

# 草原退化过程中土壤碳氮分布与群落生物量的关系

王雪婷, 乌云娜, 王 洋, 李 阳, 李双池, 李博思

(大连民族学院 环境与资源学院, 辽宁 大连 116600)

**摘要:**为了有效开发利用草原、维护草原生态系统良性循环,以内蒙古呼伦贝尔克鲁伦流域的克氏针茅(*Stipa krylovii*)典型草原为研究对象,通过设置不同放牧强度的天然草原试验样地,采用野外实地调查与室内分析法,研究不同放牧强度下土壤碳-氮空间分布格局以及其对植被生产力的影响。结果表明:不同放牧梯度上植物地上生物量变化趋势为:轻牧>中牧>重牧;不同放牧梯度上的土壤有机质碳含量有显著差异性,变化表现为:轻牧>重牧>中牧;不同放牧梯度上的土壤氮含量有显著差异性,且轻牧>重牧、轻牧>中牧,中牧、重牧变化关系不显著;不同放牧梯度上,土壤 C/N 值与植物生物量均保持一种相对稳定的关系。

**关键词:**草原;放牧强度;土壤碳、氮;植物生物量

**中图分类号:**S812.8

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)09-0104-07

由于大规模的放牧活动和对土壤资源的过度性掠夺,土壤退化现象在全球范围内日益严重,并已经成为严重威胁人类生存发展的全球性农业与环境健康问题,受到世界各国的广泛关注。人为活动可以诱导或者加速土壤退化的进程,也可以对土壤退化过程进行有效的阻止和防治<sup>[1]</sup>。干扰是人类强加在自然因素之上,间接驱动着土壤碳-氮变化的动能因子。放牧是人类对草地的主要干扰方式之一<sup>[2]</sup>。在陆地生态系统中,土壤被称为生物量生产最重要的基质,土壤有机碳和氮在全球碳氮循环中起着重要作用<sup>[3]</sup>。从全球范围内来看,过度放牧使全球土壤侵蚀(风蚀、水蚀)和盐渍化面积增加;放牧强度是导致草原土壤退化的主要因素,其对草原的影响是多方面的,包括地上地下生态系统的影响。我国在土壤碳氮格局对植被生物量的影响方面的研究比较少,目前国内学者对草原碳氮变化规律日益关注,集中于放牧对典型草原土壤有机碳、氮的空间特征影响等。碳氮循环及其相互作用关系已成为全球变化研究的热点。

我国内蒙古自治区的呼伦贝尔草原在东北地区生态安全体系中占有重要地位。地处西伯利亚冬季风入侵我国东北的大通道上,与大兴安岭相连,成为我国东北地区一道强大的生态防护屏障,在我国东北地理格局中具有不可取代的生态功能。持续性强度放牧是草原生态系统崩溃的根本要素之一,该文从轻度、中度、重度不同的放牧梯度分析呼伦贝尔克氏针茅典型草原退化过程中放牧对土壤中植物生物量以及碳氮空间特征的影响,进一步研究土壤碳氮格局对植物生物量的作用规律,从植物-养分-土壤系统的作用机制上揭示草原植被的演替规律,为退化草原植物营养监测以及有效开发利用草原、维护草原生态系统良性循环提供科学依据。

## 1 研究区域概况

研究区位于内蒙古自治区呼伦贝尔市新巴尔虎右旗境内克鲁伦河流域的中温型典型草原区。该地区具有寒冷、雨少、风大的特征,夏季气温较高,降水量相对充足。新巴尔虎右旗(简称新右旗)是内蒙古自治区 19 个边境旗(市)和 23 个牧业旗之一,位于中国东北边境(N47°36'~49°50', E115°31'~117°43')、呼伦贝尔市西部中俄蒙三国交界处。

研究区土壤主要为栗钙土<sup>[4]</sup>。选择呼伦镇、莫农塔拉、杭乌拉 3 个样地为实验样地,于 2012 年植物生长高峰期(7 月末至 8 月初)采样。样地地理位置分布详见表 1。

收稿日期:2014-04-03

基金项目:国家级大学生创新创业训练计划资助项目(G2012006);国家自然科学基金资助项目(31170402);国家 973 资助项目(2009CB421308);中央高校基本科研业务费专项资助项目(DC120101141)

第一作者简介:王雪婷(1992-),女,内蒙古自治区鄂尔多斯市人,学士,从事环境工程研究。

通讯作者:乌云娜(1968-),女,教授,博士,从事恢复生态学研究。E-mail:wuyunna@dlnu.edu.cn。

表 1 样地基本概况

Table 1 General conditions of sample plots

样地类型 Types	地理位置 Location	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔高度/m Altitude
轻牧 Lightly grazed	呼伦镇	E49°14′43.9″	N116°55′34.0″	479
中牧 Moderately grazed	莫农塔拉	E47°55′03.3″	N117°23′24.1″	612
重牧 Heavily grazed	杭乌拉	E48°31′57.7″	N116°40′09.8″	575

在植被调查过程中,共记载的植物种类多达 40 种,主要包括禾本科、豆科、菊科、莎草科、蔷薇科、毛茛科、唇形科、十字花科和石竹科等。

2 研究方法

2.1 样地选择与测定方法

在试验区内按照天然草原各亚类构成的组成比例以及分布情况,选择新巴尔虎右旗区域最具有代表性的退化草原群落—克氏针茅草原样地作为研究对象。在轻、中、重不同放牧梯度上分别设置样地。每个样地的典型地段上各设置三条 50 m 样线,每隔 5 m 设一个 1 m×1 m 的样方,共计 10 个样方,登记样方内的种类组成,分种测定地上部高度、盖度、基面积和体积。同时分别采用 100 mL 环刀获取 0~15 cm 表层土壤样品,装袋密封并带回实验室。土壤样品经自然风干后剔除

植物根系等杂质,并用球磨仪磨碎过 1 mm 土壤筛,采用重铬酸钾容量法-外加热法测定土壤全碳含量,采用半微量凯氏定氮法测定土壤全氮。

试验区内过度放牧是天然草原退化的最主要的原因。采用草地退化等级划分方法,利用三因素综合优势比(SDR<sub>3</sub>)及指示种的变化,划分不同的退化梯度系列,即轻度退化区、中度退化区和重度退化区。

野外调查中植物盖度等级的划分基准见图 1。在 1 m×1 m 样方内估计群落物种盖度,如果物种盖度小于 1%,根据 Penfound 等的盖度等级划分法,其盖度等级属于+(0.04);如果盖度介于 1%~5%,其盖度等级属于 1'(0.2)。依此类推,物种盖度共分为 5 个等级,分别为+(0.04)、1'(0.2)、1、2、3、4。

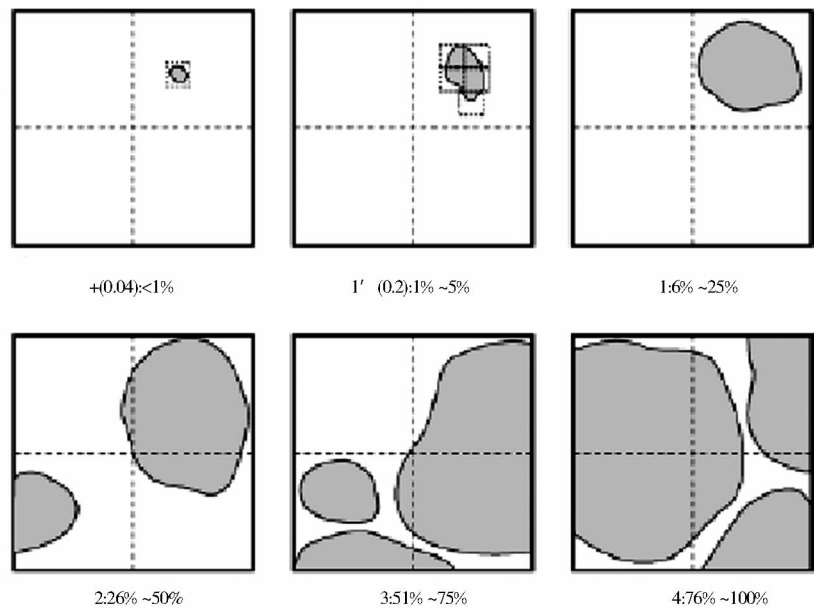


图 1 盖度等级的划分

Fig. 1 Vegetation coverage classification

3 结果与分析

3.1 不同放牧梯度上群落特征的变化

在群落调查中,轻度放牧样地群落物种组成最丰富,中度放牧和重度放牧样地群落植物的种类均少于轻牧。在不同放牧梯度上,共有草种 5

种,分别是克氏针茅、细叶葱、黄囊苔草、山莓草和糙隐子草(见表 2)。在轻牧中克氏针茅的生物量最多,为 89.77 g,且体积最大,为优势种;在中牧中糙隐子草生物量最多,为 37.96 g,且体积最大,为优势种;在重牧中多根葱生物量最多,为

20.77 g,且体积最大,为优势种。不同放牧强度达 0.9 以上(见表 3),同时群落种类组成及物种下植被体积对生物量的影响极显著,其相关性均根系功能不同,其生物量也不同。

表 2 不同放牧强度下植物群落结构的数量特征

Table 2 Community structure characteristics under different grazing intensity

样地 Sample plots	植物名称 Plants	拉丁名称 Latin names	盖度 Cover degree	基面积/ m <sup>2</sup> Basal area	最高高度/ cm Max height	体积/ cm <sup>3</sup> Volume	生物量/g Biomass
轻度放牧 Lightly grazed	克氏针茅	<i>Stipa krylovii</i>	2	0.375	65	24.375	89.77
	羊草	<i>Leymus chinensis</i>	1	0.125	38	4.750	0.15
	阿氏旋花	<i>Convolvulus ammannii</i>	1	0.125	5	0.625	17.03
	细叶柴胡	<i>Bupleurum scorzoneri folium</i>	+	0.001	7	0.007	0.22
	草芸香	<i>Haplophyllum dauricum</i>	+	0.001	7	0.007	0.1
	细叶葱	<i>Allium tenuissimum</i>	+	0.001	17	0.017	0.61
	二裂委陵菜	<i>Potentilla bifurca</i>	+	0.001	8	0.008	1.11
	黄囊苔草	<i>Carex korshinskyi</i>	+	0.001	4	0.004	0.15
	冷蒿	<i>Artemisia frigida</i>	+	0.001	3	0.003	0.03
	蒙古葱	<i>Allium mongolicum</i>	+	0.001	8	0.008	1.73
	山莓草	<i>Sibbaldia procumbens</i>	+	0.001	5	0.005	1.3
	黄蒿	<i>Artemisia scoparia</i>	+	0.001	7	0.007	0.14
	冰草	<i>Agropyron cristatum</i>	+	0.001	12	0.012	0.71
	糙隐子草	<i>Cleistogenes squarrosa</i>	+	0.001	8	0.008	0.96
	乳浆大戟	<i>Euphorbia esula</i>	+	0.001	10	0.01	0.1
	糙叶黄芪	<i>Astragalus scaberrimus</i>	+	0.001	7	0.007	0.3
	狭叶锦鸡儿	<i>Caragana stenophylla</i>	+	0.001	4	0.004	0.17
	多根葱	<i>Allium polyrhizum</i>	+	0.001	22	0.022	0.54
	细叶柴胡	<i>Bupleurum scorzoneri folium</i>	+	0.001	34	0.034	1.33
	草芸香	<i>Haplophyllum dauricum</i>	+	0.001	17	0.017	1.86
中度放牧 Moderately grazed	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	+	0.001	3	0.003	0.08
	冰草	<i>Agropyron cristatum</i>	+	0.001	16	0.016	0.89
	细叶葱	<i>Allium tenuissimum</i>	+	0.001	22	0.022	1.6
	兴安天门冬	<i>Asparagus dauricus</i>	+	0.001	8	0.008	0.17
	黄囊苔草	<i>Carex korshinskyi</i>	+	0.001	11	0.011	0.08
	冷蒿	<i>Artemisia frigida</i>	+	0.001	5	0.005	1.11
	麻花头	<i>Serratula centauroides</i>	+	0.001	8	0.008	2.37
	直立黄芪	<i>Astragalus adsurgens</i>	+	0.001	6	0.006	0.06
	乳浆大戟	<i>Euphorbia esula</i>	+	0.001	7	0.007	0.65
	糙隐子草	<i>Cleistogenes squarrosa</i>	2	0.375	12	4.5	37.96
	藜	<i>Chenopodium album</i>	1'	0.025	8	0.2	2.37
	落草	<i>Koeleria cristata</i>	+	0.001	10	0.01	1.15
	山莓草	<i>Sibbaldia procumbens</i>	+	0.001	3	0.003	0.01
	展枝唐松草	<i>Thalictrum squarrosom</i>	1'	0.025	16	0.4	1.45
	山葱	<i>Veratrum nigrum</i> Linn	+	0.001	12	0.012	0.3
	克氏针茅	<i>Stipa krylovii</i>	1	0.125	32	4	15.76
	狭叶锦鸡儿	<i>Caragana stenophylla</i>	+	0.001	6	0.006	0.19
	变蒿	<i>Artemisia commutata</i>	+	0.001	7	0.007	0.22
	猪毛菜	<i>Salsola collina</i>	+	0.001	1	0.001	0.01
	多根葱	<i>Allium polyrhizum</i>	1	0.125	21	2.625	20.77
重度放牧 Heavily grazed	黄囊苔草	<i>Carex korshinskyi</i>	1'	0.025	12	0.3	7.68
	二裂委陵菜	<i>Potentilla bifurca</i>	1'	0.025	6	0.15	3.33
	糙隐子草	<i>Cleistogenes squarrosa</i>	+	0.001	2	0.002	0.06
	小花花旗竿	<i>Dontostemon micranthus</i>	+	0.001	9	0.009	0.05
	画眉草	<i>Eragrostis pilosa</i>	+	0.001	3	0.003	0.01
	茵陈蒿	<i>Artemisia capillaris</i>	+	0.001	9	0.009	0.74
	羊草	<i>Leymus chinensis</i>	+	0.001	14	0.014	0.07
	克氏针茅	<i>Stipa krylovii</i>	+	0.001	17	0.017	1.48
	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	+	0.001	4	0.004	0.01
	细叶葱	<i>Allium tenuissimum</i>	+	0.001	5	0.005	0.1
	地草	<i>Salsola collina</i>	+	0.001	1	0.001	0.01
	白头翁	<i>Pulsatilla chinensis</i> Regel	+	0.001	6	0.006	0.47
	山莓草	<i>Sibbaldia procumbens</i>	1'	0.025	4	0.1	6.16
	阿氏旋花	<i>Convolvulus ammannii</i>	+	0.001	2	0.002	0.58
	野韭	<i>Allium ramosum</i>	+	0.001	13	0	0.04
	燥原芥	<i>Ptilotricum canescens</i>	+	0.001	2	0.002	0.03

表 3 不同放牧梯度上植物生物量与体积因素的相关系数  
Table 3 The correlation index between plant biomass and the volume factors of different grazing intensities

项目 Items	体积 Volume		
	轻牧 Lightly grazed	中牧 Moderately grazed	重牧 Heavily grazed
生物量 Plant biomass	轻牧 Lightly grazed	0.966 **	—
	中牧 Moderately grazed	—	0.933 **
	重牧 Heavily grazed	—	0.942 **

注: \*\* 表示极显著相关( $P<0.01$ )。  
Note: \*\* mean significant difference at 0.01 level.

3.2 不同放牧梯度上群落生物量的变化

在 3 种不同放牧梯度上,植物地上生物量关系依次是轻牧>中牧>重牧,数值分别为:215.84、149.53 和 57.26 g。总体来说,随着放牧强度增大,草原植物地上生物量均大幅度下降。

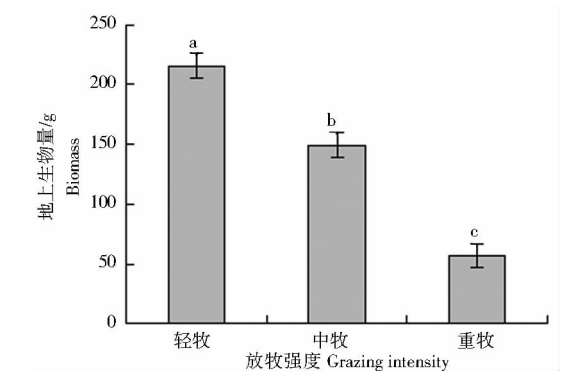


图 2 不同放牧梯度上植物生物量变化  
Fig. 2 The plant biomass of different grazing intensities

3.3 不同放牧梯度上土壤有机质碳含量的变化

土壤有机质碳的含量及其动态平衡是反映土壤质量和草地健康的重要指标之一,对草原土壤生产力有着直接影响。轻牧、中牧、重牧 3 个不同放牧梯度上的各个样方中,土壤有机碳含量波动

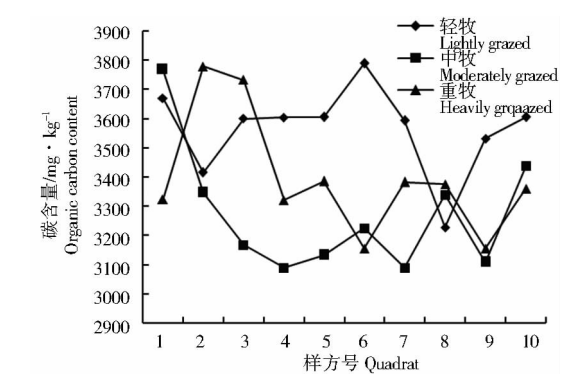


图 3 不同放牧梯度上土壤有机质碳含量变化  
Fig. 3 The soil organic carbon content of different grazing intensities

变化有幅度较大(见图 3)。轻度放牧碳含量以第 6 次样方最高,达到 3 800  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;第 8 次样方为最低,含量仅为 3 200  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。中度放牧碳含量以第 1 样方最高,达到 3 750  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;第 7 样方最低,含量仅为 3 100  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。重度放牧碳含量以第 2 样方最高,达到 3 750  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;第 6 样方最低,含量仅为 3 150  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。这些变化体现出土壤养分空间异质性的作用和影响。在水平尺度上,随着放牧强度的加大有机碳含量的总体趋势是轻牧>重牧>中牧。

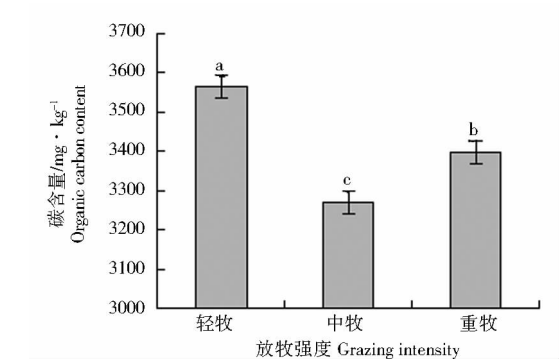


图 4 不同放牧梯度上土壤有机质碳平均含量变化  
Fig. 4 The soil organic carbon average content of different grazing intensities

不同放牧梯度上的土壤有机质碳平均含量:轻牧>重牧>中牧,且轻牧和中牧的差异显著。轻度放牧梯度上有机碳平均含量为 3 565.35  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,中度放牧梯度上有机碳平均含量为 3 271.2  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,重度放牧梯度上有机碳平均含量为 3 397.85  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

3.4 不同放牧梯度上土壤氮含量的变化

氮元素不仅是调节陆地生态系统生产量、结构和功能的关键性元素之一,而且能够限制群落初级生产量,在草原生态系统的碳氮循环中起到至关重要的作用<sup>[5]</sup>。不同放牧梯度上的样方土壤氮含量在不同放牧梯度间的关系是轻牧>重牧,

轻牧>中牧,中牧和重牧基本保持一致,轻度放牧土壤中的氮含量有不同程度的波动,重度放牧土壤中氮含量保持相对平稳(见图5)。轻度放牧土壤中氮含量以8号样方为最高达到 $1.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,以2号样方最低含量为 $1.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。中度放牧土壤中氮含量以4号样方达到最大值为 $1.15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,重度放牧土壤中氮含量以5号样方达到最大值为 $1.25 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,中度与重度放牧土壤中最低氮含量基本保持一致约为 $1.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

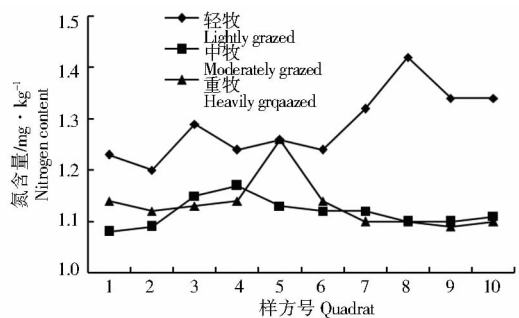


图5 不同放牧梯度上土壤氮含量变化

Fig. 5 The soil nitrogen content of different grazing intensities

不同放牧梯度上土壤氮含量大体趋势表现为:轻牧>重牧,轻牧>中牧,中牧、重牧变化差异不显著。轻牧的土壤氮平均含量为 $1.288 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,而中牧和重牧分别为 $1.117$ 和 $1.132 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

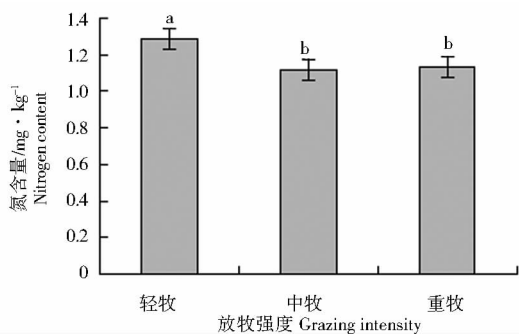


图6 不同放牧梯度上土壤氮平均含量变化

Fig. 6 The soil organic nitrogen average content of different grazing intensities

### 3.5 不同放牧梯度上土壤 C/N 值的变化

不同放牧梯度草原上各个样方的土壤C/N值均有不同程度上下波动,其中轻牧和中牧的波动幅度较大。如图7所示,轻度放牧土壤C/N最大值为3100,最小值为2300;中度放牧土壤中C/N最大值为3800,最小值为2700;重度放牧土壤中C/N最大值为3400,最小值为2700。

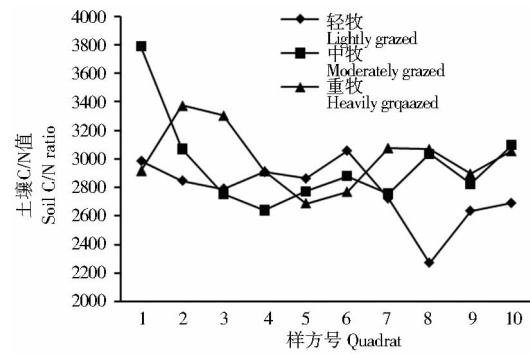


图7 不同放牧梯度上土壤 C/N 值变化

Fig. 7 The soil C/N ratio vary from different grazing intensities

不同放牧梯度草原上土壤C/N平均比值变化趋势为轻牧<中牧<重牧,并且各个放牧梯度上的C/N值有着显著差异。轻度放牧土壤C/N平均值为2768.13,中度放牧土壤C/N平均值为2928.56,重度放牧土壤C/N平均值为3001.63。

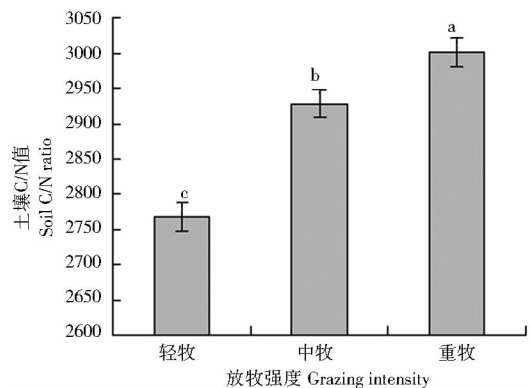


图8 不同放牧梯度上土壤 C/N 平均比值变化

Fig. 8 The soil C/N charge of ratio different grazing intensities

### 3.6 植物生物量与土壤碳-氮分布格局的关系

不同放牧梯度上土壤C/N值与植物生物量保持一种相对稳定的关系,其方程为 $y = 0.238x + 3008$ ,  $R^2 = 0.002$ ,表明其相关性基本不

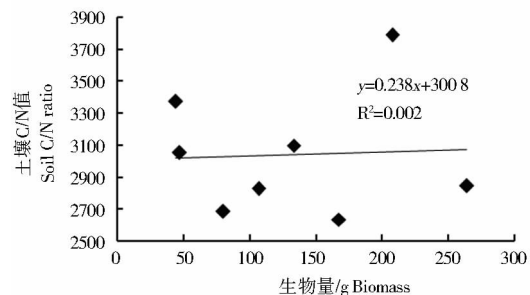


图9 植物生物量与土壤 C/N 值的关系

Fig. 9 The relationship between plant biomass and C/N ratio

受放牧干扰的影响。

## 4 结论与讨论

### 4.1 不同放牧强度对草原群落生物量的影响

草原的主要利用方式是放牧,内蒙古草原的放牧方式以定居式连续放牧为主<sup>[6]</sup>。因此不同强度的放牧方式对比较脆弱的内蒙古草原生态系统的变化有着显著影响。不同放牧程度会引起草原植物群落生物量变化,过度放牧会导致草原群落生物量降低。在 3 个不同放牧梯度草原上,植物地上生物量关系依次是轻牧>中牧>重牧。总体来说,轻牧草原上生长的植被生物量最多,且随着放牧强度增大,草原植物地上生物量均大幅度下降,重牧生物量最少。这是由于放牧活动践踏促使草原植物不定根的形成,其高度降低,难以被采食,而随着放牧强度的大幅度增加,草原植物其生长型由直立生长变为匍匐生长,这些可视为草原植物对放牧活动的适应性变化。放牧干扰导致植被种类组成和数量增减发生变化,从而导致植被生物量空间分布特征发生了变化。植被生物量的减少还可能与种子萌发有关,一方面放牧程度的加剧导致群落内一部分可食性牧草失去了再生能力,逐渐在群落中消失,使得可萌发种子数量下降;另一方面放牧程度的加剧使土壤综合性状明显恶化,中牧区和重牧区相较于轻牧区,草地植物种类、盖度和密度有所减少,同时能够积聚的包含种子的凋落物也减少,增加了土壤养分的吹蚀,土壤的理化性状恶化,不利于其它植物种的入侵和定居,以至于可萌发种子数量减少<sup>[7]</sup>。因此,植物与土壤的关系是植物生态学研究的一个重要内容,也是退化草地恢复重建的重要理论基础<sup>[8]</sup>。

### 4.2 不同放牧梯度上土壤有机质碳、氮的变化

草地生态系统是陆地碳循环及碳截存的一个重要组成部分<sup>[9]</sup>。放牧对草原生态系统中有有机质碳、氮这两种最基本元素的分布格局具有深远的影响<sup>[10]</sup>。由人为放牧活动引起植被覆盖变化是土壤碳氮分布格局的最直接影响因子,其强度远远超过自然变化影响的速率和程度。在过度放牧下,地上生物量仅有 20%~40%能够以凋落物或者粪便的形式归还到土壤中<sup>[11]</sup>。而该项研究的结果表明,随着草原退化程度的加大,其土壤的理化性质也随之改变,与前人的研究结论一致<sup>[12-13]</sup>。随着放牧强度的增加,草层高度、盖度会显著降低,从而使表层土壤直接裸露,加速了土壤风蚀作用。而土壤的风蚀作用又进一步降低草

原的初级生产力和凋落物的累积,直接导致草原生态系统中土壤有机质碳含量的下降<sup>[14]</sup>。因此在不同放牧梯度草原上各个样方的土壤有机碳氮含量有明显差异性,土壤有机质碳、氮的含量都是轻牧>重牧>中牧。由于草原上的放牧行为,导致了土壤表层结构发生变化,土壤变得紧实,土壤有机碳氮的矿化作用减少,从而重牧中的有机碳氮含量高于中牧。

放牧使 C/N 值高的植物茎叶被动物啃食,使植物体呈现个体小型化,进而造成高 C/N 值的植物地上生物量少,低 C/N 值的植物地上生物量高。土壤 C/N 值呈现出重牧>中牧>轻牧,且与植物生物量保持一种相对稳定的关系,这可能是植物内稳态机制作用的结果。有机体能够维持自身特性的相对稳定性,使内部环境变化保持在一个较小的范围内,并不随外部环境而剧烈运动。植物可能通过内稳态机制使 C:N:P 维持某一动态平衡<sup>[15]</sup>。该研究表明,C/N 值与生物量保持相对稳定关系,符合内稳态机制的结论。所以,土壤中的 C/N 值是一个重要的指标,它直接关系到草原生态系统的碳氮循环,从某种意义上讲 C/N 值可以作为草原荒漠化的预警值<sup>[16]</sup>。

总之,放牧改变了土壤中碳氮的分布格局,也严重影响植物生物量的贮存。因此,适应性的放牧管理活动已成为我国保护草原生态系统刻不容缓的必然选择。

## 参考文献:

- [1] 傅华,陈亚明,周志宇,等.阿拉善荒漠草地恢复初期植被与土壤环境的变化[J].中国沙漠,2003,23(6):661-664.
- [2] 朱震达,程国栋.中国沙漠化防治[M].北京:科学出版社,1994:39-47.
- [3] 单贵莲.内蒙古锡林郭勒典型草原恢复演替研究与健康评价[D].北京:中国科学院,2009.
- [4] Gauthier G R. Effect of grazing by greater snow geese on the production of gram in oids at an arctic site[J]. Journal of Ecology,1995,83:653-664.
- [5] Heady Harold F. Concepts and principles underlying grazing system[J]. Developing strategies for range land management,1997,34:885-901.
- [6] 内蒙古农牧学院.草原管理学[M].2版.北京:农业出版社,1999:1-247.
- [7] 闫瑞瑞,卫智军,辛晓平,等.放牧制度对荒漠草原可萌发土壤种子库的影响[J].中国沙漠,2011,31(3):703-708.
- [8] 刘忠宽,汪诗平,韩建国,等.内蒙古草原放牧恢复过程地衣生物量分布及其影响因素的研究[J].应用生态学报,2004,15(7):1294-1296.
- [9] Reeder J D,Schuman G E. Influence of livestock grazing on

- C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands [J]. Environmental Pollution, 2002, 116: 457-520.
- [10] 李春莉. 放牧对短花针茅草原及糙羊茅草原植被和土壤影响的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2008.
- [11] Haynes R J, Williams P H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem [J]. Adv. Agron, 1993, 49: 119-199.
- [12] 陈涛. 呼伦贝尔退化羊草甸物种多样性及土壤理化性质的研究[J]. 兰州: 甘肃农业大学, 2008.
- [13] 易湘生, 李国胜, 尹衍雨, 等. 黄河源区草地退化对土壤持水性影响的初步研究[J]. 自然资源学报, 2012, 27(10): 1708-1720.
- [14] 李凌浩. 土地利用变化对草原生态系统土壤有机质贮量的影响[J]. 植物生态学报, 1998, 22(6): 545-551.
- [15] 刘超, 王洋, 王楠, 等. 陆地生态系统植被氮磷化学计量研究进展[J]. 植物生态学报, 2012, 36(11): 1205-1216.
- [16] 张伟华, 关世英, 李跃进. 不同放牧强度对草原土壤水分、养分及其地上生物量的影响[J]. 干旱区资源和环境, 2000, 14(4): 61-64.

## The Relationship Between Soil Organic Carbon and Nitrogen Distribution and Community Biomass in the Process of Grassland Degradation

WANG Xue-ting, WU Yun-na, WANG Yang, LI Yang, LI Shuang-chi, LI Bo-si

(College of Environment and Resources, Dalian Nationalities University, Dalian, Liaoning 116600)

**Abstract:** For effective development and utilization of grassland, maintenance of grassland ecosystem virtuous circle, taking the Hulunbeir Kerulen's esparto (*Stipa krylovii*) typical grassland in Inner Mongolia as research object, setting up different grazing gradients of natural grassland test sample plot and using the methods of field investigation and indoor analysis, different grazing intensity of soil carbon-nitrogen space step pattern and its influence on vegetation productivity were studied. The results showed that the plant biomass changed with the trend of lightly grazed > moderately grazed > heavily grazed in different grazing gradients; Soil organic carbon content had obvious difference; lightly grazed > heavily grazed > moderately grazed; Soil nitrogen content had obvious differences between various samples in different grazing gradients; lightly grazed > heavily grazed and lightly grazed > moderately grazed, the relationship between moderately grazed and heavily grazed was not obvious; soil C/N value and plant biomass all maintained a relatively stable relation in different grazing gradients.

**Key words:** grassland; grazing gradient; soil organic carbon and nitrogen; plant biomass

### 欢迎订阅 2015 年《山西果树》

《山西果树》是由山西省农业科学院主管, 山西省农业科学院果树研究所主办的以科学研究和技术普及相结合的综合性果树科技期刊, 被中国期刊网、中国学术期刊(光盘版)、中国期刊数据库、中国核心期刊(遴选)数据库、中文科技期刊数据库、北京龙源期刊网等多家网络和数据库收录。该刊为山西省一级期刊, 并先后荣获全国园艺类核心期刊奖、华北地区优秀期刊奖、全国优秀农业期刊奖、全国优秀农业专业技术期刊奖等奖项。设有试验研究、经验技术、调查建议、综论指导、来稿摘登、报刊摘引、咨询服务、国外果树科技、信息与广告等栏目, 主要报道果树科研新成果, 交流果树先进实用的管理经验与技术, 普及果树科学知识, 提供果树科

技信息服务等, 内容丰富、科学实用、信息量大、发行范围广, 是广大农林院校师生、果树科技工作者的良师益友, 是果农朋友发家致富的好帮手。双月刊, 16 开本, 64 页, 每逢单月 10 日出版, 每册定价 4.00 元, 全年 6 册共 24.00 元。国内外公开发行, 全国各地邮政局均可订阅, 邮发代号 22-17; 漏订者可直接汇款至《山西果树》编辑部订阅, 免费邮寄, 需挂号者每寄 1 次另加挂号费 3.00 元, 统一订 6 套以上者免收挂号费。

地址: 山西省太谷县科苑路省果树研究所  
邮编: 030800  
电话: 0354-6215005(兼传真)、6215114  
电子信箱: sxgszszs@163.com。