

1. はじめに

ネコギギは日本固有の淡水魚であり、伊勢湾、三河湾に注ぐ河川にのみ生息している。しかし、水質汚染や河川改修など、さまざまな人間活動の影響により近年激減しており、現在、本種の生息場所は河川中・上流域の清流にわずかに点在するのみとなっている。河川環境の変化に非常に敏感な特性を持つネコギギの生息環境の保全は、本来あるべき清流の自然環境の保全と切り離すことのできない重要な課題であるといえる。本研究では、ネコギギの生息量と物理環境の調査結果に基づき、ネコギギの生息環境の評価について考察するとともに、現地河川の巨石の配置をモデルに、巨石が河川環境に及ぼす効果について数値計算を用いて検討した。

2. 生息環境評価

2.1 評価方法

ネコギギ生息河川であるA川は所々に岩盤が露出し、変化に富んだ河道である、A川でのネコギギの生息量(H15, 1, 2月)と物理環境の調査結果に基づき、ネコギギの生息環境の評価を行った。物理環境の調査は、全区間 10m ごとに物理指標(水深、流速、河床材料割合など)が測定された。ここで、河川における物理環境を扱う場合、対象とする空間スケールによって物理指標のスケールを適切に合わせて用いる必要があり、さらに対象魚であるネコギギの特性を考慮し、今回は 10m 区間をひとつの生息場と考えて、また、30m 区間を縦断方向の生息環境の広がりと考えて、それぞれの区間に対して物理指標を設定し、それらのネコギギの生息量に対する影響の及び方を調べることにした。ネコギギのある環境指標に対する選好性、忌避性を明らかにするため、Ivlev の餌指指数を用いて選好度を表現することにした。

$$E_i = (U_i - A_i) / (U_i + A_i) \quad (1)$$

ここで、 E_i ：魚の環境 i に対する選好度、 U_i ：環境 i を利用していた個体数が全個体数に占める割合、 A_i ：環境 i が対象区間内で占めている面積比率である。この指標を用いたとき、魚が特別な選好性や忌避性を示さずにランダムに存在した場合には、選好度は 0 となる。一方、少ししかない環境に多くの魚が集まった場合には、選好度は正の値、その逆の場合には負の値となる。今回は 10m 区間ごとの調査データであるので、その物理指標が供給する面積として水面幅に 10m を乗じて面積比率を計算した。

2.2 結果および考察

Ivlev の餌指指数を用いてネコギギの選好性を表現した結果の一例を 10m 区間について図 1, 2 に、30m 区間について図 3, 4 に示す。

10m 区間では最大水深については明確な選好性が見られ、10m 区間におけるネコギギの生息環境として 50cm 以上の水深が必要であることがわかる。平均流速については図 2 のようにわずかながら流速 40cm/s を境に選好性または忌避性が分かれる。ただ、120cm/s において 1月、2月の結果が大きく違うことから、総個体数が少ない場合には値が不安定になり、わずかな変化で値が大きく変化してしまうという影響を受けたものとも考えられる。

30m 区間では水深および流速の標準偏差を用いて選好度を評価した。水深の標準偏差については多少の選好性がみられ、水深の多様な空間、つまり、最大水深の大きな空間が必要であることが分かる。流速の標準偏差については、わずかな選好性しか現れなかった。水深の深い場所がネコギギの選好度が高いことから、流速が多様な環境よりも、緩やかな環境がより選好性を示すものと推測される。ただ、10m 区間での結果と同様に総個体数が少ないため選好指数の値は不安定なものとなり、十分にネコギギの選好度・適性環境を評価できたとはいえない。このように希少種の適性環境評価についてはそのモデル化が困難であり、よりその魚種の特性に基づいた環境物理指標の設定の検討が必要であると考えられる。ネコギギの場合、営巣・産卵場となる横穴の存在が不可欠な要素とされており、こうした指標を取り込む必要があると考えられる。

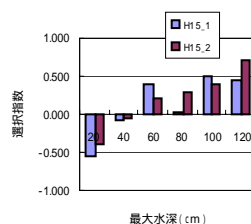


図1 選好度-最大水深

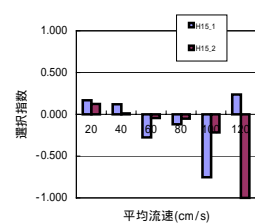


図2 選好度-平均流速

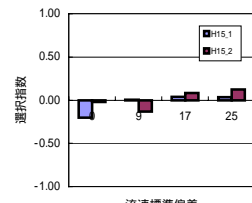
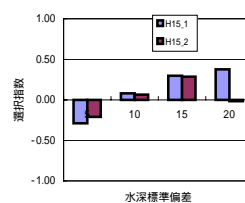


図3 選好度-水深標準偏差 図4 選好度-流速標準偏差

3. 巨石効果の数値解析 もう一つのネコギギ生息河川であるB川はA川とは異なり河床は比較的平坦であるが、巨石が点在することによって多様な流れ場が形成されていた。こうした巨石の流れの多様性と生息環境に果たす役割を検討する目的で数値解析を行った。

3.1 数値解析方法 本研究で用いた水深平均された開水路平面2次元流れの運動方程式および連続式は次のようである。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(huu) + \frac{\partial}{\partial y}(huv) = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x}(h\tau_{xx}) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial y}(h\tau_{xy}) \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(huv) + \frac{\partial}{\partial y}(hvv) = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x}(h\tau_{xy}) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial y}(h\tau_{yy}) \quad (3)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu) + \frac{\partial}{\partial y}(hv) = 0 \quad (4)$$

ここに、 u ：流下方向水深平均流速、 v ：横断方向水深平均流速、 $H = h + z$ ：水位、 z ：河床高、 h ：水深、 g ：重力加速度、 ρ ：流体の密度、 τ_{bx}, τ_{by} ： x, y 方向の底面せん断応力、 $\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$ ：水深平均レイノルズ応力である。

3.2 解析結果および考察 まず現地の環境をもとに代表的巨石・礫列の配置をモデル化し図5の河床コンターに示すように与えた。図6の流速コンター図をみると、巨石の後方には流速の緩やかな場ができ多様な流速分布が形成されているのがわかる。現地河川で礫列の他に、河岸の巨石が多く目に付いた。この河岸の巨石がネコギギの住処となる河岸の横穴に対して流れの緩やかな環境を提供し、また、水制のような護岸効果があるものと考えられる。

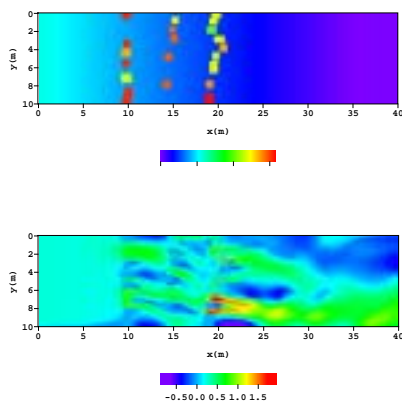


図6 流速コンター

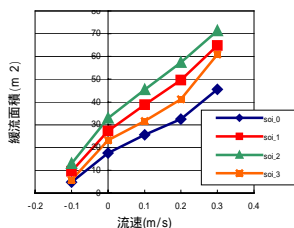


図9 流速毎の緩流面積(soi_0~3)

この結果をもとに次のような巨石配置について、数値計算を行った。図7は河床コンター図で、河岸の巨石を図のように soi_0 を基本としてその前、中央、後ろに礫列を配置し、その効果を検討した。図8はそれぞれの流速コンター図である。soi_0 を基本に考えると、前に礫列を置いた soi_1 はほとんど影響がない。中央に礫列を置いた soi_2 は河岸の巨石間の緩流域は減少するが、2番目の河岸の巨石の後方は緩流域が大きくなる。また、soi_3 は後方に礫列を置いたものだが、後ろに礫列を置くと、河岸の緩流域の広がりや失われる。後方の礫列の抵抗により、流れが河岸方向に向かうためだと考えられる。図9はその流速以下となるの緩流面積の比較である。soi_0 を基本に考えると、礫列を後方、前方、中央に置いた順に緩流面積は大きくなる。

4. 結論 ネコギギの生息量と物理環境の調査結果に基づき、ネコギギの適性環境の評価について考察するとともに、巨石による効果について検討した。今回用いた物理指標では水深50cm以上の環境についてのみ選好性が明確に現れた。他の物理指標については評価結果が十分ではなく希少種の適性環境評価の難しさが覗えた。今後は、よりネコギギの特性を考慮した環境物理指標を設定し、検討する必要がある。また、巨石による効果については、この数値計算結果を踏まえて、粒径や礫列・ステップ特性を十分に考慮した数値計算および実験を行い、より詳しくその効果の検討を行うことが課題である。

指導教官 富永晃宏 教授

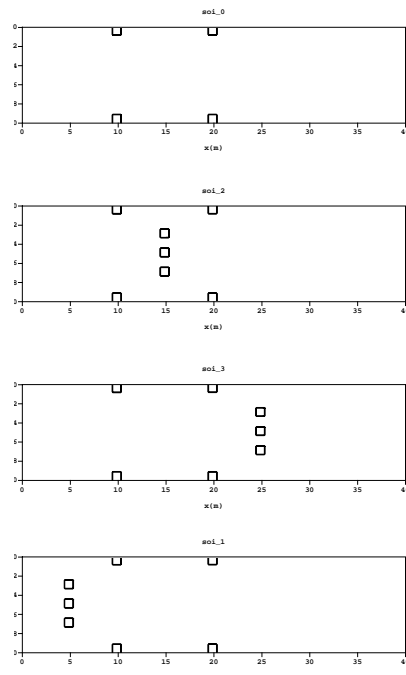


図7 河床コンタ - (soi_0~3)

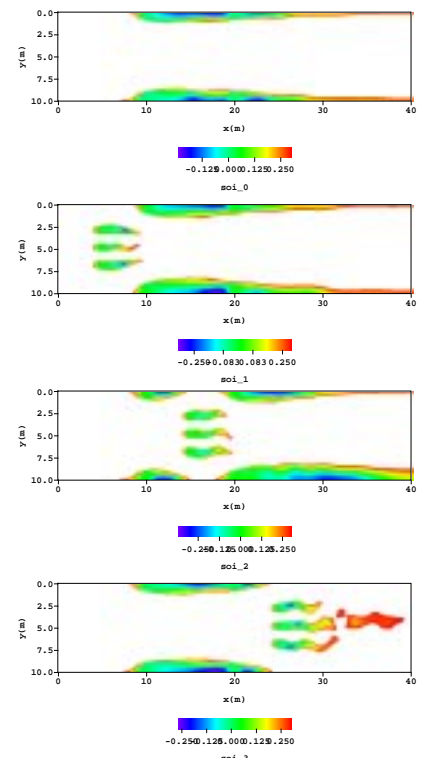


図8 流速コンタ - (soi_0~3)