

新疆岳普湖县土壤盐分空间变异及其分布特征研究

阿布都热合曼·哈力克^{1,2}

(1. 新疆大学 资源与环境科学学院, 绿洲生态教育部重点实验室, 乌鲁木齐 830046;

2. 中国矿业大学 环境与测绘学院, 江苏 徐州 221008)

摘 要:基于区域变量理论,采用 GPS 定位技术,于 2005 年 7—8 月,对岳普湖县土壤进行定点取样,土壤取样层次为 0—30 cm、30—60 cm、60—100 cm 和 100—200 cm,共取样点 118 个。在 GIS 技术支持下,通过地统计学半变异函数和 Kriging 空间插值,定量分析岳普湖县不同层次土壤盐分的空间异质性。结果表明:岳普湖县各层土壤含盐量普遍较高,均值分别为 17.44, 11.67, 9.10, 8.14 g/kg,且变异性大、变异系数为 0.877~0.959,接近于强变异性。0—30 cm、30—60 cm 和 60—100 cm 土壤盐分的理论分布模型属于指数模型,100—200 cm 属于球状模型。各层土壤盐分空间相关性均属于中等程度。不同土层之间的空间自相关范围具有明显的差异,由表层至深层,土壤盐分的自相关范围逐渐增大。在空间格局上,岳普湖县土壤盐渍化极其严重,0—30 cm 土层,强度盐渍化面积占总面积的 40.42%,盐土 47.87%。水平方向上,土壤盐分的高值区主要分布在岳普湖镇、岳普湖乡、色也克乡、阿其克乡和铁热木乡。研究成果可为岳普湖县防治土壤次生盐碱化及其合理利用水土资源方面提供决策依据。

关键词:地统计学; 土壤盐分; 空间变异; 塔里木河

中图分类号: S156.41

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)01-0097-04

Spatial Variability and Distribution Characteristics Research of the Soil Salinity Yuepuhu County in Xinjiang

Abdirahman · Halik^{1,2}

(1. College of Resources and Environmental Science, Xinjiang University, Key Laboratory of Oasis Ecology, Ministry of Education, Urumqi 830046, China; 2. School of Environment and Spatial Informatics, China University of Mining & Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China)

Abstract: Based on the regional variable theory, using GPS positioning technology, from July to August in 2005, according to Yuepuhu County designated soil sampling, soil sampling levels of 0—30 cm, 30—60 cm, 60—100 cm, and 100—200 cm, a total of 118 sampling points, with the GIS technical supporting, the statistic' semi-varfogram and kriging spatial interpolation, quantitative analysis Yuepuhu County at different levels of spatial heterogeneity of soil salinity. The results show that: Yuepuhu County, generally high levels of soil salinity, the means of soil salinity are 17.44 g/kg, 11.67 g/kg, 9.10 g/kg and 8.14 g/kg. And the variability is large, the coefficient of variation is 0.877~0.959, close to the strong variability. 0—30 cm, 30—60 cm, and 60—100 cm, soil salt distribution model for the theoretical part of exponential model, 100—200 cm are spherical model. Spatial correlations of soil salt levels belong to moderate. Between the different layers of spatial autocorrelation, a clear difference in the scope, from surface to depth, soil salinity increased gradually from the related areas. In the space character, the salinization of Yuepuhu County are dire adjective, the layers of 0—30 cm, areas which soil salinization happened heavily take up 40.42% of the total, and solonchak is 47.87%. In the horizontal direction, spatial pattern of soil salinity, mainly in high-value areas located in Yuepuhu Town, Yuepuhu County, Seyeke County, Aqike County and Tieremu County. Research efforts to prevent Yuepuhu County soil secondary salinization and reasonable use of soil resources to provide the basis of decisions.

Key words: geostatistics; soil salinity; spatial variability; Tarim River

2 结果与分析

2.1 土壤盐分的统计特征分析

按经典统计方法,不同层次土壤盐分的统计特征值列于表 1。全部采样点为 118 个,剔除其中的异常点后,0—30 cm、30—60 cm、60—100 cm 和 100—200 cm 土壤盐分的样本数分别为 118,117,117 和 115 个。由表 1 可以看出,研究区不同层次土壤的土壤含盐量普遍较高,根据有关新疆土壤盐碱化的分级^[9],0—30 cm 和 30—60 cm 土壤盐分的均值分别为 17.44 g/kg 和 11.67 g/kg,属于重度盐化;60—100 cm 和 100—200 cm 的均值分别为 9.10 g/kg 和 8.14 g/kg,属于中度盐化。变异系数(C_v)反映的是相对变异,即随机变量的离散程度。根据相关研究, $C_v \leq$

0.1 为弱变异性; $0.1 < C_v < 1$ 为中等变异性; $C_v \geq 1$ 为强变异性。研究区各层土壤盐分的变异系数虽然属于中等变异性,但变异性均比较高,接近于强变异性,分别为 0.959,0.941,0.877,0.860,从表层向深层变异系数逐渐降低,这可能与人为灌排、耕作方式不当有关,使得表层土壤盐分的变异系数较大。土壤特性数据的正态分布性检验是使用地统计学 Kriging 方法进行土壤特性空间分析的前提,由于半方差函数的计算一般要求数据符合正态或近似正态分布,否则可能存在比例效应^[5,10]。

根据 K-S 检验各层土壤盐分的原始数据均不属于标准正态分布(表 1),经对数转换后,消除了可能存在的比例效应,经检验,4 组数据均服从正态分布。

表 1 岳普湖县不同层次土壤盐分统计特征值

| 土层/cm | 样本数/ 个 | 平均值/ (g·kg ⁻¹) | 标准差 | 最大值 | 最小值 | 峰度 | 偏度 | 变异系数 | 相伴概率 P^* |
|---------|-----------|-------------------------------|-------|-------|------|--------|-------|-------|------------|
| 0—30 | 118 | 17.44 | 16.72 | 63.83 | 0.34 | -0.024 | 0.969 | 0.959 | 0.008 |
| 30—60 | 117 | 11.67 | 10.99 | 50.61 | 0.29 | 0.890 | 1.169 | 0.941 | 0.010 |
| 60—100 | 117 | 9.10 | 7.98 | 43.56 | 0.35 | 2.574 | 1.350 | 0.877 | 0.026 |
| 100—200 | 115 | 8.14 | 7.81 | 46.73 | 0.32 | 4.861 | 1.859 | 0.860 | 0.006 |

* $\alpha=0.05$ 的双侧检验。

2.2 土壤盐分空间变异特征分析

不同层次土壤的含盐量表现出了空间等方向性。其半方差模拟模型及其拟合参数见表 2,地统计学分析的半变异函数图及其模型拟合结果见图 2。从中可以看出土壤盐分的空间变程由土壤表层到深层逐渐变大,分别为 56.40,91.10,114.10,160.00 km,这是

由于表土层受结构性因素影响相对较小,而受人为因素影响较大,随着土壤深度的增加,后者影响逐渐减小,前者影响加强,土壤含盐量的影响范围加大。表面三层土壤盐分的半变异函数符合指数模型,其决定系数为分别为 0.855,0.676,0.864,100—200 cm 符合球状模型,其决定系数为 0.924。

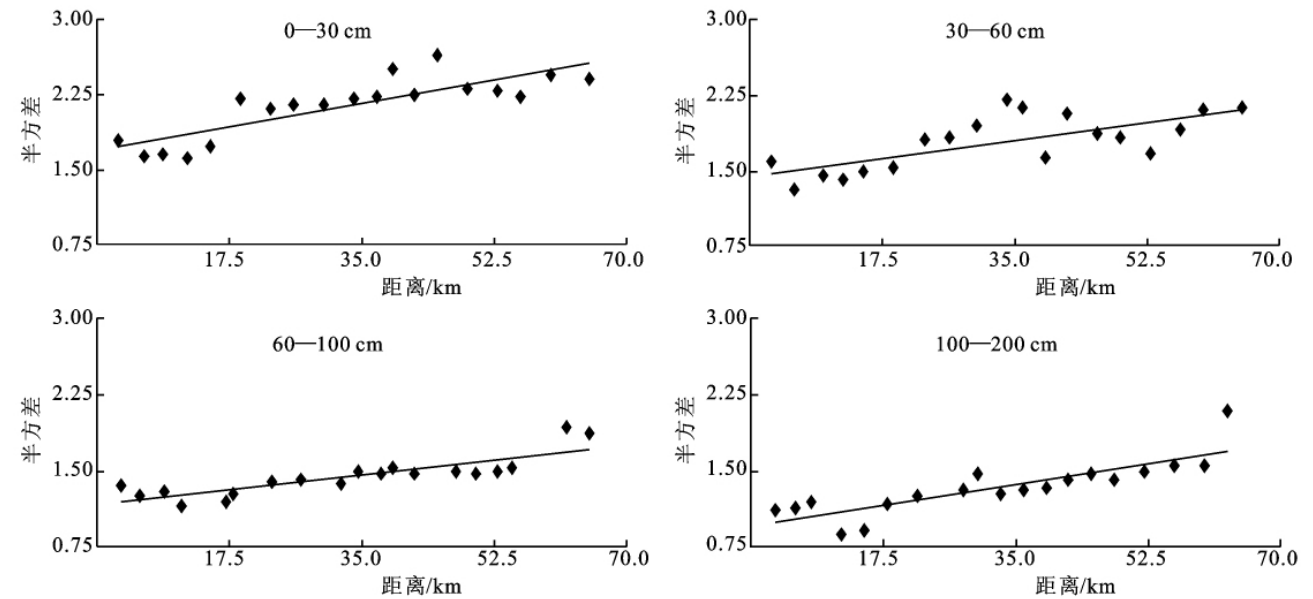


图 2 岳普湖县不同土层土壤含盐量的半方差图

从表 2 可见:各层的基台值均为正值,尤其是 0—30 cm 土层,说明存在着由采样误差或最小距离内的

变异或随机和固有变异引起的各种正基底效应。各层土壤含盐量的块基值比为 34.6%~61.2%,具有

中等空间相关性,但从表层到深层,块基值比逐渐降低,表明空间相关性逐渐增加,受结构性因子影响逐渐加大。研究区土壤盐分的空间变异性除了受结构性因子的影响外,人为的灌溉、施肥和管理水平等生产管理措施也起到了很大的作用。表层(0—30 cm)

土壤是人为因素影响较大的层次,致使该层土壤盐分在小的范围内表现出较大的差异;深层(100—200 cm)土壤的块金系数最小,结构方差较大,说明土壤受结构因素影响较大,在较大的范围内表现出变异性。

表 2 不同层次土壤盐分变异函数理论模型及其拟合参数

| 土层/cm | 理论模型 | 块金值 | 基台值 | 块金值/基台值/% | 变程/km | 决定系数 | 残差 | F 检验 |
|---------|------|-------|-------|-----------|--------|-------|-------|---------|
| 0—30 | 指数模型 | 1.585 | 3.170 | 0.500 | 56.40 | 0.885 | 0.222 | 19.87** |
| 30—60 | 指数模型 | 1.401 | 2.803 | 0.500 | 91.10 | 0.676 | 0.338 | 4.63* |
| 60—100 | 指数模型 | 1.099 | 2.796 | 0.393 | 114.10 | 0.864 | 0.133 | 16.20** |
| 100—200 | 球状模型 | 0.870 | 2.516 | 0.346 | 160.00 | 0.924 | 0.117 | 32.11** |

* 为 F 检验,α=0.05 的显著水平; ** α=0.01 的显著水平。

2.3 土壤盐分的空间分布特征分析

通过对岳普湖县 118 个样点的取样分析,在 GPS 和 GIS 支持下,经过地统计学分析和 Kriging 插值,得到岳普湖县各层次土壤盐渍化现象相当严重,表层土壤盐渍化主要在分布在岳普湖镇、岳普湖乡、色也克乡、阿其克乡和铁热木乡,即农牧业开发活动最为强烈、靠近河渠水源和地势较为低洼的区域,其余三层土壤盐分高值区的分布趋势与表层类似。研究区土壤盐渍化由深及浅逐渐增大,特别是表层土壤盐含量>20 g/kg 的面积占总面积的 47.87%,这说明盐分由深层土壤向表层聚集。在垂直方向上总的趋势是表层土壤盐含量高于深层土壤。

3 结 论

(1)岳普湖县土壤含盐量普遍较高,0—30,30—60 cm 土壤含盐量的均值分别为 17.44 g/kg 和 11.67 g/kg,属于重度盐化;60—100 cm 和 100—200 cm 的均值分别为 9.10 g/kg 和 8.14 g/kg,属于中度盐化。各层土壤盐分的变异系数为 0.877~0.959,变异性均比较高,接近于强变异性。

(2)由半方差函数分析可知,0—30 cm、30—60 cm、60—100 cm 土壤盐分符合指数模型,100—200 cm 土壤盐分符合球状模型。土壤盐分的空间变异由土壤表层到深层逐渐变大,主要是由于表土层受区域因素影响相对较小,而受非区域因素影响较大,随着土壤深度的增加,地形、浅层地下水位和上游来水含盐量等区域性因素的影响加强,土壤含盐量的空间变异加大。

(3)岳普湖县土壤盐渍化及其严重,0—30 cm 土层,强度盐渍化面积占总面积的 40.42%,盐土 47.87%。水平方向上,主要在分布在岳普湖镇、岳普

湖乡、色也克乡、阿其克乡和铁热木乡,即农牧业开发活动最为强烈区域、盐化草甸、河渠水源和地势较为低洼的沙漠区域。

(4)Kriging 差值,可准确、直观地了解当地盐土分布,农田土壤质量状况,土壤含盐量空间分布等情况,并能分析土壤盐碱化的成因及变化趋势,可为该地区合理利用水土资源,防治土壤次生盐碱化提供理论依据。

参考文献:

[1] Huggett R J. Soil chronosequence, soil development, and soil evolution critical review[J]. Catena, 1998, 32: 155-472.

[2] 李亮亮, 依艳丽, 凌国鑫, 等. 地统计学在土壤空间变异研究中的应用[J]. 土壤通报, 2005, 36(2): 265-268.

[3] 李明辉, 彭少麟, 申卫军, 等. 丘塘景观土壤养分的空间变异[J]. 生态学报, 2004, 24(9): 1839-1845.

[4] 李晓燕, 张树文, 王宗明, 等. 吉林省德惠市土壤特性空间变异特征与格局[J]. 地理学报, 2004, 59(6): 989-997.

[5] Rossi R E, Mulla D J, Journel A G, et al. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence[J]. Ecological Monographs, 1992, 62(2): 277-314.

[6] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978: 196-211.

[7] 李小玉, 宋冬梅, 肖笃宁. 石羊河下游民勤绿洲地下水矿化度的时空变异[J]. 地理学报, 2005, 60(2): 319-327.

[8] 史舟, 金辉明, 李艳, 等. 地统计软件包的开发及在土壤空间变异中的应用[J]. 水土保持学报, 2005, 19(5): 170-173.

[9] 新疆农业厅, 新疆土壤普查办公室. 新疆土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 51-52.

[10] 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: 162-192.