狗牙根群落土壤—根系系统的结构及其抗冲刷与抗侵蚀性能的空间变化

张 迪, 戴方喜

(三峡大学 化学与生命科学学院, 湖北 宜昌, 443002)

摘 要:[目的] 探讨三峡库区消落带常见的物种狗牙根对库区消落带固土护坡的作用机理。[方法] 结合野外调查和室内试验研究,对狗牙根群落根土复合体的结构、根土复合体抗冲刷与抗侵蚀性能及其空间变化进行研究。[结果] 狗牙根根系对土壤抗冲性和抗蚀性都有显著的增强效应。随着狗牙根根系生物量的增加,土壤抗冲性和抗蚀性能力也随之增强,且根系生物量与土壤抗冲性和抗蚀性有线性相关性;土壤的抗冲刷与抗侵蚀能力还受消落带海拔梯度的影响,随着海拔梯度的上升,土壤的抗冲刷与抗侵蚀能力逐渐增强,在 175 m 高度达到最大。[结论] 由于高度升高,被淹的时间缩短,狗牙根在高海拔地区的生长状况好于低海拔地区。

关键词:土壤—根系系统;抗冲刷;抗侵蚀;根系生物量

文献标识码:A 文章编号:1000-288X(2015)01-0034-03 中图分类号:S157.1

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.01.007

Spatial Variation of Soil-root System Structure of *Cynodon Dactylon* Community and Its Capability to Soil Antierodibility and Antiscouribicity

ZHANG Di, DAI Fangxi

(*College of Chemistry and Life Science, Three Gorges University, Yichang, Hubei* 443002, *China*)

Abstract: [Objective] To uncovered the mechanism of *Cynodon dactylon* in slope stabilization. [Methods] We tested the spatial variation of plant growth, antierodibility and antiscouribicity with altitude through field investigation and laboratory experiments. [Results] The roots of *C. dactylon* had significant effects to enhance the soil antierodibility and antiscouribicity. The antierodibility and antiscouribicity of soil-root system increased significantly with the increase of root biomass, which showed linear regression relationship. The antierodibility and antiscouribicity of soil-root system also was influenced significantly by altitude. It increased with the increasd altitude and showed strongest at the altitude of 175 m, the upper edge of the water-level-fluctuation zone. [Conclusion] The *C. dactylon* community distributing on the upper parts of the water-level-fluctuation zone is submerged slighter and grow better than those distributing on the low parts.

Keywords: soil-root system; antierodibility; antiscouribicity; corrosion resistance; root biomass

三峡大坝建成后,在库区形成水位落差约 30 m 的消落带[1]。由于水库水位频繁且大幅度的波动,库区消落区将对植物物种形成巨大选择作用。植被的破坏及水位的剧烈变动,使得库岸土壤侵蚀和水土流失严重,从而会影响三峡库区的生态环境[2-3]。在消落带内人工构建植被是保护三峡库区消落带生态环境的常用手段。在人工构建植被中,选择的植物物种不仅要具有耐水淹环境的特点,而且要有很好的固土抗侵蚀能力,因而植物的抗冲刷、抗侵蚀效能在消落带植物构建的物种选择中是一个需要考虑的重要因素[4]。狗牙根是一种对水淹适应能力较强且在三峡库区常见的物种。本文对不同高度狗牙根根系生物量及其增强土壤抗侵蚀效能进行研究,希望能明确狗牙根固土护坡效能,为三峡库区消落带植被构建提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 物种选择及研究区概况

本文主要研究物种为狗牙根。狗牙根在三峡水库消落带极限条件下(淹没深度 0~25 m)能够存活,具有较强两栖适生性,在消落带绝大多数植物因适生性选择而消亡的状况下,极可能成为优势建群种。同时,狗牙根为三峡库区乡土植物,不会构成物种及生

收稿日期:2014-01-24 修回日期:2014-02-12

资助项目:四川省企业资助项目"官地水电站坝区生态保护植物遴选及其应用技术研究"(GDA-G201211)

第一作者:张迪(1989—),男(汉族),湖北省宜昌市人,硕士研究生,研究方向为生态恢复与生态工程。E-mail:861562922@qq.com。

通信作者:戴方喜(1962—),男(汉族),湖北省荆州市人,大学本科,教授级高级工程师,主要从事生态恢复与生态工程工作。E-mail:dfx@ctgu.edu.cn。

态威胁,对于三峡水库消落带植被重建、修复及优化具有一定的研究和应用价值[5]。研究区位于宜昌市兴山县峡口镇香溪河地段。从响滩到秭归香溪镇这一段称作香溪河。该流域降水和水力资源均十分丰富。从 4 月份开始,河流就进入了汛期,10 月以后进入涸水期,其蓄水位达到 155～175 m。

1.2　试验方法

1.2.1　样方选取及取样　在研究区 160,165,170,175 m 4 个高度中每个海拔随机选取 5 个狗牙根群落进行取样研究。用根钻(直径 8 cm 高 10 cm)在野外直接钻取含有狗牙根成体健康植株根系的表层 10 cm土柱样品。钻取前先剪去植株的地上部分,去掉地表的枯落物及不含根系的土层,然后竖直向下钻取样品。每一高度取 10 个土样,其中 5 个用于抗冲试验,5 个用于抗蚀试验;同时在狗牙根物种取样点附近取 10 个尽量不含根系或含尽量少根系的同土壤基质的样品,5 个用于抗冲试验对照,5 个用于抗蚀试验对照,每一个高度取法均相同。最后把样品上下用塑料带包裹并封口,橡皮筋固定,带回实验室进行抗冲和抗蚀试验。

1.2.2　土壤抗冲刷的测定　采用原状土冲刷水槽法[6]的计算公式为:

$$E_v = C_0/C_2 = (C_1 - C_2)/C_2$$

式中:C_1——含根土壤的抗冲系数;C_2——空白对照土壤的抗冲系数;C_0——由于根系存在而使土壤抗冲刷系数增加的值;E_v——根系抗冲性增强值,是由于土壤中根系的存在而使土壤抗冲性增加的倍数,从而能很好的反映根系对土壤的抗冲性增强效应。

抗冲刷系数 C,即每冲掉 1 g 含饱和水的土重所需的水量(L),用 C(L/g)表示,即 $C = v/m$。式中:v——体积;m——质量。

1.2.3　土壤抗侵蚀的测定　采用静水抗崩解装置法[6]。计算公式为:$C_e = V_0/V_2 = (V_1 - V_2)/V_2$

式中:V_1——对照土壤的崩解速率;V_2——含根土壤的崩解速率;V_0——由于根系存在而使土壤崩解速率的减缓值。C_e——根系抗蚀性增强系数,指由于根系的存在而使土壤崩解速率减缓的系数,也就是根系对土壤抗蚀性的增强系数。C_e 值的范围在 0 和 1 之间,其值越接近于 1,增强效应越显著。

崩解速率用单位时间崩解的含饱和水的土重来衡量,即 $V = M/t = (M_1 - M_2)/\mathrm{t(g/min)}$。

式中:M_1——起始土重;M_2——t 时间后土重;t——时间。

2　结果与分析

2.1　土壤－根系系统的抗冲刷性能及其空间变化

2.1.1　抗冲刷系数　通过试验,对香溪河消落带各个高度狗牙根植物的根土复合体的抗冲刷能力进行了试验分析,所得结果如图 1 所示。

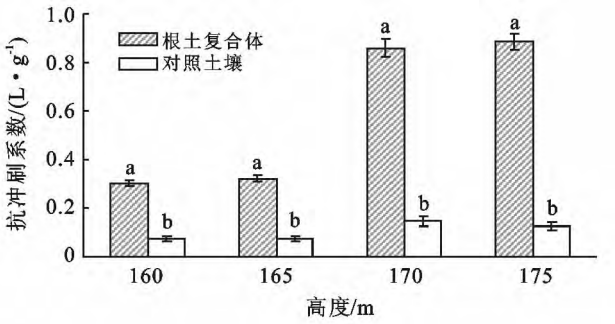


图 1　狗牙根根土复合体与对照土壤抗冲刷系数

注:图中标有相同字母者表示组间差异不显著($p<0.05$)。下同。

结果显示,4 个高度的狗牙根根土复合体和对照土壤的抗冲刷能力没有显著性差异,其 p 值均大于 0.05。但是,总体上每个高度狗牙根根系对土壤的抗冲刷能力均有明显的增强作用,并且 4 个高度的狗牙根根土复合体抗冲刷能力逐渐增强,在 175 m 高度时狗牙根根系对土壤的抗冲刷能力的增强作用最大。

2.1.2　根系抗冲刷增强值与根系生物量的关系　如图 2 所示,随着高度的递增,狗牙根根系的生物量具有显著的增长,狗牙根根系的存在对土壤的抗冲性增强倍数也逐渐增大,并且在 175 m 高度时根系的抗冲性增强值最大。由狗牙根根土复合体抗冲刷系数和对照土壤抗冲刷系数的关系得到 4 个海拔高度根系的抗冲刷增强倍数,并且通过抗冲性增强值与对应根系生物量的比较,得出不同高度它们之间的线性关系。由图 2 可知,在海拔 160～175 m,各个海拔高度狗牙根抗冲性增强值与对应根系生物量有明显的线性关系,即随着根系生物量的增加抗冲性增强值也增加;在 175 m 高度时,根系生物量最大,且对应的抗冲刷增强倍数也最大。因此,随着根系生物量的增加,根系抗冲性增强值越大,狗牙根根系对土壤抗冲刷的增强作用越明显。

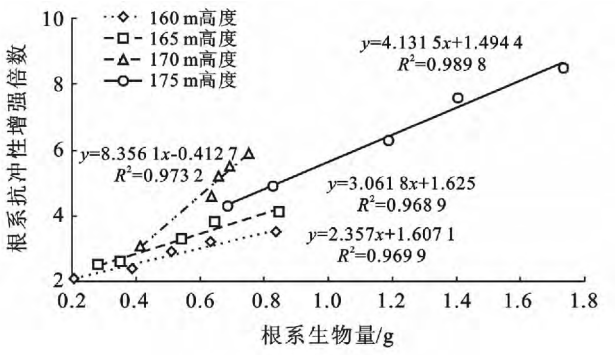


图 2　根系抗冲性增强值与根系生物量的线性关系

2.2 土壤—根系系统的抗侵蚀性能及其空间变化

2.2.1 崩解速率 各个高度狗牙根根土复合体与对照土壤的崩解速率对比关系如图 3 所示。

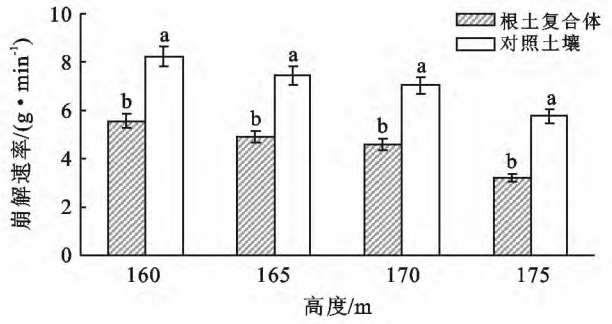


图 3 狗牙根根土复合体与对照土壤崩解速率关系

由图 3 可见，随着高度的上升，狗牙根根土复合体的崩解速率与对照土壤崩解速率均有较显著降低，其 p 值分别为 0.019，0.032，都小于 0.05。通过比较得出，狗牙根根系对土壤的崩解具有明显的减弱作用。随着高度上升，根土复合物的崩解速率越小，狗牙根根系对土壤抗崩解作用越大，在 175 m 高度时，其崩解速率最小，抗崩解作用最大。

2.2.2 根系抗蚀性增强系数与根系生物量的关系 如表 1 所示，随着高度的上升，狗牙根根系抗蚀性增强系数逐渐增大，越来越接近 1；狗牙根根系生物量也有较显著的增加，其 $p=0.021<0.05$。通过比较得出，狗牙根根系抗蚀性增强系数随着狗牙根根系生物量的增加而增大，具有明显的线性关系。在 175 m 高度时，狗牙根根系抗蚀性增强系数最大，最接近 1；狗牙根根系的生物量也最大。

表 1 抗蚀性增强值与根系生物量的关系

高度/m	根系抗蚀性增强系数	根系生物量±SE(g)
160	0.476±0.021	0.419±0.019
165	0.514±0.042	0.524±0.032
170	0.531±0.055	0.548±0.042
175	0.794±0.079	0.613±0.037
F 值	1.725	2.769
P 值	0.037*	0.021*

注：* 表示差异显著水平在 0.05 以内；* * 表示差异显著水平在 0.01 以内。

由狗牙根根土复合体崩解速率与对照土壤崩解速率关系可得根系抗蚀性增强值，并且通过抗蚀性增强系数与对应根系生物量的比较，得出不同海拔高度其之间的线性关系。由图 4 可知，在 160 m 到 175 m 高度，狗牙根根系抗蚀性增强系数与对应根系生物量有比较明显的线性关系，即随着根系生物量的增加抗蚀性增强系数也增加；在 175 m 高度时，可以明显看出狗牙根的根系生物量最大，且对应的根系抗蚀性增强系数也最大。

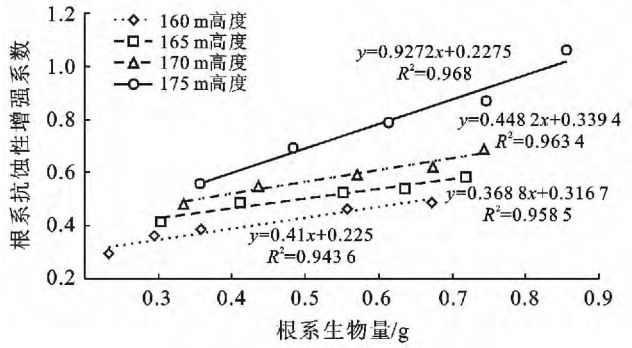


图 4 根系抗蚀性增强值与根系生物量的线性关系

3 结 论

(1) 在消落带不同高度狗牙根根土复合物抗冲刷与抗侵蚀能力不同。随着高度的上升，狗牙根根土复合物抗冲刷和抗侵蚀能力越来越强。在 175 m 高度的时候其能力最强。狗牙根根系对土壤抗冲刷与抗侵蚀能力有明显的增强效应，随着高度的上升，狗牙根根系对土壤抗冲刷与抗侵蚀能力的增强也渐增，在 175 m 高度的时候其增强效应最明显。

(2) 植物的根系生物量能很好地反映和预测植物根系对土壤抗侵蚀和抗冲刷的增强效能。在消落带不同高度狗牙根生长状况不同，其根系生物量也各不一样。在 175 m 高度的时候，狗牙根生长最旺盛，其生物量也最大。随着高度的上升，狗牙根根系生物量逐渐增大，其抗冲刷和抗侵蚀增加效能也逐渐增强。在 160～170 m 高度，它们有明显的线性关系。在 175 m 高度的时候，狗牙根根系生物量最大，其抗冲刷和抗侵蚀性增强效应也最大。

[参 考 文 献]

[1] 袁辉，王里奥，詹艳慧，等. 三峡库区消落带健康评价指标体系[J]. 长江流域资源与环境，2006，15(2)：249-253.

[2] 戴方喜，许文年，陈芳清. 对三峡水库消落区生态系统与其生态修复的思考[J]. 中国水土保持，2006，27(12)：6-8.

[3] 王强，袁兴中，刘红，等. 三峡水库 156 m 蓄水后消落带新生湿地植物群落[J]. 生态学杂志，2009，28(11)：2183-2188.

[4] 吴钦孝，李勇. 黄土高原植物根系提高土壤抗冲性能的研究(Ⅱ)：草本植物根系提高表层土壤抗冲刷力的试验分析[J]. 水土保持学报，1990，4(1)：11-16.

[5] 王海锋. 不同季节长期水淹对几种陆生植物的存活、生长和恢复生长的影响[D]. 重庆：西南大学，2008.

[6] 徐少军. 三峡库区 5 种耐水淹植物根系增强土壤抗侵蚀效能研究[J]. 水土保持学报，2008，22(6)：13-18.