

放牧对短花针茅荒漠草原建群种与土壤团聚体特征的影响

刘文亭¹, 王天乐¹, 张爽¹, 丁莉君¹, 吕世杰², 卫智军^{1*}

1. 内蒙古农业大学草原与资源环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古农业大学理学院, 内蒙古 呼和浩特 010018

摘要: 以内蒙古农业大学苏尼特右旗荒漠草原的放牧调控实验为平台, 通过分析荒漠草原建群种群结构及土壤团聚体特征, 揭示放牧调控下荒漠草原短花针茅 (*Stipa breviflora*) 与沉积土壤的潜在联系。结果显示: (1) 短花针茅幼龄与成年植株密度显著大于幼苗、老龄前期、老龄期密度; 各年龄短花针茅种群密度、生物量均呈现重度放牧处理最高、适度放牧次之、重度放牧最低的规律; (2) 短花针茅荒漠草原土壤团聚体分布受团聚体粒径及其与放牧强度的交互作用影响 ($P < 0.05$); 同一放牧处理中, 100~250 μm 植物沉积团聚体含量最高, <50 μm 与 50~100 μm 团聚体含量次之、>500 μm 团聚体含量最小; 而裸地土壤团聚体以<50 μm 团聚体含量最高; (3) <50 μm 裸地土壤团聚体含量与<50 μm 植物沉积土壤团聚体含量呈正相关 ($P < 0.05$), 而<50 μm 植物沉积土壤团聚体含量与各年龄短花针茅种群密度、生物量呈负相关, 各>100 μm 植物沉积土壤团聚体含量与各年龄短花针茅种群密度、生物量呈正相关。研究认为, 放牧降低了各年龄短花针茅种群密度和生物量, 削弱了荒漠草地抵抗风蚀和沉降风沙的能力, 降低了短花针茅改善基部土壤结构的生态功能, 这可能是放牧草地退化过程的重要机制之一。

关键词: 短花针茅; 种群年龄; 土壤团聚体; 放牧调控; 荒漠草原

DOI: 10.16258/j.cnki.1674-5906.2017.06.010

中图分类号: S812.29; X17

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2017) 06-0978-07

引用格式: 刘文亭, 王天乐, 张爽, 丁莉君, 吕世杰, 卫智军. 2017. 放牧对短花针茅荒漠草原建群种与土壤团聚体特征的影响 [J]. 生态环境学报, 26(6): 978-984.

LIU Wenting, WANG Tianle, ZHANG Shuang, DING Lijun, LÜ Shijie, WEI Zhijun. 2017. Effects of grazing on edificators and soil aggregate characteristics in *Stipa breviflora* desert steppe [J]. Ecology and Environmental Sciences, 26(6): 978-984.

针茅属 (*Stipa*) 植物是欧亚大陆草原最主要的建群种之一, 受年降雨量影响, 针茅属植被类型具有地带性差异 (陈世璜等, 1997)。其中, 短花针茅 (*Stipa breviflora*) 草原是荒漠草原区最主要的植被类型, 这类草地生态环境脆弱, 对生产活动的干扰和自然环境变迁极为敏感 (卫智军等, 2013)。近几十年来, 人为干扰以前所未有的速度和广度影响着草原生态系统的格局与过程 (Collins et al., 1998)。长期的超载放牧, 引发了草原水土流失、植被生产力下降、生物多样性锐减等生态问题。因此, 合理的放牧不仅能够促进草地土壤-生物间的物质循环、非生物与生物资源的转化, 而且能维持生态系统功能及可持续性 (Jared et al., 2015)。

土壤结构退化是土壤退化最重要的过程 (Grum et al., 2017), 团聚体作为土壤养分稳定性的载体, 其数量和粒径分布状况在一定程度上影响了土壤孔隙性、持水性和通透性 (Wu et al., 2012)。放牧行为直接降低了植被盖度并破坏了土壤表皮 (Wiggs et al., 1994), 表现为土壤团聚体构成比例

失调及团聚体稳定性下降。经过长期风力的吹蚀、分选和打磨, 风沙流携带的颗粒物在植物的阻挡下逐渐沉积 (Dougill et al., 2002)。

研究认为, 植物通过阻碍局地流场从而防止地面风蚀或诱导风沙沉降, 并以其内部残根和枯枝相互连接的形式来固定粘结风沙沉积物。荒漠草原优势植物大多为多年生丛生禾草 (卫智军等, 2016), 基部密集枯叶鞘, 是很好的具特殊类型的固沙或集沙障碍物。家畜的采食行为是一个非常复杂的过程, 在采食过程中, 牲畜需要在不同年龄、不同个体的植物中反复选择, 选择的结果直接影响其生存质量 (卫智军等, 2016)。那么, 短花针茅株丛基部沉积土壤团聚体分布规律与裸地土壤团聚体分布规律是否相同?

本研究依托于内蒙古锡林郭勒盟苏尼特右旗荒漠草原建立的放牧平台, 试图探讨: (1) 荒漠草原短花针茅种群特征对不同放牧强度的响应如何? (2) 植物沉积土壤团聚体与裸地土壤团聚体分布对不同放牧强度的响应如何? (3) 短花针茅

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31460126); 国家重点基础研究发展计划项目 (2014CB138805)

作者简介: 刘文亭 (1990年生), 男, 博士研究生, 主要从事生态学研究。E-mail: nmgluwenting@163.com

*通信作者。E-mail: nmndwzj@163.com

收稿日期: 2017-05-24

种群特征与土壤团聚体分布存在怎样的联系？

1 材料与方法

1.1 研究区概况与样地描述

研究区位于内蒙古锡林郭勒盟苏尼特右旗朱日和镇（112°47'11.2"E，42°15'48.7"N）牧区。实验区地形较为平坦，海拔高度在1 100~1 150 m之间，全年盛行西北风，风力在3~5级，最大风力可达到7~9级。土壤为淡栗钙土，存在明显的钙积层，大部分分布在地下10~80 cm之间。地上植被以亚洲中部荒漠草原种占主导地位，植被草层低矮，一般为10~35 cm；植被稀疏，短花针茅（*Stipa breviflora*）为建群种，在群落外貌和群落环境中起决定作用。优势种为无芒隐子草（*Cleistogenes songorica*）和碱韭（*Allium polyrhizum*），伴生有寸草苔（*Carex duriuscula*）、银灰旋花（*Convolvulus ammannii*）、阿尔泰狗娃花（*Heteropappus altaicus*）、戈壁天门冬（*Asparagus gobicus*）、乳白花黄芪（*Astragalus gulactites*）、狭叶锦鸡儿（*Caragana stenophylla*）、茵陈蒿（*Artemisia capillaries*）、木地肤（*Kochia prostrata*）等。

本研究所选用的试验样地位于连续的同一段，地势平坦，环境相对均匀，有效地控制了本底和空间异质性的差异。放牧试验于2010年开始，每年5月开始放牧，10月底终止，期间采用连续放牧，晚上羊群在样地不归牧，不补饲。本研究设有3个放牧处理，依次为适度放牧、重度放牧、不放牧处理，每个处理均设有3次重复，每个实验小区面积约为2.60 hm²（卫智军等，2016）。适度放牧处理和重度放牧处理载畜率分别为1.92 sheep·hm⁻²·month⁻¹、3.08 sheep·hm⁻²·month⁻¹，绵羊的健康状况、个体大小、体重、性别基本一致。

1.2 取样方法与室内分析

于2016年8月进行野外取样，在每个试验小区随机设置5个1 m×1 m的样方，每个1 m×1 m样方内，调查短花针茅种群密度，使用电子游标卡尺测量样方内所有短花针茅基径。在每个样方内，于短花针茅株丛基部取土样50 g，植物间裸地表面取土样50 g。之后用剪刀齐地剪起短花针茅，编号，

带回室内将新鲜材料置于105℃烘箱中杀青10 min，将其置于65℃鼓风干燥箱中烘干至恒重，称量样品干重。

采用干筛法和湿筛法（依艳丽，2009）进行土壤团聚体的分离，依次为<53 μm、53~106 μm、106~250 μm、250~500 μm、>500 μm 5个粒级，并分别进行称重。

1.3 数据处理与统计分析

根据短花针茅株丛实际基径（Basal diameter，Bd）大小并结合已有文献（白永飞等，1999），将短花针茅划分为5个年龄阶段，依次为幼苗（S，Bd≤4 mm）、幼龄（J，4 mm<Bd≤20 mm）、成年（R，20 mm<Bd≤40 mm）、老龄前期（P，40 mm<Bd≤70 mm）、老龄期（O，Bd>70 mm）。

土壤团聚体结构破坏率（PAD）通过以下公式计算，其公式如下：

$$PAD = \frac{W_d - W_w}{W_d} \tag{1}$$

式中，W_d为干筛>250 μm团聚体的比例；W_w为湿筛>250 μm团聚体的比例。

采用SPSS 19.0双因素方差分析（Two-way ANOVA）检验荒漠草原短花针茅密度、生物量受放牧强度和种群年龄及其交互作用的影响，采用多重比较（Duncun）检验不同放牧强度、不同年龄阶段的显著性差异；短花针茅基部沉积土壤团聚体与裸地土壤团聚体亦采用上述方法检验放牧强度和团聚体粒径对其的影响，并进行多重比较。对短花针茅密度与生物量进行一元线性回归分析。对土壤团聚体结构破坏率进行单因素方差分析（ANOVA），之后进行多重比较（Duncun）。将数据标准化后进行Pearson相关分析，以解释短花针茅基部沉积土壤团聚体与裸地土壤团聚体、短花针茅种群特征与土壤团聚体的关系，在0.05和0.01水平下进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 放牧对短花针茅种群的影响

短花针茅种群特征显示（表1），植物种群年龄

表1 放牧强度与种群年龄对短花针茅种群特征影响的双因素方差分析
Table 1 Two-way ANOVA for population characteristics affected by grazing system and age composition

种群特征 Population characteristics	变异来源 Source of variation	df	MS	F	P
种群密度 Population density	年龄 Age	4	114.23	13.46	0.001
	放牧强度 Grazing intensity	2	70.69	8.31	0.011
	年龄×放牧强度 Age×Grazing intensity	8	8.51	1.12	0.348
种群生物量 Population biomass	年龄 Age	4	966.91	2.02	0.183
	放牧强度 Grazing intensity	2	1232.39	2.47	0.146
	年龄×放牧强度 Age×Grazing intensity	8	498.67	11.74	0.000

与放牧强度均对种群密度具有显著性影响 ($P<0.05$), 而种群年龄与放牧强度的交互作用则对种群密度无显著性影响; 这一结果与种群生物量刚好相反, 即种群年龄与放牧强度对种群密度均无显著性影响, 而种群年龄与放牧强度交互作用则对种群密度具有显著性影响。从年龄角度分析 (图1), 短花针茅幼龄与成年植株密度显著大于幼苗、老龄前期、老龄期密度, 且放牧条件下幼苗出现最低值; 而放牧强度结果显示, 各年龄短花针茅种群密度、生物量均呈现重度放牧处理最高、适度放牧次之、重度放牧最低的规律。在对短花针茅种群密度与生物量进行线性拟合发现 (图2), 仅重度放牧处理模型达显著性水平 ($P<0.05$)。

2.2 放牧对短花针茅沉积土壤与裸地土壤团聚体的影响

双因素方差分析结果表明 (表2), 短花针茅荒漠草原团聚体分布主要受团聚体粒径及其与放牧强度的交互作用影响 ($P<0.05$)。同一放牧处理下基本呈现 $100\sim 250\ \mu\text{m}$ 团聚体含量最大、 $<50\ \mu\text{m}$ 与 $50\sim 100\ \mu\text{m}$ 团聚体含量次之、 $>500\ \mu\text{m}$ 团聚体含量最小的规律; 而荒漠草原植物之间的裸地土壤团聚体分布情况表明 (图3), 3种放牧处理中, $<50\ \mu\text{m}$ 团聚体含量最高。土壤团聚体结构破坏率表现为重度放牧处理大于适度放牧处理, 且放牧处理下裸地土壤团聚体结构破坏率均高于植物沉积土壤团聚体结构破坏率 (表3)。

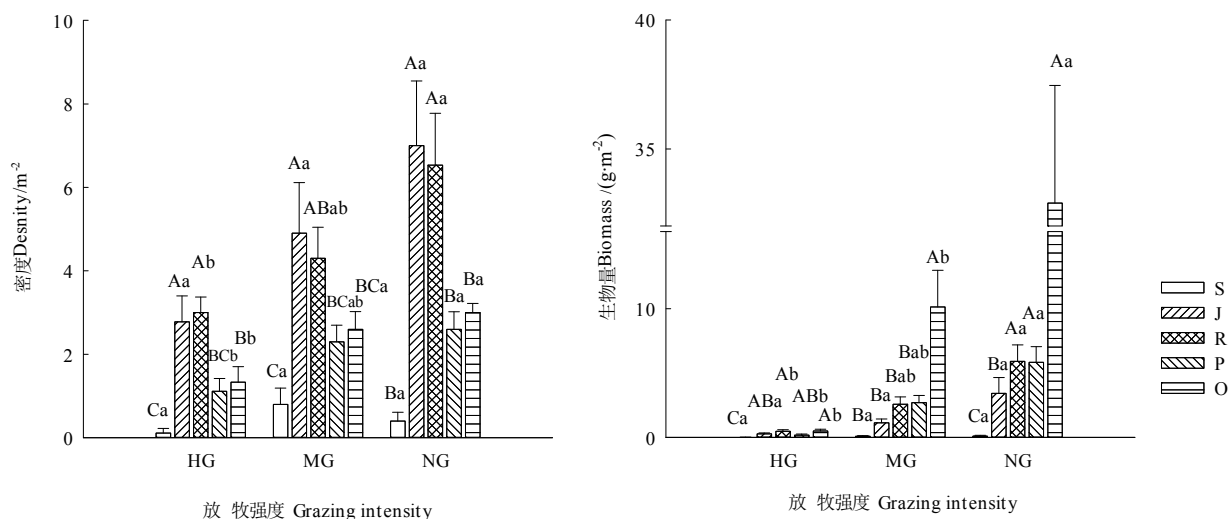


图1 重度放牧、适度放牧、不放牧条件下短花针茅种群特征

Fig. 1 Population characteristics of *Stipa breviflora* in heavy grazing (HG), moderate grazing (MG) and no grazing (NG)

(平均值±标准误差); 不同小写字母表示不同放牧强度种群特征存在显著性差异, 不同大写字母表示不同年龄种群特征存在显著性差异 (Mean±SE); Different lowercase letters indicate significant differences in grazing intensity, and different capital letters indicate significant differences in the age compositions

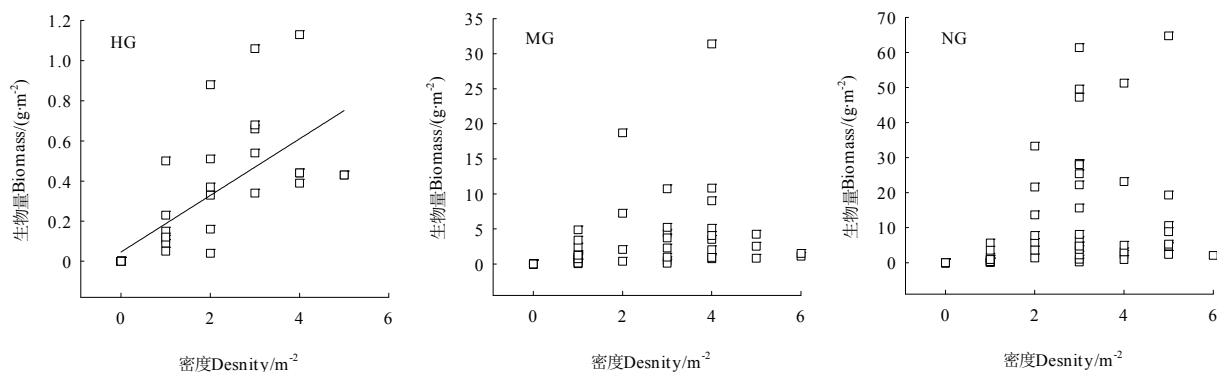


图2 重度放牧、适度放牧、不放牧条件下各年龄短花针茅种群与生物量线性回归

Fig. 2 Linear regression of population density and standing crop of *Stipa breviflora* under different age composition in in heavy grazing (HG), moderate grazing (MG) and no grazing (NG)

表 2 放牧强度与团聚体大小对土壤团聚体分布的双因素方差分析

Table 2 Two-way ANOVA for soil aggregate distribution affected by grazing system and Aggregate size

土壤类型 Soil type	变异来源 Source of variation	df	MS	F	P
植物沉积土壤团聚体 Botanical sedimentary soil aggregate	团聚体粒径 Aggregate size classes	4	1 801.13	715.81	0.000
	放牧强度 Grazing intensity	2	0.00	0.00	0.999
	团聚体粒径 Aggregate size classes× 放牧强度 Aggregate size× Grazing intensity	8	7.84	3.12	0.011
裸地土壤团聚体 Bare land soil aggregate	团聚体粒径 Aggregate size classes	4	2 362.67	833.49	0.000
	放牧强度 Grazing intensity	2	0.00	0.00	0.999
	团聚体粒径 Aggregate size classes× 放牧强度 Aggregate size × Grazing intensity	8	12.56	4.43	0.001

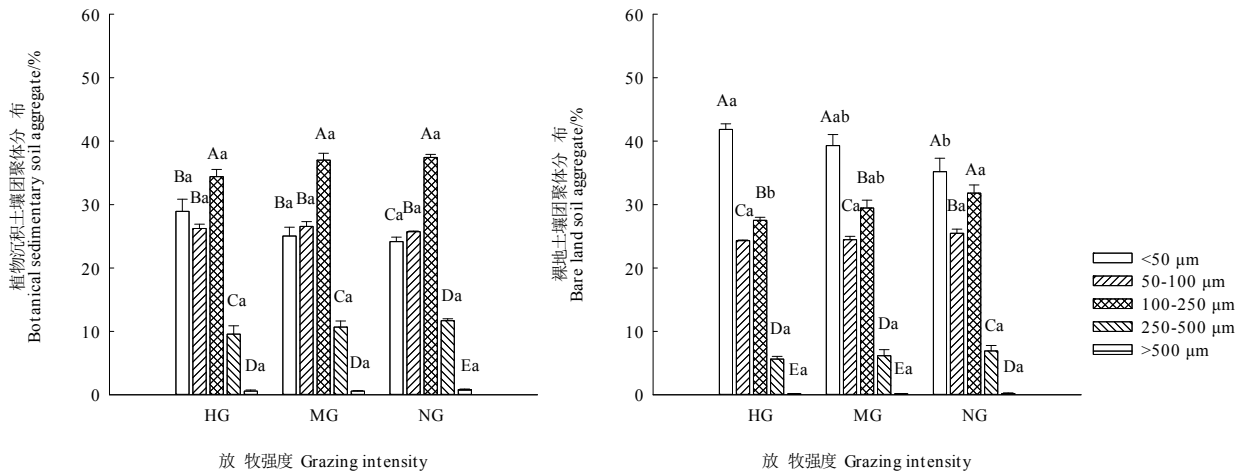


图 3 重度放牧、适度放牧、不放牧条件下土壤团聚体分布

Fig. 3 Soil aggregate distribution in heavy grazing (HG), moderate grazing (MG) and no grazing (NG)

(平均值±标准误差); 不同小写字母表示不同放牧强度种群特征存在显著性差异, 不同大写字母表示不同年龄种群特征存在显著性差异 (Mean±SE); Different capital letters indicate significant differences in grazing intensity, and different lowercase letters indicate significant differences in aggregate size. *n*=15

表 3 重度放牧、适度放牧与不放牧条件下土壤团聚体破坏率

Table 3 Soil percentage of aggregate destruction in heavy grazing (HG), moderate grazing (MG) and no grazing (NG)

放牧强度 Grazing intensity	植物沉积土壤团聚体结构破坏率 Botanical sedimentary soil percentage of aggregate destruction	裸地土壤团聚体结构破坏率 Bare land soil percentage of aggregate destruction
重度放牧 Heavy grazing	78.83±1.75 a	86.19±0.64 a
适度放牧 Medium grazing	71.70±1.24 b	83.36±1.39 b
不放牧 No grazing	83.52±1.22 a	83.50±0.90 ab

平均值±标准误差; 同列不同小写字母表示存在显著性差异

Mean±SE; Different small letters in the same column show significant difference at *P*<0.05 level

2.3 各土壤团聚体之间及其与短花针茅种群特征的关系

植物沉积土壤团聚体与裸地土壤团聚体相关关系表明(图 4), <50 μm 裸地土壤团聚体与<50 μm 植物沉积土壤团聚体呈显著正相关; 与>100 μm 植物沉积土壤团聚体呈负相关, 其中与 100~250 μm、250~500 μm 植物沉积土壤团聚体呈显著负相关; 100~250 μm 裸地土壤团聚体与<50 μm 植物沉积土壤团聚体呈显著正相关, 与 100~250 μm、250~500

μm 植物沉积土壤团聚体呈显著负相关。进一步分析发现, <50 μm 植物沉积土壤团聚体与各年龄短花针茅密度、生物量呈负相关, 而 100~250 μm、250~500 μm、>500 μm 植物沉积土壤团聚体与各年龄短花针茅密度、生物量呈正相关。

3 讨论

在植物生态学中, 种群密度指单位面积种群的个体数量, 通常通过统计一定面积内种群的个体数量得以实现(杨持, 2008), 种群密度的这种运算

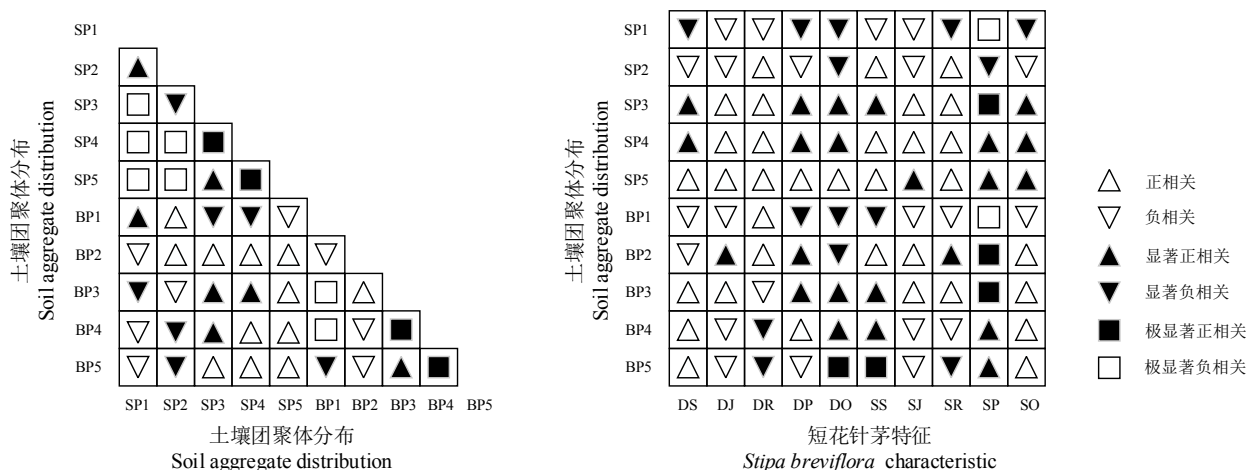


图4 各土壤团聚体分布与短花针茅特征的相关关系

Fig. 4 Correlation between soil aggregate distribution and characteristics of *Stipa breviflora*

逻辑代表了取样面积内种群个体的平均状态。事实上,植物种群不可能以同样大小的个体均匀存活,这即是说,植物种群特征的计算过程应充分考虑种群结构,因为种群结构不仅反映了植物更新与个体行为策略,还清晰地描述了不同组分个体在种群内的地位和配置情况(卫智军等,2016)。研究显示,短花针茅幼龄与成年植株密度显著大于幼苗、老龄前期、老龄期密度(图1)。这是因为短花针茅是多年生丛生禾草,放牧踩踏等行为可能会诱使老龄前期、老龄期的短花针茅基丛不规则分裂,使原本较大的株丛转变为几个较小的株丛,在数量上提高了短花针茅中幼龄与成年植株的密度。Proulx et al. (1998) 研究显示,在较为贫瘠的生态系统中,放牧能够有效地降低植物数量、生物量等,这与本研究短花针茅种群密度、生物量以不放牧处理最高、适度放牧次之、重度放牧最低的结果较为一致。这是因为绵羊反复啃食短花针茅地上部分,减少了短花针茅碳同化器官,加之反复践踏使得土壤通透性降低(Yavuz et al., 2015),影响植株正常生长。

风沙沉积是干旱和半干旱生态系统中普遍存在的现象,大量的野外观测和室内模拟实验都证明,植物是风沙沉积的重要基础条件。而放牧家畜长期采食等行为诱使草原植物群落优势种或其组成与结构发生演变(Bai et al., 2004),这就形成了一个放牧家畜、植物、沉积土壤间的反馈调节回路。研究认为,丛生型植物能够有效地影响近地表气流,使风沙流中携带的可沉积颗粒在其株丛间沉积(Du et al., 2013; Pastrán et al., 2016)。植物沉积土壤包括远源沉积和近源沉积两个部分,关键来自

于邻近地区的风成物质(Zhang et al., 2011)。土壤团聚体结构破坏率结果表明(表3),放牧处理下裸地土壤团聚体结构破坏率均高于植物沉积土壤团聚体结构破坏率。这说明放牧条件下,植物沉积土壤很可能由其周边土壤迁徙而来,因为土壤损失量实际上是大气沉降和风蚀搬移的净结果;而重度放牧处理土壤团聚体结构破坏率显著大于适度放牧处理,加上重度放牧处理植被密度较低,故重度放牧处理更易发生风蚀搬移,这说明完整的植被有助于近地表土壤结构稳定维持。

进一步研究发现,<50 μm 裸地土壤团聚体含量与<50 μm 植物沉积土壤团聚体含量呈正相关($P<0.05$),说明<50 μm 土壤团聚体属高度可蚀颗粒(Zamani et al., 2013)。在风力作用下,<50 μm 植物沉积土壤团聚体与<50 μm 裸地土壤团聚体可能存在相互转移的现象。由于土壤团聚体分布实质为不同粒径团聚体所占的百分含量,故存在此消彼长的现象,即<50 μm 土壤团聚体含量上升势必导致其他粒径含量的下降,表现为<50 μm 裸地土壤团聚体含量与>100 μm 以上各植物沉积土壤团聚体含量的负相关关系(图4)。而<50 μm 植物沉积土壤团聚体含量与各年龄短花针茅特征呈负相关,各>100 μm 植物沉积土壤团聚体含量与各年龄短花针茅密度、生物量呈正相关,这说明在与其基部土壤的反馈调节过程中,短花针茅不仅能够有效地改善其基部土壤结构,促进大团聚体颗粒形成,还可以通过固定周边可蚀土壤颗粒来互动其基部土壤。这进一步证明了荒漠草原短花针茅具有防止水土流失的生态功能。

相同放牧处理下,植物沉积土壤团聚体

100~250 μm 团聚体含量最大,裸地土壤团聚体分布以<50 μm 团聚体含量最高。团聚体周转模型认为,团聚体的形成有赖于颗粒有机物,颗粒有机物增加能够提升大团聚体含量 (Six et al., 1998)。而本研究出现这种现象的可能主要源于以下过程:(1)风沙流中携带的可沉积颗粒的主要成分是土壤黏粉粒(肖洪浪等, 1997),植物在蒸腾作用等过程会流失水分,其中的一部分水分可能会弥散于短花针茅基部土壤黏粉粒间,充当粘接剂将黏粉粒结合在一起,逐渐形成大颗粒团聚体;(2)土壤黏粉粒有机碳等养分含量较高,而有机碳是重要的胶结物质,能够增强土粒的团聚性、促进团粒结构的形成 (Pullemann et al., 2004);(3)黏粉粒沉降于短花针茅基部势必会提高其土壤养分,促进短花针茅个体生长发育,加速其生理代谢活动,进而重复过程(1),逐渐形成大颗粒团聚体;(4)短花针茅基部宿存枯叶等凋落物,分解后的养分可以改善土壤结构,促进表面土壤团粒结构的形成 (Tisdall et al., 1982),进而促使大颗粒团聚体形成。研究表明,土壤团聚体粒径越大,表明土壤聚集物越不易分散,其稳定性越好(胡琼英等, 1996)。说明荒漠草原短花针茅基部土壤比周边裸地土壤稳定性高,一定程度证明了短花针茅具有防止水土流失的生态功能。

如上文所述,<50 μm 植物沉积土壤团聚体与<50 μm 裸地土壤团聚体存在相互转移的现象,而短花针茅可以有效固定小颗粒土壤团聚体,其密度和生物量与 100~250 μm 、250~500 μm 、>500 μm 植物沉积土壤团聚体呈正相关。本研究中,放牧家畜长期采食等行为有效降低了各年龄短花针茅种群密度、生物量,而大量的野外观测和室内模拟实验证明,植物是风沙沉积的重要基础条件,势必削弱草地抵抗风蚀和沉降风沙的能力,进而导致草地退化过程的发生。

4 结论

本研究系统地分析了放牧调控下荒漠草原建群种(短花针茅)特征及土壤团聚体分布,认为放牧降低了各年龄短花针茅种群密度和生物量,削弱了荒漠草地抵抗风蚀和沉降风沙的能力,降低了短花针茅改善基部土壤结构的生态功能,这可能是放牧草地退化过程的重要机制之一。

参考文献:

BAI Y F, HAN X G, WU J G, et al. 2004. Ecosystem stability and compensatory effects in the Inner Mongolia grassland [J]. *Nature*, 431(7005): 181-184.

BELNAP J, REYNOLDS R L, REHEIS M C, et al. 2009. Sediment losses

and gains across a gradient of livestock grazing and plant invasion in a cool, semi-arid grassland, Colorado Plateau, USA [J]. *Aeolian Research*, 1(1-2): 27-43.

COLLINS S L, KNAPP A K, BRIGGS J M, et al. 1998. Modulation of diversity by grazing and mowing in native tallgrass prairie [J]. *Science*, 280(5364): 745-747.

DOUGILL A J, THOMAS A D. 2002. Nebkha dunes in the Molopo Basin, South Africa and Botswana: formation controls and their validity as indicators of soil degradation [J]. *Journal of Arid Environments*, 50(3): 413-428.

DU H D, JIAO J Y, JIA Y F, et al. 2013. Phytogenic mounds of four typical shoot architecture species at different slope gradients on the Loess Plateau of China [J]. *Geomorphology*, 193(193): 57-64.

GRUM B, ASSEFA D, HESSEL R, et al. 2017. Effect of in-situ water harvesting techniques on soil and nutrient losses in semi-arid northern Ethiopia [J]. *Land Degradation & Development*, 28(3): 1016-1027.

JARED J B, DANIEL L, HERNANDEZ, et al. 2015. Grazing maintains native plant diversity and promotes community stability in an annual grassland [J]. *Ecological Applications*, 25(5): 1259-1270.

PASTRÁN G, CARRETERO E M. 2016. Phytogenic Mounds (Nebkhas): Effect of *Tricomaria usillo* on Sand Entrapment in Central-West of Argentina [J]. *Journal of Geographic Information System*, 8(4): 429-437.

PROULX M, MAZUMDER A. 1998. Reversal of grazing impact on plant species richness in nutrient-poor vs. nutrient-rich ecointensity [J]. *Ecology*, 79(8): 2581-2592.

PULLEMAN M M, MARINISSEN J C Y. 2004. Physical protection of mineralization C in aggregates from long-term pasture and arable soil [J]. *Geoderma*, 120(3/4): 273-282.

SIX J, ELLIOTT E T, PAUSTIAN K, et al. 1998. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils [J]. *Soil Science Society of American Journal*, 62(5): 1367-1377.

TISDALL J M, OADES J M. 1982. Organic-matter and water-stable aggregates in soils [J]. *European Journal of Soil Science*, 33(2): 141-163.

WIGGS G F S, LIVINGSTONE I, THOMAS D S G, et al. 1994. Effect of vegetation removal on airflow patterns and dune dynamics in the southwest Kalahari desert [J]. *Land Degradation and Development*, 5(1): 13-24.

WU H, WIESMEIER M, YU Q, et al. 2012. Labile organic C and N mineralization of soil aggregate size classes in semiarid grasslands as affected by grazing management [J]. *Biology and Fertility of Soils*, 48(3): 305-313.

YAVUZ T, KARADAG Y. 2015. The effect of fertilization and grazing applications on root length and root biomass of some rangeland grasses [J]. *Turkish Journal of Field Crops*, 20(1): 38-42.

ZAMANI S, MAHMOODABADI M. 2013. Effect of particle-size distribution on wind erosion rate and soil erodibility [J]. *Archives of Agronomy & Soil Science*, 59(12): 1743-1753.

- ZHANG P, YANG J, ZHAO L, et al. 2011. Effect of *Caragana tibetica* nebkhas on sand entrapment and fertile islands in steppe-desert ecotones on the Inner Mongolia Plateau, China [J]. *Plant and Soil*, 347(1): 79-90.
- 白永飞, 许志信, 李德新, 等. 1999. 内蒙古高原四种针茅种群年龄与株丛结构的研究[J]. *植物学报*, 41(10): 1125-1131.
- 陈世瑛, 李银鹏, 孟君, 等. 1997. 内蒙古几种针茅特性和生态地理分布的研究[J]. *内蒙古农业大学学报(自然科学版)*, 18(1): 40-46.
- 胡琼英, 兰叶青, 薛家骅. 1996. 土壤胶体稳定性影响因素[J]. *土壤*, (6): 290-294.
- 卫智军, 韩国栋, 赵钢, 等. 2013. 中国荒漠草原生态系统研究[M]. 北京: 科学出版社.
- 卫智军, 刘文亨, 吕世杰, 等. 2016. 荒漠草地短花针茅种群年龄对放牧调控的响应机制[J]. *生态环境学报*, 25(12): 1922-1928.
- 肖洪浪, 张继贤, 李金贵. 1997. 腾格里沙漠东南缘降尘粒度特征和沉积速率[J]. *中国沙漠*, 17(2): 127-132.
- 杨持. 2008. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社.
- 依艳丽. 2009. 土壤物理研究法[M]. 北京: 北京大学出版社.

Effects of Grazing on Edificators and Soil Aggregate Characteristics in *Stipa breviflora* Desert Steppe

LIU Wenting¹, WANG Tianle¹, ZHANG Shuang¹, DING Lijun¹, LÜ Shijie², WEI Zhijun¹

1. College of Grassland, Resources and Environmental, Inner Mongolia Agricultural University Huhhot 010019, China;

2. College of Science, Inner Mongolia Agricultural University Huhhot 010018, China

Abstract: Based on the grazing control experiment of desert grassland in Sonid Right Banner of Inner Mongolia Agricultural University, this paper analyzed the edificator structure and soil aggregates of desert grassland, to reveal the potential relationship between *Stipa breviflora* and sedimentary soil. The results showed that: The density of juvenile and adult plants of *S. breviflora* was significantly higher than that of seedlings, presenile and old age. The densities and standing crop of *S. breviflora* were the highest in heavy grazing, followed by moderate grazing and the no grazing ($P<0.05$). The distribution of aggregates in *Stipa* desert grassland was affected by the size of aggregates and the interaction with grazing patterns. In the same grazing treatment, the distribution value of botanical sedimentary aggregates of 100~250 μm was the highest, and the distribution value of $<50\ \mu\text{m}$ and 50~100 μm aggregates was second, and the aggregate of $>500\ \mu\text{m}$ was the smallest. The distribution of bare land soil aggregates showed that the distribution of $<50\ \mu\text{m}$ was the highest ($P<0.05$). The distribution of $<50\ \mu\text{m}$ in bare land was significantly positively related to botanical sedimentary of $<50\ \mu\text{m}$. And characteristic of each age stage *S. breviflora* was negatively correlated with botanical sedimentary soil aggregates in $<50\ \mu\text{m}$. The soil aggregates of $>100\ \text{m}$ plants were positively correlated with the characteristics of *S. breviflora*. It is suggested that grazing decreased *S. breviflora* population density and biomass in each age, weakened the ability of resisting wind erosion and deposition of sandy in desert grassland, reduced the ecological function of soil structure of improving *S. breviflora*. It may be one of the important mechanisms for the degradation of grazing grassland.

Key words: *Stipa breviflora*; population age; soil aggregates; grazing; desert grassland