複合的な都市キャノピーモデルを用いた熱環境評価

橋技術科学大学	正会員	岡村	聖
同上	正会員	北田每	如廣
同上		谷ふみ	ئ ہ

1. はじめに

気象庁の観測データによると、1960年以降から名古屋市の 夏の熱帯夜の日数は顕著に増加している。都市化に伴う地 表面の改変、人口集中によるエネルギー消費量の増大など、 ヒートアイランドや風速の減少等に代表される都市気候が 生じている。この特有の都市気候を緩和するため、都市空 間の植栽や水面の保全・創出、建築物壁体材質の熱特性考 慮などに基づく局所的な表面熱特性の改善、また、建物高 度の分布計画、水路・水田の配置等の広域土地利用計画に より自然の流れを導入する方法が検討されている。そこで、 本研究は、太平洋沿岸部の大都市域の典型例として名古屋 市を対象に、都市大気の交換特性を良くするための都市構 造推定研究を次のステップで行った。(1)都市建造物高度の 空間分布、森林分布を推定し、GISを用いて地図の属性情 報としてデータファイル化した。(2)約 500m × 500m メッ シュに整理したこれらの情報を入力として、鉛直一次元都 市キャノピーモデルを用いて、建物群と植生群とが混在す る場合の熱環境の予備的評価を試みた。

2. 数値モデル

モデルは、筆者らの研究室で従来から継続的に研究を行なっ てきたもの^{1,2)}を本研究用に改変したものである。モデル には、サブグリッドスケールの土地利用として、住宅、ビ ル、道路、草地、高木、低木、水田、河川等の水面の計 8 種類の地表面被覆率、植生や建物のLAI、植物の土壌水分 の利用可能性、建物の壁体への蓄熱効果、太陽高度の変化、 キャノピーの短波、長波放射に対する応答等が考慮されて いる。

3. シミュレーション

対象領域は、名古屋市(約1400地点)で、対象期間は、夏 季の本州中央部が概ね、高気圧に覆われていた1995年7月 24日~7月27日の4日間、グリッドサイズは3次メッシュ を東西、南北にそれぞれ2分割にあたる東西0.006125°× 南北0.0041666°とした。日射量の1時間値については、国 設名古屋観測所での対象期間中の平均値を用いた。

各被覆率及び人口廃熱は、緑被地現況調査データ(名古屋 市、玉野総合コンサルタント)から、GIS ソフトウェアを用 いて集計した。

図1は、名古屋の建物階数及び建蔽率を示す。建物については、グリッド毎の容積率と建ぺい率から、容積率 ÷ 建ペイ

数値モデル、都市キャノピー、土地利用、気候緩和、蓄熱 〒 441-8580 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 豊橋技術科学大学 TEL. 0532(44)6902 FAX. 0532(44)6929 率 = 建物階数、より各グリッド平均の建物階数を求め、3 階 以上をビル、その他は住宅とした。建物 LAI の計算は、ビ ル、住宅の一棟あたりの敷地面積をそれぞれ、600m2、200 m2、1 階当たりの仮定高さを 3m として行った。



図 1: 名古屋の建物階数及び建蔽率

図 2 は、名古屋の植生被覆率及び水面被覆率を示す。植 生の高度分布については、高木を仮定高さを 10 m、総葉量 は常緑広葉樹一本当たりの値 438m²、枝張 6.9m とし、低 木をそれぞれ、3m、3m²、1.2m とし LAI の計算を行った。



図 2: 名古屋の植生被覆率及び水面被覆率

4. 結果および考察

グリッドセル内の土地利用構造、建物・植生の高度分布が 日最高気温(30 以上の真夏日)、日最低気温(25 以上 が熱帯夜)にどのように関わっているのかをみる為に、縦 軸(植生指標: p×植生LAI)、横軸(建物指標: u× 建物LAI)を図中に11観測地点の地上日最高気温、日最低 気温(図3)をプロットした。ただし、この日最高・日最低 気温は7月24日-27日まで4日間の平均値である。

地表付近の気温であっても、もちろん局所的な土地利用 のみから決まるものではなく、非常に明確な関係が認めら



図 3: 縦軸植生 LAI、横軸建物 LAI とした日最高気 温及び日最低気温(観測値)

れるとは言えないが、定性的には、(1) 植生 LAI が大きい 所では、日最高、日最低気温は共に低く、(2) 日最低気温は 建物 LAI が大きい所で大きい傾向がある等が言える。一般 に日最低気温が生じる夜間、早朝は、弱風であり、かつ太 陽光のようなエネルギー収支を単一で規定する強いソース が無い事から、人工熱源等が効いて、都心が相対的な高温 場、風の収束場になる傾向があるが、図3 もその傾向を表 していると考えられる。日最高値については、海風時に都 市の下流域に最高気温が現れることもあり、水平方向の熱 輸送も考える必要があることを示唆している。図4は、図 3 に対応する1次元モデルの計算結果である。



図 4: 縦軸植生 LAI、横軸建物 LAI とした日最高気温及び 日最低気温(計算値)

1次元モデルの方は、当然ながら明確に、植生LAIが小 さい程、また建物LAIが大きい程、日最高、日最低気温共 に高くなる傾向を示している。(図4の日最低気温で植生 LAIが4~6付近で比較的気温が高くなっているのは、植生 による機械的な乱れの生成が上空の熱を下層に運ぶことに 原因があるが、夜間も流れを一定の地衡風で与える事によ る1次元モデルの一種の限界である。)

図 5 及び図 6 は、縦軸(建物階数) 横軸(建物指標: u×建物 LAI)として、日最高気温、日最低気温をプロットしたものである。計算値については、日最高気温は、建物階数が2以下の住宅でより高い気温を示している。これは、ビルより住宅のほうが、一軒当たりの敷地面積が小さ く、壁面に対しての受熱面が大きいこと、最も高温となる 屋上面が地表に近いこと、高い建物ほど日射を遮断して地 表に到達する日射量が減少すること、等が考えられる。一 方、日最低気温は、建物が高く建物LAIが大きいほうが気 温が高い傾向がある。これは、日中、日射をより遮断した 結果、建物への蓄熱量が増えそれが夜間に放出されたため といえる。観測値については、建物階数が2階の場合、建 物LAIが大きいほど温度が低い傾向が出ていて、先にも述 べた海風下流域の最高気温の影響が示唆される。弱風の夜 間については、建物LAIが大きい方が高温となる、計算値 と同じ傾向が出ていて、建物への蓄熱効果の影響が示唆さ れる。



図 5: 縦軸建物高さ、横軸建物 LAI とした日最高気 温及び日最低気温(観測値)



図 6: 縦軸建物高さ、横軸建物 LAI とした日最高気 温及び日最低気温(計算値)

参考文献 1) 岡村聖、北田敏廣, 1997: サブグリッドス ケールの土地利用が大気境界層に与える影響のモデル化 k-モデルにおける都市化域のパラメタリゼーションー、環境 システム研究, 25、593-597. 2) K. Okamura and T. Kitada, (1998): Study on the sub-grid scale modeling of urban canopy, consisting of buildings and vegetation, for use in meso-scale meteorological simulation. Proc. APMS'98, Part 1, 275/1-8, Oct. 26-29, 1998, Champs-sur-Marne, France.