·中药资源·

天山北麓昌吉州西部三县市中药资源空间分布异质性分析△

韩大勇[1]，郭雄飞[2]，赵雅琴[2]，宋海龙[2*]，石磊岭[2*]

1. 伊犁师范大学 生物与地理科学学院，新疆　伊宁　835000

2. 新疆维吾尔自治区中药民族药研究所，新疆　乌鲁木齐　830002

［摘要］ **目的**：了解新疆维吾尔自治区昌吉回族自治州县域中药资源空间分布特征及其随生态系统类型变化的规律。**方法**：以第四次全国中药资源普查获得的数据为基础，对昌吉州昌吉市、呼图壁县和玛纳斯县（简称三县市）中药资源空间分布状况进行分析。**结果**：三县市中药资源均表现出南部多、北部少的空间分布格局。就具体植被类型看，昌吉市以针叶林中药资源最为丰富，平均达到 38 种，草原和灌丛的最低，平均 13.7 ~ 14.0 种；呼图壁县和玛纳斯县的中药资源分布规律一致，均以灌丛最为丰富，平均分别为 28.0、74.5 种。沿海拔高度，昌吉市以中海拔中药资源最多，平均 26.8 种；呼图壁县和玛纳斯县均以高海拔最多，平均分别为 31.0、53.3 种。三县市中药资源分布具有正的全局自相关性，均有统计学意义（$P < 0.05$），表现出空间聚集特征。进一步的局部自相关分析表明，山区样地的中药资源普遍比平原荒漠区样地丰富。**结论**：从中药资源保护和可持续利用的角度，保护三县市高海拔区的生态系统是必要的。

［关键词］ 中药资源；空间自相关；空间分布；莫兰指数；新疆天山

［中图分类号］ R282　　［文献标识码］ A　　［文章编号］ 1673-4890(2021)03-0421-05

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20200713001

Spatial Distribution Heterogeneity of Traditional Chinese Medicine Resources in Three Counties (Cities) of Changji Prefecture in Xinjiang Uygur Atuonomous Region

HAN Da-yong[1], GUO Xiong-fei[2], ZHAO Ya-qin[2], SONG Hai-long[2*], SHI Lei-ling[2*]

1. *School of Biology and Geography Sciences, Yili Normal University, Yining* 835000, *China*;

2. *Xinjiang Institute of Chinese and Ethnic Medicine, Urumqi* 830002, *China*

［**Abstract**］ **Objective**: To understand the spatial distribution characteristics of traditional Chinese medicine (TCM) resources in Changji Hui Autonomous Prefecture of Xinjiang and variation with ecosystem types, and provide theoretical basis for the protection and utilization of TCM resources. **Methods**: Based on the data obtained from the fourth national survey of TCM, the spatial distribution of TCM resources in Changji city, Hutubi county and Manas county was analyzed. **Results**: The spatial distribution pattern of TCM resources in the three counties (cities) was more in the south and less in the north. In terms of specific vegetation types, the coniferous forest was the most abundant resource of TCM, with an average of 38 species, and grassland and shrub were the lowest, with an average of 13.7-14.0 species. In Hutubi county and Manasi county, the distribution law of TCM resources was consistent, and the shrub was the most abundant, with an average of 28.0 species and 74.5 species, respectively. Along the altitude, Changji city had the most TCM resources at medium altitude, with an average of 26.8 species. Hutubi county and Manas county had the highest number of TCM resources at high altitude, with an average of 31.0 species and 53.3 species, respectively. There was a positive global autocorrelation in the distribution of TCM resources in three counties and cities in the western part of Changji prefecture, and all of them reached a statistically significant level

△［基金项目］ 2018 年中医药公共卫生服务补助专项（财社〔2018〕43 号）；中央本级重大增减支项目（2060302）；新疆维吾尔自治区自然科学基金项目（2019D01C332）

*［通信作者］ 宋海龙，高级工程师，研究方向：中药学；Tel：（0991）8880225，E-mail：xjwssong@126.com

石磊岭，副研究员，研究方向：中药学；Tel：（0991）2662160，E-mail：10075834@qq.com

(P <0.05). Further local autocorrelation analysis showed that the sample plots located in mountainous areas generally had more abundant Chinese medicine resources than those in plain desert areas. **Conclusions**: From the perspective of protection and sustainable utilization of TCM resources, it is necessary to protect the key ecosystems in high altitude areas.

[**Keywords**] traditional Chinese medicine resources; spatial autocorrelation; spatial distribution; Moran′s I index; Tianshan Mountain in Xinjiang

中药资源是人类赖以生存的物质基础，是利用历史最为悠久的生物资源之一，与人类福祉密切相关。中药资源受人为干扰严重，表现为分布范围缩小、储量减少、药材质量下降[1-3]。如何开展中药资源的可持续利用已经成为制约中药资源产业健康发展的瓶颈问题[4-5]。

了解中药资源的分布情况是中药资源普查工作中的一项基本内容。空间异质性是中药资源分布的重要特征之一。受水热条件、地形地貌、土壤养分及人为干扰等因素影响，中药资源往往表现出空间聚集性分布特征，也就是区域的不平衡性。这种不平衡性体现在各个空间尺度上。目前，已有研究人员针对中药资源在县域、省域或地区尺度上的中药资源分布开展研究[6-7]，但很少有研究关注县域内部尺度的中药资源分布状况，不利于了解中药资源的形成机制和建设中药资源信息化监测体系。

就中药资源的自然属性而言，保护其赖以生存的生境或生态系统是最基本、最有效的保护方式[8-9]。新疆昌吉州昌吉市、呼图壁县、玛纳斯县(简称三县市)位于新疆腹地、天山北坡，县域内地形地貌复杂、植被类型多样，中药资源丰富。了解县域内不同类型生态系统的中药资源状况、对重要生态系统进行科学的保护，是实现中药资源可持续利用的有效途径之一[9]。在第四次全国中药资源普查背景下，开展县域以下尺度中药资源详细空间分布特征研究，对于制定针对性更强的中药保护政策和更具科学性的中药产业发展政策、破解中药产业发展的瓶颈问题具有重要意义。

本研究以 2011—2020 年的第四次全国中药资源普查获得的数据作为基础，对位于新疆腹地的昌吉回族自治州代表性县域中药资源空间分布状况进行分析，了解县域内中药资源的分布特征及其随着生态系统类型变化的规律，为中药资源保护和利用提供理论依据。

1　方法

1.1　研究区概况

在行政区划上，本研究区域包括新疆维吾尔自治区昌吉回族自治州西部三县市。该地区气候属中温带区、典型的大陆性干旱气候，冬季寒冷，夏季炎热。但是，由于叠加了地形因素的作用，南北气候差异明显。研究区内地势南高北低，由东南向西北倾斜，南部是天山山地，中部为广袤的冲积平原，北部为浩瀚的准噶尔盆地及其中的古尔班通古特沙漠[10]。因此，北部平原地区表现为沙漠性气候特征，年平均气温 6.8 ℃，年平均降水量 190 mm；南部山区表现为山地气候特征，降水量更为丰富，达到 300 mm 左右。受地形影响，三县市植被类型复杂，主要包括栽培植被、荒漠、草原、草甸、灌丛、阔叶林、针叶林、高山植被和栽培植被 8 个基本类型。其中，荒漠植被在本区内分布面积最大，主要位于中部和北部；栽培植被位于中部，主要是地表径流冲积、洪积形成的地势平坦、水土条件优越的地带，俗称“绿洲”；草原主要分布于海拔 1000 m 左右的低山地带；2000 m 以上的高海拔区为针叶林和高山植被。

1.2　样地设置

按《第四次全国中药资源普查技术规范》，在三县市的代表性区域内设置研究样地，具体设置方法为：利用地理信息系统将每个县域划分为若干个 1 km×1 km 的网格，随机选择其中的 36 个网格作为调查样地(每个样地面积 1 km^2)，涵盖县域内各种生态系统类型。环境数据记录样地植被类型、海拔和中心点坐标，植物数据记录样地内所有中药资源植物种名。其中，昌吉市调查区域包括 101 省道三屯河、兵团 104 团、阿什里镇、高新区、后峡、老阿什里、老龙河、老努尔地村、庙儿沟金涝坝、庙尔沟努尔加、努尔加水库、三工镇、石门子等；呼图壁县调查区域包括呼图壁镇、大丰镇、雀尔沟镇、二十里店镇、园户村镇、五工台镇、石梯子乡，新疆生产建设兵团芳草湖总场、兵团 106 团、兵团 105 团；玛纳斯县调查区域包括旱卡子滩石灰窑村、湿地公园、清水河、塔西河镇、塔西河上游、石门子、火烧洼、大白杨沟、新湖二场、石门子水库、六户地、149 团、北五叉、五工台、149 团北沙窝等。

1.3　数据分析

部分样地由于记录数据不完整、中药资源种类过少等原因，在数据分析时未纳入，最终纳入分析的昌吉市样地为 25 个、呼图壁县为 23 个、玛纳斯县为 19 个。对以上 67 处样地的中药种类数进行空间自相关分析。空间自相关是指观测变量的空间依赖性，即空间位置相近的变量具有相似的变化趋势。空间自相关测度指标最为常用的是莫兰指数(Moran′s Ⅰ)。其优点在于可以进行显著性检验，并利用标准化自相关图在不同地点之间进行比较。通常 Moran′s Ⅰ在 -1 ~1 变化，Moran′s Ⅰ >0，且达到显著水平，为正的空间自相关，其值越大，空间聚集性越明显；Moran′s Ⅰ <0，且达到显著水平，为负的空间自相关，其值越小，空间离散性越大；Moran′s Ⅰ →0，无空间相关，即随机化的空间分布。在实际运用中，可对 Moran′s Ⅰ进行 Z 检验得出 Zi 得分，再结合显著性检验的 P 值共同判断空间相关程度的性质和大小。

Moran′s Ⅰ相关图可展示局部的空间不稳定性，具体方法是对中药种数原始值与中药种数的空间滞后值做散点图，回归直线的斜率即为 Moran′s Ⅰ指数。散点图可划分出 4 个象限，即第一象限 HH、第二象限 LH、第三象限 LL 和第四象限 HL。根据不同象限内的样点分布情况，可直观展示不同样点中药资源的空间分布的依存关系。其中，HH 象限代表高观测值区域，并被高观测值单元包围；LH 象限代表低观测值区域，并被高观测值单元包围；LL 代表低观测值区域，并被低观测值单元包围；HL 代表高观测值区域，并被低观测值单元包围[7]。

为了分析生态因子对中药资源分布的影响，本研究选取海拔和植被类型 2 种关键生态因子，分析中药资源分布规律。其中，将 1000 m 以下划分为低海拔、1000 ~2000 m 为中海拔、2000 m 以上为高海拔；植被类型按荒漠、草原、草甸、灌丛、阔叶林、针叶林和高山植被进行划分。计算不同海拔和不同植被类型的中药资源种类数量，计算平均值，采用 Duncan 多重比较方法比较不同海拔和植被类型中药种数的差异性，以 P < 0.05 为差异有统计学意义。

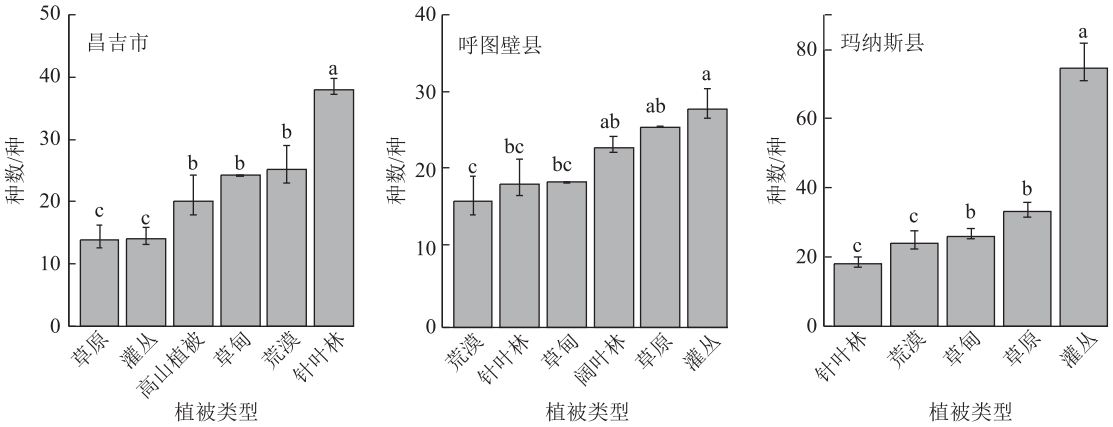
本研究所有数据分析采用统计软件 R 语言的“rgdal”“gstat”程序包完成。

2　结果

2.1　中药资源的空间分布特征

本次中药资源普查中，三县市总计调查到中药资源 75 科 367 属 739 种。其中，昌吉市 64 科 255 属 408 种；呼图壁县 64 科 265 属 412 种；玛纳斯县 67 科 266 属 398 种。在空间分布格局上，三县市中药资源均表现出南部多、北部少的空间分布格局。

就具体植被类型看，昌吉市以针叶林中药资源最为丰富，平均为 38 种，草原和灌丛的最低，平均 13.7 ~14.0 种(图 1)；呼图壁县和玛纳斯县的中药资源分布规律一致，均以灌丛最为丰富，平均分别为 28.0、74.5 种。在海拔高度方面，昌吉市以中海拔中药种数最多，平均 26.8 种；呼图壁县和玛纳斯县均以高海拔最多，平均分别为 31.0、53.3 种(图 2)。



注：不同小写字母表示 P <0.05；下同。

图 1　昌吉州三县市中药资源在不同植被类型中的分布规律($\bar{x} \pm s$，n = 739)

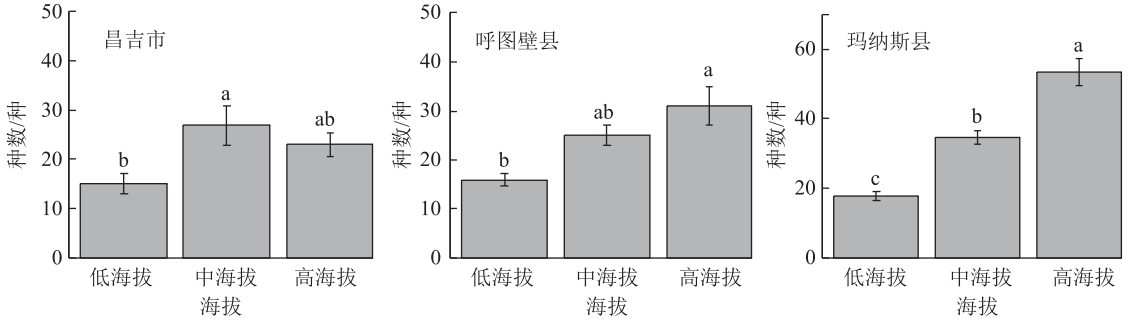


图 2　昌吉州三县市中药资源随海拔高度的分布规律（$\bar{x} \pm s$，$n = 739$）

2.3　中药资源分布的空间自相关性

Moran′s Ⅰ和 *Z*i 得分均表明三县市具有正的全局自相关性，且有统计学意义（$P < 0.05$，表 1）。其相关强度顺序为昌吉市 > 呼图壁县 > 玛纳斯县，表明在县域尺度内中药资源分布同样表现出空间聚集特征。

表 1　三县市中药资源空间分布全局相关性检验

地区	Moran′s Ⅰ指数	*Z*i 得分	*P* 值
昌吉市	0.128	1.868	0.031
呼图壁县	0.119	1.791	0.037
玛纳斯县	0.081	1.668	0.047

进一步的局部自相关分析表明，Moran′ I 散点图中 HH 象限和 LL 象限的明显空间差异体现出中药资源的空间异质性。其中，处于 HH 象限的样地均具有丰富的中药资源种类，主要是分布于山区的样地，并被高丰富度的样地包围；LL 象限的样地中药资源贫乏，主要是分布于平原荒漠区的样地，并被低丰富度的样地包围。具体到各县市来看，三县市处于 HH 象限的样地分别为 8、6、5 个，分别占总样地数的 32.0%、26.1%、26.3%；处于 LL 象限的样地分别为 8、9、6 个，分别占总样地数的 32.0%、39.1%、31.6%。以上结果表明，三县市中药资源分布存在显著的空间自相关性和空间异质性，并与地形条件密切相关，即位于山区的样地普遍较平原荒漠区样地普遍具有更丰富的中药资源（图 3）。

3　结论与讨论

第四次全国中药资源普查工作是针对全国范围中药资源进行的一次摸家底调查工作，目的在于完善中药资源调查、研究、监测和服务体系[11]，合理保护、开发、利用中药资源，促进中药产业健康发展。中药资源的空间分布特征作为一项基本工作，是实现这些目标的基础。以往研究大多从省域尺度关注中药资源的空间分布，而忽视了县域以下尺度中药资源分布的空间特征。由于县域内生态系统分布存在较大空间异质性，以省域为统计单元进行中药资源丰富度评价，将会掩盖这种异质性。因此，将研究尺度缩放至县域之内关注中药资源的空间分布及其影响因素，能够提供更有针对性、更详细的信息，如张小波等[12]对重庆市中药资源丰富度研究发现，以 30 km 为网格单位，能够比以县域为单位更好地反映不同区域的中药资源情况。本研究中，三县市的中药资源均表现出南部多、北部少的空间分布格局，具有显著的空间自相关性，表现出明显的聚集性分布特征，由此证实对县域内中药资源进行分区管理具有其必要性，这对于建立精细化的中药资源监测体系具有较大的参考价值。

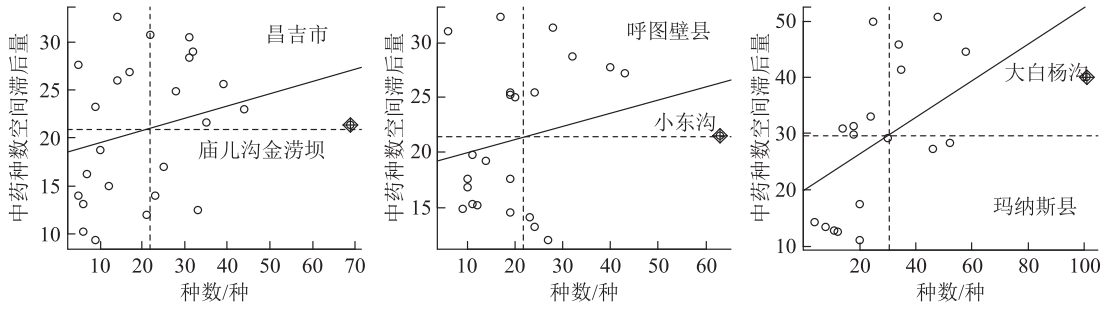


图 3　昌吉州三县市中药资源种类 Moran′s Ⅰ空间自相关

中药资源作为生物资源的组成部分，具有其自然属性[9]，在进行中药资源保护时需要遵循生态学规律。受人为活动干扰，生境破碎化和野生资源过度开发已经成为制约中药资源持续利用的重要因素。昌吉州地处天山北麓，地势上南高北低。本研究涉及的三县市位于昌吉州西部，县域内生态环境复杂，尽管具体到每个县市时，中药资源分布情况略有差异。但是，3 个区域均以中、高海拔区的中药资源最为丰富。据有关资料，昌吉州植被在 1990—2014 年植被覆盖度显著下降，下降速度达 7.44%[13]。根据保护生物学和岛屿生物地理学理论，生境面积对于维持物种丰富度至关重要[14]。因此，保护中药资源赖以存在的生态系统具有重要的现实意义。鉴于昌吉州植被覆盖度显著下降的紧迫形势，保护具有丰富中药资源的高海拔地区的生态系统（如针叶林、灌丛和草原）面积及连通度具有更为重要的意义。

本研究没有考虑气候、环境异质性和人为干扰因素，也没有考虑 3 个区域的社会经济状况，而这些因素都可能对中药资源产生重要影响。实现中药资源可持续利用有必要进一步开展多学科综合研究。

参考文献

[1] 白隆华，缪剑华，柯芳. 论生物多样性与中药资源可持续发展[J]. 中国现代中药，2005，7(7)：29-30，32.

[2] 孟祥才，杜虹韦，魏文峰，等. 中药资源发展存在的问题与对策[J]. 中草药，2018，49(16)：3735-3741.

[3] 陈丹，王鑫彦. 中药资源保护的重要性及其策略[J]. 时珍国医国药，2003，14(11)：705-706.

[4] 李卫平，邹龙. 我国中药材资源保护现状及发展对策[J]. 中国药业，2011，20(20)：5-6.

[5] 司亚庆，蒋益萍，辛海量. 浅谈中药资源保护存在的问题和对策[J]. 药学实践杂志，2016，34(5)：396-398.

[6] 张小波，王慧，景志贤，等. 基于全国中药资源普查（试点）阶段成果的中药资源种类丰富度空间差异性分布特征研究[J]. 中国中药杂志，2017，42(22)：4314-4318.

[7] 张小波，邱智东，王慧，等. 吉林省中药资源种类空间分布差异研究[J]. 中国中药杂志，2017，42(22)：4336-4340.

[8] 张毓，王庆刚，田瑜，等. 华北地区国家级自然保护区对药用维管植物的保护状况[J]. 氨基酸和生物资源，2018，40(3)：193-202.

[9] 马月光. 从自然生态观看待中药资源的可持续发展[J]. 中医药管理杂志，2012，20(3)：213-214.

[10] 杜梦洁，郑江华，任璇，等. 地形对新疆昌吉州草地净初级生产力分布格局的影响[J]. 生态学报，2018，38(13)：4789-4799.

[11] 黄璐琦，陆建伟，郭兰萍，等. 第四次全国中药资源普查方案设计与实施[J]. 中国中药杂志，2013，38(5)：625-628.

[12] 张小波，瞿显友，李梦，等. 基于格网技术的重庆市中药资源种类丰富度差异性分析[J]. 中国中药杂志，2017，42(22)：99-103.

[13] 凌威，王新杰，武文昊，等. 1990—2014 年新疆卡山保护区植被覆盖度时空变化特征[J]. 西北林学院学报，2016，31(4)：227-232.

[14] 邬建国. 岛屿生物地理学理论：模型与应用[J]. 生态学杂志，1989，8(6)：34-39.

（收稿日期：2020-07-13　　编辑：戴玮）