

舟山渔场及邻近海域桡足类种类组成和数量分布

覃 涛¹, 俞存根^{1*}, 陈小庆¹, 郑 基¹, 王婕妤², 宁 平^{1,3}

(1. 浙江海洋学院 水产学院, 浙江 舟山 316004; 2. 浙江省舟山海洋生态环境监测站, 浙江 舟山 316004;
3. 国家海洋局 第二海洋研究所, 杭州 310012)

摘要: 根据2006年8月(夏)、2007年1月(冬)、5月(春)和11月(秋)4个季节在舟山渔场及邻近海域(29°30′~31°30′N, 124°30′E以西)开展海洋生态系统综合调查所获得的资料,分析了该海域桡足类的种类组成和数量分布特征。结果表明,该次调查海域共鉴定桡足类65种,其中:4个季节皆出现的种类有10种,占总种数的15.38%。优势种为中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)、精致真刺水蚤(*Euchaeta concinna*)、微刺哲水蚤(*Canthocalanus paupé*)和缘齿厚壳水蚤(*Scolecithrix nicobarica*)等10种。根据优势度和回归贡献分析表明,春、夏、秋、冬4个季节总丰度分布主要取决于中华哲水蚤、精致真刺水蚤、缘齿厚壳水蚤和微刺哲水蚤的分布,且优势种季节更替显著。桡足类丰度高值区位于不同水系交汇的混合水域,4个季节丰度平均值变化为春季(567.4 ind·m⁻³)>夏季(104.12 ind·m⁻³)>秋季(97.23 ind·m⁻³)>冬季(72.45 ind·m⁻³)。

关键词: 舟山渔场及邻近海域; 桡足类; 丰度; 优势种

中图分类号: Q178.53; Q958.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3037(2011)05-0780-10

舟山渔场是我国最大的渔场,地处长江口和杭州湾口,由于长江及钱塘江冲淡水带来大量的营养物质,加之渔场岛屿星罗棋布,不同性质的海流在此交汇,致使舟山渔场及其邻近海域的水质肥沃,营养盐丰富,浮游植物大量繁殖,浮游动物种类多、数量大。桡足类是海洋浮游动物的重要组成部分,对海洋生态系统的物质循环和能量流动起着重要的作用^[1]。

过去,我国有关浮游动物的研究开展较多,如东黄海、长江口以及一些海湾的浮游动物的种类组成、数量分布、群落特征以及与环境、渔场的关系等都有过报道^[2-6]。对东海的桡足类的调查研究也作了不少的工作,如徐兆礼等^[7-9]曾对黄海南部及东海中小型桡足类的种类组成、优势种以及数量分布等生态学特点进行了研究,杨关铭等^[10-12]对台湾以北海域桡足类也做过相关研究。但是针对舟山渔场及邻近海域这一特定海域的报道较少,主要是郑执中等^[13]在1960年对浙江近海浮游动物开展过生态调查研究,章箐等^[14]在2008年研究了舟山群岛邻近海域浮游动物的种类组成与数量分布情况。本文主要根据2006—2007年在长江口、舟山渔场开展生态系统综合调查所获得的浮游生物资料,重点分析该海域桡足类的种类组成和数量分布特征。以期为该海域生态系统的健康发展和合理利用生物资源提供基础资料。

收稿日期: 2009-11-05; 修订日期: 2010-11-06。

基金项目: 国家自然科学基金项目(30970464); 浙江省科技厅项目(2006C23051)。

第一作者简介: 覃涛(1987-),男,瑶族,广西桂林人,硕士研究生,主要从事渔业生态学研究。

* 通信作者简介: 俞存根,男,浙江永康人,教授,硕士生导师,主要从事渔业资源、生态学研究。E-mail: cgyu@zjou.

1 材料与方方法

1.1 调查时间、范围和方法

材料来源于2006年8月(夏)、2007年1月(冬)、5月(春)和11月(秋)4个季节租用“浙定渔11132”渔船在29°30'~31°30'N,124°30'E以西海域开展生态系统综合调查所获得的浮游动物调查资料。共设18个调查站位(图1),其中5月的2号站位采样失败,故不做分析。样品采集和标本处理均按照《海洋调查规范——海洋生物调查》(GB12763—1991)进行,样品采集用浅水I型浮游生物网(口径50 cm、筛绢CQ14、孔径0.505 mm),自海底至海面垂直拖曳采集。所获样品经5%福尔马林溶液固定后进行分类、鉴定和计数,种类分析鉴定在实验室内进行。将每个季节中每个站位的浮游动物统一换算为单位水体中的个体数(ind·m⁻³)。

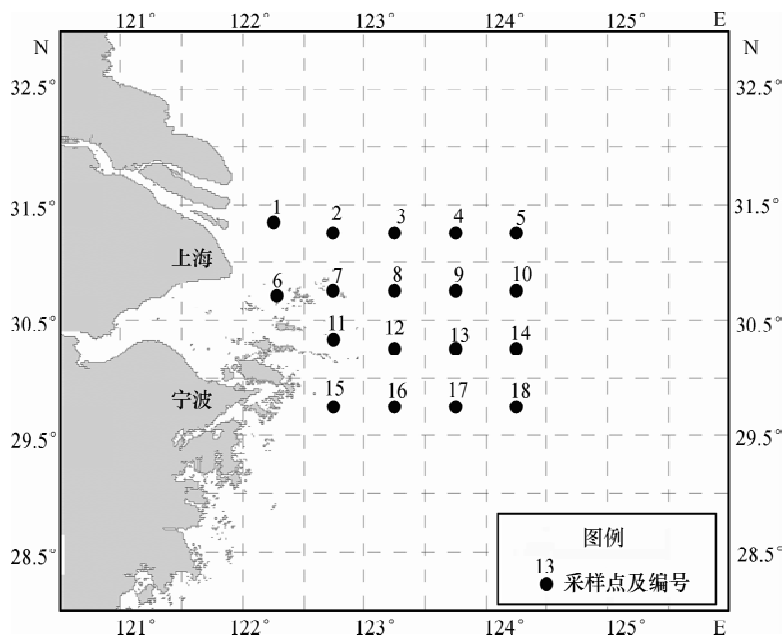


图1 浮游动物采样站位分布

Fig. 1 Zooplankton sampling stations

1.2 计算方法

1.2.1 优势度(Y)

桡足类的优势度(Y)按照浮游动物的优势度(Y)计算公式进行计算: $Y = n_i / N \times f_i$,其中 n_i 为第*i*种桡足类的丰度, f_i 是第*i*种桡足类在各站位中出现的频率, N 为桡足类总丰度,当优势度 $Y \geq 0.02$ 作为优势种类^[15]。

1.2.2 优势种更替率(R)

优势种更替率(R)计算: $R = (a + b - 2c) / (a + b - c) \times 100\%$,其中 a, b 为相邻两期优势种种数, c 为共同优势种^[11]。

2 结果

2.1 种类组成

本次调查已鉴定到种的桡足类共有65种(表1),其中哲水蚤目52种,剑水蚤目10种,

猛水蚤目 3 种。4 个季节都出现的有 10 种,占桡足类种数的 15.38%。以夏季种类最多,共有 50 种,冬季和秋季次之,分别为 46 种和 33 种,春季较少,只有 17 种。4 个季节的桡足类都以哲水蚤目种类占优势,其中,春季哲水蚤目 14 种,剑水蚤目 2 种,猛水蚤目 1 种;夏季哲水蚤目 40 种,剑水蚤目 8 种,猛水蚤目 2 种;秋季哲水蚤目 25 种,剑水蚤目 7 种,猛水蚤目 1 种;冬季哲水蚤目 36 种,剑水蚤目 7 种,猛水蚤目 3 种。

表 1 舟山渔场及邻近海域的桡足类种类组成

Table 1 Species composition of copepods at Zhoushan fishing ground and adjacent waters

种名	春	夏	秋	冬	种名	春	夏	秋	冬
克氏纺锤水蚤 <i>Acartia clausi</i>	+				真刺唇角水蚤 <i>Labidocera euchaeta</i>	+	+	+	+
丹氏纺锤水蚤 <i>Acartia danae</i>		+			小唇角水蚤 <i>Labidocera minuta</i>		+		+
太平洋纺锤水蚤 <i>Acartia pacifica</i>	+	+	+	+	左突唇角水蚤 <i>Labidocera sinilobata</i>		+		
驼背隆哲水蚤 <i>Acrocalanus gibber</i>	+	+	+	+	黄角光水蚤 <i>Lucicutia flavicornis</i>				+
微驼隆哲水蚤 <i>Acrocalanus gracilis</i>	+		+		克氏长角哲水蚤 <i>Mecynocera clausi</i>		+		+
隆线拟哲水蚤 <i>Calanoides carinatus</i>		+		+	挪威小星猛水蚤 <i>Microsetella norvegica</i>		+	+	+
小长足水蚤 <i>Calanopia minor</i>		+		+	小哲水蚤 <i>Nannocalanus minor</i>		+		+
中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	+	+	+	+	瘦新哲水蚤 <i>Neocalanus gracilis</i>		+		+
伯氏平头水蚤 <i>Candacia bradyi</i>		+	+	+	细角新哲水蚤 <i>Neocalanus tenuicornis</i>		+	+	+
微刺哲水蚤 <i>Canthocalanus pauper</i>		+	+	+	小长腹剑水蚤 <i>Oithona nana</i>			+	
哲胸刺水蚤 <i>Centropages calaninus</i>		+		+	细长腹剑水蚤 <i>Oithona attenuata</i>		+	+	+
背针胸刺水蚤 <i>Centropages dorsispinatus</i>		+	+	+	拟长腹剑水蚤 <i>Oithona similis</i>		+		+
叉胸刺水蚤 <i>Centropages furcatus</i>		+		+	丽隆剑水蚤 <i>Oncaea venusta</i>		+	+	+
墨氏胸刺水蚤 <i>Centropages memurricchi</i>		+			针刺拟哲水蚤 <i>Paracalanus aculeatus</i>	+	+	+	+
奥氏胸刺水蚤 <i>Centropages orsinii</i>		+		+	强额拟哲水蚤 <i>Paracalanus crassirostris</i>		+	+	+
中华胸刺水蚤 <i>Centropages sinensis</i>	+	+			小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i>		+	+	+
弓角基齿哲水蚤 <i>Clausocalanus arcuicornis</i>		+	+	+	叉刺角水蚤 <i>Pontella chierchiaie</i>			+	
长尾基齿哲水蚤 <i>Clausocalanus furcatus</i>		+	+		阔节角水蚤 <i>Pontella fera</i>		+		

续表

种名	春	夏	秋	冬	种名	春	夏	秋	冬
小盘盔头猛水蚤 <i>Clytemmestra scutellata</i>				+	刺尾角水蚤 <i>Pontella spinicauda</i>	+			
奇浆剑水蚤 <i>Copilia mirabilis</i>		+		+	羽小角水蚤 <i>Pontellina plumata</i>		+		+
近缘大眼剑水蚤 <i>Corycaeus affinis</i>	+	+	+	+	钝筒角水蚤 <i>Pontellopsis yamadae</i>		+		+
太平洋大眼剑水蚤 <i>Corycaeus pacificus</i>		+			火腿镖水蚤 <i>Pseudodiaptomus poplesia</i>				+
美丽大眼剑水蚤 <i>Corycaeus speciosus</i>	+	+	+	+	狭叶剑水蚤 <i>Sapphirina angusta</i>				+
强真哲水蚤 <i>Eucalanus crassus</i>		+	+	+	黑点叶剑水蚤 <i>Sapphirina nigromaculata</i>		+		+
亚强真哲水蚤 <i>Eucalanus subcrassus</i>	+	+	+	+	星叶剑水蚤 <i>Sapphirina stellata</i>				+
狭额真哲水蚤 <i>Eucalanus subtenuis</i>			+	+	丹氏厚壳水蚤 <i>Scolecithrix danae</i>				+
精致真刺水蚤 <i>Euchaeta concinna</i>	+	+	+	+	缘齿厚壳水蚤 <i>Scolecithrix nicobarica</i>	+	+	+	+
海洋真刺水蚤 <i>Euchaeta marina</i>			+		异尾宽水蚤 <i>Temora discaudata</i>		+	+	+
平滑真刺水蚤 <i>Euchaeta plana</i>		+			锥形宽水蚤 <i>Temora turbinata</i>		+		+
尖额真猛水蚤 <i>Euterpina acutifrons</i>	+	+		+	虫肢歪水蚤 <i>Tortanus vermiculus</i>	+		+	+
尖额唇角水蚤 <i>Labidocera acuta</i>		+		+	达氏波水蚤 <i>Undinula darwini</i>	+			
双刺唇角水蚤 <i>Labidocera bipinnata</i>		+		+	普通波水蚤 <i>Undinula vulgaris</i>		+	+	+
后截唇角水蚤 <i>Labidocera detruncata</i>		+							

注: + 表示该季节出现。

调查海域不同季节桡足类种类数的分布如图 2 所示。可见,除春季外,舟山渔场南部的桡足类种类数相对较多。春季桡足类种类贫乏,大部分海域均为 2~3 种,调查海域的外侧种数相对较多,种类数分布呈现由中间向东西两侧增加的趋势特征;夏季种数分布特点为 11 种等值线沿 30°50'N 延伸,舟山渔场南部形成一个多种类的区域,种类数一般在 15 种左右,长江口渔场及舟山渔场北部出现的桡足类种类数相对较少。秋季桡足类种类数分布特点为舟山渔场东南部和长江口海域的种类数较多,而其它区域种类相对匮乏。冬季舟山渔场大部分海域的种类都少于 10 种,种类数分布特征呈中间向南北递增的趋势。

2.2 优势种丰度对总丰度的贡献率

表 2 表示的是 4 个季节优势种的优势度 (Y)、均值 (\bar{x}) 及对该季节总丰度贡献情况。可以看出,按照 $Y \geq 0.02$ 为优势种的标准,则在调查海域桡足类的优势种共有 10 种,其

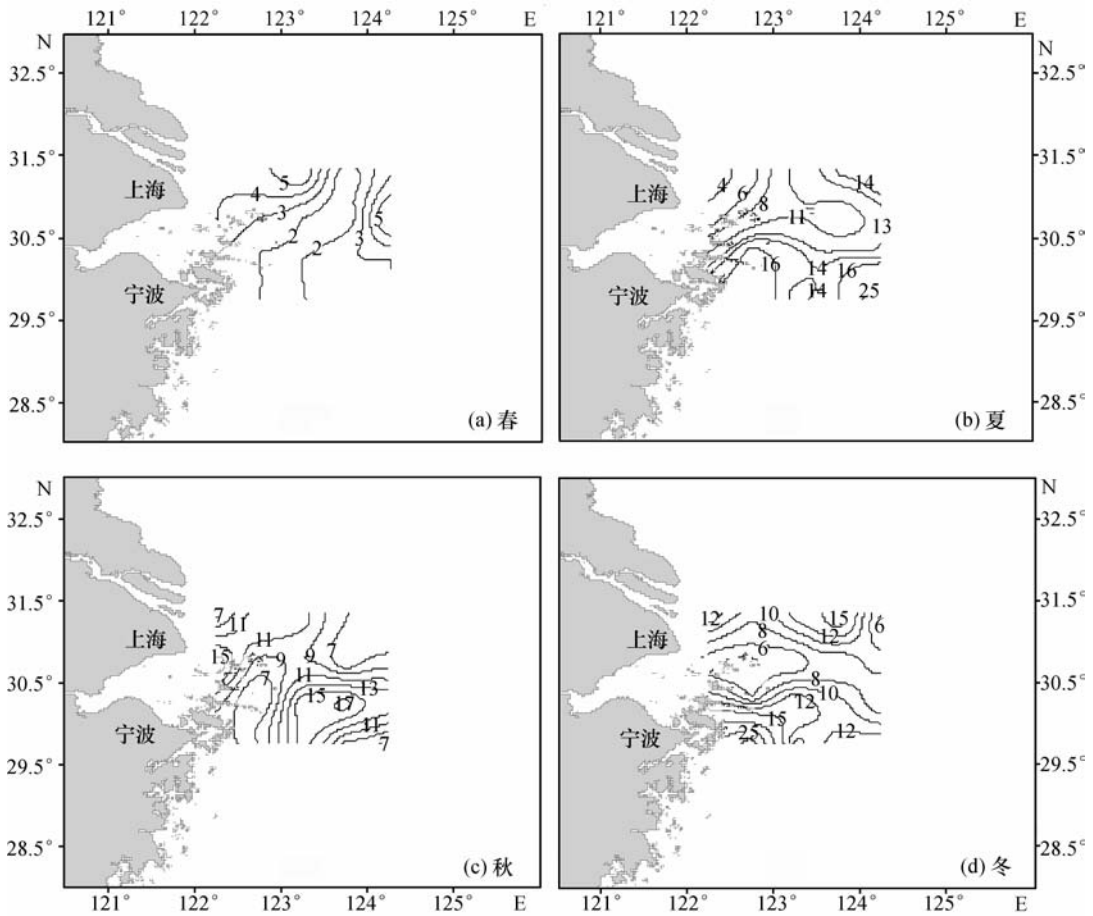


图2 舟山渔场及邻近海域的桡足类种类数分布

Fig. 2 Distribution of the number of species of copepods at Zhoushan fishing ground and adjacent waters

中夏季(8种) > 秋季(6种) > 冬季(4种) > 春季(1种)。4个季节都为优势种的只有中华哲水蚤1种,3个季节为优势种的有精致真刺水蚤1种,2个季节为优势种的有微刺哲水蚤、普通波水蚤、太平洋纺锤水蚤和针刺拟哲水蚤4种。

春季只有中华哲水蚤一种优势种, β 值为1。夏季优势种对桡足类总丰度的回归贡献起主导作用的是精致真刺水蚤,它的优势度最大,达到0.26;除太平洋纺锤水蚤对总丰度的贡献显著外,其余7种对总丰度的贡献也极显著。秋季,亚强真哲水蚤优势度最大,而缘齿厚壳水蚤的回归贡献 β 值居首位,即在优势种中缘齿厚壳水蚤对总丰度的贡献最显著;精致真刺水蚤、太平洋纺锤水蚤和针刺拟哲水蚤对总丰度的贡献不显著。冬季,微刺哲水蚤和精致真刺水蚤对总丰度的贡献极其显著,其 β 值分别为0.65和0.39,而中华哲水蚤、普通波水蚤对总丰度的贡献不显著。

优势种更替率 R 值分析表明: R 值在春—夏最高,为87.5%;秋—冬—春次之,为75%;夏—秋最小,为60%。可见在春季转夏季这段期间,调查海域的桡足类优势种随季节变化更替现象最为明显。

2.3 数量分布

图3表示的是4个季节桡足类丰度的水平分布情况。可见,调查海域桡足类丰度总体

表 2 舟山渔场及邻近海域的桡足类优势种丰度对桡足类总丰度的贡献

Table 2 Contribution for abundance of dominant species to total abundance of copepods at Zhoushan fishing ground and adjacent waters

优势种	春						夏					
	<i>Y</i>	\bar{x}	%	β	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>Y</i>	\bar{x}	%	β	<i>t</i>	<i>P</i>
中华哲水蚤	0.98	558.5	98.43	1	459.2	0	0.11	14.91	14.32	0.17	3.37	0.006
精致真刺水蚤	—						0.26	30.43	29.22	0.69	13.83	0
微刺哲水蚤	+						0.09	11.18	10.74	0.33	9.61	0
普通波水蚤	+						0.08	11.35	10.9	0.31	13.24	0
太平洋纺锤水蚤	—						0.05	6.46	5.16	0.14	2.89	0.014
背针胸刺水蚤	+						0.05	10.75	10.33	0.23	13.84	0
真刺唇角水蚤	—						0.03	17.19	16.51	0.44	13.25	0
针刺拟哲水蚤	—						0.02	3.99	6.21	0.13	4.92	0.001
亚强真哲水蚤	—						—					
缘齿厚壳水蚤	—						—					

优势种	秋						冬					
	<i>Y</i>	\bar{x}	%	β	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>Y</i>	\bar{x}	%	β	<i>t</i>	<i>P</i>
中华哲水蚤	0.12	13.19	13.57	0.26	6.52	0	0.03	2.48	3.37	0.01	0.32	0.75
精致真刺水蚤	0.09	8.75	9.00	0.05	0.28	0.79	0.27	21.99	29.81	0.39	8.51	0
微刺哲水蚤	—						0.11	13.87	18.8	0.65	14.92	0
普通波水蚤	—						0.07	11.64	15.78	0.03	0.40	0.69
太平洋纺锤水蚤	0.02	2.69	2.77	0.17	1.34	0.23	—					
背针胸刺水蚤	—						—					
真刺唇角水蚤	—						—					
针刺拟哲水蚤	0.04	4.99	5.13	0.15	0.66	0.57	—					
亚强真哲水蚤	0.26	26.33	27.08	0.43	9.43	0	—					
缘齿厚壳水蚤	0.11	17.10	17.59	0.69	18.22	0	—					

注:—表示 $Y < 0.02$, + 表示未出现, \bar{x} 表示平均丰度, β 表示标准回归系数, t 表示 t 检验值。

分布呈现南部高、北部低的特征。春季,桡足类总丰度平均值为 $567.4 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$, 是 4 个季节中的最大值。从图 3(a) 可见, 调查海域南部 ($30^{\circ}30'N$ 以南, $122^{\circ}30' \sim 123^{\circ}30'E$) 为桡足类的高密集区 (大于 $1000 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$), 春季中华哲水蚤占桡足类总数的 98.43%, 桡足类的丰度分布情况与该季节中华哲水蚤的丰度分布情况吻合。

夏季, 丰度平均值为 $104.12 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 。图 3(b) 中桡足类分布情况与春季相似, 分布趋势为南部较北部高。2 个较高的密集区 ($250 \sim 1000 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$) 位于 $29^{\circ}45'N$ 、 $123^{\circ}15'E$ 和 $29^{\circ}45'N$ 、 $124^{\circ}15'E$ 附近海域, 但 $31^{\circ}N$ 以北海域的丰度较低, 不超过 $100 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

秋季, 丰度平均值为 $97.23 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 。从图 3(c) 可见, 调查水域整体丰度偏小, 大部分海域丰度不超过 $100 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 。其丰度较高密集区 ($250 \sim 1000 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$) 与春季的高密集区分布情况相似。

冬季, 丰度平均值为 $72.45 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 。图 3(d) 中表示, 冬季丰度较高站位主要集中在调查海域的两端 ($30^{\circ}00'N$ 以南和 $31^{\circ}00'N$ 以北), 其中在西南角出现一个较高密集区 ($250 \sim 1000 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$), 构成这一密集区的主要种类有精致真刺水蚤、微刺哲水蚤、普通波水蚤和中华哲水蚤。其他海域丰度较低, 大部分小于 $10 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

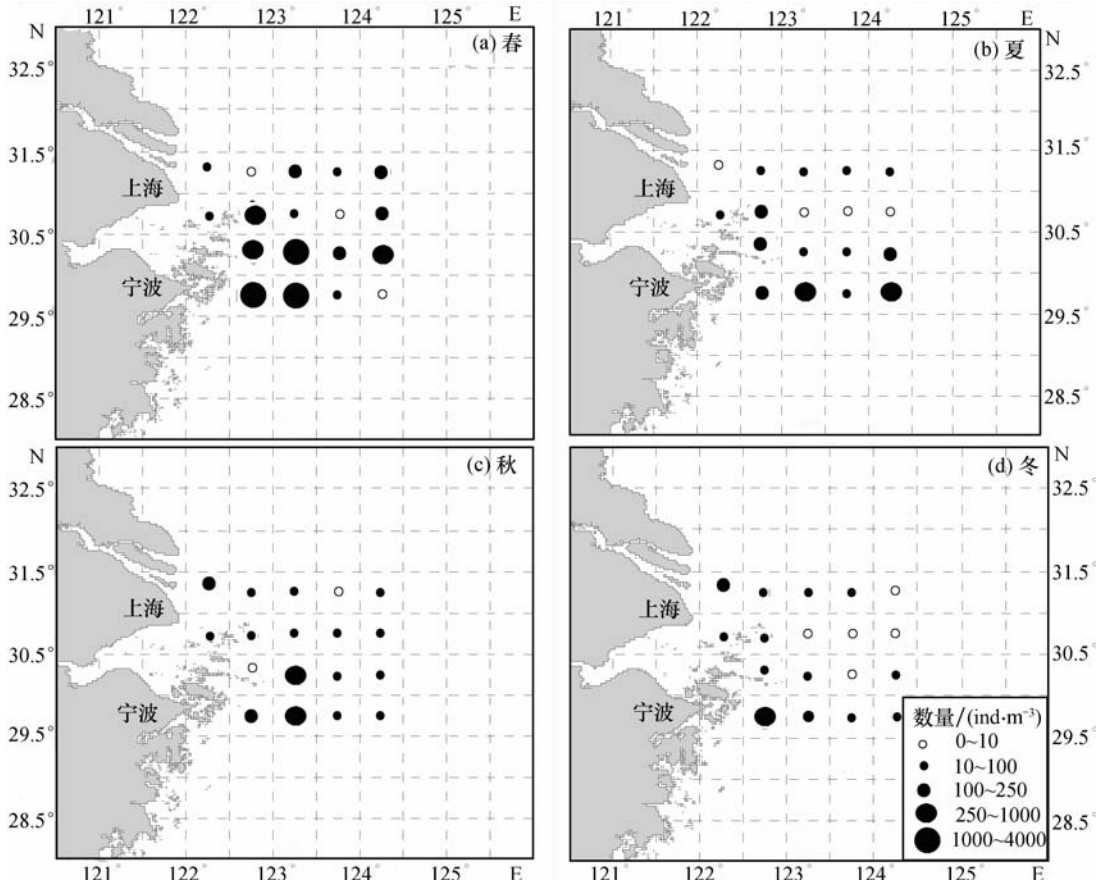


图3 舟山渔场及邻近海域的桡足类种丰度平面分布

Fig. 3 Horizontal distribution of abundance of copepods at Zhoushan fishing ground and adjacent waters

2.4 与温度、盐度的关系

调查海域桡足类的丰度、种类数分布情况与环境因子温度 T 和盐度 S 的关系见表3。春、秋和冬三个季节的丰度、种类数与温度和盐度相关性不显著,不能拟合出回归方程。可见,影响夏季丰度的环境因子是温度,而盐度则是影响种类数的主要因子。

表3 桡足类的丰度、种类数与温度 (T) 和盐度 (S) 的关系

Table 3 Regression analysis between abundance and number of species of copepods temperature (T) and salinity (S)

季节	丰度			种类数		
	回归方程	r	P	回归方程	r	P
夏	$Y = -2.977.1 + 107.902T$	0.604	0.008	$Y = -16.311 + 0.921S$	0.567	0.014

3 讨论

3.1 种类组成与数量分布

在20世纪60年代,郑执中等^[13]对27°30'~31°30'N,机轮禁渔线以西的浮游生物调查中,共鉴定桡足类为48种;2008年章箐等^[14]对舟山群岛附近海域浮游动物调查的桡足类种

类数为 41 种,调查种类组成以哲水蚤目的种类居多,占总种类数的 85.37%;1981 年陈亚瞿等^[8]在黄海南部及东海(28°00'~34°00'N、121°00'~127°00'E)的中小型桡足类调查中,共鉴定出 71 种,但种类组成以剑水蚤目种类居多,哲水蚤目种类仅为 14 种,仅占 19.72%。本次调查共鉴定桡足类 66 种,以哲水蚤目的种类居多。本次调查虽较以往种类数多,但由于调查范围和调查方法存在一定的差异,难以相互参照对比。若要了解舟山渔场及邻近海域生态系统变化,建议对该海域的浮游动物进行长期监测。

本次调查桡足类平均丰度为 $194.85 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$,4 个季节丰度平均值变化趋势为春季 ($567.4 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$) > 夏季 ($104.12 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$) > 秋季 ($97.23 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$) > 冬季 ($72.45 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$)。1987—1990 年台湾以北海域桡足类的丰度均值变化趋势与本次调查情况一致,但春季丰度仅为本次调查的 12% 左右,其余 3 个季节约为 $1/3$ ^[10]。

3.2 优势种丰度对总丰度的贡献探讨

春季由于只有中华哲水蚤一种优势种,所以该种对总丰度的贡献最大,主导春季桡足类丰度的变化。由于优势种的更替,夏季的优势种是精致真刺水蚤、中华哲水蚤、微刺哲水蚤等 8 种,其中精致真刺水蚤的优势度和贡献值都是最大,可以作为总丰度变化的主要因子,其余 7 种的优势度均不大,范围为 0.02~0.11,回归贡献值也较小,范围为 0.1~0.44。秋季,缘齿厚壳水蚤优势度小于亚强真哲水蚤和中华哲水蚤,但对总丰度的贡献值最大。同样,在冬季中,微刺哲水蚤的优势度小于精致真刺水蚤,但对总丰度的贡献值也最大。由以上分析可见,优势种的优势度和贡献值变化情况不一定一致,在分析优势种对总丰度的贡献时,不能仅从优势度方面考虑,应结合优势种丰度变化对总丰度变化的影响^[7]。

3.3 桡足类分布与环境因素的关系

调查海域的水文环境主要受江浙沿岸水、黄海水团以及东海暖水 3 个水团的影响^[16-17]。由于不同季节水系的消长情况不同,导致水团之间形成的混合带发生变化,同时桡足类在调查海域的分布情况也随着水文条件的改变发生变化。

春季种类数较多的区域主要集中在调查海域的东部。由于长江入海径流,在长江口、舟山群岛一带形成一个向外扩展的低盐水舌,分布在这里的桡足类主要属于近岸低盐类群^[18],如真刺唇角水蚤、太平洋纺锤水蚤和虫肢歪水蚤等。而调查海域东部属于东海暖水团控制水域,盐度较之要高,分布的种类是对盐度要求较高的种类,如近缘大眼剑水蚤和精致真刺水蚤等。中华哲水蚤属世界性类群,对温度和盐度的适应范围较大,在全海域都有分布。夏季,盐度主要影响桡足类种类数的变化,随长江径流的剧增,江浙沿岸水控制海域增大,降盐影响显著,低盐水南移。以 30°30'N 为界,形成北部低盐水域种类数少于南部高盐水域的情况。其中,精致真刺水蚤虽然属高温高盐的热带性种,但由于能忍受一定程度的温盐度变化^[19],除了在东部外缘分布外,同时在杭州湾外侧一带亦有出现。

4 个季节桡足类丰度较高的海域都分布在 4 个季节水团交汇的混合带海域,且偏向于海暖水一侧。夏季,温度是主要影响桡足类丰度变化的环境因子。根据桡足类繁殖快、生命周期短的生命特征,如果温度适合,就能够快速生长。而分布在调查海域的种类主要是广温性和高温性的种类,所以在夏季温度上升时,丰度相应地增加。中华哲水蚤在春季的丰度占绝对优势,但夏季丰度急剧减小,且分布范围也缩小,这是因为在夏季太阳辐射增强,表层水温升高导致该种丰度骤降^[20]。

参考文献(References):

- [1] 丁峰元, 李圣法, 董婧, 等. 春季东海区近海浮游动物群落结构及其影响因子[J]. 海洋渔业, 2005, 27(1): 26-32. [DING Feng-yuan, LI Sheng-fa, DONG Jing, et al. Preliminary study on the zooplankton community structure and its influential factors in the offshore waters of the East China Sea in spring. *Marine Fisheries*, 2005, 27(1): 26-32.]
- [2] 徐兆礼, 晁敏, 陈亚瞿. 东海浮游动物生物量分布特征[J]. 海洋学报, 2004, 26(3): 93-101. [XU Zhao-li, CHAO Min, CHEN Ya-qu. Distribution characteristics of zooplankton biomass in the East China Sea. *Acta Oceanologica Sinica*, 2004, 26(3): 93-101.]
- [3] 李少筭, 黄加祺, 郭东辉, 等. 台湾海峡浮游生物生态学研究[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2006, 45(增刊2): 24-31. [LI Shao-jing, HUANG Jia-qi, GUO Dong-hui, et al. Study on ecology of marine plankton in Taiwan Strait, China. *Journal of Xiamen University: Natural Science*, 2006, 45(Supp 2): 24-31.]
- [4] 纪焕红, 叶属峰. 长江口浮游动物生态分布特征及其与环境的关系[J]. 海洋科学, 2006, 30(6): 23-30. [JI Huan-hong, YE Shu-feng. Ecological distribution characteristics of zooplankton and its relationship with environmental factors in the Changjiang River estuary. *Marine Sciences*, 2006, 30(6): 23-30.]
- [5] 宋伦, 周遵春, 王年斌, 等. 锦州湾夏季浮游动物的群落特征[J]. 水产科学, 2006, 25(8): 408-412. [SONG Lun, ZHOU Zun-chun, WANG Nian-bin, et al. Community characteristic of zooplankton in Jinzhou Bay in summer. *Fisheries Science*, 2006, 25(8): 408-412.]
- [6] 李建生, 严利平, 李惠玉, 等. 黄海南部、东海北部夏秋季小黄鱼数量分布及与浮游动物的关系[J]. 海洋渔业, 2007, 27(1): 31-37. [LI Jian-sheng, YAN Li-ping, LI Hui-yu, et al. On the relationship between quantity distributions of small yellow croaker (*Larimichthys polyactis* Bleeker) and zooplankton in southern Yellow Sea and the Northern East China Sea in summer and autumn. *Marine Fisheries*, 2007, 27(1): 31-37.]
- [7] 徐兆礼, 王荣, 陈亚瞿. 黄海南部及东海中小型浮游桡足类生态学 I. 数量分布[J]. 水产学报, 2003, 27(增刊1): 1-8. [XU Zhao-li, WANG Rong, CHEN Ya-qu. Study on ecology of mess small pelagic copepods in the southern Yellow Sea and the East China Sea I. Quantitative distribution. *Journal of Fisheries of China*, 2003, 27(Supp 1): 1-8.]
- [8] 陈亚瞿, 徐兆礼, 杨元利. 黄海南部及东海中小型浮游桡足类生态学 II. 种类组成及群落特征[J]. 水产学报, 2003, 27(增刊1): 9-15. [CHEN Ya-qu, XU Zhao-li, YANG Yuan-li. Study on ecology of mess small pelagic copepods in the southern Yellow Sea and the East China Sea II. Species composition and community characteristics. *Journal of Fisheries of China*, 2003, 27(Supp 1): 9-15.]
- [9] 陈亚瞿, 徐兆礼, 赵文武. 黄海南部及东海中小型浮游桡足类生态学 III. 优势种[J]. 水产学报, 2003, 27(增刊1): 16-22. [CHEN Ya-qu, XU Zhao-li, ZHAO Wen-wu. Study on ecology of mess small pelagic copepods in the Southern Yellow Sea and the East China Sea III. Dominant species. *Journal of Fisheries of China*, 2003, 27(Supp 1): 16-22.]
- [10] 杨关铭, 何德华, 王春生, 等. 台湾以北海域浮游桡足类生物海洋学特征的研究 I. 数量分布[J]. 海洋学报, 1999, 21(4): 78-86. [YANG Guan-ming, HE De-hua, WANG Chun-sheng, et al. Study on the biological oceanographic characteristics of planktonic copepods in the waters north of Taiwan, China I. Abundance distribution. *Acta Oceanologica Sinica*, 1999, 21(4): 78-86.]
- [11] 杨关铭, 何德华, 王春生, 等. 台湾以北海域浮游桡足类生物海洋学特征的研究 II. 群落特征[J]. 海洋学报, 1999, 21(6): 72-80. [YANG Guan-ming, HE De-hua, WANG Chun-sheng, et al. Study on the biological oceanographic characteristics of planktonic copepods in the waters north of Taiwan Island II. Community characteristics. *Acta Oceanologica Sinica*, 1999, 21(6): 72-80.]
- [12] 杨关铭, 何德华, 王春生, 等. 台湾以北海域浮游桡足类生物海洋学特征的研究 III. 指示性种类[J]. 海洋学报, 2000, 22(1): 93-101. [YANG Guan-ming, HE De-hua, WANG Chun-sheng, et al. Study on the biological oceanographic characteristics of planktonic copepods in the waters north of Taiwan Province III. Indicator species. *Acta Oceanologica Sinica*, 2000, 22(1): 93-101.]
- [13] 郑执中, 郭玉洁, 王荣, 等. 浙江近海浮游动物过生态调查研究[R]. 浙江近海渔业资源调查报告: 海洋生物. 1964: 237-266. [ZHENG Zhi-zhong, GUO Yu-jie, WANG Rong, et al. Study on Zhejiang coastal zoopanktom ecology. Report of Zhejiang Coastal Fisheries Resources: Marine Organisms. 1964: 237-266.]
- [14] 章箐, 杨关铭, 王春生, 等. 舟山群岛邻近海域浮游动物生态研究 I. 种类组成与数量分布[J]. 海洋学研究,

- 2008, 26(4): 20-27. [ZHANG Jing, YANG Guan-ming, WANG Chun-sheng, *et al.* Ecological study of zooplankton in the waters near the Zhoushan Archipelago I. Species composition and quantitative distribution. *Journal of Marine Sciences*, 2008, 26(4): 20-27.]
- [15] 徐兆礼, 陈亚瞿. 东黄海秋季浮游动物优势种聚集强度与鲈鱼渔场的关系[J]. 生态学杂志, 1989, 8(4): 13-15. [XU Zhao-li, CHEN Ya-qu. Aggregated intensity of dominant species of zooplankton in autumn in the East China Sea and Yellow Sea. *Journal of Ecology*, 1989, 8(4): 13-15.]
- [16] 孙湘平. 中国近海区域海洋[M]. 北京: 海洋出版社, 2006: 229-238. [SUN Xiang-ping. China Offshore Regional Seas. Beijing: Ocean Press, 2006: 229-238.]
- [17] 张秋华, 程家骅, 徐汉祥, 等. 东海区渔业资源及其可持续利用[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2007: 26-32. [ZHANG Qiu-hua, CHEN Jia-hua, XU Han-xiang, *et al.* Fisheries Recourse and Its Sustainable Use in the East China Sea. Shanghai: Fudan University Press, 2007: 26-32.]
- [18] 陈柏云. 中国海洋浮游桡足类区系的初步研究[J]. 海洋学报, 1984, 5(增刊1): 914-922. [CHEN Bo-yun. Preliminary study on planktonic copepods flora in China's Ocean. *Acta Oceanologica Sinica*, 1984, 5(Supp 1): 914-922.]
- [19] 徐兆礼. 东海精致真刺水蚤 *Euchaeta concinna* 种群生态特征[J]. 海洋与湖沼, 2006, 37(2): 229-238. [XU Zhao-li. Ecological characters of *Euchaeta concinna* (copepod) in the East China Sea. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2006, 37(2): 229-238.]
- [20] Wang R, Zuo T, Wang K. The Yellow Sea cold bottom water—An over summering site for *Calanus sinicus* (Copepoda, Crustacea) [J]. *Journal of Plankton Research*, 2003, 25(2): 169-183.

Species Composition and Quantitative Distribution of Copepods in Zhoushan Fishing Ground and Adjacent Waters

QIN Tao¹, YU Cun-gen¹, CHEN Xiao-qing¹, ZHENG Ji¹, WANG Jie-yu², NING Ping³

(1. Fishery College, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316004, China;

2. Zhoushan Marine Ecological Environmental Monitoring Station, Zhoushan 316000, China;

3. Second Institute of Oceanography, Hangzhou 310012, China)

Abstract: Based on four seasonal data of the comprehensive survey of marine ecosystem in August 2006, January, May and November 2007, this paper deals with the changes of species composition and quantitative distribution of copepods in Zhoushan fishing ground and adjacent waters (29°30'N–31°30'N, west of 124°30'E). The result shows that there are 65 species of copepods having been identified in the survey area. Ten species found in four seasons accounted for 15.38%. There were 10 dominant species appearing in four seasons, among them *Calanus sinicus*, *Euchaeta concinna*, *Canthocalanus paupe* and *Scolecithrix nicobarica* were the main dominants. In accordance with the results of dominance and regression analysis, it is clear that the four seasonal abundance distributions were mainly determined by the distribution of *Calanus sinicus*, *Euchaeta concinna*, *Scolecithrix nicobarica* and *Canthocalanus paupe*. And the seasonal variation of dominant species was remarkable. The areas of high abundance located in mix zone of water masses intersection. The trend of average abundance is the highest in spring (567.4 ind · m⁻³), then in summer (104.12 ind · m⁻³) and autumn (97.23 ind · m⁻³), and the lowest in winter (72.45 ind · m⁻³).

Key words: Zhoushan fishing ground and adjacent waters; copepods; abundance; dominant species