

贵州省兴仁市富硒耕地土壤地球化学特征及来源分析

李丕鹏¹, 黎富当¹, 鲍大忠¹, 莫光员², 袁盛博¹

(1. 贵州省有色金属和核工业地质勘查局二总队, 六盘水 553004; 2. 贵州省有色金属和核工业地质勘查局核资源地质调查院, 贵阳 550005)

[摘要]在贵州省兴仁市耕地质量地球化学调查评价基础上,研究了兴仁市耕地土壤中硒的地球化学特征、来源以及影响因素。结果表明,兴仁市耕地土壤硒的算术平均值为0.42 mg/kg,背景值为0.34 mg/kg,富硒耕地面积为31.45万亩,占全县耕地面积的34.02%;兴仁市耕地土壤中Se主要来源于成土母质,其中二叠系的煤系地层是高硒的主要来源;研究区土壤硒含量同时受土壤类型、土地利用方式、有机质含量、pH值影响。

[关键词]硒元素;地球化学特征;来源;影响因素;兴仁

[中图分类号]P632;S159;O613.52 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2020)-03-0345-06

1 引言

硒是人体所必需的微量元素之一。研究表明,摄入适量硒能预防心血管等疾病,硒有抗癌作用、抗氧化作用、拮抗有害重金属的作用,有调节蛋白质合成的功能;硒能够增强人体免疫力、硒能够增强生殖功能、能够调节维生素A、维生素C、维生素E、维生素K的吸收与利用(谢薇,2019;何亚琳,1996;贾十军,2013)。土壤硒是人类摄取硒的主要来源,因此对于土壤硒的来源及其影响因素研究已成为热点。

笔者在贵州省兴仁市耕地质量地球化学调查评价项目基础上,通过对该区耕地土壤中Se元素地球化学特征及来源进行分析研究,并对兴仁市耕地土壤中Se元素含量影像因素进行讨论,以期在当地合理有效的开发利用富硒土地资源提供地球化学依据。

2 研究区概况

兴仁市地处贵州省西南部,黔西南州的中部。

南西到北东向长约78公里,北西到南东向宽约40公里。地理坐标东经104°54′~105°34′、北纬25°16′~25°47′。全市国土面积1585.75 km²,耕地面积616.31 km²。土地利用方式多样,以耕地、林地和草地为主,分别占市内土地利用总面积的38.46%、37.34%、15.62%。土壤类型主要有黄壤、黄棕壤、紫色土、石灰土、水稻土、红壤、其他(红色石灰土)几类,其中以黄壤和石灰土为主,分别占市内土壤总面积的46.90%、36.33%。

3 材料与方法

3.1 样品采集、加工、测试

本次工作的比例尺为1:50000,土壤调查是本次工作的主要手段,表层土壤样品主要布设在耕地内,共采集耕地表层土壤样品6715件,采样密度为10.18/km²。样点布设需特别注重代表性、均匀性、控制性和合理性。采样深度为0~20 cm,由4个~6个子样等量混合组成1件样品,经三级质量检查,样品采集合格率为100%。土壤

[收稿日期]2020-04-13 **[修回日期]**2020-05-11

[资助项目]贵州省耕地质量地球化学调查评价(黔耕调2017-03)。

[作者简介]李丕鹏(1987—),男,彝族,贵州六枝人,2013年毕业于中国地质大学(武汉),本科,地质工程师,主要从事地质调查评价及矿产资源勘查与研究工作。E-mail:1019241256@qq.com。

样品置于干净整洁样品架上自然风干,风干后的样品加工完成后送实验室分析。本次调查评价兴仁市所有样品各类元素或指标的定量分析由四川省地质矿产勘查开发局成都综合岩矿测试中心承担。测试质量合格,数据可靠。

3.2 数据处理与图件制作

数据的统计采用 Exce2010 完成,图件制作由土地质量地球化学评价管理与维护(应用)子系统、Arcgis 10.2 以及地球化学图采用地球化学勘查一体化软件完成。

4 结果与分析

4.1 富硒耕地资源分布

贵州省耕地质量调查评价工作,将耕地土壤中硒元素含量>0.4 mg/kg 作为富硒耕地土壤划分标准,硒元素含量 0.2-0.4 为含硒耕地划分标

准。按照该标准,兴仁市共圈定富硒耕地面积 31.45 万亩(图 1),占全市耕地面积的 34.02%;共圈定含硒耕地面积 57.26 万亩,占全市耕地面积的 61.94%。

4.2 耕地土壤中硒元素地球化学特征

以本次调查获得的 6715 件耕地表层土壤样品的分析数据为基础,统计分析得出,兴仁市耕地土壤硒的含量范围为 0.07 ~9.22 mg/kg,算术平均值为 0.42 mg/kg,高于全国 A 层土壤背景值 0.2 mg/kg (刘铮,1996) 以及贵州土壤背景值 0.369 mg/kg(何亚琳,1996)。并通过剔除离散数据后计算出背景值为 0.34 mg/kg。

以调查数据为基础,做出研究区 Se 元素地球化学图(图 2),对照兴仁市地质图发现,高值区主要分布在 P_2q-m 的灰岩及 P_3l-c 的煤系地层中;低值区主要分布在 T_3ls 、 T_1f 、 T_1y 等地层单元陆源碎屑岩中;其他地质单元呈现背景值。总体与地质背景吻合较好。

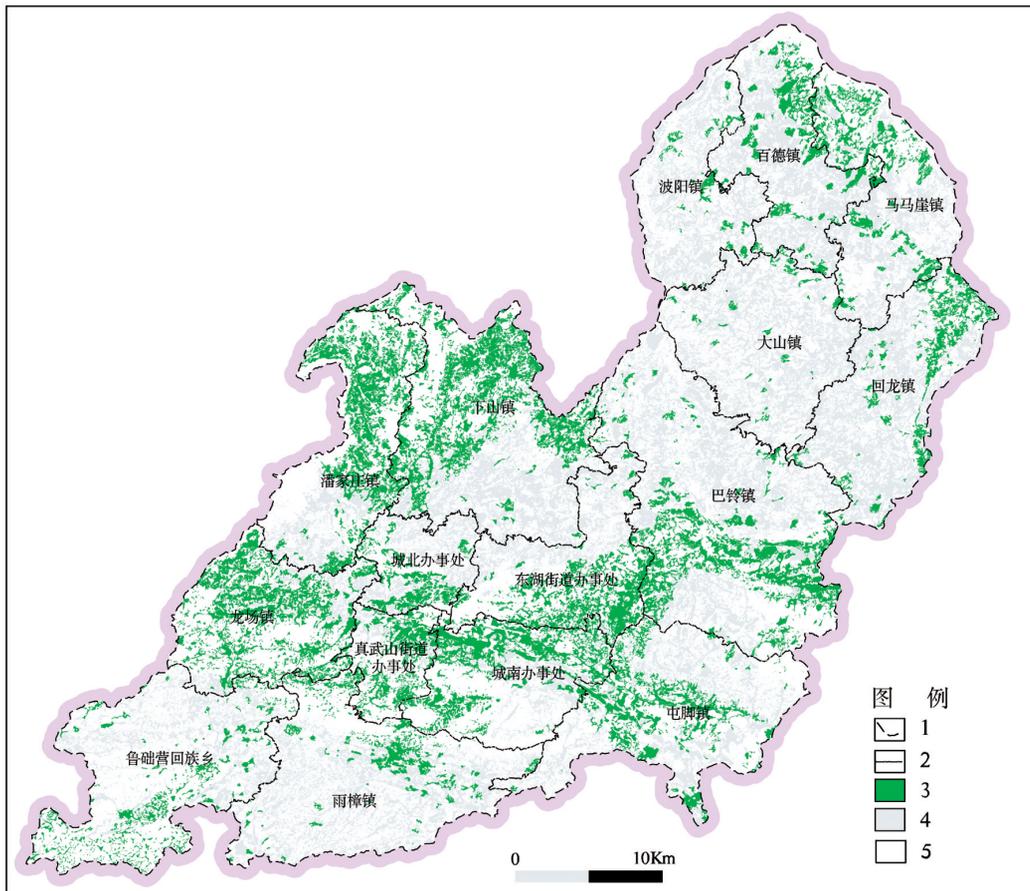


图 1 兴仁市富硒耕地土壤分布图

Fig. 1 Distribution of selenium-enriched cultivated land and soil in Xingren city
1—县界;2—乡镇界;3—富硒耕地;4—非富硒耕地;5—非耕地

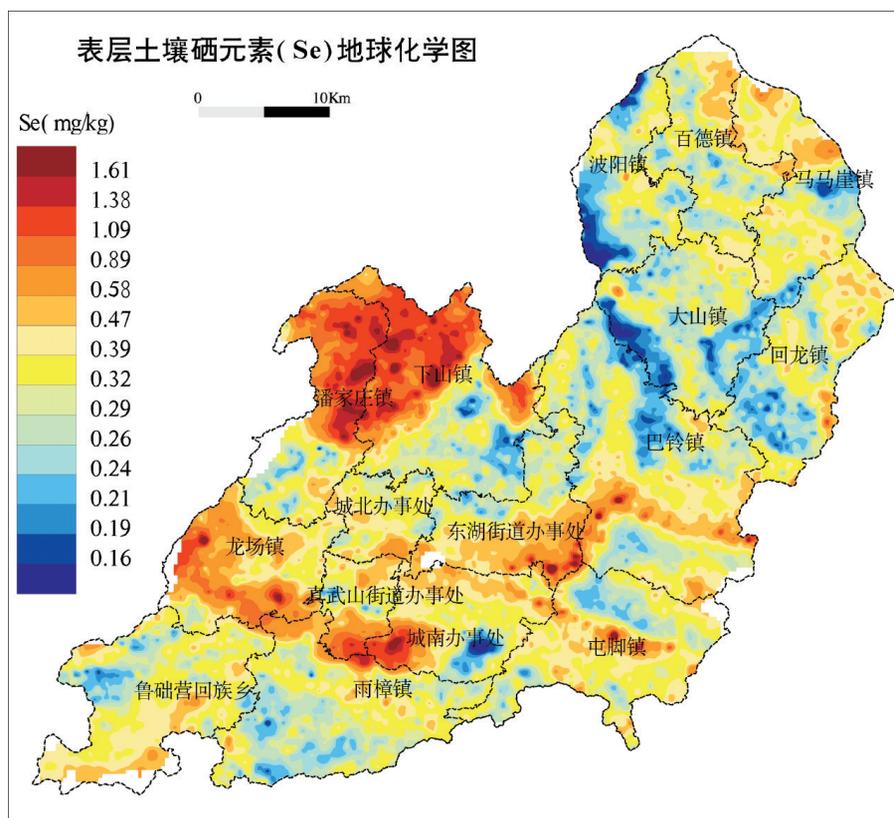


图2 兴仁市耕地表层土壤 Se 元素地球化学图

Fig. 2 Se element geochemical map of surfacecultivated land in Xingren city

4.3 耕地土壤硒的来源分析

针对富硒土壤 Se 的来源,已经有许多专家学者进行了探讨,他们指出土壤硒除了受成土母质的直接影响外,还与表生环境中硒的迁移循环过程有关。总的认为,土壤硒有各种来源,如成土母质、大气沉降、灌溉水、污泥、农用石灰、化学肥料、人工加硒等,其中成土母质是主要来源(覃勇新, 2013;廖启林, 2020;宋明义, 2013)。本研究主要从成土母质、大气干湿沉降、灌溉水三个方向进行分析。

4.3.1 成土母质

成土母质是土壤形成的物质基础,是制约土壤中元素含量的重要因素(黄子龙, 2018)。前人

研究发现,不同成土母质由于物质来源、组成以及气候、生物、地貌、构造运动等的差异,其硒含量存在一定的差异性,如变质岩>岩浆岩>沉积岩和酸性岩>基性岩(魏振山, 2016)。对评价区内不同类型成土母质单元硒含量的统计(表 1)发现,从表中可看出,成土母岩上生成的高硒土壤主要是含煤碎屑岩,其次是白云岩,占比最大的石灰岩及陆源碎屑岩均较低。说明了含煤碎屑岩可能是评价区耕地土壤 Se 高含量的来源。

同时对评价区不同剖面上采集的 8 件岩石及对应土壤样品含量进行对比分析发现(表 2),岩石样品中 Se 含量较高的样品都是含煤碎屑岩,进一步证明了含煤碎屑岩是评价区耕地土壤 Se 高含量的来源。

表 1 兴仁市不同岩石形成耕地土壤 Se 元素含量特征表

Table 1 Characteristics of Se element content in cultivated land formed by different rocks in Xingren city

岩石类型(样本数)	最小值	算术平均值	最大值	标准离差	变异系数
含煤碎屑岩(n=687)	0.126	0.860	9.220	0.596	0.690
白云岩(n=326)	0.222	0.469	1.990	0.154	0.330
石灰岩(4348)	0.070	0.367	4.520	0.213	0.580
陆源碎屑岩(1351)	0.070	0.330	7.260	0.304	0.920

说明:含量单位为 mg/kg

表2 兴仁市岩石及对应耕地土壤样品 Se 含量特征表

Table 2 Characteristic of Se content of rock and corresponding cultivated soil samples in Xingren city

序号	耕地表层土壤样编号	岩石样编号	横坐标	纵坐标	土壤 Se 含量	岩石 Se 含量	岩石类型	备注
1	0QSPM31	0QSYS31	18514061	2830693	0.123	2.370	含煤碎屑岩	
2	0QSPM41	0QSYS41	18516768	2826407	0.120	0.346	含煤碎屑岩	
3	0QSPM51	0QSYS51	18517928	2825168	0.088	0.328	含煤碎屑岩	
4	0QSPM61	0QSYS61	18522856	2822439	0.027	0.062	石灰岩	
5	4DSPM31	4DSYS31	18546754	2830400	0.019	0.033	砂岩	
6	4DSPM41	4DSYS41	18546922	2830013	0.031	0.106	砂岩	
7	4DSPM51	4DSYS51	18547850	2828971	0.038	0.263	砂岩	
8	4DSPM81	4DSYS81	18526334	2825487	0.022	0.129	砂岩	

说明:含量单位为 mg/kg

4.3.2 大气干湿沉降

在生物地球化学循环中,大气干湿沉降是硒输入土壤的重要途径,如每年大气圈接受天然和人为硒总量为 15×10^9 g(夏学齐,2012)。已有研究表明,由于海水中硒浓度较高,湿沉降是东南沿海地区土壤硒的重要来源,降水量越大,土壤中硒含量越高,土壤硒含量与降水量二者呈显著相关关系(陈锦平,2019;孙国新,2017)。本次调查评价项目采集的3件大气干湿沉降样品 Se 元素最大含量为 0.045 mg/kg,说明大气干湿沉降并非土壤硒的来源。

4.3.3 灌溉水

灌溉水对于提高农作物产量具有重要的意义,也是土壤元素的来源之一。兴仁市耕地质量调查评价项目采集的26件灌溉水样品 Se 元素含量皆小于检测限 0.2 ug/L,说明灌溉水并非土壤硒的来源。

表3 兴仁市不同土壤类型耕地土壤 Se 元素含量特征表

Table 3 Characteristics of Se element content in cultivated land of different soil types in Xingren city

土壤类型(样本数)	最小值	算术平均值	最大值	标准离差	变异系数
黄壤(N=2789)	0.070	0.479	9.220	0.434	0.910
黄棕壤(N=59)	0.153	0.837	3.590	0.501	0.600
石灰土(N=3240)	0.094	0.346	3.510	0.155	0.450
紫色土(N=279)	0.070	0.373	2.480	0.321	0.860
水稻土(N=348)	0.096	0.516	2.470	0.359	0.700

说明:含量单位为 mg/kg

5.2 土地利用类型对耕地土壤硒含量的影响

不同的耕地属性决定其不同的利用方式和不同的管理措施,这均会对土壤营养元素的富集造成影响(范成五等,2014)。本研究以调查数据为

5 讨论

5.1 土壤类型对耕地土壤硒含量的影响

不同类型土壤硒含量存在较大差异(李健,1989)。本研究以调查数据为基础,统计分析了兴仁市不同土壤类型样品 Se 元素地球化学参数(表3),由表可知,全市耕地土壤除了石灰土和紫色土中 Se 元素含量算术平均值小于全市算术平均值 0.42 mg/kg,黄壤、黄棕壤和水稻土中 Se 元素含量平均值都大于全市 Se 元素含量平均值,其中黄棕壤 Se 元素含量平均值接近于全市 Se 元素含量算术平均值的两倍。耕地土壤类型对 Se 元素含量的影响表现为:黄棕壤>水稻土>黄壤>紫色土>石灰土。因此不同类型土壤对硒含量影响较大。

基础,统计分析了兴仁市不同种类耕地样品 Se 元素地球化学参数(表4),由表可知,耕地种类对 Se 元素含量的影响表现为:水田>旱地>果园>茶园,这可能与水田和旱地不同的耕作方式及施肥管理措施有关。因此土地利用类型对耕地土壤硒含量有一定影响。

表 4 兴仁市不同种类耕地土壤 Se 元素含量特征表

Table 4 Characteristic of Se element content in different types of cultivated land in Xingren city

不同种类耕地 (样本数)	最小值	算术平均值	最大值	标准离差	变异系数
水田(N=1899)	0.097	0.454	7.260	0.375	0.830
旱地(N=4464)	0.070	0.393	9.220	0.296	0.750
果园(N=47)	0.159	0.395	0.645	0.115	0.290
茶园(N=22)	0.212	0.319	0.427	0.152	0.480

说明:含量单位为 mg/kg

5.3 土壤理化性质对耕地土壤硒含量的影响

(1) 土壤有机质

有机质是影响土壤硒含量的重要因素。以往研究表明,土壤有机质与土壤硒含量存在较高的正相关关系(谢薇,2019)。本研究以调查数据为基础,做出土壤 Se 含量与土壤有机质含量的相关关系图(图 3),由图可知,土壤有机质与土壤硒含量存在较高的正相关关系,和以往研究结论一致,相关系数 R 达到了 0.5466。有机质对硒的影响主要表现为吸附和固定作用,有机质含量越丰富的土壤,对于土壤中硒的吸附能力也就越强。

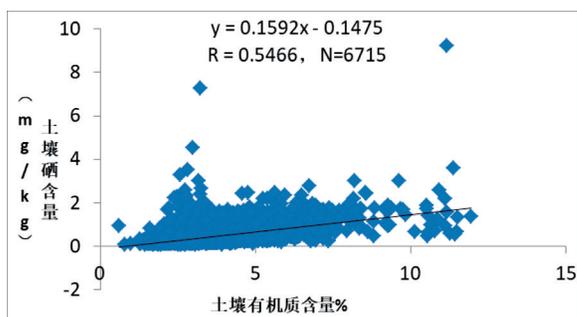


图 3 兴仁市耕地土壤有机质含量与硒含量的相关关系图

Fig. 3 Correlation diagram of organic matter content in cultivated land and selenium content in soil in Xingren city

(2) pH 值

土壤 pH 值被认为是影响土壤硒含量的重要因素之一(杨志强,2014;戴慧敏,2015),通过控制土壤硒元素的活性进而影响作物硒含量。如浙江金华富硒地区酸性旱地土壤的 pH 值与硒含量呈显著负相关(张运强,2012)。对评价区内不同酸碱度土壤硒含量的统计(表 5)发现,硒含量算术平均值从高到低依次为:强酸性>酸性>中性>碱性,表明土壤的 pH 值与硒含量呈显著负相关,和以往研究结论一致。这是因为在酸性环境中硒的甲基化弱,从而使土壤中硒能够稳定存在。

6 结论

(1)兴仁市耕地土壤硒的含量范围为 0.07 ~ 9.22 mg/kg,算术平均值为 0.42 mg/kg,高于全国 A 层土壤背景值 0.2 mg/kg 以及贵州土壤背景值 0.369 mg/kg,背景值为 0.34 mg/kg。

(2)兴仁市耕地土壤中 Se 含量主要来源于成土母质,成土母岩上生成的高硒土壤主要是含煤碎屑岩,其次是白云岩,占比最大的石灰岩及陆源碎屑岩均较低,含煤碎屑岩是评价区耕地土壤 Se 高含量的来源。同时受土壤类型、土地利用方式、有机质含量和 pH 值的影响。

表 5 兴仁市不同 pH 值耕地土壤 Se 元素含量特征表

Table 5 Characteristic of Se element content in cultivated land with different pH values in Xingren city

不同 pH 值土壤	最小值	算术平均值	中位数	最大值	标准离差	变异系数
强酸性(n=763)	0.117	0.663	0.411	9.220	0.599	0.900
强酸性(n=3220)	0.070	0.403	0.331	4.520	0.280	0.690
中性(n=1347)	0.070	0.371	0.334	2.660	0.206	0.560
碱性(n=1384)	0.070	0.352	0.317	7.260	0.260	0.740

说明:含量单位为 mg/kg

[参考文献]

- 陈锦平,刘永贤,曾成城,等. 2019. 降雨对土壤硒迁移转化的影响研究进展[J]. 生态学杂志,38(6):1909-1915.
- 戴慧敏,宫传东,董北,等. 2015. 东北平原土壤硒分布特征及影响因素[J]. 土壤学报,52(6):1356-1364.
- 范成五,罗益,王文华,等. 2014. 不同管理措施对黄壤坡耕地径流氮输出的控制效果[J]. 农业环境科学学报,33(10):1948-1955.
- 何亚琳,1996. 贵州省土壤含硒量及其分布. 土壤学报,(04):391-397.
- 黄子龙,林清梅,范汝海. 2018. 广西全州县富硒土壤地球化学特征. 物探与化探,42(02):381-385.
- 贾十军. 2013. 安徽省富硒土壤评价标准及富硒土壤成因浅析. 资源调查与环境,34(02):133-137.
- 刘铮. 1996. 中国土壤微量元素[M]. 南京:江苏科学技术出版社.
- 廖启林,等. 2020. 江苏富硒土壤元素地球化学特征及主要来源. 中国地质,1-13.
- 谢薇,等. 2019. 天津市蓟州区富硒土壤成因与土壤硒来源研究. 物探与化探,43(06):1373-1381.
- 覃勇新,陈彪. 2013. 广西贵港地区富硒土壤地球化学特征及成因探讨. 南方国土资源,(08):36-37+41.
- 宋明义,等. 2013. 宁波市富硒土壤资源调查与开发利用研究. 广东微量元素科学,20(02):19-25.
- 孙国新,李媛,李刚,等. 2017. 我国土壤低硒带的气候成因研究[J]. 生物技术进展,7(5):387-394.
- 魏振山,涂其君,唐蜀虹,等. 2016. 天山北坡乌鲁木齐至沙湾地区富硒土壤地球化学特征及成因探讨[J]. 物探与化探,40(5):893-898.
- 夏学齐,杨忠芳,薛圆,等. 2012. 黑龙江省松嫩平原南部土壤硒元素循环特征[J]. 现代地质,26(5):850-864.
- 杨志强,李杰,郑国东,等. 2014. 广西北部湾沿海经济区富硒土壤地球化学特征[J]. 物探与化探,38(6):1260-1264.
- 张运强. 2012. 金华市富硒土壤的地球化学特征与利用研究[D]. 金华:浙江师范大学.

Analysis on Soil Geochemical Characteristics and Sources of Selenium-enriched Cultivated Land in Xingren City, Guizhou Province

LI Pi-peng¹, LI Fu-dang¹, BAO Da-zhong¹, MO Guang-yuan², YUAN Sheng-bo¹

(1. The 2nd team of Guizhou Nonferrous Metal and Nucleus Industry Geological Exploration Bureau, Liupanshui 553004, Guizhou, China; 2. The Institute of nuclear resources geology of Guizhou Nonferrous Metals and Nuclear Industry Geological Exploration Bureau, Guiyang 550005)

[Abstract] Based on the survey and evaluation of cultivated land quality geochemistry in Xingren City, Guizhou Province, the overall distribution characteristics, sources and influencing factors of selenium in cultivated land soil were studied. The results show that the arithmetic average of selenium in cultivated soil in Xingren City is 0.42 mg/kg, the background value is 0.34 mg/kg, the selenium-rich cultivated land area is 314 500 mu, accounting for 34.02% of the county's cultivated land area; the cultivated land soil in Xingren City Middle Se is mainly derived from the parent material of the soil, of which the Permian coal stratum is the main source of high selenium; the soil selenium content in the study area is also affected by soil type, land use, organic matter content, and pH value.

[Key Words] Selenium; Geochemical characteristics; Sources; Influencing factors; Xingren