

河口区中国对虾池水化学状况

臧维玲 戴习林 朱正国

(上海水产大学水产养殖系, 200090)

徐桂荣 徐仁国

(上海市漕泾对虾养殖公司, 201507)

提 要 本文报道了杭州湾畔对虾养殖池水的化学状况。1990年6—10月和1991年7—8月内所观测的虾池水化学成分平均值分别为:总含盐量9.5g/l, 碱度1.79m mol/l, pH8.98, 阴阳离子含量最高者分别为 Cl^- (5.5g/l)与 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ (3.1g/l), 为典型河口水质特点, 但仍属海水水质体系, 即系氯化水, 钠组, III型(Cl^-)。有效氮含量丰富, 总量平均为1.65mg/l, 其中总氨氮占56%, 硝酸氮占39%, 亚硝酸氮占5%, 可溶性有效磷含量较低, 仅为0.012, N/P=304(原子比), 化学耗氧量(COD_{Mn})17.4mg/l, 可溶性有机物与悬浮颗粒有机物含量近为相等。据观测结果与多年生产状况, 认为河口区虾池每69小时排换水量约40%, 3—4cm虾苗放养密度为 18.0 ± 3.0 万尾/公顷的管理方式较为合理

关键词 河口区, 水化学成分, 营养元素, 中国对虾

目前, 国内外有关对虾池塘, 特别是河口区虾池水化学状况的研究报道甚少。为研究河口区中国对虾(*Penaeus chinensis*)池水质状况及其与生产的关系, 本试验于1990年6月—10月和1991年7—8月选取地处杭州湾畔的金山县漕泾对虾养殖公司13个虾池与作为虾池水源的3个蓄水库(下称水库)为测定采样点, 定期观测池水。池与水库主要化学成分含量、溶氧量(DO)、化学耗氧量(COD)、pH值、 H_2S -S及营养盐含量。据测定结果, 尽可能深入研究了河口虾池的水化学状况、水质特点, 排换水时间与数量以及虾苗放养密度, 为河口区虾池水质管理提供了科学依据。

1 材料和方法

1.1 采样塘

1990年与1991年分别选取了生产情况有差异, 面积不一的13个虾池及3个水库为采样测试点。虾池生产简况列于表1。

1992-09-17收到

表1 1990与1991年对虾试验池生产简况

Table 1 The productive briefing of test pond of *Penaeus chinensis* in 1990 and 1991

年份	池号	长 (米)	宽 (米)	面积 (公顷)	放苗数 (万尾/公顷)	产量 (吨/公顷)	成活率 (%)
1990	1	321	48.5	1.59	12.8	2.10	73.9
	3	309	49.0	1.51	12.9	1.66	65.9
	6	265	63.3	1.67	16.5	1.96	65.6
	10	331	61.0	2.02	15.0	1.44	44.2
	11-2	85	41.0	0.33	15.0	3.58	94.6
	17	432	41.5	1.73	13.5	2.73	83.3
	20	345	48.8	1.68	16.5	2.71	82.8
	34	254	59.0	1.50	16.5	2.60	67.3
	平均				14.7	1.79	72.2
1991	1	321	48.5	1.59	14.3	2.80	74.7
	2	314	49.5	1.55	16.5	3.03	77.5
	31	228	57.3	1.31	18.0	3.44	82.5
	32	239	57.0	1.37	21.0	3.35	85.3
	35	261	58.0	1.51	21.0	3.00	70.0
	平均				16.7	3.12	78.0

1.2 采样时间与测定方法

化学成分含量测定水样分别于每月大小潮期间取自虾池长边二分之一处近环沟边缘的饵料台1米深之水层,按通常容量法测定^[1,3], $\text{Na}^+ + \text{k}^+$ 含量以计算法求得^[4]。溶氧、 H_2S -S、营养元素、化学耗氧量及pH值等测定水样据试验要求和进排水时间由上述采样点的表(20-30cm)、中(100cm)与底(离池底5-10cm)三水层取样。三态氮与可溶性磷水样经0.45微米滤膜过滤,按比色法测定^[3,4],pH以PHB-4型酸度计测定,溶氧量与化学耗氧量分别以叠氮化钠碘量法与碱性高锰酸钾法测定^[1],以0.45微米滤膜过滤水样测得的COD作为可溶性有机物耗氧量,原水样的COD与前者之差作为悬浮颗粒有机物耗氧量。

2 结果和讨论

2.1 虾池与水库水主要化学成分含量

1990年6-10月所测得的8个试验池与3个水库水的主要化学成分含量变化范围与平均值列于表2。表2表明, 水库与虾池相应化学成分含量多数无显著差异。但虾池pH较高(8.89), 主要由于 HCO_3^- 与 CO_3^{2-} 受盐碱底质等影响而使两者含量增加的程度不同所致。所取水样pH多数大于8.3, 故水中 H_2CO_3 主要以二级电离方式进行^[9]。

表2 8个试验池和3个水库化学成分含量(1990年6-10月)

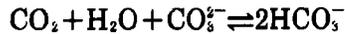
Table 2 Chemical composition contents of water in 8 test ponds and 3 reservoirs (June-October, 1990)

类 别	水 库		虾 池	
水 温 (°C)	2.46	$\frac{12}{26.7 \pm 2.3}$ 320	24.6	$\frac{18}{28.7 \pm 2.1}$ 32.8
$\sum S$ (g/l)	7.62	$\frac{12}{9.46 \pm 1.81}$ 11.50	7.59	$\frac{36}{9.39 \pm 1.54}$ 11.66
pH	8.38	$\frac{12}{8.56 \pm 0.20}$ 8.94	7.92	$\frac{37}{8.98 \pm 0.41}$ 9.87
Cl^- (mg/l)	4468.93	$\frac{12}{5556.56 \pm 1130.97}$ 6792.88	4450.94	$\frac{37}{5466.41 \pm 946.06}$ 6880.03
SO_4^{2-} (mg/l)	159.67	$\frac{12}{185.33 \pm 14.51}$ 203.70	88.89	$\frac{37}{224.17 \pm 79.26}$ 426.41
CO_3^{2-} (mg/l)	3.56	$\frac{12}{5.26 \pm 1.42}$ 7.56	1.78	$\frac{33}{10.85 \pm 5.24}$ 20.45
HCO_3^- (mg/l)	44.30	$\frac{12}{82.50 \pm 18.93}$ 95.38	49.27	$\frac{36}{91.10 \pm 19.18}$ 131.77
A (mmol/l)	0.87	$\frac{12}{1.52 \pm 0.32}$ 1.71	1.04	$\frac{36}{1.79 \pm 0.22}$ 2.16
Ca^{2+} (mg/l)	73.35	$\frac{12}{116.35 \pm 45.40}$ 160.59	74.54	$\frac{39}{139.11 \pm 31.71}$ 172.2
Mg^{2+} (mg/l)	313.97	$\frac{12}{369.21 \pm 55.27}$ 430.25	308.38	$\frac{39}{358.85 \pm 53.82}$ 437.79
H_T (德国度)	82.55	$\frac{12}{101.40 \pm 19.06}$ 121.69	83.05	$\frac{39}{102.59 \pm 15.76}$ 124.39
$\text{Na}^+ + \text{K}^+$ (mg/l)	2534.00	$\frac{12}{3149.04 \pm 629.05}$ 3841.75	2514.50	$\frac{35}{3098.28 \pm 522.31}$ 3896.50



因此得
$$\text{pH} = \text{pK}_2 - \log \frac{C_{\text{HCO}_3^-}}{C_{\text{CO}_3^{2-}}} \quad (2)$$

式(2)中 $pK_2 = -\log K_2$ (K_2 为 H_2CO_3 二级电离常数), $C_{HCO_3^-}$ 与 $C_{CO_3^{2-}}$ 分别为 HCO_3^- 与 CO_3^{2-} 的浓度。池水之 $C_{HCO_3^-}$ 与 $C_{CO_3^{2-}}$ 较水库相应值分别增加了0.1和1.0倍,由(2)式可知,虾池水pH值必高于水库。此外亦与池中浮游植物量高于水库有关,因光合作用使下列化学反应向左移动^[9,10]:



因而引起 $C_{HCO_3^-}/C_{CO_3^{2-}}$ 比值下降,致使池水pH值升高。同时,由于池水中浮游动物量也高于水库,可见池中光合作用与呼吸作用均强于水库,以致使池水pH变化范围(7.92-9.87)明显地超过水库(8.38-8.94)。河口沿岸系盐碱地,池水pH值较高,特别是在养殖前期,其值往往超出对虾生长可适范围(7-9)^[1],故放养虾苗前务必注意降低pH的处理。为此可在清晒塘后即注入少量水覆盖池底,切勿让池底暴露于空气中,以防底泥盐碱上提。放苗肥水前数日,再以新鲜海水反复浸泡与冲洗虾池,直至pH值合适为止。1990年,该公司放苗前池水pH基本均超过9.4,其中3号池竟高达10.04,致使虾苗死亡。1990年放苗肥水前,公司各池均作了充分浸泡与冲洗,多数池水pH低于9.4,饲养一个月的虾苗成活率又较1990年提高约20%,最高达80%以上,生产获得丰收,公顷均产量高达3.3吨,较1990年提高50%。

池水阴离子中以 Cl^- 含量最高(4.45-6.88g/l),平均为5.47g/l,占总含盐量(ΣS)的58%,其他依次为 SO_4^{2-} 与 $HCO_3^- + CO_3^{2-}$,平均含量分别为0.22g/l与0.10g/l。阳离子中以 $Na^+ + K^+$ 含量最高(2.51-3.90g/l),平均为3.10g/l,占总含盐量的33%。 Mg^{2+} 与 Ca^{2+} 平均含量分别为0.36g/l与0.14g/l。

池水碱度(A)平均为1.79 m mol/l,总含盐量(ΣS)为9.39g/l,仅约为大洋水含盐量的26%左右。1991年7-8月,池水比重仅为1.0013-1.0015, ΣS 约为5.5g/l,5月上旬放养虾苗(0.7cm)时,比重也仅为1.005。可见两年中 ΣS 经常低于一般认为养虾的合适盐度(10-28‰)范围,特别是水灾的1991年,池水 Cl^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 与 $Na^+ + K^+$ 含量仅约为前一年的51-76%,但此两年公司对虾生长均较往年为好,成活率与产量逐年提高,经济效益也逐年提高(见表1)。可见中国对虾良好生长的盐度可适下限尚待进一步探讨。

由上述可见,当地自然海水阴阳离子含量远低于大洋水,且失去了大洋水所具有的诸如各处海水主要离子含量比值基本恒定等特点^[9],但阴阳离子含量大小顺序却仍类同大洋水。鉴于河口水上述特点及对虾生长、繁殖特点,其仅可用作养殖用水,而不能直接用于育苗。经作者多年生产性育苗实践证明,河口水适当添加化学药品等调配后仍可用作育苗用水。

据测定值,按阿列金分类法^[2],漕泾自然海水仍属海水类型,即氯化水,钠组,Ⅲ型($CLNa$)。

(1)农业部水产司,1989. 中国对虾养成技术规范。

表3 1990年7-10月8个试验池、3个水库和闸外海区营养元素含量

Table 3 Nutrient elements of water in 8 test ponds and 3 reservoirs (July-October, 1990)

池别	铵态氮(NH ₃ -N _T)		亚硝酸盐氮(NO ₂ ⁻ -N)		硝酸盐氮(NO ₃ ⁻ -N)		磷酸盐(PO ₄ ⁻ -P)	总氮总量(N _T)	N/P				
	(mg/l)	百分比(%)	(mg/l)	百分比(%)	(mg/l)	百分比(%)				(mg/l)	(mg/l)	(原子比)	
闸外	0.48 ⁶ 1.61±1.59	2.73	64.9	0.029 ⁶ 0.031±0.004	0.034	1.3	0.57 ⁶ 0.84±0.38	1.12	33.9	0.021 ⁶ 0.027±0.009	0.033	2.48	203
3个水库	0.00 ¹² 0.78±0.30	2.83	39.6	0.034 ¹² 0.047±0.012	0.079	2.4	0.39 ¹² 1.14±0.38	1.52	57.9	0.025 ¹² 0.043±0.016	0.062	1.97	101
1	0.033 ¹⁵ 1.02±0.84	2.60	81.0	0.025 ¹⁵ 0.051±0.027	0.11	4.0	0.00 ¹⁵ 0.19±0.25	0.89	15.1	0.0000 ¹⁵ 0.0052±0.0020	0.0078	1.26	536
3	0.033 ⁶ 0.32±0.49	0.60	27.1	0.083 ⁶ 0.094±0.016	0.105	8.0	0.61 ⁶ 0.77±0.22	0.92	65.3	0.007 ⁶ 0.0014±0.011	0.022	1.18	186
6	0.82 ⁶ 1.02±0.28	1.22	50.7	0.065 ⁶ 0.069±0.0049	0.072	3.4	0.53 ⁶ 0.92±0.55	1.31	45.8	0.0000 ⁶ 0.0052±0.0074	0.0100	2.01	855
10	0.00 ¹⁵ 1.23±1.10	3.01	68.0	0.035 ¹⁵ 0.11±0.20	0.850	6.1	0.16 ¹⁵ 0.47±0.29	1.22	26.0	0.0000 ¹⁵ 0.0067±0.0150	0.0510	1.81	598
11-2	0.87 ⁶ 2.10±1.26	3.36	70.9	0.062 ⁶ 0.073±0.013	0.086	2.5	0.53 ⁶ 0.79±0.19	1.00	26.7	0.026 ⁶ 0.016±0.011	0.029	2.46	409
17	0.48 ⁶ 0.61±0.18	0.74	49.2	0.120 ⁶ 0.130±0.014	0.140	10.5	0.44 ⁶ 0.50±0.08	0.55	40.3	0.005 ⁶ 0.021±0.015	0.027	1.24	171
20	0.26 ⁶ 0.50±0.34	0.74	35.5	0.069 ⁶ 0.076±0.010	0.083	5.4	0.40 ⁶ 0.83±0.60	1.25	58.9	0.004 ⁶ 0.021±0.025	0.039	1.41	149
34	0.28 ⁶ 0.52±0.33	0.75	39.7	0.084 ⁶ 0.096±0.016	0.107	7.3	0.39 ⁶ 0.69±0.42	0.99	52.7	0.000 ⁶ 0.013±0.018	0.026	1.31	223
8池 平均	0.00 ⁸ 0.92±0.57	3.36	55.8	0.025 ⁸ 0.087±0.023	0.850	5.3	0.00 ⁸ 0.65±0.24	1.31	39.4	0.000 ⁸ 0.012±0.0068	0.0062	1.65±0.61	304

2.2 氮磷营养元素

表3为1990年7-10月8个试验池、3个水库与自然海区(简称闸外)水中三态氮与可溶性磷的测定值变化范围与平均值。表3表明,自然海水有效氮含量高,闸外与水库水三态氮总量均值(N_T)与可溶性磷均值均高于池水的相应值,闸外、水库与虾池之N_T分别为2.48、1.97与1.65mg/l,其中总氨氮(NH₃-N_T)占N_T百分比分别为65%、40%与56%。河口自然海水N_T如此之高,显然是由于河水的携带所致^[4]。从有关计算式可知^[4],河口沿岸池水pH较高,毒(分子)氨(NH₃)的量必随之增高。因此这类地区的虾池水应允许有适量的浮游植物,以便降低NH₃含量。闸外、水库与池水NO₂⁻-N含量占各自N_T的比例为1%、2%与5%。可见虾池水三态氮分配比例均同于该地区自然海水,均以NH₃含量最高。但池水NO₂⁻-N含量有所增加,应引起注意。

该海区可溶性磷含量较低,平均为0.027mg/l, N/P=203(原子比),8个虾池均值为0.012mg/l, N/P为149-855,均值为304。有资料指出^[5],长江口水域中, N/P为40-150,海洋生物

体和大洋水中N与P比值通常约为16,此称之为Redfield比值。当N/P>30时,三角褐指藻等多种浮游植物的生长均受到磷含量过低的限制。可见海区与虾池水氮与磷含量比例严重失调。处于非最佳范围。

2.3 虾池水质指标与换水

数年来公司采用一定时间内一次性连续排换水量约40%,为评价换水时间与数量对水质的影响,将海水在池中滞留静置时间规定如下:取虾池进水时进入换水量一半的时间作为海水入池后滞留静置时间的起始点,继之经过换入另一半水量的时间、池水不排不换的静置时间至虾池开始排出应排量一半时的时间止,此段时间称之为海水在池中的滞留静置时间。按此计算,公司所有虾池水滞留时间为范围36-59小时,即每隔36-59小时虾池排换水量约40%。

表4为1991年1与35号池氮磷与溶氧测定值。7月30日1号池水已滞留59小时,35号刚进完新水,8月3日1号池进水16小时,7月31日35号池水已滞留36小时。表中值表明,池水仅在滞留静置一段时间后,各水质指标方呈现显著的水层分布变化特点。如7月30日1号池水的 NH_3-N 、 NO_2^--N 与 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ 按水层加深而递增,相应的DO、pH与 NO_3^--N 则逐渐递减。35号池水质状况不如1号池。其DO明显低于1号池,而 NH_3-N 又较1号池高得多。此与35号池放养密度高(为1号的池的147%),投饵量又过多有关。所以尽管35号池仅每隔36小时便排换水40%,但仍不如每隔59小时才排换水40%的1号池,以致最终成活率与经济效益均较1号池差。

表4 1号与35号池营养元素和溶解氧含量

Table 4 Nutrient element and dissolved oxygen contents of water in No. 1 and No. 35 ponds (1991)

池号	日期 时间	水层	水温 ($^{\circ}\text{C}$)	pH	NH_3-N (mg/l)	NO_2^--N (mg/l)	NO_3^--N (mg/l)	$\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ (mg/l)	DO (mg/l)
1号	7月30日 (15:00)	表层	33.0	9.43	1.23	0.10	0.97	0.032	14.00
		中层	32.5	9.23	1.29	0.11	0.64	0.029	10.15
		底层	32.0	9.19	2.29	0.11	0.56	0.067	8.43
	8月3日 (7:00)	表层	30.8	8.83	0.65	0.10	0.99	0.030	5.39
		中层	30.5	8.87	0.88	0.10	0.27	0.021	5.64
		底层	30.0	8.78	0.59	0.10	0.97	0.018	5.38
35号	7月30日 (8:00)	表层	30.4	8.48	3.29	0.09	0.65	0.027	4.43
		中层	30.8	8.49	3.06	0.10	0.54	0.28	4.57
		底层	30.8	8.32	3.82	0.10	0.59	0.037	4.64
	7月31日 (8:00)	表层	29.6	8.53	3.25	0.10	0.41	0.011	3.71
		中层	30.0	8.54	4.00	0.14	0.19	0.015	3.78
		底层	30.0	8.53	2.75	0.11	0.80	0.018	3.71

表5 10号池营养元素与溶解氧含量

Table 5 Nutrient element and dissolved oxygen contents of water in No. 10 pond

日期	水温 (°C)	比重	PH	NH ₃ -N _T (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	PO ₄ ³⁻ -P (mg/l)	H ₂ S-S (mg/l)	DO		备注
									(mg/l)	O ₂ %	
7.31. 24.00	30.9	1.004	9.03	1.68	0.06	0.61	未检出	0.05	7.48	106.4	进水结束
8.1. 8:00	29.3	1.004	8.70	1.55	0.05	0.19	未检出	0.01	4.35	60.3	
8.1. 16:00	31.7	1.004	9.72	1.03	0.04	0.24	未检出	0.02	12.85	206.7	
8.2 8:00	29.3	1.004	9.40	0.44	0.04	0.35	未检出	0.01	8.76	121.4	池水已滞留44小时

表5为10号池氮磷等测定值,7月31日各值为刚进完40%水量所测,8月2日的值为池水滞留静置44小时后所测。比较此二日数据可发现,7月31日24:00尽管刚换进40%新水,但由于当日水库NH₃-N_T测定值高达2mg/l以上,故池水NH₃-N_T值也较高(1.68mg/l);夜间由于呼吸作用等原因,至8月1日8:00,池水pH值明显下降,溶氧较7月31日24:00下降了42%,但至16:00,在强烈的光合作用下,消耗大量CO₂与NH₃-N_T,所以池水的pH值上升了一个单位一达9.72, NH₃-N_T也明显下降,溶氧量较8:00增加了近二倍。可见,池水各水质指标的变化受排换水、光合作用与生物呼吸耗氧等主要因子的牵制。

目前,公司采用清晒塘后以水充分浸泡、冲洗虾池,继之在肥水培养饵料生物后。按每公顷放苗(3~4cm)180.0±3.0万尾,池水量(以池的深度计)由起始的50-60cm逐日添加约5cm,约1个月后开始排陈水换新水,排换水量逐步加大,至高温季节达最大排换量,即每隔约59小时排换水量40%。据公司生产效益逐年以较大幅度增加以及二年虾池水质状况的观测,认为公司目前的管理方式对于河口沿岸虾池是可取的。

2.4 有机物耗氧量

表6 1990年9-10月8个试验池与3个水库(含闸外)有机物耗氧量

Table 6 Oxygen consumptions of organism in 8 test ponds and 3 reservoirs including natural sea area (September-October, 1990)

类别	原水耗氧量 (mgO ₂ /l)	过滤水耗氧量 (mgO ₂ /l)	悬浮有机物耗氧量 (mgO ₂ /l)
闸外+3个 水库	10.6—16.8 13.6	8.2—10.8 9.6	5.6—7.8 5.3
8只池	15.6—20.2 17.4	8.0—10.5 8.6	5.6—11.6 8.9

表6为1990年9-10月(闸外+3个水库)与8个试验池水的有机物化学耗氧量(COD_{Mn})的变化范围及平均值。表6表明,水源与池水化学耗氧量波动范围都较大,按通常将耗氧量达到13-15mg/l的水即属肥水的标准^[7],则以有机物含量较高的河口水作为养虾水源,其常可达肥水标准。由表6可知,池水可溶性有机物(含胶态)与悬浮有机物耗氧量分别为8.6与8.9mg/l,两者极为接近,此和一般人们认为的营养型湖泊中,当原生动物和细菌繁殖盛期时,可溶与悬浮有机物含量比值接近1的情况类似^[11]。

3 结语

3.1 漕泾对虾养殖公司虾池主要水化学特点

3.1.1 常量成分含量

$\Sigma S=9.39 \pm 1.54 \text{g/l}$, $A=1.79 \pm 0.22 \text{mmol/l}$, $\text{pH}=8.89 \pm 0.41$, Cl^- 与 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 含量分别为 $5.47 \pm 0.95 \text{g/l}$ 和 $3.10 \pm 0.52 \text{g/l}$;水质类型为 Cl^- ,属海水体系;底质系盐碱地, pH 较高,因此应特别注意放苗前池水碱性的降低处理。

3.1.2 三态氮含量丰富

$\text{N}_T=1.65 \pm 0.61 \text{mg/l}$,其中 NH_3-N_T 占56%, $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 占39%, $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 占5%, $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}=0.012 \pm 0.007 \text{mg/l}$, $\text{N:P}=304$,比例严重失调。

3.1.3 有机物含量已达肥水标准

总耗氧量为 17.4mg/l ,其中可溶与悬浮有机物量几乎相等。

3.1.4 池水溶氧饱和度($\text{O}_2\%$)

通常为80%以上,但当池水静置一段时间后,特别是七、八月的凌晨, $\text{O}_2\%$ 有时仅为50%左右,因此高温季节应合理使用增氧机以提高含氧量,避免虾缺氧浮头。

3.2 虾苗放养密度与换水量

河口沿岸虾池3-4cm虾苗放养密度以 18.0 ± 3.0 万尾/公顷为宜,7月下旬(高温期)起可采用每隔59小时排换水量约40%。

参加实验室工作的有高一新、路易华、赵丰年等,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 中国医学科学院卫生研究所,1979.水质分析法,161-167.人民卫生出版社(京).
- [2] 汤鸿霄,1979.用水废水化学基础,75-76,106-109.中国建筑工业出版社(京).
- [3] 陈国珍,1965.海水分析化学,329-343.科学出版社(京).
- [4] 国家海洋局,1975.海洋调查规范(第三分册)海水化学要素的测定,III38-III48.
- [5] 胡明辉、杨逸萍,1989.长江口浮游植物生长的磷酸盐限制,海洋学报,11(4):439-443.
- [6] 张正斌等,1984.海洋化学,331-325.上海科学技术出版社.
- [7] 雷衍之等,1983.无锡市河埭口高产鱼池水质研究.水产学报 7(3):185-199

- [8] Alabaster, J. S. and R. Leoyd, 1982. *Water Quality criteria for freshwater*, 85-88 Printed in England by the University Press. Cambridge.
- [9] Riley, J. P. and G. Skirrow, 1975. *Chemical oceanography*. Academic Press INC. (London) LTD. . 2: 600.
- [10] Stumm. W. and James J. Morgan, 1970. *Aquatic chemistry*. John Wiley Sons INC. 199-121.
- [11] Wetzel, R. G., 1975. *Limnology*. Philandephia London Toronto.

THE HYDROCHEMICAL STATE OF WATER IN *PENAEUS CHINENSIS* PONDS ALONGSHORE ESTUARY

Zang Wei-ling, Dai Xi-lin and Zhu Zheng-guo

(Departement of Aquaculture, SFU, 200090)

Xu Gui-rong and Xu Ren-guo

(Cao Jin Prawn Culture Corporation, Shanghai, 201507)

ABSTRACT The paper investigated the hydrochemical state in *Penaeus chinensis* ponds from June to October 1990 and from July to August 1991. Averaged contents of different chemical compositions of the pond water are as follows:

1. The pH is 8.98, and alkalinity, 1.79 m mol/l. Total contents of salts are 9.50g/l. Contents of Cl^- and $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ are the highest among ions in the pond water; they are 5.50g/l and 3.10g/l, respectively. The contents of the above materials are greatly less than that of oceanwater. The natural seawater in Cao Jin area has the characters of typical estuarine water, but it still belongs to normal oceanwater type, i.e. chloride water, natrium group, type III (Cl^{Na}).

2. Contents of nutrient elements in the water are rich, but phosphorus contents are inadequate. The effective nitrogen averages 1.65 mg/l, among which $\text{NH}_3 - \text{N}$ accounts for 56%; $\text{NO}_3^- - \text{N}$, 39%; $\text{NO}_2^- - \text{N}$, 5%. The reactive soluble phosphorus is 0.012 mg/l. The ratio of N to P is 304. The chemical oxygen consumption (COD_{Mn}) is 17.4 mg/l.

3. According to hydrochemical determination in 1990 and 1991 and the productive states for these two years it is more reasonable that 40% of water in a pond should be changed for 59 hours in a culture density of 180.0-30.0 10^3 *Penaeus chinensis* juveniles (3-4 cm) per ha.

KEYWORDS alongshore estuary, hydrochemical composition, nutrient element, *Penaeus chinensis*

Many thanks to Gao Yi-xin, Lu Yi-hua and Xhao Fen-nian for their laboratory work.