

长江口 3 种贝类碳、氮收支的研究

吕昊泽¹, 刘 健², 陈锦辉², 沈和定¹, 吴杨平³

(1. 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306; 2. 上海市长江口中华鲟自然保护区管理处, 上海 200092; 3. 江苏省海洋水产研究所, 江苏 南通 226007)

摘要: 以春季长江口缢蛭(*Sinonovacula constricta*)、河蚬(*Corbicula fluminea*)和光滑河兰蛤(*Potamocorbula laevis*)为研究对象, 研究了此 3 种滤食性贝类的摄食生理参数, 并根据能量平衡原理估算了 3 种双壳贝类的碳、氮收支情况。结果表明, (1)3 种双壳贝类从滤食藻类中摄取的有机碳源主要通过呼吸代谢消耗、以粪便的形式排出, 少部分随排泄代谢产物流出, 余下的碳主要用作贝类自身的生长。缢蛭的碳收支方程式为 $100.00C(\text{摄食碳}) = 20.17F(\text{粪便碳}) + 50.05R(\text{呼吸碳}) + 9.86U(\text{排泄碳}) + 19.92P(\text{生长碳})$, 河蚬的碳收支方程式为 $100.00C = 31.29F + 37.40R + 5.05U + 26.26P$, 光滑河兰蛤的碳收支方程式为 $100.00C = 44.13F + 33.08R + 11.05U + 11.74P$ 。(2)由于贝类在呼吸代谢中没有氮排放, 故 3 种贝类的生长氮占总摄食氮的比例较大。因此, 缢蛭氮收支方程式为 $100.00C(\text{摄食氮}) = 28.22F(\text{粪便氮}) + 49.38U(\text{排泄氮}) + 22.40G(\text{生长氮})$, 河蚬的氮收支方程式为 $100.00C = 45.05F + 23.99U + 30.96G$, 光滑河兰蛤的氮收支方程式为 $100.00C = 46.97F + 32.95U + 20.08G$ 。

关键词: 滤食性贝类; 碳、氮收支; 生长率; 生态效率

中图分类号: S968.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2014)06-0037-06
doi: 10.11759/hyhx20130916001

长江口是长江在东海入海口的一段水域, 其间海洋生物资源丰富, 包括大量的滤食性双壳贝类, 常见的有缢蛭(*Sinonovacula constricta*)、河蚬(*Corbicula fluminea*)、光滑河兰蛤(*Potamocorbula laevis*)等。这些滤食性贝类的大量存在及其旺盛的生理代谢活动对本区域的生态环境具有重要影响。近年来, 随着长江流域经济快速发展和人口不断增加, 人们对长江流域资源与环境的利用越发频繁, 这些外源人为行为已给长江口的生态环境造成了巨大压力, 最终可能对其生态系统产生不可逆转的影响。测定本区域主要贝类的代谢生理及能量收支对研究其在长江口生态系统物质循环和能量流动中的作用具有重要意义。目前, 国外对碳、氮的研究较多, 主要集中于海水贝类, Smaal 等^[1]发现贻贝摄食氮有限制生长的潜在可能。Bayne^[2]发现长牡蛎(*Crassostrea gigas*)碳的生长效率随 C/N 值的增加而减小, 氮却相反。国内对这方面的研究报道较少, 有相关报道的贝类能量学研究也绝大多数集中在生理能量学的水平^[3-5], 有关长江口滤食性贝类碳氮收支的研究尚未见有报道^[6-7]。本实验拟通过对长江口主要滤食性双壳贝类的碳、氮收支研究测定来预测生态效率, 进而为长江口贝类的增殖放流提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材料

实验用贝购置于上海市浦东新区惠南镇农贸市场。挑选外形完整、两壳开闭有力、大小匀称的个体, 剔除附着生物, 分别置于底面积 735 cm² 的玻璃水槽中充气暂养 7 d; 水温(15±1)°C, 每日全量换水 1 次。缢蛭、河蚬和光滑河兰蛤的暂养海水盐度分别为: 20、3 和 12。缢蛭和光滑河兰蛤投喂适量等鞭金藻, 河蚬投喂适量小球藻。

1.2 方法

暂养之后, 停食 48 h, 转移 5 个缢蛭到 4 L 细胞密度为 15×10⁴ 个/mL(低于缢蛭产生假粪的阈值细胞密度 30×10⁴ 个/mL)的等鞭金藻水槽(规格 35 cm×21 cm×25 cm)中滤食, 水温(15±1)°C, 盐度为 20, 设 3 个重

收稿日期: 2013-10-12; 修回日期: 2014-02-23

基金项目: 上海市长江口中华鲟自然保护区项目; 长江口底栖贝类环境适应性研究(沪保科 20090826001)

作者简介: 吕昊泽, 硕士研究生, 从事海洋生物学研究, E-mail: lvhaoze1989@sina.com; 沈和定, 通信作者, 教授, 硕士生导师, 研究方向为贝类增殖和遗传育种、贝类生态作用评价分析等, E-mail: hdshen@shou.edu.cn

复, 1 个空白对照, 无搅动。转移 20 个光滑河兰蛤到 4 L 细胞密度为 10×10^4 个/mL(低于光滑河兰蛤产生假粪的阈值细胞密度 20×10^4 个/mL)的等鞭藻水槽(规格 35 cm×21 cm×25 cm)中滤食, 水温(15 ± 1)°C, 盐度为 12, 设 3 个重复, 1 个空白对照, 无搅动。转移 10 个河蚬到 4 L 细胞密度为 30×10^4 个/mL(低于河蚬产生假粪的阈值细胞密度 45×10^4 个/mL)的小球藻水槽(规格 35 cm×21 cm×25 cm)中滤食, 水温(15 ± 1)°C, 盐度为 3, 设 3 个重复, 1 个空白对照, 无搅动。2 h 后, 分别测定溶氧(DO)、氨氮($\text{NH}_4\text{-N}$)、颗粒有机碳(POC)、颗粒有机氮(PON)。

1.3 测定方法

1.3.1 摄食碳、氮的测定

实验前后各取下层水样 500 mL, 分别经 GF/F 玻璃纤维滤纸(Whatman, 孔径 0.7 μm , 经 450°C 灼烧 4 h 后使用)抽滤后, 用雾化的盐酸去除无机碳, 65°C 烘至恒质量, 用 METTLER TOLEDO AL104 精密电子天平(精确至 0.1 mg)称量, 用 Elementar vario EL III 型元素分析仪测定 POC、PON 含量。根据实验前后藻液中颗粒有机碳(POC)、颗粒有机氮(PON)质量浓度的变化测算摄食碳、摄食氮。其中以对照组水槽试验后 POC、PON 质量浓度替代试验组试验前 POC、PON 质量浓度, 以消除由于饵料颗粒沉降带来的误差^[8]。单位为 $\text{mg}/(\text{h}\cdot\text{g})$ 。

$$\text{摄食碳 } \text{FR}_C = V(C_{0C} - C_{tC}) / (t \times N \times G)$$

$$\text{摄食氮 } \text{FR}_N = V(C_{0N} - C_{tN}) / (t \times N \times G)$$

式中, C_{0C} 为对照组颗粒有机碳 POC 质量浓度, C_{tC} 为实验组颗粒有机碳 POC 质量浓度, C_{0N} 为对照组有机氮 PON 质量浓度, C_{tN} 为实验组有机氮 PON 质量浓度, 单位为 mg/L ; V 为藻液体积, 单位为 L; t 为试验时间, 单位为 h; N 为试验贝个数; G 为试验贝的平均干肉质量, 单位为 g。

1.3.2 代谢碳、氮的测定

贝类的代谢碳主要包括排泄代谢和呼吸代谢, 排泄代谢碳产物主要为尿素, 尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 经分解后, 氮主要转换成氨氮, 通过测定氨氮便可推算出尿素中碳的量, 每排出 2 分子的氮即相当于 1 分子的碳^[9]。据此, 排氮率($\text{mg}/(\text{h}\cdot\text{g})$)的测定以 1.175 L 密封广口瓶中氨氮质量浓度的变化来计算, 氨氮的测定采用次溴酸钠氧化法^[10-11], 换算成碳的排泄率为:

$$\text{NRC} = (12/28) \times \text{NR}$$

式中, NR 为排氮率。

贝类呼吸每生成 1 分子 CO_2 , 需消耗超过 1 分子

氧气, 故设呼吸熵为 0.85^[12]。测定贝类的耗氧率可测定贝类的呼吸碳^[1]。因此, 耗氧率($\text{mg}/(\text{h}\cdot\text{g})$)以 1.175 L 密封广口瓶中溶解氧浓度的变化来计算。溶解氧浓度采用 YSI 测氧仪直接测定, 换算成呼吸率为:

$$\text{ORC} = 0.85 \times (12/32) \times \text{OR}$$

式中, OR 为耗氧率。

1.3.3 粪便碳、氮的测定

将实验贝类在 2h 内产生的粪便用塑料滴管虹吸过滤至 GF/F 玻璃纤维滤纸(经 450°C 灼烧后使用)上, 经雾化的盐酸去除无机碳后, 65°C 烘干至恒质量, 用 METTLER TOLEDO AL104 精密电子天平(精确到 0.1 mg)称量, 用 Elementar vario EL III 型元素分析仪测定有机碳的含量。换算成单位贝干肉质量在 1 h 内产生的粪便碳($\text{mg}/(\text{g}\cdot\text{h})$)。

1.3.4 碳收支模型

根据贝类能量收支方程^[13-15], 转换成碳收支模型: $C = F + R + U + P$, 氮收支模型: $C = F + U + G$ 。式中: C 为贝类摄取的总碳(氮)量; F 为贝类通过粪便排出的碳(氮)量; R 为贝类呼吸代谢消耗的碳量; U 为排泄消耗的碳(氮)量; $P(G)$ 为贝类用于生长的碳(氮)量。可得生长碳(P)通过公式 $P = C - F - U - R$, 生长氮(G)通过公式 $G = C - F - U$ 。

1.3.5 生长率和生态效率

生长率包括总生长率 K_1 和净生长率 K_2 , 根据 Navarro^[16]算式:

$$\text{碳总生长率 } K_{1C} = [C - (F + R + U)] / C \times 100\%$$

$$\text{氮总生长率 } K_{1N} = [C - (F + U)] / C \times 100\%$$

$$\text{碳净生长率 } K_{2C} = [C - (F + R + U)] / (C - F) \times 100\%$$

$$\text{氮净生长率 } K_{2N} = [C - (F + U)] / (C - F) \times 100\%$$

生态效率(E)是指生态系统中各营养级生物对太阳能或前一营养级生物所含能量的利用、转化效率, $E = C_E \times K_1$ ^[17]

式中, C_E 为饵料利用率, $C_E = (C_0 - C_t) / C_0$; C_0 和 C_t 分别为对照组(0)和实验组(t)的饵料浓度; K_1 为总生长率。

1.3.6 生物学测定

实验结束后, 用数显游标卡尺测定实验贝类壳长, 用 METTLER TOLEDO AL104 精密电子天平(精确到 0.1 mg)称其含壳湿质量、鲜组织质量、干组织质量(剖取软组织于 65°C 下烘干至恒质量后称量)。

2 结果

2.1 实验贝类生物学参数测定

测定实验贝类壳长、湿质量、鲜组织质量及干

组织质量等数据, 具体见表 1。

2.2 贝类摄食生理主要参数

测定并计算各实验水槽中贝的摄食率、耗氧率、排粪率和排泄率, 以单位干质量和单位时间计, 分别列于表 2。由表 2 可见, 这 3 种贝类对碳的摄食率、排粪率显著大于氮的摄食率、排粪率。

表 1 样品贝生物学参数测定

Tab.1 The biological data of bivalvia samples

品种	壳长(mm)	湿质量(g)	鲜组织质量(g)	干组织质量(g)	湿质量/干组织质量
缢蛏	56.15±1.56	10.9611±1.2679	3.8614±0.1999	0.7258±0.1017	15.1021
光滑河兰蛤	20.74±0.85	1.6042±0.1572	0.2771±0.0340	0.0438±0.0086	36.6256
河蚬	24.53±1.42	5.3324±1.1032	1.1555±0.0962	0.2512±0.0214	21.2277

表 2 试验贝类摄食生理参数

Tab.2 The feeding physiological parameters of cultured bivalves

品种	摄食率	排粪率	耗氧率	排氮率
缢蛏	C: 0.2841±0.1095	C: 0.0573±0.0086	0.4461±0.0272	0.0280±0.0025
	N: 0.0567±0.0124	N: 0.0160±0.0025		
光滑河兰蛤	C: 0.8614±0.0503	C: 0.3801±0.0439	0.8942±0.1377	0.0952±0.0169
	N: 0.2889±0.0274	N: 0.1357±0.0301		
河蚬	C: 0.3404±0.0615	C: 0.1065±0.0118	0.3992±0.0960	0.0172±0.0007
	N: 0.0717±0.0368	N: 0.0323±0.0037		

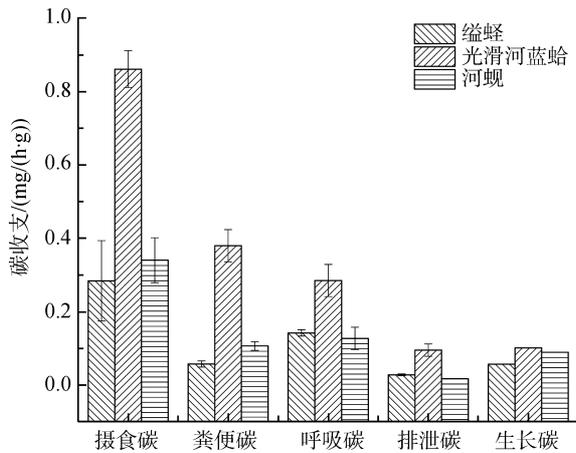


图 1 贝类碳收支

Fig. 1 Carbon budget of cultured bivalves

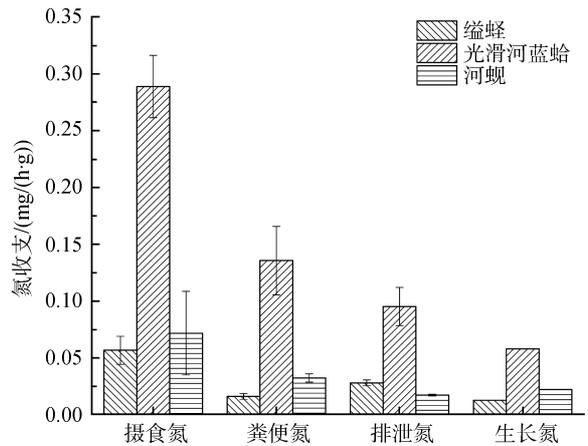


图 2 贝类氮收支

Fig.2 Nitrogen budget of cultured bivalves

2.4 贝类的氮收支

由实验贝的摄食率、耗氧率、排氮率和粪便氮换算出 1h 的摄食氮和各项消耗氮, 并以氮收支模型方程式计算出生长氮, 详见图 2。

2.5 贝类碳、氮收支分配方程

碳收支方程:

由实验贝的摄食率、耗氧率、排氮率和粪便碳换算出 1h 的摄食碳和各项消耗碳, 并以碳收支模型方程式计算出生长碳(图 1)。结果表明, 贝类呼吸作用和粪便排放是碳消耗和损失的主要两个部分, 而其中排泄作用消耗的碳则相对较少。

$$\text{缢蛏: } 100.00C = 20.17F + 50.05R + 9.86U + 19.92P$$

$$\text{光滑河兰蛤: } 100.00C = 44.13F + 33.08R + 11.05U + 11.74P$$

$$\text{河蚬: } 100.00C = 31.29F + 37.40R + 5.05U + 26.26P$$

氮收支方程:

$$\text{缢蛏: } 100.00C = 28.22F + 49.38U + 22.40G$$

$$\text{光滑河兰蛤: } 100.00C = 46.97F + 32.95U + 20.08G$$

河蚬: $100.00C = 45.05F + 23.99U + 30.96G$

结果显示, 河蚬对碳、氮的利用率高于缢蛏和光滑河兰蛤, 而 3 种贝类对氮的利用率均高于碳。缢蛏呼吸所消耗的碳明显高于光滑河兰蛤和河蚬, 这可能是由于高盐海区环境变化较低盐水域环境更快且更剧烈, 为了适应环境, 高盐贝类形成了对氧需求大, 呼吸剧烈的特性, 因此, 呼吸代谢在能量收支中所占比例较低盐贝类更大。光滑河兰蛤粪便排出的碳、氮都要高于缢蛏和河蚬, 可能是由于个体小, 摄食相对比较活跃, 消化吸收率较大个贝类低。蓝蛤的排泄碳要高于缢蛏和河蚬。缢蛏的排泄氮要大于其他两种贝类, 并且占其摄食氮的一半, 说明缢蛏对氮的排泄代谢较为活跃。

2.6 生长率和生态效率

贝类的生长率和生态效率结果见表 3。3 种贝类碳的总生长率和净生长率均小于氮。河蚬的生态效率比缢蛏和光滑河兰蛤都要高。

表 3 贝类的生长率和生态效率

Tab.3 Growth rate and ecological efficiency of cultured bivalves

品种	总生长率(%)	净生长率(%)	生态效率(%)
缢蛏	C: 19.92	C: 24.96	C: 8.65 ± 3.33
	N: 22.40	N: 31.20	N: 9.72 ± 3.74
光滑河兰蛤	C: 11.74	C: 21.01	C: 6.67 ± 0.39
	N: 20.08	N: 37.86	N: 11.81 ± 0.67
河蚬	C: 26.26	C: 38.22	C: 10.42 ± 1.88
	N: 30.96	N: 56.35	N: 12.28 ± 2.22

3 讨论

3.1 影响测定结果的因素

贝类的排泄产物中, 氮占总排泄量的 70% 或更多^[18]。本实验中, 贝类的排泄碳、氮量是通过测定其排出的氨氮量来推算, 而没有考虑其他成分。由于本实验采用无底泥模式培养, 对埋栖型贝类的生活习性及光周期性生物效应有一定影响, 故对其排泄碳、氮的检测也存在着一定影响。在贝类能量收支的研究中, 由于排泄能所占的比例很少, 一般不超过 10%, 故通常被忽略^[12, 19]。因此, 通过排氮率估计所得的排泄碳、氮会略低于实际值, 但不影响实验结果。贝类的行为、活力及测定时间的选择等因素均会影响贝类的摄食生理参数。如贝类的爬行, 双壳的张合都会搅动玻璃水槽下层水体, 影响抽样水体的

POC、PON 质量浓度。同时, 贝类在不同时间的摄食也存在着一定的差异。实验期间, 80% 以上的实验贝类均处于开口摄食状态。长江口地处长江与东海的交汇之处, 具有水体浑浊度大、有机颗粒物浓度不稳定等特点, 会对直接测定水体中藻类密度的微量变化造成不便。实验室静水培养虽可保持水体中 POC、PON 相对稳定, 便于测定其浓度变化来计算摄食率, 但忽略了底泥及水流对贝类摄食的影响。本实验在贝类粪便收集过程中不可避免出现流失现象, 这会降低粪便碳的比例, 造成一定的误差。

3.2 3 种贝类碳、氮收支的主要成分

贝类的碳、氮收支是由贝类能量学发展而来。从本研究中 3 种贝类碳、氮收支方程来看, 摄食碳主要以其呼吸代谢和粪便的形式流失, 其余用于生长, 只有一小部分随排泄产物流出, 这与柴雪良等对乐清湾、三门湾主要滤食性养殖贝类碳收支的研究结果^[6]相似。本实验中贝类的代谢属日常代谢, 包括了贝类在摄食状态下的日常代谢活动; 本研究结果表明呼吸代谢所消耗的碳、氮量在碳、氮收支中占很大比例, 这与海产贝类能量学研究中呼吸代谢耗能量在能量收支中占较大比例的结论相一致^[18, 20-21]。此外, 由于贝类在呼吸代谢中无氮排放, 故贝类摄食的有机氮, 除部分以粪便和排泄代谢的形式排出外, 用于生长的氮占了较大比例。因此, 本研究中 3 种贝类对氮的利用效率要高于碳, 这与 Smaal 等^[1]关于紫贻贝 *Mytilus edulis* 的研究相类似。

3.3 3 种贝类碳、氮收支及碳、氮生长效率分析

贝类的生长碳、氮除用于个体的生长外, 还包括用于生殖。由于本实验贝类皆非处于生殖期, 故生长碳、氮主要用于个体的生长。总生长率(K_1)和净生长率(K_2)是用来描述贝类生长的常用指标。许多双壳贝类的研究发现, K_1 为 2% ~ 54%, K_2 为 8% ~ 63%^[12, 22-24]。本实验中 3 种贝类的 K_1 、 K_2 皆在此范围内, 而河蚬 K_1 、 K_2 显著大于其他 2 种贝类, 河蚬是 3 种贝类中能量利用率最高种。这可能是由于河蚬生活在淡水及低盐水区, 而该水区环境相对较稳定, 没有海洋环境变化那么剧烈, 因此呼吸代谢和排泄代谢就相对弱, 呼吸碳、氮和排泄碳、氮在碳、氮收支中所占比例较缢蛏和蓝蛤少, 从而用于生长的碳、氮占摄食碳、氮的比例就越大, 对碳、氮的利用率就越高。从生态效率来看, 河蚬也高于其他 2 种贝类。

贝类是海洋生态系统中能量流动的一个重要环节。其通过滤食作用摄取海洋中的浮游植物和有机碎屑,并以排泄和排粪的形式将代谢产物和废物排出体外,实现由海洋表层向底层的碳、氮转移。同时对生态系统的生物结构和营养分布也具有重要的影响。本实验中的3种贝类处于模拟的自然状态,所测定的各项指标均能比较真实地反映其碳、氮代谢特征,能够为长江口贝类增殖放流提供理论指导。

参考文献:

- [1] Smaal A C, Vonck A. Seasonal variation in C, N and P budgets and tissue composition of the mussel *Mytilus edulis*[J]. Marine Ecology Progress Series, 1997, 153: 167-179.
- [2] Bayne B L. Carbon and nitrogen relationships in the feeding and growth of the pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg)[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2009, 374(1): 19-30.
- [3] 刘英杰, 马甦, 田相利, 等. 不同温度下青蛤能量收支的研究[J]. 中国海洋大学学报, 2006, 36(s2): 89-92.
- [4] 蒋丽梅. 黄边糙鸟蛤代谢生理和摄食生理以及能量收支的基础研究[D]. 广州: 广东海洋大学, 2012.
- [5] 董波, 李军, 王海燕, 等. 不同温度与饵料浓度下菲律宾蛤仔的能量收支[J]. 中国水产科学, 2003, 10(5): 398-403.
- [6] 柴雪良, 张炯明, 方军, 等. 乐清湾、三门湾主要滤食性养殖贝类碳收支的研究[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(1): 52-58.
- [7] 王俊, 姜祖辉, 陈瑞盛, 等. 三疣梭子蟹幼蟹的摄食和碳收支[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(6): 25-29.
- [8] Walne P R. Observations on the influence of food supply and temperature on the feeding and growth of the larvae of *Ostrea edulis* L.[J]. Fishery Investigations. Series II, 1965, 24(1): 1-45.
- [9] Valiela I. Marine ecological processes[M]. 2nd ed. Berlin: Springer Verlag, 1995: 203-243.
- [10] 中国国家标准化管理委员会, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 17378.4-1998. 海洋监测规范第4部分: 海水分析[S], 北京: 中国标准出版社, 1998.
- [11] 高凤鸣, 张淑华, 汪心源, 等. 用次溴酸钠氧化法测定海水中氨氮的研究[J]. 海洋湖沼通报, 1980, 41(4): 41-47.
- [12] 毛兴华, 郝亚威, 杨小龙. 海湾扇贝和栉孔扇贝的碳代谢和能量代谢[J]. 海洋学报, 1997, 19(4): 132-137.
- [13] Warren C E, Davis G E. Laboratory studies on the feeding, bioenergetics, and growth of fish[M]. GERKING SD. T Biological Basis of Freshwater Fish Production. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1967: 175-214.
- [14] Carfoot T H. Animal Energetics[M]. New York: Academic Press, 1987: 89-72.
- [15] Griffiths C L, Griffiths J S. Animal energetics[M]. New York: Academic Press, 1987: 2-88.
- [16] Navarro J M. The effects of salinity on the physiological ecology of *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) (Bivalvia: Mytilidae)[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1988, 122(1): 19-33.
- [17] 沈国英, 施并章. 海洋生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 235.
- [18] Bayne B L, Newell R C. Physiological energetics of marine mollusks[M]. New York: Academic Press, 1983: 407-515.
- [19] Griffiths C L, Griffiths R J. Bivalvia: animal energetics[M]. New York: Academic Press, 1987: 1-88.
- [20] Bayne B L. Carbon and nitrogen relationships in the feeding and growth of the pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg)[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2009, 374(1): 19-30.
- [21] Macdonald A B. Physiological energetics of Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* larvae[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1988, 120(2): 155-170.
- [22] Jespersen H, Olsen K. Bioenergetics in veliger larvae of *Mytilus edulis* L.[J]. Ophelia, 1982, 21(1): 101-113.
- [23] Carfoot T H. Animal energetics[M]. New York: Academic Press, 1987: 89-172.
- [24] 张继红, 方建光, 梁翻鹏. 低温对栉孔扇贝能量收支的影响[J]. 中国水产科学, 2002, 9(1): 48-51.

Study on carbon and nitrogen budgets of three bivalves in Yangtze River estuary

LÜ Hao-ze¹, LIU Jian², CHEN Jin-hui², SHEN He-ding¹, WU Yang-ping³

(1. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Superintendency Department of Shanghai Yangtze Estuarine Nature Reserve for Chinese Sturgeon, Shanghai 200092, China; 3. Institute of Oceanology and Marine Fisheries, Nantong Jiangsu 226007)

Received: Oct., 12, 2013

Key words: filter-feeding bivalves; carbon and nitrogen balance; growth rate; ecological efficiency

Abstract: The *Sinonovacula constricta*, *Corbicula fluminea* and *Potamocorbula laevis* in Yangtze River estuary in spring were used as research objects. The feeding physiological parameters of these three filter-feeding bivalves were examined, and the carbon and nitrogen budgets of the three main bivalves were estimated according to energy balance principle. The result indicated that the three kinds of bivalves obtained carbon source by filtering unicellular algae. The main parts were consumed by breathing and directly discharged as dejection, and a small part was discharged by excretion. The remaining carbon was used for its growth and development. The carbon balance equation of *Sinonovacula constricta* was: $100.00C(\text{feeding carbon})=20.17F(\text{dejection carbon})+50.05R(\text{breathing carbon})+9.86U(\text{excretion carbon})+19.92P(\text{growing carbon})$. The carbon balance equation of *Corbicula fluminea* was: $100.00C=31.29F+37.40R+5.05U+26.26P$. The carbon balance equation of *P. laevis* was: $100.00C=44.13F+33.08R+11.05U+11.74P$. Since bivalves do not discharge nitrogen in the respiratory metabolism, the three bivalves' growing nitrogen made up more parts of the total feeding nitrogen than those of carbon. Therefore the nitrogen balance equation of *S. constricta* was: $100.00C(\text{feeding nitrogen})=28.22F(\text{dejection nitrogen})+49.38U(\text{excretion nitrogen})+22.40G(\text{growing nitrogen})$. The nitrogen balance equation of *C. fluminea* was: $100.00C = 45.05F + 23.99U + 30.96G$. The nitrogen balance equation of *P. laevis* was: $100.00C = 46.97F + 32.95U + 20.08G$.

(本文编辑: 梁德海)