

# 西藏安多草地退化对植物生物量和土壤养分的影响

李亚娟<sup>1</sup>, 曹广民<sup>2</sup>, 龙瑞军<sup>3</sup>

(1. 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发展研究中心, 甘肃 兰州 730070; 2. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008; 3. 兰州大学 草地农业科技学院, 甘肃 兰州 730020)

**摘要:**以西藏安多县原生小嵩草(*Kobresia pygmaea*)草甸草原与退化小嵩草草甸草原 2 种类型草地为研究对象,对其草地的地上和地下生物量、土壤的有机碳、全氮、全磷、有效氮和有效磷含量进行研究,了解退化对草地植物生物量和基本养分含量的影响。结果表明,退化小嵩草草甸草原的地上、地下以及总生物量均显著下降,地上 0~10、10~20 cm 土层生物量和总生物量分别相当于小嵩草草甸草的 80.9%、22.1%、15.8%和 20.0%;2 种类型草地土壤的全量和有效碳氮磷含量均较低,退化对土壤全量和有效养分的影响并不一致,退化导致 0~10 和 10~20 cm 土层的有机碳、全氮和全磷含量均显著升高,而导致 0~10 和 10~20 cm 土层的有效氮和有效磷含量均显著降低,2 种类型草地随着土层的加深,土壤有机碳、全氮、全磷、有效氮和有效磷含量没有明显差异。

**关键词:**小嵩草草甸草原;退化草地;生物量;土壤全量养分;土壤有效养分

**中图分类号:**S 812 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-5500(2015)04-0032-05

**DOI:**10.13817/j.cnki.cyyep.2015.04.007

天然草地作为西藏最为丰富的自然资源之一,是人类的宝贵财富,也是当地畜牧业赖以生存和发展的基础<sup>[1]</sup>。安多县地处西藏北部,唐古拉山脉南北两侧,是西藏的北大门,安多草原是藏北 4 大草原之一,草原面积占藏北草原的 1/2<sup>[2]</sup>。然而,在自然和人为因素的双重影响下,藏北地区草地退化严重,草地生产力明显下降,已成为社会、经济、生态可持续发展的巨大障碍<sup>[3,4]</sup>。安多地区由于自然条件极为严酷、生态系统极其脆弱,土壤成土时间短、土层薄,草地植被一旦遭到破坏,很难恢复<sup>[5,6]</sup>。

土壤碳氮磷元素是植物赖以生长的最重要养分元素,同时有机碳还是形成土壤结构的重要因素,直接影响土壤肥力、持水能力和土壤抗侵蚀能力等,是土壤特性的重要指标之一,其变化状况可以指示土壤退化与否<sup>[7]</sup>。有研究表明,植被退化是青藏高原高寒草甸土

壤退化的直接原因,而土壤退化也必然引起植被退化,二者互为因果<sup>[8]</sup>。目前,对退化后土壤营养元素含量的变化规律的研究结果并不一致,有些研究结果认为退化后土壤的全量碳氮磷和有效碳氮磷含量均下降<sup>[9,10]</sup>,而有些研究结果表明退化后有效养分的含量会升高<sup>[11,12]</sup>,而且在海拔 4 700 m 的安多县进行草地植被恢复的研究较少。因此,通过对安多县天然草地和退化草地生物量以及土壤基本养分的研究,明确当地草地退化对草地植物生长和土壤全量及有效营养元素的影响,以期当地草地退化的防治和土地利用策略提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地概况

以西藏安多县典型的小嵩草草甸草原和退化小嵩草草甸草原 2 种类型草地为研究对象,采样地位于西藏安多县扎仁乡南 2 km,属高原亚寒带半湿润季风气候,空气稀薄,昼夜温差大,四季不分明,多风雪天气,无绝对无霜期。年日照时数为 2 847 h,年降水量为 435 mm。土壤类型为高山草原土,质地为砂壤质。

收稿日期:2015-04-12; 修回日期:2015-05-22

基金项目:国家自然科学基金项目(30970520)资助

作者简介:李亚娟(1981-),女,甘肃庆阳人,讲师,博士,主要从事草地土壤学方面的研究。

E-mail:liyj@gsau.edu.cn

## 1.2 样品采集与处理

以安多县原生草地和退化草地为研究对象,选择 3 个典型样地,每个样地选取 3 个采样点,样点均分布于滩地上,坡度 $<5^\circ$ ,50 cm $\times$ 50 cm 样方进行地上生物量测定,根土法进行样品采集并进行地下生物量的测定。用直径为 6 cm 的土钻分别对 0~10,10

~20 和 20~40 cm 深度的土壤取样(退化草地 20~40 cm 由于土壤极少而石砾太多无法取样),分层分别装袋,用孔径 2 mm 土壤筛分出根系和土壤,根系用流水冲洗干净后沥干水分,称重,土壤样品风干,过 1 mm 和 0.25 mm 筛备用,各取样点基本状况见表 1。

表 1 西藏安多县原生草地和退化草地样地基本状况

Table 1 Basic information of the different grassland types in Anduo county, Tibet

草地类型	地理坐标	海拔高度/m	草地基本概况
小嵩草草甸草原	N 32° 20'77", E 91° 67'63"	4 649	小嵩草草甸,呈斑块状分布,盖度 70%。禾本科有紫花针茅,高 15~20 cm,植被分布均匀
	N 32° 20'96", E 91° 67'98"	4 650	
	N 32° 20'52", E 91° 68'00"	4 648	
退化小嵩草草甸草原	N 32° 20'84", E 91° 67'56"	4 649	草地退化处地面有砾石,盖度 45%,可见老化草皮黑斑地段抬高 3~5 cm。在小嵩草死亡斑块上或剥蚀地段,以火绒草、雪白委陵菜、线叶蒿草为主,黑斑退化潜势很大
	N 32° 20'72", E 91° 67'46"	4 646	
	N 32° 20'60", E 91° 68'00"	4 652	

## 1.3 测定指标与方法

土壤有机碳含量采用重铬酸钾容量法测定;土壤全氮含量采用半微量凯氏法测定;土壤全磷含量采用硫酸-高氯酸消煮法测定;有效氮用碱解扩散吸收法;土壤有效磷含量采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定<sup>[13,14]</sup>。

试验数据均采用 Excel 2003 计算,采用 SPSS 17.0 进行显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 草地退化对植物生物量的影响

生物量不仅能够反映生态系统在特定时段内积累有机物质的能力,而且是描述生态系统特征的重要参数<sup>[15]</sup>。退化导致小嵩草草甸草原的地上、地下以及总生物量均显著下降,尤其是地下生物量,0~10、10~20 cm 土层生物量均急剧下降。退化小嵩草草甸草原的

地上 0~10、10~20 cm 土层生物量和总生物量分别相当于小嵩草草甸草原的 80.9%、22.1%、15.8% 和 20.0%,说明退化对地下生物量的影响比地上生物量大。小嵩草草甸草原的地下生物量较大,0~10 和 10~20 cm 土层生物量分别为 1 378.6 和 830.1 g/m<sup>2</sup>,而退化草原则分别为 104.2 和 131.2 g/m<sup>2</sup>(表 2)。

### 2.2 草地退化对土壤有机碳、全氮和全磷的影响

土壤中全量营养元素的含量反应了土壤的基础肥力状况。可以看出,研究区域土壤的有机碳、全氮和全磷含量均处于极低的水平(表 3)。退化后 0~10 cm 表层土壤的有机碳、全氮和全磷含量均显著升高( $P < 0.05$ );10~20 cm 土层的有机碳也明显升高,全氮和全磷含量也有升高的趋势,但差异不显著( $P > 0.05$ )。0~10 和 10~20 cm 土层,退化小嵩草草甸草原的有机碳含量分别高出小嵩草草甸草原的 44.35% 和 66.67%;全氮分别高出 104.5% 和 19.0%;全磷分别

表 2 不同类型草地的植物生物量

Table 2 Biomass of different grassland types

草地类型	生物量				总生物量
	地上	地下部/cm			
		0~10	10~20	20~40	
小嵩草草甸草原	143.9 $\pm$ 26.2 <sup>a</sup>	1 378.6 $\pm$ 37.9 <sup>a</sup>	830.1 $\pm$ 46.2 <sup>a</sup>	105.1 $\pm$ 41.5	1 757.7 $\pm$ 50.6 <sup>a</sup>
退化小嵩草草甸草原	116.4 $\pm$ 19.5 <sup>b</sup>	104.2 $\pm$ 18.7 <sup>b</sup>	131.2 $\pm$ 33.2 <sup>b</sup>	—	151.8 $\pm$ 30.5 <sup>b</sup>

注:表中数据为平均值 $\pm$ 标准差;小写字母不同者表示不同草地类型之间差异显著( $P < 0.05$ ),下同

表 3 不同草地类型土壤有机碳、全氮和全磷含量

Table 3 Soil organic carbon, soil total N and soil total P content of different grassland types

g/kg

草地类型	土层/cm	土壤有机碳	土壤全氮	土壤全磷
小嵩草草甸草原	0~10	3.45±0.23 <sup>ba</sup>	0.22±0.01 <sup>ba</sup>	3.35±0.15 <sup>ba</sup>
	10~20	3.12±0.15 <sup>ba</sup>	0.21±0.01 <sup>ba</sup>	3.50±0.23 <sup>ba</sup>
	20~40	3.35±0.22 <sup>a</sup>	0.19±0.01 <sup>a</sup>	3.22±0.17 <sup>a</sup>
退化小嵩草草甸草原	0~10	4.92±0.30 <sup>aA</sup>	0.45±0.02 <sup>aA</sup>	4.41±0.20 <sup>aA</sup>
	10~20	5.18±0.18 <sup>aA</sup>	0.25±0.01 <sup>ab</sup>	4.10±0.12 <sup>aA</sup>
	20~40	—	—	—

注:表中不同大写字母表示相同草地类型不同土层之间差异显著( $P<0.05$ ),下同

高出 31.6%和 17.1%。

随着土层的加深,除了退化小嵩草草甸草原的全氮含量以外,土壤有机碳、全氮和全磷含量没有明显差异,这与研究区域土壤为砂质土,并且土层较薄有关。退化小嵩草草甸草原 10~20 cm 土层的全氮仅为 0~10 cm 土层的 55.6%。

### 2.3 草地退化对土壤有效氮和有效磷的影响

土壤有效养分指土壤中可供植物直接吸收利用的无机离子态养分和少量小分子有机态养分。可以看出,2 种草地土壤的有效氮和有效磷含量均处于较低的水平,有效氮低于 30 mg/kg,有效磷含量低于 5.5 mg/kg,土壤有效氮磷不足以支撑植物的生长(表 4)。在 0~10 与 10~20 cm 土层,原生小嵩草草甸草原的有效氮均高于退化小嵩草草甸草原,分别高出 47.0%和 54.6%;原生小嵩草草甸草原的有效磷含量也高于退化小嵩草草甸草原,但差异不显著( $P>0.05$ )。由此可见,退化对有效养分含量的影响与全量养分并不一致,退化后土壤的全量养分增加,而有效养分降低。

随着土层的加深,小嵩草草甸草原和退化小嵩草草甸草原土壤有效氮和有效磷含量也无明显变化。

表 4 不同草地类型土壤有效氮和有效磷含量

Table 4 Soil available N and P content of different

grassland types

mg/kg

草地类型	土层/cm	土壤有效氮	土壤有效磷
小嵩草草甸草原	0~10	26.6±2.6 <sup>aA</sup>	5.3±0.3 <sup>aA</sup>
	10~20	27.2±4.2 <sup>aA</sup>	5.4±0.3 <sup>aA</sup>
	20~40	25.8±2.0 <sup>aA</sup>	5.2±0.2 <sup>aA</sup>
退化小嵩草草甸草原	0~10	18.1±3.1 <sup>ba</sup>	4.7±0.4 <sup>aA</sup>
	10~20	17.6±3.5 <sup>ba</sup>	4.8±0.1 <sup>aA</sup>
	20~40	—	—

## 3 讨论与结论

研究结果表明,退化导致小嵩草草甸草原的地上、地下以及总生物量均显著下降,这与已有的研究结果一致<sup>[16,17]</sup>。也发现退化对地下生物量的影响大于地上生物量,有关研究结果不一致,有报道称地下生物量随放牧强度的增加而呈增加趋势<sup>[18]</sup>,也有报道随着退化程度的加重,草地地下生物量急剧降低<sup>[19]</sup>。

退化小嵩草草甸草原土壤有机碳、全氮、全磷含量在 0~10 和 10~20 cm 均高于原生小嵩草草甸草原,这与范燕敏<sup>[19]</sup>的研究结果一致,也有研究结果与此相反<sup>[9,20,21]</sup>,张建平等<sup>[22]</sup>在那曲地区的研究结果也表明退化草甸草原的全氮、全磷含量均低于未退化草甸草原。退化后全量养分高于未退化草地是因为植物生长极少,枯枝落叶已不是土壤有机质的主要来源,由于植物根系变浅,土壤有机质向土壤浅层聚集,植物的根系及其分泌物成为土壤有机质的主要来源;此外,退化草地地表遍布动物粪便,大量的动物粪便成为了土壤有机质的主要来源之一。研究中退化导致土壤有效氮与有效磷含量明显降低,但有研究结果表明退化后土壤的有效养分会明显升高<sup>[23]</sup>,也有报道表明退化后土壤的有效养分与退化程度有关,轻度退化时表现出降低的趋势,重度退化时表现出升高的趋势。因此,退化对草地土壤全量及有效养分含量的影响比较复杂,这与研究区域、退化程度以及植被种类等因素均有一定的关系。本研究区域草地土壤碳氮磷含量均较低,退化草地恢复过程中应考虑速效养分尤其是速效氮肥的投入。

试验表明退化对土壤全量养分和有效养分影响的

不一致性可能是因为退化草地由于草的枯萎,根的腐烂以及动物的粪便等,这些有机物质会增加全量养分的含量,而有效养分主要为无机离子态,所以,有机物质对有效养分含量没有贡献,而退化后由于土壤裸露、淋溶加剧导致无机离子态养分含量明显降低。此外,研究中营养元素在土壤剖面中基本没有变异,可能与该地区土体较薄、砂质质地有关。

#### 参考文献:

- [1] 吕昌河,于伯华. 青藏高原土地退化整治技术与模式[M]. 北京:科学出版社,2011:20-25.
- [2] 李明森. 藏北高原草地资源合理利用[J]. 自然资源学报, 2000,15(4):335-339.
- [3] 陈全功. 西藏那曲地区的草地及其生境[J]. 草业科学, 1992,9(5):21-27.
- [4] 程雷星,陈克龙,罗彩云,等. 高寒草地不同利用方式对植被生物量和土壤氮矿化的影响[J]. 草原与草坪,2014,34(5):1-6.
- [5] 孙磊,王向涛,魏学红,等. 不同恢复措施对西藏安多高寒退化草地植被的影响[J]. 草地学报,2012,20(4):616-620.
- [6] 赵志平,吴晓蕾,李果,等. 青海三江源区果洛藏族自治州草地退化成因分析[J]. 生态学报,2013,33(20):6577-6586.
- [7] 鲁如坤. 土壤-植物营养学[M]. 北京:化学工业出版社,1998.
- [8] 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.
- [9] 赵云,陈伟,李春鸣. 东祁连山不同退化程度高寒草甸土壤有机质含量及其与主要养分的关系[J]. 草业科学,2009,26(5):20-25.
- [10] Derner J D, Boutton T W, Briske D D. Grazing and ecosystem carbon storage in the North American Great Plains[J]. Plant and Soil,2006,280(2):77-90.
- [11] 周万海,冯瑞章,满元荣. 黄河源区不同退化程度高寒草地土壤特征研究[J]. 草原与草坪,2008(4):27-31.
- [12] Zhao Y, Peth S, Krummelbein J, et al. Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland[J]. Ecological Modelling,2007,205(1):241-254.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [14] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [15] 李凤霞,张德罡. 草地退化指标及恢复措施[J]. 草原与草坪,2005(1):24-28.
- [16] 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):275-286.
- [17] 刘伟,周华坤,周立. 不同程度退化草地生物量的分布模式[J]. 中国草地,2005,27(2):9-15.
- [18] 高永恒,陈槐,罗鹏,等. 放牧强度对川西北高寒草甸植物生物量及其分配的影响[J]. 生态与农村环境学报,2008,24(3):26-32.
- [19] 范燕敏. 天山北坡中段伊犁绢蒿荒漠退化草地土壤质量的演变与评价及预警系统的研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2009.
- [20] 李亚娟,曹广民,龙瑞军. 不同草地利用方式对土壤有机碳、全氮和全磷的影响[J]. 草原与草坪,2012(5):26-29.
- [21] 赵帅,张静妮,赖欣,等. 放牧与围封对呼伦贝尔针茅草原土壤酶活性及理化性质的影响[J]. 中国草地学报,2011,33(1):71-76.
- [22] 张建平,刘淑珍,周麟,等. 西藏那曲地区主要草地土壤退化分析[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1998,4(3):6-11.
- [23] 干友民,李志丹,泽柏,等. 川西北亚高山草地不同退化梯度草地土壤养分变化[J]. 草业学报,2005,14(4):38-42.

# Effect of grassland degradation on the plant biomass and soil nutrients in Anduo County, Tibetan

LI Ya-juan<sup>1</sup>, CAO Guang-min<sup>2</sup>, LONG Rui-jun<sup>3</sup>

(1. College of Pastoral Science, Gansu Agricultural University; Key Laboratory of Grassland Ecosystem, Ministry of Education; Sino-U. S. Centers for Grazingland Ecosystem Sustainability, Lanzhou, Gansu Province 730070, China; 2. Northwest Plateau Institution of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining, Qinghai Province 810008, China; 3. College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu Province 730020, China)

**Abstract:** Two types grassland, *Kobresia pygmaea* meadow steppe and degraded *Kobresia pygmaea* meadow steppe were selected to study the effect of alpine meadow degradation on biomass and soil nutrients, and the above ground biomass, root biomass and soil organic carbon, total N, total P, available N and available P were determined. The results showed that the above ground, root and total biomass all decreased significantly, and the above ground biomass, 0~10 cm, 10~20 cm and total biomass of the degraded grassland were 80.9%, 22.1%, 15.8% and 20.0% of the *Kobresia pygmaea* meadow steppe respectively. The total and available nutrients of the two grassland types were all at a lower level. The effects of degradation on soil total nutrients and available nutrients were not consistent. Soil organic carbon, total N and total P in 0~10 cm and 10~20 cm soil depth both increased significantly, but the available N and available P in 0~10 cm and 10~20 cm soil depth both decreased significantly after degradation. In addition to total N in the degraded grassland, there were no significant difference in soil organic carbon, total N, total P, available N and available P of different soil depth both the two grassland types.

**Key words:** *Kobresia pygmaea* meadow steppe; degraded meadow; biomass; soil total nutrients; soil available nutrients

(上接 31 页)

ent grazing intensity areas, using new mounds to reflect the plateau zokors population density and monitoring the change for three years. Meanwhile, the factors of the zokors' habitat, including coverage, height, frequency, biomass, carbohydrate of roots, soil compaction, bulk density as well as soil moisture were measured. Based on principal component analysis (PCA) analyse, the results showed that the soil moisture, soil density, plant evenness, above-ground, underground biomass, carbohydrate of roots, biomass, grazing intensity, soil bulk density affected the zokors' habitat selection. When plateau zokor sselected the habitat, the soil environmental factors (soil moisture and soil compaction) more important than food resources (underground biomass and carbohydrate).

**Key words:** plateau zokor; principal component analysis; environment of habitat; food resources