

内蒙古草原生态系统健康评价的植物群落组织力测定

郝敦元, 高 霞, 刘钟龄, 钱 进, 莘 智

(内蒙古大学, 呼和浩特 010021)

摘要:在草原生态系统健康评价的研究中,根据 1981~2003 年对内蒙古锡林河流域(N43°38'E116°42')典型草原的代表性植物群落:羊草+大针茅草原群落生产力动态监测和退化草原恢复演替进程的监测数据(每年 9 次采样,15d 一次,每次 20 个 1m²样方),计算物种累积频率 f_i 、累积相对生物量 m_i 、累积植株相对高度 $\bar{h}_i$ 。定义 $l_i=1000 f_i \cdot m_i \cdot \bar{h}_i$ 为草原植物种群组织力参数,全部种群的组织力参数可作为群落组织力参数。组织力参数有显著的分异性,按大小排序,可确定植物种在群落中的作用等级和互补效应。不同等级的物种占用环境资源的能力不同是群落自组织的根源。种间互补作用是充分利用环境资源、适应环境波动,维持群落生产力的自组织机制。用不同时段的短周期数据得到的原生群落组织力参数与用长期监测数据得到的结果表现了相同的等级关系,而退化草原群落的植物种群组织力参数则表现出等级关系的显著差异。可以认为物种间的等级关系和互补功能体现了群落的组织力。故组织力参数可用于评定群落组织力。

关键词:典型草原;健康评价;植物群落;组织力参数

Determination of plant community organization on steppe ecosystem health evaluation in Inner Mongolia

HAO Dun-Yuan, GAO Xia, LIU Zhong-Ling, QIAN Jin, XIN Zhi (Inner Mongolia University, Huhhot 010021, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(8): 1671~1677.

Abstract: The organization of typical steppe community was determined with a set of parameters for evaluating range health. The parameters were calculated from long-term community monitoring data which had been collected since 1981, on the primary community dominated with *Lyemus chinenses* + *Stipa grandis* and on fenced degraded community, respectively. 20 squares were sampled every half month during the growth season (May 15-Sept. 30), at the site of Silin-river ranches (N43° 38', E116°42'). The organization parameter of the i -th species in the community was defined as $l_i = 1000f_i \cdot m_i \cdot \bar{h}_i$, and the organization parameters of the community as the array $(l_1, l_2, \dots, l_n)$, where $f_i, m_i, \bar{h}_i$ were extracted from the monitoring data, standing for the accumulative frequency, the accumulative relative biomass, and the accumulative relative height of the species, respectively, and $i = 1, 2, \dots, n$ standing for each species of the community. The organization parameters of all species in the primary community evidently displayed a separation property, by which the hierarchical relationship and the complementary effect among species could be exhibited. The plant species in different hierarchies had different abilities in competing for environmental resource, therefore, preformed differently in producing biomass and led grassland community to complete self-organization and to stay at stable state. The complementary effect among species enabled the community to adapt to the fluctuations of environment, to sufficiently use environmental resource, and to keep community productivity at the maximum level. The results obtained from the data of the primary community in different short periods showed hierarchical structures consistent with that from long-term ones, but the results obtained from degraded community did not. The hierarchical relationship and the complementary effect among all species revealed the productivity of the community with specified organization. Thus, range health could be evaluated in the view point of community organization. It is feasible to use the

基金项目:国家自然科学基金资助项目(No. 90102011)

收稿日期:2003-09-23; **修订日期:**2004-01-20

作者简介:郝敦元(1943~)男,山西忻州人,教授,从事数量生态学与生态模型研究。E-mail: hdy@imu.edu.cn

Foundation item: The National Natural Science Foundation of China(No. 90102011)

Received date: 2003-09-23; **Accepted date:** 2004-01-20

Biography: HAO Dun-Yuan, Professor, mainly engaged in mathematic ecology and ecological modeling.

parameters defined in this paper to describe the organization of typical steppe community.

Key words: typical steppe; evaluation of range health; plant community; organization parameter

文章编号:1000-0933(2004)08-1671-07 中图分类号:Q948.15+7 文献标识码:A

内蒙古草原退化是长期超强度利用(过度放牧、割草、垦殖、采挖等),突破草原生态系统健康阈值,发生逆行生态演替的必然结果。当今已造成广大草原地带的生态系统功能全面受损。草原植物群落的优势种更替,饲用品质恶化,草群稀疏、矮化,植物光合效率显著下降,碳素、氮素等物质循环的平衡失调,草地生物生产力严重衰减。由于地表覆被的破坏,土地风蚀沙化加剧,草原的荒漠化不仅使土壤营养元素遭受损失,而且为起沙扬尘天气和沙尘暴的发生扩大了物质来源。随着草原生态系统健康阈值——活力(Vigor)、组织力(Organization)、恢复力(Resilience)(三者简称 V. O. R)的递减,有些草原正在向系统崩溃的方向逼近。目前,草原畜牧业也面临严重困境,广大草原作为北方生态安全防护带的重要功能也在逐渐丧失。实行休牧退牧,围封保育,增草调(整)畜,使草原休养生息,恢复草原生态系统健康,已是当务之急。本文试图在草原生态系统健康阈值(V. O. R)的评价中探讨组织力(O)的评价方法。

1 基础数据库的建立和组织力参数的提取

1980 年,在内蒙古草原生态系统结构与功能的研究中,深感草原退化有逐渐加剧的危险。为此,开展了两项基础性研究工作。一是对原生的典型草原——羊草(*Leymus chinensis*) + 大针茅(*Stipa grandis*)草原植物群落在禁牧条件下,进行生物生产力年度与季节动态的长期测定;二是对羊草 + 大针茅草原的退化群落实行封育,并对其恢复演替过程进行逐年逐月的长期监测。这两项实验研究相互匹配,以便探索草原退化与恢复的生态过程和演替轨迹的内在机制。这两项工作,现已分别积累了 23a(1981~2003 年)和 21a(1983~2003 年)的动态监测数据,建立了数据库,是本文研究工作的数据来源。

经过研究^[1~8],可以认定,草原地带的光、热、水、土等资源条件可保证草原在禁牧和轻牧条件下的恢复演替进程。植物群落的生物活力和组织力是草原生态系统恢复其结构与功能的内在动力。从原生的草原群落动态分析中,证实了没有人为强度干扰的草原群落结构与功能的相对稳定性^[9]。表明草原生态系统在长期演化中形成了对气候波动的高度适应性和组织力。本文根据羊草 + 大针茅草原群落结构与生产力的数据,采用下列方法对群落中主要植物种群的组织力参数进行计算和评定。

1.1 计算每个物种的累积频率

$$f_i = N_i / N,$$

在 1981~2002 年,每年的生长季内,间隔 15d 作 20 个 1m²的样方,记录群落结构与现存生物量的数据。式中 N_i 是出现第 i 个物种的样方数, N 是引用的全部样方数。 f_i 反映出物种在整个生长季内水平分布的广泛性,即是物种在生长季内水平分布的概率。

1.2 计算每个种的累积相对生物量

$$m_i = \sum_j M_{ij} / \sum_j M_j$$

式中, M_{ij} 是第 i 个物种在第 j 个样方中的干重, $j=1,2,\dots,N$, M_j 是第 j 个样方的总干重。 m_i 反映了该种在整个生长季中对能量固定作贡献的重要性。

1.3 计算每个种的累积植株平均高度

$$h_i = \sum_j h_{ij} / N_i$$

式中, h_{ij} 是第 i 个物种在第 j 个样方中的植株平均高度, $j=1,2,\dots,N$,该种在样方中不出现时, $h_{ij}=0$ 。 N_i =全部样方中 $h_{ij} \neq 0$ 的样方数。 h_i 反映了种在整个生长季中的空间高度。

1.4 计算每个种的相对植株平均高度,可称为物种的相对高度

$$\bar{h}_i = h_i / h_0,$$

式中, h_0 是 h_i 中之最大值, $\bar{h}_i$ 可作为在群落中植物种接收光能的功能的一个标度。是在生长季内该物种的高度空间分布广泛性的度量。即高度空间上分布的概率。

1.5 对每个物种计算组织力参数的数值

$$l_i = f_i \cdot m_i \cdot \bar{h}_i \cdot 1000$$

由于每个因子都小于 1,故乘以 1000 使数据标准化。

定义:称 l_i 为植物种在群落中的种群组织力参数。

由各因子的定义可知, f_i 反映了物种在水平方向占据地表空间的能力; $\bar{h}_i$ 反映了物种在竖直方向占据空间的能力; m_i 反映的是物种在群落生物量中的贡献, l_i 则可理解为从空间格局和生物量两个方面度量了物种在群落中的地位和占用环境资源的

能力。当植物种在另外的环境和群落中时,测得的 l_i 可能不同,特别是 l_i 在群落全体物种间的排序不同。把群落中全体物种的组织力参数按大小顺序排列,便可清晰地表示群落诸种群在群落中的地位。这样,这个序列表示了群落的诸种群以何种相对地位组织在一起的。因此,称 l_i 为植物种在群落中的种群组织力参数。称所有物种在群落中的种群组织力参数构成的数组为群落的组织力参数。

本项研究所选定的羊草+大针茅草原是保持在健康阈的原生群落,用 20a 的监测数据按上述算式得到的计算结果列入表 1。因植物种在群落中的生态功能有很大差异,故略去了存在度很低的偶见种,对群落中稳定存在的 22 种植物进行计算,这 22 种植物每年均占群落生物量的 95% 以上^[10]。

表 1 羊草+大针茅草原主要植物种群的组织力参数

Table 1 The organization parameters of the plant populations in *Leymus chinensis*+*Stipa grandis* steppe

植物种名 Plant species	频率 Frequency	相对生物量 Relative biomass	株高 Height of plant	相对株高 Relative height	组织力参数 Organization parameter
羊草 <i>Leymus chinensis</i>	0.9975	0.2974	27.3003	0.9477	281.1365
大针茅 <i>Stipa grandis</i>	0.9996	0.2102	28.8074	1.0000	210.1159
羽茅 <i>Achnatherum sibiricum</i>	0.9329	0.0813	22.4672	0.7799	59.1521
锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i>	0.7491	0.0864	17.3420	0.6020	38.9627
冰草 <i>Agropyron michnoi</i>	0.7275	0.0459	16.2330	0.5635	18.8166
变蒿 <i>Artemisia commutata</i>	0.7482	0.0617	11.5517	0.4010	18.5116
苔草 <i>Carex korshinskyi</i>	0.8712	0.0354	14.6219	0.5076	15.6538
麻花头 <i>Serratula centauroides</i>	0.6079	0.0246	12.7334	0.4420	6.6101
洽草 <i>Koeleria cristata</i>	0.7669	0.0164	9.6715	0.3357	4.2225
木地肤 <i>Kochia prostrata</i>	0.5234	0.0157	9.7806	0.3395	2.7899
隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	0.7087	0.0127	8.5500	0.2968	2.6721
扁蓿豆 <i>Melilotoides ruthenica</i>	0.5313	0.0064	10.7541	0.3733	1.2694
黄蒿 <i>Artemisia scoparia</i>	0.3470	0.0094	11.0074	0.3821	1.2463
山葱 <i>Allium senescens</i>	0.3106	0.0090	11.9086	0.4134	1.1556
冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	0.4385	0.0078	7.6188	0.2645	0.9046
猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.4174	0.0078	6.8088	0.2364	0.7695
早熟禾 <i>Poa attenuata</i>	0.4576	0.0072	6.4866	0.2252	0.7419
多叶棘豆 <i>Oxytropis myriophylla</i>	0.2451	0.0077	11.1368	0.3866	0.7296
二裂萎陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	0.4700	0.0043	10.1424	0.3521	0.7115
狗哇花 <i>Heteropappus altaicus</i>	0.3197	0.0060	10.3115	0.3579	0.6866
细叶葱 <i>Allium tenuissimum</i>	0.5139	0.0028	11.3609	0.3944	0.5675
矮葱 <i>Allium anisopodium</i>	0.3164	0.0023	13.1472	0.4564	0.3321

2 草原植物群落中物种功能的等级排序

表 1 的数据表明:羊草、大针茅的组织力参数最高,其累积频率、相对生物量、平均株高、和相对高度也高于其它物种。说明羊草与大针茅在分享环境资源的竞争中处于最优势地位,应排在第 1 等级。

羽茅的组织力参数及 $f, m, h, \bar{h}$ 的对应值处于第 2 等级,是群落亚优势种。锦鸡儿是深根系灌木,可利用深层土壤水分和营养物质,与草本植物的生态位有所分离,减少了与其它物种对土壤水分与养分的竞争,在群落演替中是稳定的中立型植物^[6]。有较高的频率、生物量和平均高度,也可归入第 2 等级。

冰草、苔草、变蒿是组织力参数及各项对应值居于中等的植物。在群落的退化与恢复演替过程中,都是中间过渡阶段的关键性物种^[2,6],可列为第 3 等级。

麻花头在群落中频率较高,植株也较高,是双子叶直根型草本植物层片的代表种。洽草、糙隐子草、木地肤是群落中频率较高,但生物量与平均植株高度较低。在放牧退化演替中,糙隐子草可成为退化阶段的优势种^[2]。在割草演替中,洽草也可成为后期的优势种^[11]。按组织力参数应属于第 4 等级。

扁蓿豆、黄蒿、山葱、冷蒿是群落伴生种,早熟禾、二裂萎陵菜、猪毛菜对水分供应较为敏感,年际间的生物量变化较大,多叶棘豆、阿尔泰狗哇花、细叶葱、矮葱等在群落中是频度较均衡的冗余种。这些植物在群落自组织过程中,可填补空缺,占用冗余资源,成为群落自组织的“备用种”,按组织力参数可定为第 5 等级。

羊草+大针茅草原群落的长期监测数据分析,所得出的各植物种群对群落的贡献和分享环境资源能力的等级关系,在退化群落的恢复演替过程中可以得到进一步的验证。从 1983 年起围封的退化草原恢复演替进程中经历了:“冷蒿+糙隐子草+变蒿→冷蒿+冰草+变蒿→冰草+冷蒿+大针茅→冰草+羊草+大针茅→羊草+大针茅+冰草”的演替过程^[2]。表明了各种植物在

分享环境资源方面,冰草的占有能力高于冷蒿,变蒿,而羊草和大针茅又胜于冰草。

典型草原群落中植物种群对群落的贡献和分享环境资源能力的等级关系用“群落组织力”来表述可能更贴切。当环境发生较大的时空变化,如不同的地域间,或群落受到持续的人为干扰(如放牧等),改变了某些物种在该特定环境下的生长发育条件,可能促进或抑制某些种群的增长,使物种分享环境资源能力的等级关系改变,并使之保持在某个相对稳定的状态。这时,群落组织发生了改变,在新环境下实现了一次群落自组织过程^[13]。当一次性地人为改变群落组份时,(如补播某种牧草,使该种群增大),只是暂时改变了物种分享环境资源能力的稳定等级关系,这种状态难以长期维持。

3 群落中诸种群在利用环境资源中的互补作用

稳定的群落组织在自然环境波动中,具有较强的适应性和抵抗力,从而维持群落生产力的最大化。这种效果是通过群落中诸种群在利用环境资源中的互补作用实现的。选用 1989~1993 年的监测数据和有效降水记录进行分析,可以证明:草原植物群落的总生物量受降水影响而发生年度间的波动;而且,在湿润年份,羊草的相对生物量高于大针茅,在干旱年份,大针茅的相对生物量高于羊草。随着年降水量的差异,羊草和大针茅之间存在着适应环境变化的互补性生长关系,使得群落生产力维持在一个较高的幅度(表 2)。这种效应体现了植物群落对环境资源的充分利用。退化草原群落利用环境资源转化为生物生产力的功能低于原生草原群落,也反映了退化群落的组织力不及原生群落有效。

表 2 1989~1993 年生长季(5~8 月份)降水量和群落生物量的动态

年份 Year	直接有效降水量 Effective precipitation (mm)	相对生物量 Relative biomass		群落生物量 The biomass of community (g/m ²)	生物量/降水量 Biomass/precipitation (g/mm)
		羊草	大针茅		
		<i>Leymus chinensis</i>	<i>Stipa grandis</i>		
1989	158.6	0.198725	0.243416	142.76	0.9010
1990	401.2	0.378222	0.209119	207.92	0.5182
1991	256.0	0.198262	0.220610	191.56	0.7483
1992	303.8	0.278460	0.226283	215.04	0.7078
1993	243.8	0.232445	0.292592	274.99	1.1316

在长期监测结果中也可以看到羊草与大针茅随着降水量的年际波动而发生反相的消长(图 1)。表明了保持在健康阈值的草原群落中,必然有相当规模的若干种群应变环境波动而发生消长,从而维持群落生产力的相对稳定。这是群落自组织功能的有效机制。

4 草原植物群落组织力的测定和应用

本文使用了频率,相对生物量,和相对株高等 3 个量计算组织力参数。其中的频率可用物种在样方中的株数或水平分布的密度来代替。依据植物种群水平分布格局的研究,用反映物种地面分布的量值也是适宜的。在植物生长盛期测定可能是省时省力的办法。

不同年份测定的结果不尽相同,甚至会出现定性偏差,如羊草和针茅在群落中地位的波动。但对于处在稳定状态的群落,组织力参数所反映的诸种群对群落的贡献和分享环境资源能力的等级关系仍将保持。因此,在理解和应用组织力参数时目标值的数量级比目标本身更有意义。

羊草+大针茅草原作为典型草原的地带性植物群落,其植物组成有百种之多,根据长期监测记录,对草原生态系统功能和当前草原利用管理有重要意义的物种约 20 余种(表 1)。测定这些种群的组织力参数即可作为群落的组织力参数。

测定草原群落的组织力,可用于对草原生态系统健康状况的诊断^[12~14]。由于典型草原的原生群落中,种群组织力参数的分异性很强,如表 1 所示,可分为 100 以上,30~60,10~20,1~10 和 0.1~1 等 5 个区间。种群的组织力参数未改变原有的等级关系时,可认为该草地仍处于健康状态。当群落组织力参数反映出种群的等级关系改变时,可认为该草地已偏离健康阈。特别是,等级关系的变化越剧烈,说明草地退化越严重。这一思路同样可用于对退化草原恢复演替过程的评价。

组织力参数所反映的群落种群的等级关系不一定是严格的顺序关系。1 个等级内可能有几种植物。由于环境条件的波动,如气候,不同年份数据结果也可能不同。但对原生群落,组织力参数的分异性仍将保持。这一特性表明,原生群落种群间的等级关系必然是群落的一个稳定的性质。用它作为群落健康状态的评价尺度是适宜的。

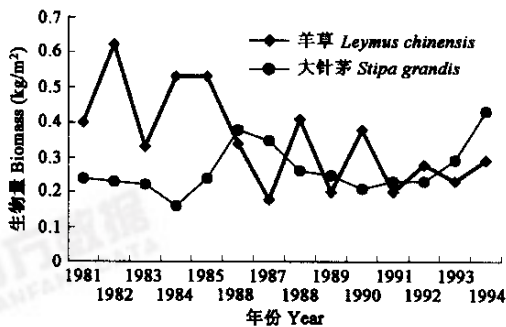


图 1 羊草、大针茅种群相对生物量年际动态
Fig. 1 Inter-annual dynamics of relative biomass of *Leymus chinensis* and *Stipa grandis*

草地生态系统的组织力与活力、恢复力是紧密相关的^[12]。在植物群落中,植物的活力依赖于环境资源。以植物种群的数量特征为主,所确定的组织力参数,可作为衡量草地恢复力的依据,组织力的降低,即偏离健康状态越远,恢复力越弱。由此可见,对于草地管理而言,测定草地组织力比较易行,又可对草地恢复力做出测评,颇具实用性。

在一般情况下,连续取得 20a 的监测数据并非易事。因此,本文又分别选取原数据库中连续 2a 和连续 3a 的短周期监测数据计算组织力参数。即选取 1986~1988、1987~1988 年(表 3),1991~1993、1992~1993 年(表 4)和退化草原样地(表 5)的监测数据。验证了组织力参数对于短周期的监测数据也能较好的划分植物群落中物种功能的等级关系。表明了组织力参数在草原生态系统动态和演替中也是有效的健康诊断指标。

表 3 羊草+大针茅草原主要植物种群 1986~1988 年的数量指标和组织力参数

植物种名 Plant species	1986~1988 年					1987~1988 年				
	频率	相对生物量	株高	相对株高	组织力参数	频率	相对生物量	株高	相对株高	组织力参数
	Frequency	Relative biomass	plant Height	Relative height	Organization parameter	Frequency	Relative biomass	plant Height	Relative height	Organization parameter
大针茅 <i>Stipa grandis</i>	1.0000	0.2678	27.7938	1.0000	267.7947	1.0000	0.2691	28.6518	0.9767	262.8799
羊草 <i>Leymus chinensis</i>	1.0000	0.2361	26.8527	0.9661	228.1122	1.0000	0.2409	29.3340	1.0000	240.8553
羽茅 <i>Achnathemrum sibiricum</i>	0.9825	0.1059	21.9416	0.7894	82.1682	0.9881	0.1148	21.8208	0.7439	84.3649
变蒿 <i>Artemisia commutata</i>	0.9280	0.1124	11.4668	0.4126	43.0369	0.9315	0.1044	9.9414	0.3389	32.9534
锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i>	0.7043	0.0791	17.9862	0.6471	36.0437	0.7113	0.0773	19.0669	0.6500	35.7305
苔草 <i>Carex korshinskyi</i>	0.8658	0.0329	14.2539	0.5128	14.6089	0.8423	0.0322	15.1484	0.5164	13.9974
麻花头 <i>Serratula centauroides</i>	0.7412	0.0304	11.6721	0.4200	9.4773	0.7827	0.0350	10.8614	0.3703	10.1334
冰草 <i>Agropyron michnoi</i>	0.6401	0.0251	16.1201	0.5800	9.3137	0.6339	0.0286	15.9765	0.5446	9.8679
洽草 <i>Koeleria cristata</i>	0.8016	0.0160	9.7415	0.3505	4.4840	0.7857	0.0143	8.8902	0.3031	3.4121
隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	0.7276	0.0126	8.0067	0.2881	2.6437	0.7054	0.0119	8.0675	0.2750	2.3162
冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	0.5331	0.0096	7.9617	0.2861	1.4717	0.5000	0.0061	7.2083	0.2457	0.7513
扁蓿豆 <i>Melilotoides ruthenica</i>	0.5953	0.0063	10.1601	0.3656	1.3765	0.5595	0.0036	9.6383	0.3286	0.6579
木地肤 <i>Kochia prostrata</i>	0.4125	0.0094	8.7689	0.3155	1.2172	0.3750	0.0065	8.3611	0.2850	0.6919
黄蒿 <i>Artemisia scoparia</i>	0.3696	0.0058	12.8816	0.4635	0.9927	0.4792	0.0071	13.4938	0.4600	1.5543
山葱 <i>Allium senescens</i>	0.2879	0.0041	11.0811	0.3987	0.4671	0.2857	0.0040	11.3073	0.3855	0.4439
二裂萎陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	0.4066	0.0031	9.1172	0.3280	0.4163	0.4137	0.0035	9.4065	0.3207	0.4601
猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.4105	0.0043	5.6514	0.2035	0.3558	0.3244	0.0012	5.1514	0.1756	0.0692
早熟禾 <i>Poa attenuata</i>	0.2938	0.0034	6.8391	0.2461	0.2451	0.3214	0.0036	6.6898	0.2281	0.2616
小棘豆 <i>Oxytropis myriophylla</i>	0.2763	0.0019	10.7148	0.3855	0.2005	0.3215	0.0020	10.9667	0.3739	0.2340

表 3 和表 4 所列出的计算结果中,羊草和大针茅的组织力参数均维持在 200 以上,表明了在不同年代草原生态系统的稳定性。但也必然受到年际间环境波动的影响,使植物种群的数量和功能发生相应的变化。1986~1988 年和 1991~1993 年两个时期的气候比较干旱,与长周期的计算结果(表 1)相比,大针茅在群落中的组织作用较为突出,特别是 1991~1993 年,冰草的组织作用增强,羽茅、洽草、苔草、锦鸡儿等的组织功能也发生变化。植物群落组织力的这种自我调整,是对环境变化的高度适应。因此,草原生态系统的健康阈值和评价指标应力求表达环境动态中的组织力,所以,分阶段运用短周期的监测数据进行组织力的测评是完全必要的。

从 1996 年开始封育的退化草原群落正处在恢复演替进程中,根据该群落 1998~2002 年的监测数据计算的组织力参数(表 5),群落中主要植物种群的组织作用显然不同于羊草+大针茅草原。其中,羊草、大针茅、冰草的组织力参数均属第 2 等级,并且明显低于原生群落的对应值,冷蒿是第 1 等级。表明这一群落正在从冷蒿占优势的退化草原群落变型向冷蒿+冰草+羊草的过渡阶段演变,仍属不在健康阈内的草原群落。

5 结论

从上述的讨论可以看出,在特定环境中,群落诸种群分享环境资源和形成群落生产力的能力存在等级差异和互补功能,也反映出诸种群适应环境变化的性能不同。把群落的这种功能用“群落组织力参数”来描述。健康阈内的草原群落保持了原生群落中诸种群之间的等级关系,对环境波动有较强的种群互补功能,能充分利用环境资源,形成较高的群落生产力。对原生群落的一份长期监测记录有助于认识该群落的组织力,由此而测得的群落组织力参数可作为草原管理的参照指标。如果群落结构与功能发生变化,则群落中诸种群之间的等级关系也必然改变。对现存群落的主要植物种群组织力参数做出测定后,比较现存群落与原生群落的组织力参数,即可对现存群落的组织力做出评价。组织力参数与植物群落学的其它概念及其数量指标,如物种多样性指数、重要值等的关系有待进一步研究。

表 4 羊草+大针茅草原主要植物种群 1991~1993 年的数量指标和组织力参数

Table 4 The organization parameters of the plant populations of <i>Leymus chinensis</i> + <i>Stipa grandis</i> steppe(1991~1993)										
年代周期 years	1991~1993 年					1992~1993 年				
植物种名 Plant species	频率 Frequency	相对生物量 Relative biomass	株高 plant Height	相对株高 Relative height	组织力参数 Organization parameter	频率 Frequency	相对生物量 Relative biomass	株高 plant Height	相对株高 Relative height	组织力参数 Organization parameter
大针茅 <i>Stipa grandis</i>	1.0000	0.2295	31.4474	1.0000	229.5238	1.0000	0.2299	31.9622	1.0000	229.8541
羊草 <i>Leymus chinensis</i>	0.9955	0.2093	30.5112	0.9702	202.1862	0.9942	0.2048	31.5556	0.9873	200.9975
冰草 <i>Agropyron michnoi</i>	0.8702	0.0876	18.6581	0.5933	45.2552	0.8750	0.0924	19.1794	0.6001	48.5092
羽茅 <i>Achnathemrum sibiricum</i>	0.8559	0.0647	24.6540	0.7840	44.9278	0.8692	0.0559	24.4047	0.7635	37.0804
变蒿 <i>Artemisia commutata</i>	0.8591	0.0696	11.6536	0.3706	22.1415	0.8692	0.0838	11.2876	0.3532	25.7382
锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i>	0.5906	0.0455	20.4697	0.6509	17.4766	0.5436	0.0327	20.9572	0.6557	11.6660
洽草 <i>Koeleria cristata</i>	0.8971	0.0350	9.4439	0.3003	9.4382	0.9128	0.0386	10.1433	0.3174	11.1909
苔草 <i>Carex korshinskyi</i>	0.6980	0.0147	18.4295	0.5860	5.9978	0.7151	0.0172	19.4593	0.6088	7.4708
山葱 <i>Allium senescens</i>	0.5794	0.0262	11.6293	0.3698	5.6113	0.5988	0.0260	11.5825	0.3624	5.6372
麻花头 <i>Serratula centauroides</i>	0.4519	0.0256	15.1139	0.4806	5.5493	0.3110	0.0059	16.7570	0.5243	0.9654
黄蒿 <i>Artemisia scoparia</i>	0.5190	0.0225	12.9698	0.4124	4.8230	0.5378	0.0271	12.3027	0.3849	5.6190
冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	0.6197	0.0162	7.4368	0.2365	2.3750	0.6337	0.0184	7.5780	0.2371	2.7709
扁蓿豆 <i>Melilotoides ruthenica</i>	0.4318	0.0105	14.5285	0.4620	2.0987	0.4709	0.0128	14.7716	0.4622	2.7838
木地肤 <i>Kochia prostrata</i>	0.3714	0.0104	11.6928	0.3718	1.4332	0.3576	0.0114	11.0244	0.3449	1.4076
隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	0.7276	0.0069	9.3110	0.2961	1.1556	0.5436	0.0065	9.6684	0.3025	1.0751
早熟禾 <i>Poa attenuata</i>	0.5168	0.0119	5.1342	0.1633	1.0043	0.5814	0.0141	5.2000	0.1627	1.3357
二裂萎陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	0.2953	0.0020	11.6591	0.3707	0.2204	0.2529	0.0013	3.0345	0.4078	0.1360
小棘豆 <i>Oxytropis myriophylla</i>	0.6040	0.0348	12.0889	0.3844	0.0870	0.7151	0.0439	2.1870	0.3813	0.9750
猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.0403	0.0001	9.4444	0.3003	0.0017	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

表 5 冷蒿退化群落主要植物种群 1998~2002 年的数量指标和组织力参数

Table 5 The organization parameters of the plant populations in <i>Artemisia frigida</i> community				
植物种名 Plant specie	频率 Frequency	相对生物量 Relative biomass	相对株高 Relative height	组织力参数 Organization parameter
羊草 <i>Leymus chinensis</i>	0.90	0.0722	0.7787	50.5999 第 2 等级
大针茅 <i>Stipa grandis</i>	0.92	0.0505	0.9165	42.5806 第 2 等级
羽茅 <i>Achnathemrum sibiricum</i>	0.02	0.0003	0.8858	0.0053
冰草 <i>Agropyron michnoi</i>	0.96	0.0704	0.7396	49.9851 第 2 等级
洽草 <i>Koeleria cristata</i>	0.98	0.0301	0.4955	14.6163
隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	0.03	0.0013	0.3805	0.01
木地肤 <i>Kochia prostrata</i>	0.50	0.0316	1.0010	15.8
冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	1.00	0.1951	0.6942	135.4384 第 1 等级
变蒿 <i>Artemisia commutata</i>	0.50	0.0313	0.8911	5.0347
黄蒿 <i>Artemisia scoparia</i>	0.14	0.0026	0.8249	0.3003
猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.06	0.0002	0.4046	0.0049
多叶棘豆 <i>Oxytropis myriophylla</i>	0.04	0.0002	0.1969	0.0016
扁蓿豆 <i>Melilotoides ruthenica</i>	0.94	0.0516	0.6415	31.1153
二裂萎陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	0.42	0.0075	0.4359	1.3731
狗哇花 <i>Heteropappus altaicus</i>	0.80	0.0156	0.5061	6.3161
细叶葱 <i>Allium tenuissimum</i>	0.26	0.0060	0.9085	1.4173
矮葱 <i>Allium anisopodium</i>	0.02	0.0020	0.6562	0.003
山葱 <i>Allium senescens</i>	0.02	0.0011	0.5577	0.0031

References :

[1] Wang W, Liu Z L, Hao D Y, *et al.* Research on the restoring succession of the degenerated grassland in Inner Mongolia I. Basic characteristics and driving force for restoration of the degenerated grassland. *Acta Phytocologica Sinica*, 1996, **20**(5): 449~459.

[2] Wang W, Liu Z L, Hao D Y, *et al.* Research on the restoring succession of the degenerated grassland in Inner Mongolia II. Analysis of the restoring success. *Acta Phytocologica Sinica*, 1996, **20**(5): 460~470.

[3] Hao D Y, Liu Z L, Wang W, *et al.* Research on the restoring succession of the degenerated grassland in Inner Mongolia III.

Amathematical model for plant community succession. *Acta Phytoecologica Sinica*,1997,**21**(6):503~511.

[4] Liu Z L, Wang W, Lian C Z, *et al.* The regressive succession pattern and its diagnostic of Inner Mongolia steppe in sustained and superstrong grazing. *Acta Agrestia Sinica*,1998,**6**(4):244~251.

[5] Chen M. *Improvement of degenerated grassland and established artificial grassland*. Huhhot:Inner Mongolia Peoples Press,1998. 19~32.

[6] Wang W, Liang C Z, Liu Z L, *et al.* Research on restoring succession of degenerated grassland in Inner Mongolia IV. Analysis of plant population dynamics during restoring succession. *Journal of Arid Land Resources and Environment*,1999,**13**(4):44~55.

[7] Wang W, Liang C Z, Liu Z L, *et al.* Analysis of the plant individual behaviour during the degradation and restoring succession in steppe community. *Acta Phytoecologica Sinica*,2000,**24**(3):268~274.

[8] Wang W, Liang C Z, Liu Z L, *et al.* Mechanism of degradation succession in *Leymus chinensis* + *Stipa grandis* steppe community. *Acta Phytoecologica Sinica*,2000,**24**(4):468~472.

[9] Ren T, Hao D Y, Shi X, *et al.* The analysis of regression on the typical steppe in Inner Mongolia. *Journal of Arid Land Resources and Environment*,2001,**15**(3):48~51.

[10] Shi X, Hao D Y, Ren T, *et al.* The problems of selecting samples in dynamical inspect of typical grassland. *Journal of Arid Land Resources and Environment*,2001,**15**(2):80~84.

[11] Zhong Y K, Bao Q H, Sun W. By mowing and mowing interval time in the different periods, the influence of grass biomass on the Chinese wildrye *Aneurolepidium chinense* steppe. *Research on Grassland Ecosystem*,1992,**4**:213~230.

[12] Ren J Z, Nan Z B, Hao D Y. The three major interfaces within pratacultural system. *Acta Prataculturae Sinica*,2000,**9**(1):1~8.

[13] Rapport D J, Costanza R and McMichael A J. Assessing ecosystem health, *Trends in Ecology and Evolution*,1988,**13**: 397~402.

[14] Costanza R, Norton B. and Haskell B J, eds. *Ecosystem health; New Goals for Environment*. Island Press Washington D. C. ,1992.

[15] Bushev M. *Synergetics-Chaos, Order, self-organization*, World Scientific, Singapor, 1994.

[16] Committee on Rangeland Classification, Board on Agriculture, National Research Council. *Rangeland health*. National Academy Press Washington, D. C. ,1994.

[17] Liu Z L, Hao D Y, Wang W, *et al.* in: Research on community production capability of the *Leymus chinensis* steppe in Inner Mongolia, *the International Conference on The Optimum Allocation of Water Resource The Ecological Environment Construction and The Sustainable Development in Arid Zone*. Inner Mongolia University Press,2002. 241~251.

[18] Hao D Y, Liu Z L, Wang W, *et al.* , Analysis of plant community organization of Inner Mongolia grassland. *The International Conference on The Optimum Allocation of Water Resource The Ecological Environment Construction and The Sustainable Development in Arid Zone*. Inner Mongolia University Press, 2002. 241~251.

参考文献:

[1] 王炜,刘钟龄,郝敦元,等. 内蒙古草原退化群落恢复演替的研究 I. 退化草原的基本特征与恢复演替的动力. 植物生态学报,1996, **20** (5):449~459.

[2] 王炜,刘钟龄,郝敦元,等. 内蒙古草原退化群落恢复演替的研究 II. 恢复演替的时间进程分析. 植物生态学报, 1996, **20**(5):460~471.

[3] 郝敦元,刘钟龄,王炜,等. 内蒙古草原退化群落恢复演替的研究 III. 群落演替的数学模型. 植物生态学报,1997, **21**(6):503~511.

[4] 刘钟龄,王炜,梁存柱,等. 内蒙古草原植被在持续牧压下退化演替的模式与诊断. 草地学报,1998, **6**(4):244~251.

[5] 陈敏. 改良退化草地与建立人工草地的研究. 呼和浩特:内蒙古人民社,1988. 19~32.

[6] 王炜,梁存柱,刘钟龄,等. 内蒙古草原退化群落恢复演替的研究 IV. 恢复演替过程中植物种群动态的分析. 干旱区资源与环境, 1999, **13**(4):44~54.

[7] 王炜,梁存柱,刘钟龄,等. 草原群落退化与恢复演替中的植物个体行为分析. 植物生态学报,2000, **24**(3):268~274.

[8] 王炜,梁存柱,刘钟龄,等. 羊草+大针茅草原群落退化演替机理的研究. 植物生态学报,2000, **24**(4):468~472.

[9] 任涛,郝敦元,石霞,等. 内蒙古典型草原原生群落植物种群动态趋势分析. 干旱区资源与环境,2001, **15**(3):48~51.

[10] 石霞,郝敦元,任涛,等. 内蒙古典型草原动态监测的取样问题. 干旱区资源与环境,2001,**15**(2):80~84.

[11] 仲延凯,包青海,孙维. 不同时期割草和割草间隔期对羊草草原禾草生物量的影响. 草原生态系统研究. 第4集. 北京:科学出版社,1992. 213~230.

[12] 任继周,南志标,郝敦元. 草业系统中的界面论. 草业学报,2000, **9**(1):1~8.