

HSI モデルを用いた水生昆虫の種多様性評価手法の開発

東北大学 学生会員 ○高瀬 陽彦
東北大学 学生会員 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。著者らの研究グループにおいても、宮城県の名取川流域を対象として、HSI モデルを用いた水生昆虫 9 分類群の生息環境評価を実施した²⁾。

一方、生態系の健全性を評価する際の重要な概念として「生物多様性」がある。「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。浜本らは、名取川流域で水生昆虫を対象とした種多様性の評価を実施し、生物多様性について検討を実施した³⁾。しかし、この研究では、種多様性の評価は調査地点のみに限定されており、流域全体を対象とした種多様性の評価は実施されていない。流域全域で種多様性の評価を行うことは、流域の生物多様性を評価する上で非常に重要だと考えられる。

そこで、本研究では、名取川流域内の河道部を対象として水生昆虫を対象とした HSI モデルを構築し、その結果を用いた、流域内河道部における種多様性評価手法について検討を行い、実際に評価を実施した。

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、分布型流出モデル及び水温解析モデル⁴⁾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³⁾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。

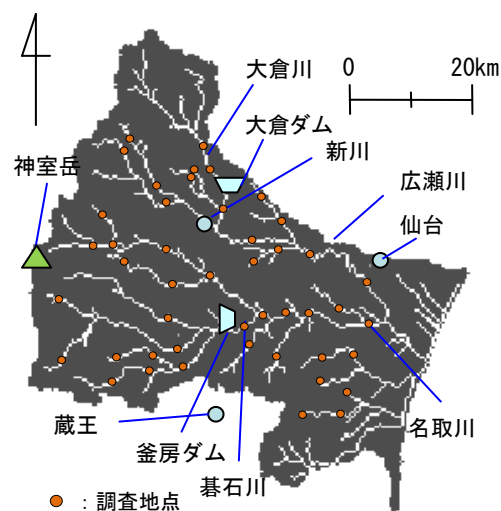


図-1 名取川流域図

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生息適性指数を 0（不適）～1（最適）の間の数値で表現する Suitability Index(SI)モデルを作成する。

SI の作成は次の手順で実施した⁴⁾。①調査地域において対象生物を捕獲し、その場所における環境指標のデータを記録する。②対象生物捕獲数の頻度分布図を作成する。③頻度の最大値が 1.0 となるように基準化し、その値を SI とする。なお、①については浜本ら³⁾の底生生物サンプリング結果を用いた。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から算出される決定係数 (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、カゲロウ目 6 分類群、カワゲラ目 4 分類群、コウチュウ目 2 分類群、トビケラ目 8 分類群、双翅目 3 分類群、イシビル科、ヘビトンボ科の計 25 分類群に関して 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ため、種多様性の推定を行う対象種として設定した。

6. 種多様性

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「種粗性の均等さ」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。なお、本研究では各セルの HSI の値を生物数とみなして計算を実施した。

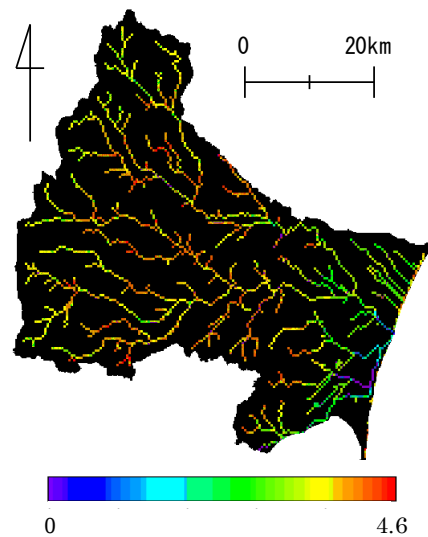


図-2 多様度指数分布図

計算結果を図-2 に示す。図-2 では、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。多様度指数の最大値は 4.57 ポイントを示した。

浜本ら³⁾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いる。本研究においては、名取川流域の上流域から中流域にかけて高い多様度指数を示す結果が得られ、この知見と一致する。このため、本研究の手法および得られた結果の妥当性が示された。

今後は、本研究で得られた結果の詳細な検討を実施した後に遺伝的多様性との関係について検討を行い、名取川流域における水生昆虫の生物多様性について評価を実施する。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金（22360192、代表：風間聡、30111248、代表：大村達夫、24860045、代表：渡辺幸三）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: 分布型流出・水温モデルを使用した水生昆虫の生息環境評価, 水工学論文集, Vol.57, 2013(投稿中).
- 3) 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.
- 4) 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.