

名古屋市内の住宅における室内空气中カビおよび 室内空気汚染物質濃度

サカイ 酒井 キヨシ 潔* ツボウチ 坪内 ハルオ 春夫* ミタニ 三谷 カズノリ 一憲*

目的 住宅における空气中カビ濃度を調査するとともに、カビ濃度と室内空気汚染物質濃度ならびに温湿度との関連を検討することである。

方法 名古屋市内の住宅54戸の総カビ濃度、好乾性カビ濃度、室内空気汚染物質であるホルムアルデヒド、二酸化窒素、炭酸ガス、一酸化炭素の各濃度と温湿度を、1995年度～1997年度の夏季と冬季に調査した。空气中カビ濃度は、ピンホールサンプラー法で採取し、ディクロラン18%グリセロール培地(DG18培地)を使用して測定するとともに、ポテト・デキストロース寒天培地(PDA培地)による測定結果と比較した。

- 結果**
- 1) DG18培地は、室内空气中カビ濃度の測定に適していた。
 - 2) 屋内の総カビ濃度と好乾性カビ濃度の幾何平均値は、夏季では237～301 CFU/m³と24.1～26.8 CFU/m³であり、冬季では78.7～87.5 CFU/m³と18.2～29.5 CFU/m³であった。外気の総カビ濃度と好乾性カビ濃度の幾何平均値は、夏季では208 CFU/m³と9.2 CFU/m³であり、冬季では72.7 CFU/m³と10.1 CFU/m³であった。
 - 3) 屋内濃度および外気濃度が最も高かったカビは、*Cladosporium*属であり、次いで*Penicillium*属と*Aspergillus*属であった。*Aspergillus*属では、*A. restrictus*が最も高濃度であった。
 - 4) 夏季および冬季ともに総カビ濃度は屋内と外気の間で濃度差がなかったが、屋内外の総カビ濃度は夏季が冬季より有意に高かった($P<0.01$)。夏季および冬季ともに好乾性カビの屋内濃度は外気濃度より有意に高かった($P<0.01$)が、屋内外ともに夏季と冬季の間で濃度差がなかった。
 - 5) 総カビ濃度および好乾性カビ濃度は、住宅や床材質の種類、冷暖房の有無と関連がなかった。
 - 6) 総カビ濃度および好乾性カビ濃度は、室内空気汚染物質濃度との間に有意な関連はなかった。冬季には総カビ濃度および好乾性カビ濃度は平均湿度と有意な正の相関関係があった($P<0.01$)。

結論 室内空气中総カビ濃度は外気濃度を反映していたが、好乾性カビ濃度は外気濃度と関連がなかった。室内空气中総カビ濃度ならびに好乾性カビ濃度は、室内空気汚染物質濃度と関連がなかった。

Key words : カビ, 好乾性カビ, 住宅, 室内空気汚染, 湿度

1 緒 言

日本人の平均在宅時間は、平日で1日の63%、日曜日では74%であり、近年増加傾向にある¹⁾。

* 名古屋市衛生研究所
連絡先：〒467-8615 名古屋市瑞穂区萩山町1-11
名古屋市衛生研究所 酒井 潔

住宅は子供や老人、病人などの弱者を含む住民の多くが最も長く生活する場であるので、その室内環境を良好に保つことは重要である。生活水準の向上や快適な住まいへの要望によって、住宅でも日常的に冷暖房が行われ、室内が外界から隔てられる場合が多くなった。さらに1970年代に2度の石油危機を経験したわが国は、1979年に「エネルギー

ギーの使用の合理化に関する法律²⁾を制定して、省エネルギー政策を進めてきた。住宅に関しても、1980年に「旧省エネルギー基準³⁾」が示されて以来、1992年に「新省エネルギー基準⁴⁾」として改定され、1999年には省エネ効率を一層強化した「次世代省エネルギー基準⁵⁾」が告示された。これらの基準に対応するために、住宅の高断熱化と高气密化が進められたが、高断熱・高气密に対する理解が必ずしも十分ではなかったために、化学物質による室内空気汚染や住宅内での結露、それに伴うカビなどの発生が生じ、これらに起因する室内環境の悪化や健康障害が問題となっている。化学物質については、シックハウス対策としてすでにホルムアルデヒド (HCHO) を含む13物質の指針値が設定されており⁶⁾、さらに測定対象物質の追加が検討されている。カビについては、従来、*Alternaria* や *Cladosporium* などの好湿性カビ (胞子が最低水分活性値 a_w 0.90以上だけで発芽し、 a_w 1.00付近で最適の生育がみられるカビ) がアレルギーの主な原因とされてきた⁷⁾。しかし、近年、住宅での換気量の減少や結露によって好乾性カビ (胞子が最低水分活性値 a_w 0.80以下で発芽可能で、 a_w 0.95付近で最適の生育がみられるカビ) の生育可能な室内環境が増加したことに加えて、カビ測定法の進歩によって好乾性カビの評価が可能になった⁸⁾。その結果、好乾性カビが室内塵だけではなく^{9~14)}、室内空気からも多く分離されるようになった^{15,16)}。さらに *Aspergillus restrictus* や *Wallemia* などの好乾性カビもアレルギーとなりうるということが指摘されている^{17,18)}。

新築住宅や改築住宅での室内空気中 HCHO は、主に建材や施工材、壁紙の接着剤に由来していると考えられる¹⁹⁾。そして、HCHO には殺菌性がある²⁰⁾ので、室内空気中カビ濃度が HCHO 濃度の影響を受けている可能性がある。

そこで、室内空気に関して特に苦情のない住宅を対象として、好乾性カビを中心とした空気中カビの種類とその濃度を調査するとともに、カビ濃度と室内空気汚染物質である HCHO、二酸化窒素 (NO_2)、炭酸ガス (CO_2)、一酸化炭素 (CO) の各濃度および温湿度との関連を検討した。

II 調査方法

1. 調査対象

名古屋市内で室内空気に対して特に苦情のなかった住宅54戸

2. 調査時期

1995~1997年度の夏季 (7~9月) ならびに冬季 (1~3月)、1996年度と1997年度はそれぞれ同一住宅を夏季と冬季に調査した。

3. 調査場所

1) 台所 (調理による水蒸気の発生量が比較的多いと考えられた場所として)

2) 寝室 (1日の約3分の1を過ごし、水蒸気の発生量が少ないと考えられた場所として)

3) 外気

4. 調査項目

1) 空気中カビは、ピンホールサンプラー (三基科学工業製) を使用して、空気を27 L/分で2分間サンプリングした。1測定につき、同じ操作を2回繰り返した。好乾性カビ分離用培地としてディクロラン・18%グリセロール寒天培地 (以下 DG18 培地, Oxoid 製) を、好湿性カビ分離用培地としてポテト・デキストロース寒天培地 (以下 PDA 培地, 栄研化学製) を用い、25°C、5~10日間培養後、カビの計数と同定を行った。本報では、結果の解析は原則として DG18 培地による測定値を用いて行くとともに、濃度は 1 m^3 あたりのコロニー数 (colony forming units: CFU/ m^3) で表示した。また、*A. restrictus*, *A. versicolor*, *A. ochraceus*, *A. candidus*, *Wallemia sebi*, *Eurotium* を好乾性カビとし、これら以外のカビを中・好湿性カビとして処理した。

2) CO_2 および CO は、一酸化炭素・炭酸ガス連続測定器 (CMCD-10P, ガステック製) を用いて15分間隔で24時間連続測定し、1日平均値を算出した。

3) HCHO および NO_2 は、パッシブガスタンク (ホルムアルデヒド・二酸化窒素用, 柴田科学製) で1日平均値を測定した。

4) 気温および相対湿度は、自記温湿度計 (いすず製作所製) で24時間連続測定した。15分間隔で温湿度を読取り、1日平均値を算出した。

5) 室内環境要因は、下記の項目についての自己記入式質問票を調査前に配布し、調査終了時に

回収した。その内容は回収時に家人から確認した。

住宅：①住宅の種類（戸建・集合），②住宅の構造（木造・鉄筋コンクリート造・鉄骨造），③築後年数またはリフォーム後年数（以下，築後年数）

台所・寝室：①床面積，②カーペットの有無，③床材質（畳，板，その他），④窓の開閉状況，⑤隣室との通路の開閉状況，⑥燃焼型加熱調理器具の種類と使用時間（台所のみ），⑦冷暖房機器の種類と使用時間

空気中カビの採取場所ならびに測定器の設置場所は，原則として室内の中央付近の床上1～1.2 mで，外気は排気口や換気扇の近くを避けた場所で地上（床上）1 m以上とした。

5. 統計学的方法

総カビ，好乾性カビ，HCHO，NO₂，CO₂，COの各濃度の分布は，いずれも対数正規分布型に近かったため，平均値は幾何平均値で表示した。幾何平均値を算出する際，測定値が検出限界値未満

表1 住宅の概要

	夏 季	冬 季
調査住宅数 (戸)	31	46
住宅の 戸建 (戸)	19	27
種 類 集合 (戸)	12	19
住宅の 木造 (戸)	20	29
構 造 非木造 (戸) ¹⁾	11	17
築後年数 (年) ²⁾	15.3(0~68)	14.9(0~68)
居住人数 (名) ²⁾	3.6(2~7)	3.5(1~7)
床面積 ²⁾ (m ²)	台所	15.6(3.6~33.4)
	寝室	11.6(5.7~24.4)
	15.0(4.1~33.4)	11.4(6.5~26.4)

¹⁾ 鉄筋コンクリート造および鉄骨造，²⁾ 算術平均（最小～最大）

の場合は検出限界値の2分の1を用いた。平均値の差の検定は，Wilcoxon検定またはKruskal-Wallis検定で行った。相関係数はPearsonの方法で算出した。

表2 台所および寝室の室内の概要

	台 所		寝 室	
	夏 季	冬 季	夏 季	冬 季
調査住宅数 (戸)	31	46	31	46
床材質 (%)	畳	0	68	72
	板	71	29	24
	その他 ¹⁾	29	3	4
カーペット使用割合 (%)	29	26	23	30
窓の開閉状況 (%)	常時開放	65	84	2
	時々開放	23	6	43
	常時閉鎖	13	65	10
隣室との出入り口 (%)	常時開放	94	94	43
	時々開放	6	6	37
	常時閉鎖	0	15	0
喫煙割合 (%)	23	26	0	7
燃焼型調理器具の1日当たりの使用時間 (時間)	2.1(0.0~4.0)	2.3(0.0~6.0)	—	—
冷房していた住宅の割合 (%)	35	—	22	—
1日当たりの冷房時間 (時間) ²⁾	7.3(1.5~13.0)	—	7.3(1.0~21.0)	—
暖房していた住宅の割合 (%)	—	78	—	43
1日当たりの暖房時間 (時間) ²⁾	—	9.2(1.5~17.0)	—	0.5(0.5~24.0)

¹⁾ ビニルタイル，リノリウム，²⁾ 冷暖房を行っていた住宅での平均（最小～最大）

表3 分離培地の種類とカビの種類別検出割合

カビの種類	検 出 割 合 (%)											
	夏 季 (n=31)						冬 季 (n=46)					
	DG18培地			PDA 培地			DG18培地			PDA 培地		
	台所	寝室	外気	台所	寝室	外気	台所	寝室	外気	台所	寝室	外気
<i>Cladosporium</i>	97	94	100	87	90	94	76	65	93	80	82	87
<i>Penicillium</i>	94	84	84	74	81	90	76	74	80	78	70	70
<i>Aspergillus</i>	84	84	68	65	84	68	63	65	51	52	57	50
<i>A. niger</i>	32	65	52	42	61	48	22	4	7	15	5	9
<i>A. versicolor</i>	35	26	3	13	10	6	26	33	20	33	34	20
<i>A. restrictus</i>	39	23	26	0	3	0	39	33	18	2	9	2
<i>A. flavus</i>	6	16	19	16	13	10	2	2	11	4	5	13
<i>A. ochraceus</i>	6	10	3	0	10	13	7	2	2	9	5	7
<i>A. fumigatus</i>	3	6	0	3	10	6	2	2	0	7	7	7
<i>A. candidus</i>	0	0	6	3	0	6	4	7	2	2	5	7
<i>A. terreus</i>	0	3	3	0	0	13	0	2	0	0	0	2
<i>A. clavatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Alternaria</i>	39	35	55	48	52	55	9	0	24	13	2	30
<i>Wallemia sebi</i>	26	29	16	0	0	0	30	33	18	4	5	2
<i>Eurotium</i>	32	29	26	6	0	0	17	24	18	2	2	0
<i>Paecilomyces</i>	16	13	16	19	23	19	2	9	4	7	7	2
<i>Arthrinium</i>	13	10	6	23	10	23	2	4	9	11	7	20
<i>Fusarium</i>	10	6	39	19	13	29	0	0	4	2	2	4
<i>Curvularia</i>	3	13	16	19	16	26	0	0	2	0	0	0
<i>Aureobasidium</i>	3	0	0	6	3	3	9	4	11	13	14	13
<i>Pestalotiopsis</i>	3	10	6	10	10	16	0	0	0	2	0	2
<i>Nigrospora</i>	0	0	0	19	10	16	0	0	0	2	0	4
Mucorales	3	6	0	10	10	6	0	2	2	4	0	7
Coelomycetes	0	0	3	0	6	6	0	0	7	4	7	7
<i>Phoma</i>	0	0	6	0	3	6	2	0	4	2	2	7
<i>Pithomyces</i>	0	3	3	6	0	3	2	0	2	0	0	0
<i>Geotrichum candidum</i>	0	0	0	6	0	3	0	0	0	0	0	4
<i>Chaetomium</i>	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Epicoccum</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	7
<i>Trichoderma</i>	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	2	0
<i>Acremonium</i>	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Ramichloridium</i>	0	0	0	0	0	6	0	0	0	2	0	0
<i>Drechslera</i>	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Botrytis cinerea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0
<i>Chrysonilia</i>	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysosporium</i>	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Emericella</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2
<i>Periconia</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gliocladium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Graphium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Scopulariopsis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Myrothecium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Beauveria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Spegazzinia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Other Fungi	42	35	39	48	32	58	17	13	42	52	43	50
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Xerophiles(好乾性カビ)	68	68	52	19	23	26	67	80	51	46	50	33

網かけは好乾性カビを示す

III 調査結果

1. 調査した住宅および室内の概要

全調査項目の結果が得られたのは、夏季31戸、冬季46戸であり、両季節を通して調査できた住宅は27戸であった。表1に住宅の概要を示した。住宅の種類・構造別割合は、戸建・木造が夏季35%、冬季35%、戸建・非木造が26%と24%、集合・木造が0%と2%、集合・非木造がともに39%であった。表2に台所および寝室の室内の概要を示した。冷房していた住宅は、台所では35%、寝室では22%であったのに対して、暖房していた住宅はそれぞれ78%と43%であった。冷房していた住宅は暖房していた住宅の約半数であり、冷暖房時間は住宅による違いが大きかった。室内空気を汚染しない暖房器具（エアコンや電気ストーブ、FF式暖房器具など）だけを使用していた住宅は、台所では暖房していた36戸中11戸、寝室では20戸中11戸であった。

2. 総カビ濃度と好乾性カビ濃度

1) 分離培地によるカビの種類別検出割合の比較

表3は、DG18培地およびPDA培地でのカビの種類別検出割合をまとめたものである。両培地ともにすべての試料でカビが検出された。DG18培地による好乾性カビの検出割合は、夏季では台所と寝室が68%、外気が52%、冬季では台所が67%、寝室が80%、外気が51%であったのに対して、PDA培地では夏季の台所が19%、寝室が23%、外気が26%、冬季ではそれぞれ46%、50%、

33%であった。屋内および外気ともにDG18培地による好乾性カビの検出割合はPDA培地より高い傾向にあった。

両培地で検出割合が最も高かったのは、*Cladosporium*属、次いで*Penicillium*属と*Aspergillus*属であり、いずれも50%以上の試料で検出された。夏季では*Alternaria*属が35~55%の試料で検出された。これらのカビの検出割合は屋内と外気の間で類似していた。*Aspergillus*属では、夏季には*A. niger*が、冬季には*A. versicolor*が最も多く検出された。一方、*Wallemia*属、*Eurotium*属および*A. restrictus*は、DG18培地では両季節ともに16~33%の住宅で検出されたが、PDA培地ではほとんどの住宅で検出されなかった。

2) 分離培地による空気中カビ濃度の比較

表4は、DG18培地とPDA培地による空気中総カビ濃度、好乾性カビ濃度ならびに中・好湿性カビ濃度の幾何平均値をまとめたものである。夏季のDG18培地による総カビ濃度は、台所ではPDA培地より有意に高く ($P < 0.01$)、寝室でも高い傾向にあった。冬季のDG18培地による総カビ濃度は、屋内および外気ともにPDA培地との間で有意な濃度差はなかった。両季節の好乾性カビ濃度は、屋内および外気ともにDG18培地による濃度がPDA培地より有意に高かった ($P < 0.01$)。一方、中・好湿性カビの屋内濃度および外気濃度は、両季節ともにDG18培地とPDA培地の間に有意差はなかった。

本報では、好乾性カビを主な対象としていることと、総カビ濃度および中・好湿性カビ濃度はい

表4 分離培地の種類とカビ濃度

調査時期	空気中濃度 (CFU/m ³)						
	台 所		寝 室		外 気		
	DG18培地	PDA培地	DG18培地	PDA培地	DG18培地	PDA培地	
総カビ	夏季(n=31)	301(2.15)**	172(2.45)	237(2.19)	166(2.73)	208(2.16)	193(2.01)
	冬季(n=46)	87.5(3.58)	85.9(2.51)	78.7(3.45)	76.0(2.70)	72.7(2.68)	83.1(2.10)
好乾性カビ	夏季(n=31)	24.1(5.09)**	9.4(2.84)	26.8(4.35)**	10.8(3.16)	9.2(2.18)**	6.2(1.62)
	冬季(n=46)	29.5(6.14)**	6.5(2.86)	18.2(4.29)**	6.5(2.86)	10.1(2.64)**	5.5(1.37)
中・好湿性カビ ¹⁾	夏季(n=31)	186(2.49)	162(2.39)	188(2.24)	158(2.59)	194(2.16)	190(2.03)
	冬季(n=46)	49.1(3.25)	68.9(2.70)	34.8(3.83)	56.0(2.92)	63.1(2.78)	80.1(2.08)

幾何平均(幾何標準偏差), **: $P < 0.01$ (PDA培地と比較して), ¹⁾ 好乾性カビ以外のカビ

表5 空気中カビの種類別濃度 (DG18培地)

カビの種類	空 気 中 カ ビ 濃 度 (CFU/m ³)					
	夏 季 (n=31)			冬 季 (n=46)		
	台 所	寝 室	外 気	台 所	寝 室	外 気
<i>Cladosporium</i>	101(3.13) ^{††}	88.9(3.97) ^{††}	104(2.83) ^{††}	20.6(3.24)	13.5(3.23)*	26.3(2.96)
<i>Penicillium</i>	28.9(3.11)	21.5(2.53)	25.5(3.01) [†]	18.1(4.07)	17.4(3.55)	15.0(2.53)
<i>Aspergillus</i>	32.1(4.65)	24.1(3.91)	14.4(2.82) [†]	17.7(4.89)*	18.8(4.36)*	8.5(2.14)
<i>A. restrictus</i>	13.4(5.31)	8.4(3.58)	6.7(2.20)	11.6(4.52)	10.5(4.23)	5.7(1.72)
<i>A. versicolor</i>	7.5(2.67)	6.8(2.37)	4.8(1.28)	7.5(2.78)	8.3(2.82)	5.4(1.44)
<i>A. niger</i>	6.8(1.95)	9.3(1.99)	8.4(2.13)	5.6(1.54)	4.8(1.26)	5.0(1.40)
<i>A. flavus</i>	4.8(1.19)	5.7(2.01)	5.7(1.73)	4.7(1.11)	4.7(1.11)	5.3(1.63)
<i>A. ochraceus</i>	5.0(1.41)	4.9(1.23)	4.7(1.13)	4.8(1.19)	4.7(1.11)	4.7(1.11)
<i>A. fumigatus</i>	5.0(1.65)	5.0(1.48)	ND	4.7(1.23)	4.7(1.23)	ND
<i>A. candidus</i>	ND	ND	4.8(1.19)	4.8(1.26)	4.9(1.28)	4.7(1.11)
<i>A. terreus</i>	ND	4.8(1.28)	4.7(1.13)	ND	4.7(1.11)	ND
<i>Alternaria</i>	7.3(2.06)	7.5(2.21)	9.7(2.25)	4.9(1.22)	ND	6.2(1.90)
<i>Wallemia sebi</i>	7.6(2.72)	6.1(1.65)	5.6(1.67)	7.0(2.26)	7.2(2.33)	5.3(1.37)
<i>Eurotium</i>	7.5(2.87)	7.2(2.57)	6.0(1.65)	6.1(2.08)	6.1(1.86)	5.4(1.52)
<i>Paecilomyces</i>	5.3(1.40)	5.3(1.57)	5.5(1.55)	4.7(1.11)	4.9(1.22)	4.9(1.38)
<i>Curvularia</i>	4.7(1.13)	5.7(1.85)	5.7(1.86)	ND	ND	4.7(1.11)
<i>Fusarium</i>	4.9(1.23)	4.8(1.19)	6.2(1.48)	ND	ND	4.8(1.26)
<i>Arthrinium</i>	5.0(1.27)	4.9(1.23)	4.9(1.32)	4.7(1.11)	4.9(1.38)	4.9(1.22)
<i>Pestalotiopsis</i>	5.0(1.61)	5.2(1.60)	5.3(1.68)	ND	ND	ND
<i>Aureobasidium</i>	4.7(1.13)	ND	ND	4.9(1.22)	4.9(1.46)	5.3(1.61)
Coelomycetes	ND	ND	5.0(1.51)	ND	ND	4.8(1.19)
Mucorales	4.7(1.13)	4.8(1.19)	ND	ND	4.7(1.11)	4.7(1.11)
<i>Pithomyces</i>	ND	4.8(1.28)	4.7(1.13)	4.7(1.11)	ND	4.7(1.11)
<i>Phoma</i>	ND	ND	4.8(1.19)	4.7(1.11)	ND	4.7(1.16)
<i>Chrysonilia</i>	4.7(1.13)	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Drechslera</i>	4.7(1.13)	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Periconia</i>	ND	ND	4.7(1.11)	ND	ND	ND
<i>Botrytis cinerea</i>	ND	ND	ND	ND	ND	4.7(1.11)
Other Fungi	8.3(2.35)	6.7(1.84)	7.3(1.94)	5.3(1.37)	5.3(1.46)	8.1(2.46)
Total	301(2.15) ^{††}	237(2.19) ^{††}	208(2.16) ^{††}	87.5(3.58)	78.7(3.45)	72.7(2.68)
Xerophiles(好乾性カビ)	29.5(6.14)*	18.2(4.29)	10.1(2.64)	24.1(5.09)**	26.8(4.35)**	9.2(2.18)

幾何平均(幾何標準偏差), ND: 検出限界値(4.7 CFU/m³)未滿, 網かけは好乾性カビを示す

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$ (外気と比較して), †: $P < 0.05$, ††: $P < 0.01$ (冬季と比較して)

ずれも DG18 培地と PDA 培地との間で有意差のない場合がほとんどであったことから, これ以降の解析には DG18 培地による測定値を用いた。

3) 空気中カビの種類別濃度

表5は, DG18 培地で同定されたカビの種類とその空気中濃度の幾何平均値をまとめたものである。屋内濃度と外気濃度を比較すると, 総カビ濃度は, 両季節ともに屋内と外気の間で有意な濃度

差はなく, 台所と寝室の間でも有意な濃度差はなかった。好乾性カビ濃度は, 冬季では屋内が外気より有意に高く ($P < 0.01$), 夏季でも台所は外気より有意に高く ($P < 0.05$), 寝室も外気より高い傾向にあった。夏季と冬季を比較すると, 総カビ濃度は屋内および外気ともに夏季が冬季より有意に高かった ($P < 0.01$) が, 好乾性カビ濃度は屋内および外気ともに両季節の間で有意差はなかつ

た。

検出割合が高かった *Cladosporium* 属, *Penicillium* 属ならびに *Aspergillus* 属の各濃度は, 夏季では屋内と外気との間で有意差はなかった。冬季では *Cladosporium* 属の屋内濃度は外気濃度より低い傾向にあったが, *Aspergillus* 属の屋内濃度は外気濃度より有意に高かった ($P<0.05$)。夏季と冬季を比較すると, *Cladosporium* 属濃度は屋内外ともに夏季が冬季より有意に高かった ($P<0.01$)。外気の *Penicillium* 属濃度と *Aspergillus* 属濃度も, 夏季が冬季より有意に高かった ($P<0.05$)。

両季節を通じて, 屋内濃度および外気濃度が最も高かったのは, *Cladosporium* 属であり, 次いで *Penicillium* 属と *Aspergillus* 属であった。 *Aspergillus*

属では, *A. restrictus* が最も高濃度であった。好乾性カビ濃度の総カビ濃度に対する割合 (以下, 好乾性カビ割合) の中央値は, 夏季の台所で8%, 寝室で6%, 外気で5%であったのに対して, 冬季ではそれぞれ33%, 46%, 13%であり, 冬季の好乾性カビ割合は夏季より高かった。

3. 室内環境要因とカビ濃度

表6は, 住宅の種類・構造別にみた空气中総カビ濃度と好乾性カビ濃度の幾何平均値をまとめたものである。夏季の総カビ濃度と好乾性カビ濃度は, 戸建・木造住宅, 戸建・非木造住宅, 集合・非木造住宅の間で有意差はなかった。冬季も同様な結果であった。

表7は, 床材質の種類ならびにカーペットの有

表6 住宅の種類・構造とカビ濃度

住宅の種類・構造 ¹⁾	調査住宅数 ²⁾ (戸)	空气中濃度 (CFU/m ³)						
		総カビ			好乾性カビ			
		台所	寝室	外気	台所	寝室	外気	
夏季	戸建・木造	11	261(2.01)	210(1.88)	200(1.91)	40.0(4.55)	20.8(4.30)	11.1(3.02)
	戸建・非木造	8	399(2.13)	332(2.20)	353(1.96)	31.0(6.10)	19.8(3.56)	17.3(2.66)
	集合・非木造	12	285(2.12)	211(2.24)	152(2.04)	21.6(6.92)	15.3(4.42)	6.5(1.57)
冬季	戸建・木造	16	90.1(3.67)	67.8(4.21)	58.4(2.75)	17.0(3.87)	15.7(3.71)	8.5(2.33)
	戸建・非木造	11	69.4(3.45)	100(3.02)	115(1.98)	28.8(4.03)	34.3(5.08)	11.2(1.95)
	集合・非木造	18	103(3.42)	77.0(2.99)	62.8(2.68)	32.3(6.34)	37.0(3.89)	8.4(2.09)

幾何平均 (幾何標準偏差), ¹⁾ 非木造: 鉄筋コンクリート造および鉄骨造, ²⁾ 木造集合住宅1戸を除く

表7 床材質ならびにカーペットの有無とカビ濃度

	調査住宅数(戸)		空气中濃度 (CFU/m ³)								
			総カビ				好乾性カビ				
			夏季		冬季		夏季		冬季		
			夏季	冬季	屋内	外気	屋内	外気	屋内	外気	
台所	板等	24	34	301(1.93)	224(2.14)	92.1(3.93)	82.7(2.57)	28.7(6.41)	31.3(6.10)	24.0(5.41)	9.1(2.21)
	板等+カーペット	10	12	301(2.73)	177(2.24)	75.8(2.71)	50.5(2.83)	10.8(2.85)	9.0(2.26)	24.3(4.47)	9.6(2.16)
寝室	畳	17	24	203(2.24)	188(2.11)	94.8(3.50)	75.6(2.75)	13.0(3.55)	8.1(2.12)	20.3(4.50)	7.8(2.08)
	畳+カーペット	4	9	473(2.03)	428(2.32)	64.7(2.24)	59.1(2.67)	12.2(2.84)	11.3(2.44)	27.3(2.74)	8.0(2.20)
	板等	7	8	238(1.80)	173(1.68)	74.3(2.30)	115(2.26)	70.4(4.12)	16.4(3.54)	49.1(2.94)	19.1(1.70)
	板等+カーペット	3	5	225(1.53)	216(1.81)	50.6(6.61)	42.0(1.70)	9.3(1.76)	10.6(2.09)	37.2(7.01)	8.1(1.68)

幾何平均 (幾何標準偏差)

表8 冷暖房の有無とカビ濃度

冷暖房	空 気 中 濃 度 (CFU/m ³)											
	住宅数 (戸)	夏 季				冬 季				住宅数 (戸)	好 乾 性 カ ビ	
		総 カ ビ		好 乾 性 カ ビ		総 カ ビ		好 乾 性 カ ビ				
	屋 内	外 気	屋 内	外 気	屋 内	外 気	屋 内	外 気	屋 内	外 気		
台 所	有	11	317(2.40)	154(1.88)	72.7(8.30)*,†	15.7(3.48)	36	73.4(3.23)	68.6(2.53)	22.2(5.05)**	8.7(2.12)	
	無	20	293(2.06)	243(2.23)	18.0(4.26)†	8.0(2.02)	10	165(4.40)	89.4(3.29)	32.7(5.42)	11.5(2.38)	
寝 室	有	10	148(1.84)†	120(2.09)†	17.9(3.84)	8.2(2.65)	20	70.9(3.71)	57.2(2.44)	21.5(4.57)**	10.5(2.31)	
	無	21	297(2.14)	270(1.92)	18.4(4.64)	11.2(2.65)	26	85.5(3.33)	87.4(2.79)	31.7(4.19)	8.3(2.07)	

幾何平均 (幾何標準偏差), *: $P < 0.05$ (冷暖房無と比較して), †: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$ (外気と比較して)

表9 室内空気汚染物質濃度および温湿度

	夏 季 (n=31)			冬 季 (n=46)		
	台 所	寝 室	外 気	台 所	寝 室	外 気
ホルムアルデヒド濃度 (ppb) ¹⁾	10.2(2.38)**,**	12.0(2.21)**	4.7(1.62)	18.9(1.95)**,**§	14.3(2.12)**	4.9(1.74)
二酸化窒素濃度 (ppb) ¹⁾	20.6(1.40)**	17.8(1.31)**,**	25.1(1.28)	85.1(2.33)**	45.2(2.36)**	32.5(1.45)
炭酸ガス濃度 (ppm) ¹⁾	536(1.28)**	—	—	1,392(1.68)	—	—
一酸化炭素濃度 (ppm) ¹⁾	0.9(1.67)**	—	—	2.2(1.92)	—	—
気温 (°C) ²⁾	28.1±2.3†	28.0±2.4†	—	15.2±4.5	12.6±4.3	—
湿度 (%) ²⁾	58±8	60±9	—	54±10	58±9	—

¹⁾ 幾何平均 (幾何標準偏差), ²⁾ 算術平均±標準偏差

*, **: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$ (外気と比較して), §: $P < 0.01$ (寝室と比較して), †: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$ (冬季と比較して)

無と空气中総カビ濃度および好乾性カビ濃度の幾何平均値をまとめたものである。寝室の総カビ濃度と好乾性カビ濃度は、夏季および冬季とも床材質の違いやカーペットの有無によるの有意差はなかった。台所の総カビ濃度と好乾性カビ濃度も寝室と同様な結果であった。

表8は、冷暖房の有無と空气中総カビ濃度ならびに好乾性カビ濃度の幾何平均値をまとめたものである。夏季の台所の好乾性カビ濃度は、冷房を行なうことがある場合がそうでない場合より有意に高かった ($P < 0.05$)。夏季の屋内の総カビ濃度と寝室の好乾性カビ濃度、ならびに冬季の屋内の総カビ濃度と好乾性カビ濃度は、冷暖房の有無による有意差はなかった。

4. 温湿度および室内空気汚染物質濃度

表9は、HCHO, NO₂, CO₂ と CO の各濃度の幾何平均値ならびに平均気温と平均湿度の算術平均値をまとめたものである。HCHO濃度は、両季節ともに屋内濃度は外気濃度より有意に高かった ($P < 0.01$)。冬季の台所のHCHO濃度は夏季より有意に高く ($P < 0.01$)、冬季の寝室も夏季よ

り高い傾向にあった。1日平均濃度が室内濃度指針値 (80 ppb)⁶⁾ を超えていた住宅は、両季節ともに台所および寝室各1戸であった。

NO₂濃度は、冬季では屋内濃度が外気より有意に高く ($P < 0.01$)、台所のNO₂濃度は寝室より有意に高かった ($P < 0.01$)。逆に、夏季では、寝室のNO₂濃度が外気より有意に低く ($P < 0.01$)、台所も外気より低い傾向にあった。冬季の屋内NO₂濃度は夏季より有意に高く ($P < 0.01$)、外気濃度も冬季が夏季より高い傾向にあった。夏季の1日平均濃度はいずれも環境基準上限値 (60 ppb)²¹⁾ 未満であったが、冬季では台所の70%、寝室の35%、外気の4%が60 ppbを超えていた。

台所のCO₂濃度は、冬季が夏季より有意に高かった ($P < 0.01$)。1日平均濃度がビル管理法²²⁾の建築物環境衛生管理基準 (1,000 ppm) を超えていた住宅は、夏季では3%であったのに対して、冬季では78%であった。冬季の9%の住宅では1日を通して1,000 ppmを超えていた。

台所のCO濃度は、冬季が夏季より有意に高

表10 台所でのカビ濃度と室内空気汚染物質濃度との相関係数

	総カビ濃度 (CFU/m ³ , 対数値)		好乾性カビ濃度 (CFU/m ³ , 対数値)	
	夏季 (n=31)	冬季 (n=46)	夏季 (n=31)	冬季 (n=46)
ホルムアルデヒド濃度 (ppb, 対数値)	-0.06	-0.11	0.49**	0.09
二酸化窒素濃度 (ppb, 対数値)	0.20	-0.10	-0.12	-0.05
炭酸ガス濃度 (ppm, 対数値)	0.08	0.17	0.09	0.18
一酸化炭素濃度 (ppm, 対数値)	0.09	0.11	0.32	0.09
気温 (°C)	-0.19	0.02	-0.13	0.10
湿度 (%)	-0.02	0.51**	0.04	0.59**
築後年数 (年)	-0.32	0.25	-0.23	0.09
外気濃度 (対数値)	0.49**	0.09	0.26	0.17

* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$

かった ($P < 0.01$)。両季節ともに1日平均濃度が建築物環境衛生管理基準 (10 ppm) を超えていた住宅はなかった。

平均気温は、夏季では台所と寝室でほぼ同じであったが、冬季では台所が寝室より高い傾向にあった。冬季の平均気温の分布幅は夏季と比較して広く、住宅による違いが顕著であった。夏季の最低気温が25°C以上であった住宅は、台所で74%、寝室で77%であった。逆に、冬季の最低気温が10°C未満であったのは、台所の30%、寝室の48%であった。

平均湿度は、夏季と冬季の間で、また台所と寝室の間で有意差はなく、平均湿度の分布幅も同程度であった。全測定値がビル管理法の管理基準 (40~70%) 内であった住宅は、夏季の台所と寝室でそれぞれ55%、冬季の台所で41%、寝室で54%であった。

5. カビ濃度と室内空気汚染物質濃度の関係

表10は、台所での空気中カビ濃度と温湿度あるいは室内空気汚染物質濃度との相関関係をまとめたものである。総カビ濃度は、夏季には外気濃度と有意な正の相関関係があり ($P < 0.01$)、冬季には平均湿度と有意な正の相関関係があった ($P < 0.01$)。好乾性カビ濃度は、夏季にはHCHO濃度と有意な正の相関関係があり ($P < 0.01$)、冬季には、平均湿度と有意な正の相関関係があった ($P < 0.01$)。屋内の好乾性カビ濃度およびHCHO濃度は、築後年数の短い住宅で高くなる傾向があった。

IV 考 察

1. 分離培地によるカビの種類別検出割合および空気中カビ濃度の比較

好湿性カビ分離用培地のPDA培地を使用した大気中カビの調査では、*Cladosporium* 属、*Alternaria* 属、*Penicillium* 属、*Aspergillus* 属などが主な浮遊カビとされ、その中には好乾性カビはほとんど含まれていなかったとされている^{23,24})。しかし、1977年に室内塵から好乾性カビを検出したことが報告されて以来²⁵)、好乾性カビ分離用培地であるDG18培地を使用することによって、PDA培地による試験では見落とされていた*A. restrictus* や*Eurotium* 属、*Wallemia sebi*などの好乾性カビが室内塵から多量に検出されたことが報告されている^{9~14})。PDA培地では好乾性カビの検出率はかなり低いために、室内塵中カビ相の調査にはDG18培地を用いることが望ましい。また、DG18培地による空気中カビ濃度はPDA培地よりも高かったため、空気中カビの測定にはDG18培地が適しているという報告もある¹⁶)。今回の調査でも、好乾性カビである*Wallemia* 属、*Eurotium* 属や*A. restrictus* は、PDA培地ではほとんど検出されなかったことや、DG18培地による空気中好乾性カビ濃度はPDA培地より有意に高かっただけでなく、空気中総カビ濃度も両培地の間で有意差がなかったことから、空気中カビ濃度の調査でもDG18培地が適当であると考えられる。

2. 空気中カビの種類別濃度

大阪市内の住宅での7月の空気中総カビ濃度の

幾何平均値は、屋内で468 CFU/m³、外気では220 CFU/m³であり¹⁵⁾、横浜市内の住宅では、空气中総カビ濃度の1年間の幾何平均値は、屋内で219 CFU/m³、外気では138 CFU/m³であったと報告されている¹⁶⁾。今回の調査では、屋内および外気の総カビ濃度の幾何平均値は、上記の報告に近い結果であった。

今回、空气中総カビ濃度は夏季に高く、冬季に低かった。屋内空气中総カビ濃度は、春季(4~6月)と秋季(9~10月)にピークになり、冬季(12~2月)に最も濃度が減少する2峰性を示すという報告²⁶⁾や1~3月に少なく、8~11月に多かったと言う報告¹⁶⁾、また大気中総カビ濃度も春から梅雨にかけての5~6月と秋の9~10月をピークとする2峰性を示すという報告²⁴⁾がある。今回の結果はこれらと矛盾しなかった。

室内空気での検出数が多かったカビは、愛知県下の住宅では *Cladosporium* 属や *Penicillium* 属であり²⁷⁾、横浜市内の住宅では *Cladosporium* 属 > *Aspergillus* 属 > *Penicillium* 属の順¹⁶⁾、大阪市内の住宅でも *Aspergillus* 属 > *Cladosporium* 属 > *Penicillium* 属の順¹⁵⁾であったとされている。今回の調査でも上記の3種類のカビの空气中濃度が高く、これらが住宅での室内空气中カビの優勢種であると考えられる。

屋内の総カビ濃度は両季節ともに外気濃度と同程度であったことから、屋内総カビ濃度は主に外気濃度を反映していると考えられる。住宅内湿度は通常80%以下であり、好湿性カビの増殖はほとんど考えられないことから、好湿性カビは戸外から飛来しているとされている²⁸⁾。一方、ハウスダストには好乾性カビが多いことが報告されている^{15,26)}。カーペット塵中総カビ濃度と室内空气中総カビ濃度は有意な正の相関関係があったという報告もある¹⁵⁾。両季節ともに好乾性カビ濃度の屋内濃度が外気濃度より有意に高かった理由のひとつとして、住宅内のハウスダストからの好乾性カビの発生が考えられる。

3. 室内環境要因とカビ濃度

和室やカーペットの敷かれた部屋の空气中総カビ濃度は、板張りの部屋より高かったという報告¹⁵⁾がある。しかし、住宅の種類や構造あるいは冷暖房の有無と空气中カビ濃度についての報告は、著者らの知る限り、見当たらない。今回、住宅の種類や構造、床材質の種類、冷暖房の有無と

空气中総カビ濃度や好乾性カビ濃度の間には有意な関係はなかった。この理由として、調査住宅数が少なかったこと、室内空气中のカビの種類や濃度は複数の環境要因が相互に影響し合っているために個々の環境要因では有意差がでなかったことが考えられる。

4. 空气中カビ濃度と室内空気汚染物質濃度の関係

夏季の屋内総カビ濃度が外気濃度との間で有意な正の相関関係があったのは、屋内のカビの大半が外気に由来していることと住宅内の換気が良好であったためと考える。一方、冬季では換気量が少なくなるために屋内総カビ濃度は外気濃度の影響を受けにくくなったことが推察される。一方、好乾性カビは屋内に発生源があるために、両季節ともにその屋内濃度と外気濃度との間で有意な相関がなかったと考える。

冬季に総カビ濃度と好乾性カビ濃度の両者が平均湿度との間で有意な正の相関があった理由として、平均湿度の分布幅が37~84%と広がったために低湿度では好乾性カビを含めたカビの胞子が発芽しにくかったこと²⁹⁾が考えられる。平均湿度の分布幅が同程度であった夏季(39~77%)に有意な相関関係がみられなかったのは、夏季の平均気温は冬季より約13℃高く、カビの生育に比較的適した気温であったためにカビの生育におよぼす湿度の影響が小さくなったことが考えられる。

築後年数の短い住宅では屋内塵中カビ濃度が高かったこと³⁰⁾、屋内 HCHO 濃度は築後年数と負の相関関係があること³¹⁾が報告されている。今回、夏季における好乾性カビ濃度と HCHO 濃度との間に有意な正の相関関係がみられたが、好乾性カビ濃度は新しい住宅で高い傾向があり、HCHO 濃度も同様であった。築後年数の短い住宅では、好乾性カビ濃度と HCHO 濃度がいずれも高い場合が多かったために、見掛け上、両者の間に正の相関関係がみられたと考える。総カビ濃度と HCHO 濃度の間で同様な相関関係がみられなかったのは、好乾性カビ以外のカビは主に外気に由来していたためと考える。また、冬季では、建材から由来した HCHO に開放型暖房器具から発生した HCHO が加わった濃度になったために好乾性カビ濃度と HCHO 濃度との相関関係がみられなくなったと考える。

V おわりに

今回の調査は、住宅を必ずしも無作為に選んでいないことや調査住宅数が限られていることから、名古屋市内の住宅全体として評価することはできない。しかし、今回の調査結果は、空気中カビの優勢種や屋内空気中総カビ濃度が他の報告と類似しており、住宅での好乾性カビ濃度の実態や屋内空気中カビ濃度と室内空気汚染物質濃度との関連を推定することは可能であると考えられる。今回の調査では、住宅内の空気中総カビ濃度は外気濃度を反映していたが、好乾性カビ濃度は外気濃度と関連はなかった。また、冬季の屋内空気中総カビ濃度ならびに好乾性カビ濃度は、平均湿度の上昇とともにその濃度が増加していたが、室内空気汚染物質濃度との関連はなかった。

この報告の一部は、第61回日本公衆衛生学会総会（さいたま市）で発表した。

この報告は、名古屋市健康福祉局環境業務課からの行政受託検査（住居内の空気汚染物質の実態調査）の結果の一部を使用しました。この調査を行うにあたり、多大なご協力をいただきました環境業務課環境衛生係および保健所環境衛生監視員の方々に深く感謝いたします。

（受付 2002.12. 5）
（採用 2003. 8.21）

文 献

- NHK放送文化研究所，編．2000年国民生活時間調査報告書．東京：NHK サービスセンター，2001；41-43.
- エネルギーの使用の合理化に関する法律（昭和54年法律第49号）．
- 通商産業省・建設省．住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準（昭和55年告示第1号）．
- 通商産業省・建設省．住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準（平成4年告示第1号）．
- 通商産業省・建設省．住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準（平成11年告示第1号）．
- 厚生労働省．室内空気中化学物質の室内濃度指針値および標準的測定方法等について（平成14年医薬発第0207002号）．
- 国松幹和．室内空気の微生物汚染による健康障害．防菌防黴 1994；22：355-363.
- 宇田川俊一．生活環境中の食品菌類—その危害一．日本食品微生物学会雑誌 1997；13：151-157.
- 森 實，尾上洋一，高橋孝則．一般住宅におけるカーペットの微生物汚染について．防菌防黴 1985；13：109-117.
- Samson RA. Occurrence of moulds in modern living and working environments. *European Journal of Epidemiology* 1985；1：54-61.
- 松田良夫．真菌と室内汚染．今日の感染症 1987；6：18-23.
- Miller JD. Fungi and fungal products in some Canadian houses. *International Biodeterioration* 1988；24：103-120.
- Hamada N, Morita S. Fungal flora in the house dust of dwellings. *日本菌学会会報* 1990；31：237-247.
- 宇田川俊一．生活環境と病原真菌，とくに住環境での生態．真菌と真菌症 1994；35：375-383.
- 濱田信夫，山田明男．住宅内の浮遊カビ汚染．防菌防黴 1995；23：281-286.
- Takahashi T. Airborne fungal colony-forming units in outdoor and indoor environments in Yokohama, Japan. *Mycopathologia* 1997；139：23-33.
- 坂本龍雄，鳥居新平，山田政功，他．*Wallemia sebi*のアレルゲンとしての意義に関する研究．アレルギー 1989；38：352-359.
- 坂本龍雄，伊藤浩明，山田政功，他．*Aspergillus restrictus*のアレルゲンとしての意義に関する研究．アレルギー 1990；39：1492-1498.
- 健康住宅研究会．室内空気汚染の低減化のための設計・施工ガイドライン．東京：住宅・建築省エネルギー機構，1998；4-10.
- 日本薬学会，編．ホルムアルデヒド．衛生試験法・注解2000．東京：金原出版，2000；414.
- 環境庁．二酸化窒素に係る環境基準について（昭和53年告示第38号）．
- 建築物における衛生的環境の確保に関する法律（昭和45年法律第20号）．
- 松田良夫．空中真菌相に関する研究 第2篇 神戸市内12ヶ所の空中真菌相．関西医科大学雑誌 1969；21：526-557.
- 高鳥美奈子，信太隆太，秋山一男，他．最近10手間の相模原地区における空中飛散真菌．アレルギー 1994；43：1-8.
- Lustrgaaf B.v.d.. Xerophilic fungi in mattress dust. *Mykosen* 1977；20：101-106.
- 高鳥浩介．真菌アレルギー—住環境にみる真菌とその生態—．日本医真菌学会雑誌 2001；42：113-117.
- 石黒彩子，上井まつ子，鳥居新平，他．病院と喘

- 息児家庭の空中真菌について. 日本小児アレルギー学会誌 1989; 3: 126-132.
- 28) 宇田川俊一. 室内環境中のカビとその曝露パターン. アレルギーの領域 1994; 1: 549-553.
- 29) 宇田川俊一. 食品における真菌(カビ)汚染と危害. 食品衛生学雑誌 1987; 28: 219-229.
- 30) 濱田信夫, 森田 茂. 室内塵中の真菌数に影響を与える要因 アンケート調査結果より. 防菌防黴 1990; 18: 279-284.
- 31) 斎藤育江, 瀬戸 博, 多田宇宏, 他. 住宅の室内ホルムアルデヒドおよび揮発性有機化合物濃度の経時変化. 東京都立衛生研究所研究年報 1999; 50: 235-239.
-

AIRBORNE CONCENTRATIONS OF FUNGAL AND INDOOR AIR POLLUTANTS IN DWELLINGS IN NAGOYA, JAPAN

Kiyoshi SAKAI*, Haruo TSUBOUCHI*, and Kazunori MITANI*

Key words : fungi, xerophiles, dwelling, indoor air pollution, humidity

Purpose The purpose of this study was to determine airborne fungal concentrations in dwellings and to evaluate the relationship between indoor air concentrations of fungi and those of indoor air pollutants, temperature and relative humidity.

Methods Indoor and outdoor concentrations of total fungi, xerophiles (xerophilic fungi), indoor air pollutants such as formaldehyde, nitrogen dioxide, carbon dioxide, carbon monoxide, temperature and relative humidity were measured in 54 dwellings in Nagoya, Japan. This study was performed in summer and winter from 1995 to 1998. The airborne fungal concentrations were analyzed using a pinhole air sampler and dichloran 18% glycerol agar (DG18), and compared with the levels assessed with potato dextrose agar (PDA).

Results 1. DG18 can be recommended as an excellent medium for determining viable fungi concentrations in indoor air.

2. In indoor air, geometric means of total fungal and xerophile concentrations in summer were 237-301 CFU/m³ and 24.1-26.8 CFU/m³, as compared to 78.7-87.5 CFU/m³ and 18.2-29.5 CFU/m³, respectively, in winter. In outdoor air, geometric means of total fungal and xerophile concentrations in summer were 208 CFU/m³ and 9.2 CFU/m³, and 72.7 CFU/m³ and 10.1 CFU/m³, respectively, in winter.

3. The predominant genera in indoor and outdoor air were *Cladosporium* spp., followed by *Penicillium* spp. and *Aspergillus* spp.. The major *Aspergillus* spp. was *A. restrictus*.

4. Indoor as well as outdoor air concentrations of total fungi were significantly higher in summer than in winter ($P < 0.01$), whereas differences in total fungal concentrations between indoor and outdoor air were not. Airborne xerophile concentrations in summer and winter were significantly higher in indoor air than in outdoor air ($P < 0.01$), while indoor as well as outdoor air xerophile concentrations in summer were similar to those in winter.

5. The total fungal and xerophile concentrations were not dependent on dwelling factors such as the type of dwellings, the type of flooring materials and the use of air-conditioners and/or heaters.

6. The total fungal and xerophile concentrations were not significantly correlated with the concentrations of all the indoor air pollutants. In winter, the total fungal and xerophile concentrations significantly increased in proportion to the average relative humidity ($P < 0.01$).

Conclusion The total fungal concentrations in indoor air were significantly correlated with those in outdoor air, while xerophile concentrations were not. The indoor air concentrations of total fungi and xerophiles were not dependent on those of indoor air pollutants.

* Nagoya City Public Health Research Institute