

大弹涂鱼耗氧率研究*

戴庆年 张其永 黄兰芳

(厦门大学海洋学系)

关键词 大弹涂鱼 耗氧率 浮头 窒息点

前 言

鱼类耗氧率和窒息点不仅表达鱼体的代谢生理,也反映鱼类在外界环境条件影响下的生活状况.研究鱼类的耗氧率在鱼类养殖业上可为鱼类养殖密度、水质管理、饵料利用以及活鱼运输提供科学依据.

关于鱼类耗氧率研究,早在1900年Zuntz和Knauthe^[1]就进行了鲤鱼耗氧率的测定.费鸿年^[2]报道了鲢鱼的耗氧率.陈宁生、施琼芳^[3,4]研究了草鱼、白鲢和花鲢的耗氧率及饲养鱼窒息现象.叶奕佐^[5]对鱼苗、鱼种耗氧率、能需量、窒息点和呼吸系数作了报道.但对两栖鱼类的大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*)耗氧率研究迄今尚未见报道.本文对大弹涂鱼耗氧率、浮头、窒息现象进行研究,为大弹涂鱼人工增养殖提供资料.

1 材料与方 法

试验鱼取自厦门海沧海区.试验前将大弹涂鱼移入室内水泥池暂养1~2d.选择性腺均为IV期大弹涂鱼60尾作为试验材料.每次试验重复2次.试验海水经沉淀沙滤.

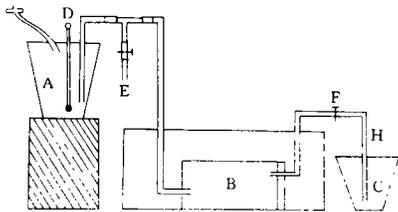


图1 流水式密闭装置

耗氧率测定,采用流水式密闭装置(图1).A盆相当于冰塔,盛满海水,并不断注入海水,以保证水压稳定.A盆中的海水经过橡皮管及玻璃管流入容积为2500cm³呼吸室B瓶.B瓶浸在一个装满海水的塑料盆中,用于减低气温对B瓶的影响.由B瓶经橡皮管流入C盆中.A盆中插有温度计D,海水的流速由螺旋夹F控制.进出水样由E和H采集,整个装置避免气泡存在.

本文于1993-07-25收到,修改稿于1994-09-20收到.

*国家自然科学基金和福建省水产厅资助项目.

试验前 2h 将鱼放入 B 瓶中,以便适应呼吸室环境.每隔 1h 测定进出水溶氧量、水温和流量 Q ,连续测定 24h.测定结束后,用滤纸吸干鱼体表水分,用天平称鱼体重 W .

水中溶氧量采用 Winkler 氏法测定.二氧化碳含量测定用氢氧化钠滴定,以酚酞为指示剂.

窒息点试验采用密封式和敞开式两种,密封式是将试验鱼密封在呼吸室 B 瓶中至全部死亡.敞开式模仿鱼池环境,呼吸室敞开,使水面与空气接触,然后测定浮头、全致死时海水中的溶氧量和二氧化碳含量.水中溶氧量和鱼体所消耗的氧量由下式求出.

$$\text{溶氧量} = \frac{A \times N \times O}{V} \times 100.$$

式中: A ——滴定所用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (cm^3), N —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mol/dm^3), V ——水样体积 (cm^3), O ——氧 (mol/dm^3).

$$\text{耗氧量} = \frac{(Q_E - Q_H) \times Q}{W}.$$

式中: Q_E ——进水溶氧量 (mg/dm^3), Q_H ——出水溶氧量 (mg/dm^3), Q ——流量 (cm^3/h), W ——体重 (g).

2 结果

2.1 耗氧率昼夜变化

在水温 $22.0 \sim 23.4^\circ\text{C}$,海水密度 $1.018 \sim 1.020 \text{ kg}/\text{m}^3$.实验鱼全长 $7.4 \sim 10.5 \text{ cm}$,体重 $4.4 \sim 12.5 \text{ g}$, $06:00 \sim 17:00$ 划为白天, $18:00$ 至次日 $05:00$ 划为夜间,结果见表 1.

表 1 大弹涂鱼耗氧率昼夜变化

白 天		夜 间	
测定时间 (h)	耗氧率 ($\times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$)	测定时间 (h)	耗氧率 ($\times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$)
06:00	0.146	18:00	0.205
07:00	0.127	19:00	0.241
08:00	0.129	20:00	0.198
09:00	0.132	21:00	0.179
10:00	0.154	22:00	0.213
11:00	0.154	23:00	0.187
12:00	0.202	24:00	0.200
13:00	0.202	01:00	0.181
14:00	0.170	02:00	0.148
15:00	0.217	03:00	0.167
16:00	0.211	04:00	0.123
17:00	0.207	05:00	0.124
平均耗氧率 ($\times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$)	0.169		0.181

由表 1 可见,白天耗氧率为 $0.127 \times 10^{-3} \sim 0.217 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$,12h 内平均耗氧率为 $0.169 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$.夜间耗氧率为 $0.123 \times 10^{-3} \sim 0.241 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$,12h 内平均耗氧率为 $0.181 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$.表明大弹涂鱼夜间耗氧率略高于白天.大弹涂鱼白天与夜间耗氧率关系曲线见图 2.

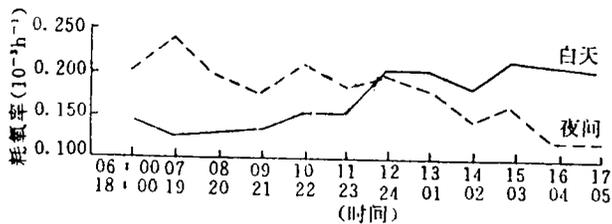


图2 大弹涂鱼耗氧率昼夜变化

率逐步上升至15:00耗氧率较高. 由24h内耗氧率变化来看, 11:00~22:00耗氧率高, 从22:00开始下降至11:00耗氧率低. 耗氧率出现两个高峰期, 一是在19:00, 另一是在15:00.

2.2 浮头和窒息现象

在水温15.8~16.0℃, 海水密度1.010 kg/m³. 试验鱼全长4.0~10.5cm, 体重2.4~12.5g, 结果见表2.

表2 大弹涂鱼浮头、窒息点测定

类别	水温(℃)	水中CO ₂ 含量 (mg/dm ³)	体重(g)	全长(cm)	浮头时水中溶氧量 (mg/dm ³)	窒息时水中溶氧量 (mg/dm ³)
封闭式	15.8~16.0	23.80	2.4~7.5	4.0~9.5	1.44~2.00	0.16
敞开式	15.8~16.0	21.02	4.4~12.5	7.4~10.5	0.64~0.72	0.08~0.16

鱼体在封闭或敞开水环境中, 随着海水中溶氧量不断减少, 鱼类出现上下窜动, 呼吸频率由正常60~80次/min下降至40~60次/min. 在敞开式环境中, 当海水中溶氧量下降至0.64~0.72mg/dm³时, 出现浮头现象; 在封闭式环境中, 当海水中溶氧量降低至1.44~2.00mg/dm³时, 出现浮头现象. 随着海水中溶氧量减少, 呼吸频率下降至20次/min, 体色变浅, 斑点明显加深, 鱼体失去平衡, 仰卧缓慢游动, 最后痉挛翻白, 窒息死亡. 此时海水中溶氧量为0.16mg/dm³. 敞开式窒息时海水中溶氧量为0.08~0.16mg/dm³.

3 讨论

费鸿年^[2]指出鲰鱼呼吸生理具有昼夜变化而不受试验环境中日光的影响. Clausen^[6]认为鱼类耗氧率昼夜间也呈有规律性的变化, 耗氧率大的时期表示进食或其他活动. 大弹涂鱼耗氧率具有昼夜变化, 夜间平均耗氧率比白天略高, 其变化幅度约为7% (青石斑鱼夜间耗氧率几乎为白天耗氧率1倍)^[7]昼夜差异不明显. 根据研究报告指出, 鱼类代谢水平的昼夜变化有3种类型: (1) 白天大于夜间; (2) 夜间大于白天; (3) 昼夜差异不明显^[8]. 大弹涂鱼代谢水平属于第3种类型.

水温与耗氧率有密切关系, Fry与Hart^[9]指出温度高低和鱼类耗氧率成正比, 耗氧率随温度升高而增加. 大弹涂鱼的耗氧率也是随着温度升高而增加. 11:00~22:00耗氧率高, 22:00以后耗氧率下降至11:00又开始上升, 这与水温高低有关, 下午水温一般比上午水温

由图2可看出大弹涂鱼在18:00~20:00耗氧率最高为 $0.198 \times 10^{-3} \sim 0.241 \times 10^{-3} \text{h}^{-1}$. 从22:00以后耗氧率逐渐下降至04:00~05:00最低为 $0.123 \times 10^{-3} \sim 0.124 \times 10^{-3} \text{h}^{-1}$. 在06:00~11:00维持较低耗氧率, 11:00后耗氧

高,上半夜水温比下半夜水温高,这种变化反映了大弹涂鱼在自然环境中的生理活动周期。

水中溶氧量对养殖鱼类的胚胎发育,幼鱼、成鱼生长以及活动的影响很大。当水中溶氧量减少时,养殖水体中的鱼类,经常产生浮头现象,尤其炎热夏季清晨和高温低压天气,浮头现象特别严重,鱼类会因缺氧陷入麻痹状态,窒息而死。现将有关几种饲养鱼类窒息时水中溶氧量列于表 3。

由表 3 可看出饲养鱼类引起窒息时的溶氧量为 $0.08 \sim 1.54 \text{mg/dm}^3$,按窒息时的溶氧量大小顺序为:香鱼>青石斑鱼>白鲢>美国鲷>鲫鱼>青鱼>草鱼>花鲢>尼罗鱼>大弹涂鱼。香鱼窒息点最高,大弹涂鱼窒息点最低。丘书院^[10]指出弹涂鱼类每天约有一半时间在陆地上生活,使它们有资格被称为两栖性物鱼类。Kadhoni and Hughes^[11]认为薄氏大弹涂鱼属于两栖鱼类,依靠鳃和鳃腔表皮以及体表皮肤进行水呼吸和气呼吸,能在陆地上和水中生活。大弹涂鱼的这种生理特性,比其他鱼类更适合高密度养殖,长距离运输,可供鲜活鱼上市,是值得推广的优良养殖种类。

表 3 几种鱼类窒息时溶氧量

鱼名	全长 (cm)	水温 (°C)	pH	溶氧量 (mg/dm^3)	症状
香鱼 ^[7]	10.08*	11.5	7.4	1.54	死亡
青石斑鱼 ^[7]	17.4~20.8	22.0~23.0	8.1	0.816	死亡
白鲢 ^[1]		23.0	7.2	0.79	死亡
美国鲷 ^[13]	8.50	20.0	7.0~7.2	0.60	死亡
鲫鱼 ^[1]	17.70	24.5	6.6	0.59	昏迷
青鱼 ^[13]	14.50	23.5	7.1	0.58	死亡
草鱼 ^[1]	12.60	23.0	7.0	0.39	死亡
花鲢 ^[1]	14.50*	23.8	7.2	0.23	昏迷
尼罗鱼 ^[14]	17.0~28.5	24.5~25.5	6.7~7.92	0.15~0.23	死亡
大弹涂鱼	7.4~10.5	15.8~16.0	8.1	0.08~0.16	死亡

* 体重 (g)。

参考文献

- Zuntz N and K knaue. Vorschlage zur karpfenfütterung in mageren Teichen. Fischerei Zeitg., 1990, 3
- Fey H N. Studies on the respiratory physiology of the catfish, *Parasilurus asotus*, I. The diurnal variations of the rate of oxygen consumption. Biol. Bull. Norm. Coll. Shiang Chyn Univ., 1936, 3
- 陈宁生, 施琼芳. 草鱼、白鲢和花鲢的耗氧率. 动物学报, 1955, 7 (1): 43~58
- 陈宁生, 施琼芳. 饲养鱼窒息现象的研究. 水生生物学集刊, 1955, (1): 1~6
- 叶奕佐. 鱼苗、鱼种耗氧率、需氧量、窒息点及呼吸系数的初步报告. 动物学报, 1959, 11 (2): 117~137.
- Clausen R G. Oxygen consumption in freshwater fishes. Ecology, 1963, 17, 216
- 戴庆年等. 青石斑鱼耗氧率研究. 水产科学, 1994, 13 (3): 6~9
- 上海市水产研究所养殖研究所人工控制养殖研究组. 鳊鲃耗氧率研究. 水产科技情报, 1975, (5): 12~16
- Fry F E J & Hart. The relation of temperature to oxygen consumption in the goldfish. Biol Bull., 1948, 94, 66
- 丘书院. 我国沿海的弹涂鱼类. 生物学通报, 1955, (8): 28~29
- Kadhoni N K Al and G M Hughes. Histological study of different regions of the skin and gills in the Mudskipper. *Boleophthalmus boddarti* with respect to their respiratory function. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 1988, 68, 413~422
- 李明云等. 香鱼苗种窒息点与耗氧率试验观察. 淡水渔业, 1986, (3): 11~13
- 刘长泰等. 美国鲷鱼种阶段耗氧率的研究. 淡水渔业, 1991, (4): 23~24
- 张中英等. 尼罗非鱼耗氧率的初步研究. 水产学报, 1982, 6 (4): 369~377