

贵州兴仁市耕地土壤有效态与对应全量、pH、有机质的相关分析

鲍大忠, 游桂芝, 袁盛博

(贵州省有色金属和核工业地质勘查局二总队, 贵州 六盘水 553004)

[摘 要] 对采集的数据按平均值加标准差法进行异常值剔除后, 用 Excel、SPSS 软件对几种有效态与对应全量、pH、有机质含量和相关性进行了统计及分析, 结果为: 速效磷、有效硼含量处于稍缺乏状态, 其余处于丰富或很丰富水平; pH 以酸性为主。不同 pH 条件下, 有效态与对应全量、pH、有机质相关性存在差异性: 酸性条件下, 各有效态与对应全量均呈极显著正相关; 碱解氮、速效磷、有效硼、有效钼与特定 pH 值呈极显著或显著正或负相关; 碱解氮与有机质呈显著或极显著正相关; 速效磷、有效钼、有效锌与有机质在特定 pH 条件下呈极显著或显著相关。分析结果为农作物平衡施肥、耕地提质改造、促进全域土地综合整治提供了基础依据。

[关键词] 耕地土壤; 有效态; 全量; 相关; 兴仁市

[中图分类号] P632; S159.1; S151.9 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2020)-03-0404-05

1 引言

据环境科学大辞典(2008), 土壤元素有效态指能被植物吸收利用的元素。土壤营养元素有效态含量的地球化学背景, 与作物生长有着密切的关系(李延生等, 2008; 陆继龙, 2002)。其有效态含量的高低受多种因素的影响, 如土壤 pH 值、有机质含量、土地利用状况等, 但土壤 pH 值与有机质含量被认为是重要的因素(于君宝等, 2002; 刘全友等, 2000)。

本文以 2017—2019 年开展的 1:5 万兴仁市耕地质量地球化学调查为基础, 研究耕地土壤碱解氮、速效磷、速效钾、有效硼、有效钼、有效锌与对应点位全量、pH 值、有机质等的相关性。

2 研究区概况

兴仁市地处贵州西南部, 地理坐标东经 104°54′~105°34′、北纬 25°16′~25°47′。评价面积

616.31 km²。地表形态分山地、丘陵、盆坝、水域 4 种。耕地土壤主要有黄壤、黄棕壤、紫色土、石灰土、水稻土 5 个土类, 在全域空间上耕地较为碎片、土地资源利用率偏低、耕地质量弱化等特点, 主要农产品如水稻、薏仁米、蔬菜、茶叶等分布区域综合利用率、产能、特色质量不高。

3 工作方法

3.1 样品采集方法

样品采集 0~20 cm 浅表层耕地土壤。样点布设采用方格网法, 主要布置在农田、菜地、果园等。采取“一点多坑”法采样。实际采样点位以野外实测点为中心, 根据地块形状确定子样的位置。各主、子样点尽可能保持土壤类型一致。样品采好后经初加工, 包装入库或送检。

3.2 测试指标、方法及质量

本次采集耕地土壤样 651 件同时做有效态、

[收稿日期] 2020-04-26 [修回日期] 2020-05-25

[基金项目] 黔耕调 2017-03; 黔色勘发[2017]64 号。

[作者简介] 鲍大忠(1969—), 男, 贵州桐梓人, 大专, 主要从事大地质及地质灾害等相关工作。

[通讯作者] 游桂芝(1976—), 女, 高级工程师, 硕士, 主要从事大地质及地质灾害等相关工作。Email: 849476084@qq.com。

全量分析,有效态分析碱解氮、速效磷、速效钾、有效硼、有效钼、有效锌等,全量分析 N、P、K、B、Mo、Zn、pH、有机质等。测试工作由四川省地质矿产勘查开发局成都综合岩矿测试中心完成,pH 值采用 pH 计电极法;N、有机质采用酸碱滴定容量法;B 采用发射光谱法;Mo 采用电感耦合等离子体质谱法;P、K、Zn 采用 X 射线荧光光谱法;碱解氮、有效钼、阳离子交换量分析测试主要采用容量法;速效磷、有效硼、有效锌、速效钾分析测试主要采用标准溶液同介质、高盐雾化器等离子体光谱法测定。样品经内外检,质量均合格。

3.3 数据统计方法

目前主要剔除异常值的方法有平均值加标准差法、四倍法、Grubbs 法和 Dixon 法等(史舟等,2006)。本次使用 Excel 软件按平均值加标准差法对异常值逐次剔除后,再 Excel、SPSS 软件统计各类参数。

4 结果与分析

4.1 耕地土壤有效态及全量含量特征

对 651 件样本进行异常值逐次剔除后的 632 件样本,进行有效态及对应点位全量含量参数统计,结果见表 1。

变异系数反映了元素的空间离散程度,变异系数小于 20% 为弱分异型,20%~50% 为中等分异型,大于 50% 为强分异型(雷志栋等,1985)。由表 1:N、P、K、Zn、碱解氮属中等分异型;B、Mo、速效磷、速效钾、有效硼、有效钼、有效锌属强分异型。故有效态含量除碱解氮外,整体分布不均;全量元素含量除 B、Mo 外,整体分布较均匀。

根据《土地质量地球化学评价规范》土壤养分分级标准,B、Mo、Zn 总体处于一级(很丰富)水平;N、P、碱解氮、速效钾、有效锌处于二级(丰富)水平;K、有效钼处于三级(适中)水平;速效磷、有效硼处于四级(稍缺)水平。

表 1 兴仁市耕地土壤有效态及对应点位全量含量特征表

Table 1 Characteristics of soil available state and total content of corresponding points in cultivated land of Xingren city

类别	碱解氮	速效磷	速效钾	有效硼	有效钼	有效锌	N	P	K	B	Mo	Zn	剔除异常值后样本数
最小值	42.60	0.13	56.52	0.14	0.03	0.10	0.92	0.16	3.36	11.10	0.49	27.80	632
中位数	139.00	3.27	145.94	0.37	0.15	2.07	1.94	0.96	14.51	66.40	1.92	110.00	632
最大值	305.00	71.75	1 107.59	1.99	2.68	14.10	3.58	2.01	33.21	490.00	18.90	355.00	632
均值	141.66	5.16	172.28	0.42	0.21	2.30	4	1.00	15.52	73.55	2.44	113.26	632
标准离差	40.84	6.14	95.24	0.23	0.21	1.37	0.48	0.35	6.10	53.74	1.94	32.57	632
变异系数	0.29	1.19	0.55	0.53	1.00	0.59	0.24	0.34	0.39	0.73	0.79	0.29	632

说明:氮、磷、钾含量单位为 g/kg;其他单位为 mg/kg;样本数为件。

4.2 土壤理化性质

4.2.1 土壤 pH 值

用 Excel 软件对兴仁市耕地土壤 pH 及有机质含量的各类参数进行统计,结果见表 2。

土壤 pH 值是影响土壤肥力和作物生长的重要因素之一(师刚强等,2009;唐丽静等,2014)。酸碱度过低或过高都会影响养分吸收,使土壤失去耕作价值(唐丽静等,2014)。由表 2,pH 值平均值为 6.37,最大值为 8.50,最小值为 4.15,pH 值多数集中在 5.50~8.00。根据《土地质量地球化学评价规范》对土壤酸碱度的评价标准,pH 值

以酸性为主,所占比例分别为 47.94%,其次为中性、碱性,占比分别为 19.78%、22.47%。

4.2.2 土壤有机质

土壤有机质中含有大量的营养元素,是土壤中最活跃的部分,也是土壤肥力的基础(唐丽静等,2014)。由表 2 可知,兴仁市耕层土壤的有机质含量 13.10~69.50 g/kg;算术平均含量为 34.68 g/kg,含量大多集中在 30.00~40.00 g/kg。根据《土地质量地球化学评价规范》,有机质总体处于二级(丰富)水平,有机质的变异系数为 0.27,属中等分异型。

表2 兴仁市耕地土壤 pH 及有机质含量特征表

Table 2 Characteristics of soil pH and organic matter content of cultivated land in Xingren city

类别	最小值	中位数	最大值	均值	标准离差	变异系数	剔除异常值后样本数
pH	4.15	6.23	8.5	6.37	1.08	0.17	632
有机质	13.1	33.1	69.5	34.68	9.49	0.27	632

说明:PH 无量纲单位;有机质含量单位为 g/kg;样本数为件。

4.3 有效态相关性分析

对 651 件异常值剔除后的 632 件样本,用 SPSS 软件对有效态含量与对应点位全量、pH 值、有机质等的相关性及显著性水平进行了统计,结果分别见表 3、表 4、表 5。

4.3.1 有效态与对应全量元素的相关性分析

由表 3 可知,碱解氮、速效钾、有效钼与对应的全量 N、K、Mo 含量在不同 pH 值条件下均呈极显著正相关;速效磷与对应 K 含量在 pH 值在酸性和碱性条件下呈极显著正相关;有效硼与 B 在酸性条件下呈极显著正相关;有效锌与 Zn 在酸性和中性条件下呈极显著正相关;在碱性条件下呈显著正相关。pH 值呈酸性条件时,各有效态与对应全量均呈极显著正相关。

由表 3 可知,有效态与其它全量元素之间也存在一定的相关性,不同 pH 值,相关性各异。强酸条件下,有效钼、有效锌与 N 呈极显著正相关;

速效磷与 B、有效锌与 P 呈显著正相关;有效锌与 K 呈显著负相关。酸性条件下,碱解氮与 P、Zn,速效钾与 B,有效钼与 N、P、Mo 均呈极显著正相关;碱解氮与 K 呈显著负相关;有效钼与 K 呈极显著负相关。中性条件,碱解氮与 P、Zn,有效钼与 P 呈显著正相关;有效锌与 P 呈极显著正相关;碱解氮与 B、速效磷与 Zn 呈显著负相关;速效磷与 N、有效钼与 K 呈显著负相关。碱性条件下,碱解氮、有效钼与 P、有效钼与 Zn、有效锌与 N、B、Mo 呈极显著正相关;碱解氮与 Mo、Zn,速效磷与 N 呈显著正相关;碱解氮与 K 呈显著负相关。说明各有效态含量还受其它全量元素的影响。

P、B 元素含量分别处于丰富、很丰富水平,但速效磷、有效硼总体处于稍缺状态;Zn 总体处于很丰富水平,而有效锌处于丰富水平,说明与耕地土壤酸化有关。因此,施用碱性肥料适当提高 pH 值在一定程度上有利于 P、B、Zn 元素转换为速效磷、有效硼、有效锌。

表 3 不同 pH 值条件下有效态与对应全量的相关系数

Table 3 Correlation coefficient between effective state and corresponding total quantity under different pH values

有效态	N	P	K	B	Mo	Zn	pH 条件	样本数	有效态	N	P	K	B	Mo	Zn	pH 条件	样本数
碱解氮	.463**	.376**	-.192**	-.162**	.106**	.215**	4.0-8.5 强酸至 碱性	632	有效硼	.101	-.036	.232**	.203**	.004	.032	5.0-6.5 酸性	303
速效磷	-.058	.091*	.036	.156**	-.015	-.049			有效钼	.163**	.150**	-.152**	.062	.808**	.132*		
速效钾	-.088*	-.085*	.311**	.090*	-.048	-.037			有效锌	.155**	.322**	-.035	-.097	.044	.256**		
有效硼	.012	-.068	.167**	.158**	-.032	-.067			碱解氮	.483**	.188*	-.134	-.189*	-.001	.218*		
有效钼	.209**	.223**	-.207**	-.052	.767**	.144**			速效磷	-.253**	.041	.046	.056	-.129	-.229*		
有效锌	.222**	.353**	-.124**	-.119**	.143**	.267**			速效钾	-.098	.003	.236**	-.023	-.022	-.079		
碱解氮	.475**	.250	-.098	-.006	.046	.111	<5.0 强酸	62	有效硼	-.048	-.011	.090	.122	-.010	-.174	7.6-8.5 碱性	142
速效磷	-.180	-.224	.189	.267*	-.061	-.019			有效钼	.115	.181*	-.270**	-.073	.689**	.174		
速效钾	-.152	-.059	.360**	.096	-.026	.098			有效锌	.135	.259**	.031	-.095	.044	.308**		
有效硼	.083	.030	.173	.189	.158	-.033			碱解氮	.540**	.374**	-.186*	.113	.202*	.196*		
有效钼	.427**	.074	-.107	.115	.774**	-.206			速效磷	.173*	.464**	-.091	.143	.100	.184*		
有效锌	.383**	.310*	-.275*	-.093	.156	.009			速效钾	-.091	-.163	.305**	-.015	-.065	-.049		
碱解氮	.388**	.355**	-.119*	-.197**	.036	.168**	5.0-6.5 酸性	303	有效硼	-.051	-.052	.047	.077	-.059	-.128	6.6-7.5 中性	125
速效磷	-.015	.189**	-.010	.099	.109	.017			有效钼	.042	.284**	-.161	.056	.477**	.438**		
速效钾	-.026	.012	.294**	.150**	.009	.040			有效锌	.216**	.162	-.070	.244**	.244**	.166*		

说明: * 表示显著相关,显著性水平 p<0.05; ** 表示极显著相关,显著性水平 p<0.01。

4.3.2 有效态与 pH 的相关性分析

由表 4 可知,各有效态含量与 pH 值在强酸-

碱性总体样本中显示极显著正相关或负相关,其中碱解氮、有效钼、有效锌与 pH 为极显著负相关:

速效磷、速效钾、有效硼与 pH 为极显著正相关。强酸条件下,各有效态与 pH 相关性不明显;酸性条件下,速效磷与 pH 呈显著负相关,有效硼与 pH

呈显著正相关;中性条件下,碱解氮与 pH 呈显著负相关;碱性条件下,速效磷与 pH 呈显著负相关,有效铝与 pH 呈极显著负相关。

表4 兴仁市耕地土壤有效态与不同 pH 值的相关系数

Table 4 Correlation coefficient between soil available state and different pH value of cultivated land in Xingren city

	碱解氮	速效磷	速效钾	有效硼	有效铝	有效锌	pH 条件	样本数
pH	-.282**	.182**	.164**	.104**	-.283**	-.353**	4.0-8.5,强酸-碱性	632
	.005	.134	.069	.020	.003	-.160	<5.0,强酸	62
	-.039	-.115*	.035	.141*	-.069	.014	5.0-6.5,酸性	303
	-.180*	.109	.056	.069	.048	-.063	6.6-7.5,中性	125
	.046	-.181*	.014	-.072	-.388**	-.108	7.6-8.5,碱性	142

说明:*表示显著相关,显著性水平 p<0.05;**表示极显著相关,显著性水平 p<0.01。

4.3.3 有效态与有机质的相关性分析

由表5可知,碱解氮与有机质在各种 pH 条件呈显著性或极显著正相关;速效磷与有机质在碱性条件下呈极显著正相关;有效铝与有机质在强酸条件下呈极显著正相关,在酸性和中性条件下

呈显著正相关;有效锌与有机质在酸性和碱性条件下呈显著正相关;速效钾、有效硼与有机质的相关性不明显。pH 条件由酸性向碱性渐变时,碱解氮、速效磷与有机质相关性有增强的趋势,但有效铝与有机质相关性有减弱的趋势。

表5 兴仁市耕地土壤在不同 pH 值条件下的有效态与有机质的相关系数

Table 5 Correlation coefficient between soil available state and organic matter under different pH value in cultivated land of Xingren city

	碱解氮	速效磷	速效钾	有效硼	有效铝	有效锌	pH 条件	样本数
有机质	.417**	-.026	-.059	-.017	.248**	.168**	4.0-8.5,强酸-碱性	632
	.291*	-.222	-.086	.128	.564**	.242	<5.0,强酸	62
	.351**	.003	-.006	.062	.139*	.131*	5.0-6.5,酸性	303
	.463**	-.175	-.013	-.026	.193*	.042	6.6-7.5,中性	125
	.616**	.269**	-.090	-.085	.025	.182*	7.6-8.5,碱性	142

说明:*表示显著相关,显著性水平 p<0.05;**表示极显著相关,显著性水平 p<0.01。

5 结论

(1)兴仁市耕地土壤碱解氮、速效磷、速效钾、有效硼、有效铝、有效锌、N、P、K、B、Mo、Zn 的平均含量分别为:141.66 mg/kg、5.16 mg/kg、172.28 mg/kg、0.42 mg/kg、0.21 mg/kg、2.30 mg/kg、1.99 g/kg、15.52 g/kg、73.55 mg/kg、2.44 mg/kg、113.26 mg/kg。速效磷、有效硼总体含量处于稍缺乏状态,其余处于丰富或很丰富水平。pH 平均值为 6.37,以酸性为主。有机质平均含量为 34.68g/kg,总体处于丰富水平。

(2)不同 pH 条件下,有效态与对应全量、pH、有机质相关性存在差异性。酸性条件时,各有效态与对应全量均呈极显著或显著正相关;其它 pH 值条件下,少数关系不明显。碱解氮、速效磷、有效硼、有效铝与特定 pH 值呈极显著或显著正或负相关;碱解氮与有机质呈显著性或极显著正相关,;速效磷、

有效铝、有效锌与有机质在特定 pH 值条件下呈极显著或显著相关。

(3)在速效磷、有效硼缺乏地段,在强酸土壤中,施用碱性肥料适当提高 pH 值至酸性或施用磷、硼肥提高土壤 P、B 总量以提高速效磷、有效硼含量,进而提升农作物产品质量。

[参考文献]

环境科学大辞典编委会. 2008. 环境科学大辞典(修订版)[M]. 中国环境科学出版社.
 雷志栋,杨诗秀,许志荣,等. 1985. 土壤特性空间变异性初步研究[J]. 水利学报,(9):10-21.
 刘全友,童依平,李继云,等. 2000. 多伦县土壤营养元素有效态含量的影响因素研究[J]. 生态学报,20(6):1034-1037.
 陆继龙,周永昶,周云轩. 2000. 吉林省黑土某些微量元素环境地球化学特征[J]. 土壤通报,2002. 33(5):365-368.
 李延生. 2000. 黑龙江省扎龙湿地土壤地球化学特征及生态环境意义[J]. 物探与化探,2010. 34(4):512-516.
 师刚强,赵艺,施泽明,等. 2009. 土壤 pH 值与土壤有效养分关系探讨[J]. 现代农业科学,16(5):93-95.

史舟,李艳. 2006. 地土壤学中的应用[M]. 北京中国农业出版社.
 唐丽静,王冬艳,李月芬,等. 2014. 吉林黑土区土壤-作物系统重金属元素地球化学特征研究[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,45(1):139-146.
 唐丽静,王冬艳,宋诚亮,等. 2014. 山东省沂源县耕层土壤营养元素有效态含量及其影响因素研究[J]. 山东农业科学,46

(8):71-74.
 于君宝,王金达,刘景双,等. 2002. 典型黑土 pH 值变化对微量元素有效态含量的影响研究[J]. 水土保持学报,16(2):93-95.
 中华人民共和国国土资源部. 2016. 土地质量地球化学评价规范(DZ/T 0295—2016)[S].

Correlation Analysis of Soil Available State, Corresponding Total Amount, pH and Organic Matter in Cultivated Land of Xingren City, Guizhou Province

BAO Da-zhong, YOU Gui-zhi, YUAN Sheng-bo

(The 2nd team of Guizhou Nonferrous Metal and Nucleus Intustry Geological Exploration Bureau, Liupanshui 553004, Guizhou, China)

[**Abstract**] After removing the abnormal values of the collected data by the method of average plus standard deviation, the statistics and analysis of several effective States and the corresponding total amount, pH, organic matter content and correlation were carried out by using Excel and SPSS software. The results are as follows: the content of available phosphorus and available boron is in a slightly short state, the rest is in a rich or very rich level; the pH is mainly acid. Under different pH conditions, the correlation between the available state and the corresponding total amount, pH and organic matter is different; under acid conditions, the correlation between the available state and the corresponding total amount is extremely significant; alkali hydrolyzed nitrogen, available phosphorus, available boron and available molybdenum are extremely significant or significant positive or negative correlation with specific pH value; alkali hydrolyzed nitrogen is extremely significant or significant positive correlation with organic matter; available phosphorus, available molybdenum and available zinc are extremely significant or positive correlation with specific pH value Organic matter is highly significant or significantly correlated at specific pH value. The results provide the basic basis for balanced fertilization of crops, improvement of cultivated land quality and promotion of comprehensive land improvement.

[**Key Words**] Cultivated soil; Available state; Total mount; Correlation; Xingren city