

喀斯特森林的土壤温度变化规律

张 邦 琨 曾 信 波

(贵州农学院 贵阳 550025)

摘 要

本文以常态地貌上发育的马尾松林与草地作为对照,系统分析了喀斯特地貌上发育的常绿阔叶林的土壤温度与土壤热通量的变化规律。结果表明,土壤温度与土壤热通量的变化幅度均以常绿阔叶林<马尾松林<草地。

关键词 喀斯特森林; 温度; 热通量

喀斯特森林是发育在富含钙镁离子的中性至微碱性的隐(域)性石灰土及喀斯特地貌上的生态系统。由于喀斯特地貌的特殊性,在其上发育而成的森林对热量、温湿度以及风等气象因素进行了再分配,而有别于常态地貌上发育的森林。所以研究喀斯特森林对小气候的影响及其生态效益,其重要作用是显而易见的。

本文根据森林小气候的观测资料,以常态地貌上发育的松林和草地为对比,分析发育在喀斯特地貌上常绿阔叶林内土壤温度和土壤热通量。

1 实验概况

1.1 试验点的林分状况

常绿阔叶林的测点位于花溪公园的蛇山喀斯特地貌。以腊梅、三角枫、女贞为主的复层林,林分平均高、径分别为 8 米、16 厘米,郁闭度为 0.9。

马尾松林测点位于贵州农学院的松林坡(发育于第四纪黄土壤上的纯林),林分平均高、径分别为 19 米、28 厘米,郁闭度为 0.9,林下植被主要是油茶。

1.2 测定时间、仪器及观测项目

在上述测点上,于 1993 年 5 月 31 日—6 月 1 日,6 月 3 日,7 月 14 日进行了 3 次常规气象观测。用通风干湿表测定各点离地面 20、50、150 厘米高度处的温湿度;用曲管地温表测定距地面 5、10、15、20 厘米深度处的土壤温度;用地面温度表分别测定最高、最低与地面温度;用 DEM₆ 型轻便风速表,测定离地 50 厘米高处的风速。用 DFY₂ 天空辐射表与 DFM₃ 型辐射电流表,测定 50 厘米高处的总辐射、散射辐射和反射辐射。

2 喀斯特森林土壤温度变化规律

2.1 土壤温度的日变化

我们观测的各土层的温度日变化(3 次重复的平均值)结果(图 1)表明:

(1)在 0—20 厘米深度范围内,随着离地表深度的增加,土壤温度的日较差呈有规律的减小,这与(I)式的计算结果(表 1)相符合。因为白天,在地表获得热量后向下传递过程中,

要受到土壤介质等因素的层层阻截,因而土壤增热随深度的增加而变小。同样,夜间土壤降温也是随着深度的增加而减弱的。

$$A_z = A_o \exp[-Z(\frac{\pi}{KT})^{\frac{1}{2}}]$$

(I)

式中: A_z -Z 深度的温度振幅; A_o -地表的温度振幅; Z-土壤深度; T-变化周期,日变化为 24 小时; K-土壤导温率(计算时用日平均导温率),其计算式为: $K = M / N$

$$M = 26.67(0.06\Delta t_0 + \Delta t_5 + 1.62\Delta t_{10} + \Delta t_{15} + 0.006\Delta t_{20}) \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{cm}^2$$

$$N = 6 [(D_8 + D_{20} / 2) + D_{11} + D_{14} + D_{17}] \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$$

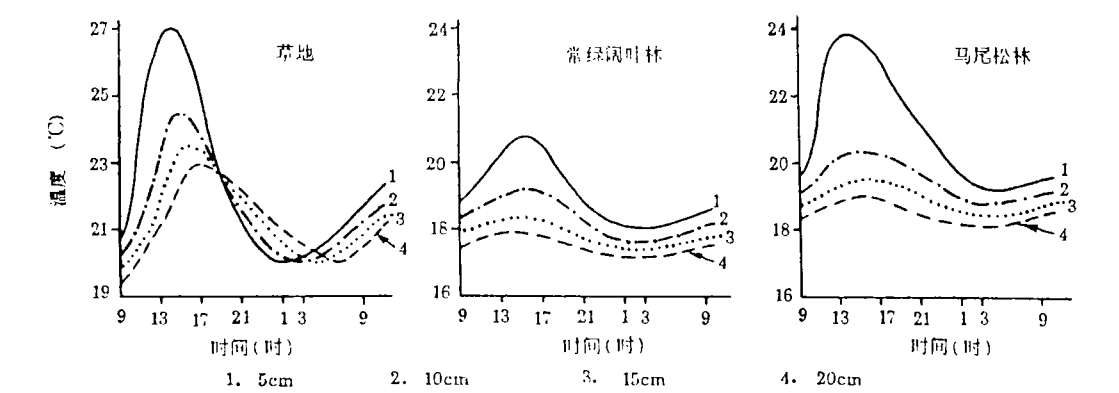


图 1 草地、常绿阔叶林和马尾松林地各土层温度的日变化

表 1 各层土壤的温度振幅

测定深度 (cm)	0	5	10	15	20
草 地	3.562	1.193	0.730	0.570	0.445
常 绿 阔 叶 林	1.254	0.570	0.433	0.410	0.365
马尾松林	1.902	0.844	0.473	0.428	0.391

表 2 不同土壤深度的位相滞后值(单位: 小时)

测定深度 (cm)	5	10	15	20
草 地	3.944	7.889	11.833	15.777
常 绿 阔 叶 林	3.407	6.813	10.219	13.626
马尾松林	3.001	6.001	9.002	12.003

(2)土壤温度的位相随深度增加而呈有规律滞后,这与(II)式计算的结果(表 2)相符合。由于温度通过介质自表层向下传递需要一定的时间,且在同一地点上土壤的导温率是相同的,所以传递到不同的深度其需要的时间也不同,随着传递深度的增加,热传递所需的时间也随之增大,位相也就不断滞后。

$$\tau = \frac{Z}{2} (\frac{\pi}{\pi K})^{\frac{1}{2}}$$

(II)

式中: τ : 位相滞后值; Z,T,K 表示意义同(I)式。

(3) 3 个测点的土温变幅为: 草地 > 马尾松林 > 常绿阔叶林。这主要与太阳辐射的到达量有关,裸地为太阳辐射到达的直接接收面,而林地由于林冠层对太阳辐射的吸收、散射和反射作用,到达林地的太阳辐射就明显小于裸地,当然其温度与温度的日变幅就比裸地要小。在林内又由于林分的结构与土壤的热特性不同,温度的变化也各异,马尾松林是单层

林, 太阳辐射到达林地只需经过林冠层的一次分配, 而常绿阔叶林为复层林要经过多次吸收利用方可到达林地, 因而太阳辐射的到达量就较之马尾松林要少, 同时马尾松林地的土壤含水量(32.7%)比常绿阔叶林(40.9%)低, 结果导致马尾松林的土温及其变幅比常绿阔叶林大。

(4) 3 个测点土温位相滞后为: 草地 > 马尾松林 > 常绿阔叶林。

2.2 林内、林外近地层土壤热交换

由于 $Q_s = -C_p K^{0.1/0.2}$ 计算较为复杂, 所以本文采用我国热量平衡台站应用的规范方法, 即采用 Г.Хцейтйн 的土壤热通量的近似计算方法, 其公式为:

$$Q_s = \frac{C_v}{\tau} (S_1 - \frac{K}{10} S_2) \quad (\text{III})$$

式中: Q_s 为土壤热通量; $\tau = t_2 - t_1$ 为时间间隔; (本文中取每 3 小时为一间隔), C_v 为土壤热容量, 计算时取 1.674 焦耳/厘米³·度; S_1 及 S_2 可以通过土壤不同深度的温度计算出来。 $S_1 = 20(0.082\Delta t_0 + 0.33\Delta t_5 + 0.175\Delta t_{10} + 0.156\Delta t_{15} + 0.004\Delta t_{20})$, 单位是℃·厘米; 其中 $\Delta t_0, \Delta t_5, \Delta t_{10}, \Delta t_{15}, \Delta t_{20}$ 分别为 0, 5, 10, 15 及 20 厘米深度处相邻两次观测时间内的土温差。 $S_2 = \tau(t_{20} - t_{10})^\circ\text{C} \cdot \text{h}$, 其中 t_{20}, t_{10} 分别表示 20 厘米和 10 厘米土温在 τ 时间间隔内的平均值。

用上述公式计算出的常绿阔叶林, 马尾松林及草地在 τ 时间间隔内的土壤热通量日变化值列于表 3。

表 3 林内外土壤热通量日变化 (单位: J/cm²·h)

测定时间 (时)	8-11	11-14	14-17	17-20	20-23	23-2	2-5	5-8
常绿阔叶林	1.6260	8.8756	1.0301	-5.7913	-4.0562	-2.8256	0.8869	3.6132
马尾松林	14.0372	16.0133	0.0847	-10.859	-7.9942	-3.0937	2.6944	7.8371
草 地	22.5287	24.6937	-1.2644	-17.3348	-15.7378	-4.1113	8.7974	17.2145

从表 3 上可以看出, 土壤中热交换的日变化其最大值出现在 11—14 时之间, 最小值出现在 17—20 时之间, 在一日之内有两次通过零点, 而呈单波正弦曲线变化。大约在 14 时左右, 由于地表温度开始下降, 地中热量就趋于向地表输送而导致土壤热通量变为负值。不同测点的土壤热通量大小顺序为草地 > 马尾松林 > 常绿阔叶林。这种顺序主要是由于下垫面的不同所致, 因为林冠层遮挡了太阳辐射和地面有效辐射而使土壤热通量较低, 同时, 常绿阔叶林是复层林, 其所得到的太阳辐射比马尾松林少, 加之土壤含水量较高, 因而其土壤热通量比马尾松林小。

3 小 结

(1) 在 0—20 厘米土层内, 随着离地表深度的增加, 土壤温度的日较差呈有规律的减小, 位相也呈有规律的滞后。二者的变化幅度均以草地 > 马尾松林 > 常绿阔叶林。

(2) 土壤温度及土壤热通量的变化幅度则以常绿阔叶林 < 马尾松林 < 草地。

参 考 文 献

- [1] 贺庆棠主编, 气象学, 中国林业出版社, 1988。