

李得禄,马全林,张锦春,等.腾格里沙漠植被特征[J].中国沙漠,2020,40(4):223-233.

腾格里沙漠植被特征

李得禄^{1ab},马全林^{1ab},张锦春^{1ab},陈芳^{1a},李新荣²,袁宏波^{1ab},
魏林源^{1a},杨昊天²,张忠^{1a}

(1.甘肃省治沙研究所 a.甘肃省荒漠化与风沙灾害防治国家重点实验室, b.甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站,甘肃兰州 730070; 2.中国科学院西北生态环境资源研究院 沙坡头沙漠研究试验站,甘肃兰州 730000)

摘要:腾格里沙漠植被在维持沙漠生态系统稳定、促进生物多样保护及防风固沙等方面发挥着极其重要作用。在实地调查和查阅资料的基础上,划分了腾格里沙漠植被类型,分析了典型植物群落数量特征。结果表明:(1)腾格里沙漠植被类型较多,有6个植被型组、17个植被(亚)型、35个植被群系,具有典型的荒漠化草原植被特征。植被空间分布差异明显,南部流沙分布较广,植被类型单一,北部戈壁与沙漠交错分布,植被类型及物种组成相对丰富。(2)腾格里沙漠共有天然种子植物60科201属382种,多年生草本、一年生草本和灌木分别占总物种数的44.50%、25.92%和21.99%,乔木、寄生草本和水生草本数量较少。(3)腾格里沙漠典型灌木群落中,一年生草本占有较大比例,多年生草本次之,灌木所占比例相对较小,灌木常为群落优势种,属于群落稳定层片,而一年生草本数量随降雨变化较大,属于不稳定层片。(4)群落多样性南北差异较大,沙漠南部群落物种组成相对单一,物种丰富度、Simpson指数、Shannon-wiener指数、种间相遇率相对较低,沙漠北部群落物种组成丰富,多样性指数高,生态优势度不明显。

关键词:腾格里沙漠;植被类型;群落分布;物种组成;群落结构

文章编号: 1000-694X(2020)04-223-11

DOI: 10.7522/j.issn.1000-694X.2020.00053

中图分类号: Q948.15

文献标志码: A

0 引言

腾格里沙漠位于阿拉善盟的东南部,西北隔雅布赖山与巴丹吉林沙漠相望,东北与乌兰布和沙漠相邻,南和西南伸入到宁夏、甘肃,总面积为4.27万km²,是中国的第四大沙漠^[1-2]。腾格里沙漠地理位置独特,沙漠地貌形态多样,大部分被流动沙丘所覆盖,地势低凹部位零星分布有小湖泊和盐湖,沙漠西北部为石羊河流域,东南缘有黄河流过,水土资源丰富。腾格里沙漠开发和引黄灌溉历史悠久,孕育了民勤绿洲、古浪绿洲、中卫绿洲等大面积的绿洲,不少地区已建成蔬菜、粮食、饲料及其他经济作物的垦区^[3]。腾格里沙漠风沙活动频繁、环境恶劣,常常对周边工农业生产造成严重的破坏,开展植被类型划分及调查研究,掌握植物种类与特征是开展周边

绿洲生态保护的前提和基础。因此,研究腾格里沙漠地区植被种类对恢复沙漠植被、稳定沙漠生态系统和防沙治沙具有重要意义。

为了保护腾格里沙漠宝贵的荒漠植被及其生态系统,中央和地方政府在腾格里沙漠相继建立了沙坡头国家级自然保护区、民勤连古城国家级自然保护区、腾格里沙漠省级自然保护区^[4-5]。研究人员对腾格里沙漠植被^[6-8]、水分^[9-11]、土壤^[12-16]、沙丘运动规律^[17-18]以及沙漠治理^[19-20]等进行了相关研究,掌握了各保护区的植被类型及其特征。但是,现有植被方面的研究仅限制在局部区域范围,缺少对整个沙漠植被的分类和界定。本文在大量调查和总结前人前期研究的基础之上,对腾格里沙漠植被类型进行了划分,绘制了腾格里沙漠植被分布图,分析了典型荒漠灌木群落物种组成及数量特征。研

收稿日期:2020-01-03; 改回日期:2020-06-29

资助项目:国家科技基础资源调查专项(2017FY100203);国家自然科学基金项目(31760121,31660232);甘肃省基础研究创新群体项目(145RJIA335)

作者简介:李得禄(1977—),男,甘肃民乐人,硕士,研究员,主要从事荒漠植物及荒漠化防治研究。E-mail: lidlu2008@163.com

通信作者:马全林(E-mail: mq1925@126.com);陈芳(E-mail: chenfang2ff3@163.com)

究结果为腾格里沙漠植被保护与利用提供了技术支持。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

腾格里沙漠属典型的大陆性干燥气候^[21-22],干旱少雨、风大沙多、热量丰富、温差悬殊^[23],年均降水量 102.9 mm,年均蒸发量 2 258.8 mm;年均气温 7.8 °C;年均风速 4.1 m·s⁻¹。沙漠内部沙丘、湖盆、沼泽、草滩、山地及平原交错分布,其中沙丘占 71%,7% 属于固定和半固定沙丘,山地残丘及平地占 22%^[24]。沙漠中有大小湖盆 422 个,面积占整个沙漠的 6.8%^[3]。地带性土壤为灰漠土和棕钙土,风沙土是境内面积最大的土壤类型。植被以沙生灌木和半灌木占优势,固定、半固定沙丘主要分布在沙漠的外围与湖盆边缘,其上植物多为油蒿(*Artemisia ordosica*)、白刺(*Nitraria tangutorum*)、短穗怪柳(*Tamarix laxa*)和霸王(*Zygophyllum xanthoxylon*),流动沙丘上有沙蒿(*A. desertorum*)、沙竹(*Psammochloa villosa*)、芦苇(*Phragmites australis*)、花棒(*Hedysarum scoparium*)等^[24]。

1.2 研究方法

1.2.1 植被划分

以《中国植被》中的植被分类系统为标准,参考《中国植被及其地理格局——中华人民共和国植被图集 1:100 万说明书》^[25]《内蒙古植被》^[26]《内蒙古西部沙区荒漠灌丛植被及沙区生态建设》^[27]《内蒙古自治区系列地图植被类型图(1:1500000)》^[28]《中国草地资源现状与区域分析》^[29]《内蒙古植物志(1~8 卷)》^[30]等对腾格里沙漠植被进行分类。同时根据植被类型绘制腾格里沙漠植被分布图。

1.2.2 群落调查

在划分腾格里沙漠植被类型及制作分布图的基础上,对腾格里沙漠油蒿群落、沙蒿群落、绵刺+驼绒藜群落、红砂+泡泡刺群落、泡泡刺群落、白刺群落、沙冬青群落、霸王群落等 12 个典型灌木群落进行调查,分析群落物种组成及数量特征(表 1)。2018—2019 年 8—9 月,严格按照《中国荒漠主要植物群落调查项目实施技术手册》进行植被调查。选择目标物种分布均匀的地方布设样地,样地面积 100 m×100 m,在样地 4 角和中心位置各布设 1 个灌木样方,面积 10 m×10 m,共 5 个;草本样方以九宫格形式均匀布设在样地内,样方面积 1 m×1 m,共计

表 1 腾格里沙漠典型灌木群落信息

Table 1 Information of typical shrub communities in Tengger Desert

编号	群落名称	地点	经度(E)	纬度(N)	海拔/m	植被类型
1	绵刺+驼绒藜群落(<i>Potaninia mongolica</i> + <i>Krascheninnikovia ceratoides</i>)	内蒙古阿右旗曼德拉苏木	103°47'35.96"	39°51'46.85"	1442.8	草原化灌木荒漠
2	红砂+泡泡刺群落(<i>Reaumuria soongarica</i> + <i>Nitraria sphaerocarpa</i>)	内蒙古阿右旗曼德拉苏木	104°04'16.36"	39°41'51.99"	1250.2	半灌木、矮灌木荒漠
3	白刺群落(<i>Nitraria tangutorum</i>)	内蒙古阿左旗高高温多尔	105°03'33.33"	38°34'20.03"	1304.0	灌木荒漠
4	沙蒿群落(<i>Artemisia desertorum</i>)	甘肃民勤县苏武镇白土井	103°17'46.53"	38°44'40.42"	1451.2	半灌木、矮灌木荒漠
5	尖叶盐爪爪+细枝盐爪爪群落(<i>Kalidium cuspidatum</i> + <i>Kalidium gracile</i>)	甘肃民勤县南湖	103°17'37.07"	38°12'03.33"	1455.3	多汁盐生矮半灌木荒漠
6	油蒿群落(<i>Artemisia ordosica</i>)	甘肃古浪县吴家井	103°2'52.10"	37°49'56.73"	1591.2	半灌木、矮灌木荒漠
7	泡泡刺群落(<i>Nitraria sphaerocarpa</i>)	甘肃民勤县西渠镇	103°23'39.33"	39°17'07.09"	1389.9	灌木荒漠
8	膜果麻黄群落(<i>Ephedra przewalskii</i>)	甘肃民勤县薛百镇沙井子	102°51'22.30"	38°33'55.85"	1378.0	半灌木、矮灌木荒漠
9	霸王群落(<i>Zygophyllum xanthoxylon</i>)	甘肃民勤县红砂岗镇红敖包	102°53'24.22"	38°59'03.72"	1441.7	灌木荒漠
10	柠条锦鸡儿+泡泡刺群落(<i>Caragana korshinskii</i> + <i>Nitraria sphaerocarpa</i>)	甘肃民勤县红砂岗镇红敖包	102°54'02.26"	39°01'24.25"	1444.5	落叶阔叶灌丛
11	沙冬青群落(<i>Ammopiptanthus mongolicus</i>)	内蒙古阿左旗乌兰温都日	104°24'38.99"	38°03'07.57"	1488.0	常绿阔叶林
12	盐爪爪群落(<i>Kalidium foliatum</i>)	内蒙古阿左旗迈罕温多尔	104°33'59.16"	38°20'54.47"	1348.0	多汁盐生矮半灌木荒漠

9个。灌木样方确定后,对样方内灌木物种类型及数量进行统计,每个物种选择3~5个标准株,分别测定植株高度、冠幅、覆盖率;草本样方统计草本植物种类及数量,同样选择3~5个标准株分别测定植株高度和冠幅。同时记录样地坐标、海拔、立地条件、地貌状况、土壤类型等信息。

以综合数值表示灌木物种在群落中的相对重要值。重要值=(相对密度+相对盖度+相对频度+相对高度)/4。其中,相对密度为某种植物的个体数目与样方中全部植物的个体数目的比值;相对频度为某种植物出现的样方数与总样方数的比值;相对盖度为某一物种的分盖度与所有分盖度之和的比值;相对高度为某种植物的平均高度与本层中各种植物平均高度的比值。

在不同植物群落中,基于物种丰富度、多样性指数、种间相遇率、群落均匀度、群落生态优势度、种间相遇率等6个指标对灌木群落结构特征进行描述和评价^[31-32]。

物种丰富度:即群落中物种总数。

Shannon-Wiener指数: $H'=-\sum P_i \ln P_i$,即物种多样性。

Simpson指数: $D=1-\sum P_i^2$,即物种多样性

Pielou群落均匀度: $R=-\sum P_i \ln P_i / \ln S$

群落生态优势度: $DI=\sum P_i^2$

种间相遇率: $PIE=\sum [(N_i/N)(N-N_i)/(N-1)]$

式中: S 为样方物种数; N 为样地内植物个体总数; N_i 为第*i*种的个体数; $P_i=N_i/N$ 。

2 结果分析

2.1 植被类型及其分布

腾格里沙漠植被类型可划分为6个植被型组、17个植被(亚)型、35个植被群系(表2)。

腾格里沙漠属于典型的干旱半干旱荒漠区,干旱的气候孕育了具有显著荒漠特色的植被。从区域植被分布来看,沙漠南北差异较大,南部沙漠流动性较大,植被以油蒿和沙蒿群落为主,分布面积最大的为油蒿群落,其次为沙蒿、白刺群落,其间零星分布有沙冬青群落、红砂群落,在一些非地带性土壤上分布有盐爪爪和细枝盐爪爪群落。沙漠西北部包括民勤绿洲区及北部戈壁沙漠交错分布区植被类型较多,主要有霸王群落、柠条锦鸡儿群落、白刺群落、泡

刺群落、红砂群落、驼绒藜群落、绵刺群落等,同样在非地带性土壤上有细枝盐爪爪群落,细枝盐爪爪一般生长在盐湖底部及盐碱滩地,而白刺与细枝盐爪爪呈同心圆分布在细枝盐爪爪四周的沙地上,白刺常有沙埋现象。沙漠东南部分布有大面积沙冬青群落,石质山上为红砂群落。沙漠区域零星分布的有酸枣、蒙古扁桃等灌木,蒙古扁桃散生于石质山坡上,由于羊及骆驼啃食,植株低矮呈垫状。

多年生草本植物芦苇和沙竹在沙漠中均有分布,在民勤县青土湖及黄寨滩因人工补水芦苇沼泽面积不断扩大,沙竹在沙漠北部多于南部,常形成以沙竹或沙竹+油蒿(沙蒿)为优势种的群落;多年生草本大叶白麻分布于沙漠西南部的民勤南湖一带,石羊河流域中下游仅有零星分布;马蔺和芨芨草主要分布在沙漠东部一些地势低洼的盐碱地上,呈片状分布。靠近宁夏一带分布有大量海子,加上黄灌区对地下水的影响,分布有芦苇群落、达香蒲群落等草本类和沼泽类植被,这些群落往往数量少,呈非连片状分布,面积也十分有限。格里沙漠植被分布图见图1。

2.2 植被物种组成

腾格里沙漠天然种子植物有60科201属382种。其中,裸子植物有1科1属3种,分别占科、属、种的1.67%、0.50%、0.79%;被子植物有59科200属379种,分别占科、属、种的98.33%、99.50%、99.22%,被子植物占绝大多数,科属种比例达到了95%以上。腾格里沙漠分布有阿拉善特有物种27种,其中包含中国特有物种10种,阿拉善特有物种17种,荒漠建群特有物种6种。腾格里沙漠分布有国家重点保护植物12科15属16种,其中国家重点保护野生植物I级2种,国家重点保护野生植物II级14种(第二批的名录为讨论稿,未正式发布)。

根据Raunkiaer的生活型分类系统^[33-34],腾格里沙漠植物可以分为一年生植物(Th)、地下芽植物(G)、地面芽植物(H)、地上芽植物(Ch)、高位芽植物(Ph)5种类型。从生活型来看,腾格里沙漠共有乔木5种,占总物种数的1.31%;灌木84种,占总物种数的22.25%;多年生草本170种,占总物种数的44.50%;一年生草本99种,占总物种数的25.92%;寄生草本6种,占总物种数的1.57%;水生草本17种,占总物种数的4.45%。多年生草本占有绝对优势,乔木、寄生草本和水生草本数量较少,具有典型荒漠化草原植被特征。

表2 腾格里沙漠植被类型
Table 2 Classification of vegetation types in the Tengger Desert

植被型组	植被型	植被亚型	植被群系
灌丛	I. 落叶阔叶灌丛	(一) 温性落叶阔叶灌丛	1. 柠条锦鸡儿灌丛(<i>Caragana korshinskii</i>) 2. 蒙古扁桃灌丛(<i>Amygdalus mongolica</i>) 3. 白刺灌丛(<i>Nitraria tangutorum</i>)
荒漠	I. 温带荒漠	(二) 灌木荒漠	4. 猫头刺荒漠(<i>Oxytropis aciphylla</i>) 5. 泡泡刺荒漠(<i>Nitraria sphaerocarpa</i>) 6. 绵刺荒漠(<i>Potania mongolica</i>) 7. 沙冬青荒漠(<i>Ammopiptanthus mongolicus</i>) 8. 膜果麻黄荒漠(<i>Ephedra przewalskii</i>) 9. 霸王荒漠(<i>Zygophyllum xanthoxylon</i>)
		(三) 半灌木、小灌木荒漠	10. 红砂荒漠(<i>Reaumuria soongarica</i>) 11. 油蒿荒漠(<i>Artemisia ordosica</i>) 12. 沙蒿荒漠(<i>Artemisia desertorum</i>) 13. 驼绒藜荒漠(<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>) 14. 合头草荒漠(<i>Sympegma regelii</i>) 15. 鹰爪柴荒漠(<i>Convolvulus gortschakovii</i>)
		(四) 盐生小灌木荒漠	16. 盐爪爪荒漠(<i>Kalidium foliatum</i>) 17. 细枝盐爪爪荒漠(<i>Kalidium gracile</i>)
		(五) 小半灌木荒漠草原	18. 灌木亚菊草原(<i>Ajania fruticulosa</i>) 19. 内蒙古旱蒿荒漠草原(<i>Artemisia xerophytica</i>)
草原	II. 温带荒漠草原	(六) 丛生禾草荒漠草原	20. 戈壁针茅草原(<i>Stipa tianschanica</i>) 21. 沙生针茅草原(<i>Stipa caucasica</i>)
		(七) 根茎禾草草甸	22. 拂子茅草甸(<i>Calamagrostis epigeios</i>)
草甸	III. 盐化草甸	(八) 丛生禾草盐生草甸	23. 芨芨草草甸(<i>Achnatherum splendens</i>)
		(九) 根茎禾草盐生草甸	24. 赖草草甸(<i>Leymus secalinus</i>)
		(十) 杂草类盐生草甸	25. 马蔺草甸(<i>Iris lactea</i>) 26. 大叶白麻草甸(<i>Apocynum pictum</i>)
		(十一) 一年生盐生植物群落	27. 碱蓬群落(<i>Suaeda glauca</i>)
		(十二) 莎草沼泽	28. 水葱沼泽(<i>Scirpus validus</i>) 29. 丛藨草、小花灯心草沼泽(<i>Carex caespitosa-Juncus articulatus</i>) 30. 球穗藨草沼泽(<i>Scirpus wichurae</i>)
沼泽	IV. 草本类沼泽	(十三) 根茎禾草沼泽	31. 芦苇沼泽(<i>Phragmites australis</i>)
		(十四) 杂草类沼泽	32. 达香蒲沼泽(<i>Typha davidiana</i>)
		(十五) 沉水水生植被	33. 角果藻、狐尾藻群系(<i>Zannichellia palustris - Myriophyllum verticillatum</i>)
水生	V. 水生植被	(十六) 浮水水生植被	34. 穿叶眼子菜群系(<i>Potamogeton perfoliatus</i>)
		(十七) 挺水水生植被	35. 草泽泻群系(<i>Alisma gramineum</i>)

2.3 典型灌木群落物种组成及数量特征

在调查的12个灌木群落中,共有荒漠植物种59种,其中灌木23种,多年生草本19种,一二年生草本17种,草本植物明显多于灌木。从各群落物种生活型来看,灌木1~9种,多草本植物1~6种,一年生草本0~12种。灌木以红砂+泡泡刺群落最多,为9种,油

蒿和沙蒿群落最低,分别为1种和2种。多年生草本以霸王和泡泡刺群落为最多,分别为6种和5种,其余群落均在3种以下。泡泡刺群落中一年生草本最多,达到了12种,数量超过了灌木和多年生草本之和,绵刺+驼绒藜群落和白刺群落次之,一年生草本数量分别为9种和8种,其余群落在0~4种(表3)。

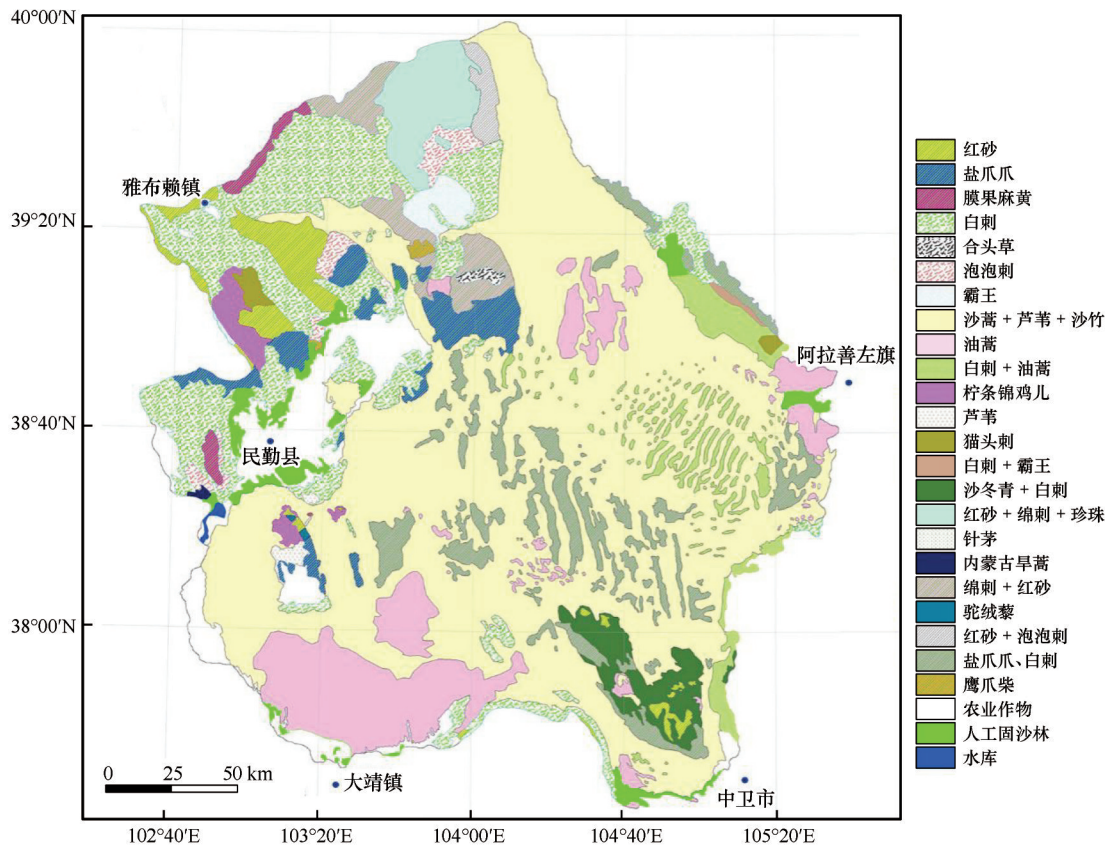


图 1 腾格里沙漠植被分布图

Fig.1 Vegetation distribution map in the Tengger Desert

表 3 腾格里沙漠典型灌木群落物种组成特征

Table 3 Species composition characteristics of typical shrub communities in the Tengger Desert

生活型	种	样地号											
		1	2	3	4	5	6	8	7	9	10	11	12
灌木	绵刺(<i>Potania mongolica</i>)	24.6	2.4					1.0					
	驼绒藜(<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>)	2.2	7.0										
	红砂(<i>Reaumuria soongarica</i>)	4.8	28.0			1.6							0.2
	泡泡刺(<i>Nitraria sphaerocarpa</i>)		4.0					1.6	15.6	2.6	9		
	白刺(<i>Nitraria tangutorum</i>)			9.8		4.4		0.4	2.4		0.6	2.6	4.2
	沙蒿(<i>Artemisia desertorum</i>)				27.2			1.8					
	尖叶盐爪爪(<i>Kalidium cuspidatum</i>)					40.6							
	细枝盐爪爪(<i>Kalidium gracile</i>)					17.6							
	油蒿(<i>Artemisia ordosica</i>)			1.0			6.2						
	膜果麻黄(<i>Ephedra przewalskii</i>)				0.2			8.4					
	霸王(<i>Zygophyllum xanthoxylon</i>)	1.2	1.4							8		6.6	
	柠条锦鸡儿(<i>Caragana korshinskii</i>)										2.2		
	矮脚锦鸡儿(<i>Caragana brachypoda</i>)		15.6							21.2			
	猫头刺(<i>Oxytropis aciphylla</i>)							3.2		1.2			
	鹰爪柴(<i>Convolvulus gortschakovii</i>)		1.2					1.4		0.2			
	戈壁天门冬(<i>Asparagus gobicus</i>)	0.8	0.4	1.0									
	中亚紫菀木(<i>Asterothamnus centrali-asiaticus</i>)								0.8				
	小果白刺(<i>Nitraria sibirica</i>)						2						

续表3

生活型	种	样地号											
		1	2	3	4	5	6	8	7	9	10	11	12
	沙拐枣(<i>Calligonum mongolicum</i>)							4.6					
	珍珠猪毛菜(<i>Salsola passerina</i>)	9.8	5.6										
	裸果木(<i>Gymnocarpos przewalskii</i>)							0.2					
	沙冬青(<i>Ammopiptanthus mongolicus</i>)										4.4		
	盐爪爪(<i>Kalidium foliatum</i>)												29.2
	小计	43.40 (1.72%)	65.69 (1.80%)	11.8 (0.04%)	27.4 (9.21%)	66.2 (16.30%)	6.2 (3.52%)	23.4 (0.02%)	18 (47.37%)	33.2 (3.24%)	11.8 (19.09%)	13.6 (23.53%)	33.6 (3.28%)
多年生	无芒隐子草(<i>Cleistogenes songorica</i>)	20.0	660.0					130.0		300.0			
草本	沙葱(<i>Allium mongolicum</i>)	130.0	220.0					70.0		240.0			
	沙生针茅(<i>Stipa caucasica</i>)		70.0		120.0			20.0		360.0	40.0		
	荒漠黄芪(<i>Astragalus alaschanensis</i>)										10.0		
	芦苇(<i>Phragmites australis</i>)			109.0		320.0	30.0						
	沙竹(<i>Psammodloa villosa</i>)												220.0
	蒙古鹤葱(<i>Scorzonera mongolica</i>)					20.0							
	苦豆子(<i>Sophora alopecuroides</i>)						10.0						
	骆驼蓬(<i>Peganum harmala</i>)									10.0			
	蝎虎霸王(<i>Zygophyllum mucronatum</i>)	10.0								60.0			
	细叶骆驼蓬(<i>Peganum nigellastrum</i>)							330.0					
	驼蹄瓣(<i>Zygophyllum fabago</i>)							140.0					
	变异黄芪(<i>Astragalus variabilis</i>)				20.0								
	苦马豆(<i>Sphaerophysa salsula</i>)			1.0									
	丛茎草(<i>Carex caespitosa</i>)			19.0									
	蒙山莴苣(<i>Lactuca tatarica</i>)			108.0									
	长叶碱毛茛(<i>Halerpestes ruthenica</i>)			2									
	小计	160 (6.34%)	950 (26.06%)	239 (81.91%)	140 (47.08%)	340 (83.7%)	40 (22.70%)	690 (5.50%)	0	970 (94.80%)	50 (80.91%)	0	220 (21.49%)
一二年生草本	蒺藜(<i>Tribulus terrester</i>)	250		40				360					
	地锦(<i>Euphorbia humifusa</i>)	110.0	40.0					510.0					
	冠芒草(<i>Enneapogon borealis</i>)	210.0	30.0					150.0					
	画眉草(<i>Eragrostis pilosa</i>)	1 050.0	2 120.0					6 920.0		20.0			
	碱蓬(<i>Suaeda glauca</i>)		440.0					40.0					
	沙米(<i>Agriophyllum squarrosum</i>)				110.0		100.0	10.0	20.0			19.0	750.0
	蒙古虫实(<i>Corispermum mongolicum</i>)				20.0			140.0					
	蒙古猪毛菜(<i>Salsola ikonnikovii</i>)	120.0						180.0				1.2	20.0
	五星蒿(<i>Bassia dasyphylla</i>)			6.0			30.0	170.0				24.0	
	虎尾草(<i>Chloris virgata</i>)	90.0											
	中亚滨藜(<i>Atriplex centralasiatica</i>)												
	三芒草(<i>Aristida adscensionis</i>)	20.0						3 300.0					
	白茎盐生草(<i>Halopteron arachnoideus</i>)	10.0		35.0				50.0					
	斧翅沙芥(<i>Pugionium dolabratum</i>)							10.0					
	猪毛蒿(<i>Artemisia scoparia</i>)	460.0											
	小计	2320 (91.94%)	2630 (72.14%)	41 (14.05%)	130 (43.71%)	0	130 (73.78%)	11840 (94.32%)	20 (52.63%)	20 (1.96%)	0	44.2 (76.47%)	770 (75.22%)
	合计	2523.4	3645.6	291.8	297.4	406.2	176.2	12553.4	38	1023.2	61.8	57.8	1023.6

灌木数据为5个样方数据平均值;草本数据为9个样方数据平均值。

不同生活型植物在各群落中占有的比例差异较大(表4)。膜果麻黄群落灌木比例最高,达47.37%,其次为柠条锦鸡儿+泡泡刺群落、沙冬青群落、尖叶盐爪爪+细枝盐爪爪群落,分别占19.09%、23.53%、16.30%,其余所占比例均在10%以下。霸王群落中多年生草本占到了物种总数的94.8%,其次为尖叶盐爪爪+细枝盐爪爪群落、白刺群落、柠条锦鸡儿+泡泡刺群落、盐爪爪群落,分别占83.7%、81.91%、

80.9%、75.22%,其余所占比例均在50%以下,膜果麻黄群落和沙冬青群落无多年生草本。一年生草本在白刺群落中占有比例最高,达到了99.6%;其次为泡泡刺群落、绵刺+驼绒藜群落,分别达到94.3%、91.9%,这与一年生草本画眉草大量繁殖有关;70%~90%的有红砂+泡泡刺群落、油蒿群落、膜果麻黄群落、沙冬青群落;10%以下的有尖叶盐爪爪+细枝盐爪爪群落、霸王群落和柠条锦鸡儿+泡泡刺群落。

表4 腾格里沙漠典型灌木群落优势种数量特征

Table 4 Quantitative characteristics of typical shrub community in the Tengger Desert

群落编号	植物群落类型	优势种	密度/(株·hm ⁻²)	高度/cm	冠幅/cm ²	盖度/%	重要值
1	绵刺+红砂群落	绵刺(<i>Potania mongolica</i>)	7 872.00	21.50	5 592.14	4.39	0.47
		红砂(<i>Reaumuria soongarica</i>)	1 152.00	23.50	4 144.80	1.01	0.18
		驼绒藜(<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>)	352.00	35.56	2 609.85	3.06	0.22
2	红砂+泡泡刺群落	红砂(<i>Reaumuria soongarica</i>)	6 720.00	14.54	584.04	1.72	0.24
		泡泡刺(<i>Nitraria sphaerocarpa</i>)	1 600.00	12.93	475.01	0.61	0.13
		珍珠猪毛菜(<i>Salsola passerina</i>)	1 792.00	12.00	459.73	0.26	0.11
3	白刺群落	白刺(<i>Nitraria tangutorum</i>)	3 920.00	28.38	6 217.67	8.86	0.86
4	沙蒿群落	沙蒿(<i>Artemisia desertorum</i>)	6 096.00	61.22	6 944.59	10.73	0.82
5	尖叶盐爪爪+细枝盐爪爪群落	尖叶盐爪爪(<i>Kalidium cuspidatum</i>)	16 240.00	33.11	3 726.38	44.51	0.37
		细枝盐爪爪(<i>Kalidium gracile</i>)	9 120.00	57.47	6 967.19	45.56	0.34
6	油蒿群落	油蒿(<i>Artemisia ordosica</i>)	1 984.00	62.50	9 115.65	14.74	1.00
7	泡泡刺群落	泡泡刺(<i>Nitraria sphaerocarpa</i>)	6 240.00	22.67	3 353.47	9.22	0.62
		白刺(<i>Nitraria tangutorum</i>)	768.00	11.00	185.00	0.10	0.14
		猫头刺(<i>Oxytropis aciphylla</i>)	768.00	7.00	136.72	0.08	0.10
8	膜果麻黄群落	膜果麻黄(<i>Ephedra przewalskii</i>)	840.00	46.73	14 747.52	5.49	0.46
		沙拐枣(<i>Calligonum mongolicum</i>)	460.00	30.40	1 281.84	0.12	0.18
9	霸王群落	霸王(<i>Zygophyllum xanthoxylon</i>)	800.00	32.70	2 348.36	0.56	0.40
		矮脚锦鸡儿(<i>Caragana brachypoda</i>)	1 696.00	13.31	178.82	0.14	0.28
10	柠条锦鸡儿+泡泡刺群落	柠条锦鸡儿(<i>Caragana korshinskii</i>)	208.00	51.43	8 099.23	1.61	0.27
		泡泡刺(<i>Nitraria sphaerocarpa</i>)	720.00	48.80	21 044.65	2.14	0.42
11	沙冬青+霸王群落	沙冬青(<i>Ammopiptanthus mongolicus</i>)	2 080.00	63.93	22 293.70	9.06	0.48
		霸王(<i>Zygophyllum xanthoxylon</i>)	2 240.00	54.51	5 346.03	2.24	0.32
12	盐爪爪群落	盐爪爪(<i>Kalidium foliatum</i>)	7 936.00	30.05	1 388.61	12.98	0.76

仅为群落中优势种统计数据。

受干旱气候的影响,腾格里沙漠植被以温带荒漠、温带灌丛植被型为主,主要植物群落优势物种数量特征见表4。种群密度以尖叶盐爪爪+细枝盐爪爪群落中的尖叶盐爪爪为最多,达到了16 240.00株·hm⁻²,细枝盐爪爪9 120株·hm⁻²,6 000~8 000

株·hm⁻²的有盐爪爪群落中的盐爪爪,达7 936株·hm⁻²,绵刺+红砂群落中的绵刺和红砂密度分别为7 872株·hm⁻²和6 720株·hm⁻²,沙蒿群落的沙蒿为9 096株·hm⁻²,泡泡刺群落中的泡泡刺为6 240株·hm⁻²。密度最小的绵刺+红砂群落中的驼绒藜,

仅 352 株·hm⁻²。各群落中高度最高的为沙冬青群落中的沙冬青,为 63.93 cm;油蒿群落和沙蒿群落中的油蒿和沙蒿次之,分别为 62.50 cm 和 61.22 cm;40~60 cm 的有膜果麻黄群落中的膜果麻黄、柠条锦鸡儿+泡泡刺群落中的柠条锦鸡儿和泡泡刺、沙冬青+霸王群落中霸王;其余各群落中的物种高度均在 40 cm 以下。尖叶盐爪爪+细枝盐爪爪群落中种盖度分别达到了 44.51% 和 45.56%;而油蒿群落、盐爪爪群落和沙蒿群落中优势物种盖度分别为 14.74%、12.98% 和 10.73%;其余样地种盖度均在 10% 以下。油蒿群落重要值最大,达到了 1;其次为白刺群落和沙蒿群落;由于组成灌木树种十分单一,单优势种在群落中的地位和作用十分显著,群落极不稳定。因此,群落密度较大的物种大部分为单优势种群落,而高度与物种自身特性有关,重要值同样以单优势种组成的群落为高。

2.4 典型灌木群落物种多样性特征

红砂+泡泡刺群落、尖叶盐爪爪+细枝盐爪爪群落和霸王群落物种数 6~8,白刺群落、沙蒿群落、油蒿群落和柠条锦鸡儿群落在 4(含 4 种)以下,组成物种相对稀少。Simpson 指数绵刺+驼绒藜群落、泡泡刺群落、膜果麻黄群落和霸王群落显著高于其他各群落($P<0.05$),沙蒿群落、柠条锦鸡儿+泡泡刺群落

和盐爪爪群落差异不显著($P>0.05$),而盐爪爪群落显著地低于其他各群落。Shanon-wiener 指数绵刺+驼绒藜群落、泡泡刺群落和霸王群落之间无显著差异($P>0.05$),而绵刺+驼绒藜群落显著地高于其他各群落($P<0.05$)。盐爪爪群落、柠条锦鸡儿+泡泡刺群落、红砂+泡泡刺群落、沙蒿群落、尖叶盐爪爪+细枝盐爪爪群落、油蒿群落之间无显著差异($P>0.05$),而盐爪爪群落显著低于其他各群落。种间相遇率绵刺+驼绒藜群落、膜果麻黄群落、沙冬青+霸王群落和霸王群落之间无显著差异($P<0.05$),而绵刺+驼绒藜群落、霸王群落显著地高于其他各群落($P<0.05$)。Pielou 均匀度指数绵刺+驼绒藜群落和沙冬青+霸王群落无显著差异($P>0.05$),而显著高于其他各群落($P<0.05$)。群落生态优势度盐爪爪群落与柠条锦鸡儿+泡泡刺群落和沙蒿群落之间无差异($P>0.05$),而显著高于其他各群落($P<0.05$)。沙漠南部基本以流沙为主,植被类型以沙蒿和油蒿为主,群落组成单一,砾质戈壁上物种丰富度、Simpson 指数、Shanon-wiener 指数、种间相遇率等相对高于南部,而群落生态优势度则相反(表 5)。因此,特殊的地理环境和气候特征造就了腾格里沙漠植被分布及群落物种组成特征,群落类型单一、物种组成稀少,且南北差异较大,分布不均匀,充分体现了荒漠植被的特征。

表 5 腾格里沙漠典型灌木群落物种多样性指数

Table 5 The species diversity index of typical shrub communities in the Tengger Desert

植物群落类型	物种丰富度	Simpson 指数	Shanon-wiener 指数	种间相遇率	Pielou 均匀度指数	群落生态优势度
绵刺+驼绒藜群落	10.2±0.97 ^b	0.71±0.06 ^a	1.53±0.16 ^a	0.67±0.07 ^a	1.03±0.09 ^a	0.29±0.06 ^d
红砂+泡泡刺群落	8.2±0.66 ^{bc}	0.41±0.07 ^{bc}	0.78±0.10 ^{cd}	0.41±0.07 ^{bc}	0.68±0.13 ^{bc}	0.59±0.07 ^{bc}
白刺群落	4±0.63 ^d	0.49±0.12 ^{bc}	0.94±0.10 ^{bcd}	0.5±0.12 ^{abc}	0.64±0.14 ^{bc}	0.51±0.12 ^{bcd}
沙蒿群落	2.8±0.37 ^d	0.32±0.11 ^{cd}	0.75±0.30 ^{cd}	0.32±0.11 ^{cd}	0.61±0.19 ^{cd}	0.68±0.11 ^{ab}
尖叶盐爪爪+细枝盐爪爪群落	6.6±1.6 ^c	0.41±0.08 ^{bc}	0.78±0.12 ^{cd}	0.41±0.08 ^{bc}	0.35±0.04 ^{bc}	0.59±0.08 ^{bc}
油蒿群落	2.6±0.24 ^d	0.41±0.08 ^{bc}	0.65±0.13 ^{def}	0.41±0.08 ^{bc}	0.68±0.10 ^{bc}	0.59±0.08 ^{bc}
泡泡刺群落	13.6±1.08 ^a	0.71±0.07 ^a	1.22±0.21 ^{abc}	0.34±0.09 ^{cd}	0.55±0.10 ^{bcd}	0.29±0.07 ^d
膜果麻黄群落	4±0.32 ^d	0.47±0.06 ^{bc}	0.9±0.08 ^{bcd}	0.5±0.07 ^{abc}	0.67±0.08 ^{bc}	0.53±0.06 ^{bc}
霸王群落	7±0.55 ^c	0.71±0.02 ^a	1.39±0.007 ^{ab}	0.71±0.02 ^a	0.68±0.08 ^{bc}	0.29±0.02 ^d
柠条锦鸡儿+泡泡刺群落	3.4±0.51 ^d	0.29±0.05 ^{cd}	0.45±0.07 ^{ef}	0.3±0.06 ^d	0.44±0.07 ^{bcd}	0.71±0.05 ^{ab}
沙冬青+霸王群落	4±0.63 ^d	0.59±0.06 ^b	1.15±0.90 ^{bcd}	0.61±0.06 ^{ab}	0.76±0.06 ^{ab}	0.41±0.06 ^{cd}
盐爪爪群落	4±0.63 ^d	0.15±0.05 ^d	0.32±0.09 ^f	0.15±0.05 ^d	0.26±0.06 ^d	0.85±0.05 ^a

不同字母表示不同群落间存在显著性差异, $P<0.05$ 。

3 讨论

沙漠植被稀少、物种单一、结构单调^[35-36]。受沙漠环境的影响,荒漠植被物种类型及分布存在着较大的差异^[37-39]。腾格里沙漠拥有6个植被型组、17个植被(亚)型、35个植被群系,荒漠植被类型较为丰富。而乌兰布和沙漠植被只有5个植被型组、9个植被(亚)型、21个植被群系^[34],库姆塔格沙漠植被也仅有5个植被型组、10个植被亚型、23个植被群系^[40]。比较而言,腾格里沙漠地处干旱半干旱气候类型区,乌兰布和沙漠地处半干旱向干旱区过渡区域,面积仅1万km²,面积小而降水少,造成植被类型较少,而库姆塔格沙漠属于极端干旱荒漠区,多年平均降雨量仅45 mm,随着降水自东向西递减,形成植被稀疏、类型单一的特征。与巴丹吉林沙漠相比,腾格里沙漠跨度大,涉及甘肃省武威市、内蒙古阿拉善左旗以及宁夏中卫市等区域,水分条件自南向北和自东向西表现出一定的差异性,造成了植被分布的差异性和复杂性。腾格里沙漠水分条件好,尤其是降雨量比库姆塔格沙漠和巴丹吉林沙漠大,加之腾格里沙漠地貌类型复杂多样,湖泊数量较多,东南部还受到黄河的影响,植被类型相对丰富。因此,腾格里沙漠植被类型及数量明显多于库姆塔格沙漠、巴丹吉林沙漠和乌兰布和沙漠。

腾格里沙漠有天然种子植物60科201属382种,乌兰布和沙漠科、属、种分别为腾格里沙漠的83.33%、80.10%和83.25%,而腾格里沙漠面积是乌兰布和沙漠的4.27倍,从单位面积物种数量来看,乌兰布和沙漠物种要丰富得多。乌兰布和沙漠靠近黄河,地下水资源丰富,沙漠地下水埋深1.5~3 m,其次受贺兰山的影响,降水相对丰富,乌兰布和沙漠东部降雨量在147.4 mm^[34],而腾格里沙漠降雨量仅为102.9 mm。库姆塔格沙漠有荒漠植物23科73属109种^[37],数量上要远远低于乌兰布和沙漠和腾格里沙漠,库姆塔格沙漠多年平均降雨量仅45 mm,干旱少雨导致了植物种类十分稀少。这说明降水及地下水等对荒漠植物种类及数量有着显著的影响。

腾格里沙漠多年生草本占有绝对优势,达到了总物种数的44.50%,一年生草本和灌木次之,分别占总物种数的25.92%和22.25%,乔木、寄生草本和水生草本较少,表明腾格里沙漠具有典型荒漠化草原植被的特征。巴丹吉林沙漠周边植被物种组成中灌木、半灌木>多年生草本>一年生草本^[41],说明

灌木、半灌木是干旱沙漠的组要组成物种,是决定群落稳定性的关键树种,多年生草本和一年生草本基本接近,一年生植物随降雨量有很大变化,对群落稳定性贡献较小^[42]。对巴丹吉林和库布齐两大沙漠的共计12个点位的植被调查显示,两大沙漠植被均以灌木建群,都伴生大量一年生沙生先锋植物^[43]。因此,在干旱荒漠区,灌木对群落的稳定性起重要作用,其数量大小决定着群落的发展趋势和稳定性。

物种多样性指数同样充分体现了荒漠植被的特点,即群落多样性指数均偏低,物种丰富度较低,种间相遇率偏低,群落生态优势度较高,群落中物种分布不均匀。施翔等^[44]认为准噶尔无叶豆群落的丰富度指数、多样性指数与群落的结构及立地环境条件等有密切的关系,结构复杂的群落较其他群落的多样性指数高。马淑琴等^[45]在塔里木荒漠河岸林异质生境物种多样性比较研究中发现,土壤水盐的空间异质性是引起荒漠植被空间分布与群落多样性差异的主导因子。植物群落物种多样性与立地条件密切相关,砾质地上植被类型相对较丰富,物种组成数量多,物种丰富度和多样性指数相对较高。而以风沙土为主的群落物种组成相对单一,群落多样性指数也低,群落均匀度较低,优势度明显,如分布于腾格里沙漠南部的沙蒿和油蒿群落基本生长在流动半流动沙丘上,物种组成单一,其多样性指数也最低。可见,腾格里沙漠植被分布类型的多样性与立地环境有着密切的联系,搞清沙漠植被类型及分布特征,有助于揭示荒漠植被演替及其变化趋势,对研究和探索沙漠的形成演变具有重要的意义。

4 结论

腾格里沙漠植被属典型荒漠化草原植被,拥有6个植被型组、17个植被(亚)型、35个植被群系。统计有天然种子植物60科201属382种,物种组成以多年生草本、一年生草本和灌木为主,分别占到总物种数的44.50%、25.92%和21.99%,乔木、寄生草本和水生草本数量较少。

腾格里沙漠植被分布受地貌影响较大。南部流沙分布广,植被类型单一,北部呈现戈壁、沙漠交错分布,植被类型及物种组成相对丰富,尤其是戈壁上物种相对丰富。

腾格里沙漠典型灌木群落中,一年生草本占有

较大的比例,多年生草本次之,灌木所占比例相对较小,但常为群落优势种,属于群落稳定层片,而一年生草本数量随降雨变化较大,属于不稳定层片。

生境条件决定了群落多样性指数,沙漠南部基本以流沙为主,植被类型以油蒿为主,群落物种组成单一,沙漠南部物种丰富度、Simpson指数、Shannon-wiener指数、种间相遇率等低于北部,而群落生态优势度则相反。因此,腾格里沙漠植被类型丰富,群落类型多样,且南北差异较大,典型荒漠植物群落组成及数量特征反映了腾格里沙漠生态环境的恶劣程度。

致谢:连古城自然保护区管理局胡生新和曾新德高级工程师、阿拉善盟林业科学研究所武志博副研究员、阿拉善盟林业和草原局彭家俊高级工程师等对植被分布图提出了宝贵建议,在此表示感谢!

参考文献:

- [1] 张广军. 沙漠学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [2] 卢琦. 中国沙情[M]. 北京: 开明出版社, 2000.
- [3] 马世威. 沙漠学[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1998.
- [4] 王旭. 宁夏沙坡头国家级自然保护区植被覆盖变化及其稳定性[D]. 兰州: 兰州大学, 2015.
- [5] 李昌龙, 王继和, 孙坤, 等. 民勤连古城自然保护区群落结构和物种多样性特征分析[J]. 西北植物学报, 2006(11): 2338-2344.
- [6] 冯丽, 张景光, 张志山, 等. 腾格里沙漠人工固沙植被中油蒿的生长及生物量分配动态[J]. 植物生态学报, 2009, 33(6): 1132-1139.
- [7] 李新荣, 肖洪浪, 刘立超, 等. 腾格里沙漠沙坡头地区固沙植被对生物多样性恢复的长期影响[J]. 中国沙漠, 2005, 25(2): 173-181.
- [8] 满多清, 吴春荣, 徐先英, 等. 腾格里沙漠东南缘荒漠植被盖度月变化特征及生态恢复[J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 140-144.
- [9] 石薇, 王新平, 张亚峰. 腾格里沙漠人工固沙植被区浅层土壤水分对降水和生物结皮的响应[J]. 中国沙漠, 2018, 38(3): 600-609.
- [10] 付华, 周志宇, 陈善科. 腾格里沙漠东南缘飞播区白沙蒿植被密度与土壤水分关系的研究[J]. 中国沙漠, 2001, 21(3): 265-270.
- [11] 王新平, 李新荣, 康尔泗, 等. 腾格里沙漠东南缘人工植被区降水入渗与再分配规律研究[J]. 生态学报, 2003, 23(6): 1234-1241.
- [12] 施明, 王锐, 孙权, 等. 腾格里沙漠边缘区植被恢复与土壤养分变化研究[J]. 水土保持通报, 2013, 33(6): 107-111.
- [13] 田青, 王建兵, 张德罡, 等. 腾格里沙漠南缘植被恢复过程中土壤理化性状的变化[J]. 中国沙漠, 2013, 33(3): 772-776.
- [14] 赵芸, 贾荣亮, 滕嘉玲, 等. 腾格里沙漠人工固沙植被演替生物土壤结皮盖度对沙埋的响应[J]. 生态学报, 2017, 37(18): 6138-6148.
- [15] 李新荣, 贾晓红. 腾格里沙漠东南缘荒漠植被格局与土壤资源的关系[J]. 草地学报, 2005(增刊1): 37-43.
- [16] 高艳红, 张志山, 刘立超, 等. 腾格里沙漠植被重建对土壤呼吸的影响[J]. 土壤学报, 2009, 46(4): 626-633.
- [17] 满多清, 董治宝, 纪永福. 腾格里沙漠西南缘植被季节变化及风沙活动[J]. 中国沙漠, 2008, 28(6): 1029-1032.
- [18] 张正德, 董治宝, 钱广强, 等. 腾格里沙漠西部和西南部风能环境与风沙地貌[J]. 中国沙漠, 2012, 32(6): 1528-1533.
- [19] 黄兆华. 腾格里沙漠治理40年[J]. 中国沙漠, 1997, 17(3): 1-7.
- [20] 陈善科, 吴平. 腾格里沙漠对周边地区生态环境的影响及其综合治理措施[J]. 草业科学, 2003(2): 1-3.
- [21] 赵景波, 郁科科, 邵天杰, 等. 腾格里沙漠沙层水分状况初步研究[J]. 资源科学, 2011, 33(2): 259-264.
- [22] 郑熠. 近49年来腾格里沙漠边缘气象要素分析研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2014.
- [23] 张存杰, 谢金南, 李栋梁, 等. 东亚季风对西北地区干旱气候的影响[J]. 高原气象, 2002, 21(2): 193-198.
- [24] 石书兵. 中国沙漠·沙地·沙生植物[D]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2013.
- [25] 张新时. 中国植被及其地理格局: 中华人民共和国植被图集1: 100万说明书[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [26] 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古植被[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [27] 徐恒刚. 内蒙古西部沙区荒漠灌丛植被及沙区生态建设[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004.
- [28] 雍世鹏, 李博, 崔海亭. 内蒙古自治区系列地图植被类型图(1:1500000)[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
- [29] 刘钟龄. 中国草地资源现状与区域分析[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [30] 马毓泉. 内蒙古植物志(1-8卷)[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1985.
- [31] 陈文业, 郑华平, 戚登臣, 等. 黄河上游重大生态功能区草地逆型演替植物多样性变化研究[J]. 中国草地学报, 2007, 29(6): 6-11.
- [32] 李昌龙, 徐先英, 金红喜, 等. 玛曲高寒草甸沙化过程中群落结构与植物多样性[J]. 生态学报, 2014, 34(14): 3953-3961.
- [33] 曹成有, 朱丽辉, 蒋德明, 等. 固沙植物群落稳定性机制的探讨[J]. 中国沙漠, 2004, 24(4): 461-466.
- [34] 马全林, 袁宏波, 张锦春, 等. 乌兰布和沙漠植被[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2018.
- [35] 孔丽娟, 沈吉庆. 腾格里沙漠东南边缘植物群落物种多样性分析[J]. 宁夏农学院学报, 2003(4): 25-28, 41.
- [36] 何兴东. 塔克拉玛干沙漠腹地天然植被调查研究[J]. 中国沙漠, 1997, 17(2): 144-148.
- [37] 张锦春, 王继和, 廖空太, 等. 库姆塔格沙漠植被特征分析[J]. 西北植物学报, 2008(11): 2332-2338.
- [38] 张立欣, 段玉玺, 王伟峰, 等. 库布齐沙漠不同植被类型群落特征与土壤有机质、全氮、含水量关系研[J]. 江西农业大学学报, 2015, 37(6): 1044-1051.
- [39] 李新荣, 张志山, 谭会娟, 等. 我国北方风沙危害区生态重建

- 与恢复: 腾格里沙漠土壤水分与植被承载力的探讨[J]. 中国科学: 生命科学, 2014, 44(3): 257-266.
- [40] 王继和, 廖空太, 俄有浩. 库姆塔格沙漠综合科学考察[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2008.
- [41] 王蒙, 董治宝, 逯军峰, 等. 巴丹吉林沙漠周边植被特征和物种多样性[J]. 中国沙漠, 2015, 35(5): 1226-1233.
- [42] 李得禄, 刘世增, 纪永福, 等. 民勤连古城自然保护区异质生境中沙木蓼群落结构及物种多样性[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(5): 85-89, 181.
- [43] 张翼飞, 萌来, 王成燕, 等. 巴丹吉林沙漠与库布齐沙漠植被现状调查[J]. 北方环境, 2013, 25(12): 23-26.
- [44] 施翔, 孟凡翔, 杨姗霖, 等. 不同生境准噶尔无叶豆群落特征及物种多样性研究[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(1): 91-96.
- [45] 马淑琴, 薛正伟, 杨丽丽, 等. 塔里木荒漠河岸林异质生境物种多样性比较与其测度指标筛选及评价[J]. 植物研究, 2017, 37(6): 961-969.

Vegetation characteristics of the Tengger Desert

Li Delu^{1ab}, Ma Quanlin^{1ab}, Zhang Jinchun^{1ab}, Chen Fang^{1a}, Li Xinrong², Yuan Hongbo^{1ab},
Wei Linyuan^{1a}, Yang Haotian², Zhang Zhong^{1a}

(1. a. State Key Laboratory Breeding Base of Desertification and Aeolian Sand Disaster Combating / b. Minqin National Studies Station for Desert Steppe Ecosystem, Gansu Desert Control Research Institute, Lanzhou 730070, China; 2. Shapotou Desert Research and Experiment Station, Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Vegetation played an important role in maintaining the ecosystem stability, promoting biodiversity conservation, windbreak and sand fixation in the Tengger desert. On the basis of field investigation and consulting data, vegetation types were divided, and quantitative characteristics of typical plant communities were analyzed. The results showed that: (1) There were abundant vegetation types in the Tengger desert, including 6 vegetation type groups, 17 vegetation (sub) types and 35 vegetation groups, which had typical vegetation characteristics of desertification grassland. The spatial distribution of vegetation was obviously different in the Tengger desert. The quicksand was widely distributed in the south, the vegetation type was single, while the Gobi and desert were crisscross distributed in the north, and the vegetation type and species composition were relatively rich. (2) There were 382 species of natural seed plants belonging to 201 genera, 60 families in the Tengger desert. Perennial herbs, annual herbs and shrubs accounted for 44.50%, 25.92% and 21.99% of the total species, and the number of arbors, parasitic herbs and aquatic herbs was small. (3) In typical shrub communities in the Tengger desert, annual herbs accounted for a large proportion, followed by perennial herbs, and shrubs accounted for a relatively small proportion. Shrubs were often the dominant species and belonged to stable layers in the community, while the number of annual herbs varied with rainfall and belonged to unstable layer. (4) The community diversity varies greatly from north to south. The species composition of the community in the south of the desert is relatively single, and the species richness, Simpson index, Shanon Wiener index and interspecific encounter rate are relatively low. The species composition of the community in the north of the desert is rich, the diversity index is high, and the ecological dominance is not obvious.

Key words: Tengger desert; vegetation type; community distribution; species composition; community structure