

気象要素と太陽光の RGB 値（第 2 報）

札幌日本大学高等学校 竹村 康太郎(2 年) 高田 駿(2 年) 小泉 泰央(2 年)

はじめに

太陽光のように白っぽく見える白色光は、大気中を進む間に酸素や窒素などの分子によって散乱されるので、時間とともに色が変わって見える。昼に太陽が白っぽく見え、夕暮れに赤っぽく見えるのは、太陽光が大気中を進む距離が夕暮れのほうが長く、青色の光が散乱されやすいためである。この色の違いには、大気中に存在する水蒸気やちりの影響も関係している可能性がある。中島ら[1]は太陽高度が 15 度付近から B 値が徐々に低下し始め、5 度付近から大きく減少すると報告している。本研究では、太陽光 RGB 値と太陽高度の関係を詳しく調べるとともに、太陽光が大気中を進む距離と太陽光 RGB 値の関係について定量的に考察することを目的とした。

実験方法

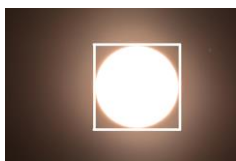
RGB 値の測定は報告[1]と同様にして行った。使用した機器は次のとおりである。

- ・天体望遠鏡 (TAKAHASHI TSA-120)
- ・一眼レフカメラ (Nikon D5200)
- ・直径 8mm または 4mm の穴をあけた光量調節器
- ・温湿度 PM2.5 測定器 (TES - 5321)

本校屋上に一眼レフカメラおよび光量調節器を取り付けた天体望遠鏡を設置し、太陽が中央にくるように写真撮影した(図 1)。撮影の際には気温、湿度、太陽高度、および PM2.5 を記録した。

撮影した写真は Adobe photoshop を用いて、図 1 のように太陽を四角または円で囲み、RGB 値をそれぞれ求めた。RGB 値の絶対値は撮影ごとに変わるので、以下に示す RGB 値の相対値 r_R 、 r_G 、および r_B を用いて、色の変化を調べることとした。

$$r_R = \frac{R}{R+G+B} \times 100, \quad r_G = \frac{G}{R+G+B} \times 100, \quad r_B = \frac{B}{R+G+B} \times 100$$



(a) 正方形



(b) 円

図 1 RGB 値の解析範囲

結果および考察

(1) r_R 、 r_G 、および r_B と太陽高度の関係

r_R 、 r_G 、および r_B の値は、図 1 に示す解析領域(a)と(b)の間で、有意差はみられなかった。穴の直径 8mm の光量調節器を用いた場合、 r_B の値には殆ど変化はみられなかったが、 r_R および r_G の値が高度 5 度付近から大きく変化し始めた。この傾向は、報告[1]の結果と一致する。

穴の直径 4mm の光量調節器を用いたときの結果を図 2 に示す。 r_R 、 r_G 、および r_B は、9 度付近から変化が生じ始めた。穴の直径を小さくする、感度が上がるように思われる。さらに穴の直径を 2mm にして撮影したが、太陽の輪郭がぼやけたため、明確な r_R 、 r_G 、および r_B が得られなかった。また、測定期間中、PM2.5 は観測されなかった。

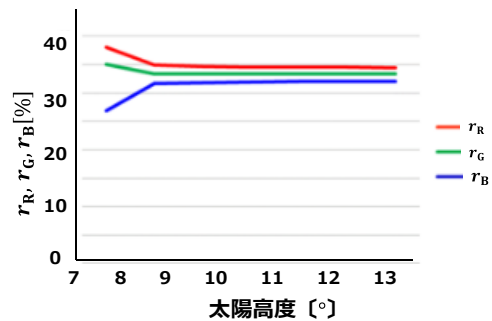


図 2 r_R 、 r_G 、および r_B と太陽高度の関係

(2) 太陽光が大気中を進む距離と太陽光 RGB 値の関係

太陽光が大気中を進む距離 x [km] と太陽高度 θ [°] の関係は、図 3 から次式で表される。

$$x = R \cos\left(\frac{1}{2} + \frac{\theta}{180}\right) \pi + \sqrt{\left\{R \cos\left(\frac{1}{2} + \frac{\theta}{180}\right) \pi\right\}^2 + 2rR + r^2}$$

ここで、 R [km] は地球の半径、 r [km] は大気の厚さである。

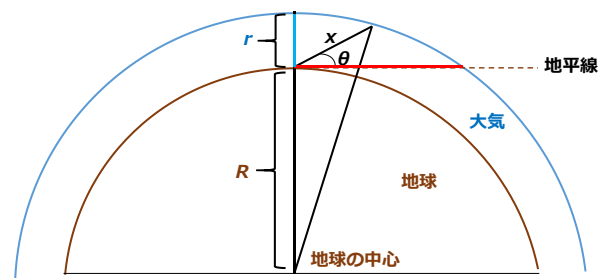


図 3 太陽光が大気中を進む距離 x と太陽高度 θ の関係

$R = 6370$ 、 $r = 100$ とすると、 x と θ の関係は図 4 のようになる。高度が 9° のとき、太陽光は約 500 km の大気中を通過する。また、この結果から、大気の厚さが現在の約 5 分の 1 になると、地球上で夕焼けが見られなくなる。

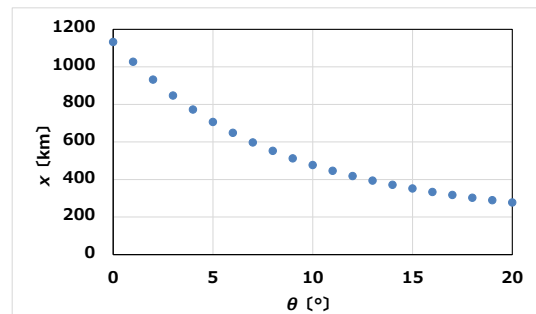


図 4 太陽光が大気中を進む距離 x と高度 θ の関係

今後の展望

ND フィルターを用いて、 r_R 、 r_G 、および r_B と太陽高度の関係さらに詳細に調べる。

参考文献

[1] 中島龍汰ほか、ジュニアセッション 2017 予稿集