

水体底质异质性对沉水植物生长的影响

张 俊 朱 伟 操家顺 万 蕾

(淮海大学环境科学与工程学院 江苏 南京 210098)

摘要 : 为了解湖泊、河流不同底质条件对高等沉水植物生长所产生的影响 , 通过人工模拟 , 进行曝气泥、河道底泥、掺砂泥和细砂 4 种不同底质条件下的轮叶黑藻生长影响试验。轮叶黑藻的分根数、成活率和生物量等指标的变化表明 , 曝气泥和掺砂泥的试验组中的轮叶黑藻的生长情况优于底质为河道原泥和细砂的试验组 , 水体底质条件对水生植物的生长有较大的影响 , 这对富营养化水体修复中水生植物的重建有着积极的意义。

关键词 水体底质 沉水植物 水质

中图分类号 : X52 文献标识码 : A 文章编号 : 1004-693X(2006)04-0044-03

Effects of heterogeneity of sediments on growth of submerged macrophytes

ZHANG Jun , ZHU Wei , CAO Jia-shun , WAN Lei

(College of Environmental Science and Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China)

Abstract Submerged macrophytes were planted in different sediments for study of the effects of different sediments in rivers and lakes on the growth of submerged macrophytes. In the experiment , aerobic sediment , original sediment , sandy sediment , and sand were selected as different sediments in the study of rooting tips , surviving rate , and biomass of *Hydrilla verticillata*. The results showed that the upgrowth of *Hydrilla verticillata* in aerobic sediment and sandy sediment was better than that in original sediment and sand. The study indicates that sediments have great influence on the upgrowth of hydrophytes and it has positive significance to rehabilitation of submerged macrophytes in restoration of eutrophic waters.

Key words sediment ; submerged macrophytes ; water quality

城市河流作为城市生态环境的重要组成部分 , 其水体的质量越来越受到人们的关注。近年来由于城市水污染的加剧 , 城市水体的生态环境受到破坏^[1]。在城市水体(尤其是湖泊)的水生态修复工程中水生植物的恢复是一个重要的环节^[2], 而沉水植物的恢复是生态系统恢复健康的重要标志。在污染水体中 , 沉水植物的生长一般会受到水体透明度、水深、水体污染程度、波浪等因素的制约 , 同时水体的底质条件也会对水生植物的恢复带来重要影响。底质是沉水植物生根、繁殖并能够稳定生长的基本条件 , 同时也是沉水植物养分的直接来源之一^[3-7]。底质的异质性就是底质在物理、化学、微生物等方面上存在的差异 , 而这些异质性对沉水植物能否恢复会

产生决定性的影响。

本研究结合国家重大科技专项“镇江城市水环境质量改善与生态修复技术研究及示范”项目 , 根据城市水体水质污染严重 , 底质有机质含量高、发黑、发臭等特点 , 研究不同底质条件对沉水植物生长所产生的影响。探讨重建沉水植物所需要的底质条件 , 为水体基底修复和底质改善提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料为轮叶黑藻(*Hydrilla verticillata*) , 取自东太湖 , 在室内培养驯化 , 其底泥和水均取自城市河流 , 水经 25 号浮游生物网过滤 , 砂为洗净的建筑用

砂 并按一定的颗粒大小进行配置。底泥化学成分： $\rho(\text{TOC})$ 为 5.15 mg/g, $\rho(\text{TN})$ 为 2.41 mg/g, $\rho(\text{TP})$ 为 2.15 mg/g;水质： $\rho(\text{NH}_4^+-\text{N})$ 为 5.58 mg/L, $\rho(\text{TN})$ 为 6.97 mg/L, $\rho(\text{TP})$ 为 0.58 mg/L^[8-10]。

1.2 试验设计

试验分为 4 组,每组设平行样 3 个,在直径 4 cm,深 50 cm 的试验桶底部铺设 10 cm 厚的配制底质,同时各个试验桶中种入去除顶枝的黑藻鲜枝 40 根(约 40 g),再往各试验桶中加入河水 50 L。同时设对照样 1 组,对照组中只放入相同体积的河水,不放底质和沉水植物。

4 组中配制底质分别为:①曝气泥,取原河道底泥充氧曝气 36 h;②原泥,取现场河道底泥密封带回实验室立即进行试验;③掺砂泥,在原泥中掺入粒径小于 1 mm,体积为原泥体积 1/3 的洗净建筑砂;④细砂,采用洗净的建筑砂,组成为粒径大于 3 mm 粗砾,粒径为 3~1 mm 的细砾,粒径为小于 1 mm 的砂粒,体积比为 1:1:1。

各种底质的物理性质^[8-9]如表 1、表 2 所示。

表 1 试验底泥的物理性质

底 质	含水率/%	容重/(g·cm ⁻³)	孔隙度/%
曝气泥	67.33	0.38	81.51
原 泥	58.82	0.47	78.31
掺砂泥	54.90	0.60	75.50

注:细砂物理性质无测试数据。

表 2 原泥和掺砂泥的颗粒组成 %

底质	粗砂粒	细砂粒	粉粒
原 泥	55.29	41.62	3.19
掺砂泥	74.24	24.15	1.61

注:粗砂粒径为 1~0.25 mm,细砂粒径为 0.25~0.05 mm,粉砂粒径为 <0.05 mm,表中数据为质量百分比。

试验时间从 9 月 28 日至 11 月 3 日,共 35 d,试验期间水温为 17~32.5℃。实验起始到结束,定期进行各种指标的监测。

2 结果与讨论

2.1 植物生长情况

各种底质条件下,黑藻的分根、成活、生物量的变化情况如表 3。因为去除了顶枝,所以植株实验前后在主干高度上没有明显的变化^[11]。

2.1.1 处在不同氧化状态下的底泥对植物生长的影响

底泥的不同氧化状态对植物的生长有着很大影响。从表 3 可以看出,在经过充分曝气后的底泥和原泥为生长基质试验组中,曝气泥组的黑藻成活率较河道原泥高出 15%,分根数和生物量的增加量更是达到原底泥组的 2 倍,其原因为:原底泥在河道中

表 3 植物的生长情况

底 质	分 根		成 活		生物量		增加量/%
	平均/根	最大/根	成活数/根	成活率/%	初始/g	结束/g	
曝气泥	8	11	38	95.0	40	110.8	177.0
原 泥	4	7	32	80.0	40	72.6	81.5
掺砂泥	4	7	30	75.0	40	84.0	110.0
细 砂	2	4	23	57.5	40	68.9	72.3

的状态为厌氧状态,经过曝气后,底泥由厌氧状态变化为好氧状态,厌氧型微生物急剧减少,好氧型微生物大量增加,这些好氧型微生物的数量在一定程度上决定了底泥酶的数量,也增加了底泥中酶的活性。沉水植物根际的生物活性与底泥酶的活性是正相关的^[12],可以促进沉水植物的生长。底泥的氧化状态在影响沉水植物生长的诸多因素中所占的比重相当大。从表 3 可知,在曝气底泥中生长的黑藻,其生物量的增加量达到了 177.0%,远远高出其他实验组。

2.1.2 具有不同物理性质的底泥对植物生长的影响

底泥的物理性质不同,对沉水植物的生长也具有一定的影响。在原底泥中掺入一定量的砂,改变了原底泥的物理性质,同体积条件下,降低了含水率,增加了底泥的容重,使底泥的密实度得到改变,在这样的情况下,底泥微生物数量和酶活性都将明显增加^[12]。物理性质的改变可以促进沉水植物的生长。在成活率相差无几的情况下,掺砂泥组中植物生物量的增加超过原底泥组中植物生物量的 30%左右。

2.2 各试验组中水质变化情况

底质经过各种处理后,对上覆水的水质产生了影响。图 1 为各试验组中水质的变化情况^[10]。

底泥与上覆水水质之间存在复杂的相互作用关系,一方面上覆水中悬浮态污染物会发生沉降进入底泥,另一方面底泥中的污染物质也会在风浪搅动时向水中释放。本次静态试验桶中的试验,基本没有搅动释放的过程。从图 1 中可以看出,包括对照样在内所有的试验组,在经过 37 d 的试验后,营养盐浓度都有了明显的下降,这些水质指标的变化是物理沉降、微生物降解、植物吸收等作用的综合表征。在 4 组试验中, NH_4^+-N 较对照样降低了 89%~96%, TN 较对照样降低了 61%~76%, TP 较对照样降低了 66%~86%。在本试验的条件下底泥的异质性对水质的影响并不明显。

3 结 语

a. 采用经过曝气的底泥作为沉水植物生长的基质,对植物的分根数、成活率、生物量增加都产生了明显的效果,说明底质的氧化还原条件对沉水植

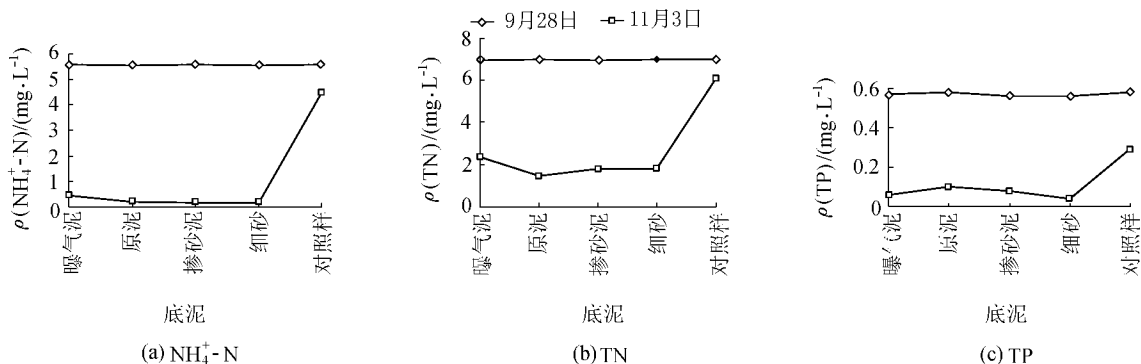


图1 各实验组的水质比较

物的生长繁殖有较为明显的作用。

b. 在4组试验中,单纯将经过洗净的建筑沙作为底质,植物的生长繁殖状态较差。侧面反映出沉水植物对于底质中营养物质具有一定的需求,适宜的营养盐含量对于沉水植物的生长有利。

c. 虽然4种底质中植物生长状态有较大的不同,但水质指标没有出现很大的差异。

参考文献:

[1] 童昌华, 杨肖娥, 濮培民. 水生植物控制湖泊底泥营养盐释放的效果与机理[J]. 农业环境科学学报, 2003, 27(6): 673-376.

[2] 许秋瑾, 李欣瑞, 苏东波. 城市中小型湖泊河道生态治理的探讨[J]. 环境保护, 2001(6): 19-20.

[3] 李文朝. 五里湖底质条件与水生高等植物的适应性研究[J]. 湖泊科学, 1996, 8(增刊): 30-36.

[4] 刘健康. 高级水生生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 224-241.

[5] 倪乐意. 富营养水体中肥沃底质对沉水植物生长的胁迫[J]. 水生生物学报, 2001, 25(4): 399-405.

[6] BARKO J W, SMART R M. Sediment relate mechanisms of growth limitation in submersed macrophytes[J]. Ecology, 1986, 67: 1328-1340.

[7] 程南宁, 朱伟, 张俊. 重污染水体中沉水植物的繁殖及移栽技术探讨[J]. 水资源保护, 2004, 20(6): 8-11.

[8] 中国科学院南京土壤所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978, 62-105, 469-511.

[9] 中国科学院南京土壤所. 土壤物理性质测定法[M]. 北京: 科学出版社, 1978, 11-66.

[10] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. 4版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002, 243-284.

[11] 倪乐意. 切除顶枝对加拿大伊乐藻生长的影响[J]. 水生生物学报, 1999, 23(4): 297-303.

[12] 李潮海, 王群, 郝四平. 土壤物理性质对土壤生物活性及作物生长的影响研究进展[J]. 河南农业大学学报, 2002, 36(1): 32-37.

(收稿日期: 2005-04-13 编辑: 傅伟群)

(上接第29页)

2.3.3 建立河流修复维护数据库

建立三角洲城市河流水质自动监测网和修复基础数据库,及时反馈河流水质、生态的动态变化趋势及修复效果,为河流水质监控和污染修复提供有效数据和信息,保证修复效果。

3 结 语

三角洲城市河流的污染修复应结合具体河网特点,因地制宜地开展水污染控制和河道功能恢复,逐步改善河流水质,实现水生态系统的持续发展。在修复维护过程中,截污是关键。只有从源头上控制污染,才能真正改善水质状况;应用生态修复技术(净化效果好、环境影响小、费用低)及开发研究高效、无二次污染的生物技术产品(如具有特殊分解能力的菌种)将成为河流修复的发展趋势。

参考文献:

[1] 杨华, 张金阳. 广东省主要江河水质状况及变化趋势[J]. 广东环保科技, 2002, 12(2): 8-9.

[2] 彭静, 王浩. 珠江三角洲的水文环境变化与经济可持续发展[J]. 水资源保护, 2004, 20(4): 11-14.

[3] 洪祖喜, 何品晶, 邵立明. 水体受污染底泥原地处理技术[J]. 环境保护, 2002(10): 15-17.

[4] 唐玉斌, 刘宏伟, 陆柱, 等. 中小河流特征及修复方法探讨[J]. 水处理技术, 2004, 30(3): 136-139.

[5] 陈玉成. 污染环境生物修复工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003, 51, 188-190.

[6] 张锡辉. 水环境修复工程学原理与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002, 151-153.

[7] 郑天柱, 周建仁. 污染河道的生态恢复机理研究[J]. 环境科学动态, 2002(3): 11-13.

(收稿日期: 2005-01-06 编辑: 傅伟群)