

退化演替对高山草地植被和土壤理化特性影响

李立新, 陈英智

(黑龙江省水土保持科学研究院, 黑龙江 哈尔滨 150070)

摘要: [目的] 分析 3 种不同草地退化阶段(轻度退化, 中度退化和重度退化)草地植被和土壤理化特性的变化规律, 为类似区域退化草地植被恢复提供有效途径。[方法] 野外植被调查、土壤取样和室内分析。[结果] 草地退化不同阶段草地植物群落组成和物种多样性均有差异, 退化对草地土壤理化特性有明显影响。重度退化草地土壤容重显著高于轻度退化草地($p < 0.05$)。轻度和中度退化样地 0—10 cm 土壤孔隙度显著高于重度退化草地。重度退化草地的土壤有机质、全碳、全钾、全磷和有效钾均明显小于轻度退化草地($p < 0.05$), 但土壤 pH 值和有效氮含量没有显著变化。[结论] 高山草地退化演替对该区土壤物理特性具有显著影响。

关键词: 高山草地; 退化阶段; 植物群落; 土壤特性

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)04-0040-03

中图分类号: S714.2, Q948.15⁺6

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.04.009

Effect of Degradation Succession on Vegetation and Soil Physical and Chemical Characteristics in Alpine Grassland

LI Lixin, CHEN Yingzhi

(Institute of Soil and Water Conservation of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150070, China)

Abstract: [Objective] The changes of soil physical and chemical properties in three levels of degraded grasslands (light degradation grasslands, middle degradation grasslands and heavy degradation grasslands) in alpine grassland in the Qilian Mountain were studied to provide references for the restoration of grasslands in analogous area. [Methods] Vegetation investigation and soil sampling were conducted and the samples were assayed. [Results] Obvious differences were observed in community composition and species diversity. The soil physical and chemical properties under different degraded grasslands were affected by degradation level. The soil bulk density in the heavy degraded grassland was significantly higher ($p < 0.05$) than that of light degraded grassland. The content of soil total porosity of 0—10 cm layer in light degradation grassland was significantly higher than that of heavy degraded grassland. The contents of organic matter, total K, total P and available K in heavy degraded grassland were obviously lower ($p < 0.05$) than those of lighter degraded grassland, but there were no significant differences in the content of pH value and available N. [Conclusion] Soil physical and chemical characteristics were significantly affected by vegetation degraded succession in alpine grassland.

Keywords: alpine grassland; degradation stage; vegetation community; soil characteristics

祁连山为中国 3 大内陆河石羊河、疏勒河及黑河的发源地, 是河西走廊绿洲农业可持续发展的可靠保障。高山草地是中国西北畜牧业发展重要的物质基础^[1], 但由于长期以来粗放的生产经营管理, 超载过目严重, 加之受全球气候变化影响, 该区草地生态系统结构和功能严重受损, 出现草地退化、土壤侵蚀加

剧、生物多样性减少、虫害频发和生产力显著降低等严重问题, 已威胁到草地生态的和当地草地畜牧业可持续发展^[2-4]。土壤不仅是生物量生产重要的基质和许多营养的储存库, 也是物质分解和循环的场所, 其理化特性是衡量生态系统功能的关键指标之一^[5-6]。当前, 已有草地退化对土壤有机碳密度、不同

收稿日期: 2014-12-30

修回日期: 2015-01-31

资助项目: 黑龙江省科技攻关项目“低山丘陵区水土流失综合治理示范与效益研究”(CB08C204-02)

第一作者: 李立新(1966—), 男(汉族), 吉林省梨树县人, 学士, 高级工程师, 主要从事低山丘陵区水土流失综合治理措施及效益研究。E-mail: 0453xyz@163.com。

通信作者: 陈英智(1966—), 女(汉族), 黑龙江省延寿县人, 硕士, 高级工程师, 主要从事东北黑土区水土保持生态建设研究。E-mail: yingzhichen@163.com。

草地类型对土壤微生物数量分布特征以及草地地上生物量及其与土壤水分关系的研究^[7-9]。但针对祁连山高山草地退化对土壤理化特性系统调查研究相对较少。本研究拟通过比较草地不同退化程度土壤理化性质的变化规律,揭示高山草地退化过程中土壤物理化学特性的变化机理,为中国类似区域退化草地植被恢复提供有效途径。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于祁连山北坡高山草地,海拔 2 800~2 900 m。年平均气温 0~3 °C,最热和最冷月气温分别为 10~14 °C 和 -12~-15 °C,年降水量 320~380 mm 左右,年日照时数 2 200 h 以上,相对无霜期 80~110 d。土壤为山地栗钙土,pH 值 7.6~8.3。天然植被主要物种有多年生禾本科牧草:西北针茅(*Stipa krylovii*)、扁穗冰草(*Agropyron cristatum*)、赖草(*Leymus secalinus*)以及多年生毒杂草,狼毒(*Stellera chamaejasme*)、披针叶黄华(*Thermopsis lanceolata*)、阿尔泰狗娃花(*Heteropappus altaicus*)等。

1.2 样地设置与调查

在研究区选择具有典型代表性的轻度退化草地(LD)、中度退化(MD)和重度退化草地(HD)样地。LD样地主要物种有西北针茅、早熟禾(*P. Annuua*)、扁穗冰草等;MD样地主要物种为西北针茅、狼毒;HD样地主要物种有狼毒和披针叶黄华等。该研究区草地为冬春牧场,一般时间为每年10月到翌年5月。2010年8月中下旬在每个样地内随机设置10个50 cm×50 cm样方进行植物群落特征调查,包括所有植物种盖度、高度和密度,以及植物群落的高度和盖度;然后齐地分种剪草,烘干称重。植被特征测定的同时,在各样地内分别采集0—30 cm表层土壤,10次重复。混匀,带回室内,样品经风干后移出粉碎,挑去砾石和根系后,分别过20目、80目和100目筛,密封贮放备测。

1.3 植物群落特征分析

植物种重要值(IV)=

(相对盖度+相对地上生物量)/200

丰富度指数: $R = S$

物种多样性 Shannon—Wiener 指数(H'):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

均匀度指数: $J' = H' / H'_{\max}$

式中: p_i ——物种 i 的重要值; S ——物种总数。

1.4 土壤测定方法

土壤容重、土壤持水量和孔隙度等物理性质用环

刀法取样测定。其他经过预处理后的土壤样品分别进行 pH 值(酸度计法)、全磷(钼锑抗比色法)、速效磷(碳酸氢钠法)、全氮和速效氮(凯氏定氮法和康维皿法)、有机质含量(重铬酸钾硫酸溶液氧化法)、速效钾(火焰光度法)的测定。此外,亦在各设置样地,进行土壤紧实度(紧实度仪)测定,20次重复。

1.5 数据处理

有关数据采用 SPSS 18.0 统计软件,对土壤各特性指标进行方差分析和 LSD 检验。

2 结果与分析

2.1 不同退化程度草地植被群落特性

表1显示,高山草地物种数,物种丰富度和群落盖度均表现为:轻度退化草地>中度退化草地>重度退化草地。重度退化草地的生物量和高度最高,而丰富度、多样性和均匀度指数均明显低于其他样地($p < 0.05$)。轻度退化草地具有最高多样性指数和最小的生物量。西北针茅为轻度退化草地优势种植物,披针叶黄华、高山紫菀和狼毒为重度退化草地的优势植物。

表1 不同退化阶段植被群落特征

项目	LD	MD	HD
物种数	31	25	22
物种丰富度/(个·m ⁻²)	18.2±1.56	15.4±2.26	13.5±2.54
物种多样性指数	2.16±0.23	2.02±0.45	1.87±0.16
均匀度指数	0.80±0.05	0.8±0.11	0.7±0.09
群落高度/cm	14.5±1.13	16.2±0.89	16.5±2.13
群落盖/%	78.7±5.34	76.2±9.87	50.0±16.98
生物量/(g·m ⁻²)	137.0±9.88	142.6±16.52	156.4±34.24

注:LD为轻度退化草地,MD为中度退化草地,HD为重度退化草地;表中数据为平均值±标准差。下同。

2.2 不同退化草地对土壤物理特性影响

表2可知,草地退化对土壤物理性状有明显影响。重度退化草地各土层土壤容重显著高于轻度退化草地($p < 0.05$)。在同一处理间,草地土壤容重随着土壤深度的加深而相应增加,各处理间0—10 cm土壤容重较低,20—30 cm最低。随着土层深度的增加,不同退化阶段草地土壤含水量呈现下降趋势。其中,重度退化草地土壤各土层最大持水量和毛管持水量均低于轻度退化草地。其原因可能是重度退化草地地上部分生物量较小,植被稀疏、盖度低,对水分的截留能力较弱,而裸露的地表可加大水分的蒸发量;而轻度退化草地植被生物量高、植被生长交往稠密、加之草地植被盖度较高,这样能有效截留降水,使之缓慢渗入土层,同时,地表植被的覆盖也可减缓土壤

水分的蒸发。土壤孔隙度是反映土壤通透性的重要指标。不同草地退化阶段对土壤孔隙度的影响有所不同。同时,轻度退化草地土壤容重、最大持水量、毛管持水量和总孔隙度均显著高于重度退化草地。土壤特征的这些变化,主要与重度退化草地家畜的长期践踏使得土壤紧实,空气扩散受到限制,土壤微生物活动力不强,甚至数目显著减少^[6]。

表 2 不同退化草地及其恢复措施对土壤物理特性的影响

样地	土层深度/cm	容重/ ($g \cdot m^{-3}$)	最大持水量/%	毛管持水量/%	总孔隙度/%
LD	0—10	0.88 ^{bB}	19.05 ^{aA}	13.38 ^{aB}	22.43 ^{aA}
	10—20	0.92 ^{aB}	18.69 ^{bA}	13.32 ^{cC}	21.75 ^{bA}
	20—30	0.94 ^{aB}	17.87 ^{cA}	13.08 ^{bB}	21.48 ^{cA}
MD	0—10	0.86 ^{bB}	18.23 ^{aB}	14.26 ^{aA}	22.36 ^{aA}
	10—20	0.89 ^{aB}	18.01 ^{aB}	14.01 ^{bA}	22.02 ^{bB}
	20—30	0.90 ^{aB}	17.59 ^{bB}	13.69 ^{bA}	21.28 ^{cB}
HD	0—10	0.94 ^{cA}	18.26 ^{aB}	13.23 ^{aB}	21.57 ^{aB}
	10—20	0.99 ^{bA}	17.92 ^{bB}	13.02 ^{aC}	21.32 ^{bB}
	20—30	1.01 ^{aA}	17.01 ^{bC}	12.86 ^{bB}	21.01 ^{bB}

注:小写字母表示同一处理不同土壤深度间各指标的差异显著($p < 0.05$);大写字母表示同一土层深度,不同处理间各指标差异显著($p < 0.05$)。下同。

2.3 不同退化草地对土壤化学特性影响

不同草地退化阶段对土壤化学特性的影响详见

表 3。由表 3 可知,不同处理间土壤化学指标随土层厚度加深呈现不同变化趋势。土壤有机质、全氮、全磷、全钾、有效氮、有效磷和有效钾土壤均随土层加深而变减小,且不同土层间表现为显著性差异($p < 0.05$),顶层土壤最大,底层最小;但土壤 pH 值则表现为相反的趋势,0—10 cm 土壤 pH 值最小,20—30 cm 最高。不同样地间同一深度土层土壤化学特性表现为不同的趋势,轻度退化和中度退化草地土壤氮素含量显著高于($p < 0.05$)重度退化草地,说明草地退化导致土壤有机质含量减少。这与退化草地植物生物量积累减少,促使植物凋落物分解的数量减少,从而导致其想土壤归还养分的能力和数量减少所致有关^[7,10-11]。土壤全氮也表现为类似的变化趋势,但因不同样地间和土层深度有所不同,0—10 cm 土层重度退化土层全氮含量显著低于其它样地,而 20—30 cm 重度退化草地土壤全氮含量显著低于其他样地($p < 0.05$)。轻度退化和中度退化草地显著高于重度退化草地,且 3 个不同土层深度表现相同变化趋势。重度退化草地土壤全钾含量显著低于其他样地($p < 0.05$)。各样地土壤有效氮含量表现为轻度和中度退化草地差异不明显,但高于重度退化草地($p > 0.05$)。不同样地间 0—10 cm 土层土壤有效磷含量没有显著差异。

表 3 不同退化草地及其恢复措施对土壤化学特性的影响

样地	土层深度/cm	TC/%	TN/%	TP/ ($mg \cdot kg^{-1}$)	TK/%	AN/ ($mg \cdot kg^{-1}$)	AP/ ($mg \cdot kg^{-1}$)	AK/ ($mg \cdot kg^{-1}$)	pH 值
LD	0—10	7.03 ^{aA}	0.66 ^{aA}	558.9 ^{aA}	1.78 ^{aA}	66.89 ^{aB}	5.67 ^{aA}	27.09 ^{aA}	7.13 ^a
	10—20	4.02 ^{bA}	0.59 ^{bA}	443.1 ^{bA}	1.51 ^{bA}	45.37 ^{bB}	3.29 ^{bB}	24.41 ^{bA}	8.02 ^b
	20—30	3.12 ^{cBA}	0.47 ^{cB}	403.4 ^{cA}	1.34 ^{cA}	35.76 ^{cB}	0.24 ^{cB}	19.02 ^{cA}	8.27 ^c
MD	0—10	6.93 ^{aA}	0.66 ^{aA}	550.3 ^{aA}	1.77 ^{aA}	70.65 ^{aA}	5.74 ^{aA}	26.68 ^{aA}	7.11 ^a
	10—20	4.14 ^{bA}	0.59 ^{bA}	432.2 ^{bA}	1.49 ^{bA}	56.38 ^{bA}	3.47 ^{bB}	23.78 ^{bA}	8.12 ^b
	20—30	3.09 ^{cA}	0.50 ^{cA}	409.8 ^{cA}	1.31 ^{cA}	37.21 ^{cA}	0.25 ^{cA}	18.67 ^c	8.24 ^c
HD	0—10	6.76 ^{aB}	0.53 ^{aB}	522.2 ^{aB}	1.64 ^{aB}	67.08 ^{aB}	5.46 ^{aA}	23.65 ^{aB}	7.22 ^a
	10—20	3.67 ^{bB}	0.56 ^{bA}	406.5 ^{bB}	1.45 ^{bB}	47.97 ^{bB}	3.24 ^{bB}	21.31 ^{bB}	8.13 ^b
	20—30	2.83 ^{cB}	0.46 ^{cB}	389.7 ^{cB}	1.23 ^{cB}	34.06 ^{cB}	0.19 ^{cB}	17.57 ^{cB}	8.43 ^c

注:TC 为有机质;TN,TP,TK 分别为全氮、全磷、全钾;AN,AP,AK 分别为有效氮、有效磷、有效钾。

3 结论

(1) 高山草地退化演替能显著影响土壤物理特性。草地退化程度加大提高土壤容重,减少土壤最大持水量和毛管持水量。且随着土层深度增加,高出草地表现出土壤容重有增加、持水量降低趋势。

(2) 高山草地随着草地退化程度加重,土壤有机

质、全钾、全磷和有效钾含量均有下降趋势,但草地退化对土壤 pH 值、有效氮含量没有显著影响。

(3) 在高山草地生态系统管理中,土壤容重、水分含量、有机质可作为评价该类草地退化程度的有效指标,在指导退化草地恢复重建措施制定、草地合理利用等方面得以应用。

(下转第 48 页)

活性,而对土壤蔗糖酶活性影响不显著。最后,由相关性分析也可以看出,土壤养分状况影响着土壤的酶活性,而土壤酶活性的高低又反过来影响着土壤的养分状况,它们相互作用,相互影响,最终影响着水稻的产量状况。

[参 考 文 献]

- [1] 陈传友,陈智立,姚治君. 我国水资源形势分析及对策[J]. 水利水电科技进展,2006,26(1):1-5.
- [2] 黄建国. 植物营养学[M]. 北京:中国林业出版社,2003.
- [3] 谭周进,李倩,李建国,等. 稻草还田量对晚稻土微生物数量及活度的动态影响[J]. 农业环境科学学报,2006,25(3):670-673.
- [4] 吴家旺,朱小梅,薛良鹏,等. 秸秆还田对稻麦产量的影响研究进展[J]. 现代农业科技,2011,23:92.
- [5] 劳秀荣,孙伟红,王真,等. 秸秆还田与化肥配合施用对土壤肥力的影响[J]. 土壤学报,2003,40(4):618-623.
- [6] 王凯荣,刘鑫,周卫军,等. 稻田系统养分循环利用对土壤肥力和可持续生产力的影响[J]. 农业环境科学学报,2004,23(6):1041-1045.
- [7] 王玄德,石孝均,宋光煜. 长期稻草还田对紫色水稻土肥力和生产力的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(3):302-307.
- [8] 胡红青,王清洲,李淼泉,等. 荆门市小麦地稻草覆盖增产作用及机理[J]. 土壤肥料,2004,(5):30-32.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2000:30-34.
- [10] 许光辉,郑洪元. 土壤微生物分析方法手册[M]. 北京:农业出版社,1986.
- [11] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:农业出版社,1986:274-328.
- [12] 陆建飞,黄丕生,丁艳锋,等. 持续土壤水分胁迫对水稻物质积累和运转的影响[J]. 江苏农业学报,1998,14(3):135-140.
- [13] 吴文革,陈周前,沈绪波. 水稻旱作栽培技术及其节本效益探讨[J]. 安徽农业科学,1998,26(1):8-9.
- [14] 王占乔,欧康泉,杜同兴,等. 水稻覆膜旱作分蘖期耐旱能力初步研究[J]. 安徽农学通报,2000,6(3):33-35.
- [15] 何军,崔远来,张大鹏,等. 不同水肥耦合条件下水稻干物质积累与分配特征[J]. 灌溉排水报,2010,29(5):1-5.
- [16] 尤小涛,荆奇,姜东,等. 节水灌溉条件下氮肥对粳稻稻米产量和品质及氮素利用的影响[J]. 中国水稻科学,2006,20(2):199-204.
- [17] 史鸿儒,张文忠,解文孝,等. 不同氮肥施用模式下北方粳型超级稻物质生产特性分析[J]. 作物学报,2008,34(11):1985-1993.
- [18] 陈新红,刘凯,徐国伟,等. 氮素与土壤水分对水稻养分吸收和稻米品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2004,32(3):15-21.
- [19] 刘世平,陈后庆,聂新涛,等. 稻麦两熟制不同耕作方式与秸秆还田土壤肥力的综合评价[J]. 农业工程学报,2008,24(5):51-56.
- [20] 闫超,刁晓玲,葛慧玲,等. 水稻秸秆还田对土壤溶液养分与酶活性的影响[J]. 土壤通报,2012,45(5):1235-1236.
- [21] 王波,邓艳萍,肖新,等. 不同节水稻作模式对土壤理化特性和土壤酶活性影响研究[J]. 水土保持学报,2009,23(5):219-222.

(上接第 42 页)

[参 考 文 献]

- [1] 柳小妮,孙九林,张德罡,等. 东祁连山不同退化阶段高寒草甸群落结构与植物多样性特征研究[J]. 草业学报,2008,17(4):1-11.
- [2] 赵成章,樊胜岳,殷翠琴. 祁连山区天然草原退化原因分析与可持续利用对策[J]. 中国沙漠,2004,24(2):207-210.
- [3] 马兴祥,尹东. 祁连山草原气候和草地资源开发利用[J]. 草原与草坪,2000,90(3):37-40.
- [4] 孙涛,赵景学,田莉华,等. 草地蝗虫发生原因及可持续管理对策[J]. 草业学报,2010,19(3):220-227.
- [5] 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.
- [6] 曹静娟,尚占环,郭瑞英,等. 甘肃臭草入侵对亚高山草地土壤碳氮库的影响[J]. 草原与草坪,2010,30(5):11-15.
- [7] 赵锦梅,高超,张德罡. 祁连山东段不同退化高寒草甸土壤有机碳密度研究[J]. 草地学报,2010,18(1):21-25.
- [8] 丁玲玲,祁彪,尚占环,等. 东祁连山不同高寒草地型土壤微生物数量分布特征研究[J]. 农业环境科学学报,2007,26(6):2104-2111.
- [9] 黄德青,于兰,张耀生,等. 祁连山北坡天然草地上生物量及其与土壤水分关系的比较研究[J]. 草业学报,2011,20(3):20.
- [10] Wu Gaolin, Liu Zhenheng, Zhang Lei, et al. Effects of artificial grassland establishment on soil nutrients and carbon properties in a black-soil-type degraded grassland[J]. Plant and Soil, 2010, 333(1/2): 469-479.
- [11] Dong Shikui, Liu Wen, Li Yuanyuan, et al. Soil-quality effects of grassland degradation and restoration on the Qinghai-Tibetan Plateau[J]. Soil Science Society of America Journal, 2012, 76(6):2256-2264.