

西鄂尔多斯高原干旱荒漠灌木群落空间分布格局及其竞争关系分析

王彦阁, 杨晓晖^①, 慈龙骏

(中国林业科学研究院林业研究所 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091)

摘要: 对西鄂尔多斯高原干旱荒漠中的四合木(*Tetraena mongolica* Maxim.)、霸王(*Sarcosygium xanthoxylon* Bunge)、白刺(*Nitraria tangutorum* Bobr.)和紅砂[*Reaumuria songarica* (Pall.) Maxim.]优势群落(样方面积 50 m×50 m)进行调查,并按土壤中根系分布深度(0~30、30~60、60~90和大于90 cm)将4种灌木分为4个灌木组,运用单变量函数 $g(t)$ 、标记相关函数 $markcorr(t)$ 和双变量函数 $g_{12}(t)$ 对4个灌木组内灌木的空间分布格局及竞争关系进行了研究。 $g(t)$ 函数和 $markcorr(t)$ 函数分析结果显示,4个灌木组内的灌木在0~25 m尺度上几乎都呈显著的随机分布,只有根系分布深度在地下0~30 cm的灌木在小于1 m的尺度上呈现均匀分布;除根系分布深度大于90 cm的灌木的标记在12~13 m尺度上呈现较显著的负相关关系外,在0~25 m尺度上每个灌木组间的标记都不相关,表明根系分布深度相似的灌木间无显著的排斥关系,灌木个体的大小不受周围灌木的影响。 $g_{12}(t)$ 函数分析结果显示,除根系分布深度为0~30与30~60 cm、30~60与60~90 cm的灌木组间分别在某一中小尺度上(3.0~3.5 m、小于1.5 m和7.0~7.5 m)呈现显著的正相关关系外,在0~25 m尺度内根系分布深度相邻的各灌木组间几乎无显著的相关关系,表明根系分布深度不同的灌木间并不互相影响。研究结果表明,在西鄂尔多斯高原干旱荒漠灌木群落中,具有不同生态学特性的灌木分别占据各自的土壤层,呈现出对土壤水分和养分的分层利用,不存在对资源的竞争。

关键词: 西鄂尔多斯高原; 干旱荒漠; 灌木群落; 空间点格局分析; 根系分布深度; 竞争

中图分类号: Q948.15+5 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2010)02-0008-07

Analysis of spatial pattern and competition relationship of shrub community in arid desert of Western Ordos Plateau WANG Yan-ge, YANG Xiao-hui^①, CI Long-jun (Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation of State Forestry Administration, Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2010, **19**(2): 8-14

Abstract: The dominant shrub community (quadrat area 50 m×50 m) of *Tetraena mongolica* Maxim., *Sarcosygium xanthoxylon* Bunge, *Nitraria tangutorum* Bobr. and *Reaumuria songarica* (Pall.) Maxim. in arid desert of Western Ordos Plateau was investigated, and four shrubs were divided into four shrub groups according to the root distribution depth (0-30, 30-60, 60-90 and >90 cm) in soil. Using functions of univariate $g(t)$, $markcorr(t)$ and bivariate $g_{12}(t)$, the spatial pattern and competition relationship among shrubs in four shrub groups were researched. The analysis results of $g(t)$ and $markcorr(t)$ functions show that the spatial pattern of shrubs in all four shrub groups almost is significant random distribution in 0-25 m scale, only that of shrubs with root distribution depth of 0-30 cm is uniform distribution in small scale (<1 m). Except mark of the shrubs with root distribution depth more than 90 cm appearing more significantly negative correlation in 12-13 m scale, all marks among different shrub groups have no correlation in 0-25 m scale, which means that there is no obvious rejection among shrubs with similar root distribution depth, and individual size of shrubs is not affected by other shrub individuals around them. The analysis result of $g_{12}(t)$ function shows that except correlations between the

收稿日期: 2009-07-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30571529; 30671722)

作者简介: 王彦阁(1983—),女,内蒙古乌盟人,博士研究生,主要从事水土保持与荒漠化防治方面的研究。

^①通信作者 E-mail: yangxh@forestry.ac.cn

shrub groups with root distribution depth of 0–30 and 30–60 cm and between those of 30–60 and 60–90 cm being significant in some meso- or small scales (3.0–3.5 m, <1.5 m and 7.0–7.5 m), almost there are no significant interactions between any two shrub groups with contiguous root distribution depth in 0–25 m scale, which means the shrub individuals with different root distribution depths have no influence on each other. It is suggested that shrubs possessing different ecological characters occupy respective soil layers and stratify to use water and nutrient in soil, and have no competition to resources with each other in arid desert of Western Ordos Plateau.

Key words: Western Ordos Plateau; arid desert; shrub community; spatial point pattern analysis; root distribution depth; competition

干旱荒漠生态系统中植物个体之间的竞争是否存在及竞争的重要性引起越来越多的争议,一些学者认为,在荒漠中植物个体间并不存在竞争^[1–2];也有学者认为,干旱区生态系统中植物个体间的竞争并不像在生产力较高的其他生态系统中一样发挥着重要作用^[3–4];然而,也有证据说明,在该类生态系统中,虽然竞争出现的概率相对较小,但其重要性并不因此而降低,对植物群落结构的形成也具有重要的作用,且地下竞争是干旱区以及其他植被盖度极低的群落中植物个体间竞争的主要形式^[5]。

群落的空间格局分析被认为是研究植物间相互作用以及植物与环境间关系的一种重要手段^[6–7],在生态学中一直是研究的热点之一。目前空间格局分析最为常用的方法之一是空间点格局分析^[8–9],其计算方法和模型在干旱区研究中已得到广泛的应用^[10–12]。

作者拟采用空间点格局分析方法对位于西鄂尔多斯高原并由珍稀濒危物种组成的干旱荒漠灌木群落的结构和空间分布格局进行研究,探究灌木之间是否存在对资源的竞争以及竞争的主要形式,从而为该区域的植物物种保护提供更为科学的依据。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于鄂尔多斯高原西部、内蒙古乌海市东部的沙砾质戈壁,具体地理位置为北纬 39°54′、东经 106°52′。该区域属于典型的干旱温带大陆性气候,年降水量 150~200 mm,全年降水量的 60% 以上集中在 7 月份至 8 月份;年蒸发量 2 470.5~3 481.0 mm;年均气温 7.8℃~8.1℃;年均相对湿度 42%;年均风速 2.7 m·s⁻¹,年均风沙日数 41~67 d;年均太阳辐射总量 6.545 7×10⁶ kJ·m⁻²。

组成该区域植被类型的种类主要是沙漠灌木和半灌木,例如,四合木(*Tetraena mongolica* Maxim.)、霸王(*Sarcozygium xanthoxylon* Bunge)、白刺(*Nitraria tangutorum* Bobr.)和红砂[*Reaumuria songarica* (Pall.) Maxim.]等。灌木生境类型是薄层覆沙的沙砾质戈壁,土壤为沙质灰漠土。

1.2 研究方法

于 2006 年 8 月,在研究区内选取四合木、白刺、霸王和红砂等多优群落,设置 1 个面积为 50 m×50 m 的样方,样方内除了少许灌木聚沙成堆所形成的微地形起伏外,其余地段均比较平坦。具体调查方法是将样方划分为 50 条 1 m×50 m 的样带,以样带为单位调查灌木的种类、位置、冠幅和株高,其中冠幅根据灌木树冠最大直径及其垂直平分线的长度得出。

根据研究区的自然条件,推测四合木、白刺、霸王和红砂 4 种灌木间的竞争主要是对土壤水分的竞争,因此,作者主要对灌木根系分布深度进行研究。综合已有的该区域研究资料^[13–17],该样方内四合木、红砂、白刺和霸王的根幅/冠幅比分别为 2:1、6:1、5.2:1 和 1.5:1,根长/株高比分别为 1:1、4:1、2:1 和 2:1,在此基础上,根据土壤中 4 种灌木根系集中分布的深度将其分为 4 组进行研究,分组结果见表 1。

1.3 统计分析方法

点格局分析是用空间统计学的方法来探究某一物种的分布格局是聚集分布(正相关)、随机分布(无相关)还是均匀分布(负相关),以及这些分布格局发生的尺度^[18]。植物个体之间的竞争可以导致植物的死亡或者决定其周围其他个体的存在,使植物的聚集分布转变成随机分布,进而转变成均匀分布^[19–21]。用双变量的格局分析方法探讨一个物种对另一个物种的影响时,二者之间的负相关可能是由种间竞争造成的。另外,在某些情况下相邻个体之间竞争的强烈程度以及作用时间虽然不能导致植物个体的死亡,但

却能使植物个体的大小受到影响,在这种情况下,用个体大小和个体之间距离的关系来检测个体之间的竞争则有更高的敏感性^[22]。因此,在本研究中除了

采用较常用的由 Ripley $K(t)$ 函数演变而来的 $g(t)$ 函数以外,还采用了标记相关函数进行点格局分析,具体的计算公式和相关解释见文献[9]。

表 1 西鄂尔多斯高原干旱荒漠灌木群落样方 (50 m×50 m) 中 4 种灌木的分组情况

Table 1 Grouping status of four shrubs in the shrub community quadrat (50 m×50 m) in arid desert of Western Ordos Plateau

组别 Group	根系分布深度(D) Root distribution depth (D)	株数 Individual number				合计株数 Total number of individual
		四合木 <i>Tetraena mongolica</i>	红砂 <i>Reaumuria songarica</i>	白刺 <i>Nitraria tangutorum</i>	霸王 <i>Sarcosygium xanthoxylon</i>	
A	0 cm<D≤30 cm	249	4	0	4	257
B	30 cm<D≤60 cm	290	28	2	23	343
C	60 cm<D≤90 cm	15	54	5	30	104
D	D>90 cm	1	78	18	105	202
合计株数 Total number of individual		555	164	25	162	906

在完全随机分布 (complete spatial randomness, CSR) 的点格局中,单变量 $g(t)$ 函数 $g(t) = 1$; $g(t) > 1$ 则表示点间距离等于 t 的频率较大,分布格局为聚集分布; $g(t) < 1$ 则表示点间距离等于 t 的频率较小,分布格局为均匀分布。双变量 $g_{12}(t)$ 函数 $g_{12}(t) = 1$ 表示二者间无相关性; $g_{12}(t) > 1$ 则表示二者间正相关; $g_{12}(t) < 1$ 则表示二者间负相关。标记相关函数 $markcorr(t) = 1$ 表示标记间无相关性; $markcorr(t) > 1$ 则表示标记间正相关; $markcorr(t) < 1$ 则表示标记间负相关^[9]。本文中的标记用前述 4 种灌木的根幅表示。

首先采用单变量分析方法对不同组的灌木分别进行格局分析,计算 $g(t)$ 函数和 $markcorr(t)$ 函数。然后对不同灌木组之间进行双变量的格局分析,计算 $g_{12}(t)$ 函数。

经样方均质性检验,根系分布深度在地下 0~30、30~60 以及 60~90 cm 的灌木组都属于非均质样方,而根系分布深度大于地下 90 cm 的灌木组属于均质样方。对于单变量的 $g(t)$ 函数,均质样地采用完全随机模型 (CSR model) 进行显著性检验,非均质样地采用异质泊松过程模型 (heterogeneous poisson process model) 进行显著性检验;标记相关函数采用随机标记模型 (random labeling model) 进行检验。为了检验不同组灌木间的相互作用关系,采用研究竞争关系常用的随机标记模型对双变量的格局计算结果进行检验,考虑到干旱区灌木对灌木丛下的幼苗充当“庇护植物”的作用,在检验根系分布深度为地下 0~30 和 30~60 cm 的 2 个灌木组间的关系时,采用环形移动

零假设模型 (toroidal shift null model) 进行检验,具体的操作过程是:将根系分布较深的灌木固定,将整个样地视为圆环,然后将根系分布较浅的灌木组进行整体移动。单变量 $g(t)$ 函数和双变量 $g_{12}(t)$ 函数的分析过程采用 Programita 程序进行^[23],标记相关函数采用 R 语言的 SPATSTAT 软件包进行计算^[24]。上述的环形移动零假设模型均采用 99 次模拟来计算其 99% 的置信区间,大于或小于置信区间表示显著的聚集分布 (正相关) 或均匀分布 (负相关)^[9]。

2 结果和分析

2.1 单变量函数分析结果

2.1.1 单变量 $g(t)$ 函数分析结果 西鄂尔多斯高原干旱荒漠灌木群落样方中根系分布深度不同的 4 个灌木组的单变量 $g(t)$ 函数分析结果见图 1。由图 1 可以看出,每一组灌木在 0~25 m 尺度上几乎都呈显著的随机分布,只有根系分布深度在地下 0~30 cm 的灌木在小于 1 m 的尺度上呈现均匀分布,在 2~4 m 尺度上呈现显著的聚集分布;根系分布深度大于地下 90 cm 的灌木在 6~7 m 尺度上呈现显著的聚集分布。这表明除根系分布深度在地下 30 cm 以上的灌木在小于 1 m 的尺度上存在竞争关系外,其他的灌木组内的灌木都没有显著的竞争关系。相反,根系分布深度在地下 0~30 cm 和根系分布深度大于地下 90 cm 的灌木组内的灌木在较小的尺度上有显著的互惠关系。

2.1.2 标记相关函数分析结果 西鄂尔多斯高原干旱荒漠灌木群落样方中根系分布深度不同的 4 个灌

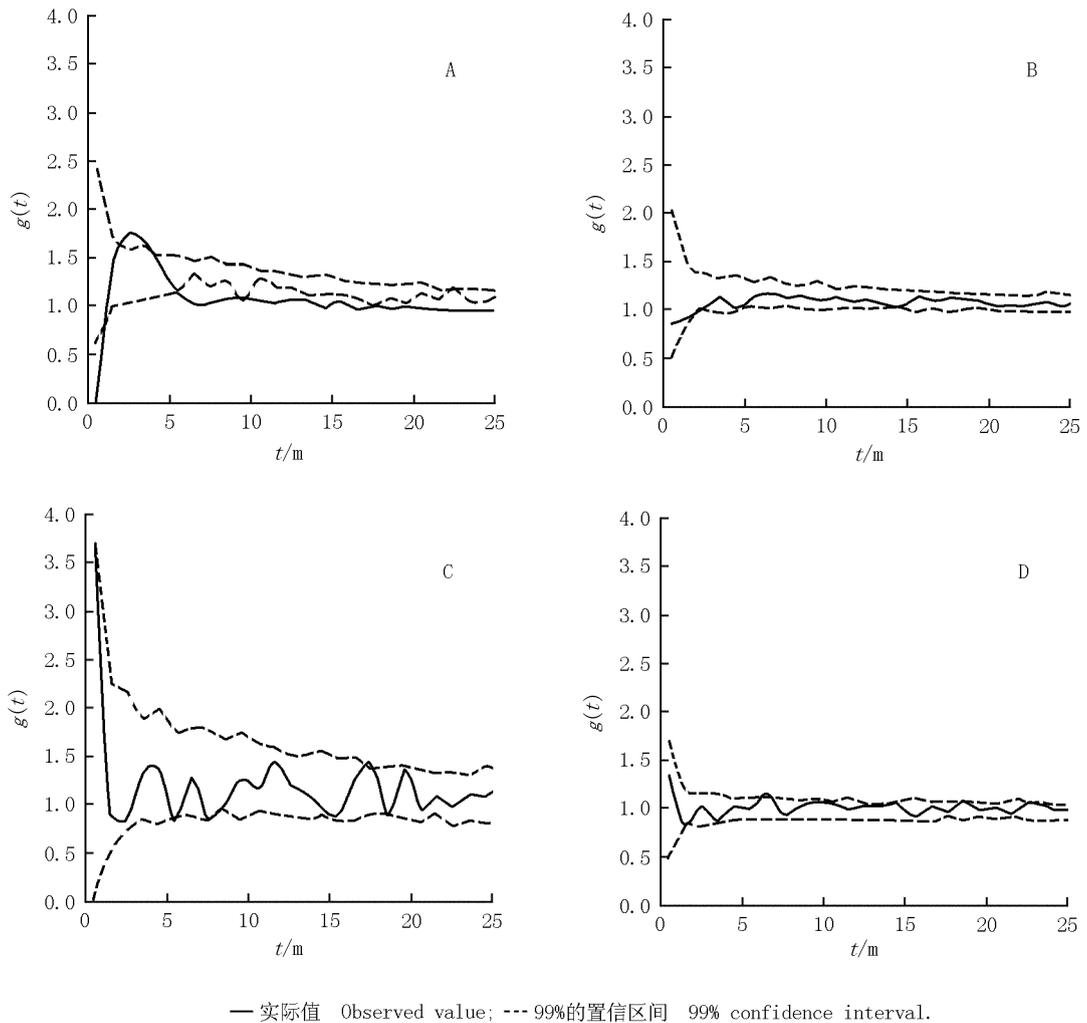


图1 西鄂尔多斯高原干旱荒漠灌木群落(样方面积 $50\text{ m}\times 50\text{ m}$)中不同灌木组的单变量函数 $g(t)$ 分析结果
 Fig. 1 Analysis result of univariate function $g(t)$ of different shrub groups in shrub community (quadrat area $50\text{ m}\times 50\text{ m}$) in arid desert of Western Ordos Plateau

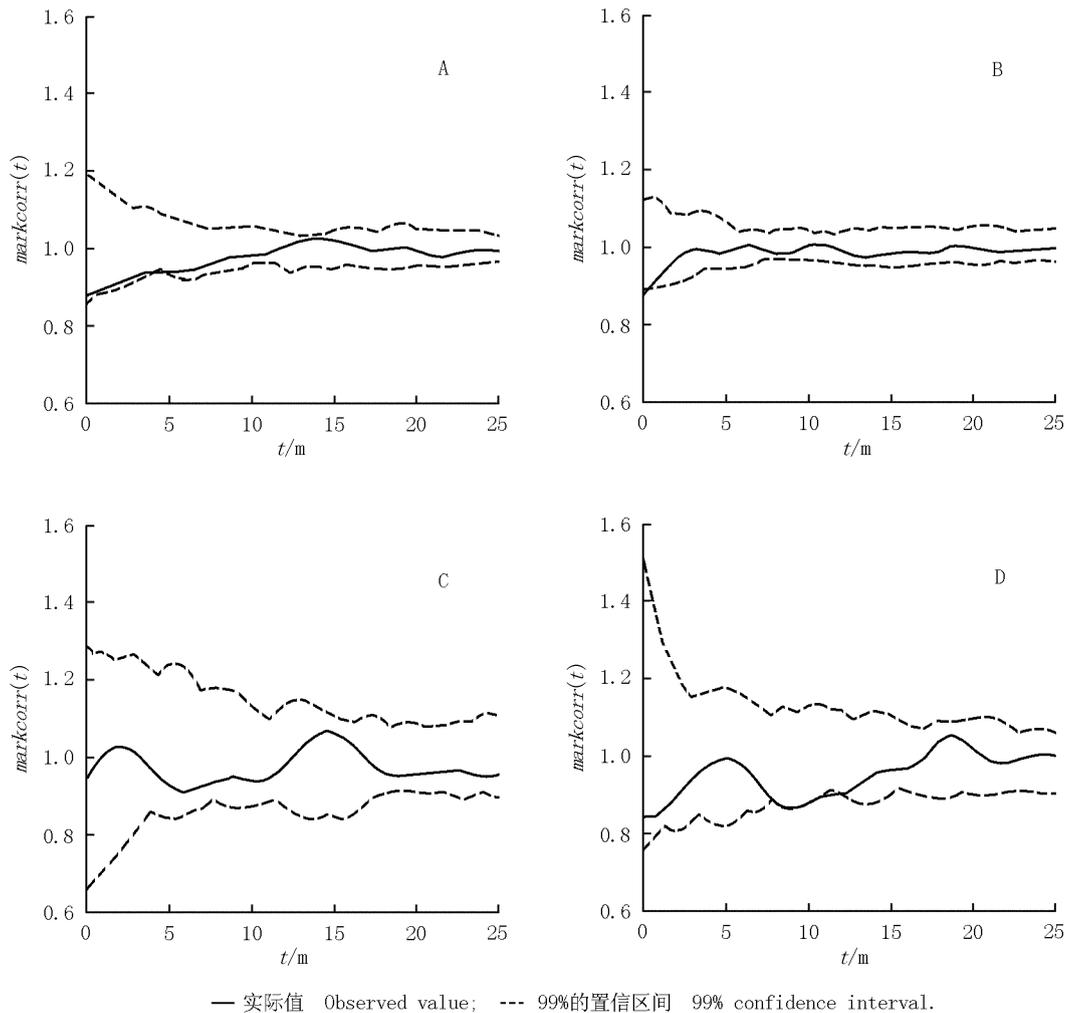
A: 根系分布深度为地下 $0\sim 30\text{ cm}$ 的灌木组 The group of shrub with root distribution depth of $0\sim 30\text{ cm}$ under-ground; B: 根系分布深度为地下 $30\sim 60\text{ cm}$ 的灌木组 The group of shrub with root distribution depth of $30\sim 60\text{ cm}$ under-ground; C: 根系分布深度为地下 $60\sim 90\text{ cm}$ 的灌木组 The group of shrub with root distribution depth of $60\sim 90\text{ cm}$ under-ground; D: 根系分布深度大于地下 90 cm 的灌木组 The group of shrub with root distribution depth more than 90 cm under-ground.

木组的标记相关函数 $markcorr(t)$ 的分析结果见图2。由图2可见,除根系分布深度大于地下 90 cm 的灌木组的标记在 $12\sim 13\text{ m}$ 尺度上呈现较显著的负相关关系外,在 $0\sim 25\text{ m}$ 尺度上,每个灌木组的标记之间都无相关性,说明根系分布深度相似的灌木个体的大小并不受周围灌木的影响,它们之间不存在资源竞争。

2.2 双变量函数分析结果

西鄂尔多斯高原干旱荒漠灌木群落样方中根系分布深度相邻的灌木组间双变量函数 $g_{12}(t)$ 的分析结果见图3。由图3可知,根系分布深度为地下 $0\sim$

30 和 $30\sim 60\text{ cm}$ 的灌木组间在 $3.0\sim 3.5\text{ m}$ 尺度上呈现显著的正相关关系,在其他尺度上无显著的相关性;根系分布深度在地下 $30\sim 60$ 和 $60\sim 90\text{ cm}$ 的灌木组间在小于 1.5 m 和 $7.0\sim 7.5\text{ m}$ 尺度上呈现显著的正相关关系,在其他尺度上无显著的相关性;根系分布深度在地下 $60\sim 90\text{ cm}$ 和大于 90 cm 的灌木组在 $0\sim 25\text{ m}$ 尺度上无显著的相关关系。这一现象也说明根系分布较深的灌木对其周围根系分布较浅的灌木并没有“排斥”作用,相反,在其周围出现根系分布较浅灌木的概率较大。



A: 根系分布深度为地下 0~30 cm 的灌木组 The group of shrub with root distribution depth of 0~30 cm under-ground; B: 根系分布深度为地下 30~60 cm 的灌木组 The group of shrub with root distribution depth of 30~60 cm under-ground; C: 根系分布深度为地下 60~90 cm 的灌木组 The group of shrub with root distribution depth of 60~90 cm under-ground; D: 根系分布深度大于地下 90 cm 的灌木组 The group of shrub with root distribution depth more than 90 cm under-ground.

图2 西鄂尔多斯高原干旱荒漠灌木群落(样方面积 50 m×50 m)中不同灌木组的标记相关函数 $markcorr(t)$ 分析结果
Fig. 2 Analysis result of mark correlation function $markcorr(t)$ of different shrub groups in shrub community (quadrat area 50 m×50 m) in arid desert of Western Ordos Plateau

3 讨论和结论

3.1 根系分布深度相似的灌木间的相互关系

由上述单变量的 $g(t)$ 函数分析结果可以看出,在西鄂尔多斯高原干旱荒漠区的灌木群落中,每个灌木组几乎都呈极显著的随机或聚集分布,只有根系分布深度在地下 0~30 cm 的灌木在小于 1 m 的尺度上呈现均匀分布,而标记相关函数 $markcorr(t)$ 的分析结果并没有显示其在该尺度上有显著的负相关关系。这

可能是由于该区域内的白刺和四合木均为丛生灌木,可拦截流沙并形成灌木沙堆,这些灌木沙堆对改善株丛生存小环境、提高适应度有一定的进化意义,并保证植株在被随机干扰和破坏等情况下能够继续生存、生长和发育^[25]。作者在进行 $g(t)$ 函数的统计分析时,只是将灌木沙堆概化成为了 1 个点,而以点为基础进行分析会在很大程度上掩盖其在小尺度的正相关关系^[26]。

研究结果显示,在西鄂尔多斯高原干旱荒漠区的灌木群落中,根系分布深度相似的灌木间没有显著的

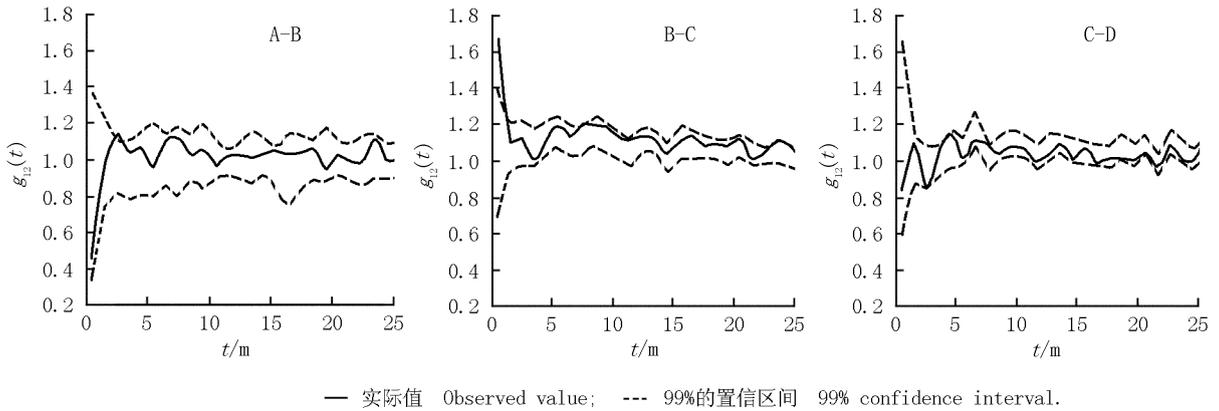


图3 西鄂尔多斯高原干旱荒漠灌木群落(样方面积 $50\text{ m}\times 50\text{ m}$)中不同灌木组间的双变量函数 $g_{12}(t)$ 分析结果
Fig. 3 Analysis result of bivariate function $g_{12}(t)$ between different shrub groups in shrub community (quadrat area $50\text{ m}\times 50\text{ m}$) in arid desert of Western Ordos Plateau

互相排斥关系,相反,它们之间存在较明显的互惠关系,这与 Schurr 等对干旱半干旱区灌木分布格局的研究结果相似^[11],推测这一现象可能与潜在的生态学过程(如种子扩散等)有关。在本研究区内,灌木种子的扩散过程主要由风力驱动,种子在风力的作用下可聚集在一些小坑内^[27-29],或者被啮齿类动物收集在一起^[28,30],因此这些种子萌发后形成的灌木在较小的尺度上呈现聚集分布格局。另外,由标记相关函数 $markcorr(t)$ 的分析结果也可看出,在每个灌木组内,不同灌木间的冠幅在较小的尺度上都没有显著的相关关系,这也说明在根系分布深度相似的灌木间,灌木的大小不受其周围其他灌木的影响,即它们之间不存在显著的资源竞争。

3.2 根系分布深度不同的灌木间的相互关系

双变量函数 $g_{12}(t)$ 分析结果显示,在西鄂尔多斯高原干旱荒漠区的灌木群落中,根系分布深度不同的灌木组间均没有显著的相关关系,也即:根系分布深度不同的灌木间并不互相影响,不存在对资源的竞争。在西鄂尔多斯高原干旱荒漠区中,四合木的根系多分布在地下 $0\sim 60\text{ cm}$,霸王和白刺根系多分布在地下 90 cm 以下,红砂根系多分布在地下 60 cm 以下,它们的侧根是起吸收作用的主要器官^[13],该研究区域内的灌木在早期主要是以直根系垂直向下生长为主,达到一定深度使植株固着下来后才进行水平侧根的生长,之后随着株龄的增加主根向下缓慢生长,并与

侧根生长相协调。因此,具有不同生态学特性以及处于不同生长期的灌木的侧根分别占据不同深度的土层,呈现出对土壤水分及营养的分层利用,形成合理的互补关系,避免了对资源的竞争。

参考文献:

- [1] Shreve F. The desert vegetation of North America[J]. The Botanical Review, 1942, 8(4): 195-246.
- [2] Went F W. Ecology of desert plants. II. The effect of rain and temperature on germination and growth[J]. Ecology, 1949, 30(1): 1-13.
- [3] Grime J P. Vegetation classification by reference to strategies[J]. Nature, 1974, 250: 26-31.
- [4] Grime J P. Plant Strategies and Vegetation Processes [M]. Chichester: John Wiley & Sons, Inc., 1979: 10-37.
- [5] Fowler N. The role of competition in plant communities in arid and semiarid regions[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1986, 17: 89-110.
- [6] Greig-Smith P. Quantitative Plant Ecology[M]. 3rd ed. Berkeley: University of California Press, 1983.
- [7] 张金屯. 植物种群空间分布的点格局分析[J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 344-349.
- [8] Ripley B D. Spatial Statistics[M]. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 1981: 144-169.
- [9] Stoyan D, Stoyan H. Fractals, Random Shapes and Point Fields: Methods of Geometrical Statistics [M]. Chichester: John Wiley & Sons, Inc., 1994: 284-291.
- [10] Haase P, Pugnaire F I, Clark S C, et al. Spatial patterns in a two-tiered semi-arid shrubland in southeastern Spain [J]. Journal of

- Vegetation Science, 1996, 7(4): 527-534.
- [11] Schurr F M, Bossdorf O, Milton S J, et al. Spatial pattern formation in semi-arid shrubland: a priori predicted versus observed pattern characteristics[J]. *Plant Ecology*, 2004, 173(2): 271-282.
- [12] Tirado R, Pugnaire F I. Shrub spatial aggregation and consequences for reproductive success[J]. *Oecologia*, 2003, 136(2): 296-301.
- [13] 张永明, 高润宏, 金洪. 西鄂尔多斯荒漠四种灌木根系生态特性研究[J]. *内蒙古农业大学学报*, 2005, 26(3): 39-43.
- [14] 孙启忠, 王育青, 阎志坚, 等. 内蒙古荒漠区几种优势植物对干旱的适应性[J]. *牧草与饲料*, 1991(3): 12-14, 19.
- [15] 朱恭, 李正平, 王万鹏, 等. 红砂属植物研究进展[J]. *甘肃林业科技*, 2004, 29(3): 1-6.
- [16] 孙祥, 于卓. 沙冬青根系的研究[J]. *干旱区研究*, 1994, 11(3): 53-56.
- [17] 孙祥, 于卓. 白刺根系的研究[J]. *中国沙漠*, 1992, 12(4): 50-54.
- [18] Getzin S, Dean C, He F L, et al. Spatial patterns and competition of tree species in a Douglas-fir chronosequence on Vancouver Island[J]. *Ecography*, 2006, 29(5): 671-682.
- [19] Pielou E C. The use of plant-to-neighbour distances for the detection of competition[J]. *Journal of Ecology*, 1962, 50(2): 357-367.
- [20] Antonovics J, Levin D A. The ecological and genetic consequences of density-dependent regulation in plants[J]. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1980, 11: 411-452.
- [21] Phillips D L, MacMahon J A. Competition and spacing patterns in desert shrubs[J]. *Journal of Ecology*, 1981, 69(1): 97-115.
- [22] Getzin S, Wiegand K, Schumacher J, et al. Scale-dependent competition at the stand level assessed from crown areas[J]. *Forest Ecology and Management*, 2008, 255(7): 2478-2485.
- [23] Wiegand T, Moloney K A. Rings, circles, and null-models for point pattern analysis in ecology[J]. *Oikos*, 2004, 104(2): 209-229.
- [24] Baddeley A, Turner R. Spatstat: an R package for analyzing spatial point patterns[J]. *Journal of Statistical Software*, 2005, 12(6): 1-42.
- [25] 刘果厚, 高润宇, 赵培英. 珍稀濒危植物沙冬青、四合木、绵刺和半日花等四种旱生灌木在环境胁迫下的生存对策分析[J]. *内蒙古农业大学学报*, 2001, 22(3): 66-69.
- [26] Prentice I C, Werger M J A. Clump spacing in a desert dwarf shrub community[J]. *Plant Ecology*, 1985, 63(3): 133-139.
- [27] Esler K J. *Vegetation Patterns and Plant Reproductive Processes in the Succulent Karoo* [D]. Cape Town: Department of Botany, University of Cape Town, 1993.
- [28] Dean W R J, Milton S J. Disturbances in semi-arid shrubland and arid grassland in the Karoo, South Africa: mammal diggings as germination sites[J]. *African Journal of Ecology*, 1991, 29(1): 11-16.
- [29] Yeaton R I, Esler K J. The dynamics of a succulent karoo vegetation: a study of species association and recruitment[J]. *Plant Ecology*, 1990, 88(2): 103-113.
- [30] Milton S J, Dean W R J. Selection of seeds by harvester ants (*Messor capensis*) in relation to condition of arid rangeland[J]. *Journal of Arid Environments*, 1993, 24(1): 63-74.

2011 年《特产研究》征订启事

《特产研究》(原名《特产科学实验》)是中华人民共和国农业部主管、中国农业科学院特产研究所和中国农学会特产学会联合主办的国家级农牧特产业学术期刊,为国家科技部中国科技核心期刊、RCCSE 中国核心学术期刊、《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊;1962 年创刊。主要报道特种经济动植物的引种驯化、遗传育种、饲养繁殖、疾病防治、栽培管理、病虫害防治、产品加工、贮藏保鲜等方面的最新科研成果,包括畜牧学、兽医学、药理学、营养学、栽培学、中药学、分析化学等各学科领域的研究报告、简报等;主要栏目有研究报告、测试分析、专论综述等。适合各级从事特产科技工作的院校师生、科研人员、生产技术人员及广大农村种植业和养殖业专业户参阅。

本刊为季刊,大 16 开本,80 页,公开发行。每期定价 5.00 元,全年定价 20.00 元(含邮费)。国内统一连续出版物号:CN 22-1154/S。邮发代号:12-182,全国各地邮局(所)均可订,也可随时从邮局汇款至编辑部订阅。

欢迎投稿。若需了解本刊对稿件的详细要求,可登陆中国农科院特产研究所网站 <http://www.caastcs.com>,点击浏览刊物栏目中的《特产研究》投稿须知。

有意投稿和订阅者,请直接与编辑部联系。编辑部地址:吉林省吉林市左家镇鹿鸣大街 15 号《特产研究》编辑部(邮编 132109);联系电话:0432-66513069(传真)(投稿),0432-66513067(订刊);E-mail:tcyjbjb@126.com。