

雷军,程新平,薛春,等.黑河流域中游北部荒漠区植物群落特征与稳定性[J].中国沙漠,2024,44(6):187-194.

黑河流域中游北部荒漠区植物群落特征与稳定性

雷军^{1,2},程新平^{1,2},薛春¹,刘红梅¹,赵玉红^{1,2},肖明敏¹

(1.甘肃省祁连山水源涵养林研究院,甘肃 张掖 734000; 2.甘肃张掖生态科学研究院,甘肃 张掖 734000)

摘要:黑河流域荒漠植物群落是阻挡风沙进入中国内陆的第一道绿色防线,是保护河西走廊乃至西北地区的天然屏障。为全面掌握黑河流域中游北部荒漠区植被类型、分布特征及稳定性,采用多年实地调查的方法,进行了研究,以期为黑河流域中游荒漠植被及其物种多样性保护利用提供依据。结果表明:(1)研究区植物群落结构相对简单,共有80种高等植物,归于23科61属,其中:被子植物占物种数的97.5%,藜科、禾本科、藜科、豆科、菊科、蔷薇科6科占物种总数的75.0%;(2)植物群落层片结构简单,由灌木、半灌木、小灌木和草本植物组成,植被生活型组成以草本植物占绝对优势,占总物种数的67.5%,其中多年生草本占总物种数的47.5%,一年生草本和灌木分别占总物种数的20.0%和32.5%,多年生草本物种数优势明显,灌木为群落建群种,属于群落稳定层,一年生草本属于群落不稳定层;(3)研究区的稳定群落为唐古特白刺(*Nitraria tangutorum*)+珍珠猪毛菜(*Caroxylon passerinum*)群落。总之,黑河流域中游北部荒漠区植物种类贫乏,群落盖度较低,稳定性较弱,建议加强荒漠植被保护修复,特别是稳定群落的保护修复,以维持生态系统稳定性和持续性。

关键词:植物群落;稳定性;北部荒漠区;黑河流域中游

文章编号:1000-694X(2024)06-187-08

DOI:10.7522/j.issn.1000-694X.2024.00112

中图分类号:Q948

文献标志码:A

0 引言

植物群落是在一定的气候、土壤及生物等因素的综合作用下形成的植物组合^[1],是植物在长期环境变化中自我调节和适应而形成的集合体,作为生态系统物质和能量的主要提供者,是维持生态系统稳定和持续生产的物质基础^[2]。植物群落的自身发展总是趋于最大限度地利用当地环境资源,构成多样的群落结构特征,以维持群落结构和功能的稳定^[3]。植物群落的最基本特征是植物与植物、植物与环境之间的相互关系,其可见标志是群落中各种植物在空间上和时间上的配置状况,即群落结构,主要表现为一定的种类成分、垂直和水平结构以及群落的外貌^[4]。黑河流域中游地区荒漠广泛分布,荒漠植物群落是生态系统的重要组成部分^[5-7],具有保持生物多样性、维持群落稳定性、抑制土地荒漠化和沙漠化的功能^[8-9],是生态系统维持相对稳定的

基础,对维持整个黑河流域的生态安全具有重要意义^[10-11]。

黑河是河西走廊三大内陆河之一,是中国西北干旱区重要的内陆河,黑河流域是西部生态环境建设的重要地带^[12]。由于地处干旱内陆区域,黑河流域中游荒漠区自然环境恶劣,生态系统脆弱,频繁的风沙和人类活动的干扰导致植物物种多样性和稳定性的破坏,对区域环境及经济的可持续发展造成了严重的损失^[13-14]。荒漠区植被是保障黑河流域生态安全的绿色屏障,掌握荒漠植物群落特征和稳定性及其内在的影响机制,是解析干旱荒漠区生态系统稳定和生态安全的关键科学问题^[10],为黑河流域生态环境恢复与重建以及生态系统稳定性维持提供科学的理论依据。近年来,黑河中游地区经济快速发展,水电开发、水库塘坝建设、节水工程建设在黑河流域普遍存在且强度日益增长,导致河流径流量减少,在气候暖干化等多重因素的共同作用

收稿日期:2024-05-27; 改回日期:2024-08-17

资助项目:甘肃省自然科学基金项目(22JR5RG1031)

作者简介:雷军(1976—),男,甘肃高台人,硕士,副研究员,主要从事荒漠生态监测与治理研究。E-mail: lejun0121@163.com

下,黑河中游北部荒漠区植被生境质量的下降,严重威胁着黑河中游北部荒漠区植物群落物种多样性和稳定性,阻碍了绿洲经济和社会的持续、稳定发展^[15]。荒漠生态系统的稳定性在很大程度上取决于荒漠植物群落对干扰的抵抗能力和自我修复能力,即荒漠植物群落稳定性^[16-17]。目前国内对植物群落稳定性评价主要有 Godron 指数法和指标法。Godron 等^[18]利用累计种类百分数与累计相对频度比值判断群落的稳定性,比值越趋近于 20/80 (群落的稳定点),群落就越稳定,该方法被称为 Godron 指数法。吕光辉等^[19]利用植物种的百分数与累计相对盖度比值测定群落稳定性。赵哈林等^[20]运用群落质量指数和土壤质量指数构建了植被稳定性评价指数。邢存旺^[21]选取与林分生长、抗性和功能相关的多项指标,运用指标法构成黄羊滩人工固沙林生态系统稳定性平均的指标体系。曹成有等^[16]认为固沙植物群落的稳定程度主要取决于群落内冗余的数量和结构,冗余越多、结构越复杂,群落越稳定。而在黑河流域中游地区,缺少对荒漠区植被的系统调查和研究,流域中游内主要植被类型、分布范围、典型群落物种组成和群落稳定性等尚不清楚。这些都是黑河流域中游北部荒漠区植被保护与维护区域生态安全屏障亟须解决的重要科学问题。

荒漠植物及其群落在保护河西走廊绿洲生态安全中发挥着十分重要的作用,保护和建设好荒漠植物群落是打好河西走廊-塔克拉玛干沙漠边缘阻击战的最有效途径。本文以黑河流域中游北部荒漠区植物群落为研究对象,对北部荒漠区甘州、临泽、高台研究区的植被进行实地调查,研究甘州、临泽、高台不同区域荒漠植物群落物种组成、数量特征和稳定性,对了解掌握荒漠植被的生存现状、制定黑河流域植被及其多样性保护建设对策具有重要的参考价值。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

黑河流域中游分布着广袤的荒漠,对地表水和地下水补给的依赖是内陆河流域荒漠区别于其他分布区荒漠生态系统的重要特征^[22]。黑河出山口莺落峡至正义峡之间区域为黑河中游(97°20'—

102°12'E、37°28'—39°57'N),河道长 185 km,流域面积达 $2.56 \times 10^4 \text{ km}^2$,该区域光热资源丰富,但干旱严重,依靠黑河供水保障人工绿洲发育。研究区位于黑河流域中游北部荒漠区(张掖市甘州区、临泽县、高台县),属温带干旱大陆性荒漠气候,海拔 1 200~1 500 m,年平均气温 5~10 °C,年降水量 108.3~150 mm,6—9 月占年降水量的 70%~80%,年蒸发量 1 341~2 388 mm。年平均相对湿度 52%,年日照时数为 3 085 h,年太阳辐射总量 $618.9 \text{ kJ} \cdot \text{cm}^{-2}$,无霜期 156 d^[23]。

研究区多为平坦的荒漠区,天然植被稀疏,多为温带小灌木、半灌木和多年生草本,以藜科、禾本科、藜科、豆科、菊科为多见植物。代表性植物如白刺(*Nitraria tangutorum*)、合头草(*Sympegma regelii*)、红砂(*Reaumuriasongarica*)、珍珠猪毛菜(*Caroxylon passerinum*)、沙生针茅(*Stipa glareosa*)、盐生草(*Halogeton glomeratus*)、泡泡刺(*Nitraria sphaerocarpa*)和芨芨草(*Achnatherum splendens*)等。地带性土壤为灰漠土、灰钙土和灰棕漠土;非地带性土壤有风沙土、草甸土、沼泽土、盐渍土和灌淤土等。土壤贫瘠,有机质缺乏,质地较粗,含盐量高,属荒漠土类。地貌景观类型有流动、半流动、固定、半固定沙丘以及丘间低地。

1.2 野外调查

2020—2023 年,每年 7—9 月在黑河流域中游北部荒漠区开展植物群落调查研究。在甘州区、临泽县、高台县荒漠区选择优势种分布均匀的区域各设置 1 km×1 km 的固定样地 3 个(表 1),固定样地内随机均匀布设 6 个 100 m×100 m 小样地,在小样地内对角线四点和中心位置各布设 10 m×10 m 的灌木样方 5 个、1 m×1 m 草本样方 5 个,共计 270 个灌木样方和 270 个草本样方。对样方内灌木、草本进行调查,记录植物种类、测定植株高度、冠幅、密度、盖度。记录样地坐标、植物群落和主要建群种等信息^[24]。

1.3 研究方法

植被重要值是研究植物种在群落中的地位和作用的综合数量指标。重要值采用相对高度(指群落中某种植物的平均高度占有所有植物平均高度的百分比)、相对盖度、相对密度、相对频度的均值计算^[25]。

表 1 研究区位置及群落名称
Table 1 Stability determination study area location and community names

样地号	经度(E)	纬度(N)	植物群落	主要建群种
甘州-1	100°40'05"	38°45'40"	唐古特白刺+珍珠猪毛菜群落	唐古特白刺、珍珠猪毛菜
甘州-2	100°27'36"	38°26'28"	盐爪爪+合头草群落	盐爪爪、合头草
甘州-3	100°43'37"	39°09'46"	珍珠猪毛菜+盐爪爪+合头草群落	珍珠猪毛菜、盐爪爪、合头草
临泽-1	100°07'42"	39°23'39"	泡泡刺+珍珠猪毛菜群落	泡泡刺、珍珠猪毛菜
临泽-2	100°55'30"	39°13'25"	红砂+盐爪爪群落	红砂、盐爪爪
临泽-3	100°13'13"	39°10'08"	红砂+泡泡刺群落	红砂、泡泡刺
高台-1	99°54'31"	39°23'40"	唐古特白刺+红砂群落	唐古特白刺、红砂
高台-2	99°45'15"	39°26'48"	珍珠猪毛菜+唐古特白刺群落	珍珠猪毛菜
高台-3	99°20'45"	39°55'52"	红砂+芦苇群落	红砂

研究区灌木、半灌木或草本的冠幅都呈不规则的椭圆形,我们采用椭圆面积的计算公式求得盖度(C)^[26]:

$$C=\pi XY/4 \tag{1}$$

式中: X 和 Y 分别为十字交叉法所测的冠幅长短轴。

频度的计算方法为^[27]:

频度=某类群出现的样方数/样方总数 $\times 100$ (2)

参考 Godron 等^[18]的稳定性测定方法并结合吕光辉等^[19]对 Godron 的改进稳定性测定方法,开展群落稳定性研究。根据这种方法,植物种的累计百分数与累计相对盖度比值越接近 20/80,群落就越稳定,20/80 这一点是群落的稳定点。

2 结果与分析

2.1 植物群落特征

2.1.1 植物种类组成与分布

研究区共有 80 种高等植物,归于 23 科 61 属(表 2),以灌木、半灌木、小灌木、一年生和多年生草本为主。其中,蕨类植物有 1 科 1 属 1 种;裸子植物有 1 科 1 属 1 种;被子植物 21 科 59 属 78 种,被子植物占物种数的 97.5%,在数量上占绝对优势。蒺藜科、禾本科、藜科、豆科、菊科、蔷薇科 6 科占物种总数的 75.0%,数量上也占很大优势,其他 17 科占物种总数的 25.0%,而莎草科、蝶形花科、百合科、杨柳科、十字花科、石竹科、伞形科、毛茛科等 14 科为单属,47 属为单种。

黑河流域中游北部不同区域植物种类组成差异较大。甘州研究区有 18 科 40 属 47 种植物,优势种有唐古特白刺、珍珠猪毛菜、合头草、盐爪爪和红

砂,占群落总重要值的 75.0%。临泽研究区有 12 科 35 属 39 种植物,优势种有泡泡刺、珍珠猪毛菜、合头草、盐爪爪和红砂,占群落总重要值的 88.8%。高台研究区有 18 科 35 属 41 种植物,优势种有唐古特白刺、珍珠猪毛菜、芦苇和红砂,占群落总重要值的 67.2%。这说明北部荒漠区主要以灌木、半灌木、小灌木维持植物群落的稳定性。

2.1.2 植物群落生活型特征

根据《中国植被》的生活型分类系统^[28],黑河流域中游北部荒漠区植物分属 3 个一级生活型和 5 个二级生活型。生活型组成中草本植物占绝对优势,为总物种数的 67.5%,其中多年生草本优势最为明显,占总物种数的 47.5%;木本植物只占总物种数的 15.0%,且都为灌木植物;半木本植物相对较少,占总物种数的 17.5%。

群落优势层片为灌木、半灌木和小灌木,植被物种组成单一,以旱生和超旱生的灌木、半灌木和小灌木占主导地位,受外界环境温度、降水等影响较小,群落结构比较稳定。一年生草本植物蒿属植物为草本层片的优势种,为不稳定层。

2.2 植物群落的稳定性

从图 1 可看出,相对稳定性最强群落为唐古特白刺+珍珠猪毛菜群落、珍珠猪毛菜+唐古特白刺群落,稳定比分别为 20/79、19/81。稳定性较强的群落为红砂+芦苇群落、红砂+盐爪爪群落,稳定比分别为 23/77、25/75。稳定性较弱的群落为泡泡刺+珍珠猪毛菜群落、盐爪爪+合头草群落,稳定比分别为 28/70、33/68。

表 2 不同研究区植物群落物种组成及重要值(单位:%)

Table 2 Species composition and important values of plant communities in different research areas (unit:%)

植物种	科	属	研究区		
			甘州	临泽	高台
唐古特白刺(<i>Nitraria tangutorum</i>)	蒺藜科(Zygophyllaceae)	白刺属(<i>Nitraria</i>)	12.6	6.3	23.9
芨芨草(<i>Achnatherum splendens</i>)	禾本科(Poaceae)	芨芨草属(<i>Achnatherum</i>)	1.1	0.1	0.5
泡泡刺(<i>Nitraria sphaerocarpa</i>)	蒺藜科(Zygophyllaceae)	白刺属(<i>Nitraria</i>)		26.9	
珍珠猪毛菜(<i>Caroxylon passerinum</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	珍珠柴属(<i>Caroxylon</i>)	13.6	8.2	12.8
骆驼刺(<i>Alhagi sparsifolia</i>)	豆科(Leguminosae)	骆驼刺属(<i>Alhagi</i>)		0.2	2.1
骆驼蒿(<i>Peganum nigellastrum</i>)	蒺藜科(Zygophyllaceae)	骆驼蓬属(<i>Peganum</i>)		0.2	0.1
盐生草(<i>Halogeton glomeratus</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	盐生草属(<i>Halogeton</i>)	0.1	0.7	0.2
裸果木(<i>Gymnocarpus przewalskii</i>)	石竹科(Caryophyllaceae)	裸果木属(<i>Gymnocarpus</i>)	0.1		0.4
驼蹄瓣(<i>Zygophyllum fabago</i>)	蒺藜科(Zygophyllaceae)	驼蹄瓣属(<i>Zygophyllum</i>)	0.2		
黄花补血草(<i>Limonium aureum</i>)	白花丹科(Plumbaginaceae)	补血草属(<i>Limonium</i>)			0.2
蒺藜(<i>Tribulus terrestris</i>)	蒺藜科(Zygophyllaceae)	蒺藜属(<i>Tribulus</i>)	0.4		
戈壁针茅(<i>Stipa tianschanica</i> var. <i>gobica</i>)	禾本科(Poaceae)	针茅属(<i>Stipa</i>)			0.2
沙拐枣(<i>Calligonum mongolicum</i>)	蓼科(Polygonaceae)	沙拐枣属(<i>Calligonum</i>)	0.2		0.9
针茅(<i>Stipa tianshanica</i> var. <i>gobica</i>)	禾本科(Poaceae)	针茅属(<i>Stipa</i>)	4.4		0.4
醉马草(<i>Achnatherum inebrians</i>)	禾本科(Poaceae)	芨芨草属(<i>Achnatherum</i>)	1.2		0.1
骆驼蓬(<i>Peganum harmala</i>)	蒺藜科(Zygophyllaceae)	骆驼蓬属(<i>Peganum</i>)	0.7		0.1
沙芦草(<i>Agropyron mongolicum</i>)	禾本科(Poaceae)	冰草属(<i>Agropyron</i>)	0.1	0.1	0.7
蒙古韭(<i>Allium mongolicum</i>)	百合科(Liliaceae)	葱属(<i>Allium</i>)	0.2	2.4	0.2
三刺草(<i>Aristida trisetia</i>)	禾本科(Poaceae)	三芒草属(<i>Aristida</i>)		0.1	
冷蒿(<i>Artemisia frigida</i>)	菊科(Asteraceae)	蒿属(<i>Artemisia</i>)			3.4
芦苇(<i>Phragmites australis</i>)	禾本科(Poaceae)	芦苇属(<i>Phragmites</i>)	0.6		10.6
合头草(<i>Sympegma regelii</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	合头草属(<i>Sympegma</i>)	12.4	9.4	0.1
画眉草(<i>Eragrostis pilosa</i>)	禾本科(Poaceae)	画眉草属(<i>Eragrostis</i>)	1.1		
委陵菜(<i>Potentilla chinensis</i>)	蔷薇科(Rosaceae)	委陵菜属(<i>Potentilla</i>)			0.1
赖草(<i>Leymus secalinus</i>)	禾本科(Poaceae)	赖草属(<i>Leymus</i>)		0.1	0.4
中亚紫菀木(<i>Asterothamnus centrali-asiaticus</i>)	菊科(Asteraceae)	紫菀木属(<i>Asterothamnus</i>)	2.1	0.1	0.3
刺旋花(<i>Convolvulus tragacanthoides</i>)	旋花科(Convolvulaceae)	旋花属(<i>Convolvulus</i>)	0.3		0.1
沙鞭(<i>Psammochloa villosa</i>)	禾本科(Poaceae)	沙鞭属(<i>Psammochloa</i>)		0.4	
刺叶柄棘豆(<i>Oxytropis aciphylla</i>)	豆科(Leguminosae)	棘豆属(<i>Oxytropis</i>)		0.7	
碱茅(<i>Puccinellia distans</i>)	禾本科(Poaceae)	碱茅属(<i>Puccinellia</i>)		0.3	
星毛委陵菜(<i>Potentilla acaulis</i>)	蔷薇科(Rosaceae)	委陵菜属(<i>Potentilla</i>)	2.0		
木本猪毛菜(<i>Salsola arbuscula</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	猪毛菜属(<i>Salsola</i>)		0.2	
亚麻(<i>Linum usitatissimum</i>)	亚麻科(Linaceae)	亚麻属(<i>Linum</i>)	0.1		
刺沙蓬(<i>Salsola tragus</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	猪毛菜属(<i>Salsola</i>)	0.8		
棘豆(<i>Oxytropis</i> var. <i>subfalcata</i>)	蝶形花科(Papilionaceae)	棘豆属(<i>Oxytropis</i>)	0.2		
雾冰藜(<i>Bassia dasyphylla</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	雾冰藜属(<i>Bassia</i>)		0.1	
节节草(<i>Equisetum ramosissimum</i>)	木贼科(Equisetaceae)	木贼属(<i>Equisetum</i>)		0.1	
霸王(<i>Zygophyllum xanthoxylum</i>)	蒺藜科(Zygophyllaceae)	驼蹄瓣属(<i>Zygophyllum</i>)	0.3		0.1
蝎虎驼蹄瓣(<i>Zygophyllum mucronatum</i>)	蒺藜科(Zygophyllaceae)	驼蹄瓣属(<i>Zygophyllum</i>)		0.6	0.2
盐爪爪(<i>Kalidium foliatum</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	盐爪爪属(<i>Kalidium</i>)	27.8	16.5	4.1
细杆沙蒿(<i>Artemisia macilenta</i>)	菊科(Asteraceae)	蒿属(<i>Artemisia</i>)	0.1		

续表 2

植物种	科	属	研究区		
			甘州	临泽	高台
刺藜(<i>Chenopodium aristatum</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	藜属(<i>Chenopodium</i>)	0.8		
绵刺(<i>Potania mongolica</i>)	蔷薇科(Rosaceae)	绵刺属(<i>Potania</i>)		0.1	0.1
驼绒藜(<i>Ceratoides arborescens</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	驼绒藜属(<i>Ceratoides</i>)	1.0		
梭梭(<i>Haloxylon ammodendron</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	梭梭属(<i>Haloxylon</i>)		0.6	
狗哇花(<i>Aster hispidus</i>)	菊科(Asteraceae)	紫菀属(<i>Aster</i>)	0.1		
锁阳(<i>Cynomorium songaricum</i>)	锁阳科(Cynomoriaceae)	锁阳属(<i>Cynomorium</i>)	0.2		
锦鸡儿(<i>Caragana sinica</i>)	豆科(Leguminosae)	锦鸡儿属(<i>Caragana</i>)	0.3		
野胡麻(<i>Dodartia orientalis</i>)	玄参科(Scrophulariaceae)	野胡麻属(<i>Dodartia</i>)	0.1		
无芒隐子草(<i>Cleistogenes songorica</i>)	禾本科(Poaceae)	隐子草属(<i>Cleistogenes</i>)		0.8	
紫花苜蓿(<i>Medicago ruthenica</i>)	豆科(Leguminosae)	苜蓿属(<i>Medicago</i>)		0.2	
糙叶黄芪(<i>Astragalus scaberrimus</i>)	豆科(Leguminosae)	黄耆属(<i>Astragalus</i>)		0.1	
沙生针茅(<i>Stipa glareosa</i>)	禾本科(Poaceae)	针茅属(<i>Stipa</i>)	0.2	1.9	0.3
细枝岩黄芪(<i>Hedysarum scoparium</i>)	豆科(Leguminosae)	岩黄芪属(<i>Hedysarum</i>)			0.1
红砂(<i>Reaumuria songarica</i>)	怪柳科(Tamaricaceae)	红砂属(<i>Reaumuria</i>)	8.6	27.8	19.9
沙蒿(<i>Artemisia arenaria</i>)	菊科(Asteraceae)	蒿属(<i>Artemisia</i>)	0.1		4.0
盐生肉苁蓉(<i>Cistanche salsa</i>)	列当科(Orobanchaceae)	肉苁蓉属(<i>Cistanche</i>)	0.1	0.1	0.1
白沙蒿(<i>Artemisia blepharolepis</i>)	菊科(Asteraceae)	蒿属(<i>Artemisia</i>)		0.1	6.9
冰草(<i>Agropyron cristatum</i>)	禾本科(Poaceae)	冰草属(<i>Agropyron</i>)	1.8		0.1
猪毛蒿(<i>Artemisia scoparia</i>)	菊科(Asteraceae)	蒿属(<i>Artemisia</i>)		0.1	
五星蒿(<i>Echinopilon divaricatum</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	雾冰藜属(<i>Bassia</i>)	0.3	0.1	0.3
大蓟(<i>Cirsium souliei</i>)	菊科(Asteraceae)	蓟属(<i>Cirsium</i>)		0.1	
小蓟(<i>Cirsium setosum</i>)	菊科(Asteraceae)	蓟属(<i>Cirsium</i>)	0.1	0.1	0.1
硬阿魏(<i>Ferula bungeana</i>)	伞形科(Umbelliferae)	阿魏属(<i>Ferula</i>)			0.1
苦苣菜(<i>Sonchus oleraceus</i>)	菊科(Asteraceae)	苦苣菜属(<i>Sonchus</i>)	0.2		
沙柳(<i>Salix cheilophila</i>)	杨柳科(Salicaceae)	柳属(<i>Salix</i>)		0.2	
独行菜(<i>Lepidium apetalum</i>)	十字花科(Cruciferae)	独行菜属(<i>Lepidium</i>)	0.1		
早熟禾(<i>Poa annua</i>)	禾本科(Poaceae)	早熟禾属(<i>Poa</i> Linn)	0.1		
鸦葱(<i>Scorzonera austriaca</i>)	菊科(Asteraceae)	鸦葱属(<i>Scorzonera</i>)	0.2		
狗尾草(<i>Setaria viridis</i>)	禾本科(Poaceae)	狗尾草属(<i>Setaria</i>)	0.7		
盐地碱蓬(<i>Suaeda salsa</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	碱蓬属(<i>Suaeda</i>)	0.6		0.1
二裂委陵菜(<i>Potentilla bifurca</i>)	蔷薇科(Rosaceae)	委陵菜属(<i>Potentilla</i>)	0.1		
小叶锦鸡儿(<i>Caragana microphylla</i>)	豆科(Leguminosae)	锦鸡儿属(<i>Caragana</i>)			0.1
羊胡子(<i>Eriophorum scheuchzeri</i>)	莎草科(Cyperaceae)	羊胡子草属(<i>Eriophorum</i>)	0.2		
怪柳(<i>Tamarix chinensis</i>)	怪柳科(Tamaricaceae)	怪柳属(<i>Tamarix</i>)		0.2	0.3
沙蓬(<i>Agriophyllum squarrosum</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	沙蓬属(<i>Agriophyllum</i>)		0.5	0.1
绳虫实(<i>Corispermum declinatum</i>)	藜科(Chenopodiaceae)	虫实属(<i>Corispermum</i>)		0.1	
鹰爪柴(<i>Convolvulus gortschakovii</i>)	旋花科(Convolvulaceae)	旋花属(<i>Convolvulus</i>)	0.8	0.1	
膜果麻黄(<i>Ephedra przewalskii</i>)	麻黄科(Ephedraceae)	麻黄属(<i>Ephedra</i>)			3.7
沙木蓼(<i>Atraphaxis bracteata</i>)	蓼科(Polygonaceae)	木蓼属(<i>Atraphaxis</i>)	1.3		

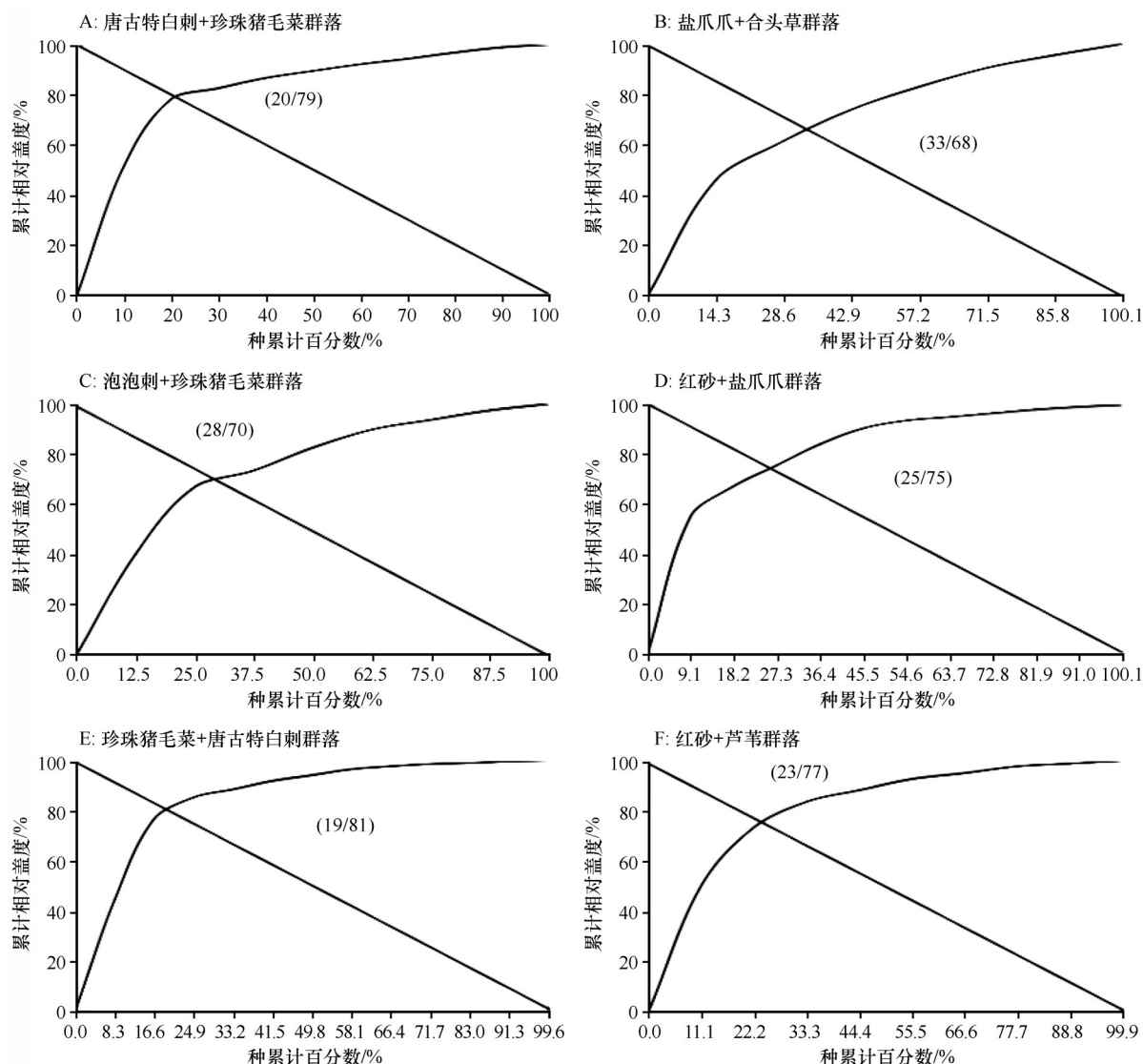


图1 不同植物群落稳定性

Fig.1 Stability of different plant communities

3 讨论

黑河流域中游荒漠区属于典型的干旱区,干旱少雨的气候决定了植被的荒漠特征。植物群落结构相对简单,物种组成贫乏,这同该区域生态环境条件相对恶劣有关。黑河流域中游跨度广、面积大,水分条件自东向西表现出一定的差异,造成了植物种类分布的差异性和复杂性。

受干旱气候和生境条件的影响,黑河流域中游荒漠区植被以温带荒漠植物为主,典型植物群落特征差异明显。研究区超旱生和旱生的灌木、半灌木、小灌木是荒漠区建群种,由于受气候和水分条件影响较小,通过自我调节,保证其正常生长,从而

保障群落的稳定性^[29]。草本层片主要由一年生和多年生草本组成,受季节性降水稀少,且集中在夏秋季降落,冬春少雨雪,限制了一年生植物的生长及分布,种类和数量分布少与前人的研究结果相似^[30-31]。研究区唐古特白刺、珍珠猪毛菜、红砂是灌木层的优势种植物,盐爪爪、泡泡刺是主要伴生植物,是长期适应恶劣生境的结果,对荒漠区这种特殊的生境具有良好的适应性。干旱荒漠区降水少且集中,致使一年生草本在很少且集中的雨季完成其生活史,造成了群落的不稳定性。因此可以看出灌木层是稳定层片,是维持研究区群落稳定性的主要植被,草本层是不稳定群落,对群落稳定性贡献较小,这与李新荣等^[22]的研究结果一致。木本层是

以唐古特白刺、泡泡刺、盐爪爪和红砂为主的灌木、半灌木和小灌木,具有耐旱、耐寒、抗盐碱、抗贫瘠的特征,对于荒漠区严酷生境具有较强的适应性,充分体现了干旱区荒漠植被的特点。

黑河流域中游北部荒漠区植物群落的稳定性为:唐古特白刺+珍珠猪毛菜群落>红砂+芦苇群落>红砂+盐爪爪群落>泡泡刺+珍珠猪毛菜群落>盐爪爪+合头草群落。唐古特白刺+珍珠猪毛菜群落在无特殊的环境压力和干扰活动作用时,会显示出较强的稳定性,具有较强的抗干扰能力。这里采用的Godron等^[18]和吕光辉等^[19]的指数法测定群落稳定性,是一种从群落整体性出发的数学模型模拟手段,这种定量化的方法能够结合群落生态特征进行线性分析,从而能够反映群落整体的稳定性高低。通过对比发现群落稳定性排序并不等同于群落稳定性,说明群落稳定性的判定与物种多样性等其他因子的判定同样重要,这与安丽娟等^[32]的研究结果一致。前人研究表明,一般情况下群落结构越复杂,群落越稳定,生态服务功能和生产力水平越高,这是因为单一种群抵抗外界干扰能力差和种内竞争强烈,而物种丰富的群落,因其包含较多种群且这些种群具有不同的生态特性,抵御能力强,而且在受到干扰后的恢复能力也强,因此群落更稳定,这与本研究结果相似^[33-34]。此外,由于时间、地形等限制,并没有综合考虑土壤水分、养分、立地因子和生物量等对群落稳定性判定的影响,只有全面考虑群落各方面因素才能使群落稳定性评价更科学,结果更可靠。因此,后续可在综合各方面因素的前提下对群落稳定性进行科学判定,使结论更加全面准确。

4 结论

黑河流域中游北部荒漠区植物群落结构相对简单,共有80种高等植物,归于23科61属。被子植物占物种数的97.5%,藜科、禾本科、藜科、豆科、菊科、蔷薇科6科占物种总数的75.0%。植物群落层片结构简单,由灌木、半灌木、小灌木层片和草本植物层片组成,植被生活型组成以草本植物占绝对优势,灌木为群落建群种,属于群落稳定层,一年生草本属于群落不稳定层。相对稳定性最强的群落为唐古特白刺+珍珠猪毛菜群落。在今后荒漠植被保护修复中,建议加强稳定群落的保护修复。

参考文献:

- [1] 钱迎倩,甄仁得.生物多样性研究进展[M].北京:科学技术出版社,1995:318-334.
- [2] 甘开元,张金霞,陈丽娟,等.乌兰布和沙漠沿黄河段植物群落特征及空间分异[J].中国沙漠,2023,43(4):180-190.
- [3] Lortie C J, Brooker R W, Chole P, et al. Rethinking plant community theory[J]. *Oikos*, 2004, 107(2): 433-438.
- [4] 姜汉侨,段昌群,杨树华,等.植物群落的结构特征[M].北京:高等教育出版社,2004:49-72.
- [5] 斯琴巴特尔,秀敏.荒漠植物蒙古扁桃水分生理特征[J].植物生态学报,2007(3):484-489.
- [6] 卢玲,程国栋,李新.黑河流域中游地区景观变化研究[J].应用生态学报,2001(1):68-74.
- [7] 赵良菊,肖洪浪,程国栋,等.黑河下游河岸林植物水分来源初步研究[J].地球学报,2008,29(6):709-718.
- [8] 尹力,赵良菊,阮云峰,等.黑河下游典型生态系统水分补给源及优势植物水分来源研究[J].冰川冻土,2012,34(6):1478-1486.
- [9] 詹瑾,韩丹,杨红玲,等.科尔沁沙地植被恢复过程中群落组成及多样性演变特征[J].中国沙漠,2022,42(2):194-206.
- [10] 司瑞,刘冰,赵文智,等.黑河下游尾间区植物群落物种多样性与稳定性格局[J].中国沙漠,2021,41(3):174-184.
- [11] 鱼腾飞,冯起,司建华,等.黑河下游额济纳绿洲植物群落物种多样性的空间异质性[J].应用生态学报,2011,22(8):1961-1966.
- [12] 白福,李文鹏,黎志恒.黑河流域植被退化的主要原因分析[J].干旱区研究,2008(2):219-224.
- [13] Fox J W. Using the price equation to partition the effects of biodiversity loss on ecosystem function[J]. *Ecology*, 2006, 87: 2687-2696.
- [14] Franklin J F. Preserving biodiversity: species in landscapes: response[J]. *Ecological Applications*, 1994, 4(2): 208-209.
- [15] 赵晓同,颀耀文,李琳琳.1986-2009年高台县绿洲化荒漠化时空过程[J].兰州大学学报(自然科学版),2012,48(1):49-54.
- [16] 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):83-88.
- [17] 马风云.生态系统稳定性若干问题研究评述[J].中国沙漠,2002,22(4):94-100.
- [18] Godron M, Daget P, Poissonet J, et al. Some aspects of heterogeneity in grasslands of Cantal[J]. *Statistical Ecology*, 1972, 3: 397-415.
- [19] 吕光辉,杜昕,杨建军,等.阜康绿洲-荒漠交错带荒漠植被群落稳定性[J].干旱区地理,2007,30(5):660-665.
- [20] 赵哈林,赵学勇.沙漠化的生物过程及退化植被的恢复机理[M].北京:科学出版社,2007:188-189,223-229.
- [21] 邢存旺.黄羊滩人工固沙林生态稳定性的研究[D].保定:河北农业大学,2013.
- [22] 李新荣,何明珠,贾荣亮.黑河中下游荒漠区植物多样性分布对土壤水分变化的响应[J].地球科学进展,2008(7):

- 685-691.
- [23] 雷军,杨道虎,刘红梅,等.黑河流域中游荒漠典型区域植被生物量及其影响因素[J].中国沙漠,2021,41(1):203-208.
- [24] 鲁延芳,权金鹏,占玉芳,等.黑河中游荒漠绿洲过渡带植被多样性特征及其水分的影响[J].西北林学院学报,2021,36(6):22-30.
- [25] 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(4):55-60.
- [26] 司建华,冯起,常宗强,等.阿拉善雅布赖风沙区荒漠植物群落结构和物种多样性研究[J].西北植物学报,2011,31(3):602-608.
- [27] 梁存柱,刘钟龄,朱宗元,等.阿拉善荒漠区一年生植物层片物种多样性及其分布特征[J].应用生态学报,2003(6):897-903.
- [28] 吴征镒.中国植被[M].北京:科学出版社,1980:583-612.
- [29] 郭方君,马全林,张锦春,等.石羊河流域荒漠区植被类型、分布和数量特征[J].干旱区地理,2023,46(11):1848-1857.
- [30] 陈宏彬,苏培玺,严巧娣,等.河西走廊植物群落特征及其与气候的关系初探[J].西北植物学报,2007(5):1008-1016.
- [31] 仇保铭.甘肃河西地区草场资源及其改良利用[J].中国沙漠,1988,8(4):55-61.
- [32] 安丽娟,朱志红,王孝安,等.子午岭马栏林区主要森林群落的稳定性分析[J].西北植物报,2007,27(5):1000-1007.
- [33] 张明霞,王得祥,彭舜磊,等.秦岭松栎混交林群落的稳定性[J].生态学报,2015,35(8):2564-2573.
- [34] 郑超超,伊力塔,余树全,等.浙江江山公益林群落生物多样性与稳定性[J].东北林业大学学报,2013,41(11):31-35.

The characteristics and stability of plant communities in the northern desert area of the middle reaches of the Heihe River Basin

Lei Jun^{1,2}, Cheng Xinping^{1,2}, Xue Chun¹, Liu Hongmei¹, Zhao Yuhong^{1,2}, Xiao Mingmin¹

(1.Academy of Water Resources Conservation Forest of Qilian Mountains of Gansu Province, Zhangye 734000, Gansu, China; 2.Academy of Ecology Science of Zhangye, Zhangye 734000, Gansu, China)

Abstract: The desert vegetation community in the Heihe River Basin is the first green defense line to prevent wind and sand from entering the inland of China, and is a natural barrier to protect the Hexi Corridor and even the Northwest China. In order to comprehensively grasp the vegetation types, distribution characteristics, and stability in the northern desert area of the middle reaches of the Heihe River Basin, this article takes the vegetation community in the northern desert area of the middle reaches of the Heihe River Basin as the research object, and uses multi-year field investigation method to analyze the vegetation community characteristics and stability in the northern desert area of the middle reaches of the Heihe River Basin. The results show that: (1) The vegetation community structure in the study area is relatively simple, with a total of 80 species of higher plants belonging to 23 families and 61 genera, of which angiosperms account for 97.5% of the total species. The six families of Tribulus, Poaceae, Chenopodiaceae, Leguminosae, Asteraceae, and Rosaceae account for 75.0% of the total species. (2) The layer structure of the vegetation community is simple, consisting of shrubs, semi shrubs, small shrubs, and herbaceous plants. The vegetation life form composition is dominated by herbaceous plants, accounting for 67.5% of the total species. Perennial herbs account for 47.5% of the total species, while annual herbs and shrubs account for 20.0% and 32.5% of the total species, respectively. The number of perennial herbaceous plant species has a clear advantage. Shrubs are community building species and belong to the stable layer of the community, while annual herbs belong to the unstable layer of the community. (3) The most stable community in the study area is the *Nitraria tangutorum*+*Caroxylon passerinum* community. In summary, the plant species in the northern desert area of the middle reaches of the Heihe River Basin are poor, the community coverage is low, and the stability is weak. It is recommended to strengthen the protection and restoration of desert vegetation, especially the protection and restoration of stable communities, to maintain the stability and sustainability of the ecosystem.

Key words: plant community; stability; northern desert area; the middle reaches of the Heihe River Basin