

敦煌西湖盐化草甸芦苇群落特征及 多样性沿水分梯度的分布格局

张继强¹, 陈文业¹, 康建军¹, 吴三雄², 袁海峰², 王志广², 陈徵尼¹

(1. 甘肃省林业科学研究院, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃敦煌西湖国家级自然保护区管理局, 甘肃 敦煌 763200)

摘 要: 对敦煌西湖盐化草甸芦苇植物群落特征及多样性沿土壤水分梯度的分布进行了监测和研究。结果表明, 试验区内主要植物以旱生和超旱生灌木、半灌木及草本植物为主。优势种为苏枸杞、疏叶骆驼刺、芦苇等, 伴生植物有赖草、圆囊苔草、猪毛菜等, 群落垂直结构明显, 大体分为 3 层。通过对 3 条样线上生物多样性随水分梯度变化规律的分析, 表明随着土壤水分的增加, 丰富度指数 d_{Me} 和均匀度指数 E 总体表现出先升高后降低的单峰趋势, 优势度指数 C 总体呈现出先降低后升高的单谷趋势; Simpson 多样性指数总体呈现先升高后降低再升高最后降低的双峰形式; Shannon—Wiener 多样性指数和 Simpson 多样性指数表现出基本一致的变化趋势。

关键词: 敦煌西湖; 盐化草甸; 群落特征; 土壤水分梯度; 生物多样性。

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)02-0173-04

中图分类号: S812

Dunhuang West Lake Salt Meadow Reed Plant Community Structure and Diversity Distribution Pattern Along Altitudinal Gradient

ZHANG Ji-qiang¹, CHEN Wen-ye¹, KANG Jian-jun¹,

WU San-xiong², YUAN Hai-feng², WANG Zhi-guang², CHEN Zheng-ni¹

(1. Gansu Research Academy of Forestry Science and Technology, Lanzhou, Gansu 730020, China;

2. Gansu Dunhuang West Lake National Nature Reserve Management Bureau, Dunhuang, Gansu 763200, China)

Abstract: The community structure and diversity distribution pattern of salt meadow reed plant along soil moisture gradient were studied in Dunhuang West Lake. The results showed that the test area was dominated by xeric and highly xeric shrubs, subshrubs and herbaceous plants. The dominant species were *Lycium ruthenicum*, *Alhagi Sparsifolia*, *Phragmites communis*, and the companion plants were *Leymus secalinus*, *Carex orbicularis*, *Salsola collina*. The community structure could be divided vertically into three layers. The analysis of biodiversity on three transects showed that with the increase of soil moisture, richness index and evenness index of d_{Me} , E increased first and then decreased, showing an unimodal trend. In contrast, dominance index C overall presented a single valley trend as it decreased first and then increased. Simpson diversity index showed a double-peak form and Shannon—Wiener diversity index and Simpson diversity index remained consistent.

Keywords: Dunhuang West Lake; salt meadow; community characteristics; soil moisture; biological diversity

甘肃省敦煌西湖国家级自然保护区(下文简称敦煌西湖)地处河西走廊西端,位于敦煌市西 120 km 处,西临库姆塔格沙漠和罗布泊,南接新疆维吾尔自治区阿克塞县,北连新疆维吾尔自治区哈密市。在罗布泊干涸以及塔克拉玛干、库姆塔格两大沙漠步步紧逼的形势下,保护区内良好的植被和小气候是甘肃、新疆、青海 3

省交界区野生动物的“避难所”,是抵御库姆塔格沙漠东侵的最后一道天然屏障^[1]。敦煌西湖保护区关系到整个敦煌的生态安全,对保护敦煌地区乃至我国西部生态平衡,改善区域生态气候,保障敦煌地区工农业的生产和旅游业的健康持续发展,特别是对保护“莫高窟”文化遗产将起到非常重要的作用^[2]。目前

收稿日期:2012-02-10

修回日期:2012-03-19

资助项目:甘肃省科技支撑项目“敦煌西湖湿地生态系统生物多样性保育关键技术研究”(1011FKCA136)

作者简介:张继强(1980—),男(汉族),甘肃省白银市人,工程师,主要从事生态学研究。E-mail:258610205@qq.com。

通信作者:陈徵尼(1982—),女(汉族),甘肃省白银市人,助理研究员,硕士,主要从事生态学研究。E-mail:gszhjq@126.com。

对敦煌西湖的研究仅涉及到生境质量评价、保护策略等方面,对区域内植物群落特征及其多样性变化等方面的研究还鲜见报道。本研究针对敦煌西湖盐化草甸芦苇植物群落的结构特征进行了调查分析,并根据该群落沿水分梯度的分布格局探讨其多样性,以期为进一步研究荒漠化湿地植被状况奠定基础。

1 研究区概况

本研究在玉门关管护站进行。地理坐标为 $93^{\circ}45'17''\text{E}$, $40^{\circ}20'15''\text{N}$ 。该区地处北半球暖温带干旱气候区,年平均气温 9.9°C ,极端最高气温 43.6°C ,最低气温 -28.5°C ,月平均最高气温 26.7°C (7月),月平均最低气温 -10.4°C (1月);全年降水稀少,降水季节分布不均匀,主要集中在夏季,其次是春季,冬季最少,年平均降雨量 39.9 mm ,蒸发量 $2\,490\text{ mm}$;年平均无霜期 142 d ,全年日照时数为 $3\,246.7\text{ h}$,日照率达 73% ,全年大风日约 15 d 。属典型的暖温带荒漠气候类型区。

研究区土壤类型主要有沼泽土、草甸土及盐碱土。植被以旱生和超旱生灌木、半灌木和草本植物为主,主要植物有苏枸杞(*Lycium ruthenicum*)、疏叶骆驼刺(*Alhagi Sparsifolia*)、芦苇(*Phragmites communis*)等,伴生植物有赖草(*Leymus secalinus*)、圆囊苔草(*Carex orbicularis*)、猪毛菜(*Salsola collina*)等等。

2 试验方法

2.1 野外调查方法

2011年8月中旬,在紧邻玉门关管护站的盐池湾,采取群落调查和土壤调查同步进行的方法^[3]进行野外调查。共调查了3条样带,51个样地,612个小样方和255个土壤水分数据。

群落调查采用样带调查法,以盐池湾最低点(海拔 997 m)为基点,最高点(海拔 $1\,014\text{ m}$)为终点,自西向东依次布设3条样线,样线近似平行,坡度均小于 8° ,间距均大于 100 m 。在样线上利用GPS,按照海拔每升高 1 m 布设1个 $30\text{ m} \times 30\text{ m}$ 典型样地。在每个典型样地内沿对角线取4个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 小样方,调查每个样方内植物的种类、高度、多度、盖度等指标,取3次重复。

土壤调查伴随群落调查同时进行,在每个 $30\text{ m} \times 30\text{ m}$ 固定样地的中心,采用CNC503B(DR)智能中子水分仪,分别测试 $0\text{--}20\text{ cm}$, $20\text{--}40\text{ cm}$, $40\text{--}60\text{ cm}$, $60\text{--}80\text{ cm}$ 和 $80\text{--}100\text{ cm}$ 土层的土壤水分。

2.2 数据处理方法

重要值计算公式^[4]为:

$$V_i = (C_R + F_R + H_R + D_R) / 4$$

物种丰富度指数计算公式^[5]为:

$$d_{\text{Me}} = S / N^{1/2}$$

Simpson 多样性指数计算公式^[6-7]为:

$$D = 1 - \sum P_i^2$$

Shannon—Wiener 多样性指数计算公式^[8-9]为:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

均匀度指数计算公式^[9]为:

$$E = e^{H'} / S$$

Simpson 优势度指数计算公式^[9-10]为:

$$C = \sum P_i^2$$

土壤平均含水量计算公式为:

$$W_A = \sum W_i / 5$$

式中: F_R ——相对频度; C_R ——相对盖度; D_R ——相对密度; H_R ——相对高度; S ——样带调查的物种数; N ——所有种类的个体数目; P_i ——样方中第 i 种植物的重要值; W_i ——第 i 种层的土壤含水量。

3 结果与分析

3.1 盐化草甸芦苇植物群落的组成和垂直结构

敦煌西湖植物区系归属为泛北极植物区中的亚洲荒漠植物亚区^[1]。据样方调查结果显示,组成盐化草甸芦苇群落类型的植物种类贫乏,数量稀少,分布稀疏。在612个样方中,共发现8种植物,隶属5科、8属,其中种类最多的科为禾本科(Poaceae)共3种,占总数的 37.5% ;其次为豆科(Leguminosae sp)有2种,占总数的 25% ;其他为藜科(Salsola)、茄科(Solanaceae)和报春花科(Primulaceae)各有1种,各占总数的 12.5% 。种按照重要值大小排列(表2)依次为芦苇(63.82),苏枸杞(41.97),疏叶骆驼刺(38.95),圆囊苔草(32.97),赖草(24.12),猪毛菜(18.69),胀果甘草(*Radix glycyrrhizae*, 18.05)和海乳草(*Glauca maritima*, 5.50)(表1)。

表1 盐化草甸植物群落主要植物组成及特征值

种名	高度/ cm	盖度/ %	密度/ (株·m ⁻²)	重要值/ %
芦苇	106.14	42.87	109.28	63.82
苏枸杞	33.33	4.50	0.39	41.97
疏叶骆驼刺	49.95	4.50	2.19	38.95
圆囊苔草	26.47	3.00	129.00	32.09
赖草	46.45	5.00	16.62	24.12
猪毛菜	13.80	1.50	85.50	18.69
胀果甘草	49.66	5.00	5.82	18.05
海乳草	5.00	0.10	20.00	5.50

在研究区内,群落的总盖度为40%~50%,其垂直结构可分为3层。第1层为芦苇,高度一般为125~267 cm,最高者可达300 cm,在一些特殊地段,由于水分、土壤等因素,平均高度仅为17 cm。第2层主要以疏叶骆驼刺、苏枸杞等灌木为主,高度一般为33~50 cm。第3层一般为低矮的禾杂草类植物,有圆囊苔草、猪毛菜和海乳草,其高度一般为5~26 cm。

3.2 盐化草甸芦苇群落植物多样性沿土壤水分梯度分布格局

土壤含水量是植物群落物种组成和分布的决定性因素之一。在特定区域内,群落物种分布沿土壤水分梯度的变化极为显著^[8-9]。因此,物种随水分梯度变化的情况颇受关注^[11-13]。

3.2.1 丰富度指数和优势度指数 物种丰富度指数可以直接反映群落的物种种类数量^[14-15]。图1显示,土壤水分在7.5%~12.6%的范围内,丰富度指数 d_{Me} 随着土壤水分的增加,总体表现出先升高后降低的单峰趋势(图1),均值为0.2。最大值为0.7,出现在土壤水分10.4%处,土壤水分达到37.0%时,出现最小值为0.1。土壤水分在7.5%~12.5%区间 d_{Me} 值的变化比较剧烈, d_{Me} 值较大,其均值为0.5。表明群落的物种组成最丰富;土壤水分达到12.6%以上时, d_{Me} 值的变化比较平缓, d_{Me} 值较小,其均值为0.1。表明群落的物种组成相对贫乏,同时也说明该区域的种群对于地域性气候具有较为一致的适应特征。

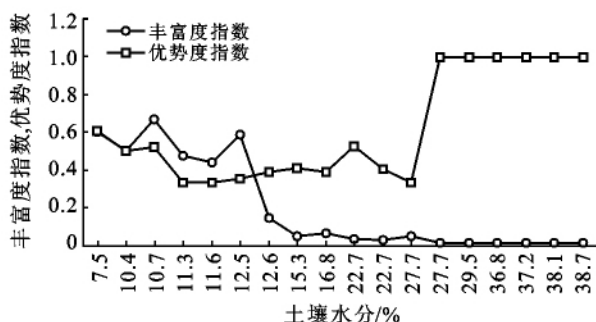


图1 盐化草甸植物群落物种丰富度、优势度随土壤水分梯度的变化

优势度用以表示一个种在群落中的地位与作用^[16],种群在不同土壤水分区域,其优势度变化比较明显。总体来说,土壤水分在7.5%~38.1%范围内,优势度指数 C 总体随土壤水分的升高呈现出先降低后升高的单谷趋势(图1)。

重要值也是表示某个种在群落中的地位和作用的综合指标^[16],一般可用重要值表征优势度^[17-18]。图2显示,疏叶骆驼刺种群重要值随土壤含水量的升高而减小,苏枸杞种群重要值随土壤水分的升高先增

大后减小,土壤水分在7.5%~12.5%范围内疏叶骆驼刺种群的重要值大于或与苏枸杞种群的重要值相当,表明在土壤水分较低的地区疏叶骆驼刺种群占优势并与苏枸杞种群一起构成共优群落。芦苇种群在土壤水分达到11.3%以上,其重要值随土壤水分的增加而增大,在土壤水分达到27.7%以上重要值达到最大值100,形成单优群落。

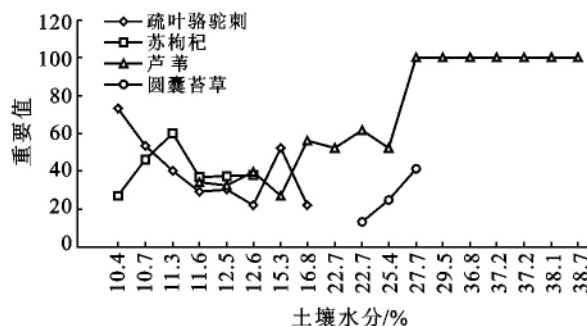


图2 盐化草甸植物群落物种重要值随土壤水分梯度的变化

3.2.2 多样性和均匀度指数 物种多样性是衡量一定地区生物资源丰富程度的一个客观指标。不仅反映了群落中物种的丰富度和分布的均匀性,也在一定程度上反映了群落组成结构的复杂性和稳定性^[5]。图3显示,土壤水分在7.5%~38.2%区间,随着土壤水分的降低,Simpson多样性指数总体呈现出,先升高后降低再升高最后降低的双峰形式。峰值分别出现在11.3%和22.7%处。Shannon—Wiener多样性指数和Simpson多样性指数表现出基本一致的变化趋势。

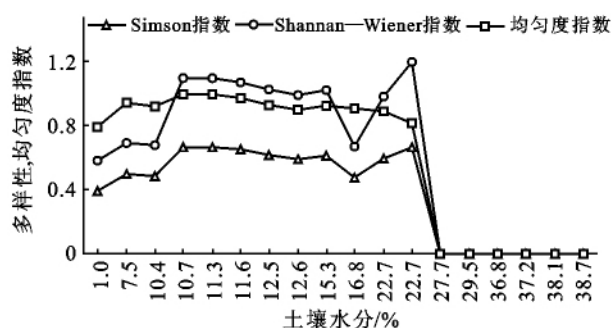


图3 盐化草甸群落多样性、均匀度指数随土壤水分梯度的变化

均匀度是指一个群落或生境中全部种的个体数目的分配情况,它反映了种属组成的均匀程度^[19-20]。图3显示,均匀度指数 E 随着土壤水分的升高总体呈现先升高后降低的单峰趋势。土壤水分在7.5%~22.7%之间均匀度指数 E 较高,变化比较平缓(0.79~0.99),说明该区域群落分布比较均匀、结构

较为合理,群落相对稳定;土壤水分在 25.4%时,均匀度指数 E 剧烈变化(0.81~0.00),这是由于该区域优势度指数和多样性指数分别达到极值,形成芦苇单优势群落的缘故。

4 讨论

通过对敦煌西湖盐化草甸芦苇植物群落特征及多样性沿水分梯度的分布进行监测和研究,结果表明研究区物种丰富度呈中间膨胀的单峰趋势,多样性指数和均匀度指数的峰值均出现在土壤水分 10.7%~16.8%的范围内。主要是由于敦煌西湖地处西北极干旱区,降水量极少,多为无效降水,因此,水分状况是制约该区域生物多样性的的重要因素。就不同地势土壤水分而言,地势较高的区域土壤水分极低,对植物生长起关键作用的水分因子限制了一些物种的出现,加之风力的影响,植物种子不易定居,生物多样性明显较低;随着地势的降低,地下水位升高导致土壤水分增加,具有适合多个物种生长、生存的温、湿度条件,从而该区域物种多样性较高;在地势低的区域,随着土壤水分的持续增加,水分因子反而成为一些耐干旱物种生长的限制因素,同时也为水生植物创造了适宜的生长条件。研究表明,土壤水分达到 25.4%以上多样性指数(D, H')和均匀度指数 E 均为 0,而芦苇种群的重要值达到 100,形成芦苇单优势种群,说明该海拔区域水热条件结合状况为芦苇种群最适宜生活的生境,其他种群很难与之竞争。

敦煌西湖兼有荒漠生态系统和湿地生态系统的特征,其植物群落物种多样性特征是荒漠植被和湿地植被特征的综合体现。此外,在调查中发现天然植被衰退,灌丛大量枯死,原有大多部分沼泽地已变成了植被稀疏的黑碱滩等。今后有必要继续深入调查环境因子,对物种多样性与环境因子的相互作用有待进一步深入研究。

[参 考 文 献]

- [1] 吴三雄,袁海峰. 甘肃敦煌西湖国家级自然保护区科学考察报告[M]. 北京:中国林业出版社,2010:39-40.
- [2] 刘昱霞. 敦煌西湖自然保护区生物多样性特征及生境质量评价[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(3):171-173.
- [3] 胡玉昆,李凯辉. 天山南坡高寒草地海拔梯度上的植物多样性变化格局[J]. 生态学杂志,2007,26(2):182-186.
- [4] 孙儒泳. 基础生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2002:136-136.
- [5] 李毅. 东祁连山高寒地区柳灌丛群落及其优势种群结构与动态的研究[D]. 甘肃 兰州:甘肃农业大学,2002:21-22.
- [6] 阳含熙,卢泽愚. 植物生态学的统计分析方法[M]. 北京:科学出版社,1981:386-404.
- [7] 徐海量,乔木,艾合买提,等. 荒漠草地物种多样性的水分特征研究[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(2):105-109.
- [8] 马克平,黄建辉,于顺利,等. 北京东灵山植物群落多样性[J]. 生态学报,1995,15(3):268-277.
- [9] 郭正刚,梁天刚,刘兴元,等. 新疆阿勒泰地区草地类型及植物多样性的研究[J]. 西北植物学报,2003,23(10):1719-1724.
- [10] 余作乐,彭少麟. 热带亚热带退化生态系统植被恢复研究[M]. 广东 广州:广州科技出版社,1996:55-58.
- [11] 郭正刚,刘慧霞,孙学刚,等. 白龙江上游特色物种植物群落的多样性[J]. 植物生态学报,2003,27(3):388-395.
- [12] Brian J, Wilsey C P. Biodiversity and ecosystem function:Importance of species evenness in an old field[J]. Ecology,2000,81(4):887-892.
- [13] 沈泽昊,方精云,刘增力,等. 贡嘎山东面植被垂直梯度生物多样性[J]. 植物生态学报,2001,25(6):721-732.
- [14] 井学辉. 新疆额尔齐斯河流域植被景观格局与生物多样性空间变化规律研究[D]. 北京,北京林业大学,2008:84-86.
- [15] 井学辉,臧润国,丁易,等. 新疆阿尔泰山小东沟北坡植物多样性沿海拔梯度分布格局[J]. 林业科学,2010,46(1):23-28.
- [16] 李博主编. 生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2002:280-281.
- [17] 周纪伦,郑师章,杨持. 植物种群生态学[M]. 北京:高等教育出版社,1993:96-115.
- [18] 苏智先. 绪云山慈竹种群生物结构研究[J]. 植物生态学与地植物学学报,1991,15(3):240-251.
- [19] 张金屯. 植被数量生态学方法[M]. 北京:中国科学技术出版社,1995:312-313.
- [20] 周国英,陈桂琛,赵以莲,等. 青海湖地区芨芨草群落特征及其物种多样性研究[J]. 西北植物学报,2003,23(11):1956-1962.