

高流速条件における自然誘導式スタミナトンネルを用いた野生ウグイの突進速度 The burst speed of Japanese Dace using the Natural inducement type stamina tunnel in the high flow velocity condition

泉 完*・○山本 泰之**・神山 公平**
Maatashi Izumi,○Hiroyuki Yamamoto,Kouhei Kamiyama

1.はじめに 魚道の水理設計において、対象魚種ごとの突進速度（Burst speed）が設計流速の指標になっている¹⁾。魚の突進速度は体長の10倍程度で1~5秒間持続可能といわれているが²⁾ 供試魚挿入式・自然誘導式スタミナトンネルによる既往の研究³⁾ ⁴⁾では、この指標値を大幅に上回る個体が多数確認されている。しかし、高流速条件における突進速度とその限界値については、依然不明な点が多い。そこで、本研究は既往の研究³⁾⁴⁾を発展させるために現地河川の魚道内にスタミナトンネル（円筒パイプ）を設置し、自発的に遡上する魚に対して人為的影響を全く与えずに突進速度を測定するための工夫を施し、211~273cm/sの速い流速条件での遊泳実験を行い、ウグイの突進速度について考察したものである。また、既往の供試魚挿入式実験との比較も行った。

2.実験装置と方法・項目 実験場所は青森県一級河川の岩木川に設置されている岩木川取水堰の全面越流型階段式魚道（幅4.0m，隔壁間隔3.0m，プール間落差0.20m）の下流部である。実験は2006年と2007年の5月~7月の計13回，昼から午後にかけて行った。ウグイが計測された実験は，Table.1に示す6回の実験でその時のスタミナトンネル内の代表流速は211~230cm/sである。

実験装置はFig.1に示すように内径10cm，長さ4mの透明塩化ビニール製の円筒パイプとパイプパイプ下流端に魚を誘導するための敷き網が取り付けられ，入口部には，動態観測用ソケットとパイプ内を遊泳し，力尽きて流されてきた魚を捕捉するための返し網が付いている。また，ソケット内の動態をHDDビデオカメラに，パイプ内の遊泳動態を円筒パイプ上方1.5~2.6mからデジタルビデオカメラを3台設置しDVDレコーダに撮影・録画した。魚種・体長については，パイプ側方からの水中カラーカメラの録画面像から同定・測定し，突進速度は，魚が力尽きて流されるまでの遊泳距離とその間の遊泳時間を1/4再生から計測し，パイプ内代表流速を加え求めた。

$$\text{突進速度} = (\text{遊泳距離} / \text{遊泳時間}) + \text{パイプ内代表流速}$$

また，パイプ内流速は，3軸電磁流速計（ACM-300；アレック電子）とデータレコーダを用いてパイプ中央部の底面から2.5・5.0・7.5cmの位置で計測した。計測魚は自発的に遊泳してきた野生のウグイである。また，気象条件(水温・気温・照度)も測定した。

3. 実験結果と考察

はじめに，遡上魚のソケット内の動態を見てみるとパイプ内を遊泳した個体が採捕網に入らず，入口部から再度遊泳している可能性がみられ，同一個体が重複して計測されていることも考えられる。しかし，本実験では，1尾ごとの個体認識までできないため独立個体として取り扱った。

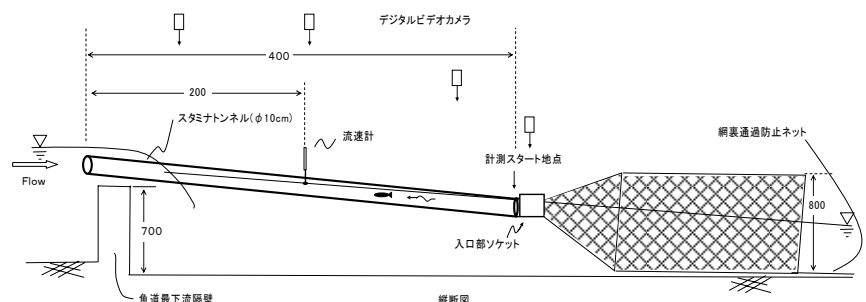


Fig.1 The side view of experimental apparatus

*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

Table.1 experimental conditions and Japanese Dace

実験月日	天気	ウグイ平均 (尾)体長 (cm)	管内代 表流速 cm/s	水温 (°C)	Do (mg/l)	pH	EC (μS/cm)	SS (mg/l)	照度 (lx)	
2006年										
6月6日	晴れのち曇り	34	11.5	211	14.1	9.6	7.4	77	13	42030
7月11日	晴れのち曇り	23	6.2	218	19.0	8.4	7.5	146	13	21400
7月13日	曇り	10	6.0	230	19.1	8.4	7.4	134	7	22400
2007年										
5月23日	晴れ	39	12.0	225	14.5	9.3	5.9	93	6	52930
5月24日	晴れ	31	11.7	230	14.8	10	5.9	98	5	41650
計		137	10.4							

Table.1に実験日・天気・水温・流速条件・水質と実験日ごとの尾数・平均体長を示す。遡上魚は、137尾で全平均体長10.4cm(6.0cm~12.0cm)であった。

Fig.2は、体長と突進速度の関係を示したものである。既往の研究(泉ら 2007³⁾)ではばらつきがみられたが、本実験では流速条件が218cm/s以上の高流速の範囲で比例関係がみられた。1秒以上遊泳した個体は131尾、平均体長10.5cm、平均突進速度283cm/s(偏差27cm/s)、平均遊泳時間2.57sであった。

Fig.3は、体長ごとの管内流速と突進速度の関係を示したものである(体長7cm台)。同一管内流速でも個体差があり変動するものの、管内流速が速くなるとそれに応じて突進速度も速くなるが流速230cm/s付近では、突進速度の上限が見受けられる。また、Fig.4は体長7cm台の体長ごとの管内流速と遊泳距離の関係を示したものである。Fig.3のように管内流速が速くなると突進速度が速くなる一方で、遊泳距離は270cmから75cmと短くなっていることがわかる。

また、Fig.5は供試魚挿入式遊泳実験と自然誘導式遊泳実験の体長と突進速度の関係を示したものである。自然誘導式遊泳実験の値が供試魚挿入式遊泳実験の値よりも上側にプロットされている。これは、供試魚挿入式遊泳実験が自然誘導式遊泳実験よりも魚に対するストレスの影響が排除できない可能性があり、自然誘導式遊泳実験がより実際的な数値を示すものと考えられる。

以上のように本実験から野生のウグイの自然条件下における淡水魚の突進速度の新たな知見を得ることができたが、体長5cm以下の小さな個体について調べ、突進速度の全体像を把握していきたい。

謝辞：本研究に協力して頂いた岩木川漁協、弘前市水道部、及び関係機関、弘前大学農業水利学研究室の野呂君、山田君に深く感謝する。

参考文献 1) 廣瀬ら(1991): 魚道の設計, 山海堂, pp.7~8, pp.170~171, pp.207. 2) Blaxter, J, H, S (1967): Swimming Speeds of Fish, Proceedings of the FAO Conference on Fish Behaviour in relation to Fishing Techniques and tactics, in Bergen Norway, pp.69~100. 3) 泉・矢田谷(2007): 河川における自然誘導式スタミナトンネルを用いた野生魚の突進速度に関する実験, 農土論集, No.249, pp.115~116. 4) 泉・矢田谷ら(2006): 河川流水を用いたスタミナトンネルによるウグイの突進速度について, 農土論集, No.244, pp.171~178.

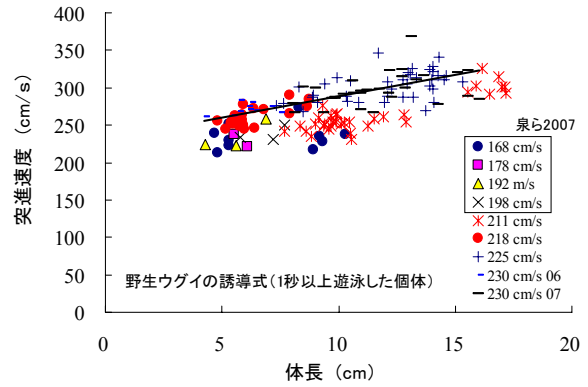


Fig.2 The relation between burst speed and body length

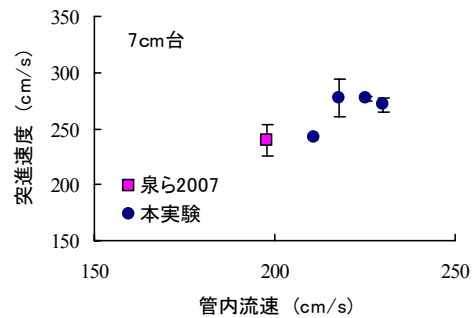


Fig.3 The relation between the burst speed and velocity in the pipe

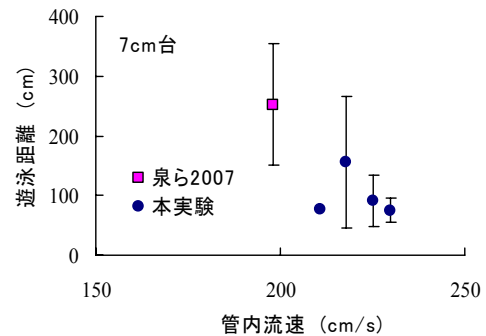


Fig.4 The relation the burst speed and swimming distance

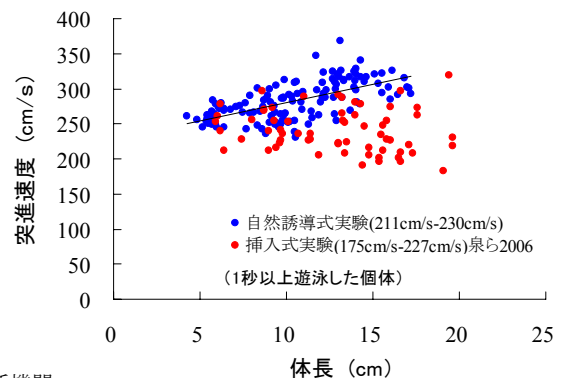


Fig.5 Comparison of both experiments