

不同沙面地被物增温效应的初步研究

常兆丰 韩福贵 仲生年

(甘肃省治沙研究所,甘肃,武威,733000)

摘要:我国西北、华北大面积沙漠裸露,每到春季沙漠地区迅速增温,形成了以沙漠为中心的高温低压区,与西伯利亚每年春季向四周扩散的高压冷气流形成明显的气压梯度,这是我国西北、华北地区每年春季沙尘暴频繁的直接原因。(1)干燥的沙面对大气增温的作用最明显,其次是粘土(干泥土)。沙面对大气增温的方式有两种:一是反射相对最强,在反射过程中对大气增温的作用明显。二是以热辐射、热对流的方式使大气增温,这是夏季和春、秋季干燥沙面使大气增温的最主要方式。(2)在同一地区约同一时间相同的日照下,沙面温度明显高于粘土、麦草沙障表面和沙生植物叶面温度。沙面在近地表200cm高度范围内气温成明显的递减趋势,而植物在近50cm上空范围内气温成递增趋势;在一定温度范围内(夏季和春、秋气温较高时)植物具有明显降低沙漠地区气温的作用。(3)在降低沙漠地区温度,减少沙尘暴方面植物固沙具有麦草沙障和粘土沙障等机械固沙措施不能替代的作用。

关键词:沙面地被物 日照反射率 热辐射 温度 民勤

中图分类号:S161·2⁺2 **文献标识码:**A

沙尘暴是沙漠化过程的最为典型的表现形式,是沙漠地区最为严重的自然灾害之一。沙尘暴集中发生在春季,在甘肃河西走廊主要集中在3月中旬至5月下旬。究其原因,大面积裸露的沙面上干燥的沙尘是沙尘暴发生的物质源;沙漠地区大面积沙面裸露,沙面的增温效应强,每到春季沙漠地区迅速增温,形成了以沙漠为中心的高温低压区,与西西伯利亚每年春季向四周扩散的高压冷气流形成明显的气压梯度,这个气压梯度越大,沙尘暴就越大。风是沙尘暴形成的动力,而裸露的沙面迅速增温则是形成高温低压区和沙尘暴的动力即大风的动力源。

那么,沙面上不同地被物在不同日照强度下的增温效应如何?在形成沙漠地区的高温低压区过程中各起什么作用?这显然是选择和评价防沙治沙措施的重要指标之一,是防治沙尘暴必须解决的一个重要问题。

1 沙面不同地被物对不同日照的反射率

沙漠地区的热能几乎全部是由太阳辐射提供的。太阳辐射在到达地面之前经过大气层使大气初步增温;到达地面的太阳辐射由地被物分解为以下3部分:一部分由地被物转化为自身的内能,利用或消耗。另一部分又反射射到大气层,使得大气再次增温。再一部分被地被物透射。根据能量守恒定律,则

$$P_A = P_r + P_{\rho} + P_t$$

式中: P_A 为到达地面的太阳辐射入射总量, P_r 为地被物反射量, P_{ρ} 为地被物吸收量, P_t 为地被物透射量。

在表 1 所列观测的地被物中,沙粒、粘土及麦草的透射量 P_t 几乎为零,只有入射光在灌木树冠、作物枝叶及空隙间会形成透射。地被物的反射率为

$$\frac{P_s}{P_A} \times 100$$

表 1 列出了不同沙面地被物对不同日照强度的反射率,反射光中包含温反射和散射^[1]。从中可以看出:(1)干燥的沙面(含水率 $<0.5\%$)的反射率最高(13.748%),其次是粘土耕地(13.465%),再次是麦草沙障(10.475%),植物树冠对日照的反射率最低(9.728%)。(2)不同植物的树冠对日照反射率的差异不大。(3)法线反射略大于垂直反射。(4)不同地被物对日照的反射率与日照强度成反比关系,即日照强度越大反射率越高。(5)沙粒、粘土及麦草的反射率相对高,则说明其吸收和透射率相对较低,其反射对大气增温的作用明显。

表 1 沙面不同地被物对不同日照强度的反射率

Tab. 1 Reflection rate of different sun light strength from the different ground covers

地被物	日照强度 10 ³ LUX	垂直反射 10 ³ LUX	法线反射 10 ³ LUX	平均反射率 (%)	沙丘部位	观测时间 (m/dd-hh:mm)
梭 梭	141	11	13	8.11	上 部	5/12-09:23
梭 梭	141	13	10	8.16	顶 部	8/29-11:10
梭 梭	138	14	14	10.14	顶 部	6/07-04:00
梭 梭	102	15	19	16.67	顶 部	3/13-02:36
毛 条	138	9.5	10	7.07	低平沙地	5/12-09:27
毛 条	144	10	10	6.94	低平沙地	8/29-11:40
毛 条	90	11	14	13.89	低平沙地	6/07-04:10
毛 条	111	14	18	14.41	低平沙地	3/13-02:43
沙拐枣	144	12	12	8.33	中上部	6/07-04:10
沙拐枣	141	11	13	8.51	中上部	5/12-09:20
沙拐枣	138	11	13	8.70	中上部	8/29-11:15
白 刺	141	12	13	8.87	白刺包	5/12-09:25
白 刺	144	13	14	9.38	白刺包	8/29-11:35
白 刺	69	9	11	14.49	白刺包	3/13-02:54
花 棒	144	10	12	7.64	低平沙地	5/12-02:30
花 棒	144	10	14	8.33	低平沙地	8/29-11:14
花 棒	84	9	10	11.31	低平沙地	6/07-04:00
怪 柳	135	10	11	7.78	低平沙地	8/29-11:45
沙 枣	135	7	8	5.56	低平沙地	8/29-11:35
麻 黄	117	11	13	10.26	低平沙地	3/13-02:05
麦草方格沙障	132	10	12	8.33	低平顶部	5/12-08:45
	138	14	14	10.14	低平顶部	8/29-10:30
	120	13	13	10.83	低平顶部	6/07-04:30
	123	15	16	12.60	低平顶部	3/13-01:06
沙 面	141	12	18	10.64	顶 部	5/12-09:10
	141	17	18	12.41	顶 部	08/29-11:30
	141	16.5	19	12.59	顶 部	08/29-11:06
	144	18	21	13.54	西南侧	06/07-03:46
	105	16	18	16.19	东侧腰部	03/13-02:25
	111	17	21	17.12	西侧腰部	03/13-02:25
小 麦	138	5	5	3.62	苗高 15cm	03/12-09:45
耕 地	78	10	11	13.46	耕作地	03/12-03:02
地 膜	138	14	17	11.23	耕作地	03/12-09:50

注:测定高度距反射面 50cm

2 沙面不同地被物的热辐射及热对流

表2是沙面不同地被物热效应观测值。由表2可以看出:(1)在同一地区约同一时间相同的日照下,沙面温度明显高于粘土、麦草沙障表面温度和沙生植物叶面温度。表2中的7种植物平均叶面温度为31.65℃,而沙面温度平均温度高达49.0℃,麦草沙障表面和粘土沙障表面分别达41.7℃和41.3℃,植物叶面温度仅为沙面温度的64.59%。(2)沙面在近地表200cm高度范围内气温成明显的递减趋势,而植物在近树冠50cm上空范围内气温成递增趋势。在30cm上空的沙面温度平均为35.8℃,较沙面下降了13.2℃,为沙面温度的73.06%,而在树冠30cm上空平均温度为32.6℃,较叶面升高0.95℃,为叶面温度的103.0%;在50cm上空的沙面平均温度为34.9℃,较沙面下降了14.1℃,为沙面温度的71.22%,而在树冠50cm上空平均温度为33.3℃,与叶面相比上升近1.65℃,为叶面温度的105.21%。

表2 沙面不同地被物热效应

Tab. 2 The thermal effect of different ground covers

地被物	温度(℃) 叶面或表面	上空气温(℃)					观测时间 (y/dd-hh:mm)
		30cm	50cm	100cm	150cm	200cm	
梭梭	29.8	30.5		(林间距树冠1m处32.4℃)			8/29-10:45
梭梭	30.1	31.1	31.8				8/29-11:28
沙拐枣	32.7	32.0	32.0				8/29-11:26
花棒	31.5	33.0	33.8				8/29-11:45
毛条	32.2	32.3	32.5				8/29-11:42
红柳	30.4	35.3	35.7				8/29-11:46
白刺	34.4	34.0	34.0				8/29-11:40
沙枣	32.1	32.6	33.3				8/29-11:43
沙面	51.0	37.5	36.6	34.6	32.2	31.2	8/29-11:16
沙面	47.0	34.1	33.2				8/29-10:35
麦草沙障	41.7	33.8	33.0				8/29-10:43
粘土	41.3	40.0	39.2	34.4			8/29-11:50

3 结论

(1)在调查观测的几种沙面地被物中,沙面对大气增温的作用最明显,其次是粘土(干泥土)。沙面对大气增温的方式有两种:一是反射相对最强,在反射过程中对大气增温的作用明显。二是以热辐射、热对流的方式使大气增温,这是夏季和春、秋季干燥沙面使大气增温的最主要方式。

(2)沙面在近地表200cm高度范围内气温成明显的递减趋势,而植物在近50cm上空范围内气温成递增趋势;在一定温度范围内(夏季和春、秋气温较高时)植物具有明显降低沙漠地区气温的作用;在其上方一定范围内,沙面上方的气温梯度明显大于植物上部的气温梯度。

(3)我国西北地区每年春季的大风沙尘暴天气主要是由于大面积裸露的沙漠使得沙漠地区迅速增温引起的^[2]。在降低沙漠地区温度,减少沙尘暴方面植物固沙具有麦草沙障和粘土沙障等机械固沙措施不能替代的作用。

4 讨论

(1)不同地被物的反射率越高则其散射、漫射也就越高,其原因与反射是相同的道理^[3],沙面较植物、麦草、粘土的反射率高,所以它的散射也较植物、麦草、粘土的高。

(2)在同一光照条件下沙面温度较植物叶面温度高的原因在于:一是沙子的比热值较小。一般来说,物质的金属性越强,比热就越小。沙子较麦草、木质纤维及粘土的金属性强,其比热值较小(为 0.92×10^3 焦/kg·℃),比热值小其温度升高1度所需要的热量就相对较少。其次是物质的热传导系数与其金属性成正相关。沙子的热传导系数较大,传热速度也较木质纤维、麦草、粘土快。再次是沙子属于半透明

晶体,它不仅可以颗粒表面将一部分光能转化为热能,而且还能在颗粒内部将透过颗粒表面的光能转化为内能。所以,虽然沙面的反射率高,但它将反射剩余的绝大部分日光能都转化成了热能,这其中只有少量的用于降水后一定时间内的沙面蒸发(民勤沙区沙面年蒸发量为 104.6mm)。

(3)在同一光照条件下植物叶面温度较沙面温度明显低的原因在于:植物是活的生物体,由于其生理活动,植物体温度升高 1℃ 所需要的热量要比木质纤维、麦草、粘土等需要的热量显著多。植物将吸收的光能一是用于蒸腾作用,二是要用于光合作用。沙生植物根系分布深度从几十厘米到 2m、3m 甚至更深,从 4 月到 10 月的蒸腾季节,要将大量水分蒸腾到大气中。据民勤治沙综合试验站测定,一株 5 年生梭梭一年蒸腾水分 260.6kg,一株 5 年生花棒在一年当中蒸腾水分 1018.8kg,水的比热是 4.2×10^3 焦/kg·℃,要将 260.6kg 水的温度升高 1℃ 所需要的热量为 1.094×10^6 焦,要将 1018.8kg 水的温度升高 1℃ 所需要的热量为 4.279×10^6 焦。

表 3 植物蒸腾消耗热量表

Tab. 3 Heat consuming of transpiration in different plants

植 物	梭 梭	蒙古沙拐枣	花 棒	沙 枣	沙木蓼	柠 条
蒸腾量(kg/y)	260.6	196.9	1018.8	1149.8	437.5	563.5
水温升高 1℃ 需要热量(10^6 焦)	1.095	0.827	4.279	4.829	1.838	2.367

参考文献

- (1) 《遥感概论》编写组. 遥感概论[M]. 北京:高等教育出版社,1986:19-29
- (2) 常兆丰、刘虎俊、纪永福. 最近一场强沙尘暴的调查分析[J]. 中国沙漠,17(4)
- (3) 袁玉江、胡列群. 塔克拉玛干沙漠腹地冬季地面反射光谱特征初探[J]. 中国沙漠,19(1)

A Preliminary Research on Increasing Temperature Effectiveness in Different types of Desert Ground covers

Chang Zhao—fen Hang Fu—gui Zhong Sheng—nian

(Gansu Desert Control Research Institute, Wuwei, 733000)

Abstract

A large area of desert in northwest and north of China is bare and harsh. The temperature of the areas is increased rapidly in spring and it forms high temperature and low air pressure in some areas where deserts are the centers. In the meanwhile, the air pressure gradient is formed with high air pressure and cold air flow froms west of Siberia, and spreads widely and rapidly. This is the direct reason of sandstorm happening frequently in spring in northwest and north China. (1) The function of dry sand ground is the most remarkable for the air temperature increasing, second is the clay ground(dry clay). The research showed that there are two types of air temperature increasing: one is stronger reflection in sand ground areas, where the air temperature increasing is obvious in the reflecting process-

ing. The other is thermal radiation and thermal convection, which is the main way for air temperature increasing when sand ground is dry in spring, summer and autumn. (2) The sand ground temperature is higher obviously than clay straw barrier ground and the leaf surface of natural desert plants under the same conditions of sunlight, time and the area. The air temperature within the height of 200cm from the sand ground is reduced gradually with the height increasing, The air temperature within the height of 50cm from the plant crown is increased gradually with the height increasing. The vegetation can reduce the air temperature obviously within a certain air temperature scale (when air temperature is higher in spring, summer and autumn). (3) The function of plant in sand ground can't be replaced by straw barrier and clay barrier and other mechanical methods for reducing air temperature and decreasing sandstorm in the desert areas.

Key words: desert ground covers sunlight reflection, thermal radiation, temperature, Minqin