

文章编号: 1000-0615(2003)06-0595-05

· 研究简报 ·

# 象山港浮游动物生物量和丰度的季节变动

王春生<sup>1,2</sup>, 刘镇盛<sup>1,2</sup>, 何德华<sup>1</sup>

(1. 国家海洋局第二海洋研究所, 浙江 杭州 310012; 2. 国家海洋局海底科学重点实验室, 浙江 杭州 310012)

关键词: 浮游动物; 生物量; 丰度; 季节变动; 象山港

中图分类号: S931.1 文献标识码: A

## Seasonal dynamics of zooplankton biomass and abundance in Xiangshan Bay

WANG Chun-sheng<sup>1,2</sup>, LIU Zhen-sheng<sup>1,2</sup>, HE De-hua<sup>1</sup>

(1. Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou 310012, China;

2. Key Laboratory of Submarine Geosciences of State Oceanic Administration, Hangzhou 310012, China)

**Abstract:** On the basis of the data of zooplankton collected from 20 stations in Xiangshan Bay in January, April, July and October, 2000, the abundance and biomass of zooplankton and the relations to mariculture environment are analyzed in this paper. The results show that there were significant seasonal variations in zooplankton biomass and abundance in the surveyed area. The biomass peaked in July, followed by April and October, and the lowest biomass appeared in January. The highest abundance was observed in April, followed by July, October and January. There were similar horizontal distribution patterns for the biomass and abundance of zooplankton. They both decreased from bay head to bay mouth in January and April, but increased from bay head to bay mouth during October. Biomass and abundance were distributed evenly in the surveyed area in July. The zooplankton biomass and abundance in cage culture area were apparently lower than those in non-culture area indicating that cage culture has negative effects on zooplankton in surrounding waters.

**Key words:** zooplankton; biomass; abundance; seasonal dynamics; Xiangshan Bay

浮游动物是水域主要的次级生产者,也是养殖经济动物的重要饵料,其数量分布和变动直接或间接地影响到渔业资源的变动。象山港是多种海洋生物繁殖、索饵和肥育的优良场所,也是浙江省发展海水养殖业的重要基地之一。自 1980 年全国海岸带海洋生物资源调查以来,陆续有一些象山港浮游动物的报导<sup>[1-4]</sup>,<sup>①</sup>但缺少针对整个港区浮游动物数量分布的专门调查和研究。为此,在 2000 年春、夏、秋、冬季分别进行了 4 个航次的全港区浮游动物调查。本文使用这些调查资料对浮游动物生物量和丰度的分布、季节变动及其与养殖环境的关系进行了探讨,为象山港养殖容量的评估提供科学依据。

### 1 材料与方 法

在 2000 年 1 月、4 月、7 月和 10 月进行四次大面调查,全港共设 20 个大面站(图 1),用装流量计的浅水 I 型浮游生物

收稿日期: 2003-01-20

作者简介: 王春生(1964-),男,浙江台州人,研究员,主要从事海洋生态学研究。E-mail: cswang@sio.zj.edu.cn

<sup>①</sup>李志诚,沈新强,顾新根.浮游动物生态调查,象山港水产开发技术论文报告集,1995. 99-113.

网自底至表层垂直拖网采集一次,样品均用中性福尔马林固定。室内样品处理和分析方法见文献[5]。

为了便于分析和比较,将全区分为4个亚区,即湾顶(P1~P6和P15)、湾中部(P7~P10和P16)、湾口(P11~P14)和湾顶栖凤双山网箱养殖区(P17~P20)。

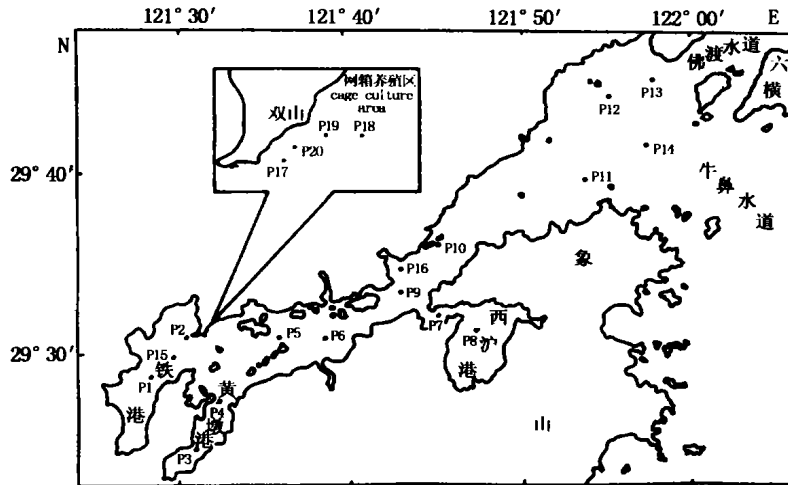


图1 采样站位图

Fig.1 Location of sampling stations

## 2 结果

### 2.1 生物量的季节变动和平面分布

#### 2.1.1 生物量的季节变动

4个季节生物量的平均值为  $79.41 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 其中7月最高, 达  $155.26 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 1月最低, 仅为  $10.43 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 4月和10月介于两者之间, 分别为  $111.14 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  和  $40.80 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  (图2)。

#### 2.1.2 生物量的平面分布

1月生物量从湾顶 ( $24.46 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 向湾中部 ( $3.13 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 和湾口 ( $1.08 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 逐渐降低 (图3)。4月, 生物量分布趋势同1月, 也从湾顶 ( $214.25 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 向湾中部 ( $48.70 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 和湾口 ( $22.19 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 逐渐降低 (图4)。

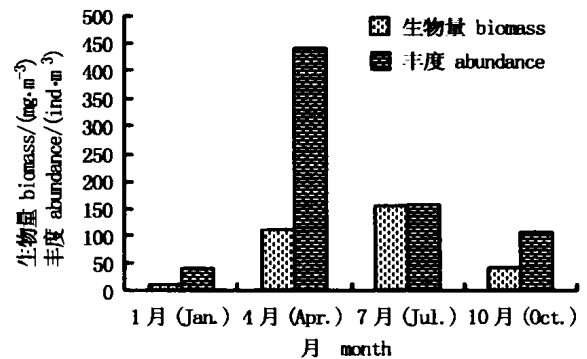


图2 浮游动物生物量和丰度的季节变动

Fig.2 Seasonal variation of zooplankton biomass and abundance

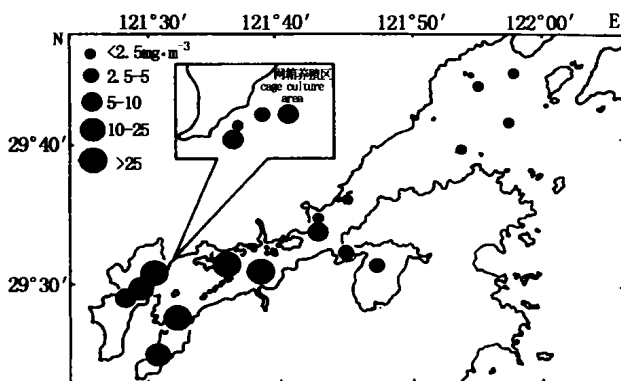


图3 1月浮游动物生物量的平面分布

Fig.3 Horizontal distribution of zooplankton biomass in January

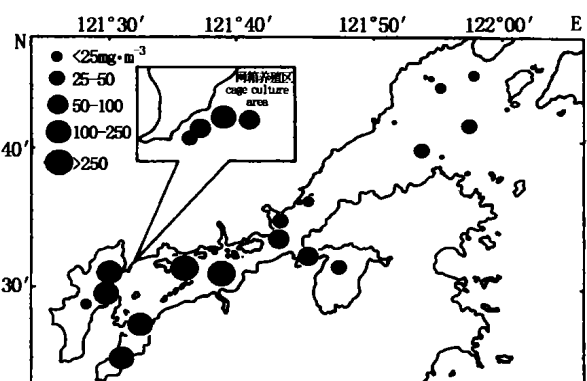


图4 4月浮游动物生物量的平面分布

Fig.4 Horizontal distribution of zooplankton biomass in April

7月,全港生物量普遍较高,分布较均匀(图5)。湾中部( $193.53 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )稍高于湾顶( $179.05 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )和湾口( $135.65 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )。

10月,生物量从湾顶向湾口逐渐增加(图6),湾顶、湾中部和湾口的平均生物量分别为  $19.75 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 、 $41.31 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  和  $109.28 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。

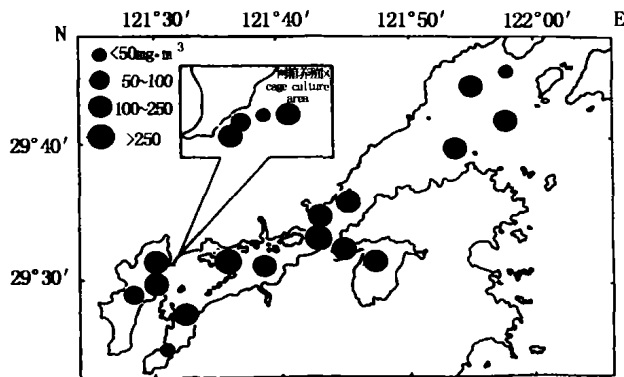


图5 7月浮游动物生物量的平面分布

Fig.5 Horizontal distribution of zooplankton biomass in July

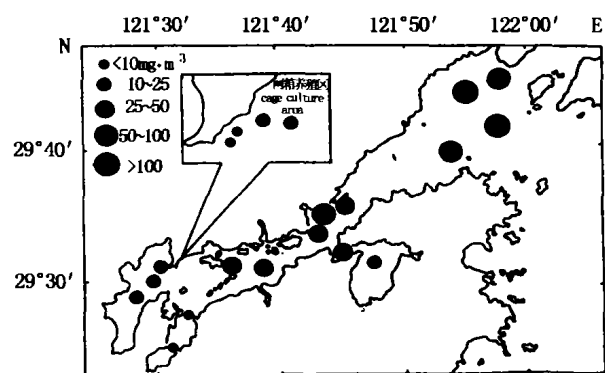


图6 10月浮游动物生物量的平面分布

Fig.6 Horizontal distribution of zooplankton biomass in October

## 2.2 丰度的季节变动和平面分布

### 2.2.1 丰度的季节变动

4个季节浮游动物丰度的平均值为  $186.22 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ,其中4月最高,达  $440.49 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ,1月最低,仅为  $40.57 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ,7月和10月介于两者之间,分别为  $157.31 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 和  $106.49 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ (图2)。

### 2.2.2 丰度的平面分布

1月,丰度的平面分布类似于生物量,从湾顶向湾口逐渐降低(图7),湾顶、湾中部和湾口的平均丰度分别为  $75.07 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 、 $26.28 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 和  $9.21 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 。主要由腹针胸刺水蚤(*Centropages abdominalis*)、异体住囊虫(*Oikopleura dioica*)和捷氏歪水蚤(*Tortanus derjugini*)组成,它们分别占浮游动物总丰度的42.03%、16.34%和15.21%。

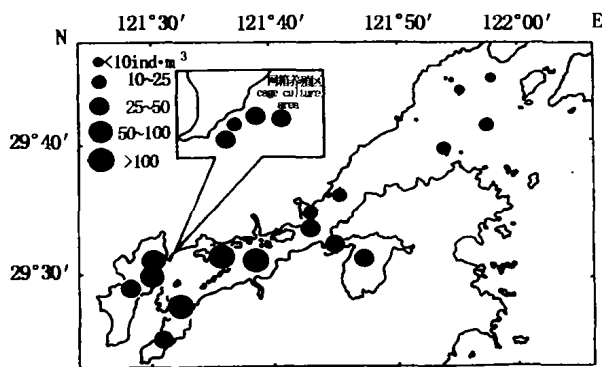


图7 1月浮游动物丰度的平面分布

Fig.7 Horizontal distribution of zooplankton abundance in January

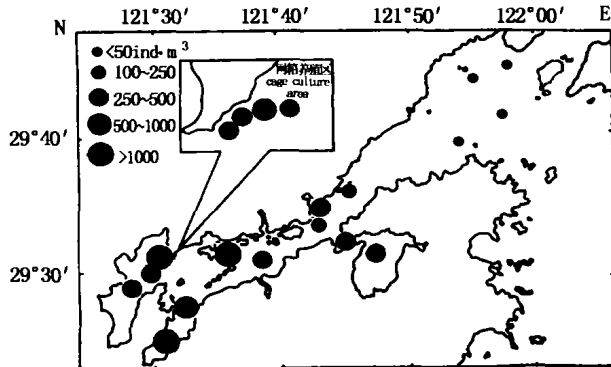


图8 4月浮游动物丰度的平面分布

Fig.8 Horizontal distribution of zooplankton abundance in April

4月,丰度的平面分布类似于生物量,从湾顶向湾口逐渐降低(图8),湾顶、湾中部和湾口的平均丰度分别为  $748.22 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 、 $218.11 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 和  $68.28 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 。主要由腹针胸刺水蚤组成,它占了浮游动物总丰度的76.25%,此外,短尾类蚤状幼体也较多,占浮游动物总丰度的10.21%。

7月,丰度分布相对较均匀(图9),但最高仍在湾顶,达到  $236.83 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ,湾中部和湾口相近,分别为  $118.19 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$

和  $106.26 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 。主要由短尾类蚤状幼体、太平洋纺锤水蚤 (*Acartia pacifica*)、背针胸刺水蚤 (*Centropages dorsispinatus*) 和真刺唇角水蚤 (*Labidocera euchaeta*) 组成, 它们分别占浮游动物总丰度的 29.17%, 16.76%, 11.27% 和 7.41%。

10月, 中部的丰度最高(图10), 为  $170.04 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ , 其次为湾口 ( $138.4 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ), 湾顶最低 ( $80.91 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ )。主要由针刺拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*)、太平洋纺锤水蚤、汤氏长足水蚤 (*Calanopia thompsoni*) 和异体住囊虫组成, 它们分别占浮游动物总丰度的 20.00%、19.65%、11.35% 和 8.30%。

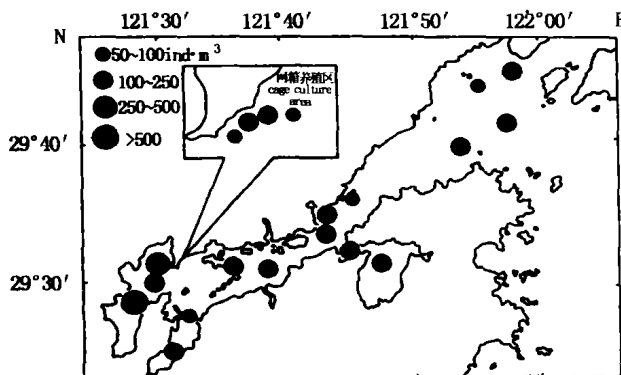


图9 7月浮游动物丰度的平面分布

Fig.9 Horizontal distribution of zooplankton abundance in July

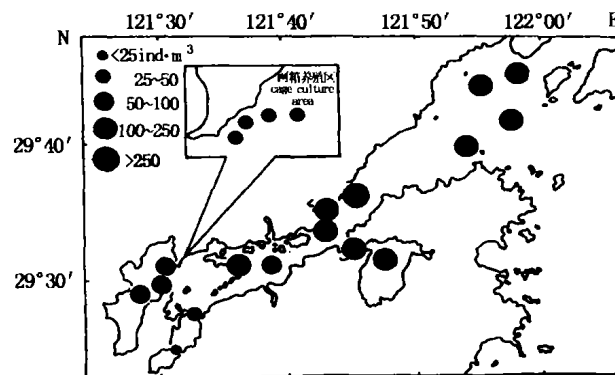


图10 10月浮游动物丰度的平面分布

Fig.10 Horizontal distribution of zooplankton abundance in October

### 2.3 湾顶养殖区与非养殖区比较

表1显示湾顶网箱养殖区的浮游动物生物量和丰度明显低于非养殖区。

表1 湾顶网箱养殖区与非养殖区浮游动物生物量与丰度比较

Tab.1 Comparison of zooplankton biomass and abundance between cage culture area and non-culture area in upper bay

季节 season	生物量 ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) biomass		丰度 ( $\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ) abundance	
	养殖区 cage culture area	非养殖区 non-culture area	养殖区 cage culture area	非养殖区 non-culture area
冬季(1月) winter (Jan.)	4.36	24.46	29.42	75.07
春季(4月) spring (Apr.)	97.70	214.25	552.14	748.22
夏季(7月) summer (Jul.)	85.42	179.05	118.01	236.83
秋季(10月) autumn (Oct.)	8.50	19.75	39.76	80.91

### 3 讨论

生物量4季均值为  $79.41 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , 与1995年调查结果接近<sup>①</sup>。季节变动趋势为7月最高, 达  $155.26 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , 1月最低, 仅为  $10.43 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , 4月和10月介于两者之间, 分别为  $111.14 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  和  $40.80 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。平面分布特征为1月和4月生物量从湾顶向湾口逐渐降低; 7月全港生物量普遍较高, 分布较均匀, 湾中部稍高于湾顶和湾口; 而在10月生物量从湾顶向湾口逐渐增加。

浮游动物丰度4季均值为  $186.22 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ , 其中4月最高, 达  $440.49 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ , 1月最低, 仅为  $40.57 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ , 7月和10月介于两者之间, 分别为  $157.31 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$  和  $106.49 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ 。1月和4月丰度的平面分布类似于生物量, 从湾顶向湾口逐渐降低; 7月丰度分布相对较均匀, 最高仍在湾顶, 湾中部和湾口相近; 10月中部的丰度最高, 其次为湾口, 湾顶最低。

浮游动物生物量和丰度平面分布与象山港的水动力环境有关。冬季盛行偏北风, 在其作用下, 长江冲淡水几乎紧贴浙江近岸南行, 象山港湾口区受其影响<sup>[1]</sup>, 海水混合强, 水团稳定性差, 悬浮物浓度高, 透明度低, 不利于浮游植物光合作用的进行, 因而抑制了其生长繁殖, 致使浮游植物现存量较低, 因而浮游动物的生物量也较低; 湾顶部受陆缘影响明显, 海流平缓, 水体交换缓慢, 稳定性好, 悬浮物浓度低, 透明度较高, 具备浮游植物进行光合作用生长繁衍的良好环境, 因此浮游动物的生物量也较高。而在夏季台湾暖流势强逼岸, 在偏南风 and 台湾暖流的共同作用下, 长江冲淡水自长江口向东

北方向扩展,因此象山港湾口主要受台湾暖流的影响<sup>[1]</sup>,带来了一些暖水性的浮游动物,使湾口的生物量和丰度增加,整个海湾浮游动物的生物量和丰度较高,且分布较均匀。

浮游动物丰度最高在春季,而生物量最高却出现在夏季,主要是由于夏季出现了较多大个体的浮游动物,尤其是水母类的种类数和丰度明显高于春季,此外,还有中华假磷虾(*Pseudeuphausia sinica*)和细螯虾(*Leptochela gracilis*)等大型浮游动物出现。

湾顶栖凤双山网箱养殖区的浮游动物生物量和丰度明显低于非养殖区,这除了养殖鱼类花鲈(*Lateolabrax japonicus*)、大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)和美国红鱼(*Sciaenops ocellatus*)等摄食外,可能主要与网箱养殖区水质变差有关。近年来象山港网箱养鱼快速发展,至2000年底象山港网箱数量已达5万只,其中湾顶栖凤双山海域2万只左右,主要养殖品种为花鲈、大黄鱼和美国红鱼,以投饵方式养殖<sup>②</sup>。由于残饵和粪便等排泄物的耗氧分解及养殖鱼类呼吸作用,使水体中的化学耗氧量升高、溶解氧含量降低,水质恶化<sup>[6]</sup>,不利于周围水体中浮游动物的生存。因此,需要对整个象山港,尤其是水交换条件差的湾顶的网箱数量进行控制,以恢复象山港的生态环境,维持良好的水质,确保养殖业的可持续发展。在网箱的布局上,应避免局部过密和港顶部过密,应向水交换条件较好的近湾口区发展。

#### 参考文献:

- [1] Edition Committee of Survey Report on the Coastal Zone of Zhejiang Province and Its Natural Resources. Survey report on the coastal zone of Zhejiang Province and its natural resources[R]. Beijing: China Ocean Press, 1988. 1-225. [浙江省海岸带和海涂资源综合调查报告编写委员会. 浙江省海岸带和海涂资源综合调查报告[R]. 北京:海洋出版社,1988. 1-225.]
- [2] Edition Committee of the Bay Chorography in China. The bay chorography in China [M]. Beijing: China Ocean Press, 1992. 5:166-233. [中国海湾志编辑委员会. 中国海湾志[M]. 北京:海洋出版社,1992. 5:166-233.]
- [3] Bai H P. Zooplankton in coastal zone of northern Zhejiang [A]. Transactions of the Chinese Crustacean Society [C]. Edited by the Chinese Crustacean Society, Beijing: Science Press, 1990. 2: 79-88. [柏怀萍. 浙江北部沿岸浅海的浮游动物[A]. 甲壳动物学论文集[C]. 北京:科学出版社,1990. 2:79-88.]
- [4] He D H, Liu H B, Seng W L, et al. A preliminary analysis of bait in Zhejiang coastal shallow water I. Zooplankton and fishery [A]. Proceedings of international symposium on the coastal zone, with special reference to the coastal zone of China [C]. Beijing: China Ocean Press, 1990. 466-481.
- [5] Wang C S, Yang G M, He D H, et al. Community structure and interannual variation of zooplankton in the waters near the Qinshan nuclear power station[J]. Donghai Marine Science, 1999. 17(1):37-47. [王春生, 杨关铭, 何德华, 等. 秦山核电站邻近水域浮游动物的群落结构和年际变动[J]. 东海海洋, 1999. 17(1):37-47.]
- [6] Ning X R, Hu X G. Study and evaluation on culture ecology and cage cultural capacity in Xiangshan Bay[M]. Beijing: China Ocean Press, 2002. 1-134. [宁修仁, 胡锡钢. 象山港养殖生态和网箱养鱼养殖容量研究与评价[M]. 北京:海洋出版社,2002. 1-134.]

②张 健,王春生. 浙江沿海(宁海)电厂环境影响报告书(海域专题). 杭州:国家海洋局第二海洋研究所,2003. 1-150.