

黑土坡耕地土壤侵蚀对土壤性状的影响^{*}

景国臣, 刘绪军, 任宪平

(黑龙江省水土保持科学研究所 克山实验站, 黑龙江 克山 161600)

摘 要: 黑土作为东北地区主要的耕作土壤, 其结构性状对土地生产力影响极大。土壤侵蚀使肥沃的黑土层减薄, 土壤理化性状不同程度地受到破坏和影响。根据黑土侵蚀现状, 对不同侵蚀程度黑土坡耕地的养分状况、土壤田间持水量和渗透速度、抗蚀抗冲性能指标的测定分析发现, 黑土侵蚀程度由轻度到重度, 土壤有机质等养分含量越来越低; 土壤蓄渗水能力逐渐减小; 土壤抗蚀抗冲性能亦逐渐降低。黑土坡耕地土壤侵蚀程度的加剧, 使得土壤有机质含量减少, 保肥供肥能力降低, 土壤黏度加重, 结构变劣, 保水能力减弱, 影响农作物的生长发育, 势必对我国东北黑土区商品粮基地的重要地位构成严重威胁。

关键词: 黑土; 土壤侵蚀; 土壤理化性状

中图分类号: S157.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0028-04

Influence of Soil Erosion on Soil Properties of Black Soil Bank Farming

JING Guo-chen, LIU Xu-jun, REN Xian-ping

(Keshan Experimental Station Attached to Heilongjiang Soil and Water Conservation Research Institute, Keshan, Heilongjiang 161600, China)

Abstract: The black soils is the main farming soil in northeast China, the influence of its structure and character on soil productivity is prodigious. The fertile black soil is becoming thinner and thinner because of soil erosion, the physicochemical characters of soil are destroyed and affected in varying degrees. According to the actuality of soil erosion, the determination and analysis which includes the slope farmland nutrient condition of black soils in varying erosion degrees and the field moisture capacity and infiltration velocity, as well as the index of against corrosion and impact resistant show: with the aggravation of the black soil erosion degree, the soil organic content and the against corrosion and impact resistant of soil will become lower and lower, at the same time, the storage and seepage capacity of soil will minish gradually. The aggravation of soil erosion degree in the the black soil slope farmland result in that soil organic content decreases, the capacities of preservation and supply fertilizer reduces, the soil viscosity increase and the structure becomes inferior, water retaining capacity lower, making an impact on the growth of crops, which certainly will compose the grave threat to the important status of commodity grain base of the black soil region of northeast China.

Key words: black soil; soil erosion; physical and chemical properties

黑土是东北地区主要的耕作土壤, 它以腐殖质层深厚, 理化性状好, 自然肥力高, 生产力高而著称, 以黑土为主要耕作土壤的东北黑土区也因此成为我国重要的粮食生产基地。但是由于黑土地长期被大量开垦, 垦殖指数逐渐提高, 加之经营管理粗放, 用地不养地, 土壤理化性状不同程度地受到破坏, 造成了黑土地水土流失严重的问题。东北黑土区主要分布在松辽流域, 黑土面积约有 70 万 km², 其中典型黑土面积约 17 万 km²。松辽流域内现有水土流失面积 43.53 万 km², 占流域总土地面积的 35.2%, 其中典型黑土流失面积 4.47 万 km², 占典型黑土区面积的 26.3%。

1 黑土坡耕地侵蚀现状

东北黑土区现有耕地 2 321.2 万 hm², 垦殖率为 62%, 其中无明显侵蚀耕地面积为 1 116.1 万 hm², 占耕地面积的 48.1%; 轻度侵蚀面积 348.2 万 hm², 占耕地面积的 15.0%; 中度侵蚀耕地面积为 313.3 万 hm², 占耕地面积的 13.5%; 重度侵蚀耕地面积 486.8 万 hm², 占耕地面积的 21.0%; 极重度侵蚀面积 56.7 万 hm², 占耕地面积的 2.4%。

人们已经越来越清醒地认识到, 黑土区土壤侵蚀使土壤退化严重, 土地承载能力降低, 制约了资源的可持续利用, 严

^{*} 收稿日期: 2008-04-14

基金项目: 黑龙江省科技攻关项目 (GB06C203)

作者简介: 景国臣 (1964-), 男, 高级工程师, 主要从事水土保持生态建设与冻融侵蚀研究。E-mail: jgc031@163.com

重影响了当地社会、经济的持续发展^[1-3]。据刘丙友^[4]的调查显示,典型黑土区内年均流失表土 0.3~ 1 cm,黑土厚度已由 20 世纪 50 年代的平均 60~ 70 cm,下降到目前的平均 20~ 30 cm,有些地块已经露出黄土母质,基本丧失了生产能力。土壤侵蚀还造成土壤物理性黏粒增多,供水能力减弱,透水能力降低。而严重的水土流失,特别是坡耕地的水土流失,降低了黑土的肥力^[5-7]。通过对典型黑土区内克山县的调查,按土壤侵蚀强度分级标准,黑土坡耕地土壤侵蚀可分为 3 种类型。第一类为轻度侵蚀,开垦年限 30~ 50 a,黑土层被剥蚀掉 1/3 左右,残留黑土厚度在 40 cm 以上。在克山县北联镇定点采取表层 0~ 20 cm 土样分析,有机质含量 7.35%,全 N 含量 0.320%,全 P 含量 0.083%,速效 P 含量为 18.868 mg/kg,水解 N 含量为 7.48 mg/100 g 土。第二类为中度侵蚀,开垦年限 50~ 70 a,黑土层被剥蚀掉 1/2 左右,残留黑土层厚度 20~ 40 cm。在克山县西建乡定点采取表层 0~ 20 cm 土样分析,有机质含量为 6.02%,全 N 含量 0.269%,全 P 含量 0.065%,水解 N 含量为 5.85 mg/100 g 土。第三类为重度侵蚀,开垦年限 70~ 100 a,黑土层被剥蚀掉 2/3 以上,残留黑土层厚度不到 20 cm。在克山县滨河乡定点采取表层 0~ 20 cm 土样分析,有机质含量 3.75%,全 N 含量 0.168%,全 P 含量 0.047%,速效 P 含量为 6.173 mg/kg,水解 N 含量为 4.22 mg/100 g 土。由此可以看出,土壤侵蚀程度对黑土坡耕地土壤肥力等影响很大。

表 1 不同侵蚀程度黑土坡耕地土壤养分状况

采样地点	样品编号	侵蚀程度	黑土层厚/cm	有机质/%	全 N/%	全 P/%	水解 N (mg/100 g 土)	速效 P/ (mg·kg ⁻¹)
克 山	克- 001	中度	27	5.91	0.2411	0.0553	5.39	11.3341
	克- 002	重度	20	3.30	0.1463	0.0321	5.15	6.4261
	克- 003	极重	0	0.96	0.0436	0.0184	3.36	1.0843
拜 泉	拜- 001	轻度	42	5.03	0.2137	0.0524	4.68	14.5185
	拜- 002	中度	28	4.18	0.1829	0.0525	4.84	11.4729
	拜- 003	重度	15	2.86	0.1302	0.0400	4.12	10.2467
北 安	北- 001	轻度	45	8.90	0.4095	0.1148	6.00	15.9357
	北- 002	中度	30	6.68	0.3030	0.0991	4.99	9.0923
	北- 003	重度	17	6.54	0.3378	0.0951	6.34	10.7863
海 伦	海- 001	轻度	32	6.60	0.2677	0.0820	5.85	19.5822
	海- 002	中度	23	6.22	0.2630	0.0738	5.57	18.0209
	海- 003	重度	10	3.35	0.1377	0.0464	4.61	16.6042

注:采样深度为 0~ 20 cm。

表 2 不同侵蚀程度黑土坡耕地土壤代换性能

采样地点	样品编号	侵蚀程度	代换容量(ml/100 g 土)	代换性盐基总量(ml/100 g 土)	盐基饱和度/%
克 山	克- 001	中 度	39.2915	36.5436	92.99
	克- 002	重 度	36.8789	28.8401	78.20
	克- 003	极 重	32.5557	24.2414	74.46
拜 泉	拜- 001	轻 度	36.1080	29.0598	80.48
	拜- 002	中 度	44.5826	29.8691	79.51
海 伦	海- 001	轻 度	36.6072	35.7415	97.64
	海- 002	中 度	42.0068	33.9628	80.85
	海- 003	重 度	31.9656	23.9069	74.80

反映土壤保肥能力的另一个指标是土壤盐基代换量, 代换性盐基总量越大, 盐基饱和度越高, 其保肥能力越强。通常认为, 土壤阳离子交换量与土壤有机质有关, 有机质含量高的土壤, 其表面吸附的阳离子多, 因此土壤可交换的阳离子总量大^[8]。表 2 给出了不同侵蚀程度黑土坡耕地土壤代换性能。表中数据显示, 代换性盐基总量随着土壤侵蚀程度的加重而越来越少, 盐基饱和度亦随土壤侵蚀程度的加重逐步降低, 说明侵蚀程度轻的土壤保肥能力强, 侵蚀程度重的土壤保肥能力弱。

2.2 土壤侵蚀对坡耕地土壤蓄渗水能力的影响

黑土所在地区的气候特点是夏季温暖多雨, 植物生长繁茂, 每年遗留于土壤中的有机物质较多, 而冬季寒冷漫长, 土壤冻结, 微生物活动较弱, 这些有机物质得不到充分的分解, 而以腐殖质的形态积累于土壤中, 形成明显的腐殖质积累层^[9]。正是特殊的黑土形成条件, 垦初黑土有机质含量高, 土壤团粒结构好, 土壤孔隙度大, 持水能力强, 渗水性能好。但随着开垦年限的增长和土壤侵蚀的加剧, 黑土腐殖质层厚度逐年减薄, 而上层滞水和降雨淋溶作用使得表层黏粒土向下层迁移, 增加下层土壤的黏度, 土壤结构黏重, 孔隙度降低, 影响土壤蓄水和渗水的能力。通过对不同侵蚀程度黑土坡耕地表层土壤田间持水量和渗透速度测定发现, 随着土壤侵蚀程度的加重, 黑土层变薄, 土壤田间持水量和渗透速度逐渐减小, 到极重度侵蚀出现急剧下降的趋势(见表 3)。以海伦为例, 由轻度侵蚀到中度侵蚀土壤田间持水量减少 8.9%, 渗透速度减小 51.5%; 由中度侵蚀到重度侵蚀土壤田间持水量减少 9.2%, 渗透速度减小 37.6%。说明土壤侵蚀使土壤腐殖质层减薄, 有机质含量降低, 结构恶化, 土壤蓄渗水能力减弱, 进而影响土地生产力的发挥。

2.3 土壤侵蚀降低坡耕地土壤抗蚀性能

土体在水中抵抗分散崩解的能力叫抗蚀, 土壤的抗蚀性与土壤有机质含量高低、团聚体含量多少有关。黑土本身因腐殖质层厚, 土壤结构好而表现出较强的抗蚀性。但由于黑土发育在黏重的黄土状亚黏土上, 底土透水性差, 易形成上部滞水层。土壤侵蚀的加重, 黑土层减薄, 土壤渗水性能降低, 黑土层滞水现象严重, 加剧了土壤的分散和崩解, 降低土壤抗蚀能力, 加快土壤侵蚀速度。土壤抗蚀能力一般以分散系数和结构系数表示, 通常情况下, 土壤分散系数小, 结构系数大则抗蚀能力强, 反之则抗蚀能力弱。通过对不同侵蚀程

度黑土坡耕地土壤分散系数和结构系数的测定分析(见表 4), 随着黑土侵蚀程度的加重, 土壤的分散系数越来越大, 结构系数越来越小(极重度侵蚀除外), 说明土壤的抗蚀能力随土壤侵蚀程度的加重逐渐降低。

表 3 不同侵蚀程度黑土坡耕地土壤蓄渗水能力

采样地点	样品编号	侵蚀程度	田间持水量/ %	渗透速度/ (mm • min ⁻¹)
克 山	克- 001	中 度	49.05	9.38
	克- 002	重 度	48.57	5.61
	克- 003	极 重	28.04	1.63
拜 泉	拜- 001	轻 度	48.40	8.01
	拜- 002	中 度	42.95	6.82
	拜- 003	重 度	42.15	4.77
北 安	北- 001	轻 度	63.31	5.83
	北- 002	中 度	56.05	1.60
	北- 003	重 度	52.33	1.18
海 伦	海- 001	轻 度	50.51	12.39
	海- 002	中 度	46.03	6.01
	海- 003	重 度	41.80	3.75

* 渗透速度采用渗透筒法测定, 测定土层 0— 15 cm, 时间为 1 h。

2.4 土壤侵蚀削弱坡耕地土壤抗冲能力

土体抵抗悬浮移动的能力叫抗冲, 土壤的抗冲刷能力与土壤胶体含量关系密切。土壤中有有机— 无机胶体含量高, 形成的土壤微团聚体多, 土壤结构好, 抗冲能力就强, 土壤的抗冲强度越大, 抵抗径流冲刷的能力越强。在坡度、水流量、坡长、水流动态和流速等条件都相同的情况下, 采用冲刷槽法对不同侵蚀程度坡耕地黑土进行冲刷实验, 结果见表 5。从表 5 中看出, 当土壤侵蚀程度为轻度时, 抗冲强度为 1.43~ 2.95; 当土壤侵蚀程度为中度时, 抗冲强度为 1.44~ 1.67; 当土壤侵蚀程度为重度时, 抗冲强度为 0.81~ 1.37; 当侵蚀强度为极重度时, 土壤抗冲强度为 4.47。这说明随着土壤侵蚀的加重, 黑土层逐渐变薄, 有机质含量逐渐降低, 土壤有机胶结能力越来越小, 土壤微团聚体含量减少, 结构松散, 抗冲能力差。而极重度侵蚀情况下, 由于黑土层已全部被剥蚀掉, 留下了坚实的底土层, 所以抗冲强度反而增强了。

表 4 不同侵蚀程度黑土坡耕地土壤抗蚀性能分析

采样地点	样品编号	侵蚀程度	机械分析中	微团聚体分析中	分散系数	结构系数
			< 0.001mm 颗粒含量/ %	< 0.001mm 颗粒含量/ %		
克 山	克- 001	中 度	38.67	22.00	56.89	43.11
	克- 002	重 度	41.34	24.67	59.68	40.32
	克- 003	极 重	50.67	24.00	47.37	52.63
北 安	北- 001	轻 度	30.67	12.00	58.14	60.87
	北- 002	中 度	28.67	16.67	58.69	41.86
	北- 003	重 度	30.67	18.00	74.28	41.31

注: 测定深度为 0— 20 cm。

3 结 论

随着黑土侵蚀程度的加剧,有机质含量降低,土壤保肥和供肥能力随之减弱。从不同侵蚀程度黑土的有机质含量及速效养分含量和盐基代换量可以看出,侵蚀程度越重,黑土的有机质含量、速效养分含量和盐基代换量越低。有机质和速效养分含量以及盐基代换量是土壤供肥能力的重要指标,有机质和速效养分含量少,土壤供肥效果低,土壤有机-无机胶结物质含量少,土壤盐基代换量低,土壤胶体吸附性减弱,保肥能力降低。

表 5 不同侵蚀程度黑土坡耕地土壤抗冲强度

测定地点	侵蚀强度			
	轻度	中度	重度	极重度
克 山	-	1.67	0.81	4.47
拜 泉	2.95	1.44	1.04	-
北 安	1.53	1.5	1.37	-
海 伦	1.43	1.44	-	-

不同侵蚀程度黑土的蓄水渗水能力差别明显,表现为侵蚀程度重,土壤的田间持水量低,土壤渗透速度慢。王金平^[10]对哈尔滨黑土的透水性进行测定表明,黑土透水性表层最高为 1.646×10^{-9} mm/s,但从二层起明显降低,透水性土壤机械组成中 > 0.01 mm 颗粒含量的分布状况基本一致。崔明等人^[11]认为产生这种情况的原因是黑土成土母质地较为黏重,使其极易形成“上层滞水”现象,夏季降水集中时易产生地表径流和难透土层以上的下渗水流,因此土体容易遭到侵蚀和淋溶。正是由于黑土侵蚀程度的加重,表层土壤变薄,使得土壤的透水能力减弱,蓄水能力降低,影响黑土生产力的发挥。

土壤侵蚀越重,黑土的抗蚀抗冲性能越低。相对于其他土壤来说,张宪奎等人^[12]对黑龙江省克山县、宾县和牡丹江市的黑土、白浆土及暗棕壤的可蚀性因子进行了实地测验,结果为黑土 0.26、白浆土 0.31、暗棕壤 0.28。说明黑土腐殖质丰富,有机质含量高,土壤结构性好,土壤可蚀性因子相对偏高。但随着土壤侵蚀的加剧,黑土腐殖质层减薄,有机质含量减少,土壤结构恶化,抗分散和抗冲刷的能力降低,抗蚀抗冲性能下降,土壤侵蚀进一步加剧,土壤环境进一步恶化。

黑土因特殊的气候和植被条件而形成深厚的腐殖质层,但随着垦殖率的提高,植被覆盖度大幅度下降,枯落物急剧减少,加之全球气候变暖,黑土的形成速度也相应减慢。而

土壤侵蚀不断使黑土层变薄,破坏黑土的理化性状,土壤有机质和全 N、全 P 等养分含量逐渐降低。从而使黑土养分供给能力减弱,造成作物苗期生长缓慢,生育过程中出现缺素症状^[13]。隋跃宇等人^[14]认为单就土壤有机质而言,黑土的有机质含量已不具明显的优势,黑土退化问题必须引起足够的重视。因此土壤侵蚀造成黑土坡耕地土壤性状恶化,黑土生产能力逐渐降低,粮食基地地位被削弱,势必对国家粮食安全构成严重的威胁。

参考文献:

[1] 齐芳. 两院院士考察组:“ 水资源” 振兴东北新视角[N] 光明日报, 2004 11 24(A3).

[2] “ 黑土地水土保持与土壤改良” 专题组.《东北地区黑土地水土保持与土壤改良》专题阶段报告[R]. 2004.

[3] 范昊明. 东北黑土区典型流域沙量平衡研究[D]. 北京: 中科院地理科学与资源研究所, 2004.

[4] 刘丙友. 典型黑土区土壤退化及可持续利用问题探讨[J]. 中国水土保持, 2003(12): 28-29.

[5] 谢军. 论黑龙江省黑土区水土保持在低产田改造中的地位 and 作用[M] // 水土保持科学理论与实践. 北京: 中国林业出版社, 1992: 298-304.

[6] 吕志学. 黑土侵蚀区坡耕地持续利用的探讨[J]. 农业环境与发展, 1997(4): 31-32.

[7] 孟凯, 张兴义. 松嫩平原黑土退化的机理及其生态复原[J]. 土壤通报, 1998, 29(3): 100-102.

[8] 胡祥, 王瑞霞, 奥岩松. 壳聚糖对土壤理化性状的影响[J]. 土壤通报, 2006, 37(3): 68-72.

[9] 熊毅, 李庆逵. 中国土壤(2 版) [M]. 北京: 科学出版社, 1987: 112-116.

[10] 王金平, 张秀茵. 黑龙江哈尔滨黑土水分状况与养分供应的关系[J]. 土壤通报, 1979, 11(6): 7-9.

[11] 崔明, 蔡强国, 范昊明. 东北黑土区土壤侵蚀研究进展[J]. 水土保持研究, 2007, 14(5): 29-34.

[12] 张宪奎, 许清化, 卢秀琴, 等. 黑龙江省土壤流失方程的研究[J]. 水土保持通报, 1992, 12(4): 1-9.

[13] 陆继龙. 我国黑土的退化问题及可持续农业[J]. 水土保持学报, 2001, 15(2): 53-55.

[14] 隋跃宇, 张兴义, 张少良, 等. 黑龙江省典型县域农田黑土土壤有机质现状分析[J]. 土壤通报, 2008, 39(1): 186-188.