

南方侵蚀治理区土壤碳分布及主控因素研究^①

宋正姍^{1,2}, 史学正^{1*}, 王美艳¹, 于东升¹, 徐胜祥¹

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008; 2 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 研究侵蚀治理区土壤碳区域分布影响因素对揭示退化土壤有机碳恢复有重要的意义。本文以江西省兴国县侵蚀治理恢复区林地土壤有机碳为研究对象, 评价了土壤类型和成土母质对土壤有机碳的影响及其主控作用。结果表明: 兴国县侵蚀治理恢复区林地土壤有机碳受土壤类型和成土母质影响显著, 其中黄红壤各土层土壤有机碳含量均显著高于红壤; 千枚岩发育的土壤有机碳显著高于红砂岩和花岗岩。对比土壤类型和成土母质对土壤有机碳的影响作用大小发现, 在表层 0 ~ 20 cm 土壤类型对土壤有机碳变异解释能力大于 30%, 成土母质的解释能力约为 17%, 土壤类型是影响表层土壤有机碳的主控因素; 表下层 20 ~ 30 cm 土壤有机碳变异的解释能力则表现为成土母质(28.8%)与土壤类型(27.5%)基本相当, 同为主控因素。因此, 兴国县侵蚀治理恢复区土壤类型和成土母质对土壤有机碳的影响作用不容忽视, 合理地分区展开水土保持工作有利于退化土壤的碳恢复。

关键词: 土壤有机碳; 土壤类型; 成土母质; 区域分布

中图分类号: S157.5

土壤侵蚀对土壤碳库有重要的影响, 合理的水土保持措施可以促进土壤碳恢复和累积^[1], 因此侵蚀地区有巨大的固碳潜力。明确侵蚀治理区土壤有机碳(SOC)影响因素不仅可以为区域土壤碳恢复机理研究提供理论依据, 而且有利于精确估算侵蚀区土壤碳汇潜力变化。

SOC 受多因素(如植被、地形、土壤属性等)控制。不同土壤类型 SOC 含量有所差异, 如徐华勤等^[2]研究表明广东省林地 SOC 含量表现为砖红壤>赤红壤>红壤; 章明奎和徐建民^[3]研究得出浙江省西部地区林地 SOC 含量红泥土最高, 其次为黄筋泥, 红砂土最低。土壤类型对恢复林地 SOC 有不容忽视的影响^[1]。但有关评价侵蚀治理过程土壤类型对恢复林地 SOC 影响的研究未见报道。此外, 成土母质被认为是影响 SOC 重要因素之一^[4]。成土母质不同, SOC 含量不同。Berger 等^[5]研究数据表明奥地利恢复林地 Flysch 发育的 SOC 含量小于 Molasse。Harradine 和 Jenny^[6]及 Rasmussen 等^[7]研究发现 Sierra Nevada 山脉林地基性母岩发育的 SOC 含量大于酸性母岩。成土母质影响土壤形成过程^[8], 必然对退化土壤及其 SOC 复产生重要影响, 因此, 评价成土母质对侵蚀治理恢复区 SOC 影响有利于摸清退化土壤碳恢复机制。

我国南方红壤区由于森林资源过度开采等原因, 土壤侵蚀严重。随有效的水土保持措施的实施, 植被得到恢复, 水土流失显著降低^[9-10]。侵蚀治理过程 SOC 是否受土壤类型和成土母质影响及其主控性还不清楚。因此, 本研究旨在探究我国南方红壤侵蚀治理恢复区土壤类型和成土母质对 SOC 影响, 以期揭示土壤类型和成土母质对 SOC 的主控作用, 从而为红壤侵蚀区的土壤质量恢复和生态环境重建工作提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

兴国县位于我国江西省中南部(115°01' ~ 115°51' E, 26°03' ~ 26°41' N), 面积近 3 200 km²。地处中亚热带季风湿润气候带, 雨量充沛, 年均降雨量为 1 540 mm, 但季节分布不均, 4—6 月占全年雨量 50% 以上。该县东北西三面群山重叠, 海拔 100 ~ 1 200 m, 且由东、北、西部向中南部递减。地带性植被为亚热带常绿阔叶、针叶林, 但由于森林砍伐和农业活动, 植被多为残存的次生林和灌丛, 仅北部山区存在小面积常绿阔叶林。自 1982 年被国务院列为

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项(XDA05050509)资助。

* 通讯作者(xzshi@issas.ac.cn)

作者简介: 宋正姍(1988—), 女, 安徽宿州人, 硕士研究生, 主要研究方向为土壤侵蚀与生态环境重建。E-mail: 353319281@qq.com

全国八个水土保持重点治理区之一,经过几十年的治理,兴国县森林覆盖率达到 42.3%^[11]。林地土壤类型主要为红壤、黄壤、紫色土等。由于水土流失得到一定的治理,分布在主要成土母质区的土壤侵蚀面积大幅度减少,如变质岩区强度侵蚀面积由 350 km² 减少为 50 km²;花岗岩区由 460 km² 降低至 85 km²;红砂岩区从 24 km² 降低为 10 km²,现存的水土流失主要分布在花岗岩、红砂岩和紫色页岩^[10,12]。

1.2 采样设计与样品分析

采样设计:土壤采样点布设在兴国县西南部典型侵蚀治理区,该区域前期水土流失严重,经过治理后遭破坏植被逐渐得到恢复。根据区域内土壤类型和成土母质进行布点,样点数目主要依据不同土壤类型和成土母质的面积大小,共布设 50 个土壤剖面,具体为红壤 33 个、黄红壤 12 个、棕红壤 5 个;这 50 个土壤剖面样点归属千枚岩的为 17 个、花岗岩 19 个、红砂岩 14 个。样点位置见图 1。

样品的采集与处理:土壤样品于 2011 年 10 月采集。为便于数据对比,采样均在林地坡中部。由于前期侵蚀较为严重,因此土层较薄,土壤剖面深度多为 30 cm。50 个土壤剖面按其自然发生特点进行分层采样。采集的土壤样品在室内分出杂物,风干,碾磨过 10 目筛。一部分用于测定土壤颗粒组成和土壤 pH,另一部分细磨过 60 目筛,用于测定土壤有机质。土壤体积质量采用环刀法,土壤含水量采用烘干法,土壤颗粒组成采用吸管法,土壤 pH 采用电位法(土水比为 1:2.5),土壤有机质采用重铬酸钾氧化-外加热法^[13]。

1.3 数据处理

SOC 含量通过土壤有机质含量乘以 0.58(Bemmelen 转换系数)进行换算^[14]。将土层进行归一化得到 0~10、10~20、20~30 cm,特定土层的 SOC 含量和其他土壤理化性质通过已简化的如下公式计算^[15]。

$$SP_T = \sum_{i=1}^n SP_i \times H_i$$

式中,SP_T代表特定土层的土壤理化性质,T 代表特定土层,n 代表特定土层 T 所包含的土层数,SP_i代表土层 i 的土壤理化性质,H_i代表土层 i 的厚度所占特定土层厚度比例。

SOC 含量和其他土壤理化性质数据均进行正态分布检验后采用单因素方差分析方法(one-way ANOVA)进行分析,LSD 法检验 P<0.05 水平下不同土壤类型和成土母质组间显著性差异水平。采用 Pearson 法检验 SOC 含量与其他土壤理化性质的相关性。对土壤类型和成土母质进行哑变量赋值后,利用线性回归分析

方法确定土壤类型和成土母质对 SOC 变异的独立解释能力。数据统计和分析用 SPSS13.0 完成。

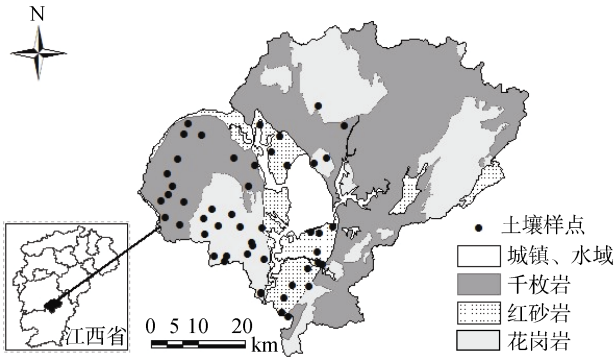


图 1 兴国县侵蚀治理恢复区土壤采样点分布
Fig. 1 The distribution of soil sampling sites on three main parent material areas in the eroded region in Xingguo County

2 结果与讨论

2.1 SOC 含量分布状况

兴国县侵蚀治理恢复区 SOC 含量如表 1 所示,剖面 0~30 cm 土层 SOC 含量仅 7.3 g/kg,其中表层 0~10 cm SOC 含量最高,为 10.4 g/kg,随土层深度增加,SOC 含量降低,在 20~30 cm 土层最低,约 6.0 g/kg。不同土层 SOC 含量差异显著,表层 0~10 cm 显著高于表下各层,但表下层间差异不明显,因此侵蚀治理区 SOC 具有表聚性,这与 Li 等^[16]研究我国科尔沁造林地 SOC 分布特征结果相一致。同时,兴国县侵蚀治理恢复区 SOC 区域变异大,不同土层变异系数均高达 60%,属于中度变异,与其他县域尺度和小流域尺度相比,变异系数明显较高。如许信旺等^[17]利用 9 个样点研究得出安徽省贵池区林地 SOC 变异仅为 19%;杨秀清和韩有志^[18]利用 148 个样点数据研究表明山西关帝山庞泉沟国家级自然保护区林地 SOC 变异范围为 15%~30%。本研究区林地 SOC 变异性大可能因为兴国县侵蚀治理区土壤采样点植被恢复状况不同且前期侵蚀强度差异较大,从而造成土壤碳恢复程度各异。

表 1 兴国县侵蚀治理恢复区 SOC 含量统计分析特征
Table 1 The statistic characteristics of SOC content in eroded area in Xingguo County

土层 (cm)	最小值 (g/kg)	最大值 (g/kg)	均值 (g/kg)	标准差 (g/kg)	变异系数 (%)
0~30	1.9	22.9	7.3 b	4.3	59
0~10	1.9	38.6	10.4 a	7.4	71
10~20	1.9	20.2	6.6 b	4.3	65
20~30	1.5	19.2	5.9 b	4.3	72

注:同列不同小写字母表示不同土层 SOC 差异在 P<0.05 水平显著。

2.2 土壤类型和成土母质对 SOC 的影响

为评价 SOC 在侵蚀治理过程是否受土壤类型和成土母质显著影响,利用兴国县侵蚀治理恢复区 50 个林地 SOC 数据,通过单因素方差分析方法检验不同土壤类型和成土母质的差异性水平,结果如表 2 所示,不同土壤类型和不同成土母质的 SOC 含量组间差异均达到显著水平($P < 0.01$),表明该区 SOC 分布受土壤类型和成土母质显著影响。而吴蔚东等^[19]研究得出江西省典型红壤区不同母质(泥质岩、花岗岩)发育的土壤 SOC 差异不显著。研究结果的不同可能是因为兴国县侵蚀治理区由于前期侵蚀严重,原状土已大量流失,成土母质在土壤再恢复过程中的影响突显。

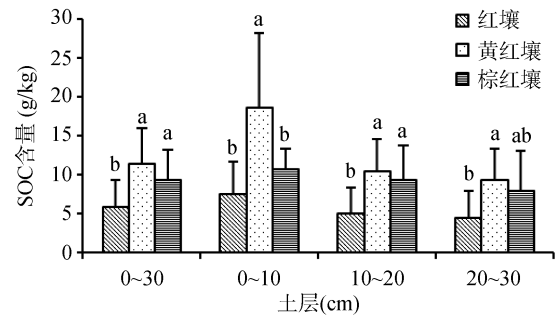
表 2 单因素方差分析不同土壤类型、成土母质间的 SOC 含量差异

Table 2 Differences in SOC content among different soil types and different parent materials by ANOVA

土层 (cm)	土壤类型(df=2)		成土母质(df=2)	
	F	P	F	P
0~30	9.73	<0.01	6.58	<0.01
0~10	15.02	<0.01	6.30	<0.01
10~20	11.03	<0.01	5.17	<0.01
20~30	8.76	<0.01	9.29	<0.01

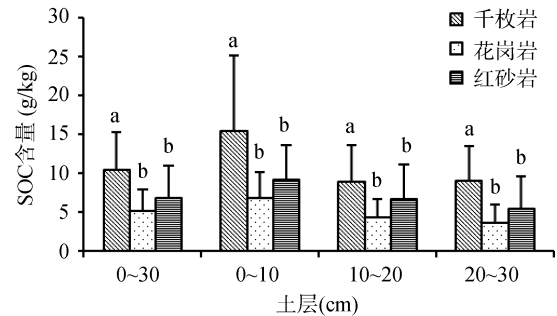
不同土壤类型 SOC 含量特征如图 2 所示。治理区 0~30 cm 剖面及各土层的 SOC 含量均表现为黄红壤>棕红壤>红壤,且黄红壤各土层 SOC 含量均显著高于红壤,这可能因为红壤质地较为黏重,结构差,易于产生水土流失现象,不利于 SOC 截存,从而造成 SOC 含量较低。此外,各土壤类型的 SOC 含量随土壤深度增加而降低,且降低幅度不同。由 0~10 cm 土层到 10~20 cm 土层,红壤与黄红壤降低幅度高达 40% 以上;而在表下层,由 10~20 cm 土层到 20~30 cm 土层,3 种土壤类型的 SOC 降低幅度减少,均在 10% 左右,且差距不大。由此可见,侵蚀治理措施对表层 SOC 有明显提高作用,而对深层土壤的影响较小。

为探明成土母质对侵蚀治理区 SOC 的影响,对 3 类成土母质发育的 SOC 含量进行统计分析,结果如图 3 显示。剖面及各土层 SOC 含量均表现为千枚岩>红砂岩>花岗岩区,其中,千枚岩与红砂岩和花岗岩间差异均达到显著水平($P < 0.05$),而红砂岩和花岗岩间差异不显著。3 类成土母质发育的土壤 SOC 含量呈现随土壤深度增加而降低的趋势,但降低幅度不同。在 0~20 cm 土层 SOC 降低幅度表现为千枚岩(42%)>花岗岩(36%)>红砂岩(27%),而在表下层由 10~20 cm 到 20~30 cm 深度时,红砂岩最大,



(柱形图上方不同小写字母表示同一土层不同土壤类型间差异在 $P < 0.05$ 水平显著)

图 2 侵蚀治理恢复区不同土壤类型的 SOC 含量特征
Fig. 2 The characteristics of SOC content on different soil types



(柱形图上方不同小写字母表示同一土层不同成土母质间差异在 $P < 0.05$ 水平显著)

图 3 侵蚀治理恢复区不同成土母质的 SOC 含量特征
Fig. 3 The characteristics of SOC content on different parent material types

其次为花岗岩,千枚岩最小,因此,侵蚀治理区千枚岩发育的土壤 SOC 表聚性更为明显。母质不同,其抗风化能力、物理化学风化过程不同^[6-7,20]。花岗岩具有很强的抗风化能力,透水性低,在植被遭到严重破坏之后,水土大量流失,岩层裸露,植被和土壤恢复慢,导致 SOC 积累量低。而千枚岩是一种密度小且比较疏松的遇水容易泥化的软岩,透水能力强,易风化,成土过程快,成土矿物丰富,可为植被生长提供良好的生长环境,从而促进了 SOC 含量的提高。

侵蚀治理恢复区 SOC 分布均受土壤类型和成土母质显著影响($P < 0.01$)。为深入探讨土壤类型和成土母质对 SOC 的影响,对治理区 SOC 和土壤理化性质进行相关性分析(表 3),可以看到各土层 SOC 含量均与质量含水量呈显著正相关,与土壤体积质量、pH 呈显著负相关,说明兴国县侵蚀治理区 SOC 与土壤理化性质存在密切的联系。土壤含水量不仅影响着土壤生物活动、残落物的分解率、养分转化过程,也对岩石风化起着重要的作用^[20]。水分条件较好的区域,岩石的风化、养分的释放和周转较快,能够促进植被更好地生长,易于 SOC 恢复。SOC 含量与土壤体积

质量呈显著负相关是因为过大的土壤体积质量不利于林木及其根系正常生长和老化根系向 SOC 的转化^[21]。此外,土壤体积质量对土壤的入渗和持水能力以及其抗侵蚀能力有显著的影响^[22]。郑纪勇等^[23]研究得出土壤流失量随土壤体积质量增加而增加,从而较大的土壤体积质量不利于水土保持与土壤碳截存。有研究表明土壤黏粒含量和土壤酸度对恢复林地 SOC 有重要的影响^[24-25],但本研究发现兴国县侵蚀治理区土壤黏粒含量与 SOC 关系并不密切,SOC 与土壤质地仅在表层呈显著性相关,剖面及表下层相关性不显著,可能因为区域条件不同引起研究结果的差

异。兴国县侵蚀治理区水土流失现象普遍,土壤质地不同,其抗蚀性不同。因此,在侵蚀活动频繁的土壤表面,SOC 与土壤质地关系较为密切。进一步对 3 类土壤类型和 3 类成土母质的土壤理化性质进行差异性分析,如表 4 所示,不同土壤类型和成土母质的土壤质量含水量、体积质量、pH 均差异显著($P < 0.01$)。侵蚀治理区土壤类型和成土母质显著影响土壤理化性质,而土壤理化性质与 SOC 存在密切的联系^[26],因此,本研究认为兴国县侵蚀治理区土壤类型和成土母质可能通过控制土壤理化性质(土壤含水量、体积质量、酸度)影响 SOC 分布。

表 3 不同土层 SOC 与土壤理化性质的 Pearson 相关系数
Table 3 Pearson's correlation coefficients between SOC and soil physicochemical properties in different soil layers

土层(cm)	质量含水量	体积质量	砂粒	粉粒	黏粒	pH
0~30	0.346*	-0.536**	-0.259	0.193	0.217	-0.340*
0~10	0.513**	-0.598**	-0.364**	0.303*	0.293*	-0.371**
10~20	0.318*	-0.575**	-0.223	0.162	0.197	-0.372**
20~30	0.292*	-0.530**	-0.285*	0.225	0.231	-0.345*

注: * 表示在 $P < 0.05$ 水平显著相关; ** 表示在 $P < 0.01$ 水平显著相关。

表 4 单因素方差分析不同土壤类型、成土母质间的土壤理化性质差异
Table 4 Differences in soil physicochemical properties among different soil types and different parent materials by ANOVA

分组	土层(cm)	质量含水量		体积质量		pH		黏粒		粉粒		砂粒	
		<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
土壤类型	0~30	6.62	**	3.87	**	4.01	*	1.66	/	4.69	*	5.06	*
	0~10	9.24	**	5.66	**	4.02	*	1.87	/	7.26	**	6.48	**
	10~20	4.74	*	6.07	**	2.88	/	1.45	/	2.97	/	3.41	*
	20~30	4.47	*	6.38	**	4.45	*	1.59	/	4.53	*	4.67	*
成土母质	0~30	4.90	*	7.71	**	4.27	*	1.62	/	8.65	**	11.25	**
	0~10	9.38	**	13.13	**	5.38	**	1.96	/	20.92	**	12.90	**
	10~20	6.04	**	10.71	**	2.02	/	1.87	/	11.17	**	8.88	**
	20~30	4.38	*	11.48	**	4.24	*	1.79	/	8.62	**	7.00	**

注: * 表示组间差异在 $P < 0.05$ 水平显著; ** 表示组间差异在 $P < 0.01$ 水平显著; /表示组间差异在 $P < 0.05$ 水平不显著。

2.3 侵蚀治理区影响 SOC 的主控因素
为定量比较土壤类型和成土母质对治理恢复区 SOC 的影响大小,分别对 SOC 含量进行线性回归分析,得到调整判定系数 R^2 值,结果如表 5 所示。治理区土壤类型和成土母质对 0~30 cm 剖面 SOC 含量变异的解释能力分别为 27.9% 和 19.9%。土壤类型对 SOC 含量变异的解释能力随土壤深度增加呈降低趋势,由表层 0~10 cm 的 36.4% 降低到 20~30 cm 的 27.5%。成土母质对 SOC 含量的变异解释能力随土壤深度的增加有增大的趋势,对 0~20 cm 的解释能力在 17% 左右,而对 20~30 cm 则达到 28.8%,这说明表下层 SOC 受成土母质的影响较表层更明显^[27]。同一土层土壤类型和成土母质对 SOC 影响作用不

同。在 0~10 cm 和 10~20 cm 土层土壤类型对 SOC 含量变异的解释能力均大于成土母质;而在 20~30 cm 土层成土母质与土壤类型对 SOC 的解释能力基本相当。因此,兴国县侵蚀治理区 0~20 cm 土层 SOC

表 5 不同土层的土壤类型、成土母质与 SOC 含量的线性回归分析调整判定 R^2 值
Table 5 Adjusted R^2 values of regression analysis of soil types, parent materials on SOC content in different soil layers

土层(cm)	土壤类型	成土母质
0~30	0.279	0.199
0~10	0.364	0.178
10~20	0.323	0.166
20~30	0.275	0.288

的主控因子为土壤类型,而底层 20 ~ 30 cm 成土母质与土壤类型对 SOC 影响作用同等重要,同为主控因素。

3 结论

兴国县侵蚀治理恢复区 SOC 含量总体不高,表层 0 ~ 10 cm SOC 含量显著高于表下层,且不同土壤类型和成土母质的 SOC 含量差异显著($P < 0.01$)。在土壤类型方面,各土层 SOC 含量均表现为黄红壤 > 棕红壤 > 红壤;在成土母质方面,千枚岩区 SOC 含量显著高于红砂岩区和花岗岩区($P < 0.01$)。土壤类型和成土母质对 SOC 的变异解释能力在不同土壤层次有所不同;在剖面 0 ~ 30 cm,二者的解释能力分别为 27.9% 和 19.9%;0 ~ 20 cm 土层土壤类型解释能力为 30% 以上,大于成土母质(17% 左右),是 SOC 的主控因子;而在 20 ~ 30 cm 土层,二者对 SOC 的解释能力基本相当,同为主控因素。兴国县侵蚀治理过程土壤类型对土壤碳恢复的影响作用应受到重视,花岗岩区和红砂岩区的水土保持工作需进一步加强。

参考文献:

- [1] Lal R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change[J]. *Geoderma*, 2004, 123: 1–22
- [2] 徐华勤, 章家恩, 冯丽芳, 全国明, 毛丹娟, 秦钟. 广东省不同土地利用方式对土壤微生物量碳氮的影响[J]. *生态学报*, 2009, 29: 4 112–4 118
- [3] 章明奎, 徐建民. 利用方式和土壤类型对土壤肥力质量指标的影响[J]. *浙江大学学报*, 2002, 28: 277–282
- [4] Smith P. Land use change and soil organic carbon dynamics[J]. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2008, 81: 169–178
- [5] Berger TW, Neubauer C, Glatzel G. Factors controlling soil carbon and nitrogen stores in pure stands of Norway spruce (*Picea abies*) and mixed species stands in Austria[J]. *Forest Ecology and Management*, 2002, 159: 3–14
- [6] Harradine F, Jenny H. Influence of parent material and climate on texture and nitrogen and carbon contents of soils[J]. *Soil Science*, 1958, 85: 235–243
- [7] Rasmussen C, Torn MS, Southard RJ. Mineral assemblage and aggregates control carbon dynamics in a California conifer forest[J]. *Soil Science Society of America Journal*, 2005, 69: 1 711–1 721
- [8] Miller RW, Donahue RL. Soils: an Introduction to Soils and Plant Growth[M]. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990.
- [9] 赵其国. 我国南方当前水土流失与生态安全中值得重视的问题[J]. *水土保持通报*, 2006, 26(2): 1–8
- [10] Shi XZ, Wang HJ, Yu DS, Weindorf DC, Cheng XF, Pan XZ, Sun WX, Chen JM. Potential for soil carbon sequestration of eroded areas in subtropical china[J]. *Soil and Tillage Research*, 2009, 105: 322–327
- [11] Wang K, Wang HJ, Shi XZ, Weindorf DC, Yu DS, Liang Y, Shi DM. Landscape analysis of dynamic soil erosion in Subtropical China: A case study in Xingguo County, Jiangxi Province[J]. *Soil and Tillage Research*, 2009, 109: 313–321
- [12] Shi XZ, Wang K, Warner ED, Yu DS, Wang HJ, Yang RW, Liang Y, Shi DM. Relationship between soil erosion and distance to roadways in undeveloped areas of China[J]. *Catena*, 2008, 72: 305–313
- [13] 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: 8–66
- [14] 赵永存, 史学正, 于东升, 赵彦锋, 孙维侠, 王洪杰. 不同方法预测河北省土壤有机碳密度空间分布特征的研究[J]. *土壤学报*, 2005, 42: 379–385
- [15] 孙维侠, 史学正, 于东升, 王库, 王洪杰. 我国东北地区土壤有机碳密度和储量的估算研究[J]. *土壤学报*, 2004, 41: 298–300
- [16] Li Y, Awada T, Zhou X, Shang W, Chen Y, Zuo X, Wang S, Liu X, Feng J. Mongolian pine plantations enhance soil physico-chemical properties and carbon and nitrogen capacities in semi-arid degraded sandy land in China[J]. *Applied Soil Ecology*, 2012, 56: 1–9
- [17] 许信旺, 潘根兴, 孙秀丽, 薛芳. 安徽省贵池区农田土壤有机碳分布变化及固碳意义[J]. *农业环境科学学报*, 2009, 28: 2 551–2 558
- [18] 杨秀清, 韩有志. 关帝山森林土壤有机碳和氮素的空间变异特征[J]. *林业科学研究*, 2011, 24: 223–229
- [19] 吴蔚东, 张桃林, 高超, 孙波, 彭补拙, 赵其国. 中亚热带天然常绿阔叶林下不同母质的土壤质量性状[J]. *山地学报*, 2003, 21: 73–79
- [20] Jenny H. Factors of Soil Formation: a System of Quantitative Pedology[M]. New York: McGraw-Hill, 1941: 1–281
- [21] 陈建宇. 杉木林下植被生物量与土壤容重关系的研究[J]. *福建林业科技*, 2000, 27: 56–60
- [22] 王辉, 王全九, 邵明安. 表层土壤容重对黄土坡面养分随径流迁移的影响[J]. *水土保持学报*, 2007, 21: 10–13
- [23] 郑纪勇, 邵明安, 张兴昌. 黄土区坡面表层土壤容重和饱和导水率空间变异特征[J]. *水土保持学报*, 2004, 18: 53–56
- [24] Laganière J, Angers DA, Paré D. Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: A meta-analysis[J]. *Global Change Biology*, 2010, 16: 439–453
- [25] Jandl R, Lindner M, Vesterdal L, Bauwens B, Baritz R, Hagedorn F, Johnson DW, Minkinen K, Byrne KA. How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? [J]. *Geoderma*, 2007, 137: 253–268
- [26] Torn MS, Trumbore SE, Chadwick OA, Vitousek PM, Hendricks DM. Mineral control of soil organic carbon storage and turnover[J]. *Nature*, 1997, 389: 170–173
- [27] Wagai R, Mayer LM, Kitayama K, Knicker H. Climate and parent material controls on organic matter storage in surface soils: A three-pool, density-separation approach[J]. *Geoderma*, 2008, 147: 23–33

Regional Distribution of Soil Organic Carbon and Its Controlling Factors in the Severely Eroded Region of South China

SONG Zheng-shan^{1,2}, SHI Xue-zheng^{1*}, WANG Mei-yan¹, YU Dong-sheng¹, XU Sheng-xiang¹

(1 *State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China*; 2 *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*)

Abstract: Investigating the primary factors of soil organic carbon (SOC) is important to elucidating the recovery mechanisms of soil organic carbon in degraded soils. A case study in Xingguo County of Jiangxi Province was conducted to assess the effects of soil type and parent material on soil organic carbon of forests in the eroded region. The results showed that significant differences were found in SOC content within soil types and parent materials, respectively. In general, yellow-red soils contained a markedly larger SOC content than red soils in all soil layers. SOC content on phyllite was considerably more than that developed on red sandstone and granite. Meanwhile, as for the contribution to the variability of SOC content, soil type explained over 30% of the variability of SOC content while parent material explained approximately 17% in the surface soil layer 0–20 cm, therefore, soil type played a more important role than parent material on SOC in the surface soil layers. However, in the 20–30 cm soil layer, the independent contributions of parent material and soil type to SOC content variability were roughly equal, respectively with 28.8% and 27.5%, which indicated that both parent material and soil type were considered as the main controlling factor in subsurface soil layers. Hence, the effects of soil type and parent material on SOC should not be neglected in the severely eroded region, and different water and soil conservation measures implementation in different regions can be benefit for soil carbon restoration of degraded soils.

Key words: Soil organic carbon, Soil type, Parent material, Regional distribution