

五台山南台旅游活动对山地草甸优势种群格局的影响

程占红¹, 牛莉芹^{2,*}

(1. 山西财经大学旅游管理学院, 太原 030012; 2. 山西财经大学环境经济系, 太原 030006)

摘要:利用双项轨迹方差法,对五台山南台不同距离带上紫羊茅、珠芽蓼和北方嵩草的格局进行了研究。结果表明:(1)3个种群在第一带上格局强度很弱,在第五带上格局差异最明显。不同种群在第二、第四带上因旅游活动和种间竞争而表现出不同的格局规律。(2)近距离处,旅游干扰大,尽管紫羊茅是优势种,但它和其他种群一样都表现出斑块化的现象。随着距离的增加,旅游干扰减小,种间竞争激烈,紫羊茅的优势减小,北方嵩草的优势上升,珠芽蓼徘徊不前,种群格局各具特色。远距离处,北方嵩草斑块稳定,规模大,紫羊茅的斑块数量少,规模较小。珠芽蓼没有表现出明显的规律性,这可能与其本身的生理生态有关。

关键词:五台山;双项轨迹方差法;格局;旅游干扰

文章编号:1000-0933(2008)01-0416-07 中图分类号:Q142, Q145, Q16, Q948.1, X176 文献标识码:A

Impact of tourism activities on patterns of meadow population on south top of Wutai Mountain

CHENG Zhan-Hong¹, NIU Li-Qin²

1 Tourism College, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030012, China

2 Department of Environment Economics, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(1): 0416 ~ 0422.

Abstract: Recently people have paid much attention to the impact of tourism activities on vegetation, such as ecological quality, biodiversity and landscapes assessment. However, the impact of tourism activities on population pattern has been not still studied. To provide some evidences about restoring and protecting vegetation in resorts, it is necessary to study the relationship between tourism activities and population pattern. *Asso. Kobresia bellardii* is selected on south top of Wutai Mountain, which is near to parking lots. From parking lots, one sampling belt is set up every five metre, and there are 5 belts in all. 128 contiguous quadrats (10cm×10cm) are chosen on every belt, and there are 640 quadrats. These belts have the same physical condition. However, because of their different distances, they have the different tourism disturbance. The nearer it is, the more the disturbance is. Two-term local variance (TTLV) is a way for analyzing the relationship between species and environment on space. The pattern of *Festuca rubra*, *Polygonaceae viviparum* and *Kobresia bellardii* is studied by TTLV because of dominant species and the mighty resistance. The results show that: (1) Three species show the same trend of regular distribution on the first belt, and have the evident difference on the fifth one. Different species have their own pattern on the second and fourth one because of tourism activities and interspecies competition, and are with obvious transition. (2) Tourism disturbance is the most at near distance. Although *Festuca rubra*

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40701175)

收稿日期:2006-05-19; 修订日期:2007-05-16

作者简介:程占红(1972~),男,山西人,博士,副教授,从事旅游生态学研究. E-mail: chengzh@sxu.edu.cn

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: nlq1976@126.com

致谢:感谢张金屯教授和张峰教授的指导与帮助.

Foundation item: The project was financially supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 40701175)

Received date: 2006-05-19; **Accepted date:** 2007-05-16

Biography: CHENG Zhan-Hong, Ph. D., mainly engaged in tourism ecology. E-mail: chengzh@sxu.edu.cn

is dominant species, it and other population all have many patches. When the distance increases, tourism disturbance begins to decrease, and interspecies compete drastically. *Kobresia bellardii* has dominant station at the far distance, and its scale is big. However, the scale of *Festuca rubra* patch are less, and the pattern of *Pocyonaceae viviparum* has no obvious rules, which may relates to its own physiological ecology. (3) TTLVA is a good way, and shows the ecological relationship among population. However, the pattern analysis is middle-size, and its result is different with the small pattern. In addition, to show the ecological mechanism of tourism disturbance, communities pattern still be need to study.

Key Words: Wutai Mountain; two-term local variance; pattern; tourism disturbance

在旅游景区,研究旅游活动对植被的影响具有重要的现实意义。目前这一研究领域在国内外还不够广泛和深入,主要集中在旅游对植被影响的生态机理和生态评价两方面。国外研究主要集中在生态机理方面,例如,Cole、Clove 和 Park、Mathieson 和 Wall 都曾指出,旅游可以使植物发生直接和通过土壤表现出间接的变化,产生干扰和胁迫作用,从而影响群落种类组成,降低原有种的多度和活力,致使群落结构和植物区系发生变化^[1~3]。但是这些研究仅仅从理论上建立起来,并没有实验数据来证实。Rai 等以锡金为例,根据多年的观察数据,分析了旅游量和生物多样性的动态变化以及旅游对资源环境和社区经济文化的影响,从而提出了如何管理旅游量的对策^[4]。Sun 和 Walsh 研究发现,不同的植被适宜不同的游憩方式,并建议游憩方式要与本土植被的承载能力相适应^[5]。

我国学者主要关注旅游影响的生态评价,例如,刘鸿雁等从种群、群落和土壤特性出发,探讨了旅游干扰对北京香山公园黄栌林的影响^[6]。冯学钢等以不同区域为参考,研究了旅游活动对地被植物-土壤环境的影响^[7]。但他们仅以简单的观察数据来说明,并没有量化,且样本很少。石强等通过调查游客损伤的树木年轮和植被的质量和物种数,利用影响植被系数研究了游人活动对张家界植被的影响^[8]。李贞等、程占红等利用敏感水平、景观重要值、阴生种比值和旅游影响系数等指标,评价了旅游对植被的影响^[9,10]。这些学者利用不同的评价指标来研究,为量化旅游对植被的影响开辟了新的途径。总之,国内外这些研究都是从宏观上来反映旅游对植被的影响,至于在中观层次上旅游对种群和群落的影响还涉及不多。

鉴于目前旅游与种群格局的研究还不多,本文以五台山南台为例,对旅游活动与种群格局的关系进行了研究,以期揭示二者之间的生态机制,为景区的植被恢复、重建和保护提供有力的证据。

1 研究方法

关于五台山南台的地理和旅游概况详见文献^[11]。选取一块北方嵩草+紫羊茅草甸群落为研究地,附近的停车场面积 600m²,研究地平坦开阔,海拔 2470m。从距离停车场 5m 开始,每隔 5m 设置 1 个样带,直至草甸群落几乎没有受到干扰为止,这样共 5 条样带。其中,样带之间的距离为垂直间隔,样带延伸方向与停车场相平行。在每条样带上连续取 128 个 10cm×10cm 的小样方,每一样带长 12.8m,共计 640 个样方。共调查记录 17 个草甸种。利用物种的相对盖度计算其重要值。

格局分析是研究植物种类空间关系、种类与环境关系的重要手段。双项轨迹方差法(two-term local variance, TTLV)是 Hill 为了改进等级方差法而提出的,它有两个优点:一是每一区组均方的计算都用平均值,因而与起点样方无关,二是它的区组可以是 $\leq n/2$ 的任何值。因而它得到广泛应用,其计算过程见文献^[12]。格局分析就是用数学方法确定格局规模、强度和纹理,其结果一般用格局分析图表示。该图的横坐标一般为区组大小,纵坐标可以是均方或方差,用以确定格局规模,图上峰值所对应的区组代表着格局规模的大小。以 10cm×10cm 为最小区组进行计算。

本研究中的 5 条样带具有相同的自然地理条件,曾经全部为北方嵩草草甸,但是由于它们处于不同的距离带上,因而受到不同程度的旅游活动干扰。这里的旅游干扰主要指游客的践踏,践踏程度与距旅游停车场的距离密切相关,由于不能准确统计游客量,在此利用空间距离来代替。实地调查表明,距停车场的距离愈

近,旅游践踏活动愈多,距离愈远,干扰愈小。已有研究表明,紫羊茅(*Festuca rubra*)、珠芽蓼(*Polygonaceae viviparum*)和北方嵩草(*Kobresia bellardii*)是本区的优势种群^[11]。而且 TWINSpan 将五条样带划分为两种群落类型,其中第一带和第二带属于紫羊茅群落,第三带、第四带和第五带属于北方嵩草群落;同时,根据物种抗干扰能力强弱, TWINSpan 将 17 个草甸种分为 4 个生态种组,其中紫羊茅、珠芽蓼和北方嵩草属于抗性强的种组^[11]。在生物学特性上,紫羊茅属于禾本科羊茅属,珠芽蓼属于蓼科蓼属,北方嵩草属于莎草科嵩草属,3 个种群均为多年生草本,具有地下根茎,均为无性繁殖,一般高 5~50cm,生于海拔 2000~3000m 的山坡和高山草甸。因此,本文选取紫羊茅、珠芽蓼和北方嵩草 3 个种群进行分析,通过利用双项轨迹方差法,以判断旅游活动对草甸种群影响的生态机制。

2 结果分析

2.1 紫羊茅的格局

由图 1 和表 2 可知,紫羊茅在第一带上形成 4 个斑块,分别在 40、320、440cm 和 640cm 处出现大小不等的峰值。实际调查中,该样带上共有 10 处、共计 68 个样方无植被覆盖。在第二带上,出现 5 个斑块,分别在 70、180、290、510cm 和 640cm 处出现峰值。实际调查中,该样带上共有 6 处、共计 50 个样方无植被覆盖。由表 1 可知,在第一、第二带上,虽然紫羊茅的生态优势度最大,但从格局结果看,它却表现出支离破碎的态势,即斑块化格外明显。

表 1 不同距离带上 3 个种群的重要值

Table 1 The important value of 3 species at different distance belts

种群 Species	第一带 The first belt	第二带 The second belt	第三带 The third belt	第四带 The fourth belt	第五带 The fifth belt
紫羊茅 <i>Festuca rubra</i>	0.6519	0.5776	0.4970	0.2406	0.2006
珠芽蓼 <i>Polygonaceae viviparum</i>	0.1379	0.1568	0.1535	0.1222	0.1796
北方嵩草 <i>Kobresia bellardii</i>	0.0837	0.1104	0.2719	0.4981	0.5115

表 2 3 个种群在不同距离带上的区组和均方

Table 2 The block and mean variance of 3 species at different distance belts

种群 Species	第一带 The first belt		第二带 The second belt		第三带 The third belt		第四带 The fourth belt		第五带 The fifth belt	
	区组 Block	均方 Mean variance	区组 Block	均方 Mean variance	区组 Block	均方 Mean variance	区组 Block	均方 Mean variance	区组 Block	均方 Mean variance
紫羊茅	4	40.7	7	219.6	37	1020.9	12~13	125	31	2371.1
<i>Festuca rubra</i>	32	116.6	18	180.3			59	27.7	62	1266.5
	44	130.5	29	156.3						
	64	11.6	51	82.8						
			64	450						
珠芽蓼	16	8.2	7	10.5	8	46.4	6~7	10.1	14	388.6
<i>Polygonaceae viviparum</i>	54~55	20.2	20	28.7	36	28.7	36	28.6	49	152.8
	64	21.1	38~39	17	64	126	45	28.1	62	97.2
			64	126			48	28.3	64	105.1
							64	6.6		
北方嵩草	2	4.2	26	82.9	5	176.9	18	845	3	929.2
<i>Kobresia bellardii</i>	4	4.4	29	83.1	50	1743.3	27	1046.7	34	5230.8
	63	19.3	37	88.5	63	1976.2	44	771.8	57	1688.7
			62	91.6			60	415.4		

在第三带上,紫羊茅只有 1 个斑块,峰值出现在 370cm 处。实际调查中,该样带上共有 5 处、共计 13 个样方无植被覆盖。紫羊茅种群之所以斑块破碎化现象减小,一是由于伴随距离的增加,旅游干扰的强度降低,二

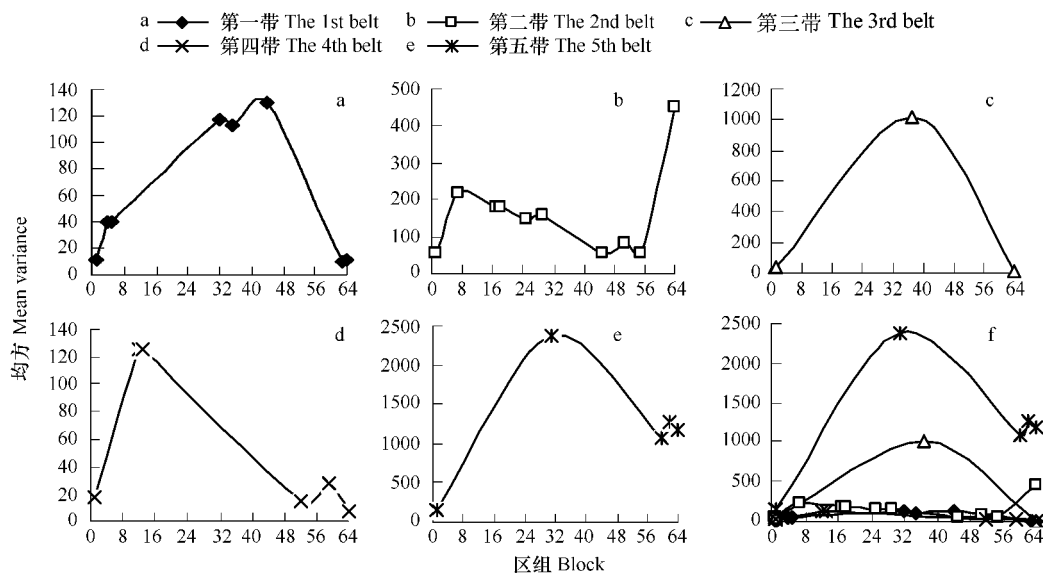


图1 紫羊茅在不同距离带上的格局

Fig. 1 The patterns of *Festuca rubra* at different distance beltsf:紫羊茅格局在同一图中的结果 The representation of the patterns of *Festuca rubra* in the same figure

是可能由于生物因子的综合作用。已有研究表明,该样带是一个过渡群落,北方嵩草草甸和退化的紫羊茅草甸在此互相交锋。紫羊茅的生态优势开始减小,北方嵩草的优势开始增加,但仍以紫羊茅为主,因而在各种群互相竞争的情况下,紫羊茅的斑块大,规模也大。这说明紫羊茅在第三带上表现出较强的抗干扰能力。

紫羊茅在第四带上形成2个斑块,分别在120~130cm、590cm处出现峰值。实际调查中,该样带上共有8处、共计14个样方无植被覆盖。在第五带上它也有2个斑块,分别在310cm和620cm处出现峰值。所有样方均有一定的植被覆盖。由此推知,在第四、第五带上,由于旅游干扰的继续减小和种群之间的相互竞争,紫羊茅的生态优势程度减小,成为其中的伴生种,取而代之的则是北方嵩草,因而没有更多的斑块,其规模也不及北方嵩草。

从图1(f)和表2可知,除第三带和第五带外,其余三带的均方差都较小,表明这些斑块的格局强度较弱,集群分布不明显,尤其是第一带和第四带,第二带只是在600cm以后有一个明显的规模。这可能说明第一带上由于旅游活动的强烈干扰,致使紫羊茅斑块的格局强度较小;第四带上旅游干扰减小,但种群竞争激烈,致使其格局强度也较小。在第二带上,紫羊茅在0~600cm以内格局较弱,在600cm以后有一个明显的集群分布。在第三带和第五带上,紫羊茅种群都表现出明显的集群分布。随着距离的增加,紫羊茅格局规模增大,且均方相差增大,说明格局强度增大。导致这一现象的根本原因是旅游干扰使得近距离处的紫羊茅种群不能表现它应有的规模。

2.2 珠芽蓼的格局

由图2可知,珠芽蓼在第一带上形成3个斑块,分别在160、540~550cm和640cm处出现峰值。在第二带上有4个斑块,分别在70、200、380~390cm和640cm处出现峰值。第一、第二带为紫羊茅群落,且有许多地段无植被覆盖。珠芽蓼的重要值位居第二,且与紫羊茅差距较大,这说明珠芽蓼也有明显的斑块化,且规模较小。在第三带上,在80、360cm和640cm处出现峰值,形成3个斑块。在第四带上,珠芽蓼有5个斑块,分别在60~70、360、450、480cm和640cm处出现峰值。在第五带上形成4个斑块,其峰值分别出现在140cm、490cm、620cm和640cm处。这说明珠芽蓼在中距离和远距离处也有斑块化的现象。这种分布格局与珠芽蓼在5个样带上的生态优势度较低密切相关。

从珠芽蓼在不同带上的格局看,第一、第四带上均方很小,表明其格局强度很弱。显然,第一带上的格局

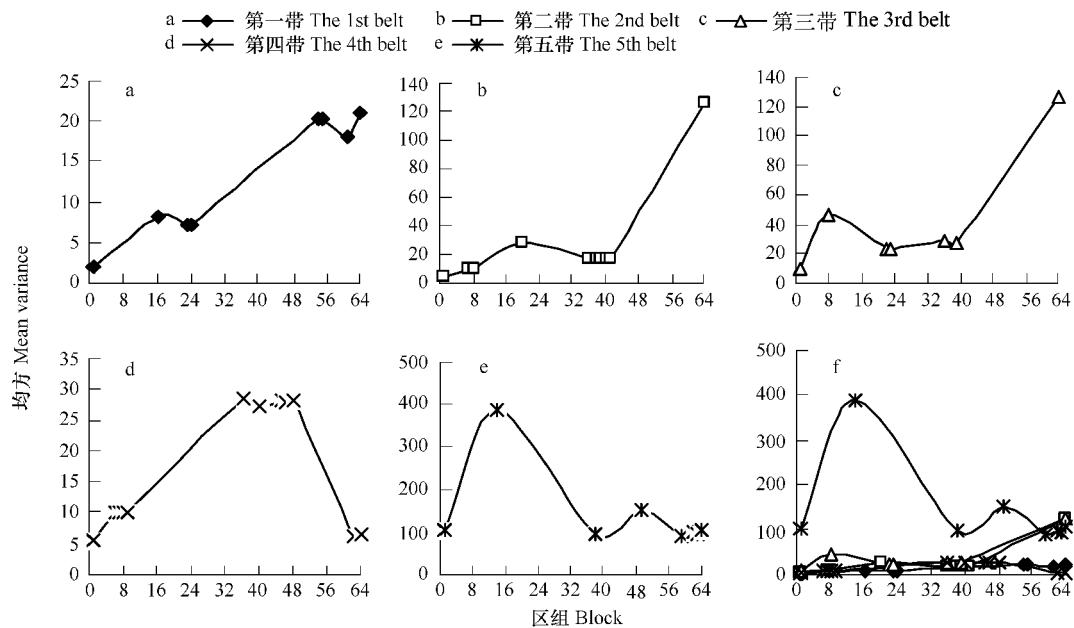


图2 珠芽蓼在不同距离带上的格局

Fig. 2 The patterns of *Pocygonaceae viviparum* at different distance beltsf: 珠芽蓼格局在同一图中的结果 The representation of the *Pocygonaceae viviparum*

是由于旅游干扰造成的,第四带上的格局是由于珠芽蓼种群竞争能力弱造成的。第二、第三带在 600cm 以后都有一个明显的集群分布,但是在其他区组内,其格局强度较弱,集群不明显。第五带上 140cm 和 490cm 处的两个规模最为明显,620cm 和 640cm 处的规模不明显。与其他样带相比,第五带上的前两个斑块规模最大,也最明显。第五带上的草甸群落几乎没有受到旅游活动的干扰,近似原生状态。因此可以说,在山地草甸中,珠芽蓼种群最易在 140cm 和 490cm 左右的尺度范围形成斑块。在图中,第五带与其他样带之间的距离明显加大,由此可见,旅游干扰能够有效地削弱珠芽蓼表现它应有的规模。第三带是一个过渡的群落类型,珠芽蓼表现出的曲线也介于第一、第二带和第四、第五带的曲线之间,大概是这些曲线的一个折中。

2.3 北方嵩草的格局

由图 3 可知,北方嵩草在第一带上有 3 个斑块,分别在 20、40cm 和 630cm 处出现峰值。在第二带上形成 4 个斑块,分别在 260、290、370cm 和 620cm 处出现峰值。由表 1 知,在第一、第二带上北方嵩草的重要值都很小,由此可知,在强烈的旅游干扰下,北方嵩草也未能逃脱支离破碎的局面,斑块化极其明显。在第三带上,形成 3 个斑块,分别在 50、500cm 和 630cm 处出现峰值。尽管它的重要值有所增加,但仍不及紫羊茅种群,仍有斑块破碎化的现象。

北方嵩草在第四带上形成 4 个斑块,分别在 180、270、440cm 和 600cm 处出现峰值。在第四带上,随着旅游干扰的减小,草甸种类增多,各种群竞争激烈。虽然北方嵩草占有优势,形成北方嵩草群落,但是紫羊茅和珠芽蓼的生态优势也不可低估,它们仍在积极争取更多的生态资源,从而导致北方嵩草的斑块还比较多。在第五带上,它有 3 个斑块,分别在 30、340cm 和 570cm 处出现峰值。其中,30cm 和 340cm 处格局规模最明显,570cm 处不明显。第五带已经接近原始的北方嵩草群落,种类大增,北方嵩草占据主导地位,群落基本稳定。

从不同带上的格局看,第一、第二带为紫羊茅群落,北方嵩草的格局强度都较小。第四、第五带为北方嵩草群落,它占有绝对优势,因而表现出明显的格局,尤以第五带最突出。第五带上不仅它的峰值最大,而且与其他样带之间的差距也较大。第四带上由于种群竞争激烈,北方嵩草的格局曲线较缓和。第三带上的格局曲线介于第一、第二带和第四、第五带的曲线之间,体现了该群落及其中北方嵩草的过渡性。由 5 条格局曲线可以看出,强烈的旅游干扰致使北方嵩草在第一、第二带上所形成的斑块规模和强度极不明显,在第三、第四带

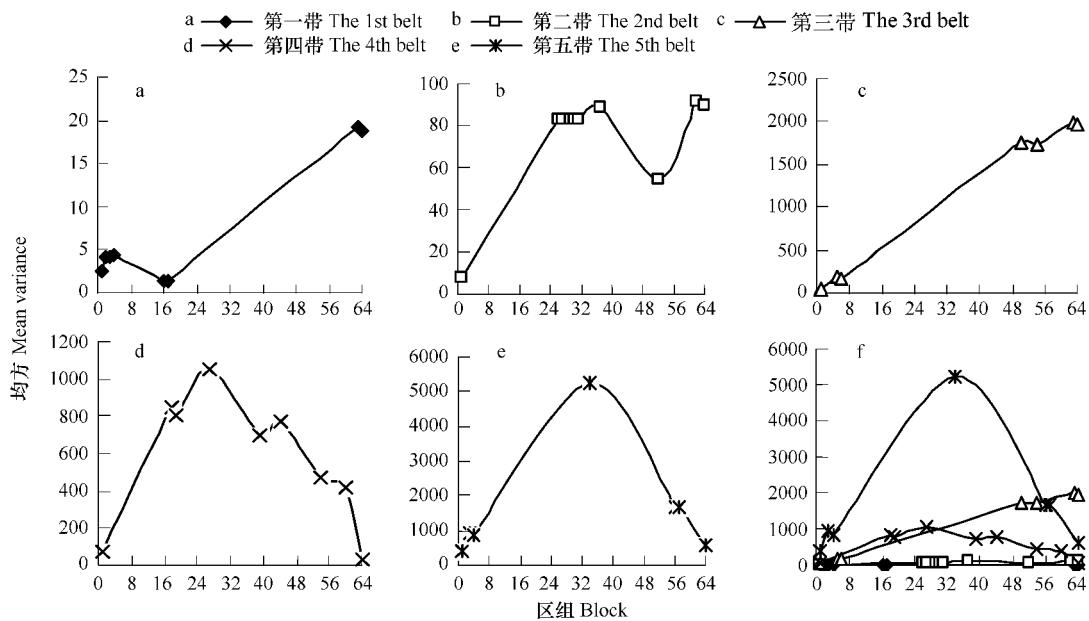


图3 北方嵩草在不同距离带上的格局

Fig. 3 The patterns of *Kobresia bellardii* at different distance beltsf: 北方嵩草格局在同一图中的结果 The representation of the *Kobresia bellardii*

上,旅游干扰的减小和种群之间的竞争也可以削弱北方嵩草的格局规模。距离愈远,北方嵩草规模增大,且均方相差增大,说明格局强度增大。

3 结论与讨论

在国内外,已有诸多学者采用不同的方法研究过一些植物种群的格局,但是关于旅游活动与植物种群格局的研究,还未见有过报道。在五台山,张金屯等对海拔 2400 ~ 2800m 之间的亚高山草甸优势种群的分布格局进行了研究,结果发现,这些优势种群的小斑块规模一般在 40 ~ 160cm 之间,大斑块规模则多为 500 ~ 640cm^[13]。种群格局与其所处的环境条件密切相关。在本研究中,3 个优势种群的格局主要受到旅游干扰和种间竞争两个因子的影响。在远距离处(第四带和第五带),3 个优势种群的小斑块规模和大斑块规模与上述结果相类似,但是它们还有中斑块,其规模在 250 ~ 450cm 之间。在近距离处(第一带和第二带),3 个优势种群虽然也出现大、中、小不同等级的斑块,但具有明显的破碎性,且格局强度较小。从 3 个种群在不同带上的格局看,在第一带上,旅游干扰致使 3 个种群的格局强度都很弱,集群分布不明显;第五带由于距离远,旅游干扰最小,与其他样带相比,3 个种群表现出的格局差异最明显。不同种群在第二、第四带上因旅游活动和种间竞争而表现出不同的生态能力,因而有着不同的格局规律。第三带是一个过渡的群落类型,任何一个种群的格局曲线都位于第一、二带和第四、五带之间。同时,根据 3 个种群的格局态势可以看出,旅游干扰对种群格局影响的生态机制。近距离处,旅游干扰大,北方嵩草群落退化为紫羊茅群落,紫羊茅成为优势种,尽管紫羊茅的规模比其他种群大,但因旅游影响强烈,它和其他种群一样都表现出斑块化的现象。随着距离的增加,旅游干扰减小,种群开始激烈竞争,紫羊茅的优势减小,北方嵩草的优势上升,珠芽蓼则徘徊不前,在种间关系不稳定的情况下,群落表现出一定的动态性和复杂性,因而种群格局各具特色。远距离处,随着旅游干扰的持续减小,形成北方嵩草群落,北方嵩草的优势占据主导地位,紫羊茅成为其中的伴生种,因而北方嵩草的斑块尺度稳定,规模也大,相反,紫羊茅的斑块数量少,规模也不及北方嵩草。珠芽蓼没有表现出明显的规律性,这可能与其本身的生理生态有关。

优势种群的格局与群落的格局密切相关。本文仅对紫羊茅、珠芽蓼和北方嵩草的格局进行了研究,没有研究不同旅游干扰下紫羊茅群落和北方嵩草群落的格局,也没有比较不同种群格局与群落格局之间的差异。

而这些问题的解决有促于我们认识旅游干扰的生态学机制,因此,还需要深入研究旅游干扰对群落格局的影响。此外,双项轨迹方差法计算简单,结果清楚,是一种有效的分析方法。但是它所分析的格局是中尺度格局,与小格局分析所揭示的生态关系有所不同。

References:

- [1] Cole D N. Estimating the susceptibility of wild land vegetation to trailside alteration. *Journal of Applied Ecology*, 1978, 15: 281 — 286.
- [2] Cloke P J, Park C C. *Rural resource management*. Croom Helm, 1985, 184 — 225.
- [3] Mathieson A, Wall G. *Tourism: economic, physical and social impact*. Longman, 1982.
- [4] Rai S C, Sundriyal R C. Tourism and biodiversity conservation: The Sikkim Himalaya. *Ambio*, 1997, 26 (4): 235 — 242.
- [5] Sun D, Walsh D. Review of studies on environmental impacts of recreation and tourism in Australia. *Journal of Environmental Management*, 1998, 53(4): 323 — 328.
- [6] Liu H Y, Zhang J H. Effects of tourism disturbance on the *Cotinus Coggygr* var. *Cinerea* forest in Xiangshan Mountain. *Acta Phytocologica Sinica*, 1997, 21(2): 191 — 196.
- [7] Feng X G, Bao H S. Preliminary research on tourist activity influence upon the soil and cover plant of scenic spot. *Journal of Natural Resources*, 1999, 14(1): 75 — 78.
- [8] Shi Q, Li C G, Deng J Y. Assessment of impacts of visitors' activities on vegetation in Zhangjiajie National Forest Park. *Journal of Forestry Research*, 2002, 13(2): 137 — 140.
- [9] Li Z, Bao J G, Qin C F. Impact of tourism development on vegetation of Mount Danxia. *Acta Geographica Sinica*, 1998, 53(6): 554 — 561.
- [10] Cheng Z H, Zhang J T, Shengguan T L, *et al.* Relationship between tourism development and vegetation in Luya Mountain Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(10): 1765 — 1773.
- [11] Cheng Z H, Zhang J T, Zhang F. Difference of ecological dominance of meadow population on different tourism disturbance. *Acta Botany Northwest Sinica*, 2004, 24(8): 1476 — 1479.
- [12] Zhang J T. *quantitative ecology*. Beijing: Science Press, 2004.
- [13] Zhang J T, Mi X C. Pattern analysis of dominant species and communities of subalpine meadow in Wutai Mountains, Shanxi. *Henan Science*, 1999, 17(supplement): 65 — 67.

参考文献:

- [6] 刘鸿雁,张金海. 旅游干扰对香山黄栌林的影响研究. *植物生态学报*, 1997, 21(2): 191 ~ 196.
- [7] 冯学钢,包浩生. 旅游活动对风景区地被植物——土壤环境影响的初步研究. *自然资源学报*, 1999, 14(1): 75 ~ 78.
- [9] 李贞,保继刚,覃朝锋. 旅游开发对丹霞山植被的影响. *地理学报*, 1998, 53(6): 554 ~ 561.
- [10] 程占红,张金屯,上官铁梁,等. 芦芽山自然保护区旅游开发与植被环境的关系. *生态学报*, 2002, 22(10): 1765 ~ 1773.
- [11] 程占红,张金屯,张峰. 不同旅游干扰下草甸种群生态优势度的差异. *西北植物学报*, 2004, 24(8): 1476 ~ 1479.
- [12] 张金屯. *数量生态学*. 北京:科学出版社, 2004.
- [13] 张金屯,米湘成. 山西五台山亚高山草甸优势种群和群落的格局研究. *河南科学*, 1999, 17(增刊): 65 ~ 67.