

虾池赤潮的初步探讨*

张跃平 杜庆红 苏国成 陈水土 陈 然 李福东

(福建海洋研究所 厦门 361012)

提要 通过 1994、1995 年在福建连江县大官坂垦区的虾池生态环境调查,对虾池赤潮作了初步探讨。在养殖过程中,虽然浮游植物密度达到赤潮水平,但未出现赤潮,并对其原因作初步分析;相应地,其水环境呈以下特点:虾池溶解氧高、溶解氧饱和度高;早晨和傍晚的溶解氧变化幅度大;pH 8.0~8.9。另外,按王安利等的虾池赤潮判别和预报方程进行检验,出现较大误差。

关键词 虾池赤潮,浮游植物密度,溶解氧,溶解氧饱和度,pH 值

* 我国对赤潮的研究起步较晚,多侧重于海域、港湾、河口、近岸的赤潮调查研究或赤潮与养殖业(尤其是对虾养殖业)的关系,而有关虾池赤潮的研究甚少。现仅有王安利等对虾池赤潮盛衰规律的研究^[1]和虾池赤潮与环境因子关系的研究^[2];陆斗定、张若华等关于虾池赤潮危害的综合防治对策^[3,4]。基于上述几位学者对虾池赤潮的研究,作者于 1994~1995 年对福建连江大官坂垦区的虾池生态环境进行了研究,通过对浮游植物密度、溶解氧、pH 值、温度、盐度等生物化学因子的分析研究,对虾池赤潮作了初步探讨。

1 材料与方 法

材料取自于大官坂垦区虾病防治课题的试验池(1994 年大官坂垦区 5 区 1 排 9 号(1-9 号)、1 排 10 号(1-10 号)、4 排 4 号(4-4 号),1995 年 3 排 4 号(3-4 号))。测定方法为(1)浮游植物鉴定:用采水器采水(中表层)400 ml,加甲醛至 5% 浓度,固定静置 24~48 h,浓缩,在微小型浮游生物计数框下镜检、计数。(2)水化学要素测定:试验池每天早晨(6:00~6:40)和傍晚(17:00~17:30)各取一次水样。盐度用比重计测定后按公式换算;pH 值用色阶比色法测定,pH 计电位法校正;溶解氧含量(DO)用碘量法滴定,并通过现场温度、盐度计算溶解氧饱和度,单位分别为 mg/L 和%。

2 结 果

2.1 虾池的浮游植物密度情况

1994 年的三口试验池 1-9 号、1-10 号、4-4 号及 1995 年的 3-4 号的浮游植物密度情况见图 1、图 2。1994 年三口试验池有近半数以上的浮游植物密度超过 5.0×10^5 个/dm³,极个别甚至超过 10^7 个/dm³。1995 年的试验池全部超过 10^6 个/dm³,半数超过 10^7 个/dm³。经鉴定这几口试验池的浮游植物优势种主要是 *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* sp., *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., *Thalassiosira* sp., *Chlorella* sp.。以这些优势种为主的浮游植物群落组成大部分是微小种类,直径在几微米和几十微米之间。根据日本学者安达六郎(1973)提出的赤潮形成时水体赤潮生物的细胞密度范围:(1)当赤潮生物细胞小于 $10 \mu\text{m}$,密度大于 10^7 个/dm³, (2)细胞为 $10 \sim 29 \mu\text{m}$,密度大于 10^6 个/dm³, (3)细胞为 $30 \sim 99 \mu\text{m}$,密度大于 3×10^5 个/dm³;以及近几年日本学者确定的主要赤潮生物种类的基准密度标准:*Thalassiosira* spp., 10^7 个/dm³; *Skeletonema* sp., 5×10^6 个/dm³; *Chaetoceros* sp., 5×10^6 个/dm³; *Nitzschia* sp., 5×10^6 个/dm³^[5],从浮

* 福建省科委虾病攻关课题。参加课题的还有阮五崎、林永德等。
本文承福建海洋研究所庄启谦研究员审阅并提出宝贵意见,特此致谢。
收稿日期:1996-12-11

浮游植物密度单个因素角度看,这几口虾池均已达到赤潮水平。但事实上并未出现赤潮,虾池环境稳定,在大官坂垦区对虾病毒流行期间,取得较好产量。1-9号, 72 g/m²; 1-10号, 48.75 g/m²; 4-4号, 61.15 g/m²; 3-4号, 150 g/m²。而1994年连江大官坂垦区单养对虾8 270 000 m²,其中绝收面积4 267 000 m²,收成42.36 t,平均10 g/hm²①。

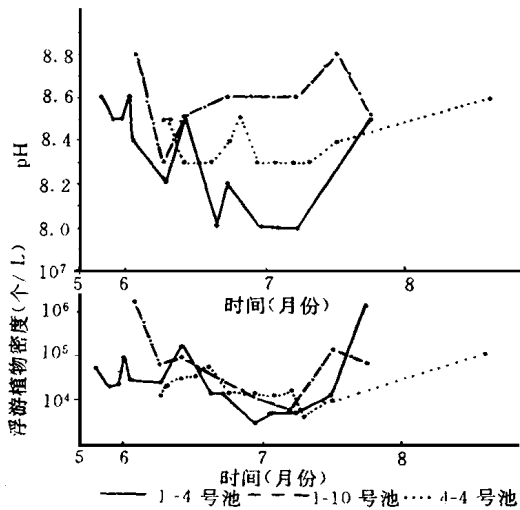


图1 1994年3口试验池浮游植物密度和pH值变化情况
Fig. 1 Changing situation of pH and density of phytoplankton in testing ponds in 1994

表1 试验池溶氧的饱和度情况

Tab. 1 Range of DO level in testing ponds

池号	时间	O ₂ (%)	达饱和或过饱和(%)
1-9	早晨	47.3~96.1	0
	傍晚	95.5~151.9	85.7
1-10	早晨	40.8~129.3	7.46
	傍晚	115.6~174.5	100
4-4	早晨	35.9~114.7	15.7
	傍晚	86.6~209.0	87.1

2.2 虾池的溶解氧变化情况

虽然几口虾池浮游植物密度均已达到赤潮水平,但并未因浮游植物大量繁殖而出现水体溶氧急剧下降的赤潮特征。相反地,溶解氧反而更高,呈现以下特点:(1)池内DO较高,见图3,4,5。(2)池内DO饱和度高(见表1)。傍晚池内DO饱和度达到饱和或过饱和的百分率均在80%以上。经一个晚上的浮游植物、对虾、有机物等的大量耗氧,第2天早晨仍有出现饱和度过100%,有的百分率高达15.7%。(3)早晨和傍晚的溶解氧含量变化幅度大(见图3,4,5)。

2.3 虾池的pH值变化情况

由图1、图2可见,四口试验池的pH值均在正常范围内。1-9号、3-4号池的pH值变化受浮游植物变化较明显,而1-10号和4-4号池不太明显。

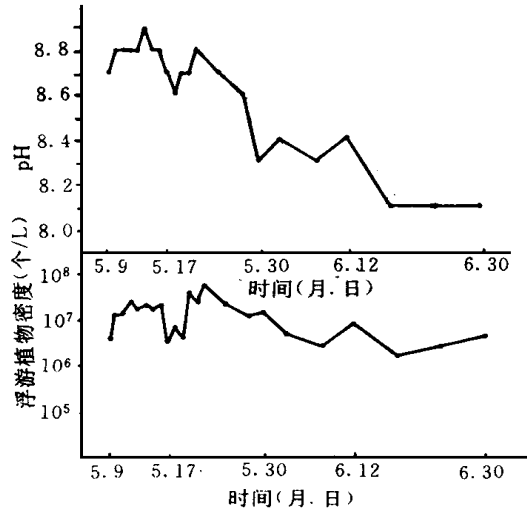


图2 1995年3-4号池浮游植物密度和pH值变化情况

Fig. 2 Changing situation of pH and density of phytoplankton in testing ponds in 1995

2.4 虾池环境与pH值、溶氧(DO)、温度(T)、盐度(S)的关系

前面都是从单因子进行分析说明,由于赤潮的形成与发展是生态系统内多因子综合作用的结果。现从pH, DO, T, S综合分析之,根据王安利等^[2]运用多元分析中的二值回归方法所建立的赤潮判别和预报方程($Y = 20.0456 - 2.2606X_{pH} - 0.1191X_{DO} + 0.0265X_T - 0.0416X_S$, $X_{pH} = pH$, $X_{DO} = DO$, $X_T = T$, $X_S = S$, 当 $Y \geq 0$ 无赤潮出现;当 $Y < 0$ 有赤潮出现)可得判别结果见表2(各虾池的数据大约10d左右取一组)。从表2的Y值结果看,除1-9号仅一组的Y值小于零,1-10号、4-4号的Y值有半数左右小于零,这说明在养殖周期内有一半时间处于赤潮状态。但事实上虾池环境稳定,并未出现赤潮而产生的环境破坏、水质败化的现象。

① 连江县水产局.连江县1994年对虾生产简况.1994.

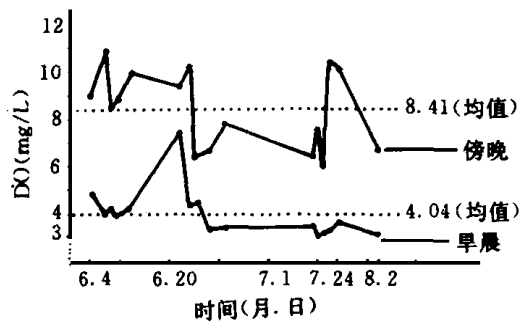


图3 1-9号池早晨和傍晚的DO变化情况

Fig. 3 Changing situation of DO between morning and dusk in 1-9 pond

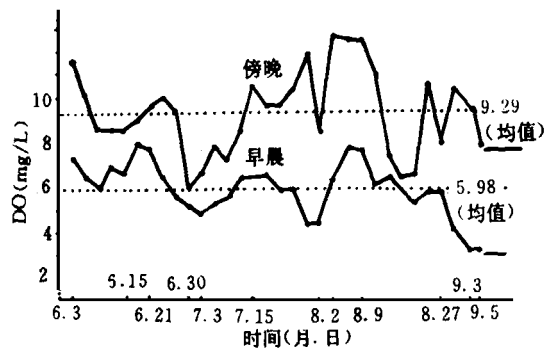


图4 3-4号池早晨和傍晚的DO变化情况

Fig. 4 Changing situation of DO between morning and dusk in 4-4 pond

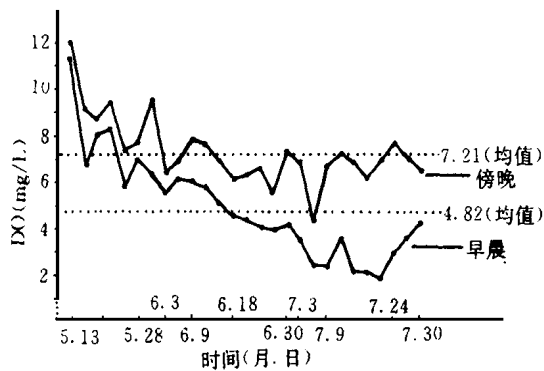


图5 3-4号池早晨和傍晚的DO变化情况

Fig. 5 Changing situation of DO between morning and dusk in 3-4 pond

3 讨论

目前有关赤潮的研究,都是从近岸海域、港湾、河

口的调查得出结论的。而对于虾池赤潮研究甚少,仅有的一点研究都是套用海域赤潮,忽略了虾池生态系

表2 试验池的4个因子及判别结果

池号	日期 (月.日)	pH	DO	T	S	Y 值
1-9	6.4	8.4	4.84	25.0	28.35	0.83
	6.12	8.5	10.80	29.0	29.55	-0.012
	6.22	8.3	9.28	32.2	20.07	0.81
	7.4	8.2	7.20	32.8	26.77	1.23
	7.13	8.0	4.00	26.0	26.04	1.89
	7.21	8.2	6.08	32.0	30.45	1.29
	7.30	8.5	10.04	31.0	31.45	0.11
1-10	6.3	8.8	7.52	27.0	28.95	-0.35
	6.13	8.6	10.96	31.0	30.15	-0.21
	6.22	8.8	9.60	32.0	20.01	-0.36
	7.3	8.5	4.76	30.4	23.44	0.81
	7.12	8.7	8.88	28.0	22.72	-0.19
	7.23	8.5	4.96	30.8	26.17	0.77
	8.3	8.5	2.64	30.0	29.85	0.98
4-4	8.13	8.5	6.08	31.2	28.90	0.62
	8.23	8.5	5.60	26.2	28.71	0.54
	6.3	8.3	7.40	24.8	28.29	0.75
	6.13	8.3	6.70	26.6	28.83	0.87
	6.23	8.5	11.56	28.4	22.41	-0.04
	7.3	8.4	6.60	31.5	26.38	0.82
	7.13	8.5	11.72	31.0	26.23	-0.032
4-4	7.22	8.5	12.72	33.6	29.62	-0.12
	8.2	8.5	12.60	33.8	29.68	-0.10
	8.13	8.6	10.06	34.5	31.20	-0.02
	8.23	8.5	7.68	29.0	28.24	0.37
	9.2	8.8	9.40	28.8	28.18	-0.51

统的特殊性。其特点如下:(1) 结构比较简单,除对虾外,自然存在的生物主要是微小浮游植物、浮游动物和微生物。(2) 除早期幼虾部分以浮游植物为饵料外,对虾生长、生活所需能量基本上源于大量人工投入的饵料。(3) 残饵、排泄物以及死亡有机体造成有机物大量积累。(4) 虾池缺乏以有机碎屑为食物的吞食型底栖动物(除虾、贝混养池外)。大量的有机物只能靠细菌分解,还原成营养盐类,所以富营养化是虾池的普遍问题^[6,7]。基于其特殊性,从上面的研究结果看,浮游植物密度虽高,达到赤潮水平,但并没有出现赤潮。相反地,虾池环境稳定,DO 较高,pH 值正常。张岩、王崇明等也报道了浮游植物密度较高(达 10^9 个/L 数量级)的水质环境优于较低的^[8]。这其中的可能原因是:(1) 虾池与海区相比较,浮游植物组成简单,优

势种明显,密度特别大^[8,9]。(2)赤潮的长消过程经历形成、发展、维持和消灭四个阶段,此过程的主要控制因素为:物理、化学和生物。在起始和发展阶段,生物因素起主要作用,其中之一就是缺少赤潮生物的主要摄食者浮游动物,如桡足类^[5]。而虾池的浮游动物很丰富,它们大量吞食浮游植物,遏制其骤增,限制赤潮发生。(3)浮游植物密度高,白天光合作用大量产生O₂,夜间又大量耗氧,导致早晨和傍晚的溶解氧变化幅度大,但它进入一种良性循环,未出现缺氧现象。(4)科学、合理的换水有效地控制整个虾池环境的稳定。

另外,运用王安利等所建立的赤潮判别和预报方程分析虾池的水质环境出现较大的偏差,这可能是南北水环境差异所致。但从红褐色、深褐色、褐色水色判断赤潮也是值得探讨的一个问题。陈弘成等对褐色、红棕褐色水都作了阐述,是一种较佳的虾池水色^①。但如果似陆斗定等所述的虾池出现粉红色漂浮层,这当然就是典型的虾池赤潮现象^[3]。

总之,虾池赤潮是一种严重破坏虾池环境的异常现象,但判别和预报是一项很艰难的工作。由于虾池

生态系统的特殊性,与海区的环境有很大区别,这不是简单地借用海区赤潮的判别和预报方法所能解决的,希望通过对虾池赤潮形成的深入研究,在我国能制定出一个标准,无疑将有效推动养虾业的发展。

参考文献

- 1 王安利、王 斌等。河北渔业,1993,1:3~6;2:10~13
- 2 王安利、王维娜。海洋学报,1995,17(2):128~133
- 3 陆斗定、张志道。东海海洋,1995,13(1):39~43
- 4 张若华、蒋庆堂。现代渔业信息,1995,10(2):24~26,29
- 5 华泽爱。赤潮灾害。北京:海洋出版社,1994
- 6 崔玉珩。海洋科学,1994,2:64~65
- 7 林 斌、黄凌风等。厦门大学学报(自然科学版),1994,33(6):863~867
- 8 张 岩、王崇明等。海洋科学,1993,6:6~9
- 9 张跃平、杜庆红等。福建水产,1994,3:66~71

① 陈弘成。虾池水色与作水方法。国立台湾大学动物所与渔试所。1989

PRELIMINARY DISCUSSION ON A RED TIDE IN SHRIMP POND

ZHANG Yue-ping, DU Qing-hong, SU Guo-cheng, CHEN Shu-tu, CHEN Ran, LI Fu-dong
(Fujian Institute of Oceanology, Xiamen Dongdu 361012)

Received: Dec. 11, 1996

Key Words: Red tide in shrimp pond, Density of phytoplankton, Dissolved oxygen, Dissolved oxygen level, Value of pH

Abstract

A red tide in shrimp pond is an abnormal phenomenon of strongly adverse effect on the environment of shrimp pond. We made a preliminary discussion on a red tide in shrimp pond after an investigation on ecological environment of Daganban Reclamation Area in Fujian Lianjiang in 1994 and 1995. During the cultivating, we analysed the reason why there is not a red tide though density of phytoplankton in shrimp pond exceed the level of red tide. The character of aquatic environment is as follows: higher dissolved oxygen level; great difference of dissolved oxygen bigger between morning and dusk; normal value of pH, from 8.0 to 8.9. Moreover, there is larger error in addition to the distinguishing equation of red tide in pond, which Wang Anli has built.