

MG5 化学反応モデルと放射モデルを組み込んだ CFD モデルを用いた ストリートキャニオン内の大気質の解析

Analysis of Air Quality in Street Canyon by Using CFD Model Coupled with Chemistry and
Radiation Models

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域
28H19043 澤田真吾 (Shingo SAWADA)

Abstract: In urban area, roadside air pollution still exists. Solar radiation heats the surface of buildings and the ground, changes the flow of wind and affects the diffusion of pollutants. This study introduces a CFD model coupled with a chemical reaction model and radiation calculation model to evaluate the influence of radiation on road side air quality. The boundary conditions were calculated by weather forecast model (WRF) and chemical transport model (CMAQ). The results showed decreasing temperature and wind speed in the morning and increasing temperature and wind speed in the day on the west roadside by considering radiation calculation. Furthermore, calculation with radiation case showed more NO and O₃ concentration and less NO₂ concentration in the morning and daytime than calculation without radiation case because of the photolysis of NO₂.

Keywords: Roadside air quality, CFD, Chemical reaction, Radiation

1. 背景と目的

都市部では、沿道大気汚染がまだ存在している。沿道における窒素酸化物やオゾンの濃度変化や日射によって建物や地面の表面が過熱されることによる風の流れを把握するには、従来の CFD モデルに化学反応モデルと放射モデルを導入する必要がある。そこで本研究では、同モデルに化学反応モデルと放射モデルを組み合わせた CFD モデルを使用して、ストリートキャニオンを対象に放射が大気質に与える影響の評価を行った。

2. 実験方法

CFD ツールボックス OpenFOAMver-4.1 に化学反応モデル CBM-IV¹⁾を組み込んだものを使用した。放射がストリートキャニオン内の大気質に与える影響を評価するために、形態係数に放射率、吸収率、反射率の影響を考慮した吸収係数放射モデルを組み込んだ。本研究の気温、風速、放射および大気汚染物質濃度の境界条件には、領域気象・大気質モデル WRF-CMAQ の計算結果を用いた。道路からの汚染物質排出量は JATOPEmission インベントリデータベースをもとに算出した。計算領域は (図 1) 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 34.698°, 東経 135. 501°) 周辺とし、x, y, z 方向にそれぞれ 600m, 600m, 150m とした。解析領域は x, y, z 方向に 100m, 100m, 80m である。解析日時は 2014 年 7 月 15 日 0~24 時とした。本研究では、7/15 に対して放射計算のありなしでの計算を行った。放射ありのケースを 7/15_rad, 放射なしのケースを 7/15_norad とした。

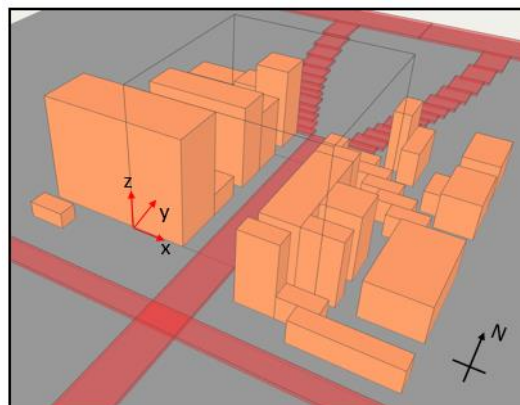


図 1 形状モデルの概要

3. 実験結果

図2に、放射あり・なしそれぞれの風速、気温、汚染物質濃度の道路西側エリアの空間平均鉛直プロファイル、図3に放射ありなしの風速差、気温差、濃度差の道路西側エリアの空間平均鉛直プロファイルを示す。道路西側エリアとは、解析領域内メインストリートの西側10(m)のことである。図より、8:00では7/15_radは7/15_noradと比べて気温が下がっている。これは放射冷却が原因であると考えられる。一方、12:00では、気温が3°C以上上昇している。これは、日射量が多いことが原因であると考えられる。また、8:00では、7/15_radは7/15_noradと比べて

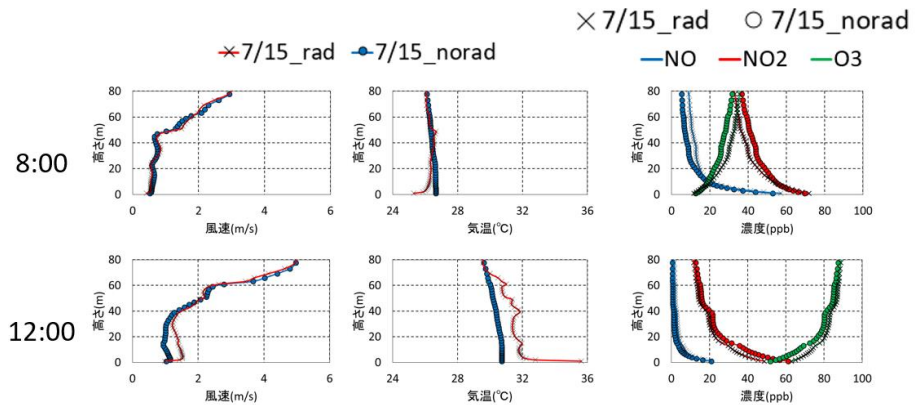


図2 道路西側エリアでの風速、気温、汚染物質濃度鉛直プロファイル

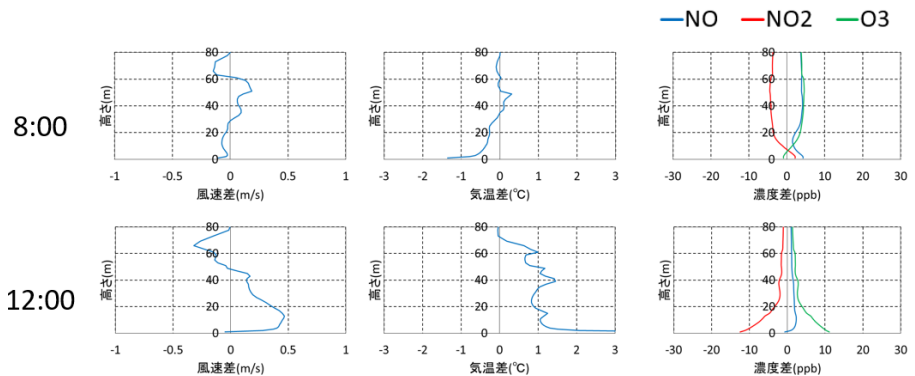


図3 道路西側エリアでの風速差、気温差、汚染物質濃度差鉛直プロファイル

7/15_radは7/15_noradと比べて気温が低くなっているところで風速が下がり、12:00では全体的に増加傾向にある。これはキャニオン内では時計回りの渦ができており、道路西側では上向きに風が吹いているため、放射冷却により壁面温度が低下する8:00では壁面近傍で下向きの浮力が働いたため風速が減少したのだと考えられる。一方で日射により壁面温度が上昇する12:00は浮力により、風速が増加したと考えられる。図2よりNO、O₃濃度とNO₂濃度がほとんど逆の動きをしていることがわかる。これはNOタイトレーションが原因であると考えられる。図3より8:00、12:00ともにNO、O₃濃度は増加傾向にあり、NO₂濃度は減少傾向にある。これは、放射ありのケースでは直達日射によりNO₂光分解が促進されたことが原因であると考えられる。

4. 結論

本研究の結論を以下にまとめる。

- 放射計算を考慮することで、日射量の少ない午前中で気温低下が、日射量の多い日中に気温上昇がみられ、日射による壁面温度の変化は浮力を通じてキャニオン内の渦を強化・抑制した。
- 化学反応と放射計算により、NO₂濃度減少、NO、O₃濃度増加がみられた。

参考文献

1)Michael W. Gery, Gary Z. Whitten, James P. Killus, Marcia C. Dodge: A photochemical kinetics mechanism for urban and regional scale computer modeling, Journal of Geophysical Research, Vol.94, No.D10, pp.12925-12956, 1989.