

山梨県の室内環境中化学物質の実態調査  
(アルデヒド類, 窒素酸化物およびオゾン濃度)

The Concentration of Aldehydes , Nitrogen Oxide and Ozone in ambient air in  
Yamanashi Prefecture

小林浩 堀内雅人

Hiroshi KOBAYASHI and Masato HORIUCHI

キーワード: アルデヒド類, オゾン, 窒素酸化物

はじめに

室内空気における化学物質は, 建材や家具, 生活用品など様々な発生要因があり, 快適な住環境を確保するため, 厚生労働省は, 室内空気環境のトルエンやエチルベンゼンなど, 13種類の化学物質に対して指針値を設けた。本県では, 2000～2004年度に芳香族炭化水素類や脂肪族炭化水素類, テルペン類および一部のアルデヒド類の冬季室内環境中の実態調査を行った。その結果, 調査家屋の芳香族炭化水素類のトルエンは, 濃度の減少傾向が顕著であり, エチルベンゼンやキシレン濃度は, 横ばいもしくは減少傾向が認められた<sup>1)</sup>。

しかし, 室内空気中の有機化合物の種類は多く, 主な発生源として建築材料や床材, 家具等が指摘されているものの, 生活様式(暖房器具, 調理, 生活用品など)から発生する化合物も多く<sup>2,3)</sup>, 種類や濃度の実態を把握し, 人への影響の有無を検討する必要がある。

2004年度までの調査では, 主に芳香族炭化水

素類や脂肪族炭化水素類について調査を行った。しかし, アルデヒド類は住宅建材に利用される成分だけでなく, 食品に天然に含まれる成分や, 香料などに利用される成分もあり, 室内環境中のアルデヒド類の起源や挙動を正確に把握することは難しい。本調査では, 室内空気中のアルデヒド類や, 生活様式と密接な関係にある窒素酸化物, および主に大気環境で生成されるオゾンについて, 季節ごとの濃度特性および変化, 濃度の相互関連性について検討し, 濃度概要の把握を試みた。

方 法

1. 対象家屋と採取期間

甲府盆地内に在住し, 測定に協力が得られた5ヶ所の住宅においてアルデヒド類, 窒素酸化物, オゾンについて, パンプサンプラーを設置し住宅内外の空気を採取した。測定家屋の住環境や設置時の概要を表1に示した。試料採取は2005年11月, 2006年2月, 5月, 8月の計4回実施した。

表1 調査家屋の概要

調査家屋	FK	NH	KK	KT	KH
住宅の種類 (築年数)	軽量鉄骨一戸建て (9)	木造一戸建て (24)	木造一戸建て (24)	木造一戸建て (0)	鉄筋コンクリート集合住宅 (7)
用途指定	住宅地域	住宅地域	住宅地域	住宅地域	住宅地域
幹線道路との距離	100m以上	80m	20m	100m以上	100m以上
冬の暖房器具	開放型ファンヒーター	電気コタツ	電気コタツ	床暖房	開放型ファンヒーター
台所の配置	隣接	隣接	隣接	隣接	隣接

生研究所に速やかに送付し測定に供した。

## 結果および考察

### 1. アルデヒド類の濃度と特徴

室内のアルデヒド類の最大値、最小値、平均値、中央値の濃度を図1に示し、採取月ごとの濃度変化を図2に示した（標準品の都合により一部のアルデヒド類の2005年11月は欠測）。また、採取期間中のFK宅での室内、屋外の気温の概要を図3に示した。

室内で平均値が最も高かったアルデヒド類は、ホルムアルデヒドであり、以下、アセトアルデヒド、ヘキサアルデヒド、イソバレリアルデヒドと濃度は低下した（図1）。また、アルデヒド類の検出濃度の高い時期は冬季の2月や春季の5月に測定されることが多かった（図2）。特にホルムアルデヒドでは5月に、アセトアルデヒドでは2月に最大値が測定された。この理由として、換気と室内温度の影響が考えられた。測定時の室内の最高温度を比較すると、11月、2月、5月とも大きな差異はなく、約30℃まで上昇している（図3）。建築材料に利用される合板中のホルムアルデヒドは、温度が10℃上昇すると、放散速度が2.6倍上昇するとの報告がある<sup>5)</sup>。今回の調査時には詳細な窓開放時間を記録していないが、2004年度までの調査<sup>1)</sup>から冬季の窓開放時間は非常に短いと考えられる。さらに、冬季は暖房器具を使用するため、室内温度が上昇し、家具や建材などからホ

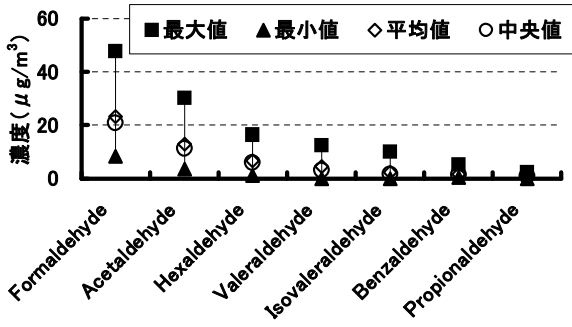


図1 室内のアルデヒド類濃度

### 2. 試験方法

#### 1) アルデヒド類の採取と測定

アルデヒド類は、Supelco社製DSD-DNPHパッシブサンプラーを室内（居間）および屋外（主に軒下）に設置し、24時間のサンプリングを行った。サンプルは、DNPH誘導体をアセトニトリルで抽出し、HPLC法により分析した。使用した試薬および標準品は市販品を用い、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、ベンズアルデヒド、イソバレリアルデヒド等11項目について測定した。分析方法、分析条件、パッシブサンプラーの吸着速度比などはS. Uchiyama et al.<sup>4)</sup>の報告に準じた。

#### 2) 窒素酸化物およびオゾンの採取と測定

窒素酸化物およびオゾンはModel 3300 Ogawa<sup>TM</sup> Passive Samplerを室内（居間）および室外（主に軒下）に設置し、オゾンは7日間、窒素酸化物は24時間のサンプリングを行った。これらの採取後のサンプラーは国立医薬品食品衛

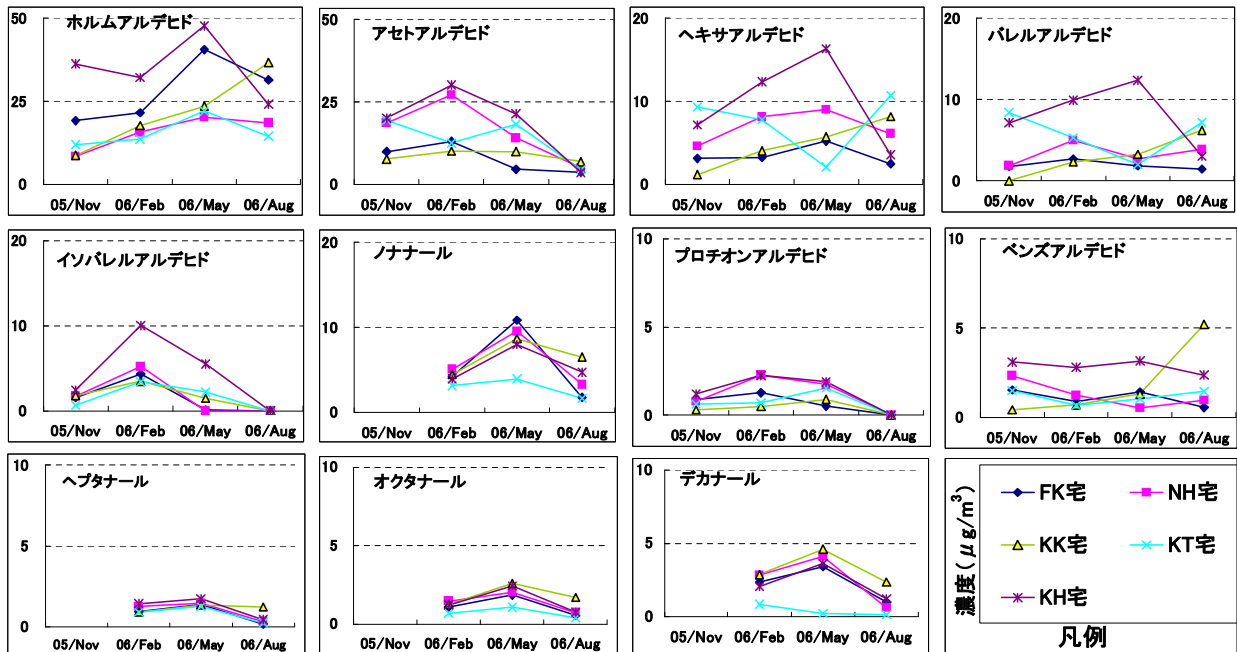


図2 室内の採取月ごとの濃度変化

ホルムアルデヒドやアセトアルデヒドの放散が促されたことに加え、換気が不十分になり、これら濃度が高くなったと考えられた。また、5月は気温が高くなり、これらの化合物の放散が促進されたと考えられた。一方、8月は気温が高いものの、窓の開放により換気が行われ、後述するオゾンの影響もあり、アルデヒド類の濃度が低かったと考えられた。

厚生労働省が示した指針値は、ホルムアルデヒドが  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  以下、アセトアルデヒドが  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$  以下であるが、すべての試料においてこの値を超えることはなかった。また、ヘキサアルデヒドやイソバレルアルデヒドは香料や食品に含まれることがあり、生活用品が発生源になっている可能性が高い。また、測定濃度もホルムアルデヒドやアセトアルデヒドに比較し低いことから現段階で問題となる可能性は低いと思われた。

室内と屋外の濃度平均値の比較を図4に示した。室内の濃度平均値は屋外の値に比較し総じて高く、ホルムアルデヒドは約3倍、アセトアルデヒドは約4倍高かった。一方、ベンズアルデヒドは平均値の差が少なかった。ベンズアルデヒドは車などの排気ガス中に含まれ、また、大気環境中でのトルエンは徐々にベンズアルデヒドに変化することが知られている<sup>6)</sup>。今回の調査住宅のうち、主要幹線道に近い住宅での濃度変化を図5に示した。屋外濃度と室内濃度の変化が近似的であり、ベンズアルデヒドは外気の影響が大きい化合物のひとつと考えられた。

## 2. 窒素酸化物およびオゾンの濃度と特徴

室内および屋外の、窒素酸化物およびオゾンの濃度を図6に示した。室内の総窒素酸化物は2月に多く、8月は少なかった。一方、外気の総窒素酸化物は、室内の2月の測定値に比べ非常に低かった。二酸化窒素も総窒素酸化物とほぼ同様な傾向を示した。

室内での総窒素酸化物や二酸化窒素はストーブやガスコンロが主な発生源になる<sup>2)</sup>。KH宅では、二酸化窒素が、大気環境基準の60ppbを3倍以上上回る値が測定された。2月に実施された全国調査の平均値は77ppbであるが、この値に比較しても高かった。また、FK宅でも二酸化窒素は180ppbと高かった。これら2つの住宅では開放型のファンヒーターを使用(表1)しており、こうした暖房器具を使用する場合の注意喚起が必要と考えられた。

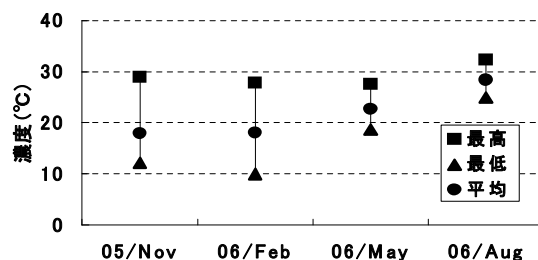


図3 測定時の室内温度(FK宅)

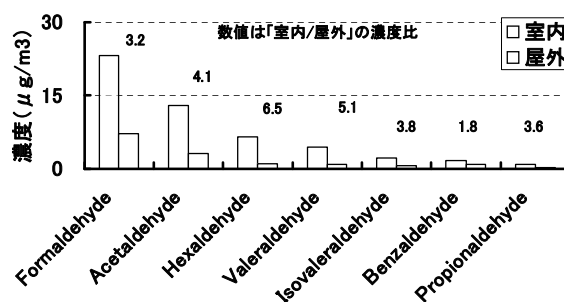


図4 室内・屋外のアルデヒド類平均値の比較

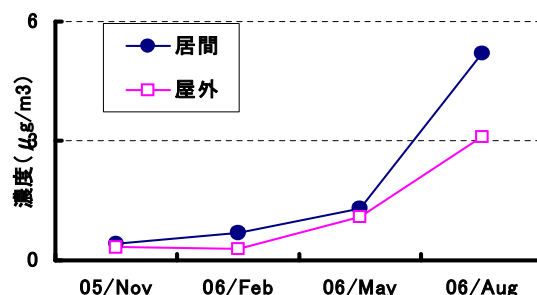


図5 ベンズアルデヒドの濃度変化(KK宅)

室内のオゾンは11月、2月は検出下限値以下と低く5月、8月は濃度が上昇した。一方、外気でも11月、2月は低く5月、8月の濃度は高かった。

室内オゾン濃度が5月、8月に上昇した理由として、外気中のオゾンが窓の開放により移入したためと考えられた。一方、オゾンは反応性が高く、アルデヒドなどの有機物は分解を受けることが知られている。8月の気温が高いことから(図3)、家屋内に発生源のあるホルムアルデヒドは高いと推定<sup>5)</sup>されるが、4つの住宅では測定値は5月より低かった。また、8月の測定値は5月の測定値より低い項目が多かった(図2)。この原因として、換気の影響も考えられるが、室内に移入したオゾンによりアルデヒド類が分解された可能性が高いと考えられた。

オゾンは様々な化合物と反応し、特にテルペン類との反応により気道刺激性の高い物質の生成

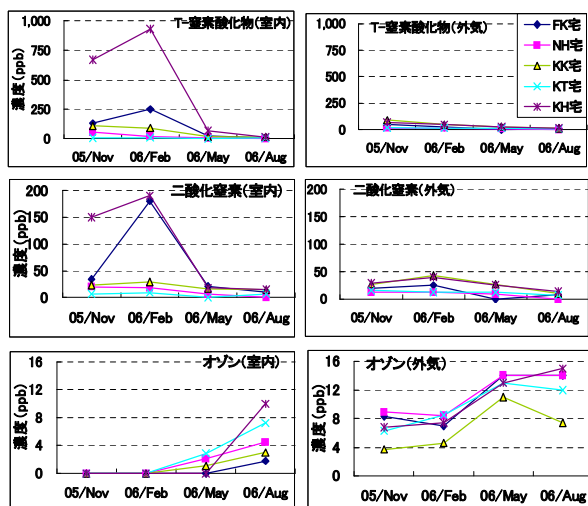


図6 室内・屋外の窒素酸化物およびオゾンの濃度

が指摘されている。2004年度までの調査で、県内の木造住宅で高い濃度のテルペン類が検出され<sup>1)</sup>、木造住宅では、木材から発生するテルペン類がオゾンと反応することが十分考えられる。また、強制的なオゾン発生装置の使用によるテルペン類の減少が報告されていること<sup>7)</sup>から、室内のオゾンは空気中の有機物と反応し、何らかの生成物が新たに生じている可能性が高い。今後は、様々な有機化合物とオゾンとの反応による二次生成物の種類や濃度を調査し、健康影響を評価する必要があると思われる。

## まとめ

2005年11月から2006年8月まで、5世帯の協力のもとに、パッシブサンプラーによるアルデヒド類、窒素酸化物、オゾンの測定を行った。その結果、

- 1) アルデヒド類のうち、室内のホルムアルデヒドやアセトアルデヒドは他の成分に比較して濃度が高いが、指針値は超えていなかった。2月、5月にアルデヒド類の高かった原因として、換気が不十分な状態で、2月は冬季のため暖房器具の使用により、また、5月は季節的な気温の上昇により、建材などからアルデヒド類の放散が促されたと考えられた。一方、8月は外気から移入したオゾンや窓開放の影響により、アルデヒド類濃度が低くなったと考えられた。
- 2) 冬季の窒素酸化物は開放型ファンヒーターを使用している家庭で著しく高く、大気環境基準を上回る住宅もあった。冬季は換気が不十分になりがちなことから、十分な換気

を行うことや、低減化方法の周知が必要である。

- 3) オゾンは夏季に高く、室内でも検出された。この理由として、外気で生成したオゾンが室内に移入したと考えられた。オゾンは反応性が高いことから、他の有機化学物質と反応して二次生成物を生じる可能性があり、健康影響評価の観点から、二次生成物の種類や濃度について調査する必要があると考えられた。

## 謝辞

この調査は国立医薬品食品衛生研究所が行った「窒素酸化物、オゾンの全国調査」に合わせて実施した。器具機材を提供いただいた同研究所の神野透人室長、香川（田中）聡子様、小濱とも子様、徳永裕司部長に感謝いたします。また、5名の採取協力者に心より感謝申し上げます。

## 文献

- 1) 小林浩 堀内雅人：山梨県の住環境中の揮発性有機化学物質濃度（平成13-16年度測定結果）、山梨県衛生公害研究所報、48、9-14、2004
- 2) 奥平順子、田中恒雄：居住環境における二酸化窒素の挙動、室内環境学会誌、8、27-34、2005
- 3) 安藤正典：居住空間と化学物質による健康影響（シックハウス症候群、化学物質過敏症と室内空気中化学物質）、国立衛研報、120、6-38、2002
- 4) Shigeru Uchiyama et al., : Evaluation of diffusive sampler for measurement of carbonyl compounds in air, Atmosph. Environ, 38, 6319-6326, 2004
- 5) 下影卓二 他：建材からのシックハウス原因物質放散量の測定法、松下電工技報、27-32、2002
- 6) 内山茂久、長谷川修司：新築集合住宅における揮発性有機化合物の挙動と発生源の推定、日本建築学会計画系論文集、547、75-80、2001
- 7) 岩下剛、柴原洋人：杉板から発生するセスキテルペンとオゾンとの化学反応によるセスキテルペン濃度の減少とホルムアルデヒド、日本建築学会計画系論文集、581、53-58、2004