

一級水系流域における魚類分布予測モデルの構築と多自然川づくり支援システムの開発

CONSTRUCTION OF FISH SPECIES DISTRIBUTION MODELS FOR CLASS A RIVERS AND DEVELOPMENT OF THE SYSTEM FOR SUPPORTING NATURE-ORIENTED RIVER WORK

遠山貴之¹・鬼倉徳雄²・光益慎也³・齋藤康宏⁴

Takayuki TOYAMA, Norio ONIKURA, Shinya MITSUMASU, Yasuhiro SAITO

¹ 八千代エンジニアリング株式会社九州支店 (〒810-0062 福岡市中央区荒戸 2-1-5)

² 博(農)九州大学大学院准教授 農学研究院附属水産研究所 (〒811-3304 福岡県福岡市津屋崎 4-46-24)

³ 国土交通省九州地方整備局河川部 (〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東 2-10-7)

⁴ 八千代エンジニアリング株式会社 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8)

The system for supporting nature-oriented river work was developed for administrative agencies to perceive the distribution of fish species and necessary considerations to conserve or to recreate its habitat in advance to construction works such as river improvements. Distribution maps for 40 fish species, which include primary freshwater fish inhabit the Chikugo and the Onga River systems together with ayu (*Plecoglossus altivelis*) and Japanese eel (*Anguilla japonica*), were developed by constructing distribution models for each species by logistic regression analysis based on known habitats and environmental variables such as landscape and land use. Furthermore, options of environmental consideration in construction works for the habitat conservations or recreations were organized in charts. Those outcomes are applied to the Web-based GIS system based on the GSI maps (issued by the Geospatial Information Authority of Japan) which could be browsed with simple operation.

Key words : nature-oriented river work , species distribution model , fish , the Web-based GIS system

1. はじめに

平成2年より始まった多自然型川づくりの現状と課題の整理を踏まえ、平成18年に「多自然川づくり基本指針」の通知が行われ、多自然川づくりは全ての川づくりの基本として、“河川全体の自然の営みを視野に入れ、地域の暮らしや歴史・文化との調和にも配慮し、河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境、並びに多様な河川風景を保全あるいは創出するために、河川の管理を行うことをいう”と定義された。

魚類に配慮した多自然川づくりの実務において、適切な保全対象種の設定や、計画・施工時に配慮すべき事項の検討に苦心する場面は多い。特に、災害復旧の場面では、魚類の生息分布情報が何も無い場合が多い。また、生息密度が低いために事前の現地調査で見逃された種や、本来はその区域に生息できるが、現在は何らかの要因で生息していない種がいる場合に、それらが考慮できず、調査で確認された魚類のみに着目しがちである。

そこで、河川管理者が河川改修等の工事を行うに際し、生息の可能性がある魚類及びその生息環境の保全・創出に必要な配慮事項を把握するための多自然川づくりの支援システムを開発したので報告する。

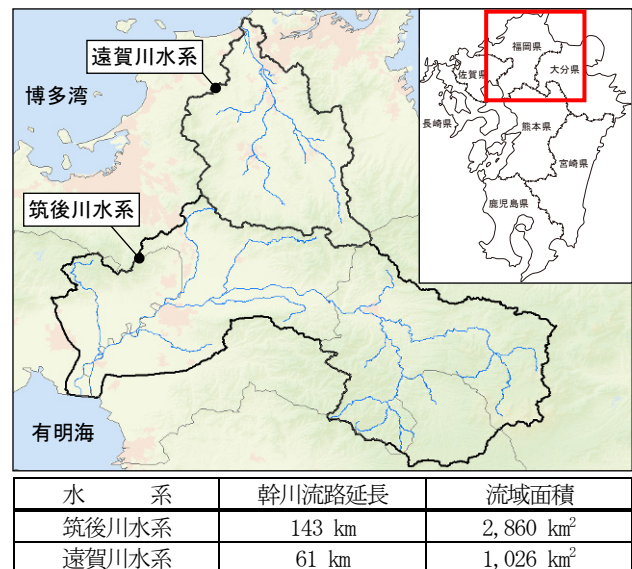


図-1 筑後川水系と遠賀川水系の位置

2. 開発内容

(1) 対象水系

対象水系は、九州地方の一級水系である筑後川水系と遠賀川水系の2水系とした。対象水系の位置を図-1に示す。

表-1 対象魚類の一覧

目名	科名	和名	筑後川水系	遠賀川水系
ヤツメウナギ目	ヤツメウナギ科	スナヤツメ南方種	●	●
ウナギ目	ウナギ科	ニホンウナギ	●	●
コイ目	コイ科	コイ	●	●
		ギンブナ	●	●
		ヤリタナゴ	●	●
		アブラボテ	●	●
		カネヒラ	●	●
		セボシタビラ	●	
		バラタナゴ類	●	●
		カゼトゲタナゴ	●	●
		カワバタモロコ	●	
		オイカワ	●	●
		カワムツ	●	●
		ヌマムツ	●	●
		タカハヤ	●	●
		ウグイ	●	●
		モツゴ	●	●
		カワヒガイ	●	●
		ムギツク	●	●
		ぜぜラ	●	●
		カマツカ	●	●
		ツチフキ	●	●
ニゴイ	●	●		
イトモロコ	●	●		
ドジョウ科	ドジョウ	●		
	イシドジョウ		●	
	ヤマトシマドジョウ	●	●	
	オングスジシマドジョウ		●	
	アリアケスジシマドジョウ	●		
ナマズ目	ギギ科	ギギ		●
		アリアケギバチ	●	
	ナマズ科	ナマズ	●	●
	アカザ科	アカザ	●	●
サケ目	アユ科	アユ	●	●
	サケ科	ヤマメ	●	●
ダツ目	メダカ科	ミナミメダカ	●	●
スズキ目	カジカ科	カジカ中卵型	●	●
	ケツギョ科	オヤニラミ	●	●
	ドンコ科	ドンコ	●	●
	ハゼ科	カワヨシノボリ	●	●
40種			37種	34種

表-2 ロジスティック回帰分析に供した環境変数

略 称	説明変数 (データ出典年度)
ELE	平均標高 (H23)
SLO	平均傾斜度 (H23)
URB	都市用地 (建物・道路・鉄道合計) 面積 (H26)
RICE	水田面積 (H26)
FOR	森林面積 (H26)
rAREA	水面面積 (H26)
rLINE	総河川長 (H19)
rAL	水面面積/総河川長 (H19)
rPOINT	河川合流点数 (H19)

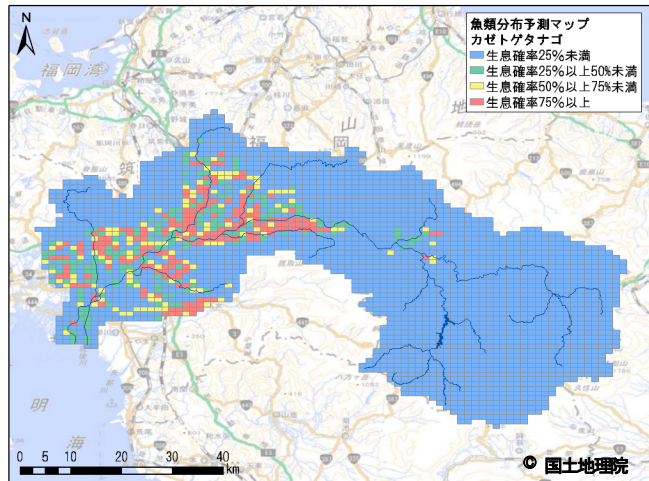


図-2 魚類分布予測マップの例 (カゼトゲタナゴ：筑後川水系)

(2) 対象魚類

対象魚類は、表-1に示すとおり、筑後川水系または遠賀川水系に生息する純淡水魚類及びアユ、ニホンウナギを加えた40種の魚類とした。水系別では筑後川水系が37種、遠賀川水系が34種である。

(3) 開発方法

a) 概略手順

対象魚類の既知の生息分布と、地形や土地利用に関わる環境変数を用いて、ロジスティック回帰分析により魚種毎の分布予測モデルを構築し、水系内の分布予測マップを作成した。併せて、河川工事に際して生息環境を保全・創出するための配慮メニューを魚種毎にカルテ形式で整理し、これらの結果を簡易な操作で閲覧可能な地理院地図をベースとするWebGISシステムを構築した。

b) 既知の魚類分布情報の整理

国土交通省が実施した河川水辺の国勢調査及び多自然川づくりに関わるモニタリング調査のほか、県管理区間や堤内地の農業用水路等で九州大学が実施した魚類調査データを収集した。収集対象期間は、近10年以内に行われた調査結果を基本とした。

各水系における魚類の調査範囲に、標準地域メッシュの3次メッシュを重ね合わせ、40魚種それぞれについて、メッシュ内で1度でも出現した場合は在 (1) を、1度も出現していない場合は不在 (0) の2値データを入力した。

c) 環境変数の整理

魚類の分布予測を行うための環境変数は、国土交通省国土政策局国土情報課より公開されている「国土数値情報」を活用した。収集した情報は、標高や傾斜度について3次メッシュ毎に整備された「標高・傾斜度3次メッシュデータ」、全国の土地利用の状況について3次メッシュ毎に各利用区分 (水田、森林等) の面積が整備された「土地利用3次メッシュデータ」、河川の形状 (ライン)、区間種別 (1級直轄、1級指定等)、河川名、流路の端点の位置や標高値等が整備された「河川データ」である。

地形や土地利用以外にも、魚類の分布を規定する環境要因として水温の季節変化等も想定されるが、分布予測において広域かつ面的に変数を整備する必要があることから採用していない。なお、標高の変数により間接的にメッシュ間の水温の違いが反映されていると考えられる。

d) 魚類の潜在的な分布予測

対象魚種の在／不在と、現地の地形や土地利用等の環境データとの関連性について解析するための統計モデルを構築し、得られたモデル式を用いて、現地調査が行われていないメッシュも含めた筑後川水系及び遠賀川水系における対象魚種の潜在分布を予測した。

使用した統計モデルはロジスティック回帰分析とし、応答変数は魚類の在／不在を示す2値データ (1/0)、説明変数は国土数値情報を利用してGISにより加工した表-2に示す環境変数とした。魚種ごとに生息確率と説明変

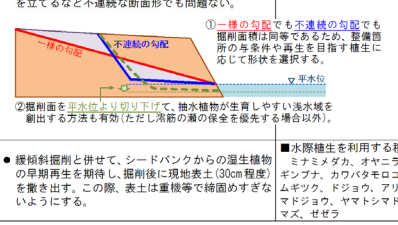
オンガスジシマドジョウ <i>Cobitis striata fuchigamii</i> (コイ目 ドジョウ科)		
◆種の解説		
項目	内容	
国内分布	福岡県遠賀川水系に分布する。	
生息環境区分	湖・湛水域・細流の砂礫底	
産卵環境区分	水際・浅瀬	
一般生態	河川の中下流域の流れが緩やかな場所に生息する。特に岸際に植生が豊富で砂泥底の場所を好む。	
繁殖生態	繁殖期は5月下旬～6月で、岸辺の植生が産卵域であると推測される。	
重要種選定基準		ランク
環境省レッドデータ	絶滅危惧ⅠB類 (EN)	
福岡県レッドデータ	絶滅危惧ⅠB類 (EN)	
佐賀県レッドリスト	—	
大分県レッドデータ	—	
※環境省レッドデータ：環境省レッドリスト2018 ※福岡県レッドデータ：福岡県レッドデータブック2014（改訂版） ※佐賀県レッドリスト：佐賀県レッドリスト汽水・淡水魚類編2016 ※大分県レッドデータ：レッドデータブックおいたし2011 大分県の絶滅のおそれのある野生生物		
		写真提供：遠賀川河川事務所
◆河川整備・維持管理に際しての配慮メニュー		
主要工種	配慮メニュー	同様の配慮が必要な種
渇節（瀬）の保全	● 平水位以上の陸域部の掘削が必要な河槽が確保できる場合は、平水位以下の地形を維持し、既存の瀬を保全する。	■ 瀬を利用する種 スナヤツメ、カネヒラ、セボシタビラ、カワムツ、タカハヤ、ウグイ、モツゴ、ムギツク、カマツカ、ニゴイ、イトモロコ、アリアケシマドジョウ、インドジョウ、ヤマトシマドジョウ、ギギ、アリアケギバチ、ナマズ、ヤマメ、ドジョウ
	● 平水位以下の河床掘削もやむを得ない場合、低水路一面をフラットな断面として既存の瀬を必要以上に埋め戻すことがないように留意する。	■ 魚類全般に有効
多様な流れの創出	● 必要に応じて分散型落差工や水制工、バープエを効果的に配置して瀬や淵の形成を促し、多様な流れと河床材料の場を創出する。	■ 魚類全般に有効
	● 必要な河槽の確保を前提とするが、水際の抽水植物群落及び生育基盤となる砂州の直接改変区域を可能な限り低減する。その上で、水際の掘削断面を緩傾斜とすることで、冠水頻度が高く抽水植物群落が定着しやすい環境を創出する。	■ 水際植生を利用する種 ミナミメダカ、オヤニラミ、コイ、ギンブナ、カワバタモロコ、モツゴ、ムギツク、ドジョウ、アリアケシマドジョウ、ヤマトシマドジョウ、ナマズ、ゼゼラ
河道掘削	● なお、掘削断面は一種な傾斜角である必要はなく、水際部を可能な範囲で緩傾斜とし、背後の勾配を立てるなど連続的な断面形でも問題ない。	■ 魚類全般に有効
	● 緩傾斜掘削と併せて、シードバンクからの湿生植物の早期再生を期待し、掘削後に現地表土（30cm程度）を敷き出す。この際、表土は重機等で締固めすぎないようにする。	■ 水際植生を利用する種 ミナミメダカ、オヤニラミ、コイ、ギンブナ、カワバタモロコ、モツゴ、ムギツク、ドジョウ、アリアケシマドジョウ、ヤマトシマドジョウ、ナマズ、ゼゼラ
		

図-3 配慮事項カルテの例（オンガスジシマドジョウ：遠賀川水系）

数との関係を示すモデル式を構築し、メッシュ毎の生息確率に応じて生息確率75%以上、50%以上～75%未満、25%以上～50%未満、25%未満の4段階に分類し、分布予測マップとして整理した。マップの一例を図-2に示す。

構築したモデルの予測精度は、統計指標の1つであるAUC（Area Under the Curve）により検証し、実用性の目安となる0.75以上の種を高精度、0.75未満をやや低い精度として扱った。

e) 配慮事項カルテの作成

河川の整備・維持管理に際して各魚種の生息環境を保全または創出するための配慮メニューをカルテ形式で整理した。カルテの一例を図-3に示す。

カルテは、まず上段に各魚種の生息環境や生態、重要種等の選定状況を示す種の解説を記載した。下段には、今後の河川整備や維持管理に際し、各魚種の生息環境の保全や創出に資する配慮メニューを河道掘削、護岸整備等の工種別に記載した。配慮メニューは、当該魚種と類似した生態を有する種群をグルーピングし（瀬または水際植生を生息・産卵環境として利用する種等）、同様の配慮事項を有する種の一覧がわかるように整理した。

配慮メニューの検討に際しては、「多自然川づくりポイントブック」²⁾等の参考資料のほか、多自然川づくりに関する技術の研鑽を目的に、九州地方整備局員や九州各県・政令市職員を対象に、これまで九州地方で継続的に

主要工種	配慮メニュー	配慮の内容	同様の配慮が必要な種
護岸整備	渇の保全	● 根固め工は、現況の渇の深さを保全できる高さに設置する。	■ 渇を利用する種 スナヤツメ、カネヒラ、セボシタビラ、カワムツ、タカハヤ、ウグイ、モツゴ、ムギツク、カマツカ、ニゴイ、イトモロコ、アリアケシマドジョウ、インドジョウ、ヤマトシマドジョウ、ギギ、アリアケギバチ、ナマズ、ヤマメ、ドジョウ
護管改革	本川と川表水路の落差解消	● 河道掘削に併せて護管水路の改修を行うような場合に、川表水路を縦断方向に延長を長く開削して勾配を緩くしたり、連続した石積み等を配置するなどして本川との落差を解消すると、氾濫原の環境や細流、農業用水路等を利用する種の生息場として機能する。	■ 細流や農業用水路を利用する種 ニホンウナギ、コイ、ギンブナ、カネヒラ、セボシタビラ、カワバタモロコ、モツゴ、ムギツク、カマツカ、イトモロコ、ドジョウ、アリアケシマドジョウ、ヤマトシマドジョウ、ナマズ、ドンコ、ミナミメダカ、オヤニラミ
	川表水路の河岸の緩勾配化	● 河道掘削に併せて護管水路の改修を行うような場合に、水路の河岸勾配を可能な範囲で緩傾斜とすることで、冠水頻度が高く抽水植物群落が定着しやすい環境を創出する。	■ 水際植生を利用する種 ミナミメダカ、オヤニラミ、コイ、ギンブナ、カワバタモロコ、モツゴ、ムギツク、ドジョウ、アリアケシマドジョウ、ヤマトシマドジョウ、ナマズ、ゼゼラ
堰改築	堰下流の砂州の保全	● 堰下流の砂州に形成されるツルヨシ群落等の湿生植物帯と、瀬や淵、緩流域等の多様な水域の組み合わせは、堰湛水域が連続するような河川では重要な環境となるため、砂州の除去などの直接改変は可能な限り避けることが望ましい。	■ 魚類全般に有効
	下流側砂州の撤去がやむを得ない場合は、さらに下流側の河岸を壁下げて冠水頻度の高いエリアを創出し、湿生植物帯と緩流域を創出する。	● 下流側砂州の撤去がやむを得ない場合は、さらに下流側の河岸を壁下げて冠水頻度の高いエリアを創出し、湿生植物帯と緩流域を創出する。	■ 水際植生を利用する種 ミナミメダカ、オヤニラミ、コイ、ギンブナ、カワバタモロコ、モツゴ、ムギツク、ドジョウ、アリアケシマドジョウ、ヤマトシマドジョウ、ナマズ、ゼゼラ
樹木伐採	河畔林の保全	● 河畔林は、洪水流の流下阻害や樹木・流木による河川管理施設への被害など治水上の支障となる場合がある一方で、日陰の創出や落下昆虫等の供給源等の生態学的機能を有するため、伐採は治水やむを得ない範囲に限ることが望ましい。	■ 魚類全般に有効
工事全般	—	● 水際から水中で工事を行う際は、汚濁防止膜（シルトフェンス）を設置するなどして濁水の流出を防止する。	■ 魚類全般に有効
	—	● 川の蛇行や背後地の状況（河岸防衛の必要性）等を踏まえ、左右岸の護岸設置の必要性やその傾斜、低水敷の掘削勾配など、川の営みを活かした横断形状に留意する（参考文献：多自然川づくりポイントブックⅢ）。	■ 魚類全般に有効

開催されている「川づくり現地検討会」や「うるおいのある川づくりコンペ」で得られた知見も取り入れている。

f) WebGISシステムの構築

前述した対象魚種の魚類分布予測マップや配慮事項カルテを、特別な知識が無い職員でも簡易な操作で閲覧可能なシステムの構築を行った。システムの基盤は、ユーザー側でアプリケーション等の特別なインストールが必要なく、Webブラウザからすぐに起動することが可能である「Webシステム方式」を採用した。

魚類分布予測マップを閲覧するための基盤地図については、近年、Webマップサービス（WMS）というマップサービス企業からGISサーバを介して基盤地図情報を配信するサービスがある。WMSを利用することにより、容易に道路や建物、河川、鉄道などの基盤情報を取得することが可能となる。また、基盤地図の更新はマップサービス企業により実施されるため、サービスの利用者は地図の更新作業をすることなく、最新の地図を利用することが可能となる。代表的なWMSを比較した結果、無償であり、かつ、航空写真も利用可能な「地理院地図」を採用することとした。

本システムの基本的な機能は表-3に示すとおりであり、システムの構築には、Webシステム上で地図を利用するためのJavaScriptライブラリである「Leaflet」を利用した。さらに、一部の機能構築のためにオープンソースのプラ

表-3 システムの主要機能の一覧

機 能 名	機 能 概 要
地図操作	①基盤地図データの切替え
	②地図の操作
	③地図の移動・縮小操作
	④地図のオーバーレイ
	⑤距離標の表示
	⑥河川ラインの表示
分布予測結果表示	⑦水系の切り替え
	⑧分布予測マップの切替え
	⑨分布予測結果の凡例表示
	⑩分布予測結果の詳細表示
その他	⑪注意事項の表示
	⑫マニュアルの表示

表-4 システムの構築に使用したライブラリ

ライブラリ名	内 容	備 考
Leaflet 1.2.0	地図表示ライブラリ	Copyright (c) 2010-2018, Vladimir Agafonkin, Copyright (c) 2010-2011, CloudMade
leaflet.zoomhome	初期表示操作プラグイン	Copyright (c) 2014 toms (CC-BY-SA 3.0.)
Leaflet-MiniMap	縮小地図表示プラグイン	Copyright (c) 2012 Norkart AS (BSD 2-Clause "Simplified" License)
sidebar-v2	サイドバー表示プラグイン	Copyright (c) 2013 Tobias Bieniek (MIT License)

表-5 魚類の分布予測モデルに採用された説明変数とその応答（一例）

目 名	科 名	和 名	AUC		平均 標高		平均 傾斜度		都市用地 面積		水田 面積		森林 面積		水面 面積		総河川長		水面面積／ 総河川長		河川合流 点数	
			筑後	遠賀	筑後	遠賀	筑後	遠賀	筑後	遠賀	筑後	遠賀	筑後	遠賀	筑後	遠賀	筑後	遠賀	筑後	遠賀	筑後	遠賀
コイ目	コイ科	ギンブナ	0.79	0.74	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	凸	凸	—	—
		バラタナゴ類	0.89	0.82	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	凸	凸	—	—
		ヌマムツ	0.85	0.80	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
		タカハヤ	0.89	0.82	+	—	凸	凸	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
		ゼゼラ	0.87	0.86	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	凸	凸	—	—	—	—	—	—
		ツチフキ	0.91	0.84	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
	ドジョウ科	ヤマトシマドジョウ	0.79	0.71	凸	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	凸	+	+	—	—	—	—
ナマズ目	アカザ科	アカザ	0.84	0.89	—	—	凸	凸	—	—	+	+	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
サケ目	サケ科	ヤマメ	0.87	0.94	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ダツ目	メダカ科	ミナミメダカ	0.83	0.77	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—
モデルに採択された数(全魚種集計値)			25	9	22	21	11	8	11	14	11	7	9	16	24	23	11	8	6	6	6	6

※応答の符号：「+」：その説明変数の値と魚類の生息確率が比例関係、「-」：その説明変数の値と魚類の生息確率が反比例関係、「凸」：その説明変数の値と魚類の生息確率が山型の関係（例：傾斜度が中程度の場合に生息確率が高くなり、傾斜度が低いまたは高い場所の生息確率は低くなる）。

※符号が何も付いていない変数は、その魚種の生息確率に対して統計的に有意な関係性が認められなかった変数である。

グインを利用した。利用したライブラリを表-4に示す。

なお、現時点ではシステムファイル一式を1つのフォルダに格納して利用者に配布し、利用者のPC上で起動する「スタンドアロン」方式による運用としている。

3. 開発結果

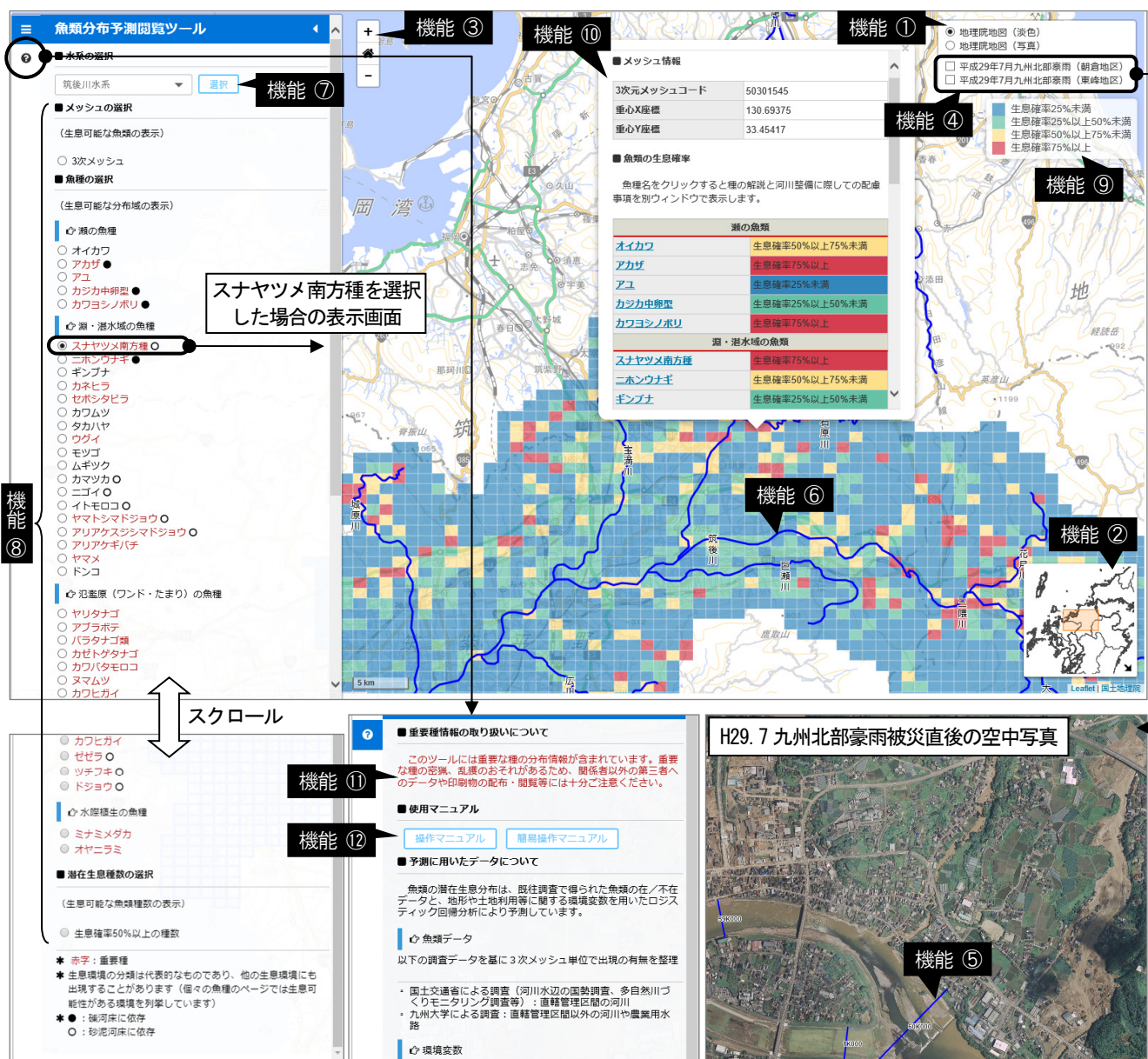
(1) 魚類の分布予測モデル

構築したモデルに採用された説明変数とその応答について、代表魚類の例を表-5に示す。

生息確率と説明変数の応答の関係をみると、バラタナゴ類、ヌマムツ、ゼゼラ、ツチフキ、ミナミメダカなどの下流域～中流域の平野部に生息する氾濫原性の魚類については、平均標高や平均傾斜度が小さいメッシュを選

好するものが多かった。メッシュ内の総河川長が長いまたは中程度のメッシュを好む魚類が多かったのは、小河川網を多く含む平野部に生息する生態特性と整合しているものと考えられる。また、タカハヤやヤマメのように上流域に生息する魚類については、平均標高が高く、平均傾斜度も中程度以上のメッシュを選好していた。また、土地利用や河川の規模との明瞭な関係は見出されなかったことから、標高と傾斜度の条件が揃った水域であれば、潜在的にはこれらの魚類が生息できる可能性があることを示していると考えられる。

モデルの予測精度は、両水系とも多くの種で精度の高いモデルが構築されたが、コイやムギツク、ナマズなど一部の普通種では予測精度がやや低くなり、筑後川水系



※図中の機能番号は表-3の①～⑫と対応する。

図-4 構築したWebGISシステムの基本画面（筑後川水系の例）

ではコイ及びナマズはモデルの精度が悪く不成立となった。コイは、生息分布が放流等の人的要因の影響を受けている可能性も考えられ、その他の普通種は特定の環境条件への選好性がそれほど高くはない可能性が考えられる。

(2) WebGISシステム（魚類分布予測閲覧ツール）

構築したシステムは「魚類分布予測閲覧ツール」と命名した。基本画面の構成を図-4に示す。

a) 魚類分布予測結果の閲覧

地図上に表示する魚類分布予測結果は以下の3種類である。画面左にサイドバーを用意し、サイドバー内で希望する表示内容を選択できる構成とした。

①メッシュの選択（デフォルト表示）

各水系のメッシュから1メッシュを選択すると、ポップ

アップ表示で当該メッシュ内のメッシュ情報や各魚種の生息確率を4段階で表示する。

②魚種の選択

魚種毎に水系全体での潜在分布を把握できるよう、代表的な生息環境で分類した魚種リストから1魚種を選択すると、メッシュ毎の生息確率を4段階で表示する。図-4ではスナヤツメ南方種の例を示している。生息環境による分類は、「瀬」「淵・湛水域」「氾濫原（ワンド・たまり）」「水際植生」とした。魚種名のうち、重要種は赤字で示し、底生魚は依存する河床材料に応じて種名の後にアイコン（●：礫河床、○：砂泥河床）を表示した。

③潜在生息種数の選択

水系内において、潜在的に生息する可能性がある魚種の種数が多い“ホットスポット”の分布を把握することができるよう、各メッシュにおいて50%以上の生息確

率を持つ魚種の種数を7段階の凡例色で表示する。

b) 配慮事項カルテの閲覧

魚種毎の配慮事項カルテはpdfファイル形式でシステムファイルに格納しており、システム上でメッシュを選択した際に表示されるポップアップ画面において魚種名をクリックすると、別ウィンドウでカルテを表示する。

c) その他の特徴

システムの基盤地図には、小縮尺時には水系内の河川ラインを、大縮尺時には1km毎の距離標を表示させ、河川管理者が希望する河川区間を把握しやすい工夫を施した。

また、平成29年7月九州北部豪雨により、筑後川水系及び遠賀川水系は甚大な被害を受けたことから、地理院地図で公開されている被災直後の空中写真を地図上にオーバーレイ表示できる機能を付加し、被災直後と最新の空中写真を切り替え表示できるようにした。

さらに、特別な知識が無い職員でも使用できるように操作マニュアル（取扱説明書）を作成し、システム上から閲覧できるようにした。

4. 考察

九州の魚類相を分類・解析した研究事例⁹⁾によると、遠賀川水系と筑後川水系は類似した魚類相を有する同一の地理的領域（エコリージョン）に属するとされており、両水系において魚類相の分布を規定する環境要因と魚類の生息分布との関係は、少なからず似通るものと推察される。モデルに採択された変数の応答を水系間で比較すると、筑後川水系と遠賀川水系で生息確率に対して正の応答と負の応答が逆転するような例はほとんどなく、環境要因と魚類の生息分布との関係は概ね合致していた。

一方で、表-5（最終行）に示したとおり、各環境変数について予測モデルに採択された魚種の数を水系間で比較すると、特に標高と水面面積において水系間の差が認められた。筑後川水系のモデルでは、多くの魚種で標高が採択されており、流域面積が大きく標高の幅も大きいことから、魚類の生息分布との対応が遠賀川水系よりも強く出たものと推察された。また、遠賀川水系の中流部や筑後川水系の日田市周辺などは盆地状の地形であり、標高は高いが勾配が緩く平坦である特徴がある。同じ平坦地でも盆地と下流域では水温が異なるため、標高または傾斜のどちらが制限要素になっているかによってモデルも変わってくるものと推察される。水面面積については、筑後川水系では採択される魚種が少なかった。氾濫原性のバラタナゴ類やツチフキなどは、遠賀川水系では水面面積の大きい河川中～下流域の直轄河川周辺に分布が集中した一方、筑後川水系では細いクレーク網が発達した農耕地帯にも広く分布しており、遠賀川よりも水系間の横断的な繋がりが良く、このような魚類の分布様式の違いが影響したものと推察される。

5. まとめと今後の展開

本システムの開発により、既存の現地調査情報が無い場所でも、潜在的に生息の可能性がある魚類を把握可能となった。従来より国土交通省の河川行政において活用されてきた「河川環境情報図」を補完・補強するツールとして、以下のような活用可能性が考えられる。

- 1) 魚類の現地調査に際して、生息の可能性がある魚種を事前に把握して調査計画に反映させることができる。
- 2) 河川整備に関わる設計・施工内容に対して、河川環境面からの配慮事項の妥当性をチェックする際に、生息の可能性がある魚種の情報があれば、より具体的に検証することができる。
- 3) 災害復旧の場面では、被災前の魚類の生息分布情報が無い場合が多いため、生息が想定される魚類相を把握し、復旧の目標種や河道計画に反映させることができる。
- 4) 潜在的に生息可能な魚種の数が多いホットスポットの把握により、自然再生の効果が高い場所を把握することができる。

頻発する豪雨災害からの速やかな復旧や、治水安全度向上のための各種の河川整備、積極的な自然再生事業など、河川行政の様々な場面で本システムが活用されることを期待するとともに、今後は実際に現場で活用して頂き、システムの利用性向上に反映していく予定である。

現場の河川管理者からは、このようなシステムは作成から時間が経過すると使われなくなるケースが多いことが課題との指摘も頂いており、河川環境情報図とセットで管理するなど、長期に渡り活用される運用上の工夫も今後の検討課題である。

謝辞

本システムの開発にあたり、国土交通省九州地方整備局遠賀川河川事務所、筑後川河川事務所、筑後川ダム統合管理事務所、武雄河川事務所には魚類に関わる多数の現地調査報告書を貸与頂いた。また、遠賀川河川事務所河川環境課及び西日本技術開発株式会社環境部からは、システムの機能や活用方法について貴重なご意見を頂いた。ここに御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局：多自然川づくり基本指針, 2006.
- 2) 多自然川づくり研究会：多自然川づくりポイントブックⅢ 川の営みを活かした川づくり～河道計画の基本から水際の設計まで～, 公益社団法人 日本河川協会 発行, 2011.
- 3) 巖島 怜・島谷幸宏・中島 淳・河口洋一：環境指標のための魚類セグメントエコリージョン, 水工学論文集, 第53巻, pp1189-1194, 2009.

(2019. 4. 2 受付)