

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

The prospect on accuracy and universality of the river ecology environmental assessment method in IFIM

川本泰生*、関根雅彦*、楊 継東*、今井崇史**、浮田正夫*¹
Yasuo Kawamoto*, Masahiko Sekine*, Yang Jidong*, Takashi Imai**, Masao Ukita*

ABSTRACT: Recently, the purposes of river improvement works have become not only the protection for flood but also the improvement of ecosystem quality. In this context, habitat evaluation procedures are becoming important. The Instream Flow Incremental Methodology (IFIM) is one of the most popular habitat evaluation method, but still there is little application experience in Japan. In this paper, we study the accuracy and applicability of fish habitat evaluation method by IFIM. At first, we surveyed habitat variables, such as velocity, depth, substrate and cover, to derive suitability-of-use curves, which are the core technique in IFIM, during the summer and the autumn in 1997 in the Furukou River, Yamaguchi prefecture. Then, we compare the observed fish distribution with calculated habitat distribution by using the suitability-of-use curves obtained from the same river, which showed a good accordance. Next, we compare the observed fish distribution with calculated habitat distribution by using the suitability-of-use curves obtained from literature, which showed a bad accordance. Those results imply that the suitability-of-use curves obtained from a river will show a good accordance when it is used in the same river, but cannot apply to other rivers.

KEY WORDS: IFIM, river restoration, field survey, fish preference, suitability-of-use curve

1 はじめに

近年、河川水辺空間に対する関心の高まりに応じて、河川が本来有している生物の良好な生育環境に配慮し、あわせて美しい自然景観を保全あるいは創出する「多自然型川づくり」が各地で試みられている¹⁾。こうした配慮がなされた河川改修工事を行うにあたり、どのような工法が生態環境にとって良い影響をあたえるのかを客観的に評価する生態環境評価手法の確立が必要である。北米などでは生態系に配慮したダム放流量管理を主眼にした Instream Flow Incremental Methodology (IFIM) が実用化されている。IFIM はわが国においても河川における生態環境評価手法のひとつとして注目されているものの、わが国の河川への適用例はまださほど多くはなく、評価の精度なども明らかとは言えない。

本研究では、IFIM の生態環境評価法の中核をなす魚の評価指標に対する選好曲線を、現地調査により作成し、選好曲線から計算される魚の分布と、実河川における観察結果を比較することにより、IFIM による魚の分布の再現性を検証する。また、実際の河川改修工事では、常にその河川での選好曲線が得られるとは限らないため、異なる河川で作成された選好曲線を用いて対象河川の生息場評価を行わなければならない場合があり得る。このような場合を想定し、文献より得られた選好曲線を用いて魚の分布を計算し、観察結果と比較することによって、選好曲線の河川間の普遍性を検討する。

2 調査対象河川

調査対象は、多自然型工法による河川改修が進行中の山口市を流れる二級河川の古甲川である。古甲川の概要を図 1 に示す。調査対象区間長は約 580m である。平常流量は 0.02m³/s 前後、今年度調査中

* 山口大学工学部社会建設工学科 Department of Civil Engineering, Yamaguchi University

** (株) オオバ Ooba

最大流量は約 $2\text{ m}^3/\text{s}$ であった。河床材料は、砂や 5 cm から 10 cm 程度の中型のれきが多く、部分的に 20 cm 程度のれき、コンクリートなどが見られた。

古甲川を環境条件などから大きく 4 つの区間にわけた。

区間分けは、下流側から

1～6 改修が既に実施された区間

7～27 オイカワなどの生態拠点となっている淵を含んだ区間

28～38 2 面張り直線水路であり単調な空間

39～60 2 面張り直線水路であり単調な空間

である。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。

以下、それぞれ、改修区間、多様区間、下单調区間、上単調区間と呼ぶ。

3 選好曲線の作成

一般的な選好曲線作成手順は、以下のとおりである。

①代表的な調査地点を選定し、魚類を採捕するとともに、採捕地点の水深、流速などの評価指標を記録する。②採捕された魚種、成長段階、および評価指標ごとに、単位面積あたり採捕数の評価指標区分に対するヒストグラムを作成し、ヒストグラムをスムーズに結んだ曲線を描く。ただしこの際、評価指標 A について注目する時は評価指標 B には関知しない。つまり評価指標 A に対するヒストグラムには、評価指標 B については種々の状態が混在している。③描いた曲線の最大値を 1 とする縦軸目盛りを刻めば、それが求める選好曲線となる。

本調査では、古甲川の優占種であり、年間を通じてよく観測されるオイカワを対象魚種とした。魚の計数は採捕によらず、目視にて 0 匹、5 匹、10 匹、15 匹、20 匹、30 匹の 6 段階で概測した。評価指標としては、水深、流速、底質、遮蔽の 4 つを取り上げた。ここで底質は大雨などの影響がない限り大きな変化はないため、秋における 2 日間行った調査に基づいたデータを、季節を通じて用いる。今回の調査では観測されたのは砂、中れき、大れき、巨れき、改修工事が実施された区間のコンクリートであった。遮蔽は、観測区間において、川面に河畔植生や側壁などの影響で投影する影の割合と定義する。調査の簡素化するため目視にて観測するため、目安として 0、0.05、0.1、0.2、0.5、1 に区別する。

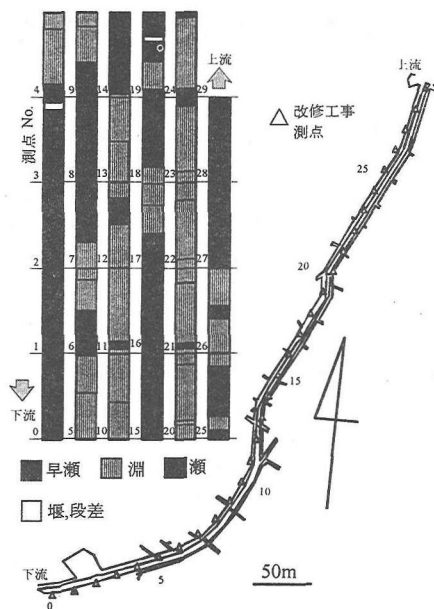


図 1. 古甲川図

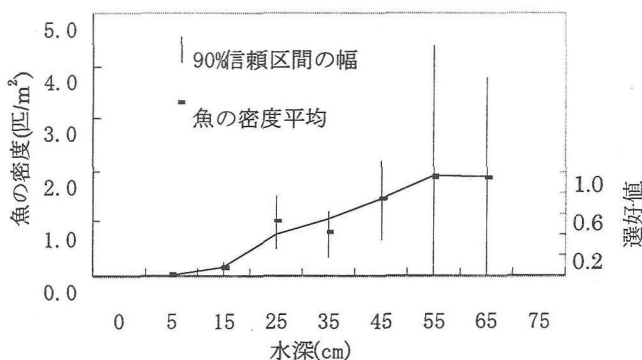


図 2 選好曲線(夏データ:成魚)

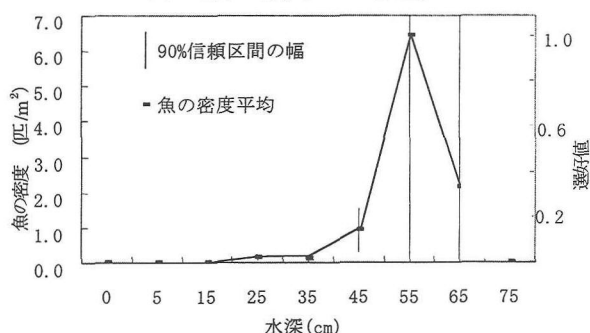


図 3 選好曲線(秋データ:成魚)

選好曲線を描く際、往々にして魚の密度の観測値に凹凸があり、ヒストグラムをスムーズに結ぶことが困難な場合がある。本研究では、ヒストグラムを描く際に 90%信頼区間を併記し、この区間を通過するように選好曲線を描く方法を提案した。夏の成魚に関する水深の選好曲線を図 2 に示す。同様の手法で描いた、秋の成魚に関する水深の選好曲線を図 3 に、稚魚に関する水深の選好曲線を図 4 に示す。その他の選好曲線は図 5 から図 13 に示す。

文献⁹⁾等より、オイカワ成魚は夏は広く動き回り、秋は淵に留まる傾向がある。一方、稚魚は成魚に比べて浅い箇所を生息場としている。得られた選好曲線でも、成魚は秋には夏より深い水深を選好し、稚魚は成魚より浅い水深を選好した。これより得られた選好曲線はオイカワの生態とよく一致していると考えられる。

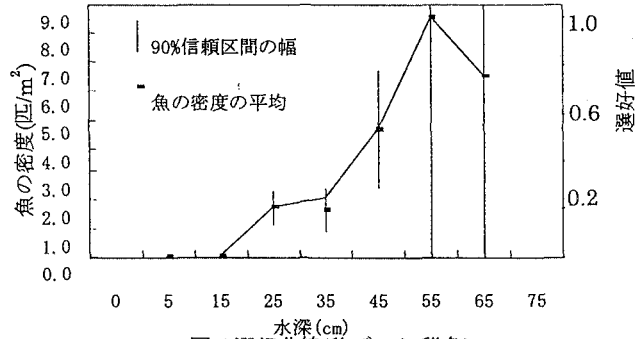


図4 選好曲線(秋データ:稚魚)

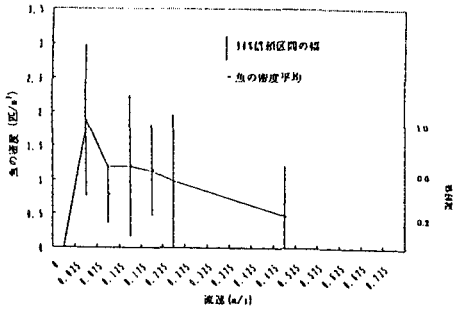


図6 選好曲線(夏データ:成魚:流速)

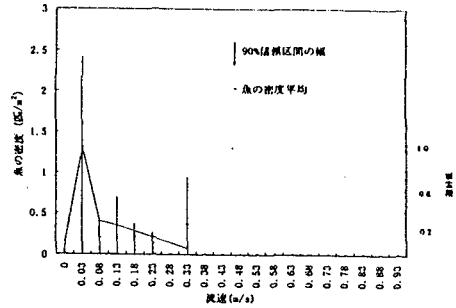


図8 選好曲線(秋データ:成魚:流速)

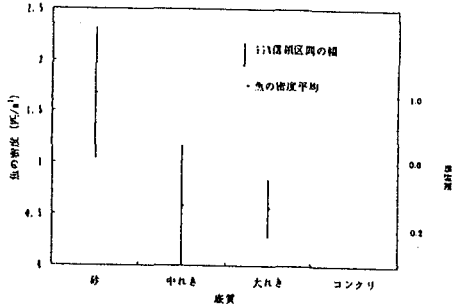


図6 選好曲線(夏データ:成魚:底質)

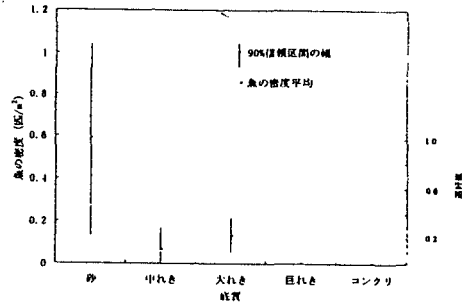


図9 選好曲線(秋データ:成魚:底質)

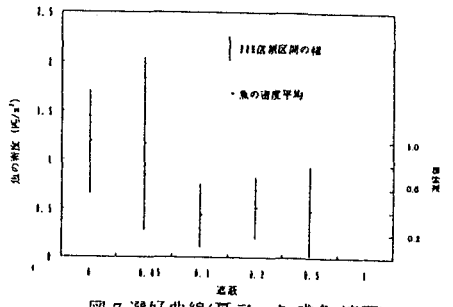


図7 選好曲線(夏データ:成魚:遮蔽)

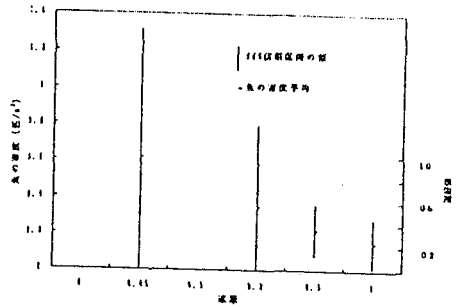


図10 選好曲線(秋データ:成魚:遮蔽)

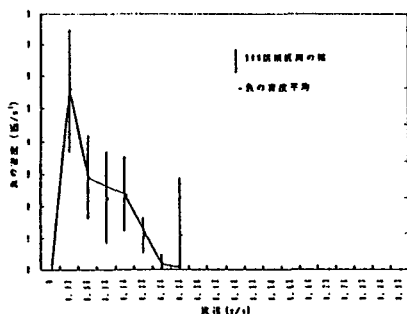


図 11.選好曲線(秋データ:稚魚:流速)

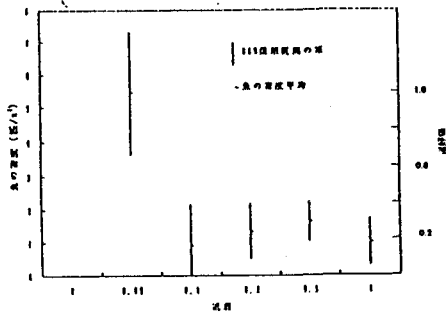


図 13.選好曲線(秋データ:稚魚:遮蔽)

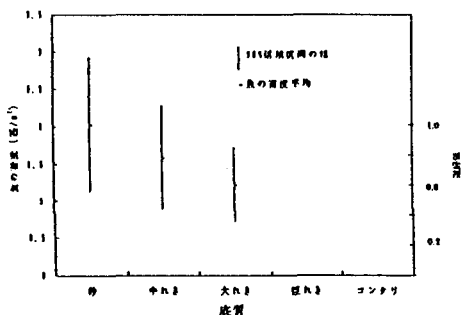


図 12.選好曲線(秋データ:稚魚:底質)

4 対象河川より得られた選好曲線を用いた生息環境評価

IFIM による生息環境評価法の概略は以下の通りである。

①対象河道内を環境条件に応じていくつかの区間に分割する。

②調査や不等流計算などにより、種々の流量条件に対する各区間での水深、流速、底質などの評価指標を求める。

③調査データに基づいて作成された魚の選好性を示す選好曲線を用いて、次式により魚の有効生息場を表現する WUA (重み付き利用可能面積) を求める。

$$WUA = \sum \left(\frac{f(v) \times g(d) \times h(s)}{a} \right) \times$$

ここで、 $f(v)$ 、 $g(d)$ 、 $h(s)$ は流速、水深、底質を表す評価指標 v, d, s に関する 0 から 1 の値をとる選好値、 a は区間の水面積である。

本研究では評価指標として水深、流速、底質、遮蔽を考慮するものとし、季節は夏、秋を考える。検討方法は、まず、古甲川を環境状態に応じて 4 つ

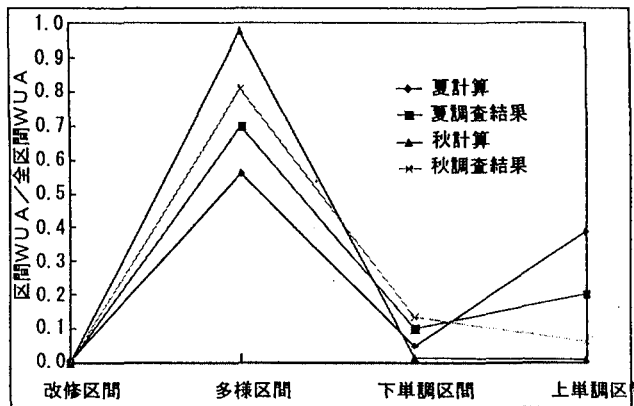


図 14. 季節毎の調査結果と計算結果との比較

の区間に分け、調査に基づく全生物量を1として各区間の魚の分布状態を示した。次に、全区間の水面積に占める各区間のWUAの割合を魚の有効生息場の分布と考え、魚の分布と比較した。結果を図14.に示す。その結果、夏、秋ともに有効生息場の分布の計算結果は魚密度の分布の観測値をよく再現していた。これより、魚の選好曲線を求めた河川においては、IFIMにより魚の分布がよく説明できることを示した。

5 異なる河川の調査より得られた選好曲線を用いた生息環境評価

前節でのWUA算出は実際は古甲川調査データに基づいて作成された選好曲線を用いた。本節では現地調査に基づかない選好曲線を用いてWUA算出を行い、選好曲線の普遍性について検討を行う。

用いた選好曲線は、乙川での調査データに基づいたもの⁹⁾である。乙川は愛知県を流れ、流路延長は約34kmである。対象魚種はオイカワであり、季節は夏である。作成手法として生息数基準を用いている。生息数基準とは、生息域変数毎の魚の出現頻度のことである。これを作成するためには魚の出現頻度を調査する時に、その場所での生息域変数を同時に調査する。さらに頻度分布分析により作成された選好曲線である。頻度分布分析は、対象河川における生息域変数毎の魚の観測資料で作られる頻度分布を用いて、頻度分布の各バーの中間点を滑らかに繋げる手法である。ここでは、評価指標として、水深、流速、底質の3つのみ取り上げてあった。また水深に関しては生息数基準そのままであったため、そのデータを用いて、頻度分布分析を適用し作成した。得られた選好曲線を図15.から図17.に示す。

この選好曲線を用いて前節と同様にWUAを算定した結果を図18.に示す。文献より得た選好強度式では観測結果と計算結果に大きな違いがみられ、現場での調査に基づかない選好曲線による魚の生息域評価には疑問点が残る結果となった。

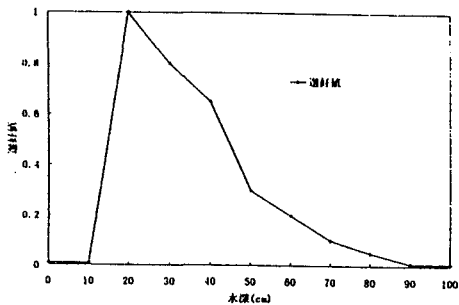


図 15.選好曲線(文献:成魚:底質)

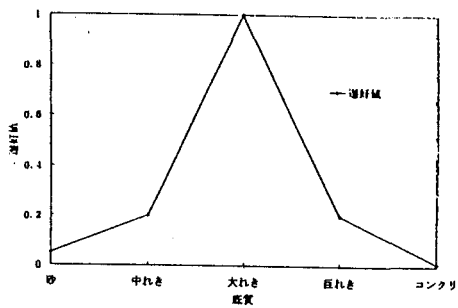


図 17.選好曲線(文献:成魚:底質)

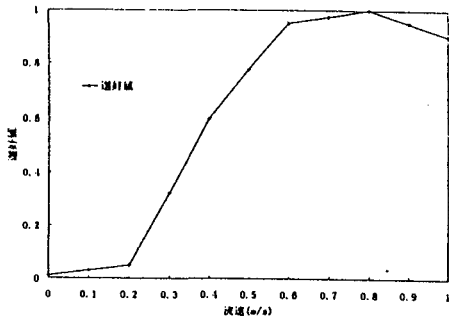


図 16.選好曲線(文献:成魚:流速)

この理由として、①通常の選好曲線作成法では、一連の魚の密度の調査結果を単純に水深で整理したものを水深の選好曲線、流速で整理したものを流速の選好曲線としており、水深、流速などの環境因子に対する選好曲線それぞれが独立したものではない。このため、調査を実施した河川のみに適用可能な選好曲線となっている可能性があること、②乙川と古甲川では、流量や水深など河川自体の規模に大きな違いがある。そのため調査対象となったオイカワの年齢構成や選好性そのものが異なる可能性があること、などが考えられる。①が主要な原因であった場合、河道形態をまったく異なるものにしてしまう河川改修の影響評価に IFIM をそのまま用いることには問題があることになる。ただしこの点については本研究ではわずか1例での検討に過ぎない。今後継続して検討していく予定である。

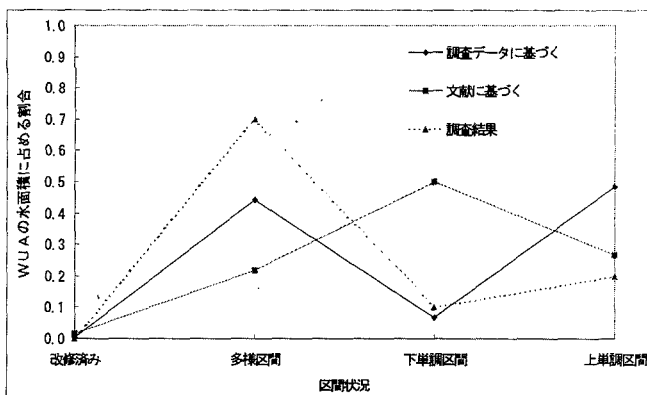


図 18.選好曲線の違いによる WUA の比

6 おわりに

本研究では、IFIM に基づく生態環境評価法を古甲川に適用し、魚類の生息場を評価し、魚密度の観測結果と比較を行った。この結果は次のようである。

- スムーズな選好曲線を描く手法のひとつとして、魚密度のヒストグラムに信頼区間を描く方法を提案した。
- 対象河川での観測に基づいた選好曲線を用いた場合、計算された有効生息場の分布は観察された魚の分布をよく再現していた。
- 同じ魚種について文献より得た選好曲線を用いた場合、計算された有効生息場の分布は観察された魚の分布と一致しなかった。
- 「採捕された魚種、成長段階、評価指標ごとに、単位面積あたり採捕数の評価指標区分に対するヒストグラムを作成し、ヒストグラムをスムーズに結んだ曲線を描く。ただしこの際、評価指標 A について注目する時は評価指標 B には関知しない。つまり評価指標 A に対するヒストグラムには、評価指標 B については種々の状態が混在している。」という通常の選好曲線作成法では、別河川で得られた選好曲線の使用や、同じ河川であっても河川形状を大きく変更してしまうような改修の生態環境評価はできない可能性があることが示唆された。

今後は、調査事例を増やして本研究の知見を確認すると同時に、評価指標ごとに独立な選好曲線の作成など、より適切と思われる手法を検討していきたい。

参考文献

- 1) 建設省河川局治水課: 多自然型河川工法設計施工要領(暫定案). 財団法人河川環境管理財団, 1994.
- 2) 今井崇史: 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. 山口大学修士論文, 1998.
- 3) 石川雅朗: 選好曲線作成例. 第1回河川環境評価法セミナー資料, 豊橋技術科学大学, 1995.
- 5) 水野信彦: 魚にやさしい川のかたち. 信山社, 1995.
- 6) 金亨烈, 玉井信行, 松崎浩憲: 流量増分生息域評価法における生息数基準に関する研究. 水工学論文集, 40, 151-156, 1996.
- 7) 玉井信行, 水野信彦, 中村俊六: 河川生態環境工学. 東京出版会, 1993.
- 8) 沼田真, 水野信彦, 中村俊六: 河川の生態学. 1993.
- 9) 金亨烈, 玉井信行: 乙川における IFIM を用いた魚類の生息域評価に関する研究. 環境システム研究, 24, 77-82, 1996.