

海洋科学新动向

一、水域生产力及有关问题

曾呈奎

(中国科学院海洋研究所)

海洋科学是一门综合性很强的基础科学,有许多分支科学,如海洋水文气象学、海洋物理学、海洋化学、海洋地质学、海洋生物学,它们之间的相互关系很密切。对沿海国家来说,海洋多年来是交通运输的大动脉,又是保护国家安全的长城,也是“渔盐之利”的所在。目前世界海洋渔业年产量六、七千万吨。近年来海底矿产,特别是石油,引起了人们越来越大的重视;近海的油井供应世界上将近四分之一的石油和天然气,预计到1980年供应量将达到三分之一。由于海洋资源非常丰富,人们越来越多地把希望寄托于海洋,以解决人类对于高蛋白质食物,石油及其他物资的需要。国际间围绕着海洋权的斗争,特别是第三世界与苏美两霸之间的斗争越来越尖锐。海洋的重要性导致了海洋科学的迅速发展。近年来,海洋科学已成为世界四大科学之一,与原子能科学、空间科学和环境科学并列。

英明领袖华国锋主席在全国工业学大庆会议上的讲话中,重新提出了我们敬爱的周总理遵照伟大领袖和导师毛主席的指示,在第四届全国人民代表大会上所提出的宏伟目标,要在本世纪内,把我国建设成为全面实现农业、工业、国防和科学技术现代化的社会主义强国,使我国国民经济走在世界前列。海洋科学和我国其他重要科学一样,必须在本世纪内实现现代化,赶超世界先进水平,这是我国海洋科学工作者光荣而艰巨的任务。为此,我们就必须了解国际间海洋科学的动态,特别是近几年来的新的发展方向。因此,我们准备在本刊陆续介绍海洋科学的一些新动向,供海洋科学工作者参考。

本期介绍的是关于海洋水域生产力的一些新动向。

1. 水域初级生产力

海洋生产力的基础是海洋水域的植物,主要是浮游植物的光合作用活动,通过光合作用把无机碳固定、转化为碳水化合物的有机碳,这就是水域的初级生产力。为了适应在阳光到达的无边无际的海洋表层的生长,浮游植物必须是个体微小的单细胞植物,生命周期非常短促,有的一天分裂若干次。这些浮游植物在一定时间、地点的现场生物量很低,但一天、一月、一年的积累起来生产量却不小。以浮游植物为饵料的小型动物必须适应这种情况,因此食物网很复杂,要经过若干次的转移才能成为捕捞对象的鱼类及其他大中型动物的饵料。因此,调查研究海洋的初级生产力是调查研究水域的生物资源的第一个环节。

多年来,为了了解水域的初级生产力,人们使用特制网具收采海洋里的浮游植物,通过计算细胞的数量及重量,得出水域浮游植物的产量。这个方法迄今还继续用于海洋调查;为了得到准确的产量数字,人们要付出很大的劳力。因此,四、五十年前,人们就已开始利用浮游植物具有在光照下进行光合作用能力的特点,测定一定时间内一定水体的浮游植物在光照条件下释放氧气

的量,同时,为了比较,也测定同样水体在同样时间里,在黑暗条件下所消耗的氧,从而计算出产氧量,进一步转化为有机炭的产量。这个所谓“黑白瓶”方法节约了大量为了达到同样目的而进行的大量计算细胞数量、重量的时间,但是仍然很费时间,效力也不高。

四十年代末五十年代初期,丹麦科学家Sfeelman-Nielsen创造了利用放射性的碳-14方法,直接测定有机碳的固定。这个方法免除了“黑白瓶”方法的大量操作,用简易的同位素测定代替繁杂的Winkler测定氧含量的工作,还提高了精确度。国际间五十年代和六十年代初期的大量海洋调查,大部分采用了这个方法以测定水域的初级生产力。

利用比色方法测定叶绿素a的含量也同样可以计算出海洋浮游植物的光合作用强度,因为光合作用植物,不论是那一门类,包括所有的硅藻和甲藻,都含有叶绿素a,而且叶绿素a的含量在同样光照条件下是与光合作用强度和碳的固定量成正比例的。但叶绿素a测定初级生产力方法在提出的初期,还比较复杂,需要经过浮游植物的浓缩,叶绿素a的提取和比色仪上的比色,手工操作量很大,效力不高。1966年, Lorezen根据叶绿素的荧光和光谱特性的研究,研制了船用的叶绿素自动测定仪。这个方法大大提高了工作效力,已为许多现代化的海洋调查船所采用。1972年Duntley根据同样的原理研制了从地球卫星上测定海洋的叶绿素含量的装置;1974年Mamola等和O'Neil等分别研制了机载的激光叶绿素遥感装置。这些装置提供了快速的、连续的测定海洋叶绿素含量的方法,大大加速了海洋初级生产力的调查研究。

由于所采用的方法不完全一样,过去对海洋的初级生产力,也就是有机碳的产量的估计,差别很大,年产量从 19×10^9 到 135×10^9 吨碳,为陆地的 16.3×10^9 吨的1.17—8.28倍。1975年Platt和Subba Rao根据国际生物学规划(IBP)所进行的大量调查研究结果重新计算,得出海洋浮游植物的总生产力的估计为每年 31×10^9 吨碳,约为陆地生产力的两倍,并已绘制了全球的大致生产力分布图。

关于海洋底栖植物的初级生产力,目前还没有全球的总的估计,但根据已有的资料看,总产量也很可观。1975年Mann和Chapman指出,野生的巨藻类和海带类这些大型褐藻类的生产力很高,达到1—2公斤碳/米²·年,等于亩产1300—2600公斤的年产量,和生产力较高的热带雨林差不多。因此,海洋的有机物生产力为陆地的两倍以上。

2. 海洋的食物链

海洋的主要有机物生产者浮游植物被种类众多的浮游动物所摄食,这样,初级生产就转换为次级生产。1973年Cushing综合国际印度洋调查的大量资料和历史资料及实验数据,将整个印度洋每5°一个方格地分别统计和推算,得出初级生产到次级生产的转换率为2—34%,平均10%;也就是说,海洋里大致每10公斤浮游植物被摄食后转换成为1公斤浮游动物。浮游动物被摄食后,经过一次或数次的转换才成为捕捞对象的鱼虾等大中型动物。从浮游植物到浮游动物,再到鱼虾等捕捞对象这样链条般的联系就是食物链。

海洋食物链调查研究近年来的一次新动向就是要搞清海洋生态系统中的低营养水平生物即浮游生物,特别是浮游植物与物理、化学环境条件,包括正常的和被污染的海洋环境条件之间的关系,以寻找在不同条件下不同营养水平生物的能量转化。这就是浮游生物的营养动力学的研究,最终目的是要提出食物链的预报模型。这个模型很有意义,因为可以通过模型,根据引进的污染物的种类及极量,预测在一定海区一定时间内生物资源将受到的影响。这个目的,单纯依靠一般生物链调查是不可能达到的,而必需在进行一般调查的同时,还进行海面及实验室内的一系列生理生态研究,调查研究的项目包括浮游生物的化学成分,有机碎屑的分布及化学成分,和重金属(汞等),农药及石油产品等对生物的影响。为了了解污染物对海洋生物的长期影响,在美洲

西北岸近海近几年来开展了一个“控制生态系统污染实验”，作为“国际海洋十年”规划的一个项目。这项工作使用了许多直径为10米、深度为30米的庞大的塑料桶悬浮在海洋中，使桶内生物能在基本自然的条件下正常生长，并根据实验的要求定期加进某些污染物，观察桶内生物种群及其数量的变化，从而确定污染物对生物生长发育的影响。

3. 人工上升流的生物生产

众所周知，海洋的自然上升流把深海的丰富营养盐类（硝酸盐、磷酸盐等）带到表层有光带，使这里的浮游植物得到大量生长的机会。世界上许多著名渔场，如秘鲁的渔场，都处于上升流的海域。人工上升流就是用人工方法把深海的高肥海水提到表层，用肥水培养生物，提高生产力。这是一项很有意义的提高水域生产力的新动向。

这个实验是在美国东部热带海洋的伐亚琴群岛的圣十字岛进行的。为了抽取深海的肥沃海水，在礁盘区安装了一条内径为35厘米的纤维玻璃管，用马蹄形固定器固定在深达20米，长达400米的礁盘上，然后安装了三条1830米长，7.5厘米直径的塑料管，穿过纤维玻璃管，到了斜坡，以33°角向深处延伸，用铅块使它们躺在斜坡上一直到870米深处，再用一系列的铁锚和浮子使它们维持在离海底30米处。在岸上有一个两匹马力的电动机，每分钟可以抽取170升深层海水。实验站有两个5米宽、10米长、1米深的大水泥池和10个容量两吨水的水池。这个实验站每天生产111吨硅藻水，每毫升有 10^4 — 10^6 个细胞。硅藻水不断地流入贝类养殖池以培养牡蛎、扇贝、蛤蜊等，这些池子的废水含有大量的贝类排泄物，废水流入废水池，池里又培养一种经济海藻钩沙菜。根据实验结果的推算，人工上升流的深海海水由于所含氮磷肥料很丰富，生产力很高，一亩水体可生产1.7吨鲜贝肉，而养贝池的废水，一亩又可生产11吨干的钩沙菜。

人工上升流的研究除了利用高肥的深海水培养生物，还可以利用深海海水的低温（5—7℃）和热带表层海水的高温（26—30℃）的温差进行发电，据计算，每公斤5℃深海水提到表层，水温为28℃时，就能从表层水提取120公斤一米的能，等于1公斤瀑布水掉下120米所取得的水力能。根据克劳德方法，应用真空蒸发器，1%重量的水可转化为低压蒸气，在推动涡轮机后，成为淡水。因此，人工上升流的利用不但可生产大量的水产品，而且还能发电并获得淡水，一举三得。

4. 几点体会

毛主席教导我们，“洋为中用”，“……认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒”。上面所介绍的海洋生产力的几项国外近年来的新动向对我们有一些启发。

首先是关于有机物生产力的测定方法。我国的海洋调查中，初级生产力的测定迄今尚使用古老的耗费大量人力的浮游植物细胞计数法。我们应当采用现在国际间广泛使用的叶绿素测定法，因此，就必须研制自己的自动测定仪。这样，生产力的估计会更为准确，而耗费的人力可以大大减少，工作效力可以大大提高，这应当是我们赶超世界的海洋科学先进水平的一个需要。

第二是关于食物链的调查研究，特别是联系到海洋污染的调查研究。我国的这方面调查研究工作，迄今停留在描述性阶段。为了实现海洋科学的现代化，赶超世界先进水平，我们必须在进行常规的调查的同时，开展实验性工作。

第三是关于人工上升流的研究，这对于我国南海诸岛的资源开发和海防的巩固，很有参考价值。我们如果能够在西沙群岛开展类似的研究工作，很可能通过这项研究不但提高水域生产力获得大量水产品，而且还可以发电并得到大量宝贵的淡水。