

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	室内浮遊粒子へのSVOC吸着挙動解析と空気中からヒトへの曝露評価に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	近藤恒佑
Author(English)	Kousuke Kondou
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12431号, 授与年月日:2023年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:鍵直樹,横山裕,湯浅和博,浅輪貴史,大風翼
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12431号, Conferred date:2023/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	近藤 恒佑	
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	鍵 直樹	教授	審査員	大風 翼	准教授
	審査員	横山 裕	教授			
		湯浅 和博	准教授			
浅輪 貴史		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本研究は「室内浮遊粒子への SVOC 吸着挙動解析と空気中からヒトへの曝露評価に関する研究」と題し、以下の 6 章で構成されている。

第 1 章「序論」では、空気中の準揮発性有機化合物 (SVOC) に関して未解明な点の多い浮遊粒子への吸着挙動を解明することの必要性を示すとともに、本研究の目的として、SVOC の室内空気中における挙動解析及びヒトへの曝露挙動について DEHP (di(2-ethylhexyl)phthalate) を対象に実験的に評価することを述べている。

第 2 章「浮遊粒子への SVOC 吸着モデルのレビューと吸着挙動実験系の構築」では、室内空気中の SVOC に関する既往研究をまとめ、特に空気中浮遊粒子への SVOC 吸着挙動モデルを整理している。また、試験粒子を浮遊させた模擬浮遊粒子表面への DEHP 吸着挙動を検討するための実験系を構築し、その性能評価として浮遊粒子を安定して発生できること、DEHP ガスと粒子態が定量可能なことを示している。

第 3 章「浮遊粒子への SVOC 吸着挙動実験」では、浮遊粒子への DEHP 吸着実験により、室内環境における幾つかのパラメータ (空気温度、浮遊粒子濃度、浮遊粒子の表面特性および滞留時間) に着目し、その違いが浮遊粒子への DEHP 吸着挙動に及ぼす影響を検討している。この検討過程において、浮遊粒子の表面積濃度と DEHP 粒子態濃度の間に高い相関が得られ、吸着量推定には対象粒子の比表面積が重要となることを示している。また、空間のガス濃度上昇に伴う粒子態割合の挙動を考慮し、既報モデルである Junge 式を修正している。さらに修正式による推定値と実験値とを比較し、粒子態割合がより正確に評価できる可能性を示し、浮遊粒子への SVOC 吸着予測モデルを提案している。

第 4 章「人体表面への浮遊粒子沈着挙動に関する基礎的検討」では、浮遊粒子の人体への沈着挙動を実験により検討するため、疑似的な人体としてサーマルマネキンを、粒子を沈着させる対象面としてシリコンウエハを使用し、ウエハへの沈着粒子数を評価可能な実験系を構築している。結果として、サーマルマネキンに発熱を与えることで、マネキンと浮遊粒子周囲の空気との間の温度差によって熱泳動力が作用し、沈着速度は減少することを確認している。また、本実験で曝露させた 0.01~1 μm の粒径分布の範囲においては、部位ごとの沈着速度に大きな違いは認められていない。一方、重力沈降がより強く作用する粗大粒径側では部位ごとの差が顕著に見られ、既往の人体表面への粒子沈着モデルによる沈着速度の理論値と実験値は、値のオーダーや傾向がおおむね一致し、モデルの妥当性を確認している。

第 5 章「空気中からヒトへの SVOC 曝露評価」では、本研究で構築している浮遊粒子への SVOC 吸着予測モデルと人体表面への粒子沈着モデルを用いて、曝露モデルに基づく空気中からの SVOC 曝露評価を行っている。基準に設定した条件では、温度が上昇することで DEHP ガス濃度が上昇し、それに伴ってガスの曝露量が大幅に増加するものの、粒子態濃度は温度影響が少ないため曝露量にも大きな違いはなく、経皮曝露量に熱泳動の影響がわずかに反映されたことを確認している。ガス濃度だけを変更した場合には粒子態濃度も影響を受け、DEHP ガス濃度が高いほど各態・各経路の曝露量が増加することを示している。SVOC の種類を、DBP (dibutyl phthalate)、DEP (diethyl phthalate) と変更して曝露量を比較検討した結果、両物質とも多くがガスで気中に存在し、空気中からの総曝露量のうち、DBP では 99 %、DEP では 100 % がガスに起因し、それぞれ 79% が経皮曝露によるものであることを示している。室内環境制御による空気中からの SVOC 曝露量の抑制検討として、粒子態を除去するだけでも空気中からの DEHP の曝露量が大幅に低減されることを定量的に明らかにしている。

第 6 章「結論」では、浮遊粒子表面への SVOC 吸着挙動及び曝露モデルの構築を行うことで各経路からの曝露量について得られた成果を統括し、今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文では実験的に SVOC の粒子態の挙動及び空気中からの SVOC 曝露量の評価を行い、環境要因がガスまたは粒子態・経路による曝露量に及ぼす影響を曝露モデルにより示すとともに、粒子態除去によるその低減効果を定量的に示した点について、工学及び工業の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。