

三江平原沼泽湿地开垦对表土有机碳组分的影响*

张金波^{1,2} 宋长春^{1†} 杨文燕^{1,2}

(1 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012)

(2 中国科学院研究生院, 北京 100039)

EFFECT OF CULTIVATION ON ORGANIC CARBON COMPOSITION IN A HISTOSOL IN THE SANJIANG PLAIN, CHINA*

Zhang Jinbo^{1,2} Song Changchun^{1†} Yang Wenyan^{1,2}

(1 Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China)

(2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

关键词 游离态轻组有机碳; 包裹态轻组有机碳; 重组有机碳; 沼泽湿地

中图分类号 S153.6 **文献标识码** A

土壤有机碳是土壤质量评价和土地资源可持续利用管理中必须考虑的重要指标,其质量和数量影响土壤的物理、化学和生物特征及其过程。但是,利用总有机碳来评价土地利用方式对土壤碳动态的影响,特别是在土壤中稳定有机碳背景较高的情况下,是非常困难的^[1]。因此,需要敏感性评价指标研究土壤有机碳动态。用物理方法把土壤有机质分为游离态轻组、包裹态轻组和重组等不同组分,对于准确评价土地利用变化影响土壤碳过程具有重要意义^[2,3]。

三江平原是我国沼泽湿地面积分布最大的地区,也是近 50 年来湿地开垦面积最大的地区,区内耕地面积已由 1949 年的 $78.8 \times 10^4 \text{ hm}^2$,增加到目前的 $524 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。随着湿地的开垦,人类活动干扰加强,湿地生态系统的自然演化规律遭到破坏,其物理、化学和生物过程发生了很大变化^[4]。关于湿地开垦对土壤有机碳影响方面的研究已开展了一些工作^[5~7],但是多数局限于总有机碳水平上。

本研究的目标是应用物理分组方法,研究沼泽湿地开垦对土壤碳组分的影响,认识沼泽湿地垦殖后土壤有机碳变化的内在因素。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

研究区选取三江平原具有代表性的别拉洪河与浓江河河间地带($E133^\circ 31'$, $N47^\circ 35'$),区内分布有大面积的天然沼泽湿地及由湿地垦殖而成的农田,主要种植作物为大豆和水稻。本区海拔 55~65 m,属温带大陆性季风气候,年平均气温 1.9°C ,1 月平均气温 -21°C ,7 月平均气温 22°C ,年平均降雨量 550~600 mm,无霜期 125 d 左右,6 月至 9 月为作物生长期。

1.2 土样采集与样品测定

在试验站附近,选择相邻的小叶章沼泽化草甸(X)和耕作 1(H1)、3(H3)、5(H5)、9(H9)、15(H15)、25(H25)和 35a(H35)的大豆地,土壤类型均为草甸白浆土。同时对种植历史进行了详细的调查,所选样地耕作管理方式基本相同。在 2004 年 5 月(耕作前)采样,每个样点采 20 个土样,采样深度 0~10 cm。土样采好后,带回实验室充分混合,自然风干。

* 中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-SW-01, KZCX1-SW-19, KZCX3-SW-332)资助

† 通讯作者

作者简介:张金波(1979~),男,博士研究生,研究方向为环境化学

收稿日期:2004-08-30;收到修改稿日期:2004-12-12

土壤组分分离:取 100 g 土,分成 3 等分,分别放入密度为 1.70 g cm^{-3} 的重液(ZnI_2 和 KI 混合溶液,用 KOH 溶液调至中性)中,用手摇动振荡 5 min,室温下放置 1 h^[3],虹吸法取上清液,过滤,重复操作 3 次。所得样品,用 100 ml 0.01 mol L^{-1} CaCl_2 溶液洗涤,再用 200 ml 蒸馏水反复冲洗,分离出游离态轻组。剩余土样继续加入重液,用超声波 400 J ml^{-1} 振荡 3 min^[2],离心机离心,虹吸法取上清液,过滤,重复操作 3 次。所得样品用 100 ml 0.01 mol L^{-1} CaCl_2 溶液洗涤,再用 200 ml 蒸馏水反复冲洗,得到包裹态轻组。剩余部分为重组,用 100 ml 0.01 mol L^{-1} CaCl_2 溶液洗涤,再用 200 ml 蒸馏水反复冲洗。样品回收率均在 95% 以上(表 1)。

采用重铬酸钾-外加加热法测定土壤有机碳。

2 结果与讨论

2.1 沼泽湿地开垦后土壤有机碳含量变化

如图 1 所示,在沼泽湿地开垦初期的 5~7 a,土壤有机碳损失较快,15~20 a 后有机碳损失趋于平缓;湿地开垦后,土壤经过长期的耕作,土壤有机碳趋于一个相对的稳定值。Bowman 等^[8] 和宋长春等^[7] 也都有类似的结论。

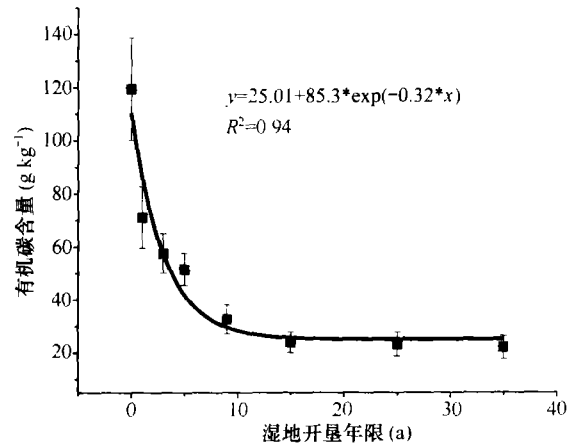


图 1 湿地开垦后土壤总有机碳含量变化曲线

2.2 湿地开垦后土壤碳组分变化

由表 1 可知,包裹态轻组中有机碳含量最高,在 $228.6 \sim 306.5 \text{ g kg}^{-1}$ 之间;其次是游离态轻组,为 $120.1 \sim 172.3 \text{ g kg}^{-1}$;重组中有机碳含量最低,在 $24.12 \sim 98.31 \text{ g kg}^{-1}$ 之间。可见,湿地开垦耕作对土壤轻组分(包裹态和游离态轻组)中有机碳含量的影响不明显,而重组中有机碳含量有着与土壤总有机碳相似的变化趋势,开垦初期重组中有机碳含量迅速减少,随着开垦年限的增加趋于平缓。

表 1 沼泽湿地垦殖后不同组分中有机碳含量和各组分有机碳分配比例的变化

土地利用	回收率 (%)	组分中有机碳含量 (g kg^{-1})			各组分有机碳分配比例 (%)		
		游离态轻组	包裹态轻组	重组	游离态轻组	包裹态轻组	重组
X	95.3	157.9(11.5)	306.5(42.6)	98.3(13.5)	27.9(3.1)	5.9(0.5)	66.2(5.8)
H1	95.6	134.8(11.6)	232.1(33.2)	57.6(8.0)	24.8(2.8)	5.6(0.5)	69.6(6.1)
H3	96.5	130.7(19.6)	250.0(16.4)	40.0(6.3)	17.1(1.9)	10.0(0.9)	73.0(6.4)
H5	96.6	120.1(15.5)	228.6(31.2)	42.5(8.3)	12.6(1.4)	6.5(0.6)	80.9(7.2)
H9	97.0	159.0(20.5)	250.0(21.4)	33.5(1.6)	10.4(1.2)	3.0(0.3)	86.6(7.7)
H15	97.1	155.8(13.4)	244.9(34.3)	26.8(3.2)	6.4(0.7)	2.7(0.2)	90.9(8.1)
H25	96.9	172.3(21.2)	225.0(16.5)	26.4(6.1)	8.2(0.9)	2.3(0.2)	89.5(7.9)
H35	96.4	151.5(18.5)	250.0(35.2)	24.1(7.0)	7.7(0.9)	3.0(0.3)	89.3(7.9)

注:括号内为标准差。X 为小叶章沼泽化草甸; H1~H35 分别为旱田耕作 1 a、3 a、5 a、9 a、15 a、25 a 和 35 a 的大豆地

湿地开垦耕作过程中变化最明显的是游离态轻组有机碳(表 1)。未开垦湿地土壤游离态轻组有机碳比例最大,为 27.9%;湿地开垦后,土壤游离态轻组有机碳减少,开垦 15 a 以后稳定在 6%~7%。湿地开垦后,分解量的增加和植物残体输入量的减少,导致了土壤游离态轻组有机碳的迅速减少。

包裹态轻组有机碳所占比例最低,占 2%~10%,未开垦湿地和开垦耕作 1 a 的农田土壤包裹态轻组有机碳比例均为 6%左右,耕作 3 a 土壤包裹态轻组有机碳比例迅速增加,高达 9.8%。随着耕作年限的增加,包裹态轻组有机碳比例减小,稳定在 2%左右。本研究发现,开垦耕作过程中,包裹态轻

组分的重量比例的变化并不明显(数据未给出),而且该组分中有机碳含量也没有明显的变化,所以,湿地开垦耕作过程中,包裹态轻组有机碳含量并没有显著变化,该组分有机碳所占比例的变化主要是受游离态轻组有机碳的影响。开垦后游离态轻组有机碳的迅速减少,造成了开垦 1~3 a 内包裹态轻组有机碳比例增加,3 a 后又减小的现象。

重组中集中了 66%~90% 的土壤有机碳,未开垦湿地土壤重组有机碳比例最小,开垦后随着耕作年限的增加,重组有机碳所占比例逐渐增加,开垦 15 a 以后稳定在 90% 左右。湿地开垦耕作导致土壤有机碳在重组中相对富集。

3 结 论

沼泽湿地开垦耕作不仅导致土壤有机碳含量的迅速降低,而且有机碳组分也发生了很大的变化。游离态轻组有机碳所占比例明显下降,重组有机碳所占比例逐渐增加,有机碳在重组中相对富集,造成土壤有机碳的可利用性下降。

参 考 文 献

- [1] Graham P S. Rate of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator changes in soil organic matter. *Aust. J. Soil Res.*, 1992,30:195~210
- [2] Freixo A A, Machado P L, Santos H P, *et al.* Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, 2002,64:221~230
- [3] Roscoe R, Buurman P. Tillage effects on soil organic matter in density fractions of a Cerrado Oxisol. *Soil & Tillage Research*,2003,70:107~119
- [4] 刘兴土,马学慧.三江平原自然环境变化与生态保育.北京:科学出版社,2002.174
- [5] 张金波,宋长春,杨文燕.三江平原不同土地利用方式碳、氮动态变化.吉林农业大学学报,2003,25(5):548~550
- [6] 刘景双,杨继松,于君宝,等.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
- [7] 宋长春,王毅勇,闫百兴,等.沼泽湿地开垦后土壤水热条件变化与碳、氮动态.环境科学,2004,25(3):168~172
- [8] Bowman R A, Vigil M F, Nielsen D C, *et al.* Soil organic matter changes in intensively cropped dryland systems. *Soil Science Society of American Journal*,1999,63:186~191