

南极夏季南设得兰群岛周边海域浮游动物 优势种群的分布、丰度及种群结构分析*

张 晔^{1, 2, 4} 李超伦^{1, 2, 4} 刘梦坛³ 高立宝⁵

(1. 中国科学院海洋研究所 海洋生态与环境科学重点实验室 青岛 266071; 2. 中国科学院大学 北京 100049; 3. 中国科学院海洋研究所 山东胶州湾海洋生态系统国家野外科学观测研究站 青岛 266071; 4. 海洋国家实验室海洋生态与环境科学功能实验室 青岛 266071; 5. 国家海洋局第一海洋研究所 海洋与气候研究中心 青岛 266061)

摘要 根据 2013/2014 年夏季在南极南设得兰群岛周边海域使用北太平洋网采样品及同步环境调查资料, 分析了南极大磷虾(*Euphausia superba*)、拟长臂樱磷虾(*Thysanoessa macrura*)、尖角似哲水蚤(*Calanoides acutus*)和近缘哲水蚤(*Calanus propinquus*)这四种优势浮游动物的丰度和分布特征。结果表明, 南极大磷虾和拟长臂樱磷虾在南设得兰海域均有较为广泛的分布, 其中南极大磷虾丰度较高, 且它们的水平分布存在一定程度的空间分离。在研究海域东部的南奥克尼群岛(South Orkneys)邻近海域发现了大量的南极大磷虾原蚤状 C 期幼体, 表明大磷虾曾于 1 月中上旬左右产卵繁殖。研究海域的东部南极大磷虾种群结构以幼体前期为主, 而西部的种群结构则以幼体后期、未成体和成体为主。尖角似哲水蚤和近缘哲水蚤的空间分布也较为广泛, 且两者分布基本一致。东部南奥克尼群岛临近海域的浮游植物浓度较低, 这可能是大量南极大磷虾幼体和桡足类摄食活动的结果。

关键词 磷虾; 桡足类; 丰度; 分布; 种群结构; 南设得兰海域; 南极

中图分类号 Q958.8 doi: 10.11693/hyhz20160300063

浮游动物是南大洋食物网中的重要环节, 它们既是低营养级的浮游植物的捕食者, 又为高营养级动物提供饵料, 在南大洋生态系统物质循环与能量流动过程中起到承上启下的作用。南极大磷虾(*Euphausia superba*)被认为是南大洋食物网中最重要的滤食性浮游动物, 也是重要的渔业资源物种, 其广泛分布于南大洋海域(Atkinson *et al.*, 2004), 但是分布并不均匀(Hosie *et al.*, 1988)。拟长臂樱磷虾(*Thysanoessa macrura*)作为另一个南大洋海域的广布种, 也具有相对较高的丰度, 且分布比较均匀。大磷虾一般分布于 130m 以浅的海域, 而拟长臂樱磷虾分布于 90—250m 的较深水层(Nordhausen, 1994)。除磷虾物种外, 桡足类也是海洋生态系统中不可缺少的组成部分。尖角似哲水蚤(*Calanoides acutus*)和近缘哲

水蚤(*Calanus propinquus*)是南大洋的优势大型桡足类, 对南大洋海域的浮游动物生物量贡献相当高(Hopkins *et al.*, 1993)。这两种磷虾和两种大型桡足类都是南大洋重要和优势的浮游动物种类, 了解其丰度和分布有助于我们了解南大洋食物网以及能流流过程。

南设得兰群岛周边海域是南大洋海域生产力和渔业资源发达的海域, 其丰富的初级生产力为浮游动物以及更高营养级动物提供了充足的饵料。本研究利用 2013/2014 年第 30 次南极科学考察的北太平洋网采浮游动物样品, 结合水文环境资料, 分析了南设得兰周围海域南极大磷虾、拟长臂樱磷虾、尖角似哲水蚤和近缘哲水蚤的丰度与分布状况及种群结构, 期为南极海洋生态系统研究以及南极磷虾资源的

*南北极环境综合考察与评估专项, CHINARE2015-01-04 号, CHINARE2015-01-05 号, CHINARE2015-01-06 号, CHINARE2016-01-01 号; 鳌山科技创新计划, 2015ASKJ02-02 号。张晔, 博士研究生, E-mail: zhangye11@mails.gucas.ac.cn

通讯作者: 李超伦, 教授, 博士生导师, E-mail: lcl@qdio.ac.cn

收稿日期: 2016-03-21, 收修改稿日期: 2016-05-22

合理开发与利用提供基础科学理论依据。

1 材料与方法

于2014年2月7—14日在南设得兰周边海域(60—63°S, 44—59°W)进行从200m至表层的浮游动物垂直拖网采样, 具体研究站位如图1。肉眼观察得知调查期间南设得兰周边海域有1—2成的浮冰存在。

浮游动物采集网具为北太平洋网(网目 330 μ m,

网口面积 0.5m²), 滤水体积由网口面积乘以拖网深度获得, 即 100m³。样品用福尔马林固定为终浓度 5%, 并回实验室后鉴定和计数。对大磷虾和拟长臂樱磷虾按照原蚤状幼体(CI—III)、蚤状幼体(FI—VI)、未成体(juvenile)和雌雄成体(female, male)进行分期计数。对尖角似哲水蚤和近缘哲水蚤按照 CI—V, 以及雌雄成体进行计数(杨光等, 2015)。每个站位各物种的丰度由总个数除以滤水体积获得, 单位为 ind./1000m³。

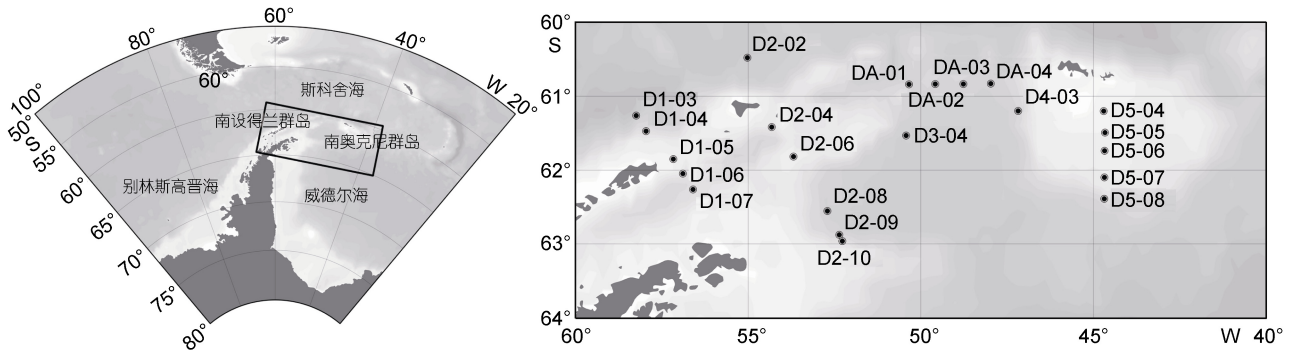


图1 南设得兰海域采样站位图

Fig.1 Sampling stations in South Shetland Islands, Antarctica

在每个站位同时进行温度、盐度剖面 and 表层叶绿素浓度的测定。温度和盐度由 SBE 911 plus CTD 测得, 平均温度由表层 200m 以浅数据取平均获得。叶绿素的采集与测定方法如下: 采集 500mL 表层海水过滤至 0.70 μ m 孔径的 GF/F 玻璃纤维滤膜上, 并将滤膜保存于 -20°C。测定前经 90% 丙酮溶液于 4°C 萃取 12—24h, 然后用 Turner 荧光计测定叶绿素的含量并换算成浓度(Mueller *et al.*, 2003)。

2 结果

2.1 环境因子

调查期间, 研究海域的 0—200m 水体平均温度为 -0.581°C(图 2 a), 整体呈现西北高东南低的趋势, 最高均温 0.568°C 在 D1-05 站位(53°W, 62°S 附近), 最低均温为 -1.580°C。表层叶绿素 *a* 浓度为 0.137—1.549 μ g/L, D1 断面叶绿素浓度较高, 而 D5 断面叶绿素浓度较低, 大体呈现西高东低的趋势, 即近岸的叶绿素高于远海(图 2b)。

2.2 南极大磷虾和拟长臂樱磷虾的丰度, 分布与种群结构

在本航次生物拖网的 22 个站位中, 有 18 个站发现了大磷虾, 其丰度为 10.0—656720.0 ind./1000m³, 其平均丰度为 (44403.9 \pm 156032.6) ind./1000m³。从图

3a 可以看出, 南极大磷虾在南设得兰周围海域的分布比较广泛, 仅有四个站位(D1-05, D1-06, D2-04, D2-10)未采集到南极大磷虾样品。需要说明的是, 在 DA-04 和 D4-03 两个站位采集到大量的原蚤状 CI—CIII 期幼体(图 4), 尤其是 CI 期幼体(CI 期丰度分别为 132340 ind./1000m³ 和 626020 ind./1000m³, 总丰度为 134460 ind./1000m³ 和 656720 ind./1000m³)。除了 DA-04 和 D4-03 两个站位以外, CI—CIII 期幼体在 D1-03、D2-02、DA-02、DA-03 以及 D5 断面陆坡站位也有一定分布。而大磷虾的未成体和成体在 D5-08 站丰度最大, 其中未成体丰度为 510 ind./1000m³, 成体(全部为雌性)丰度为 230 ind./1000 m³。D1-07 和 D3-04 站位发现的个体全部为雌性成体, 但其丰度很低。仅在 D1-03 和 D2-02 站位发现少量雄性成体。从整个调查海域的种群结构分布上来看, 原蚤状 CI 期幼体占据最大比例 95%, 其次是 CII 期, FI 期以及 CIII 期。FI 期幼体主要在 D5-07 和 D5-08 中有较高丰度, 在 D5-06—D5-08 站位都占有绝大比例。可以看出以 DA-02 站位为界, 东西两侧的大磷虾群落结构分布有明显的差异(图 4a), 在东部站位幼体前期的大磷虾占有大部分比例, 而西部虽然整体丰度较低, 但是幼体后期以及成体所占的比例较高(图 4, 图 5)。

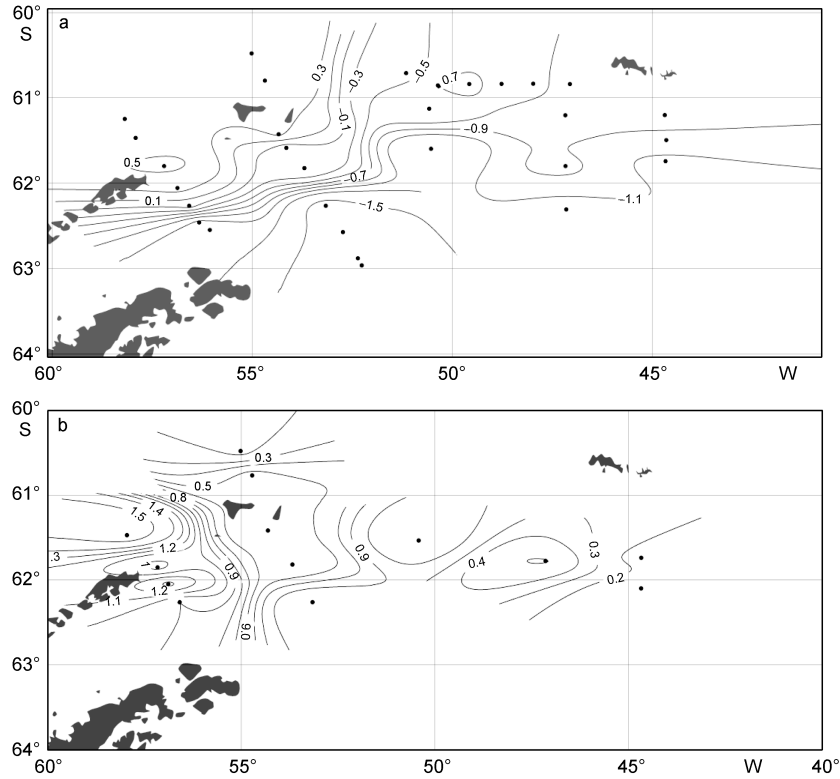


图 2 研究海域的 0—200m 水体平均温度(a, °C)和表层叶绿素 a 浓度(b, μg/L)

Fig.2 a: Average temperature of upper 200m water column; b: surface chlorophyll a concentration (μg/L) in survey area

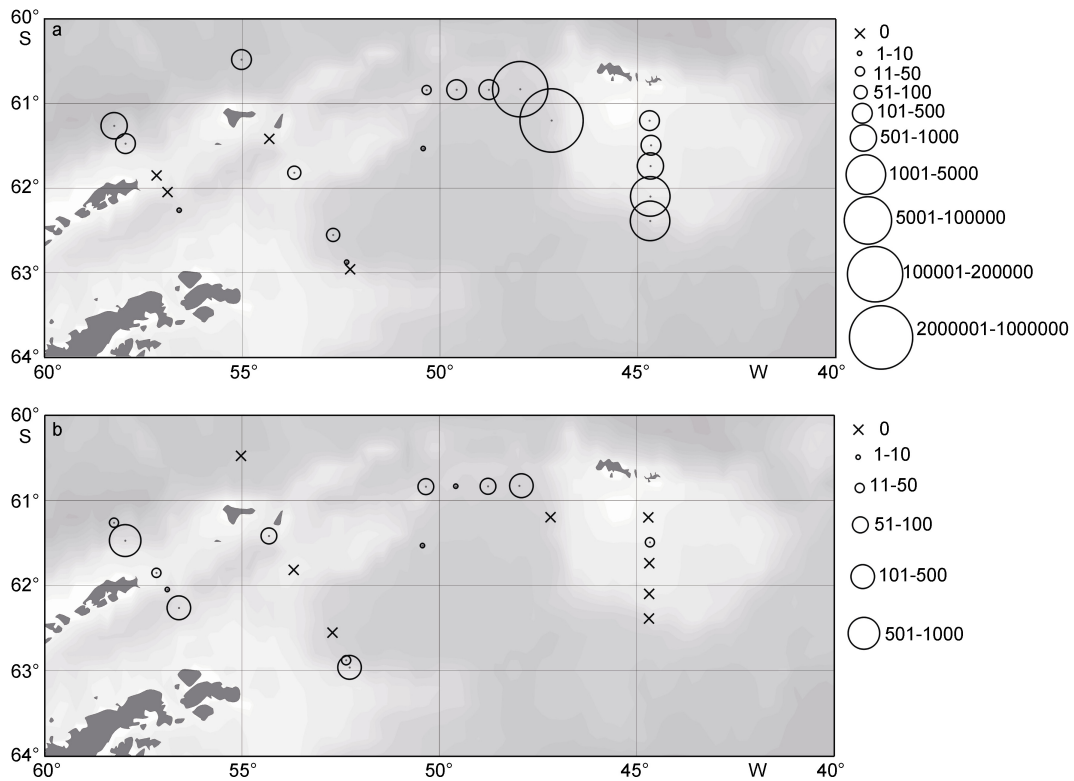


图 3 南设得兰海域南极大磷虾(a)和拟长臂樱磷虾(b)的空间丰度分布(ind./1000m³)

Fig.3 Spatial distribution and abundance of *E. superba* (a) and *T. macrura* (b) in South Shetland Islands, Antarctica (in: ind/1 000 m³)

注: 未采集到物种的站位用 × 表示

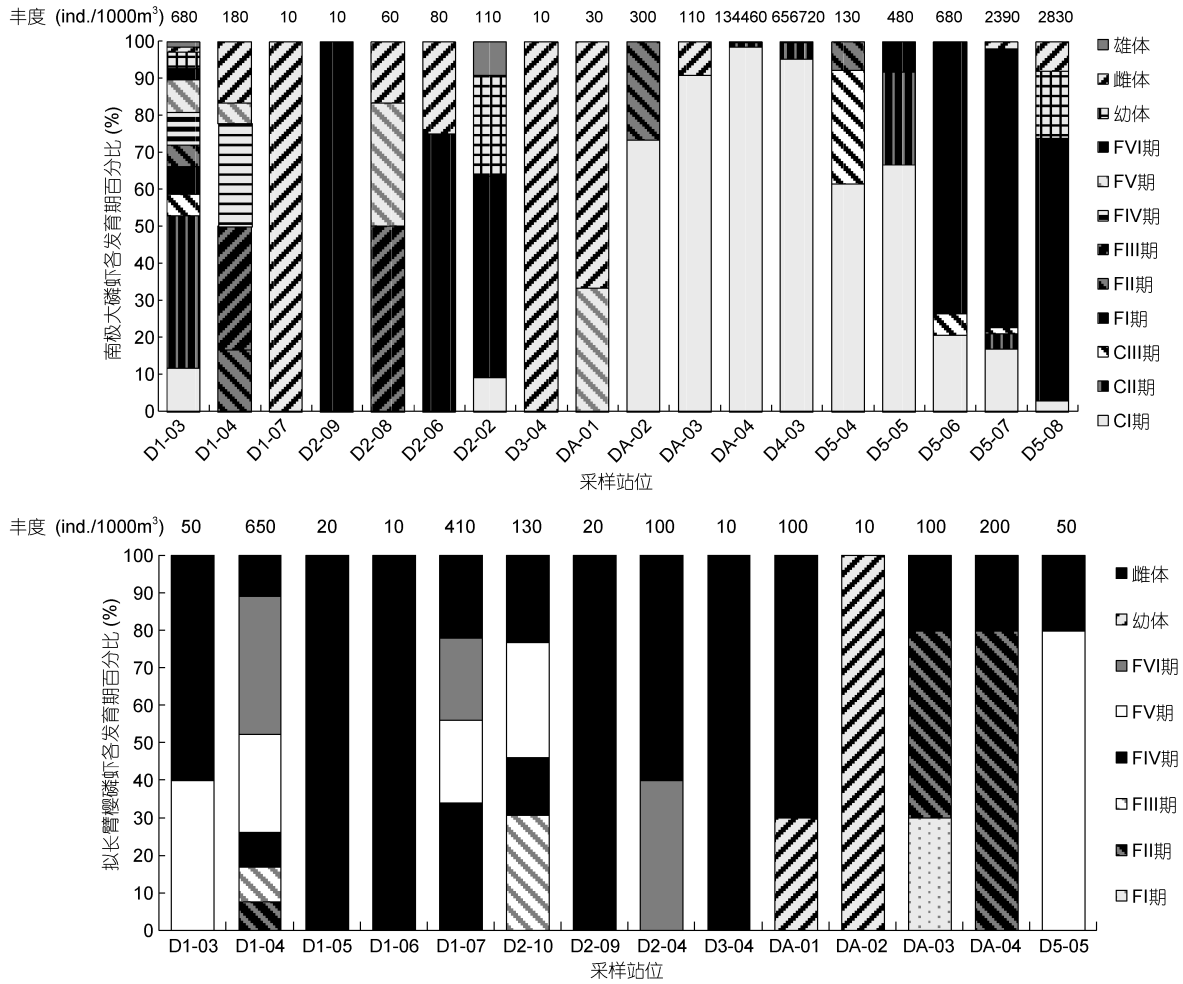


图4 南设得兰海域各个站位南极大磷虾和拟长臂樱磷虾的各发育期组成的百分比分布

Fig.4 Percentage distribution of each developmental stage of *E. superba* and *T. macrura* at stations of South Shetland Islands, Antarctica

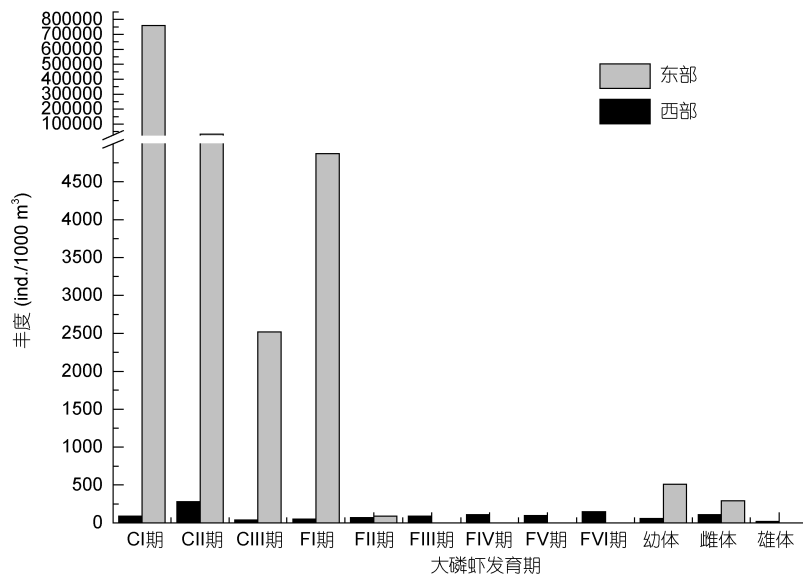


图5 以DA-02 站位为界东西部分站合并的大磷虾各个发育期的丰度分布

Fig.5 Average abundance of each developmental stage of *E. superba* in the western group of stations and eastern ones demarcated by Station DA-02

拖网的 22 个站位中有 14 个站位发现了拟长臂樱磷虾, 其丰度为 10.0—650.0 ind./1000m³ (图 3b), 平均丰度为 (132.9±183.2) ind./1000m³。拟长臂樱磷虾在 D1-04 站位丰度最大, 在 D5 断面上只有 D5-05 站位出现, 其丰度为 50 ind./1000m³ (图 4)。从整个调查海域的种群结构分布上看, 拟长臂樱磷虾的雌性成体占有较高的比例, 其次是 FVI、FV 期的幼体。雌性成体分布较广, 在出现的站位基本都有分布, 幼体后期发育阶段的磷虾比例高于幼体前期。在调查海域未发现原蚤状 C 期幼体和雄性成体。

2.3 尖角似哲水蚤和近缘哲水蚤的丰度、分布与种群结构

尖角似哲水蚤在 20 个站位的拖网样品中被发现, 其丰度为 10.0—12720.0 ind./1000m³ (图 6a), 平均丰度为 (1794.5±3282.1) ind./1000m³。其在 D2-06 站丰度最低, 在 D5-04 站丰度最高, 其中 D5 断面陆坡站位具有较高的丰度。从种群结构上看, 尖角似哲水蚤的发育期分布大致呈正态分布 (图 7)。各个站位上 CIII 期幼体基本占有较高比例, CIV、CII 期次之, 调查海

域未发现雄性成体。雌性成体在 D2-08、D4-03 占有较高比例。

近缘哲水蚤在 19 个站位的拖网样品中被发现, 其丰度为 10.0—3800.0 ind./1000m³ (图 6b), 平均丰度为 (781.1±1213.2) ind./1000m³。近缘哲水蚤的丰度同样是在 D2-06 站丰度最低, 在 D5-04 站丰度最高, 在 D5 断面均具有较高的丰度。从种群结构上看, 近缘哲水蚤的发育期也大致呈正态分布 (图 7)。CIII 发育期幼体基本占有较高比例, CIV、CII 期次之, 调查海域内仅在 D5-06 站发现雄性成体, 丰度为 60.0 ind./1000m³。

3 讨论

南极大磷虾广泛分布于南极半岛海域, 且相对于环南极其它海域具有较高的生物量 (Nicol *et al.*, 2000)。本文的调查海域 (60—65°S, 40—60°W) 主要包括南设得兰及周围岛屿, 含南奥克尼群岛临近海域 (图 1)。绝大多数调查站位都发现了大磷虾, 其分布也与以往调查中的大磷虾分布大致相符 (Siegel,

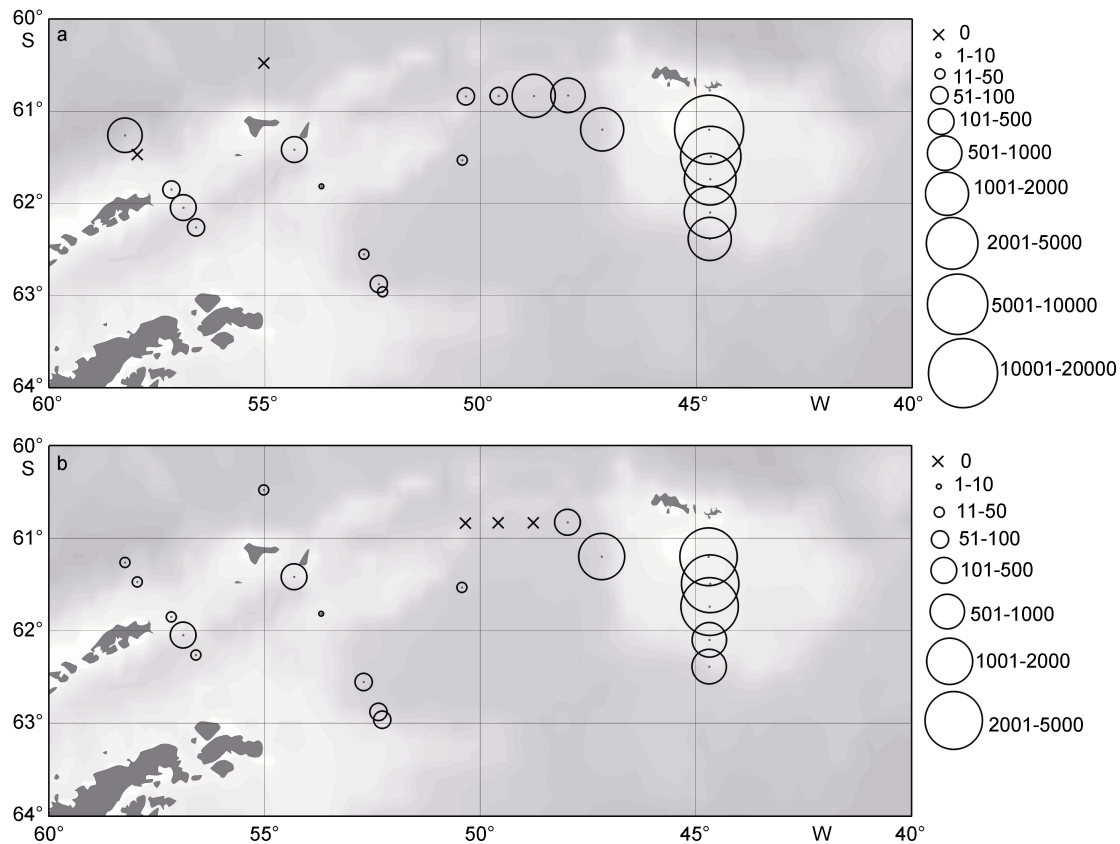


图 6 南设得兰海域尖角似哲水蚤(a)和近缘哲水蚤(b)的空间丰度分布(ind./1000m³)

Fig.6 Spatial distribution and abundance of *C. actutus* (a) and *C. propinquus* (b) in South Shetland Islands, Antarctica (ind./1000m³)

注: 未采集到物种的站位用 × 表示

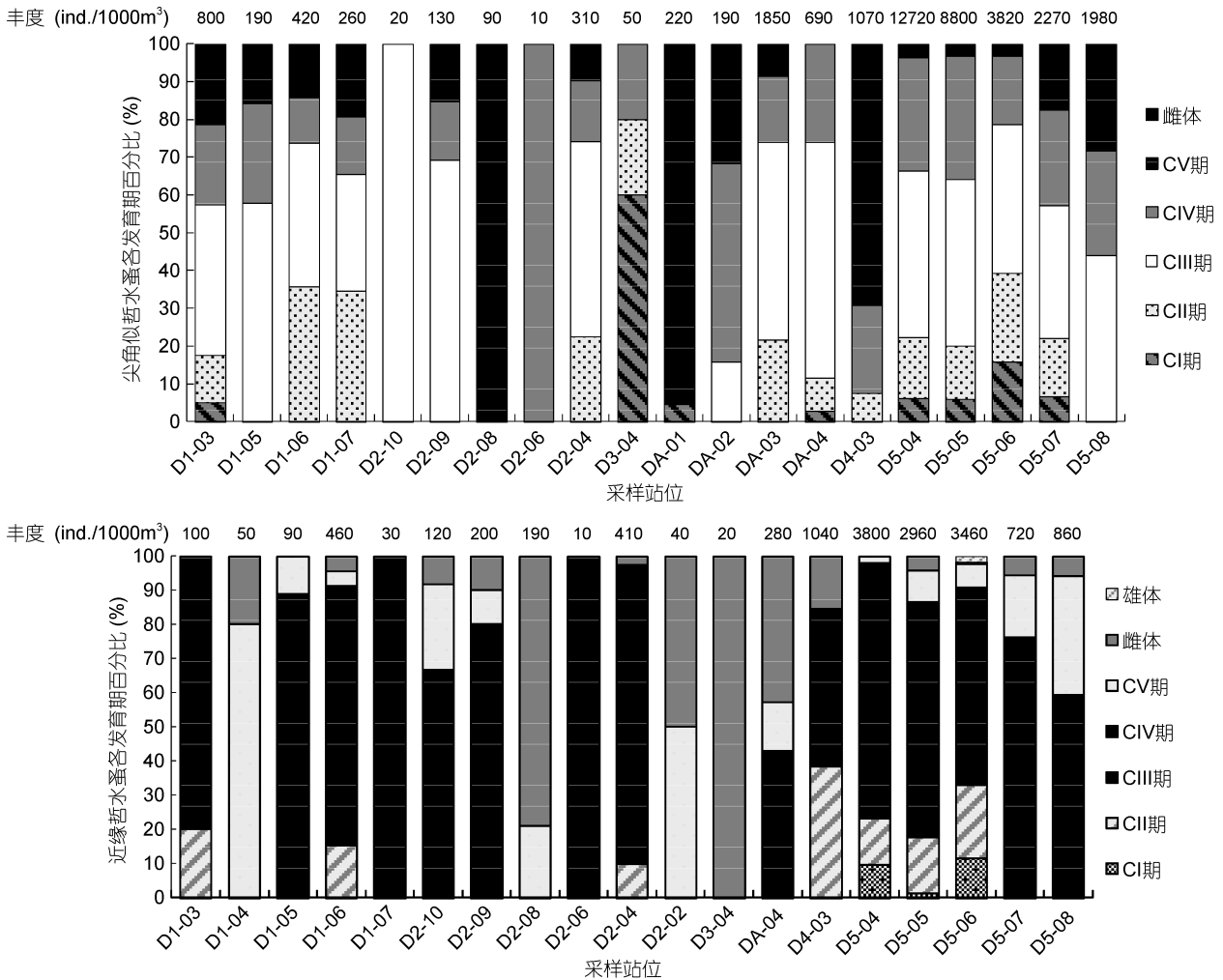


图 7 南设得兰海域各个站位尖角似哲水蚤和近缘哲水蚤的各发育期组成的百分比分布
 Fig.7 Percentage of each developmental stage of *C. actutus* and *C. propinquus* in South Shetland Islands, Antarctica

2005)。需要说明的是，北太平洋网不适用于采集未成体和成体磷虾，因此可能会低估未成体及成体磷虾的比例。大磷虾在南大洋海域的分布不均匀，常呈现斑块状分布(Pauly *et al*, 2000)，在本文中南极大磷虾在西部(45°W)的分布要高于东部(55°W)(图 3a)，在 D5 断面上具有相对较高的丰度。一般来说，温度和饵料是决定大磷虾分布的主要因素。尽管浮游植物是大磷虾主要的饵料来源，其它浮游动物如异养鞭毛虫和纤毛虫等也有可能为大磷虾提供饵料，从而影响大磷虾的分布(Atkinson *et al*, 1997)。另外，采样期间季节性海冰融化，冰区生物群落及冰藻暴发可以为大磷虾提供充足的饵料，因此浮游植物在量上能够满足大磷虾的摄食需求，可能不再是大磷虾分布的主要限制条件。本文的表层叶绿素结果也显示出较高的浓度。从温度上看，调查海域的西北部平均温度

高于东南部。从洋流角度分析，调查海域的北部为自西向东的南极绕极流南边界(Hewitt *et al*, 2002)。而调查海域的南部有环南极的东向流沿着陆地方向向北流动，与南边界绕极流相遇形成锋面，汇合后在岛屿间分流穿行，形成复杂的洋流模式洋，这也对大磷虾的分布起着重要的作用(Hewitt *et al*, 2002)。

南极大磷虾的种群补充一般发生在南极夏季。雌体大磷虾于每年的 12 月至次年 3 月产卵，受精卵下沉至深水体中孵化，待发育成无节幼体后向上迁移回表层水体，发育成原蚤状幼体 CI 期(Marr, 1962; Quetin *et al*, 1991)，这个过程大概需要 30 天左右(Nicol, 2006)，对于其生活史十分重要(Hofmann *et al*, 2004)。本调查于 DA-04 和 D4-03 站位(采样时间为 2014 年 2 月 12 日)采集到大量的 CI—CIII 期幼体，D5 断面也有相当多的 FI 期以前幼体，由此可推断 2014

年 1 月左右南极大磷虾进行了种群补充(图 4a, 图 5)。雌性成体在 D5-07 和 D5-08 站位丰度较高, 推测产卵的雌体可能是这附近的种群中的一部分。分析 D5 断面的种群结构分布可以看出, D5-06—D5-08 站位的 F1 期幼体具有较高比例, 推测可能是 C 期幼体发育成 F 期后向南部离岸方向迁移, 趋向于向外海生长和摄食等。绕极深层水的存在是成功繁殖与幼体存活的重要因素(Hofmann *et al.*, 2004; Siegel, 2005), 而大磷虾幼体的分布则与表层洋流的活动密切相关(Hofmann *et al.*, 1998; Fach *et al.*, 2002)。Hewitt *et al.* (2004)的研究同样发现在这部分研究海域内, 西部的种群分布呈现负偏态, 而东侧的种群结构呈现正偏态。这同样指示了南极绕极流对于大磷虾分布的作用。南奥克尼群岛附近是南极大磷虾种群补充的重要稳定场所, 其附近的表层叶绿素浓度低于西部南设得兰海域, 这可能是大量 C 期和 F 期大磷虾幼体的摄食活动通过下行作用控制浮游植物的结果。

另外一种南极本地磷虾, 拟长臂樱磷虾, 也广泛分布于南大洋海域的磷虾种类。其丰度及生物量一般远低于大磷虾(Daly *et al.*, 1988)。本研究中, 这两种磷虾呈现了不同的丰度和分布。整体上看, 拟长臂樱磷虾在研究站位的丰度低于南极大磷虾, 且趋向于向西部分布。在 D1 断面上丰度相对较高, 最高值出现在 D1-04 站位(图 3 b)。可以看出拟长臂樱磷虾和南极大磷虾在水平分布上存在一定程度的空间分离, 于 D2 断面尤为明显(图 3), 只有 D2-09 站同时存在拟长臂樱磷虾和少量大磷虾幼体。而在南极大磷虾丰度较高的 D5 断面也只有 D5-05 站同时存在这两种磷虾。这也支持了不同种类磷虾之间存在地理隔离的观点(Siegel, 2000)。这种生态环境错开有利于磷虾避免种间的饵料竞争, 同时也暗示这两种磷虾在南设得兰海域的生态位可能是相近的。拟长臂樱磷虾的种群结构显示, 雌性成体占据种群的主要组成, FVI、FV 期幼体也占有相当的组成部分, 并未发现原蚤状 C 期幼体或雄性成体(图 4)。研究发现 FV 期以后的拟长臂樱磷虾占有种群的绝大部分, 这说明拟长臂樱磷虾的产卵期并不在此时, 即这两种磷虾的产卵时间也是错开的。

作为南大洋优势大中型桡足类, 尖角似哲水蚤和近缘哲水蚤均具有季节性垂直移动的生活策略(Schnack-Schiel *et al.*, 1995)。在南极夏季, 这两种桡足类种群聚集在初级生产力较高的真光层尤其是 50m 以内的水体中, 摄食饵料并储存脂类物质, 以及

完成种群补充过程(Schnack-Schiel *et al.*, 1994)。从分布和丰度上来看, 尖角似哲水蚤的丰度大于近缘哲水蚤, 两者的分布范围大致是相似的。尤其是在 D5 断面, 两种桡足类都有较高的丰度。尖角似哲水蚤和近缘哲水蚤的繁殖期大概在 11 月至次年 2 月(Atkinson, 1998), 威德尔海域的研究表明 2 月份的尖角似哲水蚤雌性中已完成繁殖的占 95%以上(Hagen *et al.*, 1996)。本研究中这两种桡足类的种群结构百分比大致呈正态分布状态, 幼体中期 CIII 期占有大部分比例, 约 42%左右, 在大部分站位中都具有较高的比例。类似的种群分布结构在以往的研究中也可以看到, 此时雌性繁殖过程已经基本结束(Marin, 1988)。幼体已经发育至 CIII 和 CIV 期(图 6)。两种桡足类在 D5 断面的丰度较高, 同样对浮游植物具有较大的摄食压力, 或可造成浮游植物的降低。另外, 南极大磷虾可能对桡足类有一定的竞争和捕食作用(Atkinson *et al.*, 1999)。幼体前期的大中型桡足类也可能被大磷虾捕食(Atkinson *et al.*, 1997), 尽管本文中磷虾和桡足类的分布并未显示有相互抑制的现象。

4 结语

在南设得兰海域, 南极大磷虾的丰度高于拟长臂樱磷虾, 且它们的水平分布存在一定程度的空间分离, 这可能是物种间为了避免饵料竞争形成的策略。南极大磷虾于 2014 年 1 月左右进行了种群补充, CI—III 期幼体在南奥克尼群岛有巨大的丰度, 由 D5 断面种群结构分布显示部分幼体已经发育至 F1 期并向南部外海迁移。在调查海域东部, 大磷虾种群结构以幼体前期为主, 而西部的种群结构则以幼体后期, 未成体和成体为主。两种大型优势桡足类尖角似哲水蚤和近缘哲水蚤在南设得兰海域的分布与种群结构都比较相近。东部南奥克尼临近海域的浮游植物浓度较低, 这可能是大量南极大磷虾幼体和桡足类摄食活动的结果。由于调查区域和调查时间的限制, 南设得兰群岛周围海域磷虾和桡足类是否存在更深层的关系还有待进一步深入探讨, 我们将对此方面继续进行长时间大尺度的关注和研究。

致谢 感谢“雪龙号”极地科考船全体船员给予的帮助, 感谢全体队员的大力协助。

参 考 文 献

杨 光, 李超伦, 张永山等, 2015. 南极夏季南设得兰岛海域浮游动物群落垂直分布. 极地研究, 27(1): 17—24

- Atkinson A, 1998. Life cycle strategies of epipelagic copepods in the Southern Ocean. *Journal of Marine Systems*, 15(1—4): 289—311, [http://dx.doi.org/10.1016/s0924-7963\(97\)00081-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0924-7963(97)00081-x)
- Atkinson A, Siegel V, Pakhomov E *et al*, 2004. Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean. *Nature*, 432(7013): 100—103
- Atkinson A, Snýder R, 1997. Krill-copepod interactions at South Georgia, Antarctica, I. omnivory by *Euphausia superba*. *Marine Ecology Progress Series*, 160: 63—76
- Atkinson A, Ward P, Hill A *et al*, 1999. Krill-copepod interactions at South Georgia, Antarctica, II. *Euphausia superba* as a major control on copepod abundance. *Marine Ecology Progress Series*, 176: 63—79
- Daly K L, Macaulay M C, 1988. Abundance and distribution of krill in the ice edge zone of the Weddell Sea, austral spring 1983. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, 35(1): 21—41, [http://dx.doi.org/10.1016/0198-0149\(88\)90055-6](http://dx.doi.org/10.1016/0198-0149(88)90055-6)
- Fach B A, Hofmann E E, Murphy E J, 2002. Modeling studies of Antarctic krill *Euphausia superba* survival during transport across the Scotia Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 231: 187—203
- Hagen W, Schnack-Schiel S B, 1996. Seasonal lipid dynamics in dominant Antarctic copepods: energy for overwintering or reproduction?. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 43(2): 139—158
- Hewitt R P, Watkins J L, Naganobu M *et al*, 2002. Setting a precautionary catch limit for Antarctic krill. *Oceanography*, 15(3): 26—33
- Hewitt R P, Watkins J, Naganobu M *et al*, 2004. Biomass of Antarctic krill in the Scotia Sea in January/February 2000 and its use in revising an estimate of precautionary yield. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 51(12—13): 1215—1236, <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2004.06.011>
- Hofmann E E, Klinck J M, Locarnini R A *et al*, 1998. Krill transport in the Scotia Sea and environs. *Antarctic Science*, 10(4): 406—415
- Hofmann E E, Murphy E J, 2004. Advection, krill, and Antarctic marine ecosystems. *Antarctic Science*, 16(4): 487—499
- Hopkins T L, Lancraft T M, Torres J J *et al*, 1993. Community structure and trophic ecology of zooplankton in the scotia sea marginal ice zone in winter (1988). *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 40(1): 81—105, [http://dx.doi.org/10.1016/0967-0637\(93\)90054-7](http://dx.doi.org/10.1016/0967-0637(93)90054-7)
- Hosie G W, Ikeda T, Stolp M, 1988. Distribution, abundance and population structure of the Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) in the Prydz Bay region, Antarctica. *Polar Biology*, 8(3): 213—224, <http://dx.doi.org/10.1007/bf00443453>
- Marin V, 1988. Qualitative Models of the life cycles of *Calanoides acutus*, *Calanus propinquus*, and *Rhincalanus gigas*. *Polar Biology*, 8(6): 439—446, <http://dx.doi.org/10.1007/bf00264720>
- Marr J W S, 1962. The natural history and geography of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana). *Discovery Reports*, 32: 33—464
- Mueller J L, Fargion G S, McClain C R *et al*, 2003. Ocean Optics Protocols for Satellite Ocean Color Sensor Validation, Revision 4, Volume IV: Inherent Optical Properties. Instruments, Characterizations, Field Measurements and Data Analysis Protocols. BiblioGov
- Nicol S, 2006. Krill, currents, and sea ice: *Euphausia superba* and its changing environment. *BioScience*, 56(2): 111—120
- Nicol S, Constable A J, Pauly T, 2000. Estimates of circumpolar abundance of Antarctic krill based on recent acoustic density measurements. *CCAMLR Science*, 7: 87—99
- Nordhausen W, 1994. Winter abundance and distribution of *Euphausia superba*, *E. crystallorophias*, and *Thysanoessa macrura* in Gerlache Strait and Crystal Sound, Antarctica. *Marine Ecology Progress Series*, 109(2—3): 131—142, <http://dx.doi.org/10.3354/meps109131>
- Pauly T, Nicol S, Higginbottom I *et al*, 2000. Distribution and abundance of Antarctic krill (*Euphausia superba*) off East Antarctica (80-150°E) during the Austral summer of 1995/1996. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 47(12—13): 2465—2488
- Quetin L B, Ross R M, 1991. Behavioral and physiological characteristics of the Antarctic krill, *Euphausia superba*. *American Zoologist*, 31(1): 49—63
- Schnack-Schiel S B, Hagen W, 1994. Life cycle strategies and seasonal variations in distribution and population structure of four dominant calanoid copepod species in the Eastern Weddell Sea, Antarctica. *Journal of Plankton Research*, 16(11): 1543—1566, <http://dx.doi.org/10.1093/plankt/16.11.1543>
- Schnack-Schiel S B, Hagen W, 1995. Life-cycle strategies of *Calanoides acutus*, *Calanus propinquus*, and *Metridia gerlachei* (copepoda, Calanoida) in the eastern Weddell Sea, Antarctica. *ICES Journal of Marine Science*, 52(3—4): 541—548, [http://dx.doi.org/10.1016/1054-3139\(95\)80068-9](http://dx.doi.org/10.1016/1054-3139(95)80068-9)
- Siegel V, 2000. Krill (Euphausiacea) demography and variability in abundance and distribution. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(S3): 151—167, <http://dx.doi.org/10.1139/cjfas-57-S3-151>
- Siegel V, 2005. Distribution and population dynamics of *Euphausia superba*: summary of recent findings. *Polar Biology*, 29(1): 1—22, <http://dx.doi.org/10.1007/s00300-005-0058-5>

ABUNDANCE AND STRUCTURE OF DOMINANT ZOOPLANKTON SPECIES IN AUSTRAL SUMMER NEAR SOUTH SHETLAND ISLANDS, ANTARCTICA

ZHANG Ye^{1,2,4}, LI Chao-Lun^{1,2,4}, LIU Meng-Tan³, GAO Li-Bao⁵

(1. Key Laboratory of Marine Ecology and Environmental Science, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Science, Qingdao 266071, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Jiaozhou Bay Marine Ecosystem Research Station, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 4. Laboratory for Marine Ecology and Environmental Science, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266071, China; 5. Center for Ocean and Climate Research, First Institute of Oceanography, Qingdao 266061, China)

Abstract Two krill species (*Euphausia superba* and *Thysanoessa macrura*) and two copepod species (*Calanoides acutus* and *Calanus propinquus*) were sampled with Norpac net near South Shetland Islands, Antarctica in austral summer of 2013/2014. The distribution, abundance, and population structure of the four species were studied with in-situ environmental parameters. The results show that the abundance of *E. superba* was higher than that of *T. macrura*; they distributed widely but in different areas. A large amount of the first calyptopis stage of *E. superba* was found around South Orkneys, indicating that *E. superba* reproduced in early January in 2014. The early stages of *E. superba* larvae dominated in the eastern part of the survey area, while the juveniles and adults dominated in the western part. The two copepods distributed widely in the southern ocean, and they occupied similar sea areas. The concentration of phytoplankton was low in around South Orkneys, which might be due to the grazing impact of the large amount of *E. superba* larvae and copepods.

Key words krill; copepod; distribution; abundance; population structure; South Shetland Islands; Antarctica