

彰武农田土壤沙化防治措施的效果研究^{*}

王 萍^{1,2}, 赵宏亮³, 侯立白²

(1. 黑龙江省农科院信息中心, 哈尔滨 150086; 2. 沈阳农业大学农学院, 沈阳 110161;
3. 黑龙江省农科院栽培所, 哈尔滨 150086)

摘要: 从农、牧、林角度比较了防护林(A)、农林复合(B)和林牧复合(C)三种措施防治沙化的效果。试验结果显示: C防护下的农田土壤机械组成最好, B次之, A最差; A和B防护的农田分别存在约4H和2H长的防护减弱区, C防护的农田未出现明显的防护减弱区; 土壤粗糙度比较结果表明C最大, B次之, A最小; 在相同的情况下, A土壤风蚀量最大, B次之, C最小。综合分析说明三种防护措施中, 林牧复合型的防护效果最好, 其次是农林复合型措施, 防护林效果最差。

关键词: 农田土壤沙化; 防治措施; 彰武

中图分类号: S 157.1 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2007)01-0034-04

Effect of the Preventing Measures on Farmland Sandy Desertification in Zhangwu

WANG Ping^{1,2}, ZHAO Hong liang³, HOU Li bai²

(1. Information Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086; 2. Agronomy College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161; 3. Crop Tillage and Cultivation Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract: The farmland sandy desertification preventing effect was compared: protective forest (A), the farming and forestry compound (B) and the forest and pasture compound (C). The results indicated that: The soil mechanical composition that under the protection of C were the best, followed by B and A. The protective weaken areas under the protection of A and B were about 4H and 2H length, respectively. There was no obviously the same area under the protection of C. The roughness results showed that the descending order of the three measures was C, B and A. While the same order of soil wind erosion quantity was just the opposite. In a word the preventing effect of C was the best, and B was better than that of A.

Key words: farmland sandy desertification; preventing measure; Zhangwu

0 前言

地处北方农牧交错带科尔沁沙地南缘的彰武地区, 由于人为因素和自然因素的双重影响及其叠加作用, 土地退化程度不断加剧, 沙化面积日益扩大, 业已成为沙漠化研究与防治的重点区。然而从现有的研究成果来看, 多数内容仅局限于文字的定性描述来研究土地沙化的原因及发展趋势, 而对于防治措施方面的研究鲜有报道。本研究通过定性定量

相结合的分析方法, 从农、牧、林角度比较三种措施防治沙化的效果, 为农田沙化的有效治理提供科学依据。

1 试验设计与方法

1.1 试验设计

采取长期定位观测, 试验区设在彰武县福星地乡的防治农田沙化综合试验区, 试验设3种防治措施: A. 防护林防护(防护林+传统耕作)、B. 农林复

^{*} 收稿日期: 2006-10-11

基金项目: 农业部彰武农牧交错带生态农业建设示范项目

第一作者简介: 王萍(1980-), 女, 山东寿光人, 硕士, 从事科技信息研究。E-mail: emperor3@126.com.

合措施(防护林+保护性耕作)和 C. 林牧复合措施(防护林+牧草),以 A 为对照。其中防护林树种为加拿大杨,树龄平均约 25 a,树高平均约 14 m;牧草为紫花苜蓿,种植 3 a;保护性耕作采用秋浅旋秸秆覆盖方式,实施时间 3 a。试验区面积:传统耕作为 650 m×300 m,保护性耕作:500 m×300 m,牧草:1 200 m×300 m。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 土壤机械组成 运用土壤剖面法,于每个样点分别挖一个 50 cm 的土壤剖面,分 5 层采集土壤样品每层 10 cm。将土样装袋,自然风干后进行土壤机械组成分析。本试验采用的标准筛孔径(mm)分别是 0.0385、0.07、0.1、0.2、0.44 mm。

1.2.2 地表粗糙度测定 利用 DEM6 型轻便三杯风向风速表 2 只,在 50 cm 和 200 cm 两观测高度,同时观测 1 min 的平均风速值,重复 8 次,参照计算公式算出下垫面的粗糙度。计算公式为:

$$lgZ_0 = (v_1 lgZ_2 - v_2 lgZ_1) / (v_1 - v_2)$$

式中:Z₀ 为地表粗糙度;v₁、v₂ 分别为 Z₁、Z₂ 高度上的水平风速。

1.2.3 风蚀量的测定 风蚀量的采集采用沈阳农业大学制 BSNE 采样器。在每一试区选定垂直主风向距上风口长度为 150~200 m 的 3 个观测点,且使各采样器在采沙过程中互不干扰。扬沙过后将 BSNE 中的沙样清空倒入塑料袋内,烘干后称重。

2 结果与分析

2.1 土壤机械组成的比较研究

将农田按照从林缘至林网中心的方向分 3 部分,再从中分别选取 2 点研究土壤的颗粒组成。所选点为 2H(距林带 2 倍树高)、3H、8H、9H、13H、14H。

平均直径是指小于某粒径的百分比等于 50% 所对应的粒径值,是通过颗粒大小分布曲线估计出来的值。它是土壤颗粒机械组成的量化反映,其值越小,说明混合颗粒中大颗粒含量越小,土壤风蚀沙化的特征越不明显。本文利用 DPS 统计软件对上述所选点的平均直径进行估算。通过对各样点各粒径范围的颗粒进行分布曲线的拟合,发现负指数函数拟合效果最好,相关系数均达到 93% 以上,且在 0.01 水平上显著。

形成于相同的年代,处于相同的自然条件下,相同土壤类型的农田,同一土层的机械组成应差异不显著。本试验对不同措施防护下农田土壤同一深度的平均直径进行方差分析得出:0~10 cm 和 10~20 cm 差异显著,20~30 cm、30~40 cm、40~50 cm 差异不显著。因此可以看出,0~20 cm 表土层颗粒平均直径差异显著,是由于实施了不同的防护措施,

改变了土壤的机械组成。从表 1 数据中不难看出,各样点 0~20 cm 表土层颗粒平均直径普遍小于深层;在 0~20 cm 深度的土层内,C 各样点颗粒平均直径最小,B 居中,A 最大。进一步进行多重比较(见表 2):在 0~10 cm 深度层内,A 和 C 在 0.01 水平上达到极显著性差异;B 与 C 在 0.05 水平上差异显著;A 和 B 则差异不显著。10~20 cm 深度内,A 和 C,B 与 C 在 0.05 水平上差异显著,A 和 B 则差异不显著。因此,从平均直径来看,林牧复合措施优于农林复合措施和防护林防护措施。

表 1 不同防护措施下农田土壤不同深度颗粒平均直径 mm

防护措施	土层深度 (cm)	距林缘距离					
		3H	4H	8H	9H	13H	14H
A	0~10	0.104	0.105	0.107	0.107	0.106	0.105
	10~20	0.104	0.103	0.108	0.108	0.104	0.103
	20~30	0.113	0.107	0.106	0.107	0.106	0.111
	30~40	0.111	0.109	0.107	0.108	0.115	0.111
	40~50	0.111	0.115	0.111	0.109	0.112	0.115
B	0~10	0.100	0.099	0.104	0.109	0.104	0.103
	10~20	0.104	0.098	0.110	0.107	0.105	0.106
	20~30	0.099	0.100	0.119	0.121	0.116	0.112
	30~40	0.115	0.114	0.116	0.118	0.119	0.117
	40~50	0.119	0.114	0.120	0.118	0.109	0.118
C	0~10	0.101	0.096	0.099	0.101	0.102	0.098
	10~20	0.101	0.102	0.101	0.100	0.099	0.098
	20~30	0.117	0.115	0.118	0.115	0.105	0.108
	30~40	0.139	0.115	0.123	0.118	0.115	0.105
	40~50	0.136	0.108	0.122	0.110	0.110	0.109

表 2 三种防治措施多重比较结果

土层(cm)	防护措施	均值	5%水平	1%水平
0~10	A	0.10567	a	A
	B	0.10317	a	AB
	C	0.0995	b	B
10~20	A	0.105	a	A
	B	0.105	a	A
	C	0.10017	b	A

2.2 防护范围的比较研究

空气流中的土壤颗粒有 3 种运动形式——滚动、跃移和悬浮。土壤颗粒直径大小与运动形式之间的对应关系为:直径 1~0.5 mm 颗粒的运动形式为滚动,直径 0.5~0.1 mm 颗粒的运动形式为跃移,直径≤0.1 mm 颗粒的运动形式为悬浮^[1~4]。在本试验中,认为直径>0.44 mm 颗粒的运动形式为滚动,直径 0.44~0.1 mm 颗粒的运动形式为跃移,直径≤0.1 mm 颗粒的运动形式为悬浮。应用系统聚类分析(最短距离)法,每个样本由 0~10 cm 土层滚动、跃移、悬移颗粒含量(m=3) 3 个变量组成,以此为聚类要素将其归类。

2.2.1 防护林防护效果聚类分析 防护林措施系统聚类中各样本次序为:1、2、3、4、5、15、6、13、17、

16、7、14、8、12、9、10、11。图 1 表明, 当 D_{pq} (最短距离) < 33.92 时, 有 1、2、3、4、5、15、6、13、17、16、7、14 和 8、12、9、10、11 两个子集。而当 D_{pq} (最短距离) < 16.96 时, 第一个子集又可分为 1、2、3、4、5、15、6 和 13、17、16、两个子集。为保证采样点的有序性, 可将 A 防护下的农田分为 3 个区: 1~7H; 8~12H 和 13~17H。

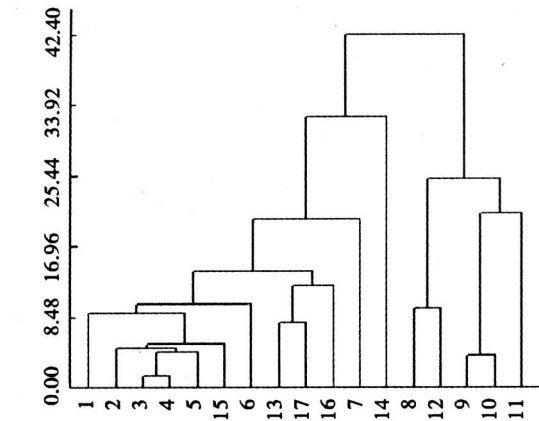


图 1 防护林措施系统聚类图

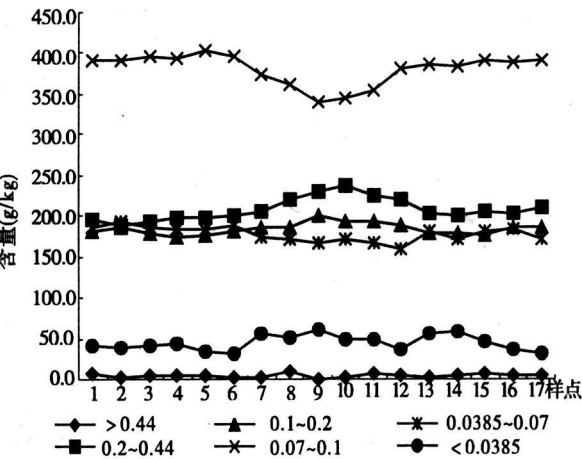


图 2 防护林防护下农田 0~10cm 层土壤颗粒含量水平分布

从图 2 可以看出, 8~12H 区间, 0.2~0.44 mm 和 0.1~0.2 mm 颗粒含量高于其它样点, 而 0.07~0.1 mm 和 0.0385~0.07 mm 颗粒含量低于其它样点, 即在此区间, > 0.1 mm 颗粒含量增加, < 0.1 mm 颗粒含量减少, 土壤沙化程度较强, 即防护效应较差。13~17H 区间, 0.2~0.44 mm 和 0.1~0.2 mm 颗粒含量略高于 1~7H, 而 0.07~0.1 mm 和 0.0385~0.07 mm 颗粒含量略低于 1~7H, 因而此处风蚀强度强于 1~7H 而弱于 8~12H。

因此, 1~7H 防护效果最好, 13~17H 防护效果次之, 8~12H 防护效果最弱, A 防护下的农田存在约 4H 长度的防护减弱区。

2.2.2 农林复合措施防护效果聚类分析 根据聚类结果, 在保证采样点有序性的前提下, 将 B 防护

下的农田分成 3 个区: 1~8H, 9~11H 和 12~16H。同样的分析方法得出(见图 3、4): 1~8H 防护效果最好, 12~16H 防护效果次之, 9~11H 防护效果最弱, B 防护下的农田存在大约 2H 长的防护减弱区。

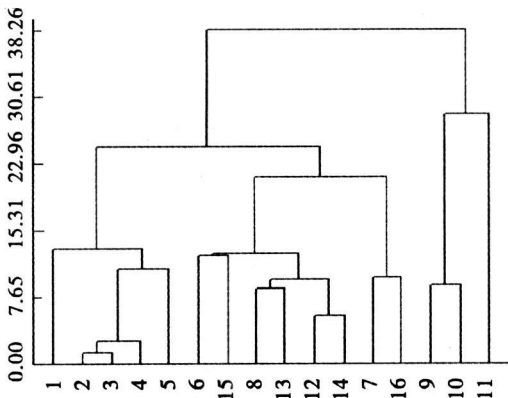


图 3 农林复合措施系统聚类图

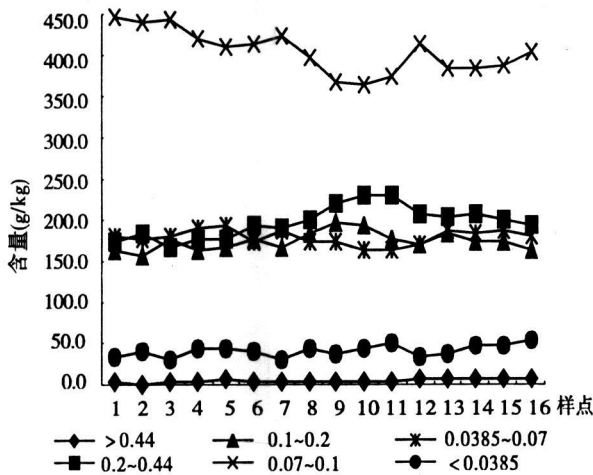


图 4 农林复合防护下农田 0~10cm 层土壤颗粒含量水平分布

2.2.3 林牧复合措施防护效果聚类分析 同样地, 林牧复合措施防护下的农田分为 1~5H, 6~13H 和 14~17H 三个区。

表 3 不同防护措施下农田土壤颗粒其变异度比较

变异系数(%)	0.2~0.44	0.1~0.2	0.07~0.1	0.0385~0.07
A	10	6	6	6
B	8	6	7	5
C	6	4	3	5

图 6 为林牧复合防护下, 农田 0~10 cm 表层土壤颗粒机械组成分布图, 1~17H 颗粒含量变化平稳, 没有出现类似于前面提到的 > 0.1 mm 颗粒含量明显增加, < 0.1 mm 颗粒含量明显减少的区域。从聚类的指标值来看, A 以 D_{pq} (最短距离) < 33.92 、B 以 D_{pq} (最短距离) < 30.61 进行聚类, 而 C 以 D_{pq} (最短距离) < 19.85 聚类; 从变异系(见表 3)也可知, C 各点颗粒组成差异很小。因而, C 防护下的农田未出现明显的防护减弱区。

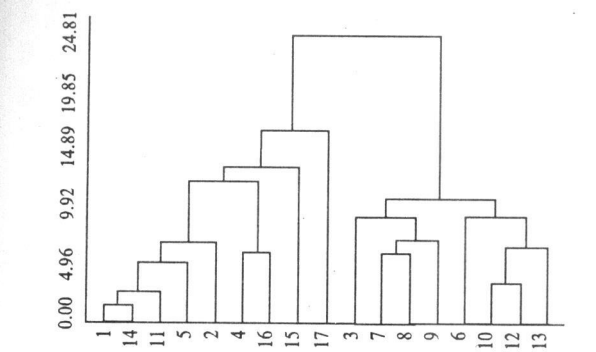


图5 林牧复合措施聚类谱系图

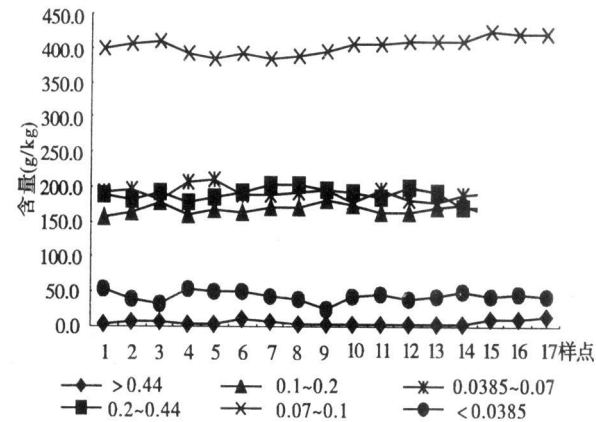


图6 林牧复合防护下农田 0~10 cm 层土壤颗粒含量水平分布图

2.3 防治风蚀效果的比较研究

2.3.1 对地表粗糙度的影响比较 粗糙度可以反映地表对风速减弱作用以及对风沙流的影响。一般取决于地形的起伏、植被及其组成。相同风速下,粗糙度越大风蚀强度越小。

防护措施	200cm 处风速	50cm 处风速	风速比	粗糙度
A	7.16	4.52	1.58	0.67
B	7.74	3.94	1.96	1.07
C	7.61	3.47	2.19	1.19

注: 风速值是测定 8 次后的平均风速值, 风速比为 8 次平均风速比。

由表 4 可以看出, A 农田粗糙度最小; B 防护下的农田次之, 是 A 的 1.6 倍; C 的粗糙度最大, 是 A 的 1.8 倍, B 的 1.1 倍; 这表明与 A 相比, C 和 B 可提高零风速出现的高度, 从而增强对近地面层气流的阻碍作用, 降低近地面风速, 减少起沙风速出现的次数, 从而减少地表风蚀。

2.3.2 对土壤风蚀量的影响比较 田间扬沙量的多少是评价土壤抗风蚀程度的重要指标之一, 可以反映不同防护措施防护的农田抗风蚀能力^[5]。

重复	A	B	降低率(%)	C	降低率(%)
1	30.40	11.60	-61.84	9.83	-67.66
2	27.00	13.80	-48.89	12.06	-55.33
3	34.50	22.50	-34.78	20.27	-41.25
平均	30.63	15.97	-47.88	14.05	-54.12

在相同的情况下, C 的土壤风蚀量最少, B 居中, A 最多(见表 5)。其中 B 的风蚀量分别比 A 的减少 61.84%、48.89%、34.78%, 平均降幅为 47.88%; C 比 A 的减少 67.66%、55.33%、41.25%, 平均降幅为 54.12%, 效果十分显著; C 与 B 相比则降幅较小, 分别为 15.26%、12.61%、9.91%, 平均降幅为 12.00%。可见, 与 A 相比, C 和 B 能够显著减少农田土壤风蚀量, 平均降幅为 50%左右; C 与 B 相比, 差异不显著, 平均降幅为 10%左右。

3 结论与讨论

通过对土壤机械组成、防护范围和防治风蚀效果的分析比较, 不难看出, 三种防护措施中, 林牧复合型的防护效果最好, 其次是农林复合型措施, 防护林效果最差。

防护效果产生差异的原因是: 防护林的防护效果有一定的周期性, 每年的 3~5 月树木枝叶稀疏, 而此时正值大风频发季节, 农田地表裸露, 覆盖度、粗糙度低, 同时翻耕使土壤表层变得疏松、容重降低, 使表层土壤团聚性变差, 所以防护效果最差; 农林复合措施由于将秸秆粉碎覆盖, 提高地表粗糙度, 在防护林降低风速的基础上进一步降低风速, 并且在防护林防护效果差的期间不至于将农田完全置于大风之中, 因此, 防护效果比防护林好, 但效果不如林牧复合措施, 因为, 林牧复合措施防护下的农田在大风季节(3~5 月)始终受到植被的保护, 使地表土壤受风力直接吹蚀的几率大为降低。当大风吹过时风能在地表被大大削弱, <0.1 mm 颗粒的起动和运移比在应用农林复合措施的农田中困难且地表覆盖物可有效拦截和吸附沙粒, 另外应用林牧复合措施的农田土壤由于整个风季不受翻耕影响, 团聚性较好, 且在土壤自然沉降作用下日趋紧实, 容重较大, 加上根系的固持作用, 表层土壤的抗蚀性较高, 最终表现出上述防护效果的差异。

参考文献:

[1] 哈斯. 坝上高原土壤不可蚀性颗粒与耕作方式对风蚀的影响[J]. 中国沙漠, 1994, 14(4): 92-97.

[2] 哈斯. 河北坝上地区光源土壤风蚀物垂直分布的初步研究[J]. 中国沙漠, 1997, 17(1): 9-14.

[3] 朱朝云, 丁国栋, 杨明远. 风沙物理学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.

[4] 路明. 防治沙尘暴和治理沙漠化土地的原理和方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2004.

[5] Saxton K, Chandler D, Steter J, et al. Wind erosion and fugitive dust fluxes on agricultural lands in the Pacific Northwest[J]. American Society of Agricultural Engineers, 2000, 43(3): 623-630.