

沖縄県石垣島における紅斑紫外放射輝度分布の測定

その 2 走査方式による特性比較

Measurement of Erythema Ultraviolet Radiation on Ishigaki Island

Part2 Difference between Sweeping Methods

○小林貴弘¹, 前田直樹², 大塚文和³, 川西利昌³

*Takahiro Kobayashi¹, Naoki Maeda², Fumikazu Otuka³, Toshimasa Kawanishi³

Abstract: The mechanical sweeping method for sky radiance measurement has the problems that sky conditions change during several minutes. Electronically sweep-type measurement equipment for sky erythema ultraviolet radiation equipped with 145 area of erythema ultraviolet sensors was developed, and it has been possible to measure the all sky in only two seconds. This research aims to compare with the dates taking mechanical and electronically sweeping methods.

1. 研究目的と背景

天空放射輝度分布を測定するには、図 1 のように国際照明委員会で 145 箇所天空要素が定められている。既往研究では機械走査式で一度の測定に 4 分かけて測定することが一般的であった。しかし紫外線の強さは時間がたつにつれ太陽の移動と雲の動きにより刻々と変化する。且つ日焼けは 20 分程度で起きるので、4 分間隔の測定だとわずか 5 回しかデータがとれない。そのため既往研究のように時間をかけた測定では正確なデータが得られない可能性がある。そこで本研究では図 2 のような新たな電子走査式天空紫外放射輝度測定器を開発し、145 箇所の測定にかかる時間を 2 秒というごく短時間で測定を可能にした¹⁾。また一度に短時間で測定することにより大量のデータが測定でき、より詳細な天空紫外放射の時間変化を捉えることができた。

2. 測定概要

測定場所は沖縄県石垣市真栄里海岸(北緯 24 度, 東経 124 度), 測定期間は 6 月 29 日から 7 月 9 日まで。測定項目は紅斑紫外放射輝度(以降放射輝度と称す)で、観測場所の周囲に遮るものはない白砂上である。天候は時々刻々変化し、期間中雲量も 0 から 10 まで変化し、さらに南方であるためスコールもたびたびあったので

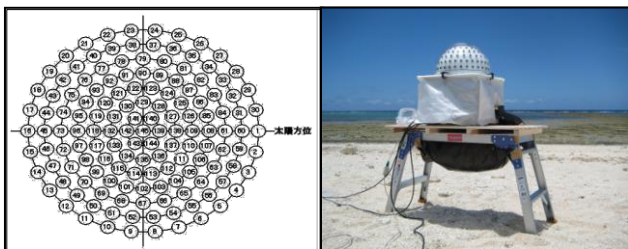


図 1 天空要素番号 図 2 放射輝度測定装置

取得した測定値から、雲量 0, 1 の晴天の場合のみを抽出して分析した。測定装置は半球上に 145 個のセンサーを搭載した。1 から 145 に上がるにつれ太陽高度が高くなる。出力は AD 変換後の階調値で示した。またセンサーを 145 個使用しているため相互間の校正を行った。今回の研究ではいずれの測定結果も 2011 年 6 月 29 日 14 時 23 分 10 秒から同日 14 時 28 分、太陽高度 70 度における測定結果をしめした。

3. 測定結果

図 3 は高高度である天空要素番号 114,140, 天頂放射輝度 145 の約 5 分間の推移である。いずれも変化がみられる。とくに 114,140 点に関しては太陽直射の影響からこの短時間でも大きな変化が見られる。数値の上昇と減少で違うのは太陽直射の方位と入射角度による違いである。

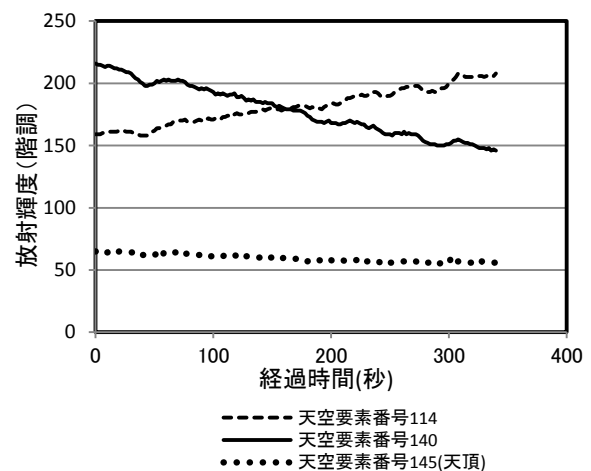


図 3 放射輝度(階調)と経過時間

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

また表 1 がこの時の推移を数値で表しているものである。特に 136,140,141 点付近は最大 30%変動している。図 4 は低高度の天空要素の放射輝度の推移を表している。こちらはいずれも低い値を示して変動は少ない。

図 5 は天空要素 60 から 145 までの各天空要素の 1 分後、3 分後、5 分後の天空放射輝度の時刻歴変化をそれぞれグラフ化したものである。天空要素 1 から 59 までは低高度のためほとんど変化が見られなかったのを省略した。時間が経過するにしたがって変化は大きくなり、25 から 30%に達している。

表 1 高高度放射輝度

天空要素番号	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145
0	72	372	917	225	51	31	52	493	380	65	37	37	65
1分後	71	369	917	219	50	33	52	461	363	62	36	37	63
2分後	71	368	917	216	50	31	52	431	351	62	36	37	61
3分後	69	358	917	207	50	33	52	397	327	59	37	37	57
4分後	68	356	917	202	48	32	50	372	311	61	35	37	57
5分後	66	349	917	194	50	34	50	344	294	62	35	36	55

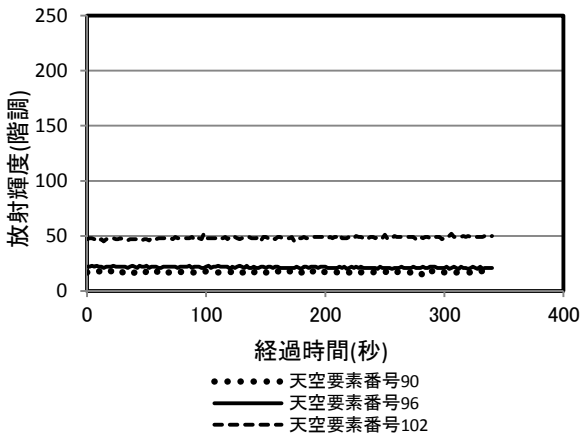


図 4 放射輝度(階調)

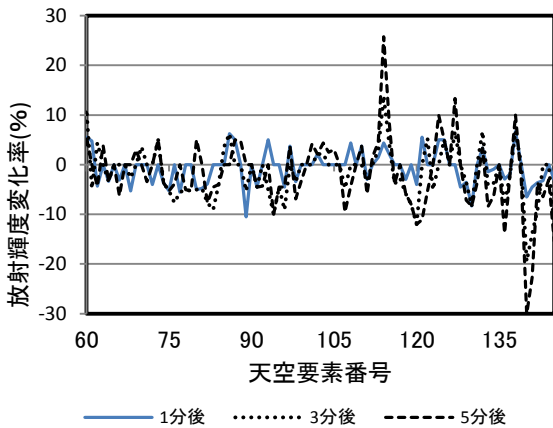


図 5 放射輝度の平均変化率

図 6 は天空要素の測定に 290 秒間かかる機械走査式を模擬して 145 点を 1 から順に測定時間を 2 秒ごとにずらした結果と、1 度に 145 点全部を 2 秒間で測定した電子走査式データの比較である。110 未満は特に大きな変化が表れなかったのを省略とした。天空要素 140 では輝度値が 593 から 351 まで大きな変化がみられた。図 7 は天空要素 60 から 145 までの平均変化率である。10 回分の測定結果から平均を求めた。時間による差と同じような変化が表れ、変化率は 0.7 から 1.2 に達した。この変化は一時的なものでなく、長時間でも同じ変化をしていくことが分かった。

4. まとめ

天空要素高度が高高度になるほど紫外線放射輝度の変化は大きくなっていく。特に変化の大きい点では 5 分間に 3 割近い変化が見られた。以上の点から紫外線放射輝度は 5 分という短時間でも大きく変化していくことが分かった。これにより今回開発した紫外線放射輝度測定器はより有効であると云える。

参考文献

- 1) Toshimasa Kawanishi “Electronically Sweep-type Measurement Equipment for Sky Ultraviolet Radiation and UV Shade Chart”, Proc. of CIE2011, South Africa 2011.7

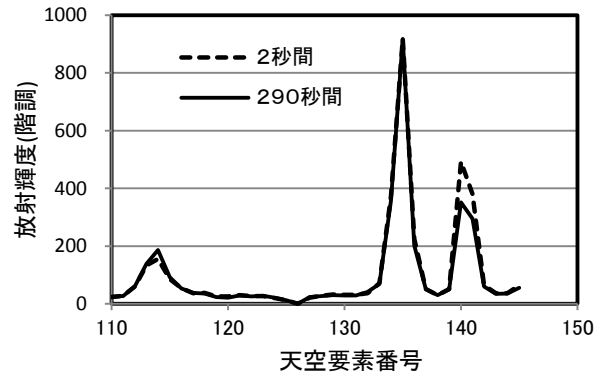


図 6 放射輝度(階調)

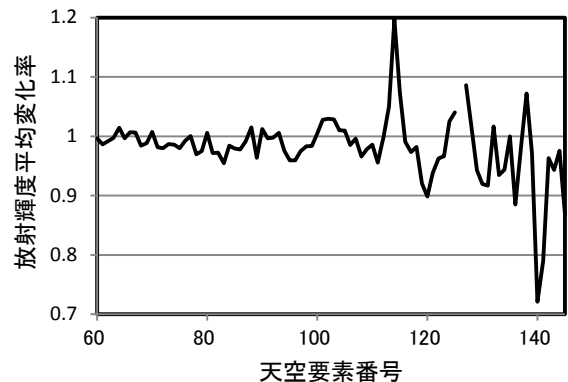


図 7 放射輝度の平均値の変化率