

DOI: 10.16742/j.zgcdxb.2018-04-13

高寒草甸草地土壤贮水量对牧压梯度的响应

祝景彬^{1,2}, 贺慧丹^{1,2}, 李红琴^{1,3*}, 杨永胜^{1,3}, 未亚西^{1,2}, 罗 谨^{1,2}, 李英年^{1,3}

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁, 810001; 2. 中国科学院大学, 北京 100049;
3. 中国科学院高原生物适应与进化重点实验室, 青海 西宁 810001)

摘要:为探讨放牧情况下土壤水分驱动特征,揭示其水源涵养能力,以青海海北高寒草甸为研究对象,采用实地采样与室内测试分析相结合的方法,分析了禁牧(CK)、轻牧(LG)、中牧(MG)、重牧(HG)等不同牧压梯度下植被生长季5~9月的土壤贮水量特征及其与环境因素的关系。结果表明:在0~50cm层次上,牧压梯度并未显著改变土壤贮水量的季节变化动态,均表现在5、6月高,7月低,8月以后缓慢升高。但封育提高了土壤贮水量,0~50cm层次土壤平均贮水量表现出CK>HG>LG>MG,分别为222.82±26.44mm,199.71±16.91mm,189.00±16.36mm,187.69±14.71mm,表明禁牧有利于提高土壤贮水量。同一时期土壤贮水量垂直分布变化受牧压梯度影响较小,不同月份土壤贮水量在垂直变化上呈现出不同变化趋势。土壤含水率与容重显著负相关($P<0.01$),与毛管孔隙度、土壤有机质含量、地下生物量显著正相关($P<0.01$),暗示放牧管理通过驱动土壤特征来影响土壤贮水量。

关键词:牧压梯度;高寒草甸草地;土壤贮水量;影响因素

中图分类号:S152.7 文献标识码:A 文章编号:1673-5021(2018)04-0088-07

由于全球气候变化和人类活动的影响,青藏高原高寒草甸草地发生了退化,生态环境的破坏不仅严重影响着畜牧业生产和牧民生活,而且致使高寒草甸草地植被的土壤持水能力下降,水土保持性能衰减,生态系统的功能不稳定性持续增加,直接危害着草地生态系统的发展以及下游水资源的分配与补给。高寒草甸草地是青藏高原的主要植被类型之一,植被根系发达,具有较高的持水能力,对江河水的调节与补给、区域水资源分配等具有重要的作用^[1~2]。而在高寒草甸草地地区,不同放牧强度影响到土壤机械组成、有机质含量、植被生产力,进而影响到土壤贮水量和持水能力,同时也影响到系统水源涵养功能^[3~4]。过度放牧会改变植被群落组成,降低净初级生产力和物种多样性,使土壤容重增加、土壤孔隙度降低,致使土壤持水能力下降^[5]。围栏封育或轻度放牧有利于提高退化草地的生产力,增加植被覆盖度及枯落物,减缓土壤水分的蒸发,影响土壤有机质及营养成分含量^[6]。且相关生态参数相互影响、密切相关,共同影响土壤持水能力。然而,不同放牧管理措施对高寒草地土壤贮水量、持水能力的驱动方式和强度仍不清楚。为揭示高寒草甸草地生态系统土壤贮水量对放牧梯度的响应及驱动影响机制,本文研究了不同牧压梯度下高寒草甸草地的土壤水分变化特征,同时也探讨了土壤水分与环境因素之间的关系,将为深入了解水循环规律以及物质的循环过程和提高草地水源涵养功能提供理

论参考和科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地在青海省海北藏族自治州国家野外观测研究站(海北站),海北站处于青藏高原东北隅的大通河谷(37°29'~37°45' N, 101°12'~101°23' E, 海拔3200~3600m)。该地区没有明显的四季分别,只有冷暖两季,是典型的高原大陆性气候。年降水量和平均气温分别为560mm和-1.7℃,大气降水主要集中在生长季5~9月,约占全年总降水量的80%^[7]。主要植被为矮蒿草(*Kobresia humilis*)、异针茅(*Stipa aliena*)、麻花苳(*Gentiana straminea*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)和紫羊茅(*Festuca rubra*)等^[8]。植物生长速度相对缓慢,植被群落结构相对简单。土壤为草毡寒冻锥形土,土壤中含有丰富的有机质。

1.2 试验地设置与调查

1.2.1 试验设计及监测样地

试验样地建立的时间为2011年8月,放牧时间

* 通讯作者, E-mail: lihongqin_00@126.com

收稿日期: 2017-09-22; 修回日期: 2018-03-19

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFA0604801、2016YFC0501802)资助

作者简介: 祝景彬(1989-), 男, 山东菏泽人, 博士, 主要从事全球变化生态学方面的研究, E-mail: zhujingbin321@foxmail.com.

为每年的9月20日到次年5月31日,设置禁牧(对照,CK)、轻度放牧(LG,4.5只羊/hm²)、中度放牧(MG,7.5只羊/hm²)和重度放牧(HG,15只羊/hm²)4个放牧强度。试验地用围栏围封,CK、LG、MG和HG样地面积分别为50m×100m、44m×100m、53m×100m和40m×100m,试验羊为当地藏系绵羊。每个牧压强度试验区的观测区设计为10m×20m,每个观测区域的中央点及4个角点再分别设定4m×4m的观测区,即每个试验区共5个重复。每次在4m×4m观测区内随机取样。

土壤含水率及降水量:2013年在生长季(5~9月)每月8日、18日和28日采用烘干法,监测0~10cm、10~20cm、20~30cm、30~40cm和40~50cm层的土壤质量含水率[(土壤湿重-土壤干重)/土壤干重×100%]。若遇雨天则延后2~3d。在105℃的烘箱烘干至恒重。降水量使用海北站气象站的数据资料。

生物量:地上生物量(绿地)达最高时的8月底监测植被现存生物量。首先将50cm×50cm样方内土壤表面枯落物收集后装入纸袋,然后用剪刀齐地面剪下绿色植物装入纸袋。用内径8cm的根钻在0~10cm、10~20cm和20~40cm层取土柱,一个样方内收集的土柱同层次混合后经分拣石粒(块)、过筛、清水清洗、凉至不滴水等程序后装纸袋。最后用烘箱烘干法烘至恒重后称干重量,并换算到g/m²。

土壤有机质、容重及毛管孔隙度:在测定生物量样方的右侧挖掘土壤剖面,分0~10cm、10~20cm和20~40cm层次收集适量土壤样品和环刀土样(环刀容积为100cm³),并测鲜重。土壤样品在室内阴干,用重铬酸钾法测定土壤有机质含量。用环刀法一次取样连续测定得到容重(g/cm³)、孔隙度(%)等^[9]。

土壤贮水量:自然条件下一定厚度的土壤所能容纳的实际含水量,以mm降水量表示^[10]:

$$W = F \times H \times SD \times 10$$

其中,W为土壤贮水量(mm);F为土壤容重(g·cm³);H为土壤厚度(cm);SD为实测的土壤质量含水率(%);10为将水层定为mm的转换系数。

1.2.2 数据分析

用Excel和SPSS16.0软件对数据进行统计分析,用单因子方差分析(ANOVA)和新复极差法(SSR)进行各指标间的比较和差异显著性检验($\alpha =$

0.05)。

2 结果与分析

2.1 牧压梯度下植物生长期0~50cm土壤实际贮水量季节动态

不同牧压梯度下植被生长季0~50cm土壤贮水量随生长季节变化基本一致(图1)。土壤季节性冻土在5月仅浅层消融,深层(30~60cm)冻结层阻隔了水分的下渗,同时植物处于返青阶段,蒸腾量小。另外土壤蒸发受低温限制,导致了5月土壤贮水量较高。6月到7月初,冻土融冻水的补给能力下降,植物进入旺盛生长初期,系统蒸散作用虽然比5月增强,但该期降水增多,致使土壤贮水量下降不大。7月中旬到8月底,系统蒸散的水分比降水补给的水分要多,致使土壤贮水量最小。9月以后,植被停止生长,系统蒸散低于降水补给,土壤贮水量有所升高。

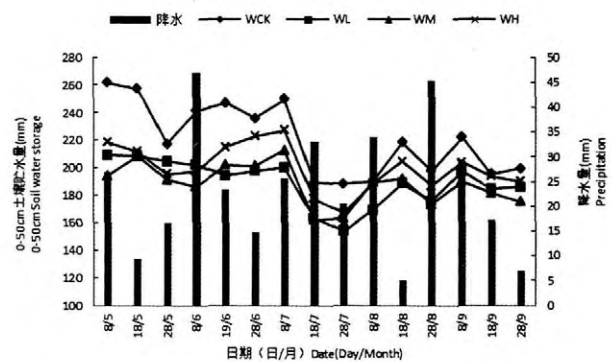


图1 海北高寒草甸草地牧压梯度下植物生长期0~50cm土壤实际贮水量季节动态(日/月)

Fig. 1 The dynamic of 0~50cm soil water storage during plant growing season (Day/Month)

尽管牧压梯度下植物生长期0~50cm土壤实际贮水量季节波动变化一致,但受牧压梯度的影响,植物生长季内CK、LG、MG、HG的土壤贮水量存在明显差异(图1)。0~50cm土壤贮水量表现为CK>HG>LG>MG,分别为222.82±26.44mm、199.71±16.91mm、189.00±16.36mm、187.69±14.71mm,LG与MG的土壤贮水量差异不显著,其他放牧梯度之间的土壤贮水量差异显著($P < 0.05$),表现出完全禁牧使土壤贮水量增加,放牧使土壤贮水量降低,但当放牧超过一定强度后土壤贮水量会有增加的趋势。

2.2 牧压梯度下海北高寒草甸草地土壤贮水量垂直变化特征

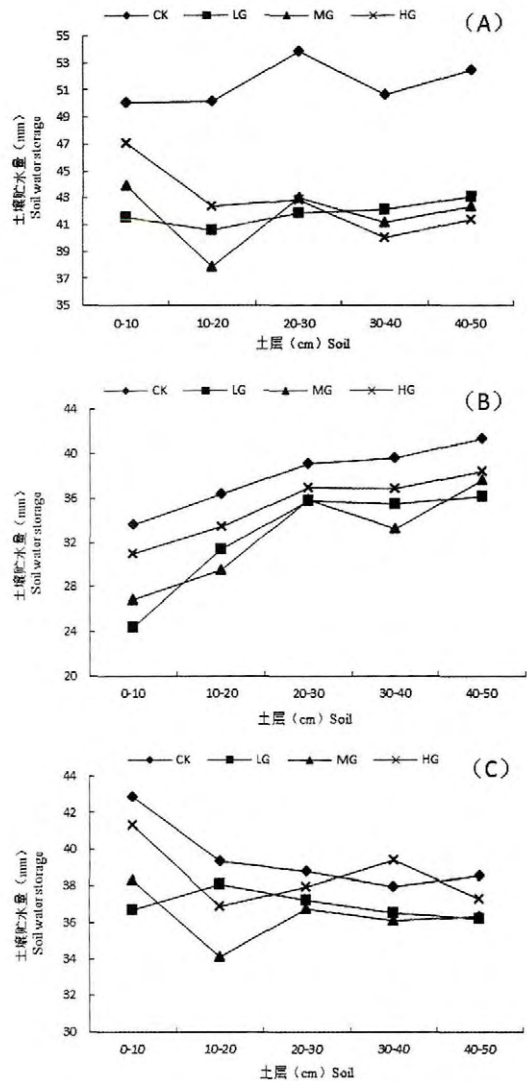
在植被返青期受土壤融冻水的影响,底层水在温度梯度引起的热力传导作用下不断补给上层,导致50cm层次土壤水与地表上层基本相同(图2-A)。因CK试验地植被不被牲畜啃食,枯落物厚,减缓了土壤表层水分蒸发并使融冻时间滞后,所以其土壤贮水量自表层到深层均明显高于放牧试验地。放牧试验地表层贮水量相互间稍有差异,深层土壤贮水量差异较小。

在植被旺盛生长期均表现为土壤贮水量随土壤深度增加而升高。这主要由于土壤表层贮水量属于速变层,受到降水和蒸散的影响较大,而深层土壤贮水量受降水和蒸散调控较弱。由于CK土壤团聚体和毛管孔隙度较高,土壤的饱和水力传导度较强,导致CK试验地的土壤水高于放牧地(图2-B)。植被枯黄期土壤贮水量表现为浅层大于深层。大部分植物停止生长,植被蒸腾作用减弱,降水易留存土壤(图2-C)。

由此可见,同一时期土壤贮水量垂直分布变化受牧压梯度影响较小,不同放牧梯度在同一时期土壤贮水量的垂直变化趋势基本一致;由于植被生长、系统蒸散和降水异质性,不同月份土壤贮水量在垂直变化上呈现出不同变化趋势;并且,不同放牧梯度下土壤贮水量之间的差异主要在表层,说明放牧对高寒草甸草地土壤贮水量的影响主要发生在表层。

2.3 高寒草甸草地土壤含水率与环境因素的关系

土壤贮水量是指自然条件下一定厚度的土壤能容纳的实际含水量,是由土壤含水率和土壤容重通过公式计算得出,所以探讨其与环境因素的关系会有误差。而土壤含水率表征了土壤水量占干土中的百分比,很大程度上受制于土壤毛管孔隙度、容重、有机质、土壤颗粒组成、地上地下生物量等因素的影响,同时能较好的反应土地的持水、供水能力。



A、B、C 依次为植被返青期,生长旺盛期和植被枯黄期
A、B、C meant regeneration period, vigorous growth period, withered and yellow period, respectively

图2 海北高寒草甸草地2013年不同时期不同放牧梯度下土壤贮水量垂直变化

Fig. 2 The vertical change of soil water storage in different periods under different grazing gradient in Haibei alpine meadow in 2013

表1 牧压梯度下土壤容重、毛管孔隙度、有机质含量及植被生物量分布状况

Table 1 The distribution of soil bulk density, capillary porosity, organic matter content and vegetation biomass under different grazing gradient

梯度/要素 Gradient/ Factor	土壤容重 (g/cm ³) Soil bulk density			毛管孔隙度(%) Capillary porosity			土壤有机质(kg/m ²) Organic matter content			地上生物量 (g/m ²) Above ground biomass	地下生物量 (g/m ²) Under ground biomass
	0~10cm	10~20cm	20~40cm	0~10cm	10~20cm	20~40cm	0~10cm	10~20cm	20~40cm		0~40cm
CK	0.96 ^a	1.06 ^a	1.17 ^a	59.25 ^{ab}	57.02 ^a	52.44 ^a	10.94 ^a	8.83 ^{ab}	6.37 ^{ab}	344.61 ^b	2342.62 ^a
LG	0.77 ^b	0.96 ^a	1.09 ^a	61.40 ^a	60.21 ^a	52.40 ^a	9.52 ^a	9.90 ^a	7.39 ^a	418.86 ^a	2491.97 ^a
MG	0.86 ^{ab}	0.91 ^b	1.07 ^a	62.49 ^a	60.27 ^a	56.15 ^a	9.18 ^a	7.10 ^b	5.66 ^{ab}	340.83 ^b	2206.71 ^b
HG	0.94 ^a	1.02 ^a	1.15 ^a	57.86 ^b	56.56 ^a	51.37 ^a	8.85 ^a	6.89 ^b	5.32 ^b	333.64 ^b	2807.14 ^a

注:不同小写字母表示同一土层差异显著(P<0.05)。

Note: Different lowercase letters show significant difference at 0.05 level in the same soil layer.

相关分析表明,土壤含水率与土壤容重呈显著的负相关关系($P < 0.01$,图 3-A),由此说明过度放牧会使土壤容重增大,不利于提高土壤含水率。放牧强度不同,受根系生长、家畜践踏等影响其土壤毛管孔隙度不同,不仅随着土壤深度的增加而逐渐减小,而且在放牧梯度上表现出 $MG > LG > CK > HG$

(表 1),其中 HG 分别与 LG、MG 具有显著性差异,其他各组之间均无显著差异。同时也说明,适度放牧对增加土壤表层的毛管孔隙度有利,而重度放牧则会使土壤表层的毛管孔隙度减小,这种变化最终也导致土壤含水率的改变,土壤含水率与毛管孔隙度呈显著的正相关关系($P < 0.05$,图 3-B)。

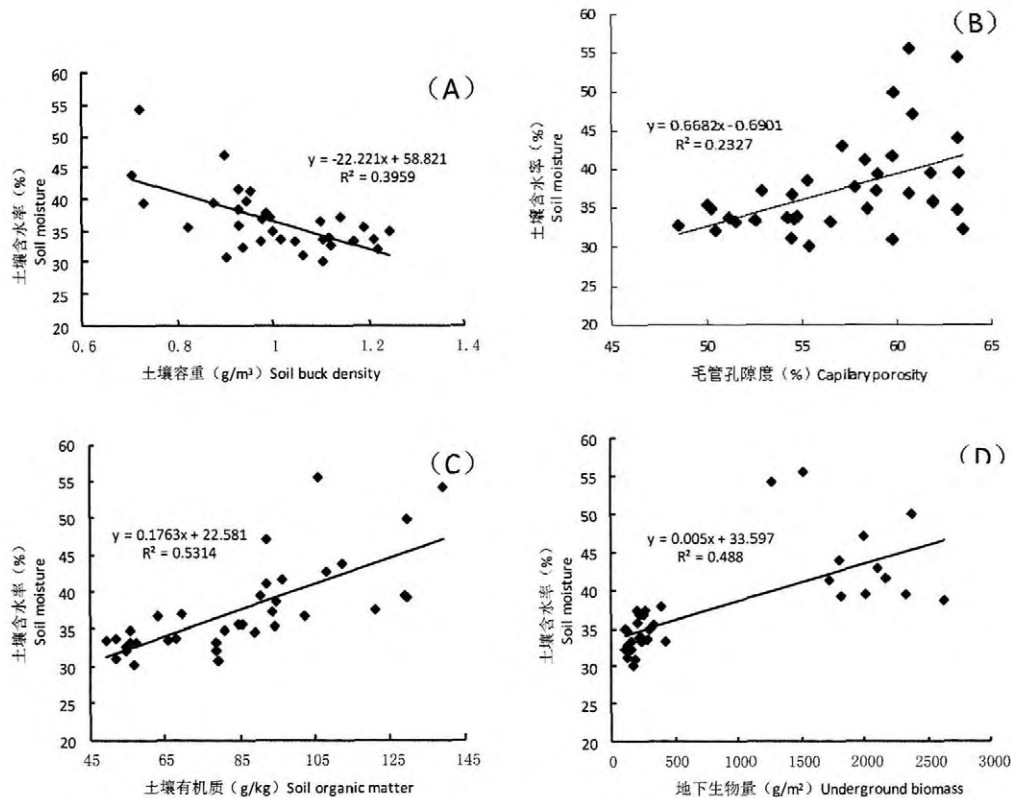


图 3 高寒草甸草地土壤含水率与土壤容重、毛管孔隙度、有机质含量和植被地下生物量的关系
Fig. 3 Relationship between the soil moisture content and soil bulk density, capillary porosity, organic matter content, underground biomass

表 1 还显示,土壤有机质含量在牧压梯度下差异也较为明显,不同土层的有机质含量表现为 $LG > CK > MG > HG$,说明适度放牧会增加土壤有机质含量,而过度放牧则会使土壤中的有机质含量减少。这主要与凋落物归还量增多而对土壤有机质的补给作用增强有关。土壤含水率与土壤有机质呈现极显著的正相关性($P < 0.01$,图 3-C),说明随有机质的增加,土壤团粒疏松多孔,增加了土壤持水能力。

HG 条件下地下生物量高,而 LG 地上生物量最高(表 1)。说明不同放牧梯度能调节光合产物在地上地下生物量的分配。图 3-D 表明,土壤含水率与地下生物量呈现出极显著的正相关($P < 0.01$),说明根系含量高时利于土壤含水率的提高。土壤含水率与地上生物量之间呈弱的正相关。植被根系的增

加,增强了土壤系统的持水能力,有利于水源涵养功能的提升。

3 讨论

土地利用方式对土壤的结构与功能有直接影响,不合理的土地利用方式导致土壤质量的下降,合理的利用方式有利于土壤质量的改善和水源涵养功能的提高^[11]。本研究表明,牧压梯度没有显著改变土壤水分的时间格局,这和张万儒等的研究结果一致^[12]。土壤中的水分主要受大气降水和蒸散的影响,高寒草甸 5 月气温较低,降水较少^[8],但该时期植被生长缓慢且叶片面积较小,从而蒸腾作用较弱,并且下层土壤中存在的冻结水会在温度梯度的作用下转移到上层土壤,在各种因素的作用下最终使得 5 月的土壤贮水量较高;与此相反,7 月雨热同期现

象最为明显,虽然该时期降水丰富,但植被新陈代谢最为旺盛,蒸腾作用最强烈,使7月土壤实际贮水量达到极低值。整个生长季来看,完全禁牧的样地土壤贮水量较大,说明禁牧能使土壤贮水量增加,放牧使土壤贮水量减小。有研究表明,过度放牧会降低植被的物种多样性,同时也使地表枯落物和腐殖质减少,土壤持水能力下降^[13]。本研究中,CK常年禁牧,地表枯落物与腐殖质相对较厚,可减弱地表水分的蒸发,有利于土壤水分的保持。

王根绪等^[14]研究表明,表层土壤具有较高的持水能力,降落到土壤表层的水分向深层土壤转移相对较慢。高寒草甸草地根系主要分布在0~20cm,该层也是水分变化比较明显的一层。20~40cm为根系微利用层,当浅层土壤中的水分较少时,该层的水分会转移到浅层土壤;40~50cm质地较硬多砂石,植被地下生物量含量相对较少,植被的蒸腾作用对于该层次影响较弱,这与韩炳芳等^[15]研究类似。故不同牧压梯度下0~20cm的土壤贮水量在不同时期变化都比较剧烈,20~50cm层次变化缓慢。结合植被生长与降水在生长季异质性的影响,不同月份土壤贮水量在垂直变化上有不同变化趋势。

土壤含水率高低取决于在一定土壤厚度条件下土壤容重和孔隙的大小,土壤容重较小时,土体疏松,孔隙度越大,土壤持水能力就越强。徐翠等^[16]研究发现,土壤毛管孔隙度的降低是影响土壤水源涵养量下降的直接原因,这与本研究的结果类似。土壤有机质含量高时,土壤团粒疏松多孔,因而其持水能力大,则土壤含水率较大。地上生物量(绿色植物)、枯落物、半腐殖质都能够对地面有一定的遮挡作用,从而减弱地表水分的蒸发,使水分不易散失,进而提高土壤含水率。青藏高原海拔高,气温低,致使高寒草甸土壤中的死根分解较慢,使土壤中聚集了大量根系,土壤中植被根系对水分的吸附,是水源涵养的主要机制。此外,植被根系对大气降水有一定的阻滞作用,会使补充到地面的大气降水主要留存在土壤浅层,提高土壤中水分含量。

4 结论

4.1 完全禁牧使土壤贮水量增加,放牧使土壤贮水量减小,表明禁牧有利于提高高寒草甸草地水源涵养能力。此外,放牧对土壤贮水量在生长季变化趋势的影响不明显。

4.2 放牧对高寒草甸草地土壤的影响主要发生在

表层;同一时期土壤贮水量垂直分布变化受牧压梯度影响较小;不同月份土壤贮水量在垂直变化上呈不同变化趋势。

4.3 土壤含水率与容重呈极显著负相关关系($P < 0.01$),与毛管孔隙度、土壤有机质含量、地下生物量呈现极显著的正相关关系($P < 0.01$),表明放牧管理可能通过调控土壤理化性质来影响土壤持水特征。

参考文献(References):

- [1] 石红霄,于健龙.高原鼠兔洞口密度对高寒嵩草草甸植被及土壤水分的影响[J].中国草地学报,2010,32(04):109-112.
Shi Hongxiao, Yu Jianlong. Influence of burrowing rodent density plots on the alpine meadows structure and soil water content[J]. *Chinese Journal of Grassland*, 2010, 32(04): 109-112.
- [2] 李士美,谢高地.草甸生态系统水源涵养服务功能的时空异质性[J].中国草地学报,2015,37(02):88-93.
Li Shimei, Xie Gaodi. Spatial and temporal heterogeneity of water conservation service for meadow ecosystem[J]. *Chinese Journal of Grassland*, 2015, 37(02): 88-93.
- [3] 熊远清,吴鹏飞,张洪芝,等.若尔盖湿地退化过程中土壤水源涵养功能[J].生态学报,2011,31(19):5780-5788.
Xiong Yuanqing, Wu Pengfei, Zhang Hongzhi, et al. Dynamics of soil water conservation during the degradation process of the Zoige Alpine Wetland[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(19): 5780-5788.
- [4] 陈玫妃,曾辉,王钧.青藏高原高寒草地土壤水分生态特征研究现状[J].中国草地学报,2015,37(02):94-101.
Chen Meifei, Zeng Hui, Wang Jun. Research progress in the ecological characteristics of soil water in alpine grasslands on the Qinghai-Tibetan plateau[J]. *Chinese Journal of Grassland*, 2015, 37(02): 94-101.
- [5] Wheeler M A, Trlica M J, Frasier G W, et al. Seasonal grazing affects soil physical properties of a montane riparian community[J]. *Journal of Range Management*, 2002, 55(1): 49-56.
- [6] Li Y, Zhou X, Brandle J R, et al. Temporal progress in improving carbon and nitrogen storage by grazing exclosure practice in a degraded land area of China Horqin sandy grassland [J]. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2012, 159: 55-61.
- [7] 李英年,赵新全,曹广民,等.海北高寒草甸草地生态系统定位站气候、植被生产力背景的分析[J].高原气象,2004,23(4):558-567.
Li Yingnian, Zhao Xinquan, Cao Guangmin, et al. Analyses on climates and vegetation productivity background at Haibei alpine meadow ecosystem research station[J]. *Plateau Meteorology*, 2004, 23(4): 558-567.
- [8] 周兴民.中国嵩草草甸[M].北京:科学出版社,2001.
Zhou Xingmin. *Chinese Kobresia Meadow*[M]. Beijing: Science Press, 2001.

- ence Press, 2001.
- [9] 周兴民, 李建华. 海北高寒草甸草地生态系统定位站的主要植被类型及地理分布规律[C]. 高寒草甸草地生态系统(第1集). 北京: 科学出版社, 1982:9-18.
Zhou Xingmin, Li Jianhua. The main vegetation types and geographical distribution in Haibei alpine meadow ecosystem[C]. The Alpine Meadow Ecosystem, Beijing: Science Press, 1982: 9-18.
- [10] 乐炎舟, 左克成, 张金霞, 等. 海北高寒草甸草地生态系统定位站的土壤类型及其基本特点[C]. 高寒草甸草地生态系统(第1集). 北京: 科学出版社, 1982:19-33.
Le Yanzhou, Zuo Kecheng, Zhang Jinxia, et al. Soil type and its basic characteristics in Haibei alpine meadow ecosystem [C]. The Alpine Meadow Ecosystem, Beijing: Science Press, 1982:19-33.
- [11] 赵锦梅, 张德罡, 刘长仲. 东祁连山土地利用方式对土壤持水能力和渗透性的影响[J]. 自然资源学报, 2012, 03:422-429.
Zhao Jinmei, Zhang degang, Liu Changzhong. The effect of land use patterns on soil moisture retention capacity and soil infiltration property in eastern Qilian mountains[J]. *Journal of Natural Resources*, 2012, 03:422-429.
- [12] 张万儒, 许本彤. 森林土壤定位研究方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1986.
Zhang Wanru, Xu Bentong. The Study on the Orientation of Forest Soil Method [M]. Beijing: Chinese Forestry Press, 1986.
- [13] 国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1984.
The soil association agricultural chemical professional committee. Soil agricultural chemical routine analysis method [M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1984.
- [14] 王根绪, 沈永平, 钱鞠, 等. 高寒草地植被覆盖变化对土壤水分循环影响研究[J]. 冰川冻土, 2003, 25(6):653-659.
Wang Genxu, Shen Yongping, Qian Ju, et al. Study on the influence of vegetation change on soil moisture cycle in alpine meadow[J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2003, 25(6):653-659.
- [15] 韩丙芳, 马红彬, 沈艳, 等. 不同生态修复措施对黄土丘陵区典型草原土壤水分时空变异的影响[J]. 水土保持学报, 2015, 29(1):214-219.
Han Bingfang, Ma Hongbin, Shen Yan, et al. The effects of different ecological restoration measures on the variation of soil moisture of typical grassland in Loess hilly region[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2015, 29(1):214-219.
- [16] 徐翠, 张林波, 杜加强, 等. 三江源区高寒草甸草地退化对土壤水源涵养功能的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(8):2388-2399.
Xu Cui, Zhang Linbo, Du Jiaqiang, et al. Impact of alpine meadow degradation on soil water conservation in the source region of three rivers[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(8):2388-2399.

The Response of Soil Water Storage to Different Grazing Gradients in An Alpine Meadow

ZHU Jing-bin^{1,2}, HE Hui-dan^{1,2}, LI Hong-qin^{1,3}, YANG Yong-sheng^{1,3},
WEI Ya-xi^{1,2}, LUO Jin^{1,2}, LI Ying-nian^{1,3}

(1. Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Key Laboratory of Adaptation and Evolution of Plateau Biota, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

Abstract: To explore soil water drive characteristic and reveal its ability of water conservation in Hai-bei alpine meadow of Qinghai province. The experiments of grazing gradients (no grazing (CK), light grazing (LG), moderate grazing (MG) and heavy grazing (HG)) in alpine meadow was conducted and the soil water storage and its relationship with environmental factors were analyzed during plant growing from May to September. The results showed that the temporal patterns of soil water storage did not significantly change among grazing gradients. It was higher in May and June, and decreased in July and increased slowly in August. The average soil water storage in the whole layer of 0~50 cm during plant growing season was ranked as CK > HG > LG > MG, with the value of 222.82 ± 26.44 mm, 199.71 ± 16.91 mm, 189.00 ± 16.36 mm, 187.69 ± 14.71 mm respectively, which suggested that forbidden grazing could increase soil water storage clearly. The vertical distribution of soil water storage in the same period was less affected by the grazing gradient and showed different trends in different months. Soil water content was significantly negatively correlated with soil bulk density and positively correlated with the capillary porosity, soil organic matter content and underground biomass ($P < 0.01$), which suggested that grazing management influenced soil water storage by driving soil characteristics in alpine grassland.

Key words: Grazing gradients; Alpine meadow; Soil water storage; Factors

【责任编辑 李 平】