

Contents

新たな取り組み

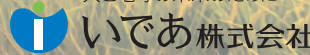
- 06 土壌の栄養塩循環を考慮した  
草本・樹林動態モデルの開発
- 04 海の再生を支援するシミュレーション技術の紹介
- 02 環境DNA分析技術の生物調査への応用

Working Report

- 10 東日本大震災からの水産業復興と  
いであが担った役割
- 08 CCTVカメラ画像を用いた  
水位計測システムの精度検証



人と地球の未来のために――



Column

## 生態系サービスを支える社会づくりー生物多様性の主流化ー

私たちの命や豊かな暮らしは、生物多様性の恵み(＝生態系サービス)に支えられています。しかし、従来の社会経済システムでは、その価値が十分に認識・評価されずにタダ同然のものとして扱われ、生態系サービスを生み出す自然(＝自然資本)の維持保全のために必要なコストをかけることを怠ってきました。そして、環境省が2016年3月に発表した「生物多様性及び生態系サービスの総合評価(JB02)」では、生態系サービスの多くは過去と比較して「減少または横ばい」とされており、今後の私たちの生活への影響が懸念されています。

2016年12月にメキシコで「生物多様性条約第13回締約国会議(COP13)」が開催されます。会議では2010年のCOP10で採択された「愛知目標」の達成に向けた取組みの強化等が議論されますが、「生物多様性の主流化」が主要テーマとなる予定です。「生物多様性の主流化」とは、生物多様性の保全と持続可能な利用に必要なコストや仕組みを、社会のあらゆる人々が共有することです。

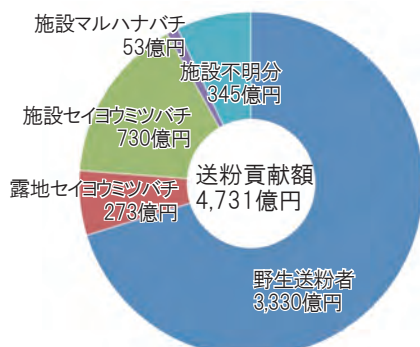
自然資本の維持保全のために必要なコストは社会全体で負担するべきであり、そのためには自然の持つ価値を可視化することが有効です。例えば地球全体の生態系サービスの価値は年間少なくとも16～54兆ドル(平均33兆ドル)と見積もられました。これは推計当時(1997年)の世界のGDPの1～3倍に相当します。また、2016年2月、IPBES※は世界の作物生産量の5～8%がハチ等による花粉媒介機能に依存しており、その経済的価値は年間最大5,770億ドルに上ると発表しました。わが国でも、花粉媒介は国内農業産出額の8.3%に相当する約4,700億円の価値を生み、野生のハチ等に大きく依存していると推計されています。

また、ノーベル賞を受賞した大村智博士による画期的な薬品の開発が土壌中の細菌の研究から生まれ

たように、生態系は未知の有用物質が眠る宝庫であり、新素材や技術の源泉でもあります。その自然資本を維持保全していくことは、今の暮らしを支えるだけでなく、将来の豊かさへの投資でもあるのです。

2015年8月に閣議決定された「国土形成計画(全国計画)」では、「森・里・川・海の恵みを享受する国民全体が、自然からの恩恵を意識し支える人的交流、資金メカニズム等の仕組みを構築する」と、生態系サービスの基盤としての国土づくり、社会形成がうたわれています。「生物多様性の主流化」の実現には、生態系サービスを把握、分析、評価、可視化し、さらに社会経済的視点を加えて社会・国土づくりにつなげていくことが必要です。

当社では生物多様性研究センターが中心となって、この分野でのさらなる貢献を目指す一環として、2016年4月から富士研修所でセイヨウミツバチの飼育を始めました。DNAを用いた食品の安全性検査や花粉媒介機能の解明等、生態系サービスの持続可能な利用と関連の深い技術の開発を進めています。これからも、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、生物多様性の主流化に向けた積極的な取り組みを進めてまいります。



セイヨウミツバチ

野生送粉者と飼養昆虫の貢献額(日本における2013年時点の推計額)<sup>1)</sup>  
 1) 国立研究開発法人農業環境技術研究所プレスリリース資料(2016年2月4日)を加工  
 ※IPBES: 生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム

## Point

環境DNA分析は、数リットル程度の水を汲むだけの作業で、生物相やターゲット種の在・不在を調べることができる技術です。従来の捕獲調査の欠点を補完する新しい調査手法として、希少種保全や外来種対策等への活用が期待されています。

## 環境DNA分析技術の生物調査への応用

環境創造研究所 環境生態部 中村 匡聡

※本報告内容の一部は、国土交通省関東地方整備局常陸河川国道事務所からの委託で実施しました。

### はじめに

環境DNAとは、水や土壌といった環境試料中に含まれるDNAのことを指します。環境DNAは、生物から剥離した粘膜や排せつされた糞等に含まれる細胞片がその主な由来であると考えられています。環境中に放出されたDNAは、これまでは検出不可能なレベルにまで速やかに分解されると考えられてきましたが、ウシガエル<sup>1)</sup>や淡水魚類<sup>2)</sup>を対象とした先駆的な研究により、ある程度の期間環境中に残存していることが知られるようになりました。

水や土壌等から抽出した環境DNAサンプルには、さまざまな生物由来のDNAが含まれています(図1)。環境DNA分析では、これらの個々のDNAの塩基配列を読み取り、データベースと照合することで、サンプルに含まれる生物種を推定します。これまでは複数の生物種のDNAが混合するサンプルで塩基配列を決めるには、非常に煩雑な作業が必要でした。しかし、次世代シーケンサーとよばれる新しい分析装置の登場により、数百種以上の生物由来のDNAが混合したサンプルでも、簡便かつ大量に塩基配列データが得られるようになり、サンプルに含まれるDNAに対する種判別の精度が飛躍的に向上しました。



図1 環境DNAサンプルのイメージ

その他にも、特定の生物種にのみ反応するPCR分析系を組み込むことにより、調査対象とする種の在・不在を簡単に調べることができます。また、定量PCRやデジタルPCRと呼ばれる分析法を適用し、事前に水槽実験等により得られたバイオマス(生物量)とDNA量の相関関係を求

めておくことで、野外で採取したサンプル中のDNA量から調査地点における対象生物種のバイオマスを推定することが可能になりつつあります。

### 当社における調査実施例(魚類相調査)

河川や海に生息する生物の種類を調べる方法としては、投網等の道具を使った捕獲調査や、潜水による観察調査等が一般的です。しかし、網の操作を習熟するまでにはかなりの経験が必要であり、かつ、調査員の技量は調査結果に大きな影響を及ぼすと言われています。また、生物多様性に富む日本では、魚類だけでも国内に4,000種以上が生息するとされ、捕獲や潜水観察調査で正確に種を同定するためには、高度に専門的な知識と経験が求められます。

一方、環境DNAによる生物調査では、調査員が行う作業は、多くても数リットル程度の環境水を汲むだけであり、特別な技術を必要としません。また、その後のDNA分析では、用いる手法を標準化しておくことで、調査者間の知識や技術の違いによる結果の変動を最小限に抑えることができます。このような利点から、環境DNAをターゲットとした生物調査は、従来の調査法の欠点を補完できる新しい調査手法として期待されています。

そこで、両手法による調査結果にどのような違いがあるのかを調べるため、実際に関東地方の河川下流域(感潮域)において採捕調査を実施し、その同じ日に河川表層水も採水して(写真1)、環境DNA分析を行いました。環境DNA分析には測定原理が異なる2種類の次世代シーケンサー(機種A、B)を用い、機種による調査結果の違いについても検討しました。



写真1 環境DNAサンプルの採水

その結果、採捕調査では13種の魚類が確認されました。対して、環境DNA分析では、機種Aで5種、機種Bで26種が検出され、同じサンプルでも次世代シーケンサーの機種によって調査結果に違いが出るようになりました(図2)。

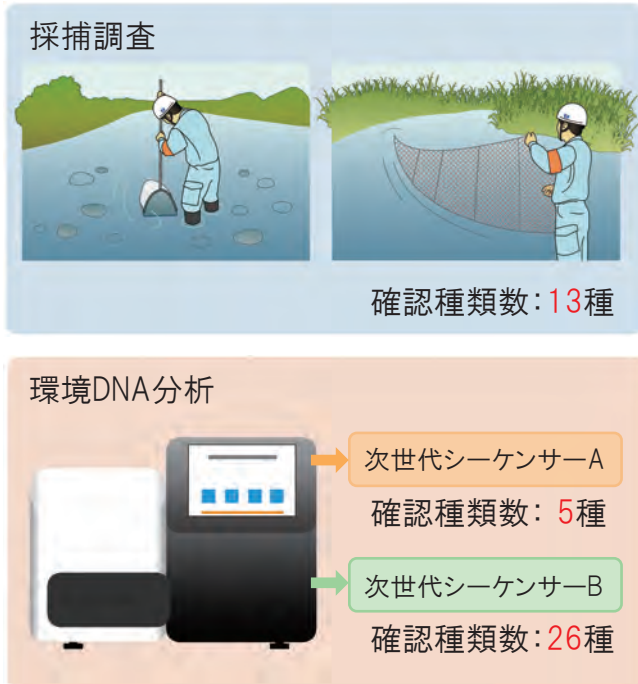


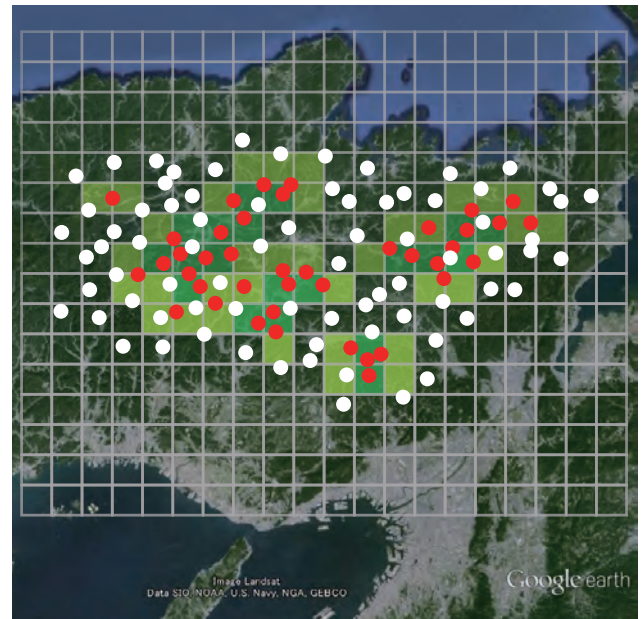
図2 採捕調査と環境DNA分析の結果比較

環境DNA分析では、ウツセミカジカやミナミメダカ等採捕調査では確認されなかった希少種も検出されたことから、本手法が魚類相の調査方法として、非常に有効な技術となることが示されました。なお、採捕調査で確認された13種のうち約半数(7種)は、環境DNA分析では検出されておらず、本手法で魚類相を完全に把握するためには、さらなる検討が必要であると考えられました。

### その他の応用(最新の研究事例から)

環境DNAサンプルは、分析手法の組み合わせによって、さまざまな調査に応用することが可能です。例えば、Takahara et al.(2012)<sup>3)</sup>では、コイを対象として、水槽および池での実験データをもとに、環境DNA濃度とバイオマスの相関式を求め、野外調査で採取した環境水サンプルから求めたコイのDNA濃度からその生物量分布を推定しています。また、日高ら(2016)<sup>4)</sup>のように、国の特別天然記念物であるオオサンショウウオを対象として、数百地点に及ぶ広範囲にわたって網羅的に環境DNA分析を実施し、本種の在・不在データを種の分布モデル(例えば

MaxEnt等)に適用することで生息適地を推定する研究も行われています(図3)。



丸印は環境DNA分析の調査地点、赤は検出(在)、白は非検出(不在) 緑のグリッドは生息適地を示す

図3 種の分布モデルによる生息適地推定結果のイメージ

### おわりに

環境DNA分析は、生態系の調査に幅広く応用できる技術として注目されています。しかし、環境DNAが環境中でどのような状態で存在し、放出源からどの程度拡散され、どのくらいの時間残存するのかという重要な点については、少しずつ知見が蓄積されつつありますが、まだ未解明の部分があります。また、分析手法についても、環境水をろ過するフィルターの孔径やDNAの抽出方法、DNA増幅条件(例えばPCRプライマー)等が標準化されておらず、技術開発が進められています。

当社では、これまでに培ってきたDNA分析技術を応用し、環境DNA分析についても調査から分析・データ解析まで一貫して実施できる体制を整えました。今後は、希少種保全や外来種対策のベースとなる調査技術として積極的に活用するとともに、深海域や高放射線量地域等従来の生態系調査手法では実施困難とされるエリアへの応用等を検討しています。

#### [引用文献]

- 1) Ficetola et al. (2008), Species detection using environmental DNA from water samples, *Biology Letters* 4, pp.423-425
- 2) Minamoto et al. (2012), Surveillance of fish species composition using environmental DNA, *Limnology* 13, pp.193-197
- 3) Takahara et al. (2012), Estimation of fish biomass using environmental DNA, *Plos One* 7, e35868
- 4) 日高ら(2016), 環境DNA分析手法を用いたオオサンショウウオ(*Andrias japonicus*)の広域調査, 日本生態学会第63回大会講演要旨

Point

豊かな海の再生に必要な施策とは何か、これは日本の内湾における共通の課題となっています。当社は海域環境予測モデル「伊勢湾シミュレーター」の開発・運用に携わり、過去から現在、さらには将来の海の環境の予測を行い、海の再生に今、何が必要かを明らかにすることに取り組んでいます。

# 海の再生を支援するシミュレーション技術の紹介

国土環境研究所 水環境解析部 永尾 謙太郎、阿部 真己、鶴島 大樹

※本業務は、国土交通省中部地方整備局港湾空港部からの委託で実施しました。

## 今、海が抱える問題

わが国では、高度経済成長期に多くの海で水質汚濁が進み、赤潮・青潮の発生、生物の斃死等環境問題が顕在化しました。しかしその後、汚濁物質の流入削減に代表されるさまざまな取り組みがなされ、海域の環境基準達成率は約8割まで回復しています。

一方、海の生物に目を向けると、貝類・底魚類(カレイ等)等海底を生息域とする生物は減少しつづけ(図1)、「潮干狩り中止」といったニュースも珍しくなくなりました。高度経済成長期前にあった「生物が多く豊かな海」は回復されていないのが現状です。

豊かな海の再生に必要な施策とは何か、浅場・干潟造成や汚濁物質の流入削減等の改善施策が今後どのような環境変化をもたらすのか、これらが日本の内湾の共通の課題になっています。

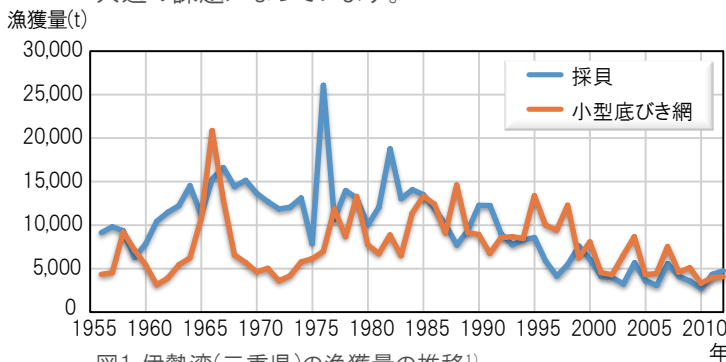


図1 伊勢湾(三重県)の漁獲量の推移<sup>1)</sup>

## 伊勢湾シミュレーターの開発と運用

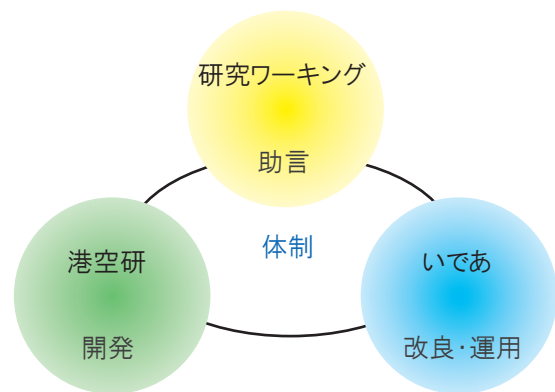
### (1)開発の経緯

このような問題に対し、中部地方整備局港湾空港部では2008年3月に伊勢湾再生海域推進プログラムを策定しました。「貧酸素水塊の抑制と生物資源の回復」をひとつのテーマに取り組みが行われています。

プログラムでは、「伊勢湾の汚濁機構の解明」と「各施策の改善効果の検証」が必要との観点から、学識経験者で構成される研究ワーキングが立ち上げられ、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所(以下、港空研)が主体となり海洋環境のシミュレーションモデル(通称:伊勢湾シミュレーター)が開発されました。

### (2)当社の関わり

当社は2012年度より研究ワーキング・港空研と連携し、伊勢湾シミュレーターの開発・運用に携わってきました(図2)。



### 当社の関わり

**改良** ・再現性・実用性の検討  
・計算パラメーター・モデル式の変更

**運用** ・汚濁機構の解明  
・各施策の改善効果の検証

図2 伊勢湾シミュレーターの開発・運用の検討体制

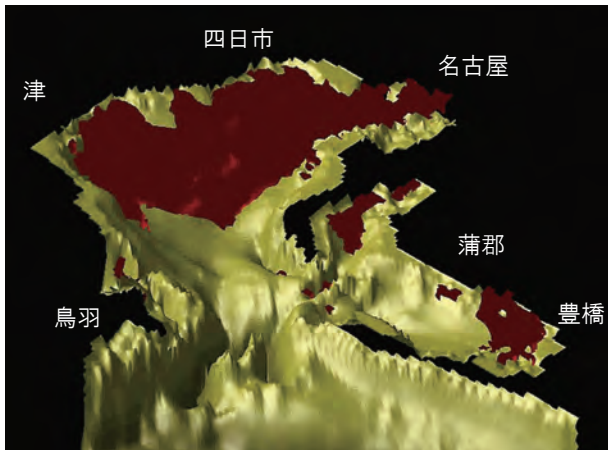
## 伊勢湾シミュレーターは何ができるのか

### (1)貧酸素水塊の高精度予測

海の再生には、生物に悪影響を与える貧酸素水塊の抑制が最大の課題になります。そのため、伊勢湾シミュレーターは「貧酸素水塊の挙動の予測(図3)」と、「貧酸素水塊がさまざまな生物に与える影響の再現」に注力して開発・改良が行われました。

#### 伊勢湾シミュレーターが予測する項目

- 流況(流向・流速、水温・塩分、潮位)
- 水・底質(COD、T-N、T-P、POM、DOM、DO、H<sub>2</sub>S 等)
- 浮遊生物(動植物プランクトン、原生動物、バクテリア 等)
- 底生生物(二枚貝類、多毛類 等)
- 海草類(アマモ)



■ 溶存酸素濃度が2mg/L以下の水塊

図3 貧酸素水塊発生の予測例(伊勢湾・三河湾)

### (2)海の世界連鎖の高精度予測

豊かな海の再生方策を検討するうえでは、水・底質濃度の予測だけでは十分ではありません。海の世界連鎖、すなわち光合成によって増殖する植物プランクトン、それを捕食する動物プランクトン、さらには我々の食糧となる魚類につながる循環を正確に予測する必要があります。伊勢湾シミュレーターは最新の知見を取り入れ、海の世界連鎖の高精度な予測を可能としています(図4)。

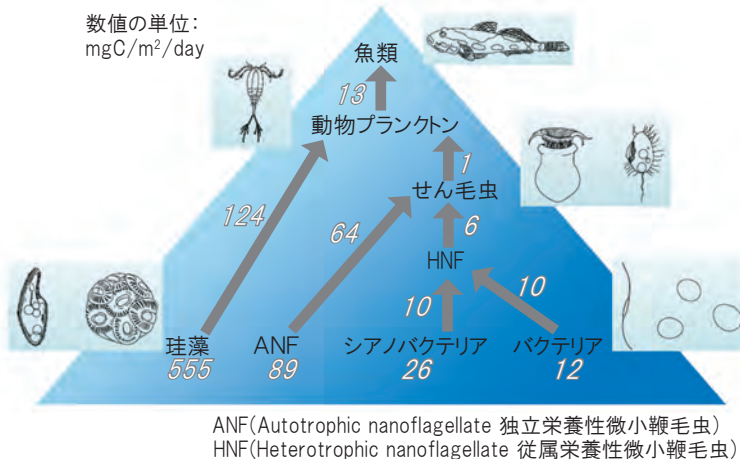


図4 海の世界連鎖による炭素循環予測例

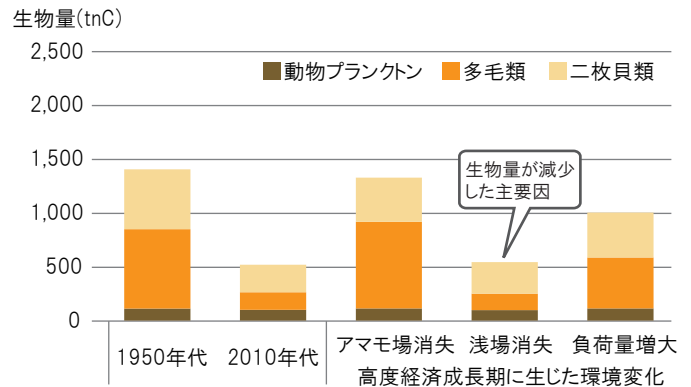
### 伊勢湾・三河湾への適用事例

#### (1)豊かな海が失われた要因の解明

伊勢湾では1950年代の海は豊かであったと言われています。伊勢湾奥を例にすると、伊勢湾シミュレーターにより、1950年代の生物量は現在より約3倍多かったという予測結果が得られました。

高度成長期には海を取り巻く環境が変化し、アマモ場の消失、浅場の消失、汚濁物質の流入負荷の増大等がほぼ同時に生じました。そのため、どの環境変化が海の

生物の減少を引き起したのかわかりませんでした。伊勢湾シミュレーターにより、個々の環境変化の影響を受けた生物量を推測したところ、浅場の消失によって生物量が大きく減少することが明らかになりました(図5)。



注)推測にあたっては、いくつかの条件・仮定を設けています。さらに正確な推測ができるよう伊勢湾シミュレーターの改良を継続しています。

図5 高度経済成長期に生じた環境変化の影響による生物量の推測例

#### (2)各施策の改善効果の検証

伊勢湾シミュレーターは複雑な海の世界連鎖を再現しているため、環境改善施策によって生じる変化が海の世界連鎖にどのように波及するか予測することができます(図6)。

現在、伊勢湾では図5の結果を踏まえ、豊かな海の再生に向けて、どこに・どれだけの浅場を造成すれば、どのような改善が期待できるのか予測を行っています。

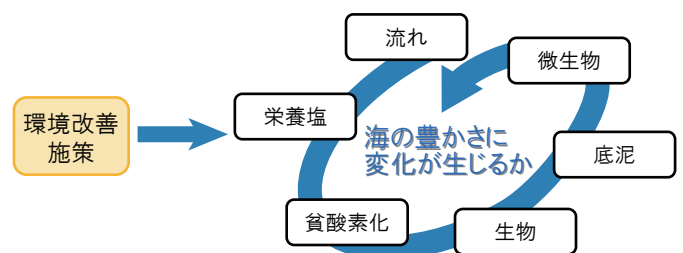


図6 環境改善施策評価のイメージ

### 今後の展開

伊勢湾シミュレーターはご紹介した海の世界連鎖に向けた取り組みに加え、環境アセスメント・海況予報・環境学習等に利用できます。また伊勢湾に限らず、さまざまな海域・湖沼等に適用することが可能です。

当社は実績ある高い予測技術<sup>2)</sup>で海域・湖沼等の再生・保全を支援いたします。

#### [参考文献]

- 1)農林水産省、海面漁業水産統計調査
- 2)永尾ら(2015)、伊勢湾での詳細な観測データに基づく微生物を含めた物質循環解析、土木学会論文集B2(海岸工学)、Vol.71、No.2、pp.1411-1416

Point

当社所有の平面二次元河床変動解析モデルに、栄養塩循環を考慮した植生モデル(樹木群落モデル、草本群落モデル)を組み込むことで、河川整備後の河床変動や植生消長を的確に予測・評価し、治水と環境の両面を見据えた河道管理技術の実用化を図ります。

# 土壌の栄養塩循環を考慮した草本・樹林動態モデルの開発

建設統括本部 水圏事業部 河川部 板谷越 朋樹、岡村 誠司、小澤 宏二、大阪支社 水圏部(河川) 兵藤 誠

※本報告は、「河床変動と土壌の栄養塩循環を考慮した河道内の草本・樹林動態解析モデルの開発」水工学論文集, 第59巻, 2015 (小澤宏二、板谷越 朋樹、岡村 誠司、兵藤 誠、浅枝 隆) をもとに作成しました。

## はじめに

近年、わが国の多くの河川で河道に樹木が侵入し繁茂する樹林化が進行し、河川管理上多くの支障を及ぼしています。河道内の砂州や河岸における樹林化は、河川特有の原風景を形成する砂礫河原を減少させ、河川固有の生態構造を大きく変更します。また、河道内植生の樹木への遷移と拡大は、砂州の発達や滯筋の固定化に伴う偏流の発生や洪水時の河積阻害を誘発する等、治水安全度を低下させる要因になります。

河道内の植生消長や樹林化に至るプロセスについては、これまでに数多くの研究がなされてきましたが、いずれも河道の物理機構にもとづく植生消長や樹林化プロセスを解明したものであり、河川の物質循環や生態系代謝等の植生の生理機構は考慮されていません。植生消長と樹林化プロセスを一体的に捉えるためには、河道の物理機構に加え、水・土砂・栄養塩といった河川での物質循環を考慮することが必要となります。すなわち、砂州における土壌の細粒化や栄養塩濃度の増加が植生バイオマスを増大させ、樹林化を促す要因の一つであることに着目し、河床変動と植生の生理機構を関連づけたモデル化が必要となります。

本稿では、これまで経験的に得られてきた草本・樹木の生長過程と土壌栄養塩循環の関係を用いて、河床変動と土壌の栄養塩循環を考慮した河道内の草本・樹林動態モデル(以下、本モデル)の開発と、長期的な視点からの河道および樹木管理ツールとして、その有効性についてご紹介します。

## 河床変動と土壌の栄養塩循環を考慮した草本・樹林動態解析手法

本モデルは、(1)樹木群落モデル、(2)草本群落モデル、これらが枯死・分解されることで生ずる(3)窒素循環モデル、洪水に伴う砂州の地形変化や植生流失、土壌窒素濃度の更新を行う(4)河床変動モデルで構成されます。時刻流量を対象外力として時々刻々の河床変動を解析し、月末に(1)~(3)のモデルにより栄養塩量を計算・更新します(図1)。

### (1)樹木群落モデル

樹木群落は、河岸樹木の代表種として、カワヤナギ、ハリエンジュ、エノキを対象とし、これらの樹木の種子繁殖および生長の特性は、既往文献による他河川の実態調査を踏まえ、幹の直径や樹齢と個体密度の関係式で与えます。

### (2)草本群落モデル

草本類の生長は、土壌中の窒素濃度のほか、土壌水分、洪水時の河床変動、平水位からの比高、樹木による陰影を強く受けます。既往文献による他河川の実態調査を踏まえ、草本類のバイオマス量と土壌窒素濃度の関係や樹木の陰影によって減少する草本類バイオマスの割合を与えます。

### (3)窒素循環モデル

落葉や枯死による植生のバイオマスに対する分解量とその分解速度は植物の種類や地表面の状態によって異なります。既往文献による他河川の実態調査を踏まえ、植物体内のバイオマス量に対する窒素濃度の関係を設定します。なお、出水後0.5m以上の河床上昇が生じた場合、栄養塩をほとんど含まない土砂が堆積したものとみなし、土壌窒素濃度を初期化します。

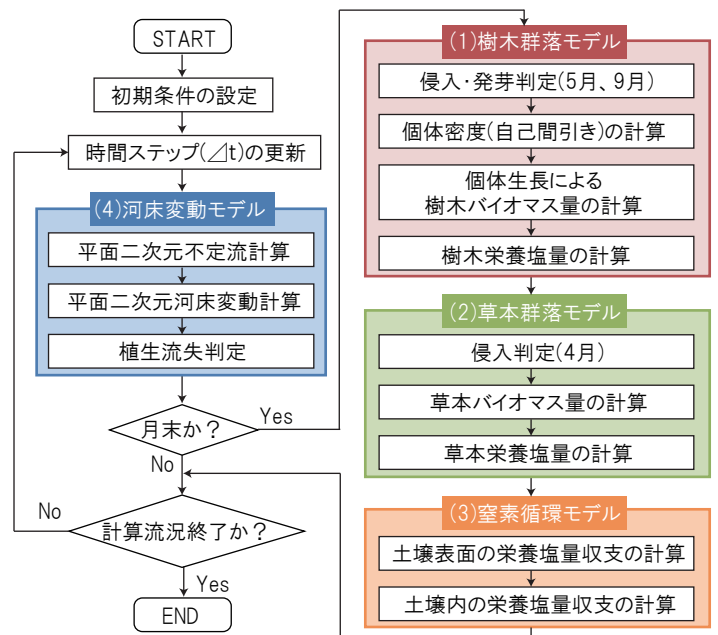


図1 本モデルの計算フロー

#### (4)河床変動モデル

流れと河床変動の解析は、一般座標系における平面二次元不定流解析と混合粒径の平面二次元河床変動解析(掃流砂量、浮遊砂量)を組み合わせ、河床材料粒度分布の更新には交換層モデルを用いました。

#### 本モデル解析結果の検証

相模川16.0k~20.0k区間における2004年~2011年の河床変動および2004年~2012年の草本・樹林動態現象を対象に、本モデルの適用性を検証しました。

2012年10月の樹木・草本群落分布について、本モデルにより解析した結果を図2に示します。解析結果を航空写真より判読した実態と比較すると、砂州下流の堆積域において草本類が繁茂する実態を再現できています。樹木では、19.0k付近右岸砂州におけるエノキ群落の繁茂や16.2k~16.4k右岸砂州のハリエンジュ群落の繁茂を表現できています。

また、砂州の下流側でまとまった土砂堆積が生じた箇所(17.8k~18.0k左岸や17.2k右岸等)では、植生繁茂が抑制される実態を再現しています。これは、洪水によって栄養塩をほとんど含まない(流水で洗われた)フレッシュな土砂が厚く堆積したため、新たに栄養塩が蓄積され

るまでの期間は植生が繁茂しづらいものと考えられます。このように土壌栄養塩を考慮することにより、従来モデルでは表現できなかった土砂堆積による植生繁茂の抑制現象を表現することが可能となります。

#### おわりに

適切かつ健全な河川管理および土砂管理の実現に向けて、河道の物理的変化だけでなく、水・土砂・栄養塩等の物質循環に着目し、土砂環境と植生の生育環境の関係を明らかにすることが重要となります。

樹木および草本群落、窒素循環と河床変動で構成される本モデルが、植生消長の実態解明、あるいは供給土砂量の変化に伴う砂州・滞筋の固定化といった河道の二極化の要因分析や砂州の樹林化による影響分析を行う有用なツールになるものと考えます。

今後は、土砂供給に起因する河川管理・土砂管理上の課題に対し、要因分析、有効な対策工法の立案、対策効果の検討に活用していきます。

〔謝辞〕

本技術開発にあたり、神奈川県より河道横断測量成果、航空写真、樹木調査結果、時刻流量データ、河床材料調査結果等の基礎データを提供していただきました。また、埼玉大学浅枝隆教授に技術的指導をいただきました。ここに、感謝の意を表します。

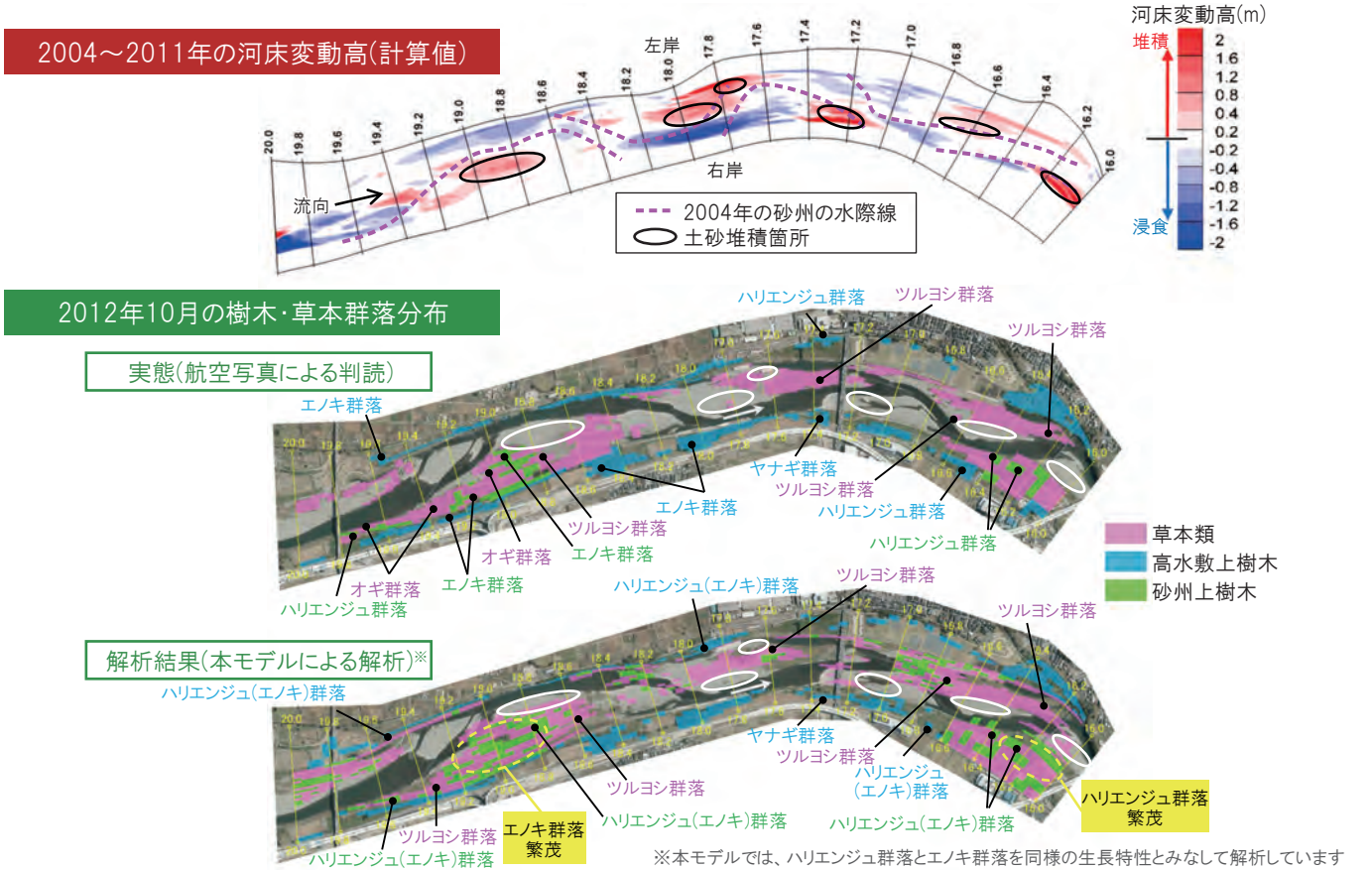


図2 河床変動高(計算値)および2012年10月の樹木・草本群落分布(実態および解析結果)

# CCTVカメラ画像を用いた水位計測システムの精度検証

建設統括本部 河川部 荒木 智三、情報インフラ開発室 蔵本 武明

情報システム事業本部 菊谷 英彦、鄧 朝暉、小藪 剛史、望月 優生、矢沼 伸行、関根 亮、近藤 弘章

当社開発の「CCTVカメラ水位計測システム(Dr.i-sensor<sup>1)</sup>)」は、CCTVカメラ<sup>2)</sup>等で撮影した映像から水面境界を自動で識別し、非接触かつリアルタイムに河川水位を計測できるシステムです。「平成27年9月関東・東北豪雨」の出水映像を利用し、近傍の水位観測テレメータ値との水位差から精度を検証した結果についてご紹介します。

※本業務は、国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所からの委託で実施しました。

## はじめに

近年、気候変動の影響とみられる台風の強大化や局地的豪雨が頻発しており、水害リスクから住民の生命や財産を守ることが急務とされています。

特に河川では、危険箇所と呼ばれる無堤部や弱小堤部において洪水時における危険な状況を確実に把握するために、継続的な状況監視および水位把握が必要です。現在、河川のテレメータ水位観測では10分間隔で情報配信が行われていますが、より短い時間間隔で水位変化を把握することが求められています。

当社ではCCTVカメラ画像を利用して、危険箇所近傍の状況監視とリアルタイム水位観測を同時に行うことができる「CCTVカメラ水位計測システム」(以下、本システム)の開発および精度向上に取り組んでいます。

## 本システムの特長

### (1)画像の輝度分布を利用した水面位置検出機能

図1のようにカメラ画像内に黄色枠で囲み部(水位計測範囲)を設定し、リアルタイム映像から、この黄色枠内の標高別の平均輝度(明るさ)を算出します<sup>3)</sup>。

この輝度値をもとに橋脚等の構造物に接する特徴的な輝度変化が見られる位置を水面位置として認識し、座標データから水位を算出します。

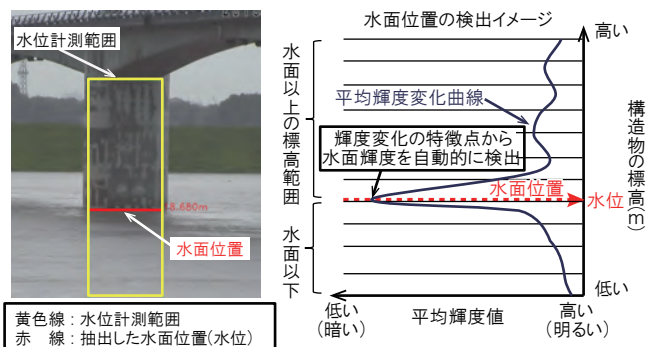


図1 画像輝度分布を利用した水位抽出の原理

### (2)画面揺れを自動的に補正するマッチング機能

画像の中の特徴点(画角内の不動箇所)をあらかじめ設定し、風や振動等でカメラが揺れた場合でも自動的に

特徴点をマッチングさせることで画像の乱れ・ブレを自動補正する機能を付加しています(図2)。

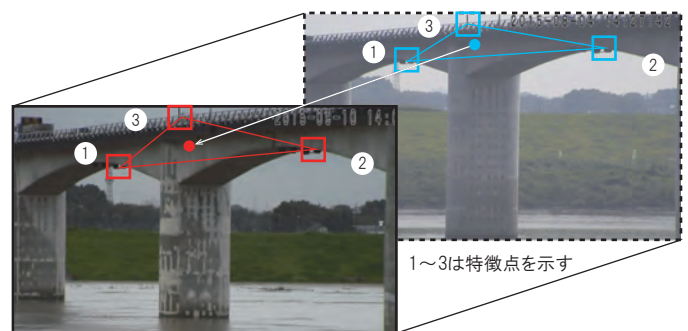


図2 自動補正によるマッチング機能のイメージ

### (3)画像鮮明化処理機能

昼夜・日陰等による構造物の照度変化や降雨等によるカメラ映像の乱れが、画像解析時に誤認識や計測精度の低下の原因となります。画像に鮮明化処理を施すことで撮影環境変化による映像の乱れを改善し、誤認識や計測精度の低下を防ぐ機能を付加しています(図3)。

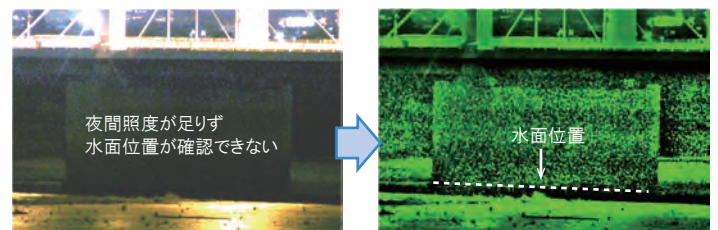


図3 画像鮮明化事例(左:オリジナル画像、右:鮮明化した画像)

## 利根川上流管内への導入および精度検証結果

利根川本川4地点、渡良瀬遊水地周辺6地点に設置されているカメラから水位計測が実施できるよう、2016年3月に本システムの導入・設定を行いました(図4)。

本システムの観測精度の検証を「平成27年9月関東・東北豪雨」の出水映像を用いて行いました。この出水映像では、対象の10地点のうち8地点で解析可能な画像を得られ、対象時間の全取得画像枚数に占める解析可能な画像枚数の割合は87~100%でした。残り2地点はカメラ画角が移動されたため解析ができませんでした。



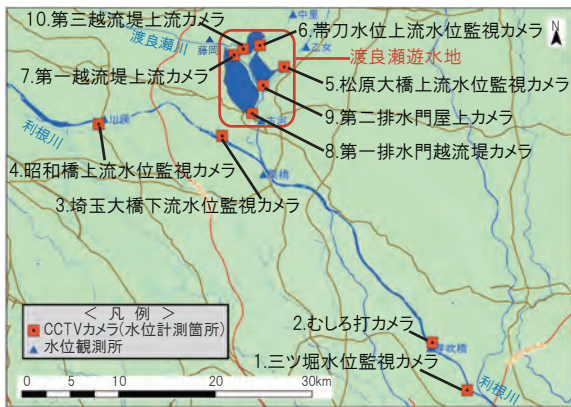


図4 計測対象カメラの配置状況図

(1)橋脚を対象構造物とした水位計測

「昭和橋上流水位監視カメラ」では、洪水ピーク時の2015年9月9日20時から翌日4時までの8時間の映像より水位計測を行いました(図5)。



図5 画像例(昭和橋)

10秒ごとの画像から1分間の平均値を算出し、近傍水位観測所の「川俣」(カメラ設置地点から下流0.3km)のテレメータ水位との水位差を検証した結果、テレメータ水位との差平均は3.3cmであり、最大の水位差は8.3cmでした(図6)。

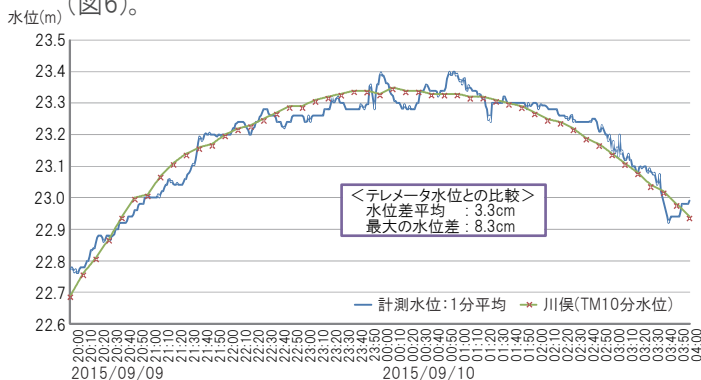


図6 昭和橋上流水位監視カメラ水位解析ハイドログラフ

(2)越流堤法面を対象構造物とした水位計測

「第三越流堤上流カメラ」では、減水時2015年9月11日2時30分から同日8時30分までの6時間の映像より水位計測を行いました(図7)。



図7 画像例(第三越流堤)

10秒ごとの画像から1分間の平均値を算出し、近傍水位観測所の「藤岡」(カメラ設置地点から上流2.3km)のテレメータ水位と比較しました。藤岡観測所との距離が離れているため水位を直接比較することはできませんが、ほぼ同様の減水傾向を示しました(図8)。

ただし、映像の状態(映像の不受信、自然条件による画質低下等)により解析精度に影響が生じた時間帯や、越流堤法面に痕跡やゴミ等が残った状態となり、水面を

実際よりも上部の位置で捉えた時間帯も発生しました。

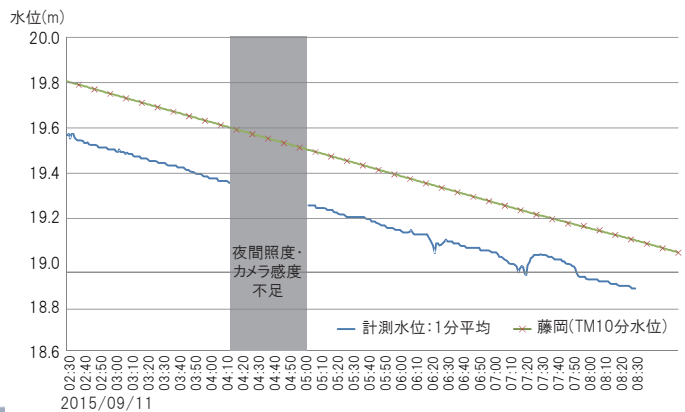


図8 第三越流堤上流カメラ水位解析ハイドログラフ

本システムの導入と検証の成果

(1)短い時間間隔でのリアルタイム水位計測

CCTVカメラ映像は、その瞬間の映像をリアルタイムに映し出し、河川状況がどのような状態であるかを確認するのに最適なツールです。本システムでは、橋脚や堤防法面等の構造物を利用して、観測所水位と数センチ程度の水位差を保持し、10秒間隔の短い時間間隔で瞬時に計測可能であることが確認されました。

(2)過去の蓄積映像をもとにした水位計測

これまで河川事務所においてCCTVカメラ映像の録画・蓄積が継続的に行われていましたが、主な用途は記録映像としての利用でした。本システムでは、これらの録画・蓄積された過去映像を活用し、カメラが設置された地先の水位を計測できることが確認されました。

(3)Webブラウザを利用した状況確認

職員が各自のPC(Webブラウザ)により水位計測データを表示可能となる仕組みを構築し、リアルタイムで水位と現地状況を同時に確認できるようになりました(図9)。

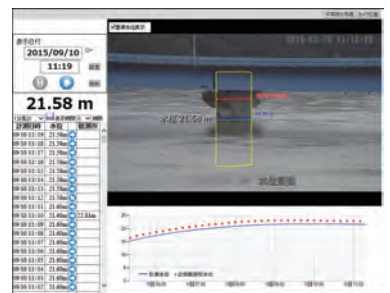


図9 Webブラウザによるシステム表示例

おわりに

今回の検証により本システムの有効性が確認されました。今後は危険箇所の確実な水位観測および高度な河川管理支援の一役を担うツールとなるよう、さらなる精度向上を図ってまいります。

〔謝辞〕

本システム精度検証に際しては、国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所よりご指導およびご助言をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

〔注〕

- 1)Dr.i-sensor:登録商標 第5098284号
- 2)CCTV: Closed Circuit Television(閉回路テレビ)の略
- ここでは国土交通省により河川管理用に設置されている監視カメラを指す
- 3)輝度分布を用いた画像解析技術:特許 第3907200号

# 東日本大震災からの水産業復興といであが担った役割

東北支店 平井 光行

当社は、東日本大震災からの集中復興期間において、海洋調査や有害物質分析等を通して水産分野の復旧・復興事業を支援してきました。海の災害がいつ起きても迅速に対応できるよう、海洋調査・解析の技術開発と人材育成を図るとともに、環境解析、ICT、化学分析等の技術を活用して、地域水産業の競争力強化にも貢献します。

## はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、世界三大漁場の1つである北西太平洋の沿岸域に死者15,894人、行方不明者2,558人(2016年6月10日現在)の犠牲と、津波と放射能汚染による未曾有の複合災害をもたらしました。政府は、直ちに激甚災害に指定して緊急対応を行い、2011年7月には「東日本大震災からの復興の基本方針」を策定し、5年間を「集中復興期間」と位置づけオールジャパンで復旧・復興事業を展開しました。

「集中復興期間」の終了に当たり、三陸・常磐海域で営まれた水産業の復旧・復興過程と復興ニーズに対して当社が担った役割を概観し、水産業復興とさらなる発展に向けた今後の課題と対応について述べます。

## 水産業の被害状況とその後の復旧・復興

被害の詳細は2011年度の水産白書に記載されていますが、水産関係施設の被害額は1兆2,637億円で、漁港施設がその65%を占め、漁船、養殖施設・養殖物、共同利用施設と続きます。このほか民間の水産加工・冷凍施設等の被害額は約1,600億円で、被害総額は2010年のわが国漁業・養殖業生産額に匹敵します。漁場では、がれきや環境負荷物質の流入、沿岸生態系のかく乱が起きました。政府は、補正予算による対応、水産各分野の総合的・一体的復興を基本的方向とした水産復興マスタープラン(図1)の策定等、復興事業を本格的に推進しました。

もう一つの被害は、東京電力福島第一原子力発電所事故による放射性物質汚染でした。事故後直ちに「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」による食品への緊急対策が起動しました。海洋環境調査は文部科学省主導で始まり、2011年8月には環境から食品に至る「総合モニタリング計画」が決定され、官民連携で本格的運用となりました。

このように水産業の被害は生産から加工、流通、消費に及び、復旧・復興対応も極めて広範にわたりました。

東日本大震災から5年が経過し、復興はどの程度進んだのでしょうか。地域格差はあるものの、震災前と比べて漁業・養殖業生産は8割、施設は9割まで回復しています。しかし水産加工・流通業では、売上が震災前の8割に回復した業者は48%に留まり、回復が遅れています<sup>2)</sup>。加工・流通業の課題として、販路回復、風評被害、人材不足、原材料確保等が指摘されています。

放射性物質の影響は、時間の経過に伴い着実に低下しており、福島県沖の水産物では2011年4～6月期に食品安全基準値を超える割合は53%でしたが、2015年10～12月期には0.1%にまで低下しました<sup>3)</sup>。しかし、2016年5月現在でも28魚種が出荷制限となっており、福島県の沿岸漁業、底びき網漁業は操業を自粛しています。73種を対象に試験操業・安全確認・販売を行っています。漁獲量は震災前の5～6%に留まり、風評被害もあって本格的漁業再開には未だ道半ばです。

## 水産業の復興ニーズと当社の取り組み (1)海底状況調査

沿岸域に大量に流入したがれきは、漁業再開の大きな障害となりました。当社は、2011年に水産庁から調査を受注し、青森県～千葉県の間合漁場域でサイドスキャンソナーやマルチビームソナーを用いた海底探査を行いました(写真1)。調査結果は、海底地形や漁業権区域等に人工魚礁、沈船、がれき位置を重ね合わせたGIS情報として関係県等に提供し、がれき回収や漁場環境修復計画策定に活用されました。さらに2012年には、宮城県から調査を受注し、牡鹿

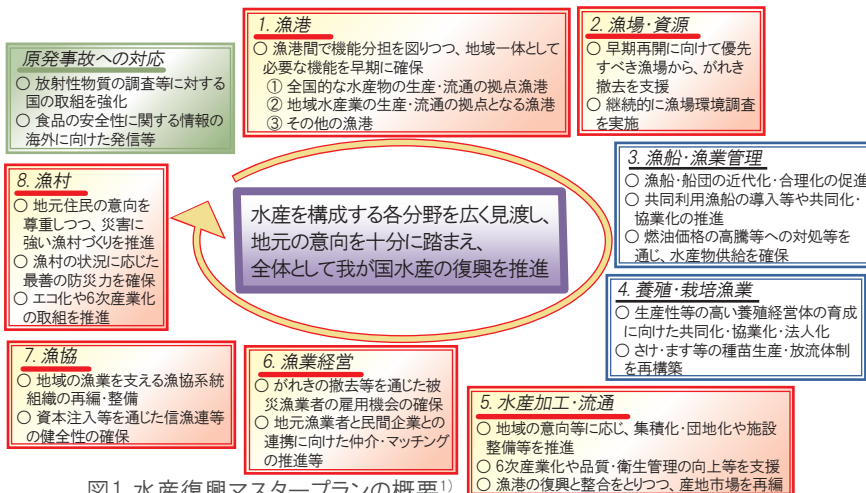


図1 水産復興マスタープランの概要<sup>1)</sup>

半島東部～仙台湾中部沿岸域をマルチビームソナーで調査して、がれき分布図やがれき鯨観図を作成しました。

混乱する被災現場における海底状況把握は、測位・海底探査技術にもとづく調査計画立案から船・機材・人員の手配、調査、データ解析を一貫して社内で行える当社の海洋調査能力と豊富な調査実績によるものです。



写真1 マルチビームソナーの機装(左)と海底探査調査(右)

## (2)海洋生態系への影響調査

2011年秋には、がれき撤去後の沿岸漁場・養殖場の回復状況を把握する水産庁「被害漁場環境調査事業(以下、被害漁場調査)」と、海洋生態系変動のメカニズム解明を目指した文部科学省「東北マリンサイエンス拠点形成事業(以下、マリンサイエンス)」が始まりました。当社は、被害漁場調査では、東北区水産研究所から岩手県主要湾での水質・底質・底生生物調査を受注しました。マリンサイエンスでは、東北大学から①宮城県主要湾の海底探査、漁場・養殖場の水質・底質調査、②岩礁域の海藻類・底生生物調査(写真2)、③河口・干潟域の水質・底質・生物群集調査を複数年受注し、さらに④流況観測と流動モデルによる養殖天然種苗の輸送過程の解析を支援しました。調査結果は、発注者から漁業者や行政等へわかりやすく説明され、海洋生態系の回復過程や水産資源の持続的利用の啓発に役立てられました。

多項目にわたる海洋生態系調査は、先述の海洋調査能力に加え、数値解析・底質分析・生物同定等の解析・支援部門との密接な連携により可能であったといえます。



写真2 底質・底生生物採集(左)と潜水による岩礁域生物調査(右)

## (3)有害化学物質、放射性物質による汚染状況調査

津波や原発事故による有害化学物質や放射性物質の流出・生物濃縮が懸念され、環境や食品の安全性を確認する情報が強く要望されました。当社は、マリンサイエンスや環境省「被災地における化学物質環境実態追跡調査」の一部を受注し、重金属類、石油類、農薬等を分析しました。また、被災した下水道浄化センターの機能回復に伴う

水質変化調査を東北大学から複数年受注し、定期的に水質分析を実施しました。放射性物質については、2011年度に農林水産省や公益財団法人から海水、海底土、魚介類、養殖魚と飼料の分析を受注し、2012年度以降も海底土や魚介類に加えて、水道水、ため池等の放射性セシウム分析を自治体から受注しています。調査や分析の結果は発注者から公表され、環境や食品の安全性を確認する情報として役立てていただきました。

当社は、水質検査機関登録やISO/IEC17025認定を受けた環境化学部門、食品衛生法の登録検査機関である食品分析センターを有し、高精度の分析・検査体制を整備しています。また、日本貿易振興機構等のWebサイトに放射性物質の検査可能機関として掲載されています。引き続き信頼される分析・検査に努めます。

## 水産業の復興と発展に向けた今後の課題

当社は、海底探査、生態系調査、化学物質・放射性物質分析等を通して、図1の「漁場・資源」や「原発事故への対応」の一端を担うとともに、学会発表や論文により科学的知見の蓄積にも寄与してきました。震災後の三陸・常磐海域の生態系変化に関する各機関の調査研究からその成果と課題を整理すると、①津波で沿岸生態系は大きくかく乱され環境や生物群集が大きく変化したが生態系は多くの海域でほぼ回復、②変化が継続している海域も認められ人為的な管理や対策が必要(キタムラサキウニ増加による磯焼け、麻痺性貝毒の発生増加等)、③沿岸生態系の回復過程や人工構造物の影響解明のためモニタリングの継続が不可欠、④適正養殖生産量の推定が重要、と認識しました。近い将来に起こりうる自然災害に対して、機動的かつ精緻な海洋調査・解析が行えるよう、当社は技術開発と人材育成を図っていきます。

他方、水産業の復興に向けた課題は販路回復と担い手確保です。農林水産省等では、生産性や収益性の向上、ブランド創出、販路拡大策等の新たな取り組みが見られます。今後TPPや地方創生の対応策として、競争力のある水産業や活力のある漁村の再生が求められます。当社も、環境解析、ICT、化学分析等の技術を活用して引き続き水産業の復興と発展に貢献してまいります。おりしも2016年熊本地震で土砂流出によるアサリとアユの被害が懸念されており、早急な調査と対策が必要です。

〔出典〕

- 1) 水産庁Webサイト「水産復興マスタープラン」を加工して作成  
(<http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/kikaku/pdf/110628-01.pdf>)
- 2) 水産庁Webサイト「水産復興に向けた現状と課題」  
(<http://www.jfa.maff.go.jp/j/yosan/23/pdf/1603kadaigenjou.pdf>)
- 3) 水産庁Webサイト「東京電力福島第一原子力発電所事故による水産物への影響と対応について」(<http://www.jfa.maff.go.jp/j/koho/saigai/index.html>)



## 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
創業	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 細田 昌広
従業員数	887名(2016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

ー河川計画、海岸保全計画、河川・海岸構造物・港湾の設計・維持管理、道路・交通・都市計画、橋梁の設計・維持管理

(要素技術一例)・現地調査(波浪観測、漂砂調査、測量、道路環境・交通量調査等)

- ・シミュレーション(氾濫・土砂動態・水理解析、波浪変形・海浜地形変化予測、高潮・津波解析、各種構造解析等)
- ・交通需要予測・解析、交通事故対策、社会実験、PI、景観予測評価、構造物劣化予測等

### ■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

ー港湾、埋立、空港、ダム、発電所、河口堰、道路、新交通システム、清掃工場、住宅・工業団地、下水処理場等

(要素技術一例)・環境調査(水域・陸域・大気域、動植物の分布・生態、景観、航空・リモートセンシング調査、気象観測等)

- ・理化学分析(水質、底質、大気質、生物、土壌、廃棄物等)
- ・シミュレーション(水質、底質、大気質、悪臭、騒音・振動、波浪、気候変化、汀線・地形変化、漂流物等)
- ・自然再生技術、環境保全対策技術、生態系評価(生活史・生息環境・干潟生態系モデル等)、PI
- ・地球温暖化対策調査、再生資源利用調査、アメニティ環境調査、自然環境DB構築、地域特性の可視化、LCA

### ■環境リスクの評価・管理

ーダイオキシン類・PCB類・POPs・放射性物質・重金属類・環境ホルモン・VOC等の調査・分析、ヒト生体試料中(血液、臍帯血、尿、毛髪等)の化学物質・農薬等代謝物分析、土壌汚染評価、GLP対応の生態影響・毒性試験、化学物質の環境実態・曝露量の解析・評価、汚染メカニズムの解明

### ■食品衛生・生命科学関連検査

ー食品中の有害物質・残留農薬・微生物・異物・アレルゲン検査、食品の機能性評価、生体・細胞中の代謝物・タンパク質・遺伝子解析

### ■自然環境の調査・解析、生物生息環境の保全・再生・創造

ー動植物調査、サンゴ礁・藻場・干潟・海浜の保全・再生・創造、河川・湿地・ヨシ帯の自然再生、魚道・多自然水辺空間・ワンド・淵の計画・設計、アオコ・赤潮発生対策、生物の移植・増殖

(要素技術一例)・生物同定・分析技術(DNA分析、アインザイム分析、細菌・ウイルス検査、データ集計・解析処理システム等)

- ・解析(営巣・行動圏・採餌環境解析、生態系・生活史モデル、統計解析、漁業資源解析、アオコ・赤潮発生予測等)
- ・生物飼育実験設備における飼育・増殖試験、希少生物の保護・育成技術開発、埋土種子による植生の復元

### ■情報システムの構築、情報発信

ー河川水位計測システム、衛星画像解析、GISアプリケーション開発、基幹系システム開発、気象・海象・防災情報配信

### ■災害危機管理、災害復旧計画

ー危機管理支援(危機管理計画、災害時対処マニュアル作成、災害訓練企画・運営)、災害査定・被害状況調査、災害復旧・改良復旧事業支援、人命・資産の安全確保

ー災害情報支援システム、降雨・洪水予測システム、氾濫解析・予測システム、洪水・津波浸水ハザードマップ

ー除染計画策定支援

### ■海外事業

ー環境に配慮したインフラ整備(地域総合開発、水資源開発、上水道、港湾、海岸、道路、橋梁、下水・廃水・廃棄物処理)

ー災害マネジメント(治水・砂防)、環境保全・創出(環境社会配慮、環境アセスメント、環境保全計画、公害対策等)

ーアメニティ(観光開発、都市計画、水辺の再生等)、技術者受け入れ、専門家派遣

本 国	土 環 境 研 究 社	〒154-8585	東京都世田谷区駒沢 3-15-1	電話:03-4544-7600
環 境 創 造 研 究 所	〒224-0025	神奈川県横浜市都筑区早洲 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 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	
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	
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、福島(いわき)、群馬、茨城、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、安八、静岡、伊豆、 菊川、豊川、三重、名張、滋賀、神戸、奈良、和歌山、山陰、岡山、下関、山口、徳島、高松、高知、北九州、佐賀、長崎、熊本、宮崎、奄美、沖縄北部 ポゴール(インドネシア)、マニラ(フィリピン)		
海 外 事 務 所				
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 2016 Vol.44 (2016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: <http://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)



古紙配合率100%再生紙を使用しています