

松山平野における雲の発生と土地利用の関係

愛媛大学大学院 学生会員 ○山本拓男
 IHI インフラシステム 正会員 重谷祐樹
 愛媛大学大学院 学生会員 森本一行
 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結果や都市・郊外での熱収支データを用いて、松山平野における雲の発生と土地利用の関係について検討した。

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。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である。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。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、目視等により雲の観測が可能な日を選定した。図-1 に熱収支観測の位置を示す(都市域(黒色×印)及び郊外域(白色×印))。放射収支計はそれぞれ Kipp&Zonen 社の CNR-4 と NR-40 を使用し、超音波風速温度計(Kaijo, SAT-550)とオープンパスガスアナライザー(LI-COR, LI7500A)より渦相関法を用いて顕熱・潜熱を算出した。また、図-1 の 2 地点(○印)で測定された気温・湿度データを使用し(Onset 社の U23-001)、持ち上げ凝結高度の推定に利用した。

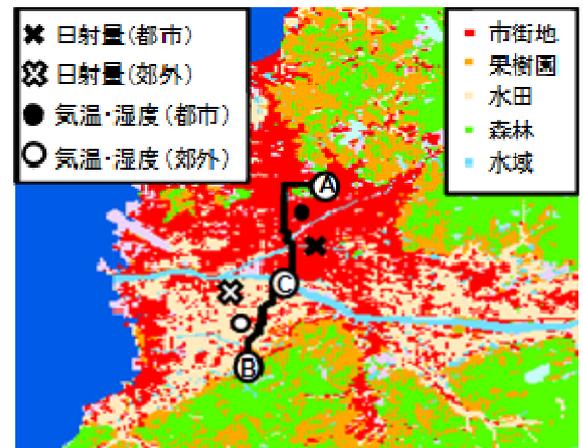


図-1 土地利用図と移動観測ルート及び各気象要素の観測地点

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。

キーワード 松山平野, 雲, ヒートアイランド, 雲底高度

連絡先 〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3 番 愛媛大学大学院 TEL 089-927-9752

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凝結し雲となる。地上の気温と湿度から算定した都市・郊外のLCLを図-2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からも分かるようにLCLが郊外域よりも高くなる。観測された雲底高度の空間分布はこの傾向と定性的に合致している。観測された雲底高度がLCLよりも高くなっているのは、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。都市域で雲が高くなる現象が風が東西方向に吹く場合に限りて観測されるのは、松山平野における土地利用が南北で明瞭に異なっていることに関係しているだろう。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、地表付近の気象要素の差異は大気境界層上部まで保持され、結果として都市域で発生する雲は高くなる傾向があると考えられる。

4. 日射量・熱収支データによる検討

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月の日射量データを調べたところ、都市域のみで顕著な日射量の減少が見られる日が多くなる傾向が確認された。このことは都市の方が郊外よりも雲が発生・発達しやすいことが示唆している。図-4 は熱収支観測で得られた顕熱フラックスから混合層の発達高度を推定したものである。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、混合層もより高く発達している。地表の空気はLCLを超えて持ち上げられ雲が発生すると考えられる。一方郊外域では、顕熱が小さく混合層の発達はいささか小さい。そのため、地表の空気はLCLに達せず雲が発生しにくいと考えられる。

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

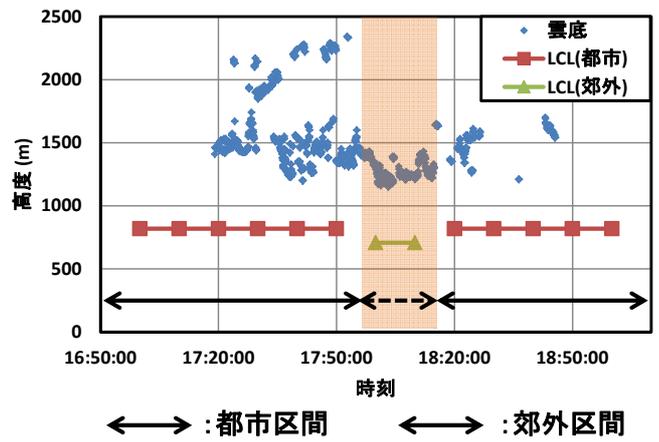


図-2 雲底高度が都市域で高くなっていた観測結果の一例(2011.7.26)

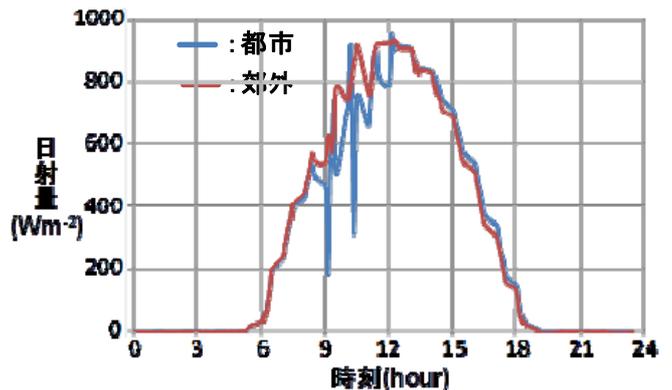


図-3 日射量データの一例(2011.8.9)

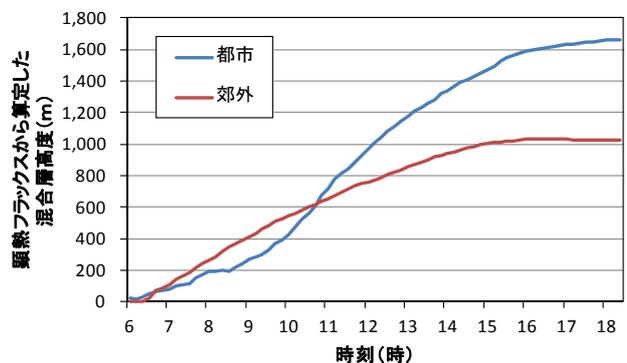


図-4 顕熱フラックス積算値から算定した混合層高度 (2010.9.11)