

新築住宅における室内空気中のアルデヒド類・ ケトン類の濃度変化について

立野 英嗣 恵花 孝昭 山本 優 浦嶋 幸雄*

小塚信一郎 向原 紀彦* 藤田 晃三

要 旨

室内空気中のホルムアルデヒドの試料採取は2,4-DNPH捕集管を用いて行うが,この方法では他の低級アルデヒド類・ケトン類も同時に捕集される。今回,新築戸建住宅におけるホルムアルデヒドの入居直前及び入居後10日目の濃度調査を行う機会が得られたので,この調査と併せて米国のEnvironmental Protection Agency: Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air T0-5/T0-11に示されているアルデヒド類・ケトン類濃度についても調査を行った。この結果,ホルムアルデヒドはすべての調査試料から検出された。ジュウタンを敷いたフローリング床の居間では入居直前と入居後10日目に大きな較差が認められなかったのに対し,ジュウタンを敷かない洋間では入居後10日目には入居直前の約60%に減少していた。一方,入居直前,入居後10日目とも採取時間帯による較差は認められなかった。また,大気試料と異なり,家屋内ではその他のアルデヒド類・ケトン類として,プロピアルデヒド,ブチルアルデヒド,ベンズアルデヒド,バレールアルデヒド,ヘキサアルデヒド等が検出された。その総量は居間,洋間とも入居後10日目には入居直前の約50%に減少していた。

1. 緒 言

札幌市では平成10年度から市内の一般住宅における室内空気中に含まれる各種化学物質の調査を行っている。このうち,平成10年度のホルムアルデヒドをはじめとするアルデヒド類・ケトン類濃度についてはすでに報告した¹⁾。これまでの調査では,有害大気汚染物質モニタリングマニュアル等^{2),3)}にしたがって試料採取を行ったことから,調査結果は24時間の平均値として得られた。しかし,室内空気中のアルデヒド類・ケトン類濃度は,建築後の期間の経過あるいは生活時間帯によって変化することが予想される。

今回,新築住宅の所有者の協力を得て,入居直前及

び入居後10日目について,生活時間帯4時間ごとの濃度を調査する機会が得られたので,その調査結果について報告する。

2. 方 法

2-1 調査対象施設

札幌市内の新築個人住宅一軒を調査対象とした。

試料採取は,対象施設の居間及び洋間の2ヶ所で各々部屋の中心部付近で行った。

対象施設の概要を表1,試料採取を行った部屋の概要を表2-1,表2-2に示した。

2-2 調査時期

入居直前の平成12年2月27日及び入居後約10日目

の3月9日の2日間。

表1対象施設の概要

| | |
|-------|---|
| 調査世帯 | 札幌市北区 S宅 |
| 家族構成 | 夫婦子供1人 |
| 住宅の概要 | 木造戸建住宅2階建 窓枠：樹脂サッシ 窓仕様：ペアガラス |
| 家屋設備等 | 冷房：無 暖房：熱源：石油 排気：屋外 方式及び型式 ：輻射 センtral FF ストープ 空気清浄器：無 加湿器：無 除湿器：無 |
| 屋外の環境 | 周辺の環境：住宅地 道路からの距離：50m 日照、採光：良好 風通し：良好 ペットの有無：無 |
| 換気 | 窓開け：一時的 換気扇の使用：炊飯時 喫煙時 ストーブ使用時の換気：無 目や鼻への刺激臭：無 不快な臭気や気流：無 |
| 湿度 | 窓や壁への結露：無 室内壁等のカビ：無 室内での洗濯物干し：有 防湿対策：無 壁と家具の間の隙間：有 |
| その他 | 殺虫剤の使用：無 防虫剤の使用：無 床ワックスの使用：入居時 |

表2-1試料採取を行った部屋の概要(その1)

| | |
|--------|---|
| 部屋の種類 | 居間 |
| 部屋の大きさ | 面積：38m ² 気積：92m ³ |
| 給気 | 自然給気 |
| 排気 | 機械排気 |
| 換気口の有無 | 有 |
| 床の種類 | フローリング+ジュウタン |
| 天井の種類 | ビニールクロス |
| 壁紙の種類 | ビニールクロス |
| 家具の種類 | 応接テーブル(新規に購入) ソファ(新規に購入) テレビ(旧宅から搬入) ピアノ(旧宅から搬入) |

表2-2試料採取を行った部屋の概要(その2)

| | |
|--------|--|
| 部屋の種類 | 洋間 |
| 部屋の大きさ | 面積：20m ² 気積：48m ³ |
| 給気 | 自然給気 |
| 排気 | 機械排気 |
| 換気口の有無 | 有 |
| 床の種類 | フローリング |
| 天井の種類 | ビニールクロス |
| 壁紙の種類 | ビニールクロス |
| 家具の種類 | 整理タンス(旧宅から搬入) |

2-3調査対象物質

米国 Environmental Protection Agency: Comp e-ndium of Methods for the Determination of T-toxic Organic Compounds in Ambient Air T O-5/TO-11に示されているアルデヒド類・ケトン類で以下に示した15物質を調査対象物質とした。

ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アクロレイン、アセトン、プロピオアルデヒド、クロトンアルデヒド、ブチルアルデヒド、ベンゾアルデヒド、イソバレルアルデヒド、バレルアルデヒド、o-トルアルデヒド、m-トルアルデヒド、p-トルアルデヒド、ヘキサアルデヒド、2,5-ジメチルベンズアルデヒド

2-4試料採取用機器及び捕集剤

- ・試料採取用ポンプ:ダイアフラムポンプ
GSP-250FT((株)ガステック製)
- ・オゾンスクラバ:Sep-Pak Ozone Scrubber
(Waters社製)
- ・捕集管:DNPH Xposure Aldehyde Sampler
(Waters社製)

2-5試料採取方法

室内空気試料の捕集は、Sep-Pak DNPH Xposure2本とOzone Scrubberとを接続し、ダイアフラムポンプを用いて、ポンプの最大流速(毎分約300ml)で4時間室内空気を捕集した。

この結果、空気試料は約70 l 採取される。

2-6試薬等

既報¹⁾のとおり。

2-7分析方法

既報¹⁾のとおり。

3.結果及び考察

3-1 室内空気中のホルムアルデヒド濃度

今回の調査結果を表3-1及び表3-2に示した。このうちホルムアルデヒド濃度の測定結果は、居間では入居直前で66~72 µg/m³,入居後10日目で53~63 µg/m³の範囲であり、洋間では入居直前で100~110 µg/m³,入居後10日目で63~75 µg/m³の範囲であった。

居間におけるホルムアルデヒド濃度は、入居直前と入居後10日目ではあまり変化がなかったのに対し、洋間では入居後10日目のホルムアルデヒド濃度は、入居直前の約60%であった。この原因の1つとして、洋間の床がフローリングであるのに対し、居間の床はフローリングにジュウタンを敷き詰めた形態であることから、床材に含まれると推定されるホルムアルデヒドの発散が遅いことが考えられる。

一方、採取時間帯における較差は、入居直前、入居後

10日目とも認められなかった。

3-2室内空気中のアルデヒド類・ケトン類濃度

今回調査した室内空気中からはホルムアルデヒド以外のアルデヒド類として、アセトアルデヒド、プロピオアルデヒド、ブチルアルデヒド、ベンズアルデヒド、パレルアルデヒド、ヘキサアルデヒドなどが検出され、ケトン類としてはアセトンが検出された。

これらアルデヒド類・ケトン類の総量は、居間では入居直前で791.3~831.4 µg/m³,入居後10日目で465.6~589.5 µg/m³の範囲であり、洋間では入居直前で876.9~996.0 µg/m³,入居後10日目で479.5~577.5 µg/m³の範囲であり、居間、洋間とも入居直前と入居後10日目とでは約50%に減少していた。これは、高濃度に含まれているアセトンとブチルアルデヒド濃度の減少によるものであり、これらの物質はホルムアルデヒドに比較して短期間に発散するものと考えられる。また、ヘキサアルデヒドは濃度の減少が小さかったが、これはヘキサアルデヒドの沸点が高いことから、

表3-1室内空気中のアルデヒド類・ケトン類濃度(その1)

| 物質名 | 居 間 | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|-------------|-------|------------|-------------|-------------|-------|
| | 2月27日 | | | | 3月9日 | | | |
| | 9:00~13:00 | 13:00~17:00 | 17:00~21:00 | 平均値 | 9:00~13:00 | 13:00~17:00 | 17:00~21:00 | 平均値 |
| ホルムアルデヒド | 72 | 66 | 68 | 69 | 63 | 62 | 53 | 59 |
| アセトアルデヒド | 96 | 96 | 100 | 97 | 93 | 87 | 79 | 86 |
| アクロレイン | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| アセトン | 200 | 210 | 210 | 207 | 160 | 130 | 110 | 133 |
| プロピオアルデヒド | 8.4 | 9.4 | 11 | 9.6 | 11 | 14 | 11 | 12 |
| クロトンアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| ブチルアルデヒド | 350 | 320 | 290 | 320 | 140 | 140 | 110 | 130 |
| ベンズアルデヒド | 9.0 | 8.6 | 7.3 | 8.3 | 5.5 | 5.6 | 4.6 | 5.2 |
| イソパレルアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| パレルアルデヒド | 37 | 36 | 37 | 37 | 32 | 31 | 28 | 30 |
| オルトトルアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| メタトルアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| パラトルアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| ヘキサアルデヒド | 59 | 67 | 68 | 65 | 85 | 82 | 70 | 79 |
| 2,5 - ジメチルベンズアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 合 計 | 831.4 | 813.0 | 791.3 | 811.9 | 589.5 | 551.6 | 465.6 | 535.6 |

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

表3-2室内空气中のアルデヒド類・ケトン類濃度(その2)

| 物質名 | 洋 室 | | | | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
| | 2月27日 | | | | 3月9日 | | | |
| | 9:00~ 13:00 | 13:00~ 17:00 | 17:00~ 21:00 | 平均値 | 9:00~ 13:00 | 13:00~ 17:00 | 17:00~ 21:00 | 平均値 |
| ホルムアルデヒド | 100 | 110 | 100 | 103 | 65 | 75 | 63 | 68 |
| アセトアルデヒド | 91 | 110 | 120 | 107 | 84 | 83 | 69 | 79 |
| アクロレイン | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| アセトン | 300 | 360 | 340 | 333 | 160 | 150 | 120 | 143 |
| プロピオアルデヒド | 8.9 | 13 | 14 | 12 | 17 | 15 | 12 | 14.7 |
| クロトンアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| ブチルアルデヒド | 240 | 240 | 240 | 240 | 110 | 120 | 100 | 110 |
| ベンズアルデヒド | 12 | 12 | 10 | 11.3 | 5.2 | 5.5 | 5.5 | 5.4 |
| イソバレルアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| バレルアルデヒド | 47 | 54 | 54 | 52 | 33 | 34 | 29 | 32 |
| オルトトルアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| メタトルアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| パラトルアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| ヘキサアルデヒド | 78 | 97 | 100 | 92 | 94 | 95 | 81 | 90 |
| 2,5-ジメチルベンズアルデヒド | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 合計 | 876.9 | 996.0 | 978.0 | 950.3 | 568.2 | 577.5 | 479.5 | 541.7 |

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

表4室内空気及び大気の測定結果の総括表

| 測定対象物質 | 室 内 | | 大 気 |
|------------------|---------|---------|---------|
| | 居 間 | 洋 間 | |
| ホルムアルデヒド | 53~72 | 63~110 | 0.4~11 |
| アセトアルデヒド | 79~100 | 69~120 | 0.5~9.6 |
| アクロレイン | ND | ND | ND |
| アセトン | 110~210 | 130~360 | 1.6~27 |
| プロピオアルデヒド | 8.4~14 | 8.9~17 | ND |
| クロトンアルデヒド | ND | ND | ND |
| ブチルアルデヒド | 110~350 | 100~240 | ND |
| ベンズアルデヒド | 4.6~9.0 | 5.2~12 | ND |
| イソバレルアルデヒド | ND | ND | ND |
| バレルアルデヒド | 28~37 | 29~54 | ND |
| オルトトルアルデヒド | ND | ND | ND |
| メタ,パラトルアルデヒド | ND | ND | ND |
| ヘキサアルデヒド | 59~85 | 78~100 | ND |
| 2,5-ジメチルベンズアルデヒド | ND | ND | ND |

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

発散が遅いものと考えられる。

一方,採取時間帯による較差は,入居直前,入居後10

日目ともホルムアルデヒドと同様,認められなかった。

3-3室内空気と大気との比較

札幌市では平成9年度から市内で大気中のホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドなどのアルデヒド類・ケトン類のモニタリングを行っている。今回の測定結果と平成9年8月～平成10年7月までのモニタリング結果¹⁾の総括表を表4に示した。

大気では、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド及びアセトンのみが検出され、その他のアルデヒド類・ケトン類はすべて不検出であった。これに対し、室内空気からは、プロピオアルデヒド、ブチルアルデヒド、ベンズアルデヒド、バレルアルデヒド、ヘキサアルデヒドが検出された。このことは、室内には、建材、内装材、建築時に使用する接着剤等アルデヒド類・ケトン類を発生させるものが数多く存在することを示唆している。

4. 結 語

1)ホルムアルデヒドはすべての採取試料から検出され、その濃度は、居間では入居直前で66～72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、入居後10日目で53～63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲であり、洋間では入居直前で100～110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、入居後10日目で63～75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲であり、居間における濃度は、入居直前と入居後10日目では較差は顕著ではなかったのに対し、洋間では入居後10日目のホルムアルデヒド濃度は、入居直前の約60%に減少していた。

2)室内空気中からは大気中と異なり、その他のアルデヒド類・ケトン類として、プロピオアルデヒド、ブチルアルデヒド、ベンズアルデヒド、バレルアルデヒド、ヘキサアルデヒド等が検出された。

3)今回、測定した施設においては室内空気中に含まれるアルデヒド類・ケトン類の総量は、居間では入居直前で791.3～831.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、入居後10日目で465.6～589.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲であり、洋間では入居直前で876.9～996.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、入居後10日目で479.5～577.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲であり、居間、洋間とも入居後10日目には入居直前の約50%に減少していた。

4)今回の調査結果から、採取時間帯による室内空気中のアルデヒド類・ケトン類濃度の較差はなかったが、時間的変化は物質により異なることがわかった。

5. 文 献

- 1)立野英嗣,恵花孝昭,山本 優ら:室内空気中のアルデヒド類,ケトン類濃度(第1報).札幌市衛生研究所年報.26,54-58,1999
- 2)環境庁大気保全局:有害大気汚染物質測定方法マニュアル,平成9年2月
- 3)環境庁大気保全局大気規制課監修:有害大気汚染物質測定の実際,(財)日本環境衛生センター,1996

Concentration of Aldehydes and Ketones in Room Air of a Newly Built House

Hidetsugu Tatenno, Takaaki Ebana, Masaru Yamamoto,
Yukio Urashima, Shinichiro Kozuka, Norihiko Mukaiharu
and Kozo Fujita

We measured concentrations of aldehydes and ketones in room air of newly built house three times a day. We used DNPH cartridges to collect air samples every four hours from nine o'clock in the morning.

Formaldehyde, acetaldehyde and acetone were detected in both room and urban air samples, but many kinds of aldehydes other than formaldehyde and acetaldehyde were detected in room air samples.

In air samples from its living room with a carpet, formaldehyde concentrations were 66-72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ before moving in and 53-63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ after 10 days of moving in. However, in samples from its bed room without carpet, formaldehyde concentrations decreased from 100-110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 63-75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ during 10 days after moving in.

In the living room, total air concentrations of aldehydes and ketones ranged from 791.3-831.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 465.6-589.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ during 10 days after moving in. Those concentrations also decreased from 876.9-996.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 479.5-577.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in the bed room.