

内蒙古地区 4 种林分类型 UVB 屏蔽效应研究

安慧君¹, 杨莹¹, 王冰¹, 王晓亮¹, 贺晓辉²

1. 内蒙古农业大学林学院, 呼和浩特 010019
2. 鄂尔多斯市林业治沙科学研究所, 内蒙古鄂尔多斯 017000

摘要 选取内蒙古大兴安岭地区和呼和浩特市兴安落叶松、油松、樟子松和白杆 4 种典型针叶林, 利用 PC-2 型太阳辐射记录仪进行 UVB 辐射日进程测定, 以获得 4 种典型性针叶林的 UVB 屏蔽效应; 对 4 种林分 UVB 屏蔽效率与枝下高、郁闭度等冠层特征因子进行相关分析。结果表明, (1) 4 种林分对 UVB 辐射均产生显著消减作用, 其屏蔽效应分别为: 落叶松 (91.2%)、白杆 (90.2%)、油松 (88.9%)、樟子松 (88.2%); 但林分类型和时间段的不同对 UVB 的屏蔽效应均无显著影响。(2) UVB 屏蔽效应与林分郁闭度呈正相关关系, 相关系数 0.635, 与冠层呈负相关关系, 相关系数 0.966, 而与林分平均树高, 平均枝下高相关性不显著。

关键词 UVB; 林分; 屏蔽效应; 冠层特征

中图分类号 X173

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.09.011

On the UVB Screening Effect of Four Species Forest in Inner

AN Huijun¹, YANG Ying¹, WANG Bing¹, WANG Xiaoliang¹, HE Xiaohui²

1. College of Forestry, Agriculture University in Inner Mongolia, Hohhot 010019, China
2. Desert Control Research Institute of Forestry in Inner Mongolia, Erdos 017000, Inner Mongolia Autonomous Region, China

Abstract The four familiar species of conifer forest in Inner Mongolia i.e. Larix gmelini, Pinus tabulaeformis, Pinus sylvestris, and Picea meyeri were chosen as the investigative objects in forest area of Daxinganling Mountain and Hohhot City. The UVB radiation values were measured under the shade conditions and in the sunshine by using PC-2 solar radiation sensors. The UVB Shielding efficiency of examined tree species was calculated. The difference of UVB screening efficiency was compared with. And using the Pearson correlation analysis method, the UVB screening effect of different forest and its related characteristics, such as average canopy diameter, coverage, average height, and average bifurcate height, were concluded. The results show that: (1) Distinct weakening effect is achieved in the four familiar species of conifer forest. The UVB shielding efficiency for Larix gmelini is 91.2%, for Pinus tabulaeformis is 88.9%, for Pinus sylvestris var. mongolica is 88.2%, and for Picea meyeri is 90.2%, respectively. However with the different forest and time, their effects on the UVB shielding efficiency are insignificant. (2) There is a significantly positive correlation between the UVB shielding efficiency and coverage. There is a significantly negative correlation between the UVB shielding efficiency and average canopy diameter. There is an insignificant correlation between the UVB shielding efficiency and the average height of plant, and the average bifurcate height of plant.

Keywords UVB; forest stand; screening effect; garden plant

0 引言

紫外线依据波长所起到的生物作用可分为 3 部分: UVA (320—400nm)、UVB (280—320nm)、UVC (100—280nm), 其中

UVB 的生物作用最为强烈。UVB 过量照射可导致人类多种疾病发生率增加, 例如眼病、皮肤疾病、免疫系统疾病等。同时, 过量的 UVB 会改变一些动植物的生理活动和生命过程, 引起

收稿日期: 2010-11-16; 修回日期: 2011-03-02

基金项目: 内蒙古自治区自然科学基金重点项目 (20080404zd10)

作者简介: 安慧君, 教授, 研究方向为森林经营管理, 电子信箱: dean6928@sohu.com

环境和气候效应对人类社会产生影响。近些年,由于大气污染等人为因素严重破坏大气臭氧层,导致到达地球的 UVA、UVB 增加。特别是 UVB 的增加,已经给人类和地球生物生命带来严重威胁^[1-5]。

目前,紫外辐射对植物和生态系统影响方面的研究很多,大多集中于对某一地区一段时间内辐射强度测量及其规律分析,同时从生理角度出发,对 UVB 辐射大幅提升后动植物的胁迫响应分析研究也比较完善。近年来,国内对绿地 UVB 辐射状况渐有报道,但对森林 UVB 辐射状况以及屏蔽 UVB 辐射研究比较少见^[6-7]。

兴安落叶松林 (*Larix gmelini*)、油松林 (*Pinus tabulaeformis*)、樟子松林 (*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)、白杆林 (*Picea meyeri*) 为内蒙古地区常见针叶林。本研究于内蒙古大兴安岭森林生态系统国家野外观测研究站(以下简称大兴安岭生态站)选取落叶松林,内蒙古林业科学研究院树木园选取樟子松林、白杆林和油松林共 4 种典型性针叶林分,测算其对 UVB 辐射的屏蔽率。并通过对内蒙古地区 4 种典型针叶林的 UVB 屏蔽效应对比,分析屏蔽效应与冠层特征的相关关系,以期营造健康环境提供借鉴和参考。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

大兴安岭生态站地处 121°30'E—121°31'E, 50°49'N—50°51'N, 海拔 800—1000m。属于寒温带大陆性湿润气候,其气候特点为冬寒夏暖,最低气温-50℃,最高气温 40℃,年降水量多集中在 7—8 月,9 月末进入降雪期。该地区是中国兴安落叶松林的集中分布区。

内蒙古林业科学研究院位于呼和浩特市,地理坐标为 111°30'E—111°52'E, 40°48'N—40°53'N。呼和浩特市属于中温带大陆性气候,其特点为冬季漫长而寒冷,夏季短暂而温热,春季和秋季较长,光照充足,温差大,降水少,气候干燥。7 月最热,1 月最冷。

1.2 研究方法

1.2.1 测定地点

测定地点分别设在大兴安岭生态站和人为干扰较少的林分内,各林分结构如表 1 所示。表中, AH 为平均树高, ACD 为平均冠幅, ABH 为平均枝下高, CR 为郁闭度。

表 1 林分结构

Table 1 Structure characters of forest

林分类型	AH/m	ACD/m	ABH/m	$CR/\%$
落叶松林	12.24	3.13	5.75	66.7
油松林	9.25	5.48	4.08	59.9
樟子松林	15.53	7.42	6.33	59.0
白杆林	12.54	4.72	2.94	78.0

1.2.2 监测方法

2010 年 8 月 08:00—17:00, 选择晴天在林分内进行 UVB

观测,同时选择全日照旷地作为对照观察点。仪器在各树荫下测量时避开光斑。仪器每分钟自动监测一次并记录瞬时强度值,每天下载一次记录数据,获得一天紫外辐射强度数据。

UVB 辐射测量采用 PC-2 型太阳辐射记录仪(锦州阳光科技发展有限公司),分辨率 $\pm 1\mu V$,输入范围 $\pm 2mV$,准确度为 0.5%,工作温度-10—+70℃,相对最大湿度 $\leq 95\%$ 。

1.3 数据处理

UVB 辐射强度以日照时段内 UVB 辐射总量平均值度量。计算各林分 and 全日照旷地在同一时段 UVB 辐射强度值以获得各林分不同时段屏蔽效应。每种林分测量 2d,取其平均作为 UVB 辐射强度、UVB 辐射总量及屏蔽效应最终值。

林分内 UVB 屏蔽效应计算如下:

$$\text{屏蔽率} = \left(1 - \frac{\text{林分内 UVB 辐射量}}{\text{全日照 UVB 辐射量}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

2 研究结果

2.1 不同林分 UVB 辐射总量和屏蔽效应

表 2 给出了不同林分的 UVB 屏蔽效应比较。可以看出, 08:00—17:00 时,全日照旷地 UVB 辐射总量均大于 4 种林分内 UVB 辐射总量,落叶松、白杆、油松、樟子松 4 种林分对 UVB 辐射的屏蔽效应分别是 91.2%、90.2%、88.9%、88.2%。

利用单因素方差分析方法^[8],对林分内外的 UVB 辐射总量显著性差异检验可知,林分内外 UVB 辐射量有显著差异性,即 4 种林分对 UVB 辐射有明显的消减作用,如表 3 所示,屏蔽效应显著。

表 2 不同林分 UVB 屏蔽效应比较

Table 2 Comparison of UVB radiation values and shielding efficiency

林分类型	全日照 UVB $I/(W \cdot m^{-2})$	林分内 UVB $I/(W \cdot m^{-2})$	屏蔽率/ $\%$
落叶松林	7358.1	647.0	91.2
白杆林	8976.3	877.5	90.2
油松林	9523.7	1052.4	88.9
樟子松林	11557.8	1363.8	88.2

表 3 单因素方差分析

Table 3 One-way analysis of variance

变差来源	自由度	离差平方和	均方	均方比	$F_{0.05}$	是否显著
组间	1	353864502.8	353864503	228.653	13.7	显著
组内	6	9285639.0	1547606.5	—	—	—
总计	7	363150141.7	—	—	—	—

2.2 4 种林分各时段 UVB 屏蔽效应分析

表 4 给出了 4 种林分各时段的 UVB 屏蔽效应。

通过对 4 种林分屏蔽效应做双因素方差分析^[9],判断 4 种林分类型和时段这两种因素是否对屏蔽效应有显著性影响。

表 4 4 种林分类型 UVB 屏蔽效应

Table 4 UVB Screening effect of four specimen plants

林分类型	屏蔽率/%									
	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
落叶松	94.85	93.05	91.86	91.40	90.49	89.25	88.40	89.79	91.72	89.82
油松	90.31	90.28	90.82	87.86	89.97	88.59	86.01	90.35	86.96	87.74
樟子松	87.58	85.96	89.28	91.14	83.83	88.52	91.25	88.40	88.06	85.96
白杆	95.50	81.15	93.49	91.77	88.51	89.71	87.98	92.82	93.46	91.82

注: 08:00 代表 08:00—08:59 时间段; 09:00 代表 09:00—09:59 时间段, 以此类推。

Notes: In the table, 08:00 represent 08:00—08:59; 09:00 represent 09:00—09:59, etc.

表 5 双因素方差分析

Table 5 Two-way analysis of variance

变差来源	自由度	离差平方和	均方	均方比	$F_{0.05}$	是否显著
林分类型影响	3	0.046	0.015	2.913	$F_{0.05}(3, 27)=2.96$	不显著
时段影响	9	0.047	0.005	0.176	$F_{0.05}(9, 27)=2.25$	不显著
误差项	27	0.810	0.030	—	—	—
总计	39	0.903	—	—	—	—

结果可知, 在 0.05 水平下, 林分类型和时段两种因素对 UVB 屏蔽效应均无显著影响, 即 4 种林分类型在各时段的屏蔽效应均无明显差异(表 5)。

2.3 UVB 屏蔽效应与林分冠层结构相关分析

由表 6 的 UVB 屏蔽效应与林分结构相关分析表明, 林分对 UVB 屏蔽效应与林分郁闭度呈正相关关系, 相关系数为 0.635, 与林分冠幅呈显著负相关关系, 相关系数为 0.966, 而与林分平均高度和平均枝下高相关性不显著。

表 6 UVB 屏蔽效应与林分结构特征相关分析

Table 6 Correlation analysis between the UVB shielding efficiency and structure characters of forest

项目	AH	ACD	ABH	CR
屏蔽率	0.074	-0.966*	-0.198	0.635
Sig.(1-tailed)	0.463	0.017	0.401	0.182
N	4	4	4	4

注: * 为相关系数在 0.05 水平上显著。

Note: * means correlation is significant and at the 0.05 level (1-tailed).

3 讨论

就所测数据看, 本次试验所选择的 4 种针叶林对 UVB 的屏蔽效应有一定的差别。这种差别可以通过叶片的生理、生化特性等得到解释。不同树种, 其叶片的生物学特性及抗 UVB 的黄酮类化合物含量不同^[9]。根据分析, 林分类型和时间段的不同对 UVB 的屏蔽效应无显著影响, 这可能与 4 种林分都属松科, 在一定程度上其叶片形态、叶倾角分布、叶空间分

布等多种结构特征具有相似性, 需要进一步研究证实。同时, 随着林分郁闭度的增大, UVB 屏蔽效应升高。冠层是植物反射或吸收紫外线的主体, 郁闭度是反映林分结构的重要因子。因而, 林分郁闭度在很大程度上决定了林分对 UVB 的屏蔽效应。UVB 屏蔽效应随着冠幅的增大而明显降低, 这可能是与松科树种特有的叶片形态也与空间分布有关, 随着冠幅的增大林分内透光率增高, 致使屏蔽效应降低。可以说, 林分内紫外辐射变化不仅受到太阳辐射强弱变化的影响, 也与林分冠层结构变化有关。

4 结论

本文通过对内蒙古地区 4 种典型针叶林的 UVB 屏蔽效应对比, 并分析屏蔽效应与冠层特征的相关关系, 得到结论如下:

(1) 林分的 UVB 屏蔽效应代表了林分阻挡 UVB 辐射的能力。研究所选取的 4 种林分, 其林分内 UVB 辐射强度明显小于全日照旷地 UVB 辐射, 且对 UVB 具有明显的屏蔽效应。落叶松、白杆、油松、樟子松 4 种林分对 UVB 辐射的屏蔽效应分别是 91.2%、90.2%、88.9%、88.2%。

(2) 根据双因素方差分析可知, 在 0.05 水平下, 林分类型和时间段的不同对 UVB 的屏蔽效应均无显著影响, 即 4 种针叶林的屏蔽效应无显著性差异。

(3) 根据林分 UVB 屏蔽效应与林分结构特征相关分析可知, 林分 UVB 屏蔽效应与郁闭度呈正相关关系, 与冠幅成明显负相关关系, 与平均树高和平均枝下高相关性不显著, 即林分冠层特征决定其林分内的 UVB 辐射状况。

森林是人类休闲、娱乐的理想场所。为营造更健康的绿

地环境,进一步提高绿地的生态功能,在植物配植时应进一步考虑 UVB 屏蔽效应。

致谢 本研究受到内蒙古农业大学林学院林木遗传育种教研室和森林经理教研室老师、同学的大力支持和帮助,在此致以衷心的感谢和诚挚的敬意。

参考文献 (References)

- [1] 廖永丰,王五一,张莉,等. 到达中国陆面的生物有效紫外线辐射强度分布[J]. 地理研究, 2007, 26(4): 821-827.
Liao Yongfeng, Wang Wuyi, Zhang Li, et al. *Geographical Research*, 2007, 26(4): 821-827.
- [2] 杜春丽,沈新勇,陈渭民,等. 43a 来中国城市气候和太阳辐射的变化特征[J]. 南京气象学院学报, 2008, 31(2): 200-207.
Du Chunli, Shen Xinyong, Chen Weimin, et al. *Journal of Nanjing Institute of Meteorology*, 2008, 31(2): 200-207.
- [3] 李海涛,胡东,廖迎春,等. 北京市六种园林绿化树种对 UVB 的屏蔽效应[J]. 城市环境与城市生态, 2003, 16(6): 139-141.
Li Haitao, Hu Dong, Liao Yingchun, et al. *Urban Environment & Urban Ecology*, 2003, 16(6): 139-141.
- [4] 吴永波,薛建辉. UV-B 辐射增强对植物影响的研究进展[J]. 世界林业研究, 2004, 17(3): 29-31.

- Wu Yongbo, Xue Jianhui. *World Forestry Research*, 2004, 17(3): 29-31.
- [5] 孙振令,彭长连,陈贻竹. 植物对增强 UV-B 辐射和 SO₂ 的响应[J]. 热带亚热带植报, 2000, 8(4): 353-360.
Sun Zhenling, Peng Changlian, Chen Yizhu. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2000, 8(4): 353-360.
 - [6] 许嘉宸,金瑞雯,张治. 上海绿地群落冠层的 UVB 屏蔽作用[J]. 中国城市林业, 2008, 6(6): 53-56.
Xu Jiachen, Jin Ruiwen, Zhang Zhi. *Journal of Chinese Urban Forestry*, 2008, 6(6): 53-56.
 - [7] 郑思俊,张庆费,夏楠,等. 上海人工绿地群落 UVB 屏蔽效应与冠层特征的关系[J]. 生态环境, 2008, 17(4): 1523-1527.
Zheng Sijun, Zhang Qingfei, Xia Lei, et al. *Ecology and Environment*, 2008, 17(4): 1523-1527.
 - [8] 刘刚. 方差分析[M]//龙永红. 概率论与数理统计. 北京: 高等教育出版社, 2009: 202-212.
Liu Gang. Analysis of variance [M]//Long Yonghong. Probability Theory and Mathematical Statistics. Beijing: Higher Education Press, 2009: 202-212.
 - [9] 梁滨,周青. UV-B 辐射对植物类黄酮影响的研究进展[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(3): 191-194.
Liang Bin, Zhou Qing. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2007, 15(3): 191-194.
- (责任编辑 朱宇)

· 学术动态 ·

第五届中国智能计算大会 (ICC2011)

时间: 2011年7月27—31日 地点: 南京

主办: 中国运筹学会

征文范围

- 智能计算: 遗传算法、模拟退火算法、禁忌搜索算法、进化算法、启发式算法、蚁群算法、粒子群算法、混合智能算法、免疫算法、人工智能、神经网络、机器学习、生物计算、DNA计算、量子计算、智能计算与优化、模糊逻辑、模式识别、知识发现、数据挖掘。
- 不确定系统: 随机集、模糊集、粗糙集、可信性理论、机会理论。
- 不确定理论: 不确定过程、不确定分析、不确定微分方程、不确定逻辑、不确定推理。
- 不确定规划: 随机规划、模糊规划、混合规划。
- 应用: 车辆调度问题、可靠性问题、存储问题、排序问题、选址问题、分配问题、更新问题、图像处理、电子商务、信息安全、风险分析与控制、智能加工系统、智能调度系统、智能交通系统、智能金融工程、数理金融、应用概率统计、智能信息检索、智能控制与自动化、智能通信工程等。

通信地址: 江苏省南京市孝陵卫200号 南京理工大学理学院 (210094)

电 话: 025-84315878

电子信箱: infcom@mail.njust.edu.cn

会议网址: <http://infcom.njust.edu.cn/conference>