

VII-211 魚類生息環境評価指標に関する研究

東京大学大学院工学系研究科	学生会員	中村 宇一
東京大学大学院工学系研究科	フェロー会員	玉井 信行
東京大学大学院工学系研究科	正会員	松崎 浩憲

1) 研究の背景

近年行われている「多自然型川づくり」と言う運動は、平成二年度に建設省が提唱したもので、治水・利水を重視した河川改修によって、生態系が傷つけられ失われてしまった川に、再び生態系を取り戻すことを目的としている。この運動を実施するに当たり、河川生態系の中心となる魚類の生息と、河川環境との関係を定量的に表現する方法が必要となる。しかし、この魚類生息環境を評価する手法に関する研究は、日本ではまだあまり行われていない。そこで本研究では、北米で考えだされた評価手法であるIFIMの欠点を指摘し、それを改良した評価手法を提案する。

2) 乙川現地調査

本研究では、魚類に関するデータと河川環境の調査データを、愛知県岡崎市の乙川（矢作川の支流）から、愛知県岡崎市土木事務所の協力を得て入手した。データは、乙川の矢作川合流地点から上流12kmの区間に、河床形態をもとにして10箇所の調査地点を設定し、その内調査可能な地点で取った。得られたデータの種類は以下に示す通りである。

- ・魚類データ：全10地点における、2, 6, 8, 10月の乙川に生息する魚類29種の生息数……1994年調査
- ・環境データ：7地点における、カバー面積（水面を植生が覆っている面積）……1995年調査
 - ：全10地点における、河床形態（淵, 瀬, 瀬, 瀬）・河床地形等高線図・河床材料……1990年調査
 - ：全10地点における流量・合流地点から50mおきの水面標高と最低河床標高……1995年調査
 - ：乙川流域の植生図（植生の種類とその存在範囲を示した図）

これらのデータから、河川環境を表わす指標として、カバー率（カバー面積／調査地点面積）、底質、瀬淵距離、水深、流速、植生値を選び出した。ただし各指標は次のようにして求めた。カバー率は河床形態調査から得られた各地点の面積で、カバー面積を割って求めた。底質は河床材料調査から、岩盤:8, 巨レキ:7, 大レキ:6.5, 中レキ:6, 細レキ:5, 砂:4、として材料組成から各地点の平均値を求めた。瀬淵距離は、各地点に含まれる瀬と淵の距離として求めた。水深は50mおきの最深水深データ（水面標高－最低河床標高）と河床地形等高線図を用いて、地点ごとの領域平均水深として求めた。流速は流量のデータと河床地形等高線図を用いて、地点ごとの領域平均流速として求めた。植生値は、流域植生図をもとに、樹木2、草1、なし0として各地点内の川岸沿いの植生の平均値として求めた。

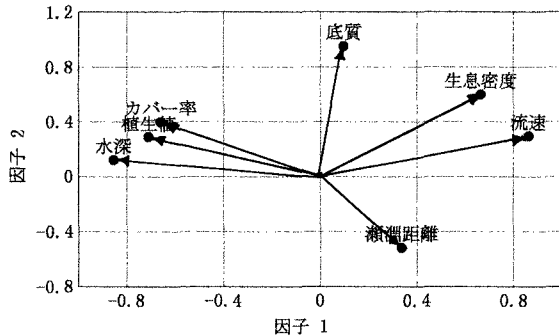
また、魚類のデータは、一年を通じて特に数の多かったオイカワ・カワムツ・カワヨシノボリの三種を乙川の代表種とし、各地点の面積データを用いて魚の生息密度のデータに変換した。

以上得られた六つの環境指標と三魚種の生息密度のデータを用いて、魚の生息密度と河川環境との関係を分析した。分析方法には主成分分析法を使った。

3) 分析結果

主成分分析法を用いて生息密度と六つの環境指標との相互関係を調べた。その結果を二つの主成分に集約し、それぞれを直行する軸に取った平面上に、七つの因子の因子負荷量をプロットした。そして、原点とそれぞれのプロット点を結んで、七つの因子を平面上のベクトルとして表現した（図1参照）。これらの図を三つの魚種と4つの季節に対し計12個作成した。それぞれに対して、次のような方法で生息密度に影響を及ぼすと考えられる環境指標を選び出し、それぞれに生息密度に対する重みづけを行った。生息密度の

(図1) 分析結果の二次元プロット (カワヨシノボリ 8月)



ベクトルと六つの環境指標のベクトルとの内積をとって、その値が大きいものを影響の大きい指標とした。また、その生息密度のベクトル方向の成分を取り、その最大値を1としたものを重みとした。

それぞれの結果と季節別の三魚種の生態を比較した結果、主成分分析の結果はそれぞれの生態の裏付けとなっている事が分かり、主成分分析を用いた分析方法は適当であると結論づけられた。

4) 改良した評価手法

こうして得られた主成分分析の結果を用いて、IFIMを改良した魚類生息環境の評価方法を考えた。

IFIMでは、ある流量に対し、ある断面内の幾つかに分けられたシェルの流速・水深を計算し、そのシェルのごとに、流速・水深・底質の特性図（魚の選好値＝生息密度の最大値を1に合わせた値と各指標の値との関係図）をもとにして、対象魚種の選好値を求め、それを全て足し合わせてWUAという値を求め、流量の変化に対しWUAがどう変わるかで魚の生息環境を評価する。この方法の欠点として挙げられるのは、河川環境の変化を流量変化としてしか表現していない点、環境指標として流速・底質・水深の三つしか考えていない点、環境指標ごとの重みを考えていない点の三つである。

新しい評価方法では、この三つの問題点を改良し、その内容から「主要因子重み付きモデル」と名付けた。このモデルの評価方法の概要は下に示す通りである。

(主要因子重み付きモデル)

- ①魚類生息数と環境を表わすデータを現地調査により集める。
- ②データの数量化、変換などを行い、主成分分析に用いることのできるデータを作成する。
- ③主成分分析を行って、その結果を平面上にベクトルとして表現し、魚類生息密度に影響を及ぼすと思われる環境指標を選び出す。また、それらの環境指標の重みを求める。
- ④選び出された指標と対象魚種に対する特性図（IFIMで用いるものと同じ）を作成する。
- ⑤特性図を用いて、以下の式によって総合評価値を求め、その値によって魚類の生息環境を評価する。

$$S = (1/N) \times (a_1 \times f_1 + a_2 \times f_2 + \dots + a_N \times f_N)$$

S: 総合評価値 N: 選び出した指標の数 a_i : 各指標の重み f_i : 各指標の特性図による選好値

このモデルは、環境変化を環境を代表する環境指標の変化として表現し、六つの環境指標（流速・水深・瀬淵距離・植生率・カバー率）を考慮に入れ、それぞれの環境指標の重みを考慮した、IFIMの改良モデルである。

5) 結論

本研究の成果は、既存の魚類生息環境評価指標であるIFIMの欠点を指摘し、その欠点を改良した評価方法を提案したことである。しかし、この評価手法がIFIMよりもよい結果を出すのかどうか調べるためには、実際の河川のデータを用いて検証を行う必要がある。今回の論文では検証を行える十分なデータが得られなかったため、評価の結果をIFIMと比較する迄には至らなかった。また提案したモデルも、種間競争による影響を考慮していないなど、まだ十分なものではなく、今後更に研究を積んで改良を加えていかなければならないものである。