

暑熱適応計画のための都市熱環境の非定常 CFD 解析
 —樹木のクールスポット効果の面的かつ動的な把握—
 （課題名：ヒートアイランドの数値モデルの開発）
 足永靖信（国土交通省 国土技術政策総合研究所）

1. はじめに

IPCC 第 5 次評価報告書では「今後の気温上昇は避けられない。」と明記されており、気候変動の影響への適応計画の立案が国際的に求められている。都市域の熱環境問題に関しては、これまで国・自治体及び都市事業者等により、ヒートアイランド対策（都市の気温を低減する対策）が講じられてきたが、今後は温暖化に伴う異常気象への対応も図る必要がある。

筆者らは、都市の熱環境に関して広域 CFD 解析の研究を実施してきた（Ashie *et al.*, 2004-2012）。広域 CFD 解析では、街区伝熱モデルと連成させ、さらに樹木の効果も考慮することにより、1 日を通した非定常問題にも適用可能である。

本研究ではクールスポット効果を有する樹木の導入に伴う都市空間の熱的状況変化を面的かつ動的に定量化する技術的検討を行うことにより、屋外歩行空間における熱中症の発生を抑制し、都市の暑熱適応性向上に資することを目的とする。

2. モデル概要

地表面側には都市が存在し、その幾何形状は極めて複雑であるため、都市キャノピー層を平均場として仮定する簡易な取り扱いが行われている（気象研究ノート、第 224 号）。本研究では、街区の 3 次元形状を直接扱うことで、建物の配置や街路の形態や樹木の配置など、実際の状況に忠実な伝熱モデルを構築した。また、街区伝熱モデルを CFD と連成させることで、1 日を通した非定常計算を可能としている（図 1）。

街区伝熱モデルの概要を図 2 に示す。街区空間の放射交換をモンテカルロ法、レイトレーシング法、射度法などを組み合わせて、短波と長波について解く。建物は立体形状を有しており、外壁の熱伝導、窓面からの室内への透過日射や換気などの、建物に関わる伝熱計算を実施する。

CFD の計算コードについてはこれまでと変わらず、工学分野で使用されている $k-\epsilon$ 乱流モデルを基本として、熱、水蒸気の輸送方程式をたてている。

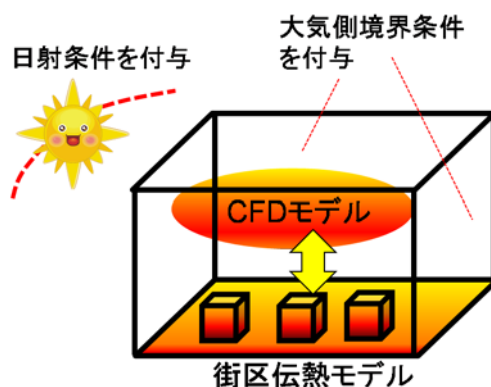


図 1 街区伝熱・CFD 連成モデル

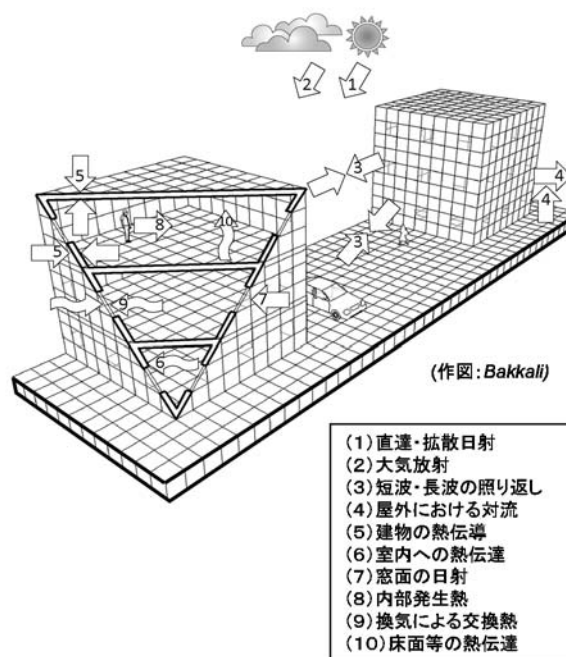


図 2 街区伝熱モデル

3. 樹木の導入

樹木モデルの概要を図3に示す。樹木は、短波、長波の放射熱を緩和する効果があり、屋外空間の人体の平均放射温度に影響を及ぼす。また、樹冠内の対流、蒸散の作用は、周辺空気の気温、湿度、風速の場に影響を及ぼす。これらは、気流解析では、 $k-\varepsilon$ モデルの付加項として取り扱われる。

都市域における樹木の配置に関しては、国土地理院の航空機レーザー計測データを活用する。建物のGISデータとRSMとの残渣を求め、土地利用データ（樹木）と照合することで樹木を判別し、樹高や都市内の分布を割り出す。整備方法を図4に示す。また、樹木分布の整備事例を図5に示す。図5(a)の作成においては、国土地理院の空中写真と国土数値情報・行政界を、図5(b)では国土地理院の基盤地図情報、国土数値情報・行政界、航空機レーザー計測データを利用した。

4. 今後の予定

東京都市圏の10km四方を対象にして、樹木データ整備を行い、地球シミュレータ上で計算を行い、樹木の影響を検討する。

参考文献

Ashie *et al*, Annual Report of the Earth Simulator Center, 2004-2012

都市の気象と気候（編集：神田学）、気象研究ノート、第224号

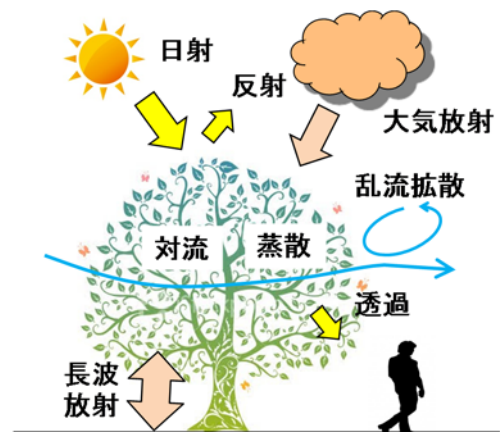


図3 樹木モデル

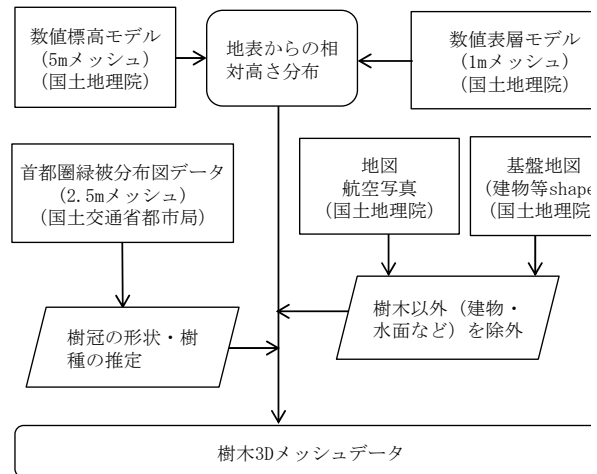


図4 樹木データの整備



(a) 写真



(b) 樹木配置

図5 航空機レーザー計測データを使用した都市内樹木の抽出