

分布型水文モデルと統計的手法を用いた底生動物の種多様性評価

東北大学 学生会員 ○高瀬 陽彦
東北大学 正 会 員 糠澤 桂
東北大学 正 会 員 風間 聡
愛媛大学 正 会 員 渡辺 幸三

1. はじめに

平成 19 年に国土交通省が多自然川づくり基本指針を策定し、水生生物の定量的な評価手法の確立が必要となった。そのため、小出水ら¹⁾など多くの研究者が Habitat Suitability Index(HSI)モデルや Physical Habitat Simulation Model(PHABSIM)を用いて河川における水生生物の定量的な生息環境の評価を実施している。

生態系の健全性を評価する際の重要な概念である生物多様性は、「遺伝的多様性」、「種多様性」、「生態系の多様性」というスケールの異なる 3 つの多様性が互いに相関を持つ複層的な概念である。著者らの研究グループは名取川流域内において底生動物を対象とした HSI モデルを構築し、流域内における底生動物の種多様性を推定した²⁾。しかし、使用した生物データには欠落個所が生じていたため、欠落個所を適切に補完した HSI モデルを構築する必要性がある。

以上の背景を踏まえ、本研究では名取川流域において頻度分布図および重回帰分析用いて HSI モデルを構築することで流域内の種多様性をした。

2. 研究対象地域

研究対象は宮城県中央部に位置する名取川流域（流域面積 939km²）内の河道部とした(図-1)。名取川流域では、上流域は標高 1,000m を越える山岳地帯のために冬季は多くの積雪があり、中流域は仙台市を中心とした市街地を有し、下流域には水田地帯が広がっており、様々な土地利用と自然環境が形成されている。

3. データセット

環境指標として水理データ、土地被覆データ、数値的地理データを用いて HSI モデルを構築した。水理データは、分布型水文モデル³⁾を用いて、2006 年 1 月から 12 月までの 1 年間における水深、流速、水温に関す

る年平均値、年最大値、年最小値の分布データを用いた。土地被覆データは、国土数値情報の宮城県土地利用格子データを用いた。数値的地理データは、勾配、市街化率、市街地・森林までの距離のデータを用いた。

4. 生物データ

浜本ら⁴⁾が 2006 年 9 月 5 日～10 月 20 日の間に名取川流域の 45 地点で実施した底生動物サンプリング結果を用いた。調査はコドラード付きサーバーネット(30cm×30cm, メッシュサイズ: 250μm)を用いた定量サンプリングが、各地点で選んだ 3 つの瀬で行われた(採取面積: 0.27m²/地点)。全調査地点から底生動物 121 分類群, 4,877 個体が確認され、そのうち合計 10 個体以上確認された 43 分類群を対象種とした。

5. HSI モデル

HSI モデルは、対象地域をセルに分割し、セル内の環境指標を用いて生息適性を物理的に評価するモデルである。HSI モデルの作成には、まず、各環境指標に関する表現する Suitability Index(SI)モデルを作成する。本研究

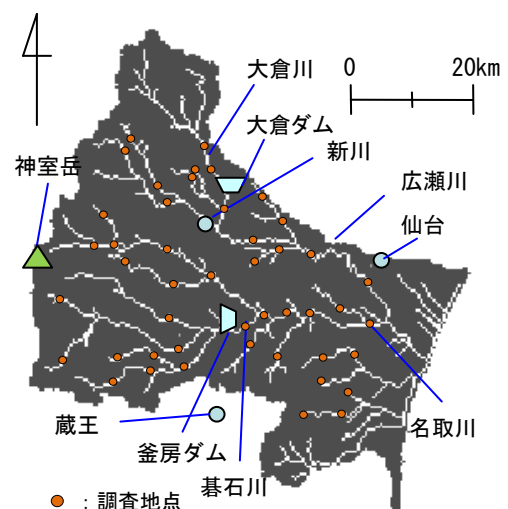


図-1 名取川流域図

では、生息調査における頻度分布図を基準化する手法を用いて SI を作成した。作成した全環境指標に関する SI の幾何平均を求めたものが HSI となる。

$$HSI = \sqrt[p]{\prod_{j=1}^p SI_j} \quad (1)$$

ここに、 SI_j : 環境指標 j の生息適性指数、 p : 環境指標数である。

本研究では、算出した HSI における生息適性の再現性を確認するために、説明変数に HSI、目的変数に浜本ら³⁾が観察した個体群密度とする回帰分析を行い、決定係数 (R^2) および統計的有意性 (p 値<0.05) に基づいて算出した HSI を検証した。検証の結果 25 分類群 (FR) に関して HSI が対象種の生息適性を再現していることが確認できた。

重回帰分析を用いる方法では、底生生物サンプリング結果における対象生物の個体数を目的変数、頻度分布図を用いる手法において用いた全環境指標を説明変数として、SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc.) を用いたステップワイズ重回帰分析により HSI を構築した。ステップワイズ法とは、1 項目ずつ説明変数を取捨選択し、その際に説明変数間の多重共線性を判定し、互いに独立な説明変数のみを重回帰モデルに取り入れる手法である。本研究では、説明変数を取捨選択するステップワイズ法に用いる F 値有意確率は、モデルに組み込む場合に $F=0.05$ 以下、モデルから除外する場合に $F=0.1$ 以上 (MR0.05) として 18 分類群の HSI モデルを構築した。

6. 種多様性推定結果

Shannon-Weiner 多様度指数 (H') を用いて、対象領域内の種多様性について検討した。多様度指数は、「種の豊富さ」と「種組成の均等さ」の 2 つの要素により群集の多様性を表す指数である。多様度指数は以下の式を用いて計算した。

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2(p_i) \quad (2)$$

$$p_i = \frac{HSI_i}{\sum_{i=1}^S HSI_i} \quad (3)$$

ここに、 S : 分類群数 (=25)、 p_i : 全個体数の中で i 種が占める割合である。

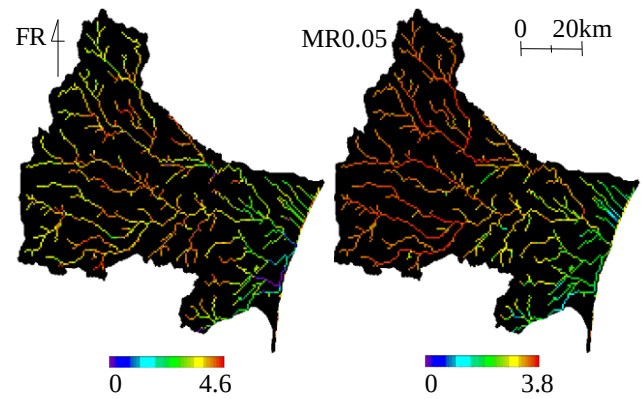


図-2 多様度指数分布図

計算結果を図-2 に示す。FR, MR0.05 とともに山地である上流域から、丘陵地帯である中流域にかけて高い多様度指数を示した。しかし、FR と MR0.05 における多様度指数の空間分布図では、相関係数 $R=0.29$ と低い値を示した。FR と MR0.05 の計算に用いた分類群を確認すると、11 分類群 (FR の 44%, MR0.05 の 61%) が一致していた。HSI モデル構築手法および計算に用いた分類群が半数近く異なる 2 つの手法において同様の結果が得られたため、名取川流域では上流域～中流域にかけて高い底生動物の種多様性を有していることが示唆された。浜本ら⁴⁾は、本研究で用いた調査結果を用いて、調査地点における種多様性の検討を行い、名取川の上中流域、および広瀬川の中流域にて多様度指数が高まると報告しており、この知見は本研究で得られた結果と一致する。このため、本研究において 2 つの手法を用いて実施した結果の妥当性が示された。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金 (22360192, 代表：風間聡；24254003, 代表：大村達夫；25289172, 代表：渡辺幸三；25241024, 代表：竹門康弘) 及び特別研究員奨励費 (256493, 代表：糠澤桂) の助成を受けて実施いたしました。併せてここに深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 小出水規行, 竹村武士, 奥島修二, 相賀啓尚, 山本勝利, 蛭原周: HEP 法による農業用水路におけるタモロコの適性生息場の評価: 千葉県谷津田域を事例として, 河川技術論文集, Vol.11, pp.489-494, 2005.
- 2) 高瀬陽彦, 糠澤桂, 風間聡, 渡辺幸三: HSI モデルを用いた水生昆虫の種多様性評価手法の開発, 土木学会東北支部技術研究発表会講演要旨集, 2013(CD-ROM).
- 3) Nukazawa K., Shiraiwa J., Kazama S. Habitat evaluation of seasonal habitat variations of freshwater fishes, fireflies, and frogs using a habitat suitability index model that includes river water temperature. Ecological modeling., vol.222, pp.3718-3726, 2011.
- 4) 浜本洋, 風間聡, 渡辺幸三, 沢本正樹, 大村達夫: 宮城県中南部に生息する河川底生動物群集の種多様性の空間階層構造, 水工学論文集, Vol.52, pp.1171-1178, 2008.