

南海北部浮游动物多样性研究

李纯厚, 贾晓平, 蔡文贵

(农业部渔业生态环境重点开放实验室, 广东省渔业生态环境重点实验室; 中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东广州 510300)

摘要:1997~1999年,对南海北部浮游动物进行了4个季节的专项调查,结果表明,调查海区共出现浮游动物8门20大类709种。优势种的组成各海域显示明显差异,调查期间共有8种优势种,即:异尾宽水蚤(*Temora discaudata*)、普通波水蚤(*Undinula vulgaris*)、微刺哲水蚤(*Canthocalanus pauper*)、叉胸刺水蚤(*Centropages furcatus*)、亚强真哲水蚤(*Eucalanus subcrassus*)、精致真刺水蚤(*Euchaeta concinna*)、肥胖箭虫(*Sagitta enflata*)和中型莹虾(*Lucifer intermedius*)。浮游动物4季总生物量变化范围为18.08~38.27 mg/m³,平均25.27 mg/m³,以冬季最高,夏、春季次之,秋季最低。平面分布呈斑块状,并随季节的变化发生漂移,春、秋季密集区主要分布于台湾浅滩上升流区和北部湾北部近海区;夏季,自台湾浅滩至粤西近海一带水域密集度较高;冬季分布则相对较为均匀。栖息密度范围为0.24~621.13 ind/m³,4季平均27.52 ind/m³,平面分布总体以近岸水域最高,不同季节,分布趋势发生一定变化,高密度区主要分布在台湾浅滩、北部湾北部和粤西近海。生物多样性指数范围为1.63~5.55,平均3.90,自北向南递增。季节变化以夏、春季较高,秋、冬季较低。多样性阈值变化范围为0.02~4.63,平均2.93,多样性水平Ⅱ级,显示南海北部浮游动物多样性丰富。

关键词:浮游动物;种类组成;多样性;南海

中图分类号:S931.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2004)02-0139-08

海洋浮游动物是海洋主要的次级生产者之一,其种类组成、数量分布以及种群数量变动直接或间接制约海洋生产力的发展,在海洋生态系统的结构和功能中发挥重要的调控作用;生物多样性的变化则直接反映海域生态环境质量的优劣。因此,开展海洋浮游动物的调查研究将为全球海洋生态系统动力学研究、海洋生物资源的开发利用和海洋生态环境的保护提供重要的科学依据和指导作用。20世纪50年代以来,我国先后在黄渤海^[1-3]、东海^[1,4]和南海^[1-4]^[5-12]进行过一系列浮游动物调查,对其种类组成、数量变化及其与生物资源的相互关系进行了大量研究。但对浮游动物多样性状况研究甚少,本研究根据1997~2001年专项调查资料,探讨我国南海北部海洋浮游动物生物多样性状况,以期

为维护我国良好的海洋生态环境,保护海洋生物多样性提供基础资料和科学依据。

1 材料与方法

海上调查分别于1997年12月~1998年2月和1998年12月~1999年1月(冬季)、1998年7月~8月(夏季)、1998年9月~11月(秋季)和1999年4月~5月(春季)利用农业部渔业资源与环境科学调查船“北斗”号进行。春、夏和秋季调查范围107°00′~119°30′E,16°00′~23°30′N,水深200 m浅海域,每季调查设站132个;冬季调查范围为107°00′~119°30′E,17°00′~23°30′N,设站100个。先后共完成4个季度9个航次510站次现场取样,站位设置见图1。采样及分析方法按“海洋调查规范”执

收稿日期:2003-07-18; 修订日期:2003-11-24.

基金项目:国家海洋勘测专项课题;广东省重大科技兴海项目(A200099ED1).

作者简介:李纯厚(1963-),男,研究员,主要从事渔业生态环境及浮游生态学。Tel:020-84195173. E-mail:chunhou@pub.guangzhou.gd.cn;chun8828@vip.sina.com

1) 中华人民共和国科学技术委员会海洋综合调查办公室. 全国海洋综合调查报告[A],第8册,中国近海浮游生物的研究[C],1964,1-159.

2) 中国水产科学研究院南海水产研究所. 南海北部底拖网鱼类资源调查报告(海南岛以东)[R],第2册(下),1966,1-94.

3) 中国水产科学研究院南海水产研究所. 南海北部大陆架外海底拖网鱼类资源调查报告集[R](1978.2-1979.1),下册,1979,537-589.

4) 中国水产科学研究院南海水产研究所. 南海北部大陆斜坡海域渔业资源综合考察报告[R],1981,5,1-5.5.

行^[13],水深 ≤ 200 m范围内,浮游动物取样自底至表垂直拖取;水深 >200 m站位,则从200 m水层垂

直拖至表层。浮游动物多样性指数和多样性阈值均参考陈清潮^[14]引用的方法进行计算。

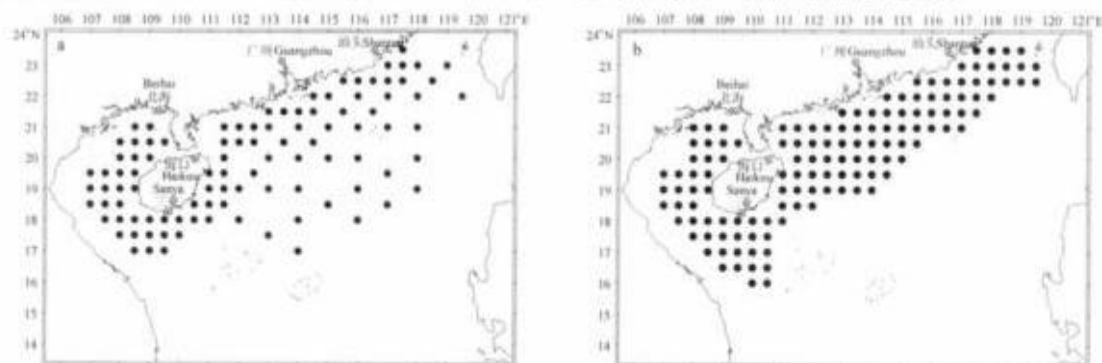


图1 南海北部浮游动物采样调查站位

Fig. 1 Sketch map of sampling stations of zooplankton in the north of South China Sea

a. 冬季, b. 春、夏、秋季 a. Winter, b. Spring, Summer and Autumn

2 结果

2.1 种类组成及优势种

调查共鉴定浮游动物709种(不含浮游幼体)。

隶属于8门20大类群,以甲壳动物占绝对优势,共470种,占总种数的66.3%,甲壳动物中桡足类种类数最多,占总种数的38.5%(表1)。

表1 南海北部不同季节浮游动物种类组成及百分比

Table 1 Seasonal changes of species composition and percentage of zooplankton in the north of South China Sea

门 类 Phyla	春季 Spring		夏季 Summer		秋季 Autumn		冬季 Winter		全年 Total	
	种数 Species number	%	种数 Species number	%	种数 Species number	%	种数 Species number	%	种数 Species number	%
原生动物门 Protozoa	1	0.22	1	0.26	1	0.26	1	0.21	1	0.14
腔肠动物门 Ctenophora	52	11.65	38	9.98	40	10.55	61	13.01	113	15.94
栉水母动物门 Ctenophora	2	0.45	0	0.00	1	0.26	3	0.64	3	0.42
环节动物门 Annelida	14	3.14	14	3.67	11	2.90	3	0.64	14	1.97
软体动物门 Mollusca	26	5.83	33	8.66	21	5.54	44	9.39	54	7.62
节肢动物门 Arthropoda	307	68.83	254	66.65	264	69.65	309	65.89	470	66.28
毛颚动物门 Chaetognatha	23	5.16	25	6.56	23	6.07	24	5.12	27	3.81
尾索动物门 Urochordata	21	4.71	16	4.20	18	4.75	24	5.12	27	3.80
合计 Total	446	65.73	381	53.74	379	53.46	469	66.15	709	100

调查结果显示,南海北部浮游动物出现种数有明显的季节变化。冬季出现种类数最多,为469种,占全海区总种类数的66.2%;其次是春季,为446种,占总种类数的62.9%;夏季和秋季出现种类数较为接近,各为381种和379种,分别占总种类数的53.7%和53.5%。总体呈现冬、春季高于夏、秋季的趋势。

尽管季节不同,浮游动物各类群种类组成百分

比呈现一定差异,但桡足类作为第1大类群,优势明显,种类组成百分比范围35.82%~43.27%,平均38.50%;其次是端足类、管水母类和介形类,种类组成百分比范围为5.01%~11.30%;第3组是翼足类、水螅水母类、磷虾类和毛颚类,种类组成百分比变化为3.15%~6.56%,第4组是糠虾类和海樽类,种类组成百分比范围1.92%~4.26%,第5组是多毛类、十足类和异足类,种类组成百分比范围

0.38%~3.83%,其他类群种类组成百分比均低于1.00%,主要有有孔类、钵水母类、栉水母类、枝角类、涟虫类、等足类和有尾类等。水深不同,浮游动物出现种数亦发生较大差异。调查期间不同水深范围出现种数不同,10~30 m范围海域,平均出现种数为33种/站,31~60 m则增为35种/站,大于200 m水深海域平均种数达到111种/站。显然,随水深的增加,浮游动物种类总数明显增多,并呈现典型的线性关系:

$$Y_{\text{平均数}} = 6.75X + 26.25$$

式中, Y 为每站出现浮游动物种数, X 为水深(m), $R=0.9454$, $n=510$)。各季节均显示相同趋势,以冬季趋势最为显著。

以优势度0.015为优势种指标,调查海域优势浮游动物共8种,即异尾宽水蚤、普通波水蚤、微刺哲水蚤、叉胸刺水蚤、亚强真哲水蚤、精致真刺水蚤、肥胖箭虫和中型莹虾。优势种的季节演替和空间分布变化特征明显,微刺哲水蚤和肥胖箭虫在四季均为优势种群;普通波水蚤在春、夏、秋季栖息密度高,为主要优势种群之一,而在冬季数量降低,失去优势种群地位;异尾宽水蚤则仅在春、夏季成为优势种,而在秋、冬季处于非优势地位。

按季节分析,春季,以异尾宽水蚤和肥胖箭虫为主要种类,其优势度和数量百分比分别为0.056、0.046和6.14%、5.65%。台湾浅滩、粤东至珠江口海域以异尾宽水蚤为第一优势种;粤西和琼南海域则以肥胖箭虫为主要优势种群;北部湾海域则以介形类的针刺真浮萤为第一大优势种,精致真刺水蚤为第二大优势种群。

夏季,肥胖箭虫处于较高的优势水平(优势度0.043),异尾宽水蚤优势地位明显下降,而叉胸刺水蚤和微刺哲水蚤优势水平上升。粤东至粤西海域以肥胖箭虫数量占优,台湾浅滩的中型莹虾、珠江口的普通波水蚤优势地位亦较明显;琼南海域春季肥胖箭虫的第一优势地位被微刺哲水蚤所取代;北部湾主要优势种演替为叉胸刺水蚤和肥胖箭虫。

秋季,与春、夏季不同,微刺哲水蚤和普通波水蚤数量明显增加,分别成为第一、二优势种,优势度分别达到0.049和0.040;肥胖箭虫优势水平下降,异尾宽水蚤优势地位消失。从空间分布看,台湾浅滩、粤东、珠江口至粤西海域主要优势种基本类似,主要为微刺哲水蚤和普通波水蚤,粤东的肥胖箭虫优势地位仍居第一水平;北部湾海域的亚强真哲水

蚤和微刺哲水蚤分别占据第一和第二优势地位;琼南海域优势种单一,共2种。

冬季,微刺哲水蚤继续维持秋季的第一优势地位,但秋季第二大优势种普通波水蚤种群的优势地位消失,而以肥胖箭虫取代。在空间分布上,台湾浅滩和粤东海域优势种相似度较大,主要为微刺哲水蚤和精致真刺水蚤等,但各海域次优势种类明显不同;珠江口和琼南海域优势种组成较为接近,主要为精致哲水蚤、微刺哲水蚤和肥胖箭虫等;粤西和北部湾海域主要优势种为肥胖箭虫和微刺哲水蚤等,但优势水平和优势地位具有一定差异。

2.2 生物量

调查期间,浮游动物总生物量四季均值变化范围为18.07~38.27 mg/m³,平均25.27 mg/m³,以冬季最高,夏、春季次之,秋季最低。数量呈块状分布特征,高生物量密集区一般分布在沿岸水域和沿岸水与外海水交汇海域,见图2。

春季,平均生物量25.43 mg/m³,呈块状分布,极不均匀,粤东与台湾浅滩交汇处、珠江口与粤西海域交汇处和北部湾形成相对高密度区。夏季,平均生物量26.00 mg/m³,呈现明显的条带状分布趋势,即东部海域高于西部,近海水域高于远海的分布规律,大于200 mg/m³的高生物量密集区分布在广东与福建相邻近海和粤东惠来神泉以外水深40 m局部海域。秋季,平均生物量18.07 mg/m³,分布趋势与夏季基本相似,即总体以近海向外海递减,东部略高于西部,台湾浅滩和北部湾北部为较高密集区。冬季,平均生物量38.27 mg/m³,分布比较均匀,大部分水域在10~50 mg/m³左右,大于200 mg/m³的高密集区范围狭小,仅分布在粤东海域的红海湾与碣石湾外30 m水深范围和珠江口佳蓬列岛外80 m水深海域。

2.3 栖息密度

浮游动物栖息密度范围0.24~621.13 ind/m³,4季平均27.52 ind/m³见图3。春季,变化范围0.80~174.25 ind/m³,平均15.65 ind/m³,为全年最低值,高密集区分布在北部湾北部、粤西近海和台湾浅滩西南部。夏季,栖息密度范围0.94~183.77 ind/m³,平均30.04 ind/m³,以近岸栖息密度最高,由近海向外海递减,趋势明显。秋季,栖息密度范围0.24~272.78 ind/m³,平均23.61 ind/m³,仍呈近海高于外海的总体分布趋势,高密集区主要分布在台湾浅

滩至粤东近海、北部湾北部和粤西局部海域。冬季，
栖息密度范围 $0.90 \sim 621.13 \text{ ind/m}^3$ ，平均 46.78

ind/m^3 ，为全年最高，分布较为均匀，局部海域出现
小范围高密度区。

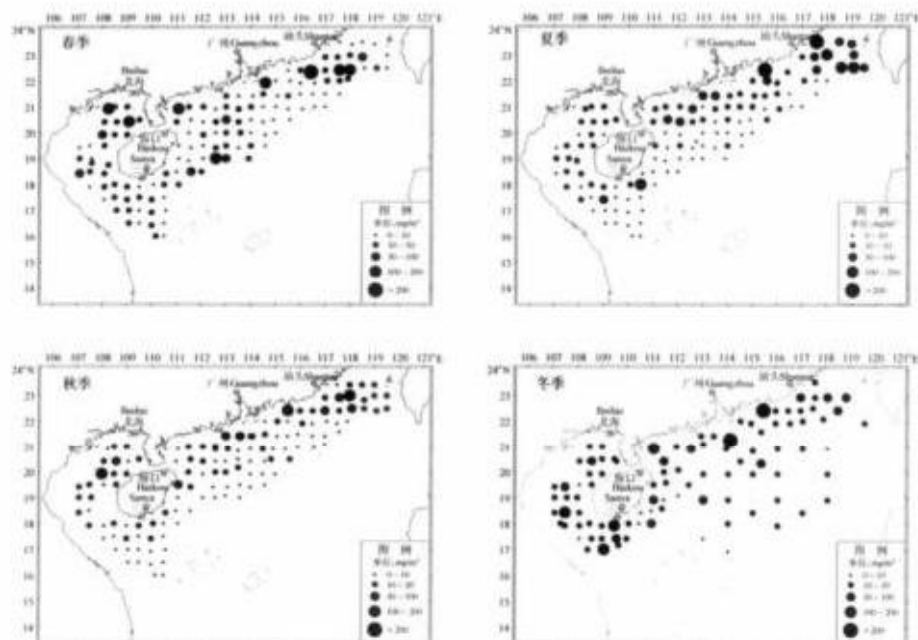


图2 南海北部浮游动物总生物量平面分布 (ind/m^3)

Fig. 2 Horizontal distribution of biomass of zooplankton in the north of South China Sea

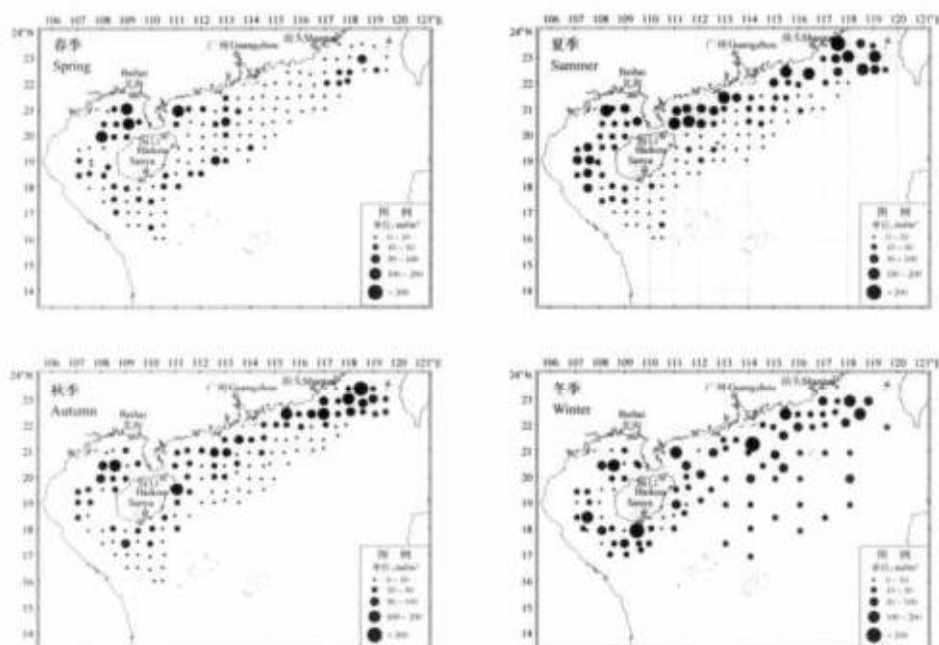


图3 南海北部浮游动物栖息密度平面分布 (ind/m^3)

Fig. 3 Horizontal distribution of zooplankton density in the north of South China Sea

2.4 多样性水平

调查海域多样性指数变化范围 1.63 ~ 5.55, 全海域 3.90; 季节变化以夏季最高, 达到 4.17, 春、冬季次之, 分别为 3.95 和 3.87, 秋季最低, 为 3.63 (见

表 2), 呈现夏→春→冬→秋季, 多样性指数显著递减趋势 ($P < 0.05$)。不同季节, 多样性指数的平面分布显示一定差异, 但总体而言, 大于 4.00 的高值区主要分布在水深 100 m 以外海域。

表 2 南海北部浮游动物多样性指数和多样性阈值比较

Table 2 Seasonal variation of diversity index and diversity threshold of zooplankton in the north of South China Sea

参数 Parameter	类别 Item	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	均值 Average
多样性指数 Diversity index	均值 ± 标准差 Average ± SD	3.95 ± 0.61	4.17 ± 0.61	3.63 ± 0.63	3.87 ± 0.72	3.90 ± 0.67
	变化范围 Range	1.63 ± 5.55	1.95 ± 5.32	1.71 ± 5.15	1.71 ± 5.36	1.63 ± 5.55
多样性阈值 Diversity threshold	均值 ± 标准差 Average ± SD	3.05 ± 0.79	3.26 ± 0.70	2.68 ± 0.71	2.70 ± 0.77	2.93 ± 0.78
	变化范围 Range	0.02 ± 4.63	1.06 ± 4.50	0.50 ± 4.34	0.50 ± 4.55	0.02 ± 4.63
多样性等级 Diversity level	/	II *	II *	II *	II *	II *

"II*" 丰富 Abundant

浮游动物多样性阈值列于表 3。调查海域多样性阈值变化范围 0.02 ~ 4.63, 平均 2.93, 以夏季最高, 春季次之, 秋、冬季基本接近; 浮游动物多样性水平各季节均处于 II 级, 即多样性丰富水平。不同区

域、不同季节显示较大差异见图 4。春季, 大部分海域处于 II 级以上水平, 粤东外海、北部湾口深水处、南卫滩西部达到 I 级水平, 显示多样性水平很丰富; 粤西海域水深 80 ~ 100 m 小范围内多样性水平低至

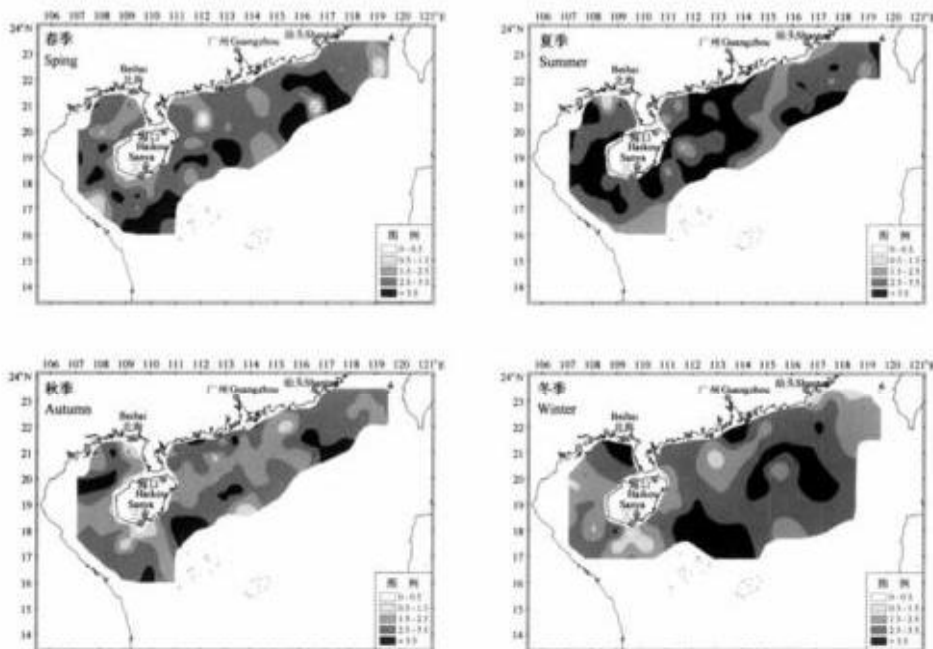


图 4 南海北部浮游动物多样性水平分级评价图

Fig. 4 Evaluation map of diversity level of zooplankton in the north of South China Sea

V级最低水平。夏季,多样性水平普遍较高,全海域均达到Ⅲ级以上水平,珠江口西侧和北部湾中部出现大范围的带状Ⅰ级水平高值区。秋季,多样性水平全年最低,三亚东部外海、北卫滩东部等小范围海域达到Ⅰ级水平,粤东较其它海域高,近海至外海均达到Ⅱ级多样性丰富水平。冬季,多样性水平与春季相当,50%海域达到Ⅱ级以上水平,西沙群岛东北部、南北卫滩附近海域多样性水平达到Ⅰ级很丰富水平。

3 讨论

3.1 浮游动物的种类组成

南海浮游动物种类组成和种类数量远比高纬度海域复杂,同时期调查显示,南海浮游动物出现种类远多于黄海的67种,高于东海的613种⁵⁾,呈现自北向南随纬度降低明显增多趋势。

与以往调查比较,南海浮游动物出现种数有明

显增加趋势,种类组成结构基本保持稳定,主要优势种发生了一定变化。1959~1960年,南海浮游动物出现总数为510种¹⁾,到1978~1979年调查时,维持这一水平³⁾,而到本次调查,种类总数明显增加,达到709种,显示浮游动物种类数量递增趋势。

优势种组成总体变化不明显,但在不同调查年代、调查海域和调查季节显示一定差异。从1959~1960年调查到本次调查,一直保持优势地位的优势种有微刺哲水蚤、精致真刺水蚤、普通波水蚤、狭额次真水蚤、亚强真哲水蚤、中型莹虾和肥胖箭虫等;到1978~1979年调查时,达氏波水蚤、锥形宽水蚤跃居优势种行列;到本次调查,叉胸刺水蚤、异尾宽水蚤成为主要优势种之一见表3。导致种类组成和优势种发生变化的原因,目前尚未进行系统研究和分析,除调查范围的差异外,环境条件的改变可能发挥较大作用,有待进一步探讨。

表3 南海北部浮游动物优势种或主要种类的变化

Table 3 Comparison of the dominant or the main species of zooplankton in the north of South China Sea

年份 Year	优势种或主要种类 Dominant or main species	海域 Region	参考文献 Reference
1959~1960	中华哲水蚤、普通波水蚤、精致真刺水蚤、狭额次真水蚤、亚强真哲水蚤、微刺哲水蚤、海洋真刺水蚤、中型莹虾、肥胖箭虫、半口壮丽水母	南海北部200m等深线以内	2)
1964~1965	普通波水蚤、海洋真刺水蚤、中华哲水蚤、亚强真哲水蚤、狭额次真水蚤、鼻额哲水蚤、歪尾宽水蚤、丹氏厚壳水蚤、微刺哲水蚤、中型莹虾、肥胖箭虫	南海北部大陆架(海南岛以东)	3)
1978~1979	普通波水蚤、精致真刺水蚤、狭额次真水蚤、亚强真哲水蚤、微刺哲水蚤、海洋真刺水蚤、达氏波水蚤、锥形宽水蚤、中型莹虾、肥胖箭虫、小齿海樽、双生水母	南海北部大陆架外海	4)
1979~1980	狭额次真水蚤、普通波水蚤、瘦乳点水蚤、瘦新哲水蚤、丹氏厚壳水蚤、隆长蟹磷虾、中型莹虾、肥胖箭虫	南海北部大陆斜坡	5)
1979~1981	锥形宽水蚤、普通波水蚤、达氏波水蚤、狭额次真水蚤、亚强真哲水蚤、海洋真刺水蚤、瘦乳点水蚤、肥胖箭虫、太平洋箭虫、中型莹虾、正型莹虾等	南海东北部	[6]
1980~1985	刺尾纺锤水蚤、精致真刺水蚤、异尾宽水蚤、肥胖箭虫、亚强真哲水蚤、锥形宽水蚤、中华哲水蚤、微刺哲水蚤、肥胖箭虫、真刺膝角水蚤、椭圆形长足水蚤、伯氏平头水蚤、中型莹虾、双生水母、小齿海樽	广东省海岸带	[10~11]
1989~1990	中华哲水蚤、微刺哲水蚤、刺尾纺锤水蚤、亚强真哲水蚤、瘦歪水蚤、乌喙尖头、肥胖箭虫、普通波水蚤、真刺膝角水蚤、伯氏平头水蚤、中型莹虾、瘦尾胸刺水蚤、异尾宽水蚤、锥形宽水蚤、双生水母	广东省海岛	[12]
1997~1999	达氏波水蚤、叉胸刺水蚤、角锚哲水蚤、精致真刺水蚤、普通波水蚤、瘦乳点水蚤、微刺哲水蚤、狭额次真水蚤、亚强真哲水蚤、异尾宽水蚤、中型莹虾、肥胖箭虫、住囊虫	南海北部水深200m以浅	本次调查 This report

- 1) 中华人民共和国科学技术委员会海洋综合调查办公室. 全国海洋综合调查报告[A], 第8册. 中国近海浮游生物的研究[C]. 1964, 1-159.
- 2) 中国水产科学研究院南海水产研究所. 南海北部底拖网鱼类资源调查报告(海南岛以东)[R]. 第2册(下). 1966: 1-94.
- 3) 中国水产科学研究院南海水产研究所. 南海北部大陆架外海底拖网鱼类资源调查报告集[R] (1978. 2-1979. 1). 下册. 1979: 537-589.
- 4) 中国水产科学研究院南海水产研究所. 南海北部大陆斜坡海域渔业资源综合考察报告[R]. 1981: 5. 1-5. 5.
- 5) 王云龙, 李纯厚, 庄志猛, 等. 浮游动物调查与研究[R]. 2001.

3.2 数量的时空变化

与高纬度的东海和黄渤海比较,南海北部浮游动物生物量明显要低,季节变化趋势显示明显差异。本次调查南海北部浮游动物生物量约为黄海的58%,东海的39%;数量高峰季节由南向北分别滞后1个季节,即南海-东海-黄海高峰季节分别为冬季、秋季和夏季⁵⁾,与以往调查结果基本一致²⁾。

与以往调查结果比较,南海浮游动物数量发生明显变化。1959~1960年,南海北部饵料浮游动物生物量(一般占总生物量的80%以上)平均65.97 mg/m³,1964~1965年总生物量平均达到366.40 mg/m³,1978~1979年,饵料生物量有所下降,平均

117.96 mg/m³,到本次调查时,数量发生急剧下降,仅为25.7 mg/m³,见表4。生物量的区域分布也发生明显变化,1959~1960年,最高生物量分布在粤东,其次是珠江口,粤西海域最低;1978~1979年调查结果显示,生物量高值区西移,以粤西海域数量最高,其次是粤东,珠江口最低;本次调查结果表明,各海域生物量差异不显著,相对以粤西海域略高于粤东,珠江口较低。导致生物量降低和密集区转移的原因,就目前的资料尚难以确定,有待进一步研究。不过,调查海域的差异、调查季节错差、全球海洋气候的变化、环境质量的下降以及生物资源和生态系统内能量转换链的变化均可能对此产生影响。

表4 南海北部浮游动物生物量比较

Table 4 Comparison of the biomass of zooplankton in the north of South China Sea

mg · m⁻³

年份 Year	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	均值 Average	调查海域 Survey area	参考资料 Reference
1959~1960	72.40*	66.90*	55.63*	68.95*	65.97*	200m以浅(不包括北部湾)	1)
1964~1965	374.00	273.50	361.30	586.40	366.40	海南岛以东200m以浅	2)
1978~1979	156.80*	110.88*	81.38*	122.78*	117.96*	海南岛以东60~200m	3)
1980	57.4*	40.9*	/	/	/	海南岛以东80~3500m	4)
1989~1990	169.3	/	294.4	/	/	广东海岛	[12]
1998~1999	25.43	26.00	18.07	38.27	25.27	200m以浅(包括北部湾)	本次调查

注:“*”未包括水母和被囊类的生物量

Note: “*” Biomass not including medusae and tunicata

3.3 多样性水平评价

调查显示,南海北部浮游动物多样性水平高,达到Ⅱ级水平,多样性阈值4季平均2.93,明显高于黄海同期调查结果(0.78),也略高于东海(2.73),显示低纬度亚热带海域生物多样性明显高于高纬度温带海域的特征。以往对南海北部浮游动物多样性研究甚少,对海域浮游动物多样性水平的区域变化及趋势变化无从比较,郭沛涌等^[15]研究了长江河口丰水期和枯水期浮游动物的多样性状况,多样性阈值分别为1.17和1.41,从区域分布角度证实了河口近海水域多样性水平一般较外海水域低的特征。

4) 中国水产科学研究院南海水产研究所,南海北部大陆斜坡海域渔业资源综合考察报告[R],1981,5:1~5.5.

参考文献:

- [1] 农牧渔业部水产局,农牧渔业部黄渤海区渔业指挥部.黄渤海区渔业资源调查和区划[M].北京:海洋出版社,1990.
- [2] 白雪娥,庄志猛.渤海浮游动物生物量及其主要种类数量变动的研究[J].海洋水产研究,1991,(2):72~91.
- [3] 郑执中.黄海和东海西部浮游动物群落的结构及其季节变化[J].海洋与湖沼,1965,7(3):199~204.
- [4] 农牧渔业部水产局,农牧渔业部东海区渔业指挥部.东海区渔业资源调查和区划[M].上海:华东师范大学出版社,1987.95~156.
- [5] 农牧渔业部水产局,农牧渔业部南海区渔业指挥部.南海区渔业资源调查和区划[M].广州:广东科技出版社,1989.37~81.
- [6] 中国科学院南海海洋研究所.南海海区综合调查研究报告(二)[M].北京:科学出版社,1985.332~420.
- [7] 国家海洋局.南海中部海域环境资源综合调查报告[M].北京:科学出版社,1988.162~207.
- [8] 中国科学院南沙综合科学考察队.南沙群岛西南部陆架海区底拖网渔业资源调查报告[M].北京:海洋出版社,1991.40~66.

1) 中华人民共和国科学技术委员会海洋综合调查办公室.全国海洋综合调查报告[A],第8册.中国近海浮游生物的研究[C],1964,1~159.

2) 中国水产科学研究院南海水产研究所.南海北部底拖网鱼类资源调查报告(海南岛以东)[R],第2册(下).1966:1~94.

3) 中国水产科学研究院南海水产研究所.南海北部大陆架外海底拖网鱼类资源调查报告集[R](1978.2~1979.1).下册.1979:537~589.

- [9] 中国科学院南沙综合科学考察队, 中国水产科学研究院南海水产研究所. 南沙群岛西南部陆架海区底拖网渔业资源调查研究专集[M]. 北京: 海洋出版社, 1996. 58-62.
- [10] 广东省海岸带和海涂资源综合调查大队, 广东省海岸带和海涂资源综合调查领导小组办公室. 广东省海岸带和海涂资源综合调查报告[M]. 北京: 海洋出版社, 1987. 205-228.
- [11] 余勉余, 梁超愉, 李茂照, 等. 广东省浅海滩涂增殖渔业环境及资源[M]. 北京: 科学出版社, 1990. 27-44.
- [12] 郭金富, 李茂照, 余勉余. 广东海岛海域海洋生物和渔业资源[M]. 广州: 广东科技出版社, 1994. 55-70.
- [13] 国家技术监督局. 海洋调查规范[M]. 北京: 中国标准出版社, 1992.
- [14] 陈清潮, 黄良民, 尹健强, 等. 南沙群岛海区浮游动物多样性研究[A]. 南沙群岛及其邻近海区海洋生物多样性研究 I [C]. 北京: 海洋出版社, 1994. 42-50.
- [15] 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): 892-900.

Diversity of marine zooplankton in the north of South China Sea

LI Chun-hou, JIA Xiao-ping, CAI Wen-gui

(Key Laboratory of Fishery Ecology Environment, Ministry of Agriculture; Key Laboratory of Fishery Ecology Environment, Guangdong Province; South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

Abstract: Since 1950's, some surveys have been made on species composition, amount variation and relationship between species number and resources in the Yellow Sea, Bohai Sea, East China Sea and South China Sea. Even so, the research on diversity of zooplankton was seldom reported in China. In this paper the study is based on the data collected in the seasonal surveys in the north of South China Sea from 1997 to 2001 and aims to establish a scientific base for the conservation of marine resource and ecology environment. Totally 709 species of zooplankton were identified and the results showed that the composition of the dominant species differentiated from various waters, and eight dominant species occurred during the surveys, which were *Temora discaudata*, *Undinula vulgaris*, *Canthocalanus pauper*, *Centropages furcatus*, *Eucalanus subcrassus*, *Euchaeta concinna*, *Sagitta enflata* and *Lucifer intermedius*. In four seasons the total biomass of zooplankton ranged from 18.08 to 38.27 mg/m³, and the average was 25.27 mg/m³. The biomass in winter was the highest, and followed by summer and spring, while in autumn it was the lowest. The horizontal distribution of zooplankton showed uneven and speckled and changed with seasons. In spring and autumn the dense area occurred mainly in the upwelling waters along Taiwan coast and the northern inshore waters of Beibu Bay, and in summer the dense area was distributed in the coastal waters from Taiwan Bank to West Guangdong, while in winter the distribution was even relatively. The density ranged from 0.24 to 621.13 ind/m³ with the average of 27.52 ind/m³, and the densest area occurred in the coastal waters. The horizontal distribution varied with the different seasons, and the dense area occurred along Taiwan coastal waters, north of Beibu Bay and west Guangdong coastal waters. The biodiversity index varied from 1.63 to 5.55, while the average was 3.90, and it showed an increasing trend from north to south. In summer and spring the diversity index was higher, while in autumn and winter it was lower. The range of the diversity threshold value range was 0.02-4.63, while the average was 2.93. The diversity level was in the second class, which showed that zooplankton in the north of South China Sea was rich in diversity.

Key words: zooplankton; species composition; biodiversity; South China Sea

* This study is supported by the State Ocean Survey Project, and the Key Project of Ocean Initiation of Science and Technology, Guangdong Province (No. A20009E01).