

围封禁牧对退化草原土壤性状的影响

乔荣, 崔向新, 吕新丰, 王博, 张琪, 王颖

(内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要: 以希拉穆仁草原为研究对象, 通过对比分析不同围封年限草原土壤机械组成、含水率、容重、孔隙度、有机质含量、碱解氮及速效磷、钾等各项指标, 探讨了围封对低山丘陵退化草原土壤性状的影响。结果表明, 随着围封年限的增加, 草原 0—20 cm 土层土壤黏粒含量、孔隙度逐年增大, 容重和含水率逐渐降低。随着围封时间的延长, 土壤速效钾含量逐年降低, 土壤有机质、速效磷、碱解氮含量逐渐增加。回归分析结果表明, 土壤有机质、碱解氮、速效磷以及速效钾含量的变化同围封年限有显著的相关性。由此可见, 围封是促进退化草原土壤改良及植被恢复的一项有效措施。

关键词: 希拉穆仁草原; 围封; 土壤性状

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)05-0162-04

中图分类号: S812.2

DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2014.05.037

Effect of Enclosure and Grazing Prohibition on Soil Properties of Degraded Grassland

QIAO Rong, CUI Xiang-xin, LÜ Xin-feng, WANG Bo, ZHANG Qi, WANG Ying

(College of Ecological Environmental Science, Inner Mongolia University, Hohhot, Inner Mongolia 010018, China)

Abstract: Taking the Sheila Muren grassland as the research object, based on the comparison of soil mechanical composition, moisture content, density, porosity, organic matter content, alkaline hydrolysis nitrogen, available phosphorus, available potassium and other indicators in degraded grassland with different terms of enclosure, the effects of enclosure on degraded grassland soil properties was explored. The results showed that with the increase of enclosed years, 0—20 cm layer soil clay content and porosity increased, but the bulk density and moisture content gradually reduced year by year in grassland. As the enclosed time going on, the soil available potassium content reduced, but soil organic matter, available phosphorus and alkaline hydrolysis nitrogen content increased gradually. Regression analysis results indicated that the change in soil organic matter, alkali-hydro nitrogen, available phosphorus and available potassium content had significant correlation with enclosed years. Thus, it can be seen that enclosure is an effective measure to promote soil improvement and vegetation restore in degraded grassland.

Keywords: Sheila Muren grassland; enclosure; soil properties

荒漠化是当今世界最为严重的环境问题之一, 其中草场退化则是荒漠化最为主要的类型。据 UNDP 的最新统计结果, 全球草场荒漠化面积达 3.33×10^9 hm^2 , 占荒漠化土地总面积的 92.8%, 恢复退化草场的生产力及其生态功能已成为荒漠化防治的主要任务之一^[1]。

围封禁牧就是在一定时间内将草地用一定设施管护起来, 不加利用, 给牧草以休养生息, 种子成熟和繁衍更新的机会, 进而达到提高它的生物再生产能力^[2-3]。对于大面积的天然草地, 采取封育保护的办法是恢复天然植被的一项十分经济而有效的措施。

目前, 国内外对退化草地围封的研究主要在围封对土壤种子库的影响, 围封在草地恢复中的作用, 围封对群落演替的影响及围封对草地土壤理化性质的作用机制等几个方面^[4]。

宁夏和内蒙古有关资料表明, 对干旱草原封育, 可使牧草产量提高 15%~87%。对大面积的天然草地, 采用保护性的封育措施, 尤其值得提倡^[5]。草地围栏封育有利于固定草场使用权, 从根本上改变过去那种无人管理和只利用不建设的局面; 便于草地家畜的饲养管理和有计划放牧, 为实施草地划区轮牧打下基础^[6-9]。因此, 研究不同围封年限草原的土壤性状

收稿日期: 2013-10-19

修回日期: 2013-10-31

资助项目: 内蒙古自治区自然科学基金项目“希拉穆仁草原围封禁牧后立枯物的土壤保墒效果研究”(2010MS0602)

作者简介: 乔荣(1989—), 女(汉族), 内蒙古自治区阿拉善盟人, 硕士研究生, 研究方向为荒漠化防治。E-mail: 82268551@qq.com。

通信作者: 崔向新(1962—), 女(满族), 辽宁省本溪市人, 教授, 硕士生导师, 博士, 主要从事荒漠化防治研究。E-mail: cuixiangxin1962@163.com。

变化对低山丘陵草原植被恢复、建设以及对当地经济建设都有极为重要的意义。本文研究不同年限围封对退化草原表层土壤性状的影响规律,旨在为低山丘陵退化草原植被恢复提供数据支撑。

希拉穆仁草原地处内蒙古包头市达尔罕茂明安联合旗希拉穆仁镇,地理坐标为:111°11'15"—111°12'14"E,41°02'48"—41°24'43"N。属塔布河一级支流上东河流域。地貌类型属阴山北麓低山丘陵草原区,地形起伏较大,总体北高南低,东西二侧高,中间低,最高海拔 1 690.3 m,最低海拔 1 585.0 m。除北部有部分土石山区,大部分为栗钙土丘陵草原沟壑地貌。试验区所在流域总面积 19 km²,流域长约 8.3 km,平均宽度约 2.5 km,主沟坡降 1.4%。中温带半干旱大陆性季风气候,春秋季干旱多风,夏季雨量较充沛,冬季干燥寒冷。年均降水量为 284 mm,蒸发量为 2 305 mm,降雨主要集中在 7—9 月;年均气温 2.5℃,≥10℃年有效积温 1 985~2 800℃;年均日照时间 3 100~3 300 h;无霜期 83 d;年均风速 4.5 m/s,冬春以北风和西北风为主,年大风时间为 63 d。地带性土壤为栗钙土,质地粗糙。建群植物种为西北针茅(*Stipa sareptona* var. *krylovii*)^[10-11]。

1 研究内容与方法

本研究以希拉穆仁荒漠草原土壤为研究对象,通过分析不同围封年限禁牧区与未围封区域表层土壤的机械组成、含水率、容重、孔隙度、有机质含量、碱解氮及速效磷、钾等各项指标研究围封禁牧对希拉穆仁荒漠草原土壤性状的影响。利用 Eijkelkamp 型土钻分别在围封禁牧 2 a 区、围封禁牧 4 a 区、围封禁牧 6 a 区和未围封区(CK)进行土样采集,深度为 0—20 cm,每个区域采集土壤样品重复数为 9 个。土壤机械组成采用激光粒度分析仪测定,含水率采用烘干称重法测定,容重和孔隙度采用称重法测定、有机质含量采用重铬酸钾—硫酸溶液—油浴法,碱解氮含量采用碱解扩散法测定,速效磷含量采用 NaHCO₃ 法测定,速效钾含量采用 NH₄OAc 浸提火焰光度法。

2 结果与分析

2.1 土壤物理性质分析

2.1.1 土壤物理指标分析 土壤的机械组成是土壤非常重要的物理性质之一,它反映了不同粒径土壤颗粒的百分含量,粒径>0.01 mm 的土壤为沙性土,粒径<0.01 mm 的土壤为黏性土,两种土粒的含量直接影响着土壤的保水、保肥、通气的能力。由于人类活

动,破坏了土壤表层结构,造成草地风蚀加剧,致使土壤黏粒减少,沙粒增加,土壤恶化、草地荒漠化。围封后排除了人为干扰,植被得以生息,土壤黏粒含量增加,土壤得以改善。随着围封年限的增加,土壤的黏粒含量在逐渐增大,最大值出现在围封 6 a 处,由未封育时期的 13.268% 增加到 16.400%,增幅达 3.332%。并且黏粒含量的增加幅度也在逐年增大(图 1)。

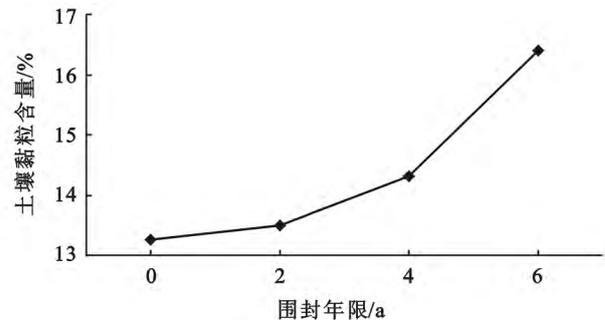


图 1 围封对土壤机黏粒含量的影响

土壤的孔隙度、容重和含水率是研究土壤的重要指标,它们改变的程度直接反映了围封对土壤的改良程度,退化草地经过围封后,土壤黏性粒含量在逐年增大,使草原土壤的机械组成发生了很大改变,土壤的孔隙度、容重及含水率也随之发生很大的变化。由表 1 可知,土壤的孔隙度随着围封年限的增加在逐渐增大,由未围封时的 32.983% 增加到围封 6 a 的 38.105%,增幅达 5.122%。土壤容重的变化规律同孔隙度相反,随着孔隙度的增大容重在逐渐减小。土壤含水率的变化规律与容重一致,随着围封年限的增加,土壤含水率在逐年减小,这是由于围封后草原植被得以生息恢复,植物蒸腾耗费土壤水分造成的。

表 1 围封对土壤物理性质的影响

围封年限/a	土壤孔隙度/%	土壤容重/(g·m ⁻³)	土壤含水率/%
0	32.983	1.534	4.078
2	34.377	1.461	3.816
4	36.471	1.446	3.669
6	38.105	1.431	3.015

2.1.2 土壤物理性状回归预测 由表 2 可知,含水率预测模型在 $\alpha=0.05$ 的水平下显著,孔隙度和容重模型均在 $\alpha=0.01$ 水平下显著。回归分析表明,在围封过程中,土壤孔隙度、容重、含水率变化与围封时间有高度的相关性。由此说明围栏围封时间越长,土壤改良程度越大。

表 2 土壤物理指标与围封时间的回归模型与相关性分析

物理指标	回归模型	相关性系数 R^2	方差系数 P
孔隙度	$y=32.925\ 00+0.783\ 00x+0.015\ 00x^2$	0.995 6	0.004 9
容重	$y=1.531\ 10-0.037\ 95x+0.003\ 62x^2$	0.973 1	0.005 3
含水率	$y=4.049\ 15+0.007\ 58x-0.029\ 19x^2$	0.973 7	0.019 8

2.2 土壤化学性质分析

2.2.1 土壤有机质含量分析 土壤有机质是动植物的残体在动物和土壤微生物作用下形成的高分子有机物,是评价土壤肥力的最为重要指标,它不仅对植物有生长积极的影响,还能提高土壤的透气性、保肥能力及保水能力,改良土壤结构,促进成土发育。围封可以有效促进土壤微生物的生成,对退化草原的土壤改良有积极的影响。由图 2 可以看出,围封草地的土壤有机质含量均大于未围封的,并且随着围封年限的增加,土壤有机质含量在逐年增大,在围封 6 a 处达到最大值。3 个围封年限下土壤有机质含量分别比未围封的高出 0.602%,2.526%和 3.251%。方差分析表明:4 种围封年限草原土壤有机质含量组成的模型整体差异显著($p=0.000\ 3$)。多重测试结果表明,围封 2,4,6 a 的草地土壤有机质含量均与未围封的差异显著(检验水平 0.05)。

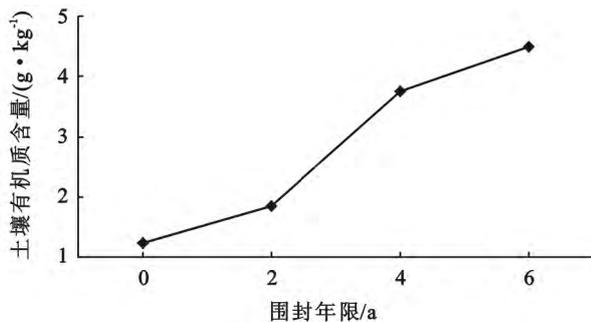


图 2 围封对土壤有机质的影响

2.2.2 土壤碱解氮含量分析 氮是一切生命的构成元素,也是植物生长发育所需的重要元素,土壤中的碱解氮容易被植物吸收、容易淋溶,所以在土壤中的含量不高。由图 3 看出,围封草地土壤碱解氮含量均高于未围封草地,随着围封年限的增加,土壤中碱解氮含量呈现出逐年增加的趋势,在围封 6 a 处达到最大值,围封 2,4,6 a 的草地土壤碱解氮含量分别比未围封草地高 16.551,49.722,和 105.866 mg/kg。方差分析表明,4 种围封年限草原土壤碱解氮含量组成的模型整体差异显著($p<0.000\ 3$)。多重测试结果表明,围封 2,4,6 a 的草地土壤碱解氮含量均与未围封的差异显著(检验水平 0.05)。

2.2.3 土壤速效磷含量分析 土壤速效磷是衡量土壤肥力的一个重要指标,它直接反映了土壤的磷素供

应能力,围封对退化草原土壤速效磷含量有着重要影响。由图 4 可知,围封草地土壤速效磷含量均高于未围封草地,随着围封年限的增加,土壤中速效磷含量呈现出逐年增加的趋势,并且围封前期速效磷含量增加缓慢,围封中后期增加较快,在围封 6 a 处达到最大值,围封 2,4,6 a 的草地土壤速效磷含量分别比未围封草地高 5.067,6.803 和 20.388 mg/kg。方差分析表明,4 种围封年限草原土壤速效磷含量组成的模型整体差异显著($p=0.040$)。多重测试结果表明,围封 6 a 的草地土壤速效磷含量与未围封的差异显著,围封 2 及 4 a 的草地土壤速效磷含量与未围封的差异不显著(检验水平 0.05)。

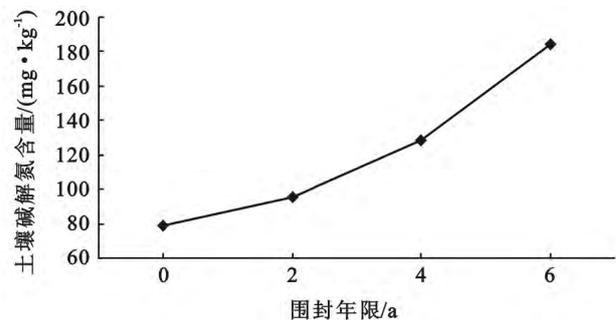


图 3 不同围封年限土壤碱解氮含量的变化

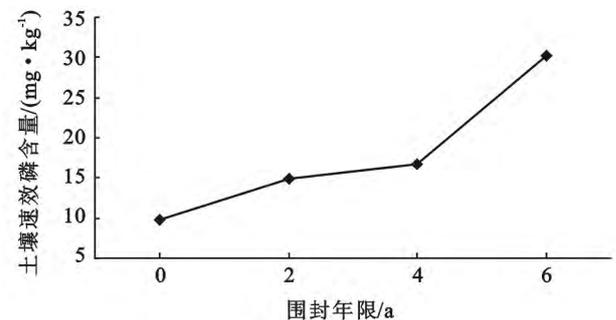


图 4 不同围封年限土壤速效磷含量的变化

2.2.4 土壤速效钾含量分析 土壤速效钾是衡量土壤肥力的一个重要指标,它直接反映了土壤的钾素供应能力,围封对退化草原土壤速效钾含量有着重要影响。由图 5 可知,围封草地土壤速效钾含量均低于未围封草地,随着围封年限的增加,土壤中速效钾含量呈现出逐年降低的趋势,在围封 6 a 处达到最小值,3 个围封年限的草地土壤速效钾含量分别比未围封草地低 428.482,620.444 和 652.268 mg/kg。这说明

围封后植被恢复对速效钾的吸收消耗很大。方差分析表明,4种围封年限草原土壤速效钾含量组成的模型整体差异显著($p=0.0004$)。多重测试结果表明,围封2,4,6a的草地土壤速效钾含量均与未围封的差异显著(检验水平0.05)。

2.2.5 土壤化学性状回归预测 由表3可知,速效磷预测模型在 $\alpha=0.1$ 水平下不显著,有机质模型在 $\alpha=0.1$ 水平下显著,碱解氮和速效钾模型在 $\alpha=0.05$ 水平下显著。回归分析表明,在围封过程中,土壤有机质、碱解氮、速效磷及速效钾含量变化与围封年限有着高度相关性。这说明随着围封时间增长,地上植

被逐渐恢复,导致有机物归还量加大,因此对土壤有机质、氮、磷及钾的富集贡献就越大。

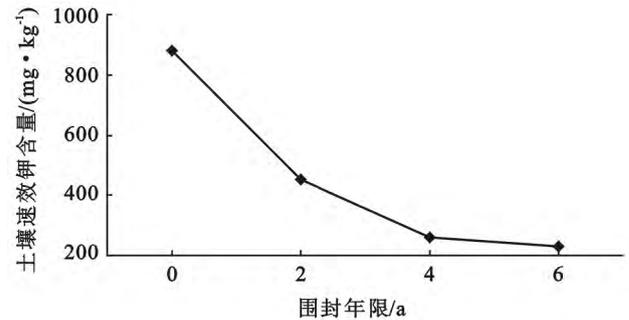


图5 不同围封年限土壤速效钾含量的变化

表3 土壤化学指标与围封时间的回归模型与相关性分析

化学指标	回归模型	R^2	P
有机质	$y=1.10885+0.53773x+0.00769x^2$	0.8955	0.0847
碱解氮	$y=78.93750+2.69125x+2.47438x^2$	0.9997	0.0112
速效磷	$y=10.61050-0.03800x+0.52925x^2$	0.9494	0.1918
速效钾	$y=876.94190-256.18505x+24.79112x^2$	0.9989	0.0121

3 结论

由于围封使得土壤得以生息、改良,随着围封年限的增加,低山丘陵退化草原0—20cm土层土壤黏粒含量、孔隙度逐年增大,均在封育6a处达到最大值,增幅分别为3.332%和5.118%。

由于土壤孔隙度的增加,使得土壤质地更加疏松,通气性更强,因此土壤容重会随着封育年限的增加逐渐降低,在封育6a处达到最小值为1.431g/cm³,降幅为0.103g/cm³。

围封后草原植被得以生息恢复,植物蒸腾耗费土壤水分造成土壤含水率逐渐降低,植物具有固定空气中碳和氮的能力,因此围封后随着植被的恢复,使得植物对空气中碳、氮的固定能力越来越强,进而植物秋冬枯死后对土壤碳素和氮素的补偿作用加强,故此,随着围封时间的延长,土壤有机质、碱解氮的含量均逐渐增加,均在围封6a处达到最大值,增幅分别为3.251%,105.961mg/kg。

有机阴离子可以减少土壤对磷的吸附,有机物分解产生的有机酸可以将固定态磷转化为可溶态,有机质分解产生的CO₂溶于水形成H₂CO₃可以增加磷酸盐的溶解度,因此随着土壤有机质含量的增加,土壤速效磷含量也在增加。所以随着围封年限的增加,土壤速效磷含量逐渐增加,在围封6a处达到最大值;由于植被对土壤速效钾的吸收利用导致土壤速效钾含量逐年降低,在围封6a处达到最小值228.493mg/kg。

回归分析结果表明,土壤有机质、碱解氮、速效磷

以及速效钾含量的变化同围封年限有显著的相关性,围封是促进退化草原土壤改良及植被恢复的一项有效措施。

[参考文献]

- [1] 周尧治,郭玉海,刘历程,等. 围栏禁牧对退化草原土壤水分的影响研究[J]. 水土保持研究,2006,13(3):5-7.
- [2] 张英俊,杨高文,刘楠,等. 草原碳汇管理对策[J]. 草业学报,2013,22(2):290-299.
- [3] 安慧,李国旗. 放牧对荒漠草原植物生物量及土壤养分的的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(3):705-712.
- [4] 李军保,马存平,鲁为华,等. 围栏封育对昭苏马场春秋草地地上植物量的影响[J]. 草原与草坪,2009,133(2):46-50.
- [5] 崔向新,蒙仲举,张兴源,等. 秸秆覆盖保墒机理初步研究[J]. 内蒙古农业大学学报:自然科学版,2009,30(1):14-19.
- [6] 闫玉春,唐海萍,辛晓平,等. 围封对草地的影响研究进展[J]. 生态学报,2009,29(9):5039-5046.
- [7] 常海军,陈昕. 半干旱荒漠草原带沙化草地封禁治理效果研究[J]. 中国沙漠,2007,27(2):206-209.
- [8] 高天明,张瑞强,刘昭. 希拉穆仁草原草地退化机理及各种修复技术的适用性[J]. 草业科学,2010,27(1):42-46.
- [9] 姚广华,刘锦玲. 草地围栏封育及其优越性[J]. 养殖技术顾问,2010(6):69.
- [10] 李超. 天然草地不同利用方式对比初步研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2012.
- [11] 李媛媛,董世魁,李小艳,等. 围栏封育对黄河源区退化高寒草地植被组成及生物量的影响[J]. 草地学报,2012,20(2):275-279.