

149-154

洪湖日本沼虾种群生长的研究

Q959.223.5

孙建贻 张道源 谭德清 段中华

S968-223

(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 月对洪湖日本沼虾种群的生长进行了研究. 日本沼虾群体的平均体长、平均体重在 3-6 月逐渐增大, 之后逐渐降低, 分别在 8 月、9 月达到最小值, 其后又逐渐增大, 反映出世代交替的过程. 日本沼虾群体的生长存在明显的阶段性, 第一阶段(当年 8-11 月)的生长可以用 Logistic 生长模式来描述: (\uparrow) $L_t = 6.85 / (1 + e^{0.3186t - 0.2386t})$, $W_t = 7.50 / (1 + e^{2.3845 - 0.3250t})$; (\downarrow) $L_t = 6.25 / (1 + e^{0.2372 - 0.1982t})$, $W_t = 5.79 / (1 + e^{2.1951 - 0.2371t})$. 第二阶段(翌年 3-6 月)的生长可以用 Von Bertalanffy 生长模式描述: (\uparrow) $L_t = 5.40 [1 - e^{-1.0600(t - 7.3458)}]$, $W_t = 3.43 [1 - e^{-1.0600(t - 7.3458)}]^{3.2127}$; (\downarrow) $L_t = 4.76 [1 - e^{-0.5635(t - 5.6903)}]$, $W_t = 2.43 [1 - e^{-0.5635(t - 5.6903)}]^{3.1880}$. 日本沼虾群体的肥满度在不同生长阶段存在明显差别, 不同群体之间的肥满度也存在差异.

关键词 日本沼虾, 种群, 生长, 洪湖

分类号 Q959.223

日本沼虾 (*Macrobrachium nipponensis*) 俗称青虾, 是一种经济价值很高的淡水虾类, 在我国分布很广. 但在过去许多大规模的湖泊资源调查工作中, 往往把虾类资源忽略或研究很少. 据已有报道, 白洋淀五十年代可年产日本沼虾数十万 kg^[1], 太湖从五十年代初至八十年代初日本沼虾的年产量一直在几十万公斤^①, 龙感湖 1986 年产虾约 50×10^4 kg, 相当于该湖成鱼产量的一半^[2], 洪湖七十年代末、八十年代初可年产日本沼虾 50×10^4 kg 左右^②, 可见日本沼虾在淡水渔业资源中也是很重要的一部分. 另外, 日本沼虾作为天然水体中鱼类的饵料生物也有重要意义.

日本的久保伊津男^[3]对日本沼虾的生态学作过一些研究, 并提出了相应的增产措施, 大岛展志^[4]对其人工繁殖及幼体变态进行了研究. 在国内, 范果仪等^[1]、李文杰等^③、邹志清^[2]分别对白洋淀、太湖、龙感湖的日本沼虾的生物学作过一些初步研究, 戈敏生^[5]、秦志平等^[6]进行了日本沼虾的育苗或养殖方面的研究, 杨爱辉等^[7]对上海市川沙县孙桥河道日本沼虾的生长规律与群体组成进行了研究.

洪湖是位于长江中游的一个大型浅水湖泊, 现存面积^[8] 344 km². 湖区水草茂密, 水质条件良好, 是日本沼虾较为理想的栖息场所, 80 年代初年产虾达到 50 万公斤左右. 为了探究日本沼虾种群的内部调节规律, 合理利用和有效保护其天然资源, 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.

* 收稿日期: 1997-11-24; 收到修改稿日期: 1998-01-02. 孙建贻, 男, 1940 年生, 副研究员.

① 金德沂等, 1981. 太湖虾类资源调查报告.

② 湖北省荆州地区洪湖水生生物资源调查组, 1981. 洪湖水生资源(一).

③ 李文杰等, 1963. 淡水青虾生物学的初步研究. 内部资料.

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、虾壕)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, 其它月份每月中旬采集一次, 每次采集样品数百尾.

1.2 测量及分析方法

从每次采集到的样品中随机选取 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(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).

由于日本沼虾寿命较短, 一般在出生后第二年的 5、6 月繁殖过后陆续死去, 7、8 月以后的日本沼虾群体主要由当年繁殖出的个体组成, 而洪湖每年 12 月、1-2 月水温太低, 日本沼虾几乎停止生长, 因此, 作者把日本沼虾群体的生长分成两个阶段(3-6 月、8-11 月)进行分析. 目前的尚无准确鉴定日本沼虾年龄的方法, 对于 8-11 月采集到的样品, 根据测定数据, 撇去极少数可能属于前一年出生但尚未死亡的个体(所占比例分别为: 8 月 10.7%, 9 月 3.8%, 10 月、11 月 1.9%)后所计算出的各月日本沼虾群体的平均体长、平均体重值来代表该月龄虾的体长、体重值.

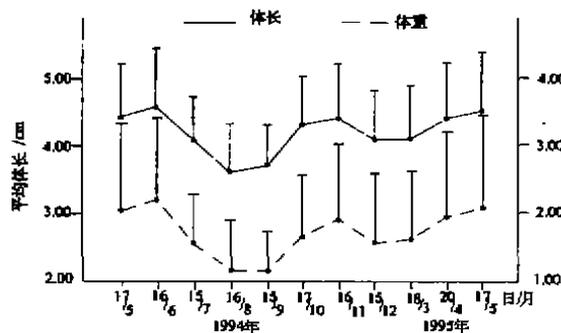


图 1 日本沼虾群体平均体长、平均体重的月变化
(垂直线表示标准误差)

Fig. 1 Monthly variations of mean body length and weight of the population of *M. nipponensis*
(Vertical bars indicate the standard error)

2 结果及分析

2.1 群体的平均体长、平均体重

以每月采集样品的平均体长、平均体重代表该月日本沼虾群体的体长、体重(图 1). 从图中可以看出, 不论雄性群体、雌性群体, 或是整个日本沼虾群体, 其体长、体重值从 3 月到 6 月都是逐渐增大, 在 6 月达到最大值, 然后逐渐降低, 体长在 8 月达到最小值, 体重在 9 月达到最小值, 之后又逐渐上升. 这是日本沼虾种群世代交替的结果.

2.2 群体组成

从群体的体长频率分布(图 2)可以看出群体组成的变化及世代交替的过程. 3-6 月的群体由前一年出生的个体组成, 随着水温的升高, 体长逐渐增加, 优势体长组从 3 月的 3.50-4.50cm 到 6 月的 4.50-5.50cm. 7 月为新老两个世代交替的时候, 由于采集工具存在一定的限制, 从 7 月的体长频率分布图上未能看到幼虾高峰, 但群体的优势体长组从 6 月的 4.00-5.50cm 到 8 月的 2.50-4.00cm 反映出世代交替的完成. 之后优势体长组又从 8 月的 2.50-4.00cm 上升到 10-11 月的 3.50-5.00cm.

2.3 体长与体重的关系

以 3-5 月和 9-11 月的样品分别代表春、秋季样品, 雌、雄分别计算, 按 $W = aL^b$ 关系式

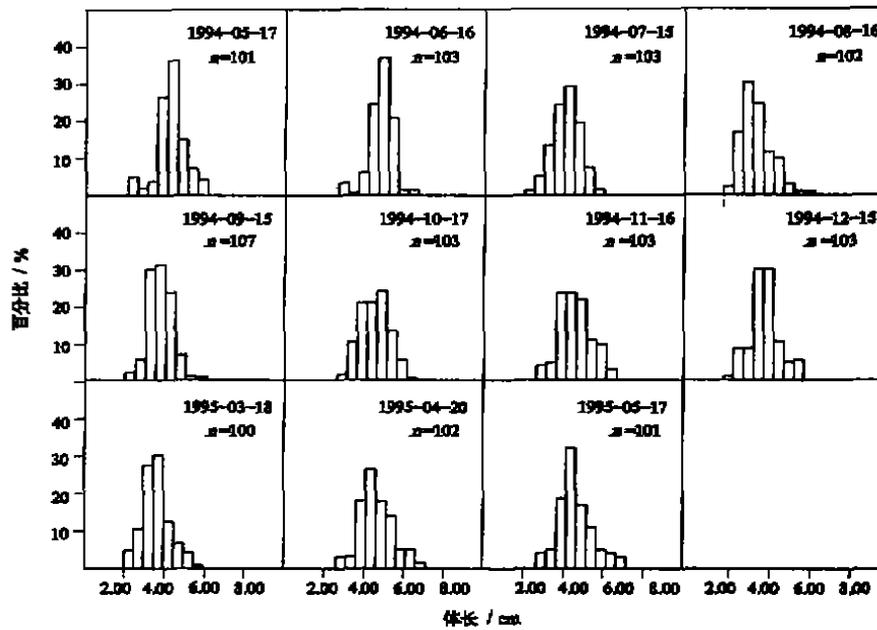


图2 日本沼虾群体组成的月变化

Fig. 2 Monthly variations of the population composition of *M. nipponensis*

求得洪湖日本沼虾的体长-体重关系式为:

$$\text{春季: } W_{\text{♀}} = 0.01521 L^{3.2127} \quad (r = 0.9937, n = 189)$$

$$W_{\text{♂}} = 0.01679 L^{3.1880} \quad (r = 0.9869, n = 265)$$

$$\text{秋季: } W_{\text{♀}} = 0.01778 L^{3.1238} \quad (r = 0.9902, n = 243)$$

$$W_{\text{♂}} = 0.01857 L^{3.0712} \quad (r = 0.9895, n = 297)$$

从上述关系式可以看出, 不仅在同一季节雌、雄个体之间的生长存在差异, 而且雌、雄个体在不同季节的生长也存在差异。

2.4 群体的阶段性生长模式

洪湖的日本沼虾从5月中旬开始进入繁殖高峰, 胚胎经过二十多天的发育后孵化成幼体, 因此可以把6月中旬作为日本沼虾新世代的起点, 则7、8月中旬的日本沼虾群体分别为1月龄、2月龄, 依此类推。

在洪湖, 5-8月均为日本沼虾的繁殖高峰值, 而且5、6月繁殖出来的当年世代的部分个体在7、8月以后又陆续性成熟并加入繁殖群体, 因此8月份以后的日本沼虾种群实际上由当年出生的两个世代组成, 根据8-11月各月龄虾的平均体长、平均体重值, 用不同生长模式进行比较, 发现用 Logistic 生长模式来描述这一阶段日本沼虾雌、雄群体的生长较为合适。分别以所采获样品中雌、雄个体的最大体长(L_{\max})和最大体重(W_{\max})代表其极限体长(L_{∞})和极限体重(W_{∞}), 对 $L_t = L_{\infty}/(1 + e^{-bt})$ 和 $W_t = W_{\infty}/(1 + e^{-bt})$ 变换后分别取对数进行直线回归, 得到日本沼虾雌、雄群体在这一阶段的生长方程分别为:

$$\hat{\uparrow}: \quad L_t = 6.85/(1 + e^{0.3186 - 0.2386t}) \quad (r = -0.9780)$$

$$\begin{aligned}
 W_t &= 7.50 / (1 + e^{2.3845 - 0.3250t}) & (r = -0.9767) \\
 \text{♀: } L_t &= 6.25 / (1 + e^{0.2372 - 0.1982t}) & (r = -0.9547) \\
 W_t &= 5.79 / (1 + e^{2.1951 - 0.2371t}) & (r = -0.9318)
 \end{aligned}$$

3-6月的日本沼虾群体(9-12月龄)均为前一年出生,其体生-体重方程的 b 值接近于3,因此可以用 von Bertalanffy 生长模式来描述这一阶段日本沼虾雌、雄群体的生长.按照特殊的 von Bertalanffy 方程: $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$,用试值法求出相关性最好时的 L_∞ 值,用回归法再求出 k 和 t_0 ; W_∞ 可由体长与体重关系式求得,这样日本沼虾雌、雄群全在3-6月份的生长方程分别为:

$$\begin{aligned}
 \text{♂: } L_t &= 5.40 [1 - e^{-1.0600(t-7.3458)}] & (r = 0.9996) \\
 W_t &= 3.34 [1 - e^{-1.0600(t-7.3458)}]^{3.2127} \\
 \text{♀: } L_t &= 4.76 [1 - e^{-0.5635(t-5.6903)}] & (r = 0.9629) \\
 W_t &= 2.43 [1 - e^{-0.5635(t-5.6903)}]^{3.1880}
 \end{aligned}$$

按照上述生长方程得到的日本沼虾雌、雄群体的体长、体重推算与实测值的比较见表1.

表1 日本沼虾体长、体重实测值与推算值比较

Tab. 1 The comparisons between the sampling and calculating values of the body length and weight of *M. nipponensis*

采样时间 (年、月)	标准生长 /月龄	♂				♀			
		实 测 值		推 算 值		实 测 值		推 算 值	
		体长/cm	体重/g	体长/cm	体重/g	体长/cm	体重/g	体长/cm	体重/g
1994.8	2	3.78	1.21	3.70	1.12	3.40	0.93	3.37	0.88
1994.9	3	3.94	1.33	4.10	1.47	3.56	0.94	3.68	1.07
1994.10	4	4.54	1.88	4.48	1.89	4.12	1.41	3.97	1.29
1994.11	5	4.84	2.47	4.83	2.39	4.19	1.52	4.25	1.55
1995.3	9	4.43	1.85	4.46	1.86	4.08	1.49	4.02	1.42
1995.4	10	5.09	2.92	5.08	2.81	4.34	1.80	4.34	1.81
1995.5	11	5.29	3.22	5.29	3.21	4.42	1.92	4.52	2.06
1995.6	12	5.34	3.32	5.36	3.35	4.64	2.22	4.62	2.22

2.5 肥满度

表2列出了日本沼虾雄性群体、雌性未抱卵群体、雌性抱卵群体以及整个日本沼虾群体肥满度的周年变化.从表中可以看出,不论是哪个群体,3-5月份的肥满度都明显低于6-12月的肥满度,而且各月雄性群体的肥满度均高于雌性未抱卵群体.这可能是由于洪湖冬季水温较低,日本沼虾很少摄食,异化作用高于同化作用,虽然3月份以后水温逐渐升高,日本沼虾生长加快,但日本沼虾群体又逐渐进入繁殖高峰,其性腺发育必然消耗大量能量,这样就导致了3-5月各个群体的肥满度低.雌性未抱卵群体的肥满度低于雄性群体,可能是由于雌虾性成熟后连续的性腺发育所消耗的能量大于雄虾,从而导致肥满度较低.抱卵虾的肥满度较高,是因为雌虾将产出的卵粘附在腹部附肢上,其体重值相对地要高一些.

3 讨论

3.1 关于日本沼虾种群生长的研究方法的探讨

许多鱼类有比较可靠的年龄鉴定方法,因此关于鱼类种群生长的研究进行得较多.对于一

些生长周期短、无法准确鉴定年龄的鱼类和虾类,不少学者采用体长频率资料来直接推断其生长,在此基础上 Pauly 提出了用电子计算机处理体长频率的 ELEFAN 方法.相建海^[9]用 ELEFAN I 方法对胶州湾的中国对虾(*Penaeus orientalis*)的生长进行了研究.由于日本沼虾生长周期短,从当年 5、6 年月出生到第二年 6、7 月死亡,一般只有十几个月,而且日本沼虾的繁殖期长,洪湖 5 月中旬至 9 月初雌虾抱卵率均在 50% 以上.另外,长江中下游地区的日本沼虾在每年 12 月至翌年 2 月由于水温太低几乎停止生长,因此难以用一种生长模式来描述其终生生长.杨爱辉等^[7]根据日本沼虾生长的这种阶段性,分别用 Von Bertalanffy 和 Logistic 生长模式描述了上海川沙县孙桥河道的日本沼虾群体有当年 6-11 月和第二年 2-6 月的生长.

表 2 日本沼虾各群体肥满度的月变化

Tab. 2 Monthly variations of conditional coefficient of *M. nipponensis* for different groups

采样 时间	1994 年								1995 年		
	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	3 月	4 月	5 月
雄性群体	1.961	2.129	2.054	2.202	2.088	2.005	2.032	2.100	1.957	1.947	
雌性未抱卵群体	1.810	2.000	2.005	2.046	2.014	1.988	2.003	2.087	1.852	1.855	1.802
雌性抱卵体	2.016	2.226	2.295	2.284	2.250	-	-	-	-	1.896	2.032
整个日本沼虾群体	1.919	2.156	2.130	2.202	2.058	1.994	2.015	2.082	1.877	1.863	1.914

洪湖的日本沼虾种群有长达 4 个月的繁殖高峰期,而且 5、6 月份繁殖出来的个体大部分在当年的 8 月份即能性成熟并加入繁殖群体,8-11 月份的群体实际上包含当年出生的两个世代,因此笔者认为用 Von Bertalanffy 生长模式来描述日本沼虾种群当年的生长不太合适.笔者以当年出生的日本沼虾群体各月的平均体长、平均体重代表该月龄虾的体长、体重,用不同生长模式进行比较,发现用 Logistic 生长模式来描述这一阶段的种群生长较为合适.从表 1 也可以看出,根据推算的 Logistic 生长方程求出的体长、体重理论值与实际值较为符合.

3-6 月的日本沼虾,随着水温的升高,个体生长速度加快,但由于整个种群 5 月中旬即进入繁殖高峰,许多虾在繁殖过后又陆续死亡,尤其是个体较大的雄虾死亡较早,因此对于整个种群而言,体长、体重增长较为缓慢,经过比较,发现用 Von Bertalanffy 生长模式来描述这一阶段日本沼虾种群的生长较为合适,而且从表 1 可以看出体长、体重的理论值与实测值也较为符合.

3.2 洪湖日本沼虾资源的合理利用及保护

日本沼虾肉嫩味美,经济价值较高,在天然水域中对其捕捞强度越来越大.渔民几乎一年四季都在捕虾,使用的渔具有虾笼、虾拖网、密封阵、抄虾网等,这些渔具的网眼较密,0.2g 以上的个体即可以被捕获,造成了日本沼虾资源的巨大浪费.洪湖日本沼虾的繁殖期为 4 月中旬至 10 月上旬,繁殖高峰期为 5 月中旬至 9 月上旬,而前一年出生的个体在 5、6 月份繁殖过后陆续死亡,8 月初体重大于 2.0g 的个体只占 20% 左右;8 月以后的日本沼虾群体主要由当年出生的个体组成,直到 10 月初体重大于 2.0g 的个体所占比例才达到 50% 以上.因此,洪湖日本沼虾的捕捞期以 6-7 月、10-12 月较为合理,而 4-5 月和 8-9 月应为日本沼虾的禁捕期.这样既能保护 4-5 月的日本沼虾繁殖群体和 8-9 月的个体较小的当年世代,达到维持和提高天然水域中日本沼虾的数量,又能充分合理利用其天然资源的目的.此外,捕捞渔具的网眼

不应太密,应以所捕捞的日本沼虾个体体重达到 1.0g 以上为宜.

参 考 文 献

- 1 久保伊津男. 关于淡水虾类的增殖の研究(第一報). 日本水産研究会報, 1948(創刊号): 206-210
- 2 大島稔志. 青虾苗种的大量生产. 养殖, 1974, (4): 65-67
- 3 范果仪等. 白洋淀的青虾. 动物学杂志, 1959, (3): 97-99
- 4 邹志清等. 龙感湖的青虾资源与利用. 水利渔业, 1991, (2): 18-20
- 5 戈敏生. 淡水青虾幼体发育的初步研究. 水生生物学集刊, 1980, 7(2): 213-223
- 6 秦志平等. 青虾的繁殖与育苗试验. 淡水渔业, 1994, 24(3): 18-20
- 7 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
- 8 蔡述明等. 洪湖的自然地理特征. 见: 陈宜瑜, 许蘊珏等著. 洪湖水生生物及其资源开发. 北京: 科学出版社, 1995. 3-11
- 9 相建海. 中国对虾的主要生长参数. 见: 刘瑞玉主编. 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 1992. 298-308

Population Growth of Freshwater Shrimp (*Macrobrachium nipponensis*) in Honghu Lake

SUN Jianyi ZHANG Daoyuan TAN Deqing DUAN Zhonghua
(Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Abstract

The population growth of freshwater shrimp (*Macrobrachium nipponensis*) was studied in Honghu Lake from May 1994 to June 1995. From March to June, the population is composed of shrimps born last year, and mean body length and weight increase monthly. From August to November, the population consists of ones born this year, mean body length and weight are the lowest in August and September respectively, afterwards increase gradually till November. These show the course of alternation of generations.

The growth period is divided into two evident stages. For the former stage (from August to November), the growth of males and females are both fit to Logistic curve and the equations are respectively:

$$\begin{aligned} (\text{♂}) L_t &= 6.85 / (1 + e^{0.3186 - 0.2386t}), & W_t &= 7.50 / (1 + e^{2.3845 - 0.3250t}) \\ (\text{♀}) L_t &= 6.25 / (1 + e^{0.23720 - 0.1982t}), & W_t &= 5.79 / (1 + e^{2.1951 - 0.2371t}). \end{aligned}$$

For the latter stage (from March to June), the growth fit in von Bertalanffy's equation respectively:

$$\begin{aligned} (\text{♂}) L_t &= 5.40 [1 - e^{-1.0600(t-7.3458)}], & W_t &= 3.43 [1 - e^{-1.0600(t-7.3458)}]^{3.2127} \\ (\text{♀}) L_t &= 4.76 [1 - e^{-0.5635(t-5.6903)}], & W_t &= 2.43 [1 - e^{-0.5635(t-5.6903)}]^{3.1880}. \end{aligned}$$

This report also deals with the method on studying the population growth of *M. nipponensis*, how to utilize rationally and protect effectively the resources of *M. nipponensis*.

Key Words *Macrobrachium nipponensis*, population, growth, Honghu Lake