



何故 2013 年冬季の中国で PM_{2.5} が高濃度になったか？

概要

九州大学応用力学研究所の鶴野伊津志教授らは、国内の研究機関と共同で、化学輸送モデル（※1）とアジア域における大気汚染物質排出推計を用いた数値シミュレーションを行い、2004 年～2013 年の 10 年間の東アジア域の PM_{2.5} に関わるエアロゾル濃度の経年変化の解析を行いました。

その結果、2013 年 1 月は特異的にシベリア高気圧強度が弱く、中国東部で高濃度汚染の起こりやすい条件となり、PM_{2.5} の超高濃度汚染が発現したことを明らかにしました。モデルによる収支解析の結果から、2013 年 1 月は例年に比較して、中国から日本域への輸送量の大きな増加はなく、日本における高濃度の頻度も例年より少なかったことも判明しました。また、地球温暖化が進行すると、中国国内での大気汚染発生源対策が進まない限り、2013 年 1 月のような高濃度 PM_{2.5} 汚染の頻度が中国で増加する可能性のあることも示しました。

本研究結果は、2013 年 11 月発行の大気環境学会誌に速報として掲載されます。

背景

中国内陸の乾燥域からの黄砂の越境輸送は古くから知られ、また、硫酸塩は酸性雨の問題と関連して 1980 年代後半から越境汚染の影響が問題視されて来ました。2009 年 9 月には、微小粒子状物質 PM_{2.5} の大気環境基準が制定されましたが、長崎県の離島でも PM_{2.5} 環境基準の未達成が報告され越境汚染の影響が指摘されています。このような中、2013 年 1 月になって突然 PM_{2.5} の大気汚染問題が大きく注目されました。これは、2013 年 1 月に北京など中国の広範囲の都市域で、健康被害をもたらす PM_{2.5} の高濃度スモッグが発生し、北京市の観測では、12 日に時間値の最大が 993 μg/m³ に達し、「深刻な汚染」が報じられたことが一つの契機です。モデル解析から越境大気汚染の起こる可能性も連日のように報道され、PM_{2.5} 高濃度汚染問題は一種の「社会現象化」し、多数の報道がなされましたが、2013 年 1 月に中国でこのような高濃度が発現した原因や日本への影響、経年的に日本の濃度環境が悪化しているか否かの議論・解析は十分になされていません。

内容

研究グループは、世界的に広く使われている化学輸送モデル GEOS Chem とアジア域における人為起源大気汚染物質の排出インベントリ REAS Ver. 2.1（※2）を用い、2004 年～2013 年にかけての約 10 年間の東アジア域の PM_{2.5} 成分を含むエアロゾル（※3）濃度の経年変化のモデル解析を行いました。

化学輸送モデルの精度の検証は、北京や上海の米国大使館・領事館の PM_{2.5} 測定値との比較で行い、モデル計算された PM_{2.5} 濃度の日変動に関する再現性は高く、いずれの地点も相関係数が 0.78 を超えていることを確認しました。図 1 には北京の米国大使館でも PM_{2.5} 測定値とモデル解析の結果を示します。

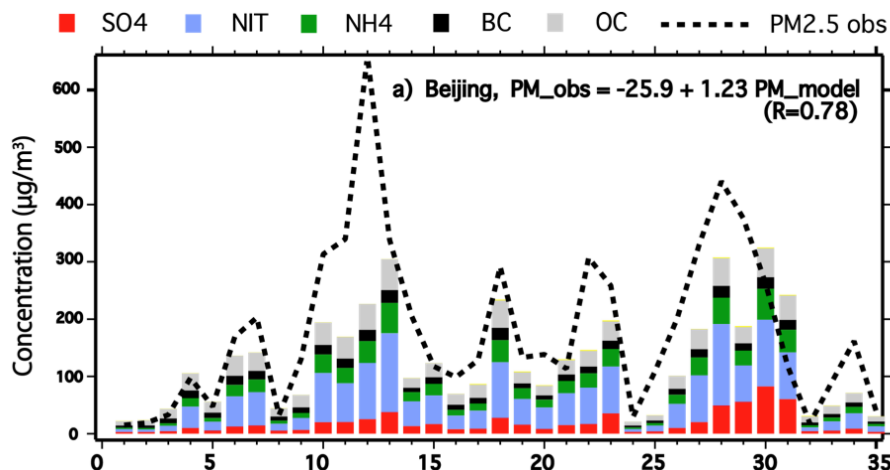


図1. 2013年1月の北京の米国大使館のPM_{2.5}日平均値とモデル計算されたPM_{2.5}を構成するエアロゾル濃度の日平均値の対応。横軸は1月1日からの日数、縦軸は濃度。

大気汚染物質の排出量を一定にしたモデル感度計算を行ったところ、2013年1月が2012年1月に比べて中国華北平原を中心としてPM_{2.5}の濃度が非常に高いことが判りました(図2)。これは、2013年1月はシベリア域の高気圧の強度が弱く、さらに、高気圧の中心が中国東部(北京周辺)に位置し弱風で大気が安定した状態となり、中国域では高濃度になりやすい気象条件であったためです。これに対して、九州域の両年の濃度差は約2%であり、両年の平均濃度には大きな差はありませんでした。

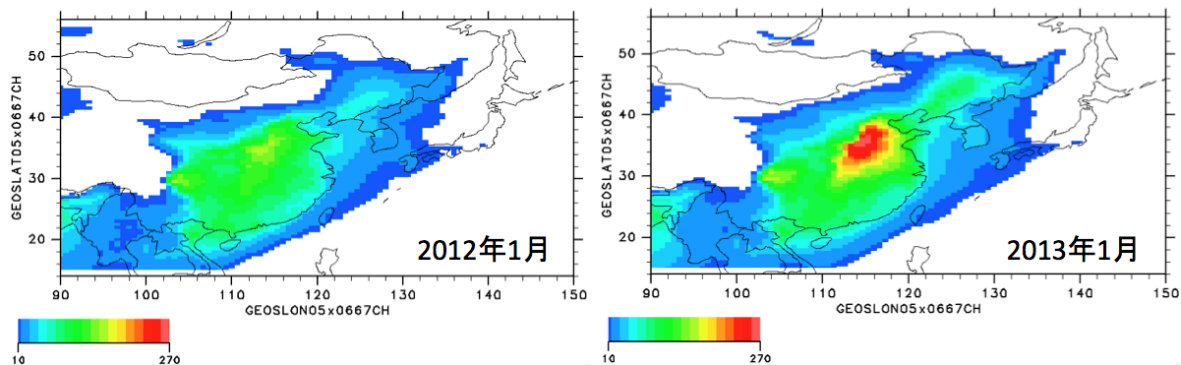


図2. 排出量を同じにしてモデル計算された地上付近のPM_{2.5}の1月の月平均濃度。濃度はカラーバーで単位はµg/m³。

冬季のシベリア高気圧の強度が中国域の高濃度形成に重要であることが示されたことから、10年スケールの高気圧強度と汚染濃度の変動について考察しました(図3)。その結果、北京での風速とPM_{2.5}濃度は逆相関、温位差とPM_{2.5}濃度は正相関が明瞭でした。2013年1月のシベリア高気圧の強度はこの10年でもっとも弱く、風速も弱く、温位差が最大(安定で高濃度化しやすい気象条件)でPM_{2.5}が高濃度化したことが明瞭に示され、2013年1月の気象条件が例年になく特異であったことが判りました。これが2013年1月で中国華北平原域を中心にPM_{2.5}の高濃度が発現した大きな原因と考えられます。一方、福岡の平均濃度には北京と顕著な相関は見られず、中国から日本域への汚染物質の輸送量には大きな増加はありませんでした。

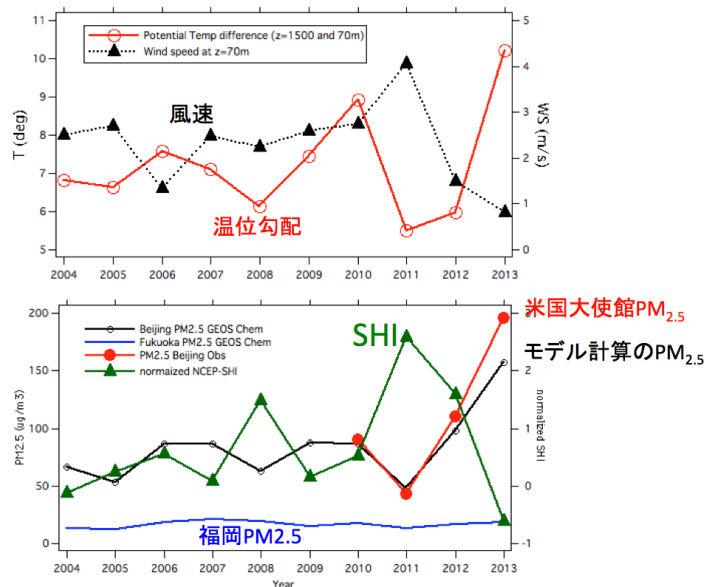


図3. 北京の各年1月の平均風速、温位勾配、PM_{2.5}濃度、シベリア高気圧強度。

■総括

温暖化が進行すると南北の温度差が少なくなり、気圧傾度が小さくなると考えられます。冬季のシベリア高気圧の強度が小さくなると、中国域では高濃度汚染が発生しやすい方向に働くことから、地球温暖化が進行すると、中国国内での大気汚染発生源対策が進まない限り、2013年1月のような高濃度PM_{2.5}汚染の頻度が中国のCEC(Central East China、中国の華北+中央部)領域で増加すると考えることができます。

■原著論文

鵜野伊津志、弓本桂也、原由香里、板橋秀一、金谷有剛、杉本伸夫、大原利眞 「何故 2013 年冬季の中国で PM_{2.5} が高濃度になったか？」 大気環境学会誌、48 巻、6 号 (2013 年 11 月発行掲載予定)

【用語解説】

(※1) 化学輸送モデル

大気中で生じる化学反応による微量成分の生成・消滅と輸送、沈着などを計算し、PM_{2.5} やオゾンなどさまざまな大気微量成分の空間分布と変動を再現する数値モデル（モデルとは対象とするシステムを簡略化して、その本質を表したもの）である。モデルの使用により、観測では得ることのできない広域の分布、発生源と観測濃度との関係を得たり、将来予測を行ったりすることができる。大陸規模の汚染問題に対して、化学輸送モデルを利用し、さまざまな解析を行っている。GEOS Chem はその一種で米国のハーバード大学が中心になって開発したモデルである。

(※2) 排出インベントリ REAS Ver. 2.1

詳細な物質別、排出源別、地域別などの排出量データを排出インベントリという。人為起源大気汚染物質の排出インベントリ REAS Ver. 2.1 とは、国立環境研究所の研究グループが中心となって作成したアジア域の大気汚染物質排出量の推計である。

(※3) エアロゾル

気体中に浮遊する微小な液体または固体の粒子をエアロゾル(aerosol)という。

【お問い合わせ】

応用力学研究所 教授 鵜野 伊津志 (うの いつし)

〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1

電話：092-583-7771

FAX：092-583-7774

Mail：uno@riam.kyushu-u.ac.jp