

武汉东湖渔业增产试验效果 及水体生物生产力*

黄祥飞 胡传林

(中国科学院水生生物研究所)

东湖位于武汉市武昌东郊,由郭郑湖、汤林湖、庙湖、牛巢湖等多个湖区组成,总面积为4万7千多亩。郭郑湖、汤林湖为东湖渔场经营的湖区,按生产计算为2万2千亩。由于有生活污水流入,湖水中营养元素丰富,总氮为0.43—2.2毫克/升;总磷为0.004—0.136毫克/升。据测定浮游植物平均为20,000个/毫升左右,浮游动物为8,000个/升。底栖动物每亩有51—96斤。

水生所与东湖渔场协作的东湖渔业增产试验及生物生产力的研究始于1972年。1971年东湖的鱼产量为亩产16.5斤。开展增产试验以来,产量逐年上升;1978年产量为160.3万

斤,七年中每年以23.5%的幅度递增(表1),使东湖渔场由低产一跃跻身于全国万亩以上大水面高产稳产的行列,为发展我国的淡水渔业作出了贡献。

根据东湖生态系结构、功能和生物生产力的特点、食物链各营养级之间的能量转化,采取相应的渔业增产措施,提高能量的转化效率。这些措施可归纳为:1. 确定放养重点对象,适当搭配其他鱼类;2. 培养足够数量的大规格鱼种;3. 改进拦鱼设备;4. 控制凶猛鱼种群;5. 提高捕捞效果。简称为五项增产措施^[1]。

* 本文承伍惠生副教授审阅并提出宝贵意见,谨此致谢。

表 1 东湖 1972—1978 年渔获物的种类组成*

种 类	1972		1973		1974		1975		1976		1977		1978	
	产量 (万斤)	百分比 (%)	产量 (万斤)	百分比 (%)	产量 (万斤)	百分比 (%)	产量 (万斤)	百分比 (%)	产量 (万斤)	百分比 (%)	产量 (万斤)	百分比 (%)	产量 (万斤)	百分比 (%)
放养鱼类			64.28	88.20	70.97	95.90	73.73	90.99	110.61	95.71	126.36	95.68	147.83	92.23
鲢 鱼			28.16	38.64	19.76	26.70	24.47	30.20	40.55	35.09	62.13	47.04	47.95	31.03
鳙 鱼			27.34	37.52	43.51	58.80	43.02	53.09	58.93	50.99	61.32	46.44	84.46	52.69
草 鱼			7.73	10.60	6.96	9.40	5.17	6.38	10.69	9.25	1.38	1.04	2.75	1.72
青 鱼			0.54	0.74	0.44	0.59	0.26	0.32	0.06	0.05	0.05	0.04	1.81	1.13
鳊 鱼**			0.51	0.70	0.30	0.41	0.81	1.00	0.38	0.33	0.53	0.40	6.59	4.11
“丰 鲤”			—	—	—	—	—	—	—	—	0.83	0.63	1.42	0.89
细鳞斜颌鲷			—	—	—	—	—	—	—	—	0.12	0.09	1.05	0.66
非放养鱼类			8.59	11.80	3.03	4.10	7.30	9.01	4.96	4.29	5.70	4.32	12.28	7.77
野 鲤			1.08	1.48	0.07	0.10	2.19	2.70	2.59	2.24	1.32	1.00	2.12	1.32
鲫 鱼			0.55	0.76	0.15	0.20	1.00	1.24	0.69	0.60	2.46	1.86	1.99	1.24
鳊 鱼			0.36	0.50	—	—	0.18	0.22	0.08	0.07	0.03	0.02	0.38	0.24
蒙古红鲌			3.5	4.80	1.41	1.90	3.24	4.00	1.42	1.23	1.50	1.14	4.98	3.10
翘嘴红鲌			2.28	3.13	0.44	0.60	0.56	0.69	0.12	0.10	0.17	0.13	2.57	1.60
其他***			0.82	1.13	0.96	1.30	0.13	0.16	0.06	0.05	0.18	0.17	0.44	0.27
总 计	46	100	72.87	100	74.00	100	81.03	100	115.57	100	132.06	100	160.31	100

* 本表数据为四室鱼类生态组提供

** 包括长春鳊、三角鳊及团头鲂

*** 其他包括鳊鱼、乌鱼、其他野杂鱼

东湖和其他水体一样，是一个复杂的生态系统，其组成，必须包括生命的部分；如生产者、消费者及还原者等；以及无生命的部分，如阳光、空气、水及营养盐类等生态因子。

生态系统的基本作用包括：生产者接受能量和制造有机物质；消费者消耗有机物质；还原者将有机物质分解成为可被生产者利用的无机物质。在一个生态系统中，生产者接受能量生产有机物质是生态系统赖以存在的首要条件。因此，水体的生物生产力是水生态系统的核心问题，也是当代具有重大理论和实践意义的研究课题。

东湖的生物生产是从初级生产开始的。初级生产者，就营养层次而言为第一营养级，它们依靠日光为能源，从水体中吸取无机营养盐类，转化为可供其他生物利用的化学能储存于体内。东湖的初级生产者主要为浮游植物和水生维管束植物。自 60 年代以来，初级生产者的种类、数量以及在初级生产中所占的比重，随着环境条件的变化而有明显的改变。据测定，1964

年水生维管束植物占整个初级生产量的 36%，浮游植物占 64%。1975 年，水生维管束植物约占整个初级生产量的 1%；而浮游植物的初级生产量约占 99%。饶钦止等^[2]研究结果表明：以具有代表性的 II 站(湖中心站)而言，浮游植物总数在三个年代的调查中成倍增长。50 年代平均为每毫升几百个(变动范围 27—949 个/毫升)，最高不超过 1000 个/毫升；60 年代上升为年平均每毫升近千个(变动范围 156—4,662 个/毫升)；到 70 年代平均都超过 1,000 个/毫升，最高达 35,000 个/毫升。

次级生产就是消费者生物的生产，就营养层次而言，草食性动物为第二营养级，如鲢、鳊(草鱼)、和大多数浮游动物；而初级肉食性动物属于第三营养级，如鳊和少数肉食性浮游动物。终级生产除了某些食鱼的爬行类和鸟类之外，主要是指掠食其他鱼类的凶猛鱼类的生产。1973 年在东湖渔获物中，蒙古红鲌(*Erythroculter mongolicus*) 和翘嘴红鲌(*E. ilishaefomis*) 两种主要凶猛鱼类的产量为 5.78 万斤，在总鱼产

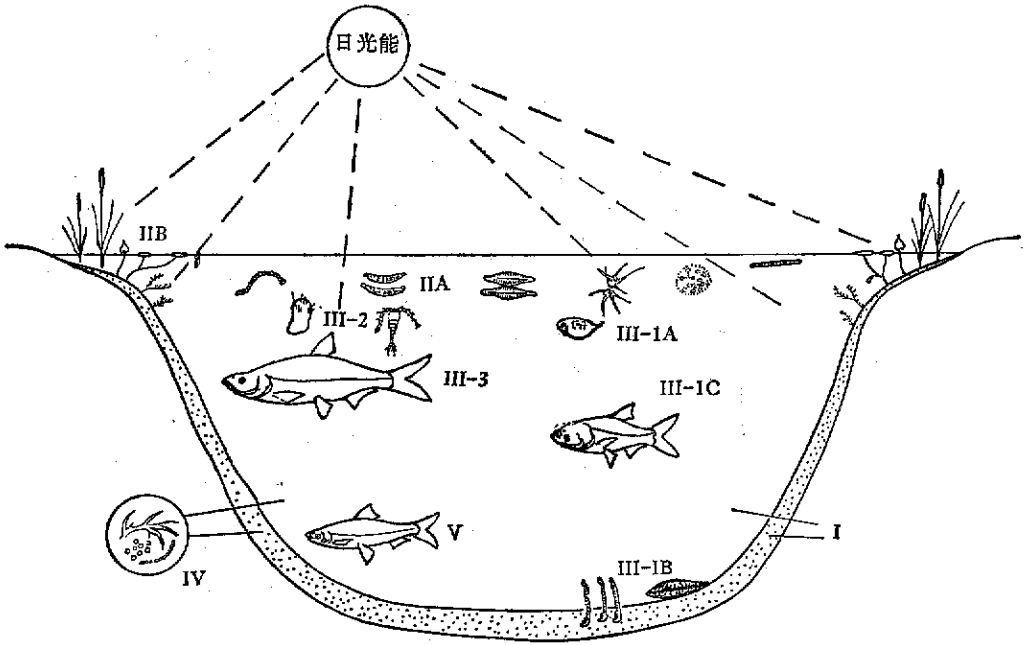


图1 一个湖泊生态系基本成分示意图

I 为非生物物质,包括基本的无机和有机化合物。 II A. 为生产者,浮游植物; II B. 为生产者,水生维管束植物。 III-1 A. 为初级消费者(草食性浮游动物), III-1B. 为初级消费者(草食性底栖动物), III-1C. 为初级消费者(草食性鱼类)。 III-2 为次级消费者(肉食性浮游动物)。 III-3 为三级消费者(凶猛鱼类)。 IV 为还原者(细菌、真菌)。 V 为碎屑性鱼类(鲶)

(仿 Odum 1971, 符号有改)

量中占 7.93%; 至 1978 年下降至 4.7%。

水体中的各种细菌和真菌是生态系统中的

还原者。在东湖中生活的生物,其尸体及其排泄、排泄物都会被一些细菌所利用。这些生物首先将已死的组织转变为有机碎屑。一部分有机碎屑可以直接被以碎屑为食的动物所利用。另一部分在细菌的作用下,有机物被转变为可供绿色植物利用的无机营养成分。生态系统中各种生物和非生物成分之间,在功能上彼此互相依靠,有些非生物成分与水体生物生产力有着十分密切的关系。根据物理学的基本原则,能量既不能无中生有,亦不能被消灭,在绿色植物吸收日光,由光能变成化学能的过程中,绝大部分能量以热能形式消散。有人测算过,在 1 平方米的面积中,一天可接受 3,000 千卡的日光能,而绿色植物仅能接受 1500 千卡,转变为化学能的、能被初级消费者(草食性动物)利用的只有 15 千卡,其后只有 1.5 千卡转化为次级消费者(肉食性动物),最后只剩 0.3 千卡的能量转化为三级消费者(图 2)。

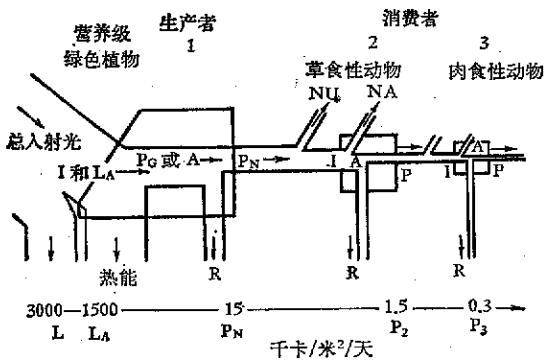


图2 生态系统内能量流(三个营养级)简图

I 为总输入能 L_A 为植物吸收光能 A 为总同化作用 P_G 为毛初级生产量 P_N 为净初级生产量 P 为次级(消费者)生产量 NU 为沉积或输出不能利用能 NA 为未被同化的能 R 为呼吸能。底部直线表示能量在主要转变部分散失情况

(根据 E. P. Odum 1971)

在上图中, 总入射光能 (I) 为 3000 千卡/米²/天, 只有 1500 千卡为植物所吸收 (L_A)。绿色植物通过光合作用所形成的碳水化合物, 称为毛初级生产量 (P_G 或 A), 其中一部分为植物本身呼吸之用 (R), 其余的供植物生长使用, 称为净初级生产量 (P_N)。15 千卡的净初级生产量中一部分由于沉积或输出而不能被下一个营养级所利用 (NU)。即使是被利用的部分, 也未必全部被动物所同化 (NA)。有时不消化的部分比消化的部分为多, 如水体中的蓝藻、绿藻、裸藻等初级生产量, 对草食性动物 (鲢) 而言, 就有可能不消化的部分比能消化部分为多。

以能量的观点而言, 在食物链的各个营养级上, 后一级动物所能利用前一级生物之食物能的百分比, 称为能量的传递效率。绿色植物, 将光能转变为化学能贮存于食物中, 此种传递效率甚低, 只有 1%。以后每经过一个营养级, 其能量的传递效率在 5—20%。显而易见, 食物链的长短和能量的传递效率有十分密切的关系。

东湖浮游植物和浮游动物的生产量甚高, 我们确定了以吃浮游生物为主的鲢鳙作为放养的重点对象。鲢的食物几乎都是浮游植物, 鳙也大量摄食浮游植物, 但浮游动物也在它的食谱中占有相当的地位。因此, 把处于食物链第二营养级上的鲢和处于第二、三营养级之间的鳙为重点放养对象, 使初级生产量通过尽可能短的食物链而转化为经济鱼类的生产。

东湖除浮游生物外, 还有水生维管束植物、底栖无脊椎动物和有机碎屑等鱼类食料资源, 因此, 在主养鲢鳙的同时, 还搭配一些草鱼、团头鲂 (都是以水生维管束植物为食) 和以散鳞镜鲤 (♂) × 兴国红鲤 (♀) 的杂交子一代的“丰鲤” (食底栖无脊椎动物) 和细鳞斜颌鲷 (*Plagiognathops microlepis*) 这样, 就能比较全面地利用水体中鱼类的天然食料资源。

从以上初步分析和东湖渔业增产实践可以明显地看出, 在一个完全以天然食料为生产基础的水体中, 若要渔业增产, 首要条件是放养的品种和数量尽可能符合天然食料的供应能力。

减少放养鱼类在放养期间的天然损失。这也是一个增产试验成败的技术关键。

鱼类也象其他动物那样, 生命早期阶段的死亡率最高, 随着个体的生长, 死亡率逐渐降低。东湖渔场在 1972 年以前投放的鱼种大多是全长 2 寸左右的小鱼种。这类小鱼种投放湖里去以后经不起风浪的冲击和凶猛鱼类的残害, 而且一般拦鱼设施也阻拦不了它们的外逃, 存活率非常低, 一般在 1% 以下。根据东湖渔场具体情况, 通过多种途径, 采取各种措施培育优质鱼种, 如土堤湖湾, 设置网箱, 采用大水面施肥、投饵及完全利用天然食料等措施培育大规格鱼种; 又因地制宜的在湖汉、鱼池种植稗草等绿肥作物培育出尽可能多的大规格鱼种。因此东湖的放养鱼种不仅在数量上有所提高, 而且在质量上也得到了保证, 显著地收到了增产效果。

通过研究东湖危害鱼种最烈的蒙古红鲌和翘嘴红鲤的生物学特点, 在掌握它们各自的生殖季节。气候条件和产卵地点的基础上, 乘产卵鱼群高度集中的时机, 用围网对亲鱼进行聚歼。这样, 它们种群的发展在一定程度上得到了控制。蒙古红鲌和翘嘴红鲌在总产量中的比例由 1973 年的 7.93% 下降为 1977 年的 1.27% (参看表 1)。后因放松除野, 在 1978 年的渔获物中, 它们的产量又有所回升。

鱼种在放湖初期往往聚集成群沿着岸边巡游, 发现有流水注入的水口, 它们就奋力上溯外逸。我们曾发现一个直径仅仅为 30 厘米的排水管, 一天由管道逃跑的鱼种就达 30 万尾。东湖周围有不少泵站和排水管道, 东湖渔场周围社、队经管的湖、鱼池之间都有水道相通, 因此拦鱼设施显得尤为重要。现场和观察都已证明, 东湖渔场过去使用的拦鱼设施不能有效地防止鱼种外逃。通过改进拦鱼设备, 提高了拦鱼效果。有效地减少了鱼类在放养期间的天然损失。

捕捞是渔业生产的最后一环, 没有有效的捕捞技术就无法取得应有的渔产量。由于东湖水深, 湖底障碍物多, 加上沿岸护坡陡直, 在试

验前使用的大拉网作业效果不好，每网渔获量不稳定，如 1972 年拉了 39 网次，起水量不到 500 斤的就有 17 网次。于是根据东湖渔场的捕捞力量和湖泊的具体条件，我们参照“赶、拦、刺、张”联合渔法，对东湖捕捞技术进行了改革。采用新渔法，1975 年 9 月在郭郑湖捕获 45 万多斤，远远超过了大拉网的捕捞记录。

现代生态学是一门综合性的科学，而且被认为是一门最复杂的科学，它的任务不仅在于彻底了解生物与环境之间的各种因果关系，提

出新的生态学理论。而且要应用生态学的基本原理来管理环境，合理利用和开发自然资源，为四个现代化作出有益的贡献。武汉东湖渔业增产试验获得成效，既是实行生态学管理的一个实际例子，又表明生态学具有广阔的应用前景，

参 考 文 献

- 刘建康 1980 东湖渔业增产试验综述。海洋与湖沼 11(2) 185—188。
饶钦止 章宗涉 1980 武汉东湖浮游植物演变和营养化问题。7(1)1—5。