

# 湄洲湾贝类养殖滩涂大型底栖动物 次级生产力研究\*

金亮<sup>1</sup>, 林秀春<sup>2</sup>, 蔡立哲<sup>3</sup>

(1. 国家海洋局舟山海洋工作站, 浙江 舟山 316100; 2. 莆田学院 环境与生命科学系, 福建 莆田 351100; 3. 厦门大学 海洋与环境学院, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 根据 2005 年 6、9、12 月和 2006 年 3 月在湄洲湾灵川贝类养殖滩涂 6 个取样站采集的大型底栖动物四个季度的定量样品, 运用 Brey 的经验公式进行了大型底栖动物栖息丰度、生物量、次级生产力和  $P/B$  值的研究计算。整个研究区域大型底栖动物年次级生产力平均值为  $34.70 \text{ g(AFDW)} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$ , 年平均  $P/B$  值为 1.32。秋季 (9 月) 的大型底栖动物的次级生产力高于其它季节, 而多贝类和寡贝类养殖断面大型底栖动物的次级生产力差异并不显著。

**关键词:** 大型底栖动物; 次级生产力; 贝类养殖滩涂; 湄洲湾

中图分类号: Q331 文献标识码: A 文章编号: 1007-6336(2009)增刊 1-0008-04

## Study on secondary production of macrobenthos in shellfish-farming mudflat in Meizhou Bay

J N Liang<sup>1</sup>, L N Xiu-chun<sup>2</sup>, CA ILi-zhe<sup>3</sup>

(1. Marine Workstation of Zhoushan, SOA, Zhoushan 316100, China; 2. Department of Environment and Life Science, Putian University, Putian 351100, China; 3. College of Oceanography and Environmental Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** Base on the macrobenthos samples taken at 6 stations in the Lingchuan shellfish-farming mudflat in Meizhou Bay in four surveys from 2005 to 2006, the knowledge of biomass and abundance of macrobenthos was obtained. Using the Brey's (1990) empirical formula, the secondary production and  $P/B$  ratio was calculated with the mean secondary production of macrobenthos in the studied area, and is  $34.70 \text{ g(AFDW)} / (\text{m}^2 \cdot \text{a})$ . The mean  $P/B$  ratio of macrobenthos is 1.32. There was significant difference in Sep. compared with other seasons, and no significant differences were found for macrofaunal secondary production between section Y (more oyster and *Ruditapes philippinarum* farming) and F (few shellfish farming).

**Key words:** macrobenthos; secondary production; shellfish-farming mudflat; Meizhou Bay

湄洲湾位于福建省中部沿海, 北邻兴化湾, 南接泉州湾, 湾内三面大陆环抱, 是一深入内陆的半封闭狭长形海湾, 是福建省重要的经济开发区和环境保护区, 处于人类活动强度大且频率高的区域。目前湄洲湾海岸带已有初步的迹象表明, 这种生态系统的退化已经在缓慢发生。

底栖动物在滩涂贝类养殖生态系统的物质循环和能量流动中发挥着重要作用, 并且可用来监测滩涂生态环境的污染状况。底栖动物在海洋生

物食物链中的重要地位使其量化研究不但对底栖动物群落自身的变化及其机制具有重要意义, 而且有利于更深入地理解和研究整个海洋生态系统的变化规律。次级生产力的研究为底栖生物的量化研究提供了一条重要途径。国内有关大型底栖动物次级生产力的研究很少, 主要是对几个种群次级生产力的研究<sup>[1]</sup>, 对整个群落次级生产力的研究, 于子山等<sup>[2]</sup>和李新正等<sup>[3]</sup>分别对渤海和胶州湾大型底栖动物次级生产力的研究, 金亮

\* 收稿日期: 2008-09-28, 修订日期: 2009-03-06

基金项目: 福建省教育厅基金资助 (JB04175)

作者简介: 金亮 (1982-), 男, 江苏省连云港市人, 助理工程师, 主要从事海洋生态研究

等<sup>[4]</sup>对深圳湾潮间带泥滩大型动物次级生产力的研究,而对于滩涂贝类养殖环境中大型底栖生物次级生产力研究尚未见详细报道。

## 1 材料与方法

### 1.1 站位设置

采样站位设在位于湄洲湾湾顶的灵川镇贝类养殖滩涂,滩涂高潮区建成虾池和鱼塘,低潮区裸露时间很短,滩涂较平坦。在该滩涂布设 Y 和 F 两条断面,各设 3 个取样点, Y 断面有较多的吊养牡蛎和菲律宾蛤仔养殖滩, YG、YZ、YD 3 个取样点分别位于中潮区第一层、第二层和第三层; F 断面较少吊养牡蛎,没有明显的菲律宾蛤仔养殖滩, FG、FZ、FD 也分别位于中潮区第一层、第二层和第三层(图 1)。

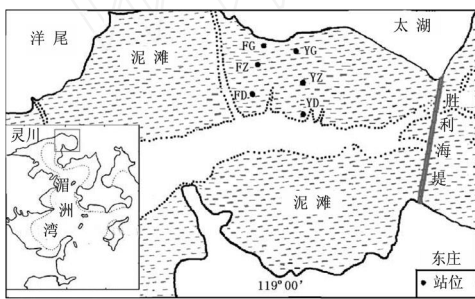


图 1 灵川贝类养殖滩涂采样站位地理位置

Fig 1 Sampling geographic stations of Lingchuan shellfish farming mudflat

### 1.2 样品采集及处理

2005 年 6 月至 2006 年 3 月每季度(分别在 6、9、12 和 3 月)采样一次,分别代表夏、秋、冬、春,样品采集在低潮时进行。操作过程按《海洋监测规范》第 7 部分:近海污染生态调查和生物监测(CB 17378.7-1998)执行。

### 1.3 次级生产力计算

采用 Brey<sup>[5]</sup>的经验公式:

$$\lg P = -0.4 + 1.007 \times \lg B - 0.27 \times \lg W \quad (1)$$

其中:  $B$  为每站大型底栖动物年平均去灰干重生物量 [ $\text{g (AFDW) / m}^2$ ];  $W$  为每站大型底栖动物年平均个体去灰干重 [ $\text{g (AFDW)}$ ];  $P$  为每站大型底栖动物次级生产力 [ $\text{g (AFDW) / (m}^2 \cdot \text{a)}$ ]。

由于

$$W = B / A \quad (2)$$

其中:  $A$  为每站大型底栖动物年平均丰度 (个/ $\text{m}^2$ )。将公式 (2) 代入公式 (1), 转换后得:

$$P = A^{0.27} \times B^{0.737} / 10^{0.4} \quad (3)$$

本文将 2005 年 6 月至 2006 年 3 月四个季度的丰度和生物量平均, 做为年平均丰度和年平均生物量。然后应用上述公式逐种计算年平均生产力, 最后将所有种类的平均生产力相加, 即得到整个群落年平均生产力。生物量湿重转换为干重的比例采用 5:1, 干重转换为去灰干重 (ash-free-dryweight, AFDW) 的比例采用 10:9<sup>[5,6]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 大型底栖生物次级生产力的平面分布

2005 年 6、9、12 和 2006 年 3 月份四次定量采样共鉴定大型底栖动物种类 101 种, 其中环节动物 52 种, 占总种数的 51.49%; 软体动物 25 种, 占总种数的 24.75%; 甲壳类 18 种, 占 17.82%; 脊索动物 3 种, 占 2.97%; 腔肠动物、扁形动物、棘皮动物各 1 种, 各占 0.99%。灵川贝类养殖滩涂 6 个站位大型底栖动物的年平均丰度、生物量和生产力见表 1。整个研究区域大型底栖动物年平均丰度为  $2.40 \times 10^3$  个/ $\text{m}^2$ , 年平均生物量为  $26.32 \text{ g (AFDW) / m}^2$ , 年平均生产力为  $34.70 \text{ g (AFDW) / (m}^2 \cdot \text{a)}$ 。Y 断面年平均生产力较高为  $36.24 \text{ g (AFDW) / (m}^2 \cdot \text{a)}$ , F 断面年平均生产力稍低为  $32.78 \text{ g (AFDW) / (m}^2 \cdot \text{a)}$ , 但是 FD 站却是所有站位中年平均生产力最高的。

表 1 灵川贝类养殖滩涂大型底栖动物年平均丰度、年平均生物量、次级生产力和  $P/B$  值

Tab 1 Yearly mean density, biomass, secondary production and  $P/B$  ratio of macrobenthos at different stations in Lingchuan shellfish farming mudflat

站位	年平均栖息丰度 / $\times 10^3 (\text{a}^{-1} \cdot \text{m}^{-2})$	年平均生物量 / $\text{g (AFDW)} \cdot \text{m}^{-2}$	次级生产力 / $\text{g (AFDW)} \cdot (\text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$	$P/B$
YD	2.12	31.54	40.07	1.27
YZ	1.62	22.09	28.66	1.30
YG	1.63	34.25	39.59	1.16
FD	3.90	26.37	41.37	1.57
FZ	1.58	27.22	33.20	1.22
FG	1.40	16.46	22.14	1.35
平均	2.40	26.32	34.70	1.32

## 2.2 大型底栖动物次级生产力的种类组成

### 2.2.1 Y断面

位于贝类养殖的中心地带,该区的 YD、YZ和 YG 站位大型底栖动物次级生产力是整个研究区域中相对偏高一些,分别为 40.07、28.66 和 39.59 g(AFDW) / (m<sup>2</sup> · a)。该区大型底栖动物次级生产力偏高的原因是出现了数量较多而且生物量较高的底栖动物如米列虫 (*Melinna* sp.)、菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinarum*) 和细纹拟捻螺 (*Acteocina exilis*) 等,这些种类在贝类养殖区外围泥滩也有出现,但是密度比较低。

### 2.2.1 F断面

位于贝类养殖的外围地带,该区的大型底栖动物的年平均次级生产力要比贝类养殖中心区域泥滩低,虽然大型底栖动物的种类组成与 Y 断面的大致相同,但是底栖动物的平均生物量稍低。该区的 FD 站的年平均生产力却是研究区域中最高的,为 41.37 g(AFDW) / (m<sup>2</sup> · a),原因是该站出现了数量较多的珠带拟蟹守螺 (*Cerithidea cingulata*)。

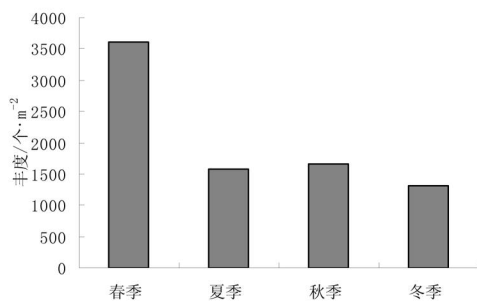


图 2 灵川贝类养殖滩涂大型底栖动物丰度的季节变化  
Fig 2 Seasonal variation of macrobenthic abundance on northern mudflat in Lingchuan shellfish farming mudflat

### 2.3 季节变化

涪洲湾灵川贝类养殖滩涂大型底栖动物平均密度春季最高(图 2),为  $3.61 \times 10^3$  个 / m<sup>2</sup>,秋季次之,夏季第三,冬季最低,为  $1.31 \times 10^3$  个 / m<sup>2</sup>。平均生物量秋季最高(图 3),为 39.53 g(AFDW) / m<sup>2</sup>,春季次之,冬季第三,夏季最低,为 19.51 g(AFDW) / m<sup>2</sup>。次级生产力的季节变化和生物量具有相同特征,秋季最高,为 44.37 g(AFDW) / (m<sup>2</sup> · a),夏季最低,为 25.98 g(AFDW) / (m<sup>2</sup> · a)。

## 3 讨论

### 3.1 次级生产力季节变化分析

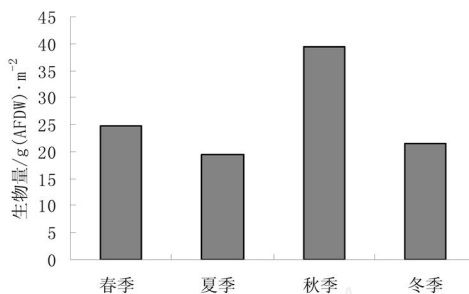


图 3 灵川贝类养殖滩涂大型底栖动物生物量的季节变化

Fig 3 Seasonal variation of macrobenthic biomass on northern mudflat in Lingchuan shellfish farming mudflat

涪洲湾灵川贝类养殖滩涂大型底栖动物次级生产力季节变化,春季和秋季较高,夏季和冬季较低。由于大型底栖动物的密度是春季最高,而生物量则是秋季最高,所以大型底栖动物密度、生物量和次级生产力的季节变化可能与盐度变化有关<sup>[7]</sup>。我们认为,冬季,由于雨水较少,从陆地流入涪洲湾潮间带的淡水相对较少,因而涪洲湾潮间带的盐度比较高;春季,由于有少量的春雨,因而涪洲湾潮间带的盐度较冬季低;夏季,由于热带风暴的影响,雨量大大增加,涪洲湾潮间带的盐度接近于淡水;秋季,热带风暴的影响已接近尾声,雨量减少,盐度回升,这是盐度影响大型底栖动物次级生产力季节变化的原因。

### 3.2 与其他海域的比较

$P/B$  是生产力与生物量之比,它指生物量轮回的次数,其值高低与生物的生命周期有关,因此,它是一个与生物及其环境因子密切相关的比值<sup>[8]</sup>。本文计算出涪洲湾灵川贝类养殖滩涂 6 个取样站的年平均生产力  $P$  为 26.32,年平均生物量  $B$  为 34.70(见表 1),则年  $P/B$  为 1.32。本研究的涪洲湾灵川贝类养殖滩涂的数值由表 1 可以看出, $P/B$  与  $B$  和  $P$  呈相反的关系, $P/B$  较高的站位,而其  $B$  和  $P$  却较低;相反, $B$  和  $P$  较高的站位,而其  $P/B$  则较低。与来自不同地区的研究资料对比(表 2),同样是河口潮间带,涪洲湾灵川贝类养殖滩涂潮间带的生物量和次级生产力明显要比 Lynher 河口高得多,但是比深圳湾要低。而胶州湾和渤海处于水深 7 m 和 20 m 的水域,因此生物量和次级生产力较低。与其他研究海域相比,涪洲湾灵川贝类养殖滩涂的次级生产力较高,原因一是与涪洲湾灵川贝类养殖滩涂有机质含量有关,在此栖息的底栖动物是高有机负荷的种

类;二是湄洲湾灵川贝类养殖滩涂营养较丰富, 周围河流淡水的流入带入了大量的营养物质。

表 2 灵川贝类养殖滩涂大型底栖动物平均生物量和平均生产力与其他海域的比较

Tab 2 Comparison of mean biomass and secondary production of macrobenthos on northern mudflat in Lingchuan shellfish farming mudflat with other seas in world

海区	生物量 / g (A FDW) · m <sup>-2</sup>	生产力 / g(A FDW) · (m <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	P/B	水深 /m	沉积类型	作者
湄洲湾	26.32	34.70	1.32	潮间带	软泥	本文
深圳湾	19.82	54.55	2.95	潮间带	软泥	金亮 <sup>[4]</sup>
Lynher河口 (英国)	13.24	13.31	1.01	潮间带	软泥	Wawick <sup>[8]</sup>
渤海	7.96	6.49	0.82	20	泥沙	于子山 <sup>[2]</sup>
胶州湾	16.30	13.41	1.05	7	软泥	李新正 <sup>[3]</sup>

### 3.3 整个区域年次级生产力估算

低潮时,整个湄洲湾潮间带滩涂面积约 72 km<sup>2</sup>。参照本文得到的湄洲湾滩涂大型底栖动物年平均生产力为 26.32 g(AFDW) / (m<sup>2</sup> · a),由此计算得到湄洲湾滩涂整个年生产力为 1.895 × 10<sup>9</sup> g(AFDW)。即,湄洲湾滩涂每年大型底栖动物的次级生产力大约为 1895 t 去灰干重,或是 2105.5 t 干重,或是 10527.5 t 湿重。

致谢:本调查得到厦门大学环境科学研究中心环境生态学实验室、福建省湄洲湾环境监测站及国家海洋局第三海洋研究所江锦祥研究员的支持和帮助,特此谢忱。

### 参考文献:

[1] 周一兵,谢祚浑. 虾池中日本刺沙蚕的次级生产力研究[J]. 水产学报,1995,19(2):140-150.

- [2] 于子山,张志南,韩洁. 渤海大型底栖动物次级生产力的初步研究[J]. 青岛海洋大学学报,2001,31(6):867-871.
- [3] 李新正,王洪法,张宝琳. 胶州湾大型底栖动物次级生产力初探[J]. 海洋与湖沼,2005,36(11):527-533.
- [4] 金亮,蔡立哲,周细平,等. 深圳湾北岸泥滩大型底栖动物次级生产力研究[J]. 台湾海峡,2007,26(3):415-421.
- [5] BREY T. Estimating production of macrobenthic invertebrates from biomass and mean individual weight[J]. Meeresforsch, 1990, 32: 329-343.
- [6] 莱莉 CM,帕森斯 TR,著. 张志南,周红译. 生物海洋学导论. [M] 青岛:青岛海洋大学出版社,2000. 153-192
- [7] CAI L Z, ZHENG T L, LI N J D, et al. The spatial and temporal distributions of *Dendronereis pinnaticirris* and *Neanthes glandicincta* (Polychaeta: Nereidae) in an organically-enriched mudflat of Deep Bay, China [J]. Asian Marine Biology, 2001, 18: 25-34.
- [8] WARWICK RM, PRICE R. Macrofauna production in an estuarine mud-flat [J] Marine Biology, 1975, 55: 1-18.