

贵德县域耕地土壤养分含量空间变异分析

何建兰 (青海省贵德县农业技术推广中心, 青海贵德 811700)

摘要 以青海省贵德县耕层土壤(0~20 cm)为研究对象,利用GIS和县域耕地资源管理信息系统分析该地区的土壤有机质、碱解氮、速效钾、有效铁、有效锌等养分含量的空间分布,探讨养分含量变化规律、空间分布规律及变动原因。结果表明:贵德县土壤速效钾、有效锌含量处于高水平面积分别占总面积的61.48%、99.26%;有机质处于低水平的面积占总面积的48.05%,而碱解氮含量处于中水平的面积占总面积的53.16%;有效铁含量处于低水平的面积占总面积的72.96%。

关键词 GIS;空间变异;耕地;土壤养分

中图分类号 S158 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)03-0110-03

Analysis of Spatial Variability of Soil Nutrients in Farmland of Guide County

HE Jian-lan (Extension Centre of Agriculture and Techniques of Guide County, Guide, Qinghai 811700)

Abstract Taking topsoil soil (0-20 cm) in Guide County of Qinghai Province as research object, nutrient content of soil including organic matter, alkaline hydrolysis nitrogen, available potassium, effective iron, effective zinc, was analyzed using GIS and the county territory farming resource management information system. Change rule, spatial distribution rule and change reasons of these kinds of nutrient content were studied. The result indicated that the available potassium, high level area of effective zinc content of the high level of the total area separately was 61.48%, 99.26% respectively; low level area of organic matter content of the total area was 48.05%; Area of alkaline hydrolysis nitrogen content in the relatively high level of the total area separately was 53.16%; The area of effective iron content in low level account for the total area 72.96%.

Key words GIS; Spatial variability; Farmland; Soil nutrients

耕地是土地的精华,是农业生产不可替代的重要生产资料,是保持社会和国民经济可持续发展的重要资源。因此,耕地保护是我国的基本国策,及时掌握耕地资源的数量、质量及其变化情况对于合理规划和利用耕地、切实保护耕地具有十分重要的意义。

土壤是不均一和变化的连续体,即使在相同土壤质地的区域内,同一时刻土壤特性值(物理、化学、生物性质等)在不同空间位置上也具有明显差异,这种属性称为土壤特性的空间变异性^[1-5]。在农田生态系统中,空间变异性是土壤的一种自然属性,掌握土壤养分空间分布规律及其影响因素,为农田管理和测土施肥提供依据;实现土壤养分平衡,提高作物产量,是实现农田土壤可持续利用的前提,是农业可持续发展的基础。

青海省贵德县土地利用类型多样,地形变化明显,土壤养分空间分布受地形和土地利用等因素影响,有其自身的规律。在样点土壤养分测定的基础上,借助贵德县耕地资源管理信息平台,对土壤有机质、碱解氮、速效钾、有效铁、有效锌等土壤养分空间变异、土地利用类型等影响因素进行综合分析,为实现区域农田的可持续发展奠定基础。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况 贵德县地处100°58'08"~101°47'50"E, 35°29'45"~36°23'35"E。东西宽65 km,南北长100 km,总面积3 680.49 km²。贵德县农业资源丰富,盛产小麦、青稞、豆类、油菜和蔬菜等。粮食平均产量、人均产粮水平及粮食商品率均居全省先进行列。在全国农业区划中属于东部黄土高原农林牧副区——黄河上游粮油畜禽、水源水保林区,是

青海省重要的粮食生产基地县之一。贵德县在黄河上游建制最早,历史悠久;境内山清水秀,自然环境优美,素有“小江南”之称。

1.2 土壤样品的布点与采集 按照农业部测土配方施肥规范的要求采样。采样时间为农作物播种前或收获后,采用GPS定位,记录经纬度,精确到0.1"。采样深度为0~20 cm。每个样品的采样点不少于7个,采样时按照“随机”“等量”和“多点混合”的原则进行,采样路线采用“S”型布点采样,在地形变化小、地力较均匀、采样单元面积较小的情况下,也采用梅花形布点采样,采样时避开路边、田埂、沟边、肥堆等特殊部位。采样时取样器垂直地面入土,深度相同。用取土铲取样时先铲出一个耕层断面,在平行断面取土。保证每个采样点的取样深度及采样量均匀一致,土样上层与下层的比例相同。一个混合土样取土1 kg左右,以4分法将多余的土样弃去。处理好的土样统一放入土样袋中,用铅笔写好标签,放于土壤架中统一进行保存。

1.3 样品化学分析 土壤有机质采用重铬酸钾容量法-水合热法,碱解氮采用碱解扩散法,速效钾采用1 mol/L中性乙酸铵浸提-火焰光度法,土壤微量元素有效铁和有效锌采用0.005 mol/L DTPA-0.1 mol/L TEA-0.01 mol/L CaCl₂浸提-原子分光光度计法^[6]。

1.4 养分丰缺 土壤养分丰缺指标是利用土壤养分测定值和作物吸收养分之间存在的相关性,通过田间试验及土壤养分测定值制成养分丰缺及施肥数量检索表。土壤养分丰缺指标的确定对评价土壤养分具有重要的意义,是评价土壤养分、提出土壤配方施肥方案的主要依据。贵德县耕地土壤养分丰缺指标见表1。

2 结果与分析

2.1 土壤有机质含量的空间分布 土壤有机质既是植物矿

作者简介 何建兰(1969—),女,青海贵德人,农艺师,从事农业技术推广工作。

收稿日期 2017-10-25

质营养和有机营养的源泉,又是土壤中异养型微生物的能量物质,还能提高土壤的保肥能力和缓冲性能。

贵德县耕地土壤中有机质含量变化范围为 1.4 ~ 49.0 g/kg,平均值 22.12 g/kg,结果见表 2。

表 1 贵德县耕地土壤养分丰缺指标

Table 1 Plentiful - lack index of farmland nutrient in Guide County

等级 Nutrient	有机质 Organic matter//g/kg	速效钾 Available K//g/kg	碱解氮 Available N//mg/kg	有效锌 Available Zn//mg/kg	有效铁 Available Fe//mg/kg
极低 Extremely low	<10	<100	<28		
低 Low	10 ~ <20	100 ~ <150	28 ~ <52	<0.5	<4.5
中 Medium	20 ~ 30	150 ~ 200	52 ~ 75		
高 High	>30	>200	>75	>0.5	>4.5

表 2 贵德县耕地土壤有机质含量各等级分布

Table 2 Grade distribution of soil organic matter in farmland of Guide County

丰缺等级 Plentiful- lack grade	面积 Area//hm ²	面积百分比 Proportion of area//%	平均值 Mean//g/kg	标准差 SD//g/kg	变异系数 CV//%
极低 Extremely low	752.45	3.49	8.00	1.67	20.88
低 Low	10 365.00	48.05	15.70	2.73	17.39
中 Medium	4 552.78	21.10	25.05	2.71	10.82
高 High	5 901.27	27.36	34.14	4.93	14.44

由表 2 可知,贵德县耕地土壤有机质处于低水平的区域面积占 48.05%,有近一半的区域处于低水平;有机质含量极低的区域面积仅占 3.54%;而处于极低、低水平的区域面积占到 51.54%;有机质各等级含量变异系数的变化范围为 10.82% ~ 20.88%,有机质含量低水平的相对变异程度较大,而有机质含量中水平变异程度较小。

有机质含量水平低和极低地区为黄河谷地及支流地区,海拔 2 200 ~ 2 700 m,这些地区土壤类型主要为栗钙土、灰钙土和北方红土,土壤结构为粒状和团粒状,农田基础设施基本配套,复种指数高。有机质含量低的原因主要有:①这些地区海拔相对较低,土地利用率高,越来越多的化肥使用和高产品种的推广及复种指数的提高造成土壤的养分耗竭,有机质积累大大减少。②省时、省力已是我国当代农民选择

生产方式时考虑的首要因素,出现大面积的秸秆焚烧和全方位的化学除草现象,降低了土壤碳的回归指数,而且严重污染环境。③有机肥投入的减少是土壤有机质降低的另一个重要原因。

有机质水平高和中等的地区海拔 2 700 ~ 3 300 m,常年降雨量在 300 mm 以上,土壤类型主要为栗钙土、黑钙土,复种指数较低,枯枝落叶的腐殖化系数较大,有利于土壤有机质的积累。

2.2 土壤碱解氮含量的空间分布 碱解氮含量作为植物氮素营养较无机氮有更好的相关性,所以碱解氮比铵态氮和硝态氮更能确切地反映出近期土壤的供氮水平。贵德县耕地土壤中碱解氮的变化范围为 5.0 ~ 98.5 mg/kg,平均 55 mg/kg,结果见表 3。

表 3 贵德县耕地土壤碱解氮含量各等级分布

Table 3 Grade distribution of soil available N in farmland of Guide County

丰缺等级 Plentiful - lack grade	面积 Area//hm ²	面积百分比 Proportion of area//%	平均值 Mean//g/kg	标准差 SD//g/kg	变异系数 CV//%
极低 Extremely low	1 978.07	9.17	19.30	6.73	34.87
低 Low	5 339.89	24.75	40.48	7.02	17.34
中 Medium	11 466.90	53.16	63.04	5.82	9.23
高 High	2 786.64	12.92	82.86	5.74	6.93

由表 3 可知,碱解氮极低、高水平的区域面积较小,分别占总面积的 9.17%、12.92%;碱解氮中高水平的区域面积较大,共占总面积的 66.08%。碱解氮各等级含量变异系数的变化范围为 6.93% ~ 34.87%,碱解氮含量高水平的相对变异程度较小,而碱解氮含量低水平变异程度较大。

贵德县耕地土壤碱解氮处于中高水平的面积,百分比较高的原因主要是贵德县农业区域土地肥沃、交通便利,尿素和复合肥料的施用逐年增多。

2.3 土壤速效钾含量的空间分布 钾是农作物的三大营养元素之一,测定土壤中钾含量的变化,了解有效性钾在土壤中的储备水平,对正确评价土壤钾的状况及可利用性,以及确定施钾肥的种类和数量,进而建立合理的营养平衡,不断提高农作物产量都是十分必要的。贵德县耕地土壤速效钾含量的变化范围为 43 ~ 476 g/kg,平均值为 235 g/kg,结果见表 4。

表4 贵德县耕地土壤速效钾含量各等级分布

Table 4 Grade distribution of available K in farmland of Guide County

丰缺等级 Plentiful - lack grade	面积 Area//hm ²	面积百分比 Proportion of area//%	平均值 Mean//g/kg	标准差 SD//g/kg	变异系数 CV//%
极低 Extremely low	1 747.32	8.10	75.42	15.38	20.39
低 Low	2 218.58	10.28	129.88	13.56	10.44
中 Medium	4 343.68	20.14	174.30	12.97	7.44
高 High	13 261.93	61.48	291.90	68.15	23.34

由表4可得,贵德县耕地土壤速效钾含量普遍较高,速效钾中、高水平的区域在贵德县耕地中分布较广泛,占总面积的81.62%;速效钾极低水平的区域仅占总面积的8.10%。速效钾各等级含量变异系数的变化范围为7.44%~23.34%,速效钾含量中水平的相对变异程度较小,而速效钾含量高水平变异程度较大。由此可见,贵德县土壤中速效钾养分较为充足,适合种植一些喜钾植物,如马铃薯、蚕豆等;另外钾是一种“品质元素”,能提高果实的品质,较适合果树的种植。

由于贵德县土壤成土母质类型主要为黄土和黄土状物质,土壤中速效钾含量原本就较高,再加上后期人类耕种过程中磷钾肥和配方肥的施用,使得土壤中速效钾的含量相对丰富。虽然土壤中的速效钾可以通过淋溶损失一部分,但是土壤速效钾的淋溶损失与土壤质地和土壤水分有很大关系,

贵德县土壤质地以壤土为主,质地良好,土壤中速效钾淋溶损失的量较少。

2.4 土壤有效铁的空间分布 土壤中全铁含量很高,它是岩石和土壤中3种较多的元素(Si、Al、Fe)之一。土壤中大部分铁存在于含铁镁硅酸盐的原生矿物中,土壤中有活性铁含量与土壤全铁含量相比是很低的,土壤有效铁含量低于某一水平时,意味着铁素供应不足。因此,土壤铁素总贮量对生产实践只有一定的参考价值,而土壤中的有效铁是土壤铁素供应的重要指标,土壤中有活性铁供应状况,对于施肥有着直接的指导意义。

土壤有效铁养分丰缺等级指标为国家土壤有效铁临界值4.50 mg/kg。贵德县耕地土壤有效铁养分变化范围0.20~47.00 mg/kg,平均值3.88 mg/kg,比土壤临界值低0.62 mg/kg,结果见表5。

表5 贵德县耕地土壤有效铁含量各等级分布

Table 5 Grade distribution of available Fe in farmland of Guide County

丰缺等级 Plentiful - lack grade	面积 Area//hm ²	面积百分比 Proportion of area//%	平均值 Mean//g/kg	标准差 SD//g/kg	变异系数 CV//%
低 Low	15 738.02	72.96	2.67	1.05	39.32
高 High	5 833.48	27.04	7.53	4.36	57.90

由表5可知,贵德县耕地土壤有效铁含量普遍较低,低水平(<4.50 mg/kg)区域面积占总面积的72.96%;高水平(>4.50 mg/kg)区域面积占总面积的27.04%。有效铁各等级含量变异系数均较大,各等级含量的相对变异程度较大。

贵德县耕地土壤中有活性铁含量普遍较低的原因有:①土壤pH。pH高的土壤含有较多的氢氧根离子,与土壤中铁生成难溶的氢氧化铁,降低土壤有效性,有效铁含量在6.50~8.00时达到较低值。贵德县土壤pH较高,在6.6~8.6,平均值为7.6,因此,有效铁含量较低。②氧化还原条件。长期处于还原条件的酸性土壤,铁被还原成溶解度大的亚铁,有效铁增加;相反,在干旱少雨地区土壤中氧化环境占优势,使3价铁增多,从而降低铁的溶解度。贵德县土地类型中虽然水

浇地占比较高,但并未达到长期淹水的还原性程度,因此,有效铁含量处于较低水平。③碳酸钙含量。贵德县土壤中碳酸钙的新生体较多,而土壤又大多呈碱性,在碱性土壤中,铁能与碳酸根生成难溶的碳酸盐,从而降低有效铁的含量。

2.5 土壤有效锌的空间分布 土壤中有活性锌移动性较差,往往会通过同晶置换进入矿物晶格中,变成不能提取出来的锌,因此,研究土壤有效锌的含量对指导科学施肥具有重大的意义。

土壤有效锌养分分级指标为国家土壤有效锌临界值0.50 mg/kg。贵德县耕地土壤有效锌养分变化范围0.20~7.95 mg/kg,平均值2.60 mg/kg,有效锌高出土壤临界值5.2倍,结果见表6。

表6 贵德县耕地土壤有效锌含量各等级分布

Table 6 Grade distribution of available Zn in farmland of Guide County

丰缺等级 Plentiful - lack grade	面积 Area//hm ²	面积百分比 Proportion of area//%	平均值 Mean//g/kg	标准差 SD//g/kg	变异系数 CV//%
低 Low	158.90	0.74	0.32	0.11	34.38
高 High	21 412.60	99.26	2.62	1.58	60.30

多有 6 年,出现降水偏少 12 年则对应径流偏少也是 12 年(其中有 2 年降水正常不再统计之内),而且其中有 8 年降水特少($\leq 85\%$),则对应有 8 年径流也特少。综上表明,气候变暖,径流减少,降水成为驱动径流变化影响的主要因子。

3 结论与讨论

通过对近 53 年来七星河流域中游段降水、气温、蒸发及对径流驱动变化关系的分析,特别是突变前后(即变暖前后)2 个时段变化特征的对比分析,结果表明,大气降水在水循环过程中仍然是驱动径流变化的主要因子;蒸发对径流具有明显的反位相变化特征,尤其是在气候突变前 1961—1987 年,蒸发起到了加速和减少径流的驱动影响。而气温变化虽不能对径流变化直接产生驱动影响,但却能起到增强或减弱蒸发的驱动作用和对降水起到不同冷暖气候条件下的降水对径流变化的驱动影响。另外还分析了气候变化特别是土地利用变化及水利工程建设对径流变化起着的驱动作用。该研究对于在气候变化背景下规划七星河、挠力河流域水利工程建设和水资源综合利用及管理,实现农业可持续发展具有现实和长远意义。

参考文献

- [1] 陈刚起,张文芬. 三江平原沼泽对河川径流影响的初步探讨[J]. 地理科学,1982,2(3):254-263.
- [2] 刘兴土. 三江平原沼泽湿地的蓄水与调洪功能[J]. 湿地科学,2007,5(1):64-68.
- [3] 王薇,李传奇. 蓄滞洪区的功能、价值与多目标利用[J]. 水利发展研究,2004,4(9):26-28.
- [4] 陈刚起. 三江平原沼泽径流的实验研究[C]//黄锡畴. 中国沼泽研究.

(上接第 112 页)

由表 6 可知,贵德县耕地土壤有效锌含量水平普遍较高,有效锌含量高($>0.50 \text{ mg/kg}$)的区域面积占总面积的 99.26%,有效锌含量低($<0.50 \text{ mg/kg}$)的面积仅占 0.74%,分布在贵德县中部黄河的一个支流区域。有效锌各等级含量变异系数均较大,各等级含量的相对变异程度较大。由此可见,贵德县耕地土壤中有有效锌含量比较丰足,适合种植一些喜锌作物。另外,锌是一种“智力元素”,充分开发利用富锌耕地具有广泛的前景。

贵德县大部分土壤中有有效锌含量较高的原因主要有:①不同质地土壤有效锌含量由高到低顺序:黏土、壤土、砂土,这与成土母质中土壤全锌高低有关,贵德县土壤质地以壤土为主,因此有效锌含量普遍较高。②土壤中有有机质与有效态锌含量成正相关,即有机质含量高的土壤,有效锌的含量一般都比较高。这主要是由于土壤有机质可以活化锌元素,提高其有效性,因为土壤有机质的酸性基团可以活化土壤锌,从而形成可溶性锌的络合物,增加锌的有效性。

3 结论

(1)贵德县耕地有机质有一半多面积处于极低和低水

北京:科学出版社,1989:120-125.

- [5] 于宏敏,刘赫男,潘华盛,等. 黑龙江七星河湿地面积锐减原因的研究[J]. 自然灾害学报,2013,23(6):234-239.
- [6] 潘华盛,张桂华,李向东. 气候变暖对黑龙江省水资源的影响及对策[J]. 黑龙江水专学报,2004,31(1):1-4.
- [7] 李彩侠,李俏,王雅珍,等. 近 52 年黑龙江省农业气候资源变化特征分析[J]. 水土保持研究,2014,21(6):187-192.
- [8] 王英,曹明奎,陶波,等. 全球气候变化背景下中国降水量空间格局的变化特征[J]. 地理研究,2006,25(6):1031-1040.
- [9] 王国庆,张建云,刘九夫,等. 气候变化和人类活动对河川径流影响的定量分析[J]. 中国水利,2008(2):55-58.
- [10] 陈晶,杨帆,田宝兴,等. 黑龙江省黑土区近 50 年来四季气温时空变化特征分析[J]. 水土保持研究,2013,20(3):150-154.
- [11] 林凯荣,何艳虎,陈晓宏. 气候变化及人类活动对东江流域径流影响的贡献分解研究[J]. 水利学报,2012,43(11):1312-1321.
- [12] 刘春葵,夏军. 气候变暖条件下水文循环变化检测与归因研究的几点认识[J]. 气候变化研究进展,2010,6(5):313-318.
- [13] 李峰平,章光新,董李勤. 气候变化对水循环与水资源的影响研究综述[J]. 地理科学,2013,33(4):457-464.
- [14] 陈亚宁,李稚,范煜婷,等. 西北干旱区气候变化对水文水资源影响研究进展[J]. 地理学报,2014,69(9):1295-1304.
- [15] 王国庆,张建云,贺瑞敏. 环境变化对黄河中游汾河径流情势的影响研究[J]. 水科学进展,2006,17(6):853-858.
- [16] 徐冬梅,刘晓民. 水文水利计算[M]. 郑州:黄河水利出版社,2013:11-12.
- [17] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 2 版. 北京:气象出版社,2007:43-47,20-26,69-71.
- [18] 潘华盛,刘育生. 三江平原天气气候与农业[M]. 北京:气象出版社,1991:88-106.
- [19] 潘华盛,王勇,邹滨,等. 黑龙江省 2012 年后由暖干转暖湿型气候变化及预测分析[J]. 黑龙江大学学报,2013,4(3):45-50.
- [20] 周秀杰,张桂华,郑红,等. 黑龙江省气候变暖对极端天气气候事件的影响[J]. 气象,2004,30(11):47-50.
- [21] 周秀杰,王凤玲,潘华盛,等. 近 60 年来黑龙江省与东北及全国气温变化特点分析[J]. 自然灾害学报,2013,22(2):124-129.

平,而碱解氮含量有 66.08% 的面积处于中高水平,因此,应加大有机肥的投入,合理科学地施用速效氮肥。

(2)贵德县耕地速效钾含量普遍较高,速效钾含量变异程度相对较小,处于中、高水平的区域在贵德县耕地中分布较广泛,占总面积的 81.62%,较适合果树的种植。

(3)贵德县耕地有效铁含量普遍较低,处于低水平区域的面积占总面积的 72.96%。有效铁含量变异程度较大。耕地中有有效锌丰足,处于高水平的区域面积占总面积的 99.26%,有效锌含量变异程度也较大。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 苑小勇,黄元仿,高如泰,等. 北京市平谷区农用地土壤有机质空间变异特征[J]. 农业工程学报,2008,24(2):70-76.
- [3] 武婕,李玉环,李增兵,等. 南四湖区农田土壤有机质和微量元素空间分布特征及影响因素[J]. 生态学报,2014,34(6):1596-1605.
- [4] 赵明松,张甘霖,李德成,等. 江苏省土壤有机质变异及其主要影响因素[J]. 生态学报,2013,33(16):5058-5066.
- [5] 赵明松,张甘霖,王德彩,等. 徐淮黄泛平原土壤有机质空间变异特征及主控因素分析[J]. 土壤学报,2013,50(1):1-11.
- [6] 南京农学院. 土壤农化分析[M]. 北京:农业出版社,1980:25-237.