

饵料浓度对菲律宾蛤仔呼吸和排泄的影响*

王海艳 薛钦昭 李 军

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 在 26 ℃水温条件下,对体重和饵料浓度对菲律宾蛤仔 *Ruditapes philippinarum*呼吸和排泄的影响进行了研究。结果表明,耗氧量和排氮量随体重的增加而增加,而呼吸率和排泄率均随体重的增加而减小。在饵料浓度小于或等于 6.43 ±1.35 mg/L, TPM范围内,蛤仔呼吸率随着饵料浓度的增大而增大,超过这一浓度范围,其呼吸率随着饵料浓度的增大而减小。在饵料浓度小于或等于 9.25 ±2.11 mg/L, TPM范围内,蛤仔排泄率也是随着饵料浓度的增大而增大,而超过这一浓度范围,其排泄率随着饵料浓度的增大而减小。蛤仔的氧氮比随着饵料浓度的升高而降低,说明饵料浓度较高时,蛤仔体内蛋白质代谢率增高。

关键词 饵料浓度,菲律宾蛤仔,呼吸率和排泄率

呼吸和排泄是动物进行能量代谢的基本生理活动,是生物能量学研究的重要内容,呼吸率、排泄率及其随环境因子的变化是反映动物生理活动的重要指标。MacDonald 等 1998 年认为在自然海区中,各种自然因素(如浮游植物的大量繁殖、海底沉积物的再悬浮作用等)以及人为因素(如人工养殖、海洋污染等)都会对海水中浮游生物量产生影响。而浮游生物的变化直接影响到滤食性贝类的摄食、代谢等生理活动^[4]。有关温度、盐度和体重等与贝类呼吸和排泄关系的研究都有过报道^[2,3,5],但有关饵料浓度对贝类呼吸

率和排泄率影响的报道却较少。本文主要研究了不同饵料浓度对不同体重菲律宾蛤仔 *Ruditapes philippinarum*呼吸率、排泄率和氧氮比的影响,为滩涂养殖系统养殖容量研究提供数据参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

菲律宾蛤仔购于青岛市集贸市场,清洗干净后,放于水族箱中暂养,适应 7 d 后,进行分组实验。有关菲律宾蛤仔的生物学数据见表 1。

表 1 菲律宾蛤仔的生物学数据 (n = 5)

Tab.1 Biological parameters of the experimental individuals (n = 5)

编号	SL (cm)	WW (g)	DW (g)	SW (g)	F
I	2.32 ±0.07	2.32 ±0.07	0.103 4 ±0.147 3	1.271 4 ±0.146 3	8.133 ±0.152 6
II	3.35 ±0.06	3.35 ±0.57	0.282 ±0.336 3	3.539 1 ±0.312 5	7.968 ±0.341 8
III	4.23 ±0.19	15.52 ±1.11	0.567 2 ±1.537 5	7.618 9 ±1.338 9	7.444 ±1.602 1

注:SL:壳长;WW:湿重;DW:干肉重;SW:干壳重;F:肥满度=(干肉重/干壳重)×100。

1.2 实验步骤

实验前把蛤仔放在玻璃缸中,每个缸中放 5 只蛤仔。实验水温为 26 ℃,盐度为 31,饵料为小球藻 (*Chlorella* spp.),浓度分别为 2.25 ±0.82, 6.43 ±1.35, 9.25 ±2.11 和 15.36 ±3.45 mg/L, TPM (TPM, 总颗粒物)。每种浓度设 3 个平行组。实验容器为 2 500 ~ 2 900 ml 锥形瓶,蛤仔每摄食 4 h 后,将其取出

放在锥形瓶中,每个容器中放 5 只蛤仔,另设 1 个空白对照组。容器装满水后用塑料薄膜封口,1 h 后测定其呼吸率和排泄率,全天共测 6 次,取其平均值作为

* 国家“九五”攻关项目 96-922-02-03 专题的部分成果。中国科学院海洋研究所调查报告第 3764 号。
收稿日期:2000-04-12;修回日期:2000-05-10

表 2 菲律宾蛤仔耗氧量 (ml/h, O₂) 与湿重 (g) 回归方程的有关参数 (n=15)

Tab.2 Parameters of the allometric relationship between oxygen consumption quantity (ml/h, O₂) and wet weight (g) of *R. philippinarum*

饵料浓度 (mg/L, TPM)	$a \pm SE$	$b \pm SE$	r^2
2.25 ± 0.82	0.043 5 ± 0.009 0	0.567 4 ± 0.064 0	0.792 8
6.43 ± 1.35	0.057 1 ± 0.004 7	0.539 8 ± 0.024 2	0.905 5
9.25 ± 2.11	0.028 0 ± 0.012 3	0.703 7 ± 0.237 2	0.911 1
15.36 ± 3.45	0.030 6 ± 0.010 0	0.649 0 ± 0.186 2	0.932 7

为 $R = aW^b$, 这与贝类的耗氧量 (R) 与体重 (W) 的指数方程式 ($R = aW^b$) 相符, 回归方程的参数 a, b 及相关系数见表 2。在相同的饵料浓度时, 蛤仔耗氧量随体重的增大而增大, 而呼吸率却随着体重的增大而减小 (图 1)。

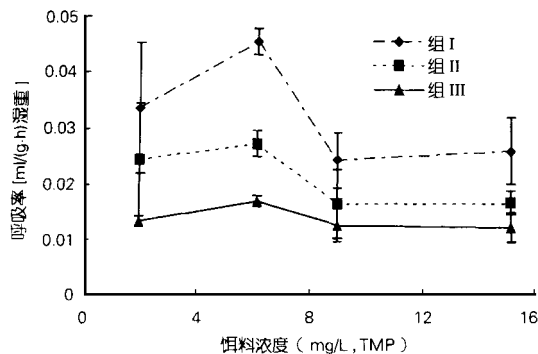


图 1 饵料浓度对菲律宾蛤仔呼吸率的影响

Fig.1 Effect of diet concentrations on respiration rate of *R. philippinarum*

饵料浓度对菲律宾蛤仔耗氧量也有明显的影响 (图 1, 表 2)。在饵料浓度为 2.25 ± 0.82, 6.43 ± 1.35 mg/L, TPM 时, a 值 (蛤仔单位体重代谢水平) 分别为 0.043 5, 0.057 1, 说明在相同的体重条件下, 蛤仔单

表 3 菲律宾蛤仔排氮量 (μg/h, NH₃-N/h) 与湿重 (g) 回归方程的有关参数 (n=15)

Tab.3 Parameters of the allometric relationship between ammonia-N excretion quantity (μg/h, NH₃-N/h) and wet weight (g) of *R. philippinarum*

饵料浓度 (mg/L, TPM)	$a \pm SE$	$b \pm SE$	r^2
2.25 ± 0.82	3.947 1 ± 0.538 2	0.755 2 ± 0.032 3	0.918 4
6.43 ± 1.35	5.085 7 ± 0.946 9	0.759 9 ± 0.100 2	0.983 0
9.25 ± 2.11	7.213 7 ± 0.515 8	0.672 5 ± 0.055 7	0.967 8
15.36 ± 3.45	4.388 1 ± 0.727 8	0.676 8 ± 0.180 2	0.987 6

本文的最终结果。水中溶解氧和氨氮含量分别采用 Winkle 碘量滴定法和次溴酸钠氧化法测定。

2 结果与分析

2.1 体重和饵料浓度对菲律宾蛤仔呼吸率的影响

根据实验结果得出菲律宾蛤仔耗氧量 (R) 与其湿重 (W) 的回归方程

位体重的呼吸率随着饵料浓度的增大而增大; 而当饵料浓度为 9.25 ± 2.11, 15.36 ± 3.45 mg/L, TPM 时, a 值为 0.028 0, 0.030 6, 这时蛤仔呼吸率却随着饵料浓度的增大而减小。 b 值 (体重指数, 蛤仔代谢率变化与体重的关系) 在不同饵料浓度中分别为 0.567 4, 0.539 8, 0.703 7 和 0.649 0, 说明在相同的体重条件下, 随着饵料浓度的增加, 蛤仔个体的耗氧量受体重的影响逐渐增大。当饵料浓度为 6.43 ± 1.35 mg/L, TPM 时 I 组蛤仔呼吸率达到最高, 为 0.045 ml/(g·h), 湿重; 当饵料浓度大于 6.43 ± 1.35 mg/L, TPM 时, 蛤仔呼吸率开始下降; 当饵料浓度达到 9.25 ± 2.11 mg/L, TPM 后, 其呼吸率不再下降, 而是几乎保持在恒定水平。II 组、III 组蛤仔变化趋势相同。

2.2 饵料浓度和体重对菲律宾蛤仔排泄率的影响

菲律宾蛤仔排氮量 (N) 与湿重 (W) 回归方程也表示为 $N = aW^b$, 回归方程的参数 a, b 及相关系数见表 3。在相同的饵料浓度条件下, 蛤仔排氮量随体重的增大而增大, 而其排泄率也是随着体重的增大而减小 (图 2)。蛤仔排泄率与饵料浓度的关系如图 2 所示。 a (蛤仔单位体重排泄水平) 值在饵料浓度为 2.25 ± 0.82, 6.43 ± 1.35 和 9.25 ± 2.11 mg/L, TPM 时变化为: 3.947 1, 5.085 7, 7.213 7, 说明在相同的体重条件下, 蛤仔单位体重排泄率随着饵料浓度的增大而增

大; 而当饵料浓度大于 9.25 ± 2.11 mg/L, TPM 时, a 值为 4.388 1, 说明其单位体重排泄率却在这一饵料浓度时减小。I 组蛤仔在饵料浓度为 9.25 ± 2.11 mg/L, TPM 时, 其单位体重排泄率达到最高, 为 5.66 μg/(g·h), NH₃-N 湿重。II 组、III 组蛤仔也有此规律。 b (体重指数, 蛤仔排泄率变化与体重的关系) 值的变动范围为 0.672 5 ~ 0.759 9, 变化较小 (表 3)。

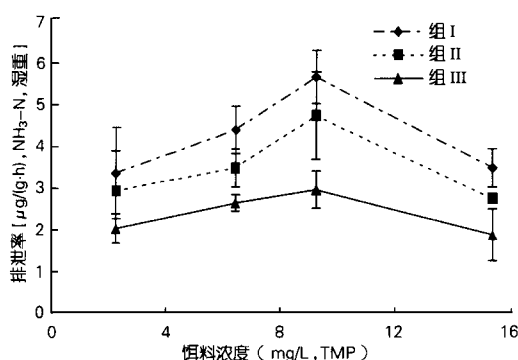


图2 饵料浓度对菲律宾蛤仔排泄率的影响
Fig.2 Effect of diet concentrations on ammonia excretion rate of *R. philippinense*

2.3 饵料浓度和体重对菲律宾蛤仔氧氮比的影响

O: N比可表示生物体内蛋白质与脂肪和碳水化合物分解代谢的比率。菲律宾蛤仔的 O: N (蛤仔单位体重呼吸氧原子数与排出氨态氮原子数之比) 为 4.21 ~ 13.06, 总平均值为 8.49。当饵料浓度分别为 2.25 ± 0.82 和 6.43 ± 1.35 mg/L, TPM 时, 蛤仔 O: N 随着体重的增大而减小; 而饵料浓度 (9.25 ± 2.11 和 15.36 ± 3.45 mg/L, TPM) 较高时, 蛤仔 O: N 与体重的关系并不明显。

在相同的体重条件下, 饵料浓度为 2.25 ± 0.82 和 6.43 ± 1.35 mg/L, TPM 时, 蛤仔 O: N 较高; 而饵料浓度 (9.25 ± 2.11 和 15.36 ± 3.45 mg/L, TPM) 较高时, 蛤仔 O: N 比明显降低, 说明当饵料浓度较高时, 蛤仔体内蛋白质代谢率增高(图 3)。

3 讨论

影响贝类呼吸和排泄的因素很多, 如体重、饵料浓度、温度、盐度和溶解氧状况以及个体大小、活动状况、性腺发育等^[1]。其中体重是一个很重要的影响因素。许多研究表明, 贝类的耗氧量(R)与体重(W)的关系符合指数方程式 $R = aW^b$, 其中 a 值一般变化较大, 而体重指数 b 值变化较小, 一般介于 0.4 ~ 0.5 之间, 且多低于 1。Bayne 1976 年报道了 15 种贝类的 b 值介于 0.60 ~ 0.93 之间, 平均值为 0.72。从作者的结果看, b 值范围为 0.5398 ~ 0.7037, 与他们的结果相似。菲律宾蛤仔的排氨量与体重也呈明显的幂函数关系, 个体较小的蛤仔单位体重的排泄率比个体较大的高。

饵料浓度是否也能够影响贝类的呼吸率和排泄率, 不同学者对于不同贝类研究的结果差别很大。

Bayne 等 1987 年和 1993 年发现饵料浓度对贻贝 (*Mytilus edulis*) 的呼吸率并没有影响。而 Navarro 等 1992 年和 1994 年则发现饵料浓度对食用鸟蛤 (*C. edule*)

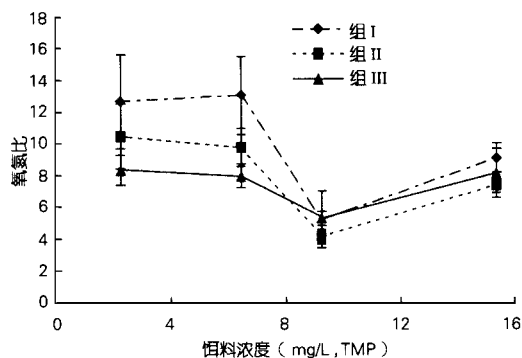


图3 饵料浓度对菲律宾蛤仔氧氮比的影响
Fig.3 Effect of diet concentrations on O: N ratio of *R. philippinense*

呼吸率有很大影响, MacDonald 等 1998 年也发现饵料浓度对营底栖生活的砂海螂 (*M. arenaria*) 的呼吸率和排泄率有明显影响, 而对营底上生活的海扇贝 (*Placopecten magellanicus*) 的呼吸率并没有影响^[5]。他们认为这可能与这些贝类的栖息位置有关, 营底栖生活的贝类如砂海螂 (*M. arenaria*) 和食用鸟蛤 (*C. edule*) 在栖息环境中所接触的饵料浓度和质量变化较大, 它们对于饵料浓度的变化较敏感。作者的结果也证明了营底栖生活的菲律宾蛤仔的呼吸率和排泄率明显地受到饵料浓度的影响。Grant 和 Thorpe 1991 年发现当饵料浓度过高时, 这时蛤仔的呼吸率降低, 作者认为是因为蛤仔的滤水率降低了。Grant 和 Thorpe 1991 年发现砂海螂 (*M. arenaria*) 的 O: N 比也随饵料浓度的增加而降低, 说明饵料浓度超过一定限度, 蛤仔体内蛋白质代谢增高。这一点与作者的结果相符。

参考文献

- 1 杨红生, 张涛等. 海洋学报, 1998, 20(4): 91 ~ 96
- 2 Bayne B.L. . In Proceedings of the Ninth European Marine Biology Symposium of Barnes, Aberdeen: Aberdeen university Press. 1975. 213 ~ 238
- 3 Ian Laing & Anthony R. Child. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 1996, 195: 267 ~ 285
- 4 MacDonald B. A., G. S. Bacon and J. E. Ward. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 1998, 219: 127 ~ 141
- 5 Cheung S. G. . Mar. Biol., 1997, 129: 301 ~ 307

EFFECTS OF DIET CONCENTRATIONS ON RESPIRATION RATE AND AMMONIA EXCRETION OF CLAM *Ruditapes philippinarum*

WANG Hai-yan XUE Qirzhao LI Jun

(Institute of Oceanology , Chinese Academy of Sciences , Qingdao 266071)

Key Words: Diet concentration , *Ruditapes philippinarum*, Respiration rate , Ammonia - N excretion

Abstract

Effects of diet concentrations on respiration rate (R) , ammonia - N excretion (N) and O: N ratio of clam *Ruditapes philippinarum* with different sizes were studied at 26 °C . The results show that there are exponential relationships between R, N and wet weight of the clam. the R and N per wet weight decrease with increased wet weight . The R increase with diet concentrations within a special diet concentration range , whereas exceeding the range , the R decrease . The change trends of N are similar to the R . The O: N ratio of the clam decrease with diet concentrations increase , it suggests that when the diet concentrations increase , the clam will expend more protein .
(本文编辑 :李本川)