

华北土石山区土壤水分蒸发特性

鲁绍伟², 杨新兵^{3*}, 聂森, 鲁少波, 王玉华, 刘凤芹 (1. 北京林业大学, 北京100083; 2. 石家庄经济学院, 河北石家庄050031; 3. 河北农业大学, 河北保定071000; 4. 北京油航通科贸有限公司, 北京100091; 5. 河北省林业局, 河北石家庄050081)

摘要 为了研究华北土石山区阴坡油松林、阴坡裸地和阳坡侧柏栎类混交林土壤水分蒸发特性。降水量与水面蒸发由Campbell气象自动观测系统测得。利用PVC管自制的微型蒸渗仪(Microlysi meter), 直接钉入林地土壤, 取原状土, 放在原位, 测定不同条件下的土壤蒸发规律。试验地多年的蒸发变化趋于一致, 4~6月蒸发量大且变化不大, 7~10月蒸发量明显下降。5月的日平均蒸发量最大, 7月出现低谷, 9月出现第2个高峰, 10月降低。降雨量的变化与蒸发量相反。土壤蒸发总体规律是阳坡侧柏栎类混交林>阴坡油松林, 林外>林内, 阳坡侧柏栎类混交林林外无枯落物>阳坡侧柏栎类混交林林外有枯落物>阴坡油松林林内无枯落物>阴坡油松林林内有枯落物。

关键词 华北土石山区; 土壤水分; 水面蒸发; 土壤蒸发

中图分类号 S152.7 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)24-07532-02

Soil Water-evaporation Characteristics of Mountainous Area in North China

LU Shao-wei et al (Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract The purpose was to study the soil water-evaporation characteristics in pine forests in shady slope and the mixed forests of *Platycladus orientalis* and oak in bare land of shady slope and sunny slope in mountainous area of north China. Rainfall and water-surface evaporation were determined with Campbell meteorologic automatic observation system. The soil evaporation law under different conditions was determined with self-made Microlysi meter made of PVC tubes, by directly nailing into forest soil, fetching original soil and putting in the original place. The evaporation changes tended to be identical in test field for many years. The evaporation was high from April to June with little change. The evaporation was reduced obviously from July to October. The average evaporation per day was highest in May and smallest in July, and showed the second peak in September was showed and was reduced in October. The rainfall change was opposite to the evaporation change. The general law of soil evaporation was that *Platycladus orientalis* and oak mixed forests in sunny slope > pine forests in shady slope, evaporation out of forest > evaporation inside the forest, *Platycladus orientalis* and oak mixed forests in sunny slope without litter outside > *P. orientalis* and oak mixed forests in sunny slope with litter outside > pine forests in shady slope without litter inside > pine forests in shady slope with litter inside.

Key words Mountainous area in north China; Soil-water; Water-surface evaporation; Soil evaporation

蒸发过程是发生于多孔介质土壤内部及其与大气界面上的复杂过程, 即包括水分在土壤中的运移以及在土壤表面的蒸发。土壤蒸发现象既是地面热量平衡的组成部分, 又是水量平衡的组成部分, 受到能量供给条件、水汽运移条件以及蒸发介质的供水能力等的影响^[1-2]。土壤水分状况是决定干旱半干旱地区进行林草植被建设布局与配置的关键因素, 土壤蒸发长期以来受到人们的关注, 特别是在干旱半干旱地区, 它是农业、生态、环境、地理、气象、水利、水文等学科共同关心的问题。

1 试验地概况

研究地点位于北京市密云县翁溪庄北京市水源保护林试验站周边坡面人工油松林和侧柏栎类混交林, 地处密云水库西岸水源保护林一级保护区内。经度为116°48'39"~116°48'44", 纬度为40°29'50"~40°29'54"。海拔约210 m, 气候类型属于暖温带半湿润季风型大陆性气候, 近5年的平均降雨量为669.1 mm, 年际和年内变幅大, 全年降雨量集中在6~9月份, 占总降雨量的86%, 降雨最大月份出现在8月。试验选择油松纯林与侧柏栎类混交林。油松纯林试验林地坡向为北偏东40°, 低山坡下, 坡度32°。林相整齐, 属同龄林, 树龄为39年, 郁闭度为0.8。裸地在油松纯林试验林地附近, 坡度与坡向与纯林样地一致。侧柏栎类混交林试验林地

南坡向, 低山坡下, 坡度36°, 树龄为11年。主要树种是麻栎、榉树、侧柏, 混交比例为6麻2榉2侧, 零星分布山杏、黄栌、油松、刺槐、栓皮栎等树种, 土壤为壤土, 土层较薄, 石砾含量较多, 郁闭度为0.5~0.6。

2 试验方法

降水量与水面蒸发根据Campbell气象自动观测系统测得。土壤蒸发利用PVC管自制的微型蒸渗仪(Microlysi meter), 直接钉入林地土壤, 取原状土, 放在原位, 测定不同条件下的土壤蒸发规律。

观测时间: 2003~2006年5~10月。

3 结果与分析

3.1 水面蒸发 蒸发是发生在液体表面的汽化现象。它是液体汽化形式之一, 而且在任何温度下都可以蒸发。影响蒸发的主要因素: 一是与温度有关, 温度越高, 蒸发越快; 二是与液面面积有关, 液面面积增大, 蒸发就加快; 三是与空气流动有关, 液面空气流动快, 通风好, 蒸发就越快。其他条件相同的不同液体, 蒸发快慢亦不相同。这是由于液体分子之间内聚力不同而造成的。

从图1近4年来的数据可以看出: 5~10月份平均蒸发量为212.1、224.9、169.6、158.4、149.0、121.3 mm。生长季年平均蒸发量为1 035.3 mm。春季气温逐渐回升, 空气比较干燥, 风天较多, 风力较大, 此时, 蒸发量较高, 降雨少, 不能补充水分的散失, 对树木生长不利。7~9月份, 虽然气温较高, 但正好是北方的雨季, 降雨较多, 阴雨天较多, 蒸发量相对减小。9月底、10月以后, 虽然降雨明显减少, 但此时的气温比较低, 光照强度减弱, 因此, 此时的蒸发量并不高。试验地多年的蒸发变化趋于一致, 4~6月蒸发量大, 蒸发变化不大, 7~10月, 蒸发变化呈明显的下降趋势。从图2看出, 蒸发量

基金项目 国家林业局新技术储备项目“典型生态, 区域森林生态系统动态监测技术开发与应用”; 北京市科委2006年度科技计划重大项目(D0706007040191-07); “十一五”国家科技支撑计划课题(2006BAD03A11)。

作者简介 鲁绍伟(1972-), 男, 河北秦皇岛人, 博士后, 高级工程师, 硕士生导师, 从事生态系统健康、林业生态工程、水土保持研究。* 通讯作者, 博士, E-mail: yangxinli ng2001@126.com。

收稿日期 2007-05-04

的变化与降雨量相反,8 月份之前蒸发量大于降雨量,土壤以失水为主;8 月份降雨量大于蒸发量,土壤水分补充充足;9 月份之后,降雨量减少,蒸发大于降雨,土壤又以失水为主。

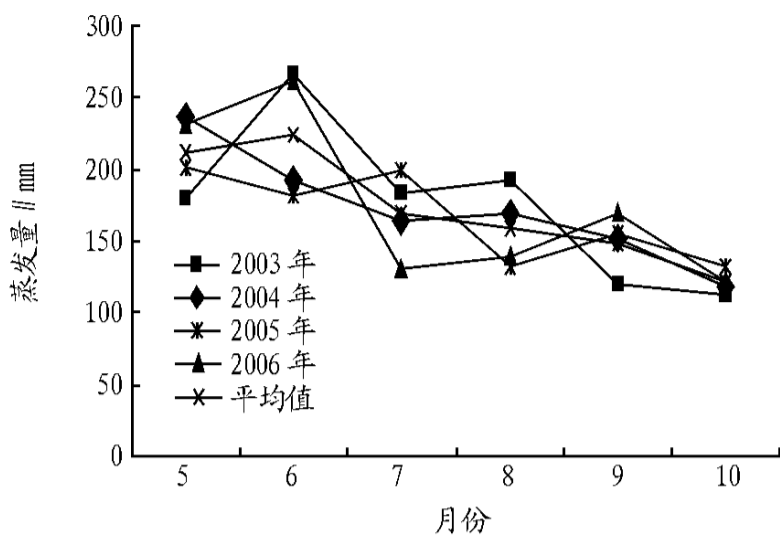


图1 试验地多年水面蒸发月变化

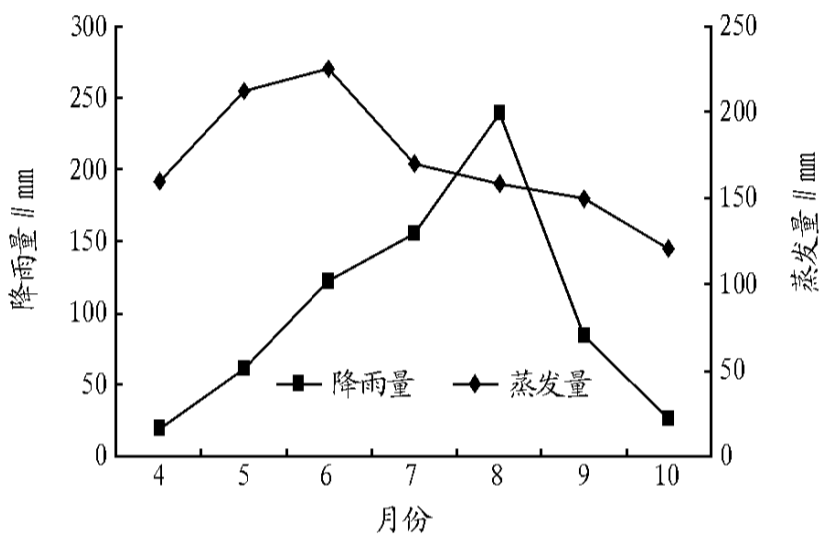


图2 试验地降雨量与蒸发量比较

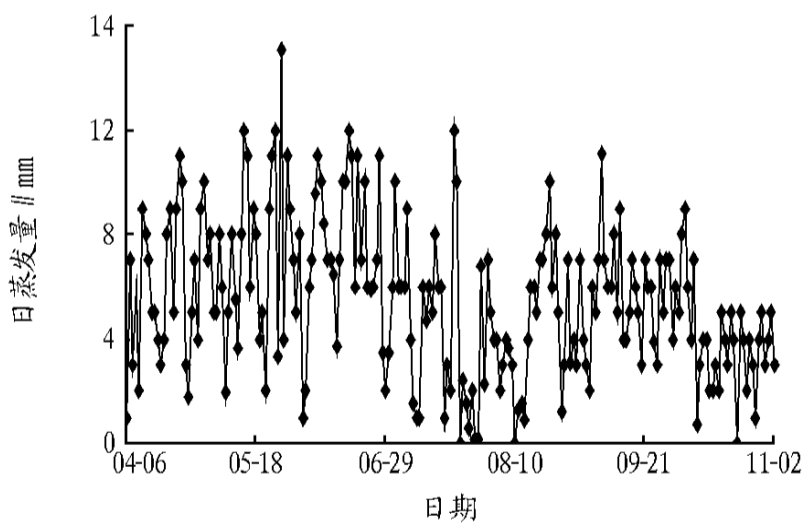


图3 试验地2006年水面蒸发日变化

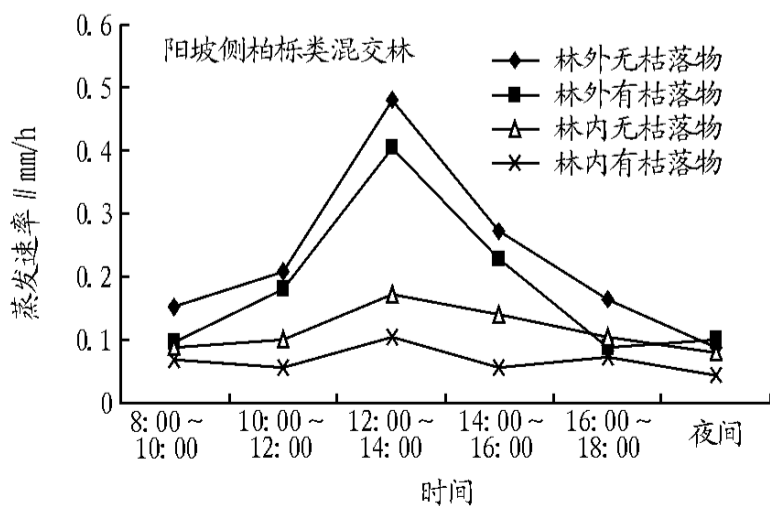


图3 是2006 年试验地4 ~10 月水面蒸发的数据。从图3 可见,从4 月份开始,随着气温的升高,蒸发量开始增加,5 月下旬的日蒸发量最高,到7 月下旬和8 月上旬,由于阴天和降雨较多,蒸发量有所减少,晴天的日最大蒸发量并不低,进入9 月份,蒸发量第2 次增加,因为此时的降雨量开始降低,气温较高,蒸发增加,10 月份之后,随着气温的降低,蒸发量开始减少,持续降到最低。日平均蒸发量是:5 月份最大,7 月份出现低谷,9 月份日平均蒸发量出现第2 个高峰,10 月份降低(表1)。

月份	月蒸发	日平均蒸发量	月份	月蒸发	日平均蒸发量
4	145.8	5.8	8	139.6	4.5
5	231.3	7.5	9	169.0	5.6
6	216.0	7.2	10	121.7	3.9
7	137.2	4.4			

3.2 土壤蒸发 土壤水分蒸发是土壤水分整个运动过程中的一种特殊形式的阶段。此阶段,由于土壤与地表大气接触,土壤水分运动与大气状况密切相关^[3-4]。土壤蒸发受太阳辐射、温度、地温、湿度、风速、降水及其入渗方式等外界气象条件的影响和受土壤含水量、潜水埋深、土壤质地及结构、土壤色泽与地表特性、土壤中毛管的输送能力等土壤内在因素的影响。

图4.5 是7 月晴天土壤蒸发结果,可以看出:0 ~10 cm 与0 ~20 cm 土层的日蒸发变化规律相似。8:00 开始,随着时间的延长,气温的升高,土壤蒸发量不断增加,到12:00 ~14:00 时达到最高,阳坡侧柏林栎类混交林0 ~10 cm 土层林外、林内土壤蒸发最大值分别为0.480 5、0.171 1 mm/h;阴坡油松林0 ~10 cm 土层林外、林内土壤蒸发最大值分别为0.374 7、0.194 7 mm/h;阳坡侧柏栎类混交林0 ~20 cm 土层林外、林内土壤蒸发最大值分别为0.649 1、0.257 9 mm/h,阴坡油松林0 ~20 cm 土层林外、林内土壤蒸发最大值分别为0.443 9、0.203 5 mm/h。然后,随着时间的延长,蒸发量开始下降,到16:00 ~18:00 蒸发量降到最低,夜间的蒸发量也比较小。在湿度大的夜晚,土壤水分在夜间的蒸发还有可能出现“负平衡”,说明夜间凝结水数量大于相应的蒸发量^[5-6]。总体规律是,阳坡侧柏栎类混交林> 阴坡油松林。由于阳坡光照时间长,光强度大,温度升高较快,促进了土壤的蒸发。

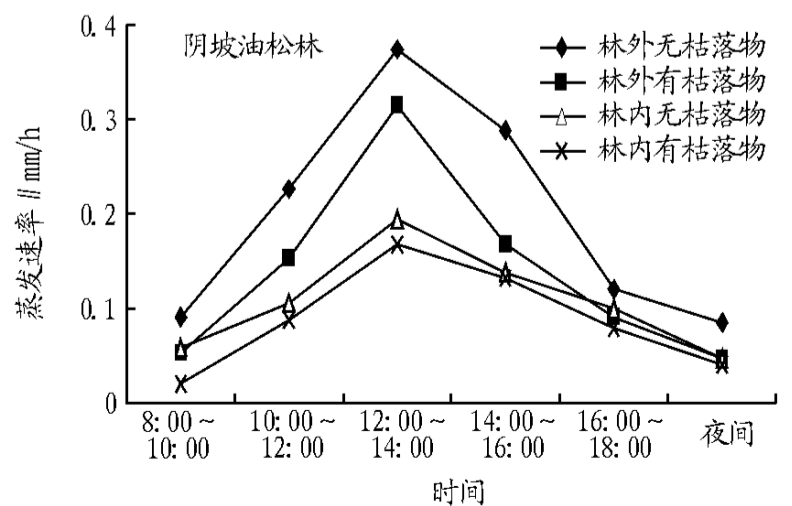


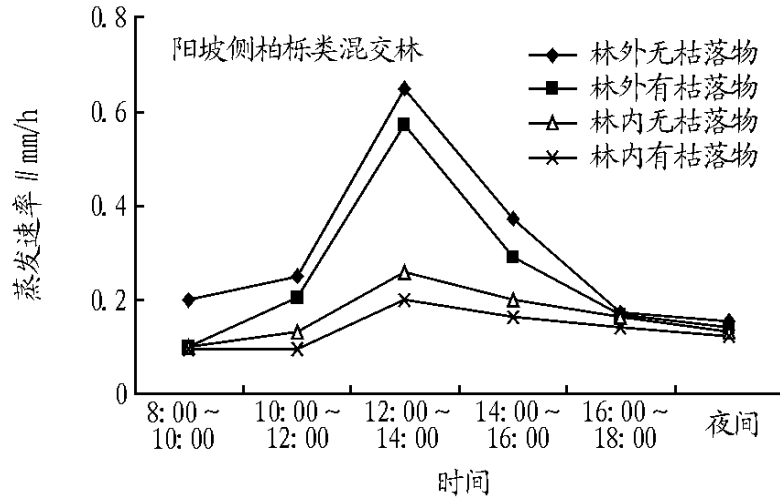
图4 0~10cm土层日蒸发变化

试验地晴天的日蒸发量结果表明(图6):土壤蒸发不只是在表层10cm 范围内,已经深达20cm 土层。阳坡侧柏栎类

混交林0 ~10 cm 土层土壤日平均蒸发量林外为1.229 5 mm, (下转第7539 页)

(上接第7533页)

林内为0.543 2 mm;阴坡油松林0~10 cm 土层土壤日平均蒸发量为1.185 3 mm,林内为0.587 4 mm;阳坡侧柏栎类混交林0~20 cm 土层土壤日平均蒸发量林外为1.639 4 mm,林内为0.900 0 mm;阴坡油松林0~10 cm 土层土壤日平均蒸发量为1.108 1 mm,林内为0.600 6 mm。林外的蒸发明显大于林内,



阳坡侧柏栎类混交林林外无枯落物> 阳坡侧柏栎类混交林林外有枯落物> 阴坡油松林林内无枯落物> 阴坡油松林林内有枯落物。主要是林内受冠层乔木的遮挡,林内不能直接接收太阳光照,升温慢,林内风速比林外小,水汽的传输慢等原因造成的。

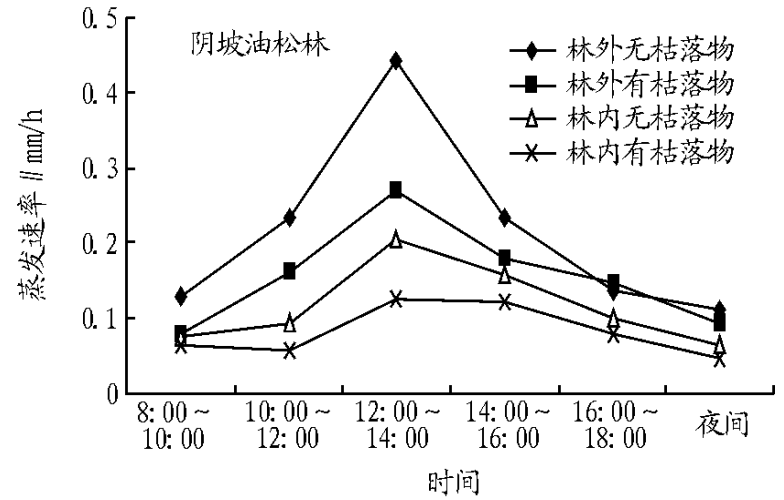


图5 0~20cm土层日蒸发变化

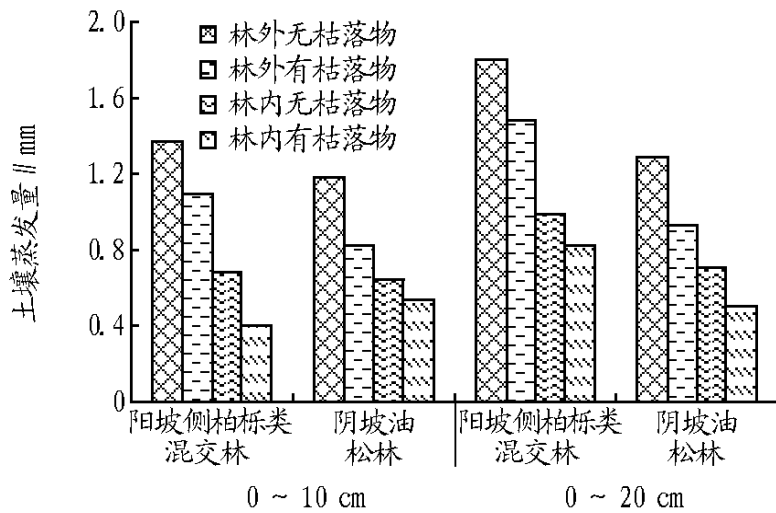


图6 不同处理土壤蒸发比较

4 讨论

试验地多年的蒸发变化趋于一致,4~6月蒸发量大,蒸发变化不大,7~10月,蒸发变化呈明显的下降趋势。日平均蒸发量是5月份最大,7月份出现低谷,9月份日平均蒸发量出现第2

反,8月份之前蒸发量大于降雨量,土壤以失水为主,8月份降雨量大于蒸发量,土壤水分补充充足,9月份之后,降雨量减少,蒸发大于降雨,土壤又以失水为主。

由于阳坡光照时间长,光强度大,温度升高较快,促进了土壤的蒸发。土壤蒸发总体规律是,阳坡侧柏栎类混交林> 阴坡油松林。林外的蒸发明显大于林内,阳坡侧柏栎类混交林林外无枯落物> 阳坡侧柏栎类混交林林外有枯落物> 阴坡油松林林内无枯落物> 阴坡油松林林内有枯落物。

参考文献

- [1] 杨文治,邵明安.黄土高原土坡水分研究[M].北京:科学出版社,2000.
- [2] 常宗强,王有科,席万鹏.祁连山水源涵养林土壤水分的蒸发性能[J].甘肃科学学报,2003,15(3):68-72.
- [3] 王政友.土壤水分蒸发的影响因素分析[J].山西水利,2003(2):26-28.
- [4] 张保华,何毓蓉,周红艺,等.贡嘎山东坡亚高山不同林地土壤水分特性与生态环境效应[J].山地学报,2004,22(2):207-211.
- [5] 熊伟,王彦辉,程积民,等.不同植被覆盖条件下土壤水分蒸发的比较[J].中国水土保持科学,2005,3(3):65-68.
- [6] 蔡树英,张瑜芳.温度影响下土壤水分蒸发的数值分析[J].水利学报,1992(11):1-8.