

文章编号: 1000- 0615(2004) 05- 0515- 07

## 北太平洋柔鱼渔场浮游动物 数量分布及与渔场的关系

徐兆礼, 崔雪森, 黄洪亮

(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 2001 年 6- 7 月在北太平洋 152°E- 171°W、39°- 42°N 水域生态环境和资源综合调查资料, 分析结果表明: 调查水域浮游动物总生物量均值为  $92.12\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  ( $0.81\sim 1035.68\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), 其中中部 ( $160^\circ\sim 180^\circ\text{E}$ ,  $39^\circ\sim 42^\circ\text{N}$ ) 及西经水域 ( $170^\circ\sim 178^\circ\text{W}$ ,  $40^\circ\sim 41^\circ\text{N}$ ) 为  $113.51\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , 西部水域 ( $152^\circ\sim 157^\circ\text{E}$ ,  $41^\circ\sim 43^\circ\text{N}$ ) 为  $22.89\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ; 桡足类丰度居首 (42.11%), 其次为海樽类 (30.91%); 伪细真哲水蚤 (*Eucalanus pseudattenatus*)、太平洋哲水蚤 (*Calanus pacifica*) 和软拟海樽 (*Dolioletta gegenbauri*) 为主要优势种。甲壳类的分布与柔鱼中心渔场存在较好的对应关系, 中心渔场位于浮游动物总生物量高密度区 ( $250\sim 500\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 和甲壳类的最高丰度区 ( $50\sim 100\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 内或边缘区; 头足类幼体分布于磷虾类和端足类的高丰度区 ( $10\sim 25\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 内或边缘水域。

关键词: 浮游动物; 数量分布; 北太平洋; 柔鱼; 渔场关系

中图分类号: S932.8; Q958.8

文献标识码: A

## Distribution of zooplankton in *Ommastrephes batrami* fishing ground of the North Pacific Ocean and its relationship with the fishing ground

XU Zhao-li, CUI Xue-sen, HUANG Hong-liang

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

**Abstract:** The survey on ecological environment and squid resources was carried out in the fishing ground of *Ommastrephes batrami* in the North Pacific Ocean ( $152^\circ\text{E}-171^\circ\text{W}$ ,  $39^\circ-42^\circ\text{N}$ ) from June to August, 2001. The results showed that average biomass of zooplankton was  $92.12\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  ( $0.81-1035.68\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) in the all water area,  $113.51\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  in the middle water area ( $160^\circ-180^\circ\text{E}$ ,  $39^\circ-42^\circ\text{N}$ ) and west longitude water area ( $170^\circ-178^\circ\text{W}$ ,  $40^\circ-41^\circ\text{N}$ ) and  $22.89\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  in the west water area ( $152^\circ-157^\circ\text{E}$ ,  $41^\circ-43^\circ\text{N}$ ); the zooplankton abundance was mainly composed of Copepoda (42.11%), followed by Thaliacea (30.91%); *Eucalanus pseudattenatus*, *Calanus pacifica* and *Dolioletta gegenbauri* were main dominant species. Crustacean distribution also corresponded well with the fishing ground, the centre of which was just located in or near the high abundance area of crustacean ( $50-100\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ) and high biomass area of zooplankton ( $250-500\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). The distribution of Cephalopoda larva is also in or near the high abundance area of Euphausiacea and Amphipoda.

收稿日期: 2003-09-17

资助项目: 国家“863”计划资助项目(818-11-03)

作者简介: 徐兆礼(1958-), 女, 浙江温岭人, 研究员, 主要从事海洋生物生态学和渔业生态环境的研究。Tel: 021-65686991, E-mail:

xiaomin@public4.sta.net.cn

**Key words:** zooplankton; quantitative distribution; the North Pacific Ocean; *Ommastrephes batrami*; fishing ground relationship

浮游动物(二级生产者,又称初级消费者),在食物链中占着重要位置,它是肉食性动物的摄食对象,为初级生产者与三级生产者或终级生产者之间的能量转换者。大洋性洄游头足类柔鱼(*Ommastrephes batrami*)的食物,基本上由鱼类、头足类和甲壳类组成;而幼年期的柔鱼则大量捕食浮游甲壳类,主要是磷虾和端足类等<sup>[1]</sup>。

北太平洋是世界上头足类产量最高的海区之一。其中柔鱼是最重要的经济头足类,年产量在20万吨以上<sup>[2-3]</sup>。有关北太平洋浮游动物的研究国外学者已有报道<sup>[4-6]</sup>,但由于我国对柔鱼渔场的开发利用时间较短,因而对柔鱼渔场生态环境和渔场的形成研究很少,尤其是与柔鱼渔场关系密切的渔场初级和次级生产力的研究,国内尚为空白。本文依据2001年6~7月北太平洋柔鱼渔场生物资源综合调查所获的浮游动物资料,对柔鱼渔场浮游动物生态特征及与渔场的关系进行了分析,为进一步发展我国西北太平洋柔鱼生产和寻找中心渔场提供科学依据。

## 1 材料与方 法

材料系来源于2001年6月30日~7月13日利用“大祥”轮柔鱼钓生产船,在北太平洋,即152°~157°E、41°~43°N(西部海区),160°~180°E、39°~42°N(中部海区)和170°~178°W、40°~41°N(西经海区)生物资源综合调查,共采集浮游动物样品73个。浮游动物标本采集按照“海洋调查规范”进行。用标准浮游动物大网(口径80cm、筛绢GG36)由水深200m至表层垂直拖曳采集,所获标本均经5%福尔马林溶液现场固定,再在室内进行分类、鉴定<sup>[7-8]</sup>、称重和统计。优势度( $Y$ )计算公式为:

$$Y = (ni/N) \times fi$$

式中, $Y$ 为优势度; $N$ 为该海区出现的所有种类的总个体数; $ni$ 为第*i*种的个体数; $fi$ 为该种在各站位出现的频率。取 $Y \geq 0.02$ 时,即为浮游动物优势种。

## 2 结 果

### 2.1 总生物量及平面分布

调查水域浮游动物总生物量分布范围为0.81

~1035.68  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,均值为92.12  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。西部海区:总生物量均值极低,为22.89  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (1.05~192.62  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ),仅为中部及西经海区的1/5。总生物量最高值位于41°N、157°E水域,构成高生物量的主要种是软拟海樽(*Doliolletta geageabouri*)和大型桡足类伪细真哲水蚤(*Euralanus pseudadattenuatus*)等。其它调查水域总生物量极低,且分布均匀,一般在10  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 左右(图1)。

中部及西经海区:均值为113.51  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (0.81~1035.68  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ),振幅高达 $10^3$ 倍,分布极不均匀。从图1可见,最高密集区( $> 500 \text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )和高密集区(250~500  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )范围均很小,分别占调查水域的5.00%和3.00%。最高密集区位于176°E、41°N,179°E、40°N和176°W、40°N水域,中心区总生物量分别高达1035  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 和635  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,主要是软拟海樽(255.36  $\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$ )高度聚集,此外,还出现了较多的双尾纽鳃樽(*Thalia democratica*);总生物量100~250  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 和50~100  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 的分别占调查水域的20.00%和28.33%;大部分水域总生物量低于50  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

### 2.2 主要类群

从表1可见,调查水域浮游动物经鉴定共出现15大类群,甲壳动物桡足类丰度占优势(42.11%),其次为海樽类(30.91%),再次为水母类和浮游幼体。

**甲壳动物** 这类动物在浮游动物中占首要地位,它种类多,丰度大,分布广。如表1所示,甲壳动物共出现7大类群,以桡足类占主导地位,其它类别平均丰度均小于1  $\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$ 。本区甲壳动物丰度均值为24.92  $\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ,占浮游动物总丰度的49.45%。甲壳动物丰度平面分布主要取决于桡足类的分布(图2和图3)。

**桡足类** 浮游桡足类丰度居浮游动物首位,均值为21.22  $\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ,占总丰度的42.11%,其中西部水域均值为17.16  $\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ,占该水域总丰度的76.71%;中部及西经水域均值较西部水域高(20.04  $\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ),但仅占该水域总丰度的37.66%(表1)。

西部大部分调查水域丰度低,仅在43°N、153°E水域出现一个高丰度区(50~100  $\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ),中

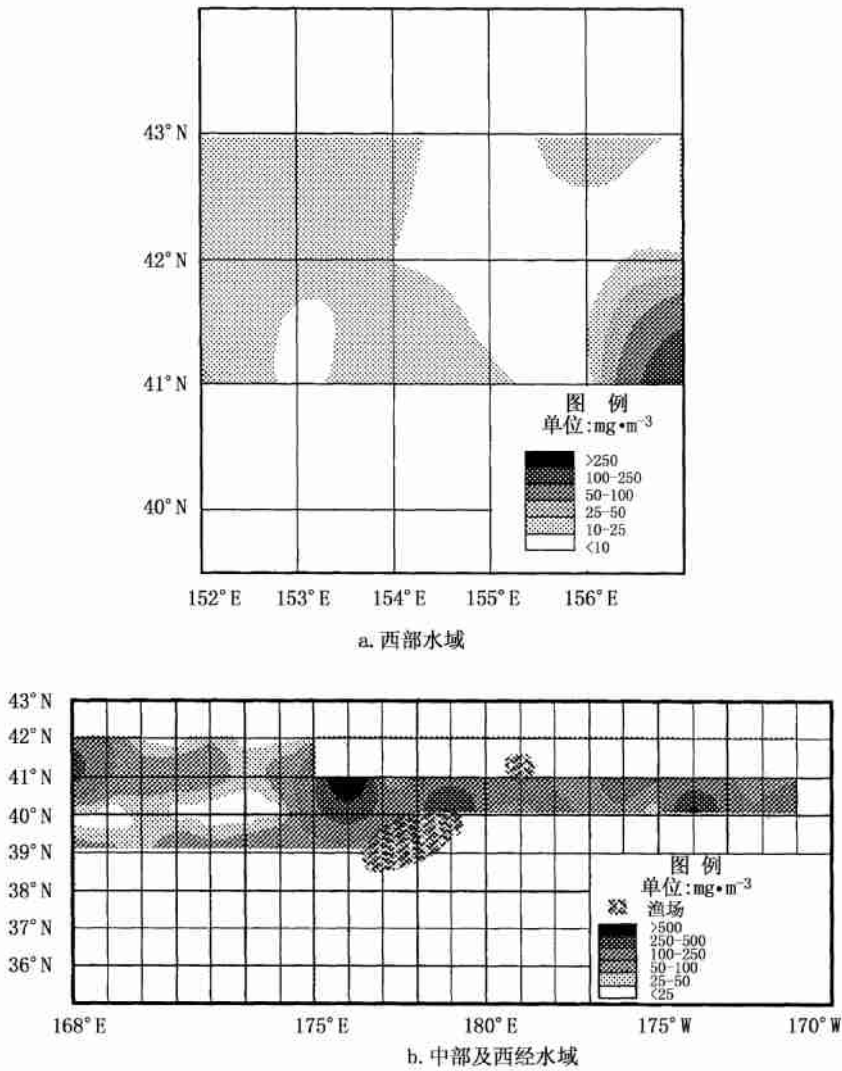


图 1 浮游动物总生物量平面分布

Fig. 1 Horizontal distribution of zooplankton total biomass

A. 西部水域; B. 中部及西经水域

A. West part; B. Central and west longitude part

心最高值为  $89.6 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ; 中部及西经水域高丰度区 ( $50\sim 100 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 范围较大, 呈斑块状分布, 其中  $39^\circ\text{N}$ 、 $168^\circ\text{E}$  水域出现一个小范围的高值区 ( $107.20 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-3}$ ) (图 3)。桡足类优势种主要有太平洋哲水蚤、伪细真哲水蚤和微刺哲水蚤等。

**海樽类** 被囊动物海樽类数量多、分布广, 其丰度仅次于桡足类, 是浮游动物总生物量的重要组成部分。该类动物通常仅出现在暖水表层或近表面水域, 大多为广暖水性种类<sup>[7]</sup>。主要分布于中部及西经水域, 其丰度占中部及西经水域浮游动物总丰度的 34.54%, 最高丰度区位于  $178^\circ\text{E}$ 、 $41^\circ\text{N}$  水域。本水域海樽类主要种有软拟海樽、小

齿海樽 (*Doliolum denticulatum*) 和双尾纽鳃樽。

**头足类幼体** 软体动物头足类幼体丰度极低, 仅出现于东经  $174^\circ$ 、 $175^\circ$ 、 $178^\circ$ 、北纬  $41^\circ$  水域, 调查期间共出现 5 个, 分布于磷虾类和端足类的高丰度区内或边缘水域 (图 4)。

### 2.3 优势种及平面分布

如表 2 所示, 本调查水域共有优势种 5 种, 其中优势种优势度 Y 值大小随水域不同发生变化。

太平洋哲水蚤 (*Calanus pacifica*) 主要分布于北太平洋寒带、亚寒带、温带 500 m 以上水域<sup>[8]</sup>。居桡足类第一优势种, 其丰度仅次于软拟

海樽, 均值为  $4.63 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$  ( $0.00 \sim 37.28 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ); 出现频率为  $94.52\%$ ; 其中中部及西经水域丰度均值 ( $5.61 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 高于西部水域 ( $1.32 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ); 高于  $25 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$  的密集区主要位于中部调查水域。

表 1 北太平洋柔鱼渔场各类浮游动物平均丰度及百分比

Tab. 1 Average abundance and percentage of every kind of zooplankton in squid fishing ground of the North Pacific Ocean

类别 kind	全调查海区 all investigated area		西部水域 west part		中部及西经水域 central and west longitude part	
	丰度 abundance	%	丰度 abundance	%	丰度 abundance	%
	水母类 Medusae	3.31	6.56	0.13	0.59	3.99
多毛类 Polychaeta	0.17	0.33	0.02	0.08	0.19	0.36
翼足类 Gastropoda	0.43	0.85	0.02	0.08	0.50	0.94
异足类 Heteropoda	0.81	1.60	0.04	0.18	0.82	1.54
头足类 Cephalopoda	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.02
枝角类 Cladocera	0.12	0.23	0.34	1.51	0.07	0.13
介形类 Ostracoda	0.72	1.44	0.09	0.41	0.83	1.56
桡足类 Copepoda	21.22	42.11	17.16	76.71	20.04	37.66
端足类 Amphipoda	0.45	0.89	0.19	0.84	0.47	0.88
磷虾类 Euphausiacea	0.13	0.26	0.09	0.41	0.14	0.26
糠虾类 Mysidacea	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
等足类 Isopoda	0.04	0.07	0.08	0.37	0.03	0.06
毛颚类 Chaetognatha	1.87	3.71	0.93	4.16	1.88	3.53
有尾类 Appendiculata	0.98	1.95	0.32	1.45	1.05	1.97
海樽类 Thaliacea	15.58	30.91	2.18	9.74	18.38	34.54
浮游幼体 pelagic larva	3.40	6.74	0.62	2.79	3.50	6.58
仔鱼 young fish	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02
虾卵 shrimp egg	1.16	2.29	0.14	0.65	1.3	2.44
总计 total	50.39		22.36		53.21	

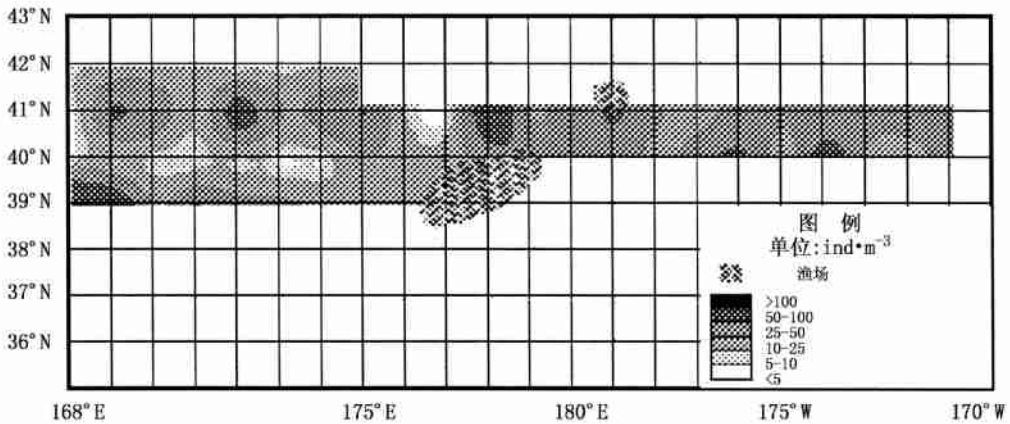


图 2 北太平洋中部及西经水域甲壳动物丰度和柔鱼渔场平面分布图

Fig. 2 Horizontal distributions of Crustacea abundance and squid fishing ground in the central and west longitude waters of the North Pacific Ocean

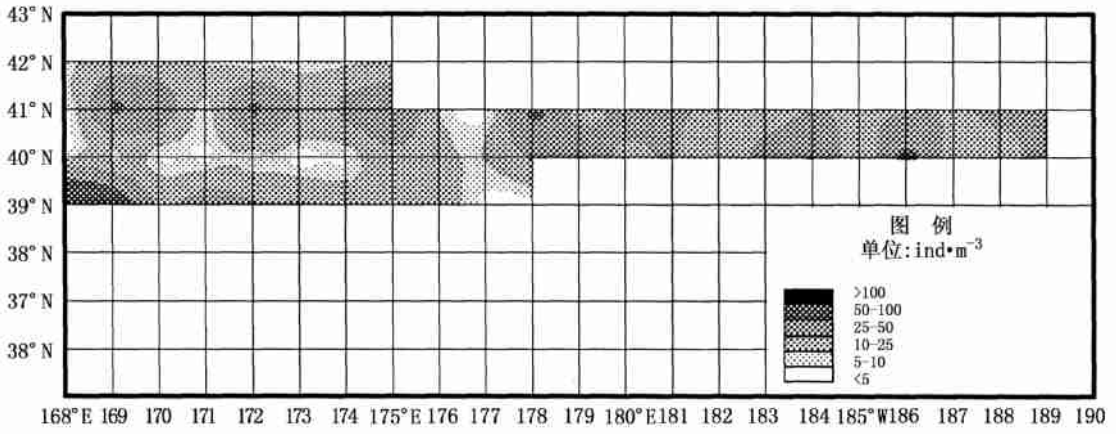


图3 北太平洋中部及西经水域桡足类丰度平面分布

Fig. 3 Horizontal distributions of Copepoda abundance in central and west longitude waters of the North Pacific Ocean

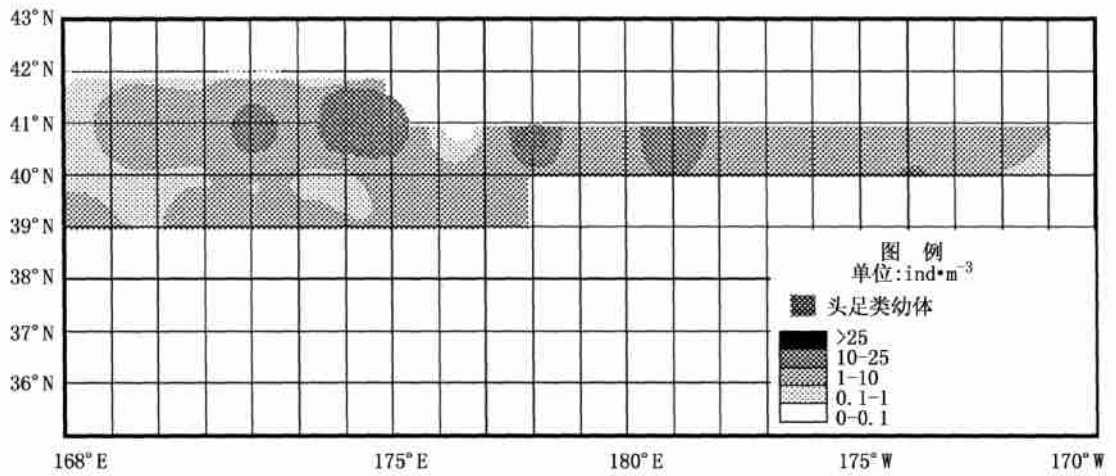


图4 北太平洋中部及西经水域磷虾类、端足类和头足类幼体丰度平面分布图

Fig. 4 Horizontal distribution of Euphausiacea, Amphipoda and Cephalopoda larva abundance in central and west longitude waters of the North Pacific Ocean

表2 浮游动物优势种优势度(Y)及平均值

Tab. 2 Dominant species of zooplankton and its mean

ind·m<sup>-3</sup>

优势种 dominant species	全调查区 all investigated area		西部水域 west part		中部及西经水域 central and west longitude part	
	均值 mean	Y	均值 mean	Y	均值 mean	Y
软拟海樽 <i>Dolioletta gegenbauri</i>	11.43	0.15	1.65	0.03	14.34	0.18
太平洋哲水蚤 <i>Calanus pacifica</i>	4.63	0.09	1.32	0.07	5.61	0.09
伪真哲水蚤 <i>Eucalanus pseudattenatus</i>	4.56	0.09	3.19	0.18	4.96	0.08
微刺哲水蚤 <i>Canthocalanus pauper</i>	1.63	0.03	0.42	0.02	1.99	0.03
小齿海樽 <i>Doliolum denticulatum</i>	2.17	0.02	0.01	0.00	2.82	0.03

### 伪细真哲水蚤 (*Eucalanus pseudattenuatus*)

主要分布于西太平洋的日本东南海区 and 印度洋的热带区。均值为  $4.56 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$  ( $0.00 \sim 44.80 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ), 出现频率 97.26%; 居西部海区第一优势种, 其 Y 值高达 0.18; 中部及西经水域丰度均值 ( $4.96 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 高于西部水域 ( $3.19 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ); 高于  $25 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$  的密集区主要位于中部  $39^\circ \text{N}$ 、 $168^\circ \sim 169^\circ \text{E}$  水域。

软拟海樽 (*Doliolletta gegenbauri*) 大洋性种类。居中部及西经调查水域浮游动物第一优势种。全区均值为  $11.43 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$  ( $90.00 \sim 255.36 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ), 占海樽类总丰度的 73.36%。出现频率 65.75%, 分布极不均匀, 西部调查水域该种丰度极低 ( $0.88 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ), 仅分布在北纬  $41^\circ$  调查水域; 在中部及西经水域均值高达  $13.71 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ; 高于  $250 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$  的最高密集区主要位于中部  $176^\circ \text{E}$  调查水域, 高丰度区分布于旋涡区或边缘水域, 该处表层水温  $17^\circ \text{C}$  左右。

## 3 讨论

### 3.1 浮游动物与海水温度的关系

水温是影响和抑制浮游动物数量波动和分布的重要因素之一<sup>[7]</sup>。由于构成本水域浮游动物总生物量的主要类群海樽类通常仅出现在暖水表层或近表层水域, 对浮游动物分布与同步的表层温度分布的比较发现, 两者存在较好的对应关系。在中部水域, 表层水温在  $14.5 \sim 17.5^\circ \text{C}$  之间, 并在  $40^\circ \sim 41^\circ \text{N}$ 、 $173^\circ \sim 176^\circ \text{E}$  水域出现了一个表温  $17^\circ \text{C}$  的旋涡区<sup>1</sup>, 对应的浮游动物总生物量高值区 ( $> 500 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 和海樽类高丰度区 ( $> 250 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 分布于表温  $17^\circ \text{C}$  旋涡区或边缘水域。在西部水域, 饵料浮游动物高丰度区 ( $50 \sim 100 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 的分布与表温  $20^\circ \text{C}$  等温线基本相一致。

### 3.2 浮游动物与浮游植物的关系

如图 5 所示: 在中部, 即  $40^\circ 30' \text{N}$ 、 $168^\circ \sim 180^\circ \text{E}$  调查水域, 海樽类主要食物为浮游植物和细菌, 其丰度与浮游植物存在着良好的负对应关系。主要是海樽类常密集成群, 摄食率高, 其摄食行为能降低周围水体中浮游植物的密度<sup>[5]</sup>。陈亚瞿等<sup>[10]</sup>和顾新根等<sup>[11]</sup>在长江口的研究表明, 长江口浮游植物繁殖高峰期出现于 4-5 月, 这为浮游动物繁殖、生长提供了必要的饵料基础。在此期间浮游

动物增加率高达 126% ~ 210%, 分布范围也随之扩大, 如此大幅度增加又会提高浮游动物对浮游植物的摄食作用和效果, 因此又出现了浮游植物降低现象。

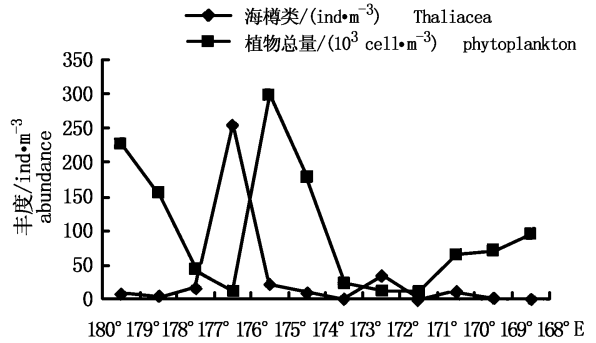


图 5 北太平洋中部水域浮游植物总数量与海樽类丰度的分布

Fig. 5 Distribution of phytoplankton and Thaliacea in the central part waters of the North Pacific Ocean

### 3.3 浮游动物与渔场形成的关系

从调查期间柔鱼渔场实际分布来看, 西经海区中心渔场主要集中在  $179^\circ \text{W}$ 、 $41^\circ \text{N}$  一带, 平均日产量在 1t 左右; 中部海区由于 2000 年西部渔场提前旺发, 本次调查期间在渔场调度过程中都放弃了该海区的生产, 直接进入西部渔场生产, 所以无渔场生产记录, 但在 6 月份该海区的中心渔场主要分布在  $176^\circ 30' \sim 179^\circ 30' \text{E}$ 、 $39^\circ \sim 40^\circ \text{N}$ 。从图 1 和图 2 可见, 以甲壳动物为主要食物的柔鱼, 其中心渔场位置与甲壳动物和浮游动物总生物量的分布存在着较好的对应关系。在西经水域, 中心渔场位置与甲壳动物的高丰度区 ( $50 \sim 100 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 相重叠; 在中部水域, 中心渔场位于浮游动物总生物量高密度区 ( $> 500 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 内或边缘水域和甲壳类的高丰度边缘区。头足类幼体主要摄食甲壳动物磷虾和端足类<sup>[1]</sup>, 如图 6 所示, 头足类幼体与磷虾和端足类间有较好的相关性, 头足类幼体仅出现于磷虾和端足类的高丰度区 ( $10 \sim 25 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ ) 内或位于边缘水域。图 6 为  $173^\circ \sim 179^\circ \text{E}$ 、 $41^\circ \text{N}$  水域甲壳类丰度、磷虾和端足类丰度与头足类幼体的分布, 可见, 三者之间存在着良好的正相关。表明浮游动物的分布, 尤其是浮游甲壳类的分布与柔鱼中心渔场存在较好的对应关系。

<sup>1</sup> 黄洪亮, 程家骅, 周爱忠. 北太平洋鱿渔场温度分布. 东海水产研究所. 捕捞学术会议论文集, 2003 年.

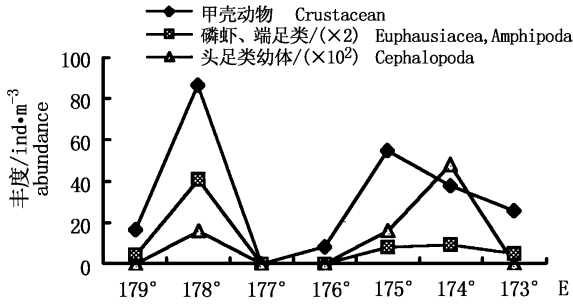


图 6 甲壳类丰度、磷虾类和端足类丰度与头足类幼体的分布

Fig. 6 Distribution of Crustacean, Euphausiacea, Amphipoda and Cephalopoda larva

东海水产研究所朱江兴先生、韩金娣女士协助浮游动物标本处理; 浮游植物数据由王云龙副研究员提供, 本文得到郑元甲、沈新强研究员和程家骅研究员的指导和帮助, 谨致谢忱。

### 参考文献:

- [1] Dong Z Z. Cephalopoda biology of world oceans[M]. Jinan: Science and Technology Press, 1991. 85- 86. [董正之. 世界大洋经济头足类生物学[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1991. 85- 86.]
- [2] Wang Y G. The exploitation of squid resources and progress of its market in the current [J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 1996, 5(2): 107- 109. [王尧耕. 当前世界柔鱼类资源和市场进展[J]. 上海水产大学学报, 1996, 5(2): 107- 109.]
- [3] Wang Y G, Chen X J. The current exploitation of cephalopod resources in the world and the development of Chinese distant-water squid jigging fishery [J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 1998, 7(4): 283- 287. [王尧耕, 陈新军. 世界头足类资源发展现状和中国远洋鱿钓渔业发展概况[J]. 上海水产大学学报, 1998, 7(4): 283- 287.]
- [4] Bogorov V G. Biology of the Pacific Ocean[M]. Washington, D.C., U. S. Naval Oceanographic Office, 1976, 7(1): 263- 269.
- [5] Bui T L. *Eucalanus* and *Rhinocalanus* of Pacific[M]. San Diego[M]. University of California, 1965, 10: 94- 100.
- [6] Nagasawa Kazuya, Shiomoto Akihiro, Tadokoro Kazuaki, et al. Latitudinal variations in abundance of phytoplankton, macrozooplankton, salmonids, and other epipelagic fishes in the northern Pacific Ocean and Bering Sea in summer[J]. Bull Natl Res Inst Far Seas Fish, 1999, 36: 61- 68.
- [7] Mitsuo C, Masaaki M. An illustrated guide to marine plankton in Japan[M]. Japan: Tokai University Press, 1996: 609- 924.
- [8] Isamu Y. Illustrations of the marine plankton of Japan[M]. Hoikusha Publishing Co., Ltd, 1977: 147- 322.
- [9] Laili C M, Parsons T R. An introduction to biology oceanography [M]. Qingdao: Ocean University of Qingdao Press, 2000. 67- 79. [C M 莱莉, T R 帕森斯. 生物海洋学导论[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 2000. 67- 79.]
- [10] Chen Y Q, Xu Z L, Wang Y L, et al. An ecological study on zooplankton in plume front of Changjiang River estuary area I distribution biomass of dominant species[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 1995, 2(1): 49- 58. [陈亚瞿, 徐兆礼, 王云龙等. 长江口河口锋区浮游动物生态研究 I 生物量及优势种的分布. 中国水产科学, 1995, 2(1): 49- 58.]
- [11] Gu X G, Yuan Q, Yang J W, et al. An ecological study on phytoplankton in frontal region of Changjiang River estuary area [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 1995, 2(1): 1- 15 [顾新根, 袁 骐, 杨蕉文, 等. 长江口羽状锋海区浮游植物的生态研究[J]. 中国水产科学, 1995, 2(1): 1- 15.]