

揮発性有機化合物に関する調査 一県内9地点の月別濃度変化一

押尾秀

1 はじめに

二次生成物質である光化学オキシダントの主成分はオゾンであり、そ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

2023 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、調査日が当初から変更になった地点を表 2 に示す。

表1 2023年度調査日

4月17日（月）	5月11日（木）	6月 6日（火）	7月13日（木）	8月 2日（水）	9月 7日（木）
10月 4日（水）	11月14日（火）	12月11日（月）	1月 9日（火）	2月14日（水）	3月 4日（月）

表2 2023年度再調査日

再調査地点	当初調査開始日時	再調査開始日時
君津市久保	5月11日（木）午前10時	5月30日（火）午前10時
成田市加良部	8月 2日（水）午前10時	8月29日（火）午後3時20分
市原市岩崎西	8月 2日（水）午前10時	8月30日（水）午後1時15分
鴨川市清澄	9月 7日（木）午前10時	9月26日（火）午後1時30分

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 炭化水素	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						
化合物数	23	9	16	3	4	28	1	84

2・3 試料導入及び分析方法

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、東京湾臨海部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くなる傾向が見られたが、アルカンについては 1 月～3 月に白井、成田及び君津で濃度が高くなる傾向があった。また、10 月の銚子でアルケンの濃度が突発的に高くなった。10 月調査日の銚子における風向は西北西

(WNW)であり、全調査日のうち1年を通してこの方角の風向が発生したのは1回であり、この方角に何らかの発生源があることが推察された。さらに、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は市原及び袖ヶ浦の両地点において高い濃度で検出されることが多くなる傾向がある一方で、炭素数9～11については、市原及び袖ヶ浦を含む他地点では比較的低濃度の地域がほとんどであったが、君津で5月及び9月～12月でやや高めの濃度が検出された。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、鴨川及び館山については1年を通して低い濃度であった。

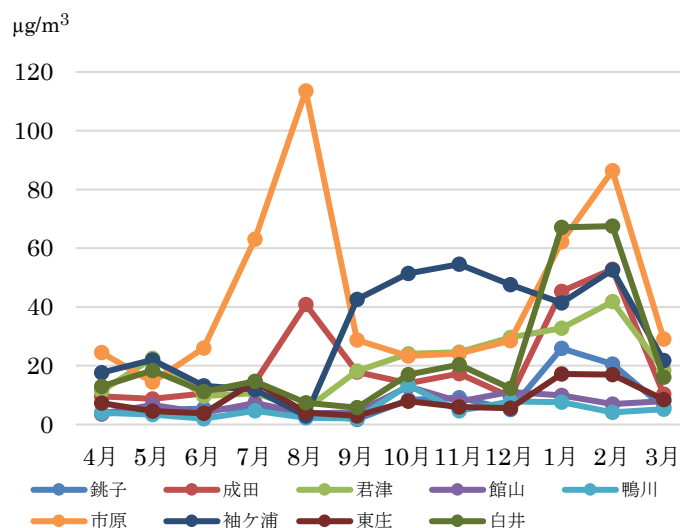


図1 アルカン（炭素数3～11）の月別濃度変化

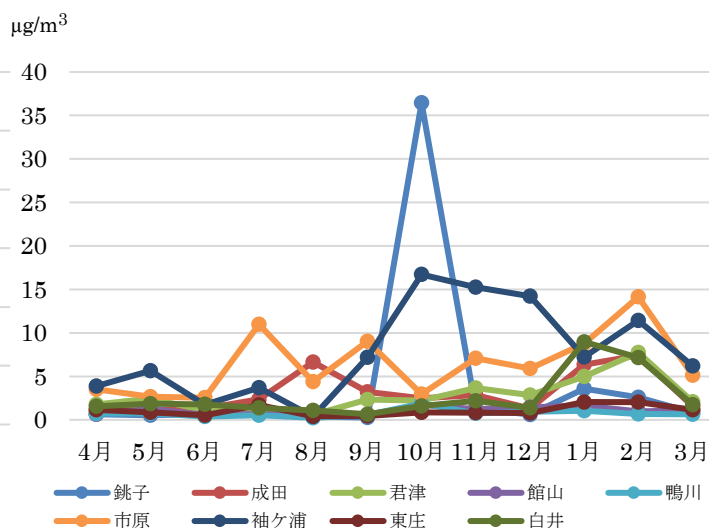


図2 アルケン（炭素数3～6）の月別濃度変化

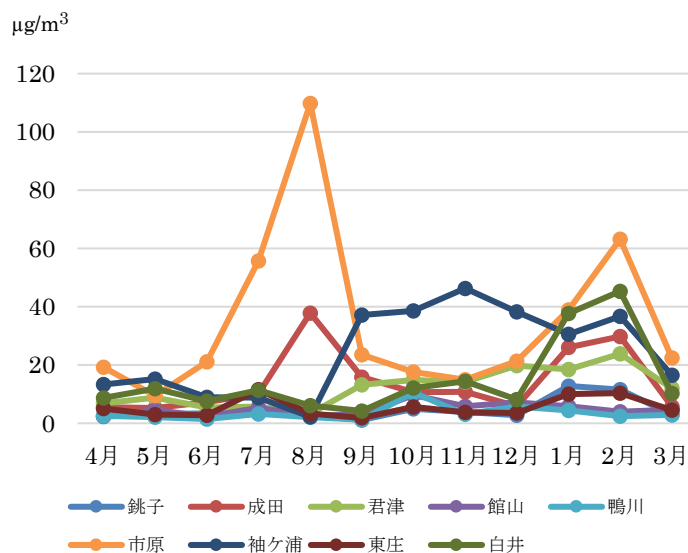


図3 アルカン（炭素数4～8）の月別濃度変化

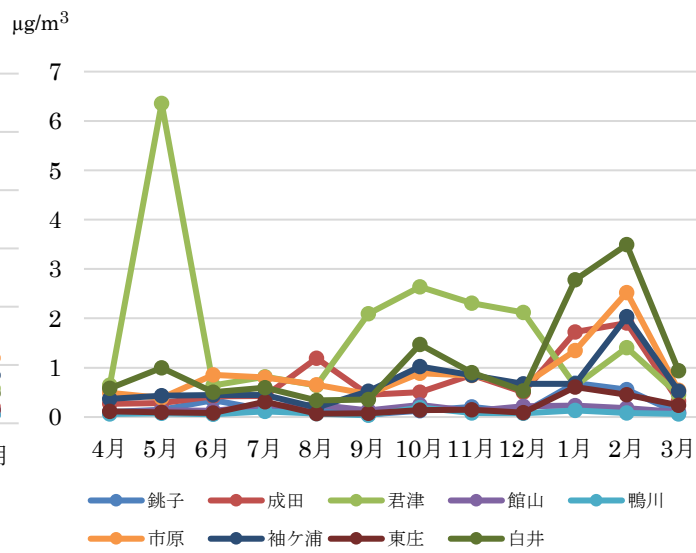


図4 アルカン（炭素数9～11）の月別濃度変化

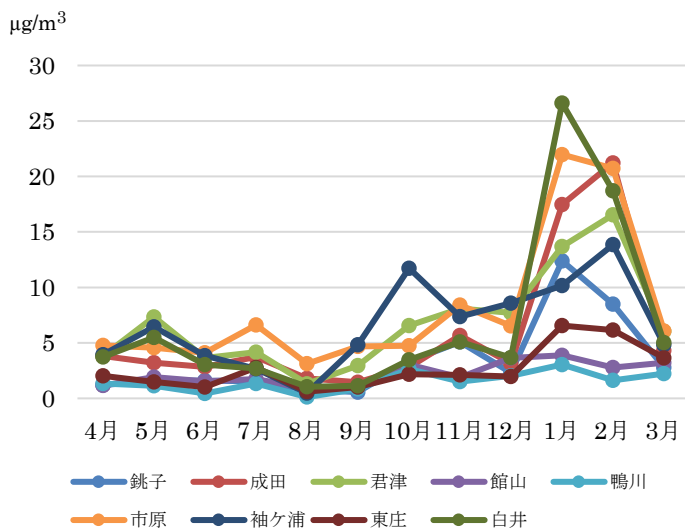


図5 プロパン（炭素数3のアルカン）の月別濃度変化

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月～9月に濃度が上昇しており、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依存性であることから、日射が強く温度の高い春から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。ピネンについては、イソプレンと異なり、春夏に濃度が高く、秋冬に濃度が低くなる傾向は見られなかった。

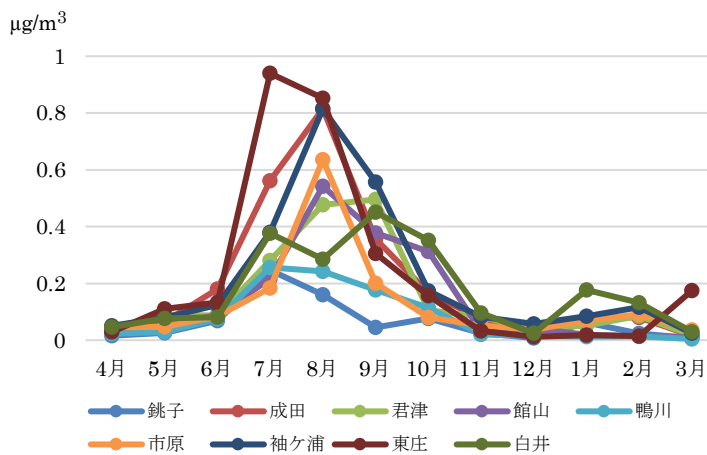


図6 イソプレンの月別濃度変化

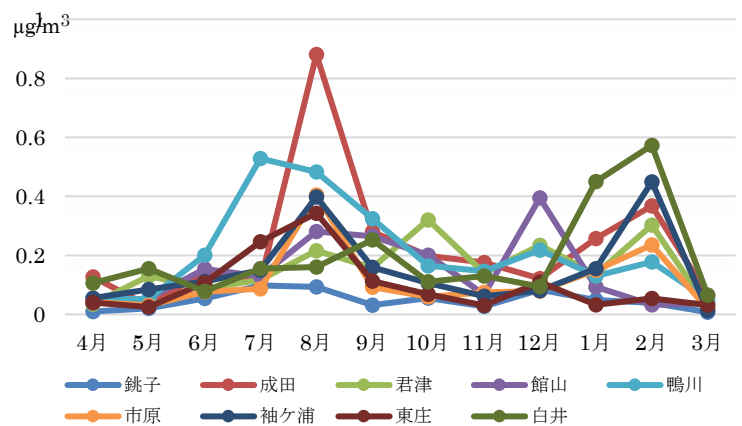


図7 ピネンの月別濃度変化

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月～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や袖ヶ浦では、最大オゾン生成濃度が他地点に比べ高く、次いで鹿島臨海工業地帯に近い銚子で高い結果となった。市原ではアルカン及びアルケンの割合がほぼ同等であり、袖ヶ浦ではアルカンと比較するとアル

ケンの割合が多かった。銚子ではアルケンの割合が大半を占める結果となった。他地点では、脂肪族炭化水素及び芳香族炭化水素の割合が比較的大きいが、アルデヒドも一定程度の濃度で存在し、最大オゾン生成濃度に影響していた。

次に、7月の最大オゾン生成濃度を図9に示す。市原については、アルカン、アルケン及び芳香族化合物の濃度が高く、最大オゾン生成濃度は月平均と比較して高くなっていた。市原を除く各地点においては、アルデヒドの割合が約半分を占める結果となり、4月～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、7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たものと推察された。

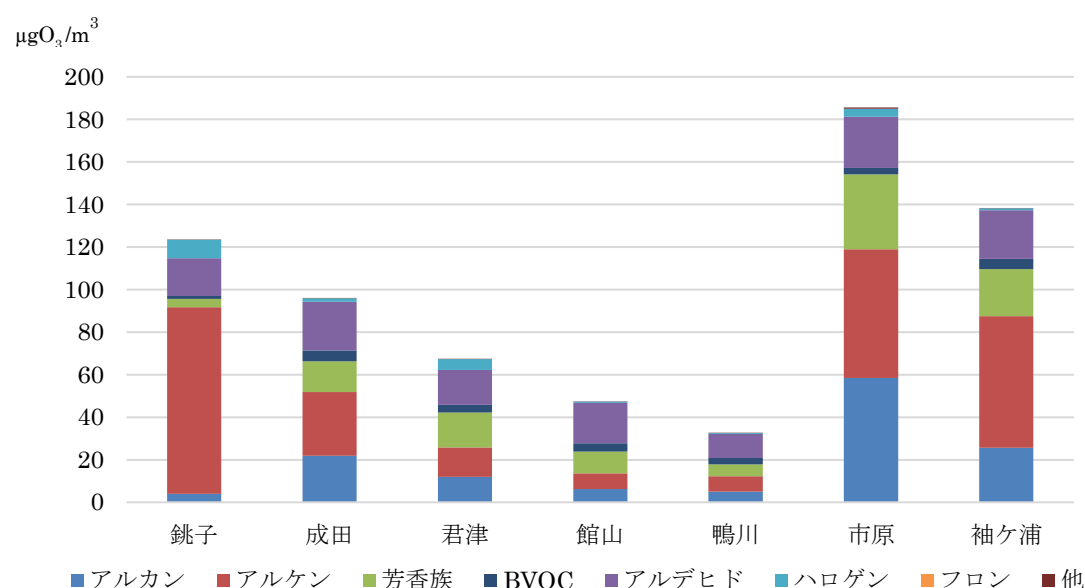


図8 4～10月の地点別最大オゾン生成濃度 (月平均) 注1) 注2)

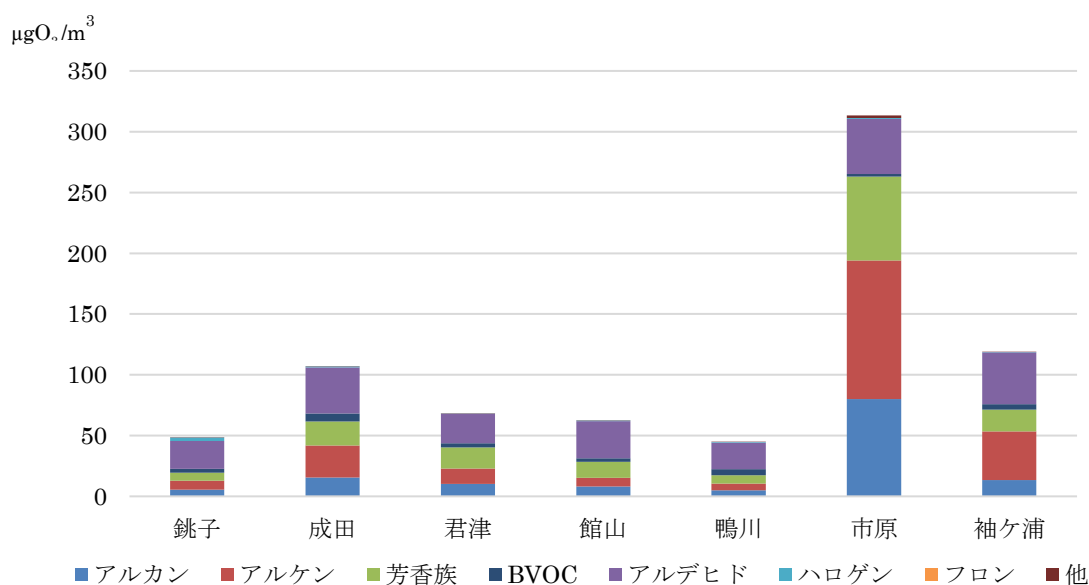


図9 7月の地点別最大オゾン生成濃度 注1) 注2)

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, 堀本泰秀, 根本創紀, 押尾秀, 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第 23 号 (令和 5 年度), 18-20, (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 巻, 1, 19-24 (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).