

論文題名『大気中揮発性メチルシロキサン類分析法の開発と環境モニタリングへの適用』

「分析化学」第67巻第6号313-322ページ

著者名：堀井勇一¹・蓑毛康太郎¹・大塚宜寿¹・茂木 守¹・竹峰秀祐¹・山下信義²（¹埼玉県環境科学国際センター，²国立研究開発法人産業技術総合研究所）

2018年「分析化学」論文賞として、上記の論文が選定されましたので、お知らせいたします。

【選定理由】ならびに「論文概要」

揮発性メチルシロキサン（volatile methylsiloxanes, VMS）の環状体は、シリコーンポリマーの中間原料として、また化粧品等の日用品の添加剤として広範囲に使用されるシリコーン工業の中核を担う化学物質である。しかしながら、環状体の4~6量体（それぞれD4, D5, D6）については、難分解性や生物蓄積性を有するとの報告もあることから、各国で優先的に化学物質リスク評価が実施された。現在欧州では、REACH（Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals）規制に関連してD4及びD5の製品への使用制限が進められている。また、これら環状体は2018年6月に高懸念物質リストに追加されたことから、関連する材料や製品についても含有量の評価が必要となる可能性が高い。国内では、2018年4月にD4及びD6の2物質が化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律の監視化学物質に登録された。このように、環状メチルシロキサンに関する化学物質管理体制は、各国で強化される傾向にあり、著者らの報告した分析法開発ならびに大気モニタリングへの適用は、国内外の化学物質管理動向に即した非常にタイムリーな研究課題と言える。既に欧米では、国レベルの環境調査が実施されているにもかかわらず、国内での調査事例は限られる状況にあり、国内大気中の濃度レベルの情報はVMSの環境中存在実態を把握する上で有意義である。

本論文では、環状及び直鎖状の揮発性VMSの大気中濃度を測定するため、そのサンプリング法、使用機材のヘキサン溶出試験、試料処理法、ガスクロマトグラフ/質量分析計（GC/MS）の分析条件を詳細に検討した。サンプリングは、固相カートリッジとミニポンプを用いる簡便な方法を確立した。GC/MS分析は、プレスフィット型インレットライナーを用いることで、特に高揮発性を有する環状メチルシロキサンの3量体（D3）

についてピーク形状を改善し、高感度化を達成した。また、本論文では、分析法の高感度化にあたり、使用機材選定のためのブランク試験、対象化学物質の安定性試験を詳細に検討しており、試料汚染の影響を容易に受けやすいVMSを低濃度まで高精度で測定可能な条件を見いだした。さらに、確立した分析法を用いて埼玉県加須市におけるVMSの通年観測を実施し、その大気中濃度分布を国内で初めて明らかにした。そのVMS総濃度の年平均値は 332 ng m^{-3} 、濃度範囲は $63 \sim 1150 \text{ ng m}^{-3}$ と、諸外国の環境大気濃度の範囲内であることが示された。これら通年観測から得られた濃度変動は季節的な気象変化に依存するものではなく、対象化合物中で最も濃度の高いオクタメチルシクロテトラシロキサン（D4）の日間濃度変動が大きく寄与していた。論文の最後では、VMSについて個別化学物質の製造・使用量の情報はなく、関連事業所からの排出量推計及び周辺環境への影響評価が今後の課題と指摘している。

本論文で提示されたブランク管理の知見は、大気試料だけでなく、水質、底質、生物等の多様な媒体の分析において共通する部分が多く存在することから、今後の国レベルの環境モニタリングに際して必須となる公定法となりうる分析法開発に活用されることが大いに期待される。シリコーン工業は日本を代表する産業の一つである。本論文で指摘しているように、関連する化学物質の環境影響評価は、持続可能な開発目標の観点からも今後の重要課題と言える。本論文で示された大気分析法は簡便かつ応用性が高く、一般大気のモニタリングに十分な感度をもつことから、シリコーン製造工場の自主測定等への適用も可能であり、本論文で提唱したVMS分析法が有用なモニタリング方法として波及していくことが期待される。

委員会では慎重に審議・検討し、上記の理由により、本論文を2018年「分析化学」論文賞受賞論文に値すると認め、選定した。

〔「分析化学」論文賞選考委員会〕