

## 盐池草地植被数量波动研究\*

李 瑞<sup>1</sup>, 刘云芳<sup>2</sup>, 张克斌<sup>3</sup>

(1. 铁道第四勘察设计院 环境工程研究处, 武汉 430063; 2. 武汉金银湖公园管理处, 武汉 430023; 3. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 10083)

**摘 要:** 以宁夏盐池为研究对象, 分析 2002–2005 年主要植物种群数量波动及群落特征指标动态。黑沙蒿及刺沙蓬等植物数量特征呈波动式上升, 受降水等气候因子影响较小, 是干旱年维持区域生态平衡的重要植物种; 赖草等多年生草本植物呈波动式下降趋势; 狗尾草、小画眉草等一年生草本植物受当年降水量及调查前期降水量影响较大, 呈现气候波动型。分析盐池县 2002–2005 年的群落数量特征变化表明, 植被盖度、密度及植物种数与降水量年际波动趋势一致, 2002 年降水量最大, 植被盖度、密度及植物种数也最大, 分别为 66.98%、278.14 万株/hm<sup>2</sup> 和 57 种; 2005 年降水最少, 植被盖度、密度及植物种数也居 4 a 最低, 分别为 36.02%、75.68 万株/hm<sup>2</sup> 和 43 种。由于降水对植被生长的滞后作用影响, 样地内生物量和植物平均高度并未与降水量波动趋势一致。影响盐池县草地植被波动的主要气候因子为降水, 其次与退耕还林、人工封育及撂荒等人为活动也有一定关系。

**关键词:** 种群; 群落; 综合数量特征指标; 数量波动

中图分类号: S812

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)04-0220-04

## Study on the Grassland Vegetation Quantitative Fluctuation in Yanchi County

LI Rui<sup>1</sup>, LIU Yurfang<sup>2</sup>, ZHANG Kerbin<sup>3</sup>

(1. The Fourth Survey and Design Institute of China Railways, Wuhan 430063, China; 2. The Administration office of Wuhan, Jingyihu Park, Wuhan 430023, China; 3. College of Soil and Water Conservation of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Taking Yanchi County, Ningxia Hui Autonomous Region as the research area, the quantitative fluctuation of main vegetable population and character index dynamic of vegetable community from 2002 to 2005 were analyzed. Less affected by precipitation, *Artemisia ordosica* Thunb had a raising quantitative character from 2002 to 2005. They were the important plants for maintaining regional ecological balance in years of drought. Some herbaceous perennids such as *Anaurolepidium secalium* had a downward trend in fluctuation from 2002 to 2005. Having been badly affected by total precipitation in the year or before survey, some annual herb such as *Setaria viridis* and *Eragrostis poaeoides* took on climatic fluctuation style. The analyses of community quantitative character of Yanchi from 2002 to 2005 showed that vegetation coverage, density and species number had the same trend as precipitation fluctuation in years, while vegetation height and biomass didn't, because of the hysteresis of precipitation to vegetation. The main climate factor of grassland vegetable fluctuation in Yanchi was precipitation and there were also something with man made factors, for example convening cropland to forests, artificial fencing and discontinuing farming, letting go out of cultivation and so on.

**Key words:** population community; integrated quantitative characteristic index; quantitative fluctuation

植被波动(Vegetation fluctuation)是植被动态学研究的重要内容之一,对人类认识森林及草地景观动态及开发有着重要的意义<sup>[1-4]</sup>。植被波动指的是植物丰富度的数量变动或植被在短时间内的变化<sup>[5]</sup>。如果植物丰富度围绕平均组成或围绕一定的轨迹变化,没有一定的方向性,就表现为波动。波动一般是同一时间尺度内的环境变化造成的,如降水量波动。短期内的中等强度的干扰也可导致植被的波动,如植被

在中等强度的火干扰后的波动<sup>[6]</sup>。Rabotnov 认为:气象、水文以及对植物生长重要的其它要素,每年均是特殊的,由于这种特殊性,植物群落总是逐年或逐季地发生变化,植物群落的这种动态形式称为波动<sup>[7]</sup>。Barkman 及 Braun-Blanquet 认为只表现在种的数量上不同(如盖度、频度、多度、生物量等)的群落动态叫做波动<sup>[8,9]</sup>。彭少麟从森林群落的角度认为植被波动是森林景观动态的一种表现形式,是由于植

\* 收稿日期: 2007-11-22

基金项目: 国家自然科学基金(30771764); 国家林业局项目(盐池荒漠化定位监测 660550)

作者简介: 李瑞(1979-), 男, 博士, 主要研究方向: 水土保持及生态环境工程。E-mail: rlfcr@126.com

通信作者: 张克斌(1957-), 博士, 副教授, 研究方向: 荒漠化防治与监测及干旱区环境管理。E-mail: ctcd@bjfu.edu.cn

物的遗传因素和群落中符合生态因子逐年逐季的变化,引起群落在固有的季节性和逐年性变化上的差异,波动不改变群落的总体物种组成和群落的性质<sup>[10]</sup>。波动的特点表现在群落逐年或逐季变化方面的不定性、变化的可逆性以及典型情况下的植物区系成分的相对稳定性。植物群落在波动中,其生产力、各成分的数量比例、优势种的植被综合数量特征指标及物质和能量的平衡方面也都发生相应的变化<sup>[11]</sup>。目前对于植被波动的研究,主要集中在植被波动的类型<sup>[1,4,10-15]</sup>、特征<sup>[1,4,10]</sup>、波动产生的机理<sup>[1,10,16-17]</sup>、植被波动强度<sup>[10]</sup>等方面。

植被作为地表生态系统变化的指示器的作用尤为明显,但很少有明确地将植被作为研究对象的系统深入的分析研究,关于植被对全球变化的响应研究及其对人地系统的反馈研究更是甚少,故开展草地植被的数量波动研究将填补区域研究的不足。由于盐池地处干旱、半干旱地区,其生态系统较为脆弱,对其草地植被变化特征、规律及影响因子进行探讨可为国家荒漠化防治、草原生态建设提供技术参考。

## 1 研究区概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部,北纬  $37^{\circ}04' - 38^{\circ}10'$ ,东经  $106^{\circ}30' - 107^{\circ}41'$ ,面积约  $6\,740\text{ km}^2$ 。地形主要为剥蚀的准平原地形,全县地势南高北低,海拔高度在  $1\,295 - 1\,951\text{ m}$  之间,南北明显地分为黄土丘陵和鄂尔多斯缓坡丘陵两大地貌单元。该县属于典型中温带大陆性气候,年均气温为  $8.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,年均无霜期为  $165\text{ d}$ ;多年平均降水  $250 - 350\text{ mm}$ ,从南向北、从东南向西北递减。土壤类型以灰钙土为主,其次是黑垆土和风沙土,此外有黄土,少量的盐土、白浆土等。盐池县主要植被类型有草原植被、荒漠植被和沼泽植被,其中草原植被分为干草原、草甸草原和荒漠草原 3 种类型。群落中常见植物种类以旱生和中旱生类型为主。由于该县地理位置和诸多自然因素的过渡性特点,植被类型也显示出由南而北逐渐演替和互相交错的过渡性特点。

## 2 研究方法

### 2.1 样地布设与调查

选择天然草场、流动沙丘、柠条林、撂荒地、乔木林地、人工封育区、退耕还林地等不同土地利用类型,设置固定样地。所设固定样地(样方)包括当地主要土地利用类型,并选择植被分布均匀的地段作为样地。样地规格  $200\text{ m} \times 200\text{ m}$ 。采用 GPS 定位,并在地面布设永久性标记,样区中心打水泥桩,必要时可采用铁丝围栏,所有指标的采样和测定都同步进行。2001 年 3 月,完成固定样地布设,同时运用 GPS 进行定位,本次研究中调查的时间为 2002 年 7 月-2005 年 9 月。采用样方法对植物群落进行调查,样方布设以样地定位点为中心随机布设,所有样地共计布设样方 56 个。考虑到宁夏盐池样地主要以 1~2 a 生草本植物为主,样方规格均取  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ ,调查时间选择每年的 7-8 月(植物生长季节)调查并记录样方中植物的种类、盖度、高度、密度、生物量(鲜重)等。记录样地的地理位置(海拔高度、地理坐标等)、生境特

征(地形、土壤、地下水位等)及调查日期。

### 2.2 数据处理

植物种群数量特征指标包括种群盖度、高度、生物量、多度等,用单一的数量特征来研究植物种群不能全面反映植被生长状况,因此,采用种群综合数量特征指标重要值来研究植物种群波动。具体计算公式如下。

$$\text{综合数量特征指标} = (\text{相对多度} + \text{相对盖度} + \text{相对频度} + \text{相对高度}) / 4$$

$$\text{相对频度} = \frac{\text{频度}}{\text{所用样方中植被频度之和}} \times 100$$

$$\text{相对高度} = \frac{\text{植被高度}}{\text{该样方中植被高之和}} \times 100$$

$$\text{相对盖度} = \frac{\text{植被盖度}}{\text{该样方中植被盖度之和}} \times 100$$

$$\text{相对多度} = \frac{\text{植被多度}}{\text{该样方中植被总数}} \times 100$$

## 3 结果分析

### 3.1 盐池草地植被主要植物种群数量波动

研究区主要植物种群 2002-2005 年数量特征波动详见表 1 和图 1。从表 1 可以看出,植物种群数量特征年际波动较为明显,种群间波动趋势存在较大差异。

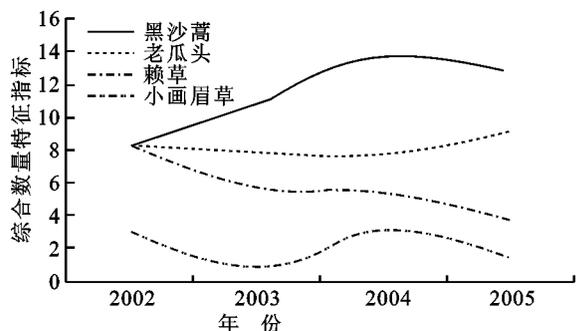


图 1 典型种群数量特征波动曲线

2002-2005 年,黑沙蒿始终保持较大的数量特征指标,且呈波动式上升(图 1),4 年分别为 8.116,10.772,13.671,12.756。黑沙蒿又称沙蒿、油蒿,为菊科蒿属多年生半灌木,高  $20 - 100\text{ cm}$ ,在干旱、半干旱沙质壤土分布较广,生长在固定、半固定沙丘或覆沙梁地、砂砾地上,具有耐严寒、耐旱等生物学特性,故黑沙蒿生活力强,对环境资源利用能力较强。由于 2005 年遇大旱,降水量仅  $194.7\text{ mm}$ (见图 2),占多年平均降水量的  $67.7\%$ ,严重影响植物生长,导致黑沙蒿数量特征指标低于 2004 年,但仍高于 2003 年和 2002 年,2002-2005 年黑沙蒿数量特征指标总体保持波动式上升趋势,表明黑沙蒿较为稳定,是研究区主要建群种之一。

老瓜头为多年生半灌木状草本植物,是草原退化和区域干旱指示植物种,其综合数量特征 2002-2005 年分别为 8.217,7.760,7.640,9.132。波动曲线见图 1,从曲线可以看出,2005 年老瓜头数量特征值最大,为 9.132。分析 2005 年老瓜头数量特征值较高的原因,2005 年植物生长季节较为干旱,导致其它植物生长受到限制,而老瓜头耐旱、抗瘠贫等特性使其在干旱年仍然保持较好的生长状况,占据较大的资源空间。就整体而言,老瓜头数量特征指标 2002-2005 年

较为稳定。此外,苦豆子 2002-2005 年也较为稳定,是目前研究区稳定群落的主要组成物种。

赖草 2002-2005 年综合数量特征指标分别为 8.147, 5.694, 5.454, 3.641。从图 1 可看出,赖草综合数量特征值在研究时段内呈下降趋势。主要成因是随着盐池全县范围禁牧和封育力度的加大,土壤环境条件等逐步得到改善,多年生半灌木黑沙蒿迅速恢复。此外,一些生态位较窄的种群以及退耕还林后一年生农田杂草得以发展壮大,从而导致赖草等多年生草本植物优势度呈下降趋势。此外,白草等多年生禾本科喜湿植物,是构成区域白草草甸草原群系的主要植物种,受土壤含水量影响较大,因此对降水的依赖型也较强。

与前面 3 种波动形式不同,小画眉草的数量特征值波动形式无明显的上升或下降趋势(图 1)。2002-2005 年,小画眉草的数量特征分别为 3.002, 0.721, 3.060, 1.426。小画眉草为一年生草本植物,受降水等影响极大,尤其受植物生长季节降水量影响更大。这使得小画眉草的数量特征受外业调查前期降水量影响较大(如图 2)。和小画眉草一样受调查前期降水影响较大的还有狗尾草、虎尾草等一年生草本植物,数量特征波动均无明显上升或下降趋势。

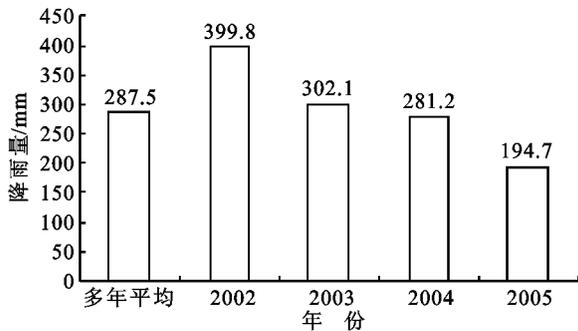


图 2 盐池 2002-2005 年降水量

### 3.2 盐池草地植被群落数量特征波动

根据 2002-2005 年宁夏盐池县监测数据统计结果分析植被特征值动态(见表 2)。

由表 2 可以看出,2002-2005 年植被监测数据显示 2002 年为 4 年中植被整体覆盖度最高的一年,覆盖度达 66.98%,其次为 2004 年和 2003 年,2005 年植被覆盖度最低为 36.02%,相当于 2002 年的 53.77%;植物株数 2002 年最多为 278.14 万株/hm<sup>2</sup>,其次为 2003 年、2004 年和 2005 年,分别为 209.27, 152.57, 75.68 万株/hm<sup>2</sup>;2002 年研究区内共出现植物 57 种,为 4 年最高,其次为 2004 年出现 51 种,2005 年最少,共有植物种 43 种;生物量 2004 年最高为 4 197.41 kg/hm<sup>2</sup>,其次为 2003 年和 2002 年,2005 年生物量最低为 2 617.89 kg/hm<sup>2</sup>;2004 年植物生长最高,为 17.360 cm,其次为 2005 年、2003 年和 2002 年,分别为 15.273, 10.963, 9.747 cm。

据分析当地气象资料,2002 年是丰水年,全年降水量比多年平均降水量多 111.6 mm(见图 2),植被总体长势较好,植被盖度、密度及出现植物种数均居 4 a 最高(见表 1),但由于降雨量丰沛,一些对水分要求较高的植株也可以较好的生存,并与抗旱性强的优势种在同一环境下产生种间竞争,占

据优势种的一部分生存空间,导致优势种的生长优势不能充分发挥,所以,2002 年植被生物量并没有达到最高,而且植被高度远低于 2003 年、2004 年、2005 年;2003 年降雨量较 2002 年少,植被盖度和密度也不如 2002 年,部分一年生草本植物生长受到抑制,但一些多年生草本植物可迅速生长并占据大量生存空间,所以植被生物量和平均高度比 2002 年略有增长;2004 年降水量与 2003 年降水量基本持平,由于降水量的限制以及水分影响植物生长的滞后作用,一些对水分敏感的植物已经失去生存空间,使得抗旱性优势植物种可以充分发挥生长优势,植被盖度、生物量和平均高度均上升,而植被密度因同一地区内植物种类减少而降低;2005 年是大旱年,植物总体长势较差,植被盖度、密度、生物量等均居 4 a 最低,植物平均高度也低于 2004 年。

表 1 2002-2005 盐池主要植物种综合数量特征指标

植物名称	2002	2003	2004	2005
黑沙蒿	8.116	10.772	13.671	12.756
老瓜头	8.217	7.760	7.640	9.132
白草	6.468	5.834	7.001	3.735
达乌里胡枝子	3.172	5.488	7.179	6.359
赖草	8.147	5.694	5.454	3.641
苦豆子	6.797	5.991	5.719	4.855
猫头刺	2.402	2.899	4.212	4.610
狗尾草	1.131	2.501	0.883	0.138
虎尾草	2.613	2.090	2.217	0.033
小画眉草	3.002	0.721	3.060	1.426
刺沙蓬	1.238	2.528	1.378	7.091
丝叶山苦菜	0.004	3.485	1.263	0.600
骆驼蓬	2.475	2.172	1.968	3.729
猪毛菜	1.253	2.464	3.502	6.986
披针叶黄华	0.218	2.061	2.761	3.943
阿尔泰狗娃花	0.472	2.248	1.088	2.049
地锦草	1.323	0.522	0.052	0.024
西伯利亚蓼	0.175	0.274	1.186	0.891
雾冰藜	0.312	0.676	1.191	1.107
沙米	0.415	0.171	0.037	0.028

表 2 盐池 2002-2005 植被特征值

年份	盖度/ %	密度/ (万株·hm <sup>-2</sup> )	植物/ 种	生物量/ (kg·hm <sup>-2</sup> )	高度/ cm
2002	66.98	278.14	57	3792.54	9.747
2003	64.70	209.27	46	3854.41	10.963
2004	60.23	152.57	51	4197.41	17.360
2005	36.02	75.68	43	2617.89	15.273

由此可见,植被盖度和密度与降水量年际波动趋势一致,2002 年降水量最大,植被盖度和密度也最大;2005 年降水最少,植被盖度和密度也居 4 a 最低。生物量与植被平均高度随降水变化不明显,除 2005 年较低外,其余 3 a 均呈上升趋势。

### 3.3 盐池草地植被波动人为因子分析

最近几年随着退耕还林工程的实施,植被恢复良好,地面覆盖度正逐年增大。2005 年虽然盐池县遇到了 50 a 一遇的大旱,植被生长状况不如往年,一些植被干旱致死,但是枯枝残体还留在地表,腐烂后与地表土壤形成结皮,在地表形

成一层防护膜,可以有效的防止大风对地表的吹蚀,减少风沙来源,遏制沙尘天气的发生。

盐池县近年来荒漠化治理,退耕还林、全县禁牧以及大规模治沙造林等活动对植被生长起到了极大的作用。特别是自2001年国家退耕还林工程的实施以来对于植被恢复起到巨大的作用。目前,盐池县在北部沙地形成了以灌木为主、乔灌结合的防风固沙林区;在中部滩地形成了以扬黄灌区为主的农田防护区和以饲料林为主的牧场防护林区;在南部山区形成了经果林和水土保持林区,一个全新的生态景观已经在沙区显现。2005年4月盐池县出台“盐池县天然林资源工程管理暂行办法”、“盐池县天然林资源管护办法”。由于宣传有力、管理得当,自禁牧政策实施以来,在盐池全县范围内基本上杜绝了放牧现象,极大地促进了我国北方农牧交错带草地植被建设。

#### 4 小结与讨论

2002-2005年黑沙蒿综合数量特征指标呈波动式上升。盐池县2002年底全县实行封育后,土地荒漠化逐渐逆转,流动沙地逐渐得到固定,黑沙蒿由于其较强的生态适应性,使之不断壮大,始终保持重要的优势地位。黑沙蒿、老瓜头、苦豆子等多年生植物是研究区较为稳定的植物种群,受降水等气候因子影响较小,是干旱年维持区域生态平衡的重要植物种群,他们是区域重要的建群种。而老瓜头和苦豆子综合重要值较高,受气候的影响相对较小,是构成当前区域稳定群落的主要组成物种;赖草等多年生草本植物2002-2005年呈波动式下降趋势;狗尾草、小画眉草等一年生草本植物生长极不稳定,受当年降水量及调查前期降水量影响较大,呈现气候波动型。通过分析盐池县2002-2005年的植被特征变化表明,研究区植被盖度和密度与降水量年际波动趋势一致,生物量与植被平均高度随降水变化不明显,除2005年较低外,其余3年均呈上升趋势。影响盐池县植物生长的气候因子主要为降水。2002年和2003年为明显的丰水年,天然草场植被生长状况比往年好,具体表现为植被覆盖度增加,植被密度提高,样地内物种数逐年增多。2004年和2005年相对比较干旱,特别是2005年为50a不遇的大旱,部分植物在萌发季节已干旱致死,导致植被后期生长较差,覆盖度、生物量等均有明显下降。

种群动态事实上是群落动态的具体表现,群落动态总是伴随着种群的动态尤其是主要建群种和优势种的演替(波动或更新)。盐池县目前主要以老瓜头和苦豆子为稳定群落。但随着盐池县防沙治沙工作(人工封育、退耕还草等)的深入开展,区域植被得到恢复,荒漠化出现逆转。植被恢复的过程就是群落的建立和演替过程,核心是物种的更替。物种更替是群落环境演变、物种的环境适应性、竞争作用等种间关系几方面共同作用的结果和集中表现,这几方面的变化是互动的<sup>[18]</sup>。黑沙蒿独特的生物、生态学特性,使其在封育后(2002年)迅速成为研究区的优势种群。黑沙蒿群落的壮大改变了区域群落环境,为其它种群的侵入和壮大创造了稳定的基质基础,此后群落将继续演替。预计随着封育政策的延

续,经过5~10a或更长时间的演替,黑沙蒿群落将接近地带性稳定,种群间经过竞争排除作用等生态过程产生了一定程度的生态位分化,种间关系和群落结构趋于稳定。

#### 参考文献:

- [1] Knapp R. 植被动态[M]. 宋永昌,译. 北京: 科学出版社, 1986: 68-76.
- [2] Miles J. Vegetation Dynamics [M]. New York: Halsted Press, 1979.
- [3] Odum E P. 生态学基础[M]. 孙儒泳,译. 北京: 人民教育出版社, 1981.
- [4] 彭少麟. 南亚热带森林群落动态学[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [5] van der Valk A G. Succession in wetlands: A Gleasonian approach[J]. Ecology, 1981, 62: 688-696.
- [6] Gloguen J C. Post-burn succession on Brittany heathlands[J]. J. Veg. Sci, 1990, 1: 147-152.
- [7] Rabotnov T A. Fluctuations of meadows[J]. Bjull. Mosk. OI Prir. O. Biol, 1955, 60(3): 17-23.
- [8] Barkman J J. On the ecology of cryptogamic epiphytes with special reference to the Netherlands [J]. Belmontia, 1958, 2: 10-18.
- [9] Braur Blanquet J. Pflanzensoziologie (3rd ed) [M]. Springer, Wien, 1964.
- [10] 彭少麟. 森林群落波动的探讨[J]. 应用生态学报, 1993, 4(2): 120-125.
- [11] 任海, 刘世忠, 彭少麟, 等. 植物群落波动的类型与机理[J]. 热带亚热带植物学报, 2001, 9(2): 167-173.
- [12] Tamm G O. Growth and plant nutrient concentration in *Hylocomium proliferum* Lindl. in relation to tree canopy [J]. Oikos, 1950, 2: 60-64.
- [13] Korchagin A A. Symposium on the dynamics of vegetation in the FRG [J]. Bot. Zh., 1968, 53(1): 1669-1676.
- [14] Ipatov V S. A study of the variation of the soil cover from year to year in a taiga type boreal forest [J]. Bot Zh, 1969, 54: 1939-1951.
- [15] Haenrich E F. Environmental fluctuations on south-facing slopes in the Santa Catalina Mountains of Arizona [J]. Ecology, 1976, 51: 959-974.
- [16] Albertson F W, Riegel A, Launchbaugh J. Effects of different intensities of dipping on short grasses in west central Kansas [J]. Ecology, 1953, 34: 1-20.
- [17] Coupland R T, Skoglund N A, Heard A J. Effects of grazing in the Canadian Mixed Prairie. Proc. Intern. Grassl. Congress, 1960, 8: 212-215.
- [18] 张继义, 赵哈林, 等. 科尔沁沙地植物群落恢复演替系列种群生态位动态特征[J]. 生态学报, 2003, 23(12): 1241-1246.