

[自主研究]

長期観測に基づく揮発性有機化合物の化学性状および発生源解析

藤井佑介 米持真一 佐坂公規 野尻喜好 長谷川就一

1 目的

埼玉県は全国的にみて、光化学オキシダント (Ox:大部分がオゾン (O₃)) による大気汚染が深刻な地域である。Oxの環境基準は0.06ppm (1時間値) と定められているが、我が県の測定局の中で過去にOxの環境基準を達成した局はない。O₃は前駆体物質である窒素酸化物 (NO_x) と揮発性有機化合物 (VOC) が大気中で反応して生成するため、O₃ (≈ Ox) 対策にはNO_xとVOCの削減が鍵となる。

本研究では当センターで蓄積したVOCの長期観測データを基に、実大気環境からみてO₃生成リスクの高いVOCの化学性状および発生源解析を行う。

2 方法

埼玉県の鴻巣局 (鴻巣市役所) において2010年4月から2016年3月の期間に得られたVOC観測データを、本研究の解析対象とした。VOC試料採取は容器採取法と固相捕集法で各月に1回、昼夜別 (昼 6:00~18:00、夜 18:00~6:00) に行った。得られた試料に対してGC/MS、GC/FID、HPLC/DAD及びLC/MS/MS分析を行い、表1に示す多種多様なVOCの定量データを得た。試料捕集や化学分析に関する詳細は、埼玉県の大気環境調査事業報告書 (例: 平成27年度¹⁾) を参照されたい。

また、これらの観測データに多変量解析の一つであるPositive Matrix Factorization (PMF) モデルを適用し、VOCの発生源解析を行った。PMFモデルに使用したVOC成分や手法はKimら (2005)²⁾やFujiiら (2017)³⁾を参照されたい。

3 結果と考察

埼玉県内のOx濃度は、主として暖候期(4~9月)に環境基準値を超過する傾向にある。図1にVOC濃度にMIR (Maximum Incremental Reactivity)係数を乗じて求めた2010~2015年度の鴻巣局における暖候期の最大O₃生成濃度の平均寄与率(O₃生成ポテンシャル)を示す。昼におけるO₃生成ポテンシャルは、アルデヒド類(31.2%)、芳香族(30.7%)、オレフィン類(21.4%)、パラフィン類(13.5%) の順に高かった。夜は芳香族類(37.4%)、アルデヒド類(26.9%)、オレフィン類(17.5%)、パラフィン類(13.8%) の順に高く、昼夜ともにアルデヒド類と芳香族化合物だけで60%を超える高いO₃生成ポテンシャルを有する結果となった。また、ハロゲン化物、フロン類、ケトン類は昼夜ともにO₃生成ポテンシャルが4%以下と低い結果が得られた。以上より、実大気環境条件下でO₃生成ポテンシャル

を抑制するためには、芳香族やアルデヒド類のVOC化合物群の発生源対策が有効であると考えられる。

鴻巣局の夜間のVOC濃度データをPMFモデルに適用して解析した結果、6因子が抽出された。そして、*n*-pentaneや*n*-hexaneに要素を持つ溶剤使用や塗料関連の発生源や、benzeneやtoluene, xyleneに要素を持つ工場関連の複数の発生源等の存在が示唆された。これらの詳細について理解するためには、Potential Source Contribution Function解析やその他の局 (例:戸田局) でのPMFモデル解析が必要である。

文献

- 1) 埼玉県 (2017) 平成27年度 大気環境調査事業報告書, 37-57.
- 2) Eugene Kim, Steven G. Brown, Hilary R. Hafner and Philip K. Hopke (2005) Characterization of non-methane volatile organic compounds sources in Houston during 2001 using positive matrix factorization, Atmospheric Environment 39, 5934-5946.
- 3) Yusuke Fujii, Susumu Tohno, Norhaniza Amil and Mohd Talib Latif (2017) Quantitative assessment of source contribution of PM_{2.5} on the west coast of Peninsular Malaysia to determine the burden of Indonesian peatland fire, Atmospheric Environment 171, 111-117.

表1 解析の対象物質

VOCの種類	物質名 (代表例)	物質数
パラフィン類	エタン, プロパン等	27
オレフィン類	エチレン, プロピレン等	10
芳香族炭化水素	ベンゼン, トルエン等	17
ハロゲン化物	ジクロロメタン, トリクロロエチレン等	22
フロン類	CFC12, HCFC22等	11
アルデヒド類	ホルムアルデヒド, アセトアルデヒド等	9
ケトン類	アセトン, メチルエチルケトン等	3

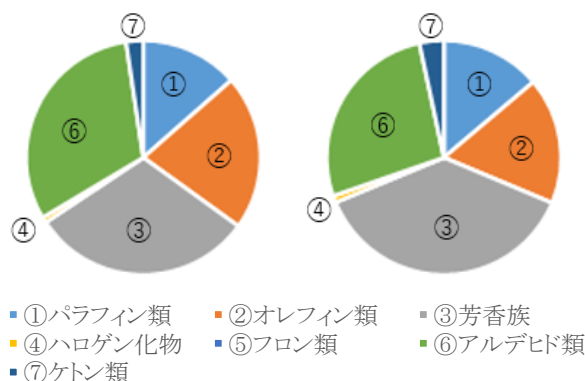


図1 暖候期の鴻巣局における昼夜別のO₃生成ポテンシャル (左: 昼、右: 夜)