

川崎市における植物起源揮発性有機化合物の大気環境調査

Atmospheric Concentration of Biogenic Volatile Organic Compounds in Kawasaki City

池田 好美
西村 和彦Yoshimi IKEDA
Kazuhiko NISHIMURA吉川 奈保子
青木 和昭Nahoko YOSHIKAWA
Kazuaki AOKI

要旨

光化学オキシダントの生成に関与する物質と考えられている植物起源揮発性有機化合物のうち、イソプレン、 α -ピネン及び β -ピネンについて、本市の大気濃度の実態を把握することを目的として、2012年度に市内4地点で毎月1回環境調査を実施した。

α -ピネン及び β -ピネンの大気濃度には4倍程度の違いがみられたが、5月を除いて同様な経月推移を示したことから、排出源や環境中での挙動が類似していることが示唆された。一方で、イソプレンはそれとは異なる経月推移であった。さらに、大気濃度の年平均値と最大オゾン生成能から最大オゾン生成濃度を算出し、光化学オキシダントの生成への寄与を評価したところ、植物起源揮発性有機化合物の最大オゾン生成濃度は人為起源であるトルエン及びキシレンと比較して高くはなかった。

キーワード：植物起源揮発性有機化合物、最大オゾン生成能

Key words：Biogenic volatile organic compounds, Maximum incremental reactivity

1 はじめに

大気中の揮発性有機化合物（以下、「VOC」という。）は人の健康への影響が懸念されるだけでなく、光化学反応等による光化学オキシダントの生成、大気中の二次生成粒子の原因物質となるなど、様々な大気汚染の原因物質である。大気中のVOCには、トルエンなど人為起源だけではなく、イソプレンなど植物起源のものもある。

植物起源揮発性有機化合物（以下、「BVOC」という。）は大気中での反応性が高く、光化学オキシダントの生成に関与する重要な物質であると考えられている。しかし、その排出実態は未解明な点が多く、まずは大気濃度を把握することが必要である。

そこで、本調査では、BVOCの大気環境調査を行い、市内の大気濃度の実態を把握することを目的とした。調査結果をもとに、BVOCの年間の濃度変動についてとりまとめ、さらに、大気濃度の年平均値からオゾン生成への寄与を推定した。

2 調査方法

2.1 調査地点

調査地点を図1に示す。一般環境調査地点として中原一般環境大気測定局（以下、「中原測定局」という。）及び多摩一般環境大気測定局（以下、「多摩測定局」という。）、沿道調査地点として池上自動車排出ガス測定局（以下、「池上測定局」という。）、固定発生源周辺調査地点として大師一般環境大気測定局（以下、「大師測定局」という。）の計4地点である。

2.2 調査対象物質

調査対象物質はBVOCのうちイソプレン(C_5H_8)とモノテルペンである α -ピネン($C_{10}H_{16}$)及び β -ピネン($C_{10}H_{16}$)の3成分とした。

2.3 調査期間、試料採取方法及び分析方法

2012年4月～2013年3月に、各調査地点で、毎月1回、2012年度有害大気汚染物質環境モニタリングと同一日に、24時間、ステンレス製キャニスター容器を用いて試料を採取した。分析は、加圧希釈後、試料濃縮導入装置を用いてガスクロマトグラフ質量分析装置（以下、「GC/MS」という。）で行った。

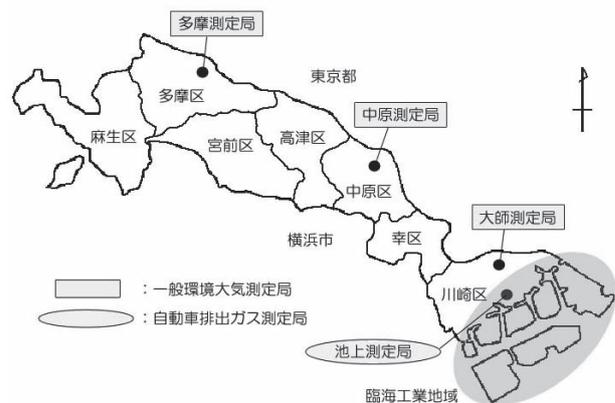


図1 調査地点

3 調査結果及び考察

3.1 BVOCの大气濃度

BVOCの大气濃度の年平均値を表1に示し、経月推移を図2～4に示す。4月～6月はGC/MSのSCAN法で測定を行ったが、 β -ピネンの測定値の多くが検出下限値未満であったため、7月以降は感度の向上のためSIM法で測定を行った。検出下限値未満の測定値は、検出下限値の1/2の値を用いて、年平均値の算出を行った。

表1 BVOCの大气濃度の年平均値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

調査地点	イソプレン	α -ピネン	β -ピネン
池上測定局	0.32	0.63	0.19
大師測定局	0.24	0.44	0.10
中原測定局	0.22	0.45	0.10
多摩測定局	0.50	0.61	0.15

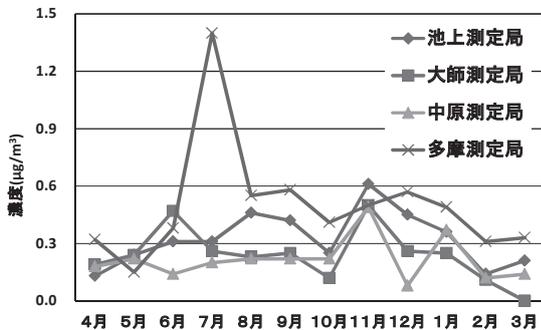


図2 イソプレンの経月推移

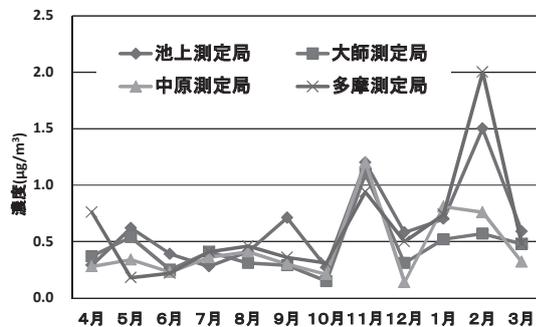


図3 α -ピネンの経月推移

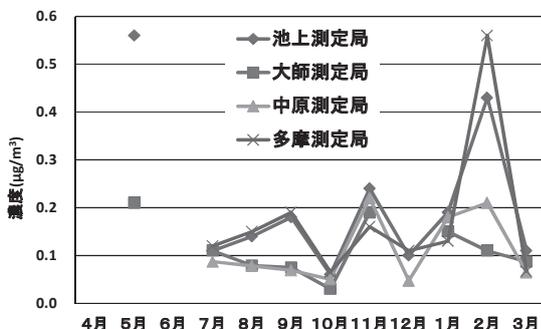


図4 β -ピネンの経月推移

(4、6月の全調査地点、5月の中原測定局及び多摩測定局並びに12月の大師測定局は検出下限値未満のためプロットしていない。)

3.1.1 イソプレン

図2より、調査地点間でやや濃度差がみられた。7月に多摩測定局で、他の調査地点より高濃度であったが、その他の調査地点では、大きな季節変動はみられなかった。

イソプレンは植物からだけでなく、イソプレンゴム及びブチルゴムの原料などとして人為的にも排出されている。PRTR(化学物質排出移動量届出制度)によると、川崎市では、主に臨海工業地域の事業所から大気中へ排出されているが、今回の調査結果からは、その排出の影響は明確にはみられなかった。

表1より、今回の測定結果と環境省が行った2003年度の調査結果¹⁾である $0.088\sim 1.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ と比較すると、7月の多摩測定局でやや環境省調査の最高濃度より高かった。その他の調査地点ではおおよそ環境省で報告されている範囲内であった。

3.1.2 α -ピネン

図3より、2月に調査地点間で濃度差がみられ、池上測定局及び多摩測定局で、他の調査地点より高濃度であった。その他の月では、調査地点間で大きな濃度差がみられず、また、明確な季節変動はみられなかった。

3.1.3 β -ピネン

図4より、5月及び2月に調査地点間で濃度差がみられた。5月は池上測定局及び大師測定局のみ検出され、池上測定局で高濃度であった。2月は α -ピネンと同様に、池上測定局及び多摩測定局で、他の調査地点より高濃度であった。その他の月では調査地点間で大きな濃度差がみられず、明確な季節変動はみられなかった。また、表1より、今回測定したBVOCの中で大气濃度が最も低かった。

3.1.4 大气濃度の比較

表1及び図2～4より、 α -ピネン及び β -ピネンの大气濃度には4倍程度の違いがみられるが、5月を除いて同様な経月推移を示したことから、排出源や環境中での挙動が類似していることが示唆される。一方、イソプレンの経月推移は、それとは異なる傾向であった。

なお、11月は全ての物質で濃度が比較的高く、調査地点間の濃度差が小さかった。常時監視データによると、調査時の風向風速は全調査地点で平均風速が弱い、または、静穏率が高い気象条件であり、さらに、窒素酸化物濃度及び非メタン炭化水素濃度が高く、大気が安定した気象条件であったため、全調査地点で濃度が比較的高かったと考えられる。

3.2 光化学オキシダントの生成への寄与

VOCは物質によって光化学オキシダントの主成分であるオゾンの生成に与える影響が異なることが知られている。そこで、大气濃度の年平均値にオゾン生成能の指標である最大オゾン生成能(Maximum Incremental Reactivity)²⁾(以下、「MIR」という。)を乗じて、最大オゾン生成濃度を算出し、BVOCが光化学オキシダントの

生成にどの程度寄与しているかを比較評価した。比較対象として同時測定した VOC の中から最大オゾン生成濃度が上位であったトルエン及びキシレンを用いた。表2に引用した MIR を、図5に物質ごとの調査地点別最大オゾン生成濃度を示す。

トルエン及びキシレンと比較すると、今回測定した BVOC の最大オゾン生成濃度は高くないことが分かった。保存性試験では BVOC の長期的な保存性がみられたため、測定試料には24時間試料採取で平衡状態になった大気が含まれていると考えられる。一方、BVOC は環境中での反応性が高く、特に、紫外線の照射の影響を受けやすいことが報告されている³⁾。BVOC の大気濃度は、気象条件だけでなく、大気中への放出量と消失速度のバランスが大きく影響すると考えられる。昼間大気中に放出された BVOC が光化学反応により速やかに消失すると仮定すると、今回の24時間の試料採取方法で測定した大気濃度は、消失前のBVOCの放出濃度を把握できていないと考えられる。そのため、24時間採取による BVOC 濃度の年平均値から算出した BVOC の最大オゾン生成濃度だけでは、BVOC の光化学オキシダント生成への寄与を全て評価することはできないと考えられる。

BVOC による光化学反応を詳細に考えるためには、BVOC の放出量と共に、濃度の時間変動や日変動及び日射量との関係などを把握することが必要であると考えられ、今後の検討課題である。

表2 VOC の MIR

物質	MIR
イソプレン	10.61
α-ピネン	4.51
β-ピネン	3.52
トルエン	4.00
m-キシレン及びp-キシレン	7.80 [※]
o-キシレン	7.64

※大気濃度が m-キシレン及び p-キシレンの合算値で得られるため、それぞれの MIR (m-キシレン : 9.75、p-キシレン : 5.84) の平均値を用いた。

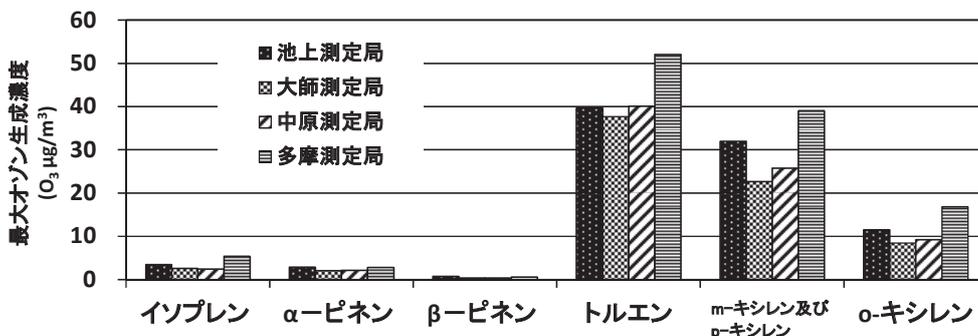


図5 最大オゾン生成濃度

4 まとめ

イソプレン、α-ピネン及びβ-ピネンについて、2012年度に市内4地点で毎月1回環境調査を実施し、本市における大気濃度の実態を把握した。

イソプレンは調査地点間でやや濃度差がみられたが、明解な季節変動はみられなかった。α-ピネンは2月に、β-ピネンは5月及び2月に調査地点間の濃度差がみられた。さらに、α-ピネン及びβ-ピネンの大気濃度には4倍程度の違いがみられるが、5月を除いて同様な経月推移を示したことから、排出源や環境中での挙動が類似していることが示唆された。一方、イソプレンの経月推移は、それとは異なる傾向であった。

大気濃度の年平均値から光化学オキシダントの生成への寄与を評価したところ、イソプレン、α-ピネン及びβ-ピネンの最大オゾン生成濃度は、人為起源であるトルエン及びキシレンと比較すると高くなかった。

文献

- 1) 環境省：平成16年度(2004年度)版化学物質と環境(2005)
- 2) California Environmental Protection Agency : Tables of Maximum Incremental Reactivity (MIR) Values
- 3) 内田悠太、上野広行、石井康一郎、鈴木智絵：首都圏における大気中 VOC 成分のオゾン生成への寄与、東京都環境科学研究所年報、23~32 (2011)