

大兴安岭南段不同退化程度草甸草原植物群落结构与物种多样性

赵力兴¹,徐兴健¹,其格其¹,李宇宇^{2*},王松杰³,姜永成⁴,王洋¹,侯伟峰¹,王忠民⁴

(1. 兴安盟农牧科学研究所,内蒙古 兴安 137400;2. 中国农业科学院草原研究所,内蒙古 呼和浩特 010010;3. 兴安盟产品质量计量检验中心,内蒙古 兴安 137400;
4. 兴安盟林业和草原工作站,内蒙古 兴安 137400)

摘要:【目的】探究大兴安岭南段草甸草原退化过程中植物群落结构及多样性的变化规律。【方法】采用样方法对大兴安岭南段不同退化程度草甸草原植被群落结构和物种组成进行调查分析,并计算重要值和多样性指数,研究其物种多样性变化。【结果】1) 研究区植物共22科52属61种,植物种类主要集中在禾本科、菊科、莎草科、蔷薇科、豆科。2) 随着退化程度的加剧,植物种类,群落的生物量、高度、盖度、Shannon—Wiener 指数和 Simpson 指数显著降低。3) 狼毒(*Stellera chamaejasme*)在群落中的重要值逐渐增加,形成狼毒型退化草地。【结论】随着大兴安岭南段草甸草原退化程度加重,群落结构趋向单一,多样性逐渐降低,草地质量急剧下降,草地生态系统原有的稳定性被破坏。

关键词:大兴安岭南段;草甸草原;退化程度;群落结构;物种多样性

中图分类号:S812 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2024)05-0106-09

DOI:10.13817/j.cnki.cycp.2024.05.012



大兴安岭南段位于内蒙古自治区东北部,不仅是我国重要的林木资源储备地,也是内蒙古东部地区草地资源的重要组成部分,故对该地区生态保护和畜牧业发展具有关键作用。草甸草原是大兴安岭南段草地生态系统的主要类型之一,在该地区生物多样性保护及草地畜牧业发展中具有极其重要的地位^[1-2]。由于大兴安岭南段地理环境独特,生态结构复杂,草甸草原对外部干扰十分敏感。近几十年来,不合理的人类活动(放牧、开垦)的加剧以及气候温暖化效应,严重影响了大兴安岭南段草地生态系统的可持续发展,导致该地区草甸草原退化问题十分严峻^[3-4]。草地退

化不仅会造成牧草产量下降、生物多样性降低、草地群落物种组成发生变化,还会导致优质牧草比例锐减,植物群落结构及物种多样性降低等众多问题。不仅如此,草地退化导致牧民生计问题突出,区域经济发展受到限制,对该地区生态安全构成严重威胁。

草地生态系统的退化主要体现在植物群落的物种组成、结构和多样性等方面的变化^[5-7]。草地群落物种多样性是指示草地生态系统的稳定性和持续性的关键指标,而草地群落结构及群落物种组成决定了生物多样性的呈现^[8]。通过研究草地群落结构和物种组成变化,明晰和量化植物群落结构和物种多样性随草地退化的变化规律,可以在更大时间和空间尺度上对不同退化程度的群落结构及生物多样性进行准确预测^[9],为退化草地植被的恢复建设提供科学依据。目前国内学者针对青藏高原高寒草甸、内蒙古典型草原和南方亚高山草地群落物种组成的动态变化及物种多样性与草地退化程度之间的相互关系进行了大量研究^[10-12]。这些研究虽然证实了草地群落结构和物种多样性在草地退化评估中的关键作用,但仍然缺

收稿日期:2023-07-22;**修回日期:**2023-10-18

基金资助:国家重点研发计划项目(2023YFD14005005);兴安盟野生植物资源调查研究项目;兴安盟农牧科学研究所青年基金项目

作者简介:赵力兴(1994-),男,内蒙古兴安盟人,助理研究员。E-mail:1327344218@qq.com

*通信作者。E-mail:liyuyu@caas.cn

乏一致结论。目前针对大兴安岭南段区域草甸草原退化过程中的植被结构组成和多样性的系统研究尚报道较少。因此,深入研究该地区草甸草原植物群落结构、多样性变化,摸清植被组成改变与草地退化之间的协同变化规律是完善该地区生态恢复,加强生态保护建设的重要前提。鉴于此,本研究采用空间代替时间演替序列的方法,开展大兴安岭南段草甸草原不同退化阶段植被调查,分析其演替特征及其植被群落特征,以期为大兴安岭南段草甸草原生态恢复与治理、生物多样性保护及草甸草原资源可持续利用提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 研究区域概况

研究区域位于内蒙古自治区兴安盟科尔沁右翼中旗巴仁哲里木镇北部,平均海拔900 m,属温带大陆性季风气候。无霜期80~90 d,年平均气温1℃,年平均积温1 800~2 000℃,年平均降水量370~380 mm。该地区土壤类型系栗钙土,草地类型为温性草甸草原类,植被以贝加尔针茅(*Stipa baicalensis*)、线叶菊(*Filifolium sibiricum*)、脚躑草(*Carex pediformis*)、糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)为主。

1.2 样地设置

基于兴安盟草地资源普查的基础,综合考虑不同退化草地的植被和土壤特性,依据空间退化代替时间退化演替序列和《天然草地退化、沙化、盐渍化的分级标准》^[13],选取有代表性的公共放牧草地进行草地调查。在研究区域内分别选择4种不同退化草地:未退化草地(non-degraded grassland, NDG)、轻度退化草地(lightly degraded grassland, LDG)、中度退化草地(moderately degraded grassland, MDG)和重度退化草地(severely degraded grassland, SDG)进行研究。研究区域位置见表1。

表1 样地设置

Table 1 Sample plot settings

退化阶段	地理坐标	海拔/m
未退化(NDG)	45°52'56" N, 120°09'24" E	984
轻度退化(LDG)	45°53'52" N, 120°08'27" E	950
中度退化(MDG)	45°54'36" N, 120°08'06" E	910
重度退化(SDG)	46°03'42" N, 120°02'39" E	861

1.3 植被调查

2022年8月开展野外调查,在4种不同退化程度草地内分别布置3个大样方(25 m×25 m),每个大样方内随机布置3个小样方(0.5 m×0.5 m),记录样地的海拔和经纬度。根据《草业科学研究方法》^[14],分别调查样方内所有植物种的高度、密度、频度、分盖度、总盖度,利用公式计算物种的相对高度、相对密度和相对盖度。通过公式计算不同退化草地物种重要值和多样性指数。同时,将样方内所有植被齐地面刈割,带回室内105℃杀青30 min后,75℃烘干至恒重,称取干重作为地上生物量。参照《内蒙古植物志》^[15]进行植物科、属、种的鉴定与分类。

1.4 相关计算

退化草地物种多样性指数和重要值的计算公式如下:

重要值(IV)=(相对密度+相对盖度+相对高度)/3

香农维纳指数 Shannon-Winener 指数(H):

$$H = -\sum_{i=1}^s P_i \cdot \ln P_i$$

辛普森指数 Simpson 指数(D):

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (P_i)^2$$

Pielou 均匀度指数(E):

$$E = H / \ln S$$

式中: P_i 为物种*i*的重要值, S 为物种*i*所在样地物种总和。

1.5 数据处理

采用Excel 2010软件进行不同退化程度草甸草原植被特征、重要值和多样性的计算,采用SPSS 23.0软件进行方差分析,采用Duncan方法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同退化程度草甸草原植被特征

不同退化阶段草甸草原群落植被特征总体呈下降趋势,表现为NDG>LDG>MDG>SDG(表2)。NDG的植被高度与LDG、MDG和SDG差异显著($P<0.05$),分别是LDG、MDG和SDG的1.68、2.05和2.86倍;密度在不同退化程度间无显著差异;NDG、LDG和SDG间频度无显著差异,但显著低于MDG($P<0.05$);NDG的群落总盖度与LDG、MDG

和SDG差异显著($P<0.05$),分别是LDG、MDG和SDG的1.20、1.56和2.22倍;NDG的地上生物量与

LDG、MDG和SDG差异显著($P<0.05$),分别是LDG、MDG和SDG的1.65、2.32和4.75倍。

表2 不同退化程度草甸草原植被特征

Table 2 Vegetation characteristics of meadow grassland with different degrees of degradation

退化阶段	高度/cm	密度/(株·m ⁻²)	频度/%	总盖度/%	生物量/(g·m ⁻²)
未退化(NDG)	44.93±2.98 ^a	582.00±75.43 ^a	36.03±5.34 ^b	100.00±0.00 ^a	481.2±21.76 ^a
轻度退化(LDG)	26.82±2.10 ^b	582.22±48.45 ^a	38.29±2.32 ^b	83.33±2.36 ^b	291.09±5.83 ^b
中度退化(MDG)	21.93±1.20 ^b	523.56±88.50 ^a	48.15±2.24 ^a	64.00±1.41 ^c	207.66±13.42 ^c
重度退化(SDG)	15.69±2.33 ^c	502.44±75.35 ^a	38.89±3.49 ^b	45.00±4.08 ^d	101.31±10.89 ^d

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同。

2.2 不同退化程度草甸草原主要植物科、属和种组成

不同退化程度草甸草原植被总种数逐渐降低,表现为NDG>LDG>MDG>SDG,其总科数和总属数与总种数的变化规律一致(表3)。豆科、禾本科、菊

科、蔷薇科和莎草科这5大科在不同退化程度草甸草原群落中的总种数分别为NDG(24种)、LDG(22种)、MDG(19种)和SDG(12种),占本群落的比率分别NDG(54.55%)、LDG(55%)、MDG(65.52%)和SDG(70.59%)。

表3 不同退化程度草甸草原主要植物科、属、种的组成

Table 3 Composition of major plant families, genera and species in meadow grasslands with different degrees of degradation

退化程度	总科数	总属数	总种数	常见科的种数					合计	占本群落比率/%
				豆科	禾本科	菊科	蔷薇科	莎草科		
未退化(NDG)	19	40	44	4	7	9	3	1	24	54.55
轻度退化(LDG)	18	37	40	4	4	7	6	1	22	55.00
中度退化(MDG)	13	26	29	3	4	7	4	1	19	65.52
重度退化(SDG)	10	16	17	1	4	5	1	1	12	70.59

2.3 不同退化程度草甸草原植被功能群重要值比较

草甸草原植物功能群重要值表现为杂类草(106.89%)>禾本科(87.56%)>菊科(82.71%)>莎草科(69.73%)>蔷薇科(26.61%)>豆科(26.51%)(表4)。NDG和LDG功能群均表现为杂类草(35.27%和26.02%)最高,显著高于其他功能群($P<0.05$);MDG功能群表现为菊科(27.75%)最高,显著高于禾本科、蔷薇科和豆科($P<0.05$);SDG功能群表现为禾本科(38.11%)最高,显著高于其他功能群($P<0.05$);在不同退化程度下豆科和蔷薇科均处于较低水平。豆科重要值随着退化程度的加剧而逐渐降低,NDG显著高于SDG($P<0.05$);禾本科重要值在SDG下最高,显著高于NDG、LDG和MDG($P<0.05$);菊科重要值在MDG下最高,显著高于NDG、LDG和SDG($P<0.05$);蔷薇科重要值在不同退化程度间无显著差异;莎草科重要值随着退化程度的加剧

呈现出先升高后降低的变化规律,MDG显著高于SDG和NDG($P<0.05$);杂类草重要值在NDG下最高,显著高于LDG、MDG和SDG($P<0.05$)。

2.4 不同退化程度草甸草原植被种类、植被型、优势种、亚优势种及伴生种差异比较

不同退化程度草甸草原共有植物61种,隶属22科52属,其中菊科种类最多(10属12种),其次为禾本科8属8种,豆科6属7种,蔷薇科3属6种,百合科3属5种,唇形科和石竹科均为3属3种,伞形科2属2种,鸢尾科1属2种,莎草科、桔梗科、蓼科、牻牛儿苗科、毛茛科、茜草科、玄参科、旋花科、芸香科、堇菜科、瑞香科和车前科均为1属1种(表5)。不同退化程度草甸草原植物种数为:NDG(44种)>LDG(40种)>MDG(29种)>SDG(17种)。4种退化程度间共有的植物种有脚茎草、贝加尔针茅、糙隐子草、洽草、猪毛蒿、野韭、火绒草和三出叶委陵菜8种。草地退化指示

表4 不同退化程度草甸草原植被功能群重要值

Table 4 Importance values of vegetation functional groups in meadow grasslands with different degrees of degradation

退化程度	豆科	禾本科	菊科	蔷薇科	莎草科	杂类草
未退化(NDG)	10.20±2.63 ^{aDE}	16.57±2.3 ^{bBC}	19.04±4.19 ^{bB}	6.03±2.26 ^{aE}	12.91±0.78 ^{cCD}	35.27±0.87 ^{aA}
轻度退化(LDG)	8.38±1.27 ^{abC}	18.56±2.98 ^{bB}	18.80±1.99 ^{bB}	8.16±1.09 ^{aC}	20.07±3.06 ^{abB}	26.02±1.64 ^{bA}
中度退化(MDG)	5.08±0.62 ^{abC}	14.32±0.48 ^{bB}	27.75±3.71 ^{aA}	7.98±4.86 ^{aC}	22.35±0.94 ^{aA}	22.51±1.16 ^{bA}
重度退化(SDG)	2.85±0.98 ^{bd}	38.11±1.85 ^{aA}	17.12±5.95 ^{bC}	4.44±2.10 ^{ad}	14.40±4.91 ^{bC}	23.09±3.96 ^{bB}
合计	26.51	87.56	82.71	26.61	69.73	106.89

注:同行不同大写字母表示差异显著($P<0.05$)。

性植物狼毒在不同退化程度下重要值为:NDG (0.00%)<LDG (1.04%)<MDG (3.26%)<SDG (8.02%)。NDG优势种为脚躉草(12.91%),亚优势种为线叶菊(6.59%)和楔叶菊(5.40%),主要伴生种为地榆(5.05%)和贝加尔针茅(4.42%)。LDG优势种为脚躉草(20.07%),亚优势种为苦苣菜(6.62%)和贝加尔针茅(6.50%),主要伴生种为糙隐子草

(5.29%)和楔叶菊(4.84%)。MDG优势种为脚躉草(22.35%),亚优势种为楔叶菊(9.85%)和贝加尔针茅(7.78%),主要伴生种为苦苣菜(5.34%)和菊叶委陵菜(4.29%)。SDG优势种为糙隐子草(17.35%),亚优势种为脚躉草(14.40%)和贝加尔针茅(13.90%),主要伴生种为狼毒(8.02%)和百里香(7.13%)。

表5 不同退化程度草甸草原植被种类、优势种、亚优势种及其主要伴生种重要值的变化

Table 5 Changes in the importance values of vegetation species, dominant species, subdominant species and their main associated species in meadow grassland with different degradation degrees

	未退化		轻度退化		中度退化		重度退化	
	物种名	重要值/%	物种名	重要值/%	物种名	重要值/%	物种名	重要值/%
优势种	脚躉草 <i>Carex pediformis</i>	12.91	脚躉草	20.07	脚躉草	22.35	糙隐子草	17.35
亚优势种	线叶菊 <i>Filifolium sibiricum</i>	6.59	苦苣菜 <i>Ixeris denticulata</i>	6.62	楔叶菊	9.85	脚躉草	14.40
	楔叶菊 <i>Chrysanthemum nakton-gense</i>	5.40	贝加尔针茅	6.50	贝加尔针茅	7.78	贝加尔针茅	13.90
主要伴生种	地榆 <i>Sanguisorba officinalis</i>	5.05	糙隐子草	5.29	苦苣菜	5.34	狼毒	8.02
	贝加尔针茅 <i>Stipa baicalensis</i>	4.42	楔叶菊	4.84	菊叶委陵菜	4.29	百里香 <i>Thymus serpyllum</i>	7.13
	黄芩 <i>Scutellaria baicalensis</i>	4.41	大叶章	3.49	洽草	4.13	冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	6.80
	糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	4.01	猪毛蒿	3.42	猪毛蒿	3.95	洽草	5.89
	柳叶野豌豆 <i>Vicia venosa</i>	3.91	洽草	3.28	大丁草	3.84	苦苣菜	5.26
	高山蓼 <i>Polygonum alpinum</i>	3.39	野火球	3.13	囊花鸢尾	3.40	车前 <i>Plantago asiatica</i>	5.21
射干鸢尾 <i>Iris dichotoma</i>	3.38	地榆	3.08	狼毒	3.26	三出委陵菜	4.44	
洽草 <i>Koeleria macrantha</i>	3.00	高山蓼	3.07	扁蓿豆	3.17	火绒草	3.34	

续表 5

未退化		轻度退化		中度退化		重度退化	
物种名	重要值/%	物种名	重要值/%	物种名	重要值/%	物种名	重要值/%
狭叶沙参 <i>Adenophora gmelinii</i>	2.72	斜茎黄芪 <i>Astragalus laxmannii</i>	2.69	北柴胡	3.17	达乌里胡枝子 <i>Lespedeza daurica</i>	2.85
山丹 <i>Lilium pumilum</i>	2.61	菊叶委陵菜 <i>Potentilla tanacetifolia</i>	2.65	野韭	3.16	野韭	1.54
瓣蕊唐松草 <i>Thalictrum petaloideum</i>	2.57	大丁草	2.38	老鹳草	2.89	射干鸢尾	1.19
野火球 <i>Trifolium lupinaster</i>	2.52	囊花鸢尾	2.22	狭叶沙参	2.02	羊草	0.96
防风 <i>Saposhnikovia divaricata</i>	2.27	北柴胡	2.15	糙隐子草	2.01	大丁草	0.95
风毛菊 <i>Saussurea japonica</i>	2.18	老鹳草	1.93	瓣蕊唐松草	2.01	猪毛蒿	0.78
女娄菜 <i>Melandrium apricum</i>	2.17	灯芯草蚤缀 <i>Arenaria juncea</i>	1.80	欧亚旋覆花	1.99		
大叶章 <i>Deyeuxia purpurea</i>	2.11	婆婆纳	1.79	火绒草	1.44		
扁蓿豆 <i>Medicago ruthenica</i>	2.09	女娄菜	1.65	二裂委陵菜	1.41		
北芸香 <i>Haplophyllum dauricum</i>	1.90	扁蓿豆	1.58	风毛菊	1.35		
银灰旋花 <i>Convolvulus ammannii</i>	1.76	狭叶沙参	1.56	地榆	1.32		
山野豌豆 <i>Vicia amoena</i>	1.68	多裂叶荆芥	1.45	斜茎黄芪	1.27		
蓬子菜 <i>Galium verum</i>	1.68	瓣蕊唐松草	1.32	防风	1.16		
北柴胡 <i>Bupleurum chinense</i>	1.57	野韭	1.31	三出委陵菜	0.96		
羊草 <i>Leymus chinensis</i>	1.42	防风	1.27	黄芩	0.73		
野韭 <i>Allium ramosum</i>	1.38	狼毒 <i>Stellera chamaejasme</i>	1.04	长梗葱 <i>Allium neriniflorum</i>	0.70		
鸭葱 <i>Scorzonera austriaca</i>	1.35	黄芩	1.03	野火球	0.64		
猪毛蒿 <i>Artemisia scoparia</i>	1.12	硬毛棘豆 <i>Oxytropis hirta</i>	0.97	狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0.40		
裂叶蒿 <i>Artemisia tanacetifolia</i>	0.92	石竹	0.92				
毛秆野古草 <i>Arundinella hirta</i>	0.91	二裂委陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	0.71				
知母 <i>Anemarrhena asphodeloides</i>	0.75	华北蓝盆花 <i>Scabiosa tschiliensis</i>	0.70				
羊茅 <i>Festuca ovina</i>	0.69	欧亚旋覆花 <i>Inula britannica</i>	0.69				
华北蓝盆花 <i>Scabiosa tschiliensis</i>	0.69	三出委陵菜	0.65				
老鹳草 <i>Geranium wilfordii</i>	0.63	水杨梅 <i>Geum chiloense</i>	0.58				
三出叶委陵菜 <i>Potentilla betonicifolia</i>	0.62	山丹	0.58				

续表 5

未退化		轻度退化		中度退化		重度退化	
物种名	重要值/%	物种名	重要值/%	物种名	重要值/%	物种名	重要值/%
火绒草		轮叶委陵菜	0.49				
<i>Leontopodium leontopodioides</i>	0.58						
多裂叶荆芥	0.56	火绒草	0.45				
<i>Schizonepeta multifida</i>							
细叶葱 <i>Allium tenuissimum</i>	0.54	风毛菊	0.41				
乳苣 <i>Lactuca tatarica</i>	0.52	堇菜 <i>Viola arcuata</i>	0.23				
婆婆纳 <i>Veronica polita</i>	0.48						
石竹 <i>Dianthus chinensis</i>	0.40						
大丁草 <i>Leibnitzia anandria</i>	0.37						
轮叶委陵菜							
<i>Potentilla verticillaris</i>	0.36						

2.5 不同退化程度草甸草原植物物种多样性变化

香农维纳指数随着退化程度的加剧而逐渐降低,不同退化程度间差异显著($P < 0.05$) (表 6)。辛普森指数随着退化程度的加剧而逐渐降低,NDG 最高,显著高于 LDG、MDG 和 SDG ($P < 0.05$);SDG 最低,显著低于 NDG、LDG 和 MDG ($P < 0.05$);LDG 和 MDG

间无显著差异。Pielou 均匀度指数随着退化程度的加剧呈显著先降低后升高的变化趋势,NDG 最高,显著高于 LDG、MDG 和 SDG ($P < 0.05$),MDG 最低,显著低于 NDG 和 SDG ($P < 0.05$),LDG 和 MDG 间无显著差异;LDG 和 SDG 间无显著差异。

表 6 不同退化程度草甸草原植物物种多样性变化

Table 6 Changes in species diversity of meadow grassland vegetation with different degrees of degradation

退化程度	香农维纳指数	辛普森指数	Pielou 均匀度指数
未退化(NDG)	3.24±0.04 ^a	0.95±0.00 ^a	0.94±0.00 ^a
轻度退化(LDG)	3.06±0.01 ^b	0.93±0.01 ^b	0.90±0.00 ^{bc}
中度退化(MDG)	2.75±0.07 ^c	0.91±0.00 ^b	0.89±0.01 ^c
重度退化(SDG)	2.37±0.13 ^d	0.89±0.01 ^c	0.91±0.01 ^b

3 讨论

草地植被群落结构特征主要由植物群落物种组成直观反映,是植物群落对所处生境各因素综合响应的外部表现^[16-17]。本研究样地共有植物 61 种,隶属 22 科 52 属,植物种类主要集中在禾本科、菊科、莎草科、蔷薇科、豆科 5 大科,其他科物种较少且分散,这 5 大科植物是各退化阶段植物群落的主要组成部分,能够较好的适应大兴安岭南段草甸草原低温湿冷和土壤贫瘠的生态环境^[18]。此外,本研究发现,群落物种数随着退化程度的加剧逐渐减少,表现为:NDG(44 种) > LDG(40 种) > MDG(29 种) > SDG(17 种)。这与周丽等^[19]对天祝地区高寒草甸的研究结果一致,这主要与该地区的放牧强度有关,过度的放牧行为,以

及动物较强的偏食性,导致优良牧草种类迅速减少。而陈乐乐等^[20]对玉树地区的研究则认为重度退化草地物种数要高于中度退化,这可能是玉树地区草地群落中优良牧草种类的减少,为次优势种或伴生种的生长发育提供了空间,从而使高寒草甸植物种类明显增加。

草地退化的重要表现是植被生产力、植被平均高度和覆盖度的下降,进而导致草地生产力的降低和生态环境的恶化^[21-22]。本研究中,重度退化草地植被高度、盖度和生物量与未退化草地相比分别下降 65.08%、55.00% 和 78.95%,这种下降趋势与李建宏等^[23]在东祁连山高寒草地、邓艳等^[12]在云南典型亚高山草地研究结果一致,与陈宁等^[24]在高寒草甸的研究中地上总生物量随着退化加剧而增加的结果不同,这

可能是由于草甸退化过程中,杂类草和毒草具有较高的地上生物量的入侵所导致的。

生物多样性是维持生态系统功能和提供生态系统服务的关键^[25]。本研究发现,随着退化程度的加剧,草甸草原 Shannon—Wiener 指数、Simpson 指数均呈显著降低趋势。这与彭艳等^[26]、周宸宇等^[27]、肖海龙等^[28]对退化高寒草甸的研究结果一致,这可能是由于长期牛羊等家畜过度啃食植被和踩踏土壤,导致草甸草原优良牧草种群逐渐缩小,群落稳定性变差,从而显著降低了草地植物群落多样性^[29-31]。

优良牧草种群的衰退及有毒植物种群的扩增是草地退化的重要标志之一^[32]。卢虎等^[33]研究表明披碱草抗旱耐寒,受草地退化影响较小,是各退化阶段高寒草甸的优势种。在本研究中,虽然禾本科草种类随着退化程度的加重而减少,但在重度退化程度下,糙隐子草取代了脚躄草的优势地位,成为该阶段的优势种。研究还发现豆科植物种类及重要值均呈不断减少的趋势,这可能是由于豆科植物对草地退化较为敏感^[34]。草地群落中优良牧草种类的减少和生产力急速降低,导致原生植被在草地群落中的生态位变窄,从而为适口性差、耐寒、耐旱、耐贫瘠的狼毒种群提供了生长和扩张的空间和机遇^[35]。在本研究中,随着草地退化程度的不断加剧,狼毒在草地群落中所占比重逐渐增加,其重要值表现为:NDG(0.00%)<LDG(1.04%)<MDG(3.26%)<SDG(8.02%)。同时狼毒通过种间和种群内部竞争作用^[36],不断的扩大分布面积,逐渐形成狼毒型退化草地。狼毒不仅全株有毒,还可分泌释放次生代谢物质到环境中对其他植物产生化感作用,影响其他植物的生长^[37]。狼毒的过度的繁衍将导致草地质量急剧下降,使草地质量恶化,草品质下降,进一步导致大兴安岭南段草甸草原生态环境的恶化。

4 结论

通过对大兴安岭南段不同退化程度草甸草原的植物群落结构与物种多样性的探究发现,研究区植物共 22 科 52 属 61 种,主要集中在禾本科、菊科、莎草科、蔷薇科、豆科。随着退化程度的加剧,群落物种数、草地生产力、群落多样性逐渐降低,优质牧草的优势地位逐步被毒草所取代,形成以狼毒为主要伴生种的草

地群落,草场质量急剧下降,草地生态系统原有的稳定性被破坏且面临消失的潜在危险。

参考文献:

- [1] 肖玉,谢高地,甄霖,等. 阴山北麓草原生态功能区防风固沙服务受益范围识别[J]. 自然资源学报,2018,33(10):1742—1754.
- [2] 赵同谦,欧阳志云,贾良清,等. 中国草地生态系统服务功能间接价值评价[J]. 生态学报,2004,24(6):1101—1110.
- [3] 谢高地,张彩霞,张昌顺,等. 中国生态系统服务的价值[J]. 资源科学,2015,37(9):1740—1746.
- [4] 刘安榕,杨腾,徐炜,等. 青藏高原高寒草地地下生物多样性进展、问题与展望[J]. 生物多样性,2018,26(9):972—987.
- [5] 赵景学,陈晓鹏,曲广鹏,等. 藏北高寒植被地上生物量与土壤环境因子的关系[J]. 中国草地学报,2011,33(1):59—64.
- [6] 李金花,李镇清,任继周. 放牧对草原植物的影响[J]. 草业学报,2002,11(1):4—11.
- [7] 杨浩,白永飞,李永宏,等. 内蒙古典型草原物种组成和群落结构对长期放牧的响应[J]. 植物生态学报,2009,33(3):499—507.
- [8] 郑淑华,郭慧清,赵萌莉,等. 草甸草原草地基况与生物多样性关系的研究[J]. 中国草地学报,2007,29(4):9—14.
- [9] ETTENEV. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO [M]. London: Cambridge University Press, 2003.
- [10] 张建贵,王理德,姚拓,等. 祁连山高寒草地不同退化程度植物群落结构与物种多样性研究[J]. 草业学报,2019,28(5):15—25.
- [11] 王百竹,朱媛君,山丹,等. 呼伦贝尔典型草原群落退化对其物种多样性及生物量的影响[J]. 植物资源与环境学报,2019,28(4):68—76.
- [12] 邓燕,李钊,姚树冉,等. 不同程度退化草地的植被土壤特征及其相互间的关系[J]. 草业科学,2021,38(7):1260—1269.
- [13] 中华人民共和国农业部. 天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标:GB19733—2003[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [14] 任继周. 草业科学研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1998.
- [15] 赵一之,赵利清,曹瑞. 内蒙古植物志[M]. 第三版. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,2019.

- [16] 金红喜,何芳兰,李昌龙,等. 玛曲沙化高寒草甸植被、土壤理化性质及土壤微生物数量研究[J]. 草业学报, 2015,24(11):20-28.
- [17] 何芳兰,刘世增,李昌龙,等. 甘肃河西戈壁植物群落组成特征及其多样性研究[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(4):74-78.
- [18] 杨晓玫,姚拓,王理德,等. 天祝不同退化程度草地植物群落结构与物种多样性研究[J]. 草地学报, 2018,26(6):1290-1297.
- [19] 周丽,张德罡,贡旭江,等. 退化高寒草甸植被与土壤特征[J]. 草业科学, 2016,33(11):2196-2201.
- [20] 陈乐乐,施建军,王彦龙,等. 高寒地区不同退化程度草地群落结构特征研究[J]. 草地学报, 2016, 24(1): 210-213.
- [21] 张颖,章超斌,王钊齐,等. 气候变化与人为活动对三江源草地生产力影响的定量研究[J]. 草业学报, 2017,26(5):1-14.
- [22] 郑群英,刘刚,肖冰雪,等. 放牧对川西北高寒草甸植物物种丰富度和生物量的影响[J]. 草业科学, 2017, 34(7):1390-1396.
- [23] 李建宏,李雪萍,卢虎,等. 高寒地区不同退化草地植被特性和土壤固氮菌群特性及其相关性[J]. 生态学报, 2017,37(11):3647-3654.
- [24] 陈宁,张扬建,朱军涛,等. 高寒草甸退化过程中群落生产力和物种多样性的非线性响应机制研究[J]. 植物生态学报, 2018,42(1):50-65.
- [25] CARDINALE B, DUFFY J E, GONZALEZ A, *et al.* Biodiversity loss and its impact on humanity[J]. Nature, 2012,486(7401): 59-67.
- [26] 彭艳,孙晶远,马素洁,等. 藏北不同退化阶段高寒草甸植物群落特征与土壤养分特性[J]. 草业学报, 2022,31(8):49-60.
- [27] 周宸宇,杨晓渊,邵新庆,等. 不同退化程度高寒草甸植物物种多样性与生态系统多功能性关系[J]. 草地学报, 2022,30(12):3410-3422.
- [28] 肖海龙,周会程,姚玉娇,等. 三江源地区不同退化程度高寒草原植被与土壤特征分析[J]. 草原与草坪, 2023, 43(2):85-91.
- [29] WANG D, WU G L, ZHU Y J, *et al.* Grazing exclusion effect on above- and below-ground C and N pools of typical grassland on the Loess Plateau (China)[J]. Catena, 2014,123:113-120.
- [30] 向明学,郭应杰,古桑群宗,等. 不同放牧强度对拉萨河谷温性草原植物群落和物种多样性的影响[J]. 草地学报, 2019,27(3):668-674.
- [31] 刘文亭,卫智军,吕世杰,等. 放牧对短花针茅荒漠草原植物多样性的影响[J]. 生态学报, 2017,37(10):3394-3402.
- [32] 崔雪. 有毒植物瑞香狼毒对退化草地植被及土壤特性的影响[D]. 长春:东北师范大学, 2020.
- [33] 卢虎,姚拓,李建宏,等. 高寒地区不同退化草地植被和土壤微生物特性及其相关性研究[J]. 草业学报, 2015, 24(5):34-43.
- [34] 鲍根生,王玉琴,宋梅玲,等. 狼毒斑块对狼毒型退化草地植被和土壤理化性质影响的研究[J]. 草业学报, 2019,28(3):51-61.
- [35] 牛钰杰,杨思维,王贵珍,等. 放牧强度对高寒草甸土壤理化性状和植物功能群的影响[J]. 生态学报, 2018,38(14):5006-5016.
- [36] 赵成章,高福元,王小鹏,等. 黑河上游高寒退化草地狼毒种群小尺度点格局分析[J]. 植物生态学报, 2010, 34(11):1319-1326.
- [37] 邓建梅,杨顺义,沈慧敏. 12种有毒植物的化感效应比较研究[J]. 西北植物学报, 2009,29(5):989-995.

Plant community structure and species diversity in degraded meadow steppes at the southern foot of the Greater Xing'an Mountains

ZHZHAO Li-xing¹, XU Xing-jian¹, Qigeqi¹, LI Yu-yu^{2*}, WANG Song-jie³,
JIANG Yong-cheng⁴, WANG Yang¹, HOU wei-feng¹, WANG Zhong-min⁴

(1. Institute of Agricultural and Animal Husbandry of Hinggan League, Xing'an 137400, China; 2. Institute of Grassland Research of Chinese Academy of Agricultural Science, Hohhot 010010, China; 3. Xing'an League Product Quality Metrology Inspection Center, Xing'an 137400, China; 4. Xing'an League Forestry and Grassland Workstation, Xing'an 137400, China)

Abstract: 【Objective】 To clarify the changes in plant community structure and diversity during the degradation process of grassland in the southern section of the Greater Xing'an Mountains. 【Method】 We employed a sampling method to investigate and analyze the vegetation community structure and species composition of grasslands with varying degrees of degradation. Important values and diversity indices were calculated to study the changes in species diversity. 【Result】 A total of 22 families, 52 genera, and 61 species of plants were identified in the study area, with the majority belonging to the Poaceae, Compositae, Cyperaceae, Rosaceae, and Leguminosae families. As degradation intensified, biomass, height, coverage, Shannon—Wiener index, and Simpson index of plant species and communities significantly decrease. Notably the important value of *Stellera chamaejasme* increased, leading to the formation of a *S. chamaejasme*-dominant degraded grassland. 【Conclusion】 The degradation of grassland in the southern section of the Greater Xing'an Mountains results in a simplified community structure, reduced diversity and a marked decline in grassland quality, ultimately disrupting the original stability of the grassland ecosystem.

Key words: southern foot of the Great Xing'an Mountains; meadow grassland; degree of degradation; community structure; species diversity

(责任编辑:刘建荣)