

庐山亚热带不同林分类型土壤抗侵蚀性综合评价

于法展, 张忠启, 单勇兵

江苏师范大学地理测绘与城乡规划学院, 江苏 徐州

收稿日期: 2022年5月21日; 录用日期: 2022年6月24日; 发布日期: 2022年6月30日

摘要

土壤抗侵蚀性是森林生态系统发挥水土保持功能的重要环节, 以庐山不同林分类型土壤为研究对象, 采用坐标综合评定法对该地区8种林分类型下土壤抗侵蚀性进行综合评价, 结果表明: 竹林(0.1867) > 灌丛(0.3058) > 常-落混交林(0.4139) > 常绿阔叶林(0.4701) > 落叶阔叶林(0.5363) > 针阔混交林(0.6045) > 马尾松林(0.6914) > 黄山松林(0.7392)。评价结果显示, 竹林下土壤抗侵蚀性最优; 灌丛次之; 阔叶林下土壤抗侵蚀性较好; 针叶林相对较差。该研究结果为亚热带山地森林水土流失的防治以及营林建设具有一定理论指导意义。

关键词

林分类型, 土壤抗侵蚀性, 坐标综合评定法, 庐山

Comprehensive Evaluation of Soil Erosion Resistance of Different Subtropical Forest Types in Lushan Mountain

Fazhan Yu, Zhongqi Zhang, Yongbing Shan

School of Geography, Geomatics, and Planning, Jiangsu Normal University, Xuzhou Jiangsu

Received: May 21st, 2022; accepted: Jun. 24th, 2022; published: Jun. 30th, 2022

Abstract

Soil erosion resistance is an important link for the forest ecosystem to play the function of soil and water conservation. Taking the soil of different forest types in Lushan Mountain as the research

object, the soil erosion resistance under 8 forest types in this area was comprehensively evaluated by a coordinated comprehensive evaluation method. The results showed that bamboo forest (0.1867) > shrub (0.3058) > evergreen deciduous broad-leaved forest (0.4701) > deciduous broad-leaved forest (0.5363) > coniferous broad-leaved mixed forest (0.6045) > Masson pine forest (0.6914) > Huangshan pine forest (0.7392). The evaluation results showed that the soil erosion resistance under bamboo forests was the best; followed by shrubs. The soil erosion resistance under broad-leaved forests is good, and coniferous forests are relatively poor. The research results have certain theoretical guiding significance for the prevention and control of soil and water loss and forest management construction of subtropical mountain forests.

Keywords

Stand Type, Soil Erosion Resistance, Coordinate Comprehensive Evaluation Method, Lushan Mountain

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水土流失是当今全球面临的生态环境问题之一, 危及人类生存环境以及制约着社会经济可持续发展。土壤侵蚀是降水径流侵蚀力与土壤抗侵蚀力之间相互作用的过程, 它是引起水土流失的主要形式[1]。土壤抗侵蚀性是指控制土壤承受降水和径流分离及输移等过程的综合效应, 是影响区域水土流失的内在因子[2], 因此, 提高土壤抗侵蚀性是防止和减少水土流失的有效途径。对森林土壤抗侵蚀性的评价研究主要集中在森林土壤抗冲性和抗蚀性两个方面[3]-[9], 随着森林土壤侵蚀机理研究的深入, 近年来国内外许多学者主要从土壤抗侵蚀性影响因素和评价指标等方面进行了研究[10]-[20], 但是, 由于森林土壤抗侵蚀性的影响因子较多, 有些因子在获取准确观测数据上存在一定困难, 导致定量评价森林土壤抗侵蚀性方面仍需进一步研究[9]。科学评价山地森林土壤抗侵蚀性的方法及衡量指标, 理顺各种评价指标之间的关系, 对于当地土壤侵蚀的防治具有重要的理论指导意义。本文参考已有的研究成果, 以庐山不同林分类型土壤为研究对象, 从能够反映土壤抗冲性和抗蚀性 2 个方面, 采用原状土冲刷水槽和土粒浸水实验分析, 运用坐标综合评定法对该地区森林土壤抗侵蚀性能进行综合评价, 以期当地水土流失的预防以及土壤侵蚀的防治提供科学参考。

2. 研究区概况

庐山位于江西省北部庐山市境内, 距九江市 13 km 左右, 地理坐标为 115°51'~116°10'E, 29°28'~29°45'N, 总辖面积为 30,493 hm²。属典型的地垒式断块山, 山体走向北北东, 长约 30 km, 宽约 10 km, 平地拔起一座主峰(大汉阳峰)海拔 1473.8 m。庐山地处亚热带季风气候区域, 具有鲜明的季风气候特征, 水资源丰富, 全年平均降雨量 1917 mm。自然地理要素垂直地带性规律明显, 典型林分类型比较齐全, 主要包括亚热带常绿阔叶林、常绿-落叶阔叶混交林、亚热带竹林、落叶阔叶林、亚热带针叶林(黄山松和马尾松)、针阔混交林、灌丛等。土壤类型自山麓到山顶依次发育有红壤、黄壤和山地黄壤、山地黄棕壤、山地棕壤等。

3. 实验设置与测定方法

3.1. 实验设置

在研究区内选择代表性的常绿阔叶林、常绿-落叶阔叶混交林、竹林、黄山松林、马尾松林、落叶阔叶林、针阔混交林和灌丛作为试验林地(8个),每个林地间的林分调查主要采用标准样地调查法,对8种林分类型下研究样地(规格20 m*20 m)的环境因子进行常规调查以及采样,庐山8种林分类型研究样地的调查概况见表1。

Table 1. Survey of 8 forest types in Lushan Mountain

表 1. 庐山 8 种林分类型研究样地的调查概况

林分类型	林龄/a	平均胸径/cm	郁闭度	平均树高/m	坡向坡度	凋落物厚度/cm	土壤类型
常绿阔叶林	35	11.75	0.70	8.26	NW13°	3.87	红壤
常-落混交林	50	14.87	0.65	7.90	SE15°	2.95	山地黄壤
竹林	28	7.26	-	6.32	E20°	7.49	山地黄棕壤
黄山松林	55	10.61	0.80	5.19	W17°	2.18	山地黄棕壤
马尾松林	50	13.52	0.60	4.87	NW19°	3.66	黄壤
落叶阔叶林	47	12.04	0.50	11.61	NE22°	3.01	山地棕壤
针阔混交林	60	15.17	0.55	13.53	EW25°	4.83	山地黄棕壤
灌丛	30	3.43	-	1.78	SE15°	5.24	山地黄壤

3.2. 测定方法

由于土壤抗侵蚀性主要取决于表层土壤特性,选定采样点后,用四分法分别采集表层(0~20 cm)、亚表层(20~40 cm)土样约2 kg,装入自封袋带回风干,用于测定土壤抗蚀指数,具体步骤:首先将土样风干、筛分,再将干筛后留在3 mm筛上3~6 mm土粒取100粒,分4次放入盛水容器中1 mm筛上进行实验,水刚好浸没土粒,水温以试验林地水源为准,同时以土粒完全散开记录每隔1分钟土粒崩塌的个数,连续记录10分钟,最后计算其抗蚀指数。其计算公式为: $M = \frac{n - \bar{n}}{n} \times 100\%$ (1); 公式(1)中 M 为土壤抗蚀指数(%), n 为总土粒数(个), \bar{n} 为崩塌土粒数(个)。

使用自制矩形环刀在0~20 cm、20~40 cm分别取样,用隔板密封好带回实验室用于测定抗冲系数,采用原状土冲刷槽法测定,实验结束后计算其抗冲系数,其公式为: $A = \frac{S \cdot T}{G}$ (2); 公式(2)中 A 为土壤抗冲系数(L·min/g), S 为需水量(L), T 为冲刷时间(min), G 为冲刷干土重(g)。利用环刀和铝盒采集土样,用于测定容重、含水率、孔隙度等指标。具体测定方法参考《土壤农化分析》[21]。试验测定所获得相关数据的统计和分析在Excel 2010和SPSS 24.0软件下完成。

4. 土壤抗侵蚀性综合评价

土壤抗冲性与抗蚀性的关系密切,由于两者都是有大小与方向的,可看作两个向量,所以对土壤抗侵蚀性的评价采用坐标综合评定法。该方法是运用多维空间理论将评定对象看作由多个向量来决定的空间点,以各个点与最佳点的距离对各个点进行比较评价,最后通过SPSS 24.0软件处理就可以对多个不同量纲的指标进行综合评价[9]。其评价的具体方法步骤为:1) A_{ij} 表示不同林分类型下土壤抗侵蚀性相关

指标数据, 其中 i 为表示不同测定指标, j 为表示不同林分类型; 2) 与每一个测定指标最大者 M_j 作比较, 组成相对数值 D_{ij} 的矩阵坐标; 3) 计算不同林分类型到标准点的距离; 4) 求不同林分类型标准点距离之和 K_i , 即为土壤抗侵蚀性; 5) 按其土壤抗侵蚀性 K_i 值从小到大依次排序, 确定以其 K_i 值越小, 其抗侵蚀性越优。

$$D_{ij} = A_{ij} / M_j \quad (3)$$

$$K_{ij} = \sqrt{\sum_j (1 - D_{ij})^2} \quad (4)$$

$$K_i = \sum K_{ij}^2 \quad (5)$$

以上公式(3)、(4)、(5)中, i 为土壤抗侵蚀性不同测定指标, j 为不同林分类型, A_{ij} 为不同林分类型下土壤抗侵蚀性数值, M_j 为不同林分类型下土壤抗侵蚀性数值的最大值, D_{ij} 为相对数值(组成矩阵坐标), K_{ij} 为第 j 个处理到标准点的距离, K_i 为不同处理到标准点的距离。

根据公式(3)、公式(4)和公式(5)的相关计算, 可以得出不同林分类型下土壤抗侵蚀性评价结果见表 2。土壤抗侵蚀性 K 值越小, 其抗侵蚀性越优[9]。根据表 2 中 K 值可知, 庐山 8 种林分类型下土壤抗侵蚀性评价结果排序为: 竹林(0.1867) > 灌丛(0.3058) > 常-落混交林(0.4139) > 常绿阔叶林(0.4701) > 落叶阔叶林(0.5363) > 针阔混交林(0.6045) > 马尾松林(0.6914) > 黄山松林(0.7392)。其中竹林下土壤抗侵蚀性最优, 针叶林(黄山松、马尾松)下土壤抗侵蚀性较差。竹林下土壤具有最优的抗侵蚀性, 因为受土壤中根系横向分布密集、紧密缠绕土体的作用, 竹林改善土壤理化特性, 使其林下土壤孔隙度、密度及颗粒组成等趋于比较合理的状态; 其次, 阔叶林(常绿阔叶林、落叶阔叶林、常-落混交林)下土壤抗侵蚀性较好, 原因是其林下具有多层次结构, 林分分布和组成较为合理, 与其林下调落物层厚度、分解强度较高等有关, 另外, 其林下调落物层能够储蓄较多水分, 且其枯枝落叶分解后产生的土壤养分可改善土壤结构, 增强其土壤持水能力和入渗性能, 其林下土壤抗侵蚀能力明显提高; 针叶林(黄山松、马尾松)下冠幅较窄, 由于特殊的枝叶, 其凋落物分解程度较低, 其林下土壤抗侵蚀性相对较差。

Table 2. Evaluation results of soil erosion resistance under 8 forest types in Lushan Mountain

表 2. 庐山 8 种林分类型下土壤抗侵蚀性评价结果

林分类型	抗侵蚀性 K	抗蚀指数 $M/\%$	抗冲系数 $A/L \cdot \text{min}/g$	评价结果排序
常绿阔叶林	0.4701	81.07	17.89	4
常-落混交林	0.4139	72.54	24.82	3
竹林	0.1867	62.33	30.14	1
黄山松林	0.7392	75.69	5.96	8
马尾松林	0.6914	83.28	9.85	7
落叶阔叶林	0.5363	78.46	25.06	5
针阔混交林	0.6045	77.15	13.71	6
灌丛	0.3058	60.91	32.40	2

5. 结论与讨论

5.1. 结论

采用坐标综合评定法得出庐山 8 种林分类型下土壤抗侵蚀性评价结果, 具体排序为: 竹林(0.1867) >

灌丛(0.3058) > 常-落混交林(0.4139) > 常绿阔叶林(0.4701) > 落叶阔叶林(0.5363) > 针阔混交林(0.6045) > 马尾松林(0.6914) > 黄山松林(0.7392)。评价结果显示, 竹林下土壤抗侵蚀性最优, 因为受土壤中根系横向分布密集、紧密缠绕土体的作用, 竹林改善土壤理化特性, 使其林下土壤孔隙度、密度及颗粒组成等趋于比较合理的状态; 其次, 阔叶林下土壤抗侵蚀性较好, 原因是其林下具有多层次结构, 林分分布和组成较为合理, 与其林下调落物层厚度、分解强度较高等有关; 针叶林下冠幅较窄, 由于特殊的枝叶, 其凋落物分解程度较低, 其林下土壤抗侵蚀性相对较差。

5.2. 讨论

土壤抗冲性和抗蚀性均受内在和外在因素的影响, 由于测试样地数量和实验时间较短, 其林下土壤抗侵蚀性的动态变化有待于进一步检验, 今后研究过程中在时间和数量上应增加更多的监测试验数据; 另外建议运用数学方法筛选更加合理的评价指标以及征求更多的专家意见, 以期获得全面、客观的评价。

基金项目

江苏师范大学博士学位教师科研支持项目(19XFRS013)。

参考文献

- [1] 陈三雄. 浙江安吉主要植被类型土壤水土保持功能研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京林业大学, 2006.
- [2] 邱陆暘, 张丽萍, 陆芳春, 等. 基于熵权法的林下土壤抗蚀性评价及影响因素分析[J]. 水土保持学报, 2016, 30(4): 74-79.
- [3] 王俭成. 北川地区典型林分土壤抗蚀性与抗冲性研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2013.
- [4] 罗静. 互叶白千层人工林水土保持效应研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南林业科技大学, 2019.
- [5] 黄进, 张晓勉, 张金池. 开化生态公益林主要森林类型水土保持功能综合评价[J]. 水土保持研究, 2010, 17(3): 87-91.
- [6] 张振国. 土壤抗侵蚀指标的建立及初步应用[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国科学院研究生院, 2010.
- [7] 葛东媛, 张洪江, 王伟, 等. 重庆四面山林地土壤水分特性[J]. 北京林业大学学报, 2010, 32(4): 155-159.
- [8] 郭晓平. 亚热带典型植被类型土壤水变化规律及影响机制研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京林业大学, 2017.
- [9] 任改. 重庆四面山主要植物群落土壤抗侵蚀性研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [10] 谢贤健, 张彬. 基于耦合关联分析的护岸植被恢复土壤抗蚀性综合评价[J]. 土壤, 2019, 51(3): 609-616.
- [11] 吴强. 川西北高山/亚高山主要森林土壤水土保持功能研究[D]: [硕士学位论文]. 雅安: 四川农业大学, 2017.
- [12] 张宁宁, 周阳, 严加坤, 等. 基于熵权法的樟子松人工林土壤抗蚀性评价[J]. 榆林学院学报, 2019, 29(6): 48-52.
- [13] 鲁绍伟, 毛富玲, 靳芳, 等. 中国森林生态系统水源涵养功能[J]. 水土保持研究, 2005, 12(4): 223-226.
- [14] 彭华. 三峡库区撑绿竹护岸林生物量及林下土壤抗蚀性能研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南农业大学, 2005.
- [15] 张家洋, 朱凤荣, 张金池, 等. 江宁小流域主要植被类型土壤抗蚀性研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(5): 72-76.
- [16] 谈正鑫. 盱眙月亮山典型人工林水土保持功能研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京林业大学, 2015.
- [17] 潘树林, 辜彬, 杨晓亮. 土壤抗蚀性及评价研究进展[J]. 宜宾学院学报, 2011, 11(12): 101-104.
- [18] 谈正鑫, 万福绪, 张波. 盱眙火山岩丘陵区不同林地土壤抗蚀性评价[J]. 水土保持研究, 2015, 22(2): 7-11.
- [19] 余新晓, 张志强, 陈丽华, 等. 森林生态水文[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004.
- [20] 吴丽丽, 张仁陟, 康立军. 紫色丘陵区坡耕地生物埂的土壤抗蚀性综合评价[J]. 中国生态农业学报, 2014, 22(11): 1310-1317.
- [21] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.