

滤食性贝类对养殖海区环境影响的研究进展*

PROGRESS IN STUDIES ON EFFECT OF FILTER-FEEDING BI- VALVE ON ENVIRONMENT OF MARICULTURE AREA

杨红生 周 毅

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

* 贝类是世界海水养殖的重要组成部分,目前已形成产业的养殖种类多达 30 余种^[4]。以牡蛎养殖等为代表的贝类养殖业,在国内外均有悠久的历史。贝类养殖形式主要有 3 种:潮间带和潮下带的底播养殖、潮间带插桩养殖和浅海筏式养殖。贝类养殖发展规模日趋扩大,但由于忽视长远的生态效益和社会效益,使得某些海区自身污染加重,生态系统失衡,对养殖海区的影响也逐渐引起了人们的重视。

有关滤食性贝类自然种群对海区影响的研究始于 50 年代,主要研究的对象是贻贝(*Mytilus edulis*, *Perna canaliculus* 等)、牡蛎(*Crassostrea virginica* 等)和扇贝(*Chlamys islandica* 等)等,内容丰富而系统。有关滤食性贝类养殖种群对养殖海区影响的研究较少,也不够深入。

1 自然种群和底播养殖对海区环境的影响

1.1 贝类的自然分布和演替

贝类种群为“补丁式”分布。在潮间带自然贝类种群中,种群密度和生物量的变化很大,影响因素很多,其中水动力学的状况尤为重要。1968 年 Theisen 描述了在天然贻贝贝床的演替规律,由于贝类的滤食活动,粪便及假粪聚积下沉到海底而形成一层生物性沉积。这层生物性沉积迫使贻贝向上移动,由于贻贝失去了与原有附着基而相互附着,从而使贻贝贝床具有一定的不稳定性。空的附着基可能被下一代附着,以此循环。牡蛎的自然分布和演替也与贻贝相似;随着种群生物量的增加,饵料的明显不足和生物性沉积的增加而使某种扇贝(如冰岛扇贝 *Chlamys islandica*)对饵料的同化率降低,其生长也明显减慢。

1.2 生物性过滤和生物性沉积

贝类通过生物过滤作用对水体中浮游生物及颗粒有机物质有着巨大的影响。以贻贝为例,贻贝(*Mytilus edulis*)的滤水率可达 $5 \text{ L/g} \cdot \text{h}$ 。贻贝能够利用上覆水中,乃至整个水域的浮游植物及颗粒有机物质。在均匀混合的海区,如 Oosterschelde 湾和 Western Wadden 海,贻贝能 4~7 d 中过滤整个水体。牡蛎(*Crassostrea gigas*)滤水率也达 $4.8 \text{ L/g} \cdot \text{h}$ ^[6]。

在饵料密度较低时,过滤的饵料可以被贝类有效地摄食,但饵料密度超过一阈值时,一部分饵料以及不适口或营养价值低的颗粒将以假粪形式排出,这就是贝类对食物颗粒进行选择性摄食。1985 年 Shumway 等研究结果表明,滤食性贝类对饵料的选择可以分为三步:一是鳃的优先清除;二是唇瓣的吞咽前选择(Pre-ingestive selection);三是消化道的吞咽后选择(Post-ingestive selection)。在高密度饵料水体中,贝类会产生大量的假粪,分泌更多的粘液,从而导致贝类的氮、碳损失。Essink 等也认为,鳃的结构对浮游物的浓度有一种适应功能。

据报道,在荷兰的舍尔达河口贻贝滩上每年沉积 30 cm 的淤泥。1989 年 Grenz 采用沉积物捕集器(Sediment traps)法现场测定了地中海贻贝养殖区的生物性沉积,并提出了根据颗粒有机物(POM, mg/L)和水流速度(CV, cm/s)计算生物粪便和假粪沉积(OB, $\times 10^{-3} \text{ d}^{-1}$)(1)及总生物性沉积(TB, $\times 10^{-3} \text{ d}^{-1}$)(2)的经验公式,

* 本文是国家“九五”攻关项目 96-922-02-04 专题“浅海养殖系统养殖容量及优化技术”的部分成果。
中国科学院海洋研究所科学技术研究论文报告第 3296 号。承蒙张福绥先生审阅,特此致谢。
收稿日期:1997-04-01

$$OB = 6.35(POM) + 0.97(CV) + 1.91 \quad (1)$$

$$TB = 6.04OB \quad (2)$$

经计算,地中海贻贝养殖区的OB值为 $32.54 \times 10^{-3} \text{ d}^{-1}$,TB为 $196.62 \times 10^{-3} \text{ d}^{-1}$ 。在瑞典的Laholm湾 *Cardium edule* 和 *Mya arenaria* 两种滤食性贝类每年产生的生物性沉积N高达2000 t,年平均碳沉积率为 29 g/m^2 。

1.3 营养盐的再生

生物性沉积导致了有机沉积物的增加,减少间隙水中氧含量,增加氧的消耗,加速硫的还原,增强解氮作用。现场研究结果表明,由于微生物活动的增强,加速了贝床沉积物中营养盐的再生。

营养盐再生的生态意义在于对浮游植物营养限制的缓解,从而提高初级生产力。磷的释放在某些海湾是很重要的,因为磷可能是浮游植物的限制性营养盐。硅的高释放率具有一定的重要性,因为在很多海湾,硅是硅藻水华的限制性营养元素。一个典型的浮游植物季节性演替是以硅藻水华开始的,而当硅消耗殆尽时,将被微型鞭毛藻或甲藻所替代。

大量的测定结果证实贝床沉积物释放氮、硅及磷,而且营养盐的释放量要比其他类型的海底沉积物及室内模拟测定的要高得多。贻贝贝床的平均氮释放量为 $87 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$,比一般海区要高得多(最大为 $22.4 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$)。贻贝贝床的平均硅释放量为 $52 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$ 。磷的释放量也高于其他海底沉积物。源于贻贝分泌的磷释放量略高于总的磷通量。1981年Nixon报道磷的释放量为 $0.5 \sim 16 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{h}$ 。1984年Dance等采用一种底栖生态系模拟隧道现场测定了牡蛎礁的碳、氮和磷收支,并认为海流经过牡蛎礁后,POC和Chl a降低, NH_4^+ 增加, PO_4^{3-} 未受多大影响。美国Bly Creek湾的牡蛎礁对碳、氮和磷的利用量分别为 $1200 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$, $189 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$ 和 $98 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$,氮的释放量为 $125 \text{ g/m}^2 \cdot \text{a}$ 。

2 筏式养殖对养殖海区的影响

2.1 养殖海区流速的变化

由于养殖面积的扩大和筏架对海流的阻挡作用,养殖海区的流速明显减慢。1987年Tournier和Pichot发现在中等密度的贻贝养殖海区中,叶绿素含量的明显下降;1989年Grenz证实,在Thau湾由于养殖贻贝的筏架过密,养殖海区的流速减少了一半,从而降低了饵料的可得性;在烟台套子湾贻贝海带养殖区,里区流速始终小于中区和外区^[3];蓬莱芦洋湾扇贝养

殖面积由1975年2700亩增加到1990年7150亩,其中心区的最大流速减少了近3倍,最小流速减少了8倍^[5]。

2.2 浮游植物量的变化

80年代初,庙岛海峡浮游植物量年平均值高达 3.0×10^6 个细胞/ m^3 ,而1988、1989年两年的平均值仅为 0.54×10^6 个细胞/ m^3 ,仅为前者的1/6。同一养殖区不同的区域也有明显的差异。烟台水产养殖研究所1988年在蓬莱大季家养殖二场调查的结果表明,6~9月养殖区的浮游植物量最低,为 0.28×10^6 个细胞/ m^3 ,养殖区内、外侧分别为 0.4×10^6 个细胞/ m^3 和 1.15×10^6 个细胞/ m^3 ^[5]。大量研究结果也证明,在某些海区,滤食性贝类可以控制浮游植物的生物量,而且在以下几种条件下,这种控制会得到加强:一是水体较浅;二是滞留时间长;三是滤食性贝类的生物量很高。我国浅海筏式养殖海区具备上述条件,尤其在养殖中后期(8月份以后),养殖贝类的生物量已接近养殖容量,因此贝类摄食对海区浮游植物的控制尤为明显。

2.3 能量收支与营养盐变化

筏式养殖比底播养殖的产量高得多。1987年Rodhouse和Roden比较了筏式贻贝养殖和底播贻贝养殖的碳、氮通量。底播养殖中贻贝仅占碳通量中很少的一部分(6.8 t/a),现存量也很低(2 t干重),而筏式养殖中贻贝占68 t/a,现存量为22.2 t干重。浮游动物和有机碎屑却拥有巨大的碳通量(380 t/a),假设浮游动物所利用的浮游植物都对贻贝是有用的,其产量可以增加4倍。70年代,日本虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*)大量死亡,日本学者先后对陆奥湾、喷火湾和佐吕间湖等养殖海区进行了较为详细的能量(以碳为指标)收支研究,并确定了各海区的养殖容量;庆宁等^[1]研究了大亚湾大鹏澳主要养殖贝类(华贵栉孔扇贝, *Chamys nobilis*; 翡翠贻贝, *Perna viridis*; 合浦珠母贝, *Pinctada martensii*)的能量流动;朱良生等^[2]也对大亚湾大鹏澳水产养殖的环境容量进行了预测。

项福亭等^[5]报道烟台北部养殖海区10 a间(1980~1990年)无机氮年平均含量由 40.5 mg/m^3 增加到 102 mg/m^3 ,增加了1.5倍。四十里湾清泉寨海区的 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 的平均值由 1.7 mg/m^3 (1981年6~7月)增加到 23.5 mg/m^3 (1994年6~7月),13 a间增加了13倍。

1982年Tenore等测定Ria de Arosa湾贻贝筏式养殖的C沉积量为 $1 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ 。积聚在海底的有机物可以影响底栖群落的变化。1985年Kaspar等报道了

新西兰 Kenepuru 湾和 Marlborough 湾筏式贻贝养殖海底生物性沉积对海区的影响, 养殖区与对照海区相比, 碳氮比, 氮磷比, 有机氮、氨含量及脱氮作用和总氮分解作用都较大; 养殖区底栖动物仅有多毛类, 而对照区还有双壳类、海星和甲壳类等。

筏式养殖对养殖海区的影响主要是厌氧的沉积物的形成。贻贝贝床的营养再生和对浮游植物的潜在刺激作用, 在筏式养殖中并未发现, 这可能与筏式养殖和底播养殖的水动力学的差异有关。当潮间带贻贝床被海水浸没时, 波浪和潮汐提供了溶氧并导致海底生物性沉积的再悬浮; 潮下带的贻贝养殖区更是如此; 底播养殖的收获过程也有效促使积聚生物性沉积的移动, 因此, 长期性积聚的生物性沉积不可能形成。而处于较封闭港湾的筏式养殖则相反, 波浪作用和流速都受到一定的影响, 因此, 对筏式养殖区生物性沉积的悬浮、移动等作用的实际意义不大。

我国浅海贝类筏式养殖已达 300 000 亩, 年产贝

类近 100 多万吨。不少海区已超载运行, 局部海区养殖贝类病害严重, 并导致扇贝、牡蛎和贻贝等大批死亡; 因此, 在我国养殖重点海区, 进行养殖贝类对养殖海区影响的研究具有鲜明的现实意义和深远的历史意义。

参考文献

- 1 庆 宁等。大亚湾海洋生物资源的持续利用。北京: 科学出版社, 1996, 15~ 20
- 2 朱良生等。大亚湾海洋生物资源的持续利用。北京: 科学出版社, 1996, 129~ 144
- 3 李顺志等。齐鲁渔业, 1993, 5: 13~ 16
- 4 张福绥。中国海洋科学研究及开发。青岛: 青岛出版社, 1993. 35~ 46
- 5 项福亭等。齐鲁渔业, 1996, 13(2): 1~ 4
- 6 Bacher, C. *et al.* *Ophelia*, 1995, 42: 29~ 54