

# 灌木固沙林改良土壤效益分析

周米京<sup>1</sup>, 高城雄<sup>1,2</sup>, 郝文功<sup>3</sup>, 高国雄<sup>1</sup>, 朱首军<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712000;

2. 韩城市薛峰水库管理处, 陕西 韩城 715400; 3. 榆林市林业局, 陕西 榆林 719000)

**摘要:** 对榆林沙区固沙灌木林地的土壤养分进行了测定。分析结果表明, 灌木固沙林具有明显的改良土壤的作用, 该区沙地防风固沙林地土壤有机质明显增加, 养分状况得到较大改善, 其中土壤有机质增加 2.2 ~ 20.6 倍, 全 N 增加 2~ 22 倍, 速效 P 增加 0.7 倍, 速效 K 增加 41%, 而土壤 pH 值变化不显著, 均呈微碱性。研究结果表明, 沙地土壤改良是一个非常缓慢的过程, 榆林沙地土壤养分总体仍呈现贫瘠状态。

**关键词:** 灌木固沙林; 土壤改良; 榆林沙地

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)01-0138-04

中图分类号: S714.6

## Benefits of Shrub Sand-fixation Forest for Soil Improvement

ZHOU Mi-jing<sup>1</sup>, GAO Cheng-xiong<sup>1,2</sup>, HAO Wen-gong<sup>3</sup>, GAO Guo-xiong<sup>1</sup>, ZHU Shou-jun<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling,

Shaanxi 712000, China; 2. Xuefeng Reservoir Administrative Office of Hancheng City,

Hancheng, Shaanxi 715400, China; 3. Forestry Bureau of Yulin City, Yulin, Shaanxi 719000, China)

**Abstract:** Soil nutrients of shrub sand-fixation forest in the Yulin sandy area were measured in this study. Results showed that shrub sand-fixation forest had a significant effect for soil improvement. Soil organic matter in windbreak and sand-fixation forest was increased obviously in the area and the soil nutrient status was improved considerably. Soil organic matter, total N, available P, and available K were increased by 2.2 to 20.6 times, 2 to 22 times, 0.7 times, and 41%, respectively. However, the pH of soil did not change significantly and presented an alkaline condition. The study indicates that soil improvement in sandy land is a very slow process and soil nutrients of Yulin sand land still present a lean soil condition as a whole.

**Keywords:** shrub sand-fixation forest; soil improvement; Yulin sandy land

绿色植物在生态系统中具有吸收、储存、传递能量和改善系统的全方位功能, 是生态系统中一个最重要、最活跃的因素。沙区人工防护林系的生态功能就是其利用、稳定和改善环境的系统功能值。功能的概念决不止是单向的概念, 而是既有正值, 也有负值, 并符合一般哲学规律, 在某一个阈值范围内, 其表现为正值, 但超出这个范围, 也可能产生一定的副作用。这也可能是干旱、半干旱沙区的特殊性, 需要深入探讨。因此, 生态功能指标可以从对有利和不利环境的改善给以确定。和任何其它事物一样, 毛乌素沙地的人工防风固沙植被也是具有两重性的, 固沙植被从建立的第一天起就开始从正反两方面作用于环境。人工植被在吸收、利用太阳能的基础上, 防风固沙同时作用于小气候和土壤的理化性质, 并在一定规模条件下可能引起气象因子的变化, 这会对促进沙地的植被演替, 改变沙地水分状况及其周围环境产生影响。

## 1 研究区概况

陕北榆林沙区位于东经 107°18'—110°38', 北纬 37°22'—39°27', 属于毛乌素沙漠南缘部分, 东濒黄河, 西连宁夏, 北邻内蒙古, 南接黄土高原, 包括榆阳、神木、府谷、定边、靖边、横山和佳县 7 个县(区) 长城沿线的 95 个乡镇, 30 个农林场, 101 万人口, 东西长为 420 km, 南北宽为 12~ 120 km, 总面积为 2.44 × 10<sup>4</sup> km<sup>2</sup>, 占全区总面积的 56.7%, 属荒漠草原—干草原—森林草原的过渡地带<sup>[1]</sup>。该区年平均气温 7℃~ 9℃, 极端最低温 -28℃~ -33℃, 无霜期 120~ 150 d, 生长期极短, 全年 10℃以上积温 3 200~ 3 400℃。年降水量 350~ 500 mm, 其中 60% 左右集中在 7—9 月, 且多暴雨, 是我国乃至世界的沙漠暴雨中心, 而冬春降水量仅占 14% 左右, 常有春旱, 年蒸发量 2 000 mm 以上, 约为年降水量的 4~ 5 倍; 地

表水和地下水资源都较为丰富。全年多大风,特别是冬春风沙危害严重,风速最大可达 9—10 级。土壤以风沙土为主。其土、水、热系统,相对优越,可以维持一定水平的农业生产,具有发展绿洲农业的自然优势,并使该地区成为沙漠治理后最容易产生效益的地区之一。

## 2 研究方法

(1) 土壤取样。采用土钻法取样,结合植被标准地调查进行,在标准地内采用蛇形取样法采集样品。每样点按 0—10 cm, 10—20 cm 分层次取样,用于测定土壤理化性质等。

(2) 室内分析方法。土壤机械组成采用筛分法和悬浮土粒法;土壤有机质采用重铬酸钾氧化法测定;土壤全氮测定采用半微量凯氏法测定;土壤速效磷测定用碳酸氢钠法;土壤 pH 值采用电位法测定;土壤全盐量测定采用质量法;土壤水分采用燃烧法快速称重进行测定<sup>[2-7]</sup>。

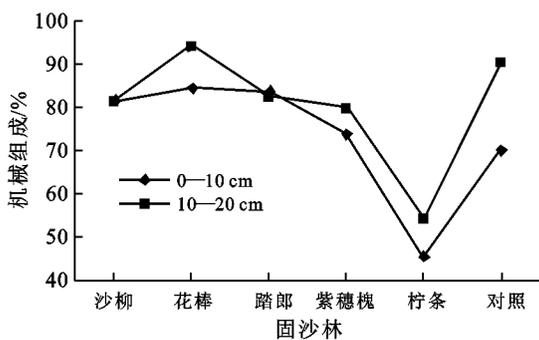


图 1 固沙林土壤机械组成(0.5~0.05 mm)

由图 1—2 可见, 0.5~0.05 mm 粒径颗粒含量流沙地高于林地, 而 < 0.05 mm 粒径颗粒含量则以林地高于流沙地, 这正是由于植被的防风固沙降尘作用的结果。由于植被阻止了风对土壤的风蚀作用, 同时截留了近地层气流携带的颗粒, 从而使沙地的土壤细粒增加, 改善了土壤结构。不同的植被, 由于其生物学特性的差异, 以及盖度的不同, 对土壤机械组成的影响也有一定差异。

由于沙地的成土过程因风蚀与堆积而很不稳定, 加之有机质积累少, 缺乏物理性黏粒, 所以成土作用微弱, 因而, 固沙林对沙地土壤颗粒组成的改善是一个非常缓慢的过程, 不会有短期效果。但是, 从测定结果看(图 3—4), 和流沙相比, 林地土壤黏粒含量还是有所提高, 这些物理性黏粒沉积在已分解和待分解的枯落物中, 形成一层结皮, 对固沙改土具有良好作用。林地土壤黏粒含量与枯落物量成显著正相关。

## 3 结果分析

在植物—土壤物质转化和循环过程中, 植物吸收土壤元素合成有机质, 同时植物又将其枯落物回归大地, 在微生物的作用下, 分解释放养分, 进入土壤。此外, 由于植物根系的物理化学作用, 使土壤中许多必要元素处于可利用状态, 土壤肥力逐步得到改善。

### 3.1 土壤机械组成

土壤颗粒组成及其结构直接影响着土壤液体、气体、固体的组成状况, 从而对土壤的渗透性、通气性以及保水保肥能力有直接的决定作用<sup>[8-9]</sup>。测定结果表明, 除柠条林地外, 其它林地沙粒(0.5~0.05 mm)含量均大于 70%, 按照“我国土壤颗粒组成及质地命名”, 属细沙土类(图 1—2), 其肥力特征是, 黏粒含量低, 胶粒贫乏, 吸收性差, 自然肥力低。从植被调查可知, 乔木树种在此类立地上生长不良, 多呈“小老树”状, 而只有在靠近地下水及沙丘背风坡基部立地上, 旱柳、杨树等乔木树种才能正常生长。

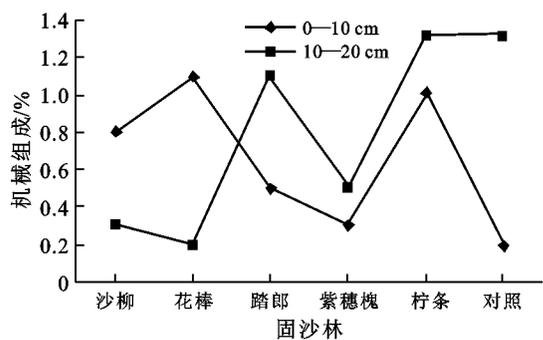


图 2 固沙林土壤机械组成(<0.05 mm)

### 3.2 土壤有机质测定

土壤有机质含量直接影响着土壤的保墒性、缓冲性、耕性、通气状况和土壤温度, 是土壤肥力的主要指标之一<sup>[7]</sup>。从图 5 可见, 沙地土壤有机质含量普遍很低, 一般不超过 1%。测定结果中, 土壤有机质最高者仅为 0.325%, 即使如此, 和流沙对照, 也有几倍甚至几十倍的增加, 其中沙柳、花棒、踏郎、紫穗槐、柠条林地分别是流沙地有机质含量的 9.33, 2.27, 3.40, 7.40, 20.60 倍。

### 3.3 土壤全氮测定

氮素是植物生命活动过程中必须的大量营养元素之一, 土壤及微团聚体中氮素的储量、存在形式及其调节释供的能力, 与植物生长量关系密切<sup>[9-10]</sup>。林地全氮应作为生态效益指标之一。由图 6 可见, 沙地土壤氮素含量是极低的, 测定结果均低于 0.02% (我国东北黑土的含量最高, 在 0.15~0.35 之间; 黄土高原和黄淮海平

原较低,在 0.03~ 0.099 之间)。但林地与流沙地相比,土壤全氮则要高几倍到几十倍,其中沙柳、花棒、踏郎、紫穗槐、柠条林地分别是流沙的 3, 13, 2, 12, 22 倍。

### 3.4 土壤速效磷测定

植物生长必须的磷,几乎全部由土壤供给,而磷在土壤中的移动性和挥发性小,土壤中的磷大部分是以迟效性状态存在,而只有速效磷的供应和存在状态才是土壤磷素供应能力的表征<sup>[11]</sup>。测定表明,防风固沙林地土壤速效磷的含量也是相当低的(低于土壤有效磷低含量类指标 0.5 mg/100 g 土)。而防风固沙林对土壤速效磷的改善并不显著。从图 7 中可见,土壤养分状况和植物种枯落物成分具有一致性,豆科植物使土壤全氮增加是沙柳的 4~ 7 倍,而沙柳使土壤速效磷的增加又是其它植物的 1~ 8 倍。沙柳、花

棒、踏郎、紫穗槐、柠条林地比流沙地增加 1.6, 0.2, 1.3, 0.4, 0 倍。

### 3.5 土壤速效钾与酸碱度

由图 8 可见榆林沙地土壤中钾素含量是比较高的,林地钾素平均含量可达 90.45 mg/kg,即使流沙地钾素含量也可以达到 64.13 mg/kg。测定结果表明,沙柳、花棒、踏郎、紫穗槐、柠条林地土壤速效钾含量分别比流沙地增加 89.16%, 31.91%, 44.56%, 9.90%, 29.68%。而 pH 值均在 8.5 左右,相差不超过 0.5,为偏碱性,且林地与流沙差别不大,基本接近。这是由于该区的土壤成土母质和干旱的气候所决定的,尽管植被可以通过枯枝落叶改变土壤结构和肥力,调节土壤酸碱度,但由于沙地植被和环境的特点,这种作用是微弱的。

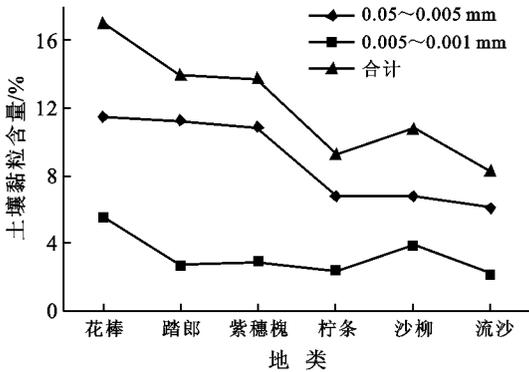


图 3 土壤黏粒含量测定

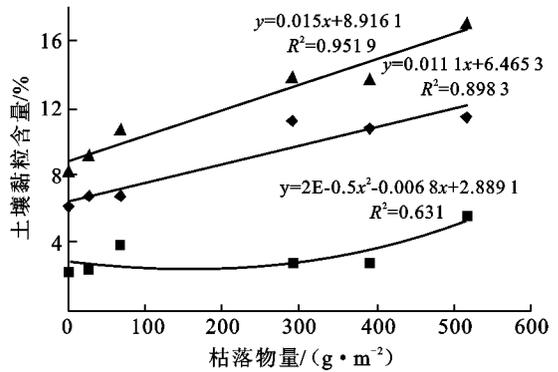


图 4 黏粒含量与林地枯落物量的关系

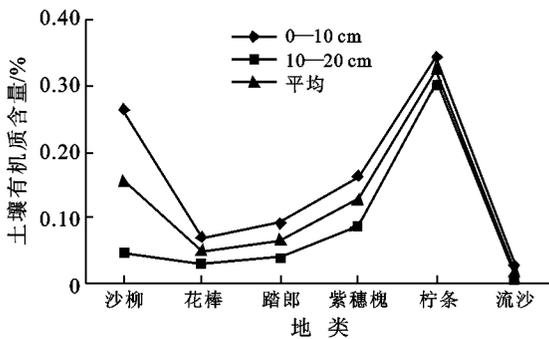


图 5 土壤有机质含量测定

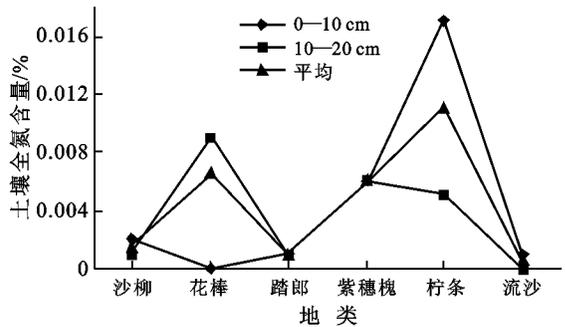


图 6 土壤全氮含量测定

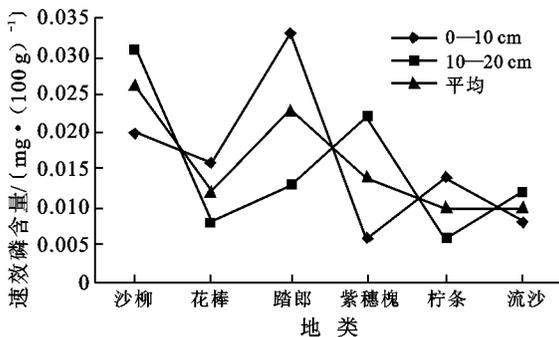


图 7 土壤速效磷测定

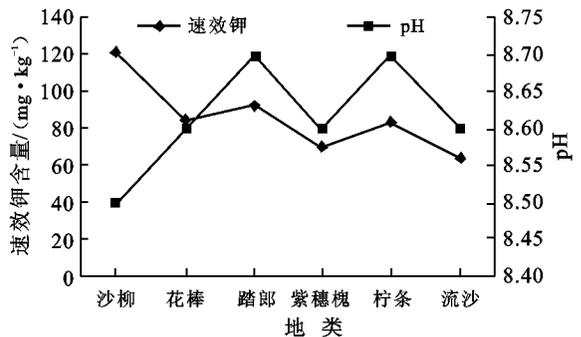


图 8 土壤速效钾和 pH 值测定

## 4 结论

由于林木的生物、物理和化学作用, 防风固沙林对沙地的土壤具有改良作用。陕北沙地防风固沙林地内土壤有机质明显增加, 养分状况得到较大改善, 均比对照提高数倍至数十倍, 其中土壤有机质增加 2.2~ 20.6 倍、全 N 增加 2~ 22 倍、速效 P 增加 0.7 倍、速效 K 增加 41%, 而土壤 pH 值变化不显著, 均呈微碱性。同时, 沙地土壤改良是一个非常缓慢的过程, 土壤养分总体仍很贫瘠。

### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 陕西师范大学地理系. 陕西省榆林地区地理志[ M ]. 西安: 陕西省人民出版社, 1987.
- [ 2 ] 中国科学院南京土壤研究所. 中国土壤[ M ]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [ 3 ] 北京农业大学, 西北农学院. 定量分析[ M ]. 上海: 上海

科学技术出版社, 1978.

- [ 4 ] 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.
- [ 5 ] 北京林业大学. 土壤学[ M ]. 北京: 中国林业出版社, 1982.
- [ 6 ] 严昶升. 土壤肥力研究方法[ M ]. 北京: 农业出版社, 1987.
- [ 7 ] 文启孝. 土壤有机质研究方法[ M ]. 北京: 农业出版社, 1984.
- [ 8 ] 段争虎, 刘发民. 黄淮海平原豫北土地风沙化对土壤肥力的影响[J]. 中国沙漠, 2000, 20(增刊): 176-178.
- [ 9 ] 安国英, 牛三义, 陈玉娥. 土壤有机质全氮与机械组成之间关系的探讨[J]. 河北林业科技, 1993(3): 46-48.
- [ 10 ] 周心澄, 李广毅, 薛智德, 等. 毛乌素沙地生态经济型防护林体系效益研究[J]. 水土保持研究, 1995, 2(2): 46-47.
- [ 11 ] 郑顺安, 常庆瑞. 黄土高原不同类型人工林对土壤肥力的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(2): 119-124.

(上接第 137 页)

## 3 结论

(1) 不同改良剂改良土壤条件下, 土壤水分特征是不同的。但都符合土壤含水量与土壤吸力之间的关系式:  $\theta = aS^b$ 。

(2) 改良剂在浓度 0.05% ~ 0.4%, 同一改良剂处理下土壤  $a$  值随改良剂浓度的增加而增大。即土壤改良剂浓度越大, 对土壤的持水性改良效果越好。

(3) 在同一浓度下, 不同改良剂在培养 3 周和 2 个月时, 供试黄绵土  $a$  值的大小为 PAM > 沃特保水剂 >  $\beta$ -环糊精 > 腐殖酸; 在培养 4 个月时, 浓度 < 0.2% 时,  $a$  值的大小变化规律为: PAM > 沃特保水剂 >  $\beta$ -环糊精 > 腐殖酸; 浓度在 0.2% ~ 0.4% 时,  $a$  值的大小变化规律为: PAM > 沃特保水剂 > 腐殖酸 >  $\beta$ -环糊精。故在 PAM、沃特保水剂、 $\beta$ -环糊精、腐殖酸这 4 种土壤改良剂中, PAM 对黄绵土的持水性改良效果最佳。

### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 朱显谟. 抢救“土壤水库”实为黄土高原生态环境综合治理与可持续发展的关键[J]. 水土保持学报, 2000, 14(1): 1-6.
- [ 2 ] 龙明杰, 曾繁森. 高聚物土壤改良剂的研究进展[J]. 土壤通报, 2000, 31(5): 199-206.

- [ 3 ] 龙明杰, 张宏伟, 曾繁森, 等. 聚合物在水土保持中的应用[J]. 水土保持通报, 2000, 20(3): 5-9.
- [ 4 ] 吴淑芳, 吴普特. 化学物质对提高雨水利用率的应用研究进展[J]. 水土保持研究, 2002, 9(2): 146-149.
- [ 5 ] 吴淑芳, 吴普特, 冯浩, 等. 高分子聚合物防治坡地土壤侵蚀模拟试验研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 19-22.
- [ 6 ] Liu S, Bliss N, Sundquist E, et al. Modeling carbon dynamics in vegetation and soil under the impact of soil erosion and deposition[J]. Global Biogeochemistry Cycles, 2003, 17(2): 1074-1078.
- [ 7 ] Kristian A J, Bjornberg D L, Sojka R D E. Sprinkler irrigation runoff and erosion control with polyacrylamide-Laboratory tests[J]. Soil Sci. Soc. Am. J, 1998, (6): 681-687.
- [ 8 ] 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区土壤资源及其合理利用[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.
- [ 9 ] 华孟, 王坚. 土壤物理学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993.
- [ 10 ] 史竹叶, 赵世伟. 黄土高原土壤持水曲线的计算方法[J]. 西北农业学报, 1999, 8(6): 44-47.
- [ 11 ] 雷制栋, 杨诗秀, 谢森传. 土壤水动力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1988: 19-24.
- [ 12 ] 袁建平, 张素丽, 张春燕, 等. 黄土丘陵区小流域土壤稳定入渗速率空间变异[J]. 土壤学报, 2001, 38(4): 579-583.