

武汉东湖铜锈环棱螺种群变动和 生产量的初步观察*

陈 其 羽

(中国科学院水生生物研究所, 武汉)

提 要

本文报道了东湖环棱螺的种群密度、年龄结构、种群增长率和生物量、生产量、P/B 系数及其在不同湖区中的季节变化; 用指数生长模型计算种群增长率。以累计总增长的方法估算种群生产量。研究结果表明, 水果湖区铜锈环棱螺年平均生物量为 $554.37 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2}$, 累计生产量为 $604.99 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2} \cdot \text{年}^{-1}$, P/B 系数为 1.09; 郭郑湖区平均生物量为 $286.74 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2}$, 生产量为 $308.99 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2} \cdot \text{年}^{-1}$, P/B 系数为 1.08。

本文还对影响铜锈环棱螺的种群变动和生产量的生态因子作了扼要的分析。

关键词 铜锈环棱螺, 瞬时增长率, 生产量, 生物量, P/B 系数

铜锈环棱螺 *Bellamya aeruginosa* (Reev) 系武汉东湖底栖动物群落中的一个优势种群。它们不仅是一种营养价值相当高的经济腹足类贝类^[1]; 而且又是青鱼和鲤鱼的优良食料, 具有渔业意义。因此, 自六十年代以来, 在开展“东湖水体生物生产力的研究”的课题中, 已开始注意到环棱螺在水体中的作用, 做了一些有关种群生态学工作, 积累了一些基本资料^[3,4,6]。

二十多年来, 尤其近十年内, 东湖生态系发生了很大的变化, 水草剧减, 渔业强化, 特别是水体富营养化程度日趋严重, 环棱螺种群数量虽在各年间有波动, 但它们仍然是东湖底栖动物群落中的优势种, 且逐年有增多的趋势^[4,6,11]。测定优势种群的生产量是水生态系统的结构、功能和生物生产力研究的一个重要内容。

有关淡水贝类生产量的研究, 虽在国内无报道, 但在国外开展得较多。Waters (1977)^[10] 在生态学研究进展一书中收集了 29 种贝类生产量的研究结果。Alimov 等 (1968—1969)^[7] 在白海附近的 Krivoe 湖和 Krugloe 湖用笼养的方法获得瑞典球蚬 (*Sphaerium sueicum*) 增重曲线, 结合野外采集测定该种的生产量。Carmouze 等 (1983)^[8] 用瞬时增长率 (instantaneous growth rate) 方法测定了 Chad 湖单色环棱螺 (*Bellamya unicolor*) 的生产量。为了配合东湖水生态系统的结构、功能和生物生产力的研究, 作者于 1982 年 4 月至 1983 年 3 月间逐月进行铜锈环棱螺的定量采集和野外蓄养, 获得在自然

* 向启华同志参加本项工作; 插图承郑英同志复墨, 均此致谢。

1) 吴天惠、陈其羽, 1979—1981。武汉东湖底栖动物群落结构和动态的研究(手稿)。

1985 年 5 月 22 日收到。

界中铜锈环棱螺种群密度和生物量的周年变化数据和各月份中种群生物量的增长率，并计算了铜锈环棱螺的生产量。

研 究 方 法

(一) 采集点和采集时间

采集点的选设，原则上在以往东湖底栖动物采样断面基础上^{⑤, ⑩}，增加若干断面采集点，即：水果湖 3 个断面（断面 I—III）共 9 点，郭郑湖 6 个断面（断面 IV—IX）共 21 点，合计 9 个断面，30 点（图 1）。采集时间一般在每月月底（25—30 日）进行。

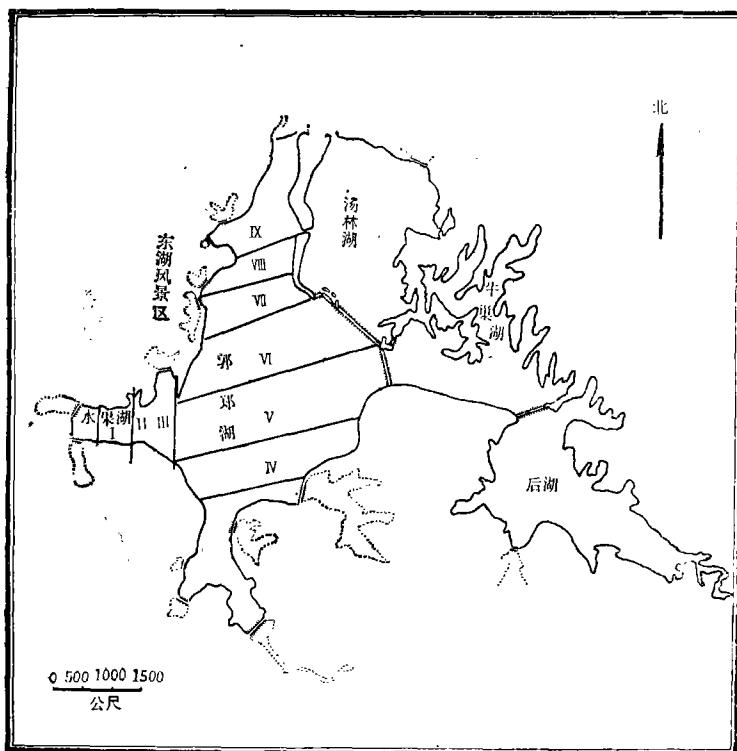


图 1 东湖铜锈环棱螺采集断面分布图

Fig. 1 Distribution of Cross-sections for *Bellamya aeruginosa* sampling in Lake Dong Hu

(二) 采集方法和样品整理

用面积为 $1/14$ 米² 的彼得生采泥器，每点取泥样 2 次（部分采集点取泥样 1 次或 3 次）。对于取上来的泥样，先放在大型塑料盆中再加入湖水，徒手轻轻地搅动，然后慢慢地去掉样品中的大量泥污；再取盆内沉下来的样品，经 40 目 $\cdot 645.16$ 毫米⁻² 的铜筛筛选后选出标本。将标本一一测量和称重，并按不同大小个体分成若干规格级，分别进行计算，

① 同 117 页脚注。

从而获得各月份中各个规格级在单位面积内种群密度和生物量的数据。

(三) 不同规格级的划分

铜锈环棱螺的胚体在子宫内是不断地成熟和不断地排出体外的^[4]，因此，在任一时间内，这个种群中都存在着壳高和体重参差不齐的不同个体。在目前，我们还缺乏铜锈环棱螺的整个生命周期年龄结构的详细资料，采用壳高的大小分成若干规格级可以反映出该类动物种群中连续不断地包括不同年龄的组成情况。

根据作者以往从东湖所获得铜锈环棱螺种群的生长资料^[4]，按其壳高的大小分成 5 个不同规格级，即：**I 级**，壳高小于 9.9 毫米，是初生的，或隔月的仔螺；**II 级**，壳高 10—14.9 毫米，是 1 岁螺或当年螺，性腺还未成熟的幼体；**III 级**，壳高 15—19.9 毫米，二岁螺，是壮年的个体，即在铜锈环棱螺出生后的第二年 5、6 月份壳高可达 16 毫米左右，年底则可达 20 毫米左右；**IV 级**，壳高 20—24.9 毫米，生长情况趋于缓慢，龄期较混杂，有二岁螺和三岁螺，是中、老年的个体；**V 级**，壳高大于 25 毫米，已接近铜锈环棱螺的平均极限壳高（26 毫米），是衰老的个体。

(四) 种群增长率的测定

从东湖中采得铜锈环棱螺，分别测量它们的壳高及体重，然后按上述划分的 5 个不同规格级，分别将一定数量的螺放入蓄养网箱放养在湖底上。每月月底（25—30 日）进行测量，从而获得各规格级的铜锈环棱螺在各月份中的生长增重，然后再用下列指数生长模型计算出各月各规格级的种群增长率：

$$g = \frac{1}{T} \ln \frac{W_2}{W_1}$$

式中： g 为增长率； T 为放养时间； W_1 为放湖时平均体重（克）； W_2 为最后测出的平均体重（克）。

(五) 生产量的估算

根据 Edmondson & Winberg (1971)^[5] 提出的累计总增长的方法估算生产量：

$$P = N_1 g_1 \bar{W}_1 + N_{11} g_{11} \bar{W}_{11} + N_{111} g_{111} \bar{W}_{111} + N_{1111} g_{1111} \bar{W}_{1111} + N_{11111} g_{11111} \bar{W}_{11111}$$

式中 P 为每天的生产量：克（湿重）米²·天⁻¹（ $g \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$ ）； $N_1 N_{11} N_{111} N_{1111} N_{11111}$ 为不同规格级的密度：个/米²（ $N \cdot m^{-2}$ ）； $g_1 g_{11} g_{111} g_{1111} g_{11111}$ 为不同规格级的增长率：克/天（ $g \cdot day^{-1}$ ）； $\bar{W}_1 \bar{W}_{11} \bar{W}_{111} \bar{W}_{1111} \bar{W}_{11111}$ 为不同规格级的平均体重：克（ g ）。

累计生产量

$$P = \frac{P_1 + P_2}{2} (t_2 - t_1) + \frac{P_2 + P_3}{2} (t_3 - t_2)$$

$$+ \dots + \frac{P_{n-1} + P_n}{2} (t_n - t_{n-1})$$

P 为 $t - t_n$ 时期内累计生产量。

结果与分析

(一) 种群密度

1. 季节变化的一般情况

就整个东湖而论, 铜锈环棱螺种群密度的季节变化规律是夏季最高, 秋季次之, 春季

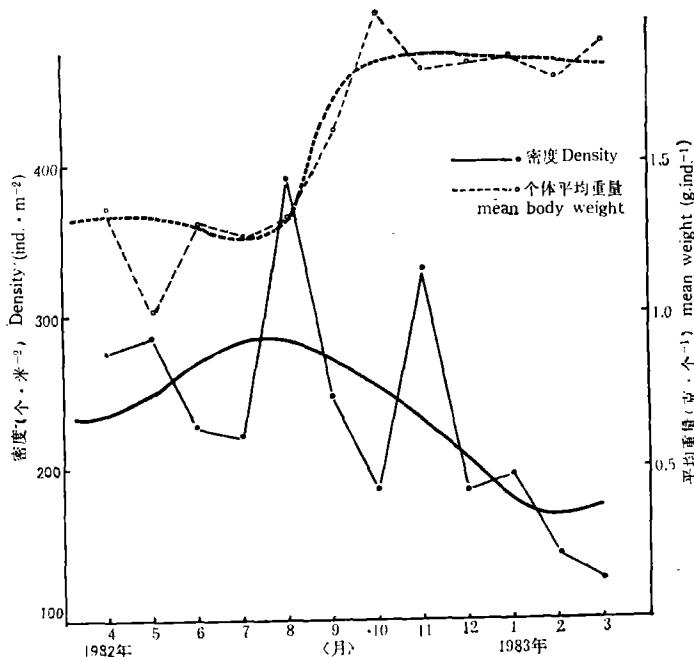


图 2 东湖铜锈环棱螺密度及个体重量的季节变化
Fig. 2 Seasonal changes of density and body weight of *Bellamya aeruginosa* in Lake Dong Hu

再次, 冬季最低(图2)。8月出现密度的高峰, 随后开始显著降落, 到11月密度又回升; 往后逐渐下降, 直到翌年3、4月起, 密度又显著增加。这种变化显然与温度有关, 冬季湖心区水温较沿岸区稍高而稳定, 铜锈环棱螺由沿岸移至湖心, 并钻入泥土中呈休眠状态^[3], 致使沿岸带密度的减少, 出现总密度明显下降; 随着温度的上升, 种群密度趋于增加。再者, 环棱螺在自然界中呈现大小不等的核心分布式样^[3], 在采样时, 倘若稍为偏离原来的固定点, 取样的误差, 也会影响密度曲线很大的波动。

不同季节中铜锈环棱螺个体平均重量有较大的差异, 冬季(1.818克) > 秋季(1.795克) > 春季(1.355克) > 夏季(1.312克)。这说明了夏春季铜锈环棱螺种群大都是幼龄个体而秋冬季则是成龄个体。

2. 不同湖区季节变化的比较

东湖各湖区由于生态环境的不同使铜锈环棱螺的种群密度也出现差异。图3显示位于湖湾的水果湖区要比位于湖中心的郭郑湖区铜锈环棱螺种群密度要高，其高峰时期除8和11月一致外，其他各月却出现相反的现象。

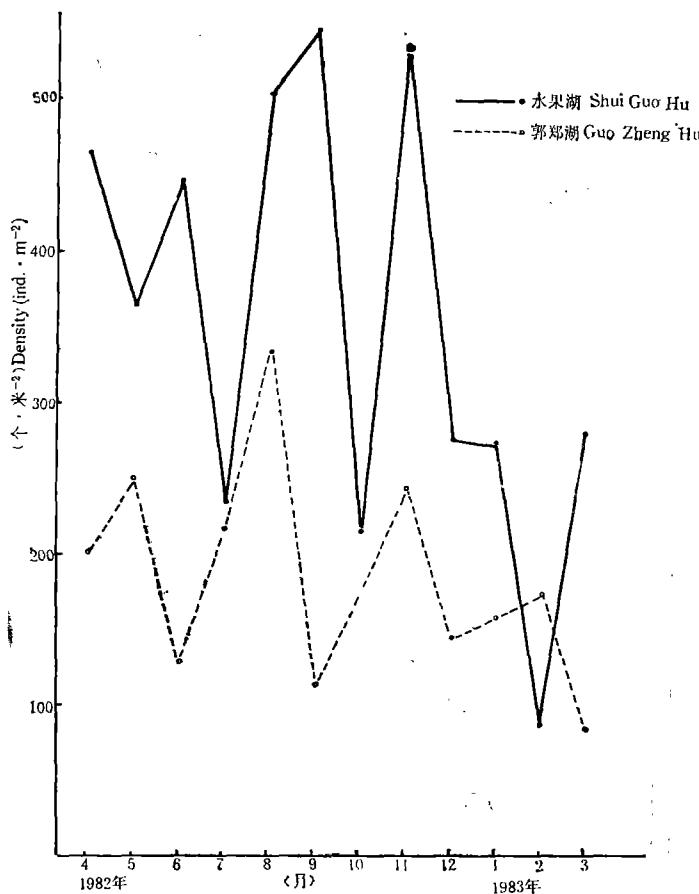


图3 东湖不同湖区铜锈环棱螺种群密度的季节变化

Fig. 3 Seasonal changes of population density of *Bellamya aeruginosa* in different districts of Lake Dong Hu

不同湖区铜锈环棱螺季节变化具有明显的差别(表1)。水果湖区密度以秋季为最高，夏春季次之，冬季最低，而郭郑湖区则以夏季为最高，春秋季次之，冬季最低。

比较两个湖区密度的情况，各个季节水果湖区均比郭郑湖区都较高，即春季密度高1.1倍，夏季高0.4倍，冬季高0.3倍，秋季高达1.4倍。年平均密度则水果湖区要比郭郑湖区高0.7倍。可以认为①：水果湖区实际上是东湖主体湖区——郭郑湖区西部的一个湖湾，水深一般2.5米左右，沿岸人烟稠密，接纳大量生活污水，故营养物质相当丰富；而郭郑湖是东湖敞水区，水深一般在4—5米，营养物质较水果湖区为少。环棱螺主要分布在沿岸浅水带，湖心部则是空白地带。由此可见，食物的多少和水的深浅对环棱螺的种群密

表 1 东湖不同湖区铜锈环棱螺季平均和年平均密度(个/米²)的比较Tab. 1 Comparison of seasonal and annual mean density of *Bellamya aeruginosa* in different districts of Lake Dong Hu(ind. · m⁻²)

湖区(1) \ 季节(2)	春 季 (3)	夏 季 (4)	秋 季 (5)	冬 季 (6)	年 平 均 (7)
水果湖 (8)	371	397	432	206	352
郭郑湖 (9)	178	288	178	161	201

(1) Lake district, (2) Season, (3) Spring, (4) Summer, (5) Autumn, (6) Winter, (7) Annual mean,
(8) Shui Guo Hu, (9) Guo Zheng Hu.

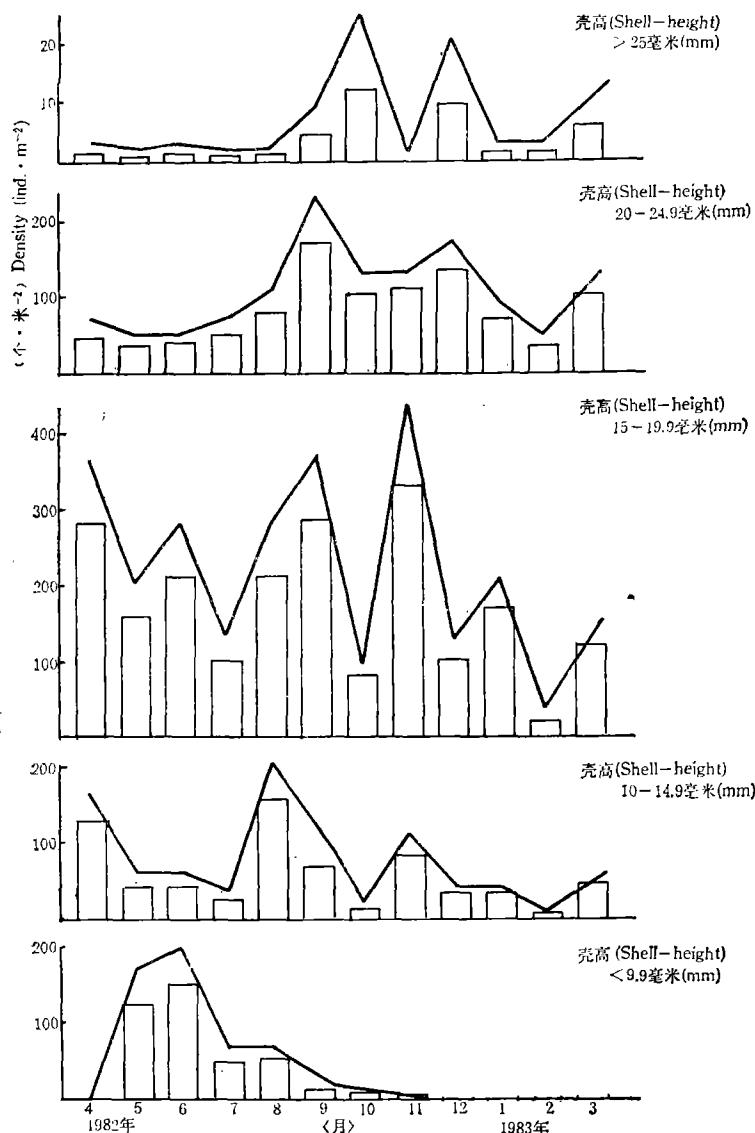


图 4 东湖铜锈环棱螺种群中不同规格级密度的季节变化

Fig. 4 Seasonal changes of different size-classes in *Bellamya aeruginosa* population in Lake Dong Hu

度及分布是十分重要的因素。②水温条件无疑是重要的,在同一周年内,湖湾区的水温比湖心区升高得稍早一点¹⁾。可见,湖心区环棱螺数量变动的出现要比湖湾区略为推迟,这可能与它的运动和水温有关。

(二) 年龄结构

1. 不同规格级的季节分布

东湖铜锈环棱螺不同规格级种群密度的季节变化(图4):

壳高小于9.9毫米的初生仔螺,5月数量明显增多,6月达高峰,7月以后逐渐减少,入冬消失。壳高10—14.9毫米的幼螺个体,3—4月和8—9月分别出现两个高峰,11月出现一个次高峰。前两个高峰实际上显示出上一年两批仔螺越冬后的生长情况;后一个次峰显示当年第一批5、6月份产出的仔螺,经生长至11月份的个体。壳高15—19.9毫米的壮年螺个体,全年中出现数量变化波动频繁,但总的波动趋势仍与壳高10—14.9毫米规格级的季节变化是一致的。壳高20—24.9毫米的中、老年螺个体,表现出数量季节变化的稳定性,即秋冬季的数量多,春夏季数量少。壳高大于25毫米的衰老个体,在东湖中总的数量不多,较难看出其季节变化的情况。但总的波动趋势与上一级的个体相同。

水果湖区铜锈环棱螺年龄结构的季节变动(表2): 幼螺以夏春二季的数量为最高,中、老年螺以秋冬二季为最高,而壮年螺则在春夏秋三季都高,其中又以秋季为最高

表2 水果湖区铜锈环棱螺年龄结构的季节变动(个/米²)

Tab. 2 Seasonal changes of age structure of *Bellamya aeruginosa* in Shui Guo-Hu district (ind. · m⁻²)

规格级(毫米) (1)	<9.9	10—14.9	15—19.9	20—24.9	>25
季节(2)					
春季(3)	43	72	188	64	3
夏季(4)	85	75	177	58	1
秋季(5)	8	56	234	129	6
冬季(6)	1	23	97	80	4

(1) Size-Class (mm), (2) Season, (3) Spring, (4) Summer, (5) Autumn, (6) Winter

表3 东湖铜锈环棱螺各规格级百分组成

Tab. 3 Percentage composition of various size-classes of *Bellamya aeruginosa* in Lake Dong Hu

规格级(毫米) (1)	<9.9	10—14.9	15—19.9	20—24.9	>25	合计(3) (%)
湖区(2)						
水果湖(4)	10.8	17.9	43.7	26.4	1.2	100
郭郑湖(5)	9.3	16.4	51.3	22.4	0.6	100

(1) Size-class (mm), (2) Lake district, (3) Total (%), (4) Shui Guo Hu, (5) Guo Zheng Hu

1) 黄祥飞等,1982—1983。东湖I站(水果湖区)和II站(郭郑湖区)逐月四次进行浮游动物定量采集实测水温的资料。

表 4 东湖营养网箱中放养的铜锈环螺

Tab. 4 Daily growth-rate and monthly weight increase of various

观察日期 (1982—1983) (天)(1)	I <9.9				II 10—14.9										
	螺数 (个) (2)	放湖平均体重 和标准差(克) (3)		取出平均体重 和标准差(克) (4)	生长增 重(克) (5)	日生长 率(克) (6)	螺数 (个) (2)	放湖平均体重 和标准差(克) (3)		取出平均体重 和标准差(克) (4)	生长增 重(克) (5)	日生长 率(克) (6)	螺数 (个) (2)	放湖平均 体重和标 准差(克) (3)	
		放湖平均体重 和标准差(克) (3)	取出平均体重 和标准差(克) (4)					放湖平均体重 和标准差(克) (3)	取出平均体重 和标准差(克) (4)					放湖平均 体重和标 准差(克) (3)	
30 (3月27日—4月26日)	28	0.230± 0.069	0.392± 0.100		0.162	0.018	50	0.755± 0.190	0.861± 0.205		0.106	0.004	50	1.664± 0.287	
32 (4月26日—5月28日)	50	0.140± 0.141	0.322± 0.154		0.182	0.026	50	0.707± 0.181	0.911± 0.219		0.204	0.008	50	1.664± 0.277	
30 (5月29日—6月28日)	50	0.144± 0.057	0.476± 0.117		0.332	0.040	50	0.624± 0.213	1.008± 0.248		0.384	0.016	50	1.630± 0.360	
29 (6月28日—7月27日)	50	0.163± 0.105	0.496± 0.165		0.333	0.038	50	0.641± 0.238	1.017± 0.187		0.376	0.016	50	1.503± 0.347	
30 (7月27日—8月26日)	50	0.238± 0.076	0.561± 0.065		0.323	0.029	50	0.679± 0.177	0.908± 0.201		0.229	0.010	50	1.384± 0.288	
31 (8月27日—9月27日)	50	0.119± 0.057	0.481± 0.163		0.362	0.045	50	0.687± 0.182	1.114± 0.209		0.427	0.016	50	1.399± 0.344	
29 (9月27日—10月26日)	50	0.289± 0.086	0.552± 0.149		0.263	0.022	50	0.706± 0.169	0.992± 0.248		0.286	0.012	50	1.515± 0.248	
31 (10月26日—11月26日)	36	0.355± 0.084	0.396± 0.094		0.041	0.004	50	0.802± 0.220	0.843± 0.162		0.041	0.002	50	1.731± 0.305	
31 (11月26日—12月27日)	40	0.128± 0.083	0.145± 0.081		0.017	0.004	50	0.711± 0.227	0.720± 0.173		0.009	—	50	1.587± 0.272	
32 (12月27日—1月28日)	32	0.139± 0.081	0.164± 0.079		0.025	—	50	0.706± 0.162	0.722± 0.174		0.016	—	50	1.507± 0.274	
29 (1月28日—2月26日)	27	0.164± 0.079	0.157± 0.067		—0.007	—	46	0.722± 0.174	0.721± 0.174		—0.001	—	50	1.511± 0.278	
29 (2月26日—3月28日)	25	0.157± 0.067	0.193± 0.086		0.036	0.007	46	0.721± 0.174	0.778± 0.187		0.057	0.003	50	1.539± 0.274	

(1) Observation period (days), (2) Numbers(ind.)/Cage, (3) Initial mean wt. (g) ± S.D., (4) Final

2. 不同规格级的百分组成比较

在周年中水果湖区和郭郑湖区铜锈环螺各规格级逐季密度百分比值都不相同(图5)。用全年平均密度来看(表3),壳高15—19.9毫米的个体在东湖中所占的比值最高,在水果湖区占总密度的43.7% (占总生物量的51.3%),在郭郑湖区占51.3% (占总生物量的50.5%);其次为壳高20—24.9毫米的个体,其比值约近于壳高在15毫米以内的两个规格级幼螺密度的总和;壳高大于25毫米以上的个体,比值最小,仅占1%左右。腹足类的寿命分布曲线与其他动物一样,通常用“U”形曲线表示。也就是说幼年和老年时死亡率高,强壮的成贝死亡率相当低^[2]。这一情况与东湖铜锈环螺种群中的存活规律,是相符合的(图6)。

螺不同规格级日生长率和月增重

size-classes of *Bellamya aeruginosa* stocked in net cage in Lake Dong Hu

III			IV				V				合计 (7)	
15—19.9			20—24.9				>25					
取出平均体重和标准差(克) (4)	生长增重(克) (3)	日生长率 (克) (6)	螺数 (个) (2)	放湖平均体重和标准差(克) (3)	取出平均体重和标准差(克) (4)	生长增重 (克) (5)	日生长率 (克) (6)	螺数 (个) (2)	放湖平均体重和标准差(克) (3)	取出平均体重和标准差(克) (4)	生长增重 (克) (5)	日生长率 (克) (6)
1.708± 0.321	0.044± 0.001	0.001± 0.001	50	2.850± 0.427	2.925± 0.449	0.075± 0.001	0.001± 0.001	40	3.877± 0.459	3.889± 0.419	0.012± —	0.024± —
1.831± 0.283	0.167± 0.003	0.003± 0.003	50	3.005± 0.425	3.145± 0.329	0.140± 0.001	0.001± 0.001	40	3.961± 0.492	3.989± 0.497	0.028± —	0.038± —
1.965± 0.321	0.335± 0.006	0.006± 0.006	50	3.126± 0.327	3.312± 0.302	0.186± 0.002	0.002± 0.002	50	4.104± 0.570	4.136± 0.585	0.032± —	0.064± —
1.882± 0.472	0.379± 0.008	0.008± 0.008	50	2.584± 0.321	2.766± 0.458	0.182± 0.002	0.002± 0.002	45	3.870± 0.538	3.999± 0.471	0.129± 0.001	0.065± 0.001
1.692± 0.303	0.308± 0.007	0.007± 0.007	50	2.801± 0.430	2.846± 0.420	0.045± 0.001	0.001± 0.001	40	4.060± 0.582	4.117± 0.564	0.057± 0.001	0.048± 0.001
1.629± 0.293	0.230± 0.005	0.005± 0.005	50	2.463± 0.432	2.535± 0.430	0.072± 0.001	0.001± 0.001	30	4.120± 0.787	4.140± 0.588	0.020± —	0.067± —
1.739± 0.292	0.224± 0.005	0.005± 0.005	50	2.495± 0.408	2.653± 0.413	0.158± 0.002	0.002± 0.002	40	4.230± 0.579	4.400± 0.595	0.170± 0.001	0.042± 0.001
1.757± 0.309	0.026± 0.001	0.001± 0.001	50	2.653± 0.413	2.616± 0.396	-0.037± —	—	40	4.384± 0.595	4.311± 0.263	-0.073± —	0.007± —
1.536± 0.271	-0.051± —	—	50	2.547± 0.399	2.510± 0.376	-0.037± —	—	38	4.311± 0.263	4.306± 0.625	-0.005± —	0.004± —
1.511± 0.278	0.004± —	—	50	2.510± 0.376	2.501± 0.361	-0.009± —	—	33	4.306± 0.625	4.275± 0.633	-0.031± —	—
1.519± 0.274	0.008± —	—	48	2.501± 0.361	2.511± 0.382	0.01± —	—	33	4.275± 0.633	4.266± 0.361	-0.009± —	—
1.616± 0.269	0.077± 0.002	0.002± 0.002	48	2.511± 0.382	2.562± 0.391	0.051± 0.001	0.001± 0.001	33	4.266± 0.361	4.270± 0.605	0.004± —	0.013± —

mean wt. (g) ± S.D., (5) Growth increment (g), (6) Daily growth-rate (g), (7) Total

(三) 种群增长率(g)

生长率和月增重g值的大小反映了自然界中种群实际增长速度(表4)。g值的季节变动受温度影响较为明显(图7)。从3月起g值开始上升,5月呈直线增长,6—9月增长趋于稳定,其后开始下降。至1和2月g值达到最低限;它们生长的适宜水温在20—30℃间。水温低于10℃,则基本上停止。

铜锈环棱螺的增长率也受年龄的影响,显然随其年龄的增大而逐步下降(图8)。初生仔螺(I级)增长率为最高,周年累计为0.233克;个体较大的幼螺(II级)明显下降,为0.087克;壮年螺(III级)更低,为0.038克;中、老年螺(IV和V级),种群似乎趋于衰落,增长速度极为缓慢,前者增长为0.011克,后者增重基本上停止。

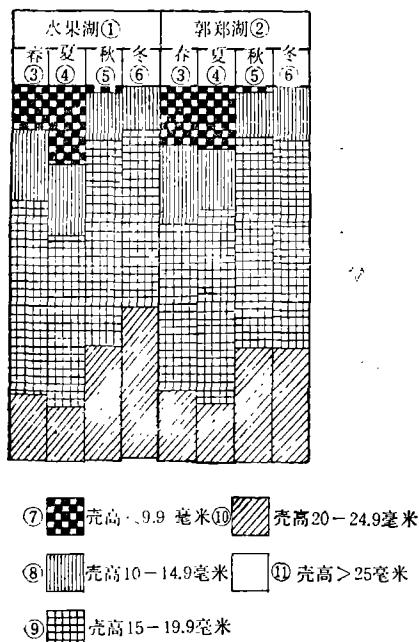


图 5 东湖不同湖区铜锈环棱螺各规格级逐季密度的百分比

Fig. 5 Percentage of density of various size-classes of *Bellamya aeruginosa* in different districts of Lake Dong Hu in successive seasons

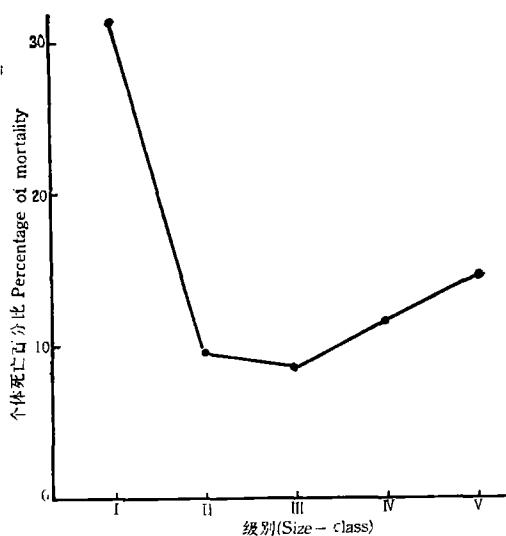


图 6 笼养时间内铜锈环棱螺不同规格级的死亡率。

Fig. 6 Mortality in various size-classes of *Bellamya aeruginosa* during net cage rearing.

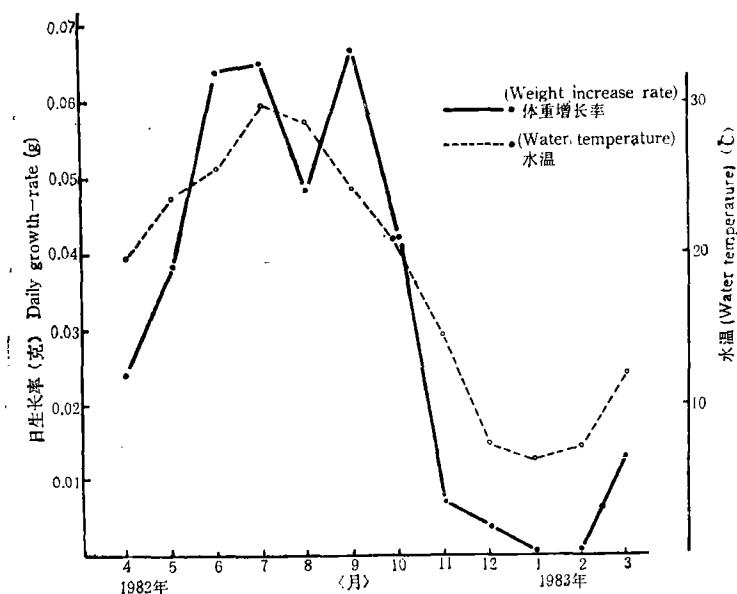


图 7 东湖蓄养网箱中铜锈环棱螺体重增长率逐月变动与水温的关系

Fig. 7 Relation between monthly weight increase rate of *Bellamya aeruginosa* in net cage and water temperature in Lake Dong Hu

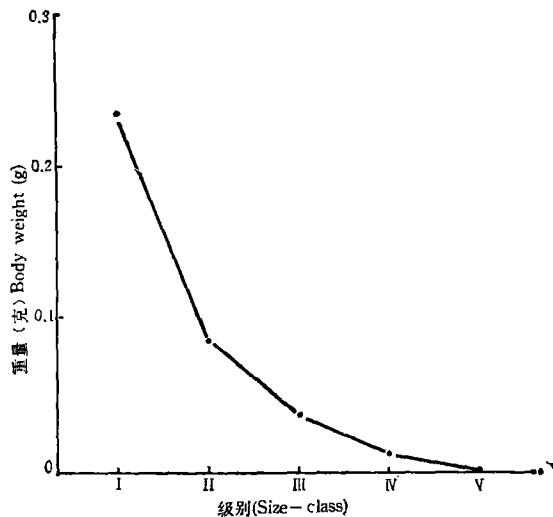


图 8 东湖铜锈环棱螺不同规格级年增长速度的比较

Fig. 8 Comparison of annual growth rate in various size-classes of *Bellamya aeruginosa* in Lake Dong Hu

(四) 生物量、生产量及 P/B 系数

1. 生物量

从表 5 可以看出, 铜锈环棱螺的生物量与种群密度一样有明显的季节变化(表 5)。秋季最高, 占全年总生物量 36.1%, 夏季次之, 占 23.3%, 春季再次, 占 22.6%, 冬季最低, 仅占 18.0%; 两个湖区生物量的季节变化比较一致, 即秋季最高, 夏季次之。

在各个季节水果湖区生物量均比郭郑湖区增高, 即春季增高 1.2 倍, 夏季增高 0.7 倍, 冬季增高 0.4 倍, 秋季最多达 1.5 倍。年平均生物量水果湖区多于郭郑湖区 0.9 倍(表 6)。运加权平均, 则 1982 年东湖每亩环棱螺的贮藏量为 211 公斤, 如东湖按 18,000 亩计算, 约有环棱螺 3,798 吨。

2. 生产量

铜锈环棱螺生产量亦有明显的季节变化(表 5)。夏季最高, 占全年累计生产量的 59.8%, 秋季次之, 占 26.8%, 春季再次, 占 12.5%, 冬季最低, 不到 1%。以水果湖区为例, 初春(3 月)生产量逐月上升, 至夏季(6 月)生产量最高, 为 $137.67 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2} \cdot \text{月}$, 7 月稍低, 仅 88.70 克, 8 月回升达 125.53 克, 入秋后(9 月)产量仍有 104.97 克, 10 月后明显下降, 冬季生产量接近于零; 郭郑湖区全年产量以 7 和 8 月为最高。

水果湖区年累计生产量为 $604.99 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2} \cdot \text{年}^{-1}$, 郭郑湖为 $308.99 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2} \cdot \text{年}^{-1}$ 。

3. P/B 系数

P/B 系数与温度有着密切的关系(表 5)。一般来说, 在适温的范围内, 温度愈高,

表 5 东湖铜锈环棱螺月平均生物量、累计生产量和 P/B 比 单位: (克·米⁻²)Tab. 5 Monthly average biomass, cumulative production and P/B of *Bellamya aeruginosa* in Lake Dong Hu (g·m⁻²)

年·月 (3)	水 果 湖 (1)			郭 郑 湖 (2)		
	平均生物量 (\bar{B}) (4)	累计生产量 (ΣP) (5)	P/B 比 (6)	平均生物量 (\bar{B}) (4)	累计生产量 (ΣP) (5)	P/B 比 (6)
1982						
4	611.393	27.298	0.045	281.763	12.834	0.046
5	370.093	37.687	0.102	266.382	26.381	0.099
6	503.958	137.670	0.273	210.513	38.394	0.182
7	372.801	88.703	0.238	235.301	66.259	0.282
8	672.145	125.532	0.187	466.110	77.406	0.166
9	930.813	104.967	0.113	203.465	22.653	0.111
10	492.843	48.062	0.098	324.350	39.894	0.123
11	979.810	13.08	0.013	436.371	14.796	0.034
12	568.306	0.416	0.001	248.847	0.232	0.001
1983						
1	481.927	1.429	0.003	304.246	0.791	0.003
2	146.749	0.882	0.006	314.515	3.346	0.011
3	521.577	19.263	0.037	148.979	6.002	0.04
	554.368	604.989	1.09	286.737	308.988	1.08

(1) Shui Guo Hu, (2) Guo Zheng Hu, 3) Year. Month, (4) Average biomass, (5) Cumulative production, (6) P/B ratio

表 6 东湖不同湖区铜锈环棱螺季平均和年平均生物量克·米⁻²的比较Tab. 6 Comparison of seasonal and annual mean biomass of *Bellamya aeruginosa* in different districts of Lake Dong Hu (g·m⁻²)

湖 区 (1) \ 季 节 (2)	春 季 (3)	夏 季 (4)	秋 季 (5)	冬 季 (6)	年 平 均 (7)
水果湖 (8)	501.000	516.301	801.155	398.994	554.363
郭 郑 湖 (9)	232.375	303.975	321.395	289.203	286.737

(1) Lake districts, (2) Season, (3) Spring, (4) Summer, (5) Autumn, (6) Winter, (7) Annual mean, (8) Shui Guo Hu, (9) Guo Zheng Hu.

P/B 比愈大。冬季东湖水温在 10℃ 以下,月 P/B 比最低,大多在 0.01 以下,随着水温的升高, P/B 比趋于增加,至夏季达到 0.2 以上,这就是说,水温在 25—30℃ 之间铜锈环棱螺生产力最高。入秋后,随着水温的下降, P/B 比也日逐减少。

比较两个湖区 P/B 比的情况,即水果湖 P/B 系数为 1.09,郭郑湖为 1.08。

从图 9 铜锈环棱螺种群的生物量和生产量的季节变动的比较,可以看出生产量高峰出现在夏季;而生物量的高峰出现在秋季。从这两条增长曲线高峰的互不重叠,可以认为在自然水体中,其种群生物学特点。夏季即使本类动物被强烈消耗或利用,由于其种群个体大多数是小的,因此生物量低,生产力高;秋季其个体增大,生物量高,而生产力低。

水果湖铜锈环棱螺不论是月平均的生物量,还是累计生产量均比郭郑湖高 1 倍,但它

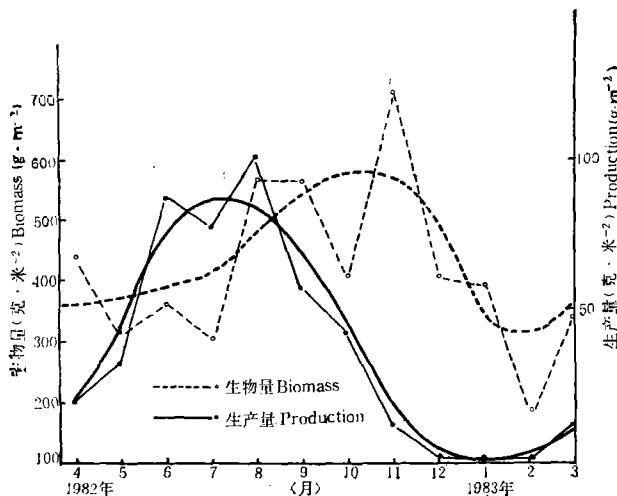


图 9 东湖铜锈环棱螺的生物量和生产量季节变动的比较

Fig. 9 Comparison of biomass and production of *Bellamya aeruginosa* in Lake Dong Hu in various seasons

们的 P/B 系数都小,且两湖系数比值基本相同,它又反映了环棱螺种群本身固有的生产能力(表 5)。东湖环棱螺种群的生产量低,这与其 P/B 系数较低有关。看来,目前东湖中的环棱螺种群的生产力似乎保持着现有量(Standing crop),即生产量和生物量的粗略比值趋于平衡状态。

参 考 文 献

- [1] 张玺、刘月英, 1960。田螺的形态、习性和我国见习的种类。生物学通报, (2): 49—57。
- [2] 张玺、齐鍾彦, 1961。贝类学纲要。科学出版社。
- [3] 陈其羽、梁彦龄、宋贵保、王士达, 1975。武昌东湖软体动物的生态分布及种群密度。水生生物学集刊, 5 (3): 371—379。
- [4] 陈其羽、宋贵保, 1975。铜锈环棱螺繁殖和生长的初步研究。水生生物学集刊, 5(4): 519—534。
- [5] 陈其羽, 1979。湖北省花马湖软体动物的调查报告。海洋与湖沼, 10(1): 46—66。
- [6] 陈其羽、梁彦龄、吴天惠, 1980。武汉东湖底栖动物群落结构和动态的研究。水生生物学集刊, 7(1): 41—56。
- [7] Alimov, A. F., Boullion, V. V., Finogenova, N. P., Ivanova, M. B., Kuzmitskaya, N. K., Nikulina, V. N., Ozeretskovskaya, N. G. and T. V. Zhurova, 1972. Biological productivity of Lakes Krivoe and Krugloe in: Z. Kajak and Hillbricht-Ilkowska (eds), Productivity Problems of Freshwaters, pp. 39—56, Warszawa and Krakow, Polish Scientific Publishers.
- [8] Carmouze, J. P., Durand, J. R. and C. Lévéque, 1983. Lake Chad, P. 385—428. Kluwer Academic Publishers group. The Hague/Boston/Lancaster.
- [9] Edmondson, W. T. & G. G. Winberg, 1971. A manual on methods for the assessment of secondary productivity on fresh waters. International Biological Programme, Handbook No. 17. 358. Blackwell, Oxford.
- [10] Waters, T. F., 1977. Secondary Production in Inland Waters. *Adv. Ecol. Res.*, 10: 91—164.

A PRELIMINARY STUDY ON THE POPULATION DYNAMICS AND ANNUAL PRODUCTION OF *BELLAMYA AERUGINOSA* (REEVE) IN LAKE DONG HU, WUHAN

Chen Qiyu

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan)

Abstract

On the basis of the data obtained from field quantitative samples and cage stocking, the paper presents the population density, age structure population growth, biomass, production, P/B ratio and seasonal dynamics of *Bellamya aeruginosa* in various districts of Lake Dong Hu from April, 1982 to March, 1983. Population growth-rate was estimated by means of exponential growth model, and production was calculated by accumulative increase method. The result shows that the annual average biomass of *Bellamya aeruginosa* in Shui Guo Hu district was $554.37 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, the cumulative production was $604.99 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \text{ year}^{-1}$, and the coefficient of P/B was 1.09. In Guo Zheng Hu district the average biomass was $286.74 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, the production was $308.99 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \text{ year}^{-1}$, and the coefficient of P/B was 1.08.

Ecological factors that influence the population dynamics and production of *Bellamya aeruginosa* are discussed briefly.

Key words *Bellamya aeruginosa*, Instantaneous growth rate, Production, Biomass, P/B ratio