

文章编号 :1000-4025(2003)04-0550-04

# 青海湖鸟岛盐碱地植被演替的初步研究

王顺忠<sup>1</sup>, 陈桂琛<sup>1\*</sup>, 孙 菁<sup>1</sup>, 周国英<sup>1</sup>, 张德海<sup>2</sup>

(1 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001 2 鸟岛自然保护区管理处, 青海刚察 812300)

**摘 要** 利用聚类分析和演替度分析方法, 研究青海湖鸟岛地区湖水退缩形成的盐碱地植物群落类型及其演替过程。结果表明, 青海湖鸟岛湖水退缩形成的盐碱地植被有四大主要群落类型为碱蓬单优群落, 碱蓬+ 西伯利亚蓼群落, 西伯利亚蓼+ 碱茅+ 碱蓬群落和碱茅+ 西伯利亚蓼+ 碱蓬群落。青海湖鸟岛盐碱地植被有两条演替线路, 为盐碱沙地群落演替线路(碱蓬单优群落经碱蓬+ 西伯利亚蓼群落, 向西伯利亚蓼+ 碱茅+ 碱蓬群落演替)和盐碱草地演替线路(碱蓬单一优势种群落, 经碱蓬+ 西伯利亚蓼群落, 向碱茅+ 西伯利亚蓼+ 碱蓬群落演替) 随着植物群落的演替, 物种多样性增加, 均匀度提高, 而丰富度在不同的演替线路表现不同的规律。

**关键词** 青海湖鸟岛 盐碱地 植被演替 聚类分析

中图分类号 Q 948 15 文献标识码 A

## Primary study on vegetation succession of saline land in the bird island of Qinghai Lake

WANG Shun-zhong<sup>1</sup>, CHEN Gui-chen<sup>1\*</sup>, SUN Jing<sup>1</sup>, ZHOU Guo-ying<sup>1</sup>, ZHANG De-hai<sup>2</sup>

(1 Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China 2 Management Department of the Bird Island Reservation, Gangcha, Qinghai 812300, China)

**Abstract** Based on hierarchical cluster analysis and succession value analysis, the present paper deals with community types and community vegetation succession of saline land in Bird Island of Qinghai Lake, caused by lake water level lowering. The results show that saline land vegetation comprises of *Suaeda salsa* community, *Suaeda salsa*+ *Polygonum sibiricum* community, *Polygonum sibiricum*+ *Puccinellia* spp.+ *Suaeda salsa* community and *Puccinellia* spp.+ *Polygonum sibiricum*+ *Suaeda salsa* community. Saline land vegetation in Bird Island of Qinghai Lake have two succession routes: (1) saline sand is that *Suaeda salsa* community develops towards *Polygonum sibiricum*+ *Puccinellia* spp.+ *Suaeda salsa* community via *Suaeda salsa*+ *Polygonum sibiricum* community; (2) saline meadow is that *Suaeda salsa* community develops towards *Puccinellia* spp.+ *Polygonum sibiricum*+ *Suaeda salsa* community via *Suaeda salsa*+ *Polygonum sibiricum* community. Along the succession process, both species diversity of and species evenness of plant community increase, but species richness of plant community shows different trend in terms of succession process.

**Key words** Bird Island of Qinghai Lake; saline land; vegetation succession; hierarchical cluster analysis

我国有盐碱地 660 万  $\text{hm}^2$ , 对盐碱地的研究主要集中在盐生植物的生理<sup>[1-3]</sup>, 盐碱地的治理<sup>[4,5]</sup>和

盐碱地群落与环境关系的研究<sup>[6]</sup>等, 而利用数学方法研究盐碱地群落演替还未见报道。青海湖地区以

\* 收稿日期 2002-12-03 修改稿收到日期 2003-03-12

基金项目 国家中西部基金资助项目(K99-05-1)

作者简介 王顺忠(1977-), 男(汉族), 在读硕士。

\* 通讯联系人。Correspondence to CHEN Guichen

其重要的地理位置、环境特点以及独特的生物多样性组成而受到学术界的普遍关注<sup>[7-10]</sup>。而青海湖鸟岛地处青海湖西北隅,由蛋岛、海西皮、鸬鹚岛等岛屿组成,是我国以保护水禽为主的国家级自然保护区,也是我国极为濒危的哺乳动物普氏原羚的重要活动区之一。随着青海湖水位下降,在鸟岛地区出现大量盐碱地,为盐碱地群落演替提供了良好的天然实验场,研究鸟岛地区典型生境——盐碱地植物群落演替过程,对保护鸟岛地区的自然植被及生态环境具有重要的理论和现实意义,并且能弥补重视鸟类研究而植被研究不足的现状<sup>[11,12]</sup>。

## 1 自然条件概况

青海湖鸟岛地区大约位于 36°37'~37°04'N, 99°44'~99°54'E,海拔 3 194~3 226 m,地势西北高而东南低,处于我国东部季风区和西北部干旱区的交汇地带,干旱、少雨、多风、太阳辐射强烈、气温日较差大,属高原半干旱高寒气候区,具有明显的大陆性气候特点。年平均气温为-0.7℃,最热月(7月)平均气温为 12.4℃,最冷月(1月)平均气温为-12.7℃,极端最高气温 28℃,极端最低气温-31℃。年均降水量为 322.7 mm,集中于 6~8 月份,年蒸发量大于年降水量,约为年降水量的 3.8 倍。年大风日数在 48 d 以上,最长达 78 d。日照时数 3 040 h,植物生长期只有 90~100 d。

## 2 研究样地与方法

### 2.1 研究样地

由于青海湖水位的下降,从 1956~1988 年水位下降 3.35 m,在鸟岛地区形成大量盐碱地,研究样地选在布哈河以北湖水退缩形成的盐碱地生境内,利用数学方法,结合空间代替时间的方法,研究盐碱地的植物群落演替。将盐碱地按不同位置和质地细分为河湖交错区、湖滨、盐碱沙地和盐碱草地,从空间位置上看,盐碱沙地和盐碱草地距湖较远,海拔相对较高,与河湖交错区和湖滨相对高度在 10~20 m 之间。在小生境内,选择地势平坦,微地形差异较小,面积较大的群落。在 2001 年 8 月下旬,在河湖交错区、湖滨、盐碱沙地和盐碱草地分别调查了 3 条、9 条、3 条和 3 条样带,共计 18 条样带,每条样带间隔 5 m 调查 1 m×1 m 样方,共调查 180 个样方,记录植物种类组成、群落盖度、总盖度、频度、生活型等。

### 2.2 方法

采用重要值聚类法和演替度相结合,研究盐碱地

的植物群落演替。用物种丰富度指数、均匀度指数和多样性指数研究植物群落物种多样性特征。

重要值指数:

$$\text{重要值}(I_v) = (\text{相对频度} + \text{相对盖度})/2$$

演替度指数:

$$W = (I_v \cdot D)^* V / S^{[13]}$$

多样性指数:

$$\text{Shannon-wiener 指数 } H = - \sum (P_i \ln P_i)$$

物种丰富度:

$$R = S$$

均匀度指数:

$$E = H / \ln(S)$$

式中, $S$  为群落中的总种数, $N$  为群落中全部种的总个体数, $D$  为各个种的寿命(由于鸟岛盐碱地没有灌木,只有草本,一年生的草本为 1,两年生的为 2,多年生的为 10), $V$  为群落的盖度,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, $P_i = N_i / N$ 。

## 3 研究结果

### 3.1 群落分类和类型的确定

使用 SPSS 软件包的聚类分析功能对 18 条样带物种的相对重要值进行组内聚类分析,结果表明,18 条样带分成四大主要群落类型,用 I, II, III 和 IV 表示。统计各个群落物种的重要值,如图 1 所示,得知群落 I, 碱蓬的平均重要值为 96.3,为碱蓬(*Suaeda salsa*)单优群落,主要分布在河湖交错区和湖滨。群落 II, 碱蓬平均重要值为 66.6,西伯利亚蓼群落为 21.1,为碱蓬+西伯利亚蓼(*Polygonum sibiricum*)群落,主要分布在斑块盐碱沙地。群落 III, 西伯利亚蓼平均重要值为 56.5,碱茅(*Puccinellia* spp.)和碱蓬平均重要值相差不大,分别为 22.3 和 21.3,为西伯利亚蓼+碱茅+碱蓬群落,主要分布在盐碱沙地。群落 IV, 碱茅平均重要值为 49.6,西伯利亚蓼和碱蓬平均重要值相差不大,分别为 17.5 和 12.5,为碱茅+西伯利亚蓼+碱蓬群落,主要分布在盐碱草地。对鸟岛盐碱地主要植物群落求物种平均重要值,发现鸟岛盐碱地的群落优势种为碱蓬、西伯

利亚蓼和碱茅,三者平均重要值加和在 80 以上。

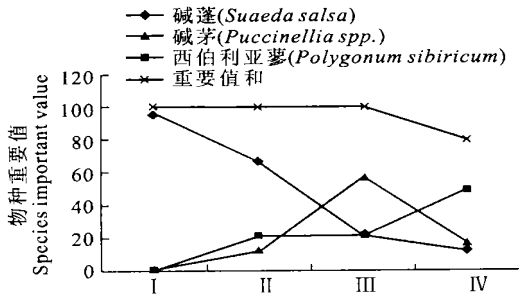


图 1 群落优势种平均重要值和优势种平均重要值的和  
Fig 1 A average importance values and sum of importance values of dominant species in community

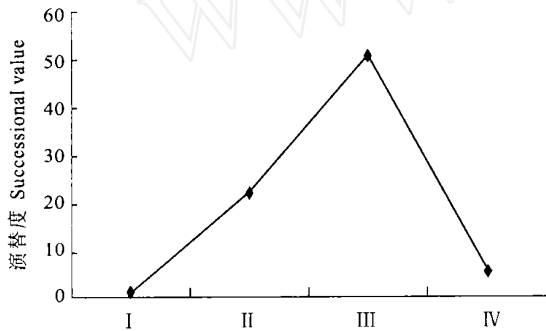


图 2 群落演替度

Fig 2 Successional value of community

### 3.2 演替阶段和过程的确定

鸟岛地区的盐碱地形成的时间短,利用物种重要值、寿命和盖度计算四个群落的演替度,如图 2,四个群落的演替度均小于 60,与地带性草原顶级演替度 300~400 相比<sup>[13]</sup>,比较小。对四个群落生活型分析知,盐碱地植物具有三种生活型,为一年生植物、地面芽植物和隐芽植物,其比例为 30%、40% 和 30%,说明较为恶劣的自然条件。群落物种组成较为简单,多为盐生植物,从而认为盐碱地植物群落处于

青海湖水位下降植被演替的初期阶段。

据演替度大小,群落 I 即碱蓬单优势种群落,经群落 II 碱蓬+ 西伯利亚蓼群落,向群落 III 西伯利亚蓼+ 碱茅+ 碱蓬群落演替,与生境相结合,认为是在盐碱沙地上演替线路。群落 IV 碱茅+ 西伯利亚蓼+ 碱蓬群落比较特别,演替度在群落 I 和群落 II 之间,但是,群落 IV 出现了盐生风毛菊 (*Saussurea salsa*)、海乳草 (*Glaux maritima*) 等植物种类并且物种数较多,与生境和物种性质结合认为群落 IV 是盐碱草地的重要阶段,演替认为群落 I 即碱蓬单优群落,经群落 II 碱蓬+ 西伯利亚蓼群落,向群落 IV 碱茅+ 西伯利亚蓼+ 碱蓬群落演替,是盐碱草地演替线路。

按海拔梯度,表现出与上述相似的规律,无论盐碱沙地演替线路还是盐碱草地演替线路,较高演替阶段的群落海拔都较高和距湖都较远,形成的时间较长,空间的距离和高度反映了形成时间的长短,同时反映了演替阶段的高低,西伯利亚蓼+ 碱茅+ 碱蓬群落主要分布鸟岛北面靠近湖的沙地,而碱茅+ 西伯利亚蓼+ 碱蓬群落主要靠近布哈河和鸟岛旅游公路。

### 3.3 两条演替线路的比较

在盐碱沙地演替线路上,一年生碱蓬逐渐被多年生西伯利亚蓼代替,在盐碱草地演替线路上,碱蓬逐渐被碱茅代替,说明群落 II 作为盐碱沙地和盐碱草地演替线路的分水岭,在盐碱沙化环境中西伯利亚蓼具有更强的适应性,在盐碱草地环境中碱茅具有更强的适应性。

利用多样性指数研究植物群落多样性的变化(表 1),随着盐碱地植被群落演替,盐碱沙地演替路线,表现物种多样性增加,均匀度提高,丰富度呈倒 U 型曲线,盐碱草地演替路线,表现出物种多样性、均匀度和丰富度均提高。

表 1 鸟岛盐碱地群落多样性、均匀度和丰富度

Table 1 Species diversity, species evenness and species richness of plant community

	群落 I Community I	群落 II Community II	群落 III Community III	群落 IV Community IV
H	0.1273	0.6515	0.8284	1.3993
E	0.0918	0.6503	0.8656	0.7240
S	1.50	2.75	2.60	7

## 4 结果和讨论

(1) 青海湖鸟岛地区湖水水位的退缩和风沙堆积与盐碱地植被群落类型有一定的联系,形成四大群落类型,即在湖滨形成条带状碱蓬单优群落,在鸟岛北岸风沙影响显著的沙质地区形成西伯利亚蓼+ 碱茅+ 碱蓬群落和在风沙影响微弱的布哈河和鸟岛

旅游公路地区形成碱茅+ 西伯利亚蓼+ 碱蓬群落和过渡群落类型碱蓬+ 西伯利亚蓼群落。碱蓬为一年生植物,种子繁殖,具有较强的抗盐性,成为鸟岛盐碱地的先锋物种。西伯利亚蓼在盐碱沙化环境中具有更强的适应性,碱茅在盐碱草地环境中具有更强的适应性,在不同生境中,表现出不同竞争力,说明竞争力与生境有关即与环境提供的资源有关,符合

Tilman 模型<sup>[14]</sup>。这一结果为在不同生境采取不同植物恢复和保护鸟岛生态环境提供了科学依据。

(2)青海湖鸟岛盐碱地植被为青海湖水位下降植被演替的重要阶段,有两条演替线路,为盐碱沙地群落演替路线和盐碱草地演替路线。植被演替的发生往往与环境条件的变化是同步的,无论是短暂群落或是主要群落演替的发生,都是它们与环境相互作用与矛盾积累的结果<sup>[15]</sup>。鸟岛地区地势较平坦,风多且大,海拔高度变化不大,所以气温变化也较小,而湖水的影响较大,影响的程度与距湖远近和海拔高度有关,在湖滨,距湖近且海拔低,土壤含盐量和 pH 值都比较高,土壤发育程度低,只有耐盐、湿生的植物才能生存,再加上碱蓬的易传播,所以在湖滨形成碱蓬单优群落,随着距湖距离增大和海拔的升高,土壤含盐量和 pH 值降低,湖水的影响降低,碱蓬的重要性降低,多年生碱茅和西伯利亚蓼等成分逐渐开始占优,在合适的区域形成各自的群落类

型,从鸟岛地区来看,在离湖更远和海拔更高的地方,旱中生的芨芨草(*Achnatherum splendens*)和耐寒的针茅(*Stipa* spp.)群落出现,群落向适应寒和旱的方向变化,这一结果与彭敏等<sup>[16]</sup>的研究结果相似。

(3)随着群落演替,物种多样性增加,均匀度提高,而丰富度在不同的演替路线表现不同的规律。在盐碱沙地演替线路中,物种多样性和均匀度提高,但是丰富度成倒 U 型,说明演替已经从侵入阶段进入竞争阶段,说明群落 III 在盐碱沙地演替线路已经处于较高的阶段,群落 III 中物种的竞争激烈。在盐碱草地演替线路中,物种多样性、均匀度和丰富度均提高,多年生植物比例也提高,表现为物种侵入期,说明群落 IV 在盐碱草地演替线路中处于较低的阶段,群落 IV 中物种竞争不激烈,这为群落 IV 丰富度和多样性高于群落 III,但是均匀度低于群落 III 的原因。

#### 参考文献:

- [1] 赵可夫. 植物抗盐生理[M]. 北京: 北京科技出版社, 1993.
- [2] ZHANG H Y (张海燕). A study on the characters of content of inorganic ions in salt-stressed *Suaeda salsa* [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), 2002, 22(1): 129- 135 (in Chinese).
- [3] YANG Q CH (杨青川), BIAN GH (卞桂虹), LIU D F (刘德福), YUN J F (云锦凤), WEI SH D (尉淑东). Research advance of plant salt tolerant genetic and molecular markers [J]. *Grassland of China* (中国草地), 2002, 24(2): 59- 62 (in Chinese).
- [4] YANG ZH (杨自辉), WANG J H (王继和), MAN D Q (满多清). A research on Ephedra cultivation in saline-alkali land [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), 2002, 22(1): 141- 145 (in Chinese).
- [5] NIU D L (牛东玲), WANG Q J (王启基). The primary research of salination control way of the discarded field in Chaidamu Basin [J]. *Grassland of China* (中国草地), 2002, 24(2): 30- 35 (in Chinese).
- [6] GU F X (顾峰雪), ZHANG Y D (张远东), PAN X L (潘晓玲), CHU Y (初雨), ZHANG L J (张林静). Correlation between soil salinisation and community diversity: the case of Fukang oasis [J]. *Resource Science* (资源科学), 2002, 24(3): 42- 48 (in Chinese).
- [7] 中国科学院兰州地质研究所, 中国科学院水生生物研究所, 中国科学院微生物研究所, 中国科学院南京地质古生物研究所. 青海湖综合考察报告[M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [8] DU Q (杜庆). Preliminary study on the cause of the evolution of ecological environment in Qinghai lake area [J]. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), 1990, 10(4): 317- 322 (in Chinese).
- [9] CHEN G CH (陈桂琛), PENG GM (彭敏), ZHOU L H (周立华), MA SH ZH (马世震), WANG Y X (王玉学). Influence of Human activities on environment and countermeasures for environment protection in Qinghai Lake [J]. *Region Arid Land and Geography* (干旱区地理), 1995, 18(3): 57- 62 (in Chinese).
- [10] LIU Q (刘庆), ZHOU L H (周立华). Primary study on interrelation between plant communities and environmental factors in the north shore of Qinghai lake [J]. *Acta Botanica Sinica* (植物学报), 1996, 38(11): 887- 894 (in Chinese).
- [11] 长春地理研究所主编. 鸟岛自然保护区图[A]. 中国自然保护地图集[C]. 北京: 科学出版社, 1989: 148- 149.
- [12] ZHAO, Y L (赵以莲), CHEN G CH (陈桂琛), ZHOU G Y (周国英), PENG GM (彭敏). Sandy plant community diversity in the Bird Island of Qinghai Lake [J]. *Journal of Desert Research* (中国沙漠) (in Press).
- [13] 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.
- [14] TILMAN D. Resource competition and community structure[M]. Princeton Univ. Press, 1982.
- [15] HUA IH Y (淮虎银), ZHOU L H (周立华). Study on vegetation succession on south bank of Qinghai lake after water receding [J]. *Arid Zone Research* (干旱区研究), 1995, 12(1): 11- 14 (in Chinese).
- [16] PENG GM (彭敏), CHEN G CH (陈桂琛). Study on pattern and successional trend of vegetation in Qinghai lake region [J]. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica* (植物生态学与地植物学报), 1993, 17(3): 217- 223 (in Chinese).