

## 気候変化が東京首都圏における夏季の $O_3$ と $PM_{2.5}$ 濃度に及ぼす影響の数値実験

常松展充・齊藤伸治

\*\*\*\*\*

### 【要約】

近年の気候変化が東京首都圏における  $O_3$  や  $PM_{2.5}$  濃度に及ぼす影響を調査するため、1981～1990 年の 10 年間を「過去気候」、2006～2015 年の 10 年間を「現在気候」として、両気候間における  $O_3$  と  $PM_{2.5}$  濃度の変化をシミュレートした。その結果、関東平野のほぼ全域において、 $O_3$  濃度が増加する一方、 $PM_{2.5}$  濃度は減少することが示された。また、これらの濃度変化は、高温化のみならず日射量や気流の変化に起因することが示唆された。

\*\*\*\*\*

### 【目的】

$NO_x$  や NMHC といった前駆物質の濃度が低下する傾向にあるにもかかわらず、 $O_3$  濃度は環境基準未達成であり、 $PM_{2.5}$  濃度も依然として高い状態にある。このことには、越境大気汚染等に加え、気温や湿度、日射量、気流の変化が影響している可能性がある。本研究は、近年の気候変化が東京首都圏における  $O_3$  や  $PM_{2.5}$  濃度に及ぼす影響を調査することで、それら汚染物質の環境基準達成条件を検討する環境施策に資することを目的とする。

### 【方法】

気象のシミュレーションには WRF (Weather Research and Forecasting model) <sup>1)</sup> の v3.5.1 を用いた。また、大気汚染物質の発生・移流・拡散・化学反応過程のシミュレーションには、CMAQ (Community Multi-scale Air Quality model) <sup>2)</sup> の v5.0.1 を使用した。表 1 に示すように、本研究では、1981～1990 年の 10 年間の気候を「過去気候」、2006～2015 年の 10 年間を「現在気候」と定義した。WRF による計算について、気象の初期・境界条件には全球気候データセットの 1 つである ECMWF ERA-Interim (約 0.75 度解像度) 6 時間毎値データを用いた。CMAQ による計算について、排出インベントリには国立環境研究所が作成した 2013 年のデータ (自然起源: MEGANv2.1・気象庁火山活動解説資料、バイオマス燃焼: GFEDv3.1、人為起源: REASv2.1・JATOP 等) <sup>3)</sup> を使用した。粒子化モデルには AER05、気相化学反応モデルには SAPRC99 を用いた。また、1990 年代前半の USGS (United States Geological Survey) 土地利用データを使用した。すなわち、排出インベントリと土地利用は固定して気象条件のみ変化させたシミュレーションを実行した。なお、大きな計算領域に小さな領域を組み込むネスティング手法により、東アジア域 (60km 格子間隔)、日本域 (15km)、関東域 (5km) の計算領域を設定した (図 1)。計算期間は各年 7 月 16 日～8 月 14 日であるが、助走期間を考慮し、8 月前半の 2 週間の計算結果を解析した。

### 【結果の概要】

図 2 は、地上における  $O_3$  濃度の変化 (現在気候下における平均濃度と過去気候下における平均濃度の差分) である。また、図 3 は、地上における  $PM_{2.5}$  濃度の変化である。これらの図を見ると、関東平野のほぼ全域で  $O_3$  濃度が増加している一方、 $PM_{2.5}$  濃度は特に関東平野西部で減少していることがわかる。図 4 を見ると、日射量が関東平野全域で増加しており、このことが  $O_3$  濃度の増加に寄与したと考えられる。また、 $PM_{2.5}$  の主要成分である  $SO_4^{2-}$  濃度の変化を日本域で見ると、現在気候下では過去気候下比べて特に日本列島の太平洋側において濃度が低いことがわかる (図 5)。これについては、日本列島の南側で北太平洋高気圧の西への張り出しが強まったことにより、日本付近の夏季の卓越風向が変化したことが一因となっている可能性がある (図省略)。さらに、気流の変化に加えて、気温や湿度の変化も  $O_3$  や  $PM_{2.5}$  濃度の変化に寄与している可能性が考えられる。

### 【参考文献】

- 1) Skamarock, W. C. et al.: A description of the advanced research WRF version 3, Tech. Note TN-475 (2008).
- 2) Byun, D., and K. L. Schere: Appl. Mech. Rev., 59, pp. 51-77 (2006).
- 3) Morino, Y. et al.: Aerosol Air Qual. Res., 15, pp. 2009-2023 (2015).

表 1 気候変化シミュレーションの設定概要.

気候	気象の初期・境界条件	排出インベントリ	土地利用
過去気候	ECMWF ERA-Interim 6-hourly data (全球約0.75度解像度; 1981~1990年)	2013年 国内外 daily data (JATOP・REAS等; Morino et al., 2015 <sup>3)</sup> )	USGS 24-category landuse data (1990年代前半の土地利用)
現在気候	ECMWF ERA-Interim 6-hourly data (全球約0.75度解像度; 2006~2015年)		

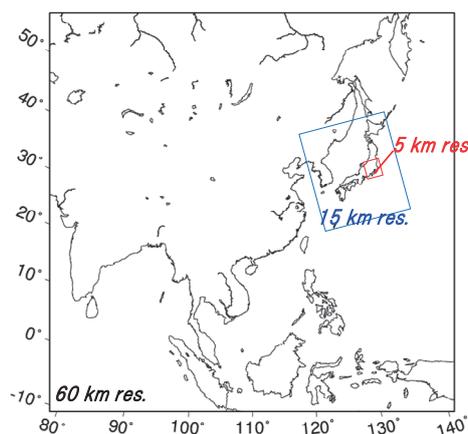


図 1 シミュレーションの計算領域.

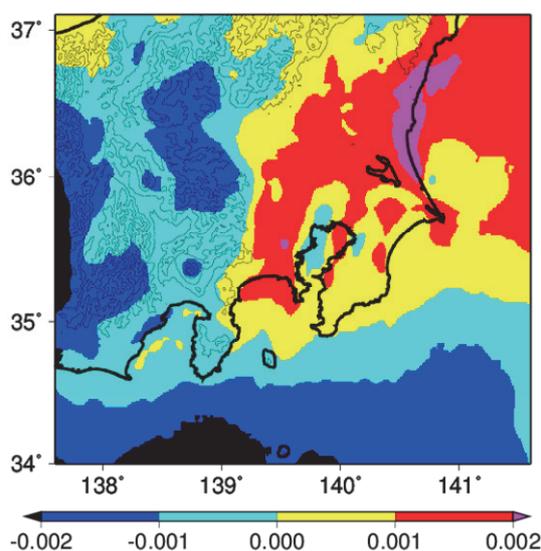


図 2 O<sub>3</sub> 濃度 (ppmV) 差分 (現在-過去; 関東域).  
関東平野ほぼ全域で増加している (最大約 5%増加).

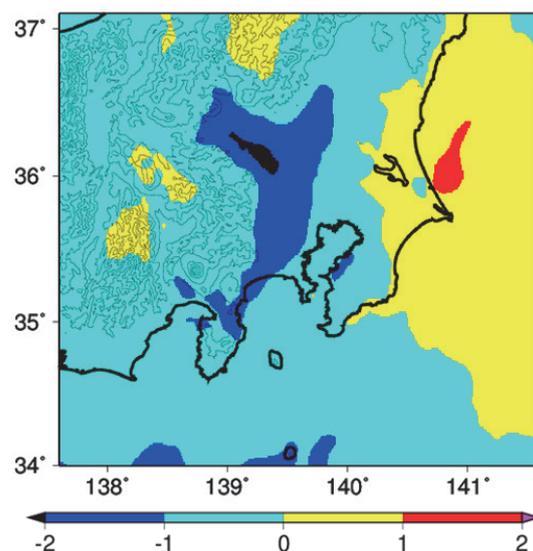


図 3 PM<sub>2.5</sub> 濃度 (μg/m<sup>3</sup>) 差分 (現在-過去; 関東域).  
関東平野西部で特に減少している (最大約 15%減少).

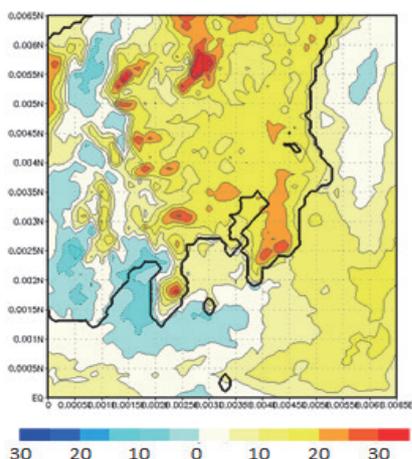


図 4 日射量 (W/m<sup>2</sup>) 差分 (現在-過去).  
関東平野全域で増加 (最大 30W/m<sup>2</sup> 増).

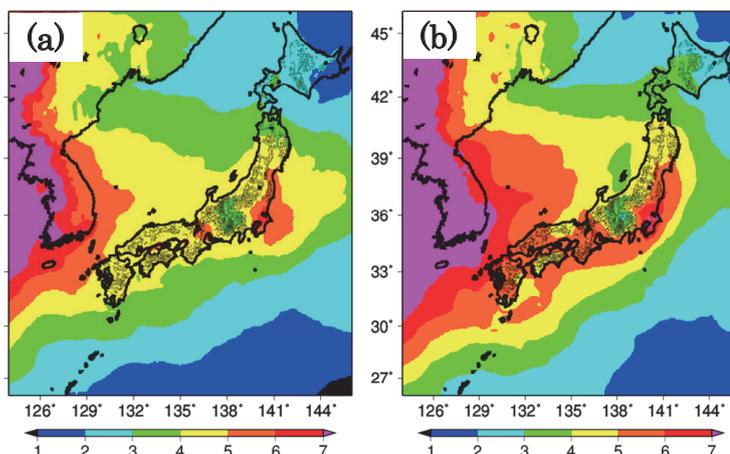


図 5 (a) 現在気候下と (b) 過去気候下の SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度 (μg/m<sup>3</sup>; 日本域).  
現在気候下では過去気候下に比べ日本列島太平洋側の濃度が低い.