

# 化学物質による室内空気汚染の現状と対策に資する研究

竹熊美貴子 埼玉県住まいづくり協議会 金勲\* 大澤元毅\* 林基哉\*

Research on current situation and countermeasure for indoor air pollution by chemicals

Mikiko Takekuma, Saitama Amenity Housing Network, Hoon Kim, Haruki Osawa  
and Motoya Hayashi

## 背景

1990年代に顕在化した住宅等における室内空気中化学物質による健康被害対策として、1997年から2002年までに、当時、主要な原因物質であったホルムアルデヒド等の13種類の化学物質の室内濃度指針値が策定された。更に、2003年に建築基準法が改正され、常時換気システムの導入や建築物に使用する建材等が見直された。その後の業界関係者らの対応により、これらの物質の使用量は減少し、これら13種類の化学物質の室内濃度はアセトアルデヒドを除き、減少傾向を示すようになった。一方、公益財団法人住宅リフォーム・紛争処理支援センターに寄せられたシックハウス関連の相談件数は、2003年をピークに年々減少傾向を示していたが、2010年以降は横ばいに推移している。その後、指針値が策定されていない代替物質による健康被害に関する議論が高まり、室内濃度指針値の一部が下方修正され、新たに3物質が追加された。他方、2013年に住宅・建築物の省エネルギー基準が改正され、益々高断熱・高气密住宅の普及が進む中、従来とは異なる室内空気汚染性状が考えられた。

## 研究目的

県民の健康と安全を守るために、県内の住宅供給者と共同して、室内空気中の化学物質濃度と建築材料や気密性能等との関係性、季節変動や経年変動を調査し、室内空気質に関する知識を深めることを目的とする。

## 方法

### 1 対象住宅

住宅供給者10社

住宅19棟：2014年10月から2016年12月までに建設された次世代省エネルギー基準による新築木造戸建住宅(未入居)

### 2 空気試料採取場所及び時期

1階及び2階の居間及び寝室、屋外の合計3か所

季節変動観察のために、3社3棟については、竣工後1年以内に、それぞれの場所で2回空気試料を採取した。その他の住宅では竣工直後から竣工後7ヶ月までの未入居の期間に1回空気試料を採取した。採取場所は屋内で延べ44か所、屋外で22か所行った。

### 3 気密性能試験

気密性能試験はJIS A2201:2003「送風機による住宅の気密性能試験法」に準じて行った。気密性能試験実施住宅は16棟で、気密性能と化学物質濃度の関係を調査した。

### 4 室内空気中化学物質の測定方法

厚生労働省生活衛生局長通知(平成12年6月30日生衛発第1093号)の新築住宅における室内空気中化学物質の採取方法及び測定方法、JIS A1965(2007)の室内空気中揮発性有機化合物Tenax TA吸着剤を用いたポンプサンプリング方法に準じて、試料空気の採取及び測定を行った。

### 5 カルボニル化合物の同定及び定量

標準試薬はSIGMA-ALDRICH社製Carb Method 1004 DNPH Mix 2及びT011/IP-6A Aldehyde/Ketone-DNPH Mixを使用して、DNPH誘導体化固相吸着/溶媒抽出-高速液体クロマトグラフ法でホルムアルデヒド等のカルボニル化合物12物質を同定し、定量した。

### 6 揮発性有機化合物(VOC)の同定及び定量

標準試薬はSIGMA-ALDRICH社製50 Component Indoor Air Standard 100  $\mu$ g/mL, (+)-3-Carene (Analytical Standard)及び和光純薬工業社製 $\gamma$ -Terpinene(一級)を使用し、内標準ガスは、高千穂化学工業社製Toluene- $d_8$ を使用して、固相吸着/加熱脱着-ガスクロマトグラフ質量分析法で揮発性有機化合物49物質を同定し、定量した。上述した標準試薬に含まれない化学物質は、クロマトグラムデコンボリューション後に、棟毎に検出上位5物質をライブラリNIST11により同定し、トルエン検出量に換算して定量した。

\*国立保健医療科学院

屋内で検出された化学物質と濃度に影響を与えると思われる要因4項目（1温度、2相対湿度、3気密性能（C値）、4竣工日から測定日までの日数）について、重回帰分析を行った。解析はIBM SPSS Statistics19を使用し、有意差の検定は5%の危険率で判定した。

#### 結果及び考察

入居前の新築木造戸建住宅の室内空気から、アセトアルデヒド、ジクロロメタン及びテルペン類が比較的高濃度に検出され、これらの物質の挙動が今後、新たな問題となることが懸念された。アセトアルデヒドの発生源は防腐剤や接着剤、塗料、木材、喫煙、呼気等と多岐にわたるため対策が難しいと思われる。一部の住宅で高濃度に観察されたジクロロメタンは、室内濃度指針値策定物質ではない。測定方法においても注意を要する物質である。TVOC（総揮発性有機化合物、暫定目標値  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）の定義に含まれない物質であるため、新たに観察対象物質とした方が望ましいと考えられた。テルペン類は天然木に由来するものであるが、気中で酸化されやすく、刺激性の強いアルデヒドに変化することが知られている。そのため、諸外国ではテルペン類の $\alpha$ -ピネンに、呼吸器への刺激を示す最小影響濃度が示されている。これらの濃度を参考にした対策が進むことが望まれた。

秋季に竣工した住宅では、冬季よりも竣工後初めて迎える夏季の室内濃度が全濃度と比較して2~6倍に増加していることから、竣工後一年間は特に注意喚起を促す必要があると考えられた。

屋外大気に比べて、室内空気中の化学物質濃度は非常に高く、また、気密性が高くなるほど化学物質濃度が高くなる傾向を示した。

化学物質と関連が見られた主な項目について、アセトアルデヒドは温度、湿度及び気密性能が高いほど有意に濃度が高く、温度がより強く影響を及ぼしていた。テルペン類は気密性能が高いほど有意に濃度が高かった。

住宅供給者の方々には建材の選定や施工過程での化学物質の使用に、より細心のご配慮が必要と思われた。更にお引き渡し前に、十分な換気をしていただくことが望まれた。更に入居者の方々にも、生活中的換気を継続して行っていただくことが大切であることをご理解いただくことも重要であると思われた。

#### 謝辞

本研究にご賛同されました住宅供給者様、本研究にご協力いただきました先端産業支援センター埼玉 先端産業コーディネーター 小笠原均郎様に深く感謝申し上げます。

#### 1 論文

- (1) Takekuma M, Hayashi M, Kim H, Osawa H: A survey of indoor air chemical contaminants in newly built detached houses. *Organohalogen Compounds*, 80, 73-76, 2018.
- (2) 林基哉, 金勲, 大澤元毅, 竹熊美貴子, 本間義規, 長谷川兼一: 戸建木造住宅のレンジファンを用いた簡易気密性能確認法の精度検証. *日本建築学会環境系論文集*, 83 (748), 555-563, 2018.
- (3) 林基哉, 金勲, 竹熊美貴子, 大澤元毅: 木造戸建住宅の構造内部化学物質の室内侵入に関する測定. *日本建築学会環境系論文集*, 83 (747), 481-490, 2018.

#### 2 学会発表等

- (1) Kim H, Takekuma M, Hayashi M: Increase of chemical concentration by indoor negative pressure in Japanese detached houses. *8<sup>th</sup> ICEERB Housing Sustainability in Urban Areas 2018*, New Zealand, 2018.
- (2) Takekuma M, Hayashi M, Kim H, Osawa H: A survey of indoor air chemical contaminants in newly built detached houses. *38<sup>th</sup> International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants*, Poland, 2018.
- (3) Kim H, Takekuma M, Hayashi M, Osawa H: Emission of Chemicals after experiencing negative pressure in newly built detached houses. *Roomvent & Ventilation 2018*, Finland, 2018.
- (4) Takekuma M, Hayashi M, Kim H, Osawa H: An optimal sampling method for measuring indoor air chemical contaminants in newly detached houses. *日本薬学会第138年会*, 金沢, 2018.
- (5) 竹熊美貴子, 金勲, 大澤元毅: 新築木造戸建住宅における室内空気中化学物質の実態調査. *第31回公衆衛生情報研究協議会研究会*, 埼玉, 2018.
- (6) 金勲, 林基哉, 大澤元毅, 竹熊美貴子: 負圧環境下における住宅内化学物質濃度特性. *平成29年室内環境学会学術大会*, 佐賀, 2017.
- (7) 林基哉, 金勲, 大澤元毅, 竹熊美貴子: 戸建住宅の簡易気密性能確認法-レンジファンを用いた1点法の検証-. *2017年度日本建築学会大会*, 広島, 2017.
- (8) 竹熊美貴子: 乾式木質系断熱材を使用した新築住宅における室内空気汚染化学物質の安全性に係る実態調査結果. *平成28年度埼玉県次世代住宅産業プロジェクト木質系断熱材技術開発研究会*, 埼玉, 2017.