

周 斌, 黄洪亮, 吴 越, 等. 南设得兰群岛周边水域南极大磷虾的生物学特征及资源分布[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(11): 314–319.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.099

南设得兰群岛周边水域南极大磷虾的生物学特征及资源分布

周 斌, 黄洪亮, 吴 越, 刘 健, 李灵智, 杨嘉樑, 齐广瑞, 屈泰春

(1. 农业部东海与远洋渔业资源开发利用重点实验室/中国水产科学研究院东海水产研究所/

中国水产科学研究院海洋捕捞工程技术研究中心, 上海 200090)

摘要:根据 2013 年 12 月至 2014 年 1 月、2014 年 3—5 月大型拖网渔船“龙腾”轮、“开利”轮于南设得兰群岛周边海域采集的南极磷虾渔业数据, 对其产量与 CPUE、南极大磷虾体长与体质量关系、群体组成、性腺发育和摄食情况作了初步分析。结果表明: 2013 年 12 月至 2014 年 1 月, 南极大磷虾体长分布范围在 18.12~58.71 mm 之间, 优势体长组为 37.00~45.99 mm, 占测定总数的 78.79%; 体质量分布范围在 0.1~1.5 g 之间, 优势体质量组为 0.4~0.6 g, 占测定总数的 76.75%; 2014 年 3—5 月, 体长分布范围 20.59~57.73 mm, 优势体长组为 38.00~47.99 mm, 占测定总数的 77.21%; 体质量分布范围 0.1~1.6 g, 优势体质量组为 0.4~0.7 g, 占测定总数的 77.47%; 独立样本 *t* 检验显示, “龙腾”轮和“开利”轮调查期间南极大磷虾体长、体质量均存在显著性差异 ($P < 0.05$); 性成熟度方面成体占总数的 99.87%, 鲜有未成体和抱卵雌体; 2013 年 12 月、2014 年 1 月摄食个体比例较高, 空胃率分别为 8.36%、5.25%, 2014 年 3 月急剧上升至 71.05%, 2014 年 4、5 月接近 100%。2013 年 12 月至 2014 年 1 月作业渔场分布于 62°10′~62°40′S, 61°00′~62°10′W 和 60°10′~62°10′S, 56°00′~57°50′W 海域, 2014 年 3—5 月作业渔场分布于 62°50′~63°20′S, 58°10′~59°20′W 海域, 2014 年 3—5 月 CPUE (t/h) 平均值远大于 2013 年 12 月至 2014 年 1 月。从日均产量来看, 渔汛出现在 4—5 月。

关键词:南设得兰群岛; 南极大磷虾; 生物学特征; 资源分布

中图分类号: S932.5⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0314-06

南极磷虾通常指的是南极大磷虾 (*Euphausia superba* Dana), 隶属节肢动物门 (Arthropoda) 甲壳纲 (Crustacea) 磷虾目 (Euphausiacea) 磷虾科 (Euphausiidae) 磷虾属 (*Euphausia*)^[1]。南极磷虾广泛分布于环南极大陆架水域, 以其资源量大而得到人们普遍关注。20 世纪 60 年代, 前苏联率先赴南极试捕磷虾, 随后, 日本、波兰、德国、智利等国家也相继加入, 到 20 世纪 70 年代初已形成小规模商业捕捞^[2]。自 2009 年年底我国首次进入南极海域试捕南极磷虾开始, 中国进入 CCAMLR (南极海洋生物资源养护委员会) 辖区生产的大型拖网渔船数量连年增加。近年来, 在智利竹筴鱼资源出现一定程度衰退的背景下, 南极磷虾渔场已成为我国化解大拖渔船产能的重要后备渔场。其中南极半岛的南设得兰群岛北部水域是南极最重要的磷虾渔场之一, 每年 12 月至次年 5 月均可生产作业^[3]。开展南极磷虾渔业生物学调查能为南极磷虾生物学研究提供基础信息, 并为该资源的科学管理提供参考。为此, 本研究利用中国南极磷虾科学观察员在大型拖网渔船“龙腾”轮和“开利”轮上收集的南极大磷虾生物学数据

及生产信息, 对其生物学和资源分布进行分析, 为该资源的进一步开发和保护提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料来源

于 2013 年 12 月 6 日至 2014 年 1 月 3 日、2014 年 3 月 8 日至 5 月 11 日分别随中国水产总公司大型拖网船“龙腾”轮、上海开创远洋渔业有限公司大型拖网船“开利”轮对南设得兰群岛周边海域 (59°~65°S, 40°~70°W) 南极磷虾进行调查 (图 1), 共采集南极磷虾样本 25 400 尾, 经鉴定均为南极大磷虾。

“龙腾”轮和“开利”轮系同一类型渔船, 且主机功率、作业方式、网具网目尺寸等重要参数均无差异, 因此, 可以将 2 艘船上采集的样本综合起来分析。具体参数见表 1。

1.2 研究方法

1.2.1 数据记录 按照 CCAMLR 对科学观察员的工作要求, 每网记录放网时间、起网时间、作业位置、产量等数据。

1.2.2 常规生物学测定 按照《CCAMLR 观察员手册》^[4] 的要求, 每个生产日随机选取 1~3 个网次, 每网随机取样 200 尾南极大磷虾进行生物学测定, 记录如下数据: 体长: 使用游标卡尺测量南极大磷虾眼前段至尾节末端距离, 精确到 0.01 mm; 体质量: 使用杆秤对南极大磷虾称质量, 精确到 0.1 g; 性成熟度: 肉眼观察南极大磷虾头胸甲、纳精囊、精英、交接器等外观特征, 鉴定雌雄, 并将其分为未成体、成体和抱卵雌体 3 个发育阶段; 摄食: 肉眼观察南极大磷虾肝脏脏的颜色差异, 将其分为摄食、未摄食 2 个等级, 并计算空胃率: 空胃

收稿日期: 2014-12-26

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (编号: 201203018); 农业部南极海洋生物资源开发利用 (2010—2014); 南北极综合考察与评估专项 (编号: CHIARE 2014-04-02)。

作者简介: 周 斌 (1988—), 男, 江苏昆山人, 硕士, 研究实习员, 主要从事捕捞学研究。E-mail: zhoubin19880423@163.com。

通信作者: 黄洪亮, 研究员, 从事捕捞技术与渔业工程的研究。Tel: (021) 65806226, E-mail: eeshhl@163.com。

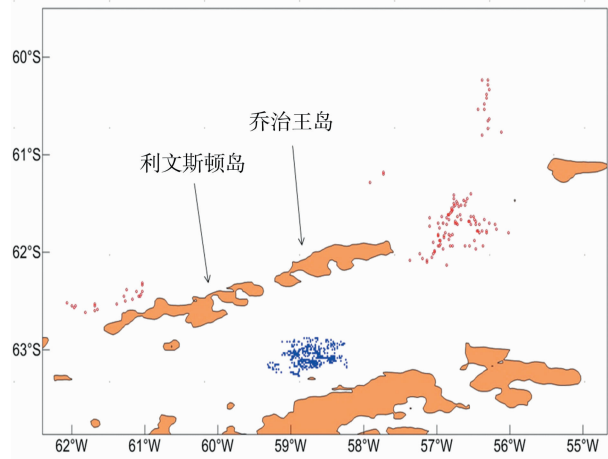


图1 南极磷虾渔业作业位置图
(红色为“龙腾”轮,蓝色为“开利”轮)

率 = (空胃南极大磷虾数/南极大磷虾样本总数) × 100%。

表 1 采样船舶介绍

船名	建造厂家	总 t 位 (t)	全长 (m)	船宽 (m)	主机功率 (kW)	作业类型	网具	最小网囊 尺寸 (cm)	上纲(下纲) 长度 (m)
龙腾	Volkswerft Stralsund	7 847	120.70	19.00	2 650 × 2	中层拖网	“832 网”(52 目 × 16 m)	1.5	115
开利	Volkswerft Stralsund	7 847	120.70	19.00	2 650 × 2	中层拖网	“832 网”(52 目 × 16 m)	1.5	113

2 结果与分析

2.1 产量和 CPUE 分布

“龙腾”轮于 2013 年 12 月 6 日进入 48.1 亚区,生产作业至 2014 年 1 月 3 日返航。期间,实际捕捞生产 25 d,投放网次 132 网,共捕获南极磷虾 2 218 t(鲜质量),加工制作虾粉 162 t,冷冻原条虾 90 t。“开利”轮于 2014 年 3 月 8 日进入 48.1 亚区,生产作业至 2014 年 5 月 11 日撤离。其间,实际捕捞生产 61 d,投放网次 485 网,共捕获南极磷虾 9 268 t(鲜质量),加工制作虾粉 369 t,冷冻原条虾 4 714 t。

调查期间,南极磷虾总体资源情况较好,基本可以实现连续不间断生产作业(加油、卸货除外)。CPUE 空间分布(图 2)显示,中部渔场大磷虾资源密度远大于东部渔场,而东、西部渔场资源密度相差不大,东部渔场略高。西部渔场 CPUE 变动范围在 0.50 ~ 2.58 t/h 之间,平均为 1.85 t/h;中部渔场 CPUE 变动范围在 6.48 ~ 95.94 t/h 之间,平均为 22.29 t/h;东部渔场 CPUE 变动范围在 0.25 ~ 14.00 t/h 之间,平均为 2.13 t/h。从 CPUE 月均值的变化(图 3)来看,2013 年 12 月和 2014 年 1 月相差不大,分别为 2.08 t/h 和 2.13 t/h;进入 2014 年 3 月以后,CPUE 急剧上升至 13.28 t/h,这种快速上升趋势一直持续到 2014 年 5 月份,2014 年 4、5 月的 CPUE 月均值分别达到 21.83、39.14 t/h。从日均产量来看,2013 年 12 月、2014 年 1 月、2014 年 3 月相差不大,分别为 90.95、78.33 和 85.38 t/d,呈现出先缓慢减小,后小幅回升的变化;2014 年 4 月和 5 月进入了产量高峰,日均产量快速上升至 161.07 t/d 和 283.40 t/d。

2.2 体长与体质量关系

对南极大磷虾体长(L)、体质量(m)进行拟合分析发现,其呈现出幂函数关系: $m = 7 \times 10^{-6} L^{2.988}$ ($r^2 = 0.886$, $n = 25\ 400$)(图 4)。

1.2.3 数据处理 采用 SURFER 11.0 软件绘制调查站位图和 CPUE(t/h) 空间分布图。计算 CPUE(t/h) 值: $CPUE = C/T$ 。式中, C 表示单网产量(t), T 表示拖网时间(h)。采用 Microsoft Excel 2007 软件的幂函数回归方法拟合南极大磷虾体长与体质量的关系,关系式为: $m = aL^b$ 。式中, m 表示体质量(g), L 表示体长(mm), a 为条件因子, b 为异速生长因子^[5]。采用 SPSS 19.0 软件的 t 检验对南极大磷虾群体分布差异的显著性进行检验,显著性水平设定为 0.05。

1.2.4 渔场划分 如图 1 所示,2013—2014 渔季南极磷虾生产作业的中心渔场由西向东明显可以分成 3 块区域,依次是“龙腾”轮生产作业的利文斯顿岛西北部的西部渔场(62°10′~62°40′S,61°00′~62°10′W)、“开利”轮生产作业的乔治王岛以南的中部渔场(62°50′~63°20′S,58°10′~59°20′W)、“龙腾”轮生产作业的乔治王岛以东的东部渔场(60°10′~62°10′S,56°00′~57°50′W)。

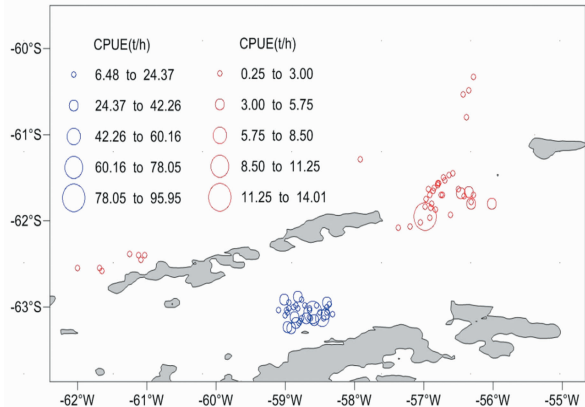


图2 南极大磷虾 CPUE 空间分布

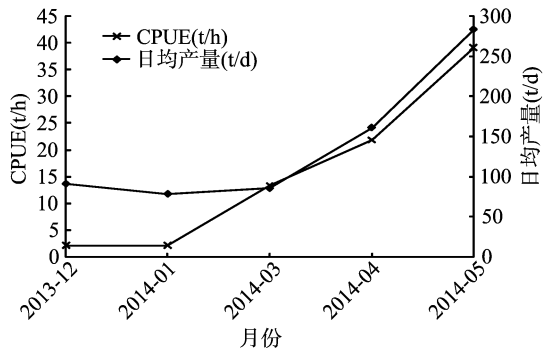


图3 CPUE 和日均产量月变化

2.3 体长和体质量组成

调查期间共测定了南极大磷虾样本 25 400 尾。体长分布范围为 18.12 ~ 58.71 mm,平均体长为 42.66 mm;优势体长组为 38.00 ~ 45.99 mm,合计占总数的 73.37%(图 5)。体质量分布范围为 0.1 ~ 1.6 g,平均体质量为 0.57 g;优势体质量组为 0.4 ~ 0.6 g,合计占总数的 78.61%(图 6)。

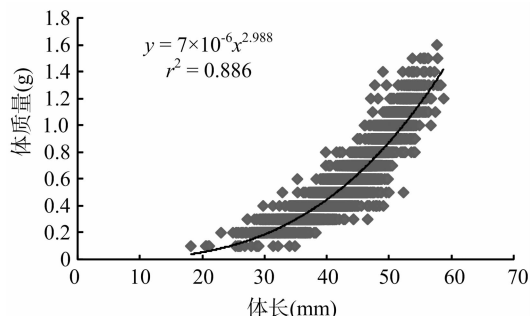


图4 南极大磷虾体长与质量的关系

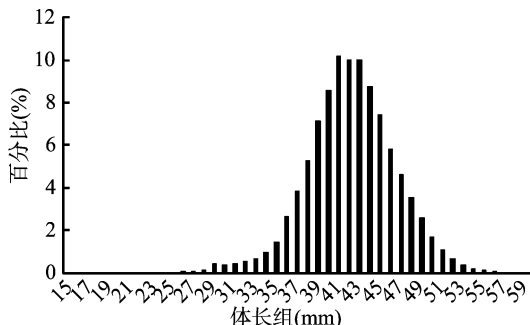


图5 2013—2014 渔季南极大磷虾体长分布

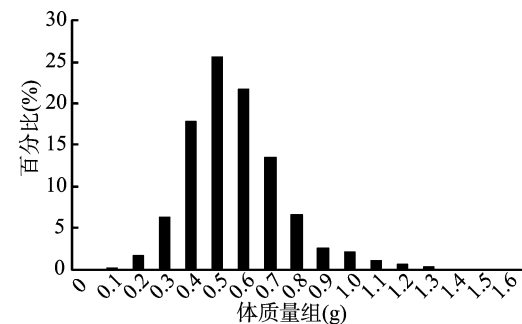


图6 2013—2014 渔季南极大磷虾体质量分布

2013 年 12 月至 2014 年 1 月期间,共测定了南极大磷虾样本 4 800 尾。体长分布范围在 18.12 ~ 58.71 mm 之间,平均体长为 42.38 mm;优势体长组为 37.00 ~ 45.99 mm,占测定总数的 78.79%。体质量分布范围在 0.1 ~ 1.5 g 之间,平均体质量为 0.54 g;优势体质量组为 0.4 ~ 0.6 g,占测定总数的 76.75%。2014 年 3—5 月期间,共测定了南极大磷虾样本 21 400 尾。体长分布范围在 20.59 ~ 57.73 mm 之间,平均体长为 42.71 mm;优势体长组为 38.00 ~ 47.99 mm,占测定总数的 77.21%。体质量分布范围在 0.1 ~ 1.6 g 之间,平均体质量为 0.57 g;优势体质量组为 0.4 ~ 0.7 g,占测定总数的 77.47% (图 7、图 8)。

独立样本 t 检验分析显示,2013 年 12 月至 2014 年 1 月和 2014 年 3—5 月期间测定的南极大磷虾体长、体质量分布均存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

2.4 体长、体质量的月间分布

调查期间,南极大磷虾的月平均体长、体质量变化相似,均呈现出先减小后增大的变化趋势。其中,2013 年 12 月南极大磷虾平均体长为 42.46 mm,2014 年 1 月份降至 41.51 mm,2014 年 3、4、5 月逐月增大,分别为 42.71、42.73、

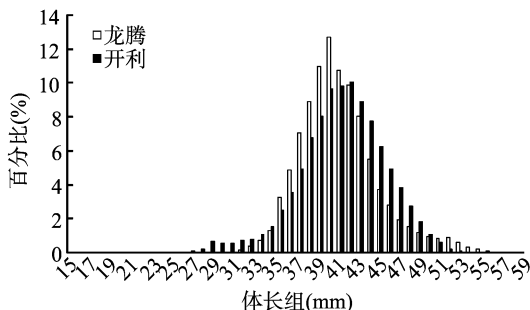


图7 “龙腾”轮、“开利”轮南极大磷虾体长分布

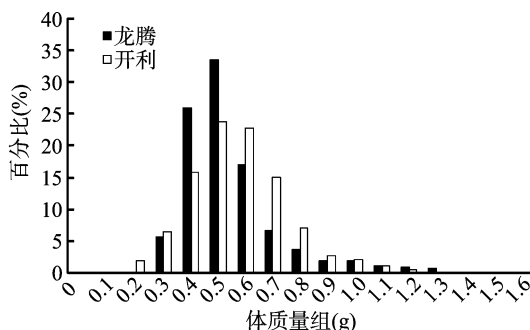


图8 “龙腾”轮、“开利”轮南极大磷虾体质量分布

43.05 mm;2013 年 12 月南极大磷虾平均体质量为 0.55 g,2014 年 1 月份降至 0.51 g,2014 年 3、4、5 月逐月增大,分别为 0.57、0.57、0.58 g (图 9)。

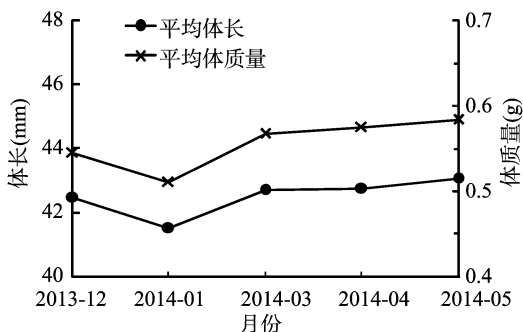


图9 南极大磷虾体长和体质量的月间变化

以 5 mm 为组距分析南极大磷虾体长分布月间变化得出,调查期间各月出现频率最高的均为 40.01 ~ 45.00 mm 体长组,比例高达 45.29% ~ 64.50%;35.01 ~ 40.00 mm 和 45.01 ~ 50.00 mm 体长组也有较高的分布,比例分别为 18.68% ~ 25.61% 和 10.00% ~ 27.71%。而 50.01 ~ 55.00 mm、55.01 ~ 60.00 mm、30.00 ~ 35.00 mm 以及小于 30.00 mm 体长组的比例各月均不足 5% (图 10)。

以 0.2 g 为组距分析南极大磷虾体质量分布月间变化得出,各月间出现频率最高的体质量组为 0.4 ~ 0.6 g,比例达到了 60.66% ~ 88.50%;此外,0.7 ~ 0.9 g 体质量组各月出现频率为 8.00% ~ 25.79%;其次是 1.0 ~ 1.2 g 和 0.1 ~ 0.3 g 体质量组,分别占比 0.00% ~ 4.79% 和 3.50% ~ 9.43%;而 1.3 ~ 1.5 g 和 1.6 ~ 1.8 g 体质量组各月出现比例均不足 1% (图 11)。

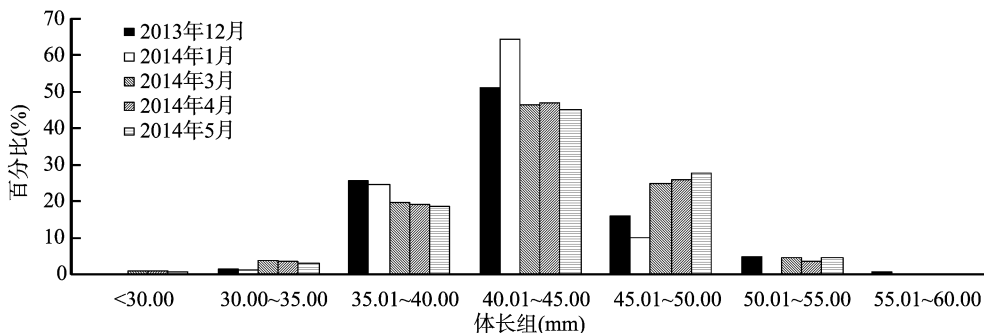


图10 南极大磷虾体长分布的月间变化

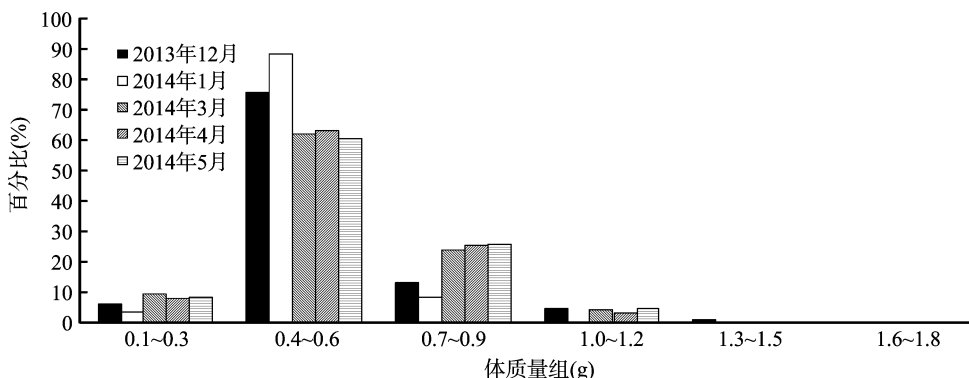


图11 南极大磷虾体质量分布的月间变化

配对样本 t 检验显示, 南极大磷虾各月体长、体质量均不存在显著差异 ($P > 0.05$)。

2.5 西部、中部、东部渔场南极磷虾体长、体质量分布

由图 12、图 13 可见, 西部渔场 ($62^{\circ}10' \sim 62^{\circ}40' \text{S}$, $61^{\circ}00' \sim 62^{\circ}10' \text{W}$) 生产期间, 共测定了南极大磷虾样本 800 尾。体长分布范围在 30.10 ~ 53.32 mm 之间, 平均体长为 41.88 mm; 优势体长组为 36.00 ~ 46.99 mm, 占测定总数的 84.67%。体质量分布范围在 0.2 ~ 1.4 g 之间, 平均体质量为 0.56 g; 优势体质量组为 0.4 ~ 0.7 g, 占测定总数的 83.38%。中部渔场 ($62^{\circ}50' \sim 63^{\circ}20' \text{S}$, $58^{\circ}10' \sim 59^{\circ}20' \text{W}$) 生产期间, 共测定了南极大磷虾样本 21 400 尾。体长分布范围在 20.59 ~ 57.73 mm 之间, 平均体长为 42.71 mm; 优势体长组为 38.00 ~ 47.99 mm, 占测定总数的 77.21%。体质量分布范围在 0.1 ~ 1.6 g 之间, 平均体质量为 0.57 g; 优势体质量组为 0.4 ~ 0.7 g, 占测定总数的 77.38%。东部渔场 ($60^{\circ}10' \sim 62^{\circ}10' \text{S}$, $56^{\circ}00' \sim 57^{\circ}50' \text{W}$) 生产期间, 共测定了南极大磷虾样本 4 000 尾。体长分布范围在 18.12 ~ 58.71 mm 之间, 平均体长为 42.48 mm; 优势体长组为 37.00 ~ 45.99 mm, 占测定总数的 79.36%。体质量分布范围在 0.1 ~ 1.5 g 之间, 平均体质量为 0.54 g; 优势体质量组为 0.4 ~ 0.6 g, 占测定总数的 76.48%。

独立样本 t 检验分析显示, 西部、中部和东部渔场测定的南极大磷虾体长、体质量分布均存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

2.6 性成熟度

调查期间, 南极大磷虾雌雄比例约为 1 : 0.99。南极大磷虾的性成熟度大多为成体, 占总数的 99.87%; 25 400 尾样本中, 仅发现 32 尾未成体 (体长小于 28 mm)、1 尾抱卵雌体。南极大磷虾各月性成熟度组成见表 2。

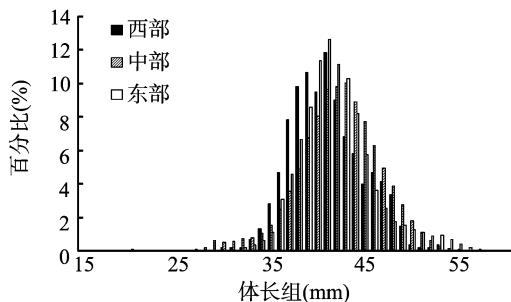


图12 西部、中部、东部渔场南极大磷虾体长分布

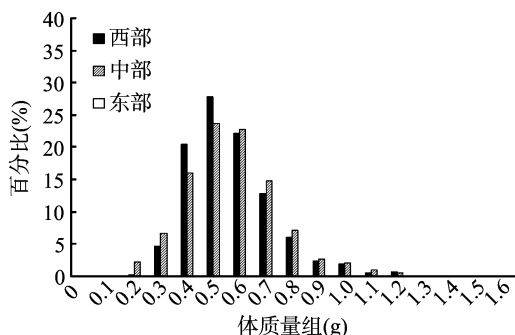


图13 西部、中部、东部渔场南极大磷虾体质量分布

2.7 摄食

2013 年 12 月至 2014 年 1 月南极大磷虾摄食个体比例较高, 肝胰脏大多呈深绿色, 少部分呈浅绿色, 空胃率分别为 8.36% 和 5.25%; 2014 年 3 月份空胃率急剧升高至 71.05%, 摄食个体肝胰脏多呈浅绿色; 2014 年 4—5 月份南极大磷虾肝胰脏清澈透明, 空胃率接近 100% (图 14)。

表 2 南极大磷虾性成熟度

月份	未成体比例 (%)	成体比例 (%)	抱卵雌体比例 (%)
2013 年 12 月	0.11	99.87	0.02
2014 年 1 月	0.00	100.00	0.00
2014 年 3 月	0.21	99.79	0.00
2014 年 4 月	0.10	99.90	0.00
2014 年 5 月	0.11	99.89	0.00

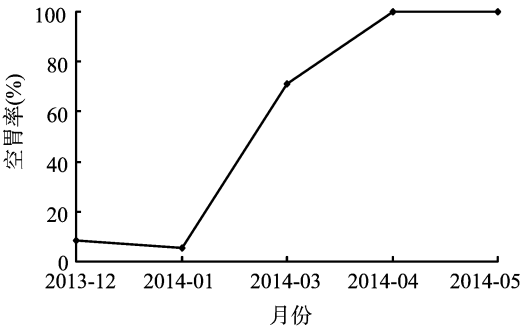


图 14 南极大磷虾空胃率月变化

3 讨论

3.1 南极大磷虾生物学特征

本研究结果显示,南极大磷虾雌雄比例接近 1 : 1, 为 1 : 0.99, 与国内外研究结果^[6-9]较为一致。夏辉等分析 2010 年 1—2 月 48.1 亚区的南极大磷虾得出:南极大磷虾体长范围为 33.65 ~ 65.80 mm, 平均体长 53.13 mm, 优势体长为 50.00 ~ 57.00 mm, 占总数的 67.20%^[9]。朱国平等对 2010 年 1—2 月南设得兰群岛北部的南极大磷虾抱卵雌体研究显示:体长范围为 41.4 ~ 64.0 mm, 平均体长为 (53.0 ± 3.92) mm, 优势体长范围为 49.0 ~ 57.0 mm, 占总数的 73.0%^[10]。左涛等对 2009—2010 和 2010—2011 渔季 48.1 亚区南极大磷虾年龄结构研究认为:2010 年 1 月南极大磷虾优势年龄组为 5 + 龄, 占总数的 68.05%, 平均体长 (55.12 ± 2.94) mm; 2010 年 12 月至 2011 年 1 月 48.1 亚区优势年龄组同为 5 + 龄, 占总数的 64.85%, 平均体长 (55.99 ± 2.22) mm^[11]。可以看出,本研究结果与上述研究差异较大, 平均体长和优势体长组均偏小。作者于“龙腾”轮调查期间采集的样本与上述研究同采集于 48.1 亚区海域夏季 (12 月至翌年 2 月), 平均体长为 42.38 mm; 体长分布的峰值出现在 41.00 ~ 41.99 mm 体长组, 占测定总数的 12.75%。对南极大磷虾年龄组设定体长范围^[12-14]: 1 + : 22 ~ 29 mm; 2 + : 30 ~ 42 mm; 3 + : 43 ~ 48 mm; 4 + : 49 ~ 52 mm; 5 + 以上: 53 ~ 58 mm, 不难发现, 夏辉等、朱国平等、左涛等的研究结果中南极大磷虾优势年龄群体为 4 + 龄和 5 + 龄, 本研究中的优势年龄群体为 2 + 龄和 3 + 龄, 暗示 2013—2014 渔季 48.1 亚区南极大磷虾群体年龄组成较往年发生了明显变化。

在南大洋, 全年都有南极大磷虾生殖个体出现。一般认为, 南极大磷虾的生殖季节主要是在 1—3 月份, 或更长一点 (12 月至翌年 4 月)。在南大西洋区, 生殖季节通常从 11 月或 12 月开始的, 一直延续到翌年 3 月或 4 月^[15]。有研究认为南极大磷虾繁殖季节的开始时间、持续时间和结束时间变

表 3 2010—2011 年 48.1 亚区南极大磷虾体长

月份	优势群体	体长 (mm)	来源文献
2010 年 1—2 月	50.00 ~ 57.00 mm	53.13	[5]
2010 年 1—2 月	49.0 ~ 57.0 mm	53.0 ± 3.92	[6]
2010 年 1 月	5 + 龄	55.12 ± 2.94	[7]
2010 年 12 月至 2014 年 1 月	5 + 龄	55.99 ± 2.22	[7]

动较大, 一些年份 (1975—1976 年, 1980—1981 年) 大西洋西侧海域的南极大磷虾进入繁殖季节相对较早, 也结束较早; 一些年份 (1977—1978 年, 1981—1982 年) 则出现繁殖季节持续时间较长且开始时间不同步现象^[16]。本研究南极大磷虾样本覆盖了 2013 年 12 月、2014 年 1 月上旬、3 月、4 月以及 5 月上中旬, 其中仅于 2013 年 12 月底观察到 1 尾抱卵雌体, 结合其 2013 年 12 月、2014 年 1 月摄食个体比例很高的现象, 可以推测, 48.1 区南极大磷虾生殖高峰很可能出现在 1 月中下旬至 2 月。南极大磷虾一般是 2 年性成熟, 而某些海区, 如威德尔海, 由于低温和较短的夏季可能 3 年性成熟^[15, 17-18], 而 2013—2014 渔季 48.1 区 2013 年 12 月、2014 年 1 月的南极大磷虾群体平均体长仅为 42.45 mm, 可能大部分个体还未达到初次性成熟。

此外, 本研究中南极大磷虾体质量数据是在船上利用杆秤测定的, 精确度不足可能对结果的准确性造成一定影响。

3.2 南极大磷虾资源分布

从 2013—2014 渔季“龙腾”轮和“开利”轮作业的 CPUE 指标来看: 2014 年 3—5 月作业的中部渔场资源丰度远高于 2013 年 12 月至 2014 年 1 月作业的东、西部渔场。但是仅仅通过 CPUE 大小判断南极大磷虾资源的时间和空间分布特征并不完全准确, CPUE 作为一个资源丰度指标在文本中存在如下几点缺陷。首先, 船长的生产经验和现场指挥对 CPUE 有较大影响: “龙腾轮”是首次进入南极大磷虾渔场, 对南极大磷虾的活动规律以及生产经验仍处于探索阶段, 而“开利”轮连续多年进入该海域生产作业, 船长对南极大磷虾的习性以及捕捞技术较为熟悉, 这使 CPUE 值受到一定程度影响。其次, 渔船拖速也是影响 CPUE 的一个因素: 12 月至翌年 1 月南极大磷虾体型较瘦小, 不适宜做原条冻虾, 超过 95% 的渔获用于加工虾粉, 生产过程中对最大拖速没有要求; 而 3—5 月“开利轮”加工冷冻原条虾产品几乎占了渔获鲜质量的一半, 所以捕捞过程中控制最大拖速, 以保证磷虾的外观和品质符合要求。因此, 对拖速的刻意控制会对 CPUE 值产生干扰。再次, 本研究所使用的 CPUE 值未经过标准化处理, 用以表征南极大磷虾资源丰度可能存在一定的偏差。事实上, 从每月的日均产量来看, 不难发现 3 月份的日均产量虽略高于 1 月份, 却小于 12 月份, 产量的高峰期出现于 4、5 月份。对比生产过程中垂直渔探仪上的虾群影像可以发现, 中部渔场的磷虾资源密度总体上略高于东部渔场, 而东部渔场虾群影像总体上略好于西部渔场。整个 2013 年 12 月至 2014 年 1 月, “龙腾”轮经常需要航行探测好的作业渔场, 于 12 月中上旬沿着乔治王岛和利文斯顿岛以南水域航探至西部渔场作业, 西部渔场磷虾群白天大部分栖息于 50 ~ 120 米水深, 产量较低, 作业数日后返回东部渔场连续作业; 途经中部渔场虾群影像较差, 且多有浮冰, 不适宜生产作业; 而“开利”轮整个 2014 年 3—5 月在中

部渔场基本实现了连续不间断作业,直到触发了 CCAMLR 对 48.1 区的 15.5 万 t 产量上限才转移渔场。2013 年 12 月 10 日、13 日等日“龙腾”轮曾多次探测到较长的深红色粗条带状虾群影像,其余时间则大多数为深黄色或红色块状;而 2014 年 3 月份情形与 2013 年 12 月、2014 年 1 月相似,进入 2014 年 4 月份以后,虾群影像逐渐变得分散,常呈现出大面积的浅绿和浅黄点状。可见,东部、西部渔场夏季(12 月、1 月)南极磷虾集群密度较高且资源波动较大,中部渔场秋季(3—5 月)南极磷虾集群较为分散而资源状况较为稳定。

南极磷虾以其丰富的资源量成为整个南极食物网最重要的一环,对其资源量和补充量的评估已有大量报道。Atkinson 等基于网络样本模型分别使用标准化数据和非标准化数据计算得出南极磷虾总生物量为 3.79 亿 t 和 1.17 亿 t^[19]。朱建钢等认为,21 世纪初约有资源量为 4 300 万 t 的须鲸以南大洋磷虾为食物,而现在仅有 700 多万 t,为原来的 16.4%^[20]。这部分须鲸对磷虾的消耗量约为 1.5 亿 t,若人类能充分利用其中的 1/2 或稍多一些,即相当于现在全世界的渔获总量。2000 年南极磷虾共同调查作业小组的调查结果表明,48 区总的资源量为 4 428.9 万 t,58.4.1 和 58.4.2 海区的南极磷虾资源量的评估结果分别为 483 万 t 和 390 万 t,而整个南极洲地区南极磷虾的生物量估计为 6.5 亿~10 亿 t^[2,21-23]。2009 年之前的 17 年间,南极磷虾的报告捕捞量一直稳定在 12 万 t 左右,但是近年来已增长至 20 万 t 以上。对比 CCAMLR 的 860 万 t 捕捞量上限,南极磷虾资源的开发潜力巨大^[24-25]。因此,南极磷虾如此庞大的资源量越来越受到我国的重视。2010 年,受农业部委派,辽渔集团“安兴海”轮和上海水产集团“开利”轮成功探捕南极磷虾,获得了宝贵的生产经验和科研数据。发展至 2013—2014 渔季,我国申请入渔船数达到了 6 艘,申报渔获总量为 9.1 万 t,不论是船队规模还是申报渔获量,均已位列 CCAMLR 各成员国前列。南极磷虾渔场已成为继白令海峡鳕渔场、东南太平洋智利竹筴鱼渔场之后,我国大型拖网加工船队又一重要后备渔场。在“存在就是权益”的公海权益竞争背景下,我国应积极探索更高效的南极磷虾资源开发利用模式,争取更多的南极海洋权益,提高我国在远洋渔业问题上的国际话语权。

参考文献:

- [1] 朱国平. 南极磷虾种群生物学研究进展 I. 年龄、生长与死亡[J]. 水生生物学报, 2011, 35(5): 862-868.
- [2] 黄洪亮, 陈雪忠, 冯春雷. 南极磷虾资源开发现状分析[J]. 渔业现代化, 2007(1): 48-51.
- [3] Ichii T, Katayama K, Obitsu N, et al. Occurrence of Antarctic krill (*Euphausia superba*) concentrations in the vicinity of the South Shetland Islands: relationship to environmental parameters[J]. Deep - Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 1998, 45(8): 1235-1262.
- [4] Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR). Inspector's manual; 2010[R/OL]. Hobart, Australia, 2009: 13-22. http://www.ccamlr.org/pu/e/e_pubs/om/obsman.pdf.
- [5] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 20-21.
- [6] Nicol S. Krill, currents, and sea ice: euphausia superba and its changing environment[J]. Bioscience, 2006, 56(2): 111-120.
- [7] Krafft B A, Melle W, Knutsen T, et al. Distribution and demography of Antarctic krill in the Southeast Atlantic sector of the Southern Ocean during the austral summer 2008[J]. Polar Biology, 2010, 33(7): 957-968.
- [8] 刘永芹, 孙松, 张永山, 等. 2002 年 1 月份南极普里兹湾海域南极磷虾(*Euphausia superba* Dana)的丰度和种群结构研究[J]. 极地研究, 2011, 23(4): 275-282.
- [9] 夏辉, 许柳雄, 朱国平, 等. 南极半岛周边海域南极大磷虾生物学特性的初步研究[J]. 海洋渔业, 2011, 33(4): 405-411.
- [10] 朱国平, 朱小艳, 徐恰瑛, 等. 南极半岛北部水域南极磷虾抱卵雌体基础生物学比较研究[J]. 上海海洋大学学报, 2012, 21(1): 110-115.
- [11] 左涛, 赵宪勇, 黄洪亮, 等. 南极半岛邻近水域南极大磷虾商业捕捞群体的年龄结构时空变化[J]. 渔业科学进展, 2012, 33(4): 1-10.
- [12] Ikeda T. Life history of Antarctic krill *Euphausia superba*: a new look from an experimental approach[J]. Bulletin of Marine Science, 1985, 37(2): 599-608.
- [13] Siegel V. Age and growth of Antarctic *Euphausiacea* (Crustacea) under natural conditions[J]. Marine Biology, 1987, 96(4): 483-495.
- [14] 王荣, 鲁北伟, 李超伦, 等. 南极磷虾年龄组成的体长频数分布混合分析[J]. 海洋与湖沼, 1995, 26(6): 598-605.
- [15] 王荣, 张云波, 仲学锋, 等. 普里兹湾邻近海域大磷虾的生殖特点研究[J]. 南极研究, 1993, 5(4): 12-21.
- [16] Vvassily A S. Spatial and temporal variability in reproductive timing of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) [J]. Polar Biology, 1995, 15: 161-174.
- [17] Loeb V J, Macaulay M C. Variability of euphausiasuperb populations near elephant island and the South shetlands: 1981 vs 1984[J]. Polar Biology, 1987, 7: 345-362.
- [18] George R Y. Size frequency pattern of *Euphausia superba* in the Antarctic peninsula waters in the austral summer of 1983[J]. Crustacean Biol, 1984, 4(Spec 1): 107-122.
- [19] Atkinson A, Siegel V, Pakhomov E A, et al. A re-appraisal of the total biomass and annual production of Antarctic krill[J]. Deep - Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 2009, 56(5): 727-740.
- [20] 朱建钢, 颜其德, 凌晓良. 南极资源及其开发利用前景分析[J]. 中国软科学, 2005(8): 17-22, 10.
- [21] 陈雪忠. 南极磷虾资源开发利用现状及发展趋势[J]. 中国水产科学, 2004, 11(增刊 1): 114-119.
- [22] 孙松. 南极磷虾[J]. 世界科技研究与发展, 2002, 24(4): 57-60.
- [23] 孙松, 严小军. 南极大磷虾的生物活性物质及其用途研究进展[J]. 极地研究, 2001, 13(3): 213-216.
- [24] Nicol S, Foster J, Kawaguchi S. The fishery for Antarctic krill - recent developments[J]. Fish and Fisheries, 2012, 13(1): 30-40.
- [25] 吴越, 黄洪亮, 刘健, 等. 卫星遥感数据在海洋渔业中的应用[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(6): 223-226.