

小型通し回遊魚の遊泳能力について
—ワカサギの臨界遊泳速度に関する実験(予報)—

Experiment of Critical Swimming Speed of *Hypomesus nipponensis*

○杉本 亜里紗*, 泉 完**, 東 信行**, 丸居 篤**

SUGIMOTO Arisa , IZUMI Mattashi , AZUMA Nobuyuki , MARUI Atsushi

1.はじめに 河川に設置されている魚道は、生息魚や遡上魚の生態を維持・保全させるための重要な構造物である。魚道の設計には対象河川に生息する魚種の遊泳能力の情報が必要で、遊泳能力の目安には一般に突進速度と巡航速度(60分間持続できる遊泳速度)がある¹⁾。近年、魚道の設計指針が改定され各魚種の遊泳速度が明らかになっているが²⁾、下流河川から遡上する小型通し回遊魚の遊泳速度に関する知見は乏しい。そこで、本報告は小型通し回遊魚の一つであるワカサギを対象にした。ワカサギの遊泳能力については矢田谷ら³⁾により遊泳速度が明らかにされつつあるが、巡航速度については未知である。そのため、巡航速度の解明を目的として実験を行い、検討を試みた。

また、臨界遊泳速度(Critical Swimming Speed, 以下 CSS と称す)は1回の遊泳実験で供試魚をある流速から60分間ごとに段階的に泳がせて、魚が流れに耐えられずに押し流されるときに最大遊泳速度と定義されている⁴⁾。中村ら⁵⁾や泉ら⁶⁾もこれを巡航速度とみなしているため、本研究においてもワカサギの CSS を巡航速度とした。

2.実験装置と実験方法

実験は青森県岩木川芦野頭首工左岸の河川敷でワカサギの遡上期である2016年5月上旬に4日間、合計6回実施した。実験装置は余水吐と整流板を取り付けた貯水槽と透明アクリル製の長方形開水路(幅15cm×高さ15cm×長さ100cm、泉ら⁶⁾・清水ら⁷⁾と同じ)を単管で組まれた足場上に設置し、上流部に仕切り網、下流部に絹糸スリッドを取り付けて供試魚が水路62cm区間を遊泳できるようにした。なお、水路の勾配は可変式である(Fig.1)。また、最下流部には転倒ゲートを設置し水深の調節を可能にした。水路内の水は河川より直接給水し、水路を通してかけ流しシステムになっている。



Fig 1. 実験の全景

Overview of experimental situation
in the field

供試魚は、実験場所の岩木川芦野頭首工下流で採捕した遡上期のワカサギで合計19尾(平均体長8.0cm)である。1回の遊泳で供試魚を2~4尾投入し、第1段階では最初に3cm/sで3分間馴致した後に設定流速に調節して60分間遊泳させた。第2段階以降の流速は、泉らの実験⁴⁾を参考にワカサギの平均体長も考慮して10cm/s程度増加させ、水路中央部の水深が6.5~7.5cmになるようにした。

*弘前大学大学院農学生命科学研究科 Hirosaki Univ. Agriculture and Life Science graduate course

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

キーワード：通し回遊魚 ワカサギ 臨界遊泳速度 巡航速度

3.実験結果と考察 実験時の水温は 11℃～14℃であった。鈴木の実験⁸⁾によると、水温 10℃以下では臨界遊泳速度に影響があったが 11℃以上では影響がないと記されており、本実験でも水温の影響はないと考えられる。ワカサギの巡航速度の実験が初めてであることや平均体長が同程度の供試魚での実験データがまだないことから設定流速などの条件を試行しながら実験し、初期設定流速を 10・20・30 cm/s、流速増加を 5・10 cm/s として段階数を変化させ流されるまで遊泳させた。

60 分間 CSS(V_{60CSS})は(1)式で算出される。ここで、 V_{max60} は 60 分間完泳した最大の流速、 V_{max} は供試魚が流されて絹糸スリッドに張り付いたときの流速 ($V_{max} > V_{max60}$)、 T は供試魚の最大流速における遊泳時間 (V_{max} における時間)である。

$$V_{60CSS} = V_{max60} + (V_{max} - V_{max60}) \times T / 3600 \quad (1)$$

一方、CSS を算出に用いる水路内流速は、後日実験室にて各水理条件で直径 5 mm のプロペラ式流速計を用いて水路内流速を測定したあと、供試魚の遊泳位置を考慮して補正し算出した。これは、実験時に供試魚が並列に泳いだり直列に泳いだりと流れに合わせて遊泳位置を変化させる傾向が見られたためである。

60 分間 CSS を算出する際には、試行しながら実験した供試魚 19 尾のうち、供試魚が流速段階で流された 4 尾(平均体長 7.2cm)の個体データで検討した。**Tab.1** は設定段階で最大流速が得られた 4 尾の体長、流速段階数、 V_{max60} 、 V_{max} と 60 分間 CSS を示したものである。60 分間 CSS を算出すると 40～55cm/s となり、**Fig 3** のように体長の倍数で表すと 5.5～8.3BL/s(平均 7.0 BL/s)であった。

泉らの実験⁶⁾では平均体長 5.5 cm のヤマメ稚魚で 3.5～6.9 BL/s(平均 5.5 BL/s)という結果が得られているので、ワカサギはヤマメ稚魚より 60 分間 CSS が大きいものと思われた。また、鈴木の実験⁸⁾では平均体長 8.9 cm のオイカワで 7.3 BL/s という結果が得られており、今回のワカサギの結果はオイカワと同程度であると考えられる。ただ、本実験では設定流速段階で最大流速が得られたデータが 4 尾と少ないため、60 分間 CSS と体長の関係は不明瞭であった。そのため、今後も実験を行ってデータ数を蓄積してさらに検討を重ねる予定である。

謝辞: 本研究に際して、各関係機関及び岩木川漁協組合の齋藤氏と協力して下さった研究室の学部生に心より感謝します。また、本研究は平成 26 年度文部科学省科研費の補助を受けています

参考文献 : 1)塚本勝己, 梶原武(1973): 魚類の遊泳速度と遊泳能力, 水産土木, Vol.10 No.1, 32-36. 2) 農業農村工学会(2014): よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計指針, 18-19 3) 矢田谷健一ら(2015): 平成 27 年度応用水理研究部会 講演集, 71-76. 4) Brett, J.R., Hollands, M. and Alderice, D.F. (1958): The effect of temperature on the cruising speed of Young Sockeye Salmon and coho Salmon, J. Fish. Res. Bd. Can., 15, 587-605. 5) 中村幸雄ら(1991): 海洋生物研究所研究報告, No.91203, 1-33. 6) 泉亮ら(2011): 農業農村工学会論文集, No.237: 1-6. 7) 清水秀成ら (2016): 農業農村工学会論文集, No. 302: (84-2), II 11～18. 8) 鈴木興道(1999): 土木学会論文集, No.622: IV-11, 107-115.

Table 1 供試魚の体長と 60 分間 CSS

The result of test fish

供試魚 No.	体長 (cm)	段階数	V_{max60}	V_{max}	60分間CSS ($cm \cdot s^{-1}$)
1	7.4	5	52	82	53
2	7.4	5	52	82	53
3	7.5	4	39	54	41
4	6.5	6	54	104	54

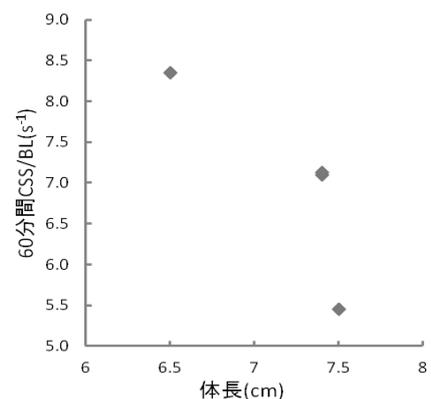


Fig 2 60 分間 CSS と体長の関係

The relation between

(60 minutes CSS/body) and body length