

民勤荒漠区霸王群落植物生态位研究^{*}

李亚, 李得禄, 朱国庆, 吴春荣, 胡小柯, 李发明

(甘肃省荒漠化与风沙灾害防治重点实验室-省部共建国家重点实验室培育基地, 甘肃省治沙研究所, 兰州 730070)

提 要: 运用 Simpson 生态位宽度指数及 Pianka 生态位重叠指数, 对民勤荒漠区霸王群落两大分布区的植物生态位宽度及生态位重叠度进行计算, 从生态位角度分析霸王群落内各物种对资源的利用状况, 揭示霸王群落的结构及分布格局。结果表明: 两大分布区建群种均为霸王, 霸王的生态位宽度较其他物种都要宽; 建群种霸王与猫头刺、沙生针茅相互之间的重叠度指数相对较高, 猫头刺、沙生针茅与霸王相互间对资源利用竞争激烈, 对群落的结构共同起着重要的作用。生态位宽度大的物种不一定和其他物种有大的重叠指数, 较高的生态位宽度和较高的生态位重叠度之间并不存在直接的线性关系, 说明植被在演替进化的过程中对资源利用分化严重, 环境资源存在着高度的空间异质性。

关键词: 生态位; 霸王; 重要值; 生态位宽度; 生态位重叠度

中图分类号: Q145⁺.2

文献标识码: A

生态位是生态学中的一个重要概念, 在种间关系、群落结构、物种多样性及群落演替研究中已被广泛应用^[1-3]。起初生态位被较多的应用于热带亚热带植被、天然林等群落及种群的研究^[4-6], 近年来关于干旱半干旱区荒漠植物群落生态位方面的研究逐渐增多^[7-10], 生态位已成为研究荒漠植物物种多样性、种间联结性、种群进化及群落演替等方面的重要方法和途径。

霸王(*Zygophyllum xanthoxylum*)为蒺藜科霸王属小灌木, 高 70~150cm。在我国共有 22 种, 其中木本 3 种, 主要分布于内蒙古、甘肃、新疆、西藏等省(区), 蒙古也有分布。霸王是一种超旱生的灌木, 耐旱性强, 常见于石质残丘坡地、砂砾质丘间平地及固定、半固定沙地上, 亦可沿干河床呈带状分布在积沙的洼地和沙漠外围。其抗逆性强, 生态可塑性大, 具有较好的饲用价值和适口性, 是我国荒漠区的主要优势建群植物之一^[11-12]。

民勤荒漠区霸王群落主要分布于五托井和石榴井西, 面积约 28393.70hm², 占民勤草地总面积的 3.04%, 以前一直是当地主要的放牧区, 由于本身分布环境的脆弱性, 再加之长期过牧及人为破坏等因素, 近年来植被退化迅速, 保护和合理利用这一植物资源, 对当地的生态与经济建设具有重要作用。国内关于霸王的研究相对较少, 仅在生理特征、繁殖特性、种子萌发和储藏等方面有一些研究^[13-15], 尤其是民勤荒漠区霸王群落的研究几乎为空白, 文中在民勤荒漠区霸王集中分布区, 探讨植物生态位特征, 以期明确霸王群落中植物对环境的生态适应性, 为霸王群落的保护、恢复和合理利用提供科学依据。

1 材料与研究方法

研究区位于民勤荒漠区, 属典型的大陆性荒漠气候, 冬季寒冷, 夏季酷热, 昼夜温差大, 年均气温 7.6℃; 海拔高度 1425.5m; 降雨量小, 蒸发量大, 气候干燥, 多年平均降水量 110mm, 主要集中在 7、8、9 月份; 冬季盛行西北风, 全年风沙日可达 83d, 多集中在 2-5 月份; 土壤为灰棕漠土和风沙土, pH 值 7.5 以上。

1.1 研究方法

1.1.1 样地布设及取样

文中研究于 2010 年 9 月在霸王当年生长量最大的时段进行, 在霸王集中分布区, 沿着分布主方向每

^{*} 收稿日期: 2011-1-9; 修回日期: 2012-2-23。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41061030); 甘肃省自然科学基金项目(096RJZH016)资助。

作者简介: 李亚(1980-), 女, 汉族, 助理研究员, 主要研究方向: 荒漠植被恢复。E-mail: lygdc@126.com

隔 1km 依次设置 5 个样地 样地面积 $50 \times 50\text{m}^2$; 在每个样地随机布设 5 个样方 样方面积 $5 \times 5\text{m}^2$,在样方内进行调查与取样。调查内容主要包括植物名称、株数、冠幅、高度、新枝生长量、生物量等。

1.1.2 数据处理方法

依据张林静等人对荒漠绿洲过渡带植物不同生态位测定方法的研究结果^[16] 及一些对荒漠植被生态位研究的具体应用^[7-10] ,文中选取重要值来计量各物种的数量特征 ,以样方数作为资源级数目 ,来计算霸王群落中各物种的生态位结构特征 ,生态位宽度采用 Simpson 生态位宽度计算方法进行测定 ,生态位重叠度采用 Pianka 生态位重叠指数进行测定。

(1) 重要值计算。植物重要值 = 相对频度 + 相对密度 + 相对盖度 + 相对高度^[16-17]

(2) 生态位宽度计测。基于 Simpson 多样性指数的生态位宽度: $B_{si} = 1 - \sum_{j=1}^r P_{ij}^2$

式中: B_{si} 为 Simpson 生态位宽度 P_{ij} 为种 i 在资源级 j 上的重要值占它所有全部资源位上重要值的比例 r 为样方数。

(3) 生态位重叠度计测。Pianka 生态位重叠指数: $O_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^r P_{ij} P_{kj}}{\sqrt{\sum_{j=1}^r P_{ij}^2 \sum_{j=1}^r P_{kj}^2}}$

式中: O_{ik} 为第 i 和第 k 种植物间的 Pianka 生态位重叠值; 其他符号含义同上。

2 结果与分析

2.1 生态位宽度

霸王分布区植物生态位宽度计算结果(表 1 表 2)。

表 1 五托井霸王分布区生态位宽度

Tab. 1 Niche breadth of *Zygophyllum xanthoxylum* in Wutuojing area

层次	植物名称	重要值					总重要值	生态位宽度
		样地一	样地二	样地三	样地四	样地五		
灌木层	1 霸王	0.9	0.52	1.38	0.63	1.23	4.67	0.77
	4 猫头刺	0.17	0.17	0.21	0.46	0.17	1.17	0.75
	8 沙蒿	0.30	0.14	0.05	0.23	0.00	0.73	0.68
	12 白刺	0.32	0.79	0.00	0.00	0.56	1.67	0.63
	14 荒漠锦鸡儿	0.00	0.09	0.00	0.00	0.12	0.21	0.48
	15 红砂	0.10	0.00	0.00	0.07	0.00	0.16	0.48
	17 泡泡刺	0.00	0.46	0.00	0.24	0.00	0.70	0.45
草本层	2 沙葱	0.17	0.12	0.28	0.26	0.08	0.91	0.76
	3 无芒隐子草	0.15	0.12	0.21	0.22	0.41	1.11	0.76
	5 虫实	0.11	1.01	0.86	0.30	0.40	2.68	0.72
	6 黄芪	0.09	0.12	0.16	0.04	0.00	0.41	0.71
	7 沙生针茅	0.07	0.05	0.27	0.18	0.06	0.63	0.70
	9 画眉草	0.06	0.08	0.26	0.09	0.43	0.91	0.68
	10 刺儿菜	0.04	0.12	0.10	0.02	0.00	0.28	0.66
	11 五星蒿	0.00	0.04	0.09	0.00	0.06	0.20	0.63
	13 沙兰刺头	0.00	0.05	0.06	0.00	0.01	0.12	0.58
	16 茵陈	0.55	0.00	0.07	0.06	0.10	0.78	0.47
	18 猪毛蒿	0.12	0.00	0.00	0.37	0.00	0.49	0.37
	19 骆驼蓬	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00

从表 1 可以看出 ,五托井霸王分布区生态位 Simpson 宽度值 ,从大到小依次是:霸王、沙葱(*Allium mongolicum* Bgl)、无芒隐子草(*Cleistogenes songorica*)、猫头刺(*Oxytropis aciphylla* Ledeb.)、碟果虫实(*Corispermum hyssopifolium* L.)等 ,且宽度值较为接近 ,说明他们对资源环境的利用比较均衡 ,对环境的适应能力均较强。其中霸王的重要值远远高于其它几种优势种 ,占整个群落重要值的 26% ,是该分布区的建群种 ,对群落的结构起着主导作用 ,猫头刺、无芒隐子草及沙葱为主要伴生种。宽度值较低的植物种一般仅在 1 个或 2 个样方内出现 ,比如骆驼蓬(*Peganum harmala* L.)、猪毛蒿(*Artemisia scoparia* Waldst. et Kit.)、泡泡刺(*Nitraria sphaerocarpa* Maxim.)、红砂(*Reaumuria trigyna* Maxim.)等 ,其中猪毛蒿为一年生草

本植物,其萌发生长受当地雨季的影响较大,骆驼蓬、泡泡刺、红砂等在霸王群落内分布不均匀,对资源的利用有特殊的要求,适宜生存的生境较窄,是该分布区霸王群落的特化种。

表 2 石榴井西霸王分布区生态位宽度

Tab. 2 Niche breadth of *Zygophyllum xanthoxylum* in Shiliujing area

层次	植物名称	重要值					总重要值	生态位宽度
		样地一	样地二	样地三	样地四	样地五		
灌木层	1 霸王	1.65	0.93	1.56	0.86	1.42	3.81	0.79
	3 猫头刺	0.65	0.53	0.48	0.86	0.42	2.94	0.79
	4 荒漠锦鸡儿	0.00	0.42	0.49	0.46	0.38	1.75	0.75
	6 泡泡刺	0.00	0.25	0.34	0.18	0.26	1.03	0.74
	12 刺旋花	0.00	0.00	0.31	0.00	0.26	0.57	0.50
	14 白刺	0.00	0.00	0.00	0.10	0.30	0.40	0.38
草本层	2 沙生针茅	0.58	0.96	0.75	0.87	0.65	6.42	0.79
	5 猪毛蒿	0.29	0.00	0.31	0.19	0.21	1.00	0.74
	7 草霸王	0.13	0.42	0.11	0.24	0.06	0.96	0.71
	8 骆驼蒿	0.15	0.36	0.00	0.39	0.15	1.05	0.70
	9 沙葱	0.16	0.18	0.23	0.02	0.00	0.59	0.68
	10 黄芪	0.09	0.28	0.23	0.00	0.04	0.64	0.66
	11 猪毛菜	0.00	0.00	0.04	0.06	0.07	0.17	0.65
	13 合头草	0.00	0.29	0.23	0.00	0.00	0.52	0.49
	15 骆驼蓬	0.10	0.00	0.42	0.00	0.00	0.52	0.31
	16 戈壁天门冬	0.26	0.06	0.00	0.00	0.00	0.32	0.30
	17 大戟	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00

从表 2 可以看出,石榴井西霸王分布区生态位 Simpson 宽度值从大到小依次是:霸王、沙生针茅(*Stipa glareosa*)、猫头刺、荒漠锦鸡儿(*Caragana stenophylla*)等。其中霸王的重要值远远高于其它几种优势种,占整个群落重要值的 28%,是该分布区的建群种,猫头刺、沙生针茅及荒漠锦鸡儿为主要伴生种。合头草(*Sympegma regelii*)、骆驼蓬、戈壁天门冬(*Asparagus cochinchinensis*)、大戟(*Euphorbia pekinensis*)等物种宽度值较低,仅在 1 或两个样方内出现,是该分布区霸王群落的特化种。

2.2 生态位重叠度

霸王分布区植物生态位重叠度计算结果(表 3 表 4)。

表 3 五托井霸王分布区生态位重叠度

Tab. 3 Niche overlapping of *Zygophyllum xanthoxylum* in Wutuojing area

代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1	0.88	0.94	0.80	0.79	0.79	0.86	0.62	0.90	0.69	0.86	0.62	0.70	0.59	0.5	0.60	0.34	0.40	0.24
2		1	0.78	0.93	0.78	0.86	0.96	0.79	0.65	0.76	0.68	0.43	0.68	0.31	0.65	0.55	0.51	0.68	0.27
3			1	0.82	0.71	0.58	0.74	0.56	0.95	0.52	0.77	0.67	0.53	0.73	0.46	0.49	0.38	0.47	0.22
4				1	0.69	0.67	0.85	0.80	0.63	0.60	0.53	0.48	0.50	0.41	0.69	0.46	0.62	0.84	0.29
5					1	0.89	0.76	0.50	0.69	0.94	0.87	0.73	0.95	0.65	0.18	0.22	0.73	0.23	0.71
6						1	0.83	0.67	0.52	0.96	0.75	0.54	0.89	0.32	0.43	0.50	0.56	0.30	0.54
7							1	0.60	0.68	0.71	0.76	0.28	0.72	0.23	0.47	0.38	0.37	0.57	0.15
8								1	0.30	0.58	0.22	0.50	0.31	0.21	0.93	0.79	0.57	0.77	0.35
9									1	0.47	0.87	0.61	0.58	0.75	0.19	0.34	0.22	0.20	0.15
10										1	0.74	0.65	0.94	0.44	0.27	0.33	0.71	0.19	0.74
11											1	0.55	0.88	0.62	0.00	0.19	0.31	0.00	0.35
12												1	0.56	0.90	0.26	0.40	0.69	0.10	0.78
13													1	0.48	0.00	0.12	0.56	0.00	0.64
14														1	0.00	0.14	0.53	0.00	0.60
15															1	0.86	0.27	0.80	0.00
16																1	0.05	0.40	0.00
17																	1	0.44	0.89
18																		1	0.00
19																			1

从表 3 可以看出,五托井霸王群落内生态位重叠度指数最高的是沙生针茅和沙葱、黄芪和刺儿菜、无芒隐子草和画眉草等,他们之间的 Pianka 生态位重叠指数计算值都接近 1,由于他们对资源的利用无限接

近,而不可能完全一样,所以重叠值只是接近 1 而不能达到 1。

石榴井西霸王群落内物种间的生态位重叠度指数较高的物种为:荒漠锦鸡儿和泡泡刺、黄芪和合头草、天门冬和大戟、沙生针茅和猫头刺等,他们的重叠度指数都接近 1,其中天门冬和大戟的宽度值非常小,为该分布区群落内最低的两个物种,但他们之间的重叠度指数高达 0.97。

霸王与群落内猪毛蒿、沙生针茅及猫头刺的重叠度指数相对较高,霸王与猪毛蒿、沙生针茅及猫头刺在同资源位上出现的频率相近。与五托井分布区相似,生态位重叠度指数最大值依旧没有出现在生态位宽度值最大的霸王与其他物种之间,且部分生态位宽幅较大的物种,比如骆驼蒿与其他物种的重叠度指数均较低。

表 4 石榴井西霸王分布区生态位重叠度
Tab. 4 Niche overlapping of *Zygophyllum xanthoxylum* in Shiliujing area

代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	0.91	0.91	0.80	0.94	0.82	0.70	0.67	0.82	0.74	0.72	0.71	0.57	0.55	0.64	0.61	0.56
2		1	0.96	0.93	0.80	0.90	0.91	0.88	0.79	0.80	0.73	0.57	0.70	0.52	0.50	0.45	0.34
3			1	0.85	0.85	0.78	0.84	0.88	0.72	0.65	0.73	0.47	0.53	0.49	0.45	0.55	0.48
4				1	0.71	0.98	0.80	0.77	0.67	0.74	0.84	0.71	0.72	0.58	0.54	0.11	0.00
5					1	0.72	0.49	0.51	0.71	0.55	0.75	0.73	0.38	0.51	0.72	0.55	0.57
6						1	0.74	0.66	0.72	0.80	0.80	0.81	0.77	0.58	0.63	0.11	0.00
7							1	0.93	0.73	0.81	0.44	0.24	0.77	0.26	0.27	0.43	0.25
8								1	0.51	0.56	0.59	0.17	0.49	0.47	0.06	0.40	0.26
9									1	0.94	0.31	0.53	0.85	0.02	0.78	0.59	0.48
10										1	0.32	0.54	0.97	0.10	0.65	0.40	0.24
11											1	0.75	0.25	0.85	0.39	0.00	0.00
12												1	0.48	0.61	0.75	0.00	0.00
13													1	0.00	0.60	0.18	0.00
14														1	0.00	0.00	0.00
15															1	0.23	0.23
16																1	0.97
17																	1

3 结论

(1) 民勤霸王群落建群种为霸王,霸王的生态位宽度较其他物种都要宽;五托井分布区群落主要伴生种是猫头刺、沙葱及无芒隐子草,石榴井西分布区主要伴生种是猫头刺、沙生针茅及荒漠锦鸡儿;霸王与猫头刺、沙生针茅相互之间的重叠度指数相对较高,猫头刺、沙生针茅与霸王相互间对资源利用竞争激烈,对群落的结构共同起着重要的作用。

(3) 霸王作为群落内生态位宽度最大的物种,与其它物种间的生态位重叠度指数并不是最高,生态位宽度大的物种不一定和其他物种有大的重叠指数,较高的生态位宽度和较高的生态位重叠度之间并不存在直接的线性关系,说明植被在演替进化的过程中对资源利用分化严重,环境资源存在着高度的空间异质性。

4 讨论

(1) 生态位宽度是反映物种占有、利用资源状况的尺度,而群落内植物可利用的资源是不可替代的^[10,18],因此植物的生态位宽度不仅与物种的生态学和进化生物学特征有关,而且与种间的相互适应及相互作用、种与生态因子的相互关系等均有密切联系。生态位宽度较好的反映了物种在群落内的地位和作用,宽度值越大表明物种对环境的适应能力越强,对各种资源的利用较为充分,尤其在可利用资源极其有限的荒漠地区,在群落中往往处于优势地位。相关生态位研究表明,植物群落中建群种生态位宽度比伴生种宽^[7,9,10,19],文中研究结果与前面的结论基本一致,这主要是因为建群种在创建植物群落内部独特的生境条件及决定群落内种类组成方面起主要作用,在群落内部其适应群落小生境的能力及对小生境内资源的利用能力都表现出很强的优势,但少数伴生种也表现出较高的生态位宽度,这主要是因为人类活动的影响,群落内的生境较建群初期有所变化,这种变化为某些适应此生境能力较强的物种提供了适宜的生存

机会,表现出较宽的生态位。

(2) 生态位重叠反映的是不同物种之间对资源利用的相似程度和竞争关系。较高的生态位重叠意味着物种之间对环境资源具有相似的生态学要求,在荒漠地区可利用资源有限的外界环境下,生态位重叠度高就必然导致激烈的竞争。多数关于生态位的研究得出生态位宽度越大,与其他种的生态位重叠机会也就越大的结论^[10,16,20]。而民勤荒漠绿洲过渡带霸王群落植物生态位研究结果表明,生态位宽度大小与生态位重叠值之间并没有明显的正相关,这一结果与程中秋等人对宁夏盐池不同封育措施下植物生态位的研究结果^[7]一致。这一现象说明群落内植被在演替进化的过程中对资源利用分化严重,生态位宽的物种之间往往在对资源要求和利用方式上有一些分化,存在高度的空间异质性,因此相互间的重叠值并不一定很高,而生态位重叠值可能更多地取决于由物种生态学特性所决定的资源利用方式。

(3) 群落的结构与分布不仅与物种对资源的利用能力有关,同时受植物本身生物生态等因素的综合影响,文中的研究仅仅基于样方作为资源位不够准确和全面,需综合考虑多维资源因素,尤其是结合植物的生物生态特性及对资源的竞争能力作为多维资源位进行生态位特征分析,需要在今后的工作中做进一步的探讨。

参考文献

- [1] 张峰,上官铁梁. 山西翅果油树群落优势种群生态位分析[J]. 西北植物学报, 2004, 24(1): 70-74.
- [2] Sylva I N D, Daniel C, Clementine G C. Niche separation in community analysis: A new method[J]. Ecology, 2000, 81(10): 2914-2927.
- [3] Krebs J. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance[M]. New York: Fairfield Graphics, 1978: 225-228.
- [4] 任青山. 天然次生林主要种群生态位结构研究[J]. 东北林业大学学报, 1998, 26(2): 5-10.
- [5] 王作民,程瑞梅,刘世荣. 宝天曼落叶阔叶林种群生态位特征[J]. 应用生态学报, 1999, 10(3): 265-269.
- [6] Berendse F. Inter-specific competition and niche differentiation between *Plantago lanceolata* and *Anthoxanthum odoratum* in a natural hayfield[J]. Journal of Ecology, 1983, 71: 379-390.
- [7] 程中秋,张克斌,常进,等. 宁夏盐池不同封育措施下的植物生态位研究[J]. 生态环境学报, 2010, 19(7): 1537-1542.
- [8] 李瑞,张克斌,杨俊杰,等. 宁夏盐池荒漠化草原人工封育区生态位研究[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(4): 171-175.
- [9] 张继义,赵哈林,张铜会,等. 科尔沁沙地植物群落恢复演替系列种群生态位动态特征[J]. 生态学报, 2003, 23(12): 1241-1246.
- [10] 贺山峰,蒋德明,李晓兰,等. 小叶锦鸡儿固沙群落草本种群重要值与生态位的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(10): 150-155.
- [11] 刘嫖心. 中国沙漠植物志[J]. 北京: 科学出版社, 1987: 318-320.
- [12] 陈默君,贾慎修. 中国饲用植物[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 1236-1237.
- [13] 耿生莲,王占林. 霸王、沙木蓼和银水牛果在不同水分条件下的生理研究[J]. 山西林业科技, 2007(4): 24-26.
- [14] 周向睿,周志宇,吴彩霞. 霸王繁殖特性的研究[J]. 草业科学, 2006, 23(6): 38-41.
- [15] 曾彦军,王彦荣,保平,等. 几种生态因子对红砂和霸王种子萌发与幼苗生长的影响[J]. 草业学报, 2005, 14(5): 24-31.
- [16] 张林静,岳明,赵桂仿. 生态位不同计测方法在绿洲荒漠交错带应用的比较分析[J]. 生态学杂志, 2002, 21(4): 71-75.
- [17] 戈峰. 现代生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 251-254.
- [18] Abrams P A. Alternative models of character displacement and niche shift. I. Adaptive shifts in resource use when there is competition for nutritionally nonsubstitutable resource[J]. Evolution, 1987, 41(3): 651-661.
- [19] Del Moral. Vegetation ordination of subalpine meadows using adaptive strategies[J]. Can J Bot, 1983, 61: 3117-3127.
- [20] 郭全邦,刘玉成,李旭光. 缙云山森林次生演替序列优势种群生态位[J]. 西南师范大学学报, 自然科学版, 1997, 22(1): 73-78.

Study on the niche of *Zygophyllum xanthoxylum* community in Minqin desert area

LI Ya, LI Delu, ZHU Guoqing, WU Chunrong, HU Xiaoke, LI Faming

(State Key Laboratory of Desertification and Aeolian Sand Disaster Combating, Gansu Desert Control Research Institute, Lanzhou 730070, P. R. China)

Abstract: In order to show resources utilization status and the structural characteristics of *Zygophyllum xanthoxylum* community from niche's view, the niche breadth and niche overlapping were measured by means of Simpson niche breadth and Pianka niche overlapping indexes in the two different distribution area in Minqin desert area. It shows that constructive species is *Zygophyllum xanthoxylum* in both two different distribution area. The niche breadth of *Zygophyllum xanthoxylum* is the biggest in community. The niche overlapping are relatively high between *Zygophyllum xanthoxylum* and *Oxytropis aciphylla* Ledeb., and *Stipa glareosa*, and they have keen competition to utilization for environmental resources, together play important role for structure of community. The species with big niche breadth does not always have big niche overlapping, and the niche breadth and niche overlapping do not have a direct positive linear relation. It shows that environment and resources have high spatial heterogeneity during the vegetation succession process.

Key words: niche; *Zygophyllum xanthoxylum*; importance value; niche breadth; niche overlapping