

高密度养殖条件下土池中日本对虾 (*Penaeus japonicus* Bate) 体长的生长 Growth of Intensive Farmed Kuruma Shrimp (*Penaeus japonicus* Bate) in Earthen Ponds

周浩郎

Zhou Haolang

(广西海洋研究所 北海 536000)

(Guangxi Institute of Oceanography, Beihai, 536000)

摘要 为了探讨在土池中高密度养殖日本对虾 (*Penaeus japonicus* Bate) 的可能性, 于1997年8月28日至1998年1月4日在广西沿海土池中进行秋冬季日本对虾养殖试验。试验共设5口虾塘, 每口池塘面积0.667 hm², 底质酸性砂质, 池水深可达1.8 m。养殖水靠水泵抽取, 沿进水渠道引入虾塘。1号~5号虾塘的养殖密度分别为62.4万尾/公顷、96.0万尾/公顷、96.0万尾/公顷、88.8万尾/公顷、96.8万尾/公顷。结果表明, 在高密度的养殖条件下, 日本对虾的生长速度随温度的下降和对虾个体的增大而减慢。与自然条件下生长的日本对虾相比较, 高密度养殖试验中的日本对虾的生长缓慢得多。说明在类似的条件下进行的高密度日本对虾养殖, 很难使日本对虾在常规养殖时间内达到较好的商品规格。

关键词 日本对虾 高密度养殖 生长

中图分类号 S 968.22

Abstract To study the possibility of intensive farming of Kuruma shrimp (*Penaeus japonicus* Bate) in earthen pond, a trial was conducted from August 28, 1997 to January 4, 1998 at Guangxi coast during autumn and winter. The trial was carried out in five ponds of the same size (0.667 hm²) with acid sandy substrata, and the ponds can hold water up to 1.8 m high. The seawater, which was pumped from the sea, was introduced into the ponds through channels. The stocking densities from pond 1 to pond 5 were 624 000 individuals/hm², 960 000 individuals/hm², 960 000 individuals/hm², 888 000 individuals/hm², 968 000 individuals/hm² respectively. The results indicated that under intensive culture conditions, the growth rate of Kuruma shrimp reduced in accordance with the decrease of water temperature and increase of shrimp size. Compared with the Kuruma shrimp in natural sea, the Kuruma shrimp cultured in intensive ponds grew much slower. Consequently, it is quite difficult to grow Kuruma shrimp to commercial size under similar intensive farming conditions within regular farming time limit.

Key words Kuruma shrimp (*Penaeus japonicus*), intensive farming, growth

日本对虾属暖水性海虾类,在我国主要分布在长江口以南沿海,但该虾具有较强的耐寒力,实验表明,日本对虾可以在 5.3°C 的海水中生长月余时间^[1]。在日本,日本对虾的养殖始于1962年M. Fujinaga(藤永)博士建立日本对虾的种苗生产技术之后,养殖方式主要有3种类型:潮间带虾塘养殖,陆地虾塘养殖和圆形水泥池养殖,它们的养殖生产力水平分别可以达到 $300\text{ g/m}^2\sim 900\text{ g/m}^2$ 、 $600\text{ g/m}^2\sim 1\,000\text{ g/m}^2$ 和 $1\,300\text{ g/m}^2\sim 2\,000\text{ g/m}^2$ 。在我国,从南到北都广泛开展日本对虾的养殖,养殖方式主要还是粗放式养殖。日本对虾的耐低温特性,使得日本对虾的养殖可以在华南沿海常年进行。日本对虾适于鲜活运输的特点,使它享有较高的市场价格。因此,在冬季进行日本对虾的养殖,成为华南沿海对虾养殖业者的优先选择。为探讨在土池中进行高密度养殖日本对虾的可能性,我们在广西沿海土地中进行了日本对虾高密度养殖试验。

1 材料与方法

实验在1997年8月28日到1998年1月4日期间进行,虾塘为面积 0.667 hm^2 的圆形池塘,底质为酸性沙质底,池水可达 1.8 m 深。养殖用水靠水泵抽取,沿进水渠道引入虾塘中。放苗前,按每公顷 $3\,000\text{ kg}\sim 6\,000\text{ kg}$ 的用量播撒生石灰,处理性质较为偏酸(pH 值 <5)的池底。然后纳水至水深 80 cm 左右,施用化肥后 $3\text{ d}\sim 5\text{ d}$,池水颜色呈褐色后放入虾苗。

投饵:养殖试验前期每天投饵 $3\sim 4$ 次,分别在 $6:00$ 、 $12:00$ 、 $18:00$ 和 $23:30$ 进行。养殖试验后期每天投饵 $1\sim 2$ 次;投饵量依照理论计算(表1)和实际观察的结果来确定。投饵量的理论计算依据对虾体长进行^[2],现场观察以投饵后 30 min 至 1 h 内,是否 80% 以上的对虾达到饱胃和饵料的剩余情况来判断投饵量的多少。放苗后 20 d 内投喂牡蛎浆, 20 d 后投喂粤海牌日本对虾配合饲料。此配合饲料的粗蛋白含量不小于 46% ,粗脂肪含量不小于 4% ,粗纤维含量不大于 5% ,粗灰分不大于 12% ,钙不大于 4% ,磷不小于 1% 。

放苗密度:日本对虾的数量以在育苗场购苗时的计数为准,5口虾塘的放苗密度详见表1。放苗日期为1997年8月28日,放苗时间为下午 $18:00$ 左右,虾苗为 20 日龄的日本对虾苗。放苗当日天气晴好。

表2 1997年日本对虾高密度养殖实验时间、虾苗大小和放苗密度

养殖池塘	池塘面积 (hm^2)	投苗日期	实验结束日期	放苗密度 (万尾/公顷)	虾苗长度 (cm)
塘1	0.667	1997-08-28	1998-01-04	62.4	1.0
塘2	0.667	1997-08-28	1998-01-04	96.0	1.0
塘3	0.667	1997-08-28	1998-01-04	96.0	1.0
塘4	0.667	1997-08-28	1998-01-04	88.8	1.0
塘5	0.667	1997-08-28	1998-01-04	96.8	1.0

体长测量:每 10 d 进行1次对虾体长测量。每口塘随机抽取日本对虾 50 只进行测量,体

表1 养殖1万尾日本对虾的理论投饵量

对虾体长 (cm)	1万尾对虾重量 计算值(g)	投饵率 (%)	日投饵量 (克/万尾)
1.0	140	50	70
1.5	465	40	185
2.0	1110	30	335
2.5	2195	20	440
3.0	3790	18	680
3.5	6025	17	1025
4.0	9090	16	1455
4.5	12285	15	1845
5.0	17855	14	2500
5.5	23695	14	3315
6.0	30865	13	4010

长为对虾眼柄基部到尾节末端的长度，准确到小数点后 2 位。

温度、盐度测量：测量仪器为博运水质分析仪。测量时间为下午 18:00。

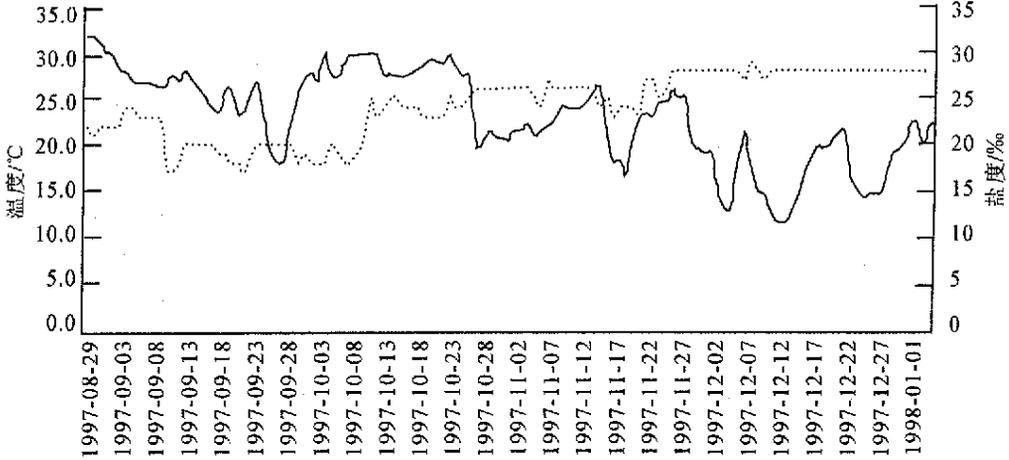


图 1 温度、盐度变化曲线

pH 值：测量仪器为博运水质分析仪，每天早晚测量 2 次。

增氧：每口虾塘布置射流自吸式增氧机 8 台，每台增氧机的功率为 745.7 W；增氧机 24 h 开动增氧。溶氧值测量时间为每天下午 16:00。

统计分析：数据分析采用单因素方差分析 (ANOVA)，当 $P < 0.05$ 时，差异被认为是显著的。

体长生长方程：虽然个体对虾是在断续地蜕皮中生长^[3]，但作为群体而言，其种群的生长是连续的，因此，用 Von Bertalanffy 生长公式分析高密度下日本对虾体长的生长作出描述。方程中的参数 K, t_0, L_{∞} 通过最小二乘法求取^[4]。

2 结果与分析

放苗 24 h 后，对 1 m^2 的网箱中的 100 尾虾苗的成活情况进行计数，成活日本对虾虾苗数在 81~91 尾之间，平均为 84.8%。在整个养殖试验期间，没有发生因环境变化或对虾疾病而引起的异常对虾死亡。因取样和统计上的困难，未计算试验结束时的对虾成活率。

养殖试验期间未出现对虾因缺氧而浮头的现象。实验期间所测得的溶氧值为 4.33~8.97。虾塘水体 pH 值最大值为 8.96，最小值为 8.07。温度、盐度的变化情况见图 1，从图 1 可见，温度随养殖试验的进行而逐渐下降，每 1 次温度急剧下降，都是冷空气影响的结果。盐度的变化趋势为逐渐上升，试验前期盐度变化主要是受降雨影响所致，养殖试验后期盐度相对稳定。

高密度日本对虾养殖试验共进行了 128 d。表 3 列出不同日期的体长测量结果。图 2 为日本对虾体长生长曲线。10 月 5 日 (57 日龄) 的测量数据统计分析表明，此时各个虾塘中的日本对虾在体长上的差异不明显 ($F = 2.240, P = 0.065$)；从表 3 中可以看出，在养殖试验前期，即 10 月 25 日 (77 日龄) 前，日本对虾的体长增长速度较快；此后，日本对虾的体长增长速度变缓慢。

根据表 3 中的数据，求得高密度养殖条件下土池中生长的日本对虾体长的生长方程为：

$$L_t = 5.85[1 - e^{-0.0225(t-11.19)}].$$

而在自然海区(黄海)生长的雄性日本对虾体长的生长方程^[5]是:

$$L_t = 15.31[1 - e^{-0.0319(t-47.0)}]$$

表4中的数据 displays, 根据试验数据所求得的增长方程得到的日本对虾体长计算值与实测值较为接近, 说明生长方程拟合良好。而高密度养殖日本对虾生长方程计算值与同日龄的自然海区雄日本对虾生长方程计算值相差很大, 说明在此高密度养殖试验条件下, 日本对虾的生长速度比自然海区的雄日本对虾的生长速度缓慢得多。

3 讨论

影响日本对虾生长速度的因素有温度、养殖密度、饲料种类和数量、溶解氧水平、pH值的高低以及池塘底质的类型等等, 其中温度和密度是重要的因素。

养殖试验期间, 溶解氧和pH值的测量结果和实际观察表明, 水体的溶解氧水平和pH值处在适合日本对虾生长的范围之内。

在实验期间, 依据理论计算和实际观察的结果确定的饲料投喂量是充足的。在适合日本对虾生长的温度范围内, 对虾的生长速度随温度的升高而加快。Kittaka (1971) 曾报道, 在23℃、26℃和29℃的温度下, 日本对虾体重的日增长率分别为0.71%、0.95%和1.09%。从自然分布情况看, 日本对虾不出现在夏季平均表面温度低于20℃的海区, 可以认为20℃是日本对虾分布的限制因子。相关研究发现, 日本对虾的生长速度在温度低于20℃时急剧下降, 在10℃温度下停

表3 各试验虾塘中日本对虾在不同日期的平均体长

日期	日龄 (d)	平均体长 (cm)				
		塘1	塘2	塘3	塘4	塘5
1997-08-29	20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1997-09-23	45	3.08	3.14	3.22	3.28	3.00
1997-10-05	57	3.63	3.74	3.72	3.73	3.78
1997-10-15	67	4.15	4.39	4.00	4.17	4.40
1997-10-25	77	4.70	4.83	4.34	4.61	4.53
1997-11-04	87	4.88	4.90	4.66	4.76	4.90
1997-11-14	97	4.90	5.41	4.77	4.97	4.91
1997-11-24	107	5.22	5.69	5.00	5.30	5.03
1997-12-04	117	5.28	5.75	4.85	5.55	5.08
1997-12-14	127	5.35	5.69	5.15	5.46	5.11
1997-12-24	137	5.28	5.56	5.18	5.58	5.26
1998-01-04	148	5.65	5.99	5.13	5.86	5.55

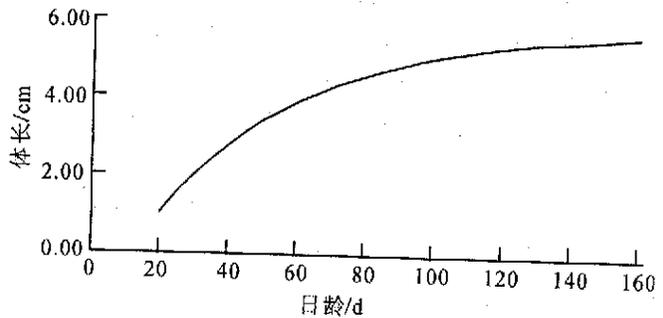


图2 高密度养殖条件下日本对虾体长生长曲线

表4 高密度养殖日本对虾生长方程计算值和实测值与自然海区日本对虾生长方程计算值的比较

日龄 (d)	实测值平均体长 (cm)	高密度养殖日本对虾生长方程计算值 (cm)	自然海区雄日本对虾生长方程计算值 (cm)
20	1.00	1.05	
45	3.14	3.12	
57	3.72	3.76	4.18
67	4.22	4.18	7.22
77	4.60	4.52	9.43
87	4.82	4.79	11.04
97	5.00	5.00	12.20
107	5.25	5.17	13.05
117	5.30	5.31	13.67
127	5.35	5.42	14.12
137	5.37	5.51	14.44
148	5.64	5.57	14.70

止生长。本次试验在10月25日以前, 试验虾塘的水温主要维持在 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间, 此后水温便很少高于 25°C , 进入12月份后, 水温的波动范围只在 15°C 的上下 5°C 范围内。试验塘中日本对虾体长增长速度的急剧减慢正好始于10月25日前后水温的明显下降时, 表明温度降低对日本对虾的生长有明显的影 响。我们还观察到, 池塘水温低于 20°C 后, 日本对虾的摄食活动明显减弱。日本对虾主要消化酶的最适温度多在 $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ^[6], F. Galgani^[7]的实验也证明, 日本对虾主要消化酶的活力在 $17^{\circ}\text{C}\sim 29^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内, 随温度升高而增强。温度降低导致消化酶活力降低, 使日本对虾吸收同化饲料的能力下降, 消化酶活力的降低是低温条件下日本对虾生长缓慢的因素之一。

密度也是影响日本对虾生长的一个主要因素, 但是在一定的密度水平下, 密度的影响在日本对虾个体较小时不明显, 这一点可从5口实验虾塘中日本对虾在10月5日(57日龄)前生长速度的相对一致性中得到验证。文献[2]指出, 在养殖密度为20尾/米、30尾/米、40尾/米的情况下, 日本对虾的生长速度在对虾体重达到5g~6g以前, 无明显差异。但随着生物量增加, 密度对生长的负影响变得明显。

与自然状况下生长的日本对虾相比, 高密度养殖条件下土池中的日本对虾的生长相当缓慢, 说明日本对虾的生长受到了养殖条件下某些因素的强烈抑制。在这样的养殖条件和模式下, 日本对虾在常规养殖时间内, 无法达到较好的商品虾规格, 很难取得好的养殖结果。

致谢

本文撰写过程中得到广西海洋研究所副研究员梁士楚的指导, 谨此致谢。

参考文献

- 1 马宜山等. 日本对虾越冬技术. 水产养殖, 1990, (5): 6~7.
- 2 魏利平等. 海产品养殖加工新技术. 济南: 山东科学技术出版社, 1995. 519~520.
- 3 Dall W et al.. 对虾生物学. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1992. 229~238.
- 4 Richker W E. 鱼类种群生物统计量的计算和解析. 费鸿年, 袁蔚文译. 北京: 科学出版社, 1984. 153~159.
- 5 苏振明等. 黄海增殖日本对虾的生长特性. 水产学报, 1996, 20 (1): 25~28.
- 6 吴 垠等. 温度对中国对虾、日本对虾主要消化酶活性的影响. 大连水产学院学报, 1997, 12 (2), 15~21.
- 7 Galgani F. Regulation of the activity of digestive proteinases of *Penaeus japonicus* Bate in relation to temperature, J Exp Mar Biol Ecol, 1985, 94 (1~3): 11~18.

(责任编辑: 邓大玉)