

Contents

新たな取り組み

- 06 海況予測システムDREAMSによる「海の天気予報」
- 04 リアルタイム土砂・洪水氾濫予測モデルの開発
- 02 GPS発信機を用いた鳥類の行動追跡

Working Report

新たな取り組み

- 10 ウミシヨウブ藻場の生態系維持回復に向けた取り組み
- 08 白化に負けない耐性サンゴの生産技術開発



人と地球の未来のために

いであ株式会社

Column

第4期海洋基本計画について ～海洋立国として海洋を活かし続けるために必要なこと～

政府の今後5年間の海洋政策の指針となる「第4期海洋基本計画」が2023年4月28日に閣議決定されました。海洋基本計画は2007年に制定された海洋基本法に基づき、海洋に関する施策の推進を図るため、政府の総合海洋政策本部(本部長・岸田総理)が策定し、5年ごとに見直されています。

海洋基本計画は全3部で構成されています。第1部では海洋政策のあり方について、「総合的な海洋の安全保障」「持続可能な海洋の構築」の二つの支柱と、七つの主要施策(下表)が基本方針として示されています。ここには、中国海警局に所属する船舶による領海侵入、モーリシャス重油流出事故、スエズ運河座礁事故、ロシアによるウクライナ侵略等さまざまな出来事を含めて、わが国の海洋に関する国益はこれまでになく深刻な脅威・リスクに直面していると書かれています。また、科学的知見の充実として、自律型無人探査機(AUV)等の海の次世代モビリティを含む海洋ロボティクスの研究開発や実証に取り組み、国産化に配慮した早期の社会実装に向けた戦略を実行していくとの記述もあります。

第2部は海洋に関する施策を総合的かつ計画的に推進するために必要な事項が示されています。環境・建設分野の総合コンサルタントである当社にとって、海洋環境の保全・再生・維持に関する部分は重要です。港湾では、生物共生型港湾構造物といったブルーインフラを全国の港湾に拡大し、ブルーカーボン生態系の保全・再生・創出を推進するとあります。

海洋の産業利用の促進として、南鳥島周辺海域で賦存が確認されているレアアース泥について、将来の開発・生産を念頭に、各府省連携の推進体制の下

で、第3期SIP※「海洋安全保障プラットフォームの構築」を立ち上げ、複数AUV調査技術等の開発・実証に向けた取り組みを進めるとしています。「国として取り組むべき重要課題に対する研究開発の推進」のところで、さらなる技術開発に取り組むとあり、当社も参画し、貢献していく所存です。

海洋由来の再生可能エネルギーの一つとして洋上風力発電を挙げ、2030年までに1,000万kW、2040年までに浮体式も含む3,000～4,500万kWの案件の形成を目指すとあります。洋上風力発電についても維持管理を含め、当社の技術を活かして今後とも注力していきます。

第3部は海洋政策を推進するためのガバナンス等が示されています。

総合海洋政策本部の事務局機能を担う内閣府総合海洋政策推進事務局の元事務局長の一見勝之氏(現三重県知事)に、2021年6月にいであGECホールで「我が国の海洋政策について」というタイトルで講演していただきました(主催はNPO海ロマン21)。この時の講演で、海洋基本計画は各府庁の関連施策に「横ぐし」を指すものと述べられており、総合海洋政策の総合という言葉の意味を改めて考える機会となりました。

当社では、AUV、ROV(遠隔操作型無人潜水機)等の最新鋭の探査機器を導入し、環境調査、解析技術の実用化に取り組んできました。これらの豊富な経験や新たな技術と機器を活かして、海洋基本計画に示された海洋政策の方向性に沿って、今後とも積極的に貢献してまいります。

※SIP:戦略的イノベーション創造プログラム(内閣府)

海洋基本計画において、着実に推進すべき主要施策

- | | | |
|----------------|------------------------|---------------------|
| (1)海洋の産業利用の促進 | (4)北極政策の推進 | (7)新型コロナウイルス等の感染症対策 |
| (2)科学的知見の充実 | (5)国際連携・国際協力(SDGsを含む) | |
| (3)海洋におけるDXの推進 | (6)海洋人材の育成・確保と国民の理解の増進 | |

Point

GPS発信機を用いた調査は、目視調査では困難な生物の空間利用動態の把握を可能にする技術です。近年、小型化が進み、さまざまな生物に装着できる発信機が開発されています。当社ではピンポイントGPS発信機を用いて、キジの行動圏調査を行いました。

GPS発信機を用いた鳥類の行動追跡

国土環境研究所 自然環境保全部 萩原 陽二郎、小村 健人、柏原 聡、谷口 裕紀、田悟 和巳

※本調査は、福島県環境創造センターからの委託業務「令和3年度野生動物における放射性核種の動態調査業務」および「令和4年度野生動物における放射性核種の動態調査業務」において実施しました。

はじめに

鳥類の行動圏を把握するためには、その個体がどの期間、どれぐらいの範囲を移動していたかを記録する必要があります。これまでは目視による調査が主流でしたが、林内や草地に潜む鳥類を確認することは難しく、正確な行動圏を把握することは困難でした。しかし近年、バイオロギング技術の発展により、林内や草地を主な生息環境とする鳥類の行動圏の把握が可能になりました。

バイオロギングとは、生物(=bio)にGPS発信機を装着して追跡(=logging)、個体の行動範囲や行動時間、移動経路を把握する技術です。GPS発信機だけではなく、より軽量の1g以下のジオロケータ等の機器が開発されており(表1)、今後さらなる発展が期待される技術です。

原子力災害対策特別措置法に基づき、福島県産のイノシシやキジ等の野生鳥獣の肉には出荷制限等がかけられています。福島県では野生鳥獣の筋肉中の放射性セシウム濃度をモニタリングしていますが、近年、キジの筋肉中の放射性セシウム濃度は減衰し、その濃度は食品基準値である100Bq/kgを下回っています。今後、出荷制限等の解除に向け検討するうえで、キジの移動性や利用環境について把握しておく必要があります。そこで、福島県では、捕獲した野生のキジにGPS発信機を装着し、狩猟期間中の行動範囲や利用環境を調査しています。本稿では2021～2022年度に行った調査についてご紹介します。

調査方法

(1)使用機器

装着するGPS発信機が鳥類の行動の支障となつてはいけません。一般的には発信機は体重の3%未満が推奨されています。そのため、キジの平均体重(800g)を考慮して、Lotek社製PinPoint VHF 350(機器重量22g)を使用しました(写真1)。

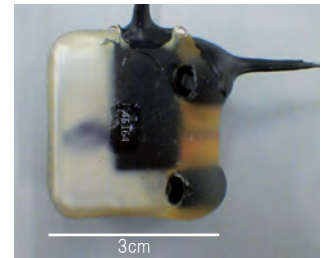


写真1 Lotek社製PinPoint VHF 350

本機は位置情報記録機能と、データを発信するVHF機能を持つピンポイントGPS発信機で、1日に3回位置を測位し、データを機器内に保存します。専用受信機でVHF通信を受信することにより、データを収集することができます。

(2)捕獲

キジの捕獲は2021年度、2022年度とも、繁殖期である5月と狩猟期前の11月に福島県二本松市内の阿武隈川河川敷で実施し、両年度とも11月に捕獲に成功しました。

捕獲には鳥類標識調査等で使用されているカモ網、無双網を用いました。捕獲作業にあたっては福島県自然保護課に「鳥獣の捕獲等および鳥類の卵の採取等の許可証」、河川管理者に「河川一時使用届」をそれぞれ申請・提出し、受理されました。

(3)GPS発信機の装着

2021年度に雌1個体(以下、個体①)と2022年度に雌1個体(以下、個体②)を捕獲しました(写真2)。捕獲個体の体重は、個体①810g、個体②820gで、いずれも基準

表1 機器の種類

種類	アルゴスGPS	ピンポイントGPS	ジオロケータ	VHF発信機
特徴	衛星を介して位置情報を取得 渡りルート等の広範囲のデータ 取得に適している	機器内に位置情報を記録 受信機により取得データを収集可能な 機種と機器の回収が必要な機種がある	照度の変化から日の出と日の 入り時刻を特定し、測定データ から測位位置を推定	位置情報の記録機能はなく、 受信機を用いることで位置 情報を把握
重さ	数g～数10g	数g～数10g	1g以下	1g未満～数g
価格	数十万円	数十万円	数万円	数万円
使用料	基本料金:3,500円/年 通信費:1,500円/月	—	—	—

となる平均体重を超えていたことから、背中にGPS発信機を装着し、放鳥しました。



写真2 捕獲したキジ個体(左:個体①、右:個体②)

個体①がGPS発信機を装着したまま飛翔する姿も確認され、発信機が行動の支障となっている様子はみられませんでした(写真3)。

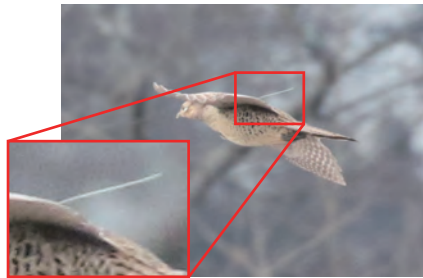


写真3 個体①のGPS装着状況

(4)データ収集と解析

2021年度、2022年度ともに11月15日～2月28日に個体の位置情報を取得し、保存されたデータは2月28日に収集しました。

解析ソフトRを用いたカーネル密度推定法※1により、キジの行動圏推定を行いました。

※1 限られたデータから全体の確率密度を推定する統計学的手法の一つ。生物の位置情報を用いた推定では、50%行動圏(利用が集中する範囲)、95%行動圏(通常利用する範囲)などの可視化や面積の算出が可能。

調査結果

(1)データの取得状況

個体①から319測位点、個体②から316測位点のデータを取得しました。個体①が堤内地と堤外地を広く利用していたのに対して、個体②は堤外地を主に利用している様子がみられました(図1)。2021年度から2022年度の間、堤内地側の草地が造成地に変わっており、GPS発信機を使用することで、環境変化に伴う利用状況の変化を把握することができました。

(2)行動圏の解析結果

95%行動圏の面積は、個体①3.9ha、個体②2.6haと推定され、個体ごとの利用環境を把握することができました(図2)。また、航空写真を重ね合わせると、行動圏内で利用頻度が高い環境は平坦な高茎草地、竹林等がモザイク状に分布している環境でした。このことから、キジが主に利用する環境は、身を隠しやすい草丈の高い草地や竹林であることが明らかとなりました。

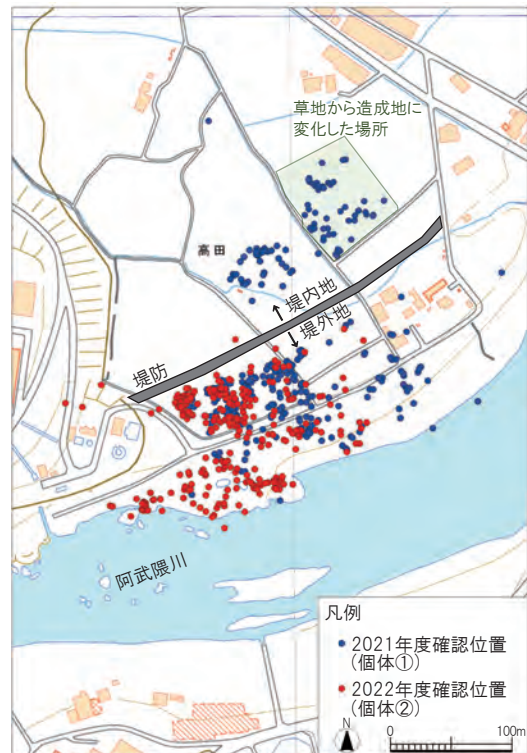


図1 調査年度ごとの測位位置※2

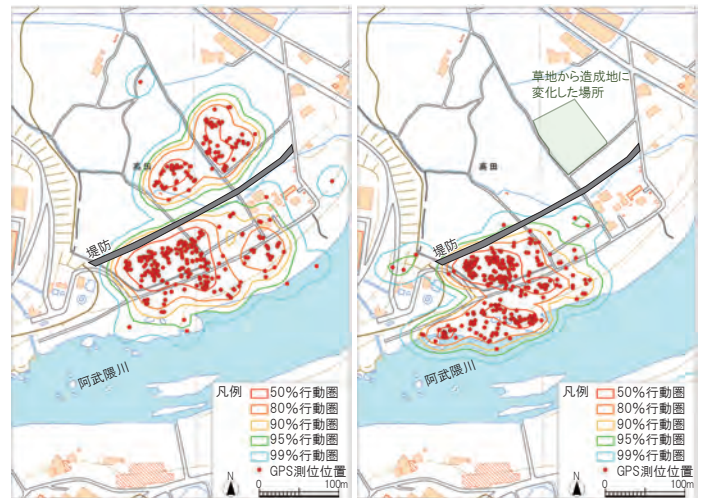


図2 カーネル密度推定法により推定した個体①(左)と個体②(右)の行動圏の比較※2
※2 国土地理院地図より作成

今後の展開

当社では希少な渡り鳥(ミゾゴイ、チゴモズ(i-net vol.56参照))に発信機を装着し、渡り経路を把握する自主研究を行っています。発信機を装着するために必要な捕獲技術の向上にも取り組んでいます。

GPS発信機の小型化によって、これまで個体の体重に対して発信機が重いことにより断念していた小型鳥類、コウモリ類、両生類・爬虫類等小型動物を対象としたバイオリギング調査が可能になります。今後は多様な分野で活用する予定です。

Point

土砂・洪水氾濫の対策には、施設整備により被害を防止・軽減するハード対策と、適切な住民避難などのソフト対策があります。高精度な予測により住民の生命を守る避難を支援する、降雨予測と連動させたリアルタイムの土砂・洪水氾濫予測モデルを開発しました。

リアルタイム土砂・洪水氾濫予測モデルの開発

社会基盤本部 国土保全事業部 樋田 祥久、岡村 誠司、東北支店 小澤 宏二、東北支店 河川部 越智 尊晴、国土環境研究所 応用モデリング部 三浦 裕司、情報システム事業本部 防災情報システム部 矢沼 伸行、関根 亮

はじめに

近年、中山間地での斜面崩壊や土石流とそれに伴う下流域での土砂・洪水氾濫の発生による被害が頻発しています。土砂・洪水氾濫は、豪雨により上流域から流出した多量の土砂が谷出口より下流の河道で堆積することによって、河床上昇・河道埋塞が引き起こされ、土砂と泥水の氾濫が発生する現象です。

土砂・洪水氾濫に対し、砂防堰堤等による土砂流出の抑制対策が検討されていますが、砂防堰堤等のハード対策は完成までに時間がかかります。また、気候変動の影響により、計画規模を上回る洪水が発生した場合の対応としては十分ではありません。

住民の生命を守るためには、高精度のリアルタイムの予測情報を活用した住民避難支援(ソフト対策)が必要です。

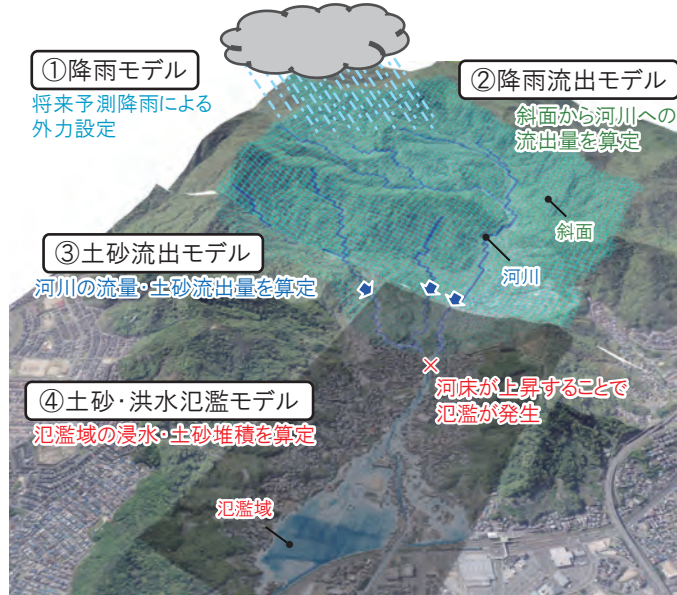


図1 モデル構成のイメージ

表1 各モデルの説明

①降雨モデル	<ul style="list-style-type: none"> レーダ雨量による短時間降雨予測技術と数値モデルによる長期降雨予測技術を用いたハイブリッド降雨予測モデルを適用 d4PDF等のアンサンブル将来予測降雨[*]による気候変動影響を考慮した外力設定 <p><small>*わずかなばらつきのある複数の初期値で予測を行ない、その結果を統計的に処理することで、現象の発生を確率的に捉える手法</small></p>
②降雨流出モデル	<ul style="list-style-type: none"> 洪水予測等において適用実績のあるセル分布流出モデルを適用
③土砂流出モデル	<ul style="list-style-type: none"> 土石流から掃流状集合流動、掃流砂・浮遊砂までを一連で計算可能な一次元河床変動モデルを適用
④土砂・洪水氾濫モデル	<ul style="list-style-type: none"> 掃流砂・浮遊砂領域を対象とした平面二次元氾濫モデルを適用 高濃度の土砂流へ適用するため、掃流力算出時の流水の密度に水と土砂の混合密度を使用、沈降速度には干渉沈降を考慮

モデルの特徴

当社では、土砂・洪水氾濫の現象を再現するため、河川分野で培ってきた洪水予測と流出解析技術を組み合わせ、降雨・流出から土砂・洪水氾濫を一連で解析することで予測精度の向上を図りました。気候変動の影響を考慮した外力設定による土砂・洪水氾濫の想定区域図が作成できます(図1、表1)。

「④土砂・洪水氾濫モデル」は計算負荷が大きく時間がかかり、豪雨発生時に行う計算では被害発生までに避難を完了する時間的猶予の確保が困難です。そのため、氾濫予測情報を提供する「リアルタイム予測」を開発しました。事前に想定最大降雨を含む模擬降雨による計算結果をデータベース化し、「③土砂流出モデル」による計算結果にデータベースのパターンマッチングを適用し、10分以内に土砂・洪水氾濫計算結果を表示します(図2)。リアルタイム予測により砂防分野の危機管理対応が可能です。

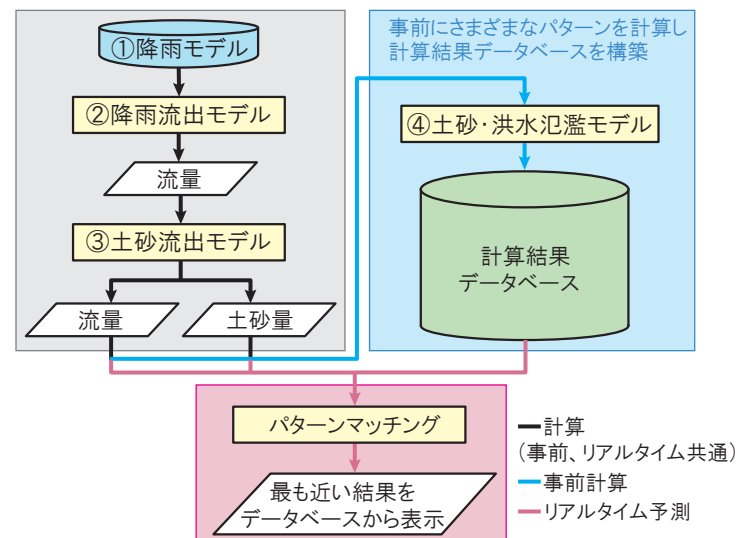


図2 リアルタイム予測のフロー

リアルタイム予測の精度検証

国土地理院基盤地図情報(数値標高モデル)データを用いてモデル河川の本支川河道と氾濫原を含めた地形データ(5×5mメッシュ)を作成し、「平成30年7月豪雨(西日本豪雨)」において発生した土砂・洪水氾濫のリアルタイム予測による再現性を検証しました。

流量波形のパターンマッチングを行った結果(図3)、対象洪水に最も近似した計算結果の抽出を確認できました。また、リアルタイム予測による土砂・洪水氾濫結果(図4)では、実績の氾濫範囲¹⁾を概ね再現できています²⁾³⁾。

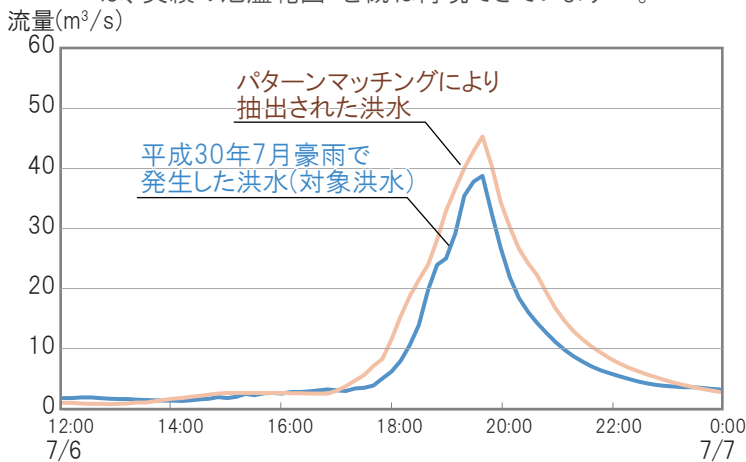


図3 パターンマッチングによる流量波形の抽出結果

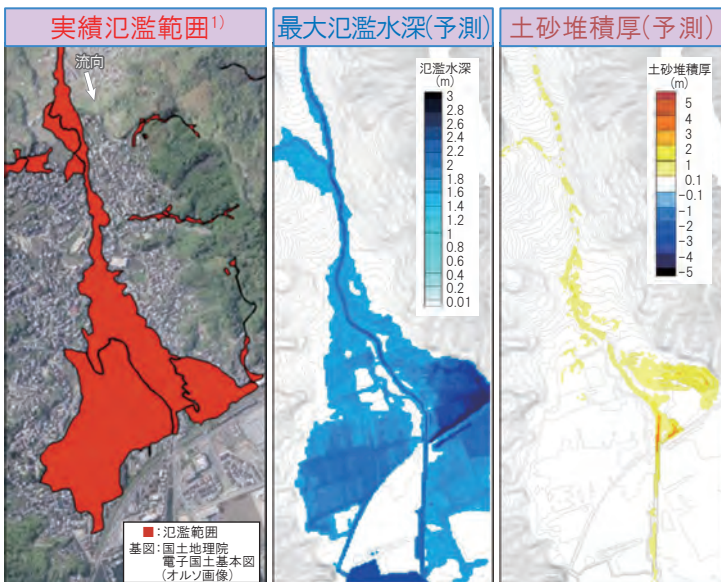
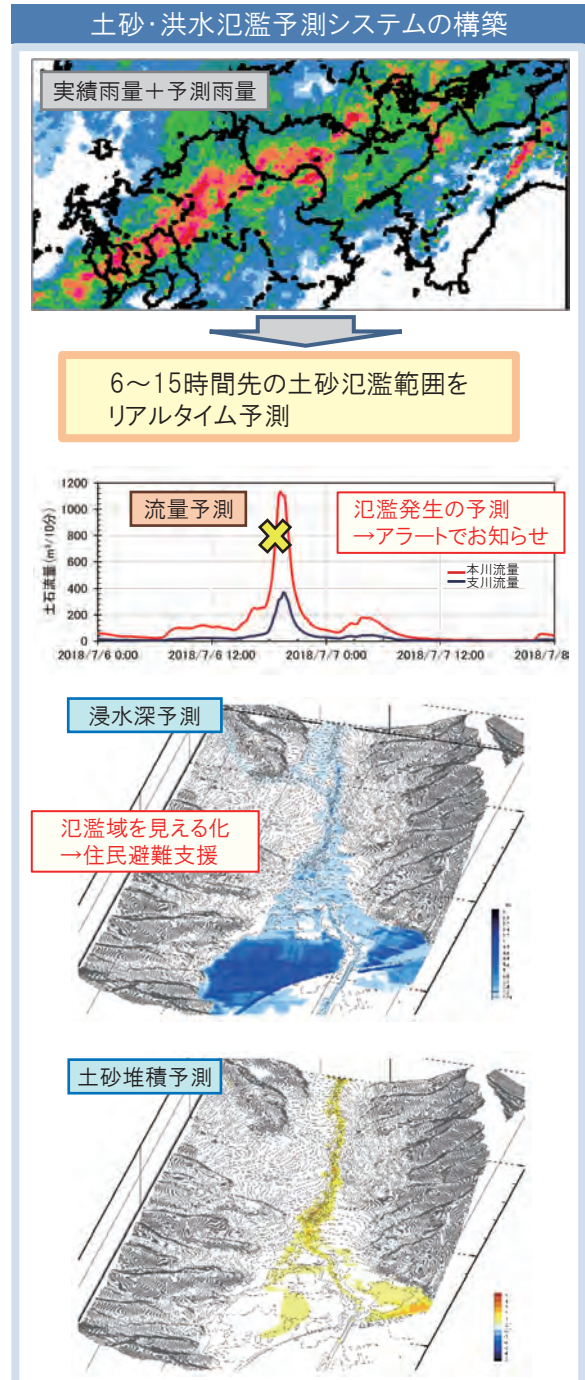


図4 実績氾濫範囲とリアルタイム予測による土砂・洪水氾濫結果

ハザードに対する対策支援、避難計画支援

気候変動の影響が顕在化するなかで、当社では、d4PDF等のアンサンブル予測降雨による気候変動を考慮した想定最大外力をもとに土砂・洪水氾濫区域を事前に想定します。

また、降雨予測データから土砂・洪水氾濫区域をリアルタイムに予測・表示するシステムを構築し、頻発する土砂災害、洪水氾濫に対する情報提供、避難計画の立案を支援します。



〔参考文献〕

- 1) 広島大学 平成30年7月豪雨災害調査団(地理学グループ)(2019), 平成30年7月豪雨による広島県の斜面崩壊の詳細分布図(第二報)
- 2) 加藤陽平ら(2020), 西日本豪雨災害(広島県坂町)における土砂・洪水氾濫モデルの適用, 砂防学会研究発表会概要集85-86
- 3) 樋田祥久ら(2022), パターンマッチング処理を用いた土砂・洪水氾濫予測モデルの構築, 砂防学会研究発表会概要集283-284

Point

最大7日先までの海水温・塩分・海流を計算して表示する海況予測システムの運用体制を構築し、計算結果を表示させるアプリを開発して、「海の天気予報」を始めました。海況情報は水産分野だけでなく、エネルギー開発・運輸・安全保障等さまざまな分野への応用が期待できます。

海況予測システムDREAMSによる「海の天気予報」

国土環境研究所 応用モデリング部 高山 勝巳、河野 史郎、小山 悠人、平中 陸、竹内 一浩、
情報システム事業部 防災情報システム部 小久保 貴幸

はじめに

大気と同じように、海にも「天気」があります。空の高気圧や低気圧は、海では暖水渦や冷水渦に置き換わり、境目には前線(潮目)が形成され、その位置は日々変化します。一般的に潮目付近は良い漁場となるため、潮目の予測は漁業者にとって重要な情報となります。

海況を予測するには海洋数値モデルが用いられます。海況予測システムの構築は、天気予報が発達した気象分野と比べて開発が遅れていましたが、水産分野を初めとしてエネルギー開発・運輸・安全保障等さまざまな分野で注目され始めています。本稿では、当社で運用している海況予測システムについて紹介します。

海況予測システム：DREAMSとは？

九州大学応用力学研究所が開発した「DREAMS(Data assimilation Research of the East Asian Marine System、ドリームス)¹⁾」は、海洋数値モデルによるシミュレーション計算を基盤として、モデルを駆動させるための外力や境界条件の取得、計算結果をデータサーバに保存・更新するまでの作業を定期的に自動実行するシステムの名称です。DREAMSでは日本周辺海域を対象領域として広域モデルと局所領域モデルが構築され、3次元の水温・塩分・海流(東西成分・南北成分)などを計算します。

DREAMSの海況の再現・予測計算には当社が所有しているスーパーコンピュータ(NEC SX-Aurora TSUBASA)を用います。この計算機を使用することにより、通常の計算機では数日を要するシミュレーション計算が、わずか数時間で完了します。

DREAMSの計算領域設定

現在、当社が運用しているDREAMSは、北西太平洋域モデル(DREAMS_K)と四国周辺域モデル(DREAMS_SK)の二つです(表1)。

日本周辺の全海域を一つの高解像度モデルで計算できれば最良ですが、それを実行するにはスーパーコンピュータを使用しても膨大な時間が必要となり、現実的ではありません。そこで、まず比較的広い海域を粗い解像度

表1 DREAMSの対象領域

モデル名称	対象領域	解像度
DREAMS_K	北西太平洋域 125°-170°E 25°-46.3°N	水平: 約7.5km (1/12°×1/15°格子) 鉛直: 47層 (最深6000m)
DREAMS_SK	四国周辺域 130.5°-136°E 33.5°-34.5°N	水平: 約1.5km (1/60°×1/75°格子) 鉛直: 107層 (最深4819m)

で計算するモデルを作成し、その計算結果を利用して空間スケールの細かい現象を表現させています。

北西太平洋域モデルでは約7.5kmメッシュの粗い解像度のモデルで一度計算させ、空間スケールの比較的大きい海流や渦の位置等の海況を表現させます。その結果を利用して、日本沿岸の局所領域を約1.5kmメッシュの細かい解像度モデルで再計算させるモデルが四国周辺域モデルです。

(1)北西太平洋域モデル：DREAMS_K

図1はDREAMS_Kで夏季の水温と流速をシミュレーションした結果です。色は水温、矢印は流向・流速を示してい

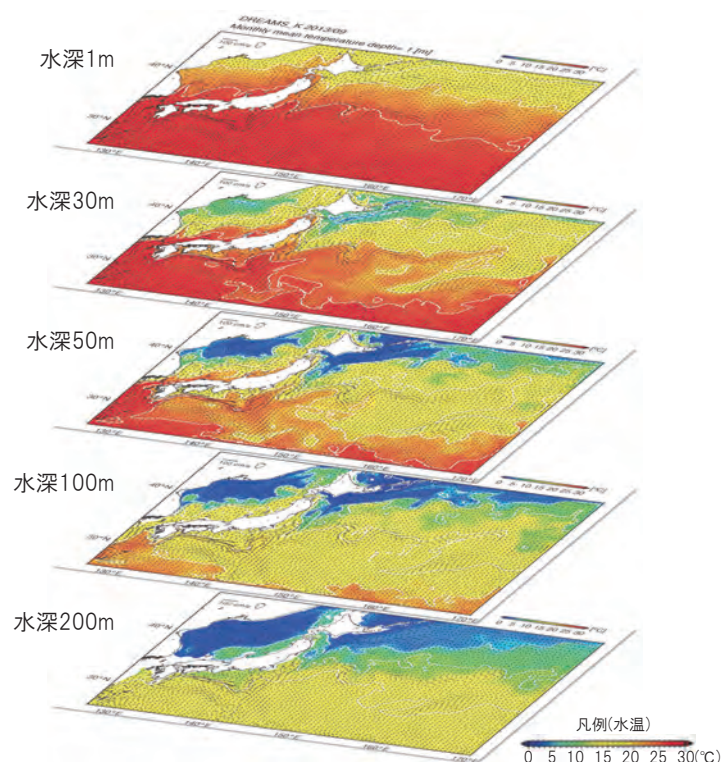


図1 DREAMS_Kによるシミュレーション結果

ます。表層は対象領域の大部分で20～30℃の高温ですが、水深200mでは日本南岸で15℃程度、日本海や北海道東岸では10℃以下の冷水が出現します。水深50mや100mの中層における水温分布に注目すると、東北地方の太平洋側沖で黒潮系の暖水と、親潮系の冷水が複雑に交じり合っている様子がわかります。

このモデル計算結果を親モデルとして、日本周辺の各海域で1.5kmメッシュの高解像度モデルを作成していく予定です。

(2)四国周辺域モデル:DREAMS_SK

DREAMS_SKの結果を図2に示します。四国の南側には世界一速い海流である黒潮が流れ、その流れは大きく変動します。また、四国北側の瀬戸内海は大小の島々が存在し、海峡域が極端に狭くなるため、複雑な海流となります。海況を予測することが最も難しい海域といえるでしょう。今後、この海域の観測データを増やすことにより、海況の予測精度を高めていきたいと考えています。

よちょう 海況表示アプリ「予潮」

当社で開発した海況表示アプリ「予潮」により、タブレットやスマートフォンなどのICT機器を通じてDREAMSによる予測結果を配信しています。図2は四国周辺域の海面付近における水温分布(カラーコンター)と海流(白線)を表示させています。表示は1時間ごとに切り替え可能で、最新の海況情報を最大7日先まで表示できます。表示領域の拡大・縮小、水深ごとの水温・塩分・海流の表示変更、画面

中央地点における時間-鉛直断面の表示も可能です。

このアプリは主に沿岸漁業者に利用されています。漁業者はこの情報をもとに、翌日の漁場位置の決定や、網を入れるタイミングの判断をしています。漁業者自身の経験と勘に加えて、科学の目となる「予潮」アプリの予測結果を操業の判断材料にすることで、効率的な漁業の実現に役立てられています。

また、水温・塩分・海流を簡単に計測できるICT機器を使って漁業者自身が観測したデータを自動的に収集し、時差無く数値モデルに反映させることで海況予測モデルの精度をさらに高める取り組みも行っています(令和3年度水産庁事業 スマート水産業推進事業のうちICTを利用した漁業技術開発事業)。

おわりに

海況情報は水産分野だけでなく、海面水温を用いた豪雨予測や、海流を用いた外航船の航路選定など、さまざまな分野への応用が期待できます。今後、日本周辺の各海域で高解像度モデルを作成して海況予測結果を提供できる海域を増やし、最終的には全海域を高解像度モデルで覆うことを目標としています。

[参考文献]

- 1) Hirose N., K. Takayama, J.-H. Moon, T. Watanabe, Y. Nishida (2013), Regional data assimilation system extended to the East Asian marginal seas, Umi to Sora, 89, 43-51.

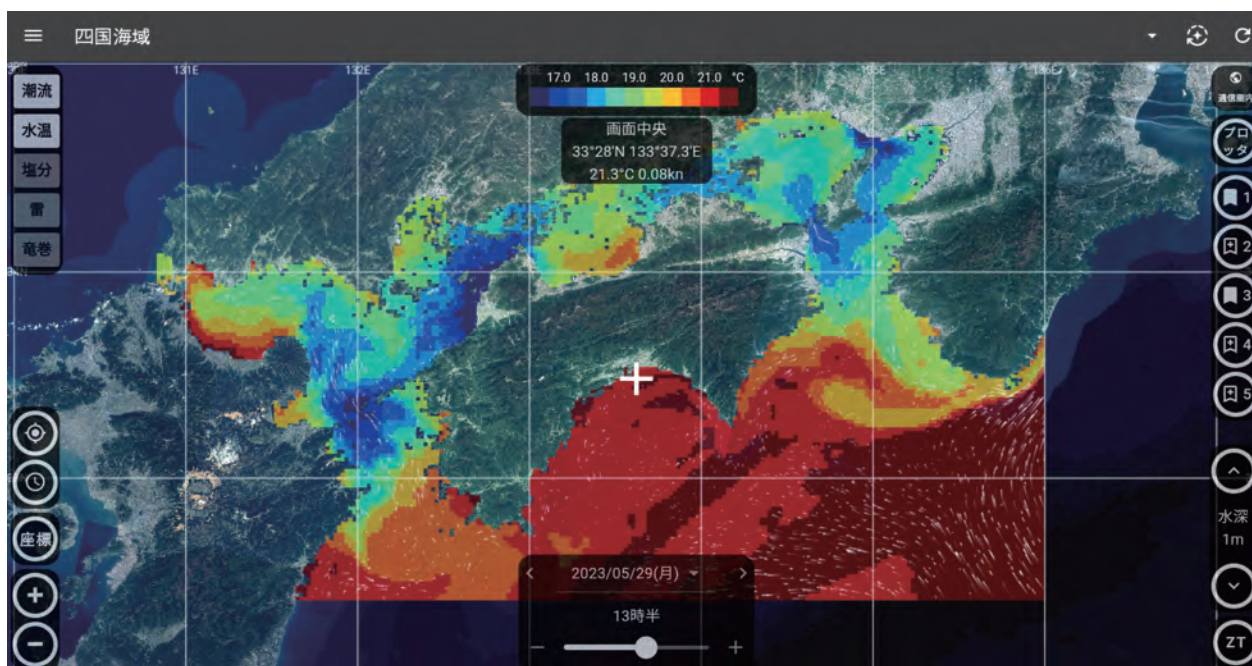


図2 DREAMS_SKによる海況情報(アプリ「予潮」による表示)

背景地図は国土地理院 データソース:Landsat8画像(GSI,TSIC,GEO Grid/AIST),Landsat8画像(courtesy of the U.S. Geological Survey), 海底地形(GEBCO)

Point

近年頻発化する白化現象によってサンゴが衰退しているなか、「高水温耐性サンゴ」が話題となっています。高水温ストレスへの耐性を持つだけでなく、強光、低塩分、乾燥等への耐性を持つ「耐性サンゴ」を用いて行った耐性能力の検証や種苗生産等の取り組みについて紹介します。

白化に負けない耐性サンゴの生産技術開発

沖縄支社 生態・保全部 毛塚 大輔、石森 博雄、新宅 航平、池原 浩太、青木 航、四柳 仁寿、
沖縄環境調査株式会社 萩原 一貴、岡田 敏

はじめに

有限会社海の種は、金城浩二氏が代表を務める沖縄県読谷村の地元企業で、サンゴの植付けによるサンゴ礁の保全再生活動を行っています(写真1)。当社とは10年以上の付き合いであり、当該施設で養殖、移植したサンゴの中から耐性サンゴが確認されました。このサンゴを用いて、これまでさまざまな取り組みを共同で進めてきました。



写真1 (有)海の種のサンゴ養殖施設

耐性サンゴについて

(1)沖縄全域で発生した白化現象

白化現象とは、サンゴに共生する褐虫藻がサンゴから抜けだし、サンゴが白くなる現象です。そのまま褐虫藻が戻らないとサンゴは死滅します。2016年、2017年に沖縄県全域で大規模なサンゴの白化現象が発生し、世界有数のサンゴ礁域である石西礁湖等では、サンゴの甚大な被害が報告されました¹⁾。

(有)海の種で養殖され、読谷村沿岸に移植したサンゴでは、隣りあった同じ種類でも「白化した群体」と「白化しなかった群体」が確認されました(写真2)。白化しなかった群体は高水温ストレスへの耐性を持っている可能性が示唆されました。



写真2 隣りあう白化した群体(左)と白化しなかった群体(右)

(2)本当に耐性を持っているのか

移植先である読谷村沿岸の海域は、水深が浅く(干潮時は50cm)、防波堤とリーフに囲まれ海水交換が悪いため、高水温・強光・低塩分になりやすく、サンゴにとっては過酷な環境といえます。一般的にサンゴは30℃の高水温が長期間続くと白化するとされていますが、白化が起きた2017年には、当該海域において日平均水温が30℃を超えた日が55日間、最高水温は34.2℃を記録しました。

ウスエダミドリイシというサンゴは、枝と先端部の色ごとに5タイプ(ノーマル株(N0、NB)、グリーン株(G0、GB)、パープル株(P))に分けることができます(写真3)。当該海域の白化期における5タイプのサンゴの白化状況を比較したところ、グリーン株(G0、GB)は、白化の兆候がみられず、光合成活性の低下もみられませんでした。また、グリーン株(G0、GB)には高水温時に共生藻類を保護する役割があるとされている緑色蛍光タンパク質が多くありました。これらのことから、グリーン株(G0、GB)は他のタイプと比較して高水温ストレスへの耐性が強いことが明らかとなりました。これらの成果は、(有)海の種や沖縄科学技術大学院大学(OIST)と共著で学会や論文で発表しました²⁾。

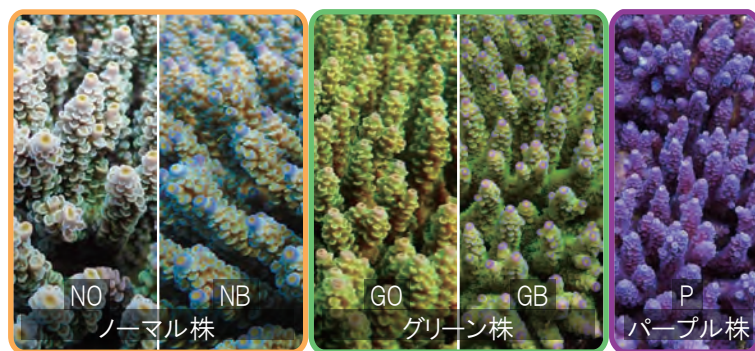


写真3 5タイプのウスエダミドリイシ

同時に、ノーマル株、パープル株のサンゴにおいても34.2℃の高水温を生き延びた群体があり、これらは全て高水温ストレスへの耐性を持っていると考えられました。

(3)どのように耐性を獲得したのか

サンゴは夏季の長期間にわたる高水温によって白化するとされていますが、近年では高水温のほかに強光(紫外線)による相互ストレスが要因とされています。

屋外での水槽養殖では、一般的に遮光をしてサンゴを飼育しますが、(有)海の種では展示に適したサンゴを育成するために、遮光せず、サンゴを浅場へ移動させながら飼育することで常に適度な強光ストレスに晒し続けました。浅場への移動を少しずつ続けたことで、7年かけて強光ストレスが極めて大きい水面ギリギリで展示することが可能になりました(図1)。こうして育成された強光に耐性のあるサンゴは、大規模白化があった2016年、2017年でも白化しない、または白化しても軽微であり、高水温ストレスにも耐性を持つことが明らかとなりました。

さらに、その後大雨や養殖設備のトラブルによる低塩分や乾燥に晒されることがあったものの、これらのサンゴは生き残っており、高水温や強光への耐性だけでなく、低塩分や乾燥等さまざまな環境への耐性を持っている「耐性サンゴ」であると考えています。

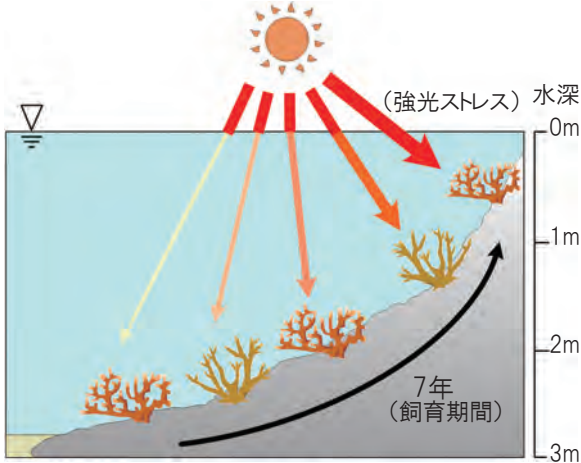


図1 サンゴの浅場移動による耐性能力獲得方法

耐性サンゴの種苗生産と新たな着生技術の開発

当社は、これまでノーマル株やパープル株を中心とした耐性サンゴの種苗を大量かつ安定的に生産してきました(写真4)。さらに効率良く維持管理も容易な種苗生産を目的として、サンゴ幼生の着生場所を誘引できる着生手法を考案しました。

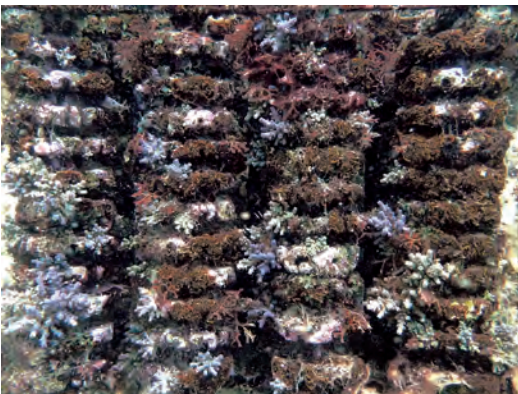
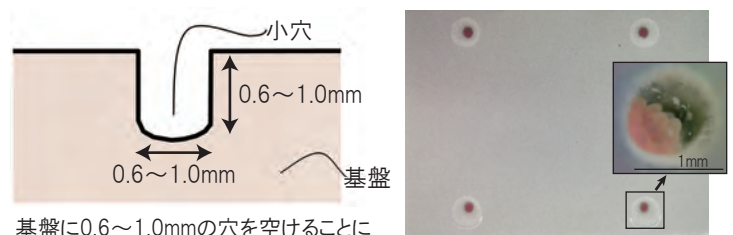


写真4 生産した1齢サンゴ

本手法は、サンゴ幼生が着生する基盤に0.6~1.0mmの穴をあけることによって、サンゴ幼生の穴への着生を誘引するものです(図2)。従来の着生手法では、着生基盤を海底で一定期間馴致(じゅんち)する前処理が必要であり、着生場所をコントロールできませんでした。しかし、本手法では着生基盤の前処理が不要であることから省力化につながります。さらに、穴をあける場所を調整することで着生場所がコントロールでき、少ないサンゴ幼生でも効率的にサンゴ種苗を生産することが可能になります。

本技術は当社と(有)海の種の連名で特許を取得しました(特許第6980215号:サンゴ幼生の着生誘因方法)。



基盤に0.6~1.0mmの穴を開けることによる誘因方法について特許を取得

穴に着生したサンゴ幼生

図2 新たなサンゴ幼生着生技術の概要

おわりに

これまで、ストレス耐性が最も強いグリーン株は安定的に生産できていません。グリーン株は産卵が他のタイプと同調にくく、そもそも繁殖能力が低い可能性もあります。今後も引き続き、グリーン株の種苗生産に取り組んでいくとともに、生産した第2世代の耐性サンゴの耐性試験を進め(写真5)、サンゴ礁の保全・再生に貢献してまいります。



写真5 第2世代耐性サンゴの飼育状況(2齢)

[参考文献]

- 1) 環境省(2018), モニタリングサイト1000サンゴ礁調査の平成29年度調査結果(速報)について
- 2) N. Satoh, K. Kinjo, K. Shintaku, D. Kezuka, H. Ishimori, A. Yokokura, K. Hagiwara, K. Hisata, M. Kawamitsu, K. Koizumi, C. Shinzato and Y. Zayasu(2021), Color morphs of the coral, *Acropora tenuis*, show different responses to environmental stress and different expression profiles of fluorescent-protein genes, G3 Genes/Genomes/Genetics, Volume 11, Issue 2.

ウミシヨウブ藻場の生態系維持回復に向けた取り組み

沖縄支社 生態・保全部 石森 博雄、池原 浩太、青木 航、田端 重夫、沖縄支社 亜熱帯環境研究所 内村 真之

アオウミガメの過剰な採食により、生物多様性の基盤となる熱帯性海草藻場の衰退が進んでいます。ウミシヨウブの大規模群落はわが国では西表島北西部に限られていますが、近年、減少・消失しています。2022年12月に策定された「崎山湾・網取湾自然環境保全地域生態系維持回復事業計画」に向けて、保全実証試験を実施しました。

※本業務は、環境省九州地方事務所沖縄奄美自然環境事務所からの委託で実施しました。

はじめに

いりおもてしま さきやま
沖縄県西表島北西部の崎山湾と網取湾は(図1)、人為的な影響が少なく、サンゴ礁や大型の海草であるウミシヨウブ等の海草藻場が広がる自然性の高い海域です。



図1 崎山湾・網取湾位置

そのため「自然環境保全法」に基づいて、海域としては唯一の「自然環境保全地域」に指定されています。近年、アオウミガメの生息密度の上昇に伴って、アオウミガメの過剰な採食を受けたウミシヨウブ藻場が減少・消失しています(図2)。なお、ウミシヨウブとアオウミガメはともに環境省レッドリストの絶滅危惧Ⅱ類に指定されています。

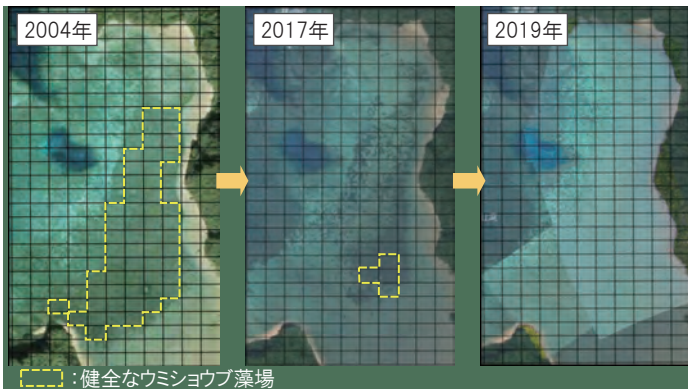


図2 ウミシヨウブ藻場の衰退(崎山湾)¹⁾

2022年12月に、自然環境保全法に基づく初の「生態系維持回復事業計画」が策定されました(図3)。アオウミガメ個体群の維持にも配慮しつつ、短中期的にはウミシヨウブ被食域の保護・回復、長期的には減少が始まる前(2004年以前)の藻場生態系の回復を目標としています。

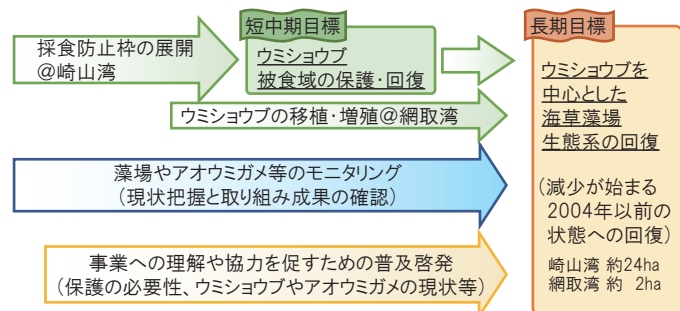


図3 「生態系維持回復事業計画」の概要

本稿では、「生態系維持回復事業計画」の短中期目標達成に向けた採食防止柵の設置によるウミシヨウブ藻場の保全実証試験について紹介します。

アオウミガメによる採食を防止する実証試験

アオウミガメは、ウミシヨウブの葉上部を採食するため、採食されたウミシヨウブは葉が短い状態になります。さらに採食が継続するとウミシヨウブは枯死してしまいます。網取湾では、すでにウミシヨウブ藻場が消失しました。ウミシヨウブは生長が遅く、種子による分散能力も低いことから、一度藻場が消失すると回復が困難となります。そこで、全域が被食状態にある崎山湾において、2019年11月より、アオウミガメによるウミシヨウブの採食を防止し、藻場を保護・回復させるための実証試験を行いました。

その結果、アオウミガメの採食を防止するには、物理的にアオウミガメの侵入を防止する採食防止柵の設置が有効であることがわかりました。また、採食防止柵には、アオウミガメに破られず、干出や台風の波浪に負けない強固な構造と耐久性が求められました。これらの条件を満たしつつコストを抑えた構造について、実証試験を繰り返した結果、15×15cm目合いのワイヤメッシュを単管で支える採食防止柵の基本型が確立しました(写真1)。



写真1 採食防止柵(縦6m×横6m×高さ1m)

採食防止柵の効果と追加設置

(1)ウミシヨウブ藻場の回復

アオウミガメの侵入が防止された採食防止柵内では、被食状態にあったウミシヨウブの葉の伸長が確認されました(写真2、図4)。採食防止柵を設置した箇所では、藻場の回復が確認できました(図5)。



写真2 採食防止柵とその周辺の状況

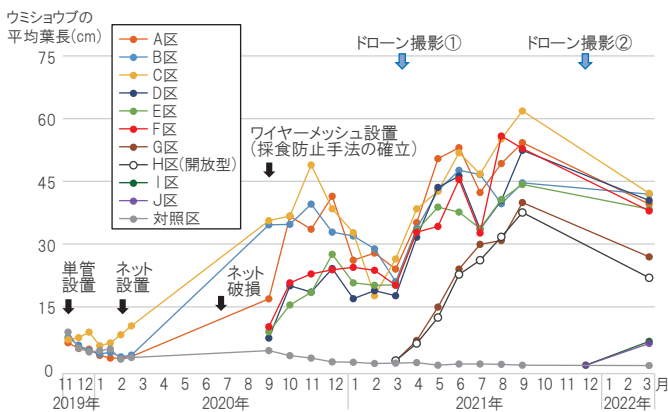


図4 各採食防止柵のウミシオウブ平均葉長の変化

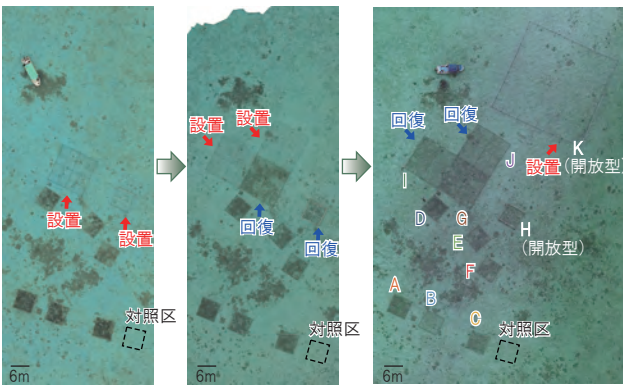


図5 採食防止柵の設置と藻場の回復状況

(2)生態系の回復

採食防止柵内では、ウミシオウブの葉の伸長に伴って、魚類や葉上生物が集まり、アオリイカが産卵する等、藻場生態系回復の兆しがみられています(写真3)。



写真3 採食防止柵内のウミシオウブ藻場で確認された生物

採食防止柵の改良

(1)効率的な構造の検討

当初、壁面および上面にワイヤーメッシュを張った閉鎖型の採食防止柵を設置していましたが、保護面積の効率的な拡大を目的として、2021年3月から上面開放型の採食防止柵についても実証実験を行い、効果を確認しました(図4、図5のH)。上面開放型は、壁面が常時海面上に露出することで上面の資材が不要となり、大型になるほどコスト効率に優れます(図6)。2023年1月には開放型の採食防止柵30×30mを追加設置しました(図5のK)。

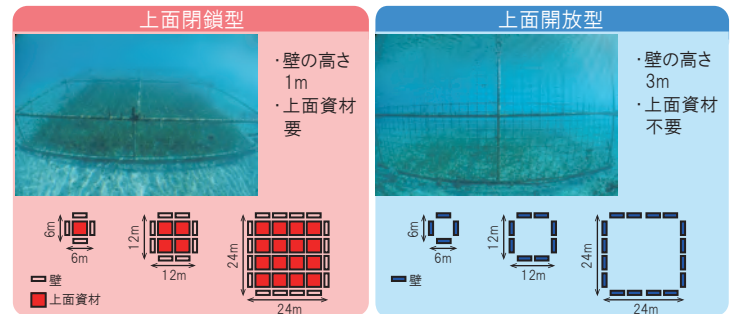


図6 採食防止柵の上面閉鎖型と上面開放型の比較

(2)スリット加工

体高15cm以上の大型の魚類も採食防止柵内の藻場を利用できるように、ワイヤーメッシュの一部に高さ30cmのスリット加工を施しました。大型の魚類が柵内を利用している状況が確認されました(写真4)。



写真4 スリット加工とその効果

おわりに

実証試験により、ウミシオウブ藻場の一部では回復が確認されましたが、引き続き保護面積を拡大していく必要があります。現在の採食防止柵は、アオウミガメのみならず、エイ等の大型海洋生物の藻場利用も制限してしまうため、将来的には、一時的な採食防止柵の開放など、アオウミガメ等との共存に向けた取り組みも提案していきます。これまで当社が実施してきた熱帯性海草の移植・増殖技術を活用し、ウミシオウブの移植・増殖技術等の開発を進め、「生態系維持回復事業計画」に掲げられた長期目標「海草藻場生態系の回復」の達成に貢献していきます。

〔出典〕

1) Island Ecosystem Research, 環境省(2023),「令和4年度西表石垣国立公園(西表地区)におけるウミシオウブの減少要因等調査業務報告書」より作図



CORPORATE DATA

社会基盤の形成と環境保全の総合コンサルタント

商号	いであ株式会社
創立	1953(昭和28)年5月
本社所在地	東京都世田谷区駒沢3-15-1
資本金	31億7,323万円
役員	代表取締役会長 田畑 日出男 代表取締役社長 田畑 彰久
従業員数	1,065名(2023年4月1日現在、嘱託・顧問を含む)

事業内容

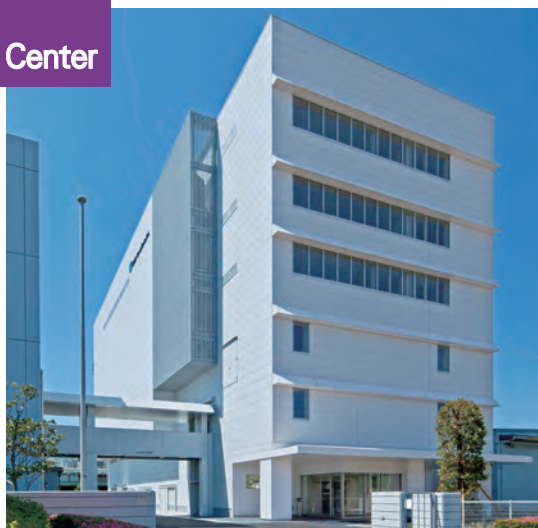
- 建設コンサルタント事業
河川・海岸・港湾・道路・橋梁の整備・保全、交通・都市・地域計画、防災・減災対策
- 環境コンサルタント事業
環境調査、環境評価・環境計画、自然環境の保全・再生・創造、環境化学分析、環境リスク評価、廃棄物・有害化学物質対策、食品分析、衛生検査、生命科学
- 情報システム事業
情報基盤の構築支援、防災・減災システム開発、気象・健康・生活情報の提供・配信
- 海外事業
インフラマネジメント、環境保全・創出

応用生命科学研究センター Life Science and Advanced Informatics Research Center

2023年6月、静岡県焼津市の環境創造研究所内に「応用生命科学研究センター」を建設いたしました。生命科学分野における技術開発の中核拠点として、以下の分野に取り組んでまいります。

- ・環境DNA解析技術の高度化
- ・microRNAを用いた早期がん診断技術
- ・ヒトの健康に関わる化学物質のリスク評価
- ・生態系・生物多様性の調査・研究とリスク評価

地上6階(高さ28.85m)
延床面積4,542m²



本社	〒154-8585	東京都世田谷区駒沢 3-15-1	電話:03-4544-7600
国土環境研究所	〒158-0094	東京都世田谷区玉川 3-14-5	電話:03-6805-7997
環境創造研究所	〒224-0025	神奈川県横浜市都筑区早渕 2-2-2	電話:045-593-7600
食品・生命科学研究所	〒421-0212	静岡県焼津市利右衛門 1334-5	電話:054-622-9551
亜熱帯環境研究所	〒559-8519	大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22	電話:06-7659-2803
大阪支社	〒905-1631	沖縄県名護市宇屋我 252	電話:0980-52-8588
大沖支社	〒559-8519	大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22	電話:06-4703-2800
札幌支店	〒900-0003	沖縄県那覇市安謝 2-6-19	電話:098-868-8884
東北支店	〒060-0062	北海道札幌市中央区南二条西 9-1-2	電話:011-272-2882
福島支店	〒980-0012	宮城県仙台市青葉区錦町 1-1-11	電話:022-263-6744
北陸支店	〒960-8011	福島県福島市宮下町 17-18	電話:024-531-2911
名古屋支店	〒950-0087	新潟県新潟市中央区東大通 2-5-1	電話:025-241-0283
中国支店	〒455-0032	愛知県名古屋港区入船 1-7-15	電話:052-654-2551
四国支店	〒730-0841	広島県広島市中区舟入町 6-5	電話:082-207-0141
九州支店	〒780-0053	高知県高知市駅前町 2-16	電話:088-820-7701
山陰開発センター	〒812-0055	福岡県福岡市東区東浜 1-5-12	電話:092-641-7878
IDEA R&D Center	〒690-0061	島根県松江市白鷺本町13-4	電話:0852-21-4032
富士研修所	〒370-0841	群馬県高崎市栄町 16-11	電話:027-327-5431
富岡営業所	Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand		
海外事務所	〒401-0501	山梨県南都留郡山中湖村山中茶屋の段 248-1 山中湖畔西区 3-1	
連結子会社		青森、盛岡、秋田、山形、いわき、茨城、群馬、北関東、千葉、神奈川、相模原、富山、金沢、福井、山梨、伊那、長野、岐阜、恵那、静岡、富士、菊川、豊川、三重、桑名、滋賀、神戸、奈良、和歌山、鳥取、岡山、下関、山口、徳島、高松、北九州、佐賀、長崎、熊本、宮崎、鹿児島、沖縄北部、ポゴール(インドネシア)、ロンドン(英国)	
		新日本環境調査株式会社、沖縄環境調査株式会社、東和環境科学株式会社、株式会社Ideas、株式会社クリアテック、以天安(北京)科技有限公司	

I-NET

SEPTEMBER 2023 Vol.65 (2023年9月発行)

編集・発行:いであ株式会社 経営企画本部企画広報部
〒154-8585 東京都世田谷区駒沢3-15-1
TEL. 03-4544-7603, FAX. 03-4544-7711
本冊子内容の無断転載を禁止します。

人と地球の未来のために —
いであ株式会社
お問い合わせ先
E-mail: idea-quay@ideacon.jp



この冊子の印刷にはバイオマス発電設備で発電されたグリーン電力を使用しています。冊子6,000部の印刷に使用する電力は125.47kWhと計算しています。