

D1 東アジア地域を対象とした

気象・化学輸送オンラインモデルにおける直接効果の評価

Evaluation of aerosol direct effect over East Asia with an online coupled meteorology-chemistry model

共生環境評価領域

08E12036 関口亜未 (Ami SEKIGUCHI)

Abstract: Numerical simulations were performed in order to evaluate the impact of the direct effect of aerosol particles on meteorology and air quality over East Asia. The online coupled Weather Research and Forecasting-Community Multiscale Air Quality (WRF-CMAQ) modeling system was applied from January to March 2014 for cases with/without feedback: two-way/one-way simulations. Ground-level shortwave radiation and PM_{2.5} concentration in the two-way simulation were respectively smaller and higher than those in the one-way simulation over the Asian Continent, particularly in China with remarkably high PM_{2.5} concentration. These differences indicate that the aerosol direct effect substantially influence the atmospheric stability, and therefore the dispersion efficiency of air pollutants.

Keywords: aerosol direct effect, online coupled WRF-CMAQ model, shortwave radiation, PM_{2.5}, East Asia

1. 背景と目的

東アジア地域（特に中国）では急速な経済成長に伴う大気中のエアロゾルの増加が深刻化している。エアロゾルには太陽放射を散乱・吸収することで気象場の変化に影響を及ぼす「直接効果」があるが、従来のモデルでは直接効果を考慮した計算が不可能であったため、現状ではこの効果の大気環境動態に対する影響の評価が十分でない。本研究では、化学輸送モデル CMAQ (Community Multiscale Air Quality modeling system)による瞬時のエアロゾルデータを気象モデル WRF (Weather Research and Forecast modeling system)での放射計算にフィードバックさせることでエアロゾルの直接効果を考慮した計算が可能である気象・化学輸送オンラインモデル¹⁾を用いて、直接効果による気象場およびエアロゾル濃度変化について評価することを目的とした。

2. 計算方法

オンラインモデルを用いてモデル間のデータのフィードバックを行わない“one-way”手法とフィードバックを行う“two-way”手法の2つの計算を実施し、両計算から得られた各結果を比較することで直接効果を考慮したことによる気象場および濃度場の変化を評価した。計算領域は東アジア広域を覆う45 km 格子、計算期間は2014年1月1日～3月31日とし、計算結果は中国および日本の主要都市である計29地点において比較した。

3. 計算結果と考察

図1に計算期間における北京と大阪でのPM_{2.5}濃度の時系列変化を示す。計算結果は、

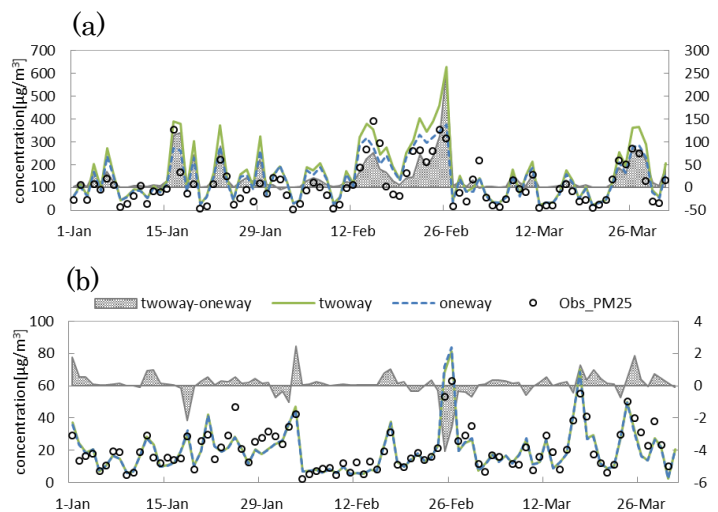


図1 (a)北京, (b)大阪におけるPM_{2.5}濃度の時系列変化 (左軸: one-way, two-way 計算値, 右軸: 直接効果による変化量)

北京において two-way の値が若干の過大評価を示しているが one-way, two-way とともに観測値の変動を良く捉えておりピーク位置の再現性も良好であった。図 2 に計算期間における two-way での PM_{2.5} 濃度の計算結果と、直接効果による地表面短波放射および PM_{2.5} 濃度の変化率の空間分布を示す。直接効果を考慮したことにより、地表面短波放射は領域全体で減少傾向を、PM_{2.5} 濃度は大陸上で増加傾向を、日本海・東シナ海以東の地域では減少傾向であり、その変化率は PM_{2.5} が高濃度である地域で大きな値を示した。また、変化率の増減が顕著であった中国 5 地点（重慶、鄭州、武漢、北京、南京）における気象場と PM_{2.5} 濃度の日変化量は負の相関を示すことが明らかとなった。これらの結果より、大気中のエアロゾルの増加が短波放射に作用し地球上の放射収支を変化させるというメカニズムが確認できた。さらにそれに伴う負の放射強制力によって大気境界層 (PBL) 高さが減少することで大気安定度が増し高濃度のエアロゾル地域ではさらに濃度の増加が引き起こされるという、気象と大気エアロゾルの連鎖的影響も確認された。

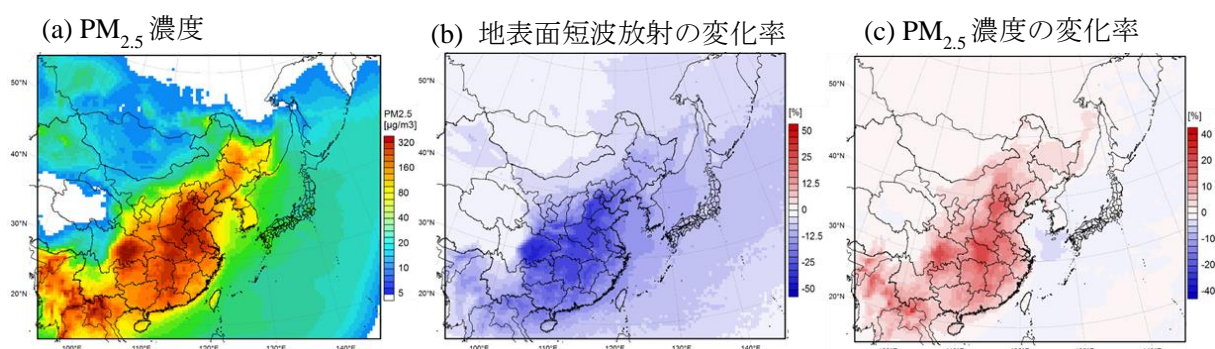


図 2 直接効果による気象場及び PM_{2.5} 濃度の空間分布

図 3 に越境汚染が観測された 1 月 31 日の PM_{2.5} 濃度の空間分布を示す。同日、大阪において高濃度の PM_{2.5} が表れており、直接効果による変化量は北京では正の値を、大阪では負の値を示すことが明らかとなった。(図 1 参照) また、空間分布からも大陸上東部の高濃度汚染地域では増加傾向を、その風下にあたる地域で減少傾向を示すことが確認された。これらの結果は、エアロゾルの直接効果による気象場の変化が、高濃度汚染物質が拡散しにくい大気環境をもたらしていることを示している。それにより、高濃度 PM_{2.5} は大陸上で滞留し、一方で風によって輸送される PM_{2.5} 濃度は減少したと考えられる。

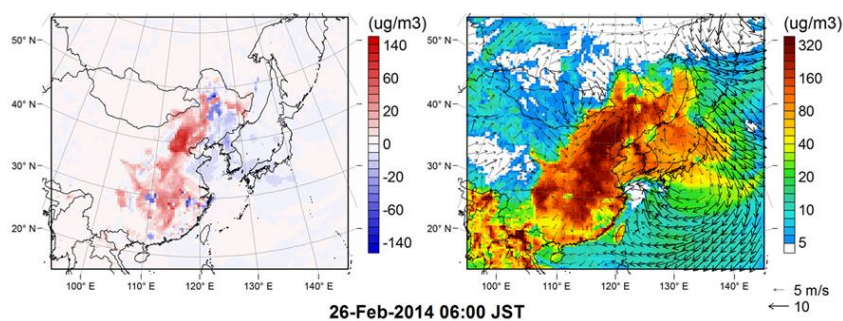


図 3 1 月 31 日 6 時の PM_{2.5} 濃度分布
(左図：直接効果による変化, 右図：two-way 計算結果)

4. 結論

エアロゾルの直接効果による気象場および PM_{2.5} 濃度のモデル計算結果への影響を評価した。直接効果による短波放射の減少は、気温や PBL 高さ等二次的な大気環境の変化を誘発し、それにより大気中の汚染物質の拡散条件が左右されることが明らかとなった。

参考文献

[1]Wong D.C., Pleim J., Mathur R., Binkowski F., Otte T., Gilliam R., Pouliot G., Xiu A., Young J.O. and Kang D.: WRF-CMAQ two-way coupled system with aerosol feedback: software development and preliminary results, *Geoscientific Model Development*, 5, pp.299-312, 2012.