

南极中山站紫外辐射的初步研究*

卞林根 陆龙骅 贾朋群

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

关键词 南极中山站 紫外辐射 特征

南极春季臭氧减少, 使到达地面的紫外辐射明显增加, 对极区生物圈环境与全球生态系统都有重要影响. 1993年起, 我们在中国南极中山站 ($69^{\circ}22'S$, $76^{\circ}22'E$) 分别建立了辐射和臭氧观测系统, 获得了紫外辐射和臭氧的连续观测资料. 本文主要分析 1993 年 2 月~1994 年 12 月紫外辐射和总辐射的变化特征, 初步讨论南极春季臭氧减少与紫外辐射和总辐射的关系.

1 观测仪器

观测用的采样系统是 RYJ-2 全自动辐射记录仪, 瞬时值分辨率为 1 W/m^2 ; 时累值为 0.01 MJ/m^2 , 采样速率为 1 min, 精度为 0.6%. 观测项目有紫外辐射、总辐射和反射辐射. 紫外辐射和天空辐射表均系美国 EPPLEY 公司生产的适用于低温环境下的传感器, 紫外辐射波长为 $290 \sim 385 \text{ nm}$, 灵敏度为 $160 \mu\text{V/W} \cdot \text{m}^{-2}$, 仪器运往南极观测前在中国气象局计量中心进行了标定. 同期进行的紫外辐射 B 波段 (波长为 $285 \sim 325 \text{ nm}$) 和臭氧观测仪器在文献[1]中已作说明.

2 紫外辐射的变化特征

2.1 紫外辐射的日变化

中山站地区有 55 d 极昼 (11 月下旬~1 月中旬) 和 58 d 极夜期 (5 月下旬~7 月中旬). 图 1 给出 1993 和 1994 年 1 月 (夏季)、4 月 (秋季) 和 10 月 (春季) 紫外辐射 (UV) 平均强度的日变化. 由图 1 可见, 夏季中午前后 2 h 紫外辐射平均强度保持在 30 W/m^2 上, 正午达到最大为 36 W/m^2 . 秋季太阳高度降至 10° 左右, 中午前后紫外辐射的平均强度仅为夏季的 20% 左右. 春季太阳高度角升至 30° 以上, 紫外辐射随之加强, 中午前后达到 25 W/m^2 以上.

中山站极昼期间晴天的总辐射和紫外辐射强度非常大, 中午前后总辐射可达 850 W/m^2 以上, 最大瞬时强度达到 1093 W/m^2 , 紫外辐射强

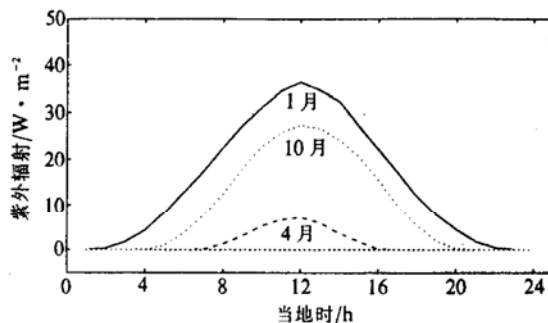


图1 紫外辐射的日变化

1995-07-10 收稿, 1995-11-18 收修改稿

* 国家科技“八五”攻关资助项目

度达到 50 W/m^2 , 最大强度为 57 W/m^2 , 阴天正午前后总辐射强度仅为晴天的 50%, 而紫外辐射为晴天的 60%, 说明云对总辐射的影响比对紫外辐射的影响大. 我们统计了晴天和阴天不同太阳高度角下紫外辐射所占总辐射中的比例, 阴天紫外辐射所占总辐射的比例明显大于晴天, 其比例并随太阳高度角的增大而增大. 紫外辐射与总辐射的比例晴天为 5.6%, 阴天为 6.2%. 此比例大于我国在漠河和高原地区的观测结果^[2].

2.2 紫外辐射的季节变化

为便于比较, 表 1 给出中山站 1993 年和 1994 年, 青藏高原上的那曲站^[2] ($31^\circ 29' \text{ N}$, $92^\circ 03' \text{ E}$, 海拔 4507 m) 1982 年 8 月~1983 年 7 月和北极圈附近 Bergen 站^[3] ($60^\circ 24' \text{ N}$, $5^\circ 19' \text{ E}$, 海拔 45 m) 1991 年的总辐射和紫外辐射及两者比例的年变化. 1994 年中山站紫外辐射和总辐射的年总量分别为 214.7 MJ/m^2 和 3788.8 MJ/m^2 , 月最大值均出现在 12 月, 分别为 56.5 MJ/m^2 和 968.0 MJ/m^2 , 大于那曲和 Bergen 夏季辐射最强的 7 月份辐射总量. 中山站辐射的季节变化基本与气象要素的季节变化相似, 具有显明的暖季 (10~2 月) 和寒季 (3~9 月) 之分, 暖季紫外辐射和总辐射占全年各自总量的 87% 和 86%. 极昼为辐射最强期, 11~1 月紫外辐射和总辐射分别占到各自年总量的 65% 和 64%. 而那曲和 Bergen 盛夏 (6~8 月), 紫外辐射和总辐射只占各自年总量的 52% 和 47%. 由此表明, 中山站地区地面接收到的太阳辐射主要集中在暖季, 寒季辐射非常少, 与那曲和 Bergen 的辐射状况相比有显著差异. 南极极昼期间可能是全球辐射最强的地区, 特别是紫外辐射偏强, 是个值得注意的事实.

表 1 总辐射 (Q)、紫外辐射 (UV) 及其比值 (%) 的年变化 (单位: MJ/m^2)

	月	1	2 ^{a)}	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
中山站 1993	Q	/	129.1	217.8	72.6	7.9	0	1.6	46.5	197.0	469.2	762.2	908.7
	UV	/	6.1	10.8	3.9	0.4	0	0.1	2.3	10.9	27.7	45.6	49.5
	UV/Q	/	4.7	5.0	5.4	5.1	0	2.7	5.0	5.5	5.9	6.0	5.5
中山站 1994	Q	728.3	432.1	214.2	76.2	7.5	0	1.6	43.6	161.8	427.5	728.0	968.0
	UV	39.9	22.1	11.7	3.8	0.2	0	0	2.2	9.8	25.0	43.5	56.5
	UV/Q	5.5	5.1	5.5	5.0	3.7	0	0	5.1	6.1	5.8	6.0	5.9
那曲 1992~ 1993	Q	385.7	387.0	549.0	598.8	693.7	728.3	632.1	693.7	614.1	463.0	399.1	368.4
	UV	13.9	15.7	21.2	19.4	23.6	31.1	32.4	30.8	25.7	18.2	16.6	15.1
	UV/Q	3.6	4.1	3.9	3.2	3.4	4.3	5.1	4.1	4.2	3.9	4.2	4.1
Bergen 1991	Q	19.8	85.4	148.0	336.9	543.4	439.5	562.7	301.3	191.1	104.8	27.3	10.5
	UV	1.3	4.1	7.3	15.6	26.4	22.7	28.2	15.9	10.0	5.1	1.5	0.6
	UV/Q	6.6	4.8	4.9	4.6	4.9	5.2	5.0	5.3	5.2	4.9	5.5	5.7

a) 中山站 1993 年 2 月资料仅有 11 d

3 紫外辐射与臭氧变化

中山站紫外辐射与总辐射的比例年平均为 5.7% (表 1), 春季 (9~11 月) 该比例明显高于其他季节, 而那曲和 Bergen 都没有这种现象. 中山站春季紫外辐射有所增加, 可能与南极上空的臭氧减少有关. 关于南极臭氧减少会使到达地表的紫外辐射 B 波段明显增强, Lubin^[4] 等和周秀骥^[1] 已进行过研究. 为分析中山站 1993 年和 1994 年春季紫外辐射和总辐射与臭氧及紫

外辐射 B 波段 (UVB) 之间的关系, 本文采用文献[1] 的方法, 对臭氧资料进行了处理, 将大气柱臭氧订正到平行于太阳光线的斜程柱臭氧. 用同期资料进行相关分析表明, UV 和 UVB 之间的相关系数 1993 年和 1994 年分别为 0.81 和 0.70, 均超过了 0.001 的水平, 且说明在 UVB 增加的同时, UV 也是呈增强趋势. UVB 与 Q 的相关系数, 1993 年和 1994 年分别为 0.77 和 0.67, 也达到较显著的信度水平.

图 2 给出 1993 年和 1994 年 9~10 月斜程柱臭氧与 UV 日总量 (空心方块) 和 UVB 日总量 (小星) 的关系及拟合公式. 臭氧与 UVB 关系是十分显著的, 两者呈对数关系变化, 同时臭氧的变化对 UV 也有一定影响, 基本上也是呈对数关系, UV 与臭氧的相关系数超过或达到 0.01 的信度水平.

以上分析表明, 中山站春季臭氧的减少, 不但对 UVB 有十分明显的增强作用, 而且对 UV 和总辐射也有不同程度的影响, 由于臭氧变化与辐射之间关系比较复杂. 此项工作有待进一步的观测研究.

致谢 工作中得到周秀骥院士的热情帮助和指导, 周国贤、王文东和高学杰对本文资料的获取做出了很大贡献, 在此一并表示衷心感谢.

参 考 文 献

- 1 周秀骥, 郑向东, 陆龙骅等. 1993 年中山站地区臭氧洞和 UVB 的特征分析. 南极研究, 1994, 6(4): 14~20
- 2 季国良, 陈有虞. 青藏高原的紫外辐射. 高原气象, 1985, 4(4), 112~117
- 3 Arvid S, Frank C. Radiation Yearbook. University of Bergen Geophysical Institute, 1992, 27: 52~55
- 4 Lubin D, Frederick J E. The ultraviolet radiation enviroment of Antarctic peninsuia: the role of ozone and cloud cover. Journal of Applied Meteorology, 1992, 27: 783~785

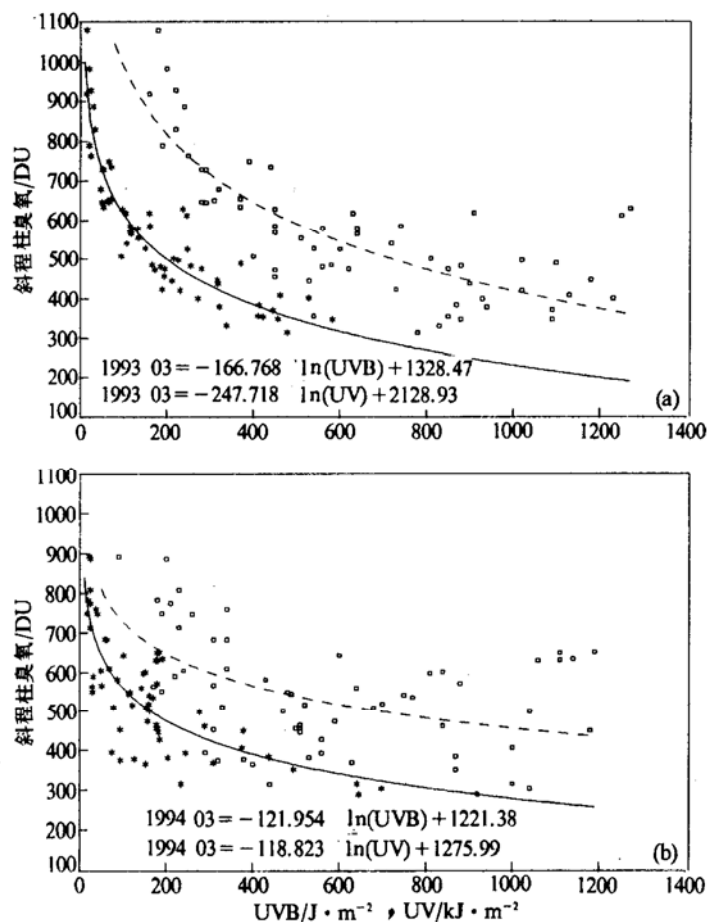


图 2 紫外辐射与斜程柱臭氧及 UVB 的关系