

文章编号:1000-694X(2011)04-906-07

伊犁河流域乌孙山北坡植被垂直 分布格局的定量判断

周洪华, 李卫红, 陈亚宁, 徐远杰

(中国科学院新疆生态与地理研究所 荒漠与绿洲生态国家重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘 要: 结合野外调查结果, 以 1 410~2 960 m 海拔梯度上的群落物种重要值和个体数为数量指标, 采用游动分割窗技术定量判定了伊犁乌孙山北坡植被垂直分布格局。结果表明, 平方欧式距离、马氏距离和 Bray-Curtis 距离系数均能较好指示群落交错带的变化类型、位置和宽度, 其中, 平方欧式距离和马氏距离更能直观而准确地反映植被沿海拔梯度的变异, 且 8 个取样单位为游动分割窗最适窗体宽度。利用游动分割窗技术的定量分析, 可以将伊犁乌孙山植被沿海拔梯度划分为 11 个植被带, 从低到高依次为: 荒漠草原、荒漠草原与山地草原交错带、山地草原、山地草原与亚高山草甸交错带、亚高山草甸、亚高山草甸与高山草甸交错带、高山草甸、高山草甸与针叶林交错带、针叶林、针叶林与高寒草甸交错带以及高寒草甸。荒漠草原与山地草原交错带、山地草原与亚高山草甸交错带、亚高山草甸与高山草甸交错带为渐变型过渡带, 宽度分别为 250、100、100 m, 高山草甸与针叶林交错带和针叶林与高寒草甸交错带为急变型过渡带, 宽度分别为 150 m 和 100 m。

关键词: 乌孙山; 游动分割窗技术; 海拔; 植被; 分布格局

中图分类号: Q948.3

文献标识码: A

植被沿环境梯度的分布规律是植被生态学研究的一个热点领域, 尤其是植被沿海拔梯度的空间分布变化, 因为环境因子沿海拔梯度的变化要比沿纬度梯度快 1 000 倍^[1-2]。近年来, 山地植被分布随海拔高度的变化规律一直是生态学家高度关注的问题^[3], 然而, 由于植物群落之间存在复杂的交错带, 而且群落间交错带的大小和宽度不易定量判别^[4], 因此, 山地植被空间分布格局的定量研究仍存在较大的困难。

群落交错带的定量判定主要依赖于响应变量在空间和时间序列上的变化, 当响应变量变化的峭度和变幅较大时, 交错带是容易判定的; 当响应变量梯度变化是渐变的, 或者即使变化峭度较大但变幅较小也较难判定^[5]。交错带变化最为显著的是物种组成和植被结构的变化^[6], 因而, 植被数量生态学方法成为交错带定量判定和群落沿环境梯度变化研究的有效手段之一^[4-5, 7]。目前用于交错带定量判定的方法主要有相异系数(或相似系数)的群落结构分析^[8]、环境梯度上的 β 多样性分析^[9]、梯度分析^[10]、游动分割窗技术^[11]和分类排序技术^[12]等。其中, 游动分割窗技术是自 20 世纪 80 年代以来广泛用于交

错带定量判断的一种有效方法^[4, 7, 11], 已有较多成功应用的例子。Whittaker^[13]最先将游动分割窗技术成功应用于 Siskiyou 山的植被样带数据分析; 随后, Wison 等^[14]利用此技术很好地确定了梯度植被的边界组成变化; Lange 等^[15]应用此技术完成了澳大利亚马里石楠灌丛群落的划分; 石培礼等^[4]以及于大炮等^[7]利用此技术分别判定了四川岷江冷杉林线附近交错带和长白山植被垂直带群落交错带的位置和宽度。

伊犁河流域地处欧亚大陆腹地(42°14'16"—44°50'30"N, 80°09'42"—84°56'50"E), 三面环山, 远离海洋, 属大陆性中温带干旱气候, 其独特的地形地貌和山体走向, 使来自大西洋、地中海及黑海的西风气流可以沿河谷上升形成降水, 且位于南、北两侧的天山支脉将古尔班通古特沙漠、塔克拉玛干沙漠的干热气流和西伯利亚的干冷寒流阻隔于河谷之外, 从而成为天山及亚洲中部的降水中心。受湿润的气候影响, 流域内孕育着干旱区的一块“湿岛”和植物资源宝库, 成为陆生生物多样性关键地区之一^[16]。因而, 准确了解和分析伊犁河流域的植被垂直分布格局对于研究植物演变和生态过程与环境变化的互馈

收稿日期: 2010-11-27; 改回日期: 2011-03-10

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2007BAC15B08)和国家自然科学基金青年科学基金项目(40901061)共同资助

作者简介: 周洪华(1980—), 女, 四川人, 助理研究员, 主要从事植物生理生态研究。Email: zhoughh@ms.xjb.ac.cn

机制以及保护植物多样性有着重要的理论意义和指导作用。选取伊犁河流域典型山脉——乌孙山,采用游动分割窗技术定量判定了伊犁河流域的植被垂直分布格局,并确定了各群落交错带的类型和宽度。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

乌孙山是伊犁河流域的典型山脉之一,由于山体高,气候随海拔高度变化很大,山下年均温约 2.9°C ,而山顶年均温只有 -0.7°C 左右,降雨量较大,而且有随海拔升高而增加的特点,山下年降水为 $200\sim 350\text{ mm}$,山顶年降水为 $600\sim 800\text{ mm}$,最多年份可超过 $1\ 000\text{ mm}$ 。乌孙山位于伊犁河谷南面,沿海拔高度的植被带比较完整,基本可以代表伊犁河谷山地植被垂直分布格局。本研究位于乌孙山北坡海拔 $1\ 410\sim 2\ 960\text{ m}$,降雨量随海拔变化较大,植被类型丰富,植被带完整,这一坡面是乌孙山气候、地形、植被等垂直分布的缩影。

1.2 研究方法

1.2.1 调查方法

在海拔 $1\ 410\sim 2\ 960\text{ m}$,按海拔每上升 100 m 设置平行样点3处,在两群落交错带较明显区域按海拔每上升 50 m 布设平行样点3处,共设海拔梯度29个,布设样点87处。在每个样点处按群落乔-灌-草冠层结构布设样地,布设 $30\text{ m}\times 30\text{ m}$ 乔木样地1个,调查乔木种类、株数、株高、胸径、冠幅; $10\text{ m}\times 10\text{ m}$ 灌木样地1个,调查灌木种类、数量、株高、基径、冠幅; $2\text{ m}\times 2\text{ m}$ 草本样地3个,调查草本种类、多度、高度和盖度,共布设乔、灌、草样地110个。

1.2.2 分析方法

采用游动分割窗技术进行群落交错带类型、位置和宽度的定量判断,从而划分植物群落的垂直带谱。以每个海拔梯度下群落中各植物的重要值为数量指标[重要值=(相对高度+相对盖度+相对多度)/3],采用平方欧式距离、马氏距离、Bray-Curtis距离、Canberra系数、Morisita系数,以及以群落物种个体数为数量指标的Cody指数、Watson系数作为游动分割窗技术的距离系数分别分析^[4,9,17]。计算所采用的重要值和个体数以每一海拔梯度的平均值为准。

2 结果与分析

2.1 群落交错带边界和宽度的判定

2.1.1 不同分割窗大小下的群落交错带判别

根据前人研究结果,利用游动分割窗技术进行交错带定量分析时,分割窗大小宜在 $6\sim 12$ 个^[4,7,11]。以调查的29个海拔梯度的群落乔木、灌木和草本植物的重要值为基础计算数据,采用 $6, 8, 10$ 和 12 个窗体大小分别计算的平方欧式距离在海拔梯度上的空间分布如图1。平方欧式距离序列分布图表明,乌孙山植被垂直带群落除个别交错区随海拔梯度变化比较明显,容易区分外,其余交错区随海拔变化呈渐变趋势,交错区域不明显。从不同窗体分析来看,当游动分割窗窗体较小时,如 6 个样地单位时,平方欧式距离的分布出现了多个峰值,多波峰噪音干扰了交错带的判定,说明 6 个窗体太小,不适合用来判定乌孙山的群落交错区。增加分割窗为 $8\sim 10$ 个样地时,平方欧式距离的峰值变化趋于一致,说明窗体大小为 $8\sim 10$ 时,均能清晰地划定乌孙山植被垂直带群落交错区的边界。两个不同窗体下,距离函数在海拔梯度上都出现了4个峰值。第一个峰值出现在样地 $f_6\sim f_{13}$ 之间,峰尖大约在 f_{11} 附近,对应海拔为 $1\ 760\sim 2\ 110\text{ m}$,峰值在 $2\ 010\text{ m}$ 处,宽度为 350 m ,峰值显示的边界是荒漠草原与山地草原的交错带,此峰峭度不高,跨度较大,表明荒漠草原与山地草原的过渡带是一个典型的过渡平缓的渐变型交错区。第二个峰值出现在样地 $f_{14}\sim f_{16}$ 之间,峰尖在 f_{15} 处,对应海拔为 $2\ 160\sim 2\ 260\text{ m}$ 之间,峰尖在 $2\ 210\text{ m}$ 处,宽度较短,为 100 m ,峰值很低,显示的是山地草原和亚高山草甸的过渡区域,属于渐变类型,第三个峰值紧接着第二个峰值,在样地 $f_{16}\sim f_{18}$ 之间,峰值在 f_{17} ,对应海拔为 $2\ 260\sim 2\ 360\text{ m}$,峰尖约在 $2\ 310\text{ m}$ 处,宽度也为 100 m ,峰值很低,表征的是亚高山草甸与高山草甸之间的渐变过渡区,这表明,亚高山草原和高山草原物种重叠性高,过渡平缓。第四个峰值在 $f_{22}\sim f_{25}$,峰尖在 f_{23} ,对应海拔为 $2\ 510\sim 2\ 710\text{ m}$,峰尖在 $2\ 610\text{ m}$,过渡区宽度 200 m ,表征的是高山草甸与雪岭云杉针叶林之间的交错带,此峰峭度较高,表明高山草甸与针叶林交错区是一个较为明显的交错区。

由于交错带分割的区域为相对同质的群落,同质群落区的距离系数应较低且平坦。本研究共设置了29个海拔梯度,样点间距离较大,且在高寒草甸

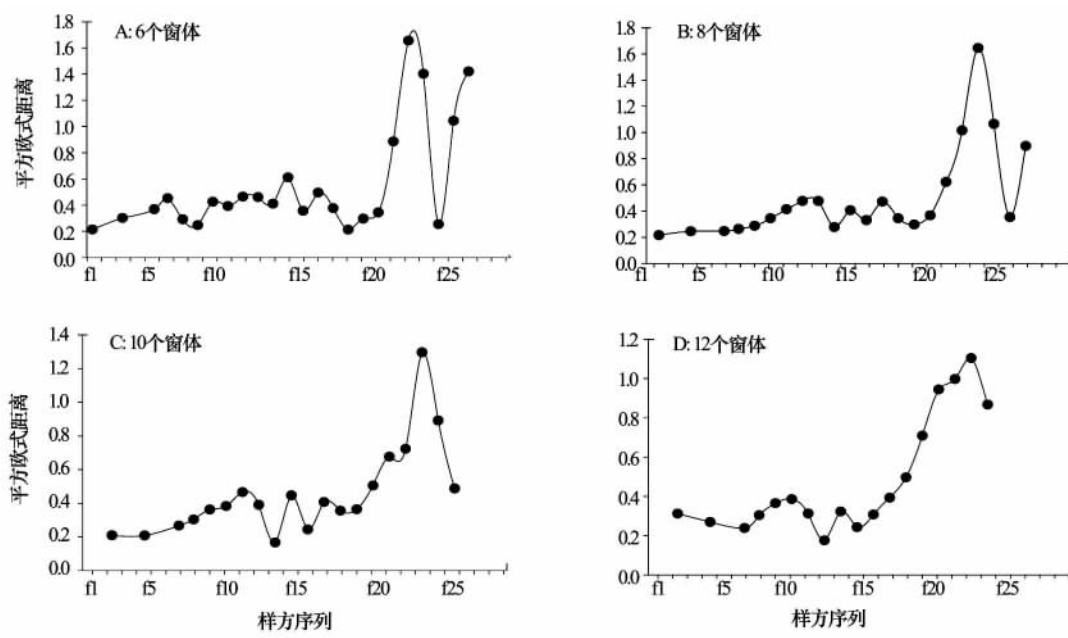


图1 基于平方欧氏距离的游动分割窗峰值分布

Fig. 1 Peak values of Squared Euclidean Distance based on the moving split-windows technique

中的样地布设较少,因而,在分割窗宽度增加时,很快就达到了分割窗的端点,已难以体现同质区间。因此,第五个峰值,即雪岭云杉针叶林和高寒草甸的交错区在窗体较小时有所体现,如在6~8窗体时,曲线的最后出现了一个峰值,但是无法判断其峰尖的位置和峰值宽度,但窗体增加到10时,此峰信息逐渐被掩盖,而且当分割窗样地为12时,后两个群落交错区信息也已被掩盖而无法显示出来。因此,在本研究的样带长度系列上,分割窗的大小应取8~10为宜。

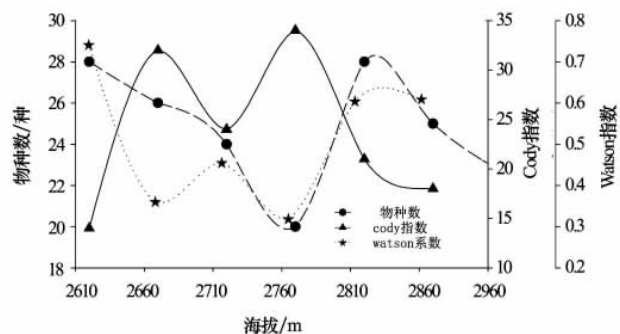
从图1中可以判断出,针叶林和高寒草甸的交错区峰值的起点在f25左右。利用从高山草甸与针叶林的交错峰尖海拔2610 m开始至最后一个样地海拔2960 m之间的相邻群落进行Cody指数和Watson相异性系数分析(图2),结果显示,在海拔

2710 m和2810 m时物种组成和结构出现了明显的变化,而2710 m是雪岭云杉针叶林与高山草甸过度区域的上边界,因此,2810 m则是雪岭云杉针叶林与高寒草甸的上边界。

2.1.2 不同距离函数下的交错带判别

图3不同距离函数的分割窗分析结果显示,当分割窗为6个样方时,马氏距离和Bray-Curtis距离的峰值较多,多波峰噪音干扰了交错带的判定,在分割窗为8~10个样地时,其峰值和峰宽同平方欧氏距离具有较好的重合性,当分割窗超过10个样地时,高海拔交错带的信息开始被掩盖。从图4可看出,Canberra系数和Morisita系数在4种不同宽度的分割窗下,其峰值均较多,且不同分割窗宽度下样带系列分割窗分布图中峰值重合性差,无法明确地判断出交错带的具体位置,一种原因可能是由于这两种系数不适合用于分割窗技术来判定群落交错带,另一种原因可能是由于计算过程中用的是重要值,即各群落中植被的相对高度、相对密度和相对盖度的平均值,在一定程度上降低了植被种群、数量和结构变化在判断中的权重,从而降低了判断的精确。

综合平方欧氏距离、马氏距离和Bray-Curtis距离分析结果发现,当分割窗在8~10个窗体时,计算结果均有较好的重合性,但是相比较之下,当分割窗宽度在8个样地时,3种距离下的峰值和峰宽重合性更好,而且分割窗宽度为10时,最后一个峰值信息完全被掩盖了,因此,8个取样单位是本研究中分

图2 海拔2610~2960 m群落 β 多样性和物种丰富度变化Fig. 2 Changes of community β diversity indices and species richness at the elevation of 2610–2960 m

割窗的最适宽度。从取值范围来看, Bray-Curtis 距离取值在 0~1 之间, 平方欧式距离和马氏距离的取值相对较高, 平方欧式距离和马氏距离在分布图中

的空间分布具有更大的弹性, 且两者峰值的重合性更高, 交错带区域峰值更明显, 更能直观地表现出交错带环境梯度变化的峭度, 从而提高交错带边界和

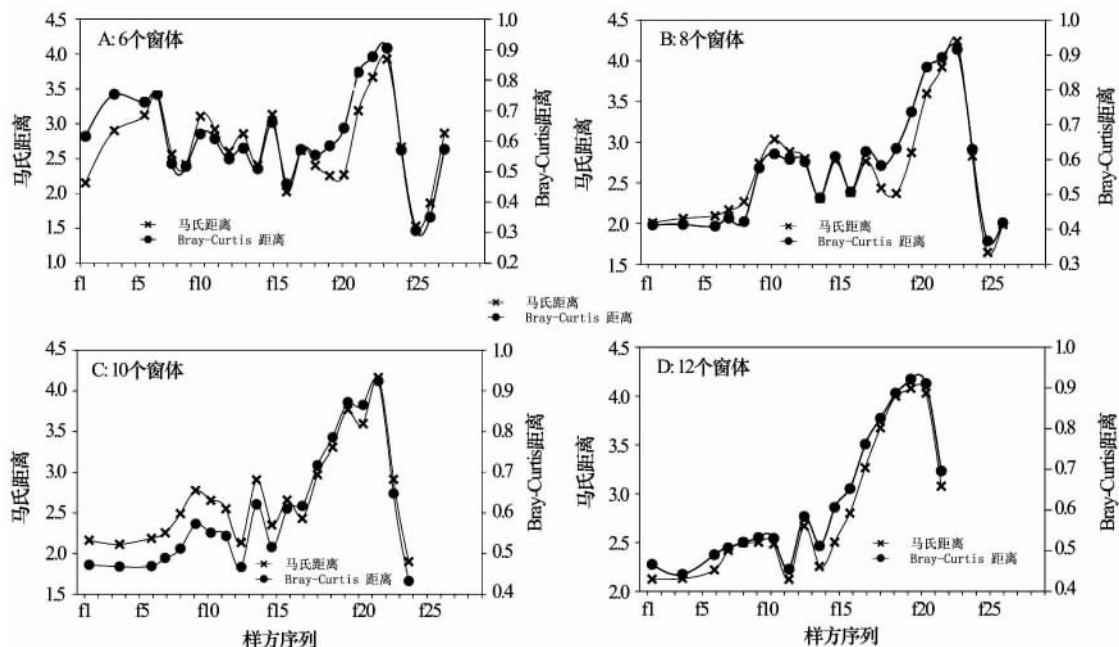


图 3 基于马氏距离和 Bray-Curtis 距离的游动分割窗峰值分布

Fig. 3 Peak values of Mahalanobis Distance and Bray-Curtis Distance based on the moving split-windows technique

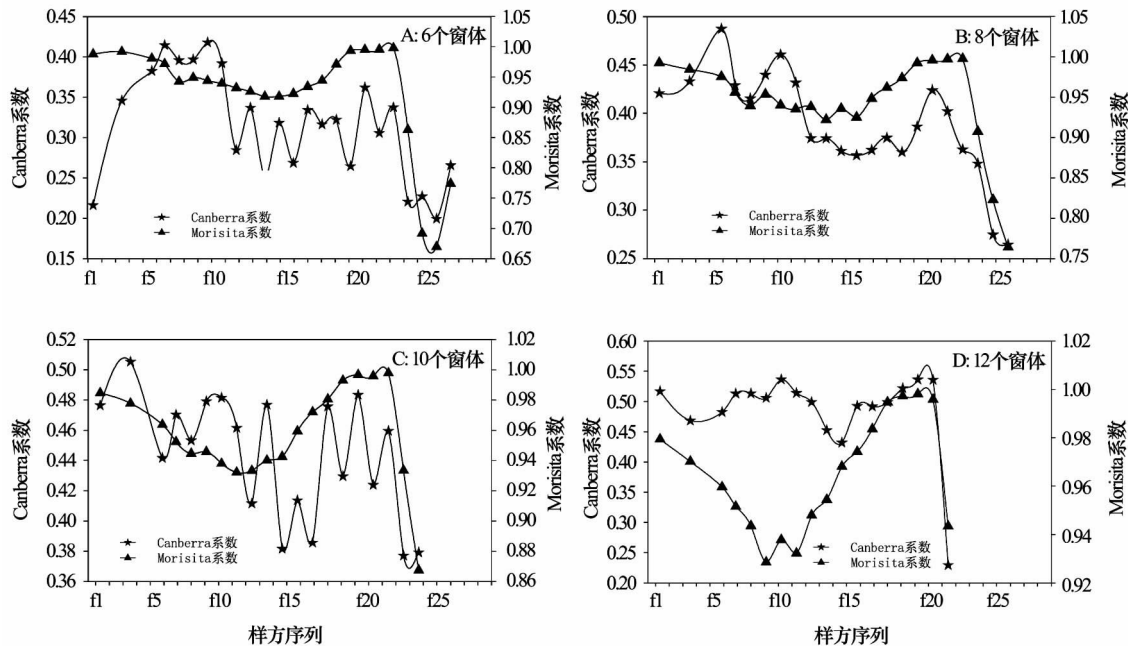


图 4 基于 Canberra 系数和 Morisita 系数的游动分割窗峰值分布

Fig. 4 Peak values of Canberra Index and Morisita Index based on the moving split-windows technique

宽度的定量判定性。

2.2 群落空间分布格局的特征

不同距离函数和不同分割窗宽度的计算结果表明, 分割窗宽度在 8 个窗体时, 滑动平均结果对生态

交错带的边界具有更好的指示作用。综合分割窗宽度为 8 的平方欧式距离、马氏距离和 Bray-Curtis 距离系数变异图, 可以将伊犁河谷乌孙山植被群落按海拔梯度变化划分成 11 个植被带(表 1)。其中, 荒漠草原与山地草原过渡带宽度大, 变化缓, 为典型

表 1 乌孙山北坡植物群落随海拔高度变化的划分结果

Table 1 Community classification on the north slope of Wusun Mountain by using moving split-windows technique

群落代号	群落类型	位置	海拔高度	宽度	过渡带类型
1	荒漠草原		<1 760 m		
2	荒漠草原与山地草原过渡带	2 010	1 760~2 110 m	250 m	渐变型
3	山地草原		2 110~2 160 m	50 m	
4	山地草原与亚高山草甸过渡带	2 210	2 160~2 260 m	100 m	渐变型
5	亚高山草原		—	—	
6	亚高山草甸与高山草甸过渡带	2 310	2 260~2 360	100	渐变型
7	高山草甸		2 360~2 560	200	
8	高山草甸与针叶林过渡带	2 610	2 560~2 710	150	急变型
9	针叶林		—	—	
10	针叶林与高寒草甸过渡带		2 710~2 810	100	急变型
11	高寒草甸		>2 810		

渐变型过渡带;山地草原与亚高山草甸过渡带及亚高山草甸与高山草甸过渡带宽度较小,变化平缓,具有明显的渐变性;而雪岭云杉针叶林在乌孙山呈斑块状镶嵌,林内密度不大,主要分布范围仅在海拔 2 710~2 810 m 之间,在整个乌孙山,雪岭云杉是惟一的乔木,与相邻群落相比,物种组成和群落结构变化急剧,分布范围窄小,与高山草甸和高寒草甸间的过渡区域均属于急变型。亚高山草甸和针叶林带分布范围较窄,在划分中融于亚高山草甸与高山草甸带和针叶林与高寒草甸过渡带中,没有独立分离出来,这主要是因取样点之间距离过大造成的。

3 讨论与结论

3.1 游动分割窗技术应用中窗体大小和距离系数的确定

物种分布的空间格局是多个生态过程的产物,这些生态过程主要包括物种的进化(物种的形成、迁移及灭亡),地理差异以及环境因子(地质、地貌、气候、土壤等)的控制^[18-19]。研究物种的梯度格局以及控制这些格局的生态因子,是保护生物学研究的基础,而作为地理梯度的海拔梯度由于包含了温度、湿度和光照等各种其他环境因子而成为生物空间分布格局研究的重要方面^[20]。然而,一直以来,植被群落随海拔变化的空间分布格局研究都是定性研究,缺乏一种有效的定量研究方法。Ludwig 等^[11]研究指出游动分割窗技术通过窗体平滑的方法避免了单纯计算样带相邻样方间相异系数产生的跌宕起伏的干扰噪声和难以判定交错带格局,能客观地用来判定交错带的位置和宽度,从而定量分析群落的垂直分布格局。

本研究验证了游动分割窗技术在群落交错带定

量判断中的有效性。但是在利用游动分割技术计算群落交错带的位置和宽度时,必须选择适合的分割窗宽度。窗体太小距离系数分布图会出现大小不同的波峰噪音干扰,影响交错带的判断;窗体太大,难以体现相对同质的群落区间,波峰不明显,也会影响判断。Ludwing 等^[11]分析认为分割窗的宽度在 6~10 个取样单位时通常不影响解释交错带的位置,石培礼等^[4]研究指出分割窗宽度为 8~12 时,均能很好地确定四川巴郎山岷江冷杉林线交错带的大小和宽度,于大炮等^[7]则认为 8~10 个取样单位为长白山北坡植被垂直带群落交错区定量判定的分割窗适合单位。在本研究中,分割窗宽度为 6 个样方时,峰值较多,不利于交错带的判定;当分割窗宽度为 12 个样方时,由于高海拔(大于 2 800)样点较少,很快就达到分割窗的端点,高海拔群落过渡区域在距离分布图上无法表达出来;当分割窗宽度为 8~10 个样方时,特别是在 8 个窗体时,各群落交错带的峰值明显,能较好地判断交错带的位置和宽度,因此,8 个取样单位是分析伊犁乌孙山植被群落垂直分布格局的最适合分割窗宽度。但在各个宽度的窗体下,最后一个过渡带,即高寒草原与针叶林的过渡区域在距离分布图上均无法清晰地表达出来,这主要是因为我们所设的样点不充足,尤其是高海拔的植被群落样点太少,样点密度不够大造成的。因此,在利用游动分割窗技术定量分析交错带位置和宽度时还必须布设足够多的样点数和足够大的样点密度。

在游动分割窗计算所用的距离系数的选择上,平方欧式距离、马氏距离和 Bray-Curtis 距离的峰值和峰宽都具有很好的重合性,尤其是平方欧式距离和马氏距离峰值重合性非常高,作为判定乌孙山群落交错带边界和宽度的优良指标,能直观而准确地反映交错带植被的变异,这一结果与前人研究结果

一致^[4,7];Canberra系数和Morisita系数则无法很好地反映乌孙山北坡群落的特征,这可能是由于多个海拔整合后,物种出现概率增加,物种数较多,物种间重叠性较高,因而降低植被种群、数量和结构变化在判断中的权重,影响了判断的精确性。

3.2 伊犁乌孙山北坡植被类型的定量判定

伊犁河谷位于多种植物区系的交汇处,具有干旱区特殊的“湿岛”效应,形成了丰富而独特的区系组成,是一个天然的陆生植物多样性库。伊犁河谷植被类型的定量划分对于研究植物演变过程与物种多样性保护有着重要的意义,然而,此类研究少见报道。徐远杰等^[21]通过野外调查,将伊犁河谷海拔2 530~541 m上的植被分为了15个植被带类型,但此划分是针对整个伊犁河谷植被群落随海拔高度变化的概括,没有涉及到过渡带的位置和宽度,而且没涉及高寒草甸植被群落。

乌孙山位于伊犁河谷南面,其气候、地形和植被类型丰富,基本包括了伊犁河流域的植被类型,可以作为了解伊犁河谷植被带类型垂直分布的典型山脉之一。本研究野外实地调查发现,在海拔1 410~2 960 m,乌孙山北坡共出现了近300种植物,物种丰富度高。游动分割窗技术分析表明,随着海拔的不断升高,乌孙山北坡的植被类型可划分为11个植被带,海拔小于1 760 m为典型的荒漠草原带,1 760~2 110 m为荒漠草原与山地草原的渐变型过渡带,2 110~2 160 m为典型的山地草原带,2 160~2 260 m为山地草原与亚高山草原的渐变型过渡带,2 260~2 360 m为亚高山草甸与高山草甸的过渡带,2 360~2 560 m为高山草甸带,2 560~2 710 m为高山草甸与针叶林过渡带,2 710~2 810 m为针叶林与高寒草甸过渡带,大于2 810 m为典型高寒草甸。而另两个植被带,亚高山草甸带和针叶林带分布范围较窄,由于本研究布设的样方间海拔最小间距为50 m,因此,在计算过程中,两带融于亚高山草甸与高山草甸的过渡带和针叶林与高寒草甸过渡带中,未从过渡带完全分离出来。因此,在以后的研究中,有必要加大海拔2 160~2 360 m和2 560~2 710 m之间的样地密度,将样地间的距离缩小至10 m左右。

参考文献(References):

[1] Theurillat J P, Schlüssel A. Vascular plant and bryophyte diversity along elevation gradients in the Alps[M]//Nagy L,

Grabherr G, Koerner C, et al. Alpine Biodiversity in Europe. New York: Springer-Verlag, 2003.

[2] 何明珠. 阿拉善高原荒漠植被组分分布特征及其环境解释Ⅲ. 植物功能群多样性对环境因素的响应[J]. 中国沙漠, 2010, 30(2): 278—286.

[3] 唐志尧, 方精云. 植物物种多样性的垂直分布格局[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 20—28.

[4] 石培礼, 刘兴良. 游动分割窗技术在生态交错带定量判断中的应用: 以四川巴郎山岷江冷杉林线为例[J]. 植物生态学报, 2002, 26(2): 189—194.

[5] Gosz J R. Ecological functions in a biome transition zone: Translating local response to broad-scale dynamics [M]// Hansen A J, di Castri F. Landscape Boundaries: Consequence for biotic diversity and ecological flow. New York: Springer-Verlag Press Inc, 1992: 55—75.

[6] 周洪华, 陈亚宁, 李卫红. 塔里木河下游绿洲—荒漠过渡带植物多样性特征及优势种群分布格局[J]. 中国沙漠, 2009, 29(4): 688—696.

[7] 于大炮, 唐立娜, 王绍先, 等. 长白山北坡植被垂直带群落交错区的定量判定[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1760—1764.

[8] Beal E W. Vegetation change along altitude gradients[J]. Science, 1969, 165: 981—985.

[9] Wilson M V, Shmida A. Measuring beta diversity with presence-absence data[J]. Journal of Ecology, 1984, 72: 1055—1064.

[10] Stohlgren T J, Bachand R R. Lodgepole pine (*Pinus contorta*) ecotones in Rocky Mountain National Park, Colorado, USA [J]. Ecology, 1997, 78: 632—641.

[11] Ludwig J A, Cornelius J M. Locating discontinuities along ecological gradients[J]. Ecology, 1987, 68: 448—450.

[12] Hill M O, Jr Gauch H G. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique[J]. Vegetation, 1980, 42: 47—58.

[13] Whittaker R H. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California [J]. Ecological Monographs, 1960, 30: 279—338.

[14] Wilson M V, Mohler C L. Measuring compositional change along gradients[J]. Vegetation, 1983, 54: 129—141.

[15] Lange R T, Sparrow A D. Moving analysis of interspecific associations[J]. Australian Journal of Botany, 1985, 33: 639—644.

[16] 陈忠升, 陈亚宁, 李卫红, 等. 基于生态服务价值的伊犁河谷土地利用变化环境影响评价[J]. 中国沙漠, 2010, 30(4): 870—877.

[17] 石培礼, 李文华. 生态交错带的定量判定[J]. 生态学报, 2002, 22(4): 586—592.

[18] Whittaker R J, Willis K J, Field R. Scale and species richness: Towards a general, hierarchical theory of species diversity[J]. Journal of Biogeography, 2001, 28: 453—470.

[19] Willis K J, Whittaker R J. Species diversity scale matters[J]. Science, 2002, 295: 1245—1248.

[20] Gaston K J. Global patterns in biodiversity[J]. Nature, 2000,

405:220—226.

初步研究[J]. 新疆农业科学, 2008, 45(S3): 21—24.

[21] 徐远杰, 杨玉海, 陈亚宁, 等. 伊犁河流域植被垂直分布格局的

Quantitative Methodology for Altitudinal Patterns of Plants Distribution on North Slope of Wusun Mountain in Yili River Basin, Xinjiang

ZHOU Hong-hua, LI Wei-hong, CHEN Ya-ning, XU Yuan-jie

(State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China)

Abstract: Based on field investigation into community important values and the species numbers along elevation gradient from 1 410 m to 2 960 m on the north slope of Wusun Mountain in Yili River Basin of Xinjiang, the altitudinal pattern of plants distribution was discussed by means of the moving split-window technique. The results showed the distance coefficients, such as Squared Euclidean Distance, Mahalanobis Distance and Bray-Curtis Distance can all indicate types, location and width of the community ecotones, especially the Squared Euclidean Distance and Mahalanobis Distance were the best indices showing the variation of plants distribution along the elevation gradient. Calculation using the moving split window technique with different window width suggested 8 plots were the best window width. According to the result from the moving split window calculation, the plant communities on the north slope of Wusun Mountain were classified as 11 types along elevation gradient from the low to the high, as follows: desert steppe, the ecotone between desert steppe and mountain pasture, mountain pasture, the ecotone between mountain pasture and subalpine meadow, subalpine meadow, the ecotone between subalpine meadow and alpine meadow, alpine meadow, the ecotone between alpine meadow and needle-leaved forest, needle-leaved forest, the ecotone between needle-leaved forest and high cold meadow, and high cold meadow. The ecotones between desert steppe and mountain pasture, mountain pasture and subalpine meadow, as well as subalpine meadows and alpine meadow are gradual ecotones, which spanned 250 m, 100 m and 100 m, respectively; The ecotones between alpine meadow and needle-leaved forests, as well as needle-leaved forests and high cold meadow are abruptly-changing ecotones, which spanned 150 m and 100 m, respectively.

Keywords: Wusun Mountain; moving split window technique; elevation; plant; distribution pattern