

光化学オキシダントの原因物質を探る

揮発性有機化合物の実態

分析研究部 星 純也

1. はじめに

大気中には様々な揮発性有機化合物（VOC）が存在している。これらのVOCの中には人の健康に有害な影響を与える物質、浮遊粒子状物質の生成や地球温暖化、オゾン層の破壊を引き起こす物質、さらに、近年増加傾向にある光化学オキシダントの原因物質が存在する。そこで、当研究所ではこれまでVOCの個別成分について環境大気調査や発生源調査などを行ってきた。今回はその中から特に光化学オキシダントの低減対策のために行ってきたVOCの個々の成分の実態と発生源からの排出状況について報告するとともに、今後調査検討すべき課題について述べる。

2. 大気中のVOC汚染の実態

(1) 都内のVOC濃度の分布

光化学オキシダントの原因となるVOCとしては炭化水素類やアルデヒド類が知られている。これらのうちの約50物質について成分別に大気中の濃度を測定した。図1に平成15年夏期に都内5地点で行った調査結果を示した。測定したVOCの総濃度で住工混在地域の大田でやや高く、多摩地域の福生で低い傾向が見られるものの大きな差は見られなかった。また、その組成も各地点でほぼ一定であり、飽和炭化水素類と芳香族炭化水素類の割合が高い結果となった。

(2) オゾン生成能から見たVOC成分

VOCの各成分は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、大気中各VOC濃度にオゾン生成能の指標（MIR値）を乗じて重み付けを行った。その結果、図2に示すように濃度実態に比べ不飽和炭化水素類の割合が非常に大きくなり、環境濃度の組成と異なっている事が明らかになった。また、オゾン生成能の3割を占める芳香族炭化水素のうちの約

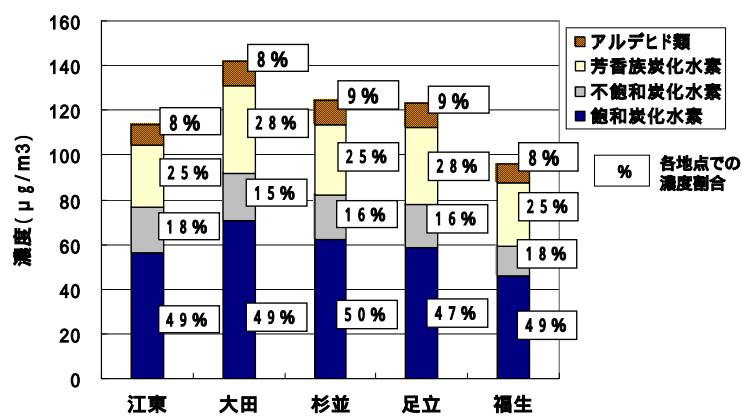


図1 都内5ヶ所のVOC測定結果

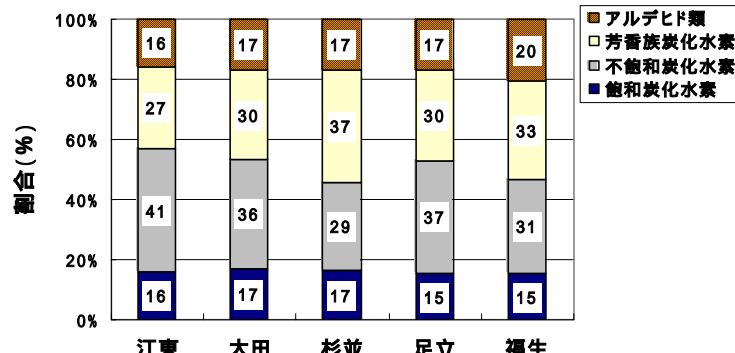


図2 オゾン生成能で見た都内の炭化水素濃度割合

半分はトルエンであり、いずれの地点でもトルエンの割合が高い傾向が見られている。MIR値で重み付けすることにより、光化学オキシダント対策には不飽和炭化水素類やトルエンの削減が重要であることが示された。

3. VOCの発生源

(1) 移動発生源からの排出

当研究所ではシャシダイナモーメータを用いた台上試験や自動車専用トンネルを利用して自動車からのVOCの排出実態調査を行ってきた。図4にシャシダイナモーメータを用いて測定した排出係数をMIR値で重み付けしたオゾン生成係数を示した。この結果、ディーゼル車から排出されるVOCのオゾン生成係数はガソリン車の約20倍になることが明らかになった。また、その組成もオゾン生成能が大きい不飽和炭化水素類、アルデヒド類が多く、個別の成分ではホルムアルデヒドや1-ブテン、1,3-ブタジエンの排出係数が大きくなっている。このように、移動発生源対策としては特にディーゼル車対策が重要であることが示された。平成15年10月から開始された東京都のディーゼル規制の結果、ディーゼル車の多くには酸化触媒が装着してきた。当研究所の調査によると酸化触媒は自動車排出ガス中のVOCを効率良く除去できることが明らかになっている。今後、触媒効果を上げる低硫黄軽油も供給されていくことから環境中の自動車由来のVOC成分の濃度低下が期待でき、その効果の把握に努める予定である。

(2) 固定発生源からの排出の推定

固定発生源からのVOC排出量は、発生源や排出形態が多岐にわたり、個々の事業所からの排出実態は十分に把握されていない。そこで、当研究所では平成15年度から一般環境と道路沿道で年間を通じたモニタリングを行い、その結果からVOC各成分の発生源について検討を行った。表1に主な成分のモニタリング結果を示した。いずれの成分も自動車の影響が強いと考えられる道路沿道では一般環境より高い濃度を示し、総濃度では道路沿道は一般環境の約1.7倍であった。しかし、大部分が自動車由来であると推計されているベンゼンに対し

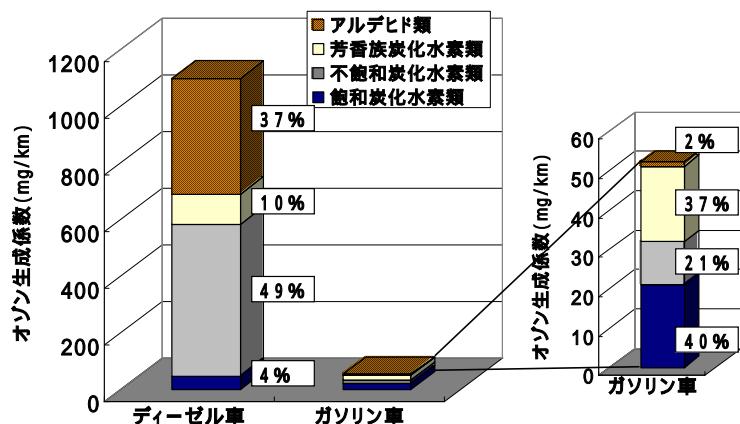


図3 自動車から排出されるVOCのオゾン生成能

表1 道路沿道と一般環境のVOC濃度とベンゼン比

	濃度(μg/m ³)		ベンゼン比	
	一般環境 (n=12)	道路沿道 (n=12)	一般環境 (n=12)	道路沿道 (n=12)
飽和炭化水素類				
イソブタン	7.1	9.6	<u>2.9</u>	<u>2.0</u>
ブタン	13	18	<u>5.3</u>	<u>3.7</u>
イソペンタン	7.2	14	3.0	2.9
ペンタン	4.6	7.4	1.8	1.5
不飽和炭化水素類				
1-ブテン	2.3	5.1	0.94	1.1
1,3-ブタジエン	0.32	0.86	0.12	0.19
芳香族炭化水素類				
トルエン	21	29	<u>8.5</u>	<u>6.4</u>
エチルベンゼン	4.1	5.7	<u>1.7</u>	<u>1.2</u>
1,3,5-トリメチルベンゼン	0.71	1.5	0.30	0.33

て個々の成分の濃度を比で現すと、道路沿道と一般環境でほぼ同程度になる成分とその比がかなり異なる成分が見られた。イソペンタンや1-ブテンなどは道路沿道、一般環境のベンゼン比が類似しており、自動車から排出されたものが一般環境濃度に影響を与えていとと考えられる。一方、P R T R データから固定発生源の排出が多いと推計されているトルエンやエチルベンゼンのベンゼン比は一般環境のほうが道路沿道に比べ高く、一般環境濃度に固定発生源からの排出の影響があることが示唆された。この手法を活用することで、ブタンやイソブタンのようにP R T R の対象外である成分についても、固定発生源からの排出の影響の程度を推定することができると考えられる。今後はこうした手法を用いて、モニタリング結果を固定発生源に対する効率的指導と施策の評価に活用できないか検討を加えたい。

4.まとめ

当研究所のこれまでの調査から、光化学オキシダント対策には大気中濃度の高い飽和炭化水素類よりも、オゾン生成能の大きい不飽和炭化水素類や芳香族炭化水素類の排出抑制が重要であることが明らかになった。また、ディーゼル車からもこれらの成分が多く排出されており、規制の効果の検証が必要であることが示された。固定発生源については排出の実態は明らかになっていないが、モニタリングデータを活用して環境濃度への寄与を推定できることがわかった。

光化学オキシダントの低減に向けて、今後は固定発生源からの個別のV O C の排出量把握を進めていくとともに、大気中で未把握のV O C 成分が光化学オキシダントに与える影響を調査し、その対策を推進していく必要がある。

用語説明

M I R (Maximum Incremental Reactivity) 値

光化学オキシダントの主成分であるオゾンの生成能力の指標の一つ。米国カリフォルニアE P Aで公表されている値で、各V O C の単位変化量当たりの最大オゾン変化量を示す。

シャシダイナモーティ

自動車を路上と同じ状態で走行させることができる室内排出ガス試験装置。試験車を室内に設置されたローラに乗せて固定し、運転を行い排出ガスの測定を行う。

P R T R (Pollutant Release and Transfer Register) 制度

平成13年度から始まった化学物質排出移動届出制度。人や生態系に有害影響もしくはオゾン層を破壊する化学物質354種を対象とし、一定規模以上の事業所に使用している化学物質の移動、廃棄、放出量の届出を義務付けている。また、移動発生源と届出対象外の排出については国が推計を行う。