

新疆克里雅绿洲土壤含水量的空间变异性特征

海米提·依米提^{1,2}, 安外尔·艾则孜^{1,3,4}, 赛迪古丽·哈西木⁵, 艾则买提·艾赛提^{1,3,4}

(1. 新疆干旱区湖泊环境与资源重点实验室, 乌鲁木齐 830054; 2. 新疆师范大学
地理科学与旅游学院, 乌鲁木齐 830054; 3. 新疆大学 资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046;
4. 教育部 绿洲生态重点实验室, 乌鲁木齐 830046; 5. 新疆师范大学 编辑部, 乌鲁木齐 830054)

摘 要:选择克里雅绿洲喀尔克乡西部的一块带状芦苇地为研究区,在研究区内布设 28 个样点,采集芦苇覆盖度、株高、冠幅长、冠幅宽和密度这 5 个生长指标,分 0—10, 10—30, 30—50 cm 三层取土壤样品并测定各层的土壤含水量,在此基础上,利用描述性统计分析和地统计分析等方法研究芦苇分布区表层土壤含水量的空间变异特征。利用相关分析方法分析各层土壤含水量与芦苇生长指标之间的相互关系,为改善研究区脆弱生态系统提供理论依据。从描述性统计分析来看,芦苇分布区三层土壤含水量的变化幅度均较大,各层均表现为中等变异强度。随着土层深度的增加,土壤含水量逐渐增加,但其变异程度逐渐减小。土壤含水量垂直分布特征有 4 种:即底聚型、中聚型、表聚型、表聚型和底聚型混合等。底聚型土壤含水量剖面为研究区最主要的剖面类型,其次是中聚型土壤含水量剖面,再次是表聚型和底聚型混合的土壤含水量剖面,表聚型土壤含水量剖面的分布面积最小。土壤含水量与芦苇生长指标之间的相关分析表明,各层土壤含水量与芦苇生长呈正相关关系。其中各层土壤含水量对芦苇覆盖度、株高和密度的正面效应不太明显;对芦苇冠幅长和冠幅宽等生长指标的促进作用较明显。下层土壤含水量相对于上层土壤含水量而言,对芦苇生长起到更重要的促进作用。

关键词:克里雅绿洲; 土壤含水量; 空间变异性

中图分类号:S152.7

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2013)02-0127-08

Spatial Variation of Soil Water Content in Keriya Oasis in Xinjiang

Hamit · Yimit^{1,2}, Anwar · Eziz^{1,3,4}, Saydigul · Haxim⁵, Azmat · Asat^{1,3,4}

(1. Key Laboratory of Arid Region Lake Environment and Resource of Xinjiang, Urumqi 830054,

China; 2. College of Geographic Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China;

3. College of Resources & Environment Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China; 4. Key Lab of Oasis Ecological Security, Ministry of Education, Urumqi 830046, China; 5. Editorial Office, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China)

Abstract: A zonal reeds land located in western part of Karki Village in Keriya Oasis was chosed as a study area, 28 sample points were arranged, the reeds, growth indices such as coverage, height, crown length, crown width and density were collected, three soil layers 0—10, 10—30, 30—50 cm was apareed to take the soil samples. On the bases of soil moisture data, the spatial variability of soil characteristics of reeds land was studied by using the descriptive statistical analysis and geostatistical analysis. And then, the relationship between soil water content in each layer and the growth of reeds was analyzed by using the correlation analysis in order to provide a theoretical base for improving the weak ecosystem of the study area. It could be inferred that soil moisture on three layers exhibited medium spatial variability based on the descriptive statistical analysis. Soil moisture increased with the increase of soil depth, but the degree of decreased. Characteristics of vertical distribution of soil water content had four distribution types including the bottom assembled type, medio-assembled type, surface assembled type and combination of bottom and surface assembled type. Bottom assembled type was the major soil moisture profile type in this area, followed by the medio-assembled type, then combination of bottom and surface assembled type, the distribution area of surface assembled soil water content profile was the minimum. Correlation analysis between growth of reeds and soil moisture

showed that the amount of soil water of each layer and reed growth was positively correlated. The positive effect of soil water content on the growth of reed cover, plant height and density was less obvious compared to its effect on reed crown length and crown width. Soil water content in deep layer played more important role than soil water content of upper layer in promoting the reed growth.

Key words: Keriya oasis; soil water content; spatial variability

绿洲作为干旱、半干旱地区的一种独特的生态单元,是维系干旱地区人类生存、活动与发展的基本场所^[1]。有水为绿洲,无水成沙漠是干旱区众所周知的事实。干旱区水资源极为缺乏且时空分布高度不均匀的现状影响到土壤含水量的时空分布及水资源的有效利用。土壤是陆地植被的载体,土壤的质量直接影响到绿洲的稳定性。土壤含水量是绿洲荒漠生态系统稳定性的重要指标。影响土壤水分转化的因子很多,但就农田而言,土壤物理特性是最主要的影响因子,关于这方面的研究,国内外学者做了大量工作^[2-6]。在绿洲区,土壤水分的空间变化还反映了人类活动的强度和方式,在绿洲—荒漠生态脆弱带,土壤含水量的空间分布受自然因素和人类活动的双重影响。

克里雅绿洲位于和田地区东部,塔克拉玛干沙漠南缘。绿洲外围分布有芦苇、柽柳和胡杨等天然植被。由于沙漠广布、森林草地覆盖率低,且受东北风和西北风交替和汇合作用的影响,克里雅绿洲北部的沙丘逐渐向南部绿洲移动,造成克里雅绿洲受风沙灾害的影响极其严重^[7]。通过对典型区域——克里雅县喀尔克乡土壤含水量的空间分布规律及其对芦苇生长影响的研究,对理解干旱区环境变化的人为影响、协调人地关系,确保生态安全有着重要的理论和实践意义。以往多研究湿润半湿润地区的水生芦苇及其土壤特性,而对生长在干旱少雨,环境极为恶劣的西北干旱地区的旱生芦苇的研究极少^[8-14]。本文以克里雅县喀尔克乡西部一块带状芦苇地为研究区,分析和研究土壤含水量的空间变异性与芦苇生长指标(覆盖度、株高、冠幅长、冠幅宽、密度)之间的关系,旨在为研究区风沙灾害防治、生态环境改善、促进社会经济的可持续协调发展提供一定的理论依据。

1 研究区概况、材料与方法

1.1 研究区概况

研究区克里雅绿洲位于塔克拉玛干沙漠南缘,昆仑山中段北麓,塔里木盆地的克里雅河流域^[15]。年平均气温 12.4℃,积温为 4 340℃,无霜期为 200 d,年均降水量为 44.7 mm,年平均蒸发量为 2 498 mm。属于大陆性暖温带干旱沙漠气候,四季分明,温差大,

热量资源丰富,降水稀少,蒸发量大,春夏多风沙和浮尘等灾害天气^[16]。植被总的特点为:种类贫乏,群落结构简单,覆盖度极低,大部分地区是光裸不毛之地。自然植被多具耐干旱、耐盐渍、耐风沙等特性,以适应极端干旱的气候条件。主要植被类型有超旱生的小半灌木和灌木,植被种类有红柳、盐穗木、黑刺、骆驼刺、花花柴、麻黄、白刺、芦苇、芨芨草及甘草和罗布麻^[17]。土壤主要为风沙土和棕漠土。随着强烈的地表蒸发,许多可溶性盐类随土壤毛细管上升至地表,造成农田耕层盐渍化,破坏了土壤的理化性能。土壤有机质含量减少,蓄水保墒能力变差,严重影响产量。同时,由于不合理的灌溉和排水不畅,造成灌区地下水位升高,地表积盐强烈,不仅浪费了水资源,而且加剧了土壤次生盐渍化,从而导致农作物产量低下。

1.2 野外工作

本文在 2008 年 3 月和 6 月野外踏勘的基础上,综合分析于田绿洲 1999 年、2002 年土地覆被分类图、遥感图像及地形图,选择于田县西侧的喀尔乡西北部一块总面积约为 40.10 km² 的带状芦苇地为研究区。地理坐标为 36° 57′ 00″—37° 03′ 00″ N, 81° 09′ 39″—81° 11′ 42″ E,在研究区内分 10 行 3 列,共选择 28 个样点(图 1)进行采样,采样时间为 2009 年 6 月 28 日—7 月 3 日。

每个样点的都用 GPS(Global Positioning System)进行定位,记录其地理坐标和海拔高度,同时对其地表覆被状况、土地类型、地貌及地物特征等做详细的记录。每个样点按照 0—10,10—30,30—50 cm 三层用土钻取有代表性的新鲜土样,刮去土钻中的上部浮土,将土钻中部的 20 g 土壤捏碎后迅速装入已知准确质量的大型铝盒内,盖紧,现场用天平(精确到 1%)称量其鲜重,装入木箱运回实验室测定其质量和含水量。再按照这三个层次在试坑中用土铲取原状土,取样时要求土铲与地面垂直,每次约 200 g,装入密封袋,并注明采样时间、样点编号等,送实验室以备其他测试之用。在每个样点周围设立大小(1 m×1 m)相同的 3 个芦苇小样方,记录样方内芦苇的覆盖度、高度、冠幅宽、冠幅长和株树生长指标数据。其中芦苇覆盖度用目测法测量;高度、冠幅长、芦苇冠幅宽等用米尺测量。

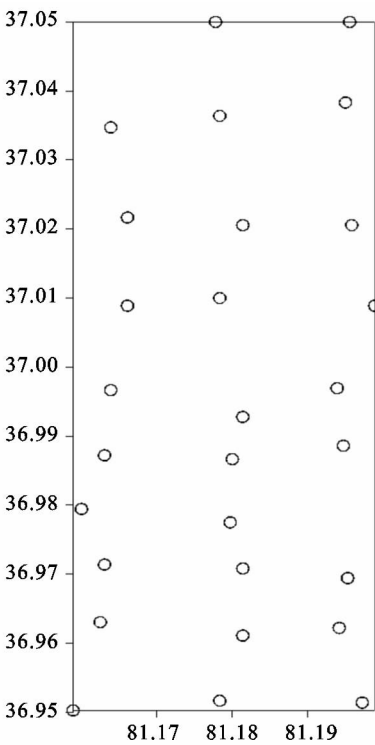


图 1 样点分布图

1.3 室内实验

土壤含水量的测定采用新鲜土壤,具体步聚为:把从野外采集回来的铝盒(直径约 55 mm,高约 28 mm),揭开盒盖,置于盒底,放在已预热至(105±2)℃的烘干箱中烘烤 12 h。取出,盖好,在干燥器中冷却至室温(约需 30 min),立即称重。利用铝盒质量,铝盒和新鲜土样烘干前和烘干后的质量计算出土壤含水量。每一个样品做三份平行样,取三者的平均值。

1.4 研究方法

利用 Sigma Plot 对研究区各层土壤含水量进行统计分析,说明研究区土壤含水量的剖面分布特征,分析几种土壤含水量剖面分布类型;利用 ArcGIS 软件和地统计学中的变异函数,对研究区各层土壤含水量进行空间变异特征分析;利用 Surfer 8.0 软件和 Kriging 法对研究区不同层次土壤含水量进行空间插

值,绘制出研究区各层土壤含水量的三维分布图,分析各层土壤含水量空间分布状况;利用 SPSS 16.0 统计软件和经典统计学中的相关分析方法,找出各层土壤含水量与芦苇覆盖度、株高、冠幅长、冠幅宽和密度生长指标之间的定量关系。地统计学分析是以区域化变量理论为基础,以变异函数为主要工具,研究那些在空间分布上既有随机性又有结构性的自然现象的科学。克里格插值法是地统计学的主要方法之一,方法的详细论述参看文献[18]。

相关分析是指地理要素之间相关分析的任务,是揭示地理要素之间相互关系的密切程度。而且地理要素之间相互关系密切程度的测定,主要是通过对相关系数的计算与检验来完成的,具体计算步骤参看文献[18]。

2 结果与分析

2.1 芦苇分布区土壤含水量描述性统计分析

2.1.1 芦苇分布区土壤含水量的统计特征分析 本文对土壤含水量进行统计分析时所用的统计特征值包括最大值、最小值、平均值、极差、标准差和变异系数。其中,变异系数是指用标准差与其相应的平均值对比,是反映总体各单位标志值之间离散程度的相对指标,一般用 V 表示。根据概率论和数理统计理论,变异系数的计算公式为:

$$V=\alpha/\overline{x}=\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n(x_i-\overline{x})^2/(n-1)}}{\overline{x}}$$

式中:V——变异系数;α——标准差;n——样本数;x_i——第 i 个样本的研究指标(i=1,2,3,⋯,n); \overline{x} ——x_i 的平均值。一般情况下,变异系数在 0~10%之间属于弱变异强度,在 10%~100%之间属于中等变异强度,>100%属于强变异强度^[17]。对研究区 0—10,10—30,30—50 cm 的土壤含水量进行经典统计分析,计算其统计特征值,结果如表 1 所示。

表 1 芦苇分布区三层土壤含水量统计特征值

土层深度/cm	最大值/ (g·kg ⁻¹)	最小值/ (g·kg ⁻¹)	平均值/ (g·kg ⁻¹)	极差	标准差	变异系数/%
0—10	26.80	0.16	10.37	26.65	8.47	81.71
10—30	40.71	0.29	17.01	40.43	10.04	59.01
30—50	42.15	1.99	17.96	40.16	8.87	49.37

由表 1 可知,芦苇分布区 0—10,10—30,30—50 cm 这三层土壤含水量的统计特征值均表现出明显的差异性,变化幅度分别为 26.65,40.43,40.16 g/kg。可以看出,10—30 cm 和 30—50 cm 两层土壤含水量的变化幅度比 0—10 cm 层大。从变异系数来看,三

层土壤含水量的变异系数分别为 81.71%,59.01%,49.37%,在 10%~100%之间,均表现为中等变异强度。随着土层深度的增加,变异系数逐渐减小,这是因为随着土层深度的增加,水分蒸发对土壤含水量的影响逐渐减弱,导致土壤含水量在水平方向上的变异

强度趋弱,表现为土壤含水量的变异系数随土层深度增加而不断减小。

2.1.2 土壤含水量垂直剖面特征 通过对所测得的土壤含水量数据进行统计分析,计算出各个土层土壤含水量的平均值,点绘出研究区土壤含水量垂直变化图(图 2)。

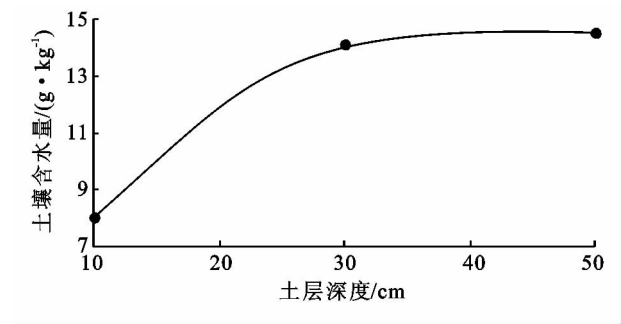
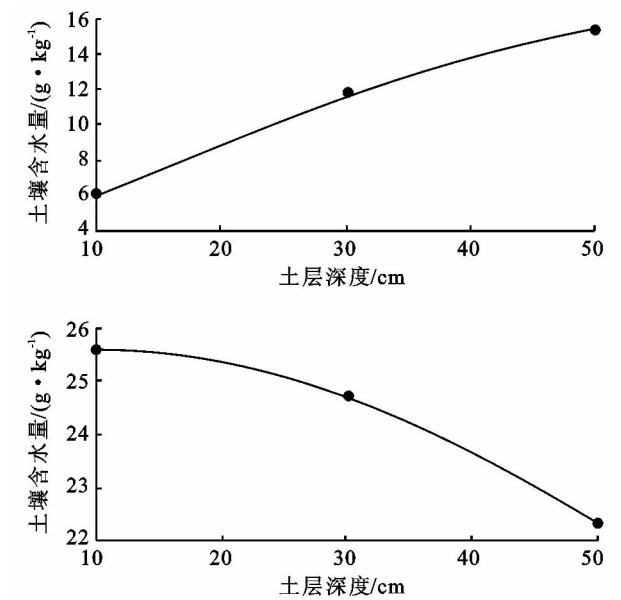


图 2 土壤含水量剖面特征



从图 2 中可以看出,研究区土壤含水量总的特点表现为:表层含水量最低;随着土层深度的增加,土壤含水量从上层向下层表现出逐渐增大的趋势;但是各个土层之间增大的比例不一致;0—10 cm 的土壤含水量迅速增大;对 0—10 cm 的土壤含水量而言,10—30 cm 的含水量增大了 79.98%;30—50 cm 的土壤含水量的增大速度比较平缓;与 10—30 cm 的土壤含水量相比,30—50 cm 的土壤含水量只增大了 2.71%;远小于 0—10 cm 土层之间的增大比例。这是因为表层土壤水分的蒸发作用较强,随着土层深度的增加,土壤受到太阳辐射的影响越来越弱,受到地下水的影响越来越强,所以表层的含水量随着土层深度的加深而减少。通过对各个样点在不同土壤层次上的土壤含水量进行分析,发现研究区内土壤含水量的垂直分布类型有以下 4 种(图 3)。

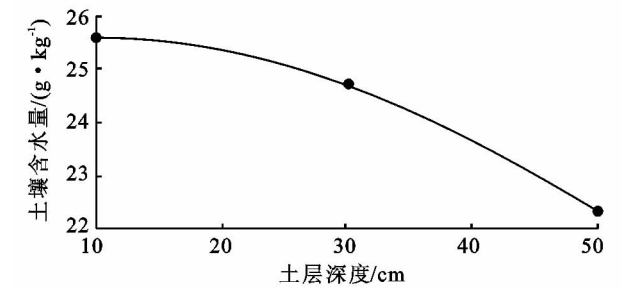
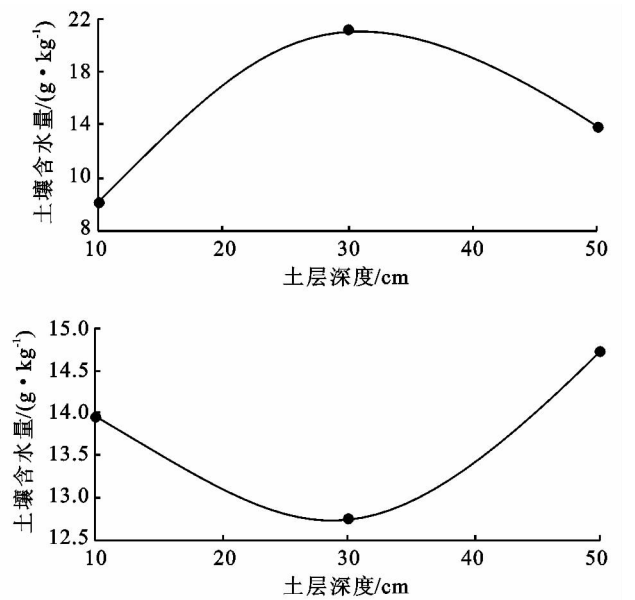


图 3 土壤含水量垂直分布类型

第一种类型是底聚型土壤含水量剖面。该类型土壤含水量剖面的特征是其各个土壤层次的土壤含水量分别对于其他类型土壤含水量剖面来说比较小,表层土壤含水量低。在 0—50 cm 土层之间,土壤含水量基本上是一个直线上升趋势,但其变化速度随着土层深度的增加而减慢。与 0—10 cm 的土壤含水量相比,10—30 cm 土层的土壤含水量增加了 97.25%;与 10—30 cm 土层的土壤含水量相比,30—50 cm 土层的土壤含水量只增加了 31.29%。在本研究区这种类型的剖面共有 30 个,占剖面总数的 56.60%。

第二种类型是中聚型土壤含水量剖面。该类型土壤含水量剖面的特征是中层土壤含水量较高,非常接近于表聚型剖面在 10—30 cm 土层的土壤含水量;表层和 30—50 cm 土层的土壤含水量跟底聚型土壤

含水量剖面类型很相似。在 0—50 cm 土层间,土壤含水量表现为先上升后下降,在 0—10 cm 之间的变化很快。与 0—10 cm 的土壤含水量相比,10—30 cm 土层的土壤含水量增加了约 160%,但是在 30—50 cm 土层之间的变化不太明显,与 10—30 cm 土层的土壤含水量相比,30—50 cm 土层的土壤含水量只减少了 34.84%。在本研究区这种类型的剖面共有 14 个,占剖面总数的 26.42%。

第三种类型是表聚型和底聚型混合的土壤含水量剖面。该类型土壤含水量剖面的特征是中层土壤含水量最低。在 0—50 cm 土层之间,土壤含水量表现为先下降后增加,与 0—10 cm 的土壤含水量相比,10—30 cm 土层的土壤含水量减少了 8.87%;与 10—30 cm 土层的土壤含水量相比,30—50 cm 土层的土

壤含水量只增加了 15.33%。但是土壤含水量总体变化不太明显。在本研究区这种类型的剖面只有 5 个,占剖面总数的 9.43%。

第四种类型是表聚型土壤含水量剖面。该类型土壤含水量剖面的特征是其各个土壤层次的土壤含水量分别对其他类型土壤含水量剖面来说比较大,表层土壤含水量最高。在 0—50 cm 土层之间,土壤含水量基本上是一个直线下降趋势,其变化的速度随着土壤深度的增加而增加。与 0—10 cm 的土壤含水量相比,10—30 cm 土层的土壤含水量减少了 3.53%;与 10—30 cm 土层的土壤含水量相比,30—50 cm 土层的土壤含水量减少了 9.59%。但是土壤含水量的总体变化不太明显。在本研究区这种类型的剖面共有 4 个,占剖面总数的 7.55%。

分析结果表明,底聚型土壤含水量剖面为研究区最主要的剖面类型,其次是中聚型土壤含水量剖面,

再次是表聚型和底聚型混合的土壤含水量剖面,表聚型土壤含水量剖面的分布面积最小。说明在本研究区内土壤含水量受地下水埋深和蒸发的影响很大,地上芦苇对蒸发量的阻止能力有限。

2.2 土壤含水量的空间变异特征

2.2.1 芦苇分布区土壤含水量的正态分布性检验
在地统计分析中,克里格方法是建立在平稳假设的基础上,如果数据不服从正态分布,需要进行一定的数据变换,从而使其服从正态分布。因此,在进行地统计分析前,检验数据分布特征,了解和认识数据具有非常重要的意义。数据的检验可以通过直方图和正态 QQ Plot 分布图完成^[19]。本文利用 ArcGIS 统计软件中的正态 QQ Plot 分布图(如果数据服从正态分布,在 QQ Plot 分布图中,数据的分布近似呈一条直线,对芦苇分布区 0—10,10—30,30—50 cm 三层土壤含水量进行正态分布性检验,其结果如图 4 所示。

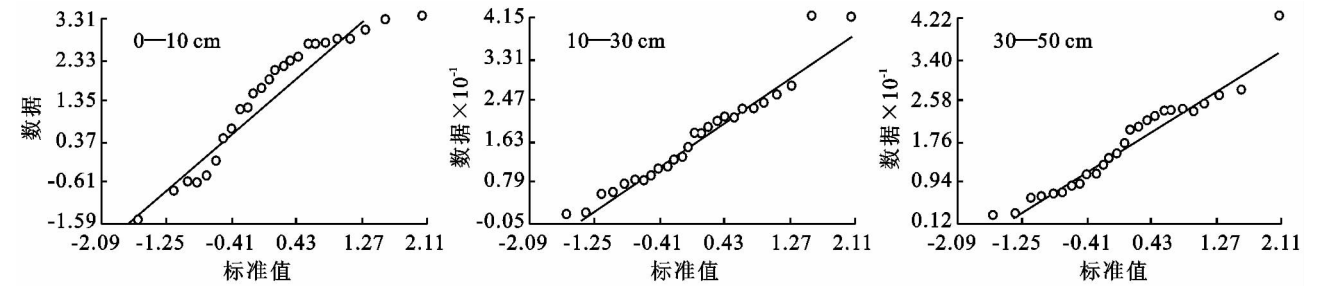


图 4 芦苇分布区土壤含水量的正态 QQ Plot 分布

芦苇分布区 0—10,10—30,30—50 cm 三层土壤含水量数据的正态分布性检验结果表明,芦苇分布区 10—30 cm 和 30—50 cm 土层土壤含水量符合正态分布,但 0—10 cm 土层土壤含水量数据不符合正态分布,因而需对其进行对数转换。

2.2.2 芦苇分布区土壤含水量的变异函数预测模型的选择
ArcGIS 地统计分析模块(Geostatistical Analyst)提供了 Spherical(球状模型)、Exponential(指数模型)和 Gaussian(高斯模型)等 11 种 Kriging 插值模型。在选择 Kriging 插值模型进行插值前,首先选择较优的插值模型。

符合以下标准的模型是最优的:标准平均值(MS)最接近于 0,均方根预测误差(RMS)最小,平均标准误差(ASE)最接近于均方根预测误差(RMS),标准均方差预测误差(RMSS)最接近于 1。平均标准误差(ASE)与均方根误差(RMS)的差值反映预测结果对样本空间变异的估计水平;ASE 与 RMS 越接近,反映空间变异水平的估计越准确;ASE>RMS 则预测高估了空间变异,ASE<RMS 则预测低估了空间变异。此外,标准化均方根误差(RMSS)接近 1,表明样本的空间变异被准确估计,小于 1 表明样本的空间

变异被高估,大于 1 表明样本的空间变异被低估。芦苇分布区三层土壤含水量的变异函数预测模型的选择所依据的模型预测误差和交互检验的拟合参数如表 2 所示。由表 2 可以看出,芦苇分布区三层土壤含水量的 ASE<RMS、RMSS>1,空间预测结果小于实测值,即空间变异被低估。但预测结果和实测值之间的差别很小,可以认为基本准确地反映了土壤含水量的空间变异。

表 2 芦苇分布区土壤含水量的模型预测误差与交互检验

土层深度/cm	模型	Mean	RMS	ASE	MS	RMSS
0—10	S	0.0143	8.1810	8.0960	0.0031	1.0090
10—30	E	0.0295	11.3900	10.9300	0.0026	1.0400
30—50	S	0.2917	10.4200	10.1100	0.0293	1.0340

注:S:球状模型,E:指数模型。

2.2.3 芦苇分布区土壤含水量的变异函数分析
变异函数的各参数中基台值(sill),变程(range)和块金值(nugget)等决定变异函数的形状与结构。变异函数的形状反映自然现象空间分布结构或空间相关的类型,同时还能给出这种空间相关的范围。 $C_0/(C+C_0)$ 为块金值与基台值之比,又叫块金系数,表示空间变

异程度(由随机性因素引起的空间变异性占系统总变异的比例)。该比值高,说明由随机部分引起的空间变异性程度较大;相反则由结构性因素引起的空间变异性程度较大;如果该比值接近 1,则说明该变量在整个尺度上具有恒定的变异。当 $C_0/(C+C_0)<25\%$,说明系统具有强烈的空间相关性;在 $25\% \sim 75\%$ 之间,表明系统具有中等的空间相关性;当该比值 $>75\%$ 时,说明系统空间相关性很弱。变程是使半方差达到基台值时的样本间距,即最大相关距离。土

壤含水量观测值之间的距离大于该值时,说明它们之间是相互独立的;若小于该值时,则说明它们之间存在一定的空间相关性。

芦苇分布区 0—10 cm,10—30 cm 和 30—50 cm 等三层土壤含水量数据服从正态分布。0—10 cm 和 30—50 cm 两层土壤含水量较优的插值模型是球状模型,10—30 cm 层土壤含水量较优的插值模型是指数模型,所得到的模型参数和变异函数图分别如表 3 和图 5 所示。

表 3 芦苇分布区土壤含水量的空间变异特征

土层深度/cm	模型	块金值(C_0)	基台值($C+C_0$)	(块金值/基台值)/%	变程/m
0—10	S	57.4930	66.6536	82.26	82.0043
10—30	E	104.7300	117.7890	88.91	97.7970
30—50	S	94.3980	94.3980	100.00	93.6610

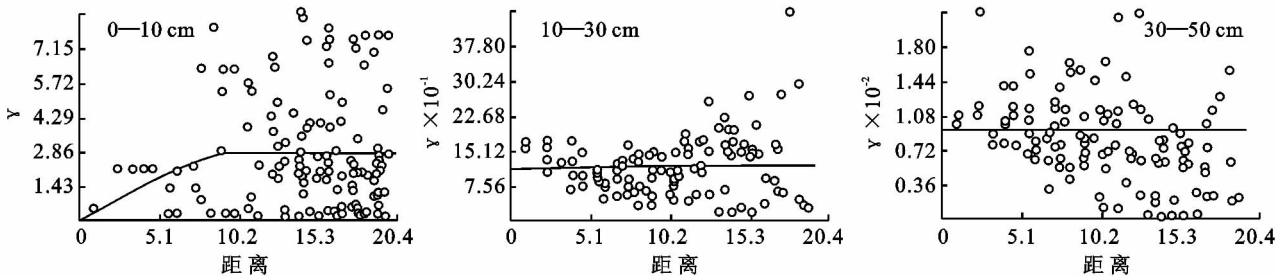


图 5 芦苇分布区土壤含水量变异函数

由表 3 和图 5 可以看出,芦苇分布区 0—10,10—30,30—50 cm 三层土壤含水量的块金系数变化范围在 $82.26\% \sim 100\%$ 之间,即均大于 75% 。可见,三层土壤含水量均表现为微弱的空间相关性,说明研究区土壤含水量的空间分布是施肥、耕作措施、种植制度等随机性因素作用的结果。三层土壤含水量的自相关距离分别为 82.004 3,97.797 0 和 93.661 0 m,说明三层土壤含水量中 0—10 cm 土层土壤含水量的自

相关变化的范围最小。因为该层土壤受外界的影响比其他两层大,导致其自相关范围较小,而其他两层直接受外界的影响比该层小,导致其自相关范围比该层较大。

2.2.4 芦苇分布区土壤含水量空间分布格局 基于以上分析,芦苇分布区土壤含水量均存在空间变异结构,可以直接用 Kriging 法进行插值,得到芦苇分布区土壤含水量的空间分布图(图 6)。

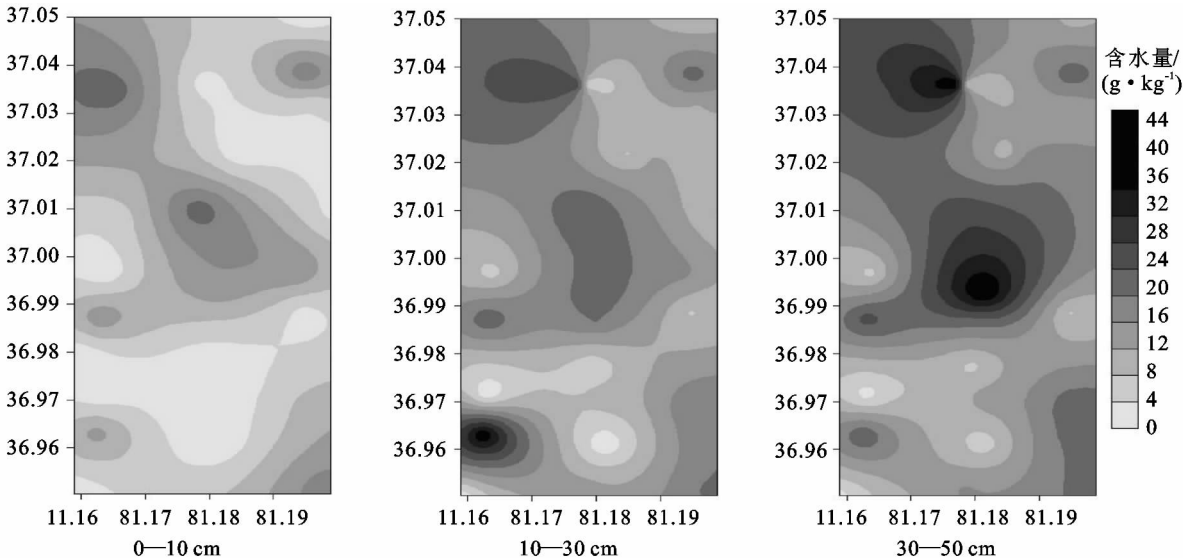


图 6 芦苇分布区土壤含水量空间分布

图 6 表明,芦苇分布区土壤含水量的空间分布表现出极强烈的空间变异性;其分布出现的高值区和低值区非常复杂;随着土层深度的增加,土壤含水量以及土壤含水量空间分布上出现的高值区面积逐渐增大,其空间结构趋于明显。这说明研究区水分蒸发比较强烈。

2.3 研究区芦苇生长特征

对研究区芦苇生长指标进行经典统计分析,计算其统计特征值,如表 4 所示。

表 4 芦苇生长指标统计特征值

指标	平均值	最小值	最大值	极差	标准差	变异系数/%
覆盖度	57.5	10	100	90	29.197	50.77
株高	1.329	0.593	2.423	1.83	0.424	31.90
冠幅长	0.358	0.23	0.55	0.32	0.080	22.55
冠幅宽	0.259	0.13	0.41	0.28	0.081	31.41
密度	46.653	14	80	66	19.925	42.70

从表 4 可以看出,在克里雅绿洲,由于土壤盐碱化严重,加之成土年龄短,肥力不高,所以 28 个样地芦苇群落的株高、冠幅长、冠幅宽、覆盖度、密度的平均值分别为 1.329 46 m,0.358 08 m,0.259 23 m,57.5%,46.653 85 株/m²。各样点的株高、密度、覆盖度等生长参数之间相差较为悬殊,介于 0.593 3~2.423 m,10%~100%,14~80 株/m²。研究样地中芦苇覆盖度、株高、冠幅长、冠幅宽、密度的变化幅度分别为 90%,1.83 m,0.32 m,0.28 m,66 株/m²,从变异系数来看,三层土壤含水量的变异系数分别为 50.77%,31.90%,22.55%,31.41%和 42.70%,在 10%~100%之间,均表现为中等变异强度。

样地芦苇株高、覆盖度、冠幅长、冠幅宽、密度主要集中在 1~1.5 m,50%~100%,0.3~0.5 m,0.2~0.4 m 和 50~80 株/m²。株高小于 1 m、覆盖度 10%~20%、冠幅长大于 0.5 m、冠幅宽 0.4 m 和密度 20 株/m²的仅分别占总体的 19%,19%,4%,8%1 和 5%。但株高大于 1.5 m、覆盖度为 22%、冠幅长为小于 0.3 m、冠幅宽为小于 0.2 m 和密度为 20~50 株/m²在总体中所占比例为中等水平即 31%,22%,31%,27%,31%。分析结果表明,由于芦苇地土壤肥力低、土壤的积盐现象较严重,导致芦苇的生长状况处于中等偏低水平。由于采样地的芦苇生长受到土壤含水量空间分布状况的强烈影响,因而芦苇的生长指标也表现为中等变异强度。

2.4 土壤含水量与芦苇生长的相互关系

芦苇分布区 0—10,10—30,30—50 cm 三层土壤含水量与芦苇覆盖度、株高、冠幅长、冠幅宽、密度等生长指标之间的相关分析结果如表 5 所示。从表 5

可以看出,芦苇覆盖度和株高与 0—10,10—30,30—50 cm 三层土壤含水量均呈正相关,但均未达到显著水平。芦苇冠幅长与 0—10,10—30,30—50 cm 三层土壤含水量均呈正相关,其中 10—30 cm 层土壤含水量达到显著正相关,相关系数为 0.401;与 30—50 cm 层土壤含水量呈极显著正相关,相关系数为 0.562。芦苇冠幅宽与 0—10 cm,10—30 cm 和 30—50 cm 三层土壤含水量均呈正相关;其中与 10—30 cm 层土壤含水量达到显著正相关,相关系数为 0.450;与 30—50 cm 层土壤含水量呈极显著正相关,相关系数为 0.578。芦苇密度与 0—10 cm,10—30 cm 和 30—50 cm 三层土壤含水量均呈正相关,但均未达到显著相关,相关系数均较小。由以上分析可知,芦苇生长指标与土壤含水量之间的相关关系为正相关关系,即各层土壤含水量对芦苇生长具有促进作用。其中各层土壤含水量对芦苇覆盖度、株高和密度的促进作用不太明显,对芦苇冠幅长和冠幅宽的促进作用较明显。从显著性水平来看,从 0—10 cm 层到 30—50 cm 层相关系数逐渐增大,即从上层到底层,土壤含水量与芦苇生长之间的相关关系的密切程度逐渐增大;即 30—50 cm 层土壤含水量对芦苇生长指标的促进作用最明显,其次是 10—30 cm 层土壤含水量,0—10 cm 层土壤含水量对芦苇生长指标的促进作用最不明显;说明 0—50 cm 之间,下层土壤含水量相对上层土壤含水量而言,对芦苇生长指标起到更重要的促进作用。

表 5 土壤含水量与芦苇生长特征相关分析

土层深度/cm	覆盖度	株高	冠幅长	冠幅宽	密度
0—10	0.092	0.201	0.142	0.162	0.005
10—30	0.167	0.233	0.401	0.450*	0.077
30—50	0.228	0.289	0.562**	0.578**	0.105

* 表示在 0.05 水平下显著相关,* * 表示在 0.01 水平下显著相关。

3 结论

本文通过研究区各种图像资料和前期工作经验选择研究区,并布设样点,进行野外调查、室内实验和数据分析,得到研究区芦苇生长指标和土壤特性数据,对这些数据进行统计分析,了解研究区芦苇生长和土壤含水量的分布情况,再进行地统计学方法分析研究区土壤含水量的空间分布,并分析它与芦苇生长之间的相互关系。本研究得到的研究结果为:

(1) 从描述性统计分析来看,芦苇分布区三层土壤含水量的变化幅度均较大;三层土壤含水量均表现为中等变异强度;随着土层深度的增加,土壤含水量逐渐增加,但其变异程度逐渐减小。研究区土壤含水量垂直剖面特征有底聚型、中聚型、表聚型、表聚型和

底聚型混合四种。底聚型土壤含水量剖面为研究区最主要的剖面类型,其次是中聚型土壤含水量剖面,最后是表聚型和底聚型混合的土壤含水量剖面,表聚型土壤含水量剖面的分布面积最小。说明在本研究区内土壤含水量受地下水埋深和蒸发的影响很大,但地上芦苇对蒸发量的阻止能力很小。

(2) 由地统计分析可以进一步揭示芦苇分布区0—10,10—30,30—50 cm土壤含水量的空间变异情况。三层土壤含水量均表现为弱空间相关性,其空间分布是施肥、耕作措施、种植制度等随机性因素作用的结果。此外,土壤含水量及其空间分布上出现的高值区面积随着土层深度的增加而逐渐增大,其空间结构趋于明显。这说明研究区水分蒸发比较强烈。

(3) 土壤含水量与芦苇生长指标之间的相关性分析表明,各层土壤含水量对芦苇生长具有促进作用。其中各层土壤含水量对芦苇覆盖度、株高和密度的促进作用不太明显;其对芦苇冠幅的促进作用较明显。在0—50 cm之间,土壤含水量对芦苇生长的促进作用随着土层深度的增加逐渐增大。

参考文献:

- [1] 丁建丽,塔西甫拉提·特依拜,熊黑钢,等.塔里木盆地南缘绿洲荒漠化动态变化遥感研究:以策勒县为例[J].遥感学报,2002,6(1):56-62.
- [2] Comegna V, Vitale C. Space-time analysis of water status in a Volcanic Vesuvian soil[J]. Geoderma,1993,60(1/4):135-158.
- [3] Reichard K, Bacchi O S S. Hydraulic variability in space and time in a dark red latosol of the tropics[J]. Geoderma,1993,60(4):159-168.
- [4] 李鸿杰,杜历.土壤水、盐入渗变异特性及其相互关系的

空间序列分析[J].土壤学报,1993,30(1):60-68.

- [5] 李保国,龚元石,左强,等.农田土壤水的动态模型及其应用[M].北京:科学出版,2000.
- [6] 王志强,刘宝元,王晓兰.黄土高原半干旱区天然锦鸡儿灌丛对土壤水分的影响[J].地理研究,2005,24(1):113-120.
- [7] 熊黑钢,徐长春.克里雅绿洲土地景观格局动态变化与预测[J].干旱区资源与环境,2008,22(6):56-62.
- [8] 张爽,郭成久,苏芳莉,等.不同盐度水灌溉对芦苇生长的影响[J].沈阳农业大学学报,2008,39(1):65-68.
- [9] 杨帆,邓伟,章光新.苏打盐渍土地区芦苇地土壤盐分离空间变异与群落关系研究[J].土壤学报,2008,45(4):594-600.
- [10] 李刚,苏芳莉,王铁良,等.磷溶液灌溉对芦苇生长的影响[J].中国农村水利水电,2009(7):28-30.
- [11] 何玉惠,赵哈林,刘新平,等.科尔沁沙地典型生境下芦苇的生长特征分析[J].中国沙漠,2009,29(2):288-292.
- [12] 唐卫东,李萍萍,卢章平.湿地芦苇发育模拟模型的研究[J].农业现代化研究,2007,28(4):510-512.
- [13] 郭欢.芦苇中活性物质对有毒藻类抑制作用的研究[J].现代农业科技,2009(9):234-235.
- [14] 关法春,闫超,梁正伟.盐碱化湿地芦苇群落围封和过牧条件下土壤和植被变化[J].湿地科学,2009,7(1):47-52.
- [15] 贺凌云.克里雅县平原绿洲及其绿洲—荒漠交错带景观局变化分析[D].乌鲁木齐:新疆大学,2005.
- [16] 塔西甫拉提·特依拜,赵睿一,丁建丽,等.干旱区绿洲LUCC马尔柯夫过程分析:以新疆克里雅绿洲为例[J].干旱区地理,2006,29(4):548-556.
- [17] 刘国华.克里雅绿洲土壤盐分特征及其成盐驱动因子分析[D].乌鲁木齐:新疆大学,2005.
- [18] 徐建华.现代地理学中的数学方法[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [19] 汤国安.ArcGIS地理信息系统空间分析实验教程[M].北京:科学出版社,2006.

(上接第126页)

- [5] 胡建,刘茂松,周文,等.太湖流域水质状况与土地利用格局的相关性[J].生态学杂志,2011,30(6):1190-1197.
- [6] 张殷俊,陈爽,相景昌.河流近域土地利用格局与水质相关性分析:以巢湖流域为例[J].长江流域资源与环境,2011,20(9):1054-1061.
- [7] 郭青海,马克明,张易.城市土地利用异质性对湖泊水质的影响[J].生态学报,2009,29(2):776-787.
- [8] 张洪,黎海林,陈震.滇池流域土地利用动态变化及对流域水环境的影响分析[J].水土保持研究,2012,19(1):92-96.
- [9] 白军红,余国营,王庆改.石家庄市地表水环境分析[J].干旱区研究,2001,18(2):1-4.

- [10] 王艳霞.岗南水源保护区生态经济损益模型与补偿方法研究[D].河北保定:河北师范大学,2004.
- [11] 杨国清,李月臣,李鹏鲁.基于RS和GIS的小流域土地利用时空变化分析:以甘肃省天水市罗峪沟流域为例[J].水土保持研究,2009,16(6):194-199.
- [12] 刘桂生,葛根旺.基于遥感影像的土地利用监督分类探讨[J].城市勘测,2008(3):43-46.
- [13] 李鹏杰,何政伟,李璇琼.基于RS和GIS的土地利用/覆被动态变化监测:以九龙县为例[J].水土保持研究,2012,19(2):38-42.
- [14] 刘丰,刘静玲,张婷,等.白洋淀近20年土地利用变化及其对水质的影响[J].农业环境科学学报,2010,29(10):1868-1875.