

综述

南极海区的渔业环境与生态*

Fishery environment and ecology of the Antarctic Sea area

林景祺

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

Lin Jingqi

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

关键词 南极海区, 渔业环境, 生态学, 渔业资源

Key words Antarctic Sea area, Fishery environment, Ecology, Fishery resources

南极海区多年面蒙神秘面纱, 自从本世纪 20 年代陆续开展海洋调查以来, 其面貌略露端倪, 但欲了解其全貌, 尚须作长期、多学科的详细调查。本文以威德尔海、罗斯海和斯科舍海等海区情况作南极海洋情况的代表, 至于更广大海区情况, 目前尚缺调查资料。

1 渔业环境

南极大陆被淡水冰覆盖。大陆外围海面漂浮陆缘冰, 称为冰架。计有罗斯冰架和威德尔冰架两处。所以环绕南极大陆的海洋, 可分为冰架冰缘海区和大洋海区。大陆冰川的淡水冰不断向冰架注入, 冰架不断向外延伸; 每年夏季融冰季节, 冰架则向岸退缩。南极大洋海区不受其他大陆阻挡, 任何深度都与大西洋、印度洋和太平洋畅通无阻。整个大洋沙滩很少, 深海大陆架狭窄。

南极在南端极地, 所以季节月份在澳大利亚季节基础上略有变动, 如冬季为 5~9 月, 其中 7~9 月为最冷。春季为 10~11 月, 夏季在 12 月到翌年 2 月, 为融冰季节, 秋季为 3~4 月, 而 4 月即开始结冰。

南极大陆无江河, 因此南极海洋也无经流影响。海洋温、盐度变化纯系气候原因。夏季威德尔冰架冰缘海区, 水温仍旧很低, 为 $-2.4 \sim -2.0^{\circ}\text{C}$, 其盐度为 $34.6 \sim 34.72$ 。表层冰陆续融化为淡水, 20~50m 形成盐跃层, 因此相当大范围内水温为 $-1.8 \sim -2.0^{\circ}\text{C}$, 盐度为 $33.0 \sim 34.3$ 。冰架以外的大洋海区, 夏季表层水可达 200m^[2], 南极底层水的水温为 $-0.8 \sim 0^{\circ}\text{C}$, 盐度为 $34.64 \sim 34.68$ ^[3]。

南极大洋深海情况与冰架冰缘海区不同, 以威德尔海为例, 海区水深达 5 000m, 每隔 1 000m 定出温、盐度分布范围: 0~1 000m 层为 $0 \sim 0.6^{\circ}\text{C}$, 1 000~2 000m 层为 $-0.2 \sim 0.2^{\circ}\text{C}$, 2 000~5 000m 各层均为 $-0.9 \sim -0.2^{\circ}\text{C}$, 水温很低, 即使在夏季各层仍旧保持低温状态。0~5 000m 各层盐度为 $34.60 \sim 34.68$, 基本上属于垂直等盐^[4]。

1967年~1968年在罗斯海进行“ElaineCruise”调查, 罗斯冰架附近最低温度为 -2.13°C , 调查到水深 1 196~3 296m 的各站时, 温、盐度范围: 水温为 $-0.84 \sim 0.28^{\circ}\text{C}$; 盐度为 $34.64 \sim 34.75$ ^[5]。威德尔海与罗斯海情况相似。

收稿日期: 1997-10-05

南极海洋为环绕地球南端的环形大洋,所以环流自成系统。Drake 通道地转海流输送量:夏季为 $78.7 \times 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, 冬季为 $70.6 \times 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ [6]。环南极海流总调节地转输送量为 $97 \times 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ [4]。所以南极虽然冰冻天寒,但南极海洋仍旧富有动力生机。

春、夏季南极溶解氧量对生物分布、生长十分重要。以斯科舍海东部,南乔治岛和南奥克尼岛附近海区为例,从表层到水深 100m 溶解氧量为 $8.8 \sim 7.0 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$, 100~200m 为 $7.0 \sim 5.0 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$, 200~1 000m 则减为 $5.0 \sim 4.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$, 其分布规律为水深 200m 以上溶解氧量高, 200m 以下因需靠垂直输送,则溶解氧量降低 [7]。

威德尔海、斯科舍海、罗斯海等的冰架冰缘海区,春、夏季各种微粒营养盐 [8] (见表 1) 与浮游植物分布、生长有密切关系。

表 1 威德尔海、斯科舍海、罗斯海等冰架冰缘海区微粒营养盐分布

Table 1 Particulate matter and nutrient distributions in Weddell, Scotia, Ross Seas marginal ice edge zone

海 区 Sea area	威德尔-斯科舍海 1983, 11 Weddell - Scotia Sea	西罗斯海 1983, 1~2 West Ross Sea	西威德尔海 1986, ~3 West Weddell
叶绿素 a / ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) Chlorophyll - a	4.0	2.9	0.38
微粒碳 / ($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) Particulate matter C	10.6	33.2	3.6
微粒氮 / ($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) Particulate matter N	1.5	5.6	0.46
生物硅 / ($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) Biological Si	1.4	21.7	1.6
碳:叶绿素 a 生物量比 C:Chlorophyll - a, ratio of biomass	31.8	138	114
碳:氮的摩尔比 C:N ratio of mole	7.1	5.9	7.8
硅:碳的摩尔比 Si:C ratio of mole	0.13	0.65	0.44

2 生态

2.1 渔业生物生态学

早春西罗斯海冰架冰缘海区藻类,在融冰中总细胞数约 $6.5 \times 10^8 \text{ mL}^{-1}$, 叶绿素 a 约 $179 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。硅藻种类及百分比 [9] 如表 2, 其中以短菱形藻 (*Nitzschia curta*) 和筒状菱形藻 (*N. cylindrus*) 为优势种。

表 2 西罗斯海冰架冰缘海区主要硅藻种类及其百分比

Table 2 Relative abundance of prominent diatom species in West Ross Sea marginal ice edge zone

种 类 Species	百分比/% Percentage
<i>Chaetoceros neglectum</i>	1.3
<i>Navicula</i> sp.	1.9
<i>Nitzschia curta</i>	35.3
<i>Nitzschia cylindrus</i>	33.3
<i>Nitzschia subcurvata</i>	2.6
<i>Nitzschia</i> sp.	14.1
<i>Pleurosigma</i> sp.	0.6
<i>Tropidoneis charcotii</i>	6.4
<i>Tropidoneis glacialis</i>	1.3
<i>Tropidoneis antarctica</i>	0.6
其 他 Other	2.6

早春南威德尔浅海水温层化的水层,硅藻密集生长并出现水华,结果氮、磷等营养盐随之耗竭,导致以环纹硅藻 (*Centric diatom*) 为主的硅藻大批死亡,形成硅藻链而沉降 [10]。

除硅藻外,还有一种优势藻类棕囊藻 (*Phaeocystis pouchetii*),其分布从表层至 50m,最深达 100~150m。

在其表层分布范围呈现棕黄色, 次为 50m 以内水层, 深水最为稀少^[11]。

冬季冰缘海区原生浮游动物即开始繁盛, 包括自养鞭毛虫 (*Autotrophic dinoflagellates*) 和异养鞭毛虫 (*Heterotrophic flagellates*) 等, 以后者为主^[12]。

浮游动物中以桡足类最多, 数量上占优势的为长腹剑水蚤属各个种 (*Oithona*), 可是以生物量占优势的则为以下 4 种: 尖仿似哲水蚤 (*Calanoides acutus*)、巨鼻哲水蚤 (*Rhincalanus gigas*)、丽哲水蚤 (*Calanus propinguns*) 和德拉基长腹水蚤 (*Metridia gerlachei*) 等。它们个体大, 平均体长分别为 5.30、8.74、5.72 和 4.15mm^[13]。冬季前两种栖息水深 400m 以下, 呈冬眠状态; 后两种广泛分布各个水层并摄食^[14]。

表 3 3 种磷虾的生物量和密度调查结果

Table 3 Mean biomass and density for the three species of Euphausiid

种 类 Species	超大磷虾 <i>Euphausia superba</i>		大拟樱磷虾 <i>Thysanoessa macrura</i>		坚磷虾 <i>Euphausia frigida</i>	
站 号 No of station	生物量均值 /(mg·m ⁻³) Mean biomass	密度均值 /(No·m ⁻³) Mean density	生物量均值 /(mg·m ⁻³) Mean biomass	密度均值 /(No·m ⁻³) Mean density	生物量均值 /(mg·m ⁻³) Mean biomass	密度均值 /(No·m ⁻³) mean density
2	0.04	0.01	0.11	0.01	—	—
3	0.07	0.02	0.14	0.01	—	—
4	0.08	0.01	0.27	0.03	—	—
5	1161.61	38.42	1.80	0.27	—	—
6	0.00	0.00	3.23	0.18	—	—
7	49.49	1.47	2.43	0.27	—	—
8	1.17	0.06	0.35	0.02	—	—
9	0.68	0.02	28.07	3.07	—	—
10	0.24	0.02	1.10	0.08	—	—
11	0.07	0.02	0.07	0.05	—	—
12	0.00	0.00	0.05	0.01	—	—
13	0.84	0.03	0.22	0.02	—	—
14	0.00	0.00	0.12	0.02	—	—
15	0.00	0.00	0.12	0.01	—	—
16	0.25	0.01	0.98	0.07	—	—
17	0.00	0.00	1.07	0.10	—	—
18	0.00	0.00	1.07	0.08	—	—
19	0.10	0.01	0.02	0.01	—	—
20	0.04	0.05	0.68	5.74	0.00	0.05
21	0.20	0.01	0.72	1.86	0.25	0.04
22	0.00	0.00	0.99	3.22	0.00	0.04
23	0.24	0.01	2.99	5.40	0.33	0.26

南极海洋磷虾类主要有: 超大磷虾 (*Euphausia superba*)、坚磷虾 (*E. frigida*)、三刺磷虾 (*E. triacantha*) 和大拟樱磷虾 (*Thysanoessa macrura*) 等。大拟樱磷虾于 9 月开始产卵, 盛产于夏季, 产卵期相当长。与此同时产卵的还有坚磷虾和三刺磷虾, 而超大磷虾产卵期比 3 种磷虾略晚^[15], 估计超大磷虾产卵在夏季 (12~2 月)。南极海区捕捞磷虾季节在 10 月到翌年 4 月^[1], 正是南极磷虾类产卵时期。

超大磷虾性成熟个体群集产卵, 其产卵场位置, 依卵子分布密度估计在威德尔海和东风飘流海区范围。产卵后随着卵裂进程, 逐渐向下沉降, 于南极底层海水上界, 水深约 1 800m, 孵化后, 蚤状幼虫主动上升到表层继续发育^[16]。磷虾幼体密集分布于冰架冰缘海区和表层浮冰之下, 因为流冰群能为南极超大磷虾提供较丰富的营养和适宜庇护场所。

磷虾从带叉幼体时期起开始摄食^[16], 饵料种类除硅藻外, 还吞食原生动物及有机碎屑, 昼夜摄食并稳

定发育生长,自6~8月,每20d蜕皮一次,每天生长0.07mm^[17]。

成体和次成体磷虾分布广泛,成浓密大群的只见于群岛附近海区^[18]。成体磷虾为杂食性种类,饵料包括浮游植物、原生动物、原溞状幼虫和甲壳碎屑等^[14],终年摄食^[19]。

磷虾类中以南极超大磷虾数量最多,常与大拟樱磷虾和坚磷虾等混栖。今按冰架冰缘海区和开阔大洋海区而分,则3种磷虾每m²生物量,前者海区为1~68g,后者海区为10~100g。根据1983年春在威德尔海西北部用回声法和取样方法进行调查^[20],结果如表3。

2.2 南极海洋食物链

早春(10~11月)冰架冰缘海区季节性融冰开始,这时浮游植物和原生浮游动物大量繁殖,并出现水华。浮游植物优势种有短菱形藻和圆筛硅藻。原生浮游动物有多甲藻双鞭毛虫(*Peridinium dinoflagellates*)和铃形虫(*Tintinnids*)及纤毛虫(*Ciliates*)等。

桡足类分为草食性和肉食性两类。尖仿似哲水蚤和德拉基长腹水蚤属草食性桡足类,吞食硅藻和双鞭毛虫。南极真刺水蚤(*Euchaeta antarctica*)系肉食性桡足类,主要以草食性桡足类为食。如南极真刺水蚤的雌性成体或发育后期均以德拉基长腹水蚤为主要饵料。

磷虾类系杂食性类型,其饵料种类包括浮游植物、原生动物、后溞状幼虫和腔肠动物等,随着个体发育饵料有所变化。如晶磷虾(*Euphausia crystallarophias*),体长5.5~7.5mm带义个体和28~33mm后期幼体两个阶段均以硅藻、原生动物、后溞状幼虫等为主,但浮游植物更多出现于带义个体阶段,而铃形虫和后溞状幼虫更多出现于后期幼体阶段。带义幼体吞食小型桡足类,而后期幼体则吞食大型桡足类尖仿似哲水蚤。

南极海洋因环境特殊,鱼类种类稀少,仅约100种左右,大部分种类的饵料均以南极超大磷虾为食。以资源较丰富的南极琥珀灯鱼(*Electrona antarctica*)为例,该种主要捕食超大磷虾,还有南极真刺水蚤和德拉基长腹水蚤等^[14]。

南极海域为鲸类主要索饵场,其索饵对象主要为超大磷虾。例如蓝鲸(*Balaenoptera musculus*)饵料种类为磷虾、鱼类、枪乌贼等,有人估计蓝鲸日食磷虾1t^[1]。

可见,南极海域食物链为:浮游植物-原生动物-桡足类-磷虾-鱼类-鲸类。

3 结语

南极海区经半个世纪以上调查,未发现环境突兀变化,极地海洋渔业环境相当稳定。从南极海区食物链看,超大磷虾位居重要环节,当南极海区渔业生物资源为人类服务时,无疑超大磷虾将起巨大作用。

参 考 文 献

- [1] 沈汉祥,李善勋,唐小曼,等. 远洋渔业. 海洋出版社,1987. 447~456
- [2] Jason H. Middleton, Stella E. Humphries. Thermohaline structure and mixing in the region of Prydz Bay, Antarctic. Deep-Sea Res., 1989, 36(8): 1255~1266
- [3] Eddy C. Carmack. A quantitative characterization of water masses in the Weddell Sea during summer. Deep-Sea Res., 1974, 21(6): 431~443
- [4] Eddy C. Carmack, Theodore D. Foster. On the flow of water out of the Weddell Sea. Deep-Sea Res., 1975, 22(11): 711~724
- [5] Stanleg S. Jacobs, Anthony F. Amos, Peter M. Bruchausent. Ross Sea oceanography and Antarctic bottom water formation. Deep-Sea Res., 1970, 17(6): 935~962
- [6] T Whitworth. Zonation and geostrophic flow of the Antarctic Circumpolar Current at Drake Passage. Deep-Sea Res., 1980, 27(7): 497~507
- [7] Theodore D. Foster, Jason H. Middleton. The oceanographic structure of The eastern Scotia Sea - 1. Physical oceanography. Deep-Sea Res., 1984, 31(5): 529~550
- [8] David M. Nelson, Walker O. Smith, Robin D. Muench, et al. Particulate matter and nutrient distributions in the ice-

- edge zone of the Weddell Sea; Relationship to hydrography during late summer. *Deep - Sea Res.*, 1989, 36(2): 191~209
- [9] David L. Wilson, Walker O. Smith Jr, David M. Nelson. Phytoplankton bloom dynamics of the western Ross Sea ice edge - 1. Primary productivity and species - specific production. *Deep - Sea Res.*, 1986, 33(10): 1375~1387
- [10] Victor Smetacek, Renate Scharek, Louis I. Gordon, et al. Early spring phytoplankton blooms in ice platelet layers of the southern Weddell Sea, Antarctica. *Deep - Sea Res.*, 1992, 39(2): 153~168
- [11] Sayed Z. El - Sayed, Douglas C. Biggs. Osmund Holm - Hansen. Phytoplankton standing crop. Primary Productivity and near - surface nitrogenous nutrient fields in Ross Sea, Antarctica. *Deep - Sea Res.*, 1983, 30(8): 871~886
- [12] David L. Garrison, Kurt R. Buck, Marcia M. Gowing. Winter plankton assemblage in the ice edge zone of the Weddell and Scotia Seas; composition, biomass and spatial distributions. *Deep - Sea Res.*, 1993, 40(2): 311~338
- [13] Thomas L. Hopkins, Joseph J. Torres. Midwater food web in the Vicinity of a marginal ice zone in the western Weddell Sea. *Deep - Sea Res.*, 1989, 36(4): 543~560
- [14] Thomas L. Hopkins, Thomas M. Lancraft, Joseph J. Torres, et al. Community structure and trophic ecology of zooplankton in the Scotia Sea marginal ice zone in winter (1988). *Deep - Sea Res.*, 1993, 40(1): 81~105
- [15] R R. Makarov. Larval Distribution and Reproductive Ecology of *Thysanoessa macrura* (Crustacea: Euphausiacea) in the Scotia Sea. *Marine Biology*, 1979, 52(4): 377~386
- [16] N M. Voronina. An Attempt at a Functional Analysis of the Distributional Range of *Euphausia superba*. *Marine Biology*, 1974, 24(4): 347~352
- [17] Kendra L. Daly. Overwintering development, growth, and feeding of larval *Euphausia superba* in the Antarctic marginal ice zone. *Limnology and Oceanography*, 1990, 35(7): 1564~1576
- [18] Edward Brinton. The oceanographic structure of the eastern Scotia Sea - III. Distributions of euphausiid species and their developmental stages in 1981 in relation to hydrography. *Deep - Sea Res.*, 1985, 32(10): 1153~1180
- [19] P P. Hamner, S W. strand, R W. Gilmer. Behavior of Antarctic krill, *Euphausia superba*: Chemoreception, Feeding, Schooling and Molting. *Science*, N. Y., 1983, 220: 433~435
- [20] Kendra L. Daly, Michael C. Macaulay. Abundance and distribution of krill in the ice edge zone of the Weddell Sea, austral spring 1983. *Deep - Sea Res.*, 1988, 35(1): 21~41