

# 都市郊外での揮発性有機化合物(VOCs)濃度の長期観測と発生源解析

## Long-term observation and source analysis of Volatile Organic Compounds (VOCs) concentrations in an Urban Suburb

庄屋 力  
指導教員 加藤 俊吾

東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 環境応用化学域 分析化学研究室

光化学オキシダントの原因物質である VOCs 濃度の挙動や発生源を把握するために、都市郊外で VOCs 濃度の個別成分測定を行った。植物起源 VOCs 以外の VOCs は減少傾向であることが確認できた。PMF 解析を行うことで、各 VOCs の発生源の内訳を算出した。

キーワード：都市大気汚染, PMF 解析, GC-FID

### 1. 緒言

揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds ; VOCs) は常温常圧で大気中にて容易に揮発する有機化合物の総称であり、大気汚染物質として重要である。

VOCs は窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) の存在下で太陽紫外光による光化学反応によってオゾンを生成分とする光化学オキシダントを生成する。光化学オキシダントは人体に健康被害を引き起こす原因物質である。

光化学オキシダントに関して、環境基準は「1 時間平均で 0.06 ppm を超えないこと」と定められている。令和 4 年度の光化学オキシダントの環境基準達成率は、一般環境大気測定局 0.1% (測定局数 1,143 局)、自動車排出ガス測定局 0% (測定局数 31 局) と極めて低い水準が続いている。各 VOCs はそれぞれ反応性が異なるため、個別に濃度を把握することで、各 VOCs がどれほど光化学オキシダントの生成に寄与しているかを正確に評価し、より効果的な対策が可能となる。

そこで本研究では、都市郊外の VOCs 濃度の個別成分測定を行い、その挙動や発生源を把握することを目的とした。

### 2. 方法

#### ・観測地

東京の都心部から約 40 km 離れた八王子市に位置する東京都立大学 (TMU) 南大沢キャンパスの 9 号館 3 階においてサンプリングを行った。TMU は周辺に住宅街やショッピングセンターがあり、緑に囲まれたキャンパスである。

#### ・大気サンプリング

サンプリングは 2016 年 6 月から 2024 年 7 月の間、週に一度行った。内面が不活性加工された金属容器 (体積 6 L) で大気を採取した。流量制御器を取り付けることで、24 時間一定に大気を採取した。サンプリング前、金属容器内は真空状態であり、サンプリング後は減圧状態となっているため、窒素で希釈し、加圧状態とした。

#### ・分析

ガスクロマトグラフ-水素炎イオン化検出器 (GC-FID, HP-6890) を用いて VOCs 58 種を分析した。サンプル大気は GC に導入される前に濃縮装置 (ENTECH 7000) を用いて濃縮を行った。定性・定量は VOCs 標準ガス (住友精化 PAMS-J58) と比較することで行った。

#### ・PMF (Positive Matrix Factorization) 解析

PMF 解析は、観測データを因子分解し、汚染物質の発生源プロファイルと、それぞれの発生源が寄与する割合を推定する手法である。大気中の汚染

物質の発生源を特定し、それぞれの発生源が全体の汚染にどの程度寄与しているかを定量的に解析するために使われる。本研究では、米国環境保護庁が提供するPMFモデル(<https://www.epa.gov/air-research/positive-matrix-factorization-model-environmental-data-analyses>)を用いた。

### 3. 結果と考察

#### ・経年変動

2016年6月から2024年7月まで測定したサンプリングデータのVOCs濃度を種類別に分けプロットした結果を図1に示した。

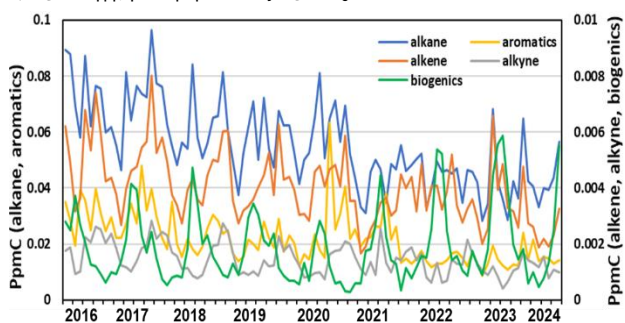


図1. 観測期間におけるVOCs濃度の経年変動

アルカン類、アルケン類、アルキン類、芳香族類は年々減少傾向にあることが確認された。これは、人為的な起源のVOCsの排出が減少したことに起因していると考えられる。植物起源に関しては、人為的起源に影響されないため、同様の傾向を示さなかった。

#### ・季節変動

観測期間におけるサンプリングデータを組成別に分け、各年の月平均をプロットしたグラフを図2に示した。

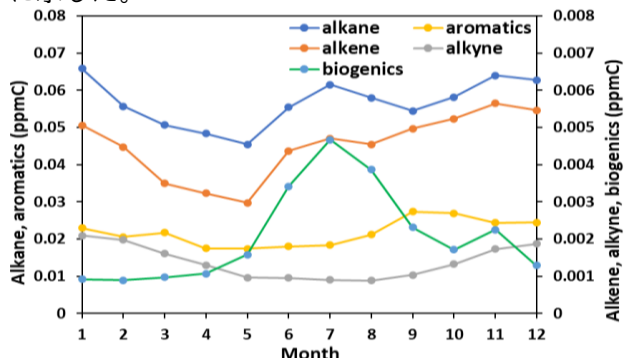


図2. 観測期間におけるVOCs濃度の季節変動

大気中のVOCsは一般的に冬季に高濃度になり、夏季に低濃度になる傾向を示す。これは、VOCの除去

に関わるOHラジカルの濃度が夏季に高く冬季に低いという季節変動をするためである。一方で、植物起源のVOCsは冬季に低濃度になり、夏季に高濃度になる傾向を示す。これは、植物起源のVOCsの排出量は植物の活動が活発な夏季に多くなるためである。

しかし、本研究では本研究の結果ではアルカン類が夏季にもピークを持つ季節変動を示した。これは、近年の夏の気温上昇に伴いガソリンなどの揮発量が増えたことが原因だと推測される。

#### ・PMF解析

PMF解析によって得られた各VOCsのFactorを図3に示した。

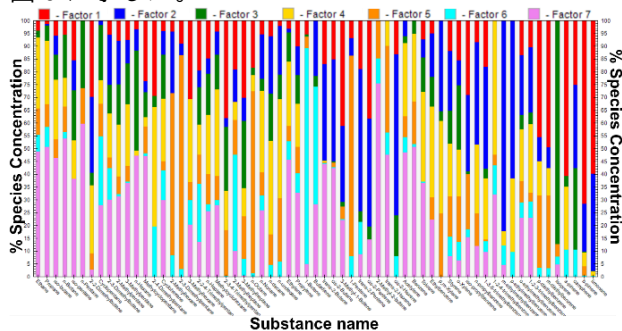


図3. 各VOCsのFactorの内訳

ここで、Factorは発生源を表している。

続いて組成別にまとめ、組成別のFactorの内訳を図4に示した。

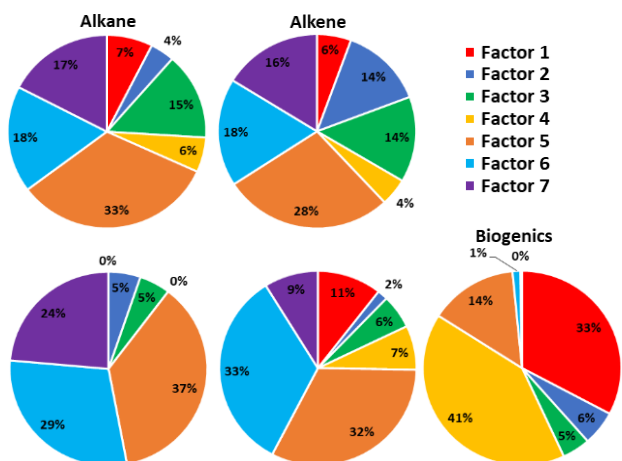


図4. 組成別VOCsの発生源の内訳

アルカン類ではFactor3、アルケン類ではFactor5、アルキン類ではFactor5、芳香族ではFactor6、植物ではFactor4が最も高い存在割合を示した。今後、それぞれの発生源が何に該当するか検討していく予定である。