

# 半干旱退化山区不同土地利用方式土壤理化性质的特征研究

张源润, 董立国, 蔡进军, 季波, 王月玲, 李娜

(宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所, 宁夏 银川 750002)

**摘要:** 通过对半干旱退化山区不同土地利用方式的土壤理化性质的调查研究。得出不同土地利用措施土壤机械成分表现出一定的差异性,在 0—40 cm 土层,88542 整地和人工草地的粗砂粒平均含量高于天然草地;在 0—100 cm 土层,最大田间持水量:人工林地 > 人工草地 > 天然草地;毛管持水量:人工草地 > 人工林地 > 天然草地;土壤总孔隙度:人工林地 > 人工草地 > 天然草地;毛管孔隙度:人工草地 > 人工林地 > 天然草地;土壤的透气性:人工林地 > 人工草地 > 天然草地。在 0—100 cm 土层:有机质的含量为:人工林地 > 天然草地 > 人工草地;土壤碱解氮的含量变化为:人工林地 > 人工草地 > 天然草地;土壤速效磷的含量变化为:人工林地 > 人工草地 > 天然草地。结果表明,合理的土地利用方式,改善了土壤结构和肥力,增加土壤的通透性,改变土壤水肥气热状况,其中人工造林整地对土壤容重、持水量、土壤养分的促进作用均优于其它利用方式,有利于植被的快速恢复。

**关键词:** 半干旱退化山区;土地利用方式;土壤理化性质

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)05-0065-04

中图分类号: S158

## Soil Physical and Chemical Properties of Landuse Patterns in Semi-arid Degraded Mountainous Areas

ZHANG Yuan-run, DONG Li-guo, CAI Jin-jun, JI Bo, WANG Yue-ling, LI Na

(Institute of Desertification Control, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002, China)

**Abstract:** Soil physical and chemical properties of different landuse patterns in semi-arid degraded mountainous areas were investigated. Results showed that soil mechanical composition for different landuse measures had a certain difference. The amount of coarse sand particles and middle sand particles in 0—40 cm soil layer for the landuse with measure was higher than that for the landuse without measure. In 0—100 cm soil layer, the order of landuse, in terms of the largest field water capacity under different landuses, was plantation > artificial grassland > natural grassland; in terms of capillary water holding capacity, the order was artificial grassland > plantation > natural grassland; in terms of soil total porosity, the order was plantation > artificial grassland > natural grassland; in terms of capillary porosity, the order was artificial grassland > plantation > natural grassland; and in terms of soil permeability, the order was plantation > artificial grassland > natural grassland. In 0—100 cm soil layer, the order of landuse, in terms of organic matter content, was plantation > natural grassland > artificial grassland; in terms of soil nitrogen content, the order was plantation > artificial grassland > natural grassland; and in terms of soil available phosphorus content, the order was plantation > artificial grassland > natural grassland. The orders indicate that reasonable landuse can improve soil structure and soil fertility, increase soil permeability, and improve soil conditions. Artificial plantation is better than other landuse patterns. It improves soil properties such as micro aggregates, soil bulk density, water holding capacity, and soil nutrients and is conducive to rapid vegetation recovery.

**Keywords:** semi-arid degraded mountainous area; land use pattern; soil physical and chemical properties

收稿日期: 2009-02-25

修回日期: 2009-03-25

资助项目: 国家“十一五”科技攻关计划重大项目“半干旱黄土丘陵区退化生态系统恢复技术研究”(2006BAC01A07) 资助

作者简介: 张源润(1960—), 女(汉族), 甘肃省兰州市人, 研究员, 主要从事水土保持、抗旱造林等方面的研究。E-mail: zhangyuanrun@163.com。

生态环境建设的成效在很大程度上取决于生态恢复重建过程中土壤质量的演化及其环境效应,土壤质量<sup>[1]</sup>被定义为特定类型土壤在自然或农业生态系统边界内保持动植物生产力,保持或改善大气与水的质量以及支持人类健康和居住的能力。只有系统中的土壤能够不断形成发育、正向演替,土壤质量逐步得到提高并保持在较高水平,才能使已经退化的生态系统达到生态平衡和良性循环。土壤的理化性状是影响土壤肥力的内在条件,也是综合反映土壤质量的重要组成部分。土地利用和管理是影响土壤变化的最普遍最直接最深刻的因素,了解不同土地利用方式导致土壤物理化学性质的差异,是合理利用土地资源改进土地利用方式,发展持续农业的前提。有研究表明,合理的土地利用方式可改善土壤结构,增强土壤对外界环境变化的抵抗力<sup>[2]</sup>,不合理的土地利用方式会导致土壤质量下降,增加土壤侵蚀<sup>[3]</sup>,降低生物多样性<sup>[4]</sup>。半干旱黄土丘陵区呈现水土流失严重,景观破碎,土地退化,农业生态系统生产力低而不稳,自然灾害频繁发生等严重的生态问题<sup>[5]</sup>。有关研究表明,采取不同生态恢复措施的土壤有机质、全氮、全磷、全钾、速效磷含量均高于裸露地<sup>[6]</sup>。不同的研究人员从不同的角度研究了不同土地利用方式下土壤性质<sup>[7-14]</sup>。本文研究半干旱退化山区不同生态恢复与重建措施下土壤理化性质的变化,对该区采取以工程措施和生物措施为主治理小流域的生态恢复具有重要的科学价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

研究区位于彭阳县东北部,106°41′—106°45′E,35°51′—35°55′N,属于典型的温带大陆性气候,地貌类型属黄土高原腹部梁峁丘陵地。该地区年平均降水量 400 mm 左右,降水季节分布很不均匀,且变率大,为 19%~27%,有明显的旱季和雨季,其中 50%~75%集中在 6—9 月份,多以暴雨降落。3—5 月的降水量只有全年降水量的 10%~20%,属于典型的温带大陆型气候。试验区年平均气温 7.4℃,10 月的积温为 2 200℃~2 750℃,地面平均气温 8℃~9℃,7 月最高,平均为 22℃~23℃;1 月最低,平均为 -8℃左右。地面以下 10—20 cm,年平均气温为 7.2℃~8.6℃。一般 11 月中下旬土壤冻结,至翌年 3 月初开始解冻。最大冻土深度一般超过 100 cm。日照时数为 2 200~2 700 h,日照百分率为 50%~65%,一年之中,6 月日照时数最多,9 月日照时数最少。干燥度(0 的蒸发量)为 1.21~1.99,无霜期 140~160 d。主要气象灾害有干旱、霜冻、冰雹等。

干旱是该区发生次数多,影响面广,危害最严重的农业气象灾害<sup>[10]</sup>。

### 1.2 研究方法

采用野外定位试验、全面调查、采样与室内分析相结合的方法,选择具有典型代表性的样地:(1)人工林地:采用 88542 水平沟(缓坡)和鱼鳞坑整地(陡坡);(2)人工草地:平缓坡地雨季种植紫花苜蓿,以天然草地为对照,选用剖面取样法,每点挖剖面,土壤物理性质用环刀取样,3 次重复,化学性质按剖面混合取一份样品带回宁夏农林科学院质量检测中心化验。

### 1.3 测定内容

1.3.1 土壤物理性状的测定 在示范区内选择具有典型代表性的地块,挖取 1 m 深的土壤剖面,容重、总孔隙度、毛管孔隙度和田间持水量等用环刀法每 20 cm 采取土壤样品<sup>[11]</sup>。

1.3.2 土壤化学指标的测定 采用以上同样的方法分别采集 0—100 cm 的土壤分析样品。样品测定由宁夏农林科学院质检中心按照国家有关标准进行测定。

1.3.3 土壤含水量的测定 采用德国产 TDR 时域反射仪(time domain reflectometry)法观测,持续、定位监测土壤含水量,从每年 3 月下旬至 11 月上旬,上、中、下旬各测定一次。测定深度 0—100 cm,每 20 cm 为一层,共 5 层。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同土地利用方式土壤砂粒组成

通过不同的土地利用方式,分析砂粒组成变化(测定结果见表 1),可以得出:不同土地利用方式,土壤砂粒成分表现出一定的差异性。在 0—40 cm 土层,人工林地的粗砂粒和中沙粒平均含量基本都高于天然草地,而细砂粒平均含量的排列顺序为:天然草地>人工林地>人工草地,总之,水土保持措施的实施,不同立地类型的土壤机械组成均发生不同程度的改变,从而影响了土壤的结构以及入渗、保墒等性状,原因可能与人工扰动、植被根系活动和覆盖程度有关。

### 2.2 不同土地利用方式对土壤微团聚体的影响

在黄土丘陵沟壑区<0.25 mm 的团聚体有助于土壤形成良好的团聚体结构,使其保水保肥能力提高。通过湿筛分析土壤微团聚体,从图 1 可看出,通过不同整地,土壤中<0.25 mm 微团聚体的垂直分布发生了变化。在 20—40 cm 土层,土壤团聚体含量逐渐增加,主要与整地后土壤疏松有关,在 40—60 cm 土层处于作物根系吸收层,土壤微团聚体含量逐渐减少,主要是植物根系的切割、挤压和穿透作用较弱;在 60 cm 土层以下,各土地利用方式土壤的微团聚体都

呈上升趋势,人工林地与人工草地土壤微团聚体含量明显高于天然草地,88542 水平沟整地尤为突出。上述分析表明,采取人工整地措施后,采取不同整地措施的土壤的结构受到一定程度的破坏,主要是由于取样点选在了生土上,这与实际情况相符合。

表 1 不同土地利用方式土壤机械组成 %

土地利用方式	土层深度	粗砂粒	中砂粒	细砂粒
88542 水平沟	0—20	6.96	6.14	12.69
	20—40	6.68	5.53	16.34
	均值	6.82	5.835	14.515
鱼鳞坑	0—20	5.32	8.6	19.08
	20—40	4.78	4.9	11.18
	均值	5.05	6.75	15.13
人工草地	0—20	6.59	9.58	14.19
	20—40	4.93	4.91	11.76
	均值	5.76	7.245	12.975
天然草地	0—20	6.38	8.65	17.62
	20—40	4.98	4.72	17.15
	均值	5.68	6.685	17.385

注:粗砂粒、中砂粒、细砂粒粒径分别为 3~1 mm,1~0.25 mm, <0.25 mm。

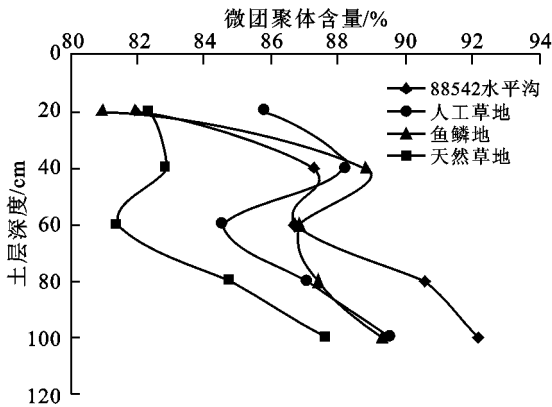


图 1 不同土地利用方式 <0.25 mm 土壤团聚体垂直变化

### 2.3 不同土地利用方式对土壤容重的影响

半干旱退化山区不同土地利用方式的土壤容重剖面分布特征为(见图 2),在 0—80 cm 土层,人工林地土壤容重明显低于天然草地、人工草地。在 80 cm 土层,人工林地出现最小值,人工草地的容重最大,天然草地的容重介于两者之间。这一结果表明,人工林

地的整地对土壤容重的影响较大,尤其表现在 20—80 cm 的林木根系生长层,说明通过坡地改造工程整地,促进了林木根系活动层土壤熟化,随着禁牧后植被的恢复,凋落物向表层土壤的输入,将会增加土壤的有效养分供应,降低土壤容重,减小幼树根系生长的阻力,逐步改善土壤的通气状况。

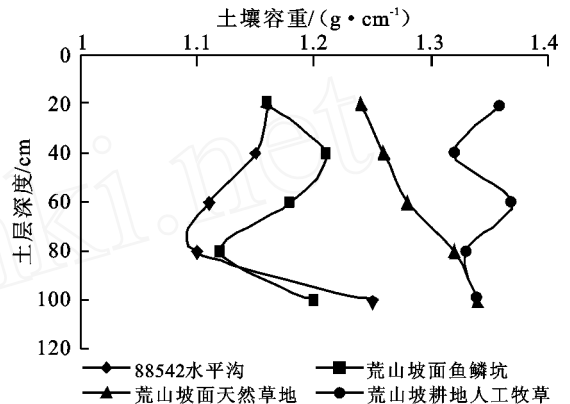


图 2 不同土地利用方式土壤容重剖面分布趋势线

### 2.4 不同土地利用方式对土壤孔隙度等的影响

由表 2 可以看出,不同土地利用方式,土壤的物理性质发生了一定的变化。人工林地、人工草地的最大田间持水量分别比天然草地提高 7.94%,2.25%;毛管持水量分别比天然草地提高 9.97%,16.35%;非毛管持水量人工林地比天然草地提高 16.45%,而人工林地(鱼鳞坑整地)和人工草地分别比天然草地下降了 16.96%,54.73%;土壤总孔隙度分别比天然草地提高 7.87%,2.03%;毛管孔隙度分别比天然草地提高 9.26%,16.05%;土壤的透气性人工林地比天然草地提高 2.92%,人工草地比天然草地提高 5.4%。

### 2.5 不同土地利用方式对土壤化学性质的影响

土壤生产力高低主要决定于土壤肥力状况,土壤肥力是土壤养分、水分、热量和空气等方面供应和协调作物生长的综合能力,具体表现在土壤物理特性和土壤养分状况两个方面。通过表 3 可以看出在不同土地利用方式土壤有机质的含量排序为:人工林地>天然草地>人工草地;土壤碱解氮的含量变化为人工林地>人工草地>天然草地;土壤速效磷的含量变化为人工林地>人工草地>天然草地;土壤速效钾的含量变化为人工林地>天然草地>人工草地。

表 2 不同土地利用方式对土壤物理性质的影响

土地利用方式	最大持水量/mm	毛管持水量/mm	非毛管孔隙/%	毛管孔隙/%	总孔隙度/%	土壤透气度/%
88542 水平沟	107.77	84.29	11.74	42.14	53.88	40.99
鱼鳞坑	111.97	95.23	8.37	47.62	55.98	39.13
人工草地	104.08	94.95	4.56	47.37	51.93	41.98
天然草地	101.78	81.62	10.08	40.81	50.89	39.82

就不同土地利用方式养分的垂直分布特点而言,土壤有机质含量在土壤表层以天然草地和人工林地较高,人工草地较低;在植物根系主要分布层和深层有机质含量也以人工林地居高,人工草地最低;土壤碱解氮的含量在土壤表层以天然草地和人工草地较

高,人工林地最低;在植物根系主要分布层和深层以人工林地较高,天然草地最低;土壤速效磷的含量以天然草地最低。

速效钾含量在不同土层基本以天然草地最高,人工林地最低。

表 3 不同土地利用方式对土壤化学性质的影响

整地方式	全氮 N/ (g · kg <sup>-1</sup> )	全磷 P/ (g · kg <sup>-1</sup> )	全钾 K/ (g · kg <sup>-1</sup> )	有机质/ (g · kg <sup>-1</sup> )	碱解氮 N/ (mg · kg <sup>-1</sup> )	速效磷 P/ (mg · kg <sup>-1</sup> )	速效钾 K/ (mg · kg <sup>-1</sup> )
88542 水平沟	0.494	0.512	18.16	7.860	28.682	4.50	74.74
鱼鳞坑	0.322	0.558	20.64	4.940	15.496	5.24	86.60
人工草地	0.344	0.540	19.40	4.828	20.680	3.90	82.04
天然草地	0.358	0.488	18.64	5.526	18.880	2.74	84.66

### 3 结论

通过在半干旱退化山区采取不同土地利用方式,改善了土壤结构和肥力,增加土壤的通透性,使其能接纳较多的降水,并就地入渗,蓄存于土壤中,使土不下坡,水不下沟,改变土壤水肥气热状况。但不同利用方式对土壤理化性质的改善具有一定的差异性,人工林地的整地对土壤的改良效果最好。

(1) 不同土地利用方式,土壤机械成分表现出一定的差异性。在 0—40 cm 土层,有措施地的粗砂粒和中沙粒平均含量基本都高于无措施地,而细砂粒平均含量的排列顺序为:天然草地 > 人工林地 > 人工草地。

(2) 不同利用方式 < 0.25 mm 微团聚体的垂直分布发生了变化。在 20—40 cm 土层,土壤团聚体含量逐渐增加,在 40—60 cm 土层土壤微团聚体含量逐渐减少,在 60 cm 土层以下,各立地条件下土壤的微团聚体都呈上升趋势,有措施恢复地土壤微团聚体含量明显高于天然草地,人工林地尤为突出,主要与造林整地有关。

(3) 不同土地利用方式,土壤容重剖面分布特征为:在 0—80 cm 土层,人工林地 < 天然草地 < 人工牧草。

(4) 土地的不同利用方式,土壤的物理性质发生了一定的变化,在 0—100 cm 土层,最大田间持水量:人工林地 > 人工草地 > 天然草地;毛管持水量:人工草地 > 人工林地 > 天然草地;非毛管持水量:人工林地 > 天然草地 > 人工草地;土壤总孔隙度:人工林地 > 人工草地 > 天然草地;毛管孔隙度:人工草地 > 人工林地 > 天然草地;土壤的透气性:人工林地 > 人工草地 > 天然草地。

(5) 不同土地利用方式土壤的养分具有明显的变异。在 0—100 cm 土层有机质的含量为:人工林地 > 天然草地 > 人工草地;土壤碱解氮的含量变化:为人工林地 > 人工草地 > 天然草地;土壤速效磷的含量

变化为:人工林地 > 人工草地 > 天然草地;土壤速效钾的含量变化为:天然草地 > 人工草地 > 人工林地。并且从养分的垂直分布也看出,水保措施的实施,使土壤不同土层的养分分布产生了一定的差异。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] Doran J W, Parkin T B. Defining soil quality for a sustainable environment [M]// Soil Science Society of American, Publication No. 35, Inc, Madison, Wisconsin, USA, 1994: 3-21.
- [2] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明. 黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J]. 地理学报, 1999, 54(3): 241-246.
- [3] Warkentin B P. The changing concept of soil quality [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1995, 50(3): 226-228.
- [4] Crist P J, Kohley T W, Oakleaf J. Assessing land-use impacts on biodiversity using an expert systems tool[J]. Landscape Ecology, 2000, 15(1): 47-62.
- [5] 张国华, 张展羽, 王倪进, 等. 南方红壤丘陵区不同生态恢复措施对土壤质量的影响[J]. 水利水电研究进展, 2007, 27(5): 19-22.
- [6] 董立国, 李生宝, 潘占兵, 等. 半干旱黄土丘陵区退化生态系统恢复模式与技术体系的探讨[J]. 中国农业科技导报, 2008, 10(6): 35-41.
- [7] 周萍, 刘国彬, 侯喜禄. 黄土丘陵区不同土地利用方式土壤团粒结构分形特征[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(2): 75-82.
- [8] 连振龙, 刘普灵, 徐学选, 等. 黄土丘陵区不同土地利用方式产沙规律研究[J]. 自然杂志, 2008, 31(1): 28-31.
- [9] 尹刚强, 田大伦, 方晰, 等. 不同土地利用方式对湘中丘陵区土壤质量的影响[J]. 林业科学, 2008, 44(8): 9-15.
- [10] 董立国, 袁汉民, 火勇, 等. 宁南山区膜侧冬麦土壤水分温度时空变化规律研究[J]. 节水灌溉, 2007, 148(8): 1-3.
- [11] 徐荣. 宁夏河东沙地不同密度柠条灌丛草地水分与群落特征的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2004: 10-20.