

## MF2 化学反応を考慮した CFD モデルによる沿道大気質に対する 街路樹の影響評価

Evaluation of the effect of roadside trees on air quality by using CFD model coupled with chemical reaction model

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域

28H18043 田中秀和 (Hidekazu TANAKA)

**Abstract:** In urban street canyons, automobile emissions cause local air pollution.  $\text{NO}_x$  released from vehicles interact with  $\text{O}_3$  in the atmosphere. The introduction of roadside trees, in addition, may have a negative effect on air quality in the canyons. This study introduces a CFD-coupled chemical reaction model that considers tree effects to evaluate the influence of urban trees on roadside air quality in Umeda, Osaka. The boundary conditions were calculated by a regional air quality model. The results showed that roadside trees decrease wind speed and  $\text{O}_3$  concentration, and increase  $\text{NO}_x$  concentrations in street canyons. Furthermore, the higher leaf area densities, the higher the aerodynamic barrier effect, which affected the increase in concentration change.

**Keywords:** CFD analysis, Roadside trees, Outdoor air quality, Chemical reactions

### 1. はじめに

都市ストリートキャニオンでは自動車排出ガス由来の局所的大気汚染が発生するが、街路樹の導入によりキャニオン内における大気質がさらに悪化する可能性がある。街路樹の存在するストリートキャニオン内の大気質動態を評価するためには化学反応と樹木効果を考慮した CFD モデルによる数値解析が有効である。既往研究<sup>1)</sup>において化学反応モデルを組み込んだ CFD モデルが開発されているため、本研究では、同モデルに樹木効果を考慮する機能を追加し、街路樹及びその疎密がストリートキャニオン内の大気質に及ぼす影響を評価した。

### 2. 実験方法

CFD モデルとして、化学反応モデル CBM-IV を組み込んだ OpenFOAM を用いた。街路樹の沿道大気質に対する影響評価を行うために、吉田ら<sup>2)</sup>による森林キャノピーモデルを基にした街路樹モデルを組み込んだ。本研究の気温、風、及び大気汚染物質濃度の側面境界条件には、領域気象・大気質モデル WRF-CMAQ の計算結果を用いた。道路からの大気汚染物質排出量は Japan Auto-Oil Program (JATOP) による排出インベントリを基にした。計算領域 (図 1 (a)) は典型的なストリートキャニオンである大阪府大阪市の中心部である梅田新道沿道の梅新南交差点 (北緯  $34.70^\circ$ 、東経  $135.50^\circ$ ) 周辺とし、x、y、z 方向にそれぞれ 600m、600m、150m で、5 つの道路を含む。解析領域は図 1 (a) の黒枠内で、x、y、z 方向にそれぞれ 200m、200m、60m で、22 個の建物を含む。解析日時は 2010 年 8 月 23 日 0~24 時とした。また、街路樹の条件として、形状、配置は図 1 (b) に示し、葉面積密度は  $0.4\text{m}^2/\text{m}^3$  とした。本研究では、樹木効果のうち、空力効果のみを考慮し、樹木のない基本ケースを Case1、樹木のあるケースを Case2 とした。

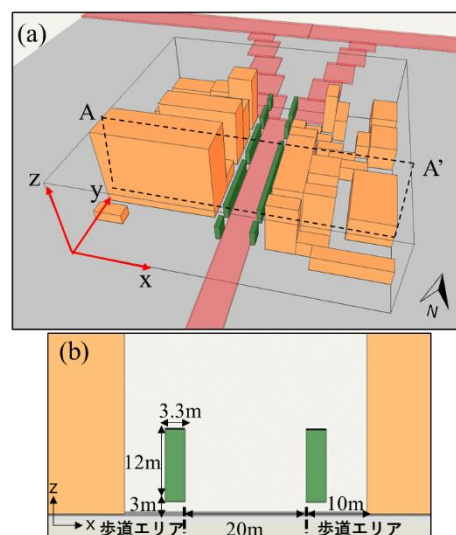


図 1 形状モデル概要図

### 3. 実験結果

図2に、Case1における風速、汚染物質濃度の24時間平均分布、図3にCase1、2の風速差、濃度差分布を示す。図より、街路樹のある中央の道路では、街路樹に沿って道路両端で風速低減が見られた。一方、風速分布の変化により、道路中央などで風速の上昇も見られる。A-A'断面 (y=270m) における分布図から、ストリートキャニオンにおいて時計回りの渦が見られる。また、道路中央より排出されたNO<sub>x</sub>は渦に沿って輸送されるためキャノピー西側で高濃度を示し、キャノピー外より流入したO<sub>3</sub>はキャニオン内のNOとのタイトレーション反応により分解されるためキャニオン西側で濃度が下がる。樹木効果によりストリートキャニオン内では全体的に風速が低下するため、排出されたNO<sub>x</sub>の滞留による濃度増加、キャニオン外からの流入の減少によるO<sub>3</sub>の濃度低下がみられた。しかしながら、キャニオン南側の一部など風速が増加している位置では、NO<sub>x</sub>濃度減少、O<sub>3</sub>濃度増加が確認された。樹高以下の空間では、西側歩道エリアで最も風速低減が確認され、低減率は34%であった。NO<sub>x</sub>濃度変化は、道路排出の影響を大きく受ける道路中央で最も大きく、12%増加した。O<sub>3</sub>濃度変化はタイトレーション効果が顕著な西側歩道エリアで最も大きく、2.0%減少した。

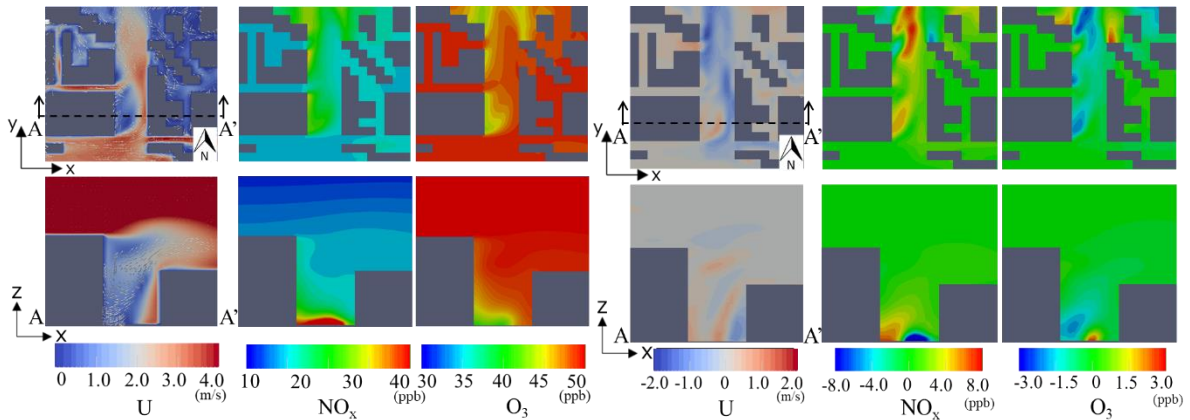


図2 Case1における風速、汚染物質濃度の24時間平均分布  
(上: z=9.0m断面、下: A-A'断面)

図3 Case1とCase2の風速差、汚染物質濃度差の24時間平均分布  
(上: z=9.0m断面、下: A-A'断面)

### 4. 結論

本研究の結論を、以下にまとめる。

- 樹木効果により、一日を通して歩道エリアでは風速低減が支配的であった。特に西側歩道エリアで最も変化が見られた。
- 化学反応と樹木効果により、NO<sub>x</sub>濃度増加、O<sub>3</sub>濃度減少が見られ、特にNO<sub>x</sub>濃度増加が大きい。

### 参考文献

- 1) Franchesca G., Qi Zhang, Tomohito Matsuo, Hikari Shimadera, Akira Kondo: Analysis of Pollutant Dispersion in a Realistic Urban Street Canyon Using Coupled CFD and Chemical Reaction Modeling, Atmosphere, 10, 479, 2019
- 2) 吉田伸治, 大岡龍三, 持田灯, 富永禎秀, 村上周三: 樹木モデルを組み込んだ対流・放射・湿気輸送連成解析による樹木の屋外温熱環境緩和効果の検討, 日本建築学会計画系論文集, 536, 87-94, 2000