

浙江中部近岸海域

秋季浮游动物优势种类量分布及多样性研究¹

任浩楠, 许永久, 张宁罗, 黄佳焜, 张松林, 王士聪, 黄祺琦

(浙江海洋大学 水产学院, 浙江 舟山 316022)

【摘要】: 为探究秋季浙江中部近岸海域浮游动物优势种数量分布及其多样性, 同时为该海域生态系统健康发展提供理论及实践基础资料, 于 2016 年 11 月 (秋季) 对浙江中部近岸海域 (N28.0~29.8°, E121.6~123.3°) 进行了浮游生物生态综合调查, 并对该海域浮游动物数量分布特征进行了研究。结果表明, 该海域共鉴定出浮游动物 106 种 (包含浮游幼虫), 其中种类数最多的为桡足类, 共有 65 种, 优势种共有 4 种, 为精致真刺水蚤、海洋真刺水蚤、帽形次真哲水蚤以及亚强次真哲水蚤。调查海域浮游动物多样性指数, 与该海域整体水层温度、盐度平均值呈现趋势相同, 都为自外海海域至近岸海域逐渐降低。在浙江中部近海海域, 由于受到黑潮作用, 温度和盐度呈现为较高, 群落结构较为复杂, 浮游动物多样性指数较高。

【关键词】: 浙江中部近岸海域; 浮游动物; 优势种数量分布; 多样性

【中图分类号】: Q958.8 **【文献标识码】:** A

浮游动物是一类在水中营浮游性生活, 本身不能制造有机物的异养型无脊椎动物和脊索动物幼体的总称。在水域生态系统中, 无论在结构上还是在功能上, 浮游动物都起着至关重要的作用。在水域生态系统食物链中, 浮游动物处在中间营养级, 所以它既可以通过捕食控制浮游植物的数量, 同时也作为鱼类、贝类等的重要饵料, 影响它们的资源量。此外, 浮游动物还可作为海流指示种, 对探索海流流向有一定帮助。掌握浮游动物的群落生态特点是了解整个生态系统的关键。

近几年来, 国内外学者对各海域浮游动物展开了大量的研究, 对于浙江近岸海域的浮游动物的研究也在逐年增长, 其中大部分研究都是从浮游动物的群落结构及其与环境因子的关系展开讨论, 例如杜明敏等对中国近海浮游动物群落结构及季节变化进行了研究, 也有一部分研究是从浮游动物多样性展开讨论, 例如杨青等对北黄海秋、冬季浮游动物多样性及年间变化进行了研究。纵观这些研究, 较少有通过浮游动物优势种数量分布及多样性角度研究讨论其与水质的关系。

本文对浙江中部近海海域浮游动物优势种的数量分布特征及多样性进行了研究, 希望根据本次研究成果为该海域生态系统健康发展提供理论及实践基础资料。

1、研究区域与方法

¹**【收稿日期】:** 2017-09-20

【基金项目】: 浙江海洋大学“海洋科学”省重中之重学科开放课题资助 (2016206); 浙江海洋大学“水产”省一流学科开放课题资助 (20160005); 2017 年浙江省大学生科技创新活动计划暨新苗人才计划 (20170629)。

【作者简介】: 任浩楠 (1997-), 男, 浙江海洋大学水产学院本科生。

【通讯作者】: 许永久 (1981-), 男, 讲师, 博士, 研究方向: 渔业生态、渔业资源与环境。

1.1 研究区域采样与调查方法

本文是根据 2016 年 11 月（秋季）在浙江中部近岸海域开展的渔业生态系统综合调查所获的浮游动物数据以及 CTD 数据来展开讨论的。本次调查共设调查站位 27 个（见图 1），每个站点浮游动物样品采集和标本的处理方法及操作均完全按照《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB12763-1991）进行。浮游动物统一以单位水体的个体数（ind.m⁻³）换算，其样品采集均采用浅水 II 型浮游生物网（口径 50cm、筛绢 CQ14、孔径 0.16mm），并于距海底 5m 至海水表面进行垂直拖曳采集；其样品标本处理均先经 5%福尔马林溶液固定，然后再依次进行分类、鉴定和计数。温盐数据采用 CTD 站位的水层均值，浮游动物的采样站位图和丰度、多样性指数分布图均采用 surfer11 软件绘制。

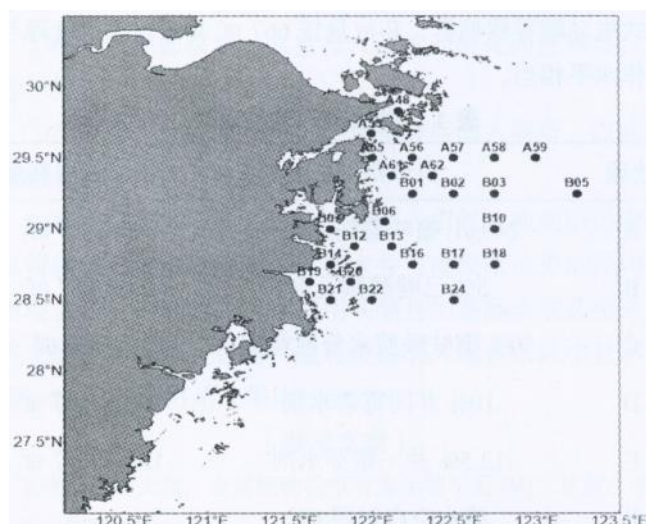


图 1 2016 年 11 月浮游动物采样站位分布

1.2 计算方法

1.2.1 优势度 (Y)。优势度 (Y)： $Y=n_i/N \times f_i$ ，式中 n_i 为第 i 种浮游动物的个体数， f_i 是第 i 种浮游动物在各站位中出现的频率， N 为浮游动物总个体数，当优势度 $Y>0.02$ 作为优势种类。

1.2.2 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、Margalef 物种丰富度指数 (D)、Pielou 均匀度指数 (J')。多样性指数 (H')：

$H' = -\sum (P_i) \log_2(P_i)$ ，Margalef 物种丰富度指数 D ： $D = (S-1)/\ln N$ ，Pielou 均匀度指数 J' ： $J' = \frac{H'}{\log_2 S}$ ，上述三式中， S 为某一站位出现的种数， N 为某一站位的所有种类的个体数， P_i 为研究站位第 i 种的个体数（或生物量）与该站总个体数（或生物量）的比值， H' 为浮游动物多样性指数。

2、结 果

2.1 浮游动物的种类组成

将 2016 年 11 月（秋季）在浙江中部近海海域开展浮游生物生态综合调查的渔获物样品进行固定、鉴定以及分析后，可得到以下数据：浮游动物种类共 106 种，其中桡足类出现的种类最多，共 64 中，占总物种数的 60.37%，几乎在所有采集站点都有出现；水螅水母类共 10 种，占总物种数的 9.43%；毛颚类共 8 种，占总物种数的 7.55%；磷虾类共 5 种，占总物种数的 4.72%；

糠虾类共 2 种，占总物种数的 1.89%；此外还有少量钵水母类、肉足类、海樽类、端足类以及樱虾类出现。

2.2 浮游动物优势种组成

根据 2016 年 11 月（秋季）在浙江中部近海海域开展浮游生物生态综合调查的渔获物样品固定、鉴定、分析所得数据可发现以下规律：调查海域总体浮游动物种类数量较多，大部分海域浮游动物种类在 4 种以上，最多可达 42 种，外部多为包含 20 种浮游动物以上海域，近岸多为包含 10 种浮游动物以下海域，呈现出外多内少趋势。

将优势度 $Y \geq 0.02$ 时的浮游动物作为优势种标准进行分析，本次调查海域优势种共四种，分别为精致真刺水蚤（*Euchaeta concinna*）、海洋真刺水蚤（*Euchaeta marina*）、帽形次真哲水蚤（*Oithona similis*）以及亚强次真哲水蚤（*Eucalanus subcrassus*）。由此可发现，本次调查所有优势种均为桡足类，其中精致真刺水蚤优势度最大，达 0.121，远高于其他浮游动物种类（见表 1）。

表 1 浙江中部近岸海域秋季浮游动物优势种优势度（Y）

优势种 Dominant species	秋季平均优势度 Dcminance
精致真刺水蚤（ <i>Euchaeta concinna</i> ）	0.121292
海洋真刺水蚤（ <i>Euchaeta marina</i> ）	0.086525
帽形次真哲水蚤（ <i>Oithona similis</i> ）	0.062612
亚强次真哲水蚤（ <i>Eucalanus subcrassus</i> ）	0.058724

2.3 浮游动物数量及多样性分布

根据本次调查可得 2016 年 11 月（秋季）在浙江中部近海海域浮游动物丰度（见图 2a）、浮游动物多样性指数（见图 2b）、浮游动物均匀度指数（见图 2c）、浮游动物丰富度指数（见图 2d）。

根据丰度分布情况总体看来，本次调查海域丰度呈现从南至北、从外海海域至近岸海域逐渐降低的趋势，122° E 以东以及 30° N 以南海域为浮游动物丰度的密集区（ $\geq 1000 \text{ ind. / m}^3$ ），其中丰度最大的站位为靠近外海的 B03 号站位，高达 2632 ind. / m³，远高于近岸海域的站点，而 122.5° E 以东的海域的浮游动物丰度都较低，除一个站点（A61 站点）的丰度在 100 ind. / m³ 以上，其余所有站点均在 100 ind. / m³ 以下。此外，还可发现在丰度密集区主要存在上述 4 种浮游动物优势种。

根据浮游动物多样性指数分布情况可发现其总体变动范围在 0.41~4.00 之间，其中，最小值出现在浙江中部以南近岸海域，最大值出现在浙江中部以东海域，总体呈现出从外海海域至近岸海域逐渐降低的趋势。

根据浮游动物均匀度指数分布情况可发现其总体变动范围在 0.64~0.98 之间，其中，最小值出现在浙江中部以东海域，最大值出现在浙江中部以南近岸海域，总体呈现出从外海海域至近岸海域逐渐增加的趋势。

根据浮游动物丰富度指数分布情况可发现其总体变动范围在 0.20~3.44 之间，其中大部分海域都呈现出较低值现象，除了浙江海域以东以及东南海域丰富度指数较高，总体呈现近岸海域低，外海海域高的现象。

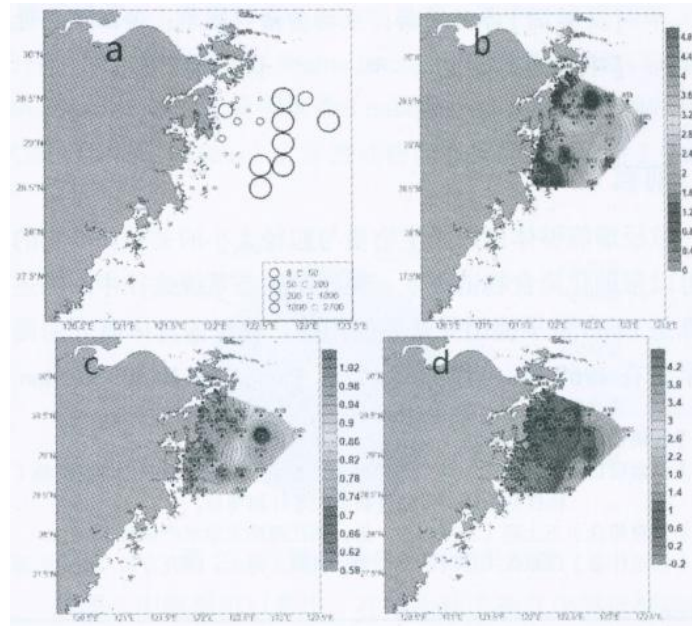


图 2 2016 年秋季舟山近岸及邻近海域浮游动物总丰度 (a)，多样性指数 (b)，均匀度指数 (c)，丰富度指数 (d)

3、讨论

3.1 浮游动物优势种与环境的关系

由上述结果可知，2016 年 11 月（秋季）在浙江中部近岸海域浮游动物优势种共 4 种，分别为精致真刺水蚤 (*Euchaeta concinna*)、海洋真刺水蚤 (*Euchaeta marina*)、帽形次真哲水蚤 (*Oithona similis*) 以及亚强次真哲水蚤 (*Eucalanus subcrassus*)。这些优势种均为热带种，且较多分布于 122° E 以东以及 30° N 以南海域，这恰为黄海冷水、东海暖水以及沿岸水的交汇处，由此可知这三个水团的相互作用在很大程度上对该海域浮游动物有着极大的影响。

3.2 总生物量平面分布和环境的关系

由上述结果可知，2016 年 11 月（秋季）在浙江中部近岸海域浮游动物的物种丰度总体呈现出从南至北、从外海海域至近岸海域逐渐降低的趋势；浮游动物多样性指数总体呈现出从外海海域至近岸海域逐渐降低的趋势；浮游动物均匀度指数总体呈现出从外海海域至近岸海域逐渐增加的趋势；浮游动物丰富度指数总体呈现近岸海域低，外海海域高的现象。

将这些趋势对比该海域表层温度平面分布趋势，可直观地发现浮游动物的物种多样性指数与该海域的表层温度分布趋势相似度极高，此外，根据多样性指数的等值线走向，可发现其与黑潮的流向几乎是处于平行状态的，由此可得出结论，浙江中部近岸海域浮游动物与黑潮流系显著相关。

因浮游动物是一类经常在水中浮游，营浮游性生活的动物类群，所以其数量分布与环境的温度、盐度以及水系等都具有密切关系。由本次调查结果可知，2016 年 11 月（秋季）浙江中部近岸海域浮游动物的组成、分布都呈现出较为复杂的现象，可推论此现象出现可能由于浙江中部近岸海域浮游动物受到了江河径流、大陆沿岸流以及黄海冷水团的影响。

[参考文献]:

-
- [1]张萍, 白明, 王娟娟, 等. 海河干流浮游动物群落结构的初步研究[J]. 渔业现代化, 2011, 38 (4) : 60-65.
- [2]杜明敏, 刘镇盛, 王春生, 等. 中国近海浮游动物群落结构及季节变化[J]. 生态学报, 2013, 33 (17) : 5407-5418.
- [3]杨青, 王真良, 樊景凤, 等. 北黄海秋、冬季浮游动物多样性及年间变化[J]. 生态学报, 2012, 32 (21) : 6747-6754.
- [4]陈洪举, 刘光兴, 黄有松. 黄、东海浮游动物物种多样性分布特征[J]. 中国海洋大学学报自然科学版, 2015, 45 (8) : 6-7.
- [5]郭沛涌, 沈焕庭, 刘阿成, 等. 长江河口浮游动物的种类组成、群落结构及多样性[J]. 生态学报, 2003, 23 (5) : 892-899.
- [6]洪旭光, 张锡烈, 俞建鑫, 等. 东海北部黑潮区浮游动物的多样性研究[J]. 海洋学报, 2001, 23 (2) : 139-142.