应用生态学报 2005年1月 第16卷 第1期
CHINESE JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY, Jan. 2005, **16**(1): 186～188

青海湖鸟岛地区植物群落物种多样性与土壤环境因子的关系*

王顺忠[1,2] 陈桂琛[1**] 柏玉平[3] 周国英[1] 孙 菁[1]
([1]中国科学院西北高原生物研究所,西宁 810001;[2]中国科学院沈阳应用生态研究所,沈阳 110016;
[3]辽宁科技学院,本溪 117022)

Interrelation between plant species diversity and soil environmental factors in bird island of Qinghai Lake. WANG Shunzhong[1,2], CHEN Guichen[1], BAI Yuping[3], ZHOU Guoying[1], SUN Jing[1] ([1]*Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining* 810001, *China*; [2]*Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang* 110016, *China*; [3]*Liaoning Institute of Technology, Benxi* 117022, *China*). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 2005, **16**(1): 186～188.

The study on the relationship between plant species diversity and soil factors in the bird island of Qinghai Lake indicated that this island was a low diversity district, its Shannon-Wienner index and species richness decreased with the increasing soil available K, water soluble salt concentration and pH, and there were significant linear and quadratic correlations between them. Stepwise linear regressions showed that soil available K and water soluble salt were the key factors to estimate Shannon-Wienner index and species richness in this island, respectively, and no correlation was found between species evenness and soil factors.

Key words Bird island, Qinghai Lake, Species diversity, Soil environmental factors.
文章编号 1001-9332(2005)01-0186-03 **中图分类号** Q948 **文献标识码** A

1 引 言

生物多样性是测度生态系统内物种组成、结构多样性和复杂化程度的客观指标,是生态系统内生物群落对生物和非生物环境综合作用的外在反映.生物多样性研究已经成为当今植物生态学研究的热点之一[2,3,6,7,16],对于具体的植物群落来说,大的气候条件相对一致,群落生境的差异可能是形成物种多样性的主要原因,而土壤因子可能是一个重要的环境因子,因此,研究物种多样性与土壤环境的关系有重要的意义,国内外都对此做了大量的研究[3,5,10,17].利用数学方法研究鸟岛地区物种多样性与土壤环境的关系,一方面可以进一步了解这一片新生土地的特点,增加高海拔地区的资料,另一方面可以为保护鸟岛这一青海湖物种多样性关键地区提供理论支持.

2 研究地区与研究方法

2.1 研究区概况

鸟岛地区位于青海湖国家级自然保护区的西部,地理范围大致为36°57′～37°04′N,99°44′～99°54′E,海拔3 194～3 226 m,属高原半干旱高寒气候区,具有明显的大陆性气候特点,植被较为稀疏,生长期只有90～100 d.

2.1 研究方法

在布哈河以北鸟岛地区典型植物群落生境内,按不同海拔高度和小生境设置样地,在2001年8月和2002年8月,采用样线法进行野外调查,记录植物种类组成、植株盖度、群落总盖度.同时,在每个样地生境中,取5个0～20 cm深的土壤样品,混合均匀,放入土袋,带回实验室进行分析.

在所有的样地中,根据以前的研究结果,选择12块样地代表12个植物群落类型,利用公式,计算物种多样性指数:

Shannon-Wiener指数:

$$H' = -\sum_{i}^{s}(P_i \mathrm{Ln}\, P_i)$$

物种丰富度: $R = S$

均匀度指数: $E = \frac{H'}{\mathrm{Ln}\, S}$

其中,S为群落中的总种数;N为群落中全部种的总个体数,由于个体数对于草本植物统计较为困难,本文采用各种的重要值代替个体数进行计算,N_i为各个种的重要值,是相对频度和相对盖度的平均;$P_i = \frac{N_i}{N}$.

在实验室,用凯氏蒸馏法测定全氮,氢氟酸-高氯酸消煮-钼锑抗比色法测定全磷,氢氟酸-高氯酸消煮-火焰光度计法测定全钾,扩散吸收法测定碱解氮,碳酸氢钠比色法测定有效磷,乙酸铵浸提火焰光度计法测定速效钾,用丘林法测定有机质,蒸干法测定含盐量,电位计法测定pH值等.

3 结果与分析

3.1 群落物种多样性和土壤环境因子

对鸟岛地区12个植物群落计算群落物种多样性指数,用实验方法测得土壤因子,结果见表1.由表1可知,Shannon-

*国家中西部基金资助项目(K99-05-11).
**通讯联系人.
2003-11-03收稿,2004-06-21接受.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　群落物种多样性与土壤环境因子

Table 1 Species diversity of plant community and soil environmental factors

群落类型 * Community type	H′	E	R	全 N Total N (g·kg⁻¹)	全 P Total P_2O_5 (g·kg⁻¹)	全 K Total K_2O (g·kg⁻¹)	碱解 N Alkalizable N (g·kg⁻¹)	有效 P Available P (mg·kg⁻¹)	速效 K Available K (mg·kg⁻¹)	有机质 Organic matter (g·kg⁻¹)	含盐量 Water soluble salt (g·kg⁻¹)	pH	C/N
C1	0.8627	0.6223	4	0.40	1.29	21.64	32	3	324	8.35	8.88	8.90	11.25
C2	1.2111	0.6224	7	1.50	1.33	17.62	151	10	163	21.31	2.11	8.98	8.17
C3	1.1711	0.8448	4	0.30	1.11	19.65	43	5	226	4.90	8.84	8.82	10.51
C4	2.5008	0.8493	19	0.95	1.39	18.17	122	14	95	18.24	1.06	8.12	11.13
C5	2.0238	0.7299	16	1.48	1.49	18.63	176	10	89	30.07	1.06	7.78	11.78
C6	1.6188	0.7785	8	0.66	1.49	18.14	82	7	78	11.06	0.88	8.18	9.72
C7	2.4568	0.8500	18	0.75	1.23	18.64	64	2	76	12.68	0.74	8.32	9.80
C8	2.5357	0.8612	19	0.55	1.27	19.61	46	4	76	10.52	1.06	8.28	11.07
C9	1.6157	0.7354	9	0.60	1.15	17.58	57	6	84	10.27	0.82	8.30	9.93
C10	1.9883	0.7342	15	0.94	1.15	19.69	100	2	133	16.55	1.42	8.16	10.21
C11	1.8071	0.7045	13	0.82	1.19	19.68	75	2	166	13.22	0.80	8.12	9.35
C12	2.5767	0.8751	19	0.50	0.88	17.62	39	1	87	7.57	0.26	8.30	8.78

*C1:西伯利亚蓼 + 碱蓬群落 *Polygonum sibiricum* + *Suaeda salsa*;C2:碱茅 + 碱蓬群落 *Puccinellia nudiflora* + *S. salsa*;C3:盐生凤毛菊群落 *Saussurea salsa*;C4:野葱 + 天门冬群落 *Allium subangulatum* + *Asparagus przewalskii*;C5:野葱 + 冷蒿群落 *Artemisia frigida*;C6:唐古特铁线莲群落 *Clematis tangutica*;C7:西北针茅 + 天门冬群落 *Stipa krylovii* + *A. przewalskii*;C8:冰草 + 天门冬群落 *Leymus secalinus* + *A. przewalskii*;C9:赖草 + 冷蒿群落 *Leymus secalinus* + *A. frigida*;C10:赖草单优群落 *L. secalinus*;C11:赖草 + 披针叶黄花群落 *L. secalinus* + *Thermopsis lanceoelata*;C12:龙蒿 + 猪毛蒿群落 *Artemisia dracunculus* + *Artemisia scoparia*.

Wiener 指数、物种均匀度和物种丰富度均值分别为 1.86、0.77 和 12.58,与青海湖地带性针茅植物群落和芨芨草植物群落[8,19]相比,均较低,但是,pH 值和含盐量较高,所以鸟岛地区是高盐低多样性的地区.

利用 SPSS 作 Pearson 相关性分析,结果表明,Shannon-Wiener 指数和物种丰富度均与速效 K 和含盐量达到极显著负相关,与 pH 为显著负相关;物种均匀度与土壤因子都没有达到显著相关.

3.2　植物群落物种多样性与土壤环境因子的回归分析

利用 SPSS 统计软件提供的回归分析,分别计算多样性指标和各个土壤环境因子的线性和二次曲线回归方程,使用线性逐步回归(Stepwise liner regression),采取默认值(进入的 P 为 0.05,移出的 P 为 0.10),选择独立变量,计算线性逐步回归方程,将显著的回归方程列表 2.

分析表 2,发现 Shannon-Wiener 指数和物种丰富度与速效 K、含盐量和 pH 线性和二次曲线回归均显著,都能解释变化的 40 %以上,最大的可以解释变化的 57 %,与其他变量都没有回归显著的方程,对于物种均匀度来说,回归方程都不显著;通过逐步回归得到的方程[1]解释 Shannon-Wiener 指数变化的 57.7 %,在所有对于 Shannon-Wiener 指数回归方程中最大,而 SEE 值最小,方程[8]解释了物种丰富度变化的 47.1 %,仅次于方程[11]以同一自变量的二次曲线,可以认为,在鸟岛地区速效钾是拟合 Shannon-Wiener 指数的关键因素,含盐量是拟合物种丰富度的关键因素.

表 2　多样性指标与土壤因子的显著回归方程

Table 2 Regression between species diversity and soil factors

模型 Model	F	P	Adj. R^2	SEE
[1] $H' = -6.01E-03x_1 + 2.663$	15.910	0.003	0.575	0.3825
[2] $H' = -0.139x_1 + 2.187$	11.314	0.007	0.484	0.4217
[3] $H' = -1.109x_3 + 11.131$	8.617	0.015	0.409	0.4513
[4] $H' = 1.11E-05x_1^2 - 0.01x_1 + 2.958$	7.522	0.012	0.543	0.3971
[5] $H' = 0.058x_2^2 - 0.698x_2 + 2.675$	7.707	0.011	0.549	0.3941
[6] $H' = -1.687x_3^2 + 27.413x_3 - 109.189$	6.739	0.016	0.511	0.4107
[7] $R = -5.47E-02x_1 + 19.857$	10.142	0.010	0.454	4.3601
[8] $R = -1.379x_2 + 15.794$	10.805	0.008	0.471	4.2901
[9] $R = -11.374x_3 + 107.613$	9.303	0.012	0.430	4.4539
[10] $R = 9.062E-05x_1^2 - 0.089x_1 + 22.269$	4.708	0.040	0.403	4.5600
[11] $R = 0.415x_2^2 - 5.408x_2 + 19.305$	5.988	0.022	0.476	4.2726
[12] $R = -10.582x_3^2 + 167.509x_3 - 646.995$	5.182	0.032	0.432	0.4470

x_1:速效钾 Available K;x_2:含盐量 Water soluble salt;x_3:pH. 方程[1～12]是单独放入一个自变量的线性和二次曲线方程,其中方程[1]和[8]也是逐步线性回归的结果 The function[1～12] is the result of liner regression and quadratic regression,the equation[1] and [8] is the result of stepwise liner regression.

4　讨　　论

物种多样性与土壤环境的关系已经进行了一些研究,得出一些结论,青海湖鸟岛地区两者关系具有一定的地域性,表现出与其他研究相似和不同的特征. 有机质和 N 作为植物生长的营养物质对群落多样性产生重要的影响[5,11,14,18],这一结论在鸟岛地区不再适用,所选择的 3 个多样性指标均与有机质、全 N 和碱解 N 都没有达到显著线性相关,显著二次曲线也没有发现. K 也是植物生长的重要元素,在鸟岛地区对物种多样性产生重要影响,这一结论与王琳[11]的结论相似. 土壤盐分对物种多样性以及植被都有重要影响[1,9,15],鸟岛地区含盐量和 pH 与多样性指标关系密切.

在鸟岛地区,对 Shannon-Wiener 指数和物种丰富度的线性和二次曲线回归,均发现显著的方程,说明这两者对测定的土壤环境因子的变化敏感,土壤性质对这两者的预测力强,而物种均匀度都没有发现显著的方程,可能由于土壤性质的测定范围小,没有测定到影响物种均匀度的关键因子,如在历山影响物种均匀度的 Cu[11],或者由于物种均匀度与土壤环境因子关系不密切,其变化由物种之间的关系确定.

多样性指标(Shannon-Wiener 指数和物种丰富度)与速效 K、含盐量和 pH 线性回归可以归纳为 $Y_1 = ax^2 + b_1(a_1 < 0, b_2 > 0)$ 型,方程[1、2、3、7、8 和 9]二次曲线回归可以归纳为 $Y_1 = a_2x^2 + b_2x + c_1(a_2 < 0, b_2 > 0, c_1 < 0)$,方程[6]和[12],和 $Y_3 = a_3x^2 + b_3x + c_2(a_3 > 0, b_3 < 0, c_2 > 0)$,方程[4]、[5]、[10]和[11],对于鸟岛地区来说,多样性指标都是随土壤因子的增加而降低,但是考察整个方程发现,多

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

样性随土壤元素的变化,表现出线性下降、U 型和倒 U 型三类,即使对于同一自变量和因变量,数学方法不同,多样性变化的趋势不同,如方程[1]为 Shannon-Wiener 指数为线性下降,方程[4]却表明 Shannon-Wiener 指数随着速效钾的增加,成倒 U 型双曲线下降,这种物种多样性指数的变化趋势混乱都是由于在鸟岛地区变量的范围小,依变量的变化没有充分展开的结果,但是也提示我们研究多样性变化趋势时,要多采样,扩大变量的范围.

在鸟岛地区,对比回归方程发现逐步线性回归方程可以有效挑选最佳变量,对 Shannon-Wiener 指数和物种丰富度的预测结果最好,均为极显著,方程[1]在对 Shannon-Wiener 指数预测的 6 个方程中,SEE 最小,解释了 Shannon-Wiener 指数变化的 57.5 %,在对物种丰富度的预测中,利用逐步线性回归得到的方程[8]的表现与二次曲线方程[11]相差不大,同时方程[1]和方程[8]的残差表现也较好,因此,在多自变量的情况下,利用逐步线性回归挑选独立变量计算回归方程一般可以得到比较满意的结果.

参考文献

1 Gu F-X(顾峰雪),Zhang Y-D(张远东),Pan X-L(潘晓玲),*et al*. 2002. Correlation between soil salinization and community diversity: the case of Fukang oasis. *Resour Sci*(资源科学),**24**(3):42～48 (in Chinese)

2 Guan W-B(关文彬),Chen T(陈 铁),Dong Y-J(董亚杰),*et al*. 1997. Vegetation diversity in northeastern China I. Diversity of vertical vegetation composition in cold temperate coniferous forest region. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报),**8**(5):465～470(in Chinese)

3 Harrison S. 1999. Local and regional diversity in patchy landscape: Native, alien and endemic herbs on serpentive. *Ecology*,**80**:70～80

4 He J-S(贺金生),Chen W-L(陈伟烈). 1997. A review of gradient changes in species diversity of land plant community. *Acta Ecol Sin*(生态学报),**17**(1):91～96 (in Chinese)

5 Li X-R(李新荣),Zhang J-C(张景光),Liu L-C(刘立超),*et al*. 2000. Plant diversity in the process of succession of artificial vegatation types and environment in an arid desert region of China. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报),**24**(3):257～261(in Chinese)

6 Li Y-H(李永宏). 1993. Grazing dynamics of the species diversity in *Aneurolepidium chinense* steppe and *Stipa grandis* steppe. *Acta Bot Sin*(植物学报),**35**(11):887～884(in Chinese)

7 Ma K-P(马克平),Qian Y-Q(钱迎倩). 1998. Biodiversity conservation and its research progress. *Chin J Appl Biol*(应用与环境生物学报),**4**(1):95～99(in Chinese)

8 Sun J(孙 菁),Peng M(彭 敏),Chen G-C(陈桂琛),*et al*. 2003. Study on community characteristics and community diversity in *Stipa* steppe of Qinghai Lake region. *Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报),**23**(11):1963～1968 (in Chinese)

9 Thalen DCP. 1971. Variation in some salt marsh and dune vegetations in the Netherlands with special reference to gradient situations. *Acta Bot Neerl*,**20**:321～342

10 Tilman D, Wedin D, Konops JMH. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature*, **349**:718～720

11 Wang L(王 琳),Zhang J-T(张金屯),Shuangguan T-L(上官铁梁),*et al*. 2004. Species diversity of mountain meadow of Lishan and the relation with the soil physicochemical properties. *Chin J Appl Environ Biol*(应用与环境生物学报),**10**(1):18～22 (in Chinese)

12 Wang S-Z(王顺忠),Chen G-C(陈桂琛),Zhou G-Y(周国英),*et al*. 2004. Study on the community characteristic of the grassland in the Bird Island of the Qinghai Lake. *Chin J Ecol*(生态学杂志). **23**(3):16～19 (in Chinese)

13 Wang S-Z(王顺忠),Chen G-C(陈桂琛),Sun J(孙 菁),*et al*, 2003. Primary study on vegetation succession of saline land in the Bird Island of Qinghai Lake. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报),**23**(4):550～553 (in Chinese)

14 Wilson S D, Tilman D. 2002. Quadratic variation in old-field species richness along gradients of disturbance and nitrogen. *Ecology*,**83**(2):492～504

15 Wu Z-F(吴志芬),Zhao S-L(赵善伦),Zhang X-L(张学雷),*et al*. 1994. Studies on interrelation between salt vegetation and soil salinity in the Yellow River delta. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报),**18**(2):184～193 (in Chinese)

16 Xie Z-Q(谢宗强),Chen Z-G(陈志刚),Fan D-Y(樊大勇),*et al*. 2003. Global consequences and control strategies of biological invasion. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报),**14**(10):1795～1798(in Chinese)

17 Yang L-M(杨利民),Zhou G-S(周广胜),Wang G-H(王国宏),*et al*. 2003. Effect of human activities on soil environment and plant species diversity of elm sparse woods. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报),**14**(3):321～325 (in Chinese)

18 Yang X-B(杨晓波),Zhang T-L(张桃林),Wu Q-S(吴庆书) 2002. The relationship between biodiversity and soil fertility characteristics on abandoned fields in the tropical region of Southern China. *Acta Ecol Sin*(生态学报),**22**(2):190～196 (in Chinese)

19 Zhou G-Y(周国英),Chen G-C(陈桂琛),Zhao Y-L(赵以莲),*et al*. 2003. Study on *Achnatherum splendens* community characteristics and species diversity around Qinghai Lake. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报),**23**(11):1956～1962 (in Chinese)

作者简介 王顺忠,男,1977 年生,在读博士,主要从事植被生态学研究,发表论文 2 篇.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net