

BB3 大気質モデルを用いた国内 NO_x・VOC 排出量削減による 関西・関東地方におけるオゾン濃度低減効果の評価

Evaluation of the effects of domestic NO_x/VOC emission reductions on ozone concentrations in Kansai and Kanto regions by using air quality model

共生環境評価領域

08E19007 伊藤和一郎 (Waichiro ITO)

Abstract: Ozone (O₃) concentration in Japan have not decreased for these years even though the concentrations of the precursors, NO_x and VOC (Volatile Organic Compounds), have decreased. This study isolated the contribution of domestic emission reductions of the precursors to interannual variations of O₃ concentration in Kansai and Kanto regions in summer from 2000 to 2019 with an air quality model. The model successfully reproduced the interannual variations of O₃ concentration with a consistent overestimation. The model also showed that the reductions of the precursor emissions, particularly from evaporated VOC sources, have contributed to O₃ reductions, particularly in Kanto region.

Keywords: O₃ concentration, Volatile organic compounds, Interannual variation, Air quality simulation

1. はじめに

オゾン (O₃) を主成分とする光化学オキシダント (O_x) は、前駆物質である窒素酸化物 (NO_x) と揮発性有機物質 (VOC) の濃度が国内発生源対策 (VOC 自主的取組、自動車排出ガス規制、固定燃焼発生源対策等) によって低減しているにもかかわらず、環境基準達成率が極めて低い水準にある。今後の有効な O₃ 濃度低減対策の方向性を示すためには、これまでの O₃ 濃度経年変化に対する各要因の寄与を明らかにする必要がある。本研究では長期間を対象とした大気質シミュレーションを基に、関西・関東地方における O₃ 濃度経年変化に対する、国内 NO_x・VOC 排出量削減の寄与を評価した。

2. 方法

気象モデルには WRF v4.3 を、大気質モデルには CMAQ v5.3.3 を用いた。計算期間は、2000 年から 2019 年とした。計算領域は、水平格子解像度 45km のアジア域、15km の日本域、5km の関西域、5km の関東域とした。排出量は、国外人為起源に REAS v3.2.1 など、国内人為起源に 2015 年基準の環境省 PM_{2.5} 排出インベントリなどを年次補正したデータ、植生起源 VOC に MEGANv2.10 を用いた。図 1 に 2000～2019 年における日本全国の NO_x と NMVOC の年間排出量の推移を示す。2000 年から 2015 年にかけて、NO_x の年間排出量は 46%減少し NMVOC の年間排出量は 29%減少している。アジア域側面境界濃度には全球化学輸送モデル CAM-Chem (2018 年以前)、WACCM (2019 年) を用いた。O₃ 濃度の評価では、関西域・関東域における一般環境大気測定局のうち、O_x 測定方法が紫外線吸収

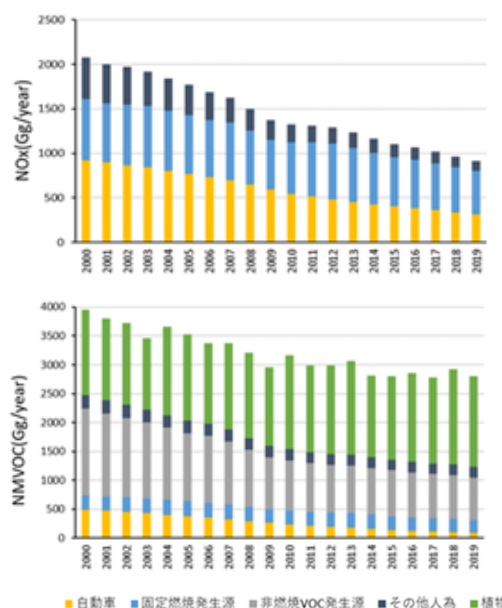


図 1 2000～2019 年における日本全国の NO_x と NMVOC の年間排出量の推移

法の測定局を対象とし、日最高 8 時間平均値 (MDA8) を用いた。まず、2000 年から 2019 年の再現ケースについて再現性を評価した。その後、2001~2019 年において 5 年ごとに、再現ケースと、国内の非燃焼 VOC 発生源・自動車・固定燃焼発生源からの各排出のみを 2015 年に変更したケースの比較を行い、2015 年を基準とした O₃ 濃度変化に対する国内排出量削減の寄与を評価した。本研究では一般に国内排出量の寄与が大きいとされる夏季期間 (7,8 月の 2 か月間) を対象に解析を行った。

3. 結果

図 2 に関西、関東における再現計算と観測値の日平均 NO₂ 濃度と MDA8 O₃ 濃度の 2000~2019 年の夏季平均値の経年変化を示す。NO₂ は関西で 31%、関東で 26%過小評価となり、O₃ は関西で 13%、関東で 14%過大評価となった。相関係数については NO₂ が関西で 0.99、関東で 0.99 となり、O₃ が関西で 0.80、関東で 0.89 となり、どちらも年変動の傾向をよく再現していた。

図 3 に関西、関東における日平均 NO₂ 濃度と MDA8 O₃ 濃度の計算値について、2001~2019 年の 5 年ごとの 2015 年基準 (各年—2015 年) での経年変化と、それに対する国内排出量削減の寄与を示す。NO₂ 濃度低減には自動車排ガスからの排出削減が最も有効であり、固定燃焼発生源からの排出削減も大きく寄与しているという結果になった。O₃ 濃度低減には非燃焼 VOC 発生源からの排出削減が最も有効であり、関東では他の発生源からの排出削減が関西よりも大きく寄与していた。関西では 2001 年に固定燃焼発生源からの排出削減が O₃ 濃度に対して負の寄与を示しており、オゾン感度レジームの状態が、NO_x 濃度低下が O₃ 濃度上昇につながる VOC-sensitive であったと考えられる。また、O₃ 濃度の低減が主要な 3 つの発生源からの排出量削減寄与の和より小さくなっているのは、全人為起源発生源からの排出量を同時に削減した時のオゾン感度レジームの変化や、気象条件と越境輸送の経年変化の寄与が影響していると考えられる。

4. 結論

大気質モデルの再現性、2015 年基準での NO₂ 及び O₃ 濃度の経年変化に対する国内排出量削減の寄与について示した。CMAQ については、O₃ がやや過大評価、NO₂ がやや過小評価とはなっていたが、時空間変動を良好に再現していた。また、2001 年から 5 年ごとの 2015 年を基準とした夏季平均 NO₂ 及び O₃ 濃度変化に対する国内排出量削減の寄与を解析し、NO₂ 濃度低減には自動車排ガスからの排出削減が、O₃ 濃度低減には非燃焼 VOC 発生源からの排出削減が最も有効であった。濃度が有効に低減しないのは、オゾン感度レジームや気象条件、越境輸送の経年変化の寄与が影響しているからだと考えられる。

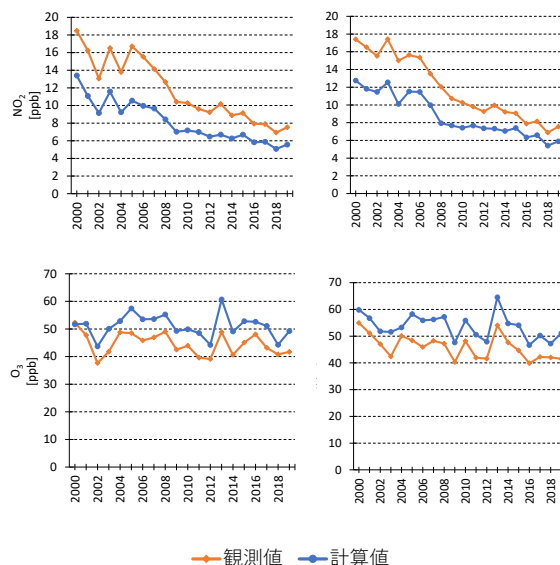


図 2 関西 (左) と関東 (右) における O₃ 濃度と NO₂ 濃度の計算値と観測値の経年変化

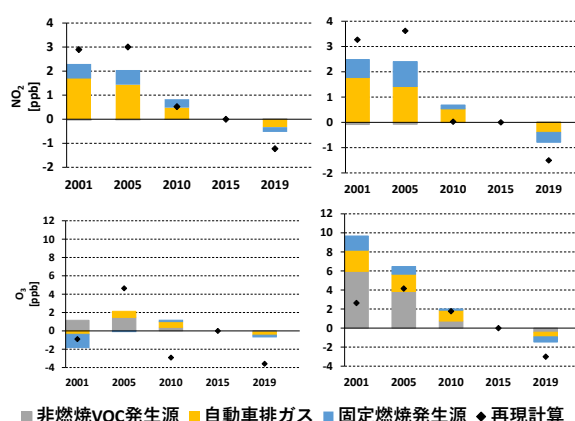


図 3 関西 (左) と関東 (右) における 2015 年基準 (各年—2015 年) の NO₂ 濃度と O₃ 濃度の経年変化に対する国内排出量削減の寄与