

南美白对虾淡养过程中虾池水质测定与分析

王小谷¹, 孙浩波², 杨 丹¹, 胡锡钢¹

(1. 国家海洋局 第二海洋研究所, 浙江 杭州 310012; 2. 南京水产科学研究所, 江苏 南京 210029)

摘 要: 对4个南美白对虾淡化养殖虾池池水的温度、盐度、pH值、溶解氧、营养盐(硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、磷酸盐)、叶绿素 a 的变化进行了测定和分析, 结果表明: (1) 4个虾池池水的温度为23~29℃, 盐度为1.100~1.500, pH值为8.1~8.8, 溶解氧质量浓度为4.84~6.95 mg/L, 基本适合南美白对虾生长过程中对水质的要求; (2) 4个虾池池水中的无机氮和无机磷含量几乎全部超过富营养化阈值, 其质量浓度的平均值分别为0.436 mg/L和0.153 mg/L。硝酸盐是总氮的主要存在形式, 铵盐与亚硝酸盐在水体中的含量较高, 但均低于南美白对虾要求的安全质量浓度, 其质量浓度平均值分别为82.23 $\mu\text{g/L}$ 和55.05 $\mu\text{g/L}$ 。叶绿素 a 含量很高, 但在各虾池池水中的含量变化不一, 与无机氮含量呈负相关。N/P值为0.58~11.58, 个别虾池达32.56, 但各虾池绝大部分时间的N/P值为5以下。

关键词: 南美白对虾; 淡养; 水质

中图分类号: Q178.523 **文献标识码:** A

0 引言

我国对虾养殖业经过了80年代快速发展后, 90年代出现了迅速衰退。90年代末, 由于南美白对虾 *Penaeus vannamei* 的引进及淡化养殖对虾技术的开发与成熟, 淡化养殖开始走向了中兴。但是, 由于淡化养殖场大多数地处内陆, 养殖水源为江河湖水, 自净能力远不如海洋, 且大部分水源由于工厂及生活污水的排放, 已经有不同程度的污染, 给方兴未艾的对虾淡化养殖业带来了很大的损失。

南美白对虾淡养过程中池水的温度、盐度、pH值、溶解氧以及营养盐的含量等各项指标对养殖产量的提高有极大影响。铵盐与亚硝酸盐对南美白对虾均有致毒作用。铵盐可降低与对虾抗病力有关的酶的活力^[1], 促使对虾的呼吸色素——血蓝蛋白的分解, 降低其输氧功能^[2]。因此, 了解并提高养殖过程中虾池水质是非常必要的。

本文为2001年在杭州萧山现代农业开发区水产养殖场进行南美白对虾淡化养殖过程

收稿日期: 2002-01-21

基金项目: 2000年国家海洋局科技项目; 浙江省海洋管理开发基金资助项目(00-3-3-2-02)

作者简介: 王小谷(1968-), 男, 浙江杭州市人, 工程师, 主要从事水产养殖方面的研究工作。

中对虾池水质的测定与分析,为进一步了解对虾淡化养殖过程中虾池水质的变化,提高对虾淡化养殖技术水平提供参考。

1 采样与方法

1.1 采样位置和方法

样品取自杭州萧山现代农业开发区水产养殖场的 1-2、2-1、2-2 及 4-2 号 4 个虾池。虾池的基本情况见表 1。

表 1 4 个虾池的基本情况

池塘号	面积/m ²	底质	平均水深/m	1.5 kW 增氧机/台	放苗量 / (尾·m ⁻²)	产量 / (kg·m ⁻²)	平均产量 / (kg·m ⁻²)
1-2	5 333.33	沙质	1.5	2	45	0.318	
2-1	5 333.33	沙质	1.5	2	45	0.368	
2-2	5 333.33	沙质	1.5	2	45	0.281	
4-2	2 666.67	沙质	1.5	1	45	0.168	
							0.288

用 HQM-1 采样器采集虾池中的次表层水。每个虾池设 1 个采样点,共采集 6 次。采样时间分别为 2001 年 5 月 9 日、5 月 24 日、6 月 9 日、6 月 27 日、7 月 12 日和 7 月 27 日的 09 时。

1.2 测定方法与标准

虾池池水测定项目包括:温度、盐度、pH 值、溶解氧、营养盐(硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、磷酸盐)及叶绿素 *a*。

测定方法均按《海洋监测规范》中规定的方法进行^[3]。硝酸盐的测定采用锌镉还原法;亚硝酸盐的测定采用重氮偶氮法;铵盐的测定采用靛酚蓝法;磷酸盐的测定采用磷钼蓝法;校正曲线采用的标准物质为国家海洋局第二海洋研究所生产的国家一级标准物质。叶绿素 *a* 的测定采用萃取荧光法。

南美白对虾淡水养殖水质的各项指标的标准参考《南美白对虾淡水高产养殖技术》中的标准,对虾产量达到 0.3 kg/m² 以上被认为其水质适合南美白对虾的生长要求^[4]。

2 结果与讨论

2.1 水温

养殖过程中 4 个虾池的水温为 23~29℃,随时间的推移水温呈逐渐上升趋势,基本适合南美白对虾生长过程中对池水温度的要求。养殖中期时,水温有所下降,这与当时气温

下降有关。各虾池之间水温的差异很小。

2.2 盐度

图1为各虾池池水盐度变化图。养殖虾池池水中盐度很低,为1.100~1.500,接近淡水,基本适合南美白对虾生长过程中对池水盐度的要求。各虾池之间盐度的差异很小。

2.3 pH值

图2为各虾池池水pH值变化图。各虾池池水的pH值为8.1~8.8,平均值为8.63,pH值均偏高。在养殖中后期,剩饵的腐烂等也并未引起pH值下降,这是由于养殖后期池水中浮游植物大量繁殖,使水体中pH值升高。因此,养殖过程中,可通过限制水中浮游植物大量繁殖的方法使pH值降低。

各虾池池水pH值的变化有所不同,4-2号虾池的变化最大,且长时间保持在相对较低的状态(pH值为8.1),2-1号虾池的pH值的变化则最为稳定。

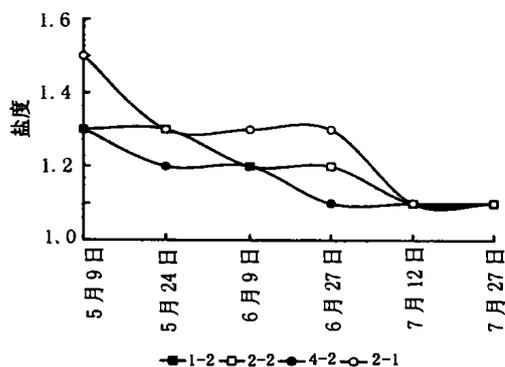


图1 各虾池池水盐度变化

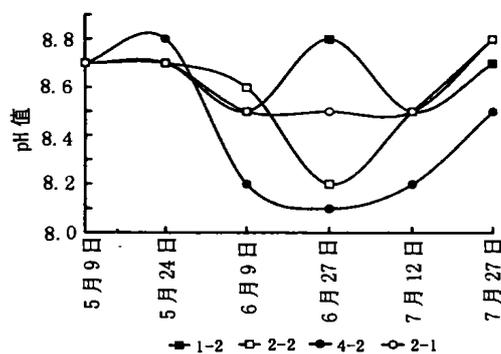


图2 各虾池池水pH值变化

2.4 溶解氧

图3为各虾池池水溶解氧含量变化图。由于各虾池都配有1.5 kW的增氧机,所以池水中的溶解氧含量不仅受到浮游植物的光合作用及有机质分解的影响和控制,同时还受到人为因素的制约。

根据天气、水色等不同情况开启增氧机,使4个虾池池水溶解氧质量浓度的平均值基本保持在5.84 mg/L,变化范围为4.84~6.95 mg/L,使其比较适合南美白对虾的养殖^[4]。

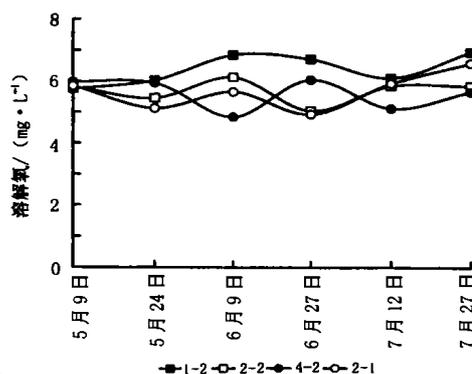


图3 各虾池池水溶解氧含量变化

2.5 营养盐

2.5.1 硝酸盐

图 4a 可见, 各虾池池水硝酸盐含量均很高, 其质量浓度变化范围为 23.56~1 171.80 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 310.00 $\mu\text{g/L}$ 。6 月 27 日 1-2、2-2 及 4-2 号 3 个虾池池水的硝酸盐质量浓度均超过 600.00 $\mu\text{g/L}$, 7 月 12 日起才大幅度回落, 这次大幅度的回落与养殖后期换水有关。因此养殖过程中应及时为虾池换水, 以保持池中硝酸盐含量符合养殖的水质标准。

2.5.2 亚硝酸盐

图 4b 可见, 各虾池池水亚硝酸盐质量浓度变化范围为 5.98~199.64 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 55.05 $\mu\text{g/L}$, 低于南美白对虾要求的安全质量浓度 (201 $\mu\text{g/L}$)^[4]。虽然亚硝酸盐在水体中是不稳定的, 但从所测结果来看, 某些虾池池水中亚硝酸盐的含量仍然很高, 从养殖初期到中后期, 1-2、2-2、4-2 号 3 个虾池池水中的亚硝酸盐含量均随时间的推移而呈上升趋势, 与硝酸盐变化趋势相似。特别是 4-2 号虾池, 6 月 27 日其池水中亚硝酸盐的质量浓度已达 199.64 $\mu\text{g/L}$, 这与虾池投饵过量且长期不换水, 使水体处于还原状态有关。其后的回落也与养殖后期虾池换水有直接关系。

2.5.3 铵盐

图 4c 可见, 各虾池池水铵盐含量很高, 其质量浓度变化范围为 23.4~392.4 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 82.23 $\mu\text{g/L}$, 低于南美白对虾要求的安全质量浓度 (5 551 $\mu\text{g/L}$)^[4]。各虾池池水铵盐含量的差异很大, 4-2 号虾池 6 月 9 日铵盐质量浓度已达 392.4 $\mu\text{g/L}$, 对该虾池对虾的生长带来不利影响, 致使其产量降低。

2.5.4 磷酸盐

图 4d 可见, 各虾池池水中磷酸盐的含量极高, 其质量浓度变化范围为 9.40~299.86 $\mu\text{g/L}$, 平均值为 153.34 $\mu\text{g/L}$ 。5 月 9 日第一次测定时, 池中磷酸盐质量浓度已达 115.62~285.76 $\mu\text{g/L}$ 。磷酸盐的这种高含量可能与周围工厂排污使水质受到污染有关。其后各虾池磷酸盐含量呈下降趋势, 这与浮游植物生长过程中对磷酸盐的吸收作用有关。

2.5.5 无机氮 (铵盐+硝酸盐+亚硝酸盐)

图 4e 可见, 无机氮变化趋势与硝酸盐变化趋势相一致, 无机氮的平均质量浓度为 0.436 mg/L , 因此, 硝酸盐是无机氮的主要存在形式。按照邹景忠等^[5]提出的营养盐阈值标准 (即: 水质中的无机氮为 0.2~0.3 mg/L , 无机磷为 0.04 mg/L), 所测 4 个养殖虾池池水中的无机氮、无机磷的含量均超过该阈值, 可以判定这些虾池水已处于富营养化状态。

2.5.6 N/P 值

对于浮游植物本身而言, 其平均的 N/P 原子比为 16:1^[6], 浮游植物在水中也是按照此比例来吸收水中的 N 和 P 的^[7]。所测结果可知, 各虾池的 N/P 没有接近此值, 除 2-2 号虾池 7 月 12 日所测 N/P 值在 32.56 外, 其余所有测得的比值均小于此值, 为 0.58~11.58, 而且大部分比值均小于 5 (见图 4f)。Darley^[8]认为, 高氮磷比 (>30), 意味着磷限制, 低氮磷比 (<5), 意味着氮限制。因此可以认为氮是所测 4 个养殖虾池池水浮游植物的限制因子。但是, 由于所测虾池池水氮和磷的含量均远远超过阈值, 因此可以认为该虾池池水不存在氮和磷营养盐对浮游植物生长的限制^[9]。

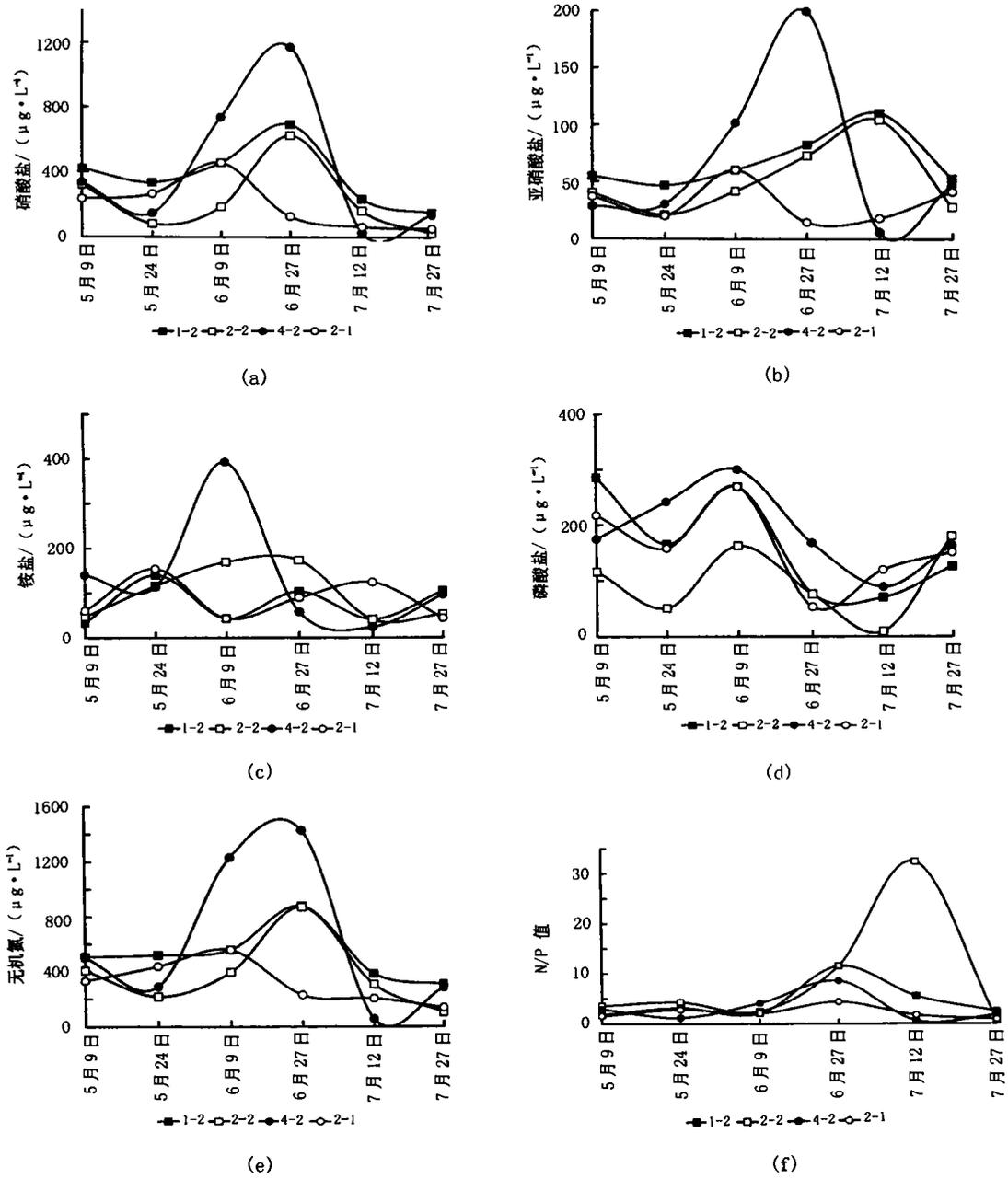


图4 各虾池池水硝酸盐(a)、亚硝酸盐(b)、铵盐(c)、磷酸盐(d)、无机氮(e)含量及N/P值(f)的变化

2.6 叶绿素 a

图5 为各虾池池水叶绿素 a 含量变化图。各虾池的叶绿素 a 含量很高,在养殖初期质量

浓度就已达 $47.15 \sim 72.00 \mu\text{g/L}$, 根据 Hakanson^[10]富营养化标准, 所测的虾池池水已处于富营养化状态。4 个虾池水体中叶绿素 *a* 含量过高, 不利于南美白对虾的生长并使其易发生多种疾病, 从而影响其生长。

各虾池池水中叶绿素 *a* 含量变化比较平稳, 只有 4-2 号虾池池水在养殖中期 (6 月 9 日~7 月 12 日) 的 1 个多月时间内处于相对较低的状态 (质量浓度为 $1.50 \sim 3.47 \mu\text{g/L}$), 这与该虾池底栖硅藻大量繁殖, 吸收了水中大量的营养盐及微量元素, 从而抑制浮游植物的繁殖生长有关。

从整体上来看, 各虾池池水中叶绿素 *a* 的含量与各自的无机氮含量呈负相关, 无机氮含量升高, 叶绿素 *a* 含量则下降, 因此, 虾池池水中的氮对浮游植物的影响较大。

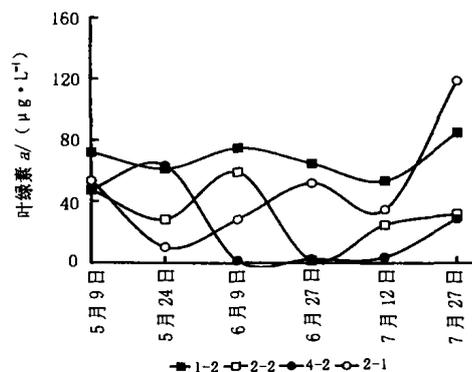


图 5 各虾池池水叶绿素 *a* 含量变化

3 小结

(1) 对南美白对虾淡养过程中水质的分

析表明: 4 个虾池池水的温度、盐度、pH 值基本适合南美白对虾的淡养, 其中, pH 值略高, 养殖时可通过限制池中浮游植物大量繁殖的方法使其值降低。

(2) 虾池池水中的氮、磷含量偏高, 4 个虾池池水中的无机氮及无机磷含量几乎全部超过营养化阈值, 其质量浓度分别为 0.436 mg/L 和 0.153 mg/L 。硝酸盐是总氮的主要存在形式, 铵盐与亚硝酸盐含量很高, 其质量浓度的平均值分别为 $82.23 \mu\text{g/L}$ 和 $55.05 \mu\text{g/L}$, 但均低于南美白对虾要求的安全质量浓度, 个别虾池池水中铵盐的质量浓度在 6 月 9 日达到 $392.4 \mu\text{g/L}$, 对该虾池南美白对虾的生长带来不利影响, 使其产量下降。叶绿素 *a* 含量也很高, 在各虾池池水中的含量变化不一, 且与无机氮的含量呈负相关。N/P 值为 $0.58 \sim 11.58$, 个别虾池达到 32.56 , 但绝大部分时间的 N/P 值为 5 以下。4 个虾池池水呈富营养化状态, 一旦理化条件适合, 有害藻类将会大量繁殖, 从而引发赤潮, 将给对虾养殖带来严重损失。

(3) 各虾池对虾的平均产量为 0.288 kg/m^2 , 已基本达到 0.3 kg/m^2 的养殖标准, 因此这些虾池水质基本能够适应南美白对虾的生长。如果进一步加强管理, 降低池水中的氨氮含量, 提高池水质量, 将会获得更高的南美白对虾产量。

参考文献:

- [1] 孙舰军, 丁美丽. 氨氮对中国对虾抗病力的影响 [J]. 海洋与湖沼, 1999, 30 (3): 267~272.
- [2] Chen J C, Cheng S Y, Chen C T, et al, Changes of haemocyanin protein and free aminoacid levels in the haemolymph of *Penaeus japonicus* exposed to ambient ammonia [J]. Comp Biochem Physiol, 1994, 109A: 339~347.
- [3] 国家技术监督局. GB17378-1998. 海洋监测规范 [S]. 1998.

- [4] 刘刚, 李长波, 丁增明. 南美白对虾淡水高产养殖技术 [J]. 水产养殖, 2001, 6: 30~32.
- [5] 邹景忠, 董丽萍. 渤海富营养化和赤潮问题的初步探讨 [J]. 海洋环境科学, 1983, 2 (2): 45~54.
- [6] 胡明辉, 杨逸萍. 长江口浮游植物的磷酸盐变化 [J]. 海洋学报, 1989, 11 (4): 439~443.
- [7] 孙耀, 宋云利. 虾塘养殖水环境中氮磷营养盐的存在特征与行为 [J]. 水产学报, 1998, 22 (2): 117~123.
- [8] Darley W M. Algal Biology: A physiological approach oxford [M]. London: Black-well scientific publication, 1982.
- [9] 杨东方, 张经, 陈豫, 等. 营养盐限制的唯一性因子探究 [J]. 海洋科学, 2001, 25 (12): 49~51.
- [10] 吴鹏鸣, 姚荣奎. 环境监测原理与应用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1991.

Water quality analysis of the *Penaeus vannamei* freshwater culturing ponds

WANG Xiao-gu¹, SUN Hao-bo², YANG Dan¹, HU Xi-gang¹

(1. Second Institute of Oceanography, SOA, Hangzhou 310012, China; 2. Nanjing Fisheries Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: This paper described the change of the water quality which were sampled from the four *Penaeus vannamei* freshwater culture ponds, and the parameters including pH, salinity, Nitrate, Nitrite, Ammonia, phosphate, Chlorophyll-*a*, and Dissolved Oxygen were determined. The results show that the inorganic Nitrogen and Phosphour in four ponds were almost completely exceeded the conventional press of culturing without exception.

Key words: *Penaeus vannamei*; freshwater culture; water quality

海洋二所为海域使用管理提供技术支撑

为了促进海域综合效益和海洋经济的健康发展,多年来一直为广大海洋工作者和海域使用者所呼吁的全面规范海域使用的法律——《海域使用管理法》于今年1月1日开始施行。国家海洋局第二海洋研究所作为浙江省唯一一家甲级资质单位开展了大量的工作。

2002年5月16日,浙江省首次海域使用评审会在杭州召开,项目内容是有关南麂列岛人工鱼礁和海珍品养殖基地的海洋工程建设项目的海域使用论证,由海洋二所生物室教授级高工胡锡钢承担完成,该论证报告在会上得到了高度评价。由此,拉开了浙江省科学管理海域,促进海域的合理开发和可持续利用的序幕。紧接着,海洋二所又承担了杭州湾大桥海域使用论证、舟山六横小郭巨围垦工程海域使用论证、玉环坎门镇花岗岩礁填海工程海域使用论证和玉环坎门渔港海域使用论证等项目。

海洋二所作为一家综合性的海洋研究单位,以上所做的工作,均为海域使用管理提供技术支撑。

(施晓来)