

“5·12”汶川大地震后无林地土壤物理性质的变化^{*}

李志华¹ 陈博² 李吉跃³ 苏艳³

何茜³ 李样爱¹ 麦有民¹

(1. 广东省江门市绿岛绿化工程有限公司, 广东 江门 529000; 2. 河南省三门峡市林业工作总站, 河南 三门峡 472000;
3. 华南农业大学林学院, 广东 广州 510642)

摘要 2008年5月12日,四川省汶川县发生Ms 8.0、裂度11级的灾难性特大地震,造成了严重的人员伤亡,同时也对森林生态系统造成了严重伤害。在主地震带上的四川省绵阳市,以无林地上未滑坡、滑坡和崩塌3种立地类型的土壤为研究对象,于2009和2010年分别研究了地震后各立地类型不同层次的土壤容重、毛管持水量、毛管孔隙度和非毛管孔隙度。结果如下:(1)大地震后无林地土壤物理性质受影响程度为崩塌>滑坡>未滑坡;(2)经过1a的自然恢复,各立地类型的土壤容重没有恢复;未滑坡样地和滑坡样地土壤表层(0~10 cm)的毛管持水量、毛管孔隙度和非毛管孔隙度得到有效的恢复,土壤中层(10~20 cm)和深层(20~40 cm)的相应指标虽有相同的变化趋势,但变化并不显著;而崩塌样地由于土壤结构被严重破坏,恢复缓慢。

关键词 汶川大地震;无林地;土壤物理性质

中图分类号:S714.2 **文献标识码**:A **文章编号**:1006-4427(2014)01-0046-06

Physical Properties Change of Non-forest Soils after 5·12 Wenchuan Earthquake

LI Zhihua¹ CHEN Bo² LI Jiyue³ SU Yan³

HE Qian³ LI Yang'ai¹ MAI Youmin¹

(1. Green Island Plant Engineering Co., LTD, Jiangmen, Guangdong 529000, China; 2. Forestry Work Station of Sanmenxia City, Sanmenxia, Henan 472000, China; 3. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

Abstract A catastrophic devastating earthquake that measured at Ms 8.0 and the degree of crack 11 occurred on May 12, 2008 in Wenchuan of Sichuan province. It caused thousands of people death and serious harm to forest ecosystems. The physical properties of different depths soil in different site (unmoved, landslide and collapse areas) of non-forest were studied in 2009 and 2010, in Mianyang which located in the fault belt. The indexes included soil bulk density, capillary moisture capacity, capillary porosity and non-capillary porosity. The results were as follows: The influence degree of earthquake was the collapse > landslide > non-moved area of non-forest land. After a year, the bulk density have had not recovered, the capillary moisture capacity, capillary porosity and non-capillary porosity of 0—10 cm depth soil in the non-collapse and landslide site have had effectively improved; 10—20 cm and 20—40 cm depth soil had the same trend, but the change was not significant. The soil structure of collapse site has been serious damaged and recovered slowly.

Key words Wenchuan earthquake; non-forest land; soil physical property

^{*} 第一作者:李志华(1986-),男,硕士,主要从事造林工程及林业调查规划工作,E-mail:ziralee@hotmail.com。

通信作者:李吉跃(1959-),男,教授,主要从事森林培育、栽培生理生态的教学和研究,E-mail:ljjymy@vip.sina.com。

地震是一种突发性的地壳构造运动,人类只能对地震的爆发做出滞后的、被动性响应^[1]。我国是个地震多发的国家,而且具有严重性和广泛性^[2-3]。地震对于山地森林生态系统的影响普遍存在^[4-5]。有研究指出,地震使土壤通气性、排水性和温度等物理性质发生变化,从而导致了土壤持续干旱^[6],致使林木死亡。

迄今为止,地震对森林生态系统影响已经开展了较多的研究^[7-27],而涉及地震对森林土壤物理性质影响的研究还不多。本研究通过比较汶川大地震后3种无林地立地类型的土壤物理性质的差异性以及年际变化,旨在为进一步分析地震后土壤物理性质的改变对植被恢复的影响提供参考。

1 研究区概况

2008年5月12日,四川省绵阳市汶川县发生Ms 8.0、裂度11级的灾难性特大地震,地震及余震震中主要分布在岷江流域的汶川—茂县—北川一带。这一地区地势西北高东南低,呈倾斜状,地貌复杂多样,包括极高山、高山、中高山、中山、低山和河谷及盆地。自西北向东南逐渐由极高山过渡为四川盆地。山脉走向与地质构造线相一致。

绵阳位于四川省西北部,地理坐标30°42'N~33°03'N,103°45'E~105°43'E,距离成都90 km。属亚热带湿润季风气候,年均气温14.7~17.3℃,年均相对湿度71%,年降雨量825~1 417 mm。降水分布不均,在空间上呈中部和西部较多,南部、北部和东部少的特点,其中北川县、安县、江油县等降水量较大,均在1 000 mm以上,北川、安县还是川西地区的暴雨中心之一;在时间上,降水主要集中在夏季6—8月,占全年的49%~67%^[28]。

2 研究方法

2.1 样方设置

2009年5月和2010年5月,在地震主断裂带上的绵阳市,根据立地受地震破坏的类型设置标准地,共布置了6个20 m×20 m标准地,样地基本情况如表1。

表1 无林地各立地类型样地基本情况

立地类型	样地号	地点	经度	纬度
未滑坡	1	北川石岩村	E104°25'39"	N31°46'31"
	2	北川石岩村	E104°25'38"	N31°46'32"
滑坡	3	安县双电村	E104°16'07"	N31°38'54"
	4	安县双电村	E104°16'09"	N31°38'53"
崩塌	5	北川老县城	E104°27'06"	N31°49'33"
	6	北川老县城	E104°27'07"	N31°49'33"

2.2 取样

在各样方的4个角和中间位置共挖掘5个土壤剖面,观测其剖面形态特征,用小铝盒和容积100 cm³的环刀在0~10 cm,10~20 cm,20~40 cm深度的3个层次采集土壤样品,每层3个重复。

2.3 室内测定

测定指标包括土壤容重、毛管持水量、毛管孔隙度和非毛管孔隙度,具体方法见参考文献[29]。

2.4 数据统计分析

采用Microsoft Office进行数据整理分析,不同立地类型不同年份间同一层次的土壤物理性质差异用SAS 9.1进行方差分析和Duncan多重比较^[30]。

3 结果与分析

3.1 容重

与2009年相比,2010年各类型样地各层次的土壤容重多有不同程度下降(表2),其中滑坡样地0~10 cm层次、未滑坡样地20~40 cm层次的土壤容重在不同年份间存在显著差异($P < 0.05$)。而在同一年份,

未滑坡样地各层次的土壤容重是3种样地中最大的,2010年0~10 cm层次和2009年20~40 cm层次的土壤容重以滑坡样地最小,其他均以崩塌样地最小。

表2 不同类型无林地各层次的土壤容重

$\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$

立地类型	时间	各层次的土壤容重		
		0~10 cm	10~20 cm	20~40 cm
未滑坡	2009年	1.38 ± 0.07 a	1.40 ± 0.09 a	1.44 ± 0.07 a
	2010年	1.31 ± 0.05 ab	1.37 ± 0.08 ab	1.36 ± 0.06 b
滑坡	2009年	1.26 ± 0.06 bc	1.30 ± 0.09 bc	1.21 ± 0.09 c
	2010年	1.07 ± 0.09 d	1.28 ± 0.07 c	1.21 ± 0.05 c
崩塌	2009年	1.24 ± 0.09 c	1.18 ± 0.09 d	1.23 ± 0.08 c
	2010年	1.21 ± 0.07 c	1.14 ± 0.08 d	1.20 ± 0.08 c

注:各列数据为平均值 ± 标准差,数据后不同小写字母表示同一土层土壤容重在不同立地类型、不同年份间差异显著($P < 0.05$)。

3.2 毛管持水量

2010年各类型样地各层次的土壤毛管持水量比2009年多有不同程度升高(表3),仅崩塌样地20~40 cm层次的土壤毛管持水量减小,其中未滑坡和滑坡样地0~10 cm层次的土壤毛管持水量在不同年份间的差异达到显著水平($P < 0.05$),其余的差异不显著。而不同样地间相比,同一时间同一层次的土壤毛管持水量的大小顺序均为:未滑坡 > 滑坡 > 崩塌,其中前者与后两者之间存在显著差异($P < 0.05$),后两者之间仅20~40 cm层次存在显著差异。

表3 不同类型无林地各层次的土壤毛管持水量

%

立地类型	时间	各层次的土壤毛管持水量		
		0~10 cm	10~20 cm	20~40 cm
未滑坡	2009年	35.64 ± 2.89 b	41.23 ± 5.29 a	37.86 ± 3.30 a
	2010年	42.81 ± 4.02 a	42.61 ± 4.60 a	39.08 ± 3.75 a
滑坡	2009年	24.82 ± 3.12 d	25.80 ± 4.77 bc	28.05 ± 3.19 b
	2010年	29.26 ± 1.68 c	28.90 ± 3.78 b	30.20 ± 2.91 b
崩塌	2009年	23.28 ± 4.05 d	23.51 ± 3.23 c	23.37 ± 3.54 c
	2010年	25.63 ± 3.98 cd	24.63 ± 2.96 bc	21.26 ± 4.08 c

注:各列数据为平均值 ± 标准差,数据后不同小写字母表示同一土层土壤毛管持水量在不同立地类型、不同年份间差异显著($P < 0.05$)。

3.3 毛管孔隙度

与2009年相比,2010年各类型样地各层次的土壤毛管孔隙度多为增大(表4),仅未滑坡样地20~40 cm层次的土壤毛管孔隙度略减小,其中未滑坡和滑坡样地0~10 cm层次的土壤毛管孔隙度在不同年份间的差异达到显著水平($P < 0.05$),其余的差异均不显著,与土壤毛管持水量的差异相似。而不同样地间相比,同一时间同一层次的土壤毛管孔隙度的大小顺序均为:未滑坡 > 滑坡 > 崩塌,且不同类型样地相互之间存在显著差异($P < 0.05$)。

3.4 非毛管孔隙度

由表5可知,除滑坡样地20~40 cm层次的土壤外,土壤非毛管孔隙度年际间变化均为减小,其中崩塌样地各层次、未滑坡和滑坡样地0~10 cm层次的土壤非毛管孔隙度在不同年份间存在显著差异($P <$

0.05)。与2009年相比,2010年崩塌样地0~10 cm层次的土壤非毛管孔隙度下降幅度高达48%,10~20 cm和20~40 cm层次的下降幅度分别为30%和14%;未滑坡和滑坡样地0~10 cm层次的土壤非毛管孔隙度下降幅度分别为34%和27%。

在样地间,同一年份崩塌样地各层次的土壤非毛管孔隙度显著大于滑坡和未滑坡样地($P < 0.05$),前者约是后两者的2~3倍,后两者之间的差异不显著。

表4 不同类型无林地各层次的土壤毛管孔隙度

%

立地类型	时间	各层次的土壤毛管孔隙度		
		0~10 cm	10~20 cm	20~40 cm
未滑坡	2009年	44.78 ± 2.63 b	43.98 ± 3.98 a	45.69 ± 3.83 a
	2010年	52.49 ± 3.03 a	47.91 ± 1.61 a	45.27 ± 3.23 a
滑坡	2009年	38.35 ± 3.90 c	35.61 ± 0.92 bc	39.39 ± 3.01 b
	2010年	43.51 ± 1.81 b	38.84 ± 3.54 b	40.78 ± 2.28 b
崩塌	2009年	28.08 ± 5.22 d	29.94 ± 5.67 d	25.90 ± 5.51 c
	2010年	29.47 ± 4.80 d	32.52 ± 5.96 cd	28.49 ± 4.43 c

注:各列数据为平均值 ± 标准差,数据后不同小写字母表示同一土层土壤毛管孔隙度在不同立地类型、不同年份间差异显著($P < 0.05$)。

表5 不同类型无林地各层次的土壤非毛管孔隙度

%

立地类型	时间	各层次的土壤非毛管孔隙度		
		0~10 cm	10~20 cm	20~40 cm
未滑坡	2009年	12.22 ± 0.78 b	10.68 ± 1.00 c	8.06 ± 1.19 c
	2010年	8.01 ± 0.84 c	7.98 ± 0.90 c	7.10 ± 0.84 c
滑坡	2009年	12.72 ± 0.76 b	11.93 ± 1.41 c	8.33 ± 1.76 c
	2010年	9.23 ± 0.97 c	11.38 ± 1.49 c	8.65 ± 0.62 c
崩塌	2009年	25.31 ± 2.96 a	26.38 ± 2.97 a	28.30 ± 1.89 a
	2010年	13.15 ± 1.10 b	18.44 ± 0.98 b	24.24 ± 2.19 b

注:各列数据为平均值 ± 标准差,数据后不同小写字母表示同一土层土壤非毛管孔隙度在不同立地类型、不同年份间差异显著($P < 0.05$)。

4 结论与讨论

4.1 3种立地类型间土壤物理性质的差异

地震对土壤造成了强烈的破坏,土壤物理性质因破坏程度而发生相应改变。本研究选择的3种立地类型中,未滑坡样地受地震影响最小,崩塌样地受地震影响最大,3种立地的土壤物理性质的差异定量反映了地震对土壤的影响。多数情况下,同一层次土壤容重、毛管持水量和毛管孔隙度在不同样地间的排序为:未滑坡 > 滑坡 > 崩塌,而土壤非毛管孔隙度的排序则相反。有研究指出,如土壤原有结构被破坏,致使包气带中水分含量降低,对植被生长产生负面效应,风蚀作用增强,土壤中的粉粒和粘粒物质不断减少,砂化现象加剧,物理性粘粒在风蚀和水蚀作用下明显减少,土壤毛管悬着力减小,土壤持水量下降,细粒物质随降雨时的水分运动而损失,同时也增大了土壤孔隙度^[31]。

4.2 地震后土壤物理性质的年际差异

经过1a的自然恢复,3种立地类型的无林地土壤物理性质发生了相似的变化:容重和非毛管孔隙度下降,毛管持水量和毛管孔隙度上升。这种变化表明,在各种外力和土体自身重量的作用下,而且由于物理性粘粒受风蚀和水蚀的作用在减小,土壤处于逐渐的恢复过程中;无林地土壤容重变化异常,这可能是由于其

需要的恢复时间较长,因此需对其进行长期的观测。在台湾的研究表明,森林虽然受地震的影响较大,但适宜的条件可以促进恢复的进程^[32-33]。植被的恢复使未滑坡样地和滑坡样地的土壤得到有效的改良,但恢复的植被仅仅是浅根系植物,其根系生物量小,穿插能力弱,改良土壤物理性质的作用有限^[34],所以对土壤的改良效果主要体现在土壤表层;而崩塌样地对无林地土壤的影响较未滑坡和滑坡样地大,对植被生长产生负面效应,从而导致植被对土壤的改良作用较小。土壤物理性质能很好地反应土壤质量状况,其年际动态变化蕴含着大量的有效信息^[35-36],特别是在震后土壤恢复相关研究中应引起重视,在今后的研究中,应继续监测震区土壤物理性质的动态变化进程。

参考文献

- [1] 胡鞍钢. 特大地震灾害的应对周期[J]. 清华大学学报:哲学社会科学版,2008,23(4):5-14.
- [2] Barazangi M, Dorman J. World seismicity maps compiled from ESSA, Coast and Geodetic Survey, epicenter data, 1961-1967 [J]. Bulletin of Seismological Society of America,1969,59:369-380.
- [3] 李善邦. 中国地震[M]. 北京:地震出版社,1981.
- [4] Garwood N C, Janos D P, Brokaw N. Earthquake caused landslides: a major disturbance to tropical forests[J]. Science,1979, 205:997-999.
- [5] Jacoby G C, Sheppard P R, Sieh K E. Irregular recurrence of large earthquakes along the San Andreas fault: evidence from trees[J]. Science,1988,241:196-200.
- [6] Vittoz P, Stewart G H, Duncan R P. Earthquake impacts in old-growth Nothofagus forests in New Zealand[J]. Journal of Vegetation Science,2001,12:417-426.
- [7] 车用太,刘成龙,鱼金子,等. 汶川 Ms8.0 地震的地下流体与宏观异常及地震预测问题的思考[J]. 地震地质,2008,30(4):828-838.
- [8] 刘勇. 汶川地震对生态环境的影响及恢复措施[J]. 现代园艺,2011(7):116.
- [9] 包维楷. 汶川地震重灾区生态退化及其恢复重建对策[J]. 中国科学院院刊,2008,23(4):324-329.
- [10] 邓玲,李晓燕. 汶川地震灾区生态环境重建及对策[J]. 西南民族大学学报:人文社科版,2009,30(3):11-15.
- [11] 高立新,索亚峰. 巴林左旗—阿鲁科尔沁旗 5.9 级地震前地下流体异常特征分析[J]. 地震,2005,25(1):103-110.
- [12] 赖欣,修伟明,皇甫超河,等. 地震灾区生物多样性保护对策[J]. 农业环境与发展,2008,25(4):69-71.
- [13] 梁文举,闻大中. 土壤生物及其对土壤生态学发展的影响[J]. 应用生态学报,2001,12(1):137-140.
- [14] 王根绪,程根伟. 地震灾区重建中有关水文与水环境问题的若干思考[J]. 山地学报,2008,26(4):385-389.
- [15] 王文杰,潘英姿,徐卫华,等. 四川汶川地震对生态系统破坏及其生态影响分析[J]. 环境科学研究,2008,21(5):110-116.
- [16] 王学志,徐卫华,欧阳志云,等. 汶川地震对都江堰地区大熊猫生境的影响[J]. 生态学报,2008,28(12):5856-5861.
- [17] 吴瑾冰,郭安红. 地震与环境生态[J]. 灾害学,2001,16(3):87-91,96.
- [18] 吴宁,卢涛,罗鹏,等. 地震对山地生态系统的影响——以 5.12 汶川大地震为例[J]. 生态学报,2008,28(12):5810-5819.
- [19] 吴鹏飞,刘世荣. 汶川地震次生灾害对土壤动物群落的影响[J]. 林业科学,2010,46(9):115-123.
- [20] 徐荣林. 汶川地震对九寨沟景区生态环境影响评价分析[J]. 商场现代化,2009(24):81-82.
- [21] 徐新良,江东,庄大方,等. 汶川地震灾害核心区生态环境影响评估[J]. 生态学报,2008,28(12):5899-5908.
- [22] 许向宁,王兰生. 岷江上游松坪沟地震山地灾害与生态环境保护[J]. 中国地质灾害与防治学报,2002,13(2):31-35.
- [23] 杨红露,刘冬梅,孙辉. 地震的生态破坏及其恢复重建研究进展[J]. 四川环境,2009,28(4):97-101.
- [24] 于文金. 地震灾害对四川省区域生态系统危害及损失评价[J]. 生态学报,2008,28(12):5785-5794.
- [25] 张春敏,王根绪. 汶川大地震灾害对区域生态系统的影响——以青川、平武和茂县为例[J]. 生态学报,2008,28(12):5833-5841.
- [26] 张秋劲,徐亮,周春兰,等. “5·12”汶川地震灾区典型区域生态环境状况影响评价[J]. 四川环境,2009,28(5):96-98, 103.
- [27] 赵芹,卿太明,曹叔尤. 汶川特大地震对四川水土流失的影响及其经济损失评估[J]. 中国水土保持,2009(3):5-7.

- [28] 冯新灵. 绵阳市降水资源的时空分布特点[J]. 绵阳师范高等专科学校学报, 1994, 18(2): 65-74.
- [29] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.
- [30] 黄少伟, 谢维辉. 实用 SAS 编程与林业试验数据分析[M]. 广州: 华南理工大学, 2001.
- [31] 王健, 高永, 魏江生, 等. 采煤塌陷对风沙区土壤理化性质影响的研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(5): 52-55.
- [32] Lin C Y, Lo H M, Chou W C, et al. Vegetation recovery assessment at the Jou-Jou Mountain landslide area caused by the 921 Earthquake in Central Taiwan[J]. Ecological Modelling, 2004, 176: 75-81.
- [33] Lin W T, Chou W C, Lin C Y, et al. Vegetation recovery monitoring and assessment at landslides caused by earthquake in Central Taiwan[J]. Forest Ecology and Management, 2005, 210: 55-66.
- [34] 曾小梨, 薛立, 刘斌, 等. 不同密度红苞木幼林的土壤理化性质研究[J]. 水土保持通报, 2010, 30(5): 43-45, 95.
- [35] 邓鉴锋. 西樵山森林改造对林地土壤理化性质的影响[J]. 广东林业科技, 2005, 21(2): 14-18.
- [36] 许松葵, 薛立, 杨鹏, 等. 马占相思等 5 种纯林林地土壤理化性质分析[J]. 广东林业科技, 2003, 19(4): 27-29.