

松山平野における雲の発生とヒートアイランドの関係

愛媛大学大学院 学生会員 ○森本一行
IHI インフラシステム 正会員 重谷祐樹
愛媛大学大学院 正会員 森脇亮

1.背景・目的

ヒートアイランド現象は都市環境に様々な影響を及ぼすことが知られており、その代表的なものとして局所的豪雨が挙げられる。そのことからヒートアイランド現象と上空の雲の発生には何らかの関係性があることが示唆されるが、その詳細に至っては未だに明確にされていない。松山平野は土地利用に明白なコントラストを有し、ヒートアイランド現象が慢性的に生じる地域であることが明らかにされている¹⁾。そこで本研究では松山平野を対象とし、雲底高度測定機器であるシーロメーターを軽トラックに搭載して行った移動観測や都市・郊外での測定から得られた日射量データを用いて、松山平野における雲の発生とヒートアイランド現象の関係について検討していくことを目的とした。

2.研究方法

本研究で用いたシーロメーターCL31(Vaisala 社)は垂直方向に波長 910 nm のパルスレーザーを射出し、雲や降水からの後方散乱(Back scatter, 以下 Bs)強度を感知し、それを高度 7.5km まで記録できる。そして得られた Bs プロファイルから雲底高度が算出される。測定における設定としてデータ報告間隔を 2 秒、空間分解能を 10 m とした。図-1 に国土地理院の土地利用図に観測ルートを加えたものを示す。このように松山平野は重信川を境に北側が都市域、南側が郊外域といったように土地利用の差が明白なものとなっている。1 回の観測を愛媛大学(A 点)から松前町方面へ南下し、上野郵便局前(B 点)で U ターンし、愛媛大学へ戻ってくるまでとする。交通状況にもよるが 1 回の観測における所要時間は約 1 時間である。そして、A 点から中川原橋(C 点)までの区間を都市域、C 点から B 点までの区間を郊外域とする。観測日に関しては天気図や予報、目視等によりある程度曇っており雲の観測が可能であろうと判断した上で観測を行った。また GPS ロガーを搭載し、Bs プロファイルと GPS ロガーによる取得データの時系列を合わせることで、観測位置と Bs プロファイルを対応させている。図-1 に日射量の測定位置を示す。都市域(黒色×印)及び郊外域(白色×印)で用いている放射収支計はそれぞれ Kipp&Zonen 社の CNR-4 と NR-40 である。測定間隔は 1 秒であり、10 分間隔で平均したデータを使用した。また、図-1 の 2 地点で測定された気温・湿度データを使用し (Onset 社の U23-001)、地上の気温・湿度と雲の分布の関係性を検討した。各地点を図-1 に示す。番町小学校 (黒色○印)で測定されたデータを都市域でのデータ、北伊予小学校 (白色○印)で測定されたデータを郊外域でのデータとして解析に用いた。

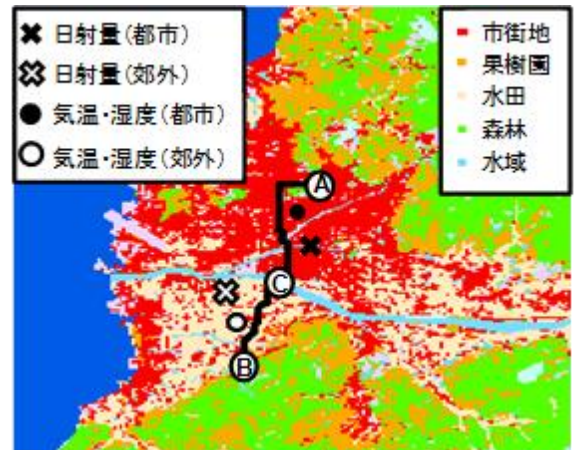


図-1 土地利用図と移動観測ルート及び各気象要素の観測地点

3.シーロメーターの移動観測結果による検討

雲の観測を行うことができたのは計 15 ケースであった。その中でも雲底高度が都市域で高くなっていたものが 4 ケース、雲底高度が両エリアではほぼ一定だったものが 3 ケース、雲の分布が不規則だったものが 8 ケースであった。雲底高度が都市域で高くなっていたケースの一例を図-2 に示す。そのケースに着目し、観測時に見られる気象要素の特徴について検討した結果、①気温が郊外域よりも都市域で高い、②相対湿度が郊外域よりも都市域で低い、③風向が東西寄りであるという 3 つの条件を満たす場合、雲底高度が都市域で高くなる傾向

が見られた。逆にこれらを満たしていない場合、両エリア間の雲底高度に明確な関係性は見受けられなかった。この現象は以下のことが要因となっていると考察した。一般に雲底高度は持ち上げ凝結高度

$$LCL = 125(T_0 - \tau_0) \quad (1)$$

と比較される。ここで、 T_0 は地上気温、 τ_0 は露点温度であり、大気が湿潤であれば露点温度は高くなる。大気塊が対流等により断熱的に LCL まで持ち上げられると大気中の水蒸気が飽和に達し、過飽和分が凝結し雲となる。図-2 に示した観測時における都市・郊外の LCL の算出結果を図上に示す。松山平野ではヒートアイランド現象だけでなく、都市域が郊外域よりも乾燥するドライアイランド現象が確認されている²⁾。都市域では郊外域に比べて気温が高く相対湿度が低いため、図-2 から分かるように LCL が郊外域よりも高くなる傾向がある。しかし、観測によって得られた雲底高度は LCL よりも高くなっている。これは、この日が曇った日であったために対流が弱く、大気塊が断熱的には持ち上げられなかったからであると考えられる。また松山平野では重信川を境に都市域と郊外域が南北に位置している。風向が東西方向である場合、風は都市域と郊外域の境界に沿って吹くために、風によって生じる両エリアの大気間の相互影響は小さい。よって LCL の大小関係が保たれ、結果として都市域ではより高い高度で雲が発生したと考えられる。一方風向が南北方向である場合、風は都市域と郊外域の境界を跨ぐように吹くために地表面性状の差異が大気境界層中で保持されず、両エリア間の雲底高度に明確な関係性が見られなくなる。

4.日射量データによる検討

図-3 に日射量データの一例を示す。日射量の値の減少は、その時間に上空に雲が存在し日射が遮られていたことを意味する。例に挙げた日では都市で顕著な値の減少が見られ郊外ではそれが見られない。このことから都市上空では雲が存在し、郊外上空では比較的薄い雲が存在もしくは雲が存在していなかったと考えられる。2011 年 7 月と 8 月の日射量データの内、都市域のみで顕著な日射量の減少が見られた日と郊外域のみで顕著な日射量の減少が見られた日の日数を比較したところ、前者の方が多いという結果が得られた。このことから都市域上空の方が郊外域上空よりも雲が発生・発達しやすいことが示唆される。この現象は以下のことが要因となっていると考えられる。都市域では地表からの顕熱の供給によって対流が活発であるため、地表の空気は LCL を超えて持ち上げられ雲が発生する。一方郊外域では、地表付近は湿潤ではあるが顕熱が小さく、大気境界層の発達が抑制されるため地表の空気は LCL に達せず雲が発生しにくい。

参考文献

- 1) 藤森祥文, 林佑亮, 森脇亮: 松山平野におけるヒートアイランドの特性, 水工学論文集, 第54巻, pp.313-318, 2010
- 2) 渡部桂子, 藤井恵人, 森脇亮: 松山平野におけるドライアイランド現象に関する研究, 水工学論文集, 第56巻, pp.1765-1770, 2012

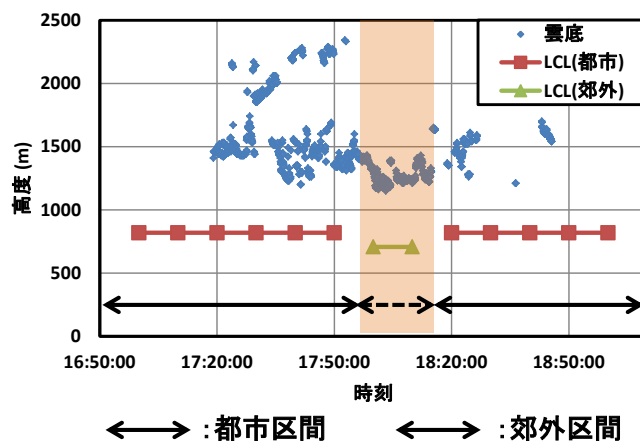


図-2 雲底高度が都市域で高くなっていた観測結果の一例(2011.7.26)

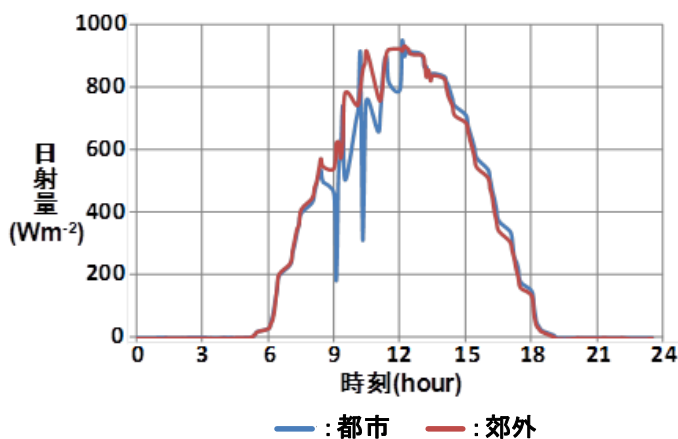


図-3 日射量データの一例(2011.8.9)