

## Contents

## 新たな取り組み

- 06 相模川河口砂州の3次元モデルの構築
- 04 地形変化と底生動物応答を踏まえた定量的評価手法
- 02 DNA分析によるクマタカの食性解析

## Working Report

## 新たな取り組み

- 10 ブルーインフラ(生物共生型港湾構造物)の検討
- 08 iRiCを活用した汽水環境評価ツールの開発

## 持続可能な未来は水から ～健全な水循環～

Column

社会基盤本部 吉田 成人

「水循環基本法」(以下「法」)は、健全な水循環の維持や回復を目標とし、水循環に関する施策を流域全体で総合的かつ一体的に推進していくことを目的に平成26年4月に公布されました。この「法」を受け、平成27年7月には水循環の総合的・計画的な推進を図ることを目的に「水循環基本計画」(以下「計画」)が閣議決定されました。この「計画」は、水循環の重要性、水の公共性、健全な水循環への配慮、流域の総合的管理、水循環に関する国際協調の5つを基本理念としており、水循環に関する情勢等の変化を踏まえつつ現状と課題を整理し、施策の基本方針が定められ、概ね5年ごとに見直されています。

令和6年能登半島地震では、上下水道施設等のインフラが被災したことにより、水インフラの耐震化や地下水の活用等による代替性・多重性の確保等、平常時からの備えの重要性が顕在化しました。また、令和6年度から水道行政が国土交通省および環境省に移管したことも契機に、上下水道一体での施設等再編や官民連携による事業の効率化・高度化を図る等、基盤強化の一層の推進が必要となりました。これら水循環に関する大きな情勢の変化を勘案し、新たに改定された「計画」が令和6年8月30日に閣議決定されました。具体には、以下の取組に重点が置かれています(表1)。

このように、健全な水循環の維持または回復に向けては、治水に加え、水利用および環境の各目的においても、流域全体であらゆる関係者が協働した総合的な取り組みを行うとともに、AIやデジタル技術の積極的な導入・活用等により、流域治水、水利用および流域環境の保全等に一体的に取り組むことで、「水災害による被害の最小化」「水の恵みの最大化」

「水でつながる豊かな環境の最大化」を目指すこととし、これらの考え方を「流域総合水管理」として全国に展開するとされています。

当社は、社会基盤の形成と環境保全の総合コンサルタントとして、安全・安心で快適な社会の持続的発展と、健全で恵み豊かな環境の保全と継承を支えることを経営ビジョンに掲げています。近年、河川整備に関しては、流域治水やAIによるダム操作、グリーンインフラ等の事業に携わっており、今後も健全な水循環に向けた施策の推進に貢献してまいります。

表1 取組みの重点(水循環基本計画※)

(1)代替性・多重性等による安定した水供給の確保
①水インフラの耐震化、早期復旧を実現する災害復旧手法の構築
②非常時における地下水等の代替水源としての有効活用
③災害対応上有効と認められる新技術の活用推進
(2)施設等再編や官民連携による上下水道一体での最適で持続可能な上下水道への再構築
①地域の実情を踏まえた広域化や分散型システムの検討
②上下水道一体のウォーターPPPをはじめとした官民連携やDX導入等による事業の効率化・高度化を図ることで基盤強化を推進
(3)2050年カーボンニュートラル等に向けた地球温暖化対策の推進
①流域一体でカーボンニュートラルに向けた取組の推進
②官民連携による水力発電の最大化、上下水道施設等施設配置の最適化による省エネルギー化
③湯水対策や治水対策などの適応策の推進
(4)健全な水循環に向けた流域総合水管理の展開
①あらゆる関係者によるAIやデジタル技術などを活用した流域総合水管理を、各流域の特性を踏まえつつ、全国へ展開
②地方公共団体等における流域総合水管理を踏まえた流域水循環計画策定の推進

※首相官邸 HP を参照し作成  
[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu\\_junkan/kihonkeikaku\\_henkou.html](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu_junkan/kihonkeikaku_henkou.html)

人と地球の未来のために



いであ株式会社

Point

クマタカの「巣材」から網羅的な獲物のDNAを検出することに成功しました。クマタカは環境影響評価における生態系を評価する指標種として上位性注目種に選定されることが多いため、その食性を把握することは、その地域の生態系評価において重要な手掛かりとなります。今回、獲物のDNAに着目した新たなサンプリング対象について検討しましたので、先行事例として紹介します。

# DNA分析によるクマタカの食性解析

大阪支社 生態・保全部 一瀬 弘道、斎藤 史之、環境創造研究所 遺伝子解析室 相馬 理央

※本研究は、クマタカ生態研究グループ(クマタカの生態研究および保護管理活動を行う団体)との共同研究で実施しました。

## はじめに

環境影響評価では、生態系の上位性注目種として猛禽類が選定されることが多くあります。食物連鎖の頂点に位置する猛禽類の食性を把握することは、その地域の生態系を評価するうえでとても重要です。これまでクマタカの巣内育雛期の食性については、ビデオカメラによる画像解析、食べ残しの採取による骨、獣毛、羽等の形態の視認同等により調査されてきました。しかし、クマタカの巣内に運ばれてくる獲物は、体部の一部が解体または捕食されている場合や、幼獣や雛の場合があることから、種の同定が困難または同定できる種に限られていることの課題がありました。

そこで本研究では、獲物の種判別の方法としてDNAメタバーコーディング法を用い、網羅的かつ効率的に検出するサンプリング対象の検討を行いました。

## 調査・分析方法

滋賀県および三重県に位置する鈴鹿山脈のエリアで、巣内育雛期のクマタカ8ペア計9巣を対象としたサンプリングを行い、獲物のDNAを取得するために6種類のサンプリング対象を検討しました(図1)。



①ペリットとは獲物の未消化物を口から吐き出した塊であり、④～⑥は滅菌綿棒を使用した採取手法、⑥雛の総排泄腔-綿棒は、総排泄腔で体温を計測後、体温計の先を滅菌綿棒で拭いDNAを採取

図1 検討した6種類のサンプリング対象

採取したサンプルについて、次世代シーケンサーを用いたDNAメタバーコーディング法により、獲物の種類を網羅的に検出しました。獲物のDNA検出には、哺乳類を検出対象として設計されたプライマーセット(MiMammal)を使用しました<sup>1)</sup>。

## 調査・分析結果

採取地において繁殖成功したクマタカ6ペアの巣、古巣や繁殖中断した2ペアの巣から58サンプルを採取し、DNA分析をしました。その結果、哺乳類17種、その他の分類群として鳥類11種、爬虫類1種の計29種の獲物が検出されました。

サンプリング対象別に検出された獲物の種数の順位をみると、1位が「③巣材」の27種、2位が「④巣材-綿棒」の23種、3位が「①ペリット」の22種となりました。

サンプリング対象別に獲物の種類の網羅率<sup>※1</sup>を算出した結果においても、「③巣材」が最も高い網羅率を示しました(図2)。巣材として使用される針葉樹や広葉樹の枝葉には溝や節があり、葉は複葉で分かれており、その構造によって獲物の体組織・血液・体液が付着しDNAを保持している可能性が考えられました。

※1 獲物の網羅率=調査対象ペア(巣)毎のサンプリング対象別の検出種数 / 調査対象ペア毎(巣)の総検出種数

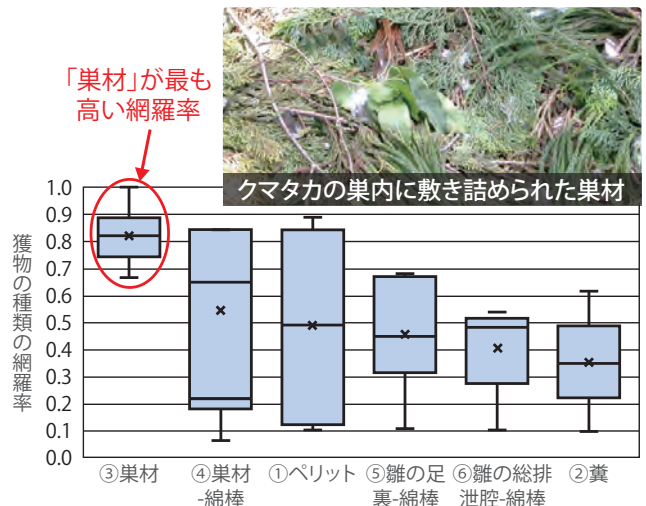


図2 サンプリング対象別の獲物の網羅率

## 本研究により得られた新たな知見

### (1)糞(尿酸)からの獲物のDNA検出

巢内および営巣木直下の林床で確認されるクマタカの糞は、ほとんどが白い尿酸部分(図3)でしたが、採取し分析を行いました。これまで、尿酸自体には捕食した獲物のDNAは含まれず<sup>2)</sup>、DNAの増幅阻害物質が含まれている<sup>2)3)</sup>ことから、尿酸部分から獲物のDNAを検出することは困難であると考えられてきました。

しかし、分析結果では17種の獲物が検出され(表1)、既存の知見とは異なる結果が得られました。さらに巢内採取と地上採取の糞において、検出種数に有意差が認められなかったことから、地上に落ちている糞(尿酸)でも獲物のDNA検出に有効であることが明らかになりました。



図3 採取された糞(尿酸)

表1 糞(尿酸)から検出された獲物

No.	種名	巢内	地上
1	ヒミズ	○	○
2	ミズラモグラ	○	
3	アズマモグラ	○	○
4	コウベモグラ		○
5	ノウサギ	○	
6	ニホンリス	○	○
7	ムササビ	○	○
8	アカネズミ		○
9	タヌキ		○
10	ニホンイタチ	○	
11	アナグマ	○	○
12	イノシシ		○
13	ニホンジカ	○	○
14	アオバト		○
15	ツツドリ or カッコウ <sup>※2</sup>		○
16	アオゲラ	○	
17	カケス		○
合計	17種	10種	13種

※2 ツツドリorカッコウについては、本検討での分析領域において両種間に塩基配列の違いがないため、種の識別はできませんでした。

### (2)古巣からのDNA検出

2年前に繁殖成功した古巣の巣材についても採取・分析したところ、5種の獲物が検出され、検出種として、アズマモグラ、コウベモグラおよびイノシシが含まれていました。これらの種は自ら営巣木を登ってクマタカの巣に入ることはできないため、約2年間、獲物のDNAが古巣の巣材に残っていた可能性が考えられました。

### 新たなサンプリング対象の提案

今回のサンプリング対象のうち、巣材では獲物のDNAを網羅的に検出でき、巣内育雛期を通して運ばれてきた獲物を把握することができます。一般的に抱卵期～巣内育雛期前期に巣に近づくことは営巣活動への影響が大きいので避けるべきですが、巣内育雛期の後期または雛の巣立ち後にサンプリングすることにより、営巣活動に対する人の影響を低減・回避することができます。ペリットおよび糞については、巣材ほどの網羅性はないものの、地上で採取が可能であり、短時間かつ簡易に行うことができるメリットがあります。

これまで鳥類のペリットや糞(尿酸以外)からDNAを抽出して獲物の種類を分析した事例はありましたが、巣材や糞(尿酸)を対象としたものは先行事例がないため、新たなサンプリング対象であるといえます。

### おわりに

猛禽類の主な獲物の種類は文献等に情報がありますが、環境影響評価では、その対象地域に生息する獲物を把握したうえで評価することが重要です。クマタカをはじめとする森林性の猛禽類の獲物を現地調査で目視確認できる機会は極めて少ない状況にあります。今回の検討により、DNAメタバーコーディング法が、クマタカの食性を明らかにするツールとして有効であることが明らかとなりました。クマタカ以外の猛禽類にも適用可能な方法であることから、今後も本手法を活用して地域の生態系評価の精度向上につなげていきたいと考えています。

#### [引用文献]

- 1) Ushio M et al. (2017). Environmental DNA enables detection of terrestrial mammals from forest pond water. *Molecular Ecology Resources*, 17(6), e63–e75.
- 2) 小村ら (2020) 動物食性動物を対象とした食性解析手法. *日本生態学会誌*70:91–102
- 3) Oehm J et al. (2017) Diet analysis in piscivorous birds: What can the addition of molecular tools offer? *Ecology and Evolution*, 7:1984–1995

Point

底生動物の生息場となる河床地形は、洪水や土砂移動による攪乱環境下で変化するため、土砂管理、河道管理、自然再生等では、動的な変化を見込んだ河床地形の管理手法が必要となります。本稿では、生息場や地形の変化履歴と底生動物の応答の関係を分析し、その関係性を踏まえた定量的評価手法を提案します。

# 地形変化と底生動物応答を踏まえた定量的評価手法

大阪支社 河川部 兵藤 誠

## はじめに

底生動物の生息場は、瀬や淵、たまり、ワンド等の河床地形によって構成されています。これらの生息場は、洪水や土砂移動による攪乱環境下で、その規模や発生頻度に応じて創出、維持、消失し、立地条件や攪乱条件に応じた多様な生息場寿命を有しています。河川生物は、攪乱環境において、生息場の特徴に応じて棲み分けていると考えられます。このように地形や生息場は動的であるにもかかわらず、土砂管理、河道管理、自然再生等の現場では、静的な場とみなして管理しているものがほとんどです。

そこで、本検討では天竜川(静岡県)をフィールドとして取得したデータ等を用いて、生息場・地形変化の履歴と底生動物の応答の関係を分析し、これらの関係性を踏まえた定量的評価手法の提案を行うものです。

## 評価方法

天竜川16.5k付近の河道中央にある送電鉄塔の高さ50mの位置にインターバル撮影機能付カメラを設置し、鉄

塔の上流側と下流側を1時間ごとに撮影しました(図1)。

撮影画像を用いて各生息場の時間的・空間的变化特性および攪乱規模や時期との関係を把握しました。周辺の瀬、ワンド、たまりを計24箇所を抽出し、2012年10月～2014年2月において概ね2ヶ月の間隔で底生動物の採取調査を行い、春夏秋冬のいずれの時期にも出現する全50種を抽出し分析を行いました。

生息場齢と擾乱(洪水)の関係についての概念図(図2)に基づき、生息場の創出から底生動物調査を実施するまでの期間を横軸に、調査時の底生動物の種類を縦軸にとった相関図を図3に示します。底生動物の多様性(種数)について、攪乱規模に応じて生息場齢が高くなるにつれて指数関数的に減少または増加するタイプ、生息場齢の中間時に凹型または凸型となるタイプ、安定的に存在するタイプ等、さまざまな応答をしている可能性が示されました。このことから、底生動物の多様性は、あるリーチ(広い区間)の中で生息場齢の異なる生息場が多数存在することで、種数を最大化または最適化できる可能性があることが推測されました。

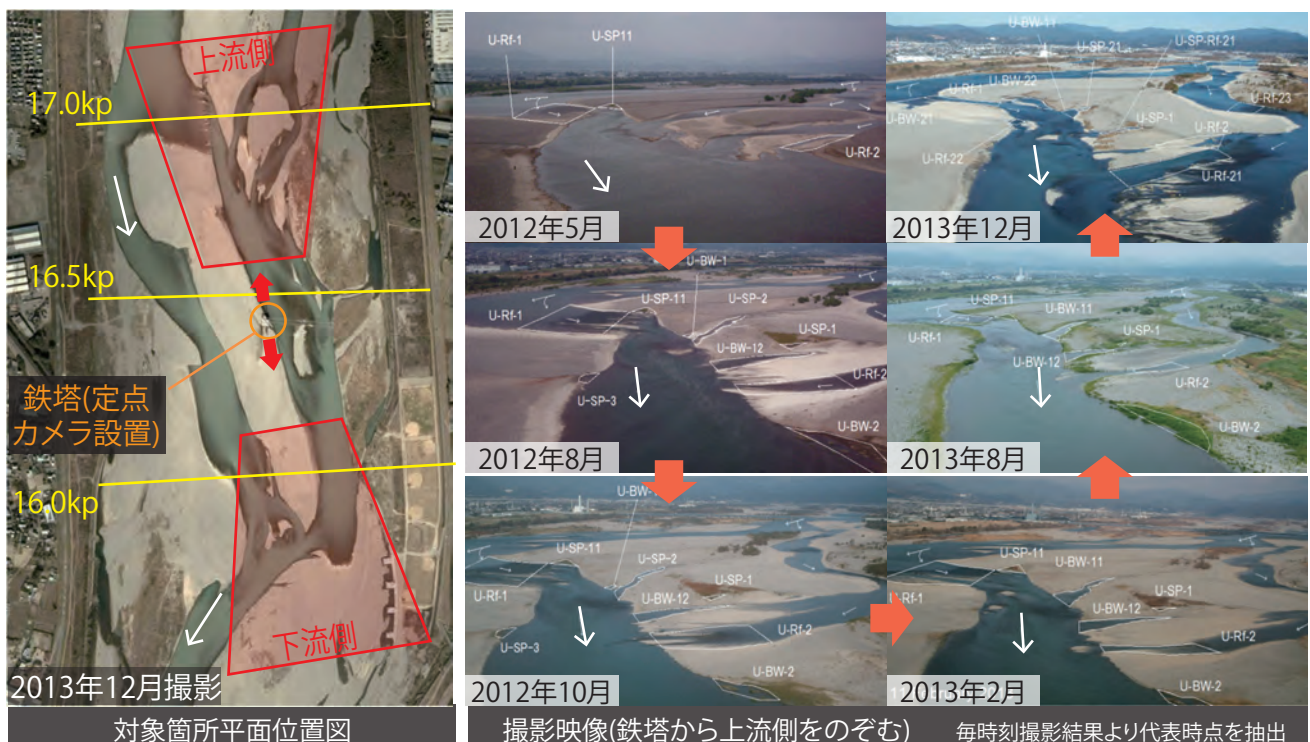


図1 平面位置図と定点カメラによる撮影映像

### 評価方法の提案

生息場は動的に変化し、底生動物が攪乱規模に応じてさまざまな応答をしていることを把握しました。これをリーチ・スケールで俯瞰してみると、地形が動的に変化して多様な生息場が形成される状態であれば、生息場がモザイク状に変化し、底生動物はその変化に適応して生物多様性を形成していると考えられます。

多様な生息場が維持される(=生物の多様性を形成できる)ことを目的変数とし、生息場を地形条件(溝筋と砂州の比高差等)や水理条件(水深・無次元掃流力等)による

説明変数として示すことができます。ここまで整理ができれば、平面2次元河床変動解析により、時間的・空間的な地形や生息場の変化を考慮した定量的な評価が可能となります(図4)。

本手法は、土砂管理に加えて、河道管理や自然再生にも適用できるため汎用性が高いものとなります。これまで静的な環境として評価してきた河川環境において本手法を用いることで動的に評価する可能性が広がることから、実態に即した河川計画や自然再生につなげていきたいと考えています。

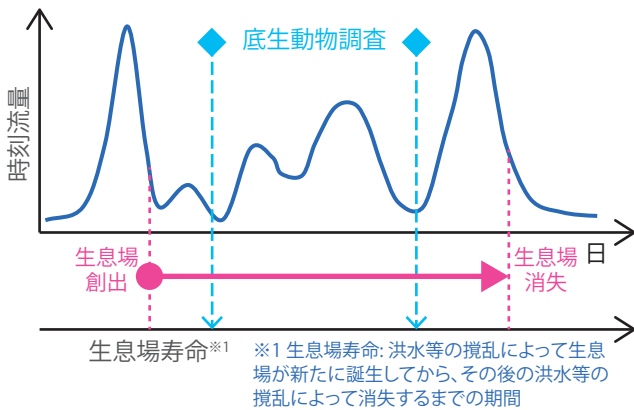


図2 生息場齢と攪乱等の関係の概念図

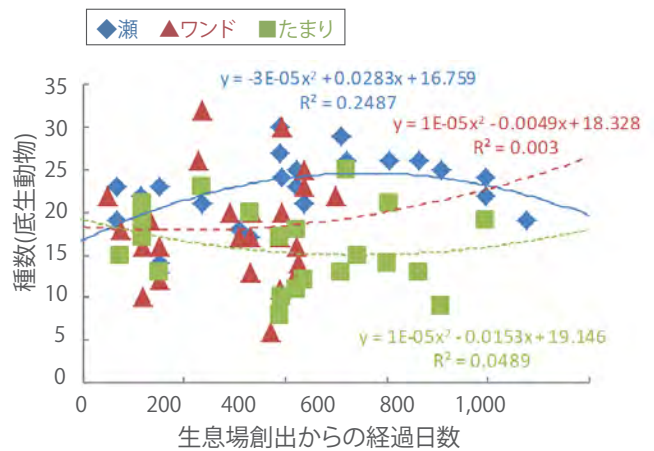
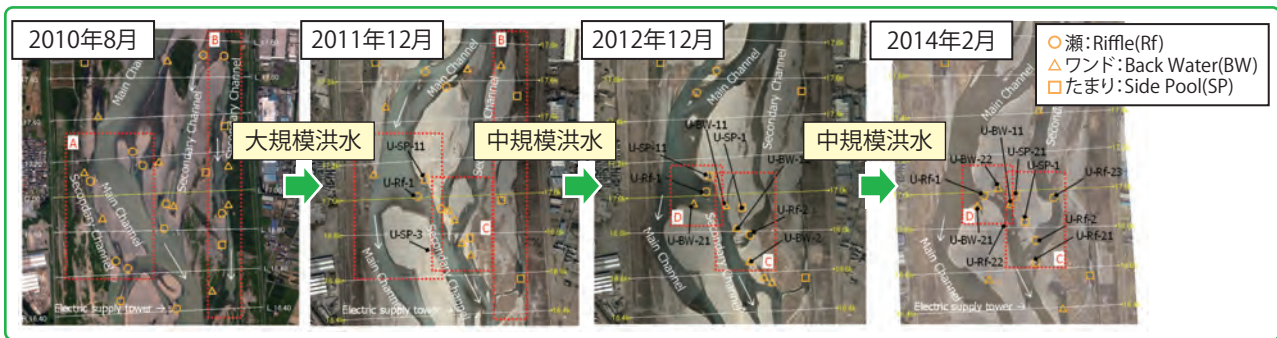
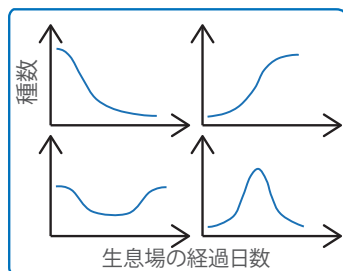


図3 経過日数と底生動物(種数)の関係

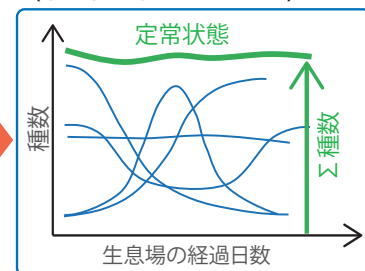
#### ①生息場の履歴(歴史)の整理



#### ②底生動物の種数の時間変化の把握



#### ③生物多様性の把握(最適化の状態のチェック)



相関関係

目的変数

多様な生息場が維持される  
(=生物多様性を最適化)

#### ④目的変数を満たす場(条件)の評価

説明変数

地形条件(溝筋と砂州の比高差等)  
水理条件(水深・無次元掃流力等)

図4 生息場の履歴を踏まえた河川環境管理のための評価手法の提案

Point

3次元地形データを用いて河口砂州のリアルな3次元モデルを構築しました。近年あらゆる建設生産プロセスにおいて生産性向上や品質向上のため、3次元モデルを活用したBIM/CIMが注目されています。今回構築したモデルは実態に近い環境を重視しており、河口砂州管理の課題を明確にし、対策の効果を一目で分かりやすく示すうえで効果的な取り組みとなりました。

# 相模川河口砂州の3次元モデルの構築

大阪支社 河川部 中平 歩、兵藤 誠

※本業務は、国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所からの委託で実施しました。

## はじめに

河口砂州は、多様な生物の生息場である干潟を形成するとともに、波浪の河道内への侵入を防ぎ、護岸の波浪被害を抑制する機能を有しています。近年、相模川(神奈川県)では河口砂州の拡大や砂州高の上昇による治水上の問題が懸念されることから、流下能力を確保するために砂州掘削が必要とされています。一方で、特定外来種のナガエツルノゲイトウが河口砂州上で確認されたことから、完全な駆除がされない状態では掘削土砂を河口砂州の外に持ち出せないといった、新たな問題が発生しています。

河口砂州を維持管理するための掘削には、県・市等の関係機関との調整や工事業者等への掘削位置の情報共有が必要となり、掘削箇所や掘削後のイメージの見える化のための3次元モデルの活用が求められています。

## 3次元モデルの構築

### (1)3次元モデル構築(当初)

河道域と海岸域の3次元地形データを用いて河口砂州周辺の3次元モデルを構築しました。河口砂州の維持掘削のイメージや準3次元流況解析-平面2次元河床変動解析の計算結果(河床形状、水位、流速等)を反映させ、平面図(2D)よりも詳細に掘削形状や水面形、流速の変化を確認できるようになりました(図1)。しかし、範囲が河道の

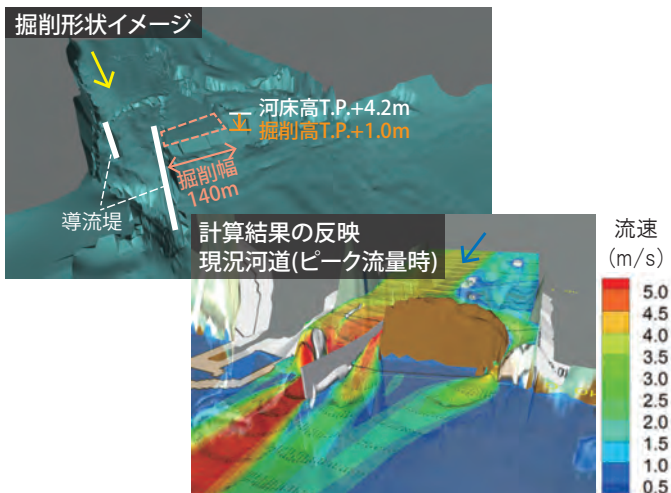


図1 当初モデルのイメージ

みで構造物は導流堤のみだったことから、河口砂州の維持管理において3次元モデルを活用していくためには、初めてみた人でも河口砂州周辺の位置関係や現地状況、河口砂州の掘削箇所が分かるように再構築する必要がありました。

### (2)3次元モデルの再構築

#### 【使用ソフトと用途】

誰が見てもわかりやすい3次元地形モデルを構築するために、ソフトを用途ごとに使い分けました。例えば、これまで最終的なデータの統合に「Autodesk Civil 3D」を使用してきましたが、完成形の見え方がより現実になるよう「Autodesk Infra Works」に変更し、堤内地や構造物(湘南大橋、堤防等)等を含めたモデルを作成しました(表1)。これにより、周辺状況や詳細な形状が分かりやすくなりました。

表1 3次元モデル再構築に使用するソフトと用途

ソフト名	用途
Autodesk Civil 3D	・点群データから地形モデルの作成 ・堤防等の構造物の作成 ・堤内地と河道の統合
Autodesk Navisworks 3D	・上記で作成したモデルの位置合わせ ・水面のサーフェスの配色の変更
Autodesk Infra Works	・橋梁や樹木のモデル作成 ・作成した地形モデルや構造物の統合

#### 【データ整理】

3次元モデル構築のために、地形データや構造物の諸元、樹木等が確認できる航空写真等の必要なデータを収集・整理しました(表2)。

表2 3次元モデル構築に必要なデータ

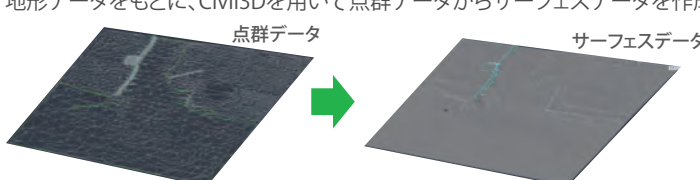
項目	内容	
地形データ	河道内	河口砂州フラッシュモデルの計算メッシュ
	海岸域	データ(現況河道、掘削河道等)
	堤内地	国土地理院基盤地図情報5mDEM
	小出川	定期横断測量成果(横断図)
構造物	堤防	定期横断測量成果(横断図)
	導流堤	導流堤の設置箇所・形状に関する資料
	橋梁	湘南大橋の横断図、3次元モデル等
	漁港	航空写真
その他	樹木	航空写真、現地調査時のUAV写真
	外来種	河川水辺の国勢調査

【モデルの作成手順】

下記の手順で3次元モデルを構築しました(図2)。地形データは河口砂州の掘削や測量成果の更新等変更する頻度が高いため、変更作業が容易にできるようにモデルを3つ(河道部、堤内地、堤防・護岸等)に分けて作成しました。

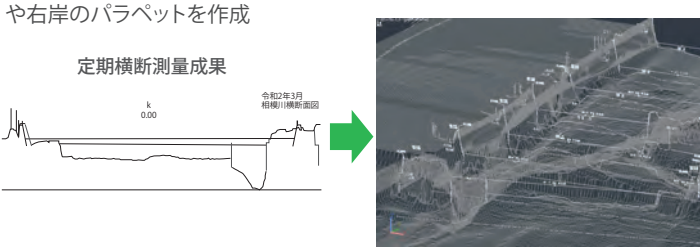
**①地形データの作成**

地形データをもとに、Civil3Dを用いて点群データからサーフェスデータを作成



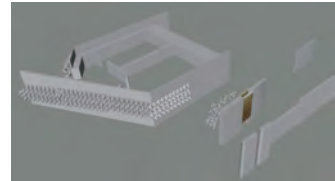
**②本川堤防の作成**

定期横断測量成果の横断図(CAD)をCivil3Dに読み込み、横断図をもとに堤防や右岸のパラペットを作成



**③導流堤および漁港の作成**

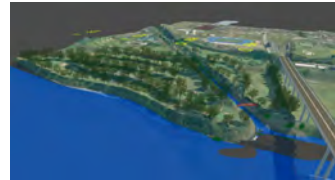
構造物の諸元や航空写真等をもとにCivil3Dで構造物のモデルを作成



**④樹木の作成 ⑤湘南大橋の作成**

Infra Worksにある木の素材から現地の樹木に近いものを選定し、航空写真等の樹木の位置を参考に配置

横断図や現地調査時のUAV写真を参考に橋脚および4車線の道路を反映



**⑥水面の作成**

Civil3Dでサーフェスデータを作成し、配色や透過度をNavisworksで設定

**⑦3次元モデルの統合**

上記で作成したデータをInfra Worksで統合し、3次元モデルを構築



図2 3次元モデルの作成手順

(3)活用に向けた取り組み

構築した3次元モデルについては、現況河道と掘削河道を重ね合わせて①掘削する部分(黄色塗りの範囲)の表示や②特定外来種ナガエツルノゲイトウ分布の表示、河床変動解析の③計算初期と後期の地形の比較等に活用しています。また、静止画像だけでなく、さまざまな角度から3次元モデルが確認できるように④動画も作成しました(図3)。



**①掘削範囲(黄色)の表示**

特定外来種は許可なく移動できないため、特定外来種が繁茂していない掘削できる箇所を把握

**②外来種分布(ナガエツルノゲイトウ)の表示**



**③計算(初期)**

**③計算(後期)**

**④動画の作成**



図3 3次元モデルの活用方法

おわりに

河川CIMや3次元データを活用し、実態に近い河口砂州の3次元モデルを構築し、河口砂州管理における課題や対策の効果を可視化する方法について紹介しました。構造物や植生の情報を含めた河川の周辺一帯を再現したよりリアルな河川空間を構築することで、河川管理者だけでなく関係機関との協議の円滑化にも有効であると考えています。

当社では、今後も河川CIMを含む3次元データを活用した新たな技術の開発に取り組んでまいります。

Point

シミュレーションソフトウェアiRICを活用した汽水環境評価ツールを開発しました。相対潮汐地盤高を指標とした干潟生物(ヨシ、クロベンケイガニ)の定量的評価が可能となり、今後の河川整備や河川環境の定量評価への貢献が期待されます。

# iRICを活用した汽水環境評価ツールの開発

国土環境研究所 生態解析部 村上 純一、川口 究、  
社会基盤本部 国土保全事業部 河川部 中田 裕章、衣川 涼子、水工部 齋藤 靖史、福永 葵衣

※本業務は、国土交通省関東地方整備局荒川下流河川事務所からの委託で実施しました。

## はじめに

近年、国土交通省では公共工事におけるBIM/CIMの原則適用や3次元管内図の整備等、3次元データの活用が推進されています。河川環境管理においても「生物の生息・生育・繁殖の場」の定量的な目標設定や評価のために3次元データの活用が求められています。

シミュレーションソフトウェアiRIC(以下iRIC)は、洪水や河床変動等、河川のさまざまな数値解析に対応しており、3次元データを活用した河川整備や河川環境の定量的な評価に有用なツールとなっています。そこで、荒川下流(東京都)の河道掘削設計にあたりiRICを用いて掘削やその後の洪水による河川環境の予測評価を行い、掘削によるヨシ原や干潟といった重要な河川環境の変化を把握しました。

河川環境の予測評価にあたってはiRICのEvaTRiP Proという環境評価に特化したソルバ(計算プログラム)が用いられます。しかし、荒川下流のような汽水域の環境評価には対応していなかったため、独自に新機能を追加し、汽水環境の予測評価を適切に行えるように改良したうえで河道掘削後の河川環境の予測評価を行いました。

## 環境予測の方法

### (1)河道形状の将来予測

対象区間において平面2次元河床変動計算を実施して将来河道の予測を行いました(表1)。次のステップで干潮位と満潮位の水位計算結果が必要になるため、iRICのNays2DH(平面2次元解析用ソルバ)に変動後の河道形状をインポートし、朔望平均干潮位から朔望平均満潮位にかけての水位変化を計算しました。

表1 平面2次元河床変動の計算条件

計算区間	荒川8.0~9.0k区間を含む上下流数kmの範囲
河道の種類	①現況河道 ②整備河道(河道掘削後)
流量の種類	①大規模洪水(R1.10洪水実績流量) ②短中期(過去10年の実績洪水)

### (2)EvaTRiP Proの新機能開発

汽水域の生物の生息場評価には、潮汐に対する相対的な地盤高を指標としたものが有効となりますが、既存のEvaTRiP Proではこの指標を環境評価に用いることができませんでした。そこで、EvaTRiP Proの公開ソースコードをベースとして、相対潮汐地盤高<sup>※1</sup>を用いた環境評価機能「汽水環境評価ツール(図1の①)」を独自に改良しました。

※1 相対潮汐地盤高: 潮汐に対する相対的な地盤高  
(地盤高-朔望平均干潮位)/(朔望平均満潮位-朔望平均干潮位)

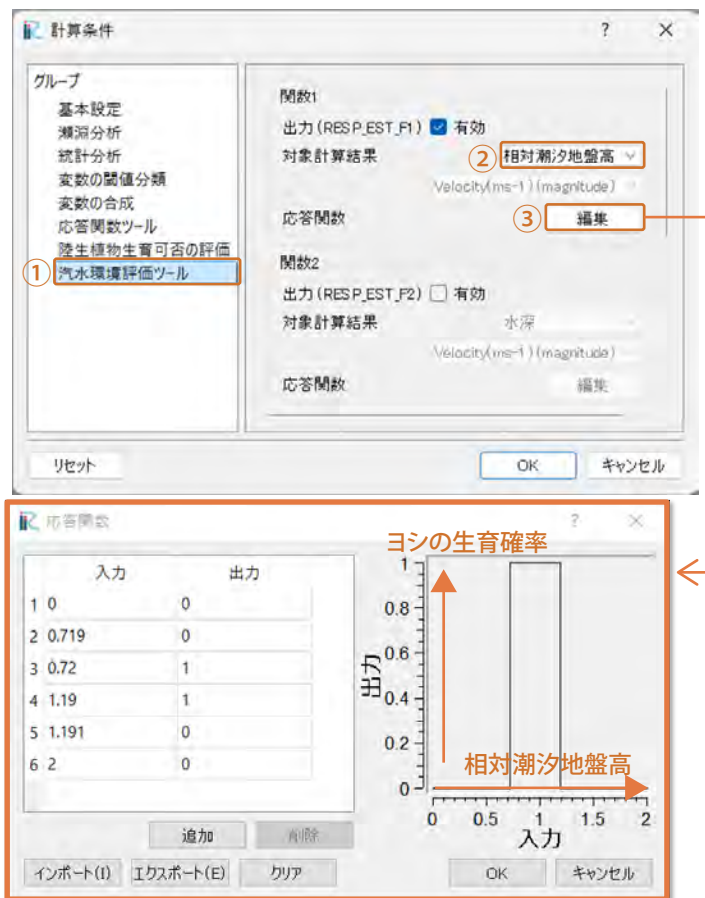


図1 汽水環境評価ツールのソルバGUI(操作画面)



新機能では、ソルバ内部で水位計算結果から相対潮汐地盤高を計算し、計算条件にヨシやカニ類等の汽水性生物が選好する相対潮汐地盤高を設定することで(図1の②、③)、対象生物の生育・生息適地の分布を予測できるようにしました。また、追加した機能を簡易な操作でできるように、追加機能用のソルバGUI(操作画面)を作成しました。

## 結果と考察

現況河道と整備河道(河道掘削後)を対象として平面2次元河床変動計算を実施し、河道形状の将来予測を行った結果、低水路部の河床変動量に大きな違いはなかつ

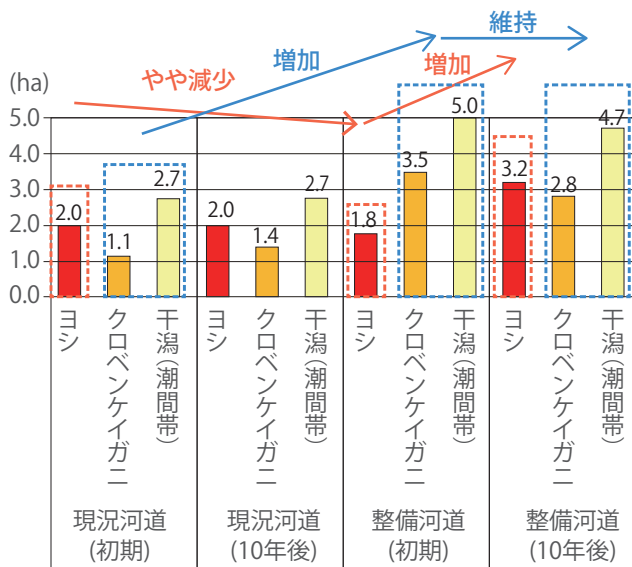


図2 現況河道と整備河道における適地面積の変化

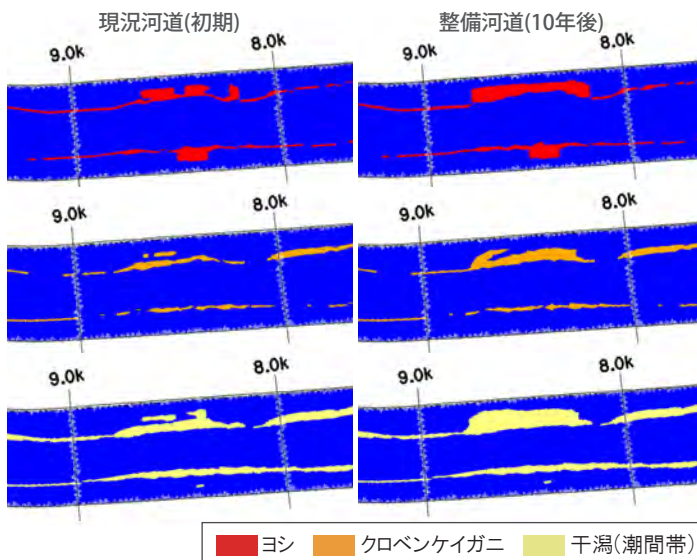


図3 現況河道(初期)と整備河道(10年後)の適地分布

たものの、高水敷の掘削箇所においては、大規模洪水では平均14cm(最大35cm)、短中期の洪水後には平均26cm(最大81cm)の堆積が予測されました。さらに、それぞれの将来河道をもとに「汽水環境評価ツール」を用いて、実際に荒川下流の河道掘削箇所における汽水環境の予測評価を行いました。

ヨシ、クロベンケイガニ、干潟(潮間帯)について、将来的な適地分布を計算した結果、ヨシの生育適地は河道掘削(整備河道)によってやや減少するものの、将来的には増加すること、クロベンケイガニの生息適地や干潟(潮間帯)の面積は河道掘削(整備河道)により増加し、将来的にもある程度維持されることが確認されました(図2、図3)。この結果より、今回対象にした河道掘削は将来的にヨシ原や干潟環境の維持・創出につながると評価されました。

また、「汽水環境評価ツール」の生息場評価の精度検証のため、現況河道におけるヨシの生育適地の予測結果と実際のヨシの分布を比較しました。ヨシ生育適地と予測されたメッシュに対して、最新の河川環境基図調査の結果をもとに、実際にヨシが分布していたかどうかを判定しました(表2)。その結果、全正答率:96%、真陽性率:64%、真陰性率:98%という結果が得られ、開発した「汽水環境評価ツール」は十分な精度を有していることが示されました。

表2 ヨシ生育適地の予測と実際の分布の比較結果  
単位(メッシュ数)

		予測	
		生育適地	適地でない
実際	分布する	①296(3.0%)	②170(1.7%)
	分布しない	③217(2.2%)	④9,117(93%)

全正答率:  $(①+④)/(①+②+③+④)=96\%$

真陽性率:  $①/(①+②)=64\%$

真陰性率:  $④/(③+④)=98\%$

## おわりに

今回開発した新機能「汽水環境評価ツール」により、これまで適用が難しかった汽水域においてEvaTRIP Proを用いた環境評価ができるようになりました。この機能を用いることで、他河川においてもそれぞれの地域特性・環境特性に応じた河川環境の定量評価が可能となります。

今後、河川環境評価における「汽水環境評価ツール」の活用を進めていくことで、河川整備における3次元データを活用した河川整備や河川環境の定量評価に貢献できると考えています。

# ブルーインフラ(生物共生型港湾構造物)の検討

中国支店 沿岸・港湾部 岡本 経孝、水野 博史、沿岸・港湾事業部 港湾部 岡庭翔一、関口 諒

近年、海域環境の改善や温室効果ガスの吸収源対策としてのブルーカーボンに関する取り組みが加速しています。港の防波堤の老朽化対策を進めるにあたり、「ブルーインフラ」機能向上策も加えて構造検討を行った数少ない業務事例を紹介します。

※本業務は、国土交通省中国地方整備局境港湾・空港整備事務所からの委託で実施しました。

## はじめに

本業務では、鳥取県西端に位置する境港防波堤(図1)で沈下等に対する老朽化対策の改良を検討しました。近年、国土交通省では、港湾整備にあたり、カーボンニュートラルポートの形成を推進しており、施策の一つにブルーカーボン生態系の活用をあげています。過去の調査で防波堤の港内側の捨石部等において海藻類の生育が確認されたことから、この改良検討にあたって国土交通省が進める「ブルーインフラ」としての活用にも期待が寄せられました。そこで、防波堤の改良検討にあたり、老朽化対策に加えて生物共生型港湾構造物としての活用にも配慮し、その付加方策を検討しました。

本報告では、この付加方策についてご紹介します。

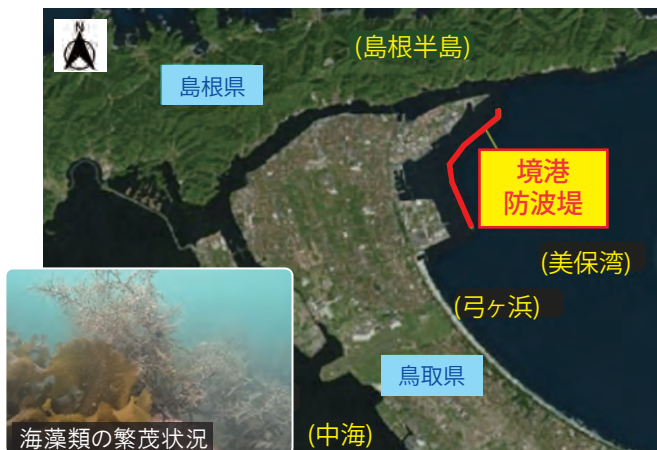


図1 検討箇所(境港)

## 生物共生型港湾構造物の検討

本業務で対象とした防波堤は、周辺部に海藻類が生育するものの、港内側がコンクリートの直立面となっており、十分に着床しやすい構造ではありませんでした。そこで改良検討にあたっては、環境にも配慮した生物共生型港湾構造物としての活用を付加する検討を行いました。

生物共生型港湾構造物は、港湾構造物の基本的な機能と、藻場や干潟等の生物生息機能を併せ持った構

造物です。生物生息機能を付加するための形状変更には、港湾構造物が保持すべき本来の機能が損なわれないように付加することや、その効果等も踏まえて検討することが重要とされています。そこで本業務で実施した生物共生型港湾構造物の形状検討や効果を検証するための実証実験について概説します。

## (1)構造形式の検討

今回の構造形式の検討にあたっては、ガイドライン<sup>1)</sup>に示されている「被覆形式」「栈橋形式」「ケーソン形式」をもとに、当該防波堤の機能に影響を与えず、施工が可能な形式について検討を行いました(図2)。本件では、海藻類の生育できる環境条件の特性や施工性等を勘案し、既設構造に最も適合する「被覆形式」を基本に検討しました。

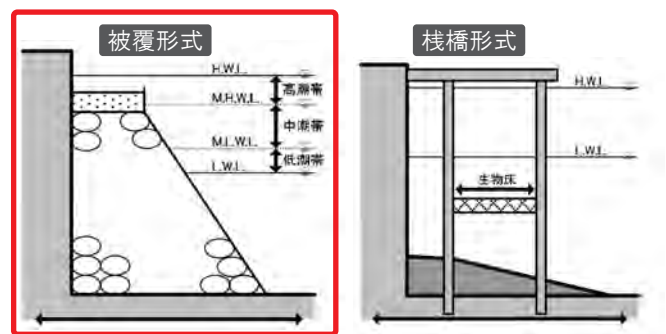


図2 生物共生型港湾構造物の構造形式<sup>1)</sup>

## (2)実証実験の検討

過去の調査結果より、対象海域では、ツルアラメやホンダワラ等の大型海藻類の生育が確認されています。そのため、これらの海藻類をターゲットに着床促進や、ウニの食害抑制等の対策を図り、安定した藻場を目指すことが重要となります。関連する別業務の検討会では、本海域をフィールドに複数の方策の実証実験を行うことが決められており、本業務では対策工事として実証実験の方策を具体的に現場展開する検討を行いました(図3)。主な検討は、人工石利用や、根固ブロックならびに壁面パネルの形状です。

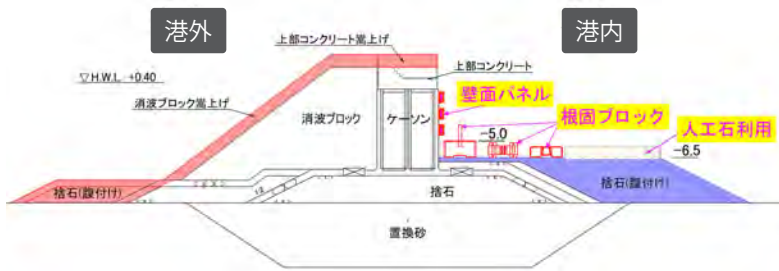


図3 生物共生型構造付加断面(実証実験)

### ①人工石の利用

防波堤基礎捨石の表面部分(被覆石)は、天然石を利用することが一般的ですが、鉄分を含む「人工石」を用いることで、溶出するミネラル成分による海藻類の増殖効果を検証します。併せて、最適な生育水深を検証するため、被覆石表面の水深条件を変え、水深や光量の違いによる生育状況を把握する実験も同時に行います。

### ②根固ブロックの形状比較

防波堤ケーソンの洗掘防止等で用いる根固ブロックの形状は海藻類の生育にも影響します。「稜角」「柱状」「矩形」の3種の形状の根固ブロックを用いて、堤体との設置面の離れや、着床効果、食害生物の抑制効果等を比較し、検証します(図4)。

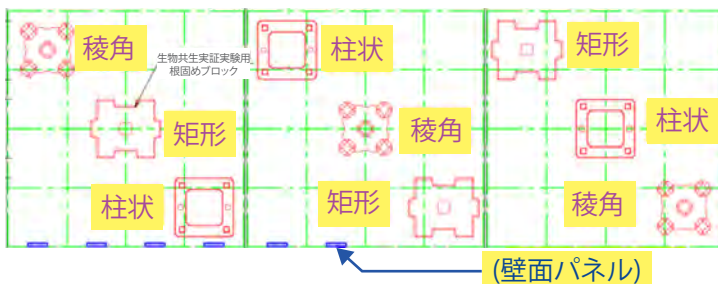


図4 根固ブロック配置(平面図)

### ③壁面パネルの設置

防波堤ケーソンの港内側壁面部にも海藻の生育が確認されており、生育場として機能させることは重要です。着床効果が高い壁面にするため、さまざまな形状の溝や突起、石張等を施したパネルを設置し、着床実験を行うことで、海藻の着床に最適なパネル形状の検証を行います(図5)。

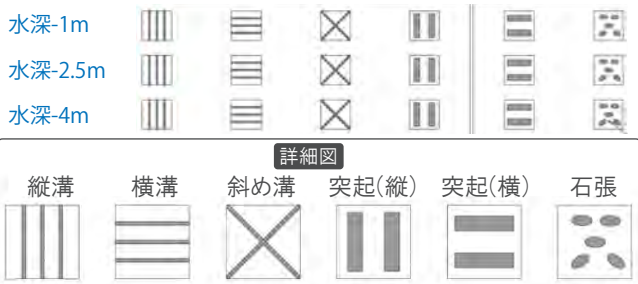


図5 壁面パネル設置図(正面図)

## 対策の可視化

今後、現地施工や実証実験を進めるうえで漁業者等関係者への合意形成を図る必要があります。その説明に利用するため、実証実験フィールドの3次元可視化(図6)や、防波堤形状や海藻類の繁茂状況の未来像の仮想現実化(図7)にも取り組みました。

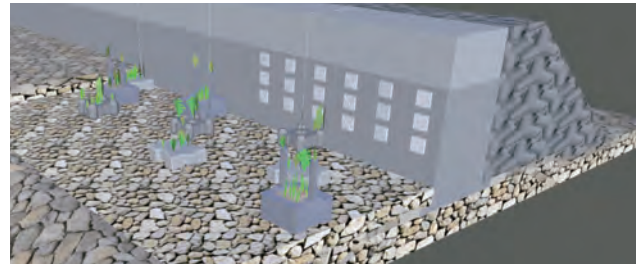


図6 実証実験フィールドの3次元可視化(3DCAD)

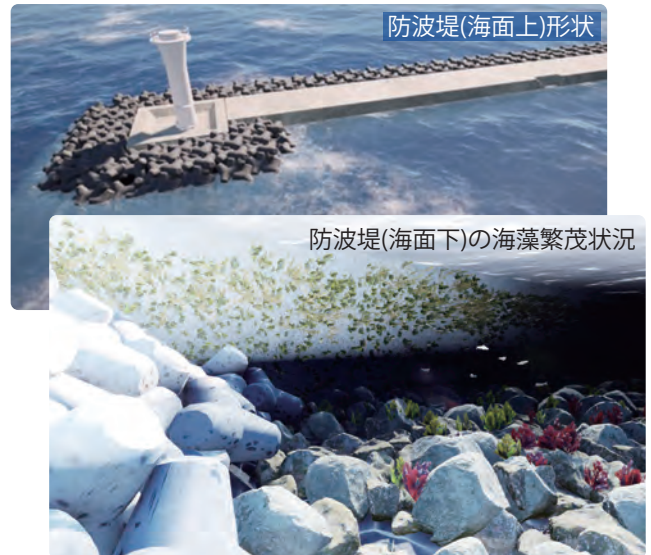


図7 防波堤と海藻類繁茂状況の未来像仮想現実化(デジタルツイン)

## おわりに

港湾インフラ整備において重要な防災・減災対策を進めるうえで、構造物自体に社会的な付加価値を与える取り組みは、今後ますます注目されます。今回ご紹介した現地実証実験は、今年度以降にフィールド整備から進められる予定となっており、この実験を通して生物共生型港湾構造物等ブルーインフラ機能向上策の取り組みが大きく発展することが期待されます。

【出典】

1) 国土交通省港湾局 生物共生型構造物の整備・維持管理に関するガイドライン



# 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 1,083名(2024年4月1日現在、嘱託・顧問を含む)



<https://www.ideacon.co.jp/>

### 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

## お部屋の健康診断

### PCR検査法によるDNA診断

綿棒でふき取って送るだけ(送料無料)

お申し込みは、Webショップから

<https://lifecare.ideacon.co.jp/>



#### 診断報告書例

項目	1	2	3	4	5
ダニ	検出	検出	検出	検出	検出
花粉	検出	検出	検出	検出	検出
カビ	検出	検出	検出	検出	検出
細菌	検出	検出	検出	検出	検出

ホコリや汚れの中に存在するダニ・花粉・カビ・バクテリア・トコジラミ・ヒゼンダニのDNA量を測定して、お部屋の衛生状態を評価します。

お客様の状況に合わせた診断プランを用意しております。

**Life Care Service**  
いであライフケアサービス

そのほかにも身近な問題や課題を解決するさまざまなサービスを提供いたします。



食品の栄養成分分析



ポリ塩化ビフェニル  
**PCB**分析



水道水に関わる  
水質分析



土壌環境の  
コンサルティング

本社	〒154-8585	東京都世田谷区駒沢 3-15-1	電話:03-4544-7600
社会基盤本部	〒158-0094	東京都世田谷区玉川 3-14-5	電話:03-6805-7997
環境研究所	〒224-0025	神奈川県横浜市都筑区早渕 2-2-2	電話:045-593-7600
環境創造研究所	〒421-0212	静岡県焼津市利右衛門 1334-5	電話:054-622-9551
食品・生命科学研究所	〒559-8519	大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22	電話:06-7659-2803
亜熱帯環境研究所	〒905-1631	沖縄県名護市宇屋我 252	電話:0980-52-8588
大阪支社	〒559-8519	大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22	電話:06-4703-2800
沖縄支社	〒900-0003	沖縄県那覇市安謝 2-6-19	電話:098-868-8884
札幌支店	〒060-0062	北海道札幌市中央区南二条西 9-1-2	電話:011-272-2882
東北支店	〒980-0011	宮城県仙台市青葉区上杉 3-4-43	電話:022-263-6744
福島支店	〒960-8011	福島県福島市宮下町 17-18	電話:024-531-2911
北陸支店	〒950-0087	新潟県新潟市中央区東大通 2-5-1	電話:025-241-0283
名古屋支店	〒455-0032	愛知県名古屋港区入船 1-7-15	電話:052-654-2551
中国支店	〒730-0841	広島県広島市中区舟入町 6-5	電話:082-207-0141
四国支店	〒780-0053	高知県高知市駅前町 2-16	電話:088-820-7701
九州支店	〒812-0055	福岡県福岡市東区東浜 1-5-12	電話:092-641-7878
山陰事業所	〒690-0061	島根県松江市白鷺本町13-4	電話:0852-21-4032
システム開発センター	〒370-0841	群馬県高崎市栄町 16-11	電話:027-327-5431
IDEA R&D Center	Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand		
富士研修所	〒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	
営業所		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	
海外事務所		ポゴール(インドネシア)、ロンドン(英国)	
連結子会社		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

JANUARY 2025 Vol.69 (2025年1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](mailto:idea-quay@ideacon.jp)