

## 长江河口锋区桡足类优势种聚集特征的研究\*

徐兆礼 王云龙 袁 骥 蒋 玫 陈亚瞿

(中国水产科学研究院长江口渔业生态重点实验室, 东海水产研究所, 上海 200090)

**摘 要** 对长江河口锋区桡足类优势种的聚集强度测度进行了分析。本文选择优势度  $Y \geq 0.1$  的桡足类为本水域优势种, 丰水期优势种有: 中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)、真刺唇角水蚤(*Labidocera euchaeta*)、背针胸刺水蚤(*Centropages dorsispinatus*)、太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)、火腿许水蚤(*Schmackeria poplesia*)。枯水期有: 中华哲水蚤、真刺唇角水蚤、虫肢歪水蚤(*Tortanus vermiculus*)、汤匙华哲水蚤(*Sinocalanus tenellus*)、亚强真哲水蚤(*Eucalanus subcrassus*)。运用聚集强度指标, 通过对这些优势种在长江河口锋区空间分布特征的研究, 发现长江河口锋区桡足类聚集强度丰水期高于枯水期; 河口半咸水种聚集特征明显, 且各指标值明显高于低盐近岸种, 而外海高盐种最低。

**关键词** 长江, 河口, 河口锋, 桡足类, 优势种, 聚集强度

长江口及其毗邻水域是受多种水系作用的复杂的水域, 也是我国海洋渔业十分重要的传统渔场。丰富的长江径流携带着大量的营养盐及生源要素等物质入海, 给河口区生态环境带来巨大影响。此外, 长江冲淡水在向东扩展过程中, 也不断与沿岸流及诸外海水系交汇而形成河口锋<sup>[1,2]</sup>。该锋面常随季节、潮汐及气象等环境变化而变化。长江口水环境的复杂性, 导致适应不同环境的浮游动物在空间分布的差异性<sup>[3-5]</sup>。本文以长江河口锋区浮游桡足类为例, 旨在这方面进行探讨, 以反映种群聚集强度特征的变化。

### 1 材料与方法

主要自 1988~1989 年长江河口锋区 3 次专项调查资料(表 1)。3 次调查共进行了 101 个大面测站垂直采集, 用大型浮游生物网, 共采集浮游动物样品 101 瓶。样品采集方法及标本处理等均按《海洋调查规范—海洋生物调查》进行。标本均经 5% 福尔马林溶液固定后再进行分类、鉴定、计数及资料整

理。

过去常以平均密度( $\bar{X}$ )作为拥挤的一个相对测度, 但  $\bar{X}$  是基于对所有样方加以平均而得到的一个统计量, 尽管它是总体均值的无偏估计量, 从数理统计的角度看, 它无可指责, 然而从生态学的角度看, 它受零样方的干扰, 可能向人们传递了有偏的信息。本文除  $\bar{X}$  外, 采用了表 2 中 5 个聚集强度的指标, 它们从不同的方面反映了这些优势种的聚集情况。 $\bar{X}$  反映了该优势种在调查水域生物资源的状况; 丛生指标( $I$ ) 反映了该种的集群性, 但受该种  $\bar{X}$  的影响; 平均拥挤( $\bar{X}'$ ) 不受零样方的干扰; 聚块性指标( $\bar{X}'/\bar{X}$ ) 既不受零样方的干扰, 又不受  $\bar{X}$  的影响。综合考虑  $\bar{X}$ 、 $\bar{X}'/\bar{X}$  和  $\bar{X}'$  值的变化, 可以分析种群个体或聚集或扩散的趋势; 负二项分布参数倒数  $C_A$  是一个参数性指标, 不受  $\bar{X}$  的影响也不随群体中个体的随机迁移而变化。各指标值均由自编程序经电子计算机处理所得, 计算公式参见文献[6]。

### 2 结果

#### 2.1 优势种的选取

为了便于分析, 应将桡足类优势种数目控制在一定的范围。选择优势度  $Y \geq 0.1$  即为 1988 年 2

收稿日期: 1999-09-01

\* 国家自然科学基金重大项目(9887005)

个调查航次中桡足类的优势种, 优势度  $Y > 0.02$  为 1989 年 8 月时的优势种(本航次测样站位分布与 1988 年度不同)。优势种名见表 2。

表 1 河口锋区调查情况  
Table 1 Investigation situation

| 航次<br>voyage<br>number | 调查范围<br>investigation<br>range          | 站位数<br>station<br>number                | 时间<br>time      |
|------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|
| 1                      | 121°50' ~ 123°00'E,<br>30°50' ~ 31°35'N | 45                                      | Aug, 1988       |
| 丰水期<br>flood           | 3                                       | 121°05' ~ 124°30'E,<br>30°51' ~ 31°35'N | 25<br>Aug, 1989 |
| 枯水期<br>ebb             | 2                                       | 122°00' ~ 123°00'E,<br>30°40' ~ 31°50'N | 31<br>Dec, 1988 |

表 2 长江河口锋区桡足类优势种及代表性种聚集强度和平均数

| Table 2 The assemblage density and average of dominants in plume front zone of the Changjiang estuary |                                            |          |                   |           |                             |               |                     | $m^{-3}$           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|-------------------|-----------|-----------------------------|---------------|---------------------|--------------------|
| 时间<br>time                                                                                            | 优势种<br>dominant species                    | 优势度<br>Y | 平均密度<br>$\bar{X}$ | 丛生指数<br>I | 聚块性指标<br>$\bar{X}'/\bar{X}$ | 扩散指标<br>$I_d$ | 负二项分布<br>参数倒数 $C_A$ | 平均拥挤<br>$\bar{X}'$ |
| 1988.8<br>丰水期<br>flood tide                                                                           | 太平洋纺锤水蚤<br><i>Acartia pacifica</i>         | 0.15     | 32.83             | 145.15    | 5.42                        | 5.54          | 4.42                | 177.97             |
|                                                                                                       | 中华哲水蚤<br><i>Calanus sinicus</i>            | 0.13     | 50.17             | 133.55    | 3.66                        | 3.74          | 2.66                | 183.72             |
|                                                                                                       | 真刺唇角水蚤<br><i>Labidocera euchaeta</i>       | 0.13     | 107.04            | 1 501.58  | 15.03                       | 15.38         | 14.03               | 1 608.62           |
|                                                                                                       | 背针胸刺水蚤<br><i>Centropages dorsispinatus</i> | 0.12     | 42.27             | 598.04    | 15.15                       | 15.50         | 14.15               | 640.31             |
|                                                                                                       | 太平洋纺锤水蚤<br><i>Acartia pacifica</i>         | 0.03     | 372.58            | 6 252.35  | 17.78                       | 18.58         | 16.78               | 6 624.93           |
| 1989.8<br>丰水期<br>flood tide                                                                           | 中华哲水蚤<br><i>Calanus sinicus</i>            | 0.03     | 17.60             | 18.80     | 2.07                        | 2.16          | 1.07                | 36.40              |
|                                                                                                       | 亚强真哲水蚤<br><i>Eucalanus subcrassus</i>      | 0.03     | 9.94              | 85.86     | 9.65                        | 10.08         | 8.65                | 95.90              |
|                                                                                                       | 真刺唇角水蚤<br><i>Labidocera euchaeta</i>       | 0.02     | 36.33             | 285.59    | 8.86                        | 9.26          | 7.86                | 321.91             |
|                                                                                                       | 火腿许水蚤<br><i>Schmackeria poplesia</i>       | 0.02     | 50.36             | 6 608.15  | 132.23                      | 138.18        | 131.23              | 6 658.50           |
|                                                                                                       | 真刺唇角水蚤<br><i>Labidocera euchaeta</i>       | 0.34     | 70.30             | 389.78    | 6.54                        | 6.75          | 5.54                | 460.08             |
| 1988.12<br>枯水期<br>ebb tide                                                                            | 中华哲水蚤<br><i>Calanus sinicus</i>            | 0.33     | 3.82              | 2.68      | 1.70                        | 1.75          | 0.70                | 6.5                |
|                                                                                                       | 虫肢歪水蚤<br><i>Tortanus vermiculus</i>        | 0.17     | 8.23              | 51.47     | 7.26                        | 7.49          | 6.26                | 59.70              |
|                                                                                                       | 汤匙华哲水蚤<br><i>Sinocalanus tenellus</i>      | 0.03     | 4.23              | 797.04    | 189.37                      | 195.43        | 188.37              | 801.27             |
|                                                                                                       |                                            |          |                   |           |                             |               |                     |                    |

在丰水期, 桡足类优势种的聚集强度规律类似于枯水期, 只不过指标值高于枯水期。

由表 2 可知, 近岸低盐种真刺唇角水蚤、背针胸刺水蚤和太平洋纺锤水蚤的聚集强度指标值高于外海高盐种的中华哲水蚤。尽管中华哲水蚤的  $\bar{X}$  高

## 2.2 种群聚集强度

由表 2 可知, 在枯水期, 长江口淡水指标种汤匙华哲水蚤  $\bar{X}$  仅为  $4.23 m^{-3}$ , 但其聚集强度各指标值高于  $\bar{X}$  100 多倍, 且远远高于其它优势种, 其中  $\bar{X}'/\bar{X}$ 、 $I_d$ 、 $C_A$  值高出其它优势种 40 多倍, 分别为 189.37、195.43、190.78; 河口半咸水种虫肢歪水蚤、近岸低盐种真刺唇角水蚤也比温带外海高盐种中华哲水蚤要高得多, 真刺唇角水蚤高密度区分布在  $31^{\circ}10'N$ 、 $122^{\circ}24'E$  附近。虫肢歪水蚤在长江口崇明岛东端即  $31^{\circ}25'N$ 、 $122^{\circ}20'E$  附近, 相比之下, 中华哲水蚤在  $122^{\circ}20'E$  以东广大水域都有较为均匀

的分布。近岸低盐的真刺唇角水蚤的  $\bar{X}$  高出中华哲水蚤 2 倍, 但真刺唇角水蚤丛生指标(1 501.58), 平均拥挤(1 608.62)均高出中华哲水蚤 10 多倍。聚块性指标、扩散指标和负二项分布参数倒数( $C_A$ )指标值也高出中华哲水蚤

近 5 倍。

### 3 讨论

#### 3.1 丰水期与枯水期的比较

依据丰水期与枯水期桡足类优势种聚集强度特征比较(表 2), 丰水期桡足类的聚集特征比枯水期明显。以 1988 年 8 月与 12 月比较, 扣除  $\bar{x}$  的影响, 真刺唇角水蚤的聚集强度丰水期是枯水期的 3 倍, 中华哲水蚤也如此。据华东师大河口研究所胡方西等<sup>[2]</sup>对长江河口盐度锋的研究在丰水期由于长江口冲淡水的影响, 巨大的淡水水舌在台湾暖流及相应

的浙江外海高盐水顶托下向东北方向伸展逐渐脱离海底, 浮在南黄海高盐混合水团上方, 形成了以  $31^{\circ}40'N$ 、 $122^{\circ}40'E \sim 123^{\circ}10'E$  为中心的羽状锋, 表面和底层海水分层明显、盐度差和温度差相当大, 并在台湾暖流与长江冲淡水的交界处形成了明显的上升流, 凭籍长江水带来丰富的营养盐, 在羽状锋面偏淡水侧及河口锋面外侧, 形成了一个浮游生物高生物量区。由图 1 可见, 近岸低盐种真刺唇角水蚤在上述水域形成了明显的聚集, 太平洋纺锤水蚤(近岸低盐种)也聚集在这一水域(图 2), 而温带高盐种中华哲水蚤则聚集在锋面靠外海水一侧。

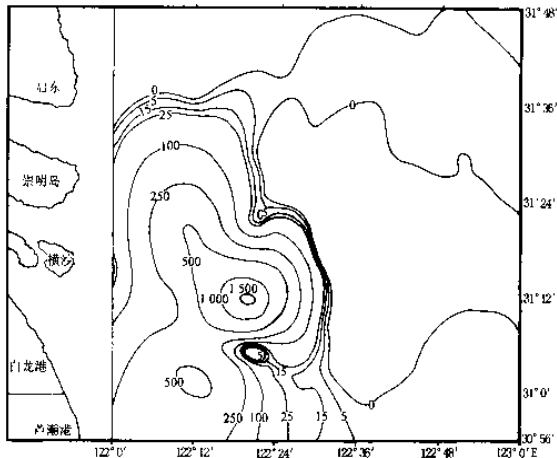


图 1 1988 年 8 月长江河口锋真刺唇角水蚤平面分布

Fig.1 Distribution of *Labidocera euchaeta* in plume front zone of the Changjiang estuary in Aug, 1988

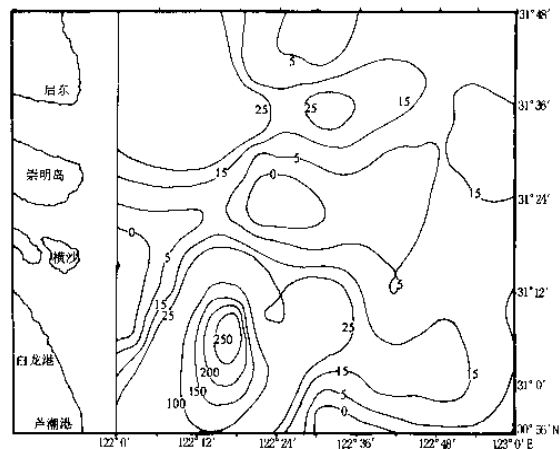


图 2 1988 年 8 月长江河口锋太平洋纺锤水蚤平面分布

Fig.2 Distribution of *Acartia pacifica* in plume front zone of the Changjiang estuary in Aug, 1988

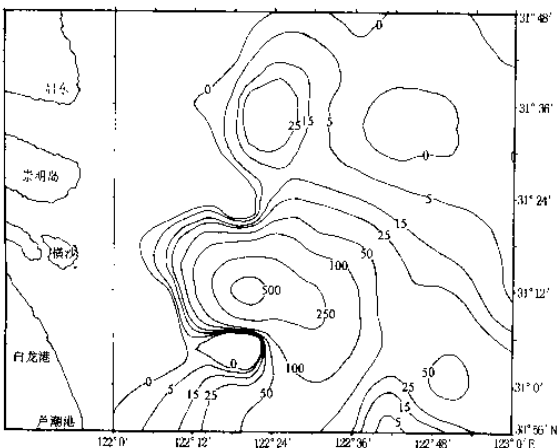


图 3 1988 年 8 月长江河口锋背针胸刺水蚤平面分布

Fig.3 Distribution of *Centropages dorsispinatus* in plume front zone of the Changjiang estuary in Aug, 1988

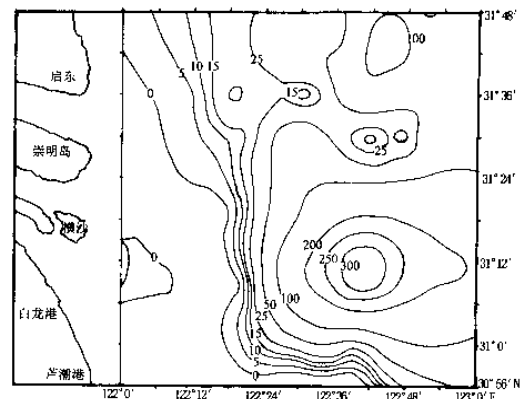


图 4 1988 年 8 月长江河口锋中华哲水蚤平面分布

Fig.4 Distribution of *Calanus sinicus* in plume front zone of the Changjiang estuary in Aug, 1988

### 3.2 近岸低盐种与外海高盐种的比较

由表2可见,无论丰水期和枯水期,近岸种的聚集强度明显高于外海种。

在丰水期,122°50'E以东水域几乎没有近岸种真刺唇角水蚤(图1),但该种在122°30'E、31°20'N形成了一个高数量聚集区,中心数量高达1500  $m^{-3}$ ,可见其有明显的聚集性。而近岸种太平洋纺

锤水蚤和背针胸刺水蚤(图2,3)也有类似的情况。外海高盐种中华哲水蚤有所不同(图4,5),该种虽然在31°20'N、122°40'E有一个高数量区,但中心密度不及近岸种,且高数量区范围比较大,甚至在31°50'N、122°50'E还有高数量的分布,故聚集程度要低得多。

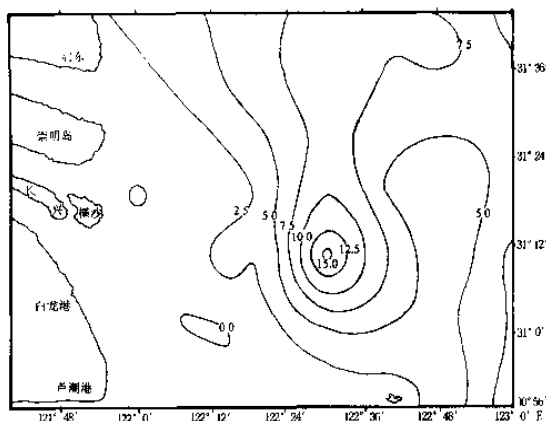


图5 1988年12月长江河口锋中华哲水蚤平面分布

Fig.5 Distribution of *Calanus sinicus* in plume front zone of the Changjiang estuary in Aug, 1988

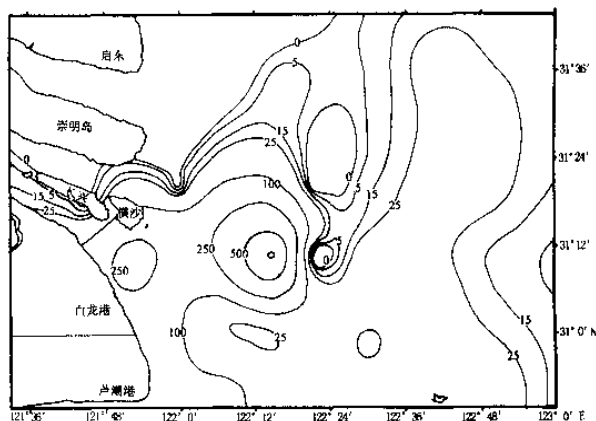


图6 1988年12月长江河口锋真刺唇角水蚤平面分布

Fig.6 Distribution of *Labidocera euchaeta* in plume front zone of the Changjiang estuary in Aug, 1988

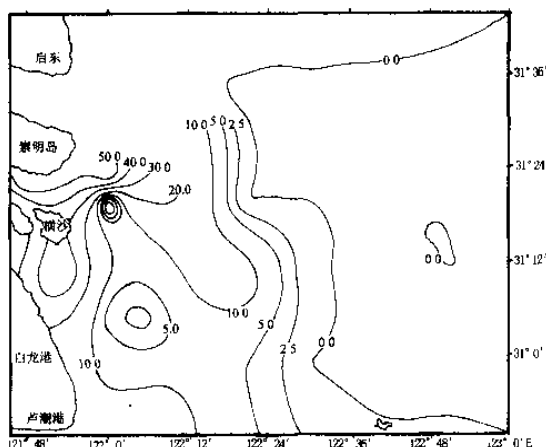


图7 1988年12月长江河口锋虫肢歪水蚤平面分布

Fig.7 Distribution of *Tortanus vermiculus* in plume front zone of the changjiang estuary in Aug, 1988

在枯水期,中华哲水蚤在河口羽状锋外海水一侧均有广泛的分布,尽管数量均不大(图5),而真刺唇角水蚤在31°10'N、122°10'E有一个高生物量区,中心数量在500  $m^{-3}$ 以上(图6),聚集现象比较突

出,而虫肢歪水蚤具有明显的半咸水种的特征,仅在崇明岛以东沿岸有聚集分布(图7),不去考虑零样方的影响,其聚块性指标和扩散指标值甚至大于平均数量比它大得多的真刺唇角水蚤。可见,外海高盐种、近岸低盐种、淡水种桡足类在长江河口锋区聚集性呈逐渐增强的趋势。

### 参考文献

- 1 胡辉,等.长江河口锋(悬沙锋)基本特征研究.见:长江河口最大浑浊带和河口锋研究论文集.华东师范大学学报,1995,(增刊):92~101
- 2 胡方西,等.长江河口盐度锋.见:长江河口最大浑浊带和河口锋研究论文集.华东师范大学学报,1995,(增刊):84~91
- 3 徐兆礼,等.长江河口最大浑浊带区浮游动物的生态研究.中国水产科学,1995,2(1):39~47
- 4 陈亚盟,徐兆礼.长江河口锋区浮游动物生态研究I.生物量及优势种平面分布.中国水产科学,1995,2(1):49~58
- 5 陈亚盟,徐兆礼.长江河口锋区浮游动物生态研究II.种类组成、群落结构、水系指示种.中国水产科学,1995,2(1):59~63
- 6 赵志模,周新远.生态学引论.重庆:科学技术出版社重庆分社,1984.108~119

## The study on assemblage density of copepods dominants in plume front zone of the Changjiang estuary

Xu Zhaoli Yuan Qi Jiang Mei Wang Yunlong Chen Yaqu

(East China Sea Fisheries Research Institute, Key Lab of Fisheries Ecology of  
Changjiang River Estuary, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090)

**Abstract** The paper deals with measures of copepods dominant assemblage density for the plume front zone of the Changjiang estuary in both raining and dry season. Dominant species should meet their dominant value( $Y$ )  $\geq 0.1$ . These dominants are *Calanus sinicus*, *Labidocera euchaeta*, *Centropages dorsispinatus*, *Acartia pacifica*, *Schmackria polesia* in raining season; *C. sinicus*, *L. euchaeta*, *Tortanus vermiculus*, *Sinocalanus tenellus* and *Eucalanus subcrassus* in dry season. It is found that individuals of copepods have clearly assemble figure in the brackish water. This has been confirmed by the study on dominant space distribution characters of plume front zone in the Changjiang estuary, applying index of assemblage density. The value of assemblage density in brackish water is higher than that in seashore and lower than that in off-sea.

**Key words** Changjiang River, estuary, estuary plume front zone, copepods, dominant, assemblage density