

湖北武湖日本沼虾的生长特性*

刘军^{1,2} 龚世园¹ 何绪刚¹ 张训蒲¹

(1: 华中农业大学水产学院, 武汉 430070; 2: 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

提 要 从1998年9月至1999年9月对人工养殖湖泊——武湖日本沼虾生长特性作了研究。以月龄来研究日本沼虾的生长, 研究结果表明日本沼虾在7-1月份(1-7月龄)呈等速生长, 在2-6月份(8-12月龄)呈异速生长。日本沼虾体重(W)与体长(L)呈幂函数相关, 但在7-1月份时其b值接近于3, 而在2-6月份时其b值明显小于3, 其关系式如下:

1-7月龄: $W_{\bar{x}}=0.0148L^{3.2419}$ ($r=0.9978, n=390$), $W_{\bar{y}}=0.0206L^{3.0117}$ ($r=0.9968, n=372$);

8-12月龄: $W_{\bar{x}}=0.0857L^{2.1788}$ ($r=0.9854, n=188$), $W_{\bar{y}}=0.1450L^{1.8165}$ ($r=0.9974, n=278$)。

1-7月龄雄虾的生长规律符合 Von Bertalanffy 方程, 雌虾的生长规律符合 Logistic 方程; 8-12月龄雌雄虾的生长规律都符合 Logistic 方程。

关键词 生长 日本沼虾 武湖

分类号 Q959.223+.5

日本沼虾(*Macrobrachium nipponensis*)俗名青虾, 隶属软甲亚纲, 十足目, 游行亚目, 长臂虾科, 沼虾属, 主要分布于日本与我国, 是我国淡水中的主要经济虾类之一。除西部高原地区以外广泛分布于全国各地的湖泊、江河、水库、池塘和沟渠之中, 具有食性杂、生长快、繁殖力高、抗病能力强等特点。据报道, 日本沼虾肉的蛋白质含量介于对虾与罗氏沼虾之间; 除色氨酸外, 人体其余的7种必需氨基酸含量均高于对虾与罗氏沼虾^[1]。而虾壳又是重要的化工原料, 广泛应用于纺织、食品、环保、医药等许多方面^[2]。因此, 日本沼虾具有很高的经济价值, 有着广阔的增养殖开发前景。关于日本沼虾生长目前以杨爱辉等^[3]和孙建贻等^[4]的研究较为详细, 他们分别研究了上海孙桥河道和洪湖二个水体中日本沼虾种群的生长, 也有学者对其它一些水域中日本沼虾的生长作了简单的描述^[5-7]。这些研究结果表明, 不同水域中的日本沼虾种群生长存在一定的差异性。因此, 开展不同水域中日本沼虾种群生长的研究是十分有必要的。

武湖是位于武汉市黄陂区境内的一个浅水草型湖泊, 是一个典型的人工增养殖型湖泊, 其面积2000hm²左右, 日本沼虾已在其中形成天然种群。作者试图通过对日本沼虾种群生长的研究, 以期为该湖日本沼虾的增养殖与合理捕捞提供基础资料, 达到持续利用日本沼虾资源的目的。通过本研究的开展, 其结果也可以为其它人工增养殖浅水草型湖泊和其它人工增养殖湖泊、水库等大水面增养殖日本沼虾所借鉴与参考。

1 材料与方 法

从1998年9月至1999年9月间, 每月中旬到武汉市黄陂区武湖采样一次, 每次采样150尾左右。样品用地笼、虾笼以及抄网获取。样品当场用福尔马林溶液固定, 带回实

* 湖北省重点科技发展项目(95012X03)资助。

2002-01-31 收稿; 2002-07-02 收修改稿。刘军, 男, 1976年生, 博士研究生。

实验室处理. 样品带回实验室后, 选取附肢完整个体, 分雌雄性别记录各自的形态学参数. 长度用直尺测量 (精确到 1mm), 重量 (湿重) 采用吸水纸吸去体表水份后再用托盘扭力天平称重 (精确到 0. 1g). 形态参数的代表符号及定义如下: L 为体长 (cm), 眼柄基部至尾节末端的直线长度; W 为体重 (g), 吸去体表水份后的湿重.

以 6 月中旬作为日本沼虾新世代的起点, 则 7 月中旬为 1 月龄, 8 月中旬为 2 月龄, 其余以此类推^[3,4].

所得到的数据用 Excel 进行统计与回归分析. 用 Walford 线图对日本沼虾的生长阶段性及生长方程的选用进行判别. 体重与体长的关系应用 $W=aL^b$ 模型进行拟合, 生长规律用 Von Bertalanffy 方程与 Logistic 方程进行拟合.

应用 Walford 直线方程求 Von Bertalanffy 生长方程参数^[8,9], 用计算机进行回归分析求出各参数值. 对于 Logistic 方程, 以每一阶段渔获物中雌雄个体的最大体长与最大体重分别代表其极限体长 (L_{∞}) 与极限体重 (W_{∞}), 应用计算机进行回归分析求出参数值.

2 结果与分析

2. 1 体重与体长的关系

对日本沼虾体重与体长的关系进行拟合 (图 1, 图 2), 所得关系式如下:

1-7 月龄: $W_{\delta}=0.0148L^{3.2419} \dots (r=0.9978, n=390), W_{\varphi}=0.0206L^{3.0117} \dots (r=0.9968, n=372)$

8-12 月龄: $W_{\delta}=0.0857L^{2.1788} \dots (r=0.9854, n=188), W_{\varphi}=0.1451L^{1.8165} \dots (r=0.9974, n=278)$

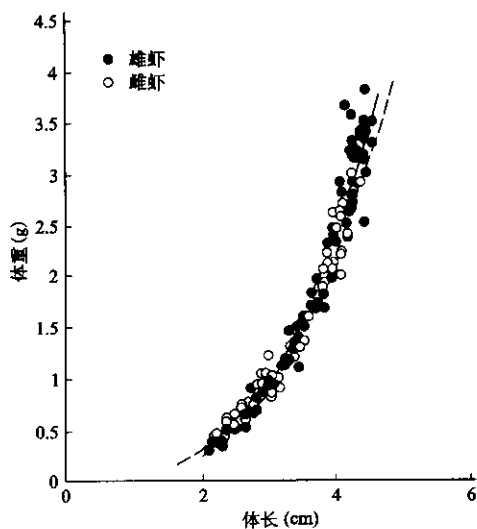


图 1 1-7 月龄日本沼虾体长与体重的关系

Fig. 1 Relationship between body length and body weight of *M. nipponensis* from 1 to 7 months old

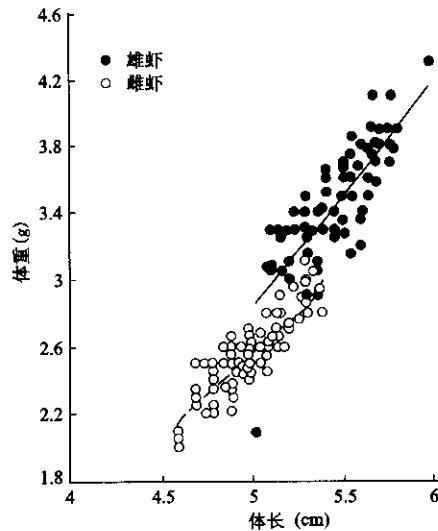


图 2 8-12 月龄日本沼虾体长与体重的关系

Fig. 2 Relationship between body length and body weight of *M. nipponensis* from 8 to 12 months old

由图 1 和图 2 以及上述关系式可以得知, 日本沼虾在不同的生长季节其生长存在显著的差异, 在 1-7 月龄其体重与体长大约成 3 次方关系, 生长呈等速生长; 在 8-12 月龄其体重与体长虽也呈幂函数相关, 但其 b 值明显小于 3, 其生长是异速生长. 在 1-7 月龄,

雌雄个体之间生长差异较小，而在 8-12 月龄，雌雄个体之间的生长存在显著差异。

2. 2 生长

2. 2. 1 生长的阶段性分析 对日本沼虾分雌雄性别作了 Walford 线图 (图 3)，由图 3 可知在一年内雌雄日本沼虾的 Walford 线前后期变化均不一致.因此对日本沼虾又分阶段作了 Walford 线图研究，结果表明：1-7 月龄只有雄虾的 Walford 线图是典型的；8-12 月龄雌、雄虾的 Walford 线的前后期变化均不一致 (图 4、5)。这表明只有 1-7 月龄雄虾的 L_{t+1} 与 L_t 呈直线相关，相关系数 $r=0.9070$ ，相关系数的 t 检验值为： $t=3.73 > t_{0.05}=2.57$ ，即相关水平显著；而 1-7 月龄雌虾以及 8-12 月龄雌、雄虾的 L_{t+1} 与 L_t 均不呈线性相关。因此，对日本沼虾的生长规律分阶段进行描述，1-7 月龄雄性日本沼虾个体采用 Von Bertalanffy 方程描述其生长规律，而其它情况下均采用 Logistic 方程进行拟合^[8,9]。

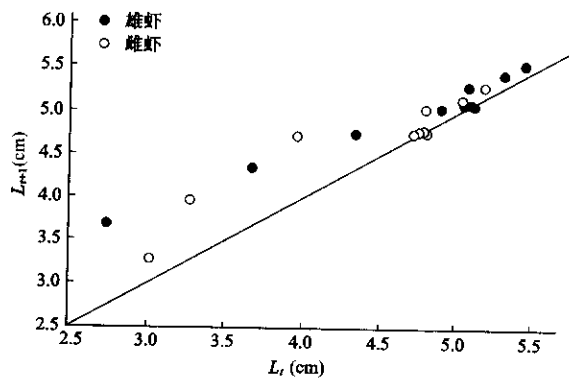


图 3 日本沼虾的 Walford 线图
Fig 3 The Walford curve of *M. nipponensis* within a year

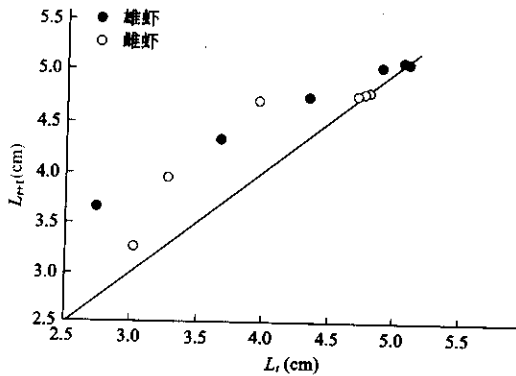


图 4 1-7 月龄日本沼虾雌雄个体的 Walford 线图
Fig.4 The Walford curve of *M. nipponensis* from 1 to 7 months old

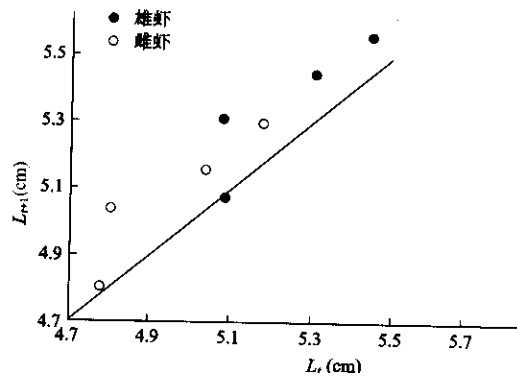


图 5 8-12 月龄日本沼虾雌雄个体的 Walford 线图
Fig.5 The Walford curve of *M. nipponensis* from 8 to 12 months old

2. 2. 2 体长、体重的生长 所得出各阶段雌雄性别的体长和体重生长方程具体如下：

1-7 月龄：

$$\begin{aligned} \text{♂} : L_t &= 5.374 [1 - e^{-0.4727(t+0.6009)}] \dots\dots\dots (r=0.9835, n=390) \\ W_t &= 3.4429 [1 - e^{-0.4727(t+0.6009)}]^{3.2419} \dots\dots\dots (r=0.9835, n=390) \\ \text{♀} : L_t &= 5.86 / (1 + e^{0.3738 - 0.3806t}) \dots\dots\dots (r=0.9804, n=372) \end{aligned}$$

$$W_t = 5.30 / (1 + e^{2.5143 - 0.4355t}) \dots\dots\dots (r=0.9705, n=372)$$

8-12 月龄:

$$\text{♂} : L_t = 7.24 / (1 + e^{0.1372 - 0.126t}) \dots\dots\dots (r=0.9822, n=188)$$

$$W_t = 9.50 / (1 + e^{1.6885 - 0.012t}) \dots\dots\dots (r=0.9901, n=188)$$

$$\text{♀} : L_t = 6.65 / (1 + e^{0.2620 - 0.1375t}) \dots\dots\dots (r=0.9910, n=278)$$

$$W_t = 6.40 / (1 + e^{1.3621 - 0.1045t}) \dots\dots\dots (r=0.9837, n=278)$$

日本沼虾每月龄体长、体重实测值与理论计算值的比较分别见表 1、2。经 t 检验实测值与理论计算值之间无显著差异。

表 1 日本沼虾体长实测值与理论计算值比较

Tab. 1 Comparisons between the measured and calculated values of body length of *M. nipponensis*

采样时间	月龄	♂		♀	
		实测值	计算值	实测值	计算值
1999. 7	1	2. 72	2. 85	3. 01	2. 94
1999. 8	2	3. 66	3. 80	3. 27	3. 49
1998. 9	3	4. 34	4. 39	3. 96	4. 00
1998. 10	4	4. 89	4. 76	4. 71	4. 45
1998. 11	5	5. 05	4. 99	4. 76	4. 82
1998. 12	6	5. 06	5. 14	4. 79	5. 10
1999. 1	7	5. 10	5. 23	4. 81	5. 32
<i>t</i> 检验		<i>t</i> =1. 2226 (<i>t</i> _{0.05} =2. 4469)		<i>t</i> =1. 2030 (<i>t</i> _{0.05} =2. 4469)	
1999. 2	8	5. 09	4. 94	4. 78	4. 64
1999. 3	9	5. 08	4. 96	4. 80	4. 83
1999. 4	10	5. 31	5. 28	5. 04	5. 01
1999. 5	11	5. 44	5. 43	5. 18	5. 17
1999. 6	12	5. 56	5. 58	5. 30	5. 32
<i>t</i> 检验		<i>t</i> =1. 7698 (<i>t</i> _{0.05} =2. 7765)		<i>t</i> =0. 8544 (<i>t</i> _{0.05} =2. 7765)	

3 分析与讨论

3. 1 关于日本沼虾的世代起点

据报道, 水温在 22-28℃时, 日本沼虾胚胎发育至幼体需要 23d 左右^[10, 11]. 而经调查, 武湖日本沼虾从 5 月中旬进入繁殖高峰期, 雌虾的抱卵率达到 70%左右. 与其同时, 5 月中旬武湖的水温约 25. 7℃. 因而可以把 6 月中旬作为日本沼虾新世代的起点, 7 月中旬为 1 月龄, 8 月中旬为 2 月龄, 其余以此类推. 杨爱辉等^[3]和孙建贻等^[4]在研究上海孙桥河道和洪湖水体中日本沼虾生长规律时亦是采用这一方法进行研究. 但关于世代起点, 杨爱辉等人的研究是以 5 月底为日本沼虾新世代的起点, 而孙建贻等是以 6 月中旬作为日本沼虾新世代的起点. 而本文通过对雌虾的抱卵率调查, 认为武湖日本沼虾新世代的起点也是 6 月中旬. 造成这一差异的原因可能是因为水域不同, 水温等环境因子的不同.

表 2 日本沼虾体重实测值与理论计算值比较
Tab. 2 Comparisons between the measured and calculated values of body weight of *M. nipponensis*

采样时间	月龄	♂		♀	
		实测值	计算值	实测值	计算值
1999. 7	1	0. 38	0. 44	0. 58	0. 59
1999. 8	2	1. 01	1. 12	0. 74	0. 86
1998. 9	3	1. 60	1. 79	1. 21	1. 22
1998. 10	4	2. 46	2. 33	2. 09	1. 67
1998. 11	5	2. 82	2. 71	2. 29	2. 21
1998. 12	6	3. 07	2. 97	2. 48	2. 78
1999. 1	7	3. 05	3. 14	2. 50	3. 34
<i>t</i> 检验		$t=0. 3267 \langle t_{0. 05}=2. 4469 \rangle$		$t=0. 7586 \langle t_{0. 05}=2. 4469 \rangle$	
1999. 2	8	3. 01	2. 79	2. 49	2. 38
1999. 3	9	2. 98	2. 99	2. 50	2. 54
1999. 4	10	3. 19	3. 20	2. 75	2. 70
1999. 5	11	3. 48	3. 42	2. 86	2. 86
1999. 6	12	3. 61	3. 65	3. 01	3. 03
<i>t</i> 检验		$t=0. 9368 \langle t_{0. 05}=2. 7765 \rangle$		$t=0. 7402 \langle t_{0. 05}=2. 7765 \rangle$	

由于虾类不具有可靠的年龄鉴定方法, 有的学者提出以体长频率资料来直接推断其生长, 如相建海采用 ELEFAN I 方法对胶洲湾的中国对虾的生长进行了研究^[12]. 但由于日本沼虾寿命短, 一般当年 6、7 月份出生的日本沼虾至次年的 5、6 月份开始死亡, 至 7、8 月份就几乎全部死亡, 世代重叠程度很小, 无法采用体长频率方法推断其生长. 因此, 本文以月龄对日本沼虾的生长进行研究.

3. 2 关于生长的阶段性

经调查发现武湖日本沼虾在 1、2 月份几乎完全停止摄食, 在 1、2 月份空胃的出现率分别高达 87. 4%与 78. 3%^①; 武湖水温在 1、2 月份平均为 7℃, 而据施正峰等报道日本沼虾的正常生长水温为 10℃以上^[13]. 因而其生长在 1、2 月份出现停顿现象. 本文对日本沼虾亦作了 Walford 线图研究, 研究结果表明日本沼虾的生长呈现出明显的阶段性. 因此本文对日本沼虾的生长规律分阶段进行描述是适宜的.

杨爱辉等^[3]认为在秋冬季应选用 Von Bertalanffy 方程拟合日本沼虾的生长, 在春夏季应选用 Logistic 方程拟合日本沼虾的生长; 孙建贻等^[4]认为则正好相反. 但本文通过对日本沼虾 Walford 线图的研究, 认为 Von Bertalanffy 方程只适宜拟合秋冬季雄性日本沼虾的生长, 而秋冬季雌性日本沼虾以及春夏季雌雄的生长应采用 Logistic 方程进行拟合^[8, 9].

3. 3 关于不同水域生长的差异性

杨爱辉等^[3]和孙建贻等^[4]分别对上海孙桥河道和洪湖二个水体中日本沼虾种群生长进行了研究, 从他们的研究结果可以看出不同水域中日本沼虾的生长速度存在显著的差异性, 其他一些学者对此亦作了一些简单的描述^[5, 7].

① 刘军. 武湖日本沼虾食性、生长及其寿命的研究. 华中农业大学 2000 硕士学位论文

表 3 不同水域日本沼虾生长速度的差异*
Tab.3 Difference in growth of *M. nipponensis* in different water bodies

水 域	月 龄							
	2	3	4	5	9	10	11	12
孙桥河道	0. 52	0. 87	0. 89	1. 31	2. 19	3. 18	4. 94	4. 95
洪 湖	1. 21	1. 33	1. 88	2. 47	1. 85	2. 92	3. 22	3. 32

* 仅比较雄性体重 (g) 差异

而本文的研究结果与孙建贻等^[4]人的研究结果十分接近。这一差异主要可能是由于不同水域的地理环境不同以及水体中饵料生物等生境因子的差异所造成。因此, 对不同水域中日本沼虾种群生长进行研究是十分有必要的, 可以为其生产实践提供理论指导。

致谢 本文承蒙中国科学院水生生物研究所常剑波研究员、曹文宣院士等人的审阅, 在此表示诚挚的感谢。

参 考 文 献

- 1 邹志清. 青虾的营养成分及综合利用. 湖北渔业, 1991, 4 : 27-29
- 2 邹志清. 甲壳素的制取. 淡水渔业, 1989, 19 (6) : 30-31
- 3 杨爱辉, 陈马康, 谭玉钧. 青虾生长规律与群体组成的研究. 湖泊科学, 1994, 6 (4) : 325-332
- 4 孙建贻, 张道源, 谭德清, 等. 洪湖日本沼虾种群生长的研究. 湖泊科学, 1999, 11 (2) : 149-154
- 5 李明峰. 青虾的一般生物学及养殖技术 (一). 内陆水产, 1997, (6) : 20-21
- 6 魏友海. 青虾养殖技术讲座[J]. 科学养鱼, 1995, (5) : 20-21
- 7 李文杰. 淡水虾养殖 (青虾·罗氏沼虾·海南沼虾). 上海: 上海科技出版社, 1990
- 8 殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1993
- 9 里克 W E 著, 费鸿年等译. 鱼类种群生物统计量的计算与解析. 北京: 科学出版社, 1984
- 10 李文杰. 淡水青虾的生物学及池塘养殖的研究. 中华人民共和国水产部调查报告, 1963, 第三十号, 第一辑: 1-30
- 11 屈忠湘, 杨永林, 吴庆渠. 青虾胚胎发育观察. 淡水渔业, 1991, 21 (2) : 24-27
- 12 相建海. 中国对虾的主要生长参数. 见: 刘瑞玉主编. 胶洲湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 1992: 298-305
- 13 施正峰, 梅志平, 孙 敬等. 水温对日本沼虾摄食的影响. 水产学报, 1991, 15 (4) : 338-343

Studies on the Growth Character of Freshwater Shrimp, *Macrobrachium nipponensis*, in Wuhu Lake, Hubei Province

LIU Jun^{1,2}, GONG Shiyuan¹, HE Xugang¹ & ZHANG Xunpu¹

(1: Fisheries Department of Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, P.R.China;

2: Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, P.R.China)

Abstract

The growth of the freshwater shrimp (*M. nipponensis*) was studied by the month age. Samples were collected from Wuhu Lake from September 1998 to September 1999. From July to January, its growth is isometric growth, but from February to June, it is allometric growth. The relationship between body weight and body length is fitted to power function. In the period from July to January, the value of b is near to 3, but it is obviously smaller than 3 in the period from February to June. The formulas are respectively:

$$1-7 \text{ month age old: } W_{\delta} = 0.0148L^{3.2419} (r=0.9978, n=390)$$

$$W_{\text{♀}} = 0.0206L^{3.0117} (r=0.9968, n=372)$$

$$8-12 \text{ month age old: } W_{\delta} = 0.0857L^{2.1788} (r=0.9854, n=188)$$

$$W_{\text{♀}} = 0.145L^{1.8165} (r=0.9974, n=278).$$

We tried to use Von Bertalanffy and Logistic equations to fit the growth law of the shrimp. In each stage, the respective equations of growth of the body length and body weight of *M. nipponensis* are:

$$1-7 \text{ month age old: } \delta : L_t = 5.374[1 - e^{-0.4727(t+0.6009)}] (r=0.9835, n=390)$$

$$W_t = 3.4429[1 - e^{-0.4727(t+0.6009)}]^{3.2419} (r=0.9835, n=390)$$

$$\text{♀} : L_t = 5.86 / (1 + e^{0.3738 - 0.3806t}) (r=0.9804, n=372)$$

$$W_t = 5.30 / (1 + e^{2.5143 - 0.4355t}) (r=0.9705, n=372)$$

$$8-12 \text{ monthly old: } \delta : L_t = 7.24 / (1 + e^{0.1372 - 0.1126t}) (r=0.9822, n=188)$$

$$W_t = 9.50 / (1 + e^{1.6885 - 0.1012t}) (r=0.9901, n=188)$$

$$\text{♀} : L_t = 6.65 / (1 + e^{0.2620 - 0.1375t}) (r=0.9910, n=278)$$

$$W_t = 6.40 / (1 + e^{1.3621 - 0.1045t}) (r=0.9837, n=278).$$

Keywords: Growth; *M. nipponensis*; Wuhu Lake