

· 地表过程地球化学 ·

茂兰喀斯特森林生境小气候的空间异质性研究

俞国松^{1,2}, 王世杰¹, 容 丽^{1,3}

1. 中国科学院 地球化学研究所, 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 3. 贵州师范大学地理与生物科学学院, 贵阳 550001

生境泛指生物个体或群落所在的具体地段环境, 小生境是小尺度的生境^[1]。生境的异质性造就了生物多样性、生物资源更为丰富的生态系统和景观特征^[2]。自然演替形成的小尺度土壤斑块和小生境异质性对于维持岩溶景观的健康非常重要, 生境异质性甚至成为植被演替的主导因子。本文以茂兰国家自然保护区原生性喀斯特森林生态系统为研究对象, 探讨了喀斯特森林生态系统中各生境小气候的空间变异性及其对植被演替的影响等问题。

中国西南地区是世界上连片面积最大的喀斯特地区。贵州地处西南喀斯特的中心, 碳酸盐岩分布面积为 13 万 km², 占全省土地总面积的 73.6%, 属典型的生态脆弱区。茂兰喀斯特森林是目前世界上同纬度地区残存下来的仅有的、原生性强、相对稳定的岩溶森林生态系统, 也是岩溶区原生性森林分布面积最大的地区^[3], 位于贵州高原南部向广西丘陵平原过渡的斜坡地带, 岩石类型为纯质石灰岩和白云岩, 基岩裸露率 70% ~ 80% 以上, 发育石沟、石缝、石面、土面等多种生境类型, 属于裸露型喀斯特地貌类型。林区年均温度 15.3℃, 年降水量 1752 mm, 属于中亚热带季风湿润气候。

根据坡向、海拔、植被类型和植被的茂密程度比较一致的原则, 调查地区选在荔波县茂兰国家级自然保护区拉桥村附近, 在林内选择人为影响无/或小、小生境类型较多、比较典型的小区划出 002A、003B 和 004C 三个 10 m × 10 m 的样地。在酸性土的非喀斯特地区按照同样原则选取 Ac-A、Ac-B 和 Ac-C 三个 10 m × 10 m 的样地。样地中随机选择 20~30 个观测点, 并测定表层土壤含水量、15 cm

土壤含水量, 以及 5 cm、10 cm 和 20 cm 三层土壤温度、观测点位置的大气温度、大气相对湿度和光照强度的数据。野外画制每个样地的小生境示意图和观测点位置。

室内使用 ESRI ArcGIS 9.0 Desktop 对小生境小气候数据进行空间与结构分析, 以及空间局部插值估计等地统计分析^[4~7]。使用 SPSS15.0 对数据进行方差分析, 验证数据比较的差异显著性水平。

测试后得到如下结果:

(1) 002-A 样地气温的基台值达到 1.145, 为各样地最大值, 表示 002A 总空间异质程度最大; 而 003-B 样地基台值却几乎为零, 为各样地最小值, 非喀斯特样地的基台值介于两者之间, 说明非喀斯特各样地的总空间异质程度变化较平稳, 而喀斯特三样地变化幅度较大。002-A 和 004-C 样地的块金值与基台值之比分别为 0.89 和 0.83, 说明喀斯特样地的气温的总空间异质性中, 随机因素占 80% ~ 90%, 自相关性很小。而非喀斯特的 A、B、C 样地的块金值与基台值之比最高也仅有 0.11, 说明非喀斯特样地气温空间异质性结构性因素为主要影响因素, 气温自相关性很明显。非喀斯特样地气温的空间自相关变化尺度为 2.80~4.36m, 而喀斯特样地气温尺度仅为 1.27~1.63 m, 而 4-002-A 却达到了 9.28 m, 自相关尺度变化幅度较大。

小生境和样地及其相互作用对气温均有显著或极显著影响。气温在小生境方面, 只有土面和石面之间差异达到显著性水平, 土面上 Ac-A、Ac-B > 002A、003B、004C > Ac-C, 而非喀样地的石沟和石面差异不显著。气温在各样地之间都存在显著性

差异。

(2)光照强度基台值的最大值和最小值分别出现在 Ac-C 和 Ac-A 样地,指示非喀样地光照强度的总空间异质性变化较大。喀斯特 002A、003B 和非喀斯特 A、C 的块金值与基台值之比几乎为零,指示两者的光照强度总空间异质性中,自相关部分均起主要作用,且几个样地间差异不明显。喀斯特样地 004A、003B、004C 的空间自相关尺度为 1.60~2.10 m,在小尺度上有自相关性,而非喀斯特样地尺度为 2.57~8.05 m,非喀斯特每个样地相关尺度都比喀斯特各样地大。

小生境和样地对光照强度均有显著或极显著影响,两者交互作用不显著。光照强度在各小生境方面,土面>石面>石沟,土面、石沟和石面两两都有极显著性差异,光照强度在各样地方面,Ac-C>002A、Ac-A、Ac-B>004C>003B,除 002A、Ac-A 和 Ac-B 三者之间无显著性差异外,其余两两都有显著差异。

(3)Ac-C 样地大气相对湿度的基台值达到 21.409,表示总空间异质性程度最大,而基台值最小为 Ac-A 样地的 1.195,总异质性最小,喀斯特基台值为 7.596~11.742,总空间异质性介于中间。非喀斯特各样地的块金值与基台值之比为零,说明非喀样地大气相对湿度的总空间异质性中,随机因素作用很小,在空间变化尺度 2.04~4.26 m 中大气相对湿度自相关性很明显。002-A 样地的总空间异质性,随机因素占 97.90%,空间自相关性很弱,主要体现在 9.28 m 以下尺度。而 003B 和 004C 样地的总空间异质性,结构性因素占主导,空间自相关性明显,体现在 1.69 m 以下尺度上。

样地对大气相对湿度有显著影响,而小生境对湿度无显著影响。在喀斯特样地的小生境之间,土面>石沟、石面,而石面和石沟之间无显著性差异。各样地之间,Ac-C>004C>002A、003B>Ac-B、Ac-A,而 002A 和 003B 以及 Ac-B 和 Ac-A 之间大气相对湿度无显著性差异。

(4)在土壤深度 5cm 处,地温基台值最大 Ac-C,最小为 004-C,各样地间的空间异质性变化不大。总空间异质性中,自相关部分和随机部分两者引起的异质性差异不大。5 cm 深度土壤温度的空间自相关尺度为 2.12~8.48 m,非喀斯特和喀斯特样地

各样的基本无差异。在深度 10 cm 处,地温基台值喀斯特三样地普遍低于非喀样地,总空间变异程度上喀斯特三样地较小,而空间自相关尺度变化幅度较大,变程变化很大。在深度 20 cm 处,地温基台值非喀斯特样地为 0.031~0.958,高于喀斯特样地的 0.001~0.011,说明非喀斯特总空间异质性程度较高。喀斯特样地在尺度 2.10~2.65 m 以下有较好的自相关性,结构性因素起主要作用。非喀斯特样地在在尺度 1.88~2.91 m 以下也有较好的自相关性。

(5)喀斯特样地表层土壤基台值为 3.121~9.088,最大值出现在 003B 样地,该样地的总空间异质性最大。非喀样地基台值低于 4.269,总空间异质性较小。喀斯特样地的块金值与基台值之比较小,说明总空间异质性中,随机因素作用小,最高仅占 38.5%,自相关作用明显,主要体现在 2.02~3.73 m 以下尺度。非喀斯特样地的块金值与基台值之比值较高,说明总空间异质性中,随机因素作用明显,自相关性弱,主要体现在 3.62~9.77 m 尺度上。在土壤深度 15cm 处,喀斯特样地含水量的总空间异质性中,随机因素作用明显,几乎没有自相关性,体现在 3.86~8.29 m 尺度上。非喀样地的总空间异质性虽然较小,但总异质性中结构性因素占主要作用,在 3.5~9.19 m 尺度上有明显的空间自相关性。

参考文献:

- [1] 朱守谦,何纪星,祝小科,等.喀斯特森林小生境特征初步研究[A].朱守谦.喀斯特森林生态研究(D)[M].贵阳:贵州科技出版社,1993:52-62.
- [2] 周游游,霍建光,刘德深.岩溶化山地土地退化的等级划分与植被恢复初步研究——以湘西洛塔河流域坡耕地为例[J].中国岩溶,2000,19(3):268-274.
- [3] 周政贤主编.茂兰喀斯特森林科学考察集[M].贵阳:贵州人民出版社,1987:1-23.
- [4] 王政权.地统计学及在生态学中的应用[M].北京:科学出版社,1999.
- [5] 肖笃宁,布仁仓,李秀珍.生态空间理论与景观异质性[J].生态学报,1997,17(5):453-564.
- [6] 李海滨,王政权,王庆成.空间异质性定量研究理论与方法[J].应用生态学报,1998,9(6):651-657.
- [7] Li H, Reynolds J F. On definition and quantification of heterogeneity[J]. Oikos, 1995, 73(2): 280-284.