

青蟹室内单个体立体笼养的试验

韦剑群, 林琮武*, 陈学雷, 艾春香, 王桂忠, 李少菁, 雍 杰

(厦门大学海洋与环境学院, 亚热带海洋研究所, 福建 厦门 361005)

摘要: 在水温为 19~26℃、盐度为 25~32、pH 值为 7.5~8.4、溶氧量>3.0 mg/L 的水体中进行为期 50 d 的青蟹室内单个体立体笼养试验。结果表明, 青蟹笼养平均成活率为 93.3%, 个体平均增长率为 33.7%, 单位水体生物量为 187.8 g/m³; 以单性全雌养殖效果最好, 成活率为 100%, 个体增长率为 46.3%, 蜕壳率为 77.8%, 单位水体生物量为 291.6 g/m³; 体质量相对增长率为全♀>全♂>♀:♂=2:1>♀:♂=1:1($p<0.01$); 个体在完成蜕壳前的一段时间出现负增长; 蜕壳后体质量、甲长和甲宽增幅分别为 53.9%~67.3% (平均 59.9%)、11.6%~25.6% (平均 16.1%) 和 8.5%~19.3% (平均 15.7%); 体长、体质量与甲宽的关系分别为: $y=0.6903x+0.2295$ ($r=0.9269$)、 $\delta y=0.5934x+0.8259$ ($r=0.907$), $y=m=0.3717x^{2.607}$ ($r=0.9301$)、 $\delta m=0.1508x^{3.1447}$ ($r=0.8904$)。青蟹室内单个体立体笼养各项生产性能指标均优于其它养殖模式, 因此这种养殖模式是可行的。

关键词: 青蟹; 单个体; 笼养; 性比; 生产性能

中图分类号: S 968.251

文献标识码: A

文章编号: 0438-0479(2007)02-0248-06

拟穴青蟹 [*Scylla paramamosain* (Estampador, 1949)] 具有个体大、生长快、适应性强等特点, 是我国东南沿海重要的养殖蟹类之一^[1]。Estampador (1949) 记述了菲律宾海域 3 个种和 1 个新亚种的青蟹, Fuscya & Watanabe (1996) 电泳分析遗传距离, 认为青蟹属至少有 3 个种^[1]。Keenan 等根据同工酶和 mtDNA 序列分析方法, 结合形态、生态学特征, 确认从东非到印度-西太平洋分布着 4 种青蟹, 并将 Estampador (1949a) 的亚种提升为新种, Keenan 认为分布于厦门的青蟹和香港的一样, 同为新种 (*Scylla paramamosain*)^[2]。本试验采用青蟹均来自于厦门海区, 故确定其为拟穴青蟹 (*Scylla paramamosain*), 而非以前一直认为的锯缘青蟹 (*Scylla serrata* Forskål, 1773)。

我国人工养殖青蟹已经有 100 多年历史, 目前其养殖模式主要有池塘式、围栏式、瓦瓮式、网箱式等^[3-11], 这些模式存在放养密度低、互残现象严重、存活率低等问题。为探讨解决问题的有效方法, 本试验利用水泥池单个体立体笼养青蟹, 以实现提高养殖密度、存活率、产量, 充分利用水体空间, 开发出青蟹养殖新模式, 为丰富海水养殖理论和指导养殖实践提供科学参考。

1 材料和方法

收稿日期: 2006-11-08

基金项目: 国家高新技术 863 计划项目 (2002AA60B013) 资助

* 通讯作者: qiongwulin@126.com

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.1 试验时间、地点和材料来源

试验于 2005 年 4 月 1 日至 5 月 21 日 (历时 50 d) 在厦门五通厦大建南海洋生物研发基地进行。试验用的青蟹购于福建诏安, 体质量为 38.77 ± 6.96 g。

1.2 试验设施及设计

试验池大小为 135 cm × 130 cm × 100 cm 的水泥池, 试验用水经两次砂滤和一次棉花过滤。试验期间水温为 19~26℃、盐度为 25~32、pH 值为 7.5~8.1、溶氧量>3.0 mg/L。笼箱规格为 58.0 cm × 37.5 cm × 20.0 cm 的塑料筐, 底部铺一层筛绢网, 用铁丝固定。隔板材料为塑料万通板, 用铁丝固定。每个笼箱平均分隔为 6 格, 每格大小为 (19.0~20.0 cm) × (17.5~18.0 cm) × 20.0 cm。笼养器具设置见图 1、2。

试验分组及设置: 4 个水泥池分别记为 A、B、C、D, A 池中 A1、A2、A3 3 个笼箱层叠放置, 为平行组; B、C、D 同理设置。A'、B'、C'、D' 为对照组, 分别表示 A、B、C、D 池中笼箱外的水域。大水泥池 (面积为 10 m²) 为不同模式比较组 (具体见表 1)。

1.3 试验方法

试验期间每天详细观测和记录青蟹摄食、自切、死亡、蜕壳情况和水温等。试验起始 (4 月 1 日) 对试验青蟹逐只进行生物学测量, 建立个体档案。之后每隔 10 d 对笼养青蟹进行一次生物学参数测量, 包括甲长、甲宽和体质量。采用最小二乘法进行回归分析^[12], 通过 Excel、Origin 软件分析, 得出笼养青蟹甲长 (y) - 甲宽 (x) 关系、体质量 (m) - 甲宽 (x) 关系。



图 1 笼养箱的叠放
Fig.1 The superposition of segregative cages

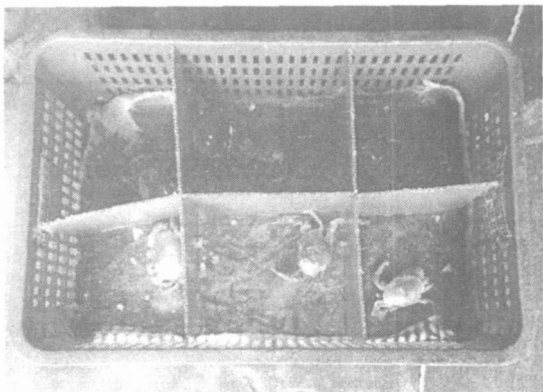


图 2 笼养箱内的分格设置
Fig.2 The design of segregative cages

1.4 日常管理

试验期间每天投饵一次, 饵料主要是小杂鱼和花蛤. 日投饵量为蟹体质量的 5% ~ 7%, 视其摄食情况而调整. 每天投饵均在傍晚 5 点左右, 先将笼箱提上来干露半小时左右, 然后打开每个笼箱逐个投喂. 笼箱外及大池中的饵料定点投喂.

试验初期每 3 天换一次水及清洗池底. 为促进青蟹的蜕壳, 自 5 月 8 日后每天早晨 7 点慢慢将水排干、清污, 并干露 1 h, 再缓缓加水, 模拟潮汐, 水位高于笼箱 10~ 20 cm. 每个池中放 2 个充气石. 大池 1 周换一次水及清洗池底, 投放 8 个充气石, 保证溶氧充足.

2 结 果

2.1 青蟹水泥池单个体立体笼养的试验

从表 2 看出, 除个体增长率试验组略低于对照组外, 其余的各项指标试验组均远远高于对照组.

试验至第 10~ 20 天, 笼养青蟹断肢现象极其严重. 4 月 21 日观测到 A2 中一只蟹十肢全断, 其个体饱满度极好, 新壳已形成, 却延迟到 5 月 7 日才蜕壳, 且重新长出十肢. 对照组断肢蟹远少于试验组, 但成活率远低于试验组. 笼养 34 d 后, 全♀组青蟹开始蜕壳, 截

至试验结束, 所有笼养青蟹的蜕壳率为 69. 6% .

2.2 笼养青蟹不同性比的生产性能差异

(1) 笼养青蟹不同性比生产性能比较

从表 2 看出, 除成活率雌蟹远高于雄蟹外, 雌、雄蟹的蜕壳率和个体增长率差异不大. 但不同性比下, 雌、雄蟹间的生产性能差异显著, 单性养殖效果要比非单性养殖好, 且全♀养殖效果又比全♂养殖好.

(2) 笼养青蟹不同性比体质量相对增长率的差异

通过 Excel 单因素方差分析, 对全♀ (A1、A2)、全♂ (B1、B2)、♀ : ♂ = 1 : 1 (C1、C2)、♀ : ♂ = 2 : 1 (D1、D2), 以体质量相对增长率作为指标单因素分析, 得出 4 个不同性比设置下平均体质量相对增长率为全♀ > 全♂ > ♀ : ♂ = 2 : 1 > ♀ : ♂ = 1 : 1 ($p < 0. 01$) (表 3).

(3) 笼养青蟹不同性比生长情况比较

从笼养青蟹不同性比生长曲线(图 3)看出, 笼养青蟹体质量增长是一种不连续的跳跃式生长. 在养殖前期, 青蟹体质量呈负增长; 养殖 30 d 后, 全♀组最早开始正增长, 并且体质量剧增; 养殖 40 d 后, 其余组也开始正增长及体质量剧增.

通过体质量相对增长率差异性分析, 或不同性比生长情况比较, 均可以看出, 在室内单个体立体笼养条

表 1 试验分组及设置
Tab. 1 The experiment design

试验组		对照组	
组别	设置	组别	设置
A 组 (A1、A2、A3)	全♀, 共 18 只	A'	全♀, 共 4 只
B 组 (B1、B2、B3)	全♂, 共 18 只	B'	全♀, 共 4 只
C 组 (C1、C2)	♀ : ♂ = 1 : 1, 共 12 只	C'	♀ : ♂ = 1 : 1, 共 4 只
D 组 (D1、D2)	♀ : ♂ = 2 : 1, 共 12 只	D'	♀ : ♂ = 2 : 1, 共 3 只
大水泥池	♀、♂混养, 共 35 只		

表 2 单个体立体笼养青蟹的试验结果

Tab.2 Results of *Scylla paramamosain* individually cage cultivated

项目	试验组(笼养)								对照组(非笼养)			
	A	B	C		D		总体		A'	B'	C'	D'
	全 ♀	全 ♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂				
放养数目(ind)	18	18	6	6	8	4	32	28	4	4	4	3
放养密度(ind/m ³)	15	15	14	14	14	14			2.5	2.5	2.5	2.0
蜕壳数(ind)	14	12	2	3	6	2	22	17	3	1	1	
蜕壳率(%)	77.8	75.0	33.3	50.0	75.0	50.0	68.8	60.7	75.0	25.0	25.0	
死亡数(ind)	0	2	0	1	0	1	0	4	0	2	2	2
成活率(%)	100	88.9	100	83.3	100	75.0	100	85.7	100	50.0	50.0	33.3
试验起始均质量(g)	43.0	39.1	41.6	47.2	39.6	39.2	41.9	40.8	31.7	32.9	35.9	20.3
试验结束均质量(g)	62.9	54.9	44.8	59.4	54.5	51.2	57.4	55.4	48.4	45.0	44.8	43.6
个体增长率(%)	46.3	40.4	7.7	25.8	37.6	30.6	37.0	35.8	52.7	36.8	24.8	
单位水体生物量(g/m ³)	291.6	205.8	90.3	90.3	163.0	163.0			76.1	27.6	20.3	26.6

注:水温 4 月为 19~22℃,5 月为 20~26℃;D' 组早期死亡 2 只,只剩下 1 只雌蟹,故只考虑其成活率,而不考虑其蜕壳率和增长率。

表 3 笼养青蟹不同性比的体质量相对增长率

Tab.3 Growth rate of *Scylla paramamosain* reared in cages at four different sex proportion

组别	A	B	C	D
1	0.543323	0.368215	0.197282	0.29938
2	0.595193	0.358546	0.179751	0.405316
平均	0.569258	0.3633805	0.1885165	0.352348

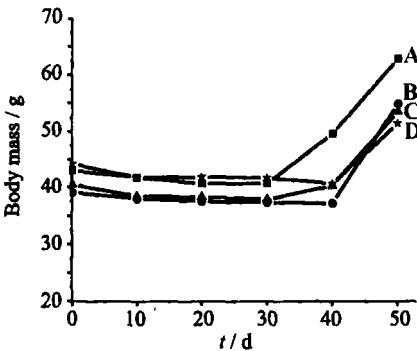


图 3 笼养青蟹不同性比的生长曲线

Fig.3 Periodic ABW of *Scylla paramamosain* reared in cages at four different sex proportion

件下,以单性全雌养殖青蟹效果最好。

2.3 单个体立体笼养条件下青蟹的若干生物学参数

(1) 笼养青蟹的甲长、体质量与甲宽的关系

笼养青蟹甲长(y)-甲宽(x)、甲质量(m)-甲宽(x)关系见图 4、5。从图 4 看出,青蟹甲长与甲宽呈线性关系: $\text{♀ } y = 0.6903x + 0.2295 (r = 0.9269)$ 、 $\text{♂ } y =$

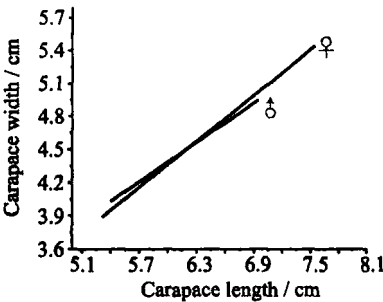


图 4 青蟹甲长与甲宽的线性关系

Fig.4 The linearity relation of *Scylla paramamosain* carapace length and width

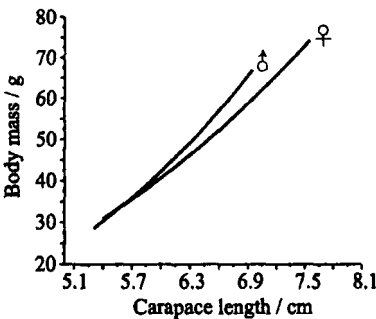


图 5 青蟹体质量与甲宽的相关曲线

Fig.5 The correlative curve of *Scylla paramamosain* body mass and carapace length

$0.5934x + 0.8259 (r = 0.907)$; 从图 5 看出,青蟹体质量和甲宽呈幂函数关系: $\text{♀ } m = 0.3717x^{2.6207} (r = 0.9301)$ 、 $\text{♂ } m = 0.1508x^{3.1447} (r = 0.8904)$ 。

(2) 笼养青蟹的蜕壳与生长

青蟹每经一次蜕壳,其甲长、甲宽与体质量均发生显著变化,其中体质量增加最为明显,增幅为 53.9%

表 4 笼养青蟹脱壳增长情况
Tab. 4 Increase of biologic parameters of *Scylla paramamosain* after exuviation reared in cages

	蜕壳前			蜕壳后			增长率/ %		
	甲长/ cm	甲宽/ cm	体质量/ g	甲长/ cm	甲宽/ cm	体质量/ g	甲长/ cm	甲宽/ cm	体质量/ g
1(A F 3)	4. 3	6. 1	40. 4	5. 4	7. 2	67. 6	25. 6	18. 0	67. 3
2(A 3 5)	4. 2	5. 7	36. 1	4. 9	6. 8	57. 6	16. 7	19. 3	59. 6
3(B F 4)	4. 1	5. 5	34. 7	4. 6	6. 4	53. 4	12. 2	16. 4	53. 9
4(C)	4. 3	5. 9	35. 6	4. 8	6. 4	56. 4	11. 6	8. 5	58. 4
5(D F 4)	4. 5	6. 1	40. 6	5. 2	7. 0	66. 9	15. 6	14. 8	64. 8
6(C 2 6)	4. 8	6. 5	52. 0	5. 5	7. 6	80. 7	14. 6	16. 9	55. 2
平均							16. 1	15. 7	59. 9

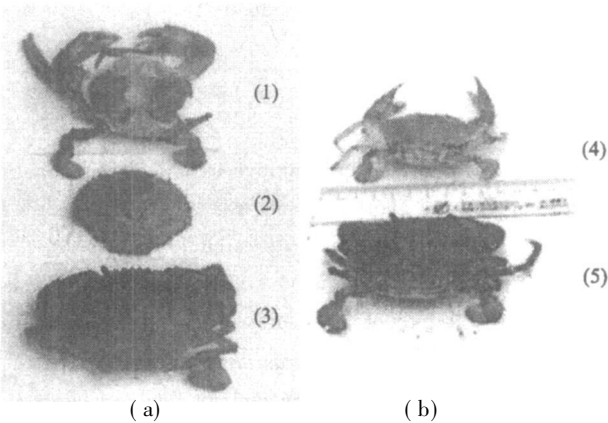


图 6 蜕壳后青蟹及蜕下的壳
(1) 蜕下的壳(腹面); (2) 蜕下的壳(背面); (3) 蜕壳后的青蟹; (4) 蜕下的壳; (5) 蜕壳后的青蟹

Fig. 6 The crab after exuviation and the exuviated carapaces

~ 67. 3%, 平均 59. 9% (表 4). 青蟹蜕壳情况可见图 6.

2. 4 3 种养殖模式下青蟹养殖效果的评析

笼养青蟹的各项生产性能指标均优于水泥池散养和土池养殖模式(表 5). 因此, 青蟹室内单个体立体笼养的养殖模式是可行的.

3 讨 论

3. 1 青蟹水泥池单个体立体笼养的可行性

青蟹营底爬或底埋习性, 即使养殖条件下放养密度不高时, 会聚集于池底表面, 导致过渡拥挤而引起高死亡率^[6-7]. 这是长期以来制约青蟹养殖发展的因素之一. 青蟹养殖过程的另一个特点就是逃逸, 环境不良或饵料不足时, 青蟹常常集体迁移、逃逸. 采用单个体立体笼养, 避免了青蟹的相残和逃逸, 提高了成活率、放养密度和水体空间利用率. 试验笼箱材料来源广泛,

价格低廉. 相对于水泥池散养和土池养殖模式, 水泥池单个体立体笼养青蟹的生长效果最为显著. 可见, 室内单个体立体笼养青蟹是可行的, 这种高密度养殖模式为实现青蟹的集约式机械化、工厂化养殖提供了可能. 周维武等报道, 笼养青蟹成活率达 80%, 体质量平均达 250 g/ ind^[13], 说明这种养殖模式可行.

3. 2 青蟹单个体立体笼养对生产性能的影响

青蟹生长是不连续的, 一生共蜕壳 13 次^[2]. 刘英杰报道池养青蟹的生长呈跳跃性, 雌雄蟹分开养殖或少量搭配雄蟹有利于提高养殖青蟹的质量^[14]; 杨培根也指出, 笼养中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*) 呈跳跃式生长^[15]. 本试验中, 全♀组青蟹蜕壳最早、蜕壳率最高, ♀: ♂= 2: 1 组蜕壳率比♀: ♂= 1: 1 组高. 这可能与不同性比带来的信息素相关, 雌蟹的蜕壳激素产生效应的时间要比雄蟹早.

青蟹不同发育生长期时, 其蜕壳周期长短不一. 冯兴钱等认为体宽为 4. 4~ 7. 6 cm 的青蟹蜕壳周期平均为 33 d^[2, 16]. 本试验中, 笼养 34 d 全♀组出现蜕壳, 其他各组都在 40 d 后才开始蜕壳, 至试验结束时仍有 31. 2% 雌蟹、29. 2% 雄蟹尚未蜕壳. 出现蜕壳周期延长的原因主要是试验容器大小适度, 以及试验过程中所带来的应激影响. 因此, 应进一步对笼养模式下青蟹个体大小相应容器适宜度、给饵技术和模拟自然潮汐等一系列问题进行深入的研究.

青蟹在应激条件下会产生自切和体质量下降等现象, 以应对新环境、新模式的刺激, 这是一种自我保护性的适应. 本试验中 4 月 21 日 A2 组出现一只青蟹新壳已形成, 但没有完成蜕壳, 而是十肢全切, 半个月后(5 月 7 日)才蜕壳, 并重新长出十肢, 证明青蟹适应环境的方式是多种多样的, 生命力极强. 赖庆生报道, 在一个蜕壳周期内青蟹增长率最小为 33. 3%, 最大为 177. 3%, 平均为 115. 0%^[2]. 但本试验中从开始笼养到青蟹蜕壳, 其体质量呈负增长趋势. 其原因一是环境

表 5 单个体立体笼养、水泥池散养和土池养殖青蟹生产性能比较
Tab.5 Contrast of production parameters for three different types of production methods

项目	养 殖 模 式		
	室内单个体立体笼养	水泥池散养	土池养殖 ^①
池塘面积(m ²)	7.0	10.0	6670
养殖时间(d)	50	50	120
放养量(ind)	60	35	10000
放养密度(ind/ m ²)	8.5	3.5	1.5
幼蟹体质量(g)	29.5~ 54.0	23.3~ 42.2	3.8~ 9.0
试验起始总质量(g)	2494.2	1183.0	67.7× 10 ³
试验结束总质量(g)	3164.5	1482.0	241.2× 10 ³
产量(g)	670.3	299	173.5× 10 ³
单位产量(g/ m ²)	95.8	29.9	26.0
成活率(%)	93.3	85.7	20~ 30

注:水泥池水温 4 月份为 19~ 22℃, 5 月份为 20~ 26℃;土池水温 7~ 8 月份为 26~ 33℃, 10 月份为 20~ 28℃.

不适或胁迫,青蟹摄食量减少;二是青蟹吸收的能量主要用于抵抗新环境、新模式的刺激及各种人为因素的刺激.通过对蜕壳后的青蟹跟踪测定,其生长呈增长趋势,说明应激效应正逐步减弱.也有研究表明,池养雄性青蟹体质量增长率高于雌性^[13-14],与本试验结果不同,可能是由于不同养殖条件和养殖模式造成的.

参考文献:

[1] 李少菁,王桂忠.青蟹繁殖生物学及人工育苗和养成技术的研究[J].厦门大学学报:自然科学版,2001,40(2): 552 – 565.

[2] Clive P Keenan.The Fourth Species of *Scylla* Mud Crab Aquaculture and Biology [C]. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1999: 48 – 58.

[3] 冯兴钱,方家仲.青蟹养殖技术[M].杭州:浙江科学技术出版社,1994.

[4] 张义浩,方家仲.沿海滩涂青蟹坛式养殖研究[J].浙江水产学院学报,1997,16(2): 109– 115.

[5] 张万隆.青蟹人工养殖技术[J].水产科学,1999,13(1): 35– 38.

[6] Clive P Keenan.Aquaculture of the mud crab,*Scylla serrata* —— past, present and future[C]// Mud Crab Aquaculture and Biology. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1999: 9– 13.

[7] Jerome G Genodepa. Pen culture experiments of the mud crab *Scylla serrata* in mangrove areas[C]// Mud Crab Aquaculture and Biology. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1999: 89– 94.

[8] Avelino T Trino, Oseni M Millamena, Clive P Keenan. Monosex culture of the mud crab(*Scylla serrata*) at three stocking densities with *Gracilaria* as crab shelter[C]// Mud Crab Aquaculture and Biology. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1999: 61 – 66.

[9] 谢营梁.东南亚青蟹 *Scylla serrata* 养殖[J].现代渔业信息,1994,9(2): 27– 29.

[10] 王宇.印太地区青蟹的养殖和育肥[J].世界农业,1994(6): 42.

[11] 艾春香,林琼武,李少菁,等.我国青蟹养殖的若干问题思考[C]// 方永强,主编.福建省海洋生物优良种质及生物活性物质.北京:海洋出版社,2004:417– 425.

[12] 杜荣骞.生物统计学[M].北京:高等教育出版社,1996.

[13] 周维武,姜启平,郑春波,等.青蟹浅海吊笼养殖的可行性分析[J].齐鲁渔业,2005,22(8): 29– 30.

[14] 刘英杰.北方地区池塘养殖青蟹生长特征的研究[J].河北渔业,2000,109(1): 13– 16.

[15] 杨培根,李晨红.笼养中华绒螯蟹的蜕壳和生长[J].上海水产大学学报,1998,7(2): 158– 161.

[16] 冯兴钱,陈辉超.青蟹几个形态参数关系的初步分析[J].水产科技情报,1992,19(2): 47– 48.

① 土池养殖青蟹材料来源于林琼武等 2003~ 2004 年试验统计数据
© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Studies on Individual Cultivation of *Scylla paramamosain* with Segregative Cages in Hatchery

WEI Jianqun, LIN Qiongwu^{*}, CHEN Xuelei, AI Churxiang,

WANG Guizhong, LI Shaoping, YONG Jie

(College of Oceanography and Environmental Science, Institute of Subtropical Oceanography,
Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Experimental studies on individual cultivation of *Scylla paramamosain* with segregative cages in hatchery were carried out for 50 days, under the experimental condition with water temperature of 19~26 °C, salinity of 25~32, pH of 7.5~8.1 and DO > 3.0 mg/L. The carapace length, width and body mass of crab were periodically measured, and individual growth feature was analyzed by statistical feasible, with an average stocking density of 14.5 ind/m³, survival rate of 93.3%, individual growth of 33.7% and production of 187.8 g/m³. The effect of monosex cultivation of female crabs is better compared to other sex proportion, with an average survival rate of 100%, individual growth rate of 46.3%, exuviae rate of 77.8% and production of 291.6 g/m³. The increase of body mass of crabs was mono♀ > mono♂ > ♀ : ♂ = 2 : 1 > ♀ : ♂ = 1 : 1 ($p < 0.01$). There was a negative increase of body mass before exuviation; and after exuviation, the increase of body mass, carapace length and width of the crabs respectively were 53.9% ~ 67.3% (average 59.9%), 11.6% ~ 25.6% (average 16.1%) and 8.5% ~ 19.3% (average 15.7%). The relationships between the carapace length, the body mass and the carapace width of the crabs respectively were: $\hat{y} = 0.6903x + 0.2295$ ($r = 0.9269$), $\hat{y} = 0.5934x + 0.8259$ ($r = 0.907$), $\hat{y} = 0.3717x^{2.6207}$ ($r = 0.9301$), $\hat{y} = 0.1508x^{3.1447}$ ($r = 0.8904$). The production performance of cage cultivated crabs was better than that of crabs which were cultivated in other modes, so it is feasible to individually cultivate *Scylla paramamosain* with segregative cages in hatchery.

Key words: *Scylla paramamosain*; individual cultivation; segregative cages; sex proportion; production performance