

# E4 ゼロアウト法及びタグ付きトレーサー法を用いたオゾンの発生源寄与解析

Source apportionment of photochemical ozone by using zero-out emission and tagged tracer method

共生環境評価領域

08E12057 服部慎也 (Shinya HATTORI)

**Abstract:** Source apportionment of photochemical ozone in Osaka was conducted using the Community Multiscale Air Quality model (CMAQ) with zero-out emission and tagged tracer methods. Results of source analyses by the two approaches were compared with each other in order to show similar and different points between them. Source contributions to daily maximum ozone concentrations estimated by the two approaches similarly varied day-by-day under variation in meteorological conditions. Zero-out and tagged tracer methods showed large differences for contributions of nitrogen oxides that react non-linearly with ozone. This is largely because in any zero-out runs, the altered balance of trace chemicals changes formation and destruction of ozone.

**Keywords:** Zero-out emission method, tagged tracer method, source contribution, CMAQ.

## 1. はじめに

光化学オキシダントは、揮発性有機化合物 (VOC) および窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) が光化学反応を起こすことによって生成される。日本において光化学オキシダント (オゾン) は環境基準達成率が極めて低く、近年濃度は上昇傾向にある。近畿圏では大阪府を中心として高濃度のオゾンが出現している。大阪府で観測されるオゾンには、大阪府内だけでなく他の地域の様々な発生源の寄与によって排生成されたものがあると考えられる。オゾンの発生源寄与の推定には大気質モデルを用いた研究が主流となっており、主な手法としてゼロアウト法とタグ付きトレーサー法が挙げられる。本研究では、大阪府のオゾン濃度に対して両手法を用いて発生源寄与解析を行い、両手法から得られる結果の共通点・差異およびその原因を明確にすることを目的とした。

## 2. 計算条件

本研究では気象モデル WRF (Weather Research and Forecast) <sup>[1]</sup> および大気質モデル CMAQ (Community Multiscale Air Quality system) <sup>[2]</sup> を用いて大阪府のオゾンに対する発生源寄与解析を行った。計算期間は 2009

～2013 年のそれぞれの 7 月 1 日～8 月 31 日とした。

計算領域を図 1 に示す。計算領域は、東アジアを対象とする 64km 格子領域(D1)、日本本州を対象とする 16km 格子領域(D2)、近畿圏を対象とする 4km 格子領域(D3)の 3 領域とした。ゼロアウト法による発生源寄与解析の計算条件を表 1 に示す。ゼロアウト法によるオゾン発生源寄与は、Baseline でのオゾン濃度  $[\text{O}_3(\text{Baseline})]$  とゼロアウトケースでのオゾン濃度  $[\text{O}_3(\text{各ケース})]$  との差として表した。また、タグ付きトレーサー法による発生源寄与解析は、CMAQ に実装されている ISAM (Integrated Source Apportionment Method) <sup>[3]</sup> を使用した。

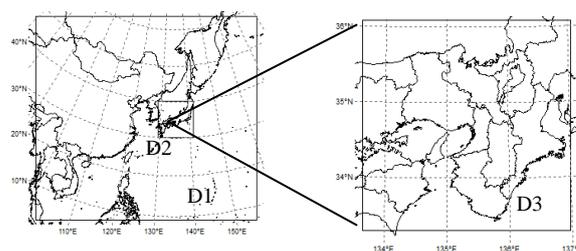


図 1 計算領域

表 1 ゼロアウト法における排出量条件

	排出量条件
Baseline	全排出量
B0/A0/N0	Baseline から D3 領域内の全 BVOC/AVOC/NO <sub>x</sub> の排出量を除く
B0/A0/N0_Osaka	Baseline から大阪府の BVOC/AVOC/NO <sub>x</sub> 排出量を除く

### 3. 計算結果と考察

図 2 に、2010 年における ISAM とゼロアウト法によるオゾン濃度の日最大 1 時間値に対する発生源寄与と推計結果を示し、図 3 に両手法による計算期間全日及び高オゾン濃度日の国設大阪におけるオゾン濃度の日最大 1 時間値に対する発生源寄与結果の比較を示す。発生源寄与は両手法で同様の日々変動を示すことがわかった。これは、気象条件の変動に伴い、大気中の輸送・反応条件が変動しているためであると考えた。NO<sub>x</sub> の相関が悪くなっているのは、NO<sub>x</sub> はオゾンと非線形的な反応をするため、各発生源からの排出量を変更した複数の化学輸送計算結果を比較するゼロアウト法と、1 度の化学輸送計算中に内部で発生源寄与を計算する ISAM で差が生じやすいためであると考えられる。また、NO<sub>x</sub> に関しては、ゼロアウト法の計算において負の値が出現している。これは、大阪府は NO<sub>x</sub> 排出量が多いため、Baseline ケースに比べて N0\_Osaka ケースではオゾン消滅反応が生じにくくオゾン濃度が高くなるからであると考えられる。しかし、高濃度日に限っては、ゼロアウトによる負の値の出現日数が少なくなった。

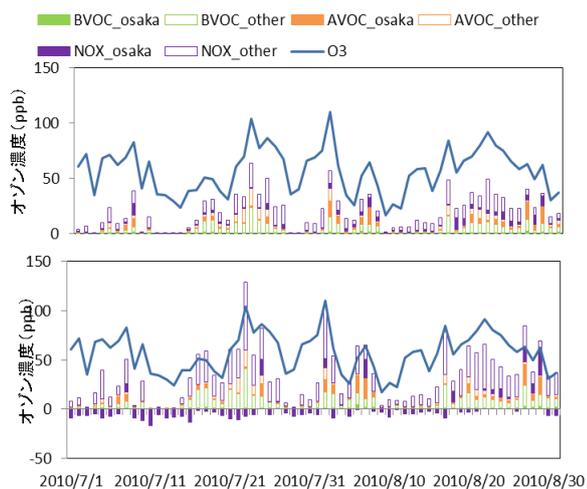


図 2 2010 年のオゾン濃度の日最大 1 時間値に対する発生源寄与 (上図：ISAM, 下図：ゼロアウト)

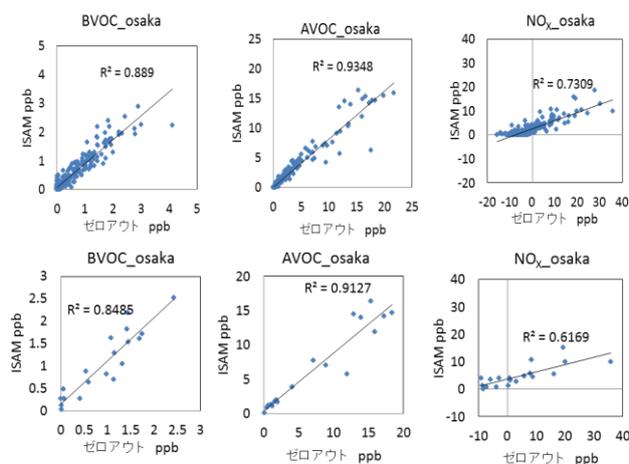


図 3 ISAM とゼロアウトのオゾン濃度の日最大 1 時間値に対する発生源寄与結果の比較 (上図：全日, 下図：高濃度日)

### 5. 結論

ゼロアウト法及びタグ付きトレーサー法を用いたオゾンの発生源寄与と解析結果を比較することで、両手法で発生源寄与が同様の日々変動を示すということ、非線形的に反応する前駆物質に対しては両手法による発生源寄与に差が生じやすいということが確認できた。

### 参考文献

- [1] Skamarock, W.C., et al., NCAR Technical Note, NCAR/TN-475+STR., 2009.
- [2] Byun D. and Ching J., EPA/600/R-99/030, 1999
- [3] Kwok R.H.F., Napelenok S.L. and Baker K.R.: Implementation and evaluation of PM2.5 source contribution analysis in a photochemical model, *Atmospheric Environment*, 80, pp.398-407, 2013.