

高寒矮嵩草草甸植物温度
叶扩散导度、蒸腾作用与水势STUDIES OF LEAF CONDUCTANCE, TRANSPIRATION
AND WATER POTENTIAL OF PLANTS IN
ALPINE KOBRESIA HUMILIS MEADOW

Q948.158

黄桂英; 韩发

高寒草甸是分布在高寒地区的一种独特的植被类型, 由于长期处于较低的气温、低气压和强日辐射等自然环境条件下, 植物经过长期的自然选择和适应, 在生理生化及形态结构等方面具有明显的适应特征。自1986年至今, 在2000—4000m不同海拔地区调查取样, 对高寒植物生理生态及生化等方面进行了较为系统的研究, 本文将对高寒矮嵩草草甸植物温度叶扩散导度、蒸腾作用与水势研究报道如下。

1 材料与方法

观测主要在中国科学院海北高寒草甸生态系统开放实验站(北纬 $37^{\circ}29'$ — $37^{\circ}45'$, 东经 $101^{\circ}12'$ — $101^{\circ}33'$, 海拔3200m)较为开阔的矮嵩草草甸, 于8月植物生长盛期全晴天情况下进行。如遇阴天则顺延到晴天继续。供试植物为矮嵩草草甸的优势种: 矮嵩草(*Kobresia humilis*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、美丽凤毛菊(*Saussurea superba*)、麻花苣(*Gentiana straminea*)及微孔草(*Microula sikkimensis*)等。用L1-1600型稳态气孔计测定叶扩散导度、叶温、蒸腾速率; 用QDF-2型微风速仪测定冠层中、表面及冠层上方2m处风速; 用袖珍地温计分别测定地表及5cm、10cm、15cm不同深层土壤温度日变化及季节变化。植物水势以美国产3000型水势仪测定, 测定时要严防离体叶片水分丧失, 以潮湿滤纸夹住叶片快速放入压力室内固着测定。上述项目大多数同步进行测定, 每间隔1—2h观测记录1次, 日变化为多从日出至日落, 每次测定3个重复。

2 结果与分析

2.1 环境温度与植物温度

在高寒地区, 温度始终是生态系统中一个极为重要的因素, 它与海拔高度、日照长、太阳高度角等相偶联发生变化。温度通过对植物在分子水平上的影响, 如物质结构、化学平衡位置、反应速率等, 进而影响到初级生产的质和量。

高寒草甸地区气温日变化波动很大, 整个生长季内基本上无绝对无霜期, 昼夜间最高温度与最低温度最大差值达 23°C , 一般在 15°C — 20°C , 最低气温 0°C — 5°C 左右。在有、无屏蔽条件下环境温度差异极其显著。

植物冠层温度和叶温 文中的冠层温度是指在冠层中有屏蔽条件下的气温。在高原强日辐射影响下, 近植物表面为较热的空气层所包围, 使群落内部的温度显著高于气温、并且比较稳定。一般冠层温度比气温高 6°C — 12°C , 与叶温接近并略低(见图1)。

从对植物的生理活性影响来看, 叶温比气温更为直接。它制约叶子内部生理过程的速率, 并与叶子丧失水分的速率直接相关。然而叶温不是植物本身所控制的, 它取决于叶子对辐射能的接收、损失和储存的结果, 也就是取决于植物体与环境之间的能量平衡。

高原地区太阳直接辐射强。实验站地区直接辐射占总辐射的60%左右, 植物体截获大量日光能, 致使叶

本文于1991年10月25日收到, 修改稿于1992年8月25日收到。

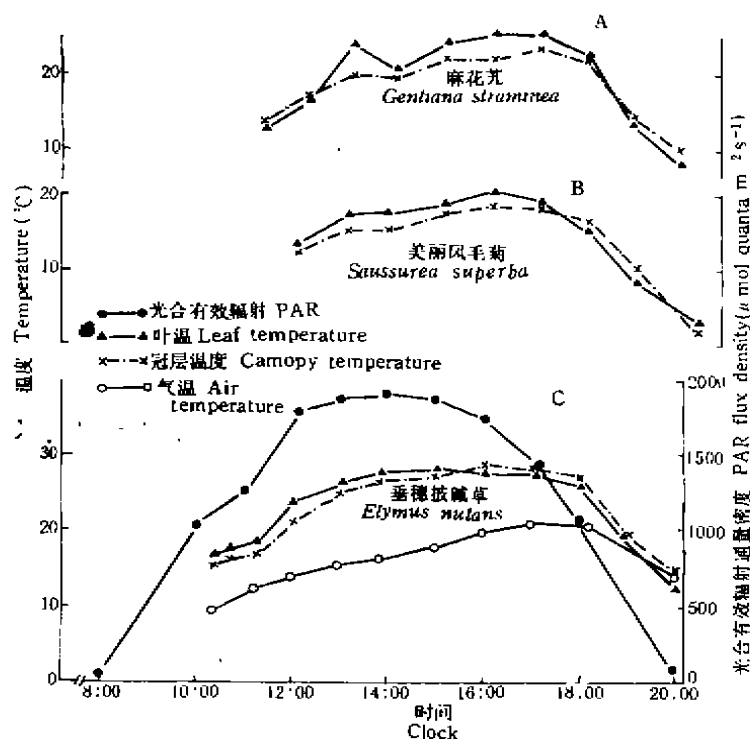


图1 矮嵩草草甸植物冠层温度及叶温日变化

Fig. 1 Daily variations of the canopy temperature and leaf temperature in *Kobresia humilis* meadow (Aug. 8, 1989)

温和冠层温度远高于气温。在12:00—15:00期间内气、叶温差12℃左右,直到19:00后二者才接近(见图1)。

土壤温度 在热量平衡中,土壤的作用如一温度缓冲器,白天植物体截获的能量除用于植物与环境间可感热交换(传导和对流)和潜热交换(蒸发和凝结)外,多数存于植物体和土壤中。

矮嵩草草甸5月和6月初植物处于返青阶段,叶面积指数低,地表和5cm深土温日变化波动很大。8:00左右地表温度0℃左右,16:00则接近25℃。6—8月,早晚日辐射增强,但稠密的植被防御了土温剧烈升高和夜间土壤中热能过分丧失,在10:00—18:00之间,土壤表面的温度月变化差异不大。

另外在直接辐射较强的高原地区,裸露地表温度要比有植被覆盖下测得的数值高得多。如在8月8日中午植被下垫面温度为28.7℃,裸露地表温度为37℃。

2.2 植物叶片气孔扩散导度、蒸腾作用与水势

导度与蒸腾作用,选取高寒草甸几种代表植物在晴朗无云条件下测定叶扩散导度和蒸腾速率日变化,并与西宁地区(海拔2260m)同种植物(从高原草甸移植2年)在相同物候期测定的结果进行比较。

在高寒草甸实验站地区,虽然10:00左右光合有效辐射通量密度已达 $1000\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$,但气孔导度仍然偏低,仅 $0.2\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 。约半小时之后,上升十分迅速,在11:00左右接近最大值。比较分布在不同海拔地区的垂穗披碱草叶扩散导度发现,在海拔3200m的实验站地区导度大于海拔2260m的西宁地区,但导度迅速上升并达最大值的时间却比西宁地区晚约2h(图2)。主要因为高寒草甸地区凌晨气温低并多有霜冻,在日出后半小时左右化霜,叶片积满水珠,气温约在1—5℃,10:00左右叶片水珠全部蒸发掉,辐射增强,则气孔张开导度迅速上升。

植物的蒸腾速率日变化动态与叶片气孔扩散导度具有相同的趋势(图3)。12:00—13:00速率达最大值,之后逐渐降低,以麻花苣降低幅度较大,这是因为麻花苣叶片不具绒毛,太阳直射下叶温偏高(27℃),致使

气孔导度下降。

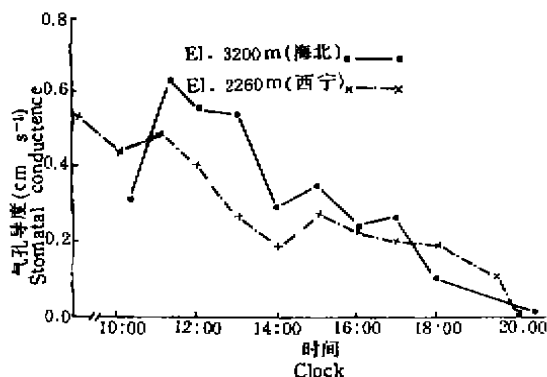


图2 不同海拔地区垂穗披碱草气孔导度比较
Fig. 2 Comparisons of the leaf stomatal conductance in *Elymus nutans* at the regions of different elevation

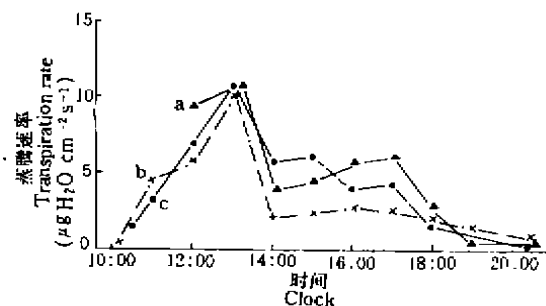


图3 植物叶片蒸腾速率日变化
Fig. 3 Daily progressions of the leaf transpiration rates (Aug. 8, 1989)

a: 美丽凤毛菊 *Saussurea Superba*; b: 麻花苣 *Gentiana straminea*; c: 垂穗披碱草 *Elymus nutans*

植物水势 高寒草甸植物群落下面由凋落物形成较厚的下垫面层。由于气温低,分解速率极慢、土壤潮湿含水量较高、一般植物水势也较高,但不同种植物表现出极明显的差异,图4表明4种不同根系类型植物水

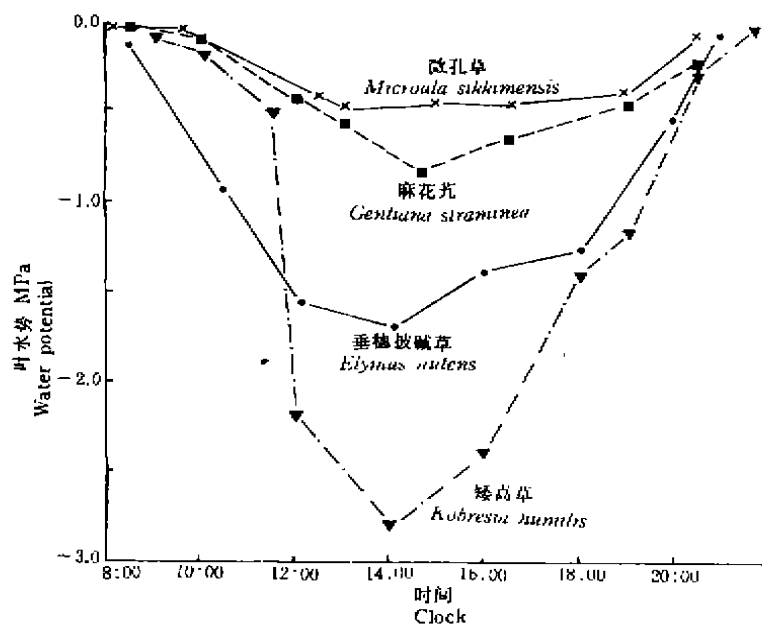


图4 高寒草甸地区植物水势日变化进程(1989年8月8日、全日照)
Fig. 4 Daily changes of plant water potential in the region of the alpine meadow (in full sunlight, Aug. 8)

势日变化动态(日出前至日落后1h)。夜间至凌晨植物水势达到或接近零。太阳升起后随着日辐射增强,蒸腾作用速率提高,叶水势相应下降,到14:00左右植物水势达最低值,傍晚水势恢复到接近最大值。深根系的微孔草一天中水势变化比较平稳,即使在12:00—16:00期间,辐射强气温较高的情况下,茎和叶水势仍保持

在 -0.5MPa 左右,深的根系可以从较深土壤中吸收水分补充蒸腾失水,但是具有短根茎的矮嵩草日间叶水势变化极大,午间最低水势达 -2.8MPa 。矮嵩草根茎距地表仅 $3-5\text{cm}$,并且栓质化程度高,随着植物和土表蒸散作用的加强,叶水势迅速降低,但即使在水势 -2.8MPa 时,植物也未呈现任何萎蔫症状。

草甸地区阳坡和阴坡植物水分状况差异显著,在同一时间内阳坡植物水势较阴坡低 1MPa 左右(表1)。

表1 高寒草甸地区阳坡与阴坡植物水势比较

Table 1 Comparison of leaf water potential between sunny slope and shady slope in the region of the alpine meadow

植物 Plant	阳坡(14:15—14:50) Sunny slope	阴坡(15:05—15:30) Shady slope
垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	$<-2.00\text{MPa}$	-1.26MPa
早熟禾 <i>Poa annua</i>	$<-2.00\text{MPa}$	-1.19MPa
麻花艽 <i>Gentiana straminea</i>	-0.71MPa	-0.43MPa
柔软紫菀 <i>Aster flaccidus</i>	-0.41MPa	-0.33MPa

在野外自然条件下,气孔导度、大气湿度、植物和土壤水势及其他环境因素之间的关系非常复杂,变化往往在瞬间发生并且彼此互相偶联,它们之间的许多因果关系尚未十分清楚。

贵桂英 韩 发 师生波

Ben Gui-Ying, Han Fa, Shi Sheng-Bo

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810000)

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academy of Sciences, Xining)