

温度、盐度和光照条件对翡翠贻贝滤水率的影响*

杨晓新¹ 林小涛¹ 计新丽¹ 许忠能¹ 黄长江²

(¹ 暨南大学水生生物研究所 广州 510632)

(² 汕头大学海洋生物室 515063)

提要 在实验室的条件下,研究照度、温度、盐度对翡翠贻贝(*Perna viridis*)滤水率的影响。结果表明,在一定温度(16~31℃)和盐度(16~32)范围内,滤水率与温度、盐度呈正相关关系,但温度和盐度的交互作用不明显。开始时翡翠贻贝的滤水率随温度的上升而增加,当温度达到26℃以上时,滤水率的变化趋缓或不再增加。翡翠贻贝的滤水率随盐度的升高而增大,特别是在低温的条件下,滤水率随盐度的变化更为明显。此外,在照度为0~10 000 lx范围内,各照度条件下翡翠贻贝的滤水率无显著性的差异。

关键词 翡翠贻贝, 滤水率, 光照强度, 温度, 盐度

贝类主要滤食海水中的浮游生物和有机碎屑。近年来,国外已有利用贻贝的滤食作用来改善富营养化峡湾水质的报道^[6], Take da 1994年研究过利用贻贝的滤食作用来抑制与治理赤潮。这些研究结果证明滤食性贝类在抑制和治理水体富营养化、改善水质上具有一定的潜力。

翡翠贻贝(*Perna viridis*)是重要的海水养殖品种,魏贻尧1982年,练建生1996年,柯才焕等1998年和苏进和等1998年对翡翠贻贝的研究多着重于其生长、繁殖生态、人工育苗和养殖上,而有关其摄食生态方面的研究尚未见报道。本文着重研究光照、温度、盐度等因子对翡翠贻贝滤水率的影响,以期了解不同季节、不同条件下翡翠贻贝对浮游植物的摄食压力及其变化规律,为利用翡翠贻贝控制水体中浮游植物的生物量,改善水质,预防赤潮提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

翡翠贻贝取自大亚湾,在实验室内置于塑料盆中暂养3~5 d,每天定时投喂足量的扁藻,连续充气。暂养期间,温度控制在26℃左右,盐度为28,照度为2 000 lx,光周期为12 h:12 h(L:D),每天换水1次。选取壳长×壳宽约为(90~97 mm)×(38~41 mm)的贝供实验用。实验前2 d,改用1.2 μm滤膜抽滤过的海水饲养,让其断食,并在2 d内将水温、盐度与照度逐步调至实验设定值。

1.2 滤水率的测定方法

* 国家自然科学基金资助赤潮重大项目39790110号和国务院侨办重点学科科研基金资助项目93A106号。

实验容器采用装有 8 L 实验用水的圆筒型塑料水槽,实验前,将 1 个实验贝移入水槽中,投喂亚心形扁藻 (*Platynonas subcondiiformis*),使饲育水中的藻密度达到 1 000 个细胞/ml,以后每隔 1 h 补充饵料 1 次,3 h 后,更换全部饲育水开始实验。实验开始时的饵料密度设为 1 000 个细胞/ml,实验时间为 1 h。实验结束后,取水样计算藻类细胞数,并测定实验贝的壳长与壳高,称其软组织的鲜重与干重。

滤水率以实验结束时对照组与各实验组饵料密度之差按下式计算:

$$F = V(\ln G - \ln C) / (t \cdot N \cdot W)$$

式中, F 为单位体重滤水率 ($L / (g \cdot h)$); G, C 分

别为实验结束时对照组、实验组的藻浓度 (个/ml); t 为实验时间 (h); V 为实验水体积 (L); N 为实验贝数, W 为实验贝软组织的干重 (g)。

实验用水为经 1.2 μm 微孔滤纸过滤的海水。除特别说明外,实验时各实验组的盐度为 28,温度为 26 $^{\circ}C$,照度为 2 000 lx。实验采取止水充气法。

1.3 实验项目

1.3.1 光照影响 光照实验设照度为 0, 2 000, 5 000 和 10 000 lx 4 个实验组,每组设 4 个重复和 1 个空白对照(不放实验贝),实验时饵料密度为 1 000 个/ml,在各种照度条件下分别测定翡翠贻贝的滤水率。

1.3.2 温度、盐度的复合影响 实验温度设 16,

21, 26 和 31 $^{\circ}C$ 4 个梯度,盐度为 16, 20, 24, 28, 32 等 5 个梯度共 20 个温-盐组合,每个组合设 4 个重复和一个空白对照,在各种温盐组合条件下测定翡翠贻贝的滤水率。

1.4 数据分析

实验结果以平均值 \pm 标准差表示,各组差异用方差分析的方法进行 F 检验与多重比较。

2 结果

2.1 光照影响

各种照度条件下翡翠贻贝的滤水率见表 1。经方差分析,证明不同的光照条件下翡翠贻贝的滤水率没有显著性的差异 ($P > 0.05$)。

与盐度的单元回归关系皆可用方程式 $F = a e^{bx}$ 表示,式中 x 代表温度或盐度, a, b 为常数,其中 a 为截距,而 b 值的大小反映滤水率受盐度或温度变化影响的大小。各盐度条件下滤水率与温度的回归结果见表 3(上部)。当盐度为 16 时, b 值最大,其余各盐度条件下 b 值相差很小。各温度条件下滤水率与盐度的回归关系见表 3(下部),从表中可看出,当温度为 16 $^{\circ}C$ 时, b 值最大,31 $^{\circ}C$ 的 b 值次之,即最低温与最高温两种条件下 b 值都有增大的趋势。

滤水率与温度、盐度之间的复回归关系可用下式

表 1 不同照度下翡翠贻贝的滤水率

Tab.1 Filtration rate of *Perna viridis* at different light intensity

照度 (lx)	壳长 (mm) \times 壳宽 (mm)	软组织干重 (g)	滤水率 ($L / (g \cdot h)$)
0	(90 ~ 95) \times (38 ~ 39)	1.49 \pm 0.22	1.92 \pm 0.48
2 000	(91 ~ 92) \times (39 ~ 40)	1.34 \pm 0.26	1.99 \pm 0.35
5 000	(94 ~ 97) \times (38 ~ 41)	1.47 \pm 0.13	2.27 \pm 0.48
10 000	(95 ~ 97) \times (39 ~ 41)	1.66 \pm 0.22	1.71 \pm 0.25

表 2 不同温度、盐度下翡翠贻贝的滤水率 ($L / (g \cdot h)$)

Tab.2 Filtration rate of *Perna viridis* at different temperature and salinity

盐度	滤水率 ($L / (g \cdot h)$)			
	16 $^{\circ}C$	21 $^{\circ}C$	26 $^{\circ}C$	31 $^{\circ}C$
16	0.60 \pm 0.10	1.43 \pm 0.16	1.67 \pm 0.31	1.48 \pm 0.15
20	0.94 \pm 0.23	1.46 \pm 0.12	1.77 \pm 0.40	1.71 \pm 0.56
24	1.11 \pm 0.22	1.58 \pm 0.09	1.76 \pm 0.19	2.45 \pm 0.22
28	1.47 \pm 0.33	1.84 \pm 0.65	2.19 \pm 0.42	2.54 \pm 0.10
32	1.71 \pm 0.38	1.91 \pm 0.54	2.72 \pm 0.49	2.75 \pm 0.26

2.2 温、盐复合影响

各种温盐组合条件下翡翠贻贝的滤水率见表 2。温度、盐度对滤水率都有极显著的影响 (ANOVA, $P < 0.01$), 但二者的交互作用则不显著 (ANOVA, $P > 0.05$)。无论在何种盐度下,开始时翡翠贻贝的滤水率皆随温度的上升而增加,当温度达到 26 $^{\circ}C$ 以上时,滤水率的变化趋缓或不再增加。无论在何种温度下,翡翠贻贝的滤水率均随盐度的升高而增大,特别是在低温的条件下,滤水率随盐度的变化更为明显。

不同盐度下滤水率与温度,或不同温度下滤水率

表示:

$$F = e^{0.0437x_1} + 0.0385x_2 - 1.4443, (n=20, R=0.9207464, P<0.01),$$

式中 x_1 为温度, x_2 为盐度。

表 3 滤水率与温度或盐度的单元回归结果

Tab.3 The results of multiple regression for filtration rate of *Perna viridis* and temperature or salinity

盐度或温度(℃)	a	b	R ²	P	
温	16	0.3175	0.0569	0.6170	<0.01
	20	0.5604	0.0398	0.7794	<0.01
	24	0.5157	0.0496	0.9563	<0.01
	28	0.8337	0.0365	0.9909	<0.01
度	32	0.9668	0.0355	0.8904	<0.01
	16	0.2407	0.0632	0.9648	<0.01
	21	1.0001	0.0204	0.9393	<0.01
	26	0.9804	0.0295	0.8430	<0.01
31	0.7960	0.0409	0.9028	<0.01	

3 讨论

本实验结果表明,光照对翡翠贻贝的滤水率没有显著影响。关于光照强度影响贝类滤水率方面的研究很少。据山本护太郎 1976 年报道,扇贝科的 *Patinopecten yessoensis* 的稚贝和幼贝的摄食具有明显的昼夜节律,其滤水率的时间变化与照度有密切的关系:随照度的增加而降低,随照度的降低而上升。除此之外,几乎所有的研究者在研究不同环境因子对贝类影响时,都没有考虑光照的影响。本实验的结果证实单纯的照度条件对翡翠贻贝的滤水率没有影响。但本实验都在昼间进行,缺乏夜间的实验数据,因此,翡翠贻贝的摄食是否有昼夜节律,还有待进一步的探讨。

本实验结果表明,温度对翡翠贻贝的滤水率有显著影响,在 16~31℃ 温度范围内,各盐度下的滤水率均有随水温的升高而增大的趋势。盐度对滤水率的作用也很明显,在 16~32 的盐度范围内,各温度下的滤水率均随盐度的升高而增大。尽管方差分析的结果表明盐度与温度没有显著的交互作用,但从滤水率与温度或盐度的单元回归关系式看,式中的 b 值都在低温(16℃)或低盐(16)时最大,证明在低温条件下盐度对滤水率的影响最大,而在低盐条件下温度对滤水率的影响最明显。翡翠贻贝是一种广温、广盐性的贝类,其生长的适温范围为 11~33℃,最适温度为 20~30

℃,适盐范围为 19.5~31.4^[1]。本实验中除了在最低温-盐组合(16℃-16)条件下测得 0.6 L/(g·h) 的最低滤水率,以及在最低温度(16℃)与盐度 20、24 等温-盐组合和最低盐度(16)与 21℃ 的温-盐组合下测得较低的滤水率之外,其余各种温-盐组合的滤水率皆在 1.5 L/(g·h) 以上,证实翡翠贻贝确实具有较强的温度与盐度的适应能力。

本实验中,在最适温-盐条件下(31℃-32)测得翡翠贻贝的最大滤水率为 2.8 L/(g·h)。与其他贝类相比,翡翠贻贝的滤水率属高属低,很难下结论。因为贝类的滤水率除种间差异外,还受贝体大小,发育阶段等生物因素和水温、盐度、流速、饵料的结构及浓度等环境因子的影响^[2]。如同一种的贻贝(*Mytilus edulis*),在不同的条件下的滤水率最低值为 Foster 1975 年获得的 0.39 L/(g·h),而高值达 5 L/(g·h)^[4],相差近 13 倍。所以很难直接比较翡翠贻贝与其他滤食性贝类的滤水率。鉴于本研究的最终目的在于通过在南方沿海增养殖区养殖滤食性贝类来控制浮游植物的过度繁殖,从而改善水体环境,为此,本研究所设的温度、盐度范围都是以广东省沿岸内湾的水文资料为依据,而实验所设定的饵料密度则为海区富营养化标准的上限值^[3]。广东沿海四季的水温、盐度平均值为:春季,22.97℃,30.90;夏季,29.06℃,31.08;秋季,27.11℃,32.88;冬季,18.50℃,31.95^[5]。如果以本实验的饵料密度和贝体大小来计,从翡翠贻贝的滤水率与水温、盐度的复合关系式可得到春、夏、秋、冬的滤水率分别为:2.16,2.78,2.74 和 1.81 L/(g·h),如果以一个干重为 1.49 g(本研究中实验贝平均干重)的翡翠贻贝计,在 4 个季节中,平均 1 d(以 24 h 计)的滤水量分别可达 75.64,99.39,97.82 和 64.78 L。本实验结果表明,在富营养化的海区中适度放养翡翠贻贝,将对浮游植物构成一定的摄食压力,起到改善水质的作用。

参考文献

- 1 大连水产学院主编。贝类养殖学。北京:农业出版社,1979,128~155
- 2 董波,薛钦昭。海洋科学,1999,3:26~29
- 3 日本机械工业联合会(杨祯奎译)。水域的富营养化及其对策。北京:中国环境科学出版社,1987,128~129
- 4 杨红生,周毅。海洋科学,1998,2:42~44

THE EFFECTS OF LIGHT INTENSITY, TEMPERATURE AND SALINITY ON THE FILTRATION RATE OF *Perna viridis*

YANG Xiaoxin¹ LIN Xiaotao¹ JI Xinli¹ XU Zhongneng¹ HUANG Changjiang²

(¹ Institute of Hydrobiology, Jinan University, Guangzhou, 510632)

(² Ming Biological Laboratory, Shantou University, 515063)

Received: Nov. 17, 1999

Key Words: *Perna viridis*, Filtration rate, Light intensity, Temperature, Salinity

Abstract

The effects of light intensity, temperature and salinity on the filtration rate of *Perna viridis* were studied under laboratory conditions. The results show that the filtration rate is positively related to certain temperature range (16-31 °C) and salinity (16-32). There are no significant interactions between temperature and salinity. The filtration rate of *Perna viridis* increases as temperature goes up and shows down over 26 °C. The filtration rate increase as salinity goes up, especially at low temperature. The light intensity (0-10 000 lx) has no significant effects on the filtration rate of *Perna viridis*.
(本文编辑: 李本川)