

岷江干旱河谷中心地段植被微尺度空间格局特征

王 晶^{1,2}, 包维楷^{1*}

(1. 中国科学院成都生物研究所 生态恢复重点实验室, 四川 成都 610041; 2. 黄河勘测规划设计有限公司, 河南 郑州 450003)

摘 要: 微尺度景观格局是景观生态学的一个研究热点。干旱河谷是横断山区一类特殊的生态系统类型, 生态脆弱, 生态退化潜在风险大。选择四川茂县两河口典型样地干旱河谷微尺度景观格局进行研究。研究表明, 样地上分布的景观类型多样, 斑块类型有 19 个, 植被景观总斑块达 3 383 个, 以基质分布为主, 植被斑块状镶嵌其中, 主要以中生性耐旱植物为主, 植被覆盖度为 42.25%。植被景观类型大部分为豆科类灌丛景观, 整个景观由川甘亚菊、刺蓬、瓦松、茂汶韭、狗尾草、小角柱花、侧柏、臭椿、滇柏、卷柏、元宝枫、岷江柏景观斑块控制。植被景观分布特征为, 帚菊斑块面积最大且分布均匀, 小马鞍羊蹄甲斑块最大且聚集度最高, 狗尾草斑块破碎化程度最大, 蚊子草斑块多样性程度最大, 小角柱花多样性程度最小且分布最散。通过空间自相关性分析, 研究区植物分布呈现较高的正相关性和空间聚集性, 在尺度 2 m × 2 m 空间自相关值最大, 未来干旱河谷区微尺度空间格局研究尺度在这个尺度较适宜。

关键词: 干旱河谷; 空间分析; 微尺度

中图分类号: Q948

文献标识码: A

景观是具有高度空间异质性的区域, 是由相互作用的斑块以一定的规律组成的^[1-2], 具有一定的空间分布格局。景观空间格局是景观异质性的重要表现, 同时又是各种生态过程在不同尺度上作用的结果。它决定着植物资源的地理分布、形成和组分, 影响着景观内能量流、物质流和物种流的变化, 制约着多种生态过程^[2]。近几年内, 国内外学者对景观空间格局的研究主要集中在应用景观的空间理论, 采用分布拟合法、分布型指数法^[3]、亲合度分析法、景观类型多样性测定、景观格局多样性测定^[4], 并应用有关指数^[5-7]来反映和分析景观要素的空间异质性及其分布。

植被景观格局具有显著的尺度与等级效应特征。植被的空间格局是指在不同尺度上环境、空间和生物三大因素共同作用形成的分布格局^[8]。较大尺度的景观格局研究能够有效揭示区域人为活动与自然条件与植被景观的关系及其变化和效应, 一

直是过去几十年来景观生态学研究中的重点^[2]。但是景观变化过程与机制常常在微尺度上表现并起较大作用。在微尺度上, 植物之间的相互作用是重要的生物过程^[9], 微生境、土壤养分等决定最终的植物群落类型及分布格局^[8], 造成的物种和生命形式的不同分布^[10]。

微尺度景观格局是景观生态学的一个研究热点, 目的是在似乎由无序的斑块镶嵌而成的景观上, 通过分析, 确定产生和控制空间格局的因子及其作用机制, 比较不同景观镶嵌体的特征和变化, 探讨空间格局的尺度性质, 并为景观的合理管理提供有价值的资料。对微尺度空间格局的研究主要集中在植物种群空间格局上(0 ~ 10 m^[11]; 0 ~ 100 cm^[12]; 0 ~ 100 cm^[13]; 5 ~ 100 m^[14]; 0 ~ 30 m^[15])。

岷江干旱河谷是区域社会、经济、政治与文化中心, 是区域持续发展的关键地带, 然而因生态脆弱, 生态退化潜在风险大^[16]。它是横断山区一类特殊

收稿日期(Received date): 2000 - 07 - 11; 改回日期(Accepted): 2011 - 10 - 21。

作者简介(Biography): 王晶(1981 -), 男, 山西人, 硕士, 工程师, 主要从事生态恢复研究。[Wang Jing (1981 -), male, born in Shanxi province, master, engineer, mainly engaged in ecological restoration.] E-mail: wangjing256@126.com; Tel: 0371 - 66026901

* 通讯作者(Author for correspondence): 包维楷[Bao Weikai], E-mail: baowk@cib.ac.cn; Tel: 028 - 85231656

的生态系统类型,光照强、降水少、蒸发大、风速大、风压小、空气和土壤水分亏缺是主要特征,特有的气象条件决定了其植物的分布特征和形态特征,植被稀疏,覆盖度低,植被主要是以中生性耐旱植物为主的适应干旱河谷气候的特殊植被类型,多具有多刺、多毛、小叶型、具有挥发香味、肉质型、具有“假死现象”等适应旱生的形态特征^[17]。目前对干旱河谷的植被分布状况宏观尺度上已有部分研究成果,但在微景观尺度的研究极度缺乏。

景观格局分析在资源管理和生物多样性保护等方面起着重要作用^[18],对景观格局进行定量分析,探讨景观格局演变的驱动机制,可以预测未来景观格局演变趋势。本研究目的是阐明干旱河谷植被在微尺度的空间格局,揭示植被空间分布的异质性特征,为干旱河谷植被在生态恢复过程中的微观格局及其功能研究提供基础,为预测干旱河谷景观行为、管理及改造干旱河谷景观起到指导作用。

1 研究地段自然概况

研究样地位于岷江干旱河谷四川茂县飞虹乡岷江河谷与黑水河交汇处岷江河谷东岸中坡,这是横断山区干旱河谷北段干旱中心之一^[19]。据相距 20 km 左右的茂县气象站多年气象观测结果,该区年降水量 493 mm,集中在 5—10 月,年蒸发量 1 332 mm,年日照时数 1 557 h,平均年辐射 100.9 cal/cm²,年均温 11.2℃,年均风速 4.2 m/s。土壤类型为山地褐土,土壤瘠薄,砾石和粗沙含量高,含水量极低,保水能力差,养分匮乏。植被稀疏,盖度较低,组成种类主要以耐旱植物为主,多具有多刺、多毛、小叶型等适应旱生的形态特征。主要灌木种类有小马鞍小马鞍羊蹄甲(*Bauhinia faberi* var. *microphylla*)、川甘亚菊(*Ajania potaninii*)、岷谷木蓝(*Indigofera lenticellata*)、白刺花(*Sophora viciifolia* Hance)等,主要草本植物有帚菊(*Pertya phlyicoides*)、刺蓬(*Herba Euphorbiae Milii*)、莨花(*W. stnophylla*)、茂汶韭(*Allium tuberosum*)、蚊子草(*Filipendula palmata*)、狗尾草(*Setaria viridis* (L.) Beauv.)、小角柱花(*Ceratostigmaminus Stapf*)。茂县林业局在 1997—1998 年,采用水平带状整地,选择了侧柏、臭椿、滇柏、卷柏、元宝枫、岷江柏等进行过造林。因此,调查时样地中有保留下来的散生林木,但林木仍然处于幼苗阶段,高不足 80 cm,样地近 10 a 基本上没有受到人为活动

干扰。

2 研究方法

2.1 样地设置与调查方法

在岷江主河谷东岸中坡建立调查样地,地理坐标 31°50′20″N, 103°42′28″E;样地面积 20 m × 20 m,海拔 1 740 ~ 1 760 m,坡度 25°。对样地中的所有斑块进行了详细调查和测绘,形成微尺度的空间分布图。具体调查方法是把的样地划分为 400 个 1 m × 1 m 样方,并进行样点固定,以样点为坐标,确定斑块外沿的拐点与定线间的距离,调查每个样方中的斑块属性,包括植物盖度、优势种高度、物种组成、密度、凋落物盖度等,并在标准计算方格纸(最小格边长 1 mm 代表实际 2 cm)上描点勾画,最终获得 20 m × 20 m 样地上的干旱河谷植物景观斑块图。野外调查工作在 2005-09-10 完成。

2.2 数据整理与统计分析

斑块是构成景观的基本结构和功能单元,本研究斑块主要依据 Forman 和 Godron 的定义“外观上不同于周围环境的非线性地表区域,它具有同质性”确定,用斑块中的植物优势种定义景观类型,分为灌木丛、亚灌木丛、草丛共三类景观类型。将野外调查绘制到坐标纸上成调查图,采用 ARCVIEW3.3 和 ARCGIS9.2 软件对调查图进行矢量化,根据野外调查获得的斑块信息,输入建立属性数据库(所在区域、优势种、植物种类、种个数、植物群落高度、凋落物盖度等),并为矢量化图建立拓扑关系,生成每个斑块面积、周长及其他属性,根据景观类型及其斑块数据库,计算斑块面积(PA)、斑块周长(PP)、形状指数(G)、边界密度(MD)等指数。

植被景观多样性分为植物群落斑块多样性、植物群落类型多样性和植物群落格局多样性^[20]。植物群落斑块多样性是指景观中斑块的数量、大小和斑块形状的多样性和复杂性^[4];植物群落类型多样性是指景观类型的丰富度和复杂性,类型多样性多考虑景观中不同景观类型的数目多少以及它们所占面积的比例,用来度量系统结构组成复杂程度的指数,是景观镶嵌体斑块丰富度和均匀程度的综合反映景观优势度指数、均匀度指数;植物群落格局多样性是指景观类型空间分布的多样性及各类型之间以及斑块与斑块之间的空间关系和功能联系。格局多样性是指不同景观类型的空间分布同一类型间的连

接度和连通性,相邻斑块间的聚集与分散程度聚集度指数等。本研究采用的景观空间指数包括:斑块密度(PD)、景观形状指数(LSI)、斑块数(PN)、斑块分维数(FD)、景观多样性指数(SHDI)、均匀度指数(E)、优势度指数(RD)、聚集度指数(PSSD)。这些指数均用 ARCGIS9.2 和 FRAGSTATS 3.3 软件进行计算,并进行空间赋值。

利用 GeoDa 软件分析不同尺度下的空间相关关系,采用空间自相关分析方法进行分析,结果用尺度一自相关系数图表示,可直观看出空间相关性随尺度的变化。空间自相关分析方法是检验某一景观要素的观测值是否显著地与其相邻空间点上的观测值相关联。如果相邻两点上的值均高或均低,则我们称其为空间正相关,否则称为空间负相关。空间自相关分析最主要的 Moran's I 指数, I 指数计算见下式

$$I = \frac{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_{ij} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})} \quad (i \neq j)$$

式中 x_i 和 x_j 分别代表景观要素 x 在空间单元 i 和 j 中的观测值, \bar{x} 为 x 的平均值, W_{ij} 为相邻权重, N 为空间单元总数。I 指数与统计学上的相关系数相近,其值变化于 0~1 间。当 $I=0$ 时代表空间无关,当 $I>0$ 为正相关,而 $I<0$ 时为负相关^[5]。

3 结果分析

3.1 微尺度植被景观总体特征

对研究区干旱河谷微尺度植被景观分布(图1)分析发现,干旱河谷植被稀疏,裸地为基质,盖度占总面积(20 m×20 m)的 57.75%,植被斑块状数达 3 383 个,总覆盖度为 42.25%,斑块密度每平方米达 8.46 个,其中草丛盖度 6.60%,灌木丛盖度 35.65%。以优势物种命名的植物群落类型 18 个,其中灌木/亚灌木丛景观类型 13 个,分别为帚菊(*Pertya phyllicoides*)、白刺花(*Sophora viciifolia* Hance)、小马鞍羊蹄甲(*Bauhinia faberi* var. *microphylla*)、川甘亚菊(*Ajania potaninii*)、刺蓬(*Herba Euphorbiae*)

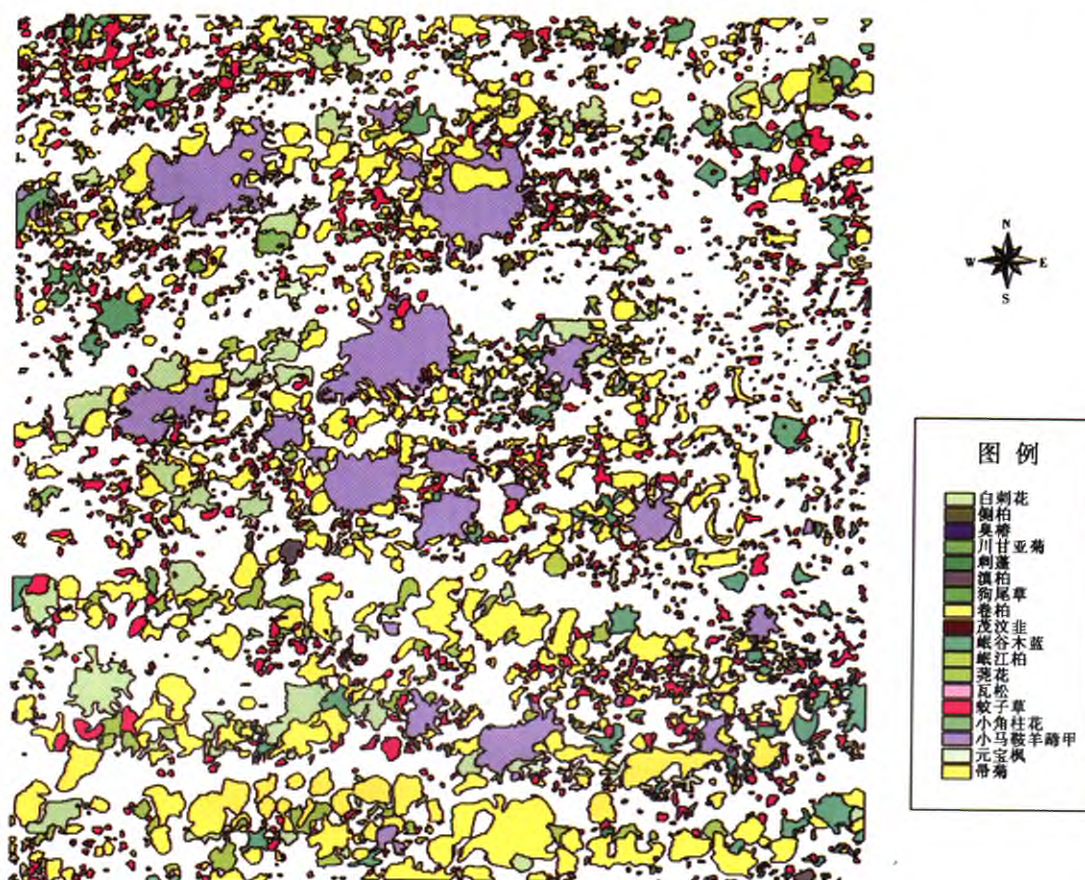


图1 干旱河谷微尺度景观分布图

Fig. 1 Map of fine-scale landscape distribution at the dry Minjiang river valley

Milii)、尧花(*W. stnophylla*)、岷谷木蓝(*Indigofera lenticellata*)、小角柱花(*Ceratostigmaminus Stapf*)、侧柏(*Platycladus orientalis* (Linn.) Franco)、臭椿(*Ailanthus altissima*(Mill) Swingle)、滇柏(*Cupressus duclouxiana hickel*)、元宝枫(*Acer truncatum Bunge*)、岷江柏(*Cupressus chengiana*); 草丛景观类型有蚊子草(*Filipendula palmata*)、狗尾草(*Setaria viridis* (L.) Beauv.)、茂汶韭(*Allium tuberosum*)、瓦松(*Orostachys fimbriatus*)、卷柏(*Selaginella tamariscina* (Beauv.) Spring)等类型。主要的优势景观类型为帚菊(占总面积的17.1%)、小马鞍羊蹄甲(占总面积的7.1%)和蚊子草(占总面积的6.3%)等。

3.2 微尺度植被景观空间分布特征

1. 斑块单元特征指数

计算表明,此样地的平均斑块面积(*SMPS*)在36.93~5 329.89 cm²间,平均斑块周长(*LMPE*)在0.22~3.20 m间,平均面积和平均周长属性最大的都为小马鞍羊蹄甲斑块,最小的都为狗尾草斑块。

各景观组分面积特征为:斑块数量最多的为蚊

子草斑块;斑块面积在0.008~17.049 m²间,面积最大的为帚菊斑块类型,占总植被覆盖面积的40.35%,其次为小马鞍羊蹄甲斑块和蚊子草斑块,分别占总植被覆盖面积的16.72%和15.01%,这三类植物覆盖度占总覆盖度的比例达到72%以上,其余15种植被斑块仅占总植被覆盖度的28%左右;斑块面积占总样地面积的比例在0.01~17.05%。

景观组分周长特征为:斑块周长在1.91~863.11 m之间,类型周长与总面积比例在0.06~0.61间。

景观组分斑块数特征为:类型斑块数占总斑块数的百分数在0.09%~44.17%间,类型斑块数与总面积比例在0.01~3.75间。景观斑块组成特征见表1。

2. 植物群落高度

本研究定义的植物群落高度为此样地的植物平均高度。经计算此样地的斑块平均厚度为11.08 cm,表明此样地的植物平均高度仅为11.08 cm。

3. 斑块异质性指数

表1 干旱河谷典型样地植被景观斑块组成特征

Table 1 Vegetation patch component characteristics of landscape at the dry Minjiang river valley

斑块类型	斑块数目	总面积 /m ²	平均斑块面积 /cm ²	占总样地面积比例 /%	总周长 /m	平均斑块周长 /m	类型周长 总面积/m ²	类型斑块数 /总斑块数/%	类型斑块数 总面积/m ²
臭椿	3	0.04	142.99	0.01	1.91	0.64	44.59	0.09	0.01
小角柱花	4	0.55	1375.27	0.14	6.54	1.63	11.89	0.12	0.01
滇柏	5	0.46	924.89	0.12	6.11	1.22	13.20	0.15	0.01
岷江柏	8	0.6	753.30	0.15	8.83	1.10	14.65	0.24	0.02
侧柏	13	0.56	428.15	0.14	12.51	0.96	22.48	0.38	0.03
元宝枫	16	1.14	710.10	0.28	25.80	1.61	22.71	0.47	0.04
川甘亚菊	15	0.70	464.60	0.17	13.82	0.92	19.84	0.44	0.04
刺蓬	24	0.32	133.28	0.08	12.49	0.52	39.06	0.71	0.06
小马鞍羊蹄甲	53	28.25	5329.89	7.06	169.56	3.20	6.00	1.56	0.13
白刺花	155	15.27	985.34	3.82	194.9	1.26	12.76	4.57	0.39
岷谷木蓝	171	12.85	751.29	3.21	190.43	1.11	14.82	5.04	0.43
尧花	567	13.63	240.37	3.41%	372.81	0.66	27.35	16.71	1.42
帚菊	701	68.20	972.85	17.05	863.11	1.23	12.66	20.65	1.75
卷柏	9	0.13	138.68	0.03	4.02	0.45	32.22	0.27	0.02
狗尾草	9	0.03	36.93	0.01	2.01	0.22	60.55	0.27	0.02
瓦松	22	0.20	91.14	0.05	7.94	0.36	39.59	0.65	0.06
茂汶韭	109	0.69	63.71	0.17	32.92	0.30	47.39	3.21	0.27
蚊子草	1 499	25.37	169.25	6.34	773.27	0.52	30.48	44.17	3.75
合计	3 383	168.99			2 698.99				

表 2 干旱河谷典型样地微尺度植被景观空间格局特征

Table 2 Fine-scale vegetation landscape pattern at the dry Minjiang river valley

类型	形状指数 (<i>G</i>)	边界密度 (<i>MD</i>)	斑块密度 (<i>PD</i>)	景观形状指数 (<i>LSI</i>)	斑块数 (<i>PN</i>)	斑块分维数 (<i>FD</i>)
臭椿	2.61	89.18	279.73	0.000	3.14	1.32
小角柱花	2.49	23.78	29.09	0.001	1.22	1.20
滇柏	2.53	26.41	43.25	0.001	1.64	1.18
岷江柏	3.21	29.30	53.10	0.002	1.81	1.30
侧柏	4.73	44.97	93.43	0.001	2.08	1.29
元宝枫	6.83	45.42	56.33	0.003	1.24	1.52
川甘亚菊	4.67	39.67	86.10	0.002	2.17	1.43
刺蓬	6.23	78.12	300.13	0.001	3.84	1.54
小马鞍羊蹄甲	9.00	12.00	7.50	0.071	0.63	1.29
白刺花	14.07	25.52	40.60	0.038	1.59	1.34
岷谷木蓝	14.99	29.65	53.24	0.032	1.80	1.32
堇花	28.49	54.71	166.41	0.034	3.04	1.37
帚菊	29.48	25.31	41.12	0.170	1.62	1.27
卷柏	3.21	64.44	288.43	0.000	4.48	1.38
狗尾草	3.11	121.1.	1083.06	0.000	8.94	1.92
瓦松	5.00	79.18	438.90	0.001	5.54	1.67
茂汶韭	11.14	94.79	627.80	0.002	6.62	1.69
蚊子草	43.31	60.96	236.34	0.063	3.88	1.52

两河口干旱河谷植被样地上的空间特征指数包括形状指数(*G*)、边界密度(*MD*)、类型斑块密度(*PD*)、景观形状指数(*LSI*)、斑块数(*PN*)、斑块分维数(*FD*),如表 2 所示。

形状指数(*G*) 在 2.53 ~ 43.31 间,最大为蚊子草斑块,最小为滇柏斑块,说明滇柏斑块接近圆形,蚊子草斑块较不规整;边界密度(*MD*) 在 6.00 ~ 60.55 间,最大为狗尾草斑块,最小为小马鞍羊蹄甲斑块,说明狗尾草斑块的破碎化程度最大,小马鞍羊蹄甲斑块最小;类型斑块密度(*PD*)即单位面积的斑块数在 7.50 ~ 1 083.06 间,最大为狗尾草斑块,最小为小马鞍羊蹄甲斑块,进一步说明狗尾草斑块的破碎化程度最大,小马鞍羊蹄甲斑块破碎化程度最小;景观形状指数(*LSI*) 在 0.17 以下,最大为帚菊斑块,最小为狗尾草斑块,说明帚菊斑块对景观的控制程度最大,狗尾草斑块对景观的控制程度最小;斑块数(*PN*) 在 0.63 ~ 8.94 间,最大为狗尾草斑块,最小为小马鞍羊蹄甲斑块,说明狗尾草斑块对景观的切割程度最大,小马鞍羊蹄甲斑块对景观的切割程度最小;斑块分维数(*FD*) 在 1.18 ~ 1.92 间,最大为狗

尾草斑块,最小为滇柏斑块,说明狗尾草斑块形状最接近正方形斑块,滇柏斑块为等面积下周边最复杂的斑块。

3.3 微尺度植被景观多样性

运用 FRAGSTATS 3.3 软件对景观格局特征指数进行分析,植物群落类型多样性选取类型的景观多样性指数(*SHDI*)、均匀度指数(*E*)、优势度指数(*RD*),植物群落格局多样性的聚集度指数(*PSSD*)指标结果见表 3。

从表 3 可以看出:景观多样性指数(*SHDI*) 在 0.04 ~ 14.86 间,最大为蚊子草斑块,最小为小角柱花斑块,说明蚊子草斑块多样性程度大,小角柱花斑块多样性程度小;均匀度指数(*E*) 在 - 1.85 ~ - 0.11 间,最大为小角柱花斑块,最小为帚菊斑块,说明帚菊斑块相对分布最均匀,小角柱花斑块分布最散;优势度指数(*RD*) 在 0.37 ~ 1.00 间,优势度指数为 1 表明景观是由此斑块控制,说明整个景观是由川甘亚菊、刺蓬、瓦松、茂汶韭、狗尾草、小角柱花、侧柏、臭椿、滇柏、卷柏、元宝枫、岷江柏等景观斑块控制,帚菊、白刺花、堇花、岷谷木蓝、小马鞍羊蹄甲、蚊

子草不占优势,对景观的控制能力较小;聚集度指数(*PSSD*)在0.04~17.47间,最大为小马鞍羊蹄甲斑块,最小为狗尾草斑块,说明狗尾草斑块聚集度最低,小马鞍羊蹄甲斑块聚集度最高。

表3 干旱河谷典型样地景观多样性特征				
Table 3 The landscape diversity at the dry Minjiang river valley				
斑块类型	景观多样性指数 (<i>SHDI</i>)	均匀度指数 (<i>E</i>)	优势度指数 (<i>RD</i>)	聚集度指数 (<i>PSSD</i>)
臭椿	0.04	-0.06	1.00	0.08
滇柏	0.05	-0.12	1.00	1.14
岷江柏	0.08	-0.16	1.00	1.06
卷柏	0.09	-0.14	1.00	0.17
侧柏	0.15	-0.19	1.00	0.47
元宝枫	0.24	-0.24	1.00	1.12
川甘亚菊	0.16	-0.21	1.00	0.73
瓦松	0.21	-0.20	1.00	0.15
刺蓬	0.27	-0.22	1.00	0.19
小马鞍羊蹄甲	0.58	-0.75	0.89	17.47
白刺花	1.55	-0.77	0.94	2.70
岷谷木蓝	1.74	-0.75	0.95	1.90
羌花	6.01	-0.94	0.94	0.66
小角柱花	0.04	-0.11	1.00	2.27
狗尾草	0.08	-0.12	1.00	0.04
茂汶韭	1.03	-0.37	1.00	0.11
帚菊	6.92	-1.85	0.37	2.83
蚊子草	14.86	-1.33	0.83	0.40

3.4 微尺度植被格局与空间关系

空间自相关性是景观格局的最重要表征参数。空间自相关性被称为是地理学第一定律,是某个空间单元与其周围的单元之间某种特征通过统计方法,进行空间相关性程度的计算,分析这些空间单元在空间上分布现象的特性。研究各类植物景观空间自相关和自相似性的尺度特征,可以更深入地理解植被景观镶嵌结构的整体格局。

1. 全局空间格局

利用 GeoDa 所进行的计算分析(图2)发现,全区 Moran's *I* 值为0.5881,样地中大部分的点分布在高-高(第一)象限和低-低(第三)象限,说明在微尺度上样地中的植物分布呈现较高的自相关性和空间聚集性。少部分点位于低-高(第二)象限和高-低(第四)象限,说明植物分布自相关性弱。

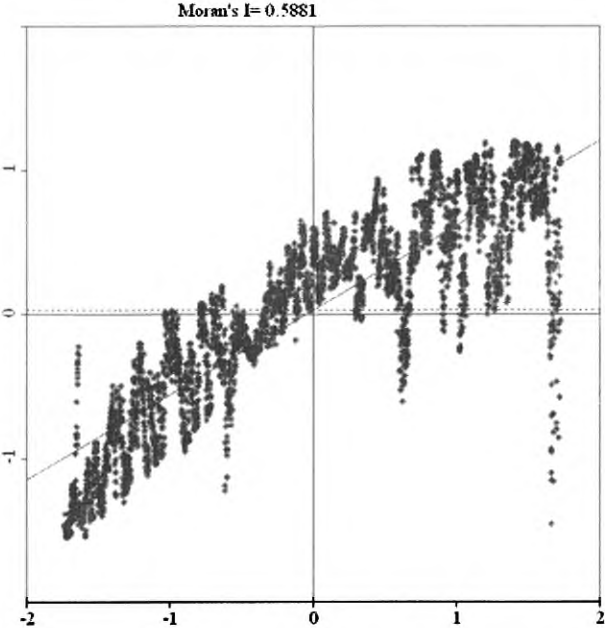


图2 Moran's *I* 散点分布图

Fig. 2 Moran's *I* scattered distribution

2. 不同尺度下的空间关系

本研究分析不同尺度(1 m×1 m,2 m×2 m,3 m×3 m……19 m×19 m,20 m×20 m)下的空间相关关系,采用空间自相关分析方法进行分析。结果用尺度-自相关系数图表示,直观地表达空间相关性随尺度的变化。空间自相关系数 Moran's *I* 值用 GeoDa 软件进行计算。尺度自相关系数见图3。

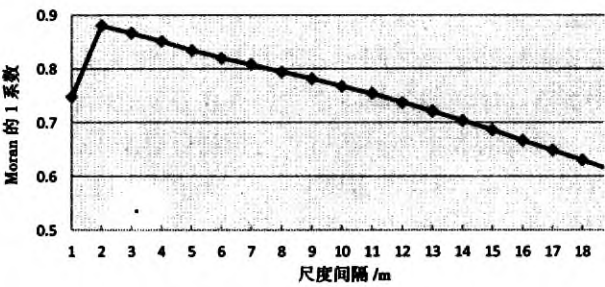


图3 尺度自相关系数图

Fig. 3 Scale the auto-correlation coefficients

从图3可以看出,在1 m×1 m到20 m×20 m各个尺度上,都存在着显著的聚集分布现象,但随着尺度的增大,空间自相关值减小。在尺度2 m×2 m上,空间自相关值最大,Moran's *I* 值达到0.8802,说明2 m×2 m尺度空间分布有最大的自相关性,大于该尺度,植被分异则易受非空间分布因素影响。结果表明干旱河谷区植被分布格局在微景观尺度范

围内呈现最强的聚集特征。在大尺度上呈现较强的空间异质性。

3.5 微尺度景观类型斑块特性间关系

为了深入分析植被景观类型斑块的分布与斑块特性之间是否有某种联系,本节利用 SPSS 软件分析属性数据库中各斑块类型的斑块平均面积、斑块平均周长、植物群落高度、景观多样性指数、凋落物盖度等之间的相互关系,以说明斑块特性产生的效应。斑块特性间相关关系见下表 4($n=3383$);植被景观类型斑块特性间相关关系分析结果见表 5($n=18$)。

表 4 斑块特性间相关关系

Fig. 4 Relationship of patch characteristics between all kinds of landscape type

指标	斑块平均面积	斑块平均周长	植物群落高度	凋落物盖度
斑块平均面积	1.000			
斑块平均周长	0.911 **	1.000		
植物群落高度	0.284 **	0.406 **	1.000	
凋落物盖度	0.026	0.051 **	0.050 **	1.000

** Correlation is significant at the 0.01 level

表 5 植被景观类型斑块特性间相关关系

Fig. 5 Relationship of vegetation patch type characteristics between all kinds of landscape type

指标	斑块数目	斑块平均面积	斑块平均周长	景观多样性指数	植物群落高度	凋落物盖度
斑块数目	1.000					
斑块平均面积	-0.113	1.000				
斑块平均周长	-0.114	0.930 **	1.000			
景观多样性指数	1.000 **	-0.112	-0.142	1.000		
植物群落高度	-0.318	0.054	0.272	-0.316	1.000	
凋落物盖度	0.347	-0.096	-0.088	0.342	-0.567 *	1.000

** Correlation is significant at the 0.01 level; * Correlation is significant at the 0.05 level

从表 4 可以看出,除了斑块平均面积与凋落物盖度间的相关关系不明显外,斑块平均面积、斑块平均周长、植物群落高度、凋落物盖度等斑块特性之间都存在着极显著的相关关系。从表 5 可以看出,植被景观斑块平均面积与斑块平均周长、斑块数目与景观多样性指数之间存在着极显著正相关关系,植物群落高度与凋落物盖度之间存在着显著的相关关系。斑块的大小和形状指数与植物群落高度没有显著相关关系,凋落物盖度只与植物群落高度显著负相关,说明低矮植物凋落物盖度大,积累能力强,一定程度上指导干旱河谷区植被恢复应以灌草植物为主。

4 结论和讨论

1. 干旱河谷景观生态特征及功能研究是干旱河谷植被恢复研究的重要部分,在干旱河谷区进行微尺度景观格局研究,本研究属首次,旨在为干旱河谷景观结构及功能研究提供基础数据,为景观改造奠定指导作用。干旱河谷核心地段长时间序列生态定位监测研究对此区植被恢复与重建研究有重大的指

导意义,可以对未来生态系统管理提供技术支持。

2. 本研究微尺度定位于 20 m×20 m 以下,在此尺度上景观调查研究利用现场调查或者拍照解译来进行。本探索性研究结果认为,未来干旱河谷区微尺度空间格局研究尺度在 2 m×2 m 较适宜,此结果对未来干旱河谷区植被微尺度空间格局分析尺度选择有一定指导意义。

3. 景观格局及其变化和发展是自然、生物和社会要素相互作用的结果;斑块的形状、大小、数量和空间组合影响着生物物种分布、动物活动、径流和侵蚀等生态过程和边缘效应。本研究样地区内景观由川甘亚菊、刺蓬、瓦松、茂汶韭、狗尾草、小角柱花、侧柏、臭椿、滇柏、卷柏、元宝枫、岷江柏等植被景观斑块控制,说明这些植物群落类型更易在干旱河谷调查样地内生存,可以作为未来干旱河谷植被恢复的优先选择植物种类。

4. 干旱河谷地区特有的气象条件决定了植物的分布特征和形态特征。区域内植被稀疏,覆盖度低,植被主要是以中生性耐旱植物为主,这些植物类型造就了此区特有的植被景观类型。本研究区域为茂县林业局的造林恢复地,植被覆盖度 42.25%,造林

后植被类型增多,对景观有一定的影响,尽管存在乔木树种,但是此样地的植物群落高度仅为 11 cm 左右,植物由于受气候因素和土壤因素影响植物个体较小,主要是水分亏缺导致。未来造林还是主要考虑选择耐旱的植物以及利用保水剂等措施提高植物成活率。凋落物盖度只与植物群落高度存在相关关系,低矮植物凋落物盖度大,积累能力强,因此干旱河谷区植被恢复应以灌草植物为主。

致谢:协助参加野外调查与数据整理和相关贡献的人员有吴文妍、李武斌、孟令斌等,以及茂县林业局、茂县生态站工作人员,特此致谢!感谢中科院山地所唐家良副研究员对本文提出的修改意见!

参考文献 (References)

- [1] Li Habin, Wu Yegang. The number of landscape ecology research methods [G] // Liu Jianguo. Contemporary ecological theory. Beijing: China Science and Technology Press, 1992: 209 - 233 [李哈滨, 伍业纲. 景观生态学的数量研究方法 [G] // 刘建国. 当代生态学博论. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 209 - 233]
- [2] Xiao Duning, Li Xiuzhen. Spatial ecology and landscape heterogeneity [J]. Acta Ecological Sinica, 1997, 17(5): 453 - 461 [肖笃宁, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性 [J]. 生态学报, 1997, 17(5): 453 - 461]
- [3] Guo JinPing, Yang HanXi, Zhang YunXiang. Studies on spatial pattern and dynamics for landscape elements in guandishan forest region, Shanxi, China [J]. Acta Ecological Sinica, 1999, 19(4): 469 - 473 [郭晋平, 阳含熙, 张芸香. 关帝山林区景观要素空间分布及其动态研究 [J]. 生态学报, 1999, 19(4): 469 - 473]
- [4] Ma Keming, Fu Bojie, Zhou Huafeng. Studies on species and pattern diversities of the forest landscapes of donglingshan mountain region, Beijing, China [J]. Acta Ecological Sinica, 1999, 19(1): 1 - 7 [马克明, 傅伯杰, 周华锋. 北京东灵山地区森林的物种多样性和景观格局多样性的研究 [J]. 生态学报, 1999, 19(1): 1 - 7]
- [5] Cliff, A D & J K. Ord Spatial Processes: Models & Applications [M]. London Pion., 1981: 42 - 47
- [6] Zhang Chaosheng, Zhang Shen, He Jianbang. Spatial distribution characteristics of heavy metals in the sediments of changjiangriver system-spatial autocorrelation and fractal methods [J]. Acta Geographica Sinica, 1998, 53(1): 86 - 95 [张朝胜, 章申, 何建邦. 长江水系沉积物重金属含量空间分布特征研究 - 空间自相关与分形方法 [J]. 地理学报, 1998, 53(1): 86 - 95]
- [7] Xiao Han, OUYANG Zhiyun, Zhao Jingzhu, et al. Analysis of landscape spatial structure in Hainan Island [J]. Acta Ecological Sinica, 2001, 21(1): 20 - 27 [肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 等. 海南岛景观空间结构分析 [J]. 生态学报, 2001, 21(1): 20 - 27]
- [8] Song Tongqing, Peng Wanxia, Zeng Fuping, et al. Spatial pattern of forest communities and environmental interpretation in Mulun National Nature Reserve, karst cluster-peak depression region [J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2010, 34(3): 298 - 308 [宋同清, 彭晚霞, 曾馥平, 等. 喀斯特峰丛洼地森林群落空间格局及环境解释 [J]. 植物生态学报, 2010, 34(3): 298 - 308]
- [9] Reynolds J F & Wu J. Do landscape structural and functional units exist [G] // Tenhunen, J D, Kabat, P (Eds.) Integrating Hydrology, Ecosystem Dynamics, and Biogeochemistry in Complex Landscapes. Wiley, Chichester, 1999: 273 - 296
- [10] A J Bisigato, P E Villagra, J O Ares, et al. Vegetation heterogeneity in Monte Desert ecosystems: a multi-scale approach linking patterns and processes [J]. Journal of Arid Environments, 2009, 73: 182 - 191
- [11] Tan Lin, Wen Guangyuan, Tan Ling, et al. Fine-scale spatial pattern of Huodendron biaristatus population in Daming Mountain [J]. Journal of Mountain Science, 2008, 26(5): 565 - 570 [覃林, 温远光, 谭玲, 等. 大明山云贵山茱萸种群的小尺度空间格局 [J]. 山地学报, 2008, 26(5): 565 - 570]
- [12] Liu Zhenguo, Li Zhenqing. Perspectives on small-scale spatial structure of plant species in plant communities [J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2005, 29(6): 1020 - 1028. [刘振国, 李镇清. 植物群落中物种小尺度空间结构研究 [J]. 植物生态学报, 2005, 29(6): 1020 - 1028]
- [13] Liu Zhenguo, Li Zhenqing. Fine-scale spatial pattern of Artemisia frigida population under different grazing intensities [J]. Acta Ecological Sinica, 2004, 24(2): 227 - 234 [刘振国, 李镇清. 不同放牧强度下冷蒿种群小尺度空间格局 [J]. 生态学报, 2004, 24(2): 227 - 234]
- [14] Jian Zhang, Zhanqing Hao, Bo Song, et al. Fine scale species cooccurrence patterns in an old-growth temperate forest [J]. Forest Ecology and Management, 2009, 257(10): 2115 - 2120
- [15] Lobo A, Moloney K Chic O. Analysis of finescale spatial pattern of a grassland from remotely sensed imagery and field collected data [J]. Landscape Ecology, 1998, 13: 111 - 131
- [16] Bao Weikai, Chen Qingheng. Discussion on several problems of restoring and rehabilitating degraded mountain ecosystem [J]. Journal of Mountain Science, 1999, 17(1): 22 - 27 [包维楷, 陈庆恒. 退化山地生态系统恢复和重建问题的探讨 [J]. 山地学报, 1999, 17(1): 22 - 27]
- [17] Wang Jing, Bao Weikai, Pang Xueyong, et al. Study on ecological water requirement of dry valleys in the upper reaches of the dadu river [J]. Journal of Natural Resources, 2006, 21(2): 252 - 259 [王晶, 包维楷, 庞学勇, 等. 大渡河上游干旱河谷区生态需水研究 [J]. 自然资源学报, 2006, 21(2): 252 - 259]
- [18] Gustafson E J. Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art [J]. Ecosystems, 1998, 1: 143 - 156
- [19] Zhang Rongzu. The dry valleys of the Hengduan mountains region [M]. Beijing: Science Press. 1992: 30 - 40 [张荣祖. 横断山区干旱河谷 [M]. 北京: 科学出版社, 1992: 30 - 40]
- [20] Fu Bojie. The spatial pattern analysis of agricultural landscape in the Loess Area [J]. Acta Ecological Sinica, 1995, 15(2): 113 - 120 [傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析 [J]. 生态学报, 1995, 15(2): 113 - 120]

Fine-scale Spatial Pattern Typical Vegetation at the Dry Minjiang River Valley

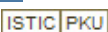
WANG Jing², BAO Weikai¹

(1. Key Laboratory of Ecological Restoration, Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;

2. Yellow River Engineering Consulting Co., Ltd., Zhengzhou 450003, China)

Abstract: The dry Minjiang river valley is a special kind of cross-sectional type of ecological system, with its ecological fragility, the potential risks of degradation. We analyzed land cover categories (20 m × 20 m of extent and 1 mm of resolution) and images of vegetation index in MAO county. This study showed that the landscape diversity in the experimental plots are significant with 19 patch types and total 3 383 patches of vegetation. The regional distribution was matrix-based, patchy mosaic of vegetation in which endogenous drought-tolerant plants predominated. The vegetation coverage is 42.25%. Most of the vegetation in the landscape are shrub legumes, the vegetation types include *Pertya phylicoides*, *Sophora viciifolia* Hance, *Ajanía potaninii*, *Herba Euphorbiae Milii*, *W. Stenophylla*, *Ludigofera lenticellata*, *Orostachys fimbriatus*, *Bauhinia faberi* var. *microphylla*, *Allium tuberosum*, *Filipendula palmata*, *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Ceratostigmaminus* Stapf, *Platycladus orientalis* (Linn.) Franco, *Ailanthus altissima* (Mill) Swingle, *Cupressus duclouxiana* hickel, *Selaginella tamariscina* (Beauv.) Spring, *Acer truncatum* Bunge, *Cupressus chengiana*. It is shown that the largest number of vegetation patches is for *Filipendula palmata* patches, the largest patch is for the *Pertya phylicoides*; the maximal single patch is for *Bauhinia faberi*, the minimal single patch is for the *Setaria viridis* (L.) Beauv. and *Setaria viridis* (L.) Beauv. has the maximum degree of the fragmentation; *Filipendula palmata* has the most patch diversity, Vice versa for *Ceratostigmaminus* Stapf. *Pertya phylicoides* patch is relatively evenly distributed, *Ceratostigmaminus* Stapf is most scattered patches. By spatial autocorrelation analysis, the study area showed the distribution of plants with high positive correlation and spatial aggregation; in size of 2 m × 2 m, the spatial autocorrelation value is the largest, suggesting the future spatial pattern of 2 m × 2 m was the appropriate fine scale for landscape and vegetation analysis in dry Minjiang valley.

Key words: dry Minjiang river valley; spatial pattern; fine scale

作者: 王晶, 包维楷, WANG Jing, BAO Weikai
作者单位: 王晶,WANG Jing(中国科学院成都生物研究所生态恢复重点实验室,四川成都610041;黄河勘测规划设计有限公司,河南郑州450003), 包维楷,BAO Weikai(中国科学院成都生物研究所生态恢复重点实验室,四川成都,610041)
刊名: 山地学报 
英文刊名: Journal of Mountain Science
年, 卷(期): 2011, 29(6)

参考文献(20条)

1. 李哈滨;伍业纲 景观生态学的数量研究方法 1992
2. 肖笃宁;李秀珍 生态空间理论与景观异质性 1997(05)
3. 郭晋平;阳含熙;张芸香 关帝山林区景观要素空间分布及其动态研究[期刊论文]-生态学报 1999(04)
4. 马克明;傅伯杰;周华锋 北京东灵山地区森林的物种多样性和景观格局多样性的研究[期刊论文]-生态学报 1999(01)
5. Cliff A D;J K Ord Spatial Processes:Models & ApplicationsLondon Pion 1981
6. 张朝胜;章申;何建邦 长江水系沉积物重金属含量空间分布特征研究-空间自相关与分形方法[期刊论文]-地理学报 1998(01)
7. 肖寒;欧阳志云;赵景柱 海南岛景观空间结构分析[期刊论文]-生态学报 2001(01)
8. 宋同清;彭晚霞;曾馥平 论喀斯特峰丛洼地森林群落空间格局及环境解释[期刊论文]-植物生态学报 2010(03)
9. Reynolds J F;Wu J Do landscape structural and functional units exist 1999
10. A J Bisigato;P E Villagra;J O Ares Vegetation heterogeneity in Monte Desert ecosystems:a multi-scale approach linking patterns and processes[外文期刊] 2009(2)
11. 覃林;温远光;谭玲 大明山云贵山茱萸种群的小尺度空间格局[期刊论文]-山地学报 2008(05)
12. 刘振国;李镇清 植物群落中物种小尺度空间结构研究[期刊论文]-植物生态学报 2005(06)
13. 刘振国;李镇清 不同放牧强度下冷蒿种群小尺度空间格局[期刊论文]-生态学报 2004(02)
14. Jian Zhang;Zhanqing Hao;Bo Song Fine scale species cooccurrence patterns in an old-growth temperate forest[外文期刊] 2009(10)
15. Lobo A;Moloney K Chic O Analysis of finescale spatial pattern of a grassland from remotely sensed imagery and field collected data[外文期刊] 1998
16. 包维楷;陈庆恒 退化山地生态系统恢复和重建问题的探讨[期刊论文]-山地学报 1999(01)
17. 王晶;包维楷;庞学勇 大渡河上游干旱河谷区生态需水研究[期刊论文]-自然资源学报 2006(02)
18. Gustafson E J Quantifying landscape spatial pattern:what is the state of the art 1998
19. 张荣祖 横断山区干旱河谷 1992
20. 傅伯杰 黄土区农业景观空间格局分析[期刊论文]-生态学报 1995(02)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_sdx201106005.aspx