

高流速条件における現地のスタミナトンネルを用いたウグイの突進速度 The burst speed of Japanese Dace using the stamina tunnel in the high flow velocity condition

泉 完*・○山本 泰之**・神山 公平**

Mattashi 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⁾。各魚種の突進速度は体長の10倍程度とされているがスタミナトンネルによる既往の研究²⁾³⁾では、管内代表流速91cm/s~227cm/sの範囲で体長の平均19.5倍もの速さで遊泳することが明らかになっている。しかし、高流速条件における突進速度、また、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²⁾³⁾を発展させるためにウグイを対象とし、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200~250cm/sの速い流速条件での遊泳実験を行い、突進速度と瞬間的突進速度について考察を加えたものである。

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5・6月に3回、昼から午後にかけて行った。

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で、円筒下流部には魚を円筒内に挿入するためのT型スタンドパイプと流速調節用ソケットが取り付けられている。実験は、供試魚を1尾ずつ挿入し、パイプ内を魚が遊泳するのを円筒パイプ上方1.5~2.6mからデジタルビデオカメラを3台設置して撮影・録画した。遊泳後、体長・体重を測定し、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1/5再生から計測し、管内代表流速を加え求めた。パイプ内流速は、3軸電磁流速計（ACM-300；アレック電子）とデータロ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。なお、実験に用いた供試魚は魚道で採捕し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、本実験は供試魚199個体に対し計測魚は140個体で平均体長は約15cmでやや大きめであり、計測率は70%であった（Table. 1）。

Fig.2は、突進速度と遊泳時間の関係を示したもので全個体の突進速度と遊泳時間は222cm/s~356cm/s、0.55~6.90sの範囲である。突進速度に定義される1~5秒間遊泳する個体数の割合は129個体で92%であった。また、その平均遊泳時間・突進速度は2.54s・287cm/sであった。

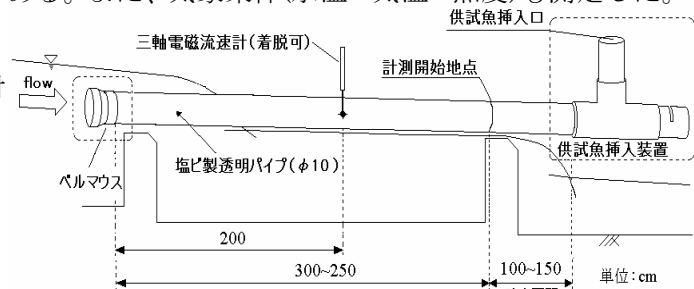


Fig.1 The sideview of experimental apparatus

Table.1 Experimental conditions and Japanese Dace

実験月日	水温 (°C)	管内代表 流速 (cm/s)	供試魚		計測魚		計測率 (%)
			尾数	平均体長 (cm)	尾数	平均体長 (cm)	
2006年 5月30日	11.9	204	43	16.4	32	15.9	74
6月1日	11.3	236	61	14.5	35	15.0	57
	13.0	250	95	14.3	73	14.3	77
計			199	14.8	140	14.9	70

*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

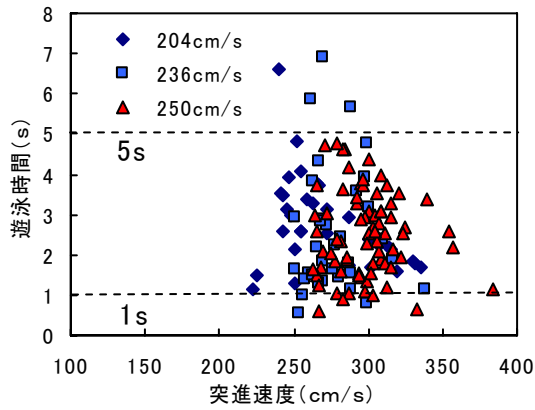


Fig.2 The relation between the burst speed and swimming time

Fig.4 は、計測個体数が多い体長 12cm 台の管内流速条件の違いによる突進速度を示したものである。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っているのがわかる。ただ、高流速の範囲では突進速度の限界値に近い速度で泳いでいると推測される。Fig.5 は、体長と遊泳距離において比例関係が見られなかったので計測魚の全個体における遊泳距離とその割合を示したものである。管内代表流速 204 cm/s では、250cm 到達割合が 56%であるのに対し、236cm/s と 250cm/s では 150cm 到達割合が 57%・42%となっている。このことから、突進速度が速くなる一方で管内流速が速い条件では遊泳距離は短くなることがわかる。

また、Fig. 6 は 50cm 以上遊泳した個体の瞬時的突進速度と体長の関係を示したものである。本実験での計測個体数は 118 個体で瞬時的突進速度と遊泳時間の平均値はそれぞれ、334cm/s、0.65s で瞬時的突進速度を体長で割った値の平均値は 22.5 倍と大きい値を示した。1~5 秒間遊泳した突進速度と比べると 1.16 倍速いことがわかった。

既往の研究の 175cm/s 以上の結果を比較すると平均遊泳時間・突進速度は 2.89 s・246cm/s であるのに対し、本実験では 2.54 s・287cm/s で、遊泳時間は短く、突進速度は速くなるということがわかった。瞬時的突進速度においても、0.66 s・291cm/s であるのに対し 0.65 s・334cm/s と同様の結果を得た。

今後、250cm/s 以上の流速条件下での実験を行いウグイの突進速度および瞬時的突進速度の限界値の把握に取り組んでいきたい。

謝辞：本研究に協力して頂いた岩木川漁協、弘前市水道部、及び各関係機関、弘前大学農業水利学研究室の谷君、千葉君、福田君に深く感謝する。なお本研究の一部は科研費（基盤研究（B）代表：東 信行）の補助を受けている。

引用文献：1)廣瀬利雄・中村中六（1991）：魚道の設計，山海堂，pp.7~8, pp.170~171, pp.207, 2)泉 完・矢田谷健一・東信行・工藤 明（2006）：河川流下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、農業土木学会論文集、No.244, pp171~178, 3)泉 完・矢田谷健一・東 信行・工藤 明・加藤 幸(2007)：自然河川流下水を用いたスタミナトンネルによるオイカワの突進速度に関する現地実験、水工学論文集、No.51, pp1285~1290

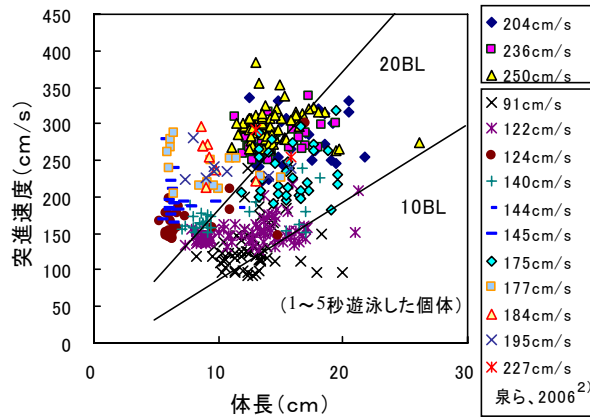


Fig.3 The relation the burst speed and body length

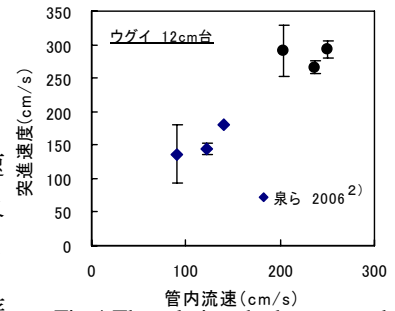


Fig.4 The relation the burst speed and velocity in the pipe

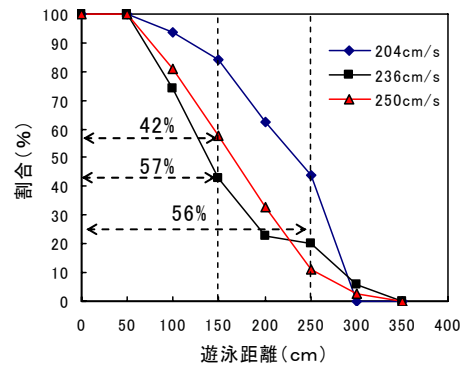


Fig.5 The relation percentage of swimming distance

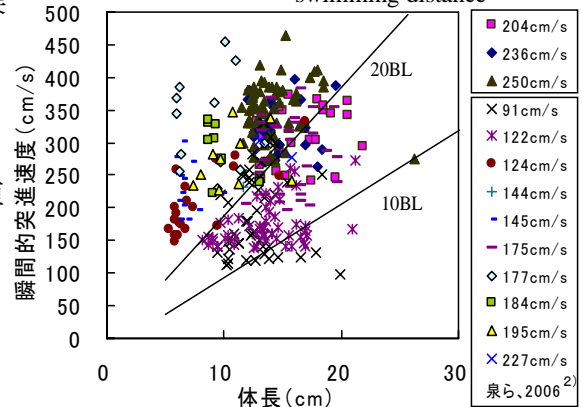


Fig.6 The relation between the instantaneous burst speed and body length