

湿地固碳效果研究 ——以黑龙江省扎龙湿地为例

李延生, 刘国栋, 崔玉军

(黑龙江省地质调查研究总院, 黑龙江 哈尔滨 150036)

摘 要 依据多目标区域地球化学调查成果, 以扎龙湿地为对象, 根据表层 (0~20 cm) 土壤与深层 (150~200 cm) 土壤样品有机碳含量分析结果, 计算了研究区有机碳单位储量, 研究了湿地土壤中有机碳的含量分布和变化特征, 比较了不同土地利用方式间的土壤有机碳储量的差异, 对比了 20 年来湿地土壤中有机碳储量的变化。结果显示湿地土壤中有机碳处于增加状态, 说明湿地是“碳汇区”。

关键词 有机碳 碳储量 湿地 扎龙 黑龙江

EFFECT OF CARBON SEQUESTRATION IN WETLAND: A case study of the Zhalong Wetland in Heilongjiang Province

LI Yan-sheng, LIU Guo-feng, CUI Yu-jun

(Heilongjiang Institute of Geological Survey, Harbin 150036, China)

Abstract : Based on the results of multi-objective regional geochemical survey, taking the Zhalong wetland as an example, the unit reserves of organic carbon are calculated by the analysis for surface (0 – 20 cm) soil and deep (150 – 200 cm) soil samples. With comparison of the organic carbon storages in different land use areas, the distribution and variation of organic carbon contents in the soil of wetland are studied. The changes of organic carbon in the wetland soil during the last 20 years reveal an increase in organic carbon reserves, showing a wetland carbon sink.

Key words : organic carbon; carbon reserves; wetland; Zhalong; Heilongjiang Province

随着工业化进程步伐的加快, 大气中温室气体浓度持续上升, 引发了一系列全球性环境问题^[1]。在温室气体中除了 N_2O 外, 均与碳的循环有关。土壤作为大气圈、水圈、岩石圈和生物圈共同作用的界面, 同时又是陆地生态系统中最大的碳库。据估计, 全球陆地土壤碳库量约为 1300~2000 GtC, 是陆地植被碳库的 2~3 倍, 是全球大气碳库的 2 倍多, 其中土壤碳库的 70% 以有机质的形态贮存在土壤中。由于无机碳库的更新周期较长, 土壤中的有机碳库在全球变化中的作用显得更为重要。土壤—植物—大气系统中有机质的积累、分解与转化以及土壤的呼吸作用对碳循环起着重要作用, 同时也会对地球各圈层的碳平衡产生影响。

本文以黑龙江省扎龙湿地为研究对象, 以多目标区域地球化学调查数据为依据, 研究湿地有机碳储量分布现状以及有机碳储量的变化趋势。

1 区域概况

1.1 地理概况

黑龙江省扎龙湿地位于松嫩平原西部, 经度 $123^{\circ}46' \sim 124^{\circ}48'E$, 纬度 $46^{\circ}35' \sim 47^{\circ}43'N$, 面积约 $1200 km^2$ 。主要由乌裕尔河、双阳河水、地表径流和嫩江洪水泛滥形成了独特的湿地景观——扎龙国家级自然保护区。湿地核心区常年积水, 水深 10~80 cm, 形成广阔的以芦苇群落为主的苔草芦苇沼泽和苔草沼泽。

收稿日期 2011-05-03 修回日期 2011-06-07 编辑 张哲

作者简介 李延生 (1963—), 男, 高级工程师, 从事生态地球化学研究工作, 通信地址 黑龙江省哈尔滨市香坊区中山路 65 号, E-mail/hljlys@163.com

1.2 区域地质概况

扎龙湿地位于兴安岭-内蒙地槽褶皱区的松嫩中断(拗)陷带内,在松嫩断陷盆地基础上,由河流冲积、湖积发育而成。区内主要为第四系上更新统冲积物及全新统低漫滩堆积物,局部有零星风积物。

1.3 土地类型

扎龙湿地土壤类型以盐化沼泽土为主,局部为石灰性草甸土、盐化草甸土,零星分布有黑钙土、风沙土。盐化沼泽土表层有已泥炭化的有机质层,下面为腐殖质层(泥炭或腐泥)、潜育层。

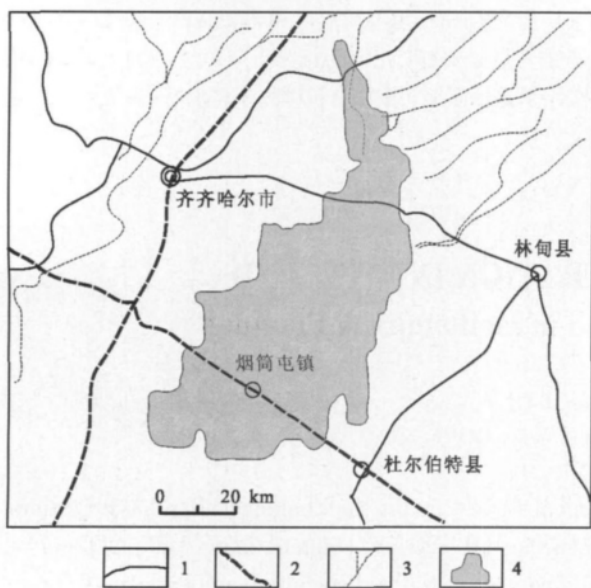


图1 研究区地理位置图

Fig. 1 Location map of the studied area

1—公路(road); 2—铁路(railway); 3—水系(river); 4—湿地范围(wetland)

2 样品采集与分析

根据多目标地球化学调查规范及松嫩平原南部多目标地球化学调查工作要求,结合扎龙湿地的实际自然条件,湿地内部表层土壤样品采样密度为每 4 km² 采集 1 件,样品采集深度为 0~20 cm;湿地外围表层土壤样品采样密度为每 1 km² 采集 1 件;深层土壤样品采集密度为每 4 km² 采集 1 件,采集深度 150~200 cm。表层土壤样品按 4 km² 组合一件分析样品,深层土壤样品按 16 km² 组合成一件分析样品,分析测试 52 种元素和有机碳、pH 值。样品分析质量控制采用国家一级土壤地球化学标准物质 GBW 以及外部监控标准。

3 土壤有机碳储量计算方法

土壤碳储量基于不同的数据来源,采用的计算方

法也不同。由于本文采用的数据是多目标区域地球化学调查取得的,结合湿地内部土壤垂向剖面调查的有机碳数据,经土壤中有机碳含量与深度之间的相关性分析,两者之间存在显著的指数相关关系^[2-3],故采用指数模型的方法计算扎龙湿地有机碳的储量。

$$\text{单位土壤碳量 (USC)} = \text{TOC} \times D \times S \times 10^4 \times \rho$$

USC 表示某一深度范围内单位土壤有机碳量 (t)。式中 D 表示计算深度 (m), S 为样品代表的土壤面积 (km²), 10^4 为土壤面积换算系数, ρ 为土壤容重 (t/m³)。TOC 计算公式如下:

$$\text{TOC} = \frac{(\text{TOC}_{\text{表}} - \text{TOC}_{\text{深}}) \cdot [(d_1 - d_3) + (\ln d_3 - \ln d_2)]}{d_3 (\ln d_1 - \ln d_2)} + \text{TOC}_{\text{深}} \times \frac{d_2}{d_3}$$

式中 $\text{TOC}_{\text{表}}$ 为表层土壤有机碳含量, $\text{TOC}_{\text{深}}$ 为深层土壤有机碳含量,单位为%; d_1 为表层土壤中间深度 (m), d_2 为深层土壤取样深度 (m), d_3 为计算有机碳量的深度 (m)。

本文以多目标区域地球化学调查中表层土壤样品分析单元 (4 km²) 为计算单位,利用表层土壤和与之对应深层土壤有机碳含量,求出单位土壤层平均有机碳含量。 d_1 、 d_2 、 d_3 分别取 0.2、1.0、1.8 m 计算。土壤容重资料以《黑龙江土壤》中相对应土类容重数据为依据。

4 结果分析

4.1 湿地有机碳含量特征

湿地土壤中有机碳单位储量的区域分布以计算深度为 1.8 m 为例,湿地有机碳单位储量含量范围为 5 117~194 439 t/km²,平均含量为 46 759 t/km²,明显高于整个计算范围的平均值 19 978 t/km²。图 2 是计算深度为 1.8 m 的单位有机碳储量分布图,从图中可以明显区分出湿地的分布范围。

4.2 湿地有机碳含量垂向特征

通过计算深度为 0~0.2 m、0~1.0 m、0~1.8 m 有机碳单位储量的结果,湿地平均有机碳单位储量分别为 10 122、37 884、46 759 t/km²。0~1.0 m 与 0~1.8 m 有机碳单位储量对比,前者占后者的 81%,而计算深度只占 55%; 0~0.2 m 与 0~1.8 m 有机碳单位储量对比,前者占后者的 21%,而计算深度只占 11%。表明湿地土壤中的有机碳储量随土壤深度的增加而急剧减少,具有显著的表层富集特征。土壤垂向剖面有机碳含量与深度之间显著的指数相关关系同样也证明了这一点。

4.3 不同土地利用类型间有机碳储量的差异

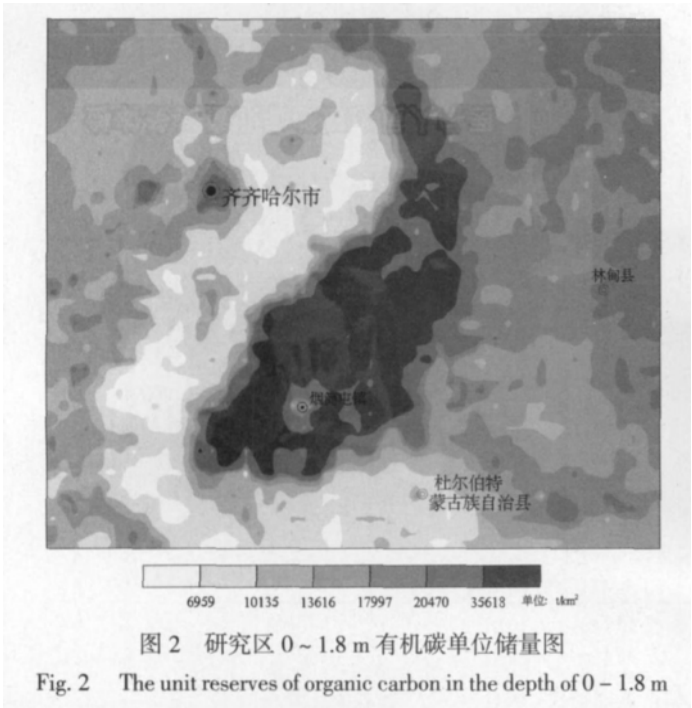


图 2 研究区 0~1.8 m 有机碳单位储量图

Fig. 2 The unit reserves of organic carbon in the depth of 0 – 1.8 m

按研究区主要土地利用类型进行了有机碳单位储量的分类统计(表 1)。从表 1 中可以看出, 0~1.8 m 湿地土体有机碳单位储量是耕地的 3.1 倍, 是草地的 3.0 倍; 0~1.0 m 湿地土体有机碳单位储量是耕地的 3.4 倍, 是草地的 3.2 倍; 0~0.2 m 湿地土体有机碳单位储量是耕地的 3.2 倍, 是草地的 3.1 倍。说明湿地土壤中有有机碳单位储量显著高于其他土地利用类型, 而且, 湿地土体上部有机碳的积累作用要强于其他土地利用类型。

表 1 研究区有机碳单位储量统计表

Table 1 The unit reserves of organic carbon in the studied area

土地利用类型	0~1.8 m	0~1.0 m	0~0.2 m
草地	15601	11758	3237
耕地	14935	11275	3141
湿地	46759	37884	10122
全区	19978	15474	4235

单位 t/km²。

4.4 湿地土壤有机碳储量变化趋势

根据 1986 年第二次土壤普查结果^[4], 计算了研究区 1986 年表层土壤有机碳单位储量(见图 3)。对比 2006 年多目标区域地球化学调查结果(图 4), 可见 2006 年有机碳储量单位储量的含量高值区明显增大, 增大的范围全部在湿地分布区内, 而其他如耕地、草地分布区, 单位有机碳储量明显降低。按土地利用方式分别统计了湿地、耕地、草地 1986 与 2006 年表层土壤有机

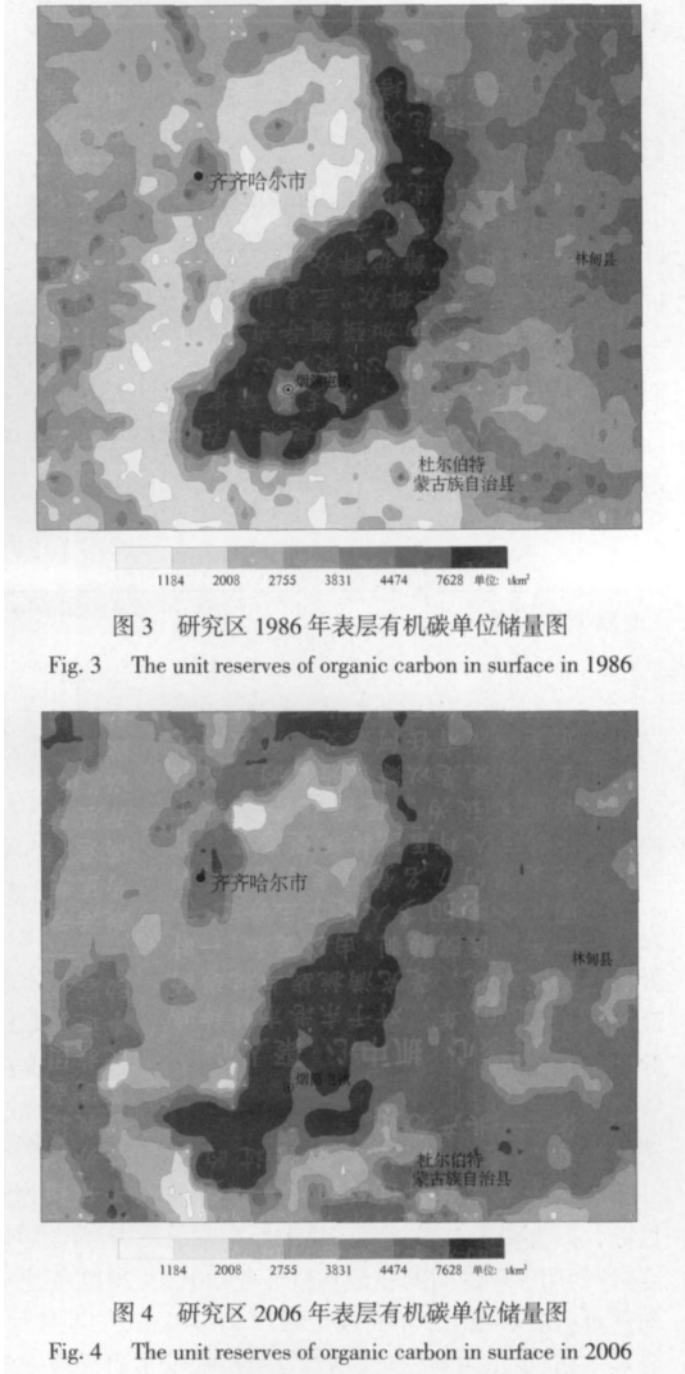


图 3 研究区 1986 年表层有机碳单位储量图

Fig. 3 The unit reserves of organic carbon in surface in 1986

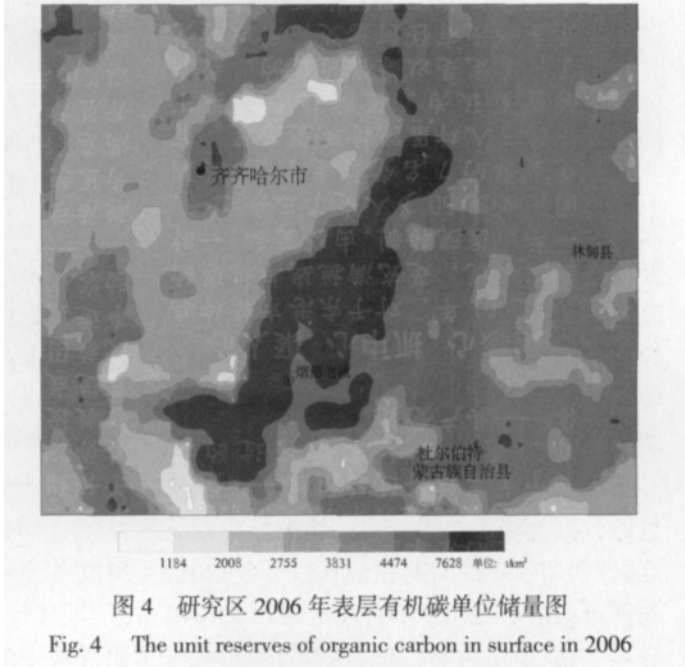


图 4 研究区 2006 年表层有机碳单位储量图

Fig. 4 The unit reserves of organic carbon in surface in 2006

碳单位储量的平均值(表 2), 结果表明, 20 年来, 湿地表层土壤有机碳单位储量增加了 7%, 而耕地与草地

表 2 研究区表层土壤有机碳单位储量变化表

Table 2 The unit reserves of organic carbon in surface of the studied area

土地利用类型	2006 年	1986 年	变化情况
草地	3237	4618	-30%
耕地	3141	4575	-31%
湿地	10122	9475	7%
全区	4235	5337	-20%

则分别减少了 31%与30%，进一步证明了沼泽固碳的效果。

5 结论

对扎龙湿地土壤中有机碳储量的研究显示,湿地作为一种典型的地球陆地生态环境系统,具有显著的固碳效果^[3]。比较 20 年来湿地有机碳储量的变化,进一步证明了湿地生态系统是“碳汇区”,这种生态功能对区域气候环境起到了重要的调节作用^[4]。在全球关注气候变化的今天,保护湿地生态系统,对改善区域生态环境尤为重要^[5]。

参考文献:

- [1] 李延生. 黑龙江省扎龙湿地土壤地球化学特征及生态环境意义 [J]. 物探与化探, 2010, 34 (4): 512—516.
- [2] 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的计算方法研究 [J]. 地学前缘, 2009, 16 (1): 194—205.
- [3] 奚小环, 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): 59—68.
- [4] 黑龙江省土地管理局, 黑龙江省土壤普查办公室. 黑龙江土壤 [M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [5] 张凤荣, 编. 土壤地理学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [6] 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能力 [J]. 农村生态环境, 2005, 21 (4): 6—11.
- [7] 陈怀满. 环境土壤学 [M]. 北京: 科学出版社, 2005: 122—138.

·地质调查动态·

长吉图经济区地质环境调查评价与区划项目启动

近日,由中国地质调查局沈阳地质调查中心牵头,吉林省地质调查院、吉林省地质环境监测总站、吉林大学共同参与的长吉图经济区地质环境调查评价与区划计划项目进入实施阶段。

长吉图地区是国务院批复的开发开放先导区,随着经济建设快速发展,对地质环境的要求越来越高。长吉图先导区地处长白山区,具有丰富优质的地下水资源和矿泉水资源,但城市排出大量的工业废水、生活污水、工业垃圾,建筑垃圾和生活垃圾等造成了城市及周边环境的污染。图们江中、朝双方生活污水、工业三废的不合理排放使江水受到严重污染,已影响到我方居民的生活饮用水。区内矿产资源开发,破坏了地下水系统结构,形成采空区,并引起地面塌陷、地裂缝等,从而威胁地面建筑物的安全。该区水文地质普查工作精度较低,已有资料陈旧,缺乏完整的地质环境综合调查资料等一系列问题,已经无法满足国家提出的“建设长吉图开发开放先导区”的战略经济布局的需求。作为一个未来的国际重要经济区,急需一个完整的地质环境综合资料为其发展规划提供依据。

沈阳地质调查中心长吉图经济区地质环境调查评价与区划项目以服务于长吉图经济区建设与可持续发展为目标,以查明长吉图经济区建设所面临的重大环境地质问题为主要任务,以经济密集区和地质灾害易发区为重点,计划用 5 年的时间完成项目任务。2011~2013 年完成核心区 $3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的地质环境调查,进行环境功能区划与评价;2014~2015 年完成全区 $7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的地质环境调查,开展地质生态环境承载力评价。按照“总体部署,分步实施,突出重点,点面结合”的原则,开展野外调查与综合研究工作。组建一支由产、学、研单位共同参加的综合队伍,按照各自的技术优势分别承担不同的工作任务。运用新理论、新方法、新技术,围绕解决区内存在的重大环境地质问题和预防突发地质灾害等问题。