

杨 爽,田发益,武俊喜,等. 林周县河谷天然草场土壤养分特征研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(13):299-303.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.13.071

林周县河谷天然草场土壤养分特征研究

杨 爽¹, 田发益¹, 武俊喜², 张燕杰², 巴 平¹

(1. 西藏农牧学院生物技术中心, 西藏林芝 860000; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所生态系统网络观测与模拟重点实验室, 北京 100101)

摘要:在西藏“一江两河”中部流域的半干旱草甸草场区,以林周县卡孜乡河谷天然草场为研究样点,通过实地调查采样,结合室内分析,进行草地土壤养分状况和土壤养分空间异质性的研究。结果表明,南坡是主要的放牧区,随着海拔的升高,产草量先升高后降低,植被总盖度增大,北坡产草量和植被盖度没有明显变化;林周县河谷天然草场南坡土壤呈微酸性至中性,北坡土壤呈中性至微碱性;以全国土壤养分分级方法为评价标准,林周县河谷天然草场土壤有机质、全氮、碱解氮含量处于中等至丰富水平,全磷含量处于稍缺水平,速效磷含量处于极缺水平,速效钾处于缺乏至稍缺水平;南北两坡土壤酸碱度及养分条件差异较大,南坡土壤 pH 值显著小于北坡,南坡土壤养分条件总体优于北坡;速效磷养分的缺乏是制约该流域高寒草地植被生产力的重要因素。结果可为林周县天然草场的生态恢复及土地利用规划提供依据。

关键词:林周县;天然草场;土壤养分;产草量;植被盖度

中图分类号: S812.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)13-0299-05

长期以来,西藏畜牧业处在极其落后、靠天养畜的状态,家畜营养物质匮乏,超载过牧现象普遍。由于受长期超载过牧,鼠虫危害、人为破坏、气候变化等因素的影响,西藏高寒草地退化面积日益增加,畜草矛盾日益尖锐,严重影响了生态安全和西藏高原草地畜牧业的可持续发展^[1-2]。草地是畜牧业重要的生产基地,土壤作为草地生态系统的重要组成部分,其中贮存着大量的碳、氮、磷、钾等营养物质,土壤养分状况直接影响草地的质量及其生产能力^[3-5]。

西藏“一江两河”(雅鲁藏布江及其支流拉萨河和年楚河)流域分布着面积广阔的自然草地,是西藏畜牧业的重要载体^[6]。该流域主要草地类型为半干旱草甸草场,其特点为牧草生长期短、枯草期长、植被稀疏、覆盖度差。本研究以具备半干旱草甸草场典型特点的林周县河谷天然牧场——白草草原为研究对象,通过采集和分析具有代表性的典型样地土

壤样品,探明其土壤肥力条件和养分空间分布特征,旨在为该区域天然草场土壤肥力的保持、退化草地的人工恢复和合理利用草地资源提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

林周县位于拉萨河上游澎波河流域,属雅鲁藏布江中游河谷地带,南北狭长,跨度达 180 km,两侧山脉平均海拔 5 000 m 左右,念青唐古拉山支脉——卡拉山横贯全境,将林周县分割为南北两大部分。林周县面积 4 517 km²,其中草场面积 2 480 km²。县域海拔 3 900~3 950 m,年均日照时数 >3 000 h,年均温度 7.5~7.6℃,年均降水量 440 mm 左右,且主要集中在 6—9 月^[7]。试验地位于林周县卡孜乡河谷天然草场,植被类型是以白草(*Pennisetum centrasiacicum*)为优势种的丛生禾草,土壤类型为草原砾石土,土层较薄(厚度为 0~30 cm)。天然草地主要分布在 3 900~5 000 m 的海拔范围,南坡水热条件好于北坡,牧草生长状况优于北坡,草地分布海拔上限远高于北坡。

1.2 样品的采集与处理

样地设置:于 2017 年 8 月,在白草草原南北两坡沿海拔选择生长有主要可饲用建种群植被的典型地段进行样地设置,南坡设置 5 个样地,北坡设置 3 个样地(表 1)。土壤样品

收稿日期:2018-04-06

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2016YFC0502004)。

作者简介:杨 爽(1982—),女,山东菏泽人,硕士,讲师,主要从事高原农业生态、人工草地等方面的综合研究。E-mail: yangshuang346429@163.com。

通信作者:田发益,教授,主要从事西藏动物生产和植物活性成分等研究。E-mail:xtfy@163.com。

[24] N'dri J K, Andre H M, Lagerlof J A, et al. Response of soil mite abundance and diversity to a monospecific timber *Tectona grandis* plantation in Ivory Coast[J]. *Current Zoology*, 2013, 59(5): 633-643.

[25] 阿提坎·吾布力喀斯木,吾玛尔·阿布力孜,努尔合尼穆·艾麦提. 玛纳斯河流域平原区土壤螨类群落特征研究[J]. *安徽农业科学*, 2014, 42(23): 7829-7834.

[26] 阿布都如苏力·吐孙,吾玛尔·阿布力孜,木开热木·阿吉木. 准噶尔盆地东南缘绿洲-荒漠交错带土壤螨类初步研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2013, 27(3): 160-166.

[27] 李钰飞,郑春燕,李吉进,等. 不同管理模式对温室土壤螨群落结构的影响[J]. *生态学报*, 2016, 36(12): 3802-3811.

[28] Omar A, Ajar Q, Mukaram H, et al. Community diversity and its seasonal dynamics of soil mites in oasis of the Sangong river watershed of Xinjiang, China [J]. *Journal of Xinjiang University (Natural Science Edition)*, 2016, 33(1): 6-19.

[29] 高梅香,刘 冬,张雪萍,等. 三江平原农田地表和地下土壤螨类丰富度与环境因子的空间关联性[J]. *生态学报*, 2016, 36(6): 1782-1792.

的采集与处理:鉴于青藏高原发育较晚、地质历史年轻^[8],土壤发育不完整、发生层不明显,土层较薄,因此采用机械取样法采样。在每个样地遵循随机多点的原则,分层采集 0~10、10~20、20 cm 以下土层土壤样品,按层组成混合土样后带回实验室进行自然风干、过筛处理以供分析测定。植物样品的采集与处理:在每个样地随机选取 3 个样方,样方大小为 1.0 m×1.0 m,天然可饲用牧草的地上可食用部分全部刈割,装入信封袋带回实验室风干后称质量,并对不可饲用植被进行鉴别记录。

表 1 样地设定			
坡向	样地	海拔(m)	地理位置
南坡	S1	3 921	91°6.291'E、29°52.872'N
	S2	3 971	91°6.308'E、29°52.740'N
	S3	4 050	91°6.367'E、29°52.611'N
	S4	4 140	91°6.300'E、29°52.465'N
	S5	4 200	91°6.404'E、29°52.410'N
北坡	N1	3 937	91°6.165'E、29°55.276'N
	N2	3 889	91°6.203'E、29°55.223'N
	N3	3 869	91°6.229'E、29°55.173'N

表 2 土壤养分分级标准与丰缺指标							
养分分级	丰缺度	OM 含量 (g/kg)	TN 含量 (g/kg)	TP 含量 (g/kg)	AN 含量 (mg/kg)	AP 含量 (mg/kg)	AK 含量 (mg/kg)
1	丰	>40	>2.0	>1.0	>150	>40	>200
2	稍丰	>30~40	>1.5~2.0	>0.80~1.0	>120~150	>20~40	>150~200
3	中等	>20~30	>1.0~1.5	>0.60~0.80	>90~120	>10~20	>100~150
4	稍缺	>10~20	>0.75~1.0	>0.40~0.60	>60~90	>5~10	>50~100
5	缺	>6~10	>0.50~0.75	>0.20~0.40	>30~60	>3~5	>30~50
6	极缺	≤6	≤0.50	≤0.20	≤30	≤3	≤30

注:OM 代表有机质;TN 代表全氮;TP 代表全磷;AN 代表碱解氮;AP 代表有效磷;AK 代表速效钾。下同。

草含量较高,是主要的放牧区,主要由草沙蚕、高山嵩草、钉柱委陵菜、纤杆蒿、小龙胆、蒿属、苔草等、广布野豌豆、蒲公英、毛香火绒草等组成,少量分布有高山锦鸡儿等形成的灌丛;南坡海拔较低处为牛羊常采食区,随着海拔的升高,可食用牧草干草质量呈增大趋势,但随着海拔的继续升高,受温度降低的影响,产草量也随之下降,降至 54.12 g/m²;就盖度而言,海拔越高,总盖度增大,但植被平均高度从低海拔处的 12 cm 左右缩短到高海拔处的 5 cm 左右。北坡放牧频率不高,主要以高山砂生槐群落形成的灌丛为主,其间散布有少量可食用牧草,如天蓝苜蓿、二裂委陵菜、纤杆蒿、矮蒿草、早熟禾等;不同样地植被盖度和可饲用牧草单位产草量没有明显变化(表 3)。

2.2 林周县河谷天然草地土壤养分含量

由表 4 可知,南坡土壤 pH 值空间分异范围为 5.92~6.53,属微酸性至中性土壤,北坡 pH 值范围为 6.86~7.68,土壤呈中性至微碱性。参照全国土壤养分分级评价标准,南坡土壤有机质含量变化为 25.07~76.62 g/kg;有机质含量水平主要集中在 1~2 级;北坡土壤有机质含量变化为 17.04~32.91 g/kg,有机质含量为 3~4 级。南坡土壤全氮含量为 1.56~3.57 g/kg,处于稍丰至丰富水平,北坡为 1.04~2.19 g/kg,处于中等至稍丰水平。南坡土壤全磷含量为 0.40~0.62 g/kg,处于中等至稍丰水平,北坡为 0.50~0.83 g/kg,也

1.3 土壤样品的测定指标及方法

常规方法测定土壤 pH 值、有机质含量、全氮含量、全磷含量、速效氮含量、有效磷含量、速效钾含量。其中 pH 值采用 PB-10 酸度计测定,土壤有机质含量采用重铬酸钾外加热法测定,土壤全氮含量用半微量凯氏定氮法测定,土壤全磷含量用浓硫酸-高氯酸消煮-钼锑抗比色分光光度法测定,碱解氮含量用碱解扩散法测定,有效磷含量用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色分光光度法测定,速效钾含量用醋酸铵浸提-火焰光度法测定^[9]。

1.4 分析方法

1.4.1 营养成分含量的分级标准 根据全国第二次土壤普查养分分级标准^[10]进行分级(表 2)。

1.4.2 数据分析 数据采用 Excel 2007 和 SPSS 19.0 软件进行系统分析。

2 结果与分析

2.1 林周县河谷天然草地盖度及可饲用产草量调查结果

通过对林周县河谷天然草地进行可饲用产草量、总盖度、可饲用及不可饲用植物的实地调查分析可知,南坡可食用牧

处于中等至稍丰水平。南坡土壤碱解氮含量为 119.15~342.99 mg/kg,处于稍丰至丰富等级,北坡为 62.02~138.28 mg/kg,处于稍缺至中等水平。南坡土壤有效磷含量为 0.85~4.85 mg/kg,处于极缺至缺乏水平;北坡在 0.45~3.00 mg/kg,处于极缺水平。南坡土壤速效钾含量在 36.55~124.10 mg/kg,处于缺乏至中等水平;北坡为 33.30~261.05 mg/kg,由于 N3 号样地靠近村庄农田,牲畜排泄物较多,同时受人为施肥活动影响较大,土壤样品速效钾含量测定值远高于其他样地的测定值,因此用 N1 和 N2 样地速效钾含量的测定结果来判断北坡速效钾含量的养分等级为处于缺乏至稍缺等级。

2.3 林周县河谷天然草地土壤养分空间分布特征

土壤特性在不同空间位置上存在明显差异的属性即为土壤的异质性^[11]。南坡不同土层土壤 pH 值变异程度相当,均在 3% 左右,北坡土壤 pH 值随着土壤深度的增加表现出变异程度减弱的趋势,表明南坡下层土壤 pH 值受环境因子的影响较北坡大。南坡的 3 个土层土壤养分空间变异程度表现基本一致:有效磷的最大,其次为有机质,全磷的最小,可能原因在于土壤全磷含量主要受母质中矿物成分影响,受自然环境和植被的影响不大。北坡 3 个土层土壤养分空间变异程度最大的是速效钾,其次为有效磷,这与 N3 号样地土壤样品速效

钾的测定值远高于其他样地的测定值有关。

由表 3 可知,随着土壤深度的增加,南北两坡土壤 pH 值均呈现增大趋势,但同一坡向不同土层 pH 值之间差异性不显著。随着土壤深度的增加,有机质、全氮、碱解氮、有效磷、速效钾含量基本呈下降趋势。在南坡,有机质、全氮和有效磷含量在相邻土层间无显著性差异,相间土层间有显著性差异,碱解氮含量在不同土层间没有显著性差异,速效钾含量 0 ~ 10 cm 与下面 2 土层均有显著性差异,10 ~ 20 cm 和 20 cm 以下土层无显著性差异;在北坡,碱解氮含量在相邻土层间无显著性差异,相间土层间有显著性差异,其他养分含量在不同土层间均无显著差异性。

由表 3 可知,就同一土层土壤养分含量均值看,南坡土壤

有机质、全氮、碱解氮、有效磷含量高于北坡。不同坡向同一土层土壤 pH 值和养分含量差异显著性分析结果表明,南坡土壤 pH 值显著小于北坡,南坡土壤有机质、全氮、碱解氮含量显著高于北坡(在 0 ~ 10 cm 土层,南北坡有机质和全氮含量差异不显著,与表层土壤有机质变异程度较大有关),南北两坡有效磷含量无显著性差异(可能与南北两坡有效磷空间变异程度高有关)。

综上所述,土壤酸碱度及养分条件在白草草原南北两坡差异较大,南坡土壤 pH 值显著小于北坡,南坡土壤养分条件总体优于北坡。因此,对于该区域高寒草甸草原应考虑到南北坡土壤酸碱度及养分状况的差异,而采取相应的管理和利用模式。

表 3 林周县河谷天然草地总盖度及产草量

样地	总盖度 (%)	干草质量 (g/m ²)	放牧权重	植被类型
S1	37.32 ± 8.06 *	35.36 ± 1.68 *	0.15	可饲用建群种:白草、伊朗蒿 不可饲用植物:毛果草、钉柱委陵菜
S2	45.19 ± 7.18 *	45.17 ± 1.65 **	0.19	可饲用建群种:草沙蚕、毛香火绒草、高山蒿草、钉柱委陵菜、纤杆蒿、小龙胆、蒿属、苔草、广布野豌豆、蒲公英 不可饲用植物:拟蒺藜黄芪、小叶棘豆、劲直黄芪、木根香青、禾叶点地梅、密花毛果草、葛缕子、狼毒、阿拉善马先蒿、匙叶翼首花、肉果草、雪兔子、尼泊尔大丁草、肋柱花;灌木:锦鸡儿(优势种)、沙枣槐、小檗、绢毛蔷薇、小藏香茶菜;草本:橐吾、臭蚤草
S3	73.94 ± 4.48 **	27.46 ± 0.91 **	0.19	可饲用建群种:高山蒿草、丝颖针茅、苔草、毛连蒿 不可饲用植物:木根香丁、密花毛果草、尼泊尔大丁草、劲直黄芪、长花滇紫草、螃蟹甲、肉果草、直立点地梅、架棚
S4	79.65 ± 5.42 **	68.16 ± 6.55 **	0.13	可饲用建群种:高山蒿草、苔草、高山豆、针茅属、蒲公英、钉柱委陵菜、小龙胆、高山唐松草、大戟属、马先蒿 不可饲用植物:尼泊尔大丁草、铺地黄芪、螃蟹甲、禾叶点地梅、匙叶翼首花、木根香青、灰毛蓝钟花、狼毒、藏波罗花、密花毛果树草、腺毛叶老牛筋、风毛属、画眉草、海乳草
S5	85.01 ± 5.32 **	59.17 ± 7.13 *	0.10	可饲用建群种:高山蒿草、苔草、针茅、高山豆、禾叶点地梅、马先蒿 不可饲用植物:尼泊尔大丁草、铺地黄芪、螃蟹甲、匙叶翼首花、高山唐松草、木根香青、钉柱委陵菜、灰毛蓝钟花、狼毒、藏波罗花、蒲公英、密花毛果树草、小龙胆、大戟属、腺毛叶老牛筋、风毛属、画眉草、海乳草
N1	70.83 ± 16.02	30.23 ± 8.27	0.05	可饲用建群种:白草、早熟禾、纤杆蒿、蒲公英 不可饲用植物:砂生槐群落、狗娃花、毛果草、架棚、黄苞南星、短柱亚麻、丛茎滇紫草、还羊参、棘豆、砂生槐、小龙胆
N2	68.52 ± 1.17	43.89 ± 6.90	0.10	可饲用建群种:白草、早熟禾、纤杆蒿、蒲公英、小龙胆 不可饲用植物:砂生槐群落、狗娃花、毛果草、架棚、黄苞南星、短柱亚麻、丛茎滇紫草、还羊参、棘豆、砂生槐
N3	61.75 ± 1.86	46.22 ± 5.43	0.10	可饲用建群种:天蓝苜蓿、二裂委陵菜、纤杆蒿、矮蒿草、早熟禾 不可饲用植物:砂生槐群落、曰草、劲直黄芪、狗娃花、直立点地梅、梭子芹

注: *、** 分别表示组间差异显著、极显著;放牧权重根据当地家畜在特定区域放牧的频次估算。

2.4 土壤养分的相关性分析

土壤性质不是独立存在的,他们之间具有一定的相关性。土壤养分间的相关性分析结果(表 5)显示,pH 值与有机质、全氮、碱解氮含量之间在 0.01 水平上存在极显著负相关关系,与全磷含量之间存在极显著正相关关系,有机质与全氮、碱解氮、速效磷含量之间存在极显著正相关关系,上述分析表明随着土壤有机质含量的增加,土壤酸性增强,氮素、磷素的有效性提高。

2.5 林周县河谷天然草地产草量与不同土层速效养分的相关性分析

由表 6 可知,不同土层间碱解氮含量、速效钾含量呈极显著正相关关系,相邻土层速效磷含量呈显著或极显著正相关关系,说明这些土壤的成土环境相似,成土过程相同,从而导致土壤养分在土壤剖面上迁移转化的过程和程度相近。由表 6 还可以看出,产草量与 0 ~ 10 cm 的表层土壤碱解氮、速效磷含量呈显著正相关关系,并且在 10 ~ 20 cm 土层和 20 cm

表 4 草地土壤养分空间分布特征

土层深度 (cm)	统计项	pH 值		OM 含量(g/kg)		TN 含量(g/kg)		TP 含量(g/kg)	
		南坡	北坡	南坡	北坡	南坡	北坡	南坡	北坡
0~10	最大值	6.36	7.65	76.62	32.91	3.57	2.19	0.56	0.72
	最小值	5.92	6.86	32.07	21.91	1.83	1.56	0.40	0.54
	平均值	6.23Aa	7.36Ab	54.32Aa	27.23Aa	2.75Aa	1.78Aa	0.48Aa	0.60Aa
	标准差	0.18	0.43	19.23	5.51	0.75	0.35	0.08	0.10
	变异系数(%)	2.90	5.88	35.41	20.22	27.28	19.94	16.31	16.27
10~20	最大值	6.46	7.66	60.74	31.27	2.87	1.99	0.54	0.83
	最小值	5.96	7.41	28.28	17.86	1.70	1.21	0.43	0.50
	平均值	6.28Aa	7.56Ab	43.44ABa	23.67Ab	2.34ABa	1.54Ab	0.48Aa	0.64Aa
	标准差	0.19	0.13	11.57	6.89	0.43	0.40	0.05	0.18
	变异系数(%)	3.04	1.78	26.64	29.12	18.19	26.06	9.47	27.45
20 以下	最大值	6.53	7.68	46.75	20.14	2.10	1.36	0.62	0.83
	最小值	6.05	7.65	25.07	17.04	1.56	1.04	0.43	0.49
	平均值	6.33Aa	7.67Ab	34.68Ba	19.00Ab	1.89Ba	1.20Ab	0.52Aa	0.62Aa
	标准差	0.18	0.02	8.96	1.73	0.27	0.16	0.09	0.18
	变异系数(%)	2.91	0.20	25.83	9.13	14.38	13.56	16.84	29.32

土层深度 (cm)	统计项	AN 含量(mg/kg)		AP 含量(mg/kg)		AK 含量(mg/kg)	
		南坡	北坡	南坡	北坡	南坡	北坡
0~10	最大值	342.99	138.28	4.85	3.00	124.10	261.05
	最小值	128.70	90.99	1.35	1.10	62.70	52.35
	平均值	235.24Aa	109.52Ab	3.23Aa	2.00Aa	95.58Aa	130.60Aa
	标准差	82.47	25.25	1.32	0.95	27.02	113.72
	变异系数(%)	35.06	23.06	40.94	47.70	28.27	87.08
10~20	最大值	256.28	115.12	3.80	2.70	66.30	218.40
	最小值	124.98	74.52	0.95	0.70	41.40	39.90
	平均值	194.51Aa	91.35ABb	2.37ABa	1.50Aa	56.84Ba	101.68Aa
	标准差	47.17	21.17	1.04	1.06	10.03	101.14
	变异系数(%)	24.25	23.17	43.79	70.55	17.65	99.46
20 以下	最大值	187.75	76.13	1.95	2.80	61.20	170.00
	最小值	119.15	62.02	0.85	0.45	36.55	33.30
	平均值	170.22Aa	69.78Bb	1.48Ba	1.30Aa	48.61Ba	81.65Aa
	标准差	28.73	7.16	0.45	1.30	9.41	76.63
	变异系数(%)	16.88	10.26	30.46	100.22	19.36	93.85

注:同一列中,同一坡向不同土层之间,不同大写字母者表示差异显著($P<0.05$);南北坡同一土层之间不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

表 5 土壤养分因子相关性分析

因子	相关系数						
	pH 值	OM 含量	TN 含量	TP 含量	AN 含量	AP 含量	AK 含量
pH 值	1						
OM 含量	-0.692 **	1					
TN 含量	-0.653 **	0.976 **	1				
TP 含量	0.594 **	-0.218	-0.127	1			
AN 含量	-0.777 **	0.957 **	0.942 **	-0.278	1		
AP 含量	-0.388	0.828 **	0.859 **	0.184	0.795 **	1	
AK 含量	0.338	0.100	0.228	0.743 **	0.035	0.512 *	1

注: *、** 分别表示同列数据在 0.05、0.01 水平上差异显著。表 6 同。

以下土层,均表现出产草量与土壤碱解氮含量相关程度最高,与有效磷含量相关程度次之,与速效钾含量相关程度最低。土壤分析测试结果表明,白草草场南坡土壤碱解氮含量处于稍丰至丰富等级,北坡处于稍缺至中等水平,这说明磷养分的缺乏是制约该流域高寒草地植被生产力的重要因素。

3 讨论

土壤养分状况直接影响着植物群落的生产力^[4],在水热条件一定的情况下土壤养分条件越好,植物群落生产力越高。研究区内土壤有机质和氮素养分含量相对较高,有效磷极缺,

表 6 产草量与不同土层速效养分的相关性分析

因子	相关系数									
	产草量	AN 含量 (0 ~ 10 cm)	AP 含量 (0 ~ 10 cm)	AK 含量 (0 ~ 10 cm)	AN 含量 (10 ~ 20 cm)	AP 含量 (10 ~ 20 cm)	AK 含量 (10 ~ 20 cm)	AN 含量 (20 cm 以下)	AP 含量 (20 cm 以下)	AK 含量 (20 cm 以下)
产草量	1									
AN 含量(0 ~ 10 cm)	0.759 *	1								
AP 含量(0 ~ 10 cm)	0.770 *	0.935 **	1							
AK(含量 0 ~ 10 cm)	0.209	0.016	0.313	1						
AN 含量(10 ~ 20 cm)	0.648	0.968 **	0.871 **	-0.019	1					
AP 含量(10 ~ 20 cm)	0.591	0.782 *	0.853 **	0.379	0.812 *	1				
AK 含量(10 ~ 20 cm)	0.187	-0.072	0.218	0.959 **	-0.107	0.372	1			
AN 含量(20 cm 以下)	0.472	0.854 **	0.713 *	-0.125	0.934 **	0.628	-0.274	1		
AP 含量(20 cm 以下)	0.301	0.399	0.617	0.820 *	0.432	0.801 *	0.795 *	0.286	1	
AK 含量(20 cm 以下)	0.119	-0.105	0.177	0.958 **	-0.132	0.34	0.992 **	-0.29	0.787 *	1

这一研究结果与王建林等的研究结果^[12]一致。分析其原因可能是该区属于天然高寒草甸,受农业活动影响较小,高寒草甸根系发达,植物残体归还量大,且研究区内全年气温较低、抑制了有机物的分解和矿化,减少了土壤磷养分的有效性。土壤中的磷素大多数来自母质,因此土壤全磷含量相对稳定,而土壤速效磷是牧草当季利用的主要磷素。由表 5 可以看出,土壤速效磷与土壤全磷含量相关系数仅为 0.184,但与有机质含量呈极显著正相关关系,这说明在天然草地生态系统中土壤速效磷含量极低的情况下,土壤有机质有着至关重要的意义。

放牧过程中,动物通过采食、践踏及排泄物的输入直接或间接对草地生态系统产生影响^[13]。放牧对天然草地土壤理化性质的影响较为复杂:随着放牧强度增大,家畜啃食量加大,凋落物或死亡地被物分解减少,进而土壤养分含量降低;而放牧强度高的草地,家畜粪尿排泄量增加,进而增加土壤养分含量。实地调查发现,南坡 S3 样地较其他样地地势平缓,是家畜在采食过程中理想的休息场所,践踏强度大,可食用产草量明显降低,S4 和 S5 样地由于地处高海拔位置,家畜攀爬相对困难,放牧强度明显低于 S1 和 S2 样地,总盖度和可食用产草量显著高于 S1 和 S2 样地,表明放牧强度与草地退化关系密切。因此,适宜的载畜量是维持土壤养分平衡,遏制草地退化的必要措施。

实地调查发现,北坡坡度大于南坡,一般来讲,坡度越大,土壤养分越容易流失,养分含量越低,本研究土壤养分测定结果也验证了这一点。水热条件的好坏直接影响地上植被生物量的多少,北坡植物物种和数量少,植被盖度低,枯落物积累少,在天然草原这个自然植被条件下,进入土壤有机质的数量取决于植被凋落物、土壤中死亡根系等的多少。北坡生长有大量的砂生槐,南坡则无。砂生槐具有极强的抗旱、耐瘠薄特性,这也从侧面反映了北坡土壤水分条件、土壤养分条件的恶劣程度。因此,造成土壤养分在南北两坡分布上差异的主要原因是坡度、水热条件、植被生长状况,是土壤、植被和周围环境共同作用的结果。

4 结论

南坡是主要的放牧区,随着海拔的升高,产草量先升高后

降低,植被总盖度增大。北坡产草量和植被盖度没有明显变化。林周县河谷天然草场南坡土壤呈微酸性至中性,北坡土壤呈中性至微碱性。以全国土壤养分分级方法为评价标准,土壤有机质、全氮、碱解氮含量:南坡处于稍丰至丰富水平,北坡处于中等水平;南北两坡全磷含量总体处于稍缺水平,速效磷极缺、速效钾呈缺乏至短缺状态。土壤酸碱度及养分条件在白草草原南北两坡差异较大,南坡土壤 pH 值显著小于北坡,南坡土壤养分条件总体优于北坡。林周河谷天然草地产草量与不同土层速效养分的相关性分析结果表明,速效磷养分的缺乏是制约该流域高寒草地植被生产力的重要因素。

参考文献:

- [1] 宋仁德,长谷川信美,李国梅,等. 天然草地放牧牦牛采食行为及食性选择的研究[J]. 家畜生态学报,2008,29(5):31-35.
- [2] 董全民,赵新全,马玉寿,等. 牦牛放牧率和放牧季节对小嵩草高寒草甸土壤养分的影响[J]. 生态学杂志,2005,24(7):729-735.
- [3] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社,2000:3-9.
- [4] 王长庭,龙瑞军,王启基,等. 高寒草甸不同海拔梯度土壤有机质氮磷的分布和生产力变化及其与环境因子的关系[J]. 草业学报,2005,14(4):15-20.
- [5] 王 钦,贾笃敬. 高寒草甸土壤水和营养对草地生产的影响[J]. 中国草地,1990(3):6-13.
- [6] 西藏自治区统计局. 2016 西藏统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2016.
- [7] 马红梅,拉 穷. 拉萨河谷天然草地空间异质性研究——以林周县白草草原为例[J]. 西藏大学学报(自然科学版),2017,129(1):7-16.
- [8] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 青藏高原隆起的时代,幅度和形式问题[M]. 北京:科学出版社,1981:84-88.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000.
- [10] 毛知耘. 肥料学[M]. 北京:中国农业出版社,1997:86-183.
- [11] 沈思渊. 土壤空间变异研究中地统计学的应用及其展望[J]. 土壤学进展,1989,17(3):11-24,35.
- [12] 王建林,钟志明,王忠红,等. 青藏高原高寒草原生态系统土壤碳氮比的分布特征[J]. 生态学报,2014(22):6678-6691.
- [13] 王伟强,汪传建,余晓平,等. 基于 WebGIS 与北斗/GPS 的放牧监测系统[J]. 江苏农业科学,2017,45(7):202-206.