

东海毛颚类优势种及与环境的关系

徐兆礼, 陈亚瞿

(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°N, 118°30'~128°E 海域 4 个季节海洋调查资料, 对东海毛颚类(*Chaetognatha*)优势种与环境的关系进行研究。结果表明, 毛颚类优势种季节交替不明显, 优势度最高的种分别是: 夏季肥胖箭虫(*Sagitta enflata*)、冬、春季海龙箭虫(*Sagitta nague*)和秋季百陶箭虫(*Sagitta beicki*)。主要优势种中, 百陶箭虫聚集强度指标值最高, 其次是海龙箭虫, 肥胖箭虫最低。肥胖箭虫与表层温度线性关系极其显著, 肥胖箭虫和海龙箭虫与表层盐度的关系以及百陶箭虫与表层温度和表层盐度的关系符合 Yield Density 模型。肥胖箭虫高丰度区往往位于台湾暖流与浙江沿岸流交汇处偏暖水的一侧, 海龙箭虫高丰度区位于暖流与沿岸流交汇处偏冷水团的一侧。在水温较高的环境下, 百陶箭虫高丰度区位于暖流与沿岸流交汇处偏淡水水团的一侧。

关键词:东海; 浮游动物; 毛颚类; 优势种; 聚集强度

中图分类号: S922.93 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8737-(2005)01-0076-07

毛颚类(*Chaetognatha*)是海洋中一类小型蠕虫状海洋浮游动物, 因其体呈箭形, 又称箭虫。全世界现有毛颚类 70 余种, 东海有 30 余种。毛颚类虽然种类数并不算多, 但其分布广、数量多, 在海洋中, 往往都有毛颚类优势种存在^[1]。

以往我国对毛颚类生态学研究有过不少的报道^[2-7], 但对毛颚类优势种与环境关系的专门研究报道甚少^[8]。本研究依据 1997~2000 年东海 23°30'~33°N, 118°30'~128°E 海域 4 个季节海洋调查资料, 对东海毛颚类优势种及其与环境的关系进行探讨。

1 材料与方法

1.1 研究海域及取样方法

1997~2000 年在东海 23°30'~33°00'N, 118°30'~128°00'E 海域进行春(1998.3~5)、夏(1999.6~8)、秋(1997.10~11)和冬(2000.1~2)4 个航次的海洋综合调查; 调查站位设置及分海区范围见图 1; 调查期间共采集浮游动物样品 508 个, 台湾海峡水域冬季没有调查。浮游动物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, 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测定浮游动物样品中毛颚类丰度[ind/(100 m³)], 并鉴定到种。

为了详细分析毛颚类与栖息环境的关系, 依据东海区渔业资源调查和区划^[9], 将东海调查区分成 5 个海区, 即: 东海北部近海(I)、东海北部外海(II)、东海南部近海(III)、东海南部外海(IV)和台湾海峡(V)。台湾海峡海域冬季没有调查。为便于比较本研究取前 4 个海区的资料进行研究。

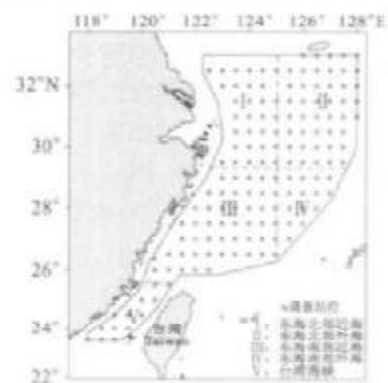


图1 采样站位

Fig.1 Sampling stations

收稿日期: 2004-02-03; 修订日期: 2004-05-31.

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973)项目(G1999043707); 国家海洋调查专项(126).

作者简介: 徐兆礼(1958-), 女, 研究员。主要从事海洋浮游动物和海洋生态学研究。Tel: 021-65686991, E-mail: xiaozhaili@public4.sta.net.cn

1.2 数据处理

取优势度 $Y \geq 0.02$ 的毛颚类种类为优势种^[10]。

优势度计算公式: $Y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i$

式中, n_i 为第 i 种的丰度, f_i 是该种在各站位中出现的频率, N 为总丰度。

分析优势种与环境因子之间的相关性,用同步观测到的温、盐度资料,取表层(t_0)、10 m 层(t_{10})水温($^{\circ}\text{C}$)和表层(S_0)、10 m 层盐度(S_{10})4 个因子作自变量,优势种的丰度为因变量,采用线性相关或曲线拟合的分析方法计算。具体计算过程参考文献[11]。由于某些优势种丰度与环境因子之间的相关性并不符合线形关系,故进一步用非线性曲线进行拟合。依据计算结果,某些优势种丰度与环境因子之间的关系符合 Yield Density 模型,该模型数学表达式为 $y = 1/(ax^2 + bx + c)$ 。图形类似不对称的正态分布,当温、盐度数值较低时,优势种丰度缓慢增长,在合适的区间,优势种丰度有一个峰值,随后

急剧下降。

优势种群聚强度测度丛生指标(I)、平均拥挤($\bar{X}^*$)、聚块性指标($\bar{X}^*/\bar{X}$)和扩散指标(I_0)计算公式参见文献[12]。

2 结果

2.1 优势种优势度的季节变化

从表1可见,东海区4季共出现毛颚类优势种(优势度 $Y \geq 0.02$)7种。秋季优势种数最多(5种),其他各季均为3种。4季皆为优势种的仅肥胖箭虫1种,3季的有海龙箭虫和百陶箭虫2种,优势种的季节更替不明显。冬、春季海龙箭虫优势度较高(0.17和0.50),肥胖箭虫次之(0.15和0.50);夏季肥胖箭虫优势度跃居第一位, Y 值达到4季最高峰(0.45),海龙箭虫优势度比春季略有下降;秋季百陶箭虫优势度升至第一位, Y 值达0.42,肥胖箭虫次之(0.38),还首次出现了黑潮暖流种太平洋箭虫等;冬季优势种中百陶箭虫被狭长箭虫所替代。

表1 毛颚类优势种优势度(Y)、平均丰度($\bar{x}$, ind·m⁻³)及聚集强度

Tab.1 Dominance (Y), average abundance ($\bar{x}$, ind·m⁻³) and aggregated intensity of dominant species of Chaetognatha

优势种 Dominant species	春 Spring						夏 Summer					
	Y	$\bar{x}$	I	$\frac{\bar{X}^*}{\bar{X}}$	I_0	$\bar{X}^*$	Y	$\bar{x}^{(1)}$	I	$\frac{\bar{X}^*}{\bar{X}}$	I_0	$\bar{X}^*$
海龙箭虫 <i>Sagitta nage</i>	0.17	0.12	0.00	0.60	-0.40	0.10	0.13	0.62	1.20	2.90	1.90	1.80
肥胖箭虫 <i>Sagitta enflata</i>	0.15	0.11	-0.50	-4.10	-5.10	-0.40	0.45	1.66	2.20	2.30	1.30	3.90
百陶箭虫 <i>Sagitta bedoti</i>	0.05	0.07	0.20	3.50	2.50	0.20	0.07	0.42	1.20	3.90	2.90	1.70
优势种 Dominant species	秋 Autumn						冬 Winter					
	Y	$\bar{x}$	I	$\frac{\bar{X}^*}{\bar{X}}$	I_0	$\bar{X}^*$	Y	$\bar{x}^{(1)}$	I	$\frac{\bar{X}^*}{\bar{X}}$	I_0	$\bar{X}^*$
海龙箭虫 <i>Sagitta nage</i>							0.5	1.43	1.48	2.04	1.04	2.91
肥胖箭虫 <i>Sagitta enflata</i>	0.38	2.25	0.53	1.23	0.23	2.78	0.21	0.63	-0.18	0.71	-0.29	0.45
百陶箭虫 <i>Sagitta bedoti</i>	0.42	2.59	26.25	11.14	10.14	28.84						
太平洋箭虫 <i>Sagitta pacifica</i>	0.02	0.21	-0.15	0.29	-0.71	0.06						
凶形箭虫 <i>Sagitta ferax</i>	0.02	0.13	-0.86	-5.87	-6.87	-0.74						
美丽箭虫 <i>Sagitta pulchra</i>	0.02	0.12	-0.68	-4.63	-5.63	-0.56						
狭长箭虫 <i>Sagitta briani</i>							0.02	0.17	0.66	4.80	3.80	0.83

2.2 主要优势种季节变化和平面分布

2.2.1 肥胖箭虫 由表1和图2所示,春季平均丰度最低,广大水域丰度小于50 ind/(100 m³),东海

北部近海几乎没有出现。夏季随着水温的升高,其丰度急剧上升,平均为166 ind/(100 m³),占毛颚类总丰度的49.10%,居毛颚类第一位。高丰度区[大

于 $1\,000\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$]主要分布在长江口及济州岛以南水域,中心区最高丰度分别为 $1\,211\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$ 和 $1\,107\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$,此外在温州近海,舟山渔场和舟外渔场均有小块 $500\sim 1\,000\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$ 的高密集区分布。秋季丰度达到4季最高峰,但比例下降(39.45%),居第二位。长江口以北和以南各形成一片较高丰度[$250\sim 500\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$]分布区,其中在长江口以北及舟外渔场有两个高丰度[大于 $500\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$]区。冬季丰度明显下降广大水域丰度在 $50\sim 100\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$ 左右, $100\sim 250\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$ 密集区位于东北北部外海。

2.2.2 海龙箭虫 从表1和图3可见,春季平均丰

度占总丰度的28.51%,居第一优势种,但没有出现明显的密集区,广大水域丰度在 $50\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$ 以下。夏季丰度增加,比例明显下降(18.52%),分布不均匀,高丰度区[大于 $500\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$]位于浙江南部近海,中心最高丰度为 $622\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$ 。另在长江口外海 31°N 以北, 124°E 以东,济州岛东南水域出现一较大范围的较高丰度区[$250\sim 500\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$]。秋季海龙箭虫丰度降至4季最低值,其平均丰度仅为 $5\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$,占0.90%,不成为优势种。冬季丰度急剧上升,所占比例高达53.69%,在东北北部 31°N 以北, 125°E 以东水域聚集,出现了较大范围大于 $500\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$ 的高丰度区。

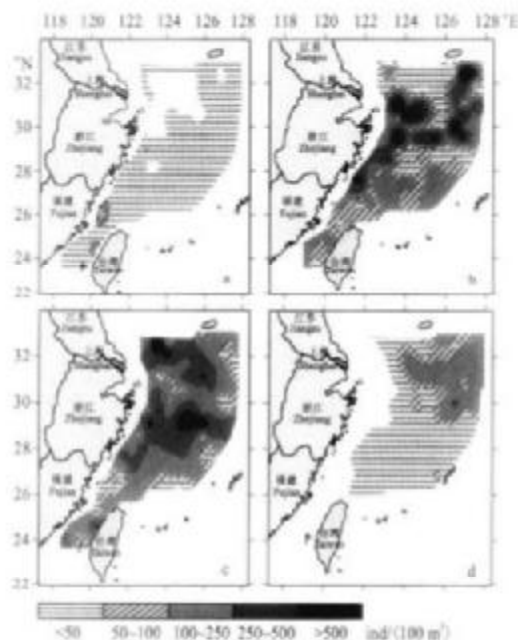


图2 肥胖箭虫(*Sagitta enflata*)平面分布

a. 春; b. 夏; c. 秋; d. 冬

Fig.2 Horizontal distribution of *Sagitta enflata* abundance
a. Spring; b. Summer; c. Autumn; d. Winter

2.2.3 百陶箭虫 从表1和图4可见,百陶箭虫分布的中心区一般在 125°E 以西水域,冬季出现于 $28^\circ30'\sim 31^\circ30'\text{N}$ 之间,且数量极低,仅在 125°E 以东存在 $100\sim 250\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$ 较高丰度区。春季全海区丰度均在 $100\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$ 以下, $32^\circ30'\text{N}$ 以北水域已无分布。夏季在浙江近海、长江口外水系的交汇处丰度增高,并出现 $250\sim 500\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$ 的密集区,但在大

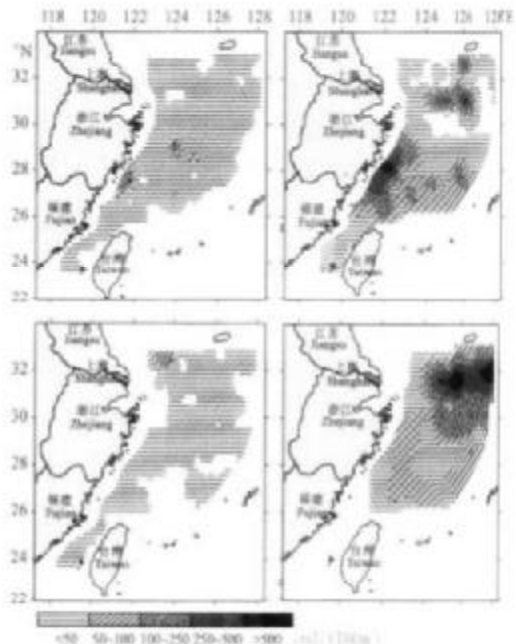


图3 海龙箭虫(*Sagitta nagei*)平面分布

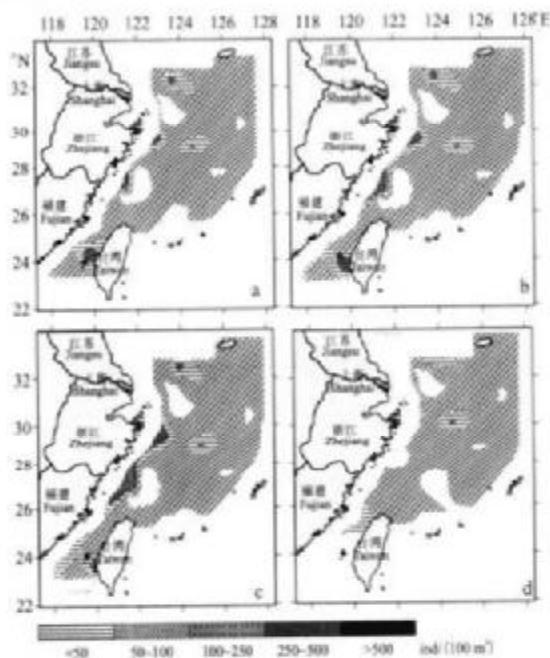
a. 春; b. 夏; c. 秋; d. 冬

Fig.3 Horizontal distribution of *Sagitta nagei* abundance
a. Spring; b. Summer; c. Autumn; d. Winter

部分水域其丰度仍较低。秋季丰度剧增[$269\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$],居毛颚类第一优势种,在长江口外、舟山渔场、浙江南部近海出现大于 $1\,000\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$ 的密集区,中心丰度大于 $5\,000\text{ ind}/(100\text{ m}^3)$,位于浙江南部近海($27^\circ30'\text{N}$, $121^\circ30'\text{E}$)附近水域。

2.3 优势种的分布与水环境的关系

2.3.1 肥胖箭虫与水温 and 盐度的关系 肥胖箭虫

图4 百陶箭虫丰度(*Sagitta bedoti*)平面分布

a. 春; b. 夏; c. 秋; d. 冬

Fig.4 Horizontal distribution of *Sagitta bedoti* abundance

a. Spring; b. Summer; c. Autumn; d. Winter

丰度与表层温度和盐度的散点图分别见图5和图6。肥胖箭虫丰度与表层温度线性关系极其显著,一元线性回归方程为 $y = 1.46 + 0.12 t_0$ ($F = 40.73, P < 0.000$);可以认为,在研究所涉及的水温区间内,肥胖箭虫的丰度随着水温升高而增长并符合线性关系。当水温超过 13°C 时,肥胖箭虫开始有较密集分

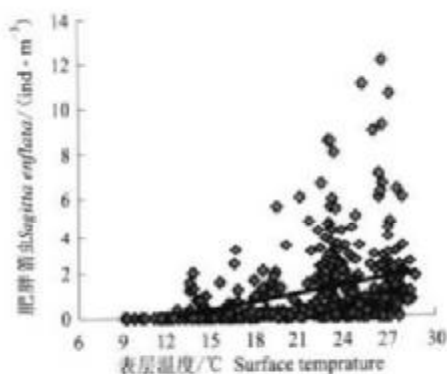


图5 肥胖箭虫总丰度与表层温度的关系

Fig.5 Relationships between *Sagitta enflata* abundance and surface temperature

布,随着水温增高,密集分布的站位数以及密集程度均有上升,显示出肥胖箭虫对温度有广泛的适应性。

从图6看,肥胖箭虫的丰度与表层盐度符合 Yield Density 模型,数学方程为:

$$y = \frac{1}{157.84 - 9.63 S_0 + 0.15 S_0^2}, F = 6.66,$$

$P < 0.001$ 。最适盐度 33 左右。盐度在 22 也可能有一定数量的分布,高于 28 起有一定的聚集,高丰度区主要集中在盐度 32~34,高于 34 仍有一定数量的较高密集站位出现。由此可见,肥胖箭虫对盐度也有较广泛的适应性。

2.3.2 百陶箭虫与水温 and 盐度的关系 百陶箭虫丰度与表层温度和盐度的散点分别见图7和图8。根据计算的结果,百陶箭虫丰度与表层温度和表层盐度的关系均符合 Yield Density 模型。方程分别为:

$$y = \frac{1}{45.94 - 4.47 t_0 + 0.1 t_0^2}, F = 6.88, P < 0.001;$$

$$y = \frac{1}{564.03 - 35.30 S_0 + 0.55 S_0^2}, F = 3.21, P < 0.05.$$

从图7可以看出,表层温度为 20°C ,表层盐度为 32 时,百陶箭虫丰度最大。

2.3.3 海龙箭虫与水温 and 盐度的关系 海龙箭虫丰度与表层温度相关关系不显著。与表层盐度的关系符合 Yield Density 模型。数学方程为:

$$y = \frac{1}{157.84 - 9.63 S_0 + 0.15 S_0^2}, F = 6.66,$$

$P < 0.001$ 。当盐度为 32 时,海龙箭虫丰度最大(图9)。

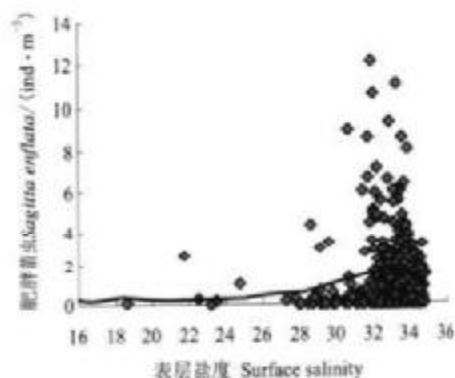


图6 肥胖箭虫总丰度与表层盐度的关系

Fig.6 Relationships between *Sagitta enflata* abundance and surface salinity

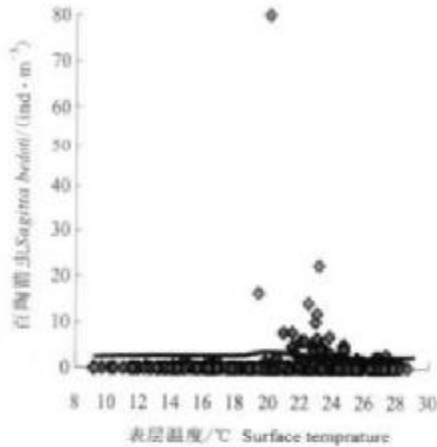


图7 百陶箭虫丰度与表层温度的关系

Fig.7 Relationships between *Sagitta bedoti* abundance and surface temperature

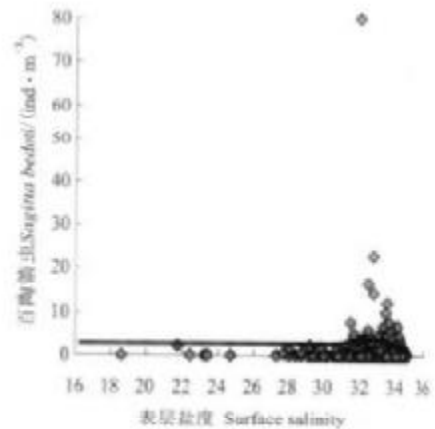


图8 百陶箭虫丰度与表层盐度的关系

Fig.8 Relationships between *Sagitta bedoti* abundance and surface salinity

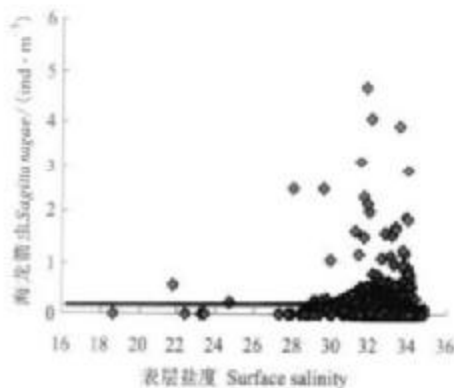


图9 海龙箭虫丰度与表层盐度的关系

Fig.9 Relationships between *Sagitta nager* abundance and surface salinity

2.4 优势种的聚集强度

由表1可见,不同优势种聚集强度有明显的差异。3个主要优势种中,百陶箭虫聚集强度指标值最高,其次是海龙箭虫,肥胖箭虫最小。除了狭长箭虫外,次要优势种的聚集强度值都很小。不同季节间的比较,秋季聚集强度值最高,其次是夏季,春季最低。

3 讨论

3.1 优势种变化与水环境的关系

东海毛颚类优势种季节交替不明显,肥胖箭虫,海龙箭虫和百陶箭虫是东海区3个最主要的优势种。

肥胖箭虫在4季中皆为优势种,但优势度变化随季节不同而异,由大到小依次为秋、夏、冬、春。水温越高,肥胖箭虫优势度也越高。肥胖箭虫的分布还与海流有密切的关系。秋季在长江冲淡水、黄海水团及台湾暖流交汇处形成范围较广的高丰度区。夏季肥胖箭虫较高丰度分布在长江口水域台湾暖流与其他水团交汇处偏暖水的一侧,范围较小。本研究结果与张金标等1984年调查所取得的结果^[13]相比,春、夏、秋3季分布趋势基本相同,但数量明显减少。依据1984年的调查结果,夏季东海肥胖箭虫在30°30′~32°30′N,122°00′~123°30′E海域形成大片丰度大于50 ind/m³高丰度区,秋季丰度大于50 ind/m³分布区位于黄海中部。而本次研究丰度最高值仅为12 ind/m³。冬季相反,本研究结果肥胖箭虫丰度高于1984年调查的结果。

海龙箭虫在秋季不是优势种,百陶箭虫在冬季不是优势种,这与它们各自所适应的水环境有关。秋季东海区水温普遍较高,表层水温19.49~25.65℃。从图3可见,在水温较高的东海外海和东海南部,海龙箭虫丰度较低,分布区域较小,没有密集分布区,海龙箭虫丰度不到毛颚类总丰度的1%,优势度接近0。冬季水温较低,海龙箭虫能够形成很高的优势度($Y=0.50$),其丰度占毛颚类总丰度的53.69%。秋季百陶箭虫居毛颚类第一优势种,其丰度占总丰度的45.31%,并形成多个高丰度区[大于1000 ind/(100 m³)],海龙箭虫和百陶箭虫的高丰度区均接近河口区,即位于河口淡水水团与外海水

团交汇处的特征,故最适盐度同为 32。不同的是所分布的季节差异和同一季节时分布地域上的南北差异。东海毛颚类优势种季节变化特征是对水环境因子不同适应性决定的。

3.2 主要优势种与水环境因子的关系

3.2.1 肥胖箭虫 肥胖箭虫的分布与外海暖水团的关系密切,这一点已从肥胖箭虫平面分布特征可知。春季较高丰度区位于台湾海峡,另外东海南部和东海外海因水温较高,其丰度也明显高于东海北部近海。以后随着暖水水团北进,由南到北肥胖箭虫丰度逐渐增高。从春季到秋初,由于季节交替,水温逐渐增高,肥胖箭虫丰度因此升高。反映在肥胖箭虫与水环境指标的关系上,显示与水温呈正相关。与水温的线性模型不同,肥胖箭虫丰度与盐度关系符合 Yield Density 模型。该模型在盐度 32~33 时有一个峰值;当盐度大于 33 时,随着盐度的继续增加,肥胖箭虫丰度反而有所下降,这是因为肥胖箭虫丰度的最高的水域往往位于长江口或其他不同水团的交汇处而不是东海海域盐度最高的外海海域。这就是盐度与肥胖箭虫丰度数学关系符合 Yield Density 模型的原因。

3.2.2 海龙箭虫 海龙箭虫主要分布在东海北部,黄海南部也有少量分布,从表观上讲,海龙箭虫在水温较低的冬春季为优势度最高的种类,在水温较高的秋季不是优势种,显示出其所适应的水温偏低。但从图 3 可见,海龙箭虫冬季栖息在水温较高的东海北部外海,夏季在浙江南部近海大量出现。两者显示出相反的规律,因此回归计算结果显示,海龙箭虫与表层温度相关关系不显著。从图 9 可见,海龙箭虫最适盐度接近 32,即接近东海近海河口水域。从平面分布看,海龙箭虫丰度最高值位于浙江近海,而大于 34 的外海海域海龙箭虫丰度较低。

3.2.3 百陶箭虫 从图 7 和图 8 可见,百陶箭虫密集区主要水温在 19~23℃ 时,最适温度位于 21℃ 左右。密集区盐度范围为 31~34,最适盐度为 32。百陶箭虫在盐度大于 34 的站位丰度值明显较低。与肥胖箭虫不同,百陶箭虫不适应较高的水温环境,因此温度与百陶箭虫丰度数学关系符合 Yield Density 模型,而盐度与百陶箭虫丰度数学关系符合 Yield Density 模型的原因与肥胖箭虫和海龙箭虫基本相同。

3.3 毛颚类优势种聚集强度

优势种聚集强度是优势种分布均匀性的指标,

根据文献[11],聚集强度的计算主要依据该种站位丰度值之间的方差(S)与平均值($\bar{x}$)之比 $S/\bar{x}$ 决定的,当 $S/\bar{x} < 1$ 时聚集强度值为负,说明该种在东海分布均匀。该比值越大,优势种聚集强度越高。

东海毛颚类优势种聚集强度较低,3 个主要优势种中,百陶箭虫的聚集强度在春、夏和秋 3 季中均最高。如,秋季百陶箭虫优势度及对总丰度的贡献值与肥胖箭虫相近^[14],然而前者的聚集强度明显大于后者。说明百陶箭虫在东海分布极不均匀,其丰度值大于 1 500 ind/(100 m³)的站位有 3 个,最高值为 7 900 ind/(100 m³);肥胖箭虫则没有出现丰度值大于 1 500 ind/(100 m³)的站位。另外在东海北部,百陶箭虫出现率较低,丰度值也较低。从表 1 可见,海龙箭虫的聚集强度也高于肥胖箭虫,只是两者差别没有百陶箭虫和肥胖箭虫之间那么大。秋季次要优势种太平洋箭虫,凶形箭虫,美丽箭虫聚集强度值也较低,说明在东海也有广泛和均匀的分布。

4 结论

肥胖箭虫对温度具有较广泛的适应性,在东海因其分布范围广泛,丰度值较高,4 季都是优势种。肥胖箭虫优势度,及对毛颚类的总丰度的贡献也较高。同时肥胖箭虫聚集强度较低,数量分布均匀。夏秋季肥胖箭虫的丰度随水温升高而升高,高丰度区往往位于台湾暖流与浙江沿岸流交汇处、台湾暖流与苏北沿岸流交汇处及台湾暖流与黄海冷水团交汇处偏暖水的一侧。

相对其他优势种,海龙箭虫分布的水温偏低,最适温度低于百陶箭虫,海龙箭虫是导致毛颚类总丰度冬、春季变化的主导因子。海龙箭虫聚集强度高于肥胖箭虫而明显低于百陶箭虫,因为海龙箭虫主要分布在东海北部,夏季近海丰度偏高,冬季外海丰度偏高。高丰度区往往位于暖流与沿岸流交汇处偏冷水团的一侧。海龙箭虫适温范围大于百陶箭虫,夏季能在浙江南部近海形成小范围的密集区。

百陶箭虫分布的水温偏高,是导致夏、秋季总丰度变化的主导因子。在夏、秋季,百陶箭虫有较高的优势度和对总丰度的贡献。聚集强度分析结果显示:百陶箭虫平面分布极不均匀,在水温较高的环境下,百陶箭虫高丰度区往往位于暖流与沿岸流交汇处偏淡水水团的一侧,相对海龙箭虫而言,对高温低盐有更好的适应性。但当水温大于 25℃ 时,其数量明显降低。

致谢:同步温度和盐度资料由陈训泉研究员提供;王云龙、袁琪制研究员、蒋放、朱江兴、韩金梯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,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 徐兆礼,韩金梯,陈亚耀,等.东海浮游动物生态特征的研究 I. 种类分布与多样性[A]. 甲壳动物学论文集(第四辑)[C]. 北京:科学出版社,2003.297-311.
- [2] 林德蓉.东海陆架区毛颚动物的分布[J].海洋科学集刊,1982,19:51-63.
- [3] 戴燕玉.厦门港毛颚类的分布[J].台湾海峡,1987,6(1):46-52.
- [4] 戴燕玉.台湾海峡西部毛颚类的生态研究[J].海洋学报,1989,31(4):481-486.
- [5] 戴燕玉.中太平洋西部毛颚类的分布[J].海洋学报,1995,7(4):101-108.
- [6] 陈 栩,黄加祺,朱长寿,等.闽南-台湾浅滩渔场毛颚类的生态研究[A].闽南-台湾浅滩渔场上升流区生态系研究[C].北京:科学出版社,1991.504-513.
- [7] 蒋 放,王云龙,徐兆礼.台湾海峡毛颚动物分布的初步研究[J].台湾海峡,2003,22(2):150-154.
- [8] Abeurto A. The Chaetognaths of the NAGA Expedition (1959-1961) in the South China Sea and the Gulf of Thailand. Part I - Systematics[R]. NAGA REPORT, 1976, 4(2):1-197.
- [9] 农业部水产局.东海区渔业资源调查和区划[M].上海:华东师范大学出版社,1987.149-150.
- [10] 徐兆礼,陈亚耀.东海秋季浮游动物优势种聚集强度与鲷类渔场的关系[J].生态学报,1989,8(4):13-15.
- [11] 赵志模,周新远.生态学引论[M].重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1984.108-119.
- [12] 陈希孺,王松桂.近代回归分析[M].合肥:安徽教育出版社,1987.212-217.
- [13] 张金标,宁修仁,江锦祥,等.渤海、黄海、东海海洋鱼类-生物卷[M].北京:海洋出版社,1991.107-114,164-169.
- [14] 徐兆礼,戴一帆,陈亚耀.东海毛颚类数量分布与环境关系[J].上海水产大学学报,2004,13(3):203-208.

Relationships between dominant species of Chaetognatha and environmental factors in the East China Sea

XU Zhao-li, CHEN Ya-qu

(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 the data of four seasonal investigation in the East China Sea ($23^{\circ}30' - 33^{\circ}N, 118^{\circ}30' - 128^{\circ}E$) during 1997-2000, this paper dealt with the approach for the relationship between dominant species of Chaetognatha and their environmental factors in the East China Sea. Results showed that seasonal variation of species composition was not remarkable. The species whose dominance was the highest in those seasons were *Sagitta enflata* in summer, *Sagitta nage* in winter and spring and *Sagitta bedoti* in autumn. Among the three dominant species, the aggregate intensity of *Sagitta bedoti* was the highest, *Sagittarian nage* was the second and *Sagitta enflata* was the lowest. The linear relation of *Sagitta enflata* abundance with surface water temperature was remarkably positive. The relation of *Sagitta enflata* and *Sagitta nage* abundances with surface salinity and that of *Sagitta bedoti* with surface temperature and salinity were showed respectively by Yield Density mold. The high density area of *Sagitta enflata* was distributed at the warm current side of the mixed waters formed by Taiwan Warm Current and Chinese Coastal Current and that of *Sagitta nage* was located at the side of northern Chinese Coastal Current. The high density area of *Sagitta bedoti* was distributed at the side of southern Chinese Coastal Current in the summer and autumn.

Key words: East China Sea; zooplankton; Chaetognatha; dominant species; aggregated intensity