

[自主研究]

# 揮発性メチルシロキサンの大気汚染実態の把握

堀井勇一 蓑毛康太郎 大塚宜寿 茂木守 竹峰秀祐 野尻喜好

## 1 背景と目的

環状メチルシロキサン(CMS)は、シリコン工業における主要化学物質であり、シリコンポリマーの製造原料や日用品の溶剤等に使用される高生産量化学物質である。最近の調査・研究では、一部のCMS(4~6量体)について環境残留性や生物蓄積性が指摘されており、欧米ではこれらについて詳細なリスク評価が進められている。しかし国内では、CMSの環境中への排出量や濃度分布に関する情報は極めて少ない<sup>1)</sup>。CMSは高揮発性を有することから、製品等の使用過程において、大部分は大気中へ移行すると推測される。よって、CMSの環境動態解析やリスク評価のためには、主な排出先である大気についてのデータ収集が不可欠である。本研究では、CMS及びその類縁物質について埼玉県内における大気中濃度分布を把握するため、CMS及び鎖状メチルシロキサン(LMS)について大気試料の分析法を確立し、この分析法を用いて、大気常時監視局における季節毎の調査及び環境科学国際センターにおける通年連続観測を実施した。

## 2 試料と方法

CMSの3~9量体(それぞれD3~D9とする)及びLMSの3~15量体(L3~L15)を分析対象とした(総じてシロキサン類とする)。大気常時監視測定局の9地点において、2016年7月~2017年10月の期間で季節毎(計6回)に、それぞれ1週間サンプリングを実施した。また、並行して通年連続の1週間サンプリング(n=68)を実施した。サンプリングには、捕集材として固相カートリッジ(Sep-Pak plus PS-2, Waters社)を使用し、柴田科学社製ミニポンプを用いて、定流量(0.2L/min、20℃、1気圧)で吸引した。固相カートリッジに捕集した対象物質を1.5mLのヘキサンで溶出し、これをGC/MS分析に供試した。

## 3 結果と考察

### 3.1 全県調査

全9地点におけるシロキサン類の季節毎の平均濃度は、291~503ng/m<sup>3</sup>の範囲あり、その大部分をCMSが占めた。化合物別の濃度は、概してD5>D4>D3>D6の順であったが、地域により濃度組成に特徴が見られた。具体的には、人口密度の高い県南部ではD5濃度及び全体に占めるD5濃度割合が高く、県北西部で共に低い傾向が確認された(図1)。これは、主にD5がパーソナルケア製品の溶剤として使用されることが要因と示唆された。一方で、D4については、東秩父局を除く県北西部で高い傾向にあり、異なる発生源の存在や大気中半減期の違いによるものと推察された。大部分の試料につい

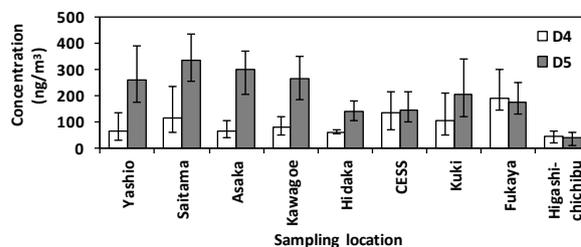


図1 常監局におけるシロキサン類濃度(平均、最大・最小)

て、比較的高質量であるL9以上のLMSは不検出であった。バックグラウンド地点(東秩父局)を除くD5の平均濃度(230ng/m<sup>3</sup>)は、既報の都市大気の観測値と比較して若干高値であった<sup>2)</sup>。バックグラウンド地点の濃度(37ng/m<sup>3</sup>)は、平均値の1/6程度と低値であった。

### 3.2 通年連続観測

通年連続観測におけるシロキサン類濃度は、109~985ng/m<sup>3</sup>(平均:406ng/m<sup>3</sup>)の範囲であり、秋季から冬季にかけて上昇する傾向が観測された。特にD4の濃度変化は15~443ng/m<sup>3</sup>と大きく、濃度上昇に伴いD4/D5濃度比が高くなる特徴がみられた。

濃度上昇の要因を解明するため、追加で4時間毎のサンプリングを5日間連続で実施し、シロキサン類濃度の日内変動を調査した。その結果、主風向が北西を示す時間帯にD4の急激な濃度上昇が観測された。これらの状況から、D4濃度の上昇は、北西方向からの移流による影響と推察された。これは、全県調査の県北西部でD4濃度が高値を示した観測結果を支持するものであった。

さらに、これらの大気測定データに非負値行列因子分解法を適用したところ、2つの因子により大気中シロキサン類濃度がほぼ説明可能であることを見出した。各因子は、生活環境からの排出(パーソナルケア製品由来)と北西方向からの移流の影響を示しているものと推察された。

## 4 まとめ

本研究において、大気中シロキサン類の簡便な分析法を確立し、環境調査に適用することで、国内におけるシロキサン類濃度レベルを初めて明らかにした。今後、当該研究をきっかけに、環境データの拡充や研究分野の促進が期待される。

## 文献

- 1) Horii *et al.* (2017) *Science of the Total Environment*, **586**, 56-65.
- 2) UK Environment Agency (2009) Environmental risk assessment report: Decamethylcyclopentasiloxane.