

岷江源区主要灌木种群生态位研究

张贺全¹, 孙饶斌¹, 冶民生¹, 吴斌², 关文彬³, 马克明⁴, 刘国华⁴

(1. 青海省工程咨询中心, 西宁 810001; 2. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083;

3. 北京林业大学 自然保护区学院, 北京 100083; 4. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100083)

摘要:对岷江源区植被及其环境因子系统取样调查的基础上,研究了 30 种主要灌木种群在土壤水分、全 N、速效 P、速效 K、pH 和土壤有机质 6 个资源维上的生态位特征。尖叶栒子、峨眉蔷薇、高山绣线菊、金露梅、南川绣线菊、窄叶鲜卑花、高山柳、甘青锦鸡儿的生态位宽度较高,对环境有较强的适应能力,形成了该地区的优势种群;伏地栒子、小果小檗、沙棘、沙柳、喜阴悬钩子、尖叶茶藨子、康定柳、山桃等种群的生态位宽度较小。生态位宽度较小的物种并非不是群落的优势种,取决于种群分布的范围和均匀程度。种群在各个资源维上的生态位宽度表明对不同资源空间的利用能力和适应性不尽相同,各个资源维上所有种群生态位宽度和的大小依次为速效 K>速效 P>全 N>有机质>水分>pH,表明物种对土壤 pH 和含水量资源的利用能力较低,对速效 K 和速效 P 的利用能力较高。岷江源区主要灌木种群对不同资源的利用能力与干旱河谷植物种群有较大的差异。

关键词:灌木种群;生态位宽度;生态位重叠;环境梯度;岷江源区

中图分类号:S718.5;Q948

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)01-0125-05

Characteristics of Main Shrub Populations in the Original Area of the Minjiang River

ZHANG He-quan¹, SUN Rao-bin¹, YE Min-sheng¹, WU Bin², GUAN Wen-bin³, MA Ke-ming⁴, LIU Guo-hua⁴

(1. Qinghai Engineering Consulting Center, Xi'ning 810001, China; 2. College of Soil and Water

Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. College of Nature Conservation, Beijing

Forestry University, Beijing 100083, China; 4. Research Center for Eco-Environment Sciences, CAS, Beijing 100085, China)

Abstract: This paper reports a field study on characteristics of shrub population niche in the original area of the Minjiang River to provide a scientific base for vegetation restoration and management. Niche breadths and overlaps of 30 main shrub populations along gradients of soil moisture, total N, available P, available K, soil pH, and organic matter were analyzed using Levins and Schoener indices. *Cotoneaster acuminatus*, *Rosa omeiensis*, *Spiraea alpina*, *Potentilla fruticosa*, *Spiraea rosthornii*, *Sibiraea angustata*, *Salix cupularis*, *Caragana tangutica* have higher niche breadth and adaptability to environment, which become the dominant species and play a vital role in maintaining the diversity and stability of plant community; niche breadth of each population in different resource dimension shows that different population has specific ability to use resources, so they have different ecological adaptability. The sum of niche breadth of all populations in different resource dimension is as the following order; available K>available P>total N>organic matter>soil moisture>soil pH. It indicates that the abilities of populations using soil moisture and soil pH were lower than that of available K and available P; not all species with low niche breadth were not dominant species in the communities, which depended on the range and evenness of species distribution. Compared with the main shrub populations of arid valley, the significant difference of using resource ability existed in the main shrub populations of the original area of the Minjiang River.

Key words: shrub populations; niche breadth; niche overlap; environmental gradient; the original area of the Minjiang River

收稿日期:2011-04-24

修回日期:2011-06-24

资助项目:国家重点基础研究发展规划项目(G2000046807)

作者简介:张贺全(1963—),男,河北唐山人,硕士,高级经济师,主要从事生态环境保护和循环经济发展方面的研究。E-mail:mailmys@163.com

通信作者:关文彬(1965—),男,辽宁朝阳人,博士,教授,博士生导师,主要从事植被生态学方面的研究。E-mail:desertwx@bjfu.edu.cn

生态位宽度反映了种群生长过程中综合利用资源的能力、利用资源多样化的程度和竞争水平。生态位的研究对理解群落的结构与功能以及种间关系和不同植物对资源的利用状况具有重要意义^[1]。种群的资源利用能力是种群分布与群落演替的内在动力,分析植物种群在环境梯度上的分布规律是研究植物种群生态位的重要方法^[2]。种间对土壤养分吸收利用能力差异是引起物种更替和群落变化的重要方面^[3],土壤养分的空间异质性对物种间关系、种的分布格局以及干扰下的群落物种多样性的维持至关重要^[4]。灌丛是岷江上游稳定的植被类型,在植被恢复中具有重要的地位和作用。作为岷江上游植被系列研究,此前已报道了干旱河谷主要灌木种群生态位^[5]、群落复杂性等研究成果^[6-7],岷江源区的自然环境以及植被类型明显不同于干旱河谷。为此,研究岷江源区灌木种群生态位,对比相邻干旱河谷地区灌木种群生态位的异同,试图揭示不同灌木种群对土壤环境的生态适应特点和种群间的一般关系。

1 研究区概况

研究地区自然概况及样带、样地设计,取样方法和数据的采集参见文献^[6-7]。研究地区位于岷江源区的松潘县境内,地理位置为东经 103°39′—103°43′,北纬 33°02′—33°55′,地处青藏高原向四川盆地的过渡地带,生态环境脆弱。研究区海拔 2 650~3 840 m,为温带、寒温带气候,年均降水量为 720 mm,年平均温度 5.8℃。土壤属于暗棕壤,发育有高山草甸土,棕色针叶林土。植被组成复杂,类型丰富,

主要有高山草甸、高山灌丛、亚高山针叶林等类型,云杉(*Picea asperata*)、冷杉(*Abies faxoniana*)组成的亚高山针叶林,是本区主要的森林类型。岷江是长江上游水量最大的支流,在长江水源保护中具有重要地位。

2 研究方法

2.1 样地设计及取样方法

植被调查。(1)群落灌木层取样:设置 5 m×5 m 样方,计测灌木层的物种、多度、盖度、高度等测树因子;(2)群落草本层取样:设置 1 m×1 m 草本样方,计测草本层植物盖度、高度、多度等。

环境因子调查。采用气压式海拔表测量各样方所在海拔;用 TDR(时域反射仪)实地测量每个样方的土壤含水量,重复 6 次,取其平均值;在每一样方内分别在 4 个角和中间设 5 个点进行取样作为土壤样品带回室内分析,取样深度为 0~20 cm。土壤分析指标包括:pH 值、有机质、土壤全 N、速效 P、速效 K。

2.2 资源梯度的划分

在生态位的研究中,首先进行资源梯度的划分。资源梯度是一个广义的概念,是对某一资源类型根据实测的数据按照一定的间隔分成若干个水平,即梯度,把群落调查的数据分类归入各个资源梯度进行生态位计算。本文根据所测土壤数据,分别在土壤水分、全 N、速效 P、速效 K、pH 和有机质资源维上,按照从小到大的顺序,对岷江源区数据划分为 6 个资源等级,使其具有梯度变化,所测样方的土壤因子梯度变化见表 1。

表 1 岷江源区土壤因子的资源等级划分

资源梯度	土壤水分/ %	土壤全 N/ %	速效 P/ (mg·kg ⁻¹)	速效 K/ (mg·kg ⁻¹)	pH(1:2.5)	有机质/%
1	<10	<0.300	<1.000	<150	<5.5	<6.00
2	11~20	0.301~0.40	1.001~2.000	151~200	5.6~6.0	6.01~9.00
3	21~30	0.401~0.50	2.001~3.000	201~250	6.1~6.5	9.01~12.0
4	31~40	0.501~0.60	3.001~4.000	251~300	6.5~7.0	12.01~15
5	41~50	0.601~0.70	4.001~5.000	301~350	7.1~7.5	15.01~18
6	>50	>0.700	>5.000	>350	>7.5	>18

2.3 生态位宽度测度

生态位宽度用 Levins 公式^[8]:

$$B = 1/S \sum_{i=1}^S P_{ij}^2$$

生态位的重叠用相似性比例或比例重叠公式^[8]:

$$C_{ih} = 1 - 1/2 \sum_{i=1}^S |P_{ij} - P_{hj}|$$

式中: B ——某个种的生态位宽度; C_{ih} ——种 i 与种 h 生态位重叠值; S ——资源单位数; P_{ij} 、 P_{hj} ——种 i 与种 h 在第 j 个资源单位中所占的比例。

3 结果与分析

3.1 主要灌木种群生态位宽度

表 2 为岷江源区 30 种主要种灌木种群在各个资源维上的生态位宽度,其值反映了种群对环境的适应能力或对资源的利用程度。生态位宽度越大,物种对生态因子的适应性就越强,在群落内的分布幅度也就越大。

在各个资源维上平均生态位较大的灌木种群分

别为尖叶栒子、峨眉蔷薇、高山绣线菊、金露梅、南川绣线菊、窄叶鲜卑花、高山柳、甘青锦鸡儿,较好地反映了岷江源区各灌木种群的优劣势地位及生态特征。这些生态位宽度大的物种基本上是岷江源区的建群种和优势种,具有较强的适应能力,在岷江源区的群落构建中起着重要的作用。从分布上看,这些物种在岷江源区属于广泛分布型,数量比较多,在多个样方中出现。与此相对应的是,这些物种在多个资源维上都具有较高的生态位宽度,说明这些物种对资源利用率较高,竞争能力强。这与实际调查的情况基本相吻合,以这些物种为优势种的群落在岷江源区属于较为稳定的生态系统类型。

各个资源维上平均生态位宽度较小的物种为伏地栒子、小果小檗、沙棘、沙柳、喜阴悬钩子、尖叶茶藨子、康定柳、山桃。这些种群生态位宽度较小的原因可能是逐渐变化的环境中,适合它们分布的资源范围变窄,所适应的某一资源维在生境中分布较窄,或者

说在变化的生境中遇到对其生长或分布起限制作用的资源维较多。从实地调查情况来看,这些物种的分布呈现两个特征:一种是分布范围较窄,分布较为集中,为群落中的建群种,但数量较多,如沙棘、沙柳、小果小檗、康定柳;另一种情况是不仅物种分布范围较窄,数量也较少,此类物种一般为局部生境种,对环境资源有较高的要求,如喜阴悬钩子、伏地栒子等,这些物种更倾向于特化种。

由表 2 还可看出,同一物种在不同的资源维上的生态位宽度也是不同的,说明同一物种对不同的资源有着不同的资源利用能力,在某一资源维上生态位宽度小,表明对该资源要求更加特化。如峨眉蔷薇,在速效 K 资源维上的生态位宽度为 0.941,而在全 N 资源维上的生态位宽度为 0.536,南川绣线菊在速效 P 资源维上的生态位宽度为 0.802,而在全 N 资源维上的生态位宽度为 0.55,说明这两个种群的分布受全 N 的影响较大,对全 N 的要求更加特化。

表 2 岷江源区各主要灌木种群在不同资源维上的生态位宽度

种群	水分	速效 P	全 N	速效 K	pH	有机质	平均
1 高山绣线菊 <i>Spiraea alpina</i>	0.595	0.802	0.550	0.847	0.550	0.571	0.653
2 川青锦鸡儿 <i>Caragana tibetica</i>	0.524	0.526	0.325	0.591	0.565	0.418	0.492
3 窄叶鲜卑花 <i>Sibiraea angustata</i>	0.582	0.544	0.519	0.641	0.424	0.507	0.536
4 川滇绣线菊 <i>Spiraea schneideriana</i>	0.373	0.459	0.561	0.631	0.423	0.548	0.499
5 金露梅 <i>Potentilla fruticosa</i>	0.602	0.624	0.557	0.744	0.411	0.543	0.580
6 高山柳 <i>Salix cupularis</i>	0.524	0.632	0.547	0.590	0.331	0.468	0.515
7 峨眉蔷薇 <i>Rosa omeiensis</i>	0.758	0.577	0.536	0.941	0.447	0.679	0.656
8 康定柳 <i>Salix paraplesia</i>	0.348	0.372	0.292	0.628	0.324	0.247	0.369
9 黄刺玫 <i>Rosa xanthina</i>	0.275	0.492	0.594	0.577	0.167	0.447	0.425
10 沙棘 <i>Hippophae rhamnoides</i>	0.322	0.167	0.310	0.331	0.167	0.167	0.244
11 冰川茶藨子 <i>Ribes glaciale</i>	0.570	0.394	0.477	0.600	0.248	0.444	0.456
12 甘青锦鸡儿 <i>Caragana tangutica</i>	0.445	0.495	0.554	0.664	0.400	0.467	0.504
13 小叶柳 <i>Salix hypoleuca</i>	0.385	0.557	0.322	0.471	0.236	0.471	0.407
14 尖叶栒子 <i>Cotoneaster acuminatus</i>	0.637	0.629	0.84	0.832	0.506	0.734	0.696
15 山桃 <i>Prunus davidiana</i>	0.289	0.458	0.556	0.511	0.167	0.335	0.386
16 金背杜鹃 <i>Rhododendron clementinae</i>	0.464	0.510	0.483	0.484	0.240	0.284	0.411
17 头花杜鹃 <i>Rhododendron fargesii</i>	0.471	0.409	0.329	0.653	0.254	0.390	0.418
18 岩生忍冬 <i>Lonicera rupicola</i>	0.405	0.481	0.540	0.667	0.250	0.590	0.489
19 锦鸡儿 <i>Caragana sinica</i>	0.167	0.441	0.613	0.408	0.423	0.562	0.436
20 绣线菊 <i>Spiraea salicifolia</i>	0.267	0.630	0.579	0.556	0.167	0.538	0.456
21 南川绣线菊 <i>Spiraea rosthornii</i>	0.624	0.508	0.452	0.642	0.638	0.549	0.569
22 沙柳 <i>Salix cheilophilla</i>	0.443	0.215	0.420	0.252	0.167	0.403	0.317
23 华西忍冬 <i>Lonicera webbiana</i>	0.386	0.573	0.423	0.461	0.447	0.384	0.446
24 小果小檗 <i>Berberis amurensis</i>	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
25 喜阴悬钩子 <i>Rubus mesogaeus</i>	0.310	0.289	0.326	0.388	0.315	0.268	0.316
26 尖叶茶藨子 <i>Ribes acuminatum</i>	0.476	0.224	0.295	0.484	0.332	0.298	0.352
27 中国柳 <i>Salix cathayana</i>	0.435	0.430	0.257	0.491	0.167	0.639	0.403
28 四川忍冬 <i>Lonicera szechuanica</i>	0.580	0.589	0.418	0.543	0.248	0.381	0.460
29 伏地栒子 <i>Cotoneaster horizontalis</i>	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
30 蓝靛果 <i>Lonicera caerulea</i>	0.432	0.321	0.425	0.591	0.315	0.479	0.427

不同资源维上物种生态位宽度的分配情况见表 3。对于速效 K,更多的物种表现为较大的生态位宽

度,大于 0.8 的物种有 3 种,大于 0.4 的物种有 26 种,占总数的 87%,而在 pH 资源维上,大于 0.5 的物

种只有 4 种,在 0.1 与 0.3 之间的有 14 种,约占了总数的 47%。各个资源维上所有物种生态位宽度的大小依次是速效 K>速效 P>全 N>有机质>水分>

pH。由此可见,土壤 pH 值和水分对岷江源区灌木物种分布限制作用较大,对速效 K 和速效 P 的适应能力较强,利用率较高。

表 3 不同资源维上灌木物种生态位宽度分配

范围	0~0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5	0.5~0.6	0.6~0.7	0.7~0.8	>0.8
水分	0	10	10	20	26.67	20	10	3.33	0
速效 P	0	10	10	10	26.67	26.67	13.33	0	3.33
全 N	0	6.67	10	16.67	23.33	36.67	3.33	0	3.33
速效 K	0	6.67	3.33	6.67	20	23.33	26.67	3.33	10
pH	0	26.67	20	16.67	23.33	10	3.33	0	0
有机质	0	10	13.33	13.33	26.67	26.67	6.67	3.33	0

3.2 主要种群生态位重叠分析

主要灌木种群的生态适应性是不同的,这表现在生态位重叠值上的差异,不同种类种群生态位重叠值越大,表明它们利用资源的相似性越大,对资源的竞争需求越激烈。灌木种群生态位重叠值见表 4—5。生态位宽度较大的物种一般都具有较大的重叠值,如尖叶栒子、峨眉蔷薇、高山绣线菊、金露梅、南川绣线菊、窄叶鲜卑花等。但高山绣线菊与黄刺玫的重叠值较小,为 0.175,与沙棘的重叠值只有 0.031,这可能是由于诸如黄刺玫、沙棘之类的物种分布较少,且非

常集中,因此与其它物种在生态因子联系上的相似性比较小,类似情况还有小果小檗、伏地栒子这两个物种。从灌木种群生态位重叠值表中可以看出小果小檗、伏地栒子的重叠值很多都为 0,这与它们生态位宽度值是一致的。此外,生态位宽度较小的物种也可能有较大的生态位重叠值,如沙棘与伏地栒子在速效 P 资源维上的生态位宽度都只有 0.167,但是重叠值高达 1;四川忍冬和喜阴悬钩子在速效 K 资源维上的生态位宽度分别为 0.543 和 0.388,而重叠值为 0.855。类似的种群还有尖叶茶藨子和蓝靛果、四川忍冬等。

表 4 主要灌木种群在土壤水分和速效 P 资源维上的生态位重叠

种群号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1		0.566	0.873	0.578	0.810	0.797	0.871	0.494	0.175	0.031	0.825	0.375	0.375	0.534	0.175	0.759	0.649	0.724	0.021	0.175	0.764	0.549	0.360	0.021	0.631	0.658	0.821	0.884	0.021	0.774
2	0.737		0.600	0.639	0.576	0.586	0.629	0.360	0.247	0.075	0.564	0.661	0.809	0.496	0.277	0.445	0.756	0.694	0.075	0.248	0.624	0.514	0.384	0.075	0.553	0.616	0.397	0.581	0.075	0.671
3	0.727	0.577		0.670	0.900	0.923	0.813	0.550	0.107	0.000	0.946	0.383	0.409	0.466	0.107	0.697	0.658	0.736	0.000	0.107	0.870	0.639	0.336	0.000	0.664	0.785	0.796	0.767	0.000	0.691
4	0.656	0.470	0.825		0.638	0.678	0.568	0.474	0.085	0.000	0.656	0.362	0.564	0.368	0.085	0.368	0.470	0.600	0.000	0.085	0.676	0.559	0.239	0.000	0.491	0.716	0.489	0.489	0.000	0.437
5	0.821	0.684	0.837	0.785		0.889	0.804	0.650	0.098	0.030	0.954	0.375	0.385	0.458	0.099	0.664	0.620	0.700	0.030	0.098	0.941	0.656	0.398	0.030	0.602	0.840	0.804	0.712	0.030	0.607
6	0.746	0.506	0.794	0.716	0.822		0.744	0.540	0.037	0.000	0.928	0.314	0.395	0.397	0.038	0.642	0.589	0.750	0.000	0.037	0.855	0.607	0.288	0.000	0.712	0.861	0.810	0.690	0.000	0.615
7	0.607	0.348	0.750	0.754	0.665	0.815		0.498	0.293	0.130	0.783	0.493	0.440	0.653	0.294	0.670	0.659	0.620	0.130	0.293	0.769	0.554	0.465	0.130	0.516	0.643	0.707	0.818	0.130	0.679
8	0.545	0.355	0.737	0.773	0.646	0.689	0.732		0.107	0.040	0.604	0.360	0.360	0.298	0.108	0.349	0.320	0.353	0.040	0.107	0.671	0.807	0.442	0.040	0.252	0.567	0.490	0.406	0.040	0.291
9	0.479	0.659	0.278	0.237	0.440	0.327	0.240	0.250		0.668	0.076	0.399	0.249	0.561	0.970	0.172	0.172	0.105	0.755	0.987	0.122	0.172	0.283	0.755	0.000	0.000	0.000	0.212	0.755	0.172
10	0.046	0.042	0.019	0.000	0.017	0.004	0.007	0.060	0.274		0.000	0.227	0.077	0.389	0.665	0.000	0.000	0.032	0.596	0.655	0.040	0.000	0.111	0.596	0.000	0.000	0.000	0.040	0.596	0.000
11	0.443	0.185	0.590	0.715	0.501	0.679	0.836	0.747	0.129	0.000		0.353	0.373	0.436	0.077	0.701	0.628	0.712	0.000	0.076	0.913	0.657	0.360	0.000	0.640	0.833	0.832	0.719	0.000	0.643
12	0.636	0.583	0.715	0.623	0.785	0.785	0.636	0.732	0.423	0.069	0.500		0.797	0.478	0.429	0.255	0.705	0.381	0.227	0.400	0.399	0.470	0.607	0.227	0.277	0.277	0.206	0.390	0.227	0.480
13	0.748	0.599	0.886	0.756	0.853	0.740	0.651	0.622	0.300	0.000	0.495	0.661		0.328	0.279	0.255	0.700	0.503	0.077	0.250	0.433	0.514	0.520	0.077	0.362	0.433	0.206	0.390	0.077	0.480
14	0.756	0.815	0.558	0.468	0.683	0.628	0.515	0.373	0.531	0.060	0.352	0.582	0.579		0.591	0.611	0.421	0.274	0.365	0.562	0.482	0.384	0.552	0.365	0.169	0.360	0.360	0.616	0.365	0.421
15	0.479	0.699	0.278	0.237	0.440	0.327	0.240	0.250	0.917	0.192	0.129	0.463	0.300	0.553		0.000	0.202	0.105	0.729	0.961	0.123	0.194	0.313	0.729	0.000	0.000	0.000	0.242	0.729	0.202
16	0.520	0.261	0.521	0.487	0.541	0.622	0.710	0.453	0.261	0.000	0.619	0.453	0.541	0.428	0.000		0.550	0.537	0.000	0.173	0.619	0.475	0.536	0.000	0.464	0.534	0.745	0.839	0.000	0.719
17	0.479	0.444	0.260	0.237	0.349	0.400	0.429	0.189	0.444	0.000	0.339	0.231	0.300	0.515	0.444	0.720		0.624	0.000	0.173	0.594	0.450	0.448	0.000	0.552	0.509	0.501	0.645	0.000	0.776
18	0.706	0.678	0.766	0.642	0.840	0.746	0.561	0.603	0.354	0.000	0.432	0.862	0.779	0.656	0.394	0.453	0.231		0.032	0.105	0.672	0.392	0.105	0.032	0.858	0.651	0.702	0.658	0.032	0.792
19	0.526	0.480	0.374	0.351	0.377	0.351	0.384	0.166	0.191	0.043	0.309	0.188	0.383	0.606	0.191	0.547	0.669	0.283		0.768	0.040	0.000	0.111	1.000	0.000	0.000	0.000	0.040	1.000	0.000
20	0.737	0.836	0.536	0.470	0.684	0.506	0.348	0.373	0.742	0.206	0.185	0.559	0.558	0.780	0.728	0.261	0.423	0.603	0.449		0.122	0.173	0.283	0.768	0.000	0.000	0.000	0.212	0.768	0.173
21	0.636	0.378	0.783	0.876	0.694	0.821	0.839	0.723	0.151	0.000	0.807	0.606	0.688	0.502	0.151	0.556	0.275	0.619	0.400	0.378		0.704	0.433	0.040	0.567	0.875	0.746	0.676	0.040	0.561
22	0.316	0.130	0.473	0.648	0.433	0.418	0.526	0.627	0.130	0.000	0.649	0.359	0.404	0.117	0.130	0.368	0.130	0.291	0.130	0.130	0.548		0.528	0.000	0.320	0.634	0.490	0.493	0.000	0.417
23	0.786	0.715	0.793	0.731	0.929	0.786	0.626	0.597	0.448	0.000	0.470	0.803	0.832	0.715	0.467	0.541	0.326	0.906	0.342	0.687	0.663	0.379	0.111	0.000	0.314	0.284	0.446	0.111	0.257	
24	0.262	0.299	0.316	0.232	0.243	0.178	0.109	0.123	0.000	0.000	0.056	0.145	0.390	0.280	0.000	0.000	0.000	0.283	0.289	0.258	0.226	0.000	0.248	0.000	0.000	0.000	0.040	1.000	0.000	
25	0.259	0.000	0.406	0.530	0.316	0.494	0.652	0.627	0.000	0.000	0.815	0.359	0.310	0.167	0.000	0.585	0.304	0.291	0.304	0.000	0.622	0.696	0.285	0.000	0.614	0.716	0.554	0.000	0.743	
26	0.337	0.151	0.556	0.649	0.467	0.523	0.606	0.778	0.151	0.000	0.691	0.509	0.461	0.151	0.151	0.431	0.151	0.441	0.000	0.151	0.600	0.849	0.436	0.000	0.696	0.742	0.552	0.000	0.476	
27	0.611	0.562	0.698	0.624	0.789	0.782	0.608	0.651	0.354	0.000	0.480	0.911	0.682	0.543	0.394	0.453	0.231	0.884	0.167	0.511	0.607	0.339	0.825	0.167	0.339	0.489	0.731	0.000	0.716	
28	0.571	0.312	0.630	0.557	0.629	0.756	0.795	0.579	0.245	0.000	0.717	0.587	0.622	0.479	0.245	0.866	0.610	0.555	0.480	0.312	0.663	0.370	0.597	0.067	0.627	0.473	0.587	0.040	0.783	
29	0.046	0.042	0.019	0.000	0.017	0.004	0.007	0.060	0.274	1.000	0.000	0.069	0.000	0.060	0.192	0.000	0.000	0.000	0.043	0.206	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.407	0.148	0.554	0.649	0.464	0.642	0.770	0.775	0.148	0.000	0.858	0.507	0.458	0.315	0.148	0.596	0.315	0.439	0.167	0.148	0.724	0.685	0.433	0.000	0.852	0.833	0.487	0.638	0.000	

注:种群编号同表 2。对角线上部为土壤水分梯度上的重叠,对角线以下是速效 P 梯度上的重叠。

表 5 主要灌木种群在全 N 和速效 K 资源维上的生态位重叠

种群号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1		0.717	0.711	0.668	0.739	0.693	0.742	0.396	0.699	0.079	0.747	0.828	0.375	0.688	0.703	0.727	0.473	0.676	0.527	0.703	0.770	0.697	0.770	0.394	0.473	0.375	0.524	0.573	0.000	0.551
2	0.669		0.511	0.395	0.492	0.446	0.555	0.279	0.582	0.000	0.569	0.624	0.132	0.556	0.621	0.539	0.444	0.406	0.366	0.591	0.557	0.514	0.600	0.677	0.426	0.132	0.359	0.481	0.000	0.331
3	0.766	0.472		0.762	0.943	0.871	0.539	0.581	0.452	0.032	0.481	0.698	0.293	0.585	0.475	0.474	0.220	0.708	0.507	0.451	0.481	0.911	0.481	0.188	0.219	0.293	0.449	0.365	0.000	0.481
4	0.754	0.510	0.932		0.784	0.892	0.486	0.497	0.373	0.069	0.415	0.699	0.464	0.556	0.396	0.394	0.140	0.928	0.489	0.372	0.535	0.688	0.536	0.072	0.140	0.388	0.467	0.286	0.000	0.414
5	0.842	0.560	0.891	0.870		0.867	0.561	0.615	0.490	0.089	0.519	0.679	0.350	0.609	0.513	0.512	0.258	0.726	0.473	0.489	0.519	0.869	0.519	0.169	0.258	0.349	0.430	0.403	0.000	0.519
6	0.704	0.426	0.881	0.872	0.819		0.512	0.529	0.398	0.044	0.441	0.720	0.392	0.562	0.421	0.420	0.166	0.837	0.504	0.397	0.515	0.796	0.515	0.123	0.166	0.362	0.472	0.311	0.000	0.439
7	0.840	0.617	0.727	0.715	0.836	0.664		0.273	0.617	0.232	0.924	0.571	0.501	0.762	0.564	0.892	0.654	0.495	0.580	0.528	0.873	0.461	0.828	0.423	0.654	0.501	0.496	0.726	0.000	0.700
8	0.796	0.690	0.708	0.679	0.758	0.613	0.675		0.417	0.185	0.273	0.337	0.273	0.396	0.397	0.273	0.185	0.427	0.088	0.360	0.268	0.621	0.224	0.000	0.185	0.273	0.088	0.273	0.000	0.273
9	0.605	0.511	0.570	0.638	0.573	0.565	0.578	0.458		0.377	0.617	0.605	0.226	0.707	0.915	0.618	0.617	0.381	0.371	0.901	0.571	0.424	0.527	0.391	0.617	0.226	0.227	0.576	0.150	0.426
10	0.305	0.637	0.108	0.147	0.196	0.063	0.286	0.362	0.338		0.288	0.072	0.406	0.284	0.315	0.339	0.556	0.066	0.138	0.369	0.181	0.000	0.136	0.000	0.574	0.639	0.000	0.506	0.361	0.528
11	0.580	0.678	0.347	0.335	0.444	0.285	0.572	0.496	0.482	0.506		0.576	0.563	0.686	0.571	0.949	0.725	0.424	0.509	0.528	0.881	0.466	0.848	0.437	0.714	0.563	0.501	0.783	0.000	0.761
12	0.760	0.553	0.851	0.920	0.857	0.802	0.772	0.715	0.647	0.217	0.362		0.379	0.681	0.621	0.555	0.301	0.711	0.599	0.604	0.680	0.716	0.680	0.301	0.301	0.319	0.605	0.446	0.072	0.473
13	0.669	0.622	0.538	0.509	0.618	0.443	0.598	0.718	0.318	0.431	0.473	0.570		0.385	0.141	0.593	0.405	0.521	0.293	0.128	0.574	0.276	0.532	0.000	0.405	0.725	0.595	0.551	0.000	0.679
14	0.575	0.628	0.698	0.716	0.761	0.638	0.834	0.597	0.653	0.350	0.509	0.795	0.623		0.649	0.683	0.500	0.565	0.610	0.636	0.666	0.500	0.622	0.301	0.500	0.385	0.412	0.646	0.084	0.584
15	0.518	0.531	0.496	0.564	0.538	0.452	0.608	0.358	0.815	0.389	0.531	0.642	0.379	0.706		0.000	0.571	0.404	0.371	0.933	0.567	0.447	0.565	0.430	0.567	0.141	0.227	0.491	0.174	0.340
16	0.450	0.572	0.336	0.286	0.376	0.342	0.459	0.345	0.398	0.417	0.818	0.237	0.322	0.370	0.000		0.746	0.403	0.488	0.528	0.842	0.445	0.797	0.407	0.746	0.592	0.481	0.834	0.000	0.792
17	0.602	0.608	0.375	0.363	0.444	0.397	0.572	0.601	0.594	0.454	0.783	0.362	0.439	0.496	0.464	0.744		0.149	0.234	0.528	0.606	0.191	0.580	0.444	0.982	0.556	0.227	0.855	0.000	0.726
18	0.722	0.488	0.819	0.799	0.789	0.833	0.735	0.551	0.651	0.124	0.359	0.750	0.413	0.736	0.538	0.479	0.472		0.498	0.380	0.543	0.633	0.545	0.083	0.149	0.385	0.539	0.294	0.000	0.423
19	0.537	0.363	0.688	0.718	0.604	0.690	0.550	0.398	0.622	0.000	0.188	0.658	0.228	0.578	0.611	0.215	0.215	0.714		0.371	0.527	0.467	0.527	0.234	0.234	0.293	0.520	0.379	0.137	0.473
20	0.567	0.504	0.570	0.638	0.573	0.561	0.600	0.367	0.906	0.332	0.520	0.627	0.332	0.688	0.891	0.478	0.555	0.647	0.632		0.528	0.423	0.528	0.400	0.528	0.128	0.227	0.478	0.240	0.327
21	0.493	0.564	0.379	0.367	0.467	0.316	0.614	0.431	0.558	0.582	0.676	0.437	0.497	0.642	0.609	0.525	0.652	0.391	0.220	0.552		0.467	0.955	0.426	0.606	0.500	0.621	0.675	0.000	0.653
22	0.451	0.408	0.449	0.432	0.485	0.346	0.419	0.478	0.143	0.217	0.217	0.444	0.719	0.419	0.217	0.217	0.198	0.366	0.228	0.217	0.217		0.467	0.191	0.191	0.276	0.467	0.336	0.000	0.465
23	0.638	0.560	0.428	0.416	0.537	0.366	0.576	0.715	0.328	0.647	0.368	0.486	0.643	0.550	0.255	0.217	0.472	0.413	0.228	0.237	0.472	0.402		0.468	0.562	0.455	0.623	0.631	0.000	0.608
24	0.100	0.000	0.245	0.275	0.200	0.247	0.182	0.000	0.406	0.000	0.000	0.285	0.000	0.284	0.469	0.000	0.000	0.271	0.557	0.417	0.220	0.000	0.000		0.426	0.000	0.227	0.350	0.000	0.199
25	0.450	0.572	0.336	0.286	0.376	0.335	0.445	0.345	0.398	0.458	0.675	0.237	0.322	0.370	0.408	0.850	0.631	0.472	0.215	0.478	0.459	0.217	0.217	0.000		0.574	0.227	0.855	0.000	0.726
26	0.450	0.435	0.336	0.286	0.376	0.344	0.459	0.345	0.398	0.263	0.757	0.237	0.322	0.370	0.405	0.846	0.744	0.487	0.215	0.478	0.460	0.217	0.217	0.000	0.696		0.319	0.650	0.000	0.801
27	0.449	0.409	0.306	0.293	0.316	0.406	0.399	0.522	0.451	0.302	0.640	0.271	0.241	0.297	0.265	0.583	0.802	0.363	0.215	0.356	0.453	0.000	0.386	0.000	0.433	0.698		0.372	0.000	0.473
28	0.558	0.717	0.331	0.318	0.439	0.268	0.572	0.491	0.460	0.595	0.906	0.362	0.468	0.509	0.531	0.822	0.750	0.342	0.172	0.503	0.670	0.217	0.362	0.000	0.752	0.668	0.551		0.000	0.850
29	0.209	0.172	0.216	0.216	0.177	0.310	0.140	0.170	0.255	0.000	0.188	0.145	0.000	0.087	0.142	0.308	0.301	0.316	0.215	0.251	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.301	0.408	0.397	0.172	0.000
30	0.691	0.756	0.474	0.462	0.583	0.411	0.652	0.707	0.338	0.565	0.620	0.532	0.812	0.629	0.389	0.469	0.535	0.413	0.228	0.332	0.663	0.532	0.702	0.000	0.469	0.383	0.336	0.614	0.000	

对角线上部为全 N 梯度上的重叠,对角线以下是速效 K 梯度上的重叠。

4 讨论

岷江源区主要灌木种群在各个资源维上的生态位宽度不尽一致,其值的大小不仅能表现该种群对于环境的适应能力,还能表现该种群的分布均匀程度。具有较大生态位宽度的物种往往具有较高的生态位重叠,如以上在各个资源维上有着较高生态位宽度的物种,它们相互之间或与其它物种之间具有较高的生态位重叠值。但并非生态位宽度小的物种其重叠值也就小,这与岷江干旱河谷的研究结果一致^[5]。岷江上游源区多变的地形条件,造成了物种分布的斑块性和环境资源的高度空间异质性,使适宜生境以斑块的形式存在,导致物种向少数不连续的斑块分布,因而在这些适宜斑块中常常有较高的物种聚集度,如尖叶茶藨子、四川忍冬、沙棘、小果小檗、康定柳灌丛等,而在适宜斑块以外的空间物种的分布较为贫乏,导致物种在总体环境空间生态位宽度较小,从而出现了较小

的生态位宽度伴随着较高的生态位重叠的现象。

与岷江干旱河谷主要灌木种群生态位研究结果不同的是,源区灌木种群对土壤含水量和 pH 资源的利用能力较低,对速效 K 和速效 P 的利用能力较高,而干旱河谷灌木种群对速效 K 和速效 P 的利用能力较低,对土壤水分的利用能力反而较高。这种原因可能是干旱河谷的物种对干旱环境长期适应的结果,在长期干旱的环境中,植物种群扩展其生态位,以增大对水分资源利用的范围和强度,导致了物种对速效 P 和速效 K 的利用能力低于对土壤水分的利用,而在岷江源区,土壤养分条件较好,土壤水分反而成为种群分布的限制因子。

种群生态位的研究可用于指导岷江源区植被的保护和恢复重建。植物个体和植物种间对土壤有限资源的竞争,是影响植物群落物种组成和群落动态的关键因素^[9]。

(下转第 133 页)

江附近采集,土壤环境质量属于优良。而土样 1、土样 2、土样 3、土样 4、土样 5、土样 13、尾—1、尾—2 的土壤采集点分布在废渣堆和尾矿库旁,由于淋浸作用等,造成土壤环境质量属于较好到接近较差。

4 结论

通过模糊综合评价分析可以得知,里伍铜矿的土壤环境质量整体较好,但是部分区域土壤环境质量较差。根据分析结果可知矿区土壤环境质量由较差到好依次为:堆浸矿泥土<堆浸土<铜矿排污口泥土<原生土壤<铜矿区下游江边土壤。原生土壤和铜矿区下游江边土壤平时需要保护其现有的土壤环境质量,避免一定的污染;堆浸矿泥土、堆浸土和铜矿排污口泥土需要采取一定的修复技术恢复其基本功能和重建生产力。

应用模糊数学方法来评价土壤重金属污染程度是切实可行的。在模糊评价过程中,利用模糊数学的拟人思维和复杂逻辑推理能力,减少了评价结果中人为因素所造成的误差,保证了评价结果的精度和可靠性。

参考文献:

[1] 谭继文,刘亚民,王建瑞,等. 矿山环境学[M]. 北京:地

(上接第 129 页)

区域内的物种数量是巨大的,对于植被恢复来说,物种的筛选必须能够在大量的物种中简单准确地进行,这就给物种筛选带来了相当的难度。由于生态位宽度大小可以很好地反映物种对资源环境的适应利用能力,因此可以依据物种生态位宽度的大小来进行恢复物种的选择。在岷江源区的植被恢复和管理中,应首先恢复适应性强的乡土物种,如将生态位宽度值较大的尖叶栒子、峨眉蔷薇、高山绣线菊、金露梅、南川绣线菊、窄叶鲜卑花、高山柳、甘青锦鸡儿等物种作为先锋物种,构建以这些物种为优势种群的群落,通过群落的逐步演替形成稳定的生态系统类型,达到植被恢复的目的。

参考文献:

[1] 王树森,余新晓,刘凤芹,等. 华北土石山区天然森林植被种间联结和生态位的研究[J]. 水土保持研究,2006,13(4):170-174.
[2] 张林静,岳明,张远东,等. 新疆阜康绿洲荒漠过渡带主要植物种的生态位分析[J]. 生态学报,2002,22(6):969-

震出版社,2008.

- [2] 周爱国,蔡鹤生,周建伟,等. 地质环境评价[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2008:70-72.
[3] 赵元艺,王金生,李德先,等. 矿床地质环境模型与环境评价[M]. 北京:地质出版社,2007:130-131.
[4] 孟宪林,郭威. 改进层次分析法在土壤重金属污染评价中的应用[J]. 环境保护科学,2001,27(2):34-36.
[5] 王金生. 灰色聚类法在土壤污染综合评价中的应用[J]. 农业环境保护,1991,10(4):168-172.
[6] 彭再德. 模糊综合评价法在区域土壤环境重金属污染评价中的应用[J]. 化工环保,1993,13(4):235-238.
[7] 王永利,倪世军,黄润秋,等. 康定城土壤重金属模糊评价[J]. 成都理工大学学报:自然科学版,2010,37(5):562-565.
[8] 师荣光,高怀友,赵玉杰,等. 基于 GIS 的混合加权模式在天津城郊土壤重金属污染评价中的应用[J]. 农业环境科学学报 2006,25(增刊):17-20.
[9] 徐华君. 土壤重金属污染评价中的模糊综合决策问题[J]. 新疆大学学报:自然科学版,1994,11(4):88-92.
[10] 王晓丹,倪师军,张成江,等. 成都市土壤质量的模糊综合评价[J]. 物探化探计算技术,2006,28(1):46-48.
[11] 许雅玲,欧阳通,陈江奖. 某铜矿区土壤重金属污染状况研究[J]. 环境科学与技术,2009,32(11):146-151.
[12] 徐建明,张甘霖,谢正苗,等. 土壤质量指标与评价[M]. 北京:科学出版社,2010:71-74.

972.

- [3] Belsky A J. Population and community processes in a mosaic grassland in the serengeti, Tanzania[J]. Journal of Ecology,1986,74:841-856.
[4] McGrady-Steed J, Morin P J. Biodiversity, density compensation, and the dynamics of population and functional groups[J]. Ecology,2000,81(2):361-373.
[5] 冶民生,关文彬,吴斌,等. 岷江干旱河谷主要灌木种群生态位研究[J]. 北京林业大学学报,2006,28(1):7-13.
[6] Ye Minsheng, Guan Wenbin, Wu Bin, et al. Plant community complexity in the arid valley of Minjiang River, southwestern China[J]. Acta Ecologica Sinica,2006,26(10):3159-3165.
[7] 冶民生,关文彬,吴斌,等. 岷江源区植物群落复杂性研究[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(8):174-179.
[8] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京:科学出版社,2004:110-114.
[9] Ban F, Hans D K, Frank B. Soil nutrient heterogeneity alters competition between two perennial grass species[J]. Ecology,2001,82:2534-2546.