

高流速域における河川遡上期のウキゴリ類の遊泳特性 Swimming characteristics of Goby fry in high flow rate range

○矢田谷 健一*, 泉 完**, 東 信行**, 丸居 篤**

YATAYA Kenichi, IZUMI Mattashi, AZUMA Nobuyuki, MARUI Atsushi

1. はじめに 既設プールタイプ魚道において、通し回遊性のカジカ属魚類やウキゴリ属魚類が全く利用できていないとの事例が報告されており¹⁾、魚道設計にあたっては、遊泳能力が弱い魚種に配慮することが重要なポイントの一つになっている。しかしながら、泳力が弱いとされるハゼ科、カジカ科などの底生魚の遊泳能力に関する科学的見地に基づいた知見は、シロウオの実験研究²⁾を除いてほとんどない。

このような中、矢田谷ら³⁾は、河川遡上期のウキゴリ類の遊泳能力に着目した実験を行い、ウキゴリ類が腹鰭の吸盤による吸着と尾鰭の振動による前進を繰り返して遡上すること、さらには、流速が概ね40~50cm・s⁻¹を超えると吸着と前進を繰り返す遡上行動が困難になることを明らかにした。本報は、前報³⁾では不明であった吸盤による吸着が困難と考えられる高流速域を対象とし、一定流速条件下におけるウキゴリ類の遊泳速度と遊泳時間の関係や、前進可能な距離に関する実験結果を報告するものである。

2. 実験方法 実験には、スタミナトンネル(透明アクリル製の長方形断面 幅5cm・高さ3cm・長さ230cm)を用い、供試魚を採捕した河川の水を直接通水させて使用する野外実験を採用した (Fig.1)。実験場所は青森県一級河川岩木川河口から約11km 地点に位置する芦野頭首工左岸で、実験期間は2015年7~8月の5日間である。供試魚には、頭首工直下流で採捕された河川遡上期のウキゴリ類(ウキゴリ、スミウキゴリ)を用い、1尾ずつスタミナトンネル内に挿入して遊泳させた。供試魚挿入時の初期流速は、概ね10~20cm・s⁻¹とし、供試魚が前進を開始するとともに瞬時に後述する管内代表流速値まで上昇させ、定常状態にした。管内代表流速(供試魚が遊泳した底面近傍付近の流速で、以降は単に流速と称す)の平均値は47~125cm・s⁻¹で、7段階に区分される。なお、同一の流速条件でも、各供試の流速には若干の差異(標準偏差±3cm・s⁻¹)がある。供試魚の遊泳行動および流速計モニターは、スタミナトンネル上方に設置したビデオカメラによって撮影し、流速が定常状態になった時点から供試魚が力尽きて流下する時点までの遊泳時間と遊泳距離を計測した。そして、遊泳速度=遊泳距離/遊泳時間+管内代表流速として、遊泳速度を求めた。

3. 実験結果と考察 本報では、標準体長3cm台(平均3.6cm, n=130)を対象に実験結果を整理した。

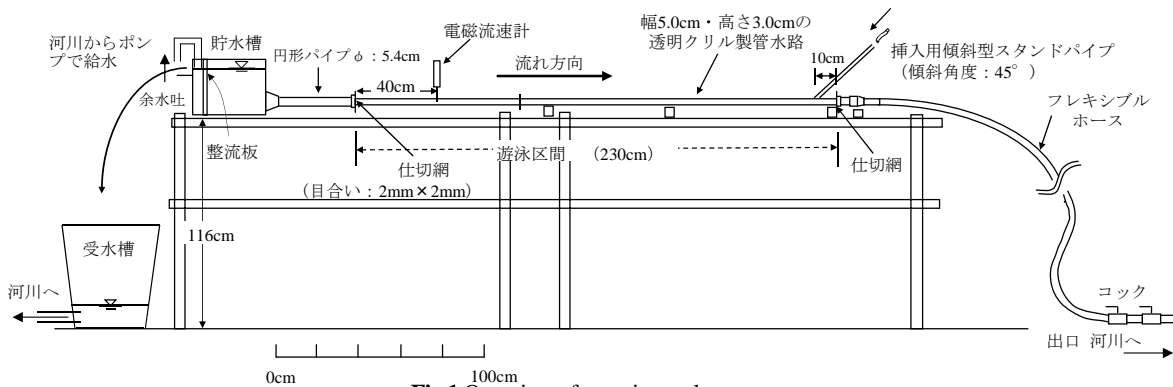


Fig.1 Overview of experimental apparatus

* 株式会社建設技術研究所 CTI Engineering Co.,Ltd

**弘前大学農学生命科学部 Hirosaki Univ. Faculty of Agriculture and Life Science

キーワード: ウキゴリ, 遊泳能力, 遊泳速度, 遊泳距離, 魚道

なお、流速 $47\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ の条件では遊泳中に底面に吸着する個体が存在したが、当該個体は計測対象から除いている。Fig.2 は、流速条件別に遊泳速度の平均値および標準偏差を整理したものである。魚類が1~5秒間遊泳できる突進速度は、一般的に体長の $10\text{倍}\cdot\text{s}^{-1}$ とされているが、本実験におけるウキゴリ類の平均遊泳速度は $102\sim 171\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ で、体長の $28\sim 47\text{倍}\cdot\text{s}^{-1}$ に相当した。

Fig.3 は、遊泳速度と遊泳時間との関係を両対数で示したものである。図のとおり、遊泳速度と遊泳時間との間には指数関数的な関係がみられる。塚本・梶原⁴⁾ は、この関係を (1) 式によって整理している。

$$Vt^k = a \quad (1)$$

ここで、 V : 遊泳速度 ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)、 t : 遊泳時間 (s)、 a : 1秒間持続できる遊泳速度の理論値、 k : 定数 ($0 < k < 1$) である。そこで、ウキゴリ類について、(1) 式の a 値および k 値を最小自乗法によって求めた。その結果、 $a = 118$ 、 $k = 0.26$ となった。本実験値は、吸盤を用いた遡上の1ステップ前進時³⁾の a 値 80 に比べて大きく、吸盤の利用が難しい流速条件下で、供試魚はより全力に近い能力を発揮したものと考えられる。さらに、塚本・梶原⁴⁾ は、魚の遊泳能力を (1) 式から求まる60分間持続できる遊泳速度までの積分値 SAI によって評価している。そこで (2) 式によってウキゴリ類の SAI 値を求めた。この結果、SAI 値は 6.83×10^4 となった。

$$SAI = \int_0^{3600} V dt = \int_0^{3600} at^{-k} dt = \int_0^{3600} 118t^{-0.26} dt \quad (2)$$

Fig.4 より、SAI 値から他魚種の遊泳能力と比較を行うと、ウキゴリ類は、体長約 7cm のアユに比べると遊泳能力が大きく劣るが、同程度の体サイズのシロウオに比べると、わずかではあるが遊泳能力が高いことがわかる。Fig.5 は、流速条件別に最大遊泳距離 (前進できた距離) の平均値および標準偏差を整理したものである。最大遊泳距離は流速が増加するとともに減少する傾向が認められ、流速 $113\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ を上回る条件では、最大遊泳距離の平均値が 50cm 未満となり、長距離の前進が困難であることがわかった。

謝辞: 岩木川漁業協同組合の齋藤氏、および各関係機関には協力を得た。弘前大学農学生命科学部研究室の遠藤君、黒坂君、杉本君には協力をいただいた。心より感謝致します。なお、本研究の一部は平成26年度科研費一般研究 (C) (代表: 泉) の補助を受けている。

参考文献: 1) 下田ら(2003): プールタイプ魚道の設置が北海道の通し回遊魚の流程分布に与える効果, 魚類学雑誌, Vol.50 No.1, 15-23. 2) 泉ら(2013): 河川水を用いた遊泳実験によるシロウオの遊泳能力と尾部の動き, 農業農村工学会論文集, No.283, 41-50. 3) 矢田谷ら(2016): 河川遡上期のウキゴリ類の遊泳能力に関する基礎実験, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.72 No.4, I_1129-I_1134. 4) 塚本, 梶原(1973): 魚類の遊泳速度と遊泳能力, 水産土木, Vol.10 No.1, 32-36.

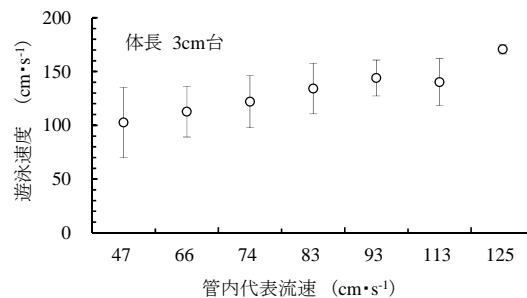


Fig.2 The relation between swimming speed and flow velocity

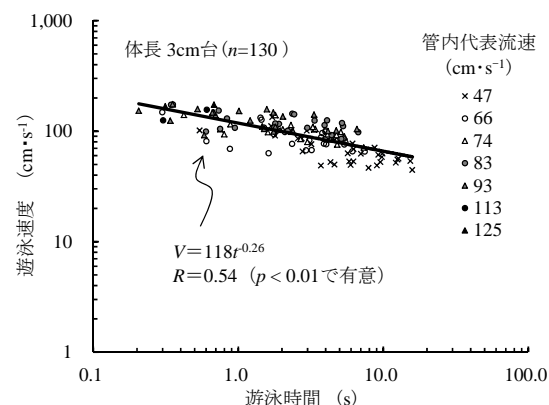


Fig.3 The relation between swimming speed and swimming time

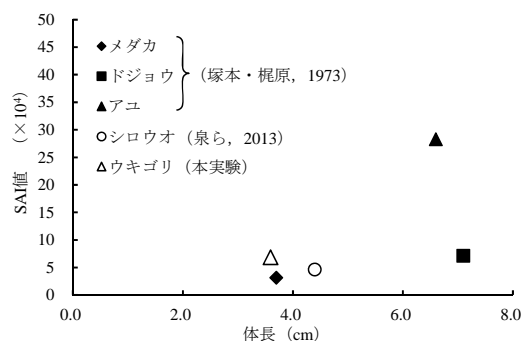


Fig.4 The relation between body-length and the value of SAI

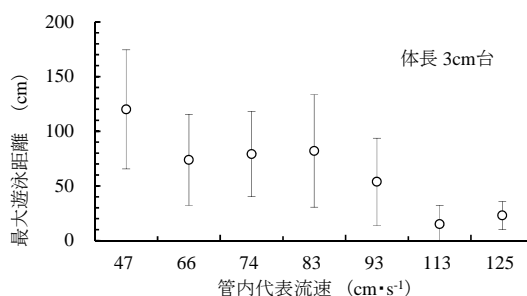


Fig.5 The relation between swimming distance and flow velocity