

毛乌素沙地固沙林土壤物理性状研究

王彦武, 廖超英*, 徐 恒

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:采用野外典型抽样调查和室内分析测定的方法,研究了毛乌素沙地几种不同固沙林对土壤物理性状的影响。结果表明:不同树种对土壤物理性质的改良作用存在明显差异,在 0~5 cm 土层,花棒林对土壤含水量影响最大,20 a 生樟子松林对土壤容重、孔隙度影响最大;在 5~20 cm 土层,沙棘林对土壤含水量影响最大,花棒林对土壤容重、孔隙度影响最大;同一固沙林地,0~5 cm 土层的土壤物理性状明显优于 5~20 cm 土层,且随林分年龄的增长,固沙林对林地土壤物理性状的影响愈显著。

关键词:毛乌素沙地;固沙林;土壤物理性状

中图分类号:S714.2

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2008)03-0036-04

Soil Physical Properties of Sand-fixing Forests in Maowusu Sandland

WANG Yan-wu, LIAO Chao-ying, XU Heng

(College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: With the method of representative field sampling investigation and laboratory analysis, the study on the effects of different sand-fixing forests on soil physical properties in Maowusu sandland was carried out. The results showed that the improvement effects of different tree species on soil physical properties were different. In 0~5 cm soils layer, *Hedysarum scoparium* forest had the greatest impact on the soil moisture, 20 years *Pinus sylvestris* var. *mongolica* forest had the greatest impact on the soil bulk density and soil porosity; In 5~20 cm soils layer, *Hippophae rhamnoides* forest exhibited the greatest impact on the soil moisture, *Hedysarum scoparium* forest had the greatest impact on the soil bulk density and soil porosity; The soil physical properties of 0~5 cm soil layer were better than those of 5~20 cm soil layer obviously in shrubbery. With the forest stand age, the effects of sand-fixing forests on soil physical properties were remarkable.

Key words: Maowusu sandland; sand-fixing forest; soil physical properties

固沙林是防护林体系的重要组成部分,发挥着重要的生态、经济和社会效益。目前,土地沙化面积正在不断扩展,如何有效的配置固沙林,成为防治土地沙化的关键。许多学者^[1-13]研究了植被对土壤物理性质的影响,表明不同植被改良土壤的作用不同。这些研究着重农牧业土壤的变化规律,而对人工固沙林土壤的质量演变尤其是不同发育阶段人工固沙林土壤质量演变规律的报道很少。研究毛乌素沙地榆林沙区人工固沙林土壤物理性质的变化特征,可

为该地区沙地造林树种的选择及植被恢复提供理论依据。

1 研究地概况

研究地设在毛乌素沙地榆林沙区的红石峡珍稀沙生植物保护基地,该区地处毛乌素沙地南缘,位于 109°12'E, 38°16'N, 海拔 1 100 m, 总面积 178.3 hm², 属暖温带干旱半干旱大陆性季风气候。年平均气温 10.0 ℃, 全年无霜期 150 d 左右, 年日照时

收稿日期:2007-10-25 修回日期:2007-12-24

基金项目:国家自然科学基金项目(40171061)

作者简介:王彦武(1982),男,甘肃会宁人,硕士研究生,主要从事水土保持与荒漠化防治研究。

* 通讯作者:廖超英(1959-),男,教授,博士生导师,主要从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail:chaoying95@163.com。

数 2 900 h;年降水量 400 mm 左右,主要集中在 7—9 月,占全年降水量的 70%;最大日降水量 141.7 mm,占年降水量的 34.1%,年蒸发量是年降水量的 5 倍以上^[14 15]。土壤以风沙土为主,气候特点是春季干旱,日照充足;夏季高温,降水集中;秋季阴雨,降温迅速;冬季严寒,风沙大。植被从森林草原地带逐渐向典型干草原地带、荒漠草原地带过渡,其地带性植被主要是与沙基质相联系的各种灌木为主的植物群落,主要造林树种有樟子松、花棒、踏郎、沙棘、沙柳等。

2 研究方法

2.1 样地选择

以立地条件类型基本一致、土壤没有因自然或人为因素作用而出现地形变迁或明显的土壤物质再

分配为原则,采用常规的典型抽样法,选择花棒(*Hedysarum scoparium*)、踏郎(*H. mongolicum*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、沙柳(*Salix psammophila*)、樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)典型固沙林为研究对象,分别设立标准地进行调查取样(表 1),并以裸沙地为对照。每种类型固沙林选择 3 块标准地,每块标准地面积为 20 m×20 m。

2.2 样品采集与分析

2007 年 4 月,在每块标准地沿“S”型线路分别选设 5 个点,按 0~5、5~20 cm 取样,每个土层用环刀取原状土,带回室内测定土壤含水量、容重、毛管孔隙度、非毛管孔隙度和总孔隙度。土壤含水量测定采用烘干法;土壤容重测定采用环刀法;土壤总孔隙度根据容重进行换算。

表 1 不同固沙林林分生长状况
Table 1 Growth situation of different sand-fixing forests

林地类型	林龄/a	平均树高/m	坡向	坡度/ (°)	盖度/%	枯落物 (g·m ⁻²)
裸沙地			NE	8~10	0	0
沙柳林	20	1.78~1.93	NE	10~12	45~50	52.3~60.8
沙棘林	20	1.90~2.0	N	9~12	50~55	21.5~30.5
踏郎林	20	0.75~0.84	N	7~11	80~85	34.6~40.0
花棒林	20	1.70~1.85	NE	9~12	85~90	98.7~105.9
樟子松林	20	6.90~8.30	NE	9~11	70~75	40.5~49.6
樟子松林	40	11.8~13.5	NE	8~11	90~95	135.6~150.0

3 结果与分析

3.1 不同树种固沙林土壤含水量的变化

土壤含水量是土壤重要物理性状之一,它能较好地反映自然状况下土壤水分和林内湿润状况,并影响土壤盐基养分的淋溶。同一林龄不同树种固沙林土壤含水量差异很大(表 2)。

从表 2 知,各固沙林 0~5 cm 土层土壤含水量为 1.01%~4.64%,且花棒林>踏郎林>20 a 生樟子松林>沙棘林>沙柳林>裸沙地;各固沙林下层土壤含水量为 2.64%~3.63%,且沙棘林>花棒林

>沙柳林>裸沙地>踏郎林>20 a 生樟子松林。可以看出,有植被覆盖的林地表层土壤的含水量均比裸沙地高,说明植被和枯枝落叶的覆盖对林下土壤水分的吸附、保持作用很强;下层土壤的含水量踏郎林和 20 a 生樟子松林小于裸沙地,主要是由于树木生长大量消耗土壤水分所致。裸沙地、沙柳、沙棘林地 0~5 cm 上层比 5~20 cm 上层的含水量低,结合表 1 可以看出,这 3 个样地的树冠稀少、盖度低,导致土壤表层的水分蒸发损耗大于下层根系吸收损耗的水分。

表 2 不同树种固沙林土壤含水量
Table 2 Soil moistures of different sand-fixing forests

土层/cm	项目	裸沙地	沙柳林	沙棘林	踏郎林	花棒林	20 a 生樟子松林
0~5	平均值/%	1.01	1.90	2.35	4.10	4.64	2.87
	标准差	0.05	0.02	0.08	0.22	0.58	1.14
	变异系数/%	4.95	1.05	3.40	5.37	12.50	39.72
5~20	平均值/%	2.96	2.97	3.63	2.83	3.15	2.64
	标准差	0.33	0.37	0.01	0.19	0.14	0.41
	变异系数/%	11.15	12.46	0.28	6.71	4.44	15.53

3.2 不同树种固沙林土壤容重的变化

土壤容重不仅是反映土壤颗粒间排列的紧实度的一个指标,也是判断土壤结构、土壤肥力水平和退

化程度的重要的表征因子。同一林龄不同树种固沙林土壤容重存在差异(表3)。

表3 不同树种固沙林土壤容重
Table 3 Soil bulk densities of different sand-fixing forests

上层/cm	项目	裸沙地	沙柳林	沙棘林	踏郎林	花棒林	20 a 生樟子松林
0~5	平均值/(g·cm ⁻³)	1.60	1.50	1.49	1.58	1.46	1.42
	标准差	0.05	0.03	0.03	0.07	0.07	0.04
	变异系数/%	3.13	2.0	2.01	4.43	4.79	2.82
5~20	平均值/(g·cm ⁻³)	1.62	1.54	1.59	1.57	1.52	1.61
	标准差	0.02	0.04	0.01	0.07	0.03	0.02
	变异系数/%	1.23	2.60	0.62	4.46	1.97	1.24

由表3知,各固沙林上层土壤容重变化于1.42~1.60 g·cm⁻³,且裸沙地>踏郎林>沙柳林>沙棘林>花棒林>20 a 生樟子松林;各固沙林下层土壤容重变化于1.52~1.62 g·cm⁻³,裸沙地>20 a 生樟子松林>沙棘林>踏郎林>沙柳林>花棒林,表明固沙林对土壤物理性状有改善作用^[16]。主要是由于地表植被的增加,使林木根系和地表枯枝落叶层增加,导致土壤有机质、粘粒、粉粒增加。由表3可以看出,除踏郎林外,各林地0~5 cm 上层比5~20 cm 土层的容重低,主要是由于表层土壤中凋落物和根系比下层多,经微生物分解、合成的腐殖质集中在土壤表层,使表层土壤疏松多孔,因而土壤容重比下层的低。

3.3 不同树种固沙林土壤孔隙度的变化

由表4知,20 a 生樟子松林0~5 cm 土层毛管

孔隙度和非毛管孔隙度最大,花棒林在5~20 cm 层土壤毛管孔隙度和非毛管孔隙度最大。与裸沙地相比,有植物覆盖的林地土壤孔隙度均大于裸沙地,因而各固沙林的保水性和通气性均优于裸沙地。结合表1可知,林下枯落物较多的林地上土壤孔隙度大于枯落物较少的林地土壤,主要是由于枯落物的分解增加了土壤中有机质的含量。土壤有机质含量越高,团粒结构越多,则土壤颗粒排列越疏松,孔隙度越大,通气性及透水性能越好,致使土壤物理性状得以改善^[17]。由表4可以看出,随着土层深度的增加,固沙林孔隙度呈减小趋势。结合表3可知,林地土壤总孔隙度变化规律与容重相反,表明土壤容重与土壤孔隙度呈负相关。因此,土壤孔隙度越大,保水性与通透性越好。

表4 不同树种固沙林土壤孔隙度
Table 4 Soil porosities of different sand-fixing forests

土层	项目	裸沙地	沙柳林	沙棘林	踏郎林	花棒林	20 a 生樟子松林
0~5 cm	总孔隙度/%	39.80	43.56	43.29	40.48	44.90	46.56
	毛管孔隙度/%	29.94	30.47	30.35	30.15	31.08	32.55
	非毛管孔隙度/%	9.86	13.09	12.94	10.33	13.82	14.01
5~20 cm	总孔隙度/%	39.21	42.05	40.07	40.21	42.78	39.32
	毛管孔隙度/%	29.47	30.07	29.96	30.00	30.58	29.50
	非毛管孔隙度/%	9.74	11.98	10.11	10.21	12.20	9.82

3.4 不同林龄固沙林土壤物理性状的变化

由表5可以看出,40 a 生樟子松林土壤含水量高于20 a 生樟子松林,说明随着樟子松林的生长发育,林分逐渐郁闭,形成森林环境更加明显,林木的改土作用也更加显著。40 a 生樟子松林容重小于20 a 生樟子松林,表明随着林木的生长发育,林内枯枝落叶增加,腐殖质大量累积,降低了土壤容重,改

善了林地土壤结构。40 a 生樟子松林孔隙度大于20 a 生樟子松林,说明随着林木生长发育,林内枯枝落叶层增加,形成大量土壤有机质,而土壤有机质和腐殖质是土壤微团聚体形成的重要胶结剂^[17],在一定程度上也是土壤孔隙度增加的原因。因此,40 a 生樟子松林比20 a 生樟子松林有更好的保水性和通气性。

表 5 不同林龄固沙林土壤物理性状
Table 5 Soil physical properties of sand fixing forests with different ages

樟子松林龄/a	土层深度 /cm	含水量 /%	容重 /(g·cm ⁻³)	总孔隙度 /%	毛管孔隙度 /%	非毛管孔隙度 /%
20	0~5	2.87	1.42	46.56	32.55	14.01
	5~20	2.64	1.61	39.32	29.50	9.82
40	0~5	7.00	1.40	47.17	32.82	14.35
	5~20	4.16	1.51	43.18	30.41	12.77

4 结论

同林龄不同树种固沙林土壤含水量差异很大。有植物覆盖的沙地表层土壤含水量均比裸沙地高，其中，花棒林对土壤含水量影响最大；踏郎林和 20 a 生樟子松林下层土壤含水量小于裸沙地。

同林龄不同树种固沙林对土壤容重的影响不同。有植物覆盖的沙地土壤容重均较裸沙地低，其中，20 a 生樟子松林对土壤容重影响最大；除踏郎林外，各固沙林林地表层土壤容重均低于下层。

同林龄不同树种固沙林对土壤孔隙度的影响不同。与裸沙地相比，有植被覆盖的林地土壤孔隙度大于裸沙地，其中，20 a 生樟子松林表层土壤的保水性和通气性较好，花棒林土壤下层保水性和通气性较好。枯落物较多的林地土壤孔隙度大于枯落物较少的林地；随着土层深度的增加，固沙林孔隙度减小。

同一树种不同林龄的固沙林，随着林龄的增大，林分逐渐郁闭，林下枯枝落叶不断累积，导致土壤含水量和孔隙度增大，容重减小。

参考文献:

[1] 卜崇峰,刘国彬,戴全厚. 纸坊流域狼牙刺对土壤物理性状的影响[J]. 水土保持研究,2003,10(2):25-27.
[2] 吴蔚东,黄春吕,王景明,等. 江西省山地几种森林类型下土壤物理性状的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1997,3(1):50-55.
[3] 曹世杰,王小青,徐会霞. 蒙山几个树种改良土壤物理性状的作用探讨[J]. 山东林业科技,2002(5):10-11.
[4] 杨占华,张光灿,张立文,等. 不同树种灌木林蓄水保土效益的研究[J]. 山东林业科技,1996(6):24-27.

[5] 卞相玲,邢德天,吕曙光,等. 侧柏麻栎混交林水土保持效益研究[J]. 山东林业科技,2003(6):13-14.
[6] 胡振宇,王金锡,彭培好,等. 川中丘陵区防护林改良土壤作用研究[J]. 四川林业科技,2003,24(3):17-24.
[7] 王娟娟,金木梁,周玉麟. 黄淮海平原沙地不同治理利用措施下土壤性质的差异[J]. 中国沙漠,1999,19(3):289-292.
[8] 刘世梁,傅伯杰,陈利顶,等. 卧龙自然保护区土地利用变化对土壤性质的影响[J]. 地理研究,2002,21(6):682-688.
[9] 郭旭东,傅伯杰,陈利顶,等. 低山丘陵区土地利用方式对土壤质量的影响—以河北省遵化市为例[J]. 地理学报,2001,56(4):447-455.
[10] 高英志,韩兴国,汪诗平. 放牧对草原土壤的影响[J]. 生态学报,2004,24(4):790-797.
[11] 佟乌云,陈有君,李绍良,等. 放牧破坏地表植被对典型草原地区土壤湿度的影响[J]. 干旱区资源与环境,2000,14(4):55-60.
[12] 徐荣,张玉发,潘占兵,等. 不同柠条密度在退化草地恢复过程中对土壤水分的影响[J]. 干旱地区农业研究,2004,22(1):172-175.
[13] 孙丽芳,李勇,张晴雯,等. 植被恢复对侵蚀坡地表层土壤性质的影响[J]. 水土保持通报,2007,27(3):13-17.
[14] 王忠林,高国雄,李会科,等. 毛乌素沙地农田防护林结构配置研究[J]. 水土保持研究,1995,2(2):99-108,140.
[15] 亢福仁,彭克敬,崔渊. 充满希望和活动的榆林农业[J]. 中国农学通报,2005,21(2):381-383.
[16] LOWERY B, SWAN J, SCHUMACHER T, et al. Physical properties of selected soils by erosion class [J]. Soil Water Conserv., 1995, 50:306-311.
[17] 庞学勇,刘世全,刘庆,等. 川西亚高山针叶林人工重建过程中植物群落演替对土壤性质的影响[J]. 水土保持学报,2003,17(4):42-45,50.