

北部湾海域毛颚类种类组成与群落结构

杜飞雁^{1,2}, 李纯厚¹, 贾晓平¹

(1. 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; 2. 上海水产大学, 上海 200090)

摘要:为了解和掌握北部湾渔场生态环境的动态变化规律, 1998年2月~1999年5月对北部湾海域进行了4个航次生态环境综合调查。结果表明, 北部湾毛颚类以暖水种为主, 主要种类有肥胖箭虫(*Sagitta enflata*)、小箭虫(*S. neglecta*)、百陶箭虫(*S. bedoti*)、凶型箭虫(*S. ferox*)、规则箭虫(*S. regularis*)、太平洋橈虫(*Krohnitta pacifica*)、太平洋箭虫(*S. pacifica*)、美丽箭虫(*S. pulchra*)等; 记录到的22种中, 有13种周年出现, 9种季节性出现; 夏季出现种类最多, 达21种。冬季、秋季和春季分别为16、15种和14种。聚类分析结果表明: 北部湾毛颚类为一个结构稳定的群落, 在秋、冬季又可大致分为2个亚群。由各季相似性矩阵的第1主标与水温、盐度的相关系数分析表明: 水温、盐度仅在冬季对毛颚类群落分化产生显著影响, 其他季节影响较小。

关键词:毛颚类; 种类组成; 群落结构; 北部湾

中图分类号:S932.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2004)01-0059-06

北部湾为我国南海西北部的半封闭性海湾, 热带、亚热带气候, 生物资源丰富, 是我国南海著名的优良渔场之一。毛颚类是海洋浮游动物中一个重要的类群, 也是重要饵料生物之一, 其生态学研究对于渔场生态学研究的全面开展、探索其动态变化规律具有重要意义。

北部湾海域浮游动物系统研究目前较少, 仅孙耀强^[1]、杜飞雁等^[2]分别对北部湾广西沿岸及全海域毛颚类组成、数量分布等方面进行过报道。本文根据1998年2月~1999年5月在北部湾海域进行的4个航次周年调查资料, 对毛颚类进行种类组成及群落结构的研究, 并对群落种类组成、分布、群落相似性及与水温 and 盐度等环境因子的关系进行了初步探讨。

1 材料与方法

1.1 材料来源

1998年2月至1999年5月, 对北部湾海区进行了4个航次生态环境的综合调查, 每航次设置27个站(秋季除3、15和17号站外, 设24个站), 站位设置情况见图1。样品按照《海洋调查规范》

(GB12763.6-91)^[3]用大型浮游生物网(网长280 cm、网口内径80 cm、网口面积0.5 m², 网筛绢规格0.507 mm), 从底至表垂直拖取, 加5%福尔马林溶液固定, 带回实验室, 进行挑样、分类鉴定、计数, 根据滤水量换算出栖息密度。

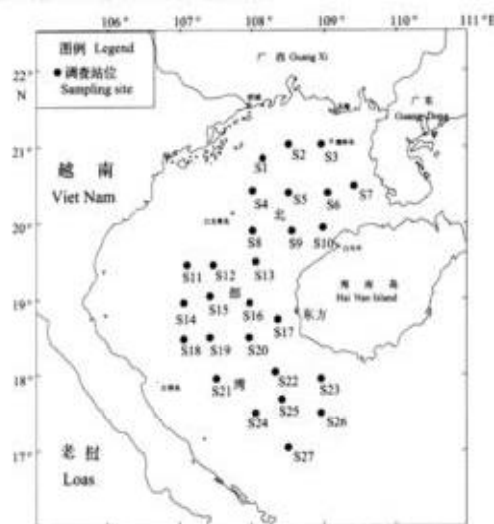


图1 北部湾调查站位设置示意图

Fig.1 Sketch map of sampling stations

收稿日期:2003-05-15; 修订日期:2003-07-28.

基金项目:国家海洋勘测专项(HY126-02-03); 广东省重大科技兴海项目(A200099E01).

作者简介:杜飞雁(1974-), 女, 博士生, 主要从事海洋渔业资源与生态环境研究. E-mail: feiyang@21cn.com

通讯作者:贾晓平. E-mail: jiaxiaoping53@163.com

1.2 方法

以在北部湾各站出现的22种毛颚类的栖息密度数据进行聚类分析,对毛颚类的群落进行划分。聚类分析采用的距离系数为 $D=1-\text{相关系数}$,聚类方法用组间连接法(Between-groups linkage)。数据处理在SPSS10.0统计软件上进行。

对划分出的群落用桑德斯(Sanders,1960)提出的公式^[4],计算相似性系数进行群落相似性分析:

$$PSC = 100 - 0.5 \sum |a' - b'|$$

式中: a' —群落A中各生物种的栖息密度与总

栖息密度的比值; b' —群落B中各生物种的栖息密度与总栖息密度的比值。

样品相似性矩阵的主坐标分析中,主坐标的计算步骤按文献[5],其中特征向量的抽取用Jacobi法^[6],分析采用自行编定的BASIC程序。

2 结果与讨论

2.1 种类组成

样品中共记录毛颚类22种(表1),根据其生态习性^[7],除暖温带近海种海龙箭虫外,均为暖水种。

表1 北部湾毛颚类种类组成
Table 1 Composition of Chaetognatha in Beibu Bay in four seasons

种 名 Species	出现季节 Occurring season				生态类型 Ecological type
	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter	
肥胖箭虫 <i>Sagitta enflata</i>	+	+	+	+	No. 1
凶型箭虫 <i>Sagitta ferox</i>	+	+	+	+	No. 1
规则箭虫 <i>Sagitta regularis</i>	+	+	+	+	No. 1
太平洋橈虫 <i>Krohnitta pacifica</i>	+	+	+	+	No. 1
粗壮箭虫 <i>Sagitta robusta</i>	+	+	+	+	No. 1
百陶箭虫 <i>Sagitta bedoti</i>	+	+	+	+	No. 2
小箭虫 <i>Sagitta neglecta</i>	+	+	+	+	No. 2
美丽箭虫 <i>Sagitta pulchra</i>	+	+	+	+	No. 2
弱箭虫 <i>Sagitta delicata</i>	+	+	+	+	No. 2
圆囊箭虫 <i>Sagitta johorensis</i>	/	+	/	/	No. 2
矮壮箭虫 <i>Sagitta bedfordii</i>	/	+	/	+	No. 2
太平洋箭虫 <i>Sagitta pacifica</i>	+	+	+	+	No. 3
多变箭虫 <i>Sagitta decipiens</i>	/	+	+	/	No. 3
纤细橈虫 <i>Krohnitta subtilis</i>	+	+	+	+	No. 3
飞龙翼箭虫 <i>Pterosagitta draco</i>	+	+	+	+	No. 3
微型箭虫 <i>Sagitta minima</i>	/	+	+	+	No. 3
六鳍箭虫 <i>Sagitta hexaptera</i>	+	+	+	+	No. 3
隔状箭虫 <i>Sagitta septata</i>	/	+	/	/	No. 3
琴形箭虫 <i>Sagitta lyra</i>	/	+	/	/	No. 3
双斑箭虫 <i>Sagitta bipunctata</i>	/	+	/	+	No. 4
狭长箭虫 <i>Sagitta bruani</i>	/	+	/	/	No. 4
海龙箭虫 <i>Sagitta nagae</i>	+	/	/	/	No. 5

注:No. 1—暖水广布种;No. 2—暖水近岸种;No. 3—大洋性暖水种;No. 4—暖水种;No. 5—暖温带种。“+”—出现;“/”—未出现。

Note: No. 1—warm-water eurytopic species; No. 2—warm-water coastal species; No. 3—ocean warm-water species; No. 4—warm-water species; No. 5—temperate-water species. “+”—occurred; “/”—unoccurred.

大洋性暖水种出现种类数最多,达8种;暖水近岸种和暖水广布种,分别为6种和5种。主要种类有肥胖箭虫(*Sagitta enflata*)、小箭虫(*S. neglecta*)、百陶箭虫(*S. bedoti*)、凶型箭虫(*S. ferox*)、规则箭虫(*S. regularis*)、太平洋橈虫(*Krohnitta pacifica*)、太平洋箭虫(*S. pacifica*)、美丽箭虫(*S. pulchra*)等。

北部湾毛颚类中有13种为周年出现种,占出现

种数的59.1%,9种为季节性出现种。种数的年高峰出现在夏季,达21种;冬、秋季种数有所下降,分别为16种和15种;春季较少,有14种。毛颚类平均栖息密度的年高峰也出现在夏季,达5.09 ind/m³,主要种类有肥胖箭虫、小箭虫、规则箭虫、太平洋橈虫、太平洋箭虫等;秋季最低,仅为1.52 ind/m³,以肥胖箭虫、百陶箭虫、凶型箭虫、规则箭虫为

主;春、冬季平均栖息密度分别为 3.05 ind/m^3 和 2.93 ind/m^3 ,前者以肥胖箭虫、百陶箭虫、太平洋箭虫、飞龙翼箭虫(*Pterosagitta draco*)、凶型箭虫、海龙箭虫(*S. nage*)为主,后者以肥胖箭虫、百陶箭虫、凶型箭虫、美丽箭虫、太平洋箭虫、规则箭虫、小箭虫等为主。

2.2 群落结构

2.2.1 群落划分 对各季节、各站出现的毛颚类进

行聚类分析的结果表明(图2),以距离0.22为划分界限,春、夏季大部分采样站之间的差异不明显,基本上可以划分为1个群落;秋、冬季大致可分为2个群落,但若以0.38为划分界限,则这2个群落可归为1个群落,考虑到秋、冬两季2个群落间确实存在一定差异,为了较准确地描述秋、冬季毛颚类群落结构的动态变化特点,可将其作为1个群落的2个亚群落划分。

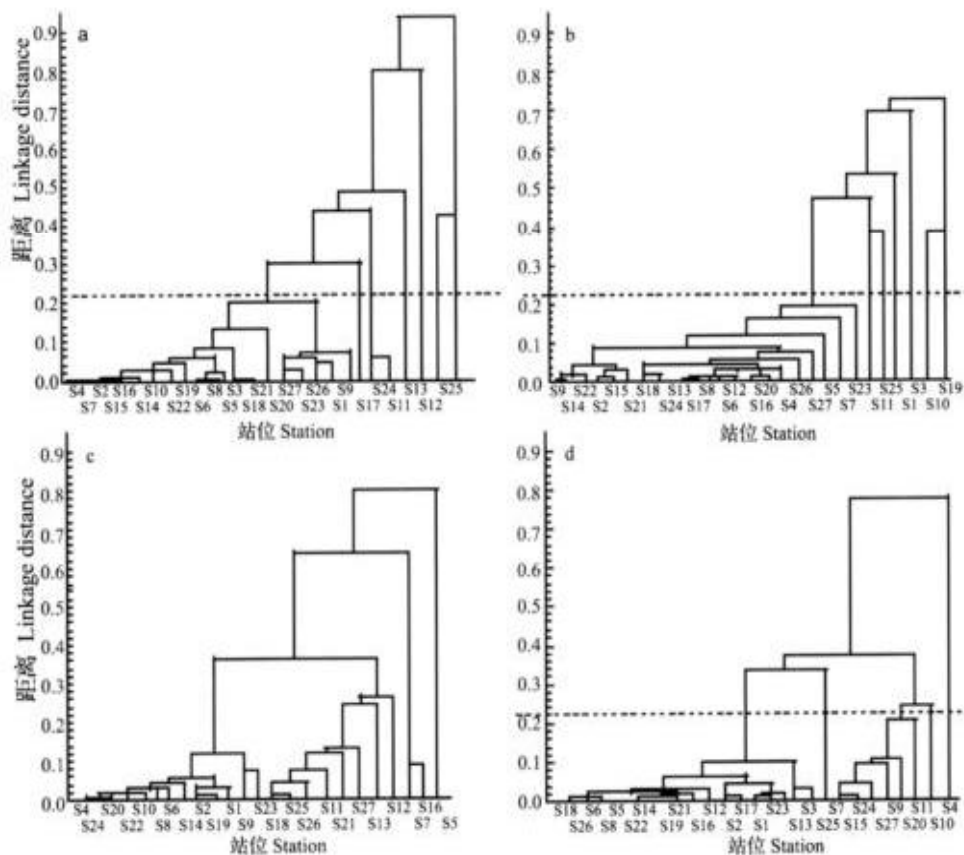


图2 北部湾毛颚动物聚类结果(a.春季; b.夏季; c.秋季; d.冬季)

Fig.2 The results from cluster analysis of Chaetognatha in Beibu Bay in four seasons (a, spring; b, summer; c, autumn; d, winter)

注: S1~S27 站号同图1。

Note: The numbers of station are same as those in fig. 1.

2.2.2 群落种类组成及分布 春季群落主要由肥胖箭虫、太平洋箭虫、百陶箭虫、凶型箭虫及海龙箭虫等组成,分布于湾内除海南岛北部湾沿岸狭长区域外的大部分海域;夏季群落以肥胖箭虫、小箭虫、规则箭虫、太平洋箭虫及太平洋箭虫等构成,分布于除湾西北沿岸、海南岛西侧以外的大部分海域。

秋、冬两季2个群落的种类组成及分布区域基本相同,且群落I内均以暖水广布种的数量占优势,群落II内则以暖水近岸种的数量略占优势。秋季,群落I由肥胖箭虫、百陶箭虫、规则箭虫、小箭虫和凶型箭虫等为主构成,分布于湾北部、中西部及西南部海域;群落II主要由百陶箭虫、肥胖箭虫、太平洋

箭虫、凶型箭虫和美丽箭虫等构成,分布于海南岛西侧的湾中东部及湾口海域。冬季,群落I以肥胖箭虫、百陶箭虫、太平洋箭虫、太平洋纡虫和凶型箭虫等为主构成,群落II内的主要种类组成与秋季的完全一致;群落分布格局与秋季的大体一致,但群落I的分布区域向东南方向有所推移,同时群落II的分

布区域向东部收缩至海南岛西侧的狭长沿岸区域及中东部小范围的海域内(图3)。根据群落的分布区域,可将群落I、群落II分别称为湾内型和湾口近岸型群落。其中,群落II的分布范围主要在外海水入湾影响最大的区域内¹⁾。

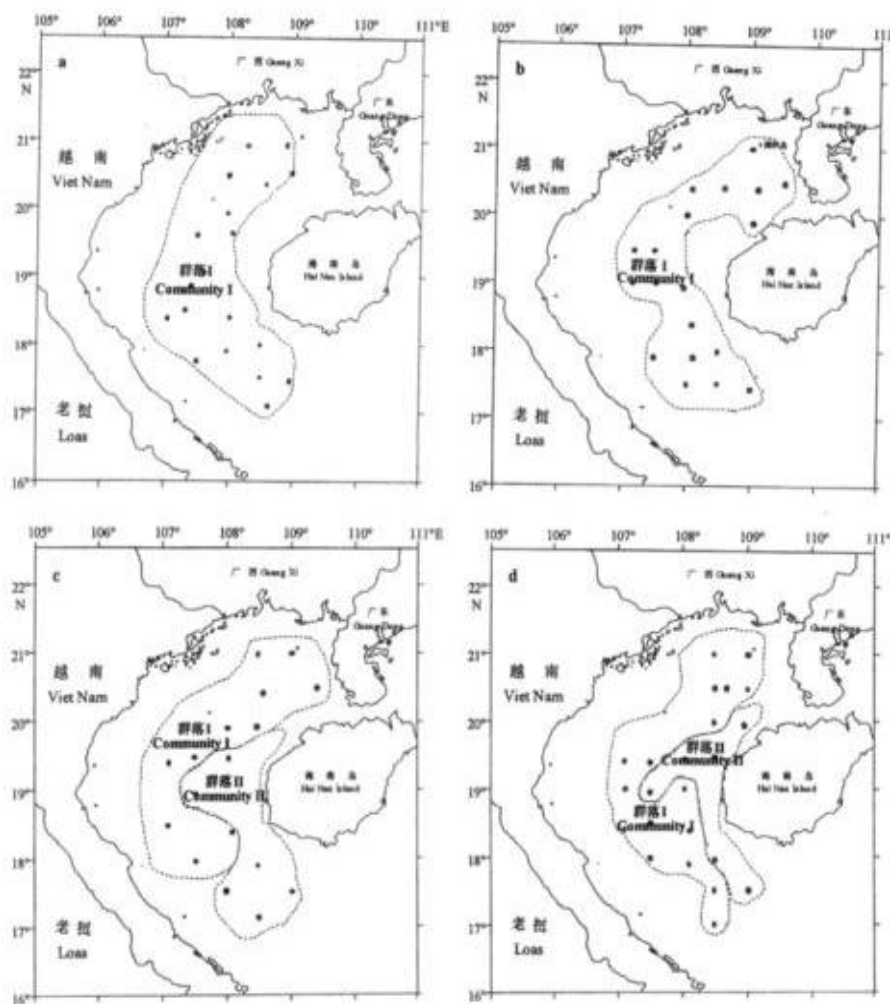


图3 北部湾毛颚类群落结构分布示意图(a.春季; b.夏季; c.秋季; d.冬季)

Fig.3 The spatial and temporal distribution patterns of Chaetognatha communities in Beibu Bay (a, spring; b, summer; c, autumn; d, winter)

2.2.3 群落相似性 北部湾毛颚类群落间相似性系数见表2。表2显示,群落I与群落II之间虽有

差异但不甚显著,所以北部湾毛颚类最终可归为1个群落,且其结构稳定、无明显季节变化;但因秋、冬季群落I与群落II在分布区域、种类组成之间存在一定的差异,可将它们分别划为北部湾秋、冬季出现的湾内型及湾口近岸型2个亚群,对于进一步观察、研究北部湾毛颚类群落的动态变化具有实际意义。

1) 曾 嘉. 北部湾渔场的海洋水文状况[J]. 南海水产研究, 2002 (25): 67-71.

2) 农业部南海区渔政渔港监督管理局, 中国水产科学研究院南海水产研究所. 南海重点水域2000年调查初步报告. 2001, 22-23.

2.3 群落变化与水温、盐度的关系

浮游动物群落的形成、分化与海洋水文环境密切相关,一旦环境发生变化即会对其产生直接或间接的影响^[8]。北部湾为半封闭的内湾,由于海南岛和雷州半岛的屏障作用,使其与南海外海水的交换受到很大障碍,湾内水文环境状况相对较为稳定,渔业生态系统也相对自成独立体系^[2]。由此,也导致了北部湾毛颚类为一个结构较稳定、季节变化不甚

明显的群落。但北部湾环境因子的变化对毛颚类群落结构尚存在一定的影响,为了进一步探讨对群落结构变化起主导作用的环境因素,对各季样品的相似性矩阵进行主坐标分析,并分析各矩阵与各站位水温、盐度(各水层均值)的相关关系。各相似性矩阵的第1主坐标反映了群落的主要变化趋势。表3分别列出了各矩阵第1主坐标与环境因素的相关系数。

表2 北部湾毛颚类群落间相似性系数

Table 2 Similarity coefficient among different Chaetognatha communities in Beibu Bay

群落 I-I Community I-I						群落 II-II Community II-II	群落 I-II Community I-II	
春-夏 Spring-Summer	春-秋 Spring-Autumn	春-冬 Spring-Winter	夏-秋 Summer-Autumn	夏-冬 Summer-Winter	秋-冬 Autumn-Winter	秋-冬 Autumn-Winter	秋 Spring	冬 Winter
99.75	99.76	99.88	99.81	99.79	99.84	99.95	99.63	99.59

表3 相似性矩阵第1主坐标与水温、盐度的相关系数

Table 3 Correlation coefficients among the first principal coordinates of similarity matrices, temperature and salinity

项目 Item	春季(S27) Spring	夏季(S27) Summer	秋季(S24) Autumn	冬(S27) Winter
水温 Temperature	-0.10	0.20	0.29	0.51**
盐度 Salinity	-0.13	0.18	0.17	0.37*

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

根据现场同期实测的北部湾水温、盐度资料的分析表明,春、夏和秋3季温盐变化范围及幅度相对较小;而表3数据也显示,其对群落结构变化所产生的作用相对较小,未发现统计学意义上的显著影响。在这3个季节中,秋季温盐的影响作用相对稍大,毛颚类群落结构相应发生一定的分化,可观测到2个亚群的出现。冬季随着冷空气影响作用的加强,北部湾海域平均水温降至21.55℃,为全年最低;由于降水较少及沿岸水势力的减弱,外海高盐水对北部湾的影响力相对增强,海水盐度相应较高为33.20;且其变化幅度在4个季节中最为显著,变化范围分别为15.21~24.63℃、29.37~34.51;表3数据显示,温盐的变化对群落产生了显著影响,群落内部出现明显分化,湾口近岸型亚群主要集中出现于海南

岛西侧水温最高的近岸狭长区域内。

致谢:本文得到中国水产科学研究院南海水产研究所邝永松研究员的指导,王雪辉、蔡文贵和甘居利在写作过程中给予帮助并提出许多宝贵意见,样品由戴燕玉研究员协助鉴定,特致谢忱。

参考文献:

- [1] 孙耀强. 北部湾广西沿岸毛颚类组成及数量初步分析[J]. 热带海洋, 1989, 8(4): 39-45.
- [2] 杜飞雁, 李纯厚, 贾晓平. 北部湾海域秋、冬季毛颚类的种类组成与数量分布[J]. 中国水产科学, 2003, 10(3): 235-241.
- [3] 国家技术监督局. 海洋调查规范—海洋生物调查[S]. 北京: 中国标准出版社, 1991.
- [4] 国家海洋局. 海洋监测规范[S]. 北京: 海洋出版社, 1991. 728.
- [5] Legendre L. and Legendre P. Numerical ecology[M]. Elsevier Scientific Publishing Company, The Netherlan, 1983. 171-338.
- [6] 谢小庆, 王丽. 因素分析[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1991. 3-8.
- [7] 杜飞雁, 李纯厚, 贾晓平. 我国毛颚类的研究状况与展望[J]. 上海水产大学学报, 2003(1): 65-71.
- [8] 连光山, 林玉辉, 蔡秉及, 等. 大亚湾浮游动物群落的特征[A]. 大亚湾海洋生态文集(II)[C]. 北京: 海洋出版社, 1990. 274-281.

Species composition and community structure of Chaetognatha in Beibu Bay

DU Fei-yan^{1,2}, LI Chun-hou¹, JIA Xiao-ping¹

(1. Key Laboratory of Fishery Ecology Environment, Ministry of Agriculture; Key Laboratory of Fishery Ecology Environment, Guangdong Province; South China Sea Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China; 2. Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Beibu Bay, abundant in fishery resources, is one of the main fishery area in the South China Sea. Chaetognatha is an important community of zooplankton in marine, and also, it's important food organism for the aquatics. In order to study the changing tendency of the ecological environment in Beibu Bay, four cruises of survey were carried out, from Feb., 1998 to May, 1999. The results revealed that Chaetognatha in the area was dominated by warm water species, including *Sagitta enflata*, *S. neglecta*, *S. bedoti*, *S. ferox*, *S. regularis*, *Krohnitta pacifica*, *S. pacifica* and *S. pulchra*. During the survey, 22 species of Chaetognatha were identified, among which 13 species occurred anniversary, and 9 species appeared seasonally. The species number of Chaetognatha was the highest in summer with 21 species, while there were 16, 15 and 14 species in winter, autumn and spring, respectively. Based on the cluster analysis, Chaetognatha in Beibu Bay was a community of stable structure. But in autumn and winter, the community also could be divided into two different sub-communities. To understand the relationship between the community structure and the environmental factors, the correlation coefficients for the first principal coordinates of similarity matrices and the environmental factors were calculated and it indicated that water temperature and salinity had strong impact on Chaetognatha community structure in winter, but in the other three seasons the impact wasn't distinct.

Key words: Chaetognatha, species composition, community structure, Beibu Bay

Corresponding author: JIA Xiao-ping. E-mail: jiaxiaoping53@163.com