

BC6 大気質モデルを用いた日本の PM_{2.5} 濃度経年変化に対する 越境大気汚染の影響の解析

Analysis of the Effects of Transboundary Air Pollution on Interannual PM_{2.5} Concentration Changes in Japan Using an Air Quality Model

共生環境評価領域
08E19053 野田悠介 (Yusuke NODA)

Abstract: Air quality improvements in China is likely to have contributed to the reduction in PM_{2.5} concentrations in Japan in recent years. On the other hand, transboundary air pollution is related to the changes in not only air pollutant emissions outside Japan, but also meteorological conditions (atmospheric transport processes). This study quantified the contribution of transboundary air pollution on interannual changes in PM_{2.5} concentrations in Japan with air quality model. PM_{2.5} concentrations in Fukuoka, Osaka, and Tokyo decreased 3.4 $\mu\text{g m}^{-3}$, 2.7 $\mu\text{g m}^{-3}$, and 2.8 $\mu\text{g m}^{-3}$ from 2015 to 2019, respectively. The contribution of the mitigation of transboundary air pollution accounted for 94%, 76%, and 64%, respectively. The contribution of the changes in meteorological conditions and emissions outside Japan accounted for 14% and 79%, 12% and 64%, and 25% and 39% to the total, respectively, indicating that the change in emissions outside Japan mainly contributed to PM_{2.5} decrease in western Japan.

Keywords: Transboundary air pollution, PM_{2.5} concentrations, Air quality simulation

1. はじめに

日本では 2009 年に PM_{2.5} の環境基準が設定され、翌 2010 年度より PM_{2.5} 濃度の観測が始まった。全国の年平均値は 2013 年度以降低減を続けており、一般環境大気測定局における環境基準達成率についても 2013 年度に 16.1%だったところから 2020 年度には 98.3%と、急激に改善を見せている。日本の風上に位置する中国では、2013 年以降の大気汚染対策の強化によって大気質の改善が見られており¹⁾、それが同時期における日本の PM_{2.5} 濃度低減にも寄与してきたと考えられる。

一方、越境大気汚染の状況の変化には、国外の大気汚染物質排出量変化だけでなく、広域の輸送パターンの変化といった気象による影響も関係する。上述の日本における PM_{2.5} 濃度減少には有利な気象条件が寄与していた可能性もあり、今後の日本の大気質を良好に維持するための方策を立てるには、濃度変化の要因を明らかにしておく必要がある。そこで本研究では大気質モデルを用い、日本における PM_{2.5} 濃度の経年変化に対する越境大気汚染の影響を要因別に定量的に評価した。

2. 方法

計算期間は 2010 年から 2019 年までとし、計算領域は水平格子解像度 45 km 及び 15km の東アジア域及び日本域とした。気象モデルとして WRF v4.3、大気質モデルとして CMAQ v5.3.3 を用いた。排出量データには起源別に、国外人為は REAS v3.2.1 及び EDGAR v5.0、国外バイオマス燃焼は GFED v4.1s、植生起源 VOC は MEGAN v2.10、国内運輸は PM_{2.5} 等大気汚染物質排出インベントリ、国内固定は J-STREAM、日本周辺船舶は GLIMMS-AQ、火山は気象庁などのものを用いた。

気象場及び全発生源からの排出量の経年変化を考慮した再現計算である Ebase に加え、国内排出量を 2015 年で固定した E_{jpn2015}、国外排出量・国内排出量を共に 2015 年で固定した E_{all2015} の 3 ケースで計算を実施した。本研究では気象寄与と国外排出寄与の合計を越境寄与とし、Ebase の経年変化 (式(1)) に対する越境寄与・気象寄与・国外排出寄与・国内排出寄与はそれぞれ式(2)・式(3)・式(4)・式(5)のように求められる。福岡・大阪・東京の 3 都府県における PM_{2.5} 濃度の経年変化に対する寄与量・寄与率から、日本における PM_{2.5} 濃度の経年変化に対する越境大気汚染の影響及び大陸からの距離による差異、また越境大気汚染の要因として気象・国外排出のどちらが支配的であるかを評価した。

$$(\text{気象寄与} \cdot \text{国外排出寄与} \cdot \text{国内排出寄与}) = (\text{Ebase の経年変化}) \quad (1)$$

$$(\text{越境寄与}) = (\text{E}_{\text{jpn2015}} \text{ の経年変化}) \quad (2)$$

$$(\text{気象寄与}) = (\text{E}_{\text{all2015}} \text{ の経年変化}) \quad (3)$$

$$(\text{国外排出寄与}) = (\text{Ejpn2015 の経年変化}) - (\text{Eall2015 の経年変化}) \quad (4)$$

$$(\text{国内排出寄与}) = (\text{Ebase の経年変化}) - (\text{Ejpn2015 の経年変化}) \quad (5)$$

3. 結果

福岡・大阪・東京における 2010 年から 2019 年までの年平均 PM_{2.5} 濃度の観測値・計算値・越境寄与・気象寄与・国外排出寄与を、2015 年を基準に図 1 に示す。観測値と計算値を比較したところ 3 都府県全てにおいて CMAQ は PM_{2.5} 濃度を全体的に過小評価したが、経年変化は良好に再現しており、相関係数は福岡で 0.91、大阪で 0.95、東京で 0.88 であった。

計算値の経年変化は福岡・大阪において 2013 年を境に増加傾向から減少傾向へと転じており、東京では 2012 年にやや濃度が下がったものの 2013 年まではほぼ横ばいで推移し、2013 年以降は福岡・大阪と共に減少傾向にあった。また越境寄与の経年変化についても同様の傾向が見て取れる。これは中国が 2013 年に大気汚染対策を強化したことに対応する。

福岡・大阪・東京における年平均 PM_{2.5} 濃度は 2015 年から 2019 年にかけてそれぞれ 3.4 μg m⁻³・2.7 μg m⁻³・2.8 μg m⁻³ 減少、うち越境寄与はそれぞれ 3.2 μg m⁻³・2.1 μg m⁻³・1.8 μg m⁻³ であり、3 都府県における 2015 年から 2019 年にかけての PM_{2.5} 濃度低減に対する越境寄与は西ほど高く東ほど低かった。ここから、越境寄与率は福岡で 94%、大阪で 76%、東京で 64% であった。越境寄与のうち気象寄与・国外排出寄与は福岡で 0.5 μg m⁻³・2.7 μg m⁻³、大阪で 0.3 μg m⁻³・1.7 μg m⁻³、東京で 0.7 μg m⁻³・1.1 μg m⁻³ であり、越境寄与の要因としては 3 都府県全てで国外排出が支配的であった。また 3 都府県における同期間の PM_{2.5} 濃度低減に対する気象・国外排出・国内排出の寄与率は福岡で 14%・79%・6%、大阪で 12%・64%・24%、東京で 25%・39%・36% であり、福岡・大阪における濃度低減に対しては国外排出が支配的な影響を与えたが、東京では国外排出と国内排出の影響はほぼ同等であった。

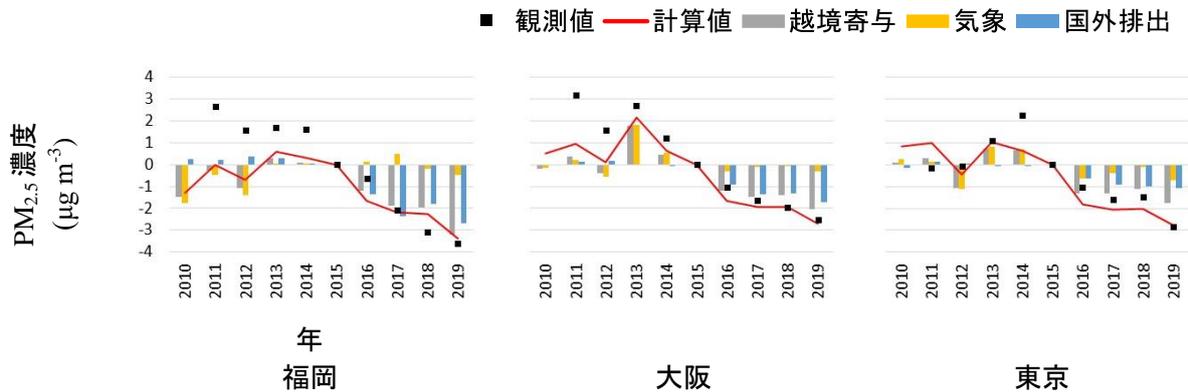


図 1 福岡・大阪・東京における 2010 年から 2019 年までの年平均 PM_{2.5} 濃度 (2015 年基準) 及び計算値の経年変化に対する越境寄与・気象寄与・国外排出寄与

4. 結論

本研究で 2010 年から 2019 年までの日本における PM_{2.5} 濃度の経年変化に対する越境大気汚染の影響及び大陸からの距離による差異、また越境大気汚染の要因として気象・国外排出のどちらが支配的であるかを評価した。2015 から 2019 年までの日本の PM_{2.5} 濃度低減には越境大気汚染の緩和がよくはたらいており、日本の PM_{2.5} 濃度の経年変化は越境大気汚染の影響を大きく受けていた。福岡・大阪・東京における年平均 PM_{2.5} 濃度は 2015 年から 2019 年にかけてそれぞれ 3.4 μg m⁻³・2.7 μg m⁻³・2.8 μg m⁻³ 減少、うち越境寄与はそれぞれ 3.2 μg m⁻³・2.1 μg m⁻³・1.8 μg m⁻³ であり、この濃度低減には越境大気汚染の緩和が大きく影響しており、その影響は西日本でより大きかった。越境大気汚染の緩和の要因としては国外の排出削減が支配的で、特に西日本において中国の大気質改善が効果的であったと考えられる。

参考文献

- 1) 中華人民共和國生態環境部: 中国生態環境状況公報,
<https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk/zghjzkgb/>.