

羊草草原群落水平格局研究

I. 二维网函数插值法*

杨 持

(内蒙古大学生物系)

郝敦元 杨在中

(内蒙古大学数学系)

摘 要

本文用二维网函数插值法,对羊草草原群落14种主要植物种群的个体分布格局作了分析。根据网格法获取的数据资料,应用插值公式计算网点值,全部计算过程由电子计算机实现。计算结果由计算机输出并打印出每个种群的个体分布格局图。

分布格局图提供了以下信息:

1. 14种植物种群个体的空间分布类型;
2. 聚块的大小;
3. 聚块的合计面积。

种群的镶嵌格局图直观的反映了种群之间在空间上的配置关系,并可给出镶嵌体的类型。讨论了研究种群个体分布格局的取样面积以及应用插值法存在的问题。

植物群落通常是由10个以上甚至数十个植物种组成的。每个种群的个体都以一定的格式分布于群落中。研究种群水平分布格局以及不同种群的空间配置,是群落结构研究中的核心问题,也是研究群落动态及群落生产力的重要基础。

1979至1981年的3年中,我们应用邻接格子样方法(Greig-Smith, 1952, 1964; Kershaw, 1959, 1973),研究了羊草草原群落的水平格局,取得了一定结果,但也明显地感到该方法的缺陷(杨持, 1983)。

1981至1982年的两年间,我们采用一种新的取样及数学处理方法,此法的数学原理、计算公式以及计算机模拟结果见“植物群落种群格局研究新方法”(杨在中等, 1983)一文,该文以不同几何图形和人工模拟草地种群斑块图形为例,讨论了数学处理方面的有关问题。

本文的目的是采用这种新方法对羊草草原群落水平格局作进一步的研究。

一、取 样

取样工作是在中国科学院内蒙古草原生态系统定位站一号样地(羊草样地)里进行的,为了保证样方处于同一群落类型范围内,选定样区坡地的中上段,即在*Caragana microphylla*-*Aneurolepidium chinense*+*Stipa grandis*群落内设置样方。样方长50米,宽25米(1,250

* 研究工作得到阳含熙教授的指导,邱佩璋教授给以热情帮助,本文承李博教授修改,特此致谢。
内蒙古大学生物系植物生态学专业79级部分同学参加野外调查,特此致谢。

米²),以1米为间隔纵横分别拉线,形成一个网格为1米²的网,然后以20厘米为区间从每条网线的端点(行从左→右,列从上→下)观测记录每区间线段两旁各1厘米范围内出现的植物名称及个体数量(丛生禾草以基丛记数,根茎禾草以地上枝记数),数据记为每20厘米区段的右端点(或下端点)上的值,最后形成一个251×126的数据矩阵。整个样方共有31,626个结点(每个结点代表0.04米²),实测结点,12,952个,其中有1,250个结点为纵横线的交点,记数两次,应减去一次,因此实际的观测结点为11,702个,其余19,924个结点的值需要由插值公式求出。

羊草样地植物种数共约80多种,网线上记录下来的植物种数为46种。按蒙特卡洛方法的基本思想,以实测的有值结点数与实测结点数之比估算每个种群分布面积占样方总面积的百分比。我们选择了相对面积在0.02以上的17个种作为考察分布格局的对象。羊草(*Ach*——*Aneurolepidium chinense*)、大针茅(*Sg*——*Stipa grandis*)、西伯利亚羽茅(*As*——*Achnatherum sibiricum*)、小叶锦鸡儿(*Cm*——*Caragana microphylla*)、变蒿(*Acc*——*Artemisia commutata*)、麻花头(*Sc*——*Serratula centauloides*)、落草(*Kc*——*Koeleria cristata*)、冰草(*Am*——*Agropyron michnoi*)、糙隐子草(*Cc*——*Cleistogenes squarrosa*)、扁蓿豆(*Mr*——*Melilotus ruthenica*)、星毛委陵菜(*Pa*——*Potentilla acaulis*)、狭叶柴胡(*Bc*——*Bupleurum scorzonnerifolium*)、红纹马先蒿(*Ps*——*Pedicularis striata*)、菊叶委陵菜(*Pta*——*Potentilla tapacetifolia*)、木地肤(*Kp*——*Kochia pristrata*)、苕芭(*Cd*——*Cymbaria dahurica*)、阿尔太狗娃花(*Ha*——*Heteropappus altaicus*)。实际计算了14个种。

二、数据处理与结果分析

以二维网函数线性插值公式(邱佩璋,1978)求出实测结点以外的全部结点值(图1):

$$a_{5i+1-k,5j+1-l} = \frac{l}{5} a_{5i+1-k,5j-4} + \frac{5-l}{5} a_{5i+1-k,5j+1} + \frac{k}{5} a_{5i-4,5j+1-l} + \frac{5-k}{5} a_{5i+1,5j+1-l} - \frac{k}{5} \left[\frac{l}{5} a_{5i-4,5j-4} + \frac{5-l}{5} a_{5i-4,5j+1} \right] - \frac{5-k}{5} \left[\frac{l}{5} a_{5i+1,5j-4} + \frac{5-l}{5} a_{5i+1,5j+1} \right]$$

其中公式右端的各 a 值正好是边长为1米的网格线上的实测值。为简单计,在计算时可将实测数据改为0、1数据。凡实测值非零时为1,其余为0。用插值公式算出的结点值已不再是0、1数据,这样就需要选择一个适当的截断水平 r ,当 $a_{s,t} \geq r$ 时为1, $a_{s,t} < r$ 时为0($s=1,2,\dots,250$; $t=1,2,\dots,125$),若对某个选定的 r ,其值为1的结点个数与总结点个数之比等于或接近实测值为1的结点个数与实测结点个数之比时(见表1中打星号*的数据),则确定这一 r 值作为截断水平。

全部计算过程由电子计算机实现。截断水平可依次取 $r=0.1, 0.2, \dots, 0.9$ 。按上述原则选择最合适的 r 值,按此 r 值把全部数据0,1化,全部0,1化后的计算结果由计算机输出。打印格式与结点的实际配置相同,0输出空格,1输出#号,这样便得到清晰的单个种群的

表1 不同输出界限下各种群的有值结点数、斑块合计面积及占样方总面积的百分数

植 物 名 称	实 测		插 值 计 算																	
	有 值 结 点 数	占 数 实 比	r _{0.1}		r _{0.2}		r _{0.3}		r _{0.4}		r _{0.5}		r _{0.6}		r _{0.7}		r _{0.8}		r _{0.9}	
			有 及 值 面 结 点 点	占 比 总 结 点	有 及 值 面 结 点 点	占 比 总 结 点	有 及 值 面 结 点 点	占 比 总 结 点	有 及 值 面 结 点 点	占 比 总 结 点	有 及 值 面 结 点 点	占 比 总 结 点	有 及 值 面 结 点 点	占 比 总 结 点	有 及 值 面 结 点 点	占 比 总 结 点	有 及 值 面 结 点 点	占 比 总 结 点	有 及 值 面 结 点 点	占 比 总 结 点
羊 草	10,860	0.93																		
大 针 茅	3,294	0.28	12062	0.39	11161	0.36	9712	0.31	9020	0.29*	7827	0.25	7475	0.24	6256	0.20	5867	0.19	4913	0.16
西 伯 利 亚 羽 茅	2,495	0.21	9875	0.32	9008	0.29	7717	0.25	7163	0.23*	6027	0.19	5776	0.18	4636	0.15	4329	0.14	3493	0.11
小 叶 锦 鸡 儿	2,416	0.21	9443	0.30	8550	0.27	7325	0.23	6770	0.22*	5754	0.184	5548	0.178	4536	0.15	4243	0.14	3445	0.11
变 蒿	1,938	0.17	8236	0.26	7461	0.24	6310	0.20	5830	0.19	4876	0.16*	4639	0.15	3740	0.12	3494	0.11	2758	0.09
麻 花 头	1,737	0.15	7712	0.25	7073	0.23	6019	0.19	5644	0.18	4744	0.152*	4571	0.146	3641	0.12	3385	0.11	2609	0.08
落 草	1,118	0.096	5757	0.18	5315	0.17	4448	0.14	4148	0.13	3304	0.11	3209	0.10*	2374	0.08	2220	0.07	1534	0.05
米 氏 冰 草	1,150	0.098	5019	0.16	4484	0.14	3752	0.12	3501	0.11	2908	0.093*	2844	0.091	2285	0.07	2171	0.07	1627	0.05
糙 隐 子 草	1,031	0.088	5294	0.17	4826	0.15	3986	0.13	3714	0.12	2988	0.096	2904	0.093*	2145	0.07	2012	0.06	1386	0.04
扁 蓿	878	0.075	4802	0.15	4422	0.14	3607	0.12	3386	0.11	2644	0.085	2578	0.082*	1847	0.059	1744	0.055	1126	0.04
狭 叶 柴 胡	556	0.048	3058	0.098	2857	0.091	2324	0.074	2166	0.069	1693	0.054	1667	0.053*	1167	0.037	1117	0.036	697	0.022
红 纹 马 先 蒿	529	0.045	3054	0.098	2851	0.091	2323	0.074	2200	0.07	1705	0.055	1675	0.054	1186	0.038*	1133	0.036	702	0.022
菊 叶 委 陵 菜	329	0.028	1770	0.057	1632	0.052	1327	0.042	1265	0.04	1000	0.032	984	0.031*	708	0.023	675	0.022	429	0.014
芯 芭	302	0.026	1373	0.044	1246	0.04	1028	0.033	938	0.03	762	0.024*	743	0.024	569	0.018	537	0.017	395	0.013

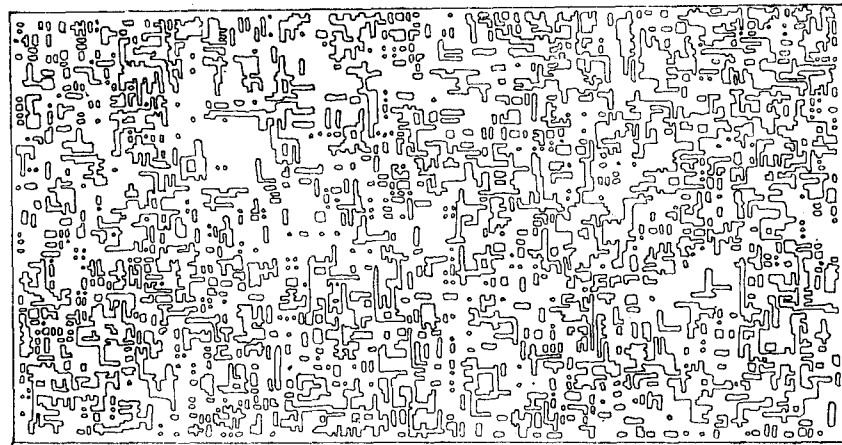


图2 大针茅种群个体分布格局图

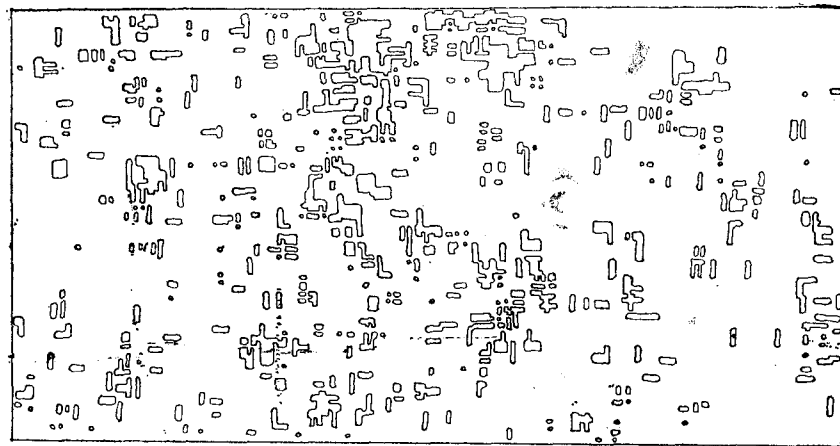


图3 冰草种群个体分布格局图

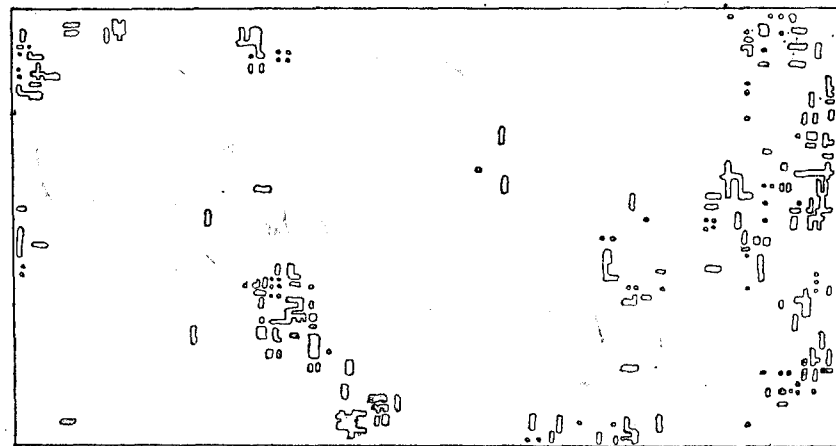


图4 芯芭种群个体分布格局图

表3 有值结点在原样方不同细分情况下的分配

细分图解	植物名称 细分等级	大 针 茅	西 伯 利 亚 羽 茅	小 叶 锦 鸡 儿	变 蒿	麻 花 头	冰 草	洛 草	糙 隐 子 草	扁 蓿 豆	狭 叶 柴 胡	红 纹 马 先 蒿	菊 叶 委 陵 菜	芯 芭
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	1	772	493	527	292	176	101	115	179	194	71	54	42	73
	2	706	563	520	363	266	125	117	216	167	58	26	11	146
	3	532	493	462	419	238	153	203	132	169	65	39	3	74
	4	536	433	505	316	307	57	164	122	93	156	115	1	68
	5	517	465	423	421	218	380	119	216	200	44	9	43	0
	6	628	515	461	356	263	71	122	151	175	98	38	21	11
	7	512	620	494	406	286	290	184	186	115	56	26	32	18
	8	460	395	366	438	509	136	147	131	229	39	94	29	21
	9	496	426	409	214	126	383	215	257	147	93	91	113	37
	10	386	435	378	252	236	302	191	206	131	114	61	155	10
	11	509	569	335	210	315	167	326	138	190	76	116	16	79
	12	663	455	372	151	434	212	187	217	124	113	64	63	116
	13	532	406	425	215	343	165	258	234	145	169	98	62	79
	14	506	329	344	344	264	176	317	168	210	171	96	241	3
	15	630	335	405	320	302	49	286	170	135	101	123	143	19
	16	635	226	346	159	288	141	257	181	154	243	136	9	8
1 2 3 4	1	2,317	1,790	1,784	1,142	863	1,029	707	886	686	377	252	260	189
	2	2,226	1,842	1,703	1,315	1,029	674	747	741	683	441	221	428	170
	3	2,183	2,022	1,696	1,355	1,141	659	999	626	609	298	304	134	190
	4	2,294	1,509	1,589	1,064	1,538	546	755	651	600	551	409	102	213
1 2 3 4	1	2,623	2,036	1,931	1,432	923	677	473	762	736	271	127	117	230
	2	2,040	1,946	1,827	1,579	1,340	636	699	571	606	316	274	65	181
	3	1,920	1,592	1,556	1,025	969	1,026	981	865	633	547	346	571	129
	4	2,437	1,585	1,458	840	1,339	569	1,056	706	603	533	439	231	222
1 2	1	4,663	3,982	3,758	3,011	2,263	1,313	1,172	1,333	1,342	587	401	182	411
	2	4,357	3,181	3,014	1,865	2,308	1,595	2,037	1,571	1,236	1,080	785	802	351
1 2	1	4,543	3,632	3,487	2,457	1,892	1,703	1,454	1,627	1,369	818	473	688	359
	2	4,477	3,531	3,285	2,419	2,679	1,205	1,755	1,277	1,209	849	713	296	403

接近,因此,样方形状与设置方向与取样地区的地形条件有关。样方的大小随植物种的不同而有差别。大针茅(2,317、2,226、2,183、2,294)、小叶锦鸡儿(1,784、1,703、1,696、1,589)、变蒿(1,142、1,315、1,355、1,064)、扁蓿豆(686、683、609、600)等植物在原样方细分为4等分时,各个小样方提供的信息量就相当接近了,因此这四种植物的取样面积可缩为312米²;西伯利亚羽茅(3,632、3,531)、麻花头(2,263、2,308)、冰草(1,313、1,595)、塔草(1,454、1,755)、糙隐子草(1,333、1,571)、柴胡(818、849)、苕芭(359、403)等,在原样方细分为二等分时,各个小样方提供的信息量已相当接近,因此这7种植物的样方面积可缩为625米²;红纹马先蒿、菊叶委陵菜等,在原样方细分过程中,各级小样方的信息量都相差很大,因此它们的样方面积可取为1,250米²或更大。

根据上述分析,我们认为,种群的分布格局也是群落结构的一种特征,这种特征也会有它最小的表现面积,因此,对研究特定群落的种群个体分布格局,寻求一个最适取样面积是可能的,这方面的工作还有待于进一步积累数据资料。

(6) 种群的镶嵌格局:各种种群个体分布格局图重叠在一起作垂直透影,可以提供种群的镶嵌格局图。镶嵌图直观的反映了种群之间在空间上的配置关系。在图5中只给出了5个种群的镶嵌格局,我们还可根据各种不同目的去绘出不同种群组合的镶嵌图。因为诸种群斑块(除羊草外)的总合计面积约为原样方面积的150%,说明种群的镶嵌是以交叉镶嵌为主,而交叉镶嵌势必造成不同种群斑块的广泛重叠,因此产生了各种类型的镶嵌体。下面给出10种镶嵌体类型,这些类型合计面积的粗略估计列入表4。

表4 镶嵌体类型及各自的合计面积

镶嵌体类型	合计面积(米 ²)	占样方面积(%)
$Ach \times Sg \times As$	68.75	5.5
$\times Acr$	18.75	1.5
$\times Sc$	25.00	2.0
$\times Aco$	12.50	1.0
$\times Cs$	25.00	2.0
$Ach \times As \times Acr$	12.50	1.0
$\times Sc$	18.75	1.5
$\times Kc$	12.50	1.0
$\times Mr$	12.50	1.0
$Ach \times Sc \times Kc$	18.75	1.5

三、讨 论

1. 本文所采用的二维网函数插值法经过对各种图形的模拟计算,证明图形的相对位置与输出面积和实际图形十分接近,只是图形形状发生改变,这种改变使得镶嵌格局出现误差,因此,还需进一步在取样方法和插值公式方面深入作工作,以解决图形的变形问题。

2. 若使用实测数据进行计算,将有利于提供样方内诸种群的个体总数,格局强度,格局纹理等信息,同时也增加了数据处理的困难,如截断水平的确定等。这方面的问题尚待进一步深入,特别是格局强度、格局纹理的问题,我们将专题论述。

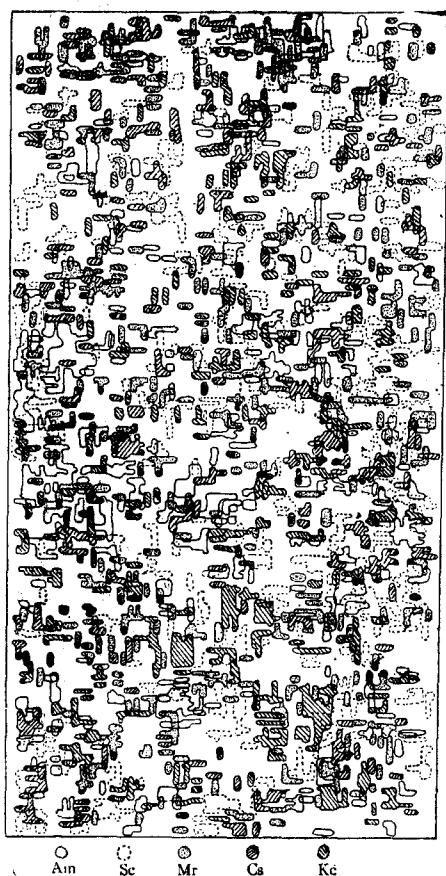


图5 羊草群落5个种群的镶嵌格局图

3. 这个方法在群落学的研究中, 可以应用到更多方面去, 如对不同群落类型中(或不同生境梯度下)同一种群个体的水平格局进行比较研究, 可以了解种群在不同环境条件下的变化, 进而探讨种群个体分布格局形成的原因; 又如通过对不同演替阶段同一种群个体水平格局的研究, 可以了解在时间系列下的变化, 从而认识种群本身的动态变化。

参 考 文 献

- 杨 持 1983 羊草草原群落水平格局研究 I. 邻接格子样方的应用. 内蒙古大学学报(自然科学版) 1983 (2): 245—254.
- 杨在中、郝敦元等 1983 植物群落种群格局研究的新方法. 生态学报 4(3): 237—247.
- 邱佩璋 1978 m 维网函数插值及其应用. 内蒙古大学学报(自然科学版) 1978 (1): 5—28.
- Greig-Smith, P. 1952 The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of plant communities. *Ann. Bot., N.S.* 16(62): 293—316.
- 1964 Quantitative plant ecology. 2nd edition, London Butterworth.
- Kershaw, K.A. 1959 The use of cover and frequency in the detection of pattern in plant communities. *Ecology* 38: 291—299.
- Kershaw, K.A. 1973 Quantitative and dynamic plant ecology. 2nd edition, London Edward Arnold.

STUDIES ON SPATIAL PATTERN IN ANEUROLEPIDIUM CHINENSIS STEPPE COMMUNITY II. 2-DIMENSIONAL NET FUNCTION INTERPOLATION METHOD

Yang Chi

(Department of Biology, Inner Mongolia University)

Xao Dunyuan Yang Zaizhong

(Department of Mathematics, Inner Mongolia University)

In this paper, authors have analysed distribution pattern of individuals of 14 dominant plant populations in *Aneurolepidium chinensis* steppe community by interpolation method of 2 dimensional net function.

According to data obtained by net method, the values of net point are computed by interpolation formula. The results of computation are output by the computer, the computer prints and outputs the distribution pattern diagram of individuals of each species population.

The distribution pattern diagrams offer following informations:

1. The spatial distribution types of individuals of 14 plants population;
2. The scales of 'clumps';
3. The total area of 'clumps'.

The diagrams of mosaic pattern of populations are able to reflect directly the relation of spatial disposition among various populations and provide the type of mosaic.

The problems involved in applying interpolation method and the size of sampling area for the studies of distribution pattern of populational individuals are also discussed.