

行政村地名分布与自然地理要素关系的初探

——以毛乌素沙地与黄土高原交界地区为例

段晨曦^{1,2}, 鲁瑞洁^{1,2}, 丁之勇^{1,2}, 刘畅^{1,2}

(1.地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京师范大学 地理科学学部, 北京 100875;

2.防沙治沙教育部工程研究中心, 北京师范大学 地理科学学部, 北京 100875)

摘 要:地名作为对地表特定地域空间的指称,可以反映特定时期地域的地貌、水文、植被等自然环境特征。以位于毛乌素沙地与黄土高原交界的榆林地区 5 个市(区)县的 1 704 个行政村名作为离散点,在 ArcGIS 中进行核密度分析(Kernel Density)和多距离空间分析函数(Multi-Distance Spatial Cluster Analysis)分析,并对地名蕴含的自然地理要素信息进行了分类统计和特定自然要素地名的缓冲区分析(Buffer)。结果表明:区内行政村的分布总体呈现显著的集聚分布,其中榆阳区和横山区的聚落密度最高。1 704 个行政村名与自然要素有关的为 1 542 个,占 85.97%。其中以水文类要素命名的地名最多,占 41.73%;地貌类的地名占 31.04%,此外还有与方位、植被、颜色等要素有关的地名。水文类地名的分布可以指示环境变化。部分水文类聚落点与现代河流湖泊距离较远,可能与近两千年来气候总体呈干冷趋势发展,有关风沙活动加强,地表水环境恶化,一些河流流量减少甚至消失有关。

关键词:毛乌素沙地;地名;聚落;多距离空间分析

中图分类号:K901.6

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2020)01-0387-07

Preliminary Study on the Relationship Between the Distribution of

Place Names and Natural Geographical Elements

—A case of the Border Area Between the Mu Us and the Loess Plateau

DUAN Chenxi^{1,2}, LU Ruijie^{1,2}, DING Zhiyong^{1,2}, LIU Chang^{1,2}

(1.State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Faculty of Geographical

Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2.Engineering Center of Desertification and Blown-Sand

Control, ministry of Education, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract:As a reference to the specific geographical space of the earth's surface, the place name can reflect the natural environment features such as geomorphology, hydrology and vegetation in a specific period. The names of 1 704 administrative villages in 5 cities (districts) of Yulin area on the border area between the Mu Us and the Loess Plateau were taken as discrete points. Kernel Density and Multi-Distance Spatial Cluster Analysis were performed to analyze the physical geography of place names in ArcGIS. The element information was used for classification statistics and buffer analysis of specific natural feature place names. The results show that: (1) the distribution of administrative villages in the border area between the Mu Us and the Loess Plateau has a significant agglomeration distribution, and the settlement density is the highest in Yuyang District and Hengshan District; (2) There are 1 542 administrative villages whose names are related to natural factors among 1 704 administrative villages, accounting for 85.97%; the places named after the hydrological elements are the most, accounting for 41.73%; the places named after the landforms account for 31.04%, in addition to the names of places related to orientation, the names of the places are related to vegetation, color and other elements; (3) the distribution of place named after the hydrological characteristic can indicate environmental changes; some hydrological settlements are far away from modern rivers and lakes,

收稿日期:2019-02-21

修回日期:2019-03-25

资助项目:国家重点研发计划重大自然灾害监测预警与防范重点专项“全新世以来干旱序列重构研究”(2017YFC1502401)

第一作者:段晨曦(1995—),女,河北邯郸人,硕士研究生,主要从事环境演变研究。E-mail:201721480003@mail.bnu.edu.cn

通信作者:鲁瑞洁(1980—),女,山东潍坊人,教授,主要从事环境演变研究。E-mail:ruijielu@bnu.edu.cn

which may be related to the dry and cold trend of the climate, strengthened sandstorm activity, the deteriorated surface water environment, and reduction of some river flows or even disappearance of rivers in the past two thousand years.

Keywords: the Mu Us sandland; place name; settlement; multi-distance spatial analysis

地名是人们赋予某一特定空间位置上自然或人文地理实体的专有名称^[1]。地名作为一种地理称谓,显示着特定时期地域的自然环境特征,也是区域文化在地表的凝结和保留^[2]。传统的地名的研究方法以定性研究为主,通过描述或记述的方法,研究地名的起源、演变、语源、类型划分、地名群以及地名反映的社会文化现象等问题。1990 年以来,地名研究的计量化成为地名学发展的重要趋势,推动了地名研究的革新。目前国外利用 GIS 技术对民族地名、殖民地名、生态地名等进行了相关研究^[3-5]。

国内学者文朋陵和许建国 1998 年运用数理统计方法分析江苏村镇命名类型区域的划分,率先运用聚类分析和罗伦兹曲线方法,克服传统定性分类的主观性和随意性,定量分析和定性分析同时应用使地名学的研究更趋科学性和完备性^[6]。孙冬虎论述了南海诸岛外来地名的命名背景、历史影响,并提出了南海地名问题的缺陷及若干改进建议^[7]。阚耀平分析了新疆天山北麓人口迁移地区的原籍地名、姓氏地名、地理特征地名等的地名景观特征,发现汉语地名与蒙古语、哈萨克语地名在命名方式和空间分布上的差异,对探究移民文化具有重要意义^[8]。王彬等利用经验正交函数(EOF)和 GIS 技术对分析了广东省地名的主要空间分布差异及地名变化的敏感区域,为地名景观的定量分析提供了新方法^[9]。王荣等将盐池县聚落地名按自然要素划分为地貌、水文、植物等类别,分析了自然要素地名的空间分布特征,揭示了地名与地理环境的关系^[10]。陈晨等基于 GIS 核密度估计法分析北京地名文化景观空间分布特征,突破了以行政分区表达空间变化的通常框架^[11]。总之,目前对地名的研究主要集中在地名文化景观领域,对地名与自然环境关系的研究相对较少,主要集中在地名的分类、分布及成因分析方面^[10,12-14],通常以行政分区的框架表达地名的空间分布,而运用 GIS 技术探讨自然要素类地名分布与历史时期区域自然环境变化的研究相对较少。

毛乌素沙地(北纬 $37^{\circ}30'$ — $39^{\circ}22.5'$,东经 $107^{\circ}20'$ — $110^{\circ}30'$ ^[15])与黄土高原(北纬 $33^{\circ}43'$ — $41^{\circ}16'$,东经 $100^{\circ}54'$ — $114^{\circ}33'$)接壤的沙漠—黄土过渡带兼具生态环境脆弱性和气候变化敏感性^[16],在自然带上为温带荒漠与干草原过渡地段^[17-18]。毛乌素沙地东南部的年降水量可达 $400\sim 440\text{ mm}$ ^[19],地表水和

地下水都较丰富,适合植被生长,因而也适宜人类生活。早在新石器时代之前毛乌素沙地就有人类活动出现,历史上毛乌素沙地一直存在人类居住,在沙漠边缘和腹地分布着大量不同时期的人类活动遗址点^[20-21]。野外考察中发现,赫连勃勃选址定都时水草丰茂的大夏国国都——统万城^[22],现在其四周尽为固定、半固定沙丘所环绕,表现了该区域历史时期以来的环境变化。毛乌素沙地的地名具有指示历史时期环境及环境变化的功能,对于毛乌素沙地的地名与环境变化的研究侧重于历史文献分析法,如有“沙”字含义的地名及其环境意义^[23]。随着 GIS 技术的兴起,对含有自然地理信息的地名的时空分布进行研究,可能是探讨自然环境和环境变化的新角度。

本文以毛乌素沙地与黄土高原交界的榆林地区 5 个区县的 1 704 个行政村名作为离散点,在 ArcGIS 中进行核密度分析(Kernel Density)和多距离空间分析函数(Multi-Distance Spatial Cluster Analysis)分析,旨在运用 GIS 技术更加直观准确地表达聚落的空间分布,突出聚落分布的规律;并且结合蕴含的自然地理要素信息地名的分类统计,对特定自然要素地名进行缓冲区分析(Buffer),探讨毛乌素沙地与黄土高原交界地区行政村地名分布特征与自然环境变化的关系。

1 研究区概况

本文的研究区包括陕西省榆林地区的神木市、榆阳区、横山区、靖边县和定边县,位于毛乌素沙地与黄土高原交界地区,从西北到东南由相互交错分布的固定、半固定沙丘逐渐成为地形切割破碎的梁峁丘陵外貌(图 1)。该区属于温带干旱—半干旱大陆性气候,年均气温为 $7.9\sim 8.6^{\circ}\text{C}$,极端最高温是 36.1°C ,极端最低温为 -26.8°C ,年均 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温约为 $3\ 146.6^{\circ}\text{C}$;年均降雨量 $320.8\sim 432.4\text{ mm}$,且 70% 以上的降水集中在 7—9 月份;光照相对充足,年日照时数达 $2\ 531.4\text{ h}$,年太阳总辐射平均值为 $5.826\times 10^9\text{ J/m}^2$ ^[24]。从植被地带来看,西北部为典型(干)草原,至东南向森林草原过渡,区内多分布灌木植被。流经研究区的主要河流有窟野河、秃尾河、无定河及其支流榆溪河、海流兔河、芦河等(为清晰且突出研究区内的水系,只显示区内的水系数据),历史时期以来区内自然环境恶劣,地表水资源为人类的生存生活提供了重要支持。

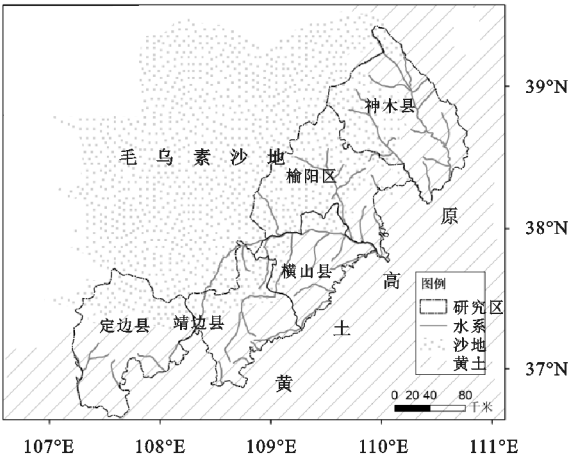


图 1 研究区分布

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本研究以毛乌素沙地与黄土高原交界地区的神木市、榆阳区、横山区、靖边县和定边县 5 个市(区)县的行政村地名为研究对象,通过查阅陕西省地方志办公室(<http://www.sxsdq.cn/>)的榆林地区志,获得行政村地名 1 704 个。以行政村地名为离散点,通过 python 编码从高德地图中获取各行政村地名的地理坐标,其中少数识别不出的手动补足。将获得的行政村点与榆林地区志、谷歌地图等行政村数据进行对比,对偏差较大的行政村进行实地走访、修正,其他行政村进行随机检查。行政村结合导入 ArcMap 软件中,生成毛乌素沙地与黄土高原交界地区 5 个市(区)县的行政村地名空间分布图。水系数据是依据数字高程模型(DEM 数据),结合陕西省地图(比例尺 1 : 910 000)^[25]的水系分布,在 ArcGIS 中进行矢量化整理。

2.2 研究方法

本文以毛乌素沙地与黄土高原交界的榆林地区的 5 个市(区)县的 1 704 个行政村地名为离散点,运用 ArcGIS 的核密度分析与 K 函数分析,探讨研究区行政村地名的空间分布特征。

2.2.1 核密度估计法 核密度估计是分析点数据的空间分布特征的常用方法。相比于离散点直接用图表表示,核密度估计法可以更加直观定量的表达出点数据的空间趋势。核密度估计可以得到研究对象的一个连续密度变化图示,以“波峰”和“波谷”的方式强化的空间分布模式显示^[26]。因此,可以客观准确地表达地名点的空间分布。

核密度方程的几何意义为:密度分布在每个 x_i 点中心处最高,向外不断降低,当距离中心达到一定阈值范围(窗口的边缘)处密度为 0,见图 2^[26]。网格中心 x 处的核密度为窗口范围内的密度之和:

$$f(x)=\frac{1}{nh^d}\sum_{i=1}^nK\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \tag{1}$$

式中: K 为核密度方程; h 为阈值; n 为阈值范围内的点数; d 为数据的维数。当 $d=2$ 时,一个常用的核密度方程可以定义为:

$$f(x)=\frac{1}{nh^2\pi^{d/2}}\sum_{i=1}^n\left[1-\frac{(x-x_i)^2+(y-y_i)^2}{h^2}\right]^2 \tag{2}$$

其中 $(x-x_i)^2+(y-y_i)^2$ 为点 (x_i, v_i) 和 (x, y) 之间的离差。

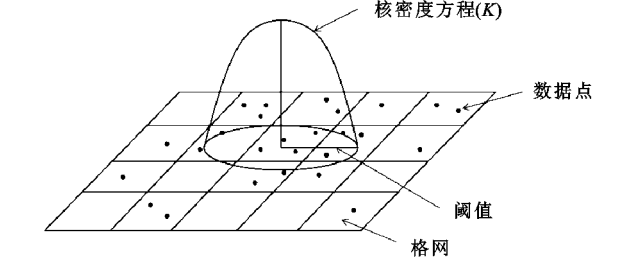


图 2 核密度估计^[26]

2.2.2 多距离空间分析函数分析 Ripley's K 函数是空间点模式分析的常用方法之一^[27,28],其优点在于不仅能够对点数据的相对聚集和离散程度进行多尺度研究,还能同时利用蒙特卡洛模拟法对数据进行显著性验证^[29]。具体公式如下:

$$K(d)=\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n\frac{\delta_{ij}(d)}{n^2} \tag{3}$$

$$L(d)=\sqrt{\frac{k(d)}{\pi}}-d \tag{4}$$

式中: A 代表研究区域的总面积; n 代表随机点个数; d 表示空间尺度; d_{ij} 是随机点 i 与 j 的距离值; $\delta_{ij}(d)=1(d_{ij}\leq d)$, $\delta_{ij}(d)=0(d_{ij}\geq d)$ 。Besag 等^[30]提出用 $L(d)$ 代替 $K(d)$,同时实现了期望值线性化和保持方差稳定。

采用 ArcGIS 中的多距离空间分析函数(Multi-Distance Spatial Cluster Analysis)分析行政村地名的分布模式,生成 $L(d)$ 值、 d 值、置信区间上限值和置信区间下限值。如果聚类模式具有统计显着性,则 $L(d)$ 观测值高于置信区间上限值。若 $L(d)$ 观测值低于置信区间下限值,说明该距离的空间离散具有统计显著性。如果 $L(d)$ 观测值小于随机分布下的预期值,则可认为研究对象与该距离的随机分布相比,具有离散分布趋势。相反, $L(d)$ 观测值大于预期值,表明了集聚模式^[31]。

3 结果与分析

3.1 地名点空间分布特征

对于毛乌素沙地与黄土高原交界地区的行政村点距离分析,采用 $L(d)$ 函数进行计算,在 10 个距离

段上来计算,设置置信区间为 99%,得到结果如图 3,由图可知,当空间尺度为 10~80 km 时, $L(d)$ 观测值大于预期值且超出置信区间上限,说明在此距离段内行政村呈显著性的聚集分布。且当空间距离为 50 km 时, $L(d)$ 观测值与预期值差值最大,地名点聚集程度最高,说明当距离为 50 km 时,宜居的自然要素组合度最高。10~50 km 的空间距离下,行政村呈集聚分布,空间尺度越大,行政村集聚程度越高;50~80 km 的空间距离下,行政村呈集聚分布,空间尺度越大,行政村集聚程度降低;仅当空间距离为 90 km 和 100 km 时, $L(d)$ 观测值小于预期值,表示空间距离大于 80 km 后,聚落分布趋于稳定,呈现分散状态。总体上毛乌素沙地与黄土高原交界地区行政村分布呈现显著的集聚分布,且当空间距离为 50 km 时,地名点聚集程度最高。

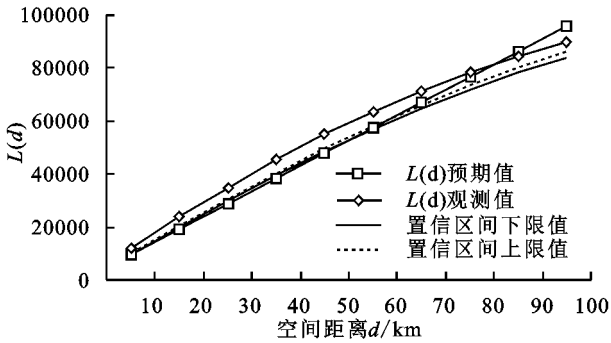


图 3 毛乌素沙地与黄土高原交界地区行政村 K 函数

毛乌素沙地与黄土高原交界地区行政村的核密度分析图(图 4)直观地显示了研究区聚落的分布特征。以 14.418 km 作为带宽(参数设置为默认值),既能直观地显示出聚落的密度中心,也能较为明显的体现聚落核密度的等级差异。由图 4 可知,研究区行政村地名密度分布具有区域不均衡性,但存在一条“东北—西南”走向的密集带,核密度为其他地区的 2~10 倍。研究区东南部即无定河下游地区聚落分布最为密集,其中榆阳区的东南部和横山区的东北部聚落密度最高,核密度为其他地区的 6~10 倍。

研究区内聚落分布对水源的依赖关系突出。行政村的核密度分布图(图 4)呈现出聚落密集区主要集中在河网密布的区域。研究区东南部行政村的核密度最大,该区域位于无定河河网最为密集的下游地区,有黄河的一级支流无定河,二级支流榆溪河、峁沟、小川沟、盐子沟、马湖峪沟等,丰富的水源为人类的生活、生产提供了便利条件。西北部地区河流密度较小,临水条件差,行政村核密度分布较低。榆林地区东南部人口密集、西北部人口稀疏的人口分布特点也说明了人类选择居住点时对水源的依赖。对毛乌素沙地古城与地表水环境的研究也表明在干旱、半干

旱地区,近水是聚落尤其是绝大多数城镇选址的基本条件^[32]。研究区行政村总体上呈现聚集分布,可能是由于该区自然环境整体比较恶劣、生态环境较为敏感,满足人类在聚落选址时的水文、地貌和地面坡度等条件的区域有限,因此人们聚集居住在水系较为密集的研究区东南部这一相对环境宜居区域。

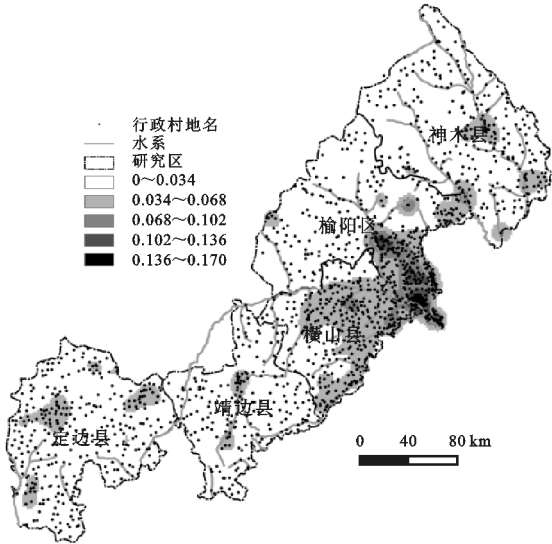


图 4 毛乌素沙地与黄土高原交界地区行政村的核密度

3.2 地名点分类统计

毛乌素沙地与黄土高原交界地区自然要素类地名的空间分布主要受自然环境的影响,其中以水文类的要素最为常见。本研究中 1 704 个行政村地名中有 1 542 个与自然要素有关,主要可分为地貌、水文、方位、植被 4 类,其中以水文类命名的聚落居多(表 1)。

研究区内以水文类命名的聚落最多,其行政村地名出现 711 次,占有所有行政村地名比例的 41.73%。行政村地名中的水文要素有 23 个,主要用字为“沟”、“湾”、“畔”、“滩”、“河”、“渠”、“水”、“海”、“洞”、“井”等,其中含“沟”字的行政村地名有 203 个,占水文类地名的 28.55%,含“湾”字的有 125 个,占水文类地名的 17.58%,含“畔”字的有 76 个,占水文类地名的 10.69%,含“滩”字的有 54 个,占水文类地名的 7.59%。

行政村地名与地貌有关的数量为 589 个,占有所有地名比例的 34.57%。地名中的地貌要素有 19 个,主要用字为“峁”、“梁”、“石”、“山”、“峁”、“窑”、“岔”、“坪”、“崖”、“塬”、“岭”等。其中“峁”字出现 87 次,占地貌类地名的 14.77%，“梁”字出现 85 次,占地貌类地名的 14.43%，“石”字出现 66 次,占地貌类地名的 11.21%，“山”字出现 59 次,占地貌类地名的 10.01%，“峁”字出现 51 次,占地貌类地名的 8.66%。

与方位相关的有 114 个行政村地名,所占比例为 6.69%，主要用字及其出现次数分别为西(33)、东(29)、南(17)、上(13)、北(12)、下(6)、左(4)。地名中包含的植

被要素有柳(27)、芦(12)、麻(9)、枣(6)、木(5)、瓜(4)、桃(4)、黄蒿(3)、槐(1)、席麻(1),共计 72 次,占比 4.23%。此外,与颜色相关的地名共 39 个,主要包括红(16)、黑(9)、青(7)、乌(6)、炭(1)。

表 1 地名分类表

类别	主要用字及其数量	出现次数	出现比例/%
水文	沟(205)湾(126)畔(76)滩(55)河(51)渠(45)水(28)海(25)涧(20)井(17)桥(12)川(12)坑(10)塘(7)池(4)波(4)泉(3)旋(3)流(2)坝(2)涝(2)湖(1)渡(1)	711	41.73
地貌	崩(87)梁(86)石(66)山(60)坨(52)窑(45)岔(27)坪(26)崖(23)塬(19)岭(16)坡(7)洞(5)嘴(3)岭(2)砭(2)谷(2)峪(1)	529	31.04
方位	西(33)东(29)南(17)上(13)北(12)下(6)左(4)	114	6.69
植被	柳(27)芦(12)麻(9)枣(6)木(5)瓜(4)桃(4)黄蒿(3)槐(1)席麻(1)	72	4.23
颜色	红(16)黑(9)青(7)乌(6)炭(1)	39	2.29
自然因素	地形、水系、方位等	1465	85.97
总数		1704	100

3.3 水文类地名的分布及其指示的环境变化

以 10 km 为缓冲区半径,对现代河网以及河道的矢量数据进行缓冲区分析,见图 5B 所示,发现大约 80% 的聚落点位于缓冲区内部,水文类地名分布紧邻流经研究区内的河流两侧,河网越密时规律越明显,说明水文类村名集聚地区大多沿着现代河流分

布,表明该区历史时期以来总体水系格局没有发生剧烈变化。定边县的北部也是水文类行政村地名分布的密集区,行政村地名中含有沟、湾、海、渠、塘、泉、井等水文类要素多达 60 处,但该区却远离现代河流湖泊,可能表明这些地方自人类聚居以来自然环境发生过变化,而地名指示了人类聚居时的自然环境。

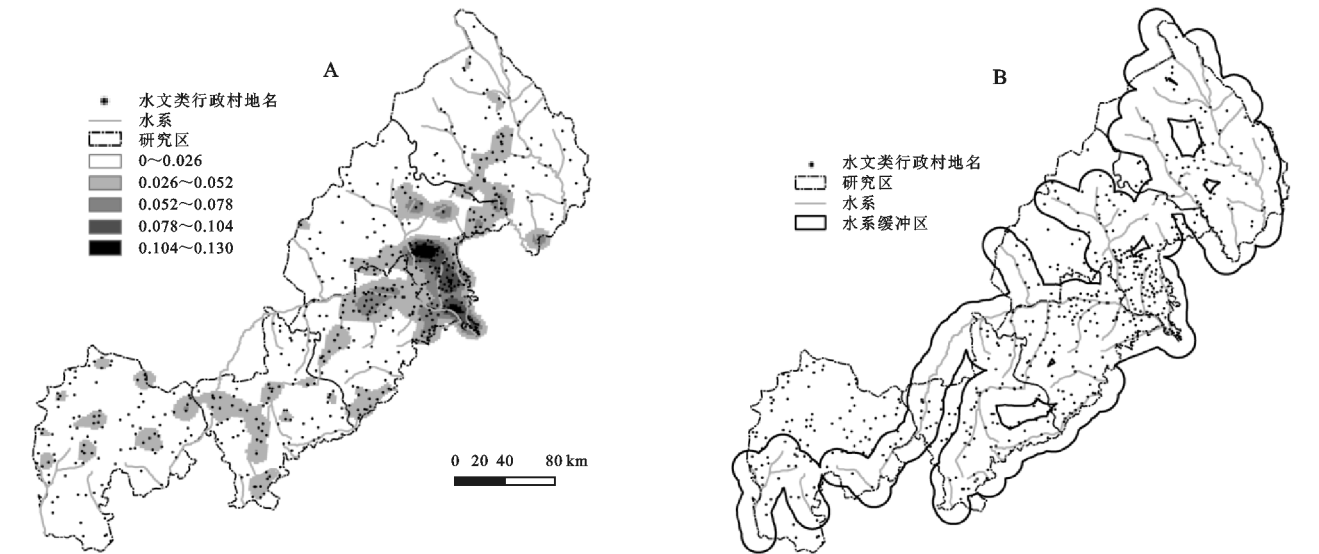


图 5 毛乌素沙地与黄土高原交界地区水文类行政村的核密度分析(A)水文类行政村与河流缓冲区的关系(B)

为证实对上述定边县北部地区差异现象的猜想,我们分别从历史时期的风沙剖面 and 古文献两方面进行了资料收集:统计毛乌素沙地 2 500 cal.aB.P.以来前人已发表的风成沙剖面^[33-39],共收集了 22 个光释光年代数据,对所有剖面进行核实后绘制了 2 500 cal.aB.P.以来风成沙的频数分布图(图 6),发现 2 500 cal.aB.P.以来风成沙地层出现的频数逐渐增大,说明 2 500 cal.aB.P.以来气候呈干旱趋势发展,风沙活动加强,可能导致了一部分河流的流量减少甚至消亡。对毛乌素沙地古城研究的结果显示,秦汉以后毛乌素沙地出现湖沼萎缩消亡、外流河流量减少、泉眼消失等现象,地表水环境整体上呈现恶化趋势^[32],毛乌素沙地历史时期的地名研究也显示湖

沼与井泉总体上是逐步干涸消亡的^[23]。陕西定边地区高分辨率的花粉记录显示 2 400 cal.aB.P.以来定边地区的花粉浓度经历多次波动、整体呈降低趋势,说明该地区 2 400 cal.aB.P.以来经历了多次气候波动,但总体上呈现气候干旱化趋势^[40],并且在毛乌素沙地存在 2 400 aB.P.左右、1 265—1 560 aB.P.两个明显的风沙期^[41,42]。同样位于中国北方沙区的浑善达克沙地自 3.2 ka B.P.后气候存在多次波动旋,整体上也呈干旱化趋势^[43]。从毛乌素沙地的地层沉积剖面记录、古城水环境研究以及孢粉记录来看,近 2 000 a 以来毛乌素沙地气候转向干旱化,风沙活动加强、地表水环境恶化,部分人类聚居时近水的聚落,现在已远离河流湖泊。

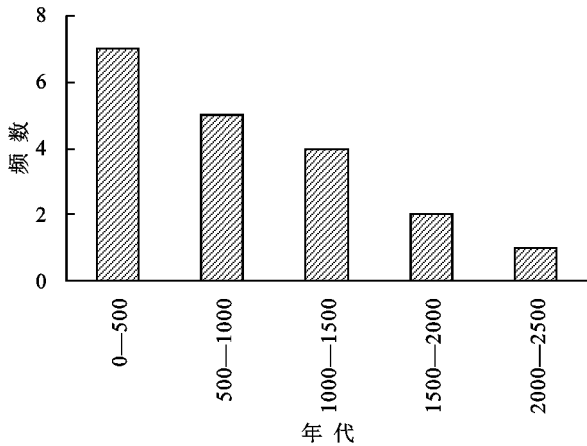


图 6 研究区 2 500 cal.aB.P. 以来风成沙的频数

4 结论

毛乌素沙地与黄土高原交界地区地名的空间分布具有不平衡性和集聚性:(1) 毛乌素沙地与黄土高原交界地区行政村地名的分布呈东南多、西北少的规律,以研究区东南部(即榆阳区的东南部和横山区的东北部)聚落密度最高。(2) 毛乌素沙地与黄土高原交界地区行政村分布总体呈现显著的集聚分布,主要聚集在有限的环境宜居区域,当空间距离为 50 km 时,地名点聚集程度最高。

毛乌素沙地与黄土高原交界地区行政村的命名主要受到自然环境的影响,与自然要素有关的地名占 85.97%。水源为影响研究区聚落分布的重要条件,自然地理要素中以水文类要素命名的地名最多,占 41.73%,聚落分布对水源的依赖关系突出。

水文类地名的分布变化可以揭示研究区历史时期以来的环境变化情况。毛乌素沙地近 2 000 a 来气候总体呈干冷趋势发展,风沙活动加强。大约 80% 的水文类聚落点大多沿着现代河流分布,表明毛乌素沙地历史时期以来总体水系格局没有发生剧烈变化,部分水文类村名集聚地区(定边县北部)远离现代河流湖泊,这可能是气候变化导致的地表水环境恶化引起的水文类地名集聚区与现代水系分布不一致。

参考文献:

- [1] 中国大百科全书总编辑委员会《地理学》编辑委员会. 中国大百科全书·地理学[Z]. 北京:中国大百科全书出版社,1992.
- [2] 朱竑. 从地名看开疆文化在海南岛的传播扩散[J]. 地理科学, 2001, 21(1): 89-93.
- [3] Gill G. Changing symbols: The renovation of moscow place names[J]. Russian Review, 2010, 64(3): 480-503.
- [4] Jett S C. Place - Naming, Environment, and Perception among the Canyon de Chelly Navajo of Arizona [J]. the Professional Geographer, 1997, 49(4): 481-493.
- [5] Wang F, Wang G, Hartmann J, et al. Sinification of Zhuang place names in Guangxi, China: a GIS-based spatial analysis approach [J]. Transactions of the Institute of British Geographers, 2012, 37(2): 317-333.
- [6] 文朋陵, 许建国. 数理统计方法在地名研究中的应用: 以江苏村镇命名类型区域划分为例[J]. 南京师大学报: 自然科学版, 1998, 21(4): 116-120.
- [7] 孙冬虎. 南海诸岛外来地名的命名背景及其历史影响[J]. 地理研究, 2000, 19(2): 217-224.
- [8] 阚耀平. 近代天山北麓人口迁移形成的地名景观[J]. 干旱区地理, 2005, 28(6): 869-873.
- [9] 王彬, 岳辉. GIS 支持的广东地名景观 EOF 模型分析[J]. 地理科学, 2007, 27(2): 281-288.
- [10] 王荣, 吴宏岐, 何彤慧. 盐池县聚落地名自然要素的空间特征研究[J]. 干旱区资源与环境, 2012, 26(11): 152-158.
- [11] 陈晨, 修春亮, 陈伟, 等. 基于 GIS 的北京地名文化景观空间分布特征及其成因[J]. 地理科学, 2014, 34(4): 420-429.
- [12] 陈计兵. 地名与地理环境关系研究[J]. 中国地名, 2011(2): 26-28.
- [13] 阚耀平. 近代新疆城镇形态与布局模式[J]. 干旱区地理, 2001, 24(4): 321-326.
- [14] 孙冬虎. 华北平原城镇地名群的发展及其地理分布特征[J]. 地理研究, 1990, 9(3): 49-56.
- [15] 温仰磊, 蒿承智, 谭利华, 等. 1: 25 万《毛乌素风沙地貌图》的编制[J]. 中国沙漠, 2018, 38(3): 508-515.
- [16] 孙继敏, 丁仲礼, 袁宝印, 等. 再论萨拉乌苏组的地层划分及其沉积环境[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1996, 16(1): 23-31.
- [17] 李志熙. 毛乌素沙地高等植被调查与研究[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2005.
- [18] 张新时. 毛乌素沙地的生态背景及其草地建设的原则与优化模式[J]. 植物生态学报, 1994, 18(1): 1-16.
- [19] 冯秀绒, 卜崇峰, 郝红科, 等. 基于光谱分析的生物结皮提取研究: 以毛乌素沙地为例[J]. 自然资源学报, 2015, 30(6): 1024-1034.
- [20] 国家文物局. 中国文物地图集: 陕西分册[M]. 西安: 陕西地图出版社, 1998.
- [21] 国家文物局. 中国文物地图集: 内蒙古分册[M]. 西安: 陕西地图出版社, 2003.
- [22] 朱士光. 评毛乌素沙地形成与变迁问题的学术讨论[J]. 西北地史, 1986(4): 17-27.
- [23] 何彤慧. 毛乌素沙地历史时期环境变化研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2009.
- [24] 申卫博. 毛乌素沙地东南缘湿地退化演变机理[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [25] 芦仲进, 杜秀荣, 周涛, 等. 陕西省地图(中华人民共和国分省系列地图)[M]. 北京: 中国地图出版社, 2011.
- [26] 王法辉. 基于 GIS 的数量方法与应用[M]. 北京: 商务印书馆, 2009.
- [27] Ripley B D. The second-order analysis of stationary

- point process [J]. Journal of Applied Probability, 1976,13(2):255-266.
- [28] Ripley B D. Modelling spatial patterns[J]. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological), 1977,39(2):172-192.
- [29] Manly B F J. Distance matrices and spatial data[M]// Randomization and Monte Carlo Methods in Biology. Springer US, 1991.
- [30] Besag J E. Comments on ripley's paper: Royal statistical society[J]. Journal, 1977,39:193-195.
- [31] Goreaud F, Pélissier R. Spatial structure analysis of heterogeneous point patterns: Examples of application to forest stands[J]. Ads in Ade-4 Topic Documentation, 2000,8:1-49.
- [32] 何彤慧,王乃昂,黄银洲,等.毛乌素沙地古城反演的地表水环境变化[J].中国沙漠,2010,30(3):471-476.
- [33] Miao Y, Jin H, Cui J. Human activity accelerating the rapid desertification of the Mu Us Sandy Lands, North China[J]. Scientific Reports, 2016,6:23003.
- [34] Sun J, Li S H, Han P, et al. Holocene environmental changes in the central Inner Mongolia, based on single-aliquot-quartz optical dating and multi-proxy study of dune sands[J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2006,233(1/2):51-62.
- [35] Zhou Y, Lu H, Zhang J, et al. Luminescence dating of sand-loess sequences and response of Mu Us and Otindag sand fields (north China) to climatic changes[J]. Journal of Quaternary Science, 2009,24(4):336-344.
- [36] 冯玉静.毛乌素沙地东南缘沉积物光释光测年与环境变迁研究[D].兰州:兰州大学,2015.
- [37] 马冀.毛乌素沙漠南缘全新世光释光年代学及古气候环境记录[D].西安:西北大学,2011.
- [38] 苏志珠,吴宇婧,孔梦园,等.常量元素记录的毛乌素沙地东南缘全新世气候变化[J].中国沙漠,2018,38(3):516-523.
- [39] Lu H, Miao X, Zhou Y, et al. Late Quaternary aeolian activity in the Mu Us and Otindag dune fields (North China) and lagged response to insolation forcing[J]. Geophysical Research Letters, 2005,32(21):L21716.
- [40] 蒙红卫,马玉贞,王维.陕西定边地区 2400 cal. aB. P. 以来高分辨率的花粉记录及环境变化[J].第四纪研究, 2009,29(5):931-942.
- [41] 李容全.第四纪环境与地貌研究[M].北京:学苑出版社,2002.59-65.
- [42] 中国地理学会地貌与第四纪专业委员会.地貌、环境、发展[D].北京:中国环境科学出版社,1999.155-158.
- [43] 李森,孙武,李孝泽,等.浑善达克沙地全新世沉积特征与环境演变[J].中国沙漠,1995(4):323-331.
- ~~~~~
- (上接第 386 页)
- [12] 张永领,王明仕,董玉龙.黄河小浪底水库水沙调控对 DOC 输送的影响[J].环境科学,2015,36(4):1249-1255.
- [13] 田超,孟平,张劲松,等.黄河小浪底库区降水 δD 和 $\delta^{18}O$ 季节变化特征及水汽来源[J].应用生态学报, 2015,26(12):3579-3587.
- [14] Yokoo Y, Nakano T, Nishikawa M, et al. mineralogical variation of Sr-Nd isotopic and elemental compositions in loess and desert sand from the central Loess Plateau in China as a provenance tracer of wet and dry deposition in the northwestern Pacific[J]. Chemical Geology, 2004,204(1):45-62.
- [15] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法第四版[M].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [16] 何姜毅,张东,赵志琦.黄河流域河水水化学组成的时间和空间变化特征[J].生态学杂志,2017,36(5):1390-1401.
- [17] Zhi F X, Liu C Q. Water geochemistry of the Xijiang basin rivers, South China: Chemical weathering and CO_2 consumption[J]. Applied Geochemistry, 2010,25(10):1603-1614.
- [18] 陈静生,李荷碧,夏星辉,等.近 30 年来黄河水质变化趋势及原因分析[J].环境化学,2000,19(2):97-102.
- [19] 吴起鑫,韩贵琳,陶发祥,等.西南喀斯特农村降水化学研究:以贵州普定为例[J].环境科学,2011,32(1):26-32.
- [20] 李军,刘丛强,李龙波,等.硫酸侵蚀碳酸盐岩对长江河水 DIC 循环的影响[J].地球化学,2010,39(4):305-313.
- [21] Ahmad T, Khanna P P, Chakrapani G J, et al. Geochemical characteristics of water and sediment of the Indus river, Trans-Himalaya, India: constraints on weathering and erosion[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 1998,16(2/3):333-346.
- [22] Li S L, Chetelat B, Yue F, et al. Chemical weathering processes in the Yalong River draining the eastern Tibetan Plateau, China[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2014,88:74-84.
- [23] Li S, Zhang Q. Geochemistry of the upper Han River basin, China, 1: Spatial distribution of major ion compositions and their controlling factors[J]. Applied Geochemistry, 2008,23(12):3535-3544.
- [24] 胡春华,周文斌,夏思奇.鄱阳湖流域水化学主离子特征及其来源分析[J].环境化学,2011,30(9):1620-1626.
- [25] 张亚男,甘义群,李小倩,等.2013 年长江丰水期河水水化学特征及控制因素[J].长江流域资源与环境,2016,25(4):645-654.