

人工河岸水土保持生物措施土壤 持肥和固土效应分析^{*}

付兴涛¹, 叶碎高², 赵聚国², 张丽萍¹, 吴希媛¹

(1. 浙江省亚热带土壤与植物营养重点实验室, 国土资源与环境研究所, 浙江大学 环境与资源学院, 杭州 310029; 2. 浙江省水利河口研究院, 浙江广川工程咨询有限公司, 杭州 310020)

摘 要: 为了监测工程实施后生物措施对人工河岸的恢复效应, 在浙江省选择典型河段海宁、慈溪、上虞和义乌市人工河岸采集土样, 风干后进行土壤化学性质分析。结果表明: 实施生物措施后, 河岸土壤有机质都有所增加, 分别为慈溪围垦河道 11.716 g/kg> 上虞 4.686 g/kg> 义乌 2.724 g/kg> 慈溪平原河道 1.205 g/kg> 海宁 1.013 g/kg; 有效钾、全氮含量增幅不大; 海宁和上虞地区全磷含量分别减少 0.037 g/kg, 0.138 g/kg; 并且植物种植年限不同, 土壤的持肥固土效应也不同, 植物生长年限越长土壤的持肥固土效应越强。

关键词: 人工河岸; 生物措施; 土壤化学性质; 持肥固土

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)01-0237-03

The Effects Analysis on Soil Fertility Conservation and Reinforcement on Artificial Riverside with Vegetable Measures

FU Xing-tao¹, YE Sui-gao², ZHAO Ju-guo², ZHANG Li-ping¹, WU Xi-yuan¹

(1. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Subtropic Soil and Plant Nutrition, Institute of Soil and Water Resource and Environment Sciences, College of Environmental and Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, 310029, China; 2. Zhejiang Institute of Hydraulics and Estuary, Zhejiang Guangchuan Engineering Consulting Co. Ltd. Hangzhou 310020, China)

Abstract: In order to monitor the recovery effects on artificial riverbank after vegetable measures, this research chose typical reaches and took soil samples from artificial riverbanks in Haining, Cixi, Shangyu and Yiwu cities in Zhejiang province, the soil chemistry characters were analyzed after air-dried. Results show that soil organic matter increased with vegetable measures, Cixi innning riverway 11.716 g/kg> Shangyu 4.686 g/kg> Yiwu 2.724 g/kg> Cixi plain riverway 1.205 g/kg> Haining 1.013 g/kg. There's no obvious enhancement in total N and effective K whereas total P decreased 0.037 g/kg, 0.138 g/kg in Haining and Shangyu respectively. And there were significant differences in soil reinforcement and fertility conservation effects among different plants grow years, the effects toned with longer grow years.

Key words: artificial riverbank; vegetable measure; soil chemistry characteristics; soil fertility conservation and reinforcement

近年来随着人口的激增和工农业生产的发展, 包括河岸带在内的湿地生态系统由于受人类活动的干扰而发生严重退化, 因此, 退化生态系统的恢复与恢复生态学已成为国际生态学研究领域的热点^[1]。

而根据河岸带的构成和生态系统特征, 河岸带的生态重建可概括为: 河岸带生物重建、河岸带缓冲带生境重建和河岸带生态系统结构与功能恢复3个部分, 其中, 河岸缓冲带技术包括河岸带坡面工程技

^{*} 收稿日期: 2008-05-19

基金项目: 浙江省重点科研社会发展项目(2006C23077)

作者简介: 付兴涛(1982-), 女, 山西朔州市人, 硕士研究生, 主要从事水资源利用与保护研究。E-mail: fuxingtao@zju.edu.cn

通信作者: 张丽萍(1964-), 女, 山西文水市人, 博士, 教授, 主要从事土壤侵蚀和水土保持、生态环境和地貌与第四纪方面的教学与科研。E-mail: lpzhang@zju.edu.cn

术、土壤恢复技术(土壤污染控制技术、土壤肥力恢复技术等)以及河岸水土流失控制技术等^[2]。另外,随着人们对草地巨大生态效益的逐渐认识,草凭借密集的种植和发达的根系被认为是很好的水土保持植物。其枯黄后在地表形成腐殖质,增加林地腐殖质含量,促进土壤团粒结构的形成及植被的良性演替,为其它灌、乔植被的生长打下良好的基础。本研究中草地是河岸缓冲带生态构建的重要组成部分,草的种植对河岸缓冲带的保水固土和土壤肥力的恢复有重要影响,研究表明,植物种植初期,坡岸的流失强度高达 8 000~ 15 000 t/(km²·a),草本植物生长后,强度迅速降低至 1 200~ 1 800 t/(km·a)^[3]。浙江省采取植物措施建设“万里清水河道”,并建立试验示范区开展相关研究,本文在水土保持工程实施过程中,分别测定了不同样地土壤的化学性质,旨在分析水土保持生物措施对人工河岸土壤持肥固土效应的影响,进一步为建设期水土保持监测工作提供一定的理论依据。

1 试验方法

1.1 样品的采集

在浙江省海宁、慈溪、上虞和义乌市人工河岸采

集土样,分别取实施水土保持生物措施前后的表层及不同生长时段的表层土壤,风干后进行研究(表 1)。

表 1 采样地基本情况

序号	采样地点	采样部位	植被情况	生长年限/a
1- 1	海宁	岸坡上部	无	-
1- 2	海宁	岸坡上部	薏苡	1. 5
2- 1	慈溪平原河道	岸坡上部	狗芽根	0. 5
2- 2	慈溪平原河道	岸坡上部	狗芽根	1. 5
3- 1	慈溪围垦河道	岸坡上部	无	-
3- 2	慈溪围垦河道	岸坡上部	狗芽根	1. 5
4- 1	上虞	岸坡上部	无	-
4- 2	上虞	岸坡上部	狗芽根	1. 5
5- 1	义乌	岸坡上部	无	-
5- 2	义乌	岸坡上部	狗芽根	1. 5

1.2 土壤化学性质测定

本试验主要测定了土壤有机质、全 N、全 P 和有效 K 含量。其中,有机质测定采用重铬酸钾容量法——外加热法;全 N 测定采用半微量开氏法;全 P 测定采用 HClO₄-H₂SO₄ 法;有效 K 的测定采用冷的 2 mol/L HNO₃ 溶液浸提——火焰光度法。每个指标设置 3 个重复,另外设置 1 个对照,数据取 3 个重复的平均值,得出有无生物措施的土壤肥力特性(见表 2)。

表 2 土壤肥力特性

序号	采样地点	有机质/(g·kg ⁻¹)	全 N/(g·kg ⁻¹)	有效 K/(g·kg ⁻¹)	全 P/(g·kg ⁻¹)
1- 1	海宁	7. 015	0. 193	0. 425	0. 362
1- 2	海宁	8. 028	0. 230	0. 546	0. 325
2- 1	慈溪平原河道	2. 146	0. 106	0. 309	0. 373
2- 2	慈溪平原河道	3. 351	0. 217	0. 322	0. 409
3- 1	慈溪围垦河道	0. 530	0. 102	0. 620	0. 301
3- 2	慈溪围垦河道	12. 246	0. 141	0. 700	0. 322
4- 1	上虞	17. 420	0. 239	0. 235	0. 416
4- 2	上虞	22. 107	0. 198	0. 288	0. 278
5- 1	义乌	8. 052	0. 203	0. 404	0. 158
5- 2	义乌	10. 776	0. 210	0. 436	0. 189

2 结果与讨论

2.1 生物措施对土壤有机质的影响

土壤有机质不仅能增强土壤的保肥和供肥能力,提高土壤养分的有效性,而且可以促进团粒结构的形成,改善土壤的透水性、蓄水能力及通气性,增强土壤的缓冲性等^[4]。在人工河岸设置生物措施后,土壤有机质变化如表 2 所示,有植被生长的地区土壤有机质含量明显增加,海宁、慈溪围垦河道、上虞、义乌分别增加 1. 013 g/kg, 11. 716 g/kg, 4. 687 g/kg, 2. 724 g/kg,且随植被生长时间的延长,有机质含量提高,慈溪平原河道狗芽根生长一年半和半

年土壤有机质分别为 3. 351 g/kg, 2. 146 g/kg。说明实施水土保持生物措施后,提高了土壤有机质含量,从而改善土壤肥力,这主要与植被的地上部分生物量和地下根系有关。早有研究表明,根系对土壤具有穿插、挤压、分割作用,枯枝落叶产生的有机质及根际分泌物对土壤物理性状也产生一定的影响^[5]。枯落物进入土壤后,经微生物腐解后形成较多腐殖质,使土壤有机质增加,并将大气中的氮素固定,导入土壤,使土壤质量不断提高^[6]。

2.2 生物措施对土壤全氮量的影响

由表 2 可知,除上虞外,其他研究区土壤中全氮含量都有所增加,但增加的幅度不大,分别仅为

0.037 g/kg, 0.111 g/kg, 0.039 g/kg, 0.007 g/kg。因为, 土壤全氮含量与其上植被凋落物含氮量、固氮微生物数量等差异有关, 一般情况下, 随着植被的生长, 有机质含量增加, 矿化释放大氮素, 使土壤全氮含量增加, 但有些地区, 可能由于其他一些自然(该地区温度、湿度等与其他地区不同)或人为原因, 使土壤全氮含量没有明显的变化, 甚至减少。

2.3 生物措施对土壤全磷量的影响

土壤全磷含量的高低, 受土壤母质、成土作用等的影响很大。表 2 显示, 慈溪围垦河道和义乌地区土壤中全磷增量甚微, 分别为 0.021 g/kg 和 0.031 g/kg, 海宁与上虞地区的全磷含量反而减少。可能由于磷素的原始来源是成土母质, 经过风化作用而释放出来, 但大多以有机态存在, 是微生物促使其释放出来, 设置生物措施后, 土壤中微生物活动旺盛, 促使有效磷释放, 使土壤中全磷含量增加, 但沉积作用, 成土条件和土壤质地也会影响土壤磷的含量。因为研究区位于人工河岸, 可能有部分磷是通过沉积作用存在于土壤中的, 不同地区通过沉积作用积累在土壤中的磷的初始值不同, 水土流失也会带走一部分, 就导致海宁与义乌地区全磷含量有减少的趋势。

2.4 生物措施对土壤有效钾的影响

表 2 表明, 种草后, 海宁、慈溪围垦河道、上虞、义乌研究区土壤中有效性钾含量都有明显的增加, 分别为 0.121 g/kg, 0.080 g/kg, 0.053 g/kg, 0.032 g/kg, 随着植物生长年限的延长, 有效性钾含量有所增加, 但增量不明显, 慈溪平原河道仅为 0.013 g/kg。这可能是由于设置生物措施后, 植物生长、根际微生物活动及有机残体腐解等会形成大量的有机酸、酚类物质和无机酸。这些物质能加速难溶性钾转化为速效钾, 使土壤中的速效钾含量有所增加^[4]。另外, 有机质能促进含钾矿物风化, 并减少交换性钾的固定。总之, 设置生物措施后, 使土壤有效性钾的含量增加, 从而提高土壤肥力。

2.5 生物措施对土壤的固土效应

为了进一步分析土壤各营养元素的动态变化, 将表 2 实测数字进行了变换计算, 得出化学元素变化率 R_i , 计算公式为 $R_i = \frac{A_{i-2} - A_{i-1}}{A_{i-1}}$, 其中 i 表示各采样地点序号, A_{i-2} 表示有生物措施各化学元素含量, A_{i-1} 表示无生物措施各化学元素含量, 得到数值(见表 3)。

表 3 显示, 有无生物措施, 同一地区不同化学元素变化率不同。义乌地区, 有机质变化率 33.83% > 全 P 变化率 19.62% > 有效 K 变化率 7.82% >

全 N 变化率 3.45%; 慈溪围垦河道、上虞地区有机质变化率最大; 海宁地区, 有效 K 变化率最大为 28.29%; 慈溪平原河道则全 N 变化率最大为 104.72%。另外, 不同地区同一化学元素的变化率有明显区别, 有机质变化率比较高, 有效 K 变化率为, 海宁 28.29% > 上虞 22.85% > 慈溪围垦河道 12.89% > 义乌 7.82% > 慈溪平原河道 3.97%; 全 N、全 P 变化率为慈溪平原河道 > 慈溪围垦河道。

表 3 土壤化学元素变化率

序号	采样地点	有机质 / %	全 N / %	有效 K / %	全 P / %
1	海宁	14.44	19.17	28.29	-10.22
2	慈溪平原河道	56.15	104.72	3.97	9.65
3	慈溪围垦河道	2210.57	38.24	12.89	6.98
4	上虞	26.91	-17.15	22.85	-33.17
5	义乌	33.83	3.45	7.82	19.62

草的生长为微生物(如细菌、真菌、蚯蚓、线虫等)提供了良好的生存环境, 加速植物根、茎、叶的分解, 从而改良土壤结构和化学成分。试验表明, 设置生物措施后, 土壤有机质有所提高, 而有机质能胶结土壤颗粒进而形成团聚体, 改善土壤物理性状, 改良土壤结构, 起到很好的固土作用。代全厚等对嫩江大堤植物根系固土护堤功能进行了研究, 结果表明, 植物根系具有较强的固土功能, 土壤抗冲性指数随有机质含量的增大而增大, 从而提高土壤抗冲性; 另外, 土壤水稳性团粒指数与有机质呈正相关, 相关系数达到 0.913 2, 使土壤具有较强的抗蚀性^[7]。张金池也提出, 有机质是土壤结构的改良剂, 回归分析表明其含量与抗冲性指数的相关系数为 0.805, 而有机质与土壤抗蚀性关系更密切^[8]。

3 小 结

人工河岸由于受人为活动干扰强烈, 属生态脆弱区, 易造成水土流失, 从而淤积河道, 减弱河岸的行洪能力, 进行水土保持生物措施后, 可以有效提高土壤中的有机质、全氮含量, 在某些区域全磷和全钾也有所增加, 在一定程度上改善了土壤结构, 改良土壤肥力, 恢复河岸生态系统, 使其具有良好的固土作用, 减缓河岸水土流失。因此, 应加强对人工河岸植被的种植和保护, 以增强其持肥固土作用。

参考文献:

[1] 彭少麟. 退化生态系统恢复与恢复生态学[J]. 中国基础科学, 2001(3): 18-24.
[2] 张建春, 彭补拙. 河岸带及其生态重建研究[J]. 地理研究, 2002, 21(3): 373-383.

参考文献:

[1] 韩富伟, 张柏, 宋开山, 等. 长春市土壤侵蚀潜在危险度分级及侵蚀背景的空间分析[J]. 水土保持学报, 2007, 21(1): 39-43.

[2] 赵忠海. 北京市密云水库北部地区土壤侵蚀情况的遥感调查[J]. 地质灾害与环境保护, 2005, 16(4): 387-390.

[3] David P. Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits[J]. Science, 1995, 267: 1117-1123.

[4] Lal R. Soil quality and food security: the global perspective[C]// La R. Soil quality and soil erosion, New York: CRC Press, 1999: 3-15.

[5] 符素华, 段淑怀, 李永贵, 等. 北京山区土地利用对土壤侵蚀的影响[J]. 自然科学进展, 2002, 12(1): 108-112.

[6] Viles H A. The agency of organic beings: A selective review of recent work in biogeomorphology [C]// Thornes J B. Vegetation and erosion. John Wiley & Sons Ltd, 1990: 5-24.

[7] 吴钦孝, 赵鸿雁. 植被保持水土的基本规律和总结[J]. 水土保持学报, 2001, 15(4): 13-15.

[8] 符素华, 张卫国, 刘宝元, 等. 北京山区小流域土壤侵蚀模型[J]. 水土保持研究, 2001, 8(4): 114-120.

[9] 齐乌云, 马蔼乃, 周大良, 等. 北京地区土壤水力侵蚀评估[J]. 水土保持研究, 2003, 10(3): 137-139.

[10] 杨志新, 郑大玮, 李永贵. 北京市土壤侵蚀经济损失分析及价值估算[J]. 水土保持学报, 2004, 18(3): 175-178.

[11] 周为峰, 吴炳方, 李强子. 官厅水库上游近 20 年土壤侵蚀强度时空变化分析[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 183-186.

[12] 毕小刚, 段淑怀, 李永贵, 等. 北京山区土壤流失方程探讨[J]. 中国水土保持科学, 2006, 4(4): 6-13.

[13] 韦红波, 李锐, 杨勤科. 我国植被水土保持功能研究进展[J]. 植物生态学报, 2002, 26(4): 489-496.

[14] 刘启慎, 李建兴. 低山石灰岩区不同植被水土保持功能的研究[J]. 水土保持学报, 1994, 8(1): 78-83.

[15] 罗伟祥, 白立强, 宋西德, 等. 不同覆盖度林地和草地的径流量与冲刷量[J]. 水土保持学报, 1990, 4(1): 36-43.

[16] 董荣万, 朱兴平, 何增化, 等. 定西黄土丘陵沟壑区土壤侵蚀规律研究[J]. 水土保持通报, 1998, 18(3): 1-15.

[17] 张桂华, 姚凤梅. 江西兴国土壤侵蚀动态的研究[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(1): 53-56.

[18] 赖仕樟, 吴锡玄, 杨玉盛, 等. 论森林与土壤保持[J]. 福建水土保持, 2001, 13(2): 11-14.

[19] 吴钦孝, 赵鸿雁, 刘向东, 等. 森林枯枝落叶层涵养水源保持水土的作用评价[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(2): 23-28.

[20] 侯喜禄, 白岗栓, 曹清玉. 黄土丘陵区森林保持水土效益及其机理的研究[J]. 水土保持研究, 1996, 3(2): 98-103.

[21] 余新晓. 森林植被减弱降雨侵蚀能量的数理分析[J]. 水土保持学报, 1988, 2(2): 24-30.

[22] 刘向东, 吴钦孝, 赵鸿雁. 森林植被垂直截留作用与水土保持[J]. 水土保持研究, 1994, 1(3): 8-13.

[23] 周国逸. 几种常见造林树种冠层对降水动能分配及其生态效应分析[J]. 植物生态学报, 1997, 21(3): 250-259.

[24] 雷瑞德. 华山松林冠层对降雨动能的影响[J]. 水土保持学报, 1988, 2(2): 31-39.

[25] 陈廉杰. 乌江中下游低效林水土保持效益分析[J]. 水土保持通报, 1991, 22(6): 18-22.

[26] 杨吉华, 刘凯生, 宫锐, 等. 山丘地区森林保持水土效益的研究[J]. 水土保持学报, 1993, 7(3): 47-52.

[27] 刘定辉, 李勇. 植物根系提高土壤抗侵蚀性机理研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(3): 34-37.

[28] 张青春, 刘宝元, 翟刚. 植被与水土流失研究综述[J]. 水土保持研究, 2002, 9(4): 96-101.

(上接第 239 页)

[3] 叶碎高, 赵聚国, 应聪惠, 等. 河道植物护坡及水土流失观测[J]. 黑龙江水专学报, 2007, 34(4): 9-12.

[4] 胡江波, 杨改河, 张笑培, 等. 不同植被恢复模式对土壤肥力的影响[J]. 河南农业科学, 2007(3): 69-72.

[5] 王利民, 寸玉康, 陈奇伯, 等. 滇西北高原水土保持生态修复措施的土壤理化效应[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(1): 7-11.

[6] 张俊华, 常庆瑞, 贾科利, 等. 黄土高原植被恢复对土壤肥力质量的影响研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(4): 38-41.

[7] 代全厚, 张力, 刘艳军, 等. 嫩江大堤植物根系固土护堤功能研究[J]. 中国水土保持, 1998(12): 36-37.

[8] 张金池, 康立新, 卢义山, 等. 苏北海堤林带树木根系固土功能研究[J]. 水土保持学报, 1994, 8(2): 43-47.