

贵州安龙县耕地土壤几种有效态与对应 全量、pH值、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:K、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。不同 pH 条件下,有效态与对应全量、pH、有机质相关性各异:在强酸至碱性总体样本中,各有效态与对应全量均呈极显著正相关。各有效态与特定 pH 值呈极显著或显著正或负相关;碱解氮与有机质呈极显著正相关;速效磷、有效硼、有效钾与有机质在特定 pH 条件下呈极显著或显著正或负相关。结论对全县农作物平衡施肥、耕地提质改造具有指导意义。

[关键词]耕地土壤;有效态;全量;相关;安龙县

[中图分类号]P652;S159.2 [文献标识码]A [文章编号]1000-5943(2020)-04-0546-05

植物营养通常指营养元素的有效态含量(周国华等,2005)。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(栾进华等,2011;任宏波等,2008;李延生,2010)。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,2002,2003)。本文以 2017-2018 年 1:5 万安龙县耕地质量地球化学调查为基础,研究耕地土壤 pH 值、有机质、N、P、K、B、Mo、Zn 全量对碱解氮、速效磷、速效钾、有效硼、有效钼、有效锌等有效态微量元素的相关性。

1 研究区概况

安龙县地处贵州南西部。地理坐标东经 104°59'~105°41',北纬 24°55'~25°33'。评价面积 470.85 km²。属中亚热带湿润季风气候区。多年

均温 15.4℃,平均降水量为 1 256.1 mm。低中山地形,海拔高度 407~1 966.4 m。受成土母岩、气候、地形地貌、植被等条件及人类活动的影响,安龙县土壤类型复杂多样(莫光员等,2020)。主要有黄壤、红壤、黄棕壤、紫色土、石灰土、水稻土、其他土壤 7 个土类。在全域空间上耕地较为零散、土地资源利用率偏低、耕地质量弱化等特点。主要粮食作物如水稻、玉米、油菜、甘蔗等产能、特色质量不高。

2 工作方法

2.1 样品采集方法

样品采集对象为 0~20 cm 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际确定点为中心,根据地块形状确定子样的位置;

[收稿日期]2020-04-26 [修回日期]2020-05-31

[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,研究方向,土壤调查、地质环境,高级工程师,目前主要从事大地质及地质灾害等相关工作。

各主、子样点尽可能保持土壤类型一致;样品采好后进行初加工并包装入库或送检(鲍大忠等,2020;游桂芝等,2020)。

2.2 测试指标、方法及质量

本次对采集的569件耕地土壤样同时做全量和有效态分析。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,根据不同样品,采用方法各异。pH值采用pH计电极法(ISE);N、有机质采用酸碱滴定容量法(VOL);B采用发射光谱法(ES);Mo采用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS);P、K、Zn采用X射线荧光光谱法(XRF);碱解氮、有效钼、阳离子交换量采用容量法;速效磷、有效硼、有效锌、速效钾采用离子体光谱法(ICP-AES)。经内外检,测试质量均合格。

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(鲍大忠等,2020)。

表1 安龙县耕地土壤有效态及对应点全量含量特征表(n=533)

Table 1 Characteristics of soil effective forms and their corresponding sites in Anlong county cultivated land (n=533)

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
最小值	38.50	0.15	52.00	0.13	0.04	0.05	0.79	0.29	1.32	6.03	0.34	38.20
中位数	156.00	5.91	148.68	0.38	0.19	2.27	1.93	1.11	12.49	71.00	2.19	123.00
最大值	424.00	163.27	1717.501	3.28	3.13	22.60	5.70	3.44	38.87	158.00	27.20	334.00
均值	164.69	9.75	179.33	0.45	0.31	2.61	2.09	1.12	13.46	69.88	3.23	128.76
标准离差	56.80	12.92	123.41	0.30	0.36	1.88	0.77	0.44	5.82	32.23	3.08	51.28
变异系数	0.34	1.33	0.69	0.66	1.15	0.72	0.37	0.39	0.43	0.46	0.95	0.40

说明:氮、磷、钾含量单位为g/kg;其他单位为mg/kg。

3.2 土壤理化性质

3.2.1 土壤pH值

用Excel软件对安龙县耕地土壤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,

3 结果与分析

3.1 耕地土壤有效态及全量含量特征

对采样数据按上述方法进行取舍后的533件样本,用Excel软件计算各有效态元素及全量含量参数见表1。由表1可知:Mo、速效磷、有效钼变异系数较大,离散程度高,分布不均匀,变幅较大,其它相对较均匀。

根据《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T 0295-2016)土壤养分分级标准,从各有效态元及全量的平均含量来看,N、P、B、Mo、Zn、碱解氮、有效钼总体处于很丰富水平,其中钼平均含量高出很丰富标准低值0.85 mg/kg的2.8倍;有机质、速效钾、有效锌总体处于丰富水平;K、速效磷、有效硼处于稍缺乏状态。

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值在4.34~8.36之间,均值为6.67。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,以酸、中、碱性为主,三者所占比例分别为31.89%、30.39%、29.27%。变异系数为0.16,变幅较小。

表2 安龙县耕地土壤pH及有机质含量特征表

Table 2 Characteristics of Soil pH and organic matter content in cultivated land of Anlong county

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	4.34	6.85	8.36	6.67	1.08	0.16	533
有机质	8.20	32.60	112.00	35.91	14.37	0.40	533

说明:pH无量纲单位;有机质含量单位为g/kg;样本数为件。

3.2.2 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,安龙县耕地土壤的有机质含

量为8.2 g/kg~12.00 g/kg,均值为35.91 g/kg,变异系数为0.40,其含量空间分布比较均匀。与第二次土壤普查时有机质的平均值为8.67 g/kg相比(全国土壤普查办公室,1998),有机质平均含

量增加 27.24 g/kg。

3.3 有效态相关性分析

对 569 件异常值剔除后的 533 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。

3.3.1 有效态含量与对应全量的相关性分析

土壤元素全量是其有效量的重要控制影响因素,各元素全量与有效度均呈正相关关系(赵敏等,2020)。由表 3 可知,在强酸至碱性总体样本中,各有效态与对应全量均呈极显著正相关,碱解与 N 的相关系数高达 0.849。在不同的 pH 值条件下,各有效态与对应全量的相关性各异:在强酸条件下,碱解氮与 N、有效钼与 Mo 呈极显著正相关,有效钼与 Mo 的相关系数高达 0.903;酸性条件下,碱解氮、速效磷、有效钼、有效锌与对应的 N、P、Mo、Zn 呈极显著正相关;中性条件下,碱解氮、速效磷、有效硼、有效钼、有效锌与对应的 N、P、B、Mo、Zn 呈极显著正相关;碱性条件下,速效

钾与对应的 K 呈极显著负相关,有效钼与对应的 Mo 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,碱解氮与 P、Zn;速效钾与 N、P;有效硼与 N;有效钼与 N、Zn;有效锌与 N、P 呈显著或极显著正相关。碱解氮与 K、B;有效锌与 K 呈显著或极显著负相关。酸性条件下,碱解氮与 P、Zn;速效磷与 N;速效钾与 P、Zn;有效硼与 N、P、Zn;有效钼与 B、Zn;有效锌与 N、P、Mo 呈显著或极显著正相关;碱解氮与 K、B;有效锌与 B 呈显著或极显著负相关。中性条件下,碱解氮与 P;速效磷与 Zn;速效钾与 B、Mo;有效硼与 N、Mo;有效钼与 B、Mo、Zn;有效锌与 N、P 呈显著或极显著正相关;碱解氮与 K 呈极显著负相关。碱性条件下,碱解氮与 K、B;速效磷与 K、B、Mo;速效钾与 Zn;有效硼与 N、Zn;有效钼与 N、P;有效锌与 K、B、Mo 呈显著或极显著正相关,其中碱解氮与 K 相关系数高达 0.884;碱解氮与有效锌;速效磷与 N;速效钾与 B;有效钼与 K 呈显著或极显著负相关。

表 3 不同 pH 值条件下有效态与对应点位全量的相关系数

Table 3 Correlation Coefficient between effective state and total corresponding site at 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	.849**	.500**	-.374**	-.121**	-.029	.212**	4.0-8.5 强酸至 碱性	533	有效硼	.179*	.262**	.029	.061	.079	.172*	5.0-6.5 酸性	170
速效磷	.256**	.439**	-.077	.106*	.050	.242**			有效钼	.080	.093	-.127	.265**	.763**	.384**		
速效钾	-.049	.134**	.113**	.045	.109*	.056			有效锌	.317**	.483**	-.090	-.158*	.172*	.311**		
有效硼	.157**	.148**	.023	.236**	.108*	.122**			碱解氮	.849**	.398**	-.314**	-.046	-.130	.109		
有效钼	-.071	.045	-.059	.236**	.628**	.381**			速效磷	.113	.482**	-.116	.151	.040	.215**		
有效锌	.146**	.340**	-.061	.042	.075	.265**			速效钾	-.102	.020	.126	.183*	.184*	-.050		
碱解氮	.761**	.763**	-.541**	-.467**	.129	.333*	<5.0 强酸	44	有效硼	.204**	.087	-.117	.369**	.154*	.098	6.6-7.5 中性	164
速效磷	.252	.190	.123	.202	.217	.077			有效钼	-.116	.024	-.052	.175*	.571**	.368**		
速效钾	.517**	.308*	-.182	.000	.292	.155			有效锌	.270**	.471**	-.053	.136	-.044	.388**		
有效硼	.335*	.180	-.242	-.014	.165	.208			碱解氮	-.055	-.097	.884**	.406**	.096	-.346**		
有效钼	.299*	-.070	-.057	.289	.903**	.346*			速效磷	-.251**	.041	.224**	.594**	.224**	-.090		
有效锌	.466**	.432**	-.307*	-.242	.125	.276			速效钾	.138	.051	-.218**	-.159*	-.097	.345**		
碱解氮	.777**	.622**	-.447**	-.420**	.092	.343**	5.0-6.5 酸性	170	有效硼	.281**	.056	-.008	-.094	-.091	.210**	7.6-8.5 碱性	155
速效磷	.152*	.191*	-.002	.136	.029	.146			有效钼	.173*	.539**	-.162*	.052	.402**	-.015		
速效钾	.108	.378**	-.005	-.117	.082	.240**			有效锌	.123	-.043	.474**	.376**	.209**	-.118		

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 $p < 0.01$ 。

3.3.2 有效态与 pH 的相关性分析

由表 4,在不同的 pH 值条件下,各有效态与对应 pH 值的相关性各异。强酸条件下,速效钾、有效锌与 pH 值呈显著负相关;酸性条件下,速效

磷与 pH 值呈显著正相关。中性条件下,有效硼与 pH 值呈显著正相关。碱性条件下,速效磷、速效钾与 pH 值呈显著正相关;有效钼与 pH 值呈极显著负相关,相关系数为-0.318。

表4 安龙县耕地土壤有效态与不同pH值的相关系数

Table 4 Correlation coefficient between soil effective forms and different pH values of cultivated land in Anlong county

	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	.218**	.289**	.054	.221**	.046	-.082	4.0-8.5,强酸-碱性	533
	-.215	-.047	-.307*	.116	-.120	-.311*	<5.0,强酸	44
	-.073	.165*	.061	.149	.099	.097	5.0-6.5,酸性	170
	.062	-.007	.060	.172*	.100	.074	6.6-7.5,中性	164
	-.001	.165*	.172*	.011	-.318**	.046	7.6-8.5,碱性	155

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 $p < 0.01$ 。

3.3.3 有效态含量与有机质的相关性分析

由表5,在不同pH值条件下,各有效态含量与对应有有机质的相关性各异。各种pH值条件下,碱解氮与有机质均呈极显著正相关,最大相关系数达0.923,而有效铝与有机质的相关性均不明显;强酸条件下,速效钾、有效硼、有效锌与有机质呈极显著正相关;酸性条件下,有效硼、有效锌与有机质呈极显著或显著正相关;中性条件下,有效

锌与有机质呈显著正相关;碱性条件下,速效钾与有机质呈显著负相关,有效锌与有机质极显著正相关。在pH值由酸性向碱性渐变时,碱解氮、速效磷与有机质的关系有增强的趋势,有效硼与有机质相关性随之减弱,速效钾与有机质的相关性由正相关变为负相关。说明提高有机质含量,有利于提高碱解氮、速效磷的含量,但速效钾、有效硼的含量会降低。

表5 不同pH值条件下的有效态与有机质的相关系数

Table 5 Correlation coefficients between effective states and organic matter under different pH values

	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	.886**	.217**	-.044	.159**	-.062	.138**	4.0-8.5,强酸-碱性	533
	.756**	.052	.470**	.397**	.223	.462**	<5.0,强酸	44
	.769**	.138	.101	.174*	.109	.305**	5.0-6.5,酸性	170
	.920**	.080	-.112	.151	-.126	.188*	6.6-7.5,中性	164
	.923**	.178*	-.178*	.049	-.140	.517**	7.6-8.5,碱性	155

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 结论

(1)安龙县耕地土壤Mo、速效磷、有效铝含量分布不均匀,其它相对较均匀。K、速效磷、有效硼处于稍缺乏状态,其余处于很丰富或丰富水平。土壤以酸性、中性和碱性为主。

(2)在强酸至碱性总体样本中,各有效态与对应全量均呈极显著正相关。在不同的pH值条件下,各有效态与对应全量、pH值、有机质的相关性各异。它们的关系互为消涨,互相制约,施肥需根据K、速效磷、有效硼的稍缺掌握在一个相对平衡的状态,才利于耕地质量处于最佳水平。

(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(鲍大忠等,2020)。

[参考文献]

- 鲍大忠,游桂芝,袁盛博. 2020. 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[J]. 贵州地质, 37(3): 404-408.
- 栾进华,程军,王伟,等. 2011. 奉节脐橙种植区土壤地球化学特征[J]. 物探与化探, 35(6): 829-832.
- 李延生. 2010. 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, 34(4): 512-516.
- 莫光员,李丕鹏,袁盛博,等. 2020. 贵州省安龙县耕地表层土壤营养元素地球化学特征[J]. 贵州地质, 37(3): 395, 396-403.
- 全国土壤普查办公室. 1998. 中国土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 843-984.
- 任宏波,万中杰,许静,等. 2008. 莱西中华寿桃产区岩土地球化学特征及土壤营养评价[J]. 物探与化探, 32(2): 186-191.
- 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.
- 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,刘景双,王金达,等. 2003. 典型黑土 pH 值变化对营养元素有效态含量的影响研究[J]. 土壤通报,34(5):404-408.
 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.
 游桂芝,鲍大忠,李丕鹏,等. 2020. 贵州省安龙县耕地土壤有效态微量元素丰缺评价[J]. 贵州地质,37(3):390-395,403.

周国华,吴小勇,周建华. 2005. 浙北地区土壤元素有效含量及其影响因素研究[J]. 第四纪研究,25(3):316-322.
 赵敏,谭王梅,兰永文,等. 2020. 贵州省贞丰县耕地表层土壤养分元素有效量和有效度分析[J]. 贵州地质,37(3):357,384-389.
 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 on Soil Several Effective States and Corresponding Total Amount, pH Value and Organic Matter in Cultivated Soil in Anlong County, Guizhou Province

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

(The 2nd Team of Guizhou Nonferrous Metal and Nuclear Industry Geological Exploration Bureau, Liupanshui 553004, Guizhou, China)

[**Abstract**] After eliminating outliers from the collected data by means of mean value plus standard deviation, the statistics and analysis of several effective states and their corresponding full amount, pH, organic matter content and correlation were carried out by using Excel and SPSS software, the results showed that the contents of K, available pHosphorus and available Boron were slightly deficient, and the rest were rich or very rich. Under different pH conditions, the correlation between the effective states and the corresponding total, pH, organic matter was different: In strong acid to basic samples, the correlation between the effective states and the corresponding total was very significant positive. There were significant positive or negative correlation between available states and specific pH value, significant positive or negative correlation between available n and organic matter, significant positive or negative correlation between available P, available B, available Zn and organic matter under specific pH condition. Conclusion it has guiding significance for the balanced fertilization of crops and the improvement of cultivated land quality in the whole county.

[**Key Words**] Cultivated soil; Effective state; Total; Correlation; Anlong county