

青山学院女子短期大学における全天日射及び B 領域紫外域日射観測について (短報)

廣田道夫

〔キーワード〕 全天日射計, 紫外域日射計, 全天日射, B 領域紫外域日射, 日変化, 季節変化

はじめに

地球表面の温度は、太陽からの放射（日射）と地球からの熱放射（地球放射）のバランスによって決まる。そのため夫々の放射を正確に把握しておくことは気候変動の監視及びメカニズム解明に欠かせない。地表面に到達する日射エネルギー（全天日射量あるいは単に日射量）は 1960 年代から 1990 年頃まで減少傾向 (Global Dimming) にあったが、1980 年代を境に増加傾向 (Global Brightening) にある^{1, 2)}。この傾向は国内 5 地点（札幌、つくば、福岡、石垣島、南鳥島）における観測においてもほぼ同様であるが、2000 年代半ば以降はあまり変化していない³⁾。

また紫外域日射量は、日射エネルギーの僅か数 % に過ぎないが、生物の生存に大きく関わっている。特に波長 280 ～ 315nm の B 領域紫外線は、日射に占める割合が 0.1% 程度であるが、オゾン層の消長によって大きく増減し、かつ生物にとって有害であるため、正確な観測が欠かせない⁴⁾。

本報告では、本学南校舎屋上において、2011 年度から開始した全天日射観測及び、2012 年から開始した B 領域紫外域日射観測について、その概要を報告する。比較等に使用した日射、紫外域日射、オゾン全量等のデータは、すべて気象庁によるものであり、気象庁のホームページ (<http://www.jma.go.jp>) に拠った。

1. 観測

全天日射観測には、日射観測のネットワークや研究観測に高精度な日射計を提供している、Kipp & Zonen 社の CMP-3 全天日射計 No. 071176（以下 CMP-3）を、また B 領域紫外域日射観測には、汎用型の小型紫外域日射計ではあるが、この種の他の観測装置に比較して精度的に遜色のない、Skye Instruments 社の SKU 430 広帯域（全天型）紫外域日射計 No. 40771（以下 SKU 430）を使用した⁵⁾。これらを本学南校舎屋上の南側手すり上に設置し（図 1）、日射観測は 2011 年 1 月から、B 領域紫外域日射観測は 2012 年 2 月から観測を開始した。



図 1 全天日射計 (左) と B 領域紫外域日射計:
東西に並べて、受感面の高さを等しくしてある

CMP-3 は測定波長範囲 310 ～ 2800nm で、また SKU 430 は B 領域紫外域日射を積分値として出力するが、若干 315nm より長波長側の紫外線も測定していると考えられている⁵⁾。

日射データは 1 分毎に日置電機社のデータロガー UIZ3635-50mV に、B 領域紫外域日射データは同社の UIZ3635 に取り込んだ。一週間分のデータは同社のコミュニケーションベース UIZ3912 により各々のデータロガーから汎用のパーソナルコンピュータに転送した。観測装置の感度定数は、購入時の値をそのまま使用したが、CMP-3 では 1mV が 68.26Wm^{-2} 、SKU 430 では 1V が 8.285Wm^{-2} に相当する。日射量は、1 分毎の値を 1 時間分積算して時別値を求め、これを 1 日分積算して日積算日射量を求めた。日積算値から各月平均値を求め、さらに年平均値を求めた。また雲の影響のなるべく小さい日射量を求めるため、ひと月ごとに各時別値の最大値を求め、これを積分して月毎の最大日積算日射量を求め、さらにその年平均値を求めた。なお観測場所から南西方向約 0.3km 地点に高層ビルがあり、11 月下旬から 1 月下旬にかけて、夕刻直達光が若干遮られたが、日射量の計算に際して補正は行わなかった。

SKU 430 はドームがなく、テフロン拡散板の表面にはドーナツ状の凹型の溝がある。このため降雨時には拡散板上に水溜りができる。拡散板上全体に水が溜まった場合、最大 22% の出力低下が見られると報告されているが⁵⁾、降雨時及びその前後は出力がかなり小さいこと、また変動が大きいことから、補正は行わなかった。

CMP-3 のドームと SKU 430 の拡散板は、原則週 3 回（月・水・金曜日）ガーゼで汚れを拭き取った。また観測装置上の積雪は出勤時に取り除いた。

2. 観測結果

観測に関わる記事を表 1 にまとめた。月平均時別の日射量と B 領域紫外域日射量を、各々図 2 及び図 3 に示す。いずれも 2014 年の観測である。日射量は正午辺りにピークが出現するが、月別にみると、5 月 > 4 月 > 7 月 > 6 月 > … > 12 月～11 月の順であった。B 領域紫外域日射量も同様であるが、月別にみると、5 月 > 7 月 > 8 月 > 4 月 > 6 月 > … > 11 月 > 12 月の順であった。次に月平均日積算の日射量と B 領域紫外域日射量を図 4 及び図 5 に示す。日射量は 11 ～ 12 月に最小であり、梅雨を挟んで 4 ～ 5 月ないしは 7 ～ 8 月に最大であった。B 領域紫外域日射量は 12 月に最小であり、6 月を挟んで 5 月ないしは 7 ～ 8 月に最大であった。7 ～ 8 月に比較して 4 ～ 5 月のピークが、日射量と比べると相対的に小さいのは、上空のオゾン全量のピークが 4 ～ 5 月にある（つくばでの観測）ためと考えられる。

本学で観測された月平均日積算日射量は東京（大手町）のそれと極めてよく一致しており、つくばのともよく一致していた。ただ 2011 年、2012 年の 6 月等は、本学と東京がよく一致し

表 1 日射観測・紫外域日射観測に関わる記事

年	CMP-3	SKU 430
2011 年	1 月 29 日 観測開始	
2012 年	10 月 15-22 日 欠測	2 月 17 日 観測開始 12 月 29-31 日 欠測
2013 年		1 月 1-4 日 欠測 11 月 28-12 月 3 日 欠測
2014 年	4 月 14-21 日 欠測	11 月 17-18 日 欠測

欠測の主たる原因は、データロガーの電池切れである。

ているのに対し、つくばとは差があった。地域的な違いが現れているものと思われる。月平均日積算B領域紫外域日射量は東京（大手町）では観測が行われていないので、直接つくばにおける観測（Brewer分光光度計による）と比較した。両者の比は夏季に大きく、冬季に小さい（図5の○印（右縦軸））。3年間の平均は1.6であった。

伊藤⁵⁾によると、同種（広帯域型）の他の観測装置と比較してSKU 430は、気象庁の波長別紫外域日射観測装置（Brewer分光光度計）に近い特性を持つと報告されている。2005年9～10月につくばで行われたBrewer分光光度計とSKU 430との比較観測において、SKU 430の出力は太陽南中時にBrewer分光光度計の約1.8倍で最も小さく、太陽高度角が小さい朝夕には5～7倍であった。他の観測装置は、この比が全体にもっと大きい。もし、つくばと本学における月平均日積算B領域紫外域日射量が月平均日積算日射量と同様ほぼ等しいとすれば（図4）、この太陽高度角依存性が、図5の両者の比の季節変化にも現れていると考えられる。

月平均日積算日射量と月最大日積算日射量との比は平均1.60（変動幅1.23-1.95）で、B領域紫外日射のそれは1.61（同1.34-1.97）であり、両者は似たような変動を示したが、系統的な差とか、規則的な季節変動は見出せなかった。

月平均日積算日射量の年平均値とその月最大値の年平均値は2011～14年の期間、各々13.7～14.0 MJ m⁻² d⁻¹及び22.2～22.5 MJ m⁻² d⁻¹であり、つくばで2000～06年に観測された結果とほぼ一致していた²⁾。

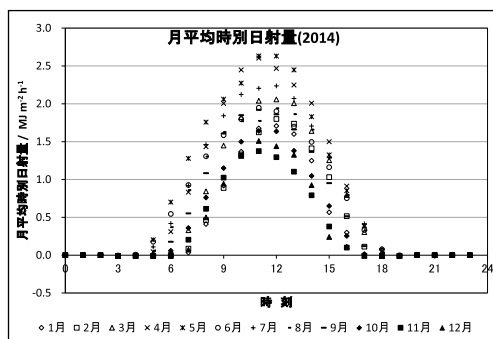


図2 本学における月平均時刻別日射量（2014年）

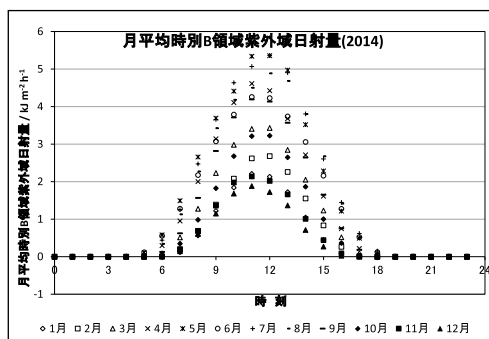


図3 本学における月平均時刻別B領域紫外域日射量（2014年）

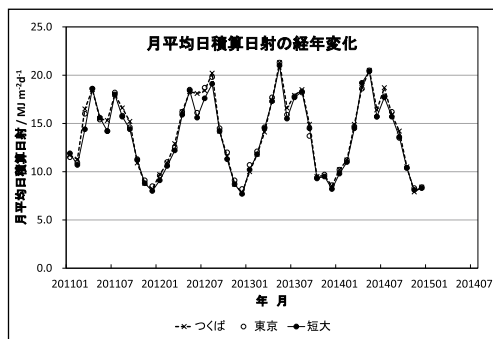


図4 本学における月平均日積算日射量（2011～2014年）
○：東京（大手町），×：つくば

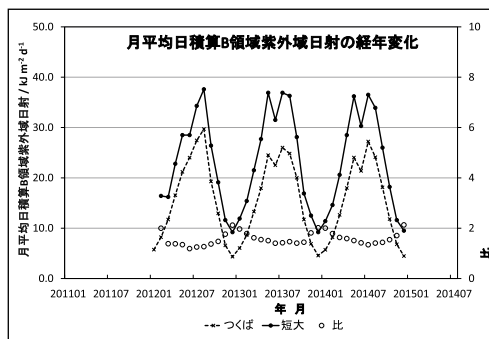


図5 本学における月平均日積算B領域紫外域日射量（2012～2014年）
×：つくば，○：短大とつくばの比（右縦軸）

3. まとめ

本学南校舎屋上において、全天日射観測及びB領域紫外域日射観測を行った。主な観測成果は以下のとおりである。

① 月平均日積算の日射量は11～12月に最小であり、梅雨を挟んで4～5月ないしは7～8月に最大であった。B領域紫外域日射量は12月に最小であり、6月を挟んで5月ないしは7～8月に最大であった。7～8月に比較して4～5月のピークが、日射量と比べると相対的に小さいのは、上空のオゾン全量のピークが4～5月にある(つくばでの観測)ためと考えられる。

② 月平均日積算日射量は東京(大手町)のそれと極めてよく一致しており、つくばのともよく一致していた。月平均日積算B領域紫外域日射量は、直接つくばにおける観測(Brewer分光光度計による)と比較した。両者の比は夏季に大きく、冬季に小さい(図5の○印(右縦軸))。3年間の平均は1.6であった。

Brewer分光光度計とSKU 430との比較観測⁵⁾において見られたB領域紫外域日射強度の太陽高度角依存性の差が、図5の両者の比の季節変化にも現れていると考えられる。

③ 月平均日積算日射量の年平均値とその月最大値の年平均値は2011～14年の期間、各々 $13.7 \sim 14.0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 及び $22.2 \sim 22.5 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ であり、つくばで2000～06年に観測された結果とほぼ一致していたが²⁾、観測期間が短いので、長期的傾向については不明である。

謝辞

観測装置の設置等に関して、プリード社の渡辺将二氏に助言をいただきました。感謝いたします。

文献及び参考書

1. M. Wild, H. Gilgen, A. Roesch, A. Ohmura, C. N. Long, E. G. Dutton, B. Forgan, A. Kallis, V. Russak, A. Tsvetkov (2005) : From Dimming to Brightening: Decadal Changes in Solar Radiation at Earth's Surface, *Science*, 308, 847-850.
2. 長沼弘 (2006) : 高層気象台における放射観測, 気象庁 平成 17 年度 施設等機関研究報告会要旨集
3. 気象庁 HP : 「全天日射量と下向き赤外放射量の経年変化」 (http://www.jma.go.jp/gmd/env/radiation/diag_rad.html)
4. 気象庁 HP : 「紫外線の経年変化」 (http://www.jma.go.jp/gmd/env/uvhp/diag_cie.html)
5. 伊藤真人 (2006) : 汎用型紫外域日射計 Skye SKU 430 の試験結果, 高層気象台彙報, 66, 65-70.

On the Observation of Global Solar Radiation and Ultraviolet (UV-B) Radiation at Aoyama Gakuin Women's Junior College

HIROTA Michio

Observation of global solar radiation was started in 2011, and that of ultraviolet (UV-B) radiation in 2012 at Aoyama Gakuin Women's Junior College. Global solar radiation was measured using a CMP-3 pyranometer (Kipp & Zonen), and UV-B radiation using a SKU 430 UV-B radiometer (Skye Instruments). The summary of the results are as follows: 1) Monthly average of the daily solar radiation was low in Nov.-Dec., and high in Apr.-May and Jul.-Aug. That of the daily UV-B radiation was low in Dec., and high in May and Jul.-Aug. The maximum of UV-B radiation in May was smaller than that in Jul.-Aug. in comparison with the solar radiation. This is because UV-B radiation is strongly absorbed by stratospheric ozone in May rather than in Jul.-Aug. Monthly total ozone amount is highest in Apr.-May as observed over Tsukuba. 2) Monthly average of the daily solar radiation was in good agreement with those of Tokyo (Ohtemachi) and Tsukuba. That of the daily UV-B radiation was compared with that observed at Tsukuba using a Brewer spectrophotometer. The irradiance ratio of SKU 430 to Brewer was 1.6 on average with high values in summer and low ones in winter. This would be due to the difference in the azimuth response between two instruments.

Keywords : Pyranometer, UV-B radiometer, Global solar radiation, UV-B radiation, Daily variation, Seasonal variation
