

不同干扰对典型草原群落物种多样性和生物量的影响

呼格吉勒图, 杨劼*, 宝音陶格涛, 包青海

(内蒙古大学生命科学学院 生态与环境科学系, 内蒙古 呼和浩特 010021)

摘要:采用样方法对内蒙古典型草原区围封27年(E27)、7年(E7)、1年割1次(M)和中度放牧(G)样地的群落物种多样性、群落高度、群落密度、地上生物量进行实地调查分析,以研究不同干扰对典型草原群落物种多样性和生物量的影响。结果表明,围封27年和中度放牧样地的丰富度指数、多样性指数、均匀度指数仍显著高于围封7年和1年割1次样地,但围封27年样地与中度放牧样地之间无显著差异,围封27年和中度放牧相对于围封7年和1年割1次可以维持群落物种多样性;1年割1次和中度放牧样地退化指示植物糙隐子草重要值显著高于围封样地,草原群落呈退化趋势;围封7年样地的地上现存量为454.06 g/m²,显著高于其他样地。说明围封7年可显著提高草原生产力,但围封时间过长将不利于其维持较高的生产力。

关键词:典型草原;干扰;物种多样性;生物量

中图分类号:Q948.15⁺;S812.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5759(2009)03-0006-06

* 典型草原又叫真草原或干草原,是温带内陆半干旱气候条件下形成的草原类型,其植物主要为真旱生与广旱生多年生丛生禾草^[1]。该类草原占内蒙古天然草地总面积的1/3,但不合理的人为活动已使该区50%左右的草原处于不同程度的退化之中^[2],导致生物多样性的严重丧失和生产力下降^[3,4]。围封、割草和放牧是人类在草原管理实践中施加于草原的主要干扰类型,对草原生态过程会产生重要的影响。许多研究表明^[5~18],围封在一定时期内可以维持植物多样性、丰富度和较高的生产力,围封时间过长不利于维持草原生产力,但土壤理化性质相对稳定;放牧通过改变土壤理化性质,增加了生境的异质性,从而造成草原群落植物组分、结构和多样性格局发生变化,进而对整个生态系统的结构和功能产生影响;仲延凯等^[9~15]从1982年开始,对不同割草制度和羊草草原演替规律、营养元素的贮量和分配、土壤种子库的影响等做了大量深入细致的研究工作,得到了许多有意义的成果。为了更好地了解和掌握围封、割草和放牧等干扰对典型草原群落物种多样性和生物量的影响,本研究通过野外调查的方法对不同干扰下的典型草原植被进行系统观测研究,以为草原生物多样性的保护和草原的管理利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于内蒙古自治区锡林郭勒盟白音锡勒牧场(北纬43°26′~44°08′、东经116°04′~117°05′)。该区属温带内蒙古草原区典型草原栗钙土亚区。地带性植被为大针茅(*Stipa grandis*)—羊草(*Leymus chinensis*)草原。本区属半干旱草原气候。冬季寒冷干燥,夏季较为温和湿润。3—5月常有大风,月平均风速达4.9 m/s。年平均气温为-0.4℃,最冷月(1月)平均温度为-22.3℃,极端最低气温为-47.5℃,最热月(7月)平均温度为18.8℃,≥10℃的年积温为1 597.9℃,持续112 d,无霜期约100 d,草原植物生长期约150 d。年降水量350 mm左右,集中于6—9月,占全年降水量的80%左右,降水量的季节和年际变化非常大^[19]。

1.2 试验设计

本试验设置在中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站,样地位于锡林河两岸低丘宽谷地带。海拔1 200

* 收稿日期:2008-11-18;改回日期:2008-12-24

基金项目:国家重点基础研究发展规划“973”项目(2007CB106807)和国家自然科学基金项目(40841018)资助。

作者简介:呼格吉勒图(1980-),男,蒙古族,内蒙古赤峰人,在读博士。E-mail:qhjlt_529@sina.com

* 通讯作者。E-mail:Jyang@mail.imu.edu.cn

~1 250 m, 丘陵相对高度 20~30 m。土壤为暗栗钙土, 土层厚度达 1 m 以上, 钙积层不显著或不存在, 有时在 50~60 cm 以下, 偶见轻微的假菌丝状碳酸钙的淀积物^[19]。共选取了地形平坦一致的 4 个样地(400 m×120 m), 分别是围封 27 年(E27)、7 年(E7)、1 年割 1 次(M)和中度放牧样地(G)。围封 27 年样地围封前为受干扰较小的原生群落; 围封 7 年样地围封前均为自由放牧场, 放牧率约为 2 只羊/hm²; 1 年割 1 次样地为近十年来无放牧干扰, 每年 8 月中旬使用小型四轮拖拉机进行割草, 留茬高度为 5 cm 的牧民打草场; 中度放牧样地为距牧民居住点约 3 km, 放牧率为 4 只羊/hm², 5-10 月轮牧, 放牧日: 休牧日=15:30。试验于 2006 年 7 月下旬进行。

1.3 调查方法

采用样方法, 在每个样点随机选取的 5 个 1 m×1 m 样方。采用计数法确定群落总密度, 用直尺测量每种植物的平均高度。将其地上绿色部分齐地面刈割并分种存放于塑封袋中, 将其立枯与凋落物分别收集于塑封袋中。带回实验室分别称量其鲜重。然后在 65℃烘箱中烘干至恒重, 称量其干重。

1.4 计算方法

1.4.1 地上生物量 地上现存量=活体生物量+立枯量+凋落物量。

1.4.2 重要值 重要值(P_i)=相对高度+相对密度+相对生物量。

1.4.3 物种多样性分析 采用 Margalef 丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数进行多样性的分析, 其计算公式如下:

$$\text{Margalef 指数}(Ma) = (S-1)/\ln Ni$$

$$\text{Shannon-Wiener 指数}(H') = -\sum P_i \ln P_i$$

$$\text{Pielou 均匀度指数}(J_{\text{inv}}) = H'/\ln S$$

式中, S —物种总数; N —物种总个体数; N_i —第 i 种的个体数; P_i —物种 i 的重要值。

1.5 数据分析

用 Excell 对数据进行初步的整理, 用 SPSS 12.0 统计软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 群落物种组成和结构的差异

各样地主要植物种重要值计算结果显著(表 1), 中度放牧样地米氏冰草(*Agropyron michnoi*)占优势地位而其他样地大针茅占优势地位。1 年割 1 次和中度放牧样地退化指示植物糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)的重要值显著高于围封 27 年和 7 年样地, 重要值分别为 0.700, 0.417, 0.087 和 0.329。表明 1 年割 1 次或中度放牧情况下, 群落表现出退化趋势。在中度放牧样地中耐践踏植物冷蒿和星毛委陵菜出现, 而且重要值显著高于其他样地($P<0.05$)。该结果表明中度放牧导致了耐践踏植物的增加。

围封 27 年、围封 7 年、1 年割 1 次和中度放牧样地的群落平均高度分别为 23.9, 31.1, 14.0 和 5.3 cm。4 个样地群落平均高度均存在显著差异($P<0.05$), 而且群落平均高度排序为围封 7 年>围封 27 年>1 年割 1 次>中度放牧样地(图 1A)。围封 27 年和围封 7 年样地群落密度之间无显著差异, 而它们平均密度均显著低于 1 年割 1 次和中度放牧样地(图 1B)。以上结果表明对草原实施围封可显著增加群落的平均高度并显著减少群落密度, 但并非围封时间越长, 群落高度与密度就越高, 围封时间过长反而会抑制植物的生长。

2.2 对群落物种多样性的影响

群落的物种丰富度及多样性是群落的重要特征, 任何一种干扰因子对群落结构影响的研究都离不开物种多样性问题^[3,12]。在不同干扰下草原群落物种多样性的变化不同(表 2)。物种丰富度指数(Ma)是表明群落中物种多少的参数。在本研究中, 中度放牧样地群落物种丰富度最高, 1 年割 1 次样地群落物种丰富度最低, 不同干扰样地物种丰富度按 1 年割 1 次<围封 7 年<围封 27 年<中度放牧的顺序增加。多样性指数(H')是物种水平上多样性和异质性程度的度量, 综合反映群落物种丰富度和均匀度的总和^[9]。在本研究中, 群落 Shannon-Wiener 指数与群落物种丰富度具有一致的结果。均匀度反映各群落中物种(个体数)分布的均匀程度, 中度放牧样地群落均匀度指数在 4 种样地中最高, 而且与围封 7 年和 1 年割 1 次之间有显著差异。围封 27 年样地群落均匀度指数除与围封 7 年样地有显著差异外, 与其他 2 个样地均无显著差异, 具有较高的均匀度指数。不同干扰样地群落

表 1 不同干扰下典型草原群落物种组成和重要值

Table 1 Species composition and important values of the community in typical steppe under different disturbances

植物种 Plant species	重要值 Importance value			
	E27	E7	M	G
羊草 <i>L. chinensis</i>	0.173 b	0.151 b	0.139 b	0.307 a
羽茅 <i>Achnatherum sibiricum</i>	0.391 b	0.622 a	0.081 c	0.000 c
米氏冰草 <i>A. michnoi</i>	0.651 a	0.098 b	0.314 b	0.485 a
糙隐子草 <i>C. squarrosa</i>	0.087 c	0.329 c	0.700 a	0.417 b
洽草 <i>Koeleria cristata</i>	0.076 a	0.086 a	0.024 a	0.064 a
硬质早熟禾 <i>Poa sphondylodes</i>	0.002 b	0.066 a	0.000 b	0.000 b
大针茅 <i>S. grandis</i>	0.917 a	1.100 a	1.141 a	0.116 b
黄囊苔草 <i>Carex korshinskii</i>	0.363 a	0.402 a	0.243 a	0.435 a
矮葱 <i>Allium anisopodium</i>	0.026 a	0.000 a	0.000 a	0.000 a
双齿葱 <i>Allium bidentatum</i>	0.000 b	0.000 b	0.065 a	0.093 a
细叶葱 <i>Allium tenuissimum</i>	0.000 c	0.084 b	0.194 a	0.000 c
知母 <i>Anemarrhena asphodeloides</i>	0.000 b	0.000 b	0.081 a	0.000 b
冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	0.034 b	0.000 b	0.000 b	0.586 a
变蒿 <i>Artemisia pulustris</i>	0.000 b	0.000 b	0.000 b	0.022 a
阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaicus</i>	0.036 ab	0.000 b	0.000 b	0.085 a
麻花头 <i>Serratula centauroides</i>	0.038 a	0.000 b	0.000 b	0.000 b
菊叶委陵菜 <i>Potentilla tanacetifolia</i>	0.031 a	0.000 b	0.000 b	0.010 ab
二裂委陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	0.037 a	0.000 b	0.000 b	0.000 b
星毛委陵菜 <i>Potentilla acaulis</i>	0.000 b	0.000 b	0.000 b	0.028 a
小叶锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i>	0.043 a	0.000 a	0.000 a	0.063 a
扁蓿豆 <i>Melilotoides ruthenica</i>	0.000 b	0.000 b	0.000 b	0.098 a
乳白花黄芪 <i>Astragalus galactites</i>	0.000 b	0.000 b	0.000 b	0.041 a
木地肤 <i>Kochia prostrata</i>	0.040 a	0.000 b	0.000 b	0.057 a
轴藜 <i>Axyris amaranthoides</i>	0.020 a	0.013 a	0.000 a	0.000 a
瓣蕊唐松草 <i>Thalictrum petaloideum</i>	0.000 b	0.000 b	0.000 b	0.026 a
细叶鸢尾 <i>Iris tenuifolia</i>	0.000 a	0.049 a	0.050 a	0.066 a
花旗竿 <i>Dontostemon micranthus</i>	0.031 a	0.000 a	0.001 a	0.000 a
女娄菜 <i>Melandrium apricum</i>	0.006 a	0.000 a	0.000 a	0.000 a

注:不同字母表示样地间差异显著($P < 0.05$),下同。

Note: Different letters mean significantly different ($P < 0.05$), the same below.

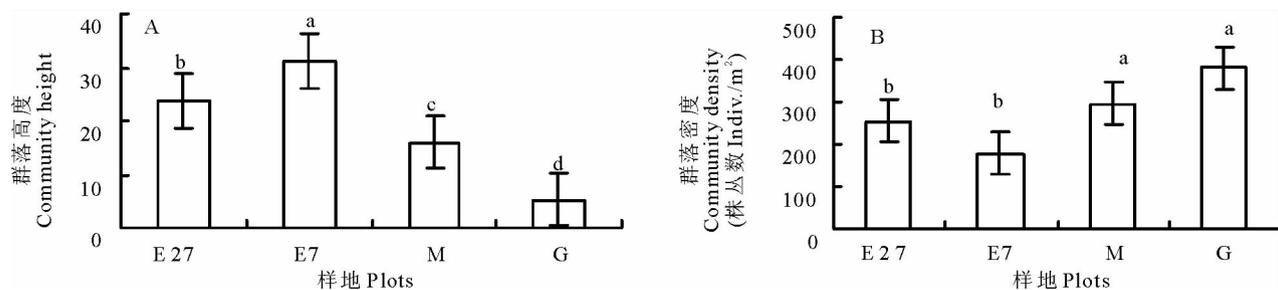


图 1 不同干扰下典型草原群落的外貌特征

Fig. 1 Community features in typical steppe under different disturbances

均匀度指数按围封 7 年 < 1 年割 1 次 < 围封 27 年 < 中度放牧的顺序增加。对 4 个样地群落物种丰富度、均匀度、群落密度和多样性指数的相关分析表明,群落物种多样性指数与物种丰富度、均匀度指数和群落密度显著正相关,相关系数分别为 0.986, 0.999 和 0.623。

2.3 对群落地上生物量的影响

围封 27 年、7 年、1 年割 1 次和中度放牧 4 个样地活体生物量均有显著差异(图 2A),分别为 157.13, 211.36, 91.92 和 59.47 g/m²,但围封 7 年的样地活体生物量最高。从立枯与凋落物量来看(图 2B,C),围封样地均显著高于 1 年割 1 次和中度放牧样地。由于中度放牧条件下,牲畜的采食导致立枯量为 0,从而也导致凋落物的减少。另外,围封 27 年样地除活体生物量显著高于围封 7 年样地之外,凋落物与立枯量均无差异。从地上现存量(活体生物量、立枯、凋落物之和)的变化看(图 2D),围封 7 年样地地上现存量最高,达到 454.06 g/m²,分别是围封 27 年、1 年割 1 次、中度放牧样地的 1.3, 3.9 和 6.6 倍。这表明围封 27 年、1 年割 1 次、中度放牧都会限制草原生产力的发挥。

表 2 不同干扰对典型草原群落物种多样性的影响

Table 2 Effect of different disturbances on species community diversity in typical steppe

指标 Index	E27	E7	M	G
<i>Ma</i>	2.06 a	1.32 b	1.30 b	2.38 a
<i>H'</i>	2.70 a	1.71 b	1.86 b	3.27 a
<i>J_{sw}</i>	1.08 ab	0.83 c	0.88 bc	1.22 a

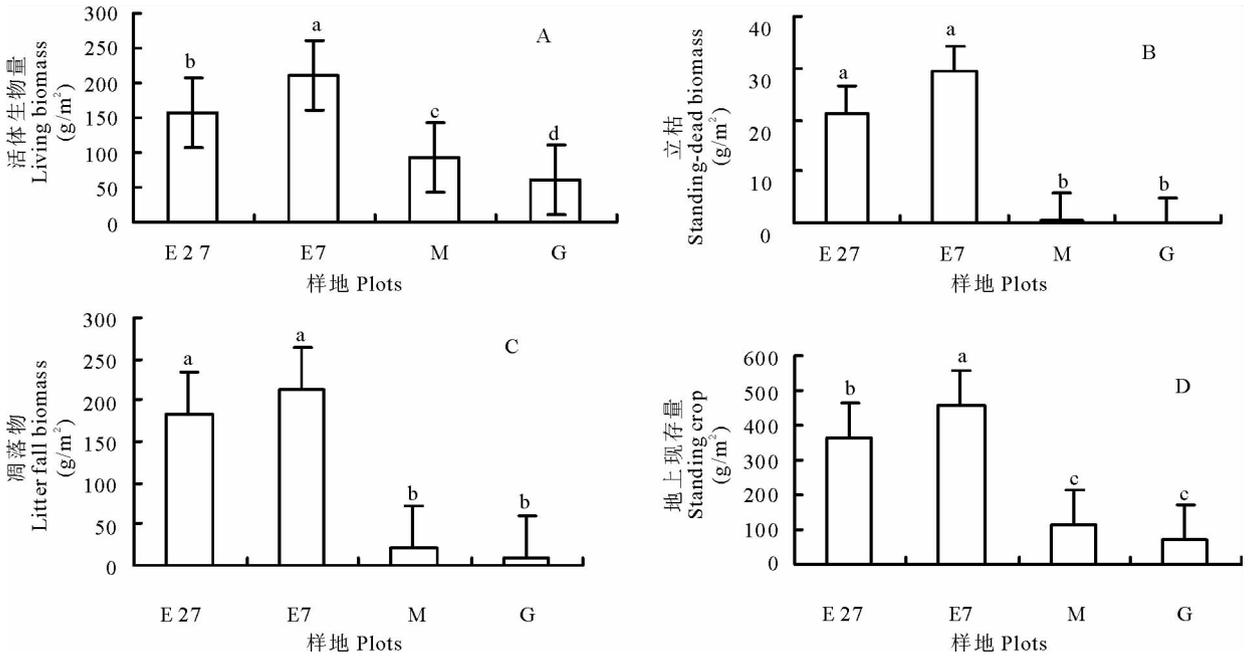


图 2 不同干扰对典型草原群落地上生物量(干重)的影响

Fig. 2 Effect of different disturbances in above-ground biomass on different plots

3 讨论与结论

有关干扰对典型草原群落物种多样性的研究认为围封在一定程度上可以维持和保护群落物种多样性^[5];随着放牧强度的增加群落物种多样性先上升,后下降^[20];1 年割 1 次使群落的均匀性降低,多样性升高^[21],而割 1 年休 1 年使群落物种多样性先上升,后下降^[22]。这些研究结论上的不同主要是由于干扰类型存在差异造成的。就本研究而言,不同干扰下相同研究区 4 个样地中,围封 27 年和中度放牧样地的丰富度指数、多样性指数、均匀度指数仍显著高于围封 7 年样地和 1 年割 1 次样地;围封 27 年样地的多样性指数和均匀度指数与中度放牧样地无显著差异。由此可以得出结论,围封 27 年和中度放牧相对于围封 7 年和 1 年割 1 次可以维持群落物种多样性。

在典型草原植物群落退化演替序列上,糙隐子草是中度退化时期的优势种或主要伴生种^[23],在本试验中,1

年割1次和中度放牧样地糙隐子草优势度显著高于围封样地,这说明1年割1次和中度放牧状态下,草原群落呈退化的趋势。

根据草原生态系统的可持续性原理^[24],草原围封不应是无限期的,封育期过长,不但不利于牧草的正常生长和发育,反而枯草会抑制植物的再生和幼苗的形成,不利于草原的繁殖更新^[25,26];因此,草原围封一段时间后,进行适当利用,可使草原生态系统的能量流动和物质循环保持良性状态,进而保持草原生态系统平衡。封育时间的长短,应根据草原退化程度和草原恢复状况而定^[27]。且相关研究发现,适当割草及放牧利用,不但不会给草原造成损害,相反能改良草原质量,刺激牧草分蘖,促进牧草再生^[26]。就本研究而言,围封7年样地的地上现存量为454.06 g/m²,显著高于其他样地,说明围封7年的草原,已经达到或接近其生产潜力的峰值,继续围封将不利于其维持较高的生产力。

参考文献:

- [1] 内蒙古草地资源编委会. 内蒙古草地资源[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1990. 150-151.
- [2] 李博. 中国北方草地退化及其防治对策[J]. 中国农业科学,1997,30(6):1-9.
- [3] 汪诗平,李永宏,王艳芬. 不同放牧率对内蒙古高嵩草原植物多样性的影响[J]. 植物学报,2001,43(1):89-96.
- [4] 杨持,叶波. 放牧强度对生物多样性的影响[A]. 李博,杨持. 草地生物多样性保护研究[M]. 呼和浩特:内蒙古大学出版社,1995. 70-78.
- [5] 闫玉春,唐海萍. 围栏禁牧对内蒙古典型草原群落特征的影响[J]. 西北植物学报,2007,27(6):1225-1232.
- [6] 闫玉春,唐海萍,常瑞英,等. 典型草原群落不同围封时间下植被、土壤差异研究[J]. 干旱区资源与环境,2008,22(2):145-151.
- [7] 孙卫国,王艳荣,赵利清,等. 在典型草原放牧退化过程中土壤环境质量的变化研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),2006,37(3):304-307.
- [8] 李永宏. 放牧影响下羊草草原和大针茅草原植物多样性的变化[J]. 植物学报,1993,35: 877-884.
- [9] 仲延凯,贾志斌. 内蒙古白音锡勒牧场地区天然割草场资源的调查研究[J]. 干旱区资源与环境,1987,1(3,4):95-108.
- [10] 仲延凯,包青海,孙维. 内蒙古白音锡勒牧场地区天然割草场合理割草制度的研究[J]. 生态学报,1991,11(3):242-249.
- [11] 仲延凯,包青海,孙维. 白音锡勒牧场地区天然割草地干、鲜地上生物量研究Ⅱ. 不同轮割群落与种群干、鲜地上生物量的比值[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),1996,27(1):92-97.
- [12] 包青海,仲延凯. 典型草原地区轮休与连年刈割的比较研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),1996,27(5):695-700.
- [13] 仲延凯,孙维,包青海. 刈割对典型草原地带羊草的影响[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),1998,29(2):202-213.
- [14] 仲延凯,孙维,孙卫国. 割草对典型草原植物营养元素贮量及分配的影响Ⅲ. 刈割对植物营养元素含量变化的影响[J]. 干旱区资源与环境,1999,13(4):69-73.
- [15] 仲延凯,包青海,孙维,等. 割草干扰对典型草原土壤种子库种子数量与组成的影响Ⅲ. 120种植物种子的大小与重量[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),2001,32(3):280-286.
- [16] 程杰,高亚军. 云雾山封育草地土壤养分变化特征[J]. 草地学报,2007,15(3):273-277.
- [17] 贾晓妮,程积民,万惠娥. 云雾山本氏针茅草地群落恢复演替过程中的物种多样性变化动态[J]. 草业学报,2008,17(4):12-18.
- [18] 单贵莲,徐柱,宁发,等. 围封年限对典型草原群落结构及物种多样性的影响[J]. 草业学报,2008,17(6):1-8.
- [19] 姜恕. 中国科学院内蒙古草原生态系统定位站的建立和研究工作概述[A]. 草原生态系统研究(第一集)[M]. 北京:科学出版社,1985. 1-10.
- [20] 李永宏. 蒙古高原典型草原植物群落的生物多样性特征及其放牧动态规律[J]. 植物学通报,1993,10(增刊):23-33.
- [21] 包青海,宝音陶格涛,阎巧玲,等. 羊草草原割草处理群落特征比较研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),2003,34(1):74-78.
- [22] 王泽环,宝音陶格涛,包青海,等. 割一年休一年割草制度下羊草群落植物多样性动态变化[J]. 生态学杂志,2007,26(12):2008-2012.
- [23] 刘钟龄,王炜,郝敦元. 内蒙古草原退化与恢复演替机理的探讨[J]. 干旱区资源与环境,2002,16(1):84-90.

- [24] 戎郁萍,赵萌莉,韩国栋. 草地资源可持续利用原理与技术[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [25] 程积民,邹厚远,本江昭夫. 黄土高原草地合理利用与草地植被演替过程的试验研究[J]. 草地学报,1995,4(4): 17-22.
- [26] 程积民,邹厚远. 封育刈割放牧对草地植被的影响[J]. 水土保持研究,1998,5(1):36-54.
- [27] 孙祥. 干旱区草场经营学[M]. 北京:中国林业出版社,1991.

Effects of different disturbances on species diversity and biomass of community in the typical steppe

Hugejiletu, YANG Jie, Baoyintaogetao, BAO Qing-hai

(College of Life Science, Inner Mongolia University, Huhhot 010021, China)

Abstract: Effect of different disturbances on species diversity, community height, community density, aboveground biomass of the typical steppe was investigated by quadrant method. Four treatment plots were devised in the study area, including moderately grazed (G), mowing once a year (M), exclosure for 7 year (E7) and exclosure for 27 year (E27) plots. The richness index, diversity index and evenness index in the E27 and G were significantly higher than those in the E7 and M, but there is no significantly difference between E27 and G. So, E27 and G might maintain community species diversity. The important values of the indicator plant of degradation (*Cleistogenes squarrosa*) in M and G plots were significantly higher than that of the exclosure plots. The above ground biomass of E7 was 454.06 g/m², and significantly higher than that of the other plots. Thus, E7 could significantly increase the steppe productivity, but there would be no help for the steppe productivity if exclosure lasts too long.

Key words: typical steppe; disturbance; species diversity; biomass

《草业学报》网上投稿系统开通启事

尊敬的审稿专家、作者和读者:

《草业学报》网站 <http://cyxb.lzu.edu.cn> 已正式开通运行,审稿专家可以通过“专家远程审稿”为本刊审阅稿件;作者可以通过登录“作者在线投稿”和“作者在线查稿”向本刊投稿及查询稿件处理情况;读者可以在线进行过刊浏览和期刊检索。欢迎广大作者、读者和专家通过本刊网站进行投稿、查阅和审稿。