

贵州中部山区植烟土壤有机质含量与海拔和成土母质之间的关系^①

尚 斌^{1,2}, 邹 焱³, 徐宜民^{1*}, 宋文静¹, 王程栋¹,
孟 霖^{1,2}, 刘晓冰^{1,2}, 褚智国⁴

(1 中国农业科学院烟草研究所, 农业部烟草生物学与加工重点实验室, 中国农业科学院青岛烟草资源与环境野外科学观测试验站, 山东青岛 266101; 2 中国农业科学院研究生院, 北京 100081; 3 贵州省烟草科学研究院, 贵阳 550081; 4 山东中烟工业有限责任公司, 山东青岛 266101)

摘 要: 土壤有机质含量影响着烤烟的产量和品质, 与成土母质类型关系密切。本文在贵州中部山区 7 个烤烟主产区共采集了 42 个典型烟田耕层多点混合农化样品和来自剖面的 165 个发生层样品。对土壤有机质含量分析结果表明, 贵州中部山区植烟土壤有机质含量的平均值为 27.7 g/kg, 变幅为 24.3 ~ 31.6 g/kg, 变异系数为 9.48%, 土壤有机质含量总体处于全国第二次土壤普查肥力评价标准中的三级水平(20 ~ 30 g/kg), 总体处于植烟适宜水平; 贵州中部山区植烟土壤有机质含量与海拔高度呈极显著正相关关系; 沟谷堆积物母质发育的土壤有机质含量显著高于第四纪红土和岩类风化残积-坡积物母质发育的土壤; 在剖面垂直分布上, 土壤有机质含量均表现出较强的表聚性, 表现出较明显的从上往下依次递减的规律, 不同成土母质发育形成的土壤在相同土层上有机质含量由高到低依次是沟谷堆积物 > 第四纪红土 > 岩类风化残积-坡积物。

关键词: 贵州中部山区; 烤烟; 耕层土壤; 剖面; 有机质

中图分类号: S151.9; S158.2

土壤有机质主要包括土壤动植物残体、土壤微生物, 以及这些物质分解形成的碳水化合物、含氮化合物、含磷化合物、含硫化合物和腐殖质, 它直接影响着土壤的理化性质和生物活性, 其含量是反映土壤肥力状况和供肥特征的决定性因素^[1]。

在烤烟生产上, 土壤有机质能提高土壤微生物数量和酶活性, 增加土壤空隙度, 改善土壤理化性状, 有效提高土壤肥力, 促进烟株正常健壮生长, 增强烟株抗病力和根系活力, 改善烟株农艺性状, 增加烤烟产量, 使烤后烟叶外观质量较好, 厚薄适中, 油润突出, 组织疏松。在适度范围内, 土壤有机质增加有利于促进烟叶香气物质合成, 增加烟叶油分和还原糖含量; 提高烟叶产量和上等烟比例等, 有利于烟草的稳产高产^[2-9]。

成土母质因素在土壤形成和发育上具有极其重要的作用。成土母质能直接影响土壤的矿物组成和土壤颗粒组成, 并在很大程度上支配着土壤物理、化学

性质以及土壤生产力。成土母质与土壤有机质有着密不可分的关系, 不同成土母质的植烟土壤耕层有机质特征及影响因素在国内外已被广泛研究^[10-13], 而对典型生态区域植烟土壤有机质含量在不同成土母质、海拔高度和土层垂直分布等方面的研究较少。本文旨在系统研究贵州中部山区典型烟田土壤耕层有机质含量与海拔和成土母质之间的关系以及土壤有机质含量在剖面中的垂直分布特征, 以为不同地形地貌烟田土壤质量评价、养分供应特点、土地利用潜力、土壤改良措施和烟叶特色风格评价提供依据。

1 材料和方法

1.1 研究区域

贵州中部地区为喀斯特地貌山区, 分布范围东自黔南自治州北部, 西至安顺市北部, 南至安顺市南部, 北至遵义市南部, 介于 105°33' ~ 108°12'E 和 25°35' ~ 27°13'N。该地区属于亚热带季风湿润气候区, 气候

基金项目: 中国烟草总公司特色优质烟叶开发重大专项(TS-02-20110012)资助。

* 通讯作者(yiminx@sohu.com)

作者简介: 尚斌(1988—), 男, 山东临沂人, 硕士研究生, 研究方向为烟草栽培与质量调控。E-mail: shangbin0801@163.com

温和,年均温度 13℃以上,年均降雨量 1 200 mm 左右,烟田海拔大致为 850 ~ 1 400 m,是我国烤烟典型生态区域之一,烤烟质量具有典型的区域风格特征。本研究选取遵义、凯里、黔西、贵定、开阳、西秀、余庆 7 县为贵州中部山区典型烤烟风格特征的代表性取样区。

1.2 典型烟田的确定

典型烟田的确定采用“以烟定田”的思路,首先依据各县第二次土壤普查资料,按地形地貌、成土母质、土壤条件的空间差异,结合当地烤烟种植区划,以乡镇为单元划分植烟片区,一般每个县划分出 5 ~ 10 个植烟片区;在每个植烟片区,依据优质烤烟长相长势标准,参考当地烤烟种植经验,在田间的农艺性状调查基础上确定取样田块,共确定了 42 个典型烟田。

1.3 土样采集与有机质含量测定

耕层采用随机多点法取样,个点采样充分混匀,四分法留取 2 kg 土壤作为农化分析样品。剖面发生层在相同的烟田地块挖掘标准土壤剖面采样,其垂直观察面宽 1.0 m × 深 1.2 m,有关地理位置、成土条件、成土过程、发生层划分、形态描述和发生层采样方法,详见中国科学院南京土壤研究所制订的《野外土壤描述与采样手册(试行,2010)》。采集后的土样经风干、去杂、研磨和过 100 目筛待用。土壤样品有机质含量的测定在中国农业科学院烟草研究所农业部烟草生物学与加工重点实验室进行,采用重铬酸钾氧

化外加热法测定^[14]。

1.4 数据分析

土壤样品检测数据经成土母质、海拔等区组划分之后,采用 SAS9.2 简体中文版及 Excel2007 等软件进行统计分析。

1.5 土壤有机质分级标准

土壤有机质含量丰缺判定依据全国第二次土壤普查肥力评价标准^[15],等级划分和对应含量数值依次为一级 >40 g/kg、二级 30 ~ 40 g/kg、三级 20 ~ 30 g/kg、四级 10 ~ 20 g/kg、五级 6 ~ 10 g/kg、六级 <6 g/kg。

2 结果与讨论

2.1 耕层土壤有机质含量分布特征

土壤有机质是显示土壤肥力和土壤理化特性的重要指标。贵州中部山区植烟土壤有机质含量平均为 27.7 g/kg,变幅为 24.3 ~ 31.6 g/kg,变异系数为 9.48%(表 1)。依据全国第二次土壤普查肥力评价标准,其处于三级水平(20 ~ 30 g/kg);根据罗建新等^[15]及陈江华等^[16]对我国植烟土壤有机质含量的适宜指标为 20 ~ 30 g/kg 的研究结果划分,贵州中部烟区土壤有机质含量总体处于适宜水平。各县之间耕层土壤有机质含量差异不显著,其原因可能是,虽然各产区内部海拔跨度较大和成土母质种类较多,但各县产区之间气候条件、土地利用方式以及施肥情况等差异不大。

表 1 贵州中部植烟区烟田土壤有机质含量
Table 1 SOM contents of tobacco fields in central region of Guizhou Province

区域	样本数	均值±标准差(g/kg)	变幅(g/kg)	变异系数(%)
遵义	7	28.6 ± 8.0 a	18.7 ~ 40.5	27
凯里	5	27.1 ± 11.5 a	18.2 ~ 45.6	42
黔西	5	24.3 ± 9.5 a	17.4 ~ 39.9	39
贵定	10	30.1 ± 7.1 a	22.0 ~ 42.1	24
开阳	5	25.6 ± 5.2 a	20.3 ~ 32.5	21
西秀	5	30.0 ± 5.0 a	22.3 ~ 34.8	17
余庆	5	26.3 ± 7.4 a	19.5 ~ 37.4	28

注:表中同列不同小写字母表示地区间差异在 $P < 0.05$ 水平显著。

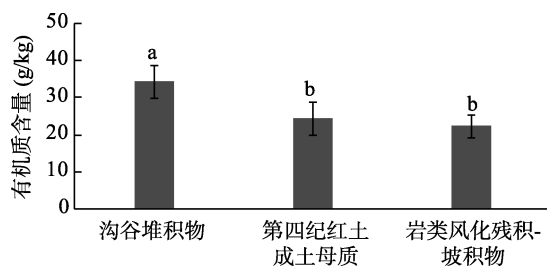
2.2 不同成土母质耕层土壤有机质含量

贵州中部山区普遍为山地高原石灰岩喀斯特地貌特征,其土壤类型多为湿润锥形土、淋溶土、富铁土,少部分为水耕人为土,土壤质地较黏重。烟田所

处的地形部位主要有山坡和沟谷两大类,山坡上的烟田成土母质主要是第四纪红土和各类岩性(主要是碳酸盐岩类)风化物残积-坡积物,沟谷中的烟田成土母质一般为第四纪红土和各类岩性风化物经过搬运后,

在沟谷中堆积而成。为比较方便,本文将成土母质类型划分为第四纪红土(山坡上)、岩类风化残积-坡积物(山坡上)和沟谷堆积物(沟谷中)3 大类。

贵州中部山区不同成土母质植烟土壤耕层有机质含量分析结果显示(图 1),沟谷堆积物发育形成的土壤有机质含量为 34.3 g/kg,变幅为 28.3~40.5 g/kg,变异系数为 13%;第四纪红土发育形成的土壤有机质含量均值为 24.5 g/kg,变幅为 17.4~38.0 g/kg,变异系数为 22%;岩类风化残积-坡积物发育形成的土壤有机质含量为 22.3 g/kg,变幅为 18.4~27.7 g/kg,变异系数为 14%。可见,沟谷堆积物发育形成的土壤,有机质含量最高,显著高于其他两类母质发育而成的土壤,且变异最小。这一不同成土母质发育的土壤有机质含量差异与朱彩云等^[17]对不同母质土壤耕层有机质含量差异的研究结果基本一致。这是因为贵州属于多雨省份,沟谷地更有利于水分的保持,其土壤含水量相对较高,而较高的含水量会降低有机质的矿化,有利于有机质的积累。而第四纪红土发育的烟田土壤,其有机质含量相对高于岩类坡积物(但未达到显著水平),主要是因为第四纪红土的黏粒含量相对高于岩类风化残积-坡积物,黏粒与有机质形成复合体也会降低有机质的矿化,也较有利于土壤有机质的积累^[18]。



(柱图上方不同小写字母表示成土母质间差异在 $P < 0.05$ 水平显著)

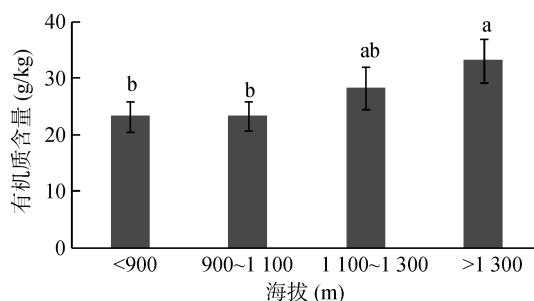
图 1 不同成土母质土壤有机质含量

Fig. 1 SOM contents of different parent materials

2.3 不同海拔耕层土壤有机质含量

贵州中部烤烟典型产区海拔差异较大,其对土壤有机质的影响显著。本次研究取样点海拔分布在 835~1 430 m,将其划分为 <900、900~1 100、1 100~1 300 和 >1 300 m 4 个梯度。结果分析表明,海拔 <900、900~1 100 和 1 100~1 300 m 的烟田土壤有机质含量分别为 23.3、23.4、28.3 g/kg(图 2)。根据我国烟田土壤养分分级标准,有机质含量处于 3 级水平,适宜烤烟种植^[15-16]。而高于 1 300 m 的烟田土壤有机质含量高达 33.1 g/kg,高出烤烟适宜种植的有机质水平。海拔对土壤耕层有机质含量的影响主要是因为随着海拔高度的变化,该地区光、

温、水、热资源发生变化,导致局部小气候发生变化,从而影响土壤中有有机质的分解和积累。一般而言,海拔越高,土壤温度越低,土壤湿度越大,有机质矿化越慢,越有利于有机质的积累。从图 2 可见,土壤有机质含量表现为随海拔升高而增加,相关性分析可知两者呈极显著正相关关系($r = 0.625^{**}$, $P < 0.01$)。海拔高于 1 300 m 土壤有机质含量显著高于 1 100 m 以下土壤有机质含量,这一结果与刘逊等^[19]对湘西州、付晶莹等^[10]对庐山地区不同海拔土壤有机质的研究报道相似。



(柱图上方不同小写字母表示不同海拔间差异在 $P < 0.05$ 水平显著)

图 2 不同海拔高度土壤耕层有机质含量分布

Fig. 2 SOM contents at different elevation

2.4 土壤有机质含量剖面垂直分布规律

土壤营养元素一般具有表聚性,可采用表聚系数表征这种特性,表聚系数按下式计算^[20]:

$$C_i = \frac{\sum_{i=1}^m N_i \times D_i}{\sum_{i=1}^n N_i \times D_i}$$

式中: N_i 为第 i 层土壤营养元素含量, D_i 为第 i 层土层厚度。采样层次 $n = 5$, 分别令 m 等于 1 和 2, 即求得第一、第二土层的表聚系数。若某种土壤营养元素在这两层的表聚系数分别大于 0.1 和 0.2, 则认为该种营养元素具有表聚性,表聚系数越大,表聚性越强。

植烟土壤剖面有机质分析结果表明,土壤剖面各层有机质含量均表现出较明显的从上往下依次递减的规律,并表现出较强的表聚性。我国农田土壤有机质含量一般都会呈现剖面垂直分布现象,这主要是因为随着土壤深度的增加,人为施肥的影响也越来越小,残留在土壤中的植物根系数量越来越少^[18]。遵义、凯里、黔西、开阳、西秀、余庆第一层的表聚系数分别是 0.26、0.30、0.54、0.40、0.42、0.48,第二层的表聚系数分别是 0.42、0.39、0.69、0.55、0.57、0.68。黔西表聚系数最大,第一层表聚系数为 0.54,第二层表聚系数为 0.69,说明耕作层有机质含量明显高于耕作层以下土层有机质含量,并呈现明显的有机

质含量随土壤深度增加而降低趋势；遵义表聚系数最小，说明土壤耕层与耕层以下有机质含量相对差距较小，而有机质含量垂直方向依旧表现出随深度增加降低的趋势；凯里、西秀均表现出明显表聚性，分别在 42~56 cm 土层和 50~70 cm 土层有机质含量有明显增高的现象(图 3)。

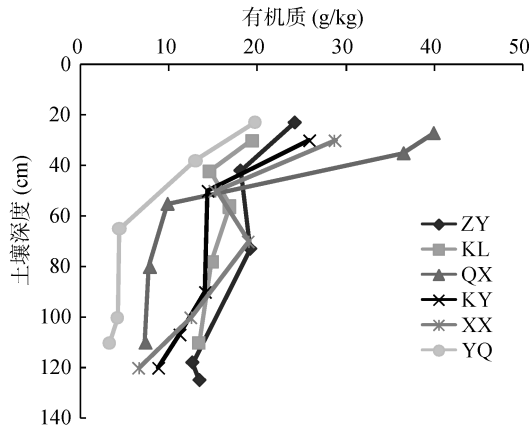


图 3 贵州中部产区土壤剖面有机质垂直分布特征
Fig. 3 SOM vertical distributions in central region of Guizhou Province

2.5 不同成土母质土壤有机质含量垂直分布特征

土壤有机质沿土壤剖面垂直分布特征与成土母质之间有一定关系，不同成土母质发育形成的土壤发生层类型和组合上有差异，而不同发生层的有机质含量也有差异。贵州中部山区不同成土母质发育的植烟土壤剖面各层次的有机质含量信息见表 2。

不同成土母质发育形成的土壤有机质含量均表现出自上而下依次递减的规律，且在同一土层不同母质发育形成的土壤有机质含量从高到低依次是：沟谷堆积物 > 第四纪红土 > 岩类风化残积-坡积物(图 4)，这与朱书法等^[21]对贵州喀斯特地貌土壤有机质分布特征研究和张萍等^[20]对宜昌地区土壤有机质的空间分布特征研究结果相吻合。不同成土母质发育形成的土壤在土层数和土壤厚度上有较大差异，沟谷堆积物形成的土壤多位于河谷中，其形成的土壤较深，发生层一般划分出 5 层左右，平均为 4.50 层；岩类风化残积-坡积物形成的土壤由于一般位于山坡上，由其发育形成的土壤较浅，发生层一般划

表 2 不同成土母质土壤剖面有机质含量分布
Table 2 SOM contents of different horizons of different soil parent materials

成土母质	样品数	平均土层数	深度(cm)	有机质(g/kg)	变幅(g/kg)	变异系数(%)
岩类风化残积-坡积物	8	3.38	0~30	22.3 ± 3.1	18.4~27.7	14
			30~70	11.8 ± 5.7	4.2~20.1	48
			70~	6.0 ± 1.8	3.9~8.2	30
沟谷堆积物	6	4.50	0~30	34.3 ± 4.4	28.3~40.5	13
			30~47	21.7 ± 3.6	14.0~21.2	17
			47~70	5.6 ± 3.2	3.4~9.3	56
			70~95	4.5 ± 0.9	3.8~5.5	20
			95~110	7.4 ± 5.8	3.8~14.2	79
第四纪红土(山坡)	7	4.14	0~30	24.5 ± 5.5	17.4~38.0	22
			30~50	13.1 ± 6.2	4.6~22.3	47
			50~85	9.6 ± 5.3	3.8~17.2	55
			85~110	4.9 ± 1.7	2.4~6.9	34

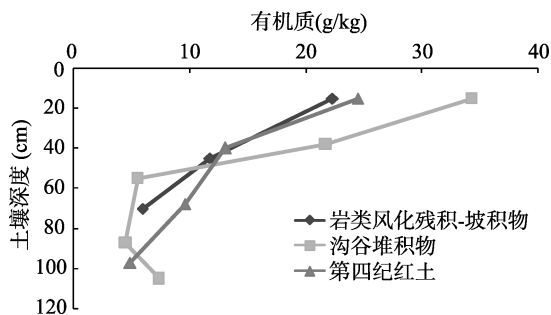


图 4 不同成土母质土壤剖面有机质含量垂直分布图
Fig. 4 SOM vertical distributions with different soil parent materials

分出 3~4 层，平均为 3.38 层；第四纪红土一般酸性高，黏粒含量高，发生层一般划分出 3~4 层，平均为 4.14 层。岩类风化残积-坡积物形成的土壤在深度 30~70 cm 土层上不同取样点之间有机质含量差异较大，变异系数为 48%；沟谷堆积物发育形成的土壤在深度 47~70 cm 和 95~110 cm 两个土层上不同取样点之间土壤有机质差异较大，变异系数分别为 56% 和 79%；第四纪红土发育形成的土壤不同取样点之间不同土层有机质含量差异均较大(表 2)。

3 结论

贵州中部山区植烟土壤有机质含量与海拔呈极显著正相关关系,含量总体处于适宜烤烟种植水平;沟谷堆积物发育形成的土壤有机质含量显著高于第四纪红土和岩类风化残积-坡积物发育形成的土壤;不同成土母质发育的土壤有机质含量均表现出明显的从上往下依次递减规律,并均表现出较强的表聚性;不同成土母质发育形成的土壤在相同土层上有机质含量由高到低依次是沟谷堆积物 > 第四纪红土 > 岩类风化残积-坡积物。

参考文献:

- [1] 中国农业科学院烟草研究所主编. 中国烟草栽培学[M]. 上海: 上海科技出版社, 2005
- [2] 张新要, 黄平俊. 有机肥对土壤和烤烟生长及品质影响研究进展[J]. 耕作与栽培, 2006(5): 20-21, 46
- [3] 孙燕, 高焕梅, 和林涛. 土壤有机质及有机肥对烟草品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(20): 6 160-6 161
- [4] 刘国顺. 烟田施用有机肥对土壤理化性状和烟叶香气成分含量的影响[J]. 中国烟草学报, 2005, 11(3): 29-33
- [5] 武雪萍. 饼肥有机营养对土壤生化特性和烤烟品质作用机理的研究(博士学位论文)[D]. 山西太谷: 山西农业大学, 2003
- [6] 史宏志, 韩锦峰. 不同氮量和氮源的烟叶高级脂肪酸含量及其与烟叶香吃味的关系[J]. 河南农业大学学报, 1996, 30(1): 41-43
- [7] 武雪萍. 有机无机肥配施对烟叶化学成分和品质的影响[J]. 土壤肥料, 2005(1): 10-13
- [8] 曹鹏云, 鲁世军, 张务水. 植烟土壤有机质含量与有机肥施用概况[J]. 中国烟草学报, 2004, 10(6): 40-42
- [9] 韩锦峰, 王凌, 张秀英, 杨素勤, 王德勤, 张松岭, 邓惠中, 王国莹, 张丰奇. 生物有机肥对烤烟生长发育及其产量和品质的影响[J]. 河南农业科学, 1999(6): 11-14
- [10] 付晶莹, 朱晓芳. 庐山不同海拔高度土壤养分含量分析[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(15): 73-74
- [11] 黎妍妍, 李锡宏, 李进平. 恩施州不同海拔高度植烟区气候和土壤条件分析[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版), 2008, 26(1): 110-114
- [12] 焦敬华, 刘春奎, 许自成, 毕庆文, 王海明. 湖北宣恩不同海拔植烟土壤养分含量状况分析与综合评价[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(28): 8 936-8 937, 8 949
- [13] 胡国松, 杨林波, 魏巍, 章新军, 熊斌, 张光辉, 陈丙辉, 黄立新. 海拔高度、品种和某些栽培措施对烤烟香吃味的影响[J]. 中国烟草科学, 2000(3): 9-13
- [14] 张甘霖, 龚子同. 土壤调查实验室分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 2012
- [15] 罗建新, 石丽红, 龙世平. 湖南主产烟区土壤养分状况与评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2005, 31(4): 376-380
- [16] 陈江华, 李志宏, 刘建利, 王刚, 龙怀玉, 雷秋良, 张认连, 张维理. 全国主要烟区土壤养分丰缺状况评价[J]. 中国烟草学报, 2004, 11(3): 14-18
- [17] 朱彩云, 贺春强, 储亚云, 李勇. 成土母质及质地对土壤全氮与有机质关系的影响[A] // 江苏耕地质量建设论文集[C]. 南京: 中国土壤学会, 2008: 189-193
- [18] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [19] 刘逊, 邓小华, 吴秋明, 周米良, 黎娟, 田茂成, 田峰, 冯晓华, 吴秋明. 湘西植烟土壤有机质含量及其影响因素[M]. 核农学报, 2012, 26(7): 1 037-1 042
- [20] 张萍, 黄永文, 杨杨, 吴昌荣, 张进. 宜昌地区土壤有机质的空间分布及演变特征[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(3): 462-465
- [21] 朱书法, 刘丛强, 陶发祥, 王中良, 朴河春. 贵州喀斯特地区棕色石灰土与黄壤有机质剖面分布及稳定碳同位素组成差异[J]. 土壤学报, 2007, 44(1): 169-173

Relationship Between SOM Contents of Tobacco Fields and Elevation and Parent Materials in Central Region of Guizhou Province

SHANG Bin^{1,2}, ZOU Yan³, XU Yi-min^{1*}, SONG Wen-jing¹, WANG Cheng-dong¹,
MENG Lin^{1,2}, LIU Xiao-bin^{1,2}, CHU Zhi-guo⁴

(1 *Tobacco Research Institute, CAAS, Key Laboratory of Tobacco Biology and Processing, Ministry of Agriculture, Qingdao Tobacco Resources and Environment Field Station of CAAS, Qingdao, Shandong 266101, China;*
2 *Graduate School of CAAS, Beijing 100081, China;* 3 *Guizhou Tobacco Science Research Institute, Guiyang 550081, China;* 4 *Shandong Zhongyan Industrial Co., LTD, Qingdao, Shandong 266101, China*)

Abstract: SOM content affects the yield and quality of flue-cured tobacco. SOM content could be influenced by the soil parent material. 42 surface soil samples and 165 soil profile samples were collected and analyzed from 7 main flue-cured tobacco planting counties in the central region of Guizhou Province. The results showed that SOM content ranged from 24.3g/kg to 31.6g/kg, with a mean of 27.7g/kg and variation coefficient of 9.48%, SOM content was within the 3rd grade in the fertility standard of the 2nd National Soil Survey, suitable for flue-cured tobacco planting. Correlative analysis showed that SOM content was extremely significantly positively correlated with the altitude. The SOM content of soil developed from gully debris was significantly higher than those developed from quaternary red clay and carbonate residual-slope wash. In profile vertical direction, SOM content showed strong surface-aggregation and decreased fast with soil depth. The SOM content of same horizon which formed from different parent material was in an order of gully debris > quaternary red clay > carbonate residue-slope wash.

Key words: Central region of Guizhou Province, Flue-cured tobacco, Surface soil, Profile soil, Soil organic matter (SOM)