

· 技术方法 ·

呼伦贝尔草甸草原不同放牧强度下植被特征分析*

陈宝瑞^{1,2}, 朱立博³, 李刚^{1,2}, 胡跃高⁴, 辛晓平^{1,2}

(1. 呼伦贝尔草原生态系统国家野外科学观测研究站, 北京 100081;

2. 农业部资源遥感与数字农业重点开放实验室, 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081;

3. 呼伦贝尔市草原监督管理局, 内蒙古海拉尔 021008; 4. 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100098)

摘要 该文利用草地的野外实测数据, 计算了物种综合优势比、物种丰富度、物种多样性及其群落高度、盖度、密度、地上生物量等数量指标, 对两种草甸草原样地三种放牧强度的群落结构和功能指标进行了研究。结果表明: 从物种水平分析, 羊草草甸草原样地(LM)和贝加尔针茅草甸草原样地(SM)的建群种的综合优势比随放牧强度加大而下降, 而退化标志物种, 如寸草苔、糙隐子草及冷蒿等呈上升趋势。从群落水平分析, LM样地比SM样地物种多样性维持能力弱, 耐牧性弱。

关键词 草甸草原 植被特征 放牧强度 呼伦贝尔

草地退化是我国北方重要的环境与资源问题之一^[1]。而某一地区的群落类型是区域内所有环境因子的综合体现, 环境因子干扰作用依其强度的不同对草地植被产生的影响也不同^[2-4]。研究表明, 适度的利用不仅可以提高草地生产力, 而且能改善牧草的质量; 但长期禁牧和强度利用并不利于牧草生长, 反而使草地出现不同程度的退化^[5]。

在天然草地上自由放牧是目前我国牧区主要的草地利用方式, 也是最简单而经济的家畜饲养方式。草地承载力、草地植被状况与放牧强度、放牧半径密切相关^[6]。20世纪90年代中期以来, 围绕草地退化现状、特征、过程、机理和恢复治理等领域展开了研究, 取得了大量的研究成果^[7-8]。但这些工作主要是基于典型草原进行的研究, 其结论能否应用于草甸草原的退化恢复研究仍需进一步考证。该文拟从放牧强度入手, 对草甸草原群落结构和功能进行深入探讨, 既能对草地利用现状做客观评价和诊断, 同时, 对深化理解退化机理、草地资源的可持续利用、生态恢复和提高人类福祉同样具有重要的科学价值。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于呼伦贝尔草原生态系统国家野外科学观测研究站试验样地周边, 地理位置为49°11'~49°31'N、119°47'~120°18'E, 属温带大陆季风气候, 年降水250~400mm, 年均气温-3~0℃。该研究选取两种不同类型的草甸草原作为试验区, 地点为谢尔塔拉六队和十一队的放牧场, 草地类型分别为羊草(*Leymus chinensis*) + 杂类草(以下简称为LM)、贝加尔针茅(*Stipa baicalensis*) + 日阴菅(*Carex pediformis*) + 羊草(以下简称为SM)草甸草原。放牧牲畜主要是牛, 全年自由放牧, 草地存在不同程度退化。试验区内放牧强度不同, 越靠近居民点的地区受到的放牧干扰越大。即随着放牧强度的增大, 整个试验区形成了退化系列。考虑放牧半径、放牧频率及植被状况, 将放牧强度划分为轻度放牧(Light grazing, 简称LG)、中度放牧(Medium grazing, 简称MG)和重度放牧(Heavy grazing, 简称HG)3个等级。

收稿日期: 2010-01-26 陈宝瑞为博士生 朱立博为局长 李刚为助研 胡跃高为教授 辛晓平为研究员

* 基金项目: 由国家自然科学基金(30970489), 现代农业产业技术体系建设专项资金资助。

1.2 样地设置

2007年8月中旬,在草原植物生长旺季进行了野外群落采样。分别在3个不同退化梯度区域中设置100m×100m的网格,以25m为间隔,在交叉点设置一个1m×1m的分种样方,每个退化梯度区域即有25个重复,LM和SM各取得75个样方。调查内容包括:(1)各物种的自然高度、盖度、株(丛)树、地上生物量和枯落物层积累量;(2)群落平均高度和群落总盖度。

1.3 数据分析

1.3.1 各样方综合优势比 (SDR₄, summed dominance ratio)

计算公式: $SDR = \frac{(F' + H' + D' + B')}{4} \times 100\%$, 式中, F'、H'、D'和 B'分别为频度比、高度比、密度比和地上生物量比。计算方法分别为:

$$F' = \frac{F_i}{\max F_i} \times 100\%; H' = \frac{H_i}{\max H_i} \times 100\%; D' = \frac{D_i}{\max D_i} \times 100\%; B' = \frac{B_i}{\max B_i} \times 100\%$$

其中, F_i、H_i、D_i和 B_i分别表示样方中 i 物种的频度、高度、密度和地上生物量。

1.3.2 物种丰富度 (richness)

物种数 N: 群落中的植物种数。

Margalef 指数: $D = (s - 1) / \ln N$, 式中 s 为群落中总物种数, N 为观测到的个体总数。

1.3.3 物种多样性

Simpson 多样性指数: $D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2$, 式中 s 同上, P_i 为第 i 个物种频度。

Shannon - Weiner 指数: $H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$, 式中 s 同上, P_i 为种 i 的个体在全个体中的比率。

Pielou 均匀度指数: $E = H / \ln S$, 式中指标同 Shannon - Weiner 指数。

2 结果分析

2.1 不同退化梯度群落物种组成分析

以物种综合优势比指标,定量分析了LM和SM样地三种退化梯度的SDR₄(表1和表2)。在LM和SM样地上共取得了75和64个物种,为分析方便,现将部分SDR₄小于10并且不具特殊生态意义的偶见种去除,两样地均列出20个物种。

表1 LM样地不同放牧强度下的物种综合优势比

植物名称	植物学名	LG	MG	HC
羊草	<i>Leymus chinensis</i>	84.12	51.24	55.82
寸草苔	<i>Carex duriuscula</i>	56.72	73.26	74.94
糙隐子草	<i>Cleistogenes squarrosa</i>	47.25	69.57	79.10
贝加尔针茅	<i>Stipa baicalensis</i>	36.82	37.71	7.87
二裂委陵菜	<i>Potentilla bifurca</i>	34.24	16.44	22.48
红柴胡	<i>Bupleurum scorzoniferolium</i>	31.06	14.08	4.12
草地早熟禾	<i>Poa pratensis</i>	26.04	1.05	
披针叶黄华	<i>Thermopsis lanceolata</i>	25.55	26.52	5.97
扁蓿豆	<i>Melilotoides ruthenica</i>	24.84	8.64	6.02
展枝唐松草	<i>Thalictrum squarrosum</i>	22.11	4.19	1.43
狭叶青蒿	<i>Artemisia dracunculus</i>	21.71	0.24	0.52
防风	<i>Saposhnikovia divaricata</i>	19.09	10.20	
斜茎黄芪	<i>Astragalus adsuigens</i>	18.71	17.27	8.35
裂叶蒿	<i>Artemisia tanacetifolia</i>	18.56	15.42	7.07
星毛委陵菜	<i>Potentilla acaulis</i>	14.20	31.44	8.48
狭叶沙参	<i>Adenophora gmelinii</i>	13.37	4.87	1.05
细叶白头翁	<i>Pulsatilla turczaninowii</i>	4.09	21.40	20.84
藜	<i>Chenopodium album</i>	2.89	1.14	11.70
蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>	2.23	17.16	4.88
扁蓄	<i>Polygonum aviculare</i>			3.91

在 LM 样地上，由表 1 得知，随着放牧强度的增加，羊草、贝加尔针茅综合优势比分别下降 28.3% 和 28.96%。伴生种及常见种中，如红柴胡、草地早熟禾、扁畜豆、展枝唐松草、狭叶青蒿及防风等物种均呈下降趋势。糙隐子草与寸草苔等退化标志种则呈上升趋势。

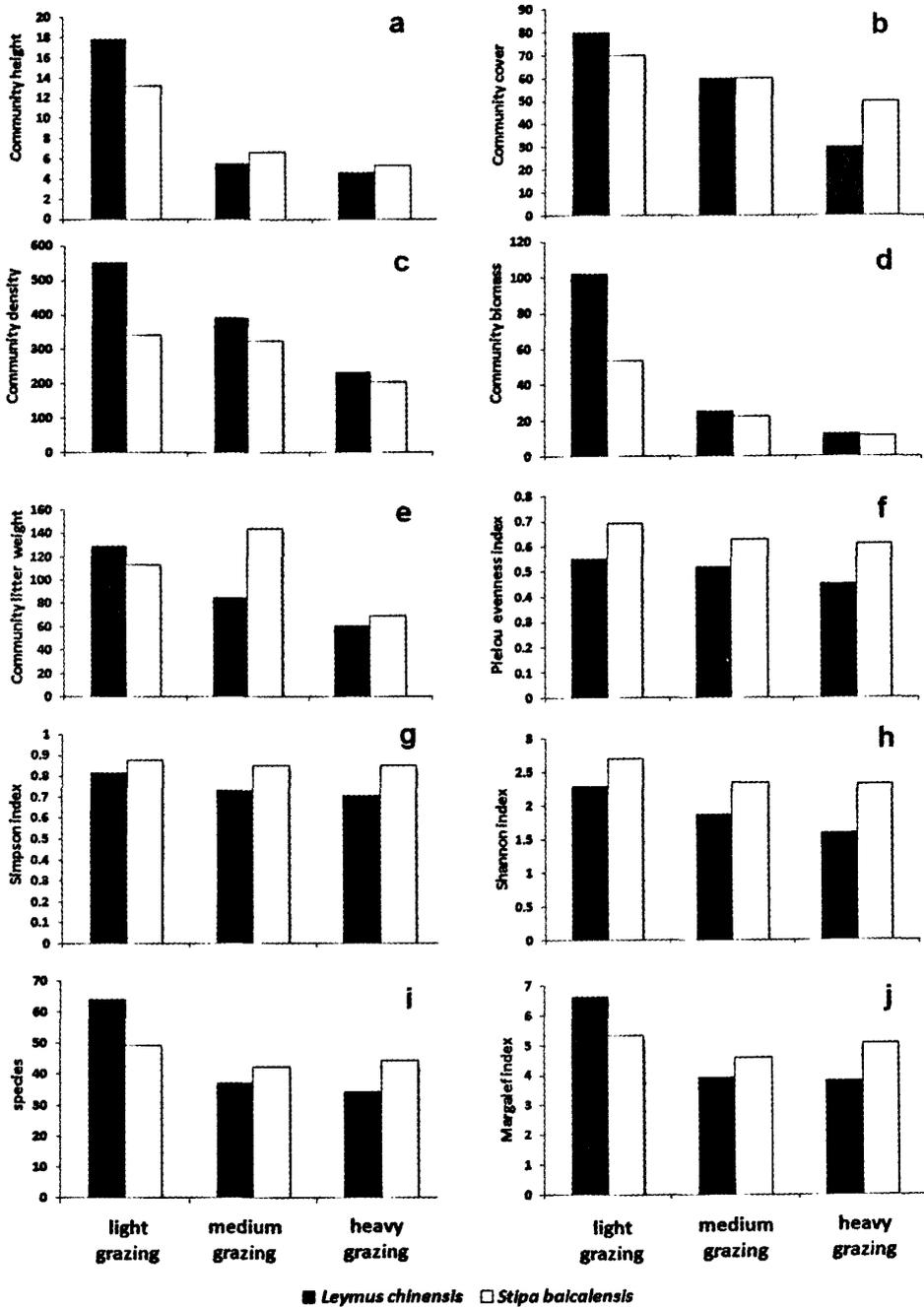


图 1 群落结构和功能各项指标

a. 群落高度, b. 群落盖度, c. 群落密度, d. 地上生物量, e. 枯落物总量, f. Pielou 均匀度指数, g. Simpson 多样性指数, h. Shannon 多样性指数, i. 总物种数, j. Margalef 丰富度指数

在 SM 样地上, 由表 2 得知, 随着放牧强度的增加, 日阴菅、贝加尔针茅的综合优势比逐渐下降, 日阴菅下降幅度明显, HG 样地比 LG 样地下降 49.6%, 贝加尔针茅下降幅度相对较小, 为 28.59%。羊草的综合优势比呈上升趋势。伴生种及常见种均呈下降趋势。

对 LM 和 SM 进行对比分析, 羊草的综合优势比在两块样地中的变化趋势均相反。羊草在 SM 样地中呈上升趋势是因为羊草为伴生种, 受牲畜采食和践踏的几率小于建群种。而在 LM 样地中, 其为建群种, 又是牲畜喜食的物种, 故其被采食的可能性较大。

表 2 SM 样地不同放牧强度下的物种综合优势比

植物名称	植物学名	LG	MG	HG
日阴菅	<i>Carex pediformis</i>	83.89	76.97	34.29
贝加尔针茅	<i>Stipa baicalensis</i>	56.89	54.27	28.29
羊草	<i>Leymus chinensis</i>	50.99	58.19	62.50
细叶白头翁	<i>Pulsatilla turczaninowii</i>	47.40	39.57	22.02
裂叶蒿	<i>Artemisia tanacetifolia</i>	43.20	47.59	51.01
多裂叶荆芥	<i>Schizonepeta multifida</i>	38.27	15.58	3.26
糙隐子草	<i>Cleistogenes squarrosa</i>	36.53	33.46	73.43
扁蓆豆	<i>Melilotoides ruthenica</i>	31.81	34.28	12.75
蓬子菜	<i>Galium verum</i>	30.45	12.37	4.24
麻花头	<i>Serratula centauroides</i>	33.23	38.33	36.24
囊花鸢尾	<i>Iris ventricosa</i>	25.94	15.57	7.06
狭叶沙参	<i>Adenophora gmelinii</i>	24.20	17.43	6.95
细叶葱	<i>Allium tenuissimum</i>	24.07	4.60	
双齿葱	<i>Allium bidentatum</i>	22.34	9.41	2.77
展枝唐松草	<i>Thalictrum squarrosom</i>	20.12	7.72	2.26
星毛委陵菜	<i>Potentilla acaulis</i>	13.82	10.67	9.21
冷蒿	<i>Artemisia frigida</i>	13.02	8.01	35.18
寸草苔	<i>Carex duriuscula</i>	12.87	55.88	58.25
山野豌豆	<i>Vicia amoena</i>	11.51	6.81	0.64
二裂委陵菜	<i>Potentilla bifurca</i>	10.85	5.74	33.34

2.2 不同退化梯度群落结构和功能分析

以群落高度、盖度、密度、地上生物量及枯落物, 物种丰富度和多样性指标表征群落结构的变化(见图 1)。研究表明, 在两块样地上, 除 SM 样地枯落物重量(图 1e)外, 各指标均随着放牧强度的增加而呈现递减趋势。在 SM 样地中度放牧时枯落物重量最大, 是因为所选的轻度退化样地离刈割草场距离较近有关, 受到了刈割行为的影响。从指标的变化幅度分析, 群落高度、地上生物量(图 1a, d)变化幅度明显, 说明这两项指标对放牧敏感。其余指标变幅较小。对比 SM 样地和 LM 样地各指标的变幅, SM 样地变化更小些, 说明前者比后者耐牧, 符合植物群落的一般规律。物种丰富度(图 1i, j)、均匀度(图 f)、多样性指数(图 1g, h)同样随着放牧强度的增加而下降, 但降幅较小; LM 样地的各种指标小于 SM 样地。

3 结论与讨论

(1) 从植被类型方面进行分析, 草甸草原水分条件较好, 生产力较高, 以中生和旱生植物为主。其退化后各种群落结构和功能指标的变化对于植被恢复与保护具有重要的指导意义。该研究通过对两种不同类型草甸草原 3 种退化梯度的分析中得知: 羊草草甸草原样地比贝加尔针茅草甸草原样地物种多样性维持能力弱, 耐牧性弱。

(2) 从物种水平进行分析, LM 和 SM 样地的建群种均随退化梯度加大而下降, 而退化标志物种, 如寸草苔、糙隐子草及冷蒿等呈上升趋势, 符合一般规律。但羊草的综合优势比和密度在两块样地中呈现相反变化现象, 在 LM 样地中不断减少, 而在 SM 样地中不断增加。原因为羊草在两块样地中的群落地位不同。在 LM 中为建群种, 其形成斑块化分布的能力很强; 而在 SM 中为共建种, 由于贝加尔针茅和日阴菅均为丛生植物, 从而降低了羊草形成斑块的能力。以往的研究表明, 牲畜喜欢采食斑块性分布的物种^[9-10]、斑块的变化可能是植被发生变化的信号^[11], 印证了羊草的综合优势比、密度相反变化规律, 同

时引申出: 易形成斑块化分布的物种在放牧梯度增加的情况下, 斑块破碎化, 使种群向均匀分布发展。

总体而言, 一个健康的草地生态系统, 它最重要的服务功能就是草地的生产性能。而牧区单纯地把传统畜牧业作为经济发展目标, 过分依赖于单一的动物性产品产出, 过度消耗资源, 掠夺草地, 草地的综合利用水平必然下降。此外, 草地所有权归属问题, 也是导致草场退化的主要原因之一^[12]。牧草产量的高低已威胁到我国的粮食安全^[13], 对草地质量进行评价并做出生态地理区划势在必行^[14]。根据评价等级, 对不同区域实施采取不同的治理对策^[15]。对于草甸草原而言, 物种丰富度和生物多样性指标在3种退化梯度上的变率并不大。所以笔者认为, 为实现人畜和谐共存, 首先需要采取短时期的禁牧行为, 之后将放牧强度控制在一定范围内, 草甸草原即可自行实现恢复演替。

参考文献

- 1 李博. 中国北方草地退化及其防治对策. 中国农业科学, 1997, 30 (6): 1~9
- 2 王仁忠. 放牧和刈割干扰对松嫩草原羊草草地影响的研究. 生态学报, 1998, 18 (2): 210~214
- 3 汪诗平, 李永宏, 王艳芬, 等. 不同放牧率对内蒙古冷蒿草原植物多样性的影响. 植物学报, 2001, 43 (1): 89~96
- 4 李永宏, 汪诗平. 放牧对草原植物的影响. 中国草地, 1999, 3: 11~19
- 5 王艳芬, 汪诗平. 不同放牧率对内蒙古典型草原牧草地上现存量和净初级生产力及品质的影响. 草业学报, 1999, 8 (1): 15~20
- 6 王德利, 吕新龙, 罗卫东. 不同放牧密度对草原植被特征的影响分析. 草原学报, 1998, 5 (3): 28~33
- 7 曹鑫, 辜智慧, 陈晋, 等. 基于遥感的草原退化人为因素影响趋势分析. 植物生态学报, 2006, 30 (2): 268~277
- 8 俞联平, 程文定, 陈兴荣, 等. 基于“3S”技术的甘肃省甘州区草地资源调查与评价. 中国农业资源与区划, 2008, 29 (6): 9~15
- 9 王得利. 草地生态与管理利用. 北京: 化学工业出版社, 2004
- 10 Mark Rees, et al. Long-term studies of vegetation dynamics. Science, 2001, 293: 650~655
- 11 Sonia Kéfi, et al. Spatial vegetation patterns and imminent desertification in Mediterranean arid ecosystems. Nature, 2003, 449: 213~218
- 12 Garrett Hardin. The tragedy of the commons. Science, 1968, 162: 1243~1248
- 13 王宗礼. 牧草与粮食安全. 中国农业资源与区划, 2009, 30 (1): 21~25
- 14 韩锦涛, 韩黄英, 李素清. 山西省生态地理区划. 中国农业资源与区划, 2008, 29 (1): 17~21
- 15 张金屯. 山西高原草地退化及其防治对策. 水土保持学报, 2001, 15 (2): 49~52

ANALYSIS OF VEGETATION CHARACTERISTICS UNDER DIFFERENT GRAZING INTENSITIES IN HULUNBER MEADOW STEPPE

Chen Baorui^{1,2}, Zhu Libo³, Li Gang^{1,2}, Hu Yuegao⁴, Xin Xiaoping^{1,2}

(1. Hulunber Grassland Ecosystem Research Station, Beijing 100081, China;

2. Key Laboratory of Resources Remote Sensing and Digital Agriculture of Ministry of Agriculture, Institute of Natural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

3. Bureau of Grassland Supervision and Management in Hulunber City, Hailaer 021008, China;

4. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China.)

Abstract The quantitative indices, such as summed dominance ratio, species richness, species biodiversity and community height, cover, density, and aboveground biomass, were calculated with the field sampling data, and then studied three grazing intensities of two meadow steppes which represent community structure and function. The results showed that the summed dominance ratio of edifiers in *Leymus chinensis* meadow steppe (LM) and *Stipa baicalensis* meadow steppe (SM) decreased but the SDR of species increased, which indicated grassland degradation with the grazing intensities went up from the perspective of species-level analysis. Furthermore, the capacity of biodiversity maintenance and grazing resistance in *Leymus chinensis* meadow steppe was weaker than that in *Stipa baicalensis* meadow steppe from the perspective of community-level analysis.

Keywords meadow steppe; vegetation characteristics; grazing intensities; Hulunber