

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	古賀 遼
学位の種類	博士（学術）
学位記番号	環情博甲第 2001 号
学位授与年月日	平成 30 年 3 月 23 日
学位授与の根拠	学位規則（昭和 28 年 4 月 1 日 文部省令第 9 号）第 4 条第 1 項及び 横浜国立大学学位規則第 5 条第 1 項（論博の場合は第 2 項）
学府・専攻名	環境情報学府 環境リスクマネジメント専攻
学位論文題目	住宅設備表面における真菌の資化性に寄与する汚れの実態把握と その汚れの制御に関する研究
論文審査委員	主査 横浜国立大学 教授 益永 茂樹 横浜国立大学 教授 中井 里史 横浜国立大学 准教授 小林 剛 横浜国立大学 教授 大矢 勝 横浜国立大学 客員准教授 竹田 宜人

論文及び審査結果の要旨

古賀遼申請の学位論文は、浴室や洗面化粧台、トイレ、キッチンなど、水回りと呼ばれる住宅設備を対象として、ヒトの入浴や排泄行為に伴い残留する汚れ成分と水を栄養として、材料表面に発生する細菌や真菌などの微生物の増殖の実態を調査し、その抑制方法について研究したものである。論文のなかでは、設備材料表面における栄養となる汚れ成分と微生物の増殖の関係、および汚れ付着機構を解明することで、汚れの材料表面への汚れの付着抑制や除去性を向上させるための材料表面の特性について提案した。論文の概要は以下の通りである。

第 1 章では、室内環境における真菌の存在状態や与える影響、対策技術に関して既往研究をレビューした。水まわりのひとつである浴室内の真菌の実態調査に関しては、十分な既往研究があるが、資化性を左右する実環境中の汚れの存在量に関する情報はほとんど存在しなかった。さらに、真菌の増殖抑制に関する対策技術について、水まわり環境に即した材料表面と汚れの相互作用に関する知見も非常に少ないのが現状であることが明らかとなり、本研究の必要性を確認できた。

第 2 章では、本研究で用いる分析装置及び評価装置の原理、用途について概説した。本研究では水回り環境における様々な物質の固体表面への付着、吸着による外観の変化、および真菌への資化性を議論するために、汚れの付着状態を観察する装置、化学組成を推定、定量する装置、および汚れの量や状態が表面の特性に与える影響を評価する装置をそれぞれ用いた。

第 3 章では、現在国内で一般的な浴室であるユニットバスにおいて、部位ごとの汚れの付着実態を定量的に明らかにし、浴室内で一般的な真菌である *Cladosporium* に対して実際の汚れ濃度レベルでの資化性について検討した。汚れの表面濃度範囲は 57~790 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ であった。また、天井が最も汚れ濃度が低く、排水口壁部が最も高かった。汚れ濃度に対する構成比は、ケラチンタンパクが最も高く（50%）、トリグリセリド（24%）、脂肪酸 Na（15%）の 3 成分で約 90%を占めた。資化性試験の結果から、*Cladosporium* はケラチンタンパクに加えて皮脂成分（トリグリセリド）が存在した際に菌糸体の増殖が顕著になることを見いだした。

第 4 章では、手洗いや洗顔などのヒトの身体の洗浄行為による汚れの蓄積性を簡便に評価可能な樹脂製（FRP）の洗面化粧台ボウルを用いて汚れの蓄積性の検討を行った。家庭で使用されていた洗面化粧台の汚れの構成比は、浴室同様にケラチンタンパクが主成分であったが、汚れ濃度は浴室の最も低い部位よりも低い濃度であった。また、洗面ボウルに FRP ピースを設置したモデル試験により、実際の汚れの蓄積性を評価可能なモデル試験を構築した。モデル試験による 14 日間の汚れの経時的な増加に伴い、光沢度は経時的な低減がみられることから、

光沢度を用いて汚れ濃度を推定する回帰モデルを構築した。さらに、洗面化粧台で手洗いをを行った後の部位ごとの残水率と汚れ濃度には強い正の相関があることから、残水率の低減は汚れの蓄積抑制に有効な可能性が示唆された。

第5章では、表面特性の異なる材料を用いて、材料表面特性と各汚れの蓄積、除去特性についての関係を導き水まわりの汚れ除去性に有効な材料表面を提案した。第4章で構築したモデル試験により汚れ蓄積-除去を3回(3週間分)繰り返した汚れ蓄積除去試験の結果から、未加工のFRPピースに対して、親水、あるいは撥水コートを行ったサンプルは、汚れの蓄積速度を低下させ、かつ、汚れを除去の除去率も向上した。材料表面ごとに汚れの蓄積特性を推定するシグモイドモデル ($r^2 > 0.8$) を各表面でそれぞれ構築した。また、材料特性と汚れ付着との関係を、表面自由エネルギー、付着仕事を用いて解析した。その結果、汚れの主要成分であるタンパク汚れは、2段階の付着機構で汚れが蓄積することが示唆され、初期の付着機構は、材料表面の分散力とタンパク汚れとの付着仕事で説明することができた。汚れの除去性について、タンパク汚れは、汚れ残存率に表面特性、拭取り力依存性がなく、長期蓄積性はないと考えられたが、水垢や金属石鹸は、汚れ残存率に材料表面、拭取り力依存性があり、材料表面と汚れとの化学結合による長期蓄積性が示唆された。本研究で用いた撥水コートのように材料表面の分散力を低下させ、表面の化学結合サイトを低減させることは汚れの除去性の観点から有効な手段と考えられる。

最後に第6章では、第1章から第5章までで得られた主要な知見をまとめて、本論文を総括した。

以上の通り、本研究は、浴室を対象に部位ごとの汚れの付着実態を初めて定量的に明らかにし、汚れの内、ケラチンタンパクと皮脂が一般的な真菌 *Cladosporium* を増殖させることを初めて実証した。さらに、汚れと材料表面の相互作用解析から、材料表面の分散力の制御と表面の化学結合サイトを低減させることが水まわりの汚れの付着抑制、除去性の観点から有効であることを示すなど、新規の知見を提示しており、博士(学術)の学位論文として十分な内容を有すると審査委員全員が一致して認めた。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。