

令和 2 年 6 月 29 日現在

機関番号：32305

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00793

研究課題名（和文）空中カビと室内塵（ダスト）の相関性、および季節変動の解析

研究課題名（英文）Correlation between airborne fungi and indoor dust, and analysis of seasonal variation

研究代表者

村松 芳多子（Muramatsu, Kanako）

高崎健康福祉大学・健康福祉学部・教授

研究者番号：40320709

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：室内塵（ダスト）1gあたり10の4乗個から10の5乗個前後のカビが検出された。多い月では、10の6乗個の検出が確認できた。すべての住宅において検出カビは、Cladosporium、Penicilliumであった。次いでAspergillus属のversicolorとniger、および酵母であった。採取場所による大きな相違はみられず、類似傾向にあった。試料採取方法については、今後の課題である。

空中（室内）微粒子数、温度、および相対湿度の関連を確認したところ、温度や湿度に若干の影響を受けるものの、室内塵（ダスト）と同様に空中微粒子数は、経時的には大きく変動しないことが確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、住宅における室内空中カビと室内塵（ダスト）の関連を見いだすことにより、住環境の評価と健康・環境被害のリスク評価を行えるうえで、どの住宅からもCladosporium、Penicillium、Aspergillusが検出されたことは、大変意義がある研究となった。それらの3種類のカビは、人によってはアレルギーを引き起こす事がある。感受性の閾値は人それぞれであるが、一般家庭において室内でのカビ発生は望ましくない。室内塵（ダスト）1gあたり検出カビ数は10の5乗個程度を越えないよう日頃より心がけ、住環境を適切な環境に整えることが必要であろう。

研究成果の概要（英文）：The indoor dust molds (CFU) were around ten to the 4th power to ten to the 5th power per gram. During the high month period, it was detected ten to the 6th power CFU/g. The major fungi were Cladosporium and Penicillium and the following as Aspergillus versicolor, A. niger, and yeasts were predominant. There was no high difference depending on the sampling location, and they were almost the same biological environment. The method of sampling from this study was an issue for the future.

The relationship among indoor fine particles, temperature, and relative humidity was analyzed. It was slightly affected by temperature and humidity. On the other hand, it was clarified that the indoor dust and the number of airborne particles does not significantly change.

研究分野：家政学および生活科学関連

キーワード：カビ ダスト 生活環境

## 1. 研究開始当初の背景

カビの研究は、感染症としてのカビ（1970年代～）、カビ毒としてのカビの存在（1970年代～）、およびアレルギーとしてのカビ（1990年代～）ほとんど医学的観点から対象とする特定のカビの分布や特性の調査研究である。文化財被害としてのカビ汚染（2000年代～）は研究されてきたが、2011年東日本大震災以後に大きな問題となっている。また、近年の気象状況の変化により日本国内の水害の被害による問題も多発しているといえる。生活環境カビの研究は、食品の視点、衣服の視点、住環境の視点と別々に研究がなされているものが多い。文化財（建築物を含む）の研究が行われていない理由として、居住するヒトの生活特性により多岐にわたる環境が想定されるため研究が推進されることが考えられる。それ故、カビと空気質を統合した生活衛生の観点から研究したカビ汚染の評価方法、その確率化した研究はほとんどない。

住環境による健康被害の原因の1つにあげられるカビは、近年社会問題化し重要視されてきている。空気質に関係するシックハウス症候群（SHS）は、ホルムアルデヒドを代表とする揮発性化学物質（VOC）が原因物質としてよく知られている。近年微生物によるSHSも注目され、過去に乳幼児肺出血の原因が、室内に発育した *Stachybotrys chartarum* の吸引であることが指摘された。さらに、水害後にカビが発生した建物に居住するヒトの疫学研究から、室内におけるカビの発育と呼吸器症状の間に強い因果関係があることが示唆された。国内においても急速に研究が進んできており、生活環境中の「トキシック・ダスト（TD）」は微生物本体と菌体外分泌物質があり、健康被害に関わる病原性因子やアレルゲンでもある。しかし、カビとの関係は未だに明確化がなされていない現状である。

カビ汚染は先進国において大きな社会問題との一つであるが、生活特性の因子（居住人数、ペットの有無、部屋数と広さ、住居内の設備配置など）が強い住環境の調査は、条件設定に非常に困難を要する。本研究を進めることにより、環境衛生と健康の両面から快適で健康的な生活環境を評価する方法として有用であると考えられる。

## 2. 研究の目的

住環境ではヒトと動物との生活環境や接触する機会が頻繁である。シックハウス症候群の原因物質となる揮発性有機化学物質（ホルムアルデヒドやクロルピリホスなど）は、10年前の建築基準の規制をより改善されるようになった。しかしながら、住環境は居住するヒトの生活特性とその地域特性により変化することから、その住環境の実態の状況を評価することは難しい。そのため住生活環境の健康・環境被害は続いており、カビアレルギーによる被害の報告も少なくない。さらに、住環境の室内空気カビと室内塵（ダスト）の相関を調査した報告は見当たらないことから、カビ汚染における住環境の実態と健康被害を総合的に調査し、技術的な測定方法を確立するとともに、リスク評価と客観的な評価方法の作成を行う。

## 3. 研究の方法

空中カビと室内塵（ダスト）の相関性の有無の解析、季節変動による相関性の相違の分析を実施し、住環境衛生学および生活環境設備の観点からどのような特性があるかについて実施した。

カビ汚染は先進国において大きな社会問題との一つであるが、生活特性の因子（居住人数、ペットの有無、部屋数と広さ、住居内の設備配置など）が強い住環境の調査は、条件設定に非常に困難を要する。本研究を進めることにより、環境衛生と健康の両面から快適で健康的な生活環境を評価する方法として有用であると考えた。

### (1) 測定方法の検討：カビ汚染測定方法の決定（予備調査）

室内塵（ダスト）と空中カビの関係を明確にするために、カビ汚染度の測定方法、および室内塵（ダスト）の採取方法の検討を行い、室内環境のカビ動態把握の技術的な方法を確立する。また、カビや細菌を迅速検出する目的で、抗原検出法（微生物センサ BM-300C, SHARP）やPCR法などの検体処理法を検討し、生菌と死菌の区別し研究精度を高めた。

対象住宅：木造集合住宅の2F（G\_01）、木造一戸建て住宅の1F（K\_01）および2F（K\_02）、鉄筋コンクリート集合住宅の7F（T\_02）の計4カ所とした。

室内塵（ダスト）は M40Y 寒天培地およびポテトデキストロース寒天培地に塗抹し、CFUを塵（ダスト）1g 当たりで換算した。さらに検出した主要なカビを同定した。室内空気カビは落下法では5枚、浮遊法では2枚の培地でCFUを測定し、主要カビを同定した。さらに、パーティクルカウンターによる1m<sup>3</sup>あたりの空中微粒子量を測定した。

### (2) 本調査の実施：空中カビと室内塵（ダスト）の調査

室内の空気質のカビ調査研究をさらに生活科学分野に焦点をあて衣（被服）・食（食べ物）・住（住宅）環境衛生学、および生物学的観点から室内塵（ダスト）を収集し、カビの同定を行った。合わせて空中カビを採取し、そのカビの同定も実施した。

### (3) 調査データの解析：空中カビと室内塵（ダスト）の相関性の解析

空中カビと室内塵（ダスト）の相関性の解析を科学的根拠に基づき評価するため、統計学的手法を用いて検討した。さらに室内環境のアレルゲン性についての文献学的調査を行った。

(4) 先行課題研究との総合評価解析：生活環境の快適評価の客観的評価法の作成

研究者らが行った先行課題研究との総合評価解析を試みた。さらに学際的な文献による先行研究における評価を検討した。それより、標準化のために生活環境の快適評価の客観的評価法を作成、また文献学的に有毒真菌の二次代謝物の情報を整理、トキシック・ダストの分布の現状の調査を試みた。

4. 研究成果

(1) カビ汚染測定方法

空中（室内）落下のカビ CFU の月別推移（経年変化を含む）やカビ属の分布を約 20 年余り調査してきた。2016 年～2018 年の 4 カ所の空中（室内）落下カビは、春期から夏期に多くなる傾向がみられた。特に、冬期の 11～3 月は減少する。CFU は、9cm シャーレ 5 枚平均あたり  $10^1 \sim 10^2$  個であった。年間を通して、採取力所別による CFU に有意差は認められなかった（図 1）。また、空中（室内）微粒子数、温度、および相対湿度の関連についても継続測定した。温度や湿度に若干の影響を受けるものの、室内塵（ダスト）と同様に空中微粒子数は、経時的には大きく変動しないことが確認できた。また、データは省略したが、他の住宅による相違はみられなかった（図 2）。

微生物センサによる生菌と死菌の区別を試みたが、研究精度を高めるには至らなかった。

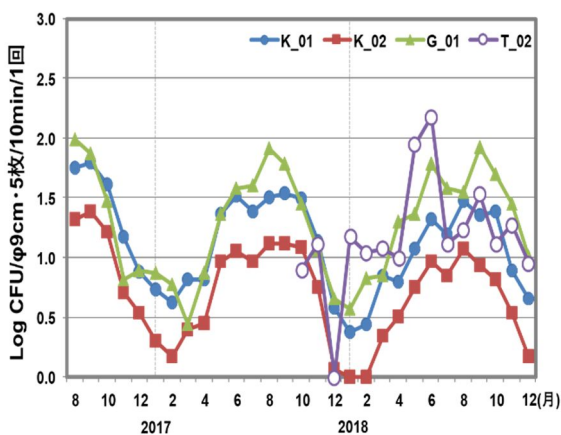


図 1 空中（室内）落下のカビ CFU の月別推移（暴露時間 10min, シャーレ 1 回 5 枚平均 CFU）

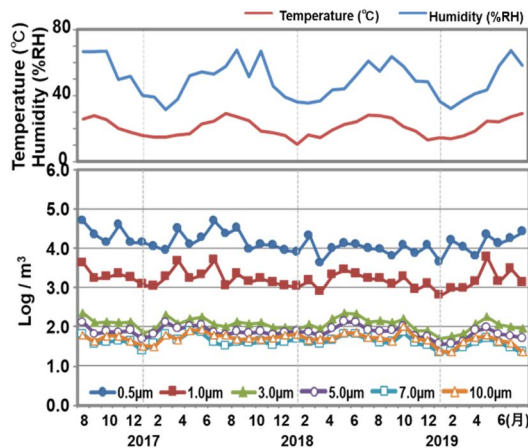


図 2 空中（室内）微粒子数、温度、および相対湿度の関連

(2) 空中カビと室内塵（ダスト）の調査

2016 年～2019 年の 4 カ所の室内塵（ダスト）中のカビは、月ごとに多少の変動がみられた（図 3）。CFU は、ダスト 1g あたり  $10^4 \sim 10^6$  個であった。2019 年は 2017 年と 2018 年度に比べ減少傾向にあった。ダスト中のカビ CFU は、K-01 と G-01 の間に有意差 ( $p < 0.01$ ) が認められた。

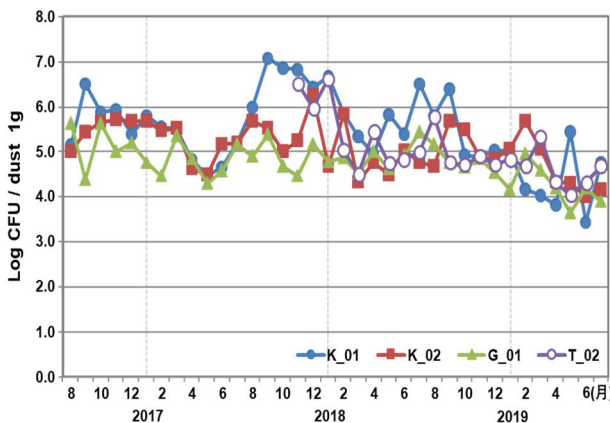


図 3 室内塵（ダスト）のカビ CFU の年別・月別推移

(3) 空中カビと室内塵（ダスト）の相関性の解析

検出された主要なカビは、*Cladosporium*, *Penicillium* の順に多かった。年間（約 3 年間）を通して採取力所による検出カビの相違および有意差はみられなかった。

(4) 生活環境の快適評価の客観的評価法の作成

標本試料を統計学的水準まで採取することが困難であったため、作成に至らなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 村松芳多子・高鳥浩介	4. 巻 47
2. 論文標題 物理的微生物制御技術の今とこれからの講座9, 湿熱および低温処理によるカビ制御	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本防菌防黴学会誌	6. 最初と最後の頁 507-511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 高鳥美奈子・太田利子・村松芳多子・高鳥浩介	4. 巻 3
2. 論文標題 食品製造現場におけるカビの発生原因と徹底防止	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 HACCP	6. 最初と最後の頁 40-46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 高鳥浩介・高鳥美奈子・久米田裕子・太田利子・村松芳多子・高橋淳子・浅賀良雄	4. 巻 45
2. 論文標題 化粧品の防腐技術者のための講座12, 化粧品とカビ・酵母	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本防菌防黴学会誌	6. 最初と最後の頁 601-609
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 高橋淳子・村松芳多子・太田利子・久米田裕子・土戸哲明・高鳥浩介	4. 巻 3
2. 論文標題 器物におけるカビの発育に関する研究	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Journal of Center for the Global Study of Cultural Heritage and Culture	6. 最初と最後の頁 83-98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 村松芳多子, 高鳥浩介
2. 発表標題 室内塵（ダスト）中カビの二年間の推移とその分布
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第46回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 水ト慶子, 三木幹男, 高鳥美奈子, 富坂恭子, 松本美奈子, 白鳥未唯, 田中千陽, 久米田裕子, 土戸哲明, 村松芳多子, 高鳥浩介
2. 発表標題 カビに関する相談件数（2018年）と相談内容
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第46回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高鳥浩介, 清水亨, 高鳥美奈子, 富坂恭子, 村松芳多子, 久米田裕子
2. 発表標題 宅内の温湿度環境とカビ発生の予測
3. 学会等名 第36回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小西大喜, 神戸美恵子, 村松芳多子, 綾部園子
2. 発表標題 学校給食で副菜の野菜類はどのように提供されているか
3. 学会等名 日本家政学会第70回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水卜慶子, 三木幹男, 高鳥美奈子, 富坂恭子, 田中詩乃, 松本美奈子, 久米田裕子, 土戸哲明, 村松芳多子, 高鳥浩介
2. 発表標題 カビに関する相談件数(2017年)と相談内
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第45回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村松芳多子, 工藤和紗, 松本美奈子, 高鳥美奈子, 田中詩乃, 高鳥浩介
2. 発表標題 「住宅のカビ汚染状況調査質問票」における住宅環境とカビの検出の関連
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第45回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清水亨, 村松芳多子, 李憲俊, 高鳥浩介
2. 発表標題 住居内の温湿度環境とカビ生育との関係
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第45回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小西大喜, 村松芳多子, 神戸美恵子, 綾部園子
2. 発表標題 野菜類の電解水による洗浄方法の微生物学的検討
3. 学会等名 日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村松芳多子, 高鳥浩介
2. 発表標題 住宅空中かびと室内塵(ダスト)の年間推移と分布の関連性
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第44回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清水亨, 高鳥美奈子, 久米田裕子, 高橋敦子, 村松芳多子, 太田利子, 高鳥浩介
2. 発表標題 住宅壁面および床面のカビ
3. 学会等名 日本防菌防黴学会第44回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村松芳多子, 高鳥浩介
2. 発表標題 日本海側と太平洋側地域における住宅カビの汚染状況(本調査)
3. 学会等名 本防菌防黴学会第43回年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 清水亮, 李憲俊, 村松芳多子, 高鳥浩介
2. 発表標題 住宅空中カビの年間推移と微粒子の関係
3. 学会等名 本防菌防黴学会第43回年次大会
4. 発表年 2016年

## 〔図書〕 計2件

1. 著者名 高鳥浩介・久米田裕子・土戸哲明・古畑勝則監修（村松芳多子他76名）	4. 発行年 2016年
2. 出版社 株式会社テクノシステム	5. 総ページ数 664（p. 62-65）
3. 書名 有害微生物の制御と管理 - 現場対応への実践的な取り組み - 第1編 第2章 有害微生物の生態. 第7節 空中	

1. 著者名 高鳥浩介監修（村松芳多子 他著者14名）	4. 発行年 2016年
2. 出版社 NPO法人 カビ相談センター	5. 総ページ数 86
3. 書名 カラー図解 カビ苦情・被害管理マニュアル 第5巻	

## 〔産業財産権〕

## 〔その他〕

-

## 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	高鳥 浩介  (Takatori Kosuke)  (50270624)	日本獣医生命科学大学・獣医学部・客員教授   (32669)	