

珠江口耕地土壤有机碳影响因子体系构建

周伟文

(广东华远国土工程有限公司, 广东 中山 528400)

摘要: 随着计算机应用和新技术的普及, 以及航空卫星遥感和地理信息系统等技术的快速发展, 这些技术越来越完善了全球和区域土壤和植被的数据情况, 为更深入地调查提供了重要依据。为了探索珠三角耕地土壤有机碳影响因子和构建影响因子体系, 对珠江口耕地土壤有机碳影响因子体系构建进行了研究。

关键词: 耕地土壤; 有机碳; 影响因子; 体系构建

中图分类号: S154 文献标识码: A 文章编号: 2095-1795(2018)07-0079-03

Construction of Soil Organic Carbon Influencing Factors System in Pearl River Estuary

ZHOU Weiwen

(Guangdong Huayuan Land Engineering Co. Ltd., Zhongshan Guangdong 528400, China)

Abstract: With popularity of computer applications and new technologies, as well as development of air satellite remote sensing and geographic information system, these technologies are increasingly improving data on soil and vegetation around world and in regions, and it provide important basis for further investigation. In order to explore influence factors of organic carbon in cultivated land in pearl river delta and construct influencing factor system, construction of influence factor system of soil organic carbon in pearl river estuary were studied.

Keywords: arable soil, organic carbon, influencing factors, system building

0 引言

土壤有机碳是指土壤中所包含的有机化合物中的碳元素, 它实际上是动植物或微生物的排遗物、残渣残骸、其降解产物和土壤腐殖质。影响土壤有机碳储量的因素有多重, 但是从大类来分主要有2类, 分别是自然因素和人为因素。自然因素指自然中本来存在的因子, 如温度、降雨、区域条件和光照强度等; 而人为因素指通过人为加工处理导致产生的改变, 在现实生活中常见, 也是现代对土壤有机碳影响较大的因素, 如毁林开山、过度放牧和燃烧化石燃料等。

1 数据来源与获取

在当今人类行为的影响下, 全球气候出现明显变化, 生态系统不再像以往一样平衡, 土壤碳循环的研究就变得异常重要。为了测算珠江三角洲耕地土壤有机碳含量, 本文按照城市为目标的研究思路, 对珠江三角洲野外采样进行空间设计。通过2015年在珠江三角洲平原调查了954处样地, 基本能够代表珠江三

角洲的植被种类、土壤特征及土壤有机碳储量等信息^[1]。在每个采样点周围取3个点, 混合土样, 四分法取样, 土壤附带标签, 在标签上填写样品类型、野外GPS、采样地点、深度、时间和采样人等, 分析得出土壤类型如图1所示。

2015年土壤实测定位点数据, 应用ArcGIS 10.2的功能模块读入GPS数据, 完成精确的投影转换, 输出ArcGIS能够接收的shapefile格式, 得到用于地统计分析的土壤采样点位图。当进行土壤碳储量估算时, 需将土壤采样点属性数据与土壤空间数据进行挂接, 建立土壤剖面空间数据库。

2 体系构建

珠三角耕地土壤有机碳影响因子体系包括6个因子, 分别是高程、坡度、地下水位、剖面构型、表土质地和土地利用类型^[2]。

2.1 高程因子

高程因子地理探测器测得的影响因子决定力 q 值为0.019, 权重为0.091。相关性分析得出显著性 p

收稿日期: 2018-04-25 修回日期: 2018-05-20

作者简介: 周伟文, 学士, 工程师, 研究方向: 土地规划、土地评价、土地调查及地理信息系统建设。

E-mail: jiao012210@126.com

在线投稿

www.d1ae.com

地理探测器正确引用:

[1] Wang JF, Li XH, Christakos G, Liao YL, Zhang T, Gu X & Zheng XY. 2010. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun region, China. International Journal of Geographical Information Science 24(1): 107-127.

[2] Wang JF, Zhang TL, Fu BJ. 2016. A measure of spatial stratified heterogeneity. Ecological Indicators 67(2016): 250-256.

[2] 王劲峰, 徐成东. 2017. 地理探测器: 原理与展望. 地理学报 72(1): 116-134.

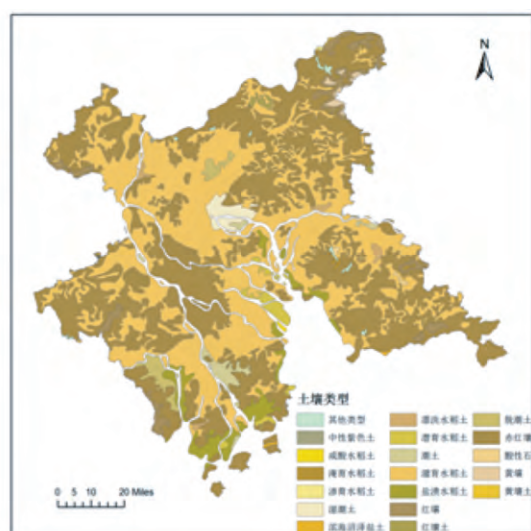


图1 珠三角土壤类型

Fig. 1 Soil type in pearl river delta

值 < 0.05 ，相关系数为 -0.081 ，呈弱的负相关关系。高程可分成 5 个区间，分别是 $0 \sim 30$ 、 $30 \sim 60$ 、 $60 \sim 100$ 、 $100 \sim 200$ 和 200 m 及以上，对应的有机碳含量平均值是 11.44 、 10.64 、 9.16 、 10.76 和 12.22 g/kg 。在各区间的分布表现为由大到小呈“V”字型^[3]。

产生上述分布的原因在于，受到温度和降雨的影响，随着高程升高，降雨量增大，土壤湿度变大，但高程越高温度越低，微生物的活性抑制作用越强，动植物残骸分解速率越慢，土壤有机碳矿化率下降，因而土壤有机碳含量越高。在 100 m 以下高程的小部分区间中，由于土壤的侵蚀作用，使土壤有机物流失从而转移到更低的高程处。

2.2 坡度因子

坡度因子地理探测器测得的 q 值为 0.014 ，权重为 0.067 。相关性分析得出显著性 p 值 < 0.05 ，相关系数为 -0.076 ，呈弱的负相关关系。本文将坡度也分成 5 个区间，分别是 $0 \sim 2^\circ$ 、 $2^\circ \sim 5^\circ$ 、 $5^\circ \sim 8^\circ$ 、 $8^\circ \sim 15^\circ$ 和 $15^\circ \sim 90^\circ$ ，对应的有机碳含量平均值为 11.46 、 10.24 、 11.04 、 10.24 和 11.72 g/kg 。随着坡度增大，有机碳含量均值先减小后增大，再减小，再增大，呈“W”型。

造成坡度因子呈上述分布的原因在于，从研究中发现，长且缓的坡对有机碳的积累有重大作用，而短且陡的坡更容易造成有机碳的分离，使得有机碳大量积累在坡的下部。坡度越大，土壤流失越严重，富集土壤有机碳的表层土壤就会大量被侵蚀，导致土壤有机碳含量降低。平缓的坡对土壤有机碳的积累作用巨大^[4]。

2.3 地下水位因子

地下水位因子地理探测器测得的 q 值为 0.002 ，

权重为 0.010 。相关性分析得出显著性 p 值 < 0.05 ，相关系数为 0.080 ，呈弱的正相关关系。本文将地下水位分成 3 个区间，分别是 $0 \sim 30$ 、 $30 \sim 60$ 和 $60 \sim 200 \text{ cm}$ ，对应的有机碳含量均值为 10.71 、 11.48 和 11.16 g/kg 。随着地下水位降低，有机碳含量先增加后减小，呈倒“V”形状。可能是因为高地下水位容易致使土壤积水，使得土壤常处于还原环境，进而不利于土壤微生物的成长与有机质的矿化，使土壤中的有机碳也就得到了更大程度的积累。

2.4 剖面构型因子

剖面构型因子地理探测器测得的 q 值为 0.063 ，权重为 0.297 。相关性分析得出显著性 p 值 < 0.05 ，相关系数为 0.230 ，呈弱的正相关关系。剖面构型分成 12 类，按有机碳含量从大到小排序为壤粘壤 > 通体壤 > 壤粘粘 > 通体粘 > 壤砂砂 > 粘砂砂 > 砂粘砂 > 粘砂粘 > 壤砂壤 > 通体砾 > 砂粘粘 > 通体砂，平均值分别为 13.41 、 11.73 、 11.63 、 11.56 、 10.61 、 10.42 、 10.12 、 9.86 、 9.69 、 9.09 、 8.87 和 8.70 g/kg 。应用 LSD 法进行方差分析的结果为壤粘壤 (13.41 g/kg , $N_{12} = 38$)，极显著高于通体砂 (8.70 g/kg , $N_1 = 24$) ($P = 0.000$)、砂粘粘 (8.87 g/kg , $N_2 = 38$) ($P = 0.000$)、通体砾 (9.09 g/kg , $N_3 = 24$) ($P = 0.000$)、壤砂壤 (9.69 g/kg , $N_4 = 97$) ($P = 0.000$)、粘砂粘 (9.86 g/kg , $N_5 = 13$) ($P = 0.008$) 和壤砂砂 (10.61 g/kg , $N_8 = 81$) ($P = 0.001$)，显著高于通体粘 (11.56 g/kg , $N_9 = 54$) ($P = 0.035$)、壤粘粘 (11.63 g/kg , $N_{10} = 117$) ($P = 0.022$) 和通体壤 (11.73 g/kg , $N_{11} = 337$) ($P = 0.018$)，但与砂粘砂 (10.12 g/kg , $N_6 = 4$) ($P = 0.132$) 和粘砂砂 (10.42 g/kg , $N_7 = 3$) ($P = 0.230$) 的差异不显著^[5]。

2.5 表土质地因子

表土质地因子地理探测器测得的 q 值为 0.074 ，权重为 0.351 。相关性分析得出显著性 p 值 < 0.05 ，相关系数为 0.268 ，呈弱的正相关关系。表土质地可分成 6 类，按有机碳含量从大到小排序为粘土 > 中壤 > 重壤 > 轻壤 > 砂土 > 砂壤土，平均值分别为 12.60 、 12.57 、 11.88 、 11.39 、 9.79 和 9.78 g/kg 。采用 LSD 法对 6 种表层土壤质地的均值进行多重对比的结果为粘土 (12.60 g/kg , $N_6 = 166$) 极显著高于砂壤土 (9.78 g/kg , $N_1 = 189$) ($P = 0.000$)、砂土 (9.79 g/kg , $N_2 = 121$) ($P = 0.000$) 和轻壤 (11.39 g/kg , $N_3 = 157$) ($P = 0.010$)，但与重壤 (11.88 g/kg , $N_4 = 129$) ($P = 0.150$) 和中壤 (12.57 g/kg , $N_5 = 44$) ($P = 0.972$) 的差异不显著。

2.6 土地利用类型因子

土地利用类型因子地理探测器测得的 q 值为 0.039, 权重为 0.184。相关性分析得出显著性 p 值 < 0.05 , 相关系数为 0.163, 呈弱的正相关关系。土地利用类型可分为 6 类, 按有机碳含量从大到小排序为水田 $>$ 水浇地 $>$ 果园 $>$ 坑塘水面 $>$ 林地 $>$ 旱地, 平均值分别是 11.78、11.44、10.89、10.47、9.39 和 9.29 g/kg。采用 LSD 法对 6 种土地利用方式的均值进行多重对比的结果为水田 (11.78 g/kg, $N_6 = 331$) 极显著高于旱地 (9.29 g/kg, $N_1 = 96$) ($P = 0.000$), 显著高于林地 (9.39 g/kg, $N_2 = 18$) ($P = 0.018$) 和坑塘水面 (10.47 g/kg, $N_3 = 46$) ($P = 0.047$), 但与果园 (10.89 g/kg, $N_4 = 92$) ($P = 0.069$) 和水浇地 (11.44 g/kg, $N_5 = 223$) ($P = 0.351$) 的差异不明显^[6]。

最终筛选出的影响因子有剖面构型、土地类型、土壤质地、地下水位、高程和坡度。6 个因素的决定力 q 值和权重如表 1 所示。

表 1 筛选因子权重
Tab. 1 Filter factor weight

指标	剖面构型	土地类型	土壤质地	地下水位	高程	坡度
q 值	0.063	0.039	0.074	0.002	0.019	0.014
权重	0.297	0.184	0.351	0.010	0.091	0.067

3 结束语

本文首先对采集的珠三角样本点数据、已有的珠三角 DEM 数据和珠三角行政界线数据等进行分析, 识别出 8 个影响因子, 分别是高程、坡度、坡向、土壤酸碱度、地下水位、剖面构型、表土质地和土地利用类型。再对 8 个识别出的影响因子进行了降维筛选, 利用相关性分析和地理探测器模型, 筛选出 6 个因子, 分别是高程、坡度、地下水位、剖面构型、表土质地和土地利用类型。

影响因子决定力 q 值按从大到小排列为土壤质地 $>$ 剖面构型 $>$ 土地类型 $>$ 高程 $>$ 坡度 $>$ 地下水位, 大小排序表示各因子对土壤有机碳决定力的大小, 它们的 q 值分别为 0.074、0.063、0.039、0.019、0.014 和 0.002。其中土壤质地决定力最大, 其 q 值达到

0.074; 而地下水位的决定力最小, 其 q 值仅为 0.002。

影响因子按权重从大到小排序为土壤质地 $>$ 剖面构型 $>$ 土地类型 $>$ 高程 $>$ 坡度 $>$ 地下水位, 即代表各因子对土壤有机碳的影响的大小排序, 其权重值分别为 0.351、0.297、0.184、0.091、0.067 和 0.010。其中土壤质地影响最大, 对应的权重达到 0.351; 而地下水位的的影响最小, 对应的权重仅为 0.010。

参考文献

[1] 刘艳婷. 彭山土壤有机碳和全氮密度的空间分布特征及其影响因素研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2012.
LIU Yanting. Spatial variation and influential factors of soil organic carbon and nitrogen densities in Pengshan [D]. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2012.

[2] 马文瑛, 赵传燕, 王超, 等. 祁连山天老池小流域土壤有机碳空间异质性及其影响因素[J]. 土壤, 2014, 46(3): 426-432.
MA Wenying, ZHAO Chuanyan, WANG Chao, et al. Spatial variability of soil organic carbon and its relationship with environmental factors in Tianlaochi catchment in Qilian mountains, northwest China [J]. Soil, 2014, 46(3): 426-432.

[3] 孟莹. 小流域尺度下土壤有机碳储量估算与空间分布特征研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2012.

[4] 孙文义, 郭胜利, 宋小燕. 地形和土地利用对黄土丘陵沟壑区表层土壤有机碳空间分布影响[J]. 自然资源学报, 2010(3): 443-453.
SUN Wengyi, GUO Shengli, SONG Xiaoyan. Effects of topographies and land use on spatial distribution of surface soil organic carbon in hilly region of the loess plateau [J]. Journal of Natural Resources, 2010(3): 443-453.

[5] 黄灵玉. 广东红树林土壤有机碳分布特征及其影响因素研究[D]. 南宁: 广西师范学院, 2015.
HUANG Lingyu. Distribution characteristics and influential factors of soil organic carbon in mangrove wetlands in Guangdong province [D]. Nanning: Guangxi Teachers Education University, 2015.

[6] 辛琨, 颜葵, 李真, 等. 海南岛红树林湿地土壤有机碳分布规律及影响因素研究[J]. 土壤学报, 2014, 51(5): 1 078-1 086.
XIN Kun, YAN Kui, LI Zhen, et al. Distribution of soil organic carbon in mangrove wetlands of Hainan island and its influencing factors [J]. Soil Pedologica Sinica, 2014, 51(5): 1 078-1 086.