

# 铜锈环稜螺繁殖和生长的初步研究\*

陈其羽 宋贵保\*\*

(湖北省水生生物研究所)

## 提 要

作者于1963年3月至1964年6月间对武昌东湖的铜锈环稜螺的某些生态学问题进行了初步研究:自然种群中铜锈环稜螺的性比为1:1。成熟雌螺全年怀胚,月平均怀胚数以5月初最高,7、8、9月最低,生活于池塘中的雌螺的怀胚数又高于湖泊中相应壳高组雌螺的怀胚数。生殖季节自4月中旬至11月底,其中以6月份产螺达高峰,其临界水温为16—18℃,最适水温在26℃左右。雌螺生长至壳高15—16毫米开始生殖。在自然种群中,每一雌螺每年平均产螺49.7个。雌螺所产仔螺的大小与年龄有关。对铜锈环稜螺的生长规律,提出了有关方程式。

环稜螺系我国淡水水域底栖动物群落中的重要组成部分,是青鱼食物链中的一个主要环节。其种群盛衰与水域中青鱼放养量的多寡有着不可分割的联系。目前在不少湖泊中,由于青鱼数量缺乏,环稜螺种群相当昌盛而尚未得到合理利用;在饲养青鱼的池塘养殖地区,则又因环稜螺的过度肥捞而使这类天然资源遭到破坏。因此,对于环稜螺自然种群的合理利用以及从不同角度来提高它的生产力是渔业生产中的一项必须解决的问题。而掌握它们的生态学规律又是解决上述问题的基础。

国内对于环稜螺的研究,虽然在分类学方面已有比较好的基础,在生态学领域中却非常缺乏可供参考的资料,仅吴家琦<sup>[1]</sup>曾做过“湖螺”<sup>1)</sup>的生态学工作。为了提供渔业生产所需的一些资料,积累水生生物生态学知识,我们在1963年3月至1964年6月间,通过野外观察及室内、室外培养,对铜锈环稜螺 *Bellamya aeruginosa* (Veeve) 的某些生态学问题进行了研究。本文报道这项研究的主要结果。

## 一、材料和方法

本研究所使用的材料取自武昌东湖,部分解剖材料则从东湖附近的一个池塘中获得。研究分为野外观测、室外培养和室内培养三个部分。

野外工作系在东湖沿岸区划出一定范围,逐月用面积为1/7平方米的带网(网目1毫米)铁钎采15个定量样品。最后在室内将采得的标本一一测量、称重和计算初生的仔螺;通过解剖鉴定它们的性别和统计雌螺的怀胚量,从而获得在自然界中铜锈环稜螺的个体生长、性比和怀胚量的周年变化。

1974年3月2日收到。 \* 本文在撰写过程中承梁彦龄同志热情帮助并提出宝贵意见;又承狄克同志将全部稿图复墨。特此一并致谢。 \*\* 已调离本所。

1) 环稜螺属 (*Bellamya*) 几个相似种的统称。

室外培养工作是在东湖的一个小湖湾中进行的,这个湖湾底质为淤泥,着生藻类生长繁茂,并存在大量铜锈环棱螺。因此,我们认为这里具备铜锈环棱螺生活的良好条件。培养方法是将同一天在室内出生的仔螺,分别测量它们的壳高、壳宽和体重,然后用蓄养网箱<sup>[7]</sup>, (其网目大小为 1.3 毫米左右)放养在湖湾底上,逐月进行测量,从而获得仔螺在各月份中的生长数据。此外,我们还将野外采得的雌螺,按大小分成若干组,分别用上述方法培养,以取得各月份中雌螺产螺量的数据。

室内培养主要是在繁殖季节中进行的。将野外采得的母螺分别培养在容积相同的玻璃缸内,加入等量的湖水,用单细胞绿藻饲喂。每隔 1—2 天换水一次。每天观察三次,将出生的仔螺立即保存于酒精中,从而取得初生仔螺大小和雌螺产螺情况的资料。

## 二、繁 殖

### (一) 繁殖季节

野外调查和室内培养的结果,证明铜锈环棱螺在 4 月中旬开始产螺,5 月份数量明显增多,6 月份达到高峰,7 月份以后逐渐减少,11 月份产螺完全停止(图 1)。从常年水温逐日观测的资料看,产螺季节开始和结束时的水温在 16—18℃ 之间,而产螺盛期则在水温 26℃ 左右(图 5)。

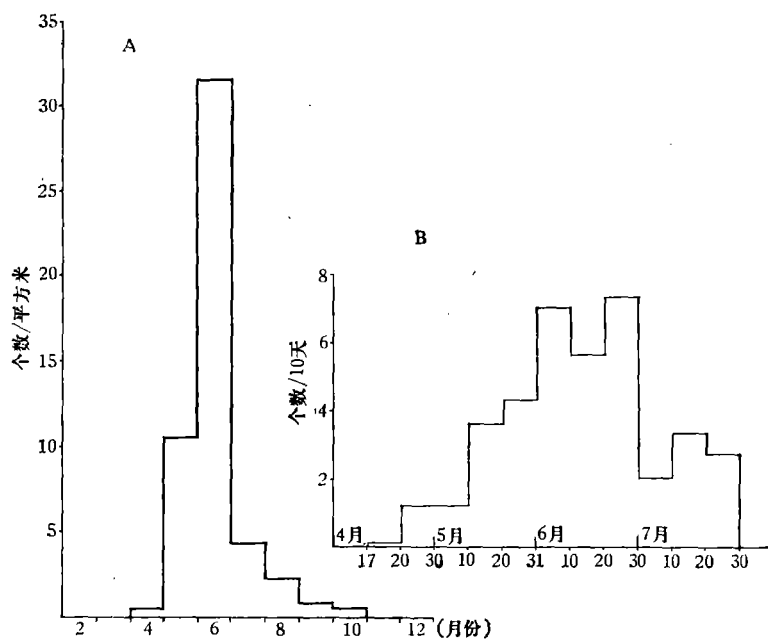


图 1 铜锈环棱螺幼螺出生数量的逐月变动

A. 野外调查; B. 室内培养。

### (二) 性比

1963 年 12 月及 1964 年 1 月和 3—6 月用定量网铗采到性成熟个体计 740 个。全数进行解剖,得雌螺 381 个,雄螺 359 个,其性比适合 1:1 ( $\chi^2 = 0.6541$   $p > 0.25$ )。将各月的数据分别进行卡方测验,结果同样适合性比为 1:1 的理论数值(表 1),而且可以证明

各月性比情况是一致的(间杂性:  $\chi^2 = 10.4695$ ;  $d.f. = 5$ ;  $p > 0.05$ )。

假如将上述标本根据壳高分组分别进行性比的测定,则出现另一种情况,即随着壳高的增长,雄螺所占比例也就越小(表2)。由于在自然种群中两性同龄个体的生长速度并不一致,根据我们的观察,性成熟后期的雄螺显著小于同龄雌螺,故身体的大小并不能真正反映年龄的差异。因此我们认为,在还没有可靠的方法测定螺类年龄时,用这种方法测定性比很难正确反映自然种群中雌雄个体的组成情况。吴家琦<sup>[1]</sup>记载“在自然环境中湖螺群雌体数量要占75%以上,而雄体仅占25%以下”,这可能是样品中个体偏大的关系。

表1 不同月份中铜锈环稜螺雌雄个体在样品中的出现频数及其与理论频率( $\varphi:\sigma^{\circ}=1:1$ )适合性的测定结果

采集时间	个 体 总 数	不同性别出现频数		$\chi^2$ 值
		♀	♂	
1963年12月	114	65	49	2.2456
1964年1月	161	79	82	0.0558
3月	90	51	39	1.6000
4月	85	53	32	5.1882
5月	179	83	96	0.9440
6月	111	50	61	1.0900
合 计	740	381	359	11.1236

$$d.f. = 6 \quad p > 0.05$$

表2 铜锈环稜螺不同壳高组的雌雄比例

壳 高 组 (毫米)	个 体 总 数	♀ ♂ 个 体 数		♀ ♂ 所 占 百 分 比	
		♀	♂	♀	♂
15—19	386	163	223	42%	58%
20—24	324	193	131	60%	40%
25—28	30	25	5	83%	17%

### (三) 怀胚情况

铜锈环稜螺是全年怀胚的(图2)。根据从水草区采到的1,200个雌螺的检查结果,计算出怀胚数在大小个体间及在不同月份间的情况如表3及表4。

表3 铜锈环稜螺不同大小个体月怀胚数的周年平均值

壳 高 (毫米)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
平均怀胚数(个)	0.6	1.6	3.2	4.5	6.6	8.0	9.5	10.5	10.2	11.0	12.5

表4 铜锈环稜螺不同月份怀胚数的平均值

日 期 / 月 份	18/I	20/III	16/IV	7/V	23/V	18/VI	25/VI	17/VII	16/VIII	17/IX	17/X	18/XI	17/XII
平均怀胚数(个)	8.0	8.6	8.8	15.9	7.9	5.9	6.0	3.6	4.0	4.3	5.5	7.1	6.7

将各月间不同大小个体的怀胚数进行方差分析(表5),看出怀胚数的差异不论是在大小个体间或是在不同月份间都是非常显著的。

为了进一步对大小个体间及各月间怀胚数的均数进行比较,我们求出两均数相差的显著界限  $Qs\bar{x}^{[3]}$  为:

$$\text{大小个体间 } Qs\bar{x} = 3.122$$

$$\text{不同月份间 } Qs\bar{x} = 3.496$$

将上述两  $Qs\bar{x}$  与表3、表4进行比较可以看出:(1)怀胚数可以根据壳高分成几个

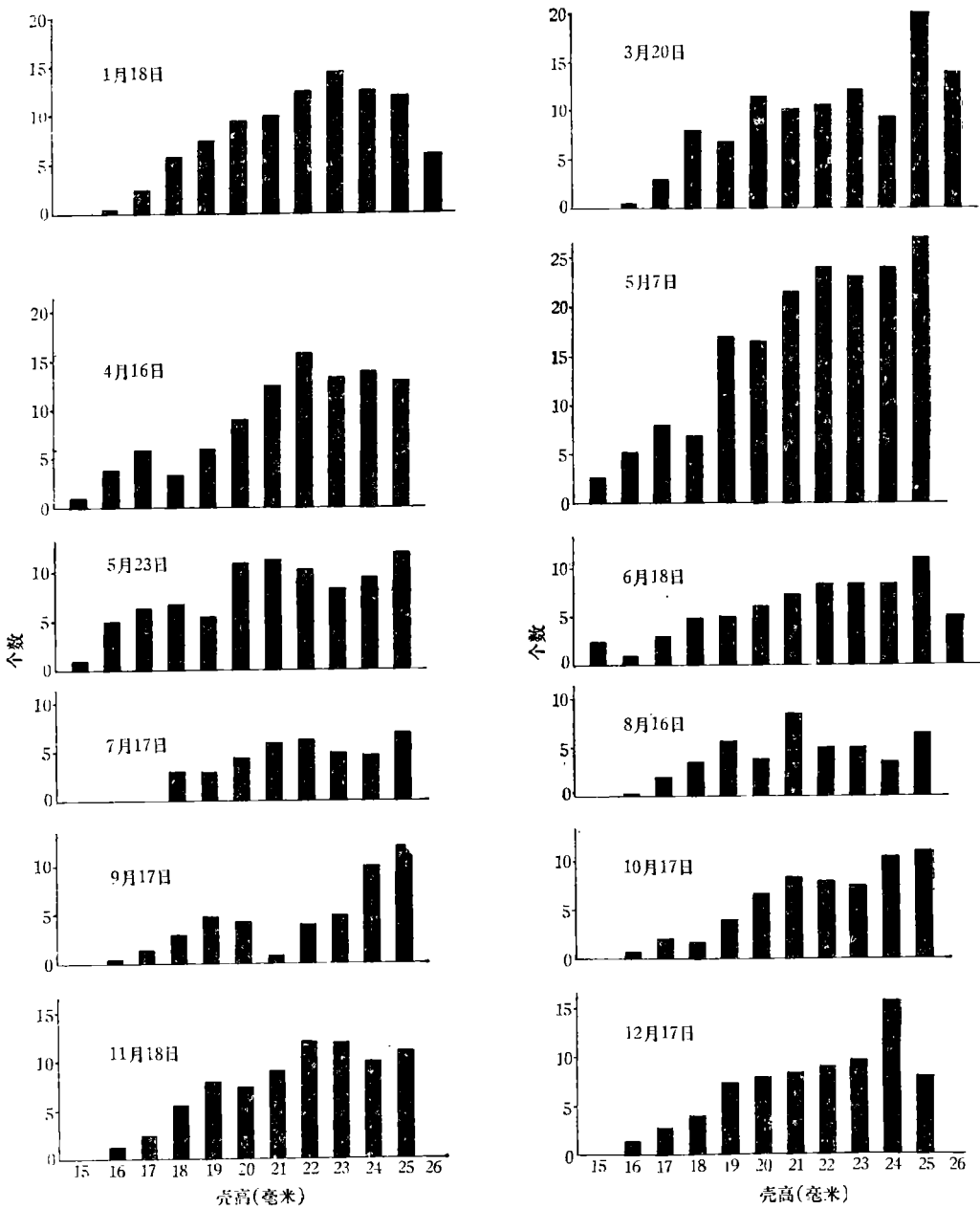


图2 铜锈环稜螺不同大小个体在不同月份的怀胚情况

表5 铜锈环稜螺怀胚数与大小个体间及各月间的方差分析

变 异 来 源	自 由 度	离 均 差 平 方 和	均 方	F
总 变 异	142	4191.92		
大小个体间变异	10	2165.49	216.55	36.70**
不同月份间变异	12	1318.30	109.86	18.62**
误 差	120	708.13	5.90	

注：在习惯上为了方便，往往用星符“\*”来表示有显著性。一个星表示其概率在 0.05 和 0.01 之间，两个星表示概率等于或小于 0.01 (下同)。

组,即 15—16 毫米,16—18 毫米,18—19 毫米,19—20 毫米,20—25 毫米各组,在这些组内怀胚数没有什么不同,组与组之间有显著差别。(2) 5 月初怀胚数特高,与其他各月均有显著差异,其他各月除怀胚数特低的 7、8、9 三个月与稍高的 2、3、4 三个月有显著差异外,均无显著不同。

我们还对不同生活环境(池塘、湖中水草区及岩石地区)中铜锈环稜螺的怀胚数进行了统计比较。根据壳高为 20—24 毫米的母螺的解剖结果,生活在池塘中的母螺的怀胚数平均为 35.0 个(范围在 28—44 个之间),生活在湖中水草区的平均为 21.7 个(16—24 个),岩石地区的平均为 19.0 个(15—24)。方差分析表明各生活环境间雌螺怀胚数的差别是非常显著的(表 6)。

表 6 铜锈环稜螺怀胚数在不同生境中(池塘、湖中水草区和岩石区)的方差分析

变 异 来 源	自 由 度	离 均 差 平 方 和	均 方	F
总 变 异	14	1018.77		
生 境 间 变 异	2	723.00	361.50	12.380**
个 体 间 变 异	4	91.35	22.84	
误 差	8	204.42	25.55	

计算  $Q_{s\bar{x}}$  得 11.054, 因此可以知道差别是存在于池塘个体的怀胚数与湖中个体怀胚数之间,即池塘个体的怀胚数显著高于湖中个体的怀胚数,而湖中个体的怀胚数在两个生境之间的差别则不显著。

#### (四) 产螺情况

根据 1963 年野外观测的结果,发现在产螺盛期中(5—6 月间),壳高达 14—14.9 毫米的雌螺,在子宫内仅怀有初期的胚体,而壳高在 15 毫米以上的个体,在子宫内除有初期胚体外,还有成形的胚体。同年 5 月份用壳高 14 毫米左右的 15 个雌螺在室外培养,结果没有产出一个仔螺。6 月 17 日至 30 日,我们又在室内做了试验,按大小个体分成若干组,每组用 30 个雌螺。试验结果是壳高在 14.0—14.9 毫米组中,没有产出一个仔螺;壳高在 15.0 毫米以上的各组中,均有仔螺产出。

由上述诸方面的结果,已可确定铜锈环稜螺的雌体须长至壳高达 15—16 毫米,体重

表 7 铜锈环稜螺产螺特点的适合性测验

(1963 年 5 月)

每天产螺数	实际母螺频数	理论母螺频数 (Poisson 分布)
0	167	160.75
1	38	47.42
2	10	8.83
3	2	

$$\chi^2 = 3.252 \quad p > 0.05$$

0.81—0.94 克时才开始繁殖子代。

为了了解铜锈环稜螺在生殖季节中仔螺是集中于某几天,还是断断续续地产出。

表 8 铜锈环稜螺产螺特点的适合性测验

(1963 年 6 月)

每天产螺数	实际母螺频数	理论母螺频数 (Poisson 分布)
0	121	108.55
1	59	71.86
2	21	23.78
3	5	5.81
4	1	
5	1	
6	1	
8	1	

$$\chi^2 = 5.245 \quad p > 0.05$$

我们于产螺盛期中,曾在室内将7个成熟雌螺,分别进行培养,逐日记录它们的产螺数,将取得的数据进行适合性测验,结果证明铜锈环稜螺仔螺的产出是随机的,仔螺出生的实际分布概率符合 Poisson 分布<sup>[4]</sup>的理论概率(表7,8)。因此,可以认为铜锈环稜螺的胚体在子宫内是不断地成熟和不断地排出体外。这与吴家琦<sup>[1]</sup>的观察是一致的。

初生仔螺在外形上与成螺不同,在仔螺与仔螺间身体比例及大小也有一些差别。我们曾将260个在实验室中出生的仔螺进行测量,结果:壳宽大于壳高的个体最多,计233个,占总数的89.6%;壳宽与壳高相等的个体19个,占7.3%;壳宽小于壳高的个体最少,仅8个,占3.1%。在上述仔螺中,最大仔螺的壳宽为5.25毫米,壳高4.75毫米;最小仔螺的壳宽为2.75毫米,壳高2.50毫米。表9列出仔螺的平均大小及变异情况。

母螺身体的大小直接影响其所产仔螺的多寡和产螺时间。表10系培养于野外的不

表 9 初生仔螺的平均大小及变异范围

项 目		平 均 数 ( $\bar{X}$ )	标 准 差 ( $S$ )	标 准 误 ( $S_{\bar{X}}$ )
仔 螺 贝 壳	壳 宽 (毫米)	4.11	0.32	0.02
	壳 高 (毫米)	3.85	0.44	0.03

表 10 铜锈环稜螺不同壳高组在一年中所产仔螺的结果

产 螺 日 期		壳 高 组 (毫米)									三 个 壳 高 组 合 计		
		15—19			20—24			25—28			15—28		
起	迄	雌螺数 (个)	产生仔 螺总数 (个)	每个雌 螺平均 产螺数 (个)	雌螺数 (个)	产生仔 螺总数 (个)	每个雌 螺平均 产螺数 (个)	雌螺数 (个)	产生仔 螺总数 (个)	每个雌 螺平均 产螺数 (个)	雌螺数 (个)	产生仔 螺总数 (个)	平均每个雌螺 产螺数 (个)
1月6日	2月3日	10	0	0	10	0	0	10	0	0	30	0	0
2月3日	3月6日	10	0	0	10	0	0	10	0	0	30	0	0
3月6日	4月5日	10	0	0	10	0	0	10	0	0	30	0	0
4月6日	5月3日	10	0	0	10	6	0.6	10	19	1.9	30	25	0.8
5月3日	6月3日	15	48	3.2	15	205	13.7	30	906	30.2	60	1159	19.3
6月3日	7月3日	20	85	4.3	15	305	20.3	25	737	29.5	60	1127	18.8
7月4日	8月5日	10	0	0	10	31	3.1	10	147	14.7	30	178	5.9
8月5日	9月4日	10	0	0	10	25	2.5	10	93	9.3	30	118	3.9
9月5日	10月4日	10	0	0	10	5	0.5	12	24	2.0	32	29	0.9
10月4日	11月4日	10	0	0	10	0	0	12	2	0.2	32	2	0.1
11月4日	12月4日	10	0	0	10	0	0	12	0	0	32	0	0
12月4日	1月5日	10	0	0	10	0	0	10	0	0	30	0	0

每个雌螺每年可产螺数(个): 49.7

表 11 铜锈环稜螺产螺数与各组间及个体间的方差分析

变 异 来 源	自 由 度	离 均 差 平 方 和	均 方	F
总 变 异	8	985.56		
组 间 变 异	2	750.56	375.28	6.55*
个 体 间 变 异	2	3.56	1.78	
误 差	4	231.44	57.86	

同大小母螺周年产螺量的统计。从表 10 可以看出,母螺身体越大,其所产仔螺越多,而且产螺时间也较长。用培养于室内的母螺产仔数据进行方差分析也得到近似结果(表 11)。

根据 426 个不同大小雌螺所产的仔螺统计结果,每个雌螺每年实际产螺 49.7 个子代(表 10)。不同个体产出仔螺的大小也是不同的。根据在实验室用 5 个不同大小的雌螺连续观察的结果,发现老年个体(壳高 28 毫米)产出的仔螺最小,仔螺大小的变化也最小。可以认为母螺到了相当年龄以后,产仔螺虽多,但个体是小的。壳高 19 毫米的较小的个体,产出仔螺的个体也小,但仔螺大小变化较大。在壳高 21—27 毫米的母螺中,所产的仔螺最大(表 12)。

表 12 铜锈环稜螺不同个体的所产仔螺大小的比较

雌螺壳高(毫米)	5月					6月				
	产螺数 (个)	仔螺壳高(毫米)		仔螺壳宽(毫米)		产螺数 (个)	仔螺壳高(毫米)		仔螺壳宽(毫米)	
		幅 度	平均数和 标准差	幅 度	平均数和 标准差		幅 度	平均数和 标准差	幅 度	平均数和 标准差
28	6	3.025— 3.000	3.008± 0.012	3.500— 3.625	3.550± 0.063	33	2.750— 4.250	3.890± 0.250	3.875— 4.250	4.000± 0.120
27	20	4.000— 4.875	4.375± 0.370	4.000— 4.375	4.210± 0.390	32	4.125— 4.875	4.219± 0.320	4.250— 4.875	4.560± 0.210
25	15	3.375— 4.875	4.309± 0.370	3.937— 4.875	4.430± 0.360	20	3.375— 4.500	4.266± 0.150	4.125— 4.750	4.520± 0.220
21	11	3.500— 4.250	3.860± 0.220	3.750— 4.500	4.150± 0.180	8	4.125— 5.125	4.478± 0.360	4.125— 5.125	4.600± 0.330
19	2	3.250— 3.875	3.700± 0.243	3.750— 4.125	4.000± 0.136	8	3.025— 4.125	3.830± 0.234	3.500— 4.375	4.028± 0.244

### 三、生 长

#### (一) 个体的生长情况

动物个体的生长过程曾经有过种种数学描述。Brody<sup>[5]</sup>将 J 型生长曲线的两个弯转部分分别用下列两个公式来表示:

$$L_t = Ae^{k't} \quad (1)$$

$$L_t = B - Ce^{-kt} \quad (2)$$

式中  $L$  为壳高;  $t$  为年龄;  $k$  及  $k'$  为常数。

式(1)多适用于胚胎、幼体等幼年动物的生长,而式(2)常能应用于年龄较大的动物的生长,如比较成年的鱼类<sup>[5]</sup>。

为了了解铜锈环稜螺的生长过程,我们曾在 1963 年 6 月 20 日将 100 个初生仔螺放入网箱中在天然环境中进行饲养,逐月收集生长数据(图 3)。从图 3 中可以看出,6—9 月间(共培养 77 天)是仔螺的生长季节,这段时期中仔螺的生长情况显然能用式(2)来描述。将这几个月数据用一般的方法<sup>[3]</sup>计算出壳高的生长曲线的方程式为:

$$L = 26 - 21.83e^{-0.007t} \quad (3)$$

或用对数形式:

$$\log(26 - L) = 1.339 - 0.003t \quad (4)$$

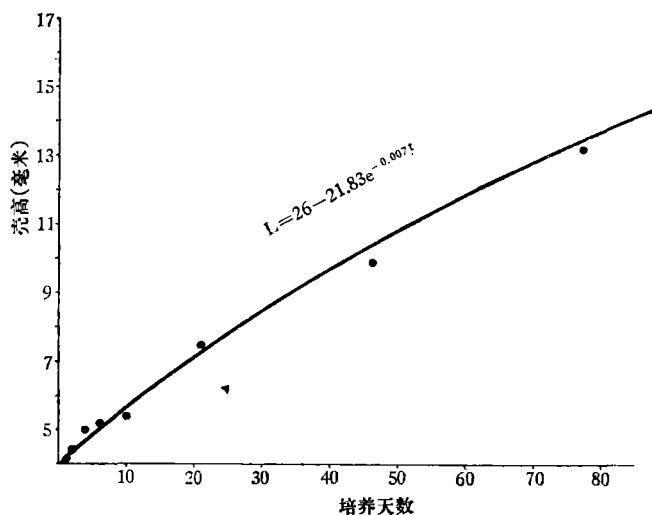


图3 铜锈环稜螺壳高的生长曲线(6月20日至9月5日)

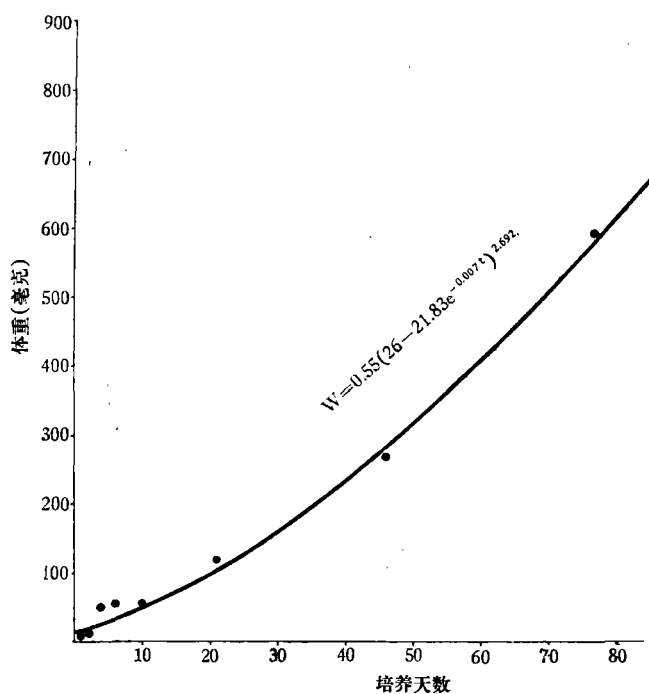


图4 铜锈环稜螺体重的增长曲线(6月20日至9月5日)

式中  $L$  为壳高(毫米);  $t$  为年龄(天)。

值得指出的是式中常数  $B = 26$ , 从理论上来说, 当  $t$  至无穷大时,  $L \rightarrow B$ , 因此, 我们可以预计 26 毫米是铜锈环稜螺的平均极限壳高。

上式迴归系数的显著性测定:  $t_b = b/s_b = 51.669^{**}$ ;  $d. f. = 6$ 。

铜锈环稜螺体重的增长可以根据式(3)及式(7)(见后文)推出。

式(7)[壳高与体重的关系]为:



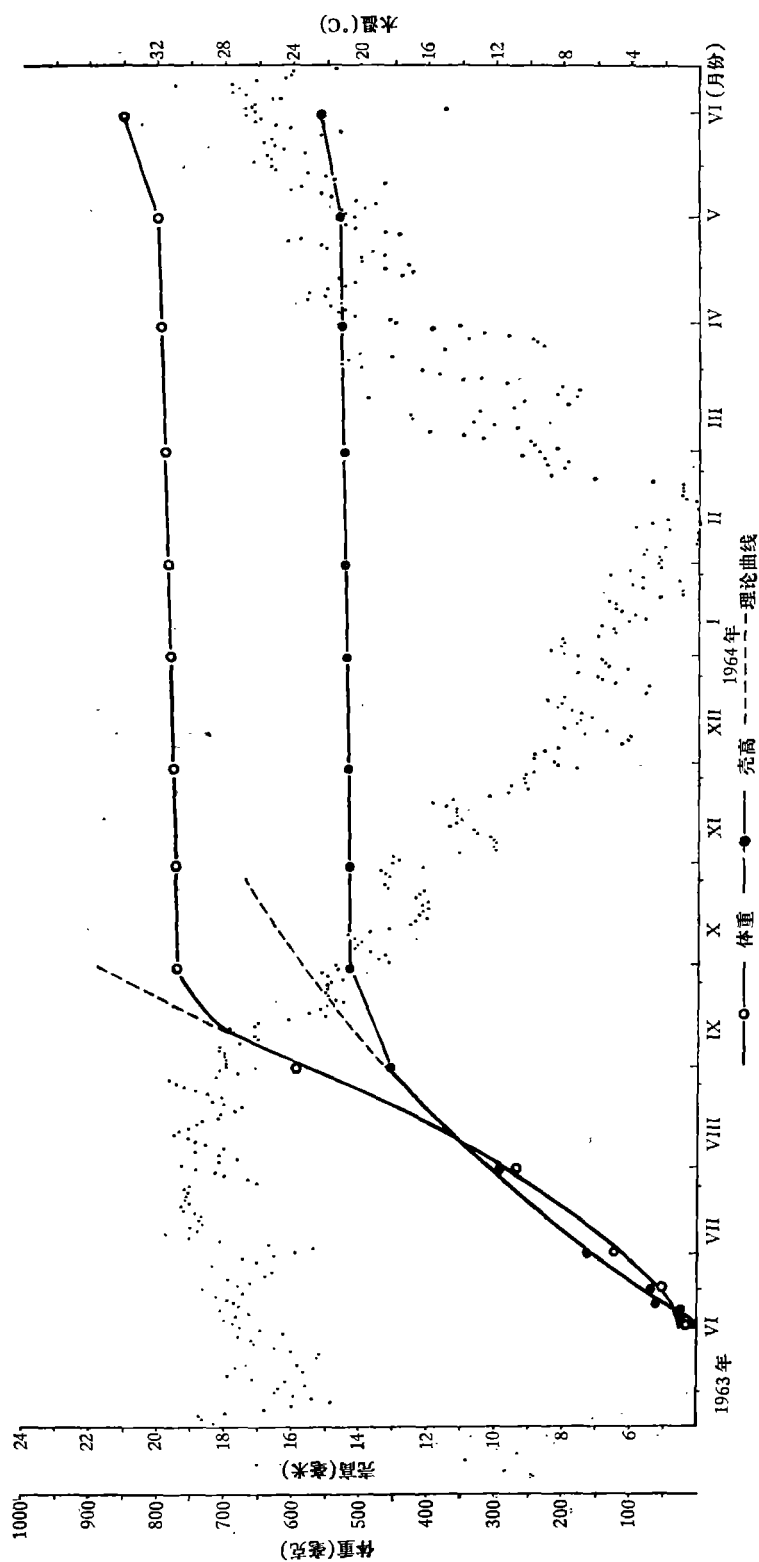


图5 铜锈环稜螺生长的季节变化

$$W = 0.55L^{2.692}$$

代入式(3)得体重与年龄的关系为:

$$W = 0.55(26 - 21.83e^{-0.007t})^{2.692} \quad (5)$$

式中 $W$ 为体重(毫克); $t$ 为时间(天)。

从图4可以看出,用式(5)求得的理论曲线与实际数据配合得也是相当好的。

这里必须指出,式(3)、(5)所代表的是铜锈环稜螺生长季节中的生长趋势。从生长数据和水温<sup>1)</sup>(逐日记录)资料(图5)中可以看出,在秋末到来年春末一段时间中,铜锈环稜螺完全停止生长,这时理论生长曲线与实际测量数据就有很大的距离(图5),可以预料在次年生长季节铜锈环稜螺继续生长时,其增长曲线的斜率与理论曲线将会逐渐接近。

## (二) 自然种群中个体生长情况

根据1963年7月—1964年6月的定量采集结果,可以看出在天然情况下,自然种群中个体的生长趋势,与室外培养个体的生长曲线,大致上是一样的(图6)。

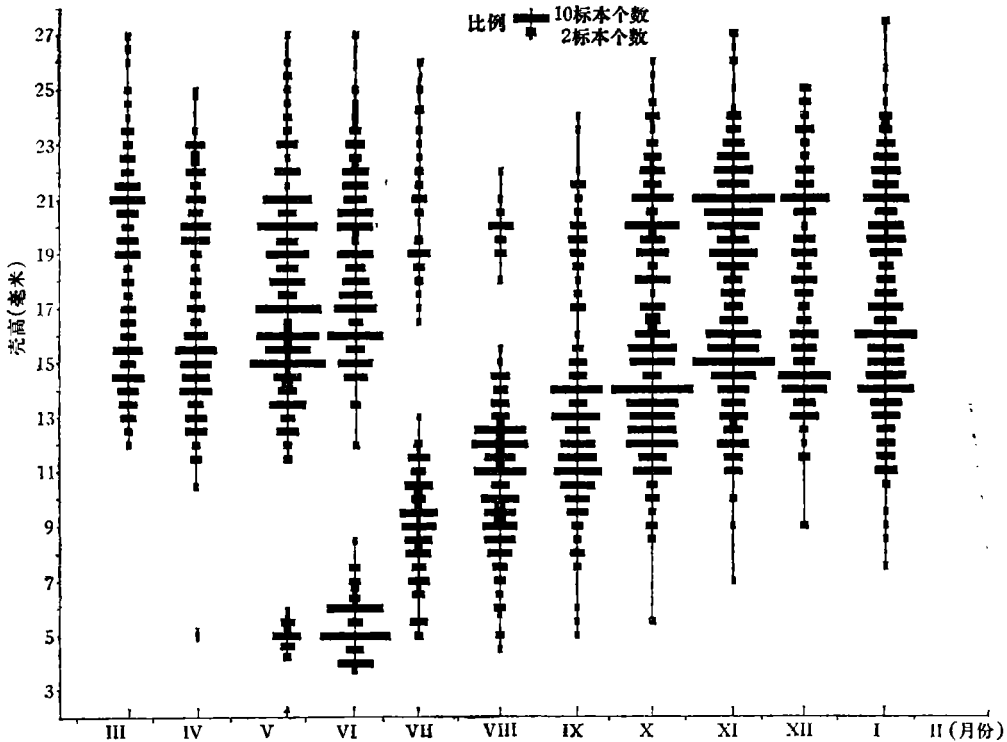


图6 马来眼子菜群丛泥沙底质中铜锈环稜螺种群组成的逐月变动情况

从图6可看出在5、6月份出现初生个体,壳高为5—6毫米左右,以后逐渐长大,至10月份个体壳高的众数在14—15毫米左右,往后各月壳高众数看不出有多大变化,说明从11月份起至第二年的4月份基本上停止生长。

从图6中还可看出,几乎在每月中都有两个壳高组,具有出现频率较大的情况,这实

1) 湖北省水利厅南望山蒸发实验站1963—1964年资料。

际上代表一岁螺和二世螺(或包括二岁以上个体)。因此, 尽管我们的室外培养结果只能说明一年的生长情况, 但我们可以从图 6 估计二世螺的生长情况, 即在铜锈环稜螺出生后的次年 5、6 月份壳高可达 16 毫米左右, 7—9 月份则可达 19—21 毫米。

由此看来, 铜锈环稜螺在出生后经过一年的正常生长, 到第二年的 5、6 月份, 即可开始繁殖后代了。

### (三) 壳高、壳宽、体重关系

许多文献<sup>[2,6]</sup>都指出动物体长、体重关系为:

$$W = AL^b \quad (6)$$

式中  $W$  为体重;  $L$  为体长(或体宽),  $A, b$  为常数。

通过全年采得的标本我们测量了 1,661 个个体, 看出个体重量与长度(壳高或壳宽)的数值, 在坐标上的分布均呈现抛物线趋势, 而长度间(壳高与壳宽间)的分布则接近一条直线(图 7A、8A、9A), 根据实际数据我们分别算出了下列方程式:

壳高 ( $L$ ) 与体重 ( $W$ ):

$$W = 0.551L^{2.692} \quad (7)$$

$$\text{或} \quad \log W = 2.692 \log L - 0.259 \quad (8)$$

壳宽 ( $B$ ) 与体重 ( $W$ ):

$$W = 0.149B^{3.633} \quad (9)$$

$$\text{或} \quad \log W = 3.633 \log B - 0.828 \quad (10)$$

壳高 ( $L$ ) 与壳宽 ( $B$ ):

$$B = 0.539L + 2.420 \quad (11)$$

式 (7)、(9)、(11) 回归系数的显著性测定结果,  $t_b$  值都在 7 以上,  $d.f. = 39$ ;  $p < 0.001$ , 表明每对变量之间都有非常显著的关系存在。

在实际上式 (7)、(9)、(11) 比较适用于壳高大于壳宽的个体(壳高从 5—25 毫米), 对于幼年个体在壳高小于壳宽时(壳高从 2.6—4.3 毫米)比较不适用, 因此我们还将幼年个体的这些关系, 用同样方法另行计算(图 7B、8B、9B), 其方程式为:

壳高 ( $L'$ ) 与体重 ( $W'$ ):

$$W' = 1.012L'^{2.004} \quad (12)$$

$$\text{或} \quad \log W' = 2.004 \log L' + 0.005 \quad (13)$$

壳宽 ( $B'$ ) 与体重 ( $W'$ ):

$$W' = 0.339B'^{2.662} \quad (14)$$

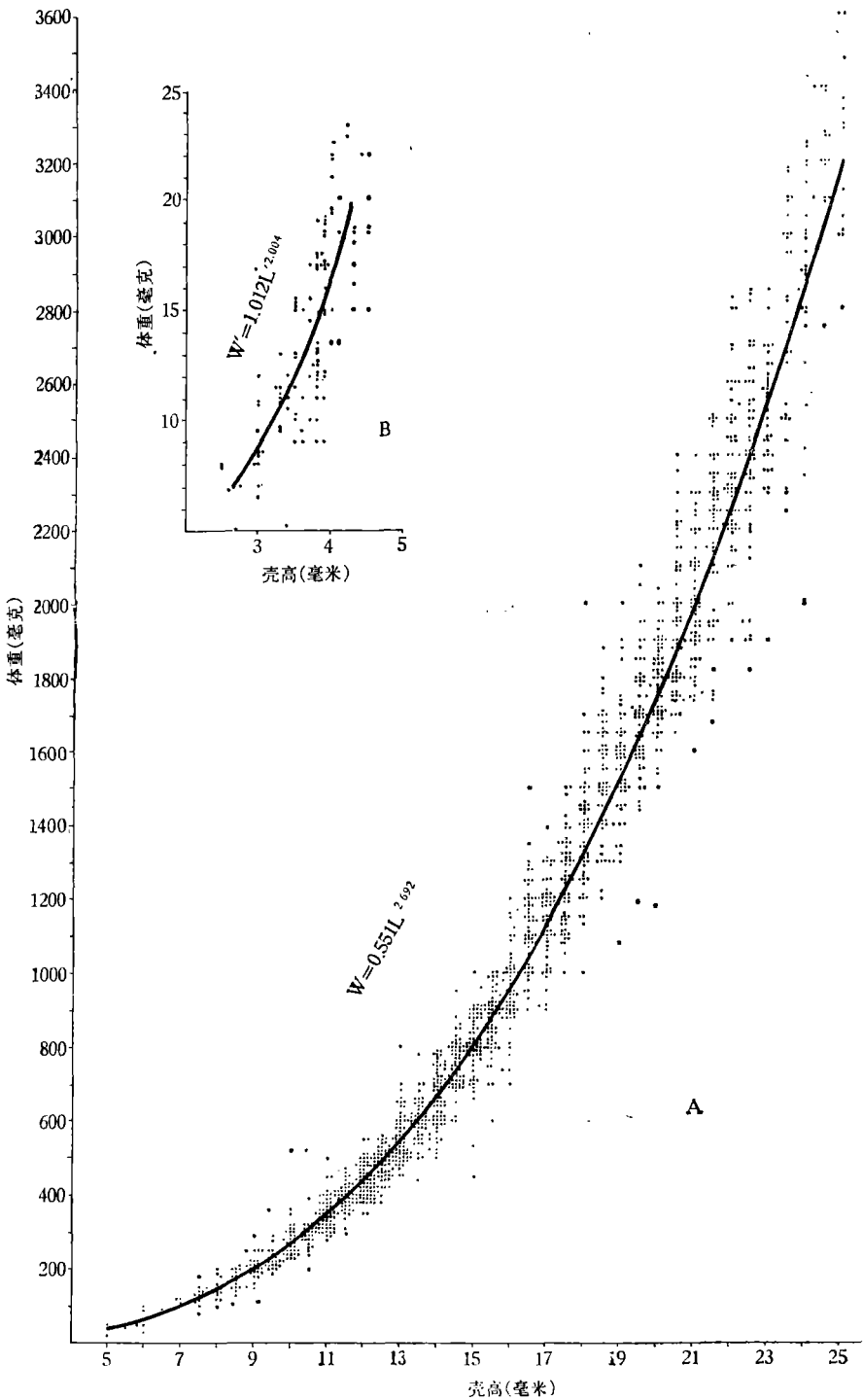
$$\text{或} \quad \log W' = 2.662 \log B' - 0.470 \quad (15)$$

壳高 ( $L'$ ) 与壳宽 ( $B'$ ):

$$B' = 0.827L' + 0.965 \quad (16)$$

式 (12)、(14)、(16) 回归系数的显著性测定结果,  $t_b$  值都在 10 以上,  $p < 0.001$ , 表明每对变量之间同样也有非常显著的关系存在。

计算上列各式的目的, 除了有助于阐明铜锈环稜螺的相关生长规律以外, 在实际应用上, 还可以根据我们测得的任一变量(如壳高), 推算出其他变量(如体重)。



【图7 铜锈环稜螺壳高-体重的相关曲线

A. 壳高5—25毫米的个体； B. 壳高2.6—4.3毫米的个体。

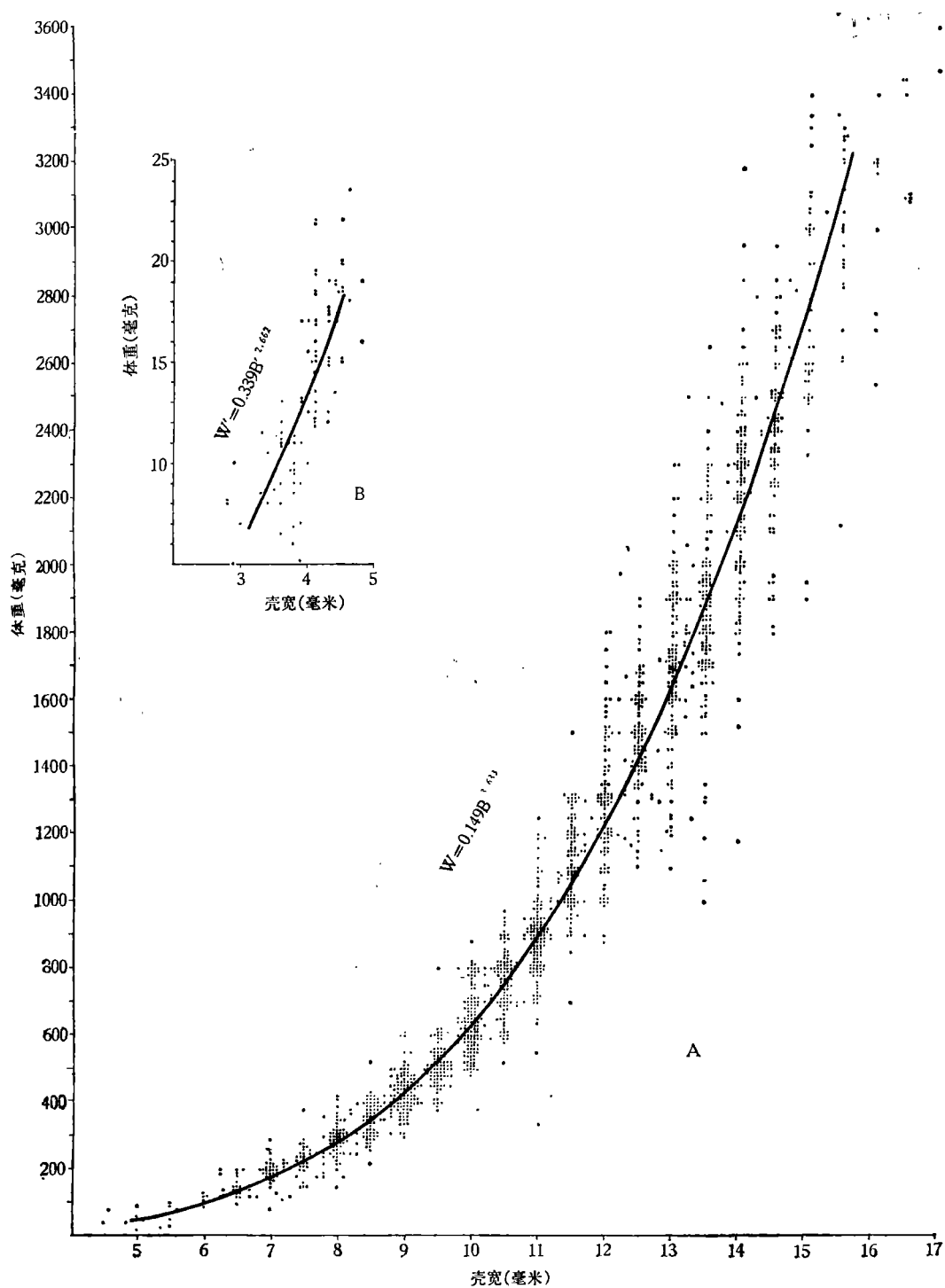


图8 铜锈环稜螺壳宽-体重的相关曲线

A. 壳高5—25毫米的个体； B. 壳高2.6—4.3毫米的个体。

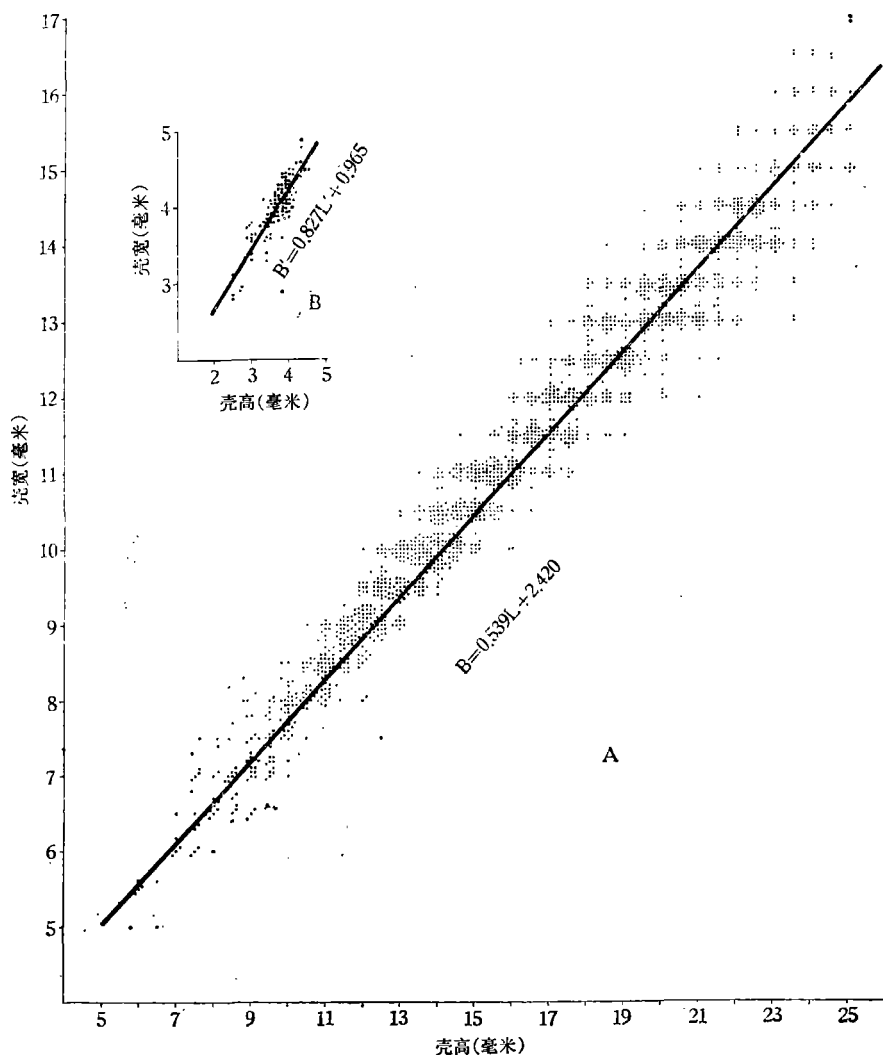


图9 铜锈环稜螺壳高-壳宽的相关曲线  
A. 壳高 5—25 毫米的个体； B. 壳高 2.6—4.3 毫米的个体。

#### 四、结 论

1. 自然种群中铜锈环稜螺性比为 1:1。
2. 成熟雌螺全年怀胚, 月平均怀胚数以 5 月初最高 (15.9 个/雌), 7、8、9 月最低 (3.6—4.3 个/雌)。个体较大的雌螺 (壳高 21—25 毫米) 的怀胚数 (9.5—12.5 个/雌) 显著高于个体较小的雌螺 (壳高 15—17 毫米) 的怀胚数 (0.6—3.2 个/雌)。生活于池塘中的雌螺的怀胚数又高于湖泊中相应长度组雌螺的怀胚数。
3. 铜锈环稜螺的生殖季节自 4 月中旬至 11 月底。其中以 6 月份产螺达高峰。繁殖的临界水温为 16—18℃, 最适水温在 26℃ 左右。
4. 雌体生长至壳高 15—16 毫米 (体重 0.81—0.94 克) 开始生殖, 开始产螺的雌体繁殖

力低(6月份每雌只产仔螺4.3个),且只在5,6两月中生殖。壮年母螺(壳高25—28毫米)繁殖力较高(6月份每雌产螺29.5个),且产螺时间长(4月—11月)。

在自然种群中,铜锈环稜螺每雌每年平均产螺49.7个。

母螺所产仔螺的大小与年龄有关,壮年母螺(21—27毫米)所产仔螺较大,而老年母螺(28毫米以上)的仔螺都小。

5. 初生仔螺外形与成熟个体不同,约有90%仔螺的壳宽大于壳高,仔螺大小平均为:壳宽4.11毫米,壳高3.85毫米。

6. 在生长季节中,仔螺在温带浅水湖中第一年的生长趋势接近下列方程式

$$\text{壳高: } L = 26 - 21.83e^{-0.007t}$$

$$\text{体重: } W = 0.55(26 - 21.83e^{-0.007t})^{2.692}$$

( $L$  为毫米,  $W$  为毫克,  $t$  为天数)

7. 铜锈环稜螺相关生长规律,在壳高大于4.3毫米时,可用下列方程式表示:

$$W = 0.551L^{2.692}$$

$$W = 0.149B^{3.633}$$

$$B = 0.539L + 2.420$$

( $W$  为体重,  $L$  为壳高,  $B$  为壳宽)

在壳高小于4.3毫米时,用下列方程将更恰当:

$$W' = 1.012L'^{2.004}$$

$$W' = 0.339B'^{2.662}$$

$$B' = 0.827L' + 0.965$$

( $W'$  为体重,  $L'$  为壳高,  $B'$  为壳宽)

### 参 考 资 料

- [1] 吴家琦, 1958。湖螺生态的初步观察。动物学杂志, 2: 67—68。
- [2] 陈佩薰等, 1965。长江中青鱼的生长速度。水生生物学集刊, 5 (2): 272—281。
- [3] 郭祖超等, 1964。医用数理统计方法。人民卫生出版社。
- [4] 邹祥光, 1963。昆虫生态学的常用数学分析方法。农业出版社。
- [5] Rieker, W. E. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Fish. Res. Bd. Canada, Bull. No. 119.*
- [6] Simpson, G. G., Roe, A. and Lewontin, R. C. 1960. Quantitative Zoology. (Revised edition) Harcourt, Brace and Company. N. Y.
- [7] Жадин, В. И., 1956. Методика изучения донной фауны водоемов и экологии донных беспозвоночных. Жизнь пресных вод СССР. том IV, часть I, стр. 279—382.

## A PRELIMINARY STUDY ON REPRODUCTION AND GROWTH OF THE SNAIL, *BELLAMYA AERUGINOSA* (VEEVE)

Chen Chih-yü and Sung Kuei-pao

(Institute of Hydrobiology, Hupei Province)

*Bellamya aeruginosa* (Veeve) is a viviparid gastropod widely distributed in China

and of outstanding importance among food items of the Snail Carp, *Mylopharyngodon piceus*. Investigations referring to the reproduction and growth of this snail based on the methods of out-door rearing, laboratory culture and field observations were made during March 1963–June 1964. The results may be briefly summarized as follows:

1. The sex ratio of natural population is in close agreement with the expected value of 1:1 as tested by goodness of fit.

2. Mature females are pregnant throughout the year while the number of embryos possessed by each individual varies in different months. Maximal number of embryos (15.9/female) was found in early May and the minimal (3.6–4.3/female) in July–September. It has also been found that females of larger size usually possess more embryos and individuals inhabiting the pond have relatively larger number of embryos than those inhabiting the lake.

3. The breeding season of the animal lasts from middle April to late November, but most offspring are born in June. The threshold water-temperature for reproduction was found to be about 16–18°C and the optimal water-temperature, *ca.* 26°C.

4. Reproduction takes place when an individual attains to a shell-height of 15–16 mm (0.81–0.94 g. in body weight). The natality rate of young females is conspicuously lower (only 4.3/female in June). Than that of females of middle age (29.5/female in June). The average number of young reproduced by a female in a year has been calculated as 49.7.

5. The appearance of the new-born animals is not entirely similar to that of the adults. In contrast to the fact that shell-height exceeds shell-width in the adults, about 90% of new-born individuals have their shell-height smaller than shell-width. The new-born individuals are 3.85 mm in height and 4.11 mm in width.

6. In favourable season, the growth of juveniles in a shallow lake may be expressed by the following empirical formulae:

For shell-height:

$$L = 26 - 21.83e^{-0.007t}$$

For body weight:

$$W = 0.55 (26 - 21.83e^{-0.007t})^{2.692}$$

(Where  $L$  denotes shell height in mm;  $W$ , body weight in mg;  $t$ , time in number of days).

7. Formulae of allometric growth have been computed as follows: For individuals with shell-height over 4.3 mm:

$$W = 0.551 L^{2.692}$$

$$W = 0.149 B^{3.633}$$

$$B = 0.539 L + 2.420$$

For individuals with shell-height under 4.3 mm:

$$W' = 1.012 L'^{2.004}$$

$$W' = 0.339 B'^{2.662}$$

$$B' = 0.827 L' + 0.965$$

(Where  $W$  or  $W'$  represents body weight in mg;  $L$  or  $L'$ , shell-height in mm;  $B$  or  $B'$  shell-width in mm).