

文章编号:1000-0615(2008)06-0890-09

西北太平洋公海秋刀鱼夏季索饵场浮游动物的分布

朱清澄¹, 夏辉¹, 花传祥², 许巍¹

(1. 大洋生物资源开发和利用上海高校重点实验室, 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306;

2. 上海海洋大学工程学院, 上海 201306)

摘要: 根据2005年7-9月于西北太平洋公海秋刀鱼渔场所采集到的浮游动物的有关数据, 对调查海域表层浮游动物的组成、数量和分布进行了研究。在30个站点所采集的浮游动物样品中, 分别测得甲壳纲、矢足纲、原生动物、腔肠动物的25种代表种, 其中以桡足类、箭虫类、端足类、糠虾类和磷虾类的平均丰度最高。浮游动物生物量分布不均匀, 近专属经济区和46°30'N以北各站点的生物量较高, 站点平均值为每立方米(430.06 ± 251.18) mg, 超过每立方米500 mg的站点共有11个。分别利用灰色关联和胃含物法对其与秋刀鱼渔场分布之间的关系进行了探讨。秋刀鱼的平均日产量为(7.72 ± 5.25) t, 日均网次产量为(0.78 ± 0.33) t, 都与桡足类、端足类、箭虫类的分布关系非常显著。秋刀鱼胃含物样本频数最高依次为桡足类、箭虫类、虾类、端足类、浮蚕类。在浮游动物中, 桡足类和箭虫类占绝对优势, 出现频率分别达到100%和93.3%, 平均每立方米生物量为298.56 mg和118.09 mg, 其和占总生物量的高达96.88%, 严重影响了总生物量的空间分布, 分析认为与中心渔场分布的关系最为显著, 因此可将其生物量大小作为确定秋刀鱼中心渔场的重要指标。

关键词: 浮游动物; 秋刀鱼; 产量分布; 西北太平洋; 渔场

中图分类号: S931.1

文献标识码: A

海洋浮游动物是海洋中生物相组成之一, 是海洋生态系统中物质循环和能量交换不可缺少的重要环节。西北太平洋海域受亲潮寒流和黑潮暖流的共同影响, 浮游动物的总生物量很大。而广泛分布于西北太平洋的秋刀鱼, 夏季(6~9月)主要在食物丰盛的亲潮区亚寒带水域进行摄食^[1-3], 以浮游动物为饵料, 主要食物为桡足类、端足类、磷虾类和十足类^[4-5]。有国外研究认为, 夏季秋刀鱼育肥场的各项环境因子, 尤其是桡足类丰度, 对秋刀鱼稚鱼的生长率和死亡率有直接影响, 使得秋刀鱼资源量随之变动^[6-7]。迄今国内也有一些学者对秋刀鱼渔场的各海洋环境因子进行了研究^[8-11], 而对秋刀鱼渔场浮游动物的研究报道较少。为此, 我们利用2005年7-9月于西北太平洋公海秋刀鱼

渔场所采集到的浮游动物的有关数据, 对调查海域浮游动物的组成、数量及分布情况进行了分析, 并对其和作业日产量及日均网次产量的关系进行了探讨, 希望能为更好的研究秋刀鱼渔场与各环境因子的关系提供依据, 以更好的掌握中心渔场的变动情况, 促进秋刀鱼资源的开发。

1 材料与方法

1.1 材料

浮游动物样本材料均来源于2005年7月10日~2005年9月10日, 调查船“沪渔910”号在北太平洋所进行的捕捞调查。此次调查海域为43°~48°N, 156°~162°E, 共设站点30个。采样网使用口径为80 cm的标准大型浮游生物网, 采

收稿日期: 2007-07-18

资助项目: 上海高校选拔培养优秀青年教师科研专项基金(B-8101-08-0044); 2005年上海市科技兴农重点攻关项目(沪农科攻字2005-4-5)

作者简介: 朱清澄(1960-), 男, 山东寿光人, 教授, 主要从事渔具渔法和海洋渔业管理方面的研究。E-mail: qezhu@shou.edu.cn

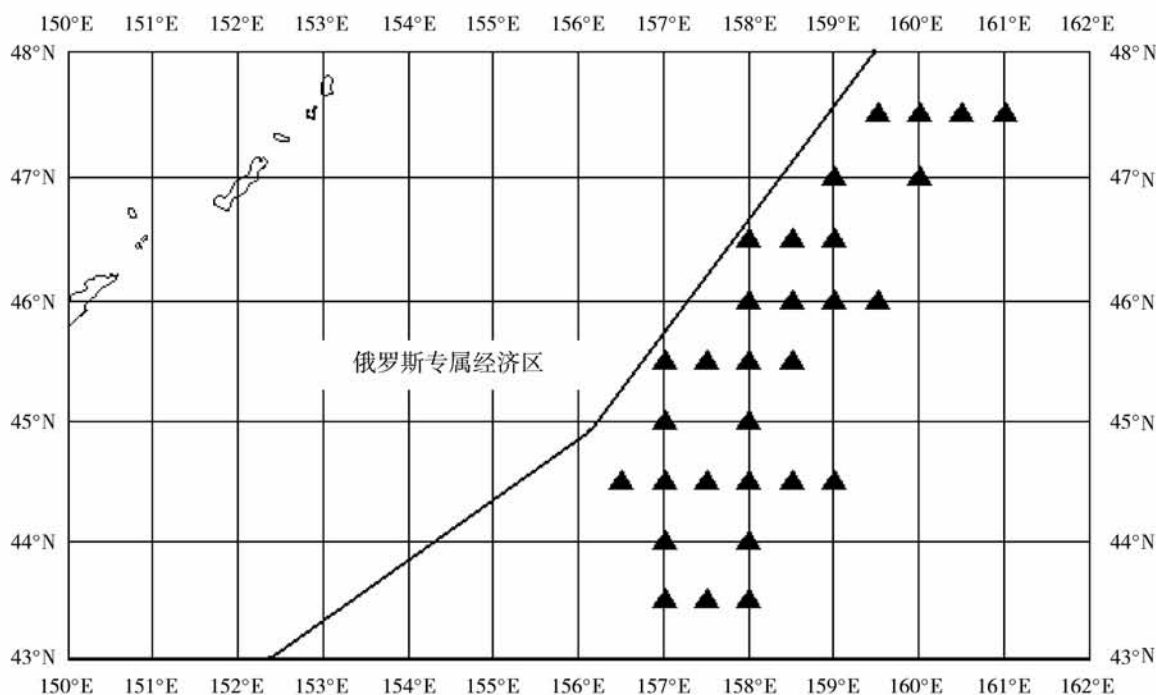


图1 调查海域的站点分布

Fig. 1 Locations of sites

样时于船尾左侧放网,自水深 200 m 垂直拖曳至表层。所采集样品均现场用 5% 福尔马林溶液固定,后带回实验室进行鉴别,统计和称重。

1.2 方法

浮游动物丰度统计和生物量估算 对样品中的各种浮游动物采用个体记数法进行统计,计算其丰度,再将丰度折算为生物量。丰度计算公式为:

$$n_{ij} = \frac{N_{ij}}{S \times d}$$

式中, n_{ij} 为第 i 种浮游动物在第 j 站点的丰度 ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$); N_{ij} 为第 i 种浮游动物在第 j 站点的数量 (ind); S 为采集网的网口面积 (m^2); d 为拖曳深度 (m)。

浮游生物优势度计算公式^[12]为:

$$Y = \frac{N_i}{N} \times f_i$$

式中, Y 表示物种优势度 N_i 为第 i 种的个体数, N 为该海域所有个体总数的和, f_i 为该种出现的频度,当某一物种 $Y \geq 0.2$ 时,可视为优势种类。

日均网次产量 考虑到秋刀鱼舷提网渔业的作业日产量波动较大,定义日均网次产量,作为

另一项与浮游生物进行关联分析的指标量,其计算方法如下:

$$CPN = \frac{C}{N}$$

式中, CPN 为日均网次产量 ($\text{kg} \cdot \text{net}^{-1}$); C 为作业日产量 (kg); N 为日作业网次 (net),网次时间均按捕捞日志中开始起网的时间进行统计,如果起网时间已超过午夜零点则归入下一天。

空间分布图绘制 利用 Marine Explorer 4.0 绘制各浮游动物的生物量、秋刀鱼产量、日均网次产量的空间分布图。

灰色关联分析 采用灰色关联度分析调查站点主要浮游动物的平均生物量与附近日均产量、日均网次产量之间的关系^[13-14]。分辨系数取 0.5。

胃含物分析 对秋刀鱼的胃含物进行分析,找出主要摄食浮游动物种类。

2 结果

2.1 浮游动物的种类组成

从 30 个站位的海洋浮游动物样品中,分别测得甲壳纲的桡足类、端足类、糠足类、磷虾类; 矢足

纲的毛颚类以及原生动、腔肠动物的代表种,隶属于11目15科17属25种^[15-16]。以哲水蚤目占绝对优势,共有5科6属9种,常见种类有太平洋哲水蚤、北极哲水蚤、羽叉哲水蚤、鼻锚哲水蚤、小拟哲水蚤、小基齿哲水蚤、帕氏真哲水蚤、布氏真哲水蚤及盔头真胖水蚤等9种。其次为毛颚动物,即箭虫科的百陶箭虫、太平洋箭虫、肥胖箭虫与秀箭虫,本文均以箭虫类统计。

由表1可见,在所有30站点中,都有桡足类

的分布;其次为箭虫类在28个站点检出,出现频率为93.3%。平均丰度最高的亦为桡足类(1080.0 ind·m⁻³)和箭虫类(81.2 ind·m⁻³),另外端足类(4.8 ind·m⁻³)、糠虾类(2.0 ind·m⁻³)、磷虾类(0.4 ind·m⁻³)也有少量分布,其他如翼足类、莹虾类等只在个别站点中有所检出。因此,通过计算该海区各种浮游动物优势度,桡足类和箭虫类的分别达到0.864和0.061,均在0.02以上,可以认为是该海域的优势种类。

表1 浮游动物的种类组成

Tab. 1 The species composition of zooplankton

种类 species	桡足类 <i>Copepoda</i>	箭虫类 <i>Chaetognatha</i>	端足类 <i>Amphipoda</i>	糠虾类 <i>Mysidacea</i>	磷虾类 <i>Euphausiacea</i>
平均生物量(mg·m ⁻³)	298.56	118.09	2.92	0.84	0.44
生物量(%)	69.42	27.46	0.68	0.19	0.10
出现次数	30	28	21	10	4
频率(%)	100.0	93.3	70.0	33.3	13.3
平均丰度(ind·m ⁻³)	1080.0	81.2	4.8	2.0	0.4
优势度	0.86400	0.06061	0.00266	0.00052	0.00004

2.2 浮游动物的生物量

调查海区的各站点生物量分布差异明显(图2),范围在68~924 mg·m⁻³,均值为430.06±251.18 mg·m⁻³。超过500 mg·m⁻³的站点共有11个,占总站点数的36.7%。最大生物量站点位于站点24(44°30'N, 158°30'E),其生物量为924 mg·m⁻³,站点3(47°30'N, 160°30'E)也高达906 mg·m⁻³。

全海区以桡足类和箭虫类占绝对优势,平均生物量为298.56 mg·m⁻³和118.09 mg·m⁻³(表1),分别占到总生物量的69.42%和27.46%,两者之和占总生物量的高达96.88%;平均生物量居第三位的端足类,其生物量为2.92 mg·m⁻³,仅占0.68%,与桡足类和箭虫类相比所占比例非常小;另外如糠虾类、磷虾类等,其生物量都在1 mg·m⁻³以下。

2.3 主要种类的空间分布

桡足类 广泛分布于调查区域内(图3-a),为所有浮游动物中丰度最高,生物量最大的种类。丰度为137~3387 ind·m⁻³,生物量为33.93~839.86 mg·m⁻³;调查海域的平均丰度为1080.0 ind·m⁻³,平均生物量为298.56 mg·m⁻³。

箭虫类 分布广泛(图3-b),除站点23

(44°30'N, 158°E)和站点26(44°N, 157°E)未检出外,其余站点均有分布。箭虫类的丰度和生物量较大,丰度为6~233 ind·m⁻³,生物量为8.55~335.12 mg·m⁻³;调查海域的平均丰度为81.2 ind·m⁻³,平均生物量为118.09 mg·m⁻³。

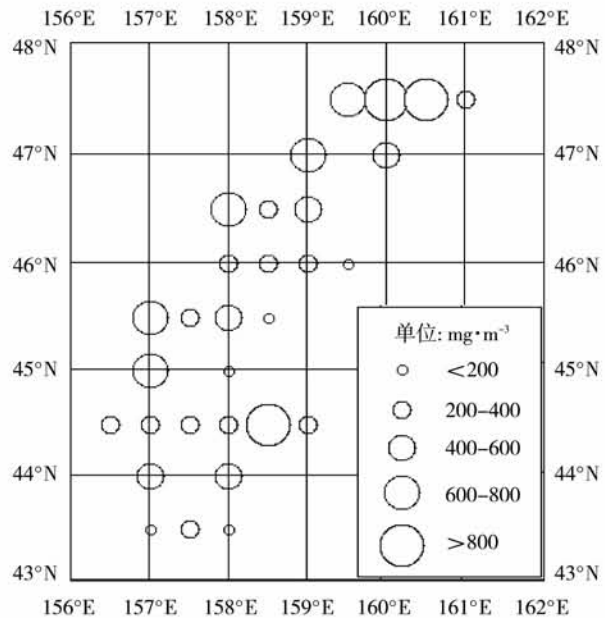


图2 浮游动物生物量分布

Fig. 2 The biomass distribution of zooplanktons

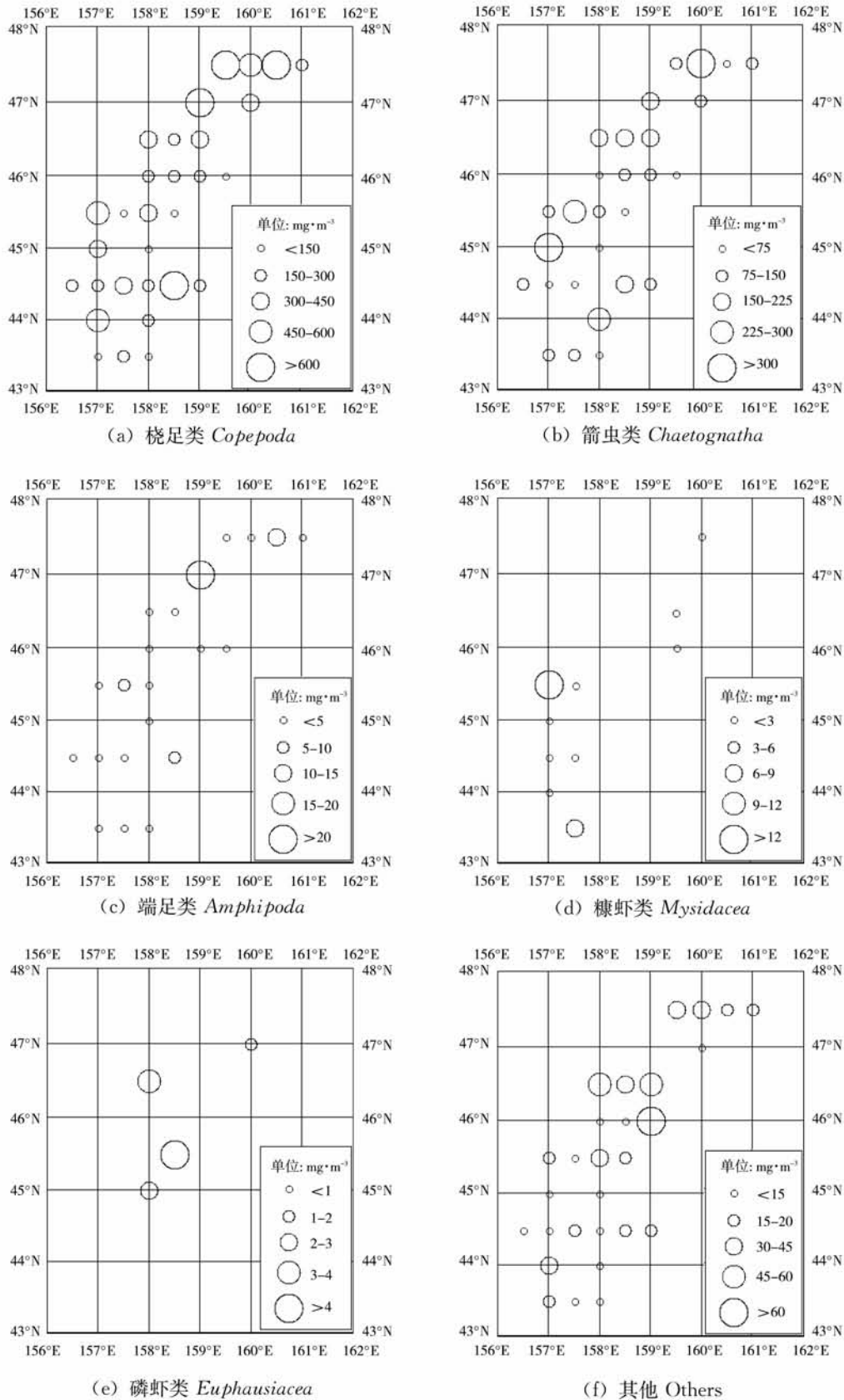


图 3 各类浮游动物生物量分布
Fig. 3 The biomass distribution of various zooplanktons

端足类 分布较广(图 3-c), 站次出现频率为 70%。端足类的丰度和生物量较低, 除站点 5 (47°N, 159°E) 和站点 3 (47°30'N, 160°30'E) 较高外, 其他站点较为平均。各站点丰度为 2~18 ind·m⁻³, 生物量为 0.82~26.93 mg·m⁻³; 调查海域的平均丰度为 4.8 ind·m⁻³, 平均生物量为 2.92 mg·m⁻³。

糠虾类 主要分布在 43°30'~45°30'N, 157°~157°30'E 和 46°~47°30'N, 159°30'~160°E(图 3-d), 站次频率为 33.3%。丰度和生物量都很低, 各站点丰度为 1~5 ind·m⁻³, 生物量为 2.63~14.63 mg·m⁻³; 调查海域的平均丰度为 2.0 ind·m⁻³, 平均生物量为 0.84 mg·m⁻³。

磷虾类 只在个别站点检出(图 3-e)。丰度为 1~6 ind·m⁻³, 生物量为 1.09~14.63 mg·m⁻³; 调查海域的平均丰度为 0.4 ind·m⁻³, 平均生物量为 0.44 mg·m⁻³。

其他 除上述 5 类浮游动物外, 其他种类浮游动物的总生物量分布见图 3-f, 这些种类包括翼足类、莹虾类、有孔虫类、浮蚕类、有尾类等。各站点生物量为 1.95~37.59 mg·m⁻³, 平均生物量为 9.66 mg·m⁻³, 占调查海域浮游动物总生物量的 2.25%。

3 讨论

3.1 浮游动物组成特点

2005 年 7~9 月调查期间, 于 43°~48°N, 156°~162°E 的 30 个站点所采集的浮游动物样品中, 分别测得甲壳纲、矢足纲、原生动物、腔肠动物的 25 种代表种, 以桡足类、箭虫类、端足类、糠虾类和磷虾类的平均丰度最高。从各个站点的各类浮游动物出现的频率来看, 桡足类在每个站点均有检出, 箭虫类和端足类的出现频次也分别达到 93.3% 和 70.0%。近专属经济区各站点的生物量较高, 另外 46°30'N 以北各站点的生物量较高。按类统计, 全海区以桡足类和箭虫类占绝对优势, 分别占到总生物量的 69.42% 和 27.46%, 将图 2 和图 3-a、图 3-b 对比不难看出, 调查海域桡足类、箭虫类的生物量大小严重影响了总生物量的空间分布。其他种类的生物优势度均在 0.02 以下, 并非为该海域的优势种类。

3.2 浮游动物分布特点

通过对整个海区浮游动物生物量的分析, 我

们发现浮游动物生物量的空间分布极不均匀(见图 2)。该海区浮游动物分布有两个显著的特点:

一方面, 46°30'N 以北各站点的生物量较高, 统计结果显示 46°30'N 以北各站点的平均生物量高达 636.56 mg·m⁻³, 而 46°N 以南各站点的平均生物量只有 353.56 mg·m⁻³。我们认为这主要是夏季太平洋西部环流整体北移的结果。由于夏季西北太平洋海域黑潮暖流势力加强, 使得黑潮和亲潮的交汇区北移, 黑潮北至 46°30'N~50°N 海域才转而向东, 本次调查海域的北部恰好处于两流的峰面交汇区, 其水文、营养条件非常适合浮游动植物的生长^[17-18]。而 46°30'N 以南海域已基本处于黑潮流域, 生产力不高。

另一特点是近专属经济区的各站点的生物量较高, 大于 500 mg·m⁻³ 的站点中只有站点 24 (44°30'N, 158°30'E) 离俄罗斯专属经济区较远, 另外 7 个站点均在经济区线附近。我们认为这主要是受海底大陆架地形的影响, 近专属经济区海域水深较浅, 生产力较高。与我国东黄海平坦的大陆架地形不同, 日本列岛至勘察加半岛一线位于亚欧板块与太平洋板块交界区, 离开大陆线不远就是较陡峭的大陆坡, 故本次调查海域近岸侧海底较平坦、水深较浅, 海水中营养盐浓度大, 从而浮游动物生物量也较高。

这种分布现象主要是受该海域主要优势种——桡足类和箭虫类的分布而造成的, 而其他种类在空间上则相对的趋于集中分布, 如端足类在站点 5 (47°N, 159°E) 达到 53.86 mg·m⁻³, 在其他站点一般均在 10 mg·m⁻³ 以下; 糠虾类在站点 14 (45°30'N, 157°E) 达到 29.26 mg·m⁻³, 在其他站点一般均在 3 mg·m⁻³ 以下。至于这些种类为什么要在某些站点集中分布, 我们分析了当时于这些站点所采集的各水文数据, 并没有发现任何显著性的不同, 所以我们认为这仅是由于本次调查的时间局限性和空间局限性, 即此次调查时间较短, 采集的站点和样本数也相对不足, 调查结果存在一定的不确定性, 因而在数据上并不能反映其普遍规律。

3.3 浮游动物与渔场分布的关系

本次调查为秋刀鱼资源探捕调查, 目的是通过对秋刀鱼和各环境因子的采样分析, 更好的研究秋刀鱼渔场的分布及变动规律。我们利用浮游

动物与秋刀鱼产量的灰色关联分析和秋刀鱼样本胃含物分析的方法,对浮游动物分布和渔场分布的关系进行了讨论和研究。

灰色关联分析 调查期间的总作业天数为 52 天,总作业次数 486 网次。日产量为 0.8~27.0 t·d⁻¹,平均日产量 7.72±5.25 t·d⁻¹;日均网次产量为 0.16~1.50 t,平均日均网次产量 0.78±0.33 t。日产量和日均网次产量最高海域位于 47°~47°30'N,159°~161°E,和 44°30'~45°30'N,158°~159°E 附近。在 47°10'N,159°24'E 附近的日均网次产量最高,为 1.50 t·net⁻¹,相应的日产量为 15.0 t。

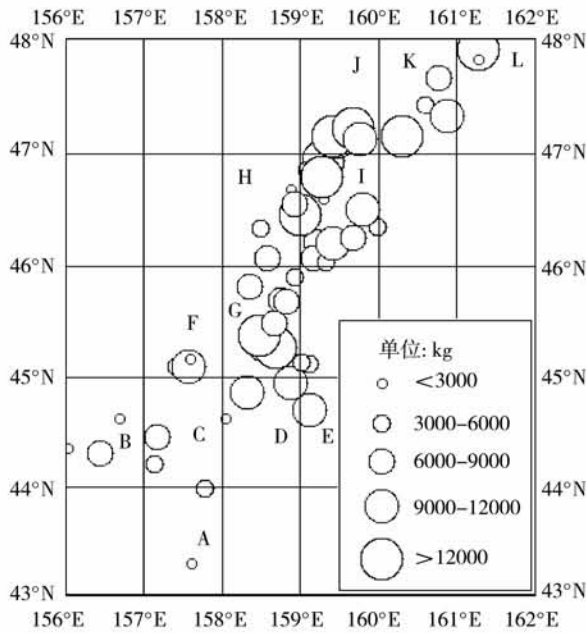


图 4 产量空间分布

Fig. 4 The spatial distribution of production

将整个调查海域按 1°×1°分为 9 个小区(图 4、图 5:A~L),各小区的日产量、日均网次产量、主要种类平均生物量、其它次要种类生物量及总生物量的统计见表 2。运用灰色关联分析的方法对 9 个小区的日产量和日均网次产量与各类浮游动物的生物量进行分析。

分析结果见表 3,其日产量与桡足类、端足类、箭虫类的生物量关联度均在 0.9 以上,其中,以桡足类生物量的关联度最高,达到 0.967,另外,与其他类浮游动物和总浮游动物生物量的关联度分别为 0.899 和 0.960。日均网次产量与桡足类、端足类、箭虫类、糠虾类和磷虾类的关联度

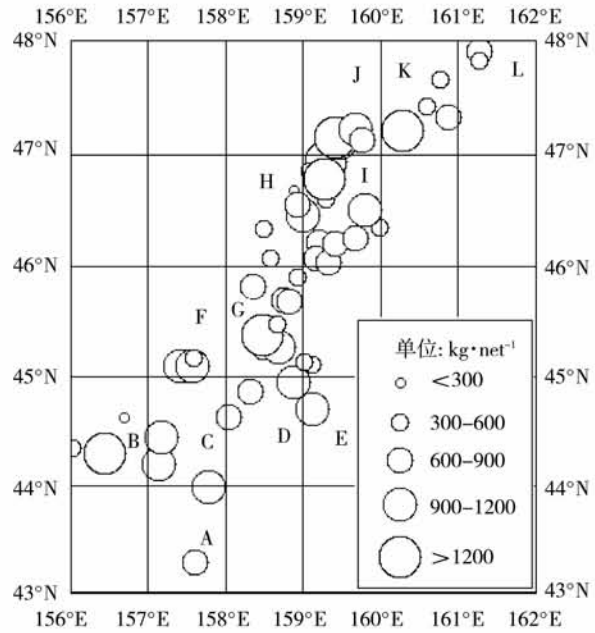


图 5 日均网次产量的空间分布

Fig. 5 The spatial distribution of catch per net

依次分别为 0.877, 0.850, 0.896, 0.732, 0.726, 与其他类浮游动物和总浮游动物生物量的关联度为 0.889 和 0.886。

胃含物分析 对 406 尾秋刀鱼进行摄食等级分析发现,秋刀鱼摄食等级较高,2~3 级的比例为 73%,被测秋刀鱼没有空胃的现象。按其食谱及各类饵料的出现频率排列,有桡足类>箭虫类>虾类>端足类>浮蚕类>异体住囊虫,前两类各占样本频数的 36.5% 和 27.2%。

浮游动物分布对秋刀鱼渔场分布的影响

生产调查表明,该海域浮游动物站点附近均有秋刀鱼的分布。通过对该海域秋刀鱼日产量、日均网次产量与浮游动物生物量的灰色关联分析,其渔场与桡足类、端足类、箭虫类的分布关系非常显著。另外,由于该海域桡足类和箭虫类两者之和占总生物量比例高达 96.88%,运用灰色关联的方法计算出的总生物量与日产量的关联度也受其影响,其大小在桡足类、箭虫类关联度计算值之间。胃含物分析的结果也表明了桡足类和箭虫类对于夏季 7-9 月秋刀鱼索饵洄游的重要性,两者之和占样本频数的 63.7%。因此可以将桡足类和箭虫类的生物量大小作为确定秋刀鱼中心渔场的重要指标。

表2 作业渔场产量与主要浮游动物平均生物量分布的关系

Tab. 2 The relationship between fishing production and average biomass distribution of main zooplankton

区号 No.	产量 (kg·d ⁻¹) catch	日均网次产量 (kg·net ⁻¹) CPN	桡足类 (mg·m ⁻³) <i>Copepoda</i>	端足类 (mg·m ⁻³) <i>Amphipoda</i>	箭虫类 (mg·m ⁻³) <i>Chaetognatha</i>	糠虾类 (mg·m ⁻³) <i>Mysidacea</i>	磷虾类 (mg·m ⁻³) <i>Euphausiacea</i>	其它 (mg·m ⁻³) others	总生物量 (mg·m ⁻³) total biomass
a	2100.00	700.00	195.95	3.59	225.94	7.08	0.00	12.43	445.00
b	3233.33	586.67	491.72	6.08	252.32	0.00	0.00	9.88	760.00
c	5360.00	1000.00	658.05	2.29	23.92	0.62	0.00	23.12	708.00
d	8276.67	856.67	790.98	4.31	285.25	0.00	0.00	8.79	1089.33
e	9300.00	1160.00	526.08	0.00	154.32	0.00	0.00	21.04	701.44
f	6016.67	850.00	613.30	5.19	483.42	9.75	0.00	13.02	1124.67
g	7370.00	712.22	340.67	1.69	115.68	0.00	5.44	19.30	477.33
h	6356.00	570.00	529.82	4.58	262.46	0.00	1.90	26.64	823.50
i	7502.50	764.17	368.20	1.89	254.26	0.16	0.00	43.49	668.00
j	14850.00	1202.50	1300.03	30.86	237.77	0.00	0.00	20.44	1578.00
k	12425.00	767.50	1073.49	8.34	329.57	1.64	0.73	21.62	1434.67
l	7600.00	585.00	572.05	6.18	169.84	0.00	0.00	23.93	772.00

表3 产量、日均网次产量与各类浮游动物生物量的关联度

Tab. 3 The assessment result of the relation coefficient

	桡足类 <i>Copepoda</i>	端足类 <i>Amphipoda</i>	箭虫类 <i>Chaetognath</i>	糠虾类 <i>Mysidacea</i>	磷虾类 <i>Euphausiacea</i>	其他 others	总生物量 total biomass
L _C	0.967	0.903	0.913	0.801	0.809	0.899	0.960
L _{CPN}	0.877	0.850	0.896	0.732	0.726	0.889	0.886

注: L_C——产量与各类浮游动物生物量的关联度; L_{CPN}——日均网次产量与各类浮游动物生物量的关联度

Notes: L_C— the correlation between catch and biomass of main zooplankton; L_{CPN}— the correlation between catch per net and biomass of main zooplankton

西北太平洋秋刀鱼采用舷提网进行捕捞,其作业方式特点决定了日均单位网次产量相对于日产量的变化幅度较小。本研究通过两者分别与各类浮游动物的灰色关联分析,日均网次产量的关联度均比日产量的关联度要低,从而在一个侧面反映出浮游动物与秋刀鱼渔场分布存在正相关关系。

桡足类对于秋刀鱼渔场分布的影响 桡足类在该调查海域中的物种优势度为 0.864,远高于其他种类,其生物量与秋刀鱼日产量的关联度在所有类别中也为最高。可见在所有浮游动物类别中,秋刀鱼渔场分布与桡足类的分布关系最为密切。日本学者 Oozeki 等^[19]通过对日本专属经济区内秋刀鱼生长的多年研究认为,秋刀鱼的生长速度与桡足类的生物量有密切联系,而本研究的结论则证明了在 43°~48°N, 156°~162°E 的俄罗斯专属经济区外侧,桡足类同样是影响秋刀鱼分布的重要因素之一。

浮游动物和秋刀鱼渔场分布关系研究的意义 调查海域浮游动物的分布差异很大,由于调查时间有限,我们还不能针对其多年的分布状况进行普遍研究。但是,该研究的进行已经部分的揭示了该海域内浮游动物和秋刀鱼渔场分布之间存在的联系。另外,本研究的进行对于研究秋刀鱼渔场与各海洋环境因子的关系具有一定意义,通过每年海洋环境因子如水温、盐度、叶绿素等的变化,可以初步判断该海域浮游动物的生长情况,进而分析其渔场分布情况,以指导渔业生产。

参考文献:

- [1] Watanabe Y, N C H Lo. Larval production and mortality of Pacific saury (*Cololabis saira*) in the northwestern Pacific Ocean[J]. Fish Bull, 1989, 87 (3):601-613.
- [2] Hubbs C, Wisner R L. Revision of the sauries (*Pisces Scomberesocidae*) with description of two new genera and one new species [J]. Fish Bull,

- 1980, 77(3):521-566.
- [3] 沈建华,韩士鑫,樊伟,等. 西北太平洋秋刀鱼资源及其渔场[J]. 海洋渔业, 2004, 26(1): 61-65.
- [4] Odate S. On the distribution of Pacific saury in the North Pacific Ocean [J]. Res. Inst. North Pac. Fish, 1977, 10:353-382.
- [5] 孙满昌,叶旭昌,张健,等. 西北太平洋秋刀鱼渔业探析[J]. 海洋渔业, 2003, 25(3):112-115.
- [6] Oozeki Y, Watanabe Y, Kitagawa D. Environmental factors affecting the larval growth of Pacific saury (*Cololabis saira*) in the northwestern Pacific Ocean[J]. Fisheries Oceanography, 2004, 13: 44-53.
- [7] Campana S E. How reliable are growth back-calculations based on otoliths? [J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1990, 47 (11):2219-2227.
- [8] 吴永辉. 北太平洋秋刀鱼渔场浮游植物生态特征的初步研究[J]. 中国农业科技导报, 2006, 8(4):37-39.
- [9] 朱清澄,花传祥,许巍,等. 西北太平洋公海7~9月秋刀鱼渔场分布及其与水温的关系[J]. 海洋渔业, 2006, (3):28-233.
- [10] 朱国平,朱清澄,陈锦淘,等. 北太平洋秋刀鱼渔场形成与水温之间关系的初步研究[J]. 海洋科学, 2006, (7):91-96.
- [11] 花传祥,朱清澄,吴永辉,等. 2005年西北太平洋公海秋刀鱼渔场分布及其与表温之间的关系[J]. 中国农业科技导报, 2006, 8(5): 90-94.
- [12] 徐兆礼,王云龙,陈亚瞿,等. 长江口最大浑浊带浮游动物的生态研究[J]. 中国水产科学, 1995, 2 (1):39-48.
- [13] 陈新军. 灰色系统理论在渔业科学中的应用[M]. 北京:中国农业出版社, 2003: 26-63.
- [14] 钱卫国,陈新军,刘必林,等. 印度洋西北海域秋季鸕鹚渔场分布与浮游动物的关系[J]. 海洋渔业, 2006, 28(4):265-271.
- [15] 郑重,李少菁,许振祖. 海洋浮游生物学[M]. 北京:海洋出版社, 1984.
- [16] 周秋麟,傅天宝,郑义水(译). 世界海洋浮游动物分布比较图集[M]. 北京:海洋出版社, 1992.
- [17] Tian Y, Akamine T, Suda M. Variations in the abundance of Pacific saury (*Cololabis saira*) from the Northwestern Pacific in relation to oceanic-climate changes[J]. Fisheries Research, 2003, 60: 439-454.
- [18] Yongjun Tian, Yasuhiro Uenob, Maki Suda, *et al.* Decadal variability in the abundance of Pacific saury and its response to climatic/oceanic regime shifts in the northwestern subtropical Pacific during the last half century[J]. Journal of Marine Systems, 2004, 25:235-257.
- [19] Oozeki Y, Watanabe Y, Kurita Y. Growth rate variability of Pacific saury (*Cololabis saira*) larvae in the Kuroshio waters [J]. Fisheries Oceanography, 2003, 12(6):419-424.

Abundance distribution of zooplanktons in Pacific saury (*Cololabis saira*) summer feeding grounds of the northwestern Pacific Ocean

ZHU Qing-cheng¹, XIA Hui¹, HUA Chuan-xiang², XU Wei¹

(1. Key Laboratory of Shanghai Education Commission for Oceanic Fisheries Resources Exploitation, College of Marine Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. College of Engineering Science & Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: The zooplankton specimens were investigated in Pacific saury (*Cololabis saira*) fishing grounds of the northwestern Pacific Ocean from July to September in 2005, and then were analyzed by species, amount and distribution. The results showed that 25 genera of zooplanktons were identified, which belonged to *Crustacea*, *Sagittoidea*, *Protozoa*, and *Coelenterata*. Among all the zooplanktons, the mean abundance of *Copepoda*, *Chaetognatha*, *Amphipoda*, *Mysidacea* and *Euphausiacea* were the highest. The biomass of zooplanktons distribution was not even, with peak zones around the sites closed to EEZ of Russia and the sites north of 46°30'N. The average site-biomass was $(430.06 \pm 251.18) \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$, with 11 sites more than $500 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Gray correlation theory and stomach content method were used to build the relationship between the distribution of zooplanktons and Pacific saury. The average daily saury catch was $(7.72 \pm 5.25) \text{ t} \cdot \text{d}^{-1}$, average daily catch per net was $(0.78 \pm 0.33) \text{ t} \cdot \text{net}^{-1}$, according to Gray correlation theory, both of them had a comparatively high relation coefficient with the distributions of *Copepoda*, *Chaetognatha*, and *Amphipoda*. And with the analysis of contents from Pacific saury specimens's stomachs, the most frequently detected zooplankton was *Copepoda*, followed by *Chaetognath*, *Mysidacea*, *Amphipoda* and *Tomopteridae*. In all zooplanktons, the site-occurrence-rates of *Copepoda* and *Chaetognatha* were the highest, 100% and 93.3%, and the average biomass of which were $298.56 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ and $118.09 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ and the summation accounted for 96.88% of total biomass. The result shows that these two species created a strong relationship with the distribution of saury fishing grounds, and their biomass can be considered as the important indicator of looking for the main saury fishing grounds.

Key words: zooplankton; *Cololabis saira*; catch distribution; northwestern Pacific Ocean; fishing ground