

松山平野における日射量の多地点観測から見られた雲の時空間特性と降水との関係

東海旅客鉄道 正会員 松尾悠平
愛媛大学大学院 正会員 重松和恵

愛媛大学大学院 正会員 ○藤森祥文
愛媛大学大学院 正会員 森脇亮

1. はじめに

近年、局所的な集中豪雨による災害が頻発しており社会問題となっている。局所的な集中豪雨には都市の影響が考えられ、国内外で多くの研究が行われている。しかし都市と降水の関連を示した研究は多くあるが、未だ決定的ではない。また、国内の研究の多くは東京を中心とした大都市で行われているため、中小都市を含めた他都市での研究事例を増やす必要がある。本研究では、まず「雨の卵」とも考えられる雲に着目し、松山平野において著者らが実施している気象観測によるデータを用いて、雲の時空間特性の検討を行った。次に、地上降水量データと雲の時空間特性との関係について検討を行った。本研究で対象としている松山平野は土地利用のコントラストが明瞭であり（図-1）、ヒートアイランド現象が慢性的に生じることが確認されている。また、海陸風が卓越することも確認されている。それゆえ土地利用の違いや海陸風などの熱的局地循環が、上空の雲の形成や降水に与える影響について検討する上で松山平野は適した地域である。

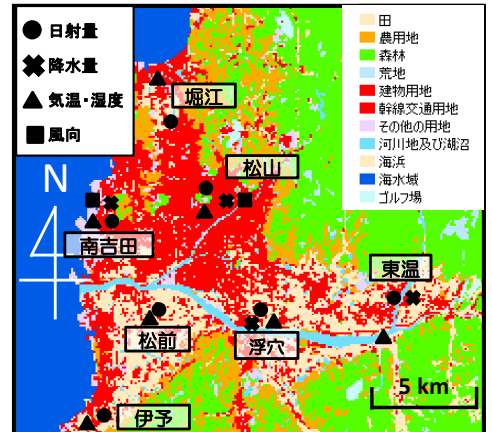


図-1 松山平野の土地利用と各観測地点

2. 観測概要

2014年8月から全天日射計(CMP3, PREDE社)を7地点に設置し、日射量の観測を行っている（図-1の●印）。また、2010年6月から松山平野内の小学校の百葉箱に気温・湿度センサー（U23-001, Onset）を設置し、気温と湿度の連続観測を25地点で行っている（図-1の▲印）。本解析で、気温湿度データは主に水蒸気量の算出に利用した。地上降水量データは、アメダス・国土交通省河川局の観測によるデータを用いた（図-1の✕印）。風向のデータもアメダスの観測データを用いた（図-1の■印）。また、本研究ではそれぞれの観測点の地域を便宜的に、図-1中に記載している名称で呼ぶ。なお、東温の日射量の欠測が多かったため、東温は解析対象から除外した。

3. 松山平野における日射量の地点間比較

日射量の減少は、その時間に雲が存在し日射が遮られていたことによると考えられる。熱的な対流が盛んな夏季の比較的晴れた日を対象にして、2014年9月の日照率50%以上80%未満の日(8日分)を抽出し、各地点の晴天率を比較した。晴天率は以下のように定義した。解析対象とする2014年9月を10日毎に区切り、それぞれの地点において、1分毎の日射量データから各時間の最大値を求め、区切った期間毎に仮想的な快晴日を設定する。解析対象日の日射量が仮想的な快晴日の日射量に比べて減少した割合を晴天率とした。晴天率が小さいほど、雲による日射の遮断効果が大きいことを表し、雲の発達程度が大きいと考えられる。解析の結果、松山平野では正午から夕方にかけて晴天率の値が減少する傾向が見られた（図-2）。図-3は、12時から15時までの平均の晴天率の空間分布である。ここで松山と浮穴の地点で（図-3中の✕印）、晴天率が比較的小さい値を示していることが確認できる（東温を除く地点中）。松山の地点は都市域に位置しており、都市化が雲の発達に影響を与えている可能性が考えられる（対象期間中に松山

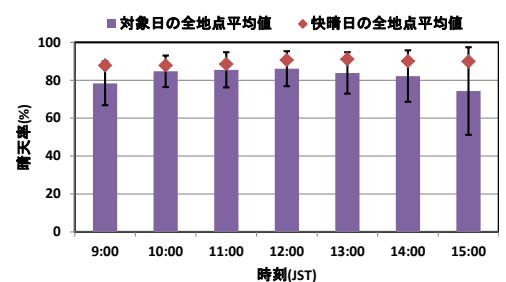


図-2 晴天率の日変化

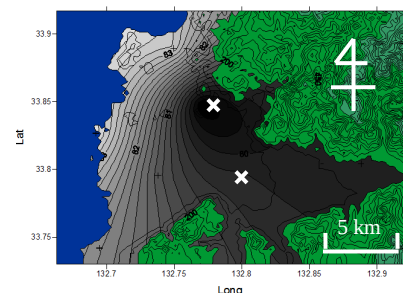


図-3 晴天率の空間分布(12～15時)

（図-3中の黒色：小さい値の地域）

の地点を中心にヒートアイランドが形成されていることを別途確認している)。次に浮穴の地点の晴天率の結果を詳しく調べると、ある2日間に関しては浮穴の地点の値は他の地点と比べて小さな値を示していた。この2日間の日中の風向は、松山で北西、南吉田では西寄りの風が多く観測されていた。2方向からの海風による、水蒸気の収束と上昇気流が雲を発達させた要因となった可能性が考えられる。ここで、浮穴が曇りであった2日間とその他の日の平均の水蒸気量の日変化を図-4に示す。浮穴が曇りの日は、9時頃から水蒸気量が急激に増加しており、これは海風の収束が要因と考えられる。つまり前述のような2方向からの海風がある時、平野の中央部に収束域が形成され、浮穴で雲の発達が大きくなることが示唆された。

4. 松山平野における降水の地点間比較

2003年から2014年の7、8、9月のデータを用いて、降水の地点間比較を行った。本研究では、鈴木・中北¹⁾の手法に倣い天気図・アメダスデータを用いて、時空間スケールの小さい気象擾乱である対流性降水や熱雷に起因した雨の日を抽出し比較した。その結果、南吉田・松山・浮穴の3地点全てで、降水の8割前後が午後に発生していることが分かった。図-5に、時間降水量1mm以上の小スケール降水の発生回数を示す。

発生回数が最も多いのは松山であり、次いで浮穴が多い。この2地点は図-3に示した、晴天率の小さかった地域と概ね一致している。3章で、松山で雲の発達が大きくなる要因として、都市効果(ヒートアイランド)を挙げたが、松山で小スケールの降水が起きた日でも同様にヒートアイランドが形成されているのを別途確認できた。つまり松山の地域では都市効果によって、対流が活発となり雲の発達も大きくなる。それに伴って、松山では降水の頻度も多くなるのではないかと推測される。次に、浮穴で小スケール降水が起きた日の風向を確認すると、日中の風向は松山で北西、南吉田では西寄りの風が多く観測されており、平野中央部に海風の収束が起きていることが示唆された(図-6)。これは3章で示した、浮穴で雲の発達が大きかった日の風向と概ね一致している。また、浮穴で小スケール降水が起きた日の水蒸気分布を別途確認したところ、浮穴の地域に湿潤域が形成されている様子も確認できた。つまり前述のような2方向からの海風がある時、平野中央部で海風の収束が起こり、湿潤な空気が上空へ輸送され雲の発達が大きくなり、浮穴で降水の頻度も多くなるのではないかと推測される。

5. まとめ

本研究で、比較的スケールの小さい松山平野内に日射計を数か所に設置することで、松山平野では夕方にかかえて雲が発達しやすい傾向にあることが示唆された。また、松山平野内では、特に都市域と平野中央部で午後に雲の発達が大きくなることも示唆された。それぞれの地域で雲の発達が大きくなる要因として、都市効果と海風収束が示唆された。次に時空間的に小スケールの降水を調べたところ、特に都市域と平野中央部で午後に降水の頻度が大きかった。また、都市域と平野中央部における小スケール降水にも、都市効果や海風収束が影響している可能性が示唆された。これらの結果は、局所的な降水に対する有益な知見だと考える。

謝辞：本研究は総務省・戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)の援助を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 鈴木博人，中北英一：鉄道と気象庁の降水量データを用いた大雨の標高依存性の解析，水工学論文集，51，283 - 288.

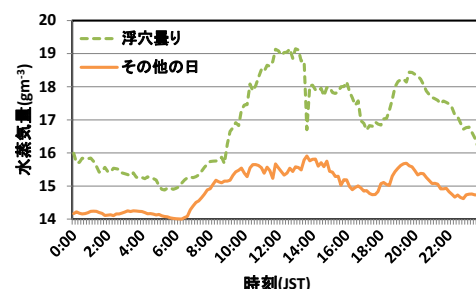


図-4 浮穴の水蒸気量の日変化

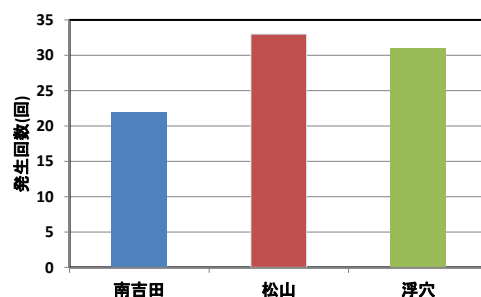


図-5 小スケール降水の発生回数

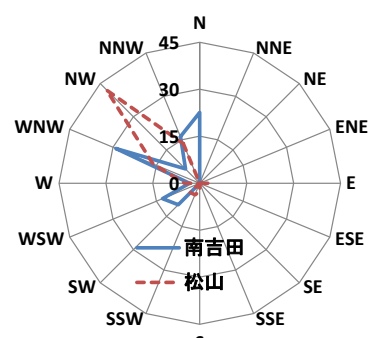


図-6 13時の風向頻度(単位は%)

(2003～2014年7, 8, 9月)

浮穴で小スケール降水日)