

霍山县县域范围内不同空间尺度下农田 土壤有机碳变异分析

李典友^{1,2}, 陈良松³, 李 军³, 倪建华², 李小刚², 潘根兴¹,
陆保国⁴, 黄登林⁵, 孙贤斌²

(1. 皖西学院资源环境与旅游管理学院, 安徽六安 237012; 2. 南京农业大学农业资源与生态环境研究所,
南京 210095; 3. 六安市土壤肥料站, 安徽六安 237000; 4. 霍山县土壤肥料站, 安徽霍山 237200;
5. 霍山县森林公安局, 安徽霍山 237200)

摘要: 基于安徽省霍山县第二次土壤普查数据, 提取 2005~2008 年耕地监测数据资料建成土壤有机碳含量数据库, 对耕地监测的有机碳数据按县域内不同空间尺度进行了统计分析。结果表明: 20 年来该县农田表土有机碳含量明显提高, 显示农田土壤的有机碳库积累。县域范围内耕地土壤有机碳含量的不同尺度的变异系数介于 4.53%~14.91%。村民组(自然村)单元内变异性最高, 有机碳含量乡镇间变异性低于行政村间变异性。因此, 从县级尺度的农田土壤碳计量来说, 以乡镇尺度采样研究比村级尺度可靠性要高。影响县域内农田土壤有机碳含量与变异的动力因子主要是农业利用和农田基本建设, 茶、桑和水稻利用下农田土壤有机碳含量明显较高。

关键词: 霍山县; 土壤有机碳; 空间尺度; 空间变异性; 碳计量

文章编号: 1000-0585(2012)09-1571-09

1 引言

不同土地利用下土壤有机碳库的变化及其时间动态对于评价人类活动对陆地生态系统碳库的影响是土壤与全球变化研究的热点领域^[1~4]。长期以来土壤有机碳研究在空间尺度选择上多以宏观大尺度为主^[5~7], 近年来随着研究的深入, 区域大尺度和中小尺度的有机碳储量及空间分布特征研究日益受到关注^[8,9], 特别是如何将典型小样区的精细研究结合更大区域的研究来反映出土壤有机碳储量从宏观到微观的尺度效应特征是问题的关键。农业土壤是重要的陆地生态系统组成部分, 因农业土壤性质和分布受到地理因素和人为活动的双重影响, 中国不同地理区农田土壤有机碳的分布格局研究表明区域地理要素特别是气候控制着土壤有机碳的水平及其变化趋势^[10]; 太湖地区宜兴市稻田土壤有机碳研究结果显示土有机碳随土壤类型和主要管理措施(包括秸秆还田等)的明显变化^[11]; 江西北部不同县域内农田有机碳的村级调查结果表明农田有机碳水平和碳固定趋势随土地管理和农民生产方式的大幅度变化^[12]。然而不同空间尺度的差异造成不同影响因子的影响程度随尺度出现变化^[13]。吴乐知等研究并指出了尺度因素对中国土壤有机碳分布的影响^[14]; 解

收稿日期: 2011-11-13; 修订日期: 2012-04-05

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40830528); 皖西学院安徽省重点学科人文地理学基金资助

作者简介: 李典友(1963-), 男, 安徽舒城人, 副教授, 博士, 主要从事土壤生态与碳循环研究。

E-mail: lidianyou2000@163.com

宪丽等通过对不同植被下中国土壤有机碳密度的影响因子研究发现,随着研究尺度的细化,环境变量对有机碳含量与密度的影响增加^[15]。

县域是我国农业利用的基本空间单元,但同一县域内村民组(自然村)、行政村、乡镇等不同尺度下土壤有机碳的储量与变异研究尚未见报道。本研究以安徽省六安市霍山县为例,统计分析该县耕地监测资料中农田土壤有机碳含量变化,探讨县域范围不同空间尺度下土壤有机碳含量的变异特点与主要影响因素,以期为评价农业管理对县域土壤有机碳库变化的影响提供科学依据。

2 研究区概况

研究县域为安徽省霍山县,地处大别山东段北坡,属淮河流域。其空间范围为北纬 $31^{\circ}03' \sim 31^{\circ}33'$,东经 $115^{\circ}52' \sim 116^{\circ}32'$ 之间。该县地势自西南向东北呈阶梯状下降,西南部山体高耸,河谷深切,山脊棱角明显;中部地区,山体较为破碎,山脊较为浑圆,高度明显下降;东北部地势低平,河谷开阔,丘岗浑圆。从西南至东北,大体上可分为丘陵、低山和中山亚高山三个地理分区单元。该县的气候特征是冬季干(阴)冷多雪,夏季湿热多雨,全年冷热适中,四季分明,雨量充沛,光、热水资源丰富。山区溪河纵横,水系发达。该县经济目前主要以农业为主,农田总面积为 $2.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

3 材料与方法

3.1 资料来源

(1) 耕地监测资料。该县在2005~2008年间根据农业部规范进行了全县范围的耕地监测分析。在此次耕地监测中,将全县16个乡镇进行编号而分片土壤样本采集,在每个乡镇根据其典型的地形地貌和土壤类型确定16个采样点,共采集表土(0~20cm)样品8146个(表1)。

表1 地形地貌与乡镇的土壤样本采样点布设
Tab 1 Distribute of Sample point in Geography and Township

地形	盆地、平原	丘陵	山地
乡镇	诸佛庵镇、衡山镇	衡山镇、下符桥镇、佛子岭镇、 但家庙镇、与儿街镇、单龙寺乡、 上土市镇、太平畈乡、诸佛庵镇、 黑石渡镇、落儿岭镇	大化坪镇、佛子岭镇、磨子潭镇、 东西溪乡、太阳乡、上土市镇、 太平畈乡、漫水河镇、黑石渡镇
土类	黄棕壤、潮土、水稻土	潮土、水稻土、黄棕壤、紫色土、 石灰土	潮土、黄棕壤、水稻土
采样点数	47	4602	3497

采样时,采集、记载了所采样农田的海拔、地形坡度以及农业利用等信息。采集后样品按土壤农化分析规范进行处理,待样品风干后,捡去石块、残根等杂物,装袋备用。

(2) 土壤普查资料。从霍山县土壤肥料站获取。该县第二次土壤普查在1985年前完成采样和分析,根据《霍山土壤》(霍山县土壤肥料站,1985年)记载,提取出全县农田土壤表土(0~20cm)有机质数据样本1425个。

3.2 数据处理

耕地监测和土壤普查中土壤有机碳测定均采用重铬酸钾容量法^[16]。数据均以有机碳($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)表示,土壤普查报告中记载的有机质含量按有机质平均含碳量为 58% (总有机碳与有机质转化经验系数 1.724 的倒数)的假设换算为有机碳含量,县域农田表土有机碳水平按土种进行统计。

数据处理用 Excel2003 软件,采用 Minitab Statistical Software (Minitab Inc. USA) 对不同尺度对象和不同因素样品进行方差分析,采用 Fisher’s 检验法进行显著性检验,设显著性差异概率 $p < 0.05$ 。用 ArcGIS 软件插值绘制霍山县土壤有机碳现状图。

4 结果分析

4.1 霍山县农田土壤有机碳含量总体水平

本次耕地监测的土种单元的有机碳统计结果见表 2。土壤有机碳含量最低的是渭桥酸性猪血砂,为 $13.87 \pm 5.75 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,而最高的是表潜沙泥田,达到 $29.66 \pm 6.91 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。全县农田表土有机碳含量加权平均为 $21.96 \pm 5.33 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。从本次监测结果来看,表土层有机碳平均含量低于 $15 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的面积占全县农田总面积的比低于 1%。而 90% 以上的土种的有机碳平均含量介于 $20 \sim 25 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

表 2 供试县域以土种为单元的农田表土有机碳含量 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) 及其与土壤普查的对比
Tab 2 Contrast for a unit in the crop soil organic carbon content ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) in the 2nd national soil survey

数据来源	样本数	最小值	最大值	平均值	中值	标准差	加权平均值
耕地监测	8146	13.87	29.66	21.00	20.93	3.07	21.96 ± 5.33
土壤普查	1425	5.31	36.26	14.05	12.64	6.83	16.05 ± 6.65

表 2 数据显示第二次土壤普查时该县土壤有机碳含量偏低。其中,有机碳含量最低的是麻骨沙泥田,仅 $5.31 \pm 6.93 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,而有机碳含量最高的是山区薄层麻石棕壤,达到 $36.26 \pm 17.03 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。全县农田表土有机碳含量加权平均为 $16.05 \pm 6.65 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。有机碳含量值大于 $15 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的土种面积少于 5%,而小于 $10 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的土种面积则占 20.4% 多。

因此,从耕地监测结果来看,现状土壤有机碳含量水平比第二次土壤普查时期平均增加了约 $6 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,供试的霍山县整个县域农田表土有机碳含量水平已经较高,有机碳积累提高幅度平均达到 37%,平均每年积累达 $0.3 \text{g}/\text{kg}/\text{a}$,表现出相对高的农田土壤固碳速率,这主要可能是霍山县土壤有机碳本底含量水平较低,而该县农业、林业发展较快,土壤肥力有明显提高所致^[17],这与邓祥征等对中国农田土壤有机碳贮量变化研究的结果一致^[18]。该县农田土壤较高的固碳速率启示发展固碳农业在应对气候变化上应该是一条重要的可能途径。同时,由于农业生产的发展,低产田和低产因素得到了大幅度改造,随着土壤有机碳含量总体增加,不同田块间的有机碳水平的变异程度降低,使有机碳的总体变异系数降低了 17%。

4.2 农田土壤有机碳随空间尺度的变异性

4.2.1 不同尺度统计单元的有机碳含量及变异 霍山县共有 16 个乡镇,其中县城的衡山镇与其附近的佛子岭镇、下符桥镇以低缓地形为主,工业经济相对发达;而太阳乡、东西溪

乡和大化坪镇又深居大别山中,与儿街、诸佛庵、漫水河镇等介于山畈之间,地势有一定起伏,这些乡镇基本代表了霍山县的农业地貌。本文按该县乡镇作为统计单元分析乡镇空间尺度,并抽取该县内与儿街镇土壤有机碳数据资料进行自然村(村民组)级和行政村级水平尺度的土壤有机碳变异分析。以乡镇空间尺度为统计单元的有机碳含量结果列于表 3。

乡镇尺度单元内土壤有机碳含量变异最小的是衡山镇,变异系数为 19.60%;变异系数最大的乡镇是大化坪镇,变异系数达 41.80%。全县土壤有机碳含量空间变异呈现出乡镇内部的变化大于乡镇之间的变化,不同乡镇间土壤有机碳含量变异系数差异为 12.24%。

选取的与儿街镇位于霍山东部,地貌为丘陵岗地。全镇辖 11 个行政村、1 个街道居委会,总面积 160km²。与儿街镇的农田有机碳水平的加权平均值为 $11.69 \pm 0.53 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,而行政村的有机碳含量平均值介于 $10.93 \pm 2.17 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $12.55 \pm 2.04 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 间,行政村间有机碳平均水平的变异系数近仅为 4.53%,而行政村内的变异系数在 14.79%~26.73%之间,详见表 4。

抽取的与儿街镇百福庵行政村包括 30 个自然村(村民组),共 122 个样本。统计表明,该村范围内农田表土有机碳含量的村民组间变异系数平均为 14.91%,村民组内田块的变异系数差异达到 27.51%。其中彭家庄、百神庵、小龙岗等 15 个自然村内田块土壤有机碳变异系数介于 15.13%~30.71%,均大于该行政村尺度水平土壤有机碳的变异系数 14.91%。因此,村民组内由于采样数较少,样本间变异系数加大,如表 5。

李典友等对六安市域土壤有机碳

表 3 霍山县不同乡镇土壤有机碳含量
($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) 及变异

Tab. 3 Township variation of topsoil SOC ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) from
Huoshan County, Anhui Province, China

乡镇名称	样本数 (个)	平均值	标准差	变异系数 (%)
太阳乡	477	27.91	7.82	28.02
漫水河镇	375	22.95	5.24	22.85
大化坪镇	1000	23.12	9.66	41.80
诸佛庵镇	539	23.27	7.53	32.34
上土市镇	364	26.14	7.31	27.95
太平畈乡	412	23.94	5.80	24.23
落儿岭镇	111	26.11	6.36	24.36
黑石渡镇	444	20.85	6.65	31.92
东西溪乡	470	23.33	6.40	27.44
单龙寺乡	539	21.33	8.26	38.72
磨子潭镇	495	24.03	9.00	37.45
下符桥镇	603	17.45	4.45	25.50
但家庙镇	572	18.64	6.01	32.23
与儿街镇	934	19.86	4.17	21.00
佛子岭镇	169	25.48	5.98	23.48
衡山镇	686	22.69	4.45	19.60
总计	8146	22.94	2.81	12.24

表 4 供试县域与儿街镇各行政村之间土壤有
机碳含量 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) 及变异

Tab. 4 Inter-village variation of topsoil SOC ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
from Yu-er Street Township, Huoshan
County, Anhui Province, China

行政村名称	样本数 (个)	平均值	标准差	变异系数 (%)
大沙埂村	82	12.01	2.28	18.96
百福庵村	122	11.97	1.77	14.79
鸟观嘴村	80	11.51	2.64	22.90
石河村	116	10.93	2.17	19.81
山王河村	125	11.10	2.97	26.73
双乐河村	92	11.12	2.42	21.80
四顾冲村	49	11.63	1.80	15.51
真龙地村	10	12.55	2.04	16.22
凡冲村	97	11.87	2.05	17.26
与儿街社区	24	12.42	2.36	19.01
指封山村	109	11.49	2.20	19.13
总计	906	11.69	0.53	4.53

含量县级、乡镇级尺度变异的研究结果是县级尺度变异系数为 20.1% 较大于乡镇尺度变异系数 (17.19%)。而本研究是一个县域的更低空间尺度的统计, 表明村民组 (自然村) 尺度土壤有机碳含量的变异系数最大, 而尺度上升到行政村和乡镇时, 变异系数明显降低, 例如与儿街镇的变异系数降低到 4.53%, 全县乡镇间变异系数降低到 7.04%。这与 Pan 等报道的江西北部村级农田有机碳调查结果有很大的一致性, 应该是农户经营机制下农田利用和管理的广泛差异而产生了农田有机碳在农户田块间的巨大差异^[19]。他们认为这种差异将制约农田固碳技术的实际效果。郭熙等以江西泰和县苏溪镇苏溪村 120 hm² 耕地为研究区域, 按照网格法采集 421 个样, 对土壤养分空间变异进行研究, 结果表明钾、磷、锰、有机质、硫块金系数大, 认为它们主要受随机因素影响。行政村内不同自然村的因素与控制行政村间有

表 5 与儿街镇百福庵村不同村民组 (自然村) 土壤有机碳含量 (g · kg⁻¹) 变异
Tab. 5 Village-ship variation of topsoil SOC (g · kg⁻¹) from Bai-fu-an village of Yu-er Street Township, Huoshan County, Anhui Province, China

村民组	样本数 (个)	平均值	标准差	变异系数 (%)
长岗	3	11.79	0.38	3.20
糟坊咀	3	11.70	0.78	6.70
徐粉坊	4	13.88	1.14	8.18
居下庄	3	10.38	0.91	8.78
付老家	3	13.75	1.26	9.14
吴家院	4	11.12	1.07	9.66
窑上	4	12.19	1.34	10.98
陈糟坊	3	14.46	1.64	11.35
平滩	3	12.99	1.54	11.84
油坊	3	11.52	1.40	12.17
张家院	4	13.51	1.82	13.48
石岭	3	13.05	1.79	13.69
小院	4	14.20	1.97	13.85
郑小家	3	14.83	2.12	14.32
吴老庄	3	10.29	1.51	14.67
彭家庄	3	10.21	1.54	15.13
彭家小院	5	8.03	1.23	15.29
百福庵	4	10.18	1.71	16.84
双桂塘	4	11.56	2.05	17.75
水圩	6	11.85	2.23	18.78
白果树	4	14.12	2.84	20.09
梁老家	7	9.74	1.97	20.22
桂花院	5	9.21	1.91	20.69
程小庄	3	10.11	2.10	20.78
小窑	4	13.47	2.83	21.01
糟坊	3	14.65	3.20	21.84
四方院	7	10.45	2.41	23.11
窖上塘	4	11.85	2.77	23.40
粉坊	5	12.71	3.25	25.60
小龙岗	8	11.46	3.52	30.71
总计 (行政村级)	122	11.98	1.79	14.91

机碳水平变异的因素与存在尺度差别,行政村间可能在土地利用上表现为较大差异,而农户管理差异则主要表现在自然村间的样本统计单元中^[20]。

4.2.2 农田有机碳变异性与统计样本的关系 吴乐知等^[14]曾指出一定空间尺度内有机碳水平的统计水平的确定性在最低样本数下将不与样本数有关。统计的单元尺度越大,单元内有机碳变异性降低,因而所需样本数降低。这里将该县所有乡镇尺度和行政村两个空间统计单元的有机碳变异系数于统计样本量进行相关分析(图1,其中大别山区的大花坪镇样本量1000个,变异系数仍为最大)。值得关注的是,无论是乡镇作为空间单元还是行政村作为统计单元,有机碳含量的变异系数在一定的样本数范围内随样本数增加反而增大,即增加样本数并不降低不确定性。从本文的统计来看,以乡镇为统计单元,样本数至少应在600以上,而行政村作为统计单元,样本数在150时变异系数仍未降低。在本文中,欲将变异系数控制在20%以下,估计乡镇的农田有机碳含量水平,每个乡镇至少要达到600个以上的统计样本量,而如果要估计行政村农田有机碳水平,则每个行政村至少还不能少于150个统计样本量。很显然,如果对县级农田有机碳计量,按行政村为基本统计单元,则将需要数以万计的采样样本,而按乡镇作为基本单元,全县按不同乡镇采样则不到1万个。本文结果支持了吴乐知等的观点,大尺度研究需要的采样量比小尺度研究要少。不过,Liao等研究认为采用网格法采样时,有机碳的变异系数有随样本量增大而降低的趋势^[21]。

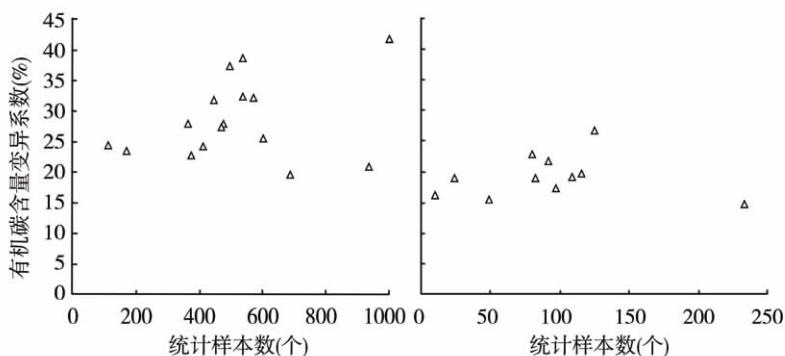


图1 空间统计单元尺度有机碳变异系数与单元的统计样本数的关系(A:乡镇单元;B:与儿街镇的行政村单元)

Fig.1 Space statistical unit scale organic carbon coefficient of variation and unit of the statistical sample relationship (A: township unit; B: the administrative villages units of Yu-er Street Township)

4.3 不同农业利用和管理对农田有机碳水平的影响

根据耕地监测样本记载的信息,将样本按不同条件或因素进行归类统计,将样本量在1000个以上的因子类别统计值列于表6,以分析采样本地的环境因素对农田表土有机碳含量的影响。在这些可供统计分析的因素与有机碳关系中,侵蚀土壤有机碳含量明显低于无侵蚀土壤,障碍性土壤有机碳含量也明显低于非障碍性土壤,旱地土壤利用下有机碳含量明显低于水田土地利用,而不同灌溉方式对土壤有机碳含量也有明显影响,其中畦灌、漫灌下有机碳含量高于沟灌或者无灌溉。但是,比较这些因子的影响强度,侵蚀合土壤障碍性对有机碳含量的的平均最大影响幅度高于或接近20%,土地利用的影响幅度较低,其最大差异幅

度接近 15%，而灌溉方式的影响平均仅 10%。许多研究指出，气候和土地利用是决定区域农田有机碳含量的关键和主要影响因子^[22]；由于供试县域处于山地与丘陵地带，地形背景对土壤有机碳的分布产生了深刻的影响，呈山区→丘陵→圩畈递减分布（图 2）。因此，县域范围内农田土壤有机碳水平及变异性，可能因县域的自然地理特点而异。无论从改良土壤提高农业生产力，还是从水土保持，生态环境保护角度，治理土壤侵蚀，改良土壤，是供试县域农业发展的优先工作。

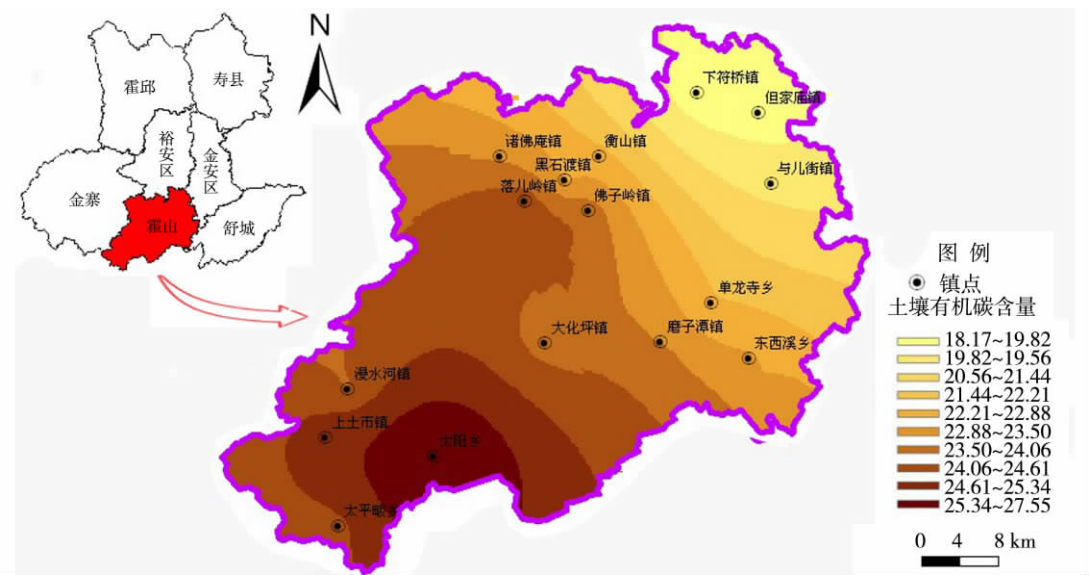


图 2 霍山县农田土壤有机碳分布

Fig 2 The present condition distribute of soil organic carbon in Huo shan county

表 6 供试县域耕地监测中农田有机碳含量 (g·kg⁻¹) 随环境因素的变化统计比较

Tab. 6 Comparative statistics of variation of SOC contents (g·kg⁻¹) with site conditions of samples collected during soil monitoring survey in 2005-2008

就地因子	因子类别	样本数 (个)	平均值	最大差异幅度 (%)
土壤侵蚀	中强度度侵蚀	2104	11.26±3.31 B	21.1
	轻度侵蚀	2294	13.64±4.62 A	
	无明显侵蚀	3792	13.51±4.24 A	
低产因素	瘠薄改良型	2045	11.39±3.99 B	17.9
	无明显障碍型	5378	13.43±4.19 A	
灌溉方式	畦(漫)灌	2870	13.76±4.00 A	10.1
	沟灌	2459	12.50±3.66 B	
	无灌溉	2711	12.57±4.91 B	
土地利用	茶园	1695	12.64±5.15 AB	14.7
	稻田	5013	13.45±3.58 A	
	旱地	1302	11.73±4.85 B	

5 结论与讨论

最近的耕地监测资料显示, 供试的安徽省霍山县农田表土有机碳含量已处于较高水平, 比土壤普查时有机碳平均积累达 $6\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 表现出明显的农田固碳效应; 县域范围内村民组尺度的土壤有机碳含量变异最大, 但行政村和乡镇尺度时有机碳变异系数降低, 估计较大尺度下土壤有机碳量的确定性比较小尺度高。由于供试县域的山地丘陵地貌背景的制约, 在影响农田样本有机碳含量的主要地理因素中, 土壤侵蚀和土壤障碍性影响农田灌溉方式和农业土地利用的影响较大。因此治理水土流失和改良土壤不但对于提高农业生产力具有重要意义, 而且对于促进土壤固碳的也是十分关键的任务。

参考文献:

- [1] Appsa M J, Kurz W A, *et al.* Carbon budget of the Canadian forest product sector. *Environmental Science and Policy*, 1999, (2): 25~41.
- [2] Chan K Y, Heenan D P, Oates A. Soil carbon fractions and relationship to soil quality under different tillage and stubble management. *Soil and Tillage Research*, 2002, 63(3/4): 133~139.
- [3] Blanco-Can-Qui H, Lal R. No-tillage and soil-profile carbon sequestration: An on-farm assessment. *Soil Science Society of America Journal*, 2005, 80, 201~213.
- [4] Esther G, Bas V W. Regional assessment of soil organic carbon changes under agriculture in Southern Belgium (1955~2005). *Geoderma*, 2007, 14, 341~354.
- [5] Bhatti J S, Apps M J, Tamocai C. Estimates of soil organic carbon stocks in central Canada using three different approaches. *Canadian Journal of Forest Research*, 2002, 32(5): 805~812.
- [6] 于东升, 史学正, 孙继侠, 等. 基于 1: 100 万的土壤数据库的中国土壤有机碳密度及储量研究. *应用生态学报*, 2005, 16(12): 2279~2283.
- [7] 刘庆花, 于东升, 史学正, 等. 中国水稻无机碳和有机碳的空间分布特征. *生态环境*, 2006, 15(4): 659~644.
- [8] Easter M, Paustian K, Killian K, *et al.* A tool for conducting regional-scale soil carbon inventories and assessing the impacts of land use change on soil carbon. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 2007, 122: 13~25.
- [9] 傅陈君, 张世熔, 杨洲, 等. 射洪县村级景观土壤有机碳密度和储量分析. *四川环境*, 2007, 26(1): 21~26.
- [10] 许信旺. 不同尺度区域农田土壤有机碳分布与变化. 南京: 南京农业大学博士学位论文, 2008 6
- [11] 张琪, 李恋卿, 潘根兴, 等. 近 20 年来宜兴市域水稻土有机碳动态及其驱动因素. *第四纪研究*, 2004, 24(2): 236~242.
- [12] 张琪. 近 20 年来水稻土有机碳变化-县级和村级尺度的研究. 南京: 南京农业大学硕士学位论文, 2004 6
- [13] 朱晓华, 李加林, 杨秀春, 等. 土地空间分形结构的尺度转换特征. *地理科学*, 2007, 27(1): 58~62.
- [14] 吴乐知, 蔡祖聪. 中国土壤有机质含量变异性与空间尺度的关系. *地球科学进展*, 2006, 21(9): 965~972.
- [15] 解宪丽, 孙波, 周慧珍, 等. 不同植被下中国土壤有机碳的储量与影响因子. *土壤学报*, 2004, 41(5): 687~699.
- [16] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业出版社, 2000. 24~214
- [17] Pan G X, Xu X W, Smith P, *et al.* An increase in topsoil SOC stock of China's croplands between 1985 and 2006 revealed by soil monitoring. *Agric Ecosyst Environ*, 2010, 136: 133~138.
- [18] 邓祥征, 姜群鸥, 林英志, 等. 中国农田土壤有机碳储量变化预测. *地理研究*, 2010, 29(1): 93~101.
- [19] Pan Genxing, Qu Futian, Tan Shuhao. Effect of household land management in constraining soil organic carbon storage at plot scale in a red earth soil area of South China. *Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science: Soil Solutions for a Changing World*. Brisbane, 2010. 66~69.
- [20] 郭熙, 郭晓敏, 谭雪明, 等. 农田养分空间变异研究——以江西省泰和县苏溪镇为例. *江西农业大学学报*, 2004, 26(1): 73~77.
- [21] Liao Qilin, Zhang Xuhui, Pan Genxing, *et al.* Increase in soil organic carbon stock over the last two decades in China's Jiangsu Province. *Global Change Biology*, 2009, 15: 861~875

[22] 许信旺, 潘根兴, 汪艳林, 等. 中国农田耕层土壤有机碳变化特征及控制因素. 地理研究, 2009, 28(3): 601~612.

Variabilities of soil organic carbon in farmlands at different spatial scales in Huoshan County, Anhui Province

LI Dian-you^{1,2}, CHEN Liang-song³, LI Jun³, NI Jian-hua², LI Xiao-gang¹,
PAN Gen-xing², LU Bao-guo⁴, HUANG Deng-lin⁵, SUN Xian-bin¹

(1. College of Resources Environment and Tourism Management,
West Anhui University, Luán 237012, Anhui, China;

2. Institute of Resources, Ecosystem and Environment of Agriculture,
Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

3. Luán Soil and Fertilizer Station, Luán 237072, Anhui, China;

4. Huoshan Soil and Fertilizer station, Huoshan 237200, Anhui, China;

5. Huoshan Forest Policy Department, Huoshan 237200, Anhui, China)

Abstract: Spatial variabilities of soil organic carbon contents in croplands and the influencing factors have been the fundamental issues on estimating SOC stock and C sequestration potential. In this paper, archived data of the 2nd national soil survey and the soil monitoring of farmlands during 2005—2008 in Huoshan County, Anhui Province were collected to create a SOC distribution database. Statistical analysis of the SOC at different spatial scales within the county was conducted. The results showed that SOC contents in the county's farmlands have increased over the last 20 years, indicating SOC accumulation in the farmlands. The statistical variation coefficient of SOC ranged from 4.53% to 14.91% in terms of the size of spatial scales. Variabilities of village scale were much bigger than those of township scale. Thus it is suggested that soil sampling and statistics of SOC contents at spatial scale of townships should obtain higher reliability of SOC pool data than at village scale in the county. Prominent factors influencing SOC levels included land use types and agricultural managements. Results show that SOC contents in tea garden, mulberry field and rice paddy were high in the study area

Key words: Huoshan County; soil organic carbon; spatial scale; spatial variability; C counting