

# 草地围封内外植物多样性变化研究

## ——以辉河自然保护区为例

刁兆岩<sup>1,2</sup>, 冯朝阳<sup>2</sup>, 徐立荣<sup>4</sup>, 田美荣<sup>2</sup>, 叶生星<sup>2,3</sup>, 郑志荣<sup>2</sup>

(1. 北京林业大学 省部共建“林培育与保护”教育部重点实验室, 北京 100083;

2. 中国环境科学研究院 国家环境保护区域生态过程与功能评估重点实验室, 北京 100012;

3. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 4. 济南大学 资源与环境学院, 济南 250022)

**摘要:** 围栏封育是应对草原退化的重要手段, 对草原植被生态系统多样性保护具有重要作用。以辉河自然保护区内不同草地类型(典型草原、湿地草甸、沙化草原)为对象, 对不同典型地区的围栏内外植被的地上生物量、高度、盖度、植株密度及植物物种多样性进行了调查和研究。结果表明: 典型草原、湿地草甸、沙化草原围栏内生物量分别增加 20.4%, 88.8%, -29.9%, 相对高度增加 5.2%, 91.9%, -36.3%, 植被盖度分别增加 64.5%, 43.4%, -17.5%, 植株密度分别增加 -14.0%, 135.5%, 72.5%; 牲畜啃噬致使围栏外禾本科、豆科、菊科植物占比有所增加; 不同草地类型围栏内外群落相似性不大, 群落物种组成均发生了较大的变化。通过分析围栏外生物多样性的变化规律及影响因素, 为区域自然生态系统保护的途径提供理论支持。

**关键词:** 围栏封育; 植物多样性; 辉河

中图分类号: X176; S812

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)05-0148-04

## Diversity of Grassland Plant Inside and Outside of Enclosure

### —A Case Study in the Hui River Natural Reserve

DIAO Zhao-yan<sup>1,2</sup>, FENG Chao-yang<sup>2</sup>, XU Li-rong<sup>4</sup>, TIAN Mei-rong<sup>2</sup>, YE Sheng-xing<sup>2,3</sup>, ZHENG Zhi-rong<sup>2</sup>

(1. The Key Laboratory of Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Chinese Research Academy of Environmental Science, State Environmental Protection Regional Ecological Process and Function Key Laboratory, Beijing 100012, China; 3. School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 4. School of Resources and Environment Sciences, University of Jinan, Jinan 250022)

**Abstract:** The enclosed pasture has an important role in the important measures of controlling grassland degradation and grassland vegetation ecosystem diversity protection. In this study, different grass types (typical grassland, wetland meadows, grassland desertification) were taken as the objects in the natural protection area of Hui river. The vegetation biomass, height, coverage, plant density and plant species diversity of inside and outside of enclosure in different typical region had surveyed and researched. The results show that: the typical grassland, wetland meadows, grassland desertification biomass fence rose up to 20.4%, 88.8%, -29.9%, relatively highly increased by 5.2%, 91.9%, -36.3%, respectively, and the vegetation coverage increased by 64.5%, 43.4%, -17.5%, respectively, plant density increased by -14.0%, 135.5%, 72.5%; The gramineous, leguminosae, compositae plants in outside of enclosure had increased due to grazing. The community similarity grass in different types of inside and outside of enclosure is not big, the community species composition changed a lot. Through the analysis of enclosure of biological diversity variation rules and the influencing factors, theoretical support way was put forward to protect the natural ecological system.

**Key words:** enclosed pasture; plant diversity; Hui river

生物多样性是生态系统中生物群落的重要特征, 任何一种干扰因子对植物群落产生影响都需要首先 考察多样性的变化。生物多样性主要包括  $\alpha$  多样性和  $\beta$  多样性, 其中  $\alpha$  多样性主要是群落内物种的丰富

收稿日期: 2011-03-29

修回日期: 2011-04-20

资助项目: 环保公益性行业科研专项(200809125, 200909021)

作者简介: 刁兆岩(1985—), 男, 山东郓城人, 在读博士生, 主要从事环境遥感研究。E-mail: diaozhy@126.com

通信作者: 冯朝阳(1979—), 男, 副研究员, 主要从事气候变化与生态系统服务功能研究。E-mail: fengchy@craes.org.cn

度和均匀性的综合量度, $\beta$ 多样性主要描述群落物种沿环境梯度的变化。生物多样性的破坏和丧失是生态系统退化的主要表现形式,也是生态系统退化的关键所在与核心<sup>[1]</sup>。呼伦贝尔草原位于我国最北部,由东向西,降水量逐渐减少,草地类型包括草甸草原、典型草原和半荒漠草原。由于牲畜的增多,降水量的减少,草原退化较为严重,局部沙化地区有沙化加剧的风险,围栏封育对治理草原退化具有重要作用,研究围栏内外植物多样性对治理草原退化有重要意义<sup>[2-7]</sup>,同时,为研究全球变化背景下的草原植被恢复提供理论支持。

## 1 研究区概况

研究区位于位于呼伦贝尔草原中东部,与北部俄罗斯的外贝加尔草原及西边的蒙古东部草原连接在一起,属于欧亚大陆草原的组成部分,地理位置为东经  $118^{\circ}48' - 119^{\circ}45'$ ,北纬  $48^{\circ}10' - 48^{\circ}57'$ 。地势属丘陵—高平原的地貌组合,海拔  $700 \sim 800$  m。该区属中温带大陆性气候,降水少,多大风。年降水量  $300 \sim 350$  mm,70%集中在 6—9 月的夏秋季节。

研究区处于典型草原向森林草原过渡地区,土壤以风沙土、栗钙土及草甸土等为主。草原群落属中生和中旱生类型,代表植被类型羊草草原、大针茅草原、克氏针茅草原、草甸、沼泽、水生植被;樟子松疏林、落叶阔叶疏林与灌丛等。本次试验选择人类干扰较弱的典型草原核心区地区为对照区,土壤类型为轻壤质暗栗钙土,群落建群种为羊草(*Aneurolepidium chinense*)、大针茅(*Stipa grandis*),优势种为糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)。

## 2 研究方法

### 2.1 样地选择及调查内容

数据采集时间为 2010 年 6—8 月,在辉河自然保护区植物生长高峰期进行野外调查,充分考虑土壤、植被、水分、地势地貌等影响,以地势地貌相似为原则,分别选取典型草原打草场及放牧场,辉河湿地草甸草原围栏内试验场(围封 1 a)及围栏外放牧场,南部樟子松围栏内封育地区(围封 3 a)及围栏外放牧场等 3 种类型,3 个试验区平均相距 20 km,其中打草场及围栏内不放牧,每年秋季打草做牲畜储备粮,试验区围栏内为 1 a 围栏封育,南辉樟子松围栏为 3 a 围栏封育,放牧场为日常放牧场所,每种类型围栏内外随机选取 10 个样方,每个样方相距 10 m,其中草本样方  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ ,灌木样方  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ 。测定样方内植物种类、株丛密度、草群高度、株丛数、分盖度、总

盖度、鲜重、频度等指标,同时进行地上生物量的测定,地上生物量测定草本采用  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  齐地面剪割,灌木为剪取当年生枝叶,以种为单位带回室内在  $65^{\circ}\text{C}$  恒温箱内烘干至恒重,生物量以风干重计。

### 2.2 物种多样性测度

物种丰富度指数  $S=N$ ( $N$  为样方内出现的物种总数目),重要值( $IV$ )为相对生物量( $W'$ )、相对盖度( $C'$ )、相对高度( $H'$ )、相对密度( $D'$ )的加权平均值, $\alpha$ 生物多样性指数选用如下通用指标表示<sup>[3,9]</sup>:

物种丰富度  $S=N$ ( $N$  为样方内出现的物种总数目);  
(1)

群落物种多样性 Shannon-Wiener 多样性指数:

$$SDI = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (2)$$

群落生态优势度 Simpson 指数:

$$EDI = 1 - \sum_{i=1}^S (N_i/N)^2 \quad (3)$$

群落均匀度 Pielou 指数:

$$CEI = (-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i) / \ln S = SDI / \ln S \quad (4)$$

群落相似性指数 Sorensen 指数:  $CSI = 2C/(A+B)$ ;  
(5)

$\beta$ 多样性指数 Whittaker 指数:

$$\beta = \frac{\ln R_0 - \ln R_n}{\ln 2} \quad (6)$$

式中: $P_i$ ——第  $i$  个物种相对重要值; $N_i$ ——第  $i$  个物种个体数; $N$ ——物种个体总数; $S$ ——物种个体物种数; $C$ —— $A, B$  两群落共有种数; $A, B$ ——各自群落的物种数; $R_0$ ——两个最大相似群落的相似系数; $R_n$ ——环境梯度上最不相似的两个群落的相似系数。

### 2.3 数据处理

利用 Microsoft Excel、SPSS 软件进研究区数据处理。

## 3 结果与分析

### 3.1 围封内外草地群落结构与物种科属组成

由图 1 可以看出,本次野外试验调查共计测得各类植物 47 种,围栏内典型草原、湿地草甸、沙化草原分别为 34, 27, 20 种,围栏外分别为 30, 30, 23 种,是因为围栏外放牧区,牲畜对草地啃噬造成一定程度的物种丰富度降低,同时典型草原以中生、中旱生植物群落为主,而湿地草甸主要为水生群落,沙地地区以中旱生、旱生群落为主,牲畜对照区禾本科、豆科、菊科分别为 12.8%, 12.8%, 17.5%, 典型草原围栏内外禾本科、莎草科占总植物的 17.6%, 8.8%,

20.0%,13.3%,但围栏外菊科增加 11.2%,围栏内外对物种分布影响不大,3 种类型样地,围栏外禾本科、豆科、菊科植物占比都有所增加,但并不明显。

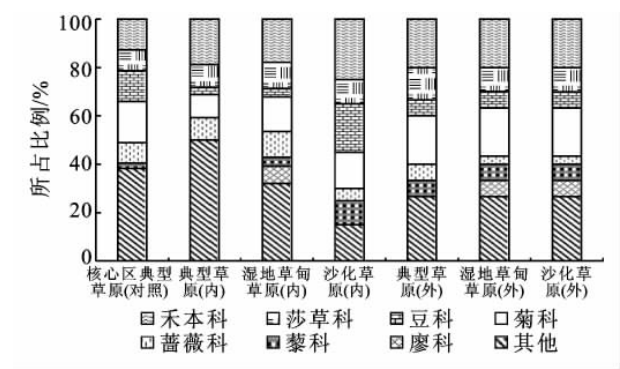


图 1 研究区围栏内外群落物种结构

3.2 围栏内外草地群落植被基本特征

由表 1 试验数据可知,在保护区实验区内,三种

表 1 草地围栏内外不同草地群落植被基本特征

草地类型	核心区典型 草原(对照)	围栏内			围栏外		
		典型草原	湿地草甸草原	沙化草原	典型草原	湿地草甸草原	沙化草原
生物量/(g·m <sup>-2</sup> )	214.56	226.33	281.33	68.33	187.94	149.01	97.48
高度/cm	24.83	28.54	46.50	15.06	27.12	24.23	23.68
盖度/%	78.13	82.25	98.86	36.90	50.00	68.93	44.75
植株密度/(株·m <sup>-2</sup> )	446.25	371.25	1318.15	576.92	431.75	559.62	334.38

3.3 围栏内外草地群落 α 多样性基本特征

物种多样性是生态系统中植物群落结构的重要特征,α 多样性主要研究局域均质生境下的物种数目,因此也被称为生境内的多样性或群落内多样性。主要测量包括物种丰富度、生态优势度、物种多样性指数和物种均匀度和群落相似性 5 个方面。由表 2 可知,试验对照区物种丰富度平均为 18 种,典型草原、湿地草甸、沙化草原围栏内分别为:14.8 种、4.7 种、5.2 种,相比围栏外分别增加:41.6%,−10.8%,−46.3%,物种均匀性指数分别增加:8.3%,−14.3%,−0.5%,生

态优势度指数为:10.3%,−25.8%,−17.1%,物种多样性指数为:14.7%,−12.4%,−41.5%。典型草原围栏有利于物种丰富度增加,增加群落生物量,群落系统也相对较稳定。但在水分充足的湿地草甸地区,围栏内草甸呈现单一群落物种,而适度放牧能够增加物种丰富度,使生物群落趋于稳定。在水分相对贫乏的沙地地区,围栏内属半固定沙化围栏封育区,较围栏外沙化程度高,所以其物种较少,均匀度也比围栏外低,其优势种相对突出。同时沙化地区多为季节性一年生植物,植被群落系统变得十分脆弱。

表 2 草地围栏内外草地群落 α 多样性基本特征

草地类型	核心区典型 草原(对照)	围栏内			围栏外		
		典型草原	湿地草甸草原	沙化草原	典型草原	湿地草甸草原	沙化草原
物种丰富度(S)	18.00	14.88	4.71	5.17	10.50	5.29	9.63
物种均匀性指数(CEI)	0.8314	0.8895	0.6325	0.8642	0.8209	0.7387	0.8686
生态优势度(EDI)	0.7897	0.8153	0.3376	0.5700	0.7389	0.4553	0.6877
物种多样性指数(SDI)	2.3781	2.2164	1.0025	1.1355	1.9313	1.1445	1.9435

群落相似性指数的大小在一定程度上可以反映群落的时空结构。由表 3 试验结果可以看出,各类型草原围栏内外群落相似性都并不大,该 3 类样地围栏内外群落物种组成均发生了较大的变化,这可能主要是水分、土壤、放牧等多种因素的共同结果,与前人研究结果有较大差异。

3.4 围栏内外草地群落 β 生物多样性

β 多样性是指沿环境梯度,不同生境之间群落物种组成的相异性或物种沿环境梯度的更替速率,其测度方法又可分为二元属性数据测定法和数量数据测定法。因此 β 多样性的测度更能体现群落物种与时空尺度的紧密结合,更有益于认识植物群落的时空结

构和功能过程<sup>[2,8-9]</sup>。物种转化率增高,群落结构逐渐趋于简单,植被的演  
在不同土壤及水分梯度下,围栏内外植被群落  $\beta$  变速率增加,草地植被生态系统向不稳定状态过渡,  
多样性变化由表 4 可知,水分增加或减少,都将导致与以往研究相一致。

表 3 草原围栏内外不同草地类型相似性

草地类型	核心区典型 草原(对照)	典型草原 (内)	湿地草甸 草原(内)	沙化草原 (内)	典型草原 (外)	湿地草甸 草原(外)	沙化草原 (外)
核心区典型草原(对照)	1.00						
典型草原(内)	0.61	1.00					
湿地草甸草原(内)	0.12	0.26	1.00				
沙化草原(内)	0.12	0.33	0.21	1.00			
典型草原(外)	0.52	0.27	0.25	0.37	1.00		
湿地草甸草原(外)	0.55	0.34	0.21	0.20	0.34	1.00	
沙化草原(外)	0.40	0.55	0.31	0.50	0.58	0.26	1.00

表 4 草原围栏内外不同草地类型  $\beta$  多样性变化

草地类型	核心区典型 草原(对照)	典型草原 (内)	湿地草甸 草原(内)	沙化草原 (内)	典型草原 (外)	湿地草甸 草原(外)	沙化草原 (外)
核心区典型草原(对照)	0						
典型草原(内)	0.337	0					
湿地草甸草原(内)	1.585	1.000	0				
沙化草原(内)	1.415	0.848	2.322	0			
典型草原(外)	0.621	0.503	0.807	0.848	0		
湿地草甸草原(外)	0.692	0.652	0.549	2.322	1.322	0	
沙化草原(外)	0.637	0.541	1.415	0.459	0.907	1.222	0

4 结 论

(1)呼伦贝尔草原围栏内外生物多样性变化与水分、土壤、放牧方式、放牧强度、刈割时间和强度及围栏年限等因素存在复杂的关系,这与其植被类型、植被群落特性及群落演替机制有关,其详细机理有待进一步研究。

(2)所选 3 种类型试验样地,典型草原主要以多年生禾本科植物群落为主,植被覆盖度较高,产草量较大,植被群落稳定,而在放牧强度较大地区,植被退化,出现不同程度沙化现象;湿地草甸围栏内受人为干扰小,水生群落占主导地位,植被高度、盖度、生物量为 3 种样地类型之首,但丰富度较低,容易形成单一群落,而围栏外由于放牧的存在,牲畜的啃噬在一定程度上能够使丰富度提高;沙化草原地区植被由多年生逐渐退化为一、二年生植被群落,并出现灌丛化现象,植被群落演变程度较大。

(3)呼伦贝尔草原植被在围栏内外植被盖度、生物量均有所增加,主要是减少牲畜啃噬,同时施肥,适当刈割,浅翻土壤等改良措施均能使草地产量提升,根据草地生态系统的可持续性原理,应注意放牧方式及强度,通过适当放牧进行利用,可使草地生态系统的能量流动和物质循环保持良性状态,增加群落生态

多样性及群落稳定性,进而保持草地生态系统平衡,避免过度放牧造成草地退化甚至沙漠化。

参考文献:

[1] 钱迎倩,马克平.生物多样性研究的原理与方法[M].北京:中国科学技术出版社,1994.

[2] 高贤明,马克平,黄建辉,等.北京东灵山地区植物群落多样性的研究:XI.山地草甸  $\beta$  多样性[J].生态学报,1998,18(1):24-32.

[3] 吕世海,冯长松,高吉喜,等.呼伦贝尔沙化草地围封效应及生物多样性变化研究[J].草地学报,2008,16(5):442-447.

[4] 孙宗玖,安沙舟,马金昌.围栏封育对草原植被及多样性的影响[J].干旱区研究,2007,24(5):669-674.

[5] 浦汉昕.呼伦贝尔盟的沙地植被及草场特性[J].自然资源,1986(4):76-83.

[6] 张宏斌,杨桂霞,黄青,等.呼伦贝尔草甸草原景观格局时空演变分析:以海拉尔及周边地区为例[J].草业学报,2009,18(1):134-143.

[7] 李博.中国北方草地退化及其防治对策[J].中国农业科学,1999,30(6):1-6.

[8] 李军保,马存平,鲁为军,等.围栏封育对昭苏马场春秋草地地上植物量的影响[J].草原与草坪,2009(2):46-56.

[9] 于顺利,马克平,徐存宝,等.环境梯度下蒙古栎群落的物种多样性特征[J].生态学报,2004,24(12):2932-2939.