

効果的な対策のための大気中VOC成分の測定

分析研究部 星 純也

1 はじめに

揮発性有機化合物(VOC)とは、「大気中に排出され、又は飛散したときに気体である有機化合物」の総称である。印刷、塗装業をはじめ多くの固定発生源及び自動車から排出されている。VOC のなかには、人の健康に有害影響を及ぼす成分や、光化学オキシダント¹⁾や浮遊粒子状物質の生成原因となる多くの成分が含まれている。そこで、国や東京都では平成 22 年度までに VOC 総量の 30%の削減(平成 12 年度比)を目指して、VOC 対策を開始した。

しかし、VOC は種類が多く、成分によって人への影響度合いも異なっている。対策効果等の把握のためには、大気中の主要 VOC 成分を広く把握していくことが必要であり、当研究所では、その研究に取り組んできた。ここでは、このうち、含酸素 VOC の測定法確立と、環境中の VOC 成分の光化学オキシダント生成等への寄与割合について報告する。

2 含酸素 VOC の測定法

条例に基づく適正管理化学物質の使用量等の報告によれば、イソプロピルアルコール等の含酸素 VOC は、かなりの量が環境中に排出されている(図1)。しかし、有害性が低いと考えられている含酸素 VOC は、これまで環境大気中のモニタリングが行われておらず、その測定法も確立されていなかった。そこで、表に掲げた 11 成分について、従来の大気中 VOC のモニタリングと同時採取・測定を目指し、ステンレスの採取容器(キャニスター)を用いた手法の開発を行った。なお、含酸素 VOC の多くは、実験室で溶媒として使用されていること、比較的水溶性が高いことなどから、①実験室の空気による採取容器の汚染の防止、②採取容器からの目的物質の回収が大きな課題であった。

検討の結果、キャニスターに加湿用に添加する水の管理や大気試料の希釈用窒素ガスの精製に活性炭を活用するなどキャニスターの汚染低減手法を確立できた。また、キャニスター内の含酸素 VOC の回収には、相対湿度を 50%以上に保つことが有効であることを見出した。さらに、

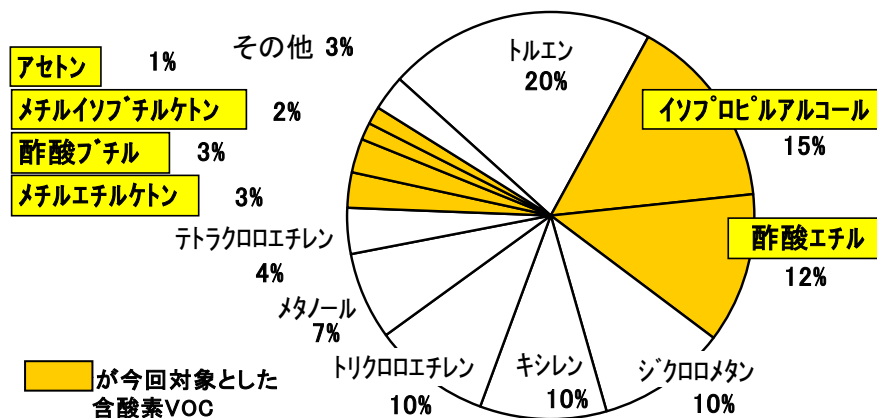


図1 事業者からの VOC 届出排出量割合 (H16 環境確保条例に基づく届出)

各成分のキャニスター内の保存性や測定できる最低濃度（定量下限値）などを検討し、含酸素 VOC の測定法を確立することが出来た。

3 含酸素 VOC を含む VOC 成分のモニタリング結果

含酸素 VOC の測定法を確立し、平成 17 年 6 月から、これらをモニタリング項目に加え、月 1 回、一般環境（荒川区）と道路沿道（大田区）で VOC 測定（101 成分）を行なった。この結果、両地点からは約 90 成分の VOC が検出された。表には、含酸素 VOC 11 成分とその他の主な VOC 成分の年平均値を示した。

一般環境、道路沿道とも、最大濃度を示したのはトルエンであるが、一般環境では、酢酸エチルやイソプロピルアルコール等、含酸素 VOC の濃度も高く、これらは一般環境中の VOC の主要成分であることが明らかになった。また、自動車排出ガス起源と思われるイソペンタンや 1,3-ブタジエンと異なり、道路沿道の方が一般環境よりも濃度が低く、主な発生源は固定発生源と推定された。

表 大気中VOCの年平均値(平成17年度)

	(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	一般環境		道路沿道	
	平均値	(最小値～最大値)	平均値	(最小値～最大値)
含酸素VOC				
酢酸エチル	16	(2.7～89)	5.6	(1.4～21)
メチルエチルケトン	7.7	(1.8～40)	3.5	(0.98～10)
イソプロピルアルコール	14	(1.4～77)	3.6	(1.2～13)
酢酸ブチル	1.4	(0.34～5.4)	0.80	(0.27～2.2)
アセトン	5.6	(1.9～15)	6.2	(1.4～20)
メチルイソブチルケトン	0.90	(0.16～3.8)	0.56	(0.081～1.3)
n-ブチルアルコール	1.4	(<0.04～3.9)	1.0	(<0.04～1.9)
酢酸メチル	0.26	(0.11～0.86)	0.18	(0.10～0.34)
メチル-tert-ブチルエーテル	0.008	(<0.004～0.03)	0.014	(<0.004～0.07)
n-プロピルアルコール	1.4	(0.27～6.4)	0.4	(0.16～0.85)
イソブチルアルコール	1.5	(0.55～3.9)	1.2	(0.28～2.8)
その他の炭化水素等				
ブタン	7.9	(2.7～30)	11	(4.6～29)
イソペンタン	4.3	(1.6～17)	12	(3.7～30)
1,3-ブタジエン	0.23	(<0.005～0.73)	0.56	(0.17～1.0)
ベンゼン	1.6	(0.58～5.7)	3.4	(1.2～6.0)
トルエン	29	(7.3～140)	21	(7.1～50)
m+p-キシレン	10	(1.1～23)	6.6	(1.9～13)
トリクロエチレン	2.9	(0.33～13)	1.3	(0.26～3.4)
ホルムアルデヒド	3.7	(1.4～7.9)	4.0	(1.9～7.3)

注)含酸素VOCは6月～3月(10ヶ月)の平均値

4 VOC 成分の環境影響への寄与割合

先に述べたように VOC は光化学オキシダント生成の原因となり、有害性を有している。そこで VOC 個別成分の影響の度合いの評価を試みた。光化学オキシダントに関しては、各 VOC のオゾン生成能力(係数)をそれぞれの VOC 濃度に掛けて、オゾンの生成量(理論的な最大値)として評価した。図2に各 VOC のオゾン生成量を全体に対する割合で示した。オゾンの生成にはトルエンの他にキシレンやホルムアルデヒドなどが大きな影響を与えていることがわかった。濃度で見た主成分とオゾン生成への影響の大きな成分は異なっており、個々の成分の特性を加味した対策が必要であることがわかる。

各 VOC の有害性評価には、わが国の人の健康保護のために定められた大気濃度を評価値として用いた。国内で評価値がない成分は、世界保健機構(WHO)等の評価値(大気濃度)を用いた。モニタリングで得られた測定値とそれら評価値との比を求め、その比の総計に対する各 VOC

成分の割合を図2に示した。有害性ではホルムアルデヒドが非常に大きなウエイトを占めている。ホルムアルデヒドは都内では固定発生源からの排出は少なく、自動車からの排出や大気中での光化学反応による生成などが考えられる。有害性の面から VOC 対策を考えた場合には、固定発生源以外の対策も推進していく必要がある。

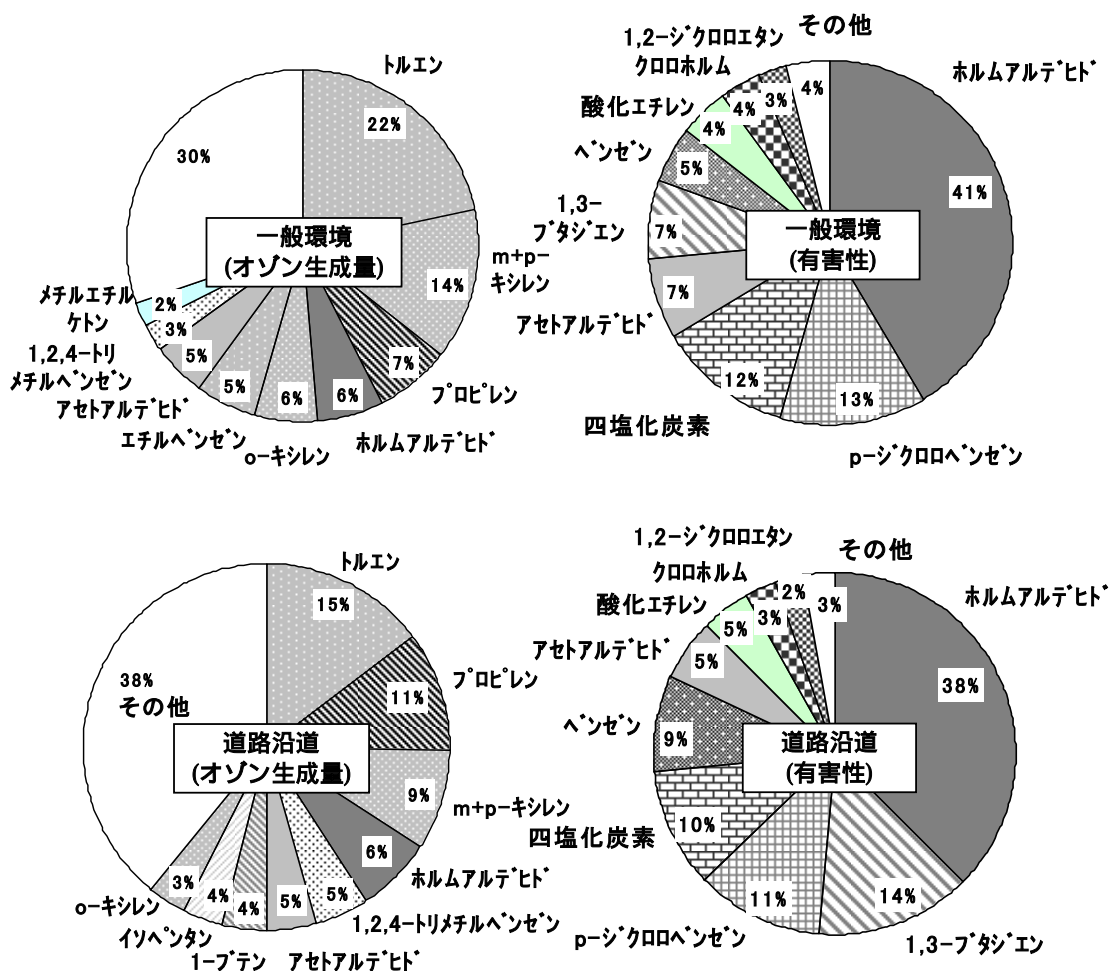


図2 各 VOC 成分の寄与割合

5 VOC 成分のモニタリングの必要性

VOC の環境影響は個別の成分によって大きく異なっており、濃度が高い成分がオゾン生成や有害性で必ずしも大きな影響を与えているとは限らない。オキシダント濃度等の改善のためには、VOC の総量の削減を進めるとともに、オゾン生成能等の大きい VOC 成分について、優先的な削減や、代替品への転換を進めることも重要である。このため、対策効果や環境改善状況の検証・解析に当たっては、トータルでの VOC 測定とともに、VOC の成分別のモニタリングを継続して実施し、各成分の濃度の推移等を把握していくことが必要である。

用語説明

1) 光化学オキシダント

大気中の窒素酸化物と炭化水素が太陽光線を受けて、生成する二次的汚染物質。視程障害や人、植物への影響ある。主成分はオゾン。