

贵州成土母岩类型及其与耕地土壤关系探讨

马义波^{1,2}, 李龙波^{1,3*}, 张美雪³, 莫春虎², 孟伟²

(1. 贵州省耕地质量地球化学调查评价领导小组办公室, 贵州 贵阳 550004;
2. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550081; 3. 贵州省地质环境监测院, 贵州 贵阳 550081)

[摘要] 本文结合贵州地质背景, 综合分析贵州耕地质量地球化学调查采集的成土母岩和表层土壤样品的基础上, 将贵州成土母岩分为6大类和14种类型, 以石灰岩和白云岩为主; 分析总结了各成土母岩的地质分布及其基本特征和各成土母岩对耕地土壤性质的影响, 并对其空间分布控制因素进行了探讨。

[关键词] 成土母岩; 类型; 耕地土壤; 关系; 贵州

[中图分类号] P652; S159 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2020)-04-0425-05

1 概述

贵州位于上扬子陆块, 出露距今 Ca. 870 Ma 以来的地质记录, 厚达数千米的岩石基底不仅是构成贵州上地壳的物质基础, 也是土壤圈、水圈和生物圈等的载体。新近纪至今的新构造运动使地壳不断隆升, 岩石暴露地表, 在外动力地质作用下, 发生物理、化学和生物风化作用, 经缓慢的水-岩反应形成土壤, 成为人类赖以生存发展的重要物质基础之一。

2017—2020年, 贵州耕地质量地球化学调查评价摸清了全省耕地地球化学质量“家底”(周琦, 2020)。工作中获取了1000余件成土母岩样品和约50万件表层土壤样品的分析数据, 为研究贵州成土母岩与土壤关系提供了关键数据支撑。本文将对贵州主要成土母岩进行分类的基础上, 依托贵州省耕地质量地球化学调查评价的大量数据, 探讨成土母岩对土壤性质及分布的影响和控制作用。

2 成土母岩类型

地处云贵高原东部的贵州, 地质构造和成土

母岩复杂多样, 既不同于东部地区平原丘陵地区, 也不同于西部地区高山盆地(周琦, 2020)。山地占贵州面积的90%以上, 基岩裸露、松散堆积、少而零星, 土壤的母质绝大部分是岩石。因此, 贵州对成土母质进行分类实际上就是对成土母岩进行分类。贵州固结岩石成因类型包括沉积岩、岩浆岩、变质岩三大岩类, 以沉积岩最为广泛。固结岩石形成时代为新元古代中期至古近纪, 距今约870~23 Ma。

2.1 成土母岩分类

本文根据岩石学分类原理, 在贵州岩石分为沉积岩、岩浆岩和变质岩的基础上, 结合贵州耕地土壤实际与特点, 综合考虑特殊岩性对非地带性土壤的影响, 将贵州成土母岩分为碳酸盐岩、硅质陆源碎屑岩等6大类和灰岩、白云岩等14种成土母岩类型, 如表1所示。

2.2 主要成土母岩类型特征

2.2.1 灰岩

灰岩分布广、厚度大, 是贵州主要的成土母岩类型之一, 除黔东南出露较少外, 贵州广泛分布, 是组成古生代和中生代下部地层的重要组分。灰岩主要由方解石组成, CaO含量高, 形成的土壤结

[收稿日期] 2020-08-17 [修回日期] 2020-10-23

[作者简介] 马义波(1988—), 男, 硕士, 高级工程师, 长期从事基础地质、矿产地质、旅游地质、农业地质调查工作。

表1 贵州成土母岩(母质)分类表

Table 1 Soil forming rock (parent material) classification of Guizhou

成岩类型	大类	成土母岩(质)类型	面积(km ²)	占比
沉积岩	碳酸盐岩	灰岩	62 366.46	35.42%
		白云岩	46 633.57	26.48%
		砂岩	11 372.46	6.46%
	硅质陆源碎屑岩	泥(页)岩	21 386.91	12.15%
		紫红色砂岩	8 761.08	4.98%
		黑色页岩	872.26	0.50%
		板岩	8 940.98	5.08%
变质岩	层状区域变质岩	变余砂岩	5 182.81	2.94%
		变余凝灰岩	6 676.09	3.79%
		千枚岩(片岩)	124.27	0.07%
岩浆岩	火山岩	玄武岩	3 401.39	1.93%
	侵入岩	其他基-超基性岩	28.98	0.02%
风化产物		松散堆积物	花岗岩	100.66
	泥、砂、砾		241.11	0.14%
合计			176 089.04	100.00%

构好,盐基丰富,易受风化溶蚀,风化溶蚀后残留量少,形成土壤时间长,土层浅薄。通常纯灰岩等发育的土壤质地粘重,含钙丰富;不纯灰岩在地形平缓常形成地带性土壤,盐基含量少,土壤呈酸性。其风化残坡积物发育为相应的石灰土。

2.2.2 白云岩

白云岩也是贵州主要成土母岩类型之一,贵州分布较广,主要为震旦纪、寒武纪和早中三叠世地层组份。白云岩中主要矿石矿物为白云石,不易溶蚀,风化后常呈“砂糖状”,由其形成的土壤土层浅薄,砂性重。

2.2.3 紫红色砂岩

紫红色砂岩类包括紫红色砂岩、紫红色页岩、紫红色泥岩和紫红色砾岩等,主要为侏罗纪、白垩纪地层的组份,集中分布于赤水、习水地区。该类岩石为半干旱气候条件的内陆沉积,岩石矿物成分复杂,含盐基丰富,易于风化成土。不同时期形成的岩石,由于其沉积物质来源和沉积环境不同,其化学成分差别较大,由其发育的土壤肥力也有差异。风化程度较低,养分淋溶少,除个别岩组发育的土壤肥力贫瘠外,该类岩石发育的土壤大多肥力较高。

2.2.4 黑色页岩

黑色页岩包括炭质粘土岩、炭质页岩等,贵州均有分布。主要为寒武系渣拉沟组、牛蹄塘组,奥陶系-志留系龙马溪组和五峰组,石炭系打屋坝组的组份。岩石呈黑色,主要矿物有石英、长石和白

云母等硅酸盐矿物、硫化物和有机质等。该类岩石有机质含量高,养分较丰富,富铁、铝、硒等元素,是富硒土地硒元素的主要来源之一,因其含硫较高,其发育的土壤多成酸性。

2.2.5 板岩

板岩的矿物以绢云母、绿泥石等为主,粒度细小,较致密,其原岩主要为泥页岩。主要集中分布于黔东南地区,是构成新元古代乌叶组二段、番召组二段和平略组等主要岩性。由板岩风化发育的土层浅薄,半风化层深厚,多岩石碎片。

3 成土母岩与耕地土壤关系探讨

成土母岩是土壤形成的原始物,其性状和分布对土壤的物质组成、理化性质和分布有重要影响。研究表明,土壤中微量元素的分布取决于成土母质类型及其地球化学性质,成土母质类型直接影响土壤微量元素在不同地域空间上的分布(付舜珍,1992;何亚琳,1992;吴次芳,1992;涂成龙等,2011)。

3.1 成土母岩对耕地土壤性状的影响

耕地土壤性状受成土母岩、气候、降水和地形地貌等多种因素的影响。在成土过程中,土壤PH值和微量养分元素等与成土母岩息息相关。因此,选取二者来讨论成土母岩对土壤理化性质的影响。

3.1.1 成土母岩对土壤 PH 值的影响

本次调查发现,贵州酸性耕地土壤比例较高,达 64.76%,并广泛分布,以黔东南州占比最高,达 79.87%。强酸性土壤主要分布在黔南州、黔东南州和黔西南州,其成土母岩主要为浅变质岩、砂岩;碱性土壤占比小,为 14.33%,主要分布在毕节、六盘水和安顺,强碱性土壤主要分布在六盘水,其成土母岩主要为碳酸盐岩等(蔡大为等, 2020;贵州省地质环境监测院,2020)。

贵州以碳酸盐岩为成土母岩的土壤颜色为黄色、黄棕色和灰棕色,因钙、镁含量较高,导致土壤呈弱酸性、中性或微碱性,全省均有分布;以砂岩为主要成土母岩的土壤颜色呈棕色或黄棕色,土壤多呈酸性,主要分布在黔南地区;以紫红色砂岩为成土母岩的土壤颜色表现为紫红色或红棕色,土壤呈酸性或中性。因此,贵州省耕地土壤酸碱度受成土母质影响较为明显。

3.1.2 成土母岩对土壤微量养分元素的影响

成土过程中,由于大量养分元素受施肥等因素的影响,人为因素干扰太大,故本文仅选择了受外界因素影响较小的 Cu、Zn、Mn、Se 等微量养分元素进行讨论。

成土母岩样品与耕地表层土壤样品中 Cu、Zn 等微量养分元素均值如表 2、3 所示可知,玄武岩及其发育的土壤中,Cu、Zn、Mn 元素的均值很高,并高于其他成土母岩及其发育的土壤。

黑色页岩 Se 元素均值含量远高于其他成土母岩;在其发育的土壤中,Se 元素含量也高于其他成土母岩发育的土壤。

表 2 不同成土母岩 Cu、Zn 等养分元素均值统计表

成土母岩	样品数量	Se	Cu	Zn	Mn
灰岩	472	0.25	14.2	32.09	277.74
白云岩	254	0.23	8.6	27.99	275.28
砂页岩	173	0.56	41.09	70.19	623.95
泥岩	104	0.72	58.02	99.85	638.17
紫红色砂页岩	7	0.05	30.7	82.04	514.16
黑色页岩	45	2.62	48.87	56.5	373.85
玄武岩	50	0.30	209.36	130.79	1 616.10
板岩	92	0.23	18.77	101.69	514.67
变余砂岩	3	0.16	9.99	70.13	385.67
变余凝灰岩	6	0.11	55.11	85.58	649.48

注:样品数量单位:件,计量单位:元素单位均为 mg/kg。

表 3 不同成土母岩发育的土壤 Cu、Zn 等养分元素均值统计表

Table 3 Average value statistics of Cu, Zn, etc in different soil forming rock developed soil

成土母岩	样品数量	Se	Cu	Zn	Mn
灰岩	16.66	0.54	45.66	110.34	1 102.89
白云岩	10.98	0.48	32.92	106.04	878.71
砂(页)岩	2.27	0.37	31.11	83.14	552.12
泥岩	8.01	0.48	38.88	101.70	749.09
紫红色砂页岩	2.62	0.32	43.55	98.05	878.66
黑色页岩	0.24	0.61	25.20	92.67	318.58
玄武岩	1.20	0.58	193.84	165.70	1 471.93
板岩	0.96	0.39	20.42	81.46	213.80
变余砂岩	0.54	0.40	18.77	72.50	214.25
变余凝灰岩	0.95	0.38	14.96	79.09	205.06

注:样品数量单位:万件,计量单位:元素单位均为 mg/kg。

从图 1 可知,①灰岩、白云岩在成土过程中都出现了 Cu、Zn、Mn、Se 元素的富集;②Zn 元素在碳酸盐岩、碎屑岩和玄武岩的成土过程中均表现为富集;③玄武岩及其发育的土壤中,Cu、Zn、Mn 元素的均值含量分布趋势基本一致;④Se 元素均值含量在土壤中表现相差不大,但在成土母岩中,表现为黑色页岩最高值。

综上,在碳酸盐岩发育的耕地土壤分布区,土壤中 Cu、Zn、Mn、Se 等元素相对富集;在玄武岩发育的土壤分布区,耕地土壤中富集的元素有 Zn、Se,亏损的元素有 Cu、Mn。这与基岩中 Cu、Zn、Mn 高的地球化学背景有关;在黑色页岩和含煤岩系分布区,耕地土壤往往有机质含量较高,土壤肥力条件较好,土壤 Se 元素含量高。

3.2 成土母岩对耕地土壤分布的控制

本次调查发现,贵州成土母岩种类多,总体以碳酸盐岩和硅质陆源碎屑岩相间产出为主,另有黔北赤水紫红色砂岩、黔南册亨-罗甸砂岩、黔西毕节-六盘水峨眉山玄武岩和黔东南变质岩等四个典型分布区,如图 2 所示。

贵州耕地土壤表现为地带性土壤与非地带性土壤相间分布的特征(贵州土壤,1994)。地质条件和岩石特征是控制土壤分布的基础(杨胜天,2000)。地带性土壤主要有黄壤、黄棕壤等;非地带性土壤包括紫色土、石灰土等。地带性土壤往往由多种成土母岩发育而成,其分布上除了受成土母岩影响外,还受到气候、地形等因素的影响。而

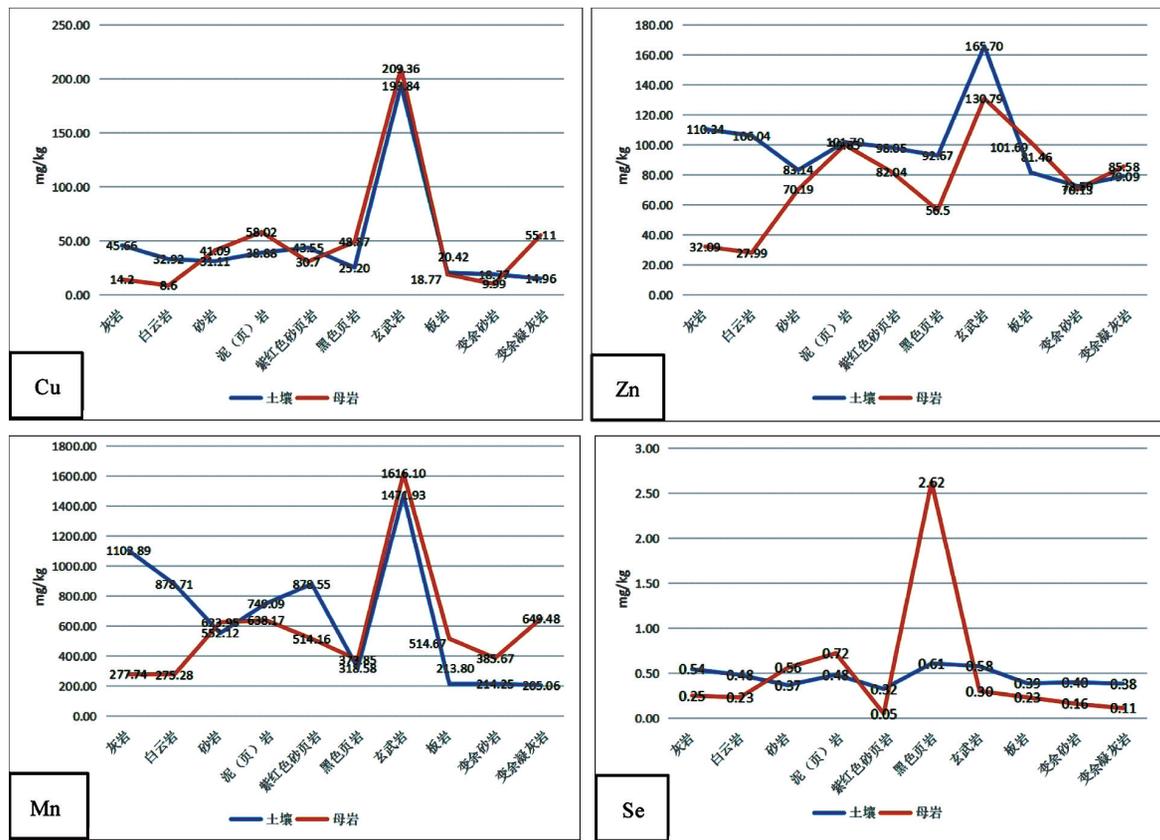


图1 不同成土母岩及其发育土壤中Cu、Zn等微量养分元素均值含量对比图

Fig. 1 Comparison of Cu, Zn and other trace nutrient in different soil forming rock and its developed soil

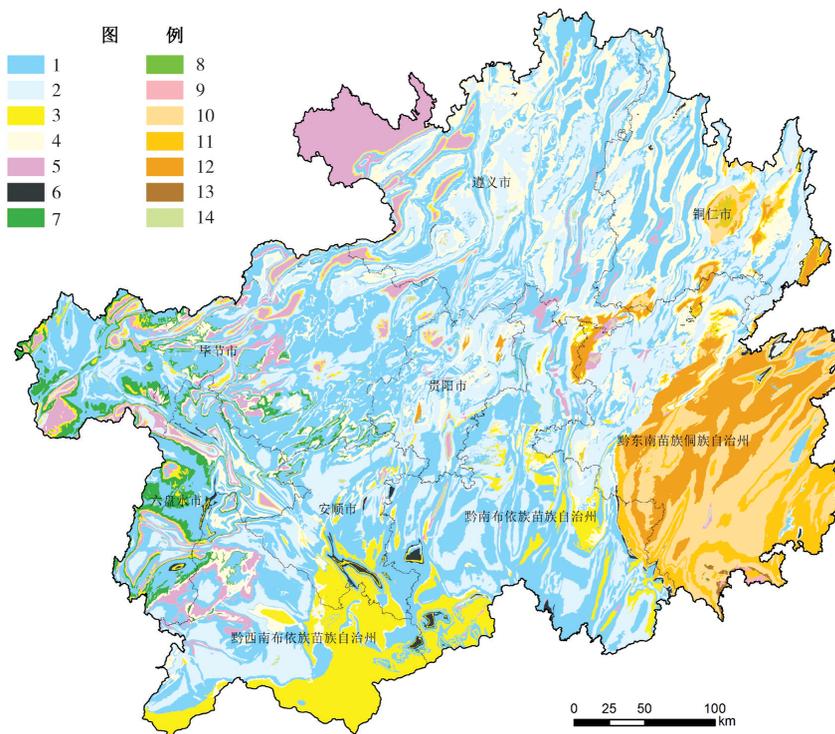


图2 贵州成土母岩(质)分布图

Fig. 2 Distribution of soil forming rock (parent material) in Guizhou

1—灰岩;2—白云岩;3—砂岩;4—泥(页)岩;5—紫红色砂页岩;6—黑色页岩;7—玄武岩;8—其他基-超基性岩;9—花岗岩;10—板岩;11—变余砂岩;12—变余凝灰岩;13—千枚岩(片岩);14—泥、砂、砾

非地带性土壤受成土母岩的影响较大,例如,黔北赤水紫红色砂岩分布区耕地土壤以紫色土为主;石灰土、粗骨土等非地带性土壤常发育在灰岩分布区。

4 结论

本文根据岩石学分类原理,在沉积岩、岩浆岩和变质岩三大岩类的基础上,结合贵州耕地土壤实际与特点对成土母岩类型进行划分,并通过贵州省耕地质量地球化学调查评价分析数据结果,对成土母岩与土壤之间的关系进行探讨,得出如下结论:

(1) 贵州省耕地土壤成土母岩种类多,本次将贵州成土母岩划分为碳酸盐岩、硅质陆源碎屑岩、层状区域变质岩、火山岩、侵入岩和松散堆积物 6 大类,分为灰岩、白云岩、砂岩、泥(页)岩、板岩、玄武岩等 14 种成土母岩类型。

(2) 贵州成土母岩控制着耕地土壤类型的分布,主要表现在非地带性土壤的分布上。例如石灰土分布在灰岩出露地区,紫色土分布在紫红色砂岩分布区。其分布特征表现为以碳酸盐岩和硅质陆源碎屑岩相间产出为主,另有,黔北赤水紫红色砂岩、黔南册亨-罗甸砂岩、黔西毕节-六盘水峨眉山玄武岩、黔东南变质岩等四个典型分布区。

(3) 成土母岩影响着 Cu、Zn 等微量养分元素在耕地土壤中的含量分布。例如玄武岩及其发育的土壤中,Cu、Zn、Mn 元素的均值含量很高,且高于其他成土母岩及其发育的土壤;黑色页岩 Se 元素均值含量远高于其他成土母岩,在其发育的土

壤中,Se 元素含量也高于其他成土母岩发育的土壤,这与基岩中 Cu、Zn、Mn、Se 等元素的高地球化学背景有关。

致谢: 本文在编写过程中得到了王砚耕研究员的悉心指导,在此表示衷心感谢。

[参考文献]

- 蔡大为,李龙波,蒋国才,等. 2020. 贵州耕地主要元素地球化学背景值统计与分析[J]. 贵州地质, 37(3): 233-239.
- 付舜珍,何亚琳. 1992. 成土母质对土壤背景值的影响[J]. 中国环境监测, (3): 110-112.
- 贵州省第二次土壤普查办公室. 1994. 贵州省土壤[M]. 贵阳: 贵州科技出版社.
- 贵州省地质调查院. 2017. 中国区域地质志(贵州卷)[M]. 北京: 地质出版社.
- 贵州省地质环境监测院. 2020. 贵州省耕地质量地球化学调查评价成果报告[R]. 未出版.
- 黄会前,何腾兵. 2016. 贵州母岩(母质)对土壤类型及分布的影响[J]. 浙江农业科学, 57(11): 1816-1820.
- 何亚琳,方重华. 1992. 贵州黄壤背景值与母质的关系[J]. 中国环境监测, (3): 112-114.
- 涂成龙,刘丛强,何腾兵,等. 2011. 母质和土地利用方式对农业土壤微量元素累积的影响[C]. 中国矿物岩石地球化学学会. 中国矿物岩石地球化学学会第 13 届学术年会论文集. 贵阳: 中国矿物岩石地球化学学会.
- 吴次芳. 1992. 浙江省区域地质条件与土壤微量元素分布的关系及其在成土母质类型划分上的意义[J]. 土壤通报, 23(2): 61-63.
- 杨胜天. 2000. 贵州黔灵山土壤系统分类[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 18(3): 13-16.
- 周琦,王砚耕,陈旭晖. 2020. 贵州耕地质量地球化学调查评价工程成果及其意义[J]. 贵州地质, 37(3): 225-226, 232.

Discussion on Soil Forming Rock Type and Its Relation with Cultivated Land Soil in Guizhou

MA Yi-bo^{1,2}, LI Long-bo^{1,3*}, ZHANG Mei-xue³, MO Chun-hu², MENG Wei²

(1. Guizhou Leading Group Office of Cultivated Land Quality Geochemical Survey, Guiyang 550004, Guizhou, China; 2. Guizhou Geological Survey, Guiyang 550018, Guizhou, China; 3. Guizhou Geological Environment Monitoring Institute, Guiyang 550081, Guizhou, China)

[Abstract] In this paper, as the geological background of Guizhou, for the soil forming rock and surface soil sample in Guizhou cultivated land quality geochemical survey were collected, the soil forming rock of Guizhou are divided into 5 categories and 14 types, are primarily limestone and dolomite. The geological distribution of each soil forming rock, the basic features and the influence of soil forming rock to cultivated land property are analyzed and summarized, the spatial distribution controlling factors are also discussed.

[Key Words] Soil forming rock; Type; Cultivated land; Relation; Guizhou