

研究简报

三角帆蚌食性及摄食率的初步研究

朱爱民¹ 陈文祥¹ 栾建国² 刘家寿¹ 梁少娟³

(1. 水利部、中国科学院水利工程生态研究所, 武汉 430079; 2. 深圳市水务局, 深圳 518110; 3. 深圳市观澜河引水工程管理处, 深圳 518110)

A STUDY ON FEEDING HABITS AND INGESTION RATE OF *HYRIOPSIS CUMINGII*

ZHU Ai-Min¹, CHEN Wen-Xiang¹, LUAN Jian-Guo², LIU Jia-Shou¹ and LIANG Shao-Juan³

(1. Institute of Water-Engineering Ecology, the Ministry of Water Resources P. R. C and the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079, China; 2. Bureau of Water Resources of Shenzhen Municipality, Shenzhen 518110)

关键词: 三角帆蚌, 食性, 摄食率

Key words: *Hyriopsis cumingii*; Feeding habits; Ingestion rate of food

中图分类号: S966.22

文献标识码: A

文章编号: 1000-3207(2006)02-0244-03

三角帆蚌(*Hyriopsis cumingii*)属滤食性双壳贝类,通过滤水来摄食水中的浮游生物和有机碎屑等食物,可使水质得到相应改善。作者在水库已连续多年开展了较大规模的三角帆蚌净水试验研究工作。国内外有关贝类摄食率(IR)和食性的报道较多^[1-9],国内报道的摄食率对象均是一些海洋经济贝类,如栉孔扇贝、牡蛎、贻贝等,尚未见到有关淡水贝类摄食率的报道。

1 材料与方法

1.1 方法 三角帆蚌在水库中基本上处于静水环境,运用Jørgensen的静水实验方法^[2]。在规格为54cm×42cm×39cm的水簇箱中进行,设对照组和若干处理组,每组二个平行。于2003年9月—2004年1月分别进行了不同密度、不同年龄、不同温度和不同饵料密度共5次实验。

实验起始和结束时测定总悬浮颗粒物(TPM)、颗粒有机物(POM)和叶绿素 a (Chl. a)。实验开始同步对浮游植物、轮虫和原生动物定量,测定溶氧(DO)及其饱和度、总磷(TP)、总氮(TN)、氨氮(NH₃-N)和化学耗氧量(COD_{Mn})。TPM和POM的测定见周毅等和董波等^[1,2], Chl. a 和生物定量采用章宗涉等方法,其他用常规标准方法测定。

解剖了15只1⁺龄蚌和3⁺龄蚌,取其肠胃物,用10%福尔马林固定,于显微镜下鉴定食物种类、测定大小。

1.2 材料 三角帆蚌均取自水库吊养的1⁺龄和3⁺龄蚌,要求健康无病、外形完整、规格整齐,用软毛刷轻轻洗净其表面的附着物,暂养待用。1⁺龄蚌平均体重75.9g、平均壳长

8.7cm, 3⁺龄蚌平均体重239.1g、平均壳长12.8cm。

用水库表层原水作为蚌摄食的饵料生物来源,事先用13号浮游生物网过滤,以消除大型浮游动物滤食对实验结果的干扰。

2 结果

2.1 水质状况

DO 3.24—6.64mg/L, 其饱和度40.40—75.40%, 水温19.4—30.7℃, pH值7.14—7.33, TN 1.42—3.57mg/L, NH₄-N 0.2—1.14mg/L, TP 0.016—0.216mg/L, COD_{Mn} 2.14—2.96mg/L。浮游植物 Chl. a 1.39—42.97μg/L, 浮游植物密度53.7816 × 10⁴—427.5233 × 10⁴ind./L、生物量0.3427—5.4036mg/L, 原生动物密度600—15000ind./L、生物量0.0581—0.2199mg/L, 轮虫密度360—5130ind./L、生物量0.0163—0.8681mg/L。TPM 1.70—8.58mg/L, POM 1.40—5.45mg/L, POM/TPM 39.19—87.43%。

2.2 食性

包括蓝藻门、绿藻门和硅藻门的一些种类,有机碎屑(表1)。食物个体比圆背角无齿蚌食物个体要大^[8],较绢丝丽蚌、蛤蜊、皱纹盘鲍和紫石房蛤的食物个体要偏小^[9]。

2.3 摄食率

3⁺龄蚌的总摄食率(TPM)0.68—8.78mg/h,对颗粒有机物摄食率(POM)0.35—5.56mg/h,对叶绿素 a 的摄食率1.20—77.20μg/h。1⁺龄蚌的TPM 0.35—7.41mg/h, POM 0.20—3.51mg/h,对叶绿素 a 的摄食率1.12—56.44μg/h(表2)。比栉孔扇贝相应要高^[1,6]。

收稿日期: 2005-03-02; 修订日期: 2005-05-30

基金项目: 水利部科技创新重点项目资助

作者简介: 朱爱民(1963—),男,湖北武汉; 副研究员; 主要从事水库水环境生态研究。电话: 027-87188348

表 1 三角帆蚌食物种类个体大小
Tab.1 The sizes of some species fed to *H. cumingi*

种类 Species	样本数 No. of sample	大小 Size(μm)	种类 Species	样本数 No. of sample	大小 size(μm)
颤藻 <i>Oscillatoria</i>	1	35×4	栅藻 <i>Scenedesmus</i>	46	5– 40× 5– 30
半裂藻(群) <i>Merismopalia</i>	16	7.5– 55× 5– 20	十字藻(群) <i>Crucigenia</i>	3	5× 5
小席藻 <i>Phomidium</i>	1	30× 5	纤维藻 <i>Ankistrodesmus</i>	5	7.5– 40× 2.5– 10
小空星藻 <i>Coelastrum</i>			四棘鼓藻 <i>Anthraedsmus</i>	3	5– 15× 5– 10
盘星藻 <i>Pediastrum</i>	3	20– 35(直径)	针杆藻 <i>Synedra</i>	17	25– 60× 2.5– 7.5
角星鼓藻 <i>Staurastrum</i>	2	20× 15– 20	舟行藻 <i>Navicula</i>	11	10– 25× 2– 10

3⁺ 龄蚌的总摄食率(TPM)相应高于 1⁺ 龄蚌的 15.52%—152.31%,平均 103.61%,对颗粒有机质摄食率(POM)相应高 58.40%—145.09%,平均 104.45%,对叶绿素 *a* 摄食率相应高 36.78%—159.91%,平均 78.41%。大龄蚌高于低龄蚌的这一结果与有关报道一致。

2.4 饵料密度、质量与摄食率的关系

饵料密度降低(包括相对密度降低,如由 1 个蚌/箱增加到 2 个蚌/箱),同龄蚌总摄食率(TPM)、对颗粒有机质摄食

率(POM)和对叶绿素 *a* 的摄食率都会有所下降(表 2)。即使饵料质量较好(POM/TPM 较高),摄食率也低,如 2003 年 12 月 25 日 3⁺ 龄蚌。表明三角帆蚌摄食率与饵料密度成正比,而不受饵料质量好坏的影响。与一些海洋贝类一致。

2.5 温度与摄食率的关系

在 20℃、25℃和 30℃下,3⁺ 龄蚌和 1⁺ 龄蚌的总摄食率(TPM)、对颗粒有机物摄食率(POM)和对叶绿素 *a* 摄食率最高的水温均为 25℃,在 20℃和 30℃,摄食率不同程度降低。与

表 2 饵料密度及质量与摄食率的关系
Tab.2 The relationship between IR and food density or food quality

时间 Date	年龄 Age	处理 Treatment	饵料密度和质量 Food density/ quality(μg/L, mg/L, %) 摄食率, IR (mg/h, μg/L)						
			Chl. <i>a</i>	TPM	POM	POM/ TPM	TPM	POM	Chl. <i>a</i>
2003.9.3	3 ⁺ 龄	1 个蚌/箱	23.44	8.27	5.41	65.42	8.56	5.56	62.58
		2 个蚌/箱	14.63	8.58	5.45	63.52	6.63	4.25	46.6
	1 ⁺ 龄	1 个蚌/箱	20.65	8.21	5.02	61.14	7.41	3.51	42.46
		2 个蚌/箱	15.63	7.92	4.80	60.61	2.81	1.59	29.83
2003.9.18	3 ⁺ 龄	高饵料密度	37.95	7.03	4.04	57.47	8.78	5.01	77.2
		低饵料密度	22.32	5.00	2.17	43	6.56	4.24	64.61
	1 ⁺ 龄	高饵料密度	48	6.51	3.70	56.84	3.89	3.48	56.44
		低饵料密度	30.14	4.95	1.94	39.19	2.60	1.73	44.01
2003.12.25	3 ⁺ 龄	高饵料密度	5.58	4.61	3.56	77.22	2.83	1.54	22.3
		低饵料密度	1.67	1.75	1.53	87.43	0.68	0.35	3.06
	1 ⁺ 龄	高饵料密度	2.79	4.06	3.37	83	1.43	0.65	8.58
		低饵料密度	1.12	1.70	1.40	82.35	0.35	0.20	1.37
2003.12.30	3 ⁺ 龄	30℃					2.70	1.14	1.20
2004.1.3	1 ⁺ 龄	20℃	4.65	3.64	2.03	55.77	1.08	0.42	1.62
		30℃					0.74	0.22	1.12

海洋贝类最高摄食率一般在 20℃左右偏高。一方面是种间差异,另一方面是贝类对变化的环境具有生理适应性。实验用蚌在水温最低为 18℃、大部分时间在 20℃以上的水库生活了一年半以上时间,已适应偏高的水温环境。

3 讨论

通常认为滤食性贝类会在饵料浓度较高和饵料质量较

低的情况下产生假粪,从而维持一定的摄食率。产生假粪的饵料浓度阈值在不同种类和不同规格的贝类之间的差别较大,有的为 2.6—5.0mg/L(干物质),有的在自然悬浮物浓度高达 10mg/L 时并不产生假粪^[1],TPM 达 17.7mg/L 时,栉孔扇贝仅产生很少量的假粪。虽然目前还不知道三角帆蚌产生假粪的饵料浓度阈值,但实验用水取于水库表层,水质较好,且经过 13 号浮游生物网过滤,去除了大型藻类和杂质,

实验用水 TPM 含量不高, 在 8.58mg/L 以下, 饵料质量较好, POM/TPM 比值大部分在 60% 以上, 甚至达到 80% 以上, 这些都有利于消除三角帆蚌产生假粪。故对摄食率中产生的假粪予以忽略。

贝类摄食率受较多因子的影响。在一定饵料浓度范围内, 滤食性贝类摄食率随饵料浓度的升高而增大^[1,2]。就本实验总体来看, 在饵料密度较低时, 如 TPM 为 1.72mg/L、Chl. *a* 为 1.39μg/L 左右时, 3⁺ 龄蚌的总摄食率(TPM) 和对叶绿素 *a* 摄食率很低, 大约是 0.68mg/h 和 3.06μg/h, 1⁺ 龄蚌大约是 0.35mg/h 和 1.37μg/h。当饵料密度居中时, 如 TPM 在 4.0mg/L、Chl. *a* 在 4.0μg/L 左右时, 3⁺ 龄蚌的总摄食率(TPM) 接近 2.83g/h, 对叶绿素 *a* 摄食率接近 22.30μg/h, 1⁺ 龄蚌大约 1.43mg/h 和 8.58μg/h。当饵料密度较高时, 如 TPM 为 7.00mg/L、Chl. *a* 为 16.00μg/L 以上时, 3⁺ 龄蚌的总摄食率(TPM) 在 7.00mg/h 以上, 对叶绿素 *a* 摄食率达到 46.60μg/h, 以上, 1⁺ 龄蚌分别在 2.81g/h 和 29.83μg/h 以上(表 2)。因此, 随着水中总悬浮颗粒物浓度和叶绿素 *a* 浓度的上升, 三角帆蚌摄食率急剧增大。综合美国环保局、OCED 和 Wetzel 提出的水体营养类型划分标准, 当水体处于中营养以上, 即水中叶绿素 *a* 浓度在 4μg/L 以上时, 1⁺ 龄三角帆蚌的总摄食率将达 1.43mg/h, 对叶绿素摄食率达 8.58μg/h, 平均每天大约滤食 34.32mg 的颗粒物和 205.92μg 的叶绿素 *a*, 3⁺ 龄三角帆蚌的总摄食率接近 2.83mg/h, 对叶绿素 *a* 摄食率达到 22.30μg/h, 平均每天大约滤食 67.92mg 的颗粒物和 535.20μg 的叶绿素 *a*。水体营养程度越高(叶绿素 *a* 含量越高), 对叶绿素 *a* 的摄食率越大, 它的效果越好。三角帆蚌这种对中富营养型水体的净水作用值得引起关注。

参考文献:

[1] Zhou Y, Mao Y Z, Yang H S, *et al.* Clearance Rate, ingestion rate and absorption efficiency of the scallop *Chlamys farreri* measured by *in situ* biodeposition method[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, **22**(9): 1455—1462[周毅, 毛玉泽, 杨宏生, 等. 四十里湾栉孔扇贝清滤率、摄食率和吸收效率的现场研究. 生态学报, 2002, **22**(9):

1455—1462]
[2] Dong B, Xue Q Z, Li J. Ingestion rate of marine suspension-feeding molluscs[J]. *Marine Science*, 1999, (3): 26—29[董波, 薛钦昭, 李军. 海洋滤食性贝类摄食率的研究现状. 海洋科学, 1999, (3): 26—29]
[3] Cranford P and Hargrave B T. *In situ* time series measurement of ingestion and absorption rates of suspension-feeding bivalves: *Placcopecten magellanicus*[J]. *Limnol. Oceanogr.*, 1994, **39**, 730—738
[4] Iglesias J I P, Urnucia M B, Navarro E, *et al.* Measuring feeding and absorption in suspension-feeding bivalves: an appraisal of the biodeposition method[J]. *J. Exp. mar. Biol. Ecol.*, 1998, **219**: 71—86
[5] Kuang S H, Fang J G, Sun H L, *et al.* Seasonal variation of filtration rate and assimilation efficiency of scallop *Chlamys farreri* in Sangou Bay[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1996, **27**(2): 194—199 [匡世焕, 方建光, 孙惠玲, 等. 桑沟湾栉孔扇贝不同季节滤水率和同化率的比较. 海洋与湖沼, 1996, **27**(2): 194—199]
[6] Kuang S H, Sun H L, Li F, *et al.* Feeding and growth of scallop *Chlamys farreri* before and after spawning[J]. *Marine Fisheries Research*, 1996, **17**(2): 80—86[匡世焕, 孙惠玲, 李锋, 等. 栉孔扇贝生殖活动前后的滤食和生长. 海洋水产研究, 1996, **17**(2): 80—86]
[7] Kuang S H, Sun H L, Li F, *et al.* Comparative feeding physiology of wild and cultured populations of pacific oyster *Crassostrea gigas*[J]. *Marine Fisheries Research*, 1996, **17**(2): 87—94[匡世焕, 孙惠玲, 李锋等. 野生和养殖牡蛎种群的比较摄食生理研究. 海洋水产研究, 1996, **17**(2): 87—94]
[8] Zheng G M, Wei Q S. A study on the dief and growth of *Anodonata woodiana pacifica* (Heude) in south lake, Wuhan[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 1999, **18**(1): 62—67[郑光明, 魏青山. 武昌南湖背角无齿蚌食性与生长的研究. 华中农业大学学报, 1999, **18**(1): 62—67]
[9] Gong S Y, Zhu Z Y, Yang X F, *et al.* Study on feeding habits of *Lamprotula fibrosa* (Heude) in Wanghu Lake [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 1997, **16**(6): 589—593[龚世园, 朱子义, 杨学芬, 等. 网湖绢丝丽蚌食性的研究. 华中农业大学学报, 1997, **16**(6): 589—593]