

タモロコの臨界遊泳速度と酸素消費量に関する研究 Critical Swimming Speed and oxygen consumption of *Gnathopogon elongatus*

○小林 圭*,竹村 武士**,高橋 直己***,多川 正***,柳川 竜一***

○Kobayashi,K.,Takemura,T.,Takahashi,N., Tagawa,T.,Yanagawa,R.

1.はじめに

水田や水路は魚類の貴重な生息環境である。しかし、土地改良事業等の近代的開発は、水路をコンクリート化など水路構造の画一化・均一化により水深や流速の多様性を喪失させ、生息環境の劣化を招くなどした。その対処として、生息環境の質的向上のため環境配慮型水路や様々な魚道が提案されてきた。しかし、本来それらの設計に重要となる魚類の長時間持続を可能とする遊泳速度の検討は十分ではない。このような遊泳速度の目安として臨界遊泳速度に着目しても、一部魚種^{1),4)}を除けば明らかではない。

本研究では、水田域魚類の種多様性指標種²⁾タモロコの臨界遊泳速度を求めると同時に、今後、臨界遊泳速度の約何%で嫌気性の代謝が発生するのかを検討するために酸素消費量の測定を行った。また遊泳後の回復過程を分析した。

2.研究方法

1) **実験概要** 実験には Fig.1 の装置を用いた。タモロコは、全長・体長等体サイズの測定後、実験に供した。水温は夏季を想定し、20℃に設定した。実験中の供試魚観察は、遊泳に影響を与えないよう周囲を無人とし、ビデオカメラ及びモニターを通して行った。

2) **実験手順** 実験は Lee et al.³⁾を参考に、①一定の緩流速下における一晩の馴致、②翌朝からは、一定時間経過ごとに一定流速の増分付与を繰り返し、流れに耐え切れず押し流されるまで継続、③押し流された後は馴致時と同流速下での回復観察の手順で行った。詳細な実験条件は以下のとおりである。①0.8Body Length(以降、BLとする)/sの流速を付与。②2.0BL/sまでは5分間、以降10分間を経過ごとに0.1BL/sずつ流速を増分。③耐え切れず、後端に魚体が押し付けられた状態が20秒³⁾以上継続した時点を実験終了、とした。

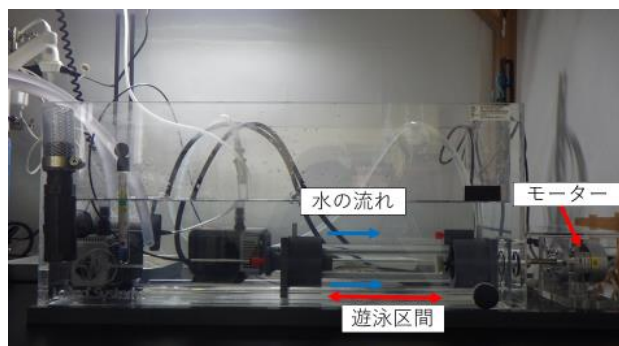


Fig. 1 実験装置
Experimental device

Table 1 各個体測定結果と臨界遊泳速
Measurement results and Critical Swimming Speed

個体	全長(cm)	体長(cm)	湿重量(g)	体幅(mm)	体高(mm)	臨界遊泳速度(BL/s)
1	5.6	4.7	2.5	3.4	6.9	5.1
2	6.4	5.2	3.1	8.1	9.1	4.5
3	5.5	4.3	1.8	6.4	9.2	-
4	6.3	5.0	2.5	7.4	10.1	3.8
5	7.2	6.1	3.3	6.6	10.1	3.5
6	6.4	5.2	2.3	6.4	9.4	3.5
7	5.8	4.6	2.4	6.9	10.0	2.9
8	6.0	4.7	2.1	7.0	11.4	3.0
9	6.5	5.3	2.0	7.3	10.9	2.0
10	7.0	5.8	2.9	8.5	10.9	3.5
11	6.7	5.5	3.2	7.1	10.6	3.3
12	7.0	5.6	3.3	7.5	11.9	3.7
13	6.7	5.3	3.3	8.6	12.3	3.7
平均値	6.4	5.2	2.7	7.0	10.2	3.5

* 国立高専機構 香川高等専門学校 創造工学専攻, (National Institute of Technology, Kagawa College, Advanced Course), ** 農研機構・西日本農業研究センター (Western Region Agricultural Research Center, NARO), *** 国立高専機構 香川高等専門学校, (National Institute of Technology, Kagawa College)
キーワード: タモロコ, 遊泳速度, 臨界遊泳速度

3. 研究結果と考察

1) 臨界遊泳速度 前述の条件下で、臨界遊泳速度 2.0～5.1BL/s(平均値 3.5±0.7BL/s)を得た(Table 1).既往研究⁴⁾におけるミナミメダカの値(平均 5.5BL/s)と比較すると、今回タモロコでは低い値が得られたが、実験装置、実験方法(流速増加回数)が異なることによる影響と推察される。

2) 酸素消費量 遊泳中の酸素消費量を Fig. 2 に示す.縦軸は基礎代謝に対する比率で、馴致時(安静時)における安定的低位の酸素消費量を基準とする比率である.Fig.2 から流速増加に伴う酸素消費量の増大傾向が読み取れる.ただし、流速増加に伴い一様に上がり続けるのではなく、一旦減少した後再び増大する傾向もみられる。

臨界遊泳速度は、一般に嫌気性の代謝が生じた状態と考えられる.ニジマスの場合、嫌気性の代謝は臨界遊泳速度の 70%以上で発生した⁵⁾.このことがタモロコでも同様と仮定すると好氣的代謝により長時間遊泳可能な速度は実験で得られた 3.5BL/s の 70%である 2.5BL/s が一つの目安になるかもしれない.詳細な検討は、今後臨界遊泳速度の何十%かで流速増分を止めるなどして、その後の回復時の酸素消費量を確認する必要がある。

遊泳後(回復時)の酸素消費量を Fig. 3 に示す.縦軸の基礎代謝に対する比率 100%が基準となるので、個体 8,9,12,13 は実験終了から概ね 120 分以内に回復していると言える.しかし、個体 10,11 については終了後 120 分を経過しても基礎代謝に対する比率はほぼ 200%を示した.2 個体とも実験終了 60 分後には酸素消費量が安定したことから、これら 2 個体は基礎代謝レベル自体が上がったものとも考えられる.全体としては、およそ 30～60 分で回復する傾向がみられた。

4. おわりに 本研究では、まずタモロコの臨界遊泳速度を求めることを目的とし、同時に酸素消費量を測定した.その結果、タモロコの臨界遊泳速度として、平均値 3.5BL/s を得た.酸素消費量には、流速増加に伴い一様に上がり続けるのではなく、増大傾向から一旦減少に転じる傾向を経て、再び増大に向かう傾向がみられた.遊泳終了後はおよそ 30 分～60 分で基礎代謝レベルまで回復する傾向がみられた.今後、定式化した方法によりサンプル数を増す必要がある。

謝辞：本研究の一部は JSPS 科研費基盤研究(C)19K06302 によった、ここに記して深謝の意を表します。

参考文献

- 1) Brett, J.R., Hollands, M. and Alderice, D.F. (1958) :The effect of temperature on the cruising speed of Young Sockeye and coho Salmon, J. Fish. Res. Bd. Can., 15, 587-605.
- 2) 竹村 武士, 小出水 規行, 水谷 正一, 森 淳, 渡部 恵司, 西田 一也 (2011): 谷津田域の農業水路における魚類の出現傾向と指標性, 農業農村工学会論文集 No.274, pp.43-45
- 3) C.G.Lee, A.P.Farrell, A.Lotto, M.J.MacNutt, S.G.Hinch and M.C.Healey (2003): The effect of temperature on swimming performance and oxygen consumption in adult sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and coho (*O.kisutch*) salmon stocks. The Journal of Experimental Biology 206, 3239-3251
- 4) 清水 秀成, 泉 亮, 東 信行, 丸 居 篤, 矢 田 谷 健一 (2016): ミナミメダカの臨界遊泳速度に関する実験, 農業農村工学会論文集, No.302(84-2), pp. II_11-II_18
- 5) Ingrid J. Burgetz (1998): Initial recruitment of anaerobic metabolism during sub-maximal swimming in rainbow trout, 2711

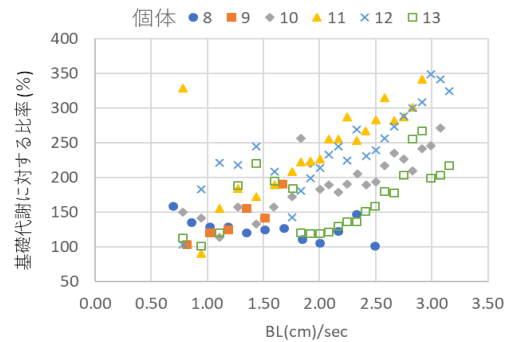


Fig. 2 遊泳中の酸素消費量
Oxygen consumption of swimming

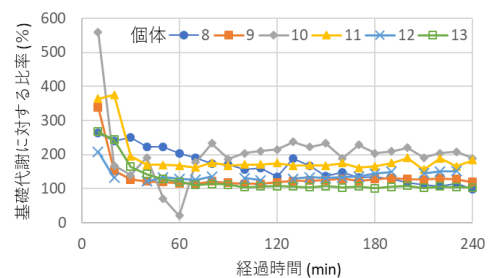


Fig. 3 遊泳後の酸素消費量
Oxygen consumption after swimming