

# 三江平原不同土地利用方式下土壤有机碳的动态变化

迟光宇<sup>1</sup>, 王俊<sup>1,2</sup>, 陈欣<sup>1</sup>, 史奕<sup>1</sup>

(1 中国科学院沈阳应用生态研究所陆地生态过程重点实验室, 沈阳 110016;

2 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 以三江平原不同开垦年限的水田及旱地为研究对象, 并以沼泽化草甸和天然林地作为对照, 分层采集土样, 测定其土壤有机 C 含量、pH 值及全 N 含量。在此基础上借助 SPSS 软件和统计分析技术, 探讨了不同土地利用类型各层土壤中有机 C 含量的垂直分布特征及其与 pH 值、N 素的相关关系。结果表明: 土壤有机 C 的垂直分布随土壤深度和土地利用类型的变化而变化; 与沼泽化草甸相比, 开垦 10 年和 25 年的水田表层土壤有机 C 含量分别减少 49.3% ( $P < 0.01$ ) 和 14.3% ( $P < 0.05$ ), 开垦 5 年和 18 年的旱地表层土壤总有机 C 量比对照分别减少 81.9% ( $P < 0.01$ ) 和 68.3% ( $P < 0.01$ ); 林地及开垦 18 年的旱地土壤 pH 值均与土壤有机 C 含量呈显著负相关, 相关系数分别为 -0.578 ( $P < 0.05$ ) 和 -0.965 ( $P < 0.01$ ); 农田开垦前后, 土壤有机 C 含量与全 N 含量呈显著正相关, 相关系数均在 0.580 ( $P < 0.05$ ) 以上。

**关键词:** 三江平原; 土地利用方式; 土壤有机碳; 垂直分布; 动态变化

**中图分类号:** X158.5

全球变化研究引起了人们对陆地生态系统中 C 储量及分布的日益关注<sup>[1-2]</sup>, 由于土壤中所储存的 C 大约是植被中的 3 倍, 土壤有机 C 的分布及其转化逐渐成为全球有机 C 研究的热点<sup>[3]</sup>。每年进入土壤 C 库和以 CO<sub>2</sub> 形式释放的 C 量大约占土壤有机 C 总量的 4%, 因而土壤中的有机 C 既是 C 汇又是 C 源<sup>[4]</sup>。土壤有机 C 含量和组成不仅表明土壤有机质的水平, 而且能够说明土壤 N、P 等营养元素的可利用状态, 同时还影响着土壤的物理性质, 是反映土壤质量的一个重要指标, 直接影响土壤肥力和生物的生长。

土壤有机 C 含量和组成主要取决于土壤的形成条件, 如温度、水分、母质、植物、微生物和动物及各因素的相互作用, 人类活动也有较大影响<sup>[5-7]</sup>。全球长期和大面积的农垦, 不仅使土壤和大气之间的 C 循环平衡遭到破坏, 而且造成大量土壤有机 C 被氧化, 以 CO<sub>2</sub> 等的形式释放到大气中去<sup>[8]</sup>, 增加了温室气体的排放。

在三江平原, 农业活动改变了土壤环境, 使得土壤物理<sup>[9]</sup>、化学性质<sup>[10]</sup>及微生物区系<sup>[11]</sup>发生变化,

进而影响了土壤 C、N 循环。农业耕作对三江平原土壤物理、化学性质的影响前人已经做了很多研究<sup>[12-14]</sup>, 但多局限于耕地这一种土地利用方式。为了更好地认识开垦对三江平原土壤 C 的动态影响, 本文借助 SPSS 软件和统计分析技术, 对不同土地利用方式下土壤有机 C 含量垂直分布特征进行了分析, 并对各系统 C 动态进行了对比研究, 初步探讨了不同土地利用方式对土壤有机 C 的地球化学行为的影响, 旨在为本区域土地的合理利用及退化生态系统的恢复与重建提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

三江平原位于黑龙江省东北隅, 西起佳木斯-鹤岗、密山市杨木岗-虎林县湖北屯, 东至乌苏里江, 北自黑龙江, 南抵兴凯湖。包括完达山以北的松花江、黑龙江和乌苏里江冲积形成的低平原和完达山以南的乌苏里江及其支流与兴凯湖形成的冲积湖积平原, 面积约 5.1 万 km<sup>2</sup>。区内土壤成土母质多为黏土或亚黏土, 在土壤形成过程中广泛发育了白

基金项目: 中日国际合作项目 (05GHZ11001) 资助。

作者简介: 迟光宇 (1976), 男, 吉林长春人, 硕士, 研究实习员, 主要从事农业生态方面研究。E-mail: chiguangyu1018@126.com

浆土、草甸土、沼泽土、棕壤和黑土<sup>[15]</sup>。

经过 40 多年的大面积开发,三江平原垦殖率已由 1949 年的 7.2% 增至 1994 年的 50.0%,农田成为本区的主要景观类型,而湿地和林地面积减少。与 1949 年相比,湿地面积减少 386 万  $\text{hm}^2$  之多,目前仅有湿地 148.5 万  $\text{hm}^2$ ,若除去水域 44.1 万  $\text{hm}^2$ ,沼泽与沼泽化湿地面积为 104.06 万  $\text{hm}^2$ 。林地面积也在减少,森林覆盖率由 1949 年的 30.4% 下降到 1983 年的 23.2%<sup>[12]</sup>。

## 1.2 采样与分析

根据现场踏勘,并结合区域和流域特征,在三江平原洪河农场内分别选择开垦 10 年和 25 年的水田、开垦 5 年和 18 年的旱地进行采样分析,同时选择沼泽化草甸及天然林地分别作为水田和旱地的对照(表 1)。

采用荷兰 Eijkelkamp 公司的半圆凿钻进行土壤样品采集,以防止各土层间的干扰。每个样点采 2 个剖面,每个剖面分 6 层(0~10、10~20、20~40、

表 1 采样点基本信息

Table 1 Basic information of sampling sites

采样点	地理位置	土地利用类型	开垦年限
Site 1	47°31.918'N, 133°52.987'E	沼泽化草甸	未开垦
Site 2	47°31.609'N, 133°53.047'E	水田(水稻)	10 年
Site 3	47°32.272'N, 133°30.610'E	水田(水稻)	25 年
Site 4	47°32.375'N, 133°30.781'E	天然林地	未开垦
Site 5	47°35.299'N, 133°30.172'E	旱地(大豆)	5 年
Site 6	47°35.405'N, 133°30.012'E	旱地(大豆)	18 年

40~60、60~90、90~120 cm)。土样采集后,在室温下自然风干,磨碎,分别过 1 mm 和 0.25 mm 尼龙筛,测定土壤全 C、全 N、pH 值。

样品总有机 C 采用 TOC-5000A 自动分析仪直接测定;全 N 的分析采用开氏法;土壤 pH 值在土:水 = 1:2.5 的条件下,采用电位法测定<sup>[16]</sup>。

数据分析采用 SPSS10.0 和 Excel 处理,文中各图均表示了多次重复实验的平均值和标准误差。

## 2 结果与讨论

### 2.1 开垦前后土壤有机 C 含量分布特征

2.1.1 沼泽化草甸开垦前后土壤有机 C 含量分布特征 图 1a 为水田开垦前后土壤总有机 C 含量分布曲线。由图 1a 可以看出:沼泽化草甸土壤有机 C 集中分布于 0~60 cm 土层。一方面是因为该深度植被根系集中,而植被根系的分布直接影响土壤有机 C 的垂直分布<sup>[17]</sup>;另一方面,大量的植被枯落物也是表层土壤重要的 C 源物质。在 0~60 cm 深度范围内,土壤剖面不同层次总有机 C 含量分异显著:自上而下含量逐渐降低,底层比表层减少 92.6% ( $P < 0.01$ )。60 cm 以下为土壤有机 C 过渡层,植被根系难以深入,分布较少,表现为土壤有机 C 含量从该层开始明显减少。

图 1a 结果同时表明,湿地开垦为水田后,土壤

剖面不同层次总有机 C 含量自上而下呈逐渐降低趋势,土壤有机 C 也集中分布于 0~60 cm 的深度。与沼泽化草甸相比,开垦 10 年和 25 年的水田表层有机 C 含量均有所下降,分别减少 49.3% ( $P < 0.01$ ) 和 14.3% ( $P < 0.05$ ),而 60 cm 以下土层有机 C 含量变化不大。其主要原因是开垦使土壤温度和湿度条件得以改善,从而极大地促进了土壤呼吸作用,加速了上层土壤有机质的分解。60 cm 以下土层土壤质地粘重、紧实、保水、透气性差,根系难以到达,腐殖质含量少,C 周转基本处于平衡状态,同时由于农田耕作对该层的扰动较小,因此该土层有机 C 含量差异不大。

2.1.2 天然林地开垦前后土壤有机 C 含量分布特征 由图 1b 可以看出,天然林地土壤总有机 C 含量在垂直方向上具有明显的分层现象:自上而下含量逐渐降低,底层比表层减少 97.2% ( $P < 0.01$ )。土壤有机 C 集中分布于 0~40 cm 的深度,这是由于林地植被枯落物较多,使土壤上层有机质含量偏高,40 cm 以下土层有机 C 含量变化趋缓。

图 1b 同时对天然林地开垦前后土壤有机 C 含量进行了对比,结果表明:林地开垦为旱地后,土壤表层总有机 C 含量变化明显,与天然林地相比,开垦 5 年和 18 年的旱地表层土壤总有机 C 含量分别减少 81.9% ( $P < 0.01$ ) 和 68.3% ( $P < 0.01$ )。

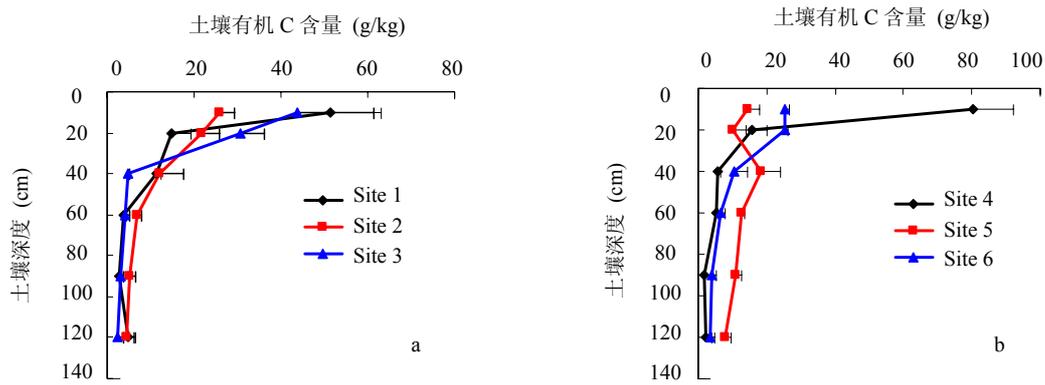


图 1 三江平原不同土地利用类型土壤中总有机 C 含量垂直分布规律

(a 沼泽化草甸及水田中土壤有机 C 含量, b 天然林地及早地中土壤有机 C 含量)

Fig. 1 Vertical distributions of soil organic carbon contents (SOC) of different land use types in Sanjiang Plain

这是由于旱地耕作过程中，机械作用使土壤破碎、分散和混合，直接或间接地造成土壤有机质含量的下降<sup>[18]</sup>。一个广泛认同的观点是耕作使土壤团聚体破碎，从而导致土壤有机质的物理保护层的破坏，表层土壤有机质充分暴露在空气中。在微生物的作用下，促进了土壤有机质的分解，使表层土壤有机 C 含量急剧下降<sup>[19]</sup>。另外，耕作的机械扰动还会导致土壤呼吸作用的增强，促进了土壤有机 C 的分解作用<sup>[20]</sup>。同时，耕作措施也使下层土壤不断翻至表层造成稀释<sup>[21]</sup>。

在垂直方向上，旱地土壤剖面不同层次总有机 C 含量自上而下差异变小，分层不明显。这与陈伏生等<sup>[22]</sup>的研究结果相同，主要是由于农田耕翻措施将表层（0~10 cm）植物残体翻入亚表层（10~

20 cm），增加了地上生物量中 C 素向土壤的输入所致<sup>[21]</sup>。

本项研究表明，水田及早地土壤表层有机 C 量均低于对照，且降低幅度旱地大于水田；大量 C 损失发生在开垦后的最初几年，15~20 年后土壤有机 C 贮量趋于平缓甚至有所增加。这可能是因为农业施肥量大于作物生长的需要，使土壤肥力有所增加<sup>[22-24]</sup>。

### 2.2 土壤有机 C 分布与 pH 值相关性分析

土壤 pH 值是影响土壤理化性质的重要化学指标，直接影响土壤中各种元素的存在形态、有效性及迁移转化过程<sup>[25]</sup>。分析结果表明，研究区内各采样点土壤 pH 值均较低，剖面内不同层次土壤的 pH 值在 3~6 之间变化（图 2）。

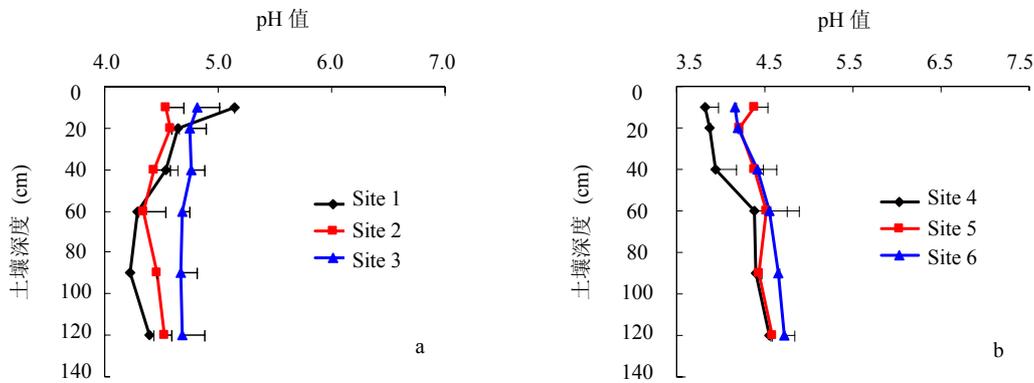


图 2 三江平原不同土地利用类型土壤中 pH 值垂直分布规律

(a 沼泽化草甸及水田土壤中 pH 值, b 天然林地及早地土壤中 pH 值)

Fig. 2 Vertical distributions of soil pH values of different land use types in Sanjiang Plain

图 2 表明,天然林地各层土壤 pH 值自上而下呈上升趋势,土壤呈弱酸性。开垦为旱地后土壤 pH 值亦呈现同样的趋势,表层最低,底层最高。旱地土壤 pH 值明显高于天然林地,且随开垦年限的增加而升高。结合图 1 和图 2 可以看出,无论是天然林地土壤还是开垦后的旱地土壤,土壤剖面有机 C 含量都随深度呈下降趋势,而土壤 pH 值呈上升趋势。相关分析结果表明,林地及开垦 18 年的旱地土壤有机 C 含量均与土壤 pH 值呈显著负相关,相关系数分别为  $-0.578$  ( $P < 0.05$ ) 和  $-0.965$  ( $P < 0.01$ ); 而开垦 5 年旱地该相关系数较小,仅为  $-0.222$ ,这可能与耕作过程中的人为扰动使土壤表层 pH 值偏高有关。土壤有机 C 含量与土壤 pH 值呈现这种负相关关系的主要原因是:在酸性土壤中,微生物种类受到限制,以真菌为主,从而抑制了土壤有机质的分解<sup>[26]</sup>。并且随着土壤 pH 的下降,微生物活性减弱,致使土壤有机 C 周转下降,表现为土壤 C 的积累<sup>[27]</sup>。

由图 2 可知,沼泽化草甸及开垦后的水田土壤 pH 值在 60 cm 土层以下亦呈现上升趋势,且 pH 值随开垦年限的增加而升高。与林地及旱地不同,沼泽开垦前后土壤 pH 值与土壤有机 C 含量并未呈负相关关系,这是由于 0~60 cm 土层范围内 pH 值偏高所致。其主要原因是沼泽化草甸和水田表层土壤有机质丰富且处于淹水环境,微生物活性高,耗氧快,还原反应强烈,产生大量有机还原物质和  $Mn^{2+}$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $S^{2-}$  等无机还原物质<sup>[28-29]</sup>,与氧化态物质相比,相应的还原态物质碱性较强<sup>[30]</sup>,导致土

壤 pH 值偏高。

### 2.3 土壤有机 C 分布与 N 含量的相关性分析

在一定程度上,比如土壤的 C/N 达到平衡状态时,土壤 C 的保持很大程度上决定于土壤 N 素的水平<sup>[31]</sup>。从图 3 可以看出,土壤剖面各层次总有机 C 和全 N 含量的变化趋势基本一致。与沼泽化草甸相比,开垦 10 年的水田表层土壤全 N 含量下降 55.5% ( $P < 0.01$ ),而开垦 25 年的水田土壤全 N 含量并未发现明显变化;开垦 5 年和 18 年的旱地表层土壤全 N 含量分别比对照减少了 60.7% ( $P < 0.01$ ) 和 43.4% ( $P < 0.01$ )。可见,开垦后土壤表层 N 素含量降低,但随开垦时间的增加并未导致 N 素含量的不断减少,这可能是因为随农田开垦年限的延长,氮肥施用量增加,作物产量提高,致使土壤中凋落物增多,未腐解的含 N 有机物质也随之增多,使土壤全 N 含量有所回升。

图 4 对沼泽化草甸及天然林地开垦前后土壤 C/N 进行了对比,结果显示:沼泽化草甸与天然林地土壤 C/N 自上而下呈现下降趋势,且层间变化较大。与沼泽化草甸相比,开垦 10 年和 25 年的水田表层土壤 C/N 分别减少 38.0% ( $P < 0.05$ ) 和 36.9% ( $P < 0.05$ );而与天然林地相比,开垦 5 年和 18 年的旱地表层土壤 C/N 分别减少 76.6% ( $P < 0.01$ ) 和 64.2% ( $P < 0.01$ ),再次说明开垦为旱地使土壤有机 C 损失较大。表 2 对土壤有机 C 含量与全 N 含量的回归分析表明,农田开垦前后,总有机 C 含量与全 N 含量呈显著正相关,相关系数均在 0.580 ( $P < 0.05$ ) 以上。

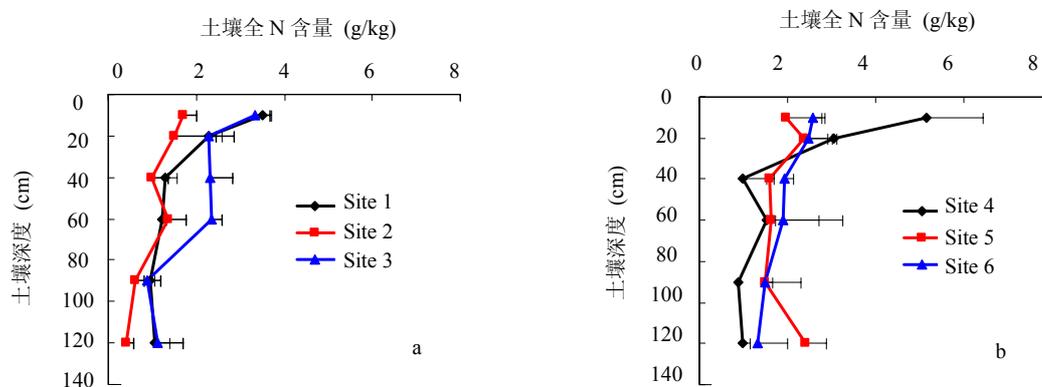


图 3 三江平原不同土地利用类型土壤中全 N 含量垂直分布规律

(a) 沼泽化草甸及水田中土壤全 N 含量, b 天然林地及旱地中土壤全 N 含量)

Fig. 3 Vertical distributions of soil total nitrogen contents (TN) of different land use types in Sanjiang Plain

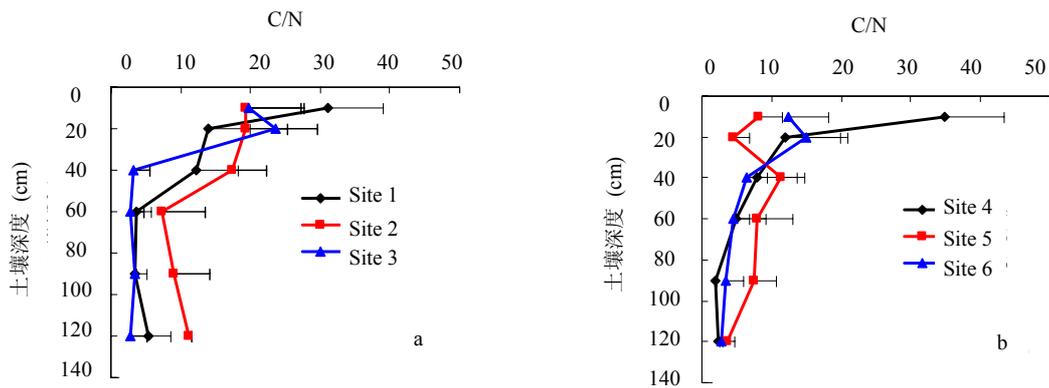


图4 三江平原不同土地利用类型土壤中 C/N 垂直分布规律

(a 沼泽化草甸及水田中土壤 C/N, b 天然林地及早地中土壤 C/N )

Fig. 4 Vertical distributions of soil C/N of different land use types in Sanjiang Plain

表 2 三江平原不同土地利用类型土壤中总有机 C 含量与全 N 含量的回归方程

Table 2 Regression equations between SOC and TN contents of different land use types in Sanjiang Plain

采用点	回归方程	相关系数 (r)	F 检验值	复相关系数 (R <sup>2</sup> )
Site 1	$y = 2.2094 - 1.375x + 0.4216x^2 - 0.0189x^3$	0.9517**	38.5**	0.9971
Site 2	$y = -0.6577 + 1.8584x - 0.6019x^2 + 0.0652x^3$	0.8361**	9.3*	0.8174
Site 3	$y = -3.2359 + 5.9018x - 1.9898x^2 + 0.2144x^3$	0.7484**	5.1	0.9992
Site 4	$y = 1.0062 + 0.1629x - 0.1583x^2 + 0.0552x^3$	0.9194**	21.9**	0.9369
Site 5	$y = 2.9704 - 1.9275x + 0.7527x^2 - 0.0843x^3$	0.5836*	1.9	0.9232
Site 6	$y = 1.3806 + 0.076x + 0.0837x^2 - 0.0101x^3$	0.9572**	43.2**	0.9387

注：表中样本数均为 6；\*为显著，\*\*为极显著。

土壤中 C 与 N 的相互关系是通过微生物连接起来的。土壤微生物的活性对于土壤有机 C 分解非常重要，其中土壤微生物量 C、全 N 及有效 N 含量是显著相关的<sup>[32]</sup>。而土壤 C/N 的高低对土壤微生物的活动能力有一定的促进或限制作用，当增加土壤 N 素时，可以促进微生物的活动，提高土壤有机质的分解速率<sup>[33]</sup>。土地利用方式的改变不仅直接影响土壤 C、N 分布，而且通过影响微生物条件等与土壤 C、N 形成和转化相关的因子而间接影响其分布。本研究结果表明，土地利用方式的改变，会对土壤 C/N 产生一定影响。

### 3 结论

(1) 沼泽化草甸土壤总有机 C 集中分布于 0 ~ 60 cm 土层。在 0 ~ 60 cm 深度范围内，土壤剖面不同层次总有机 C 含量分异显著：自上而下含量逐渐降低，底层比表层减少 92.6% (P<0.01)。开垦 10 年和 25 年的水田表层土壤有机 C 含量均有所下降，

分别减少 49.3% (P<0.01) 和 14.3% (P<0.05)，土壤总有机 C 仍集中于表面大约 60 cm 的深度，60 cm 以下土层有机 C 含量变化不大。

(2) 天然林地土壤总有机 C 含量在垂直方向上具有明显的分层现象：自上而下含量逐渐降低，底层比表层减少 97.2% (P<0.01)。土壤总有机 C 集中分布于 0 ~ 40 cm 的深度，40 cm 以下土层有机 C 含量变化趋缓。与天然林地相比，开垦 5 年和 18 年的旱地表层土壤总有机 C 量分别减少 81.9% (P<0.01) 和 68.3% (P<0.01)。

(3) 天然林地开垦前后各层土壤 pH 值自上而下呈上升趋势，旱地土壤 pH 值明显高于天然林地，且随开垦年限的增加而升高；林地及开垦 18 年的旱地土壤有机 C 含量均与土壤 pH 值呈显著负相关，相关系数分别为 -0.578 (P<0.05) 和 -0.965 (P<0.01)。沼泽化草甸及开垦后的水田土壤 pH 值在 60 cm 土层以下亦呈现上升趋势，且 pH 值随开垦年限的增加而升高。

(4) 农田开垦前后, 土壤总有机 C 含量与全 N 含量呈显著正相关, 相关系数均在 0.580 ( $P < 0.05$ ) 以上。

#### 参考文献:

- [1] 李忠佩. 低丘红壤有机碳库的密度及变异. 土壤, 2004, 36 (3): 292-297
- [2] 李忠佩, 林心雄, 车玉萍. 中国东部主要农田土壤有机碳库的平衡与趋势分析. 土壤学报, 2002, 39 (3): 351-360
- [3] 王艳芬, 陈佐忠. 人类活动对锡林郭勒地区主要草原土壤有机碳分布的影响. 植物生态学报, 1998, 22 (6): 545-551
- [4] 张国盛, 黄高宝, Yin C. 农田土壤有机碳固定潜力研究进展. 生态学报, 2005, 25 (2): 351-357
- [5] Rodriguez-Murillo JC. Organic carbon content under different types of land use and soil in peninsular. Spain. *Biol. Fertil. Soils*, 2001, 33: 53-61
- [6] Mann LK. Changes in soil Carbon storage after cultivation. *Soil Science*, 1986, 142 (5): 279-288
- [7] Campbell CA. Effect of crop rotations and fertilizations on soil organic matter and some biochemical properties of a thick black chmozem. *Can. J. Soil Sci.*, 1991, 71: 377-387
- [8] Gifford MR, Cheney NP, Noble JC, Russell JS, Wellington AB, Zammit C. Australian land use, primary production of vegetation and carbon pools in relation to atmospheric carbon dioxide concentration. *Bureau Rural Resources Proceedings*, 1992, 14: 151-187
- [9] 王世岩. 三江平原退化湿地土壤物理特征变化分析. 水土保持学报, 2004, 18 (3): 167-174
- [10] 杨继松, 于君宝, 刘景双. 自然沼泽湿地开垦前后土壤中微量元素含量的变化. 中国科学院研究生院学报, 2004, 21 (3): 274-279
- [11] 陈刚起, 牛焕光, 吕宪国. 三江平原沼泽研究. 北京: 科学出版社, 1996: 15-16
- [12] 刘兴土, 马学慧. 三江平原大面积开荒对自然环境影响及区域生态环境保护. 地理科学, 2000, 20 (1): 14-19
- [13] 刘兴土, 马学慧. 三江平原自然环境变化自然环境变化与生态保育. 北京: 科学出版社, 2002: 174
- [14] 胡金明, 刘兴土. 三江平原土壤质量变化评价与分析. 地理科学, 1999, 19 (5): 417-421
- [15] 郝庆菊, 王起超, 王跃思. 开垦利用对三江平原湿地土壤硫含量的影响. 环境科学学报, 2003, 23 (5): 614-618
- [16] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 146-166, 289-295, 12-14
- [17] Jobbagy EG, Jackson RB. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications*, 2002, 10 (2): 423-436
- [18] Roberts WP, Chan KY. Tillage-induced increases in carbon dioxide loss from soil. *Soil and Tillage Research*, 1990, 17: 143-151
- [19] Davidson S. Cultivation and soil organic matter. *Rural Research*, 1986, 131: 13-18
- [20] Rovira AD, Greacen EL. The effect of aggregate disruption on the activity of microorganisms in the soil. *Australian Journal Agricultural Research*, 1957, 8: 659-673
- [21] 李月梅, 王跃思, 曹广民, 杜岩功. 开垦对高寒草甸土壤有机碳影响的初步研究. 地理科学进展, 2005, 24 (6): 59-66
- [22] 陈伏生, 曾德慧, 陈广生, 范志平. 开垦对草甸土有机碳的影响. 土壤通报, 2004, 35 (4): 413-419
- [23] Schlesinger WH. An overview of global carbon cycle // Lal R. *Soils and Global Change*. Boca Raton, Florida: CRC press, Inc. 1995: 9-25
- [24] Schesinger WH, Andrews JA. Soil respiration and the global carbon cycle. *Biogeochemistry*, 2000, 48: 7-20
- [25] 于君宝, 王金达, 刘景双, 齐晓宁, 王洋. 典型黑土 pH 值变化对微量元素有效态含量的影响研究. 水土保持学报, 2002, 16 (2): 93-95
- [26] 李忠, 孙波, 林心雄. 我国东部土壤有机碳的密度及转化的控制因素. 地理科学, 2001, 21(4): 301-307
- [27] Dalal RC. Acidic Soil pH, Aluminium and iron affect organic carbon turnover in soil. *NEE Workshop Proceedings*, 2001: 18-20
- [28] Pan SZ. Transformation of materials in gleyed paddy soils and classification // Ma YJ, Chen JF. *Change in Paddy Soil Materials and Its Effect on Eco-environment*. Beijing: Science Press, 1999: 145-158
- [29] Narteh LT, Sahrawat KL. Influence of flooding on electrochemical and chemical properties of West African soils. *Geoderma*, 1999, 87: 179-207
- [30] Reddy KR, Patrick WHJr. Effect of alternate aerobic and anaerobic conditions on redox potential, pH value and

- ammonia formation in paddy soils. *Jpn. J. Soil Sci, Plant Nutr.*, 1970, 41 (1): 7-11
- [31] 刘景双, 杨继松, 于君宝, 王金达. 三江平原沼泽湿地土壤有机碳的垂直分布特征研究. *水土保持学报*, 2003, 17 (3): 5-8
- [32] 姚槐应, 何振立, 陈国潮, 黄昌勇. 红壤微生物量在土壤-黑麦草系统中的肥力意义. *应用生态学报*, 1999, 10 (6): 725-728
- [33] 廖利平, 高洪. 外加氮源对杉木凋落物分解的影响. *植物生态学报*, 2000, 24 (1): 34-39

## Dynamic Changes of Soil Organic Carbon (SOC) of Different Land Use Types in SanJiang Plain

CHI Guang-yu<sup>1</sup>, WANG Jun<sup>1,2</sup>, CHEN Xin<sup>1</sup>, SHI Yi<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Key Laboratory of Terrestrial Ecological Process, Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China;

<sup>2</sup> Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China )

**Abstract:** By taking wetland and natural forest land as CK, paddy fields and drylands of different cultivated years in Sanjiang Plain were studied. Soil samples were collected according to profile layers, and soil organic carbon (SOC) content, pH value and total nitrogen concentration were measured and analyzed statistically by SPSS software. Vertical distribution of SOC content and relationships with pH value as well as with total nitrogen content were explored. Results showed that vertical distribution of SOC content varies with soil depth and land use type; Comparing with the wetland (CK), SOC contents in surface layers of paddy soils cultivated for 10 and 25 years decreased by 49.3% ( $P < 0.01$ ) and 14.3% ( $P < 0.05$ ), respectively; Comparing with natural forest soil (CK), SOC contents in surface layers of drylands cultivated for 5 and 18 years decreased by 81.9% ( $P < 0.01$ ) and 68.3% ( $P < 0.01$ ), respectively; SOC contents of natural forest land and drylands cultivated for 18 years both had significantly negative correlations with pH values, correlation coefficients were -0.578 ( $P < 0.05$ ) and -0.965 ( $P < 0.01$ ), respectively; There were significant correlations between SOC and total nitrogen contents of studied land use types, correlation coefficients were all above 0.580 ( $P < 0.05$ ).

**Key words:** Sanjiang Plain, Land use type, Soil organic carbon, Vertical distribution, Dynamical change