

河蚬的耗氧率和排氨率

刘其根 沈和定 周洪琪 陆伟民

(上海水产大学渔业学院, 200090)

摘要 本试验研究了在饱食状态下各种大小的河蚬在不同温度下的耗氧率和排氨率及其昼夜变化的特征。结果表明,温度和河蚬的个体大小均对其耗氧率和排氨率有显著影响。其中,河蚬耗氧率与其体重之间呈幂函数关系,排氨率与其体重之间呈指数函数关系;而温度对河蚬耗氧率和排氨率的影响,则表现为,在一定的温度范围内,河蚬的耗氧率和排氨率,随温度的升高而增加,超过某一温度,则随温度的升高而降低。还发现,河蚬的耗氧率存在着明显昼夜变化规律,白天的耗氧率明显高于晚间耗氧率;而其排氨率的昼夜变化节律不明显。

关键词 河蚬,耗氧率,排氨率

中图分类号 S917

对鱼类的呼吸和排泄的研究,是了解其代谢规律、营养需求和养殖特性等的重要途径,因而一直是国内外鱼类生理能量学研究的一个热点[周洪琪等 1998, Beamish 1970, Brett Zala 1975, Du 和 Mclachlan 1986, Degani 等 1989, Gallagher 和 Mathews 1987]。近年来,随着鱼(虾)贝混养技术的发展,有关海产贝类的呼吸、排泄研究也已引起了广泛兴趣,如王芳等[1997, 1998]研究了海湾扇贝、太平洋牡蛎、菲律宾蛤仔和栉孔扇贝等的呼吸与排泄,杨红生等[1998]研究了墨西哥海湾扇贝的耗氧率和排泄率等,而在淡水贝类方面,类似的研究报道并不多见,且多侧重于对其呼吸的研究[Hornbach 等 1983, Huebner 1982]。而对河蚬(*Corbicula fluminea*)的呼吸与排泄研究,则未见报道。河蚬是广泛分布于我国各地湖泊、河流的重要经济贝类,不但为我国人民所喜爱,近年来更因其在日本市场受宠而身价倍增,因而有关河蚬的增养殖研究已开始受到国内水产界的重视[曹文明等 1995],河蚬在美国已被用于鲶鱼养殖的混养对象[Buttner 1986],开创了淡水养殖中鱼贝混养的新模式。因此,本文对河蚬耗氧率与排氨率的研究,不但有助于我们更好地了解其在湖泊生态系统中的作用,而且更可以为河蚬的增养殖和鱼蚬混养提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验用河蚬于1999年4月10日采自江苏吴江市水产养殖总场坛丘分场的麻漾湖。河蚬采回后,用软刷除去其表面附着物,再暂养于事先准备好的实验室水族箱内。暂养用水为已充分曝

气的自来水；暂养时间一周。暂养期间投喂人工培养的小球藻。

1.2 实验方法

实验用河蚬按个体大小分成 A、B、C、D 四种规格，各组的壳长、壳高和体重分别参见表1和表2。因河蚬个体相对较小，本实验选用500mL三角烧瓶作为其代谢瓶，用大小为1.2m×0.5m×0.65m水族箱作水浴控温，实验设20、24、28、32℃四个温度梯度，用可控温电热棒加热控温。每个温度组选 B、D 两种大小的河蚬进行温度对代谢影响的实验，各温度下每个体重组的河蚬均设3个重复，每个温度组均设一个无贝瓶作为溶氧和氨氮测定的空白对照；另选 A、B、C、D 四组河蚬，在20、24℃下测定其耗氧率排氨率，以观察不同大小河蚬对其代谢的影响；河蚬代谢的昼夜变化则在20℃下进行，实验时每个体重组也均设3个重复。正式实验开始前，经预实验确定每个代谢瓶中不同大小河蚬的合理选用数量以及代谢持续的合理时间（即既要保证代谢变化的可测，同时也要保证河蚬能在实验期间的正常生理活动和所需环境条件仍处于较理想状态）。结果为，A 和 B 组每个代谢瓶放河蚬4个；C 组每个代谢瓶放河蚬3个；D 组放2个。实验期间，每个代谢瓶用液体石蜡液封，以将实验水体与外界隔开，再加盖带有玻璃导管的橡皮塞，玻璃导管的一端伸入代谢瓶中，便于实验结束后取出水样，导管的另一端外套乳胶管，并用夹子夹住，以致代谢瓶内外没有任何气体交换。每次代谢实验持续2小时，测定2小时内代谢瓶中的溶氧和氨氮变化，溶氧用碘量法测定，氨氮用奈氏试剂比色法测定，根据所测得的溶氧和氨氮变化，再计算耗氧率和排氨率。

2 结果

2.1 河蚬的耗氧率、排氨率与其体重的关系(表1)

表1 20℃和24℃下不同大小河蚬的耗氧率与排氨率
Tab. 1 Oxygen consumption and ammonia excretory rate of *Corbicula fleminea* of different sizes at 20℃ and 24℃

壳高(mm)×壳长(mm)	平均体重(g)	温度(℃)	耗氧率(mg/g·h)	排氨率(μg/g·h)
5.40~7.92×9.02~11.16	0.646±0.139	20	0.131±0.041	9.87±2.89
8.52~10.30×14.38~15.82	1.730±0.200	20	0.092±0.028	8.06±2.37
10.80~11.50×16.48~19.60	2.779±0.370	20	0.087±0.023	6.93±1.43
13.50~15.74×23.22~28.94	6.210±1.125	20	0.068±0.012	4.34±0.87
6.42~10.39×9.74~11.68	0.776±0.158	24	0.169±0.024	11.02±1.34
8.18~10.34×13.54~15.92	1.647±0.395	24	0.113±0.006	9.02±0.37
10.10~11.58×17.42~20.08	2.762±0.321	24	0.096±0.011	7.81±0.78
13.30~16.22×23.10~27.94	5.927±0.988	24	0.081±0.018	5.46±1.01

由表1可知，在水温20℃和24℃时河蚬的耗氧率和排氨率均是随着体重的增加而降低。其中，在20℃时，河蚬耗氧率与其体重的关系为： $Q_{O_2} = 0.1133W^{-0.2835}$ ($F = 12.67, df = 3, 8, r = 0.991$)；排氨率与其体重的关系为： $Q_n = 10.554e^{-0.1448W}$ ($F = 13.83, df = 3, 8, r = 0.9975$)；

24℃时,河蚬耗氧率与其体重的关系为: $Q_{O_2} = 0.145W^{-0.3586}$ ($F = 16.79, df = 3, 8, r = 0.9757$);排氨率与其体重的关系为: $Q_n = 11.585e^{-0.1302W}$ ($F = 18.21, df = 3, 8, r = 0.9895$)。经F检验,以上两种关系的相关性均达极显著水平($p < 0.01$)。

2.2 河蚬的耗氧率、排氨率与水温的关系

河蚬的幼贝(B组)和成贝(D组)在20、24、28和32℃4个温度组下的耗氧率和排氨率情况见表2。由表2可知,温度对河蚬的成贝和幼贝的耗氧率和排氨率的影响较为相似,即在一定的温度范围内,河蚬成、幼贝的耗氧率和排氨率随温度的升高而增大,超越一定的温度后,其耗氧率和排氨率则随温度的升高而减少。

表2 不同温度下河蚬的耗氧率和排氨率
Tab. 2 Oxygen consumption and ammonia excretory rate of
C. fluminea at various temperatures

壳高(mm)×壳长(mm)	平均体重(g)	温度(℃)	耗氧率(mg/g·h)	排氨率(μg/g·h)
8.52~10.30×14.38~15.82	1.730±0.200	20	0.093±0.026	8.12±2.37
13.50~15.74×23.22~28.94	6.210±1.125	20	0.068±0.012	4.37±0.75
8.18~10.34×13.54~15.92	1.647±0.278	24	0.112±0.006	9.04±0.45
13.30~16.22×23.10~27.94	5.927±0.988	24	0.087±0.013	5.17±0.67
8.82~10.40×13.52~15.92	1.691±0.288	28	0.131±0.038	10.47±2.89
13.34~15.32×23.14~27.90	5.690±0.945	28	0.097±0.003	5.96±0.16
8.24~10.40×12.58~15.24	1.528±0.230	32	0.116±0.020	9.39±1.52
13.70~16.38×22.12~27.96	5.646±0.983	32	0.084±0.007	5.28±0.44

温度对河蚬耗氧率影响的关系可拟合为:幼贝 $Q_{O_2} = -0.0005T^2 + 0.0298T - 0.2927$ ($F = 14.13, df = 3, 8, r = 0.9598$);成贝 $Q_{O_2} = -0.0005T^2 + 0.0275T - 0.2817$ ($F = 14.68, df = 3, 8, r = 0.9886$);温度对河蚬排氨率影响的关系则为:幼贝 $Q_n = -0.0313T^2 + 1.756T - 14.651$ ($F = 8.45, df = 3, 8, r = 0.9158$);成贝 $Q_n = -0.0231T^2 + 1.2905T - 12.263$ ($F = 14.68, df = 3, 8, r = 0.9572$)。以上关系,经F检验,相关性极显著($p < 0.01$)。从实验结果来看,28℃时河蚬的耗氧率和排氨率最大,而从拟合的曲线所作的推算来看,幼贝的耗氧率极值出现在29.8℃,而成贝的耗氧率极值则出现在27.5℃;但成、幼贝的排氨率极值均出现在28.0℃左右。

2.3 河蚬耗氧率、排氨率的昼夜变化。

图1和图2表示的是在20℃时河蚬耗氧率和排氨率的昼夜变化情况。从中可以看出,各种规格的河蚬的耗氧率,都呈现出了一定的昼夜变化节律,且白天的耗氧率明显高于晚间,经t检验,差异极显著($p < 0.01$)。而河蚬排氨率的昼夜变化,差异不显著($p > 0.05$)。

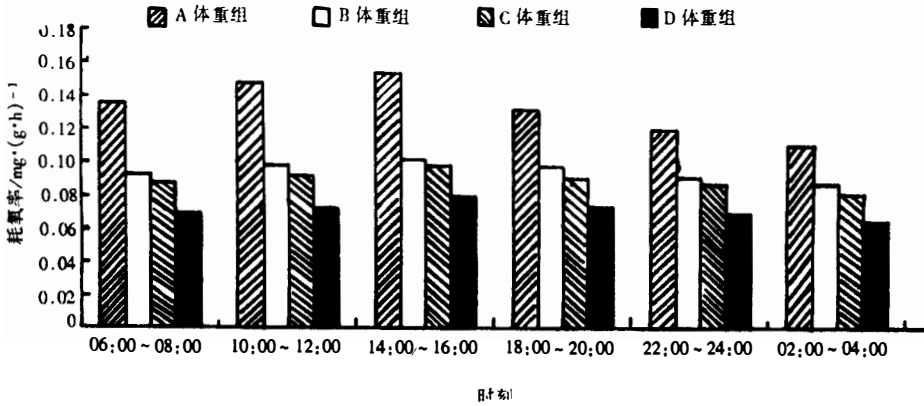


图1 河蚬耗氧率的昼夜变化

Fig. 1 Diurnal rhythm of oxygen consumption rate of *C. fluminea*

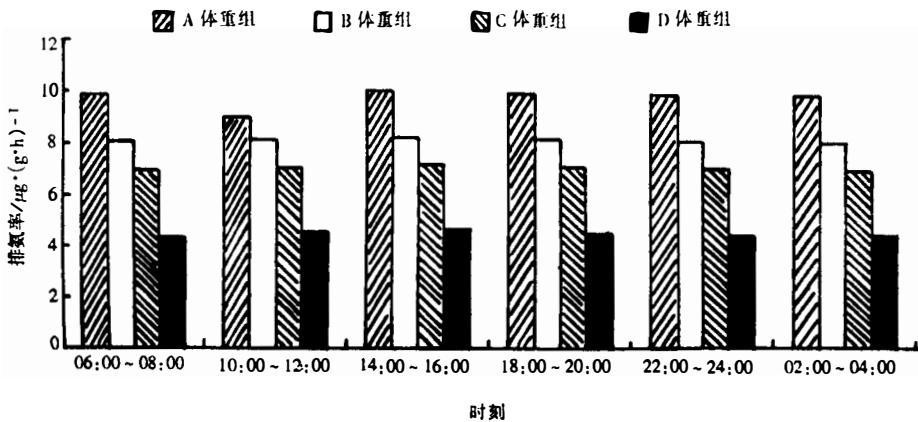


图2 河蚬排氨率的昼夜变化

Fig. 2 Diurnal rhythm of ammonia excretory rate of *Corbicula fluminea*

3 分析与讨论

3.1 河蚬的个体大小对其耗氧率和排氨率的影响

呼吸和排泄是生物体最基本而又最重要的新陈代谢活动之一。而耗氧率和排氨率的大小，则是其代谢活动强弱的直接反映。由本实验结果可知，河蚬的耗氧率和排氨率，和其它海洋经济贝类[王芳等 1997, 1998, 杨红生等 1998]、虾类[董双林等 1994]一样，与其体重有着直接的关系，且随着体重的增加而呈幂函数式地减小。这说明，河蚬代谢的相对强度，在幼年时较成年时更旺盛。此外，由本试验也可知，河蚬的代谢水平，和其它贝类的相似，而较鱼类[周洪琪等 1998]和虾类[董双林等 1994]为低。这说明进行鱼蚬混养，比鱼类之间或鱼虾之间的混养，在

降低池塘溶氧负荷,减少溶氧竞争方面更具优越性。

3.2 温度对河蚬耗氧率和排氨率的影响

温度对河蚬耗氧率和排氨率的影响较为复杂。总的来说,不论河蚬大小,在一定的温度范围内,河蚬的耗氧率和排氨率均是随温度的升高而增加,但过高的温度,却对它有抑制作用。由本实验结果推断,水温在28℃左右时,河蚬的耗氧率和排氨率达到最大,超过这一温度,对河蚬的代谢会产生一定的抑制。在天然湖泊、河流的底栖环境中,通常水体的最高水温不会超过此限;但若要开展河蚬的池塘养殖或鱼蚬混养,则由于池塘水体较小,在高温季节,池塘水温有可能会超过其最适温度。这或许也是造成美国鲶池塘中混养的河蚬成活率不高的部分原因吧,因为美国的鲶鱼养殖主要集中在南方四州。本研究也发现,河蚬代谢与水温的关系,和花缘牡蛎的情况类似[王如才和王克行 1980],只是当水温超过25℃时,即会对花缘牡蛎的代谢产生抑制。这说明,河蚬较花缘牡蛎更能适应温暖水域。

3.3 河蚬耗氧率和排氨率的昼夜变化

研究结果表明,河蚬的呼吸,具有明显的昼夜变化节律,即其白天的呼吸强度高于晚上。这种情况和某些蟹类的情况类似,而与其它生物如一些虾类的相反[Rosas 等 1992]。虽然在以往贝类代谢的研究中很少有昼夜变化的资料,但许多对甲壳类的研究表明,十足类甲壳动物的呼吸也具有明显的昼夜节律[Diaz-Iglesia 1976, Rosas 1991, 等]。很多作者认为,这些节律是由盐度、温度、摄食和光周期等的日变化所控制[Dean 和 Vernberg 1965, Natarajan 1989]。而 Childress [1977]则认为,在海洋环境中,很多环境条件较为稳定,动物代谢的昼夜变化主要是和水体中溶氧浓度的日变化以及动物为消除溶氧竞争而采取的生存策略有关。天然湖泊和河流环境,可能接近海洋环境,因而河蚬呼吸的昼夜变化,可能也是其规避水体中溶氧竞争的一种生存策略吧。但不管引起河蚬呼吸昼夜节律的原因为何,其白天的呼吸强度高于晚间,且耗氧高峰恰好是水体中溶氧出现的高峰这一特点,对于选择河蚬作为池塘混养对象,具有十分积极的意义。因为,溶氧常成为池塘养殖中进一步提高池塘负载的一个主要限制性因子。而河蚬的这种呼吸特点说明,开展鱼蚬混养,不但可以利用河蚬的滤食性改善水质,而且,由于河蚬与鱼类之间的溶氧竞争比鱼类之间、鱼虾之间都小,更可以提高池塘的负载,最大限度的提高池塘养殖的产量。

参 考 文 献

- 王如才,王克行(主编). 1980. 贝类养殖学. 北京: 农业出版社. 22~23
- 王 芳,董双林,李德尚. 1997. 菲律宾蛤仔和栉孔扇贝的呼吸与排泄的研究. 水产学报,21(3):252~257
- 王 芳,董双林,张 硕等. 1998. 海湾扇贝和太平洋牡蛎呼吸和排泄的研究. 青岛海洋大学学报,28(4):232~239
- 杨红生,张 涛,王 萍等. 1998. 温度对墨西哥湾扇贝耗氧率及排泄率的影响. 海洋学报,20(4):91~96
- 周洪琪,潘兆龙,李世钦等. 1998. 草鱼代谢能的研究. 水产学报,22(1): 28~32
- 曹文明,韩名竹,沈 绩. 1995. 河蚬移殖及增养殖技术. 水产养殖. 5:11~12
- 董双林,堵南山,赖 伟. 1994. 日本沼虾生理学研究 I——温度和体重对其代谢的影响. 海洋与湖沼, 25(3):233~237
- Beamish F W H. . Oxygen consumption of largemouth bass, *Micropterus salmoides*, in relation to swimming speed and temperature. *Can J Zool*, 48:1221~1228
- Brett J R, Zala C A. 1975. Daily pattern of nitrogen excretion and oxygen consumption of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) under controlled conditions. *J Fish Res Bd Can*,32:2479~2486

- Buttner J K. 1986. Corbicula as a biological filter and polyculture organism in catfish rearing ponds. *Prog Fish Cult*, 48 (2):136~139
- Childress J J. 1977. The effect of pressure, temperature and oxygen on the consumption rate of the midwater copepod *Grausia princeps*. *Mar Biol*, 39:19~24
- Dean J M, Vernberg F J. 1965. Effects of temperature acclimation on some aspects of carbohydrate metabolism in decapod crustacea. *Biol Bull*, 129:87~94
- Degani G, Gallagher M L, Meltzer A. 1989. The influence of body size and temperature on oxygen consumption of the European eel, *Anguilla anguilla*. *J Fish Biol*, 34(1):19~24
- Diaz-Iglesia E. 1976. Consumo de oxígeno y ritmo respiratorio del cangrejo *Carcinus mediterraneus* (Czernavsky) del litoral Rumano del Mar Negro. *Investnes Marinas*, 8:11~21
- Du P, McLachlan A. 1986. Oxygen consumption of a shallow water teleost, the spotted grunter, *Pomadasys commersonni* (Lacépède, 1802). *Comp Biochem Physiol*, 84A:61~70
- Gallagher M L, Mathews A M. 1987. Oxygen consumption and ammonia-N excretion of the American eel, *Anguilla rostrata* fed diets with varying protein energy ratios and protein levels. *J World Aquac Soc*, 18:107~112
- Hornbach D J, Wissing T E, Burky A J. 1983. Seasonal variation in the metabolic rates and Q_{10} -values of the fingernail clam, *Sphaerium striatinum* Lamark. *Comp Biochem Physiol*. 76A:783~790
- Huebner J D. 1982. Seasonal variation in two species of unionid clams from Manitoba, Canada, respiration. *Can J Zool*, 60: 560~564
- Natarajan P. 1989. Persistent locomotor rhythmicity in the prawns *Penaeus indicus* and *P. monodon*. *Mar Biol*, 101:339~346
- Rosas C, Vanegas C, Alcaraz G, et al. 1991. Effect of eyestalk ablation on oxygen consumption of *Callinectes similis* exposed to salinity changes. *Comp Biochem Physiol*, 100A:75~80
- Rosas C, Sanchez A, Escobar E, et al. 1992. Daily variations of oxygen consumption and glucose hemolymph level related to morphophysiological and ecological adaptations of crustacea. *Comp Biochem Physiol*, 101A(2):323~328

OXYGEN CONSUMPTION AND AMMONIA EXCRETORY RATE OF THE FRESHWATER CLAM, *CORBICULA FLUMINEA*

LUI Qi-Gen, SHEN He-Ding, ZHOU Hong-Qi, LU Wei-Min

(Fisheries College, SFU, 200090)

ABSTRACT Oxygen consumption rate (OCR) and ammonia excretory rate (AER) of different size, well fed fresh water clam, *Corbicula fluminea*, under various water temperature are measured in this paper. The results indicate that both the water temperature and size of the clam have significant effects on OCR and AER. An exponential decrease occurs for both OCR and AER as the clam grows, while OCR and AER increase when water temperature rises within a certain range. Over the upper limit of that range (about 28°C), both OCR and AER decrease as water temperature continues to rise. Besides, an evident diurnal rhythm in the respiration of the clam is also found, i.e., OCR of the clam is higher during the day than that at night, and there is no such diurnal rhythm AER.

KEYWORDS *Corbicula fluminea*, oxygen consumption rate, ammonia excretory rate