

研究简报

用改性粘土去除赤潮生物的 优化条件研究

李全生 俞志明 张波 张永山 马锡年

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 自1995年5月9日—8月29日,每周一次采集了青岛城阳区上马镇对虾养殖池的水样并进行生物鉴定。结果表明,7月4日和7月11日该养殖场的北场3号小池水中浮游植物总量已达到赤潮密度,其优势藻种分别为三角褐指藻(*Phaeodactylum triconutum*)、裸甲藻(*Gymnodinium* sp.) (7月4日)和三角褐指藻(*Phaeodactylum triconutum*)、新月菱形藻(*Nitzschia closterium*)、裸甲藻(*Phaeodactylum triconutum*)及裸藻(*Euglena* sp.) (7月11日)。使用改性粘土絮凝样品中的赤潮生物,应用正交试验设计,探讨去除赤潮生物的最佳条件。结果表明,在采用最佳条件进行去除处理时,三角褐指藻、新月菱形藻和裸甲藻的去除率均可达到80%—90%。

关键词 改性粘土 赤潮生物 正交试验 去除率

学科分类号 X145

赤潮是近年来在浅海及水产养殖水域中发生频率日益增高、造成重大经济损失的灾害。利用粘土矿物治理赤潮是较好的一种方法(俞志明等,1993)。俞志明等(1994a, b; 1995)曾在实验室条件下,对粘土矿物去除赤潮生物进行了大量研究,提出了一种高效改性粘土体系。实际上养虾池中藻类品种不是单一的,情况要复杂得多,赤潮生物的处理效果如何,是所采用的去除剂有无实用价值的关键问题之一。为此,作者从1995年5—8月在一特定的养虾现场进行每周一次的定期采样,作赤潮生物鉴定和计数,并使用改性粘土对赤潮生物进行去除处理,应用正交试验设计,获得去除赤潮生物的最佳条件。

1 材料与方法

1.1 赤潮生物去除剂基本组分

该组分详见文献俞志明等(1994)。添加剂A为过碳酸钠。

1.2 水样

1995年5月9日—8月29日,每星期在青岛城阳区上马镇养虾池现场采集水样一次。对达到赤潮密度的水样(7月4日和7月11日的3号池水样)进行赤潮生物去除实验。

1.3 主要藻种的鉴定与计数

* 山东省自然科学基金93E0157号、山东省专项基金94(46)及国家青年基金49406072号。李全生,男,出生于1939年6月,副研究员, Fax: 0086-0532-2870882

收稿日期:1996-02-21, 收修改稿日期:1997-06-08

水样经镜检,获得藻类的种类及数量。赤潮生物去除实验同俞志明等(1994)。

1.4 去除赤潮生物的优化条件实验设计

对7月4日的水样,按三因子三水平的正交设计方案进行试验,考察的因子包括高岭土用量、聚铝(PACS)用量和添加剂A用量;各因子的用量分别为:高岭土75,35和15mg/L(水样);PACS 5,1和0.25mg/L(水样);添加剂A 38,19和7mg/L(水样)。7月11日的水样,考察因子除了前述三者外,另加pH一项,即构成四因子三水平的正交设计,各因子所采用的三个水平分别为:高岭土120,100和75mg/L(水样);PACS 0.4,2和8mg/L(水样);添加剂A 10,30和50mg/L(水样);pH 6.0,7.5和8.0,二次试验分别采用 $L_9(3^3)$, $L_9(3^4)$ 正交表。

1.5 去除剂pH调节与测定

用稀盐酸和稀氢氧化钠溶液,调节去除剂的pH至所预定的值,用福光电子有限公司出品的pHD-1型高精度数字显示酸度计测定pH值。

2 结果

2.1 现场水样的生物鉴定

17次现场水样,通过显微镜观察和计数,发现其中7月4日和11日在上马镇北场小3号池采集的水样含有达到赤潮密度的藻类,其中7月4日的现场水样含主要藻类三角褐指藻 2.22×10^4 个/ml,裸甲藻 0.35×10^4 个/ml,总藻密度达 2.57×10^4 个/ml。而7月11日现场水样的主要藻种为:三角褐指藻 2.63×10^4 个/ml,新月菱形藻 1.21×10^4 个/ml,裸甲藻 0.95×10^4 个/ml,裸藻 0.30×10^4 个/ml和锥状斯科利普斯藻(*Scrippsiella trochoidea*) 0.03×10^4 个/ml,总密度达 4.80×10^4 个/ml。

2.2 加入去除剂后12h取样所作的生物鉴定

主要藻类去除率见表1。

表1 正交试验结果¹⁾

Tab.1 The results of orthogonal test

序 号	7月4日						7月11日							
	A	B	C	三角褐指藻 去除率(%)	裸甲藻去 除率(%)	总藻去 除率(%)	A	B	C	D	新月菱形藻 去除率(%)	裸甲藻去 除率(%)	三角褐指藻 去除率(%)	总藻去 除率(%)
1	1	1	1	98.3	98.0	98.1	1	1	1	1	99.7	95.5	84.8	88.4
2	1	2	2	96.6	94.0	96.1	1	2	2	2	95.2	82.9	95.1	91.4
3	1	3	3	98.6	89.1	97.1	1	3	3	3	71.6	15.3	50.0	50.0
4	2	2	1	96.2	94.0	95.9	2	1	2	3	97.9	67.3	60.0	69.2
5	2	1	3	89.9	92.0	90.3	2	2	3	1	95.2	86.4	95.5	93.2
6	2	3	2	78.8	98.8	81.4	2	3	1	2	93.1	96.4	40.0	62.6
7	3	1	2	84.6	95.1	86.3	3	1	3	2	91.6	20.8	74.7	69.2
8	3	3	1	91.4	86.0	90.8	3	2	1	3	95.8	83.6	94.7	92.8
9	3	2	3	60.0	66.0	61.3	3	3	2	1	99.8	96.4	75.0	84.2

1) A为高岭土; B为PACS; C为添加剂A; D为pH

根据表1所列数据作进一步计算,可获得表2所列的 \bar{K} 值和R值。这里的 \bar{K} 值是固定

某一因子于某一水平,而改变其它因子的水平情况下得到的去除率的平均值。极差 R 则指的是 \bar{K}_1, \bar{K}_2 和 \bar{K}_3 三者之中,最大值与最小值之差。

表2 根据表1数据计算的 K 值和 R 值¹⁾

Tab.2 The values of K and R calculated by the data in Tab.1

日期	考察	项目	\bar{K}_1	\bar{K}_2	\bar{K}_3	R	最佳配方
7月4日 试验结果	三角褐指藻	A	97.8	88.3	78.7	19.1	A_1, B_1, C_1
		B	91.0	84.3	89.6	6.7	
		C	95.3	86.7	82.9	12.4	
	裸甲藻	A	93.7	94.9	82.4	12.5	A_2, B_1, C_2
		B	95.0	84.7	91.3	10.3	
		C	92.7	96.0	82.4	13.6	
	总藻	A	97.1	89.2	72.8	24.3	A_1, B_1, C_1
		B	91.6	84.4	83.1	8.5	
		C	88.3	88.0	82.9	5.4	
7月11日 试验结果	新月菱形藻	A	88.8	95.4	95.7	6.9	A_3, B_1, C_2, D_1
		B	96.4	95.4	88.2	8.2	
		C	96.2	97.6	86.1	11.5	
		D	98.2	93.3	88.4	9.8	
	裸甲藻	A	64.6	83.4	66.9	18.8	A_2, B_2, C_1, D_1
		B	61.2	84.3	69.4	23.1	
		C	91.8	82.2	40.8	51.6	
		D	92.8	66.7	55.4	37.4	
	三角褐指藻	A	76.6	65.2	81.5	16.3	A_3, B_2, C_2, D_1
		B	73.2	95.1	55.0	40.1	
		C	73.2	76.7	73.4	3.5	
		D	85.1	69.7	68.2	16.9	
	总藻	A	76.6	74.9	82.1	7.2	A_3, B_2, C_2, D_1
		B	75.6	92.5	65.6	26.9	
		C	81.3	81.6	70.8	10.8	
		D	88.6	74.4	70.7	17.9	

1) A为高岭土; B为PACS; C为添加剂A; D为去除剂pH

3 讨论

3.1 观测养虾池的主要赤潮生物种

根据安达六郎提出的赤潮生物判断标准(张水浸等, 1994), 1995年7月4日, 上马镇北场小3号养虾池水体中三角褐指藻密度高达 2.22×10^4 个/ml, 其体长 $> 10 \mu\text{m}$, 已达到赤潮密度 ($> 10^3$ 个/ml)。而同年7月11日的水样中, 三角褐指藻密度高达 2.31×10^4 个/ml, 也已达到赤潮密度; 裸甲藻密度达 0.95×10^4 个/ml, 已接近赤潮密度; 新月菱形藻密度达 1.21×10^4 个/ml, 其个体长 $> 10 \mu\text{m}$, 亦已达到赤潮密度。此外, 生物鉴定结果还表明, 裸藻和锥状斯克利普斯藻也是其水体中密度较高的主要藻种。

3.2 改性高岭土去除三角褐指藻、裸甲藻和新月菱形藻的效果

表1结果表明,采用配方:改性高岭土 75mg / L, PACS 5mg / L和添加剂 A 38mg / L,可使三角褐指藻、裸甲藻和总藻类的去除高达到 98.3%, 98.0%和 98.1%;采用配方:改性高岭土 120mg / L, PACS 0.4mg / L, 添加剂 A 10mg / L, pH 6.0 的处理剂,可使新月菱形藻、裸甲藻、三角褐指藻和总藻的去除率分别达到 99.7%, 95.5%, 84.8%和 88.4%;采用改性高岭土 120mg / L, PACS 2mg / L, 添加剂 A 30mg / L和 pH 6.0,可使上述藻类的去除率分别达到 95.2%, 82.9%, 95.1%和 91.4%。这就是说,采用较佳配方的去除剂,可使所发现的主要赤潮生物去除率达 80% 以上,总去除率达 90% 左右。

3.3 去除虾池赤潮生物种的最佳条件

表2表明,对于三角褐指藻和总藻最佳去除条件是采取 A_1, B_1, C_1 配方,其结果与正交试验结果一致。对于裸甲藻来说,则采取 A_2, B_1, C_2 配方更好,这是正交试验中未曾采用过的配方。表2表明:(1)对于新月菱形藻、裸甲藻、三角褐指藻和总藻的去除,去除剂混合液的最佳 pH 值为 6.0。(2)对于新月菱形藻来说,最佳去除条件是 A_3, B_1 和 C_2 配方;对于裸甲藻来说,最佳条件是 A_2, B_2, C_1 配方;对三角褐指藻来说,则是 A_3, B_2, C_2 。

另外,由表2可以看出,对于去除不同的藻种来说,其最佳条件亦不尽相同,因此,每次作去除赤潮生物处理时,采取什么样的条件,还必须根据主要赤潮生物种类确定。

3.4 影响去除率的主要因子效应显著性估计

由表2可以看出,对于三角褐指藻和总藻类的去除率来说,因子A(即高岭土的添加量)的 R 值最大,表明影响最显著。对于裸甲藻的去除率来说, A, B, C 三因子作用的显著性差别不大, C (添加剂 A 的用量)略大。高岭土用量对总藻和三角褐指藻的去除率影响的显著性一致是因为三角褐指藻在总藻中占的比例很大(85.4%)。应该指出的是,高岭土用量的多少,对去除三角褐指藻和总藻的效果,差别是很显著的。对于新月菱形藻的去除率来说,四个因子 A, B, C, D 相应的极差,显著性大小顺序为 $C > D > B > A$ 。裸甲藻体系为 $C > D > B > A$, 三角褐藻体系为 $B > D > A > C$, 总藻的顺序为 $B > D > C > A$ 。综上所述,各因子作用显著性总的排序为 $B > D > C > A$ 。

4 小结

4.1 青岛城阳区上马镇养虾池现场定期监测结果表明,其主要赤潮生物种为三角褐指藻,新月菱形藻和裸甲藻。

4.2 应用正交试验设计,利用改性粘土(高岭土)对以上赤潮生物进行去除效果试验,得出优化条件:高岭土用量为 35—100mg / L; PACS 用量为 0.4—5mg / L; 添加剂 A 用量为 5—30mg / L; 去除剂混合液 pH 为 6.0。

4.3 采用优化条件,对上述三种赤潮生物进行处理,去除率可达 80%—90%。

参 考 文 献

- 张水浸 杨清良 邱浑煌等,1994. 赤潮及其防治对策. 北京: 海洋出版社. 232
- 俞志明 邹景忠 马锡年等,1993. 治理赤潮的化学方法. 海洋与湖沼, 24(3):314—318
- 俞志明 邹景忠 马锡年, 1994a. 一种去除赤潮生物更有效的粘土种类. 自然灾害学报, 3(2):105—109
- 俞志明 邹景忠 马锡年, 1994b. 一种提高粘土矿物去除赤潮生物能力的新方法. 海洋与湖沼, 25(2):226—

232

YU Zhi-ming, ZOU Jing-zhong, MA Xi-nian, 1995. Application of clays to removal of red tide organisms.

III. The coagulation of Kaolin on red tide organisms. Chin J Oceanol Limnol, 13(1): 62—70

{ Research Notes }

A STUDY ON OPTIMUM CONDITIONS FOR THE REMOVAL OF RED TIDE ORGANISMS BY MODIFIED CLAYS

LI Quan-sheng, YU Zhi-ming, ZHANG Bo, ZHANG Yong-shan, MA Xi-nian

(Institute of Oceanology, The Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071)

Abstract The water samples from the Prawn-culture pools of Shangma Town, Chengyang District of Qingdao were collected weekly from May 9 to August 29, 1995 and the biologic species were identified. The result shows that the total amounts of phytoplankton in the water samples collected from the No.3 small pool in the northern part of the culture field reached red tide concentration on July 4 and 7. The predominant species were *Phaesodactylum triconutum*, *Gymnodinium* sp. (July 4) and *Phaesodactylum triconutum*, *Nitzschia closterium*, *Gymnodinium* sp. and *Euglena* sp. (July 11), respectively. The red tide organisms were coagulated by the modified clay and the optimum conditions for removing red tide organisms were obtained by means of the orthogonal test. The results show that an optimum formula for removing *Phaesodactylum triconutum* is: modified kaolin 75—100mg / L, PACS 2—5mg / L and sodium percarbonate 5—30mg / L. Optimum formulae are: removing was modified kaolin > 35mg / L, PACS 2—5mg / L and sodium percarbonate 7—10mg / L for *Gymnodinium* sp., and modified kaolin 75—100mg / L, PACS > 0.4mg / L and sodium percarbonate 30mg / L for *Nitzschia closterium*. In all of the above formulae, the best pH was 6.0 and removal rates reached 80%—90% within 12 hours. The best formulae were slightly different with different species. Thus the formula should be selected according to the predominant species in the field waters.

Key words Modified clay Red tide organism Orthogonal Removal rate

Subject classification number X145