

网络出版时间:2014-05-28 11:34

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.06.028

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.06.028.html>

放牧强度对西藏高寒草甸植被群落和 土壤理化性质的影响

益西措姆¹, 许岳飞², 付娟娟², 孙永芳², 巴桑吉巴¹, 尼布¹, 呼天明², 苗彦军¹

(1 西藏大学 农牧学院 植物科学学院, 西藏 林芝 860000; 2 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 【目的】研究放牧强度对高寒草甸植被群落和土壤理化性质的影响, 为西藏高寒草甸科学放牧和退化草地生态系统的恢复提供科学依据。【方法】于 2010-06—2012-08 在西藏邦杰塘高寒草甸开展牦牛放牧控制试验, 设置对照(零放牧)、适度放牧和重度放牧 3 个处理, 研究不同放牧强度对植被群落丰富度、均匀度、生物量、盖度、密度、高度和土壤理化性质的影响。【结果】随放牧强度的增加, 植被群落的丰富度和总盖度降低, 均匀度指数和地上、地下生物量均先增大后减小; 高山嵩草和紫花针茅的盖度和高度随放牧强度的增加而降低, 密度增大。高寒草甸生态系统中土壤的体积质量和硬度随放牧强度的增加而增大; 0~10 cm 土层土壤总孔隙度随放牧强度的增加而增大, 10~20 和 20~30 cm 土层总孔隙度变化规律不明显; 土壤含水量在 0~10 cm 土层以适度放牧区最高, 但各处理间无显著差异 ($P>0.05$); 随放牧强度的增加, 土壤有机质、全氮、速效氮含量以及 pH 均显著减小 ($P<0.05$), 速效钾含量在 0~10 和 10~20 cm 土壤中先增加后减少, 速效磷变化无明显的规律性。【结论】重度放牧是高寒草甸植被退化、土壤理化性质改变的主要因素。围栏封育可作为高寒草地植被短期恢复的最佳方式。适度放牧有利于植被群落的增多和改善土壤理化性质。

[关键词] 高寒草甸; 放牧强度; 植被群落; 土壤理化性质

[中图分类号] S812.6⁺8

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2014)06-0027-07

Effects of grazing intensity on vegetation community and soil physicochemical properties of alpine meadow in Tibet

YI Xi-cuo mu¹, XU Yue-fei², FU Juan-juan², SUN Yong-fang²,
BA Sang-Ji ba¹, Nibu¹, HU Tian-ming², MIAO Yan-jun¹

(1 College of Plant Science, Agriculture and Animal Husbandry College of Tibet University, Linzhi, Tibet 860000, China;

2 College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】To provide scientific basis for grazing and restoration of alpine degraded grassland in Tibet, this study investigated the effects of grazing intensity on vegetation community and soil physical and chemical properties. 【Method】The experiment of yak grazing was carried out from June 2010 to August 2012 in beginning alpine meadow in Tibet. Three treatment, heavy grazing, moderate grazing and no grazing as control, were set to researched the effects of different grazing intensities on richness, homogeneous degree, biomass, coverage, density, and height of vegetation community and soil physicochemical properties. 【Result】With the increase of grazing intensity, evenness and biomass of vegetation community increased while richness and total coverage decreased. The homogeneous degree index and the biomass of the ground or the underground is increased firstly then decreased. The coverage and height of alpine worm-

[收稿日期] 2013-05-03

[基金项目] 国家科技支撑计划项目(2011BAD17B05, 2011BAC09B03); 国家公益性行业(农业)科技专项(200903060)

[作者简介] 益西措姆(1989—), 女(藏族), 西藏山南琼结人, 在读硕士, 主要从事高原农业生态研究。E-mail: 841403946@qq.com

[通信作者] 苗彦军(1971—), 男, 内蒙古四子王旗人, 副教授, 硕士, 主要从事野生牧草种质资源、遗传育种及天然草地生态研究。E-mail: myj666@126.com

wood and purple flowers. grandis decreased while the density increased. The density and the hardness of soil in alpine meadow ecosystem in-creased along with the grazing intensity. Toal porosity of soil increased in layer of 0—10 cm, while it did not change significantly in layers of 10—20 cm and 20—30 cm. The highest water content in soil was found in soil layer of 0—10 cm in moderate ($P>0.05$). With the increase of grazing intensity, Soil organic matter, total nitrogen, available nitrogen, available phosphorus and pH significantly decreased ($P<0.05$), the available K content in 0—10 cm and 10—20 cm soil decrease after the first increase, and the available phosphorus no significant changes in regularity. 【Conclusion】 Heavy grazing was the main reason for degradation of alpine meadow and change of soil physical and chemical properties. Fencing was the best way to recover vegetation of alpine meadow in short-term. Moderate grazing was beneficial to the increase of vegetation and improvement of soil physical and chemical properties.

Key words: alpine meadow; grazing intensity; vegetation community; soil nutrient

西藏地处我国西南边陲,位于青藏高原的西南部,平均海拔 4 000 m 以上^[1],全区土地面积为 122 万 km²,其中天然草地面积占西藏总土地面积的 70% 以上,是藏族人民赖以生存的生态和物质基础。西藏复杂多样的自然条件,造就了丰富多样的草地类型,在全国划定的草地类型中^[2],西藏拥有 17 个草地类型,其中高寒草原面积最大,为 3 140.16 万 hm²,占全区草地面积的 38.9%;其次是高寒草甸,面积 2 540.13 万 hm²,占全区草地面积的 31.2%^[2]。虽然高寒草甸面积比高寒草原小,但其生物量远远高于高寒草原,所以在全区畜牧业中占有非常重要的地位。

西藏特殊的地域和独特的气候条件,造就了高寒草甸群落结构的多样化及植物营养成分的丰富性,为西藏的畜牧业生产提供了物质基础。长期以来,西藏传统的放牧观念和不合理的放牧制度,导致藏区大面积草地生产力下降,草畜矛盾日益尖锐,高寒草甸生态系统面临着严重退化和沙化的险境,严重威胁着西藏草地畜牧业的可持续发展。研究表明,过度放牧是引起青藏高原高寒草甸退化的主要原因,因为过度放牧可直接阻碍草地植被的再生性,影响群落结构、土壤理化性质和养分的循环^[3-4]。本研究以西藏高寒草甸中具有代表性的邦杰塘高寒嵩草草甸为对象,研究不同放牧强度对高寒草甸群落结构及土壤理化性质的影响,旨在深入探讨放牧对高寒草甸生态系统的作用机理,为西藏高寒草甸畜牧业的可持续发展提供科学依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

邦杰塘高寒草甸位于西藏林芝地区西北部的工布江达县境内,海拔高度 4 450 m,经纬度为

N 29°87', E 93°38', 年平均气温 3.8 °C, 年降水量 646 mm, ≥0 °C 年积温 2 000 °C, 年均风速 3 m/s, 无绝对无霜期, 最冷月 1 月平均气温 -10.5 °C, 最热月 7 月平均气温 9.3 °C, 属于高原温带半湿润季风气候类型; 其土壤类型为高寒草甸土, 植被类型为高寒嵩草草甸, 主要优势种为高山嵩草 (*Kobresia pygmaea*) 和紫花针茅 (*Stipa purpurea*), 主要的其他植物种类有西藏粉报春 (*Primula pumilio*)、高山点地梅 (*Androsace gmelinii*)、马先蒿 (*Pedicularis reaupinanta*)、高山委陵菜 (*Potentilla polyschista*)、条裂银莲花 (*Anemone trullifolia*)、独一味 (*Lamiophlomis rotata*)、肉果草 (*Lancea tibetica*)、火绒草 (*Leontopodium alpinum*)、高山大戟 (*Euphorbia stracheyi*)、高山红景天 (*Rhodiola rosea*)、高原唐松草 (*Thalictrum cultratum*) 和西藏羊茅 (*Festuca wallichanica*) 等。

1.2 试验设计

试验于 2010-06 开始, 试验地面积约为 46 hm²。根据试验地上多年平均生物量、家畜理论采食量和草场面积及放牧时间确定放牧强度, 设置对照 (CK)、适度放牧 (MG) 和重度放牧 (HG) 3 类处理小区, 每个处理 3 次重复, 共 9 个小区, 完全随机排列, 其中 CK、MG 和 HG 的面积分别为 2, 8 和 5.4 hm², 使用围栏隔开。为了充分体现高寒草甸放牧生态系统的特点, 放牧家畜选择牦牛, 性别为雌性, 平均年龄为 48 月龄, 体质量 (100 ± 5) kg/头, 在 MG 和 HG 处理每小区内放 3 头牦牛, CK 处理为零放牧。

1.3 野外调查与指标测定

在 2012-08 底 (放牧结束) 植物生长旺季进行野外调查与取样。在每个小区内沿对角线选定 3 个具有代表性的固定样点, 样点之间相距 100 m, 在每个

样点上随机选取 5 个样方(50 cm×50 cm),调查每个样方内植物种类、盖度、高度、密度及每个样方内紫花针茅和高山嵩草的分盖度、分密度和分高度。计算如下指标:

物种丰富度指数(R): $R=S$ 。(1)

Shannon-Wiener 物种多样性指数(H):
$$H=-\sum_{i=1}^S(P_i\ln P_i)。$$
(2)

Pielou 均匀度指数(J'):
$$J'=-\sum_{i=1}^S(P_i\ln P_i)/\ln S。$$
(3)

式中:S 是样方中的物种数;P_i 是物种 i 的相对重要值。

调查结束后,齐地面收集地上植物,带回实验室称鲜质量后,在 60 ℃下烘干 48 h,称其干质量即得地上生物量;测定地下生物量时,采用挖剖面法,在样方内选择一块 25 cm×25 cm 的平地,将植物的根全部挖出,然后置于水中浸泡并冲洗干净后得到根系样品,在 85 ℃下烘干至恒质量,称干质量即得地下生物量。

在每个样方内用容积为 100 cm³ 的环刀分层采集 0~30 cm 的土壤样品,装入塑封袋带回实验室,自然风干,分别过孔径 0.2 和 1.0 mm 的筛,备用。

表 1 不同放牧强度下西藏高寒草甸植被群落丰富度、Pielou 均匀度指数、总盖度和生物量的变化

Table 1 Total coverage,abundance,biomass and evenness index of community in alpine meadow in Tibet under different grazing intensities					
放牧处理 Grazing treatment	丰富度(物种数) Species richness (S)	Pielou 均匀度 指数(J') Even index	总盖度/% Total coverage	地上生物量/ (g·m ⁻²) Biomass above ground	地下生物量/ (g·m ⁻²) Biomass underground
对照 Control	10.67±1.15 a	0.68±0.04 b	91.33±9.87 a	58.84±0.01 b	61.23±13.68 a
适度放牧 Moderate grazing	9.33±0.58 a	0.81±0.36 a	84.33±11.85 a	63.34±0.03 a	72.68±12.12 b
重度放牧 Heavy grazing	7.33±0.58 b	0.63±0.04 b	68.33±7.23 b	60.93±0.04 a	71.93±8.81 b

注:同列数据后标相同小写字母表示差异不显著(P>0.05),标不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。表 2 同。
Note:Same letters indicate no significant difference (P>0.05),while different letters indicate significant difference (P<0.05). The same as table 2.

2.2 放牧强度对高寒草甸优势种植被特征的影响

放牧强度对西藏高寒草甸优势种群落盖度、密

参照鲍士旦^[5]的方法,测定土壤体积质量(环刀法)、pH(电位法)、含水量(烘干法)、孔隙度(环刀法)、硬度(使用土壤紧实度仪测定)及土壤有机质(重铬酸钾容量法)、全氮(凯氏法消解)、速效氮(碱解扩散法)、速效磷(0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提,硫酸钡铈抗比色法)、速效钾(乙酸铵浸提-火焰光度法)含量。

1.4 数据处理

采用 DPS v7.5 统计软件处理数据,进行单因素方差分析;若有显著差异,应用 Duncan 新复极差法对平均值进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 放牧强度对高寒草甸植被群落的影响

由表 1 可知,随着放牧强度的增加,西藏高寒草甸的植被群落丰富度指数和总盖度呈下降趋势,对照和适度放牧处理均与重度放牧差异显著;均匀度指数和地上、地下生物量均先增大后减小,以适度放牧区最高,其中均匀度指数以适度放牧显著高于另 2 种放牧处理(P<0.05),地上、地下生物量以零放牧(对照)显著低于另 2 种放牧处理,这可能与放牧家畜的采食促进了牧草的补偿性生长有关。

度及高度的影响结果见表 2。

表 2 放牧强度对西藏高寒草甸优势种群落盖度、密度及高度的影响

Table 2 Effects of grazing intensity on vegetation coverage,density,and height						
放牧处理 Grazing treatment	盖度/% Coverage		密度/% Density		高度/cm Height	
	紫花针茅 S. purpurea	高山嵩草 K. pygmaea	紫花针茅 S. purpurea	高山嵩草 K. pygmaea	紫花针茅 S. purpurea	高山嵩草 K. pygmaea
对照 Control	44.67±2.22 a	72.00±11.27 a	33.67±7.51 a	78.33±23.29 c	10.59±3.36 a	2.39±0.22 a
适度放牧 Moderate grazing	25.40±7.43 b	66.89±7.68 a	19.67±4.73 b	87.89±6.43 b	7.00±2.33 b	2.00±0.53 a
重度放牧 Heavy grazing	23.56±2.22 b	64.22±11.08 a	20.00±5.36 b	90.78±20.24 b	7.00±2.18 b	1.73±0.37 b

从表 2 可以看出,随放牧强度的增大,西藏高山嵩草的盖度和高度逐渐降低,其中盖度在各处理间无显著差异,这可能与放牧家畜的采食促进了牧草

的补偿性生长有关,也可能是一个季节放牧未在组内造成显著差异;高度则以重度放牧显著低于另 2 种放牧处理(P<0.05)。随放牧强度的增大,高山

蒿草的密度增大,其大小顺序为重度放牧>适度放牧>对照,放牧处理与对照差异显著($P<0.05$)。紫花针茅的盖度和高度均随放牧强度的增加而降低,对照与适度放牧和重度放牧差异显著($P<0.05$),其大小顺序为对照>适度放牧>重度放牧;密度在零放牧下最高,与适度放牧和重度放牧差异显著($P<0.05$)。

2.3 放牧强度对高寒草甸土壤物理性质的影响

从表 3 可以看出,放牧干扰下,试验地土壤物理性状的各项指标均发生了不同程度的变化。不同放牧强度下,高寒草甸 0~10 cm 土壤含水量在适度放牧区最高,但各处理间无显著差异($P>0.05$);10~20 cm 土壤含水量大小顺序为对照>重度放牧>适度放牧,对照和重度放牧与适度放牧差异显著($P<$

0.05);20~30 cm 土层含水量在适度放牧区最低,与对照和重度放牧差异显著($P<0.05$)。随放牧强度的增加,各土层中土壤体积质量随之增大,但无显著差异($P>0.05$)。土壤总孔隙度在 0~10 cm 土层随放牧强度的增加而增大,对照与重度放牧区差异显著($P<0.05$);10~20 和 20~30 cm 土层总孔隙度变化规律不明显,这与放牧践踏使土壤表层结构变得松散有关。在放牧生态研究中,土壤硬度是研究放牧强度的重要指标。本试验结果表明,在不同放牧强度下,0~10 cm 土层土壤硬度大小顺序为适度放牧>重度放牧>对照;10~20 cm 土层土壤硬度随放牧强度的增加而增大,且放牧处理与对照差异显著($P<0.05$);20~30 cm 土层土壤硬度无明显的变化规律。

表 3 放牧强度对西藏高寒草甸土壤物理性质的影响
Table 3 Effects of grazing intensity on soil physical properties

放牧处理 Grazing treatment	土壤深度/cm Soil depth	含水量/% Water content	体积质量/ (g·cm ⁻³) Volume mass	总孔隙度/% Total porosity	硬度/(N·cm ⁻²) Hardness
对照 Control	0~10	0.58±0.42 a	0.95±0.04 a	0.56±0.05 a	260.78±4.30 a
	10~20	0.44±0.07 a	1.31±0.18 a	0.49±0.08 a	280.67±5.03 a
	20~30	0.46±0.01 a	0.93±0.11 a	0.64±0.004 a	285.38±4.22 a
适度放牧 Moderate grazing	0~10	0.68±0.10 a	1.10±0.03 a	0.58±0.001 ab	342.31±3.13 b
	10~20	0.34±0.09 b	1.36±0.22 a	0.45±0.02 a	294.98±1.87 b
	20~30	0.35±0.08 b	0.94±0.09 a	0.59±0.03 a	273.13±5.97 a
重度放牧 Heavy grazing	0~10	0.60±0.22 a	1.15±0.14 a	0.64±0.01 b	295.18±3.62 a
	10~20	0.43±0.11 a	1.46±0.04 a	0.52±0.05 b	325.16±1.14 b
	20~30	0.43±0.10 a	1.09±0.10 a	0.63±0.04 a	283.12±3.06 a

注:同一土层不同处理相比,数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。
Note:Different treatment compared to the same soil,different letters indicate significant difference ($P<0.05$). The same as table 4.

2.4 放牧强度对高寒草甸土壤化学性质的影响

影响结果见表 4。

不同放牧强度对西藏高寒草甸土壤化学性质的

表 4 放牧强度对西藏高寒草甸土壤化学性质的影响
Table 4 Effects of grazing intensity on soil chemical properties

放牧处理 Grazing treatment	土壤深度/cm Soil depth	全氮/ (g·kg ⁻¹) Total nitrogen	速效氮/ (mg·kg ⁻¹) Available nitrogen	速效磷/ (mg·kg ⁻¹) Available phospho	速效钾/ (mg·kg ⁻¹) Available kalium	有机质/ (g·kg ⁻¹) Organic matter	pH
对照 Control	0~10	4.08±0.12 a	238.29±108.73 a	20.99±0.19 a	98.52±1.89 b	121.11±0.01 b	5.79±0.01 a
	10~20	3.22±0.20 a	280.45±37.01 a	22.43±1.17 a	68.99±1.49 a	80.05±0.007 a	5.97±0.02 a
	20~30	3.07±0.14 a	257.09±38.68 a	22.83±0.86 c	68.31±1.996 a	121.15±0.09 a	6.13±0.01 a
适度放牧 Moderate grazing	0~10	3.38±0.15 b	238.94±108.45 a	19.51±0.14 b	109.79±1.39 a	100.47±0.002 a	5.77±0.07 a
	10~20	2.09±1.81 b	246.298±22.29 b	22.01±1.56 a	70.25±0.61 a	83.78±0.009 a	5.96±0.06 a
	20~30	1.83±0.71 b	156.23±43.34 b	30.44±3.63 a	62.23±0.58 b	62.57±0.002 b	6.05±0.08 b
重度放牧 Heavy grazing	0~10	4.00±1.16 a	207.39±163.13 b	22.46±0.91 c	81.51±19.44 c	94.80±0.04 a	5.67±0.06 b
	10~20	2.96±0.12 a	253.99±27.03 a	23.38±0.55 a	60.00±0.02 b	73.83±0.01 a	5.91±0.03 b
	20~30	2.81±0.16 a	210.50±3.34 a	27.43±3.36 b	60.97±0.96 b	57.40±0.02 b	6.08±0.02 c

表 4 显示,随放牧强度的增大,西藏高寒草甸土壤全氮和速效氮含量的变化没有明显的规律性,但各土层总体以适度放牧含量最少,与对照和重度放牧差异显著($P<0.05$)。0~10 cm 土壤中适度放牧速效磷含量低于对照和重度放牧,处理间差异显著

($P<0.05$);放牧对 10~20 cm 土壤中速效磷含量的影响不显著;适度放牧下 20~30 cm 土壤速效磷含量高于对照和重度放牧,各处理间差异显著($P<0.05$)。随放牧强度的增大,0~10 和 10~20 cm 土壤中速效钾的含量先增加后减少,0~10 cm 土层各

处理间差异显著($P<0.05$);20~30 cm 土壤中速效钾的含量逐渐减小。有机质含量在 0~10 和 20~30 cm 土壤随放牧强度的增大而减少,适度和重度放牧与对照差异显著($P<0.05$);10~20 cm 土壤有机质含量在适度放牧区最高,但各处理间无显著差异。随放牧强度的增大,0~10 和 10~20 cm 土壤 pH 降低,对照和适度放牧处理与重度放牧差异显著($P<0.05$);20~30 cm 土层中适度放牧的 pH 最小,且与对照和重度放牧差异显著($P<0.05$)。

3 讨论

青藏高原特有的地理区位和气候环境,造就了高寒草甸生态系统的脆弱性,形成了植被生长缓慢、植株低矮、牧草生育期变短及群落结构单一等特点^[6]。近年来,由于受到全球气候变暖和人为因素的干扰,尤其是超载放牧,导致高寒草甸大面积退化,牧草产量大幅度降低,形成“黑土滩”等次生裸地,加速了高寒草甸生态系统的退化进程^[7-8]。

3.1 放牧强度对高寒草甸植被群落特征的影响

脆弱的生态环境是高寒草地退化的自然内营力,人为干扰(不合理放牧)是草地退化的主要外在驱动力^[9]。在众多干扰因素中,过度放牧是造成高寒草甸植被发生演替进化而导致退化的主要原因^[10-11]。放牧导致草地不同程度地退化,破坏了草地生态平衡,使生产力降低,草地植被健康生长受到阻碍^[12]。本试验发现,随着放牧强度的增大,群落丰富度和总盖度显著下降,均匀度和地上、地下生物量发生先增大后减少的变化,同时其优势种牧草的高度、密度、盖度变化较大,这与王长庭等^[13]的研究结果一致。适度放牧区域植被的各项指标变化最明显,表明适度放牧是草地放牧利用最理想的经营方式,同时验证了“中度干扰假说”关于“适度放牧可以维持或者优化草地群落植物的多样性及草地生产力”^[6]的结论。本试验认为,随着放牧强度的加大,牧草根系在土壤中的垂直分布逐渐加深,导致地下生物量和土壤体积质量增大,且与土壤含水量、孔隙度、硬度和土壤养分含量存在一定的相关性,这与众多研究者的研究结果^[14-19]是一致的。

3.2 放牧强度对高寒草甸土壤物理性质的影响

随放牧强度的增大,牲畜对土壤的践踏加剧,导致土壤紧实度增大,体积质量增加,含水量和孔隙度下降^[16]。本试验结果显示,土壤体积质量随着放牧强度的增大而增加,这与范春梅^[16]的研究结果一致。在放牧生态研究中,土壤硬度是衡量放牧强度

适宜度的重要指标。本试验结果显示,在不同放牧强度下,10~20 cm 土壤硬度随放牧强度的增大而增加,20~30 cm 土壤硬度变化不大,说明放牧践踏对深层土壤硬度的影响较小,放牧组的各土层土壤平均硬度均高于对照。高寒草甸 0~10 cm 土壤含水量在适度放牧区最高,但各处理间无显著差异,10~20 和 20~30 cm 土壤含水量先下降后增大;随放牧强度的增加,土壤体积质量在各土层逐渐增大,但处理间无显著差异,这与万里强等^[20]的研究结果一致。张风承等^[21]研究显示,家畜践踏对土壤有夯实作用,土壤总孔隙度随放牧强度的增大而降低,重度放牧土壤总孔隙度最低。而本试验中,随放牧强度的增大,0~10 cm 土壤总孔隙度增加,这可能与放牧践踏使土壤表层结构变得松散有关,但具体原因还有待于进一步研究;10~20 和 20~30 cm 土壤总孔隙度先减小后增大,以适度放牧区土壤总孔隙度最小,这可能与放牧区牦牛践踏率比较高有关。

3.3 放牧强度对高寒草甸土壤化学性质的影响

草地生态系统中植被与土壤是相互作用、相互影响、相互制约、协调发展的统一体,土壤最本质的特征是其具有肥力,而土壤养分是组成肥力的重要因素之一^[22]。在高寒草甸生态系统中,放牧强度对草地养分循环和演替方式有一定的影响^[23-24]。大量研究表明,土壤中有有机质、全氮、速效氮、速效磷、速效钾以及 pH 值随放牧强度的增大而减小^[17,25-26]。本试验结果也显示,土壤有机质在 0~10 和 20~30 cm 土层随放牧强度的增大而减小,全氮、速效氮和速效磷随放牧强度的增大先减小再增大,而速效钾含量的变化则刚好相反;pH 值在 0~10 和 10~20 cm 土层随放牧强度的增大而降低,土壤偏酸性($pH<7$),20~30 cm 土层 pH 值变化不明显。

4 结论

1) 西藏高寒草甸植被群落丰富度指数和总盖度随放牧强度的增大而降低,而均匀度指数和生物量随放牧强度的增加呈增大趋势。尤其重度放牧对高山嵩草和紫花针茅等优势种牧草的分盖度和高度影响较大,其随放牧强度的增大而降低。因此重度放牧是草地生态发生逆向演替的主要因素,适度放牧是维持草地生态平衡和草地生物量的重要途径,围栏封育可作为高寒草甸生态短期恢复的最佳方式。

2) 放牧强度对高寒草甸土壤含水量的影响较小,含水量随土层深度的增加而锐减。土壤体积质

量和硬度在重度放牧情况下变化最大;总孔隙度在 0~10 cm 土层随放牧强度的增加而加大。说明重度放牧是改变土壤物理结构的重要因素之一。

3) 西藏高寒草甸土壤有机质、全氮、速效氮含量以及 pH 值总体上随放牧强度的增大呈减小趋势,尤其是土壤有机质,在重度放牧区最低;0~10 和 10~20 cm 土层土壤速效钾含量先增大后减小;速效磷含量变化规律不明显。

在重度放牧后,高寒草甸植被和土壤物理结构发生变化,导致土壤输送给植被的营养供给量减少,植被的生长受到阻碍,供给土壤的枯枝落叶减少,出现大面积土壤裸露,植被变得稀疏,致使高寒草甸退化,整个生态系统发生逆向演替。

[参考文献]

- [1] 曹仲华,魏 军,杨富裕,等.西藏牧草种质资源剖析[J].草业科学,2007,24(8):43-46.
Cao Z H, Wei J, Yang F Y, et al. The current situation and prospect of forage germplasm resources in Tibet [J]. Pratacultural Science, 2007, 24(8): 43-46. (in Chinese)
- [2] 边巴卓玛,呼天明,吴红新.依靠西藏野生牧草种质资源提高天然草场的植被恢复效率[J].草业科学,2006,23(2):6-8.
Bianba Z M, Hu T M, Wu H X. Improving the recovery of the degraded natural grassland by relying on the resource of naturally-grown grass species [J]. Pratacultural Science, 2006, 23(2): 6-8. (in Chinese)
- [3] 滕 星,王德利,程志茹,等.不同放牧强度下绵羊采食方式的变化特征[J].草业学报,2004,13(2):67-72.
Teng X, Wang D L, Cheng Z R, et al. Ingestion behaviour changes of sheep under different grazing intensities [J]. Acta Pratacultural Sinica, 2004, 13(2): 67-72. (in Chinese)
- [4] 高英志,韩兴国,汪诗平.放牧对草原土壤的影响[J].生态学报,2004,24(4):790-797.
Gao Y Z, Han X G, Wang S P. The effects of grazing on grassland soils [J]. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(4): 790-797. (in Chinese)
- [5] 鲍士旦.土壤农化分析[M].2 版.北京:中国农业出版社,2000:180-192.
Bao S D. Agricultural soil analysis [M]. 2nd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2000: 180-192. (in Chinese)
- [6] 吴征镒.论中国植物区系的分区问题[J].云南植物研究,1979(1):1-22.
Wu Z Y. Flora of china partition problem [J]. Acta Botanica Yunnanica, 1979(1): 1-22. (in Chinese)
- [7] 崔庆虎,蒋志刚,刘季科.青藏高原草地退化原因述评[J].草业科学,2007,24(5):20-26.
Cui Q H, Jiang Z G, Liu J K. A review of the cause of rangeland degradation on Qinghai-Tibet Plateau [J]. Pratacultural Science, 2007, 24(5): 20-26. (in Chinese)
- [8] 曹广民,杜岩功,梁东营.高寒嵩草草甸的被动与主动退化分异特征及其发生机理[J].山地学报,2007,25(6):641-648.
Cao G M, Du Y G, Liang D Y. Character of passive-active degradation process and its mechanism in alpine Kobresia meadow [J]. Journal of Mountain Science, 2007, 25(6): 641-648. (in Chinese)
- [9] 龙瑞军,王元素, Pagella J, 等.异生物素及其代谢物在反刍家畜体组织的分泌与排泄机理[J].草业学报,2005,14(3):50-55.
Long R J, Wang Y S, Pagella J, et al. Mechanisms of secretion and excretion of xenobiotics and their metabolites in ruminants [J]. Acta Pratacultural Sinica, 2005, 14(3): 50-55. (in Chinese)
- [10] 林 丽,李以康,张法伟,等.青藏高原高寒矮嵩草草甸退化演替主成分分析[J].中国草地学报,2012,34(1):24-30.
Lin L, Li Y K, Zhang F W, et al. Principal component anlysis on alpine kobresia humilis meadow degradation succession in Qinghai-Tibetan Plateau [J]. Chinese Journal of Grassland, 2012, 34(1): 24-30. (in Chinese)
- [11] 周兴民,吴珍兰.中国科学院海拔北高寒草甸生态系统定位站植被与植物检索表[M].西宁:青海人民出版社,2006:30-35.
Zhou X M, Wu Z L. Chinese academy of alpine meadow ecosystem research station, vegetation and plant keys [M]. Xining: Qinghai People's Publishing House, 2006: 30-35. (in Chinese)
- [12] 仁青吉,崔现亮,赵彬彬.放牧对高寒草甸植物群落结构及生产力的影响[J].草业学报,2008,17(6):134-140.
Ren Q J, Cui X L, Zhao B B. Effects of grazing impact on community structure and productivity in an alpine meadow [J]. Acta Pratacultural Sinica, 2008, 17(6): 134-140. (in Chinese)
- [13] 王长庭,王启兰,景增春,等.不同放牧梯度下高寒小嵩草草甸植被根系和土壤理化特征的变化[J].草业学报,2008,17(5):9-15.
Wang Z T, Wang Q L, Jing Z C, et al. Vegetation roots and soil physical and chemical characteristic changes in Kobresia pygmaea meadow under different grazing gradients [J]. Acta Pratacultural Sinica, 2008, 17(5): 9-15. (in Chinese)
- [14] 戎郁萍,韩建国,王 培,等.放牧强度对草地土壤理化性质的影响[J].中国草地学报,2001,23(4):41-47.
Rong Y P, Han J G, Wang P, et al. The effects of grazing intensity on soil physics and chemical properties [J]. Chinese Journal of Grassland, 2001, 23(4): 41-47. (in Chinese)
- [15] 王淑强,胡直友,李兆方.不同放牧强度对红三叶、黑麦草草地植被和土壤养分的影响[J].自然资源学报,1996,11(3):280-287.
Wang S Q, Hu Z Y, Li Z F. Effects of different grazing intensities on the vegetative cover of the grassland of clover and rye grass and on soil nutrient [J]. Journal of Natural Resources, 1996, 11(3): 280-287. (in Chinese)
- [16] 范春梅,廖超英,李培玉,等.放牧对黄土高原丘陵沟壑区林草地土壤理化性状的影响[J].西北林学院学报,2006,21(2):1-4.

Fan C M, Liao C Y, Li P Y, et al. Effects of grazing on soil physical and chemical properties of grassland and forest floor in hilly and gully regions on the Loess Plateau [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2006, 21 (2): 1-4. (in Chinese)

[17] 王玉辉,何兴元,周广胜. 放牧强度对羊草草原的影响 [J]. 草地学报, 2002, 10(1): 45-49.

Wang Y H, He X Y, Zhou G S. Study on the responses of *Leymus chinensis* Steppe to grazing in Songnen plain [J]. Acta Agrestia Sinica, 2002, 10(1): 45-49. (in Chinese)

[18] 张蕴薇, 韩建国, 李志强. 放牧强度对土壤物理性质的影响 [J]. 草地学报, 2002, 10(1): 74-78.

Zhang Y W, Han J G, Li Z Q. A study of the effects of different grazing intensities on soil physical properties [J]. Acta Agrestia Sinica, 2002, 10(1): 74-78. (in Chinese)

[19] Greenwood K L, Macleod D A, Hutchinson K J. Long-term stocking rate effects soil physical properties [J]. Aus J Exp Agric, 1997, 37: 413-419.

[20] 万里强, 陈玮玮, 李向林. 放牧对草地土壤含水量与容重及地下生物量的影响 [J]. 中国农学通报, 2011, 27(26): 25-29.

Wan L Q, Chen W W, Li X L. Effects of grazing on soil moisture, bulk and pasture underground biomass [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2011, 27(26): 25-29. (in Chinese)

[21] 张风承, 史印涛, 李洪影. 放牧强度对土壤物理性状和速效养分的影响 [J]. 草原与草坪, 2013, 33(1): 5-10.

Zhang F C, Shi Y T, Li H Y. Effect of different stocking rates on soil physical properties and nutrients [J]. Grassland Turf, 2013, 33(1): 5-10. (in Chinese)

[22] 董全明, 赵新全, 李青云, 等. 小嵩草高寒草甸的土壤养分因子及水分含量对牦牛放牧率的响应 [J]. 土壤通报, 2005, 36 (4): 493-499.

Dong Q M, Zhao X Q, Li Q Y, et al. Responses of soil nutrient contents and water to stocking rates for yaks in kobrecia parva alpine meadow change of soil nutrient contents and water on winter pasture [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2005, 36 (4): 493-499. (in Chinese)

[23] 李金花, 李镇清, 任继周. 放牧对草原植物的影响 [J]. 草业学报, 2002, 11(1): 4-11.

Li J H, Li Z Q, Ren J Z. The effects of grazing on grassland plants [J]. Acta Agrestia Sinica, 2002, 11(1): 4-11. (in Chinese)

[24] 焦树英, 韩国栋, 李永强, 等. 不同载畜率对荒漠草原群落结构和功能群生产力的影响 [J]. 西北植物学报, 2006, 26(3): 564-571.

Jiao S Y, Han G D, Li Y Q, et al. Effects of different stocking rates on the structures and functional group productivity of the communities in desert steppe [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2006, 26(3): 564-571. (in Chinese)

[25] 裴海昆. 不同放牧强度对土壤养分及质地的影响 [J]. 青海大学学报: 自然科学版, 2004, 22(4): 29-31.

Pei H K. Effect of different grazing intensity on soil nutrient and texture [J]. Journal of Qinghai University: Nat Set Ed, 2004, 22(4): 29-31. (in Chinese)

[26] 关世英, 常金宝, 贾树海, 等. 草原暗栗钙土退化过程中的土壤性质及其变化规律的研究 [J]. 中国草地, 1997(3): 39-43.

Guan S Y, Chang J B, Jia S H, et al. The properties of soil and its change regularities in the degraded succession of dark chestnut in *Leymus chinensis* Steppe [J]. Grassland of China, 1997(3): 39-43. (in Chinese)

(上接第 26 页)

[11] 白永飞, 许志信, 赵 刚, 等. 蒙古羊牧食行为的研究 [J]. 内蒙古农牧学院学报, 1998(3): 36-42.

Bai Y F, Xu Z X, Zhao G, et al. Study on the grazing behavior of Mongolia sheep [J]. Journal of Inner Mongolia Institute of Agriculture & Animal Husbandry, 1998(3): 36-42. (in Chinese)

[12] 张吉鹏. 反刍动物日粮纤维的研究进展 [J]. 饲料博览, 2003 (10): 8-10.

Zhang J K. Research progress on ruminant dietary fiber [J]. Feed Review, 2003(10): 8-10. (in Chinese)

[13] 杨加豹. 动物饲料适口性与影响因素 [J]. 饲料研究, 2001 (1): 23-26.

Yang J B. Animal feed palatability and influence factor [J]. Feed Research, 2001(1): 23-26. (in Chinese)

[14] 朝鲁孟其其格, 贾玉山, 格根图, 等. 草颗粒加工、贮藏及利用技术研究与应 [J]. 中国草地学报, 2010(4): 98-102.

Chao L M Q Q G, Jia Y S, Ge G T, et al. Research and application of processing, storage and utilization technology of mixed grass particle [J]. Chinese Journal of Grassland, 2010 (4): 98-102. (in Chinese)

[15] 刁其玉, 杨苗萌, 陈荆芬. 草颗粒饲料在牛瘤胃内的降解与饲养价值 [J]. 草业科学, 2001(6): 43-47.

Diao Q Y, Yang Z M, Chen J F. Degradation in rumen and feeding value of pelletized forage and fodder for beef cattle [J]. Practcultural Science, 2001(6): 43-47. (in Chinese)