

夏季晴天日の積雲発生に与える地表面顕熱の影響

*菅原広史（防大），清野直子（気象研），小田僚子（千葉工大），岩井宏徳，安井元昭，佐藤晋介，村山泰啓（NICT），宮内正厚（東京家政大），成田健一（日工大）

1) 背景と目的

降水現象に対する都市効果については，降水を強化するセンスの観測事実を佐藤ら(2006, 天気)や井上(2004, JGL)が指摘している．ここで都市効果として考えられるのは，人工排熱などによる大気に対する顕熱・水蒸気の供給，あるいは大きな地表面粗度による運動量輸送であろう．しかしながら，これらの境界層過程が都市と郊外でどの程度違うのかといった実態把握はこれまで必ずしも十分に行われていなかった．ここでは顕熱供給に着目し，都市と郊外での顕熱輸送量について議論する．

2) 手法

2011 年夏季に以下の 2 地点において熱フラックスの測定を行った．

都市部（東京都板橋区）

戸建住宅と中層ビルが立ち並んだエリアである．large aperture タイプのシンチロメータ (Scintec BLS900) を用い，シンチレーション法で地表面顕熱フラックスを測定した．計測された屈折構造係数 C_n^2 から mix convection method (Lagouarde, 2006, BLM)により大気安定度の効果を考慮した演算を行い，フラックスを得た．摩擦速度 u^* は風速と地表面粗度から算出した．粗度は東京都の GIS データから Macdonald et al. (1998, Atmos. Env.)の形態法により算出した．ゼロ面変位も形態法により求めたが，建物高さが均一でない市街地においては過小評価となるため (Tanaka et al., 2011, SOLA)，対象エリアの最大建物高さの 90 パーセンタイル値をキャノピー高さとする修正を行っている．

正味放射量については，放射計により測定された下向き長・短波放射量と，地表面反射率および放射温度計測値から推定した．地表面反射率は航空機観測による値(0.13, Sugawara, 2001, 学位論文)とした．放射温度はスポットタイプの放射温度計を用い，建物屋上から北向きに測定した．測定値の空間代表性については，夏季日中に撮影した熱画像から，方位により $\pm 3^\circ\text{C}$ 程度の空間的なばらつきがある．

郊外（東京都小金井市）

戸建住宅と農地が広がるエリアである．地上 59m のタワーに設置した超音波風速計 (Kaijo SAT540)により乱流計測を行い，渦相関法で顕熱フラックスを測定した．渦相関法においては地形

等による平均流の傾きを考慮してある．正味放射量は同じくタワーに設置した正味放射量 (Kipp&Zonen CNR4)により測定した．

3) 結果

図 1 に 8 月 26–29 日の熱フラックスを示す．26 日は夕方から降水システムが発達し，17 時に羽田で時間降水量 81.5mm を記録している．一方 28 日は曇天，29 日は晴天であった．正味放射量が都市部より郊外の方が大きいのは，地表面温度の高低によるものである．顕熱フラックスは 26 日の日中で都市部の方が 200Wm^{-2} 程度大きい．この差には地表面状態に加えて人工排熱の差も寄与している．Kalthoff et al. (2011, QJRM)の 1 次元モデルによれば，顕熱フラックス 100Wm^{-2} の増加により CAPE が 700Jkg^{-1} 程度大きく，CIN が 100Jkg^{-1} 程度小さくなる．都市の顕熱フラックスは対流雲の発生に大きな寄与があると言える．

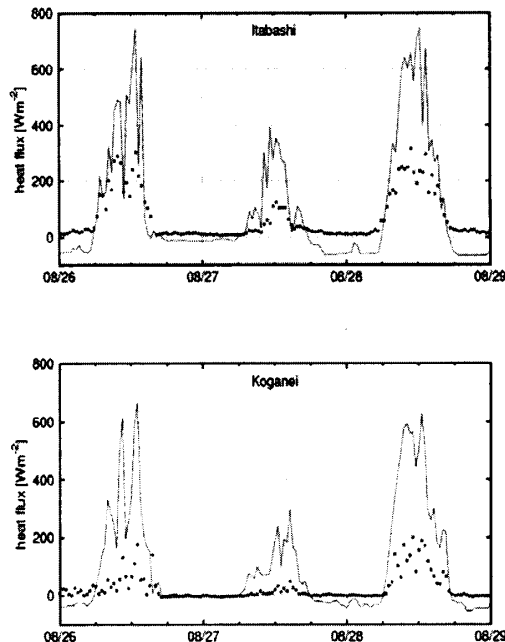


図 1 都市（板橋区）と郊外（小金井市）における熱フラックス．実線が正味放射量，マークが顕熱フラックス．

本研究は科学技術戦略推進費「気候変動に対応した新たな社会の創出に向けた社会システムの改革プログラム」（科学技術振興機構／文部科学省）の支援を受けた．