赤山斜坡土体大孔隙特征研究

曾强,王乐 (昆明理工大学,云南昆明 650500)

摘要 [目的]明确赤山斜坡土体大孔隙特征,为滑坡灾害防御提供参考。[方法]采集湖洲岛赤山斜坡土体,基于水分穿透法研究土体 大孔隙特征。[结果]大孔隙尺寸范围为1.99~0.80 mm,居于中间尺度范围的大孔隙数量较多,大孔隙特征表现为土体表层和底层的 两极分化。深度变化范围内,土体大孔隙特征会有局部突变,但总体上大孔隙数量、大孔隙尺寸、大孔隙度均随深度增加而减小。根系 和有机质均是影响大孔隙特征的重要因素,但对大孔隙尺寸的影响程度更高。与有机质相比,根系与土体大孔隙特征相关性更大。[结 论]局部变异并不影响大孔隙特征的整体发展规律;根系和有机质对斜坡土体大孔隙特征具有不同程度的影响。 关键词 滑坡;水分穿透;Poiseuille 方程;大孔隙

中图分类号 S429 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)34-189-02

Macropores Features of Soil in Chi Mountain Slope

ZENG Qiang, WANG Le (Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650500)

Abstract [Objective] The aim was to clear macropores features of soil in Chi Mountain slope to provide reference for controlling landslide disaster. [Method] We collected the soil of slope in Chishan island lake, and studied soil macropores features based on water penetration method. [Result] Macropore size was in the range of 1.99 – 0.80 mm; the number of macropores in the middle range was larger; macropores was characterized by the soil surface and bottom of polarization. Changing in the range of depth, macropores characteristics of soil had partial mutations, but the overall number of macropores, macropores size, macropores porosity were decreased with the increase of depth. Roots and organic matter were important factors that affect the characteristics of macropores, and had higher degree of influence on the macropores size. Compared with organic matter, roots had more relevant with soil macropores characteristics. [Conclusion] Partial mutations don't affect the overall development law of macropores characteristics; Roots and organic matter have different degrees of influence on macropores features of soil in Chi Mountain slope.

Key words Landslide; Water breakthrough; Poiseuille equation; Macropores

降雨、地震、人为活动等是当今引起滑坡灾害发生最重要的因素,其中以降雨诱发的滑坡最常见^[1]。无论何种形式的斜坡土体,均发育有不同类型大孔隙,如腐烂根系通道、动物通道或洞穴、干缩裂隙、团聚体间结构性孔隙,其中根系通道是发育有植被的斜坡最常见的大孔隙通道,而土体存在大孔隙会导致土体结构异质化,降雨入渗进入土体会优先通过这些大孔隙,从而加快水分渗透,提高地下水对降雨的敏感度,甚至引起斜坡孔隙水压力的急剧提升,为滑坡产生提供有利的条件,尤其在山区流域居住地,会对人类生命财产安全构成潜在威胁。因此,研究斜坡土体大孔隙至关重要。为此,笔者采集湖洲岛赤山斜坡土体,采用水分穿透法研究了土体大孔隙特征。

1 研究区域概况与试验方法

1.1 研究区概况 试验点处于南洞庭湖湿地自然保护区的 湖中岛赤山,丘、岗地貌类型,地理位置为112°18′21.41″E, 28°51′52.68″N,距离沅江市城区约6000 m。赤山最高处海 拔为117 m,坡度均值为23°。土体厚度不超过1.0 m,主要 为第四纪网纹红土和第四纪全新世以来的湖积冲积土。属 亚热带湿润季风气候,具有湖区气候特征,年均气温为 15.6℃,1月平均气温为4.1℃,7月平均气温为28.9℃,年 均日照时数为1743 h,年均降水量为1322 mm,多集中在4 ~6月,无霜期为276 d,地区多洪涝灾害天气。岛上植被发 育良好,中北部地区覆盖有青松、红杉、翠竹、香樟、腊树等天 然植被。

1.2 土样采集 在斜坡开挖 80 cm 深度剖面,以10 cm 为垂 直间距分5层采集环刀(5 cm × 5 cm) 土样,每层采集 2 个环 刀样,用于进行土体水分穿透试验。取每层土体体积为 20 cm × 20 cm × 10 cm,用于测定根系质量密度。每层另取土 体约1 kg,用于测定土体密度、机械组成、有机质等参数。所 测定的土体基本特性见表1。

表1 土体特性

深度	密度	砂粒	粉粒	粘粒	根密度	有机质
cm	g/cm ³	%	%	%	g⁄ kg	%
0~10	1.13	52.3	36.7	11.0	5.9	5.10
$10\sim\!20$	1.32	48.1	39.2	12.7	4.6	3.40
20 ~ 30	1.26	56.7	33.8	9.5	4.8	3.30
$30 \sim 40$	1.23	41.2	48.9	9.9	2.7	0.58
40 ~ 50	1.25	43.5	39.4	17.1	1.3	0.27

1.3 数据处理 水分穿透法结合 Poiseuille 方程^[2]建立流量和孔隙半径关系:

 $q = \pi r^4 \Delta p / (8\eta \tau L) \tag{1}$

流量达稳定状态时:

 $q = \pi r^2 \tau L/t \tag{2}$

据式(1)、(2)可求大孔隙当量半径:

$$r = \tau L \sqrt{8\eta/t\Delta p} \tag{3}$$

式中,q 为单位出流量, cm^3/s ;r 为大孔隙半径,cm; Δp 为压力 水头,cm; η 为水粘滞系数, $g/(cm \cdot s)$; τ 为大孔隙弯曲系 数,一般取1.2;L 为土柱高度,cm;t 为第1 次加水开始计时 的时间,s。

假设某个孔隙出流速率为 v(cm/s),则单位出流量为:

作者简介 曾强(1987 -),男,湖南沅江人,在读博士,研究方向:植被 发育斜坡稳定性。
收稿日期 2015-10-30

(4)

$$q_a = n\pi r_1^2 v$$

2 结果与分析

2.1 大孔隙数量 由表2可知,土体各层大孔隙总数分别 为670、656、1045、341、319个/dm²,总体上大孔隙数量随深 度增加而减小;其中2.4~1.4 mm 的大孔隙数量最多,约占 大孔隙总量的64.7%。最大孔径范围为2.6~2.4 mm,分布 在土体表层;最小孔径范围为1.0~0.6 mm,分布在土体底 层;最大和最小孔径范围大孔隙数量表现为土体表层和底层 两极分化。由图1和图2可知,根系和有机质均影响土体大 孔隙数量,但根系影响程度更高。

表 2 大孔隙特征

深度	孔径范围	中间孔径	大孔隙数量	数量加权孔径	大孔隙度
cm	mm	mm	dm^{-2}	mm	%
0~10	$2.6 \sim 2.4$	2.5	95	1.99	16.71
	$2.4 \sim 1.8$	2.1	302		
	1.8~1.6	1.7	273		
$10 \sim 20$	$1.6 \sim 1.4$	1.5	341	1.36	8.13
	$1.4 \sim 1.0$	1.2	315		
20 ~ 30	2.4~2.2	2.3	162	1.82	19.67
	2.2~1.8	2.0	287		
	1.8~1.4	1.6	596		
30~40	1.2~1.0	1.1	341	1.10	10.16
40 ~ 50	$1.0 \sim 0.6$	0.8	319	0.80	5.23



图1 根系对大孔隙数量的影响



图 2 有机质对大孔隙数量的影响

2.2 大孔隙尺寸 由表2可知,大孔隙尺寸并非表现为土体深度越深,尺度越小,个别土层甚至出现小尺寸大孔隙在土体剖面上部的现象,但土体各层大孔隙加权孔径整体上随深度增大而减小,加权最大孔径和加权最小孔径分布在土体表层和底层。由图3和图4可知,根系和有机质均是大孔隙

尺寸的主要影响因素,根系的影响程度更大。相对于大孔隙 数量而言,根系和有机质对大孔隙尺寸的影响程度相对 较大。



图4 有机质对大孔隙尺寸的影响

2.3 大孔隙度 由表2可知,大孔隙度随深度增大波动较大,但总体上是减小的,说明大孔隙在土体空间存在异质性。 由图5和图6可知,根系和有机质也是影响土体大孔隙度的 重要因素,根系的影响程度更大。相对而言,根系和有机质 对大孔隙度的影响与对大孔隙数量的影响程度较一致,但均 无对大孔隙尺度的影响程度高。



3 结论

该研究表明,居于中间尺度范围的大孔隙数量较多,大 孔隙尺寸范围为1.99~0.80 mm,大孔隙特征表现为土体表 层和底层的两极分化,这对大孔隙特征的分选研究是重要 的。深度变化范围内,土体大孔隙特征会有突变,但总体上 大孔隙数量、大孔隙尺寸、大孔隙度均随深度增加而减小,说 (下转第240页) 区在进行生态旅游开发时,需要对区内的人文景观进行专项 保护,保证其真实性和完整性。游客到自然保护区旅游,除 了观赏区内独特的自然景观外,还热衷于追寻和体验与游客 常住居住地不同的生活氛围。因此,自然保护区可通过一定 的经济补贴政策,鼓励当地居民保护和发展具有民族特色的 语言、服装、歌舞、节日习俗等,充分展现当地特有的生活方 式,创造一种具有当地特色的文化氛围,提供与众不同的文 化体验,增强市场吸引力。

3.4 优化游客管理

3.4.1 控制游客数量。为了使自然保护区在旅游旺季时不 至于人满为患,威胁生态环境的可持续发展,也不至于在旅 游淡季时寥寥无人,闲置和浪费旅游资源,就需要对游客数 量进行控制和管理。游客的管理可从时间和空间两个方面 进行考虑。在时间上,如双休日、法定节假日、寒暑假等游客 较多的时间段,可通过旅游通道限制和经济限制客流量,如 封路、限量出售门票或抬高门票价格、限制车辆或收取停车 费、优化保护区游览线路等措施[2]。2013 年《旅游法》要求 各大景区测算最大承载量,以及2015年《景区最大承载量核 定导则》的实施,在法律上对景区旅游客流量进行了规范化。 而在旅游淡季或工作日,自然保护区可针对客源市场采取促 销手段。例如,提供景点间的专车接送服务、降低票价、赠送 当地特色小礼品等吸引游客。在空间上,保护区可根据不同 类型游客的旅游偏好进行区域划分,利用游憩机会谱 (ROS)^[16]协调旅游需求和自然资源的关系,并在不同区域 设置多样且参与度高的游憩活动来实现游客分流和分区管 理,满足游客的游憩体验感,实现自然保护区的生态旅游。

3.4.2 规范游客行为。游客的各类行为会对游憩区域产生 不同程度的冲击,因此,在自然保护区进行开发前,就需要运 用旅游环境承载力管理系统的可接受改变的极限方法^[17] (Limits of Acceptable Change, LAC)确定游客活动对自然保 护区环境、生物和社会影响的可接受度,并通过监测、评估和 管理等手段,将游客行为对环境的破坏控制在这一可协调的





图6 有机质对大孔隙度的影响

范围内,实现自然保护区的生态旅游。在游客行为的管理上,对组织活动松散的自助游游客需要加强管理和引导,树立文明的旅游规范,并通过建立游客中心、博物馆,发放宣传手册,利用解说系统等手段^[18],加强对游客的环境教育,增强游客对生态旅游的认识,从而有效保护珍稀野生动植物的栖息环境,促进自然保护区的可持续发展。

参考文献

- [1] 杨兆萍,张小雷.自然保护区生态旅游与可持续发:以哈纳斯自然保护区为例[J].地理科学,2000,20(5):450-455.
- [2] 杨絮飞.自然保护区发展生态旅游的价值、存在问题及实施对策[J]. 干旱区资源与环境,2008,22(5):86-90.
- [3] 魏遐. 我国自然保护区的旅游研究进展[J]. 水土保持研究, 2005, 12
 (2): 157-162.
- [4] 王祖良, 沈月琴, 丁丽霞,等. 自然保护区资源的分类管理研究[J]. 浙 江林学院学报, 2007,24(6): 736-740.
- [5] 蒋明康,王智,朱广庆,等.基于 IUCN 保护区分类系统的中国自然保护区分类标准研究[J].农村生态环境,2004,20(2):1-6.
- [6] EAGLES P F J, MCCOOL S F. Tourism in national parks and protected areas—Planning and management[M]. Wallingford: CABI, 2002.
- [7] 罗清.中国生态旅游发展前景的分析[J]. 消费导刊, 2008(16): 44-45.
- [8] 梁留科,曹新向.我国自然保护区生态旅游初探[J].生态经济,2006
 (3):120-123.
- [9] 刘青,王智,钱谊,等.我国自然保护区生态旅游存在问题分析[J].生态与农村环境学报,2009,25(3):11-15.
- [10] 魏小安.旅游目的地发展实证研究[M].北京:中国旅游出版社, 2002.
- [11] 徐琼瑜,胡伟强,王祥荣.中国自然保护区可持续管理模式探讨:伦 敦自然保护区管理模式借鉴[J].城市环境与城市生态,2001,14 (5):20-22.
- [12] 曾黎黎. 自然保护区旅游开发管理存在的问题分析[J]. 新西部, 2013
 (21): 53,72.
- [13] 蒋明康, 吴小敏. 自然保护区生态旅游开发与管理对策研究[J]. 农村 生态环境, 2000,16(3): 1-4,14.
- [14] 房艳刚,刘继生.中国自然保护区基于社区的生态旅游发展研究[J]. 干旱区资源与环境,2006,20(1):37-41.
- [15] 李毅.自然保护区生态旅游的管理对策[J].生态经济,2001(12):151-153.
- [16] 王冰, 蔡君, 杜颖. 析中国有效利用游憩机会谱(ROS)的途径[J]. 四川林勘设计, 2007(3): 19-23.
- [17] 马建章, 程鲲. 自然保护区生态旅游对野生动物的影响[J]. 生态学报, 2008, 28(6):2818-2827.
- [18] 徐忠丽.茂兰自然保护区生态旅游现状及发展对策[J].农村经济学, 2012(13): 328,330.

明局部变异并不影响大孔隙特征的整体发展规律。根系和 有机质均是影响大孔隙特征的重要因素,但对大孔隙尺寸的 影响程度更高;与有机质相比,根系与土体大孔隙特征相关 性更大;说明根系和有机质对斜坡土体大孔隙特征具有不同 程度的影响。

参考文献

- [1] 曾强,刘文连,徐则民,等. 经久昔格达组粉砂和黏土剪模阻特性研究 [J]. 水文地质工程地质,2014,41(4):80-86.
- [2] HILLEL D. Intriduction to soil physics [M]. London: Academic Press, 1982.