

南方丘陵区三种母质水耕人为土有机碳的 累积特征与影响因素分析^①

韩光中^{1,2}, 张甘霖^{2*}, 李德成²

(1 内江师范学院地理与资源科学学院, 四川内江 641112;

2 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)

摘要:本研究分析了南方丘陵区 3 种母质水耕人为土有机碳的累积特征与影响因素。结果表明:紫色砂页岩和第四纪红黏土母质的水耕人为土在发育过程中有机碳较易累积,在种稻初期土壤有机碳的增加主要集中在耕作层,到一定阶段后下层(耕作层以下)也明显增加;相比之下,红砂岩母质的水耕人为土在发育过程中有机碳较难累积。利用逐步回归方法得到的丘陵区水耕人为土耕作层有机碳动态变化模型表明丘陵区水耕人为土有机碳的动态变化主要受细颗粒(黏粒+细粉粒)的影响。

关键词:水耕人为土;时间序列;有机碳;土壤颗粒组成

中图分类号:S151.3

大量研究表明水耕人为土在水耕熟化过程中有机碳有累积趋势^[1-5],而且已有研究发现水耕人为土新增有机碳主要集中在 HF(氢氟酸)难溶的稳定性有机碳中^[6]。一般认为稻田的固碳能力强于旱地^[7],水田比旱地更易积累有机碳,主要原因可能是水田有机碳输入量要高于旱地^[8-9]以及淹水过程抑制了有机碳矿化分解^[10-13]。但现有的研究很少涉及不同母质水耕人为土有机碳在长期耕作过程中的动态变化情况。

一般而言,成土母质和地形是影响土壤发育的两大重要因素:成土母质是形成土壤的物质基础,地形决定着对地表物质的再分配与地表物质接受能量的再分配^[14],两者对土壤的发育过程和土壤属性的演化均有很大的影响。虽然不同母质起源和不同地形部位的土壤淹水种稻后都可以发育为水耕人为土,但母质与地形的不同很可能导致其有机碳的累积过程存在一定的差异。因此,地形和母质如何影响水耕人为土有机碳的动态变化也是人为土研究中一个值得探讨的问题。为此本研究选择南方丘陵区 3 种母质发育的水耕人为土时间序列作为研究对象,旨在揭示不同母质水耕人为土有机碳在长期耕作过程中的动态变化与影响因素。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

梯级稻田,多依地势修筑,是一种典型的地表水型水耕人为土。依据植稻难易和地方文献记载,坡底土壤由于土层较厚、灌溉便利、距离人类居住地近等而一般最先被开垦为稻田,之后逐步向上开垦,形成了由坡底向坡顶种稻年限逐渐变短的水耕人为土序列,这为水耕人为土研究提供了良好的素材。但这类水耕人为土序列并非单纯的时间序列,因为淹水种稻后,地形部位的不同会引起水肥条件空间分布的差异,通常位置相对靠上的稻田中的水肥会因侧渗和径流而不断补给到位置相对较低的稻田^[15]。因此在研究此类水耕人为土时间序列时,须同时考虑地形的作用。

紫色砂页岩、第四纪红黏土和红砂岩母质是我国南方较为常见的成土母质,这 3 种母质起源的自然土壤(起源土壤,土地利用为荒地)有着各自鲜明的特点(基本理化性质见表 1),能够较好地体现出母质的差异性,因此本研究选择了这 3 种母质发育的水耕人为土时间序列为研究对象,共选择了 3 个研究区(图 1):广西龙胜各族自治县(龙脊梯田)(25°50' N,110°10' E,年均气温 18.2℃,年均降雨量 1 557 mm,紫色砂页岩

基金项目:国家自然科学基金项目(No.41071142)和中国科学院知识创新项目(KZCX2-EW-405)资助。

* 通讯作者(glzhang@issas.ac.cn)

作者简介:韩光中(1981—),男,山东费县人,博士,主要从事土壤发生研究。E-mail:hanguangzhong@163.com

岩母质)、江西省鹰潭市(28°15' N, 116°55' E, 年均气温 17.6℃, 年均降雨量 1 795 mm, 第四纪红黏土母质和红砂岩母质)和进贤县(28°15' N, 116°20' E, 年均气温 17.3℃, 年均降雨量 1 549 mm, 第四纪红黏土母质)。

1.2 样品采集

采样设计如图 1 所示, 采自同一山坡不同位置

的土壤剖面构成一个时间序列。土壤剖面均选在稻田的中心部位, 坡底剖面则需避开容易积水的洼地。所有土壤样本均在水稻收割后采取, 按发生层采集土样^[16]。其中紫色砂页岩母质土壤采集了 1 个时间序列, 第四纪红黏土母质土壤采集了 3 个时间序列, 红砂岩母质采集了 2 个时间序列(表 2)。同一母质不同时间序列土壤剖面空间间距一般在 5 km 以上。

表 1 3 种母质起源土壤基本理化性质的统计特征
Table 1 Properties of the original soils

土壤属性	紫色砂页岩母质	第四纪红黏土母质	红砂岩母质
有机碳(g/kg)	3.83 ± 3.90	2.82 ± 1.91	3.55 ± 2.82
砂粒(g/kg)	1.0 ± 0.3	139.8 ± 36.4	449.7 ± 79.3
粉粒(g/kg)	880.0 ± 2.9	595.9 ± 38.3	402.2 ± 48.4
黏粒(g/kg)	117.7 ± 1.7	264.4 ± 41.3	148.1 ± 40.8
pH	4.76 ± 0.13	5.08 ± 0.27	5.01 ± 0.36
游离铁(g/kg)	23.37 ± 1.98	54.77 ± 7.03	23.32 ± 15.69
无定形铁(g/kg)	1.41 ± 0.68	3.67 ± 1.17	1.03 ± 0.69

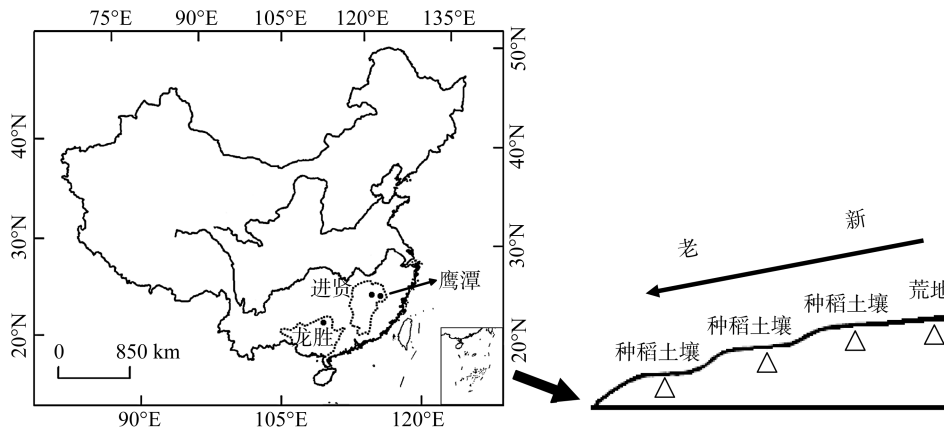


图 1 研究区分布和采样设计
Fig. 1 Locations of studied areas and sampling design

表 2 剖面样点的基本信息
Table 2 Description of the studied soil profiles

母质	剖面编号	位置	利用方式	种稻年限(a)	坡度(°)	海拔(m)	土壤类型
紫色砂页岩	PG10	坡顶	荒地	0	22.3	1 104	雏形土
	PG11	坡顶	双季稻	约 30	23.1	1 099	雏形土
	PG12	坡中	双季稻	100 ~ 300	36.9	935	水耕人为土
	PG13	坡底	双季稻	约 300	28.4	807	水耕人为土
第四纪红黏土	RC10、RC20、RC30	坡顶	荒地	0	<6	42 ~ 52	富铁土
	RC11、RC21、RC31	坡顶	油菜-水稻	约 100	<6	40 ~ 50	水耕人为土
	RC12、RC22、RC32	坡中	油菜-水稻	100 ~ 300	<6	35 ~ 43	水耕人为土
	RC13、RC23、RC33	坡底	油菜-水稻	约 300	<6	34 ~ 39	水耕人为土
红砂岩	RS10、RS20	坡顶	荒地	0	<6	50 ~ 66	雏形土
	RS11、RS21	坡顶	油菜-水稻	约 30	<6	46 ~ 64	雏形土
	RS12、RS22	坡中	油菜-水稻	60 ~ 200	<6	38 ~ 43	水耕人为土
	RS13、RS23	坡底	油菜-水稻	约 200	<6	33 ~ 38	水耕人为土

1.3 测定项目和方法

土壤有机碳(SOC):重铬酸钾-硫酸硝化法测定;土壤体积质量:环刀-烘干法测定;pH(水土比 2.5:1):电位法测定;土壤颗粒组成(体积百分比):Coulter LS230 激光粒度分析仪测定;游离铁(Fe_d):连二亚硫酸钠-柠檬酸钠-重碳酸钠浸提(DCB)^[17],原子吸收法测定;活性铁(Fe_o):pH = 3.0 的酸性草酸铵浸提(AOD)^[18],原子吸收法测定,具体方法见文献[19]。

1.4 统计分析方法

应用统计分析软件 SPSS 13.0,采用相关分析和逐步回归分析来研究影响种稻土壤耕作层有机碳动态变化的因素。所采用的因变量为种稻土壤耕作层有机碳含量的变化量(相对于起源土壤),自变量为年均气温(°C)、年均降雨量(mm)、海拔(m)、坡度(°)、土壤基本理化性质和种稻年限(a)。

剖面有机碳密度计算公式为:

$$X_d = \sum_{i=1}^n (1 - \theta_i / 1000) \times \rho_i \times X_i \times T_i / 100 \quad (1)$$

式中, X_d 为有机碳剖面密度(kg/m²),它表示单位面积某一深度土壤内有机碳的总量; θ_i 为第*i*层>2 mm 砾石含量(g/kg); ρ_i 为第*i*层土壤体积质量(g/cm³);

X_i 为第*i*层土壤有机碳含量(g/kg); T_i 为第*i*层土层厚度(cm); n 为参与计算的土壤层次总数。鉴于计算有机碳储量时一般采用 100 cm 土壤厚度,本文为了方便比较,在计算时,也采取 100 cm 土壤厚度(不足 100 cm 的取最下层补齐)。

2 结果与讨论

2.1 丘陵区水耕人为土有机碳的动态变化

3 种母质水耕人为土时间序列的有机碳剖面分布如图 2 所示。紫色砂页岩和第四纪红黏土母质的起源土壤种稻后有机碳的剖面分布规律类似:有机碳含量均随土壤深度的增加而下降,种稻土壤表层的有机碳含量都明显高于未种稻的起源土壤,坡顶种稻年限较短的土壤与未种稻起源土壤相比,耕作层有机碳含量增加明显,但耕作层以下增加不明显;坡中和坡底种稻较长的土壤与未种稻起源土壤相比,有机碳在下层也有较明显的增长。这说明在种稻初期,种稻土壤有机碳的增加主要集中在耕作层,到一定阶段后,下层也表现出明显增加。但相比之下,红砂岩母质的起源土壤种稻后有机碳没有明显累积,坡顶和坡中种稻土壤的有机碳含量甚至低于未种稻起源土壤。

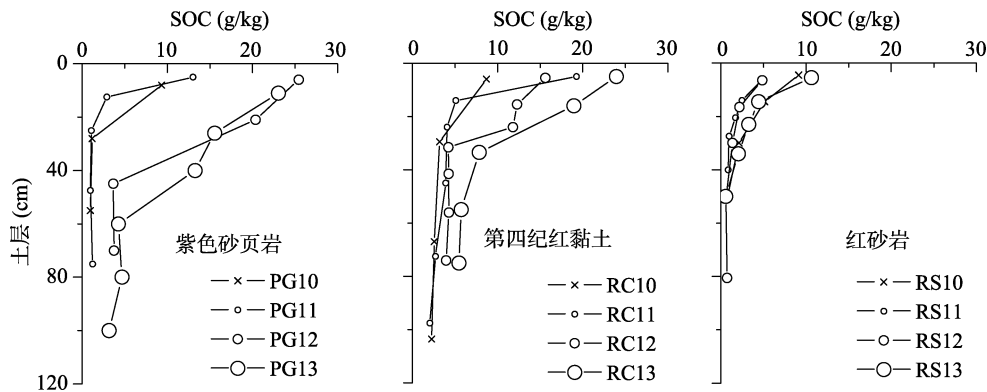
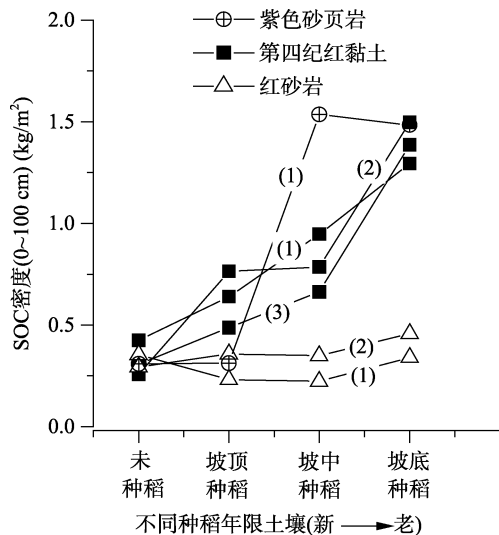


图 2 不同母质水耕人为土典型时间序列有机碳的剖面分布
Fig. 2 Contents and depth distributions of SOC in typical chronosequence of Hydragric Anthrosols

种稻土壤有机碳的输入量一般明显高于自然土壤,紫色砂页岩和第四纪红黏土母质的起源土壤种稻后有机碳都呈现了增加趋势,且大致也表现出了由坡顶到坡底(种稻年限逐步增加)逐渐增加的趋势(图 3),也说明这两种母质的土壤种稻后有机碳相对容易累积。但是红砂岩母质的土壤种稻后有机碳很难累积,种稻后除坡底的土壤(种稻年限约 200 年)略有增加外,坡顶和坡中的种稻土壤基本没有增加(图 3),这说明红砂岩母质水耕人为土的固碳能力较差,甚至较自然土壤差。

2.2 影响丘陵区水耕人为土有机碳动态变化的因素

水耕人为土有机碳含量的动态变化主要和有机碳的输入与固定有关。而农田土壤有机碳的固定受到农业耕作措施、环境因子和土壤理化性质等多种因素的影响^[20]。3 个研究区水耕人为土利用方式虽有所差异(表 2),但都极少使用有机肥,有机物质的主要输入方式为留在田里的作物根茬,可认为农业耕作措施的影响作用基本一致。因此,本文主要从气候、地形、土壤理化性质等方面来揭示影响丘陵区水耕人为土有机碳动态变化的因素。



(图中同一母质土壤标注不同数字表示不同时间序列)

图 3 土壤有机碳密度

Fig. 3 SOC densities in studied profiles

2.2.1 气候 将种稻土壤耕作层有机碳变化量与气候因子(年均气温、年均降雨量)作相关分析,并没有发现二者存在显著相关(图 4),这可能是因为 3 个研究区都属于亚热带季风气候,年均气温和年均降雨量相差不大,且长期淹水种稻会大为削弱小气候对土壤发育的影响^[21],因此可认为气候对 3 个研究区的影响基本一致,并不是影响南方丘陵区水耕人为土有机碳累积的主要因素。

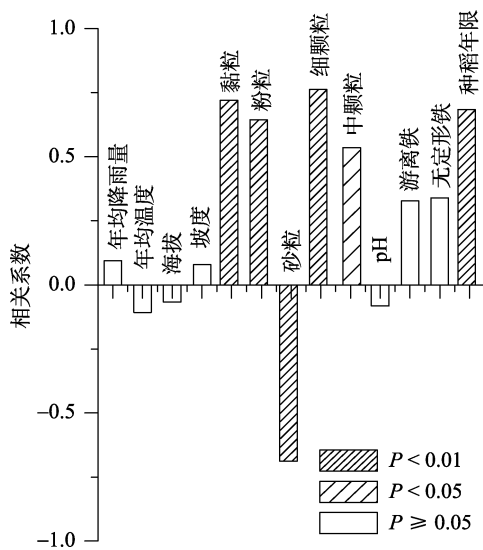


图 4 气候、地形、土壤理化性质与耕作层有机碳变化量的关系

Fig. 4 Relationships between influencing factors and SOC variation in cultivated horizon

2.2.2 地形 地形是导致土壤有机碳空间变化的重要因素^[22-24],它对土壤有机碳空间分布的影响一般是通过影响土壤侵蚀和水土流失的强度^[25-27]以及通过影响水、热资源的分配,影响植被和土地利用方

式在空间上的配置,进而影响到土壤有机碳的输入量^[28-29]来实现的。但将种稻土壤耕作层有机碳变化量与地形因子(海拔、坡度)作相关分析,并没有发现二者存在显著相关(图 4)。对丘陵区而言,水耕人为土的土地利用方式均为梯田,其大大减弱了土壤侵蚀和水土流失;水资源、养分的分配以及土地利用方式等方面主要受人为因素的影响,一定程度上会削弱地形的影响作用。例如红砂岩母质种稻约 200 年的坡底土壤,并没有表现出较自然土壤大幅度的增加,这从一个侧面说明地形并不是决定丘陵区水耕人为土有机碳是否容易累积的主要因素。

2.2.3 土壤理化性质 目前多数研究都表明土壤颗粒大小或质地是影响有机质分解矿化的重要因素,这主要是因为有机物质与黏粒的结合,可大大增强稳定性和抵抗微生物分解的能力^[30-33]。另外土壤的其他理化性质一定程度上也会影响土壤有机碳的矿化分解^[20,22]。考虑到黏粒(<0.002 mm)、粉粒(0.002~0.05 mm)和砂粒(>0.05 mm)三者的比例并不能完全真实反映土壤颗粒的粗细状况,因此,将细颗粒(黏粒+细粉粒,<0.01 mm)、中颗粒(中粉粒+粗粉粒,0.01~0.05 mm)也作为表征土壤颗粒组成的参数(表 3)。将种稻土壤耕作层有机碳变化量与土壤颗粒参数、各种形态的铁含量和 pH 作相关分析,发现耕作层有机碳变化量与土壤颗粒组成的参数关系密切(图 4),其中,细颗粒和黏粒分别解释了耕作层有机碳变化量的 58.1% 和 51.7%,但与各种形态的铁及 pH 没有显著相关性,这在一定程度上说明这两个指标并不是影响丘陵区水耕人为土有机碳固定的主要因素。

在丘陵地区,质地对水耕人为土中有机碳累积的影响可能主要通过以下 3 个途径:土壤质地和持水曲线密切相关^[34-35],黏粒和细颗粒含量高,土壤的持水性能就高。例如同为坡底(海拔和坡度相近),第四纪红黏土母质的水耕人为土黏粒和细颗粒含量高,土壤持水性能高,一年当中淹水还原的时间要长于红砂岩母质的水耕人为土,这有利于有机碳的累积。丘陵区的水耕人为土排水良好,在非种稻期间基本处于排水落干状态,黏粒含量高的土壤中稳定的有机黏粒复合体可以帮助形成稳定有机质^[36]。已有研究表明土壤干湿交替会加剧有机碳的矿化分解^[37-38],但黏粒含量高的土壤对水分状况的改变有一定的缓冲作用^[13],使得土壤的干湿交替现象要弱,从而利于有机碳累积。

2.2.4 模型分析 为了更好地理解丘陵区水耕人为土耕作层有机碳的动态变化与其影响因素的关系,利用逐步回归的方法对地形(坡度、海拔)、气候(年均

表 3 3 种母质种稻土壤基本理化性质的统计特征
Table 3 Properties of the studied paddy soils

土壤属性	紫色砂页岩母质	第四纪红黏土母质	红砂岩母质
有机碳(g/kg)	10.32 ± 7.75	8.65 ± 6.55	3.14 ± 2.56
砂粒(g/kg)	10.3 ± 14.3	127.8 ± 81.8	603.6 ± 88.2
粉粒(g/kg)	852.3 ± 21.0	650.4 ± 64.0	287.1 ± 58.8
黏粒(g/kg)	137.4 ± 21.5	221.9 ± 43.9	109.3 ± 40.2
细颗粒(g/kg)	566.8 ± 97.1	559.4 ± 77.1	245.6 ± 66.1
中颗粒(g/kg)	422.9 ± 90.9	312.8 ± 44.2	150.9 ± 29.6
pH	4.96 ± 0.26	5.74 ± 0.35	5.64 ± 0.28
游离铁(g/kg)	19.37 ± 12.52	35.74 ± 13.81	17.08 ± 11.14
无定形铁(g/kg)	2.18 ± 0.96	4.46 ± 2.35	1.55 ± 1.14

降雨量、年均气温)、土壤理化性质(黏粒、粉粒、砂粒、黏粒+细粉粒、中粉粒+粗粉粒、各种形态的铁、pH 等)与种稻年限等参数进行筛选,得到了丘陵区不同母质水耕人为土耕作层有机碳动态变化模型:

$$SOC = SOC' + 0.253f + 0.029t - 5.241 \quad (2)$$

式中, SOC 为种稻土壤耕作层有机碳含量(g/kg); SOC' 为起源土壤有机碳含量(g/kg); f 为细颗粒(黏粒+细粉粒)含量(% , 体积百分比); t 为种稻年限(a)。水耕人为土耕作层有机碳含量与细颗粒关系最为密切(Beta 值 = 0.56), 其次是种稻年限(Beta 值 = 0.40), 这两者可以解释耕作层有机碳含量变化的 66.2%。

从模型中可以看出,并不是所有的土壤种稻后都有利于有机碳累积,只有当土壤细颗粒的含量高于某一数值时(22%, 体积百分比),种稻后耕作层有机碳才会随着种稻年限的增加而增加。这个数值可以作为衡量丘陵区水耕人为土有机碳能否累积的一个阈值,今后要加强这方面的研究。丘陵区水耕人为土有机碳的动态变化主要受细颗粒(黏粒+细粉粒)的影响,这说明在相同的耕作管理条件下,丘陵区水耕人为土的固碳潜力可能主要与土壤质地有关。土壤颗粒大小组成的差异是丘陵区不同母质水耕人为土有机碳累积特征出现差异的根本原因,因此母质的影响作用可通过影响土壤颗粒大小组成表现出来。

3 结论

与红砂岩母质相比,紫色砂页岩和第四纪红黏土母质的水耕人为土在发育过程中有机碳容易累积,在种稻初期土壤有机碳的增加主要集中在耕作层,到一定阶段后下层也表现出明显增加。在相对一致的耕作利用条件下,水耕人为土有机碳的累积过程主要受土壤细颗粒(黏粒+细粉粒)含量的影响,且该影响存在一定的阈值现象。

参考文献:

- [1] Swarup A, Manna MC, Singh GB. Impact of land use and management practices on organic carbon dynamics in soils of India[A]/Kimble JM, Stewart BA. Global Climate Change and Tropical Ecosystems[M]. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2000: 261-281
- [2] Cheng YQ, Yang LZ, Cao ZH, Ci N, Yin SX. Chronosequential changes of selected pedogenic properties in paddy soils as compared with non-paddy soils[J]. Geoderma, 2009, 151(1/2): 31-41
- [3] Pan GX, Li LQ, Zhang Q, Wang XK, Sun XB, Xu XB, Jiang DA. Organic carbon stock in topsoil of Jiangsu Province, China, and the recent trend of carbon sequestration[J]. Journal of Environmental Sciences-China, 2005, 17(1): 1-7
- [4] 李忠佩, 张桃林, 陈碧云, 尹瑞龄, 施亚琴. 红壤稻田土壤有机质的积累过程特征分析[J]. 土壤学报, 2003, 40(3): 344-352
- [5] 黄耀, 孙文娟. 土壤学——近 20 年来中国大陆农田表土有机碳含量的变化趋势[J]. 科学通报, 2006, 51(7): 750-763
- [6] 程月琴. 水稻土有机碳动态变化及固碳机理研究(博士学位论文) [D]. 南京: 中国科学院南京土壤研究所, 2010
- [7] 韩冰, 王效科, 欧阳志云. 中国农田生态系统土壤碳库的饱和水平及其固碳潜力[J]. 农村生态环境, 2005, 21(4): 6-11
- [8] Institute of Soil Science. Soils of China[M]. Beijing: Science Press, 1990: 233-260
- [9] Tanji KK, Gao S, Scardac SC, Chow AT. Characterization redox status of paddy soils with incorporated rice straw[J]. Geoderma, 2003, 114(3/4): 333-353
- [10] Devêvre OC, Horwáth WR. Decomposition of rice straw and microbial carbon use efficiency under different soil temperatures and moistures[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2000, 32(11/12): 1 773-1 785
- [11] 郝瑞军, 李忠佩, 车玉萍. 水分状况对水稻土有机碳矿化动态的影响[J]. 土壤, 2006, 38(6): 750-754

- [12] 张薇, 王子芳, 王辉, 郑杰炳, 鲍金星, 高明. 土壤水分和植物残体对紫色水稻土有机碳矿化的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(6): 1 013-1 019
- [13] 孙中林, 吴金水, 葛体达, 唐国勇, 董成立. 土壤质地和水分对水稻土有机碳矿化的影响[J]. 环境科学, 2009, 30(1): 214-220
- [14] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 1-311
- [15] 徐琪, 杨林章, 董元华, 颜廷梅. 中国稻田生态系统[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 104-117
- [16] USDA. Soil Survey Manual. USDA Agricultural Handbook, vol. 18[M]. Washington, DC.: U.S. Govt. Print. Office, 1993
- [17] Mehra OP, Jackson ML. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite system buffered with sodium bicarbonate[J]. Clays and Clay Minerals, 1960, 7(5): 317-327
- [18] McKeague JA, Day JH. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils[J]. Canadian Journal of Soil Science, 1966, 46(1): 13-22
- [19] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社, 2005: 1-495
- [20] 魏小波, 何文清, 黎晓峰, 刘恩科, 刘爽. 农田土壤有机碳固定机制及其影响因子研究进展[J]. 中国农业气象, 2010, 31(4): 487-494
- [21] 龚子同, 史学正, 陈志诚, 张甘霖, 张俊民, 赵文君, 骆国保, 高以信, 曹升庚, 曹志洪, 雷文进. 中国土壤系统分类: 理论. 方法. 实践[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 1-903
- [22] Dipak D, Sah KD, Reddy RS, Kumar KSA, Arti K. Soil organic carbon storage in different landforms of South Deccan Plateau of Andhra Pradesh[J]. Journal of the Indian Society of Soil Science, 2000, 48(3): 447-450
- [23] Ritchie JC, Mccarty GW, Venteris ER, Kaspar TC. Soil and soil organic carbon redistribution on the landscape[J]. Geomorphology, 2007, 89(1/2): 163-171
- [24] De Gryze S, Six J, Bossuyt H, Van Oost K, Merckx R. The relationship between landform and the distribution of soil C, N and P under conventional and minimum tillage[J]. Geoderma, 2008, 144(1/2): 180-188
- [25] Zheng F, He XB, Gao XT, Chang CE, Tang KL. Effects of erosion patterns on nutrient loss following deforestation on the Loess Plateau of China[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2005, 108(1): 85-97
- [26] Zhong B, Xu YJ. Topographic effects on soil organic carbon in Louisiana Watersheds[J]. Environmental Management, 2009, 43(4): 662-672
- [27] 魏孝荣, 邵明安, 高建伦. 黄土高原沟壑区小流域土壤有机碳与环境因素的关系[J]. 环境科学, 2008, 29(10): 2 879-2 884
- [28] Batjes NH. Management Options for Reducing CO₂-concentrations in the Atmosphere by Increasing Carbon Sequestration in the Soil[M]. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre, 1999: 1-114
- [29] Lal R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change[J]. Geoderma, 2004, 123 (122): 1-22
- [30] Pink LA, Allison FE. Maintenance of soil organic matter III. Influence of green manures on the release of native soil carbon[J]. Soil Science, 1951, 71: 67-75
- [31] Hassink J. The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt[J]. Plant and Soil, 1997, 191(1): 77-87
- [32] Hassink J. Preservation of plant residues in soils differing in unsaturated protective capacity[J]. Soil Science Society of America Journal, 1996, 60(2): 487-491
- [33] Müller T, H per H. Soil organic matter turnover as a function of the soil clay content: Consequences for model applications[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2004, 36(6): 877-888
- [34] Arya LM, Paris JF. A physicoempirical model to predict the soil-moisture characteristic from particle-size distribution and bulk-density data[J]. Soil Science Society of America Journal, 1981, 45(6): 1 023-1 030
- [35] Haverkamp R, Parlange JY. Predicting the water-retention curve from particle-size distribution: I. Sandy soils without organic-matter[J]. Soil Science, 1986, 142(6): 325-339
- [36] 李忠佩, 林心雄. 瘠薄红壤中有机物质的分解特征[J]. 生态学报, 2002, 22(8): 1 224-1 230
- [37] Sorensen LH. Rate of decomposition of organic matter in soil as influenced by repeated air drying-rewetting and repeated additions of organic matter[J]. Soil Biology & Biochemistry, 1974, 6(5): 287-292
- [38] Wu J, Brookes PC. The proportional mineralization of microbial and organic matter caused by air-drying and rewetting of a grassland soil[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2005, 37(3): 507-515

Accumulation of Soil Organic Carbon and Their Influencing Factors of Hydragric Anthrosols in Hilly Regions of South China

HAN Guang-zhong^{1,2}, ZHANG Gan-lin^{2*}, LI De-cheng²

(1 *College of Resources and Environmental Science, Neijiang Normal University, Neijiang, Sichuan 641112, China;*

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

Abstract: Three Hydragric Anthrosols chronosequences, respectively derived from purple sand shale, quaternary red clays and red sandstone in hilly regions of South China, were studied to assess the dynamic changes of soil organic carbon (SOC). The results indicated that SOC was easily accumulated in Hydragric Anthrosols derived from purple sandstone soil and quaternary red clay soils, and mainly accumulated in anthrostatic epipedon at the initial cultivation stage followed by subsoilsm but SOC was hardly accumulated in Hydragric Anthrosols originated from red sandstone soil. The exploratory model derived from stepwise multiple regression procedure for estimating SOC of the cultivated horizon in Hydragric Anthrosols proved that SOC accumulation were mainly affected by soil particle size composition.

Key words: Hydragric Anthrosols, Chronosequence, Accumulation of soil organic carbon, Soil particles