内蒙古典型草原地带退化草原的恢复动态*

李永宏

(中国科学院植物研究所内蒙古草原生态系统研究站, 北京 100044)

摘要 对退化草原自然恢复演替过程的监测,是认识其恢复过程、机理、探讨恢复的限制因子和进一步制定快速、低投入生态恢复措施的基础。通过对内蒙古典型草原地带退化草原[星毛委陵菜(*Potentilla acaulis*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)和寸草苔(*Carex duriuscula*)等为主]封育恢复动态8年的监测表明:在退化草原群落自然恢复过程中,植物高度上升;植被盖度和生物量先增加,尔后基本稳定,或略有下降的趋势。群落的物种丰富度增加微弱,这可能与该区草原植物和野生动物协同进化有关,同时与数千年的家畜放牧史有关。即植物物种对放牧有较大的耐性,停止放牧,物种的丰富度也增加较少;群落结构的变化主要表现在不同种群优势度的消长上。群落均匀度指数的动态过程分析表明,恢复8年的草原群落尚未达到天然草原状态,尚需进一步的监测研究。

关键词 退化草原,恢复,多样性

Restoration dynamics of degraded grasslands in the typical steppe zone of Inner Mongolia/Li Yonghong//CHINESE BIODIVERSITY. —1995,3(3):125~130

Monitoring restoration of the degraded grasslands can provide knowledges on the restoration processes and mechanisms, reveal the factors limiting restoration, and is therefore a base for making ecological measures for fast restoration with the lowest input. The natural restoration of a degraded grassland dominated by *Potentilla acaulis*, *Artemisia frigida* and *Carex duriuscula* were monitored biennially since 1985 in the Xilingol Steppe Biosphere Reserve, Inner Mongolia. The results showed that, through 8-years' restoration, the height of grassland community greatly increased; while its cover and phytomass had an increase at first, and then a decrease. The species richness of the community had only a slight increase, the reason of which was that the grassland was co-evoluted with wildlife, especially the ungulates, and also had a long grazing history of domestic animals, so plants had high tolerance to grazing pressure, and enclosure of grazing could not make a great increase in species richness. The community succession were mainly due to the changes in dominance of different species. The dynamic analysis of the community equitability during the restoration indicated that the community had not restored to the stable state of the original steppe grasslands corresponding to the regional climate.

Author's address The Inner Mongolia Grassland Ecosystem Research Station, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 10044

Key words degraded grassland, restoration, diversity

温带草原具有广阔的生态地理代表性,包含有许多遗传和生态上独特的物种,是温带半干旱地区宝贵的可更新自然资源,已被列为优先开展生物多样性监测与研究的五大陆地生物群落之一^[1]。我国草原面积辽阔,但由于不合理的人为活动已有约1/3的草原严重退化^[2],带来了其生物多样性的丧失和生产力的下降^[3]。恢复、改良与合理性利用这些退化草原,对于草原生物多样性的

收稿日期:1994—08—20;接受日期:1994—12—04

* 国家基金委 9389009—1 重大项目专题和中国科学院 KJ85—05—02 重大项目专题资助

保护和草原地区社会经济的持续发展都有着重要的意义。认识退化草原的恢复演替过程和机理,为人为克服或消除限制其发展的因子,使其尽快且尽可能低投入实现生态恢复所必需。本研究旨在监测内蒙古典型草原地带过牧退化草原在封育后的恢复过程,探讨其恢复机理,为退化草原制定快速低投入的生态恢复提供理论基础。

1 自然条件与研究方法

1.1 自然条件

研究地区位于内蒙古锡林河流域白音锡勒牧场境内,北纬 $43^{\circ}26'$ ~ $44^{\circ}08'$ 和东经 $116^{\circ}04'$ ~ $117^{\circ}05'$,在植被区划上属温带草原区内蒙古典型草原区^[4],地形属蒙古剥蚀高原的一部分,南部有多级玄武岩台地,锡林河由该区的东南流向西北,沿河北岸有宽 10 余 km、长 40 余 km 的固定沙地。海拔为 1000~1500m。温带半干旱温凉气候,Gorczinsky 大陆度系数为 52,属典型大陆气候;年均温 -0.4°C ,无霜期 86 天,年降水量 350mm,集中于 6~8 月,且年变幅度大;年蒸发量 1665mm,为降水量的近 5 倍。土壤为典型栗钙土和暗栗钙土,质地多壤沙或沙壤。植被为草原。羊草(*Leymus chinensis*)草原和大针茅(*Stipa grandis*)草原是该区植被的主体,广泛分布于显域生境上,还有羊茅(*Festuca dahurica*)、线叶菊(*Filifolium sibiricum*)或贝加尔针茅(*Stipa baicalensis*)草原群落,但面积较小,分布于高丘陵坡地,或石质薄层栗钙土上。该区植被的利用方式,主要是天然放牧,草场利用极不平衡,沿河流或水源附近,草场的过牧退化十分严重。目前已有 20% 的典型草原严重退化为冷蒿(*Artemisia frigida*)、星毛萎陵菜(*Potentilla acaulis*)和小禾草原^[3]。

1.2 样地设置与监测方法

研究的围栏地位于锡林河支流好来吐河北岸的台地上,海拔 1320m,是内蒙古锡林郭勒草原自然保护区(生物圈保护区)的实验围栏之一,建于 1985 年。由于濒临水源,过去的几十年中家畜放牧极重。封围时该区的草地以冷蒿、星毛萎陵菜、寸草苔(*Carex duriuscula*)和糙隐子草(*Cleistogenes sguarrosa*)等为主,均为过度放牧退化草原的建群植物^[5],并具有较多的羊茅。土壤为栗钙土(颜色:10YR 3/3;pH=7.0~7.5),壤沙质地。封围后先选择了固定的监测区域,每两年在植物生长旺季(8 月份)监测一次。用大面积巢式样方法记录草地的植物组成;用 1M^2 样方法(5 个)记载各植物种群的高度、盖度和密度;用收割法测定其地上生物量。监测时,同时测定围栏内的草地特征和围栏外仍继续放牧的草地特征,以区分封育的效应和草地的年际变化。

基于上述数据,依草地的种-面积曲线讨论草地封育后的植物组成变化;根据各植物种群的特征分析其在自然恢复过程中的动态;用排序方法揭示在封育和继续放牧情况下,草地群落的演替动态,并以群落的均匀度变化来讨论群落的稳定性,探讨典型草原放牧退化后自然恢复的规律。

2 结果与讨论

2.1 草地植物物种丰富度的变化

草地的植物丰富度,即其所含的植物物种总数是群落多样性的最基本的特征。而大面积巢式样方是草地群落多样性调查的有效方法^[3]。利用该方法,对研究草场封围前(1985 年)和封围 9 年后(1994 年)的植物组成调查结果如图 1。由图 1 可见,封育 9 年后,无论统计样方面积的大小,群落的植物种数只略有增加;而未封育继续放牧的退化草地,其植物物种丰富度依旧保持在原来的水平上。封育后物种数量没有大幅度的增加,可能与半干旱地区草原植物和放牧野生动物、尤其是有蹄类动物协同进化有关、同时与具有较长的家畜放牧历史有关。因此草食动物的放牧对群落组成的影响并不十分显著。同时排除放牧,短期可增加群落的物种数,但长期而言还可能会降低物种数^[6]。放

牧对草原群落组成的影响主要表现在不同植物种群的消长上^[7],本监测结果表明,在退化草原恢复演替中也是如此。

图1 恢复与未恢复退化草原群落的种-面积曲线

Fig. 1 Species-Area curves of a degraded steppe community before and after its natural restoration.

A. 1994 年围栏内群落 (Community in the fence in 1994); B. 1985 年围栏内群落 (Community in the fence in 1985); C. 1994 年围栏外群落 (Community out of fence in 1994).

图2 退化草原自然恢复过程中主要植物种群(或类群)的动态

Fig. 2 Dynamics of the main species (or species categories) of a degraded steppe community during its natural restoration in the typical steppe zone of Inner Mongolia.

- A 羊茅 *Festuca dahurica*
- B 羊草 *Leymus chinensis*
- C 糙隐子草 *Cleistogenes squarrosa*
- D 冰草 *Agropyron cristatum*
- E 其它禾草 Other grasses
- F 寸草苔 *Carex duriuscula*
- G 星毛萎陵菜 *Potentilla acaulis*
- H 冷蒿 *Artemisia frigida*
- I 豆科植物 Legumes
- J 其它杂类草 Other forbs

2.2 草地恢复过程中植物种群的消长

过牧退化草地与其所承受的放牧压力相平衡,因而能保持相对稳定的物种组成和结构。围栏排除放牧后,群落在此恢复弹性的作用下必然向着其原生的群落演替。图 2 是研究草地主要植物种群(或植物类群)的盖度优势动态。可见,随着草地的恢复,羊茅和羊草等植物的盖度比例大幅度上升,而过度放牧的定量指示植物^[5]如冷蒿、苔草和星毛萎陵菜大幅度下降;另一些植物如糙隐子草、冰草(*Agropyron cristatum*)和一些豆科牧草的变化较小。值得一提的是,在自然恢复演替的前期,羊茅在草群中的比例大幅度增加,而羊草却无明显的增加;而在自然恢复的后 4 年,羊草的比例急剧增加,羊茅的比例开始下降。起初围栏监测时,认为这里的地带性植被可能是羊茅草原,就目前情况看,羊草已成为第一建群种,因而是羊草+羊茅草原。

2.3 恢复演替中植物群落的总体动态及其稳定性初探

2.3.1 退化草原群落的恢复演替轨迹及其指示种解释:表 1 列出了恢复演替过程中,所研究草地群落的总体特征。可见,随着自然恢复,草地群落的高度逐步增加,而群落的盖度增加到一定程度时便不再增加,甚至还有降低的趋势。群落的地上生物量在恢复的第 4 年(1989)时达到最高值(尽管该年份生长季的降水量较低),而在第 8 年(1993)却有一下降的趋势。这可能与多年未利用,植物枯杆增多,使当年植物光合生产率降低有关。

表 1 退化草原恢复演替中的群落特征变化

Table 1 Community features of the degraded steppe community during its restoration.

测定日期	Year	1985. 7. 30	1987. 9. 4	1989. 9. 6	1993. 8. 31	1994. 8. 11
种数 Numb. sp.	8M ² (巢式样方)	27	—	—	—	29
	5×1M ² 样方	—	28	24	27	—
盖度 Coverage(%)		50	68	86	74	57
高度 Height(cm)		101. 2±52. 8	133. 4±37. 3	137. 5±11. 1	110. 0±23. 6	—
生物量 Phytomass(GDM/m ²)		5. 6	11. 3	14. 3	20. 5	26
生长季 5~8 月降水量(mm)						
Rainfall during May~Aug.		224. 7	346. 6	197. 3	300. 5	—
主要植物种群		寸草苔	星毛萎陵菜	羊茅	羊茅	羊草
Min species		星毛萎陵菜	糙隐子草	糙隐子草	羊草	羊茅
(盖度量大的 5 个种		糙隐子草	冰草	星毛萎陵菜	糙隐子草	糙隐子草
The 5 species with the biggest		冷蒿	冷蒿	冰草	星毛萎陵菜	冷蒿
coverang)		羊茅	羊茅	冷蒿	冷蒿	星毛萎陵菜

依群落中植物的盖度优势度,对不同年分封育恢复中和仍放牧中植物群落排序(PCA)如图 3a;排序中主要植物种群的负荷量如图 3b(前两轴吸收信息量的 86%)。由图 3a 可知,围栏封育的草场有较大幅度的变化(S85→R87→R89→R93);而围栏外仍处于放牧利用下的草场群落结构变化较小(S85→G87→G89→G93),基本上停留在原来的状态,说明群落从 S85 到 R93 的变化主要是自然恢复演替所致。与图 3b 对应分析可知,未封育的草场,一直以糙隐子草、星毛萎陵菜、冷蒿和寸

草苔等重牧指示植物为主;而封育后的草场中,羊草和羊茅等天然植被建群种的作用较大,相应地,星毛萎陵菜、冷蒿和寸草苔的优势度较低。糙隐子草的排序负荷量与 PCA 排序第一轴的方向近于垂直。这是由于其在整个演替过程中的优势度变化较小,因此,对于主要由第一轴揭示的草地恢复演替而言,其指示意义较弱。

图3 退化草原群落恢复演替轨迹(PCA 排序)及其指示种解释

Fig. 3 Resoration trajectory of a degraded steppe community and its interpretation by indicator species.

S85 示 1985 年的群落 Community in 1985; R87, R89 and R93 示恢复中的植物群落 Communities during its restoration in 1987, 1989 and 1993; G87, G89 and G93 示放牧利用中的植物群落 Communities under grazing in 1987, 1989 and 1993.

AgCri 示冰草 *Agropyron cristatum*, ArFri 示冷蒿 *Artemisia frigida*, CaDur 示寸草苔 *Carex duriuscula*, ClSqu 示糙隐子草 *Cleistogenes squarrosa*, FeDah 示羊茅 *Festuca daturica*, LeChi 示羊草 *Leymus chinensis*, PoAca 示星毛萎陵菜 *Potentilla acaulis*, 其它 36 种植物集中于坐标原点(O)周围 The other 36 species are located around "O".

2.3.2 演替群落的稳定性初探:在群落自然恢复的过程中,群落的均匀度指数(依 Shannon 多样性指数计算,均匀度 $E = h / \ln S$, $H = \sum p_i \cdot \ln p_i$; 其中 S 为群落所含的种数, p_i 为各植物种盖度)的

变化为 0.62(1985)→0.67(1987)→0.60(1989)→0.64(1993),即经历了低→高→低→高的波动过程。把这种变化与图 2 综合起来分析,可知主要是由于恢复初期,羊茅种群的优势度增加,而寸草苔、星毛茛菜和冷蒿急剧下降,到 1987 年时各种群分配最为均衡,而到 1989 年时,由于羊茅单种群的优势度可达近 50%,群落的均匀度而达到最低,随后,由于羊草种群的优势度大幅度上升,使羊茅的比例有所下降,均匀度又开始增大。依群落生态多样性理论,中度干扰的群落具有较高的群落均匀度^[8],那么在由受极度干扰的退化草原向天然草原恢复演替中,群落的均匀度理论上应先上升,尔后下降的趋势,即向天然群落的演替必然会导致群落均匀度的继续下降。本研究草原群落均匀度出现的上述波动,主要是由于羊茅和羊草两优势种群先后快速恢复的缘故。由于最后的几年,群落的均匀度有所上升,因而认为群落到目前尚未演替到天然草原状况。

4 结 论

内蒙古典型草原区放牧退化的星毛茛菜+寸草苔+糙隐子草草原群落,经过 8 年的自然恢复,演替为羊草+羊茅+糙隐子草群落。在此过程中群落的高度大幅度增加,物种数增加不明显。群落的变化主要表现在不同种群的消长上。恢复过程中羊茅与羊草先后快速恢复,使群落的均匀度出现低→高→低→高的动态变化,目前该群落尚未演替到天然草原状况,羊草的作用将可能会继续增加,有待进一步继续监测研究。

参 考 文 献

- 1 Di Castri F, J R Vernhes, T Younes, Inventorying and monitoring biodiversity, Special issue-27. *Biology International, IUBS*, 1992, 1~28
- 2 祝廷成, 吕新龙, 刘英俊, 草地退化与草地生态工程建设. 中国草地科学与草业发展, 科学出版社, 1989, 19~22
- 3 李永宏, 放牧对羊草草原和大针茅草原植物多样性的影响. 植物学报, 1993, 35(11): 877~884
- 4 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. 草原生态系统研究, 第 1 集, 科学出版社, 1985, 1~10
- 5 Li Yonghong, Impact of Grazing on *Aneurpedium chinense* steppe and *Stipa grandis* steppe. *Acta Oecologica/Oecol. Applic.*, 1989, 10: 31~46
- 6 Neil E West, Biodiversity of rangelands. *J. Range. Mgmt.*, 1993, 46: 2~13
- 7 李永宏, 放牧空间梯度上和恢复演替时间梯度上羊草原的群落特征及其对应性. 草原生态系统研究, 第 4 集, 科学出版社, 1990, 1~7
- 8 Naveh E, R H Whittaker, Structural and floristic diversity of shrubs and sand woodlands in Northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio*, 1980, 41: 171~190