

揮発性有機化合物に関する調査 — 県内 9 地点の月別濃度変化 —

押尾秀

1 はじめに

光化学オキシダントの主成分はオゾンであり、窒素酸化物等が太陽からの紫外線を受けて光化学反応により生成される二次生成物質であり、この前駆体のひとつとして揮発性有機化合物 (VOC) が知られている。県内の大気中 VOC 濃度の知見を得ることを目的に、化学物質大気環境調査¹⁾で採取した県内 9 地点の大気試料を使用して、炭化水素類を主とした VOC 分析を行ったので報告する。

2 調査方法

2・1 調査試料

2024 年度化学物質大気環境調査において、4 月から 3 月までの月 1 回、24 時間採取した県内 9 地点 (銚子、館山、成田、市原、君津、袖ヶ浦、白井、東庄及び鴨川) の大気試料を用いた。

なお、機器の不具合等で再調査を実施し、調査日程が当初から変更になった地点を表 2 に示す。

表1 調査対象日一覧表

4月16日 (火)	5月 9日 (木)	6月12日 (水)	7月 1日 (月)	8月 1日 (木)	9月 9日 (月)
10月 1日 (火)	11月 6日 (水)	12月 3日 (火)	1月16日 (木)	2月12日 (水)	3月 3日 (月)

表2 再調査日程

再調査地点	当初調査開始日時	再調査開始日時
市原市岩崎西	8月 1日 (木) 午前10時	8月 8日 (木) 午後 2時
東庄町石出	12月 3日 (火) 午前10時	12月 9日 (月) 午前10時
市原市岩崎西	12月 3日 (火) 午前10時	12月19日 (木) 午前11時
東庄町石出	1月16日 (木) 午前10時	1月23日 (木) 午後 2時

2・2 分析対象物質

炭化水素類 51 物質及びハロゲン化合物 32 物質等を含む全 84 物質を対象とした。

分析対象物質の分類を表 3 に示す。

表3 分析対象物質

分類	炭化水素類				ハロゲン化合物		他	計
	脂肪族炭化水素		芳香族	植物起源	フロン	フロン以外の ハロゲン化合物		
	アルカン	アルケン	炭化水素					
化合物数	23	9	16	3	4	28	1	84

2・3 分析方法

キャニスターを用いて採取した大気試料について、キャニスター濃縮導入装置及びガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) を使用して分析した。

3 結果

3・1 脂肪族炭化水素

脂肪族炭化水素であるアルカン及びアルケンについて、各地点における月別濃度変化を図 1 及び図 2 に示す。アルカン及びアルケンともに、東京湾沿いの工業地域に近い市原及び袖ヶ浦では他地点より濃度が高い傾向となった。市原については季節による濃度の傾向は見られず、調査地点周辺に発生源があることで濃度が

高くなったものと推察された。また、アルカン及びアルケン の 12 月の結果については、4 つの地点（市原、袖ヶ浦、白井及び成田）で濃度が高くなり、全体的に冬の時期に濃度が高くなる傾向が見られた。アルカンについて炭素数 4～8 と炭素数 9～11 に分けたものを図 3 及び図 4 に示す。炭素数 4～8 は市原において高い濃度で検出されることが多い傾向があり、市原におけるアルカンは n-ペンタン、i-ペンタン、n-ブタン、i-ブタン及び n-ヘキサンの濃度が高く、これらの物質が炭素数 4～8 のうち、約 8 割を占める結果であった。炭素数 9～11 については、市原及び袖ヶ浦を含むすべての地点において比較的低濃度であった。なお、炭素数 3 のアルカンであるプロパンについては図 5 に示す結果となり、地点ごとの濃度差は小さく、2023 年度の結果と同様にほとんどの調査地点で冬に濃度が上昇する傾向が見られた。なお、鴨川については 1 年を通して低い濃度であった。

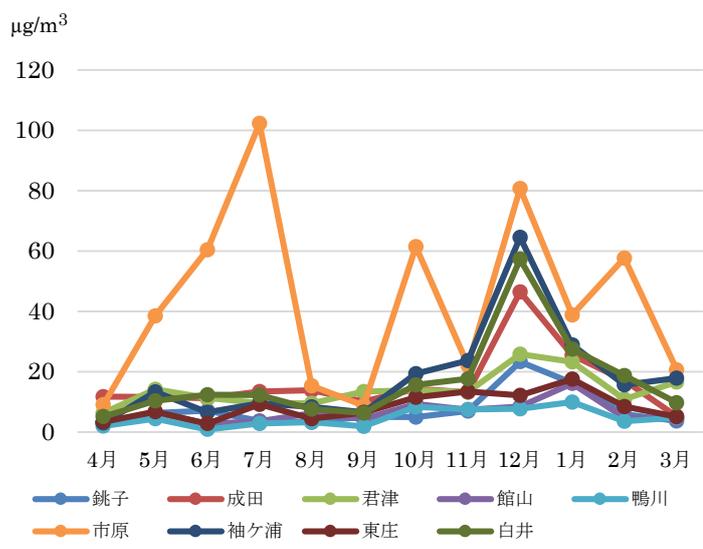


図 1 アルカン（炭素数 3～11）の月別濃度変化

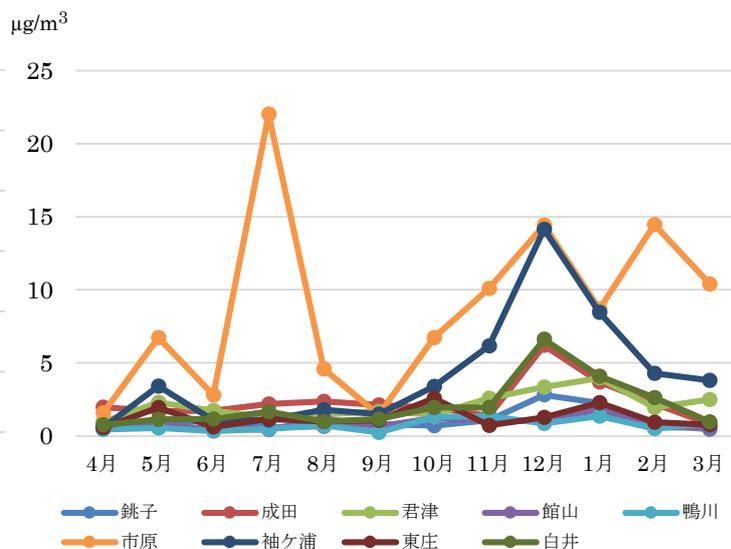


図 2 アルケン（炭素数 3～6）の月別濃度変化

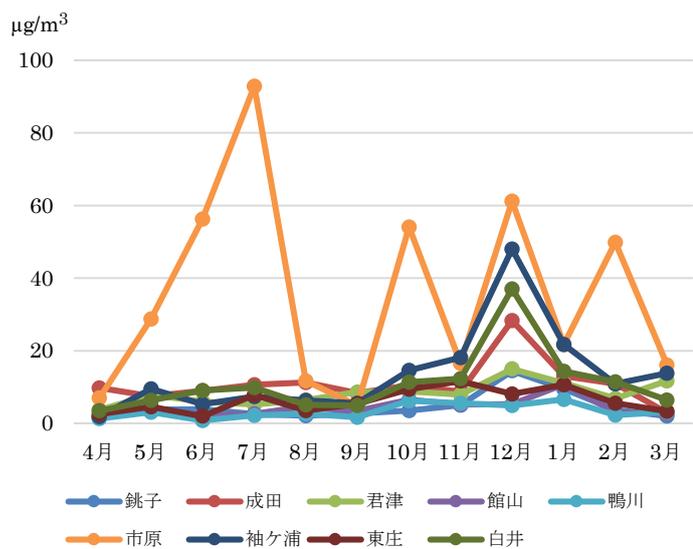


図 3 アルカン（炭素数 4～8）の月別濃度変化

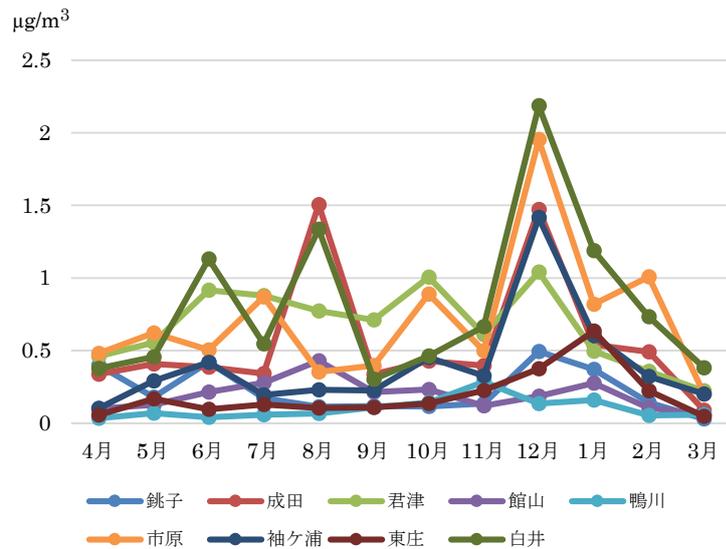


図 4 アルカン（炭素数 9～11）の月別濃度変化

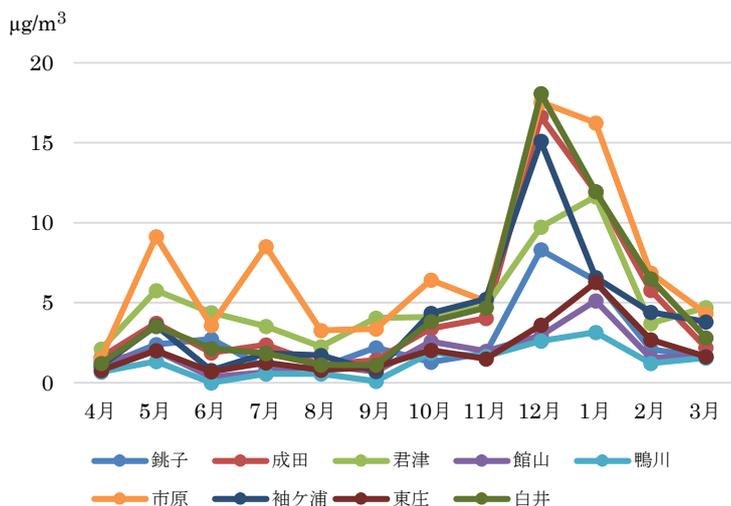


図5 プロパン（炭素数3のアルカン）の月別濃度変化

3・2 植物起源 VOC

イソプレン及びピネン（ α ピネン及び β ピネン）について、各地点の月別濃度変化を図6及び図7に示す。イソプレン及びピネンは植物から放出される植物起源のVOC（BVOC）であり、その放出は、植物の種類によって温度依存性又は光及び温度両方の依存性があることが報告されている²⁾。今回の調査では、イソプレンは、ほぼすべての地点で6～9月に濃度が上昇する傾向があり、それ以外の時期は濃度が低い傾向となっていた。イソプレンの放出は光及び温度両方の依存性であることから、日射が強く温度の高い夏にかけて植物からの放出が多くなったため、濃度が増加したものと推察された。また、ピネンを含むモノテルペン類の放出については、イソプレンと同様に、春夏に濃度が高く、秋冬に濃度が低くなる傾向が見られた。

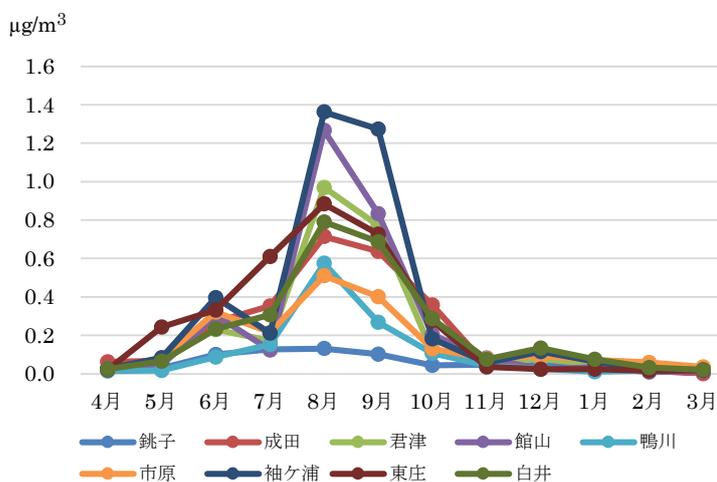


図6 イソプレンの月別濃度変化

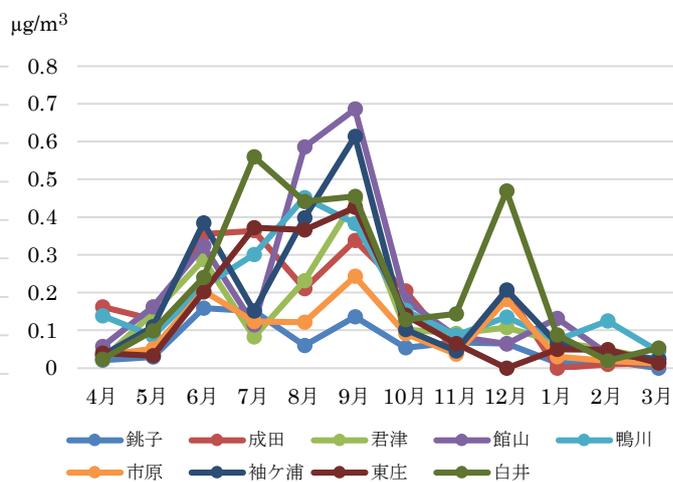


図7 ピネンの月別濃度変化

3・3 最大オゾン生成濃度

化学物質大気環境調査では、東庄と白井を除く7地点において、ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドを測定している。光化学スモッグ注意報発令期間である4～10月について、今回分析した84物質にアルデヒド2物質を加えて最大オゾン生成濃度を計算により求めた結果を図8に示す。東京湾沿いの工業地域である市原では、最大オゾン生成濃度が他地点に比べ約2倍程度と高く、次いで成田及び袖ヶ浦の順の結果となった。市原を除く6地点では最大オゾン生成濃度のうちアルデヒド類を占める割合が高いが、市原ではアルカン、

アルケン及び芳香族が大勢を占める割合であった。

1年の中で気温の高い8月の最大オゾン生成濃度を図9に示す。銚子及び鴨川ではアルデヒド類が大きく占める結果であり、他の地点においても4～10月の月平均と比較してもアルデヒドの割合が高い結果となった。アルデヒドは、大気中の光化学反応によって生じる物質でもあることから、8月のように日射量の高い時期においては、光化学反応が活発に行われ、その結果アルデヒドの濃度が高くなっていったものと推察された。

また、市原における8月の結果は、市原の7月の最大オゾン生成濃度が約 $500\mu\text{gO}_3/\text{m}^3$ と極端に高かったことから、4～10月の月平均を下回っていた。

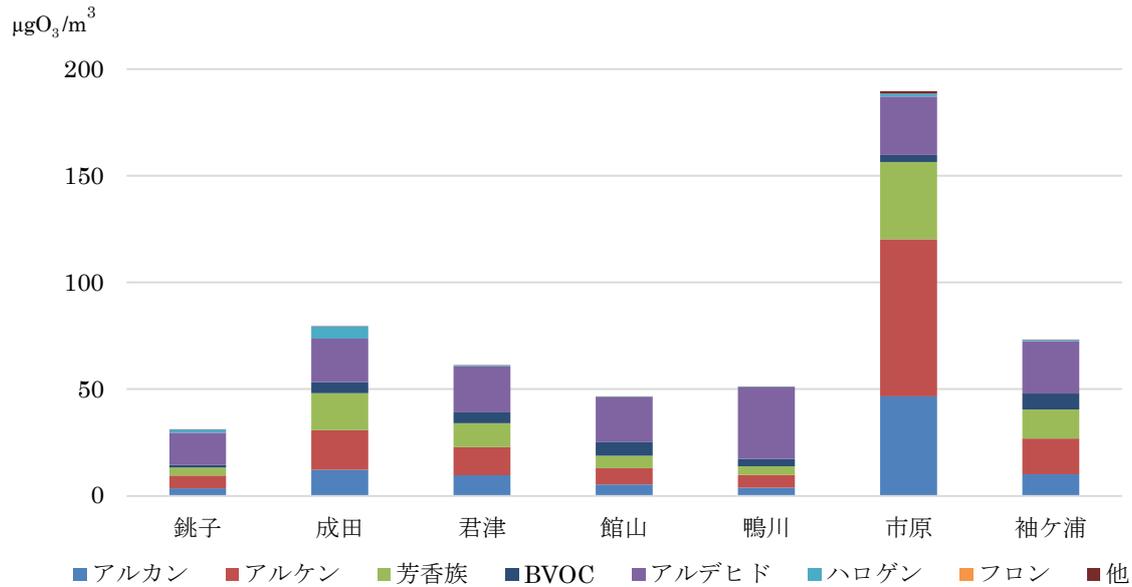


図8 4～10月の地点別最大オゾン生成濃度 (月平均) 注1)

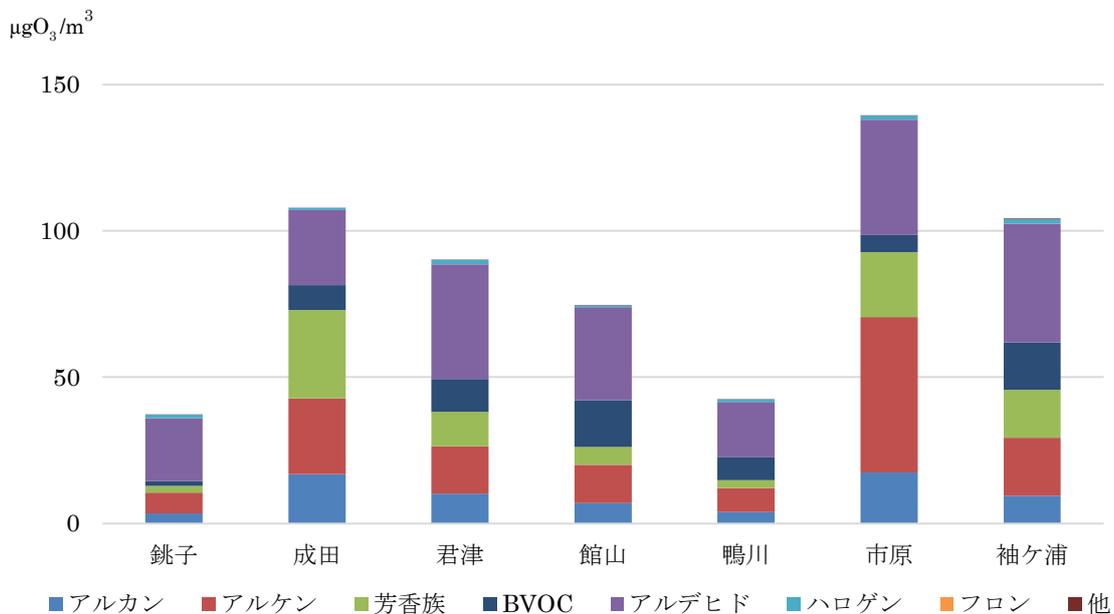


図9 8月の地点別最大オゾン生成濃度 注2)

注1) 分析したVOC濃度にCarterらのMIR (Maximum Incremental Reactivity: 最大オゾン生成能) 値³⁾を乗じて、最大オゾン生成濃度を計算により求めた。

注2) ハロゲン: フロン以外のハロゲン化合物

引用文献

- 1) 高橋洋平、押尾秀、堀本泰秀、根本創紀、上治純子、井上智博:化学物質大気環境調査. 千葉県環境研究センター年報 (2024) .
- 2) 奥村智憲:植物の揮発性有機化合物放出に及ぼす環境要因.エアロゾル研究、36 卷、第 1 号、p19-24 (2021) .
- 3) Carter, W.P.L.: Updated Maximum Incremental Reactivity Scale And Hydrocarbon Bin Reactivities For Regulatory Applications. California Air Resources Board Contract, 07-339 (2010).