

文章编号:1005-8737(2000)01-0016-04

几种常见海鞘的呼吸代谢研究

张继红, 方建光

(中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071)

摘要:为了研究网箱、网笼上附着生物耗氧对养殖品种的影响, 本文在实验室内采用静水封闭系统, 对我国北方常见附着生物—柄海鞘(*Styela clava*)、玻璃海鞘(*Ciona intestinalis*)和中国瘤海鞘(*Styela sinensi*)的耗氧率进行了研究, 同时, 探讨了海鞘体重、温度和氧张力对耗氧率的影响。结果表明, 温度和体重对海鞘的耗氧率有明显的影响($P < 0.05$)。在12~28℃范围内, 柄海鞘的耗氧率随温度的升高而增大; 而玻璃海鞘的耗氧率与温度呈倒钟形曲线变化趋势, 其最高峰出现在18℃。柄海鞘和中国瘤海鞘耗氧率都与体重呈负相关。氧张力对玻璃海鞘的耗氧率有一定的影响, 但差异不显著($P < 0.05$)。

关键词:柄海鞘; 玻璃海鞘; 中国瘤海鞘; 耗氧率; 温度; 体重; 氧张力

中图分类号:Q959.216

文献标识码:A

贝类、鱼类等的养殖网笼、网箱及养殖绳上经常附着许多附着生物, 海鞘类为其中主要类群。由于海鞘群体的生物量极大, 阻塞网笼的网眼, 阻碍笼内外的水流交换, 使笼内的养殖生物得不到足够的氧气补充。再者, 养殖生物和海鞘的耗氧量也较大, 因而可能造成养殖笼内溶氧量的降低, 对养殖生物的生长、繁殖产生不利影响, 进而影响产量^[1]。

目前对养殖经济种类如鱼、虾、贝类的呼吸代谢的研究较多, 但关于养殖敌害生物—海鞘的耗氧率的研究较少。70年代, 一些学者对玻璃海鞘(*Ciona intestinalis*)的耗氧率进行了初步研究^[2,3], 但是未见关于柄海鞘(*Styela clava*)、中国瘤海鞘(*Styela sinensis*)耗氧率及温度对耗氧率影响的报道。本文在实验室中对柄海鞘、玻璃海鞘和中国瘤海鞘的耗氧率及其与体重、温度和氧张力的关系进行了系统的研究, 以了解海鞘的呼吸代谢活动及其相关因子, 从而为评价养殖生物所受影响及准确评估养殖容量提供參考。

收稿日期:1999-01-11

作者简介:张继红(1969-), 女, 中国水产科学研究院黄海水产研究所助研, 从事贝类生理生态学及养殖容量的评估。

1 材料与方法

1.1 材料来源

柄海鞘、玻璃海鞘和中国瘤海鞘取自薛家岛栉孔扇贝养殖网笼上。于小麦岛实验基地流水暂养, 实验前拿到实验室驯化7 d。每天定时投喂三角褐指藻(*Phaeodactylum tricornutum*)、小球藻(*Chlorella marina*)、扁藻(*Tetraselmis chui*), 定时换水。实验前24 h停止投喂。

1.2 实验方法

1.2.1 海鞘耗氧率的测定 选用1 000 ml的锥形瓶, 实验海水用0.45 μm滤膜过滤(盐度30.5)。海鞘适应30 min后, 用YSI MODEL 58溶氧仪测定水中的溶解氧作为初始值, 然后用塑膜封口。实验持续1~2 h后, 用溶氧仪测定水中的溶解氧作为结束值。

1.2.2 体重对耗氧率影响的测定 选用柄海鞘和中国瘤海鞘。实验前用滤纸吸去表面的海水, 用Sarorius电子天平称其湿重, 精度为0.01 g。柄海鞘分为4组:1.50~1.59 g; 2.00~3.50 g; 5.00~6.70 g; 9.00~10.50 g。加样量:9.00~10.50组1个/瓶, 其它组2个/瓶。中国瘤海鞘分为:0.50~0.90

g;1.50~2.50 g;2.90~3.50 g;4.50~5.50 g 4 组。加样量:0.5~0.9 g 组 5 个/瓶,其它组 1 个/瓶。分别设平行样 2 组,空白对照 1 组。

1.2.3 温度对耗氧率影响的测定 选用柄海鞘和玻璃海鞘。水浴箱用 7151-DM 控温仪控温。设 12, 18, 23, 33℃ 5 个温度梯度。每瓶加玻璃海鞘 1 个。柄海鞘按体重组(同 1.2.2)。每 2 d 升温 3℃, 直至所需温度。适应 1~2 d 后, 进行实验。分别设平行样 9 组, 空白对照 1 组。

1.2.4 氧张力对海鞘耗氧率影响的测定 选用玻璃海鞘。1 000 ml 的锥形瓶中加入玻璃海鞘 1 个, 设平行样 1 个, 空白对照样 1 个。实验持续 8 h, 每隔 1 h 测定 1 次溶氧量。测定溶解氧的探头密封在锥形瓶中, 每次测定前以微型搅拌器搅动 30 s, 使瓶中溶解氧分布均匀。每次重复测定 1 次。并用方差分析评估测定结果。

1.3 计算公式

海鞘呼吸耗氧的程度以耗氧率(R)表示, 即单位时间内单位湿重或单位个体海鞘消耗溶解氧的量, 单位为 $\text{mg}/(\text{h} \cdot \text{g})$ 或 $\text{mg}/(\text{h} \cdot \text{ind})$ 。

耗氧率的计算公式为:

$$R = \frac{V \times (D_1 - D_2)}{T \times (W \text{ or } N)}$$

式中: D_1, D_2 - 分别表示实验开始与结束时水中的溶解氧的质量浓度/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$; V - 水体体积/ L ; W - 实验样品的重量/ g ; N - 实验样品个数/ ind ; T - 实验持续的时间/ h 。

2 结果

2.1 体重对中国瘤海鞘耗氧率的影响

在 23℃ 时, 中国瘤海鞘个体耗氧率随湿重的增加而增大, 单位湿重(W)的耗氧率(R)随个体湿重的增加而降低(图 1), 二者之间呈幂函数关系, 回归方程分别为: $y = 0.1786W^{0.5923} (R^2 = 0.9592)$; $y = 0.1786W^{-0.4077} (R^2 = 0.9177)$ 。

2.2 温度对玻璃海鞘的耗氧率的影响

18℃ 时玻璃海鞘呼吸代谢量最为旺盛。在 12~18℃ 范围内耗氧率随温度的升高而增大, 温度高于 18℃ 以后, 其耗氧率随温度的升高而降低(图 2)。

2.3 温度和体重对柄海鞘的耗氧率的影响

在 12~28℃ 之间, 随着温度的升高, 柄海鞘耗氧率明显增大。温度较低时, 其个体耗氧率差异较小; 温度越高, 个体差别越大, 见图 3。单位体重耗

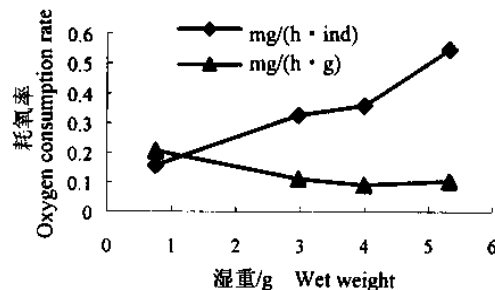


图 1 中国瘤海鞘的耗氧率与湿重的关系

Fig. 1 Relationship between wet weight and oxygen consumption rate of *S. sinensis*

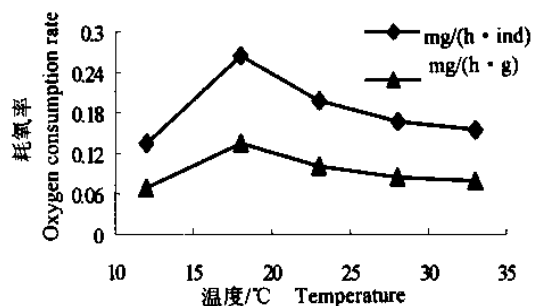


图 2 玻璃海鞘的耗氧率与温度的关系

Fig. 2 Relationship between temperature and oxygen consumption rate of *C. intestinalis*

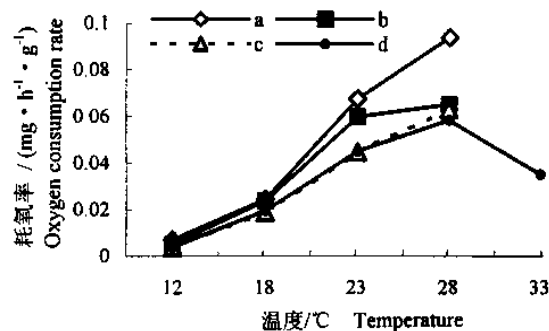


图 3 柄海鞘耗氧率与湿重和温度的关系

Fig. 3 Relationships among wet weight, temperature and oxygen consumption rate of *S. clava*

氧率随着体重的增加而降低, 耗氧率与湿重呈幂函数变化趋势。12, 18, 23, 28℃ 的关系式分别为: $Y = 0.0077W^{-0.3642} (R^2 = 0.8683)$; $Y = 0.0265W^{-0.1527} (R^2 = 0.8173)$; $Y = 0.075W^{-0.2557} (R^2 = 0.9029)$; $Y = 0.0946W^{-0.2386} (R^2 = 0.7475)$ 。温度、湿重与耗氧率的关系经 ANVOA 方差分析显

示,湿重对柄海鞘的耗氧率的影响显著($P < 0.05$),温度对耗氧率的影响极其显著($P < 0.01$)。

在33℃时,小规格柄海鞘的摄食、呼吸能力较弱,死亡率较高,只对9.0~10.5 g组的柄海鞘的耗氧率进行了测定。温度达33℃时,9.0~10.5 g组柄海鞘的耗氧率迅速降低。

2.4 氧张力对海鞘耗氧率的影响

随着实验时间的延长,密封在锥形瓶中的溶解氧由于海鞘的呼吸而逐渐降低,玻璃海鞘的耗氧率也逐渐降低。在2~3 h之间,其耗氧率降低得非常迅速;3 h以后,其耗氧率与时间有线性负相关的趋势;8 h后的耗氧率仅为开始时的1/5左右(图4)。虽然氧张力对玻璃海鞘的耗氧率有一定的影响,但方差分析表明,氧张力对耗氧率的影响差异性不显著($P > 0.05$)。

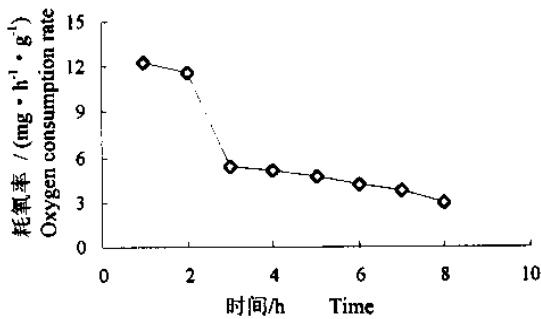


图4 玻璃海鞘的耗氧率随时间的变化

Fig. 4 Variation of oxygen consumption rate of *C. intestinalis*

3 讨论

3.1 体重对海鞘耗氧率的影响

一般生物个体越大,单位个体的耗氧率越高,但是单位湿重的耗氧率越低,本实验柄海鞘、中国瘤海鞘也遵循这一规律。单位个体的耗氧率 Y 与个体重量 W 的关系通常符合 $Y = aW^b$ 模型。 b 值一般在0.4~0.9之间^[4],主要因种而异。本实验结果在该范围内。

3.2 温度对海鞘耗氧率的影响

水温对代谢的影响可以从温度系数 Q_{10} 值上反映出来。一般根据 $Q_{10} = (R_2/R_1)^{10/(t_2-t_1)}$ 公式计算。 Q_{10} 越高,反映动物对温度变化的反应越敏感。表1给出玻璃海鞘和不同大小柄海鞘在不同温度范围内耗氧率的 Q_{10} 值。2种海鞘在低温时的 Q_{10} 值

较大,高温时较小。说明它们在低温时对温度升高的反应比在高温下敏感,柄海鞘比玻璃海鞘敏感,大规格柄海鞘比小规格的敏感。双壳类的 Q_{10} 值一般在1.0~2.5之间^[5,6],但郝亚威等^[7]报道,海湾扇贝在8~15℃范围的 Q_{10} 为8.08。本实验得出海鞘的 Q_{10} 在0.32~15.3之间。

表1 柄海鞘和玻璃海鞘耗氧率的 Q_{10} 值

Table 1 The values of Q_{10} of *S. clava* and *C. intestinalis*

种类 Species	体重/g Weight	水温/℃ Water temperature			
		12~18	18~23	23~28	23~33
柄海鞘 <i>S. clava</i>	1.5~1.59	15.28	5.296	1.687	0.314
	9.0~10.5	7.949	7.671	1.936	
玻璃海鞘 <i>C. intestinalis</i>	2.24~3.72	3.085	0.561	0.712	0.868

一年四季中,浅海、池塘等的海水温度变化较大,养殖生物的耗氧率在一定温度范围内都与温度呈正相关趋势^[8,9]。本实验得出柄海鞘与玻璃海鞘的耗氧率在12~28℃范围内都随温度的升高而增大。在水温较高时,海鞘生物量也较大。随着温度的升高,水中的溶解氧反而降低。因此,在高温季节,最容易造成局部水体溶解氧的不足,使养殖生物的死亡率较高,溶解氧不足可能是主要原因之一。例如,水温为28℃时,柄海鞘的平均耗氧率为0.295 4 mg/(h·ind),玻璃海鞘的耗氧率为0.167 mg/(h·ind)。王芳等^[9]测定海湾扇贝的耗氧率分别为0.632 5和1.843 5 mg/(h·ind)。如果以柄海鞘的密度为120个/m²、玻璃海鞘的密度为100个/m²来计算^[10],附着生物群体每小时的耗氧量约为50 mg。1个扇贝笼的表面积约为10 m²,体积约为560 L。每个笼内一般可养殖扇贝250~300个。以此推算,1个养殖笼内养殖生物和附着生物单位小时的耗氧量可达430~460 mg。28℃时水中溶解氧的饱和值为6.572 mg/L。以此计算,大约3 h就可使水中的溶解氧低于4 mg/L。一般认为,水中的溶解氧低于4 mg/L时,水中生物的生长、繁殖将受到影响。

如果在浅海、池塘中吊挂养殖笼密度过大,养殖笼内养殖生物的密度过大,网箱、网笼之间水流交换不畅,同时大量海鞘阻塞网眼也使得网笼内外水流交换缓慢,如果遇到风平浪静环境,再加上高密度的养殖生物和大量附着生物的耗氧,势必造成养殖水域局部溶解氧降低,影响养殖生物的正常摄食、呼吸和活动能力,容易导致病害的发生,进而影响产量。

本实验测定了4种海鞘在24 h饥饿后,于静水

中的呼吸情况,与其在自然海区的情况并不完全一样,所计算的结果可能比饱食、流水状态的耗氧率低^[11,12]。如此,池塘、浅海养殖区局部水体的溶解氧可能比本结果还低。因此,在进行浅海养殖和池塘半集约化、集约化养殖规划时,附着生物—海鞘的耗氧率是值得考虑的因素。

参考文献:

- [1] Deibel D. Filter feeding by *Oikopleura vanhoeffeni*: grazing impact on suspended particles in cold ocean waters[J]. Marine Biology, 1988, 99:177~186.
- [2] Fisher T R. Oxygen uptake of the solitary tunicate *Styela plicata* [J]. Biol Bull Mar Biol Lab Woods Hole, 1976, 151:297~305.
- [3] Shumway S E. Respiration, pumping activity and heart rate in *Ciona intestinalis* exposed to fluctuating salinities[J]. Mar Biol, 1978, 48:235~242.
- [4] Bayne B L, R C Newell. Physiological energetics of marine mollusca [A]. In: A S M Salendin, K M Willbur. The Mollusca [M]. Vol. 4. New York: Academic Press, 1983. 407~515.
- [5] Clark B C, et al. Ecological energetic of mussels *Choromytilus meridionalis* under simulated intertidal rock pool conditions[J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1990, 137: 63~77.
- [6] Wilbur A E, et al. Physiological energetics of the ribbed mussel *Geukensia demissa* (Dillwyn) in response to increased temperature[J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1989, 131:161~170.
- [7] 郝亚威,等.海湾扇贝(*Argopecten irradians*)呼吸的研究[J].黄渤海海洋,1993,11(1):37~43.
- [8] Chen J C, Lai S H. Effects of temperature and salinity on oxygen consumption and ammonia - N excretion of juvenile *Penaeus japonicus* Bate[J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1993, 165:161~170.
- [9] 王 芳,等.海洋扇贝和太平洋牡蛎呼吸和排泄的研究[J].青岛海洋大学学报,1998,28(2):233~238.
- [10] 方建光,等.桑沟湾栉孔扇贝养殖容量的研究[J].海洋水产研究,1996,17:18~31.
- [11] Guinea J, F Fernandez. Effect of feeding frequency, feeding level and temperature on energy metabolism in *Sparus aurata* [J]. Aquaculture, 1997, 148:125~142.
- [12] 张 硕,等.中国对虾生物能量学研究 I - 温度、体度、盐度和摄食状态对耗氧率和排氮率的影响[J]. 青岛海洋大学学报, 1998, 28(2):223~227.

Study on the oxygen consumption rates of some common species of ascidian

ZHANG Ji-hong, FANG Jian-guang

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract: Three species of ascidian, *Styela clava*, *Ciona intestinalis* and *S. sinensis*, were researched to decide the influences of their biological oxygen consumption on cage - cultured species. An indoor static closed system was employed in this experiment. The samples were fed with *Phaeodactylum tricornutum*, *Chlorella marina* and *Tetraselmis chui* for 7 d and then the feeding was stopped 24 h before the experiment began. The results show that the oxygen consumption rate of *S. sinensis* increases with the increase of wet body weight at 23℃, and the relationship between wet body weight (*W*) and oxygen consumption rate (*R*) can be expressed as $R = aW^b$; the oxygen consumption rate of *S. clava* increases with temperature increasing in the water temperature range of 12~28℃, and the relationship between temperature and oxygen consumption of *C. intestinalis* can be expressed as a bell - like curve, the peak at 18℃; with the extending of experiment, the oxygen consumption rate of *C. intestinalis* decreases gradually and has a negatively linear relation to time 3 h later and decreases to 1/5 of the initial value 8 h later. It comes to the conclusion that the density of culture cages or cultured species in cages should not be too high so that a better water exchange could be kept going and the cultured species could grow normally.

Key words: *Styela clava*; *Ciona intestinalis*; *Styela sinensis*; oxygen consumption rate; temperature; body weight; ambient oxygen pressure