

宮古島における紅斑紫外放射の観測

その3 天頂紅斑放射輝度の算出

Measurement of the Erythema Ultraviolet Radiation in Miyako Island

Part.3 Calculation of Zenith Erythema Radiance

○五十嵐直人¹, 前田直樹², 飯田尚樹¹, 平塚康一¹, 川西利昌³, 大塚文和³

*Naoto Igarashi¹, Naoki Maeda², Naoki Iida¹, Koiti Hiratsuka¹, Toshimasa Kawanishi³, Fumikazu Otsuka³

An electronically sweep-type measurement equipment equipped with 145 ea of erythema ultraviolet sensors was developed, and it has become possible to measure the total sky in only three seconds. We derive an equation for zenith erythema UV radiance as erythema UV radiance solar altitude based on analysis of large quantities of erythema UV radiance data measured in Miyako island. The sky erythema ultraviolet radiance drowns as a parameter by sky element altitude. Zenith ultraviolet radiance is found from the second regression curve.

1. はじめに

太陽高度が 80, 90 度になると, 太陽及びその近傍の高い紅斑紫外放射輝度が重なり, 天頂の天空紅斑紫外放射輝度(以下, 天頂放射輝度と略記)を定めることができない. 天頂放射輝度が算出できないと, 天頂放射輝度による各天空要素放射輝度の基準化が不可能になり, 天空紫外放射輝度分布を描けても異なる条件下の放射では比較検討できない.

2. 研究概要

可視光線, 晴天の場合, Ramli, 中村洋¹ら多くの研究者によって天頂放射輝度計算式が提案されている. また Sastri, Manamohan²)により熱帯・低緯度での天頂放射輝度計算式が提案されている. しかし, 可視光で且つ太陽高度 80 度が最高であり, 90 度の場合の数値は与えられていない. 快晴時の観測値から太陽との角距離 16 度以上の各天空要素放射輝度を抽出し, 放射輝度対天空要素高度のグラフ上に回帰線を描き天空要素高度 80, 90 度間を内挿して, その値を仮の天頂輝度とする. 仮としたのは他の要素放射輝度との相对比较のために使われ, 現実には測定できず比較することができないためである.

3. 観測データの概要

紅斑紫外放射輝度の観測にあたり, 太陽高度の高い観測地及び日時として, 沖縄県宮古島市平良下里(北緯: 24.8 度)及び 2012 年 6 月 26 日から 7 月 2 日の 8 日間を選んだ.

145 点半球に配置されたセンサーによって放射輝度を 3 秒毎に測定した. さらに同時に円周魚眼レンズ(画角 160 度を採用)をつけたデジタルカメラにより 10 秒

毎に天空の様子を撮影した.

4. 観測データ

太陽高度が高い 60 度から 90 度の快晴時と雲の少ない晴れを魚眼写真から抽出し, その時の放射輝度観測値から天空要素高度対放射輝度のグラフを作成した. その一例が Figure1, Figure2, Figure3 である. グラフの縦軸は階調値で表したセンサー出力のデジタル値である.

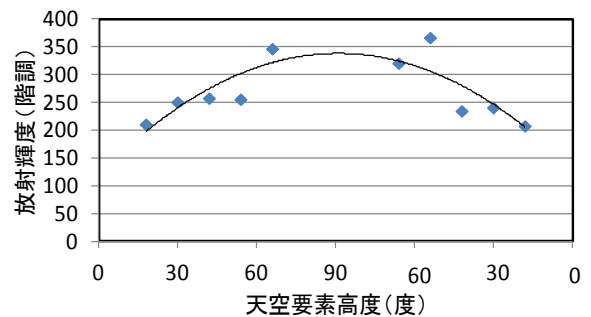


Figure1. 放射輝度対太陽高度75度
2012/6/30 11:37

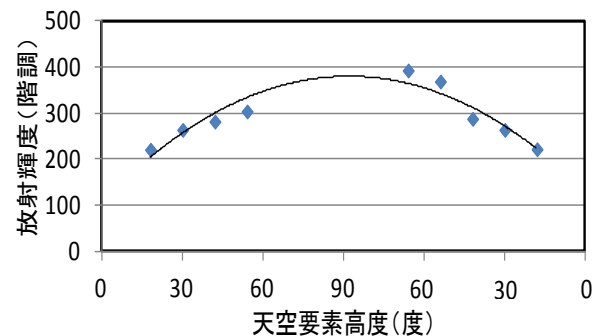


Figure2. 放射輝度対太陽高度 80 度
2012/6/30 11:58

1 : 日大理工・学部・海建. 2 : 日大理工・院(前)・海建. 3 : 日大理工・教員・海建.

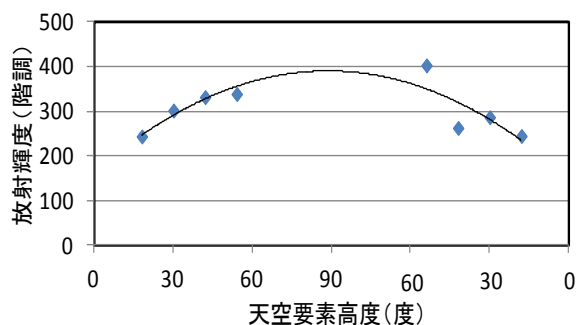


Figure3. 放射輝度対太陽高度 89度
2012/6/29 12:42

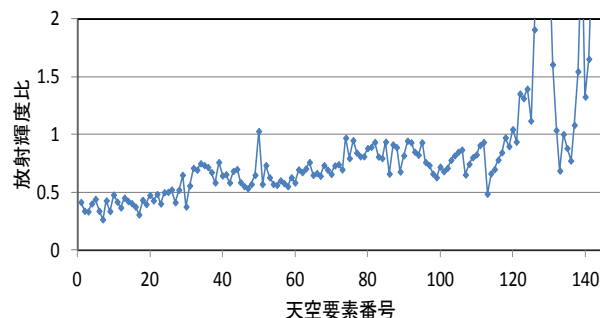


Figure4. 天頂放射輝度 380 2012/6/30 11:58

Figure1~3 のグラフから 2 次曲線近似にて天頂放射輝度を算出したものが Table1 である。天頂放射輝度を用い 1~145 点のデータを基準化し作図をした。Figure3 から算出した天頂放射輝度で基準化したグラフが Figure4 である。

天空要素番号が上がるにつれ放射輝度比も上がる、120 点以降の過度の高い数値は太陽直射によるものである。さらに南北断面による輝度比を抽出し、高度角度との関係を表したものが Figure5 である。天頂の 90 度に近づくと徐々に輝度比が上がるのがわかる。

Table1. 近似曲線から求めた天頂放射輝度

Figure	太陽高度	天頂放射輝度(階調値)	雲量
1	75	338	1/8
2	80	379	1/8
3	89	390	2/8

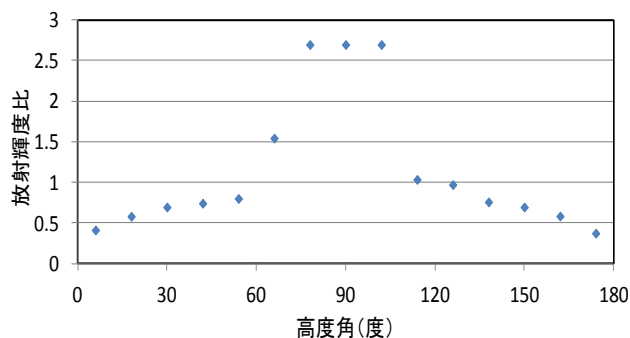


Figure5. SN断面放射輝度比

5. 太陽高度 60 度, 70 度, 80 度, 90 度

Figure1~3 のようなグラフを 10 ケース作り、それから算出された天頂放射輝度を太陽高度 60 度から 90 度にかけての関係をグラフ化したものが Figure6 である。60 度から 90 度にかけて右肩上がりの結果になり、天頂輝度を求める以下の式(1)を推定することができた。

$$y = 5.7469x - 94.854 \quad (1)$$

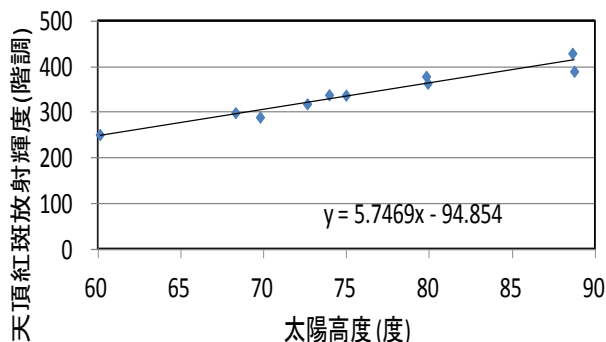


Figure.6 太陽高度と天頂放射輝度

6. まとめ

観測データから仮の天頂放射輝度を求めることができたので、どのような天空で快晴であれば、基準化し放射輝度比を出すことができた。

7. 参考文献

- [1] 井川憲男, 中村洋, 古賀靖子, 古城真也: 「絶対値で表す天頂輝度と天空輝度分布—天空輝度分布の分類法の研究(その4)—」, 日本建築学会計画系論文集, 第 523 号, 23-30, 1990 年 9 月
- [2] V D P Sastri PhD and S B Manamohanan MSc: “Zenith Luminance and total horizontal illuminance of the tropical clear sky”, The Chartered Institution of Building Services Engineers, Vol.12, No.3, pp197-200, (1990)