

大気化学モデルを用いた松山平野における交通起源 PM の移流拡散シミュレーション

愛媛大学大学院 学生会員 ○福嶋克武 愛媛大学大学院 学生会員 大石直輝
愛媛大学大学院 正会員 森脇亮

1. はじめに

昨今、都市部における大気汚染は、居住者の生活の安全や安心を妨げる環境要因のひとつであり、気象にも大きな影響を与えている。人々の生活がより安全で快適に過ごせるためには正確な予測をすることがより大切になっている。そのためにメソモデル（領域気象モデル）を用いて数値シミュレーションを使用した気象解析や数値予報が行われている。本研究では WRF(Weather Research and Forecasting)-CHEMISTRY を用いた大気汚染の数値シミュレーションを試み、またその再現性を検討することを目的とした。

2. WRF-CHEMISTRY

WRF モデルは、実用的な天気予報とそれに関連する研究のために開発された、次世代のメソスケール気候予測数値モデルである。特徴としては、多数の力学に関するコード、3次元変動データ同化システム(3DVAR)、並列計算用のソフトウェア構造などである。WRF は数メートルから数千キロメートルといった幅の広い領域にも対応できるモデルである。WRF システムは、基本的に自由に使用でき、並列計算機にも対応した、最新の大気シミュレーションモデルである。

本研究で扱う数値モデルである WRF-CHEMISTRY は WRF に気相状態の化学過程とエアロゾル過程を導入したもので、大気化学モデルを用いて WRF に化学因子を含んだ初期条件と境界条件を与えられたものである(図-1)。

気象と化学過程の両方の因子を含む大気のシミュレーションと予測は複雑な問題である。なぜなら、化学輸送シミュレーションを実行するためには気象に関するデータセットを必要とするからである。しかし、この WRF-CHEMISTRY を導入するにあたって気象場と化学過程を並列して計算することができるようになった。

3. 解析方法

本研究の対象領域(図-2)は北海道を除く日本列島を Domain1 とし、Domain2 を中国、四国、九州地方を中心とする西日本、Domain3 は瀬戸内海を含む愛媛県、Domain4 は松山市を中心とした 34.31km×34.31km の範囲を計算領域と設定した。これらの4つのグリッドでシミュレーションを行う。表-2.1 に計算領域設定を示す。鉛直方向については、 σ 座標系を用いており、Domain1, Domain2, Domain3, Domain4 いずれも 28 層に分割するように設定している。 σ 座標の利点としては $\sigma = 1$ が地表面に一致するので凹凸のある地表面での境界条件を取り込みやすく、連続式が簡単に記述される。

シミュレーション実施期間日を 2013 年 9 月 11 日 3時から 2013 年 9 月 13 日 3時、解析対象日時を 2013 年 9

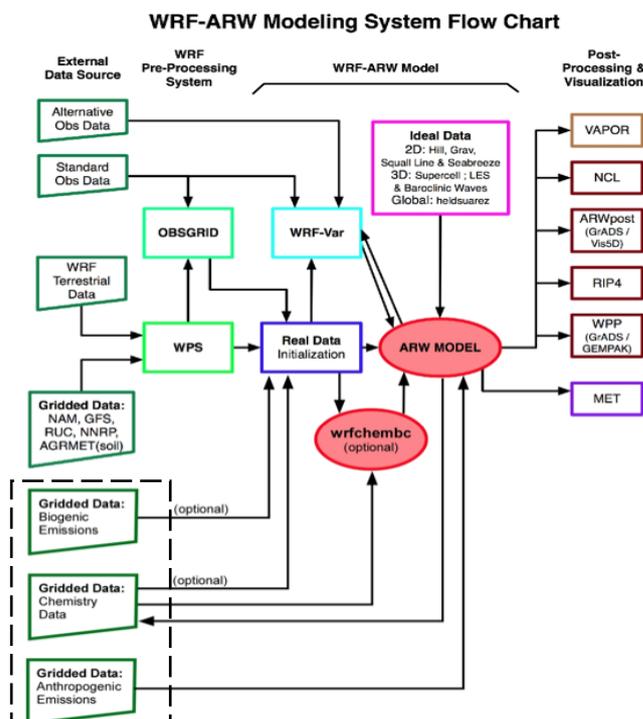


図-1 WRF-ARM Modeling System Flow Chart

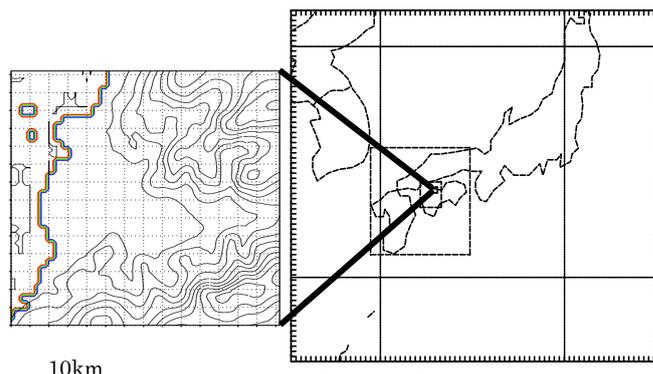


図-2 解析領域

	Horizontal grid number (grid point)	Horizontal domain size(km)	Horizontal grid spacing (km)	Vertical grid number (grid points)
Domain 1	75 × 70	2250×2100	30	28
Domain 2	85 × 81	637.1×607.5	7.5	28
Domain 3	69 × 81	129.7×152.3	1.88	28
Domain 4	73 × 73	34.2×34.2	0.4685	28

図-3 計算領域設定

月 11 日, 12 日とする. 対象日時の決定において, 前線や台風の影響が少なく, 松山平野である程度の雲が観測される穏やかな天候であることを条件とした. 2013 年 9 月 11 日は松山気象台において降水はなく, 最高気温 31.4°C, 最低気温 23.0°C となっており, 天気概況は昼に晴として観測されている. 2013 年 9 月 12 日は松山気象台において降水はなく, 雲量平均 5.5, 最高気温 31.9°C, 最低気温, 24.8°C となっており, 天気概況は昼に晴時々曇として観測されている.

使用する PM_{2.5} と PM₁₀ のデータは EAGrid2000 より得た. 使用する PM に関するデータは自動車の車種別交通量の原単位量を PM に換算して得ている. 車種別の内訳は普通乗用車, バス, LDトラック, HDトラック, そして二輪車となっている. 領域は 1km×1km メッシュで松山平野に照準をあわ

せたものを準備した (図-4). なお, タイヤ摩耗, ブレーキ摩耗, 巻き上げ粉塵に関しても輸送起源 PM データとして本研究では用いている.

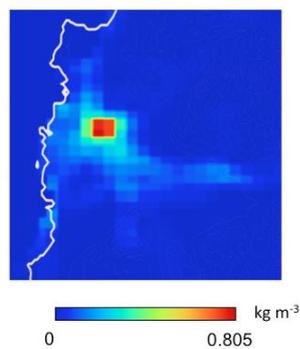
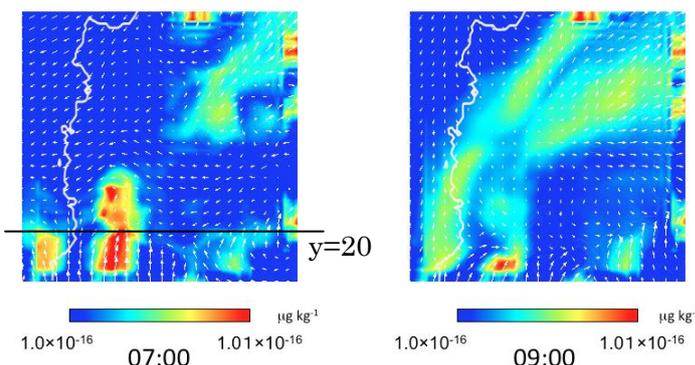


図-4 PM DATASET

図-5 水平濃度分布

4. 解析結果

図-5 は 1 時間ごとのダストの水平方向の濃度分布を表している. 06:00 では南で強い濃度がある. 南から吹く風の影響を受けて時間が経つにつれて徐々に拡散しているのがわかる. 08:00 あたりからは図-4 の EAGrid2000 による 9 月における月平均交通起源 PM 排出量より中心地から発生したと考えられる交通起源 PM が拡散していく様子が見える. 次に, 風の風向の変化が図-5 水平濃度分布の風向ベクトルの時間変化の様子より徐々に西から東に風向が変わる様子が見える. そして, 9:00, 10:00, 11:00 と時間変化するにあたって中心部から舞い上がった PM が海風により内陸に輸送されていることがわかる. 図-5 の y=20 における濃度の鉛直断面図を図-6 に示す. 7:00 に地表面付近に存在した高濃度のダストが 9:00 には上空に舞いあげられ, その後希釈されている様子を確認できる. これはひとつに海岸方向から扇状地の中央の方向に向けて吹く海風の影響によるものだと考えられる.

5. 今後の課題

今回の数値シミュレーションでは PM の移流拡散を試みたが, 今後は 2 次生成粒子や気相での化学反応を含めて WRF-CHEMISTRY を使用し数値シミュレーションを行う. そして現地観測データ(環境省大気汚染物質広域監視システム Atmospheric Environmental Regional Observation System: AEROS(そらまめ君)) を用いて, シミュレーションされた濃度の検証を行う必要がある.

謝辞

本研究は総務省・戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)の援助を受けた.

参考文献

- (1) G. A. Grell, S. E. Peckham, R. Schmitz et al. , 2005, "Fully coupled "online" chemistry within the WRF model," Atmospheric Environment, vol. 39, no. 37, p. 6957-6975
- (2) WRF-Chem version 3.5 Users Guide - RUC - NOAA http://ruc.noaa.gov/wrf/WG11/Users_guide.pdf