

朝焼けと大気中の PM2.5 量との関係

茗溪学園高等学校 大風紀子(3 年)

はじめに

朝焼けは、大気中の分子やエアロゾルにより可視光線が散乱を起し、波長の長い赤い光が散乱されずに残って空が赤く見える現象である。散乱を生じさせる物質の一つに、健康被害などで注目を集めている PM2.5 も含まれていることを知り、興味を持った。

本研究では、朝焼けで染まる空の面積と PM2.5 の量との関係を明らかにすることを目的とした。

研究方法

1. 朝焼けの観察方法

2020 年 1 月 19 日から 5 月 31 日の 134 日間に毎日観察を行った。観察地点は茨城県つくば市の北緯 36 度 2 分 50 秒・東経 140 度 4 分 18 秒 (1 月 19 日～4 月 23 日) と北緯 36 度 2 分 45 秒・東経 140 度 4 分 20 秒 (1 月 24 日～5 月 31 日) の二地点である。観察地点の変更は日の出位置の変化のためである。観測時刻は航海簿開始時刻から日の出時刻の中間とし、朝焼けの有無は目視で確認した。あわせて、観察日の気温・湿度と PM2.5 の量について、前者は YAHOO! 天気・災害、後者は PM2.5 まとめというウェブサイトに掲載されている情報を記録した。

朝焼けが見られた日には、デジタルカメラ (Canon G9X) で写真を撮影した。三脚を立て、地上から 129 cm の高さにカメラを設置し、構図は日の出の位置が画像の水平方向の中心かつ、地平線的位置が画面の下端から約 2/5 の高さになるようにした (図 1)。コントラストの強い画像を撮るために、絞り値は最小にした。

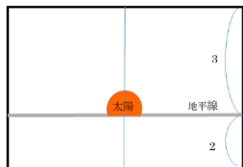


図 1 撮影構図

2. 画像分析の方法

撮影した画像は 1000×667 ピクセルの大きさに統一した。空全体のピクセル数と朝焼けで染まったピクセル数を算出し、朝焼けで染まった面積の割合求めた。これらのピクセル数は、PixelCounter と Processing を用いて計算した。なお、朝焼けの色相の範囲は、0° (赤) ～ 60° (黄色) および、330° (ルビーレッド) ～ 360° (赤) とした。

結果

134 日間のうち、朝焼けがみられた日は 42 日であった。それらの天気はすべて晴れで、相対湿度は 1 日を除いて比較的高く、80% を超える日が 37 日あった。

表 1 朝焼けに染まった空の面積の割合

日付	朝焼けの占める割合 (%)	日付	朝焼けの占める割合 (%)	日付	朝焼けの占める割合 (%)	日付	朝焼けの占める割合 (%)
1/19	34	3/11	53	4/7	25	5/3	21
1/20	27	3/13	30	4/8	32	5/7	32
1/21	53	3/16	11	4/11	68	5/8	55
1/24	32	3/17	12	4/15	25	5/14	41
1/31	21	3/19	17	4/24	16	5/24	30
2/1	36	3/21	20	4/25	80	5/28	7
2/4	40	3/25	18	4/28	16	5/30	62
2/10	1	3/27	20	4/29	68	5/31	9
2/23	60	4/3	52	4/30	18		
2/28	16	4/5	30	5/1	32		
3/1	17	4/6	29	5/2	19		

朝焼けの占める面積は、10% 以上 40% 未満の日が全体の約 7 割を占め、80% 以上を染めるような朝焼けが観察されたのは 1 日だけだった (表 1)。

朝焼けで染まった面積の割合と PM2.5 の量の散布図はばらつきが大きく (図 2)、

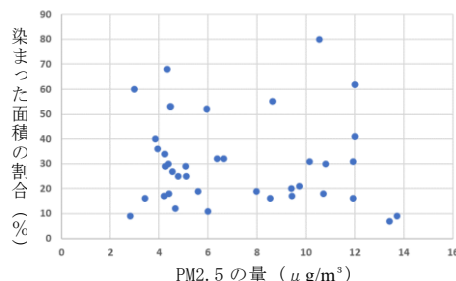


図 2 朝焼けの面積と PM2.5 の量の関係

相関係数は 0.007 で、両者に相関関係はみられなかった。

考察

朝焼けの日の PM2.5 の量は、最大でも 28 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] と多くはなく、環境省が定める環境基準値の 1 日平均値 35 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] を超える日は 1 日もなかった。したがって、今回観察された朝焼けについては、PM2.5 による散乱の影響は少ないと考えられる。一方で、朝焼けが観察できた日に相対湿度が高かったことから、朝焼けの面積と絶対湿度の関係

(図 3) をみると、相関係数は 0.210 で、両者に弱い正の相関関係がみられた。

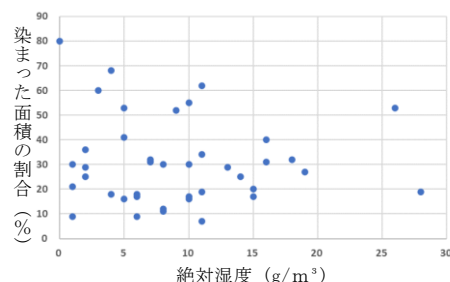


図 3 朝焼けの面積と絶対湿度の関係

おわりに

今回の観察期間中は大気中の PM2.5 の量が少なかったため、PM2.5 の量が多いときの関係をみるのが課題である。さらに、今回は、朝焼けの占める面積の割合は、PM2.5 の量ではなく、水蒸気量と弱い正の相関が示唆された。本研究の画像分析では、朝焼けの前面に写った雲部分は朝焼けのピクセル数に含まれていない。そのような雲部分を含めて一部の画像を再計算すると、朝焼けの占める割合が 1～2 倍ほど増加したことから、計算方法の改良も今後の課題である。

参考文献

- 荒木健太郎、2018：雲を愛する技術、光文社、331。
 Satoru.net：PM2.5 まとめ、<https://pm25.jp/p/8/>、(2021 年 4 月 15 日)。
 Temp Nate：日の出日の入り (日没) 時刻サイト、<http://www.hinode-hinoiri.com/index.html>、2020 年 5 月 31 日。
 YAHOO：YAHOO! 天気・災害、<https://weather.yahoo.co.jp>、(2020 年 5 月 31 日)。