		
内間 幸枝	自治会長	
●与那城町漁業協同組合		
玉榮 將幸	組合長	
神谷 真治	屋慶名支部長	
●うるま市観光物産協会		
天願 勝行(ご欠席)	副理事長	
●与那城小学校		
八巻 聖	教諭	
●（一）沖縄県公衆衛生協会		
高平 兼司(ご欠席)	事務局長	
●うるま市		
平良 一雄	うるま市市民部	部長
嘉陽 宗幸	うるま市 市民部	環境課 課長
幸地 美和	うるま市 市民部	市民協働課 課長
座喜味 達也(ご欠席)	うるま市企画部	企画政策課 課長
松岡 秀光	うるま市経済部	観光振興課 課長
名嘉眞 睦	うるま市都市建築部	都市政策課 課長
目取眞 功	うるま市水道部	下水道課 課長
●沖縄県		
久高 直治	沖縄県環境部	環境再生課長(代理出席：同課 環境対策係長 與那嶺正人)
富原 守秀	中部土木事務所	維持管理班長
事務局：うるま市環境課		
目取眞 康裕	うるま市 市民部	環境課 副主幹兼係長
田原 紀子	うるま市 市民部	環境課 主任主事
海中道路周辺海域自然環境再生事業業務委託 受託者：		
(株)沖縄環境保全研究所・(株)建設技術研究所 共同企業体		
角 一人	(株) 沖縄環境保全研究所	生活環境部 技術課 課長補佐
和泉 大作	(株) 建設技術研究所	東京本社環境部 技師長
吉本 昌弘	(株) 沖縄環境保全研究所	環境事業部 調査課 課長補佐
伊勢 孝太郎	(株) 沖縄環境保全研究所	環境事業部 解析課 研究員
安仁屋真勝	(株) 沖縄環境保全研究所	企画部 部長
田中 祥晃	(株) 建設技術研究所	九州支社 環境室 主幹
田中 啓介	(一社) プロモーションうるま	事業開発部 プロジェクトディレクター



会場の状況



委嘱状交付



部長挨拶



会長挨拶



質疑応答

図- 6.1 第1回協議会の状況

6.2 第2回協議会

「書面開催」の形式で行った第2回協議会については、委員への配布資料目録を示す。また、資料査読いただき、ご意見については意見徴収票に記載後うるま市環境課へ郵送いただくこととした。委員への資料送付からご意見の徴収までの期間は約2週間を設けた。第2回協議会資料及び、拝領した意見徴収票の整理結果は参考資料：資料-1に示す。

表-6.3 第2回協議会(書面開催)の配布資料目録

令和元年度 海中道路周辺海域自然環境再生事業 第2回 協議会(書面開催) 資料目録	
配布資料	
資料-1(1)、(2)	第1回協議会議事の概要と今年度業務について
資料-2	令和2年度の結果及び取り組みの報告
資料-3	海中道路周辺海域自然再生事業実施計画(案) <修正加筆の抜粋>
参考資料：海中道路周辺海域自然再生事業実施計画(案) ニュースレター(海中道路かわら版 第1号)	

表-6.4 第2回協議会(書面開催)の構成員

構成員(敬称略)	
●学識経験者	
清野 聡子	九州大学大学院 准教授
大谷 健太郎	名城大学 上級准教授
●屋慶名自治会	
森根 隆	自治会長
大城 義巳	自治会議長
金城 裕己	自治会員、事務局
玉城 信男	自治会員
藏根 悠太	自治会員
●平安名自治会	
高屋 渥美	自治会長
●内間自治会	
内間 幸枝	自治会長
●与那城町漁業協同組合	
玉榮 将幸	組合長
神谷 真治	屋慶名支部長
●うるま市観光物産協会	
天願 勝行	副理事長
●与那城小学校	
八巻 聖	教諭
●(一) 沖縄県公衆衛生協会	
高平 兼司	事務局長
●うるま市	
平良 一雄	うるま市市民部 部長
嘉陽 宗幸	うるま市 市民部 環境課 課長
幸地 美和	うるま市 市民部 市民協働課 課長
座喜味 達也	うるま市企画部企画政策課 課長
松岡 秀光	うるま市経済部観光振興課 課長
名嘉眞 睦	うるま市都市建築部都市政策課 課長
目取眞 功	うるま市水道部下水道課 課長

7. 会議・打合せの実施

本業務では、予定されたイベントや協議会を中心とした運営に関する打ち合わせを適宜実施した。延べ12回行い、そのうち事務局(うるま市環境課、委託業者)以外の委員や地域の関係者を含めた打合せは計8回行った。今年度の事業運営は、協議会委員を中心とした地域と協働で行った。なお、打合せ内容等の詳細は、資料編[資料5]に示した。

表-7.1 会議の実施日と内容

回	日付	内容
第1回	9月7日(月)	参加者：【うるま市、業者JV】 内容：今年度の業務内容の初回打合せ
第2回	9月17日(木)	参加者：【八巻委員、うるま市、業者JV】 内容：「地域イベント」の実施可能性について
第3回	9月29日(火)	参加者：【森根会長、うるま市、業者JV】 内容：第1回協議会の内容について打合せ
第4回	10月6日(火)	参加者：【森根会長、うるま市、業者JV】 内容：第1回協議会のご意見の業務への反映について
第5回	10月26日(月)	参加者：【東村、東村区長、東村観光協会、うるま市、業者JV】 内容：「先進地視察先」の慶佐次川自然再生の関係者へヒアリング
第6回	10月29日(木)	参加者：【与那城小学校教頭先生、八巻委員、うるま市、業者JV】 内容：「地域イベント」の仕方について、与那城小学校へヒアリング
第7回	11月5日(木)	参加者：【うるま市、業者JV】 内容：「先進地視察先」当日の運営について事務確認
第8回	11月26日(木)	参加者：【うるま市、業者JV】 内容：「看板設置」について仕方と内容について打合せ
第9回	12月3日(木)	参加者：【森根会長、藏根委員、うるま市、業者JV】 内容：「漂着ごみイベント」について、イベント後の魚汁の提供も含め打合せ
第10回	12月24日(木)	参加者：【うるま市、業者JV】 内容：「干潟改良」についての経過報告と今後について打合せ
第11回	1月7日(木)	参加者：【与那城小学校教頭先生、八巻委員、うるま市、業者JV】 内容：「地域イベント」の運営について、与那城小学校と詳細打合せ
第12回	2月2日(火)	参加者：【森根会長、うるま市、業者JV】 内容：第2回協議会の内容について打合せ

8. その他必要な業務

8.1 現地調査に係る関係機関との調整

本業務の干潟改良(耕耘・薬剤投入)では、海付近での作業が含まれるため、現地作業に先立ちあらかじめ関係漁協への調査内容説明を行った。加えて、杭等の軽微な設置物をともなうため、沖縄県中部土木事務所へ水域占用許可手続きを行った。また、看板設置に際しては、沖縄県中部土木事務所へ道路占有許可申請手続きを行った。

<p>「令和2年度 海中道路周辺海域自然環境再生事業」に係る干潟環境改善試験 説明資料</p> <p>うるま市役所市民部環境課 沖縄環境再生研究所</p> <p>このたび「令和2年度 海中道路周辺海域自然環境再生事業」にて、海中道路西側南側の干潟域を対象とした干潟の環境改善試験を予定しています。皆様への理解をいただき、何卒ご協力をよろしくお願い申し上げます。</p> <p>【試験の目的】 海中道路及びその周辺海域は、年間を上おし市内外から訪れる観光客で大きな賑わいを見せており、うるま市における地域資源を活用した観光振興施策の「重点プロジェクト」の一つとして位置付けられています。</p> <p>その一方、潮流の大きな変化による漂着ごみの滞留や堆積した海藻の腐敗、生活雑排水の流入等により、特に海中道路西口南側海域（以下「対象区域」という。）における悪臭発生等の自然環境悪化がみられるようになり、本市の環境保全施策の大きな課題となっています。</p> <p>本事業では、「令和2年度 海中道路周辺海域自然環境再生事業」にて海中道路周辺海域の自然再生事業実施計画の作成を進めているところであり、今年度は実施計画の詳細化を図るための基礎データ取得を目的として、対象区域において干潟環境改善試験を実施を予定しています。</p>  <p>干潟耕耘のイメージ（水質浄化材「セラクラーン」散布サイトより）</p> <p>【試験の狙い】 昨年度の現場調査において、対象区域は周辺海域と比較して、底質の酸化物質、COD、DSSが高くなり、水質の劣化が著しく、pHは最も低い値であることがわかりました。これらの調査結果から、干潟耕耘を行い底質-底層をすき込むことで底質の酸化還元電位を上昇させることは、底層の酸化物質を発生させる硫酸還元細菌の活動を抑制すること等が期待されます。加えて、pHの低下等も見られることから、耕耘の際に弱アルカリ化の効果が期待される底質改良材（石灰）のすき込み（薬剤投入）も行い、環境改善への効果期待を行います。</p> <p>【試験内容】 1. 干潟の耕耘、底質改良剤の散布および底質モニタリング</p> <p>試験区域 対象区域（コントロール）、試験区1（耕耘のみ）、試験区2（底質改良剤1のみ）及び試験区3（耕耘+底質改良剤1）、試験区4（底質改良剤2のみ）、試験区5（耕耘+底質改良剤2）の6区域とします。各区域は5m×5mの正方形とし、耕耘幅は20cm程度とします。</p>	<p>沖縄県指令中土第2407</p> <p>申請人 うるま市みどり町一丁目1番1号 うるま市長 島袋 俊夫</p> <p>令和2年9月30日付けで申請のあった水域占用について、港湾法（昭和25年法律第218号）第37条第1項の規定により下記のとおり許可します。</p> <p>令和2年10月15日</p> <p>沖縄県中部土木事務所 所長 謝花 敏</p> <p>記</p> <p>占用の場所 金武港湾（港湾区域）</p> <p>占用の目的 海中道路西口南側海域 環境調査（底質）実施のため</p> <p>占用物件の名称 木杭、養生板</p> <p>占用面積等 25.0㎡</p> <p>占用の期間 令和2年10月19日から令和3年2月19日まで</p> <p>占用料 免除</p> <p>許可の条件 別紙のとおり</p>
---	--

[与那城町漁協/勝連漁協]説明資料(干潟耕耘)

[中部土木事務所]水域占用許可(干潟耕耘)

<p>第2号様式(第32次改訂版)</p> <p>沖縄県おひら中土第130号</p> <p>住所 うるま市みどり町一丁目1番1号 氏名 うるま市長 島袋 俊夫 担当 島袋 敏夫 電話 098-973-5594</p> <p>道路占用（養蚕・期間更新）許可・回答書</p> <p>令和3年1月15日付けで申請・協議のあった下記の道路の占用について 前記の条件を付して許可・承認します。</p> <p>令和3年2月1日</p> <p>道路管理者 沖縄県中部土木事務所 所長 謝花 敏</p> <table border="1"> <tr> <td>占用の場所</td> <td>路線名</td> <td>区画10号線</td> <td>その他</td> </tr> <tr> <td></td> <td>備考</td> <td>海中道路ローダーパーク緑地線</td> <td></td> </tr> <tr> <td>占用の種別</td> <td colspan="3">「海中道路周辺海域自然環境再生事業」用看板</td> </tr> <tr> <td>占用の種別 (圧壊、振動、水害、先伐等)</td> <td colspan="3">柱状型埋設 高さ：地上高180cm 幅200cm 1基 敷入高90cm</td> </tr> <tr> <td>占用の期間</td> <td>令和3年 許可日から</td> <td>令和3年 2月31日まで</td> <td>3年間</td> </tr> <tr> <td>工事期間</td> <td>令和3年 2月10日から</td> <td>令和3年 2月18日まで</td> <td></td> </tr> <tr> <td>占出料</td> <td>期 間 費</td> <td>0円</td> <td>納入期限は、別途納入告知書により確定します。</td> </tr> <tr> <td></td> <td>設 置 費</td> <td>0円</td> <td></td> </tr> <tr> <td>備 考</td> <td colspan="3"> <p>許可条件</p> <ol style="list-style-type: none"> 24時間、24時間監視体制を確保すること。（監視） 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 </td> </tr> </table> <p>記載事項 申請者が法人である場合には「代表」の欄には生じた事務所の所在地、「氏名」の欄には代表及び代表者の氏名を記載すること。</p>	占用の場所	路線名	区画10号線	その他		備考	海中道路ローダーパーク緑地線		占用の種別	「海中道路周辺海域自然環境再生事業」用看板			占用の種別 (圧壊、振動、水害、先伐等)	柱状型埋設 高さ：地上高180cm 幅200cm 1基 敷入高90cm			占用の期間	令和3年 許可日から	令和3年 2月31日まで	3年間	工事期間	令和3年 2月10日から	令和3年 2月18日まで		占出料	期 間 費	0円	納入期限は、別途納入告知書により確定します。		設 置 費	0円		備 考	<p>許可条件</p> <ol style="list-style-type: none"> 24時間、24時間監視体制を確保すること。（監視） 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 			<p>道路占有許可(看板設置)</p>
占用の場所	路線名	区画10号線	その他																																		
	備考	海中道路ローダーパーク緑地線																																			
占用の種別	「海中道路周辺海域自然環境再生事業」用看板																																				
占用の種別 (圧壊、振動、水害、先伐等)	柱状型埋設 高さ：地上高180cm 幅200cm 1基 敷入高90cm																																				
占用の期間	令和3年 許可日から	令和3年 2月31日まで	3年間																																		
工事期間	令和3年 2月10日から	令和3年 2月18日まで																																			
占出料	期 間 費	0円	納入期限は、別途納入告知書により確定します。																																		
	設 置 費	0円																																			
備 考	<p>許可条件</p> <ol style="list-style-type: none"> 24時間、24時間監視体制を確保すること。（監視） 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 必要に応じて、24時間監視体制を確保し、必要に応じて、24時間監視体制を確保すること。 																																				

図-8.1 関係機関への各種申請書類

8.2 マスコミ関連

今年度は、新型コロナの影響で計画していたイベントが一部中止となったが、実施できたイベントについては、マスコミ(琉球新報、沖縄タイムスの2誌、及びRBC 夕方のニュース)にも取り上げられた。マスコミ以外にも、地域の広報誌や、ニュースレター2本、看板の設置を行った。コロナの影響下でも、本事業の取組みについて、地域への情報発信が豊富に行えた年度となった。

琉球新報 2020年11月15日朝刊 24面 市町村

地域住民参加し 干潟の再生作業
うるま、海中道路周辺

【うるま】うるま市屋敷名の自然環境が悪化している海域で10月25日、地域住民らが参加した干潟の再生作業が海中道路周辺海岸で行われた。写真。

うるま市が昨年度から3カ年事業として取り組んでいる「海中道路周辺海域自然環境再生事業」の一環で、



海中道路西口の南側海域で六つの区画で干潟を耕しながら浄化材を混ぜたり、水

質サンプリングや水生生物を採取し調査した。担当の市環境保全係の目取真康裕さんは「市のランドマークである東海岸区域の水質悪化による悪臭を解消したい。行政と地域が共に事業を進めていきたい」と述べた。屋敷名自治会の森根隆会長は「地域の小学生たちも実際に見に来てほしい。この活動を継続していきたい」と話した。
(喜納高宏通信員)

広報誌 うるま 2020 12月号

10/25

地域と共に自然環境を守る

海中道路の干潟 環境改善のための取組み



市環境課・屋敷名自治会は、悪臭の発生等が課題となっている海中道路周辺海域の自然環境再生を推進するため、干潟における環境モニタリング調査や浄化材の働きこみ等を実施しました。

今後、この取組みによる効果を検証するとともに、地域協働による自然環境の再生・維持・活用をとおした地域活性化に取り組んでまいります。

琉球新報 2020年11月15日朝刊 24面 市町村

自然環境再生へ 干潟で浄化作業

うるま屋敷名

【うるま】市と与那城屋敷名自治会は10月25日、海中道路西口南側海域の自然環境再生に向けて、シャベルや小型耕運機を使って干潟に浄化剤をすき込む作業をした。写真。今後、有効性を調査・分析し、周辺海域の環境改善の在り方の検討などに生かす。今回は3種の浄化剤をすき込んだ。3か月後に結果を確



認する。市市民部の平良一雄部長は「海中道路の良さを共有し、地域活性化に生かしたい」と話した。

屋敷名自治会の森根隆自治会長は「立地を生かし、観光客が来て良かったと思える場所にしたい」と意気込んだ。
(与古田徳造通信員)

～他にも～

- 10/25 RBC ニュース
 - 藏根委員による干潟耕耘イベントのYouTube 投稿予定
 - ニュースレターの発信(1月、2月下旬)
 - 看板の設置(2月中旬)
- 残念ながら中止となったが、以下のイベントもマスコミが来る予定であった。
- 漂着ごみクリーンアップイベント
 - こども未来会議