

# 开垦对退化沙质草地土壤机械组成及有机碳分布的影响

李顺江<sup>1</sup>, 胡霞<sup>2,3</sup>, 刘连友<sup>2,3</sup>

(1. 北京市农林科学院 植物营养与资源研究所, 北京 100097;

2. 北京师范大学 减灾与应急管理研究院, 北京 100875; 3. 环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875)

**摘要:** 分析了退化沙质草地开垦耕种 40, 15, 6 a 的草地的土壤理化性状的特征和变化。结果表明: 草原土壤开垦后, 土体自然结构基本消失, 分散成单粒或由不同单粒结合的微团聚体, 力学稳定性降低, 表层土壤粒径 < 0.02 mm 的黏粉粒的显著降低, 0.002~0.02 mm 和 < 0.002 mm 显著增加, 随着开垦年限的延长, 土壤进一步向粗粒化和单粒化演变; 当草地开垦为农田后及转化为林地后, 土壤质地又会逐渐逆转, 林地中 0~2 cm 和 2~4 cm 深度土壤中 < 0.002 mm 的颗粒又会增加。同时开垦还会导致土壤有机碳下降, 土壤肥力严重下降。草地开垦后土壤粒级分布的显著变化, 可以反映出开垦导致的强烈土壤结构破坏和受风蚀影响的程度。

**关键词:** 开垦; 沙质草地; 机械组成; 有机碳

中图分类号: S152.3; S153.6<sup>+</sup>21

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)04-0150-03

## The Effect of Cultivation on Soil Aggregates and SOC in Degraded Sandy Grassland of Farming-Grazing Transition Zone

LI Shun-jiang<sup>1</sup>, HU Xia<sup>2,3</sup>, LIU Lian-you<sup>2,3</sup>

(1. Institute of Plant Nutrition and Resources, Beijing Academy of Agriculture and

Forestry Sciences, Beijing 100097, China; 2. Key Laboratory of Environment Change

and Natural Disaster, Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

3. College of Disaster Reduction and Emergency Management, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** Cultivation is the other factor influencing grassland soil degradation. Soil structure could be changed by cultivation. And contents of clay and silt would be decreased greatly, and the particles of 0.002~0.02 mm and < 0.002 mm increased obviously. With ages of cultivation, soil structure would evolve to be coarse. When cultivated grassland was transformed to forest land, the particles of < 0.002 mm in the 0~2 cm and 2~4 cm layers increase. Moreover, soil fertility was decreased greatly, such as depletion of soil organic constituents. In addition, the loss rate of SOC was also accelerated by cultivation. The change of soil structure of the cultivated grassland can indicate the extent of destruction of soil structure due to cultivation and erosion.

**Key words:** cultivation; sandy grassland; mechanical composition; SOC

天然草地开垦为农田后, 在没有防护体系保护下表层土壤细颗粒物损失, 土壤养分降低, 在干扰继续情况下, 将形成流动沙地<sup>[1]</sup>, 尤以我国北方地区最为严重。据罗必良的研究, 近 15 a 来我国北方草地中因滥垦改变而引起沙漠化占 16%<sup>[2]</sup>。由此可见, 草地滥垦造成的生态破坏是十分严重的。近年来, 受人口压力和经济利益的驱动, 土地开垦已向不适于耕作的一些边缘沙质退化草地扩展。植被破坏, 导致严

重的风蚀, 土壤进一步粗化发展, 肥力衰退, 土地生产力下降, 严重影响着当地农牧民生产和生态环境。有关研究揭示了草原开垦导致的土壤养分降低、质地粗化等现象, 并将沙化程度和肥力损失作为评价土壤退化程度的指标<sup>[3-7]</sup>。目前对开垦造成的草原土壤退化的机理的定量研究还有待深入。本试验通过对不同开垦年限土壤粒度、养分观测, 分析不同开垦年限对土壤机械组成和有机碳的影响。

收稿日期: 2010-12-08

修回日期: 2011-01-13

资助项目: 北京市优秀人才计划“不同肥源对土壤重金属污染及蔬菜品质的影响”(2010D002020000004); 北京师范大学自助创新基金“机动车碾压对干草原土壤风蚀的影响机理研究”; 地表过程与资源生态国家重点实验室开放基金(2001-KF-09)

作者简介: 李顺江(1976-)男, 山东青岛人, 博士, 主要从事土壤环境方面的研究。E-mail: shunjiangli@163.com

通信作者: 胡霞(1978-)女, 江苏淮安人, 博士, 讲师, 主要研究方向是土壤侵蚀。E-mail: hx9210@163.com

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区自然概况

研究区位于浑善达克沙地南缘的太仆寺旗境内, 该区属于半干旱大陆性气候。根据太仆寺旗气象站近 1971– 2000 年的气象观测资料, 太仆寺旗年均风速 3.41 m/s, 4 月风速最大, 平均 4.75 m/s, 风速最大值可达到 10 m/s 以上, 而且受蒙古高压气团的控制, 全年多西北风, 且风力强劲, 年均大风 > 17 m/s 的日数 53.67 d, 一般每年均有 20 m/s 的大风出现。内蒙古太仆寺旗年降水量较低, 为 407 mm, 多集中在 7– 9 月, 占全年总降水量的 65%, 而年均蒸发量为 1900 mm。年平均气温较低, 仅 1.6℃, 年平均地温也较低, 为 3.66℃。研究区地带性土壤为栗钙土, 该土壤有机质含量较低(0.4%~ 3.3%), 土壤较贫瘠, 质地较粗, 颗粒组成以中粗砂为主, 占土壤颗粒的 50% 以上。

1.2 研究方法

(1) 样地描述。本研究选择 3 种不同开垦年限的草地, 同时在样地附近以天然草地设置对照, 见表 1。

(2) 土样采集。研究区不同开垦年限的土地上选择 3 个 5 m×5 m 的样方, 在每个样方内均匀选择 3 个点, 按 0– 2, 2– 4, 4– 10, 10– 20 cm 深度分层取样进行土壤理化性质的分析。

(3) 分析方法。土壤机械组成用湿筛加吸管法, 有机碳用重铬酸钾氧化– 外加热法<sup>[8]</sup>。

表 1 不同开垦年限土壤地表状况

利用类型	地表状况
草地开垦 40 a	油菜
对照(天然草地)	草地, 高度 0~ 5 cm, 覆盖度 50% ~ 80%, 主要物种构成羊草、贝加尔针茅
草地开垦 15 a	油菜
对照(天然草地)	草地, 高度 0~ 5 cm, 覆盖度 50% ~ 80%, 主要物种构成羊草、蒙古蒿
草地开垦 6 a	油菜
对照(天然草地)	草地, 高度 0~ 5 cm, 覆盖度 50% ~ 80%, 主要物种构成羊草、蒙古黄芪

2 结果与分析

2.1 开垦对草原土壤机械组成的影响

表 2 是不同开垦年限土壤的机械组成。草地开垦 6 a 后, 土壤粒级就发生了明显变化, 表现为 0– 2 cm 表层土壤中 < 0.02 mm 机械组成含量显著降低, > 2 mm 和 0.2~ 2 mm 的机械组成显著增加, 土壤进一步向粗粒化和单粒化的流沙状演变; 土壤中 0– 2 cm 和 2– 4 cm 深度土层中 0.002~ 0.02 mm 和 < 0.002

mm 的颗粒较对照草地分别降低了 20% 和 8.70%; 相应地粒径为 0.02~ 0.2 mm 的颗粒明显增加; 犁底层 (10– 20 cm) 土壤粒级分布没有明显变化。随着开垦年限的延长, 土壤中 0.002~ 0.02 mm 和 < 0.002 mm 颗粒含量逐渐降低, 土壤粗化程度越来越严重。当草地开垦 15 a 后, 表层土壤中 < 0.002 mm 的颗粒比对照草地下降 5.77%, 而 0.02~ 0.2 mm 和 0.002~ 0.02 mm 的含量明显下降。当草地开垦耕作 40 a 后, 0– 2 cm 和 2– 4 cm 深度土壤中 < 0.002 mm 含量分别下降 20% 和 17.40%, 同时 0.2~ 2 mm 比对照草地增加了 8.46% 和 8.48%。但是当草地开垦为农田后及时转化为林地后, 土壤质地又会逐渐逆转, 林地中 0– 2 cm 和 2– 4 cm 深度土壤中 < 0.002 mm 的颗粒又会比开垦 40 a 的耕地增加 5.0% 和 21.05%。

表 2 不同开垦年限土壤机械组成

利用类型	深度/ cm	机械组成/%				
		< 0.002 mm	> 2 mm	0.2~ 2mm	0.02~ 0.2mm	0.002~ 0.02mm
开垦 40 a (退耕 还林 5 a)	0– 2	2.6	65.4	14.0	7.5	10.5
	2– 4	5.4	65.6	12.5	7.0	11.5
	4– 10	1.4	65.6	14.0	6.0	13.0
	10– 20	3.6	65.4	13.0	8.0	11.0
开垦 40 a	0– 2	5.6	65.4	13.0	9.5	10.0
	2– 4	15.0	55.0	13.5	6.0	9.5
	4– 10	9.1	61.9	12.5	7.0	10.5
	10– 20	9.8	61.2	13.0	6.0	10.0
对照	0– 2	5.7	60.3	15.0	6.0	12.5
	2– 4	13.3	50.7	15.0	6.5	11.5
	4– 10	33.4	29.6	16.5	9.5	11.0
	10– 20	13.7	51.3	15.5	9.5	11.0
开垦 15 a	0– 2	9.2	61.8	12.0	2.0	10.0
	2– 4	19.8	47.2	15.0	7.0	10.0
	4– 10	5.9	65.1	11.0	8.0	10.5
	10– 20	17.1	52.9	12.5	7.5	10.0
对照	0– 2	11.2	49.8	17.5	7.5	10.5
	2– 4	21.8	46.2	14.0	11.0	9.5
	4– 10	10.1	59.9	13.0	8.5	10.0
	10– 20	17.8	46.2	17.5	7.0	9.0
开垦 6 a	0– 2	13.7	48.3	16.5	11.5	10.0
	2– 4	5.6	56.4	18.0	8.5	12.5
	4– 10	15.3	42.7	20.0	11.0	11.0
	10– 20	12.0	49.0	17.0	10.0	12.0
对照	0– 2	6.0	59.8	14.7	6.3	11.6
	2– 4	14.5	49.8	14.7	6.4	10.7
	4– 10	35.0	3.0	16.0	10.0	10.5
	10– 20	14.7	51.0	15.0	10.0	11.0

2.2 开垦对草原土壤有机碳的影响

沙质草地开垦及其随后短期的耕作, 导致了严重

的土壤风蚀,也使得土壤有机碳大量丧失。整个剖面土壤有机碳(SOC)含量均有明显下降,其中,开垦 6 a 土壤表层有机碳比对照草地下降0.3%,开垦 15 a 后土壤表层有机碳下降 13.6%,开垦 40 a 后 0–2 cm, 2–4 cm, 4–10 cm 和 10–20 cm 土层有机碳分别下降了 49.3%, 53.9%, 33.5% 和 49.18%, 而开垦 40 a 还林 5 a 的土壤有机碳相对开垦 40 a 的土壤有所升高。随着开垦年限的增加,土壤养分下降更多。

表 3 不同开垦年限土壤有机碳分布

利用类型	取样深度 / cm	SOC / %
开垦 40 a (退耕还林 5 a)	0–2	1.59
	2–4	1.63
	4–10	1.80
	10–20	1.55
开垦 40 a	0–2	1.54
	2–4	1.44
	4–10	1.21
	10–20	1.44
对照	0–2	3.04
	2–4	3.13
	4–10	1.82
	10–20	3.42
开垦 15 a	0–2	2.91
	2–4	2.96
	4–10	2.27
	10–20	2.06
对照	0–2	2.95
	2–4	3.02
	4–10	1.94
	10–20	3.05
开垦 6 a	0–2	3.08
	2–4	3.21
	4–10	1.51
	10–20	3.17
对照	0–2	3.09
	2–4	1.95
	4–10	1.24
	10–20	3.05

一般认为草地开垦使 SOC 损失的主要因素是:开垦使土壤有机质充分暴露在空气中,土壤温度和湿度条件得到改善,从而促进了土壤呼吸作用,加速了有机质的分解;多年生牧草被作物取代后使初级生产

固定的碳素向土壤中分配比例降低,收割又减少了地上生物量中碳素向土壤的输入。

在本项研究中,开垦导致的严重土壤风蚀是 SOC 损失的主导因素。在养分贫瘠的沙质土壤环境中,有机质对保存和吸持土壤养分有着极其重要的作用。草地开垦后,随着有机质的吹蚀,N、P 养分随之丧失。

3 结 论

草原开垦会导致草原土壤养分降低、质地粗化等现象。草地开垦 6 a,土壤粒级就发生了明显变化,土壤表层细颗粒含量显著降低,粗颗粒含量显著增加,下层机械组成变化不明显,土壤表层向粗粒化和单粒化的流沙状演变的趋势。随着开垦年限的延长,土壤细颗粒 0.002~0.02 mm 和 <0.002 mm 降低明显,而粗颗粒 0.2~2 mm 增加显著,而且下层土壤表现出同样的趋势。但是当草地开垦为农田后及时转化为林地后,土壤质地又会逐渐逆转,林地中 0–2 cm 和 2–4 cm 深度土壤中 <0.002 mm 的颗粒又会增加。同时开垦还会导致 SOC 下降,土壤肥力严重下降。

参考文献:

[1] 赵立祥. 开垦草原导致荒漠化的物理过程[J]. 中国草地, 2004, 26(2): 68-75.

[2] 罗必良. 草原生态问题、原因及对策[M] // 郭书田. 中国草地生态研究. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1989: 113-128.

[3] Li X Y, Liu L Y, Wang J H. Wind tunnel simulation of aeolian sandy soil erodibility under human disturbance [J]. Geomorphology, 2004, 59(1/4): 3-11.

[4] 邹受益, 张景龙, 冯政夫. 科尔沁沙地荒漠化土地初析[J]. 中国沙漠, 2001, 21(1): 76-78.

[5] 苏永中, 赵哈林, 文海燕. 退化沙质草地开垦和封育对土壤理化性状的影响[J]. 水土保持学报, 2002, 16(4): 5-8.

[6] 苏永中, 赵哈林. 持续放牧和围封对科尔沁退化草地碳截存的影响研究[J]. 环境科学, 2003, 4(4): 23-28.

[7] 赵文智, 何志斌, 李志刚. 草原农垦区土地沙质荒漠化过程的生物学机制[J]. 地球科学进展, 2003, 18(2): 257-262.

[8] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978: 136.