

长江中游湖泊放流河蟹的生长动态*

金 刚 李钟杰 雷 武

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要 在保安湖的两个湖区(扁担塘和龙王头)和牛山湖的一个围拦湖汉中对放流河蟹的生长指标逐月采样研究, 结果表明, 三个水体虽同属长江中下游典型草型湖泊, 但河蟹在生长末期规格(壳宽、体重)上表现出一定差异。扁担塘(瓯江种)、龙王头(瓯江种 + 长江种)成蟹规格较一致, 群体壳宽分别为 6.70 ± 0.59 、 6.73 ± 0.56 cm, 体重分别为 155.1 ± 36.0 g、 158.0 ± 36.1 g。而牛山湖湖汉成蟹壳宽为 5.63 ± 0.43 cm, 体重为 103.2 ± 26.3 g, 与前两者相比, 差异显著。原因可能主要是后者放养时间太晚(1997年4月26日)。从瞬时生长率来看, 牛山湖湖汉(天津种)为 $0.02687 \text{ g} \cdot \text{day}^{-1}$, 大于扁担塘($0.00977 \text{ g} \cdot \text{day}^{-1}$)和龙王头($0.00997 \text{ g} \cdot \text{day}^{-1}$)。作者给出了上述三个水体2龄河蟹体重生长的逻辑斯蒂曲线方程。

关键词 河蟹, 生长动态, 壳宽, 体重, 逻辑斯蒂方程

中华绒螯蟹(简称河蟹, 下同)是我国人民的传统滋补佳肴。对其生物学很早就开展了研究^[1-4]。从60年代后期就对湖泊放流天然苗种进行大规模增养殖。1978年河蟹人工繁育成功^[5], 为河蟹增养殖持续发展奠定了基础。近年来, 全国各地利用池塘、外荡、湖泊、水库开展河蟹人工苗种和天然苗种的增养殖, 取得了较好的经济效益。

研究河蟹在湖泊中的生长动态对于深入认识河蟹生物学及渔业管理都是十分重要的。河蟹的生长与其它甲壳动物一样呈间歇性生长。因为体表系坚硬的甲壳, 河蟹必需蜕壳, 身体才能进一步生长。影响河蟹生长的生理生态因子很多, 如饵料、水温、水质、河蟹的规格等。在池塘养殖条件下河蟹幼蟹的生长动态和在围拦湖汉人工投饵的条件下二龄蟹的生长动态已有初步研究^[6-7]。但是, 在湖泊天然条件下人工放流苗种的生长动态未见报道。该研究弥补了这方面的不足。

1 材料与方法

1.1 研究地点 在湖北省大冶市保安湖选2个围拦区(扁担塘和龙王头), 在武汉市江夏区牛山湖选1个围拦区, 共3个研究地点。

保安湖($114^{\circ}43' \text{ E}$, $30^{\circ}15' \text{ N}$)位于长江中游南岸, 属梁子湖湖群, 面积 3933.3 hm^2 , 平

本研究得到国家九五攻关专题(96-008-02-02)和中国科学院资源与生态环境研究课题(K2951-A1-102-01)资助。在野外工作中得到中国科学院水生生物研究所刘伏泉研究员、方榕乐高级工程师、王士达副研究员、吴小平博士和张进军先生的大力帮助, 作者在此深表铭谢

1998-03-18收到, 1998-06-12修回

均水深 2.1m,湖中淤泥层厚^[8],pH 平均 8.1^[9],水草丰盛,是一个典型的草型湖泊。从 80 年代后期即进行河蟹增养殖,1995 年全湖平均亩产成蟹 1kg。保安湖由主体湖、扁担塘、肖四海和桥墩湖 4 个相对独立的湖区组成。

扁担塘:位于保安湖北部,面积 333.3hm²。湖水通过石头堤孔隙与主体湖交换,水深 2—3m,透明度 1.2—1.5m,pH8.4,水草遍布全湖,优势种为聚草和金鱼藻,1997 年秋季水草密度为 2.43kg·m⁻²,底栖动物中寡毛类、软体动物和水生昆虫的生物量分别为 0.75、0.18、26.0g·m⁻²。

龙王头:属于主体湖区,1996 年用网拦方式围成了一个面积 400hm²的围拦养殖区。水深 2—3m,透明度 1.0—1.5m,pH8.0,水草丰盛,优势种为黄丝草和聚草,1997 年秋季水草密度为 4.20kg·m⁻²,底栖动物中寡毛类、软体动物和水生昆虫的生物量分别为 1.01、0、99.4g·m⁻²。

牛山湖 (114°32′ E, 30°19′ N) 原为梁子湖较大的一个湖湾,1979 年筑堤与梁子湖分开 (建有节制闸),常年水深 2.5—4m,透明度 2m 以上,pH8.2—9.2,湖中水草覆盖度达 100%,生物量密度达 8.23kg·m⁻²。实验用围拦区:为牛山湖一湖汊,面积 12hm²,水深 1—1.8m,透明度 1m,水草优势种为聚草和苦草,1997 年秋季水草密度为 166.4g·m⁻²。

1.2 河蟹苗种放养 3 个研究地点的河蟹 (*Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards) 苗种来源、苗种规格及放养时间均不同 (表 1)。扁担塘河蟹苗种全部来自瓯江天然种群,放养密度为 5253.6ind·hm⁻²,牛山湖围拦来自北方人工苗,放养密度为 2666.7ind·hm⁻²,龙王头的河蟹苗种既有上海人工苗,又有瓯江天然苗,放养密度为 1425ind·hm⁻²。

表1 1997年保安湖各湖区蟹种来源及放养量

Tab.1 The origin and stocking of the crab seedlings in Lake Bao—an region in 1997

湖区	面积 (hm ²)	放养时间	规格 (ind·kg ⁻¹)	放养量 (万只)	苗种来源
Lake	Area(hm ²)	Stocking date	Size(ind.kg ⁻¹)	Ind.(×10 ⁴)	Origin
扁担塘	333.3	1996.6.6	180000	153	瓯江天然苗
Biandantang		1997.1.15	400	22.1	瓯江天然苗
龙王头		1996.6	1600	40	瓯江天然苗
Longwangtou		1996.12	240	5	上海人工苗
	400	1997.2	240	12	上海人工苗
牛山湖围拦		1997.4.26	386	3.2	天津人工苗

Embayment of Niushanhu Lake

1.3 河蟹采样 扁担塘、龙王头河蟹采样从 1997 年 3 月到 10 月,每月一次,一般在 15—25 日左右进行;牛山湖围拦区河蟹采样从 1997 年 4 月到 9 月,每月一次,一般在 10 日左右完成测量 (9 月上中旬,该水体河蟹出现生殖洄游高峰,表明生长期结束)。样品收集方法:在各湖区定点设置网簏,于清晨倒取网袋收集河蟹,在船上活体测量后随即放湖。

1.4 生长指标的测量 河蟹的头胸甲长、宽用 GB1214—85 型游标卡尺 (200×0.02mm) 测量,体重用精密戥子称 (精确至 0.1g)。称重前,将河蟹体表水分用吸水纸擦干。同时记录河蟹甲壳的软硬程度。

1.5 环境监测 1997 年 3—10 月对保安湖水温进行监测。

1.6 统计分析 所有数据在 STATISTIC 和 EXCEL 软件上处理。河蟹体重瞬时生长率计算公式： $Gr = (\ln w_2 - \ln w_1) / t$
式中, w_1 : 生长初期体重 (g), w_2 : 生长期末体重 (g), t : 生长期 (d)

2 结果

2.1 2 龄河蟹壳宽与体重月动态

对扁担塘、龙王头和牛山湖三水体 2 龄河蟹逐月采样 (扁担塘和龙王头因 7 月份禁湖, 未采样), 所得壳宽和体重月动态见图 1—2 (数据分雌、雄和雌 + 雄)。

2.2 2 龄河蟹体重的逻辑斯蒂方程

对体重的月变化用逻辑斯蒂曲线拟合, 所得方程参数见表 2。方程形式为

$$BW = K / (1 + \exp(a - bt))$$

式中, BW: 河蟹体重 (g); K: 河蟹群体体重的最大值, 根据保安湖成蟹多年采样结果, 给出如下经验值, 对 2 龄河蟹, 雌蟹 K = 150, 雄蟹 K = 180, 雌蟹 + 雄蟹 K = 165; t: 时间, 采用两种单位, 即月和天; a, b: 系数, 依时间单位不同而取不同的值。

表2 1997年2龄河蟹体重生长的逻辑斯蒂方程参数
Tab.2 Parameters in Logistic curve equations for 2-yr crab body weight in lakes in 1997

湖泊		月 (Month)		天 (d)	
Lakes		a	b	a	b
扁担塘 Biandantang	雌	4.635	0.690	2.686	0.024
	雄	3.342	0.563	1.826	0.018
	雌+雄	3.637	0.583	1.988	0.020
龙王头 Longwangtou	雌	3.328	0.445	2.036	0.015
	雄	4.739	0.742	2.578	0.025
	雌+雄	4.270	0.646	2.391	0.022
牛山湖 Niushanhu	雌	7.617	0.931	3.671	0.033
	雄	8.190	1.012	3.854	0.036
	雌+雄	7.911	0.972	3.740	0.034

3 讨论

3.1 生长末期的规格比较

因蟹种放养时间、规格、密度及来源均不同, 加上各水体生态条件不尽一致, 扁担塘、龙王头和牛山湖围拦三个水体虽同属长江中下游典型草型湖泊, 但河蟹在生长末期规格 (壳宽、壳长、体重) 上表现出一定差异。扁担塘、龙王头成蟹规格较一致, 群体体重分别为 $155.1 \pm 36.0\text{g}$, $158.0 \pm 36.1\text{g}$ 。而牛山湖围拦成蟹体重只有 $103.2 \pm 26.3\text{g}$ (表 3—5), 与前两者相比, 差异显著。原因可能主要是后者放养时间太晚 (1997 年 4 月 26 日), 按水温在 15℃ 以上时河蟹开始蜕壳生长的观点, 3 月中下旬长江中下游浅水湖泊水温已在 15℃ 以上, 即牛山湖围拦河蟹生长期比扁担塘和龙王头河蟹生长期要短 50d 左右, 即蜕壳次数少 2 次左右。因此牛山湖围拦成蟹规格较小实属必然。但从瞬时生长率来看, 牛山湖围拦 (天津种) 为 $0.02687\text{g} \cdot \text{day}^{-1}$, 大于扁担塘 (瓯江种, $0.00977\text{g} \cdot \text{day}^{-1}$) 和龙王头 (瓯江种

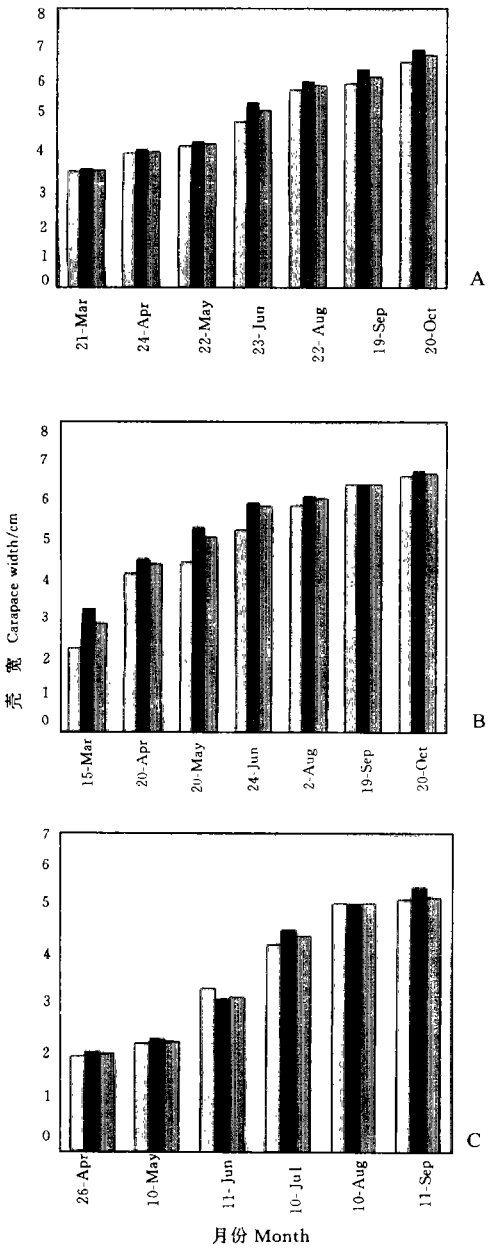


图1 1997年2龄河蟹壳宽生长的月变化(白:雌蟹,黑:雄蟹,灰:雌+雄,下同)A:龙王头、B:扁担塘、C:牛山湖围拦

Fig.1 Monthly changes of 2-yr crab carapace width in 1997 (white column:female, black: male, grey: female+male, the same below)

A:Lake Longwangtou, B:Lake Biandantang, C:the embayment of Lake Niushan

A:龙王头 B:扁担塘 C:牛山湖围拦

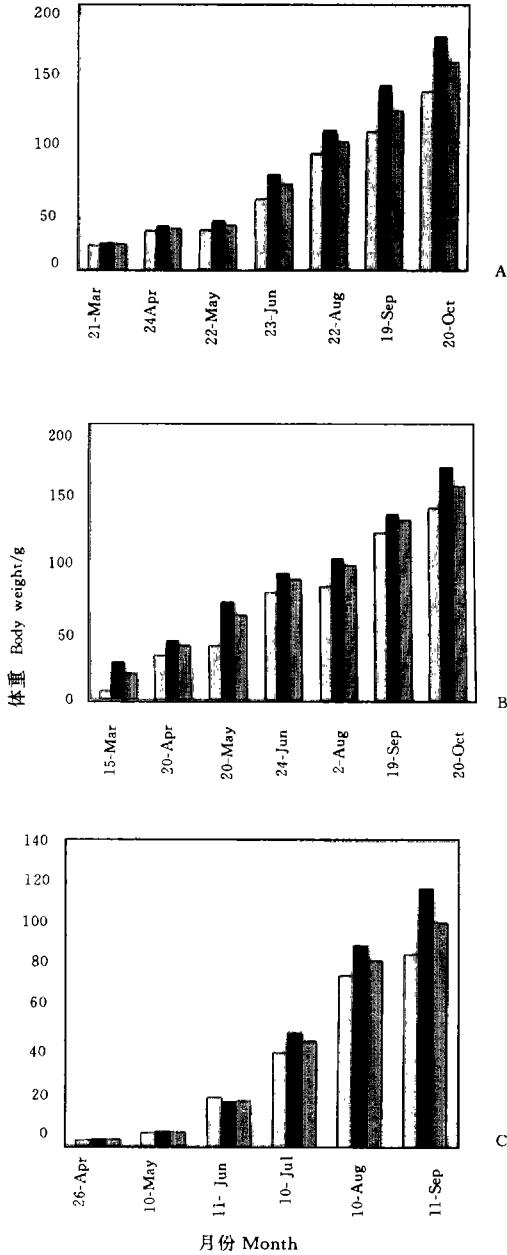


图2 1997年2龄河蟹体重生长的月变化(白:雌蟹,黑:雄蟹,灰:雌+雄,下同)A:龙王头、B:扁担塘、C:牛山湖围拦

Fig.2 Monthly changes of 2-yr crab body weight in 1997 (white column: female, black male, grey: female+male, the same below)

A:Lake Longwangtou, B:Lake Biandantang, C:the embayment of Lake Niushan

A:龙王头 B:扁担塘 C:牛山湖围拦

表3 生长末期雌蟹规格的比较 (mean±SD)

Tab.3 Comparison of female crab size at the end of growth period in different lakes (mean±SD)

水体名称	壳宽 cm	壳长 cm	体重 g
Lakes	Carapace width (cm)	Carapace length (cm)	Body weight (g)
扁担塘 Biandantang	6.64±0.57	6.01±0.45	138.9±29.0
龙王头 Longwangtou	6.53±0.54	5.94±0.43	135.5±27.5
牛山湖围拦 The embayment	5.43±0.32	5.25±0.37	88.4±15.1

表4 生长末期雄蟹规格的比较 (mean±SD)

Tab.4 Comparison of male crab size at the end of growth period in different lakes (mean±SD)

水体名称	壳宽 cm	壳长 cm	体重 g
Lakes	Carapace width (cm)	Carapace length (cm)	Body weight (g)
扁担塘 Biandantang	6.76±0.63	6.15±0.52	168.9±36.4
龙王头 Longwangtou	6.89±0.55	6.22±0.47	176.7±32.1
牛山湖围拦 The embayment	5.85±0.43	5.58±0.42	118.8±26.9

表5 生长末期成蟹群体(雌+雄)规格的比较 (mean±SD)

Tab.5 Comparison of crab (female+male) size at the end of growth period in different lakes (mean±SD)

水体名称	壳宽 cm	壳长 cm	体重 g
Lakes	Carapace width (cm)	Carapace length (cm)	Body weight (g)
扁担塘 Biandantang	6.70±0.59	6.09±0.48	155.1±36.0
龙王头 Longwangtou	6.73±0.56	6.09±0.47	158.0±36.1
牛山湖围拦 The embayment	5.63±0.43	5.41±0.42	103.2±26.3

表6 1997年3月15日至10月20日扁担塘河蟹体重瞬时增长率

Tab.6 The instantaneous growth rate of crab body weight in Lake Biandantang

时期	天数	雌	雄	雌+雄
Period	Days	Female	Male	Female+male
3月15—4月20日	35	0.04953	0.01363	0.02078
4月20—5月20日	30	0.00691	0.01690	0.01521
5月20—6月24日	34	0.02031	0.00744	0.01022
6月24—8月2日	39	0.00129	0.00277	0.00279
8月2—9月19日	47	0.00831	0.00592	0.00627
9月19--10月20日	31	0.00448	0.00739	0.00567
3月15--10月20日	216	0.01487	0.00856	0.00977

+ 长江种,0.00997g·day⁻¹)(表6—8)。此表明,如果天津苗种在长江中游湖泊的放流时间提早到3月份,其成蟹规格可望有较大幅度提高。

由于近十多年长江天然河蟹资源量急速下降,远远不能满足我国河蟹主产区——长江中下游湖泊河蟹放流养殖所需苗种,生产单位不得不从北方(辽河及黄河流域)和南方(瓯江和钱塘江)购买苗种。实践表明,不管是北方苗种,还是南方苗种;也不管是天然苗种,还是人工苗种,在长江中下游地区都有可能长成大规格的商品蟹。如瓯江蟹种在安徽

表7 1997年3月21日至10月20日龙王头河蟹体重瞬时增长率
Tab.7 The instantaneous growth rate of crab body weight in Lake Nongwangtou

时期	天数	雌	雄	雌+雄
Period	Days	Female	Male	Female+male
3月21—4月24日	33	0.01453	0.01511	0.01458
4月24—5月22日	29	0.00047	0.00409	0.00299
5月22—6月23日	31	0.01876	0.02192	0.02094
6月23—8月22日	60	0.00839	0.00635	0.00684
8月22—9月19日	28	0.00619	0.00996	0.00779
9月19—10月20日	31	0.00826	0.00749	0.00863
3月21—10月20日	212	0.00947	0.01032	0.00997

表8 1997年4月26日至9月11日牛山湖河蟹体重瞬时增长率
Tab.8 The instantaneous growth rate of crab body weight in Lake Niushan

时期	天数	雌	雄	雌+雄
Period	Days	Female	Male	Female+male
4月26—5月10日	14	0.06714	0.06867	0.06654
5月10—6月11日	31	0.04056	0.03575	0.03733
6月11—7月10日	30	0.02143	0.03093	0.02763
7月10—8月10日	31	0.02018	0.01841	0.01848
8月10—9月11日	31	0.00387	0.00818	0.00615
4月26—9月11日	137	0.02603	0.02790	0.02687

东部的女山湖放流养殖试验表明,放流规格为 0.5—0.63g/只,经 9—11 个月的生长,成蟹规格可达 150g 左右,如水域饵料条件好,放养密度适中,其成蟹有 60% 可达 175g/只以上,群体增重倍数 10—30,回捕率 6—20%^[10]。从 1993—1997 年扁担塘年年放养瓯江苗种,成蟹规格和群体增重倍数与女山湖类似,回捕率最高达 25.1%^[11]。北方蟹在湖北省的养殖有一个缺憾,即捕捞时间早(一般在 8 月下旬),如 1995—1997 年三山湖(与保安湖相隔 1km)放养盘锦扣蟹(规格 200—480ind·kg⁻¹),均在 8 月 20 日开始捕捞。因此生长期要短 1 个月左右,成蟹规格偏低。其它湖泊亦有类似情形。但是,如果把北方蟹苗或豆蟹(I—IV 期仔蟹)在长江中下游培育成扣蟹,再于当地湖泊放养,2 龄蟹的生长期是否接近长江蟹种? 是一个很有意义的课题,值得今后深入研究。

3.2 温度对河蟹生长的影响

水温对蟹类生长和发育有很大影响,Minagawa 研究了温度对红蛙蟹(red frog crab, *Ranina ranina*)成活率、摄食、与幼体发育的影响,溞状幼体(zoeas)分别养在 5 个温度水平下(17—33℃)。结果表明,温度越低,幼体成活率亦越低。蜕壳亦明显地依赖温度,在较低温度下,蜕壳间期呈指数地延长。在整个溞状幼体时期,对生长和形态发育的最适温度是 25—29℃。对于 I—V 期的溞状幼体,较高的温度增加摄食量;对 VII 期溞状幼体,25℃ 时摄食量最大^[12]。

1997 年 7 月下旬—9 月上旬保安湖水温即在 30—34℃ 之间,但是河蟹并没有停止蜕壳和生长,只是在 8 月,河蟹的软壳率(软壳蟹占全部样本的百分比,软壳率的大小能够反

映河蟹群体蜕壳生长良好与否)不是 100%,而是 84%(表 9),这表明高温对河蟹的生长有一定的抑制效应。而在秋冬季捕捞的前期(9 月上旬—10 月中旬)水温保持在 24℃ 以上,河蟹照常蜕壳生长。至 10 月 17 日扁担塘成蟹软壳率还占 17%。软壳蟹比例之高是扁担塘河蟹生产历史上罕见的。龙王头和牛山湖围拦亦有类似现象。秋冬季气候变暖对湖泊渔业的影响值得渔业生态学者认真研究。

表9 1997年3—10月扁担塘水温(℃)与河蟹软壳率(%)

Tab.9 Water temperature (℃) and the percentage of soft-shell crab (%) in Lake Biandantang during Mar—Oct.1997

月份 Month	3月 Mar	4月 Apr	5月 May	6月 Jun	7月 Jul	8月 Aug	9月 Sep	10月 Oct
水温(℃)	15	18	24	28	33	34	30	23
软壳率(%)	100	100	100	100	—	84	70	17

参 考 文 献

[1] 堵南山. 毛蟹. 新亚书店. 上海, 1954.

[2] 堵南山. 毛蟹的解剖. 华东师范大学学报, 1957, (1): 60—73.

[3] 堵南山. 绒螯蟹的变态. 生物学教学, 1958, (1): 22—24.

[4] 堵南山. 河蟹生物学. 生物学教学, 1959, (10): 19—20.

[5] 浙江省淡水水产研究所, 河蟹人工育苗的研究. 淡水渔业科技杂志, 1978, (6): 1—7.

[6] 王留全、周婉华, 池养中华绒螯蟹幼蟹生长特性的初步研究. 水产学报, 1989, 13(1): 17—23.

[7] 舒少武. 二龄中华绒螯蟹在湖汊中的生长规律. 见: 梁彦龄、刘伙泉主编, 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一), 北京: 科学出版社, 1995, 254—258.

[8] 官子和. 保安湖形态测量学参数及其在湖沼学上的意义. 见: 梁彦龄、刘伙泉主编, 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一), 北京: 科学出版社, 1995, 3—15.

[9] 张水元、刘瑞秋. 保安湖水化学特性及其动态. 见: 梁彦龄、刘伙泉主编, 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一), 北京: 科学出版社, 1995, 23—47.

[10] 万 全. 瓯江蟹的生长性能及评价. 淡水渔业, 1997, 27(2): 44—47.

[11] 刘伙泉等. 保安湖优质高效生态渔业模式系列试验. 见: 梁彦龄、刘伙泉主编, 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一), 北京: 科学出版社, 1995, 236—245.

[12] Minagawa, M. Influence of temperature on survival, feeding and development of larvae of the red frog crab, *Ranina ranina* (Crustacea, Decapoda, Raninidae). NIPPON - SUISAN - GAKKAISHI - BULL. - JAP. - SOC. - SCI. - FISH. 1990, 56, no(5) p. 755—760.

GROWTH DYNAMICS OF CHINESE MITTEN CRAB, *ERIOCHEIR SINENSIS*, STOCKED IN LAKES ALONG THE MIDDLE REACHES OF YANGTSE RIVER

Jin Gang, Li Zhongjie and Lei Wu

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Abstract The propagation of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*, in shallow lakes with dense submerged macrophyte has been verified to be one of the high efficient ecological fishery models in China. Therefore, to master the laws of the crab growth is very important for the lake fishery management.

The post-larvae and juvenile crabs were stocked in Lake Biandantang, Lake Longwangtou and the embayment of Lake Niushan. From March 21 to October 20, 1997, 14 fish-hedges were installed in the lakes for monthly sampling. Carapace width and length (cm), and body weight (g) were measured monthly except July when fishing was forbidden. The causes of growth difference in the three lakes were discussed. The instantaneous growth rate of crab body weight in these Lakes were calculated.

The growth dynamics of the crab body weight during Mar—Oct., 1997 fitted fairly well with logistic equation and may be expressed as follows:

$$\begin{aligned} \text{Lake Longwangtou} \quad & \text{female: } BW = 150(1 + \exp(3.328 - 0.445T))^{-1} \\ & \text{male: } BW = 180(1 + \exp(4.739 - 0.742T))^{-1} \\ & \text{female + male: } BW = 165(1 + \exp(4.27 - 0.646T))^{-1} \\ \text{Lake Biandantang} \quad & \text{female: } BW = 150(1 + \exp(4.635 - 0.69T))^{-1} \\ & \text{male: } BW = 180(1 + \exp(3.342 - 0.563T))^{-1} \\ & \text{female + male: } BW = 165(1 + \exp(3.637 - 0.583T))^{-1} \\ \text{Lake Niushanhu} \quad & \text{female: } BW = 150(1 + \exp(7.617 - 0.931T))^{-1} \\ & \text{male: } BW = 180(1 + \exp(8.19 - 1.012T))^{-1} \\ & \text{female + male: } BW = 165(1 + \exp(7.911 - 0.972T))^{-1} \end{aligned}$$

where, BW is body weight (g) and T is time (month)

Key words *Eriocheir sinensis*, Growth dynamics, Carapace width, Body weight, Logistic equation