# 基于地统计学的耕层土壤有效态微量元素空间变异特征研究

来源：网络 作者：梦里花落 更新时间：2024-01-14

*微量元素是土壤的重要組成成分，是表征土壤质量的重要因子[1]，虽然在土壤中含量比较低，但对作物正常生长影响广泛，有重要探究意义。近年来，许多国内外学者对土壤微量元素进行了多方面探究，基于地统计学的内插方法能够更好地反映微量元素的空间分布特征...*

微量元素是土壤的重要組成成分，是表征土壤质量的重要因子[1]，虽然在土壤中含量比较低，但对作物正常生长影响广泛，有重要探究意义。近年来，许多国内外学者对土壤微量元素进行了多方面探究，基于地统计学的内插方法能够更好地反映微量元素的空间分布特征，推动对微量元素空间异质性研究探讨，比如徐尚平等[2]用克里格法分析了内蒙地区土壤微量元素的空间结构，发现母质和以土类为代表的表生地球化学作用是影响分布模式的主要因素。张庆利等[3]对城郊蔬菜基地、赵彦峰等[4]对城乡交错区分析耕层土壤有效微量元素空间分布的影响因素认为，有效锌和有效铜的含量主要受人类活动影响。农业生产中施用的氮、磷肥等将导致土壤-植物系统中微量营养元素的失衡，从而引起微量元素的缺乏[5]。

本文在前人对文登区研究的基础上，结合文登区土地类型、地形、利用现状等因素分析了土壤有效态微量元素的空间分布规律，有效弥补了文登区土壤养分分析的不足，以更全面直观地了解文登区微量元素分布现状，有助于精准施肥，因地制宜，对农业生产有重要指导意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

文登位于山东半岛东部，在北纬3652～3723、东经12143～12219之间。西阻于昆嵛山，与烟台市牟平区和乳山市相接，北连威海市环翠区，东邻荣成市，南濒黄海。总面积1 645 km2，海岸线155.88 km。全市土地总面积161 461.77 hm2，农用地占土地总面积的74.90%。文登位于新华夏系第二隆起的东部，总的地质特点是：地质简单，岩浆岩分布广泛，构造不太发育。全境两侧高，中间低，北部高，南部低，像一个簸箕，口向南，伸向黄海。境内地形复杂，丘陵起伏，沟壑纵横，平原沿河谷两岸及滨海地区呈带状展布。山地占总面积19%，丘陵占58.4%，平原占22.6%。文登地处北温带，属大陆性季风气候，四季分明。降水分布不均，夏季较为集中，春秋季降水偏少，常发生干旱。根据全区第二次土壤普查资料，全区土壤有6个土类，10个亚类，14个土属，97个土种，179个变种。棕壤是全区主要土壤类型，分布于各地，可利用土地面积13.15104 hm2，占可利用总面积的83.59%。

1.2 研究方法

1.2.1 样品采集与分析 202\_ 年 9 月（作物收割后） 进行耕层土壤（0～20 cm）的取样，以威海市文登区土地利用现状图为基础图件，结合研究区实地情况，根据均匀布点原则并进行实地采样，采取多点混合和四分法采集 0～20 cm 耕作层土壤，用手持GPS定位采样点，共布设2 387个土壤采样点，经筛选选取1 086个采样点（图1）。

土壤有效铁的测定采用邻二氮菲分光光度法[6]；有效锌、锰的测定采用DTPA浸提-原子吸收分光光度法[7]；土壤有效硼通常是指以沸水提取的硼，用甲亚胺比色法测定；有效铜采用火焰原子吸收分光光度法测定。

1.2.2 数据处理与统计分析 利用 SPSS 19.0 对数据进行K-S检验和一般描述性统计，剔除原始数据中的异常值后，如不符合正态分布，需进行对数转换。利用GS+7.0和ArcGIS10.0软件互相辅助对数据进行半方差分析和拟合，依据变异函数理论模型参数，选取最优拟合方法，在地统计模块中进行普通Kriging插值，生成微量元素空间变异分布图。

半变异函数的理论模型可用来分析土壤理化性质空间变异的随机性和结构性，它是地统计学特有的工具和分析的基础[8]。变异函数是研究空间变异的关键函数[9]，该函数为：

r（h）=122[Z（x+h）-Z（x）]。

式中：h样本间距；Z（x）在位置x处的数值；Z（x+h）在距离x+h处的数值[10]。

实际工作中区域化变量的变异性往往很复杂，它可能在不同的方向上呈现不同的变异性，或者在同一方向上包含着不同尺度的多层次的变异性。

2 结果与分析

2.1 土壤有效态微量元素的统计分析特征

土壤有效态微量元素指标的描述统计结果见表1。按照全国第二次土壤普查养分分级标准，文登区土壤有效态微量元素含量差异较大，有效Fe、Mn、Cu、Zn、B 含量的变化范围分别为2.02～9.32、1.63～8.52、0.03～0.94、0.01～0.72、0.10～0.26 mg/kg，其平均含量分別为4.26、4.35、0.31、0.22、0.24 mg/kg，其中有效Mn的平均含量最高，有效Zn的平均含量最低。按照山东省土壤有效态微量元素分级标准，从平均含量来看，有效态Fe 处于低等水平（2.5～4.5 mg/kg），有效Mn处于低等水平（1～5 mg/kg），有效Cu处于中等水平（0.2～1.0 mg/kg），有效Zn处于低等水平（0.5 mg/kg），有效B处于低等水平（0.25 mg/kg）。由土壤环境质量标准[11]可知，有效Cu、Zn、Mn 均未超过国家规定的标准。按照反映离散程度的变异系数大小的分级标准，有效Fe、Mn、Zn、Cu均属中等变异程度（10%～100%），而有效B属低等变异程度（10%）。正态分布检验表明，各微量元素原始数据均表现为尖峰、正偏性，经对数转换后，符合正态分布，满足地统计学分析的要求。

2.2 土壤有效态微量元素空间异质性特征分析

块金值也叫块金方差，反映的是最小抽样尺度以下变量的变异性及测量误差，表示随机部分的空间异质性。块金值与基台值的比值为空间相关度，表示可度量空间自相关的变异所占的比例，表明系统变量的空间相关性的程度。如果比值25%，说明具有强烈的空间相关性；如果比值在25%～75%之间，表明具有中等的空间相关性；若75%说明空间相关性很弱。如表2所示，各个微量元素块金值/基台值均小于25%，说明具有强烈的空间相关性，说明在该研究区内，受人为因素（耕作、施肥、种植制度等） 的影响较小。由表2可知，土壤微量元素的半方差函数拟合效果最优，有效Fe、Mn、Cu、Zn用指数模型拟合效果最优，有效B用球状模型拟合效果最优。

2.3 土壤有效态微量元素含量的空间局部插值分析

空间插值分布图可以更直观地体现土壤微量元素含量的变化，为便于全面、直观地揭示土壤微量元素的空间分布规律，在 ArcGIS10.0 中，对各个微量元素采用普通Kriging插值（图2）。中部低山丘陵区有效Fe含量较高，在 6.0 mg/kg 以上，中南部边界地带有效Fe 含量最低，且有区域性特征，基本在小观镇范围内，土地利用类型是菜地和果园。有效Mn的分布特征与有效Fe有一定的相似性，环绕在铁元素密集区周围。有效Cu在北部山区、中北部圣经山以及中南部低山丘陵一带较为集中。有效Zn和有效B地域差异不明显，分布较为细碎化，说明受人类活动、地形和土地利用类型影响比较少。张忠启等[12]研究了江苏省沛县土壤全氮空间变异性，土壤类型对土壤全氮含量有着重要影响，成土母质是影响空间分布的重要因素。微量元素空间分布较为复杂，产生这种现象的原因主要与研究区的成土母质有关，成土母质是影响微量元素含量和空间分布的首要因素[13]，文登区成土母质大部分为酸性岩风化物，土壤代换量平均在6.5 cmol/kg土，保肥能力弱。

3 讨论

通过对文登区土壤有效态微量元素的分析，应从以下两个方面加强研究：

（1）全面统计微量元素的空间信息，利用ArcGIS空间分析功能，结合土地利用现状、类型、地形、气候等相关数据，整合土壤有机质与氮磷钾大量元素信息，进行土壤养分综合分析，提高插值精度，为进一步开展文登区土壤监察与改良提供理论依据。

（2）文登区土壤有效态微量元素含量均在正常范围之内，总体偏低，施肥是土壤养分补给的重要来源，在施肥过程中土壤微量元素也会产生动态变化，应根据不同乡镇农业农村经济发展阶段和科学施肥水平，因地制宜加快配方肥推广，绿色防控，逐步淘汰高毒、高残留化学农药应用，规范化、标准化使用化学投入品，不断改良土壤，使土壤养分达到生态平衡，改善缺乏现状，助力农业生产。

4 结论

本研究运用经典统计学和地统计学的方法，借助GS+软件辅助调参，运用克里格内插的方法分析了威海市文登区耕层土壤微量元素空间变异特征，主要结论如下：

（1）统计分析结果表明，有效B、Fe、Mn、Cu和Zn 符合对数正态分布，土壤中有效态微量元素含量均在正常范圍之内，总体偏低，有效Cu 处于中等水平，其他元素均处在低等水平，处于普遍缺乏状态。土壤微量元素的变异系数差异较大，分配不均衡，有效Fe、Mn、Zn、Cu均属中等变异程度（10%～100%） ，而有效B属低等变异程度（10%）。

（2）利用普通Kriging插值方法，在半变异函数拟合模型基础上，分析了土壤有效态微量元素的地统计特征，文登区土壤微量元素含量空间变异具有各向异性， 块金值/基台值均小于25%，具有强烈的空间相关性，说明在该研究区内，受人为因素的影响较小。有效态元素Fe、Cu、Mn 和 Zn 用指数模型拟合较好，有效B用球状模型拟合较好。

（3）通过制作该区域土壤微量元素含量的空间局部差值图，分析了其空间分布规律。中部低山丘陵区有效Fe 含量较高，中南部边界地带含量最低，且有区域性特征，有效Mn的分布特征与有效Fe有一定的相似性，有效Cu在北部山区、中北部圣经山以及中南部低山丘陵一带较为集中，有效Zn、B地域差异不明显，分布较为细碎化。

本DOCX文档由 www.zciku.com/中词库网 生成，海量范文文档任你选，，为你的工作锦上添花,祝你一臂之力！