

A4 2010 年度日本を対象とした 大気質モデルにおける PM_{2.5} 予測誤差の評価

Evaluation of prediction error of PM_{2.5} with an air quality model in Japan in fiscal year 2010

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域
28H13034 児島達也 (Tatsuya KOJIMA)

Abstract: Achievement rate of environmental standards of NO₂, SO₂, CO, and SPM has improved in recent years, but that of PM_{2.5} is still low. An air quality model is useful tool to analyze PM_{2.5} pollution; however the model reproducibility of PM_{2.5} is inadequate. In this study, PM_{2.5} concentration in Japan in fiscal year 2010 was calculated to evaluate the model performance and prediction error. The Community Multiscale Air Quality model (CMAQ) driven by the Weather Research and Forecasting model (WRF) was applied to two cases of emission data. The difference is as follows: the one includes anthropogenic and natural sources in East Asia and in Japan (base case); the other excludes anthropogenic sources in East Asia from base case (exAsia case). By comparing the two cases, prediction error of PM_{2.5} was evaluated when long-range transport (LRT) dominates over Japan and when local pollution (LP) does. In the base case, PM_{2.5} concentration was well reproduced, but organic aerosol was substantially underestimated and dust was overestimated. Prediction error of PM_{2.5} were $2.7 \pm 6.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (LRT) and $-5.0 \pm 4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (LP). This result suggests that there are unconsidered factors in the primary emissions and the secondary formations in Japan.

Keywords: WRF, CMAQ, long-range transport, local pollution, zero-out method

1. 背景と本研究の目的

近年の日本における NO₂, SO₂, CO, 浮遊粒子状物質 (SPM) の大気環境基準達成率は、大気汚染防止法や自動車排出ガス規制ならびに自動車 NO_x・PM 法が奏功し良好であるが、微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の達成率は依然として低い。PM_{2.5} は 50 % 空気力学カットオフ粒径が 2.5 μm のフィルタを用いて捕集される粒子であり、単独の物質ではなく、日本では一次粒子である元素状炭素 (EC) が近年減少傾向だが二次粒子の濃度は横ばいであり、この原因の一つに中国等からの越境大気汚染が注目されている。

PM_{2.5} 汚染の実態把握や汚染源解析には大気質モデルが有用だが、モデルの PM_{2.5} 濃度の再現性は十分ではない。本研究では 2010 年度日本を対象に、気象モデル WRF (Weather Research and Forecast) ^[1] と大気質モデル CMAQ (Community Multiscale Air Quality system) ^[2] を用いて PM_{2.5} 濃度の計算を行った。排出量データは東アジア・日本の人為・自然起源排出源を考慮した基本ケース (base) と、基本ケースから日本以外の人為起源排出源を除外したケース (exAsia) の 2 種類を作成し、両者の計算結果を比較し越境汚染 (LRT) 時と国内汚染 (LP) 時の PM_{2.5} 予測誤差の評価を行うことを目的とした。

2. 計算条件

計算領域と計算結果の評価に用いた観測地点を図 1 に示す。東アジアを対象とした 64 km 格子領域と、その内側領域に日本を対象とした 16 km 格子領域を設定した。計算結果の評価には、2010 年度の各季節に PM_{2.5} の成分分析が行われた 12 地点の測定値を、PM_{2.5}

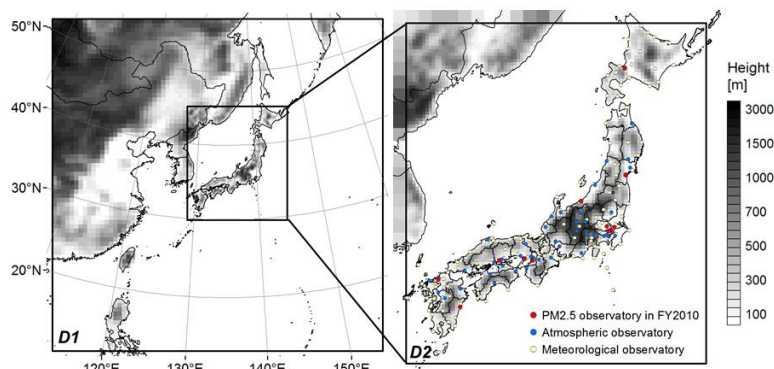


図 1 計算領域ならびに計算結果の評価に用いた観測地点

濃度は先述の 12 地点と一般大気環境測定局（一般局）の測定値を用いた。

3. 計算結果および考察

PM_{2.5}の成分分析が行われた全国 12 地点における PM_{2.5} 質量濃度の計算結果と実測値との比較を図 2 に示す。計算値は実測値のピークを捉えており、実測値の再現性は良好であった。ただし成分別では SO₄²⁻、NO₃⁻、NH₄⁺、EC は比較的良好な一致であったが、有機エアロゾル（OA）を著しく過小評価しており、その他成分（主にダスト）が過大評価となっていた。

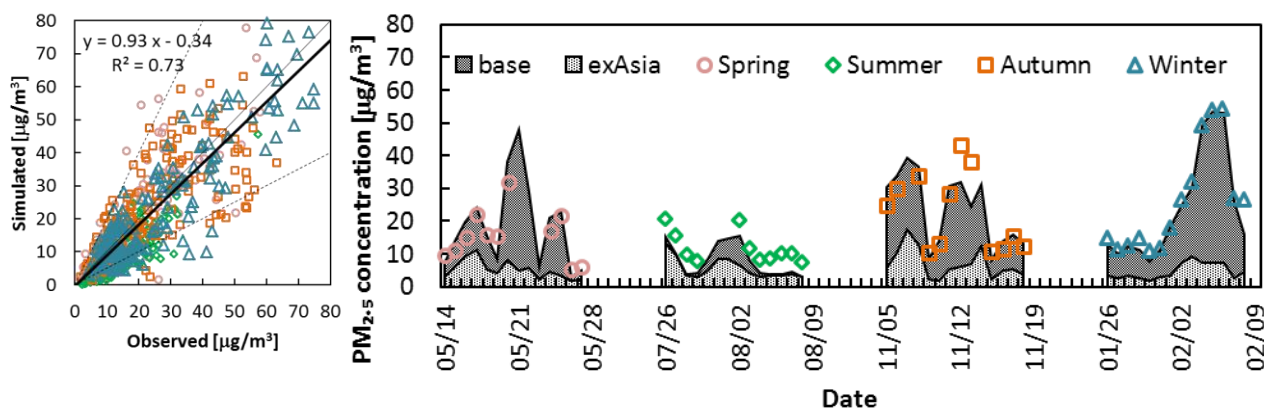


図 2 PM_{2.5} 濃度の計算結果（左：12 地点の日平均値の base - 実測値比較 右：12 地点平均の比較）

本研究では全国・四季を通じて予測精度が良く、PM_{2.5}の構成成分の中では比較的安定で長寿命な SO₄²⁻に着目して LRT・LP の判定を行った。exAsia の SO₄²⁻の計算値を base ケースの SO₄²⁻の計算値で除した値が小さいほど越境汚染の影響が強いと言えるため、一般局が含まれている計算格子において SO₄²⁻の exAsia/base の値を日別に計算し、その値の下位・上位 10 日分をそれぞれ LRT・LP と判定した。実測値の欠測がなく 10 日分のデータが存在する観測地点での、LRT・LP 時の PM_{2.5}の base ケースの計算値と実測値、およびその差を図 3 に示す。図 3 の Diff. は計算値（base）と実測値の差を示しており、各地点の平均値は LRT では $2.7 \pm 6.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、LP では $-5.0 \pm 4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、両者は 0.1% 水準で有意差が認められ、LP 時に過小評価が著しくなることが明らかとなった。その原因として、国内の排出インベントリで未把握の物質が存在しており、LP 時の計算では捉えられていないが、実測値では PM_{2.5} として測定されている可能性、もしくはモデル内の二次生成の模擬が不十分であることが考えられる。

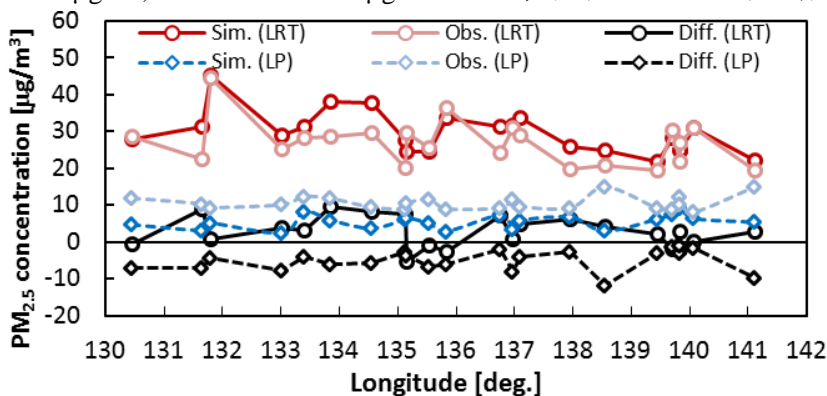


図 3 越境汚染・国内汚染時の PM_{2.5} 質量濃度の予測誤差

4. 結論

LRT・LP 時の PM_{2.5} 予測誤差の評価を目的に 2010 年度日本における PM_{2.5} 濃度の通年計算を実施し、東アジア域の人為起源排出量を除外して計算した結果と比較した。計算値は実測値を良好に再現し、計算値と実測値の差は LRT 時、LP 時でそれぞれ 2.7 ± 6.6 、 $-5.0 \pm 4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、LP 時に過小評価が著しくなることが明らかとなった。この原因として未把握発生源の存在ならびにモデルの二次生成の模擬が不十分である可能性が挙げられる。

参考文献 [1] Skamarock, W.C., et al., NCAR Technical Note, NCAR/TN-475+STR., 2009. [2] Byun D. and Ching J., EPA/600/R-99/030, 1999.