

# 东海浮游动物生物量分布特征

徐兆礼<sup>1</sup>, 晁 敏<sup>1</sup>, 陈亚瞿<sup>1</sup>

(1. 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 年东海海域  $23^{\circ}30' \sim 33^{\circ}00' N$ ,  $118^{\circ}30' \sim 128^{\circ}00' E$  分别进行 4 个季节的海洋调查资料, 对东海区浮游动物总生物量及饵料生物量的数量变动, 时空分布及与 鱼渔场关系作了分析. 结果表明, 四季总生物量均值为  $65.32 \text{ mg/m}^3$ , 其中秋季大于夏季大于春季大于冬季; 饵料浮游动物生物量均值为  $40.9 \text{ mg/m}^3$ , 约占总生物量的 60%, 其中秋季大于夏季大于冬季大于春季. 总生物量与饵料生物量平面分布趋势基本一致, 高生物量 ( $250 \sim 500 \text{ mg/m}^3$ ) 区分布范围极小, 一般占总调查面积的 1%~4%. 东海北部近海  $125^{\circ}00' E$  以西,  $29^{\circ}30' N$  以北水域生物量季节变化最明显. 饵料浮游动物生物量平面分布取决于甲壳动物丰度的分布. 饵料浮游动物生物量与 鱼中心渔场及其仔、稚鱼高密度区分布存在着较好的对应关系, 春季 鱼中心渔场 ( $> 100 \text{ kg/h}^1$ ) 和仔、稚鱼高密度区 ( $\geq 100$  尾/网) 位于东海中南部 ( $28^{\circ}00' \sim 29^{\circ}30' N$ ) 饵料浮游动物最高生物量 ( $100 \sim 250 \text{ mg/m}^3$ ) 密集区内或边缘水域.

**关键词:** 浮游动物; 总生物量; 饵料生物量; 东海; 鱼渔场

中图分类号: S932.8

文献标识码: A

文章编号: 0253-4193(2004)03-0093-09

## 1 引言

对东海浮游动物生物量的研究曾有不少报道<sup>[1~9]</sup>, 但大多是针对东海某一海域或某一季节的分析研究. 建国以来大范围、大规模对东海区浮游动物设专项进行调查研究曾进行过几次, 而就 4 个季节对东海大范围, 即  $23^{\circ}30' \sim 33^{\circ}00' N$ ,  $118^{\circ}30' \sim 128^{\circ}00' E$  海域浮游动物的研究为我国首次. 在对东海区 4 个季节浮游动物的种类分布与多样性<sup>[10]</sup>研究的基础上, 重点对东海区浮游动物总生物量及饵料生物量的数量变动、时空分布及 鱼 (*Engraulis japonicus*) 渔场和环境间的关系作了分析探讨. 为保护海洋生态系统、合理开发利用和科学管理海洋生物资

收稿日期: 2003-02-20; 修订日期: 2003-07-09.

基金项目: 国家“973”计划资助项目(G199904737); 国家海洋勘探专项资助项目.

作者简介: 徐兆礼(1958-), 女, 浙江省温岭市人, 研究员, 学士学位, 从事海洋生物生态学研究. E-mail: xiaomin@public4.sta.net.cn

源;也为中国海洋生态系统动力学研究,较全面的、科学的提供有关东海浮游动物研究的资料.

## 2 材料和方法

### 2.1 研究海域及取样方法

调查区位于东海海域  $23^{\circ}30' \sim 33^{\circ}00' \text{N}$ ,  $118^{\circ}30' \sim 128^{\circ}00' \text{E}$ . 1997~2000 年分别进行春季(1998 年 3~5 月)、夏季(1999 年 6~8 月)、秋季(1997 年 10~11 月)和冬季(2000 年 1~2 月)4 个航次的海洋调查,调查站位设置见图 1,台湾海峡冬季没有调查. 共采集浮游动物样品 508 个. 浮游动物样品采集和室内处理均按照《海洋调查规范》进行. 用标准浮游动物大网(口径为 80 cm,筛绢 GG36 孔径 0.505 mm)由底层至表层垂直拖曳采集. 生物量为湿重( $\text{mg}/\text{m}^3$ ). 饵料浮游动物生物量,指不包含水母类和海樽类的所有浮游动物生物量. 鱼仔、稚鱼根据同步浮游动物大网水平拖网采集(尾/网).

### 2.2 数据处理

为了与历史资料比较和详细分析东海浮游动物与栖息环境的关系,依据东海区渔业资源调查和区划<sup>[4]</sup>,将东海调查区分成 5 个海区,即北部近海( $29^{\circ}30' \sim 33^{\circ}00' \text{N}$ ,  $123^{\circ}30' \sim 125^{\circ}00' \text{E}$ )、北部外海( $29^{\circ}30' \sim 33^{\circ}00' \text{N}$ ,  $125^{\circ}00' \sim 128^{\circ}00' \text{E}$ )、南部近海( $25^{\circ}30' \sim 29^{\circ}30' \text{N}$ ,  $120^{\circ}30' \sim 125^{\circ}00' \text{E}$ )、南部外海( $25^{\circ}30' \sim 29^{\circ}30' \text{N}$ ,  $125^{\circ}00' \sim 128^{\circ}00' \text{E}$ )和台湾海峡( $23^{\circ}30' \sim 25^{\circ}30' \text{N}$ ,  $118^{\circ}00' \sim 121^{\circ}00' \text{E}$ ). 根据同步观测的资料取 6 个因子,即表层水温( $t_s$ )、20 m 层水温( $t_{20}$ )、底层水温( $t_b$ )、表层盐度( $S_s$ )、20 m 层盐度( $S_{20}$ )和底层盐度( $S_b$ )采用多元一次逐步回归方法,通过 SPSS 数据处理系统软件,分析浮游动物生物量与环境因子之间的相关性.

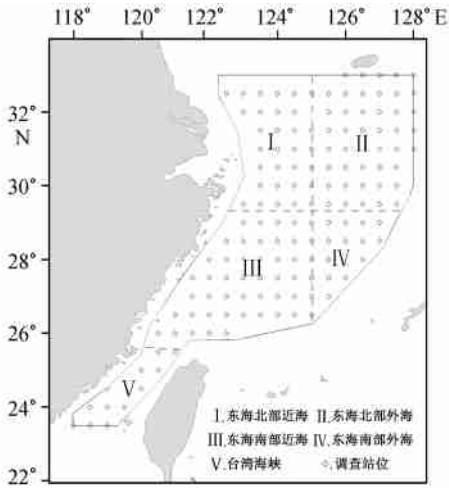


图 1 采样站位

## 3 结果

### 3.1 总生物量季节变化和平面分布

东海区浮游动物四季总生物量均值为  $65.32 \text{ mg}/\text{m}^3$ , 其中秋季大于夏季大于春季大于冬季(见表 1). 总生物量最高值( $\geq 1000 \text{ mg}/\text{m}^3$ )仅在春季出现;高生物量区( $\geq 500 \text{ mg}/\text{m}^3$ )4 个季节均有出现但范围很小,一般占总调查面积的 1%~4%,大部分水域总生物量在  $50 \text{ mg}/\text{m}^3$  左右为历史较低水平.

春季,总生物量均值为  $55.67 \text{ mg}/\text{m}^3$  ( $0.01 \sim 1073 \text{ mg}/\text{m}^3$ ),分布极不均匀,呈南、北低中部( $27^{\circ}30' \sim 29^{\circ}00' \text{N}$ )水域高的分布趋势,其中北部近海水域生物量处于东海调查区四季中的最低水平( $15.51 \text{ mg}/\text{m}^3$ )(见表 1). 大部分水域总生物量低为  $25 \sim 50 \text{ mg}/\text{m}^3$ ;最高密集区( $500 \sim 1000 \text{ mg}/\text{m}^3$ )范围较小,仅占总面积的 1.68%. 从图 2a 可看出,总生物量主要密集在  $27^{\circ}30' \sim 28^{\circ}30' \text{N}$ ,  $123^{\circ}30' \sim 126^{\circ}00' \text{E}$  水域,这是因为在台州列岛以东  $124^{\circ}30' \text{E}$  水域聚集了大量的东方双尾纽鳃樽(*Thalia democratica*),中心区丰度最高达  $223.30 \text{ 个}/\text{m}^3$ . 影响总生物量

分布的主要种还有中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)和五角水母(*Muggiaea atlantica*)等。

表1 东海各分海区浮游动物总生物量( $\text{mg}/\text{m}^3$ )和饵料生物量( $\text{mg}/\text{m}^3$ )季节变化

海区	平均		春季		夏季		秋季		冬季	
	总生物量	饵料生物量	总生物量	饵料生物量	总生物量	饵料生物量	总生物量	饵料生物量	总生物量	饵料生物量
北部近海	52.39	36.34	15.51	11.61	34.46	29.35	116.72	79.44	42.85	25.18
北部外海	56.24	35	24.4	14.44	36.03	30.73	84.45	50.3	80.07	44.52
南部近海	79.95	43.93	112.98	34.89	102.2	63	73.01	56.92	31.59	20.92
南部外海	60.24	44.01	84.34	55.33	49.16	39.09	60.62	48.94	46.83	32.66
台湾海峡	87.08	50	41.1	33.27	124.06	68.1	96.09	48.62		
全调查区	67.18	41.86	55.67	29.91	69.18	46.05	86.18	56.84	50.34	30.82

夏季,总生物量均值为  $69.18 \text{ mg}/\text{m}^3$  ( $2.73 \sim 328.62 \text{ mg}/\text{m}^3$ ),呈斑块状分布。中南部( $29^\circ\text{N}$ 以南)和台湾海峡生物量最高,且分布较北部水域均匀。生物量为  $25 \sim 100 \text{ mg}/\text{m}^3$  的占总面积的  $52.34\%$ ;高生物量区( $250 \sim 500 \text{ mg}/\text{m}^3$ )范围较小,仅占  $1.27\%$ ,位于台州列岛和东沙岛  $123^\circ\text{E}$  以西近海水域(见图2b)。影响夏季总生物量的主要有水螅水母、东方双尾纽鳃樽、肥胖箭虫(*Sagitta enflata*)、中型莹虾(*Lucifer intermedius*)和中华哲水蚤等。

秋季,总生物量为四季最高峰变动范围为  $1.35 \sim 323.85 \text{ mg}/\text{m}^3$ ,呈斑块状分布。和春季相反,最高密集区位于北部近海(表1)。如图2c所示,大部分水域总生物量在  $100 \text{ mg}/\text{m}^3$  左右,高密度区( $250 \sim 500 \text{ mg}/\text{m}^3$ )和最低值( $< 25 \text{ mg}/\text{m}^3$ )分别占总面积的  $3.83\%$ 和  $9.62\%$ 。高密度区分别出现在北部  $30^\circ 30' \sim 31^\circ 30' \text{N}$ ,  $125^\circ 30' \sim 126^\circ 30' \text{E}$  和  $32^\circ 30' \text{N}$ ,  $123^\circ 30' \text{E}$  附近及台湾海峡澎湖列岛附近水域。构成秋季高生物量最主要的种类是精致真刺水蚤(*Euchaeta concinna*),其平均丰度高达  $14.11 \text{ 个}/\text{m}^3$ ,占秋季浮游动物总丰度的  $17.8\%$ ;其次有亚强真哲水蚤(*Eucalanus subcrassus*)、中华哲水蚤、普通波水蚤(*Undinula vulgaris*)、双生水母(*Diphyes chamissonis*)、肥胖箭虫和长尾类幼体等。

冬季,总生物量较低变动范围为  $3 \sim 432 \text{ mg}/\text{m}^3$ ,大部分水域总生物量在  $50 \text{ mg}/\text{m}^3$  左右,其中总生物量为  $25 \sim 100 \text{ mg}/\text{m}^3$  的占整个调查水域的  $80.36\%$ 。由图2d可见,高生物量密集区( $250 \sim 500 \text{ mg}/\text{m}^3$ )出现在济州岛以南水域  $32^\circ 30' \text{N}$ ,  $126^\circ 30' \text{E}$ 。冬季总生物量平面分布呈外海向近海,北部向南部调查水域递减的趋势。影响冬季总生物量的主要种类有真刺水蚤幼体(*Euchaeta larvae*)、中华哲水蚤、海龙箭虫(*Sagitta nagae*)、亚强真哲水蚤、五角水母、双生水母等。

### 3.2 饵料浮游动物生物量季节变化和平面分布

在东海调查区饵料生物量较低,四季平均值为  $40.9 \text{ mg}/\text{m}^3$ ,约占总生物量的  $60\%$ 。如表1所示,饵料生物量平面分布有明显的季节变化,秋季最高,春季最低。影响东海饵料生物量的主要种类有中华哲水蚤、精致真刺水蚤、亚强真哲水蚤、真刺水蚤幼体、普通波水蚤、中华假磷虾(*Pseudeuphausia sinica*)、中型莹虾、异尾宽水蚤(*Temora discaudata*)、齿形海萤(*Cypridina dentata*)、肥胖箭虫、海龙箭虫(*Sagitta nagae*)、百陶箭虫(*Sagitta bedoti*)及各类浮游幼体等。

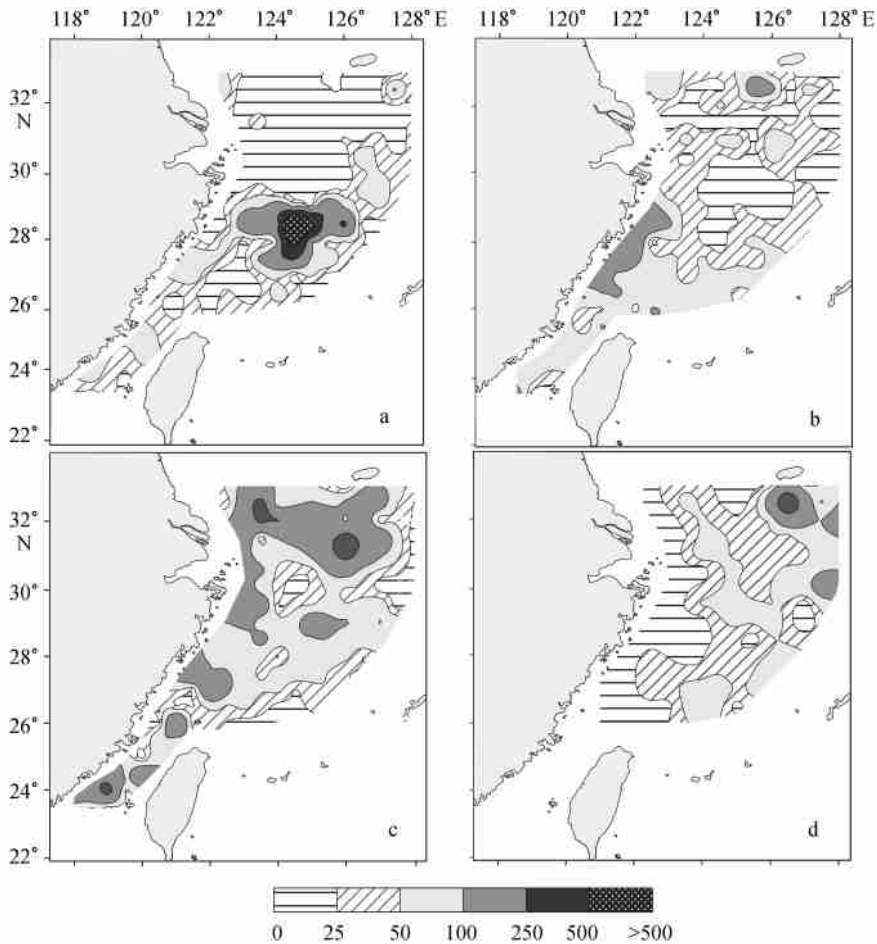


图2 东海浮游动物总生物量( $\text{mg}/\text{m}^3$ )平面分布  
a. 春季, b. 夏季, c. 秋季, d. 冬季

春季, 饵料生物量及其占总生物量的比例均为四季最低, 分别为  $29.82 \text{ mg}/\text{m}^3$  和  $53.72\%$ , 呈南、北低中南部 ( $28^{\circ}00' \sim 29^{\circ}30' \text{N}$ ) 水域高度密集的趋势; 中南部外海饵料生物量最高, 北部近海水域最低。如图 3a 所示, 中部调查水域出现了两个高饵料生物量密集区 ( $100 \sim 250 \text{ mg}/\text{m}^3$ ), 这主要是在  $28^{\circ}15' \sim 29^{\circ}15' \text{N}$ ,  $123^{\circ}00' \sim 126^{\circ}15' \text{E}$  水域出现了大量的中华哲水蚤、真刺水蚤幼体、磷虾幼体、短棒真浮萤 (*Euconchoecia chierchiaie*) 和海龙箭虫等。春季饵料生物量分布主要取决于中华哲水蚤的平面分布。

夏季, 饵料生物量均值为  $46.10 \text{ mg}/\text{m}^3$ , 分布趋势与总生物量基本一致, 台湾海峡最高, 中南部近海次之, 北部近海水域最低 (见表 1)。低值区 ( $< 10 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) 和高密集区 ( $< 250 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) 的分布范围较小, 分别占总调查面积的  $5.88\%$  和  $6.27\%$ , 大部分水域饵料生物量在  $50 \text{ mg}/\text{m}^3$  左右。如图 3b 所示, 夏季共出现两个高密集区 ( $100 \sim 250 \text{ mg}/\text{m}^3$ ), 位于鱼山列岛—东沙岛近海, 即  $26^{\circ}00' \sim 29^{\circ}00' \text{N}$ ,  $123^{\circ}00' \text{E}$  以西水域的密集区范围较大, 该水域也是中型莹虾、中华哲水蚤、中华假磷虾、普通波水蚤、精致真刺水蚤和真刺水蚤幼体以及肥胖箭虫等的密集区; 济州

岛西南水域密集区的种类主要有中华哲水蚤、海龙箭虫、芦氏拟真刺水蚤、小型磷虾等。夏季调查水域与春季相反,  $29^{\circ}00' \sim 30^{\circ}30' N$  中部水域饵料生物量最低。

秋季, 饵料生物量均值达到四季最高峰, 其中北部近海最高 ( $79.44 \text{ mg/m}^3$ ), 其余 4 个海区约在  $50 \text{ mg/m}^3$  左右(见表 1)。高密集区 ( $100 \sim 250 \text{ mg/m}^3$ ) 范围扩大, 占总调查面积的 11.31% 并向北推移, 在东北北部  $30^{\circ}00' N$  以北、 $126^{\circ}00' E$  以西出现一个较大范围的密集区; 另外在  $26^{\circ}30' \sim 28^{\circ}00' N$ ,  $122^{\circ}30' E$  以西水域由于太平洋磷虾和精致真刺水蚤高度聚集, 有一个范围较小的密集区(图 3c)。饵料生物量小于  $10 \text{ mg/m}^3$  的分布范围很小, 仅占总面积的 1.30%, 零星分布于南部和北部外海区的东侧。构成东海上部长江口外海高饵料生物量密集区的主要种有精致真刺水蚤、亚强真哲水蚤、肥胖箭虫、百陶箭虫、中华哲水蚤、中华假磷虾、宽额假磷虾、孟加拉蛮虫戎(*Lestrignonus bengalensis*)、羽刺拟蛮虫戎(*Hyperioides sibaginis*)等。

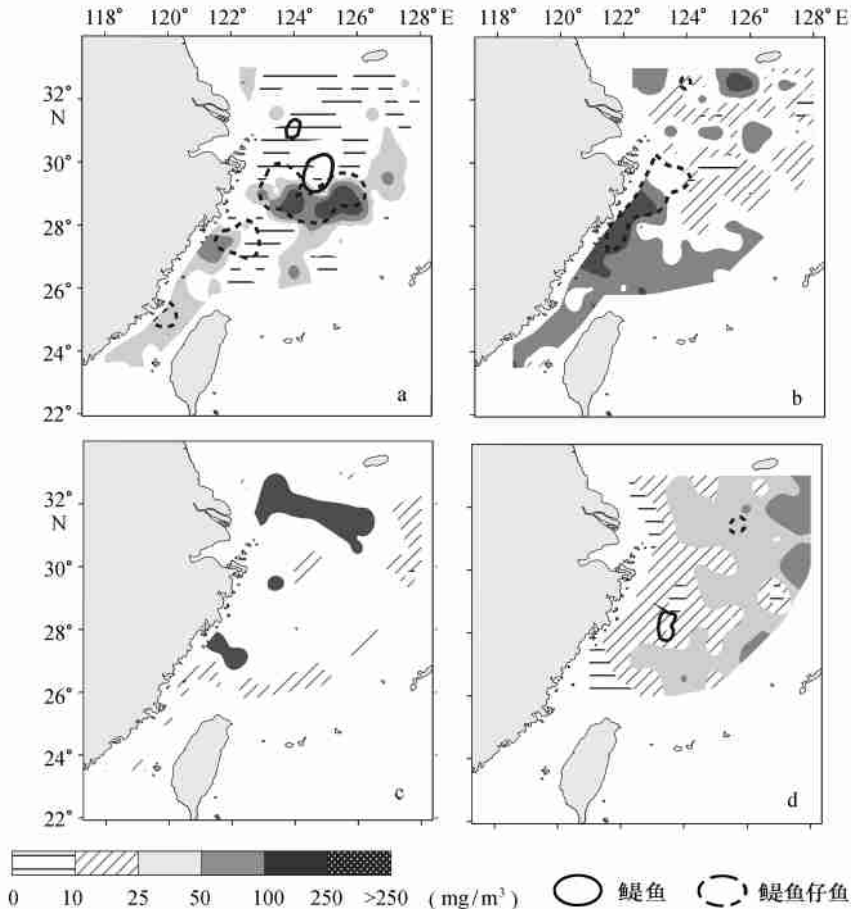


图 3 东海饵料浮游动物生物量、鱼及鱼仔、稚鱼平面分布

a 春季, b 夏季, c 秋季, d 冬季

a. 图中 鱼大于  $100 \text{ kg/h}$ , a, b. 两图中仔、稚鱼大于  $100$  尾/网,

d. 图中 鱼大于  $10 \text{ kg/h}$ , 仔鱼大于  $10$  尾/网

冬季,如图 3d 所示,饵料生物量分布无明显的密集区,呈东海北部高于中南部,外海高于近海的分布趋势;约 50% 调查水域饵料生物量在  $50 \text{ mg/m}^3$  左右,高密度区 ( $100\sim 250 \text{ mg/m}^3$ ) 仅占总调查面积的 0.12%;低值区 ( $< 10 \text{ mg/m}^3$ ) 占 13.07%。影响冬季饵料生物量的主要种有:中华哲水蚤、海龙箭虫、亚强真哲水蚤、精致真刺水蚤和真刺水蚤幼体、肥胖箭虫、平滑真刺水蚤、普通波水蚤等。

## 4 讨论

### 4.1 总生物量平面分布和环境的关系

东海大陆架海区因受江河径流、大陆沿岸流、黄海冷水团及黑潮系暖水的影响,从而明显地反映出其水文、化学要素和浮游动物的组成都比较复杂。浮游生物因行随波逐流的生活方式,其数量分布与环境的温度、盐度、水系等有密切的关系<sup>[9~11]</sup>。表 2 为总生物量与环境因子之间的逐步回归方程。从表 2 可见,东海春、夏、秋三季温度、盐度对总生物量多元一次逐步回归相关性非常显著 ( $p < 0.01$ ),冬季相关性不显著 ( $p > 0.05$ ),其中夏、秋两季  $F$  值相对较高,说明温度、盐度对总生物量的分布有一定的影响。

春季调查区水温较低,表层水温均值为  $18.76 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $8.43\sim 26.30 \text{ }^\circ\text{C}$ ),水平温差为  $17.87 \text{ }^\circ\text{C}$ ,总生物量普遍较低,个别海域仅仅是因为出现了较高丰度的海樽类才出现了较高的生物量。而夏季,东海北部外海—济州岛西南水域,在江浙沿岸水、黄海冷水和黑潮次表层水 3 个水团交汇处混合区内出现一个小范围的高生物量分布区;高生物量的另一分布区域位于东海暖水和沿岸水在浙江近海的交汇处(见图 2b);其他海域生物量绝大部分低于以往的调查结果<sup>[4]</sup>。形成春、夏季生物量低的原因目前尚难从海洋水文物理学上得到解释。但可以认为,暖流势力的偏弱是一个重要原因,并印证了这两个季节的优势种主要是温带暖水种这一点。

秋季,热带种精致真刺水蚤成为主要的优势种,高生物量区仍位于长江口渔场北部的沿岸水、黄海冷水和东海暖水 3 个水团交汇处和东海暖水和沿岸水在浙江近海的交汇处。总生物量要高于夏季。冬季较高生物量分布于黄海、东海混合水区。调查区生物量分布以及优势种的组成都是由东海暖水、黄海冷水和沿岸水三者势力彼消此长的结果。

表 2 浮游动物总生物量和温度、盐度的逐步回归分析结果

季节	回归方程	$n$	$r$	$p$	$F$ 值
春	$y = -552.49 + 2.92t_s - 50.15S_{20} + 66.46S_b$	144	0.324	$< 0.01$	5.49
夏	$y = -273.23 + 4.57t_s + 5.41t_b + 3.56S_s$	132	0.394	$< 0.01$	7.84
秋	$y = 682.48 + 3.72t_b - 14.58S_s - 5.48S_{20}$	106	0.427	$< 0.01$	7.58
冬	—	63	0.242	$> 0.05$	1.86

### 4.2 饵料浮游动物生物量和 鱼渔场的关系

在太平洋西北部, 鱼广泛分布于中国、日本沿海、朝鲜半岛南部。我国自 20 世纪 90 年代初大规模捕捞 鱼,到 1995 年时已达 45.4 万 t,成为我国目前重要捕捞对象。 鱼在渔场停留时间的长短通常与浮游动物生物量有关,当然也不排斥水温等重要因子。根据朱德山等<sup>[13]</sup>和孟田湘<sup>[14]</sup>的研究结果表明,黄海中南部及东海北部 鱼的饵料组成约 50 余种,以浮游甲壳类为主,按重量计占 60% 以上,其次为毛颚类的箭虫、双壳类幼体等。以胃含物的重量

组成和出现频率两个指标分析,成? 主要饵料生物为中华哲水蚤、强壮箭虫、太平洋磷虾、细脚虫戎、长额刺糠虾等,饵料组成具有明显的区域性和季节变化,突出表现为饵料组成与 鱼栖息水域的浮游生物组成相一致.

#### 4.2.1 鱼中心渔场的关系

根据同步调查资料,以各调查站位 鱼的单位小时网次产量(kg/h)为相对资源密度指数,绘制出的春、夏、秋、冬4个季节 鱼中心渔场平面分布图显示:东海 鱼83.1%的渔获重量出现在春季,东海春季(3~5月) 鱼主要分布在长江口、浙江北部沿海及济洲岛西南部水域,中心分布区约在 $29^{\circ}30' \sim 30^{\circ}00' \text{N}$ 一线;夏季(6~8月) 鱼的分布密度显著下降,渔获重量大于10 kg/h的站位一个也没有出现,同时,主要分布区域有明显的向北移动现象;秋季(10~12月) 鱼分布较少,仅在济洲岛西南部及浙江南部和福建北部沿海的有些站位零星出现;冬季(1~3月) 鱼资源上升,主要分布于东海沿海,并集中在 $28^{\circ}00' \sim 32^{\circ}30' \text{N}$ ,  $123^{\circ}00' \sim 125^{\circ}00' \text{E}$ 水域.从图3a可以看出,春季 鱼中心渔场( $> 100 \text{ kg/h}$ )分布与饵料浮游动物高生物量( $100 \sim 250 \text{ mg/m}^3$ )平面分布具有良好的对应关系.春季饵料浮游动物生物量高度密集区在东海中南部 $28^{\circ}00' \sim 29^{\circ}30' \text{N}$ 一线,该水域也正是中华哲水蚤的高丰度区( $50 \sim 100 \text{ 个/m}^3$ ), 鱼中心分布区( $100 \text{ kg/h}$ )正好分布于饵料浮游动物生物量和中华哲水蚤最高密集区内或边缘水域.这为 鱼在该水域的索饵和繁殖提供了极其优良的场所.

#### 4.2.2 鱼仔、稚鱼的关系

东海春夏两季 鱼仔、稚鱼分布与饵料浮游动物生物量平面分布具有良好的对应关系.根据同步的 鱼仔、稚鱼调查资料及图3显示,东海春季 鱼仔、稚鱼分布范围为 $26^{\circ}30' \sim 30^{\circ}30' \text{N}$ ,  $121^{\circ}00' \sim 127^{\circ}00' \text{E}$ 中南部近海,块状分布明显,在 $28^{\circ}30' \sim 29^{\circ}00' \text{N}$ ,  $123^{\circ}30' \sim 125^{\circ}30' \text{E}$ 的高密度区分布范围广, $29^{\circ}00' \text{N}$ ,  $123^{\circ}30' \text{E}$ 附近水域中心密度高达1213尾/网,高密度区( $\geq 100$ 尾/网)正好位于饵料浮游动物高生物量( $100 \sim 250 \text{ mg/m}^3$ )区内(见图3a);夏季 鱼仔、稚鱼分布于 $26^{\circ}30' \sim 30^{\circ}30' \text{N}$ ,  $121^{\circ}00' \sim 127^{\circ}00' \text{E}$ 范围,高密度区( $\geq 100$ 尾/网)主要分布于浙江近海 $27^{\circ}30' \sim 29^{\circ}30' \text{N}$ ,  $121^{\circ}30' \sim 123^{\circ}30' \text{E}$ 水域,其中在鱼山列岛 $29^{\circ}30' \text{N}$ ,  $123^{\circ}30' \text{E}$ 附近水域出现500尾/网的最高值,与饵料浮游动物高生物量( $100 \sim 250 \text{ mg/m}^3$ )区相重叠或位于其边缘水域.这为 鱼早期发育阶段的摄食和生长提供了良好的饵料基础.

### 4.3 饵料浮游动物生物量变动趋势

#### 4.3.1 东海北部近海( $28^{\circ}00' \sim 32^{\circ}00' \text{N}$ , $125^{\circ}00' \text{E}$ 以西)

根据1959~1960年调查资料<sup>1)</sup>,东海北部近海饵料浮游动物生物量一般在 $100 \text{ mg/m}^3$ 以上,其中冬季最低( $43 \text{ mg/m}^3$ ),夏季最高( $354 \text{ mg/m}^3$ ).据东海区历史资料<sup>[4]</sup>如图4所示,东海北部近海1973年四季平均饵料生物量为 $159.4 \text{ mg/m}^3$ ,最高值出现在8月( $249.3 \text{ mg/m}^3$ );1979~1981年明显下降,四季均值分别是1979年为 $133.0 \text{ mg/m}^3$ ,1980年为 $118.0 \text{ mg/m}^3$ ,1981年为 $86.2 \text{ mg/m}^3$ ;到本次调查,生物量发生急剧下降,仅为 $36.3 \text{ mg/m}^3$ (见表1),反映出本海区次级生产力明显下降.

自上世纪60年代以来,东海北部近海水域饵料浮游动物生物量的季节变化显示一定的变

1) 全国海洋综合调查报告第八册,1959年1月至1960年6月中国近海浮游生物的研究.1964.36—67.

动. 1959~1960 年以冬季(2 月)最低,春季开始上升,夏季(6~8 月)为四季最高峰,10 月以后急剧下降. 1973, 1979, 1981 年均以夏季最高,1980 年以春季最高,此次调查则以秋季最高,春季最低,其余两季变化不明显. 发生饵料浮游动物生物量的这些变化的原因还有待于进一步的积累资料并调查研究.

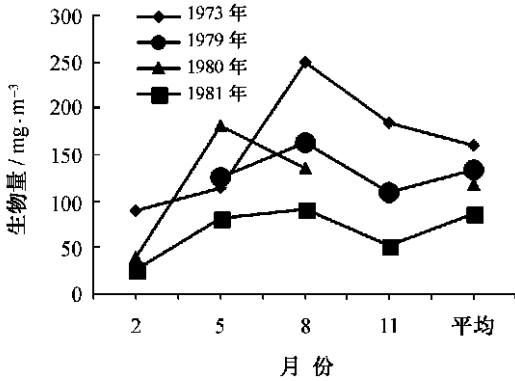


图4 东海北部近海浮游动物生物量( $\text{mg}/\text{m}^3$ )  
年际及季节变化

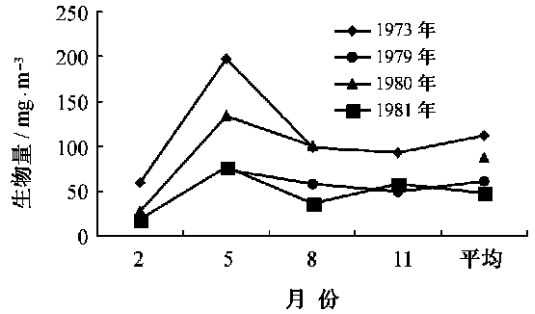


图5 东海北部外海浮游动物生物量( $\text{mg}/\text{m}^3$ )  
年际及季节变化

#### 4.3.2 东海北部外海( $28^{\circ}00' \sim 32^{\circ}00' \text{N}$ , $125^{\circ}00' \sim 127^{\circ}00' \text{E}$ )

从1973~1981年东海北部外海饵料浮游动物生物量四季平均值分别为112.5, 60.9, 87.4和47.7  $\text{mg}/\text{m}^3$ (图5);到本次调查明显下降,达历史最低水平仅为35.0  $\text{mg}/\text{m}^3$ ,与1973~1981年四季平均值相比分别减少68.9%, 42.5%, 60.2%和26.6%.东海北部外海饵料浮游动物生物量的季节变化明显,1973~1981年均以春季为最高峰,而本次调查则以春季生物量最低,最高值出现在秋季,其次是冬季和夏季(见表1).

同步的温度、盐度、鱼和鱼仔、稚鱼资料分别由本课题组陈渊泉研究员、陈卫忠研究员和陈莲芳研究员提供;课题组袁骥、蒋玫、朱江兴、韩金娣等同志在海上采集样品、室内样品处理、数据统计等做了大量的工作,谨此一并谢忱.

#### 参考文献:

- [1] 陈亚瞿,朱启琴,陈清潮.东海浮游动物量的分布特征[J].海洋学报,1980,9(1):79-92.
- [2] 何德华,杨关铭,方绍锦,等.浙江沿岸上升流区浮游动物生态研究[J].海洋学报,1987,9(1):79-92.
- [3] 何德华,杨关铭,方绍锦,等.浙江沿岸上升流区浮游动物生态研究[J].海洋学报,1987,9(1):617-626.
- [4] 全国渔业资源调查和区划专集——东海区渔业资源调查和区划[M].上海:华东师范大学出版社,1987.108-109,149-150.
- [5] 陈亚瞿.东海大陆架外缘和大陆坡深海渔场浮游动物研究. I. 生物量[J].生态学报,1988,8(9):111-116.
- [6] 陈亚瞿,徐兆礼,王云龙,等.长江河口锋区浮游动物生态研究. I. 生物量及优势种的平面分布[J].中国水产科学,1995,2(1):49-58.
- [7] 徐兆礼,王云龙,白雪梅,等.长江口浮游动物生态研究[J].中国水产科学,1999,6(5增刊):55-58.
- [8] 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[J].海洋学报,1999,21(4):78-87.
- [9] 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[J].海洋学报,1999,21(6):72-80.
- [10] 徐兆礼,陈亚瞿,韩金娣,等.东海中尺度浮游动物生态特征研究. I. 种类分布与多样性[A].甲壳动物学论文集(4)



- [C]. 北京: 科学出版社, 2003. 295—309.
- [11] RIVETTO G, GAUDY R, PAGANO M. Influence of salinity on the distribution of *Acartia tonsa* [J]. J Exp Mar Bio Ecol, 1999, 239(1): 33—45.
- [12] LIU Guang-xing, ZHANG Zhi-nan. Dynamics of zooplankton in Jimo prawn ponds before outbreak of prawn disease [J]. J Ocean Univ Qingdao, 2001, 31(3): 395—400.
- [13] 朱德山, SVEIN A, IVERSEN, 等. 黄东海 鱼及其他经济鱼类资源声学评估的调查研究 [J]. 海洋水产研究, 1990, 11: 26—28.
- [14] 孟田湘. 山东半岛南部 鱼产卵场 鱼仔、稚鱼摄食的研究 [J]. 海洋水产研究, 2001, 22(2): 21—25.

## Distribution characteristics of zooplankton biomass in the East China Sea

XU Zhao-li<sup>1</sup>, CHAO Min<sup>1</sup>, CHEN Ya-qu<sup>1</sup>

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

**Abstract:** Based on 4 cruises seasonal data of comprehensive oceanographic investigation during October, 1997 to March 2000 in the East China Sea ( $23^{\circ}30' \sim 33^{\circ}00' \text{ N}$ ,  $118^{\circ}30' \sim 128^{\circ}00' \text{ E}$ ) the research was focused on analyzing and approached dynamic of quantitative temporal and spatial distribution of total biomass of zooplankton and the relationship of fishing grounds of anchovy (*Engraulis japonicus*). The study results show the seasonal mean value of total biomass of zooplankton ( $65.32 \text{ mg/m}^3$ ) only. Among them total biomass in autumn ( $86.18 \text{ mg/m}^3$ ) is greater than in summer ( $69.18 \text{ mg/m}^3$ ) greater than in spring ( $55.67 \text{ mg/m}^3$ ) greater than in winter ( $50.33 \text{ mg/m}^3$ ); average value of diet biomass of zooplankton is  $40.9 \text{ mg/m}^3$  which is about 60% of total biomass of zooplankton. Among them, total biomass in autumn ( $56.84 \text{ mg/m}^3$ ) is greater than in summer ( $46.10 \text{ mg/m}^3$ ) greater than in winter ( $30.82 \text{ mg/m}^3$ ) greater than in spring ( $29.82 \text{ mg/m}^3$ ). Total biomass distribution trends toward to similar with diet biomass. Distribution scale of high biomass ( $200 \sim 500 \text{ mg/m}^3$ ) is minimum, which is only about 1% ~ 4% of the whole surveying area. Seasonal variation of biomass in the coastal water of the East China Sea is obviously (west of  $125^{\circ} \text{ E}$ , northern part of  $29^{\circ} \text{ N}$ ). The distribution of diet zooplankton biomass depends on distribution of abundance of crustacean. The diet zooplankton biomass is related to the center fishing ground of Anchovy (*Engraulis japonicus*) and its larvae and young fish. In spring, the center fishing ground of *Engraulis japonicus* ( $> 100 \text{ kg/h}$ ) and its high concentration area are located at high concentration area of the highest zone of zooplankton of south region and central region.

**Key words:** zooplankton; total biomass; diet biomass; East China Sea; *Engraulis japonicus* ground