

室内環境内の浮遊真菌を含む空気汚染レベルの解明と低減化対策

主査 芳住邦雄*¹

委員 高島浩介*², 工藤たか子*³

本研究は、室内環境中の空気質に着目し、受動型サンプラーを用いて、東京周辺の100家庭近くの居間で測定を行った。生活環境を快適なレベルに維持するための指針を得ることを目的としている。ホルムアルデヒドは高温多湿の夏期において高く、また、新築ないしリフォーム後3年程度の期間で高かった。NO₂濃度は、開放型暖房器具の使用により極めて高い濃度となっていた。また、繊維材料へのNO₂由来成分の付着量は羊毛、絹およびナイロンで高かった。アンモニアは、室内環境中の濃度は屋外よりも高い傾向があり、特にペットの存在が高濃度要因と認められた。真菌は、夏期に高く、乾燥状態で低温の冬期には、低い濃度となることが明らかとなった。

キーワード：1) 室内環境, 2) ホルムアルデヒド, 3) 二酸化窒素, 4) アンモニア, 5) 真菌, 6) 省エネルギー, 7) 受動型サンプラー, 8) 生活環境, 9) 開放型暖房器具, 10) 亜硝酸イオン

STUDIES ON INDOOR AIR QUALITIES INCLUDING FUNGI AND THE COUNTERMEASURES FOR THEM

Ch. Kunio Yoshizumi

Mem. Kosuke Takatori and Takako Kudo

The indoor air quality in living rooms in about 100 families in around Tokyo Metropolitan area was investigated based on a passive sampling methodology. The aim of the study is to obtain the basic information on compilation of the guidelines to keep the comfortable and health indoor air qualities. As a result, the characteristics of air pollutants were grasped as follows: Concentration of formaldehyde was raised in summer due to high temperature and humidity. Nitrogen dioxide was found at a high level in winter because heating facilities were used to release burned gas. Ammonia and fungus were also measured at a high level in summer.

1. 緒言

地球環境の温暖化防止は、人類にとって解決すべき最重要な環境問題の一つとなっており、省エネルギーの実現が対策の根幹となっている。しかしその反面、室内環境の悪化による健康障害をもたらす可能性を高めるに至った。省エネルギー優先の建築設計は、必然的に家屋の気密性の向上による換気量の減少を生じさせることになったからである。

高气密化した室内環境条件により、暖房器具、内装仕上げ材、家具さらには喫煙などから放出される汚染物質は、従来よりも一層、深刻な影響を引き起こすことになりつつある。すなわち、シックハウス、シックスクール、化学物質過敏症などすくなく事例が論議の対象となるに至っている。

WHOによるシック・ビル症候群の症状は、①目、特に眼球結膜、鼻粘膜およびのどの粘膜刺激症、②粘膜の乾燥、③皮膚の紅斑、じんましん、湿疹、④疲労を感じやすい、⑤頭痛、気道感染の頻発、⑥息が詰まる感じ、喘鳴、⑦非特異的な過敏症、⑧めまい、吐き気、おう吐などである。

しかしながら、これにかかわる空気汚染物質の動態情報は、従来限定的な測定結果に基づいたものが中心であり、広い範囲を対象とした系統的なものは、極めて乏しい現状にある。従来の大気汚染にかかわる情報^{文¹~⁵}のみでは対応が難しい現象と言える。

本研究は、ホルムアルデヒド、二酸化窒素、アンモニアおよび真菌を、受動型サンプラーを用いて、多数の個所で測定を行おうとすることに特徴がある。受動型サンプラーは、従来の吸引ポンプを用いるアクティブ・サンプラーと異なり、排気や騒音を伴わない。かつ、単価としては、比較的廉価である^{文⁶}。したがって、多数の個所における濃度を同時に把握することができる利点を有している。

さらに、本研究では、空気汚染の影響評価の一端として布帛への二酸化窒素ガスの付着特性を検討する。基質によつての量的および質的な相違を解明し、居住空間の内装および被服の保全に資する情報を集積する。

本研究では、こうした多様な測定データを収集解析して、生活環境を快適なレベルに維持するための指針を得ることを最終的な目的としている。

*¹ 共立女子大学 教授

*² 国立医薬品食品衛生研究所 室長

*³ 共立女子大学 助手

2. 実験方法

2. 1. 受動型捕集器の校正

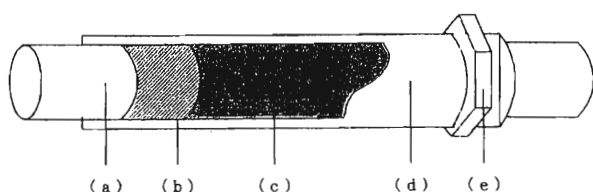
化学発光法による窒素酸化物自動測定機を用いて二酸化窒素濃度を連続的に測定し、1時間ごとの平均値を求めた。同じ地点で後述の受動型捕集器を用いて、二酸化窒素濃度を24時間平均により測定した。これらの値を比較することによって、受動型捕集器の校正を行った。

二酸化窒素以外の物質については、拡散に基き物質が移動するとの原理的同一性が見込まれるので自動測定機との照合は行わなかった。

2. 2. 空気汚染物質の捕集方法

1) ホルムアルデヒドの捕集

図2-1に示した柴田科学製パッシブガスチューブを用いて、室内空気中のHCHOを捕集した。捕集材はシリカ粉末にトリエタノールアミンを含浸させたものである。



- (a) PTFE栓 (b) ウレタンフォーム (c) TEA含浸シリカゲル
(d) PTFEチューブ (e) アルミニウムリング

図2-1 パッシブガスチューブ

夏期(1999年7月)と冬期(1999年12月)の2期間にわたり調査した。東京都および関東近県在住の夏期96軒、冬期94軒を対象に各家庭の居間において測定した。捕集期間は3日間である。

2) 二酸化窒素の捕集

図2-2に示した受動型サンプラーは、筑波総合研究所製であり、トリエタノールアミン含浸ろ紙を捕集材としている。HCHOと同様の家庭を対象として測定期間は3日間である。

さらに、これらとは別の家庭を5軒を対象として、室内環境中に布帛を懸架して、二酸化窒素に由来する物質の付着量を求めた。曝露試料にはJIS添付白布⁷⁾より綿、ポリエステル、ナイロン、絹、羊毛の5種類を選定した。

3) アンモニアの捕集

図2-3に示した受動型サンプラーを用いた。グリーンブルー製である。捕集材にはほう酸溶液をセルロースろ紙に含浸させて用いた。対象は、千葉県松戸市と東京都八王子の2地点である。1999年8月から1999年10月ま

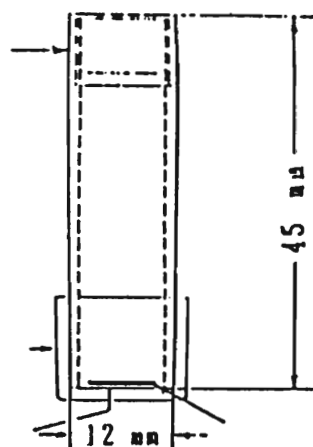


図2-2 NO₂用受動型サンプラーの構造

1. ゴム・キャップ
2. 捕集フィルター
3. メンブランフィルター

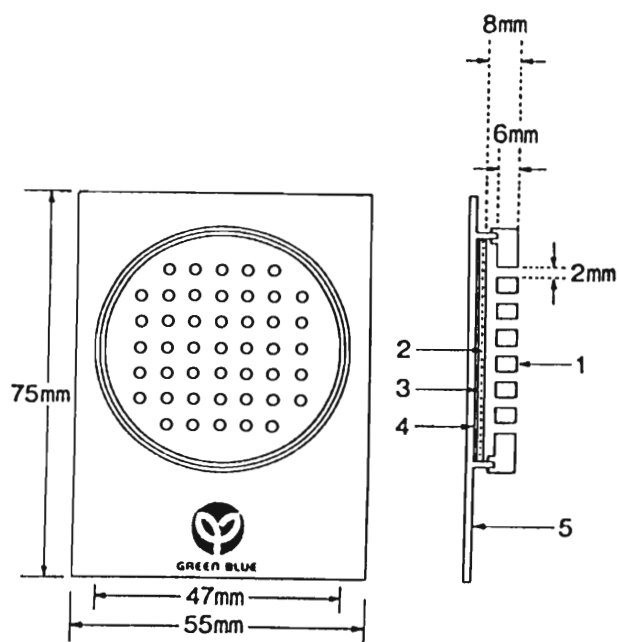


図2-3 アンモニア用受動型サンプラーの構造

1. 拡散板
2. ステンレス・メッシュ
3. メンブランフィルター
4. 捕集フィルター
5. ケース

で継続的に実施した。

4) 真菌の捕集

JIS規格の添付白布⁷⁾から綿を選定し、これを懸架して室内空気中の真菌を捕集した。その際、予め供試布を10cm×10cmに切りだし、湿熱滅菌(121℃, 15min)を行った。1週間試験布を室内に懸架した。HCHOと同様の家庭を対象とした。

2. 3. 空気汚染物質の分析方法

1) ホルムアルデヒド

受動型捕集器を暴露後、捕集材に所定の発色溶液を加え分光光度計を用いて吸光度測定した。すなわち、試料 2ml 及び対照液として、水 2ml をそれぞれ比色管にとり、5N 水酸化カリウム溶液 2ml 及び、4-アミノ-3-ヒドラジン-5-メルカプト-1, 2, 4-トリアゾール溶液 (AHMT 溶液) 2ml を加え、軽く振り混ぜたのち、室温で 20 分放置した。次に過よう素酸カリウム溶液 2ml を加え、気泡が発生しなくなるまで振とうした後、550nm 付近の吸収極大波長における吸光度を測定し、検量線から HCHO 量を求めた。

HCHO 吸収量を空气中濃度に次式のとおり換算した。

$$C = W / D / t$$

ここに、C: HCHO 環境濃度 (ppb)

W: ろ紙あたりの HCHO 全捕集量 (μg)

D: 比例定数 (=6.7)

t: 曝露時間 (hour)

2) 二酸化窒素

受動型捕集器を環境暴露後、試験管内において所定の発色溶液を加えた。すなわち、スルファニル酸・エチレンジアミン二塩酸塩溶液 10ml を加え、静かに振り混ぜた。25~30°C で 30 分間静置した後、水を対照液として、540nm 付近の最大吸収波長における吸光度を測定し検量線から亜硝酸イオン量を求めた。

次式により空气中濃度に換算した。

$$C = F * W / t$$

ここに、C: NO_2 (ppb)

W: ろ紙あたりの NO_2^- 全捕集量 (μg)

F: 比例定数 (=384)

t: 曝露時間 (hour)

布帛は回収後、純水 10ml 中で振盪し、 NO_2^- および NO_3^- を抽出した。これらをイオンクロマトグラフにより分析した。溶離液として炭酸ナトリウム 1.8ml + 炭酸水素ナトリウム 1.7ml を 1l メスフラスコに取り、これにイオン交換水を加えて 1l としたものを使用した。分離用カラムには、Shodex IC IH-424 を使用した。

3) アンモニア

捕集材を 10ml の純水で振盪した。この試料 5ml 及び対照液として、水 5ml をそれぞれ比色管にとり、これにフェノール・ニトロプルシドナトリウム溶液 2.5ml を加え、静かに振り混ぜた後、次亜鉛素酸ナトリウム溶液 2.5ml を加え、栓をして静かに混和した。25~30°C で 60 分間、静置した後 640nm 付近の最大吸収波長における吸光度を測定し検量線からアンモニウムイオン量を求めた。

次式により空气中濃度に換算した。

$$C = W / D / t$$

ここに、C: NH_3 環境濃度 (ppb)

W: ろ紙あたりの NH_3 全捕集量 (μg)

D: 比例定数 (=55.8* 10^{-6})

t: 曝露時間 (min)

4) 真菌

布ごとストマッカー袋に無菌的に入れ、滅菌水 (D.W.) 10ml を加え、2min ホモジナイズした。その試験液の 0.5ml を PDA および M40Y 平板に塗抹し、25°C、1 週間培養した。生菌数の判定は 1 週間とし、さらに真菌の同定を行った。

3. 実験結果および考察

3. 1. 受動型捕集器の特性

受動型捕集器においては、濃度勾配が駆動力となる拡散現象に依拠して物質を捕集しようとするものである。その際に、乱流拡散の影響を避け、分子拡散のみにより物質移動が制御されるよう装置設計がなされれば、再現性のよい捕集器として供されることになる。

しかし、分子拡散制御を優先させると物質の移動量は少なくなり、分析精度が低下して捕集方法全体としての測定精度は十分でなくなるという二律背反性が存する。捕集器の暴露時間を長くすることにより物質移動量は確保されるが、平均化時間が長くなり、汚染物質濃度の動態を十分に把握できなくなる恐れがある。

図 2-2 に示した受動型捕集器での捕集機構は、細孔を経由しての拡散律速による NO_2 分子の移動によるのであるが、実用の薄膜であるので、理論的計算によつてろ紙上の捕集量を大気濃度に換算することは、困難である。ここでは、化学発光法による NO_2 測定装置と併行運転することによって、その換算係数を求めることにした。図 3-1 には、測定結果を示した。良好な直線関係が得られており、本装置による亜硝酸捕集量を、濃度に換算する

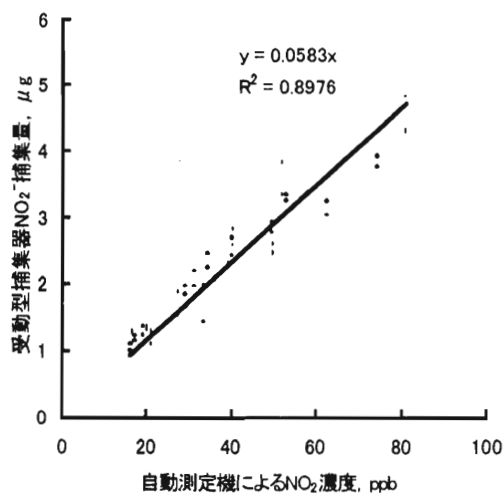


図3-1 自動測定機による NO_2 濃度と受動型捕集器による NO_2^- 捕集量の関係

には、次式によればよいことが判明した。

$$\text{NO}_2 \text{濃度 (ppb)} = 384 \times \text{亜硝酸イオン捕集量} (\mu\text{g}) / \text{暴露時間 (hr)}$$

また、 NO_2 の拡散係数の温度依存性は、次式のとおりであり^{文6)}、

$$D = 0.145 + 0.00103T \quad (T: \text{絶対温度})$$

通常の温度範囲10~40℃では、その環境温度の影響は無視できると言える。

3. 2. ホルムアルデヒドの一般家庭における濃度分布

HCHO濃度の室内での季節依存性を示したのが、図3-2および図3-3である。図3-2の夏期の結果は、図3-3の冬期に比較して明瞭に高濃度となっていることがわかる。

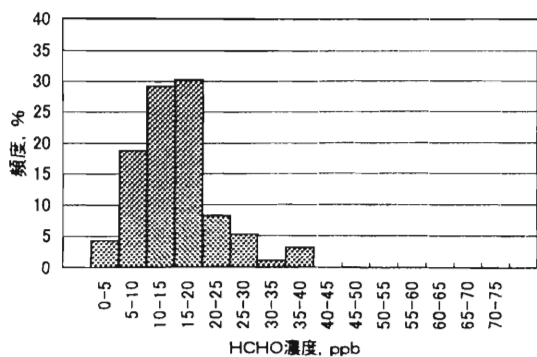


図3-2 夏期における室内HCHO濃度分布

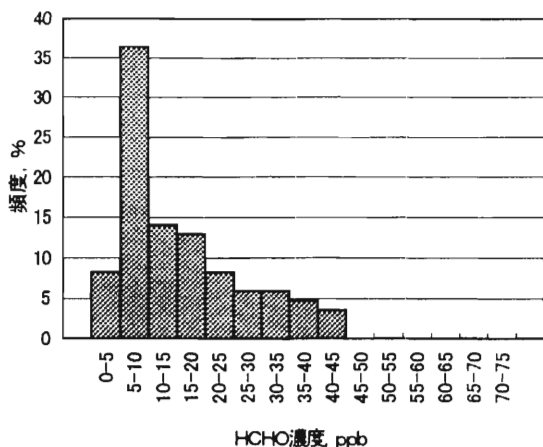


図3-3 冬期における室内HCHO濃度分布

夏期における最頻値は、15~20 ppbとなっており、全体としては、厚生省指針値80 ppbより低い範囲にある。本研究の結果は、3日間の平均値であり、厚生省の定める30分間平均値ではさらに高くなっている可能性がある。夏期には、冬期に比較し、気温が上昇し、かつ、湿度も高くなることが影響しているとみられる。

図3-4は、夏期における測定濃度と建物の築年数との関係を検討した結果である。建物は、古くても内装のリフォームが行なわれた場合には、それを基準にしている。

明らかに、築年数との相関が認められ、新しい家ほど

HCHO濃度が高くなる傾向がうかがえる。これは、家具、床、壁に使用される材料からのHCHO発生を示唆する結果と言える。

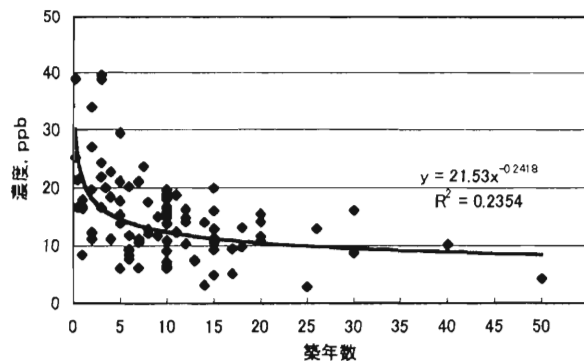


図3-4 夏期における室内HCHO濃度と築年数との関係

3. 3. 二酸化窒素の一般家庭における濃度分布

図3-5には、夏期における室内 NO_2 濃度の分布を示した。90%以上の家庭において40 ppb以下のレベルにあることがわかる。これは、 NO_2 の環境基準を満たすものであり、健康維持における障害とはならない状況と言える。

さらに、冬期における濃度分布を示したのが、図3-6および図3-7である。暖房器具の使用態様による影響を検討するために、暖房器具の燃焼排気が室内に直接排出される場合を図3-6に、排出されない場合を図3-7に示した。図3-6に示されるようにガスストーブ、石油ストーブあるいは石油ファンヒータの燃焼ガスが室内に排出されている90%の家庭では、 NO_2 濃度は、環境基準の40 ppbを超過し4~6倍に達していることも稀ではないことが判明した。

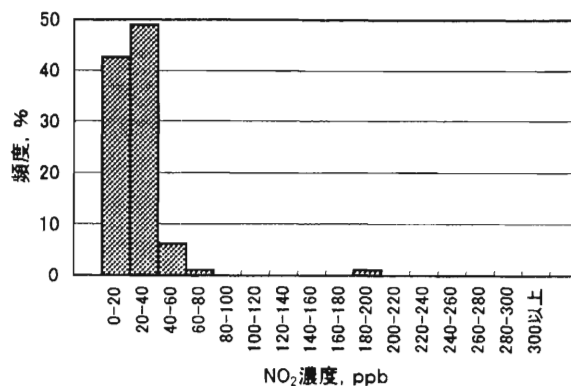


図3-5 夏期における室内 NO_2 濃度分布

3. 4. 二酸化窒素の布帛への付着特性

図3-8は、室内環境における NO_2 濃度と羊毛布上に吸着した硝酸イオンおよび亜硝酸イオンの合算値との関係を示した。本研究では、亜硝酸イオンを硝酸イオンの重量に換算した。

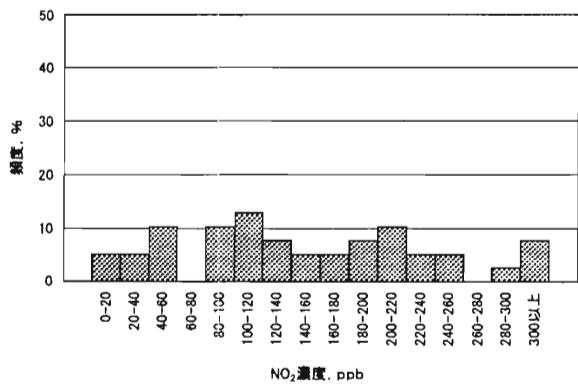


図3-6 冬期における開放型暖房器具使用家庭における室内NO₂濃度分布

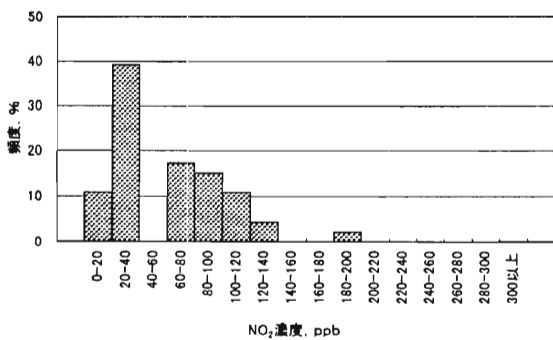


図3-7 冬期における密閉型暖房器具使用家庭における室内NO₂濃度分布

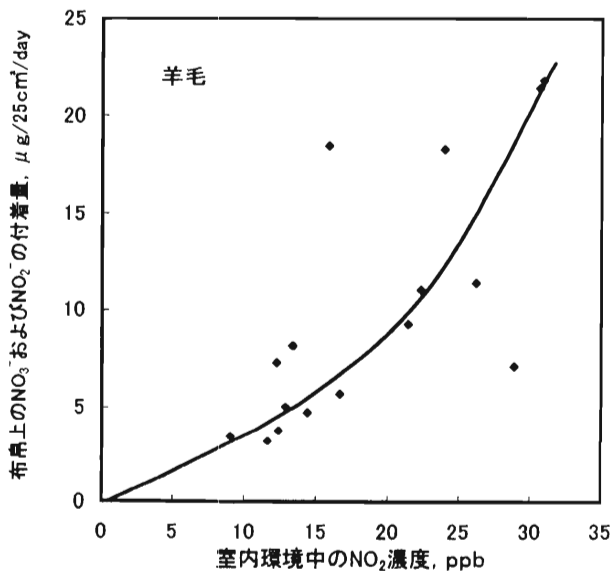
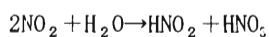


図3-8 室内環境中のNO₂濃度と羊毛布に付着したNO₃⁻およびNO₂⁻量の関係

NO₂の濃度範囲は10~30 ppb程度であるが、NO₂の増加につれて、NO₂由来成分の付着量は増加する傾向にあることがわかる。

NO₂は、基本的には次式により水と反応する。



したがって、硝酸に対する亜硝酸の比率は化学量論的には1であるはずである。しかしながら、羊毛の場合には、

その比率は、実験的に2~8であることが観察された。化学量論的には大きなズレが認められたことになる。

図3-9は、絹における結果である。羊毛の場合より若干低めの吸着量となっている。しかし、このレベルは、後述のナイロン、綿、絹に比較して非常に大きな量と言える。亜硝酸イオンの硝酸イオンに対する比率は、2~7と羊毛と同様に大きな値であった。

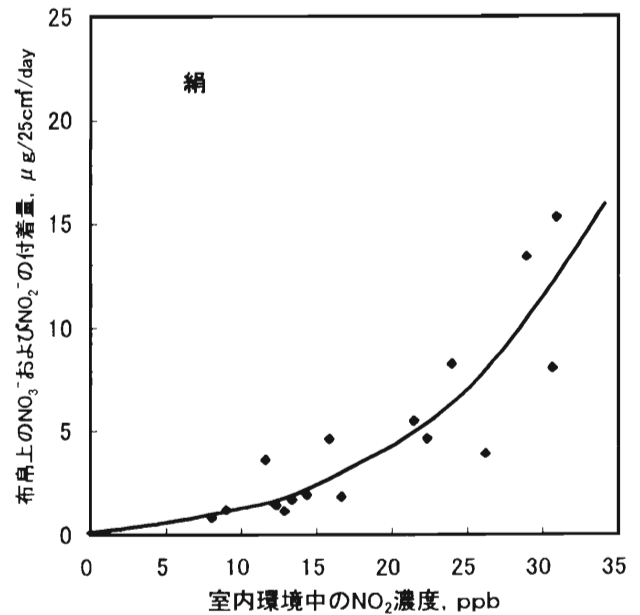


図3-9 室内環境中のNO₂濃度と絹布に付着したNO₃⁻およびNO₂⁻量の関係

図3-10は、ナイロンについての同様の結果である。吸着量は、羊毛および絹に比較して極めて低いレベルにある。

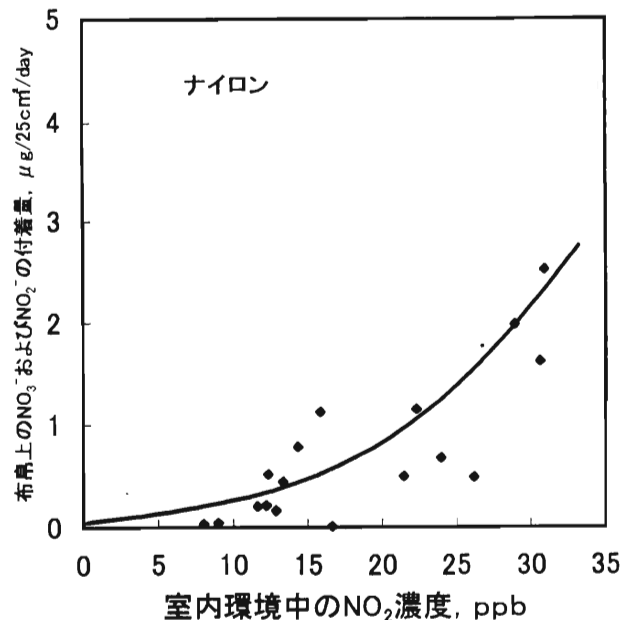


図3-10 室内環境中のNO₂濃度とナイロン布に付着したNO₃⁻およびNO₂⁻量の関係

る。しかし、亜硝酸イオンの硝酸イオンに対する比率は、2~8と大きく、羊毛および絹の場合と同程度である。

以上の結果は、羊毛、絹およびナイロンがその化学構造にアミド基を有していることに由来することを示唆していると考えられる。

一方、図3-11に示した綿および図3-12に示したポリエステルの場合には、吸着量が低いと共に、亜硝酸イオ

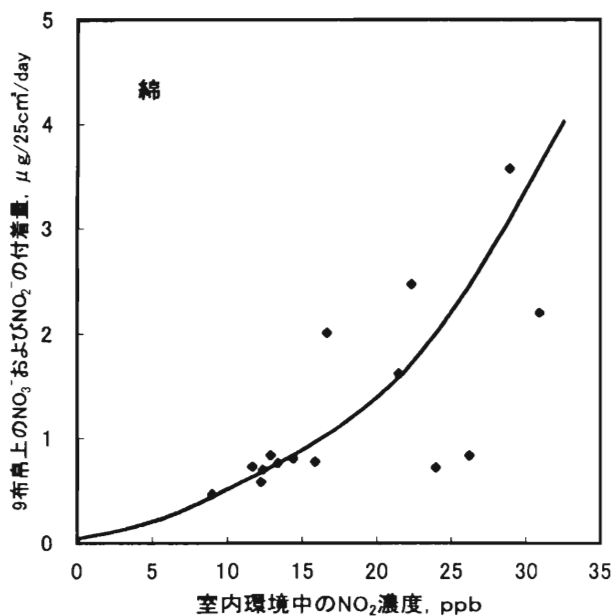


図3-11 室内環境中のNO₂濃度と綿布に付着したNO₃⁻およびNO₂⁻量の関係

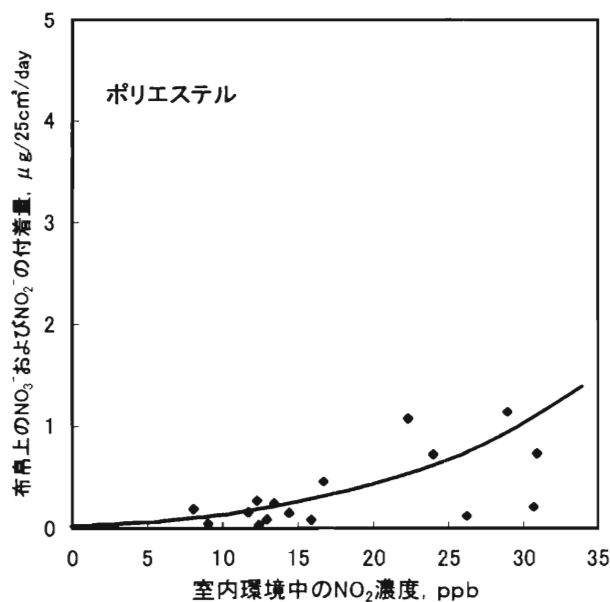


図3-12 室内環境中のNO₂濃度とポリエステル布に付着したNO₃⁻およびNO₂⁻量の関係

ンの量は極めて少ないことが明らかとなった。これらの2種の繊維には、前述のようにアミド基のような塩基性基が存在しないためと思われる。

3. 5. アンモニアの一般家庭における濃度分布

図3-13は、住宅地である千葉県松戸市で測定した屋外におけるアンモニア濃度である。1999年8月3日から10月29日まで測定が行われた。横軸は、開始日以降の日数である。アンモニア濃度は、6から14ppbの範囲にあったが夏から秋になるにつれて低減する傾向が認められる。これはアンモニア濃度が気温に依存することを示唆していると見ることができる。

同時に測定した室内におけるアンモニア濃度を図3-14に示した。6~26ppb程度の範囲にあり、屋外よりも

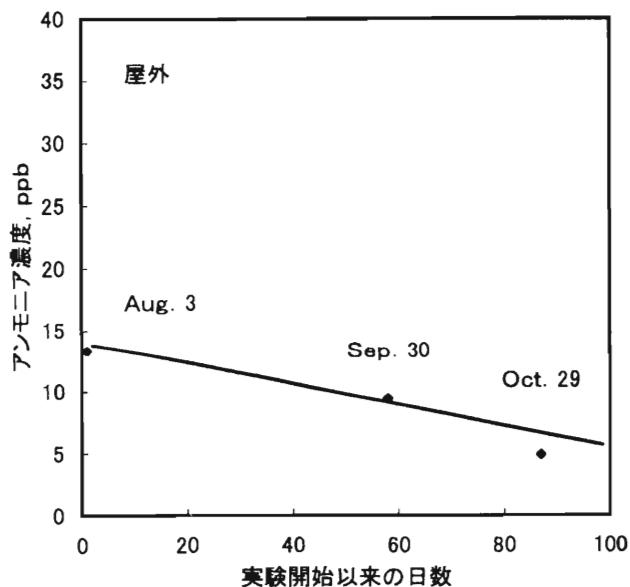


図3-13 千葉県松戸市における屋外環境アンモニア濃度の季節変化

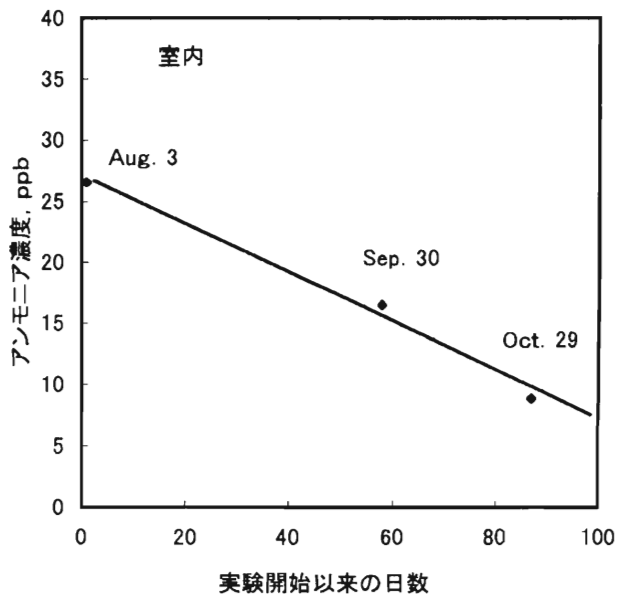


図3-14 千葉県松戸市における室内環境アンモニア濃度の季節変化

明らかに高濃度となっている。居住環境は、集合住宅であり、気密性が高いと見込まれる。さらには、ここには5名の成人が居住しており、アンモニアの一部は人体より発せられると推察される。

図3-15は、都市郊外に当たる東京都八王子市における屋外アンモニア濃度である。前述の結果と同様に、夏における濃度は高く、秋には低下している。測定は前述と同時期に行われた。

同じ地点の室内環境での結果は、図3-16に示されている。濃度は50~70ppbと極めて高い。この家庭では、室内において猫を数匹飼っている状況にあった。この結果は、ペット由来のアンモニアが、室内環境のアンモニア濃度を上げる要因となることを示唆していると言える。

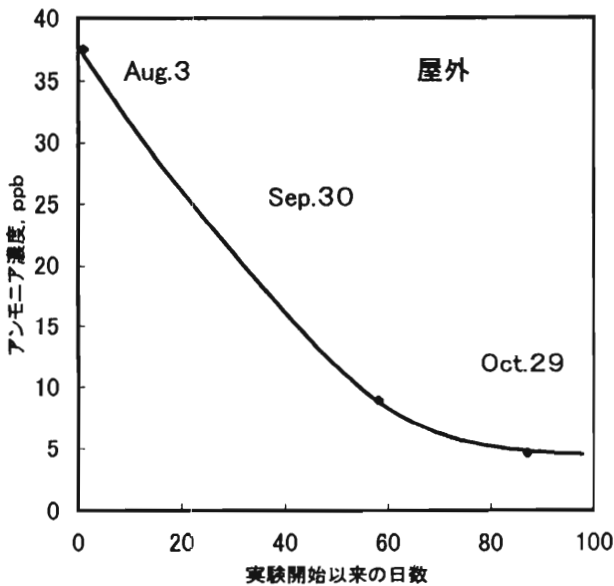


図3-15 東京都八王子市における屋外環境アンモニア濃度の季節変化

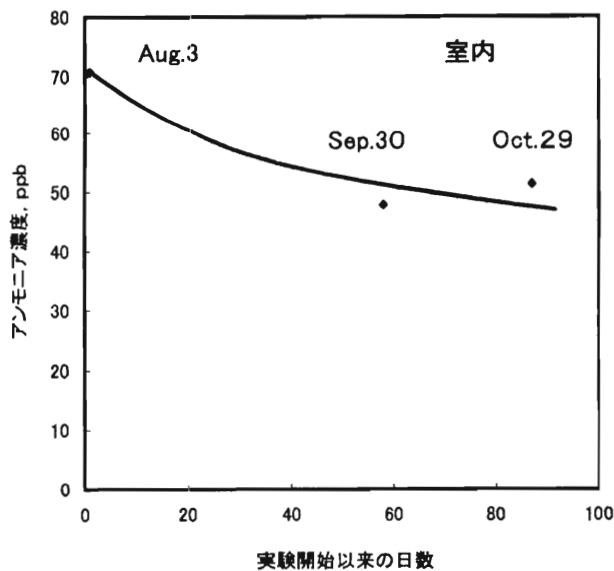


図3-16 東京都八王子市における室内環境アンモニア濃度の季節変化

3. 6. 真菌の一般家庭における濃度分布

真菌濃度の室内での季節依存性を示したのが、図3-17および図3-18である。真菌数はコロニー・フォーミング・ユニットCFUで示してある。図3-17の夏期の結果は、図3-18の冬期に比較して高いレベルとなっている。

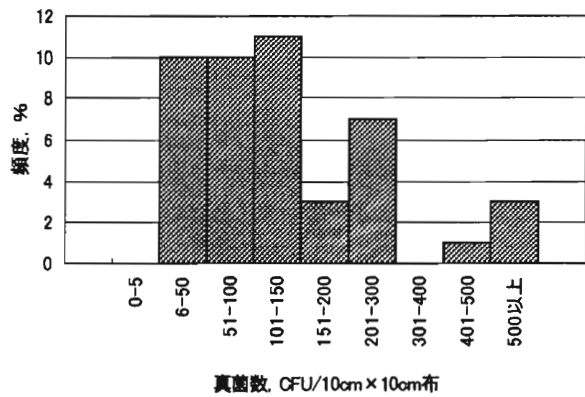


図3-17 夏期における室内真菌付着量の分布

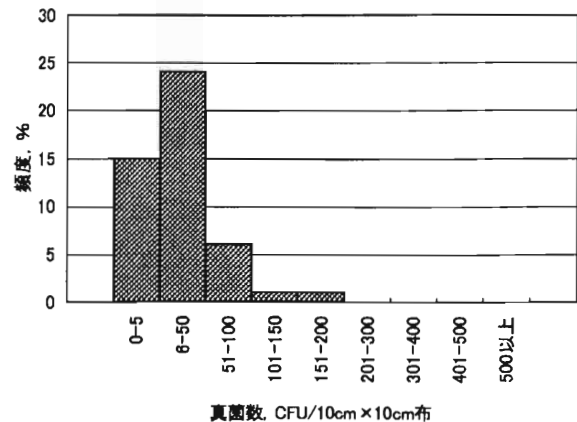


図3-18 冬期における真菌付着量の分布

すなわち、ほとんどの家庭で、冬期よりも夏期のほうが約2倍程度綿布への真菌の付着数が多い傾向が認められた。これは、*Aspergillus*群、*Penicillium*など少数の真菌を除いて多くの空中浮遊真菌は高湿度を好むことが要因の一つではないかと思われる。すなわち、真菌別に見ると、夏期は図3-19に示した*Cladosporium*、図3-20に示した*Mycelia*および図3-21に示した*Wallemia*等の真菌が多く見られた。この時期には、高温高湿気的环境条件であることが原因しているものと考えられる。冬期では、*Aspergillus niger* および *Aspergillus versicolor* 等が夏期に比べ多く見られた。この結果は、これらの真菌が耐乾性であることによるためと考えられる。なお、図3-22に示した*Penicillium*では、季節依存性は顕著ではない。

一方、今回の実験において *Cladosporium* および *Penicillium* が各家庭で主要な真菌であることが判明し、この結果は、空中真菌の従来の結果⁹⁻¹⁰と同様の傾向であった。

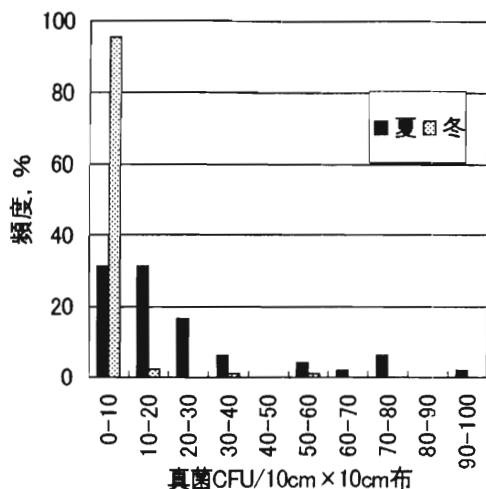


図3-19 室内真菌Cladosporium付着量の分布の夏期および冬期での比較

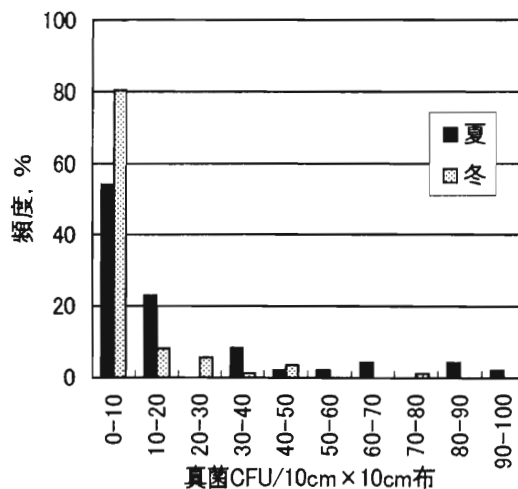


図3-22 室内真菌Penicillium付着量の分布の夏期および冬期での比較

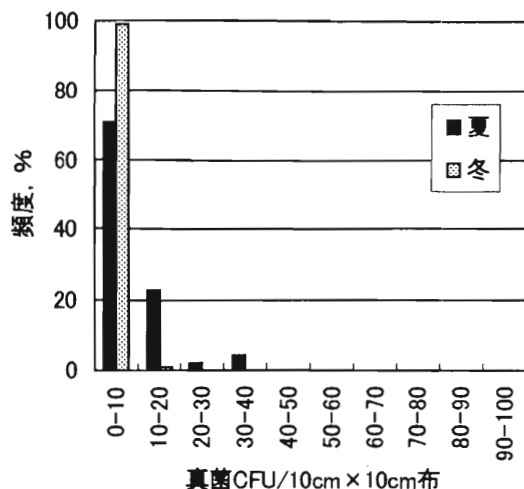


図3-20 室内真菌Myceriaの付着量の分布の夏期および冬期での比較

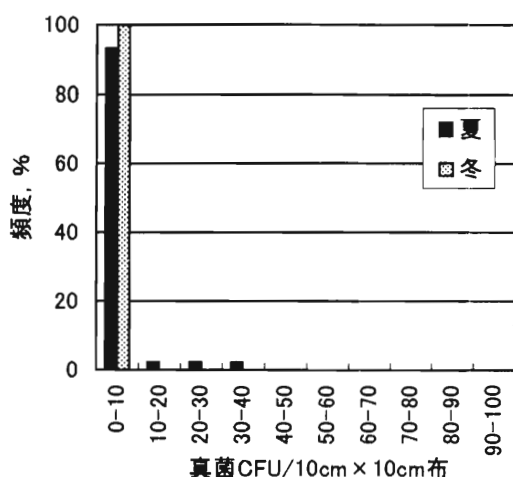


図3-21 室内真菌Walleimiaの付着量の分布の夏期および冬期での比較

3. 7. 室内空気質の保全対策

本研究においては、室内空気中の汚染物質に着目して、東京および周辺の居住環境における約100個所での測定を夏期および冬期の2回にわたり実施した。

その結果、ホルムアルデヒドは高温多湿の夏期において高く、また、新築ないしリフォーム3年程度の期間で高いことが認められた。当該物質は、化学物質過敏症との関連からも注目されている。ホルムアルデヒドの発生しにくい建材の使用は、もとより必要であるが、夏期における窓あけ換気は健康確保のために必須であると本研究の結果から言える。

呼吸系疾患の要因と言われるNO₂濃度は、開放型暖房器具の使用により極めて高い濃度となることが明らかとなった。ガスストーブ、石油ストーブあるいは石油ファンヒータは、室内暖房としての熱効率が低い。熱媒体である排気が、直接室内に放出されるからである。しかし、これは、有害物質を居住環境に注入していることに相当する。快適生活環境を実現させるためには、これらの使用を避けなければならない。

電気による暖房装置あるいは、室外排気筒付きの燃焼暖房器に切りかえる必要がある。健康のためには、コスト負担増もやむを得ないと考えられる。

また、繊維材料へのNO₂由来成分の付着量は化学的組成に影響されることが判明し、室内の内装材の選択には留意をする必要があると言える。

アンモニアは、室内環境中の濃度は屋外よりも高い傾向があり、特にペットの存在が高濃度要因と認められた。ペットとの室内環境での共存には十分注意することが肝要と言える。

一方、真菌は、夏期に高く、乾燥状態で低温の冬期には、低い濃度となることが明らかとなった。夏期、特に梅雨における室内および寝具の乾燥が不可欠であると結

論される。

4. 総括

本研究は、室内環境中の空気質に着目し、省エネルギーに留意した建築設計に起因する居住空間の気密性向上によりもたらされる環境条件の現状について把握することに主眼をおいている。すなわち、健康障害の要因に関わるホルムアルデヒド、二酸化窒素、アンモニアおよび真菌の動態を、受動型サンプラーを用いて、多数の個所で測定を行おうとする研究である。受動型サンプラーは、従来の吸引ポンプを用いるアクティブ・サンプラーと異なり、排気や騒音を伴わない。かつ、単価としては、比較的廉価である。したがって、多数の個所における濃度を同時に把握することができる利点を有しており、本研究では、多様な測定データを収集解析して、生活環境を快適なレベルに維持するための指針を得ることを最終的には目差している。

本研究では、東京および周辺の一般家庭における居住環境での濃度分布の解明を目的として100家庭近くの居間での測定を季節を分けて実施した。

その結果、ホルムアルデヒドは高温多湿の夏期において高く、また、新築ないしリフォーム3年程度の期間で高いことが認められた。全体としては、厚生省指針値80ppbより低い範囲にあった。

呼吸系疾患の要因と言われるNO₂濃度は、開放型暖房器具の使用により極めて高い濃度となることが明らかとなった。ガスストーブ、石油ストーブあるいは石油ファンヒータは、室内暖房としての熱効率が高いが、熱媒体である排気が、直接室内に放出されるからである。こうした場合のNO₂濃度は、環境基準の40ppbを超過し4～6倍に達していることも稀ではないことが判明した。

また、繊維材料へのNO₂由来成分の付着量は化学的組成に影響されることが判明し、羊毛、絹およびナイロンで高く、また、亜硝酸イオンの硝酸イオンに対する比率は、2～8と化学量論的比率よりもはるかに高いことが認められた。

さらに、アンモニアは、室内環境中の濃度は屋外よりも高い傾向があり、特にペットの存在が高濃度要因と認められた。夏期に高く、気温との関連が伺われた。

一方、真菌は、夏期に高く、乾燥状態で低温の冬期には、低い濃度となることが明らかとなった。*Cladosporium* および *Penicillium* が各家庭で見られる主要な真菌であることが判明した。

<参考文献>

1. Yoshizumi, K, Nakamura, N and Inoue, K: Automotive exhaust emissions in an urban area, Society of Automotive Engineers

Paper 800326, 1980

2. Yoshizumi, K, Nakamura, N and Inoue, K: Diesel emission characteristics on urban driving cycles, Environmental Pollution (Series B). Vol.4, pp 165-179, 1982
3. Yoshizumi, K and Hoshi, T: Size distribution of ammonium nitrate and sodium nitrate in atmospheric aerosols, Environmental Science and Technology. Vol. 19. pp 285-261, 1985
4. Yoshizumi, K: Source apportionment of aerosols in the Tokyo metropolitan area by chemical element balances. Energy and Building. Vol. 15-16. pp 711-717, 1991
5. Yoshizumi, K, Ishibashi, Y. and Garivait, H: Size distributions and chemical composition of atmospheric aerosols in a suburb of Bangkok, Thailand, Environmental Technology, Vol. 7. pp 777-782, 1996
6. Matsumoto, M and Mizoguchi, T: Behavior of indoor air qualities in several kinds of houses and condominiums, Investigations in winter and summer seasons for two years. Proceedings of the 7th Annual Meeting of Japan Institute for Condominium Living. pp 56-59, 1998
7. Japan Industrial Standard L 0803, 1997
8. Verhoeff, A P, van Wijne, J H and Brunekreef, B: Presence of viable mould propagules in indoor air in relation to house damp and outdoor air. Allergy. Vol. 47, pp 83-91, 1992
9. Marchisio, V F: One-year monitoring of the airborne fungal community in a suburb of Turin (Italy) and assessment of its functional relations with the environment. Mycol. Res. Vol. 101, pp 821-828, 1997
10. Cvetnic, Z and Pepeljnjak, S: Distribution and Mycotoxin-producing ability of some fungal isolates from the air. Atmos. Environ. Vol. 31, pp491-495, 1997