# 河西走廊中部人工沙漠植被典型群落物种的多样性

鲁延芳，占玉芳，钱万建，甄伟玲，滕玉风，田晓萍
（张掖市林业科学研究院，甘肃 张掖 734000）

**摘　要**：[目的] 揭示河西走廊中部人工沙漠植被典型群落物种多样性研究，为干旱沙漠地区的生态恢复和人工植被建设及沙区植被多样性的恢复与重建提供理论依据。[方法] 基于对甘肃省张掖市临泽县治沙站人工沙漠典型群落物种多样性进行调查。运用 Simpson 和 Shannon-Wiener 物种多样性指数，Margalef 物种丰富度指数，Simpson 物种优势度指数和 Pielou 物种均匀度指数计算。[结果] 灌木群落具有较高的丰富度指数和多样性指数，而草本群落具有较高的均匀度指数；物种多样性指数、丰富度指数变化趋势基本一致，而均匀度指数则呈相反趋势；$\beta$ 多样性与 $\alpha$ 多样性反应结果一致；丰富度指数与多样性指数、均匀度指数之间存在极显著的相关性，植物多样性与土壤结皮层厚度呈正比，与土壤含水量高低影响不大。[结论] 灌木以梭梭—白刺群落为优势群落，草本以雾冰藜—白茎盐生草群落为优势群落，具有物种组成简单，多样性较低的特点，群落在植物生活型上以旱生、超旱生或盐生的小灌木和 1 年生草本植物占主导地位。

**关键词**：干旱沙漠地区；人工沙漠；典型植被；多样性

**文献标识码**：A　　**文章编号**：1000-288X(2018)04-0014-05　　**中图分类号**：Q948

**文献参数**：鲁延芳，占玉芳，钱万建，等. 河西走廊中部人工沙漠植被典型群落物种的多样性[J]. 水土保持通报，2018，38(4)：14-18. DOI：10. 13961/j. cnki. stbctb. 2018. 04. 003. Lu Yanfang, Zhan Yufang, Qian Wanjian, et al. Species diversity of typical community of artificial desert vegetation in Hexi Corridor[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(4): 14-18.

# Species Diversity of Typical Community of Artificial Desert Vegetation in Hexi Corridor

LU Yanfang, ZHAN Yufang, QIAN Wanjian, ZHEN Weiling, TENG Yufeng, TIAN Xiaoping
(*Zhangye Forestry Science Academy*, *Zhangye*, *Gansu* 73400, *China*)

**Abstract**: [Objective] The study on species diversity of typical community of artificial desert vegetation in central Hexi Corridor in order to provide theoretical basis for ecological restoration and artificial vegetation construction in arid desert areas and restoration and reconstruction of vegetation diversity in sand areas. [Methods] Based on the investigation of species diversity of typical community of artificial desert in sand control station at Linze County of Zhangye City, Gansu Province. Using the Simpson and Shannon-Wiener species diversity index, the Margalef species richness index, the Simpson species dominance index, and the Pielou species evenness index. [Results] The shrub community had high richness index and diversity index, while the herb community had high evenness index. The species diversity index and richness index showed the same trend, while the uniformity index showed the opposite trend. $\beta$ diversity is consistent with the $\alpha$ diversity reaction result; There were significant correlations between richness index and diversity index and evenness index. Plant diversity was proportional to soil conjunctival thickness, and had little effect on soil moisture content. [Conclusion] The shrub is dominated by the *Haloxylon ammodendron-Nitraria tangutorum* community, and the herb is dominated by the *Bassia dasyphylla-Haloxylon ammodendron* community, which has the characteristics of simple species composition and low diversity. The community is dominated by small shrubs and annual herbaceous plants that are xerophyte, extreme xerophyte or salty in plant life.

**Keywords**: **arid desert regions; artificial deserts; typical vegetation; diversity**

**收稿日期**：2017-12-21　　**修回日期**：2018-02-28

**资助项目**：国家自然科学基金项目“河西走廊人工沙漠植被土壤种子库结构与萌发策略研究”(31560240)

**第一作者**：鲁延芳(1982—)，女(汉族)，甘肃省永登县人，硕士，工程师，主要从事林业生态工程、荒漠化综合治理和林果花良种引育研究。E-mail：lkylyf1014@126. com。

荒漠化不仅成为制约区域经济发展的主要障碍,而且也使人类所赖以生存的物质基础—生物多样性遭到严重的威胁和破坏。因此,荒漠化防治是实现经济和生态环境可持续发展的关键所在。干旱荒漠区生态系统由于受到自然和人为的扰动,物种多样性丧失,生态系统功能严重退化[1]。目前,国内外对物种多样性的研究主要集中在对不同地区物种多样性与群落结构上物种多样性与群落生境因子,包括海拔梯度变化、水分因子、土壤因子、坡形坡位、干扰对群落物种多样性的影响,交错带物种多样性研究,并且主要集中在生物生产力较高的生态系统类型,对干旱荒漠生物多样性研究报道不多,特别对人工沙地植物多样性研究很少。

河西走廊人工沙漠植被属于典型的荒漠植物群落,生态环境十分脆弱,人类活动频繁加剧了区域生态环境的退化,导致了生物多样性的丧失和消减,影响了生态系统功能和生产力,对物种稀少的荒漠生态系统来说,生物多样性的恢复是十分困难的。为此,本研究以建成 30 a 的临泽治沙站人工固沙植被作为对象,以林场外围自然沙区样地为对照,运用多样性指数对其物种多样性和群落结构特征进行分析,探索其物种多样性随环境因子变化的规律[2],为干旱沙漠地区的生态恢复和人工植被建设及沙区植被多样性的恢复与重建提供理论依据。通过分析群落的演替趋势和规律,进而提出人工植物治沙措施及群落可持续抚育经营对策。

## 1　研究区概况

地处河西走廊中部的甘肃省张掖市临泽县,属干旱半干旱荒漠区,为典型大陆性干旱荒漠气候,具有干旱少雨、温差大、风大沙多的气候特点。年均气温 7.3 ℃,年降水量 130.4 mm,年蒸发量 2 002.5 mm,年均相对湿度 52%,全年日照时数 3 065.6 h,无霜期 156 d,年平均沙尘暴日数 3.9 d,年平均风速 2.0 m/s。主要灾害性天气有干旱、干热风、春寒、霜冻、大风和沙尘暴等。植被简单稀疏,群落组成贫乏,其生态系统单薄而易于破坏,一旦遭到破坏,恢复很困难,且往往是不可逆的[3]。人工植被灌木以梭梭(*Haloxylon ammodendron*)和白刺(*Nitraria tangutorum*)为主,天然草本植被以雾冰藜(*Grubovia dasyphylla*)和白茎盐生草(*Halogeton arachnoideus*)等为主,土壤基质为疏松、贫瘠的沙土,含水率为 1.16%。

## 2　研究方法

### 2.1　样地的选择与调查

于 2017 年 10 月,在临泽县治沙林场(39°22′5.260″N,北纬 100°08′55.092″E),海拔 1 387 m 的人工沙漠梭梭林采用样地取样法,随机选择 5 个 50 m×50 m 的典型植被样地,设置灌木样方调查面积为 4 m×4 m,草本样方调查面积为 1 m×1 m,灌木进行全株调查,草本样方中对出现的每种草本植物选取 5 株进行调查,记录各植物种类、株数、高度、冠幅、盖度、pH 值指标等。在每个样地随机调查 10 个灌本样方和 10 个草本样方,共调查灌木样方 50 个,草本样方 50 个。采用 GPS 定位系统,确定样地的地理坐标和海拔高度,采用土壤水分分析仪测定样地土壤含水量,收集样地临近气象站近 10 a 的气象资料并记录各样地的海拔高度、经纬度。

### 2.2　生物多样性计算

$\alpha$ 多样性是指某个群落或生境内部的物种多样性。本文应用最常见的 Simpson 指数 $D$,Shannon-wiener 指数 $H'$,Pielou 均匀度指数 $E$,Simpson 生态优势度指数 $S$,Margalef 丰富度指数 $F$ 进行 $\alpha$ 多样性的计算,其中:

重要值=(相对多度+相对高度+相对盖度)/3　(1)

$$D=1-\sum P_i^2 \tag{2}$$

$$H'=-\sum P_i \ln P_i \quad (P_i=N_i/N) \tag{3}$$

$$E=\frac{\sum P_i \ln p_i}{\ln S} \tag{4}$$

$$S=\sum n_i(n_i-1)/N(N-1) \tag{5}$$

$$F=(S-1)/\ln N \tag{6}$$

式中:$P_i$——种 $i$ 的相对重要值(相对高度+相对盖度);$S$——种 $i$ 所在样方的物种总数;$n_i$——第 $i$ 个种的个体数;$N$——所有种的个体数。

$\beta$ 多样性指数用以测度群落的物种多样性沿着环境梯度变化的速率或群落间的多样性,本文采用 S·Φrenson 指数和最为常用的两种数量数据测度指数($C_N$ 和 $C_{MH}$)进行计测[4]。

$$S\cdot\Phi\text{renson 指数 } C\text{: } C=\frac{j}{(a+b)} \tag{7}$$

式中:$j$——两个群落共有种数;$a$,$b$——群落 A 和 B 的物种数。

Bray-Curtis 指数 $C_N$:

$$C_N=2N_j/(N_a+N_b) \tag{8}$$

式中:$N_a$——样地 A 的物种数目;$N_b$——样地 B 的物种数目;$N_j$——样地 $A(N_{ja})$ 和 $B(N_{jb})$ 共有种中个体数目较小者之和。下同。

Morisita-Hom 指数 $C_{MH}$:

$$C_{MH}=\frac{2\sum(an_i\cdot bn_i)}{(da+db)aN\cdot bN} \tag{9}$$

式中:$an_i$,$bn_i$——A 和 B 两样地中第 $i$ 种的个体数目,其中

$$da=\sum an_i^2/aN^2,\ db=\sum bn_{2i}/bN^2 \tag{10}$$

$$\text{则:}C_{\text{MH}}=\frac{2\sum(an_i\cdot bn_i)\cdot aNBN}{bN^2\sum an_i^2+aN^2\sum bn_i^2} \tag{11}$$

### 2.3 土壤含水率测定

在调查样方的同时,采用水分测定仪测定样方内土壤含水率。

### 2.4 土壤结皮层采集

将土壤结皮层样本用小铝合盖(直径 5.5 cm,深 1.5 cm)用力慢慢压入结皮层,并用力修平,用电子游标卡尺测定结皮层的厚度,每个结皮层在不同的方位各测 1 次,取平均值。

### 2.5 数据处理

数据采用 Excel 软件和 SPSS 18.0 统计软件对各指数进行方差分析和相关性分析与处理。

## 3 结果与分析

### 3.1 群落的植物种类及其组成特征

根据对群落的样方调查结果(表 1)可知,根据生活型划分,共有高等植物 6 科 14 属 14 种植物,其中灌木植物有 5 科 5 属 5 种,分别是梭梭、沙拐枣、白刺、花棒、红砂;草本植物有 2 科 9 属 9 种,分别是雾冰藜、白茎盐生草、虫实、虎尾草、沙蓬、碱茅、刺沙蓬、三芒草、早熟禾,其中除碱茅为多年生草本植物,其他均为 1 年生草本植物。主要是由于降水稀少,植被稀疏,植物以超旱生和盐生、沙生的半灌木和小灌木、肉质植物和一年生植物为主,其中半灌木和小灌木占整个灌木群落的 80%,超旱生 1 年生植物占优势植物,占整个草本群落的 89%;由此可见临泽治沙站人工沙漠固沙植被建立之前,由于风沙活动强烈,植物很难在流动的沙面上存活,仅在丘间低地及背风坡可见到散生的梭梭,覆盖度在 1%以下[5]。固沙植被人工梭梭形成后,稳定的沙面上不断地截留大气中的尘土,植物枯枝落叶经过微生物的分解,提高了土壤肥力,加速土壤结皮层的形成,有利于植物生长发育,加上种子传播或风力作用使沙生植物逐渐侵入梭梭林内,沙生植物侵入固沙区,植物种类日渐丰富,且具有固沙时间越长,植物种类组成越多的特点[4]。结合调查样地物种重要值大小将临泽治沙站人工植被分成灌木层和草本层两个不同层次,即灌草复合层结构,灌木层建群种为梭梭,重要值是 132.338,优势物种是白刺,为梭梭群落的主要伴生种,其重要值为 37.986 5;草本层建群种是雾冰藜,重要值是70.649,优势物种是白茎盐生草,为雾冰藜群落的主要伴生种,重要值是 32.782。

**表 1 临泽治沙站人工植被植物种类及重要值**

| 群落 | 植物名称 | 科名 | 属名 | 生活型 | 重要值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 灌木层 | 梭梭 | 藜科 | 梭梭属 | 半灌木 | 132.338 0 |
| | 白刺 | 蒺藜科 | 白刺属 | 小灌木 | 37.986 5 |
| | 沙拐枣 | 蓼科 | 沙拐枣属 | 小灌木 | 23.933 5 |
| | 花棒 | 豆科 | 岩黄耆属 | 小灌木 | 6.075 4 |
| | 红砂 | 柽柳科 | 红砂属 | 小灌木 | 4.070 0 |
| 草本层 | 雾冰藜 | 藜科 | 雾冰藜属 | 1 年生草本 | 70.649 0 |
| | 白茎盐生草 | 藜科 | 盐生草属 | 1 年生草本 | 32.782 0 |
| | 沙蓬 | 藜科 | 沙蓬属 | 1 年生草本 | 13.887 9 |
| | 三芒草 | 禾本科 | 三芒草属 | 1 年生草本 | 11.272 3 |
| | 碱茅 | 禾本科 | 碱茅属 | 多年生草本 | 9.649 0 |
| | 虎尾草 | 禾本科 | 虎尾草属 | 1 年生草本 | 8.577 7 |
| | 刺沙蓬 | 藜科 | 猪毛菜属 | 1 年生草本 | 4.684 4 |
| | 早熟禾 | 禾本科 | 早熟禾属 | 1 年生草本 | 4.068 7 |
| | 虫实 | 藜科 | 虫实属 | 1 年生草本 | 2.107 7 |

注:主要物种拉丁学名分别为沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)、花棒(*Hedysarum scoparium*)、红(*Reaumuria songarica*)、沙蓬(*Agriophyllum squarrosum*)、三芒草(*Aristida adscensionis*)、碱茅(*Puccinellia distans*)、虎尾草(*Chloris virgata*)、刺沙蓬(*Salsola ruthenica*)、早熟禾(*Poa annua*)、虫实(*Corispermum declinatum*)。

### 3.2 植物多样性的变化分析

3.2.1 $\alpha$ 多样性变化 人工治沙是我国干旱荒漠区荒漠化逆转的成功模式,草方格治沙屏障的设置,使沙物质得到固定,为固沙植物的栽植成活创造了条件。当栽植植物盖度为 10%时,风速可降低 10%~20%;盖度达到 10%~20%时,风速降低 20%~40%,在固沙植被区距地面 20 cm 高处风速为 2.9 m/s,流沙区相同高处可达 5.9 m/s,为人工植被区的 2 倍[4]。由表 2 可知,采用 Simpson 指数和 Shannon-wiener 指数反映的结果一致,梭梭—白刺群落和雾冰藜—白茎盐生草群落物种多样性指数分别是 0.349 5,0.419 5,0.666 4 和 0.822 8,说明组成群落的物种种类多,虽然生境恶劣,人工梭梭林的建立为一些沙生植物提供了良好的生存条件。随着人工治沙植被 30 a 的演变,沙地由流沙、半固定沙地向固定沙地转变,灌木和草本逐渐入侵,植物种类越来越多[10]。由最初的人工纯梭梭林逐渐演替为以梭梭为主的多物种群落,其中入侵梭梭林的主要伴生种灌木为白刺,其次是沙拐枣,少量伴生的有花棒、红砂;入侵的草本以雾冰藜为主要优势种群,其次为白茎盐生草,依次为沙蓬、三芒草、碱茅、虎尾草、刺沙蓬、早熟禾、虫实。

灌木梭梭群落和草本雾冰藜群落的 Pielou 均匀度指数均较低,说明群落内物种分布极不均匀,这与群落内物种组成种类和数量少及生境有关。梭梭—白刺群落的 Simpson 生态优势度指数高于雾冰藜—

白茎盐生草群落与多样性指数,说明灌木群落内梭梭的数量大,优势地位明显,物种种类少且分布不均,而 Margalef 丰富度指数低,物种分布不均匀;草本群落生态优势度指数相对低,说明优势种不明显。雾冰藜—白茎盐生草群落 Margalef 丰富度指数虽然高于梭梭—白刺群落,但是物种分布不均匀,其中沙蓬、虫实、早熟禾、沙刺沙蓬分布极其稀少,而这些草本植物又是半固定沙丘生长的植物,进一步说明人工植被结构简单,群落结构不稳定,对外界干扰敏感,易导致植被逆向演替或已形成的生态系统受损。

3.2.2　*β* 多样性变化　*β* 多样性表示不同群落间物种组成的差异或生境别分割的程度。不同群落或某环境梯度上不同点之间的共有种越少,*β* 多样性越大。运用 S・Φrenson,Bray-Curtis 和 Morisita-Hom 这 3 个指数对人工沙漠不同典型样地进行了生境多样性测定。由表 2 可知,梭梭—白刺群落的 *β* 多样性指数小于雾冰藜—白茎盐生草群落,说明草本群落共有种少于灌木群落,进一步说明该人工沙漠灌木群落结构简单,灌木群落为优势群落,与 *α* 多样性反映结果一致。

**表 2　人工沙地植物 *α* 多样性指数比较和 *β* 多样性指数计算**

| 项 目 | *D* | *H′* | *E* | *S* | *F* | *C* | $C_N$ | $C_{MH}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 梭梭—白刺群落 | 0.349 5 | 0.666 4 | 0.480 7 | 0.648 7 | 0.570 1 | 0.375 | 3.500 | 0.438 7 |
| 雾冰藜—白茎盐生草群落 | 0.419 5 | 0.822 8 | 0.400 8 | 0.379 9 | 1.379 6 | 0.250 | 0.625 | 0.702 3 |

注:*D* 为 Simpson 指数;*H′* 为 Shannon-wiener 指数;*E* 为 Pielou 均匀度指数;*S* 为 Simpson 生态优势度指数;*F* 为 Margalef 丰富度指数;*C* 为S・Φrenson指数;$C_N$ 为 Bray-Curtis 指数;$C_{MH}$ 为 Morisita-Hom 指数。

3.2.3　两个群落 *α* 多样性和 *β* 多样性比较　雾冰藜—白茎盐生草群落 Simpson 指数 *D*,Shannon-wiener 指数 *H′*、Margalef 丰富度指数 *F* 及 Morisita-Hom 指数 $C_{MH}$ 大于梭梭—白刺群落,说明草本群落植物多样性高于灌木群落,固沙植物可在半固定沙地上生长并完成生活史。梭梭—白刺群落的均匀度指数、生态优势度指数、S・Φrenson 指数 *C* 和 Bray-Curtis 指数 $C_N$ 指数高于雾冰藜—白茎盐生草群落,说明该群落仍然以梭梭为建群种,灌木群落占主要优势。但是总体来看多样性仍然很低,进一步说明人工植被的结构相对简单,群落稳定性较低,受外界干扰敏感。*α* 多样性和 *β* 多样性 5 指数均反映了一致的结果,灌木群落植物多样性大于草本群落,恶劣的生态环境决定了浅根系草本植物在降水集中期完成生活史,草本群落逐渐代替深根系灌木及多年生草本,这也是雾冰藜、白茎盐生草、梭梭等重要值高的原因。

临泽人工治沙站的建立,促进了区域生境的改善和恢复,从多样性指数来看,多样性指数较低,说明人工植被的结构相对简单,群落的稳定性低,对外界干扰反映敏感。灌木群落多样性指数高于草本群落,该群落以梭梭林为主要优势群落,草本植物种类逐渐增多,1 年生草本植物种类所占比例较大,这与人工梭梭林的建立为沙生植物提供有力的生境有关,沙地表面结皮增厚,致使沙子下层含水量降低,深根系灌木及多年生草本的繁衍受到限制有关,这就是群落内入侵的 1 年生草本数量和种类大于入侵的灌木树种的原因。

### 3.3　植物多样性与生境条件的关系

人工沙漠植被建立后,随着降雨和风蚀的作用,土壤物理稳定性逐渐增强,随着物种多样性的增加沙地表面结皮层逐渐增厚。由于干旱荒漠区降雨量少,结皮层具有较好的持水性,当结皮层被较少的降雨淋湿后,为一年生草本的萌发创造了条件;如表 3—4 所示,结皮层厚度与植物多样性指数呈正比[6],随着结皮层的增厚,对降水的阻碍作用愈大,致使一些深根系的灌木得不到降水的补给而枯死[7],结皮层的存在对多年生植物存在尤为不利,这就是草本植物种类逐渐增多的原因[8]。土壤含水量的多少对多样性影响并不明显,一年生草本在雨季降水很少的条件下就能完成其生活史,种子成熟后又萌发成新的植物体,而灌木在长期严酷的生境下,形成了适应自身生长的机制。土壤结皮层厚度与植物多样性呈正比,随着土壤结皮层厚度的增加,植物多样性指数增大,但是土壤含水量高低对植物多样性高低影响不大[9]。

**表 3　雾冰藜—白茎盐生草群落植物多样性与土壤结皮层厚度及含水量的关系**

| 项 目 | Simpson 指数 | Shannon-Wiener 指数 | S・Φrenson 指数 | Bray-Curtis 指数 | Morisita-Hom 指数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 雾冰藜—白茎盐生草群落 | 0.419 5 | 0.922 8 | 0.25 | 0.625 | 0.702 3 |
| 结皮层厚度 | 0.45 | 2.1 | 0.3 | 2.8 | 1.6 |
| 土壤含水量 | 0.97 | 0.86 | 0.56 | 0.98 | 0.8 |

表 4 梭梭—白刺群落植物多样性与土壤结皮层厚度及含水量的关系

| 项 目 | Simpson 指数 | Shannon-Wiener 指数 | S·Φrenson 指数 | Bray-Curtis 指数 | Morisita-Hom 指数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 梭梭—白刺群落 | 0.349 5 | 0.666 4 | 0.375 0 | 3.5 | 0.438 7 |
| 结皮层厚度 | 0.45 | 2.1 | 0.3 | 2.8 | 1.6 |

### 3.4 多样性指数之间的关系

由表 5 可知，物种丰富度指数与多样性指数之间具有正相关，其中与多样性指数 $D$ 具有显著的正相关，相关系数为 0.905 且 $p<0.01$；与均匀度指数和生态优势度指数具有负相关；生态优势度指数与物种多样性指数具有负相关；这与之前的多样性变化一致，表示同样的生态学意义[7]。

表 5 临泽人工沙地植物群落各指数间的关系

| 指数 | $D$ | $H$ | $E$ | $S$ | $F$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $D$ | 1 | | | | |
| $H$ | 0.217 | 1 | | | |
| $E$ | −0.856 | −0.149 | 1 | | |
| $S$ | 0.35 | −0.926* | −0.47 | 1 | |
| $F$ | 0.905* | 0.589 | −0.584 | −0.393 | 1 |

注：* 表示 $p<0.05$；* * 表示 $p<0.01$。物种多样性指数($D$，$H$)、均匀度指数($E$)、生态优势度指数($S$)与丰富度指数($F$)。

## 4 结 论

(1) 在 5 个典型样地的调查中，植物种类共有 14 种植物，分属 6 科 14 属，植物以藜科、禾本科、蓼科为主，表现了植被类型的荒漠化特征，生态环境条件恶劣决定了荒漠植被组成简单，类型单调，植物以旱生、超旱生、耐盐碱、沙生的小灌木、肉质植物和短命植物为主。降水稀少且集中，决定了草本植物以一年生植物逐渐入侵的原因，在短时间内完成生活史，增加了植被覆盖度，减少了地表侵蚀和蒸发，对抵抗风沙，稳定当地生态环境具有重要的作用。

(2) 临泽人工沙地位于多风、高寒、少雨气候区，生长季短，植物群落物种的多样性偏低，物群落结构简单，物种组成稀少，分布不均匀，针对恶劣的生态环境，通过人工植被固沙技术的实施及群落的演替趋势和规律引进耐旱耐盐植物，营造防沙阻沙林带，提高植被覆盖度，阻止流沙流动，防止土地沙化，促进流动沙丘向固定沙丘转化和稳定沙地转化，促进沙地植物群落可持续发展，建立稳定的生态系统。

(3) 由于调查年限短，对该区荒漠植被关于种间竞争及群落演替仍需做深入的调查研究，以期对干旱人工沙漠生态恢复、人工绿洲建设与管理、人工植物治沙措施及群落可持续抚育经营管理等方面提供有力的科学依据。

[ 参 考 文 献 ]

[1] 唐立松，张佳宝，程心俊，等. 干旱区绿洲荒漠交错带土地退化及生态重建[J]. 干旱区研究，2002，19(3)：43-48.

[2] 傅德平，谢辉，于恩涛，等. 艾比湖湿地自然保护区荒漠植物群落物种多样性研究[J]. 干旱区资源与环境，2009，23(1)：147-178.

[3] 刘金荣，张芬琴，谢晓蓉. 试论河西走廊干旱荒漠化草地生态危机与畜牧业可持续发展[J]. 干旱地区农业研究，2002，20(3)：114-116.

[4] 李新荣，张景光，刘立超等. 我国干旱沙漠地区人工植被与环境演变过程中植物多样性的研究[J]. 植物生态学报，2000，24(3)：257-261.

[5] 石庆辉，刘家琼. 沙波头铁路两侧人工植被区天然植被动态//中国科学院沙波头沙漠试验研究站编. 沙漠生态系统研究[M]. 甘肃 兰州：甘肃科学技术出版社，1995.

[6] 闫德仁，薛英英，赵春光，等. 沙漠地区生物土壤结皮层腐殖质特征[J]. 生态学杂志，2007，26(12)：2017-2020.

[7] 赵以莲，陈桂琛，周国英，等. 青海湖鸟岛沙地植物群落植物多样性研究[J]. 中国沙漠，2003，23(3)：295-299.

[8] 陈荣毅，魏文寿，张元明，等. 干旱区生物土壤结皮对种子植物多样性的影响[J]. 中国沙漠，2008，28(5)：868-873.