

## 宁夏盐池沙地土壤水分条件与植被分布格局

高 阳<sup>1</sup>, 高甲荣<sup>1</sup>, 温 存<sup>1</sup>, 张维江<sup>2</sup>

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室, 北京 100083;

2. 宁夏大学 土木与水利工程学院, 宁夏 银川 760001)

**摘 要:**以宁夏盐池沙地为对象,研究了沙地水分条件与植被分布格局的关系。通过对2002年和2003年样地调查数据的分析,运用烘干法和L520型中子仪对不同坡位的土壤含水量进行测定,研究表明,有植被覆盖地段的30 cm和60 cm土层的土壤含水量比裸地低约10%,其变化幅度也由于植物不同生长阶段耗水量的不同而比裸地剧烈,特别是植物根系密集的30 cm土层。土壤含水量的高低决定了该区域的植物种类。选择的10块样地中,只有耐旱能力很强的苦豆子生长在含水量较少的沙丘顶部,主要伴生种只有沙蓬和赖草,赖草、沙蒿、猫头刺和柠条6块样地均分布在水分条件相对较好的沙平地,主要伴生种有10种。土壤含水量与地表植被相互作用、相互制约,沙地的水分条件决定了植被分布的格局。

**关键词:**沙地;土壤含水量;植被

**中图分类号:**S718.512.3

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7461(2006)06-0001-04

### The Relationship between the Soil Water Condition and Vegetation Distribution Pattern in Yanchi

GAO Yang<sup>1</sup>, GAO Jia-rong<sup>1</sup>, WEN Cun<sup>1</sup>, ZHANG Wei-jiang<sup>2</sup>

(1. College of Soil and Water Conservation, Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Combating Desertification, Ministry of Education, Beijing Forestry University, 100083 Beijing, China; 2. College of Civil and Water

Engineering, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 760001, China)

**Abstract:** The relationship between the water condition of sandy soil and the pattern of vegetation distribution in Yanchi is sandy area was studied. Investigation data obtained during 2002 and 2003 were analyzed, and the contents of soil moisture in different slope positions were measured by oven drying methods of neutron water analyzer (L520). The results showed that in the soil layers of 30~60 cm, the contents of the soil moisture in the land with the vegetation cover were 10% lower than those without vegetation. The range of variation of soil moisture in the former was greater than those in the later due to different water consumptions of the plants in different growing stages, especially in the soil layer of 30 cm where the dense root systems concentrated. The types of vegetation were also determined by the contents of soil moisture. Among 10 sampling plots selected, only *Sophora alopecuroides*, a plant with strong drought resistance grown on the top of the dune, only two accompanying species, such as *Salsola ruthenica* and *Leymus secalinus* occurred. Plant species such as *Leymus secalinus*, *Artemisia desertorum*, *Oxytropis aciphylla* and *Caragana microphylla* all grown in 6 relatively flat sampling plots with better water conditions, and the types of accompanying plant were also over 10. It is concluded that interactive relationship exists between the content of soil

收稿日期:2006-03-06 修回日期:2006-03-26

基金项目:教育部科学技术研究重大项目(10407);北京市自然科学基金(8062022)

作者简介:高阳(1982-),女,辽宁鞍山人,硕士研究生,主要研究方向为水土保持与流域管理。

通讯作者:高甲荣(1963-),男,博士,副教授,主要研究领域为森林生态、森林水文、流域管理,发表相关领域论文40余篇。E-mail:jiarong-gao@sohu.com

moisture and vegetaion cover. The pattern of vegetation distribution is determined by the conditions of soil moisture.

**Key words:**sandyland;soil moisture content ;vegetation cover

水分是干旱、半干旱地区植被建设最重要的制约因子,是影响植物生存、生长发育的关键因素,对植被恢复具有极大的限制性<sup>[1]</sup>。目前,我国的沙地治理主要通过人工植被的建设,但是不适宜的人工植被易使沙地土壤水分条件恶化而影响人工植被的稳定发展,同时不适合的人工植被布局 and 规模将与天然植被争夺水分,导致天然植被的衰退<sup>[3]</sup>。宁夏盐池处于半干旱地区,水分条件严重不足,降水量小决定了湿润土层厚度的有限性,这也就决定了植被的分布和类型。而植被的存在,也引起了一系列的土壤水分条件的变化,如通过截流、冠层蒸发影响天然降水的人渗,并且植被的存在改变了地面结构和微气象条件,从而影响了沙地水分的分配和垂直变化。

盐池县北部与毛乌素沙地相连,东南部与黄土高原相连,属于典型的干旱半干旱过渡区和水蚀风蚀交错区,因此对该区域沙地土壤水分条件与植被分布格局的研究将为干旱半干旱地区水土流失的防治和退化生态系统的重建和恢复提供重要的依据。

1 研究区概况

盐池沙地位于盐池县南部 1 600 m 等高线以北,面积 5 729. 9 km<sup>2</sup>。气候属于典型的中温带大陆性气候。降水主要集中在夏秋两季,多年平均降水量 280 mm。

样地位于盐池沙地中部青山乡猫头梁行政村牛记圈自然村,研究示范区面积 133. 33 hm<sup>2</sup>,范围内分布有流动、半固定和固定沙丘、丘间低地、盐碱低地、沙平地、硬沙梁地和季节性湖面等,其中各类沙丘总面积为 24. 35 hm<sup>2</sup>。地表以下主要为红砂岩和泥质页岩,并在局部位置出露。植被类型属于典型的沙生植被,主要有赖草(*Leymus secalimus*)群落、沙蒿(*Artemisia desertorum*)群落、猫头刺(*Oxytropis aciphylla*)群落、柠条(*Caragana microphylla*)群落和苦豆子(*Sophora alopecuroides*)群落。自然状况下各斑块相互毗邻又有间隔,其间有少量伴生种生长,如牛枝子(*Lespedeza davhrica* var. *poraninii*)、刺沙蓬(*Salsola ruthenica*)、猪毛菜(*S. implicata*)、牛心朴子(*Cynanchum hancockianum*)、白草(*Pennisetum flaccidum*)等(表 1)。

表 1 样地概况

Table 1 The basic status of sample plots

样地①	地形	土层深度/cm	土壤质地	主要伴生种
柠条 1	沙平地,周围无明显地形起伏	0~75 75~115 115 以下	轻壤土 沙壤土 红砂岩	牛枝子、刺沙蓬、猪毛菜等
柠条 2	沙平地,周围无明显地形起伏	0~75 75~115 115 以下	轻壤土 沙壤土 红砂岩	牛枝子、刺沙蓬、阿尔泰狗娃花等
柠条 3	沙平地,周围无明显地形起伏	0~75 75~115 115 以下	轻壤土 沙壤土 红砂岩	牛枝子、刺沙蓬等
赖草 1	低洼地,降雨后将汇集四周的径流	0~45 45~60 60~100 100 以下	沙壤土 轻壤土 轻粘土 褐色砂岩	苦豆子、牛心朴子、牛枝子等
赖草 2	沙平地	0~45 45~90 90 以下	沙壤土 轻壤土 白砂岩	匍根骆驼蓬等
猫头刺	沙平地	0~80 80 以下	轻壤土 白砂岩	猪毛菜、白草、牛心朴子、短花针茅等
沙蒿	沙平地	0~45 45~85 85 以下	轻壤土 风化红砂岩 红砂岩	刺沙蓬、狗尾草、牛枝子等
苦豆子	半固定沙丘顶部	150	沙壤土	沙蓬、赖草等
裸地 1	沙平地	0~50 50~70 70 以下	沙壤土 沙壤土 褐色砂岩	
裸地 2	沙平地	0~140 140~150	轻壤土 中壤土	

①柠条 1、柠条 2 和柠条 3 的株行距分别为 1. 0 m×4. 0 m、1. 2 m×4. 0 m、1. 4 m×4. 0 m。

2 研究方法

2. 1 植被调查

在猫头梁研究区设置了赖草(赖草 1、赖草 2)、沙蒿、苦豆子、猫头刺天然植被群落样地和人工柠条(柠条 1、柠条 2、柠条 3)8 块 25 m×25 m 的大样方,并设置了裸地 1 和裸地 2 作对照。在群落中选择有代表性的地段,依据群落类型的不同设置一定面积的基准小样方,灌丛(柠条)为 5 m×5 m,草丛(赖草、沙蒿、苦豆子、猫头刺)为 1 m×1 m,裸地为 5 m×5 m,每块样地均设 3 个重复。采用样方法和样线法,调查植物群落中植物种的密度、频度、盖度和植被总盖度。其中植被盖度的测定采用目估法,植被高度用钢卷尺测定每个植物种的自然高度,取其平均值作为该种植物的高度。

2. 2 土壤含水量的测定

利用烘干法和中子仪法(L520 型)对上述各样地的土壤含水量进行同步测定。每旬测定 1 次,每次降水后加测 1 次。在每个小样方中挖 1 个土壤剖面,

测定 10、30、60 cm 处的含水量,每层取 3 盒土样。由于大多数植物在 4 月下旬萌发,10 月上旬枯黄,为便于比较,测定时间选择全生育期 5~9 月(苦豆子为 5~8 月)。

### 3 结果与分析

#### 3.1 不同坡位土壤含水量的差异

土壤水分是土壤的重要性质之一,土壤水分变化受到土壤特性、气象因子(降水、蒸发、气温和太阳辐射等)、地形(坡向、坡度和坡位等)、植被(盖度、植物类型等)等各种因素的影响。各种影响因子对土壤水分的影响程度随季节和地点的变化而不同,在干旱和半干旱地区,地形因子特别是坡位对当地土壤水分的影响是十分明显的。

在试验区中,所选样地的土壤均属沙壤土,气候条件特别是降水量基本相同,各样地的植被覆盖度相差不超过 5%,坡位分属于沙平地 1(根层以下为不透水层)、沙平地 2(地下潜水位埋深较浅)、丘涧地(根层以下有不透水层存在)、沙丘顶部(表 2)。

表 2 不同坡位土壤含水量及其变化幅度

Table 2 Soil moisture contents of different slope

万方数据 positions and their waving range

地形坡位	土壤含水量/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$		土壤含水量变化幅度/%	
	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm
沙平地 1	135	150	15	17
沙平地 2	100	160	6.5	15.5
丘涧地	80	80	12	14
沙丘顶部	50	45	6	2.5

2002 年和 2003 年测定结果(表 2)表明,沙丘顶部的土壤含水量最少,但其变化幅度不大,30 cm 和 60 cm 深处土壤含水量的差异在 5% 左右,主要是由于该地土壤持水性不强,同时下部没有不透水层,无法留住水分。丘涧地的土壤含水量较大,变化幅度较沙丘顶部剧烈,其不同深度的含水量也差别不大,主要是由于有持续的水源补给。2 块沙平地的土壤含水量最大,沙平地 2 由于地下水位埋藏较浅,所以 60 cm 处的含水量较大,变化也比较平稳;沙平地 1 则由于地下不透水层的存在,60 cm 的土壤含水量比 30 cm 处高,由于地势平坦,当降水量大时,可以在沙丘上形成径流汇集于此,所以土壤含水量大。王兵等在甘肃民勤荒漠化地区的研究结果也表明,土壤水分从小到大的顺序为上坡位<中坡位<下坡位,但在不同植被的覆盖情况下,略有差异。

#### 3.2 植物种群的分布格局

植物种群的分布格局是指种群内个体在空间的分布状态,它是种内种间相互关系和环境条件综合

作用的结果。盐池沙地处于毛乌素沙地与黄土丘陵的过渡地带,地形变化大,地带性和非地带性植被互相镶嵌,加之近几十年以柠条、沙蒿为主的人工植被建设规模较大,使得植被格局在区域尺度上发生很大的变化。在选择样地中,主要植物群丛包括天然生长的赖草、沙蒿、猫头刺、苦豆子和人工栽植的柠条,它们从空间分布上都表现出集群分布的特征,其特点是种群个体成群、成簇、成块地密集分布,各群的大小、群间的距离、群内个体的密度都不相等,但各群内部多是随机分布。由于生长环境条件的不同,特别是生长地势不同导致土壤含水量的不同,其群丛密度、规模大小不同。

在沙丘顶部只有苦豆子生长,而赖草分布在沙平地 and 丘涧地上,此外,沙平地上还生长着柠条、猫头刺、沙蒿等植物。

#### 3.3 土壤水分含量与植物分布格局的关系

盐池地区降水稀少,且年内分布不均,土壤含水量变化较大。沙平地的植物种类较多,主要是由于土壤水分条件相对于沙丘顶部要优越很多,可以满足植物生长的最低需求,但是在植物的生长期中,土壤水分的变化很大,所以要求植物能够适应较大幅度的土壤水分变化。沙丘顶部的自然条件比较恶劣,一是风速大,要求植物要耐沙割,二是沙壤土不能很好的保持水分,土壤含水量很低,所以要求在其上生长的植物耐旱性强。苦豆子适应了这种恶劣的环境条件,在盐池沙地中,固定和半固定沙丘顶端生长的植物主要是苦豆子。同时,植物也对土壤含水量产生了重要的影响,从图 1、图 2 可以看出,在 2002 和 2003 年,根系以下为不透水层的沙平地上,有植物生长的样地土壤含水量比裸地低。由于不透水层的存在,排除了水分的深层侧漏,因此植物的生长需水以及蒸腾作用消耗了大量的水分才会导致这种差异,特别是植物根系集中生长的 30 cm 土层,有植被覆盖的沙平地样方比裸地样方的土壤含水量低约 10%。因此,在盐池地区人工造林提高地表覆盖度防治沙漠化的时候,不能片面的追求覆盖度,避免土壤水分消耗过大,造成天然植被消退。

处于相同坡位的沙平地,气象条件如降水量、日照等相同,植被覆盖率也相差不大,综合分析图 1、2,可以发现柠条和沙蒿根系集中生长的 30 cm 土层的土壤含水量大于猫头刺,而同试验测定的柠条和沙蒿蒸散量十分接近且都小于猫头刺,证明造成土壤含水量差异的主要原因是植物蒸散量的不同。并且柠条和赖草 60 cm 土层含水量明显低于猫头刺和沙蒿,造成该现象的原因是柠条和赖草的根系分布较深,在 60 cm 土层中的根量明显多于猫头刺和沙蒿。

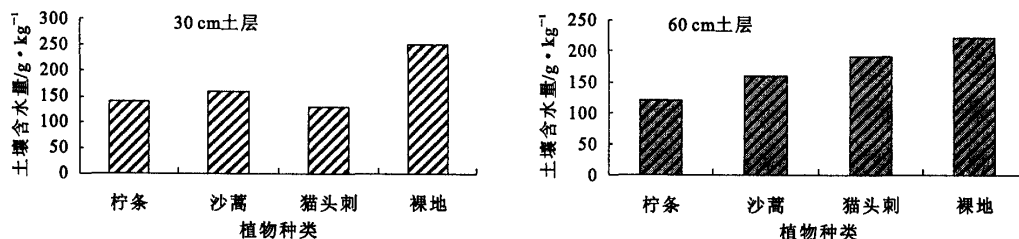


图 1 2002 年不同土层土壤含水量对比

Fig. 1 Comparison of soil moisture content in the soil layers of 30 cm and 60 cm in 2002

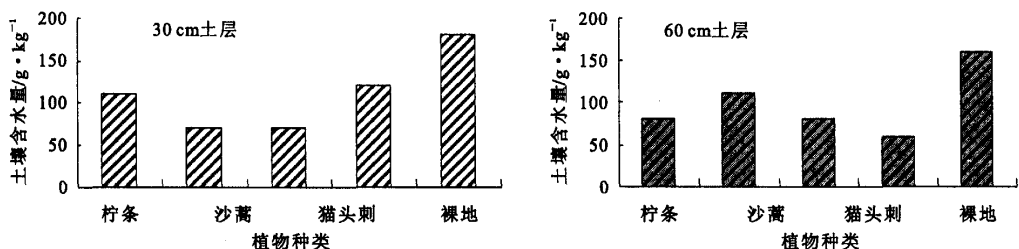


图 2 2003 年不同土层土壤含水量对比

Fig. 2 Comparison of soil content in the soil layers of 30 cm and 60 cm in 2003

万方数据

#### 4 结论

不同立地条件的土壤水分存在明显的差异,地势平坦的沙平地的土壤含水量最高,而沙丘顶部的土壤含水量最低,但其变化幅度不大,保持平稳。

沙地的土壤水分条件决定了在其上生长的植物种类,其土壤含水量不能低于植物正常生长所需的最低要求,否则植物将难以生长。土壤水分含量越高,变化幅度越大,生长的植物种类也越多,所以盐池沙区沙平地生长的植物种类最多,而自然环境恶劣的沙丘顶部则只能生长抗旱能力很强的苦豆子。

地表的植被覆盖对土壤含水量影响较大,由于不同植被蒸散量的不同,特别是植物根系集中的 30 cm 土层,通过根系的吸收,土层水分被植物大量消耗,蒸腾到空气中,所以在沙地植树造林时,要考虑当地的具体情况,把地表覆盖度维持在一个适宜的范围内,防止原有天然植被的衰退。

#### 参考文献:

- [1] 崔国发. 固沙林水分平衡与植被建设可适度探讨[J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(6): 89-94.
- [2] 陈有君, 红梅, 李绍良, 等. 浑善达克沙地不同植被下的土壤水分状况[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(1): 68-73.

- [3] 王林和, 董智, 张国盛. 毛乌素沙地天然臭柏群落新梢生长规律的研究[J]. 内蒙古林学院学报, 1998, 20(3): 15-21.
- [4] 韩德儒, 杨文斌, 杨茂仁. 干旱半干旱区沙地灌(乔)木种水分动态关系及其应用[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996. 7.
- [5] 蒋瑾. 从水分平衡角度探讨固沙植物合理密度[M]. 生态杂志, 1986, 5(1): 7-126.
- [6] 焦树仁. 章古台固沙林生态系统的结构与功能[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1989. 3.
- [7] 雷启迪. 樟子松林蒸腾耗水量的估算与宜林地选择[A]. 见: 曹新孙. 内蒙古东部地区风沙干旱综合治理研究(第1集)[C]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1984. 5.
- [8] 姚洪林, 廖茂彩. 毛乌素流动沙地适宜植被覆盖率研究[A]. 见: 中国治沙暨沙业学会. 中国治沙暨沙业学会论文集[C]. 北京: 北京师范大学出版社, 1995.
- [9] 曾德慧. 樟子松人工固沙林经营基础研究兼论樟子松沙地引种区划[D]. 沈阳: 中国科学院沈阳应用生态研究所, 1996. 2.
- [10] 孙长忠, 黄宝龙, 陈海滨, 等. 黄土高原人工植被与其水分环境相互作用关系研究[J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(4): 7-14.
- [11] 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.
- [12] 陈有君, 吴世英, 李绍良, 等. 内蒙古浑善达克沙地土壤水分状况的分析. 干旱区资源与环境, 2000, 14(1): 80-85.
- [13] 王兵, 崔向慧, 白秀兰, 等. 荒漠化地区土壤水分时空格局及其动态规律研究[J]. 林业科学研究, 2002, 15(2): 143-149.