

72-77

# 洪湖日本沼虾的种群繁殖生物学

Q959.223.5

孙建贻 张道源 段中华 谭德清

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

**提 要** 1994年5月至1995年6月对洪湖日本沼虾的种群繁殖生物学进行了研究。洪湖日本沼虾的繁殖期为4月中旬至10月上旬,5月中旬至8月中旬为日本沼虾的繁殖高峰期,其中6月、8月雌虾抱卵率均在70%以上;日本沼虾群体中雄性总是少于雌性,月性比(♀/♂)变化于1.104—5.780之间,3—6月性比逐渐增高,7—10月性比则逐渐降低;在整个繁殖期,4—7月的抱卵虾均为前一年出生的大、中规格的个体,之后当年出生的个体在繁殖群体中逐渐占据优势;春季抱卵虾的绝对繁殖力和相对繁殖力都大于秋季抱卵虾,分别计算了绝对繁殖力、相对繁殖力与体长、体重的函数关系。本文还对日本沼虾群体性比的周年变化及其产卵次数进行了讨论。

**关键词** 日本沼虾, 种群, 繁殖, 洪湖, 生物学  
**分类号** S931.5

日本沼虾 *Macrobrachium nipponensis* 俗称青虾,是一种经济价值很高的淡水虾类。白洋淀五十年代可年产日本沼虾数十万公斤<sup>[1]</sup>,洪湖八十年代初年产日本沼虾五十多万公斤,可见日本沼虾在淡水渔业资源中也是很重要的一部分。

日本的大岛展志<sup>[2]</sup>对日本沼虾的人工繁殖进行过研究。在国内,叶星等<sup>[3]</sup>、秦贵泉等<sup>[4]</sup>、秦志平等<sup>[5]</sup>、张道源等<sup>[6]</sup>对其育苗进行了研究,范果仪<sup>[1]</sup>、李文杰等、邹志清<sup>[7]</sup>分别对白洋淀、龙感湖日本沼虾的生物学作过一些初步研究,戈敏生<sup>[8]</sup>在实验室对其繁殖习性进行了观察,杨爱辉<sup>[9]</sup>等对上海川沙县孙桥河道日本沼虾的生长与群体组成进行了研究。

洪湖是位于长江中游湖北省境内的一个大型浅水湖泊,现有面积344km<sup>2</sup><sup>[10]</sup>。湖区水草茂密,水质条件较好,是日本沼虾较为理想的栖息场所。为了探究日本沼虾种群的内部调节规律,合理利用和保护日本沼虾天然资源,作者对洪湖日本沼虾的种群生物学进行了较为详细的研究,本文报道的是有关日本沼虾种群繁殖生物学方面的研究结果,其它有关内容将另文发表。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料来源

所有日本沼虾样品系用虾笼(或称虾篓、虾簖)在洪湖湖区捕获。采样时间为1994年5月至1995年6月,除了1995年1—2月由于水温太低,未能采集到样品外,5—11月每月的月初、月中各采集一次,12月、3—4月每月中旬采集一次,每次采集样品数百尾。

### 1.2 测量及分析方法

每次采集到的样品先进行雌雄鉴定,以确定性比;抱卵虾也全部计数,以确定雌虾抱卵率。然后随机选取100尾左右的样品进行体长、体重测量,体长是指眼柄基部至尾节末端的距离

\* 收稿日期,1997-01-24;收到修改稿日期,1997-09-08。孙建贻,男,1940年生,副研究员。

(精确到 0.05cm), 体重(湿重)是采用干纱布吸去体表水分后用托盘扭力天平称量(精确到 0.01g). 日本沼虾的绝对繁殖力和相对繁殖力是通过测量抱卵虾的体长和体重、计数其全部抱卵量后计算所得.

## 2 结果及分析

### 2.1 繁殖期

4 月中旬开始发现有少数雌虾抱卵, 此后雌虾抱卵率一直较高, 直到 9 月中旬雌虾抱卵率明显降低, 但到 10 月初的采样中还发现有少数雌虾抱卵. 因此, 4 月中旬至 10 月上旬为洪湖日本沼虾的繁殖期. 这一段时间洪湖水温变化范围为 17.5—34.0℃.

洪湖日本沼虾群体中雌虾抱卵率的变化见图 1.

从图中可以看出, 从 5 月中旬至 8 月中旬, 洪湖日本沼虾群体中雌虾的抱卵率一直都在 50% 以上, 因此 5 月中旬至 8 月中旬为洪湖日本沼虾的繁殖高峰期, 其中 6 月中旬、8 月上旬和中旬为繁殖鼎盛期, 雌虾抱卵率均在 70% 以上, 8 月初雌虾抱卵率达到最高点, 为 82.20%. 7 月中旬雌虾抱卵率(57.39%)稍低于 7 月初和 8 月初, 是因为 4—6 月份的抱卵虾均为前一年出生的个体, 繁殖过后逐渐死亡, 而当年出生的日本沼虾在 7 月中旬尚未性成熟或虽已性成熟但尚未产卵, 此时的抱卵虾群体仅由前一年出生但尚未死亡的个体组成, 这样就导致雌虾抱卵率有所降低. 此后随着当年较早出生的日本沼虾性成熟并加入繁殖群体, 雌虾抱卵率又达到最高峰. 由此可见, 6 月中旬的繁殖最高峰是由前一年出生的个体产生, 而 8 月的繁殖最高峰则主要是由当年出生的个体所产生.

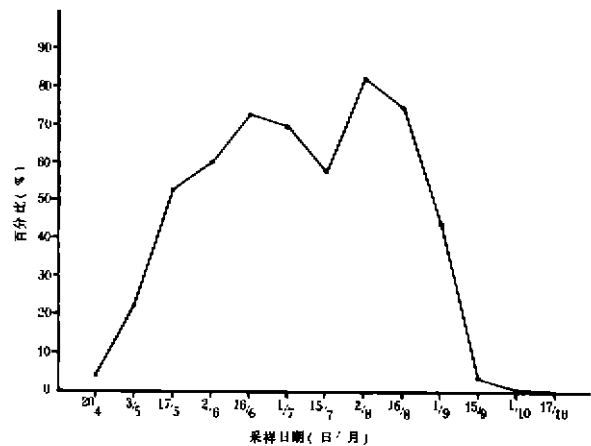


图 1 雌虾抱卵率的变化

Fig. 1 Variations of egg-carrying rates of females

### 2.2 性比

洪湖日本沼虾群体的性比(雌虾数量与雄虾数量的比值)在不同时期有着明显变化(图 2). 从图中可以看出, 不论哪个月份雌虾数量均多于雄虾, 采样期间的月性比变化于 1.104—5.780 之间, 总平均性比为 2.263. 从 3 月到 6 月, 性比逐渐增高, 尤其是 5、6 月性比明显增高, 其中 6 月中旬性比为 5.780, 达到全年的最高值, 这可能是由于在繁殖期雄虾交配后先于雌虾死亡, 导致雄虾数量相对减少. 由于 7、8 月份以后的虾主要为当年繁殖的个体, 而雄虾生长快于雌虾, 这样就导致群体的性比在 7—10 月逐渐降低, 到 10 月份雌、雄虾的数量较为接近, 性比约为 1.1. 其后日本沼虾群体的性比又逐渐增高. 从这个变化过程中可以看出, 随着当年出生的日本沼虾个体的不断性成熟, 日本沼虾群体的性比逐渐降低, 10 月份达到最低值, 此后一直到翌年的 6 月份, 群体的性比则逐渐增高, 6 月份达到最高值.

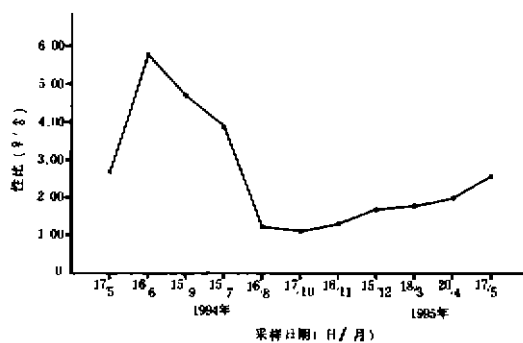


图2 日本沼虾群体性比(♀/♂)的月变化  
Fig. 2 Monthly variations of the sex ratio(♀/♂) of *M. nipponensis*

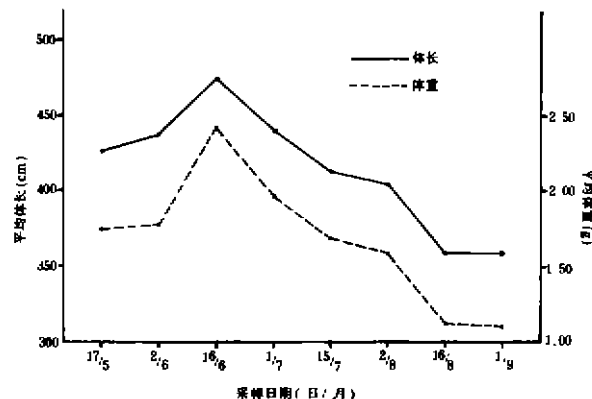


图3 抱卵虾平均体长和体重的变化  
Fig. 3 Variations of mean body length and body weight of egg-carrying shrimp

### 2.3 繁殖群体的组成

洪湖日本沼虾群体中抱卵虾平均体长、平均体重的变化见图3。由图中可以看出,从5月到6月,随着水温升高,抱卵虾的平均体长和平均体重都逐渐增加,均在6月中旬达到其最大值,其后又逐渐降低,这是因为前一年出生的虾繁殖过后逐渐死亡,而新加入繁殖群体的雌虾均为当年出生的个体。

如果把抱卵虾按其体长(BL)分成三个规格的虾群:小规格虾群( $BL < 3.50\text{cm}$ )、中规格虾群( $3.50\text{cm} \leq BL < 4.50\text{cm}$ )和大规格虾群( $BL \geq 4.50\text{cm}$ ),则从表1可以看出,随着水温的逐渐升高、虾的逐渐生长,抱卵虾的优势群体由5月中旬的中规格虾群过渡到6月中旬的大规格虾群,随着繁殖过后大规格虾的陆续死亡,大规格虾群的优势逐渐消失,中规格虾群在7月中旬和8月初占据明显优势。随着新老世代交替的完成,到8月中旬则为小规格虾群占据优势。另外,在小规格的雌虾群体中,抱卵虾所占比例在7月中旬仅为27.3%,到8月中旬则上升为71.4%。这些表明洪湖5、6月份出生的日本沼虾大部分能在当年达到性成熟并加入繁殖群体。

表1 抱卵虾中不同规格的群体所占百分比的变化

Tab. 1 Variations of percentage of different groups to total egg-carrying shrimps

采样时间(日/月)	17/5	2/6	16/6	1/7	15/7	2/8	16/8	1/9
$BL < 3.50\text{cm}$	2.5%	0	1.6%	11.8%	7.0%	16.4%	54.5%	44.4%
$3.50\text{cm} \leq BL < 4.50\text{cm}$	67.5%	62.5%	21.3%	43.1%	72.1%	65.4%	32.7%	44.4%
$BL \geq 4.50\text{cm}$	30.0%	37.5%	77.1%	45.1%	20.9%	18.2%	12.7%	11.1%

江苏省淡水水产研究所<sup>①</sup>在研究太湖日本沼虾的生物学时发现,小规格的雌虾群体中抱卵虾所占比例在8月份仅为33.6%,并认为绝大部分的当年虾要到第二年的5—6月才能性成熟而产卵。另外,1994—1995年间在洪湖发现的抱卵日本沼虾最小体长仅为2.15cm、最小

<sup>①</sup> 江苏省淡水水产研究所. 淡水青虾生物学及池塘养殖的研究. 调查研究报告, 1963年, 第1辑, 第30号.

体重为 0.23g, 而李文杰等在太湖发现性成熟日本沼虾(雌体)的最小体长为 2.4cm, 邹志清等<sup>[7]</sup>在龙感湖发现抱卵日本沼虾的最小体长为 3.0cm、最小体重为 0.7g. 洪湖、龙感湖、太湖都位于长江中下游地区, 气候条件相近, 产生这些差别的原因, 可能是因为这些年来对洪湖日本沼虾的大量捕捞使得其种群结构出现了小型化趋势, 这与过度捕捞导致的洪湖鱼类资源小型化的结果相符合<sup>[11]</sup>.

#### 2.4 繁殖力

日本沼虾生长快、性成熟早. 在洪湖, 7 月下旬即可发现性成熟的当年出生的个体. 由表 1 可以看出, 8、9 月份的抱卵虾主要为小规格和中规格的个体, 它们属于当年出生的世代, 而 5—7 月份的抱卵虾主要是中规格和大规格的个体, 属于前一年出生的世代. 这里以 4 月中旬的样品(79 尾)代表春季繁殖群体、9 月初的样品(66 尾)代表秋季繁殖群体来分别计算洪湖日本沼虾在春、秋季的繁殖力.

**2.4.1 绝对繁殖力** 春季抱卵日本沼虾的体长范围为 3.45—5.85cm, 体重范围为 0.86—4.77g, 抱卵量变化于 382—3055 粒之间, 平均  $1231 \pm 577$  粒. 绝对繁殖力  $F$ (卵粒数)与体长  $L$ (cm)、体重  $W$ (g)之间的函数关系为:

$$F = 9.7050L^{3.2032} \quad (r = 0.9218)$$

$$F = 726.95W - 94.58 \quad (r = 0.9125)$$

秋季抱卵日本沼虾的体长范围为 2.15—5.05cm, 体重范围为 0.23—3.09g, 抱卵量变化于 72—1974 粒之间, 平均  $562 \pm 527$  粒. 绝对繁殖力  $F$ (卵粒数)与体长  $L$ (cm)、体重  $W$ (g)之间的函数关系为:

$$F = 2.6688L^{3.9415} \quad (r = 0.9589)$$

$$F = 603.32W - 162.73 \quad (r = 0.9606)$$

经过  $t$  检验, 日本沼虾在春季的绝对繁殖力明显大于秋季. 从上述  $F$  与  $L$ 、 $W$  的函数关系式也可以看出这一点.

**2.4.2 相对繁殖力** 以单位体重的卵粒数( $R_w = F/W$ )和单位体长的卵粒数( $R_L = F/L$ )两种方式来表示日本沼虾的相对繁殖力.

在春季,  $R_w$  的变化范围为 362.5—907.4 粒/g, 平均  $615.0 \pm 137.1$  粒/g;  $R_L$  的变化范围为 110.7—522.2 粒/cm, 平均  $269.7 \pm 98.7$  粒/cm.  $R_L$  与体长  $L$ (cm)、体重  $W$ (g)之间的函数关系为:

$$R_L = 8.2062L^{2.3333} \quad (r = 0.9427)$$

$$R_L = 161.95W + 70.27 \quad (r = 0.8509)$$

在秋季,  $R_w$  的变化范围为 200.0—728.3 粒/g, 平均  $428.5 \pm 102.1$  粒/g;  $R_L$  的变化范围为 33.5—389.5 粒/cm, 平均  $139.4 \pm 81.3$  粒/cm.  $R_L$  与体长  $L$ (cm)、体重  $W$ (g)之间的函数关系为:

$$R_L = 2.6342L^{2.9705} \quad (r = 0.9344)$$

$$R_L = 112.45W + 4.33 \quad (r = 0.9456)$$

经过  $t$  检验, 春、秋两季洪湖日本沼虾的相对繁殖力( $R_w$  和  $R_L$ )存在显著性差异, 表明洪湖日本沼虾的相对繁殖力也明显大于秋季.

### 3 讨论

#### 3.1 日本沼虾的性比

李文杰等<sup>[1]</sup>在研究太湖日本沼虾的生物学时发现任何月份雌虾数量都要比雄虾多,这与作者对洪湖日本沼虾群体的研究结果相同。但杨爱辉等对上海川沙县孙桥河道日本沼虾的研究认为其性比趋势是雄虾多于雌虾,月性比(♀/♂)在 0.61—1.35 之间波动,总平均为 0.95<sup>[9]</sup>,这可能是由于杨爱辉等是用虾抄网和虾拖网来采集样品,在样品数量不够多的情况下,雌雄性比可能会与实际情况产生一定的误差。作者于 1994 年 6—8 月在洪湖湖区通往长江的河道里也进行了几次采样,与同期在洪湖湖区采样结果的比较也显示出河道里的日本沼虾群体的性比稍高于湖区日本沼虾群体的性比。

#### 3.2 日本沼虾的产卵次数

戈敏生<sup>[8]</sup>通过饲养,发现日本沼虾能年产卵 8—9 次,其 6、7 月份平均每月产卵 2 次;屈忠湘<sup>[12]</sup>则认为,山东临沂地区的日本沼虾一年之中能孵化幼体 3—4 批,当年出生的日本沼虾能繁殖 2 次;李文杰等通过对太湖地区日本沼虾的室内连续观察和渔获物的分析,发现越冬后的日本沼虾可连续产卵 2 次,只有极少数虾的卵巢能进行第 3 次发育,但一般发育不到成熟期即退化吸收。

从表 1 可以看出,在洪湖,小规格抱卵虾在 8 月初还只占抱卵虾群体的少数,到 8 月中旬则占抱卵虾群体的一半以上,而且此时小规格抱卵虾在同规格雌虾群体中所占比例高达 71.4%,可见当年 5、6 月份繁殖出来的个体大部分在 8 月中旬都已抱卵。采样中还发现部分当年出生的个体在 7 月底、8 月初就已抱卵,而直到 9 月上旬雌虾抱卵率还高达 4.36%。由于洪湖 8 月份水温较高(26.5—31.0℃),虾胚胎发育较快,13—18 天即可完成,由此可以推断,5、6 月份孵化出的日本沼虾性成熟后当年一般可以繁殖 2 次,少数成熟较早的个体可以繁殖 3 次,4—7 月的繁殖群体主要由大、中规格的个体组成,而且 4—6 月份的抱卵虾中 90% 以上个体的性腺都能继续发育。表 1 显示出抱卵虾群体中大规格个体在 6 月中旬所占比例最高,达到 85.4%,到 7 月初则下降到 58.2%。由此可以认为,较早开始抱卵的个体在 7 月初不再抱卵,或开始死亡。根据这一段时间的水温,可以推算出洪湖的日本沼虾在春季能够繁殖 2—3 次,因此,在洪湖,日本沼虾一年中可以繁殖 4—6 次。这个数值高于屈忠湘的结果,是因为洪湖与山东临沂地区相比,春季水温上升较早,夏季水温较高,秋季水温下降较慢,因为虾的繁殖期较长,夏天胚胎发育也较快;这个数值明显低于戈敏生的结果,则是因为其试验是在室内进行,饵料、环境等条件都明显优于天然湖泊,因此虾的性腺发育要好一些,繁殖次数就多一些。

### 参 考 文 献

- 1 范果仪等. 白洋淀的青虾. 动物学杂志, 1959, (3): 97—99
- 2 邹志清等. 龙感湖的青虾资源与利用. 水利渔业, 1991, (2): 18—20
- 3 叶 星等. 淡水青虾人工繁殖及养殖的初步试验. 珠江水产, 1988, (11): 32—36
- 4 秦贵泉等. 日本沼虾池塘育苗和鱼虾混养试验. 水产科技情报, 1990, 17(4): 113—115
- 5 秦志平等. 青虾的繁殖与育苗试验. 淡水渔业, 1994, 24(3): 18—20
- 6 张道源等. 日本沼虾的池塘育苗试验. 见: 陈宜瑜, 许蕴珩等著. 洪湖水生生物及其资源开发. 北京: 科学出版社,

1995. 303-307

- 7 大岛展志. 青虾苗种的大量生产. 张如玉译. 养殖, 1974, (4), 65-67.
- 8 戈敏生. 日本沼虾的若干繁殖习性. 见: 中国甲壳动物学会编. 甲壳动物学论文集, 第二辑. 北京: 科学出版社, 1990. 39-43.
- 9 杨爱辉等. 青虾生长规律与群体组成的研究. 湖泊科学, 1994, 6(4), 325-332.
- 10 蔡述明等. 洪湖的自然地理特征. 见: 陈宜瑜、许蕴珩等著. 洪湖水生生物及其资源开发. 北京: 科学出版社, 1995. 3-11
- 11 曹文宣等. 洪湖鱼类资源小型化现象的初步探讨. 见: 中国科学院水生生物研究所洪湖课题组著. 洪湖水体生物生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究. 北京: 海洋出版社, 1991. 148-152
- 12 屈忠湘. 青虾的生物学观察. 淡水渔业, 1990, (1), 3-6

## The Population Reproduction of Freshwater Shrimp (*Macrobrachium nipponensis*) in Honghu Lake

Sun Jianyi Zhang Daoyuan Duan Zhonghua Tan Deqing  
(Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

### Abstract

The population reproduction of freshwater shrimp (*Macrobrachium nipponensis*) was studied in Honghu Lake from May 1994 to June 1995.

The spawning period of *M. nipponensis* is from mid-April to early October, and the peak lasts from mid-May to early September, the egg-carrying rates of females in June and August are both more than 70%. During the spawning period, the egg-carrying females from April to July are all bigger ones, born last year, afterwards the smaller ones, born this year, predominate gradually among the egg-carrying ones.

The number of the females is always more than that of the males. The monthly sex ratio (♀/♂) ranges from 1.104 to 5.780, increases from March to June but drops from July to October gradually.

The absolute reproduction ability and relative reproduction ability of egg-carrying females in spring are both greater than those in autumn. The relationship between the absolute or relative reproduction ability and body length or weight can be expressed by different equations, for example, the relationship between the absolute reproduction ability and body length, the equations are  $F = 9.7050L^{3.2032}$  ( $r = 0.9218$ ) in spring and  $F = 2.6688L^{3.0425}$  ( $r = 0.9589$ ) in autumn respectively.

This report also deals with the reason for the monthly variations of the sex ratio and the spawning ability of *M. nipponensis* in a year.

**Key Words.** *Macrobrachium nipponensis*, population, reproduction, Honghu Lake