

海洋底栖生物研究概况

崔玉珩 唐质灿 徐风山

(中国科学院海洋研究所)

底栖生物是栖息在海底和近底层水域中的生物。这些生物同周围环境发生密切联系,在海洋物质循环中起着一定的作用。有些底栖生物,如某些虾、蟹类和贝类等,历来就是捕捞的对象。所以底栖生物的研究,既是海洋科学研究的组成部分,又是渔业资源研究的一项内容。

海洋底栖生物的研究,内容也同浮游生物一样,涉及生态学的各个方面,主要是种类组成、区系性质、数量分布、季节变化、群落结构和生产能力(或能量转换)及其与环境因素的相互关系。

由于底栖生物取本身固有的困难,有关底栖生物方面的知识累积,进展较为缓慢(McIntyre, 1971)。就取样手段而论,采泥器和网具仍被视为基本工具,水下照像和水下电视等技术的应用,不过是一种辅助手段。轻便潜水工具用于水下观察,仅适于在20—30米以内的浅海,而且不能在广阔海域中进行大量取样。所以到目前为止,虽说世界各海域的底栖生物差不多都已作过不同程度的研究,但工作深入的程度不同,其中进展较好的是底栖生物生产力和群落结构的研究。根据渔业生产的需要所进行的经济种个体生态学的研究也有所进展。

底栖生物生产力的研究

本世纪初期, Peterson 对丹麦近海的底栖生物作了定量研究,目的是通过“生物量”或“现存量”的测定资料来估算底食性鱼类(比目鱼)的产量。这是从生态学角度研究底栖生物数量问题的开端。此后,不少生态学工作者

对世界各海域的底栖生物进行了广泛的研究,积累了大量资料。在此基础上,有人估算了整个海洋底栖生物的总现存量为 6.6×10^9 吨(Zenkevitch, 1963)。

但是,对于了解底栖生物在海洋物质循环或能量转换中的作用和估计经济鱼类的产量(不是捕捞量)来说,研究底栖生物在一段时期(例如一年)中积累有机物质的速度——生产力或生产率是十分重要的。近一、二十年中,底栖生物生产力的研究已有了显著的发展。

所谓“生产”,包括个体增多(繁殖)和增大(生长)两个方面。因此,生产量的估算是从繁殖以后开始的。一种方法是逐阶段计算各个种的增长量(平均增长量乘个体数),全年生产量是各个阶段计算数字的总和。另一种方法是将两次调查生物量增长额加上在此期间由于各种因素造成的损失量。损失量的计算,同样也可以按这两种方法取得,所以此种估算方法的本身也可以区分为两种方式。对于生活周期较长,一年不能完成生长过程种类,尚需按不同年令组分别估算。Brikett(1959)研究北海蛤蜊属(Mactra)生产量时,就是这样做的。

研究生产力的基础是对有关种类的生物学特性(生长、繁殖、生活周期等)有所了解。目前,对底栖生物中很多种类的生物学特性了解得还不太多,底栖生物生产力的研究还局限于一特定生境中明显居优势的种类。Sanders(1956)研究了长岛滩两种多毛类的年产量,Reichards 和 Rebeg(1967)研究了同一海域的其他种类的产量,Peer(1970)估算了 St. Margaret 湾笔帽虫(Pectineria)生产量、死亡率

和生物量的变化, Miller 和 Mann(1973)记述了一种海胆 (*Strongylocentrotus*) 的生产量及其他成分, Burke 和 Mann(1974)估算了几种软体动物的生产量。

如果说生物现存量(或生物量)的调查是开发、利用该类生物资源的必要基础,那么要科学地、合理地利用这些资源就必需探讨这些再生性资源(生物资源)的补充能力(生产力)。这也是生态学研究由浅入深的发展过程。在底栖生物领域内,尚需作很大的努力。在这方面,不但方法上有待完善,而且还需要积累数量上占重要地位的种之生物学资料。

在海洋底栖生物生产力研究中,探讨生产量和生物量(现存量)之间的关系(即 P/B) 是另一方面的内容。这项研究是运用现有的生物量资料去估算生产力。这一工作尚在探索之中。初步发现, P/B 值的高低,同生物生活周期有关。生活周期较短(一年或更少)的, P/B 比值较高, 双眼钩虾 (*Ampelisca*) 为 5 (Sanders, 1956), 滨螺 (*Littorina*) 为 4.11 等。生活周期较长的 P/B 值较低, 白樱蛤 (*Macoma*) 为 1.53, 海螂 (*Mya*) 为 2.54 (Burke 等, 1974)。长岛滩的一种多毛类和两种双壳类的 P/B 值, 分别为 1.94 和 2.28。由于寒温带同热带海域生物的寿命有很大差别, 有人取其均值, 用以估算整个海洋底栖生物生产量为现存量的一倍, 即 13×10^9 吨/年 (Mann, 1976)。

底栖生物群落研究

生物群落的研究内容包括群落组成及其稳定性和多样性、演化、营养阶层、能量转换等。这是一项基础性研究, 可以为认识海洋环境的特点、合理开发海洋生物资源以及预告环境质量等, 提供科学依据。

海洋底栖生物群落的研究, 是丹麦人 Peterson 在本世纪初开始的。最初他只把生物群落作为统计单位, 沿用了陆地植物生态学的概念, 将具有稳定成分的生物总体称谓“生物群落”, 并以优势种作为群落的名称。半个多世

纪以来, 大部分从事海洋底栖生物研究的生态学家, 基本上遵循着 Peterson 的原则, 这就是所谓“优势种学派”。这个学派在底栖生物的研究中有较大的影响。在寒、温带海域生物组成较简单, 而且有少数几个种在数量上占绝对优势, 甚至在取样过程中就可以区别群落的特点及其分布范围或生境 (biotope)。在热带和亚热带海域, 底栖生物的组成极其复杂, 而且往往没有占突出优势的少数种类, 群落之间的界限有时也很不明显, 在直观上辨别生物群落有一定的困难 (Thorson, 1966; Parker, 1964, 1975; Hessler 和 Sanders, 1967)。因而自 60 年代初期起, 一些从事热带、亚热带海域研究的生态学家 (Gamulin-Brida, 1962; Gamulin-Brida 等 1967), 相继引用了另一派陆地植物生态学研究中所用的生物群落和生境结合分析的方法, 在研究中, 使用了相关系数、相似性、种类群聚和多样性等概念, 将野外调查时所得的生态学资料进行数学处理。这是近年来发展起来的“统计学派”, 发展的速度较快。

生态学资料的数学处理, 是一项十分繁杂的工作, 电子计算机技术的运用不但在较大程度上克服了这一缺点, 尚可为综合分析历史资料提供了方便, Parker 在加利福尼亚湾和大陆坡无脊椎动物生态学研究 (1964) 及其以后的研究 (1975) 中, 运用了电子计算机技术。将取样站和种类的有关资料分别编成卡片, 贮入电子计算机中, 在较短的时间内取得了用手算需花费大量时间才能取得的数据。在研究群落中种的多样性 (种类组成及总生物个体数量在各个种之间的分配) 方面, 也引用了信息论的手段。这一学派的特点是生态学和统计学相结合, 有些研究工作, 本身就是由生态学和统计学工作者结合起来进行的, 例如, Stephenson (动物生态学), Williams (植物生态学) 和 Lance (统计学) 共同进行的 Moreton 湾大型底栖动物的研究 (1970)。而 Stephenson 等 (1972) 还将这种方法运用到西北欧水域, 对 Peterson 的早期原始资料进行了分析。他们的“重量”和“数量”分类都证实了 Peter-

son 的群落,但也有明显的不同。

当前,在环境质量预报工作中,把生物群落的多样性作为指标之一(Swarty, 1972)。这主要适用于生活污水等有机物污染方面。生态学模拟,也是在此基础上发展起来的。

应当指出的是,到目前为止,用数学方程式来表达生态学概念,不论在理论上或是在实践中,都还存在着一些不同的看法。而不同数学方程式所得结果也不尽相同。

主要(经济)种类个体生态学研究

底栖生物中,有些是经济价值较高,作为人们食品的种类。研究这些种类的生态学及其与环境的关系,可以为拟定合理开发方案和预报它们的捕捞量提供科学依据。其中以经济价值较高的虾类方面研究工作较多。

1. 对虾科(Penaeidae):有些对虾科的种类,体形大、生长快,大都在沿岸和河口水域生活或集群,便于捕捞,所以在虾类渔业中占相当重要地位。目前全世界对虾捕捞量每年约35万吨。已进行不同程度研究的有对虾属,仿对虾属、新对虾属、鹰爪虾属、赤虾属和管鞭虾属。研究工作较多的有美国、澳大利亚、印度和日本等。

美国大西洋沿岸水域(主要是墨西哥湾)产量较大的有三种对虾:白对虾(*Penaeus setiferus*),褐对虾(*P. aztecus*)和红对虾(*P. duorarum*)。前两种属广盐性,在正常盐度的海水中产卵繁殖,幼虫进入河口和低盐水域。Gunter(1964, 1969)通过研究发现在得克萨斯水域,白对虾的数量与降雨量呈正相关。沿岸水被稀释,有利于能适应10‰低盐环境的白对虾幼虾的发育;而褐对虾则没有这种情况。在路易斯安外海海域,迳流量和盐度的变化,对白对虾和褐对虾都没有关系。这一海域的白对虾与得克萨斯者不属同一种群(Gunter, 1964),它已经适应了较高的盐度条件。Berry 和 Baxter 研究了褐对虾后期幼虫和仔虾的数量与其捕捞量的关系问题。Hoerl andt(1969)研究了红对虾生活史以后,发现其幼虫从海中迁

向沿岸咸淡水水域,新虾长成以后又回到40—55米深度的软泥海域。此种虾的最适宜盐度范围是5—34‰。作者还发现,同一种的相似发育阶段,在非洲比美洲沿岸海域者大些。Williams(1969)研究了美国对虾的各年捕捞量,发现同该年的温度有关。在暖年,捕捞量就高,反之,则较低。

2. 进行过研究的其他虾类:①褐虾(*Crangon crangon*),属褐虾科(Crangonidae),分布于暖温带海域。西北欧海区的工作做得较多。Tiews(1954)发现,该种在德国的捕捞量与水温相关。Boddeke(1968)发现,在荷兰海域二月份水温同十月份捕捞量为负相关。Driver(1976)将英国西海渔业区30年的气温、降雨量资料及褐虾和捕食性鱼类的捕捞量资料用电子计算机技术加以处理,并根据以上四个因素设计了褐虾捕捞量预报公式,取得了较好效果。

②*Pandalus borealis* 和 *P. jordani*, 属长额虾科(Pandoridae)。Ivanov(1969)报道:在白令海冬季低温是 *P. borealis* 分布的限制因子,在阿拉斯加海域,复杂的地形和海底沉积物对其分布有重要意义,并发现此种密集区是在不同水团的交汇处。

③美洲螯龙虾(*Homarus americanus*),属螯龙虾科(Homaridae)。这是美国从事大量捕捞寿命较长的大型虾类,捕捞量占美国虾类的15%。Cooper等(1971)以标志放流方法对其洄游路线进行了研究,查明该种繁殖时期要求高温,在春末夏初,从大陆架斜坡向沿岸水域洄游。秋、冬季返回700米深度的海域越冬。

④龙虾科(Panlinuridae),龙虾是体型较大的虾类,主要分布于热带、亚热带海域。进行过这方面研究的有东南亚的泰国、澳大利亚、印度、南非、美国和日本。Chettleborough 和 Philips(1975)研究了澳大利亚的长足龙虾(*Panlinus longipes*),认为其种群补充同以下因素有关:(a)下沉期幼虫的密度,(b)同一海域前一年下沉期幼虫的密度,(c)饵料种密度的变化和(d)捕食性动物

密度的变化。幼虫过多时，对其资源补充并没有多大意义。因为这加剧了种内的食物竞争，从而增大了死亡。只有适度的幼虫补充，对维持一定水平的资源量才有意义。

经济虾类个体生态研究中，除调查其生长、发育和集群、洄游等习性外，尚从事预报捕捞量的研究工作。这方面多着重于探讨环境因素与各期幼虫的关系。注意力一直是放在温度、降雨量（径流量）等无机环境因子方面。最近几年，探讨有机环境（生物）的影响也在进行中。注意的因素主要是肉食性鱼类和前一时期亲虾繁殖种群的捕捞量。

3. 软体动物经济种类的研究主要是河口水域生活的种类。如 Godcharles(1973) 对美国佛罗里达沿岸的四种双壳类进行的研究。单壳类的鲍鱼，主要是新西兰、澳大利亚和日本做了一些工作。对北太平洋的蛾螺也进行了专题研究。总起来说，这方面的研究还不如虾类研究的广泛和深入。

大洋和南极水域底栖生物的调查，在探讨海洋动物起源和海域历史方面是有意义的。自五十年代以来就为丹麦、美、苏等国家的研究机关所注意。但是，海洋生物资源主要分布于大陆架范围之内的浅海海域，从开发海洋生物资源的角度出发，底栖生物研究的重点，一直是在陆架海域及一些海湾水域。象我国黄、东海这样的陆架海域，范围广阔，地域上介于温带与热带海域之间，大洋水（黑潮等）和沿岸水对其均有强烈影响，因此底栖生物的成分极其复杂。在各种捕食性鱼类取食活动的影响下，象生活周期短的对虾科各属，长臂虾科、某些小形蟹类、虾蛄类的种类以及一些小形双壳类、后鳃类等，都有明显的季节变化。深入研究黄、东海区底栖生物的组成、分布、变化和生产能力，对于了解底食性鱼类资源，对于维持较高和稳定的经济虾类的捕捞量都具有重要意义。无疑的，这应成为我国底栖生物研究的重要内容之一。

海洋浮游生物研究的主要动向*

王 荣

（中国科学院海洋研究所）

海洋浮游生物的研究，不论过去和现在，在海洋生态学研究始终居重要地位。这主要是因为浮游生物是海洋生物世界中的主要成员，其数量之大、空间分布之广是底栖生物和游泳生物所不能比拟的。浮游生物广泛地参与着海洋中的能量转换和物质循环，海洋中的各种过程（如物理的、化学的、生物的、地质的等）无不与其发生着密切联系。同时，浮游生物是海洋中有机生产的基础。食物链（网）的第一环——由无机物到有机物的转化，几乎全部是由浮游植物来完成的（底栖藻类只占0.04%）。这些光合作用产品的绝大多数（近海80%，大洋100%）又是通过各类浮游动物

转化为可被人类利用的经济产品的。因此一个海区的渔业潜力取决于这个海区浮游植物进行光合作用的能力——初级生产力（以毫克碳/米³/天表示）和浮游动物等各营养阶层的生态转换效率。从发展趋势看，浮游动物本身也有可能成为重要的利用对象。浮游生物研究之所以受到重视还由于在其他一些方面的意义，如对海流和水团的指标作用，硅藻、双鞭毛藻、有孔虫等的尸骸作为微体古生物在沉积研究中

* 中国科学院海洋研究所邹景忠和肖贻昌同志曾对本文提出宝贵意见，特此致谢。