

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 7日現在

機関番号：23102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500718

研究課題名（和文）生活環境カビの空中伝播と汚染評価

研究課題名（英文）Air propagation of fungi in indoor environment and the contamination assessment

研究代表者

村松 芳多子（MURAMATSU KANAKO）

新潟県立大学・人間生活学部・准教授

研究者番号：40320709

研究成果の概要（和文）： 室内環境には、多種多様な微生物やその産生物質が普遍的に生息・分布している。シックハウス症候群（SHS）等のような健康被害に関与するアレルゲンや感染症因子の原因菌も存在していた。カビの測定方法により総菌数の違いはあるものの変動傾向は類似していることがわかった。カビに対する企業、公的機関、個人では、相談内容に差はあるものの、カビ汚染と健康被害についての影響に関心が強いことがわかった。

研究成果の概要（英文）： There are variety of environmental microbes in indoor. Especially, fungi are widely distributed in its environment. These fungi produce so many kinds of extracellular products such as metabolic harmful and secondary substances, mycotoxins, allergens, pathogenic substances and so on. In this study, it is very important to understand that the environmental fungi in indoor keep a dynamic activity or not. Therefore, we mainly investigated on the measurement of fungi in air. In conclusion, it was analyzed that the measurement method of fungi in indoor was serious assessment and this was the useful technique to understand the human health.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学一般

キーワード：住環境 カビ 測定法 相談

1. 研究開始当初の背景

カビの研究は、アレルゲンとしてのカビ（1990年代～）、感染症としてのカビ（1970年代～）およびカビ毒としてのカビの存在（1970年代～）は研究されてきたが、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。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。カビと空気質を統合した生活衛生の観点から研究されているものはほとんどない。

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化学物質VOCが原因物質としてよく知られているが、近年微生物によるSHSも注目されつつある。アメリカでは、疫学調査により、1993

～1998年に続発した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 (Dearborn DG et al., *Environ. Health perspect.*, 1999)。その後も、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 (Hossain MA et al., *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2004)。そのため、一般住宅でのカビ問題は社会的にもクローズアップされ、その形が州法となって規制され今日に至っている。さらに、住宅の環境問題だけでなく健康被害に関与するカビの被害防止に向けた取り組みも始まっており、2002年には下院の J. Conyers 議員が有毒カビ安全・防止法案を提案した。欧州でも同様に SHS や特定微生物による健康被害が問題となり、室内カビ汚染に関して基準値制定の動きも活発化している。このように生活環境のカビ汚染は先進国において大きな社会問題となっており、日本でも早急に取り組む必要がある。それらのことから、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つくり出すことに貢献できる。

2. 研究の目的

さまざまな手法でカビ汚染度を測定し、室内環境のカビ動態を把握するための技術的な方法を確立する。また、室内環境におけるカビ汚染の簡便な測定技術を開発する。

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環境のカビの経時的変化と環境差による検索・特定をする。その因子として環境汚染物質、アレルゲン、中毒原因物質、迅速診断技術に関する基礎並びに応用研究を進める。

空気質のカビ及びカビ細胞片の関係、臭気分析による室内環境から健康および環境被害の観点からまとめる。室内のカビを快適な生活環境の視点からみた場合にどのような空気質と関係した結論が得られるかまとめ、評価基準を作成する。

3. 研究の方法

本研究課題は、生活科学分野として重要な生活環境における有害微生物であるカビの生態を把握し、この生態が衣 (被服)・食 (食べ物)・住 (建築) 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分野ごと研究した。

(1) 室内環境におけるカビ汚染測定技術の開発

室内に限ったカビを専門とした生態研究は申請者らが中心として進めており、その意味では建築学的な追求はほとんど検証されていない。そこで本研究を実施するに際し、室内環境の空中カビとカビ細胞片を含む関連粒子について種々の方法で測定し、測定法を比較しながら住居構造から多面的に解析した。

対象家屋：約 15 箇所 (一戸建て住宅および集合住宅)

検索法：落下法；10～30 分開放式、特にドレッシングテープの 3M Tegaderm 1624W1 (3M Health Care) で捕捉可能か調べた。浮遊法；100～200L サンプラー吸入式、パーティクルカウンターで実施した。培地；ポテトデキストロース寒天培地、培養条件；培養は 25°C、1 週間とし、培養後同定する。パーティクルカウンターは 0.1～5 ミクロンサイズで測定した。

(2) 室内環境でのカビとカビ細胞片分布の特異性研究

カビ生態分布調査研究に基づいて実施した。調査によって得られた空中カビを分離し、その中から主要な種類に限って分布特異性を検討した。研究内容は、建材・室内素材由来カビと浮遊カビとの相関性を栄養成分 (無機質・繊維・鉱物) と環境状態 (湿度・温度・水分) から検証した。すなわち、住宅の環境条件を考慮して、その条件内でのカビの活性状態を検証した。

(3) カビ汚染と空気質に関する研究

カビの室内での分布・汚染特異性の原因を知ることを目的に、分離カビの生理学的特性を検証した。菌種同定を行い、複数株での揮発性化学物質及び生物特性を検索した。

(4) カビによる室内環境と健康被害に関する研究

室内環境から分離されたカビの同定を行い、居住環境 (移動性閉鎖空間を含む) でのカビによる健康被害や環境被害との関係を調べた。また NPO 法人カビ相談センターに問い合わせのあった相談情報より、カビにより室内環境と健康被害の報告資料をまとめた。

(5) 快適な室内環境をめざし、カビ汚染による室内空気質の客観的評価法の作成

(1)～(5)までの結果より、カビ汚染の空気質に与える影響を解析し、カビ汚染度の客観的評価法 (ランク付け) を検討した。

4. 研究成果

(1) 室内環境におけるカビ汚染測定技術の開発

対象家屋 15 箇所について同意を得ることができた 2 箇所を対象として検討した結果、地域間で総菌数に違いが得られた。落下法では 10~30 分開放式で行ったところ、太平洋側では 10 分、日本海側では 30 分間の曝露時間が必要であった。これは、日本海側で冬期に著しく菌数が減少するためであった。季節変動は図 1 のとおりであった。月平均数は太平洋側で 23 個/φ90mm5 枚/10min、日本海側で 104 個//φ90mm5 枚/30min であった。なお、太平洋側で曝露時間の検討の結果、総菌数は時間に比例することはなかった。今後、曝露時間を一定にし、検討を重ねていく必要があると思われる。

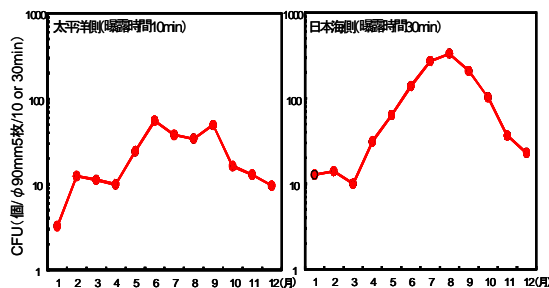


図 1 地域別落下菌数の季節変動

浮遊法は 100L サンプラー吸入式でおこなった。その結果、約 178 個/100L であった。また、200L の吸入では測定不可能であった。パーティクルカウンター法で行ったところ、PC 法、AS 法、落下菌法における年間推移の測定結果について同様に比較を実施した。細かい部分での違いや測定数の大小はあるが、図 2 からみられる傾向は類似していることがわかった。

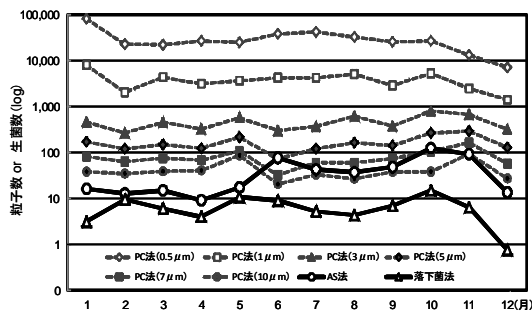


図 2 測定方法別菌数の季節変動

(2) 室内環境でのカビとカビ細胞片分布の特異性研究

主要な種類である *Cladosporium* (クロカビ), *Penicillium* (アオカビ), *Fusarium* (アカカビ), *Alternaria* (ススカビ) の分布特異性を検討した。温度: 4~36°C、湿度: 70~99%、養分要求性: 糖濃度 (0~40%)、無機質: Na, K, Ca, Fe, Mg, Mn、酸素要求性:

酸素濃度 0.001~20.0% で実施し、温湿度と酸素要求性で生理性状を異にする傾向がみられた。また無機質、養分要求性では、カビの多くが微量物質を要求していた。

(3) カビ汚染と空気質に関する研究

好湿性カビとして *Alternaria alternata* (ススカビ), *Trichoderma viride*, *Rhizopus stolonifer* および好乾性カビとして *Wallemia sebi*, *Aspergillus versicolor*, *A. ochraceus*, *Eurotium chevalieri*, *E. amstelodami* に限って実施した。温度と湿度の関係が分布に強く影響していた。これは室内環境でのカビ分布結果を反映するものであった。酸素要求性は酸素濃度 0.02~10.0% 範囲で実施したが、0.1%あたりがカビの発育を支配しているのではないかと思われる。

(4) カビによる室内環境と健康被害に関する研究

NP0 法人カビ相談センターに相談のあった電話相談、検査依頼等をまとめた。

① 相談者の内訳

生活全般 (衣・食・住・その他) に及び総相談件数も 800 件を超えた。その内訳は、電話相談・メール相談などが約 650 件、検査依頼が約 175 件であった。

電話相談・メール相談によると、相談者は企業・行政と個人 (一般消費者) がほぼ半数ずつを占めた。それぞれ、329 件、314 件であった。企業・行政の立場では、消費者からカビの苦情を受けたが、そのカビが一体どういふものなのかがはっきりわからず混乱している場合が多かった。個人であってもカビに関する悩み・苦情・疑問を抱え、その問題を解決できる場所を必要としていた。

② 相談内容及び業種別相談割合

相談内容は、民間企業、公的機関、個人の 3 つに分類したところ、それぞれ立場により相談が異なることがわかった。民間企業からは、カビ種同定検査、検出されたカビのカビ毒の有無、有害性や安全性に関する情報、カビの制御方法や消費者からの苦情に対する対応の仕方などの相談が多かった。公的機関からは、個人から受けたカビ相談への対応の仕方、試験依頼の相談、講演依頼が多かった。個人からは生活環境のカビと健康に関わる素朴な疑問や苦情などが多かった。

業種別相談内容をみると、住宅関連、食品関連、衣類関連、その他に大別された。相談割合 (図 3) は、それぞれ 52% (354 件)、24% (162 件)、9% (64 件)、15% (101 件) であった。相談は住宅関連が最も多く、生活環境で切実な問題となっている。これらに対応できる機関が少ないことがわかる。そのため、企業・公的機関・個人のすべてが相談する内容

であった。一方、食品関連は、個人が保健所や苦情となった食品会社へ直接相談するケースが多いことが推察できる。個人の相談は減少するが、企業・公的機関の相談は少くない。

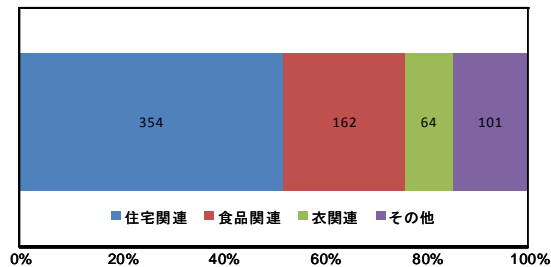


図 3 業種別相談割合

③ 食品関連の相談内容内訳と相談事例及び回答

食品関連の検査依頼内容の詳細をみると、
 1) 菌数測定・同定をしてほしい 39%(132 件)、
 2) 検出されたカビの有害性・安全性情報が知りたい 28% (96 件)、
 3) 検査の際の試験方法・評価の基準・同定するポイントなどを知りたい 14% (48 件)、
 4) カビの発生原因の推測及び今後の対策方法を知りたい 12%(39 件)の順であった。

(5) 快適な室内環境をめざし、カビ汚染による室内空気質の客観的評価法の作成

現在、客観的評価法を科学的根拠に基づき検討中である。この結果については今後学術雑誌に報告する。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① 村松芳多子・高島浩介, 空中浮遊微粒子と主要浮遊カビの相関性, クリーンテクノロジー, 査読無, Vol. 23, No. 5, 56-59 (2013)
- ② 高島浩介, 被感染源としてみた環境内の病原真菌, 化学療法の領域, 査読有, Vol. 28, 557-566(2012)
- ③ 高島浩介, 動物の感染症から学ぶ 真菌症, 医学のあゆみ, 査読有, Vol. 235, 153-162 (2011)
- ④ (実用講座 食品危害カビとカビ対策への実践 ②) 国内でのカビ苦情調査結果, 村松芳多子・太田利子, 月刊 HACCP, 査読無, Vol. 17, No. 2, 48-51 (2011)

⑤ 太田利子・村松芳多子, (実用講座 食品危害カビとカビ対策への実践 ⑥) カビによる実害—食品の変色・腐敗・変敗—, 月刊 HACCP, 査読無, Vol. 17, No. 6, 104-108 (2011)

⑥ 高島浩介・村松芳多子・太田利子, カビの基礎知識とその対策 (建築物のカビを知る), 建築設備と配管工事, 査読無, Vol. 50, No. 6, 1-7 (2012), 日本工業出版

⑦ 高島浩介・村松芳多子, かびとは, 月刊せんい(繊維機械学会誌), 査読無, Vol. 63, No. 12, 650-655 (2010)

⑧ 鈴木あゆ野・長田佳奈・金子奈々・松倉未緒・三星沙織・大内洋・古部健太郎・村松芳多子・木内幹, 魚肉練製品におけるシナモン精油とモノグリセリドによる腐敗カビの生育阻止効果, 日本防菌防黴学会誌, 査読有, Vol. 38, No. 12, 789-795 (2010)

⑨ 高島浩介・高島美奈子・久米田裕子・木川りか・佐野千絵, 高松塚古墳石室および周辺由来カビの温度帯による生理的性状—発育性及び色調変化, 保存科学, 査読有, Vol. 49, 243-252 (2010)

⑩ 高島浩介・久米田裕子・木川りか・佐野千絵, 高松塚古墳石室および周辺由来カビの薬剤に対する馴化, 保存科学, 査読有, Vol. 49, 239-242(2010)

⑪ M. Watanabe, H. Masaki, T. Mori, T. Tsuchiya, H. Konuma, Y. Hara-Kudo, and K. Takatori, Inactivation effects of UV irradiation and ozone treatment on the yeast and the mold in mineral water, *J. Food Protection*, 査読有 Vol. 73, No. 8, 1537-1542(2010)

⑫ M. M. Alshahni, K. Makimura, K. Satoh, Y. Ishihara, K. Takatori, T. Kimura and T. Sawada, A Suggested Pathogenic Role for *Trichosporon montevidense* in a Case of Onychomycosis in a Japanese Monkey, *J. Vet. Med. Sci.*, 査読有, Vol. 71, No. 1, 983-986 (2009)

[学会発表] (計 7 件)

- ① 清水亨・村松芳多子・久米田裕子・高島浩介, 空中浮遊真菌の迅速・簡易計測法としてのパーティクルカウンターの活用,

日本防菌防黴学会 39 回年次大会(2012. 9. 11, 東京), (2012)

- ② 関屋秀一・濱崎芳活・内藤成弘・高鳥浩介, 微生物検査「真菌検査」における検査日数短縮検討, 日本防菌防黴学会 39 回年次大会(2012. 9. 11, 東京), (2012)
- ③ 丸山弓美・吉田建介・真原奈保子・大島赴夫・高鳥浩介, 真菌数測定における培養日数および計測範囲の評価モデルの検討, 日本防菌防黴学会 39 回年次大会(2012. 9. 11, 東京), (2012)
- ④ 清水亨・村松芳多子・李憲俊・高鳥浩介, パーティクルカウンターによる粒径分布と空中真菌の相関(その 2), 日本防菌防黴学会 38 回年次大会(2011. 8. 31, 東京), (2011)
- ⑤ 清水亨・村松芳多子・李憲俊・高鳥浩介, パーティクルカウンターによる粒径分布と空中真菌の相関, 日本防菌防黴学会 37 回年次大会(2010. 9. 29, 東京), (2010)
- ⑥ 高鳥浩介・村松芳多子・太田利子・久米田裕子・高橋淳子, 温泉施設浴槽の真菌汚染およびモノクロラミンによる制御, 日本防菌防黴学会 37 回年次大会(2010. 9. 29, 東京), (2010)
- ⑦ 太田利子・高鳥美奈子・久米田裕子・高鳥浩介, 真菌測定用培地の特性について, 日本防菌防黴学会 37 回年次大会(2010. 9. 29, 東京), (2010)

[図書] (計 2 件)

- ① 高鳥浩介・村松芳多子他, NPO 法人カビ相談センター, カラー図譜 カビ苦情・被害管理マニュアル (高鳥浩介監修), 第 1 巻 (2011)
- ② 高鳥浩介・村松芳多子他, NPO 法人カビ相談センター, カラー図譜 カビ苦情・被害管理マニュアル (高鳥浩介監修), 第 2 巻 (2012)

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
なし
- 取得状況 (計 0 件)
なし

[その他]

NPO 法人 カビ相談センターにて、「カビ基礎技術研修」、「セミナー」、「講演会」を年間 10 回程度の企画・運営等を行っている。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村松 芳多子 (MURAMATSU KANAKO)
新潟県立大学・人間生活学部・准教授
研究者番号: 40320709

(2) 研究分担者

高鳥 浩介 (TAKATORI KOSUKE)
東京農業大学・農学部・客員教授
研究者番号: 50270624

(3) 連携研究者

なし