

5.1.4 草鱼合理放养量的估算

利用草鱼-水草关系模型,对保安湖草鱼的合理放养量进行了估算。假定3月份投放鱼种,鱼种体重为25 g,水草初始(3月份)生物量为 11 g/m^2 (苏泽古等1995),一年后草鱼90%被捕获,10%继续生长一年。利用模型预测连续放养两年后的水草生物量。假定两年后水草生物量仍保持为 11 g/m^2 为合理的放养量,则模型预测的放养量为 46 ind/hm^2 。

(崔奕波 金 刚)

5.2 底食性鱼类渔产潜力

底栖动物(zoobenthos或benthic animal)一般是指生活史的全部或大部分时间生活于水体底部的无脊椎动物群,通常包括寡毛类、软体动物和昆虫幼虫。它们是鱼类的优质天然食料,具有较高的营养价值和能量含量。据测定,寡毛类干物质的蛋白质含量为55.8% (47.7%~64.8%),脂类31.6% (29.0%~33.4%),碳水化合物6.1% (0.0~12.3%),灰分6.7% (6.2%~7.1%);螺类(去壳)蛋白质含量为58.0% (48.4%~66.1%),脂类12.8% (9.7%~15.2%),碳水化合物12.5% (3.2%~26.2%),灰分17.3% (10.0%~24.0%);昆虫蛋白质含量为62.7% (56.5%~71.7%),脂类19.2% (14.3%~20.1%),碳水化合物6.0% (0.0~11.8%),灰分12.2% (8.2%~17.8%)。寡毛类干重的能量为 $23.0\sim 25.1 \text{ kJ/g}$ ($\bar{x} \pm \text{S.E.} = 23.7 \pm 0.2$),螺类(去壳) $16.4\sim 19.7 \text{ kJ/g}$ (17.9 ± 0.2),壳类(去壳) $13.1\sim 21.6 \text{ kJ/g}$ (19.0 ± 1.5),昆虫 $17.2\sim 31.0 \text{ kJ/g}$ (21.7 ± 0.3)。

底食性鱼类渔产潜力的估算需要底栖动物生产量和饵料系数等参数。过去我国在这方面所做的工作不多,估算主要依据国外的相关资料。为使估算更为准确从而持续利用底栖动物资源,近年来开展了一系列的工作(阎云君1998)。

运用种群动力学方法,测算了15种动物的周年生产量及P/B系数(表5-2),P/B系数在多化的种类为 $4.0\sim 11.4$ ($\bar{x} \pm \text{S.E.} = 6.0 \pm 2.28$);一化的为 $1.8\sim 7.8$ (4.1 ± 0.62);多年生的为 $0.5\sim 5.4$ (2.1 ± 0.73);范围为 $0.50\sim 11.4$ (4.2 ± 0.52)。可以看出,多化动物的P/B系数高,反之则低。就各个类群而言,寡毛类为 $3.6\sim 11.4$ (6.4 ± 1.46),软体动物(不包括大型蚌类)为 $0.5\sim 5.4$ (2.8 ± 0.79),昆虫为 $1.8\sim 6.6$ (4.5 ± 0.44)。

为了测定饵料系数,以红鲤为对象开展了实验。首先将实验鱼(3~4g/尾)暂养在流水池中,分别投喂水蚯蚓(主要为水丝蚓)和碎壳的环棱螺,驯化1个月。然后开始实验,一组投喂水蚯蚓,另一组投喂碎壳的环棱螺,每组3个重

表 5-2 底栖动物的化性 (阿拉伯字, 代/年; 罗马字, 年/代)、年生产量 (湿重或带壳湿重) 和 P/B 系数

Tab.5-2 Voltinism (generations per year, in Arabic numerals; years per generation, in Roman numerals), annual production wet weight (with shells in molluscs) and P/B ratios

	种类 species	化性 voltinism	年生产量 P/[g /(m ² ·a)]	P/B	地点 locality	来源 source
寡毛类	霍甫水丝蚓 <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	3	0.29	11.4	武汉后湖	阎云君, 1998
	苏氏尾鳃蚓 <i>Branchiura sowerbyi</i>	1	6.66~ 8.55	3.6~ 7.8	武汉东湖	Liang, 1984
			3.41	4.0	武汉后湖	阎云君, 1998
			2.68	5.0	湖北保安湖	
软体动物	圆扁螺一种 <i>Hippeutis</i> sp.	2	1.63	7.1	湖北保安湖	陈其羽, 1987
	铜锈环棱螺 <i>Bellamyia aeruginosa</i>	Ⅲ~Ⅳ	308.99 ~554.36	1.1	武汉东湖	
			15.77	0.5	湖北保安湖	
			33.13	0.8	武汉后湖	
	长角涵螺 <i>Alocinma longicornis</i>	Ⅰ~Ⅱ	2.12	4.3	湖北保安湖	阎云君, 1998
			2.18	5.4	武汉后湖	
	短沟蜷一种 <i>Semisulcospira</i> sp.	Ⅲ	6.18	1.4	湖北保安湖	
湖球蚬 <i>Sphaerium lacustre</i>	1	1.18	3.4	武汉后湖		
幽蚊一种 <i>Chaoborus</i> sp.	1	0.14	1.8	湖北保安湖		
菱跗摇蚊 <i>Clinotanopus</i> sp.	2	3.90	6.6	武汉后湖		
菱跗摇蚊 <i>Clinotanopus</i> sp.	2	0.27	6.2	湖北保安湖		
昆虫幼虫	大红德永摇蚊 <i>Tokunagavusurika akamusi</i>	2	3.16	4.4	武汉后湖	
			1.48	4.4	湖北保安湖	
	羽摇蚊 <i>Chironomus plumosus</i>	1	2.17	3.9	武汉后湖	
			2.66	3.2	湖北保安湖	
	摇蚊一种 <i>Chironomus</i> sp.	2	1.16	4.0	湖北保安湖	
	隐摇蚊 <i>Cryptochironomus</i> sp.	2	0.60	4.9	武汉后湖	
	前突摇蚊一种 <i>Procladius</i> sp.	2	0.96	5.3	武汉后湖	

复, 每个重复 8 尾鱼。每天按最大摄食量投喂两次, 投喂前收集上次残饵, 持续 4 周。表 5-3 显示, 红鲤对水蚯蚓和碎壳的环棱螺的平均饵料系数 (湿重) 分别

为 6 和 31，换算成转换效率为 16% 和 3%。由于摇蚊等昆虫难以大量获得，未能测定，但由于其营养成分和能值与水蚯蚓比较接近，将其转换效率亦假定为 16%。

表 5-3 红鲤摄食水丝蚓和环棱螺的饵料系数

Tab.5-3 Food conversion ratio of common carp (*Cyprinus carpio* L. redvar.) fed on *Limnodrilus* and *Bellamya*

项 目 item	水丝蚓 (湿重) <i>Limnodrilus</i> (wet weight) /g			环棱螺 (带壳湿重) <i>Bellamya</i> (wet weight with shell) /g		
	一组	二组	三组	四组	五组	六组
第一周 1 st WK	286.0	236.0	301.0	599.6	512.4	594.8
第二周 2 nd WK	505.0	430.0	470.0	807.5	793.3	791.3
第三周 3 rd WK	383.5	360.0	440.0	870.0	870.0	870.0
第四周 4 th WK	320.0	340.0	330.0	802.5	788.8	793.3
合 计 total	1494.5	1366.0	1541.0	3079.6	2964.5	3049.4
红鲤生长量(湿重) carp weight gain/g	227.3	214.0	263.1	104.9	92.2	93.4
饵料系数 food conversion ratio	6.5	6.4	5.9	29.4	32.2	32.6
平均饵料系数 average food conversion ratio	6.2			31.3		
平均转换效率 average food conversion efficiency/%	16			3		

理论上，若要保护资源而不致过度开发，底栖动物可供利用的资源量是其生产量 P （一般以年计）与现存量 B 的差额（即 $R = P - B$ ），以此乘以其在天然条件下对鱼的转化效率 C ，即得鱼产量 F ，即 $F = (P - B) \cdot C$ 。 P 值一般使用 P/B 系数进行估算，因此上式可改写为： $F = B (P/B - 1) \cdot C$ 。考虑到动物在觅食时并不分幼龄稚虫（幼虫）还是老熟稚虫，若对幼龄稚虫捕食率较高则势必压低其正常周年生产量。因此，实际应用时常将 P/B 系数降低使用。若采用前述平均值且降低 1，则不同类群的渔产潜力估算公式分别如下：

$$\text{寡毛类: } F_O = 0.7 B_O$$

$$\text{昆虫: } F_I = 0.4 B_I$$

$$\text{软体动物: } F_M = 0.02 B_M$$

$$\text{总计: } F_{\text{total}} = 0.7 B_O + 0.4 B_I + 0.02 B_M$$

此外, 还可将底栖动物作为整体进行粗略的计算。取 P/B 系数和转换效率的平均值, 底栖动物 (不包括大型蚌类) 的渔产潜力为: $F = 0.1B$ 。至于底栖动物的现存量, 一般直接调查, 对于长江流域的中小湖泊也可通过本书第一章的有关模型进行估算。

(王洪铸 阎云君 梁彦龄)

5.3 滤食性鱼类生产潜力

5.3.1 用浮游植物生产量估算鲢鳙生产潜力

鲢和鳙是我国最重要的经济养殖鱼类。鲢、鳙具有发达的滤食器官, 其鳃耙结构为选择性滤食浮游生物提供了基础。鲢、鳙均可滤食浮游植物与浮游动物, 其生态位既相似又有显著差异。在同一水体的渔业开发中, 鲢、鳙之间既有竞争又有互补。一般来说, 鲢滤食颗粒较小的食物, 常以藻类或小型浮游动物为主; 鳙滤食颗粒较大的食物, 常以浮游动物或个体 (群体) 较大的藻类为主。在淡水鱼类中, 一些小型鱼类, 其鳃耙较密, 食性也以藻类、小型动物为主, 理应有滤食功能, 由于这些鱼类个体小, 又非养殖鱼类, 直接经济价值不大, 暂不予讨论。本节重点研究鲢、鳙渔产潜力的估算。

藻类是淡水湖泊重要的初级生产者, 藻类生产量与次级生产存在着直接或间接关系。20 世纪 70 年代以来, 各国学者致力于从饵料生物生产力推算水体渔业生产潜力的研究, 最直接的就是通过浮游植物初级生产量 (P_G) 推算滤食性鱼类的生产潜力 (F_y)。解决 P_G-F_y 关系的途径大致可分为两类:

一类是根据实测数据, 寻求 P_G 和 F_y 的函数关系, 建立回归方程, 称之为回归法。渔获量与初级生产量之间的关系曾描述为不同形式的回归方程, 如直线方程 (Wolny et al. 1972; McNell et al. 1977), 半对数方程 (Hrbacek 1969; Melack 1976)、双对数方程 (Oglesby 1977) 以及二次多项方程 (Almazan et al. 1978) 等形式。Liang 等 (1981) 在研究武汉近郊湖泊和池塘中浮游植物生产量 (P_G) 与渔产量 (F_y) 之间关系的基础上亦求得直线、半对数和双对数回归方程。但是这种估算方法的问题是: ①渔产潜力的估算误差较大, 如武汉东湖 (Liang et al. 1981) 的估算结果从 $59 \sim 14\,586 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。过去报道的 P_G-F_y 关系在渔获量最高时也只有 $3650 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ (Prowse 1972) 和 $1000 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ (Almazan et al. 1978)。②毛初级生产量的测定, 测定数据多数是一年中只进行了一日或数日, 如此少的测定而具有显著相关无疑是与采用时间的选定有关, 同时也与鱼类生长季节中水体光合作用率在大部分时间中变幅不大有关。