

文章编号: 1007- 2985(2008) 03- 0109- 03

水温和体重对污损生物麦秆虫氨氮和磷排泄的影响^{*}

葛长宇¹, 宋协法¹, 毛玉泽², 叶乃好², 齐占会²

(1. 中国海洋大学海洋渔业系, 山东 青岛 266003; 2. 中国水产科学研究院黄海
水产研究所, 渔业资源可持续利用重点开放实验室, 山东 青岛 266071)

摘 要:室内模拟实验测定了污损生物麦秆虫 *Caprella* sp. 在不同温度时的氨氮和活性磷酸盐的排泄特征. 活性磷酸盐和氨氮的排泄率分别可表示为 $0.0191W^{-0.2368}1.065^T$ 和 $0.0098W^{-0.0770}1.1201^T$. 2 种营养盐的排泄率均随温度升高而升高, 随体重增加而降低. 低于 10.0 °C, 活性磷酸盐排泄会受低温的限制; 在 15.0, 20.0 °C, 活性磷酸盐的排泄率分别是 3.566 5 和 4.892 6 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$; 麦秆虫附着的养殖设施在夏、秋季节对水体活性磷酸盐的贡献可达 14 565.17 和 1 635.94 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$. 在 0, 5, 0, 10, 0, 15, 0, 20, 0 °C, 氨氮排泄率分别为 0.009 3, 0.059 3, 1.148 4, 2.143 4, 2.782 7 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$; 麦秆虫附着的养殖设施在夏、秋季节对水体氨氮的贡献可达到 8 283.93, 1 302.05 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$.

关键词: 麦秆虫; 生态效应; 代谢; 水温; 体重

中图分类号: Q142

文献标识码: A

海洋无脊椎动物氮和磷的排泄对水生生态系统营养盐的循环非常重要^[1], 如浮游动物每天净排放的磷酸盐几乎和其本身磷含量相当, 是自然海洋系统中浮游植物光合作用所需磷的主要来源^[2]. 麦秆虫 *Caprella* sp. 是一种分布广泛的污损生物, 它们可能会因排泄营养盐而对养殖系统内的营养盐循环、养殖生物产生特殊的生态效应. 然而, 其氨氮、磷的排泄特征却鲜为人知. 本文的目的在于研究不同温度水平时, 不同体重的麦秆虫的氨氮、活性磷酸盐的排泄率, 以估算其生态效应.

1 材料和方法

1.1 试验材料

麦秆虫 *Caprella* sp. 采自山东省威海市荣成爱莲湾. 在实验室中, 将其和孔石莼 *pertusa kjellman* 混养在盐度为 3.1% 的海水中 35 d. 排泄实验开始前, 将麦秆虫在无孔石莼的供试海水中适应 24 h.

1.2 实验设计

1.2.1 温度水平 据爱莲湾鱼类养殖周期(每年 4 月至翌年 1 月末)内温度的变化来确定实验的温度水平, 2—12 月水温分别是 2.0, 3.5, 6.7, 10.4, 15.2, 19.0, 21.0, 21.6, 18.0, 12.0, 7.5 °C, 平均 19.6 °C. 因此, 设 5 个温度梯度: 0, 5, 0, 10, 0, 15, 0, 20, 0 °C. 温度由培养箱 SANYO INCUBATOR (Model MIR - 150) 控制.

1.2.2 实验海水 实验海水采自青岛近海, 经脱脂棉过滤后煮沸, 并冷却至室温. 其盐度 3.1%, pH 值为 7.7.

1.2.3 实验实施 随机抽取麦秆虫个体用于排泄实验. 将 2 组麦秆虫分别投入装有 250 mL 实验海水, 容积

* 收稿日期: 2007- 10- 20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30700619); 国家 863 计划资助项目(2006AA10Z414)

作者简介: 葛长宇(1973-), 男, 山东日照人, 中国海洋大学海洋渔业系讲师, 博士, 主要从事水生生态系统健康及容纳量研究.

500 mL 的具塞烧瓶中. 组 I 有 11 尾麦秆虫, 组 II 有 10 尾(表 1).

表 1 麦秆虫 *Caprella* sp. 湿重

组	组内个体										
	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th	7 th	8 th	9 th	10 th	11 th
I	0.004 00	0.004 43	0.004 46	0.004 53	0.005 06	0.005 20	0.005 75	0.006 92	0.007 30	0.007 58	0.007 94
II	0.000 42	0.005 25	0.005 27	0.005 49	0.006 72	0.006 87	0.008 43	0.009 39	0.009 48	0.023 93	

每个温度水平, 都设 1 个空白对照. 实验前, 麦秆虫适应各个温度约 6 h, 每个温度水平下的排泄实验持续 2 h. 排泄实验前后测定水体中的营养盐, 其中 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和 $\text{NH}_4\text{-N}$ 采用分光光度法测定.

排泄实验结束后, 用分析天平称重. 在称重前, 将麦秆虫用吸水纸吸水 1 min.

1.3 数据处理

实验组 i ($i = 1, 2$, 表示组 I 和组 II) 在第 k 温度水平时的排泄率 Q_{ik} 可用下式计算:

$$Q_{ik} = \frac{(q_{1ik} - q_{2ik} - \Delta_k) \times V_{ik}}{t_{ik} \times W_i} \quad (1)$$

其中: q_{1ik} , q_{2ik} , Δ_k , V_{ik} 和 W_i 分别是实验组 i 在第 k 温度水平时水体营养盐的最终浓度、最初浓度、空白对照营养盐浓度的变化、海水容积, 实验持续时间和实验组 i 中麦秆虫的湿重.

实验组在第 k 温度水平时的平均排泄率 Q_{0k} 可用下式计算:

$$Q_{0k} = \frac{\sum_{i=1}^2 Q_{ik} \times W_i}{\sum_{i=1}^2 W_i} \quad (2)$$

设麦秆虫个体排泄率 r 可表示为 $aW^b C_T$, 其中: T 为温度; C 为温度系数; b 为重量系数; W 为湿重; a 为排泄系数. 那么, 每组的排泄率 Q_k 可以下式估算:

$$Q_k = \sum_{k=1}^k \sum_{j=1}^{21} r_{jk} \quad (3)$$

其中: r_{jk} 是第 j 个麦秆虫在第 k 温度水平的排泄率. 而参数 a , b , C 可通过下式得到:

$$\lambda = \sum_{k=1}^k (Q_{0k} - Q_k)^2 = \min. \quad (4)$$

2 结果

2.1 活性磷酸盐排泄率

麦秆虫磷排泄率为 $R_p = 0.019 1^{-0.236 8} 1.065^T$ ($n = 2, R^2 = 0.999 4$). 如图 1 所示, 温度明显影响麦秆虫磷的排泄速率, 本实验中水温低于 10°C , 就检验不出有活性磷酸盐排泄. 水温为 $15, 25^\circ\text{C}$, 排泄率可 $3.566 5, 4.892 6 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. 在这 2 个温度水平, 麦秆虫在 24 h 内排泄的活性磷酸盐(以磷计算)可占其湿重的 1.50% 和 2.06%.

2.2 氨氮排泄率

麦秆虫的氨氮排泄率为

$$R_N = 0.009 8^{-0.077 0} 1.120 1^T \quad (n = 5, R^2 = 0.910 0).$$

如图 1 所示, 氨氮排泄同样受温度影响. 0°C 时, 麦秆虫氨氮排泄率最低, 在 20°C 氨氮排泄率最高. 在 0, 5,

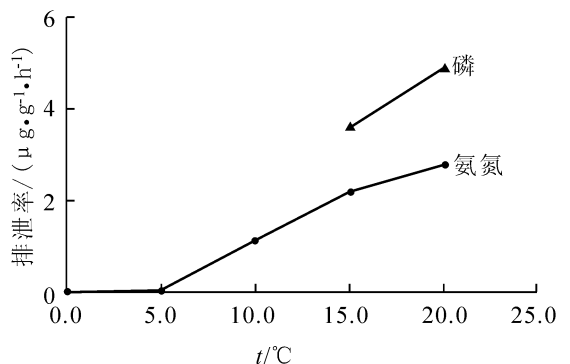


图 1 氨氮和磷排泄率与温度的关系

0, 10.0, 15.0, 20.0 °C, 氨氮排泄率分别为 0.009 3, 0.059 3, 1.148 4, 2.143 4, 2.782 7 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$.

3 讨论

温度是影响生物代谢的重要因子^[3], 本实验中唯一变动的因子是水温, 因此实验结果可反映麦秆虫在不同温度条件下氨氮、活性磷酸盐排泄特征.

10.0 °C 以下, 检验不出活性磷酸盐的排泄, 然而在 15.0, 20.0 °C 时麦秆虫磷的排泄率相对偏高. 因此, 其可能的原因是麦秆虫活性磷酸盐排泄在 10.0 °C 以下会受到低温的抑制. 在 15.0 °C 或 20.0 °C, 活性磷酸盐的排泄率和湿重呈负相关 ($r = -0.654 2$). 在实验温度范围内, 无脊椎动物活性磷酸盐的排泄具有某些共性, 即随着温度的升高, 磷的排泄率升高. 和对虾 *Penaeus monodon* 相比^[4], 麦秆虫具有相对更高的活性磷酸盐排泄率. 磷含量通常占甲壳类干重的 0.10%~2.35%^[5], 通常水占水生物含量的 60%~80%, 因此麦秆虫每天排泄的活性磷酸盐余约占其本身磷含量的 20%. 就这点而言, 麦秆虫的活性磷酸盐的排泄速率又低于其它浮游动物^[2].

随温度升高, 氨氮排泄率升高, 这和其它动物的氨氮排泄特征相一致^[6-7]. 0 °C 时, 麦秆虫氨氮排泄率几乎等于 0, 这可能也是受低温抑制所致. 在所有温度水平, 氨氮排泄率和湿重呈负相关 ($r = -0.732 0$). 在 20.0 °C, 麦秆虫排泄的氨氮占本身重量 1.17%, 而 *Xiphopenaeus kroyeri* 氨氮排泄率为 14.00~63.00 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ^[8], *Saduria entomon* 在 4, 13 °C 时的排泄率分别是 6.40, 9.51 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ^[9]. 因此麦秆虫氨氮排泄率相对较低, 这是种类差异造成的.

网箱养殖会增加养殖水体的营养盐、BOD、COD, 有机物和 TSS 等, 尤其是无机磷和氨氮的含量^[10]. 因此, 无机氮或无机磷可成为制约鱼类养殖容量的因子. 而野外实验证实麦秆虫在夏季(7—9月)和秋季(10—11月)在爱莲湾网箱养殖区主要附着在锚泊系统等索具上, 密度在夏秋季分别为 196 051 $\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$ 和 65 350 $\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$. 因此, 在整个夏季和秋季, 绳索上附着的麦秆虫对活性磷酸盐的贡献 14 565.17 和 1 635.94 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$; 对氨氮的贡献则分别为 8 283.93 和 1 302.05 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$.

参考文献:

- [1] SMAAL A C, VONEK A P M. A. Seasonal variation in C, N and P Budgets and Tissue Composition of the Mussel *Mytilus Edulis* [J]. Mar. Ecol. Prog. Ser., 1997, 153: 167–179.
- [2] POMEROY L R, MATHEWS H M, MIN H S. Excretion of Phosphate and Soluble Organic Phosphorous Compounds by Zooplankton [J]. Limnol Oceanogr, 1963, 8: 50–54.
- [3] THOMAS C W, CREAR B J, HART P R. The Effect of Temperature on Survival, Growth, Feeding and Metabolic Activity of the Southern Rock Lobster, *Jasus Edwardsii* [J]. Aquaculture, 2000, 185: 73–84.
- [4] 许忠能, 林小涛, 林钦, 等. 江鳗对对虾排出氮磷的吸收 [J]. 环境科学学报, 2004, 24(6): 1 059–1 065.
- [5] 宋金明. 海水—沉积物界面化学 [M]. 北京: 海洋出版社, 1997.
- [6] CHEN J, KOU T. Effects of Temperature on Oxygen Consumption Excretion of Juvenal *Macrobrachium Rosenbergii* [J]. Aquaculture, 1996, 145: 295–303.
- [7] SCHMITT A S C, UGLOW R F. Effects of Temperature Change Rate on Nitrogen Effluxes of *Macrobrachium Rosenbergii* (DeMan) [J]. Aquaculture, 1996, 140: 373–381.
- [8] CARVALHO P S M, PHAN V N. Oxygen Consumption and Ammonia Excretion in the Shrimp *Xiphopenaeus Kroyeri*. Comp [J]. Biochem. Physiol., 1998, 19: 839–844.
- [9] ROBERTSON R F, EL-HAI A J, CLARKE A, et al. Effects of Temperature on Specific Dynamic Action and Protein Synthesis Rates in the Baltic Isopod Crustacean, *Saduria Entomon* [J]. J. Experimental Biology and Ecology, 2001, 262: 113–129.
- [10] 舒廷飞, 温瑛茂, 贾后磊, 等. 哑铃湾网箱养殖对水环境的影响 [J]. 环境科学, 2004, 25(5): 97–101.

(下转第 121 页)

The Structure Characteristic Analysis of Domestic Tourist Resource Market in Yongding District of Zhangjiajie

TUO Dong-ni¹, YING Hua-guang²

(1. School of Business, Jishou University, Jishou 416000, Hunan China; ; 2. School of Tourism, Jishou University, Zhangjiajie 427000, Hunan China)

Abstract: Depending on the sampling investigation of the current situation of native tourist resource market of Yongding district in Zhangjiajie, this thesis analyzes the demography character, time structure, region structure, tourist behavior idiosyncrasy, and so on of the domestic tourist resource market in Yongding district. According to the above, the authors obtain some regularities about the tourist resource development and distribution, and thus provide the scientific reference for domestic tourist resource market development in this district.

Key words: Yongding district of Zhangjiajie; tourist resource market; structure characteristics

(责任编辑 易必武)

(上接第 111 页)

Effects of Water Temperature and Body Weight on Ammonia-Nitrogen and Phosphate Excretion of the Fouling Organism: *Caprella* sp.

GE Chang-zi¹, SONG Xie-fa¹, MAO Yü-ze², YE Nai-hao², QI Zhan-hui²

(1. Department of Marine Fishery, Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fishery Resource, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract: Phosphate and ammonia-N metabolism characteristics of the fouling organism, *Caprella* sp. at different water temperature were studied by indoor experiment. Phosphate excretion rate and ammonia-N excretion rate were $0.0191W^{-0.2368}1.065^T$ and $0.0098W^{-0.0770}1.1201^T$, respectively. They both increased with water temperature while decreased with wet body weight. Under 10.0 °C, the phosphate metabolism might be restrained by low temperature. At 15.0 and 20.0 °C, phosphate excretion rate was 3.566 5 and 4.892 6 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, respectively. Thus, phosphate release rate of fisheries facilities attached by *Caprella* sp. was estimated as 14 565.17 and 1 635.94 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ in the whole summer and autumn. At 0, 5.0, 10.0, 15.0 and 20.0 °C, the ammonia excretion rate was 0.009 3, 0.059 3, 1.148 4, 2.143 4 and 2.782 7 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, respectively. And 8 283.93 and 1 302.05 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ was the ammonia production rate of fisheries facilities in summer and autumn, respectively.

Key words: *Caprella* sp.; ecological effects; metabolism; water temperature; body weight

(责任编辑 易必武)