

云雾山不同坡向草地土壤养分的坡面分布特征

邱莉萍, 张兴昌, 程积民

(西北农林科技大学 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 结合野外调查和室内分析的方法对云雾山不同坡向草地土壤养分的坡面分布特征进行了研究。结果表明, 封育草坡表层(0—15 cm)土壤碳、氮、磷全量远远高于撂荒坡; 阳坡表层土壤有机碳和全氮含量随距坡顶距离的延长呈先降后增趋势, 而阴坡则随距坡顶距离的增加呈先增后降趋势; 全磷在不同坡地的变异性较大。在土壤剖面分布上, 3 个坡地土壤有机碳、全氮、矿质氮、速效磷和阳离子交换量的含量或值基本随土层的加深而降低, 且在大致表现出封育阴坡 > 封育阳坡 > 撂荒坡的趋势; pH 值则与之相反; 速效钾和全磷均呈现出撂荒坡 > 封育阴坡 > 封育阳坡。这些结果表明研究区草坡地自然封育后土壤养分状况有所改善, 其改善程度以阴坡较大。

关键词: 云雾山; 草坡; 土壤养分; 空间分布

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)03-0006-04

中图分类号: S154.1

Spatial Distribution of Soil Nutrients in Long-term Re-vegetated Slopes in Yunwu Mountains

QIU Li-ping, ZHANG Xing-chang, CHENG Ji-min

(Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In this paper, we studied the spatial distribution of soil nutrient components in different grass sloping lands in the Yunwu Mountains. Results showed that in the horizontal direction, southern slopes and bare lands had a similar distribution of soil organic C and total soil N in surface soils(0—15 cm), whereas northern slopes had an opposite distribution pattern. Additionally, total P varied greatly along sloping lands regardless of slope direction. In soil profiles, soil organic C, total N, mineral N, Olsen P, and CEC were all decreased with soil depth and followed the order of northern slope > southern slope > bare land, yet pH values presented contrary distribution pattern. The distribution of available K varied with slope type, while total P changed slightly with soil depth. Both soil properties followed the order of bare land > northern slope > southern slope. Our results suggest that soil nutrient conditions can be improved by natural re-vegetation and the improvement of soil nutrients are more obvious in northern slope than southern slope.

Keywords: Yunwu Mountain; grass slope; soil nutrient; spatial distribution

封育作为一种重要的生态系统恢复和重建措施已为世界各国广泛采用。封育不仅增加了林草植被的覆盖度, 提高了生物多样性^[1,2], 而且提高了土壤的肥力水平, 迅速恢复了原生林草植被及促进了生态系统的良性循环^[3,4]。宁夏固原云雾山草原属半干旱区典型草原, 地势较高, 年均温较低, 蒸发量大, 地带性土壤以山地灰褐土和淡黑垆土为主。早期由于该区土壤流失严重, 从 1982 年开始实行封育, 历时 23 a, 生态系统已经恢复了良性循环, 草地平均植被覆盖

度达 95% 以上^[5]。目前对该区草地土壤的研究主要集中在宏观调查土壤肥力水平和植物多样性上^[2,6], 而很少有研究涉及坡面尺度和不同类型坡地土壤养分的变化。然而坡地土壤肥力水平由于受到当地的气候条件、微地形变化和利用方式的影响, 沿坡面不同的微环境导致了成土过程不一致, 从而造成了土壤养分的差异^[7-8]。土壤养分状况在土壤质量维持和改善方面具有重要作用, 也是植被恢复生态环境效应的重要体现方面。系统研究自然恢复草地土壤养分分

收稿日期: 2009-12-16

修回日期: 2010-01-28

资助项目: 国家自然科学基金项目“黄土丘陵区土壤有机碳组成及周转对土地利用变化的响应”(40901145); 西部之光西部博士项目“云雾山植被恢复过程中土壤酶的响应机理”(B28013400)

作者简介: 邱莉萍(1979—), 女(汉族), 江西省赣州市人, 博士, 主要从事生态系统养分循环的研究。E-mail: qulip79@tom.com。

通信作者: 张兴昌(1965—), 男(汉族), 陕西省武功县人, 研究员, 主要从事土壤环境化学的研究。E-mail: zhaxgc@iswc.ac.cn。

布特征,不但能够揭示封育条件下土壤养分的演变特征,而且能够为准确评价植被恢复的土壤效应提供可靠的基础资料,从而为正确选取适当的植被恢复措施提供科学依据。有鉴于此,本文以封育了23 a的固原云雾山自然保护区撂荒坡地和自然封育坡地(阳坡和阴坡)为研究对象,分析了坡面尺度主要土壤养分的水平分布和剖面分布特征,以深入认识自然封育条件下土壤养分的分布特征及其与坡向的关系,为准确评价研究区自然封育条件下土壤质量演变提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 土壤采样与样品处理

于2005年5月在云雾山草原自然保护区依据不同利用方式、不同坡位及不同坡向的原则采集土样。选取了3个典型坡面即阳坡、阴坡和撂荒坡地作为采样地块。阳坡、阴坡及撂荒坡地海拔高度分别为2 104, 2 102及2 005 m;坡度分别为 16° , 18° 及 18.5° ;坡长分别为150, 142及155 m。阳坡和阴坡土壤类型为山地灰褐土,植被主要为长芒草(*Stip bungeana* Trin.),恢复年限为23 a,植被盖度均大于90%和

70%;撂荒坡地土壤类型为湘黄土,已撂荒23 a,植被主要为长芒草,植被盖度小于10%。在3个坡面坡顶、坡中及坡底各取一个剖面,共9个剖面点,剖面样点取样深度均为105 cm,每隔15 cm为一层。由于坡长不同,坡面样点间隔不一致,其中阳坡沿坡面每隔25 m取样,采混合样6个;阴坡每隔20 m取样,采混合样7个;撂荒坡地只选取了坡顶、坡中及坡底3个混合样。坡面0—15 cm土壤样品用土钻采取,每个样点取13~15次重复,混匀土样并装袋。土壤样品风干后过筛以供测定。

1.2 测定方法

土壤有机碳用重铬酸钾外加热法测定,全氮用半微量凯氏法测定,全磷用酸溶—钼锑抗比色法测定,矿质氮用1 mol/L KCl浸提—流动元素分析仪法测定,速效磷用Olsen法测定,速效钾用原子吸收光度计法测定,pH用酸度计法测定,阳离子交换量用醋酸铵法测定。以上指标测定时均重复3次^[9]。

1.3 数据分析

实验数据统计和图表绘制分别采用SAS软件和Excel软件相应程序进行(图1)。

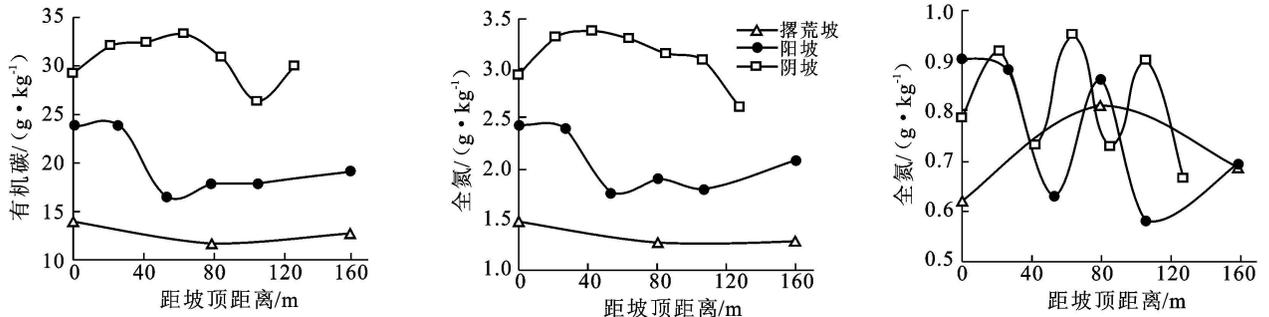


图1 不同坡面表层土壤养分分布特征

2 结果与分析

2.1 不同草坡地表层土壤碳、氮、磷沿坡面分布特征

大量研究表明^[10-12],坡地土壤养分以坡顶和坡底部较高,坡面较低,这主要在降雨侵蚀条件下坡面径流将坡面小粒径土壤带到坡底,使得坡面养分含量降低,而坡底养分含量增加。坡顶宽阔、平坦,侵蚀相对较弱,较之坡面养分得到了一定积累。对不同坡地表层(0—15 cm)土壤养分的测定发现,撂荒坡地和封育阳坡有机碳和全氮表现出了坡面流失、坡底富集的规律(图1),但对封育阴坡却与之相反,这可能是因为封育阴坡植被生长旺盛,很好地保持了土壤养分。由于磷在土壤中难于迁移,其在坡面的分布无规律。不同坡面土壤养分方差分析结果表明,3个坡面土壤有机碳和全氮含量差异显著,且均表现为阴坡>阳坡>

撂荒坡,而3个坡面土壤全磷差异不显著(表1)。这些结果表明,不同类型坡面土壤养分分布的差异主要是坡面土壤侵蚀所造成的土壤物质重新分配以及坡面植被生长改变了坡面物质重新分配引起的。

表1 表层土壤养分方差分析结果 g/kg

项目	封育阴坡	封育阳坡	撂荒坡	F	P
有机碳	30.63a	19.83b	12.77c	56.95	< 0.001 0
全氮	3.11a	2.07b	1.34c	56.10	< 0.001 0
全磷	0.81a	0.76a	0.71a	0.87	0.440 5

2.2 不同类型坡地土壤性质的剖面分布特征

长期封育不仅使草坡地表层土壤养分状况发生变化,而且对深层土壤的肥力状况也产生显著影响(图2)。

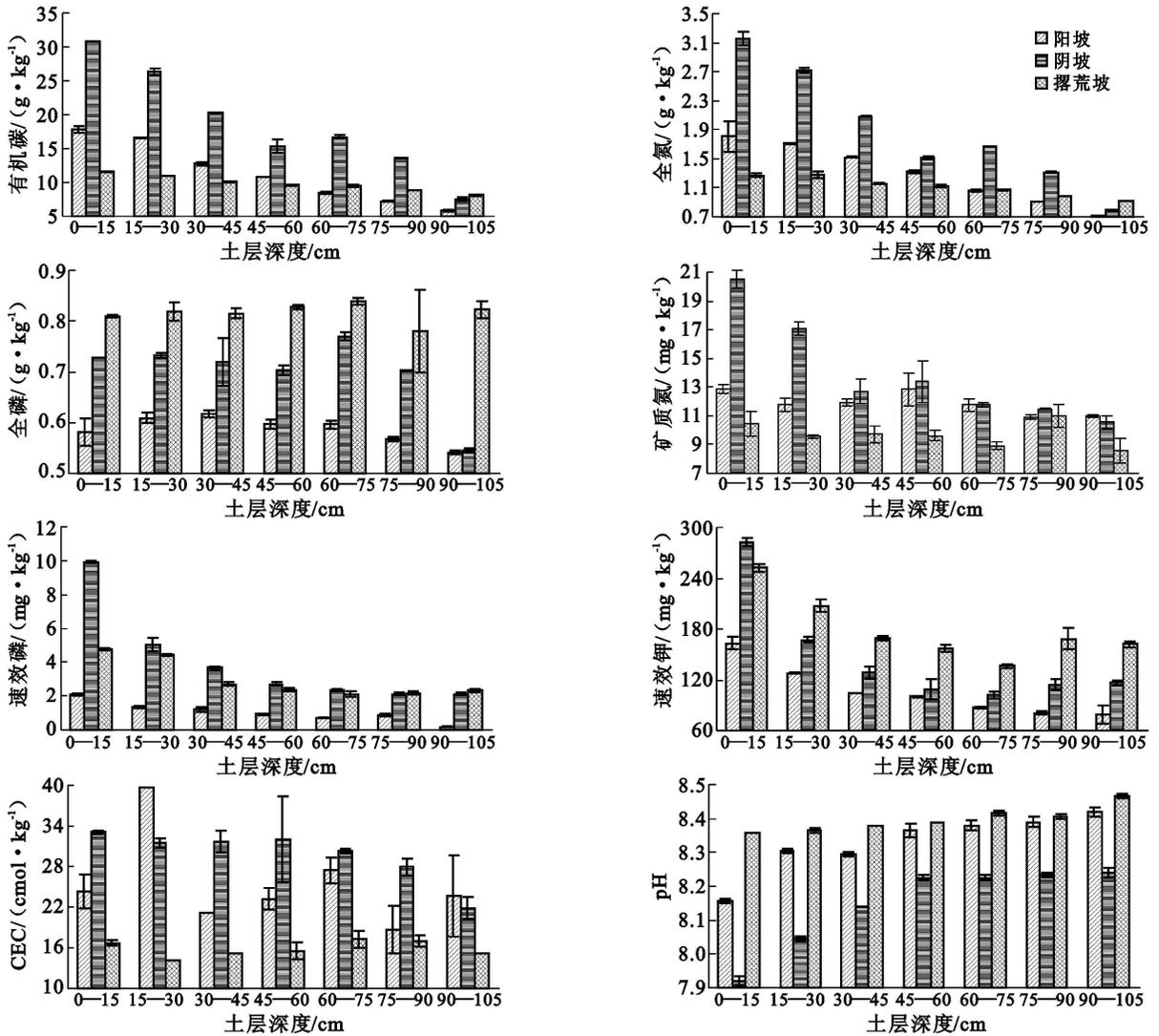


图 2 不同坡地剖面土壤养分的分布

2.2.1 土壤全量养分 有机碳和全氮含量在不同类型坡地均随土层的加深逐渐降低,封育阳坡、封育阴坡和撂荒地剖面土壤有机碳和全氮的变幅分别为 11.97, 23.34, 3.50 g/kg 和 1.10, 2.37, 0.35 g/kg。封育阳坡有机碳和全氮含量在 60 cm 以上土层高于撂荒地,封育阴坡在 90 cm 以上土层高于撂荒地。有机碳和全氮含量在整个剖面均表现为封育阴坡>封育阳坡>撂荒地。长期封育后,虽然表层土壤有机碳和全氮的含量有所提高,但深层土壤有机碳和全氮含量并无太大改善,甚至有所耗竭,这可能与植被对养分的吸收深度和强度有关。

与有机碳和全氮有所不同,3 个类型坡地全磷含量在土壤剖面变化都不大,这是因为全磷在土壤中较为稳定,而且在土壤剖面的迁移过程较弱,其在土壤剖面的分布较为均匀。全磷在不同土层的含量均表现为:撂荒地>封育阴坡>封育阳坡,这与不同坡面植物对土壤磷素的吸收特征有关。

2.2.2 土壤速效养分 矿质氮含量在封育阴坡随土层的加深逐渐降低,而在封育阳坡和撂荒地剖面中有所波动,其不同坡地的含量顺序为封育阴坡>封育阳坡>撂荒地。3 个坡地土壤速效磷含量基本随土层的加深而减小,且在整个剖面表现为封育阴坡>撂荒地>封育阳坡,其变幅分别为 7.83, 2.65 和 1.93 mg/kg。封育阴坡和撂荒地速效钾含量随土层加深先降低后增加,而封育阳坡则随土层的加深而降低。不同类型坡地除在 0—15 cm 土层表现为封育阴坡>撂荒地>封育阳坡,而在 15—105 cm 土层表现为撂荒地>封育阴坡>封育阳坡。不同类型坡地土壤速效氮、磷、钾剖面分布的差异与植被对不同养分的选择性吸收和吸收深度和强度有关。

2.2.3 土壤阳离子交换量和 pH 值 封育阴坡土壤剖面 CEC 随土层的加深逐渐降低,而封育阳坡和撂荒地土壤 CEC 则在剖面波动较大。除个别土层外,不同类型坡地土壤剖面 CE 表现为封育阴坡>封育

阳坡> 撂荒坡, 相应坡地的变幅分别为 11.25, 20.92, 和 3.19 cmol/kg。

3个坡地土壤 pH 值均随土层的加深逐渐增加, 在整个剖面表现为撂荒坡> 封育阳坡> 封育阴坡, 相应坡地的变幅分别为 0.11, 0.27 和 0.32。封育后坡面植被生长状况得到改善, 返还到土壤中有有机物质增加, 土壤有机质含量显著提高, 植物根系、凋落物和有机质在土壤中分解和转化过程中释放出大量的有机酸, 从而降低了土壤 pH, 伴随着这些过程的发生, 土壤 CEC 也有所提高, 土壤 pH 和 CEC 的改善也促进了土壤养分含量的提高和有效性的增加。

3 结论

封育草坡表层土壤碳、氮、磷全量远远高于撂荒坡; 封育阳坡表层土壤有机碳和全氮含量随坡面位置的降低先降低后增加, 而封育阴坡则与之相反; 全磷在不同坡地的变异性较大。在剖面分布上, 土壤有机碳、全氮、矿质氮、速效磷及阳离子交换量基本随土层的加深而降低, 且在不同类型坡地大致表现为封育阴坡> 封育阳坡> 撂荒坡; pH 值在不同类型坡地的剖面分布则与之相反; 速效钾和全磷均呈现出撂荒坡> 封育阴坡> 封育阳坡。在半干旱黄土区, 应该进一步提倡退化草地的自然封育, 以提高土壤质量, 促进生态系统的良性循环。

[参 考 文 献]

[1] 邵新庆, 王堃, 王赟文, 等. 典型草原自然恢复演替过程中植物群落动态变化[J]. 生态学报, 2008, 28(2): 855-861.

- [2] 贾晓妮, 程积民, 万惠娥. 封育对云雾山本氏针茅草地群落的影响[J]. 草地学报, 2008, 16(3): 272-277.
- [3] 张伟华, 关世英, 李跃进, 等. 不同恢复措施对退化草地土壤水分和养分的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2000, 21(4): 31-35.
- [4] 何玉惠, 赵哈林, 刘新平, 等. 封育对沙质草甸土壤理化性状的影响[J]. 水土保持学报, 2008, 22(2): 159-161.
- [5] 邹厚远, 关秀琦, 张信, 等. 云雾山草原自然保护区的管理途径探讨[J]. 草业科学, 1997, 14(1): 3-4.
- [6] 赵艳云, 胡相明, 程积民, 等. 自然封育对云雾山草地群落的影响[J]. 水土保持通报, 2008, 28(5): 95-98.
- [7] Wang J, Fu B, Qiu Y, et al. Soil nutrients in relation to land use and landscape position in the semi-arid small catchment on the loess plateau in China [J]. *Journal of Arid Environments*, 2001, 48: 537-550.
- [8] Ovalles F A, Collins M E. Soil-landscape relationships and soil variability in north central Florida [J]. *Soil Science Society of America Journal*, 1986, 50: 401-408.
- [9] 中科院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981: 62-141.
- [10] 赵文武, 傅伯杰, 陈利顶. 陕北黄土丘陵沟壑区地形因子与水土流失的相关性分析[J]. 水土保持学报, 2003, 17(3): 66-69.
- [11] 郭胜利, 刘文兆, 史竹叶, 等. 半干旱区流域土壤养分分布特征及其与地形、植被的关系[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(4): 40-43.
- [12] Norton J B, Sandor J A, White C S. Hillslope soils and organic matter dynamics within a Native American agroecosystem on the Colorado plateau [J]. *Soil Science Society of America Journal*, 2003, 67: 225-234.