

哈巴湖自然保护区草地植被数量波动探讨

苏鹏飞, 张克斌, 王 晓, 庞吉林, 王海星

(北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘 要: 植被波动是植被动态的一种表现形式, 该文在生态学、统计学基础上, 结合草地植被特征, 采用专家权重法构建草地植被波动测度公式, 以哈巴湖自然保护区为例, 研究 2006—2010 年草地植被数量波动及波动率, 从数量特征上对草地植被波动进行探讨。结果表明: 哈巴湖自然保护区植被波动率正向波动 2007 年最大, 为 0.381, 是近年来植被生长状况最好的一年; 负向波动以 2009 年的 -0.350 的绝对值最大, 表明 2009 年是近年来植被生长状况最差的一年。草地植被数量的波动, 一定程度上反映了该年度植被生长状况, 为草地经营管理和植被恢复提供了便利, 同时也为预测未来草地植被变化提供了依据。

关键词: 沙化草地; 波动; 波动率; 权重; 半干旱区

中图分类号: Q948.15⁺5

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2012)01-0042-04

Study on Fluctuation Ratio of Grassland Vegetation in the Haba Lake Natural Reserve of Ningxia Hui Autonomous Region

SU Peng-fei, ZHANG Ke-bin, WANG Xiao, PANG Ji-lin, WANG Hai-xing

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Vegetation fluctuation is an important part of vegetation dynamics. Based on the meanings of ecology and statistics, and combined with the characteristics of grassland vegetation, fluctuation measure formula was built by the method of expert weighting. The grassland vegetation quantitative fluctuation and its fluctuation ratio between 2006 and 2010 were studied in Haba Lake Natural Reserve of Ningxia Hui Autonomous Region, the fluctuation was discussed from the number of features on the grassland. Results showed that the biggest positive fluctuation ratio was 0.381 in 2007, meaning the best vegetation growth during recent years. While the most negative fluctuation ratio was -0.350 in 2009, meaning the worst vegetation growth during this period. Vegetation fluctuation of grassland reflects the situation of vegetation growth and provides scientific basis for grassland management, as an effective method to forecast future grassland fluctuations.

Key words: sandy grassland; fluctuation; fluctuation ratio; weight; semi-arid area

植被动态学研究的一项重要内容就是植被波动。很多学者对植被波动进行了定义, 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^[1-2]。也就是说植物群落数量特征值在生态因子、组成植被群落的植物特性等因素的影响下会出现逐年或逐季的变化, 且这种变化具有不定性、不完全的可逆性以及典型情况下的相对稳定性。目前国内外学者对森林群落方面植被波动的定义^[3]、植被波动的类型、强度^[4]、特征^[5-6]及植被波动产生的机理^[7-8]等相关研究

较多, 如彭少麟、王伯荪等采用生物统计学的方法, 对森林群落波动及波动强度的测度进行了探讨, 提出了波动强度的测定公式, 推动了植物群落波动的定量研究^[9]。而草地植被波动作为植被波动的一个重要方面, 其相关方面的报道则少之又少。

草地植被, 尤其是对外部因子较为敏感的半干旱地区草地植被, 其群落生产量、植被盖度及高度等植物特征值的波动变化比森林植被波动更加明显, 也更容易被观测^[10]。因此, 通过调查计测草地植被特征值研究其波动及波动率不仅可为区域草地经营管理、

收稿日期: 2011-06-30

修回日期: 2011-07-20

资助项目: 国家自然科学基金项目(30771764); 国家林业局宁夏哈巴湖自然保护区荒漠化定位监测项目

作者简介: 苏鹏飞(1986—), 男, 山西高平人, 在读硕士, 主要研究方向: 荒漠化防治。E-mail: su-6@163.com

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

草地植被恢复提供一些便利,也可有效地评估草地波动程度,为预测未来草地植被波动提供有效途径。通过学习前人研究成果,本文以哈巴湖自然保护区为例,结合样地调查资料,通过初步构建半干旱区草地植被波动测度公式,分析 2006—2010 年草地植被数量特征值波动及波动率,从数量特征上对草地植被波动进行探讨,以期对半干旱区草地植被波动评价提供参考,并为进一步研究植被群落生态系统稳定性和植被恢复提供科学依据。

1 研究区自然概况

哈巴湖自然保护区位于宁夏回族自治区东部的盐池县城,北纬 $37^{\circ}04'$ — $38^{\circ}10'$,东经 $106^{\circ}30'$ — $107^{\circ}41'$,海拔高度 $1\ 295\sim 1\ 951\text{ m}$,北与毛乌素沙漠相连,南靠黄土高原,地势南高北低。盐池县在气候区上属于半干旱—干旱区,在植被区划上是草原—荒漠区,在土地利用上属于农牧交错区,正是这种区划上的过渡性造成了盐池县自然条件的多样性和脆弱性。

盐池县具有典型中温带大陆性气候,年均气温为 8.1°C ,极端最高温为 34.9°C ,极端最低温为 24.2°C ,年均无霜期为 165 d,年降水量 $250\sim 350\text{ mm}$ 。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。植被类型有灌丛、草原、草甸、沙地植被和荒漠植被,其中灌丛、草原、沙地植被数量较大,分布也广。草原分干草原和荒漠草原,常见植物种类以旱生和中旱生类型为主。

2 研究方法

2.1 植被调查

结合国家荒漠化定位监测项目,依据当地主要土地利用类型和主要荒漠化治理工程种类,选择有代表性地段,分别设置固定样地,采用 GPS 定位,进行监测。设立样带,沿样带随机布设 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$ 的样方,调查时间为 2006—2010 年植物长势较好的 7—8 月。调查内容即为植物名称及植被数量特征值,包括植物种数、株数、盖度、高度及生物量(鲜质量)等。

2.2 公式构建

植被在内外因子的双重影响下发生波动,植被群落相对于正常年份的波动程度即是群落的波动率。就草地植被而言,植被波动的定量表示可用数量特征值来表示。运用生物统计学的方法初步构建植被波动强度计量公式为:

$$\text{FR} = \left[c \left(\frac{C_i}{\sum_{i=1}^r C_i/r} - 1 \right) + b \left(\frac{B_i}{\sum_{i=1}^r B_i/r} - 1 \right) + \right.$$

$$\left. h \left(\frac{H_i}{\sum_{i=1}^r H_i/r} - 1 \right) + d \left(\frac{D_i}{\sum_{i=1}^r D_i/r} - 1 \right) \right] / 4 \quad (1)$$

式中:FR——表示草地植被波动率; C_i ——第 i 年草地植被的盖度; B_i ——第 i 年草地植被的生物量; H_i ——第 i 年草地植被的群落高度; D_i ——第 i 年草地植被的密度; c, b, h, d 分别为相应的权重系数; r ——草地植被观测年(或月)(本研究为 5 a)

权重系数采用专家评定法来确定。由于本文主要针对半干旱地区草地植被的研究,相关领域的专家在考虑半干旱地区草地植被自身特点的前提下,对本文采用的 4 种草地植被数量特征值的权重进行评定,其权重值的确定标准是按照 4 个不同指标对草地植被生长情况的反映程度来确定各指标的权重得分,4 个指标权重得分之和为 4 分。10 位专家对半干旱地区草地植被数量特征值权重评定结果见表 1。

表 1 半干旱地区草地植被专家权重

专家	盖度	生物量	群落高度	密度
专家 1	1.65	1.79	0.23	0.33
专家 2	1.68	1.90	0.20	0.23
专家 3	1.50	1.72	0.28	0.51
专家 4	1.80	1.70	0.26	0.25
专家 5	1.65	1.87	0.28	0.20
专家 6	1.55	1.95	0.23	0.27
专家 7	1.35	1.70	0.43	0.52
专家 8	1.70	1.80	0.28	0.22
专家 9	1.78	1.77	0.18	0.27
专家 10	1.40	1.90	0.33	0.37
平均值	1.61	1.81	0.27	0.32

从专家评定结果来看,盖度和生物量权重较大,而群落密度和群落高度权重相对较小。专家权重评定结果的平均值即是权重系数 c, b, h, d 的值,即 1.61, 1.81, 0.27, 0.32, 将其代入公式(1),得到半干旱地区草地植被波动测度公式及波动率公式:

$$\text{FR} = \left[1.61 \times \left(\frac{C_i}{\sum_{i=1}^r C_i/r} - 1 \right) + 1.81 \times \left(\frac{B_i}{\sum_{i=1}^r B_i/r} - 1 \right) + \right.$$

$$\left. 0.27 \times \left(\frac{H_i}{\sum_{i=1}^r H_i/r} - 1 \right) + 0.32 \times \left(\frac{D_i}{\sum_{i=1}^r D_i/r} - 1 \right) \right] / 4 \quad (2)$$

3 结果与分析

3.1 哈巴湖草地植被数量特征值波动

为了更直观、清楚地了解研究区植被数量波动状况,绘制研究区 2006—2010 年植被特征值波动趋势图见图 1—4,可以看出,2006—2010 年间植物盖度、生物量、密度、群落高度等波动都比较大,一定程度上

反映出草地植被生态环境具有脆弱性和易变性的特点。2006—2010年,研究区植被盖度多年平均值为37.76%。从图1可以更直观地看出植被盖度波动趋势,其中2006年、2007年、2010年均大于多年平均盖度,而2008年、2009年小于多年平均盖度。植被盖度以2007年53.29%为近年最高,2008年23.04%为近年最低。

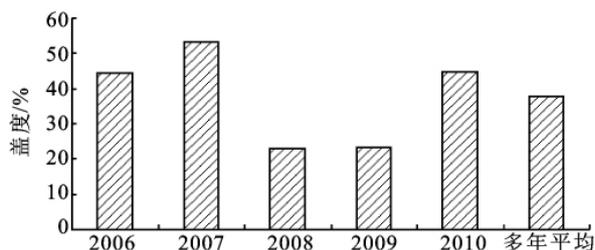


图1 哈巴湖2006—2010年草地植被盖度

研究区主要建群种以多年生草本植物半灌木为主,生物量则主要由群落中的建群种和优势种构成。因此,群落生物量较大程度上能反映植被生长状况。2006—2010年,研究区群落生物量分别为2357.5,3521.67,1577.00,1619.39,2927.54 kg/hm²,多年平均为2400.63 kg/hm²。2007年、2010年高于多年平均生物量,2006年、2008年、2009年低于多年平均,如图2所示。

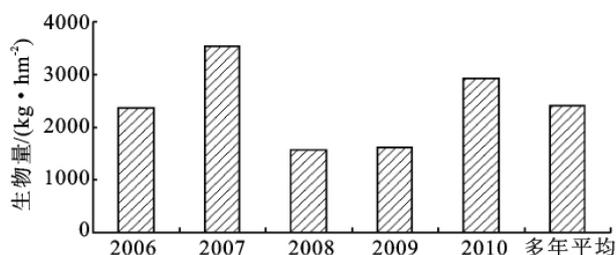


图2 哈巴湖2006—2010年草地植被生物量

由图3可以看出,2006年和2010年群落密度较大,这是因为在这两年调查前期研究区降水较为丰富,一年生植物大量生长,分别为206.83,225.22万株/hm²,均高于多年平均密度(165.73万株/hm²)。此外,2007年也高于多年平均,为173.31万株/hm²。2008年和2009年较低,分别为140.66,82.61万株/hm²。

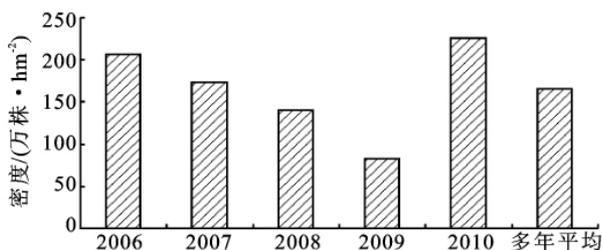


图3 哈巴湖2006—2010年草地植被密度

研究区群落高度波动情况见图4。2006—2010年群落高度分别为14.69,15.27,15.65,13.29,16.74 cm,群落多年平均高度为15.13 cm。本文群落高度系指群落平均高度,能一定程度上反映植被生长状况,但影响较小。

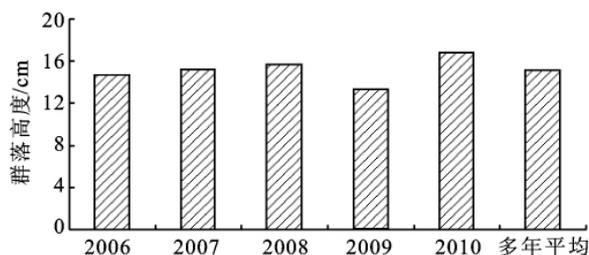


图4 哈巴湖2006—2010年植被群落高度

3.2 哈巴湖草地植被波动率

植被波动率即植被波动程度,一定程度上反映了该年度植被生长状况。方向性是植被波动的一个重要特征,即波动是可逆的,而恢复又是不完全的。因此,植被波动率可以分为正向波动和负向波动,波动率大于0的即为正向波动,表明植被生长好于常年,一般而言波动率越大植被生长状况越好;波动率小于0则为负向波动,表明植被生长状况较正常年差,负向波动率的绝对值越大则植被生长状况越差。根据植被数量波动实测数据,采用公式(2)计算研究区草地植被波动率,结果见表2。

从表2可以看出,研究区2006—2010年草地植被波动率分别为0.082,0.381,-0.322,-0.350,0.209。正向波动以2007年最大,波动率为0.381,其次为2010年和2006年,分别为0.209,0.082。负向波动最大的是2009年为-0.350(对负向波动的波动率的比较采取波动率数量结果的绝对值进行),其次为2008年,波动率为-0.322。

研究区2007年草地植被正向波动最大,说明2007年是研究区近年来植被状况较好的一年。2006—2007年,草地植被正向波动由小变大,说明草地植被的逐季波动使植被群落结构更加优化,2007年波动后的植被群落结构优于2006年的植被群落。负向波动则反之,2009年是研究区草地植被负向波动最大的一年,说明2009年是近年来草地植被生长状况较差的一年。2008—2009年,草地植被负向波动也由小变大,这一变化可以说明,2009年的植物群落结构较2008年的群落结构差,其整体生态功能有所下降。2009—2010年植被群落又从负向波动变为正向波动,可能是由于影响因素的消失而使其恢复到以前的状态,这又体现了植物波动的可逆性^[3]。不论

正向或负向波动,植被群落的波动不改变总体群落物种组成,不改变群落的基本性质,及波动前后植被群落和主要优势种不改变,这与种群落的演替有本质的区别^[4-6]。

表 2 哈巴湖 2006—2010 年草地植被波动率

项目	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
波动率	0.082	0.381	-0.322	-0.350	0.209

4 结论与讨论

(1)草地植被与森林波动既有相同又有区别。相同之处在于草地植被群落和森林群落波动都是以不直接改变植物群落的性质为特征,而且是可恢复的^[11];并且气候的不断变化都会影响草地植被波动和森林群落波动,使其产生数量上的动态变化,而群落性质均不发生改变。不同之处在于气候对草地植被的影响要远远超过对森林群落的影响。半干旱地区草地植被由于地理位置特殊,生态环境脆弱,植被随其气候的波动特征十分明显。影响草地植被波动的主要因子为降水,如 2007 年研究区降水为 284.1 mm,是近年来典型的丰水年,当年的植被波动率为 0.381,是近年来植被生长状况最好的一年,而 2008 年和 2009 年相对比较干旱,导致植被生长较差。

(2)国内对植被动态方面系统的研究方法采用空间代替时间法较多^[12-15],定点观测资料进行植被动态研究的较少^[16-17]。空间替代时间法是一种科学的植被动态学研究方法,但存在一定的不足。长期定点观测研究又由于经费、人力等困难,目前在植被动态学研究中较少使用。因此,一种省时省力更新更好的植被动态学研究方法将有可能成为今后学者的研究目标。

(3)本文研究对象宁夏盐池县哈巴湖自然保护区由于处于过渡交错地带,生态环境不稳定且比较脆弱,与其它非过渡带的半干旱区草地植被相比,本研究更具有典型性。因此,此研究应与其生态环境因子及气候因子相结合才能更好地评价半干旱区草地植被波动。

另外,采用草地植被波动强度公式反映植被生长状况也存在一定缺陷,由于权重系数的确定采用的是专家打分法,专家确定的参数存在主观性,不同专家

的认识也存在一定的差别。因此,如何更为准确地确定权重和减少误差,需要进一步研究和探讨。

参考文献:

- [1] Buongiorno J, Michie B R. A matrix model of uneven aged forest management[J]. *Forest Sci.*, 1980, 26: 609-625.
- [2] Barkman J J. On the ecology of cryptogamic epiphytes with special reference to the Netherlands[J]. *Belmontia*, 1958, 2: 10-18.
- [3] 彭少麟. 森林群落波动的探讨[J]. *应用生态学报*, 1993, 4(2): 120-150.
- [4] 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.
- [5] Knapp R. 植物动态[M]. 宋永昌, 张坤, 郑惠莹, 译. 北京: 科学出版社, 1986: 68-76.
- [6] 彭少麟. 南亚热带森林群落动态学[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [7] Albertson F W, Riegel A, Launchbaugh J. Effects of different intensities of clipping on short grasses in west-central Kansas[J]. *Ecology*, 1953, 34: 1-20.
- [8] Coupland R T, Skonglund N A, Heard A J. Effects of grazing in the Canadian Mixed Prairie[J]. *Proc. Intern Grassl Congress*, 1960, 8: 212-215.
- [9] 彭少麟, 王伯荪. 鼎湖山森林群落的波动性研究[J]. *生态科学*, 1988(1): 42-45.
- [10] 张克斌, 李瑞, 王百田. 植被动态学方法在荒漠化监测中的应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009.
- [11] 周灿芳. 植物群落动态研究进展[J]. *生态科学*, 2000, 19(2): 53-59.
- [12] 朱守谦. 喀斯特森林生态研究[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1987.
- [13] 彭少麟. 植物群落演替研究. II: 动态研究的方法[J]. *生态科学*, 1994(2): 117-119.
- [14] 喻理飞, 朱守谦, 叶镜中, 等. 退化喀斯特森林自然恢复过程中群落动态研究[J]. *林业科学*, 2002, 38(1): 1-7.
- [15] 王德炉, 朱守谦, 黄宝龙. 贵州喀斯特区石漠化过程中植被特征的变化[J]. *南京林业大学学报: 自然科学版*, 2003, 27(3): 26-30.
- [16] 张克斌, 李瑞, 侯瑞萍, 等. 宁夏盐池县不同荒漠化治理措施植物多样性研究[J]. *中国水土保持科学*, 2004, 2(4): 66-72.
- [17] 安树青, 李升峰, 王峥峰, 等. 南京灵谷寺森林动态变化的研究[J]. *植物学报*, 1997, 39(7): 661-666.