

文章编号: 1000-694X(2007)05-0820-06

# 青海湖区东部沙地植被及其特征研究

赵以莲<sup>1</sup>, 周国英<sup>2\*</sup>, 陈桂琛<sup>2</sup>

(1. 青海省科技厅, 青海 西宁 810001; 2. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008)

**摘要:** 根据野外样地调查资料,对青海湖区东部沙地植被从区系特征及其物种多样性进行了研究,结果表明:青海湖东部沙地植被种类组成简单,共有 27 科 58 属 71 种。其中禾本科比重最高为 22.535%,其次为菊科占 12.676%;再次为豆科占 9.8592%;桔梗科等 14 科比重较小均占 1.4085%。地理成分上,湖东沙地植物区系以世界分布为主,共有 16 科,湖区植物区系中的优势科均为世界广布科;其次是温带成分 10 科;热带亚热带成分仅有 1 科。生活型以多年生地面芽植物和地下芽植物为主,两者种类系数之和达到 76.06%,一年生植物所占种类比重最小。湖东沙地植被群丛多以单一优势种为主,物种多样性指数  $H'$ 、丰富度指数  $R_i$  和均匀度指数  $J_{sw}$  三者的变化趋势大致是一致的,即随物种的增多,他们的指数趋向增大;生态优势度  $C$  的变化趋势则正好相反。湖东沙地群丛物种相似性差异较大。固定沙地之间植被群丛相似性较高,流动半流动沙地与流动沙地之间则较低。

**关键词:** 青海湖; 沙地植被; 物种多样性

**中图分类号:** Q948.15 **文献标识码:** A

青海湖区位于青藏高原的东北部,处于柴达木盆地与湟水谷地之间的缓冲区,对周围的环境有重要的影响,具有重要的生态价值,是青海省重要的渔业、农牧业基地,也是我国著名的旅游风景区。由于地质、气候的历史作用和人类的不合理活动<sup>[1-4]</sup>,使青海湖区成为一个生态环境十分脆弱的地区。环湖湿地萎缩、草场退化、沙漠化等生态恶化现象<sup>[5-6]</sup>,给湖区的农牧业生产带来了许多困难,也已引起有关部门和学术界的重视。湖体自身的部分特征、湖区的地质、地理及环境变化等问题的研究由来已久<sup>[7-9]</sup>,湖区生态环境、植被分布与变迁以及湖区动植物资源、生物多样性等方面的研究近年来日渐增多<sup>[10-14]</sup>,但有关青海湖区沙地及沙地植被的研究还是较为薄弱的<sup>[13-16]</sup>。陈桂琛等<sup>[13]</sup>用遥感方法研究了青海湖地区沙生植被的群落类型、分布及其保护,并定性的描述了沙生植物群落类型及其分布特征,而湖区沙地植被特征、群落物种多样性及其分布规律等仍缺乏定量分析。用定量分析的方法探讨了青海湖区东部沙地植被及其特征,为该区的荒漠化的治理提供一定的基础资料和科学依据。

## 1 区域自然概况

青海湖东部沙地位于青海湖的东部,地理范围

在 36°37'—37°5' N, 100°25'—100°55' E 之间,是从全新世以来在干旱气候控制下形成的本区最大规模的风沙堆积区,主要包括湖东种羊场到尕斯库勒湖、海晏湾、克土一带的沙地,面积约 950 km<sup>2</sup>。海拔约为 3 265 m。由于本区处于我国东部季风区和西北部干旱区的交汇地带,加上自身的湖泊效应,有明显的大陆性气候特点,干寒、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。气温多年平均值为 0.3℃,最热月(7月)平均气温为 12.0℃,最冷月(1月)平均气温为 -12.8℃,极端最高气温 28℃,极端最低气温 -31℃。日照时数 3 040 h,雨水稀少,年均降水量为 378.2 mm,集中于 6—8 月,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,四季多风,风向以西北风为主。土壤主要为风沙土、生草沙土、草甸土、盐碱土等。

本区主要为风沙地貌,其形态类型主要有新月形沙丘、沙丘链、金字塔形沙丘。这些沙丘往往形成一种复合形态。不同沙丘类型高度差异较大,金字塔形沙丘一般高度为 40~120 m,而新月形沙丘与沙丘链一般为 10~20 m。生境类型主要有流动沙丘、半流动沙丘、固定沙丘、缓平沙地、丘间低地等。该区原生植被属于森林向草原的过渡类型。目前植

收稿日期:2006-05-08; 改回日期:2006-11-23

基金项目:国家中西部专项(K99-05-11)“江河源主要生态区生态恢复研究与示范”

作者简介:赵以莲(1973—),女(汉族),山东日照人,助理研究员,硕士,主要从事草地生态学和恢复生态学方面的研究。

E-mail:zhaoyl2004@hotmail.com

\*通讯联系人:周国英(E-mail:guoyingzhou941125@hotmail.com)

表现出强烈的次生性,大部分已演变为半隐域性的沙生植被和隐域性的草甸植被。沙地植被为研究区的主要植被类型,与沙化程度密切相关。

## 2 研究方法

### 2.1 样地调查

样地设置沿着环湖东路从湖东沙地南部边缘草地起至沙地北部边缘草地,公路全长约为 10.4 km,

按照草地—草沙过渡带—沙地的梯度设 5 条样带,每条样带内随机设立样条取样,共调查 1 m × 1 m 样方 330 个。记录植物种类组成、植株高度、盖度、群落总盖度、频度、生活型等,同时记录样地的生境条件、海拔高度(表 1)。

### 2.2 数据整理和分析处理

用植被数量分析方法进行数据处理,包括用群落学方法,群落内( )、间( )多样性研究,多样性

表 1 五条样带调查结果

Tab. 1 Investigation results of vegetation along the five sampling sections

| 样带 | 群落序号 | 群落名称   | 海拔高度/m | 与沙地生境关系      |
|----|------|--|--------|--------------|
|    | 1    | 青海固沙草( <i>Orinus kokonorica</i> (Hao) Keng ex Tzvel) + 短花针茅( <i>Stipa breviflora</i> Griseb) 群落                  | 3 270  | 距沙地南缘较远草原    |
|    | 2    | 青海固沙草 + 芨芨草( <i>Achnatherum splendens</i> (Trin.) Nevski) + 虫实( <i>Corispermum declinatum</i> Steph. et Stev) 群落 | 3 240  | 距沙地南缘较近草原    |
|    | 3    | 披针叶黄华( <i>Thermopsis lanceolata</i> R. Br.) 群落   | 3 243  | 草原沙地过渡带      |
|    | 4    | 虫实 + 圆头沙蒿 + 青藏苔草( <i>Carex moorcroftii</i> Falc. ex Boott) 群落  | 3 247  | 半流动沙丘        |
|    | 1    | 青海固沙草 + 圆头沙蒿群落   | 3 250  | 距沙地较近草原      |
|    | 2    | 青海固沙草 + 圆头沙蒿群落   | 3 243  | 草沙过渡带        |
|    | 3    | 圆头沙蒿群落   | 3 257  | 固定沙丘坡地 - 阳坡  |
|    | 4    | 圆头沙蒿群落   | 3 257  | 半固定沙丘坡地 - 阳坡 |
|    | 5    | 圆头沙蒿群落   | 3 248  | 半流动沙丘洼地 - 阴坡 |
|    | 6    | 圆头沙蒿群落   | 3 249  | 流动沙丘洼地       |
|    | 1    | 沙地柏( <i>Sabina vulgaris</i> Ant. Cupress. Gatt) 群落   | 3 285  | 沙丘间地         |
|    | 2    | 圆头沙蒿群落   | 3 297  | 半固定沙丘        |
|    | 3    | 圆头沙蒿 + 粗壮蒿草( <i>Kobresia robusta</i> Maxim) 群落   | 3 280  | 半流动沙丘间洼地     |
|    | 4    | 虫实 + 青藏苔草群落  | 3 285  | 流动沙丘阳坡       |
|    | 1    | 沙地柏 + 圆头沙蒿群落   | 3 292  | 固定沙丘坡顶       |
|    | 2    | 圆头沙蒿群落   | 3 285  | 半固定沙丘间地      |
|    | 3    | 青藏苔草 + 圆头沙蒿 + 虫实群落   | 3 290  | 半流动沙丘阳坡      |
|    | 4    | 青藏苔草群落   | 3 294  | 流动沙丘坡顶       |
|    | 1    | 青海固沙草群落  | 3 256  | 沙地北部边缘草原     |
|    | 2    | 圆头沙蒿群落   | 3 240  | 固定沙丘         |
|    | 3    | 赖草( <i>Leymus ovatus</i> (Trin.) Tzvel) + 青海苔草( <i>Carex qinghaiensis</i> Y. C. Yang) 群落                         | 3 240  | 半固定沙丘坡顶      |
|    | 4    | 圆头沙蒿群落   | 3 245  | 半流动沙丘        |
|    | 5    | 虫实 + 青藏苔草群落  | 3 242  | 流动沙丘坡顶       |

样带位于青海湖东北部沙地的南部边缘,从草地、草沙过渡带直接与半流动沙丘相连; 样带是面积最大的青海湖东北部沙地的南缘,沙丘发育比较完整; 和 样带位于沙丘内部; 样带位于沙地北部边缘。

是物种丰富度和均匀度的函数; 多样性是每一群系内群落之间物种替换的程度。具体如下:

1) 对野外采集标本进行鉴定,整理样方数据。应用 SPSS 统计软件对数据进行处理分析。

2) 群落数据分析。根据各个物种在每个群落中的重要值进行聚类分析,按照聚类的结果对植物群落进行分类。因为重要值是以相对盖度、相对频度两项指数的综合来表示群落中不同种群的相对重要性。它是一个比较客观的数值,能够充分地显示出不同植物种群在群落中的地位和作用<sup>[17]</sup>。重要值

计算公式为:

$$IV = (Rc + Rf) / 2$$

式中:  $Rc$  为相对盖度,  $Rf$  为相对频度。

### 3) 物种多样性分析

丰富度指数:  $R_1 = S$  (1)

物种多样性指数:

Shannon-Wiener 指数:  $H = - (P_i \ln P_i)$  (2)

Simpson 指数:  $D = 1 - p_i^2$  (3)

均匀度指数:  $J_{sw} = H / H_{max} = H / \ln S$  (4)

Simpson 优势度指数:

$$(N - C) \neq n_i (n_i - 1) / N \quad (5)$$

其中:  $i = 1, 2, \dots, s$ , 为物种序号;  $S$  为群落内物种总数;  $P_i$  为第  $i$  个物种的重要值之比值, 即  $P_i = n_i / N$ ,  $n_i$  为种  $i$  的重要值;  $N$  为总重要值。

对群落间物种多样性变化的速率与范围, 采用多样性计算法。常用 Sørensen 群落相似性系数:

$$C_s = 2j / (a + b)$$

式中:  $j$  为群落 A 和群落 B 的共有种数,  $a$  和  $b$  分别代表群落 A、群落 B 的物种数。

### 3 结果与分析

#### 3.1 青海湖东部沙地植被植物种类组成特点

根据沙地样方调查资料统计(表 2), 组成湖区沙地植被的种子植物共有 27 科 58 属 71 种(包括变种)。

表 2 沙生植被组成及其分布

Tab. 2 Composition and distribution of sandy vegetation in east of Qinghai Lake

| 科名    | 种数 | 占全部种数的百分比/% | 地理分布     |
|-------|----|-------------|----------|
| 禾本科   | 16 | 22.535      | 世界分布     |
| 菊科    | 9  | 12.676      | 世界分布     |
| 豆科    | 7  | 9.8592      | 世界分布     |
| 蔷薇科   | 4  | 5.6338      | 世界分布     |
| 藜科    | 3  | 4.2254      | 世界分布     |
| 莎草科   | 3  | 4.2254      | 世界分布     |
| 伞形科   | 3  | 4.2254      | 世界分布     |
| 毛茛科   | 2  | 2.8169      | 世界分布     |
| 石竹科   | 2  | 2.8169      | 世界分布     |
| 唇形科   | 2  | 2.8169      | 世界分布     |
| 十字花科  | 2  | 2.8169      | 世界分布     |
| 百合科   | 2  | 2.8169      | 世界分布     |
| 鸢尾科   | 2  | 2.8169      | 热带至温带分布  |
| 桔梗科   | 1  | 1.4085      | 亚热带至温带分布 |
| 松科    | 1  | 1.4085      | 世界分布     |
| 杨柳科   | 1  | 1.4085      | 亚热带至温带分布 |
| 忍冬科   | 1  | 1.4085      | 温带分布     |
| 瑞香科   | 1  | 1.4085      | 热带至温带分布  |
| 胡颓子科  | 1  | 1.4085      | 温带分布     |
| 亚麻科   | 1  | 1.4085      | 温带分布     |
| 列当科   | 1  | 1.4085      | 热带至温带分布  |
| 柏科    | 1  | 1.4085      | 世界分布     |
| 麻黄科   | 1  | 1.4085      | 热带至温带分布  |
| 紫草科   | 1  | 1.4085      | 热带至温带分布  |
| 玄参科   | 1  | 1.4085      | 世界分布     |
| 茜草科   | 1  | 1.4085      | 热带亚热带分布  |
| 蓼科    | 1  | 1.4085      | 世界分布     |
| 合计 27 | 71 | 100         |          |

由表 2 可知, 沙生植被的种类组成中禾本科比重最大, 为 22.535%, 其次为菊科, 占 12.676%; 再次为豆科, 占 9.8592%; 桔梗科等 14 科比重最小,

各占 1.4085%。通过对湖区植物区系的地理成分分析可以看出, 地理成分在科级水平上, 湖东沙地植物区系以世界分布为主, 共有 16 科, 包括沙地植被中起着重要作用的大属: 蒿属, 湖区植物区系中的优势科全部为世界广布科; 其次是温带成分(亚热带至温带分布、热带至温带分布、温带分布) 10 科; 热带亚热带成分仅有一科。

生活型(Life form)是植物在其发展过程中, 对于一定的生活环境综合因子长期适应的结果。它反映了植物演化和生态学、生物学的总特征。相同的生活型反映出植物对环境具有相同或相似的要求和适应能力。从表 3 可以看出, 本区沙地植被组成种类中, 生活型以多年生地面芽植物和地下芽植物为主, 两者种类系数之和达到 76.06%, 其次为地上芽植物和高位芽植物, 一年生植物所占种类比重最小。从生长型上主要由灌木、多年生和一年生草本植物组成。

表 3 青海湖区东部沙地植被的生活型谱

Tab. 3 Life forms of sandy vegetation in east of Qinghai Lake

| 生活型    | 地面芽植物  | 地下芽植物  | 一年生植物  | 地上芽植物  | 高位芽植物  |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 种数/种   | 28     | 26     | 5      | 6      | 6      |
| 种类系数/% | 39.437 | 36.620 | 7.0423 | 8.4507 | 8.4507 |

#### 3.2 湖东地区植被类型及分布

陈桂琛等<sup>[13]</sup>根据遥感解译及地面群落学调查数据, 将青海湖区沙生植被分为 6 大类型包括灌木群落: 圆头沙蒿与刺叶柄棘豆、叉枝圆柏、甘青铁线莲和中麻黄群落及禾草类、杂类草群落; 四种分布格局: 沙丘边缘带状分布; 沙丘间低洼地孤岛状分布; 湖水退缩沉沙裸露地上耐盐植物演替; 呈带状沙堤植被上半流动铁线莲群落及固定禾草类群落<sup>[14]</sup>。在此基础上根据重要值, 通过 SPSS 对 33 个样方(小样方 330 个)包括 71 个种进行聚类分析, 从而得出研究区湖东公路两侧植被类型及其物种分布特点。通过与其他聚类方法的比较, 组间平均法和形心法对研究样方的聚类是层次相对清楚, 与实际较符合的, 按照这两类分类图将所有样方分成 A、B、C、D、E、F、G 共 7 个样组, 每个样组分别代表一种沙丘植被群丛(表 4)。

A 组: 有 1 个样方, 优势植物种为多年生披针叶黄华, 伴生种有赖草、虫实、青藏苔草等。群落盖度达 36.9%。

表 4 植被群丛分布

Tab. 4 Distribution of sandy vegetation association

| 群丛  | 优势种   | 分布特点                 |
|-----|---|----------------------|
| A 组 | 披针叶黄华 ( <i>Thermopsis lanceolata</i> )                                      | 固定沙丘                 |
| B 组 | 圆头沙蒿 ( <i>Artemisia sphaerocephala</i> )、青海固沙草 ( <i>Orinus kokonorica</i> ) | 草地沙地交错地带             |
| C 组 | 圆头沙蒿、沙棘 ( <i>Hippophae rhamnoides</i> )、甘青铁线莲 ( <i>Clematis tangutica</i> ) | 沙地边缘、沙丘洼地、丘间地等固定半固定区 |
| D 组 | 拂子茅 ( <i>Calamagrostis macrdepis</i> )                                      | 半流动沙丘                |
| E 组 | 虫实 ( <i>Corispermum declinatum</i> )  | 半流动、流动沙丘坡顶           |
| F 组 | 青藏苔草 ( <i>Carex qinghaiensis</i> )  | 半固定、半流动、流动沙丘         |
| G 组 | 沙地柏 ( <i>Sabina vulgaris</i> )  | 固定沙丘                 |

B 组：有 3 个样方，优势植物种为圆头沙蒿、青海固沙草，伴生种有狗哇花、二裂委陵菜等。群落总盖度达 27.6% ~ 52.63%，是过渡带植被盖度较高的堆积固定、半固定沙丘。

C 组：包括 17 个样方，优势植物种为圆头沙蒿、沙棘、甘青铁线莲，伴生种有无芒隐子草、虫实、二裂委陵菜、青藏苔草、粗壮嵩草等。群落总盖度为 23.95% ~ 33.38%，是沙丘内部相对固定的植被类型。

D 组：只有一个样方，优势植物种为大拂子茅，伴生种为毛穗赖草、青藏苔草等。群落总盖度为 14.65%，是较典型的半流动沙丘植被类型。

E 组：有 3 个样方，优势植物为一年生流沙植物虫实，伴生种为沙蒿、青藏苔草等。群落总盖度为 0.44% ~ 16.2%，是典型的流动、半流动沙丘植被类型。

F 组：包括 5 个样方，优势植物种为青藏苔草，伴生种有虫实、赖草、沙蓬等。群落总盖度为 0.39% ~ 22.06%，是典型的流动、半流动沙丘植被类型。

G 组：包括 3 个样方，优势植物种为沙地柏，是湖东沙地残留的灌木植物，它仅成小块面积分布。伴生种有沙蒿、云杉、柴胡、虫实、中麻黄、乳白香青等。群落总盖度达 43.81% ~ 59.58%，是湖东盖度最高的固定沙地丘间地植被。

同样，利用组内和完全连接法，SPSS 将 71 个植物种分为 8 组(表 5)。

表 5 植物种分组

Tab. 5 Species grouping

| 种组 | 生态特征             | 分布特点              |
|----|------------------|-------------------|
|    | 多年生沙生小灌木         | 沙地、沙质草地           |
|    | 多年生中旱生草本         | 沙地沙丘              |
|    | 灌木和多年生根茎型草本      | 固定沙丘杨树云杉林沟        |
|    | 多年生旱中草本          | 灌丛生及固定沙丘草沙过渡带     |
|    | 多年生旱生灌木草本        | 固定半固定沙地           |
|    | 一年生沙生植物和多年生草本及灌木 | 草沙过渡带及以灌丛为优势的固定沙丘 |
|    | 多年生中旱生草本         | 固定半固定沙丘低地         |
|    | 一年生和多年生流沙优势植物    | 沙地沙丘              |

组：只包括 1 个植物种——圆头沙蒿，圆头沙蒿出现于所有植被群丛中，并且几乎是所有沙丘

植被群丛的优势种。圆头沙蒿在沙丘、沙质生境中生态幅很宽，属于广布种。

组：只包括 1 个植物种——赖草，赖草出现于几乎所有植被群丛中，多年生中旱生草本，沙质生境中生态幅较宽类型。

组：包括 2 个植物种，主要出现于 A 组、G 组植物群丛中，固定沙丘上，由多年生中旱生和旱生的草原成分组成，在沙丘生境中生态幅分布范围较窄。

组：包括 4 个植物种，主要出现于 B 组、C 组植物群丛中，分布于草地沙地交错地带的沙地边缘、沙丘洼地、丘间地等固定半固定区。

组：包括 10 个植物种，主要出现于 C 组、D 组，植物种主要分布于半固定丘间地和半流动沙丘。在沙地生境中属窄的生态幅分布范围。

组：包括 41 个植物种，主要出现于 F 组植物群丛中，植物种主要分布于半固定和半流动沙丘，在沙地生境中属出现频率极低的偶然种。

组：包括 10 个植物种，主要出现于 G 组、A 组、B 组植物群丛中，属于沙地柏固定沙丘和草沙过渡带的旱生草原成分，在沙丘生境中生态幅分布范围极窄。

组：包括 2 个植物种，分布于几乎所有的植物群丛中，是 E 组、F 组植物群丛中的优势种，沙丘生境中生态幅相当宽。

### 3.3 植被多样性特点

#### 3.3.1 不同植被群丛植物物种多样性指数

从表 4 可以看出，湖东沙地植被群丛多以单一优势种为主。

群丛类型的不同，主要表现在群丛组成结构水平的差异，即群丛组成种的数量、个体总数、空间配置的不同，形成了不同的结构差异，其物种多样性亦不同<sup>[18]</sup>。由表 6 可以看出，湖东沙地群丛间物种多样性指数  $H$ 、丰富度指数  $R_1$ 、均匀度指数  $J_{sw}$  和生态优势度  $C$  变化范围较大，但物种多样性指数  $H$  和丰富度指数  $R_1$  的变化趋势大致是一致的，即随物种的增多，他们的指数趋向增大，特殊点 C 组，尽管物

种丰富度最高(51种),但物种多样性指数  $H$  却比物种丰富度仅次于它的 G 组低;E 组和 F 组物种丰富度相等,多样性指数  $H$  却不同。由此可见,物种丰富度并不能全面地反映群落物种多样性水平,这与把均匀度和物种丰富度结合起来研究物种多样性的观点是相符的<sup>[19-20]</sup>;均匀度指数  $J_{sw}$ ,在 A 组 - B 组、D 组 - E 组、E 组 - F 组、F 组 - G 组中,与  $H$  的变化趋势是一致的,B 组 - C 组、C 组 - D 组中,与  $H$  的变化趋势正好相反;生态优势度  $C$  与  $H$  的变化趋势相反,即随物种多样性的增加,群丛优势种地位降低,稀疏的植被有较高的均匀度<sup>[21]</sup>。这四个指数同时运用,有助于更好的解释物种的数量及其分散趋势。

表 6 植被群丛多样性指数

Tab. 6 Diversity indices of sandy vegetation association in east of Qinghai Lake

| 群丛  | $R_1$  | $H$    | $J_{sw}$ | $C$    |
|-----|--------|--------|----------|--------|
| A 组 | 0.869  | 1.105  | 0.687    | 0.4350 |
| B 组 | 3.9086 | 2.0947 | 0.7114   | 0.1876 |
| C 组 | 10.858 | 2.4421 | 0.6211   | 0.2106 |
| D 组 | 1.3029 | 1.6406 | 0.8431   | 0.2132 |
| E 组 | 2.1715 | 1.5256 | 0.6362   | 0.3441 |
| F 组 | 2.1715 | 1.5826 | 0.6600   | 0.3064 |
| G 组 | 9.7568 | 2.5663 | 0.6703   | 0.2059 |

### 3.3.2 不同群丛物种的相似性比较

物种相似性(species similarity)是指群丛间或样地间植物组成的相似程度或相异程度,它是群丛分析的重要基础<sup>[18]</sup>。

湖东沙地群丛的 Sorenson 相似性系数在 0.1132 ~ 0.5567 之间,变化范围较大。其中,C 组与 G 组群丛的相似性程度最高,C 组与 G 组主要分布在固定沙丘沙地,是圆头沙蒿、沙棘、甘青铁线莲为主要优势种的相对固定群落和沙地柏盖度最高群落;群丛 D 组与 G 组的相似性程度最低,是流动半流动沙丘单一优势植物与稳定群落植物的相比,从演替角度来说,物种差异是最明显的,可以看出该区不同类型的植被群丛与沙地的固定程度关系较为密切。

## 4 讨论

青海湖东部沙地植被种类有 27 科 58 属 71 种,与青海湖地区种子植物 52 科、174 属、445 种<sup>[11]</sup>相比种类简单。种类组成中,禾本科比重最高,为 22.535%,其次为菊科,占 12.676%;再次为豆科,占 9.8592%;桔梗科等 14 科比重最小,各占 1.4085%。地理成分在科级水平上,植物区系以世界分布为主,共有 16 科,包括沙地植被中起着重要

作用的大属:蒿属,湖区植物区系中的优势科全部为世界广布科,这反映出湖区气候方面的严酷性。高寒干旱的大陆性气候使温带的许多成分虽在本区多有分布但却难以形成优势,惟有广布性的大科能以其庞大的种子和适应能力在这严酷的环境中取优势;其次是温带成分(亚热带至温带分布、热带至温带分布、温带分布)10 科,反映出湖区植物区系的分布与本地区的气候带相适应;热带亚热带成分仅有一科,在湖东植物区系中的地位和沙地植被中的作用都不十分重要,主要分布在热带或以热带不同地为中心而少数种可分布在温带,这与湖区中的种类就是那些生态适应幅度较广的或者是由于历史原因而留下来的种类的观点是相吻合的<sup>[22]</sup>。

生活型以多年生地面芽植物和地下芽植物为主,两者种类系数之和达到 76.06%,其次为地上芽植物和高位芽植物,一年生植物所占种类比重最小。从生长型上主要由灌木、多年生和一年生草本植物组成。这与物种对沙地环境的适应是分不开的。在土层发育程度极低、有机质含量又极少,极度贫瘠的状况下的流动沙丘,很难有植物在其上生长,只有那些抵御风沙能力强、耐贫瘠的一年生植物虫实利用生长季遇到降雨迅速发芽生长繁殖,在沙丘的低平处,多年生地下芽植物青藏苔草在虫实的保护下出苗生长;随着流沙地植物的生长,在一些土壤水分稍高、有机质相对高些的沙丘背风坡青藏苔草圆头沙蒿、赖草、黄芪等多年生种群大片出苗,在流沙的埋压下,幸存的植株蔓延滋生,起着挡风阻沙作用,这时物种明显增加,多样性指数明显增高,而群落优势度发生了降低;从流沙地向沙地内部和沙地边缘的过程中,尽管物种丰富度、多样性指数和生态优势度变化是一致的,但在生活型和生长型方面有着很大差异:前者随着圆头沙蒿的聚集生长,盖度增加,背风坡铁线莲和丘间洼地刺叶柄棘豆种子发芽生长,形成以圆头沙蒿为主的灌木占很大比重物种丰富的群落。在高大沙丘间洼地形成的物种最丰富的沙地柏群落是最稳定的固定沙丘群落,周围的小叶杨、云杉乔木是群落达到顶级的象征;后者在沙地的固定过程中,一些中旱生草原成分开始侵入,如异叶青兰、狗娃花和披针叶黄华,具有明显的草原过渡性,随着沙丘的固定与丘顶的削平,青海固沙草、西北针茅、芨芨草大量萌芽生长,形成以青海固沙草和西北针茅、芨芨草为优势种的固沙草原。在一定程度上反映了植被和土壤的反馈作用过程<sup>[23-24]</sup>。

### 参考文献(References):

- [1] 中国科学院兰州分院. 青海湖近代环境的演化和预测[M]. 北京:科学出版社,1994:3-6.

- [2] 胡东生. 青海湖的地质演变[J]. 干旱区地理, 1989, 12(2): 29 - 36.
- [3] 周陆生, 杨卫东. 青海湖流域近六百年来气候变化湖水下降原因[J]. 湖泊科学, 1992, 4(3): 25 - 31.
- [4] 陈桂琛, 彭敏, 周立华, 等. 青海湖地区人类活动对生态环境影响及其保护对策[J]. 干旱区地理, 1995, 18(3): 57 - 62.
- [5] 陈桂琛, 彭敏, 李来兴, 等. 青海湖湿地环境特征及其保护与合理利用[C]. 中国湿地研究. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995: 241 - 247.
- [6] 何东宁. 青海湖盆地沙地特征及风沙化趋势[J]. 地理科学, 1993, 13(4): 382 - 388.
- [7] 黎尚豪, 李光正. 青海湖的理化性质和生物学特性[J]. 科学通报, 1959(17): 551 - 552.
- [8] 方永. 青海湖盆地地貌的基本特征、成因及其演变[C]. 地理集刊, 第5号. 北京: 科学出版社, 1963: 100 - 120.
- [9] 陈克造, 黄第藩, 梁狄刚. 青海湖的形成和发展[J]. 地理学报, 1964, 30(3): 214 - 233.
- [10] 王涛, 薛娴, 吴薇, 等. 中国北方沙漠化土地防治区划(纲要)[J]. 中国沙漠, 2005, 25(6): 816 - 822.
- [11] 陈桂琛, 彭敏. 青海湖地区植被分布规律[J]. 植物生态学与地植物学报, 1993, 17(1): 71 - 81.
- [12] 蒋志刚, 王祖望, 冯祚建, 等. 普氏原羚的历史分布与现状[J]. 兽类学报, 1995, 15(4): 241 - 245.
- [13] 陈桂琛, 彭敏, 赵京. 青海湖地区沙生植被遥感解译及其保护[J]. 中国沙漠, 1991, 11(3): 44 - 49.
- [14] 赵以莲, 陈桂琛, 周国英, 等. 青海湖鸟岛沙地植物群落物种多样性研究[J]. 中国沙漠, 2003, 23(3): 295 - 299.
- [15] 宋春晖. 青海湖西岸风成沙丘特征及成因[J]. 中国沙漠, 2000, 20(4): 443 - 446.
- [16] 师永民. 青海湖湖区风成沙堆积[J]. 沉积学报, 1996, 14(增刊): 234 - 239.
- [17] 王伯荪. 植物群落学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987: 44 - 55, 90 - 120.
- [18] 王君厚, 周士威, 任培政. 乌兰布和沙漠东北边缘植物群落物种多样性及其生态环境[J]. 中国沙漠, 1996, 16(3): 258 - 265.
- [19] 朱锦懋, 姜志林, 蒋伟, 等. 人为干扰对闽北森林群落物种多样性的影响[J]. 生物多样性, 1997, 5(4): 263 - 270.
- [20] 汪殿蓓, 暨淑仪, 陈飞鹏. 植物群落物种多样性研究综述[J]. 生态学杂志, 2001, 20(4): 55 - 60.
- [21] 赵哈林, 周瑞莲, 张铜会, 等. 科尔沁沙地植被的统计学特征与土地沙漠化[J]. 中国沙漠, 2004, 24(3): 274 - 278.
- [22] 潘晓玲, 等. 西北干旱荒漠区植物区系地理与资源利用[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 34 - 35.
- [23] 李新荣, 肖洪浪, 刘立超, 等. 腾格里沙漠沙坡头地区固沙植物对生物多样性恢复的长期影响[J]. 中国沙漠, 2005, 25(2): 173 - 181.
- [24] 赵哈林, 苏永中, 周瑞莲. 我国北方沙区退化植被的恢复机理[J]. 中国沙漠, 2006, 26(3): 323 - 328.

## Sandy Vegetation and Its Characteristics in East of Qinghai Lake Area

ZHAO Yi-lian<sup>1</sup>, ZHOU Guo-ying<sup>2</sup>, CHEN Gui-chen<sup>2</sup>

(1. Qinghai Science & Technology Department, Xining 810001, China; 2. Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China)

**Abstract:** Investigation data from sampling plots in field were used to study the floristic origin and species diversity in east of Qinghai lake. The results are as follows: The species of sandy vegetation are simple, there are 71 species, belonging to 58 genera in 27 families, with the highest proportion families Gramineae, accounting for 22.535%; second Compositae, for 12.676%; third Legume, for 9.8592%; the least Campanulaceae, et al 14 families, only for 1.4085%. In flora, the distribution-type of family of the sandy vegetation in east of Qinghai lake mainly belong to widespresa type, 16 families, having a percentage of 83.1%, and the dominant families of lake area are all of widespresa type; the sandy vegetation secondly belong to the temperate type, 10 families; the tropic type is simple, only 1 family. On the life form, Hemicryptophytes and Cryptophytes are the main, which add to 76.06%, Chamaephyte and Phaenophyte in the next place, Therophyte is the least. The sandy vegetation association in east of the Qinghai Lake is mostly composed by single dominant species. The changing tendency for species diversity index  $H'$ , richness index  $R_1$ , and evenness index  $J_{sw}$  show almost the same increasing trend with species increasing; the changing tendency of the ecological dominance is just on the contrary. The species similarity of sandy vegetation association change largely, between 0.1132 and 0.5567. The species similarity of fixed dune association is higher, but that of semi-moving and moving dunes are lower.

**Keywords:** Qinghai Lake; sandy vegetation; species diversity