

# 天山中段主要植被类型中种群的空间分布格局 与环境的关系

娄安如 周国法

(北京师范大学生命科学学院, 北京 100875)

**摘 要** 用生物地理统计学的空间相关图及空间相关指数方法研究了天山中段主要植被类型中种群的空间分布格局及其影响种群空间分布格局的主要环境因子。主要考虑了山地荒漠、亚高山草甸和高山草甸 3 种植被类型, 以及 30 年平均降水量和月平均气温、海拔、土壤 pH 值和有机质含量等 9 种环境及气象因子。结果表明: 影响天山北坡荒漠植物种群空间分布格局的主要因子是海拔和 7 月平均温度, 海拔越高分布越少, 而 7 月平均温度越高分布越广; 影响南坡荒漠优势物种空间分布的因子较复杂, 但土壤中 N 含量是其中一个重要因子。影响亚高山草甸优势种群空间分布的因子较多, 但比较重要的因子包括土壤  $\text{CaCO}_3$  含量及 1 月平均温度为负面因子, 而降水量是比较重要的正影响因子; 影响高山草甸优势种群空间分布的主要因子虽然很多, 但是降水量、1 月平均温度和 7 月平均温度等是主要影响因子。

**关键词** 植被 空间分布格局 空间相关指数 天山中段 气象及环境因子

## RELATIONSHIPS BETWEEN ENVIRONMENT AND SPATIAL PATTERN OF VEGETATION TYPES IN THE MID TIANSHAN MOUNTAINS

LOU An-Ru and ZHOU Guo-Fa

(College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875)

**Abstract** Spatial correlogram and spatial correlation index methods were used to analyse the spatial patterns of major vegetation types in the mid-range of the Tianshan Mountains and the relationship between populations and environmental factors. Desert, subalpine meadow and alpine meadow vegetation dominate this area and a number of environmental and climatic factors were used to analyse their distribution. These include 30 years average rainfall, monthly average temperature, elevation and soil nitrogen. The results indicate that elevation and average July temperature were major factors which affected desert population spatial patterns on northern slopes, and with increasing elevation there was a decline in the abundance of plants. Many factors affected plant distribution on the southern slopes, of which nitrogen content was the most important factor. In subalpine meadow vegetation the factors affecting population spatial patterns were  $\text{CaCO}_3$  content and January temperature (both negatively) and annual rainfall (positively). Many factors worked together on population distributions in alpine vegetation areas, but annual rainfall, January temperature and July temperature were among the most important factors.

**Key words** Vegetation, Spatial pattern, Spatial correlation index, Mid-range of Tianshan Mountains, Climatic and environmental factors

天山是亚洲巨大山系之一, 位于我国新疆中部, 东西绵延 1700 多公里, 将新疆分割为南北两大部分。山地平均海拔约 4000 m, 拦截了到达新疆上空

的大西洋和北冰洋等较湿润的大气环流, 形成一定的降水量, 为植物生长提供良好的降水环境。由于天山山系结构复杂, 山间盆地众多, 因此造成不同区域

降水量有很大差异。位于天山北坡西段干旱区域向中段的湿润区域过渡地带是本文研究的主要考察区域,也是天山山脉地质地貌最为复杂地区,环境梯度变化巨大。

尽管以前人们对天山山脉植被的类型、分布、性质以及植物区系等方面做了大量细致的研究工作(李世英,1961;王义凤,1963;李世英等,1964;李世英等,1966;中国科学院新疆综合考察队等,1978;娄安如等,1994;娄安如,1998),运用了传统的生物统计学方法和其它一些数学方法探讨了植被分布与环境之间的耦合关系。但这些传统生物统计学方法忽视了空间的概念,具有一定的局限性。空间相关性在生态学现象中随处可见,所谓空间相关性即一个地方发生的现象会影响其它与之相关的位置(地方)的结果,而且一般来说这种影响和位置间的空间关系与距离及方向有关。而这种空间依赖性在经典生物统计学中被忽略了。鉴于此,本文将对生态地理环境、气候和植物群落类型都异常复杂的天山山脉中段这一区域,采用生物地理统计学的方法,分析研究天山中段植物种类的空间分布和环境的相互关系。

生物地理统计学是在时空相关假设基础上,以空间信息和地理信息为背景的,研究生物学和生态学现象的空间相关性、空间相互作用及其时序变化的统计学分支。它的基本假设是,任何空间发生的生物学或生态学现象间存在空间上的相关性:1)空间相关性随距离的增大而减弱;2)不同方向上的相关强度以及相关特征可以是不同的;3)空间相关性随时间的变化而变化。生物地理统计学主要研究传统生物统计学无法研究的空间问题和地学统计学无法研究的空间现象的时间动态问题。生态学中的排序法虽利用时间序列分析研究时间变化趋势,同时可以考虑多维(多区域)问题,但是无法解决实际问题中的巨大维数和空间相关问题,而生物地理统计学则解决了这些问题。生物地理统计学的研究对象可以是个体、种群和群落水平的,甚至也可以是景观、区域和全球水平的问题。

本文选用了生物地理统计学中适应于种群与环境间相互作用的空间分析。主要分析过程是将空间数据包括9个环境因子数据及物种盖度值进行相应的时空相关性分析,并作出了交叉相关图、计算空间相关指数图和相关模型。最后分析主要植被类型中种群的空间分布格局以及环境和种群的关系。

## 1 数据来源与研究方法

数据采集路线是从北疆奎屯出发经独子山,沿

独库公路,翻越那拉提山,穿越巴音布鲁克草原,最后到达库车,数据采集范围约550 km。其间共做各类植物群落样方101个,对每块样地记载了地理位置、地形、地貌、植物种类组成、群落结构层次、种的多度和盖度以及植物群落的类型。土壤剖面样方共做53个,记录了每个土层的深度、颜色、结构、碳酸盐盐酸反应等,并取样带回室内作进一步分析。用于数据分析的土壤指标是:土壤pH值大小、土壤有机质含量(Organic matter %)、碳酸钙含量( $\text{CaCO}_3\%$ )、氮含量(N%)以及碳氮比(C/N)。用于分析的气候资料来自于独库公路区域内15个气象台站1951~1980年的记录,另外还利用多元回归方程,作了必要补充计算。

需要说明的是,本文所采用的气象数据为30年的平均值,而1951~1980年30年平均值与1971~2000年30年平均值不应有大的变化。由于经费有限无法收集到近期气象数据。因此本文仍用1951~1980年30年的平均气象数据。

本文主要涉及生物地理统计学中以下几个概念和方法(周国法等,1998):

a:传统意义的相关系数  $R$ ——表示两个变量的相关程度。

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (Z(x_i) - \bar{Z})(Y(x_i) - \bar{Y})}{\sigma(Z)\sigma(Y)}$$

其中  $N$  是样本数,  $Z(x_i)$  和  $Y(x_i)$  分别是变量  $Z$  和  $Y$  的观测值,  $\bar{Z}$  和  $\bar{Y}$  分别是  $Z$  和  $Y$  的样本平均值,  $\sigma(Z)$  和  $\sigma(Y)$  分别是  $Z$  和  $Y$  的标准差。相关系数不受样本尺度的影响,同时只在  $[-1, 1]$  之间变化。

传统生物统计学中的相关系数只强调了变量间作用强度而忽略了两者的影响范围或空间相关范围。在生物地理统计学中将相关系数衍生成空间自相关系数和空间交叉相关系数。

b:空间相关系数  $R(h)$ ——描述距离为  $h$  时两个变量间的相关性,即不同尺度上的空间影响。

$$R(h) = \frac{\sum_{i=1}^{N(h)} (Z(x_i) - \bar{Z})(Y(x_i+h) - \bar{Y})}{\sigma(-h)\sigma(+h)}$$

$$\sigma^2(+h) = \frac{\sum_{i=1}^{N(h)} (Y(x_i+h) - \bar{Y})^2}{N(h)}$$

$$\sigma^2(-h) = \frac{\sum_{i=1}^{N(h)} (Z(x_i) - \bar{Z})^2}{N(h)}$$

其中  $N(h)$  是样本数,  $Z(x_i)$  与  $Y(x_i)$  是两个不同空间变量的观测值,  $\bar{Z}$  和  $\bar{Y}$  分别是  $Z$  与  $Y$  的样本平均值。  $\sigma(-h)$  和  $\sigma(+h)$  是  $Z$  和  $Y$  的标准差。当  $Z(x) =$

$Y(x)$ 时, $R(h)$ 称为物种  $Y$  空间自相关系数;当  $Z(x) \neq Y(x)$ , $R(h)$ 称为物种  $Y$  与环境因子的空间交叉相关系数。 $R(h)$ - $h$  关系图称为相关图(Correlogram)或交叉相关图(Cross-correlogram)。

c:空间相关指数  $SI$ ——描述了环境因子对物种影响的强度和作用范围。 $SI$  值的大小反映环境因子对物种影响的程度。 $SI$  具有正、负性,正  $SI$  表示环境因子与物种具有正相关性,即环境因子的  $SI$  值越大,物种生长越好或分布越多;负  $SI$  表示环境因子与物种具有负相关性,即环境因子的  $SI$  值越大,物种生长越差或分布越少。 $SI$  值是指  $R(h)$  从初始的非零点到其第一次为零时,这段曲线下与横坐标之间的面积的积分和;典型的空間相关图及  $SI$  的计算如图 1 所示。 $SI$  值是阴影部分的面积,用公式表示为:

$$SI = \int_0^D R(h) dh$$

式中  $D$  为从原点到第一次为零时的横轴距离。 $SI$  值包含了环境因子对物种影响的强度及范围。

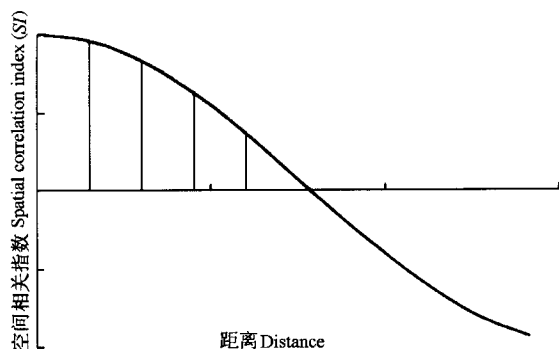


图 1 空间相关指数的计算示意图

Fig. 1 The sketch figure for the calculation of spatial correlation index ( $SI$ )

通过对不同  $SI$  的比较可以推断出对物种生存起决定作用的环境因子是哪些。而平均空间相关系数  $AR = SI/D$  则表示植物物种  $Z$  与环境因子间空间上的平均相关性, $AR$  具有和相关系数相似的特点。

## 2 结果与分析

本文重点以山地荒漠、亚高山草甸和高山草甸 3 种植物群落为对象,对于每个植被类型,按照各种群的盖度和多度大小,确定每个植被类型中 2~3 个优势物种进行相应地理统计学分析。

### 2.1 荒漠植被中种群空间相关性及其环境影响因子分析

天山山系巨大,结构复杂而形成多变的环境梯度,仅就荒漠植被群落而言在天山的南北坡就有很大差异。因此对荒漠植被的数据分析又分为南、北坡荒漠植被。

#### 2.1.1 北坡荒漠植被

天山北坡荒漠大致位于海拔 1100 m 以下,土壤以山地棕钙土为主,腐殖质层薄,有机质含量 1%~2%,土壤呈碱性。其优势种主要是小叶碱蓬(*Suaeda microphylla*)、盐生假木贼(*Anabasis salsa*)和伊犁绢蒿(*Seriphidium transiliense*)等。现以这 3 个物种为对象进行分析。

交叉相关图中  $R(h)$  从初始的非零点到第一次为零时的横轴长度是物种的有效范围。由图 2 可知,1 月平均温度对盐生假木贼的有效作用范围是 7~8 km。也就是说,7~8 km 之外的 1 月平均温度的变化情况,对该区域内的盐生假木贼的生长发育情况影响不大。这反映了由于空间上的变化而引起的环境因子的变化,对某一具体地段上植物生长发育的影响是不同的。相应的  $SI = 2.34$ ,即 1 月平均温度越高,盐生假木贼分布越多。平均空间相关指数  $AR = 2.34/7.5 = 0.31$  并不是很高。因此,1 月平均温度对盐生假木贼的空间影响并不很强。限于篇幅,这里略去了各物种与 9 个环境因子间的交叉相关系数图。

由于环境对各物种空间影响范围差异不大,因此,空间相关指数基本可以反映出环境因子的作用强度。通过计算 3 种植物与 9 种环境因子空间相关指数,得到如下直方图。

从图 3、图 4 和图 5 中可看出:小叶碱蓬、盐生假木贼和伊犁绢蒿 3 个物种的空间分布主要受海拔、7 月平均温度以及 pH 值等环境因子的制约。物种与海拔的相关指数为负值,说明这 3 物种只生长

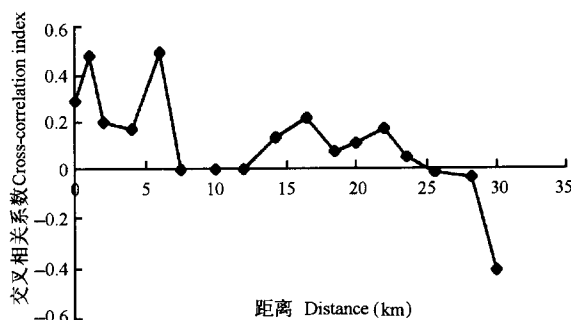


图 2 1 月平均温度与盐生假木贼的交叉相关图

Fig. 2 Cross-correlogram between cold maximum temperature and *Anabasis salsa*

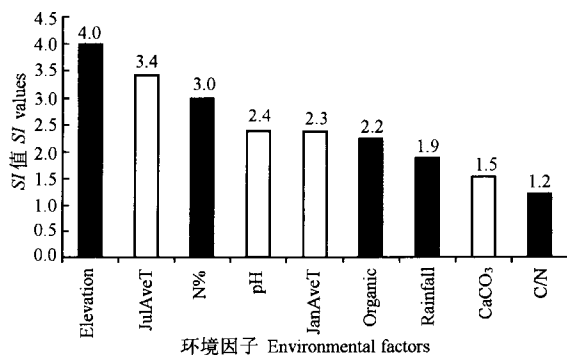


图3 盐生假木贼与9个环境因素之间的空间相关指数

Fig. 3 Values of SI between *Anabasis salsa* and environmental factors

图中空心代表正值,实心代表负值,下同 Empty bars represent positive values and solid bars represent negative values, which are suitable for all the following figures

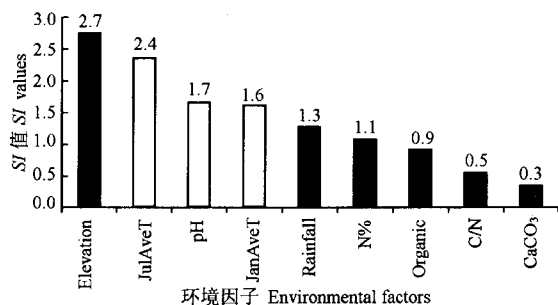


图4 伊犁绢蒿与9个环境因素之间的空间相关指数

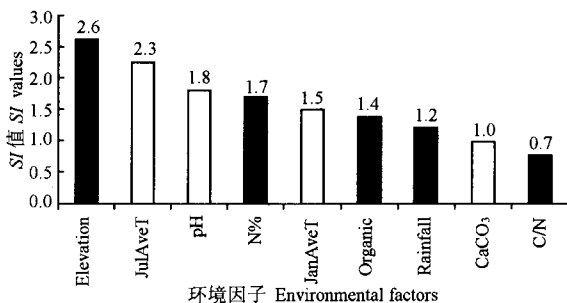
Fig. 4 Values of SI between *Seriphidium transiliense* and environmental factors

图5 小叶碱蓬与9个环境因素之间的空间相关指数

Fig. 5 Values of SI between *Suaeda microphylla* and environmental factors

在天山中段海拔较低的地区;由于此3物种在夏季对温度有一定的要求,7月平均温度愈高,物种发育就愈好。其次这3物种的相关指数与pH值呈正相关,表明物种喜碱性的环境条件。根据上述分析可得出结论,该地区植被优势物种生长环境为海拔不高、较温暖、土壤呈碱性且贫瘠的地方。

## 2.1.2 南坡荒漠植被

天山南坡荒漠位于海拔1800 m以下,土壤为山地棕色荒漠土,土壤表层有机质含量在0.3%~0.5%或以下,碳酸钙在剖面自上而下减少。现以盐生草(*Halogeton glomeratus*)和圆叶盐爪爪(*Kalidium schrenkianum*)两优势物种进行分析。

从盐生草物种与各环境因子交叉相关系数空间分布图可知,盐生草种群理论上的空间分布范围仅1~2 km。也就是说,盐生草的生长发育对局部地段的环境要求较高。从圆叶盐爪爪物种各环境因子交叉相关函数空间分布图可以确定其理论上的分布范围在18 km内。

通过计算两种植物与9个环境因子空间相关指数得到如下直方图(图6、图8)。

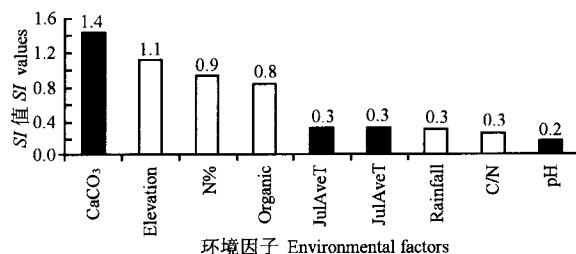


图6 盐生草与9个环境因素之间的空间相关指数

Fig. 6 Values of SI between *Halogeton glomeratus* and 9 environmental factors

从图6中可以看出:盐生草种群分布主要受碳酸钙含量、海拔、土壤氮含量和有机质含量等4种环境因子的影响。盐生草与碳酸钙含量的相关指数为负值,说明该物种不适于碱性条件下生长,而与土壤氮含量和有机质含量的相关指数为正值,所以适于生长在土壤中氮与有机质含量较高的地方。上图表明,盐生草适于生长在海拔相对较高,土壤较肥沃且碳酸钙含量低的环境中。

从图7,可直观地了解到在天山南坡土壤中碳酸钙含量较高,不适于盐生草的生长;而盐生草理论有效分布范围仅为1~2 km,说明了环境因子严重

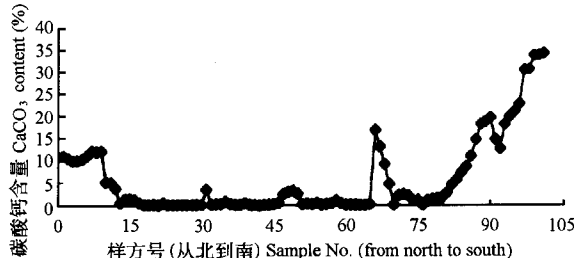


图7 天山中段碳酸钙含量空间分布图

Fig. 7 CaCO<sub>3</sub> percent spatial distribution in the mid-range in Tianshan mountain

限制了物种的分布。根据上面分析可知盐生草在天山南坡为伴生种,数量不少但分布范围窄。

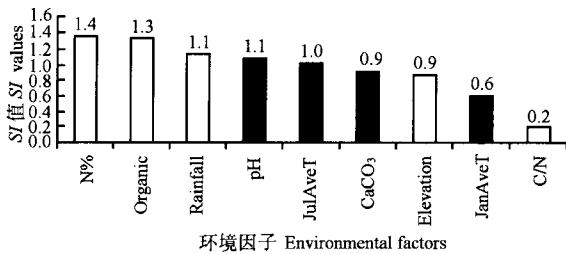


图8 圆叶盐爪爪与9个环境因素之间的空间相关指数

Fig. 8 Values of SI between *Kalidium schrenkianum* and 9 environmental factors

圆叶盐爪爪物种的生长发育与分布主要受土壤氮含量、有机质含量这两个环境因子的影响,说明该物种对土质有较高要求。圆叶盐爪爪与年平均降水量呈正相关,表明年平均降水量愈高,物种发育就愈好。而天山中段南坡荒漠土壤中氮含量、有机质含量相对较高,年均降水多的环境特点恰好适于物种的生长,其广泛的分布范围(18 km)也证明了圆叶盐爪爪是天山南坡荒漠植被的优势种。

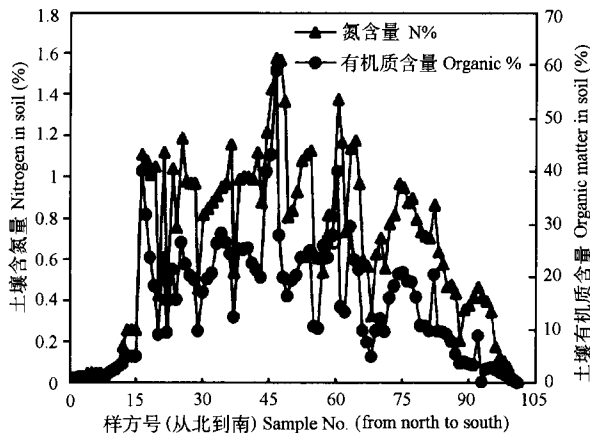


图9 天山中段地区土壤氮含量与土壤有机质含量分布图

Fig. 9 Nitrogen content and organic matter distribution in the mid-range in Tianshan mountain

天山南北坡荒漠植被虽属同一植被类型,却因地理位置不同,影响物种生长分布的环境因子相异。具体表现在:北坡植物群落与温度、pH值成正相关作用,而南坡植物则于此二环境因子相关性不密切或成负相关;北坡植物主要与海拔、pH、土壤成分有负相关的关系,而对南坡荒漠植物而言却呈现正相关影响。由此可说明植物生长及分布受环境的直接影响。由于起主要作用的环境因子不同,使得物种种类及物种生长特性不同。

## 2.2 亚高山草甸种群空间相关性及其环境因子分析

亚高山草甸位于海拔2500~3000 m之间,仅在天山北坡存在。该区域土壤腐殖质层深厚,有机质含量高达12%~20%,土壤成酸性或中性。本文以山地糙苏(*Phlomis oreophila*)、细果苔草(*Carex stenocarpa*)、准葛尔蓼(*Polygonum songoricum*)3种优势物种进行数据分析。

从山地糙苏、细果苔草和准葛尔蓼3个物种与各环境因子交叉相关系数空间分布图,可确定这些物种的有效分布范围在15~20 km左右,即分布范围较广。

通过计算3种植物与9个环境因子间空间相关指数得到如下直方图(图10~图12)。

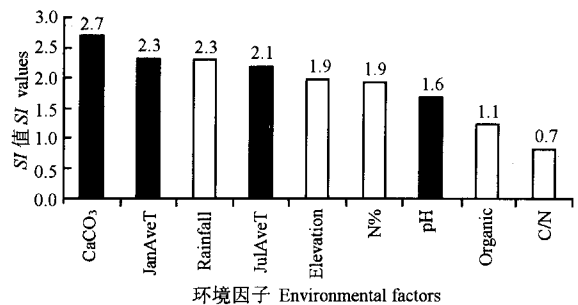


图10 细果苔草与9个环境因素之间的空间相关指数

Fig. 10 Values of SI between *Carex stenocarpa* and 9 environmental factors

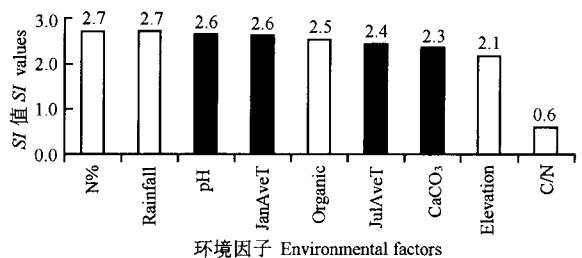


图11 山地糙苏与9个环境因素之间的空间相关指数

Fig. 11 Values of SI between *Phlomis oreophila* and 9 environmental factors

从图10、图11、图12中可以看出:细果苔草和准葛尔蓼两物种受相同的环境因子的限制,即碳酸钙含量、1月平均温度、7月平均温度和年平均降水量。结果表明,该物种适于生长在降水丰富,温度变化小(即1月平均温度不太低,而7月平均温度又不很高)和碳酸钙含量低的环境中。

同在亚高山草甸植被类型中,山地糙苏物种却受与前两物种不同的环境因子影响。从图11可以看出

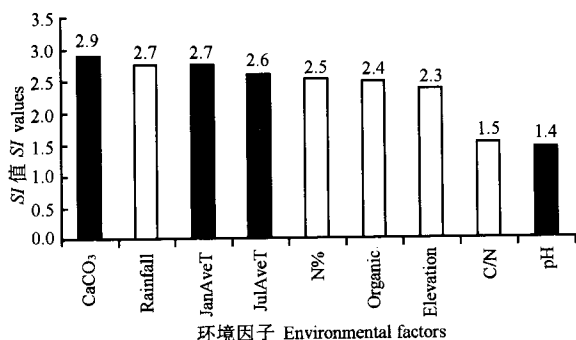


图 12 准葛尔蓼与 9 个环境因素之间的空间相关指数

Fig. 12 Values of SI between *Polygonum songoricum* and 9 environmental factors

出,该物种适合生长于 1 月平均气温较温暖、降水较多和土壤呈酸性的环境中。此外,该物种与土壤含氮量和降水量呈正相关,这正与亚高山草甸降水较多,土壤有机质含量丰富的地理环境相一致,表明亚高山草甸的环境适于山糙苏物种的生长。

通过上述分析可得出这样的结论:亚高山草甸植被的生长环境为土壤养分含量高且为酸性,温度变化小,水分充足。但空间相关指数也表明,影响亚高山草甸植被中主要物种分布的因素是复杂的。

### 2.3 高山草甸种群空间相关性及其环境影响因子分析

高山草甸位于海拔 3000 m 以上,仅在天山北坡较湿润的高山上才有分布(姜安如等,1994)。高山草甸土层较潮湿,表层有生草层,向下为灰棕、黑褐色的腐殖质层。土壤呈弱酸性。橘黄罂粟(*Papaver croceum*)、珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)、准葛尔蓼(*Polygonum songoricum*)、线叶蒿草(*Kobresia capilliformis*)等植物生长于此。

空间相关分析结果表明:橘黄罂粟在理论上的空间分布范围是 20 km,准葛尔蓼、珠芽蓼两物种理论上空间分布范围是 15~20 km。

橘黄罂粟、准葛尔蓼和珠芽蓼 3 物种与环境因子的空间相关指数如下图(图 13~图 15):

从图 13 至图 15 中可以看出:橘黄罂粟、准葛尔蓼和珠芽蓼 3 个物种的分布和生长主要受年平均降水量、1 月平均温度、7 月平均温度、碳酸钙含量等 4 个环境因子的影响。它们与 1 月平均温度、7 月平均温度和碳酸钙含量的相关指数呈负相关,说明这 3 个物种对温度有一定的要求;与降水量呈正相关,即降水量愈多,愈利于植物的生长。天山地区具有明显的山地气候特征:温度随高度上升而递减,降水量随海拔升高而加大。

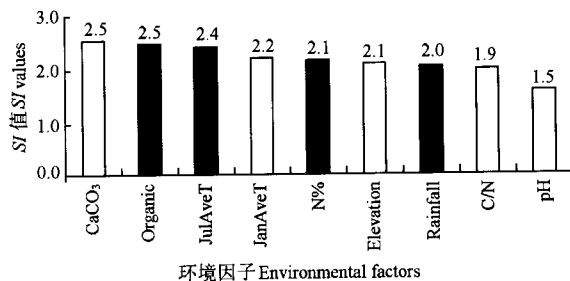


图 13 橘黄罂粟与 9 个环境因素之间的空间相关指数

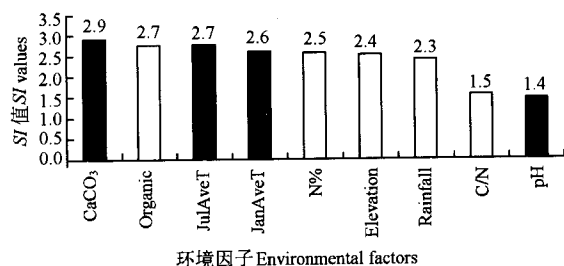
Fig. 13 Values of SI between *Papaver croceum* and 9 environmental factors

图 14 准葛尔蓼与 9 个环境因素之间的空间相关指数

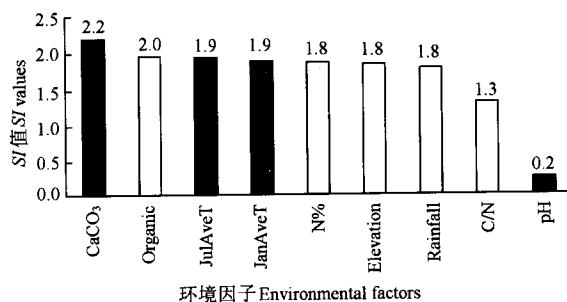
Fig. 14 Values of SI between *Polygonum songoricum* and 9 environmental factors

图 15 珠芽蓼与 9 个环境因素之间的空间相关指数

Fig. 15 Values of SI between *Polygonum viviparum* and 9 environmental factors

高山草甸处于海拔较高的地方,山地气候明显。从气候因素方面来讲,有利于上述 3 种物种的生长。上述 3 个物种的理论分布范围广与实际相吻合,这些都表明橘黄罂粟、珠芽蓼、准葛尔蓼为该地区的优势种。相对而言,珠芽蓼对土壤中有机质含量要求较高(图 15)。

综上所述,高山草甸植被生长与碳酸钙含量及温度成负相关,而与年平均降水量、土壤含氮量、有机质含量、海拔高度呈正相关的关系。说明该地区植物生长需要充足水分,土壤肥沃,且在一定海拔高度之上,土壤 pH 值低,并对温度有要求。这与亚高山草甸的环境很相似,因此高山草甸植被与亚高山草甸植被的分布界线不明显,两个植被群落的物种生

长有交叉现象。但由于物种受海拔因素的影响,两个群落类型分布又表现出区域的特异性。天山草甸植被的生长环境为酸性土壤,降水充足,温差小,土壤肥沃,碳酸钙含量低。

### 3 小 结

天山山脉中段植被与环境之间的相互关系极为密切。影响天山北坡荒漠植物种群空间分布格局的主要因子是海拔和 7 月平均温度,海拔越高分布越少,而 7 月平均温度越高分布越广;影响南坡荒漠优势物种空间分布的因子较复杂,但土壤中 N 含量是其中一个重要因子;影响亚高山草甸优势种群空间分布的因子较多,但比较重要的因子包括土壤  $\text{CaCO}_3$  含量及 1 月平均温度为负面因子,而降水量是比较重要的正影响因子;影响高山草甸优势种群空间分布的主要因子虽然很多,但是降水量、1 月平均温度和 7 月平均温度等是主要影响因子。

本研究采用生物地理统计学方法,具有综合空间信息的特点,可直观地表示各环境因子的作用强度及物种理论空间分布范围,是研究分析生物种群空间格局的一种较为可靠、实用性强的方法。

### 参 考 文 献

- Lou, A. R. (娄安如) & X. S. Zhang (张新时). 1994. The preliminary analysis of the distribution of vegetation on the middle stretch of Tianshan Mountain of Xinjiang. *Journal of Beijing Normal University* (Natural Science) (北京师范大学学报(自然科学版)), **30**: 540~545. (in Chinese)
- Lou, A. R. (娄安如). 1998. Ecological gradient analysis and environmental interpretation of mountain vegetation in the middle stretch of Tianshan Mountain. *Acta Phytocologica Sinica* (植物生态学报), **22**: 364~372. (in Chinese)
- Xinjiang Integrated Survey Team of the Chinese Academy of Sciences (中国科学院新疆综合考察队) & Institute of Botany of the Chinese Academy of Sciences (中国科学院植物研究所). 1978. *Xinjiang vegetation and utilization*. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- Li, S. Y. (李世英). 1961. The basic feature of desert vegetation in northern Xinjiang. *Acta Botanica Sinica* (植物学报), **9**: 287~312. (in Chinese)
- Li, S. Y. (李世英) & X. S. Zhang (张新时). 1964. Classification principle and character of Xinjiang vegetation horizontal zone. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica* (植物生态学与地植物学丛刊), **2**: 180~189. (in Chinese)
- Li, S. Y. (李世英) & X. S. Zhang (张新时). 1966. Classification principle and character of construction types of Xinjiang mountain vegetation vertical belt. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica* (植物生态学与地植物学丛刊), **4**: 132~141. (in Chinese)
- Wang, Y. F. (王义凤). 1963. The basic feature of mountain steppe in eastern Tianshan Mountain. *Acta Phytocologica et Geobotanica Sinica* (植物生态学与地植物学丛刊), **1**: 110~130. (in Chinese)
- Zhou, G. F. (周国法) & R. M. Xu (徐汝梅). 1998. *Biogeostatistics: methods and applications of spatio-temporal analysis for insect population*. Beijing: Science Press. (in Chinese)

责任编辑:马克平 责任编辑:孙海芹