

南极磷虾渔业现状与展望*

KRILL FISHERY IN THE SOUTHERN OCEAN-ITS PRESENT AND FUTURE

王 荣 孙 松

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

磷虾在分类地位上属甲壳动物纲 (Crustacea)、磷虾目 (Euphausiacea)。全世界共有 85 种,全部生活在海洋里,营浮游生活。个体较小,一般仅为十到几十毫米,是海洋浮游动物中一个重要类群。生活在南大洋的磷虾有 7~8 种。人们称作南极磷虾 (Antarctic krill) 的通常是指其中的大磷虾 (*Euphausia superba* Dana)。成体大磷虾的体长约为 50~60mm,体重约 1g,尽管个体较小,但生物量庞大。鱼类、鸟类、海豹和须鲸都以它为生。近一二十年来南极磷虾成为南极研究的重点和热点,不仅因为它是南大洋生态系统中的关键生物 (Key organism) 更重要的是它有可能成为人类可以利用的最大的蛋白资源。

对南大洋中庞大的磷虾资源的认识可追溯到早期的捕鲸年代,当时的捕鲸者就是根据这种小红虾的出现去追踪鲸鱼的。而把它当作一项渔业资源、并进行开发利用研究则是 60 年代以后的事。由于传统渔业资源的利用渐趋饱和,特别是 200 n mile 专属经济区的提出,使的一些远洋渔业发达的国家不得不为他们的远洋渔业船队寻找新的出路。南极磷虾也就自然而然地成为渔业经营者的首选目标。不仅因为资源量大,而且也因为它分布在国际水域,不受 200 n mile 专属经济区的制约。60 年代 初前苏联先试捕,随后日本、波兰、德国、智利

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2626 号。

等国也相继开展开发利用研究。到 70 年代初已形成小规模商业捕捞。年产量逐年上升,至 1982 年达历史最高产量 528 000t(图 1)。以后由于市场等原因产量有所下降,在 80 年代后期至 90 年代初产量仍维持在 300 000~400 000t。产量中的 90% 为前苏联所捕。苏联解体后,前苏联的成员国的磷虾渔业暂停,产量骤减。近几年日本仍维持小规模捕捞,每年约 50 000~60 000t。我国台湾省于 1977 年开始曾多次派船去南大洋试捕磷虾,并研究产品的利用。

目前南极磷虾渔业处于暂时停滞状态。原因是多方面的。从科学角度看,作为渔业科学管理基础的有关南极磷虾资源和生物学的许多方面目前仍然是不清楚的。比如,资源量到底有多少?寿命有多长?自然种群的结构如何?每年可以捕多少?... 经过几十年的研究,特别是 1977 年以后长达十多年的 BIOMASS (Biological Investigation of Marine Antarctic Systems and Stocks) 国际合作计划的执行,获得了大量资料,认识有所提高,但还远不能为渔业管理提供科学依据。因此,海洋生物学家不赞成在这些基本问题搞清楚以前就开始大规模商业捕捞。尽管现在的产量只有几十万吨,如果是集中在某个局部地区也会造成该地区生态系统的破坏。对南极生物资源的利用是有过沉痛教训的。在本世纪初(1904),南大洋的鲸类资源大约为 980 000 头,经过半个多世纪的捕杀,按从总生物量计算减少了 84%(图 1)。由于鲸类寿命长,短期内资源很难恢复。所以前苏联在捕磷虾上受到很大的舆论压力。从技术角度看,南极磷虾渔业当前最大的技术难题是渔获物的快速处理。由于磷虾体内含有很强的自身消化酶,渔获物必须在几小时内处理完毕,不然渔获物将变质。南极磷虾是高度集群性动物,一旦发现虾群,网产可达数十吨。一般拖网船没有这么大的处理能力。从经济方面看,成本高是重要限制因素,特别是对发达国家。尽管存在着各方面的问题,对于人口膨胀、食物短缺的当今世界,南极磷虾渔业仍然是有着无限前景的。下面将就南极磷虾渔业所涉及的主要问题加以讨论。

1 资源

大磷虾的资源量,根据不同方法有不同的估计。比如,可以根据初级生产力推算,可以根据大磷虾捕食者的食量去推算,也可以根据大磷虾幼体的密度去计算,当然最好的方法是直接测定大磷虾的生物量。直接测定可以用拖网取样的办法,也可以用声学方法。已有的估计值可以相差两个数量级,从几万吨到几百万吨。在

BIOMASS 计划之前,较普遍接受的估计值为 $10\sim 20\times 10^6\text{t}$ 。BIOMASS 计划执行期间,搞了两次大规模海上考察,在大磷虾的主要分布区用声学方法对资源量进行了测算。测算结果为 $6.5\sim 10\times 10^6\text{t}$ 。

这一数字是迄今唯一建立在实测基础上的估计值,但也不是绝对的。首先,在磷虾资源声学评估的方法上,目标强度(Target strength)这一重要参数的确定还没有很好地解决。目标强度取决于许多因素,如体长、姿态和生理状态等。BIOMASS 测算结果就曾因目标强度的修正而改变多次。这方面还有待今后加强研究。另外,更重要的是磷虾资源量有很大的年际变化。这是由磷虾资源的本身性质决定的,也是南大洋环境条件的较大年际变化所决定的。再者,BIOMASS 的测区范围较小(仅为南大洋面积的 1/8),分布区的改变也会造成测定结果的变化。有人认为,至少连续调查一个太阳黑子活动周期(约 11 a)才能对磷虾资源的变化有所了解。

2 最大可捕量

最大可捕量不仅取决于资源量,即现存量(Standing stock),还取决于资源的更新速度。因为现存量是多年积累起来的。确定年最大可捕量首先要确定资源的年更新率,或年生产量。而后者是由大磷虾的平均寿命决定的。Ikeda(1985,1987)曾在澳大利亚南极局的实验室里将捕获的当年虾饲养了 7a 之久,从而证实大磷虾可以活到 8a 或 8a 以上。由于南大洋严酷的自然条件,种群里绝大多数的个体活不到这样长。甲壳动物的年龄鉴定迄今仍无好的办法,所以有关大磷虾自然种群的年龄结构目前知之甚少。Siegel(1987)借助体长频数分布分析发现,在大西洋区种群内最多有 6 个年龄组(包括当年幼体),最大的年龄组为 5+ 龄。Hosie(1988)用同样的方法发现,在印度洋普里兹湾地区,种群内最多有 5 个年龄组,最大者为 4+ 龄。他们只给出了自然种群内可能有的年龄组数,并未给出各年龄组强度的概念。

王荣、鲁北伟(1995)应用分布混合分析方法,依据体长频数分布资料,对普里兹湾地区种群的年龄组成和各年龄组的强度做了分析。初步估计的大磷虾成体平均年龄为 3.7 岁。为了简单,假定大磷虾资源的更新周期为 4a,总资源量取值 $8\times 10^6\text{t}$,则资源每年更新 $2\times 10^6\text{t}$ 。人类大体可以利用其中的 1/4,也就是 $5\times 10^5\text{t}$ 。

关于最大可捕量,有这样一种较为流行的提法。本世纪初南大洋的须鲸资源量为 $43.09\times 10^6\text{t}$,现在仅存 $7.05\times 10^6\text{t}$,减少了 $36.04\times 10^6\text{t}$ 。须鲸对磷虾的需求量也相应地减少了 $146.8\times 10^6\text{t}$ 。这部分“过剩的”磷虾人

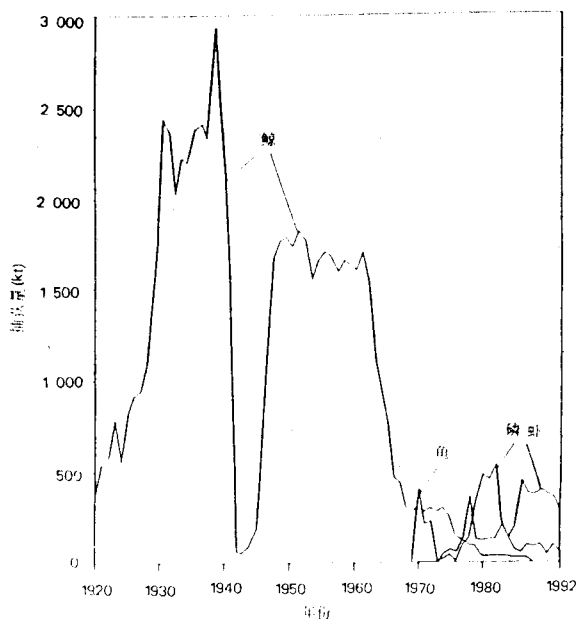


图1 鲸、鱼、磷虾的年捕获量统计

类利用一半的话就是 $73.4 \times 10^6 \text{t}$ 。这与上面的估计非常接近。应当指出,这些都是估计与推测,还缺少充分的科学依据。

3 渔场

南大洋的面积为 $3\,600 \times 10^4 \text{km}^2$,其中 52% 的海域内有大磷虾分布,但密集区多在冰沿、陆坡和锋面地带。大磷虾是高度集群的浮游动物,即使在密集区内也不是什么地方都可以捕到虾。它的分布特点是,密集区 (Concentrations) 由大片的集群 (Schools) 构成,集群内又分成许多大小不等的虾群 (Swarms),虾群内也不是均匀的,而是成斑块 (Patches) 状分布。美国的 MELVILLE 考察船曾在象岛 (Elephant Island) 以北发现一个特大虾群,长 10 n mile,宽 3 n mile。声学方法测算生物量约为 $100 \times 10^4 \text{t}$ 。

当前渔船的作业区大体有 4 处 (图 2): 1. 南极半岛地区, 2. 南乔治亚岛近海 (南大西洋), 3. 恩得比地近海 (南印度洋), 4. 威尔克斯地近海 (南印度洋)。前苏联的船队集中在前两处作业,因此过去的产量主要来自大西洋区。渔场除决定于密集区的位置外,海冰是一个重要制约因素。在南大洋作业的拖网渔船没有破冰能力,也不需要破冰能力,否则作业成本会更高。因此渔场必须是无冰区。所以渔场往往是在磷虾密集区与无冰区重合的海域,即冰沿地带。根据海冰的分布和季节变化,南大洋可划分为三条带: 无冰带,季节性冰带,和永久性冰带。

带。它们在南大洋所占面积为: 无冰带 10%, 季节性冰带 50%, 永久性冰带 40%。季节性冰带在 8~10 月海面完全冰封,在 2~3 月冰覆盖则完全消融。南极磷虾主要分布在季节性冰带,因此不同月份渔场位置也不同。

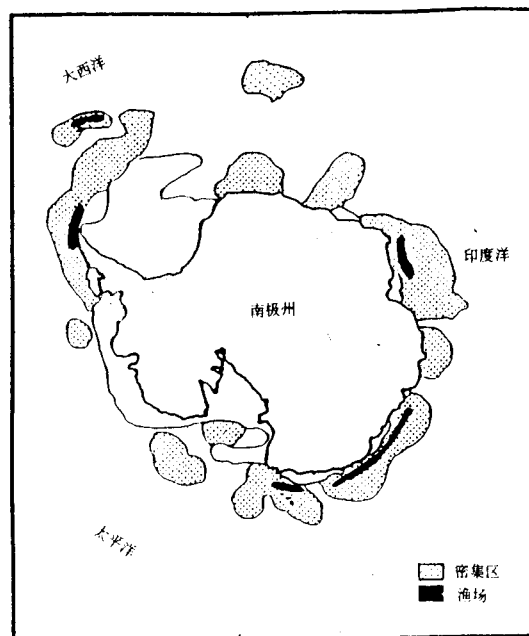


图2 磷虾的渔场位置

大磷虾的成体分布在 200 m 以上,虾群主要分布在几十米水层,有时可以达到表层。图 3 是 1985 年“向阳红 10 号”在乔治王岛以南由探鱼仪记录的虾群影像。虾群有昼夜垂直移动,即虾群栖息的水层有昼夜变化,白天上升,夜间下降。

4 渔期

渔场受海冰的制约因季节而变,渔期则随渔场而变。在印度洋区,因密集区范围较窄,主要在陆架边缘和陆坡区,冰区扩大时无渔场可言,渔期也自然集中在夏季的 1~3 月。在大西洋区大磷虾的密集区分布范围广,从季节性冰带的北沿到南沿。北从南乔治亚岛近海南至南设得兰群岛以北海域都是渔场。渔期因地而异。从 12 月到翌年 4 月基本上是在南设得兰群岛至象岛一线的陆坡区; 5~6 月则移至南乔治亚岛近海。

5 渔具与渔法

目前在南大洋作业的渔船全部使用中层拖网,单船

作业。渔船大多是3 000~4 000t级的尾滑道式渔船,都备有渔获物处理与冷藏设备。网具与通常的中层拖网不同是它有三层网衣:最里面的内网网目为10 mm,是捕磷虾用的,中间一层是中等网目的承重网,最外面一层是更大网目的承重网。为发现虾群所使用的探鱼仪的工作频率一般为120或200 kHz。虾群稳定,移动缓慢,一旦发现虾群可连续作业。产量最高可达每28t/h。在发现好的渔场后,往往是根据渔获物处理能力定捕捞量。通常每网的渔获量为10 t。在虾群密集的海域15min即可拖一网。为了避免磷虾在网内被挤碎和限于船上的加工能力,一般不再加大每网的捕获量。如果每网的捕获量少于3 t或每天的捕获量少于50 t,那么渔船将寻找新的渔场。船队尽量避免在磷虾正在捕食的区域进行捕捞作业,因为这时捕到的磷虾呈绿色,吃起来有一种“草味”。日本渔船将磷虾分成“透明虾”和“红虾”两种,前

者肉质结实,而且看起来新鲜;红虾则肉质松散、易碎。捕捞过程中经常遇到的一个问题是拖上来的磷虾中经常伴有大量的被囊类或幼鱼,它们经常与虾群混在一起,很难从探鱼仪的映象上将它们与磷虾区分。

6 渔获物处理与产品利用

磷虾体内含有活性很强的消化酶,这些酶在磷虾死后会立即将身体组织分解,因此在磷虾被捕获后必须立即进行加工。如果捕获到的磷虾是作为人的食品,那么在磷虾被捕获后的3h内必须加工完毕;如果是作动物饵料,则必须在10h内加工完毕。由于捕获的虾必须立即进行加工,因此无法使用加工船或陆地上的加工设备,整个加工过程必须在拖网船上完成。

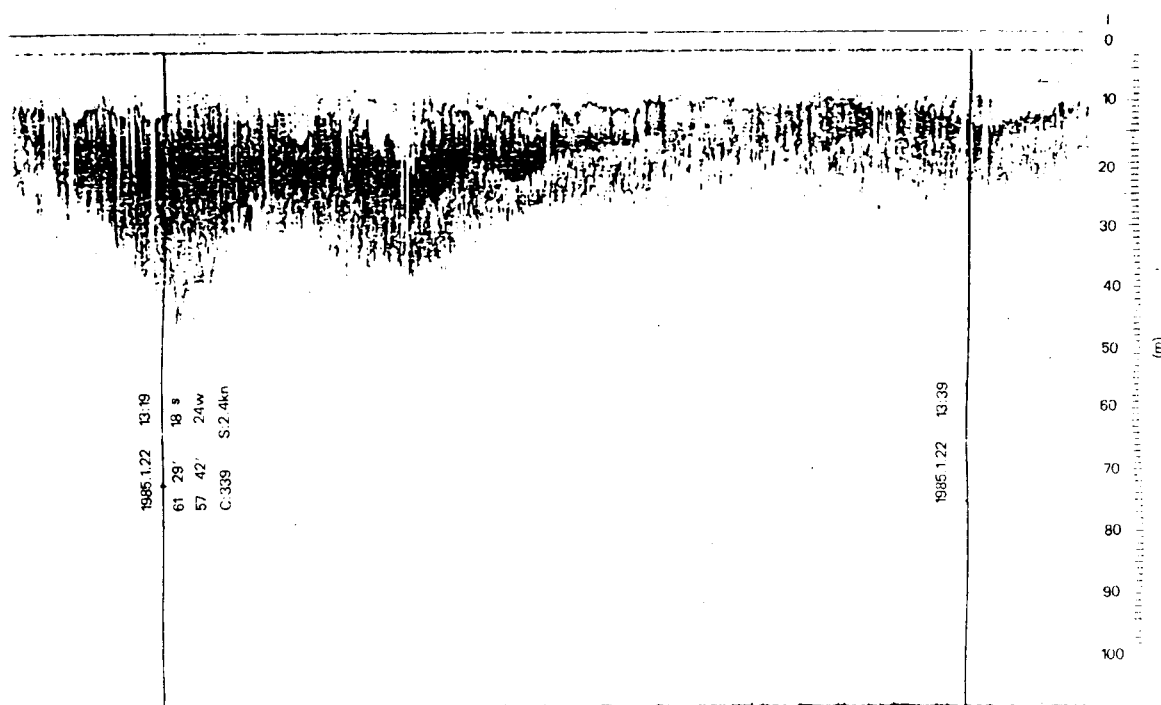


图3 “向阳红10号”1985年1月20日在家岛以北由探鱼仪所记录的虾群影象

磷虾的壳有很强的富集氟的能力,是海水中氟含量的3 000倍。整体磷虾的氟含量比联合国食品和药品管理委员会规定的标准高出40多倍。然而磷虾肉内氟的含量很低,在允许范围之内。但在磷虾死后氟会很快渗透到虾肉中。因此,渔获物必须立即进行脱壳处理。作者参观过一条德国试捕船,他们的处理程序是:搅碎

→脱壳(将肉糜与虾壳分离)→离心(脱去水分和消化酶)→压榨→板冻机速冻→包装冷藏。产品是浓缩了的虾肉糜,供进一步加工。

如果作为动物饲料的虾粉氟的含量超标,可与其他鱼粉混合使用,否则不能作为猪和其他家禽的饲料。对有些珍贵毛皮动物,例如貂等,利用磷虾饲养后其组织

中氟的含量没有明显增高。对那些在自然状态下其食谱中就包括南极磷虾的动物,例如鱼类、企鹅和海豹等,它们都能很好地处理氟的能力。首先在市场上出售的南极磷虾产品是虾糜(Past),这种食品自70年代末开始在前苏联市场上出现,其后人们开始生产虾酱、虾蛋白,虾球,虾肉香肠等,以及用作食品添加剂。尽管存在氟含量的问题,但在远东整虾的销售仍有很大的市场。这些磷虾一般是用速冻或先蒸后冻进行保鲜的。在日本,已经怀卵的雌磷虾具有很大的市场,被认为是味道最为鲜美的甲壳动物。整虾也被用作动物饲料和钓鱼用的鱼饵,但在日本一半以上的产品直接被人类食用。

去壳后的磷虾虾仁是最易被人们接受和最有价值的磷虾产品。磷虾脱壳技术由其他甲壳动物脱壳技术演变而来,目前已经能够生产出可被人们接受的虾仁,这些虾仁可用作食品添加剂或直接食用。滚桶脱壳法是由波兰和日本技术人员发展起来的一种磷虾脱壳方法,目前在船上每小时可加工500kg磷虾,成品率为10~25%。盐水虾肉被认为是一种最易被人们接受、并可取代其它虾肉的新型成品。如果磷虾虾肉能够作为其它虾肉的替代品并低价出售,那么它的市场占有率将会迅速提高。

南极磷虾也被用来加工成用于动物饵料的虾粉,而且目前已经能够生产出含氟量很低的虾粉,但从经济角度来看仍不合算,因为虾粉属低档次的原料产品,而生产成本却很高。目前只是作为其他高档磷虾食品生产过程中的一项副产品,有时是为了处理低档虾和过剩的磷虾。

在日本,南极磷虾在作为养殖饵料方面强烈地受到太平洋磷虾(*Euphausia pacific*)的竞争,后者在1991/1992的捕获量为108 000 t,几乎所有这些捕获物全被用作养殖饵料,以致于使南极磷虾难以插足饵料市场。

有人认为南极磷虾具有医药上的价值,波兰和前苏

联有文献称磷虾为健康食品,因其富含不饱和脂肪酸,可降低血液中胆固醇的含量,治疗动脉硬化。在磷虾体内发现了各种各样的有用化学物质,有几种经研究被认为具有商业开发的价值。磷虾渔业将来的发展趋势是对捕获的磷虾进行最大限度的综合利用,否则难以取得经济效益。日本渔船目前已经开始了对磷虾的综合加工。他们在生产高品质的虾仁的同时,利用剩下的废料生产养殖饵料,并从加工过程中所产生的废水中回收蛋白质。开发新产品、发展高效率的加工方法和资源的全面综合利用,将是提高效益的有效途径。

7 我国发展磷虾渔业的前景

我国近海渔业资源由于过度捕捞已呈现衰退现象,海洋渔业的出路在于向远洋发展。使我们高兴的是我国远洋渔业近年来有了较大的发展,在南半球已有几支船队在作业。结合其他渔业同时考虑利用南极磷虾的开发利用将不存在太多的技术困难。渔业公司考虑更多的是效益问题,即是否有利可图。这里举一个实际例子。5艘日本渔船1992/1993一个夏季在48.1, 48.2和48.3三个小区内共捕磷虾59 271t。单船产量为12 000t。以每吨价格为200美元计(相当于每公斤1.68元人民币),产值为 240×10^4 美元。效益应当是可观的。作者认为,在效益不能保证的开创阶段,国家给予适当的补贴是必要的。前苏联和日本就是这样做的。

我国人力资源丰富,劳动力成本相对较低,对发达国家讲磷虾渔业成本高、效益低,对发展中国家则是另一会事。由于人民生活水平提高,目前我国海产食品奇缺,连作为饲料的鱼粉也要大量进口。在近海渔业资源衰退,某些传统资源已经破坏的情况下,我国应该考虑南极磷虾的利用了。至少作为一项开发研究或技术储备也应当有所行动了。