

文章编号: 1674 - 5566(2015)01 - 0060 - 08

野生和人工繁育大眼幼体在成蟹阶段的养殖性能比较

何 杰^{1,2}, 吴旭干¹, 姜晓东¹, 赵恒亮¹, 王幼鹏³, 刘 皓¹, 成永旭^{1,2}

(1. 上海海洋大学 水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 上海 201306; 2. 上海高校知识服务平台上海海洋大学水产动物遗传育种中心, 上海 201306; 3. 江苏省宿迁旭邦水产科技有限公司, 江苏 泗洪 223900)

摘 要: 长江野生扣蟹在成蟹养殖阶段具有优异的养殖性能, 但是野生大眼幼体在成蟹养殖阶段的养殖效果却不清楚。因此, 本研究系统比较了野生和人工繁育大眼幼体养成的扣蟹(蟹种)在成蟹养殖阶段的生长、性腺发育、成活率、产量、饲料系数、成蟹平均体重及规格分布。结果显示: (1) 无论是雌蟹还是雄蟹, 野生群体中后期的平均体重显著大于人工繁育群体。野生群体雄蟹在 5 - 6 月和 7 - 8 月增重率(WGR)和特定生长率(SGR)显著高于人工繁育群体, 野生群体雌蟹在 8 - 9 月 WGR 和 SGR 也显著高于后者($P < 0.05$)。 (2) 尽管野生群体最终成蟹规格显著大于人工繁育群体($P < 0.05$), 但成活率略低于人工繁育群体, 故两群体的最终成蟹产量基本一致($P > 0.05$)。 (3) 就最终成蟹规格分布而言, 野生群体大规格雄蟹(体重 ≥ 175 g)和雌蟹(体重 ≥ 125 g)比例多于人工繁育群体, 而中等规格雄蟹(体重 125 ~ 174.9 g)和雌蟹(体重 100 ~ 124.9 g)的比例低于人工繁育群体。因此, 长江水系野生大眼幼体在成蟹阶段的养殖性能优于人工繁育大眼幼体, 可以进一步发掘其优异种质资源, 进行中华绒螯蟹良种培育。

研究亮点: 随着野生资源保护力度的加强, 长江水系中华绒螯蟹野生苗种在一定程度上得以逐渐恢复, 并允许合理的开发与利用。本文系统比较了野生和人工繁育大眼幼体培育扣蟹在成蟹阶段的养殖性能, 结果表明长江野生大眼幼体在成蟹养殖阶段优势明显, 这对于长江水系野生中华绒螯蟹大眼幼体合理开发利用、种质资源评价、优异种质发掘利用和中华绒螯蟹遗传育种均具有一定的现实意义。

关键词: 中华绒螯蟹; 野生大眼幼体; 人工繁育大眼幼体; 养殖性能; 成蟹养殖

中图分类号: S 966.16

文献标志码: A

中华绒螯蟹养殖群体的种质退化已成为制约长江水系中华绒螯蟹养殖产业发展的主要瓶颈问题之一, 所以开展长江水系中华绒螯蟹优异种质资源的挖掘利用及良种选育工作势在必行^[1-2]。最新研究表明, 长江中捕捞的野生扣蟹在池塘内养殖仍然具有较好的养殖性能和经济效益, 如成活率高、规格大、产量高, 这为长江野生中华绒螯蟹自然资源合理利用及中华绒螯蟹良种培育提供了思路和依据^[3]。另一方面, 由于近 10 年来长江流域执行禁渔期、中华绒螯蟹增殖放流和水域生态环境保护等措施, 长江水系中

中华绒螯蟹野生资源在一定程度上得以逐渐恢复, 长江水域已具备一定数量的野生亲本、大眼幼体和扣蟹^[4-5], 如 2004 - 2006 年, 在崇明岛附近的长江口区域, 野生大眼幼体年捕捞量达 3 000 kg 左右^[6], 为长江水系野生中华绒螯蟹的种质资源评价、优异种质发掘利用及遗传育种提供了物质基础。

由于长江中捕捞的野生扣蟹在成蟹池塘养殖过程中的养殖效果较好, 市场需求量较大, 因此长江野生扣蟹的蟹种价格通常是人工养殖扣

收稿日期: 2014-08-20 修回日期: 2014-10-07

基金项目: 国家高技术研究发展计划(2012AA10A409-5); 科技部科技型中小企业技术创新项目(14C26213201214); 上海市科委科技崇明专项(13231203504); 上海市科委攻关项目(13391912100); 上海高校水产学一流学科建设项目(沪教科 2012-62); 崇明县科技攻关项目(CK2012-07)

作者简介: 何 杰(1985—), 男, 博士研究生, 研究方向为中华绒螯蟹生态养殖与良种选育。E-mail: he_0902@126.com

通信作者: 成永旭, E-mail: yxcheng@shou.edu.cn

蟹的 2~3 倍^[3],利益刺激使得长江中野生扣蟹的过渡捕捞时有发生,这非常不利于中华绒螯蟹野生资源的保护。由于长江野生中华绒螯蟹大眼幼体的汛期晚于人工繁育大眼幼体出苗时间,每年汛期时间并不确定,给野生大眼幼体捕捞带来了一定的困难,加之野生大眼幼体产量和质量均不稳定,这使得中华绒螯蟹一龄蟹种养殖过程中不可能等待和依赖野生捕捞大眼幼体进行扣蟹培育^[7],因此目前中华绒螯蟹扣蟹培育过程中对野生大眼幼体的市场需求量极小,仅仅作为人工繁育大眼幼体早期养殖失败后的补充苗种来源,或者用于中华绒螯蟹原种场开展原种保种的蟹苗来源,故野生大眼幼体价格较低,利用率不高^[8]。

综上所述,长江水系中华绒螯蟹野生扣蟹利用过度,而野生大眼幼体利用率较低,那么是否可以利用野生大眼幼体养成的扣蟹来替代野生扣蟹?野生大眼幼体养成的扣蟹在成蟹养殖阶段的养殖性能如何?鉴于此,本文采用野生捕捞和人工繁育大眼幼体养殖的扣蟹进行成蟹养殖,系统比较了两群体扣蟹在成蟹阶段的养殖性能,结果不仅可以为合理利用中华绒螯蟹野生大眼幼体提供实践依据,且可以为长江水系野生中华绒螯蟹种质资源评价、优异种质发掘利用及良种培育提供参考。

1 材料与方 法

1.1 实验用蟹

野生大眼幼体由渔民从上海崇明岛的长江北支(东旺沙水闸外侧,北纬 31°32'6.87"东经 121°54'1.65")捕捞获得,人工繁育大眼幼体由辽宁盘锦光合蟹业有限公司如东育苗基地提供(亲本规格分别为雌蟹:100~125 g/只;雄蟹:150~175 g/只),所得大眼幼体均养殖于上海海洋大学崇明基地的实验池塘,每群体养殖 3 口池塘,池塘面积为 60 m²/口,养殖期间每日投喂一次人工配合饲料,投喂量约占蟹体重的 1%~6%,具体根据水温和摄食情况确定,常规管理。次年 3 月中旬,同时从野生和人工繁育群体中挑选规格相近、十足健全、活力充沛的扣蟹进行成蟹阶段的养殖性能比较实验。野生群体(WP)的雌雄平均体重分别为(6.17±1.29) g 和(6.19±1.37) g,人工繁育群体(AP)的雌雄平均体重分别为

(6.28±1.47) g 和(6.21±1.62) g。

1.2 实验池塘及养殖管理

成蟹养殖实验于 2012 年 1 月-10 月在上海海洋大学崇明基地进行,选择一口长×宽×深=48 m×35 m×1.5 m 的池塘,池塘四周围设有 40 cm 高的塑料防逃板。采用塑料网片将该池塘隔成 8 个面积相等的围隔(长×宽=35 m×6 m),每个围隔均采用双层网片防逃,围网底部采用石笼连接后埋入土下 30 cm 左右,网顶部两侧缝上 35 cm 高的塑料防逃板防止不同围隔间的河蟹混杂。2 月中旬使用生石灰对实验池塘进行消毒和清塘,2 周后在各围隔内种植伊乐藻供河蟹隐蔽,伊乐藻株距为 1.5 m,行距为 2 m。

3 月 20 日左右,将挑选好的两群体扣蟹用 30 mg/L 的聚维酮碘溶液浸泡消毒 0.5 h 后,随机放养于 8 个围隔,每群体重复 4 个围隔,每围隔放养雌雄扣蟹各 100 只,密度约为 1 只/m²。同时,为调控水质和控制野杂鱼数量,分别于 3 月和 5 月在每个围隔内放养 5 条白鲢和 5 条鳊鱼鱼种。整个养殖期间,随着伊乐藻的生长逐渐加深水位,到夏天控制在 1.0~1.2 m 左右。当池塘水温升高至 12℃ 以上时开始投喂人工配合饲料(由浙江欣欣饲料有限公司生产),每天一次,通过检查食台上的残饵情况调整投喂量;夜间采用底部增氧设施对各围隔进行增氧,每隔 15 d 使用聚维酮碘全池泼洒消毒。定期检测水体的 pH、溶氧、氨氮和亚硝酸盐含量,根据需要每周换水 1~2 次,每次不超过 1/3,实验期间水质指标维持在 pH 为 7.0~9.0,DO>3 mg/L,氨氮<0.4 mg/L,亚硝酸盐氮<0.15 mg/L 的正常范围内。

1.3 数据采集

1.3.1 生长性能

每月 20 日前后采样测量蟹的生长情况,徒手或用地笼随机从每个围隔中各采样 15~20 只个体,雌雄各占一半左右,用毛巾轻轻擦拭蟹体表水分后,采用电子天平精确称重(精确到 0.01 g),据此计算增重率和特定生长率:

$$R_{WC}(\%) = 100 \times (W_t - W_{t-1}) / W_{t-1} \quad (1)$$

式中: R_{WC} 为增重率; W_t 为第 t 月蟹的平均重量; W_{t-1} 为第 $t-1$ 月蟹的平均重量。

$$R_{SC}(\%) = 100 \times (\ln W_t - \ln W_{t-1}) / D \quad (2)$$

式中: R_{SC} 特定生长率; W_t 为第 t 月蟹的平均重量; W_{t-1} 为第 $t-1$ 月蟹的平均重量; D 为采样的

间隔时间。

1.3.2 性腺指数和肝胰腺指数

为了比较两群体扣蟹在成蟹养殖阶段的性腺发育速度,从8-10月份,每月20日从各围隔内随机取出6只蟹(雌雄各半),首先擦去蟹体表水分,精确称量后(精确到0.01 g)进行活体解剖,取出全部肝胰腺和性腺,称重(精确到0.001 g)各组织后按照如下公式,分别计算肝胰腺指数(Hepatosomatic index, HSI)和性腺指数(Gonadosomatic index, GSI):

$$I_{HS}(\%) = W_H/W \times 100\% \quad (3)$$

$$I_{GS}(\%) = W_G/W \times 100\% \quad (4)$$

式中: I_{HS} 为肝胰腺指数; I_{GS} 为性腺指数; W_H 为肝胰腺重; W_G 为性腺重; W 为体重。

1.3.3 存活率、产量和饲料系数

实验于10月20日停止,排水干塘后分别统计每个围隔中存活的雄蟹和雌蟹的数量,分别对其进行称重,然后计算存活率、产量和饲料系数(Feed conversion rate, FCR)。

$$R_{FC} = W_F/(W_T - W_0) \quad (5)$$

式中: R_{FC} 为饲料系数; W_F 为消耗的饲料总重; W_T 为最终养成成蟹总重; W_0 为起始放养扣蟹总重。

1.3.4 成蟹平均规格和规格分级

根据最终每个围隔中捕捞的所有成蟹分别计算两群体雌雄成蟹的平均体重。参照HE等^[3]的方法,对最终捕获的所有成蟹按体重进行规格分级,雄蟹分为7级: ≥ 250 g, 225~249.9 g, 200~224.9 g, 175~199.9 g, 150~174.9 g, 125~149.9 g 和 < 125 g;雌蟹分为5级: ≥ 150 g, 125~149.9 g, 100~124.9 g 和 < 75 g,分别统计两群体养成的成蟹各规格所占比例。

1.4 数据分析

所有数据采用平均值 \pm 标准差表示。采用SPSS 13.0软件对实验数据进行统计分析,用Levene方法进行方差齐次性检测,当不满足使用齐性方差时进行反正弦或平方根处理,用 t 检验(Independent samples t-test)检查两群体各指标间的差异性,采用sigmaplot 10.0软件绘图,取 $P < 0.05$ 为差异显著。

2 结果

2.1 生长性能

两群体中华绒螯蟹扣蟹在成蟹养殖阶段的

体重变化见图1,在9月份之前,随着养殖时间的延长,两群体蟹体重均显著增加,9月份之后体重基本恒定。就两群体体重比较而言,野生群体雄蟹在8-10月份显著大于人工繁育群体雄蟹,野生群体雌蟹仅在9-10月体重显著大于人工繁育群体。随着养殖时间的延长,两群体雌雄蟹的增重率整体上均呈下降趋势,且9-10月期间增重率最低(图2)。就雄蟹而言,4-5月期间人工繁育群体增重率显著高于野生群体,而5-6月、7-8月野生群体增重率显著高于人工繁育群体($P < 0.05$);就雌蟹而言,仅8-9月期间两群体间增重率存在显著差异($P < 0.05$)。两群体的特定生长率(SGR)与增重率均表现出相似的变化规律(图3),无论是雄蟹还是雌蟹,整个养殖期间(3-10月)野生群体的特定生长率均略高于人工繁育群体,但差异不显著($P > 0.05$)。总体上,在池塘养殖条件下,野生捕捞大眼幼体在成蟹阶段表现出较好的生长性能。

2.2 性腺发育

野生和人工繁育群体中华绒螯蟹在8月份起均陆续开始进行生殖蜕壳,生殖蜕壳后雄蟹和雌蟹的性腺发育速度加快,故性腺指数逐渐提高,但两群体的肝胰腺指数均有下降趋势(表1)。8-10月份的3次采样解剖结果表明,无论雌蟹还是雄蟹,两群体间的性腺指数和肝胰腺指数均无显著差异($P > 0.05$),这说明两群体的性腺发育速度基本一致。对同一群体的雌雄蟹而言,雄蟹性腺发育时间明显早于雌蟹,其在8月份性腺指数已在1%左右,而此时雌蟹仅为0.3%左右,此后雌蟹性腺指数增加速度显著快于雄蟹。

2.3 成活率、产量及饲料系数

从表2可见,无论是雄蟹还是雌蟹,人工繁育群体的成活率均略高于野生群体,但差异不显著($P > 0.05$);两群体雄蟹产量接近,野生群体的雌蟹略高于人工繁育群体,两群体的最终总产量分别为678.45 kg/hm²和646.95 kg/hm²,差异不显著($P > 0.05$);野生群体的饲料系数(3.01)略低于人工繁育群体(3.18),也无显著差异($P > 0.05$)。

2.4 最终平均规格和规格分布

最终野生和人工繁育群体养成雄蟹的平均体重分别为(181.32 \pm 20.56)g和(163.41 \pm 18.89)g;雌蟹的平均体重分别为(133.27 \pm 16.44)g

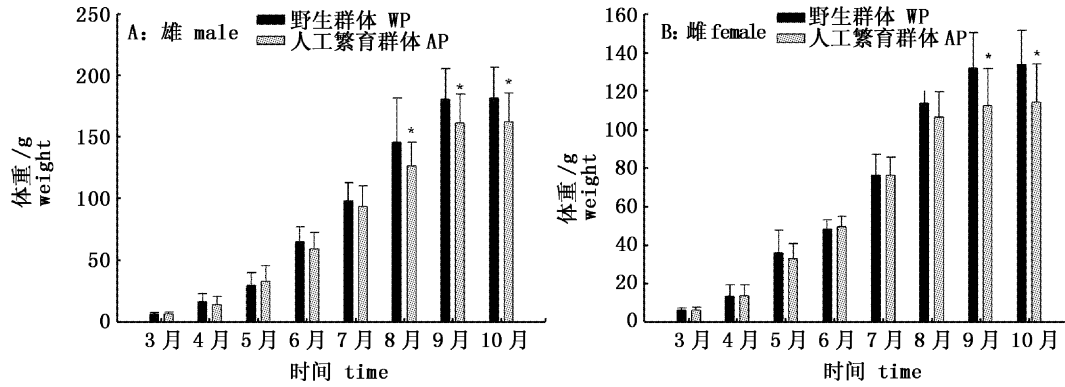


图 1 两群体大眼幼体在成蟹养殖阶段的每月体重变化
 Fig.1 The changes of monthly body weight of two megalopa populations during the adult *E. sinensis* culture stage

* 说明两群体差异显著($P < 0.05$)。
 * indicates there was a significant difference between the two megalopal populations.

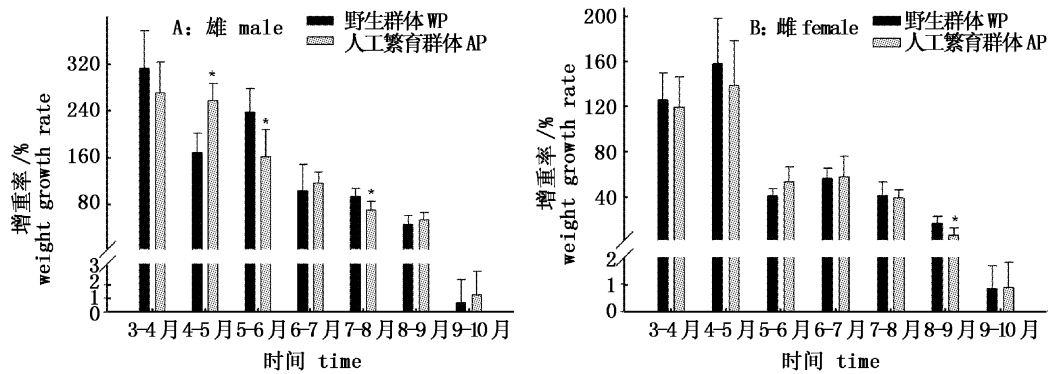


图 2 两群体大眼幼体在成蟹阶段的各月增重率比较
 Fig.2 The comparison of mean monthly body weight gain rate (WGR) of two megalopal populations during the adult *E. sinensis* culture stage

* 说明两群体差异显著($P < 0.05$)。
 * indicates there was a significant difference between the two megalopal populations.

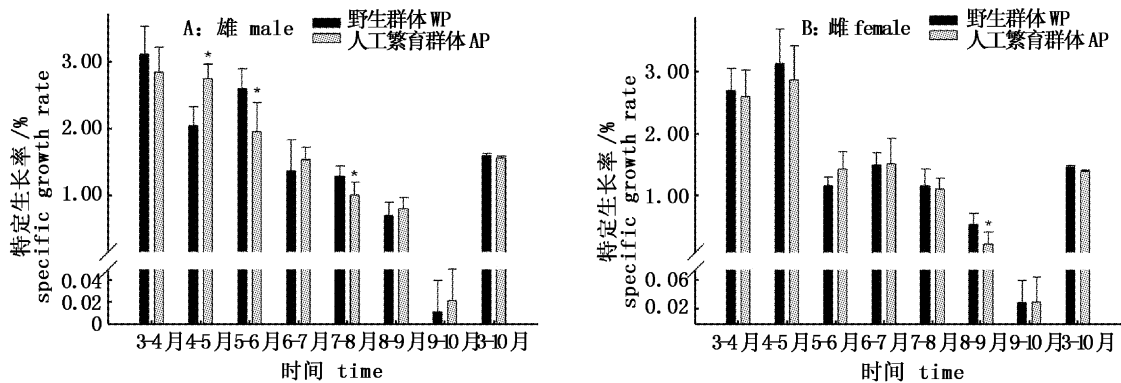


图 3 两群体大眼幼体在成蟹阶段的各月特定生长率比较
 Fig.3 The comparison of specific growth rate (SGR) of two megalopal populations during the adult *E. sinensis* culture stage

* 说明两群体差异显著($P < 0.05$)。
 * indicates there was a significant difference between the two megalopal populations.

表 1 两群体大眼幼体在成蟹阶段肝胰腺指数及性腺指数的比较

Tab. 1 The comparison of the gonadosomatic index (GSI) and hepatosomatic index (HSI) of two megalopal populations during the adult *E. sinensis* culture stage

项目 item	时间 time	雄体 male			雌体 female		
		野生群体 wild population	人工繁育群体 artificial breeding population	<i>P</i>	野生群体 wild population	人工繁育群体 artificial breeding population	<i>P</i>
性腺指数/% gonadosomatic index	8月20日	1.00 ± 0.23	0.85 ± 0.20	0.174	0.37 ± 0.08	0.30 ± 0.08	0.707
	9月20日	1.25 ± 0.30	1.24 ± 0.34	0.968	2.31 ± 0.65	2.42 ± 0.64	0.678
	10月20日	2.62 ± 0.51	2.52 ± 0.43	0.908	8.91 ± 0.88	9.14 ± 0.98	0.279
肝胰腺指数/% hepatosomatic index	8月20日	9.36 ± 1.72	9.27 ± 1.56	0.109	10.00 ± 1.33	9.63 ± 1.03	0.568
	9月20日	8.05 ± 0.77	8.61 ± 0.79	0.102	9.43 ± 1.04	9.10 ± 0.85	0.403
	10月20日	7.01 ± 0.93	7.20 ± 0.93	0.305	7.45 ± 1.28	7.29 ± 0.96	0.661

表 2 两群体大眼幼体在成蟹阶段的成活率、产量及饲料系数比较

Tab. 2 The comparison of survival, yield and feed conversion rate (FCR) of two megalopal populations during the adult *E. sinensis* culture stage

目 item	野生群体 wild population	人工繁育群体 artificial breeding population	<i>P</i>
成活率/% survival			
雄体 male	43.67 ± 4.73	47.25 ± 5.74	0.364
雌体 female	47.33 ± 6.51	50.25 ± 6.60	0.586
总体 pooled	45.50 ± 3.50	49.00 ± 4.98	0.350
产量/(kg/hm ²) yield			
雄体 male	373.50 ± 55.82	371.10 ± 86.53	0.957
雌体 female	304.95 ± 49.51	275.85 ± 48.64	0.474
总体 pooled	678.45 ± 52.95	646.95 ± 79.05	0.584
饲料系数 feed conversion rate	3.01 ± 0.24	3.18 ± 0.39	0.547

和(117.90 ± 14.83)g。图 4 显示,两群体最终养成成蟹的各规格百分比均呈正态分布,雄蟹主要集中在 175 ~ 199.9 g 和 150 ~ 174.9 g 两个体重范围,雌蟹主要集中在 125 ~ 149.9 g 和 100 ~ 124.9 g 两个体重范围。就雄体而言,野生群体大规格蟹(体重 ≥ 175 g)的比例多于人工繁育群体,而体重在 150 ~ 174.9 g 和 125 ~ 149.9 g 范围

的比例低于人工繁育群体;就雌蟹而言,野生群体中体重大于 120 g 的蟹比例高于人工繁育群体,而中等规格蟹(100 ~ 124.9 g)的比例低于人工繁育群体。由于不同围隔间的差异较大,无论雌体还是雄体,两群体间各种规格蟹的比例均无显著差异($P > 0.05$)。

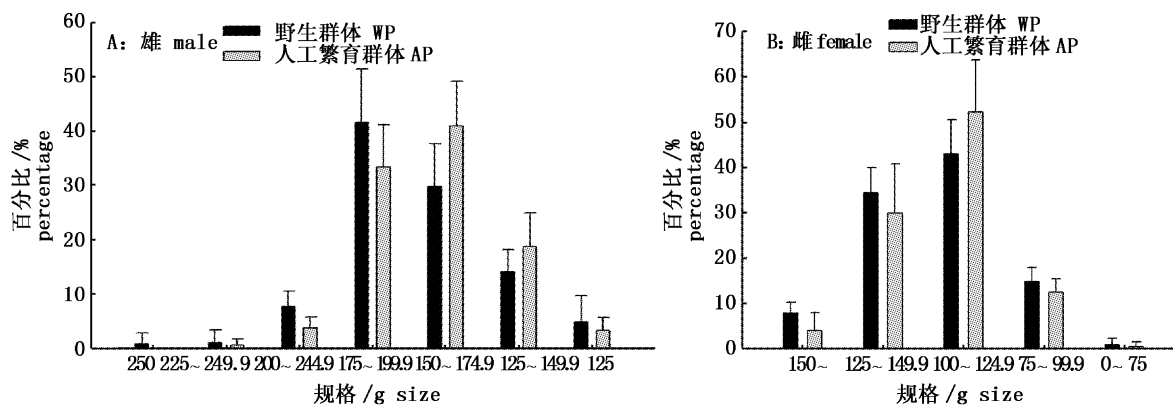


图 4 两群体大眼幼体最终养殖出成蟹的规格分布

Fig. 4 Harvest size distribution of different body weight ranges from two megalopal populations

3 讨论

本文首次比较了野生和人工繁育大眼幼体在相同池塘养殖条件下培育成的扣蟹在成蟹阶段的养殖性能,这对于长江水系野生中华绒螯蟹大眼幼体合理开发利用、种质资源评价、优异种质发掘利用和中华绒螯蟹遗传育种均具有一定的现实意义。本研究结果显示,在相同的池塘养殖条件下,野生大眼幼体在成蟹养殖中后期体重显著大于人工繁育群体,且大规格蟹比例多,这与我们先前对于长江野生扣蟹在成蟹阶段的养殖性能研究结果基本一致^[3]。这也说明长江野生大眼幼体仍然保留着良好的生长性能,人工繁育群体由于连续多年采用中小规格亲本进行人工育苗导致种质退化严重,加之不同水系间中华绒螯蟹种质混杂等原因^[2,9],这可能是导致人工繁育群体的生长性能低于野生群体的两个直接原因。尽管野生捕捞大眼幼体最终养成的成蟹平均规格较大,但是体重分化较为严重,大规格和小规格蟹的比例均较多,而人工繁育群体养殖后的中等规格蟹明显多于野生群体,这可能是由于两者亲本体重不同造成的。本研究中人工繁育大眼幼体亲体经过人为选择,其规格相近(雌蟹:100~125 g/只;雄蟹:150~175 g/只),而野生大眼幼体的亲体规格差异较大(25~400 g/只)^[2],亲体规格差异有可能直接导致子代养成时,成蟹的体重规格分化严重,这将加剧种内竞争,出现强食弱、大欺小的生态现象,这可能是导致野生捕捞大眼幼体在成蟹阶段成活率相对较低的主要原因,类似的现象已经在其他甲壳动物中被证实^[10-11]。

野生捕捞大眼幼体在成蟹养殖的中后期体重显著大于人工繁育群体,这可能与体重增长的累积效应有关,养殖前期野生群体体重略大于人工繁育群体,直到养殖后期两者的体重才出现显著差异。同其他甲壳动物一样,中华绒螯蟹通过蜕壳来实现体型增大和体重增长,推测池塘条件下中华绒螯蟹成蟹养殖阶段经过3~4次生长蜕壳和1次成熟蜕壳,每次蜕壳的增重率和蜕壳次数均会影响中华绒螯蟹的生长速度和成蟹规格^[12],而遗传因素和养殖环境共同影响中华绒螯蟹的生长蜕壳规律^[13]。本实验中发现,野生群体和人工繁育群体在成蟹养殖阶段的群体蜕壳次

数均为4~5次,但是野生群体的生殖蜕壳时间略晚于人工繁育群体,因此两群体的体重差异可能是由于每次蜕壳后的增重率不同造成的,有关两群体中华绒螯蟹成蟹养殖过程中准确的蜕壳次数、蜕壳间隔和每次蜕壳后的增重率变化等有待于进一步深入研究,才可能探明两者体重差异造成的具体原因。此外,两群体雄体增重率和特定增长率的差异主要发生在4~6月和7~8月,而雌体则主要发生在8~9月,造成这种差异的原因可能与雌雄生长的性别分化有关,我们先前的研究表明,中华绒螯蟹成蟹养殖过程中雌雄体重的性别分化出现在6月份以后,此后雄体的平均体重显著高于雌体,且雄体的生殖蜕壳时间也晚于雌体,这可能是导致两种群增重率差异出现时间不同的主要原因^[3]。

本研究中野生大眼幼体在成蟹养殖阶段的性腺发育速度与人工繁育群体类似,而先前的研究表明,野生扣蟹在成蟹养殖阶段性腺发育速度显著慢于人工繁育群体^[3]。造成这种差异的可能原因如下:由于长江水域中的平均水温远低于附近的扣蟹池塘水温,因此长江野生扣蟹生长阶段的有效积温低于野生大眼幼体在池塘中进行扣蟹养殖时的有效积温,有效积温高可能是导致野生大眼幼体池塘培育扣蟹和野生扣蟹在成蟹养殖阶段性腺发育速度差异的主要原因之一。此外,人工繁育群体雌蟹在9月和10月的卵巢指数略高于野生群体,这暗示中华绒螯蟹性腺发育速度可能和表观遗传学有关,水温和光照等环境因子可能会通过DNA甲基化等途径影响其表观遗传^[14]。先前的研究表明,长江水系野生中华绒螯蟹移居欧洲近一个世纪后被重新引进长江流域进行人工繁殖和池塘养殖,其子一代的性腺发育速度仍然慢于长江水系人工养殖群体^[15],这也暗示同一种群的水生动物长期生活在不同环境中,不仅会对其生活环境逐步适应而表现为表型可塑性^[16],而且在遗传上也可能会出现一定差异^[17-19]。综上,长江水系野生大眼幼体在成蟹阶段的养殖性能优于人工繁育大眼幼体,可以利用野生大眼幼体进行扣蟹和成蟹养殖以挖掘其优异种质资源,进行遗传育种,培育优良养殖品系。由于野生捕捞大眼幼体汛期较晚、产量和质量不稳定,养殖生产者难以依赖其进行扣蟹培育,因此作者建议控制长江中野生大眼幼体的捕

捞强度,尽量不要采捕野生大眼幼体进行大规模的扣蟹商业化养殖,使其在自然条件下经历高强度的自然选择,生长成扣蟹后再适度捕捞进行成蟹养殖,从而实现长江水系中华绒螯蟹野生资源的合理利用,促进中华绒螯蟹养殖业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 朱清顺,柏如发,邓燕飞. 中华绒螯蟹‘长江一号’生长性能比较研究[J]. 农学学报,2012,2(1):53-57.
ZHU Q S, BAI R F, DENG Y F. Comparison on Growth Performance of Changjiang 1 Strain Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) [J]. Journal of Agriculture,2012,2(1), 53-57.
- [2] 张世勇,傅洪拓,乔慧,等. 中华绒螯蟹遗传育种研究进展[J]. 中国农学通报,2013,29(20):39-45.
ZHANG S Y, FU H T, QIAO H, et al. Research progress genetic breeding of *Eriocheir sinensis* [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2013,29(20):39-45.
- [3] HE J, WU X G, LI J Y, et al. Comparison of the culture performance and profitability of wild-caught and captive pond-reared Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) juveniles reared in grow-out ponds; Implications for seed selection and genetic selection programs[J]. Aquaculture, 2014,434(3/4):48-56.
- [4] 陈校辉,朱清顺,严维辉,等. 不同水系中华绒螯蟹生长比较的初步研究[J]. 水产养殖,2007,24(6):34-37.
CHEN X H, ZHU Q S, YAN J H, et al. A preliminary study on the growth of Chinese mitten crabs from different water systems[J]. Journal of Aquaculture,2007,24(6):34-37.
- [5] 刘凯,汤滔,段金荣,等. 长江口九段沙水域中华绒螯蟹汛期特征及影响因素[J]. 中国水产科学,2013,20(3):614-623.
LIU K, TANG T, DUAN J R, et al. Population characteristics and factors affecting the Chinese mitten crab fishery in Jiuduansha, Yangtze River Estuary[J]. Journal of Fishery Sciences of China,2013, 20(3), 614-623.
- [6] 施德龙. 关于对2006年长江口蟹苗汛的预测及对长江口蟹苗的捕捞、运输、放养方法介绍[J]. 渔业致富指南,2006(8):10-11.
SHI D L. The predication of fishing season of wild *Eriocheir sinensis* megalopae in the Yangtze River Estuary of 2006, and the introduction of its fishing, transport, stocking [J]. Fishery Guide to be Rich,2006(8): 10-11.
- [7] 张列士,李军. 河蟹增殖技术[M]. 北京:金盾出版社,2002:5-248.
ZHANG L S, LI J. Hatchery technology of *Erincheir sinensis* [M]. Beijing:Jindun Press, 2002:5-248.
- [8] 王武,王成辉,马旭洲. 河蟹生态养殖[M]//第三章,河蟹种质资源保护. 北京:中国农业出版社,2013:59-84.
WANG W, WANG C H, MA X Z. Ecological culture of Chinese mitten crab aquaculture [M]. Beijing: Chinese Agricultural Press,2013:59-84.
- [9] 李晓晖,许志强,潘建林,等. 中华绒螯蟹人工选育群体的遗传多样性[J]. 中国水产科学,2010,17(2):236-242.
LI X H, XU Z Q, PAN J L, et al. Genetic diversity of selected stock of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*[J]. Journal of Fishery Sciences of China,2010,17(2), 236-242.
- [10] POLIS G A. The evolution and dynamics of intraspecific predation[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1981,12:225-251.
- [11] GEBAUER P, PASCHKE K, ANGER K. Delayed metamorphosis in decapod crustaceans: Evidence and consequences [J]. Revista Chilena de Historia Natural, 2003,76(2): 169-175.
- [12] 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):10-12.
HE J. The growth performance of Chinese mitten crab cultured in the ecological ponds [J]. Reservoir Fishery, 2005, 25(6): 10-21.
- [13] 李晨虹,李思发,邢益于,等. 池养长江蟹、辽河蟹生长性能及其遗传-环境交互作用分析[J]. 水生生物学报,2002,26(4):335-341.
LI C H, LI S F, XING Y Y, et al. Growth performance and its genotype-environment interaction analysis of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* population from the Yangtze river and the Liaohe river in ponds[J]. Acta Hydrobiologica Sinica,2002, 26(4): 335-341.
- [14] NAVARRO-MARTIN L, VINAS J, RIBAS L, et al. DNA methylation of the gonadal aromatase (*cyp19a*) promoter is involved in temperature-dependent sex ratio shifts in the European Sea bass[J]. Plos Genetics,2011,7(12):1-15.
- [15] 滕炜鸣,成永旭,吴旭干,等. 莱茵种群和长江种群一代中华绒螯蟹性腺发育及相关生物学指数变化的比较[J]. 上海水产大学学报,2008,17(1):65-71.
TENG W M, CHENG Y X, WU X G, et al. A comparative study on some biological index changes concerned with gonad development between two population of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*): Rhine and Yangtze[J]. Journal of Shanghai Fisheries University,2008, 17(1), 65-71.
- [16] DAVIS J L D, ECKERT-MILLS M G, YOUNG-WILLIAMS A C, et al. Morphological conditioning of a hatchery-raised invertebrate, *Callinectes sapidus*, to improve field survivorship after release[J]. Aquaculture,2005,243(1/4):147-158.
- [17] SEKINO M, HARA M, TANIGUCHI N. Loss of microsatellite and mitochondrial DNA variation in hatchery strains of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* [J]. Aquaculture, 2002,213(1/4):101-122.
- [18] SIMMOS M, MICKETT K, KUCUKTAS H, et al. Comparison of domestic and wild channel catfish (*Ictalurus punctatus*)

- populations provides no evidence for genetic impact [J].
Aquaculture, 2006, 252(2/4):133-146.
- [19] 成起萱,周陆,王成辉. 中华绒螯蟹国内外群体遗传变异
与适应性进化分析[J]. 上海海洋大学学报, 2013, 22(2):
161-167.
- CHENG Q X, ZHOU L, WANG C H. Study on genetic
variation and adaptive evolution from the native and colonized
populations of Chinese mitten crab [J], Journal of Shanghai
Ocean University, 2013, 22(2):161-167.

Comparison of the culture performance of wild-caught and artificial breeding Chinese mitten crab megalopae reared in the grow-out ponds during the adult *Eriocheir sinensis* culture stage

HE Jie^{1,2}, WU Xugan¹, JIANG Xiaodong¹, ZHAO Hengliang¹, WANG Youpeng³, LIU Hao¹, CHENG Yongxu^{1,2}

(1. Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Shanghai University Knowledge Service Platform, Shanghai Ocean University Aquatic Animal Breeding Center, Shanghai 201306, China; 3. Suqian Xubang Fisheries Science and Technology Ltd. Co., Sihong 223900, Jiangsu, China)

Abstract: Although the wild Yangtze *Eriocheir sinensis* juveniles (coin-sized seed) have the better culture performance than the artificially pond-reared juveniles during the adult crab breeding stage, the culture performance of wild-caught megalopae was largely unclear. Therefore, this study was designed to compare the growth, gonadal development, survival, crab yield, feed conversion rate (FCR), final mean body weight and size distribution between wild population (WP) and artificial breeding population (AP) of *E. sinensis* megalopae for the Yangtze population during the adult crab culture stage. The results show that: despite of males or females, the mean body weight of WP was significantly higher than that of AP during the mid-late culture stage. It was the evidence that the males of WP had the significantly higher body weight gain rate (WGR) and specific growth rate (SGR) than those of AP during the periods of May-July and July-August, while the females of WP had the significantly higher WGR and SGR than those of AP during the period of August-September ($P < 0.05$). Although WP had the significantly higher final mean body weight than AP, the AP had a slightly higher survival than WP, leading to the similar crab yields between two populations. As for the size distribution of adult crabs, WP had the higher percentage of large size crabs (male ≥ 175 g; female ≥ 125 g), but the lower proportion of middle size crabs (male: 125-174.9 g; female: 100-124.9 g) than AP for both males and females. In conclusion, wild-caught megalopae of Yangtze *E. sinensis* had the better culture performance than the artificial breeding population, and the selective breeding program of Yangtze *E. sinensis* could be based on the wild populations by the exploitation and enhancement of their excellent germplasm resources.

Key words: Chinese mitten crab; wild megalopa; artificial breeding megalopa; culture performance; adult crab culture stage