

三江源地区不同退化程度高寒草原植被与土壤特征分析

肖海龙, 周会程, 姚玉娇, 陈建纲, 林栋, 张德罡*

(甘肃农业大学草业学院, 草业生态系统教育部重点实验室, 甘肃省草业工程实验室, 中-美草地畜牧业可持续研究中心, 甘肃 兰州 730070)

摘要:【目的】探究三江源不同退化程度高寒草原土壤理化性质与植被之间的关系。【方法】以青海省玛多县不同退化程度高寒草原为研究对象, 测定不同退化程度植被群落特征及各土层(0~10、10~20、20~30 cm 土层)土壤理化性质(土壤全氮、速效氮、全磷、速效磷、全钾、速效钾、有机质含量、pH 值以及容重), 分析影响高寒草地植被群落退化的关键土壤环境因素。【结果】1) 随着高寒草原退化的加剧, 土壤有机质、全氮、全钾、速效氮、速效磷、速效钾含量均显著降低, 土壤容重显著增大; 2) 草地多样性指数、丰富度、地上生物量逐渐降低; 3) 草地多样性指数、丰富度、地上生物量与土壤全氮、全钾、速效氮、速效磷、有机质含量呈正相关; 4) 土壤速效氮与速效磷是影响退化高寒草原植被特征变化的主要因素。【结论】不同退化程度土壤中的速效养分含量较低, 成为阻碍牧草生长的限制因子, 其中主要受到磷的限制, 氮次之。

关键词:三江源; 高寒草原; 草地退化; 土壤; 植被特征

中图分类号:S812.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2023)02-0085-07

DOI:10.13817/j.cnki.cyyep.2023.02.010



三江源地区是黄河、长江、澜沧江三大河流的发源地, 地处青藏高原东南部, 被人们称为“中华水塔”^[1]。草地作为三江源地区主要的生态环境类型, 是我国最大的陆地生态系统, 具有多种生态功能, 例如调节气候、涵养水源和固持碳素等, 同时也具有很高的经济及生态价值, 是我国目前生态环境保护的重要目标^[2-4]。在独特的高海拔、干旱、寒冷条件下, 草原的生产力较低, 生态系统不稳定, 敏感且脆弱, 人为和自然因素(例如过度开垦放牧和全球气候变暖)的共同干扰很容易使草地退化, 并严重降低草地的生产和服务功能^[5]。高寒草原是一种典型的高原地带性草原

植被类型, 它是畜牧生产的重要基础, 是维持水、土壤和碳汇的重要载体, 也是维护青藏高原和国家生态安全的重要屏障^[6-7]。近些年, 随着农业和畜牧业的发展以及世界人口的迅速增长, 人类活动正在影响和改变着我们赖以生存的全球环境。在一些发展中国家, 长期以来缺乏对草地资源的科学管理, 落后的利用方式, 掠夺式的经营、过度放牧、以及鼠虫危害等现象普遍存在, 导致了草地生产力迅速下降、生态环境日渐恶化, 草地退化现象严重^[8-9]。而三江源地区地处高寒环境, 在土壤的形成过程中生物化学作用较弱, 并且常年受到风蚀和过度放牧的影响, 生态系统敏感而脆弱, 当它开始恶化时, 会迅速发展并变得难以恢复^[10]。

地上植被特征与土壤环境因子之间的关系对揭示生物多样性与生态系统功能之间的关系具有重要意义^[11]。植被退化和土壤退化是草地退化的直接表现, 由于植物和土壤的属性不同, 草地系统中土壤的退化往往滞后于植被的退化, 但其退化后较植被更难

收稿日期: 2021-03-25; 修回日期: 2021-12-15

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0501902); 甘肃省自然科学基金项目(20JR10RA525)。

作者简介: 肖海龙(1995-), 男, 甘肃玉门人, 硕士研究生。

E-mail: 1366378487@qq.com。

*通信作者。E-mail: zhangdg@gsau.edu.cn

恢复^[12]。土壤理化性质与植被特征具有协同效应,两者息息相关^[11]。对三江源地区的草地研究大多集中在高寒草甸群落结构以及土壤对退化的响应,而对退化高寒草原植被与土壤特征变化的研究较少。据此,本试验以三江源地区高寒草原为研究对象,分析高寒草原退化过程中土壤主要养分与植被群落的变化规律,以及它们之间的相互关系,旨在为制定该类退化草地的恢复方案提供理论参考,也为高寒草原生态系统的维护提供基础数据。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

研究区位于青海省果洛藏族自治州玛多县西北部,地理位置 N 33°50′~35°40′,E 96°50′~99°20′。玛多县北与都兰县相接,西靠曲麻莱县,西南以巴颜喀拉山为界,与称多县相连,南北宽约 207 km,东西长约 228 km,总面积 25 253 km²。平均海拔 4 200 m,空

气稀薄,气候寒冷,四季不分明,没有绝对的无霜期,年平均气温-4℃,属高寒草原气候。土壤类型有高山寒漠土、高山草甸土、高山草原土、灌丛土、沼泽土、泥炭土、盐土等,植被有草甸、草原、沼泽、灌丛等。有草地面积 2.47×10⁶ hm²,可利用草地面积 2.25×10⁶ hm²,草地类型主要以高寒草原类和高寒草甸类为主。海拔 4 500 m 以上多为露岩和砾石地,植被稀疏,优势植物主要包括紫花针茅(*Stipa purpurea*)、二裂委陵菜(*Potentilla bifurca*),火绒草(*Leontopodium nanum*)等

1.2 试验方法

选择不同退化程度的 17 块样地(E 97°33′14″~98°29′04″,N 34°29′57″~35°01′38″),每块样地 100 m×100 m,基于草地退化相关标准^[13]分为轻度退化(LD, Light degraded)3 块、中度退化(MD, Moderate degraded)4 块、重度退化(SD, Severely degraded)4 块、极度退化(ED, Extreme degraded)2 块,样地概况如表 1 所示。

表 1 样地概况
Table 1 Description of sampling sites

退化程度	植被盖度/%	生物量/(g·m ⁻²)	优势种
LD	81.20±2.60 ^a	68.16±5.72 ^a	紫花针茅(<i>Stipa purpurea</i>),二裂委陵菜(<i>Potentilla bifurca</i>)
MD	59.70±9.16 ^a	93.55±14.34 ^a	紫花针茅(<i>Stipa purpurea</i>),沙生凤毛菊(<i>Saussurea arenaria</i>)
SD	29.25±12.60 ^b	22.10±5.58 ^c	西伯利亚蓼(<i>Polygonum sibiricum</i>),沙生凤毛菊(<i>Saussurea arenaria</i>)
ED	0 ^c	0 ^b	

注:同列不同小写字母表示不同退化程度间差异显著($P<0.05$)

每块样地中随机设置 3 个 1 m×1 m 的样方,用直径 7 cm 土钻分别钻取 0~10、10~20、20~30 cm 土层的土壤,重复 3 次,去除石块等杂物装入自封袋,并立即带回实验室,将土样风干,粉碎过 60 目筛(孔径 0.250 mm)和 10 目筛(孔径 2 mm),以备土壤养分及理化性质测定。土壤全氮含量用半微量凯氏定氮法测定;全磷含量用钼锑抗比色法测定;全钾含量用火焰分光光度计测定,土壤有机质含量用重铬酸钾容量法测定;速效氮含量用碱解扩散法测定;速效磷含量用碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法测定;速效钾含量用乙酸铵浸提—火焰分光光度计测定;pH 值用酸度计测定^[14]。

高寒退化草地群落多样性指数包括:香农威纳指

数(SW, Shannon—Wiener)、均匀度指数(E, Pielou),计算公式如下:

Shannon—Wiener 指数: $SW = 1 - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$

Pielou 指数: $E = H / \ln S$

丰富度指数: $R = S$

式中: S 为物种数; $P_i = N_i / N$, N 为样方中各物种多度之和, N_i 为第 i 个种的多度。

1.3 数据处理

运用 Excel 2016 进行数据统计整理,采用 SPSS 22 软件对数据进行单因素方差分析(one-way ANOVA)和 Duncan 多重比较,采用 R 语言(3.6.1)、Origin 2018 作图。

2 结果与分析

2.1 不同退化程度土壤养分特征分析

随着退化程度的加剧,土壤中各土层全氮、全钾、速效氮、速效磷、速效钾、有机质含量均呈下降趋势(图1)。其中土壤速效氮、速效磷、速效钾、有机质含量 0~10 cm 土层变化程度大于 20~30 cm 土层。土壤全磷含量各土层无明显变化;土壤 pH 值在 0~

10 cm 土层变化不明显,但在 10~20 cm 和 20~30 cm 土层显著降低($P<0.05$)。土壤容重各土层显著增大($P<0.05$),其中 0~10 cm 土层变化大于其他土层。

同一退化程度不同土层中,土壤全氮、速效氮、速效磷、全钾、速效钾、有机质含量均随土层的加深而降低。其中 LD 的速效氮、速效钾含量在 0~10 cm 土层显著大于 20~30 cm 土层($P<0.05$)。

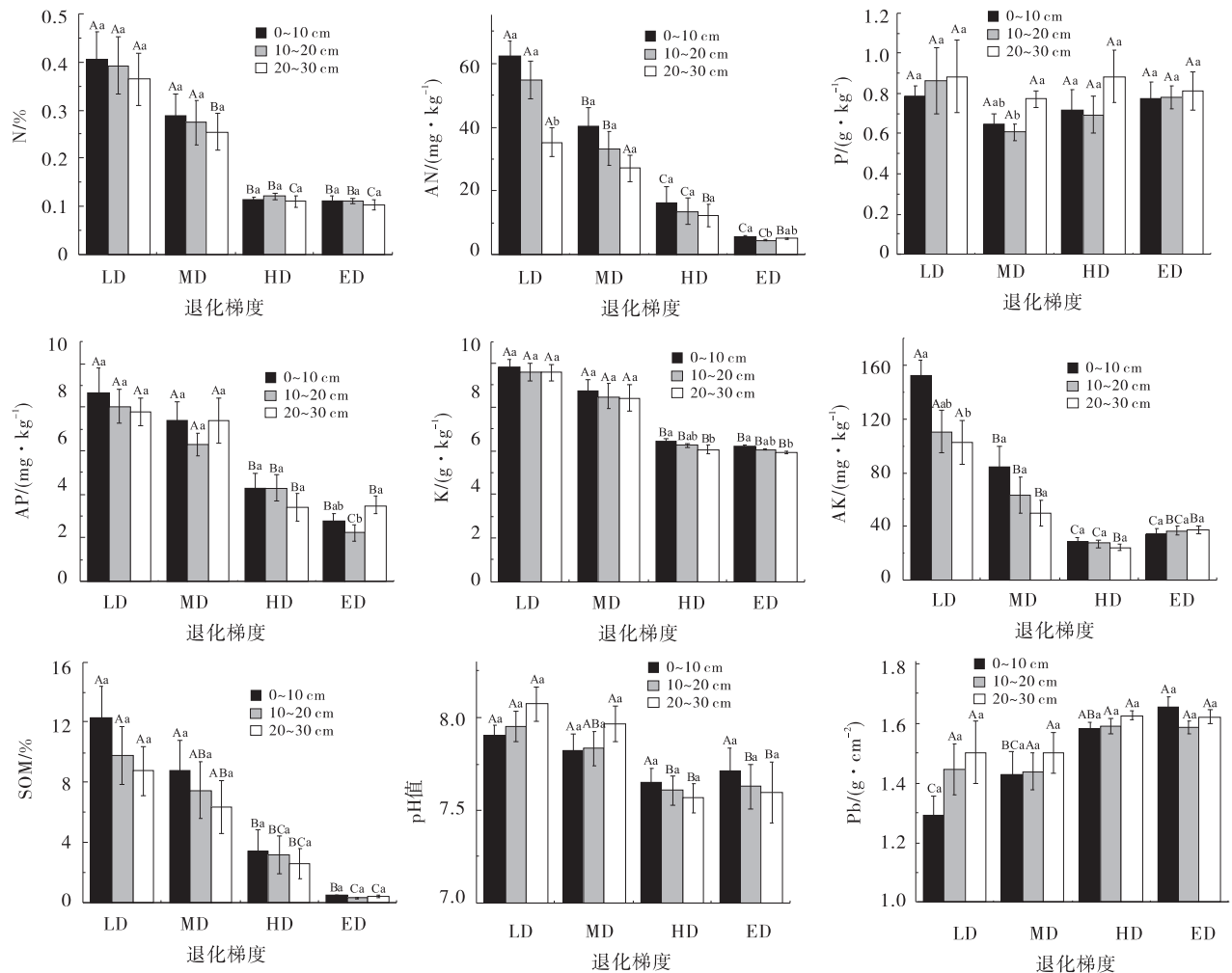


图 1 不同退化梯度下的土壤因子

Fig. 1 Soil factors under different degradation gradients

注:大写字母表示退化梯度间差异性,小写字母表示不同土层间差异性;N 土壤全氮;P 土壤全磷;K:土壤全钾;AN 速效氮;AP 速效磷;AK 速效钾;SOM 有机质;Pb 土壤容重;SW Shannon-Wiener 指数;E Pielou 指数;R 丰富度;TC 总盖度;AGB 地上生物量,下同

高寒草原退化过程中盖度依次为 LD>MD>HD>ED;其中 LD、MD 显著大于 HD。生物量依次为 ML>LD>HD>ED;其中 LD、MD 显著大于 HD 和 ED。Shannon 多样性指数和丰富度依次为 MD>LD>HD>ED;其中 LD、MD 显著大于 HD。Pielou 均匀度指数则是除 ED 外无明显变化。

2.2 不同退化程度土壤养分相关性分析

为进一步探究高寒草原土地退化过程中土壤理化性质与植物群落间关系,对土壤理化性质与植被特征进行相关性分析(图3)。草地盖度与土壤全钾、速效氮、速效磷、速效钾、有机质含量呈正相关关系。丰富度指数与土壤全氮、全钾、速效氮、速效磷、有机质

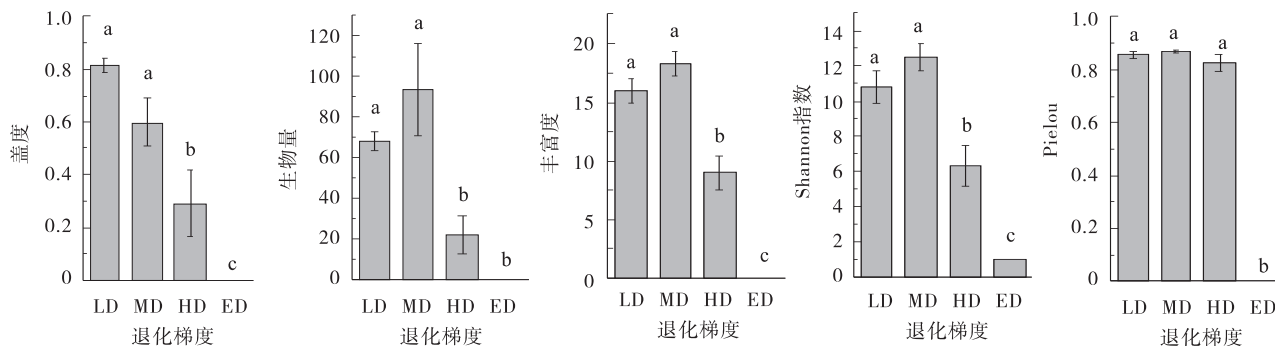


图2 不同退化梯度下的植被特征

Fig. 2 Vegetation characteristics under different degradation gradients

含量呈正相关关系。Shannon指数与土壤全钾、速效氮、速效磷、有机质含量呈正相关关系。地上生物量与土壤全氮、全钾、速效氮、速效磷、速效钾、有机质含量呈正相关关系,与土壤容重呈负相关。

度与LD、MD样地间关联性更强,与HD、ED样地间关联性较弱。高寒草原土壤环境因子与草地退化冗余分析结果表示,9种土壤理化性质在第1轴、第2轴的解量分别为73.66%、6.831%,即前两轴土壤环境因子累计解释土壤环境因子特征的80.49%。由此可见,前两轴能够很好地反映植物群落特征与土壤环境因子的相互影响。土壤全磷含量、容重与第一排序轴呈负相关,土壤全氮、全钾、速效氮、速效磷、速效钾、有机质含量、pH值与第1排序轴呈正相关。此外,AN、AP含量的连线最长,表明AN、AP含量能够较好地解释植被特征的差异。

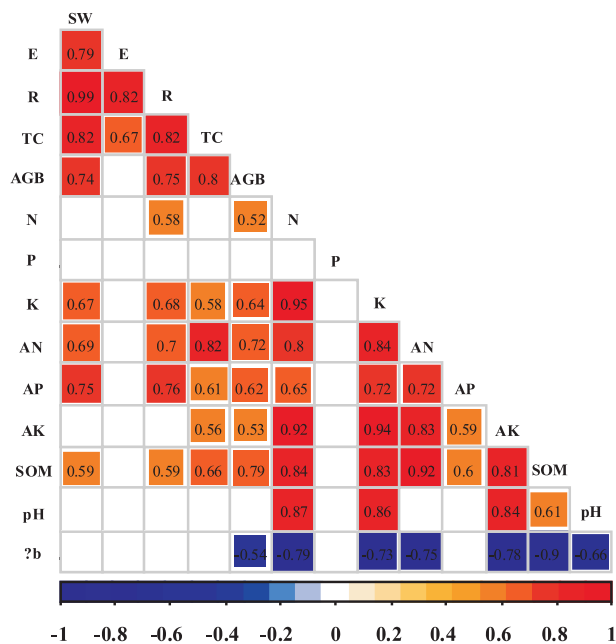


图3 土壤因子与植被特征相关性分析

Fig. 3 Correlation analysis between soil factors and vegetation characteristics

2.3 RDA分析

利用退化草地样地特征和土壤环境因子两个数据矩阵进行冗余分析,排序结果显示,样地随退化程度加剧自左向右展开,说明冗余分析第1轴主要反映高寒草原退化程度变化(图4)。排序图中不同退化程度沿第一排序轴水平方向LD、MD位置临近,反映出不同退化程度草地群落特征存在显著性差异。草地盖度在LD最大,地上生物量MD最大,而HD、ED样地中容重最大。从植被特征与研究地分布关系看,植被盖度、地上生物量、多样性指数、均匀度指数、丰富

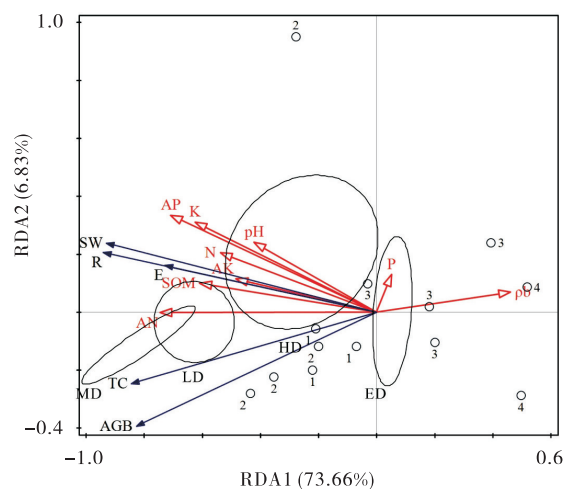


图4 土壤因子与植被特征 RDA 分析

Fig. 4 RDA analysis of soil factors and vegetation characteristics

3 讨论

土壤化学性质能够反映土壤营养状况,其变化会直接影响土壤微生物及植物的生长发育^[15]。草地沙化会使土壤养分含量骤降,从而导致各种养分之间的比例失衡和土壤贫瘠化,进而影响植物的生长发

育^[16-17]。本研究表明,随着退化加剧,土壤养分含量均呈减少的趋势,容重呈增加趋势。正常草地植被盖度、根冠比^[18]、地下生物量比重远高于各退化草地,且高寒草原冻结期相对较长,有机残体分解缓慢、有机质与土壤养分逐渐积累,这是导致退化初期草地有机质与土壤养分最高的主要原因^[19]。且随着草地的退化、超载放牧对草地土壤长期践踏和水土侵蚀造成了小粒径土壤颗粒流失^[20]、致使土壤容重随退化加剧而增大。

有研究表明,随草地退化的演替,土壤退化越来越严重,土壤养分在表层土壤中流失严重^[21]。本研究结果表明,高寒草原退化对浅层土壤理化性质的影响程度比对深层土壤的影响更大,这可能是因为高寒草地大多优势物种根系都是浅层化分布^[22],而浅层土壤更易受到草地退化的影响。

高寒草原退化最直观的体现就是植被变化,本研究表明随着草地的退化,植被盖度由 81.2% 降低至裸地(0%),丰富度由峰值时的 18 降低至 0,但物种多样性与草地盖度随退化程度的加剧并不同步,中度退化草地的物种多样性最高,说明适当干扰可提高草地群落物种多样性^[23]。而随着退化程度进一步的加剧,草地生物量和物种多样性会显著降低^[24]。另外,高寒草原退化过程中,地上生物量和土壤养分的变化存在分异现象。中度退化阶段地上生物量高于轻度退化,这是因为草地生境的变化会影响杂草和毒草的侵入^[25],杂草和毒草通常具有较高的地上生物量。

高寒草地的植被退化与土壤衰退是植被系统和土壤系统耦合关系丧失和系统相悖所致^[26]。相关分析也表明,不同退化阶段高寒草原群落物种多样性和地上生物量与土壤全氮、全钾、速效氮、速效磷、速效钾、有机质含量呈显著正相关($P < 0.05$),而与容重呈负相关。土壤养分的含量会直接影响高寒草地的植被特征^[27-28]。随退化程度的加剧,土壤养分含量呈降低趋势,而土壤作为植物生长发育的重要基质,土壤养分的流失必然引起植被的退化^[21,29]。所以,土壤养分含量越高,草地生物多样性、生物量也越高。随退化程度加深土壤容重呈上升趋势,土壤容重大则表明土壤紧实板硬、缺少团粒结构^[30],对草地植物作物生长有不良影响,使草地生物多样性、生物量降低,土壤

理化性质的变化导致植物生态位分化,优势植物种群发生演替,加速了高寒草地的退化^[31]。

高寒草原受到高海拔、低温等因素的综合影响,草地生态系统相对脆弱,易受各种因素的干扰而发生草地退化。草地退化时,土壤因子对植被退化的响应与反馈同时存在,由于土壤因子种类繁多且相互作用复杂,使得土壤因子与植被间的关系需要用适宜的方法来反映^[10]。RDA 排序可以将研究地与环境因子排列在一定空间,使排序轴能够反映一定的生态梯度,以此揭示物种、植被与环境因子间的生态关系^[32]。本研究冗余分析表明,前两轴能够解释 80.49% 的土壤环境因子与草地退化的关系。王兴等^[33]对宁夏荒漠草原弃耕地土壤与植被间关系进行 RDA 分析发现,土壤碳酸钙、全盐等对植物群落多样性有显著影响。魏卫东等^[10]对三江源区高寒草甸土壤与草地退化间关系进行 RDA 分析发现,土壤温度、全氮等 9 个敏感性指标对草地退化有显著影响。由此可以看出,在生态领域中,冗余分析不失为一种可以反映环境与植被间关系的方法。本研究还表明,速效磷、速效氮能够较好地解释高寒草原退化过程中植被特征的差异,这与马源等^[34]在高寒草甸退化主要受到强烈的氮、磷限制相一致,从某种程度上也支持了 Han 等^[35]关于速效磷能够指示物种丰富度和物种数量的研究结论。

4 结论

(1)随着高寒草原退化的加剧,土壤有机质、全氮、全钾、速效氮、速效磷、速效钾含量均显著降低($P < 0.05$)。土壤容重显著增大。

(2)随着高寒草原退化加剧,草地多样性指数、丰富度、地上生物量逐渐降低。

(3)草地多样性指数、丰富度、地上生物量与土壤全氮、全钾、速效氮、速效磷、有机质含量呈正相关。

(4)由 RDA 分析可知,土壤速效氮与速效磷是影响退化高寒草原植被特征变化的主要因素,高寒草原植被退化主要受到 P 限制, N 次之。高寒草原地区退化土壤中的速效养分较低,成为阻碍牧草生长的限制因子。

参考文献:

[1] 施建军,马玉寿,董全民,等.“黑土型”退化草地优良牧草

- 筛选试验[J]. 草地学报, 2007, 15(6): 543—549+555.
- [2] 刘思怡, 丁建丽, 张钧泳, 等. 艾比湖流域草地生态系统环境健康遥感诊断[J]. 草业学报, 2020, 29(10): 1—13.
- [3] 贺福全, 陈懂懂, 李奇, 等. 三江源高寒草地牧草营养时空分布[J]. 生态学报, 2020, 40(18): 6304—6313.
- [4] 那佳, 黄立华, 张璐, 等. 我国东北草地生产力现状及可持续发展对策[J]. 中国草地学报, 2019, 41(6): 152—164.
- [5] 梁静, 周全程, 马源, 等. 退化高寒草甸优热植物及其根际土壤微量元素变化特征[J]. 草原与草坪, 2021, 41(5): 73—79.
- [6] 肖玉. 青藏高原高寒草原不同退化程度植物群落特征与土壤养分的关系[D]. 兰州: 兰州大学, 2016.
- [7] 郝爱华, 薛娴, 彭飞, 等. 青藏高原典型草地植被退化与土壤退化研究[J]. 生态学报, 2020, 40(3): 964—975.
- [8] 谢高地, 张彩霞, 张昌顺, 等. 中国生态系统服务的价值[J]. 资源科学, 2015, 37(9): 1740—1746.
- [9] 刘安榕, 杨腾, 徐炜, 等. 青藏高原高寒草地地下生物多样性: 进展、问题与展望[J]. 生物多样性, 2018, 26(9): 972—987.
- [10] 魏卫东, 刘育红, 马辉, 等. 三江源区高寒草甸土壤与草地退化关系冗余分析[J]. 生态科学, 2018, 37(3): 35—43.
- [11] 罗亚勇, 孟庆涛, 张静辉, 等. 青藏高原东缘高寒草甸退化过程中植物群落物种多样性、生产力与土壤特性的关系[J]. 冰川冻土, 2014, 36(5): 1298—1305.
- [12] 伍星, 李辉霞, 傅伯杰, 等. 三江源地区高寒草地不同退化程度土壤特征研究[J]. 中国草地学报, 2013, 35(3): 77—84.
- [13] 中华人民共和国农业部. 天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标: GB 19733-2003[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [15] 杨梅焕, 曹明明, 朱志梅, 等. 毛乌素沙地东南缘沙漠化过程中土壤理化性质分析[J]. 水土保持通报, 2010, 30(2): 169—172+176.
- [16] 聂浩刚, 岳乐平, 杨文, 等. 呼伦贝尔草原沙漠化现状、发展态势与成因分析[J]. 中国沙漠, 2005, 25(5): 635—639.
- [17] ZHAO H L, YI X Y, ZHOU R L, *et al.* Wind erosion and sand accumulation effects on soil properties in Horqin Sandy Farmland, Inner Mongolia [J]. Catena, 2005, 65(1): 71—79.
- [18] 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.
- [19] 蔡晓布, 张永青, 邵伟. 不同退化程度高寒草原土壤肥力变化特征[J]. 生态学报, 2008, 28(3): 1034—1044.
- [20] 冯瑞章, 周万海, 龙瑞军, 等. 江河源区不同退化程度高寒草地土壤物理、化学及生物学特征研究[J]. 土壤通报, 2010, 41(2): 263—269.
- [21] 周华坤, 赵新全, 周立, 等. 青藏高原高寒草甸的植被退化与土壤退化特征研究[J]. 草业学报, 2005, 14(3): 31—40.
- [22] YANG Y, FANG J, SMITH P, *et al.* Changes in topsoil carbon stock in the Tibetan grasslands between the 1980s and 2004 [J]. Global Change Biology, 2009, 15(11): 2723—2729.
- [23] MOI D A, RiOS R G, HONG Z, *et al.* Intermediate Disturbance Hypothesis in Ecology: A Literature Review[J]. Annales Zoologici Fennici, 2020, 57(1—6): 67—78.
- [24] 常虹, 孙海莲, 刘亚红, 等. 东乌珠穆沁草甸草原不同退化程度草地植物群落结构与多样性研究[J]. 草地学报, 2020, 28(1): 184—192.
- [25] ZHANG J, ZHAO H, ZHANG T, *et al.* Community succession along a chronosequence of vegetation restoration on sand dunes in Horqin Sandy Land [J]. Journal of Arid Environments, 2005, 62(4): 555—566.
- [26] 侯扶江, 南志标, 肖金玉, 等. 重牧退化草地的植被、土壤及其耦合特征[J]. 应用生态学报, 2002, 13(8): 915—922.
- [27] 左小安, 赵学勇, 赵哈林, 等. 科尔沁沙质草地群落物种多样性、生产力与土壤特性的关系[J]. 环境科学, 2007, 28(5): 945—951.
- [28] 陈生云, 赵林, 秦大河, 等. 青藏高原多年冻土区高寒草地生物量与环境因子关系的初步分析[J]. 冰川冻土, 2010, 32(2): 405—413.
- [29] 李军豪, 杨国靖, 王少平. 青藏高原区退化高寒草甸植被和土壤特征[J]. 应用生态学报, 2020, 31(6): 2109—2118.
- [30] 王艳, 廉晓娟, 王正祥, 等. 不同改良措施对滨海盐土理化性状的影响[J]. 水土保持学报, 2015, 29(4): 236—240.
- [31] 王根绪, 沈永平, 程国栋. 黄河源区生态环境变化与成因分析[J]. 冰川冻土, 2000, 22(3): 200—205.
- [32] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [33] 王兴, 宋乃平, 杨新国, 等. 荒漠草原弃耕恢复草地土壤

- 与植被的 RDA 分析[J]. 草业学报, 2014, 23(2): 90—97.
- [34] 马源, 李林芝, 张德罡, 等. 高寒草甸根际土壤化学计量特征对草地退化的响应[J]. 应用生态学报, 2019, 30(9): 3039—3048.
- [35] HAN W, LUO Y, DU G. Effects of clipping on diversity and above-ground biomass associated with soil fertility on an alpine meadow in the eastern region of the Qinghai-Tibetan Plateau[J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2007, 50(3): 361—368.

Analysis on vegetation and soil characteristics of alpine grassland with different degradation degrees in Three Rivers Region

XIAO Hai-long, ZHOU Hui-cheng, YAO Yu-jiao, CHEN Jian-gang, LIN Dong, ZHAN De-gang*

(College of Grassland Science, Gansu Agricultural University, Key Laboratory for Grassland Ecosystem, Ministry of Education, Grassland Engineering Laboratory of Gansu Province, Sino-U. S. Centers for Grazing Land Ecosystem Sustainability, Lanzhou 730070, China)

Abstract: 【Objective】 In order to explore the relationship between the soil physical and chemical properties and vegetation in alpine grasslands with different degradation degrees in the Three Rivers Region. 【Method】 The alpine grassland with different degradation degrees in Maduo County of Qinghai Province was taken as the research object. The characteristics of vegetation community with different degradation degrees and the soil physical and chemical properties (soil total nitrogen, available nitrogen, total phosphorus, available phosphorus, total potassium, available potassium, organic matter, pH and bulk density) of each soil layer (0~10, 10~20, 20~30 cm) were measured. The key soil environmental factors affecting the degradation of vegetation community in alpine grassland were analyzed. 【Result】 1) With the aggravation of alpine grassland degradation, the contents of soil organic matter, total nitrogen, total potassium, available nitrogen, available phosphorus and available potassium decreased significantly, and soil bulk density increased significantly; 2) Grassland diversity index, richness and aboveground biomass decreased gradually; 3) Grassland diversity index, richness and aboveground biomass were positively correlated with soil total nitrogen, total potassium, available nitrogen, available phosphorus and organic matter; 4) RDA analysis showed that soil available nitrogen and available phosphorus were the main factors affecting the vegetation characteristics of degraded alpine grassland. 【Conclusion】 The available nutrients in degraded soil in alpine grassland area were low, which became a limiting factor to hinder the growth of forage. the degradation of alpine grassland was mainly restricted by strong phosphorus, following by nitrogen.

Key words: Three Rivers Region; alpine grassland; grassland degradation; soil; vegetation characteristics