

青虾生长规律与群体组成的研究

杨爱辉

(水利部太湖流域管理局, 上海 200434)

陈马康 谭玉钧

(上海水产大学, 上海 200090)

摘要 报道了上海川沙县孙桥河道青虾的生长呈明显的阶段性, 如雄虾的第一阶段(1990年6—11月)的生长方程为 $L_t = 3.38[1 - e^{-0.4643t + 0.167t^2}]$; 第二阶段(1991年2—6月)的生长方程为 $L_t = 6.57/(1 + e^{2.1805 - 0.2787t})$; 它们的拐点分别为2.07月龄和11.97月龄。渔获群体分析结果表明, 月龄为0—15月, 体长范围为1.30—6.58cm, 体重范围为0.060—13.39g; 一年出现两个群体, 其中夏季群体生活期从当年7月至翌年10月, 数量大, 占群体数量80%以上; 秋季群体生活期从当年9月至翌年12月, 约占群体数量20%左右。群体中一般雌虾数量多于雄虾数量, 两性比(♀/♂)在0.61—1.35之间变动。

关键词 青虾 生长 月龄 群体组成

青虾, 学名日本沼虾(*Macrobrachium nipponense*), 是我国和日本特有淡水虾, 广布我国内陆水域。肉味鲜美, 富含营养, 据报导虾肉中含蛋白质16.4%, 脂肪1.3%, 还有钙、磷、铁和维生素等。除鲜食外, 可加工成虾仁、虾酱、冰虾仁等商品, 颇受国内外消费者欢迎。故日益受到培养养殖业的重视。

有关青虾的研究已有不少报导, 如江苏省淡水水产研究所等^① 1963年就以专辑报导了青虾生物学及池塘养殖的研究成果; 之后张建森^[1]、秦贵泉^[2]、虞冰如^[3]等都报导了各自在青虾育苗和池塘养殖方面的成果; 日本大岛展志^[4]在1972年就曾有生产2万尾虾苗用作放流的记载, 但都没有涉及青虾群体结构和生长方面的材料。

鉴于此, 本文拟运用定量测定和群体动态分析方法, 对上海市川沙县孙桥河道青虾的生长规律、群体特征作分析, 以期对青虾的培养提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 材料来源

利用虾拖网和虾抄网定期采捕样品, 从1989年12月至1991年6月共采样14次1935尾, 累计采样站75个。

^① 江苏省淡水水产研究所。淡水青虾的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。
收稿日期: 1993年7月7日; 接受日期: 1993年9月13日。

1.2 生长测定与描述

体长是指眼柄基部至尾柄末端的直线长度。体重为湿重。计算生长速度以月龄为单位,按一个月间隔定期取样测定其体长和体重。本文以夏季群体为主要研究对象,描述平均体长随时间变化状况,使用 Von Bertalanffy 和 Logistic 方程推导青虾生长模式。

1.3 分析方法

用逐月体长频率分布资料确定群体增长动态,并分析性别比变动情况。

2 结 果

2.1 青虾生长

2.1.1 体长与体重关系 样品数(n)为 1935 尾,其中雄虾 1047 尾、雌虾 888 尾,按 $W = aL^b$ 关系式分别求得:

$$W_{\delta} = 0.0349L^{3.03} \quad (r = 0.972) \quad (1)$$

$$W_{\text{♀}} = 0.0376L^{2.97} \quad (r = 0.953) \quad (2)$$

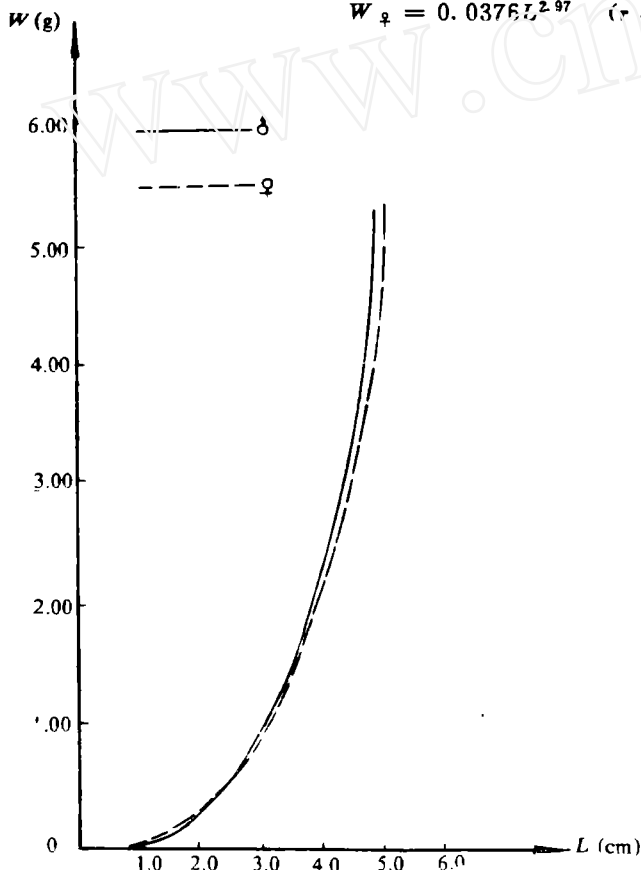


图 1 青虾体长与体重的关系

Fig. 1 Relationship between the body length and the body weight of *M. nipponensis*

按图 1 所示,雌雄体在不同发育阶段,体长和体重增长速度分别存在一定的差异。如当体长增长到 3.00cm 以前,雌体稍快于雄体;反之,当体长增长到 3.00cm 以后,雄体快于雌体。

2.1.2 阶段性生长模式 刚孵出的青虾幼体平均体长 0.23cm,28 天后可达 1.09cm,以此作为推导生长方程的起始值。然后按月龄平均体长、体重计算各月龄组虾的加权平均体长、体重(表 1)。

青虾属跨年度短寿命(15 个月左右)的甲壳类,11 月至次年 2 月期间几乎停止生长,这样当年和次年生长明显地划分成两个阶段。第一阶段生长随着季节性水温降低逐步减缓,直至 11 月,属典型的 Bertalanffy 生长模式;第二阶段为次年开春后,随水温逐渐升高而加快生长,但临近繁殖季节,其生长又开始降低,这种生长比较符合 Logistic 生长模式。

表 1 青虾体长体重实测与计算值比较

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

日期	♂							♀						
	采 样		实 测 值		标准生长	计 算 值		采 样		实 测 值		标准生长	计 算 值	
	周期	尾数	体长 (cm)	体重 (g)	月龄 (月)	体长 (cm)	体重 (g)	周期	尾数	体长 (cm)	体重 (g)	月龄 (月)	体长 (cm)	体重 (g)
90. 6. 29	28	212	1. 09	0. 016	1	1. 48	0. 115	28	212	1. 09	0. 016	1	1. 80	0. 214
8. 5	65	222	2. 44	0. 521	2	2. 22	0. 393	65	158	2. 32	0. 458	2	2. 36	0. 479
8. 30	90	135	2. 69	0. 870	3	2. 67	0. 688	90	81	2. 53	0. 592	3	2. 67	0. 694
10. 3	123	122	2. 92	0. 898	4	2. 95	0. 926	123	126	2. 93	0. 916	4	2. 05	0. 839
11. 17	167	28	3. 31	1. 313	5	3. 12	1. 096	167	32	3. 05	1. 032	5	2. 94	0. 928
91. 1. 25	236	87	3. 42	1. 813	8	3. 37	1. 750	236	110	3. 29	1. 542	8	3. 25	1. 369
3. 18	280	141	3. 79	2. 185	9	3. 81	2. 404	280	185	3. 55	1. 647	9	3. 57	1. 912
4. 10	311	138	4. 06	3. 180	10	4. 25	3. 233	311	15	3. 70	1. 992	10	3. 87	2. 286
5. 10	341	90	4. 88	4. 340	11	4. 65	4. 234	341	84	4. 27	3. 050	11	4. 14	2. 885
6. 7	360	14	4. 33	4. 950	12	5. 61	5. 377	360	14	4. 36	3. 550	12	4. 39	3. 473

对于第一阶段生长,按照 Walford 直线方程

$$L_{t+1} = L_{\infty}(1 - e^{-k}) + e^{-k}L_t$$

其中, L_{t+1} 为某时刻至下一时刻的体长; L_{∞} 为最大体长; k 为生长系数; L_t 为某时刻的体长。用回归法求出 k 和 L , 再求 L_{∞} 和 t_0 ; W_{∞} 为最大体重, 可由式(1)、(2)分别求得, 由此得雌雄虾生长曲线(图 2), 其生长方程如下:

$$\uparrow: L_t = 3.38 \cdot [1 - e^{-0.4943(t+0.1672)}] \quad (3)$$

$$W_t = 1.40 \cdot [1 - e^{-0.4943(t+0.1672)}]^{3.05} \quad (4)$$

$$\text{拐点月龄 } t = 2.07 \quad (r = 0.941)$$

$$\downarrow: L_t = 3.07 \cdot [1 - e^{-0.5798(t+0.5183)}] \quad (5)$$

$$W_t = 1.05 \cdot [1 - e^{-0.5798(t+0.5183)}]^{2.97} \quad (6)$$

$$\text{拐点月龄 } t = 1.35 \quad (r = 0.920)$$

对于每二阶段生长, 取渔获物中最大体长 (L_{∞}) 和最大体重 (W_{∞}) 代表青虾理想(或极限)体长和体重, 那么对 $L_t = L_{\infty}/(1 + e^{-k(t-t_0)})$ 和 $W_t = W_{\infty}/(1 + e^{-k(t-t_0)})$ 变换后, 分别取对数进行直线回归, 得下式:

$$\uparrow: L_t = 6.57 / (1 + e^{2.1805 - 0.2787t}) \quad (7)$$

$$\text{拐点月龄 } t = 11.97 \quad (r = -0.968)$$

$$W_t = 13.15 / (1 + e^{4.8852 - 0.3764t}) \quad (8)$$

$$\text{拐点月龄 } t = 13.72 \quad (r = -0.974)$$

$$\downarrow: L_t = 5.64 / (1 + e^{1.604 - 0.2385t}) \quad (9)$$

$$\text{拐点月龄 } t = 12.32 \quad (r = -0.978)$$

$$W_t = 7.56 / (1 + e^{4.203 - 0.3397t}) \quad (10)$$

$$\text{拐点月龄 } t = 13.71 \quad (r = -0.968)$$

从表 1 和图 2 可以发现青虾在 3 月龄之前,雌虾生长速度快于雄虾;在 3 月龄之后,雄虾生长速度却快于雌虾,且差距越来越大。

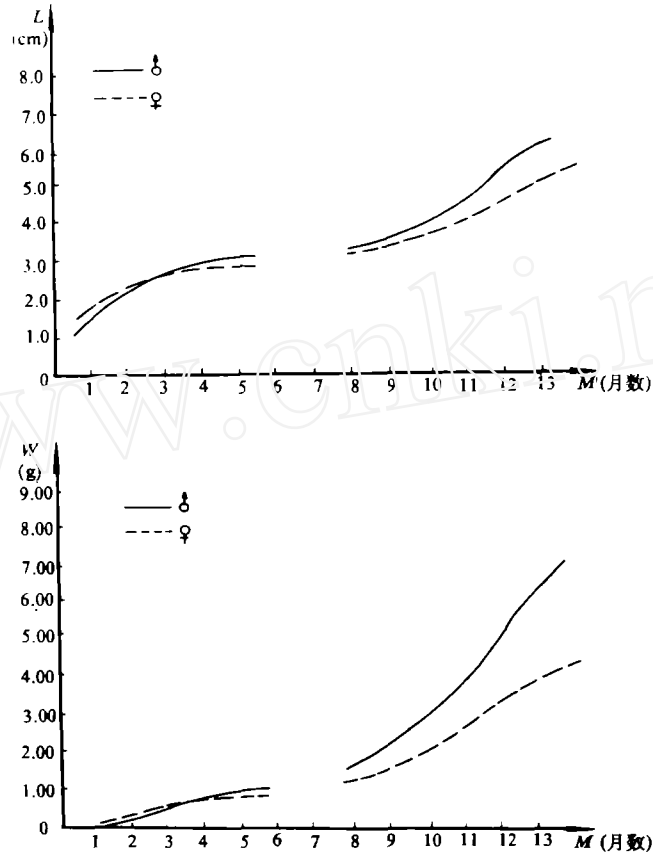


图 2 青虾阶段性生长曲线

Fig. 2 Stage growth curve of *M. nipponensis*

2.2 渔获群体组成

2.2.1 不同群体组成的月变动 青虾寿命 0—15 月龄,同一世代由两个群体组成,即夏季群体(7 月—翌年 10 月)和秋季群体(9 月—翌年 12 月),前者数量较多,占全世代数量 80% 以上,后者约占 20% 左右。

青虾渔获组成变动可以体长频数分布的月变动为基础进行分析(图 3)。该图描绘了青虾 90 世代取代 89 世代的进程。2—6 月属 89 世代不同体长组百分比月变动情况,其中 5—6 月越冬长成后的抱卵虾占有相当比例。7 月是新老世代交替开始月份,图中显示一个 90 夏季世代的幼虾高峰;由于繁殖后成虾死亡(捕获或繁殖后自然死亡),6 月的成虾高峰,在 7

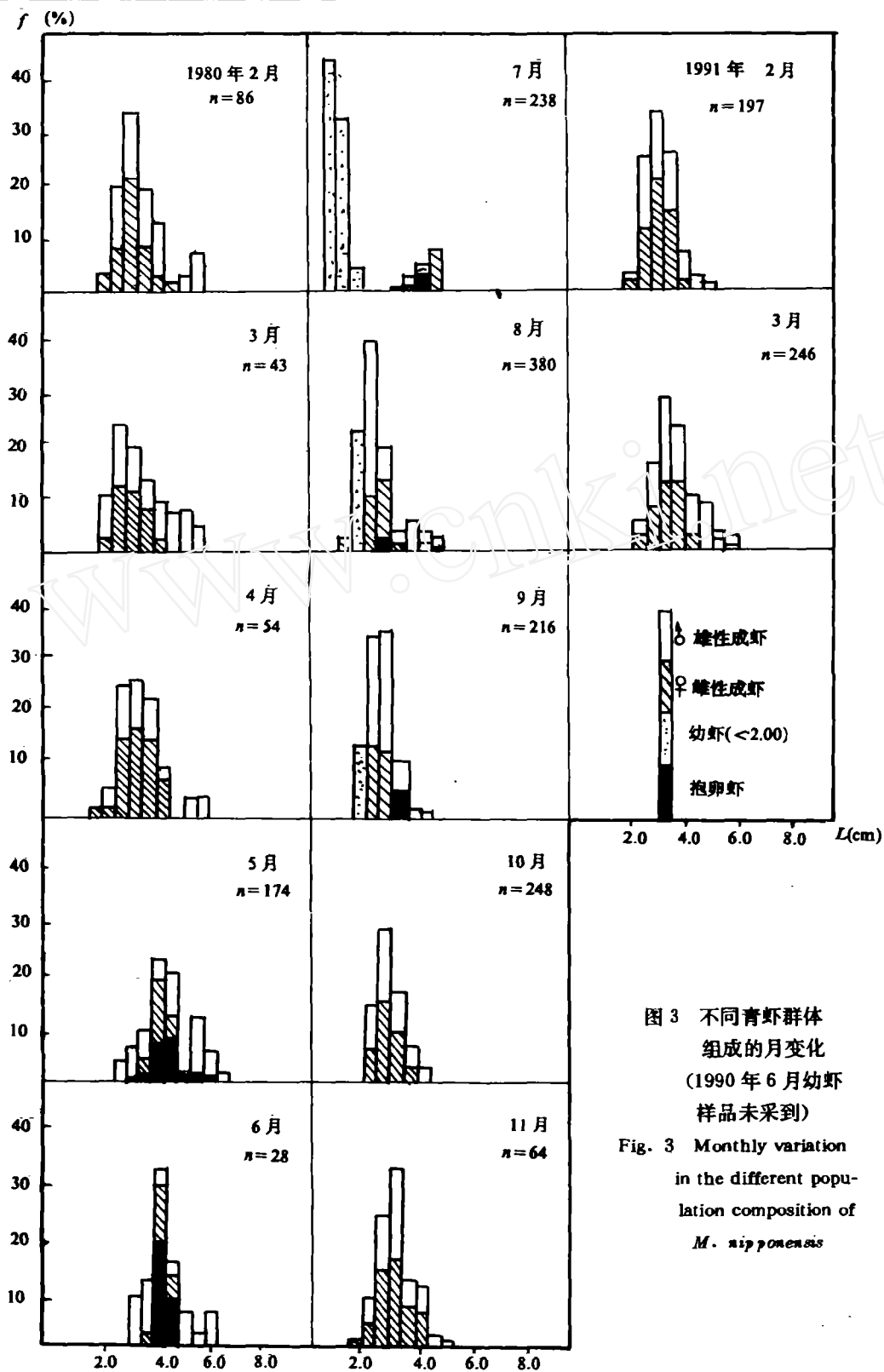


图3 不同青虾群体组成的月变化
(1990年6月幼虾样品未采到)
Fig. 3 Monthly variation in the different population composition of *M. nipponensis*

月变成了小高峰。8月后,7月份出现的幼体成为渔获主体,并有部分个体成熟,产生一部分秋季群体,残留少量越冬虾也参与秋季繁殖,故10月后的青虾群体为夏秋两群体的混合体,其中包括部分当年虾繁殖的后代(图3)。

从体长组的月变动情况来看,2—4月优势体长组为2.50—4.00cm,之后逐月上升,5—6月是4.00—5.00cm,在7月份其优势体长组为0.50—2.00cm和4.50—5.00cm。8—9月幼虾生长迅速,其优势体长组依次为1.00—1.50cm、1.50—2.50cm和2.50—3.00cm。10月后生长速度减缓,直至停止生长。

2.2.2 性别比及其变动 性别比($\text{♀}/\text{♂}$)组成是群体重要特征之一。其趋势是雄虾多于雌虾,总平均性别比为0.95。月性别比(r)在0.61—1.35之间变动(图4)。

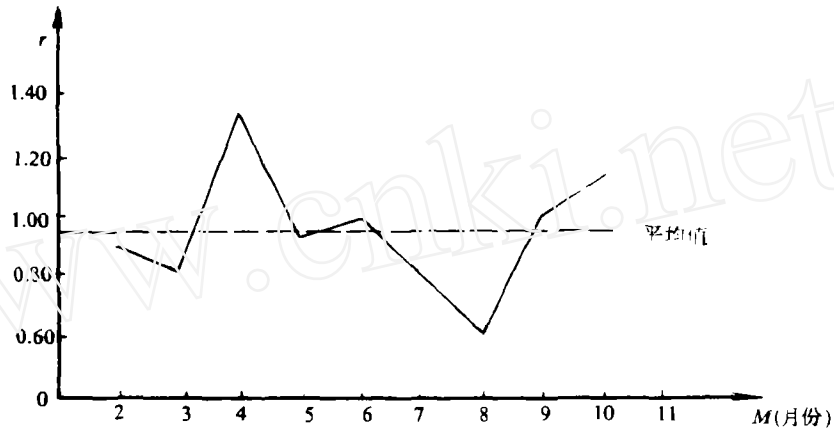


图4 青虾群体性别比的月变化

Fig. 4 Monthly variations of the sex ratio of *M. nipponensis*

3 讨 论

3.1 关于青虾生长研究方法

青虾属甲壳类,生长仅在蜕皮时出现,个体生长值分布不呈现一个连续函数。但从整个群体而言,每个个体脱皮具有不同步特点,故整个群体的生长还是接近于连续函数分布。

本文以月龄加权平均体长和体重用于推算生长,克服了青虾寿命短、无法以年龄推算生长的缺点。青虾生长研究和Silva^[5]成功地以逐月体长频数分布,追踪同世代虾群体长组移动情况,并比较出雌雄个体生长速度差异的研究结果相似。

青虾寿命为15个月左右,显示了跨年度生长的周期性。然而,12月至翌年2月几乎停止生长,无法用一种生长模式研究青虾同一世代群体的生长规律。经模拟分析,本文运用Von Bertalanffy方程描述第一阶段生长特点,用Logistic方程描述第二阶段生长特点。从图2可见,在体长2.60cm、体重0.70g之前,雌虾生长快于雄虾,此后由于部分雌体开始早熟抱卵,与雄虾相比,生长趋于缓慢,而且以后各月龄雄虾的生长都快于雌虾。平均体长大于6.50cm的个体几乎都由雄虾组成。由此可见第一阶段生长符合一般动物生长规律,而第二阶段生长基本符合短寿命变温动物的生长特征。

值得注意的是青虾的体长和体重生长关系大致接近立方比例关系,雌雄的幂函数指数略有微差,一般认为由于形态指标增长比例不同而引起。

水温的季节变化把青虾生长划分成两个阶段,运用下式

$$L = aTe^{-kt} \quad (L: \text{月平均体长(cm)}; T: \text{月平均水温(}^\circ\text{C)})$$

描述青虾体长增长与水温相关关系。对于第一阶段有:

$$L = 0.4131e^{-0.06t} \quad (F < F_{0.05}, n = 5, r = -0.58)$$

对于第二阶段,则有:

$$L = 0.3468T \cdot e^{-0.027t} \quad (F > F_{0.05}, n = 5, r = 0.882)$$

显然,水温的调节作用以后者更显著。

3.2 群体组成特点

青虾一年内产生两个群体,5—7月出生幼体属夏季群体,8月后出生幼体属秋季群体。后者由少量越冬虾以及当年夏季群体中成熟个体产生后代共同组成。越冬群体在夏季或秋季产卵后不久即死亡。而夏季群体中参与秋季繁殖个体,越冬后又可参与第二年繁殖活动。青虾种内生物类群的情况与银鱼、大马哈鱼、鲟鱼十分相似,具有较多的遗传学和生态学的种群差异,因此它的生活力较高,对环境适应力较强。由于青虾的这种群体结构的调节机制,增强了对环境的适应能力,故数量较为稳定。在渔业利用时,只要不酷渔滥捕,保证有足够的产卵群体,资源就能得以较快恢复。

从不同群体组成情况来看,尽管青虾寿命较短,但体长结构复杂,由于不同步地进行分批抱卵孵化,其后代体长组数较多,其群体密度较大。种内个体体长异质性的提高,扩大了各种体长虾体所摄食的饵料种类及数量,是确保种群增殖速度适应环境变化的一种自我调节能力。

此外,本文对两性群体的生长差异比较结果,证实其差异显著。种内个体形态异质性差异的存在,符合大多数生物雄体大于雌体的规律。这种现象的存在,一方面有利于种群繁衍,较大雄体在配偶竞争过程中有更多繁殖机会,产生后代个体较大;另一方面有利于种群更加多样化地利用饲料和形成防御敌害的能力。

参 考 文 献

- 1 张建森. 关于青虾繁殖和发育的初步研究. 动物学杂志, 1965, (4): 181—185.
- 2 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, (4): 113—115.
- 3 虞冰如等. 人工诱导青虾成熟和产卵. 水产科技情报, 1990, (3): 66—68.
- 4 大岛辰志. てながまび种苗の量産. 养殖, 1972.
- 5 李思发. 淡水鱼类种群生态学. 北京: 农业出版社, 1990.
- 6 邓景耀. 渤海对虾的生长. 海洋水产研究, 1981, (2): 25—93.
- 7 Silva K., Study on Atyidae (*Decapoda caridea*) of Sri Lanka. *Crustaceana*, 1988, 54(3): 225—243.
- 8 James O. Price & James F. Payne, Size age and population dynamics in a re-selected population of *Orconectes neglectus* *Chaenodactylus Williams* (*Decapoda cambaridae*). *Crustaceana*, 1984, 48(1): 29—38.

STUDY ON THE GROWTH AND POPULATION COMPOSITIONS OF FRESHWATER SHRIMP (*Macrobrachium nipponensis*)

Yang Aihui¹ Chen Makang² Tan Yujun²

(1 *Taihu Lake Basin Authority, Ministry of Water Conservancy, Shanghai 200434,*

2 *Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090*)

Abstract

The growth and population compositions of freshwater shrimp (*Macrobrachium nipponensis*) were studied in Sunqiao channels, Chuansha County, Shanghai Municipality. The growth period is divided into two evident stages. As an example of the increase of the length (L_t) of male shrimp, the growth equation is $L_t = 3.33[1 - e^{-0.1948(t+0.167)}]$ ($r = 0.941$) for the former stage and the inflection point is at $t = 2.07$ month age. For the latter stage, the growth is fitted to Logistic curve, with the equation of $L_t = 6.573 / (1 + e^{2.1805 - 0.2787t})$ ($r = 0.970$) and the inflection point at $t = 11.07$ month age. After analysing the catching population, we found that the month age ranges from 0 to 15, the range of the length and body weight is 1.30–6.58cm and 0.060–13.0g, respectively. There are two kinds of population in a year, namely the summer population which is from July to the next October, the autumn one from September to the next December. The population of the male shrimps is greater than that of the female shrimps. The monthly sex ratio ($\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$) ranges from 0.61 to 1.35.

Key Words Freshwater shrimp (*Macrobrachium nipponensis*), growth, population composition, month age

征 订 启 事

《干旱区研究》专门刊载有关干旱区的学术论文、研究成果、考察报告以及有关干旱区研究的动态、国外消息和经验。本刊读者对象为与干旱有关的科技人员、大学生物系、土壤系、地理系师生及农林院校师生,也可供我国干旱区各级党政决策部门参考。《干旱区研究》为季刊,16开本,72页,每期订价2.00元,全年订费8.00元。全国各地邮局办理订阅手续,邮发代号:58—37。

《水利渔业》是水利部、中国科学院水库渔业研究所主办的渔业科学技术类期刊,主要刊登水产科学研究试验报告和渔业生产先进经验及名特优新水产品生产新技术成果。本刊以实用技术为主,技术与经济并重,兼顾营销管理与信息交流,对领导决策、科研实践、技术改造、知识更新、生产开发、渔业致富有实用指导价值。本刊系湖北省优秀科技期刊,全国水产核心期刊,全国水产系统优秀期刊,全国自然科学核心期刊,深受广大水产工作者欢迎。本刊系双月刊,邮发代号38—76,每期定价1.60元,全年9.60元。欢迎订阅。编辑部地址:武汉市武昌卓刀泉小何村,水利部、中国科学院水库渔业研究所,邮编:430073。