

# 河川環境総合評価検討

## Study of Comprehensive Evaluation of River Environment

河川・海岸グループ 研究員 中村 健  
 生態系グループ グループ長 坂之井和之  
 生態系グループ 研究員 内藤 太輔  
 水循環・まちづくりグループ 研究員 阿部 充

### 1.はじめに

北海道の一級河川の河川環境を評価するため、河川の物理環境（土砂・河道）による評価方法の検討、その評価方法の生物データによる検証、及び風土・景観に関する評価方法を検討した。検証は十勝川他2河川を対象に行った。

### 2.評価方法の検討

2-1 物理環境による河川環境評価方法の検討  
 河川環境をいくつかの指標についてデータ化し、過去の人為的改变の少ない状態をリファレンスとして、現状のリファレンスからの乖離度（距離）で評価する手法の検討を行った。さらに、乖離度と生物（魚類等）の生息状況との関係をみることで、乖離度による評価の妥当性について検討した。指標については、河川環境の主要な変化を表すことのできるものとした（表-1）。生物データは河川水辺の国勢調査結果を利用し、魚類の指標種の出現状況や群集構造のDCA分析結果等と乖離度との関係を分析検討した。

表-1 データ化した物理指標一覧

指標の観点	構成要素	指標	指標に用いた調査データの計算方法
河川構造	河道	蛇行度	流域延長距離 / 直線距離
	状況	河道幅 / 水面幅比	区間の代表断面1箇所での値
	水際	水際の複雜さ	水際延長距離 / 流心部の延長距離
		水際植生（河畔林）	水際部の樹林延長距離 / 水際延長距離
	州	河道の裸地	砂州・砂礫堆の裸地面積割合
		横断形状	砂州の裸地面積 / 砂州の断面積
	流路内	二極化係数	横断測量結果より代表断面における低水路の平均河床高（E1m）と最高河床高（E1d）の差分EL（m）を求め、これを二極化係数とする。
		代表粒径	河床材料調査結果より $= -\log 2d (d=600 (mm))$
		均等係数	河床材料調査結果より求める
	横断連續性（十勝川で検討）	洪水時水面幅（m）	横断測量結果より平均年最大流量時の水位に見合う水面幅を求める
		融雪時水面幅（m）	横断測量結果より4～6月の最大流量時の水位に見合う水面幅を求める
人為改変	土地利用	河道内土地利用	河道内人工地の面積割合
	改修	護岸	人工地面積 / 陸域面積
	異常	自然水際率（両岸）	低水路の自然水際距離 / 水際延長距離
	サブ水域・湛水域	サブ水域の面積割合	サブ水域の面積 / 開放水面面積
	流路内の植生・	高水敷樹林の面積割合	高水敷の樹林面積 / 高水敷面積

### 2-2 風土・景観の評価方法の検討

風土・景観の評価については、物理環境で用いた乖離度の景観評価への適用可能性を景観用チェックシート

ト（景観構成要素ごとに点数化し評価）による評価との比較より検証した。河川景観の評価に用いられる既存の手法を整理したうえ、物理環境で検討した“乖離度”に修正を加えた評価方法を選定した。選定にあたっては、北海道の河川全般に適用することを考慮し、汎用性が高く、簡易にできることを重視した。

### 3.物理環境による河川環境評価方法の検証

生物の生息状況と物理環境の変化には関連性がある（物理環境が変化した場合は生物の個体数・種数に反映されるだろう）という仮定のもと検討した。物理環境の変化として、人為的な改変が少ない状態を基準とし、現状の変化を乖離度として表現し、生物データとの照らし合わせにて検証を行った。

#### 3-1 乖離度の算出

物理環境の評価手法はリファレンス方式とし、物理環境（表-1）のリファレンスを昭和40年代とし、現状（平成17年頃）とリファレンスとの乖離度により評価した。

リファレンスサイトのデータは河川水辺の国勢調査（魚類調査）実施地点を含む2～5kmの範囲を空中写真から判読しデータ化した。テストサイトのデータは平成17年に撮影された空中写真等より、直轄区間全体を1kmピッチでデータ化した。

主成分分析によりテストサイトの主成分得点を求め、リファレンスサイトの主成分得点の重心からの距離を算出し、これを乖離度とした。

$$\text{乖離度}(i) = \sqrt{(\bar{x} - x_i)^2 + (\bar{y} - y_i)^2 + (\bar{z} - z_i)^2 + \dots}$$

$\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$  リファレンスに該当するサイトの主成分軸  
 $x, y, z$  の主成分得点の平均値

$x_i, y_i, z_i$  テストサイト( $i$ )における主成分軸 $x, y, z$  の主成分得点

主成分得点のプロット図(図-1)を見るとリファレンスと評価地点では明確にプロット位置が異なり、選定した物理指標でリファレンスと評価地点の差異を表現できることが確認された。また、乖離度のヒストグラム(図-2)においてもリファレンスの乖離度は小さい方にまとまっている、物理環境の変化は乖離度で適切に表現できると考えられる。この結果から、物理環境の変化を乖離度で定量化し評価値とすることとした。

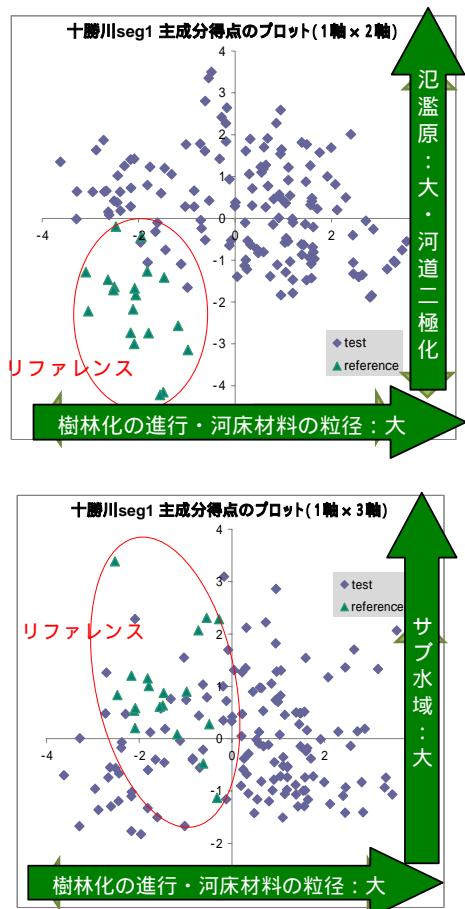


図-1 主成分得点のプロット(十勝川 セグメント1)

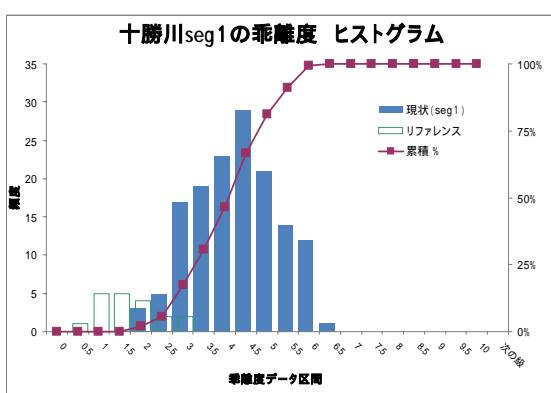


図-2 乖離度の分布(十勝川 セグメント1)

### 3-2 生物データによる検証

前記の乖離度が生物の生息環境とどのような関連性を有するかを確認し、生物の健全性に対する意味合いを検証するため、指標種(表-2)の出現状況との関係、群集構造特性との関係および多様度等の各種の生物指標との関係について分析した。

#### (1) 指標種の出現状況と乖離度との関係の整理

生物調査(河川水辺の国勢調査の魚類調査)が実施されているサイトについて乖離度と生物データから求めた各種の指標との相関分析を行い、乖離度による物理環境評価の有効性や適用範囲等に関する検証を行った。セグメント1では乖離度が大きくなる(このケースでは、粒径が大きくなる方向と一致)とハナカジカの個体数が増える傾向となった。(図-3) 乖離度は改变程度を指標していることから、一般的には右下がりの関係が想定されるが、ハナカジカは礫床を好むことを考慮するとこの関係は整合する。その他の種に関しては乖離度と出現状況との関係においては明確な関係性が得られなかった。

表-2 設定した魚類指標種

指標種	選定理由・特性
サクラマス	通し回遊魚である。 全道の多くの河川に生息する。
アメマス	通し回遊魚である。 全道の多くの河川に生息する。
イバラトミヨ	産卵時に巣をつくる(巣を作る環境が必要)
スナヤツメ	河床の状態の指標となる。 河床の砂利の組成が重要。 幼生は河岸に植物があるような箇所に生息する。
ハナカジカ エゾハナカジカ	河床の状態の指標となる。 生息環境として浮き石があることが重要。 ヨシノボリ、ウキゴリで代用することも可。
外来種	選定理由・特性
ニジマス	全道のどの河川にでも生息している(外来種)。 サクラマス・アメマスの生息状況との対比の上で重要。

乖離度 × 高次捕食者(ハナカジカ)  
個体数

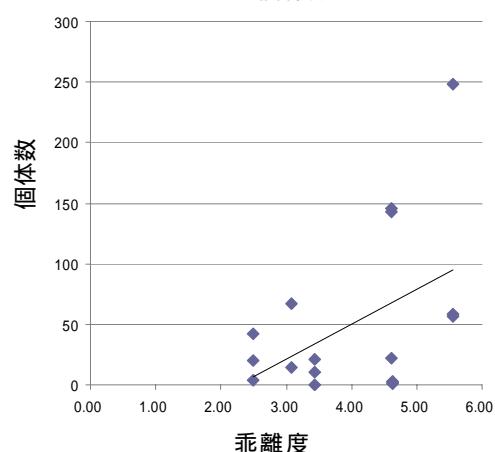


図-3 乖離度と有意な相関が見られた指標の散布  
(十勝川 セグメント1)

## (2) 生物群集と乖離度との関係の整理

乖離度と生物種との関係に明確な関連性が得られなかったため、生物群集との関係について評価することとした。手法は DCA 分析（傾向化除去対応分析）を用いた。生物群集のデータは十勝川における河川水辺の国勢調査結果のうち、2 巡～4 巡の調査結果を用いた。

DCA : Detrended Correspondence Analysis

(傾向化除去対応分析)

種の優占度のみを用いて間接的に種と環境との対応関係を考察する間接環境勾配分析方法の一つであり、現在、群集生態学で最も広く使われている手法である。DCA 分析により、各調査地点の生物群集が少数の軸上に要約されることから、得られたスコアをグラフ上にプロットすることにより、類似したグループを集めて、それを視覚的に軸上に表現することができるため、調査地点間の群集の相対的な類似性を容易に把握することができる。

また、生物群集の特徴を軸上のスコア（数値）として扱うことができるため、環境のデータと生物群集の関係の有無を数値上で検討できることが特徴である。

DCA 分析の結果を図-4(2)に示すが、群集構造の相対的な類似性を指標する DCA 軸と乖離度が一定傾向の関係を持つことが確認できた。また、このケースの乖離度及び DCA 2 軸は河床材料の粒径に強い相関を持っているが（図-1 上図、図-4(1) 参照）、軸の持つ意味合いの解釈の面でも整合がとれている。

また、乖離度と DCA スコアの分布と乖離度の関係を見ると、群集構造が類似の地点は乖離度での評価も一定の対応関係にある。（図-5）

以上より、DCA 分析における群集構造の序列が乖離度と一定の関係を有することなどが検証され、リファレンスとの乖離度による評価値が魚類の生息環境をも考慮した評価となっていることが確認された。

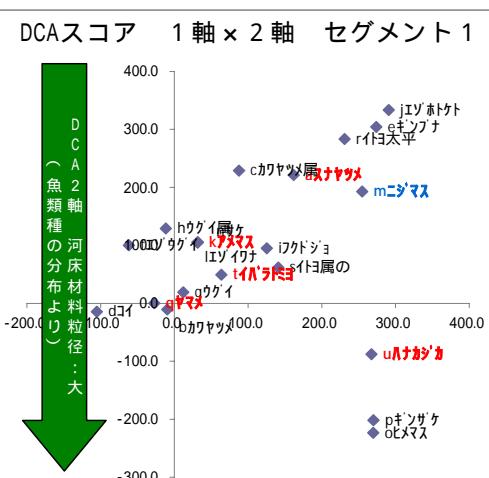


図-4(1) DCA 分析による種の配置結果  
(十勝川 セグメント 1)

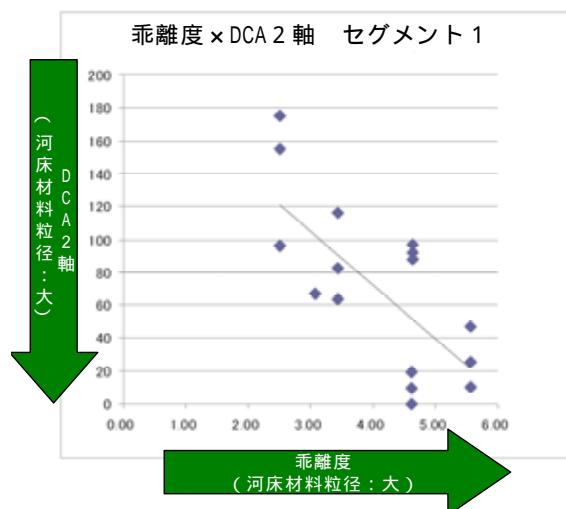


図-4(2) DCA 分析による種の配置結果  
(十勝川 セグメント 1)

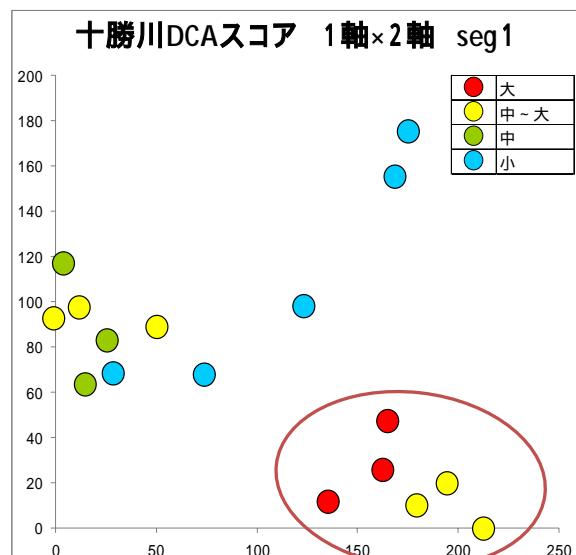


図-5 DCA スコアの散布図と乖離度による  
4 段階評価結果の重ね合わせ (十勝川 セグメント 1)

## (3) 分類学的多様度と乖離度との関係の整理

物理環境の乖離度と生物の生息状況の変化の関係性の検証のため魚類の指標種の出現状況や群集構造との比較のほか、多様度との関係についても比較を行った。具体的には十勝川のデータを用いて、分類学的多様度と乖離度との相関関係を見た。

分類学的多様度 :

+ : 種の在・不在のみで分析

\* : 個体数も考慮して分析

- 同じ種数であっても、系統分類上離れた種がみられる方が、近いものしかみられないところよりも多様度が高いとの考えに基づく。

- 上位分類群を考慮し、各種間の分類学的距離を定量化するため、例えば、i番種とj番種の分類学的距離  $w_{ij}$  を、同じ種なら0、異なる種だが同じ属なら1、異なる属だが同じ科なら2というように順々に数値を与え、それを元に多様度を計算する。
- 在・不在のデータからは“+”を、個体数を含むデータからは“\*”を求めることができる。

乖離度と分類学的多様度(+)をプロットし、相関係数を求めた。乖離度との相関性は低く、明確な関係は見出せなかった。

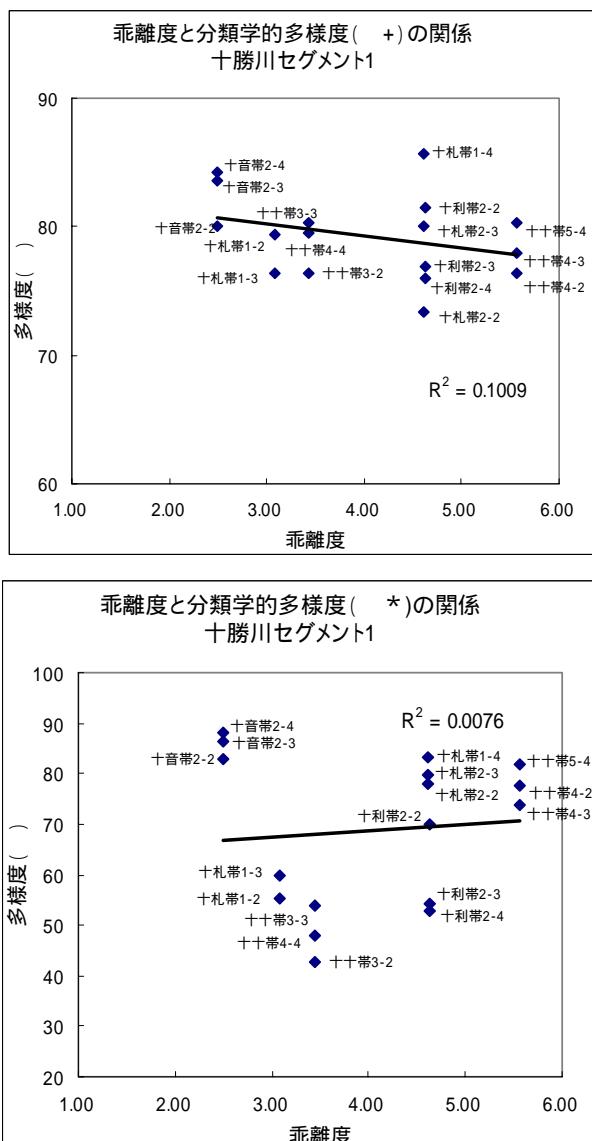


図-6 乖離度と多様度(\*)の関係  
(十勝川 セグメント1)

#### 4. おわりに

物理環境の変化を乖離度で評価することの妥当性が確認された。

さらに、物理環境の乖離度で生物の生息状況の変化を評価できるか生物データ(魚類の出現状況、群集構造、多様度)にて検証をした。その結果、群集構造と乖離度は一定の関係を有することが検証された。一方、生物の出現状況ではハナカジカの生息条件とは一定の関係性を得られたが、他の種については明確な関係性は得られなかった。同様に多様度と乖離度との関係も明確な関連性は把握できなかった。

これは、生物データとして水国調査地点のデータを用いたが調査地点数が限られていることもあり乖離度の分布に幅広く対応しきれていないことが一因と考えられる。

今回の検討にて、河川環境の状態の評価を物理指標のリファレンス(昭和40年代)との乖離度で評価する手法を提案できた。この手法を適用して河川環境の状態の評価が可能となり、自然再生事業等の優先度などの判断基準となることが期待される。

#### <参考文献>

- 農業土木学会誌: 山中武彦、浜崎健児、嶺田拓也「生物・社会調査のための統計解析入門: 調査研究の現場から(その9)」、2005
- 農業土木学会誌: 合崎英男「生物・社会調査のための統計解析入門: 調査研究の現場から(その10)」、2005
- 大垣俊一:「多様度と類似度、分類学的新指標」、2008
- 小路剛志、藤田光一:「景観評価指標を用いた都市河川の景観分析」、2010
- 河川環境目標検討委員会:「川の環境目標を考える: 川の健康診断」、2008