

自然条件下におけるスタミナトンネルを用いた淡水魚の突進速度

Burst Swimming Speed of Fishes using The Guidance System Stamina Tunnel with River

泉 完*・○矢田谷 健一**・工藤 明*・東 信行*・伊東 竜太**

Mattashi IZUMI, Akira KUDO, Nobuyuki AZUMA, ○Kenichi YATAYA, Ryuta ITO

1. はじめに 魚道の流速設定の際には、対象魚の最大遊泳速度、すなわち突進速度を把握することが重要である。突進速度は、既往の研究から体長の10倍/s程度で、1~5秒間持続可能といわれているが¹⁾、現地魚道の観測ではこの指標値を大幅に上回る遡上魚が多数確認されており²⁾、自然条件下における淡水魚の突進速度については依然不明な点が多い。

前報までは、既設魚道内に設置した円筒パイプに、実験魚を挿入して遊泳させる突進速度測定実験を行ってきたが³⁾ ⁴⁾、今回、自発的に遡上する魚に対して人為的影響をまったく与えずに突進速度を測定する遊泳実験を実施したので、以下に報告する。

2. 実験方法と項目 実験は、2005年5/26~9/30にかけて青森県内の岩木川取水堰における魚道下流端で昼間に行った。**Fig.1**に示すように、実験装置は透明の塩ビ製パイプ(φ100mm,長さ4m)、誘導網、パイプ遡上魚採捕網からなり、魚道入口部に集まった魚が誘導網の中に入った後、パイプの噴流に誘引されて自らパイプを遡上する構造となっている。突進速度測定のために、パイプ遡上魚の遊泳行動を上方1.5~2.5mからビデオカメラ(DCR-HC90,DCR-TRV620K;SONY)で撮影し、加えて、上方カメラによる撮影個体ごとの魚種、体長を特定するために、パイプ下流端に小型水中カラーTVカメラ(FM-4100;QI)を設置して水平方向から遡上魚を撮影した。

遊泳速度(長時間遊泳した個体もいたことから、遡上魚が泳いだ速度を突進速度も含めて遊泳速度と称す)の計測にあたっては、パイプ下流端から魚が力尽きるまで泳いだ距離を遊泳距離、この間に要した時間を遊泳時間と定義して計測し、以下に示す式から遊泳速度を算出した。
$$\text{遊泳速度} = (\text{遊泳距離} / \text{遊泳時間}) + \text{パイプ内流速}$$

また、パイプ内の流速は、3軸電磁流速計(ACM-300;アレック電子)とデータロガー(DR-F1;TEAC)を用いてパイプ中央部底面から2.5、5.0、7.5cmの位置で計測した。なお、実験時の流速、水温、遡上魚の数は**Table1**に示す通りである。

3. 実験結果と考察

はじめに、遡上魚の1.4%が力尽きずにパイプ上流端を通過したが、これらの個体の遊泳時間もパイプ内を遊泳していた時間として、他の魚と同様に扱った。

Fig.2に遡上魚の遊泳速度と遊泳時間の関係を示す。概して遊泳速度が遅いほど遊泳時間が長く、こうした曲線的関

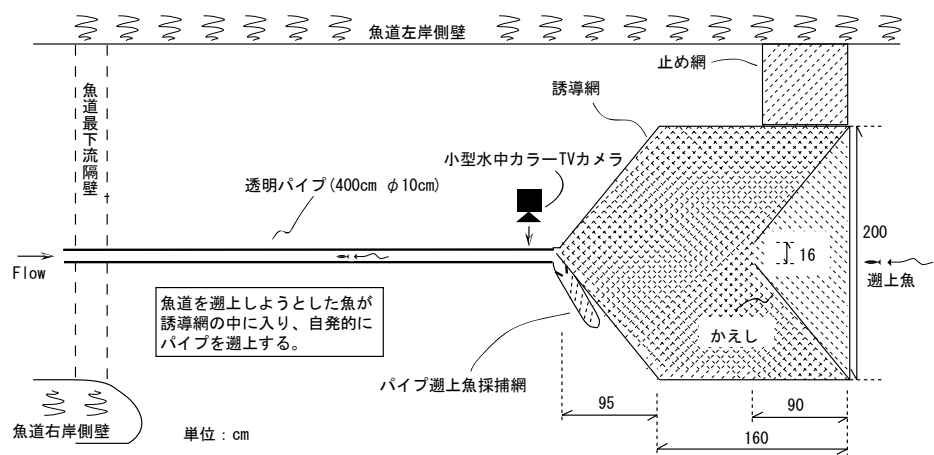


Fig.1 Overview of experiment apparatus

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

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

キーワード: 淡水魚, 突進速度, スタミナトンネル

Table1 Hydraulic conditions and the number of fishes used in the experiment

Run.	実験日	流速 (cm/s)	水温 (°C)	遡上魚(尾)										
				アブラハヤ	ウグイ	オイカワ	フナsp.	アユ	ヤマメ	カマツカ	カワヤツメ	不明	合計	
Run.1	2005/5/26	141	13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Run.2	6月2日	146	14.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Run.3	6月16日	168	17.9	79	15	6	16	140	10	-	-	22	288	
Run.4	8月4日	178	23.9	42	3	1	-	5	-	1	-	3	55	
Run.5	9月29日	198	15.6	-	4	1	-	1	-	-	-	-	6	
Run.6	9月30日	192	14.7	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3	
合計				121	25	8	16	146	10	1	1	25	353	
平均体長(cm)				6.3	6.6	8.3	12.3	6.3	6.4	11.9	42.0	5.7	6.3~42.0	

係は既往の研究と一致した⁵⁾。魚種別に比較すると (Table2)、相対的にアユの遊泳時間が長いことに対して、フナ sp.の遊泳時間が短く、突進速度の持続時間は魚種によって異なることがわかった。また、遡上個体数が少ないもののカマツカとカワヤツメの実験結果が興味深い。カマツカ(体長 11.9cm)は、334cm/s の遊泳速度で 2.6 秒かけて一気にパイプ内を通り抜け、底生魚であるにも関わらず高い遊泳能力を発揮した。一方、カワヤツメ(体長 42.0cm)は、遊泳速度 176cm/s で 4.2 秒遊泳しつづけ、その後、口の吸盤でパイプ壁面に吸着した。そして再度遡上行動を繰り返し、最終的にパイプ入口から 4 m 遡上して流下した。

次に、遊泳速度を体長の倍数で表し、遊泳時間との関係を Fig.3 に示した。その結果、全魚種の平均遊泳速度は体長の 36.6 倍/s で、平均遊泳時間は 3.2 秒であった。また、体長の 50 倍/s 以上の遊泳速度を発揮する個体もあり、自然条件下における淡水魚は、従来から考えられてきた突進速度に比べて、かなり速い速度を数秒間発揮できることがわかった。

Fig.4 は、体長と遊泳速度の関係を示したものである。一般的に体長と突進速度には比例関係があるとされているが、本実験では、体長 5cm 程度の個体でも 200~300cm/s 程度の遊泳速度を発揮しており、体長による遊泳速度の差は不明瞭であった。

以上のように、本実験から自然条件下における淡水魚の突進速度について、少ないまでも知見を得ることができた。しかし、実験魚を挿入する遊泳実験の結果⁴⁾から、淡水魚は流速に応じた速度で遊泳することがわかっており、淡水魚が発揮できる限界速度を調べるためには、今後、本実験方式においても設定流速範囲を広げて遊泳実験を行う必要がある。

謝辞：本研究に協力して頂いた蟹田川河川組合、岩木川漁協、及び各関係機関、弘前大学農業水理学研究室の伏見君、福井君、吉崎君、山本君に深く感謝する。なお本研究は科研費(基盤 B(2)代表 東 信行)の援助を受けている。

参考文献 1) Blaxter,J.H.S(1967). : Swimming speed of fish, Proceedings of the FAO conference on fish behavior in relation to fishing techniques and tactics.Bergen, Norway , 19-27 October 1967, pp69~100 2) 泉元ら(2002) : アイスハーバー型魚道における魚類の隔壁遡上特性—赤石川赤石第2頭首工の魚道を事例として—, 農業土木学会論文集, No.217, pp55-63 3) 泉元ら(2005) : 自然可川水を用いた淡水魚の突進速度に関する遊泳実験, H17 農業土木学会大会講演会講演要旨集,pp32-33 4) 矢田谷健一ら(2005)自然可川水を用いた現地遊泳実験における淡水魚の突進速度と遊泳距離, H17 農工学会応用水理研究部会講演集, pp7-12 5) 塚本勝巳ら(1973) : 魚類の遊泳速度と遊泳能力, 水産土木, Vol.10/No.1, pp31-36

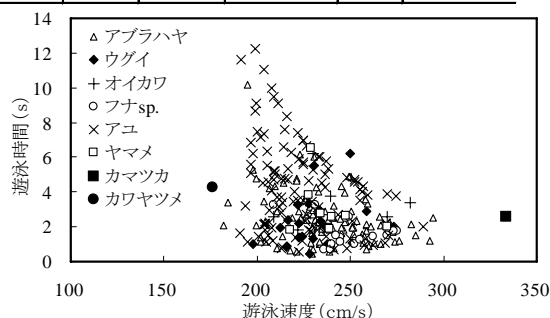


Fig.2 Relationship between swimming speed and duration of swimming

Table2 swimming speed and duration of swimming

魚種	個体数 (尾)	平均遊泳速度 (cm/s)	平均遊泳時間 (s)
アブラハヤ	8	238	2.7
ウグイ	5	238	2.4
オイカワ	3	223	2.7
フナsp.	6	246	1.1
アユ	8	244	4.0

(流速:168cm/s,体長:8.0~10.9cm)

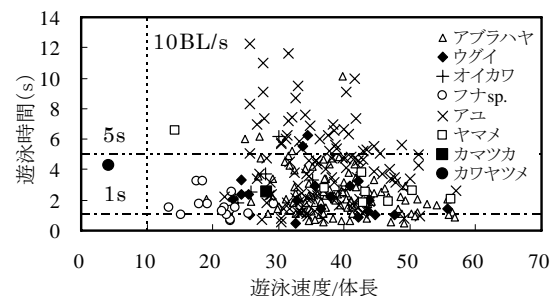


Fig.3 Relationship between V/BL and body length

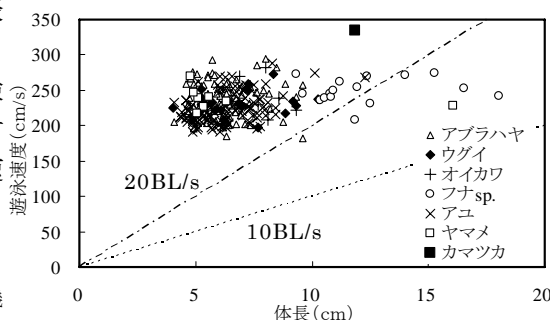


Fig.4 Relationship between swimming speed and body length