

文章编号:1005-8737(2001)04-0073-06

河口区斑节对虾淡化养殖塘水 化学状况与水质管理模式

臧维玲¹, 王为东¹, 戴习林¹, 江敏¹, 徐桂荣², 朱正国¹

(1. 上海水产大学 渔业学院, 上海 200090;

2. 上海申漕特种水产开发公司, 上海 201507)

摘要:为斑节对虾(*Penaeus monodon*)淡化养殖设计了3种水质管理模式(各设2个水塘):①全封闭式,将纳水河水注入池后不再换水,仅靠降雨淡化盐度;②半封闭式,初始水均取自经贮水塘沉淀、曝晒数日的河口水,水深为池深的80%,待幼虾全长至4cm时,据水质状况添加河水;③逐步加淡水递降盐度方式,幼虾长至4cm时,每隔1~2d添加2~5cm河水,水满时排出部分水,日均降盐度百分比为0.2%~1.6%,幼虾长至8~10cm时,池水最终盐度可降至淡水范围($S \geq 0.55$)。结果显示,3种方法养殖均获成功,单产为2340~2557 kg/hm²;方法①塘的成活率最高,为66.4%~67.3%,盐度降率为12.3%~16.4%,主要离子总量降率为10.9%~19.0%;方法②因只添加少量河水,盐度降率仅为32.2%~48.3%,主要离子总量降率为39%~64%;方法③的水质类型始终为海水型($Cl_{H_2O}^{Na}$),盐度降率为52.8%~93.2%,主要离子总量降率为50%~96%。各淡化塘全周期有效氮总量较低,平均为0.21~0.50 mg/L,其中NH₃-Nt含量占66%以上,DO均呈过饱和状态(109%~198%),pH与COD较高,分别为8.79~9.25与16.55~24.21mg/L。

关键词 斑节对虾;河口区;淡化养殖;盐度;溶解氧;有效氮

中图分类号:S912

文献标识码:A

斑节对虾(*Penaeus monodon*)抗病能力较强,属广盐性,其合适盐度为10~33,可适盐度为5~45,可耐受盐度为0.2~70^[1~4],深受养殖户欢迎。目前国内外均有斑节对虾低盐度养殖或咸淡水养殖成功的报道^[5~8],也有资料介绍,以较大投资改造原虾塘、建高位池、池底增铺塑料膜、或按约1 hm²安装1台叶轮式增氧机等方法开展养殖,并取得了一定的养殖效果^[9,10],但有关斑节对虾淡化养殖塘水化学状况的全面报道甚少。本试验利用未作任何改造的原有对虾塘,在1997年斑节对虾淡化养殖生产预试基础上,于1998年5~10月分别选取地处杭州湾畔的金山区和奉贤县2个养殖公司的6个虾塘

作为试验塘,在全养殖周期内定期观察斑节对虾的生长、活动等生态状况,定期采样测定池水与水源盐度(S)、主要离子含量、pH、溶氧(DO)及化学需氧量(COD_{Mn})、营养盐含量等,并据此探讨河口区斑节对虾淡化养殖塘的水化学状况、水质管理的关键技术及管理模式,以期今后开展斑节对虾淡化养殖提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

对虾幼虾取自上海申漕特种水产开发公司。体长0.95~1.05 cm,体重3.92~4.05 g。

1.2 试验塘与水质管理

选取金山区上海申漕特种水产开发公司4个塘与奉贤县世泽特种水产有限公司2个塘作为淡化养

收稿日期:2001-03-12

基金项目:上海市农委重点攻关项目[农科攻字(97)第6-03号]

作者简介:臧维玲(1938-)女,教授,从事水环境研究。

殖试验塘,采用3种水质管理模式。表1为试验塘养殖周期的生产简况。参考室内淡化速度试验结果,试验塘采用不同淡化速度、逐步降盐的养殖方式。室内试验发现,当幼虾体长达4cm后,以淡水淡化幼虾成活率较高,故各试验塘幼虾体长达此标准后,方开始淡化。6口塘中,1#、5#、7#、8#在金山区,中1#、中11#在奉贤县。管理模式为:①1#与5#塘采用半封闭式水质管理模式,初始用水均取自经贮水塘沉淀、曝晒数日的漕泾河口水,放苗后早期添加少量贮水塘水,并根据水质与虾的生长状况不定期添加少量河水,前后约加淡水20cm。②7#与8#塘采用全封闭模式,即将纳水河的河口水注入池

后不再添换水,仅靠降雨淡化盐度,为补充因蒸发等原因而造成的失水添加少量河口水。③中1#与中11#塘采用不同速度逐加淡水降盐的方式,当幼虾体长达4cm以上时,每隔1~2d添加2~5cm河水,若水加满即排去部分塘水。中11#塘添换水速度快于中1#。

据经验与小试结果,当幼虾体长达8cm以上时,塘水盐度可淡化进入淡水范围($S \geq 0.55$)。7月底前奉贤河水因受河口水影响,盐度较高,7月底后这一影响消失,河水盐度急速下降,至8月底已转为淡水。试验时间自1998年5~10月。

表1 1998年斑节对虾淡化养殖效果

Table 1 Results of *Penaeus monodon* desalting culture in 1998

塘号 Pond no.	面积/hm ² Area	起止日期 Date of start~end	期初平均体长/cm Initial body length	放苗密度/hm ² Stocking density	养殖天数/d Culture days	期末平均体长/cm Last body length	单产/ (kg·hm ⁻²) Production	成活率/% Survival rate
1	0.08	6.15~8.24	0.95±0.24	19.3×10 ⁴	77	12.5	2415.0	40.6
5	0.08	6.16~9.13	0.95±0.24	19.3×10 ⁴	89	12.6	2557.5	41.3
7	1.15	6.21~9.14	1.00±0.14	14.9×10 ⁴	85	11.5	2430.0	67.3
8	1.24	5.21~7.31	1.05±0.20	16.4×10 ⁴	71	11.0	2340.0	66.4
中1 M1	0.87	6.29~9.25	0.98±0.15	16.3×10 ⁴	88	12×10 ⁴	2385.0	46.0
中11 M11	0.87	6.28~9.26	0.98±0.15	14.7×10 ⁴	90	13.0	2310.0	49.2

1.2 主要离子含量与常规水质指标测定

在养殖全周期内,定期采取试验塘长边中点近环沟边缘的饵料台水面下20cm(表层)与离底5~10cm(底层)层水样。主要离子含量按容量法测定,Na⁺、K⁺含量由差减法求得^[11],盐度(S)以折射盐度计测定,若S<1,以主要离子总量($\sum C_i$)代替盐度,有效氮与活性磷均用分光光度计比色法测定,溶解氧(DO)与化学需氧量(COD)分别以修正碘量法和碱性高锰酸钾法测定^[11,12]。同时对养殖水源——当地河口区、贮水塘、漕泾与奉贤河水的水样,也做上述项目的测定。由于奉贤与金山两处试验塘甚为靠近,故养殖初始所用河口水主要成分含量均采用漕泾河口水的测定值。

2 结果与讨论

2.1 主要离子含量变化趋势

(1)各试验塘养殖起迄时所测得的主要离子含量及降低的百分比分别列于表2、3。从中可见,3种水质管理模式的6个试验塘的主要离子含量均显著下降,且降低程度随不同淡化方式与速度各自显示

出不同特征。采用全封闭式水质管理模式的7#、8#塘,仅受到雨水淡化,为补充蒸发所损失的水分,曾添加过相应量河口水,因此其主要离子含量变化表现出2个特点,即下降程度低于其余试验塘,7#、8#塘盐度仅分别下降了16.4%与12.3%,各主要离子含量及其总量($\sum C_i$)下降百分比范围分别为3.9%~40.9%与8.9%~30.0%及19.0%与10.9%;CO₃²⁻含量变化不同于其他离子,也不同于其他试验塘,7#、8#塘分别增加了18.4%与69.2%,这主要是因为两者始终无人排换水,而稳定的水环境有利于浮游生物生长繁殖,故2塘水色较深,pH较高(平均分别为9.25与9.10),也说明了这一点。因光合作用促使水中反应CO₃²⁻+CO₂+H₂O⇌2HCO₃⁻向左进行,从而使水中CO₃²⁻与HCO₃⁻含量分别发生了相应增加与下降,据H₂CO₃二级电离平衡方程式可得:

$$pH = pK_2' + \lg[(CO_3^{2-})/(HCO_3^-)]$$

式中:K₂'—H₂CO₃二级表观电离平衡常数。

由上式可知,当CO₃²⁻含量增加、HCO₃⁻含量减少时,可使水pH增加^[13~15]。

表 2 试验塘养殖起迄时主要离子含量

Table 2 Main ion contents in test ponds at the beginning and end of culture

塘号 Pond no.	日期 Date	水温/℃ Temperature	S	离子质量浓度/(mg·L ⁻¹) Concentration							
				Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	∑ Ci
1	B06-14	29.2	7.23	3962.1	566.1	91.4	37.3	271.1	115.4	2357.3	7400.7
	E08-30	26.0	4.90	2134.8	215.0	220.2	18.8	140.2	70.5	1344.8	4143.5
5	E09-10	29.7	3.74	2000.8	204.8	149.2	16.2	136.0	68.8	1227.3	3803.2
7	B06-20	27.5	7.80	4250.4	660.1	56.1	38.0	280.0	130.1	2658.0	8072.8
	E09-12	30.0	6.52	3550.2	390.0	53.9	45.0	230.1	97.1	2172.3	6538.5
8	B06-29	26.8	7.30	3820.6	617.1	88.7	20.1	270.4	120.2	2363.0	7300.1
	E08-29	32.0	6.40	3480.6	432.0	76.2	34.0	236.9	106.1	2135.5	6501.4
中 1 M1	B06-28	31.0	8.05	4300.0	620.5	58.3	34.0	287.1	118.8	2682.5	8101.1
	E09-24	26.2	3.80	2005.0	291.0	126.4	57.5	130.5	59.1	1323.5	3992.9
中 11 M11	E09-24	26.2	0.55	220.0	28.1	120.0	18.1	26.0	26.0	143.3	585.5
	漕泾纳水河 Caojing River estuary	06-19	29.1	7.23	4115.5	574.3	98.8	29.2	284.2	284.2	2428.1
贮水塘 Water-storing pond	07-12	37.0	7.21	4163.4	480.3	74.6	38.3	289.7	289.7	2408.1	7569.6
漕泾河水 Caojing River water	08-14	35.4	0.42	73.6	31.7	187.8	16.5	20.6	20.6	66.0	437.1
奉贤河水 Fengxian River water	07-22	27.5	0.88	379.3	41.6	297.3	-	39.7	39.7	249.3	1071.3

注:5[#]与中 11[#]塘各成份初始值分别与 1[#]和中 1[#]塘相同。Initial data in Ponds 5[#] and M11[#] are the same as those in Ponds 1[#] and M1[#].
B—Beginning, E—End.

(2)采用半封闭式的 1[#]与 5[#]塘,因养殖期内曾添加少量河水,其主要离子含量降低程度远高于 7[#]与 8[#]塘,前者盐度分别下降 32.2%与 48.3%,Ca²⁺含量降低程度最小(38.9%与 40.4%),基本接近 7[#]、8[#]塘下降幅度最大的 SO₄²⁻ 的降低值(40.9%与 30.0%)。但 1[#]与 5[#]塘主要离子含量的下降程度又明显低于淡水加入量较大的中 1[#]、中 11[#]塘。从表 3 可见,1[#]与 5[#]塘主要离子含量降低百分比范围很接近,分别为 39%~62%与 40%~64%,2 个塘各相应成分降低程度也较为接近,这与塘小易管理、试验期间较严格进行水质与养殖管理有关。1[#]、5[#]塘另一特点是塘水的 HCO₃⁻ 量均呈增加,这主要与漕泾和奉贤河水中 HCO₃⁻ 量高达 187.8 mg/L 与 297.3 mg/L 有关(表 2)。

(3)中 1[#]与中 11[#]塘盐度与主要离子含量变化的特点是除 HCO₃⁻、CO₃²⁻ 与 Ca²⁺ 外,各成份降低程度均高于其余 2 种模式。盐度分别降低 52.8%与 93.2%,2 个塘主要离子含量降低百分比也较大,各自离子降低的百分比较为接近,分别为 50%~55%和 91%~96%。这正是试验中 2 个塘采用最大程度的淡化方式及河水中离子含量甚低所致,其中中 11[#]淡化速度又远高于中 1[#]塘,以致最终 ∑Ci 降至 585.5 mg/L,仅为原来的 7.2%,进入了淡水范

围^[16],但 2 个塘 HCO₃⁻ 含量却出现了与 1[#]和 5[#]塘相同的增加特点,其原因也同后者。

2.2 水质化学类型

试验塘均采用由原相同的河口水逐渐淡化方式,且在养殖全过程中,水质的化学类型始终维持海水类型 Cl_{Na}^{Na}。这主要是因为当地河口中 Cl⁻ 与 Na⁺ + K⁺ 含量远高于其余各离子,两者分别为其余阴阳离子的 7.2~140.9 倍与 8.5~19.9 倍,8 月份两处河水 Cl⁻ 量仅低于 HCO₃⁻,仍高于其余阴离子,而 Na⁺ + K⁺ 始终高于其余各阳离子量,因此各试验塘淡化最终,阴阳离子仍分别以 Cl⁻ 与 Na⁺ + K⁺ 含量最高,以致试验塘盐度虽下降了 12.3%~93.2%,特别是中 11[#]塘含盐量已降至淡水范围,仍维持斑节对虾在自然界生活的海水水质类型,这应是斑节对虾淡化养殖获得成功的水质管理关键技术之一,也是本文所提出的斑节对虾淡化养殖水质管理模式的根本所在。室内试验曾将斑节对虾幼虾饲养水淡化并转为为碳酸水类型的深井水(C_{Ca}^{Ca}),尽管井水的含盐量接近 1 g/L,但不久受试虾渐死去。本试验结果是以往资料^[1,2,17]所提出的斑节对虾是广盐性品种,具有较强的渗透压调节能力等特点在淡化养殖中的反应。

表3 养殖周期内主要离子含量下降百分比

塘号 Pond no.	ΔS	ΔCl^-	ΔSO_4^{2-}	ΔHCO_3^-	ΔCO_3^{2-}	ΔMg^{2+}	ΔCa^{2+}	$\Delta (Na^+ + K^+)$	$\Delta \sum Ci$
1	32.2	46.1	62.0	140.9*	49.6	48.3	38.9	43.0	44.0
5	48.3	49.5	63.8	63.2*	56.6	49.8	40.4	47.9	48.6
7	16.4	16.5	40.9	3.9	18.4*	17.8	25.4	18.3	19.0
8	12.3	8.9	30.0	14.1	69.2*	12.4	11.5	9.6	10.9
中1 M1	52.8	53.4	53.1	116.8*	69.1	54.5	50.3	50.7	50.7
中11 M11	93.2	94.9	95.5	105.8*	46.8	90.9	74.3	94.7	92.8

注: * 增加百分数。* Means increased percentage.

2.3 盐度的变化特点

中1[#]、中11[#]、1[#]与5[#]塘盐度递降方式主要是人工注入河水,每次添加2~5 cm,占塘水的2%~5%。其中中11[#]塘每天加水,最终盐度仅0.55。全周期与日均降盐度分别为93.2%与1.6%。1[#]、5[#]与中1[#]塘的最终盐度分别为4.90,3.74与8.05,全周期与日均降盐度分别为32.2%与0.6%、

48.3%与0.7%和52.8%与0.9%。7[#]与8[#]塘虽无人注入淡水,但雨水也使2塘全周期与日均降盐分别为16.4%与0.2%、12.3%与0.2%,降盐最为缓慢的8[#]塘日均降盐度仅为中11[#]塘的12.5%。

试验塘3种模式淡化的共同特点均是以较为缓慢的逐步递降方式进行降盐淡化,此是斑节对虾淡化养殖获得成功的又一水质管理关键技术。

表4 试验塘与水源营养元素含量变化状况

塘号 Pond no.	NH ₃ -N _t		NO ₂ ⁻ -N		NO ₃ ⁻ -N		PO ₄ ³⁻ -P/ (mg·L ⁻¹)	N _t / (mg·L ⁻¹)		
	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%				
1	0.10 0.18±0.12	7 0.27	85 7	0.002 0.005±0.002	7 0.007	2.4 0.008	0.025±0.022	0.048 11.9	0.000 0.010±0.014	0.036 0.21
5	0.14 0.31±0.086	8 0.48	93.9 0.001	0.005±0.003	8 0.007	1.5 0.008	0.017±0.013	0.026 5.2	0.000 0.007±0.005	0.015 0.33
7	0.13 0.18±0.064	8 0.30	66.7 0.001	0.010±0.008	8 0.026	3.7 0.014	0.084±0.080	0.235 31.1	0.001 0.010±0.005	0.018 0.27
8	0.13 0.22±0.12	6 0.40	91.7 0.001	0.005±0.003	6 0.008	2.0 0.014	0.020±0.017	0.030 8.0	0.000 0.023±0.014	0.060 0.25
中1 M1	0.21 0.28±0.030	8 0.30	73.7 0.004	0.029±0.022	8 0.058	7.6 0.009	0.075±0.059	0.230 19.7	0.002 0.061±0.003	0.011 0.38
中11 M11	0.28 0.46±0.13	8 0.67	92.0 0.010	0.019±0.011	8 0.039	3.8 0.007	0.017±0.011	0.030 3.4	0.005 0.011±0.004	0.015 0.50
漕泾河口水 Caojing River estuary water	0.22	46.8	0.018	3.8	0.23	48.9	0.009	0.47		
贮水塘 Water-storing pond	0.22	52.4	-	-	0.200	47.6	0.000	0.42		
漕泾河水 Caojing River water	0.37	94.9	-	-	0.015	3.8	0.042	0.39		
奉贤河水 Fengxian River water	0.61	63.5	0.082	8.5	0.27	28.1	0.24	0.96		

注: - 未检出 Undetectable.

2.4 营养盐的变化特点

表4列出了试验塘与水源有效氮与活性磷的变化范围与均值。臧维玲等^[18]曾报道,中国对虾8个塘的NH₃-N_t、NO₂⁻-N、NO₃⁻-N及总有效氮(N_t)平均含量分别为0.92、0.087、0.65与1.65 mg/L。表4所列出的6个试验塘上述相应平均值分别为0.27、0.12、0.040和0.32 mg/L。试验塘的N_t仅为前者的19%,其中尤以NO₃⁻-N含量较普通塘下降最甚,

仅为普通塘的6%。但总有效氮中各组分所占比例的大小顺序则与普通虾塘相似: NH₃-N_t>NO₃⁻-N>NO₂⁻-N。此外,试验塘PO₄³⁻-P含量甚低,这也类似于普通塘^[18]。除5[#]塘外,中1[#]与中11[#]塘的NH₃-N_t与NO₂⁻-N含量均高于其余各塘,这可能与其淡化所用奉贤河水的NH₃-N_t、NO₂⁻-N与COD_{Mn}均明显高于漕泾试验塘用水的相应值有关。试验塘营养元素含量低的主要原因可能是虾塘不排换水或

换水少,使水质较为稳定,有利于浮游植物大量繁殖,因而消耗了大量营养元素。本试验有关浮游生物状况的研究发现¹⁾,试验塘浮游植物平均密度高达 $3.05 \times 10^8/L$,也说明了这一点。

2.5 pH 和 COD_{Mn}的变化特点

表 5 为所测得的全养殖周期内试验塘与水源 pH、DO 与 COD_{Mn}的变化状况。表 5 表明,各塘 DO 极为丰富,平均值范围为 8.59~11.58 mg/L,全部处于过饱和状态,饱和度(O₂%)均值范围为 120.6%~165.3%,平均高达 152.1%。在长达 71

~90 d 的养殖时间、水源(河口水与河水)水质状况较差的情况下,特别是水源 COD_{Mn}背景值超过了自然水域常见值时,为保证塘水中化学物质进行良好的有氧氧化循环,维持丰富的溶氧量是极为重要的,这也是试验塘获得成功的第 3 个水质管理关键技术。表 5 显示,试验塘 COD_{Mn}值较高,这与试验塘所用水源较高 COD 有关。养殖期间不换水或换水量较少,残饵、虾等水生生物代谢产物均积累在塘里,也是试验塘 COD_{Mn}值高的原因。

表 5 养殖周期内试验塘与水源 pH、DO 与 COD 变化状况

Table 5 Changes of pH, DO and COD in test ponds and water supplies during culture cycle

塘号 Pond no.	水温/℃ Water temperature	S	pH	DO/(mg·L ⁻¹)	O ₂ /%	COD _{Mn} /(mg·L ⁻¹)
1	25.8 $\frac{7}{31.5 \pm 3.5}$ 34.5	4.02 $\frac{7}{5.93 \pm 1.10}$ 7.23	8.54 $\frac{7}{8.79 \pm 0.19}$ 9.04	7.68 $\frac{7}{8.59 \pm 0.76}$ 9.56	106.4 $\frac{7}{120.6 \pm 9.7}$ 130.2	10.85 $\frac{7}{16.55 \pm 3.54}$ 20.95
5	28.4 $\frac{8}{31.7 \pm 3.1}$ 35.0	4.04 $\frac{8}{6.32 \pm 1.09}$ 7.23	8.78 $\frac{8}{8.95 \pm 0.12}$ 9.10	7.82 $\frac{8}{10.26 \pm 2.64}$ 15.76	115.0 $\frac{8}{144.0 \pm 32.2}$ 209.3	13.84 $\frac{8}{17.64 \pm 3.39}$ 21.60
7	27.8 $\frac{8}{31.5 \pm 3.0}$ 34.2	6.18 $\frac{8}{7.44 \pm 0.83}$ 8.30	9.00 $\frac{8}{9.25 \pm 0.14}$ 9.40	9.00 $\frac{8}{11.58 \pm 1.89}$ 14.14	135.2 $\frac{8}{165.3 \pm 22.4}$ 194.8	11.50 $\frac{8}{23.00 \pm 11.61}$ 42.00
8	26.5 $\frac{6}{30.3 \pm 4.4}$ 32.1	6.40 $\frac{6}{7.07 \pm 0.48}$ 7.50	8.90 $\frac{6}{9.10 \pm 0.22}$ 9.38	8.88 $\frac{6}{10.74 \pm 2.07}$ 13.90	112.7 $\frac{6}{143.0 \pm 36.7}$ 197.7	12.10 $\frac{6}{15.16 \pm 2.97}$ 19.26
中 1 M1	26.0 $\frac{8}{29.7 \pm 3.5}$ 34.2	3.80 $\frac{8}{6.78 \pm 1.73}$ 8.28	8.50 $\frac{8}{8.85 \pm 0.32}$ 9.16	8.42 $\frac{8}{9.19 \pm 1.72}$ 13.08	116.4 $\frac{8}{125.9 \pm 18.6}$ 165.8	11.32 $\frac{8}{17.48 \pm 4.91}$ 22.82
中 11 M11	26.2 $\frac{8}{29.7 \pm 3.5}$ 34.2	0.54 $\frac{8}{4.63 \pm 2.70}$ 8.05	8.48 $\frac{8}{8.99 \pm 0.33}$ 9.34	8.40 $\frac{8}{10.90 \pm 2.34}$ 14.10	109.1 $\frac{8}{153.9 \pm 34.7}$ 193.2	14.80 $\frac{8}{24.21 \pm 8.34}$ 38.10
漕泾河口水 Caojin River estuary water	29.1	7.23	8.92	12.55	168.2	13.80
贮水塘 Water-storing pond	37.0	7.21	9.08	7.98	124.0	19.00
漕泾河水 Caojin River water	35.4	0.42	9.03	16.43	239.5	18.78
奉贤河水 Fengxian River water	29.7	0.96	8.21	9.74	129.5	85.93

处于河口及邻近的河水 pH 较高,从表 5 可知,漕泾河口水、河水以及奉贤河水 pH 分别高达 8.92、9.03 和 8.21,有关资料对此现象已作了说明^[18]。试验塘地处河口沿岸,再加上光合作用,作为养殖用水,各试验塘始终处于高 pH 范围(8.79~9.25),这与臧维玲等^[18,19]的报道相符。

3 结论

3.1 3 种水质管理模式

(1)全封闭模式 水源水引进虾塘后以低浓度(有效氯约为 1.2 mg/L)漂白粉精消毒,以后不再添换水。降雨量全周期可使盐度降低 12%~16%。

(2)半封闭管理模式 采用经贮水塘沉淀曝晒过的河口水作为虾池初始用水,水深控制为池深的

80%,当幼虾体长达 4 cm 时,据水质状况适时添加河水,加入的淡水量为虾塘的 20%~30%,加上降雨量,全周期盐度可降一半(44%~48%)。

(3)逐步递降盐度管理模式 当幼虾体长达 4 cm 时,即放苗约 1 个月后,间隔 1~2 d 添加淡水,每次 2~5 cm,待水位满后即排去部分池水,幼虾体长达 8~10 cm 时池水最终盐度可降到淡水范围(S \geq 0.55)。

3.2 3 种模式的生产效果

6 个试验塘养殖均获成功(表 1),单产为 2 340~2 557.5 kg/hm²,经济效益较好。全封闭模式减弱了海水病毒的传播,故 7[#]与 8[#]塘成活率最高,为其余塘的 1.3~1.6 倍。由于养殖中不添换水,故采用此模式养殖周期不宜过长,可控制在 70 d 内,其余 2 种模式养殖周期可控制在 90 d 以内。

1)王丽卿,斑节对虾淡化养殖塘浮游生物状况(鉴定材料).1998.

参考文献:

- [1] 王克行. 对虾养殖[M]. 北京: 中国水产养殖公司出版社, 1983. 25-26.
- [2] 王良臣, 刘修业. 对虾养殖[M]. 天津: 南开大学出版社, 1991. 43-46.
- [3] 邓承禧, 邓溪, 陈广东, 等. 草虾养殖实用技术[M]. 广州: 广东科技出版社, 1992. 1-29.
- [4] Arlo W Fast, Lester I. J. Marine shrimp culture: principles and practice[M]. Amsterdam: Elsevier science publishers, 1992.
- [5] 耿隆坤, 王建刚, 张东, 等. 上海地区低盐度海水中草虾养殖试验[J]. 水产科技情报, 1991, 18(1): 2-4.
- [6] 董存有, 张金荣. 珠江口低盐度水双季养虾研究[J]. 齐鲁渔业, 1992, 40(3): 34-37.
- [7] Munthe N. Brackishwater aquaculture in Orissa, gnelia, Report from a MFS mission[J]. Fish Dev Ser Natl Swed Board-Fish, 1986, (18): 65.
- [8] Sarvaiya R T. Tiger prawn development in Anclhra Pradesh[J]. Seafood Export J, 1990, 21(6): 37-40.
- [9] 全建安, 徐有宏, 黄锋. 斑节对虾高位池高密度高产养殖技术研究[J]. 中山大学学报, 2000, 39(增刊): 38-40.
- [10] 孙承波, 何建国, 陈锚, 等. 地膜池与普通池封闭式养殖斑节对虾的研究[J]. 中山大学学报, 2000, 39(增刊): 81-85.
- [11] 臧维玲. 养鱼水质分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1991. 36-74.
- [12] 国家技术监督局. 海洋调查规范海水化学要素观测[M]. 北京: 中国标准出版社, 1992. 53-54.
- [13] 陈静生, 陶澍, 邓宝山, 等. 水环境化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987. 53-54.
- [14] 张正斌, 刘莲生. 海洋物理化学[M]. 北京: 科学出版社, 1989. 472-481.
- [15] Claude E B. Water Quality in Ponds 1989 for Aquaculture[M]. Bangkok: Shrimp Mart Co Ltd, 1996. 34-44.
- [16] 雷衍之, 陈佳荣, 臧维玲, 等. 淡水养殖水化学[M]. 南宁: 广西科技出版社, 1993. 71-73.
- [17] Dall W, Hill B J, Rothlisberg P C, et al. 对虾生物学[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1992. 219-228, 378-379.
- [18] 臧维玲, 戴习林, 朱正国, 等. 河口区中国对虾池水化学状况[J]. 上海水产大学学报, 1992, 1(3/4): 111-119.
- [19] 臧维玲, 戴习林, 朱正国, 等. 河口区中国对虾中间培育池池水化学状况[J]. 上海水产大学学报, 1993, 2(2/3): 101-112.

Water quality management modes for *Penaeus monodon* desalting culture in ponds near estuary and their hydrochemical states

ZANG Wei-ling¹, WANG Wei-dong¹, DAI Xi-lin¹,

JIANG Min¹, XU Gui-rong², ZHU Zheng-guo¹

(1. Fisheries College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. Shanghai Shencao Special Fisheries Development Company, Shanghai 201507, China)

Abstract: Three water quality management modes were designed for *Penaeus monodon* desalting culture in the ponds near estuarine area, each mode with 2 ponds. The modes are: ① completely closed mode; ② semi closed mode; ③ the mode with fresh water added gradually for gradient decrease of salinity, i. e. river water is added by 2~5 cm of depth in the intervals of 1~2 d, and when the water is full, drain some water away. The daily salinity decrease percentage maintains at 0.2%~1.6% and when the juvenile body length gets to 8~10 cm, the salinity of the pond water can decrease to the range of freshwater ($S \geq 0.55$). The results show that the 3 modes all gets succeeded with the production of 2 340~2 557 kg/hm²; mode ① has the highest survival rate (67.3%) and the decrease rates of salinity and total main ion contents are 12.3%~16.4% and 10.9%~19.0%, respectively; mode ② has the decrease rates of salinity and total main ion contents of 32.2%~48.3% and 50%~96%, respectively; mode ③ maintains the sea water character (Cl_{III}^{Na}) all the cycle and the decrease rates of salinity and total main ion contents are 52.8%~93.2% and 50%~96%, respectively. In all the 3 mode ponds and during the culture cycle, the total effective nitrogen has a low level, averaged 0.21~0.50 mg/L, among which NH_3-N occupies over 66%, and DO shows over saturation (109%~198%), but pH and COD_{Mn} maintain high at 8.79~9.25 and 16.55~24.21 mg/L, respectively.

Key words: *Penaeus monodon*; estuary; desalting culture; salinity; DO; effective nitrogen