

文章编号: 1674-5566(2014)03-0359-07

中华绒螯蟹在实验室条件下的成蟹阶段蜕壳与生长观察

黄 姝¹, 王中清^{1,2}, 茅海成¹, 王成辉¹

(1. 上海海洋大学 农业部淡水水产种质资源重点实验室, 上海 201306; 2. 上海农场水产养殖场, 江苏 大丰 224151)

摘 要: 在实验室条件下, 进行了中华绒螯蟹成蟹阶段(200 d)的个体蜕壳与生长观察。在观察的4次蜕壳中, 实验河蟹蜕壳后的体重平均增长率分别为48.7%、69.1%、80.1%和64.8%, 壳长平均增长率分别为21.3%、17.0%、29.5%和16.7%, 壳宽平均增长率分别为17.4%、18.3%、28.2%和18.1%; 雄蟹每次蜕壳后的体重、壳长和壳宽均高于雌蟹, 但从第3次蜕壳开始, 雌雄间才呈现出显著的生长差异($P < 0.05$)。第1-4次的平均蜕壳间期分别为37、38、29和41 d。在前两次蜕壳, 其蜕壳后的生长变异系数较大, 而在后两次蜕壳, 其蜕壳后的生长变异系数相对较小。起始体重对每次蜕壳后体重有显著影响($P < 0.05$), 第3次蜕壳后的体重与其他次数蜕壳后体重呈显著相关($P < 0.05$)。研究还发现, 壳长、壳宽与生长水温有显著的相关性($P < 0.05$), 体重与生长水温的相关性略显著($r = 0.917 \sim 0.923, 0.05 < P < 0.10$)。以上研究结果表明: 河蟹成蟹阶段在第3次蜕壳时的增长率最高, 对生长影响较大, 应注意此阶段的饲养与管理; 同时, 在生产上为提高成蟹的养成规格应选取规格较大的蟹种。

研究亮点: 在实验室条件下首次进行了中华绒螯蟹成蟹阶段4次蜕壳的生长观察, 讨论了雌雄蟹不同蜕壳阶段的生长情况, 探讨了河蟹的蜕壳规律和生长特性, 为河蟹的基础生物学研究积累了有益资料, 为河蟹生产上的养殖和管理提供了参考依据。
关键词: 中华绒螯蟹; 蜕壳; 增长率; 相关性
中图分类号: S 917
文献标志码: A

蜕壳是甲壳动物的重要生物学现象, 反映了甲壳动物生长不连续而呈跳跃式的特点。虾蟹等甲壳动物的蜕壳过程一般可分为4个阶段: 蜕皮前期、蜕皮期、蜕皮间期和蜕皮后期^[1]。中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)是典型的甲壳动物, 在一生中要经历多次蜕壳, 其在开始蜕壳前, 老壳撑起, 不再贴附在体上, 身体以及附肢就得以生长扩大。在蜕壳过程中, 蟹体大量吸收水分, 体重增加明显, 而在蜕壳后的生长中, 体重增长缓慢, 水分逐渐为组织生长所代替^[2]。由于虾蟹等甲壳动物通过蜕壳完成生长, 因此, 生长速度有赖于蜕壳的次数和下次蜕壳时体长和体质量的增加程度^[3]。因而, 研究蜕壳与蜕壳后生长特点一直是甲壳动物生物学研究中的重要内容^[4-8]。

中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)是我国一种极

受欢迎的水产经济生物, 近几年来, 其养殖业取得长足发展和巨大进步, 养殖的个体规格增长明显, 产量逐渐增加^[9-11]。而与此相反, 中华绒螯蟹的基础生物学研究却一直较为薄弱。如中华绒螯蟹的个体生长特性研究非常薄弱, 尚无法准确了解河蟹一生的蜕壳次数。其个体生长特性虽有少量研究, 但也集中在幼蟹阶段^[12-16], 而在成蟹阶段尚未见报道。此外, 生产上雌雄蟹生长差异较大, 这是否与蜕壳有直接联系呢? 尚不得而知。这种状况与中华绒螯蟹个体标记困难、自相残杀、小水体中蜕壳与生长缓慢等特点有关。本文试图在实验室条件下, 进行中华绒螯蟹成蟹阶段的个体蜕壳与生长观察, 探讨河蟹蜕壳规律和生长特性, 以期对河蟹的个体生物学研究积累资料, 为生产上河蟹的养殖管理提供借鉴。

收稿日期: 2013-08-07 修回日期: 2014-03-10

基金项目: 上海市中华绒螯蟹产业技术体系建设项目(沪农科产字[2010]第1-4号); 上海市科学技术委员会项目(13391912102、03DZ2251800)

作者简介: 黄 姝(1989—), 女, 硕士研究生, 研究方向为水产动物种质资源与种苗工程。E-mail: jiayouhuangshu@126.com

通信作者: 王成辉, E-mail: wangch@shou.edu.cn

1 材料与方 法

1.1 实验材料与研究方法

本研究在实验室的实验水槽中进行。选取雌雄各 30 只幼蟹,分别测量其体重、壳长和壳宽,其中雌蟹均重(6.43 ± 1.73) g,雄蟹均重(7.73 ± 1.73)g,两者差异不显著($P > 0.05$)。然后将实验蟹分别放入 30 个容积为 250 L 的圆柱形实验水槽(直径 70 cm,高 65 cm)中,每个水槽饲养一雌一雄两只个体。实验期间每天早 8 点和下午 4 点定时、定量投喂河蟹专用配合饲料(上海阳恩饲料有限公司),每隔 3 天换一次水,水源来自于河水,每天晚上 6 点到第二天早上 8 点增氧机增氧,开 40 W 日光灯补充光源。同时,每个实验水槽放入 1 个长形拱状瓦片(直径 11 cm × 10 cm,长 11 cm,宽 10 cm,高 5 cm)作为隐蔽物,以减少实验过程中的互相残杀事件。每日观察河蟹的生长与蜕壳变化,当河蟹蜕壳后第 3 天蟹壳已硬化时,测量蜕壳河蟹的体重、壳长和壳宽等生长性状。同时每日定时测量水体的温度、溶氧和 pH。实验日期为 2012 年 3 月 22 日至 10 月 7 日,共 200 d。

1.2 数据处理

实验期间,由于大部分河蟹只发生了 4 次蜕壳,只有极少数河蟹进行了第 5 次蜕壳,因而本文只分析前 4 次蜕壳的生长情况。利用 STATISTIC 8.0、SPSS 17.0、EXCEL 2007 等软件对每只河蟹每次蜕壳后的体重(精确至 0.01 g)、壳长(第一额齿间最凹处到头胸甲后缘)和壳宽(第 4 侧齿间距,精确至 0.1 mm)进行统计分析、相关参数作图和显著性检验,具体参数分析如下:

$$R_{BW}(\%) = (BW_n - BW_{n-1}) / BW_{n-1} \times 100 \quad (1)$$

$$R_{CL}(\%) = (CL_n - CL_{n-1}) / CL_{n-1} \times 100 \quad (2)$$

$$R_{CW}(\%) = (CW_n - CW_{n-1}) / CW_{n-1} \times 100 \quad (3)$$

$$C_v(\%) = S / \bar{X} \times 100 \quad (4)$$

式中: R_{BW} 为体重增长率(%); BW 为体重(g); R_{CL} 为壳长增长率(%); CL 为壳长(mm); R_{CW} 为壳宽

增长率(%); CW 为壳宽(mm); n 为蜕壳次数; C_v 为体重变异系数(%), S 为体重标准差, \bar{X} 为生长性状平均值。

2 结果

2.1 蜕壳后的生长变化情况

实验河蟹每次蜕壳后体重、壳长和壳宽的表型变异如图 1 所示。在实验室饲养环境下,河蟹经过 4 次蜕壳,群体重量从起始时的平均 7.23 g 增加到 59.1 g,增长了 8.18 倍,平均每次蜕壳增长 2.05 倍;壳长从起始时的平均 21.11 mm 增加到 45.94 mm,增长了 2.17 倍,平均每次蜕壳增长 0.54 倍;壳宽从起始时的平均 23.57 mm 增加到 50.29 mm,增长了 2.13 倍,平均每次蜕壳增长 0.53 倍(图 1a)。结果表明体重的增长幅度较大,而壳长和壳宽的增长幅度相对要小得多。雌、雄蟹间每次蜕壳后的生长趋势一致,但雄蟹每次蜕壳后的体重、壳长和壳宽均高于雌蟹,从第 3 次蜕壳开始,雌雄间的这三个生长性状呈现出显著差异($P < 0.05$,图 1b、c、d)。

对每次蜕壳后体重、壳长和壳宽进行多重方差分析表明(表 1),不同蜕壳次数间体重、壳长和壳宽的差异极显著($P < 0.01$),表明河蟹每蜕壳一次,生长显著增加一次。雌、雄蟹间体重、壳长及壳宽存在极显著差异($P < 0.01$),蜕壳次数与性别对体重的交互作用极显著($P < 0.01$),而对壳长和壳宽的交互作用不显著($P > 0.05$)。

进一步通过蜕壳后体重、壳长和壳宽的增长率观察发现(表 2),不同个体蜕壳后的增长率存在巨大差异,尤其是第 1 次蜕壳后的增长率,有的个体蜕壳后体重增加 160%,有的只增加了 5.9%。雄蟹、雌蟹都是第 3 次蜕壳后的增重率最大,第 2 次蜕壳后的增重率其次,第 1 次蜕壳后的增重率最小。相关分析发现,第 1 次蜕壳后体重和壳宽的增长率与第 3 次蜕壳后体重和壳宽的增长率呈显著的负相关($P < 0.05$),而第 2 次蜕壳后壳长的增长率与第 3 次蜕壳后壳长的增长率呈显著的负相关($P < 0.05$),其他蜕壳次数间体重、壳长和壳宽的增长率无显著的相关性($P > 0.05$)。

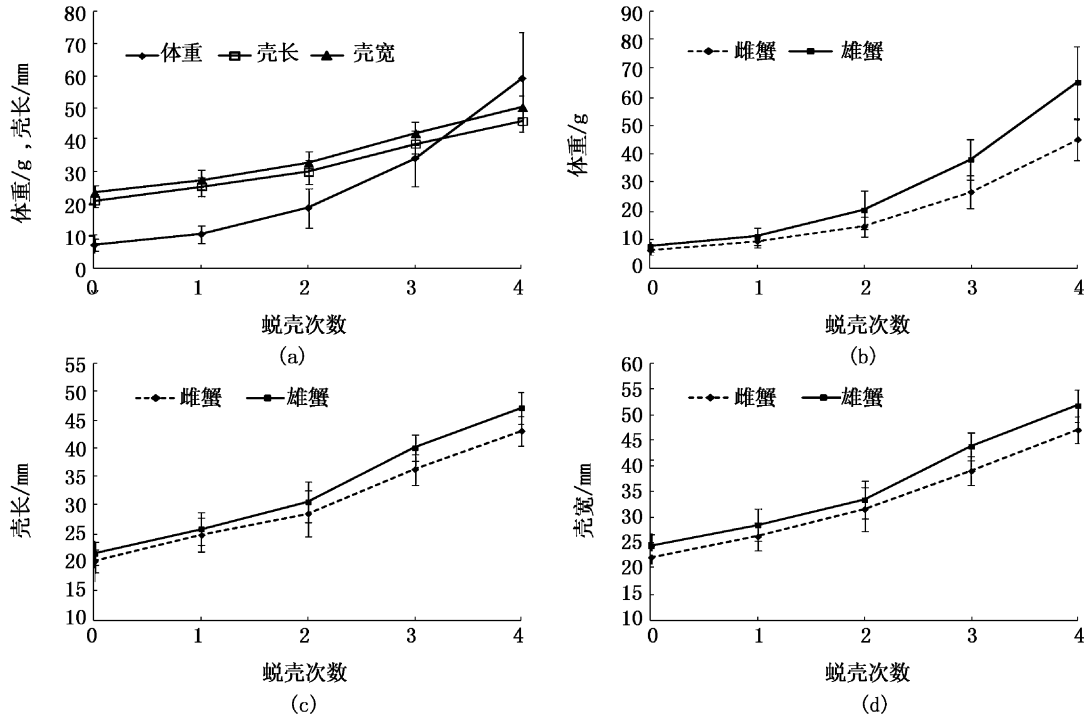


图 1 实验室条件下中华绒螯蟹蜕壳后的生长动态

Fig. 1 Growth dynamic of Chinese mitten crab at each molting stage reared in the laboratory conditions

表 1 中华绒螯蟹体重、壳长和壳宽表型值的多重方差分析

Tab. 1 Multi-ANOVA analysis of body weight, carapace length and width of Chinese mitten crab

变异来源	自由度	体重		壳长		壳宽	
		F 值	P	F 值	P	F 值	P
蜕壳次数	4	203.19	<0.001	212.04	<0.001	220.68	<0.001
性别	1	48.12	<0.001	17.25	<0.001	25.61	<0.001
蜕壳次数 × 性别	4	8.15	<0.001	1.08	0.370	1.00	0.414

表 2 实验中华绒螯蟹蜕壳后体重、壳长和壳宽的平均增长率

Tab. 2 The average increment rate of body weight, carapace length and width of Chinese mitten crab at each molting stage

蜕壳次数	体重			壳长			壳宽			
	雄	雌	总和	雄	雌	总和	雄	雌	总和	
1	均值	46.0	53.1	48.7	20.1	24.2	21.3	16.6	19.6	17.4
	范围	5.9~125.3	10.4~160.0	5.9~160.0	3.7~44.0	4.6~56.7	3.7~56.7	4.8~35.3	5.4~46.0	4.8~46.0
2	均值	73.7	62.5	69.1	16.5	18.4	17.0	15.0	25.6	18.3
	范围	23.3~115.0	43.3~98.9	23.3~115.0	2.6~44.6	6.0~26.5	2.6~44.6	4.6~40.5	16.2~49.8	4.6~49.8
3	均值	78.0	83.9	80.1	29.9	28.6	29.5	30.0	24.8	28.2
	范围	33.2~121.6	72.0~99.0	33.2~121.6	12.2~42.1	58.3~20.6	12.2~58.3	19.3~41.1	13.5~49.0	13.5~49.0
4	均值	65.8	62.5	64.8	16.8	16.6	16.7	17.8	18.9	18.1
	范围	37.3~100.9	54.9~70.0	37.3~100.9	10.8~20.6	15.0~22.3	10.8~20.6	8.4~22.5	13.8~20.1	8.4~22.5

实验河蟹的第 0~1 次平均蜕壳间期为 37 d (27~53 d)、第 1~2 次平均为 38 d(23~62 d)、第 2~3 次平均为 29 d(14~44 d)、第 3~4 次平均为 41 d(27~59 d)。前 2 次蜕壳间期相近,第

3 次蜕壳所用时间最短,第 4 次蜕壳所用时间最长。蜕壳间期与蜕壳后的体重不存在显著相关性($P > 0.05$)。

2.2 蜕壳后生长性状的变异情况

通过每次蜕壳后的体重、壳长和壳宽性状表型值的变异系数分析(图2)可以看出,实验河蟹在第2次蜕壳后的生长性状的变异系数最大,表明此阶段蜕壳后生长差异最大;实验河蟹在第3、4次蜕壳后的生长性状的变异系数相近,表明此两次蜕壳后的河蟹生长较为均匀稳定。

2.3 起始规格与蜕壳后生长情况的相关分析

将实验河蟹的起始体重、壳长、壳宽与每次蜕壳后的体重、壳长和壳宽进行相关分析,发现:河蟹(含雄蟹)的起始体重与每次蜕壳后体重存在显著的相关性($P < 0.05$),而雌蟹的起始体重与每次蜕壳后体重无显著相关性($P > 0.05$,表3);雄蟹起始壳长与第1次蜕壳后壳长、雌蟹起始壳长与第2次蜕壳后壳长有显著相关性($P < 0.05$);雄蟹起始壳宽与第1次蜕壳后壳宽、雌蟹起始壳宽与第4次蜕壳后壳宽有显著相关性($P < 0.05$,表3)。

2.4 不同蜕壳次数间生长情况的相关分析

对河蟹不同蜕壳次数后的体重进行相关分析发现:第3次蜕壳后的体重和其他3次蜕壳后的体重有显著相关性($P < 0.05$),其他蜕壳次数间的体重无显著相关性($P > 0.05$)。此结果表明,在生产上应注意第3次蜕壳后的增重情况。对雌雄蟹不同蜕壳次数后的体重进行相关分析发现:雌蟹不同蜕壳次数间的体重都有显著的相关性($P < 0.05$);雄蟹除第4次蜕壳后的体重与第2、3次蜕壳后的体重无显著相关性($P > 0.05$)外,其余蜕壳次数间的体重都有显著的相关性($P < 0.05$)。

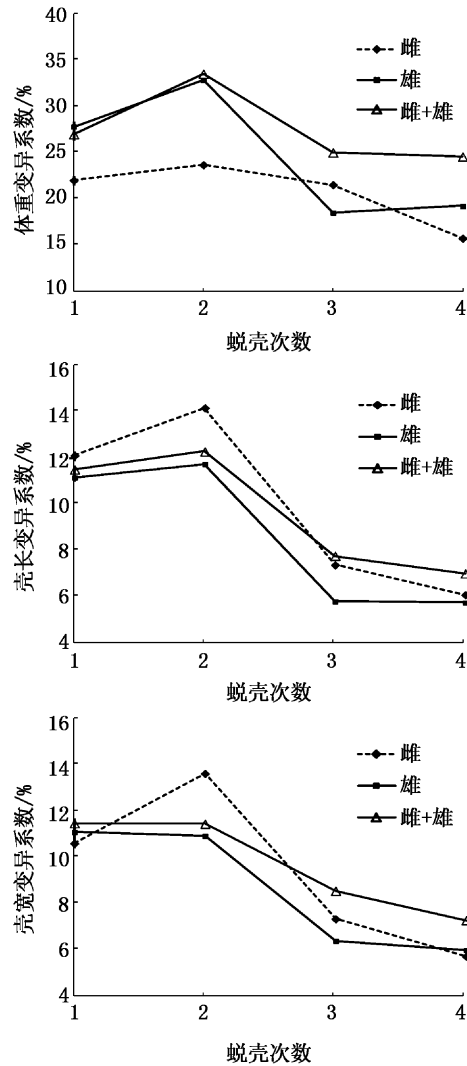


图2 实验中华绒螯蟹蜕壳体重、壳长和壳宽性状的变异系数
Fig.2 Coefficients of variation in body weight, carapace length and width of Chinese mitten crab at each molting stage

表3 起始体重、壳长、壳宽与每次蜕壳后体重、壳长、壳宽的相关系数

Tab.3 Correlation coefficient of body weight, carapace length, carapace width between the initial stocking and each molting stage

蜕壳次数	体重			壳长			壳宽		
	雄	雌	雄+雌	雄	雌	雄+雌	雄	雌	雄+雌
1	0.731 **	0.532	0.699 **	0.686 **	0.433	0.606 *	0.734 **	0.647	0.729 **
2	0.669 *	0.647	0.741 **	0.052	0.921 **	0.339	0.376	0.790	0.517 *
3	0.806 **	0.759	0.865 **	0.233	0.759	0.555 *	0.462	0.589	0.720 **
4	0.759 *	0.950	0.864 **	0.087	0.920	0.375	0.228	0.953 *	0.671 *

注: ** 表示相关性极显著($P < 0.01$), * 表示相关性显著($P < 0.05$)。

2.5 体重与壳长(宽)的关系

中华绒螯蟹每次蜕壳后体重与壳长(宽)均呈幂函数关系(表4),但随着蜕壳次数的增加,指

数值越高,表明体重增长率与壳长(宽)的增长率差异越大。

表 4 中华绒螯蟹每次蜕壳后体重与壳长(宽)的关系式
Tab. 4 Relationship of body weight and carapace length (width) of Chinese mitten crab at each molting stage

蜕壳次数	体重与壳长	体重与壳宽
0	$W = 0.01879L_C^{1.94864}$	$W = 0.00882W_C^{2.13062}$
1	$W = 0.04587L_C^{1.65209}$	$W = 0.00880W_C^{2.11775}$
2	$W = 0.01523L_C^{2.07240}$	$W = 0.01365W_C^{2.05726}$
3	$W = 0.00021L_C^{3.26855}$	$W = 0.00057W_C^{2.93703}$
4	$W = 0.00015L_C^{3.35554}$	$W = 0.00014W_C^{3.29530}$

注: W 为体重值, L_C 、 W_C 分别为壳长、壳宽值。

表 5 水温与中华绒螯蟹蜕壳后体重、壳长、壳宽的相关系数
Tab. 5 Correlation coefficient between temperature and body weight, carapace length and width of Chinese mitten crab

	体重	壳长	壳宽
雌蟹	0.927 ($P=0.073$)	0.968* ($P=0.032$)	0.965* ($P=0.035$)
雄蟹	0.917 ($P=0.083$)	0.961* ($P=0.039$)	0.969* ($P=0.031$)
雌蟹+雄蟹 (总体)	0.923 ($P=0.077$)	0.966* ($P=0.034$)	0.967* ($P=0.033$)

注: * 表示相关性显著 ($P < 0.05$)。

3 讨论

本文对中华绒螯蟹 4 次蜕壳后的生长变化进行研究, 体重、壳长和壳宽平均每次蜕壳分别增长 2.05 倍、0.54 倍和 0.53 倍, 体重的生长曲线上幅度较大且具有异速生长的特点, 而张列士和陆锦天^[17]也研究发现河蟹种群生长呈光滑的“S”型, 生长异速。本实验中第 3 次蜕壳(即 7 月份)的增重率最大, 与周刚等^[18]研究发现河蟹 7 月份增重率最大相一致, 分析可能是由于第 3 次蜕壳的昼夜温差不大, 且温度适宜, 适合成蟹生长; 但第 4 次蜕壳后的增重率又迅速下降, 刘英杰^[19]也研究发现, 青蟹在 9 月中下旬生长进入缓慢期, 体重增长下降。分析可能是第 4 次蜕壳后成蟹进入生长平稳期。

本实验中, 河蟹不同蜕壳次数的体重、壳长和壳宽的差异极显著 ($P < 0.01$), 雌蟹和雄蟹每次蜕壳后体重、壳长及壳宽的差异也极显著 ($P < 0.01$)。有研究发现幼蟹性成熟 9 月份之后, 雌雄蟹的体重、壳长及壳宽存在显著差异 ($P < 0.05$)^[20], 而池养条件下雌雄仔蟹的体重、壳长及壳宽均不存在显著差异 ($P > 0.05$)^[21]。这是因为仔蟹要多次蜕壳且生长迅速, 雌雄生长差别不明显; 而成蟹阶段生长较为缓慢, 经 4~5 次蜕壳到生殖蜕壳, 因而雌雄生长差别也比较明显。进一步研究每次蜕壳后的增长率, 发现不同蜕壳次

2.6 水温与生长的相关性

本实验的水源来自自然河水, 本文进一步研究了饲养水温与生长的关系。1~4 次蜕壳间的平均饲养水温分别为 16.7 °C、22.2 °C、26.3 °C、28.8 °C。研究发现, 壳长、壳宽与温度有显著的相关性 ($P < 0.05$), 体重与温度的相关性不显著 ($P > 0.05$), 但相关系数在 0.9 以上, 显著性 P 值介于 0.05~0.10 之间, 具体如表 5 所示。

数间的体重、壳长和壳宽的增长率存在显著差异 ($P < 0.05$)。有研究发现, 第 1 次蜕壳后增长率高的幼体红色帝王蟹在第 2 次蜕壳时其增长率要低于平均增长率^[4]。但雌雄蟹每次蜕壳后的增长率差异不显著, 分析可能是本实验中雌雄蟹饲养的环境条件一致, 起始体重无显著差异, 每次蜕壳后的生长幅度相一致, 因而导致增长率差异不显著。生产上一般认为蟹种的起始规格影响成蟹的养成规格。本实验研究发现, 雄蟹的起始体重与每次蜕壳后的体重、雌雄总体的起始体重与每次蜕壳后的体重都有显著的相关性 ($P < 0.05$), 但雌蟹的起始体重与每次蜕壳后的体重无明显相关性 ($P > 0.05$)。杨培根和李晨虹^[22]研究发现, 中华绒螯蟹的养成规格与放养初始规格的相关性很小, 而与蜕壳次数相关性较大。分析可能是本实验的成蟹起始规格更小, 其生长的相对增幅更大, 而杨培根和李晨虹^[22]实验用蟹的起始规格已经达到 (48.0 ± 11.8) g, 已经历了前几次蜕壳, 所以对养成规格的影响较小。因此, 生产上应选择规格较大、体质健康的蟹种进行养殖, 此外应注意河蟹第 3 次蜕壳时的饲养和管理。

个体生长差异大, 是中华绒螯蟹生长表现的另一特征。本实验中, 选取规格相近的河蟹成蟹, 饲养在人工水槽中, 环境差异相对较小, 且每次测量操作规范, 但是第 1 次蜕壳后的增长率,

有的个体蜕壳后体重增加 160%,有的只增加了 5.9%。分析可能是个体之间差异较大,导致生长增重差异明显,这在生产上也较为常见。此外,也有研究发现实验室条件下即便是投喂相同的饲料,不同的摄入量也会影响增重率,增重率大的个体摄入量更高^[6]。本实验中个体生长差异大是否与其摄食量有关尚待研究。4 次蜕壳后体重的变异系数为 15%~34%,且第 2 次蜕壳的变异系数最大,3、4 次蜕壳变异系数降低。分析可能随着生长,河蟹规格逐渐增大,生长也较为均匀。杨培根和李晨虹^[22]认为笼养中华绒螯蟹幼蟹的壳宽和体重的变异系数分别为 36.89% 和 45.28%,王成辉等^[23]认为:无论长江种群还是辽河种群的河蟹,其一龄阶段体重变异系数在 40% 以上;河蟹在生长上的变异系数比鲤科鱼类和鳖类均高,表明中华绒螯蟹有较大的遗传选育潜力。

本实验 4 次蜕壳的温度范围为 15~29℃,王武等^[24]认为,中华绒螯蟹在 1~35℃ 中都能生存,一般 22~25℃ 最适合其生长。有研究表明甲壳动物的生长随温度变化与食物的摄入量和代谢有关^[25]。王勇军^[26]研究发现:河蟹幼蟹在平均温度为(22±3)℃ 下生长最快,±4.5℃ 的变化幅度即对其生长有抑制作用。本研究发 现温度与雌蟹、雄蟹和雌雄总体的体重相关性略显著(0.05 < P < 0.10),分析可能是由于成蟹相对于幼蟹的摄食量和转化率等都增强,温度对其食物吸收和能量消耗所起作用关系稍低。黄海涛^[27]也研究发现最适蜕壳温度 20~35℃ 对拟穴青蟹蜕壳后体重的增加影响不明显。

何杰^[15]测定了池塘生态养殖中华绒螯蟹群体生长情况,回归了不同生长发育阶段蟹的体重与体长的关系。汪留全和周婉华^[28]对池养中华绒螯蟹幼蟹群体的平均生长曲线进行拟合,给出了体重与头胸甲长的关系式。刘磊等^[29]对三疣梭子蟹不同日龄的甲宽、甲长、体高和体重进行了相关分析。本实验中,前 2 次蜕壳体重与壳长(宽)的关系相近,后 2 次蜕壳体重与壳长(宽)的关系相近且与王成辉^[21]拟合的长江种群与辽河种群河蟹体重与壳长(宽)的关系式相接近。

参考文献:

- [1] 冯玉爱. 虾蟹的壳及蜕壳[J]. 福建水产, 1984(2): 46-50.
- [2] 赵乃刚, 堵南山, 包祥生, 等. 中华绒螯蟹的人工养殖与增养殖[M]. 合肥: 安徽省科技出版社, 1988: 75-77.
- [3] 王克行. 虾蟹类增养殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 28-30.
- [4] STEVENS B G. Growth of juvenile Red King Crabs, *Paralithodes Camtschaticus*, through sequential molts in the laboratory [J]. *Journal of Crustacean Biology*, 2012, 32(2): 215-222.
- [5] KRIMSKY L S, EPIFANIO C E. Growth of juvenile stone crabs, *Menippe Mercenaria*, reared in the laboratory [J]. *Journal of Crustacean Biology*, 2010, 30(2): 336-338.
- [6] KOBAYASHI S. Molting growth patterns of the Japanese mitten crab *Eriocheir japonica* (De Haan) under laboratory-reared conditions [J]. *Journal of Crustacean Biology*, 2012, 32(5): 753-761.
- [7] GUERAO G, ROTLLANT G. Survival and growth of post-settlement juveniles of the spider crab *Majabrachdactyla* (*Brachyura: Majoidea*) reared under individual culture system [J]. *Aquaculture*, 2009, 289(1): 181-184.
- [8] 沈洁, 朱冬发, 胡则辉, 等. 三疣梭子蟹蜕皮周期的分期[J]. 水产学报, 2011, 35(10): 1481-1487.
- [9] SUI L Y, WILLE M, CHENG Y X, et al. Larviculture techniques of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* [J]. *Aquaculture*, 2011, 315(1): 16-19.
- [10] CHENG Y X, WU X G, YANG X Z, et al. Current trends in hatchery techniques and stock enhancement for Chinese mitten crab *Eriocheir japonica sinensis* [J]. *Reviews in Fisheries Science*, 2008, 16(13): 377-386.
- [11] 王志强. 河蟹生态养殖新技术研究[J]. 安徽农业科学, 2004, 32(2): 355-356.
- [12] 李应森, 李小进. 稻田生态条件下中华绒螯蟹幼蟹生长与性腺发育的初步研究[J]. 渔业现代化, 1999(6): 10-12.
- [13] 张堂林, 刘中锐. 池养幼蟹成活率, 生长及雌性性成熟特征[J]. 水利渔业, 1998(5): 10-12.
- [14] 张堂林, 李钟杰. 中华绒螯蟹幼蟹蜕壳的生态学观察[J]. 湖泊科学, 1999, 11(4): 333-337.
- [15] 何杰. 中华绒螯蟹池塘生态养殖群体生长特征研究[J]. 水利渔业, 2005, 25(6): 10-11.
- [16] 朱小明, 李少菁. 甲壳动物幼体蜕皮的调控[J]. 水产学报, 2001, 25(4): 379-384.
- [17] 张列士, 陆锦天. 中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)蜕壳和生长的研究进展[J]. 水产科技情报, 2001, 28(6): 246-250.
- [18] 周刚, 朱清顺, 胡本龙. 不同水系中华绒螯蟹生长比较的初步研究[J]. 水产养殖, 2003, 24(6): 34-37.
- [19] 刘英杰. 北方地区池塘养殖锯缘青蟹生长特性的研究[J]. 河北渔业, 2000(1): 13-16.
- [20] JIN G, LI Z, XIE P. The growth patterns of juvenile and precocious Chinese mitten crabs, *Eriocheir sinensis* (Decapoda, Grapsidae), stocked in freshwater lakes of China [J]. *Crustacean*, 2001, 74(3): 261-273.

- [21] ZHANG T L, LI Z J, CUI Y B. Survival, growth, sex ratio and maturity of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) reared in a Chinese pond [J]. *Journal of Freshwater Ecology*, 2001, 16(4): 633 - 640.
- [22] 杨培根, 李晨虹. 笼养中华绒螯蟹的蜕壳与生长[J]. *上海水产大学学报*, 1998, 7(2): 158 - 161.
- [23] 王成辉, 李思发, 李虹晨, 等. 中华绒螯蟹长江种群与辽河种群一龄阶段的成活率与生长性能比较[J]. *上海水产大学学报*, 2000, 9(2): 111 - 115.
- [24] 王武. 鱼类增养殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 596 - 597.
- [25] STONER A W, OTTMAR M L, COPEMAN L A, et al. Temperature effects on the molting, growth, and lipid composition of newly-settled red king crab [J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2010, 393(1/2): 138 - 147.
- [26] 王勇军. 周期性温度变化对幼蟹生长发育的影响[J]. *水产养殖*, 1999, 20(4): 19 - 20.
- [27] 黄海涛. 温度、盐度、溶解氧、氨氮、亚硝酸盐氮对拟穴青蟹蜕壳的影响[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2011: 1 - 59.
- [28] 汪留全, 周婉华. 池养中华绒螯蟹幼蟹生长特性的初步研究[J]. *水产学报*, 1989, 13(1): 17 - 23.
- [29] 刘磊, 李健, 高保全, 等. 三疣梭子蟹不同日龄生长性状相关性及其对体重的影响[J]. *水产学报*, 2009, 33(6): 964 - 971.

Observation on molting and growth of adult Chinese mitten crab reared in the laboratory condition

HUANG Shu¹, WANG Zhong-qing^{1,2}, MAO Hai-cheng¹, WANG Cheng-hui¹

(1. *Key Laboratory of Freshwater Fisheries Germplasm Resources, Ministry of Agriculture, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China*; 2. *Fishery Base of Shanghai Farm, Dafeng 224151, Jiangsu, China*)

Abstract: In this study, observation on molting and growth of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) at adult stage (200 days) was carried out under laboratory conditions. The results showed that the average growth rate of body weight at the first to fourth molting stages was 48.7%, 69.1%, 80.1%, 64.8%, respectively; the average carapace length growth rate was 21.3%, 17.0%, 29.5%, 16.7%, respectively; the average carapace width growth rate was 17.4%, 18.3%, 28.2%, 18.1%, respectively. The body weight, carapace length and carapace width of male individuals were higher than those of female individuals at each molting stage, and the significant differences ($P < 0.05$) were found since the third molting time. The average molting period was 37 days, 38 days, 29 days and 41 days for the first to fourth molting stages, respectively. The coefficient of variation of growth was higher at the first two molting stages than that at the latter two molting stages. The initial weight had significant effect ($P < 0.05$) on the weight gained after each molting. There was significant difference ($P < 0.01$) in weight, carapace length and carapace width among each molting stage, and the body weight after the third molting stage had significant correlation ($P < 0.05$) with the weight at other molting stages. This result also showed the carapace length and carapace width had significant correlation ($P < 0.05$) with the culturing temperature, however, the body weight had slightly significant difference ($r = 0.917 - 0.923$, $0.05 < P < 0.10$) with the culturing temperature. Generally, the present study showed that the growth rate was the highest at the third molting stage, indicating its important effect on the growth and culture practice at this stage. Meanwhile, the results showed that the larger size of juveniles, the larger size of adults would be.

Key words: *Eriocheir sinensis*; molting; growth rate; correlation