

# 河西走廊沙生灌木林对风沙土理化性质的影响

张春梅<sup>1</sup>, 秦嘉海<sup>1</sup>, 金自学<sup>2</sup>

(1. 河西学院 农业与生物技术学院, 甘肃 张掖 734000; 2. 浙江绍兴文理学院 生物科学系, 浙江 绍兴 312000)

**摘 要:** 在河西走廊的风沙土区域, 研究了梭梭、沙拐枣、花棒 3 种沙生灌木林对风沙土理化性质的影响。结果表明, 不同沙生灌木林的风沙土孔隙度、团粒结构、蓄水量、有机质、碱效 N、速效 P、速效 K、土壤阳离子交换量(CEC)、枯落物积累厚度、枯落物积累干质量、持水量、最大持水率由大到小的变化顺序为: 梭梭 > 沙拐枣 > 花棒 > 沙滩(CK); 风沙土容重、pH 值、CaCO<sub>3</sub>、全盐由大到小的变化顺序为: 沙滩(CK) > 花棒 > 沙拐枣 > 梭梭。梭梭灌木林密度较大, 枯落物积累量亦大, 对风沙土水土保持和涵养水源有重要作用。

**关键词:** 沙生灌木林; 风沙土; 理化性质

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)02-0049-04

中图分类号: S157.2

## Effects of Psammophilic Shrubs on Physical and Chemical Properties of Aeolian Sandy Soil in Hexi Corridor

ZHANG Chun-mei<sup>1</sup>, QIN Jia-hai<sup>1</sup>, JIN Zi-xue<sup>2</sup>

(1. College of Agriculture and Biology Technology, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000, China;

2. Department of Biology Sciences, Shaoxing University, Shaoxing, Zhejiang 312000, China)

**Abstract:** The influences of different psammophilic shrubs on the physical and chemical properties of aeolian sandy soil were studied in the Hexi Corridor. The results showed that total porosity, aggregate structure, storage capacity, soil organic matter, total N, available P, rapidly available K and CEC, layer thickness, litter accumulation of dry matter, water storage, and maximum water holding capacity of different forest shrub could be ranked in a descending order as *Haloxylon ammodendron* forest shrub > *Mongolion calligonum* herb with fruit > *Hedysarum scoparium* Frisch > bare sand (the control). In addition, bulk density, pH value, CaCO<sub>3</sub> and total salt of the soils could be ranked as bare sand (the control) > *Hedysarum scoparium* Frisch > *Mongolion calligonum* herb with fruit > *Haloxylon ammodendron* forest shrub. In short, the *Haloxylon ammodendron* forest shrub could contribute greatly to soil and water conservation because of its high shrub density and fast accumulation rate of litters.

**Keywords:** psammophilic shrubs; aeolian sandy soil; physical and chemical properties

甘肃省河西走廊分布着  $8.50 \times 10^5 \text{ hm}^2$  的风沙土, 地表生长着沙生灌木, 保水肥能力弱, 有机质和速效养分含量低, 是该区的低产土壤<sup>[1-3]</sup>, 有关风沙土的研究前人做了大量的工作, 董光荣等<sup>[4-7]</sup>进行了阻沙、固沙效益研究; 胡宏飞等<sup>[8-15]</sup>对风沙土土壤性质、沙地改良技术进行了研究; 王新平等<sup>[16-23]</sup>研究了固沙区降水、沙地土壤养分、微生物数量等方面。但有关沙生灌木林对河西走廊风沙土理化性质的影响未见文献报道, 本研究以甘肃河西走廊风沙土的沙生灌木梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)、花棒(*Hedysarum scoparium*)为材

料, 旨在探索不同沙生灌木林与风沙土理化性质的变化关系, 为河西走廊风沙土治理提供理论依据。

## 1 研究区概况与研究方法

### 1.1 研究区概况

研究区位于甘肃省张掖市甘州区西城驿林场, 地理位置位于东经  $100^{\circ}28'$ , 北纬  $38^{\circ}56'$ , 坡向为东南方向, 坡度为  $12^{\circ}$ , 海拔高度 1 480 m, 年均降水量 116.25 mm, 年均蒸发量 2 200 mm, 无霜期 150~160 d, 年均温  $7.85^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温  $3\,582.9^{\circ}\text{C}$ , 年日照时数达 3 260 h。干燥度  $\geq 3.50$ , 最大风速达 18 m/s,

收稿日期: 2012-04-08

修回日期: 2012-05-24

资助项目: 国家自然科学基金重点项目子课题“黑河流域生态恢复问题的研究”(40235053)

作者简介: 张春梅(1978—), 女(汉族), 甘肃省酒泉市人, 博士, 副教授, 主要从事植物营养生理研究。E-mail: zazcm197828@163.com。

成土岩石为砂岩和砾岩,成土母质为风积物,土壤类型为半固定风沙土,耕层 0—20cm 土层有机质含量为 3.61 g/kg,碱解 N 含量 17.85 mg/kg,速效 P 含量 3.71 mg/kg,速效 K 含量 32.48 mg/kg,全盐含量 5.64 g/kg,pH 值为 8.51,CEC 为 3.46 cmol/kg,质地为沙质土,土层厚度 112.68 cm,主要代表植物有:梭梭,沙拐枣,花棒,泡泡刺(*Nitraria sphaerocarpa*),刺叶柄棘豆(*Oxytropis aciphylla*),唐古拉白刺(*Nitraria tangutorum*),黑柴(*Sympegma regelii*),膜果麻黄(*Ephedra przewalskii*),骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*),红沙(*Reaumuria soongarica*),沙生针茅(*Stipa glareose*),黑柴(*Sympegma regelii* Bunge),紫莞木(*Asterothamnus centraliasiticus*),琵琶柴(*Reaumuria*

*soongarica*),木本猪毛菜(*Salsola arbuscula* Pall)。

1.2 研究方法

1.2.1 样品采集 2011 年 9 月 16 日,选择自然生长状态下的梭梭、沙拐枣、花棒和沙滩(CK)为 4 个标准样品采集区(18 m×18 m),对标准样品采集区进行每木检尺,测定林木密度、高度、树径、树冠(表 1)。在 4 个标准样品采集区内挖掘土壤剖面,每个标准样品采集区挖掘 3 个土壤剖面点,采集 0—40 cm 土样 3 kg,用四分法带回 1 kg 混合土样室内风干化验分析(土壤容重、团粒结构用环刀取原状土)。在 4 个标准样品采集区对角线交点及四角处设面积为 50 cm×50 cm 的枯落物调查样方 3 个,收集枯落物供最大持水率测定用。

表 1 试验样区基本情况

灌木种类	坡度	坡向	树龄/a	林木密度/ (株·hm <sup>-2</sup> )	树径/ cm	树冠/ m	代表植物
梭梭	12	东南	25	2 665	4.63	2.43	梭梭,泡泡刺,骆驼刺,红沙,沙生针茅。
沙拐枣	12	东南	25	2 459	2.26	0.97	沙拐枣,刺叶柄棘豆,骆驼刺,红沙。
花棒	12	东南	25	2 223	1.86	0.64	花棒,唐古拉白刺,黑柴,沙生针茅。
沙滩(CK)	12	东南					沙生针茅

1.2.2 测定项目与方法 土壤容重采用环刀法;土壤孔隙度采用计算法;土壤自然含水量采用烘干法; >0.25 mm 团聚体采用干筛法;有机质含量采用 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 法;碱解氮采用扩散法;速效磷采用 NaHCO<sub>3</sub> 浸提—钼锑抗比色法;速效钾采用火焰光度计法;阳离子交换量(CEC)采用 NH<sub>4</sub>OAc—NH<sub>4</sub>Cl 法;全盐采用电导法(水:土=5:1);pH 值采用酸度计法(5:1 水土比浸提);CaCO<sub>3</sub> 采用气量法;饱和蓄水量按公式(面积×总孔隙度×土层深度)求得;毛管蓄水量按公式(面积×毛管孔隙度×土层深度)求得;非毛管蓄水量按公式(面积×非毛管孔隙度×土层深度)求得。

1.2.3 数据统计方法 试验数据采用 DPS V13.0 软件分析,差异显著性采用多重比较,LSR 检验。

2 结果与分析

2.1 不同沙生灌木林对风沙土物理性质的影响

2.1.1 对风沙土孔隙度和容重的影响 据表 2 资料可以看出,不同沙生灌木林风沙土孔隙度变化顺序为:梭梭>沙拐枣>花棒>沙滩(CK),总孔隙度最大的为梭梭灌木林,平均值为 45.28%,与沙拐枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别增大了 12.16%,22.44%,27.65%。毛管孔隙度最大的为梭梭灌木林,平均值为 19.02%,与沙拐枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别增

大了 14.65%,35.57%,41.52%。非毛管孔隙度最大的为梭梭灌木林,平均值为 26.26%,与沙拐枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别增大了 10.43%,14.42%,19.20%。风沙土容重变化顺序为:梭梭<沙拐枣<花棒<沙滩(CK),梭梭灌木林风沙土容重平均值为 1.45 g/cm<sup>3</sup>,与沙拐枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别降低了 0.13,0.22,0.26 g/cm<sup>3</sup>。究其原因这是由于梭梭灌木林密度大,根系发达,侧根较多,土壤疏松,因而增大了孔隙度,降低了容重(表 2)。

表 2 不同沙生灌木林对风沙土孔隙度、容重和团聚体的影响

灌木种类	土壤容重/ (g·cm <sup>-3</sup> )	总孔隙度/%	毛管孔隙度/%	非毛管孔隙度/%	>0.25 mm 团聚体/%
梭梭	1.45 <sup>dD</sup>	45.28 <sup>aA</sup>	19.02 <sup>aA</sup>	26.26 <sup>aA</sup>	10.76 <sup>aA</sup>
沙拐枣	1.58 <sup>cC</sup>	40.37 <sup>bB</sup>	16.59 <sup>bB</sup>	23.78 <sup>bB</sup>	9.58 <sup>bA</sup>
花棒	1.67 <sup>bB</sup>	36.98 <sup>cC</sup>	14.03 <sup>cC</sup>	22.95 <sup>bcBC</sup>	8.82 <sup>cA</sup>
沙滩	1.71 <sup>aA</sup>	35.47 <sup>dCD</sup>	13.44 <sup>dCD</sup>	22.03 <sup>cdCD</sup>	6.43 <sup>dA</sup>

注:同列数据大写字母不同表示 LSR 0.01 差异显著水平,小写字母不同表示 LSR 0.05 差异显著水平。下同。

2.1.2 对风沙土团聚体的影响 据表 2 可以看出,团聚体变化顺序为:梭梭>沙拐枣>花棒>沙滩(CK)。梭梭灌木林团聚体平均值为 10.76%,与沙拐枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别增加了 12.32,21.99,67.34%。其原因是由于梭梭林木密度和树冠较大,

地上部分枯落物归还到风沙土中,在土壤微生物的作用下合成了土壤腐殖质,腐殖质中的酚羟基、羧基、甲氧基、羰基、羟基、醌基等功能团解离后带负电荷,吸附了风沙土中的  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  形成胶结物质,有利于风沙土团聚体的构成。处理间的差异显著性,经 LSR 检验达到显著和极显著水平(表 2)。

2.1.3 对风沙土自然含水量和蓄水量的影响 据表 3 可以看出,不同沙生灌木林蓄水量变化顺序为:梭梭>沙拐枣>花棒>沙滩(CK),梭梭灌木林自然含水量、饱和蓄水量、毛管蓄水量、非毛管蓄水量分别为:131.25 g/kg,1 811.20 t/hm<sup>2</sup>,760.80 t/hm<sup>2</sup> 和

1 050.40 t/hm<sup>2</sup>;与沙拐枣比较分别增加了 26.19 g/kg,196.64 t/hm<sup>2</sup>,97.20 t/hm<sup>2</sup> 和 99.20 t/hm<sup>2</sup>;与花棒比较分别增加了 46.43 g/kg,332.00 t/hm<sup>2</sup>,199.60 t/hm<sup>2</sup>,132.40 t/hm<sup>2</sup>;与沙滩(CK)比较分别增加了 53.39 g/kg,392.40 t/hm<sup>2</sup>,223.20 t/hm<sup>2</sup>,169.20 t/hm<sup>2</sup>。究其原因,一是梭梭灌木林覆盖度大,有效地抑制了风沙土水分蒸发,提高了风沙土的蓄水功能;二是梭梭灌木林有机质含量较高,有机质合成了土壤腐殖质,腐殖质的吸水率较大,因而提高了风沙土的保水性能。处理间的差异显著性,经 LSR 检验达到显著和极显著水平(表 3)。

表 3 不同种类沙生灌木林对风沙土自然含水量和蓄水量的影响

灌木种类	自然含水量/(g·kg <sup>-1</sup> )	饱和蓄水量/(t·hm <sup>-2</sup> )	毛管蓄水量/(t·hm <sup>-2</sup> )	非毛管蓄水量/(t·hm <sup>-2</sup> )
梭梭	131.25 <sup>aA</sup>	1 811.20 <sup>aA</sup>	760.80 <sup>aA</sup>	1 050.40 <sup>aA</sup>
沙拐枣	105.06 <sup>bB</sup>	1 614.80 <sup>bB</sup>	663.60 <sup>bB</sup>	951.20 <sup>bB</sup>
花棒	84.82 <sup>cC</sup>	1 479.20 <sup>cC</sup>	561.20 <sup>cC</sup>	918.00 <sup>cC</sup>
沙滩	77.86 <sup>dD</sup>	1 418.80 <sup>cdCD</sup>	537.60 <sup>cdCD</sup>	881.20 <sup>dD</sup>

2.2 不同沙生灌木林对风沙土化学性质的影响

2.2.1 对风沙土有机质和速效 N,P,K 养分的影响

据表 4 可以看出,不同沙生灌木林风沙土有机质变化顺序是为:梭梭>沙拐枣>花棒>沙滩(CK)。梭梭灌木林有机质含量为 8.20 g/kg,与沙拐枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别增加了 1.24,1.55,2.27 倍。碱效 N、速效 P、速效 K 含量变化顺序为:梭梭>沙拐枣>花棒>沙滩(CK)。梭梭灌木林碱效 N 平均值为 34.08 mg/kg,与沙拐枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别增加了 1.24,1.36,1.90 倍;速效 P 平均值为 6.34 mg/kg,与沙拐枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别增加了 1.08,1.25,2.03 倍;梭梭速效 K 平均值为 82.09 mg/kg,与沙拐枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别增加了 1.14,1.20,2.53 倍。原因是由于梭梭灌木林密度

大,地上部分枯落物凋谢后进入风沙土,增加了风沙土有机质和速效 NPK,处理间的差异显著性,经 LSR 检验达到显著和极显著水平。

2.2.2 对风沙 CEC 和 pH 值的影响 据表 4 可以看出,不同沙生灌木林 CEC 变化顺序为:梭梭>沙拐枣>花棒>沙滩(CK)CEC 最大的是梭梭灌木林,平均值为 8.81 cmol/kg,与沙拐枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别增加了 1.11,1.42 和 2.54 倍,原因是由于梭梭灌木林有机质含量较高,有机质是一种有机胶体,有机胶体的保肥性能较大,因而提高了风沙土的阳离子交换量。不同沙生灌木林风沙土 pH 值变化顺序为:梭梭<沙拐枣<花棒<沙滩(CK),风沙土 pH 值最小的是梭梭灌木林,平均值为 8.22,与沙拐枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别降低了 0.14,0.20,0.29。

表 4 不同种类沙生灌木林对风沙土化学性质的影响

灌木种类	有机质/(g·kg <sup>-1</sup> )	碱效 N/(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效 P/(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效 K/(mg·kg <sup>-1</sup> )	CEC/(cmol·kg <sup>-1</sup> )	pH 值	CaCO <sub>3</sub> /(g·kg <sup>-1</sup> )	全盐/(g·kg <sup>-1</sup> )
梭梭	8.20 <sup>aA</sup>	34.08 <sup>aA</sup>	6.34 <sup>aA</sup>	82.09 <sup>aA</sup>	8.81 <sup>aA</sup>	8.22 <sup>dA</sup>	138.48 <sup>dD</sup>	3.87 <sup>dD</sup>
沙拐枣	6.61 <sup>bB</sup>	27.41 <sup>bB</sup>	5.89 <sup>bAB</sup>	71.78 <sup>bB</sup>	7.93 <sup>bA</sup>	8.36 <sup>cA</sup>	157.38 <sup>cC</sup>	4.56 <sup>cC</sup>
花棒	5.29 <sup>cC</sup>	25.07 <sup>cBC</sup>	5.06 <sup>bcC</sup>	68.59 <sup>cC</sup>	6.21 <sup>cA</sup>	8.42 <sup>bA</sup>	178.85 <sup>bB</sup>	5.35 <sup>abAB</sup>
沙滩	3.61 <sup>dD</sup>	17.85 <sup>dD</sup>	3.12 <sup>dD</sup>	32.48 <sup>dD</sup>	3.46 <sup>dB</sup>	8.51 <sup>aA</sup>	195.63 <sup>aA</sup>	5.64 <sup>aA</sup>

2.2.3 对风沙 CaCO<sub>3</sub> 和全盐的影响 据表 4 可以看出,不同沙生灌木林风沙土 CaCO<sub>3</sub> 变化顺序为:梭梭<沙拐枣<花棒<沙滩(CK),风沙土 CaCO<sub>3</sub> 最小的是梭梭灌木林,平均值为 138.48 g/kg,与沙拐枣、

花棒、沙滩(CK)比较,分别降低 18.90,40.37 和 58.15 g/kg。不同沙生灌木林风沙土全盐变化顺序为:梭梭<沙拐枣<花棒<沙滩(CK),风沙土全盐最小的是梭梭灌木林,平均值为 3.87 g/kg,与沙拐

枣、花棒、沙滩(CK)比较,分别降低 0.69, 1.48 和 1.77 g/kg。原因是梭梭灌木林密度和覆盖度较大,有效地降低了土壤水分蒸发,抑制了土壤返盐,因而降低了土壤的 pH 值和盐分含量。处理间的差异显著性,经 LSR 检验达到显著和极显著水平。

### 3 结 论

不同沙生灌木林风沙土孔隙度、团粒结构、蓄水量、有机质、碱效 N、速效 P、速效 K、土壤 CEC 变化顺序表现为:梭梭>沙拐枣>花棒>沙滩(CK);风沙土容重、pH 值、CaCO<sub>3</sub>、全盐变化顺序为:沙滩(CK)>花棒>沙拐枣>梭梭。梭梭灌木林密度较大,对风沙土水土保持、涵养水源具有重要的作用。

#### [参 考 文 献]

- [1] 金自学,张芬琴.河西走廊水资源变化对环境生态的影响[J].水土保持学报,2003,17(3):37-40.
- [2] 秦嘉海,吕彪.河西土壤与合理施肥[M].甘肃兰州:兰州大学出版社,2001:103-105.
- [3] 中国科学院兰州沙漠研究所河西考察队.甘肃省河西地区水土资源的合理开发利用[M].北京:科学出版社,1998:2-8.
- [4] 董光荣,邹桂香,李长治,等.巴盟河套西部防沙林带防风阻沙效益的初步观测[J].中国沙漠,1983,3(1):9-19.
- [5] 李进.人工樟子松:差不嘎蒿植物及其固沙作用[J].生态学杂志,1992,11(3):17-21.
- [6] 姜凤岐,曾德慧,朱教君.固沙林的经营基础与技术[J].中国沙漠,1997,17(3):250-254.
- [7] 孟丽静.坝缘典型区域京津风沙源综合治理研究[J].水土保持研究,2007,14(2):67-68.
- [8] 胡宏飞.引水拉沙造田及土壤改良利用技术[J].中国水土保持,2003(9):31-32.
- [9] 冯起.半湿润地区改良风沙土壤性质研究[J].水土保持通报,1998,18(4):1-6.
- [10] 高国雄,李广毅,高宝山,等.煤矸石障蔽对沙地土壤的改良作用研究[J].水土保持学报,2001,15(1):102-104.
- [11] 陈伏生,王桂荣,张春兴,等.施用泥炭对风沙土改良及蔬菜生长的影响[J].生态学杂志,2003,22(4):16-19.
- [12] 王志,王蕾,刘连友,等.毛乌素沙地沙丘干沙层水分特征初步研究[J].干旱区研究,2006,23(1):89-92.
- [13] 王新平,李新荣,张景光.沙坡头人工植被固沙区天然降水的入渗和分配研究[J].中国沙漠,2002,22(6):534-540.
- [14] 郭柯,董学军,刘志茂.毛乌素沙地沙丘土壤含水量特点:兼论老固定沙地上油蒿衰退原因[J].植物生态学报,2000,24(3):275-279.
- [15] 黄冈,迟祖望,杨晓梅.固体废弃物配施改良沙漠土的可行性研究[J].矿物岩石地球化学通报,2008,27(1):63-68.
- [16] 赵哈林,苏永中,张华,等.灌丛对流动沙地土壤特性和草本植物的影响[J].中国沙漠,2007,27(3):385-389.
- [17] 张淑花,周利军,张雪萍,等.黑龙江省西部沙地土壤动物群落特性分析[J].绥化学院学报,2008,28(1):4-6.
- [18] 王晓缝,李志忠,武胜利,等.荒漠化绿洲过渡带灌丛沙堆土壤养分研究进展[J].安徽农业科学,2008,36(5):1949-1951.
- [19] 王涛.近 50 年来中国北方地区沙漠化的发展与防治战略及途径[J].云南师范大学学报,2008,40(3):23-30.
- [20] 姜玉林.辽宁西北地区沙化成因及防治对策[J].杂粮作物,2008,28(2):123-124.
- [21] 王彦武,廖超英,徐恒,等.毛乌素沙地固沙林土壤物理性状研究[J].西北林学院学报,2008,23(3):36-39.
- [22] 王灵智,高建平.内蒙古地区防治沙三种造林模式[J].内蒙古林业,2008(1):25-26.
- [23] 徐恒,廖超英,王彦武,等.榆林沙区人工固沙林土壤养分、微生物数量和酶活性研究[J].西北林学院学报,2008,23(3):12-15.