

长江口疏浚泥浸出液、悬浮液对浮游生物的影响*

徐兆礼 许加武 袁 骐 蒋 玫 陈亚瞿

(中国水产科学研究院长江口渔业生态重点实验室, 东海水产研究所, 上海 200090)

摘 要 长江口疏浚泥浸出液和悬浮液对小球藻(*Chlorella saccharophila*)和大型溞(*Daphnia magna*)的生长试验和急性毒性试验结果表明, 浓度为90%和100%疏浚泥的浸出液及100%的悬浮液对小球藻生长有较强的抑制作用, 对小球藻的96 h-EC₅₀分别为87%和99.5%;对大型溞的96 h-LC₅₀分别为87.57%和50.10%, 说明长江口底泥浸出液和悬浮液对浮游生物毒性极低, 且不会对浮游生物产生直接明显的危害。

关键词 长江, 河口, 浸出液, 悬浮液, 生物效应

长江口水域与普通水域比较, 水体中含沙丰富, 特别是最大混浊带和河口锋区。据沈焕庭等^[1]的研究, 长江泥沙来源, 除了上游来沙外, 浑浊带区泥沙在絮凝过程中不断发生沉积, 并在水动力作用下, 沉积物不断地发生再悬浮、再搬运、再分配, 因此长江口底泥悬浮液对浮游生物的影响是长江口生态系统研究中的重要组成之一。

1 材料与方法

1.1 试验材料

依《海洋倾倒区选划与监测指南》, 取长江口疏浚泥样和海水按体积1:4制成底泥浸出液、悬浮液。

取生活在盐度为15~16的培养液中的小球藻进行扩大培养, 经盐度驯化约2周, 使培养液盐度降到3, 同时使小球藻保持旺盛的生长, 即处于指数增长期。

大型溞取自上海水产大学保种室。选健康母体用盐度3的海水在实验室经约2周驯化, 纯系培养, 蚤饲以蛋白小球藻。用于试验的幼蚤系同一母体的后代, 蚤龄为(12±12) h。

1.2 试验条件和方法

1.2.1 水质条件 浸出液、悬浮液及试验用海水理化指标见表1。试验用海水取自长江口倾倒区新鲜海水, 盐度为3, 经沉淀、过滤和煮沸消毒。

表1 水质指标
Table 1 Water quality

水样 sample	pH	硬度 (mmol·L ⁻¹)	碱度 (mmol·L ⁻¹)	亚硝酸盐 (mg·L ⁻¹)	硝酸盐 (mg·L ⁻¹)	氨氮 (mg·L ⁻¹)	磷酸盐 (mg·L ⁻¹)	无机氮 (mg·L ⁻¹)	Fe	K	Na	Mg	Ca	B	Zn	Cu	Mo	Cr	Ba
海水 sea water	7.99	20.4	2.50	0.005	0.300	0.014	0.027	0.319	未	—	—	—	—	—	0.024	3.1	—	1.5	—
浸出液 leaching solution	7.76	20.5	2.56	0.008	0.213	0.027	0.048	0.248	<0.459	4	164	185	109	675	<0.4	8.0	16.3	8.5	165
悬浮液 suspension	7.99	21.2	2.46	0.007	0.425	0.051	0.091	0.483											

收稿日期: 1999-08-30

* 农业部重点科研项目(渔95-B-96-10-01-0)

1.2.2 试验方法 参照文献[2]及《水和废水监测分析方法》第三版。

(1)小球藻 培养液采用“F/2”配方,即实验用海水消毒冷却后加入各种营养盐。试验用150 ml三角烧瓶,50 ml实验液,接种藻液的密度为 $2.64 \times 10^2 \text{ L}^{-1}$;试验温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$;以日光灯24 h连续光照,光照强度为3 200~3 600 lx。

试验前先制定试验工作曲线,即细胞密度与藻液光密度的关系曲线,然后根据光密度求得小球藻的细胞密度。

试验浸出液、悬浮液分别设7个浓度组和1个对照组,每个浓度组设2个平行试验,见表2。

表2 小球藻试验浸出液、悬浮液浓度梯度

Table 2 Gradient of oozing solution and culturing solution to *C. saccharophila*

试验液对照配比/ml volume of solution	浓度/% concentration							
	0	10	20	40	60	80	90	100
浸出液(悬浮液) oozing solution	0	5	10	20	30	40	45	50
培养液 culturing solution	50	45	40	30	20	10	5	0

试验期间严格控制试验条件,试验溶液不再添加营养盐。为使藻类保持悬浮状态,每天需轻晃烧瓶3~4次。小球藻接种后测1次光密度,以后每天定时测1次光密度,连续试验4 d。

(2)大型蚤 急性中毒试验用150 ml烧杯,100

ml试验液,置大型蚤10个,分设5个浓度组和1个对照组,每1个浓度组设2个平行试验,并重复2次,试验液不予更换,以试验蚤心跳停止为死亡标志,见表3。

表3 大型蚤试验浸出液、悬浮液浓度梯度

Table 3 Gradient of oozing solution and culturing solution to *D. magna*

试验液对照配比/ml volume of solution	浓度/% concentration					
	0	20	40	60	80	100
浸出液(悬浮液) oozing solution	0	20	40	60	85	100
培养液 culturing solution	100	80	60	40	20	0

1.2.3 统计学处理 大型蚤急性中毒试验用概率单位分析法求出 LC_{50} 及其95%置信限^[3]。藻类数据用计算机一般数理统计方法处理。

2 结果

2.1 小球藻试验结果

2.1.1 不同浓度的底泥浸出液、悬浮液中小球藻的生长情况 不同浓度的底泥浸出液中小球藻的细胞密度见表4;不同浓度的底泥悬浮液中小球藻的细胞密度见表5。

由表4可以看出,除浓度为90%和100%的浸出液对小球藻的生长有较强的抑制作用,其它浓度对其生长具有促进作用,或有很小的抑制作用,而且这种作用在第3、4 d才具有明显的差别。

表4 不同浓度底泥浸出液中小球藻的细胞密度

Table 4 *C. saccharophila* cell densities in different oozing solutions

$10^5/\text{ml}$

测定时间 test time	浸出液浓度/% concentration of oozing solution							
	0	10	20	40	60	80	90	100
第1天 1st day	4.08	3.95	12.36	11.20	4.94	6.06	4.94	1.49
第2天 2nd day	12.80	12.06	4.29	4.42	8.91	9.13	5.85	1.53
第3天 3th day	20.05	24.15	25.74	25.83	25.14	16.98	5.93	1.75
第4天 4th day	23.84	30.10	34.42	44.26	41.11	20.95	6.28	2.14

表5 不同浓度底泥悬浮液中小球藻的细胞密度

Table 5 *C. saccharophila* cell densities in suspensions with different sediment contents

$10^5/\text{ml}$

测定时间 test time	悬浮液浓度/% concentration of suspension							
	0	10	20	40	60	80	90	100
第1天 1st day	4.12	3.69	3.99	2.96	2.78	2.27	2.35	1.14
第2天 2nd day	12.97	11.80	11.80	10.85	10.25	9.08	9.08	6.75
第3天 3th day	19.91	20.69	20.61	22.08	22.59	22.68	22.29	12.62
第4天 4th day	25.01	26.39	26.44	29.33	30.71	32.95	33.60	15.69

由表 5 可以看出,除浓度为 100% 的悬浮液对小球藻生长具有抑制作用外,其它浓度都促进它的生长,而这种促进作用在不同的浓度间差别不显著。

2.1.2 不同浓度的底泥浸出液、悬浮液中小球藻生长速度的差异比较 对试验第 4 d 藻液光密度的增加值(代表小球藻细胞密度的增加)进行了方差分析和均数间多重比较。结果见表 6 和表 7。

由 $F = 13.9111 > F(7, 8, 0.01) = 6.19$ 知,不同浓度的底泥浸出液中小球藻的生长有极显著的差异。均数间多重比较得知,40% 的浓度极显著或显著优于 100%, 90% 和 80% 的浓度组,60%、20% 和 10% 浓度组极显著或显著优于 100%、90% 浓度组,其余浓度间差别不显著。

表 6 底泥浸出液各浓度组光密度增加值的方差分析

Table 6 Variance analysis of light density increment in different concentration groups of oozing solution

变异来源 source	自由度 freedom	平方和 square sum	均方 mean square	F
组间 inter-group	7	0.4385	0.0626	13.9111**
组内 intra-group	8	0.0362	0.0045	
总变异 total variation	15	0.4747		

表 7 底泥悬浮液各浓度组光密度增加值的方差分析

Table 7 Variance analysis of light density increment in different concentration groups of suspensions

变异来源 source	自由度 freedom	平方和 square sum	均方 mean square	F
组间 inter-group	7	0.0614	0.0088	64.2336**
组内 intra-group	8	0.0011	0.00014	
总变异 total variation	15	0.0625		

由 $F = 64.2336 > F(7, 8, 0.01) = 6.19$ 知,不同浓度的底泥悬浮液中小球藻的生长有极显著的差异。均数间多重比较得知,90%、80%、60% 和 40% 的浓度极显著或显著优于其它浓度组,其余浓度间差异不显著。

试验第 4 d, 底泥浸出液、悬浮液浓度与小球藻细胞密度的关系见图 1。

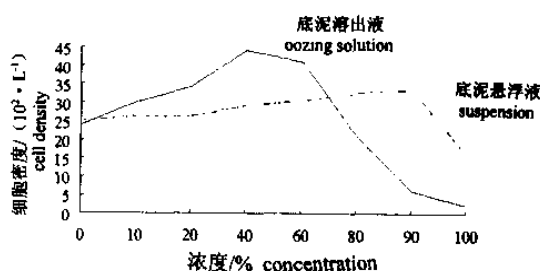


图 1 不同浓度底泥浸出液、悬浮液与细胞密度关系

Fig.1 The relation of cell density with different sediment concentration

2.1.3 不同浓度底泥浸出液和悬浮液对小球藻的生长抑制率和 96 h - LC₅₀ 不同浓度底泥浸出液和悬浮液在 48 h、96 h 的生长抑制率见表 8。由表 8 用作图法求得底泥浸出液 96 h - EC₅₀ = 87%, 即浸出液浓度为 87% 时, 对小球藻生长的抑制效应为对照的 50%; 底泥悬浮液 96 h - EC₅₀ = 99.5%, 即悬浮液浓度为 99.5% 时, 对小球藻生长的抑制效应为对照的 50%。

2.2 大型溞的急性试验结果

悬浮液对(12 ± 12) h 溞龄的大型溞半数致死浓度(LC₅₀)值及其 95% 可信限如下:

48 h 内浓度 100% 时大型溞死亡率为 40%, 72 h - LC₅₀ 值为(67.07 ± 7.14)%, 96 h - LC₅₀ 值为(50.10 ± 8.15)%;

表 8 不同浓度底泥浸出液和悬浮液对小球藻的生长抑制率

Table 8 Growth inhibiting rate of *C. saccharophila* in oozing solutions and suspensions

试验液 solution	时间 time	浓度/% concentration								%
		0	10	20	40	60	80	90	100	
浸出液 oozing solution	48 h	/	7.61	0	6.95	16.55	-2.32	40.06	126.13	
	96 h	/	6.07	-27.19	-37.12	-27.02	15.64	73.17	108.58	
悬浮液 suspension	48 h	/	15.26	10.71	33.43	40.57	57.13	55.83	91.54	
	96 h	/	0.32	-0.27	-2.57	-3.64	-2.46	-2.52	52.51	

浸出液对(12 ± 12) h 溞龄的大型溞 48 h 内未出现死亡, 其 95% 可信限分别为 96 h - LC₅₀ 值为

(87.57 ± 6.42)% 和 72 h - LC₅₀ 值不存在。

3 讨论

(1) 无论是浸出液还是悬浮液, 在一定浓度下它们都能促进小球藻的生长, 而且这种促进作用随着浓度的增加而增大, 但超过一定浓度后, 不但不能促进小球藻的生长, 反而对其生长起一定的抑制作用, 这种抑制作用也随浓度的增加而增大。

(2) 当浸出液、悬浮液浓度超过小球藻生长的最适浓度时, 尽管在悬浮液中营养盐含量高于浸出液, 但小球藻在浸出液中的生长速度比在悬浮液中快; 这可能与悬浮液的混浊度高, 影响藻类的光合作用有关。当营养盐含量达到其生长的最适浓度时, 小球藻在浸出液中快速生长, 消耗了大量的营养盐, 此时悬浮液中营养盐含量相对浸出液充足, 使小球藻在悬浮液中衰亡的速度小于浸出液。

(3) 从浸出液、悬浮液的水质分析结果看, 各项指标(除悬浮液中无机氮外)都未超过海水水质标准, 而且只在很高的浓度时才对小球藻的生长有明显的抑制作用, 因而我们认为长江口底泥浸出液、悬浮液不会对小球藻产生明显的急性危害。

(4) 参照庄德辉^[4]和 Canton^[6]提出的化学物对大型溞 48 h - LC(EC)₅₀ 值毒性分级建立基准: 剧毒

>0.1, 高毒>0.1~1, 中等毒 1~10, 低毒 10~100, 微毒或无毒>100。结果表明, 浸出液对大型溞急性中毒试验中, 在 48 h 内大型溞未出现死亡, 72 h 内死亡率未超过 50% 至 96 h - LC₅₀ 为 87.57%。而在悬浮液试验中, 48 h 内大型溞死亡率未超过 50%, 96 h 的 LC₅₀ 为 50.1%。由此可见, 悬浮液对大型溞的毒性要大于浸出液, 但两者的毒性强度可归属为微毒或无毒等级。

根据上述毒性检测结果和相关标准的比较, 可认为长江口底泥浸出液、悬浮液对浮游生物的毒性极低, 不会对浮游生物产生直接明显的急性危害。

参 考 文 献

- 1 沈焕庭, 等. 长江河口最大浑浊带研究. 华东师范大学学报, 1995, 9: 15~21
- 2 刘晓恒. 尾矿悬浮物对水中浮游生物的影响. 环境科技, 1994, 14(6): 86~89
- 3 GB, 1992. 水质、物质对藻类(大型溞)和淡水鱼(斑马鱼)急性毒性测定方法.
- 4 庄德辉, 李植生. 浮选药剂对溞类的毒性研究. 水生生物学报, 1989, 13(3): 240~249
- 5 Canton J H Van Esch G J. The short-term toxicity of some feed additives to different freshwater organisms. Bull Environ Contam Toxicol, 1976, 15(6): 720~725

Impact of suspension and oozing solution from the dredging sediment on hydrobios in the Changjiang estuary

Xu Zhaoli Xu Jiawu Yuan Qi Jiang Mei Chen Yaqu

(East China Sea Fisheries Research Institute, Key Lab of Fisheries Ecology of Changjiang River Estuary, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090)

Abstract The suspension and oozing solution were prepared by mixing dredging spoil sediment and seawater as a ratio of 1:4. They were used in the growing and poisoning tests by rearing *Chlorella saccharophila* and *Daphnia magna*. The results showed:

1. The growth rate of *C. saccharophila* could be limited by the 90% or 100% oozing solution(96 h - EC₅₀ was 87%) or 100% suspension(96 h - EC₅₀ was 99.5%).
2. Each value of 72 h - EC₅₀ and 96 h - EC₅₀ for the suspension and 96 h - EC₅₀ for the oozing solution is 67.07%, 50.10% and 87.57%, respectively.

It is indicated that suspension and oozing solution from dredging sediment have no poisonous action to the aquatic organisms, so that it can't bring a harmful action on organism in the Changjiang estuary.

Key words Changjiang River, estuary, oozing solution, suspension, hydrobios