

# Soil Anti-Erodibility of Several Bamboo in Central Yunnan\*

Jiangang Ma, Yangyi Zhao, Yanxia Wang

School of Environmental Science and Engineering, Southwest Forestry University, Kunming  
Email: mjpg@swfu.edu.cn

Received: Oct. 29<sup>th</sup>, 2013; revised: Nov. 15<sup>th</sup>, 2013; accepted: Nov. 18<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Jiangang Ma et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2013 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Jiangang Ma et al. All Copyright © 2013 are guarded by law and by Hans as a guardian.

**Abstract:** The aim of this study is to provide evidence for selection of bamboo for debris flow control in Yunnan by revealing soil anti-erodibility of different bamboos. This paper analyzes organic content, the air dry rate of water-stable crumb, water stable index and soil shear resistance of soil of several bamboo. The results showed that the soil anti-erodibility of bamboo from big to small are *Phyllostachys sulphurea*, *Fargesia fractiflexa* Yi, *Neosinocalamus affinis* (Rendle) Keng f., but the soil shear resistance of *Neosinocalamus affinis* (Rendle) Keng f. is maximal. It is concluded that *Phyllostachys sulphurea* is suitable for slope protection by vegetation and *Neosinocalamus affinis* (Rendle) Keng f. is suitable for bank protection or shallow landslide control.

**Keywords:** Central Yunnan; Bamboo; The Soil Anti-Erodibility

## 滇中地区主要竹林土壤抗蚀性能研究\*

马建刚, 赵洋毅, 王艳霞

西南林业大学环境科学与工程学院, 昆明  
Email: mjpg@swfu.edu.cn

收稿日期: 2013年10月29日; 修回日期: 2013年11月15日; 录用日期: 2013年11月18日

**摘要:** 通过揭示不同竹林土壤的抗蚀性能, 为云南泥石流区域治理提供选择竹种的依据。本文对不同竹林土壤有机质含量、水稳性团粒风干率、水稳性指数和土壤抗剪力四个指标进行了分析研究, 结果表明土壤抗蚀性方面从大到小依次是: 灰金竹、实心竹、慈竹, 然而慈竹林土壤抗剪强度较大。这说明在护坡方面灰金竹林较好, 而在护岸和浅层滑坡防护上慈竹较好。

**关键词:** 滇中; 竹林; 土壤抗蚀性

### 1. 引言

竹子具有良好的经济效益和生态效益, 对维持生态平衡, 保护人类生存环境起到很好的作用。但是至今为止绝大多数研究集中于竹类的材用和食用方面。

\*基金项目: 西南林业大学水土保持与荒漠化防治重点学科, 教育部特色专业“水土保持与荒漠化防治”, 云南省教育厅基金项目(2010Y293)。

在生态效益方面, 我国在这方面的研究主要开始于 19 世纪 80 年代, 起始于毛竹和麻竹的水文生态效益研究, 较早的报道见于 1989 年<sup>[1]</sup>。目前我国许多学者对福建、四川、浙江以及三峡库区等地的毛竹、四季竹、撑绿竹等人工栽培试验的基础上做了水土保持效益的分析研究<sup>[2]</sup>。而对于滇中地区尤其是泥石流多发区天然存在的竹类植物尚未见具体研究报道。

为了给竹林的水土保持效益研究以及林业生态工程建设提供依据,笔者对昆明地区泥石流防止工程中拟采用的主要竹种——灰金竹(*Phyllostachys sulphurea*)、慈竹(*Neosinocalamus affinis* (Rendle) Keng f.)、实心竹(*Fargesia fractiflexa* Yi)的竹林土壤抗蚀性进行了实验研究。

土壤抗蚀性是指土壤对侵蚀营力分散和搬运作用的抵抗能力<sup>[3]</sup>。它是控制土壤承受降雨和径流分离及输移等过程的综合效应<sup>[4]</sup>,同时它还是建立各种土壤流失方程和坡面侵蚀模型必不可少的重要参数<sup>[5]</sup>。评价土壤抗蚀性能的指标有很多<sup>[3-6]</sup>,本研究选取了有机质含量、水稳性团粒风干率、水稳性指数(K)、土壤抗剪力四个指标来反映不同竹林土壤的抗蚀性能。

## 2. 研究区概况

实心竹林位于昆明市西山,灰金竹林和慈竹林位于安宁市温泉镇,其中灰金竹林面积约 2500 m<sup>2</sup>,慈竹和实心竹林面积约 1000 m<sup>2</sup>,实验采样地块 5 年来无人工经营和其它明显人为扰动现象。各采样点具体情况见表 1。

## 3. 研究方法

### 3.1. 土壤采样

根据调查,在林地内选择林分均匀的典型样地,挖取深 20 cm 的土壤剖面,按上(0~10 cm)、下(10~20 cm)土壤层次取样 500 g 以上,带回实验室准备试验。

### 3.2. 试验方法

水稳性团粒风干率和水稳性指数采用《水土保持监测技术》规定方法<sup>[6]</sup>,水稳性团粒风干率利用公式(1)和公式(2)分别计算 0.5 mm 和 0.25 mm 以上团粒风干率。

$$\text{各粒级水稳性团聚体含量}(\%) = \frac{A-B}{G} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{某粒级水稳性团粒风干率}(\%) = \frac{B}{A} \times 100\% \quad (2)$$

式中: A——某粒级毛管饱和土水稳性团粒含量

B——某粒级风干土水稳性团粒含量

水稳性指数(K)测定方法是:将待测土样风干后筛分,选取直径 0.7~1.0 mm 的土粒 50 颗以上,均匀放在孔径为 0.5 mm 的金属网上,然后置于静水中进行

Table 1. Basic status of the soil sampling point  
表 1. 土壤采样点概况

林分	海拔(m)	坡度(°)	郁闭度	土壤	成林年限(a)	林分组成
灰金竹林	1920	36	0.90	玄武岩红壤	30	纯林
慈竹林	1900	20	0.62	玄武岩红壤	21	纯林
昆明实心竹林	2000	31	0.70	石灰岩红壤	35	纯林

观测。以一分钟时间间隔分别记下分散的土粒数量,连续观测 10 分钟,其分散土粒的总和即为 10 分钟内完全分散的土粒数。同时记下 10 分钟内未分散的土粒的数量,利用公式 3 计算 K 值。

$$K = \frac{\sum P_i K_i + P_j}{A} \quad (3)$$

式中:  $P_i$ ——第  $i$  分钟分散的土粒数

$K_i'$ ——水稳性校正系数

$P_j$ ——在 10 分钟内未分散的土粒数  $P_j$

A——本次分散测验取用的土粒数

土壤有机质含量的测定利用重铬酸钾法<sup>[7]</sup>。土壤抗剪力使用袖珍剪力测量仪(三头抗剪仪,型号:14.10)测定。

## 4. 结果与分析

实验土壤各抗蚀性指标测试结果见表 2。

### 4.1. 土壤有机质

土壤有机质是水稳性团粒的主要胶结剂,能够促进土壤中团粒结构的形成,增加土壤的疏松性、通透性,对于提高土壤的抗蚀能力具有重要作用<sup>[4-8]</sup>。

从表 2 可以看出,几种竹林的土壤有机质含量在 0~10 cm 土壤层次时的多少关系为:灰金竹林>实心竹林>慈竹林;在 10~20 cm 土壤层次时的大小关系为:灰金竹林>慈竹林>实心竹林,但是慈竹林和实心竹林有机质含量非常接近。在不同土壤层次上,各竹林土壤表层的有机质含量明显高于亚表层,其中灰金竹林 0~10 cm 和 10~20 cm 土层内的有机质含量高且差别相对较小。

从现场调查来看,灰金竹林郁闭度高、枯落物丰富、地被草本较多、土壤湿润、表层根系密布、细根较多,枯落物总厚度约 7.0 cm,其中半分解和完全分

**Table 2. The soil anti-erodibility indexes of some bamboo**  
**表 2. 不同竹林土壤抗蚀性指标**

样地类型	灰金竹林	慈竹林	实心竹林	灰金竹林	慈竹林	实心竹林
土壤层次	0~10 cm			10~20 cm		
风干率 (%)	>0.5 mm	46.86	31.36	33.22	36.54	31.40
	>0.25 mm	60.38	49.68	53.25	60.36	51.74
水稳性指数(K)		0.84	0.62	0.72	0.80	0.44
有机质(g·kg <sup>-1</sup> )		99.67	41.83	59.16	82.28	20.56
土壤抗剪力 (Kg/cm <sup>2</sup> )		0.148	0.194	0.109	0.243	0.239
					0.172	

注：土壤抗剪力为三头分别测验后的平均值。

解层约 4.3 cm，从而使得有机质含量较高。而慈竹和实心竹地被物较少，枯落物相对较薄。

#### 4.2. 水稳性团粒风干率

水稳性团粒风干率与抗蚀性成正相关，与侵蚀量成反相关<sup>[8-10]</sup>，从表 2 可以看出，几种竹林在 0~10 cm 和 10~20 cm 土壤层次上，粒径 >0.5 mm、>0.25 mm 时的土壤水稳性团粒风干率大小均表现为：灰金竹林 > 实心竹林 > 慈竹林。尤其是>0.5 mm 表层(0~10 cm)土壤风干率灰金竹林分别超过其它两类竹林 49%和 41%。在不同土壤层次上，除了灰金竹林土壤表层的抗蚀性强于土壤亚表层外，慈竹和实心竹土壤表层的抗蚀性均弱于土壤亚表层，但从该指标数值上看这两种竹林的这种差别不是很大。

灰金竹林表层良好的根系分布、枯落物层、良好的水分状况、较高的土壤有机质都有助于水稳性团粒的增加。

#### 4.3. 水稳性指数

土壤团聚颗粒水稳性是指土壤团聚颗粒遇水后，团聚颗粒的保持(或分散)程度，可以用水稳性指数(K)表示<sup>[6,10]</sup>。研究表明，水稳性指数越大，说明土壤团聚颗粒不易浸湿破坏，土壤团聚结构越良好，土体抗蚀性能越好，也是目前在土壤抗蚀性方面使用最广泛的指标<sup>[8-10]</sup>。

从表 2 可以看出，几种竹林在 0~10 cm 和 10~20 cm 土壤层次上，水稳性指数大小均表现为：灰金竹林 > 实心竹林 > 慈竹林。其中灰金竹林在 0~10 cm 和 10~20 cm 层次上分别超过其它两类竹林 35%、

17%、82%，67%。从表中也可以看出灰金竹林团聚体分布在 20 cm 内相对均匀，而慈竹和实心竹在亚表层土壤抗蚀性快速下降。在不同土壤层次上，各竹林土壤表层的水稳性指数均强于土壤亚表层。

#### 4.4. 土壤抗剪力

土壤抗剪力反映了土粒之间的凝结状况，土粒凝结的愈牢固就愈不易被外力破坏。所以土壤的抗剪力愈大，土壤的抗侵蚀能力就愈强。但是由于抗剪力会受到土壤根系及其它杂物的影响，因此在土壤抗蚀性研究方面使用较少，而相对竹林而言，由于根系分布在土壤上部分布较多，能显著影响土壤的抗剪力。从表 2 可以看出，0~10 cm 几种竹林土壤抗剪力大小关系为：慈竹林 > 灰金竹林 > 实心竹林；10~20 cm 大小关系为：灰金竹林 > 慈竹林 > 实心竹林，但是慈竹林与灰金竹林非常接近。根据现场调查和室内试验，灰金竹林表层土壤较其他两类竹林土壤湿润多孔，而其中慈竹林地表土壤最为紧实，粗根系相对较多。

### 5. 结论与讨论

从以上分析和表 2 数据可以看出，无论是 0~10 cm 还是 10~20 cm 土壤，灰金竹林土壤抗蚀性明显优于慈竹林和实心竹林，其中又以慈竹林最差。总体上灰金竹林成林后郁闭度高、盖度大、枯落物量相对较多，而慈竹林是丛生竹林，在枯落物量和地表盖度上不如灰金竹林和实心竹林。但是慈竹林土壤抗剪性相对较大，对提高土体的抗剪性能效益显著，这与慈竹林粗根系较多，慈竹根系相对集中有关。因此在坡面防护方面灰金竹林有较好优势，而在护岸和浅层滑坡防护方面慈竹林使用效果会较好。

### 6. 致谢

本论文的工作得到了西南林业大学水土保持与荒漠化防治重点学科基金的资助，具体外业和室内试验得到了赵洋毅老师、岳学崑同学的帮助，同时得益于前辈学者们的研究成果，在此一并致以衷心的感谢。

### 参考文献 (References)

- [1] 曹群根 (1989) 毛竹林水文效应的初步研究. 竹类研究, 8,

## 滇中地区主要竹林土壤抗蚀性能研究

- 24-45.
- [2] 马建刚, 刘艳琴 (2009) 我国竹类植物的水土保持效益研究综述. *云南大学学报(自然科学版)*, **31**, 350-354.
- [3] 蒋定生 (1997) 黄土高原水土流失与治理模式. 中国水利水电出版社, 北京, 75-92.
- [4] 阮伏水, 吴雄海 (1996) 关于土壤抗蚀性指标的讨论. *水土保持通报*, **16**, 68-72.
- [5] 赵晓光, 石辉 (2003) 水蚀作用下土壤抗蚀能力的表征. *干旱区地理*, **26**, 13-15.
- [6] 刘震 (2004) 水土保持监测技术. 中国大地出版社, 北京.
- [7] 陈立新 (2005) 土壤实验实习教程. 东北林业大学出版社, 哈尔滨, 11-16.
- [8] 沈慧, 姜凤岐, 杜小军 (2000) 水土保持土壤抗蚀性能评价研究. *应用生态学报*, **11**, 345-348.
- [9] 尤万学, 常发君, 等 (2000) 沙棘林地土 抗蚀性的研究. *宁夏农林科技*, **4**, 13-15.
- [10] 丁文峰, 李战斌 (2001) 土壤抗蚀性的研究动态. *水土保持科技情报*, **1**, 36-39.