

セグメント2における河道内氾濫原の評価方法

永山 滋也・原田 守啓・萱場 祐一

独立行政法人土木研究所 水環境研究グループ 自然共生研究センター (〒501-6021 岐阜県各務原市川島笠田町官有地無番地)

氾濫原は生物多様性への貢献度が高い河川景観要素であるが、現在、その範囲は堤外地（河道内）に限定されるとともに、様々な人為的要因による物理・水文プロセスの変化を介した生物生息場機能の劣化が懸念されている。多くの直轄河川区間は、本来、広大な氾濫原を有する中下流部に位置する。そのため、河道内氾濫原の適正な管理は、当該区間における生物多様性を考慮した河川整備にとって重要である。本研究では、適正な河道内氾濫原の管理を行うための基礎情報を得る手段として、直轄河川のセグメント2を対象とし、氾濫原生態系の指標性が高いイシガイ科二枚貝をモデルとした河道内氾濫原の簡易な評価手法を開発した。

キーワード 河川氾濫原, イシガイ科二枚貝, 直轄河川, セグメント2, ポテンシャル評価

1. はじめに

河川氾濫原は物質循環や生物多様性にとって非常に重要な場である¹⁾。我が国の直轄河川区間は、主に河川中下流部に位置しており、かつて広大な氾濫原を有していた。しかし、現在、氾濫原は堤外地（河道内）に制限されるとともに、土砂量・流量レジームの変化等に伴う生物生息場機能の劣化が懸念されている²⁾。それゆえ、河川中下流部における河道内氾濫原の保全や再生は希求の課題と認識されるようになってきており、治水対策と整合する現実的な対策や保全・再生手法の開発が求められている。

多くの直轄河川では、河床低下に由来する陸域の固定化と樹林化による流下能力の低下が大きな問題となっている。流下能力を確保するための対策案はいくつか考えられるが、氾濫原環境の整備につながり、かつ事業者も実施しやすい手法として、河道掘削（高水敷の切下げや低水路の拡幅）を挙げることができる。河道掘削による氾濫原環境の創出を効率的に行うためには、現状における河道内氾濫原の健全性を評価し、保全すべき箇所や再生適正地を抽出することが肝要である。しかし、数十～百キロメートル程度の区間において、河道内氾濫原の環境を面的に評価する手法は確立されていない。

河道内氾濫原の環境を評価する上で、氾濫原生態系の指標種としての有効性が示唆されるイシガイ科二枚貝（以下、イシガイ類）³⁾をモデルとして用いることが考えられる。イシガイ類はワンドやたまりといった氾濫原水域に生息しており（図-1）、特にセグメント2-2（低平な自然堤防帯）においては、氾濫原水域の冠水頻度が

イシガイ類の主要な生息制限要因となることが報告されている²⁾。冠水頻度は、いくつかのデータ処理を経て、GIS上で面的に展開することが可能である。それゆえ、河道内における冠水頻度に注目することにより、イシガイ類の生息ポテンシャルを見積り、河道内氾濫原の環境評価を行なうことが可能である。

本研究の目的は、直轄河川区間で整備されている既存のデータセットを用いて、河道内におけるイシガイ類の生息ポテンシャルを評価し、生態的側面からみた河道内氾濫原の簡易な評価手法を開発することとした。また、この評価結果に基づき、保全や再生の適正地を抽出する方法について考察した。

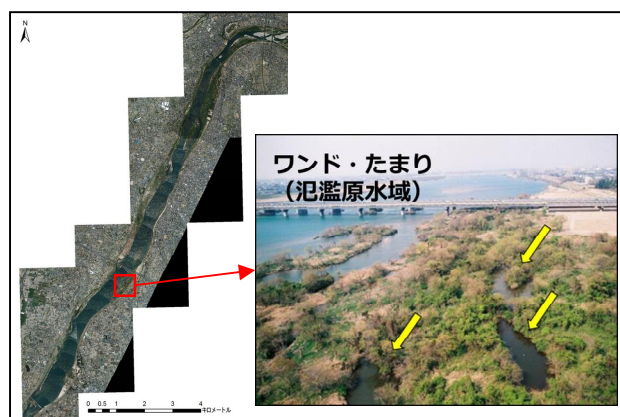


図-1 研究対象区間 (26.2-41.0km) と氾濫原水域の概観

2. 研究方法

研究対象区間として、木曾川のセグメント 2-2 に相当する 26.2kp から 41.0kp の約 15km 区間（河床勾配 1/3,600）を設定した（図-1）．開発した河道内氾濫原の評価フローとして、まず、①イシガイ類の生息有無を予測する回帰モデルに基づく評価マップ（回帰モデル評価マップ）と、②氾濫原水域の有無に関するマップ（氾濫原水域マップ）を作成する（図-2）．次に、③回帰モデルから得られる値の 3 段階評価と氾濫原水域の有無の 2 段階評価の組み合わせから得られる 6 段階評価区分を面的に展開することで、イシガイ類の生息ポテンシャル評価マップを作成する（図-2）．これに基づき、対象区間内における氾濫原の保全や再生の適正地を抽出する．



図-2 河道内氾濫原の評価フロー

セグメント 2-2 におけるイシガイ類に関する既存知見として、氾濫原水域の冠水頻度がイシガイ類の生息有無を予測する因子として有効であり、冠水頻度が増すほど生息確率も増すことが知られている²⁾．そこで、回帰モデル評価マップ（①）を作成するために、まず冠水頻度マップの作成を試みる．ここでは、開発した手法が全国の直轄河川で利用できるようにするため、どの直轄河川においても入手可能な既存データを活用する．地形データとして、対象区間内の定期横断測量成果を収集した．また、水文データとして、対象区間内と区間を包含する位置にある水位観測所の 10 年分の日水位データ（2002-2011 年）を収集した．

得られた冠水頻度マップを用いて、別途現地調査でイシガイ類の生息有無を確認した氾濫原水域に冠水頻度の変数を与え、イシガイ類の生息を説明するロジスティック回帰モデルの構築を行った．モデルの構築にあたっては、一般化線形モデルを用い、モデルの有意性はブートストラップ法により確かめた．

氾濫原水域マップ（②）の作成では、対象区間の空中写真に河川環境情報図（河川環境基図）の水域データを重ね、氾濫原水域の有無を面的に評価した．

3. 開発した河道内氾濫原の評価手法

(1) 回帰モデル評価マップの作成

収集した水位観測所の 10 年分の日水位データから、各観測所地点における任意の高さの水位超過回数を求め、グラフ化した（図-3、水位超過回数曲線）．これを観測所間で縦断的に線形内挿することにより、区間内の定期横断測量線上（200m ピッチ）における水位超過回数曲線を推定した（図-3）．ここで、定期横断測量の LH データと水位超過曲線を照合することで、横断の任意地点における冠水頻度が求まることになる（図-3）．これを、さらに GIS 上で内挿補完し、区間内の任意地点における冠水頻度を算定し、冠水頻度マップを作成した（図-4）．なお、GIS を用いて冠水頻度を面的に展開する際、50m メッシュを採用した．

対象区間内に存在した 39 箇所の氾濫原水域でイシガイ類の生息有無を調査した．また、調査した氾濫原水域の冠水頻度を、上述の冠水頻度マップとの重ねあわせにより決定した．イシガイ類の生息有無を従属変数、冠水頻度を独立変数としたロジスティック回帰分析を行い、統計的有意性を確認した上で、イシガイ類の生息有無を予測する回帰モデルを構築した（図-5）．回帰モデルに各メッシュの冠水頻度を代入することで、モデル評価値を面的に展開した回帰モデル評価マップを作成した（図-6）．モデル評価値は、水域の有無を無視した形でイシガイ類の生息可能性を確率として与える．ロジスティック回帰曲線（図-5）を参照した結果、モデル評価値 0.15-

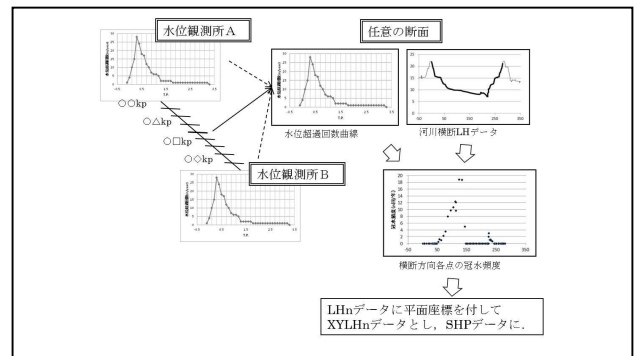


図-3 水位観測所における日水位と横断測量成果を用いた任意断面における冠水頻度の作成フロー

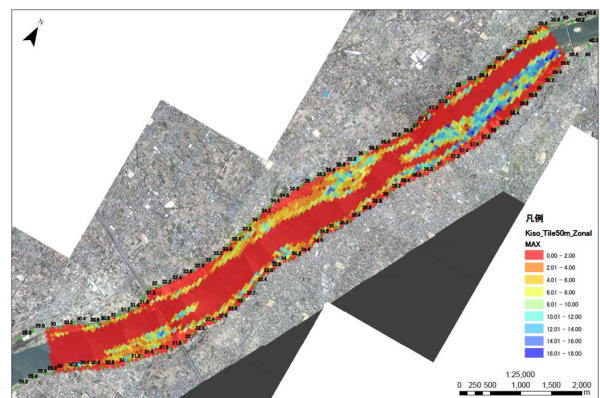


図-4 冠水頻度マップ

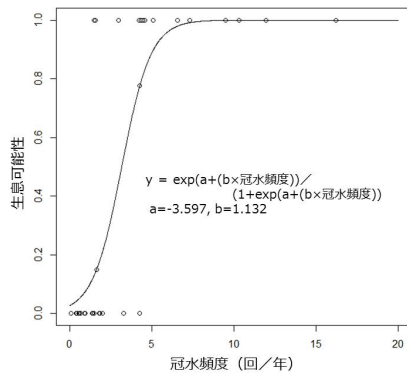


図-5 木曾川におけるロジスティック回帰モデル

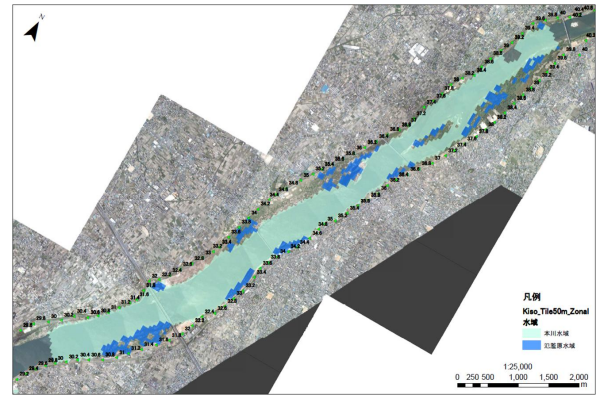


図-7 氾濫原水域マップ

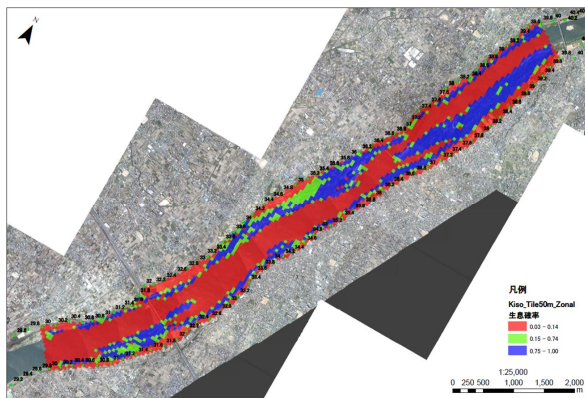


図-6 回帰モデル評価マップ

0.75の間では、同じ冠水頻度であっても生息している水域と生息していない水域が確認された。そこで、モデル評価値に基づく3段階評価として、0.15未満を「低」、0.15-0.75を「中」、0.75以上を「高」と設定し、各50mメッシュに与えた。

(2) 氾濫原水域マップの作成

河川環境基図に含まれる水域SHPデータと対象区間の空中写真を重ね合わせることで、氾濫原水域の分布を決定し、任意の50mメッシュ地点における水域の有無を表す氾濫原水域マップを作成した(図-7)。

(3) 生息ポテンシャル評価マップの作成

モデル評価値に基づく3段階評価と氾濫原水域の有無による2段階評価を統合して生成される6評価区分を面的に展開し、総合評価を行うための生息ポテンシャル評価マップを作成した(図-8)。

4. 保全・再生適正地の抽出

モデル評価値を与える回帰モデルは、冠水頻度を変数に持つことから、氾濫原再生のために実施する掘削の規模とコストを示唆する。つまり、モデル評価値が「中」もしくは「高」の場合、掘削規模は相対的に小さくて済むため効率的な再生が見込める。それゆえ、6評

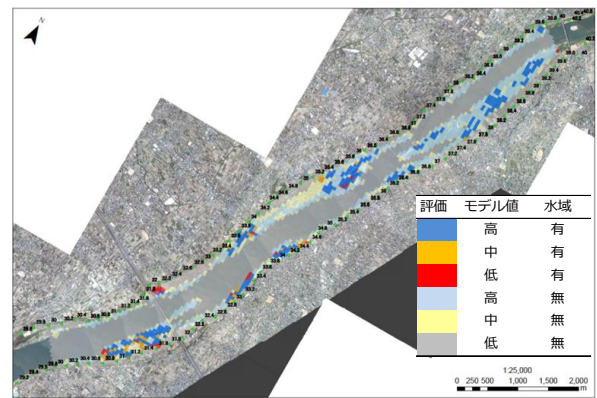


図-8 イシガイ類の生息ポテンシャル評価マップ

価区分のうち、中一有(橙色)、高一無(水色)、中一無(黄色)が、再生適正地と判断される。「中一有」は既にある水域の冠水頻度を、水域周辺域の掘削や導水路の整備等により少し増大させることで再生が見込めると考えられる。また「高一無」は水域を造成することで再生が見込める。「中一無」は、水域を造成するとともに冠水頻度を上昇させる掘削を行うことで再生が見込める。一方、「高一有」は既存の水域の冠水頻度の条件が良いと考えられ、現状において良好な氾濫原水域が存在すると考えられるため、保全すべき場所と判断される。逆に、「低一無」は冠水頻度の条件が悪い上、水域もないことから、効率的な再生は望めない場所と判断される。

5. まとめと今後の課題

本研究では、直轄河川区間で整備されている既存のデータセットを用いて、河道内におけるイシガイ類の生息ポテンシャルを評価し、生態的側面からみた河道内氾濫原の簡易な評価手法を開発した。イシガイ類の生息に関する回帰モデルが他の河道においても適用できるという前提に立てば、今回使用した地形・水文データが揃っている直轄河川や他の河川においても、同様のモデル・評価手法を適用し、河道内氾濫原の環境評価を行なうことが可能である。しかし、実際には、イシガイ類の生息を



図-9 木曽川(a)と木津川(b)の景観

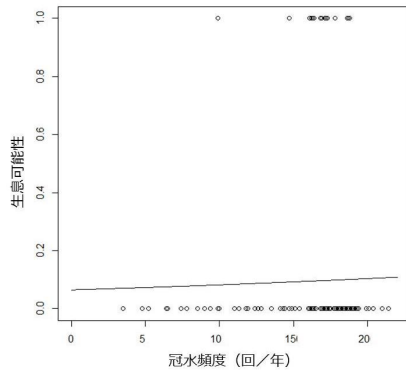


図-10 木津川におけるロジスティック回帰の結果

予測する回帰モデルの適用性について課題があることが判明している(課題1)。また、冠水頻度推定のための水位データを基にした水位超過回数曲線の縦断的内挿法においても課題が残っている(課題2)。

(1) 課題1：回帰モデルの適用性

本研究において構築したイシガイ類の生息に関する回帰モデルは、異なる特性を持つ河道では適用できないことが判明している。木津川のセグメント2-1(河床勾配1/1,100)のように砂州や流路の動きが活発である河道(図-9b)では、イシガイ類の生息有無を冠水頻度のみでは説明できなかった(図-10)。しかし、説明変数として「水域周辺の植生の有無」を加えると、モデルの予測性が大きく改善されることが予備的な解析から判明している。つまり、木津川では、冠水頻度が高くかつ植生が繁茂できるくらい攪乱力が小さい水域においてイシガイ類の生息が確認されるということを示している。

この結果は、本研究で構築した回帰モデルが、木曽川のセグメント2-2(低平な自然堤防帯)のように、主流路の河床低下が進行して陸域が樹林化し、氾濫原水域の冠水頻度が高くても増水時の攪乱力は小さくなるような安定化した河道(図-9a)において適用可能であることを示唆する。

このことから、セグメント2と判断される区間においても、イシガイ類の生息制限要因が異なる河道区間を見極め、適切なモデルを構築し、適用することが今後必要

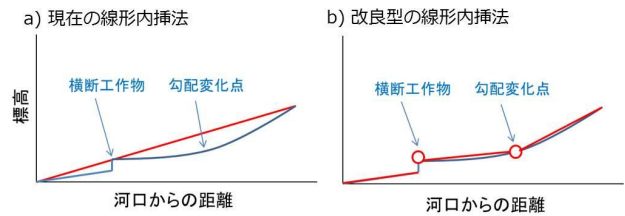


図-11 本研究で採用した線形内挿法(a)と改良案(b)のイメージ

である。それにより、本評価手法の適用範囲を広げることが可能となる。

(2) 課題2：水位超過回数曲線の縦断的内挿法

水位超過回数曲線の縦断的内挿法について、本研究では、最初の試みとして、2つの水位観測所間で単純に線形内挿を行うという最も簡易な手法を採用した(図-11a)。この手法は、極めて簡便である一方、勾配の不連続点や変化点を考慮できないため、観測所間にそれらが存在する場合、実際の水位と大きな誤差を生じる可能性がある。簡便なデータ処理法を保持しつつ、本評価手法の適用河川を広げるためには、今後、観測所間に存在する勾配の不連続点と変化点を中継する線形内挿法(図-11b)を確立する必要がある。

謝辞：本研究の実施にあたり、中部地方整備局木曽川上流河川事務所ならびに近畿地方整備局淀川河川事務所の担当者の方にご協力いただいた。また、本研究の一部は、環境省の公害防止等試験研究費の助成を受けて実施した。

参考文献

- 1) Tockner K & Stanford JA: Riverine flood plains: present state and future trends, *Environmental Conservation* Vol.29, pp.308-330, 2002.
- 2) Negishi JN, Sagawa S, Sanada S, Kume M, Ohmori T, Miyashita T, & Kayaba Y: Using airborne scanning laser altimetry (LiDAR) to estimate surface connectivity of floodplain water bodies, *River Research and Applications*, Vol.28, pp.258-267, 2012.
- 3) Negishi JN, Nagayama S., Kume M., Sagawa S., Kayaba Y., & Yamanaka Y: Unionoid mussels as an indicator of fish communities: A conceptual framework and empirical evidence. *Ecological Indicators*, Vol.24, pp.127-137, 2013.
- 4) Aldridge DC, Fayle TM, & Jackson N: Freshwater mussel abundance predicts biodiversity in UK lowland rivers, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Vol.17, pp.554-564, 2007.