

福建罗源湾浮游桡足类群落特征*

COMMUNITY CHARACTERISTICS OF PLANKTONIC COPEPODS IN LUOYUAN BAY, FUJIAN

黄加祺 李少菁 侯红兵

(厦门大学海洋系, 厦门大学亚热带海洋研究所 361005)

关键词 浮游桡足类, 群落特征, 罗源湾

桡足类是海洋浮游动物中最重要的类群, 其种类多, 数量大, 是海洋生态系物质循环和能量流动中重要的一环。因此对它的研究有重要意义。罗源湾位于台湾海峡西北部, 福建的东部 (26°19' ~ 26°31' N, 119°34' ~ 119°50' E), 水域总面积 226.7 km², 湾口宽仅 950 m, 是一个典型口小腹大的港湾。在这几乎四面为大陆所包围的湾上, 有 12 条小溪流流入湾内。据许振祖等 1989 年报道, 在湾顶部分小溪流流量略大。有关罗源湾桡足类的研究, 笔者等 1991 年发表过“福建罗源湾浮游桡足类分布”一文。本文在此基础上, 通过群落的种类组成及生态类型季节分布、优势种演替、群落多样性、群落小区的划分及与环境因素的相关性来研究其群落特征, 为浮游桡足类生态学理论研究提供参考。

1 材料与方方法

材料系利用 1986 年 11 月 ~ 1987 年 10 月在罗源湾采集的浮游动物样品, 单月份利用 8 个站资料 (01 ~ 08 站) (图 1), 双月份仅采集 2 个站 (09, 10 站) (作为总种类数参考)。以浅水 I 型浮游生物网(大网)采集的桡足类资料为准, 浅水 II 类浮游生物网(中网)作为定性材料。群落多样性的多样性指数 (H') 均匀度 (J) 的计算公式如下:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

式中 S 为样品的总种数, P_i 为第 i 种的个体数与样品总个体数的比值。

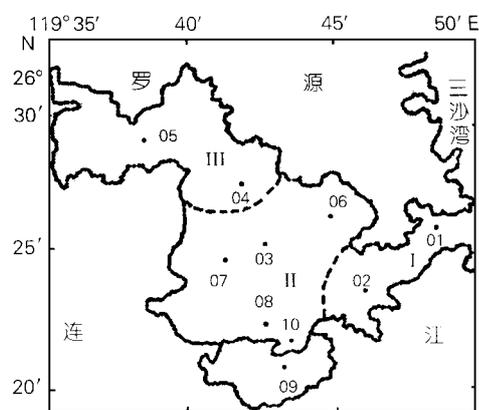


图 1 浮游桡足类采集站位和分区

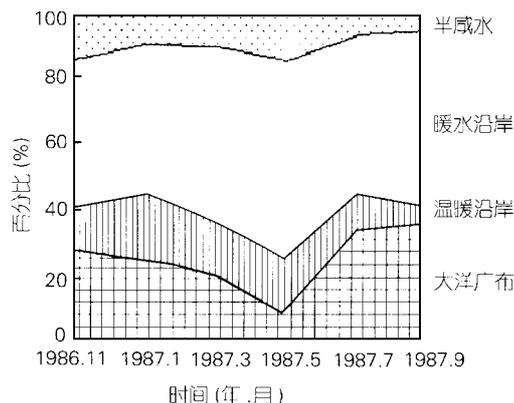


图 2 桡足类各生态类群种类百分比季节分布

* 国家重点基础研究专项经费资助项目 G19990437 号。
收稿日期: 2000-02-14; 修回日期: 2000-04-06

据费鸿年 1981 年报道, 优势种的选择是从信息论概念出发, 选择样品中占比例大的种类, 一般选占总个体数的 20%~60% 作为优势种。桡足类群落多样性与环境因素的关系是采用 IBM 计算机的“多因子分析软件包”的程序进行。

2 结果与讨论

2.1 浮游桡足类生态类群及其季节演替

整个调查期间, 罗源湾的桡足类共鉴定 85 种, 其名录见笔者 1989 年的报道, 较口外区域台湾海峡北部桡足类种数来得少^[1]。85 种桡足类中, 可将它们分为半咸水、沿岸暖水、沿岸暖温和大洋广布等 4 个生态类群, 其中半咸水生态类群有 8 种, 占桡足类总种数的 9.4%; 沿岸暖水生态类群有 31 种, 占 36.5%, 全年种类组成比较稳定; 沿岸暖温生态类群仅有 6 种, 占 7.1%; 大洋广布生态类群出现种类最多, 有 40 种, 占 47.1%, 但各季节的种类组成变化较大。本调查区的沿岸生态类群(包括沿岸暖水和沿岸暖温生态类群)占浮游桡足类总种数的 44.7%, 比口外台湾海峡北部浮游桡足类所占的比例大^[1]。在个体数量上, 沿岸生态类群所占的比例最大, 占罗源湾浮游桡足类个体总量的 68.3%, 反映本调查区浮游桡足类群落的沿岸属性。

图 2 表示各生态类群种类数百分比季节分布。从图中可见, 半咸水生态类群在低温(温度 < 21 °C)及较低盐(盐度 < 30)的季节, 出现种数的比例较大, 而在温、盐较高的夏季和初秋, 出现种数的比例少; 沿岸暖水性生态类群各季节出现的种类最多, 所占的比例最大, 可见该类群在本调查区占优势地位, 反映罗源湾亚热带沿岸浮游桡足类群落性质; 沿岸暖温性生态类群在秋末及冬春季出现的种类较多, 所占的比例较夏秋季大, 反映浙闽沿岸水在秋末至春季这段期间对本调查区的影响; 大洋广布生态类群在夏、秋季出现的种类增多, 比例加大, 说明台湾海峡暖流对本调查区影响加强。可见不同生态类群桡足类的季节分布, 与水系的季节变化息息相关。

2.2 优势种及其季节演替

罗源湾浮游桡足类的优势种有中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)、亚强真哲水蚤(*Eucalamus subcensus*)、真刺唇角水蚤(*Labidocera euchaeta*)、太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)、精致真刺水蚤(*Euchaeta concinna*)和墨氏胸刺水蚤(*Centropages normanichi*)。与罗源

湾外部台湾海峡北部海域浮游桡足类的优势种不尽相同, 前者以沿岸生态类群为主, 而后者以大洋广布生态类群为主^[1]。

不同月份罗源湾浮游桡足类出现的优势种不同, 1986 年 11 月, 大洋广布生态类群的精致真刺水蚤最为优势, 翌年 1 月, 演替为沿岸暖水生态类群的太平洋纺锤水蚤最占优势, 3 月, 转化为沿岸暖温生态类群的中华哲水蚤, 5 月, 太平洋纺锤水蚤再次成为该月份最优势种类, 7 月为沿岸暖水生态类群的真刺唇角水蚤最为优势, 9 月优势种演替为大洋广布生态类群的亚强真哲水蚤(图 3), 其优势种的演替从侧面反映本调查区不同生态类群在数量上的季节演替。

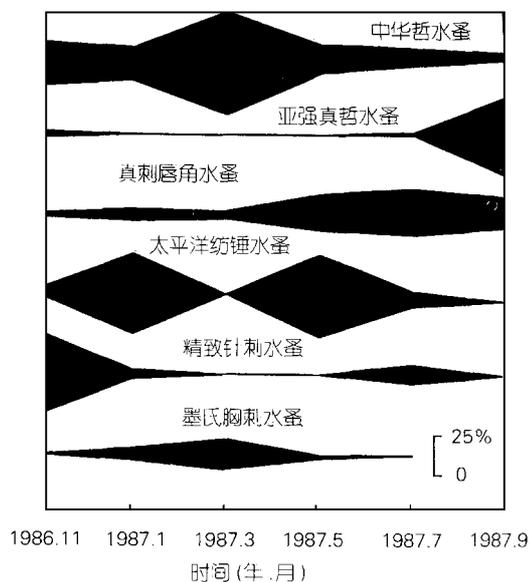


图 3 桡足类优势种季节演替

2.3 群落的多样性

表 1 为罗源湾单月份浮游桡足类群落多样性的 H' 和 J' 的统计表。结果表明, 罗源湾浮游桡足类群落的 H' 和 J' 年平均值分别为 1.709 和 0.435, 据作者 1986 年的研究结果, 较盐度变化激烈的九龙江口来得高, 但低于环境因子变化较小的台湾以北东海南部区域^[2]。在季节变化中, 以 7 月份这两个指数最高, 分别达 2.549 和 0.556, 而这两个指数最低值分别出现在 11 月份(H' 为 1.253)和 9 月份(J' 为 0.341)。体现了夏季多样性指数及均匀度均最高, 桡足类群落相对稳定, 而秋季这两个指数大幅度下降, 表示其群落较

不稳定,与东海南部海域不尽相同,东海南部海域 H' 与 J 最低值均出现在冬季^[2]。从 H' 与 J 的最大和最小值分析发现,3月份这两个指数波动幅度最小(分别为 0.725 和 0.203),表明该月份调查区各站桡足类

群落栖息环境差异最小。7月份这 2 个指数波动幅度最大(分别为 2.829 和 0.617),表明 7 月份罗源湾各测站环境因子差异最大。

表 1 浮游桡足类 H' 和 J 统计表

| 时间 (年.月) | H' | | | J | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 平均值 | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 最大值 | 最小值 |
| 1986.11 | 1.250 | 2.340 | 0.661 | 0.363 | 0.573 | 0.162 |
| 1987.01 | 1.837 | 2.467 | 0.619 | 0.513 | 0.688 | 0.173 |
| 1887.03 | 1.437 | 1.745 | 1.020 | 0.401 | 0.487 | 0.284 |
| 1987.05 | 1.615 | 2.010 | 0.458 | 0.437 | 0.543 | 0.124 |
| 1987.07 | 2.549 | 3.398 | 0.569 | 0.556 | 0.741 | 0.124 |
| 1987.09 | 1.561 | 2.205 | 0.979 | 0.341 | 0.437 | 0.214 |
| 平均值 | 1.709 | | | 0.435 | | |

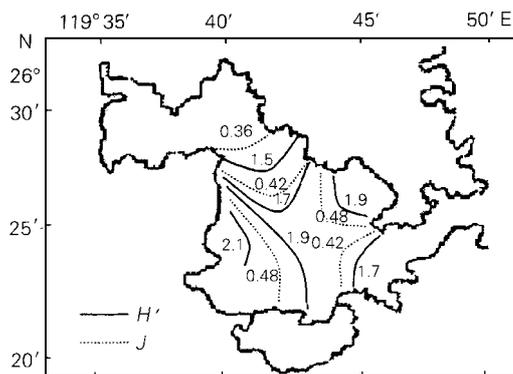


图 4 罗源湾桡足类 H' 与 J 的平面分布

图 4 表示罗源湾浮游桡足类群落年平均 H' 与 J 的平面分布。从图中可见,在罗源湾的中部,多样性指数最高,为 > 1.7 的分布区,最高处在湾中的西南,有 > 2.1 的分布区。湾口处次之,为 < 1.7 的分布区。在湾顶处最低 (< 1.5)。均匀度分布与多样性指数的分布趋势相似,湾中部均匀度高,为 > 0.42 的分布区,最高值也处于湾中部的西南,为 0.530。湾口处次之,为 < 0.42 的分布区。而湾顶最低, < 0.36 。其中最低处于湾顶 05 站,仅 0.343,由此可见,在湾中部环境较为稳定,湾口虽然盐度略高于湾中部,但由于流速最大,环境较不稳定,而湾顶盐度最低,如 05 站盐度年平均值仅有 28.65,较口部 01 站低 1.30,说明受小溪流影响较明显,同时温度变化幅度最大,如 05 站温度年变化幅度较 01 站大 3.2 $^{\circ}\text{C}$,因此环境最不稳定,

H' 和 J 均处于最低值。

2.4 罗源湾桡足类群落小区划分

从罗源湾浮游桡足类的群落特征值 (H' 和 J)、地理位置、环境因子,如温、盐的分布以及桡足类优势种不同可将罗源湾浮游桡足类群落分为 3 个小群落,即 I 区(湾口群落)、II 区(湾中群落)和 III 区(湾顶群落)(图 1),现将各小群落特征叙述如下:

I 区(湾口群落) 处于罗源湾湾口位置,观测站点为 01 和 02 两站,该群落 H' 和 J 均处于中等水平,年平均分别为 1.584 和 0.397,盐度年变化幅度最小 (27.96 ~ 32.68),其年平均值最高,为 29.83,温度年变化幅度最小 (12 ~ 26.80 $^{\circ}\text{C}$),该小群落的桡足类优势种以沿岸生态类群的中华哲水蚤和大洋广布生态类群的亚强真哲水蚤和精致真刺水蚤为主。

II 区(湾中群落) 处于湾中部广阔区域,观测站点为 03,06,07,08 4 个站。该群落 H' 和 J 为全湾最高值,年平均分别为 1.971 和 0.470,盐度变化幅度为 27.65 ~ 32.48,年平均值为 29.74,温度变化幅度为 12 ~ 28.5 $^{\circ}\text{C}$,该群落桡足类优势种除了和湾口群落相同的优势种外,尚有要求盐度较低的沿岸低盐生态类群的太平洋纺锤水蚤和真刺唇角水蚤。

III 区(湾顶群落) 处于湾西北部湾顶处,观测站点为 04,05 两个站,该处水深较浅,受溪流影响较大,盐度较低,年平均值仅 29.02,温度变化幅度全湾最大 (12.0 ~ 30.0 $^{\circ}\text{C}$),因此该小区环境最不稳定, H' 和 J 均最低,年平均值分别为 1.457 和 0.343,该群落以沿岸低盐生态类群真刺唇角水蚤和太平洋纺锤水蚤占

优势,个别月份还出现河口生态类群的双齿许水蚤 (*Schmackeria dubia*)和特氏歪水蚤 (*Totanus derjugini*) 为优势种。

2.5 浮游桡足类群落多样性与环境因素的关系

表 2 H' 和 J 与某些环境因子的相关性

| 群落多样性 | 相关性 | | | |
|-------|-----------|---------|---------|-----------|
| | 盐度 | 温度 | pH 值 | 叶绿素 a |
| H' | 0.401 2 * | 0.346 1 | 0.137 5 | 0.013 1 |
| J | 0.170 6 | 0.090 4 | 0.202 1 | - 0.076 6 |

* 0.01 置信度。

应用“多因子分析软件包”的程序分析罗源湾浮

游桡足类群落特征值(H' 和 J)与环境因子(盐度、温度、pH值和叶绿素 a)的相关性。从表 2 可以看出, H' 与盐度有很好的相关性,达 0.01 置信度的水平,与温度也有较高的相关性(0.346 1)。但是, J 与这些环境因子相关性均不明显。说明盐度和温度对罗源湾浮游桡足类的群落多样性有一定的影响,尤其是对种类组成影响较明显,但对个体数量组成影响则不明显。

参考文献

- 1 朱长寿。中国海洋学文集,1997,7,189~194
- 2 杨关铭等。海洋学报,1999,21(6):72~80

(本文编辑:刘珊珊)