

宁夏盐池县退化草地不同利用方式下植物群落多样性与生物量的研究

徐 坤, 李国旗

(宁夏大学西北退化生态系统恢复与重建省部共建教育部重点实验室, 宁夏大学西部生态与生物资源开发联合研究中心, 宁夏, 银川, 750021)

摘 要: 以草地群落样方调查数据为基础, 对 3 种不同利用方式下的退化草地群落进行群落结构、多样性及生物量分析对比。结果表明: 禁牧对增加草地植物优势种的重要值起到了一定作用, 而 6 区轮牧的方式使草地群落优势种恢复得较以草定畜方式好一些; 不同利用方式间相似性指数反映了放牧干扰使得相似性增大, 6 区轮牧对草地的干扰较以草定畜小些; 禁牧对增加草地群落物种多样性不明显, 以草定畜样地的多样性程度较高, 但这可能是草地群落恢复性较差的表现, 6 区轮牧相对于以草定畜的草地群落恢复性较好; 禁牧对草地群落有毒植物生物量的减少起到了作用, 而 6 区轮牧对减少有毒植物的生物量, 较以草定畜效果好些, 这种方式对草地的恢复较为有利。今后应注重对 6 区轮牧方式进行更深入的研究。

关键词: 群落多样性; 利用方式; 草地恢复
中图分类号: Q 948.15 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008) 01-0160-06

生物多样性(Biodiversity)是当今世界生物环境研究中的重要课题^[1],是现代生物学极力维护与追求的目标。目前,有关生物多样性的研究多局限于物种多样性。其中关于多样性与稳定性关系的研究一直是个有争议的问题。一直以来一个得到较多认可和观点是:在多样性(复杂性)与稳定性之间不存在简单的线性关系^[2,3],而可能存在一个多样性(复杂性)的阈值^[4,5],在阈值以下多样性的增加对植被功能的提高和稳定性的维持是有益的,当多样性增加到一定程度后它对植被功能和稳定性的作用就不再明显^[6]。另外一个引起争论的问题是多样性与生产力的关系。在解释为什么会在高生产力时具有低多样性,许多学者认为,资源比率问题,即环境中资源供应的空间异质性下降,导致了多样性降低。总结各种分析,生产力与多样性的关系为:第一,简单的系统即生物多样性低的系统生产力高于复杂的生态系统;第二,生物多样性高的系统生产力高于生物多样性低的系统;第三,生产力与多样性无关^[7]。

近年来,针对干旱半干旱区大面积土地沙化、草原退化、物种丧失、草地生产力下降的现状,人们进行了一系列的研究工作,尤其是在宁夏盐池县这个典型地区,荒漠化治理、退化草原的恢复都取得了一

定的进展,随着人们研究的深入,在荒漠草原区逐步发展现代草地生态农业,以草定畜、划区轮牧的方式被应用。大多数研究者从干扰方面通过研究生物量等对物种多样性进行了探讨,一般认为中度的干扰促进了较高的多样性^[8]。那么针对干旱半干旱区,现在需要明确的是什么样的方式属于中度干扰,将对生物量起到什么作用,这种干扰是否就促进了群落的稳定性,要针对具体群落面临的主要干扰形式研究群落干扰下的变化程度和恢复进程,要深入到对群落内部生物生态学过程变化的认识上,并深入探讨天然草地植物群落的演替阶段,以便为天然草地的生态保护与合理利用提供参考依据。本文通过对比研究三种不同利用方式下退化草地植物群落的多样性与生物量,进一步探讨了退化草原恢复过程中保护物种多样性的方法,提高生物量的利用方式,通过研究多样性与生物量来间接探讨植被的稳定性,希望为干旱、半干旱地区在植被恢复与重建的过程中,提供合理植被配置方式依据。

1 试验地区概况

该试验区位于盐池县城西约 10 km 处的四墩子行政村,北纬 37°04′~38°10′,东经 106°30′~107°47′。海拔 1 374 m,地势平坦。大地貌为缓坡丘陵,土壤

收稿日期:2007-03-11
基金项目:宁夏大学自然科学基金项目(LG 0514);教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-05-0896);国家自然科学基金项目(30660039)
作者简介:徐 坤(1979-),女,宁夏银川人,助理研究员,硕士,研究方向为草原生态与资源环境。E-mail akong_129@126.com。
通讯作者:李国旗。

质地为沙壤、粉沙壤,耕作土壤有机质含量为 0.5%~0.8%,pH 值 7.5~8.5,地下水深 10~40 m。气候特点是:干旱多风,降水少,蒸发量大,日照较长,热量丰富。根据该县气象资料,年平均降水量 289.4 mm,7~9 月份的降水量约占全年降水量的 60%~70%,冬春少雨雪。 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温 3 430.3 $^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 2 949 $^{\circ}\text{C}$;年日照时数 2 867.9 h,日照率 65%,年蒸发量 2 131.8 mm。年平均气温 7.7 $^{\circ}\text{C}$,1 月平均气温-8.9 $^{\circ}\text{C}$,7 月平均气温 22.5 $^{\circ}\text{C}$ 。绝对最低和最高气温分别为-29.6 $^{\circ}\text{C}$ 和 38.1 $^{\circ}\text{C}$ 。年平均无霜期 162 d 左右。

2 研究方法

2.1 群落调查方法

在试区内分别选定以草定畜、禁牧、6 区轮牧三种不同利用方式下的草原进行定点调查,禁牧区为围栏封育不放牧区,以草定畜区与 6 区轮牧区的面积均为 40 hm²,均放牧 30 只羊,拟定放牧周期均为一个月,以草定畜区内为自由放牧,6 区轮牧每小区放牧 5 d。2006 年 8 月,在各样地内,定点进行草地植物群落的盖度、高度、多度、频度、生物量的调查,

样方面积 2 m×2 m,生物量用直接收获法,称取鲜重,然后带回实验室,65 $^{\circ}\text{C}$ 烘至恒重。

2.2 数据分析方法

2.2.1 重要值计算^[9] 重要值(IV)=(相对盖度+相对高度+相对多度+相对频度+相对生物量)/5

2.2.2 相似性指数 Mountford(1962) 群落相似性指数^[10]

$$I = \frac{2c}{2ab - (a + b)c}$$

2.2.3 多样性指数 Shannon-Wener 指数^[11]

$$D = 3.3219 \left[\lg N - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^S n_i \lg n_i \right]$$

2.2.4 丰富度指数 Margalef 指数^[12]

$$R = (S - 1) / \ln N$$

2.2.5 均匀度指数 Pielou 指数^[13]

$$E = \frac{\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i}{\ln S} \quad (P_i = n_i / N)$$

上述各式中:*a* 为样地 A 的物种数;*b* 为样地 B 的物种数;*c* 为样地 A 和 B 共有的物种数;*S* 为样地植物种数;*n_i* 为每一种的重要值;*N* 为全部种重要值。

表 1 不同利用方式下样地概况
Table 1 Survey of sample plot in different utilization

样点 Sample plot	禁牧一 Prohibition of grazing I	禁牧二 Prohibition of grazing II	以草定畜一 Li nited steppe grazing I	以草定畜二 Li nited steppe grazing II	6 区轮牧一 Six block rotational grazing I	6 区轮牧二 Six block rotational grazing II
经纬度 Latitude and longitude	N : 37°45′44.8″ E : 107°16′49.9″	N : 37°45′42.2″ E : 107°16′49.2″	N : 37°45′44.2″ E : 107°16′50.9″	N : 37°45′42.9″ E : 107°16′55.1″	N : 37°45′32.1″ E : 107°17′32.0″	N : 37°45′28.2″ E : 107°17′32.7″
海拔 Elevation	1436 m	1431 m	1435 m	1433 m	1443 m	1419 m
坡度 Grade	平缓 Gentle	平缓 Gentle	平缓 Gentle	平缓 Gentle	较缓 Quite gentle	稍缓 Slightly gentle
总盖度 (%) Total number of coverages	80.54	90.51	52.28	65.27	52.60	64.40
总种数 Total number of species	21	21	22	20	19	20

3 结果与分析

3.1 不同利用方式对退化草地植物群落结构的影响

对比表 2 中不同利用方式下的最大值,最高值出现在禁牧二的样地植物群落中,为 42.31%,而 6 区轮牧二样地植物群落的重要值次之,两者都是以牛枝子的值为最高。在以草定畜一的样地中草地群落出现了以有毒植物老瓜头为优势种,豆科、禾本科植物的重要值相对较小的情况。此时为 2006 年 8 月份,大部分草地植物正处于生长较为旺盛的阶段,群落盖度与物种数的值都较高。三种方式相比之

下,在完全禁牧的草地植物群落中,平均盖度与物种数最高,豆科植物牛枝子生长旺盛,在盖度与多度上超过禾本科植物,在样地一中,老瓜头的重要值在群落中次于牛枝子、沙芦草,根据试区以前草原围栏禁牧效果的调研可知,禁牧的草地状况对比自由放牧,牧草盖度增加,优良牧草的产量增加,禾本科牧草恢复生长较快,故老瓜头的重要值相对降低。以草定畜一的样地中,由于放牧的干扰,物种结构出现变化,有毒植物老瓜头的重要值相对增大,牛枝子、糙隐子草的生长被限制,重要值次之。而 6 区轮牧的这种放牧方式可能更有利于禾本科、豆科牧草的生

长,在其样地植物群落中老瓜头的平均值低于以草定畜样地的值。从平均各不同利用方式下样地的最大重要值,可看出 6 区轮牧样地的重要值高于以草定畜样地的重要值,而小于禁牧样地的重要值,可说明 6 区轮牧这种方式较以草定畜对草地群落的影响小些。

表 2 不同利用方式下植物群落组成及重要值

Table 2 Plant species composition and importance value of plant community in different utilization

植物种名 Plant species name	禁牧一 Prohibition of grazing I	禁牧二 Prohibition of grazing II	以草定畜一 Limited steppe grazing I	以草定畜二 Limited steppe grazing II	6 区轮牧一 Six block rotational grazing I	6 区轮牧二 Six block rotational grazing II
阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaicus</i>	1.34	0.80	2.10	3.55	0.66	0.70
白草 <i>Pennisetum centrasiaticum</i>	1.85	2.32	1.53	1.33	0.00	1.12
白莲蒿 <i>Artemisia sacrorum</i>	2.51	4.43	2.04	14.14	1.09	2.40
糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	5.70	2.80	10.71	1.13	20.37	9.09
草木犀状黄芪 <i>Astragalus melilotoides</i>	1.43	2.49	1.72	0.00	7.40	0.00
叉枝鸦葱 <i>Scorzonera divaricata</i>	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
刺沙蓬 <i>Salsola pestifer</i>	0.68	2.97	10.17	7.86	2.40	11.33
刺叶柄棘豆 <i>Oxytropis aciphylla</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	7.11	2.29
地锦 <i>Euphorbia humifusa</i>	0.30	0.52	0.35	10.80	0.42	0.00
短花针茅 <i>Stipa breviflora</i>	2.48	2.60	1.74	0.00	13.31	5.64
甘草 <i>Glycyrrhiza uralensis</i>	1.73	0.26	2.15	0.00	0.00	2.42
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0.00	5.94	7.70	15.06	0.83	0.00
蒺藜 <i>Tribulus terrestris</i>	0.56	0.26	0.28	2.10	2.97	0.63
碱韭 <i>Allium polyrhizum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	2.39	0.00
赖草 <i>Leymus secalinus</i>	4.02	1.86	3.17	2.74	2.66	2.50
老瓜头 <i>Cynanchum komarovii</i>	9.28	6.76	23.49	8.57	14.90	6.52
米口袋 <i>Geldestaedia multiflora</i>	0.00	1.49	1.38	0.34	0.18	0.62
牛枝子 <i>Lespedeza potaninii</i>	27.76	42.31	20.60	10.57	2.43	39.79
鳍蓟 <i>Olgaea leucophylla</i>	0.97	0.26	0.90	1.70	0.00	0.00
软毛虫实 <i>Corispermum puberulum</i>	1.21	0.00	2.43	4.84	8.00	3.05
沙芦草 <i>Agropyron mongolicum</i>	22.13	16.62	2.66	2.96	6.25	4.15
砂珍珠豆 <i>Oxytropis psammocharis</i>	9.19	3.67	2.78	3.17	0.00	2.62
山苦荬 <i>Ixeris chinensis</i>	0.89	0.00	0.68	0.57	3.05	2.05
菟丝子 <i>Cuscuta chinensis</i>	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00
雾冰藜 <i>Bassia dasyphylla</i>	0.00	0.00	0.00	2.57	0.00	0.00
小画眉草 <i>Eragrostis poaeoides</i>	0.00	0.00	0.00	5.83	0.00	0.00
银灰旋花 <i>Convolvulus ammannii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
圆头蒿 <i>Artemisia sphaerocephala</i>	0.23	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
远志 <i>Polygala tenuifolia</i>	5.36	1.12	1.22	0.17	3.57	1.88
泽漆 <i>Euphorbia helioscopia</i>	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00

3.2 相似性指数计算结果

由表 3 可以看出不同利用方式下相似性较高的是禁牧一和以草定畜一,以草定畜一和以草定畜二,较低的是禁牧一和 6 区轮牧一,禁牧二和 6 区轮牧一。Mountford 的相似性指数基本上反映了群落随海拔梯度的相似性,即海拔高度相差小的样地相似性较大,海拔高度相差大的样地相似性较小。出现禁牧样地与以草定畜一样地相似性较高的现象,是

海拔相差较小的缘故。整体来看,大部分的相似性指数都不超过 0.4000,说明相似性指数还是较低的,不同利用方式间样地物种在海拔梯度上的变化较明显,但由于存在放牧的干扰作用,使得这种海拔梯度的变化减弱了。以 6 区轮牧样地与其它样地的相似性最为小些,反映了随海拔变化的规律性,但相似性指数并不是都很低,反映出放牧干扰使得相似性增大。

表 3 不同利用方式间相似性指数计算结果

Table 3 The results of similarity index in different utilization

相似性指数 Similarity index	禁牧二 Prohibition of grazing II	以草定畜一 Limited steppe grazing I	以草定畜二 Limited steppe grazing II	6 区轮牧一 Six block rotational grazing I	6 区轮牧二 Six block rotational grazing II
禁牧一 Prohibition of grazing I	0.2024	0.6250	0.2378	0.1176	0.2378
禁牧二 Prohibition of grazing II		0.3551	0.2378	0.1515	0.1739
以草定畜一 Limited steppe grazing I			0.4634	0.2179	0.2048
以草定畜二 Limited steppe grazing II				0.2353	0.2000
6 区轮牧一 Six blocks rotational grazing I					0.1714

3.3 不同利用方式对退化草地物种多样性的影响

图 1 中,对比不同利用方式下植物群落的多样性指数变化,总体看三种指数的变化趋势,Shannon - Wiener 指数和 Pielou 指数的趋势较一致,其中 Shannon -Wiener 指数的变幅较大些,Pielou 指数的变幅不大。在此季节,由于水分限制,禁牧草场植物群落受到这种影响更大一些,群落中少一年生的夏雨型植物,平均 Margalef 指数的值最小。而在以草定畜样地群落中平均 Shannon -Wiener 指数和 Mar -

galef 指数的值都较大,虽然此季节植物群落的生长受到水分限制,但还受到放牧的干扰作用,可能对增加群落物种多样性方面起到了一定作用,但在 6 区轮牧样地群落中这种作用更小些,此可能与植物的补偿生长有关。另外在相同区域不同样地的群落多样性指数变化中,以 Pielou 指数的变幅为最小,以草定畜样地群落的 Margalef 指数变幅为最大,这与样地的地理位置有一定关系,其它相同区域不同样地的群落多样性指数变化幅度则不是很大。

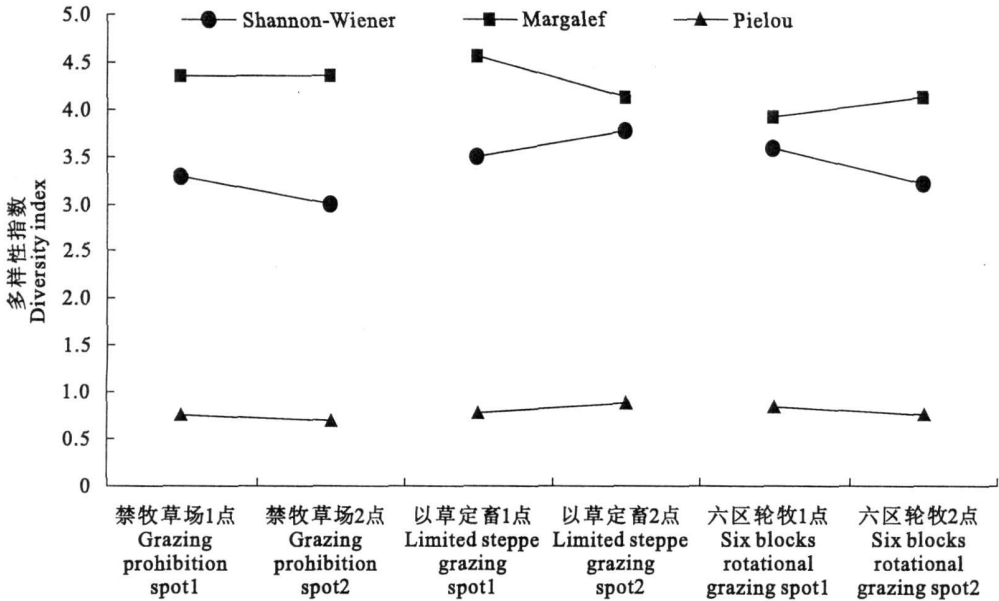


图 1 不同利用方式下植物群落多样性指数

Fig. 1 Diversity indexes of plant community in different utilization on different month

3.4 不同利用方式对退化草地植物群落生物量的影响

通过表 4 可以看出,禁牧样地中有毒植物所占比例平均值较小,四大科植物所占比例平均值较大,说明相对于以草定畜与 6 区轮牧样地,禁牧封育对主要牧草生物量的增加及有毒植物生物量的减少起到了一定的作用。再对比以草定畜与 6 区轮牧样

地,在以草定畜一样地中有毒植物的比例较高,达到了总生物量的 62.59%,平均有毒植物生物量所占百分比,6 区轮牧样地小于以草定畜样地,且 6 区轮牧样地中四大科草类所占比例较高。这些表明了 6 区轮牧对增加主要牧草的生物量与减少有毒植物的生物量,较以草定畜效果好些。

表 4 不同利用方式下草地不同类群生物量的百分比(%)						
Table 4 The percentage of the biomass of different groups in different utilization						
类群 Group	禁牧一 Prohibition of grazing I	禁牧二 Prohibition of grazing II	以草定畜一 Limited steppe grazing I	以草定畜二 Limited steppe grazing II	6 区轮牧一 Six block rotational grazing I	6 区轮牧二 Six block rotational grazing II
有毒植物 Poisonous plant	14.65	5.65	62.59	16.10	32.56	6.47
四大科草 Four big family plant	82.11	94.12	37.06	79.31	64.53	92.42
杂类草 Other family plant	3.24	0.23	0.35	4.58	2.91	1.11
总计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

4 小 结

1) 对比不同利用方式下草地群落优势种的重要值,平均来看以草定畜样地的值最低,禁牧草地的值最高,6 区轮牧的值处于中间位置。对比草地群落的结构变化,看出禁牧方式减少了草地群落有毒植物的重要值,在放牧干扰下,6 区轮牧的方式较以草定畜对减少有毒植物重要值的作用大。就前人的研究来看,禁牧的效果比自由放牧要好,禁牧固然增加了草地植物群落的密度、盖度等,减少了有毒牧草,但要发展草原畜牧业就不可能一直完全禁牧下去,而 6 区轮牧的方式能使草地群落优势种恢复的较以草定畜方式好一些。

2) 不同利用方式间相似性指数,反映了放牧干扰使得相似性增大,使得相似性海拔梯度的变化减弱了,以 6 区轮牧样地与其它样地的相似性最为小些,说明 6 区轮牧对草地的干扰较以草定畜小些。

3) 从不同利用方式下,整个草地植物群落多样性的对比来看,禁牧对增加草地群落物种多样性不是很明显,但以草定畜使得草地群落物种变化较大,虽然对草地是限制载畜量的,但使草地自我恢复的时间较短,这可能是草地群落恢复性较差的表现。而 6 区轮牧对草地群落物种多样性起到一个调节的作用,不仅有利于牧草的繁殖,而且能将草地资源有效地利用起来,尽管多样性在三者中处于中间位置,但多样性程度低并不意味着草地群落的稳定性差,可认为相对于以草定畜的草地群落恢复性应该是较

好的。

4) 对不同利用方式下不同类群的生物量进行统计,可得出与前面相同的结论。因为有毒植物及其群落生物量的增减也是草地退化与恢复的重要标志之一,通过统计,可认为禁牧对草地群落有毒植物生物量的减少起到了作用,有利于草地的恢复,而 6 区轮牧对减少有毒植物的生物量,较以草定畜效果好些,这种方式对草地的恢复较为有利。

今后应注重对 6 区轮牧方式进行更深入的研究。

参 考 文 献:

[1] 王荷生,张镜铨.中国种子植物特有属的生物多样性和特征[J].云南植物研究,1994,16(3):209-220.

[2] Goodman D. The theory of diversity-stability relationships in ecology[J]. The Quarterly Review of Biology, 1975, 50(3):237-266.

[3] Hairston N G, Allan J D, Colwell R K, et al. The relationship between species diversity and stability: an experimental approach with protozoa and bacteria[J]. Ecology, 1968, 49:1091-1101.

[4] 马世骏.现代生态学透视[M].北京:科学出版社,1990.20-25.

[5] King A N, Pimm S I. Complexity, diversity and stability: are conciliation of theoretical and empirical results[J]. The Amer Natur, 1983, 122:229-239.

[6] Grime J P. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects[J]. J Ecol, 1998, 86:901-910.

[7] 彭少麟,黄忠良.生产力与生物多样性之间的相互关系研究概述[J].生态科学,2000,19(1):1-9.

[8] Manuel C , Molles Jr · 生态学:概念与应用(影印版)[M] ·北京:科学出版社,2001. 314—315.

[9] 尚古环, 妙爱兴, 龙瑞军, 等·宁夏香山荒漠草原区植物群落多样性时空特征[J] ·山地学报, 2004, 22(6) : 661—668.

[10] 尚古环, 姚爱兴, 郭旭生·宁夏中卫山羊核心产区生物多样性研究[J] ·宁夏农学院学报, 2002, 23(4) : 23—26.

[11] 张云飞, 乌云娜, 杨 持·草原植物群落物种多样性与结构稳定性之间的相关性分析[J] ·内蒙古大学学报, 1997, 28(3) : 419—423.

[12] 袁建英, 张金屯, 席跃翔·山西关帝山亚高山灌丛、草甸物种多样性的研究[J] ·草业学报, 2004, 13(3) : 34—39.

[13] 黄忠良, 孔国辉, 何道泉·鼎湖山植物群落多样性的研究[J] ·生态学报, 2000, 20(2) : 193—198.

A study on diversity and biomass of plant community in different utilization of degenerative steppe in Yanchi County , Ningxia

XU Kun , LI Guo qi

(Key Laboratory of Restoration and Rehabilitation of Degraded Ecosystem in Northwestern China , the United Research Center for Ecology and Exploitation for Biological Resources in Western China , Ningxia University , Yinchuan , Ningxia 750021, China)

Abstract : A comparison study was made on the structure ,diversity and biomass of plant community in different utilization during recovering of degenerative steppe the bases of data were from the investigation of fixed sample plot and quadrat of community . The results showed that :The prohibition of grazing had an effect on increasing the importance value of dominant species of steppe plant community . The recovering of dominant species of steppe plant community was better in six block rotational grazing ways than in limited steppe grazing ways . Similarity index in different utilization indicated that grazing disturbance increased similarity the disturbance to steppe in six block rotational grazing ways was less than in limited steppe grazing ways . The diversity in limited steppe grazing ways didn't increase obviously and the diversity in prohibition of grazing ways was higher ,but it might mean that the resilience was worse . The resilience of steppe plant community was better in six block rotational grazing ways . The prohibition of grazing decreased the biomass of the poisonous plant and the effects of decreasing the biomass of the poisonous plant was better in six block rotational grazing ways than in limited steppe grazing ways and the six block rotational grazing was helpful to the resuming of steppe plant community . We should further study the six block rotational grazing way in the future .

Key words : diversity ; utilization ; resuming