

メガシティ・ジャカルタにおける土地利用変化が
地表面温度および顕熱の空間分布に及ぼす影響

Impact Analysis of Land Use Change on Temperature and Sensible Heat
of Land Surface in Mega City, JAKARTA

○吉田貢士*, 田畑聡美*, 安瀬地一作*, 前田滋哉*, 黒田久雄*

Koshi YOSHIDA, Satomi Tabata, Issaku Azechi, Shigeya Maeda and Hisao Kuroda

1. はじめに

世界各地のメガシティ(人口 1000 万人以上)でヒートアイランド現象が深刻な問題となっている。その原因の一つとして、緑地や農地の減少に伴い、舗装道路やビルなどの人口構造物が増加する、いわゆる都市化が挙げられる。本研究では地表面の熱特性が異なる土地利用別の1次元熱収支モデルを構築し、衛星画像から得られる地表面温度の情報と組み合わせることにより、都市からの排熱の大部分を占める顕熱フラックスの広域的な空間分布を推定した。さらに 1930、1960、2000 年の土地利用データを用いて当時の顕熱フラックス量を推定した。

2. 対象地域

本研究ではジャカルタ都市圏を研究対象とした (Fig.1)。2012年9月8日から11日にインドネシア・ジャカルタのカンプンバリにおいて現地調査を行った。ミレニウムホテルの屋上(地上約50m)から赤外線サーモグラフィカメラ(FLIRシリーズi7)で日の出後の6時30分から日の入り前の17時30分まで1時間毎に各土地被覆の撮影を行った。また同時刻に携帯型赤外線放射温度計を使い、地上0.5mから同様の土地被覆の地表面温度を計測した。観測対象とした土地被覆は河川・アスファルト・植生・屋根・プールである。Fig.2に熱赤外線サーモグラフィカメラにより撮影した地表面温度の分布を示す。使用したカメラの解像度は140×140ピクセルである。またホテルの屋上に気象ステーションを設置し、温湿度・日射・風速等の気象データを30分毎に計測した。また、周辺のチェンカレン、ポンドック、タンジュン気象観測所における1時間毎の気象観測データを手にした。

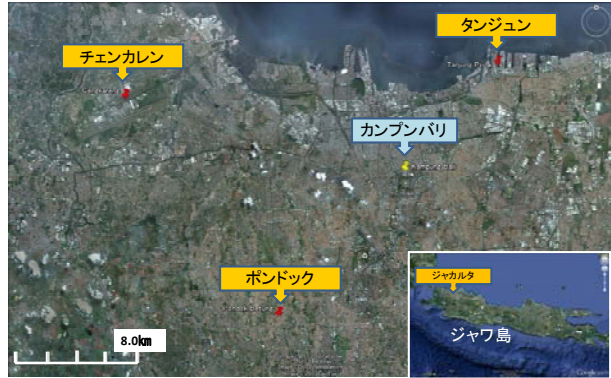


Fig.1 Study Area

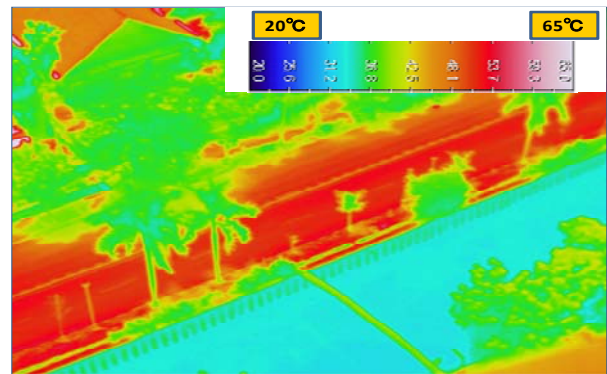


Fig.2 Infrared image (at 14:30 9/10)

3. 1次元熱収支モデル

現地調査によって得られた地目別地表面温度と気象データにより1次元熱収支モデルを構築した。このモデルはペンマンモンティス法により得られる可能発散量に蒸発散効率 β を掛け合わせることにより、熱収支式(式1)から地表面温度および顕熱フラックスを算出することができる。蒸発散効率 β は土地利用により異なり、0~1の範囲で変化する。

$$R_n = H + \beta 1ET + G \quad (1)$$

ここで、 R_n : 純放射量、 H : 顕熱フラックス、 $1ET$: 潜熱フラックス、 G : 地中伝導熱、 β : 蒸発散効率である。Fig.3にアスファルトと水面における地表面温度の実測値と計算値を示す。

[所属] *茨城大学 Ibaraki University

[キーワード] ヒートアイランド、熱収支モデル、衛星画像、インドネシア

4. 顕熱フラックスの空間分布

熱収支モデルから地表面温度と蒸発散効率 β との関係式を導き、衛星画像から得られる地表面温度分布から蒸発散効率 β の空間分布を求めた。衛星画像は2004年6月21日に撮影されたアスター（解像度：90m×90m）の熱バンド画像を用いた（Fig.4）。2000年の土地利用（Fig.5）に基づき集計した結果をTable1に示す。地表面の熱特性を表す β の分布が求めれば、熱収支モデルに過去の気象データを入力することにより、当時の顕熱フラックスの推定が可能となる。Fig.3に2004年6月21日11時における顕熱フラックスの推定結果を示す。熱収支モデルを用いることにより、広域的な顕熱フラックスの時間的・空間的分布が再現可能となった。構築した熱収支モデルと土地利用データを用いて、2004年6月21日11:00の気象データをインプットとした際の顕熱フラックスの総量を評価した（Fig.6）。本研究の対象地域においては宅地面積率は1930年の16%から2000年の52%に増加した。それに伴い、顕熱フラックスは6722 (MJ/hr) から8226 (MJ/hr) に増加した。顕熱フラックスは対象地域の大気を温める効果を持つため、フラックスの増加によりヒートアイランド現象が引き起こされる。また、気温の上昇は、エアコン使用量の増加による人口排熱の増大を引き起こすことになる。

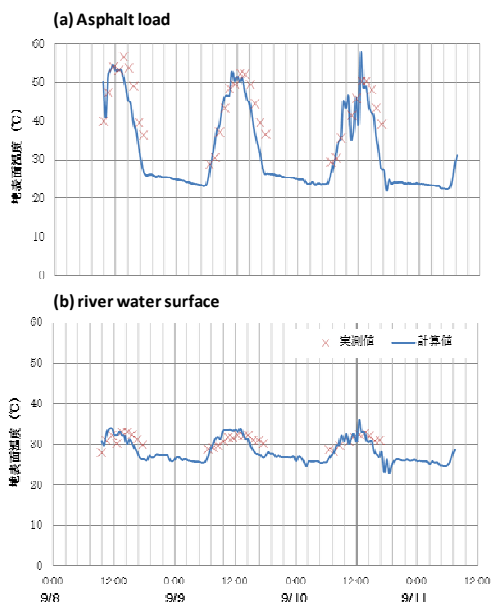


Fig.3 Comparison of observed and calculated surface temperature

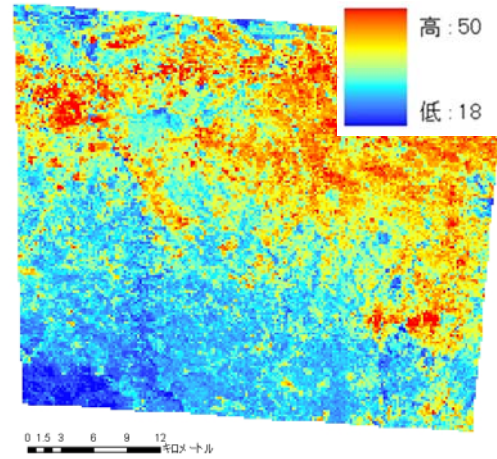


Fig.4 Satellite image (Aster 21/06/04)

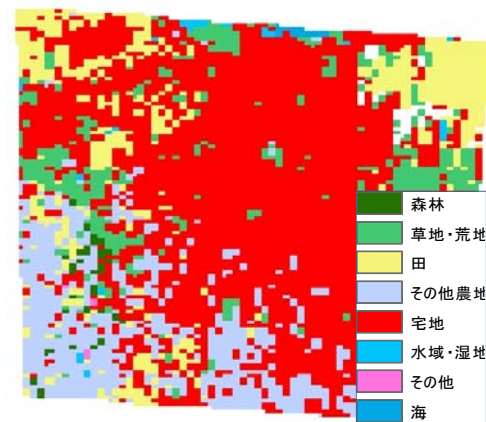


Fig.5 Land use in 2000

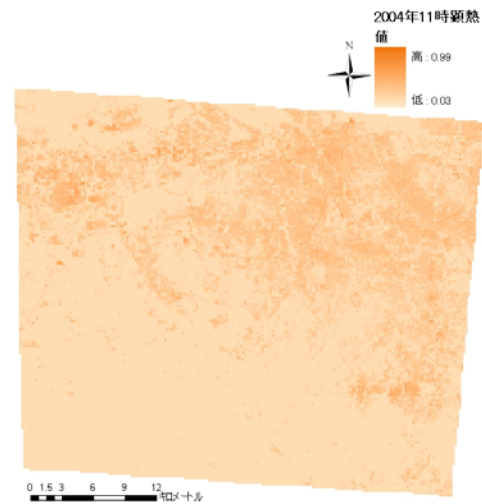


Fig.6 Estimated sensible heat flux

Table1 Estimated β value in each land use

	β
森林	0.86
水域・湿地	0.71
海	0.69
その他農地	0.58
田	0.55
草地・荒地	0.49
宅地	0.39