

魚の行動モードを考慮した河川生息環境評価手法に関する研究

(株)エイトコンサルタント 正員 楊継東
山口大学工学部 正員 関根雅彦, 浮田正夫, 今井剛

1. はじめに

近年, 治水機能や利水機能だけでなく, 河川環境保全を目的とした多自然型工法による河川改修の試みが各地で展開されてきている. これに伴い, 河川改修による河川生態系への影響, 特に河川生態系の上位を占める魚類の生息環境への影響を評価するための手法が求められている.

2. 魚の行動モード

一般に魚類には, 摂餌, 休息, 逃避, 産卵等の異なる行動状態があり, ある魚がどの行動状態であるかによって選好性が変化していると考えられる. 本研究では, この行動状態を「行動モード」と呼び, 個々の行動状態を「摂餌モード」, 「休息モード」などと呼ぶことにする^{1), 2)}. これまでの生息場評価手法では, このような行動モードの変化を考慮した例はほとんどない. しかし, 瀬と淵など, 異なる環境条件の組み合わせの効果を評価しようとする場合, 行動モードによる環境選好性の変化を正しく評価することが必要である.

3. 行動モードを考慮した魚の生息環境評価モデル

本研究では, 餌を求めて広く動きまわる摂餌モード, 摂餌後や休息時の休息モード, 外敵から逃避したり洪水などで増水した時に避難する逃避モード, 産卵に適した場所を求める産卵モードの4つの行動モードを考える. 各行動モードの総合選好強度式は文献³⁾にならって記すと, 次のようになる.

$$P_m = \prod_{j=1}^J (P_{m,j})^{W_{m,\max}} \quad (1)$$

$$W_{m,\max} = \begin{cases} \max_{j \in V} (W_{m,j}) & V_m \neq \mathbf{f} \\ \infty & V_m = \mathbf{f} \end{cases} \quad (2)$$

$$V_m = \left\{ j \mid (\exists i, i') (P_{m,j,i} \neq P_{m,j,i'}) \right\} \quad (3)$$

P_m : 行動モード $m = \{F, R, H, S\}$ における総合選好強度. ただし, F は摂餌, R は休息, H は逃避, S は産卵の各行動モードを表す.
 $P_{m,j}$: 行動モード m の時の環境因子 j に対する選好強度. ただし, $j = \{f, v, h\}_{m=F}, j = \{c, h, v\}_{m=R}, j = \{b, c, h\}_{m=H}, j = \{s, v, h\}_{m=S}$ である. ここに, f は餌量, v は流速, h は水深, c は遮蔽, b は護岸, s は底質の各環境因子を表す.
 $W_{m,j}$: 行動モード m の時の環境因子 j に対する因子ウエイト
 V_m : 少なくとも一組の代替案 (区間) 間で選好強度に違いが存在するような環境因子の集合. $P_{m,j,i}$ は行動モード m , 環境因子 j についての区間 i における選好強度である.

個々の行動モード時における選好強度式をなんらかの方法で統合する必要がある. ここで, 「行動圏」を導入する. 魚は摂餌モード時には摂餌場で過ごし, 休息モード時には休息場で過ごす, というように, ある行動域を持って活動している. この魚の行動範囲を行動圏 (Home range) と呼ぶ.

摂餌場, 休息場, 逃避場, 産卵場などの生息場は, 現在魚が存在する場所から遠ざかるほど生息場としての価値が低下し, 行動圏を越えると感知することもできないという考えに基づき, 基準となる Box i からみた Box k の感知ウエイト $M_{i,k}$ (式4) を用い, 行動圏内でのある水域 i に対する総合的な選好強度モデルを式(5)で表現した.

$$M_{i,k} = \max \left(1 - \frac{dist_{i,k}}{Sensible\ Distance}, 0 \right) \quad (4)$$

$\max(a, b)$ は a, b のうち大きい方をとる関数
 $Sensible\ Distance$: 感知距離
 $dist_{i,k}$: Box i から Box k までの距離

$$P_i = W_F \left(\frac{\sum_k M_{i,k} \times P_{F_k} \times A_k}{\sum_k M_{i,k} \times A_k} \right) + W_R \left(\frac{\sum_k M_{i,k} \times P_{R_k} \times A_k}{\sum_k M_{i,k} \times A_k} \right) + W_H \left(\frac{\sum_k M_{i,k} \times P_{H_k} \times A_k}{\sum_k M_{i,k} \times A_k} \right) + W_S \left(\frac{\sum_k M_{i,k} \times P_{S_k} \times A_k}{\sum_k M_{i,k} \times A_k} \right) \quad (5)$$

$P_{F_k}, P_{R_k}, P_{H_k}, P_{S_k}$: Box k における行動モード毎の選好強度,
 A_k : Box k の面積である.
 W_F, W_R, W_H, W_S は各行動モードのウエイトであり, 注目する季節に注目する魚が各行動モードで過ごす時間の比率であると考えられることができる.

$$W_F + W_R + W_H + W_S = 1 \quad (6)$$

4. モデル応用及び考察

本研究は、多自然型河川改修が実施されている山口市の2級河川古甲川及び山口県西部菊川町を流れる2級河川貴飯川を対象河川とし、対象魚種はオイカワとした。河川現状を把握した上で、以上に提案した行動モードを導入した魚の生息環境評価手法を用いて、実河川における魚の分布の再現を試みた。モデル計算結果と両河川生物調査結果の比較をそれぞれ図-1、図-2に示す。摂餌モードのみを考慮した計算は、既存の生息環境評価法に相当するものである。図から、魚の行動モードを考慮した評価手法では、魚の分布特性がよく再現できていると考えられる。行動モードを考慮しない場合、近年生態系にとって好ましくないことが知られてきた瀬ばかりが続く河川でも良好な環境として評価されがちであったが、本手法を用いる事により瀬と淵の組み合わせの価値を正しく評価できるようになった。

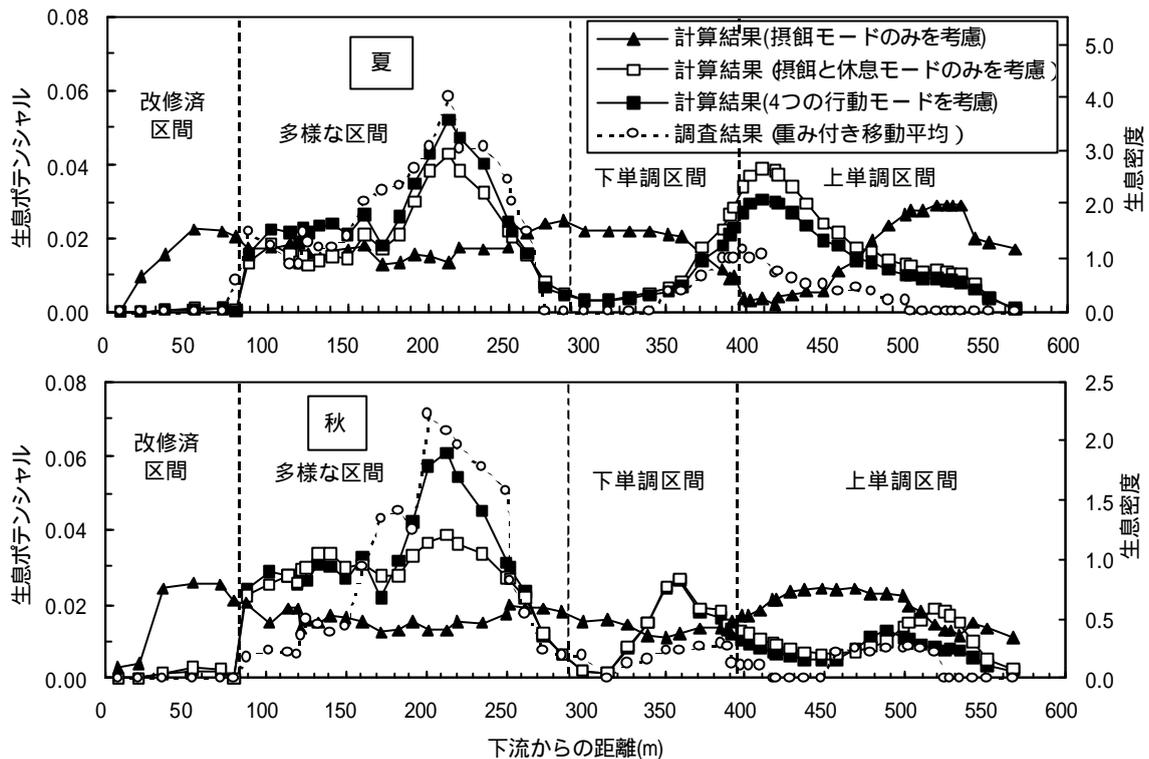


図-1 古甲川における計算結果と調査結果の比較

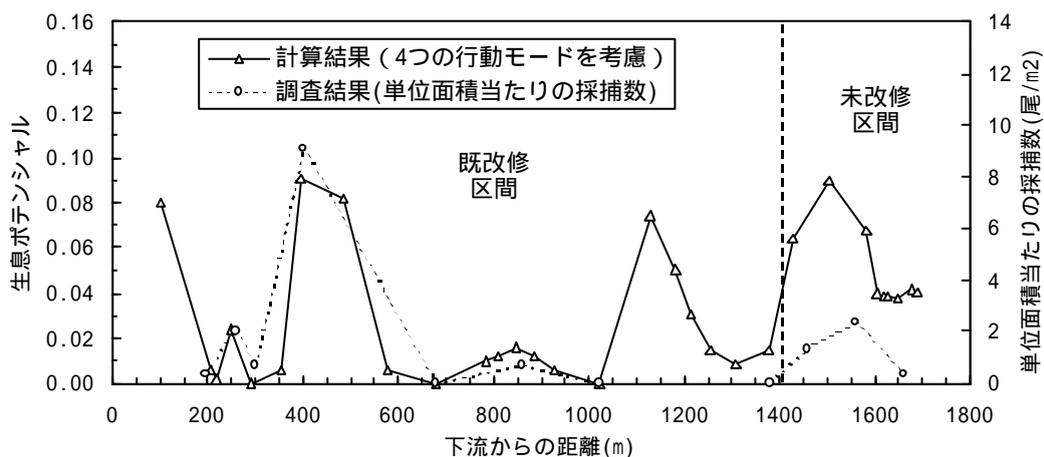


図-2 貴飯川における計算結果と調査結果の比較

参考文献

- 1) 楊継東, 関根雅彦, 今井崇史, 川本泰生, 浮田正夫: 多自然型河川改修効果予測のための魚の生息環境評価手法に関する研究, 環境システム研究, Vol.26, PP.61-66, 1998.
- 2) 楊継東, 関根雅彦, 浮田正夫, 今井剛: 行動モードを考慮した魚の環境選好性に関する実験的研究, 土木学会論文集, No.636/-13, pp.35-45, 1999.
- 3) 関根雅彦, 浮田正夫, 中西弘, 内田唯史: 河川環境管理を目的とした生態系モデルにおける生物の環境選好性の定式化, 土木学会論文集, No.503/-29, PP.177-186, 1994.