

環境流量グローバルモデルにおける栄養段階指数の対象生物種選定

○ 筑波大学大学院 学生会員 鴨志田穂高
筑波大学 正会員 白川直樹

1. 背景・目的

河川環境を良好に保つため、適切な環境流量の設定手法が考案されてきた。白川（2005）は、自然条件の差異に着目し環境流量のための気候区分を行った。さらに篠崎（2012）は、詳細な気候区分に加えて生態系の豊かさの違いを反映する環境流量グローバルモデルを提唱した。篠崎のモデルは、植物の純一次生産力をサケの扶養可能個体数に置き換えることにより、その場所の生態系の豊かさを表している。この時用いられる「栄養段階指数」は、食物連鎖の構造をもとにしている。栄養段階指数は、この環境流量モデルの中で、年平均流量に対しどれほどの割合が環境の保全に必要なかを決定するための重要な役割を果たしている。

しかし、篠崎モデルでは全球一律でサケの基礎代謝量を用いているため、低緯度地域などサケ以外の魚種が支配的な河川では、生態系の豊かさを反映できていないおそれがある。そこで本研究では世界の地域ごとに異なる在来種のデータを用いることで、栄養段階指数を改善し、現地の生態系の特性に合った環境流量を推定することを目的とする。

2. 手法

(1) 対象生物種選定

対象生物種は、その河川食物連鎖の頂点に位置する二次消費者と、それに捕食される一次消費者の二段階で構成される。保護の必要性や商業的価値を考慮し東南アジアではタイワンドジョウを、アフリカでは *Tilapia Nilotica* を、南アメリカでは *Rhapiodon vulpinus* を、オーストラリアではマーレーコッドをそれぞれ対象生物種に選んだ。またそれぞれの食性をもとにエサとなる下位種を選んだ。

サケ
タイワンドジョウ
<i>Tilapia Nilotica</i>
<i>Rhapiodon vulpinus</i>
マーレーコッド

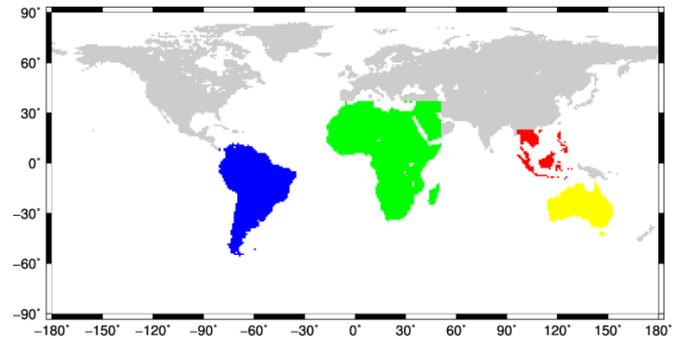


図1 対象地域と対象生物種

(2) 栄養段階指数の計算

栄養段階指数 (Trophic Level Index : TI) は次のように求められる。ある河川において、植物からの摂取エネルギーが一次消費者の消費エネルギー (基礎代謝と呼吸排熱の和) を下回る場合、生存できるのは植物のみなので $TI=1$ となる。植物からの摂取エネルギーが一次消費者の消費エネルギーを上回るが、一次消費者の個体数が二次消費者の消費エネルギーをまかなうのに必要な個体数を下回る場合、生存できるのは植物と一次消費者なので $TI=2$ となる。一次消費者の個体数が二次消費者の消費エネルギーをまかなうのに必要な個体数を上回る場合、生存できるのは植物、一次消費者、二次消費者なので $TI=3$ となる。

(3) 環境流量設定

環境流量の設定には、篠崎（2012）モデルに従い (1) ~ (3) 式を用いた。このうち c, x_{min}, x_{range} は栄養段階指数により変わる定数である。

$$EFR = x_1 + x_2 \quad (1)$$

$$x_1 = MAR \times \left\{ x_{min} + \left(\frac{a+b}{2} \right) \times x_{range} \right\} \quad (2)$$

$$x_2 = MAR \times c \quad (3)$$

キーワード：環境流量，栄養段階，河川環境，生物多様性，在来種

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学大学院生命環境科学研究科 E-mail : s1421152@u.tsukuba.ac.jp

EFR：環境流量必要量（年平均値， $m^3/s/100km^2$ ），
 x_1 ：基本流量（ $m^3/s/100km^2$ ）， x_2 ：攪乱流量
 （ $m^3/s/100km^2$ ），MAR：年平均比流量
 （ $m^3/s/100km^2$ ）， x_{min} ：年平均比流量に対する EFR
 の割合の最小値（%）， x_{range} ：年平均比流量に対する
 EFR の割合の設定幅（%）， a ：上流依存度係数（0～
 1）， b ：生態系回復時間係数（0～1） c ：攪乱流量係数

3. 結果・考察

(1) 栄養段階指数(TI)

対象 4 地域のうち東南アジアの結果を図 2～4 に示す。篠崎モデルでは全域で TI が 3 であったのに対し、本モデルでは、全面積の 40%近くで TI が 2 となった。地点ごとにみると、2 はインドシナ半島の沿岸、フィリピン、ジャワ島に相当する地点で特に多く現れた。全面積の TI の平均値は全球一律モデルが 3.00 であるのに対し、地域別モデルが 2.61 で小さくなった。地域別モデルでは、TI が一様に 3 となる状態が解消され、2 と 3 の地域に分かれたことから、特にバイオマス量の大きい地域とそうでない地域にある程度区分されたといえる。

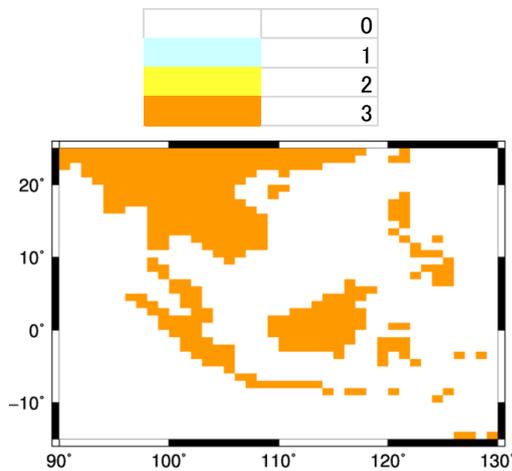


図 2 篠崎モデルの TI（東南アジア）

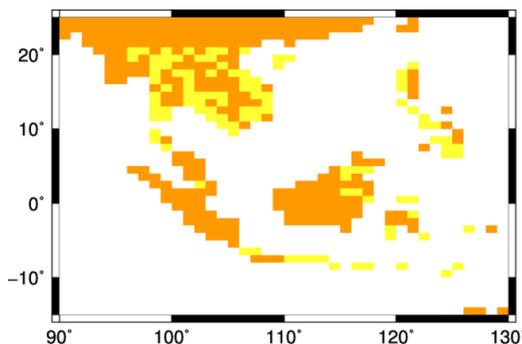


図 3 本モデルの TI（東南アジア）

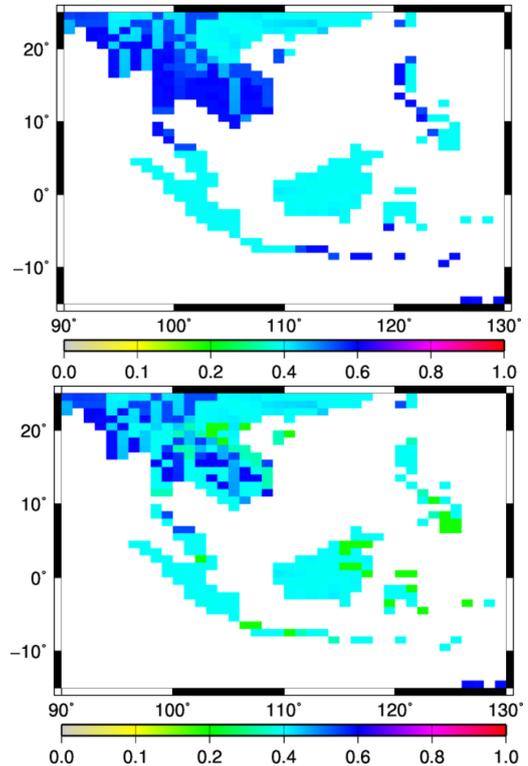


図 4 東南アジアの年平均比流量に対する EFR の割合（上：篠崎モデル 下：本モデル）

(2) 環境流量必要量(EFR)

図 4 は年平均比流量に対する環境流量必要量(EFR)の割合を示している。東南アジアでは、対象生物種の考慮により全体として EFR の割合は小さくなった。また、設定割合の下限がサケの場合と比べ 20%小さくなった。全球一律モデルでは地域内の EFR の割合の差が乏しかったのに対し、地域別モデルでは EFR の割合の差ははっきり分かれる結果となった。

4. 結論

全球一律モデルの EFR は大河川沿いとその周辺とあまり差がみられなかった。これに対し、地域別モデルの EFR は大河川に沿って大きくなり、その周囲は大河川沿いに比べ小さくなる傾向が見られた。したがって、本研究では、バイオマス量が特に大きな地点に大きな流量を与えつつ、周囲の流量の過剰を防ぐことができた。これにより、環境流量必要量が大きい地点とそうでない地点を、各地域内で区別できるようになった。