

温熱環境改善のための樹木の蒸散作用モデルに関する基礎的研究

A BASIC STUDY ON THE MODEL OF TRANSPIRATION RATE OF TREES TO IMPROVE THERMAL ENVIRONMENT

花平 愛*, 吉田 治典**, 伊藤 麻美子***, 村上 大輔****

*Ai KADAIRA, Harunori YOSHIDA, Mamiko ITOU
and Daisuke MURAKAMI*

The purposes of this study are: 1) to estimate transpiration rate of trees using stomatal conductance on leaves of the deciduous tree. 2) to simulate the climatic mitigation effect of transpiration in an area around a residential complex with Computational Fluid Dynamics (CFD) method using a model in which stomatal conductance is incorporated.

Five parameters in the stomatal conductance model were determined with a nonlinear least-squares method using the measured stem flow of the deciduous tree. The simulated results agreed well with the measured results. In this paper, it is proposed that CFD methods using a stomatal conductance model can be applied to a simulation of climate mitigation effect by variations in transpiration rate of trees around a residential complex.

Keywords : Greens, Transpiration, Stomatal conductance, Jarvis model, CFD

樹木, 蒸散, 気孔コンダクタンス, Jarvisモデル, CFD

1. 序論

既報では¹⁾, 樹木周辺の空間への蒸散速度を鋭敏に測定できる茎内流量測定法を用いて, 樹木の蒸散量を推定し, 樹木と土壌からの蒸発散が樹木と建物の間の温熱環境に与える影響の実態把握について報告した。

近年, 緑化の定量的な計画手法の開発が進められており, 緑化による都市や街区の温熱環境緩和効果を数値シミュレーションで検討する研究が数多くみられる^{2)~4)}。しかし, 市街地に存在する樹木の蒸散量をモデルを用いて定量化し, 実測値によりその精度を検証している研究はほとんどみられない。また, 既往研究で用いられている蒸散作用に伴う気温低減効果は, 葉面を濡れ面とした物理的モデルによる推定法が多く^{2), 4)}, 気孔開度と呼ばれる生理特性を考慮したモデルによるものは少ない。

樹木の蒸散作用は, 環境条件に反応して開閉する気孔によって制御されることがよく知られている。例えば, 強い日射を受けると気孔は開き蒸散は活発になるが, 次第に葉内水分が減少すると, 水不足のストレスがかかって気孔が閉じ, 蒸散は抑制される。このように, 蒸散を制御する気孔の開閉には複数の要因が関与するメカニズムがある。つまり, 樹木

の影響を定量的に評価するためには生理特性を考慮したモデル化を行うことが重要と考えられる。

生理特性を表すモデルとして代表的なものにJarvisモデル(1976)がある⁵⁾。このモデルは複数の環境要因を考慮し, 気孔開閉の度合いをモデル化したものである。近年, このモデルに着目し, 低木植栽の気候緩和効果を定量化することを目的とする研究⁶⁾もみられるが, 植物生育環境装置を用いて管理された空間におかれた樹木が対象である。しかし, 植物は生育地の環境条件の時間的・空間的变化に適応して成長し⁷⁾, そのもとで蒸散作用が生じているため, 都市の環境条件に適応した生理特性を考慮したモデルを構築することが重要と考える。

本研究では, 自然環境条件で生育した樹木を対象として実測を行い, 1) 植物の生理特性を考慮した樹木の蒸散作用モデルを構築すること, 2) この蒸散作用モデルをCFD解析に組み込み樹木周辺の気流, 気温, 湿度分布の予測を行い, 実測結果と比較・検討することを目的とする。

2. 樹木の蒸散作用モデル

2.1 基礎式

気孔内から大気への蒸散の輸送経路には気孔抵抗 r_s と葉面境界

* 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻
博士課程・工修(旧姓 佐藤)

** 京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 教授・工博

*** 京都市消防局 工修

**** 京都府立大学大学院人間環境科学研究科 大学院生

Graduate Student, Dept. of Global Environment Eng., Faculty of Eng., Kyoto University, M. Eng.

Prof., Dept. of Urban and Environmental Eng., Faculty of Eng., Kyoto University, Dr. Eng.

Kyoto City Fire Department, M. Eng.

Graduate Student, Dept. of Faculty of Human Environment, Kyoto Pref. University