

# 確率分布関数を用いた河川生物の生息適性値の推定

東北大学 学生員 ○尾ヶ瀬 勇輝  
東北大学大学院 学生員 浜本 洋  
東北大学大学院 正会員 風間 聡  
東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

## 1. はじめに

流水の生物は各々の環境条件に適した生息域に分布している。河川の環境条件には、水深や流速、勾配、土地利用、水深など多くの要素がある。本研究は、調査によって得られた、自然条件をパラメータとした生物の存在確率のデータを確率分布関数に近似し、河川流域に棲む生物の生息環境の評価を行うものである。

実地調査で得られた生息データは離散的であり、調査時の条件によっては対象の生物にとって好ましい条件であっても、生息数が非常に少なくなることがしばしばある。若しくは、逆に好ましくない条件であっても非常に多くの個体数が確認される場合もある。このような異常値を検出するために、名取側流域の河川調査で得られたデータを適当な確率分布関数に近似し、生物の選好を連続的に表現する。この関数を実地調査で得られたデータに当てはめることで、そのデータに含まれる異常値を見分け、極力排除することが可能となる。

連続的に得られた生物の選好を、HSIモデルに適用する。それにより、任意のメッシュにおける生物の生息適性値を推定する。

## 2. 研究対象

### 2.1. 対象流域

研究対象としているのは、宮城県のほぼ中央に位置する名取川流域である。幹線流路延長 55.0km、流域面積 939km<sup>2</sup>、流域内人口約 112 万人(2005 年 12 月現在、国土交通省調べ)。本流である名取川は宮城、山形県境付近の神室岳(標高 1353 m)を水源とし、東流しながら碓氷川、広瀬川等と合流、名取市関上で太平洋に注いでいる。

### 2.2. 対象生物

対象生物には①ゲンジボタル、②ヘイケボタル、③流水性トンボ、④止水性トンボ、⑤メダカ、⑥オオタカの 6 種を採用した。名取川における各生物の生息メッシュ数は、名取市によって調査されており<sup>1)</sup>、松本ら<sup>2)</sup>によって実測値を用いた生息適正評価が行われている。

## 2.3. 環境指標

使用する環境指標は、(1)水深、(2)流速、(3)勾配、(4)土地利用、(5)市街化率、(6)市街地までの距離、(7)森林までの距離、(8)水辺からの距離の 8 項目である。これらの環境データおよびマップは、国土数値情報から白岩ら<sup>3)</sup>によって作成された。

## 3. 解析手法

### 3.1. 存在確率の算定

対象生物の存在確率は、環境指標ごとに算定した。対象生物の生息メッシュ数から環境指標の頻度分布を作成し、全メッシュ数で除することで得た。

### 3.2. HSI モデル

HSIモデルは、セル内の環境指標(水深、流速、水温など)を用いて生息適性を物理的に評価する構造である。まず、各評価指標に関する生物の生息適性指数を 0.0(全く不適)~1.0(最適)の間で SI(Suitability Index)モデルを作成する。

SIの決定は、何通りかの手法があるが、今回は第二種(現地調査による生物の生息地データから求める方法)のSI決定法を用いた。なお、第一種は、文献・資料をもとにそれぞれの指標の最適値を調べ、その値を平均とした正規分布を求め、SIとする方法である。第二種のSI決定は次の手順で行う。①調査地域で対象生物を捕獲し、その場所の評価指標のデータを記録する。②対象生物の生息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する。これが SI となる。

作成した全評価指標の SI を総合的に判断したものが HSI となり、式(1)のように表される。HSI を用いることで、各生息環境指標のデータマップから、任意のメッシュにおける対象生物の生息適性値を求めることが出来る。

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

ここで、 $SI_j$ : 評価指標  $j$  の生息適性指数、 $p$ : 評価指標の数である

### 3.3. 確率分布関数による近似<sup>4)</sup>

確率分布関数は $-\infty < x < \infty$ での積分の解が1となることが知られている。しかし、本研究ではSIの分布を適切に近似するために、新たなパラメータとして倍率Aを採用した。本研究において、データを近似するために使用した分布関数は、正規分布型、Gumbel分布型、Weible分布型、Gev分布型の4つである。

なお、近似はSIの実測値と近似関数との残差平方和を計算し、それが最も小さくなるようなパラメータの組み合わせを、準ニュートン法を用いて算出した。計算の反復回数は10000回である。近似後に計算された実測値との適合係数を比較し、最も高かったものをSIを最も適切に表す関数とした。

### 4. 結果

図1に、ヘイケボタルの市街化率に応じたSIと、分布関数による近似の様相の違いを示す。表1に、近似した際の各関数のパラメータの値と、実測値との適合係数を示す。rは適合係数である。結果として、ヘイケボタルの市街化率に応じたSIを求める際には、Gev分布型が最適であると判断した。

表2に、上記の方法を用いて同様に導出された、他の対象生物と環境指標ごとに最適な分布関数を示す。表中の①～⑥は、それぞれゲンジボタル、ヘイケボタル、流水性トンボ、止水性トンボ、メダカ、オオタカである。

### 5. 考察

得られた生息適性値の様相から、各生物の選好を考察した。ゲンジボタルはヘイケボタルに比べ、勾配の激しい地点や水辺からの距離が離れている地点においても高い生息適性値を示したが、森林から離れると生息に適さなかった。流水性トンボと止水性トンボを比較すると、止水性トンボは比較的流速の小さい地点や、水辺から離れた地点で高い生息適性値を示した。魚類であるメダカは、水深に関して明確な選好は見られなかったが、勾配や流速が激しい地点は生息に全く適さなかった。鳥類であるオオタカは、流速や水深といった水理項目については明確な選好が見られないが、水辺や森林のそばでは高い生息適性値を示した。

### 6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、名取市からは大変貴重な生物調査の結果を提供していただきました。ここに深く感謝いたします。

### 参考文献

- 1) 名取市：名取市環境基本計画策定基礎資料 IV 動植物調査報告書，平成14年。
- 2) 松本哲，風間聡，沢本正樹：分布型流出モデルを用いた生態学的環境評価，東北大学修士学位論文，2005。
- 3) 白岩淳一，風間聡，沢本正樹：水温を考慮した水生生物生息環境マップ，東北大学修士学位論文，2006。
- 4) 宮川公男：基本統計学，有斐閣，1977。

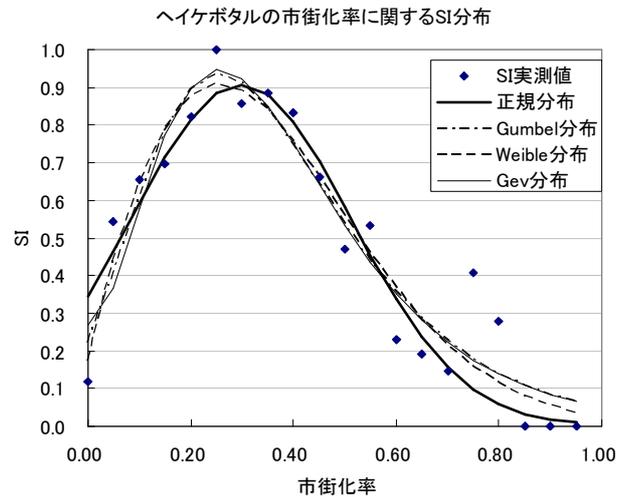


図1 各確率分布関数における近似の差異

表1 各関数のパラメータ値と適合係数

	正規	Gumbel	Weible	Gev
A	4.87	A 4.88	A 4.68	A 9.64
$\mu$	2.98	$\alpha$ 2.54	$\eta$ 4.23	k -0.02
$\sigma$	2.14	$\beta$ 1.92	m 1.87	$\mu$ 2.35
				$\sigma$ 1.86
r	0.87	r 0.90	r 0.91	r 0.92

表2 最も適合係数の高かった確率分布関数 (N:正規分布, G:Gumbel分布, W:Weible分布, V:Gev分布)

	①	②	③	④	⑤	⑥
勾配	V	V	N	V	N	W
市街化率	V	V	N	N	W	V
最大流速	G	V	V	V	N	W
最小流速	V	W	G	G	W	W
平均流速	W	V	V	V	W	N
流速分散	V	G	V	G	W	N
最大水深	V	G	N	W	V	N
最小水深	N	N	W	W	V	G
平均水深	N	V	W	G	V	W
水深分散	W	W	W	G	V	V
恒久的水辺からの距離	V	V	W	V	V	V
水辺からの距離	V	V	V	V	V	V
市街地からの距離	V	G	N	G	V	N
森林からの距離	N	W	V	V	W	W