

## Contents

## 新たな取り組み

- 06 人工知能(AI)を活用したダム操作支援システム
- 04 TUNASAND級ホバリング型AUV「YOUZAN」の開発
- 02 ジオロケータによる絶滅危惧種チゴモズの渡りルートの推定

## Working Report

## 新たな取り組み

- 10 砂礫河原のポテンシャル評価と自然再生事業の今後の展開
- 08 無電柱化推進計画策定等に必要大規模現地調査支援ソフトの開発



人と地球の未来のために

いであ株式会社

## Column

## これからの河川マネジメントを支える河川CIM

BIM/CIM(Building/Construction Information Modeling, Management)は、調査から設計・施工・管理まで一連の建設生産・管理システムに3次元モデルを導入するもので、品質確保や生産性向上を目的としています。国土交通省は2025年\*には全直轄事業でBIM/CIMを原則適用する方針を打ち出し、2019年5月「CIM導入ガイドライン(案)」「3次元モデル表記標準(案)」を提示しました。

海外においてBIMは急速な広がりをみせ、政府調達や生産性向上の手段に用いられています。日本では、海外に遅れながらも2012年に国土交通省が土木を対象としたCIMの試行を開始し、2014年には建築を対象としたBIMガイドラインが公表されるなど、BIM/CIMの導入が進んでいます。

近年、施工段階ではi-Constructionの進展により、直轄事業等を中心にICT建設機械の導入と活用が一般的になっています。測量段階でも写真測量技術とレーダー測量技術の進歩やデータを処理する情報処理技術の進歩、UAV(無人航空機、ドローン)の普及により、従来用いられていた点と線による地形の表現にかわって、面で取得した地形情報を3次元で表現できるようになりました。設計段階への導入はやや遅れていましたが、BIM/CIMを活用する環境やツールが整備されつつあります。

河川分野では、航空レーザー測深(ALB)や水中3Dスキャンによって、水域部を含めた河川区域の測量が可能になり、これらの技術で測量したデジタルデータを用いた3次元をベースとする「河川CIM」による川づくりを進める環境が整ってきました。施工段階で3次元モデルやICT施工技術を最大限に活用することによって、川づくりの大幅な高度化を図ることや、治水と環

境の融合といった「多自然川づくり」の理念の実現も可能になります。

河川の維持管理には現況を把握するだけでなく、過去からの変化の追跡と、それを踏まえた将来の予測が必要です。河川管理に関する諸データを3次元モデルに組み込むことにより見える化が進み、効率的な河川管理が可能となります。

このように、河川CIMにより、維持管理から再び計画、設計、施工そして管理へとサイクルを回すことで切れ目のない河川マネジメントが期待できます。さらに治水だけではなく、3次元データの特性を生かし、河川の背後地とあわせて、自然環境も含めた景観や生態系ネットワークの評価等も視野に入れることによって、活用の幅が広がってきます。

我々が扱うデータは2次元から3次元へと急速に変わってきました。この先、河川CIMモデルは、物理的諸元を組み込むだけでなく、水質などの化学データ、魚類・植物等の生態系およびそれらを育む環境も組み込み、さらに時間軸を加えた4次元へと進化することが考えられます。このモデルにより物理的変化に伴って環境がどのように変化していくかを表現し、それをICT施工によって現場で実現し、検証しながら河川マネジメントを進めていくことが可能となります。当社は今後これらの技術を駆使して魅力的な川づくりを目指し、社会に貢献してまいります。

## 【参考資料】

1. 国土交通省webサイト「BIM/CIM関連」  
[https://www.mlit.go.jp/tec/tec.tk\\_000037.html](https://www.mlit.go.jp/tec/tec.tk_000037.html)
2. 中村、林田、大槻、小林(2020)、河川CIM(3次元川づくり)の考え方と標準化に向けた取り組み・課題、河川、No.884, pp.41-45
3. JACIC研究開発部webサイト掲載資料「CIMを学ぶ I, II, III」  
[https://www.cals.jacic.or.jp/CIM/jinzai/index\\_web.html](https://www.cals.jacic.or.jp/CIM/jinzai/index_web.html)

\*今般の新型コロナウイルスの感染拡大を受け、「新しい日常」の一環として政府が行政のデジタル化を進めているなか、国土交通省もBIM/CIMを2年前倒して2023年度までに導入する意向を示しています。

## Point

長い間、小型鳥類の調査は目視による観察で行なわれてきました。しかし近年、発信機等を使った新しい調査技術が開発されています。そこで、絶滅危惧種の子ゴモズを対象に、超小型計測器(ジオロケータ)を装着し、国内の繁殖地から国外の越冬地までの渡りルートの世界で初めて明らかにしました。

## ジオロケータによる絶滅危惧種子ゴモズの渡りルートの推定

国土環境研究所 自然環境保全部 谷口 裕紀、原田 俊司、柏原 聡、横山 陽子、大坪 二郎、田悟 和巳、  
生物多様性研究センター 樋口 廣芳

### はじめに

子ゴモズ(写真1)は、日本を含む極東アジア南部で繁殖し、東南アジアで越冬します。



写真1 子ゴモズ

環境省の自然環境保全基礎調査<sup>1)</sup>によると、1997年から2002年までに繁殖が確認されたのは全国で2か所、繁殖の可能性があるのは1か所とされ、その分布範囲は局所的で、近年、個体数が急激に減少しています。「環境省レッドリスト2020」では、絶滅危惧種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)に指定され、保全の必要性が極めて高い種です。

当社では、新潟県から東北地方までの広い地域で子ゴモズを調査した結果、その分布地と生息環境を確認しました。子ゴモズの保全には、これらの分布地における生息環境を維持していくことが重要だと考えられます。

一方で、日本における分布の縮小や個体数の減少の原因は、日本だけでなく、国外の越冬地や渡りの中継地にもあると考えられます。しかし、日本で繁殖する子ゴモズの越冬地や渡りルートについては不明でした。

そこで、子ゴモズの越冬地や渡りルートを調べるため、ジオロケータという超小型の計測機器を装着して、地球規模での移動の状況を追跡しました。この研究により、明らかとなった越冬地や渡りのルートについて紹介します。

### 調査方法

#### (1)ジオロケータとは

ジオロケータ(写真2)は、1g以下の超小型・軽量の追跡機器で、小鳥の渡りルートを解明するために近年使用されています。ジオロケータは、照度の変化から日の出と日の入り時刻を特定します。そこから計算される昼の長さや正午の時刻は地球上の位置(緯度と経度)によって異なるため、ジオロケータのデータから小鳥の位置を推定することができます。

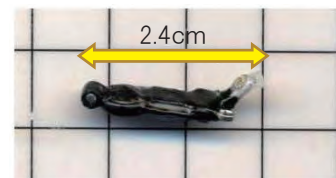


写真2 ジオロケータ

#### (2)捕獲

2017年に予備調査を実施した後、2018年6月下旬～7月上旬に、秋田県と新潟県で子ゴモズを捕獲し、ジオロケータを装着しました。捕獲の際には環境省の許可を取り、かすみ網等を用いました。この結果、14個体を捕獲することに成功しました。

ジオロケータに蓄積されたデータを回収するためには、対象個体を再捕獲する必要があります。そこで翌年秋田県に帰還した3個体を2019年7月上旬に再捕獲しました。一度、捕獲された経験のある子ゴモズは非常に警戒心が強く、再捕獲は容易ではありませんが、当社では再捕獲の手法を確立しました。

#### (3)ジオロケータの装着

ジオロケータは、子ゴモズの両脚に紐をループさせ、背中・腰上部付近に装着しました(写真3)。子ゴモズの体重は29.3～36.8gで、ジオロケータと装着物の重さは体重の2.4%～3.7%でした。

なお、子ゴモズを傷つけないようにするため、装着にあたっては近縁種セアカモズの研究者であるコペンハーゲン大学のアンダース・テトラップ准教授を招聘し、現地で直接指導を受けました。



写真3 ジオロケータの装着

## 解析方法

### (1) 渡りルートの推定方法

渡り開始日は、緯度・経度の大きな変化が始まった日としました。渡りルートの推定は、基本的には専用の解析ソフトウェアにより緯度・経度を算出して行いましたが、明らかな異常値は除外しました。

春分と秋分の日前後15日間のデータは、昼と夜の長さがほぼ同じで緯度の誤差が大きいため使用せず、経度を参考にする程度に留めました。

海域を1,000km以上移動するルートの場合、推定された位置データの近傍の島等の陸域にプロットしました。

### (2) 越冬地の推定方法

長距離の移動がなかった2018年10月15日から2019年2月28日までのデータを、越冬地の推定に利用しました。

統計ソフトウェア「R」(ver.3.60)を用いて、ブラウニアンブリッジムーブメントモデル(BBMM法)<sup>2)</sup>により、50%行動圏(対象個体の全出現範囲を50%の出現確率で推定した範囲)を解析しました。

## 調査結果

3個体のうち、個体A(♂)では再捕獲した2019年7月までデータが得られました。個体B(♀)では2018年10月、個体C(♂)では2018年12月までのデータが得られ、その後は欠測となりました。

### (1) 渡りルート

秋の渡りルートについては、3個体のデータが得られました(図1)。渡りルートは本州を南下後、2つのパターンに分かれました。

1つ目のパターンは、朝鮮半島に渡り、中国内陸部を通過するルートです(個体C(♂))。2つ目のパターンは、韓国南端を通過後、1日で東シナ海を横断し、中国沿岸部を南下するルートです(個体A(♂)、個体B(♀))。

インドシナ半島東部を通過後のルートはいずれもほぼ一致し、南シナ海を横断し、ボルネオ島に入りました。

春の渡りルートについては、1個体のデータが得られました(図1)。秋のルートとはやや異なり、ジャワ島、スマトラ島を通過後、インドシナ半島東部、中国広東省、台湾、南西諸島を経由し、本州を北上して繁殖地に戻りました。

### (2) 越冬地

推定された2個体の越冬地はいずれもボルネオ島でした。文献<sup>3)</sup>では、チゴモズは冬季にボルネオ島でも確認されていることから、今回の調査で得られた越冬地と一致しました。

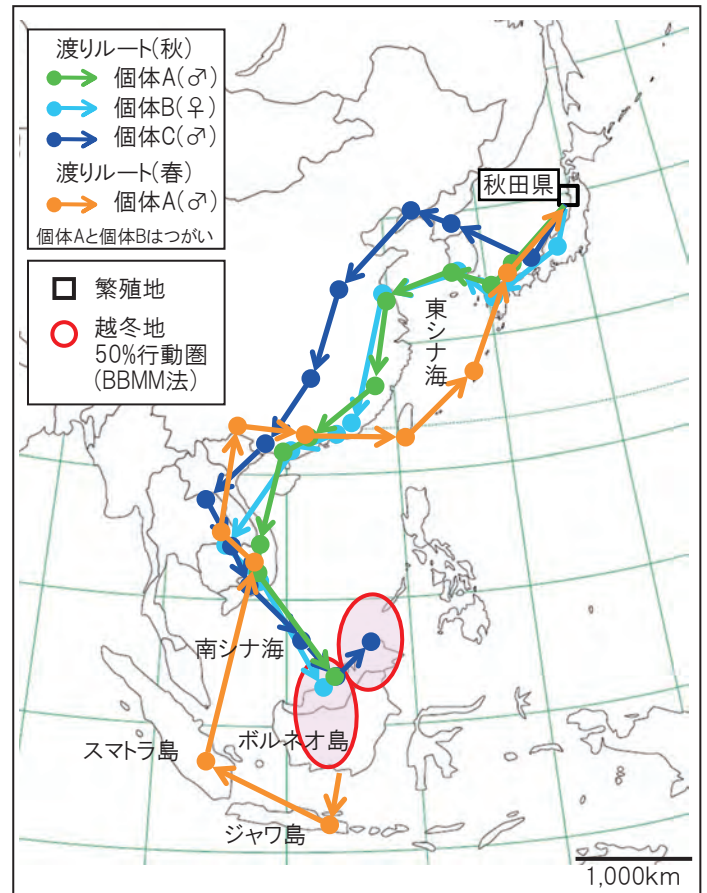


図1 チゴモズの渡りルートと越冬地(2018~2019年調査結果)

注: データ精査により修正する可能性があります。

### (3) 渡りの時期

秋の渡りの開始日は8月中~下旬、越冬地の到着日は9月下旬から10月上旬、春の渡りの開始日は4月中旬であることがわかりました。

## 今後の展開

本研究は、2020年以降も継続し、データを蓄積する予定です。これにより渡りルートや越冬地の情報をより詳細に解析します。また、新潟県から東北地方までの広い地域で明らかにした分布地にもとづき、繁殖地の環境特性を解析していきます。

本種のように地球規模で渡りを行う種の保全には、国内だけでなく国外での情報も必要となります。本研究で得られた国内での生息環境の情報と、国外での渡りルートや越冬地の情報をもとに、本種の保全策を提案し、本種を絶滅の危機から救う方法について検討していきたいと考えております。

#### [参考文献]

- 1) 環境省自然環境局生物多様性センター(2004), 第6回自然環境保全基礎調査鳥類繁殖分布調査報告書
- 2) Horne et al.(2007), Analyzing animal movements using brownian bridges, Ecology, 88(9), pp.2354-2363
- 3) del Hoyo, Elliott & Christie (eds)(2008), Handbook of the Birds of the World, Vol.13, Lynx Edicions, Barcelona

Point

「TUNA-SAND」は、東京大学生産技術研究所が開発した、海中・海底の調査に実績のある、高性能なホバリング型AUV(自律航行型水中ロボット)です。当社は民間で初めて「TUNA-SAND」級ホバリング型AUVを開発・導入しました。最大2,000mまで潜航し、海底に接近した撮影や観測が可能です。深海生態系の調査や海底資源の探査に活躍が期待されます。

# TUNA-SAND級ホバリング型AUV「YOUZAN」の開発

環境調査事業本部 外洋調査部 高島 創太郎

## はじめに

水中ロボットが海洋調査に果たす役割は、科学調査分野から海洋資源開発まで多方面にわたり、近年ますます大きくなっています。これまで、遠隔操縦型のROV(Remotely Operated Vehicle)が活躍していましたが、国内においても大学や研究機関により自律航行型のAUV(Autonomous Underwater Vehicle)が開発され、従来は困難だった調査が実施可能となりました。

当社は、「次世代海洋資源調査技術(海のジバング計画)」で、東京大学生産技術研究所、九州工業大学社会ロボット具現化センター、海上技術安全研究所および海洋工学研究所が開発したAUVの運用について技術移転を受けました。特に海中・海底調査におけるホバリング型AUVの有効性を認識し、民間が使用する商用化1号機として導入し「YOUZAN」と命名しました。

## 「TUNA-SAND」級ホバリング型AUV

「TUNA-SAND」は、東京大学生産技術研究所が2007年に開発したホバリング型AUVです。沈没船の探索、熱水鉱床の開発、大深度での対象物への接近観測とサンプリングを目的として、「高精度な慣性航法装置」「海底地形を参照した測位機能」「潮流に対抗できる十分な推進力」を備えていることが特徴です。これらの機能によって指定された位置に自動的に潜航することができます。また、「ハンドリングとロバスト性\*を考慮したオープンフレーム構造」であり、調査内容にあわせて搭載機器を換えることができます。後継機として「TUNA-SAND2」(東大生産研、九州工業大学)、「ほぼりん」(海上技術安全研究所)が開発され、研究用AUVとして活躍しています。

\*外乱に対する強さ・安定性

## 「YOUZAN」の諸元

「YOUZAN」の開発および製作は、「TUNA-SAND」の開発者である東京大学名誉教授浦環先生および海洋工学研究所と協議を重ね、東京大学名誉教授小池勲夫先生にアドバイスをいただいて進めました。1年の製作期間を経て、2019年6月にMADE IN JAPANのホバリング型AUV「YOUZAN」が完成しました。「YOUZAN」の性能諸元を図1に、搭載機器の概況を図2に示しました。



図1 「YOUZAN」諸元

項目	仕様
寸法	長さ1.3m×高さ0.77m×幅0.7m
重量	275kg
最大潜航深度	2,000m
巡航速度	0.2~0.3m/s
最大航行速度	0.62m/s
最大潜航時間	8時間
スラスタ	水平4機、垂直2機
写真撮影	スチルカメラ2機、LEDフラッシュ4灯
動画撮影	4Kカメラ、常時点灯LED2灯 ROVモードカメラ
観測項目	プロファイリングソナー(海底地形) 濁度計 水温・塩分計 pHセンサー 障害物検知ソナー 地形観測用カメラ・レーザー

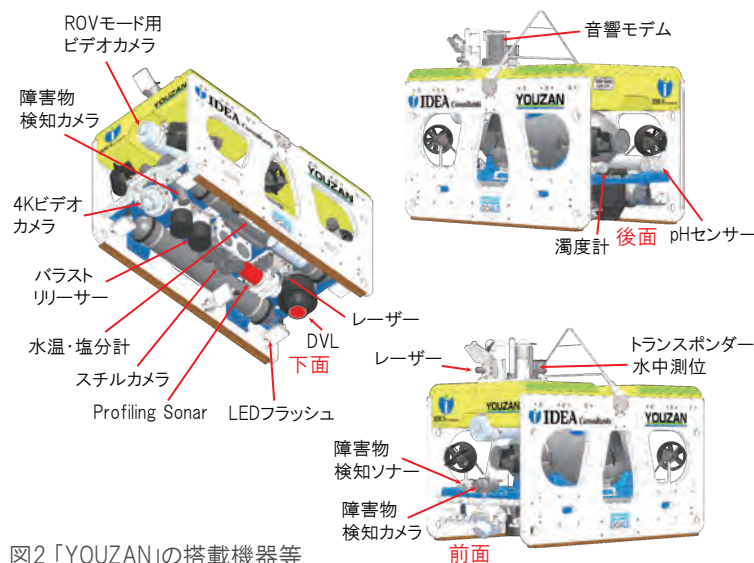


図2 「YOUZAN」の搭載機器等

## 「YOUZAN」命名の由来

「なせば成る なさねば成らぬ何事も 成らぬは人のなさぬなりけり」は、江戸時代後期、米沢藩主の上杉鷹山が家臣に教訓として詠み与えた有名な言葉です。“できないのは人がやらないからだ”との教えをもとに、少子高齢化が進む現代においては、“人ができないことはロボット(AUV)がやることだ”との思いを込め、「YOUZAN」が誕生しました。また、大海原の海底にそびえる海山「洋山」のイメージも重ねています。

## 「YOUZAN」の特徴

水中では電磁波を用いたGPS等が使用できないため、測位が大きな課題となります。「YOUZAN」は、光ファイバージャイロと加速度センサーで構成される慣性航法装置とドップラー対地速度計(Doppler Velocity Log、以下、DVL)を持ち、AUV自身で高精度な自己位置測定が可能な航行システムを保有しています。

ただし、深海での調査では、一定深度に達するまでDVLによる対地速度計測は使用できず、海底付近に潜航するまでに推定位置に誤差が蓄積します。この問題を解決するために、別途水中音響測位システム(Global Acoustic Positioning System)を用いて船上から測位します。正確な位置情報を音響通信により「YOUZAN」へ与えてやることで、水中位置を適宜補正し、正確な測位が可能となります。

また、「YOUZAN」は海底に接近して航行し、さまざまな調査を行うため、高度な障害物検知機能が搭載されています。シートレーザを前方と下方に照射して前方と海底の障害物までの距離と形状を測定し、回避行動をとるかとならないかをAUVが判断する機能です。これらのシステムにより、海底付近においても衝突や捕捉の心配なく、海底に接近した運用が可能となります(図3)。

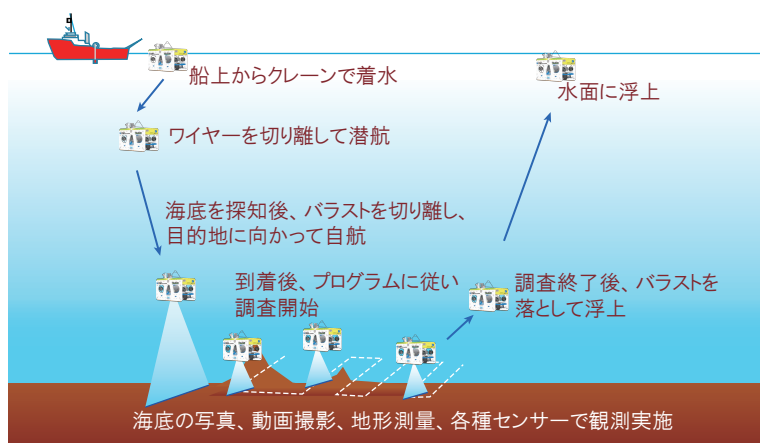


図3 「YOUZAN」運用イメージ

さらに、「YOUZAN」は、AUVですが、ROVモードを有しており、自律航行と遠隔操縦をハイブリッドで行うことが可能です。通信・映像用の光ファイバークーブルを装着した「YOUZAN」を自律機能によって航行させながらビデオ映像をリアルタイムにモニタリングし、必要があれば遠隔操縦に切り替えることができます。これにより、調査内容や調査対象に最適なアプローチを選択することができ、遠隔操縦のみで行う方式に比べて効率的な調査が可能となります。現状ROVモードでの運用は、安全上300m程度までとしています。

## 実海域試験結果

「YOUZAN」導入後、業務での実運用に向けて安定した制御と運用技術の確立を目指して、水槽試験、実海域試験を繰り返し、そこで得られたデータより艇体制御の調整とデバッグを幾度となく行いました。2019年末に駿河湾の水深1,000m海域で最終試験に臨み、無事に潜航を終えることができました。「YOUZAN」は、約3時間の潜航で、2,100枚の海底写真を撮影することに成功しました。駿河湾1,000mの海底写真を連続でつなげた「海底モザイク写真」を図4に、撮影された生物の一部を写真1に示しました。

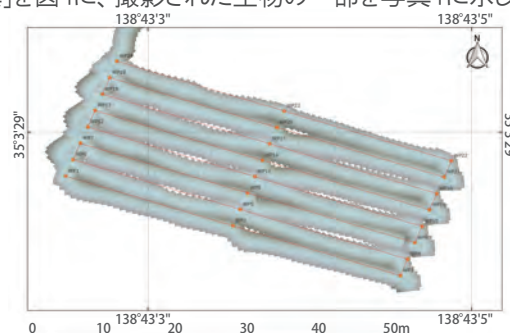


図4 駿河湾水深1,000m海域における海底モザイク写真



写真1 水深1,000m海域で撮影された生物の一部

## おわりに

最終試験を終えた「YOUZAN」の初陣は、2020年3月NHKエンタープライズとの共同研究により実施した、オーストラリア南西部、プレマーベイ沖合、水深900mでの海底生態系調査となりました。初陣が海外となる予想外の展開でしたが、無事に調査を終え、帰国することができました。



写真2 オーストラリアでの調査状況

今後の展望として、沖合海洋保護区での生態系調査や海洋プラゴミ、海底資源調査への活用が期待されます。

最後に、「YOUZAN」の製作に関係した社内外の関係者の皆様には、ご支援ご協力いただきましたこと、深く感謝申し上げます。

Point

気候変動の影響により渇水や異常豪雨による洪水被害が頻発するなか、ダム機能の最大限に活用した柔軟で効率的な操作が求められています。高度なダムの操作を支援するため、人工知能(AI)を活用したダム放流操作支援システムを開発しました。

# 人工知能 (AI) を活用したダム操作支援システム

AI総合推進室 滝口 大樹、樋田 祥久、高橋 一徳

## ダム放流操作の概要

洪水時、ダムは下流域の洪水被害を軽減するため放流量を調節する洪水調節を行います。洪水が予想される時には、気象情報、各観測所から得られる雨量・水位等を用いて、今後のダム流入量を予測し、放流方針を立案します。また、流入する水の全てを貯めるとダムが満杯になり、洪水調節が行えなくなる場合もあるため、ダムの洪水調節容量も考えながらダムの操作を行っています。

一部のダムでは、洪水開始前に利水容量の一部を放流し、洪水調節に活用する操作(事前放流操作)を実施しています(図1)。洪水被害が頻発するなか、このようなダム機能の最大限に活用する柔軟な操作が求められていますが、操作員の技術力および判断力が必要となります。

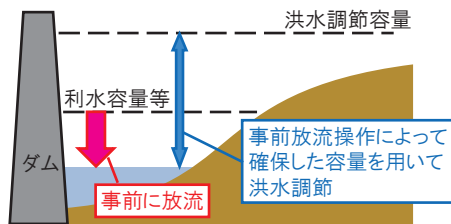


図1 柔軟な運用(事前放流操作)のイメージ

近年、コンピュータの処理能力向上に伴って人工知能(以下、AI)の活用が広く普及しつつあります。人間が知能を駆使して行ったダムの放流操作をコンピュータで再現することによって、作業の効率化や処理判断の迅速化が期待されます。

そこで、当社は北上川水系の4つのダムを対象とし、少人数による高度なダムの操作を支援する、AIを活用したダム放流操作支援システムについて研究しました(図2)。なお、胆沢ダムは流水型ダムと呼ばれるゲート操作ができない穴空きダムであるため、対象外としました。



図2 北上川流域

## ダム操作支援システムの概要

ニューラルネットワークとは、人間の神経細胞(ニューロン)の仕組みを模したシステムの総称です。図3に示すように、ニューラルネットワークは「入力層」「中間層」「出力層」の3層で構成され、中間層は複数の層を備えることができます。各層には複数の「ノード」を配置し、ノード同士は「エッジ」で結ばれ、各エッジは「重み」と呼ばれる値を持っています。これらの重みは学習データ(教師データ)と呼ばれる入力データをもとに最適化されます。つまりモデルの精度は学習データによって影響を受けることになります。

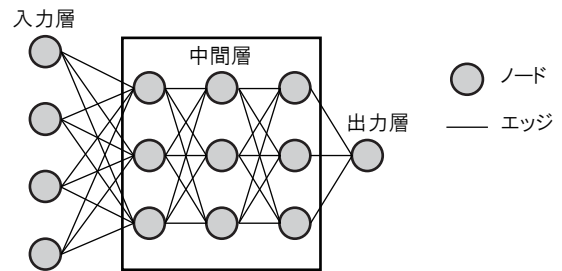


図3 ニューラルネットワークのイメージ

ニューラルネットワークの構造(層数、中間層で 사용되는関数、重み係数等)を決定すれば、入力値に対して高速に答えを出力することができます。反面、構造は問題に応じて試行錯誤的に決定する必要があり、この部分には相当な手間と時間がかかります。

本研究では、ダム操作の判断材料となるデータおよびダム放流量の実績データから学習データを作成し、浅層型のニューラルネットワークモデルによってダム放流量を予測可能とするAIシステムを構築しました。

## ニューラルネットワークモデルによる解析

### (1)学習条件

AIを用いてダム操作を予測する場合、学習データが重要となります。これまでに複数のダム操作支援システムを構築した経験から2013年～2017年のデータを学習データとして選定しました(表1)。

表1 学習データ

データ種別	データ範囲
ダム流入量(実績)	12時間前～現時刻
ダム流入量(予測)	現時刻～24時間先
ダム貯水位(実績)	12時間前～現時刻
ダム放流量(実績)	12時間前～現時刻
ダム下流の水位(実績)	12時間前～現時刻
現時刻の洪水発生時期	洪水期or非洪水期

2017年の学習データを図4および図5に示します。学習データは停電や水位計の不具合による実際の欠測データを含んだものとしています。

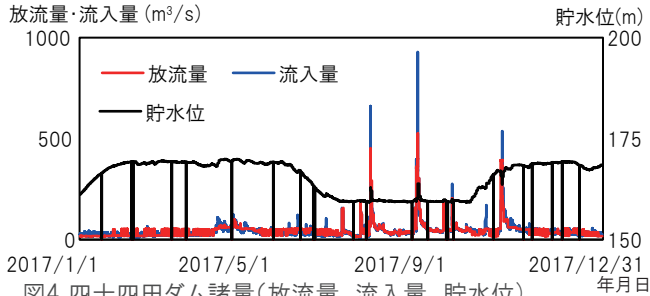


図4 四十四田ダム諸量(放流量、流入量、貯水位)

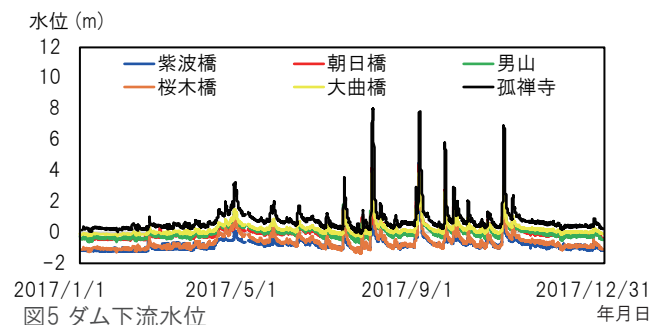


図5 ダム下流水位

学習方法は一般的なニューラルネットワークモデルとし、階層型ニューラルネットワークと重みの修正(誤差逆伝播法)にはシグモイド関数を採用しました(図6)。なお、中間層は10層とし、学習回数は10,000回としました。

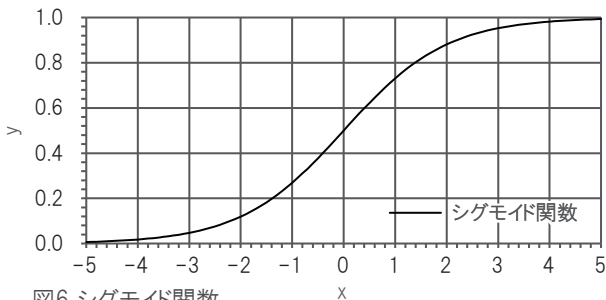


図6 シグモイド関数

## (2)予測結果

2018年5月に発生した洪水(流入量が700m<sup>3</sup>/sを超える融雪期の洪水)の実績値と、浅層型ニューラルネットワークによる放流量の予測値を重ねたハイドログラフを図7に示し、1~3時間先までの平均流量誤差を表2に示します。御所ダムを除いて概ね精度が高いことが確認できました。御所ダムは検証に用いた洪水と類似の洪水が未学習であったため、精度が低くなったものと考えられます。

表2 各ダムにおける平均流量誤差 (m<sup>3</sup>/s)

	四十四田ダム	御所ダム	田瀬ダム	湯田ダム
1時間先	26	59	11	42
2時間先	19	61	12	36
3時間先	32	50	6	28

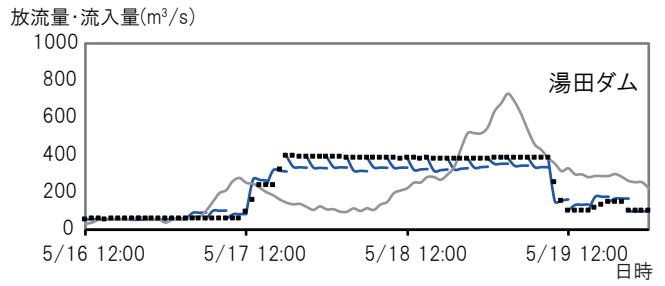
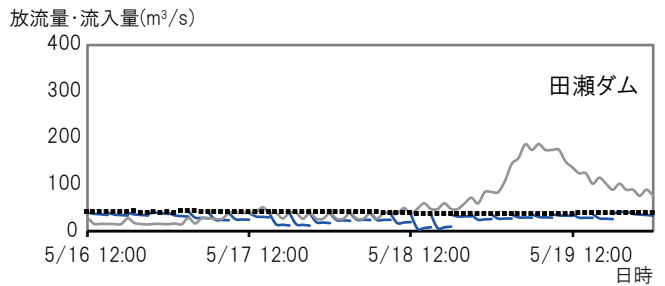
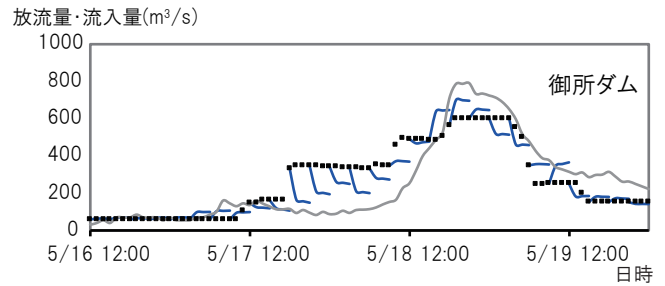
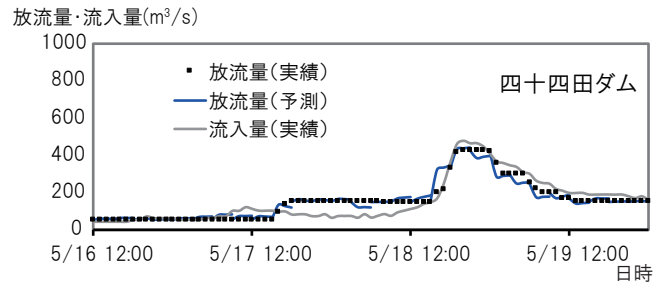


図7 浅層型のニューラルネットワークモデルによる予測値と実績値

## おわりに

浅層型ニューラルネットワークによるダム放流量の予測は、経験済みの洪水パターンにおいて精度が高いことが確認できました。一方、御所ダムでみられたように未経験の洪水では精度が低い結果となりました。

AIによるダム操作支援システムは、経験豊かなダム管理者が実施した理想的なダム操作とその判断材料をAIに学習させることで、ダム放流量の推奨値を瞬時に示すものです。このシステムを実装することにより、ダムの貯水容量を可能な限り活用しつつ、下流河川の被害低減、高度化操作のための判断を支援します。

今後、このシステムがより効率的・効果的なダム操作に活用されることが期待されます。

## Point

無電柱化推進計画の策定では、関係者間の合意形成に必要な大規模現地調査の効率化や調査結果に関する情報共有が課題となっています。この課題に対応するため、MMS(Mobile Mapping System)技術を活用した調査を支援する画像閲覧用のビューワーソフトを開発しました。本稿では、開発技術の概要と活用事例を紹介します。

## 無電柱化推進計画策定等に必要で大規模現地調査支援ソフトの開発

社会基盤本部 道路橋梁事業部 道路部 平田 直、渡邊 恭志、土田 香織、楊 柳、

社会基盤本部 道路橋梁事業部 交通計画部 北田 和基、情報システム事業本部 防災情報システム部 矢沼 伸行

### はじめに

2019年に千葉県を中心とした関東南部を襲った「令和元年房総半島台風」は、東京電力管内で1996本の電柱が折損・倒壊・傾斜等の被害を受け<sup>1)</sup>、長期にわたって停電を発生させる等、地域住民の生活に大きな影響を及ぼしました(写真1)。

激甚化・頻発化する災害への対応のほか、少子高齢化への対応、観光振興による地方創生を背景に、無電柱化の必要性が増えています。



写真1 令和元年房総半島台風による電柱損壊状況<sup>2)</sup>

### 開発の背景

#### (1)無電柱化推進計画の目的と策定状況

無電柱化推進計画は、無電柱化の推進に関する法律(2016年12月施行)にもとづき、無電柱化の推進に関する施策の総合的、計画的かつ迅速な推進を図るために策定するものです。現在38都道府県、64市町村18区の計120団体において策定済みとなっており(2020年3月末時点。国土交通省調べ<sup>3)</sup>)、未策定の地方公共団体への計画策定支援が急務となっています。

#### (2)大規模現地調査への対応の必要性

国の無電柱化推進計画(2018年4月策定)において、無電柱化の取り組み姿勢として、事業と制度を両輪として無電柱化を推進すること、国、地方公共団体、電線管理者、国民の密接な連携による推進を図ることを挙げています。

特に今後ターゲットとなる都道府県道や市町村道は、道路延長が膨大なことや、歩道幅員が狭いこと等、電線共同溝整備による無電柱化の課題の多い路線が多く、行政のみでは必要性の高い路線の無電柱化が十分に進展しないことが懸念されます。

無電柱化事業を加速化するうえで、無電柱化推進計画の策定段階から、行政と民間開発事業者等の関係者間で必要性の高い路線の現地状況を把握・共有し、官民連携による無電柱化の実現に向けた協議調整を行い、その結果を踏まえて、優先整備路線を選定することが重要です。そのためには、各地方公共団体が管理する道路全体の無電柱化状況や道路状況等の現状を効率的に調査し、結果を整理・共有することが可能な大規模現地調査技術が必要です。

#### (3)MMS調査技術の活用とビューワーソフトの開発

MMS調査技術は、計測装置を搭載した車両を走行しながら道路および周辺の3次元座標データと360度の全方位連続画像を取得する技術です(写真2)。



写真2 MMS調査車両

徒歩による現地目視で行う道路状況・沿道状況(地上機器設置スペースの有無)の調査を、取得した画像を用いる室内画像調査に変更することができます。作業性(分担・作業環境)の向上や照査の充実により、大規模現地調査の生産性向上と品質向上に有効な技術です。

当社ではこのMMS調査技術の有効性に着目し、調査結果の整理、共有を支援する画像閲覧用のビューワーソフトを開発し、実際に延長約230kmの大規模現地調査に活用しその有効性を確認しました。



## 開発ソフトの機能

360度全方位画像を活用するにあたり、行政のパソコンでの閲覧性に配慮しソフトのインストールを不要とすること、膨大な画像データの検索を効率化することの二点が課題となっていました。

### 課題①：ソフトのインストールを不要とすること

一般に行政のパソコンは、セキュリティ管理上、閲覧用のビューワソフトをインストールすることが容易ではありません。そこで、撮影した画像をオリジナルの画像ファイル形式(PGR)から、Internet Explorer等のインターネット閲覧ソフトで閲覧可能なHTML形式に出力するオリジナルソフトを開発しました。HTML形式に出力したデータで納品することにより、行政のパソコンで簡単に閲覧できるようになりました。

### 課題②：膨大な画像データの画像検索の効率化

閲覧画像は地図上で位置表示を行い、地図上で見たい場所を選択表示できる機能を付加しました。

国土地理院地図(地理院タイル)を使用し、その上に動画撮影時に取得したGPSデータから作成した走行軌跡データを重ねて表示するシステムとしました。

## 活用事例の紹介

地方公共団体の無電柱化推進計画の策定における優先整備路線の選定に必要な基礎調査として、約230kmの調査道路を対象に、本技術を活用した大規模現地調査を実施しました。

### 効果①：生産性向上と調査成果の品質向上

現地目視調査からMMS調査および室内画像調査に変更したことにより、調査路線延長約230kmの膨大な調査ボリュームに対して、1か月程度要していた現場作業を2週間程度に短縮できました。また、画像を用いた繰り返し調査や複数人による調査結果のチェックが可能となり、無電柱化状況図、歩道状況図、沿道状況図等の現地調査成果の品質向上を図りました(図1)。

### 効果②：閲覧機能と検索機能の向上

従来の膨大な量の写真台帳で納品していた現地状況写真集をソフトのインストールなしで閲覧できるHTML形式の360度全方位画像データで納品しました。

また、地図上で見たい場所の画像を素早く検索表示ができる等、効率的に画像を取り出すことができ、関係機関で対象路線の選定や事業手法の評議をする際に、現地状況に関する情報共有ツールとして活用が見込まれます(図2)。



図1 無電柱化状況図



図2 画像閲覧画面(360度全方位画像、走行軌跡図)

## 今後の展開

本技術は無電柱化推進計画策定のほか、バリアフリー化や自転車走行空間整備等、自治体のインフラ全体を対象とする基礎調査業務への活用が見込まれます。今後は、MMS調査技術で得られる3次元座標データ(幅員等の路線情報)の表示機能の追加やAIによる画像分析技術との連携により、機能強化を図ります。調査、計画の進捗管理、維持管理までのマネジメント全般に活用できる技術に展開し、安全・安心で美しい街づくりの実現に貢献してまいります。

〔出典〕

- 1) 経済産業省Webサイト「令和元年台風15号における鉄塔及び電柱の損壊事故調査検討ワーキンググループ」掲載資料  
([https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan\\_shohi/denryoku\\_anzen/tettou/](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/denryoku_anzen/tettou/))
- 2) 東京電力ホールディングス「写真集」  
(<https://photo.tepco.co.jp/>)
- 3) 国土交通省Webサイト「無電柱化推進のあり方検討委員会」掲載資料  
(<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/chicyuka/>)

# 砂礫河原のポテンシャル評価と自然再生事業の今後の展開

大阪支社 生態・保全部 石垣 宏、大阪支社 河川水工部 兵藤 誠、平下 慎也

九頭竜川で実施されている自然再生事業の施工箇所を対象にモニタリングを実施し、施工の効果を評価・検証しました。本稿では、中流域で実施した砂礫河原再生を対象に、水理解析結果を用いた砂礫河原の成立ポテンシャルによる評価手法について紹介します。

※本業務は、国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所からの委託で実施しました。

## はじめに

九頭竜川では「九頭竜川自然再生計画書」(2009年3月)にもとづき、「水際再生」「砂礫河原再生」「支川・水路連続性の再生」の3つの事業が実施されています。当社は2018年度に国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所より「九頭竜川自然再生フォローアップ業務」を受注し、モニタリング調査により事業効果の評価・検証を実施しました。本稿では、多岐にわたる検討項目のうち、「砂礫河原再生」の成立ポテンシャル(潜在的な成立可能箇所)にもとづいた評価手法について紹介します。

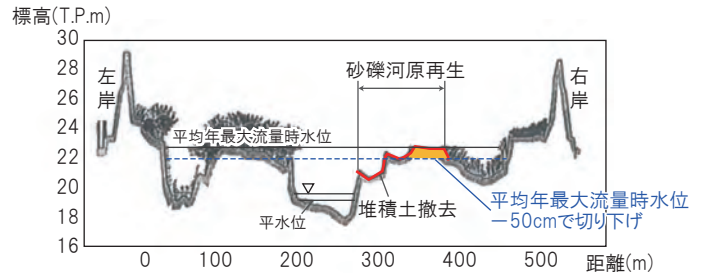
## 平面二次元流況解析結果を用いた砂礫河原成立条件の把握と評価

### (1)砂礫河原再生の実施状況

九頭竜川では、森田地区(20.6~21.4km)、渡新田地区(25.0~25.4km)、松岡末政地区(26.4~26.6km)の3箇所です砂礫河原再生が実施されています(図1、図2)。



図1 九頭竜川における砂礫河原再生の実施箇所



既存の良好な砂礫河原形成箇所の冠水高を整理し、必要最小限の切り下げ高となる平均年最大流量時水位を設定した

図2 砂礫河原再生の施工方法(松岡末政地区:26.6km)

### (2)砂礫河原再生の目指すべき姿の整理

九頭竜川の中流部では、みお筋が複列に分かれて流れ、砂州が発達し、瀬と淵が連続する環境がみられます。そのなかで砂や小礫が卓越する砂礫河原環境は中流域における典型的な環境といえます。

一口に砂礫河原といっても一様ではなく、コアジサシ、イカルチドリ、イソシギ等の鳥類(チドリ類)の繁殖場となるほほ植生のない環境(自然裸地)と、カワラヨモギ、カワラハハコ等の砂礫河原特有の植物が疎らに生育する環境(河原植物群落)では若干環境が異なります。このような2つの環境がバランス良く存在する場所が、良好な砂礫河原であると考えました。

### (3)自然裸地・河原植物群落の成立条件の把握

砂礫河原を構成する「自然裸地」「河原植物群落」それぞれの要素に対して、「平水時の比高(水面からの高さ)」「平均年最大流量時の無次元掃流力(出水時の攪乱の強さ)」に着目し、成立条件を把握しました。なお、九頭竜川は23kmで河床勾配が変化し河道特性が異なるため(下流:1/600、上流:1/290)、砂礫河原の成立条件も異なることが判明しました。そのため、本稿では砂礫河原再生に適した上流区間(23.0~31.2km)の結果をもとに紹介します。

まず、2015年度に作成された植生図から自然裸地、河原植物群落(カワラヨモギ-カワラハハコ群落)の分布を整理しました。その結果を平面二次元流況解析により求めた「平水時の比高」「平均年最大流量時の無次元掃流力」の分布と重ね合わせ、成立条件を把握しました。

自然裸地は、比高0.0~1.0mの範囲に分布しており、水際の攪乱地に成立するものと考えられました(図3)。

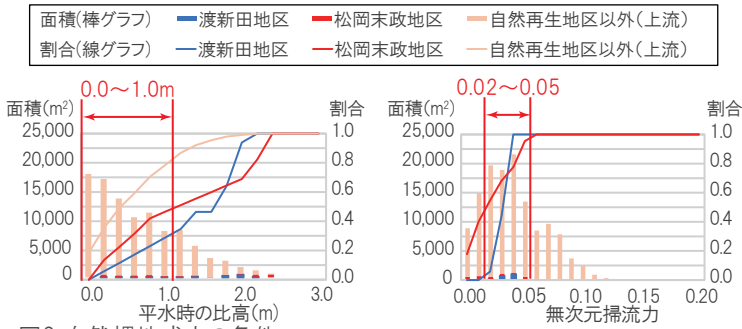


図3 自然裸地成立の条件

カラヨモギ-カラハハコ群落は、無次元掃流力をみると自然裸地とほぼ同程度の水準でしたが、比高をみると0.6~1.8mと自然裸地より高い立地に成立することがわかりました。カラハハコ等の砂礫河原に特有な植物は、地盤が高く平水時は乾燥状態にありながら、出水時には強い攪乱を受ける環境に適応した種であると考えられました(図4)。

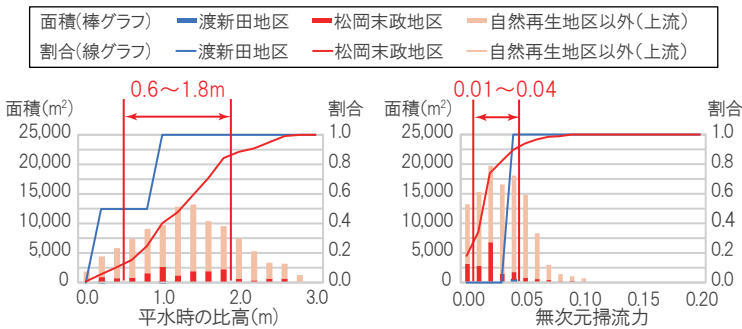


図4 カラヨモギ-カラハハコ群落成立の条件

#### (4) 成立ポテンシャルによる砂礫河原再生の評価

「平水時の比高」「平均年最大流量時の無次元掃流力」の両方の成立条件を満たす箇所を、潜在的に砂礫河原が成立し得る箇所と仮定し、自然再生前後の面積を比較しました(成立ポテンシャルによる評価、図5)。

その結果、渡新田地区では自然裸地・カラヨモギ-カラハハコ群落ともに成立ポテンシャルは増加しており、再生効果があったと考えられました。松岡末政地区ではカラヨモギ-カラハハコ群落の成立ポテンシャルは増加したものの、自然裸地に関しては、成立ポテンシャルは変化しておらず、効果は限定的であると考えられました(図6)。

#### (5) 今後の砂礫河原再生の進め方

以上の結果より、今後の砂礫河原再生手法を検討しました。

本業務で把握した成立条件を踏まえ、出水時に十分な無次元掃流力が発生する立地において、平水位から平水位+2.0m程度の高さまで緩傾斜で切り下げることにより自然裸地、カラヨモギ-カラハハコ群落が共に成立する、良好な砂礫河原が再生されると考えられました(図7)。

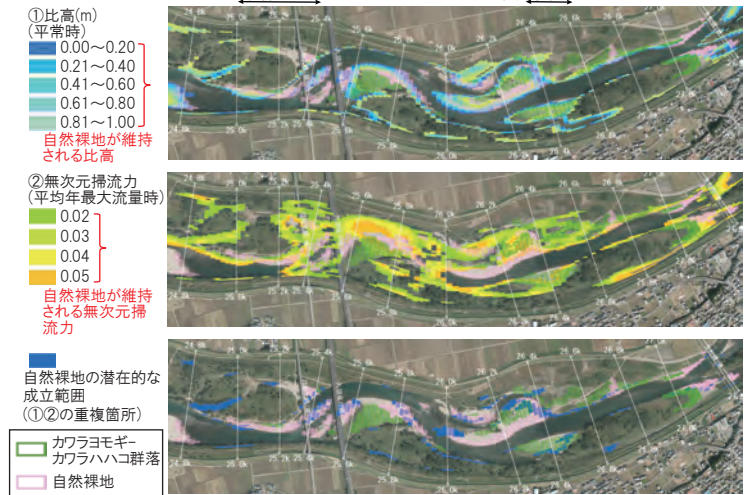


図5 成立条件にもとづく自然裸地のポテンシャルマップ

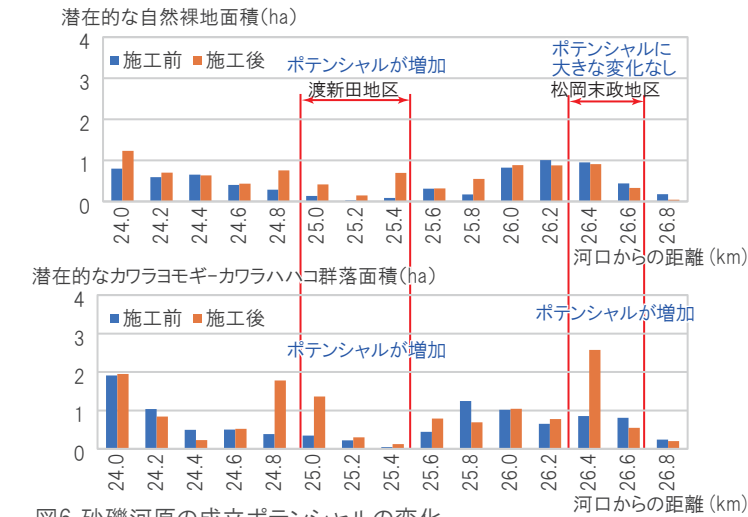


図6 砂礫河原の成立ポテンシャルの変化

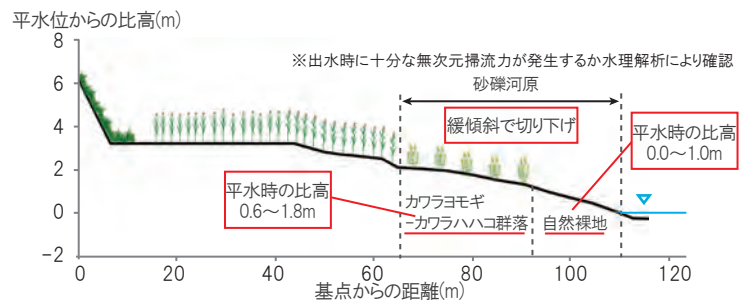


図7 九頭竜川で目標とする砂礫河原のイメージ

#### おわりに

本業務では、砂礫河原再生のモニタリング結果と水理解析結果を組み合わせ、砂礫河原の成立ポテンシャルの変化から自然再生の効果を評価・検証しました。ポテンシャルによる評価は、モニタリング調査結果とも傾向が一致しており、有効な手法であると考えられました。

砂礫河原再生は多くの河川において、自然再生事業として実施されています。本業務の手法を、他河川における砂礫河原再生のモニタリングや、評価・検討に活用することにより、より良い自然再生が可能になると考えられます。



## 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	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	987名(2020年4月1日現在、嘱託・顧問を含む)

#### 事業内容

- 社会基盤整備に係る企画、調査、計画、設計、管理、評価
- 社会基盤整備に係る環境アセスメント(調査計画立案、現地調査、予測評価、対策検討、事後調査)、環境計画
- 環境リスクの評価・管理
- 食品衛生・生命科学関連検査
- 自然環境の調査・解析、生物生息環境の保全・再生・創造
- 情報システムの構築、情報発信
- 災害危機管理、災害復旧計画
- 海外事業

## 「お部屋の健康診断」 してみませんか？

ホコリや汚れの中に存在するダニ・花粉などの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。詳しくは下記のウェブサイトをご覧ください。

### お申し込みは、Webショップから

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

**Life Care Service**  
いであライフケアサービス



## 「お部屋の健康診断」 という 新習慣。



DNA測定による室内リスク評価

本 社	〒154-8585	東京都世田谷区駒沢 3-15-1	電話:03-4544-7600
土 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	〒980-0012	宮城県仙台市青葉区錦町 1-1-11	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	愛知県名古屋市中区入船 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 務 所	〒690-0012	島根県松江市古志原2-22-31	電話:0852-21-4139
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
I D E A R & D C e n t e r	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	
富 士 研 究 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、伊豆、菊川、豊川、磐江、三重、名張、滋賀、神戸、奈良、和歌山、鳥取、岡山、下関、山口、徳島、高松、高知、北九州、佐賀、長崎、熊本、宮崎、鹿児島、沖縄北部	
海 外 事 務 所		ボゴール(インドネシア)、マニラ(フィリピン)、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、以天安(北京)科技有限公司	

## I-NET

SEPTEMBER 2020 Vol.56 (2020年9月発行)

編集・発行:いであ株式会社 経営企画本部企画部  
〒154-8585 東京都世田谷区駒沢3-15-1  
TEL. 03-4544-7603, FAX. 03-4544-7711  
ホームページ: <https://ideacon.jp/>

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)

