

文章编号 : 1004 - 7271( 2006 ) 03 - 0286 - 06

## 东海有尾类种类分布和多样性

徐兆礼, 张凤英

( 中国水产科学研究院东海水产研究所, 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090 )

**摘要** 根据 1997 - 2000 年东海 23°30' ~ 33°00' N, 118°30' ~ 128°00' E 海域 4 个季节海洋调查资料, 运用生态学指标, 探讨了东海有尾类种的组成、种数季节变化和平面分布、多样性指数 ( $H'$ ) 变化。结果表明 本次调查共记录东海有尾类 6 种, 其中异体住囊虫 (*Oikopleura dioica*)、长尾住囊虫 (*O. longicauda*) 和红粒住囊虫 (*O. rufescens*) 是东海的常见种, 中型住囊虫 (*O. intermedia*) 也较为常见, 梭形住囊虫 (*O. fusiformis*) 和 *Oikopleura*. Spp. 则是稀有种, 除了 *Oikopleura*. Spp. 其他种在 4 个季节均有出现, 种类季节交替不明显。异体住囊虫有较高的出现率, 对环境有广泛的适应, 长尾住囊虫也有广泛的分布, 但其出现率明显低于异体住囊虫, 与异体住囊虫相比, 其更有暖水种的特征。红粒住囊虫出现的海区具有高温高盐的特征, 可以认为该种是暖水种。中型住囊虫主要在夏季出现, 也是暖水种。东海有尾类以分布在外海暖流势力控制的水域为主, 显示出该类浮游动物具有暖水性的特征。东海有尾类多样性指数 ( $H'$ ) 值较低, 个别优势种的集群性, 是形成多样性指数值较低的主要原因。

**关键词** 东海; 浮游动物; 有尾类; 种类; 多样性

中图分类号 S 931 文献标识码: A

## Species distribution and diversity of Appendicularia in the East China Sea

XU Zhao-li, Zhang Feng-ying

( Key and Open Laboratory of Marine and Estuary Fisheries, Ministry of Agriculture of China, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Shanghai 200090 China )

**Abstract** Based on seasonal investigation at 23°30' - 33°00' N and 118°30' - 128°00' E of the East China Sea during 1997 - 2000, the species composition, seasonal variation and horizontal distribution of species number and diversity value ( $H'$ ) and geographical distribution of Appendicularia in the East China Sea were discussed by ecological indices. The result showed that totally six species appeared at the areas in four seasons, among which *Oikopleura dioica*, *O. longicauda* and *O. rufescens* were common species. Since emerged in 4 zones, *O. intermedia* was subordinate species. *O. fusiformis* and *Oikopleura*. spp were rare species. Except for *Oikopleura*. spp, all the other species appeared in all seasons in the East China Sea so that seasonal alternation was not obvious. *O. dioica* showed a broad adaptability to environmental factors because it distributed in almost the whole area of the sea with high occurrence frequency. *O. longicauda* also showed wide geographical distribution though its occurrence frequency was significantly lower than the former. Compared with the former, the latter showed more features of warm-water species. *O. rufescens* emerged in the zones with high temperature and salinity, which also

收稿日期 2005-01-17

基金项目 国家自然科学基金重大研究计划“全球变化及其区域响应”(90511005)

作者简介 徐兆礼(1958 - ),女,浙江温岭人,研究员,从事海洋生物学和生态学。E-mail: xiaomin@public4.sta.net.cn

can be classed as warm water species. The Appendicularians in the East China Sea mostly distributed at the offshore area controlled by warm current forces, thus indicated the warm water species characteristics. The diversity value ( $H'$ ) of Appendicularians was relatively low caused by the aggregation of some individual dominant species.

**Key words** East China Sea; zooplankton; Appendicularia; species; diversity

我国对浮游有尾类动物的研究较少,张金标等<sup>[1]</sup>对台湾海峡被囊类进行过研究,但主要是海樽类的内容。目前中国国内对有尾类生态学专门研究几乎是个空白。在分类上,有尾类属于脊索动物门(Chordata)有尾纲(Appendicularia)。由于脊索动物门在分类系统中属于脊椎动物门和无脊椎动物门之间的过渡类型,对有尾类的研究,从分类角度而言有重要的价值。有尾类也是重要的饵料生物,在渔业上有一定的意义,因此国外对有尾类生态学的研究相当重视,尤其是有尾类多样性特征研究,有关这方面研究有不少的文献<sup>[2-4]</sup>。本文利用 1997-2000 年在东海 23°30'~33°00'N、118°30'~128°00'E 海域进行的 4 个季节海洋调查资料,对有尾类的多样性特征做了研究,旨在填补我国在这类研究资料上的空白。

## 1 材料与方法

1997-2000 年利用“北斗号”调查船在东海 23°30'~33°00'N、118°30'~128°00'E 海域,分别进行春(1998.3-5)、夏(1999.6-8)、秋(1997.10-11)和冬(2000.1-2) 4 个季节调查,采集浮游动物样品 508 个。样品采集和室内处理均按照“海洋调查规范”进行。用大型浮游生物网(口径 80 cm、筛绢 GG36、网目孔径 0.505 mm)由底至表层垂直拖曳采集,按个体计数法在立体显微镜下计数浮游动物样品中的有尾类丰度(单位:ind/100 m<sup>3</sup>),并鉴定到种。为了详细分析东海浮游有尾类与栖息环境的关系,将本研究所涉及的调查区分成如下 5 个海区(图 1): I - 北部近海(29°30'~33°00'N、123°30'~125°00'E)、II - 北部外海(29°30'~33°00'N、125°00'~128°00'E)、III - 南部近海(25°30'~29°30'N、120°30'~125°00'E)、IV - 南部外海(25°30'~29°30'N、125°00'~128°00'E)和 V - 台湾海峡(23°30'~25°30'N、118°00'~121°00'E)。

本文的出现率(%)是指该种出现的站位数占总站位数之比的百分数。本文的季节更替率( $R$ )是指两个季节间不同的种数与总种数之比的百分数。Shannon-Wiener 物种多样性( $H'$ )计算公式参考文献[5]。

## 2 结果

### 2.1 种数的平面分布

从图 2 可见,各季有尾类种数分布较多的水域均为东海外海。在近海(I, III),从春季到秋季,近海有尾类种的出现率种数逐步增加。但是,东海外海(II, IV)各站位的种数增加较多,外海出现的种数大于近海的空间分布格局仍然没有变化。

### 2.2 种数和种类组成的季节变化

从图 3 可见,调查海区所记录的有尾类共 6 种,春季最多,为 6 种,其他季节都是 5 种。南部近海(6 种) > 北部外海 = 南部外海(5 种) > 台湾海峡(4 种) > 北部近海(3 种)。大多数海区秋季种类数最多,但东海南部近海(III)春季种类数最多,除了冬季,在其它季节东海南部近海的种数高于其他海区。

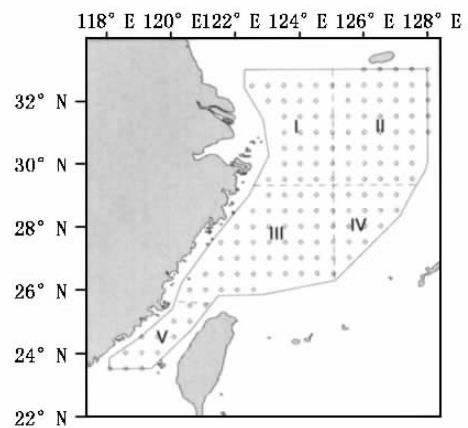


图 1 采样站位地点

Fig. 1 Location of sampling stations

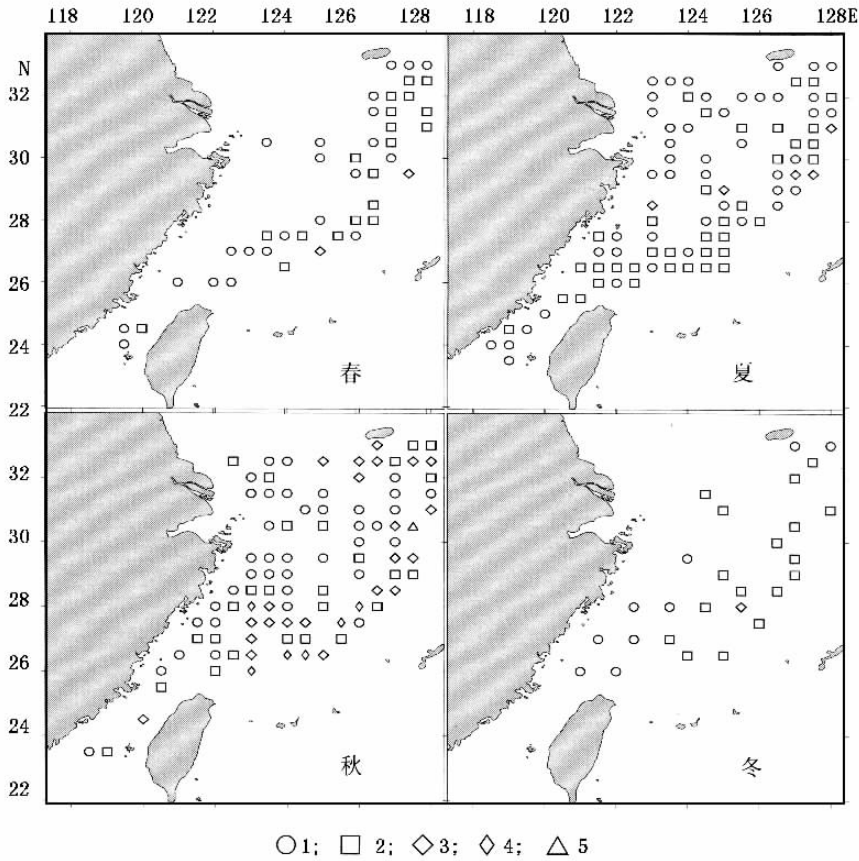


图2 东海有尾类种数的平面分布

Fig.2 Horizontal distribution of species numbers of Appendicularia

表1是东海有尾类的种类组成,在东海,除了 *Oikopleura* spp.,其它种4季都有出现。比较不同季节东海有尾类种的出现率(表1)可知,出现率大于20%的,有夏秋冬3季的长尾住囊虫(*Oikopleura longicauda*)。异体住囊虫(*O. dioica*)在4个季节都有相对较大的出现率(27.48%~80.18%),红粒住囊虫(*O. rufescens*)秋季出现率较高,为26.13%。夏季中型住囊虫(*O. intermedia*)大于10%,其余两个种,梭形住囊虫(*O. fusiformis*)和 *Oikopleura* spp.出现率很低。

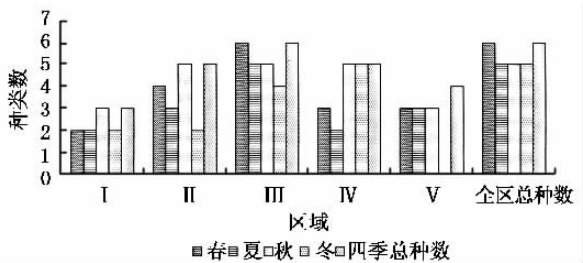


图3 不同季节和海区有尾类种数的变化

Fig.3 Species numbers of Appendicularia in different seasons and zones

表1 有尾类的种类组成和出现率

Tab.1 Species composition and occurrence frequency of Appendicularia

优势种	春	夏	秋	冬	%
长尾住囊虫 <i>Oikopleura longicauda</i> (Vogt)	11.45	20.55	48.65	21.54	
红粒住囊虫 <i>O. rufescens</i> Fol	4.58	4.79	26.13	4.62	
梭形住囊虫 <i>O. fusiformis</i> Fol	1.53	0.68	3.60	1.54	
异体住囊虫 <i>O. dioica</i> Fol	27.48	49.32	80.18	33.85	
中型住囊虫 <i>O. intermedia</i> Lohmann	4.58	16.44	7.21	9.23	
<i>Oikopleura</i> spp.	0.76				

### 2.4 不同种地理分布特征

从表 2 可见,异体住囊虫和长尾住囊虫是东海最主要的有尾类。长尾住囊虫除了春夏季东海南部外海,夏季台湾海峡没有出现,其他季节和海区都有出现。红粒住囊虫在 4 个季节的东海南部( I , III )和东海外海( II , IV )有广泛的出现,特别是秋季在所有的海区中均有分布,冬季仅仅分布在东海南部。中型住囊虫仅在东海南部和东海外海出现。梭形住囊虫主要零星地分布在东海南部, *Oikopleura* spp. 仅在夏季南部近海( III )个别站位出现。

表 2 东海有尾类种类的地理分布

Tab.2 Geographical distribution of the Appendicularia species

种类	春					夏					秋					冬					
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV		
长尾住囊虫 <i>O. longicauda</i>	+	+	+		+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
红粒住囊虫 <i>O. rufescens</i>			+	+	+			+	+		+	+	+	+	+					+	+
梭形住囊虫 <i>O. fusiformis</i>				+					+				+	+	+						+
异体住囊虫 <i>O. dioica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
中型住囊虫 <i>O. intermedia</i>			+	+	+				+	+	+		+	+	+					+	+
<i>Oikopleura</i> spp.					+																

### 2.5 各海区有尾类的多样性分析

表 3 为不同海区,不同季节多样性指数分析结果。由表 3 可知,东海有尾类多样性指数  $H'$  值很小,均未超过 2。特别是东海北部近海( I ),4 个季节  $H'$  值都小于 1。相对而言,冬季东海南部外海( IV )春季东海南部近海( III )夏季东海北部外海( II )和秋季东海南部近海( III )的  $H'$  较高。

表 3 东海各海区有尾类生物多样性指数值(  $H'$  )

Tab.3 Diversity value (  $H'$  ) of Appendicularia in the different zones of the East China Sea

海区	春季	夏季	秋季	冬季
I	0.48	0.52	0.80	1.00
II	1.19	1.57	1.13	1.00
III	1.49	1.30	1.77	1.49
IV	1.30	1.21	0.38	1.96
V	1.15	1.10	1.06	--
全区	1.12	1.14	1.03	1.36

注：“--”表示没有调查

## 3 讨论

### 3.1 有尾类常见种分析

从出现率和出现海区 2 个方面可以确定东海有尾类的常见种。根据本研究结果,以出现率大于 20% 或在东海 5 个海区同时出现为常见种的标准。可以认为:异体住囊虫、长尾住囊虫、红粒住囊虫是东海有尾类的常见种。中型住囊虫出现在 4 个海区,是次常见种。梭形住囊虫和 *Oikopleura* spp. 则是稀有种。

### 3.2 有尾类种类的季节交替

有尾类种类季节更替率  $R$  值的统计分析结果显示,东海有尾类的季节交替不明显。除了 *Oikopleura* spp. 仅在春季出现,所有其他的种类在 4 个季节都有出现。由此可以推定,有尾类的这些种类对东海环境有较广泛的适应,因而在每个季节至少都有其合适的分布水域。依据作者对其他类群浮

游动物研究结果<sup>[5-12]</sup>,有尾类种在所有季节出现是其他浮游动物大类所不具备的特征。季节更替不明显是东海有尾类的一个重要的生态学特征。

### 3.3 种的分布和环境适应性分析

在不同季节和不同海区,东海海洋环境都有很大的差别。种类的平面分布,往往是该种类生态适应特点的一个标志。

从分布上讲,异体住囊虫和长尾住囊虫具有较为广泛的温度和盐度的适应性,尤其是异体住囊虫。从表1可见,即便是水温较低的冬春季,异体住囊虫仍有较高的出现率,其分布区域几乎包括整个东海水域,因而具有较为广泛的生态适应能力。

除东海南部外海外,长尾住囊虫也有广泛的地理分布,但其出现率明显低于异体住囊虫。从表1看出该种冬季出现率较高,春季出现率较低,可见持续的低温使该种分布区域明显缩小。虽然对温盐度也有一定的适应能力,但与异体住囊虫相比,更有暖水种的特征。

从表2可见,红粒住囊虫主要在东海南部,东海外海和台湾海峡出现,由于该种秋季出现率较高,所出现的海区具有高温高盐的特征,可以认为该种是暖水种。

中型住囊虫主要在夏季出现,表1显示该种在夏季有较高的出现率。该种在东海北部近海没有出现,台湾海峡出现季节较少,但南部近海和外海出现较多,因此也具有暖水种的特征。梭形住囊虫和 *Oikopleura* spp. 均分布在东海南部,所以也是暖水种。

### 3.4 种类分布特征及其与海流的关系

综合图2分析可见,在春季,东海没有一个站位的种类数大于3。由近海向外海,随着经度的增加,各站位的种类数亦逐步增加,在东海北部,种数较多的站位往往在126°00'E以东,而在东海南部,种数较多的站位往往在124°00'E以东。种数随着经度增加而增加的现象同样出现在夏秋冬3个季节。图2还显示出,在夏季,东海近海的种数有随着纬度减少而增加的现象,在东海南部近海,种数较多的站位往往位于27°00'N以南。秋季上述规律表现的更加明显,所不同的是秋季各站位种数更多,明显大于夏季,这一现象同暖流势力在夏到秋季中维持一段时间有密切的关系。从作者已观察到的一些暖水种为主要种类的浮游动物类群结果看,有尾类种类分布规律与毛颚类<sup>[6-7]</sup>、翼足类<sup>[8]</sup>、十足类<sup>[9]</sup>和异足类<sup>[10]</sup>等类似,这也从另一个侧面印证了有尾类是一类具有暖水性动物特征的浮游动物类群,温盐度对有尾类种类分布有明显的影响,从图3可见,东海有尾类种类组成季节差异并不明显,春季种类数大于其他季节。这一现象与东海水域地理范围广阔,同一季节不同海区水环境多样性有关,也同有尾类不同种类具有多样化的环境适应能力有关。

总之,东海有尾类种类以分布在外海暖流势力控制的水域为主,东海有尾类种类变化季节特征和地区特征的形成,与暖流势力消长有关,其次是与有尾类具有较为广泛的环境适应性有关。这是有尾类种类交替变化机制最重要的方面。同时有尾类种类分布特征显示出该类浮游动物具有暖水性的特征。

### 3.5 有尾类物种多样性特征

东海有尾类多样性指数( $H'$ )值较低,一部分海区 $H'$ 值 $<1$ ,大部分区域和季节 $H'$ 值在1和2之间, $H'$ 值均未超过2。东海有尾类多样性特征与桡足类<sup>[11]</sup>和磷虾类<sup>[12]</sup>相同。尽管有尾类的主要优势种有较为广泛的分布,然而其高数量分布区十分局限。东海有尾类在对马暖流水域内有较多的数量,形成高度聚集区。个别有尾类主要优势种的集群性造成个体数量在种类之间和空间不同站位之间分配不均匀,这是东海有尾类多样性指数值较低的最主要原因之一。

陈渊泉、王云龙研究员,袁骥、蒋玫、韩金娣、朱江兴等同志在海上样品采集、室内样品处理、数据统计等做了大量的工作,海洋局何德华、杨关铭研究员和杨元利高工协助样品分析,谨致谢忱。特别感谢沈晓民先生协助处理数据,并在论文构思中提供了非常有益的建议。

## 参考文献：

- [1] 张金标, 连光山, 王云龙, 等. 台湾海峡东部海域海樽类被囊动物 (Tunicata :Thaliacea) 的分布[J]. 台湾海峡, 2003, 22(3): 279 - 285.
- [2] Hamner W M, Robison B H. In situ observations of giant appendicularians in Monterey Bay[J]. Deep Sea Res, 1992, 39(7 - 8A): 1299 - 1313.
- [3] Acuna J L, Anadon R. Appendicularian assemblages in a shelf area and their relationship with temperature[J]. J Plankton Res, 1992, 14(9): 1233 - 1250.
- [4] Fenaux R. A new genus of midwater appendicularian: Mesoikopleura with four species[J]. J Mar Biol Assoc U K, 1993, 73(3): 635 - 646.
- [5] 徐兆礼, 陈亚瞿. 东黄海秋季浮游动物优势种聚集强度与鲎渔场的关系[J]. 生态学杂志, 1989, 8(4): 13 - 15.
- [6] 徐兆礼, 陈亚瞿. 东海毛颚类数量分布与环境关系的研究[J]. 上海水产大学学报, 2004, 13(3): 203 - 208.
- [7] 徐兆礼, 戴一帆, 陈亚瞿. 东海毛颚类种类组成和多样性[J]. 上海水产大学学报, 2004, 13(4): 304 - 309.
- [8] 徐兆礼. 东海浮游翼足类 (Pteropoda) 种类组成和多样性研究[J]. 生物多样性, 2005, 13(2): 168 - 173.
- [9] 徐兆礼. 东海浮游十足类 (Decapods) 多样性研究[J]. 海洋环境科学, 2005, 24(4): 1 - 4.
- [10] Xu Z L, Li C J. Horizontal distribution and dominant species of heteropods in the East China Sea[J]. J Plankton Res, 2005, 27: 373 - 382.
- [11] 徐兆礼, 崔雪森, 陈卫忠. 东海浮游桡足类的种类组成及优势种[J]. 水产学报, 2004, 28(1): 35 - 40.
- [12] Xu Z L, Li C J. Species composition and diversity of Pelagic Euphausiid in the East China Sea[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2005, 24(4): 98 - 106.