

令和元年6月20日現在

機関番号：84402

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00774

研究課題名(和文) 地球温暖化に伴う住環境の好温性真菌相の変化とそれに対応した住まいの創造

研究課題名(英文) Change of thermophilic fungal flora in the indoor environments by global warming translation and creation of new life style

研究代表者

濱田 信夫 (HAMADA, Nobuo)

大阪市立自然史博物館・学芸課・外来研究員

研究者番号：40270764

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：室内塵中の40℃で育つ好温性カビについて実態調査を行った。地域の違いを調べるために、大阪府と高知県や沖縄県を比較した。好温性カビは、フローリングなど室内環境のあらゆる部分に、一定数常在していた。また、水回りなどとは種類の異なる *Aspergillus fumigatus* などの好温性カビが多かった。これらのカビは夏でも暑い年により多く、大阪より亜熱帯気候である沖縄に多かった。今後地球温暖化が進行し、気温が上昇し、湿度が上昇すれば、大阪などでも *A. fumigatus* などの好温性カビ汚染が増加する可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

室内塵の蓄積は、一般カビより好温性カビの生育を助長していることが分かっている。近年フローリングの部屋が増加したが、その室内塵にも好温性カビが見られた。とりわけ、室内塵が継ぎ目や壁との境目に多く見られた。これらの部分は好温性カビの温床になることを示唆している。好温性カビを抑制するには、乾燥などの予防策が好温性カビにも有効だと思われる。室内の乾燥のために、窓開けによる通気、湿気を追い出す換気扇の使用、エアコンによる除湿、保水性の低い内装材の使用などに加えて、室内の局所的なホットスポットの解消などの対策も、好温性カビを制御する必要がある。

研究成果の概要(英文)：Contamination of thermophilic fungi (grown at 40°C) in house dust was studied. The number of *A. fumigatus* in house dust was affected by temperature and humidity in the climate. Moreover, the number of thermophilic fungi in Okinawa with subtropical climate was larger than that in Osaka or Kochi Prefecture. Thus, the higher humidity as well as temperature in the outdoor environment seems to affect the thermophilic fungal contamination indoors. Global warming translation is thought to bring apparently a more suitable environment for thermophilic fungi. i.e. *A. fumigatus*.

研究分野：微生物生態学

キーワード：好温性カビ 真菌症 室内環境 *Aspergillus fumigatus* 室内塵

## 1. 研究開始当初の背景

以前、浴室などの温水を用いる水回りの環境では、体内で生育する真菌症の原因菌が多く見つかる可能性があると考え、ヒトの体温条件でも育つ好温性カビの調査を行った。調査した浴室やシンクの中で、好温性のカビがそれぞれ約 52%の浴室、約 56%のシンクで見つかった。さらに 40℃でもよく育ち、日和見感染症の原因菌である好温性カビ *Exophiala dermatitidis* がしばしば検出された。さらに、60℃以上の熱水を使用する食器洗浄機（食洗機）の調査では、*E. dermatitidis* が約 65%の食洗器で見つかった。それと共に、40℃でよく育つ *A. fumigatus* などの好温性カビも検出された。一般住宅の水周りには、これらの好温性カビが多く生育していることが確認された。

水回りとはカビの種類は異なるが、一般住宅のエアコンの中にも好温性カビは生育している。122 台の一般家庭のエアコンについて、代表者らは 2015 年秋にカビ汚染の調査を行った。調査したフィルターの約 61%から好温性カビが検出された。フィルターから分離された好温性カビは *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. terreus* などで、日和見感染症の原因菌として知られている。とりわけ、感染力が強い *A. fumigatus* はアスペルギルス (*Aspergillus*) 症の原因菌と言われており、約 16%のエアコンフィルターのホコリから検出された。なお、*A. fumigatus* などは、35-40℃の高温条件下でよく生育するので、これらの好温性カビの夏における室内環境での分布や動態には注意を要する。*A. fumigatus* などの好温性カビは、一般に個体数が少なく、その量的変化を把握するのは一般に難しく、その生態はあまり知られていない。

## 2. 研究の目的

好温性カビが温度条件に敏感なら、地球環境の温暖化に伴って、室内の温度や湿度が上昇すれば、室内環境中でも増加する可能性があると考え、代表者らは考えるに至った。本プロジェクトでは、室内塵中の好温性カビ *A. fumigatus* の挙動、さらに季節的变化や地域的な個体数の違いについて調査を行った。室内塵の好温性カビと一般カビの汚染を比較すると共に、その汚染の原因を検討した。室内環境や生活様式についてのアンケート調査を詳細に行うことによって、好温性カビ汚染を促進する要因の解明を試みた。

気候条件などの外的変化だけでなく、ここ 25 年ばかりの間にも、私達の住環境も大きく変化したように思われる。集合住宅が増加し、一戸建ての住宅でも気密化や断熱化が次第に進んできた。また、床も、カーペットやタタミからフローリングへと変化した。さらに、エアコンなどの使用する家電製品も変化した。このような住環境の変遷に伴って、住宅内のカビ汚染の状況も変化してきた。今後の室内環境での好温性カビ汚染の増加の可能性やその健康影響についても検討を試みた。

## 3. 研究の方法

大阪府及びその周辺の一般住宅で、2013 年から 2016 年の 4 年間、8 月下旬から 9 月上旬に室内塵のカビ汚染の実態調査を行った。2013 年夏の調査は 14 力所で、2014 年は 188 力所で、2015 年には 167 力所、2016 年には 102 力所で、カビの種類や個体数を測定するために室内塵を採取した。なお、2013 年には、カビ汚染の季節変動を調べるために、1 月下旬にも 21 力所について室内塵の採取を行った。また、カビ汚染の地域間の比較を行うため、2016 年には大阪府などの 102 力所に加えて、高知県では 44 力所で、沖縄県では 14 力所で、室内塵の採取を行った。

室内塵の採取は、各世帯当たり、フローリングの床と、タタミあるいはカーペットのいずれかの床の計 2 部屋について行った。各世帯の掃除機のノズルのつなぎ目部分に、集塵捕集用の低発塵性ワイパー『BEMCOT』を取り付け、各々の床を掃除した。室内塵を採取するために約 2 分間掃除を行い、できるだけ部屋全体から 5m<sup>2</sup>以上の面積の室内塵を採取するように試みた。採取された室内塵は概ね 25-300mg で、多くのワイパー上に厚みのあるホコリの塊が見られた。室内塵のサンプルは、できるだけ髪、毛屑、砂などを除いた後、25-50mg をカビの検査に用いた。

採取した室内塵サンプルの各々を秤量して 25ml の滅菌水に入れた。ミキサーでよく混ぜて懸濁させて、サンプルの原液を作り、主に好温性カビの検査に用いた。また、その原液を通常 10-100 倍に希釈し、主に一般カビの検査に用いた。高湿性のカビだけでなく、浸透圧の高い環境で生育するカビも検出できる Dichloran Glycerol Agar (DG18 培地) を添加した 2 枚のシャーレに、サンプル液を 0.5ml ずつ植菌した。一般カビを検出する 25℃の温度条件では 8-10 日間培養後、好温性カビを検出する 40℃では 5 日間培養後、発生したコロニーを観察した。なお、孢子を形成していないカビについては、PDA の斜面培地に接種して、カビ属の同定を試みた。

いずれのサンプルについても、25℃培養分と 40℃培養分についてカビの種類と個体数を調べた。検出されたカビ数に桁違いのバラツキが見られたので、対数に換算して平均を求め、平均カビ数 ± 標準誤差を示した。分かり易いように、平均値を常数で示した。室内塵 1mg 当たりのコロニー形成数 (cfu) としてカビ数を示した。

## 4. 研究成果

室内環境での好温性カビの検出率を見ると、大阪の室内塵での検出率は2014年から2016年では36%から50%、2013年の79%と比率に大きなバラツキがあった。全体に好温性カビはエアコンより頻度はやや低いものの、室内塵中でもごく普通に生育していると考えられる。本報の室内塵の好温性カビの平均は2014年から2016年の1.43-1.70/mgに対して2013年は1.83/mgだった。既報のフィルターのホコリは、2.62/mg(2015年)だった。また、室内塵の最高値は51.0/mgだったのに対して、フィルターの最高値は670/mgであった。室内塵の方が、フィルターのホコリより少ない傾向が見られた。室内塵中で、好温性カビは大量発生することはないが、稀少種として生育していると思われる。

好温性カビの種類を見ると、室内塵ではいずれの年も *A. niger*, *A. fumigatus* が優占していることが分かった。そして、優占している好温性カビの種類はエアコンのホコリと一致していた。水回り以外の室内環境の好温性カビ汚染の原因菌は共通しているといえよう。

*Aspergillus fumigatus* は、耕作地や住宅の周辺などの野外環境域に生育することが知られており、堆肥の中や、カビの生えた穀物や腐りかけの木材などにも見られるようだ。また、住宅内の水回りである浴室、食洗器などからも報告されている。

感染力が強い *A. fumigatus* は、珍しいカビではなく、調査を行ったエアコンフィルターの約16%で検出された。一方、室内塵での2014年から2016年の検出率は7%から17%で、2013年には43%のサンプルで検出された。本報では、室内塵についても、タタミ、カーペットだけでなく、フローリングからも検出された。また、*A. fumigatus* は内壁やクローゼットからも分離されている。*A. fumigatus* は各環境では優占種になることはないが、ヒトの生活域やその周辺に普遍的に生育していることが明確になった。

このような好温性カビについての季節ごとの調査は、日本のように温帯の地域では行われたことはない。ただ、以前に著者らの行った調査では、室内塵の一般カビは、夏の方が多かった。それ故、日本の *A. fumigatus* の季節変動は、ヨーロッパと全く異なる可能性がある。なお、一般住宅では、浮遊カビの温床は床の室内塵であるので、室内塵のカビ数は室内の浮遊カビ数と密接な相関関係にあると考えられる。

好温性カビを助長する要因として、本報の結果から温度の影響が考えられる。多くのカビは、温度が上昇するとカビの生育は助長される。例えば、*A. fumigatus* の生育可能温度は非常に広く、12-52 の間である。その間で、最速になるのは40 である。日本の暑い夏の場合、一般カビの多くは、30 を超えると成長が鈍化するのに対して、*A. fumigatus* は成長が鈍化しない。本プロジェクトのように、*A. fumigatus* が冬より夏に多く、夏が比較的暑い年により多いのは、温暖地ではごく一般的なことと思われる。なお、夏と冬の比較では、大阪では、気温だけでなく湿度も冬は低いという気象条件について注目すべきであろう。すなわち、冬に乾燥する地域では、野外の一般カビや好温性カビも減少するに違いない。

大阪などの夏の場合、雨が比較的少なく高温になることも多い。室内環境が高温になると、相対湿度が低くなり、室内塵もより乾きやすくなると思われる。そんな場合、一般カビは減少するであろう。それでも好温性カビが増加するのは注目に値する。また、夏の気温が同等の場合には、降水量や相対湿度が一般カビと共に *A. fumigatus* の生育を促進すると考えられる。大阪と沖縄を比較すると、沖縄のより高い湿度によって *A. fumigatus* の個体数が多くなり、それ以上に一般カビが増加した。即ち、好温性のカビは、高温かつ高湿度の場合に、最も生育が助長されると言ってもよいだろう。もし、地球の温暖化が進めば、大阪の気候がより亜熱帯気候に近づけば、好温性カビが増加する可能性が高い。今後夏の気象の変化を注目したい。

本プロジェクトの結果から好温性カビに対してどのような対策が考えられるだろうか？水回りは、アルコールやカビ取り剤で直接除菌しやすいが、床の室内塵のカビ汚染にはカビ取り剤などは使用できない。エアコンフィルターのホコリと同様に、一般カビと共に好温性カビを除くためには、掃除機による室内塵の除去が有効といえよう。一方で、乾燥などの一般カビに対して有効な予防策が、好温性カビに対しても有効であると思われる。これまで代表者らは、室内環境の乾燥策として、室内に風の道ができる窓開けによる通気、湿気を追い出すための換気扇の利用、エアコンによる除湿、保水性の低い内装材の使用などを勧めてきた。これらの対策に加えて、室内の局所的なホットスポットの解消などの対策も、好温性カビの制御するために今後検討する必要がある。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 7件)

- (1) 浜田信夫、岩前篤、室内塵の好温性カビの傾向、日本防菌防黴学会誌、査読有、46、2018、395-400
- (2) Nobuo Hamada, Niichiro Abe, Molecular and biological differences among *Ochroconis* strains collected from indoor and outdoor environments, *Biocontrol Sciences*, 23, 2018, 187-198

- (3) 浜田信夫、阿部仁一郎、管楽器におけるカビ汚染の対策、日本防菌防黴学会誌、査読有、45, 2017, 385-391
- (4) 浜田信夫、阿部仁一郎、管楽器におけるカビ汚染の現状、日本防菌防黴学会誌、査読有、45, 2017, 345-351
- (5) 浜田信夫、阿部仁一郎、今日のエアコンにおける好温性カビの汚染状況、日本防菌防黴学会誌、査読有、44, 2016, 395-402
- (6) 浜田信夫、阿部仁一郎、エアコンにおける好温性カビ汚染に影響する要因とその対策、日本防菌防黴学会誌、査読有、44, 2016, 349-356
- (7) 村光陽子、越海義明、村上博彦、植松秀行、井原望、浜田信夫、日本防菌防黴学会誌、査読有、44, 2016, 341-347

〔学会発表〕(計 5件)

- 浜田信夫、吹奏楽器から多く検出されたカビの金属耐性、日本防菌防黴学会 2018, 東京
- 浜田信夫、浴室のカビ *Ochroconis humicola* のルーツを求めて、日本菌学会第 62 回大会 2018, 信州
- 浜田信夫、管楽器におけるカビ汚染の現状とその対策、室内環境学会 2016, つくば
- 浜田信夫、エアコンの好温性カビをどう制御するか？日本防菌防黴学会 2016, 東京
- 浜田信夫、洞窟で見つかった *Penicillium* 属のカビの分布と生態、日本菌学会 59 回大会、2015, 那覇

〔図書〕(計 1件)

- (1) 浜田信夫、カビはすごい！朝日文庫, 2019

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等 なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：阿部 仁一郎  
ローマ字氏名：ABE, niichiro  
所属研究機関名：地方独立法人 大阪健康安全基盤研究所  
部局名：微生物部  
職名：総括研究員  
研究者番号(8桁)：10321936

研究分担者氏名：岩前 篤  
ローマ字氏名：IWAMAE atsushi  
所属研究機関名：近畿大学  
部局名：建築学部

職名：教授  
研究者番号(8桁): 90368283

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。