

河岸带对面源污染物的消减效果研究

殷 有¹, 王立磊¹, 于立忠², 王兆庆¹

(1. 沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 中国科学院 沈阳应用生态研究所 清原森林生态实验站, 辽宁 沈阳 110016)

摘要:用氨氮浓度 2.0 mg/L 和总磷浓度 1.2 mg/L 的污染水, 在坡度 20°的条件下, 对 6 种植被类型下土壤进行模拟壤中流试验, 分别在 6 处渗透距离取水样测定氨氮、总磷含量。结果表明: 污染水渗透到 1.5 m 处, 6 种植被类型土壤水样的氨氮含量均小于 1.0 mg/L, 达到 III 类水质标准; 除 CL(农田)类型外, 其它各植被类型土壤水样的总磷含量均小于 0.4 mg/L, 达到 V 类水质标准。渗透到 3 m 处, 水样中氨氮含量均小于 0.5 mg/L, 达到 II 类水质标准; 除 CL 类型外, 其它各植被类型土壤水样的总磷含量均小于 0.2 mg/L, 达到 III 类水质标准, 其中对氨氮、总磷消减效果均较好的植被类型为 CF(针阔混交林)、GF(珍珠梅灌木林), 消减率均超过 97%。污染水经过 CF、GF 植被类型土壤的 6 处渗透距离, 氨氮含量差异不显著, GL(野生草地)、LA(落叶松人工林)、CL、SH(阔叶杂木林)植被类型差异极显著; LA、GF 植被类型总磷含量差异不显著, CL 类型差异显著, GL、CF、SH 类型差异极显著。各渗透距离处不同植被类型土壤水样氨氮、总磷含量均差异极显著。

关键词: 河岸带; 面源污染; 河岸带植被

中图分类号: S 682.32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)14-0089-03

河岸带(Riparian zone)定义包括广义和狭义 2 种。广义的河岸带是指靠近河边植物群落包括其组成、植物种类多度及土壤湿度等高地植被明显不同的地带; 狭义的河岸带指河水——陆地交界处的两边, 直至河水影响消失为止的地带。目前大多数学者采用后一定义^[1]。由于河岸带的特殊位置, 是受水生环境强烈影响的陆地生境, 因此具有独特的空间结构和生态功能^[2]。许多研究表明, 河岸带通过过滤和截留沉积物、水分以及营养物质等来协调河流横向(河岸边高地到河流水体)和纵向(河流上游到下游)的物质和能量流, 因而在与之相关的土壤侵蚀程度降低、渠道稳定化、生物栖息地保护以及水质改善等方面都起着重要的作用^[3]。

近几年来, 河流、湖泊严重的富营养化现象时常出现, 导致水质下降, 而人类活动的加剧, 农业非点源污染如农药、化肥、除草剂的使用, 都是造成非点源污染的原因, 也是湖泊、水体富营养化现象的根本原因^[4]。鉴于河岸带对改善水体质量方面的作用, 开展河岸带植被与水质关系的研究, 是揭示水体质量变化规律及制定河流保护策略的方法之一^[5]。该文结合国内外河岸带研究和水质评价方法, 对不同植被类型下壤中流

的水质进行比较研究。

1 研究区概况

研究地位于中国科学院沈阳应用生态研究所清原森林生态实验站(41°51'102"N, 124°54'543"E), 地处浑河上游源头区。该区属长白山余脉, 海拔高度在 550~1 116 m 之间。年均气温 3.9~5.4℃, 最低温度出现在 1 月, 最高温度出现在 7 月, 极端最高气温 36.5℃, 最低气温 37.6℃。年降水量 700~850 mm, 降水主要在 4~9 月, 其中 8 月降雨量最大。无霜期约 150 d, 生长季为 4~9 月。土壤为典型的深棕色森林土, 土层厚度 20~30 cm。

2 研究方法

在研究地区选择 6 种典型的植被类型: 由落叶松与阔叶杂木组成的针阔混交林(CF), 45 a 生; 珍珠梅灌木林(GF); 落叶松人工林(LA), 40 a 生; 阔叶杂木林(SH), 45 a 生; 野生草地(GL); 农田(CL), 作物为玉米。在各植被类型内设置样地, 样地面积为 600 m², 4 次重复。

在各类型样地内随机选择样点, 用特制采样刀具取原状土, 放入水样采集器中(图 1), 以地表水环境质量标准(GB3838-2002)中 V 类水规定的氨氮浓度(2.0 mg/L)和 3 倍总磷浓度(1.2 mg/L)配备试验用水, 以清水为对照, 水样采集器坡度设置为 20°, 水样采集器长度分别设置为 0.5、1、1.5、2、2.5、3 m。从配水槽缓慢注入试验用水, 以不产生地表径流为准。在出水口采集水样, 装入瓶内, 带回实验室, 进行水质检测。水样的氨氮测定采用纳氏试剂比色法(GB7479-87)、总

第一作者简介: 殷有(1971-), 男, 在读博士, 副教授, 现主要从事森林计测研究工作。E-mail: xiaxy_z_123@163.com。

基金项目: 国家科技重大专项子课题资助项目(008ZX07208-007-1)。

收稿日期: 2011-04-12

磷测定采用钼酸铵分光光度法(GB11893-89)。使用 Spss (Version 15.0) 软件进行统计分析。

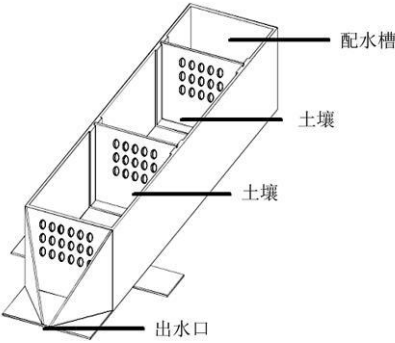


图1 水样采集器

3 结果与分析

3.1 不同植被类型下土壤、渗透距离对水样氨氮含量的影响

不同植被、渗透距离对水样中氨氮浓度的影响见图2,在坡度20°的条件下,6种植被类型下土壤在0~1.5 m的渗透距离内,水样的氨氮含量均随着距离增加而迅速减少,CF、GF、SH、LA、GL、CL分别减少了96.24%、92.93%、89.64%、89.14%、72.37%和68.91%,均达到Ⅱ类水质标准;1.5~3.0 m渗透距离内,CF、GF、SH、LA曲线的下降速度明显变缓。渗透

到3 m处,CF、GF、GL、SH、LA、CL水样中氨氮含量分别减少了97.41%、97.13%、97.07%、94.24%、93.90%、84.70%,均达到Ⅱ类水质标准,其中对氨氮消减效果较好的植被类型为CF、GF、GL,消减率均超过97%。

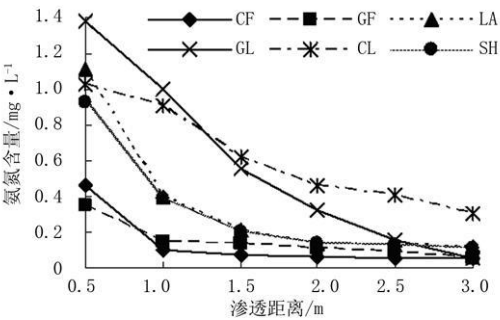


图2 水样中氨氮的含量

从表1可看出,试验水样经过CF、GF植被类型的6处渗透距离,氨氮含量差异不显著,但该2种类型土壤对水样氨氮的消减作用却是明显的,主要是因为消减效果明显出现在0~1.0 m,而1.0~3.0 m间水样氨氮含量变化不大;GL、LA、CL、SH植被类型土壤6处渗透距离水样的氨氮含量差异极显著。

从表2可看出,各渗透距离处不同植被类型土壤水样氨氮含量差异均为极显著。

表1 各植被类型土壤不同渗透距离处水样氨氮含量的方差分析

植被类型	GL	LA	CL	CF	GF	SH
方差分析检验值 Sig	4.46×10 ⁻⁵ **	9.96×10 ⁻⁵ **	3×10 ⁻³ **	0.31	0.24	1.11×10 ⁻¹⁴ **

注: **表示差异极显著。下同。

表2 不同植被类型各渗透距离处水样氨氮含量的方差分析

渗透距离/m	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
方差分析检验值 Sig	6.55×10 ⁻¹¹ **	1.24×10 ⁻¹⁷ **	7.88×10 ⁻¹¹ **	1.16×10 ⁻¹¹ **	3.82×10 ⁻¹³ **	2.41×10 ⁻¹² **

3.2 不同植被类型下土壤、渗透距离对水样总磷含量的影响

不同植被、渗透距离对水样中总磷浓度的影响见图3。由图3可看出,除CL外,其它各植被类型下土壤在0~1.5 m的渗透距离内,水样的总磷含量也随着距离增加而迅速减少,CF、LA、GL、GF、SH分别减少了96.35%、92.67%、90.47%、82.00%和70.44%,均达到Ⅴ类水质标准,而CL仅减少18.12%;渗透到3 m处,GL、CF、LA、SH、GF、CL分别减少98.37%、97.70%、97.02%、94.68%、89.66%、65.63%,除CL外均达到Ⅲ类水质标准,其中对总磷消减效果较好的植被类型为GL、CF、LA,消减率均超过97%。

从表3可看出,试验水样经过LA、GF植被类型土壤的6处渗透距离,总磷含量差异不显著,但该2种类型土壤对水样总磷的消减作用也是非常明显,由于消减效果明显出现在0~0.5 m,而0.5~3.0 m间水样总磷

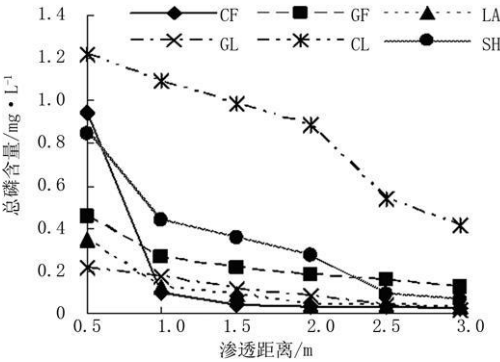


图3 水样中总磷的含量

含量变化较缓慢,因此不同渗透距离处水样总磷含量差异不显著;CL类型各渗透距离处水样总磷含量差异显著,GL、CF、SH差异极显著。从表4可看出,各渗透距离处不同植被类型土壤水样总磷含量差异都极显著。

表 3 各植被类型土壤不同渗透距离处水样总磷含量的方差分析

植被类型	GL	LA	CL	CF	GF	SH
方差分析检验值 Sig	2. 93× 10 ⁻⁵ **	0. 14	0. 04 *	3. 38× 10 ⁻⁷ **	0. 51	2. 09× 10 ⁻¹¹ **

注: *表示差异显著; **表示差异极显著。下同。

表 4 不同植被类型各渗透距离处水样总磷含量的方差分析

渗透距离/m	0. 5	1. 0	1. 5	2. 0	2. 5	3. 0
方差分析检验值 Sig	2. 05× 10 ⁻¹⁶ **	1. 32× 10 ⁻¹⁹ **	4. 66× 10 ⁻²⁰ **	2. 22× 10 ⁻²⁰ **	3. 92× 10 ⁻¹⁶ **	1. 05× 10 ⁻¹⁴ **

4 结论

污染水渗透到 1. 5 m 处, 6 种植被类型土壤水样的氨氮含量均小于 1. 0 mg/L, 达到Ⅱ类水质标准; 除 CL 类型外, 其它各植被类型土壤水样的总磷含量均小于 0. 4 mg/L, 达到 V 类水质标准。渗透到 3 m 处, 水样中氨氮含量均小于 0. 5 mg/L, 达到Ⅱ类水质标准; 除 CL 类型外, 其它各植被类型土壤水样的总磷含量均小于 0. 2 mg/L, 达到Ⅱ类水质标准。其中对氨氮、总磷消减效果均较好的植被类型为 CF、GF, 消减率均超过 97%。

污染水经过 CF、GF 植被类型土壤的 6 处渗透距离, 氨氮含量差异不显著, GL、LA、CL、SH 植被类型差异极显著。LA、GF 植被类型总磷含量差异不显著, CL 类型差异显著, GL、CF、SH 类型差异极显著。各渗透

距离处不同植被类型土壤水样氨氮、总磷含量差异极显著。

参考文献

[1] 蔡庆华,唐涛,刘建康. 河流生态学研究中的几个热点问题[J] . 应用生态学报, 2003, 14(9): 1573-1577.

[2] 陈吉泉. 河岸带植被特征及其在生态系统和景观中的作用[J] . 应用生态学报, 1996(4): 439-448.

[3] Diefenderfer H L, Thom R M, Adkins J E. Systematic Approach to Coastal Ecosystem Restoration. Prepared for NOAA Coastal Services Center, Charleston, SC., by Battelle Marine Sciences Laboratory[J] . Sequim, 2003, WA . PNWD: 32-37.

[4] Keith R, Hench G K, Bissomette A J S. Fate of physical, chemical and microbial contaminants indomestic wastewater following treatment by small constutted wetlands[J] . Water Research, 2003, 37: 921-927.

[5] 李丽娟, 郑红星. 海滦河流域河流系统生态环境需水量计算[J] . 地理学报, 2000 55(4): 24-29.

The Reduction Effect of Riparian Zone to Non-point Source Pollution

YIN You¹, WANG Li-lei¹, YU Li-zhong², WANG Zhao-qing¹

(1. College of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161; 2. Qingyuan Experimental Station of Forestry Ecology, Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences Shenyang, Liaoning 110016)

Abstract: With the ammonia concentration 2.0 mg/L and TP concentration 1.2 mg/L of the polluted water, in the conditions of 20° slope, for the soil under 6 types of vegetation to simulation of subsurface flow experiment, take Water samples at six penetration distance, determind ammonia nitrogen, total phosphorus content. The results showed that, polluted water to infiltrate at 1.5 m, all of six types of vegetation nitrogen content of soil samples were less than 1.0 mg/L, achieve to III water quality standard; in addition to CL type, the other vegetation types of the total phosphorus content of soil samples were less than 0.4 mg/L, to grade V standard; penetrate into the 3 m department, nitrogen content in water samples were less than 0.5 mg/L, reached II water quality standard; in addition to CL type, the other vegetation types of the total phosphorus content of soil samples were less than 0.2 mg/L, reached III water quality standard, CF, GF had better reduction in ammonia nitrogen and TP in water samples, reduction rate over 97%. Pollution water through the six penetration distance of CF, GF vegetation types had no significant difference in ammonia content, GL, LA, CL, SH vegetation types had very significantly different. The TP content of LA, GF vegetation types was not significant. CL type had significant difference, GL, CF, SH types had very significant difference. At each penetration distance, different vegetation types of soil and water samples, which ammonia nitrogen, total phosphorus content were significantly different.

Key words: riparian zone; non-point source pollution; riparian zone vegetation