

## 生态垫覆盖对沙丘土壤温度的影响

李禄军<sup>1,2,3</sup>, 蒋志荣<sup>3</sup>, 邵玲玲<sup>4</sup>, 曾德慧<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 沈阳应用生态研究所, 辽宁 沈阳 110016; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039;  
3. 甘肃农业大学, 甘肃 兰州 730070; 4. 甘肃省庆阳市林木种苗管理站, 甘肃 庆阳 745000)

**摘要:** 2004年8月,对甘肃省河西走廊中部铺设生态垫与不铺设生态垫的沙丘不同层次(0 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm)土壤温度进行观测和分析。结果表明,铺设生态垫后土壤温度的日平均值及各层平均值均比未铺设生态垫的流动沙丘低,铺垫后的沙丘各层日平均温度比流动沙丘分别降低5.5℃, 4.0℃, 2.4℃, 2.1℃, 1.6℃。铺设生态垫后土壤不同层次的温差均低于对照地流动沙丘,各层温差分别减小8.8℃, 5.0℃, 4.5℃, 2.8℃, 2.8℃,随着土层的加深,温差变化幅度也逐渐减小。研究初步认为,铺设生态垫能够显著降低沙丘表层15 cm以内的土壤温度,显著减缓15 cm以内的土壤温度日变幅。

**关键词:** 流动沙丘; 生态垫; 土壤温度; 温差; 河西走廊

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)02-0140-04

中图分类号: S157, S181

### Effects of Eco-mat on Soil Temperature of Sand Dunes

LI Lu-jun<sup>1,2,3</sup>, JIANG Zhi-rong<sup>3</sup>, SHAO Ling-ling<sup>4</sup>, ZENG De-hui<sup>1</sup>

(1. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, Liaoning 110016, China;  
2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;  
3. College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China;  
4. Forest Seed and Seedling Management Station of Qingyang, Qingyang, Gansu 745000, China)

**Abstract:** The temperature of sand dunes with eco-mat and without eco-mat in Hexi Corridor of Gansu Province was measured continuously in August, 2004. The results showed that, eco-matting can effectively reduced the mean diurnal soil temperature and mean temperature of each layer (0, 5, 10, 15, 20 cm), the mean daily soil temperature decreased about 5.5℃, 4.0℃, 2.4℃, 2.1℃ and 1.6℃ respectively if covered by eco-mat. The eco-matting also reduced the temperature difference of each layers, compared with the contrast of mobile dunes, the temperature difference after eco-matting were 8.8℃, 5.0℃, 4.5℃, 2.8℃ and 2.8℃ from 0 cm to 20 cm respectively. Additionally, variance of soil temperature of each layers also tend to decreased as the soil depth going down. We can roughly concluded that eco-mat can effectively reduced soil temperature of the soil layer from 0 cm to 15 cm, and effectively slowed down the variance of soil temperature, both of which may benefit to reduce soil evaporation under high temperature.

**Keywords:** mobile sand dune; eco-mat; soil temperature; temperature difference; Hexi Corridor

流动沙丘是沙漠化程度标志的一种景观类型<sup>[1]</sup>, 是一种地表裸露疏松的生态系统,无植被覆盖,容易引起沙尘暴等自然灾害<sup>[2]</sup>。流动沙丘恶劣的环境条件导致直接播种或植苗造林难以成功,其中沙丘土壤温度是其重要的限制因子之一。土壤温度是土壤环境的重要因素之一<sup>[3]</sup>,是衡量土壤热状况的重要尺

度,受到大气温度、土壤水分以及地表覆盖等多种因素的影响。地表覆盖在地表形成一层土壤与大气热交换的阻碍层,既可以阻止太阳直接辐射,也可以减少土壤热量向大气散失,同时还可以有效地反射长波辐射<sup>[4]</sup>。生态垫是利用棕榈树残渣制造的一种可降解网状覆盖物,疏松多孔,较易分解,属纯天然植物制

收稿日期:2008-04-28

修回日期:2008-12-31

资助项目:国家科技支撑计划项目“防沙治沙关键技术研究” (2006BAD26B0201-1)

作者简介:李禄军(1982—),男(汉族),甘肃省通渭县人,博士生,主要研究方向为半干旱区生态系统养分循环、水土保持与荒漠化防治。  
E-mail: lij\_86@163.com.

通信作者:蒋志荣(1959—),男(汉族),甘肃省白银市人,博士,教授,主要研究水土保持与荒漠化治理。E-mail: Jzhirong@gsall.edu.cn.

品<sup>[5]</sup>。因生态垫(eco-mat)可阻断气固两相物体在界面上的接触,抑制风沙流与沙质表面在界面上的相互作用,近几年人们将其应用在防沙治沙中,试图改善土壤温湿度,提高造林成活率。然而,到目前为止,此类研究在国内报道较少<sup>[6-7]</sup>。

鉴于此,本研究通过对甘肃省张掖市铺设生态垫沙丘与不铺设生态垫沙丘土壤温度和温度差异的观测分析,探讨铺设生态垫对沙丘土壤温度的影响,旨在了解铺设生态垫对沙丘植被生长环境的影响,为探讨生态垫在沙丘治理中的可行性提供理论依据。

## 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,位于河西走廊中部。该区属温带大陆性干旱气候,总的气候特点是,风大沙多,温差大,蒸发强烈,降水少,光照充足。多年平均降水量 110 mm,主要集中在 7—9 月份;年均蒸发量 2 047 mm;多年平均气温 7 ℃,最高气温为 37.4 ℃,最低气温为 -28 ℃;年日照时数为 3 085 h,无霜期 153 d;该地区的地带性土壤为风沙土、灰棕漠土<sup>[6,8]</sup>。该区内自然植被简单,常见的有梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、花棒(*Hedysarum scoparium*)、红砂(*Reaumuria songorica*)等。

### 1.2 研究方法

生态垫由马来西亚 Ecofiber Technology Sdn Bhd 公司提供,规格为 1 m×10 m,厚 3~5 cm。在流动沙丘迎风坡上,根据沙丘分布特点,从沙丘最高点开始,沿等高线铺设生态垫,生态垫间距为 1 m,于 2003 年 7 月铺设完毕,未铺设生态垫的流动沙丘作为对照。铺设和未铺设生态垫的沙丘各设置 3 个重复,结果取平均值。

土壤温度使用曲管地温计测定,分别在铺设有生态垫和未铺设的流动沙丘上,设 5 个层次(0 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm 和 20 cm)埋设。测定时间是 2004 年 8 月,从上午 7:00 开始,一直到 19:00 结束,每隔 1 h 记录 1 次。每层设 3 个重复,结果取平均值。利用 SPSS13.0 for Windows 的 Paired—Samples T Test 软件包进行均值比较,检验不同铺盖生态垫和流动沙丘土壤温度的差异,并利用 origin 7.5 绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 生态垫对沙丘土壤温度日变化的影响

土壤温度的高低可直接影响土壤蒸发量的大小,从

而间接影响土壤含水量的多寡和植物的成活与生长<sup>[7]</sup>。

通过对铺设生态垫的沙丘和流动沙丘土壤温度的连续观测(图 1),可以看出,铺设生态垫后 0—20 cm 各层次的土壤温度均比流动沙丘的土壤温度低,特别是土壤表层 0—15 cm 生态垫铺设下沙丘土壤温度要比流动沙丘土壤温度低得多。

流动沙丘土壤温度日变化非常剧烈,而铺设生态垫后土壤温度日变化则相对平缓。流动沙丘从上午 9:00 开始增温,地表最高温度可达 44.8 ℃,0—15 cm 土层增温都比较剧烈,随深度的增加温度变化趋于平缓,到 15 cm 以下生态垫和流动沙丘无论是土壤温度,还是土温增幅都相差不大。而铺设生态垫后沙丘各个层次土壤温度与流动沙丘相比上升幅度都比较缓慢,地表最高温度为 34.8 ℃,生态垫与流动沙丘各个层次土壤的最高温度都出现在 14:00 至 17:00 之间,随深度的增加最高温度出现的时间发生滞后现象,之后土壤温度开始逐渐降低。铺垫后的沙丘表层日均温为 29.05 ℃,而未铺设的为 34.54 ℃,降低了 5.5 ℃。铺设生态垫后,地下 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm 日平均温度分别比流动沙丘低 4.0 ℃, 2.4 ℃, 2.1 ℃, 1.6 ℃,随着深度的增加,温度降低幅度逐渐减小(图 2)。

铺设生态垫显著降低了沙丘土壤 15 cm 以内的土壤温度( $P < 0.001$ ),这对于夏季高温时减少土壤蒸发,保持沙丘土壤水分,有很好的作用。生态垫一方面能够避免阳光直接照射在土壤表面,另一方面能够提高光线的反射率,同时生态垫阻隔水分的蒸发,使水汽凝结在生态垫下层,从而再归还到土壤。这样,土壤一直能够保持高的含水量,由于水分具有高的比热,因此,铺设生态垫后土壤温度变化平稳。

### 2.2 生态垫对沙丘土壤温度日变化幅度的影响

表 1 为生态垫覆盖下与流动沙丘土壤不同层次温度变化幅度。从表 1 中可以看出,铺有生态垫的沙丘与未铺垫的流动沙丘对照,土壤不同层次的温度变化幅度差距很大。未铺设生态垫的土壤日温差大于铺设生态垫土壤,愈靠近表层变化幅度愈大。随着土壤深度的增加,变化幅度逐渐降低。生态垫对沙丘土壤温度日均温的影响与对土壤日温差的影响趋势也一致(图 2)。另外,随着大气温度的上升,铺垫和未铺垫的变化幅度在表层明显加快,而其它几个层次变化幅度不大。这与他人<sup>[7,9-10]</sup>的研究结果相似。说明铺设生态垫后,能够降低土壤日温差,尤其是 15 cm 以内的土壤温差。温差的降低将有利于土壤中各种微生物和动物的活动,从而给植物根系提供了一个良好的生长环境。

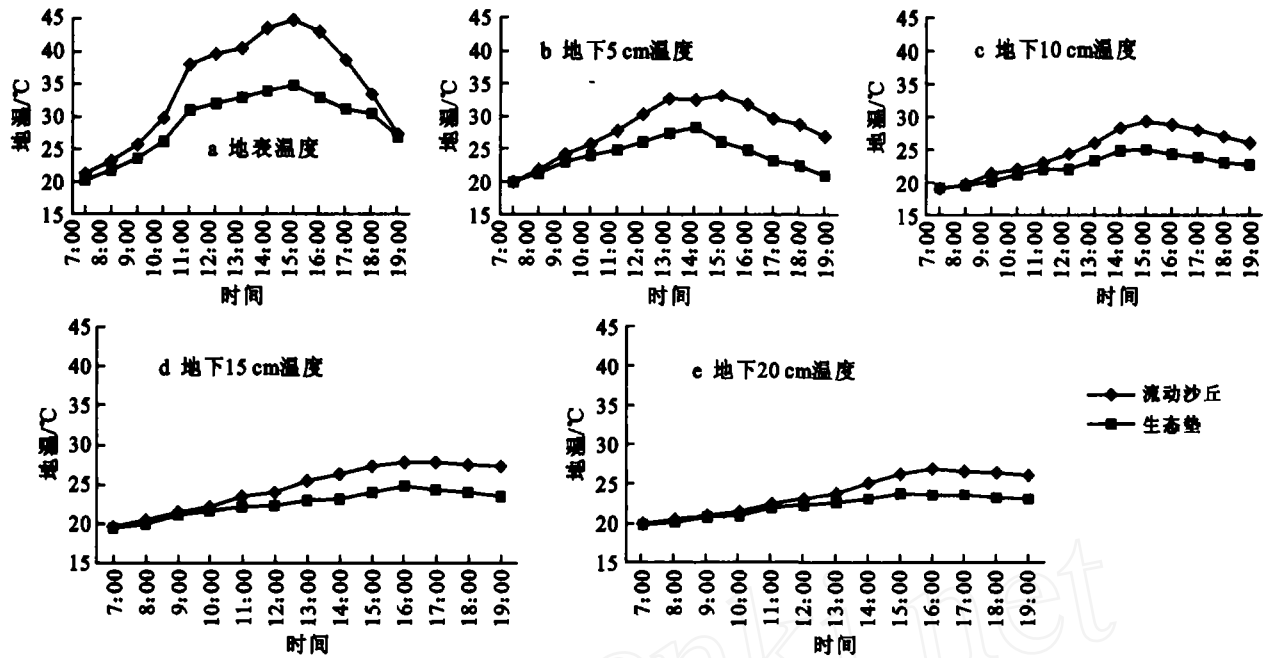


图 1 生态垫对沙丘土壤温度的影响

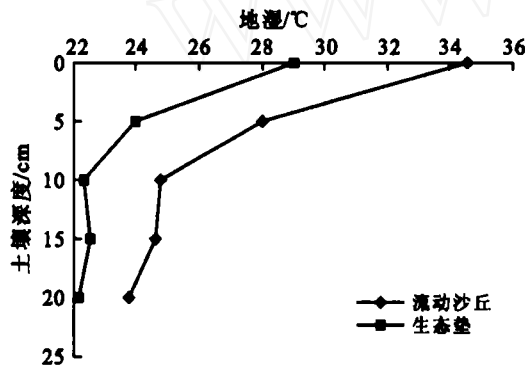


图 2 生态垫对沙丘土壤日均温垂直变化的影响

河西走廊中部降水稀少,蒸发强烈。铺设生态垫能够明显降低地表土壤温度,这对于流动沙地减少土壤蒸发,提高土壤含水量作用重大,同时也可避免高温对植物的日灼危害,所以铺设生态垫为恢复人工植被提供了条件。生态垫能减低土壤温度的主要原因

是改变了下垫面的性质,避免了太阳辐射与土壤的直接接触,并能吸收一部分太阳辐射,使土壤增温缓慢。土壤温度降低导致土壤水分提高后,土壤的比热也提高,进而减缓了土壤温度的大幅度变化,生态垫下土壤温度相对较小的波动也避免了当土壤在夜间冷却时,水气压下降所造成的大量水汽从温度高的地下向温度低的地表运动,保护了土壤深层次的水分,使土壤水分在连续干旱的情况下下降幅度较小,有利于植物的成活与生长。

在观测期内,铺设生态垫后土壤不同层次的温度变化幅度均低于流动沙地土壤温度,二者均随深度的增加变化幅度逐渐减小。铺设生态垫后能减低生长季节白天的土壤温差,有利于土壤动物和微生物的各种活动。土壤中植物根系与土壤动物、微生物对土壤的作用改善了土壤的物理性质。

表 1 生态垫与流动沙丘土壤不同层次温度变化幅度

层次类别	地表		5 cm		10 cm		15 cm		20 cm	
	流动沙丘	生态垫	流动沙丘	生态垫	流动沙丘	生态垫	流动沙丘	生态垫	流动沙丘	生态垫
最高值	44.8	34.8	33.1	28.2	29.2	24.9	27.8	24.8	26.8	23.8
最低值	21.3	20.1	19.9	20.0	19.0	19.2	19.7	19.5	20.0	19.8
温差	23.5	14.7	13.2	8.2	10.2	5.7	8.1	5.3	6.8	4.0
差值	8.8		5.0		4.5		2.8		2.8	

### 3 结论

铺设生态垫能够显著降低沙丘土壤表层 15 cm 以内的土壤温度,并减缓 15 cm 以内的土壤温度日变

化幅度,降低了生长季节白天的沙丘土壤温差。随深度的增加沙丘不同层次之间的温度变化幅度逐渐减小,这有利于抑制土壤蒸发,间接提高了沙丘土壤含水量<sup>[8]</sup>。因此,研究初步认为,在沙丘土壤表层,生态

垫铺设创造了良好的水热条件。在研究期内,由于气候干燥少雨,生态垫还未分解,因此,生态垫铺设对沙丘土壤其它一些理化和微生物性质的影响有待进一步研究。

#### [参 考 文 献]

- [1] 王涛,吴薇,薛娴,等.近50年来中国北方沙漠化土地的时空变化[J].地理学报,2004,59(2):203-212.
- [2] 王式功,董光荣.沙尘暴研究的进展[J].中国沙漠,2000,20(4):349-356.
- [3] 杜尧东,刘锦奎,何健.广州地区蔬菜田土壤温度变化特征及其预报模型研究[J].生态学杂志,2005,24(9):1021-1024.
- [4] 张伟,汪春,梁远,等.残茬覆盖对寒地旱作区土壤温度的影响[J].农业工程学报,2006,22(5):70-73.
- [5] 刘平,马履一,郝亦荣.生态垫对河滩造林地土壤温湿度和杂草的影响[J].中国水土保持科学,2005,3(1):77-81.
- [6] 占玉芳,蔺国菊.河西中部沙漠治理中应用生态垫对沙丘水分的影响[J].林业科技,2007,32(1):14-16.
- [7] 杨志国,孙保平,丁国栋,等.应用生态垫治理流动沙地机理研究[J].水土保持学报,2007,21(1):50-53.
- [8] 李禄军,蒋志荣,车克钧,等.绿洲—荒漠交错带不同沙丘土壤水分时空动态变化规律[J].水土保持学报,2007,21(1):123-127.
- [9] 张建新,张梅花,李庆会,等.生态垫覆盖对沙漠土壤水分和温度的影响[J].中国沙漠,2008,28(2):80-83.
- [10] 胡斌.夏玉米田秸秆覆盖效果的试验研究[J].灌溉排水,1998,17(3):46-48.
- (上接第139页)
- [11] Martin M A, Montero E. Laser diffraction and multifractal analysis for the characterization of dry soil volume-size distributions [J]. Soil Tillage Res., 2002, 64:113-123.
- [12] Linda P, Marco B, Paola R P. Laser diffraction, transmission electron microscopy and image analysis to evaluate a bimodal Gaussian model for particle size distribution in soils [J]. Geoderma, 2006, 135:118-132.
- [13] 程鹏,高抒,李徐生.激光粒度仪测试结果及其与沉降法、筛分法的比较[J].沉积学报,2001,19(3):449-455.
- [14] Eshel G, Levy G J, Mingelgrin U, et al. Critical evaluation of the use of laser diffraction for particle-size distribution analysis[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 2004, 68:736-743.
- [15] Konert M, Vandenberghe J. Comparison of laser grain size analysis with pipette and sieve analysis: A solution for the underestimation of the clay fraction [J]. Sedimentology, 1997, 22:523-535.
- [16] Jonasz. Nonsphericity of suspended marine particles and its influence on light scattering [M]. Limnol; Oceanogr. 1987; 1059-1065.
- [17] 牛占,和瑞勇,李静,等.激光粒度分析仪应用于黄河泥沙颗粒分析的实验研究[J].泥沙研究,2002,(5):6-14.
- [18] Jonasz M. Size, shape, composition and structure of micro-particle from light scattering[M]//Syvitske J P M. Principles, Methods, and Application of Particle Size Analysis. Cambridge, UK; Cambridge University Press, 1991:143-162.
- [19] 陈秀法,冯秀丽,刘冬雁.激光粒度分析与传统分析方法相关对比[J].青岛海洋大学学报,2002,32(4):608-614.
- [20] Krumbein W C. Settling velocity of flume behavior of nonspherical particles [M]. Trans. Am. Geophys., 1942, 41:621-633.