

高寒草甸植物种群的生态位研究

陈波 周兴民 王启基 张堰青 沈振西

(中国科学院西北高原生物研究所)

摘 要

用生态位理论研究高寒草甸植物种群在资源谱上的分布及种间关系。结果表明：在山地生境中，矮嵩草 (*Kobresia humilis*) 和小嵩草 (*K. pygmaea*) 在土壤水势、光照和坡向等三维资源谱上的生态位宽度不同。矮嵩草的生态位宽度明显大于小嵩草，二者在3维上的生态位重叠较小。在定位站整个尺度的资源谱上，矮嵩草在土壤水势维和 pH 维上的生态位宽度比小嵩草和藏嵩草 (*K. tibetica*) 的大。三种嵩草在整个尺度上对资源的利用能力并不突出。它们在土壤水势维上的生态位重叠较低，存在着生态位分化现象。资源需求的分化降低了植物种间的利用性竞争。

关键词：植物种；生态位；资源谱

生态位理论是植物生态学研究的热点之一，它有可能揭示植物群落是如何组织构成的 (王刚, 1990; Shugart 等, 1988)，并且生态位逐渐与资源利用谱等同起来 (Pianka, 1981)。尽管植物种利用的资源不可替代，但在不同尺度的生境类型中，异质性仍造成植物种在资源位上的差异。而且资源分享是认识群落结构形成机制的主要基础 (Schoener, 1974; Platt 等, 1977; Abrams, 1987)，因此，在进行高寒草甸生态系统结构和功能的研究过程中，有必要深入研究植物种在资源谱上的生态位关系。

本文以高寒草甸的典型类型矮嵩草 (*Kobresia humilis*) 草甸、小嵩草 (*K. pygmaea*) 草原化草甸和藏嵩草 (*K. tibetica*) 沼泽化草甸中的主要植物种为研究对象。在山地及海北定位站整个资源谱 (包括山地、滩地和河谷低洼地) 等两种尺度上，研究它们在资源谱上的利用和种间关系，为高寒草甸生态系统的结构、功能与机理的深入研究提供理论依据。

研 究 方 法

本研究于1991年6—8月在中国科学院海北高寒草甸生态系统开放实验站进行。站区的自然概况 (杨福国, 1982) 和植被状况 (周兴民, 1982) 已有专文报道，不再赘述。

在站区选择放牧干扰较少的不同植被类型中进行取样,按样方抽样技术选择样点(考克斯,1978),样方面积 50×50 厘米²。生境类型包括低山、滩地、河谷阶地及沼泽。以植物种的相对盖度作为种群数量特征指标,随同植物群落取样同步进行土壤水势(毫巴)和土壤pH的测定。山地生境类型还进行坡向的测定。同时选择晴朗无云天气连续3天定时定点测定光照强度(lux)。

为研究植物种在不同生境类型中对资源的利用状况,以生态位宽度和生态位重叠为指标来探讨植物种在资源谱上的种间共存关系。

生态位宽度测定选用由Levins(1968)提出经Colwell(1971)加权修改的公式:

$$NB = \frac{1}{n} \sum P_{ij}^2$$

式中 P_{ij} 表示第 i 个植物种在资源位 j 上的分布,即本文的相对盖度。 n 是资源位等级。

植物种间的生态位重叠选用Pianka(1973)公式:

$$NO = \sum P_{ij}P_{kj} / \sqrt{\sum P_{ij}^2 \sum P_{kj}^2}$$

式中 P_{ij} 、 P_{kj} 分别表示第 i 个植物种和第 k 个植物种在资源位 j 上的相对盖度。

结果与分析

1. 山地生境类型中植物种的生态位分析

不同植物种在资源谱上的利用明显不同(表1)。在土壤水势、坡向和光照等3维资源谱上,小嵩草的利用能力最小,其生态位宽度值分别是0.367、0.238和0.451。矮嵩草的宽度值分别是0.717、0.798和0.718,明显大于小嵩草的利用能力。由于小嵩草属寒冷、旱中生短根茎多年生植物,植株矮小,高仅2—5厘米,叶线形,上下表皮具有较厚的角质层、气孔凹陷等耐旱的形态解剖特征,因而其分布仅见于土壤比较干燥、光照较强的山地阳境,而矮嵩草则属于寒冷中生短根茎多年生植物,株高3—15厘米,叶片呈披针形,上下表皮角质层较薄,气孔不凹陷,这种生物——生态学特征使其具有较大的适应范围,故在山地占有较宽的空间。

禾本科植物种如早熟禾(*Poa* spp.)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)和异针茅(*Stipa aliena*) 在资源谱上的利用能力均较强。其中垂穗披碱草在3维上的宽度分别是0.851、0.852和0.789。而一些杂类草如麻花艹(*Gentiana straminea*)、美丽风毛菊(*Saussurea superba*)和异叶米口袋(*Gueldenstaedtia diversifolia*) 在3维上的生态位宽度也明显较大,其中麻花艹的生态位宽度分别是0.897、0.852和0.910,对资源环境的适应能力也较强。

由于各种植物在长期的度化进程中,所形成的形态、生态和遗传等特征的不同,导致它们在必需资源的利用上有所差异,这点反映在种间生态位重叠上(表2,表3和表4)。小嵩草和矮嵩草在3维上的生态位重叠值分别是0.226、0.207和0.289,以在坡向维上的重叠值最小,为0.207,二者在生态位空间的重叠程度小,表明它们对必需资源的要求有所差异,在资源利用谱上存在一定程度的分化现象。尤其反映在土壤水势维(图1)。

小嵩草对资源要求不仅反映在与同属的矮嵩草之间存在着生态位趋异,与其他种间

表1 山地中21个种群在三维上的生态位宽度

Table 1 The niche breadths of 21 populations on 3 dimensional axes in mountain

种 名 Species	土壤水势 soil moisture potential	坡 向 direction of slope	光 照 incident light
小 嵩 草 <i>Kobresia pygmaea</i>	0.367	0.238	0.451
矮 嵩 草 <i>K. humilis</i>	0.717	0.798	0.718
粗 糠 苔 草 <i>Carex scabrirostris</i>	0.816	0.704	0.780
二 柱 头 蕨 草 <i>Scirpus distigmaticus</i>	0.517	0.375	0.657
早 熟 禾 <i>Poa sp.</i>	0.833	0.758	0.816
垂 穗 披 碱 草 <i>Elymus nutans</i>	0.851	0.852	0.789
双 叉 细 柄 茅 <i>Ptilagrostis dichotoma</i>	0.563	0.555	0.622
异 针 茅 <i>Stipa aliena</i>	0.840	0.571	0.910
麻 花 芎 <i>Gentiana straminea</i>	0.897	0.852	0.910
线 叶 龙 胆 <i>Gentiana farreri</i>	0.707	0.768	0.643
美 丽 风 毛 菊 <i>Saussurea superba</i>	0.861	0.833	0.954
乳 白 香 青 <i>Anaphalis lactea</i>	0.678	0.656	0.824
瑞 苓 草 <i>Saussurea nigrescens</i>	0.760	0.529	0.700
蒙 古 蒲 公 英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	0.749	0.660	0.722
香 青 <i>Anaphalis sp.</i>	0.318	0.344	0.430
异 叶 米 口 袋 <i>Gueldenstaedtia diversifolia</i>	0.867	0.760	0.823
披 针 叶 黄 花 <i>Thermopsis lenceolata</i>	0.554	0.455	0.402
高 山 磨 松 草 <i>Thalictrum alpinum</i>	0.748	0.733	0.732
鹅 绒 委 陵 菜 <i>Potentilla anserina</i>	0.745	0.709	0.710
雪 白 委 陵 菜 <i>P. nivea</i>	0.846	0.857	0.784
狼 毒 <i>Stellera chamaejasme</i>	0.656	0.424	0.642

表 2 山地中 21 个种群在土壤水势维上的生态位重叠

Table 2 The niche overlaps between 21 populations on the soil moisture potential dimension

种 名 Species	in mountain																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1. 小 嵩 草 <i>Kobresia pygmaea</i>	1	.226	.471	.079	.358	.492	.092	.734	.714	.176	.528	.349	.231	.515	0	.379	.114	.199	.227	.316	.723
2. 矮 嵩 草 <i>K. humilis</i>	1	.823	.656	.801	.817	.732	.685	.744	.776	.725	.920	.876	.785	.419	.827	.772	.812	.903	.840	.750	
3. 粗 喙 苔 草 <i>Carex scabrostris</i>	1	.575	.869	.943	.714	.759	.741	.779	.755	.710	.802	.884	.473	.933	.753	.847	.843	.927	.741		
4. 二 柱 头 薹 草 <i>Scirpus distigmaticus</i>	1	.823	.707	.856	.579	.675	.862	.792	.520	.746	.650	.850	.791	.642	.851	.782	.813	.330			
5. 早 熟 禾 <i>Poa</i> sp.	1	.946	.792	.831	.827	.930	.868	.689	.896	.856	.701	.876	.685	.901	.890	.944	.558				
6. 垂 穗 披 碱 草 <i>Elymus nutans</i>	1	.701	.821	.826	.801	.788	.689	.816	.968	.523	.960	.648	.844	.870	.927	.712					
7. 双 叉 细 柄 茅 <i>Ptilagrostis dichotoma</i>	1	.598	.638	.893	.833	.655	.832	.576	.749	.796	.925	.889	.855	.841	.434						
8. 异 针 茅 <i>Stipa aliena</i>	1	.965	.744	.885	.733	.766	.750	.440	.789	.572	.643	.675	.736	.780							
9. 麻 花 苻 <i>Gentiana straminea</i>	1	.736	.909	.786	.779	.789	.465	.803	.584	.797	.738	.770	.815								
10. 线 叶 龙 胆 <i>Gentiana farreri</i>	1	.891	.672	.899	.667	.841	.906	.790	.902	.849	.907	.449									
11. 美 丽 风 毛 菊	1	.733	.843	.680	.729	.852	.731	.834	.819	.841	.645										

续表 2 cont. table 2

种名 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>Saussurea superba</i>																						
12. 乳白香青 <i>Anaphalis lactea</i>												1	.880	.638	.256	.695	.751	.695	.807	.713	.795	
13. 瑞苓草 <i>Saussurea nigrescens</i>												1	.704	.581	.872	.824	.877	.902	.885	.594		
14. 蒙古蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>													1	.410	.883	.522	.751	.794	.852	.754		
15. 香青 <i>Anaphalis</i> sp.															1	.682	.511	.740	.589	.698	.091	
16. 异叶米口袋 <i>Gueldenstaedtia diversifolia</i>																1	.723	.945	.907	.985	.607	
17. 披针叶黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i>																	1	.810	.791	.789	.550	
18. 高山唐松草 <i>Thalictrum alpinum</i>																		1	.929	.973	.492	
19. 鹅绒委陵菜 <i>Potentilla anserina</i>																			1	.906	.590	
20. 雪白委陵菜 <i>P. nivea</i>																					1	.607
21. 狼毒 <i>Stellera chamaejasme</i>																						1

表 3 山地中 21 个种群在坡向维上的生态位重叠

Table 3 The niche overlaps between 21 populations on the direction of slope dimension

种 名 Species	in mountain																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1. 小 嵩 草 <i>Kobresia pygmaea</i>	1	.207	.393	.069	.338	.473	.042	.531	.501	.153	.496	.283	.064	.361	.254	.304	.097	.237	.257	.233	.382
2. 矮 嵩 草 <i>K. humilis</i>	1	.785	.521	.761	.807	.762	.684	.781	.816	.765	.822	.658	.745	.481	.814	.603	.756	.825	.854	.638	
3. 粗 喙 苔 草 <i>Carex scabrostris</i>	1	.380	.755	.801	.653	.776	.784	.678	.678	.776	.705	.601	.743	.419	.740	.507	.762	.751	.755	.448	
4. 二 柱 头 蒿 草 <i>Scirpus distigmaticus</i>	1	.581	.509	.580	.505	.464	.730	.555	.354	.630	.388	.573	.656	.606	.716	.677	.705	.365			
5. 早 熟 禾 <i>Poa</i> sp.	1	.843	.592	.753	.717	.816	.878	.565	.663	.740	.588	.810	.507	.814	.738	.846	.382				
6. 垂 穗 披 碱 草 <i>Elymus nutans</i>	1	.556	.792	.868	.803	.889	.759	.630	.829	.624	.869	.502	.797	.791	.827	.504					
7. 双 叉 细 柄 茅 <i>Ptilagrostis dichotoma</i>	1	.468	.700	.758	.533	.638	.621	.587	.495	.734	.801	.686	.608	.817	.677						
8. 异 针 茅 <i>Stipa aliena</i>	1	.767	.630	.848	.629	.590	.724	.388	.736	.334	.638	.697	.713	.416							
9. 麻 花 丸 <i>Gentiana straminea</i>	1	.789	.830	.801	.736	.788	.480	.832	.597	.814	.822	.811	.662								
10. 线 叶 龙 胆 <i>Gentiana farreri</i>	1	.770	.689	.841	.619	.645	.884	.687	.893	.912	.496										
11. 美 丽 风 毛 菊	1	.676	.615	.777	.516	.849	.499	.802	.815	.812	.388										

续表 3 cont. table 3

种名 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>Saussurea superba</i>																						
12. 乳白香青 <i>Anaphalis lactea</i>												1	.660	.696	.284	.677	.685	.636	.691	.707	.743	
13. 瑞苓草 <i>Saussurea nigrescens</i>												1	.608	.398	.710	.635	.838	.772	.796	.474		
14. 蒙古蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>													1	.389	.741	.526	.667	.639	.754	.524		
15. 香青 <i>Anaphalis</i> sp.															1	.589	.286	.613	.501	.595	.330	
16. 异叶米口袋 <i>Gneldentia diversifolia</i>															1	.664	.831	.815	.949	.504		
17. 披针叶黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i>																1	.644	.506	.739	.617		
18. 高山唐松草 <i>Thalictrum alpinum</i>																	1	.899	.884	.465		
19. 鹅绒委陵菜 <i>Potentilla anserina</i>																		1	.807	.490		
20. 雪白委陵菜 <i>P. nivea</i>																				1	.588	
21. 狼毒 <i>Stellera chamaejasme</i>																					1	

表 4 山地中 21 个种群在光照维上的生态位重叠

Table 4 The niche overlaps between 21 populations on the incident light dimension in mountain

种名 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1. 小嵩草 <i>Kobresia pygmaea</i>	1	.289	.459	.139	.364	.460	.175	.802	.775	.156	.694	.586	.251	.467	0	.349	.820	.236	.281	.275	.885
2. 矮嵩草 <i>K. humilis</i>	1	.868	.897	.938	.859	.960	.666	.744	.910	.767	.683	.908	.840	.850	.915	.264	.970	.963	.961	.440	
3. 粗喙苔草 <i>Carex scabrivostris</i>	1	.786	.955	.997	.764	.807	.779	.793	.807	.764	.732	.960	.609	.972	.248	.872	.843	.920	.608		
4. 二柱头蘆草 <i>Scirpus distigmaticus</i>	1	.919	.766	.954	.630	.694	.976	.794	.812	.959	.681	.841	.899	.292	.917	.919	.939	.411			
5. 早熟禾 <i>Poa sp.</i>	1	.940	.907	.754	.778	.915	.844	.834	.880	.877	.711	.978	.288	.923	.943	.964	.573				
6. 垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	1	.941	.810	.773	.767	.793	.743	.718	.976	.612	.967	.236	.873	.831	.914	.608					
7. 双叉细柄茅 <i>Ptilagrostis dichotoma</i>	1	.577	.689	.962	.754	.715	.954	.682	.858	.857	.286	.924	.952	.923	.369						
8. 异针茅 <i>Stipa aliena</i>	1	.972	.628	.950	.860	.654	.778	.498	.792	.737	.701	.643	.742	.858							
9. 麻花芎 <i>Gentiana straminea</i>	1	.714	.975	.857	.735	.732	.597	.790	.786	.750	.778	.805									
10. 线叶龙胆 <i>Gentiana farreri</i>	1	.793	.763	.910	.668	.853	.897	.295	.913	.882	.940	.344									
11. 美丽风毛菊	1	.946	.811	.721	.603	.838	.744	.773	.769	.819	.810										

续表 4 cont. table 4

种名 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>Saussurea superba</i>																						
12. 乳白香青 <i>Anaphalis lactea</i>											1	.813	.647	.484	.803	.655	.691	.763	.761	.820		
13. 瑞苓草 <i>Saussurea nigrescens</i>												1	.676	.834	.840	.411	.906	.954	.900	.520		
14. 蒙古蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>													1	.604	.915	.197	.858	.810	.872	.602		
15. 香青 <i>Anaphalis</i> sp.															1	.753	.206	.912	.771	.861	.136	
16. 异叶米口袋 <i>Gneldensia diversifolia</i>																1	.268	.944	.893	.981	.544	
17. 披针叶黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i>																	1	.252	.272	.270	.761	
18. 高山唐松草 <i>Thalictrum alpinum</i>																		1	.928	.938	.418	
19. 鹅绒委陵菜 <i>Potentilla anserina</i>																			1	.928	.532	
20. 雪白委陵菜 <i>P. nivea</i>																				1	.466	
21. 狼毒 <i>Stellera chamaejasme</i>																					1	

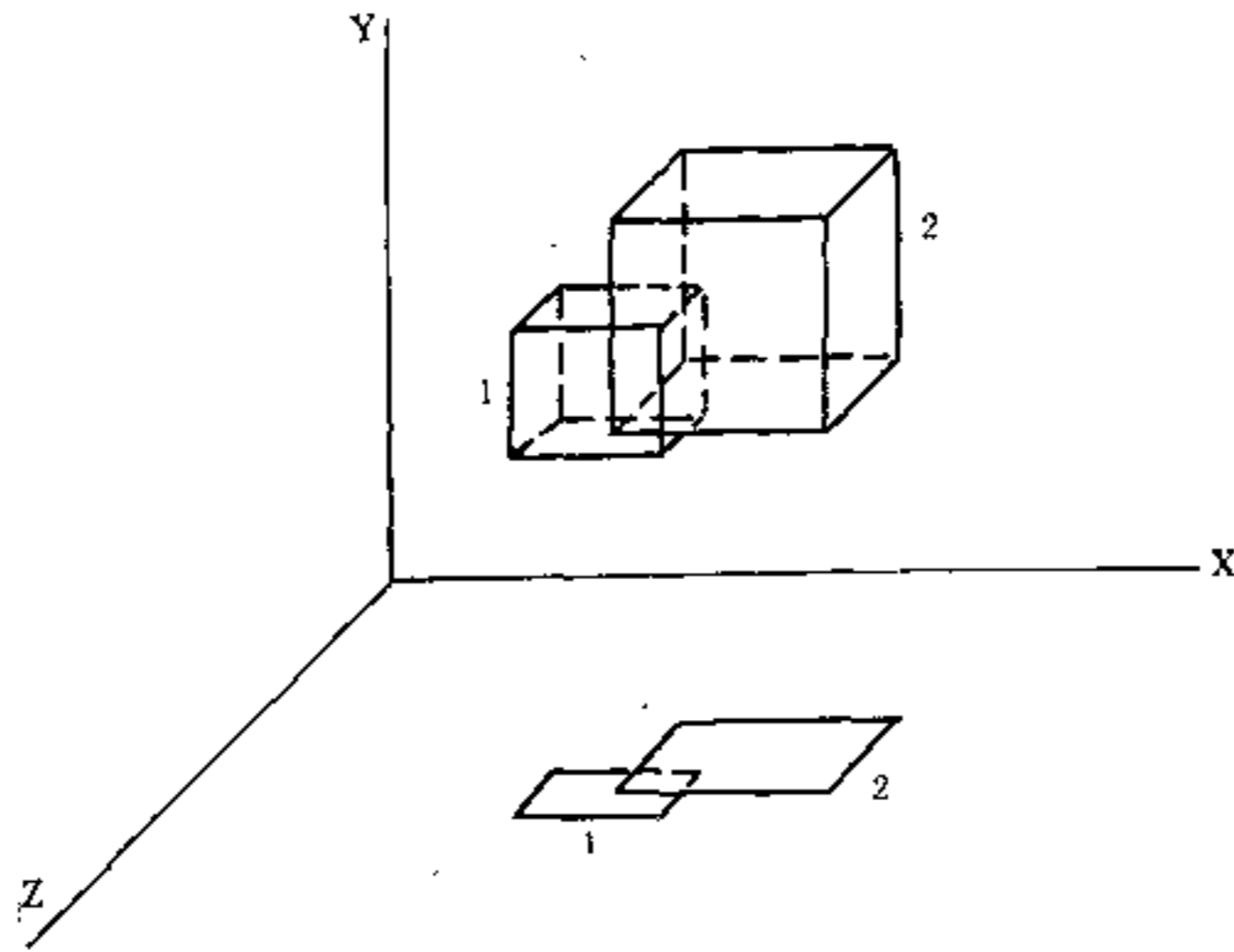


图1 小嵩草和矮嵩草三维生态位的分化模式 (X: 土壤水势; Y: 光照; Z: 坡向)
(1: 小嵩草; 2: 矮嵩草)

Fig. 1 The model of tridimensional niche separation of *Kobresia pygmaea* and *K. humilis*
(X: soil moisture potential, Y: incident light, Z: direction of slope)
(1: *Kobresia pygmaea*, 2: *K. humilis*)

也反映出种间生态位重叠较低的现象。而矮嵩草则相反, 由于其生态幅度大, 对资源利用能力较强, 在3维上与其它种间的重叠值均较大。

早熟禾和垂穗披碱草在3维资源谱上的生态位重叠值均较高, 分别是0.946、0.843和0.946。生态位重叠说明物种在资源利用上的相似程度, 同时也说明这两个种在资源谱上的利用性竞争较强。某些杂类草在资源谱上的利用性竞争也较强, 植物种间的生态位重叠值较高。

2. 23个植物种在三维资源谱上的生态位分析

海北定位站内的地形复杂多样。除低山、丘陵和滩地外, 在山间谷地及河流两旁的低阶地上, 还有因地下水位高和泉水出露等形成的沮洳地段。在不同生境中分布着不同的植物群落类型。在山地阳坡分布着以小嵩草为建群种的草原化草甸; 在排水良好、土壤含水量中等的坡麓和山地分布着以矮嵩草为建群种的典型草原; 而在沮洳地段则分布着以藏嵩草为建群种的沼泽化草甸(图2)。因而有必要将海北站不同生境类型作为一个整体进行分析。由于光照等因子反映不出较好的梯度, 故这部分仅从土壤水势和pH2个维度上分析植物种的生态位宽度和重叠值。

小嵩草、矮嵩草和藏嵩草在整个梯度上的生态位宽度均较低, 三者土壤水势维上的宽度值分别是0.283、0.574和0.267(表5)。这与它们在长期演化进程中所形成的生态特性密切相关(周兴民, 1979)。它们对生境的适应主要受土壤水分条件的限制。三者pH维上的生态位宽度值分别是0.559、0.723和0.556。

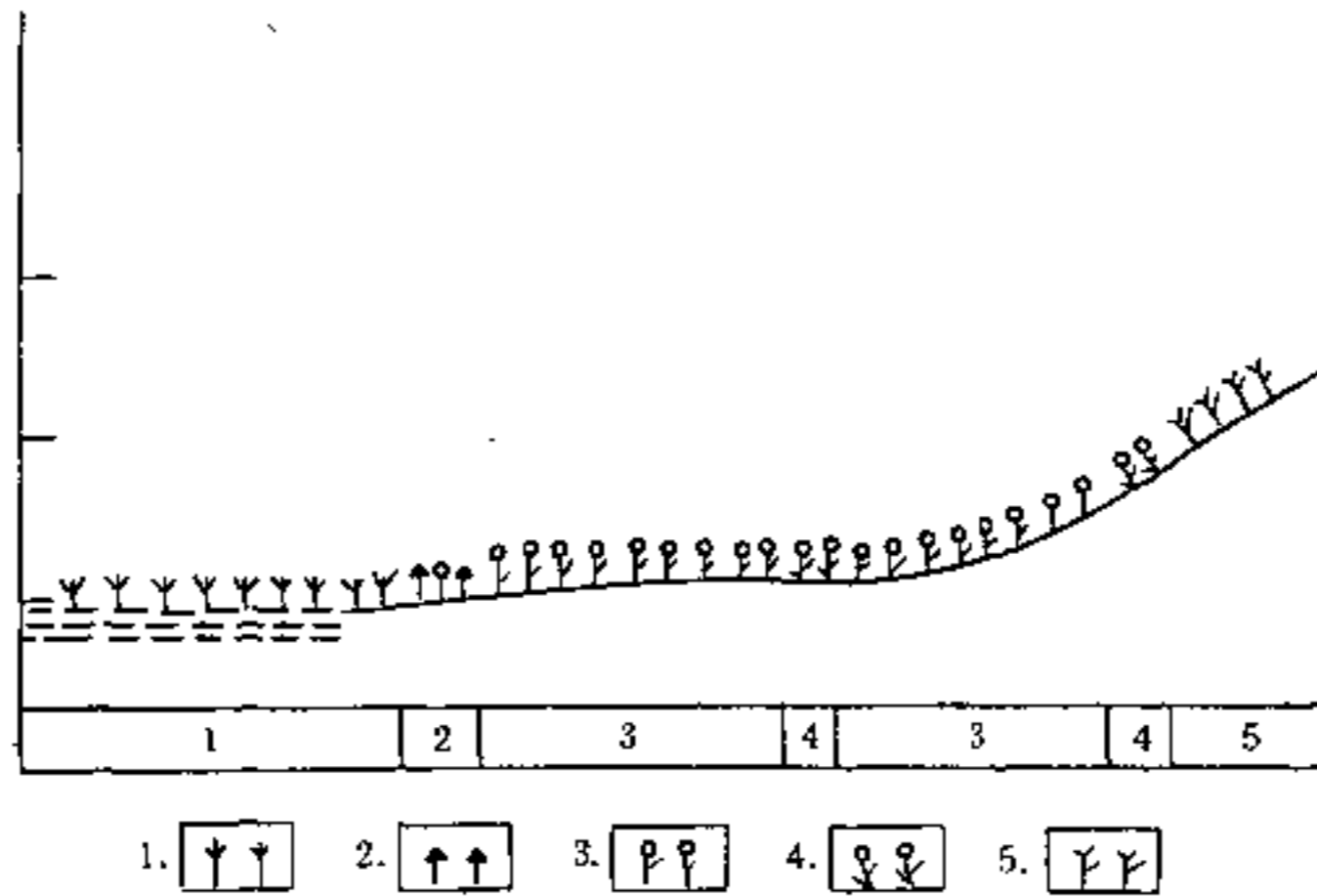


图2 嵩草群落在资源谱上的剖面图

Fig. 2 The sectional diagram of *Kobresia* communities on the resource spectrum
 (1) 藏嵩草群落 *K. tibetica* community, (2) 藏嵩草与矮嵩草交错带 The ecotone of *K. tibetica* + *K. humilis*, (3) 矮嵩草群落 *K. humilis* community, (4) 矮嵩草与小嵩草交错带 The ecotone of *K. humilis* + *K. pygmaea*, (5) 小嵩草群落 *K. pygmaea* community

表5 23个种群在二维上的生态位宽度

Table 5 The niche breadths of 23 populations on 2 dimensional axes

种名 Species	土壤水势(毫巴) Soil moisture potential(millibar)	Ph
1. 小嵩草 <i>Kobresia pygmaea</i>	0.283	0.559
2. 矮嵩草 <i>K. humilis</i>	0.574	0.723
3. 藏嵩草 <i>K. tibetica</i>	0.267	0.556
4. 华扁穗草 <i>Blysmus sinocompressus</i>	0.108	0.370
5. 黑褐苔草 <i>Carex atro-fusca</i>	0.219	0.484
6. 青藏苔草 <i>C. moorcroftii</i>	0.282	0.547
7. 粗喙苔草 <i>C. scabrirostris</i>	0.709	0.874
8. 二柱头藏草 <i>Scirpus distigmaticus</i>	0.572	0.562
9. 早熟禾	0.566	0.758

续表5 cont. table 5

种 名 Species	土壤水势(毫巴) Soil moisture potential(millibar)	Ph
<i>Poa</i> sp.		
10. 垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	0.633	0.860
11. 异 针 茅 <i>Stipa aliena</i>	0.619	0.740
12. 麻 花 芎 <i>Gentiana straminea</i>	0.558	0.924
13. 线 叶 龙 胆 <i>G. farreri</i>	0.624	0.742
14. 美丽风毛菊 <i>Saussurea superba</i>	0.618	0.758
15. 乳白香青 <i>Anaphalis lactea</i>	0.555	0.512
16. 瑞 苓 草 <i>Saussurea nigrescens</i>	0.640	0.787
17. 蒙古蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	0.629	0.645
18. 异叶米口袋 <i>Gueldenstaedtia diversifolia</i>	0.605	0.739
19. 花 苜 蓿 <i>Trigonella ruthenica</i>	0.562	0.830
20. 鹅绒委陵菜 <i>Potentilla anserina</i>	0.559	0.810
21. 雪白委陵菜 <i>P. nivea</i>	0.623	0.614
22. 兰 石 草 <i>Lancea tibetica</i>	0.841	0.878
23. 高山唐松草 <i>Thalictrum alpinum</i>	0.669	0.826

受土壤水分条件限制的还有华扁穗草 (*Blysmus sinocompressus*), 作为藏嵩草群落中的伴生种, 它对生境的要求更为敏感, 喜好比较湿润的生境。它在土壤水势维上的生态位宽度值最小, 为0.108。而玄参科中的兰石草 (*Lancea tibetica*) 的生态幅度较大, 它在土壤水势维和 pH 维上都表现出较大的适应能力, 其生态位宽度值分别是0.841和0.878。禾本科植物在这二维上的生态位宽度适中, 如垂穗披碱草在土壤水势和 pH 上的生态位宽度值分别是0.633和0.860。

在土壤水势维上, 植物种间的生态位重叠比较明显地反映出物种在必需资源利用上

表 6 23 个种群在土壤水势维上的生态位重叠

Table 6 The niche overlaps between 23 populations on the soil moisture potential dimension

种 名 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1. 小 嵩 草 <i>Kobresia pygmaea</i>	1	.223	0	0	0	0	.278	.104	.182	.512	.665	.662	.186	.410	.492	.203	.516	.399	.476	.190	.306	.316	.192
2. 矮 嵩 草 <i>K. humilis</i>	1	.045	0	.173	.052	.636	.619	.660	.657	.797	.557	.843	.758	.848	.846	.776	.916	.852	.586	.879	.835	.624	
3. 藏 嵩 草 <i>K. tibetica</i>	1	.812	.608	.979	.511	.385	.326	.166	0	.099	.290	.080	0	.379	0	0	.036	.511	.057	.427	.432		
4. 华扁穗草 <i>Blysmus sinocompressus</i>	1	.213	.680	.082	.039	0	0	0	0	.049	0	0	.266	0	0	0	0	.095	0	.229	.084		
5. 黑褐苔草 <i>Carex atro-fusca</i>	1	.669	.684	.518	.517	.362	0	.381	.515	.298	0	.470	0	0	.136	.689	.217	.495	.490				
6. 青藏苔草 <i>C. moorcroftii</i>	1	.604	.455	.384	.194	0	.114	.341	.089	0	.381	0	0	.041	.605	.065	.458	.512					
7. 粗喙苔草 <i>C. scabrostris</i>	1	.832	.829	.760	.521	.542	.809	.558	.479	.725	.580	.608	.640	.923	.639	.852	.881						
8. 二柱头草 <i>Scirpus distigmaticus</i>	1	.838	.650	.542	.560	.812	.668	.546	.667	.547	.596	.578	.760	.636	.732	.905							
9. 早熟禾 <i>Poa sp.</i>	1	.720	.540	.464	.673	.608	.523	.551	.542	.560	.584	.753	.687	.669	.728								
10. 垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	1	.705	.699	.657	.659	.543	.609	.825	.790	.780	.645	.817	.786	.737									
11. 异 针 茅 <i>Stipa aliena</i>	1	.701	.665	.760	.890	.668	.820	.853	.861	.409	.768	.707	.552										

续表 6 cont. table 6

种名 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
12. 麻花苳 <i>Gentiana straminea</i>												1	.619	.867	.687	.593	.614	.610	.562	.549	.684	.680	.618	
13. 线叶龙胆 <i>G. farreri</i>												1	.672	.729	.951	.622	.729	.773	.694	.705	.867	.770		
14. 美丽风毛菊 <i>Saussurea superba</i>													1	.740	.640	.718	.754	.655	.647	.877	.779	.698		
15. 乳白香青 <i>Anaphalis lactea</i>													1	.729	.659	.806	.725	.375	.710	.662	.522			
16. 瑞苓草 <i>Saussurea nigrescens</i>													1	.612	.734	.766	.627	.684	.881	.674				
17. 蒙古蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>													1	.946	.919	.535	.874	.784	.654					
18. 异叶米口袋 <i>Gaillardia diversifolia</i>													1	.906	.551	.913	.828	.678						
19. 花苜蓿 <i>Trigonella ruthenica</i>													1	.507	.821	.802	.601							
20. 鹅绒委陵菜 <i>Potentilla anserina</i>														1	.659	.845	.865							
21. 雪白委陵菜 <i>P. nivea</i>														1	.862	.727								
22. 兰石草 <i>Lancea tibetica</i>																						1	.855	
23. 高山唐松草 <i>Thalictrum alpinum</i>																							1	

表 7 23 个种群在 PH 维上的生态位置量

Table 7 The niche overlaps between 23 populations on PH dimension

种 名 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1. 小 嵩 草 <i>Kobresia pygmaea</i>	1	.416	.993	.903	.784	.984	.599	.136	.439	.452	.484	.720	.321	.340	.992	.476	.246	.335	.423	.408	.228	.480	.426	
2. 矮 嵩 草 <i>K. humilis</i>	1	.396	.135	.687	.382	.822	.802	.959	.914	.968	.866	.952	.876	.341	.970	.857	.920	.848	.864	.829	.943	.937		
3. 藏 嵩 草 <i>K. tibetica</i>	1	.923	.751	.998	.633	.143	.451	.453	.489	.701	.318	.330	.984	.478	.238	.333	.431	.422	.219	.483	.423			
4. 华扁穗草 <i>Blyssus sinocompressus</i>	1	.446	.930	.525	.082	.236	.302	.236	.565	.139	.218	.940	.224	.090	.149	.347	.297	.080	.317	.279				
5. 黑褐苔草 <i>Carex atro-fusca</i>	1	.730	.536	.178	.613	.526	.704	.685	.488	.399	.706	.702	.395	.505	.398	.451	.370	.565	.501					
6. 青藏苔草 <i>C. moorcroftii</i>	1	.645	.145	.452	.450	.486	.689	.313	.323	.976	.474	.231	.329	.431	.425	.213	.480	.418						
7. 粗糠苔草 <i>C. scabrivostris</i>	1	.806	.927	.911	.893	.891	.872	.840	.561	.884	.769	.845	.916	.909	.742	.940	.919							
8. 二柱头蒿草 <i>Scirpus distigmaticus</i>	1	.828	.918	.754	.734	.939	.960	.115	.794	.924	.911	.952	.926	.912	.906	.930								
9. 早 熟 禾 <i>Poa</i> sp.	1	.920	.991	.871	.947	.859	.369	.967	.819	.902	.879	.891	.786	.962	.954									
10. 垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	1	.885	.872	.979	.979	.408	.944	.959	.984	.982	.992	.946	.989	.969										
11. 异 针 茅	1	.867	.915	.810	.404	.970	.776	.872	.824	.845	.741	.935	.920											

种名 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
<i>Stipa aliena</i>																								
12. 麻花朶 <i>Gentiana straminea</i>		1	.840	.836	.693	.842	.725	.790	.865	.819	.695	.910	.917											
13. 纓叶龙胆 <i>G. farreri</i>		1	.970	.267	.950	.953	.982	.954	.962	.934	.982	.979												
14. 美丽风毛菊 <i>Saussurea superba</i>		1	.312	.876	.972	.967	.982	.970	.963	.958	.960													
15. 乳白香青 <i>Anaphalis lactea</i>			1	.397	.203	.279	.399	.369	.188	.431	.385													
16. 瑞苓草 <i>Saussurea nigrescens</i>				1	.881	.949	.874	.918	.858	.959	.922													
17. 蒙古蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>					1	.984	.936	.962	.998	.918	.897													
18. 异叶米口袋 <i>Gouldenstaedtia diversifolia</i>								1	.947	.979	.974	.963	.937											
19. 花苜蓿 <i>Trigonella ruthenica</i>									1	.984	.923	.970	.966											
20. 糙绒委陵菜 <i>Potentilla anserina</i>										1	.953	.970	.943											
21. 雪白委陵菜 <i>P. nivea</i>																				1	.895	.872		
22. 兰石草 <i>Lancea tibetica</i>																						1	.989	
23. 高山磨松草 <i>Thalictrum alpinum</i>																								1

的种间关系(表6)。小嵩草与喜好湿润生境的藏嵩草、华扁穗草、黑褐苔草(*Carex atrofusca*)及青藏苔草(*C. moorcroftii*)之间的重叠值均为0,对土壤水分条件的要求趋异,生态位明显分化。异针茅生长在土体比较干燥的生境,它与这几个植物种间的生态位重叠值也为0。矮嵩草在土壤水势资源谱上的利用幅度相对较宽,它与藏嵩草、华扁穗草、黑褐苔草和青藏苔草之间的生态位重叠值分别是0.045、0、0.713和0.052。但矮嵩草对土壤含水量较低的生境条件中的利用能力稍强,与小嵩草的生态位重叠值为0.223。

杂类草植物种间的生态位重叠一般较大,如美丽风毛菊和麻花苳的生态位重叠值为0.867。杂类草与嵩草植物及禾本科植物间的重叠值也较大。如乳白香青(*Anaphalis lactea*)与小嵩草和矮嵩草在土壤水势维上的生态位重叠值分别是0.492和0.848,它与早熟禾和垂穗披碱草在土壤水势维上的生态位重叠值分别是0.523和0.543。

不同植物种间在pH维上的生态位重叠见表7。小嵩草与藏嵩草、华扁穗草、黑褐苔草和青藏苔草之间的生态位重叠值分别达到0.993、0.903、0.784和0.984。而矮嵩草与这4个植物种间的生态位重叠值相对较低,分别是0.396、0.135、0.687和0.382。在多维生态位空间内,种对之间在一个资源维上存有较大的生态位重叠,可以通过它们在另一维上的需求分化来调节。尽管小嵩草与这4个种在pH维上的重叠值较大,但在土壤水势维上的生态位重叠值均为0,从而使它们在2维空间内对资源的需求达到适中。小嵩草与矮嵩草之间在生态位空间内也表现出这种生态学特征。二者在pH维上的重叠值是0.416,而在土壤水势维上的生态位重叠值则大2倍。

植物种的生态位宽度和种间生态位重叠研究在揭示植物种和生境因子之间的关系以及种间关系上具有重要的理论意义。

由于植物种不同于动物,其生存环境的各种生态因子也是植物的生长利用资源,因而建立在生境因子梯度上的生态位宽度和重叠的计测与植物的资源可利用性密切相关。

在多维生态位空间内,植物种间对资源分享可以在某一维上忍受较大的生态位重叠,但可以通过在另一维上的生态位分化来降低整个生态位空间内的重叠程度,从而避免在多维生态位空间内的强烈竞争。小嵩草与藏嵩草在2维空间内的重叠正表明了这种特征。

部分杂类草在资源谱上的利用能力较大,这点应引起注意,有待于从物种的生理生态、形态解剖及草场管理、人畜干扰等方面作进一步的研究。

参 考 文 献

- 王 刚, 1990, 生态位理论若干问题的探讨, 兰州大学学报(自然版), 109-113。
考克斯 G. W., (蒋有绪译, 1979), 1972, 普通生态学实验手册, 32, 26 (2), 科学出版社。
杨富国, 1982, 高寒草甸生态系统定位站自然概况, 高寒草甸生态系统, 43, 甘肃人民出版社。
周兴民, 1979, 青藏高原嵩草属(*Kobresia*)八种植物的形态-生态学特性的初步研究, 植物学报, 21 (2): 135-142。
周兴民、李健华, 1982, 海北高寒草甸生态系统定位站的主要植被类型及其地理分布规律, 高寒草甸生态系统, 9-18, 甘肃人民出版社。
Abrams P. A., 1987, Alternative models of character displacement and niche shift. I. Adaptive shifts in resource use when there is competition for nutritionally nonsubstitutable resources. *Evolution*, 41 (3): 651-661。
Colwell, R. K., Futuyma D. J., 1971, On the measurement of niche breadth and overlap, *Ecology*, 52: 567-570。
Levins, R., 1968, *Evolution in changing environments*. Princeton Univ. Press, Princeton, 119-120。
Pianka, E. R., 1973, The structure of lizard communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 4: 53-74。

- Pianka, E. R., 1981, Competition and niche theory. in Theoretical ecology, principles and applications, (R. M. May eds). Blackwell Scientific Oxford, England.
- Platt W. J., Weis I M., 1977, Resource partitioning and competition within a guild of fugitive prairie plants. *Am. Nat.*, **111**: 479—513.
- Schoener, T. W., 1974, Resource partitioning in ecological communities, *Science*, **185**: 27—39.
- Shugart H. H., Bonan, G. B., 1988, Niche theory and community organization. *Can. J. Bot.*, **66**: 2634—2639.

STUDY ON THE NICHE OF THE PLANT SPECIES IN ALPINE MEADOW

Chen Bo Zhou Xingmin Wang Qiji Zhang Yanqing Shen Zhenxi

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences)

Abstract

In the different habitats, the niche breadths and niche overlaps of plant species in *Kobresia humilis* community, *K. pygmaea* community and *K. tibetica* community at the Haibei Research Station of Alpine Meadow Ecosystem were studied using data collected from June to August in 1991, and the interspecific relationships were also analysed in this paper. Under the hill habitat, the niche breadths of *K. humilis* were different from that of *K. pygmaea* on the soil moisture potential, the incident light and the direction of slope. The niche breadth of *K. humilis* were much bigger than that of *K. pygmaea* and their niche overlap was low on the three dimensions. On the entire scale resource spectrum, the niche breadth of *K. humilis* was bigger than that of *K. pygmaea* and *K. tibetica*, and their overlaps on the soil moisture potential was low too. There was a phenomenon of niche separation among the three species, the separation of resource utilization will be able to decrease in the exploitative competition.

Key words: Plant species; Niche; Resource spectrum