

画像解析を用いた空の色と天気の関係の考察

2年3組 内升夏菜子 2年4組 有馬 幸香 2年4組 川野 莉愛
指導者 高野 昌志

1 研究の背景

愛媛県の気象現象は複雑で変化に富んでいる。特に、「風向・風速は地形の影響を強く受けるため、地形の複雑な愛媛県では地域による差が大きくなる」とされている[1]。また、天気予報の翌日の適中率は全体的には上がっているものの、四国の降水の有無については、年間平均 85%[2]と、適中率を 100%にするのは非常に困難である。そこで地上から観測した空の画像の RGB のデータを使い、より正確な天気予報を実現させることを目的とし、本研究を行った。

2 仮説

本研究では、レイリー散乱に注目した。レイリー散乱とは密度に揺らぎがあるときに起こる現象である。太陽光が大気を通過する際にレイリー散乱が起こるため、レイリー散乱を調べることで太陽光が通過してきた大気の状態を調べることができると仮説を立てた。また雲の白さはミー散乱の影響である。このミー散乱は空の色には関係がない。本研究ではレイリー散乱、つまり空の色と天気との関係を調べたいために、雲の部分は除去して考える。

(1) 仰角と上空の大気について

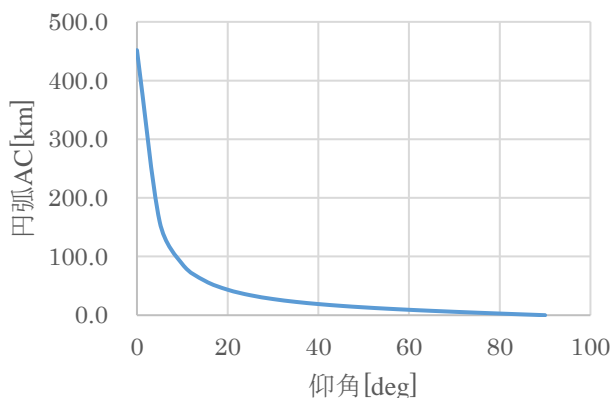


図1 仰角と円弧 AC の関係

何度の仰角で見上げたとき、何 km 先の上空を見ているのかを考える。対流圏の高さを 16km[3]とし図1を作成した。宇和島東高校の位置の年間平均風速は 5.3m/s、つまり約 19km/h である[4]。図1より、仰角 40°で行うと 19km 先の上空を見ていることが分かったので、1 時間後の天気と相関があると考えられる。本研究では 40°、45°、50°の比較を行い、仰角を決定する。なお山間部に囲まれ、また建物等の影響があるため、35°以下の観測は行わない。

(2) 方位角と大気の流れについて

地表付近では日本周辺において、フェレル循環によって南から北へ風が循環する。また偏西風によって西から東へ風は循環する。そこで年間を通して南西から風によって天気は流れてくると仮定した。

また、同様に季節風の影響を考える。夏においては小笠原高気圧の勢力が強くなるため南からの風の影響が強くと表れると考える。冬においてはシベリア高気圧の勢力が強くなるため西からの風の影響が強くと表れると考える。以上のことから、西 (W) から南 (S) までの方位角について相関を調査する。

3 研究方法

空の色は、宇和島東高校よりカメラを補正のない条件で使用して、空を撮影する。撮影した画像をパソコンに取り込み、雲の位置を除いて測定した RGB 値を用いて色相を算出し気象庁の気象情報[5]と比較する。



図2 観測器具 図3 角度測定器

(1) 観測器具 (図2)

- ・カメラ (PENTAX K-5II)
- ・三脚
- ・分度器
- ・クリノメーター
- ・方位磁針 (GPS 器具)
- ・角度測定器 (図3)

(2) 観測条件

- ・時間 8:00、13:00、17:00
- ・仰角 40°、45°、50°
- ・方位角 仰角決定時 西(W)、南西(SW)、南(S)
方位角調査時 西(S)、西南西(WSW)、南西(SW)、南南西(SSW)、南(S)
- ・場所 宇和島東高等学校 特別教棟4階ベランダ (33.22°N、132.56°E)
- ・シャッタースピード 適正

表1から、標準偏差 σ の値の小さい45°が最も分散がなく、色と天気の関係性が強いと考えられる。よって、最も相関が強いと考えられる仰角45°で本研究を行うものとする。より精査な方位角を調査するため、西、南西、南に加え、西南西、南南西を合わせた5方位について行った。

表1 各角度との平均値の関係

Deg	σ
50°	5.5
45°	4.9
40°	5.1

表2 仰角を45°で行った各方位角と各天気における色相の標準偏差

	夏		秋		冬		春	
	1時間後	2時間後	1時間後	2時間後	1時間後	2時間後	1時間後	2時間後
W	4.24	4.39	8.02	8.76	1.86	2.55	9.00	9.30
WSW	7.03	4.62	8.93	9.78	9.59	8.40	4.44	3.46
SW	10.75	9.72	2.88	2.88	3.01	3.31	3.85	3.38
SSW	2.56	2.61	1.03	1.03	3.46	3.92	3.47	2.98
S	4.04	2.53	1.66	2.86	2.44	2.06	7.17	5.76

表2は数値が小さいほど各季節の標準偏差が最も小さく色と天気の関係性が強いと考えられる。そこで私たちは数値の小さい部分の時刻と方位の組について天気と色相の相関を考える。それぞれの天気についてガウス関数を再現し色相におけるそれぞれの天気の割合をグラフ化し、結果に示す。

4 結果

結果を図4に示す。

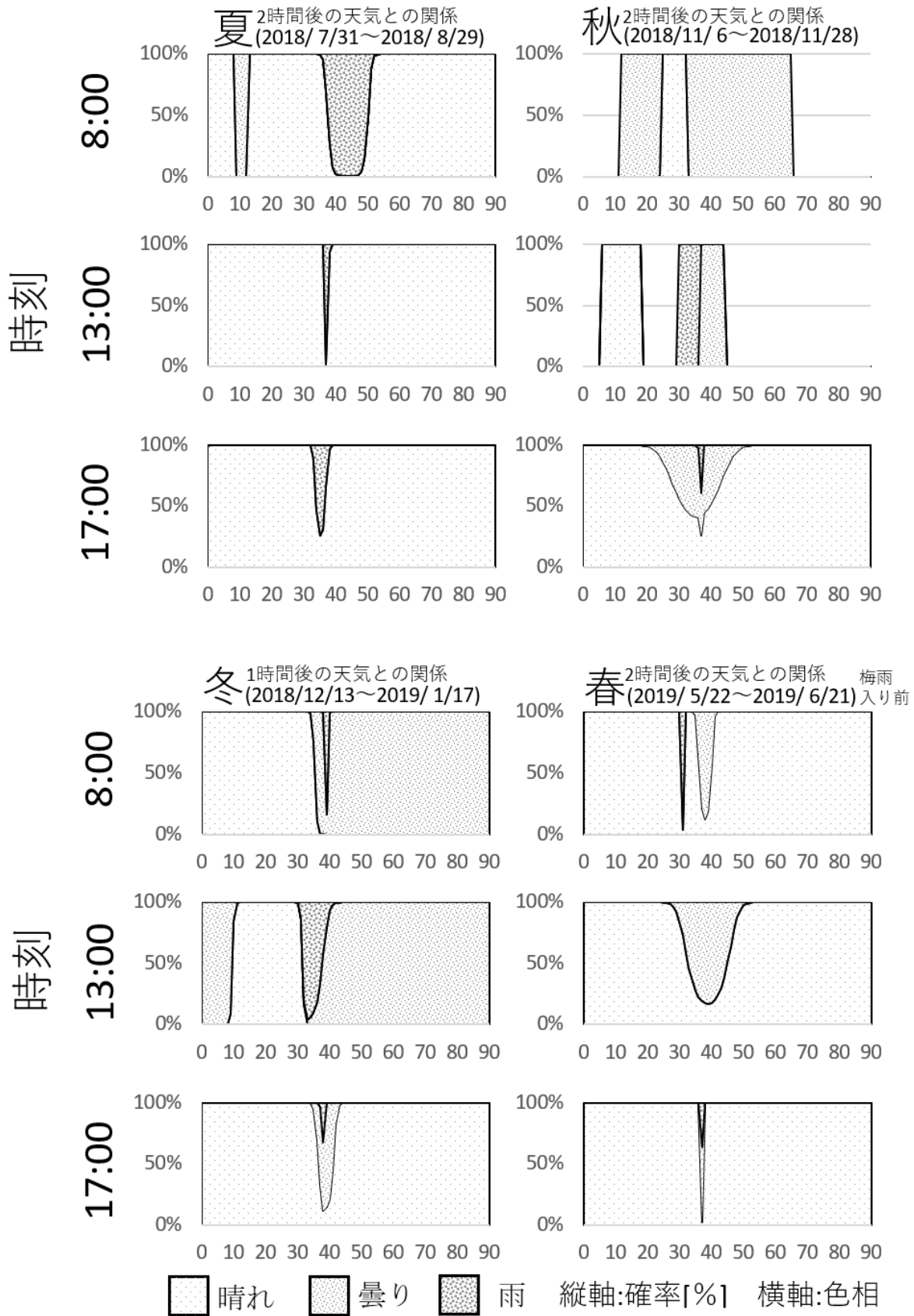


図4 色相に対する天気の割合／時刻・天気

5 考察

結果の図4から春における σ の値が他の季節より大きい値となっている。そこで私たちは水分以外の微粒子の影響を考慮した。表3からエアゾルの量を比較すると春における値が他の季節より1.5倍以上大きい。よって水分ではなくエアゾルによる散乱の影響を大きく受けたと考えられる。また年間を通して雨となりやすい色相が40付近であり、雨となる大気の状態に近いことが考えられる。

表3 各季節における観測日のエアゾルの平均値[6]

	エアゾル		
	PM1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
夏	5.2	8.7	13.5
秋	6.5	8.7	12.3
冬	10.0	14.5	19.5
春	15.4	21.4	30.3

6 今後の課題

年間を通して継続的に観測や観測日を増やすことで、より正確な確率分布を考えたい。また、気温・湿度のデータを使用することで曇り等の天候の定量化を行いたい。

謝辞

本研究とエアゾルの関連性について助言してくださった気象庁気象研究所予報研究部第三研究室、荒木健太郎様にはこの場を借りて感謝申し上げます。ありがとうございました。

参考文献

- [1] 松山気象台 愛媛県の気象特性について
<https://www.jma-net.go.jp/matsuyama/ehime/tokusei.html>
- [2] 気象庁 降水の有無の適中率の例年値
<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/kensho/reinen.html>
- [3] 気象庁 大気構造と流れ
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-1-1.html>
- [4] NEDO 3次領域平均風速値データ
http://app8.infoc.nedo.go.jp/nedo/wind_search
- [5] 気象庁 過去の気象データ・ダウンロード
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>
- [6] CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring System)
Copernicus / European Commission + ECMWF
<https://earth.nullschool.net/jp>