

## タモロコの遊泳時酸素消費量測定予備実験

## Preliminary experiments of oxygen consumption of swimming field gudgeon

○竹村武士\*・渡部恵司\*\*・小出水規行\*\*  
Takemura, T., Watabe, K. and Koizumi, N.

## 1. はじめに

水田水域の魚類生息場機能の保全・再生には遊泳力の科学的評価が欠かせない。魚類は速度に応じて血合筋と普通筋を用い、低流速域では血合筋が、中～高流速域では加えて普通筋が用いられる<sup>1)</sup>。普通筋は持久性に乏しく、長期の遊泳が前提となる生息場には血合筋のみで遊泳可能な流速域が必要である。血合筋は好氣的、普通筋は嫌氣的代謝を行うからである。したがって前述の流速域を明らかとするには流速に応じて酸素消費量を測定、分析することが適当となる。本研究では遊泳時酸素消費量測定の予備実験について報告する。

## 2. 材料及び方法

1) 実験装置および供試魚 実験には Mini swim tunnel (以下「MST」) および酸素消費量測定装置一式を用いた (Fig.1)。MSTは外管 (内径 43.0mm, 延長 165.0mm), 内管 (26.4mm, 110.0mm, 同順) で構成されるウォータートンネル (以下「トンネル」) を含む。トンネル内の水は、エアレーションを施したトンネルを囲む水槽水と適宜入替が可能で、入替にはソフトウェア制御下のポンプ (以下「入替ポンプ」) を用いる。トンネルは内管通過後の水が外管を通過して内管上流端側に戻る循環式の仕様である。

遊泳区間は MST 内管内にハニカムで設ける。MST は湿重量 1～3g の供試魚に適する。尾の振り幅は 0.5BL を超えない<sup>2)</sup> ことから供試魚は BL52mm 未満が望ましい。

流速はソフトウェアで電圧制御したモーター・プロペラで発生させる。流速制御は予め DPTV (Digital Particle Tracking Velocimetry) により電圧-流速関係をキャリブレーションして実施した。

供試魚には岡山県下で採集されたタモロコ *Gnathopogon elongatus elongatus* (岡山大学提供) を用いた (BL: 36～51mm)。供試魚は期間中実験室内の 35l 水槽で飼育した。水槽水温条件は 21℃とした。

2) 実験内容と手順 以下概要, 具体の順に述べる。水温条件は予備的に 21℃とした。そして, (a)安静時の酸素消費量 (基礎代謝) 測定と測定に係る留意事項の把握および対処に努めた。その後(b)段階的増速時および遊泳後の酸素消費量を経時的に調べた。測定は(a)・(b)とも 1 個体を飼育水槽から取り出し, 速やかに湿重量(g), TL および BL(mm) を計測し, 遊泳区間への個体の挿入->ソフトウェア設定->測定の順で行った。

(a)は, とくにハンドリングによる影響の回避および MST 内環境への馴致という点で重要な要素である。初期には個体挿入後概ね 1 日間を目安に流速ゼロ条件下で測定 (n=5), 次段階では流速 0.75BL(cm)/sec 条件下で測定した (n=9)。これは例えばシロザケ *Oncorhynchus keta* における酸素消費量測定例<sup>3)</sup>を参考に, 微流速付与が適当と考えら

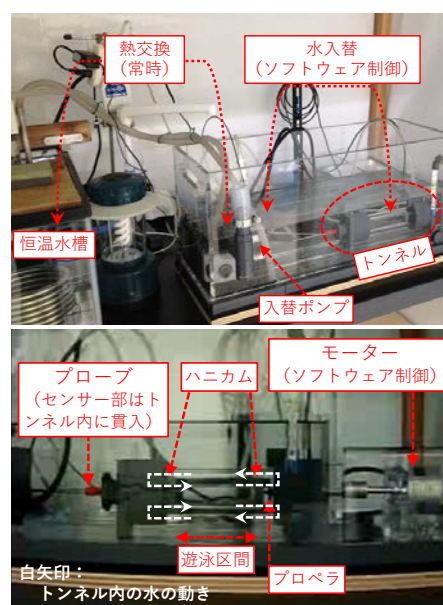


Fig.1 実験装置  
Experimental equipment

\*農研機構・西日本農業研究センター (Western Region Agricultural Research Center, NARO), \*\*農研機構・農村工学研究部門 (Institute for Rural Engineering, NARO)  
キーワード: 酸素消費量, 基礎代謝, 増速過程

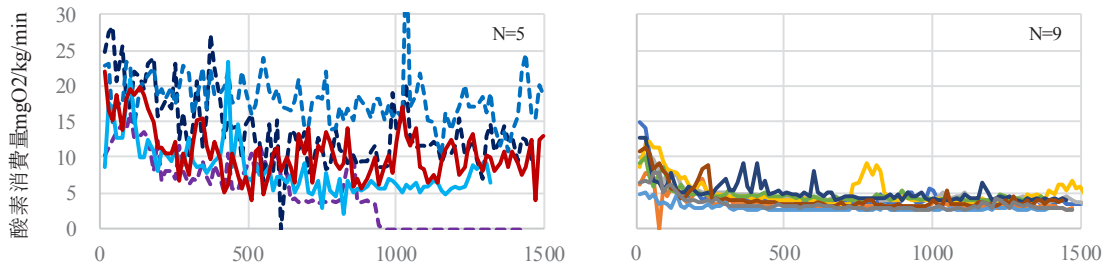


Fig.2 予備実験(a)における測定値（横軸は経過時間（min）左：微流速付与なし，右：同あり）  
Measured value on preliminary experiment (a): horizontal axis indicates elapsed time (min). left figure:  
under given petty-current., right figure: under zero-current

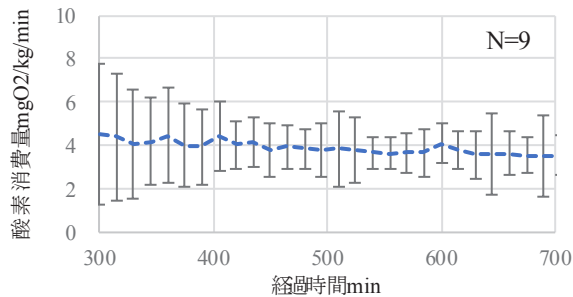


Fig.3 時間経過に伴う測定値の安定化  
Stabilization of measured value associated with time

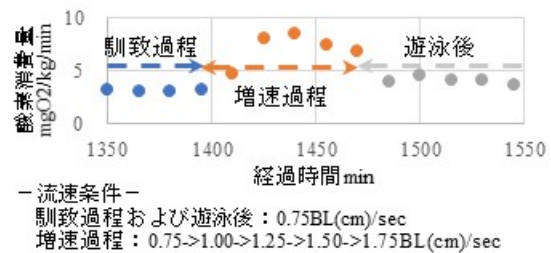


Fig.4 (b)の結果の一例  
An example of the result of preliminary experiment (b)

れたため本実験装置一式における実現可能下限値を探索した結果である。

測定値は 900sec 間隔で取得した。これは 900sec を 1 ループとして、トンネル内の水を入替する時間  $F$  (入替ポンプ稼働) → 待機時間  $W$  (入替ポンプ停止) → 溶存酸素の減少率から酸素消費量を測定する時間  $M$  (入替ポンプ停止), これら  $F \rightarrow W \rightarrow M$  で 1 ループを構成する条件 (各々 270sec, 90sec, 540sec) を設定したことによる。

(b)は、段階的増速時および遊泳後の酸素消費量が(a)の基礎代謝レベルからどう変化するかを試行である。執筆時現在試行錯誤段階で、増速過程においては増分を 0.40/0.25/0.15BL(cm)/sec/15min とする 3 パターン、遊泳後においては微流速 (0.75BL(cm)/sec) の付与無し/付与ありの 2 パターン、遊泳後測定値の取得時間間隔 (時間  $F$ ,  $W$ ,  $M$  を各々変更) 900sec/300sec/180sec/62sec の 4 パターンを試行した。

### 3. 結果と考察

Fig.2 に(a)の結果を示す。微流速付与が測定値の安定化，すなわち馴致・安静化に不可欠であることが明らかである。Fig.3 は微流速付与時の平均測定値 ( $n=9$ ) と SD で、安定化には概ね 400~600min 程度を要し、安定したときの測定値が 3.5~4.0mgO<sub>2</sub>/kg/min であることが分かる。この測定値は基礎代謝レベルと捉えられ、我々の知る限り本種の基礎代謝測定例自体無い現状において水温条件 21°C 時の値のみと限定的ではあるものの、今後のための貴重な知見として期待される。

Fig.4 に(b)の結果の一例を示す。増速過程前半における測定値の上昇が認められる一方、増速過程最初 (流速 0.75BL(cm)/kg/min 時) の上昇は条件設定切換時においてこの程度の影響が生じ得ることを示唆する。また、1.25~1.75BL(cm)/kg/min にかけての値の低下は、遊泳区間末端部で休憩するような姿勢が示されたこと等が影響したのかも知れない。このことも含めて増速過程における増分と時間間隔には十分な検討が必要である。

謝辞 本機器類の整備等に多大なご配慮・ご協力を頂いた農研機構 農村工学研究部門企画管理部，同 西日本農業研究センター四国企画管理室・技術支援センター業務第 2 科の皆様へ深謝申し上げます。

引用文献 1) 塚本勝巳 (1993) : 河川魚類の生理生態，“玉井信行，水野信彦，中村俊六編，河川生態環境工学”，東京大学出版会，62-82. 2) 中村俊六 (1995) : 魚道のはなし，山海堂，1-225. 3) K. Miyoshi, K. Hayashida, T. Sakashita, M. Fujii, H. Nii, K. Nakao & H. Ueda (2013) : Comparison of the swimming ability and upstream-migration behavior between chum salmon and masu salmon, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 70, 1-9.