

北京东灵山区景观类型空间邻接与分布规律

马克明, 傅伯杰

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

摘要:景观由斑块空间镶嵌而成。如何从错综复杂的斑块镶嵌中发现景观类型的空间分布规律, 是景观格局研究中亟待解决的问题。通过对北京东灵山地区景观类型空间邻接关系的研究, 借鉴群落生态学方法对其空间分布规律进行了探讨。结果表明, 各个景观类型的空间邻接特征明显差异, 可依紧密邻接的类型数目和程度分为 3 类; 决定景观类型邻接多样性的主要因素是邻接类型的数目; 采用作者提出的以景观类型空间邻接长度替代群落学数据的群落分类方法 (TWINSPAN), 清晰地 将景观类型的空间分布划分为 3 组, 即亚高山组、中山组和低山组, 其分布与海拔高度相关, 并受干扰强度影响。

关键词:北京东灵山区; 景观类型; 空间邻接

Spatial neighboring and distribution regularities of landscape types in Donglingshan mountain region, Beijing, China

MA Ke-Ming, FU Bo-Jie (Research Center for Eco-Environmental Sciences, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract: Landscapes are the spatial mosaic of patches. How to find spatial distribution regularity of landscape types in a complicated patch mosaics still remains as a challenge in landscape pattern analysis. The spatial neighboring properties of the landscape types in Donglingshan mountain region, Beijing, China was studied, the spatial distribution regularity of the landscapes types was found by using the classification method adapted from community ecology. The results showed that, the spatial properties of the landscape types were quite different. The main factor determining the spatial neighboring diversity of the landscape types was the number of neighboring types. The spatial distribution of the landscape types was clearly divided into 3 groups by using the adapted TWINSPAN classification: subalpine, middle mountain, and low mountain groups. They were obviously correlated with elevation, and influenced by human disturbance degree.

Key words: Beijing Donglingshan mountain; landscape type; spactial neighboring

文章编号: 1000-0933(2000)02-0748-05 中图分类号: Q143, Q149 文献标识码: A

一个区域一般可划分为多个景观类型, 每个景观类型又包含多个斑块, 景观是不同类型斑块的镶嵌体^[1,2]。由于环境和历史的原因, 不同景观类型斑块间物流、能流和物种流的差异, 类型间的相互作用表现出复杂性, 导致每个景观类型的斑块数量、面积、周长和边界形状各不相同^[1], 类型间空间邻接表现出多样性。如何从错综复杂的斑块镶嵌中发现有意义的景观类型空间分布规律, 揭示区域景观的形成机制, 对大尺度的景观生态学研究具有重要意义, 也是景观格局分析亟待解决的问题。

基金项目: 国家自然科学基金资助(项目编号 39770150 和 49725101)

承蒙中国科学院北京森林生态系统定位研究站提供《北京东灵山地区植被分布图》。感谢周华锋硕士协助 GIS 绘图和统计工作。

收稿日期: 1999-05-26; 修订日期: 1999-10-09

作者简介: 马克明(1969-), 男, 黑龙江肇源人, 博士, 副研究员。主要从事景观生态学和保护生物学研究。

纵观目前的景观格局分析方法,只有亲和度分析(Affinity analysis)与此目的接近。亲和度分析是群落生态学排序(Ordination)方法的一个补充。基于景观类型的物种组成,这个方法可以揭示景观类型的相关关系和景观格局多样性^[3~5]。另一类与此研究目标类似的方法,是群落生态学中的分类(Classification)或排序方法。基于物种组成,它可以对一个地区植被类型的空间分布规律及其与环境关系进行揭示^[6,7]。但是,以上两种方法同属群落分类和排序方法范畴,均是在大规模群落学调查数据的基础上,间接描述群落类型的空间分布规律。因此,它们存在着共同的缺陷——因调查强度所限,无法完全取样整个区域,研究结果势必存在偏差。

借鉴群落分类方法,作者提出以景观类型空间邻接长度替代群落学数据进行分类(或排序)。其结果很好地揭示了景观类型的空间分布规律,为景观空间格局研究提供了一个新方法。由于大尺度景观格局分析,一般是基于各种图件在 GIS 支撑下进行的,因此能够方便地获得景观格局图,完成每个景观类型的空间邻接类型数目和长度统计,其简便实用性显而易见。

本文基于植被图,应用 GIS 技术,首先从邻接景观类型的数目、邻接长度及邻接多样性方面对北京东灵山地区景观类型的空间邻接特征进行分析;之后,采用群落分类方法(TWINSPAN)发现了景观类型的空间分布规律。

1 研究地点

北京东灵山为小五台山余脉,属太行山系。研究地点中国科学院北京森林生态系统定位研究站(40°00′~40°03′N,115°26′~115°30′E)位于北京市西部 100 多公里,面积约 64km²,海拔多在 1000 m 以上。地貌类型为山地构造侵蚀地貌,地势陡峻,河流下切深。地带性土壤为褐色土^[8]。暖温带大陆性季风气候,年均气温 5~10℃,无霜期约 195d,年降水量 500~650mm,多集中于夏季,春旱严重。植被区划上,属暖温带落叶阔叶林区的辽冀山地、丘陵油松、辽东栎、槲栎林区。共有高等植物 127 科、476 属、997 种^[9]。地带性暖温带落叶阔叶林原生植被已被严重破坏,目前以次生植被和人工林为主。主要类型包括栎林(*Quercus* spp.),杂木林(如 *Tilia* spp, *Ulmus* spp, *Acer* spp, *Juglans mandshurica* 以及 *Fraxinus rhynchophylla* 等),桦木林(*Betula* spp.)和山杨林(*Populus davidiana*)。几类人工针叶林,如油松林(*Pinus tabulaeformis*)和华北落叶松林(*Larix principis-rupprechtii*)等。该区灌丛广泛分布,如山杏、山桃灌丛(*Prunus* spp.),荆条灌丛(*Vitex negundo* var. *heterophylla*)等。

2 研究方法

应用地理信息系统软件,数字化输入北京东灵山区植被景观格局图^[10],对各个景观类型的邻接类型和邻接长度进行统计,采用 Shannon 指数测度邻接多样性(P_{ij} =第 i 个类型与第 j 个类型的邻接长度/第 i 个景观类型的邻接边界总长度)。

景观类型空间分布规律分析,作者借鉴群落分类的 TWINSPAN 方法^[6,7],提出以景观类型空间邻接长度替代群落学数据进行分类。该方法将各个景观类型视为“样方”,将其邻接景观类型视为“物种”,二者的邻接长度视为“物种”的特征指标,分析结果以“样方”分类为准。

3 结果分析

3.1 景观类型空间邻接多样性

北京东灵山区各景观类型无论在与其它类型邻接的数目,还是在相应的邻接边界的长度方面都明显差异,而且主要与 1~2 个景观类型关系密切(表 1)。其空间邻接可区分为 3 种类型。

第 1 类,只与一个类型紧密邻接,其它类型的相邻程度远低于前者。如居住地只与农田相邻紧密,邻接比例高达 70.1%,显示了居住地对农田的强烈影响。属于此类的还有,华北落叶松林与辽东栎林(46.3%)、油松林与辽东栎林(46.1%)、硕桦林与亚高山草甸(57.0%)、以及山杨林与辽东栎林(47.3%)。

第 2 类,与几个类型邻接都比较紧密,没有一个类型绝对优势,显示出一种多元的空间邻接关系。如侧柏林与农田和山杏山桃灌丛的邻接比例均较高,而且比较接近。属于此类的景观类型还有杂灌丛与农田(48.4%)、与荆条灌丛(39.3%)。

表 1 北京东灵山地区景观类型的空间邻接特征

Table 1 The spatial neighboring property of the landscape types in Donglingshan montane region,Beijing,China

代码 Code	景观类型 Landscape type	邻接类型数 No. of neighbors	总周长 Total P (km)	Shannon 指数 Shannon index	主要邻接 类型 Main neighboring type	邻接长度 Neighboring length(km)	比例 Percent (%)
Rs	居住地	9	13.938	1.172	<i>Fl</i>	9.764	70.1
<i>Lp</i>	华北落叶松林	3	20.210	1.566	<i>Ql</i>	9.358	46.3
<i>Pt</i>	油松林	9	19.282	1.697	<i>Ql</i>	8.888	46.1
<i>Po</i>	侧柏林	5	13.346	1.077	<i>Fl</i>	6.502	48.7
					<i>P&P</i>	5.308	39.8
<i>Bc</i>	硕桦林	4	21.250	1.135	<i>Sm</i>	12.123	57.0
<i>Bp</i>	白桦林	12	174.908	1.640	<i>Ql</i>	74.800	42.8
					<i>Sm</i>	46.428	26.5
<i>Bd</i>	棘皮桦林	9	44.196	1.686	<i>Ql</i>	18.472	41.8
					<i>Bp</i>	7.492	17.0
					<i>P&P</i>	7.400	16.8
<i>Pd</i>	山杨林	7	18.722	1.564	<i>QL</i>	8.850	47.3
<i>Ql</i>	辽东栎林	16	326.158	2.249	<i>Bp</i>	74.800	22.9
					<i>P&P</i>	66.138	20.3
					<i>Lb</i>	38.822	11.9
					<i>Mf</i>	38.198	11.7
Mf	杂木林	13	95.892	1.900	<i>Ql</i>	38.198	39.8
					<i>P&P</i>	20.802	21.7
<i>Cj</i>	鬼见愁灌丛	5	10.142	0.892	<i>Sm</i>	6.340	62.5
					<i>Bc</i>	3.136	30.9
<i>Lb</i>	二色胡枝子灌丛	11	73.288	1.570	<i>Ql</i>	38.822	53.0
					<i>Bp</i>	14.174	19.3
<i>P&P</i>	山杏山桃灌丛	15	181.020	1.986	<i>Ql</i>	66.138	36.5
					<i>Vn</i>	28.848	15.9
					<i>Fl</i>	25.240	13.9
					<i>Mf</i>	20.802	11.5
<i>Vn</i>	荆条灌丛	11	165.332	1.467	<i>Fl</i>	89.518	54.1
					<i>P&P</i>	28.848	17.4
					<i>Ss</i>	15.896	9.6
<i>Ss</i>	绣线菊灌丛	7	31.000	1.278	<i>Vn</i>	15.896	51.3
					<i>P&P</i>	8.274	26.7
Ms	杂灌丛	5	20.162	1.049	<i>Fl</i>	9.754	48.4
					<i>Vn</i>	7.912	39.2
Sm	亚高山草甸	12	127.760	1.860	<i>Bp</i>	46.428	36.3
					<i>Ql</i>	20.718	16.2
Fl	农田	15	189.848	1.914	<i>Vn</i>	89.518	47.2
					<i>P&P</i>	25.240	13.3
Ao	苹果园	3	4.596	0.674	<i>Vn</i>	1.004	21.8

Rs residential, *Lp Larix principis-rupprechtii*, *Pt Pinus tabulaeformis*, *Po Platycladus orintalis*, *Bc Betula costata*, *Bp Betula platyphylla*, *Bd Betula dahurica*, *Pd Populus davidiana*, *QL Quercus liaotungensis*, Mf mixed forest, *Cj Caragana jubata*, *Lb Lespedeza bicolor* *P&P Prunus ameniaca* var. *ansu* & *Prunus. davidiana*, *Vn Vitex negundo* var. *heterophylla*. *Ss Spiraea* spp., Ms mixed shrub, Sm subalpine meadow, Fl farmland, Ao apple orchard.

第 3 类,介于第 1 和第 2 种情况之间。与多个景观类型邻接紧密,但其中一个占优势。如棘皮桦林与辽东栎林(41.8%)、与白桦林(17.0%)、与山杏山桃灌丛(16.8%),只与辽东栎林的空间相关比较优势。剩余景观类型均属此类,包括辽东栎林、落叶阔叶混交林、白桦林、鬼见愁灌丛、山杏山桃灌丛、绣线菊灌丛、二色胡枝子灌丛、荆条灌丛、亚高山草甸、农田和苹果园,是该景观中最常见的一种类型空间邻接方式。

对北京东灵山地区景观类型空间邻接多样性进行分析表明,Shannon 指数大小的总体次序为 Ao<Cj<Ms<Po<Bc<Rs<Ss<Vn<Lp<Pd<Lb<Bp<Bd<Pt<Sm<Mf<Fl<P&P<Ql(图 1)。各个景观

类型的邻接多样性指数均小于等概率($P_i=1/19$)时的 Shannon 指数(2.940),各个景观类型的邻接类型多样性都不高,与不同邻接类型间的生态学作用存在较大差异,同一些类型邻接紧密,而同另外一些邻接较弱或不邻接。这与上述分类分析的结果相吻合。

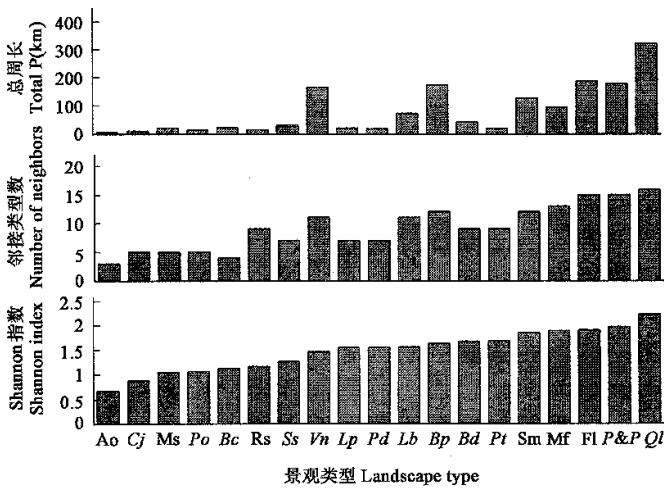


图1 北京东灵山区景观类型邻接多样性 Shannon 指数及其与邻接类型数目和周长相关性

Fig. 1 The Shannon index of the neighboring diversity of landscape types and its correlation with the number of neighboring types and perimeters in Donglingshan mountain, Beijing, China

Ao —— 苹果园 (Apple orchard), Bc —— 硕桦林 (*Betula costata*), Bd —— 棘皮桦林 (*Betula dahurica*), Bp —— 白桦林 (*Betula platyphylla*), Cj —— 鬼见愁灌丛 (*Caragana jubata*), Fl —— 农田 (Farmland), Lb —— 二色胡枝子灌丛 (*Lespedeza bicolor*), Lp —— 华北落叶松林 (*Larix principisrupprechtii*), Mf —— 杂木林 (Mixed forest), Ms —— 杂灌丛 (mixed shrub), Pd —— 山杨林 (*Populus davidiana*), P&P —— 山杏山桃灌丛 (*Prunus ameniaca* var. *ansu* & *P. davidiana*), Pt —— 油松林 (*Pinus tabulaeformis*), Po —— 侧柏林 (*Platycladus orientalis*), Ql —— 辽东栎林 (*Quercus liaotungensis*), Rs —— 居住地 (Residential), Sm —— 亚高山草甸 (Subalpine meadow), Ss —— 绣线菊灌丛 (*Spiraea* spp.) 以及 Vn —— 荆条灌丛 (*Vitex negundo* var. *heterophylla*.)

景观类型邻接多样性的与邻接景观类型数目的分布趋势大体相近,但与邻接景观类型的邻接边界长度分布关系较小(图1)。虽然如此,除了白桦林和荆条灌丛比较特殊外,各个景观类型的邻接多样性仍然均与类型周长和面积存在相关,面积较大的景观类型一般具有较高的邻接多样性。因为该区景观破碎化程度较高,那么类型面积大时,周长长,邻接景观类型的数目也就较多。可见,景观类型邻接多样性还在一定意义上揭示了景观破碎化,反映出人类活动对景观的干扰程度。

3.2 景观类型的空间分布规律

空间邻接紧密的景观类型,它们在结构和功能上也必然密切联系,因此,通过邻接关系的分析,可以揭示一个地区景观类型的空间分布规律及维持机制。落叶阔叶林是北京东灵山地区的地带性植被类型,现有景观类型主要是落叶阔叶林受干扰而产生的分异^[11],因此,其分布规律应该同某种干扰状况相应。根据景观类型的空间邻接类型和邻接比例(部分参见表1),应用 TWINSpan 分类方法可将该区景观类型的空间分布划分为与海拔高度关系密切的3组,分别对应于 1400~2300m, 1100~1500m 和 0~1200m^[5],即亚高山组、中山组和低山组(图2)。其规律与应用群落资料分类和排序的研究结果大体一致^[12]。

如果把居住地视为干扰源,那么景观格局的受干扰强度将随与居住地距离的增大而降低。该区居住地的分布随海拔高度增加而减少,因此干扰程度与海拔高度大致呈一种逆向关系。图2显示,居住地处在低山组,分布于其周围的是农田和苹果园、侧柏林等人工林类型,它们与居住地空间邻接比例最高,人类干

扰最为强烈。空间邻接关系稍远的形成了灌丛类型,如山杏山桃灌丛、杂灌丛和绣线菊灌丛等,是地带性森林类型受到破坏后,在低海拔地区自然恢复形成的灌丛类型。因此,低山组景观类型受干扰程度最高。

与此相反,亚高山组,如硕桦林和亚高山草甸等分布远离居住地,受干扰程度最低,几乎仍然保持着天然状态。然而,目前由于该区畜牧业和旅游事业的发展,放牧和旅游正对本组的景观类型,特别是对亚高山草甸带来越来越严重的影响。

以地带性类型辽东栎林为代表的落叶阔叶森林类型位于中山组。其中杂木林也属地性落叶阔叶林,棘皮桦林和山杨林为天然次生林,两类针叶林则是辽东栎林背景上人工恢复的受保护类型。二色胡枝子灌丛也是地带性森林类型受破坏后,自然恢复形成的灌丛类型。

综上所述,该区景观类型的空间分布规律是与海拔高度相关,并受到干扰程度的影响。

4 结论

(1)作者提出的以景观类型空间邻接长度替代群落学数据的群落分类方法,适用于揭示景观类型的空间分布规律。

(2)各个景观类型的空间邻接特征存在明显差异,并可依紧密邻接的类型数目分为 3 类。影响景观类型邻接多样性大小的主要因素是邻接类型数目。

(3)景观类型的空间分布可以分成 3 组,即亚高山组、中山组和低山组,这些组景观类型的分布主要与海拔高度相关,并受到干扰强度的影响。

参考文献

[1] Forman R & Godron M(1986). 肖笃宁,等译. 景观生态学. 北京:科学出版社,1990.

[2] Forman R T T. *Land Mosaics*. Cambridge University Press,1995.

[3] Scheiner S M. Measuring pattern diversity. *Ecology*,1992,**73**(5):1860~1867.

[4] 马克明,傅伯杰,周华峰. 景观多样性测度:格局多样性的亲和度分析. 生态学报,1998,**18**(1):93~98.

[5] 马克明,傅伯杰,周华峰. 北京东山地区森林的物种多样性和景观格局多样性研究. 生态学报,1999,**19**(1):1~7.

[6] Guach Jr H G. (1982). 杨 持,等译. 群落生态学中的多元分析. 北京:科学出版社,1989.

[7] 张金屯. 植被数量生态学方法. 北京:中国科学技术出版社,1995.

[8] 霍亚贞 主编. 北京自然地理. 北京:北京师范大学出版社,1989.

[9] 马克平,于顺利,高贤明. 东灵山地区的植物区系分析. 见:陈灵芝 主编,暖温带森林生态系统结构与功能的研究. 北京:科学出版社,1997. 38~55.

[10] 中国科学院北京森林生态系统定位研究站. 北京东灵山地区植被分布图. 1994.

[11] 陈灵芝 主编. 暖温带森林生态系统结构与功能的研究. 北京:科学出版社,1997.

[12] 马克平,陈灵芝,于顺利,等. 北京东灵山地区植物群落的基本类型. 见:陈灵芝 主编. 暖温带森林生态系统结构与功能的研究. 北京:科学出版社,1997. 56~75.

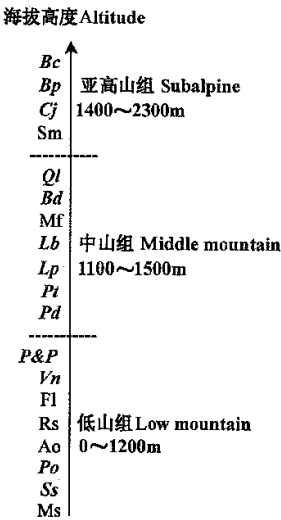


图 2 北京东灵山地区景观类型沿海拔高度的空间分布

Fig. 2 The spatial distribution of landscape types along elevation in Dongling-shan mountain, Beijing, China
图例同图 1 Legend see fig. 1