

# 安徽滁州地区土壤有机碳储量分布特征研究\*

陶春军, 贾十军, 邢润华, 陈永宁, 陈富荣

(安徽省地质调查院, 合肥 230001)

**摘要:**利用多目标区域土壤地球化学调查取得的土壤地球化学数据及安徽省第二次土壤普查数据对滁州地区土壤有机碳储量分布特征、有机碳密度及有机碳储量时空变化规律等问题进行了研究。结果表明滁州地区近30年间土壤有机碳储量减少了8.39 Mt。区内大部分地区土壤碳储量表现出“碳源”效应,仅局部地区呈现出“碳汇”效应。滁州地区0~0.2 m表层土层有机碳储量为53.74 Mt,有机碳密度平均为3.42 kg/m<sup>2</sup>,略低于全国平均水平。滁州地区0~1.8 m表层土层中,72%的土壤有机碳储量赋存于0~1.0 m土壤中。通过对滁州地区不同统计单元的中层土壤有机碳储量及密度的分析,系统查明了土壤有机碳的分布特征,为土壤碳循环研究提供了参考依据。

**关键词:**土壤有机碳;碳密度;碳储量;滁州地区

**中图分类号:**P612.1

**文献标识码:**A

土壤碳库是陆地生态系统中最大的碳库,土壤呼吸释放的CO<sub>2</sub>约占陆地生态系统与大气间碳交换量的三分之二。土壤碳库的分布储量和更新是研究土壤碳循环的核心内容,准确估算土壤碳储量,对于正确评价陆地生态系统碳循环具有重要意义<sup>[1-8]</sup>。土壤碳分为土壤无机碳(SIC)和土壤有机碳(SOC)。土壤无机碳(SIC)相对稳定,而土壤有机碳(SOC)则时刻保持与大气的交换和平衡,因此对土壤有机碳(SOC)的研究是土壤碳研究的主要方面<sup>[9]</sup>。土壤有机碳储量的巨大库容其较大幅度变化就可能影响到温室气体CO<sub>2</sub>向大气的排放量,影响全球气候变化,进而对陆地生态系统的分布、组成、结构和功能产生深刻影响<sup>[10-12]</sup>。

滁州地区是安徽省重要的农业经济区,也是国家和安徽省重要的商品粮、优质棉的生产基地和蔬菜生产加工出口基地,在安徽经济发展中占有举足轻重的地位,素有“安徽第一粮仓”之称。目前有关滁州地区系统的土壤有机碳储量分布特征研究在国内尚无报道。多目标区域地球化学调查工作为滁州地区土壤有机碳研究提供了高密度和高精度数据资料,能够促进有机碳储量研究工作更加系统和深入。

因此,本文选择滁州地区进行土壤有机碳储量分布与变化趋势研究,具有十分重要的科学价值和现实意义。

## 1 研究区概况

滁州地区位于安徽省最东部,苏皖交界地区,东经117°15′—119°17′,北纬31°50′—33°10′,地跨长江、淮河两大流域。研究区地貌属江淮波状平原区,地貌类型以丘陵、浅丘及波状平原为主。区内总体属北亚热带湿润季风气候区,四季分明,温暖湿润,年降水量多在600~1400 mm。区内波状平原地面植被以农作物为主,林地以“四旁”林地为主。丘陵区以成片林地、灌木为主。区内草地多与林地、农田交错分布,小片分散居多。区内位于江淮分水岭,支流水系以南东—北西向为主,干流水系以北东向为主。长江流域主要河流有滁河及其支流清溪河、来安河等;淮河流域的池河、小溪河等直接入淮河,东部白塔河、川桥河直接入高邮湖。

根据《安徽土壤》<sup>[15]</sup>的分类,区内土壤类型共有9种类型,水稻土、黄褐土、紫色土、粗骨土、黄棕壤、砂礓黑土,潮土、石灰岩土、石质土亦有零星分布。

\* 收稿日期:2012-08-13

基金项目:多目标区域地球化学调查项目(编号:基GZTR001—07)和“安徽省生态地质调查评价方法技术研究与应用”创新团队资助。

第一作者简介:陶春军(1982~),男,硕士,工程师,主要从事农业地质及地球化学方面工作。

水稻土主要分布于淮河以南地区、池河、滁河及其支流沿岸及高邮湖附近;黄褐土主要分布于定远县、滁州市一全椒县岗地顶部或丘陵区边缘岗坡地带;黄棕壤主要分布于滁州市张八岭丘陵区外围地区。粗骨土主要分布于滁州市西部张八岭地区;砂礓黑土集中分布于淮河以北五河县、怀远县西部地区;潮土集中分布于淮河及其支流池河沿岸;石灰岩土集中分布于全椒县西北部马厂镇丘陵区;石质土零星分布于丘陵山地。

区内土地资源利用现状调查与分类是在遥感技术平台上进行的,所使用的数据源以 TM 数据为主体,通过对遥感数据进行计算机信息增强的手段,对区内土地资源利用现状进行划分为八大类:耕地、园地、林地、牧草地、居民及工矿用地、交通用地、水域和未利用土地等。土地利用分类名称是根据《全国土地分类标准》,并进行了适当归并,其中灌溉水田、望天田、水浇地未再细分统称为水田,旱地单独分出;园地、林地、牧草地细分到二级分类,园地包括了果园、桑园、茶园等,林地主要包括有林地、灌木林地、疏林地、未成林造林地;建设用地和未利用地仅细分到一级用地。耕地广泛分布于全区,水田集中分布于淮河以南,旱地多分布于淮河以北。林地多分布于低山丘陵区,集中分布于张八岭地区,建设用地集中分布于城镇周边。园地、牧草地零星分布。

## 2 数据来源及碳储量计算方法

### 2.1 数据来源

研究数据源于两部分:(1)安徽省滁州地区多目标区域地球化学调查取得了大量高密度和高精度的土壤地球化学数据,为土壤碳库的精确计算提供了数据基础。多目标区域地球化学调查采用双层网格化采样方法,采集土壤及沉积物表层(0~0.2 m)和深层(1.5~1.8 m)样品。表层样品采样密度为1个点/km<sup>2</sup>,深层样品为1个点/4 km<sup>2</sup>;表层土壤按照1个点/4 km<sup>2</sup>、深层土壤按照1个/16 km<sup>2</sup>组合分析数据取得了全碳、有机碳含量数据。(2)1996年出版的《安徽土壤》中安徽省第二次土壤普查数据。

### 2.2 碳储量计算方法

“单位土壤碳储量”概念是针对多目标区域地球化学调查数据的基本单元,用以表达多目标区域地球化学调查基本单元(4 km<sup>2</sup>)内的碳储量,在数值上等于以 t/km<sup>2</sup> 为单位的“土壤碳密度”的4倍。用单位土壤碳储量除以相应的调查基本单元面积即可得出“土壤碳密度”。有机碳含量分布从表层至深

层土壤呈递减,表层递减速率较快,深层逐渐减慢,符合指数递减模型,最终建立了有机碳分布指数模型<sup>[13-14]</sup>。本次研究工作采用分布指数模型以多目标区域地球化学调查数据为基础计算土壤碳储量。表层单位土壤是以采样深度(0~0.2 m)为厚度,以组合分析单元(4 km<sup>2</sup>)为面积的块体;中层单位土壤是以0~1 m的厚度,以4 km<sup>2</sup>为面积的块体;深层单位土壤是以0~1.8 m的厚度,以4 km<sup>2</sup>为面积的块体。单位土壤碳储量用 USCA 表示,按照表层(0~0.2 m)、中层(0~1.0 m)和深层(0~1.8 m)3种深度分别计算有机碳(TOC)单位碳储量,表示为 USCA<sub>TOC,h</sub>(式中 h 位单位土壤深度)。如表层有机碳表示为 USCA<sub>TOC,0~0.2 m</sub>、中层有机碳表示为 USCA<sub>TOC,0~1.0 m</sub>、深层有机碳表示为 USCA<sub>TOC,0~1.8 m</sub>。

#### 2.2.1 表层有机碳单位土壤碳储量计算方法

计算公式:

$$USCA_{TOC,0\sim 0.2 m} = TOC_{表} \times D \times 4 \times 10^4 \times \rho(1)$$

USCA<sub>TOC,0~0.2 m</sub>表示面积4 km<sup>2</sup>、深度0.2 m单位体积有机碳储量(单位 t)。式中 TOC<sub>表</sub>取0~0.2 m表层土壤实测含量值。D表示单位土壤深度,取0.2 m。4为单位土壤面积(km<sup>2</sup>),10<sup>4</sup>为单位土壤面积换算系数,ρ为土壤容重(t/m<sup>3</sup>)。

#### 2.2.2 中层有机碳单位土壤碳储量计算

计算公式:

$$USCA_{TOC,0\sim 1.0 m} = TOC_{中} \times D \times 4 \times 10^4 \times \rho(2)$$

USCA<sub>TOC,0~1.0 m</sub>表示面积4 km<sup>2</sup>、深度1.0 m单位体积有机碳储量(t)。式中 TOC<sub>中</sub>为深度1.0 m有机碳平均含量(%),计算方法见下式。其他参数同前式。

TOC<sub>中</sub> =

$$\frac{(TOC_{表} - TOC_{(深)}) \cdot [(d_1 - d_3) + d_3 \cdot (\ln d_3 - \ln d_2)]}{d_3 (\ln d_1 - \ln d_2)} +$$

TOC<sub>(深)</sub>

式中 TOC<sub>中</sub>为计算获得的深度1米单位土壤有机碳平均含量(单位%),TOC<sub>表</sub>为0~0.2 m表层土壤有机碳实测数据(单位%),TOC<sub>(深)</sub>为1.5~1.8 m深层土壤有机碳组合分析实测数据(单位%)。d<sub>1</sub>取表层土壤中间深度0.1 m,d<sub>2</sub>取1.8 m,d<sub>3</sub>取1.0 m。

#### 2.2.3 深层有机碳单位土壤碳储量计算

计算公式:

$$USCA_{TOC,0\sim 1.8 m} = TOC_{深} \times D \times 4 \times 10^4 \times \rho(3)$$

USCA<sub>TOC,0~1.8 m</sub>表示面积4 km<sup>2</sup>、0~1.8 m深度单位土壤有机碳储量(t)。式中 TOC<sub>深</sub>为0~1.8 m深度有机碳平均含量(%),计算方法见下式。其

他参数同前式。

$$TOC_{深} = \frac{(TOC_{表} - TOC_{(深)}) \cdot (d_1 - d_2)}{d_2(\ln d_1 - \ln d_2)} + TOC_{(深)}$$

式中  $TOC_{深}$  为计算获得的深层土壤有机碳平均含量(单位%),  $TOC_{表}$  为 0~0.2 m 表层土壤有机碳实测含量(单位%),  $TOC_{(深)}$  为 1.5~1.8 m 深层土壤有机碳组合分析实测数据的含量(单位%)。  $d_1$  取表层土壤中间深度 0.1 m,  $d_2$  取 1.8 m。

#### 2.2.4 土壤容重 $\rho$ 的确定

安徽省土壤种类繁多,土壤容重变化幅度很大,根据《安徽土壤》中典型土壤及典型剖面土壤容重资料<sup>[15]</sup>,对不同土壤类型的容重进行了分段加和平均计算,结果见表 1。

### 3 滁州地区土壤有机碳密度及储量

本次研究工作中的分析数据:每个表层样本数据代表 4 km<sup>2</sup>,每个深层样本数据代表 16 km<sup>2</sup>。文中所统计面积:表层面积为样本数乘以 4 km<sup>2</sup>,深层面积为样本数乘以 16 km<sup>2</sup> 所得出。

#### 3.1 有机碳密度及储量概况

根据上述公式(1)~(3)计算得出,滁州地区表层土壤有机碳储量为 53.74 Mt,有机碳密度平均为 3.42 kg/m<sup>2</sup>;中层土壤有机碳储量为 175.24 Mt,有机碳平均碳储量 11142.17 t/km<sup>2</sup>;深层土壤有机碳储量为 243.41 Mt,有机碳平均碳储量 15475.92 t/km<sup>2</sup>。而表层、中层与深层土壤有机碳量比率分别为 22.08%、72.00%,由此特征显示,区内 0~1.8 m 深度的有机碳储量主要赋存在 0~1.0 m 的土壤中,有 72% 的有机碳赋存于该层中。区内表层土壤有机碳平均密度略低于我国全部农业土壤表土有机碳平均密度为 3.84 kg/m<sup>2</sup>,耕作土壤平均为 3.5 kg/m<sup>2</sup><sup>[16]</sup>。

根据单位土壤平均碳储量编制了滁州地区土壤碳密度分布图(图 1)。图 1 反映不同深度土壤有机碳密度分布概况。土壤有机碳自表层—深层土壤区域分布差异明显。表层土壤有机碳低背景区主要沿淮河分布,其次在定远县西南部晚更新世粘土、孙家大山—团山北部下元古界、明光市自来桥镇玄武

岩分布区也有分布,湖泊、水库亦多表现为低背景分布。高背景区集中分布于全椒县马厂镇—滁州市一线及凤阳县与定远县交界处孙家大山—团山寒武纪—奥陶纪地层区。高邮湖上游晚更新世地层区、滁河河流冲积物以背景—高背景分布有别于定远县西南部及淮河相成土母质区。中层单位土壤碳密度与表层土壤分布特征相似,但高、低背景起伏变化差异更加明显,其中碳密度分布差异较大的是淮河沿岸五河县新集镇淮河两岸,淮河以北地区表层土壤碳密度呈现低背景分布而淮河以南地区碳密度呈背景—高背景分布。深层单位土壤碳密度区域分布差异变小,其中除定远县西南部维持低背景—背景分布外,淮河沿岸变为背景—高背景分布。

#### 3.2 土壤有机碳储量分布特征

由于区内 0~1.8 m 深度的有机碳储量主要赋存于 1.0 m 以内的土壤中,本文重点针对中层(0~1.0 m)土层有机碳储量及碳密度按照土地利用类型、土壤类型、地貌类型、生态系统、成土母质类型等单元进行的统计结果(表 2)及分布特征如下。

区内地貌类型多样,平原、丘陵、山地均有分布,总体以平原为主,面积占 77.85%,丘陵占 18.92%,山地占 0.71%,有机碳土壤平均碳储量分布特征为:山地>丘陵>平原。土壤母质类型以晚更新世黄土母质、河流冲积物母质为主,分别占 41.99%、23.63%,其次为浅变质岩母质类型,占到 10.45%,其它母质类型所占比例均<10%。有机碳平均碳储量超过全区平均碳储量的母质类型有:碳酸盐类风化物母质、基性岩类风化物母质、浅变质岩类风化物母质、蠕虫状网纹红土母质、浅色碎屑岩类风化物母质,低于平均值的有:河流冲积物母质、酸性岩类风化物母质、晚更新世黄土母质、红色碎屑岩类风化物母质、深变质岩类风化物母质、中碱性岩类风化物母质。

滁州地区生态系统以农田生态系统为主(占 82.88%),次为森林生态系统(占 10.27%),河流生态系统、城市生态系统(各占 1.73%)、湖泊生态(占 0.79%),草园生态系统较少占 0.64%。中层有机碳平均碳储量:草园生态>城市生态>森林生态>

表 1 安徽省不同土壤类型不同深度土壤容重一览表

Table 1 Soil bulk densities of different soil types at different soil depths in Anhui Province

土壤类型	石灰岩土	黄棕壤	潮土	砂礓黑土	水稻土	粗骨土	石质土	黄褐土	紫色土
表层土壤	1.21	1.28	1.31	1.36	1.39	1.43	1.43	1.45	1.47
中层土壤	1.33	1.32	1.48	1.48	1.51	1.6	1.6	1.47	1.61
深层土壤	1.35	1.37	1.51	1.53	1.56	1.62	1.62	1.52	1.63

注:单位:t/m<sup>3</sup>;表层土壤(0~0.2 m);中层土壤(0~1.0 m);深层土壤(0~1.8 m)

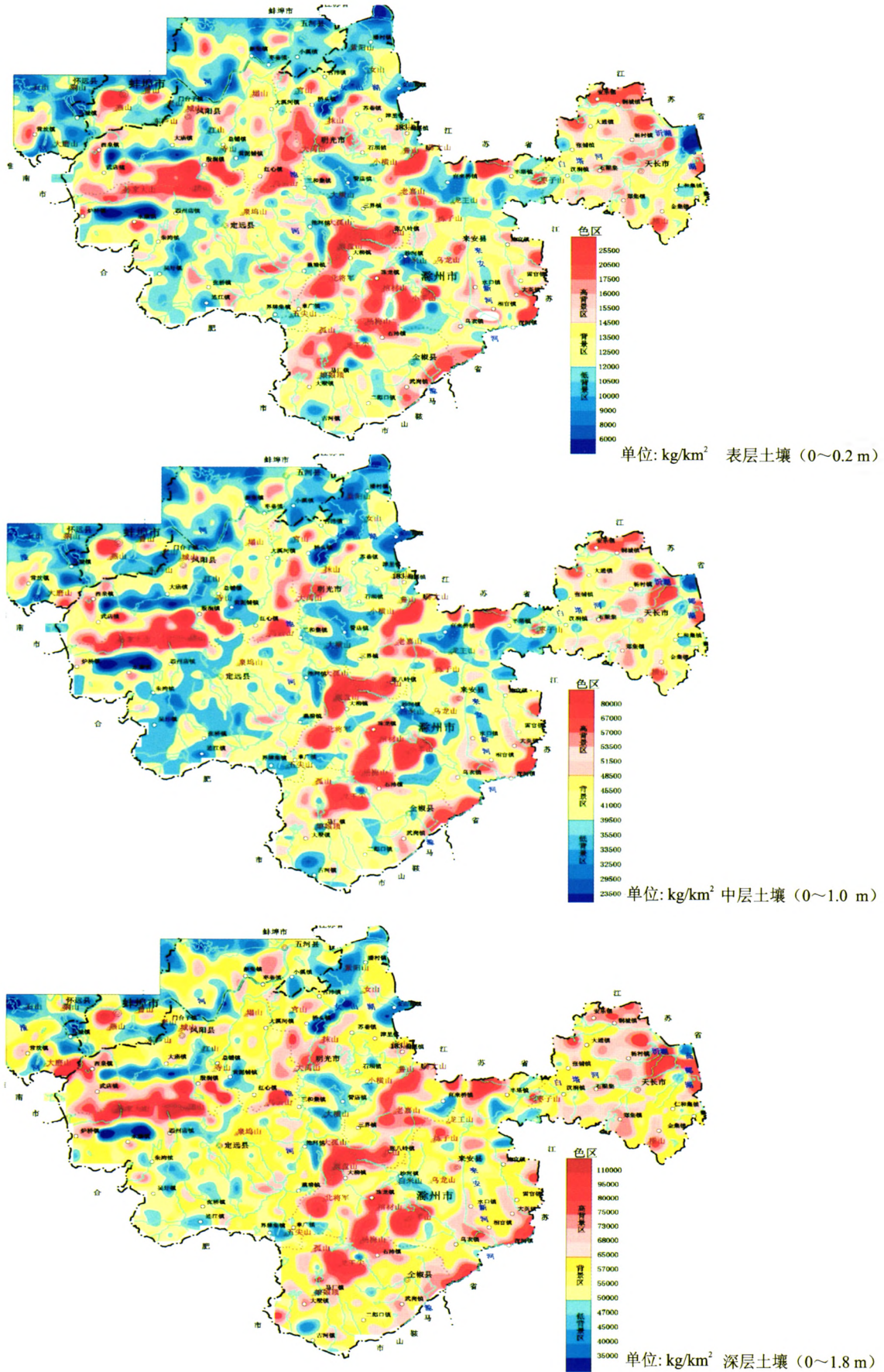


图1 滁州地区不同深度土壤有机碳密度分布图<sup>[17]</sup>

Fig. 1 Distribution of soil organic carbon densities at different depths of soil layers in Chuzhou area

表 2 滁州地区按不同统计单元中层土壤有机碳储量统计

Table 2 Statistics of soil organic carbon storages(0~1.0m)of intermediate layers for different statistical units in Chuzhou area

统计类别	统计单元	面积 (km <sup>2</sup> )	比例 (%)	USCA <sub>TOC, 0~1.0m</sub>		
				碳储量(Mt)	比例(%)	平均碳储量(t/km <sup>2</sup> )
地貌类型	平原	12244	77.85	133.83	76.37	10930.15
	丘陵	2976	18.92	36.71	20.95	12336.59
	山地	112	0.71	1.75	1.00	15622.32
	湖泊	396	2.52	2.95	1.68	7454.358
成土母质	河流冲积物	3716	23.63	40.74	23.25	10962.36
	晚更新世黄土	6604	41.99	71.67	40.90	10852.98
	蠕虫状网纹红土	88	0.56	1.04	0.59	11785.87
	浅色碎屑岩类	512	3.26	5.81	3.32	11357.29
	红色碎屑岩类	1236	7.86	12.76	7.28	10323.19
	碳酸盐类	696	4.43	9.997	5.70	14363.98
	酸性岩类	332	2.11	3.59	2.05	10805.4
	中碱性岩类	28	0.18	0.26	0.15	9426.095
	浅变质岩类	1644	10.45	20.13	11.49	12244.07
	深变质岩类	328	2.09	3.23	1.84	9852.971
	基性岩类	420	2.67	5.11	2.92	12178.13
生态系统	农田生态系统	13036	82.88	142.05	81.06	10897.05
	草园生态系统	100	0.64	1.45	0.83	14493.55
	森林生态系统	1616	10.27	21.46	12.25	13278.95
	城市生态系统	272	1.73	3.72	2.12	13680.32
	河流生态系统	272	1.73	2.05	1.17	7548.231
	湖泊生态系统	124	0.79	0.90	0.51	7248.444
	未利用地	308	1.96	3.61	2.06	11717.5
土壤类型	水稻土	6768	43.03	77.24	44.08	11413.04
	潮土	1424	9.05	13.52	7.72	9497.615
	砂礓黑土	376	2.39	4.11	2.35	10942.73
	黄棕壤	1048	6.66	10.94	6.24	10439.75
	黄褐土	3644	23.17	37.62	21.46	10322.72
	石灰岩土	684	4.35	9.36	5.34	13683.9
	紫色土	288	1.83	3.36	1.92	11680.65
	石质土	76	0.48	0.96	0.55	12680.26
	粗骨土	1296	8.24	17.22	9.83	13285.76
农业用地	耕地	13036	82.88	142.05	81.06	10897.05
	园地	4	0.03	0.05	0.03	11673.46
	林地	1612	10.25	21.41	12.22	13282.93
	草地	100	0.64	1.45	0.83	14493.55
	小计	14752	93.79	164.96	94.13	11182.35
建设用地	城镇建筑地	108	0.69	1.47	0.84	13569.69
	居民点及工矿用地	164	1.04	2.26	1.29	13753.17
	小计	272	1.73	3.72	2.12	13680.32
未利用地	湖泊及滩涂	396	2.52	2.95	1.68	7454.358
	未利用土地	308	1.96	3.61	2.06	11717.5
	小计	704	4.48	6.56	3.74	9319.484

农田生态>河流生态>湖泊生态。区内土壤类型种类较多,其中水稻土占 43.03%、黄褐土 23.17%、潮土 9.05%、粗骨土 8.24%、黄棕壤 6.66%、石灰岩土 1.35%,砂礓黑土、紫色土含量均<3%,石质土

<1%;水稻土中以潴育水稻土为主。有机碳平均碳储量中石灰岩土平均碳储量最高,潮土最低。区内农业用地占 93.79%、建设用地 1.73%、未利用地 4.48%。农业用地中耕地(包括水田、旱地)占 82.88%、



林地占 10.25%，草地、园地均不足 1%。在不同用途土壤中，建设用地有机碳平均碳储量较高，且均高于区域均值，农用地中有机碳储量水田高于旱地，农用地中耕地是最重要的碳储区。

#### 4 土壤有机碳储量时空变化

##### 4.1 研究方法 with 数据构建

利用安徽省第二次土壤普查数据编制了安徽省有机质丰缺分布图，通过数字化编制了安徽省有机碳丰缺分布图，该图丰缺只有分级数据，具体分级为：极缺乏： $\leq 1\%$ ；缺乏：1.01~1.50%；稍缺：1.51~2%；适中：2.01~2.5%；富足：2.51~3.0%；很富足： $> 3\%$ 。其中极缺乏( $\leq 1\%$ )及很富足( $> 3\%$ )不定值在区内的比例为 10%和 2%。1980 年数据采用有机碳分级值中值时，2007 年数据减 1980 年呈负值的数据占 86%，故 1980 年有机碳分级数据全部取下限值，呈负值的数据仍占 77.5%。因此，1980 年数据采用分区下限值作为该级别土壤的有机质含量进行定量化，具体取值为：极缺乏：0.9%；缺乏：1.01%；稍缺：1.51%；适中：2.01%；富足：2.51%，很富足 3.01%。然后利用  $USCA_{TOC,0\sim 0.2m} = TOC_{表} \times D \times 4 \times 10^4 \times \rho$  计算 1980 年单位土壤有

机碳储量，本次实测数据减去该数据，大致判别该区域近 30 年来土壤有机碳储量的变化情况。

##### 4.2 有机碳储量时空变化特征

农田生态系统是受人类干扰最重的陆地生态系统，与自然土壤相比，农田土壤在全球碳库中最为活跃，其土壤碳水平直接受人类活动的影响和调控空间大。农田管理措施是影响 SOC 固定、转化及释放的主要因素，同时还受土地利用方式、气候变化等多因素的共同影响，因此对农田碳库的评价及调整措施需全面考虑多种因素的交互作用<sup>[8]</sup>。土壤表层碳不断地在大气—植物—土壤—水—沉积物体系内迁移转化<sup>[18]</sup>。土壤通过植物残体以有机碳形式固定大气中的 CO<sub>2</sub>，表现为陆地生态系统的汇效应；又通过土壤呼吸作用向大气排放 CO<sub>2</sub>，表现为对大气 CO<sub>2</sub> 的源效应<sup>[18]</sup>。这是土壤碳最基本的循环转化途径。这一过程因地理区位差异、土壤环境条件及土地利用变化而处于动态平衡之中<sup>[19]</sup>，某一历史阶段土壤有机碳储量状况即是碳循环过程中暂时平衡的结果。

本次工作与 1980 年相比，近 30 年间区内有机碳储量减少 8.39 Mt。由图 2 可见，区域内不同土地利用类型土壤有机碳储量均呈减少趋势，其中碳

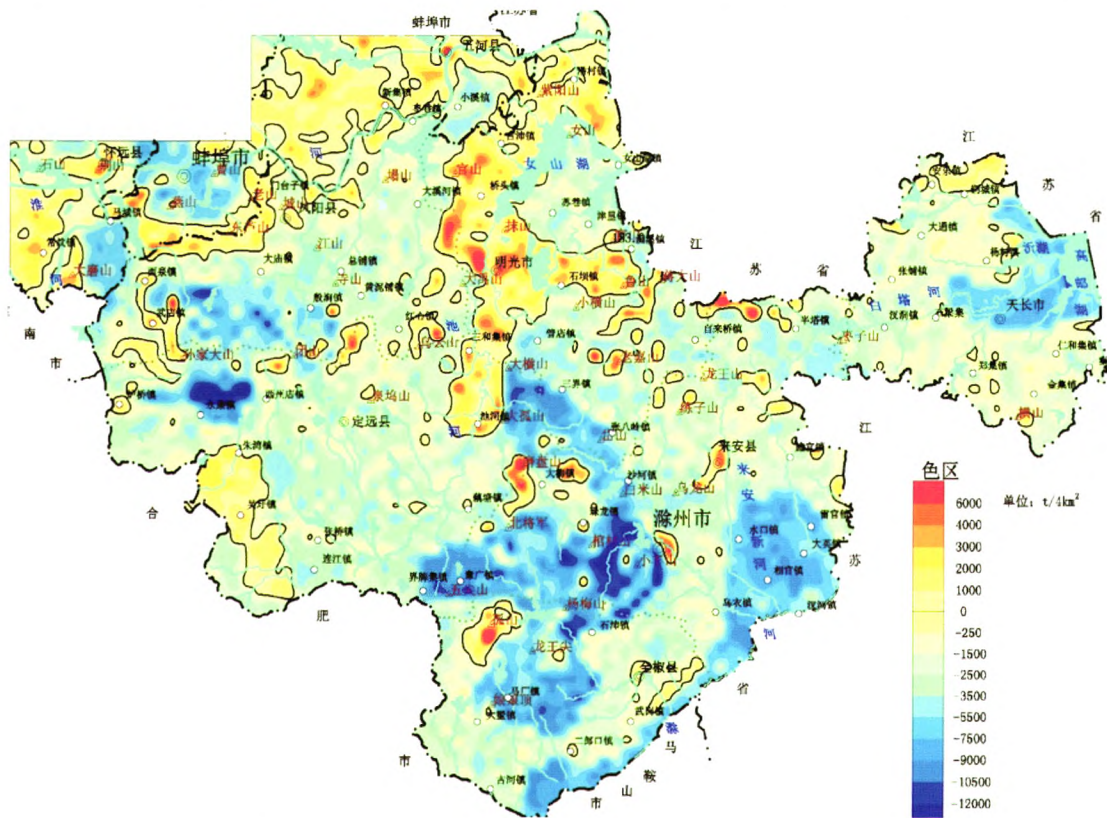


图 2 滁州地区相对 80 年代单位土壤有机碳储量变化分布图<sup>[17]</sup>

Fig. 2 Distribution of unit soil organic carbon storage variations relative to 1980s in Chuzhou area

排放平均强度以草地最大,其次为城镇土壤。滁州地区有机碳储量相对80年代有所增加的地区主要集中在淮河沿岸及池河下游地区,其次在定远县西部朱湾—吴圩镇一带业有分布,其他地区分布较为零星。此外在滁州市、明光市、凤阳县、怀远县、全椒县等市县所在地及五河县新集镇、凤阳县武店镇、定远县三河集等乡镇所在地,有机碳明显发生了富集。有机碳减少较明显的区域集中在滁河沿岸及蚌埠市周围沿淮地区、高邮湖湖区,此外在凤阳县、定远县之间的孙家大山—团山地区,以及滁州西部丘陵山地,有机碳发生了明显的亏损。近30年来有机碳储量的时空变化表明,区内大部分地区土壤碳储量表现出“碳源”效应,仅局部地区呈现出“碳汇”效应。对于可能影响土壤有机碳固存和丢失的因素,总体上包括自然(土壤性质、植被和气候等)及人为因素(农业管理措施、土地利用等)。团聚体物理保护下有机碳与土壤组分的化学键合而稳定化可能是土壤固碳作用的重要机制。研究区内耕地(水田和旱地)的有机碳储量减少了6.79 Mt,占到区内有机碳储量减少总量的八成以上,受耕作、灌溉、施肥等人类活动的影响,破坏了团粒结构稳定性,长期耕作后会导致土壤有机碳含量急剧下降。

## 5 结论

(1)滁州地区0~0.2 m土层有机碳储量为53.74 Mt,有机碳密度平均为3.42 kg/m<sup>2</sup>,滁州地区表层土壤有机碳平均密度略低于全国平均水平。0~1.0 m土层有机碳储量为175.24 Mt,有机碳平均碳储量11142.17 t/km<sup>2</sup>;0~1.8 m土层有机碳储量为243.41 Mt,有机碳平均碳储量15475.92 t/km<sup>2</sup>,72%的有机碳赋存于0~1.0 m土壤中。

(2)不同地貌区有机碳土壤平均碳储量分布特征为:山地>丘陵>平原。不同土壤母质类型有机碳平均碳储量较高的有中碱性岩类风化物母质、河流冲积物母质、碳酸盐类风化物母质、酸性岩类风化物母质、浅色碎屑岩类风化物母质。生态系统中有有机碳平均碳储量:城市生态>森林生态>湖泊生态>农田生态。石质土有机碳平均碳储量最高,黄褐土有机碳平均碳储量最低。在不同用途土壤中,耕地、草地及建设用地有机碳平均碳储量均高于区域均值,有机碳储量水田高于旱地,耕地是最重要的碳储区。

(3)滁州地区近30年间土壤有机碳储量减少了8.39 Mt。区内大部分地区土壤碳储量表现出“碳源”效应,仅局部地区呈现出“碳汇”效应。

有机碳储量受土壤性质、植被、气候以及农业管理措施、土地利用方式等多种自然因素和人为因素的综合影响。因此,为促进土壤有机碳累积、增加土壤有机碳储量,应建立起土壤有机碳储量的动态监测系统,并通过改变土地利用方式、农田管理措施等改变土壤有机碳的循环累积规律。

## 参考文献

- [1] 曹建华,袁道先,潘根兴,等.不同植被下土壤碳转移对岩溶动力系统中碳循环的影响[J].地球与环境,2004,32(1):90-96.
- [2] 吕文强,王世杰,刘秀明,等.喀斯特地区城市绿地土壤呼吸对降水变化的响应研究[J].地球与环境,2011,39(2):174-178.
- [3] 贾宇平.土壤碳库分布研究进展[J].太原师范学院学报:自然科学版,2004,3(4):62-63.
- [4] 汪业勋,赵士洞,牛栋.陆地土壤碳循环的动态[J].生态学杂志,1999,18(5):29-35.
- [5] 王绍强,周成虎.中国陆地土壤有机碳库的估算[J].地理研究,1999,18(4):349-356.
- [6] Robert H B, Benjamin J D, et al. Mitigation Potential and Costs for Global Agricultural Greenhouse Gas Emissions[J]. Agricultural Economics, 2008, 38(2): 109-115.
- [7] 韩冰,王效科,逯非,等.中国农田土壤生态系统固碳现状和潜力[J].生态学报,2008,28(2):612-619.
- [8] Lal R. Carbon Management in Agricultural Soils[J]. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 2007,12:303-322.
- [9] 李正才,傅懋毅,杨校生.经营干扰对森林土壤有机碳的影响研究概述[J].浙江林学院学报,2005,22(4):469-474.
- [10] 苏永中,赵哈林.土壤有机碳储量、影响因素及其环境效应的研究进展[J].中国沙漠,2002,22(3):220-228.
- [11] 于贵瑞.全球变化与陆地生态系统碳循环与碳蓄积[M].北京:气象出版社,2003,275-297.
- [12] 周莉,李保国,周广胜.土壤有机碳的主导影响因子及其研究进展[J].地球科学进展,2005,20(1):99-105.
- [13] 奚小环,杨忠芳,夏学齐,等.基于多目标区域地球化学调查的中国土壤碳储量计算方法研究[J].地学前缘,2009,16(1):194-205.
- [14] 奚小环,张建新,廖启林,等.多目标区域地球化学调查与土壤碳储量问题—以江苏、湖南、四川、吉林、内蒙古为例[J].第四纪研究,2008,28(1):58-67.
- [15] 安徽省土壤普查办公室.安徽土壤.北京:科技出版社,1996:409-410.
- [16] 张秀芝,赵相雷,李宏亮,等.河北平原土壤有机碳储量

- 及固碳机制研究[J]. 地学前缘, 2011, 18(6): 41-55.
- [17] 安徽省地质调查院. 滁州地区 1:25 万多目标区域地球化学调查报告. 内部资料, 2012.
- [18] Jones M B, Donnelly A. Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems and the influence of management, climate and elevated CO<sub>2</sub>[J]. *New Phytologist*, 2004, 164(3): 423-439.
- [19] 潘根兴, 曹建华, 何师意, 等. 土壤碳作为湿润亚热带表层溶岩作用的动力机制: 系统碳库及碳转移特征[J]. *南京农业大学学报*, 1999, 22(3): 48-56.

## Research on distribution characteristics of soil organic carbon storage in Chuzhou area, Anhui Province

TAO Chun-jun, JIA Shi-jun, XING Run-hua, CHEN Yong-ning, CHEN Fu-rong  
(*Geological Survey Institute of Anhui Province, Hefei 230001, China*)

### Abstract

Based on the soil geochemical data obtained by multi-purpose regional soil geochemical survey and the data of the second soil survey in Anhui Province, this paper studies the distribution characteristics of soil organic carbon storage, organic carbon density and temporal-spatial variation regulation of soil organic carbon storage in Chuzhou area. The results show that the soil organic carbon storage of the Chuzhou area has reduced for 8.39 Mt in recent 30 years. Soil carbon storage shows a "carbon source" effect in most areas and a "carbon sink" effect in some areas. In Chuzhou area, soil organic carbon storage is 53.74Mt and average organic carbon density is 3.42 kg/m<sup>2</sup> in 0~0.2 m surface soil layers, which are slightly lower than the national average levels. In 0~1.8 m surface soil layers in this area, most of the soil organic carbon storage occurs in 0~1.0 m surface soil layers. By analyzing soil organic carbon storage and organic carbon density for different statistical units in Chuzhou area, the paper systematically studies the distribution characteristics of soil organic carbon and provides some references for researching the soil organic carbon cycle.

**Key words:** soil organic carbon; carbon density; carbon storage; Chuzhou area