

CS-127

活動モードを考慮した魚の生息環境評価手法に関する研究

山口大学工学部 学生員 ○楊継東 正会員 関根雅彦, 浮田正夫, 今井剛

1. はじめに

従来の河川改修は、主として治水と利水との観点から行われてきたが、近年、生態系を重視した魚の住みやすい川づくりや多自然型河川工法による河川改修が各地で試みられている。河川改修に当たり、瀬淵の造成、多孔質護岸の実施、産卵床の設置などが、河川生態系の上位を占める魚類の生息環境にとって有効に作用するのかを客観的に評価する必要がある。そのため、魚類の生息環境を的確に評価する手法が求められている。著者らの研究室では魚の行動圏及び活動モードを考慮した評価手法を提案したが¹⁾、異なる活動モードに対する選好性パラメータのほとんどが推測であった。ここで、オイカワ成魚を対象魚種とし新しい知見を加えて再検討した結果について報告する。

2. 活動モードを考慮した魚の生息環境評価モデル

魚類には、摂餌、休息、逃避、産卵等の行動がある。それに伴う摂餌モード、休息、逃避モード、産卵モード等の活動モードが存在すると考えられる。活動モードによって魚の環境に対する選好性が異なる²⁾。魚類の生息環境を評価しようとする場合、活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是非とも必要である。ここで、餌を求めて広く動きまわって餌を食う摂餌モード、摂餌後や休息時に休む休息モード、外敵から身を守ったり洪水などで増水した時に避難する避難モード、産卵期になって産卵のための場所を探して産卵する産卵モードの4つの活動モードを考える。

一方、魚の摂餌場、休息場、逃避場、産卵場の空間的広がりやそれらの配置関係が多様であるが、魚の行動圏を越えると魚が感知できなくなり無効の場になるという考えから、行動圏で個々の活動モード時における選好強度式を統合することとした。

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は、基準となる Box i からみた Box k の感知ウェイト $M_{i,k}$ を求める式(1)を用いて、4つのモード時における選好強度式を統合し、式(2)で表現されたと考えた。

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

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

$$P_i = W_F \left(\frac{\sum_k M_{i,k} \times P_{Fk} \times A_k}{\sum_k M_{i,k} \times A_k} \right) + W_R \left(\frac{\sum_k M_{i,k} \times P_{Rk} \times A_k}{\sum_k M_{i,k} \times A_k} \right) + W_H \left(\frac{\sum_k M_{i,k} \times P_{Hk} \times A_k}{\sum_k M_{i,k} \times A_k} \right) + W_S \left(\frac{\sum_k M_{i,k} \times P_{Sk} \times A_k}{\sum_k M_{i,k} \times A_k} \right) \quad (2)$$

ここに、 $P_{Fk}, P_{Rk}, P_{Hk}, P_{Sk}$: Box k における活動モード毎（順に摂餌モード、休息モード、逃避モード、産卵モード）の選好強度であり、それぞれ正規化因子ウェイトを導入した乗法形の式(3)³⁾で求める。 A_k : Box k の面積である。 W_F, W_R, W_H, W_S : 各活動モードのウェイトであり ($W_F + W_R + W_H + W_S = 1$)、その季節にどの程度、魚がそのモードで過ごすかによって決めることができる。

$$P^* = \prod_{j=1}^J (P_j)^{\frac{W_j}{W_{\max}}} \quad (3)$$

$$W_{\max} = \begin{cases} \max_{j \in V} (W_j) & V \neq \phi \\ \infty & V = \phi \end{cases}$$

$$V = \{j | (\exists i, i') (P_{ji} \neq P_{ji'})\}$$

3. モデルパラメータ

ここで摂餌、休息、逃避及び産卵等4つのモード時、それぞれ考慮した環境因子は（餌量、流速、水深）、（遮蔽、水深、流速）、（護岸形態、遮蔽、水深）、（底質、流速、水深）である。摂餌モード時、餌量に対する選好強度式はタナゴの選好強度式³⁾を参考に作成した。餌量においては付着藻類調査によって得られたクロロフィル a を窒素含有量に換算した。摂餌モード時流速、水深に対する選好強度式及び休息モード時遮蔽、水深、流速に対する選好強度式は著者らの実験結果²⁾に基づいて定式化した（図-1,2,3）。逃避モード時護岸形態に対する選好強度式は文献¹⁾を参考に設定した。また逃避モード時遮蔽、水深に対する選好強度式は休息モード時の選好強度式を用いた。産卵モード時における選好強度式は、オイカワの産卵場の諸元を参考に定めた。なお、オイカワの生活様式をもとに著者らの研究²⁾を参考に活動モード毎

キーワード：魚、活動モード、生息環境、環境選好性、評価手法

〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2557 Tel: 0836-35-9984 Fax: 0836-35-9429

のウェイト W_F , W_R , W_H , W_S を定めた。

4. モデル応用及び考察

以上に提案したモデルを山口県山口市における古甲川に適用した。古甲川環境状況は図-4に示す。対象魚種はオイカワとした。計算結果と生物調査結果の比較を図-5に示す。図から夏においては調査結果に近い分布が計算され、秋においては、計算の結果得られた各区間におけるオイカワ生物量の変化傾向が調査結果と一致した。また、夏から秋にかけて、計算された魚の分布は、休息場の少ない単調な区間においては減少するとともに、多様な区間においては増加することが分かった。これらの結果から魚の分布特性が再現できていると考えられる。

文献⁴⁾では、当河川環境調査より得られた選好曲線を用いて計算した結果と調査結果がほぼ一致することが報告された。しかし、この場合では、各環境因子間の関連性が高いため、この河川に基づく選好曲線は当該河川のみでの生息環境評価に適用できることを示唆している。これに対し、本研究では、活動モードによって環境選好性が異なるという考えから、活動モード毎に選好強度式を定めるいわゆる条件付きの選好曲線を作成した。因子の独立性が高いため、本評価手法は古甲川のみでなく、その他の河川に転用することも可能であると考えられる。

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態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) 宮本和雄, 関根雅彦, 楊継東, 浮田正夫: 魚の活動モード毎の環境選好性に関する実験的研究, 本大会へ投稿中.
- 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/II-29, PP.177-186, 1994.
- 4) 川本泰生, 関根雅彦, 楊継東, 今井崇史, 浮田正夫: IFIMにおける河川生態環境評価法の精度と普遍性に関する一考察, 環境システム研究, Vol.26, PP.447-452, 1998.

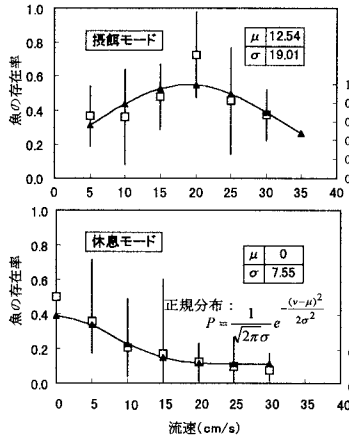


図-1 流速に対する選好曲線

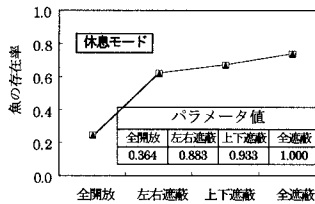


図-3 遮蔽水深に対する選好曲線

□: 実験値 ▲: 計算値

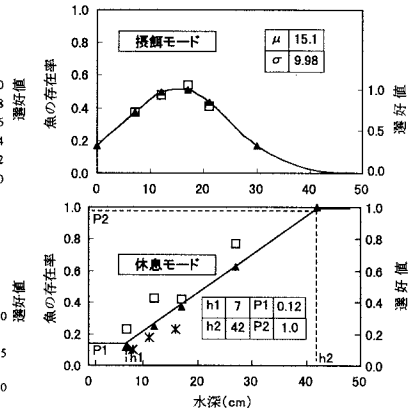


図-2 水深に対する選好曲線

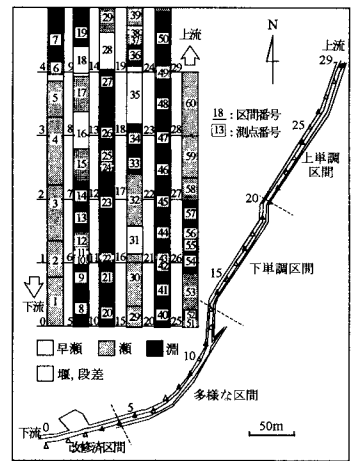


図-4 古甲川の瀬、淵の分布と区間分け

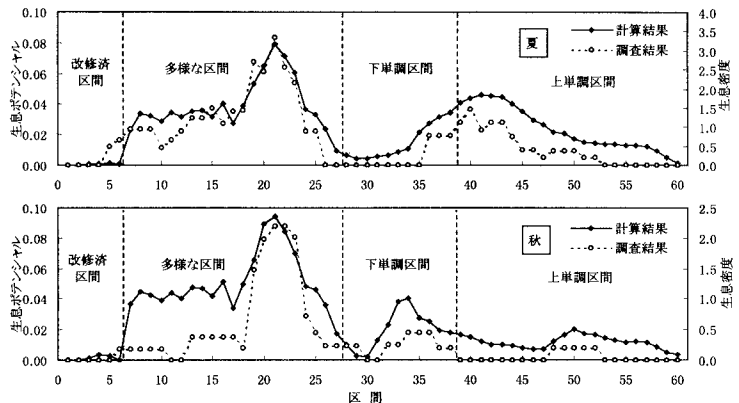


図-5 魚の生息ポテンシャル計算結果