

不同种植密度人工柠条林对土壤水分的影响

潘占兵, 李生宝, 郭永忠, 王占军, 温学飞

(宁夏农林科学院沙漠治理研究所, 银川 750002)

摘 要: 通过对宁夏盐池干旱退化草场植被恢复与风蚀沙化防治技术示范区内不同种植密度的柠条林土壤水分进行了定位观测, 从土壤水分日变化、季节性变化、水分垂直分布等方面进行了分析。结果表明: 土壤含水量主要受大气降雨及植物生长节律的影响, 变化较大。0~100 cm 土壤含水量的垂直分布规律为: 从表层到深层土壤含水量递增。林地土壤水分随着离柠条带距离的增加显著 ($P < 0.05$) 增加。种植密度不同土壤贮水量明显不同, 密度分别为 3 330 丛/hm² (带间距 4 m), 土壤水分处于亏损状态, 0~100 cm 土壤贮水量极显著低于对照, 柠条密度为 2 490 丛/hm² (柠条带间距 7 m) 和 1 665 丛/hm² (柠条带间距 10 m) 时, 土壤含水量变化不大, 但 0~100 cm 土壤贮水量极显著高于对照。针对盐池干旱风沙区, 柠条林种植适宜密度为 7 m 或大于 7 m 为宜。退化草场种植密度土壤水分干旱风沙区。

关键词: 柠条; 退化草场; 土壤水分; 种植密度

中图分类号: S152.7; S793.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)03-0265-03

Effect of Planting Density of *Caragana intermedia* on Soil Moisture

PAN Zhan-bing, LI Sheng-bao, GUO Yong-zhong, WANG Zhan-jun, WEN Xue-fei

(Desert Institute of Academy of Agriculture and Forestry Sciences of Ningxia, Yinchuan 750002, China)

Abstract: The research on planting density of *Caragana intermedia*, which was established as the demonstration region of vegetation restoration and desertification control degraded grasslands on soil water, was observed in drought year of Yanchi county of Ningxia. The daily variation, the seasonal variations and vertical distribution of soil water were analyzed. The results showed: the seasonal variations of soil water content were affected by precipitation and plant growth. Vertical changes of soil water content increased from surface soil layer to deep soil layer in 0~100 cm soil layer. The soil water content of *Caragana intermedia* increased at 0.05 significance level when the distance was more far from the *Caragana intermedia*. The soil water content was different when the planting density of *Caragana intermedia* was different. The soil water content of 3 330 clump/hm² *Caragana intermedia* reserved in 0~100 cm soil layer was lower than CK. The vegetation restoration of soil water was very little between 2 490 clump/hm² and 3 330 clump/hm² *Caragana intermedia*. Its soil water in 0~100 cm soil layer was higher than CK at 0.01 significance level. The planting density of *Caragana intermedia* should be at 2 490 clump/hm² or lower than 2 490 clump/hm².

Key words: *Caragana intermedia*; degraded grassland; soil moisture; planting density

在干旱、半干旱生态脆弱区进行带状耕地, 然后种植柠条 (*Caragana intermedia*) 等植物是对恢复退化草地、防治土地风蚀沙化的有效举措之一。人工柠条林的种植, 在防风固沙、保持水土、饲料补给、维系生态平衡等方面发挥着重要的作用, 并形成了大面积人工固沙植被^[1], 由于造林密度直接影响土壤水分, 而沙区土壤水分状况又是影响固沙植被稳定性的主要因子^[2], 研究不同种植密度人工柠条林地土壤水分状况, 对于建立合理稳定的固沙植被有着重要而深远的意义。本文以不同密度人工柠条林土壤含水量为研究对象, 探讨封育状态下不同种植密度人工柠条林土壤水分空间变异性, 为退化草地的恢复和可持续利用提供基础依据^[3]。

1 试验区自然概况

试验区位于宁夏盐池县北部风沙区, 地处毛乌素沙地过渡地带, 属中温带大陆型气候。年降水量在 230~300 mm, 季节变化和年际变化较大, 干燥度 3.1, 潜在蒸发量 2 100 mm, 无霜期为 162 d, 年均气温 7.6℃, 10℃积温 2 945℃; 土壤类型从东向西由普通的灰钙土过渡为淡灰钙土, 隐域土主要为风沙土、盐碱土, 其中, 风沙土分布最广, 其基质以黏土或细沙粒物质为主。土壤结构松散, 肥力偏低, 保水能力较差, 植被类型为荒漠草原, 近几年由于人为不合理开发利用土地及持续干旱造成土地退化严重, 生态环境日益恶化。因此, 大

收稿日期: 2004-04-10

基金项目: 宁夏盐池毛乌素沙地综合治理及沙产业开发研究与示范、宁夏毛乌素沙地人工柠条灌木林对退化沙地改良效应的研究
作者简介: 潘占兵 (1975-), 男, 宁夏惠农县人, 实习研究员, 主要从事干旱地区荒漠化治理、沙区植被恢复等方面的研究。

力种植灌木林, 防治沙漠化, 改善生态环境已迫在眉睫。

2 研究方法

以带状耕地, 然后种植不同种植密度的双行带状柠条为研究对象, 柠条种植密度分别为 3 330 丛/hm² (带间距 4 m), 2 490 丛/hm² (柠条带间距 7 m) 和 1 665 丛/hm² (柠条带间距 10 m), 2003 年 (按多年平均降水量上下各 50 mm 分界划分^[11] 为平水年), 采用 TDR 时域反射仪测定不同密度人工柠条林带间土壤体积分含水量的动态变化。

3 结果分析

3.1 不同密度人工柠条林对土壤水分季节变化

干旱区风沙区土壤水分主要靠大气降雨补给, 因此, 土壤含水量主要受蒸发、大气降雨及植物生长节律的影响, 土壤贮水量月变化较大。由图 1 可见, 所调查的柠条林中不论种植密度多大, 柠条林 0~100 cm 土壤贮水量在 5 月份为最大值, 密度为 3 330 丛/hm² (带间距 4 m) 时, 0~100 cm 土壤贮水量为 15.6 mm, 比对照低 3.8 mm, 密度为 2 490 丛/hm² (柠条带间距 7 m) 时土壤贮水量高达 25.5 mm, 比对照高 6.1 mm, 密度为 1 665 丛/hm² (柠条带间距 10 m) 时土壤贮水量高达 29 mm, 比对照高 9.6 mm。

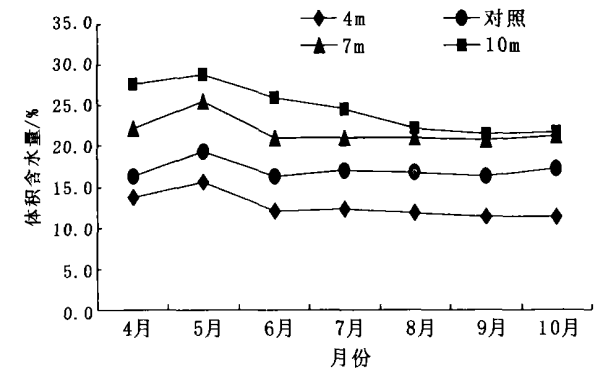


图 1 不同带距人工柠条林土壤水分季节变化

在固定流沙工作中, 总是希望流沙早日固定, 故植物初期密度往往很大, 但实际上干旱风沙区的植物被盖度和植株密度是由沙地水分条件和当地的降雨量决定的, 二者之间是相互制约的关系^[2]。2003 年不同密度柠条林土壤贮水量月变化平均值结果为: 密度为 3 330 丛/hm² (带间距 4 m) 时, 各月 0~100 cm 土壤平均贮水量为 12.8 mm, 比对照低 4.5 mm, 密度为 2 490 丛/hm² (柠条带间距 7 m) 时, 各月 0~100 cm 土壤平均贮水量为 22.1 mm, 比对照高 4.8 mm, 密度为 1 665 丛/hm² (柠条带间距 10 m) 时, 0~100 cm 土壤平均贮水量最高, 各月土壤平均贮水量为 25.3 mm, 比对照高 8.0 mm, 7 m 和 10 m 带距人工柠条林 0~100 cm 土壤各月平均贮水量变化并不显著, 但均比对照高。

柠条群落对不同带距柠条带内土壤含水量方差分析 (见表 1) 结果表明: 带距为 4 m 时, 土壤贮水量极显著低于对照, 带距为 7 m、10 m 时, 土壤贮水量极显著 ($P < 0.01$) 高于 4 m 带, 而 7 m 带距人工柠条林土壤贮水量与 10 m 带距相比, 随带距增加表现出显著变化 ($P < 0.05$), 但均极显著地高于对照, 说明, 人为地增加密度和盖度必然消耗大量水分, 导致后期植物生长不良或造成大量死亡使群落稳定性下

降^[2]。在盐池干旱退化天然草地种植柠条灌木, 带距为 4 m 时, 人工柠条林密度过大, 柠条生长耗水大于补给量, 土壤水分得不到充分补给, 土壤水分处于亏损状态, 造成土壤贮水量比对照低, 长远来看对柠条生长不利, 而带距为 7 m、10 m 时由于人工柠条林密度相对较小, 柠条生长对土壤贮水量影响不大, 柠条生长耗水量小于大气降雨补给量, 林地土壤水分处于积蓄状态, 土壤贮水量比对照高, 对柠条生长有利。

表 1 不同带距人工柠条林土壤体积分含水量方差分析 LSD

| 带距 | 带距/m | Mean Difference (I-J) | Sig. |
|-----|------|-----------------------|-------|
| CK | 4 | 4.4857 | 0.001 |
| | 7 | -4.8000 | 0.001 |
| | 10 | -7.9857 | 0.000 |
| 4 m | 7 | -9.2857 | 0.000 |
| | 10 | -12.4714 | 0.000 |
| 7 m | 10 | -3.1857 | 0.015 |

* The mean difference is significant at the 0.01 level

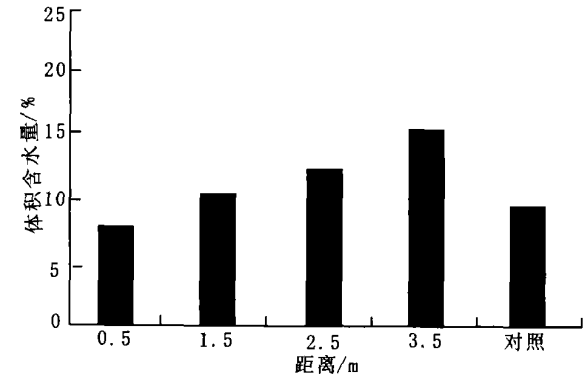


图 2 距柠条不同距离处土壤体积分含水量变化图

3.2 距柠条带不同距离处土壤水分变化规律

生长在沙丘上的天然小叶锦鸡儿有十分庞大的根系, 而人工柠条水平根系一般只有 3~5 m, 其吸收养分和水分的空间比天然柠条小得多^[2], 距柠条带越近, 土层内柠条根系分布越多, 对土壤含水量及养分影响越敏感, 通过对同一带距, 距柠条不同距离处土壤贮水量调查分析, 结果表明: 距柠条带越远柠条林土壤贮水量越高, 在带距为 7 m 时, 距柠条 0.5 m 时土壤贮水量为 12.7 mm, 比对照低 4.6 mm, 而距柠条带 3.5 m 时土壤贮水量为 22.1 mm, 比对照高 5.8 mm, 距柠条的远近可反应土壤水分受柠条生长影响程度大小。干旱风沙区柠条林地土壤的这种变化规律反应了土壤含水量高低与柠条种植密度有着紧密的关系, 距柠条带不同距离处土壤含水量方差分析, 结果表明林地土壤水分随着离柠条带的增加显著 ($P < 0.05$) 增加。

3.3 人工柠条林土壤体积分含水量垂直变化规律

表 2 不同带距人工柠条林地土壤含水量垂直变化

| 深度/cm | 0~20 | 20~40 | 40~60 | 60~80 | 80~100 | 平均 |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 4 m 带 | 11.52 | 10.77 | 10.8 | 13.79 | 17.15 | 12.81 |
| 7 m 带 | 12.44 | 22.03 | 22.45 | 22.74 | 31.77 | 22.29 |
| 10 m 带 | 17.48 | 24.12 | 28.75 | 30.26 | 24.30 | 24.98 |
| 对 照 | 14.63 | 16.07 | 16.82 | 18.68 | 20.30 | 17.30 |

对不同带距人工柠条林土壤水分分层调查结果如表 2 从表看出: 随着带距的增加各层土壤含水量增加, 这与阿拉木萨等研究结果相符。柠条大部分根系主要分布在 20~

80 cm 的土层之间,而柠条密度越大,土层中柠条根系分布越多,柠条生长耗水量越大,土壤含水量越低。2003 年(年降雨量持平年),土壤水分调查结果为:4 m 带距条 20~80 cm 内各层土壤含水量均比对照低,7 m 与 10 m 带距 20~80 cm 内各层土壤含水量均比对照高,说明干旱区柠条的种植密度直接影响着土壤含水量的多少,种植密度越大土壤含水量越高,同时说明在干旱区盐池种植柠条林时,带距应以 7 m 或大于 7 m 为宜。各层土壤含水量相比,土壤表层由于受蒸散影响较大,该层土壤含水量最低,随着土层的变深,土壤含水量增加,尤其在 0~80 cm 范围内土壤含水量显著($P < 0.05$)增加,由于降水量少,植物蒸散、土壤蒸散等,大气降雨对深层土壤含水量影响不大,因此,60~100 cm 内土壤含水量虽然增加,但变化不显著,这说明干旱风沙区盐池,2003 年大气降雨、植物蒸散仅仅对人工柠条林 0~80 cm 内土壤含水量产生显著影响。

4 结 论

(1)干旱区土壤水分主要靠大气降雨补给,土壤含水量主要受蒸发、大气降雨及植物生长节律的影响,柠条林土壤

参考文献:

- [1] 阿拉木萨,蒋德明,范士香,等.人工小叶锦鸡儿(*Caragana microphylla*)灌丛土壤水分动态研究[J].应用生态学报,2002,13(12):1537-1540
- [2] 曹成有,寇正武,姜德明,等.沙地小叶锦儿群落经营的对策[J].中国沙漠,1999,19(3):241-242
- [3] 孙铁军,朴顺姬,潮洛蒙,等.羊草草原退化上群落蒸发蒸腾日进程的分析[J].内蒙古农业大学学报,2000,21(2):53-57
- [4] 韩仕峰,史竹叶,徐建荣.宁南半干旱地区不同立地农田水分恢复评价[J].水土保持研究,1996,3(1):22-26

(上接第 222 页)

4 结 论

(1)从颗粒级配上看只要填料中泥岩的含量小于 35% 就完全符合工程中的不均匀系数和曲率系数的要求,满足高速公路填料的要求。

(2)从含水量方面看只有控制填料中泥岩的含量,才能使填料的含水量接近最佳含水量,达到最佳的压实效果。

(3)从渗透试验看昔格达填料泥岩含量对渗透系数影响

参考文献:

- [1] 长安大学.工程材料[M].北京:人民交通出版社,2001
- [2] 工程地质手册编写委员会.工程地质手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1992
- [3] GB50021-2001.岩土工程勘察规范[S],2002
- [4] 孔德坊.工程岩土学[M].北京:地质出版社,1992
- [5] 陈希哲.土力学地基基础[M].北京:清华大学出版社,1998
- [6] JTJ051-93.公路土工试验规程[Z].中华人民共和国交通部,1993
- [7] 龚晓南.高等土力学[M].杭州:浙江大学出版社,2002
- [8] 刘宏,韩文喜,张倬元.砂砾石土料的压实特性[J].三峡大学学报(自然科学版)2002,24(4):297-299
- [9] 彭盛恩.昔格达土作为筑坝土料特性的研究[J].水文地质工程地质,1989,(6):22-24,26
- [10] 张永治.攀西地区昔格达土综述[J].攀枝花大学学报,1995,12(2):75-78

贮水量月变化较大,柠条林土壤含水量日变化主要受植物蒸腾与土壤蒸散影响,在中午达到最低值。

(2)人工柠条林种植密度影响土壤水分状况。带距为 4 m 时,人工柠条林密度过大,柠条生长耗水大于补给量,土壤水分处于亏损状态,土壤贮水量比对照低,对柠条长期生存不利,而带距为 7 m、10 m 时,柠条密度相对较小,柠条生长对土壤贮水量影响不大,土壤水分处于积蓄状态,土壤贮水量比对照高,有利于柠条生长。

(3)同一带距,距柠条越近,土层中柠条根系分布越多,消耗土壤水分越多,土壤贮水量越低,林地土壤水分随着离柠条带的增加显著($P < 0.05$)增加。

(4)随着带距的增加各层土壤含水量增加,4 m 带距条 20~80 cm 内各层土壤含水量均比对照低,7 m 与 10 m 带距 20~80 cm 内各层土壤含水量均比对照高,柠条密度直接影响着土壤含水量的高低,在干旱区盐池种植柠条林时,带距应以 7 m 或大于 7 m 为宜。土壤表层由于受蒸散影响较大,含水量最低,随着土层的变深,在 0~80 cm 范围内土壤含水量显著($P < 0.05$)增加,说明柠条对 0~80 cm 土壤含水量产生显著影响。

较大,只要泥岩含量适当,压实效果比较好,路基不容易渗入进水,对路基的稳定性有利。

(4)从压缩方面看昔格达填料属于中等——低等压缩性,路基的沉降小,对路基有利。

(5)从剪切试验的两个指标看内摩擦角(φ)受泥岩含量的影响比较小,影响不大,黏聚力(c)受泥岩含量影响较大,总得来说对填料的剪切强度影响较大,因此应控制填料的泥岩含量。