

IFIM手法による最適流量の流況検討と底生動物の多様性

前橋工科大学大学院工学研究科 学生会員 河合真由美
前橋工科大学建設工学科 正会員 土屋十囀

1. 研究の背景と目的

1990年代多自然型川づくりの流れをうけて、日本でも河川生態評価の試みが盛んに行われるようになった。その評価手法の1つにIFIMがある¹⁾。IFIMを適用した研究は魚類を対象としたものが主流で、底生動物を対象としたものが稀である。

そこで、本研究ではIFIMを適用して底生動物にとって特に自然的、人為的な影響を受けやすい良好な生息環境とはどのような条件下の環境であるのかを明らかにするとともに、ダムのある河川とダムのない河川における最適流量の違いを流況解析による確率統計的手法で明らかにすることを目的とする。

2. 調査方法

本研究ではダムのある河川として多摩川本川、ダムのない河川としてその支川である平井川、秋川及び北浅川を対象河川とした。平井川においては、河川改修工事が何度も施されている。

環境条件の異なる対象河川において、底生動物調査、河床環境調査、河床変動調査を行う。その測定データを使用し、IFIMで定量化した後、河川生態系に対しての良好な生息環境に必要な8月の河川流量を求めて対象河川の現状を評価し、検討する。

3. IFIMによる解析

(1) 解析方法

水理計算のために生息環境の評価範囲の河道に横断面を設定する。

評価指標(水深、流速、底質)に応じて各断面積をいくつかのセルに分割する。その際、各セルの面積を a_i とする。

与えられた流量に対して各横断面のセル内での流速と水深を計算する。

求めた適性曲線(各水理量と生息量との関係を表す曲線)を用いて各セルのWUAを式(1)より求める。

全てのセルにおける(WUA)_iの総和を求める。

$$WUA = \sum(WUA)_i = \sum[P(v_i) \times P(d_i) \times P(s_i) \times a_i] \quad (1)$$

$P(v_i)$: セル*i*における底生動物の生息量と流速の関係関数

$P(d_i)$: セル*i*における底生動物の生息量と水深の関係関数

$P(s_i)$: セル*i*における底生動物の生息量と底質の関係関数

上記の手順に従い、流量を変化させて繰り返す。

Q-WUA図が得られ、これらを総合的に判断する。

表-1 入力データ

河川名	底質 D_{84} (mm)	流量(m^3/s)
多摩川	573	214.24 ~ 0.74
平井川	64	25.52 ~ 0.02
秋川	498	83.53 ~ 0.03
北浅川	105	64.54 ~ 0.04

表-2 各調査地点の最適流量と検討結果

河川名	最適流量 (m^3/s)	超過確率 (%)	標準偏差	相当する範囲
多摩川	7.24	55.7 ~ 71.5	23.41 ~ 49.99	平水流量 ~ 低水流量
平井川	2.01	3.9 ~ 10.0	0.51 ~ 2.45	豊水流量以上
秋川	2.03	35.4 ~ 64.5	6.29 ~ 21.36	豊水流量 ~ 低水流量
北浅川	3.04	26.8 ~ 49.2	4.83 ~ 14.45	豊水流量 ~ 平水流量

(2) 解析条件と解析結果

各河川のIFIM解析において、断面データ及び底質データは2003年9月6日の調査データを使用した。流量データにおいては1980年~2002年の22年間分の日流量データを使用した。また、底質の粒径、流量に関する入力データを表-1に示す。解析結果は、各河川のQ-WUA図より最適流量が表-2のように算出された。

4. 最適流量の統計的検討

(1) 流況の検討

IFIMで求められた最適流量と22年間分の実流量データを使用して検討を行う。河川毎に流況図を適用し最適流量の超過確率を算出した。算出した超過確率と日流量の標準偏差、最適流量が相当する範囲の流量を表-2に示す。

これらの結果から多摩川においては、流況図から8月中に実流量の大部分が最適流量以上になった。よって、現状は流量が多く流れているので生息可能な状態であると推察できる。

平井川においては、流況図から8月中に実流量の大部分が最適流量以下になった。よって、現状は流量が不足するので単に生息可能な状態であると推察できる。

秋川においては、流況図から8月中に実流量が最適流量を何度も超えた。よって、現状は生息適性状態であると推察できる。

北浅川においては、流況図から8月中に実流量が最適流量を何度も超えた。よって、現状は生息適性状態であると推察できる。

キーワード IFIM, 底生動物, 最適流量, 超過確率, Simpson指数

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1 前橋工科大学建設工学科 TEL/FAX: 027-265-7355

(2) 攪乱頻度と多様性の関係

長期的な流量変動の統計確率的手法を用いて検討を行う。ここでは既往の論文³⁾を応用し、洪水攪乱が起りうる流量を特定するため、流況曲線における豊水流量、平水流量、低水流量を超える確率、つまり超過確率を攪乱頻度に相当する値と仮定した。

図-1に攪乱規模として各流量の超過確率と多様性を表すSimpson指数の関係を示した。また、プロットされた点に対して近似曲線を作成した。近似曲線の極値の超過確率と比較的新しい2002年の実データの超過確率を比較し現状を把握した。

図-1(a)より、多摩川は平水流量のみ最大値をもつ凸型の二次曲線に近似し0.768と良い相関が得られた。また、近似曲線の極値の超過確率59.5%より2002年の超過確率63.4%の方が大きく、現状では流量が十分であることがわかる。つまり、生物の多様性が保たれていると推察できる。

図-1(b)より、平井川は各流量で良い相関が得られなかった。即ち、各流量の超過確率とSimpson指数の間に有意な関係が認められなかった。これは河川改修工事の影響が多いに関係していると推察できる。

図-1(c)より、秋川はデータ数が若干少ないが、豊水流量のみ二次曲線に近似し0.887と良い相関が得られた。また、近似曲線の極値の超過確率31.3%と2002年の超過確率31.4%がほぼ等しく、現状は多様性が最も保たれている流量であると推察できる。

図-1(d)より、北浅川は豊水流量、低水流量において二次曲線に近似しそれぞれ0.691、0.869と良い相関が得られた。また、豊水流量時に近似曲線の極値の超過確率は22.8%、低水流量時に近似曲線の超過確率は78.8%と算出された。2002年の豊水流量時の超過確率20.4%、低水流量時の超過確率は72.9%となり、これらの超過確率は極値の超過確率の値より小さく流量が不足していることがわかる。しかし、近似曲線上に実際の超過確率をプロットすると生物の多様性は保たれていると推察できる。

5. 結論

本研究で得られた知見は以下の通りである。

1) 最適流量の流況検討

ダムのない自然度の高い秋川と北浅川は、最適流量が豊水流量より小さい流量に相当し、現状は生息適性状態である。一方、ダムのある多摩川は、平水流量より小さい流量に相当し、現状は生息可能な状態である。

2) 攪乱頻度と多様性の検討

ダムのある多摩川、河川改修工事が何度も施された平井川は、豊水流量に対して流量の超過確率とSimpson指

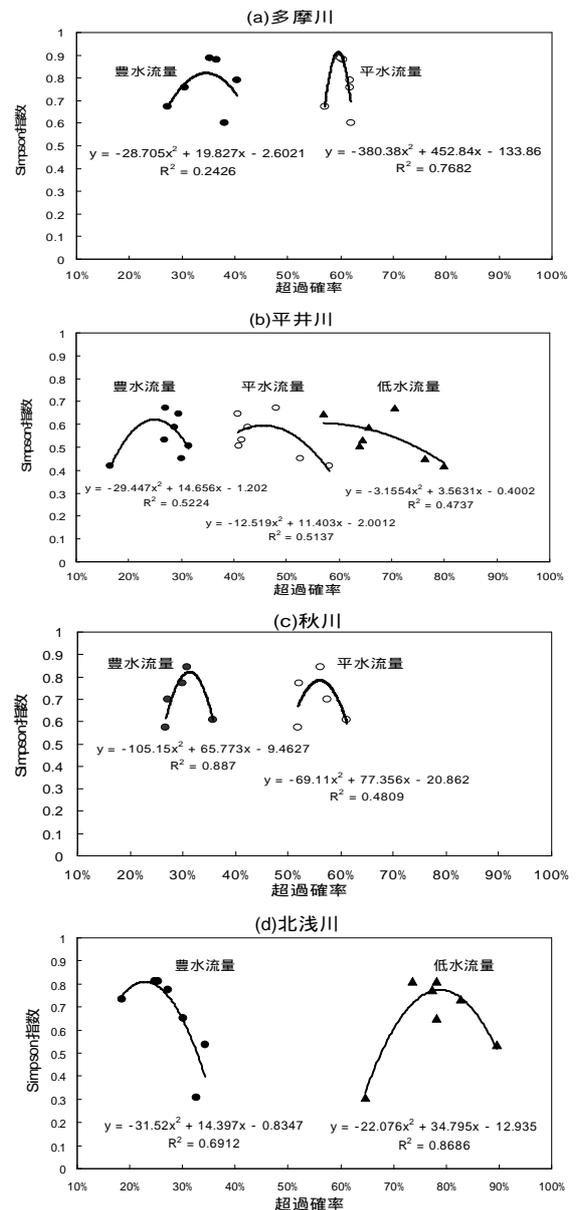


図-1 攪乱頻度とSimpson指数

数の相関性はなかった。一方、ダムのない秋川と北浅川は、豊水流量に対してその良い相関性があった。即ち、それは上に凸の二次曲線に適合し、多様度の最大値を持つことである。また、このことは豊水流量の超過確率が大きくても小さくても多様性が減少することを意味する。したがって、適度な超過確率つまり適度な攪乱頻度が存在することが明らかになった。

参考文献

- 1) 北村忠紀, 田代喬, 辻本哲郎: 生息場評価指標としての河床攪乱頻度について, 河川技術論文集, 第7巻, pp.297-302(2001)
- 2) 河村三郎: 魚類生息環境の水理学, リバーフロント整備センター, pp.174-239 (2003)
- 3) 土屋十園, 諸田恵士: 底生動物群集の多様性に及ぼす流況の確率論的特性, 水文・水資源学会誌, 第18巻, pp.521-529(2005)