

CS-92

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

(株) オオバ 正会員 今井崇史 山口大学工学部 正会員 関根雅彦
山口大学工学部 学生員 楊継東 山口大学工学部 学生員 川本泰生
山口大学工学部 正会員 浮田正夫

1. はじめに

発表者らは魚の環境選好性を定式化した選好強度式を組み込んだ生態系モデルを用いて環境変化に応じた魚の逃避などの挙動を予測することを試み、実験室レベルでは魚の分布を十分に表現できることを確認している¹⁾。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級河川古甲川を対象とし、河川改修が河川の魚に与える影響を定量評価することを念頭において、本研究室で提案した生態系モデルを用いて行った環境選好性に基づく生息環境評価法の妥当性を評価した。

2. 古甲川調査

古甲川を環境条件などから大きく改修区間、多様区間、下単調区間、上単調区間の4区間に分けた。(図1参照) 単調な区間を2つに分類したのは区間と区間の間に堰と段差があり、魚の往来が困難なためである。

生物量分布調査は、8月下旬と11月中旬に目視観察によって実施した。同時に流速、水深、遮蔽などの環境条件も調査した。調査結果を図2, 3に示す。観察することができた魚はオイカワであった。調査結果をみると夏、秋の両季節において多様区間がもっとも生物量が多かった。また、改修区間においては、夏、秋の両季節、魚を確認することはできなかった。

付着藻類量調査は夏、秋の両季節それぞれ3回ずつ実施した。今回はオイカワが主に食べる珪藻、藍藻、緑藻の3種類の藻類に含まれるクロロフィルaをオイカワの餌量の指標とした。調査結果を表1に示す。夏の藻類量は多様区間が最も多く、次に上単調区間となった。秋の藻類量も多様区間が最も多かった。

3. 魚の環境選好性に基づく古甲川の生息環境評価

3.1 魚の行動圏を考慮しないWUA(重み付き利用可能面積)の算定

WUAの算定式は、水域*i*における環境因子*j*についての選好強度¹⁾ P_j を最大値が1になるよう正規化したもの P'_j を用いて

$$WUA = \sum \left\{ (A_i) \times \prod_{j=1}^n (P'_j)^{\frac{W_j}{W_{\max}}} \right\} = \sum \{ A_i \times P'_1 \cdots (1) \}$$

で表現されると考えた。 W_j は因子*j*についてのウェイトである。

既に報告した²⁾ U字迷路型水路によるオイカワの選好性実験より求めた選好強度式、ウェイト値を用い、調査時の河川環境条件におけるWUAの算定を行った。

ここでは水深、流速、餌量、遮蔽の環境因子を組み込んで算定を行った。計算結果を図2, 3に示す。夏において改修区間を除く他の区間の大小関係は調査結果と一致したが、その比はかなり違ったものとなった。

秋においては、調査結果では最も生物量が少なかった上単調区間の比率が最も高くなった。両季節において適切に生息環境評価ができたとは言い難い結果

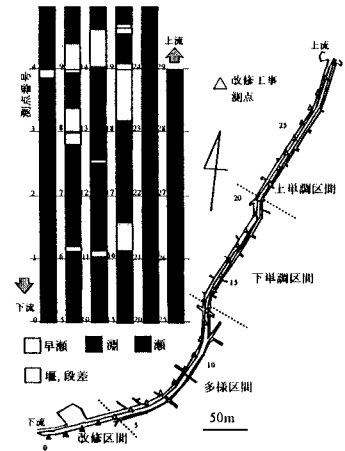


図1. 古甲川図

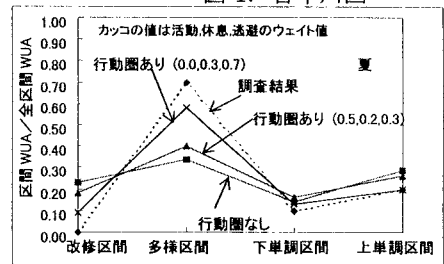


図2. WUAの算定結果と調査結果(夏)

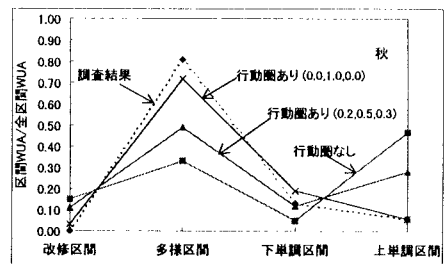


図3. WUAの算定結果と調査結果(秋)

表1. 付着藻類量調査結果

	改修区間	多様区間	下単調区間	上単調区間
夏				
生物量分布率	0.00	0.70	0.10	0.20
藻類量(kg)	4.01	9.30	2.28	6.34
表面積(m ²)	561.75	460.30	255.05	530.45
単位表面積当たりの藻類量	7.14	20.20	8.94	11.95
秋				

となった。魚は瀬での採餌、淵での休息というように時間的に異なるモードで活動しており、自己の行動圏内でそのモード毎に適した場所に移動していると思われる。従って休息場の少ない上単調区間の魚が実際には少ないにも関わらず、計算ではモードや行動圏が考慮できていないために適切に生息環境が評価できなかったと思われる。

3.2 魚の行動圏を考慮する WUA の算定

ここでは魚の行動圏を考慮するとともに、餌を求めて活動する活動モード、採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の3つのモードによって生息環境を評価することを試みた。

活動モードにおける選好強度式は水深と流速の複合条件式(F)、休息モードにおける選好強度式は水深と流速の複合条件式(R)、逃避モードにおける選好強度式は遮蔽、護岸形態の複合条件(H)とした。 F, R, H の式形は(1)式の P^* に相当する。活動モードの選好強度式の係数、ウェイト値は活動モード時に行った実験結果のもの、休息・逃避モードの係数、ウェイト値はそれぞれのモード時の実験方法が確立していないため推定値とした。WUAの算定式は基準となるBox i からみたBox k の感知ウェイト $M_{i,k}$ を求める式(2)を用いて

$$M_{i,k} = \max \left(1 - \frac{dist_{i,k}}{\text{Sensible Distance}}, 0 \right) \cdots (2)$$

$\max(a,b)$ は a, b のうち大きい方をとる関数

$$WUA = \sum_i \left\{ A_i \times \left[W_F \left(\frac{\sum_k M_{i,k} \times F_k \times A_k}{\sum_k M_{i,k} \times A_k} \right) + W_R \left(\frac{\sum_k M_{i,k} \times R_k \times A_k}{\sum_k M_{i,k} \times A_k} \right) + W_H \left(\frac{\sum_k M_{i,k} \times H_k \times A_k}{\sum_k M_{i,k} \times A_k} \right) \right] \right\} \cdots (3)$$

$$W_F + W_R + W_H = 1 \cdots (4)$$

Sensible Distance: 感知距離, $dist_{i,k}$: Box i から Box k までの距離, A : Box 面積

式(3)で表現されたと考えた。 W_F, W_R, W_H は各モードのウェイト値であり、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。魚の生活史をもとに活動、休息、逃避の順に、夏は0.5, 0.2, 0.3、秋は0.2, 0.5, 0.3とした。

調査時の河川環境条件におけるWUAの算定を行った。計算結果を図2, 3に示す。行動圏を考慮しなかった場合に比べ多様区間の値が大きくなり、改修区間の値は期待したほどではないが小さくなった。また秋において、上単調区間の値が大幅に調査結果に近づいた。調査結果と計算結果が最も近い値となるときそれぞれのウェイト値は活動、休息、逃避の順に夏は0.0, 0.3, 0.7、秋は0.0, 1.0, 0.0であった。古甲川では休息モードで過ごす時間が長いのではないと思われる。

4. 魚の環境選好性に基づく河川改修効果予測

改修後の河道計画に基づいて流況計算の河道データを作成し、底質を砂主体、コンクリート主体とした2ケースと、瀬や淵を加えるなど河道計画自体をより自然に近い形に変更したケースの計3ケースに改修効果を予測した。ここでは流速、水深、植生カバー、護岸形態の環境因子を魚の行動圏を考慮した生態系モデルに組み込んでWUAの算定を行った。計算結果を表2に示す。魚にとって有効な生息場は自然、砂、コンクリートの順となり常識に合致する評価ができた。

表 2. 河川改修効果予測結果

	砂	コンクリート	自然	改修前
WUA	61.59(0.07)	16.85(0.03)	169.82(0.12)	122.92(0.10)
比較値	0.61	0.25	1.00	0.80
水面積(m ²)	822.88	535.14	1373.01	1248.27

括弧の中の値は水面積に占めるWUAの比率である
比較値はWUAの比率の最大値を1としたものである

5. おわりに

魚の行動圏と行動のモードを考えることでより適切に生息環境評価が行えた。それに伴い改修効果予測も常識に合致する評価ができた。今後は、産卵場や餌量の成長などの要素を考慮することにより、さらに生息環境評価の精度を高め、魚にとって住み易い生息環境を創り出す工法の提案などもおこないたい。

参考文献 (1) 関根雅彦: 水域環境管理への応用を目的とした魚の行動の実験的解析(1994) 環境工学研究論文集 第31巻、関根雅彦: 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適好性の定式化(1994) 土木学会論文集 No.503/II-29, pp.177-186, (2) 関根雅彦: 河川における魚の分布に対する環境条件の影響の実験的検討(1996) 第33回 環境工学研究フォーラム講演集 B-12