

### 河川物理環境と魚類生息環境との関連およびその評価に関する研究

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○福永和馬  
名古屋工業大学大学院 正会員 富永晃宏

#### 1. はじめに

近年、河川管理において治水、利水面に加え生態環境が重視されるようになってきた。このため、各地で生物の生息環境に配慮した河川改修が行われている。生態環境に配慮した改修には物理特性と生物の生息環境との関係の把握が必要である。ハビタットの物理的評価法として IFIM などが入り入れられてきている。IFIM による正確な環境評価には生物が環境に対してどのような選好を示すかを表す選好曲線を適切に定める必要がある。

本研究では、従来の評価法において説明要因間の影響の強さを表現できていないという問題に注目し、物理特性と魚類生息環境との関連について一般化線形モデルを用いたモデリングによる生息場評価を試みる。

#### 2. 観測地点および観測方法

対象河川とした山崎川は名古屋市千種区平和公園内の猫ヶ洞池からの導水を主な水源とし、名古屋市内を流れる都市河川である。旧建設省から「ふるさとの川モデル河川」の指定を受けており、これに基づく整備計画によって中流部には自然的景観が創出されている。調査の対象とした区間は中流部にあたる石川大橋-鼎橋間の約100mの区間、向田橋上流約130mから向田橋の区間の2箇所である。これら2地点において、物理特性の把握のために測量調査、一次元電磁流速計を用いた流速調査、流量調査を行った。詳細な流速、水深分布は測量調査の結果から河床メッシュデータを作成し水深平均二次元モデルを用いた数値計算により算出した。また、生物の生息状況の調査として、直接の採捕による生物種の調査、観測区間における代表種であるオイカワの目視による生息数調査を行った。オイカワの目視調査に関してはビデオカメラで現地の河道を河岸から撮影し、映像から生息数を数える方法をとった。魚類生息状況の調査と同日に生息が確認された場所において、一次元電磁流速計による流速、箱尺を用いて水深計測を実施している。

#### 3. 調査結果

オイカワの生息状況調査を2008年11月29日、12月10日、12月24日に行った。観測流量は鼎橋0.06[m<sup>3</sup>/s] (11月27日)、向田橋0.045[m<sup>3</sup>/s] (12月28日)であった。この値を参考に生物調査時の物理条件を最もよく再現できる条件として、鼎橋では流量0.07[m<sup>3</sup>/s]、下流端水深0.5[m]、マンニングの粗度係数0.05、向田橋では流量0.06[m<sup>3</sup>/s]、下流端水深0.39[m]、マンニングの粗度係数

0.04の条件で数値計算を行った。流速、水深の推定結果を図-1、図-2に示す。

鼎橋においては上流部で流速が速く、x=70[m]付近に滞状の掘り込みがあり、水深が深く流速が遅くなっている状態が再現されている。ただし、下流部では実際よりも流速が過小評価されている傾向がある。向田橋においては中流部で流速の極端に速い場所が存在し、下流部で全体的に水深が深くなる様子が表されている。

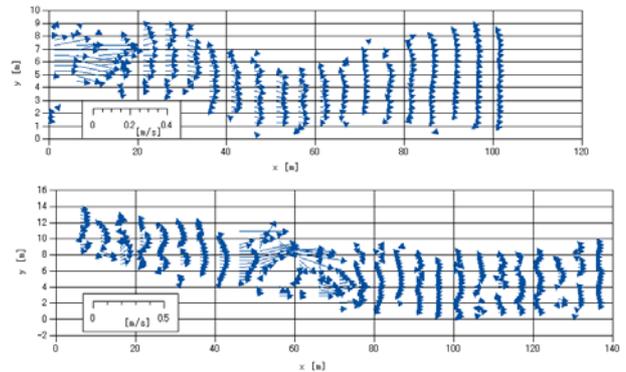


図-1 流速ベクトル図(上:鼎橋,下:向田橋)

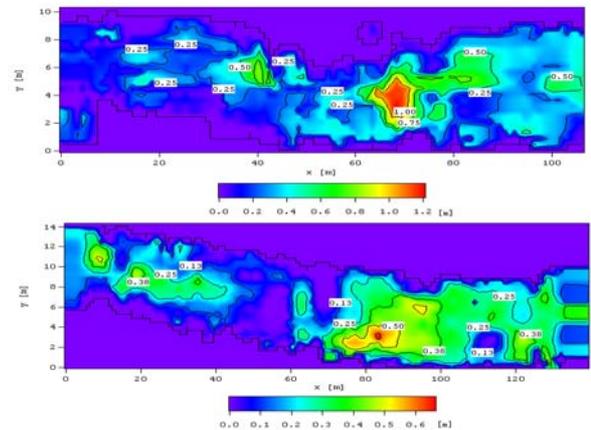


図-2 水深コンター(上:鼎橋,下:向田橋)

#### 4. 生息環境のモデリング

物理環境と生物生息環境の関連を以下の式(1)で表される一般化線形モデル(GLM)を用いて解析した。リンク関数としてはLoglink関数を採用し、応答変数の確率分布はポアソン分布を仮定している。

$$y = \exp(x) = \exp(\beta_0 + \sum \beta_i \cdot x_i + \log(a)) \quad (1)$$

ここに、y:オイカワの観測数、β<sub>i</sub>:説明変数x<sub>i</sub>のパラメータ、x<sub>i</sub>:説明変数(ここでは流速、水深)、a:物理

キーワード:魚類生息環境評価 一般化線形モデル オイカワ

連絡先:〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL 052-732-2111

表-1 モデルにおける各係数の値

	切片 $\beta_0$	流速 $\beta_v$	水深 $\beta_h$
パラメータの値	-2.8	18.8	4.4

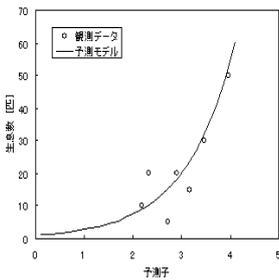


図-3 モデリング結果

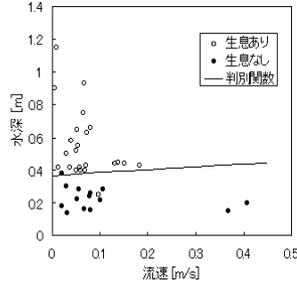


図-4 判別分析の結果

指標の供給度 $[m^2]$ である。本モデルは応答変数がオイカワの生息数となっているが、予測する値は選好度  $E_i$

( $= U_i / A_i$ ;  $U_i$ : 生息数,  $A_i$ : 供給度) である。選好度とは魚類の物理環境への選好を環境の偏りについて補正したものである。ここに、供給度とはある物理指標の値が対象区間に占める面積の総和を指す。式(1)では選好度の分母である供給度を右辺の予測子の中に対数をとって組み込むことにより、誤差を含むデータごとの割算から生じる誤差の増大を回避している。

ここでは鼎橋について観測された流速、水深についてクラス分けを行い、クロス表を作成したデータを用いて選好度を評価したものを取り上げる。結果を図示したものが図-3である。図-3における各係数の値は表-1に示した。なお、クラス分けの区間幅は①0~平均値  $X_{ave}$ -標準偏差  $\sigma$  ② $X_{ave} - \sigma \sim X_{ave}$  ③ $X_{ave} \sim X_{ave} + \sigma$  ④ $X_{ave} + \sigma \sim$  無限大とした。

パラメータの値より、この地点においては流速、水深の増加がオイカワの生息数を増加させるという予測がなされている。現地においても流量の小ささを感じるところがあり、直感とも矛盾しない結果となった。

パラメータの値より、この地点においては流速、水深の増加がオイカワの生息数を増加させるという予測がなされている。現地においても流量の小ささを感じるところがあり、直感とも矛盾しない結果となった。

5. 生息環境評価

物理環境と選好度のモデリング結果を用いて生息環境評価を行う。ここには、鼎橋において作成した選好度の評価モデルを用いて、現況の生息環境評価を行った結果を示す。ただし、水深に関して今回の観測では水深40[cm]以下ではオイカワの生息がみられなかったことから線形判別分析を用いて、以下の式

$$h = 0.17v_i + 0.37 [m] \quad (2)$$

により表される水深以下では適性度なしとして、選好度0としている。線形判別分析の結果は図-4に示した。また、予測モデルは指数型をしているために予測子の値の大きいところで応答変数の値が急激に増加し、そのままでは予測子の値の小さい範囲での結果が平滑化されてしまう。また、一般的に選好度は0から1の値をとる数として扱われることが多い。したがってここでは、観測されたデ

ータをモデルにあてはめて算出された選好度の中央値を選好度最大としてこれ以上をすべて1、これより小さい値については中央値で除することにより選好度を0から1の値に変換した。モデリング結果に上記の処理を施して結果を図示したものが図-5上である。選好度が高く評価された地点は実際にオイカワの生息が認められた地点とほぼ一致した。また、選好度の分布は図-2における水深の分布と非常に似ており、冬季の導水の停止に伴う水深の低下で水深の深い場所へ集中させられたと考えられる。

鼎橋において流量を0.2 $[m^3/s]$ として同様の評価を行ったものが図-5下である。現況のオイカワの生息が一部の深みに集中している状態から河道の中心部も好まれる環境となったことが現れている。オイカワは元来、平瀬を好む性格をもっており、水深が増加すれば図のように瀬にも進出すると考えられる。したがって、結果はやや過大評価と見て取れるところもあるが妥当であるといえる。

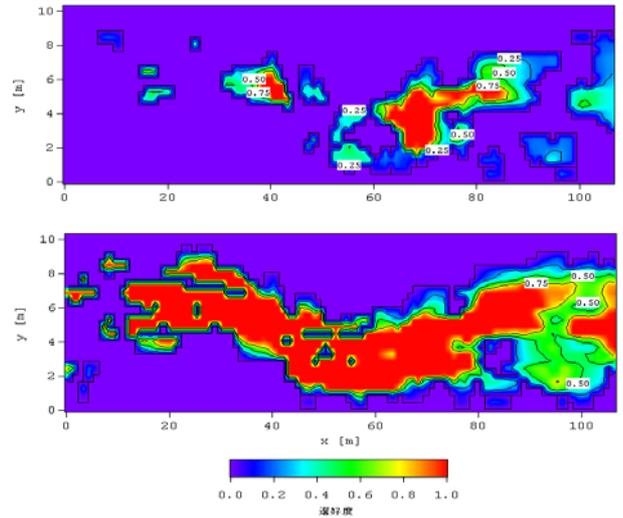


図-5 鼎橋における生息場評価結果

(上: 流量0.06 $[m^3/s]$ , 下: 流量0.2 $[m^3/s]$ )

6. おわりに

一般化線形モデルを用いたモデルにより現在の物理環境の近傍においては魚類の生息状況をおおよそ表すことができた。今回の観測点では流量を増加させ水深、流速を増加させることが生息環境の改善につながると予測された。しかし、今回のモデルではたとえば流速が限界の遊泳力に近づくにつれ選好度が下がるような現象を表すことができていないため、今後より多くの物理環境と生息数のデータを収集し、場合分けなどを行い適用可能な環境を広げる必要がある。また、説明変数に関してもさらに多くの指標を測定し、その中から適切な変数を選択する必要があるといえる。

参考文献

1) 楠田哲也, 巖佐庸: 生態系とシミュレーション, 朝倉書店, 2002.  
 2) 玉井信行, 水野信彦, 中村俊六, 河川生態環境工学, 東京大学出版会, 1993. 3) 渡辺裕之: カテゴリーカルデータ解析入門, サイエンス社, 2003.