

川西北高寒草地沙化进程中土壤物理性质的变化—以理塘县为例*

刘 朔¹ 陈天文² 蔡凡隆¹ 杨建勇¹ 邹 峡¹ 朱子政¹

(1. 四川林业调查规划院, 四川 成都 610081; 2. 四川省长江造林局凉山分局, 四川 冕宁 615608)

摘 要:以理塘县高寒草地为研究对象,采用空间序列代替时间序列的研究方法对该区不同沙化类型草地的土壤物理性质变化进行了分析。结果表明:在高寒草地沙化进程中存在着土壤砂粒含量不断增加,土壤容重不同程度增加,而土壤总孔隙度和毛管孔隙度相应减小的变化趋势;沙化初始阶段土壤容重、孔隙度变化幅度均大于沙化进展阶段,从沙化防治的角度看,川西北高寒草地沙化初始阶段是沙化防治的关键阶段;总的来看,土壤上层(0~20 cm)容重重要小于下层(20 cm~40 cm),而土壤总孔隙度和毛管孔隙度则是上层大于下层;天然草地平均砂粒含量较高,表明川西北高寒草地具备潜在的沙化物质条件。

关键词:川西北;高寒草地;沙化;土壤物理性质

中图分类号: S812.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-5508(2013)02-0043-05

The Changes of Soil Physical Properties in Arctic-alpine Grassland Desertification Process in Northwest Sichuan —Taking Litang County for Example

LIU Shuo¹ CHEN Tian-wen² CAI Fan-long¹ YANG Jian-yong¹
ZOU Xia¹ ZHU Zi-zheng¹

(1. Sichuan Forest Inventory and Plan Institute, Chengdu 610081, Sichuan, China;

2. Liangshan Branch, the Yangtze River Forestation Bureau in Sichuan, Mianning 615608, China)

Abstract: In this paper, taking arctic-alpine grassland in Litang County as the research object, the method of the spatial sequence instead of the tempoal sequence was used to analyze the changes of different desertified grassland types in soil physical properties in the area. Analysis results showed the total porosity and capillary porosity of soil had a decreasing trend in the desertification process, and the soil sand content increased continuously and the soil bulk density increased to different degrees. The initial stage of the arctic-alpine grassland desertification in the northwestern Sichuan was the critical stage of desertification prevention and control because the variations of soil bulk density and porosity in the early desertification stage were greater than those in the desertification progress stage. The soil bulk density of the upper layer of the soil (0~20 cm deep) was less than that of the lower layer (20 cm~40 cm deep), but the total and capillary porosities of the upper layer of the soil were greater than those of the lower layer; Besides, the average sand content in natural grassland was relatively high, which indicated that the arctic-alpine grassland in northwest Sichuan had potential desertification material conditions.

Key words: Northwest Sichuan, Arctic-alpine grassland, Desertification, Soil physical properties

收稿日期: 2012-12-20

基金项目: 川西北防沙治沙应用技术研究及示范。

作者简介: 刘朔(1981-)男, 硕士, 工程师, 主要从事森林培育和林业调查规划, E-mail: 568032160@qq.com。

引言

川西北位于四川省西部,地处青藏高原东南缘,包括四川省甘孜藏族自治州的全部 18 个县,阿坝藏族羌族自治州的全部 13 个县,共计 31 个县,总面积 23.7 万 km²。2009 年川西北沙化土地面积达 82.19 万 hm²,占全省沙化土地的 89.9%^[1]。1994 年至 2009 年间沙化总面积增加了 28.1%,表明川西北草地呈严重沙化的趋势,土地沙化已经严重影响区域生态安全和经济可持续发展。

对川西北高寒沙区草地沙化进程中土壤物理性质变化的研究尚不多见,本研究以川西北高寒沙区典型沙化县—理塘县为例,以不同沙化程度高寒草地土壤物理性质的变化为研究重点,以揭示高寒草地沙化进程中土壤物理性质的变化规律,为川西北高寒沙区沙化草地的生态治理及恢复研究与实践提供基础数据。

1 研究区概况

理塘县位于四川省西部、甘孜藏族自治州西南部,地处康南中心,地理位置为东经 99°19′~100°56′,北纬 28°57′~30°43′。幅员面积 14 182 km²,其中草地面积占总面积 58.9%,县城海拔 4 014.187 m,素有“世界高城”之称。

理塘县气候属大陆性高原季风气候,多年来平均降雨量 718.9 mm,平均蒸发量 767.8 mm,平均气温为 3.5℃,1 月平均气温为 -6.7℃,7 月平均气温为 11℃,极端最高气温为 25.6℃,极端最低气温为 -30.6℃,≥0℃积温 3 256℃,≥10℃的积温 2 301.2℃,年平均风速为 12 m·s⁻¹,最大风速为 25 m·s⁻¹,多为东北风,年平均风日数 24.3(≥8 级),平均风能密度 7.6 w·m⁻²。

2 研究方法

2.1 沙化类型的确定

沙化土地技术指标依据《四川省沙化监测技术操作细则》中的相关标准执行^[2]。具体划分标准见表 1。

序号	沙化类型	土壤质地及植被盖度景观
0	天然草地	土壤表层为土质,植被覆盖度≥90%,生长良好。
1	露沙地	指土壤表层主要为土质,有斑点状流沙出露(<5%)或疹状灌丛沙堆分布,能就地起沙的土地。
2	固定沙地	指土壤质地为沙质,植被覆盖度≥30%,风沙活动不明显,地表稳定或基本稳定的沙地(丘)。
3	半固定沙地	指土壤质地为沙质,10%≤植被覆盖度<30%(乔木林冠下无其它植被时,郁闭度<0.5)之间,且分布比较均匀,风沙流活动受阻,但流沙纹理仍普遍存在的沙地。
4	流动沙地	指土壤质地为沙质,植被覆盖度<10%,地表沙物质常处于流动状态的沙地。

2.2 土地样品采集及测定方法

采用空间序列代替时间序列的研究方法^[3],2012 年 8 月在理塘县的高城镇和奔戈乡进行取样,在不同沙化类型的草地上分别随机布设 20 个 10 m×10 m 的样方,在每个样方的四角和中部共选设 5 个点,按 0~20 cm 和 20 cm~40 cm 深度分层取样,每个土层用环刀取原状土,带回室内测定容重、毛管孔隙度和总孔隙度,同时分层采集一定质量土样(每层质量不小于 1 kg),带回室内进行土壤粒径等相关分析。土壤容重、孔隙度测定采用环刀法,土壤粒径分析采用简易比重计法^[4]。

3 结果与分析

3.1 土壤机械组成的变化

土壤是由大小不同的土粒按不同的比例组合而成的,这些不同的粒级混合在一起表现出的土壤粗细状况,称土壤机械组成或土壤质地。土壤机械组成是土壤最基本的物理性质之一,也是影响土壤水肥状况的关键因子^[5,6]。

研究区高寒草地土壤机械组成整体较粗,土壤中砂粒含量比重很大,表明研究区土壤中有较多的沙物质,即本身存在沙化的物质条件。天然草地在 0~20 cm 层和 20 cm~40 cm 层深度中平均砂粒(>0.05 mm)含量分别为 77.06%、75.29%,平均粘粒(<0.02 mm)含量分别为 12.03%、12.77%;而沙化草地在 0~20 cm 层深度中平均砂粒含量在 82.11%~92.13%之间,粘粒(<0.02 mm)含量仅在 4.14%~8.52%之间;沙化草地在 20 cm~40 cm 层深度中平均砂粒含量在 80.01%~92.55%之间,粘粒(<0.02 mm)含量仅在 4.23%~9.54%之间。

和北方相关沙区比较^[7,8] ,在 0~20 cm 层 ,沙化草地砂粒含量(平均砂粒含量为 82.11%~92.13%)要普遍小于科尔沁沙地(平均砂粒含量为 86.9%~98.9%)和浑善达克沙地(根据研究王利兵的研究^[8] ,其半固定沙地表层平均砂粒含量达 96.9%)。

随沙化程度的加剧,0~20 cm 层和 20 cm~40 cm 层总体呈现出砂粒含量逐步增加,而粘粒和粉粒(0.002 mm~0.05 mm)含量逐步下降的趋势,见图 1 图 2 图 3。表明在高寒草地的沙化进程中随着植被盖度降低,使得上层土壤受到风蚀作用影响逐步粗化从而使其机械组成的呈现层间差异。

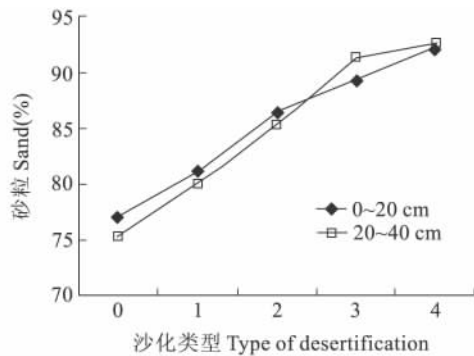


图 1

根据 Bagnold 研究^[9] ,风吹沙粒的粒径一般在 0.15 mm~0.30 mm ,土壤中粒径 0.05 mm~0.5 mm 的颗粒比重越高,土壤越容易发生风蚀且风蚀程度越大。从本次调查的样地来看,以粒径在 0.05 mm~0.5 mm 之间的砂粒所占比重最大,均在 72% 以上,表明理塘县高寒草地土壤本身容易发生风蚀。

表 2

理塘县高寒沙化草地机械组成

流动沙地	土层 (cm)	砂粒 (%)					粉粒 (%)			粘粒 (%)
		砂粒小计	1.0~2.0	0.5~1.0	0.25~0.5	0.05~0.25	粉粒小计	0.02~0.05	0.002~0.02	<0.002
对照	0~20	77.06	0.72	2.1	1.41	72.83	10.91	5.24	5.67	12.03
	20~40	75.29	0.31	0.72	2.32	71.94	11.94	5.18	6.76	12.77
露沙地	0~20	81.11	5.28	29.1	17.97	28.76	10.37	5.07	5.3	8.52
	20~40	80.01	3.72	23.4	18.6	34.29	10.45	4.11	6.34	9.54
固定沙地	0~20	86.38	0.04	3.59	20.3	62.45	7.22	3.02	4.2	6.4
	20~40	85.29	0.03	9.63	14.59	61.04	7.3	4.1	3.2	7.41
半固定沙地	0~20	89.32	0.58	6.94	15.63	66.17	5.23	2.01	3.22	5.45
	20~40	91.28	0.77	8.79	18.3	63.42	6.25	2.01	4.24	5.47
流动沙地	0~20	92.13	0.3	9.86	31.71	50.26	3.73	1.92	1.81	4.14
	20~40	92.55	0.2	5.56	29.39	57.4	3.22	2.02	1.2	4.23

3.2 土壤容重的变化

土壤容重不仅是土壤机械组成和孔隙度的综合反映,也是判断土壤结构、土壤肥力水平和退化程度的重要指标^[10]。

随着沙化程度的加剧,土壤上层和下层容重均呈逐步增加的趋势,见图 4 和表 3。天然草地土壤 0

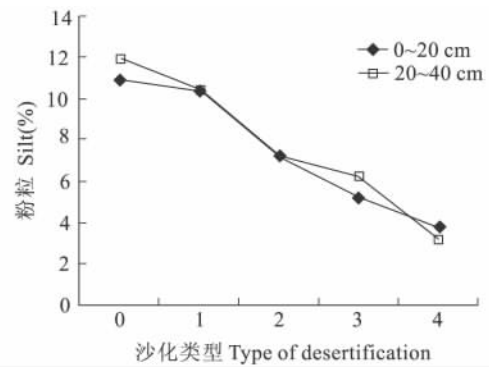


图 2

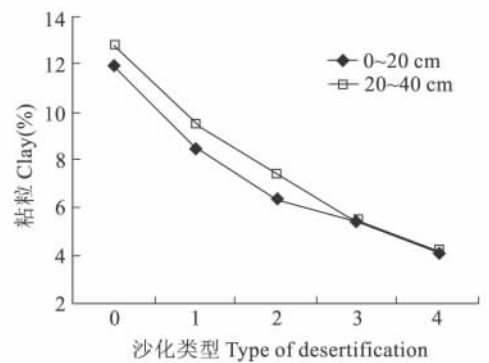


图 3

其中,天然草地在 0~20 cm 层和 20 cm~40 cm 层深度中粒径(0.05 mm~0.5 mm)平均含量(占总的机械组成)分别为 74.24%、74.26%;沙化草地在 0~20 cm 层和 20 cm~40 cm 层深度中粒径(0.05 mm~0.5 mm)含量(占总的机械组成)分别达 75.73%~82.75%、72.89%~86.79%。详见表 2。

~20 cm 层和 20 cm~40 cm 层平均容重分别为 0.842 g·cm⁻³、1.027 g·cm⁻³。沙化草地在 0~20 cm 容重在 1.125 g·cm⁻³~1.353 g·cm⁻³之间,20 cm~40 cm 层沙化草地容重在 1.211 g·cm⁻³~1.404 g·cm⁻³之间。与天然草地相比,露沙地、固定沙地、半固定沙地、流动沙地在 0~20 cm 层土壤

容重增幅分别为 33.61%、50.59%、54.99%、60.69%；20 cm ~ 40 cm 层土壤容重增幅分别为 17.92%、19.96%、32.52%、36.71%。表明 20 cm ~ 40 cm 层土壤容重变化幅度不如 0 ~ 20 cm 层。随着沙化程度的加剧，土壤容重逐步增加的原因是牛羊践踏，加之植被盖度减少，使得土壤中植物残体减少，有机质含量降低，影响植物根系的生长，使土壤紧实板结，导致土壤容重的增加。

表3 理塘县高寒沙化草地土壤容重 (g · cm⁻³)

土层 (cm)	0(CK)	沙化类型			
		1	2	3	4
0~20	0.842	1.125	1.268	1.305	1.353
20~40	1.027	1.211	1.232	1.361	1.404

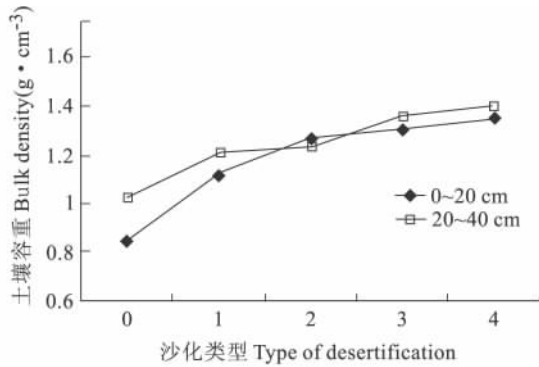


图4

从层间差异来看，对照、露沙地、半固定沙地、流动沙地上层容重均小于下层容重，其中对照上、下层容重差异最显著，而固定沙地上层容重反而大于下层容重。

3.3 土壤孔隙度的变化

土壤孔隙大小是土壤物理性质的基本特征也是评价土壤结构特征的重要指标^[10]。

理塘县高寒草地的土壤总孔隙度随沙化程度的加剧而减小。天然草地土壤 0 ~ 20 cm 层和 20 cm ~ 40 cm 层平均土壤总孔隙度分别为 57.6%、50.7%。沙化草地在 0 ~ 20 cm 平均土壤总孔隙度在 37.6% ~ 43.7% 之间，沙化草地在 20 cm ~ 40 cm 平均土壤总孔隙度在 35.9% ~ 39.8% 之间。与天然草地相比，露沙地、固定沙地、半固定沙地、流动沙地在 0 ~ 20 cm 层土壤总孔隙度增幅分别为 24.13%、29.69%、32.99%、34.72%；20 cm ~ 40 cm 层土壤总孔隙度增幅分别为 21.5%、24.26%、25.64%、29.19% 表明 20 cm ~ 40 cm 层土壤总孔隙度变化幅度不如 0 ~ 20 cm 层。详见表 4 和图 5。

表4 理塘县高寒沙化草地土壤总孔隙度 (%)

土层 (cm)	0(CK)	沙化类型			
		1	2	3	4
0~20	57.6	43.7	40.5	38.6	37.6
20~40	50.7	39.8	38.4	37.7	35.9

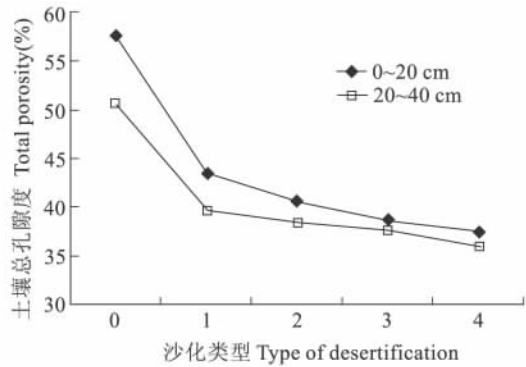


图5

理塘县高寒草地的土壤毛管孔隙度随沙化程度的加剧而减小。天然草地土壤 0 ~ 20 cm 层和 20 cm ~ 40 cm 层平均土壤毛管孔隙度分别为 45.2%、40.4%。沙化草地在 0 ~ 20 cm 层平均土壤毛管孔隙度在 32.2% ~ 36.8% 之间，沙化草地在 20 cm ~ 40 cm 层平均土壤毛管孔隙度在 31.6% ~ 35.3% 之间，与天然草地相比，露沙地、固定沙地、半固定沙地、流动沙地在 0 ~ 20 cm 层土壤毛管孔隙度增幅分别为 18.58%、20.8%、26.33%、28.76%；20 cm ~ 40 cm 层土壤毛管孔隙度增幅分别为 12.62%、16.34%、20.3%、21.78%，表明 20 cm ~ 40 cm 层土壤毛管孔隙度变化幅度不如 0 ~ 20 cm 层。详见表 5 和图 6。

表5 理塘县高寒沙化草地土壤毛管孔隙度 (%)

土层 (cm)	0(CK)	沙化类型			
		1	2	3	4
0~20	45.2	36.8	35.8	33.3	32.2
20~40	40.4	35.3	33.8	32.2	31.6

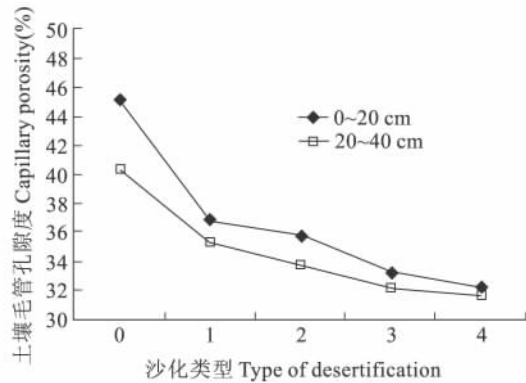


图6

4 结论及讨论

4.1 川西北高寒草地具备潜在的沙化物质条件

从本次调查来看,理塘县高寒草地砂粒含量很高,平均在 75% 以上,从较长的地质历史发展角度分析,理塘县沙化草地的地质主体部分是第四纪构造沉降阶段形成的河湖相沉积物,出露岩层风化后含沙量高,因此高寒草地表层植被受破坏后,很容易导致沙化^[11]。从整个川西北高寒草地来看,相当部分草地的地层出露岩层主要有 T2、T3 砂板岩、页岩和第四纪松散堆积沉积物,T2、T3 砂板岩、页岩风化后含沙量高,第四纪松散堆积沉积物又主要是粉沙沉积和沼泽沉积,粉沙分布广泛^[12]。因此,可以说川西北高寒草地区具备潜在的沙化物质条件。

4.2 川西北高寒草地沙化初始阶段(天然草地—露沙地)是沙化防治的关键阶段

在理塘县高寒草地沙化初始阶段(天然草地→露沙地)过程中,在 0~20 cm 层土壤容重增加幅度、土壤总孔隙度下降幅度、土壤毛管孔隙度下降幅度分别为 33.61%、24.13%、18.58%,其变化幅度均大于露沙地→流动沙地的沙化发展阶段(土壤容重增加幅度、土壤总孔隙度下降幅度、土壤毛管孔隙度下降幅度分别为 20.27%、13.96%、12.5%)。在 20 cm~40 cm 层,沙化初始阶段的土壤容重、土壤总孔隙度、土壤毛管孔隙度的变化幅度也同样大于沙化发展阶段。因此,高寒草地沙化初始阶段(天然草地→露沙地)是土壤物理性质变化最大的阶段,其原因可能是天然草地向露沙地转化过程中,由于天然草地本身具有较强稳定性,其抗逆性强,对外界干

扰有较大的“缓冲性”(土壤物理性质体现就是容重和孔隙度所表现出来的较大变化幅度),一旦累积干扰超过缓冲的“阈值”,沙化进程就呈加快的趋势(土壤物理性质体现就是沙化发展阶段土壤容重和孔隙度变化幅度要小于沙化初始阶段),因此,从沙化防治的角度看,川西北高寒草地沙化初始阶段是沙化防治的关键阶段。

参考文献:

- [1] 四川省林业厅,四川省林业勘察设计研究院. 四川省沙化土地监测报告[R]. 2010. 3.
- [2] 四川省林业厅. 四川省第四次沙化监测技术操作细则[R]. 2009. 4.
- [3] 王辉,任继周,袁宏波. 黄河源区高寒草地沙化进程中土壤物理性质的变化(简报)—以玛曲为例[J]. 草业学报, 2007, 16(1): 30.
- [4] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科技出版社, 1978.
- [5] 樊华,杨志国,丛志军,等. 防护林带和封育对沙化草场土壤理化性质的影响[J]. 中国水土保持科学, 2007, 5(6): 43~46.
- [6] 王彦武,廖超英,徐恒,毛乌素沙地固沙林土壤物理性状研究[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(3): 36~39.
- [7] 张继义,赵哈林. 退化沙质草地恢复过程土壤颗粒组成变化对土壤-植被系统稳定性的影响[J]. 生态环境学报, 2009, 18(4): 1395~1401.
- [8] 王利兵,胡小龙,余伟莅,等. 沙粒粒径组成的空间异质性及其与灌丛大小和土壤风蚀相关性分析[J]. 干旱区地理, 2006, 29(5): 688~692.
- [9] BAGNOLD R A. The Physics of Blown Sand and Desert Dunes [M]. London: Methuen, 1941, 50~58.
- [10] 红梅,韩国栋,赵萌莉. 放牧强度对浑善达克沙地土壤物理性质的影响[J]. 草业科学, 2004, 21(12): 108~111.
- [11] 理塘县土壤普查办公室. 理塘县土壤 [R]. 1986. 12.
- [12] 四川省林业厅. 川西北地区沙化科学考察报告[R]. 2007. 5.