

論文内容の要旨

論文題目 人体周辺微気象解析による呼吸空気質評価手法の開発

氏名 林立也

本研究は、人体が吸入する空気質（呼吸空気質）を合理的に評価する手法を開発し、効率よく良好な呼吸空気質の確保を図る換気・空調方式や室内空気環境設計手法を提案することを目的としている。

従来、室内の空気質は、完全混合の概念を前提として、主に室内の換気回数と汚染発生量の2つのパラメーターにより評価されてきた。しかし、実際の空気質は、この2つのパラメーターの他、室の空調方式（吹出方法、吹出口位置、吸込口位置等）、汚染質発生源位置、熱負荷位置、窓位置、換気方式など多くの要素に左右され、通常、室内で大きく分布している。空気質分布に大きな影響を与える室内の換気性状に関しても、新鮮な空気が速やかに供給される場所やされない場所、また汚染質が速やかに排出される場所や、排出されずに空気が淀んでいる場所が存在する。本研究ではこれら室内の汚染質濃度分布を形成する要素を構造的に考慮する室内の空気質性状の検討を行っている。

人体は自らの生理発熱により周辺に熱上昇流を作り出しており、実際に人体が吸入する空気はこの熱上昇流の影響を大きく受ける。人体は主にこの上昇流を吸入しており、必ずしも呼吸高さの空気を吸入している訳ではない。人体の呼吸空気質を合理的に評価するためには、室内の汚染質濃度分布の検討と合わせて、この人体周辺の上昇気流の影響を評価することが重要となる。そ

のため本研究では、実際の人体形状や熱発生を再現する人体モデルを用いて、その呼吸による吸入空気を直接評価すると共に、この空気質を評価する指標を提案している。

本論文は以下の四編により構成される。

序編は、まず序論として本論文の背景と目的、研究の構成が述べられる。

第一編では、人体周辺の微気象を実験手法と数値シミュレーション手法により解析すると共に、シミュレーション手法の検証を行っている。実験的検討では発熱するサーマルマネキンを用い、人体モデル近傍の流れの可視化、周辺の温度、風速測定、人体モデル表面における対流熱伝達の測定、さらには PIV 風速計を用いて呼吸域の流れ性状を詳細に解析している。CFD (Computational Fluid Dynamics) 手法を用いた数値シミュレーションでは実験と対応した発熱する人体モデルを室内流れ場に組み込んで解析を行い、実験結果と良い対応を得ている。

第二編では、第一編で精度を検証した人体周辺微気象シミュレーションを用いて、呼吸空気質評価手法の開発を行っている。解析では①汚染源位置（人体との関係による相対位置）と②室内の流れ場（空調方式などによるマクロな流れと人体周辺の微気象の関係）の2点を配慮している。

①に関しては、汚染源位置と人体の相対関係により、ある汚染源から発生した汚染質が人体にどの程度の割合で吸引されているかを示す数値指標を開発している。この指標を実際の室内モデルで詳細に解析し、その有用性を検証している。②の室内流れ場に関しては、人体が室内の各場所の空気をどの程度吸い込んでいるかを示す指標、すなわち、室内各点における人体の吸入空気の割合（組成率）を示す指標を開発し、同じく室内モデルで詳細な解析を行い、その有用性を検証している。上記の2つの指標人体の汚染質吸入量を室内の換気性状との関係を考慮して構造的に解析することを可能とするものであり、極めて独創性の高い指標である。本編には、この応用として人体周辺の代表的汚染質である環境中煙草煙（ETS）が受動喫煙者にあたえる影響についても定量的に評価している。

第三編では、第二編で開発した2つの指標を用いて、室内の揮発性有機化合物による室内空気汚染の問題に関して具体的な解析を行っている。本編は3章構成となっている。第一章では、静穏室内において、人体が室内の壁面から発生した汚染質をどの程度吸引しているかを検討している。人体の呼吸空気質は人体周辺の熱上昇流の影響を大きく受けており、特に床面からの汚染発生の影響を強く受ける性状が定量的に解明されている。この結果は、建材等の選択による室内の空気質保全対策の基礎的なデータを提供するものとなっている。第二章では、人体姿勢の違いに応じた呼吸空気質の変化に関して検討を行い、様々な状況の人体の吸入空気性状を解明している。呼吸空気質はどの姿勢においても人体の熱上昇流の影響を大きく受けることが明らかにされ

ている。第三章では、冬季の隙間換気される室内を対象として、人体の汚染質吸入性状を検討している。

第四編では、全体の総括を行うと共に、今後の課題について述べている。