

河川を基軸とした生態系ネットワーク 形成に向けたポテンシャルマップの 作成・活用

自然環境グループ
研究員 内藤太輔

1. 背景と目的

2. 生息ポテンシャルマップの作成

- ・ モデルを使わない（非モデル型）評価
（コウノトリ）
- ・ 生息適地モデルを使った評価
（コハクチョウ）

3. ポテンシャルマップの活用について

4. まとめ

1. 背景と目的_生態系ネットワークとは

生態系ネットワーク (エコロジカルネットワーク)

- ・ 保全すべき自然環境や優れた自然条件を有している地域を核とした有機的なつながり。
- ・ 地理的に連続している場合のほか、渡り鳥の飛来地のように地理的に連続していない場合も含む。



図 河川を基軸とした生態系ネットワークのイメージ
出典：川からはじまる川から広がる魅力ある地域づくり 国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課

公益財団法人 リバーフロント研究所

1. 背景と目的_河川を基軸とした生態系ネットワーク

「川の中」の事業から「流域」連携へ



図 八代川の取組
リバフロ研究所報告「生態系ネットワークを念頭においた円山川水系の自然再生 ～事業実施状況の報告～」 都築 を編集

公益財団法人 リバーフロント研究所

1. 背景と目的_取組状況

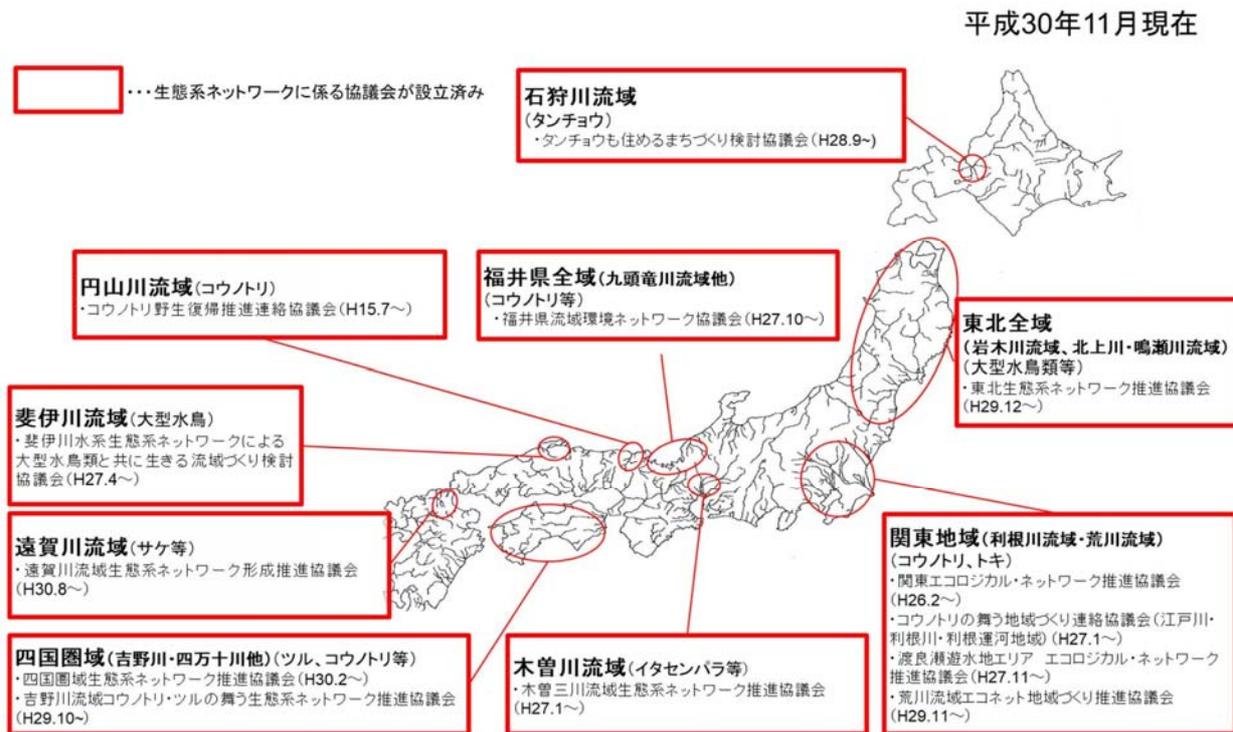


図 河川を基軸とした生態系ネットワークの取組状況 (平成30年11月時点)
河川「河川を基軸とした生態系ネットワークの形成に向けた取組」岩井 より作成

公益財団法人 リバーフロント研究所

1. 背景と目的_河川環境の評価の必要性

〈河川法改正20年多自然川づくり推進委員会 提言〉 (平成29年6月)
提言『持続性ある実践的多自然川づくりに向けて』

〈内容〉 4. (1)目標の設定 ①環境目標設定の手法確立と実践展開
・「良好な状態にある生物の生育、生息、繁殖環境を保全するとともに、そのような状態に無い河川の環境についてはできる限り向上させる」という目標設定の考え方を基本として、**河川の評価する手法を具体化する。**

⇒「実践的な河川環境の評価・改善の手引き (案)」 (H31.3)

「生態系ネットワークを保全・再生するためには、ネットワークを適切に評価し、効率的に保全・再生を図る必要がある。」

(河川「河川における生態系ネットワーク保全・再生のための環境の捉え方とその技術的現状」中村 (土研) H30.12)

公益財団法人 リバーフロント研究所

1. 背景と目的_生息ポテンシャルの推定

生態系ネットワークの定量評価として、**生息適地モデルを用いた方法（モデル型）**と**モデルを用いない方法（非モデル型）**の二つで指標種の**生息ポテンシャル（生物の住みやすさを数値化したもの）**を推定し、**地図化**すること（生息ポテンシャルマップの作成）を試みた。

また、導入にあたっての課題、活用方法について検討した。

	モデル型 (MaxEnt)	非モデル型
対象とする指標種	コハクチョウ、(マガン)	コウノトリ
対象流域	福島潟(新潟) ※全国版も作成	円山川
生息ポテンシャル	分布確率	点数

2-1. 生息PMの作成_非モデル型

評価の流れ

- ①テーマの設定 ⇒ 「コウノトリの採餌環境の評価」
- ②環境要因の設定
- ③環境要因のGIS化、計測
- ④各環境要因の点数化、総合化
- ⑤非モデル型での評価

2-1. 生息PMの作成_非モデル型

①環境要因の設定

項目	選定の観点	データ
大・中河川面積	採餌環境（餌資源（魚類等）の生息環境）	①
幹線水路延長	採餌環境（餌資源（魚類等）の生息環境）	①
小水路延長	採餌環境（餌資源（魚類等）の生息環境）	①
水田面積	採餌環境（餌資源（魚類等）の生息環境）	①
山裾延長	ねぐら・営巣環境と採餌環境の連結性	①
窪地面積	採餌環境（湿地的な環境の指標）	②
TWI（地形湿潤指標）	採餌環境（湿地的な環境の指標）	②

①：豊岡市提供データ

②：JAXA30mDSM「ALOS全球数値地表モデル」ALOS World 3D - 30m (AW3D30) 第2.1版, JAXA.

※：地形湿潤指標（TopographicWetnessIndex;TWI）の計算式は $\ln(a/\tan\beta)$ で、 a は該地点の等高線長あたりの寄与集水面積、 β は該地点の傾斜角を表す。湿潤条件になりやすいほどTWI値は大きくなる

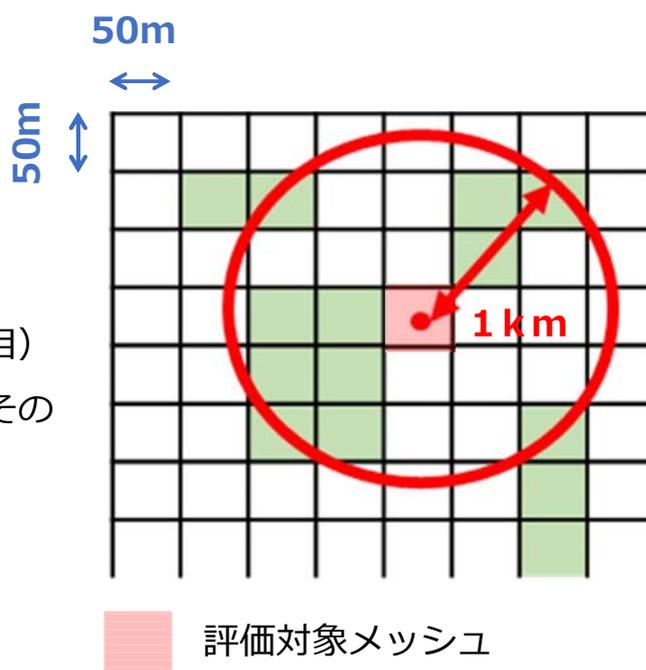
2-1. 生息PMの作成_非モデル型

②環境要因のGIS化、計測

メッシュサイズ：50m×50m

バッファサイズ：1 km

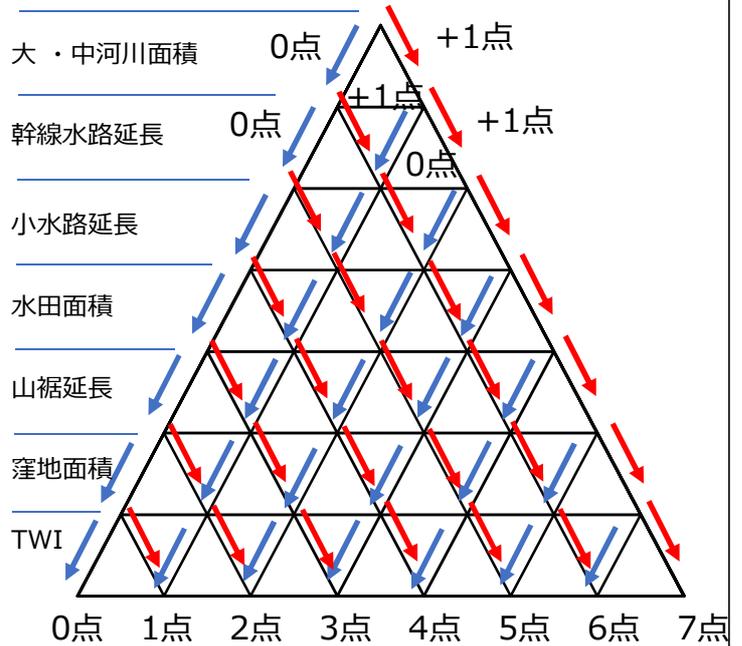
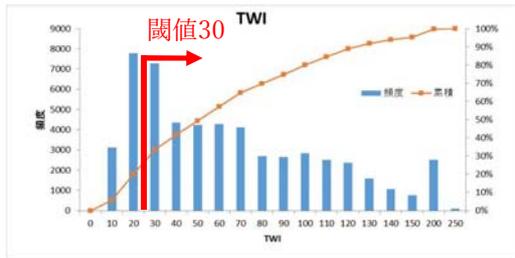
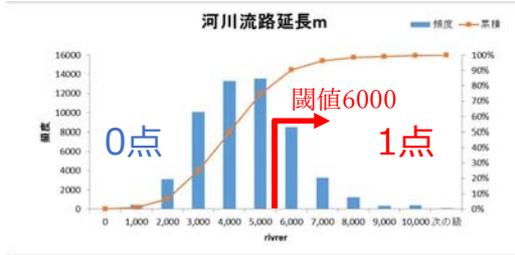
バッファ内の環境要因（評価項目）の面積、延長などを集計して、その値を評価対象のメッシュに付与



2-1. 生息PMの作成_非モデル型

③各環境要因の点数化、総合化

各環境要因を最頻値で0/1点数化



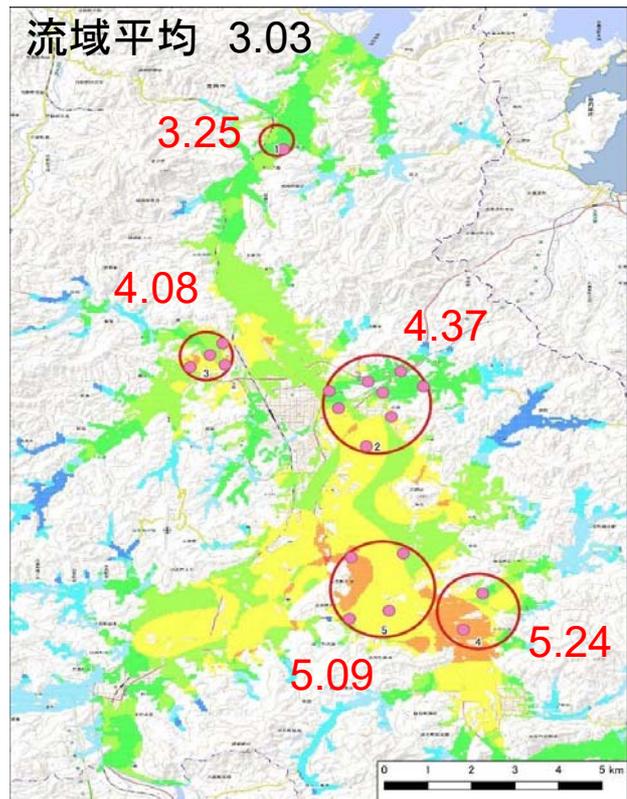
2-1. 生息PMの作成_非モデル型

⑤非モデル型での評価

メッシュごとに算出した総合評価値を付与し、色分けして生息ポテンシャルマップを作成

高頻度でコウノトリの目撃された範囲 > 流域平均

※数値：総合評価値（メッシュ平均）、流域もしくは赤丸の範囲内で算出
 ※●：高頻度でコウノトリが目撃された範囲



2-2. 生息PMの作成_モデル型

●生息適地モデルは、**対象生物の分布パターンと環境要因の関係性を統計モデルで解析**することで、その種の生息に重要な環境を定量的に評価し、生息ポテンシャルを推定できる。

⇒ **環境の評価なので環境要因のデータセットがあれば、生物調査のされていない箇所も評価できる**

●生息適地モデルは、いくつか開発されており、**モデルの適合度（実際の生息分布との整合性）や各環境要因の重要度を定量的に算出**できる。

●本研究では、Maximum entropy modelling (Maxent) を採用した。Maxentは、生物の分布としての**在データ（対象生物の確認された位置情報）と環境要因のデータ**から生息ポテンシャルを推定するモデルで、**少数の在データであっても比較的精度の高い分布推定**ができるとされている。

2-2. 生息PMの作成_モデル型

GISによる生物の分布パターンと環境要因データの紐づけが生息適地モデル構築を促進さらに生息ポテンシャルを地図化することも可能になった

環境要因

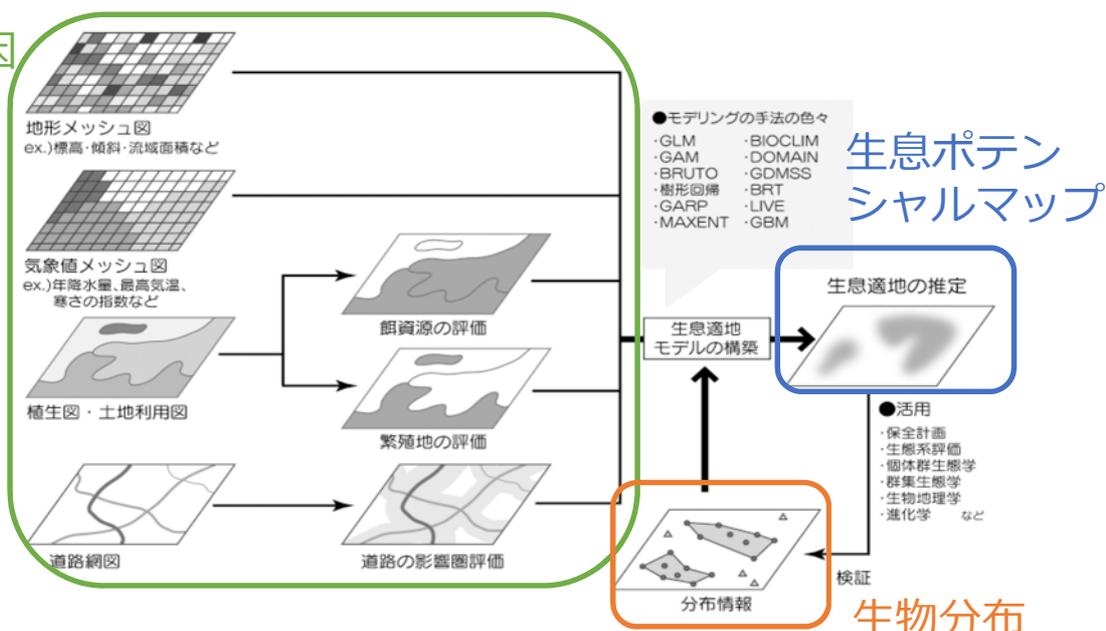


図 生息適地モデルを組み込んだマップ作成のイメージ

ワークショップ 21世紀の生物多様性研究 要旨「生息適地モデルの方法論：GBIFデータの活用における課題と展望 三橋 弘宗 2005」を編修

2-2. 生息PMの作成_モデル型

- ①テーマの設定 ⇒「コハクチョウの採餌環境となる水田の評価」
- ②環境要因の設定
- ③環境要因と生物分布データのGIS化
- ④ベストモデルの選定（バッファサイズの設定）
- ⑤ベストモデルによる生息ポテンシャル（分布確率0~1）
の推定

ねぐらとなる水域
(潟湖)

福島潟（新潟県）



2-2. 生息PMの作成_モデル型

②環境要因の設定

項目	選定の観点	データ
水田からねぐらまでの距離	ねぐらと採餌環境の連結性	①、②
道路までの距離	障害要因	①、②
高速道路と高規格連続高架道路までの距離	障害要因	①、②
市街地までの距離	障害要因	②
水田面積	採餌環境	②
送電線総距離	障害要因	①
標高	地形要因	③
森林面積	障害要因	②
TWI（地形湿潤指標）	湿潤の度合	③

①：国土基本情報（ESRI 公共地図2018）

②：JAXA30m土地被覆データ

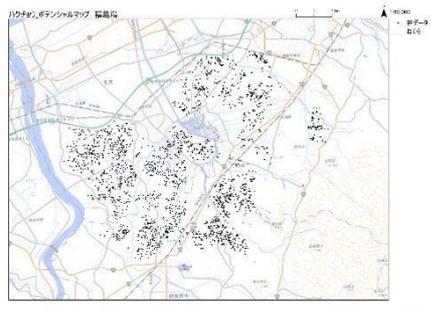
③：JAXA30mDSM「ALOS全球数値地表モデル」ALOS World 3D - 30m (AW3D30) 第2.1版, JAXA.

2-2. 生息PMの作成_モデル型

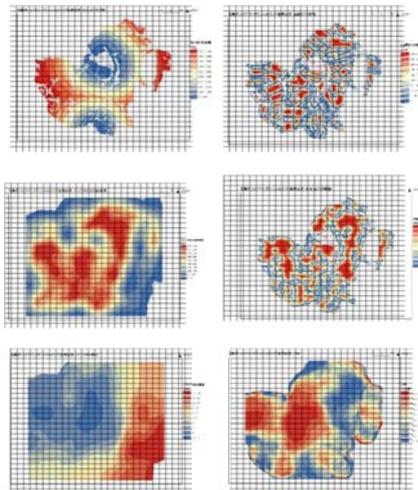
③環境要因と生物分布データのGIS化



メッシュサイズ : 50m×50m



コハクチョウの分布
新潟大学関島研



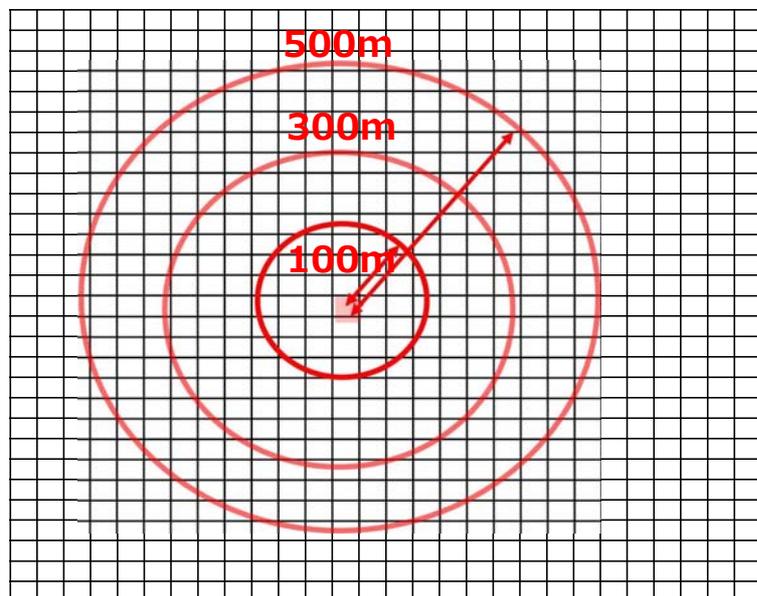
環境要因のデータ化

モデル解析

2-2. 生息PMの作成_モデル型

④ベストモデルの選定 (バッファサイズの設定)

バッファサイズを100~2100mまで200mごとに变化させた全11ケースでモデル構築し、AUCが最も高かったものを選択 (AUC:モデルの適合度を示す値 0~1)

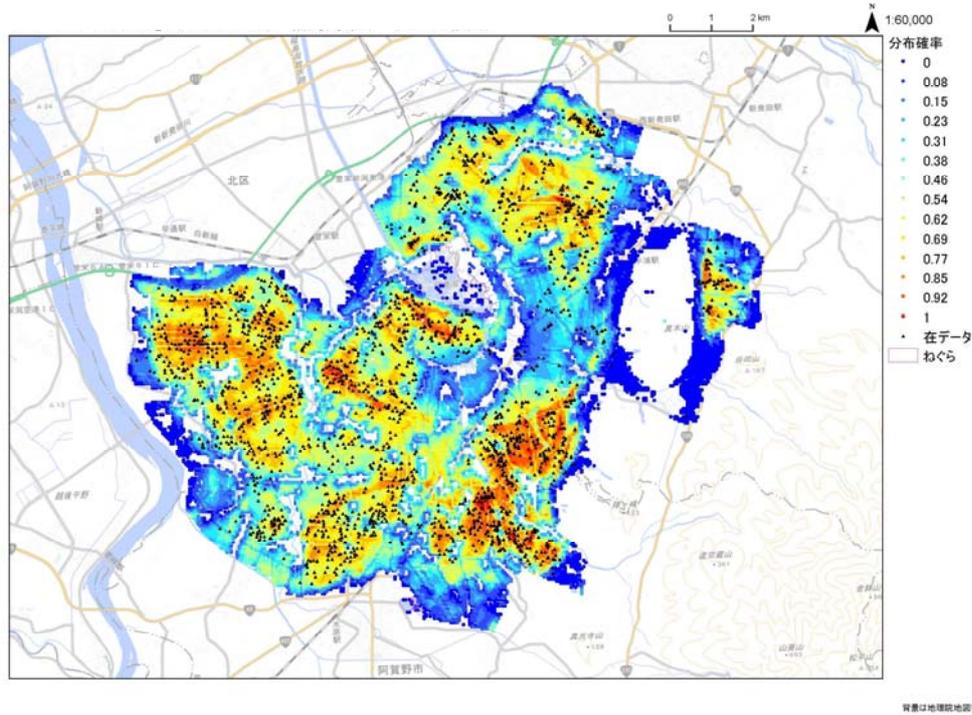


バッファ内の環境要因 (評価項目) の面積、延長などを集計して、その値を評価対象のメッシュに付与 (バッファサイズの違う11ケースで行う)

コハクチョウでは、
バッファ1100m で
AUC=0.683
のベストモデルが得られた

2-2. 生息PMの作成_モデル型

⑤ベストモデルによる生息ポテンシャルの推定



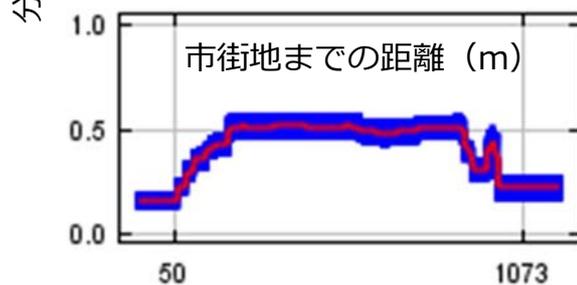
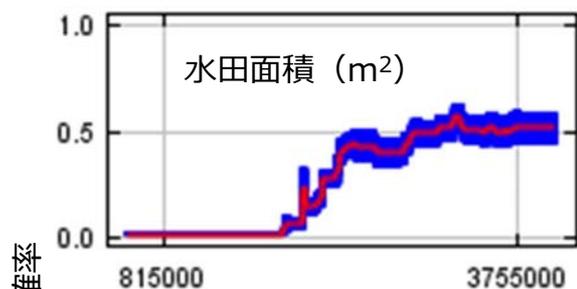
公益財団法人 リバーフロント研究所

2-2. 生息PMの作成_モデル型

選択された環境要因と重要度

説明変数	生息分布への重要度
水田面積※	23%
市街地までの距離	18.2%
TWI※	13.3%
高速道路と高規格連続高架道路、新幹線までの距離	9.8%
平均標高※	15.6%
被覆森林面積※	8.3%
ねぐらまでの距離	7.9%
道路までの距離	3.9%

※ : バッファサイズ1,100m

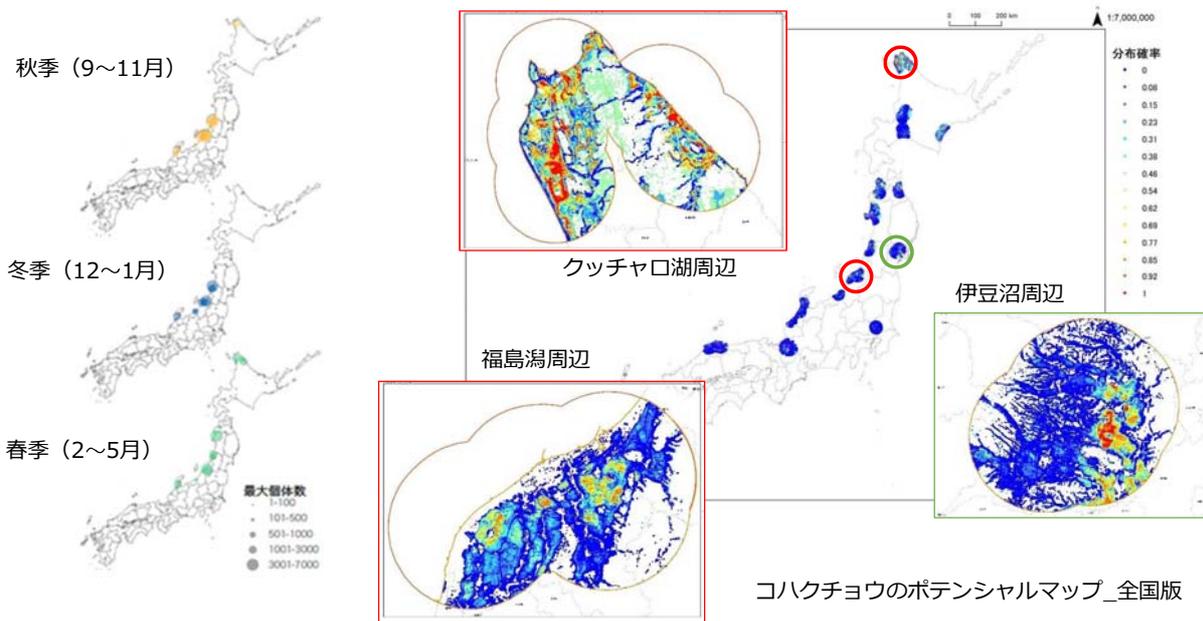


応答曲線

公益財団法人 リバーフロント研究所

2-2. 生息PMの作成_モデル型_全国版マップ

- 実際に個体数の多い箇所でポテンシャルの高い範囲を確認
- 個体数が多くない箇所でも高ポテンシャルの範囲が存在
→オオハクチョウなどコハクチョウと採餌環境の近いガンカモ類が多く確認



コハクチョウの個体数分布
「平成29年度 モニタリングサイト1000 ガンカモ類調査2016/17年 調査報告書（環境省）」

2-3. 生息PMの作成_モデル型・非モデル型

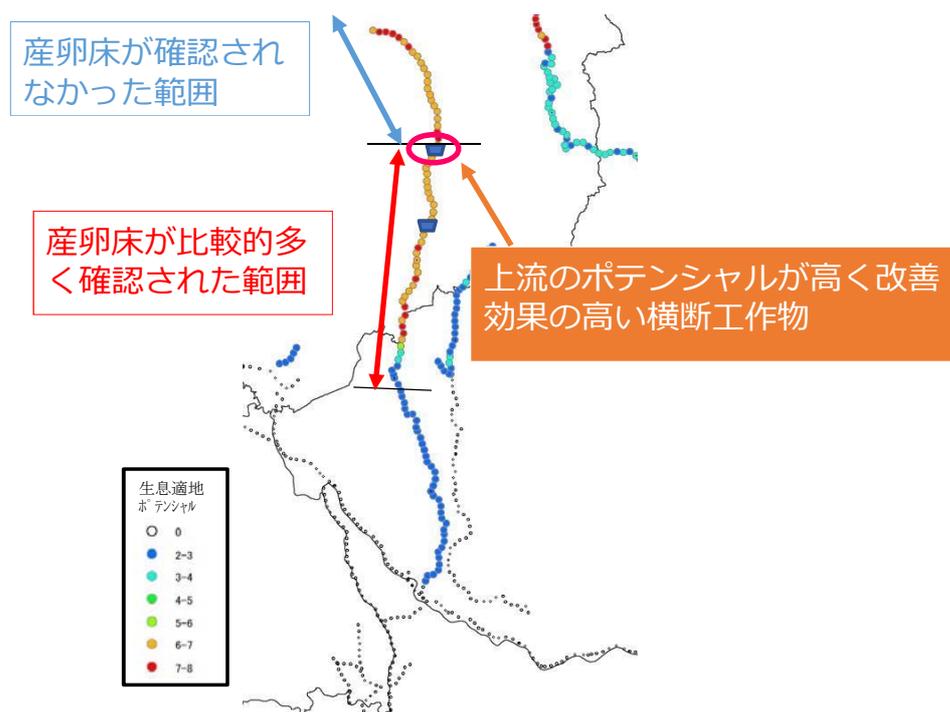
タイプ	非モデル型	モデル型(MaxEnt)
対象	コウノトリ (円山川)	コハクチョウ (福島湾)
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・原理が理解しやすく、汎用性が高い ・生物分布が無くても評価できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・説明力が高い ・適合度や各評価項目の重要度が算出できる ・バッファサイズの設定が可能
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・説明力が低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・精度の確保のために一定数の生物調査結果が必要 ・モデル構築した地域に特化
用途	<ul style="list-style-type: none"> ・一次評価(現状把握) 	<ul style="list-style-type: none"> ・一次評価(現状把握) ・環境劣化要因の抽出、事業効果予測など

4. 活用方法

- ・ 全国や広域の生息ポテンシャルマップによる指標性設定の妥当性確認
 ⇒例えばトキやコウノトリなど現状で生息あるいは定着していない種を指標種としようとする場合に、現状の生息ポテンシャルが極端に低くないかを確認
- ・ 優先保全箇所，改善個所の選定
 ⇒指標種の生息ポテンシャルが高く保全すべき範囲の抽出，経年的な比較から劣化傾向にあり改善が必要な範囲の抽出など
- ・ 有効な保全策，改善策の検討
 ⇒生息適地モデルの解析から得られる各環境要因の重要度から，指標種にとって重要度の高い環境要因を抽出し，その保全策，改善策を検討

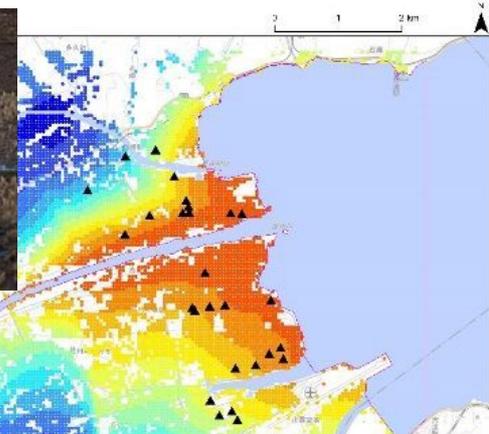
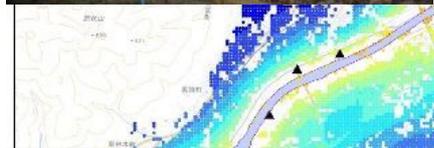
4. 活用方法_保全・改善対策優先対策箇所の選定

①サケを対象に河川環境を評価して縦断方向の連続性確保の妥当性を検証



4. 活用方法_保全・改善対策優先対策箇所の選定

②斐伊川におけるマガンの採餌環境の保全策



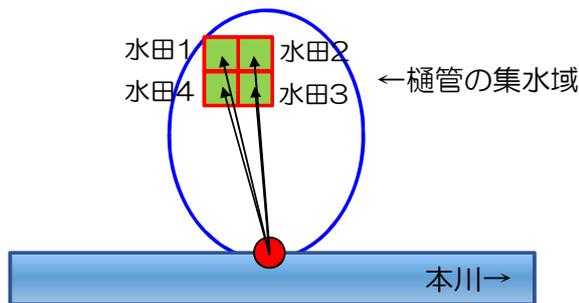
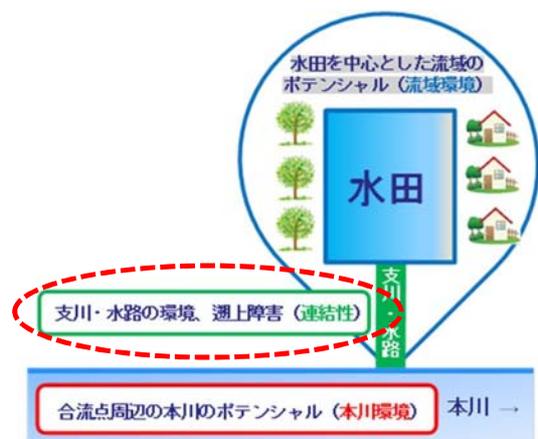
例えば、ポテンシャルの高い水田で秋耕起の時期を調整して、二番穂や落穂を餌とするマガンの採餌環境としての期間を延長するなどの保全策を検討

マガン AUC=0.889

変数	生息分布への重要度
TWI	95.2%
バッファ内の水田総面積	0.4%
送電線総距離	1.4%
市街地までの距離	2.6%
ねぐらまでの距離	0.3%

4. 活用方法_重要な環境要因の改善方法の検討

③ギンブナを対象に本川-水路-水田の水系ネットワークの評価例



連結性を考慮した流域環境の評価

$$= \sum \frac{a}{HL} = \frac{a}{HL} + \frac{a}{HL} + \frac{a}{HL} + \dots$$

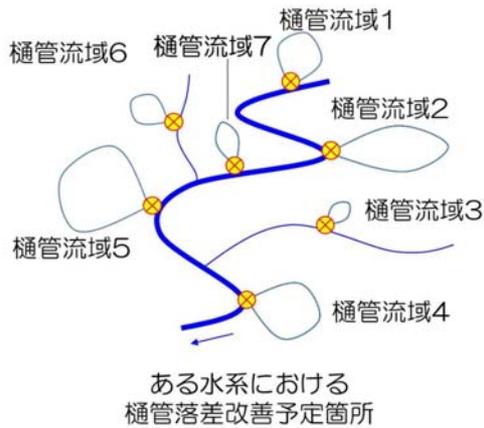
a: 水田面積
 H: 樋管～水田の落差
 L: 樋管～水田までの距離

ギンブナを対象とした生態系ネットワーク評価値

$$= \text{【本川環境】} \times \{ \text{【流域環境】} \div \text{【連結性】} \}$$

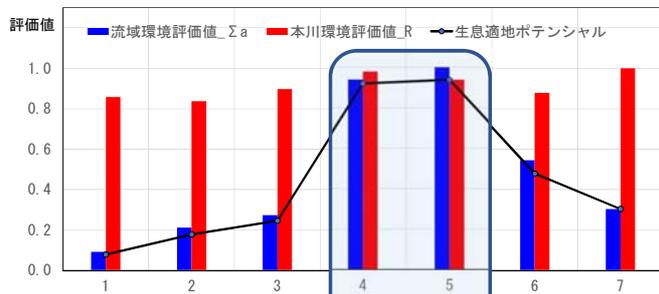
1. 活用方法_重要な環境要因の改善方法の検討

事例：河川～樋管水路の接続部の落差について整備の優先度検討

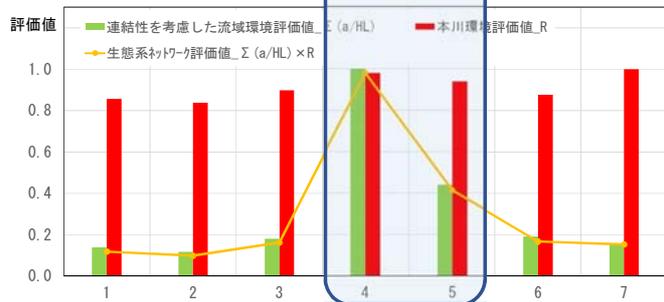


流域No.4,5は本川環境、流域環境での評価値は同程度だが、連結性（障害度）を加味した場合には、流域No.5の評価が下がり、No.4の方が樋門落差の改善効果が高いことが期待される

① 【本川環境】 × 【流域環境】



② 【本川環境】 × {【流域環境】 ÷ 【連結性】}



1. まとめ

① 二つの方法生息ポテンシャルでの評価

- ・ 非モデル型では点数、モデル型（MaxEnt）では分布確率によって指標生物（コハクチョウ、コウノトリ）の生息ポテンシャルを評価し、その手順を整理できた。
- ・ モデル型（MaxEnt）については、重要度によって生息適地を構成する環境要因ごとの評価ができることを示せた。
- 生物分布とおおむね整合する結果が得られたが、精度向上策についても今後、整理が必要である。（生物調査結果の充実、生息適地モデルと非モデル型の結果の比較、対象種・地域の拡大、事業への導入・・・）

② 生息ポテンシャルマップの作成・活用

- ・ 生息ポテンシャルマップを作成し、評価を地図上で可視化することで、生息適地（保全候補地）などを共有できることを示せた。
- ・ 活用方法として、保全優先箇所、対策優先箇所の選定事例を示すことができた。
- 重要度の高い環境要因についての具体的な保全、改善案やモニタリング方法を今後検討していく必要がある。