

室内空気質分布予測に関する数値解析手法の開発と応用

正会員 伊藤 一 秀 君

室内空気質は、健康な居住環境形成の点で重要であり、これまで多くの研究がなされてきた。かつては開放型燃焼器具や喫煙による空気汚染が問題であったが、近年は、建築の高気密化に伴う揮発性有機化合物などによるシックハウス問題、さらに花粉などのアレルゲンや微生物による空気汚染などの健康影響の問題が出現し、これを解決するには、既存の学問領域を超えた総合的な視点での研究を必要とし、解決を遅らせてきたといえる。

このような背景のもと、本研究は、工学と公衆衛生・疫学を融合する新しい学術領域の創出を目指し、汚染物質の発生から移流、拡散の過程を経て呼吸域に至る人体暴露経路を高い精度で予測する濃度分布の数値解析手法の確立を試みたものである。研究成果は、CFD解析モデルの検証および換気効率指標の開発、建材からの汚染質発生過程の予測とCFD解析との統合、境界条件を測定する実験法の開発と境界条件整備、室内での微生物増殖予測法の開発、人体・CFD・疫学モデルの広領域統合解析手法の開発の5つからなる。

建材からの汚染物質発生過程に関する研究では、室内の不揮発性有機化合物の移流、拡散、吸脱着、化学反応、さらには建材内拡散と熱・水分移動などを連成した総合的な解析手法を開発し、実験による検証を行った。境界条件に関する研究では、建材からの化学物質の放散・吸着速度、飽和吸着量を測定評価する境界層型実験チャンバーによる実験法を提案し、測定データを蓄積した。このデータは数値解析モデルの境界条件になるとともに、建材ラベリングの基礎データともなる。この実験法の考え方は、JIS、ISOの各種規格にも採用された。微生物増殖に関する研究は、真菌孢子輸送と壁面沈着予測に加え、建材表面での増殖と代謝に伴う化学物質放散を、反応-拡散系モデルを用いて総合的に予測する手法を開発した。活性真菌と不活性真菌に分類したモデルにより建材表面での真菌増殖を定量評価可能とした。広領域統合解析手法に関する研究では、人体形状を詳細に再現した数値人体モデルを開発し、これとCFD解析技術をもとに、感染性バイオゾルの室内環境中での輸送と経気道暴露量を定量的に評価するための濃度分布予測法を検討した。室内空間、人体周辺、鼻腔から気管支までの3つの領域を多段階ネスティング手法により空間の非定常濃度分布、呼吸域濃度、気管支内の沈着確率、不均一沈着量分布が予測可能であることを示した。

以上、本研究は、建築室内スケールから人体スケール、さらには人体内気道スケールまでを総合して、汚染物質の非定常濃度分布を推定し人体への影響を定量化できる一連の精緻な予測モデルを構築した点に独創性があり、論文の優秀性が認められる。居住者の健康を守る技術の進歩に対して、新たな展開の契機となり得る成果であると同時に、これまでにない融合領域の学問体系を構築し得る材料を数多く提供している。これらの点から、学術的にも社会的にも大きな貢献をしたと評価される。

よって、ここに日本建築学会賞を贈るものである。