全国アマモサミット2018 in 阪南

ここにある魚庭(なにわ)の海　きづこら・うごこら・つなごら

～5つのヒント・50,000の約束～

11/2(FRI).3(SAT).4(SUN)　会場：阪南市立サラダホール

全国アマモサミットとは、「アマモ」や「アマモ場」を象徴的なキーワードとして、海の自然再生・保全を目指している全国的な大会です。

海を守り隊！

海を守り隊！

隊員1号
ゴミひろいくん

8本の手で、たくさんゴミを拾うよ。
ゴミを捨てている人がいたら、飛んで行ってゴミを拾うよ。

海を守り隊！

隊員2号
水をとめるくん

水道の水が出ていたら、見逃さずに止めるよ。

海を守り隊！

隊員5号
よびかけるくん

「海を守り隊」の一員を増やすために、よびかけます！！

海を守り隊！

隊員3号
むだづかいしないくん

必要な分だけ使うよ。
シャンプーは、ポンプを1回しか押さないよ。

海を守り隊！

隊員4号
のこさないくん

何でも残さず食べるよ。
最後まで飲むよ。

隊員になってくださる方を募集しています！

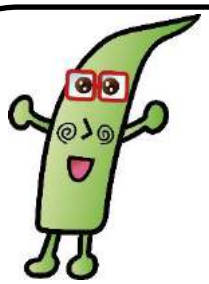
わたしは、海を守り隊の一員になって、

[　　]

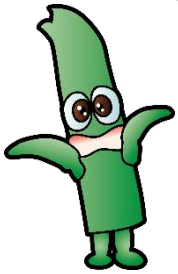
ます！

名前

（　　）

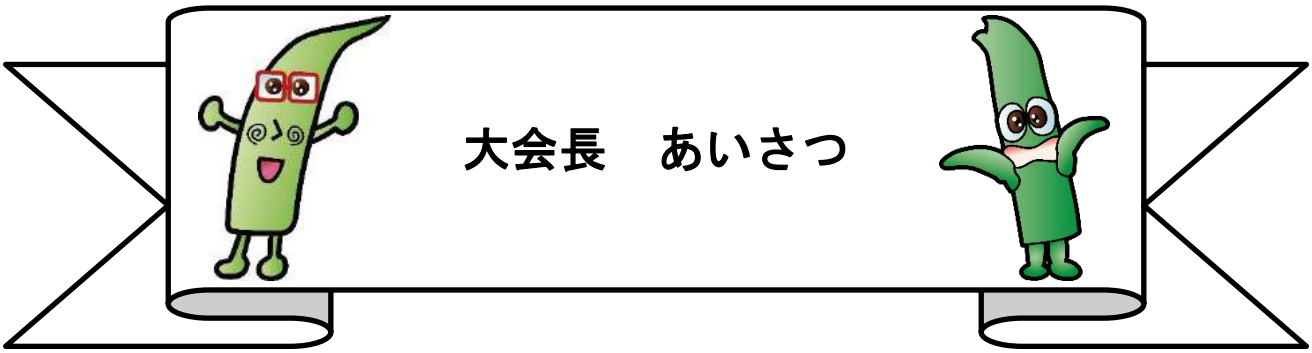


大会テーマ



ここにある魚庭（なにわ）の海　きづこら・うごこら・つなごら

～５つのヒント・50,000 の約束～



大会長　あいさつ

「全国アマモサミット」第 11 回大会を、ここ「阪南」の地で開催し、皆さんをお迎えできることを、大会長として心から嬉しく思います。

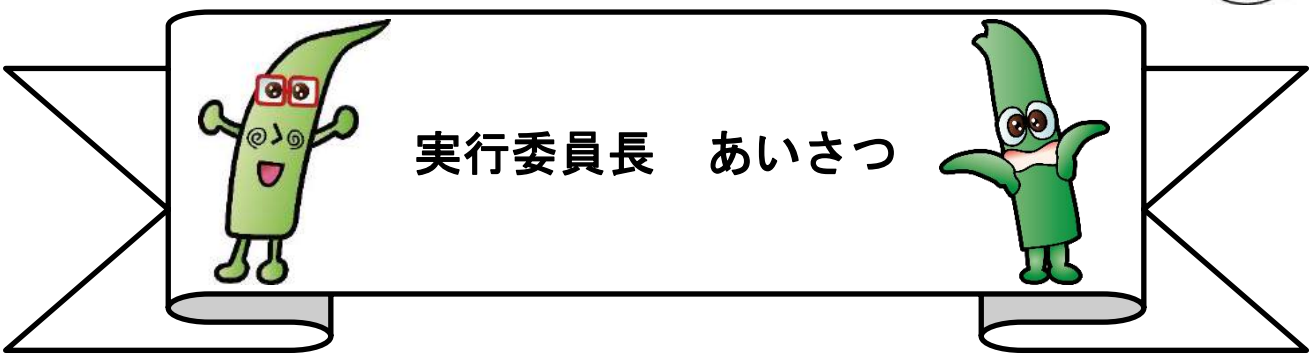
「全国アマモサミット」は、「アマモ」や「アマモ場」を象徴的なキーワードとして、海の自然再生・保全を目指している大会であり、環境保全のためのアマモ場再生のみでなく、大会に集う人々が、地域の様々な課題を共有し、理解し、その課題解決に向けた方策をともに考え、大会期間中のみでなく、大会後も取り組んでいくものとして、平成 20(2008)年の横浜大会以来、昨年の三重県志摩市での伊勢志摩大会まで、全国各地で開催されています。

ここ「阪南」での大会のコンセプトとして皆さんに何よりもお伝えしたいこと。
それは、皆さんが「大阪都市圏」「大阪湾」に抱くイメージを、いい意味で覆したい。それがここにはある。そして、それをみんなで次世代へ繋げていく。このことが、大都会大阪を抱える大阪湾において、この大会を開催する意義だと考えています。

「阪南」ここには、森があり、里があり、川があり、海があります。
この森・里・川・海の素晴らしさ。綿々と受け継がれてきた営みがあり、その中で多くの市民の皆さんが海と親しみ、海と触れあう場を繋いできていること。そこから享受する豊かさや恵み。
このことをまず、皆さんに知っていただきたい。
そして、この大会に参画する皆さんそれぞれが、各地で行われている様々な活動や取組みが宿する意味や、それらを支える人々、またその想いを知り、互いに知恵を授かり、応援を受けながら、これからもこの豊かさを次の世代へ繋いでいくために、それぞれができることを考え、それをみんなで取り組み、その輪を繋いでいく。
そのような大会としたいと考えます。
そのためにも、大会に参画する皆さんお一人おひとりに、この大会の主人公となっていただきたい。

末尾となりましたが、大会開催にあたり、ご尽力をいただいた奥野英俊実行委員長をはじめ、実行委員会委員の皆様、ご後援をいただいた皆様、ご協賛をいただいた皆様、そして、ご協力いただいた多くの皆様に、心から感謝を申し上げます。

全国アマモサミット 2018in 阪南　大会長
阪南市長　　水 野　謙 二



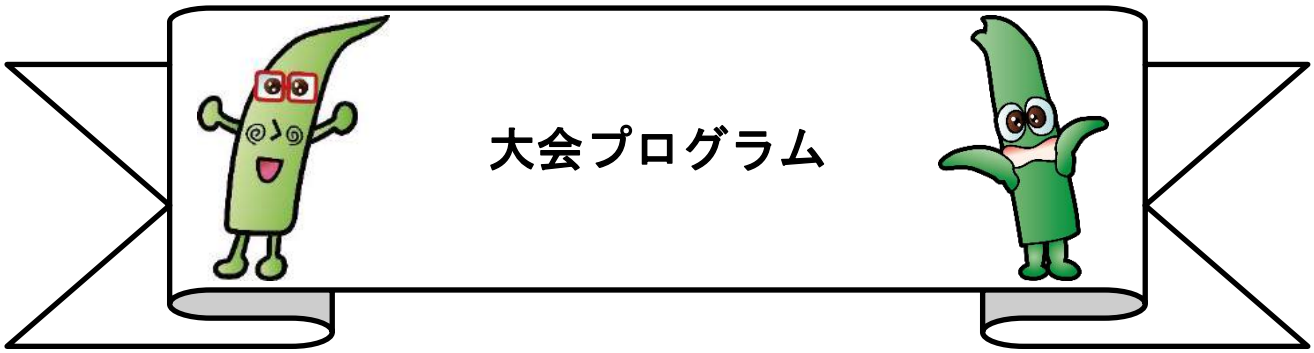
実行委員長　あいさつ

全国アマモサミットとは、
「アマモ」や「アマモ場」を象徴的なキーワードとして、
海の自然再生・保全を目指している大会です。
平成 20(2008)年の横浜大会以来、
全国各地の沿岸域が抱える環境問題をテーマに、
毎年地域の事例発表や意見交換の場として、全国各地で開催され、
平成 29(2017)年は三重県志摩市で開催されました。

第11回となる開催地「阪南」。
ここには、大阪都市圏というロケーションの中で、
人々の暮らしのすぐそば・程よい近さに森・里・川・海があり、
人々はこれらの豊かさや恵みを日々感じながら、暮らしています。
この豊かさや恵みは、あたりまえにあるのではなく、
ここに住む人々や活動する人々が、守り、育ててきたものです。

私たちは、この大会を通じ、
これまで、守り・育ててきた、豊かさや恵みへの〔きづき〕、
今、行われていることをわかり〔うごく〕、
そして、全国各地の取組みや、シンポジウムの成果を聞き・受けて、
これからも、豊かさや恵みを、守り・育てていく・様々な人々や世代のあいだを〔つなぐ〕
そのために、このサミットに参画する皆さんで、
「それぞれができること」
「みんなでつくっていくこと」
それを
「皆さんで話し合い、決めていく」
ことを目指します。

全国アマモサミット 2018in 阪南実行委員会
実行委員長　　奥 野　英 俊



大会プログラム

11 月２日(金)　会場：阪南市立サラダホール小ホール

第３５回沿岸環境関連学会連絡協議会ジョイントシンポジウム
「大阪湾における藻場再生の意義と可能性」

9:30　開会

開会あいさつ　全国アマモサミット 2018in 阪南実行委員会副委員長　大塚 耕司
沿岸環境関連学会 代表　今井 一郎　氏

趣旨説明　全国アマモサミット 2018in 阪南実行委員会副委員長　岩井 克巳

導入

『第32回沿岸環境関連学会連絡協議会ジョイント・シンポジウムの
議論を踏まえて』---------- **12**

NPO 法人里海づくり研究会議 理事・事務局長　田中 丈裕　氏

10:05　第１部　藻場の持つ機能や可能性、将来性

『アマモ場を含めた藻場の機能と役割』---------- **14**

国立研究開発法人水産研究・教育機構
瀬戸内海区水産研究所生産環境部藻場生産グループ　堀 正和　氏

『瀬戸内海のアマモ場の特性
～多様性とその意義，および保全・再生にむけて～』---------- **16**

国立研究開発法人水産研究・教育機構
瀬戸内海区水産研究所生産環境部藻場生産グループ　吉田 吾郎　氏

『藻場とアマモ場による赤潮及び貝毒プランクトンの抑制効果』---------- **17**

滋賀県立琵琶湖博物館 特別研究員、北海道大学名誉教授　今井 一郎　氏

(11：35～12：30　休憩)

『干潟の生態系サービスの“見える化”』---------- 19
国土交通省国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部
海洋環境・危機管理研究室長　岡田 知也　氏
『浅海生態系における CO_2 吸収量の全国推計』---------- 21
国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
沿岸環境教育領域グループ長　桑江 朝比呂　氏
『沿岸域総合管理からブルーエコノミーへ』---------- 22
NPO 法人海辺つくり研究会 理事　古川 恵太　氏

14:15　第２部　藻場とアマモ場を取り巻く施策と再生技術の現状

『水産庁における藻場の保全・創造の取組』---------- 24
水産庁漁港漁場整備部整備課 課長補佐　不動 雅之　氏
『藻場・干潟の分布状況調査について』---------- 26
環境省水・大気環境局水環境課閉鎖性海域対策室 課長補佐　坂口 隆　氏
『播種シート工法によるアマモ場造成』---------- 27
東洋建設株式会社土木事業本部
総合技術研究所鳴尾研究所 水域環境研究室長　金澤 剛　氏
『鉄鋼スラグによる藻場造成』---------- 29
新日鐵住金株式会社スラグ・セメント事業推進部市場開拓室　木曽 英滋　氏

15：30　第３部　大阪湾の現状と地域行政の取組み

『大阪湾水産環境整備マスタープランについて』---------- 31
大阪府環境農林水産部水産課
企画・豊かな海づくり推進グループ 主査　笹島 祐史　氏
『大阪湾再生の取組み』---------- 33
国土交通省近畿地方整備局企画部 技術企画官　中藤 智徳　氏
『大阪湾における藻場再生・環境再生の現状』---------- 35
一般社団法人生態系工学研究会　吉村 直孝　氏

16：30　総合討論

～大阪湾における藻場再生の意義と可能性～

コーディネーター

大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科 教授　大塚 耕司　氏

17:30　閉会

閉会あいさつ　　日本水産学会水産環境保全委員会 委員長　門谷 茂　氏

11 月 3 日(土)　会場：阪南市立サラダホール大ホール

全国アマモサミット

9:20　オープニングセレモニー

『ウェルカムコーラス』
阪南市立東鳥取小学校

9:30　開会式

開会宣言	全国アマモサミット 2018in 阪南実行委員長　奥野 英俊
大会長あいさつ	阪南市長　水野 謙二
来賓祝辞	大阪府知事　松井 一郎　氏
	国土交通省近畿地方整備局 副局長　長田 信　氏
来賓紹介	

9:50　基調講演

『アマモ場再生活動の持つ多様な意味』---------- **38**
NPO 法人海辺つくり研究会 理事・事務局長　木村 尚　氏

10:30　“はんなんの森里川海”きづこら

『海の恵みと営み』
尾崎漁業協同組合
西鳥取漁業協同組合
下荘漁業協同組合

『『はんなん生き物まるごとマップ』づくり』---------- **46**
大阪府立泉鳥取高等学校フィールドワーク部　千地 芳樹さん・益田 えほさん

『大阪湾のアマモ場の現状』---------- **48**
NPO 法人大阪湾沿岸域環境創造研究センター 専務理事　岩井 克巳　氏
貝塚市立自然遊学館 研究員　山田 浩二　氏

『泉州の宝。豊富で良質の「和泉の水」を育みます』---------- **50**
和泉の水を育む会 会長　成子 和弘　氏

『阪南のものづくり・産業』
阪南市商工会

12:00～13:00　休憩

13:00　ウェルカムプレゼント

『子どもたちによる地域の魅力紹介』
阪南市立桃の木台小学校／阪南市立鳥取中学校

14:15　“はんなんの森里川海”うごこら

『波有手のアマモ場再生』
阪南市立西鳥取小学校
『小学生との絆はアマモ～アマモで繋がる人と海と人と人～』---------- **52**
関西大学北陽高等学校生徒会執行部
『アマモ場づくりをはじめて』
阪南市立舞小学校
阪南市立下荘小学校
『はんなんの海』---------- **54**
阪南生きものマップ・プロジェクトチーム　三宅 壽一　氏
『はんなんの森里川海～「阪南セブンの海の森」活動』---------- **56**
一般財団法人セブン-イレブン記念財団 事務局次長　松井 敬司　氏
『アマモ場を増やす活動』---------- **58**
NPO 法人アマモ種子バンク 理事長　出口 一郎　氏

15:40　パネルディスカッション“はんなんの森里川海”つなごら
～５つのヒント・50,000 の約束～

コーディネーター

『“はんなんの森里川海”〔つなごら〕』---------- **60**
NPO 法人海辺つくり研究会 理事　古川 恵太　氏

パネラー

『ジョイントシンポジウムの報告』
大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科 教授　大塚 耕司　氏
『みなとまちヨコハマから広まったアマモ場の再生』---------- **62**
金沢八景－東京湾アマモ場再生会議　菅家 英朗　氏
『「全国アマモサミット in みやぎ」その後の活動』---------- **64**
松島湾アマモ場再生会議 副会長　伊藤 英明　氏
『～アマモサミット in くまもと・やつしろ その後～
熊本県沿岸域再生官民連携フォーラムの設置と展開』---------- **66**
熊本県沿岸域再生官民連携フォーラム 企画運営委員長、
NPO 法人：みらい・有明不知火 理事長、熊本大学名誉教授　滝川 清　氏
『みんなの備前、‘みんな で びぜん’』---------- **68**
日生町漁業協同組合 専務理事　天倉 辰己　氏
『全国アマモサミット開催を契機に』---------- **70**
志摩市産業振興部水産課長　小川 清和　氏

地元から・子どもたちから

17:30　閉会

18:20　歓迎レセプション～生産地と消費地をつなぐ～
会場：阪南市地域交流館講堂

＊事前申込みされた方が、対象です。

11 月 4 日(日)　会場：阪南市立サラダホール大ホール

海辺の自然再生・高校生サミット

9:00　開会

進行	NPO 法人共存の森ネットワーク 理事・事務局長　吉野 奈保子　氏
開会あいさつ	高校生サミット代表　木村 尚　氏
来賓あいさつ	一般財団法人セブン-イレブン記念財団 事務局長　星 劭　氏
	マルハニチロ株式会社経営企画部
	サステナビリティ推進グループ 課長代理　佐藤 寛之　氏

9:15　高校生発表①

『FRC（石炭灰資源）を用いた藻場造成に関する基礎研究』---------- **74**
山形県立加茂水産高等学校
『富山県立滑川高校海洋科の藻場再生活動について』---------- **76**
富山県立滑川高等学校
『アマモマーメイドプロジェクト』---------- **78**
福井県立若狭高等学校

9:45　質疑応答・コメント

10:00　高校生発表②

『相模湾東岸に位置する小田和湾周辺の環境調査と改善の取り組み』---------- **80**
神奈川県立海洋科学高等学校
『Ｍａｒｉｎｅ　Ｆｏｒｅｓｔ　Ｐｒｏｊｅｃｔ　２０１８
～アマモが拓く新たな発明～』---------- **82**
京都府立海洋高等学校
『松名瀬を 学び、伝え、守る ２』---------- **84**
三重中学校・三重高等学校

10:30　質疑応答・コメント

10:45　高校生発表③

『アマモ水槽栽培実験～フルボ酸はアマモの生育にどう影響するのか～』-------- **86**
兵庫県立西宮今津高等学校
『アマモ場造成に関する諸問題の解明
－種子採集に関係する花枝・花穂・種子の生態－』---------- **88**
岡山県立備前緑陽高等学校
『海洋学習としてのアマモ場再生活動および人工干潟の生物多様性評価』-------- **90**
岡山学芸館高等学校

11:15　質疑応答・コメント

11:30　高校生発表④

『中学生の時にうまくできなかった魚料理』---------- **92**
柳井学園高等学校
『柳川掘割でニホンウナギを育てるための研究』---------- **94**
福岡県立伝習館高等学校
『森から海を見つめ、海から森を見つめる
～林業科が取り組むアマモ場再生活動～』---------- **96**
熊本県立芦北高等学校

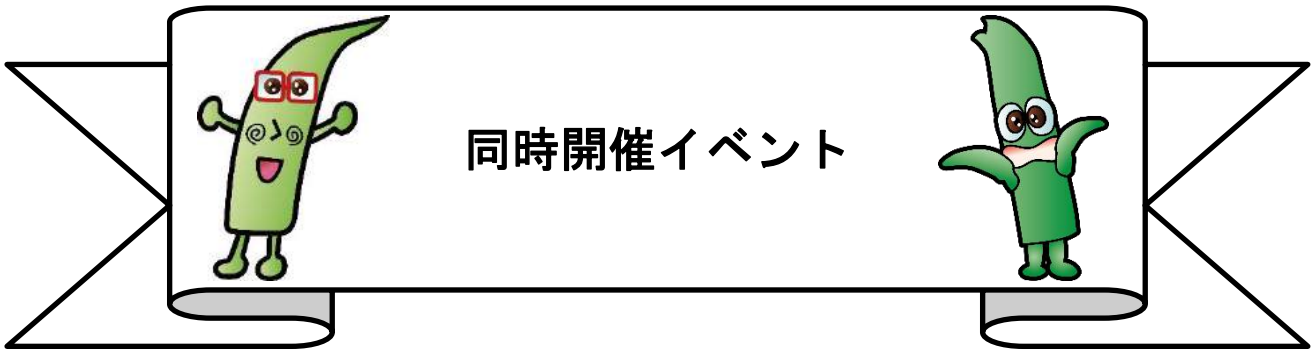
12:00　質疑応答・コメント

全国アマモサミット

12:15　閉会式

大会宣言　実行委員長　他関係者
次期開催地あいさつ
『塩竈・本気のおもてなし！歴史と海と食で体感』---------- **98**
全国アマモサミット 2019in 塩竈実行委員長　桑原 茂　氏
大会旗引継ぎ　大会長・実行委員長／次期開催地の皆さん
閉会宣言　全国アマモサミット 2018in 阪南実行委員長　奥野 英俊

12:40　閉会



同時開催イベント

ジョイントイベント

第 18 回はんなん産業フェア〈秋の陣〉×阪南うまいもん市
～みんなでいこら阪南へ！～

阪南のうまいもんが集結する物産展・抽選会・ビンゴゲームのほか、特別ステージ・スポーツＧＯＭＩ拾い大会など、イベント盛りだくさんで開催♪
ふるさと大使たむらけんじさんのステージイベントもあります。

会場：阪南市商工会館及び阪南市役所周辺
日時：平成 30 年 11 月４日（日）9:30～15:00

パネル展示 ＶＲ体験

海辺の自然再生高校生サミット参加校・実行委員会・関連団体・協賛団体によるパネル展示、アマモ場ＶＲ体験

会場：阪南市立サラダホール大ホールホワイエ・小ホール
月日：平成 30 年 11 月３日（土）～11 月４日（日）

水槽展示

「見て知ろう！はんなんの生き物」

会場：阪南市立サラダホール内
月日：平成 30 年 10 月 28 日（日）～11 月４日（日）

関連図書企画展示

「近くの海を知ろう」

会場：阪南市立図書館
月日：平成 30 年 10 月 15 日（月）～11 月４日（日）

全国アマモサミット 2018in 阪南・第 35 回沿岸環境関連学会連絡協議会ジョイントシンポジウム

「大阪湾における藻場再生の意義と可能性」

第 32 回沿岸環境関連学会連絡協議会 ジョイント・シンポジウムの議論を踏まえて

田中丈裕（NPO 里海づくり研究会議）
キーワード：アマモ場の機能・再生技術・評価と利活用・ネレウスプログラム

１．はじめに

2016 年 6 月 3 日～5 日の 3 日間、アマモ場再生活動発祥の地として知られ、ほとんど消滅したアマモ場を 30 年以上の歳月をかけて約 250 ha にまで回復させた岡山県備前市日生町において、市民や子ども達、行政、研究機関など全国各地でアマモ場再生活動に取り組む様々な立場の人々が集う「全国アマモサミット 2016 in 備前」が開催された。この機会にアマモ研究者が一堂に会し、これまでのアマモ場再生の歩みを振り返り、アマモ場の持つ多面的機能に関する最新の知見を集約してその重要性を再認識するとともに、アマモ場再生技術の現状と課題を総括することを狙いとして 2016 年 6 月 3 日にシンポジウムを開催した。

漁師と研究者の交流、“漁師の知恵”と“科学”の連携・融合のきっかけになればとの意図から、日生町漁業協同組合多目的集会室を会場としたが、全国から参集した研究者はもとより、地元のみならず岡山県内の他地域の漁師達も多く参加し、参加者は 130 名の定員に対し 206 名にも及んだ。11 名の演者による講演の後、総合討論では会場も一体となって活発な議論が展開され、その成果は、翌 6 月 4 日 1,000 名以上の参加者を得た「全国アマモサミット 2016 in 備前」本大会の場において報告され、学術と市民活動の垣根を越えた情報共有と交流が図られ、地域や立場、世代を越えて、意識や知識を共有するとともに次に繋がるネットワークを構築し、我が国沿岸域におけるアマモ場の再生をさらに大きく推進するために大いに貢献した。

本シンポジウムにおける各演者の講演内容および総合討論における議論の内容は、「アマモ場の役割・機能」、「アマモ場再生技術」、「アマモ場の評価と利活用」の３つに大別される。

２．アマモ場の役割・機能

アマモ場の主な役割・機能については次の 12 項目に整理される。①多くの魚介類の産卵場、②魚介類幼稚仔の保育場（静穏水域、捕食者からの隠れ場・避難場）、③多様な餌生物の供給（多様な生物の階層的棲み場の提供、膨大な表面積と空間から生み出される葉上動物・付着藻類、葉間動物、底生生物）④懸濁粒子や沈降物の捕捉分解を通じた物質循環の促進、⑤漁業資源のストックの場、⑥夏季における水温上昇の抑制、⑦周辺水域への溶存酸素の供給、⑧窒素、リンなど栄養塩類の吸収固定、⑨CO_2の吸収固定を通じたブルーカーボンとしての高い機能、⑩アマモ葉上の殺藻細菌による赤潮発生抑制および貝類毒化抑制、⑪アマモの枯死葉片デトライタスを基点とする腐植食物連鎖による生態系の構築、⑫砂泥の巻き上げ防止による底質安定と透明度の向上等である。

３．アマモ場再生技術

アマモ場の再生は主に米国と日本で試みられてきた。我が国においては、1960 年代から、山口県、大分県、新潟県、愛知県、岡山県、広島県、鳥取県、広島市、大学や国の研究機関、民間企業などにおいて栄養株の移植、実生移植、播種、花枝投入などの方法を用いて様々な取り組みや研究がなされてきた。1980 年代に入ると、アマモ場の衰退・消滅原因や成立条件についての調査研究が行われるようになった。特に（財）電力中央研究所が 1982～1986 年にかけて実施したアマモ場造成法に関する研究は、アマモの生態特性を明らかにしただけでなく、海岸工学の知見をアマモ場の成立条件に加えた点で画期的であり、その後の研究推進に大いに寄与した。アマモ場の再生技術の中で重要な適地の選定について、力学的パラメーターであるシールズ数が用いられるようになった。アマモの維持・成長に必要な光量や、窒素やリン等の栄養塩濃度など、アマモ場の再生に必要な条件が定量化され、アマモ場の将来予測のシミュレーションも可能になった。特に、通常の砂泥底質においては、シールズ数に基づく底質の安定条件

が満たされれば、限界光量が確保される水深までアマモ場が形成される。このような基礎的な知見の蓄積と並行して、アマモ場再生の試みが積み重ねられ、試行錯誤しながらも、技術としてある程度確立され、アマモ場造成技術指針(2001、MF21)、海の自然再生ハンドブック(2003、国土交通省)、藻場の復元に関する配慮事項(2004、環境省)、アマモ類の自然再生ガイドライン(2007、水産庁)など様々なマニュアル類が作成されるに至っている。

４．アマモ場の評価と利活用

備前市日生町においては、200ha 以上に回復した 2011 年から大量の流れ藻が船舶航行の障害になり始め、2013 年から流れ藻回収を続けており、種を採った後の草体を農業用肥料や藻塩づくり等に有効活用する試みが進んできている。1950 年代までは、全国各地において地下茎を残してアマモ葉体を採取し農業用肥料等として活用する“モク採り”が盛んに行われていた。他にも馬の鞍の下にクッション材として敷いたり、“蒸し風呂”にも使われていた記録が残されている。“モク採り”は、アマモ場が極相に達することを防ぐことにも繋がるものであり、伝統知、地域知を発掘し、先人の知恵を解明しつつ、新たな視点も盛り込みながら、アマモの有効活用を応用技術として広めていくことも重要な視点である。

アマモの生長とそれに伴う物質循環は定量的にモデル化されており、モデルにおいて通常用いられる主要な要素は、アマモの各部位と、水温、光量、栄養塩、底質移動である。これらを定式化することにより、アマモ場の変動を追うことができる。アマモ場モデルは、底質改善や流況制御などを含めて、これまで蓄積され、また今後得られる様々な知見を加えて精緻化することが可能である。たとえば、アマモ場の拡大による動物資源の増大の定量的予測などが考えられる。

アマモ場再生技術については、アマモ場の生理生態、環境要因との関わりを始めかなり成熟してきたといえる。今後は、工学・水産分野等の連携を強化し、これまでに蓄積された知見を実践的な技術開発に活かすことが肝要である。また、「アマモを繁茂させる技術」や「アマモ場を再生する技術」から、分野・領域を越え、遷移段階などにも着目して「安定して繁茂する適地を作る技術」にシフトしていくべきであろう。さらに、従来のアマモ場に関する研究は、アマモと沿岸環境に関する視点が主体であったが、今後は、地域性、社会性、維持管理体制にまで言及すべきで、このような広範かつ多角的な視点で、漁業者と研究者を中心に地域のあらゆるステークホルダーが連携し、地元の海をどのような海にしていくのかを皆で考えることが重要である。

５．おわりに

17 の国際研究機関が連携し“海の未来”を予測するネレウスプログラムによれば、CO_2排出の影響により海洋の環境特性、特に海水温、酸性度および酸素濃度は世界規模で前例のない変化を示し、これら海洋の環境特性の変化は、プランクトンから大型魚まで海の生物学的生産力に影響を与えるという。現在の温室効果ガス CO_2の排出率が継続された場合、今世紀の終わりまでに、平均海面水温は、現在の温度(1999 年から 1999 年の平均値)から 2.0～3.5 ℃高くなる。アマモ場は、高い光合成活性により海水中の CO_2だけでなく、大気中の CO_2をも直接に取り込む。アマモ場は CO_2の吸収を通じて酸性化を抑制し、大量の酸素を産み出して広く周辺海域に供給する。また、海水温上昇による海水位上昇の影響をも緩和する。アマモは、海草のコスモポリタンと呼ばれるほど世界中に繁茂していたものである。しかし、アマモ場を始めとする海草藻場は、1990 年代まで世界において毎年 5%ずつ減少し続けており、ここ数年でその程度はさらに加速化している。アマモ場は、地球環境にとってかけがいのないものとして改めて見直され、注目されるべきものであり、その重要性を広く知らしめ、アマモ場再生活動を「地球を守る活動」として発信し続けることが求められる。

参考文献

田中丈裕・古川恵太・桑江朝比呂・今井一郎(2017)：第 32 回沿岸環境関連学会連絡協議会ジョイント・シンポジウム「我が国沿岸域におけるアマモ場再生への道～これまでとこれから～」．日水誌，83(6)，1042-1053.

日本財団・ブリティシュコロンビア大学(2015)：ネレウスプログラムー海の未来を予測する，気候変動，海，魚資源.

アマモ場を含めた藻場の機能と役割

堀　正和
（国立研究開発法人水産研究・教育機構　瀬戸内海区水産研究所
キーワード：空間構造・供給サービス・調整サービス・文化サービス

１．背景

浅海域の大型海洋植物が形成する藻場は、沿岸環境で多種多様な自然の恵みを我々にもたらしてきた。化粧品、薬品などの原材料、重要な水産資源を提供してくれるだけでなく、過剰な栄養塩や海中の浮遊物を吸収・沈殿させることで水質を改善し、温暖化の原因となる CO_2 を吸収・固定している。また波浪を軽減して海岸線を保護し、様々な恵みを生み出す海洋生物多様性を保持する場として機能している。

藻場のように人類に多大な恩恵をもたらしてくれる生態系は自然資本と呼ばれ、その自然資本が生み出す恩恵は生態系サービスと呼ばれる。すなわち自然資本と呼ばれる原資（ストック）があり、原資から生まれる余剰分（フロー）をサービスとして享受する、という経済的価値観が基礎をなしている。我々人類の暮らしは様々な生態系サービスに支えられているにも関わらず、自然環境の価値を適切に評価する物差しがなかったために、無料または安価に使える資源として企業（経済）活動等に過剰利用され、そのことが自然破壊につながってきた。この反省から国連では、（１）自然の価値を地球上のすべての人が理解できる共通の物差しとして経済価値を用いること、（２）原資を適切に管理して持続的にフローを得ること、を目的に自然資本の考え方が採択されている。この考えに従えば、生態系サービスを持続的に利用し続けるためには、生態系サービスだけでなく、原資である自然資本を適切に管理することが重要となる。本発表では、自然資本としての藻場とその生態系サービスの評価・管理に関連した事例研究をいくつか紹介する。

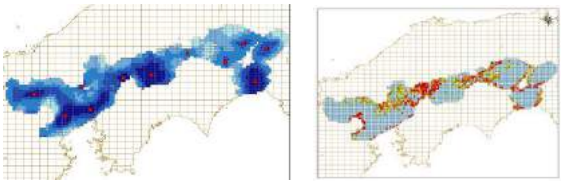
２．藻場の空間構造と生態系サービスのトレードオフの評価

藻場の生態系サービスは藻場の生物多様性によって生み出されるため、特に魚類などの藻場の生物にとって必要となる住み場所、藻場の空間構造と生態系サービスとの関係を評価することが必要となる。そこで、大規模な三次元構造を作るガラモ場およびアマモ場を対象に、藻場の三次元構造を数値化する手法を考案し、生態系サービスとの関係性を解析し、生態系サービス間のトレードオフを評価した。

図．アマモ場の植生と魚類タイプとの関係

３．藻場の空間分布と生態系サービスの関係

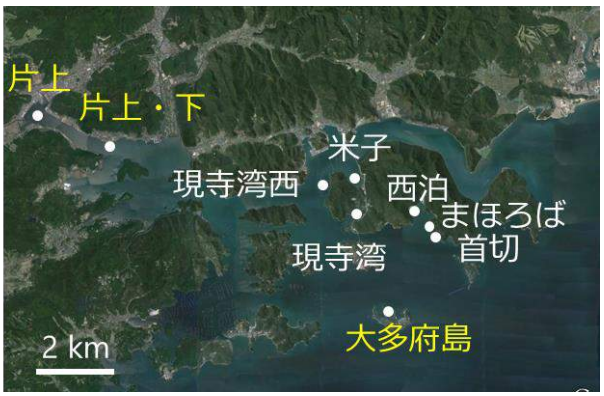
沿岸域を生息場所とする海洋生物の多くは、その生活史のなかで広域分散する生活史段階を有している。藻場を生息場所とする無脊椎動物は広域分散を可能にする浮遊幼生期を持つものも多い。特に魚類は稚魚・成魚共に本来の行動範囲が広く、複数の藻場間や藻場とは別の生息場所を複合的に利用するため、これらの生物に起因する生態系サービスへの藻場の寄与を推測するためには、藻場や他の生態系を含めた複合的な景観構造の空間的広がりと、対象となる生物の分布範囲との関連を解明する空間解析が重要になる。そこで、GIS を用いた空間解析手法を考案し、漁業生産（供給サービス）に対する藻場の寄与、釣り場（レクリエーション：文化サービス）としてのアマモ場の寄与について推定した。



図．年間漁獲量から推定したコウイカ類の分布とその中心（左：赤丸が中心）とアマモ場の分布（右）

４．岡山県日生海域におけるアマモ場再生活動の遺伝的証拠

岡山県備前市日生地区は漁業者による長年のアマモ場再生活動で有名な海域である。日生海域では 2005 年からアマモ場の回復が顕在化し、現在では往時の半分程度まで回復している。この自然資本の再生に対し、アマモ場再生活動という管理手段がどのように影響したのか、その推定のためにアマモ草体を対象とした遺伝子解析を実施した。1980 年代からの播種記録をもとに、アマモ場再生のための播種活動による遺伝子流動の頻度を計算し、現在のアマモ場の遺伝子組成と比較した。



図．アマモ再生活動が実施されている日生海域

５．アマモ場の機能を利用したカキ養殖の持続性向上にむけて

カキ養殖は沿岸域の自然資本を利用した産業であり、近年では世界各地で実施される重要な食糧供給サービスとなった。近年は気候変動や環境配慮型社会へのシフトなどによって沿岸域の水質が向上し、透明度の改善などでアマモ場など底生一次生産が回復しつつあるが、一方で水質向上が植物プランクトンの一次生産減少につながり、カキ養殖にとっては餌不足が深刻な問題になりつつある。そのため、水質改善による環境保全と食糧生産の持続性向上を両立させる沿岸域管理が世界各地で求められている。私たちの研究チームでは、カキ養殖が盛んな広島湾とフランス地中海を中心に、水質向上で増加傾向にあるアマモ場の機能がカキ養殖に及ぼす影響を解明し、具体的な管理手法を提案するための研究を実施している。

この海域では、陸域の集水域を含めたトー潟の生態系サービスを利用するすべてのステークホルダーが集まり、シンジケートを結成している。シンジケートでは、自然資本に対する様々な管理プロジェクトが実施されているが、そのプロジェクトの資金は生態系サービスを直接・間接的に利用している企業等の投資によって賄われている。ここでは、自然資本と生態系サービスを地域社会主体で評価・管理する仕組みと生態系サービスを持続的に利用する試みが実践されている。

瀬戸内海のアマモ場の特性
～多様性とその意義、および保全・再生にむけて～

吉田吾郎・首藤宏幸（瀬戸内水研）・森口朗彦（水工研）・寺脇利信（シャトー海洋調査）・
谷本照己（産総研中国センター）

キーワード：アマモ場・瀬戸内海・多様性・群落構造・藻場の機能

静穏な砂泥域に形成されるアマモ場は瀬戸内海を象徴する藻場である。瀬戸内海のアマモ場は、高度経済成長時代の沿岸開発と水質汚濁により、1960 年代のわずか 10 年余りでそれ以前の 30%以下まで激減した。近年、水質の改善とともにアマモ場は各地で回復傾向にあるが、平成 27 年度に改正された瀬戸内海環境保全特別措置法にもうたわれているように、その保全・再生は地域の重要な課題であり続けている。

アマモおよびアマモ場には、地域集団間の遺伝的な多様性、またアマモ場の立地環境とそれと密接に関連したその群落構造の多様性、そしてそれらから派生する藻場として持つ生態学的機能の多様性など、重層的な多様性がある。しかし、アマモ場の保全・再生にかかる施策においてこのような多様性が考慮されてきたことはほとんど無いように思われる。本報告では、演者らが携わった瀬戸内海のアマモ場に関する調査・研究から、上述の様々な階層の多様性についてこれまでに得られた知見を紹介し、その意義を考察したい。

アマモ場の再生活動は、瀬戸内海に限らず全国各地において行政（公共事業）、漁業者、市民団体など様々な主体により行われてきた。これらの活動では、播種やアマモ栄養株の移植を行うことが一般的であり、他の生育地からこれらが持ち込まれることによる遺伝的攪乱が常に懸念されてきていた。この背景から水産庁の「生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査事業」（平成 16～18 年度）において、マイクロサテライト遺伝子座による全国各地のアマモを対象とした集団解析が行われた。その結果、瀬戸内海においては、アマモは備讃瀬戸付近を境界として大きく２つの遺伝的集団に分かれていた。潮流と風を考慮した瀬戸内海全域におけるアマモ生殖株輸送のシミュレーションを行ったところ、備讃瀬戸を境に東西の海域間で短期における交流は少ないという上記の集団解析の結果を補強する結果が得られた（水産総合研究センター他　2007）。その一方で、瀬戸内海東西の海域のそれぞれにおいて、比較的近接しているアマモ場間で検出された遺伝的距離も必ずしも小さくなく、多くの場合明瞭な遺伝的分化がみられることも明らかになった。

演者らが上記事業で実施した現地調査においては、アマモの草体サイズや形態的特徴、またそれを反映した群落構造は近接したアマモ場間でも極めて多様であった。このようなアマモおよびアマモ場間でみられる違いは、そのアマモ場の面積やその立地する場所の地形、底質の粒度組成・有機物含有量等と対応しており、特に底質は一般的に波浪流動に影響を受けることから、アマモ場にみられる群落構造の多様性もその場所の流動環境を反映しているものと推測された。また、群落構造の違いのもととなっているアマモ草体のサイズや分枝の頻度などの特性の違いは、それぞれのアマモを同一環境下で長期に育成しても維持された。

近年、UNEP のレポート“Blue Carbon”（2009）において、アマモ場がマングローブ林や塩性湿地とともに生物由来の有機炭素の長期貯留に寄与していることが示され、注目されている。瀬戸内海のアマモ場にも同様の機能がある（堀・桑江　2015）が、その機能は面積と関連し、面積の大きいアマモ場ほど底質に貯留している有機炭素量も大きいことが明らかにされている（Miyajima et al.2017）。一方で、面積の小さい‘パッチ状’のアマモ場には比較的厳しい流動環境下にあるものが多く、そこでは底質は砂質で有機炭素の堆積量も小さいが、魚類がアプローチしやすく餌量生物の現存量も大きい傾向があり、生物生産において大きく寄与している可能性がある。今後は、アマモ場の機能の多様性についてもより豊富な知見を集積し、保全・再生にかかる施策に反映させるべきと考えられる。

藻場とアマモ場による
赤潮及び貝毒プランクトンの抑制効果

今井一郎（琵琶湖博・北大院水）・川口まりえ（北大院水）
キーワード：赤潮・貝毒・有毒プランクトン・藻場・殺藻細菌・発生予防

1. はじめに

有害有毒プランクトンは魚介類の大量斃死や有用二枚貝類の毒化などを引き起こし，養殖漁業を中心に深刻な漁業被害を与えてきている。有害赤潮の直接的な防除対策として，これまで様々な物理化学的な方法が試みられてきたが，韓国で行われている粘土散布を除き，実用的な技術はないのが現状である。

ところで海洋において，植物プランクトンと細菌の間には様々な相互関係が結ばれている。それらの中で「殺藻」は，生きた植物プランクトンを細菌が殺滅するという劇的な現象であり，有害赤潮への対策として期待が寄せられている。殺藻細菌とは，植物プランクトンを攻撃・殺滅し，その有機物を利用して増殖するような細菌の事を指す。また，植物プランクトンの増殖阻害を引き起こす細菌も知られており，その阻害の現れ方は多様である。すなわち，運動能力を奪い球形化させる，細胞分裂の阻害による細胞伸張を通じて棒状化させる，有殻のプランクトン種においては細胞質が脱殻して球形細胞に変化させる，そして形態の不規則な変化を引き起こすなどであり，やがては死に至る。このようなユニークな活性を有する細菌は，有害有毒プランクトンに様々に影響を与え，赤潮や貝毒の発生を制御する重要な役割を果たしている可能性が大きい。

近年，大型海藻やアマモ葉体の表面のバイオフィルム中に赤潮生物を殺滅する殺藻細菌が高密度に生息することが発見・報告され，藻場あるいはアマモ場が赤潮や貝毒の発生防除に有効な殺藻細菌の海域への供給源として機能する可能性が指摘されている。

ここでは，北海道沿岸の藻場において有害有毒プランクトンに対する殺藻細菌の季節的動態調査，及び様々な海藻種について殺藻細菌の検出と計数を行い，藻場が有する有害有毒プランクトンによるブルームの発生予防の場としての機能を評価した研究を紹介したい。

2. 藻場における殺藻細菌の季節変化

北海道函館市の志海苔海岸の藻場において，2011 年 5 月から 9 月にかけて殺藻細菌のモニタリングを行った。対象プランクトンとしては，麻痺性貝毒の原因となる有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense*，魚介類を斃死させる有害渦鞭毛藻の *Margalefidinium polykrikoides* (= *Cochlodinium polykrikoides*)，*Heterocapsa circularisquama*，有害ラフィド藻 *Chattonella antiqua*, *Heterosigma akashiwo*，無害な珪藻の *Ditylum brightwellii* を用いた。対象海藻は褐藻のマコンブ（*Laminaria japonica*）とウミトラノオ（*Sargassum thunbergii*），紅藻ピリヒバ（*Corallina pilulifera*）及び緑藻のアナアオサ（*Ulva pertusa*）である。

藻場における有害有毒プランクトンに対しての殺藻細菌及び増殖阻害細菌は，7 月と 8 月の夏季に高頻度及び高密度で存在することが分かった。検出密度は，海藻の湿重量 1g 当たり 10^5〜10^7CFU (Clony Forming Units) であり，藻場の海水からは海水 1mL 当たり 10^2〜10^4 CFU の密度で検出された。有毒種の *A. tamarense* の殺藻細菌や増殖阻害細菌は今回用いた 4 種の海藻や藻場海水から検出された。対象微細藻類を種特異的に殺藻する細菌が，海水及び海藻の両方から多く検出され

た。得られた殺藻細菌と増殖阻害細菌は 16S rRNA 遺伝子解析の結果，CFB グループ（*Cytophaga–Flavobacterium-Bacteroidetes*），α-Proteobacteria 綱，γ-Proteobacteria 綱に属することが判明した。二者培養実験において，微細藻類培養に添加した細菌密度が，10^0 cells mL^{-1} の低密度でも殺藻細や殖阻害が起こり，強力な活性を有する事が示された。

3. 様々な海藻種における殺藻細菌の存在

室蘭市電信浜の藻場において 2012 年 8 月 30 日の干潮時に，海藻 14 種（褐藻 4 種，紅藻 7 種，緑藻 3 種）と海草スガモ，及び海水試料を採取した。殺藻細菌及び増殖阻害細菌は，も場の海水中からおおよそ 10^2〜10^4 CFU mL^{-1} の密度で検出された。また多種類の海藻表面に，これらの細菌は海藻 1g 当り 10^5〜10^7 CFU と，高密度の生息が確認された（海藻 15 種中 7 種）。またマコンブでは，腐食の認められる葉体部からこれらは高密度で検出された。検出された殺藻細菌は，腐食中の海藻由来の有機物を利用している可能性がある。また，対象微細藻類を種特異的に殺藻する細菌が海水及び海藻の両方から，高い頻度で検出された。さらに，藻類培養に添加する細菌密度が低密度の条件下 (10^0 cells mL^{-1}) でも，増殖阻害及び殺藻を示した。

本研究により，北海道沿岸域の藻場において，増殖阻害細菌及び殺藻細菌が藻場海水や海藻の表面に存在し，有害有毒微細藻類に対して特異的に働く細菌が多く生息することが判明した。また，分解中の海藻起源の殺藻細菌が多いことから，藻場海水中へ海藻起源のデトライタスに付着した状態で殺藻細菌が海水中へ供給されていると想定される。以上得られた本研究の成果から，藻場が赤潮や有毒プランクトンのブルームの発生防除，特に予防の観点で有効な場として機能している事を指摘できる。

4. 藻場による赤潮発生防除に関する考察

瀬戸内海においては埋め立てが盛んに行われた事もあり，特に大阪湾では自然海岸が殆ど無い状況である。その結果，藻場もアマモ場も殆ど消失した状態である。一方で高度経済成長期には，富栄養化の進行に伴い赤潮の発生件数は劇的に増加した。今回，藻場には赤潮プランクトンに対して殺藻活性を有する膨大な密度の殺藻細菌が生息するという知見を報告した。また，有毒渦鞭毛藻のアレキサンドリウム（*A. tamarense*）を殺藻し阻害する細菌も藻場から豊富に見出された。得られた新しい知見に鑑みるならば，富栄養化が赤潮発生の促進要因として働き，一方で赤潮発生の抑制要因であるアマモ場や藻場の喪失が相乗的に赤潮発生を促進した可能性を指摘出来る。現在，自然再生や環境修復の一貫で藻場やアマモ場の造成が行われているが，里海構想の一環でこれらの造成が瀬戸内海等で進めば，自然に赤潮の発生頻度が減っていく可能性があると考えられる。今後は赤潮や貝毒プランクトンの発生水域と潮流の関係を考慮し，藻場やアマモ場が発生水域に影響を及ぼすような観点での造成計画の策定が，赤潮や貝毒の発生予防を指向する方策として重要と考えられる。

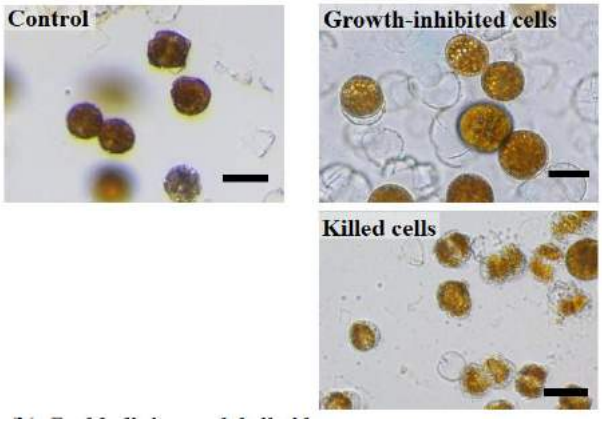


図 1. 殺藻細菌及び増殖阻害細菌による有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* の殺藻細菌と阻害。Control は細菌無添加。

干潟の生態系サービスの“見える化”

岡田知也（国土技術政策総合研究所）

キーワード：干潟・生態系サービス・定量化，貨幣換算

1. はじめに

近年、人々が海を身近に感じることができる沿岸域の水際が、生態系サービスの観点で着目されている。しかし残念なことに、この生態系サービスの価値を私たちは認めることがなかなかできない。したがって、生態系サービスの“見える化”が、今、必要だと考えている。

そこで著者らは、干潟の持つサービスの経済評価に際して、①各サービスの得点を算出し、次に②その得点を貨幣換算する 2 段階の評価手法（干潟健全度指数と経済的価値による統合的評価手法（CETHI）[1)]）を開発した。本報告では、干潟の生態系サービスの定量化の事例を紹介する.

2. サービスの得点化

東京湾の 4 つの干潟（潮彩の渚（造成），横浜海の公園（造成）、多摩川河口干潟（自然）、小櫃川河口干潟（自然））に対して、サービスの得点化を実施した[2)]。干潟のサービスとして、10 種類のサービスを定義し、関連指標のデータを収集した（**表－1**）。

本手法では、指標の過去 5 年間のトレンドを算出し、そのトレンドに周辺環境や人為的行為の影響を加味して近未来を推定した（**図－1**）。最終的な得点は、現況指数と近未来指数から算出した。周辺環境や人為的行為の影響は、各サービスに対するインパクト・レスポンスフローを作成して抽出した。近未来値を推定することで、持続可能性も考慮することができる。

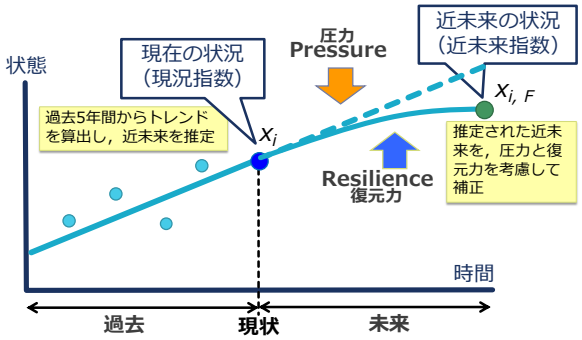
3. 貨幣換算

本手法では、得点が 100 点の状態の経済評価を行い、100 点の状態の価値に得点率を掛けることで各得点を貨幣換算する[3)]。まず、サービスのうち、市場価格法または顕示選好法で評価できるサービスの経済評価を行う。次に、これらのサービスに対して、市場価格法または顕示選好法で評価できないサービスの価値が公共事業として高いか低いかをアンケートで尋ねた。

各干潟の持つ各サービスの価値を**図－2** に円

表－1 生態系サービスの種類及び定量化のための収集データ

サービス		指標
食料供給		水産物の漁獲量
波浪低減		波浪エネルギーの低減量
親水利用	観光・レク	観光･レクの来場者数
	教育	参加者数
	研究	論文･報告書数
地域密着	昔からの特別な場	神事･祭事の開催数
	日々の憩いの場	憩いの来場者数
水質	水質浄化	底生生物による COD 浄化量
	炭素貯留	炭素の堆積速度
種の保全		確認種数(底生生物･鳥類)



図－1 得点化におけるトレンドおよび近未来指数の考え方

グラフで示す．円グラフの半径は得点、幅（角度）は経済評価値に基づく加重平均率を表す。

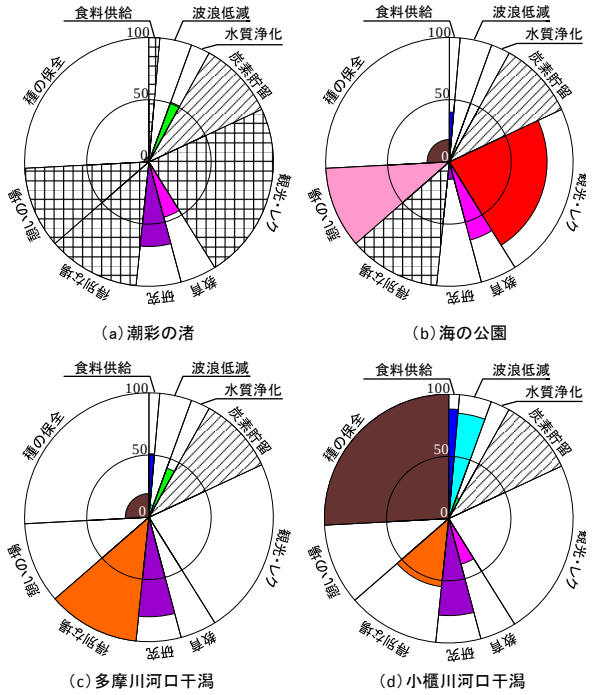
10 の干潟のサービスのうち、供給サービス（食料供給）および調整サービス（海岸保護，水質浄化、炭素貯留）に対して文化的サービス（観光・レク、教育、研究、特別な場、憩いの場，種の保全）は約 10 倍高かった。

各干潟において、幅が広く（角度が大きく）得点が低いサービスは、経済価値を今後大きくするポテンシャルを有していると言える。

4. 得点化　大阪湾の干潟への適用

大阪湾湾奥の 4 つの干潟（堺 2 区生物共生型護岸、南港野鳥園、淀川河口干潟、御前浜公園）のサービスの得点化を実施した（**図-3**）。

堺 2 区生物共生型護岸では、水質浄化が他の干潟と比べて高かった。南港野鳥園では、環境



図－2　各干潟が持つサービスの評価結果．網掛けは制約条件によって存在していないサービス．炭素貯留サービスは未計算．

教育、研究および種の保全が他の干潟と比べて突出していた。淀川河口干潟では、食料供給は他の干潟と比べて高かったが、種の保全は他の干潟と比べて低かった。御前浜公園では、憩いの場が他の干潟と比べて突出して高かった。

これら得点の貨幣換算は今年度に実施する予定である。東京湾と大阪湾でサービス間の重みの違いがあるか否かが興味深いところである。

5. アマモ場への応用に向けて

アマモ場は、陸と海の境界に位置する干潟と比べると、人との繋がりが比較的弱いと考えられる。したがって、**表－1** で示したサービスのうち、サービスの価値が相対的に高かった（**図－2**）文化的サービスの価値が低い可能性がある。産卵場や稚仔魚の育成場としてだけでは全体的な価値は十分でないかもしれない。サービスの価値は，利用（ニーズ）によって高めることは可能である。皆さんの知恵によってニーズを是非高めて頂きたい。

謝辞：本研究は次の研究者と共同して行った。桑江朝比呂、渡辺謙太、棚谷灯子（港空研）、三戸勇吾、菅野孝則、高橋俊之（復建調査設計）、秋山吉寛、黒岩寛（国総研）、杉野弘明、徳永佳奈恵（東大）、久保雄広（国環研）、遠藤徹、矢持進、重松孝昌（大阪市大）、大谷壮介（大阪府大工専）、上月康則、山中亮一（徳島大）、日下部敬之（大阪府環農水研）、大塚耕司（大阪府大）、中野和之、宇城真（近畿地整）

参考文献

1) 岡田ら：干潟健全度指数と経済的価値による干潟のサービスの統合的評価手法，土木学会論文集 B2，73（2），pp. 1561-1566，2017.
2) 井芹ら，干潟および干潟の生態系が有するサービスの定量化手法の考案，国総研資料，No. 890，2016.
3) 岡田ら，比較順位法を用いた生物多様性と教育に関する干潟の生態系サービスの経済評価の検討，土木学会論文 B2，72（2），pp. 1453-1458，2016.

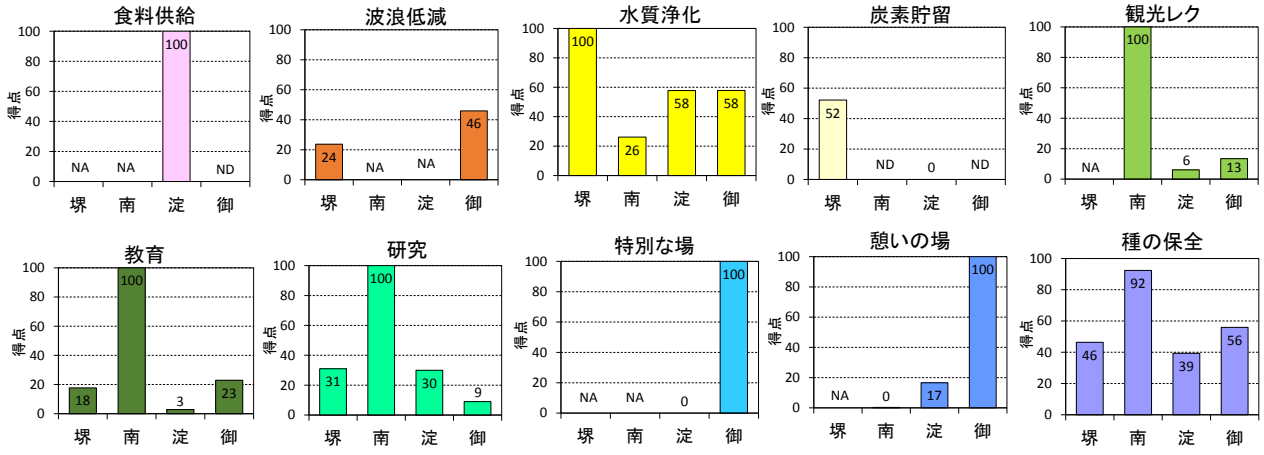


図-3　堺 2 区生物共生型護岸（堺），南港野鳥園（南），淀川河口干潟（淀）および御前浜公園（御）における得点．NA は利用制限等によりサービスが発現しないこと，ND はデータの不足により評価ができていないことを示す．

浅海生態系における CO_2 吸収量の全国推計

桑江朝比呂（港空研）・吉田吾郎（瀬戸内水研）・堀正和（瀬戸内水研）・岡田知也（国総研）・
佐々木淳（東大）・梅澤有（東京農工大）・渡辺謙太（港空研）・棚谷灯子（港空研）

キーワード：ブルーカーボン・吸収源対策・ブルーカーボン研究会

浅海生態系による気候変動の緩和機能（大気中二酸化炭素の吸収機能や生態系内への炭素貯留機能）が注目され始めている（図１）。しかしながら、浅海生態系による気候変動の緩和機能の全国推計例はなかった。そこで、IPCC ガイドラインやインベントリ報告に倣い、生態系内の炭素貯留量の変化を大気中二酸化炭素吸収量と定義し、既往の国内外の文献値をベースに、我が国の浅海生態系における年間二酸化炭素吸収量を全国推計した。その結果、現状における二酸化炭素吸収量の標準値は 173 万トン CO_2/年，上限値は 679 万トン CO_2/年と見積もられた（図２）。このような現状値あるいは将来値の推計を進めていくことは、浅海生態系を地球温暖化対策計画における吸収源対策に定める検討や、浅海生態系の価値評価において重要になると考えられる。

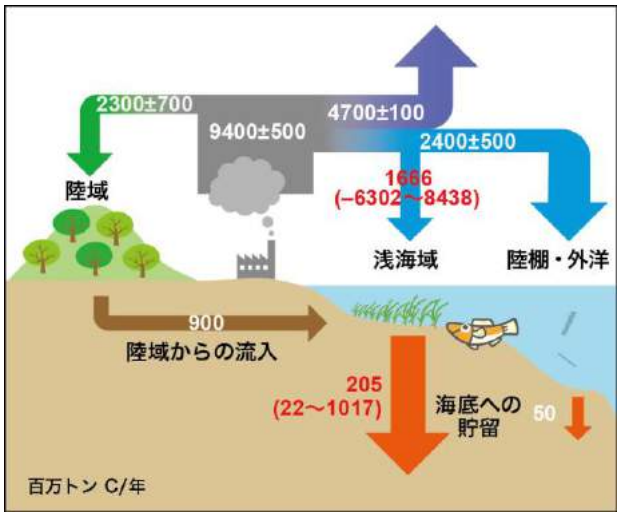


図１　全球の浅海生態系による大気中二酸化炭素の吸収速度と生態系内への炭素貯留速度（Kuwae and Hori (eds) Blue carbon in shallow coastal ecosystems: carbon dynamics, policy, and implementation. Springer Nature (2018)を改変）

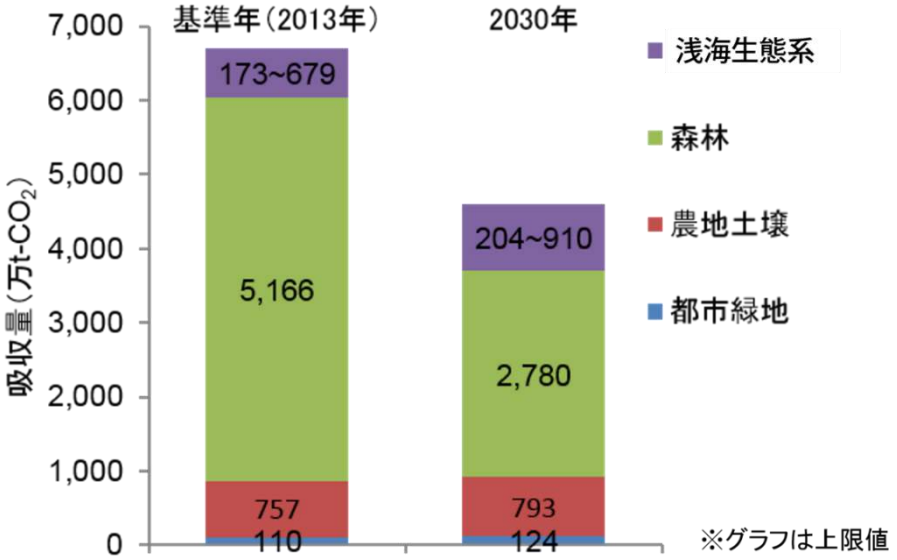


図２浅海生態系における CO_2 吸収量の全国推計値．マングローブ，海草藻場，海藻藻場，干潟が対象．基準年（2013 年）と 2030 年における標準値と上限値を試算し，我が国の他の吸収源の値（温暖化対策計画参照）と比較．標準値は，既往文献（自然生態系）から得られた単位面積当たりの吸収速度（吸収係数）の平均値，上限値は，技術介入による適切な生態系造成と管理により，吸収係数が標準値を上回ると仮定した場合の数値．2030 年の試算は，政府の計画どおり，浅海生態系の保全・再生が進捗した場合を仮定．出典：ブルーカーボン研究会（事務局：（一財）みなと総合研究財団・（一財）港湾空港総合技術センター，オブザーバー：国土交通省港湾局，水産庁漁港漁場整備部，環境省地球環境局）

沿岸域総合管理からブルーエコノミーへ

古川恵太（NPO 海辺つくり研究会、笹川平和財団海洋政策研究所）

キーワード：環境再生・里海・持続可能な開発

１．はじめに

大阪湾は長軸 55 km、短軸 30 km の楕円型をした面積 1,450 km^2、平均水深 28 m の閉鎖性水域であり、西は明石海峡を通して播磨灘につながり、南は友が島水道を通して紀伊水道、太平洋につながっている。2 府 5 県、1,745 万人が背後に広がる 11,200 km^2 の流域圏に生活しており、活発な産業活動が行われている[1)]。

その結果として、淀川、神崎川、武庫川、大和川等を通して流入する河川から多くの栄養塩が供給され、1970 年代を中心に行われた埋め立てが海域の自浄作用を低減したことも相まって、今も年間 100 回程度の赤潮が発生している富栄養化海域である（ただし瀬戸内海全体としては貧栄養化に進んでいる）[2)]。

そうした海域を持続可能な形で利用していくためには、陸域と海域を一体として、地域が水平的につながり、国・地方自治体・市民が垂直的に連携していくことが肝要である。そうした取り組み方を「沿岸域総合管理」と呼ぶ[3)]。

沿岸域総合管理は、Integrated Coastal Management（ICM)として、世界の標準的な沿岸域の管理手法として 1980 年代から各国で適用されてきた。そうした視点から大阪湾の再生への取り組みを振り返り、その先の地方振興に向けた道筋を近年注目され始めた「ブルーエコノミー[4)]」という視点から考察してみたい。

２．沿岸域総合管理の視点から見た大阪湾再生

大阪湾の環境の改善に向けて、多様な主体の連携・参画により、森・川・里・都市・海等の取り組みの輪を広げ、効率的・効果的な取り組みの推進を図り、大阪湾の再生とともに新しい大阪湾の創出を目指すことを理念に掲げ、大阪湾再生行動計画（第二期）（以後、「行動計画」と記す）が 2014 年 5 月に策定された[1)]。その実施主体は大阪湾再生推進会議である。

沿岸域総合管理は、（１）海域を一体とした状況把握、（２）地域の関係者による合意形成、（３）沿岸域総合管理計画の策定、（４）順応的管理による事業の実施、（５）評価と見直しの 5 つのコンポーネントを順応的に実施していくシステムとして提案されている[5)]。以下、これらの項目に沿って行動計画を読み解く。

（１）海域を一体とした状況把握

行動計画のⅠ章の背景には、大阪湾の特性がまとめられており、外洋、下水道の普及、流域からの発生負荷量、環境特性（地形、流況、水質、赤潮）がまとめられている。しかし、陸域・海域の産業活動、多様な生物の生息・生育、人と海との関わり等についての記述はほとんど無い。

（２）地域の関係者による合意形成

行動計画のⅡ章 1 節には、行動計画の理念と意義が１）多様な生物の生息・生育、２）人と海との関わり、３）空間ネットワーク及び人的ネットワークの充実・強化として端的に示されている。2 節に示されている目標の考え方、全体目標等と合わせて、目標に関する合意形成の結果が示されていると見ることもできる。

この合意形成を構築した主体は、国・府県・市の関係者と（一財）大阪湾ベイエリア開発推進機構からなる、大阪湾再生推進会議であり、住民、ＮＰＯ、企業、漁業者、学識経験者、小中学校等が合意形成に関与した形跡は直接的には確認できない。

その一方で、行動計画Ⅳ章 1 節には取り組み推進のための多様な主体との「連携・活動の場づくりを一層推進する」と記されており、将来的な合意形成の場の設立が期待される。

（３）沿岸域総合管理計画の策定

行動計画そのものが沿岸域総合管理計画として記されたものである。法的根拠を持たないものの、参考として記されている関連計画として、瀬戸内海における今後の目指すべき将来像等に関する中央環境審議会の答申を始め、生物多様性国家戦略、海洋基本計画、第四次環境基本計画、海洋生物多様性保全戦略、各湾の再生行動計画、国交省の水環境マネジメント、琵琶湖・淀川流域圏の再生計画等が列挙されており、本計画が、国・地域の総合計画としての位置づけを持っていることを標榜している。

（４）順応的管理による事業の実施（５）評価と見直し

行動計画の順応的管理および評価と見直しについては、Ⅳ章２節の取組のフォローアップに明記されており、毎年度の進捗把握、５年後の中間評価の実施も明記されている。実際に本行動計画はそうした過程を経て 2004 年に発行された第一期の計画を改定したものである。

３．ブルーエコノミーによる地方振興

上記の様に、本行動計画が沿岸域総合管理を推進するものであることは、間違いがないものの、実施において、陸域・海域の産業活動、多様な生物の生息・生育、人と海との関わり等への配慮・認識の醸成、多様な主体との連携の場づくりが具体的な課題である可能性が浮かび上がってきた。

そうした課題を包括する考え方として、「ブルーエコノミー」の可能性を検討したい。

ブルーエコノミーとは、2012 年の国連持続可能な開発会議リオ+20 の準備会合で自然資産や生態系サービスに結び付けた海洋の価値、島しょにおける小規模漁業や経済等を論じた際に検討された概念である。その後、国連のブルーエコノミー概念書（2014）[6]、世界海洋サミット（2015）[7]、世界銀行（2017）[8]、EU（2017）[9]、PEMSEA（2015）[10]等が相次いで定義を提示してきたが、確定された定義はまだない。

海洋政策研究所では、沿岸域総合管理[4,5]、里海・里山の考え方[11]や、海洋産業の定義[12]等を参考に「ブルーエコノミーとは、海洋における産業とそれへの原材料やインフラを提供する基盤となる活動や産業、対象産業から生み出されるサービス（と結果として実現される社会システム）を包含し、循環型社会、食の安全保障、気候変動への対応、安心・安全な社会の構築を目指す活動」と定義した（図１）[iv]。

こうした考え方を大阪湾再生に適用するならば、例えばアマモ場再生は、大阪湾流域圏の基盤となる環境整備や教育・調査・研究により市民の理解を増進するものであり、その恩恵を受ける漁業、観光を振興し、加工食品の流通、海洋レジャー等を促進することにより、豊かで安心なまちづくりに役立つ取り組みとして位置づけが明確になるのではないかと考えている。

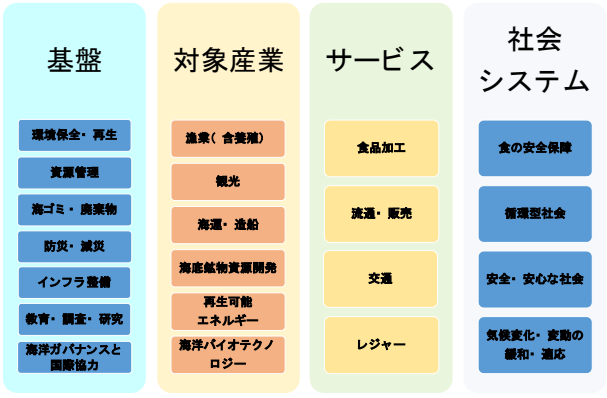


図１：ブルーエコノミーと目指す社会システム

さらに、経済的な解析手法を適用することで、こうした位置づけを定量化し、協働する主体間の連携を可視化できる可能性もある。

４．おわりに

こうした考え方は、まだ緒に就いたばかりであり、現在鋭意、研究を進めている段階である。今後、アマモ場再生のような地域の取り組みが、国連持続可能な開発目標（SDGs）の達成や、気候変動への対応、生物多様性の保全、災害への対応といった国際的な行動規範にもつながる重要な位置づけを持っていることを示していきたい。

参考文献

1) 大阪湾再生推進会議（2014）大阪湾再生行動計画（第二期）、大阪湾再生推進会議、34p.
2) T. Yanagi (2015) Oligotrophication in the Seto Inland Sea, in T. Yanagi (ed.), Eutrophication and Oligotrophication in Japanese Estuaries, Estuaries of the World, pp.39-68.
3) 來生新・土屋誠・寺島紘士監修（2016）沿岸域総合管理入門 - 豊かな海と人の共生をめざして - 、東海大学出版部、243p.
4) 海洋政策研究所（2018）海のまちづくりガイドブック - ブルーエコノミーの実現に向けて - 、海洋政策研究所、189p.
5) 海洋政策研究財団（2015）沿岸域総合管理の推進に関する政策提言　市町村主体による地方沿岸域の総合的管理に向けて、海洋政策研究財団、23p.
6) United Nation Sustainable Development Knowledge Platform (2014) Blue Economy Concept Paper.
7) The Economist Intelligence Unit (2015) The Blue Economy: Growth, Opportunity and Sustainable Ocean Economy.
8) World Bank (2017) What is the Blue Economy?
9) EU (2017) Blue economy in the EU.
10) PEMSEA (2015) Blue Economy for Business in East Asia.
11) 柳哲雄（2006）里海論、恒星社厚生閣、102p.
12) 海洋基本法（2007）第五条

水産庁における藻場の保全・創造の取組

不動雅之（水産庁漁港漁場整備部整備課）

キーワード：磯焼け、水産環境整備事業、ガイドライン、全国協議会、海水温上昇

1. はじめに

藻場・干潟は、水産生物の産卵、幼稚仔魚の育成・餌の確保の場として水産資源の維持・増大に大きく寄与するとともに、海水中の有機物の分解や窒素、リン等の栄養塩の取り込みによる水質浄化機能に優れており、良好な沿岸域環境を維持し安定した水産資源を確保する上で重要な役割を果たしています。しかしながら、高度経済成長期の沿岸域の開発等によって藻場・干潟の分布が大幅に減少するとともに、近年は、海水温の上昇や食害生物等によりその機能の低下も見られて、水産資源への影響が懸念されています。

このため、藻場の保全や機能回復によって、生態系全体の生産力の底上げすることが重要であり、国（水産庁）は、地方公共団体等が実施する藻場の造成や漁業者や地域住民等によって行われる食害生物の駆除等の藻場の保全活動を支援し、推進しています。

また、水産庁では、磯焼け対策についての考え方や手法等をまとめた『磯焼け対策ガイドライン』（平成19年策定、平成27年改訂）を策定するとともに、全国レベルで優良事例等の情報共有を図る『磯焼け対策全国会議』（平成19年度～）を開催するなど、技術的支援にも取り組んでいます。

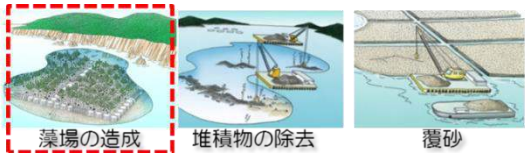
2. 水産環境整備事業（公共事業）

公共事業である水産環境整備事業は、水産資源の生産力の向上と豊かな生態系の維持・回復を目的に、魚礁・増殖場等の漁場施設整備並びに底質改善や藻場・干潟の整備等水域環境保全に資する事業です。水産生物の動態、生活史に対応した良好な生息環境空間を創出することで、生態系全体の生産力の底上げを目指します。

【漁場施設の整備】

魚礁の造成　湧昇流漁場の造成　区画施設の整備

【水域環境保全のための事業】



磯焼けの著しい漁場等においては、上述の事業と併せて、食害生物対策、移植・播種、モニタリング等を実施し、海域環境の変動に順応した事業を展開しています。

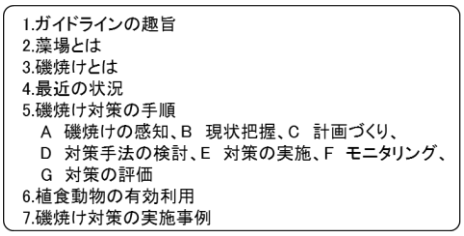
3.　水産多面的発揮対策事業（非公共事業）

非公共事業である水産多面的発揮対策事業は、環境・生態系の維持・回復や安心して活動できる海域の確保など、漁業者等が行う水産業・多面的機能の発揮に資する地域の取組に対し、一定の費用を国が支援します。

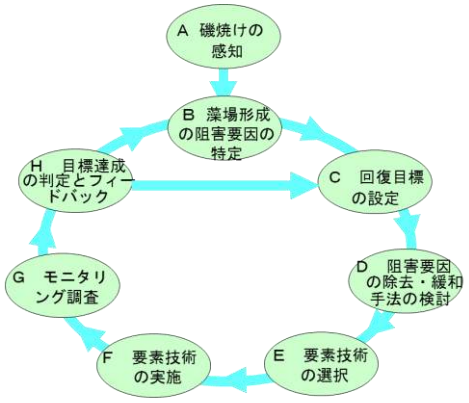
（主な活動項目）

4.　磯焼け対策ガイドライン

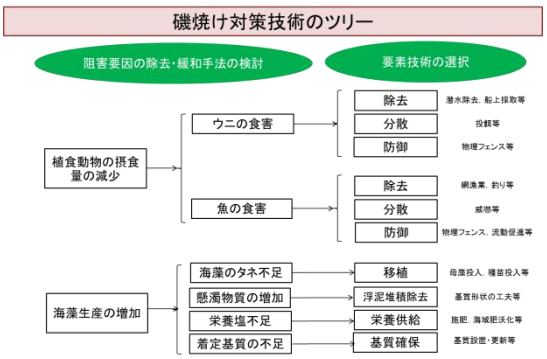
「磯焼け対策ガイドライン」は、漁業者自らが主体となって磯焼け対策を実施するための技術的なガイドラインとして作成し、広く活用されています。この中では、藻場・磯焼けの状況、磯焼け対策の手順、植植動物の有効活用、参考となる実施事例等を記載しています。



磯焼け対策は、磯焼けの要因をしっかり把握し、それを除去もしくは緩和することが必要です。また、小規模な取組から磯焼け対策を始め、確実な成果をあげながら順応的に取組の規模を拡大させていくことが重要です。藻場が回復しない場合は、要因の特定にフィードバックして対策を改めることが必要です。



順応的管理の考え方



5.　磯焼け対策全国協議会

水産庁は、平成19年度から地方公共団体、漁協等の幅広い参画と連携による磯焼け対策の推進のための全国協議会を年1回開催しています。磯焼け現場からの報告、地域からの磯焼け状況や取組事例の報告、磯焼け対策に関する最近のトピックの紹介等を行っています。平成30年度は、平成31年2月22日（金）で開催する予定です。正式には、平成31年1月頃、水産庁HPでお知らせします。

磯焼け対策全国協議会の様子

6.　おわりに

水産庁では、藻場の保全・創造対策の実効性がより高くなるよう、①財政的支援、②技術的支援、③情報共有の3つの観点の施策を総合的に進めており、これからもしっかりと取り組んでまいります。

また、近年、我が国沿岸では、海水温上昇等に起因して磯焼け等による藻場の衰退現象や、夏季の高水温による海藻草類の枯死、藻場構成種の変化等の現象がみられています。今後、藻場の保全・創造対策においては、海域環境の変化に順応した適応策を進めることが必要であり、その手法等について技術開発を進めたいと考えています。

最後になりますが、藻場の保全・創造は、画期的な手法はなく、なかなか明瞭な効果が現れない場合も多いですが、適切な対策を継続的に講じることが一番の近道なので、皆で力を合わせて取り組みましょう。本稿が皆様の効果的な藻場の保全・創造の一助になれば幸いです。

藻場・干潟の分布状況調査について

坂口　隆（環境省水・大気環境局水環境課閉鎖性海域対策室）

キーワード：藻場・干潟分布状況調査、沿岸域の保全・再生・創出

瀬戸内海では、高度経済成長期以降、沿岸域における人口及び産業の集中等による汚濁負荷の増大、埋立て等の開発行為による多くの藻場・干潟の消失等により、水生生物や漁業への被害等、様々な社会問題が発生していた。このため、水質汚濁防止法や瀬戸内海環境保全特別措置法が制定され、汚濁負荷量の削減等の取組が実施されたことにより、水質は全体として改善傾向にある。一方で、生物多様性・生物生産性の確保に係る課題が残されている。

藻場や干潟などの浅海域は、窒素・りんの吸収、二枚貝等による有機汚濁物質の除去といった水質浄化としての機能や、魚介類の産卵場、仔稚魚の生息・成育場といった多様な生物の生息・再生産の場として重要な役割を担っているが、瀬戸内海では、高度経済成長期を中心に行われた沿岸域の開発等により、その多くが失われた。藻場については、1960～1990 年にかけて約 70%減少、干潟については、1898 年～2006 年にかけて約 50%減少している。

このような中、平成 27 年 2 月の瀬戸内海環境保全基本計画の変更、同年 10 月の瀬戸内海環境保全特別措置法の改正により、瀬戸内海を生物多様性・生物生産性が確保された「豊かな海」とする方向性が掲げられ、基本的な 4 つの施策の柱の一つとして、水質浄化機能を有し、生物の生息・再生産の場としても重要な藻場・干潟等の保全・再生・創出を進めることが盛り込まれた。また第 8 次水質総量削減基本方針にも、水環境の改善に関し必要な事項として、藻場・干潟の保全・再生・創出が盛り込まれている。

環境省では、瀬戸内海における藻場・干潟の分布状況を把握するために、平成元～2 年に実施された第 4 回自然環境保全基礎調査（環境庁）（以下、「既往調査」という。）以来、約 25 年ぶりに、瀬戸内海全域において分布状況調査を実施した。今回は、最新の藻場・干潟の面積を、統一した客観的手法で把握することを目的に、新たに衛星画像を活用し、平成 27～29 年度の 3 年間で実施した。平成 27 年度は東部海域（紀伊水道、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸）、平成 28 年度は中部海域（備讃瀬戸（一部）、備後灘、燧灘、安芸灘、広島湾、伊予灘）、平成 29 年度は西部海域（周防灘、豊後水道、響灘）を対象とし実施した。

調査の結果、藻場は東部海域で 3,965 ヘクタール、中部海域で 6,272 ヘクタール、西部海域で 5,367 ヘクタールであり、瀬戸内海全域の藻場面積は 15,604 ヘクタールであった。干潟は、東部海域で 1,023 ヘクタール、中部海域で 3,385 ヘクタール、西部海域で 6,657 ヘクタールであり、瀬戸内海全域の干潟面積は 11,065 ヘクタールであった。

衛星画像の解析手法を用いた本調査は、関係者ヒアリング等の手法を用いた既往調査と調査手法が異なることから、東部海域 6 エリア、中部海域 9 エリア、西部海域 8 エリアにおいて既往調査と同様のヒアリング調査を行い、結果を比較することで、藻場・干潟の面積の経年変化の試算を行った。ヒアリング調査実施エリア（計 23 エリア）におけるヒアリング調査の結果と、既往調査の結果を比較すると、瀬戸内海全域においては、海草藻場（アマモ場）は 14 エリアで増加、3 エリアで減少、海藻藻場（ガラモ場等）は 10 エリアで増加、11 エリアで減少、干潟は 3 エリアで増加となった。東部海域については、大阪府のりんくう南浜や岡山県の日生地区など、アマモ場の再生、造成活動が実施されている場所で、海草藻場（アマモ場）の増加がみられている。

また、有明海・八代海等総合調査評価委員会においても、有明海等の再生・保全を進める上では藻場・干潟等の分布状況の把握が重要であるとされていることから、平成 30 年度から同手法を用いて、有明海等の一部で藻場・干潟調査を実施している。

今回の 3 年間の瀬戸内海の調査で、衛星画像の解析手法を用いた調査方法を確立したことにより、今後、同手法による分布域の増減の定量的な評価が可能となり、沿岸域の保全・再生・創出の促進に繋がることが期待される。

本調査結果（分布図・GIS データ等）は環境省 HP で公開しており、自治体、研究機関等における調査・研究等に適宜、ご活用いただきたい。

播種シート工法によるアマモ場造成

金澤　剛（東洋建設株式会社）

キーワード：播種・適地選定・生長予測モデル

１．はじめに

1990 年代に海域環境にも関心が集まる中、各種の海域環境の修復再生技術が必要とされ、アマモ場についても効果的な造成方法が求められた。本稿では、大量急速施工をも念頭に低コスト、高効率なアマモ場造成工法を目指して開発された「播種シート工法」と、効果的なアマモ場造成のための適地評価手法、また造成したアマモ場のバイオマスを予測したアマモ成長モデルについて現地適用例を含めて記す。

２．播種シート工法

播種シート工法[1)]は、種子をシート状のモノで挟んで、ロールに丸めて輸送し、海底で展張するアマモ場造成工法である。開発に当たっては既存のアマモ場を傷めない、海に更なる環境負荷をかけない、普及が容易であることをコンセプトに、移植法ではなく播種法を選択し、陸上で準備して海中作業を少なく、アマモの種子を海底の所定の場所に素早く固定することを目指した。実際は、アマモ種子をヤシ繊維から成るヤシマットと生分解性不織布で挟み、ヤシマットが海底面に接するように置く。さらに、シートの浮き上がり防止と陸上製作時の強度を負担させるため、不織布上に金網を被せてある（図-1）。播種シートの大きさは、小さいものは例えば 2m×2m、大きなものは例えば 25m×100m を想定した。このような巨大な播種シートの場合は、ロール状の播種シートを起重機船で吊り上げ、シートの端部を海底に固定後、一気に海底に展帳、敷設する。

播種シート工法は、図-2 に示す明石市の東播海岸・谷八木地区前面海域に 2001 年 11 月に適用された[2)]。現地は 2 基の突堤と 1 基の離岸堤に囲まれたポケットビーチ状である。設置した播種シートは離岸堤と突堤の開口部で水深が -2.5～-3.0m の地点に 10m×30m（300m²）のシートが 2 枚と、波浪等外力の影響を検討するために離岸堤端部背後に 5m×5m(25m²)のシート 1 枚である。なお、離岸堤と突堤の開口部には自生のアマモがごく僅かに点生しているがシート敷設場所には存在せず、離岸堤背後には自生のアマモ群落があるが、シート敷設場所は群落の脇でアマモは自生していなかった。

播種シート敷設後 10 年にわたってアマモの生育状況を追跡調査した。その結果、離岸堤と突堤の開口部に設置した 2 枚の 300m² のシートでは、アマモの発芽・生育が確認されたものの、強い波当たりが原因で生育数は僅かであった。一方、離岸堤端部背後の 25m² のシートでは、図-3 に示すように隣接する自生アマモ場と同等の生育密度を示すまでに繁茂した。これにより、播種シート工法の有効性が確認された。

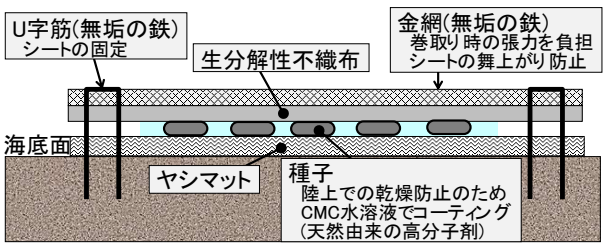


図-1　播種シートの構成

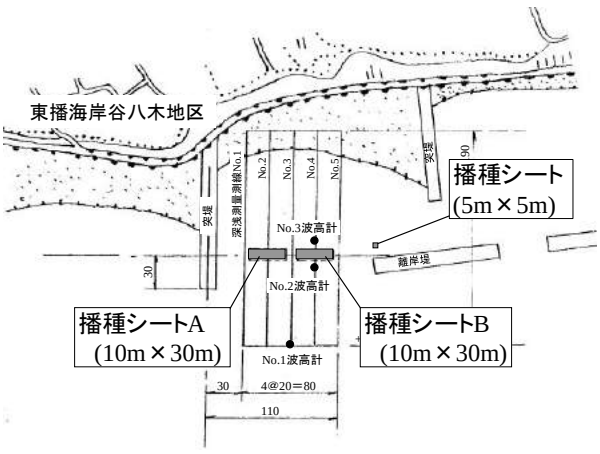


図-2　播種シート敷設位置

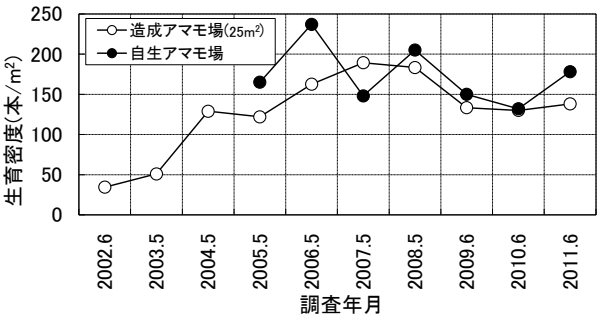


図-3　生育密度の経年変化

３．適地評価手法

東播海岸でのアマモ場造成の結果、アマモの発芽・生育および群落の維持に地形変化（波浪）が強く影響していることがわかった。すなわち、事前に播種シートを設置する位置を決める適地評価が重要である。そこで、東播海岸を対象に3次元海浜変形計算を実施して得られるシールズ数と地形変化速度を指標としてアマモ場造成の適地評価を試みた[2)]。東播海岸に播種シートを設置した直後の 2001 年 12 月～2002 年 6 月の現地波浪観測結果から冬期の高波浪の諸元を定め、これら波浪条件に対して 3 次元海浜変形計算を行った。図-4 は計算結果から水深 3～4m、シールズ数 0.5 以下、地形変化速度は±3cm/h 以下を適地条件とした場合の判定適地の範囲を播種シートの設置位置および自生アマモ場の生育範囲とともに示したものである。この図によれば、判定適地が既存のアマモ場の分布、播種シートにより順調に群落を形成している箇所および群落を維持できていない箇所の区別を的確に表現できている。これより、本手法を造成計画時に活用すれば、より確度の高いアマモ場造成が可能である。

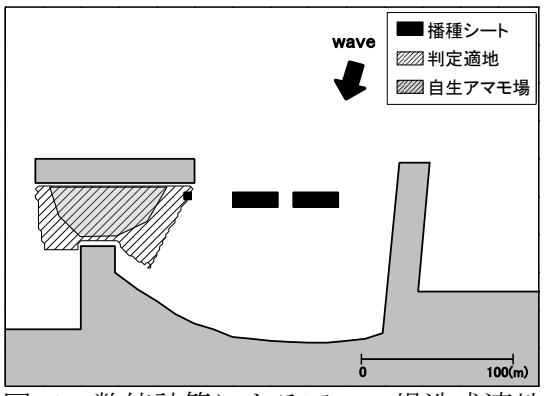


図-4　数値計算によるアマモ場造成適地

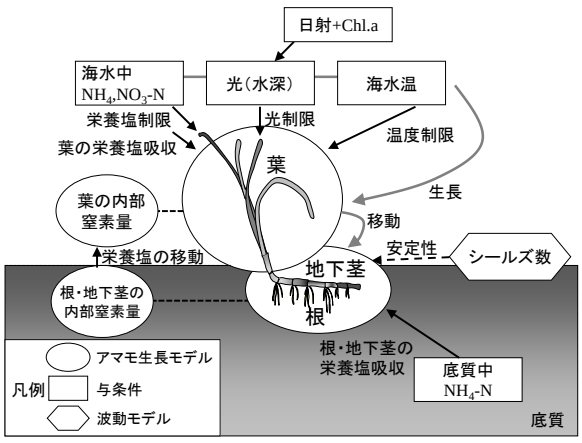


図-5　アマモ生長予測モデルの模式図

本適地評価手法は、大阪府泉南市りんくう南浜の人工海浜で行われているアマモ場再生活動に適用された[3)]。計算の結果、人工海浜の一部に年間を通じてアマモが生育可能と判断された造成適地が見出された。そして、その判定適地に播種シートが設置され、複数年にわたって安定したアマモ場が形成された。

４．アマモ生長予測モデル

造成したアマモ場がどう生長するか、予測が出来れば造成したアマモ場の評価のひとつになると考えた。そこで、光量，水温，海水中および底質中の栄養塩濃度を考慮したアマモ生長予測モデル（図-5）を構築し、バイオマスの変化を予測した[4)]。このアマモ生長予測モデルを東播海岸造成アマモ場に適用して 2002 年 1 月～2004 年 12 月まで 3 ヵ年の再現計算を行い、観測結果と比較した。その結果、計算結果は造成したアマモ場のバイオマスの季節変動、経年変化をよく再現した。バイオマスの将来予測も行い、このアマモ場が複数年を経て安定したバイオマスとなること、その値は自生のアマモ場等と比較して、概ね妥当であることが示された。

５．まとめ

効果的なアマモ場造成方法の例として、播種シート工法を紹介し、現地実施事例について示した。また、アマモ場造成の確実性を向上させる方策として適地評価手法、造成後のアマモ場の評価手法としてアマモ成長予測モデルを示した。なお、播種シート工法はいままでに全国 40 ヶ所余で採用されていることを付記する。

参考文献

1) 芳田利春・田中裕作・寺田美香里・熊川四郎・森　鐘一(1998)：播種シートによるアマモ場造成に関する研究，土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集，共通ｾｯｼｮﾝ，CS-103，pp. 204-205.

2) 金澤　剛・森　鐘一(2003)：現地アマモ場造成試験と適地評価に関する研究，海岸工学論文集，第 50 巻，pp. 1266-1270.

3) 金澤　剛・明松正二・多賀　博・稲田　勉(2005)：も場衰退海域におけるアマモ場再生試験について，海洋開発論文集，第 21 巻，pp. 677-682.

4) 金澤　剛・鯉渕幸生・磯部雅彦(2006)：アマモ生長予測モデルの開発と現地検証，海岸工学論文集，第 53 巻，pp. 1021-1025.

鉄鋼スラグによる藻場の造成

氏名（所属）木曽英滋（新日鐵住金株式会社）
キーワード：藻場・副産物・鉄鋼スラグ・浚渫土

鉄鋼スラグは、鉄鉱石や石灰石を用いて鉄を製造する際に発生する石・砂状の副産物である。鉄鋼スラグ利用の歴史は約 100 年にも及び、技術開発と品質に関する規格化を行ってきた結果、セメント用混和材や道路路盤材、コンクリート用骨材等の建設用資源として99%以上が有効に利用されてきた。近年においても、鉄鋼スラグの特徴を活かした新規製品が開発され、海域環境の修復に活用され始めている。ここでは、環境修復用鉄鋼スラグ製品の概要と、これらを用いて藻場の造成を行った例を紹介する。

日本の沿岸では、海産生物の生息や産卵の場となる藻場の減少（磯焼け現象）が問題となっている。温暖化による海水温の上昇や海藻を食べる生物の優勢化（食害）等、いくつかの原因があると言われているが、森から海へと供給される鉄分の減少も一要因であると言われている。

鉄鋼スラグの中でも製鋼スラグには、二価の鉄イオンを豊富に溶出するという特性がある。この特性に着目し、森から河川を通じて海藻に供給される腐植酸鉄というものを人工的に生成して海藻へ供給することを目的として開発されたのが「ビバリー®ユニット」である。

ビバリー®ユニットは、間伐材などを発酵させた人工腐植土と製鋼スラグを混合したものであり、製鋼スラグから溶出する二価鉄イオンを人工腐植土中で生成される腐植酸（フルボ酸等）で錯体化させることにより、二価鉄イオンが水中の酸素と反応して錆となって沈殿してしまうことなく海藻まで届くことができる「海藻のための鉄分サプリメント」である。

平成 16（2004）年 11 月に、磯焼け現象に悩まされてきた北海道増毛町舎熊の海岸にビバリー®ユニット 6 トンを埋設したところ、埋設してから 8 ヵ月が経過した翌年の 6 月には、埋設個所から 30m 程度の範囲内にホソメコンブが大量に繁茂した。

ビバリー ユニットによるホソメコンブ藻場の再生

平成 26（2014）年からは、同じく増毛町の別苅という海岸に、増毛漁業協同組合の事業として 36 トンのビバリー®ユニットを埋設し、大規模な藻場造成に対する適用性を実証中である。

他にも日本沿岸では、埋め立てによって海藻が生育可能な浅場が姿を消していっている。現在、人工的に浅場を造成する取り組みがなされているが、ここで課題となるのが、大量に必要となる土砂や石材の確保である。干潟や浅場の造成には、海底を浅くするための大量の土砂や石材と、海藻が付着するための石材が必要となる。しかし、自然環境の保護のため、自然の土砂や石材の入手は困難になりつつある。

このような問題の解決のため、浚渫土を自然の土砂に替えて有効活用するために開発されたのが「カルシア改質土」、そして鉄鋼スラグを原料として人工の石材を製造するために開発されたものが「鉄鋼スラグ水和固化体製人工石」である。浚渫土とは、航路の水深を維持する等の目的で、浅くなった海底を浚（さら）って取り除いた堆積土砂のことであり、ヘドロ状のものは大部分が埋立処分されており有効活用が望まれている。

「カルシア改質土」も「鉄鋼スラグ水和固化体製人工石」も、鉄鋼スラグの「固まる」

という特性が生かされている。鉄鋼スラグは、カルシア（酸化カルシウム（CaO））やシリカ（二酸化ケイ素（SiO_2））等のセメントと同様な成分を主成分とすることから、水と反応して固まり、時間とともに強度が向上する水硬性という性質を持っている。鉄鋼スラグの中でも酸化カルシウムに富む製鋼スラグを浚渫土に混ぜ合わせると、製鋼スラグの酸化カルシウムと浚渫土の水やシリカが反応して固まり、ヘドロ状の浚渫土を土木工事で用いることが可能な「土」に変えることができる。このようにして土に改良した浚渫土を「カルシア改質土」と呼んでいる。また、製鋼スラグと高炉スラグの微粉末、そして必要に応じてアルカリ刺激材を添加し、水と混練すると生コン状になり、水硬性によってコンクリートのように固まる。固まった後に破砕すれば任意のサイズの人工石材を作ることができる。これが「鉄鋼スラグ水和固化体製人工石」である。型枠で成形すれば様々な形状のブロックも製造可能である。

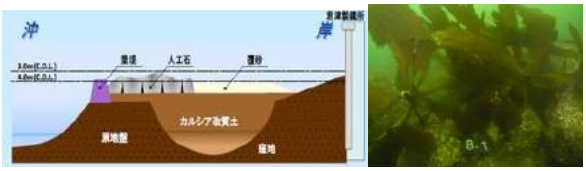
カルシア改質技術や鉄鋼スラグ水和固化体製人工石を用いて浅場を造成し、開発が進み環境が悪化した海域に生物生息の場を創出する試みが千葉県の君津市で進んでいる。

平成 23（2011）年 6 月に、地元漁業関係者や自治体の協力を得て、新日鐵住金株式会社君津製鉄所の沖合約 200m の地点に約 1 万 2 千 m^2 の浅場の造成を行った。現地の海底には、周辺との海水の交換性が悪く貧酸素水のたまり場となり、かつ海藻の生育に必要な量の光が届かない水深約 9m の小規模な窪地があり、生物の生息には適さない環境となっていた。この窪地を、製鉄所周辺で発生する浚渫土を鉄鋼スラグで改良したカルシア改質土で埋戻し、さらに光が届く水深（水深 4m）まで浅場化し、表面には海藻を付着させるための鉄鋼スラグ水和固化体製人工石や生物が潜るための天然砂を設置することにより、藻場に生物が集まる豊かな生物生息空間の創造を試みた。

浅場の造成後、水質や海藻等の生物の生育状況に関するモニタリング調査を実施したところ、貧酸素状態はほぼ解消され、さらにアラメやワカメが生育し再生産もなされていることが確認された。平成 26（2014）年秋の調査では、浅場を造成する前の環境と類似した周辺の海底と比べて、鉄鋼スラグ水和固化体製人工石を設置した場所では約 30 倍の底生生物が生息していた。魚類にいたっては、80m×80m の調査範囲に約 1,000 匹のメバルも確認された他、イシダイやクロダイ、アイナメなども多く確認された。平成 25（2013）年からは継続的に浅場の拡張を行っており、すべての工事が完了すると、浅場の面積は約 12ha となる予定である。

浚渫土（左上）、カルシア改質材（右上）、カルシア改質土（下）

鉄鋼スラグ水和固化体製人工石



千葉県君津市での浅場造成

大阪湾水産環境整備マスタープランについて

氏名（所属）笹島祐史（大阪府環境農林水産部水産課）

キーワード：マスタープラン・攪拌ブロック礁

１．はじめに

大阪湾は瀬戸内海東部の兵庫県、和歌山県に囲まれた楕円に似た閉鎖性の湾です。淀川や大和川などの河川を通じて流れ込む豊富な栄養分により、古くから瀬戸内海でも有数の漁業生産性の高い海域で多くの水産資源に恵まれ、底びき網漁業、船びき網漁業、巾着網漁業、刺網漁業など、多種多様な漁業が活発に営まれています。

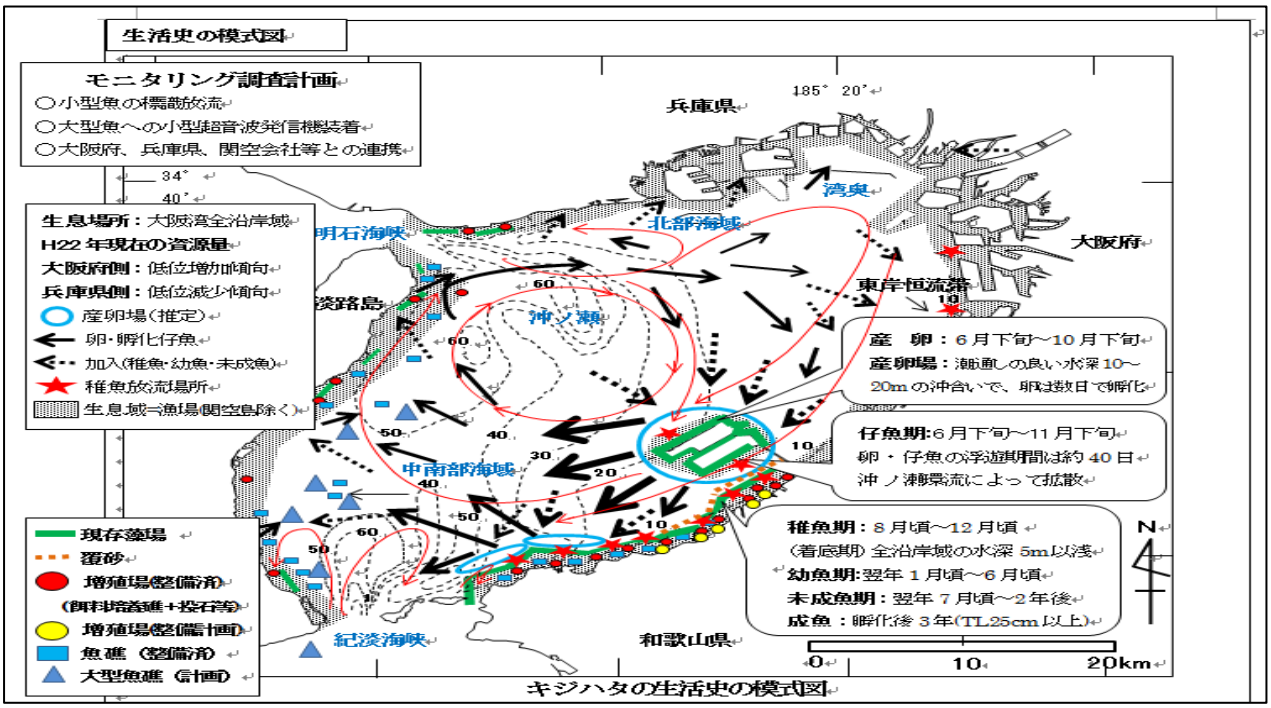
しかしながら、漁場環境の悪化などによる生産力の低下から、漁獲量は大きく減少しており、近年の漁獲量は、ピークであった昭和 57 年（約 12 万トン）から、現在は約２万トン前後に減少して推移しています。

漁獲量低迷の原因の一つに、大阪湾では埋め立て等により、魚介類の産卵・育成場あるいは水質浄化の場として機能する藻場・干潟・砂浜が大きく減少していることや、夏場に貧酸素水塊や青潮が発生することなどが挙げられます。これらのことから、大阪湾において漁業が今後とも安定的な発展を続けていくためには、良好な海域環境を保全して回復することが必要不可欠です。

そのため、大阪府では漁場整備事業として、海底に石や藻礁を沈め、魚介類の産卵場となる藻場を造成するとともに、稚魚の生残率を高めるため、エビ、カニ、ゴカイなどの餌料供給や隠れ場となる餌料培養礁を設置した増殖場の造成を行ってきました。

さらに、平成 24 年 9 月（平成 25 年 4 月変更）に大阪府と兵庫県が共同で大阪湾水産環境整備マスタープランを策定し、水産環境整備事業として、生態系全体の生産力の底上げを目指し、水産生物の生活史などに対応した良好な生息環境空間を創出するため、従来の「点」的な整備から「空間」的な整備に取り組んでいます。

プランでは、特に水産上重要な魚種の中から定着性が高く、生態系の上位種であり、水産環境整備の効果が評価しやすいと考えられるキジハタ（あこう）を指標種として、本種の成長段階に応じた環境整備を実施することとしています。



２．マスタープランの概要

（１）内容

①実施主体

大阪府・兵庫県

②対象種

キジハタ（指標種）、オニオコゼ、メバル、カサゴ、カレイ類等

③目標

キジハタ等の生活史に対応した良好な漁場の整備を実施し、大阪湾全体の資源量の増加を目指す。

④整備方針

稚魚～成魚の生息適地が極端に少ないため、増殖場を既存増殖場に隣接して整備及び未成魚～成魚の大型魚礁の設置（兵庫県側）

⑤成長段階に対応した整備

【稚魚期～幼魚期：育成場の整備】

水深 10m 以浅での保護育成礁（餌料培養礁）の設置や藻類着生基質・投石による藻場整備（増殖場）

【未成魚～成魚期：魚礁・増殖場の整備】

水深 40m 以浅での大型魚礁の設置（兵庫県）や攪拌機能を備えた増殖場の造成

【産卵期：産卵場の保全】

関西空港島周辺における採捕禁止区域の継続

（２）水産環境整備の基本方針と施策の内容

キジハタの生活史の知見などを参考に、水産生物の生産力の底上げを目指すため、産卵場所・餌料環境の保全及び幼稚魚の保護・育成環境の整備の取組みを推進し、キジハタの生活史に対応した良好な生息環境空間の創出を図ります。この結果、オニオコゼ、メバル、カサゴ等の水産資源の増大も期待できることから、これらの魚類の生態にも配慮した構造や配置計画とすることで、大阪湾海域全体の豊かな生態系の維持回復を図ります。

（３）水産環境整備事業により見込まれる効果

水産環境整備事業により、海域環境の改善に伴う良好な生息環境空間の創出と生息域の拡大などが図られるとともに、関係県と連携することで、大阪湾全体の資源量・漁獲量の増加が期待できます。また、大阪湾全体としてキジハタ種苗の放流、小型魚の再放流などの資源管理、藻場や増殖場の整備と海底耕耘事業などを併せて実施することにより、他の魚種の増産と生態系全体の底上げが図られることも期待できます。

（４）マスタープランの検証・評価について

マスタープランの検証については、水産生物の資源量の増大について、指標となるキジハタの分布・漁獲状況及び餌料生物等の調査を実施しています。大阪府では、水産環境整備事業による漁場整備と併せて栽培漁業によるキジハタ種苗の放流、資源管理による小型魚の再放流を行っていることから、キジハタの推定漁獲量は増加傾向となっています。

（５）マスタープランに基づく漁場環境整備

大阪府では、このプランに基づく具体的な取組みとして、栄養塩の偏在や夏場の貧酸素水塊や底質の改善などを目的とした攪拌機能を備えた餌料培養礁（攪拌ブロック礁）を平成 26 年度から 32 年度までに岸和田から泉佐野沖に 200 基を設置する事業を現在進めています。

攪拌ブロック礁設置完了後には沿岸域に類着生基質を中心とした増殖場の整備を検討していく予定です。

攪拌ブロック礁位置図

大阪湾再生の取組み

国土交通省近畿地方整備局　企画部　技術企画官　中藤 智徳
キーワード：大阪湾再生、魚庭（なにわ）の海

１．はじめに

大阪湾は、明石海峡と紀淡海峡の２つの開口部を持つ閉鎖性海域であり、和泉葛城山系や六甲山系など森林等が近接し、淀川水系、大和川水系などとともに琵琶湖まで含め、関西圏の大きな水循環体系を形成している。

江戸時代以降、臨海部を中心に約 13,000ha の埋立地が造成されており、東京湾に比べると水域面積はやや大きいものの、干潟等の面積は 14%程度となっている。

また、東京湾や伊勢湾と同様、夏季には赤潮や青潮が発生しているほか、人が海に近づける水辺が限られるなど、課題が残されている。

２．大阪湾再生の取組み

（１）大阪湾再生の概要

平成 13 年 12 月の都市再生プロジェクト第三次決定「海の再生」を受けて平成 15 年 7 月に「大阪湾再生推進会議」を設置し、翌年 3 月に 10 年間で実施すべき大阪湾再生のための施策を「大阪湾再生行動計画」としてとりまとめた。

平成 16 年度から平成 25 年度を対象とする第一期計画では、『森・川・海のネットワークを通じて、美しく親しみやすい豊かな「魚庭（なにわ）の海」を回復し、京阪神都市圏として市民が誇りうる「大阪湾」を創出する。』ことを目標とし、国や地方公共団体等が連携して様々な施策に取組んできた。

平成 26 年 5 月に、「大阪湾再生行動計画（第二期）」を策定し、第一期計画での課題を踏まえて取組んでいる。

（２）第二期計画の特徴

第二期計画では「大阪湾の環境改善に向けて、多様な主体が連携・参画して森・川・里・都市・海等の取り組みの輪を広げ、効率的・効果的な取り組みの推進を図り、大阪湾の再生とともに新しい大阪湾を創出する」ことを目指している。

その実現に向けては、特に市民団体や企業等多様な主体との連携協働を重視している。図１に示すとおり、第一期計画より多様な主体が連携して大阪湾の再生に取り組んできたが、第二期では特に企業との連携協働の活動にも力を入れ、大阪湾を次世代に引き継いで行くことが重要である。

なお、第二期計画では、目標の達成状況を評価するにあたり、目標を３つの要素に区分し、それを達成するための施策、評価指標、関係者を図２のように整理した。

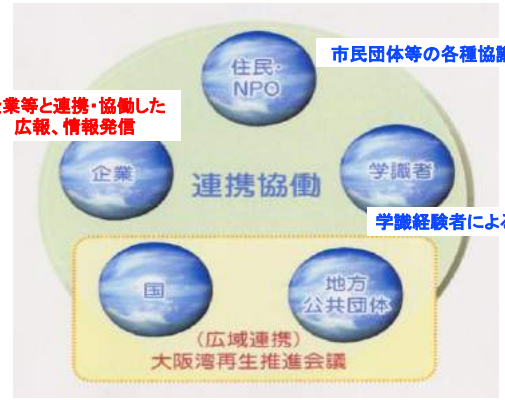


図１　大阪湾再生に向けた推進体制

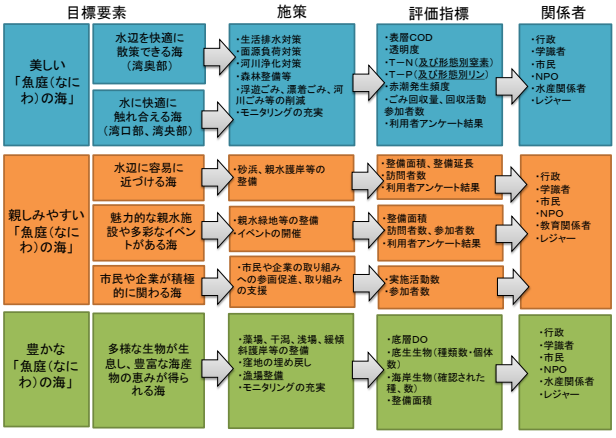


図２　目標の達成状況の評価方法

３．大阪湾再生に向けた施策や取組み

（１）市民や企業と連携したモニタリング

大阪湾における環境調査は、従来の行政や研究機関による調査に加え、市民や企業等多様な主体が参加したモニタリングが行われている。

大阪湾水質一斉調査は、三大湾で最も早く平成 16 年度から国、地方自治体、研究機関、企業、市民等が連携し、水質が最も悪化する夏季において実施している。

一方、大阪湾生き物一斉調査は、大学、市民団体、国、地方自治体等で構成する「大阪湾環境再生連絡会」が大阪湾沿岸で活動する諸団体の協力を得て平成 20 年度から実施しており、これらの成果は、大阪湾環境データベースで公表している。

図３　市民による環境（生き物）調査

（２）陸域での取組み

陸域では、大阪湾再生のために国や地方自治体の関係部局が連携して「生活排水対策」「面源負荷対策」「河川浄化対策」「森林整備・保全」等に取組むほか、市民や企業とも連携して「流入ごみ削減」等に取組んでいる。

図４　流入ごみ削減の活動

（３）海域での取組

海域では、「藻場・干潟・浅場・緩傾斜護岸等の整備」「窪地の埋め戻し」「浮遊・漂着ゴミの回収」等の施策に取組んでいる。

図５　干潟の造成（堺泉北港）

（４）新たな課題への対応

①栄養塩類の偏在化

大阪湾における生物資源量の減少要因として栄養塩類の偏在化が指摘されており、現在、海域グループメンバーで構成されるプロジェクトチーム（平成 28 年度設置）が、取組状況の整理や対策の検討を行っている。

②次世代の育成

大阪湾再生の実現には長い年月が必要であり、次世代の育成が必要である。そのため、学校教育等との連携を強化するため、平成 31 年度に高校生フォーラムの開催を予定しており、今後も引き続き次世代の育成に取り組んでいく。

③官民連携の強化

多様な主体の連携による大阪湾の再生を一層推進するためには、特に市民団体や企業との連携強化が必要であるため、今後官民連携の強化に向けた枠組の検討を行っていく。

３．おわりに

現在、第二期計画上期の中間評価と下期計画の検討を行っているが、本稿で触れた新たな課題にも適切に対応し、今後も美しく親しみやすい豊かな「魚庭の海」の再生に向けて取り組んでいくこととなるため、引き続き関係者、関係機関の協力をお願いする次第である。

参考文献：

大阪湾再生行動計画（第二期）概要版、大阪湾再生推進会議、平成 26 年 5 月

大阪湾再生行動計画（第二期）平成 29 年度の取り組み成果概要版、大阪湾再生推進会議、平成 30 年 3 月

大阪湾における藻場再生・環境再生の現状

吉村直孝（一般社団法人 生態系工学研究会）

キーワード：人工海岸・大型褐藻・直立構造物

１．はじめに

大阪湾における藻場は、西部（兵庫県神戸市須磨区から淡路島東岸）及び南部（大阪府阪南市から和歌山県友ヶ島沿岸）には現存するが、沿岸開発が進んだ北部から東部（兵庫県神戸市長田区から大阪府泉佐野市）は埋立により消滅し、人工構造物で覆われた海岸線（人工海岸）には殆ど現存しない状態となっている。

本講演では、大型褐藻で構成される岩礁性藻場を対象に、藻場が現存しない大阪湾の北部及び東部において、藻場再生に取り組んだ事例と共に、本研究会が独自に実施した現地調査の結果を交え、総合討論の参考情報を紹介したい。

２．藻場再生の事例

（１）人工島

大阪湾の北部及び東部には多くの埋立地があるが、神戸空港島、神戸沖埋立処分場、大阪沖埋立処分場、関西空港島の４つの人工島では、藻場再生・環境再生に向けた様々な取り組みを実施している。

関西空港島では、外周護岸において大型褐藻の種苗供給等を実施し、大規模な藻場が現存している（関西エアポートHP)。

神戸空港島では、外周護岸に幅30ｍの浅場（水深５ｍ以浅）を含む緩傾斜石積護岸を採用し、その後の調査により海藻類の分布が広がった事が確認されている（山本，2008)。

神戸沖埋立処分場では外周護岸の1.6km、大阪沖埋立処分場では外周護岸の1.3kmがそれぞれ緩傾斜護岸となっており、その後の調査により大型褐藻による藻場が広がり、魚介類も増えつつある事が確認されている（大阪湾広域臨海環境整備センターHP)。

（２）その他

大阪湾の北部に位置する尼崎港では、透明度が非常に低い環境特性を踏まえ、「浮体式藻場」の実験が行われ、様々な海藻を試した結果、ワカメが最適である事が分かっている（国際エメックスセンター，2003)。

また、大阪湾の北部に位置する西宮沖防波堤では、直立構造物に対する藻場再生の取り組みとして「ロープ式藻場」の実験が行われ、ワカメの生育が可能である事が示されている（中西他，2006)。

３．現地調査

（１）調査概要

大阪湾の北部及び東部の人工構造物（平均海面から低潮線付近）を対象に、海藻等の生物の付着状況を確認するため、平成16年９月及び平成17年５月は52地点、平成29年８月及び平成30年３月は12地点（主に直立構造物）において、船上からの目視調査を実施した。

（２）調査結果

ガラモ場を形成する褐藻綱ヒバマタ目ホンダワラ科のタマハハキモクは直立構造物では殆ど確認されず、消波ブロック護岸での確認が多かった。これは受精卵が直立面に留まる事ができないためと考えられる。

これに対して、ワカメ場を形成する褐藻綱コンブ目のワカメは護岸構造に関係なく、多く地点で確認された。これは遊走子が直立面に付着する事ができるためと考えられる。

４．まとめ

大阪湾の北部及び東部の海岸線は人工海岸であり、直立又は傾斜護岸である。

藻場再生の事例及び現地調査の結果より、消波ブロック等の傾斜構造では様々な大型褐藻の生育が確認されたが、ケーソン等の直立構造ではホンダワラ科の海藻の生育は期待できず、藻場機能の多くは期待できないと考えられる。

そのため、直立構造は藻場再生・環境再生に不向きであるが、「ロープ式藻場」のように傾斜又は水平構造を付加することにより、低コストで既存の直立構造物を藻場再生・環境再生が期待できる構造物に変えられる可能性がある。

なお、大阪湾の北部及び東部は淀川等の河川水の影響があるため、水質条件（特に塩分）には注意が必要である。