

# 街路樹を考慮に入れた都市街区放射モデルの開発

\*池田 亮作（筑波大 CCS）、日下 博幸（筑波大 CCS）

## 1. はじめに

LES(Large Eddy Simulation)を用いて都市街区を詳細に解像し、ヒートアイランド緩和策や日だまり効果の評価など局所的な気温分布を再現するためには、街路樹を含めた街区放射計算をする必要がある。植生を対象とした放射の計算方法として、従来より気象モデルで用いられているものに2流近似がある。この方法は、森林キャノピーモデルに使われているものであり、水平一様に多数の木々が存在すると仮定し、放射の計算は上向きと下向きの2方向のみ考えるというものである。しかし、都市街区内にまばらに植えられている街路樹のように、3次元的な放射計算を必要とするものには向いていない。本研究では、街路樹を含めた都市街区内の放射計算を行う方法として、ラジオシティ法を採用し、モデルの構築を行った。

## 2. 放射モデルの概要

ラジオシティ法とは、解析する領域を面要素に分割し、すべての要素間を行き交う放射の伝達をラジオシティ法の式（連立一次方程式）に基づいて問題を解く方法である。ラジオシティ法を樹木の放射計算に応用した例としては、Garcia-Haro et al. (1999)がある。このモデルでは葉を模した何枚かの板を重ねることによって樹木を表現している。本研究で構築中のモデルでは、この考えに基づき図1のように樹木を表現した。樹木は幹や枝はなく葉のみであるとし、樹木を図のようにメッシュ（格子）に分割する。各々の格子でLAI(Leaf Area Index)とLAD(Leaf Angle Distribution)を与えた板を配置し、この板が樹木の葉による放射の遮蔽効果を表現するものとする。正味の短波・長波放射量はAoyagi and Takahashi (2012)より、以下の式で求めることができる。

$$\text{短波放射: } \vec{\Phi}_S = \vec{\Omega}_{S0} + (\mathbf{F} - \mathbf{I})\vec{B}_S,$$

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A}\mathbf{F})\vec{B}_S = \vec{\Omega}_{S1}$$

$$\text{長波放射: } \vec{\Phi}_L = (\mathbf{F} - \mathbf{I})\vec{B}_L,$$

$$[\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \mathbf{E})\mathbf{F}]\vec{B}_L = \vec{\Omega}_L$$

各面（葉面、建物表面、地表面）での短波・長波放射をラジオシティ法を用いて求めた後、熱収支モデルで各面での熱収支式を解くことにより、表面温度、顕熱・潜熱フラックスを求める。

## 3. テスト計算

半径 2m の球状の樹冠を持つ樹木に対し放射のテスト

計算を行った。葉の分布は一樣で、LAIは0.8とし、北緯38°の夏至の放射を与えた。図2は10時と12時の短波放射量であり、樹木内で短波放射が減衰していく様子が分かる。また、放射モデルと熱収支モデルも同時に解いた結果、潜熱フラックスは日射が直接あたるところで大きくなっている様子が見られた。

## 4. 今後

単体樹木に対して放射観測、表面温度の観測を行い、樹木モデルの検証を行う。また、構築した樹木モデルをLESモデルに導入する。

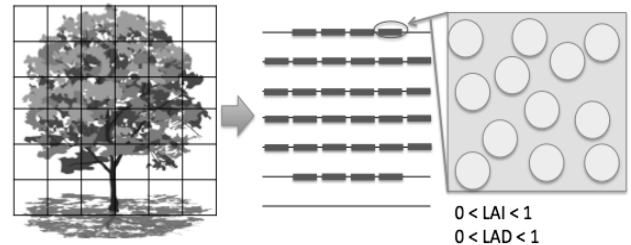


図1：モデルの概念図。樹木を格子に分割し、個々の格子の葉を一枚の板（LAI, LADともに0以上1以下）で表現。

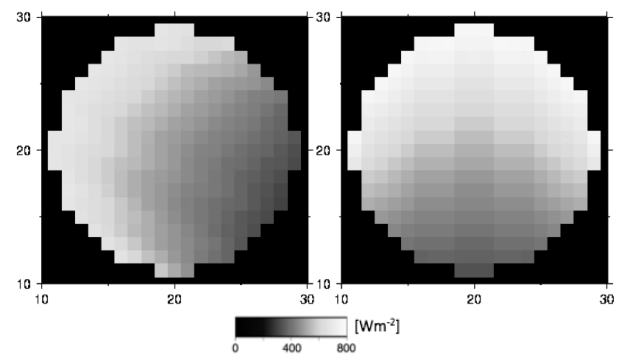


図2：樹木モデルで計算された短波放射量。図は球状の樹木の鉛直断面図。左図が10時、右図が12時。

## 謝辞

本研究開発の一部は、文部科学省の委託事業「気候変動適応研究推進プログラム」において実施したものである。本研究で実施した数値シミュレーションは、筑波大学計算科学研究センター学際共同利用プログラムで実施された。