

河道内氾濫原環境の評価手法の開発

永山滋也・原田守啓・萱場祐一

1. はじめに

氾濫原は、河川の増水時に冠水するエリアであり、それによって特徴付けられた環境を持つ河川景観要素の一つである。氾濫原には特性の異なる水域（以降、氾濫原水域）が多数形成される。それらは、水生生物群集の多様性や現存量を左右する重要な要素である。

現在、我が国の直轄河川区間における氾濫原は、連続堤によって空間的に制限されている。この堤防間に挟まれた領域（堤外地）にある氾濫原を、本論では“河道内氾濫原”という。河道内氾濫原は、空間的な制限だけでなく、流送土砂量や流量の変化といった人為的な複合要因により、その環境特性もここ50年ほどの間に大きく変質してきた¹⁾。それでも、現存する河道内氾濫原の水域は、水生生物の重要な生息場となっており²⁾、その保全や再生が重要な課題となっている。

氾濫原の保全や再生を効率的に行うためには、第一に、河道内氾濫原の現状が適切に評価される必要がある。また、評価を広範囲かつ定期的に行うためには、広範囲に継続的な取得が見込まれるデータを使用すること、簡易な評価手法を開発することが必要である。そこで、近年、氾濫原生態系の指標生物として有効性が示されている淡水二枚貝イシガイ類³⁾をモデルとして、直轄河川区間で広範囲かつ継続的に取得されているデータセットを用い、河道内氾濫原環境を簡易に評価する手法を開発したので報告する。なお、本論は、永山ほか（2014）³⁾を基にして、評価手法、精度、河川管理への活用、課題について、簡潔に整理し直したものである。

2. 評価手法の考え方

河道内氾濫原環境を評価するモデルとして、多くの直轄河川区間の氾濫原水域に生息しており、氾濫原を含む低地河川生態系の指標生物としての

有効性が示唆されるイシガイ類³⁾を用いることとした。氾濫原水域におけるイシガイ類の生息は、冠水頻度によって説明されることが、木曾川下流部における研究から明らかになっている²⁾。そこで、本論では木曾川下流部（29.8-39.6kp、勾配1/4,800、セグメント2-2）を例として、河道内の平面的な冠水頻度の分布を推定し、イシガイ類の生息可能性を見積り、それを評価軸の1つとして、河道内氾濫原環境の評価を試行することにした。

なお、イシガイ類の生息制限要因として冠水頻度以外の要因が選ばれる河川の場合、冠水頻度と同様に、その要因を面的に表現することで、本論で示すのと同様の評価が可能となる。こうした、河川によってどの要因（どの生息可能性予測モデル）を使うべきかという問題は別途存在する。これについては、最後の「7. 課題」に記した。

3. データ収集と整理

3.1 水位観測所日水位データ

評価を実施する対象区間内および対象区間を包含する水位観測所における10年間の日水位データを、国土交通省が提供する水文水質データベース（<http://www1.river.go.jp/>）から収集し、水位を標高値に変換して整理する。

本論では、木曾川の笠松観測所（40.3kp）と起観測所（34.3kp）の2002年から2011年のデータを使用した。

3.2 河川定期横断測量と距離標基準点測量データ

河川縦断方向に200m間隔で取得されている定期横断測量データ（LHデータ）と距離標基準点測量データを、対象河川を管理する河川事務所から収集する。距離標基準点測量データは、横断測線上のLHデータを公共座標による平面座標に変換するために用いる。なお、LHデータの取得年は、次に記す河川環境情報図GISデータと同時期のものを用いることが理想的である。

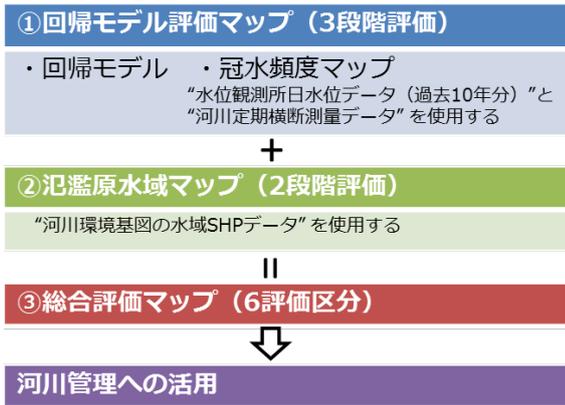


図-1 河道内氾濫原環境の評価フロー

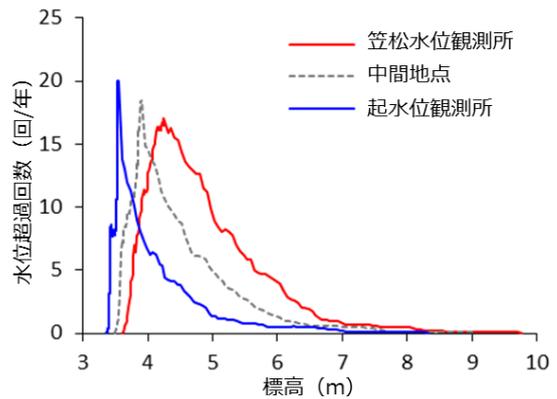


図-2 水位超過回数曲線の内挿イメージ

本論では、2010年のLHデータと2007年の河川環境情報図データを用いた。

3.3 河川環境情報図（河川環境基図）GISデータ

国土交通省が提供する河川環境データベース (<http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/>) から、河川環境情報図の基図（以下、河川環境基図）GISデータを収集し、そこに含まれる水域シェープ（SHP）データを活用する。水域SHPデータは、開放水面の輪郭を空中写真で判読してトレースされたものであり、氾濫原水域が含まれている。

4. 河道内氾濫原環境の評価手法

4.1 回帰モデル評価マップの作成（①）

開発した河道内氾濫原環境の評価手法のフローを図-1に示す。

まず、イシガイ類の生息可能性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）を作成する。評価を試行する木曾川では、個々の氾濫原水域を対象とした現地調査データに基づく解析から、冠水頻度のみを説明変数とした以下の回帰モデルが得られているので、これを使用した。

$$y = \frac{\exp(-3.491+1.026x)}{1+\exp(-3.491+1.026x)} \quad \text{----式 (1)}$$

ここで、yはイシガイ類の生息可能性（0～1）、xは冠水頻度である。

次に、冠水頻度マップを作成する。まず、各水位観測所における水位変動特性をあらかじめ評価し、水位観測所間の区間について縦断的な距離に応じて線形補間することによって、任意の断面に

おける水位変動特性を推定した（図-2）。各水位観測所における水位変動特性は、収集・整理した日水位データを基に、「“標高”と“その標高を水位が超過して再度下回る回数”」により表す水位超過回数曲線として整備した。水位超過回数曲線のピークから右側は、任意の高さが増水によって冠水する回数を表しており、氾濫原の冠水に着目する上で重要な情報となる。線形補間（内挿）は、水位超過回数曲線のピークから右側の曲線がとる横軸（標高）の範囲を100等分し、各水位観測所の対応する番号の点同士を直線で結ぶことにより行った。こうして生成された任意断面の水位超過曲線を、対応する定期横断測量線のLHデータと照合することにより、横断測量線上の任意地点の標高に対応する水位超過回数が求まる。これを冠水頻度とみなした。

続いて、横断測量の各測点について求められた冠水頻度のSHPデータから、標高を面的に表現するTINデータを生成して空間内挿を行い、TINデータを10mメッシュのラスターデータに変換し、別途作成した50mメッシュのタイルポリゴンの各メッシュに含まれるラスターデータの最大値を抽出して、冠水頻度マップを作成した（図-3a）。地形情報の空間解像度、GIS上での情報処理の簡便さを総合的に勘案し、空間統計処理を行う1単位区画は、50mの正方形メッシュとした。

各メッシュにおいて、冠水頻度を回帰モデルに代入することにより、イシガイ類の生息可能性を表すモデルの計算値を得た。この値を「高：0.75以上」、「中：0.15から0.74」、「低：0.14以下」の3段階に分け、回帰モデルマップを得た（図-3b）。

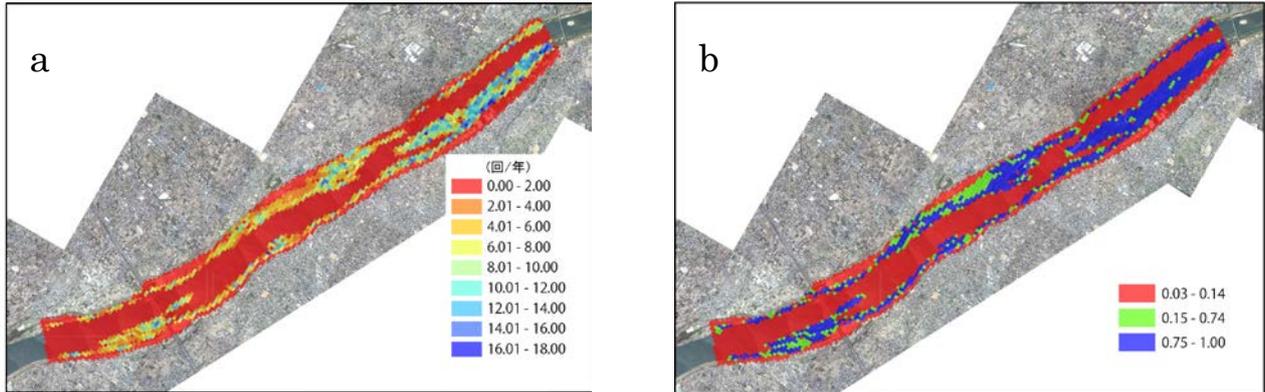


図-3 冠水頻度マップ (a) と回帰モデルマップ (b)

4.2 氾濫原水域マップの作成 (②)

対象区間における河川環境基図の水域SHPデータをGIS上で表示し、ワンドやたまりといった氾濫原水域を抽出した。抽出した氾濫原水域SHPデータと50mメッシュを重ね、氾濫原水域を含むメッシュを機械的に抽出することにより、氾濫原水域の有無を表す氾濫原水域マップを得た(図-4)。

4.3 総合評価マップの作成 (③)

モデル評価値に基づく3段階評価(①)と氾濫原水域の有無による2段階評価(②)の組み合わせにより6段階の評価区分を設定した(表-1)。この評価を各メッシュで行うことにより、総合評価マップを得た(図-5)。なお、評価手法の特性上、本川部分も評価されてしまうが、それ自体に意味はないので無視する。冠水頻度も同様である。

表-1 総合評価に用いた6段階評価区分

評価項目		評価区分
モデル評価値	氾濫原水域	
高(≥0.75)	有	A
	無	A'
中(0.15-0.74)	有	B
	無	B'
低(≤0.14)	有	C
	無	C'

5. 評価手法の精度

木曾川の対象区間内に存在する37箇所の氾濫原水域における現地調査結果と、総合評価を比較することにより、精度の検証を行った。イシガイ類の生息に適すると判断される評価Aには、生息

水域の88.2% (15/17) が該当し、適さないと判断される評価CとC'には該当しなかった。ただし、評価Aにはイシガイ類の非生息水域も含まれていた。これらの結果は、本評価手法がイシガイ類の生息水域をほぼ見落とさない一方で、やや過大評価の傾向にあることを示す。しかし、他の非生息水域は、水域「無」の評価A'とB'、生息可能性がやや劣る評価Bに該当していた。それゆえ、イシガイ類の生息に不適な場所の評価についても、一定の予測精度が示された。

水域はあるが、評価マップでは水域「無」と判定された水域が12箇所あった。これは、基礎データである河川環境基図に、元々水域として記録されていないことに由来する。河川環境基図の水域データは、空中写真判読によって作成されているため、水域が小さく樹冠に覆われる等の理由から判別されなかった可能性が考えられる。しかし、これら12箇所のうち、イシガイ類が生息していたのは1箇所のみで、その評価はA'であった。それゆえ、たとえ水域「無」と評価されても、冠水頻度の観点から高い評価が与えられており、評価精度を大きく損なうものではなかった。

6. 河川管理への活用

総合評価マップから、現状、イシガイ類の生息可能性が高い評価Aは、「保全(必要に応じた適切な管理)」すべきエリアと判断され、安易な改変を行うべきではないと考えることができる。評価A'、B、B'は、水域の造成や冠水頻度を向上させる小規模な整備によって、生息場機能を高められる可能性があることから、「再生」の適性地と判断できる。評価CとC'は、モデル評価値が低く、他よりも冠水頻度が低い(平水位比高が大きい)

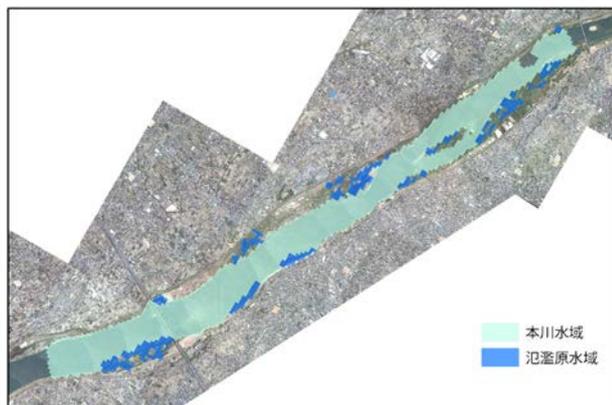


図-4 氾濫原水域マップ

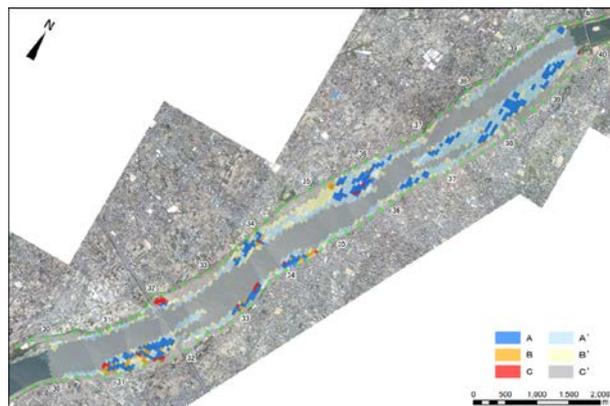


図-5 総合評価マップ

エリアなので、冠水頻度の向上や水域の造成を行うには、作業規模が大きくなるため、再生の優先度はやや低くなると考えられる。

こうした評価をベースに持ち、直轄河川で盛んに実施されている高水敷掘削の実施場所を決めるならば、治水安全度の確保と河道内氾濫原環境の改善を効率よく行える可能性がある。また、流下能力図と類似の形式（左右岸別、一定縦断間隔）で評価を図化することにより、河川整備計画や自然再生計画の立案において、治水と氾濫原環境を同じ土俵で議論することが可能になると考えられる。

7. 課題

本論で使用した回帰モデルは、木曾川で構築されたものである。そのため、河道特性が異なり、イシガイ類の生息条件も異なる河川では使用できない。今後、様々な河川で評価を実施するためには、全国の直轄河川区間をいくつかのタイプに分け、各タイプに適したモデルを構築することが必要である。

また、冠水頻度を求めるために行った線形内挿は、対象区間内に存在する勾配変化点（堰も含

む）を考慮できず、特に勾配変化点付近で推定誤差が大きくなる。今後、評価の精度と汎用性を高めるためには、簡便な方法を維持しながらも、勾配変化点を考慮した推定が求められる。

謝 辞

国土交通省中部地方整備局木曾川上流河川事務所から空中写真および測量データを提供していただいた。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) 根岸淳二郎、萱場祐一、佐川志朗：氾濫原の冠水パターンの変化とその生態的な影響－淡水二枚貝の生息状況の観点から、土木技術資料、第50巻、第11号、pp.38～41、2008
- 2) Negishi, J. N., Nagayama, S., Kume, M., Sagawa, S., Kayaba, Y., and Yamanaka, Y.: Unionoid mussels as an indicator of fish communities: A conceptual framework and empirical evidence, *Ecological Indicators* Vol.24, pp.127-137, 2013
- 3) 永山滋也、原田守啓、萱場祐一：イシガイ類を指標生物としたセグメント2における氾濫原環境の評価手法の開発：木曾川を事例として、応用生態工学、第17巻、第1号、pp.29～40、2014

永山滋也



(独)土木研究所つくば中央研究所
水環境研究グループ自然共生研究センター 研究員、農博
Dr. Shigeya NAGAYAMA

原田守啓



(独)土木研究所つくば中央研究所
水環境研究グループ自然共生研究センター 専門研究員、工博
Dr. Morihiko HARADA

萱場祐一



(独)土木研究所つくば中央研究所
水環境研究グループ河川生態チーム 上席研究員、工博
Dr. Yuichi KAYABA