

VII-8

水温を考慮した水生生物生息環境評価

東北大学大学院 学生員 ○白岩 淳一
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。河川的环境条件には、水深や流速、勾配、土地利用、水温など多くの要素がある。中でも水温は水生生物の呼吸・生長・繁殖（増殖）に著しい影響を持つことから、本研究で特に注目している要素である。河川の水温は地球温暖化やそれに伴う気候変動によって形態が変化すると考えられ、河川生態系が崩れる危険性がある。そのため、今後の環境アセスメントの計画・実施を行うにあたり、水温と生物の関係を把握する必要がある。本研究では、水温が生物に与える影響を把握することを目的とし、HSI(Habitat Suitability Index)モデルによる名取川流域の生息環境の評価を行う。対象地域である名取川流域は宮城県のほぼ中央に位置しており、広瀬川、名取川の上流にはそれぞれ大倉ダム、釜房ダムがある。

研究の流れとして、まず対象領域となる名取川流域の水温度解析モデルの構築を行った。これは土田ら¹⁾が開発した分布型流出モデルを基盤とするものである。次に、この解析結果などをHSIモデルに適用した。

2. 解析方法

2.1 水温度解析²⁾

河川での熱収支を考える場合、流速が大きいため水面に加えられた熱は水深の全体に均等配分されるものとして解析する。河川の熱収支は次のように表される。

$$c\rho D\left(\frac{\partial T}{\partial t}+U\frac{\partial T}{\partial x}\right)=R_n\pm H\pm LE \quad (1)$$

$$R_n=(1-\alpha)I-R_{EL} \quad (2)$$

$$H=c_p\rho_aC_Du(T_s-T_a) \quad (3)$$

$$LE=L\rho_aC_Du(q_s-q_a) \quad (4)$$

ここで、 c :水の比熱(J/Kkg)、 ρ :水の密度(kg/m³)、 U :流速(m/s)、 D :平均水深(m)、 R_n :正味放射(W/m²)、 H :顕熱(W/m²)、 LE :潜熱(W/m²)、 α :アルベド、 I :日射量(W/m²)、 R_{EL} :雲量による補正を加味した有効長波放射(W/m²)、 c_p :空気の比熱(J/Kkg)、 ρ_a :空気の密度(kg/m³)、 u :風速(m/s)、 T_a :気温(°C)、 T_s :地表面温度(°C)、 q_a :空気の比湿

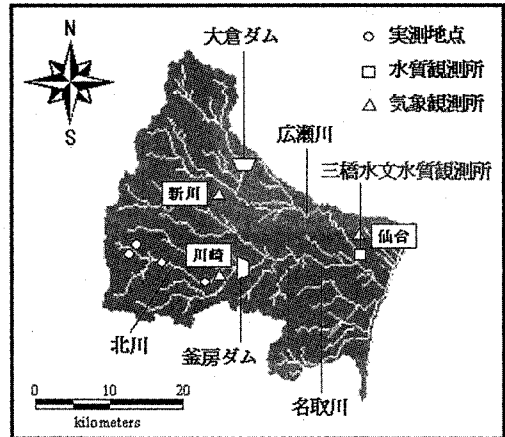


図-1 名取川流域概要

(kg/kg)、 q_s :地表面の比湿(kg/kg)、 L :気化熱(J/Kkg)である。潜熱、顕熱の計算には1基準の測定値のみで推定が可能であるバルク法を用いた。これらの方法論を用いて、源流から下流に向けてメッシュごとに計算する。地下水、支流の本流への流入は、それぞれの流量で重みをつけ、混合後の水温の計算を行っている。

2.2 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という構造である。まず、各評価指標に関する生物の生息適性指数を0(全く不適)～1(最適)の間で示すSI(Suitability Index)モデルを作成する。全評価指標のSIを総合的に判断したものがHSIとなり、次のように表される。

$$HSI=\sqrt[p]{\prod_{j=1}^p SI_j} \quad (5)$$

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。HSIの算定後、WUA(Weighted Usable Area)を求めることができる。これは、対象地域に占める生息適性地域の割合を表す値であり、次式で表される。

$$WUA=\sum_i^A a_i HSI_i \quad (6)$$

3. 結果

3.1 水温解析結果

水温の解析は2004年7月から2005年6月の1年の期間を設けて行った。広瀬川下流に位置する三橋水文水質観測所で検証を行ったところ、概ね良好な再現性を得た。しかし、8月前半において、計算値の過大評価が目立っている。波形は似通っていることから、この時期の源流水温を過大に推定していることが原因であると考えられる。上流域の検証は北川での実測値を用いた。2℃以内の誤差が大半であり、良好な再現性を示している。

3.2 生息環境評価

対象とした生物は淡水魚、ホタル、カエル類である。淡水魚については、流域を上流、中流、下流域の3つに分け、それぞれを代表するヤマメ、アユ、コイを選んだ。また、カエル類はニホンアカガエル、トウキョウダルマガエル、ツチガエルを指す。

SIの環境指標として用いた項目は、1)水温、2)水深、3)流速、4)勾配、5)土地利用、6)植生、7)市街化率、8)市街地までの距離、9)森林までの距離、10)水辺からの距離の10項目である。ただし、淡水魚に関しては、1)～3)までの項目のみで評価を行っている。

ホタルおよびカエル類のHSI分布をそれぞれ図-2、図-3に示す。ホタルは流域下流の水田、釜房ダム、大倉ダム周辺で生息が確認されており、妥当な評価ができています。カエル類は仙台市街地と上流域を除く流域全域で適性が大きく、実際にニホンアカガエルの生息分布とよく一致している。

また、水温は年変化が大きいので、これを考慮することでより動的な評価ができる。図-4、図-5はそれぞれ淡水魚、ホタル・カエル類に対するWUAの年変化を示したものである。淡水魚に関しては、夏期に適性が大きいコイ、アユに対して、冷水性のヤマメは冬期に適性が大きくなっている。これはヤマメの生態的特徴をよく表している。カエル類は冬期に適性が小さくなっている。ニホンアカガエルとトウキョウダルマガエルはこの時期に冬眠する。ホタルの選好水温は幅が広く、2～28℃程度である。そのため水温変化には鈍感で、年変化は見られない。

4. 結論

水温を用いて名取川流域の水生生物の生息環境を評価した。水温という動的な要素を考慮することで、空

間分布だけでなく時系列的な流域評価を可能にしている。今回は淡水魚、ホタル、カエル類を対象に生息環境を評価し、生態評価における水温の重要性を示すことができた。

参考文献

- 1) 土田恭平, 風間聡, 沢本正樹: 居住人口を指標とした河川健全度評価, 東北大学修士学位論文, 2004.
- 2) 新井正: 地域分析のための熱・水収支水文学, 古今書院, pp10-15, pp112-137, 2004.

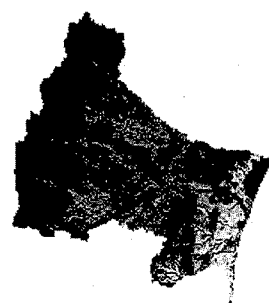


図-2 ホタルのHSI分布



図-3 カエルのHSI分布

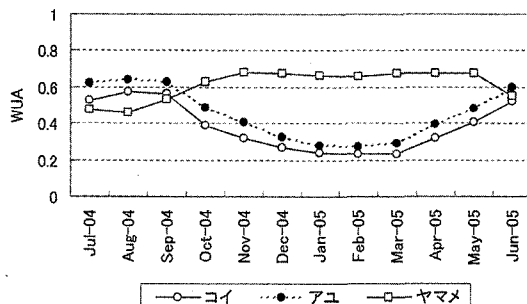


図-4 淡水魚のWUA年変化

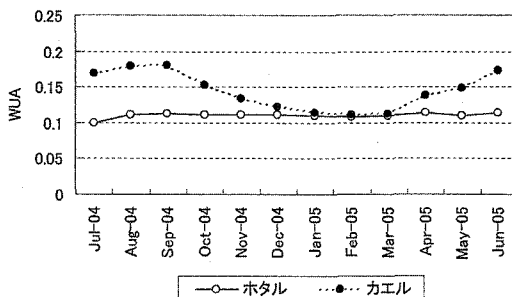


図-5 ホタル・カエル類のWUA年変化