

分はその使用状況により対象者間での濃度格差が著しかった。SHS2 症状の有訴者において個人曝露 Ethylacetate 濃度が高い傾向が見られた。

## 2. 集合住宅・小学校におけるシックハウス症候群に関する研究

### 1) 築年数の経過した集合住宅における湿度環境とシックハウス症状の検討

今回、比較的築年数の経過した公営住宅で SHS 症状を検討したが、有症率は全体で 19.4%であった。ただし、全対象者に対する解析対象者の割合は 30.3%であったので、回答のなかったところが全て症状が無かったとすると、5.9%となる。単純には比較できないが、築年数の浅い住宅で全国 2,298 軒の調査では 2.0%であったので、高い数字であった。湿度環境の指標についても、前述の全国調査では窓の結露 50.0%、窓以外の結露 3.3%、風呂のカビ 33.2%、風呂以外のカビ 10.3%、カビ臭 7.1%、タオルの乾きにくさ 7.8%と、やはり本対象が湿度環境の指標が悪くなっていた。今回調査した公営住宅の湿度環境は良いと言えず、シックハウス症状出現のリスクを上昇させていることが考えられた。

### 2) 児童におけるシックビルディング症状の検討

MM080 for school で把握した自覚症状は自宅の湿度環境悪化と有意に関連、シックビルディング症状の検出に有効であることが示唆された。今後もさらに症例数を重ねて、学校環境などの影響を検討する必要がある。

## 3. 電話調査による東京都特別区の有病率状況の検討

追跡調査によって得られた SHS 有病率は全体で 4.9%であり、平成 14 年度調査群で 3.6%、平成 16 年度調査群で 3.9%、平成 17 年度調査群で 5.8%であった。平成 17 年度調査で「有病」であった者（前・有病者）が有病者のままでいる確率は 30.5%であった。また前・有症状者、前・症状なし者がそのままの確率はそれぞれ 48.7%、80.1%であり、個人での SHS の有病状況は時間経過とともに大きく変動する可能性が示唆された。SHS の罹患率（年平均発生率）は平成 14 年度調査群で 3.6%、平成 16 年度調査群

で 3.9%、平成 17 年度調査群で 5.8%であった。本年度調査では医療機関の利用者が有病者の 25.3%で見られた。SHS に対する医療サービスの利用が一般に普及した可能性をうかがわせるとともに、従来の医療機関を対象とした調査では、SHS の患者のごく一部しか把握できず、実態に比較して under-estimation の可能性があることを支持する。また、症状に対して換気などの工夫を行っている者が 49.4%あり、SHS への対処に関する知識が周知されている様子がうかがわれた。

## 4. 2-エチル-1-ヘキサノール（2E1H）発生対策に関する研究

### 1) 2E1H 発生対策の効果に関する検討

今回行ったコンクリート剥離乾燥およびフタル酸エステル類を含まない床材の使用によって、2E1H の発生対策が有効な対策の一つであることが示された。

### 2) 各種セメントへのフタル酸ジ-（2-エチルヘキシル）添加に伴う室内環境汚染物質 2-エチル-1-ヘキサノール発生に関する実験的研究

セメントと代表的なフタル酸エステル、DEHP との接触により、観察期間の 13 週間にわたり、2E1H が発生することが明らかになった。この結果からコンクリートを使用する建築物では 2E1H の持続的な発生を避けるためには、乾燥が不十分なセメントとフタル酸エステルを含む建材を接触させないようにすることが必要である。

## 5. 住宅環境の分析技術の開発研究

### 1) ダニアレルゲンの簡易評価方法に関する検討

MC は、Der 2 抗原を測定する方法であるが、開発会社からの有用性の報告があり、学校環境の ELISA で測定した 1 平方メートル当たりの Der f2 との相関は  $r=0.83$  と今回の結果と同様であった。AT は、グアニンを測定する方法であり、フランスで ELISA により測定した dust 当たりの Der p1 と良好な相関があることが指摘されている。今回の検討ではキット付属の集塵袋が長方形で、塵が袋内で分散し、測定しにくい欠点があった。また、AT で測定しているグアニンは、クモや鳥の糞にも少量であるが含まれて

いて、影響を受けるとされている。コスト面では MC は AT の 2 倍強で、その点がマイナス面であった。

## 2) MVOC の捕集方法と分析技術の開発

8 種類の MVOC について、低濃度域の GC/MS の分析条件、活性炭からの最適な脱着条件を得た。また、室内気中 MVOC 捕集を拡散法により行なう場合に必要となる捕集速度を独自に作成した曝露チャンバーを用いて、水溶液に溶解した混合化学物質を空気バブリングすることで気化させ、その気体をポンプ法と拡散法で捕集し、濃度を比較することで求めることができた。

## 3) 樹脂気孔型拡散型サンプラーの捕集速度

ポンプを使用する方法は、より低濃度の物質を検出できるが、機材が大きいためにそれらの運搬に労力を要し、空気採取中にはポンプの騒音が居住者の負担となることが多い。

有害化学物質の捕集を拡散の法則で行う方法はポンプを必要としないことから、小型、軽量であること、電気を用いないので引火の心配が無いこと、ポンプの稼動状態の確認が不必要などの理由で近年よく使用されるようになってきている。拡散型のサンプラーによって測定できる物質の種類が増えたことにより、より詳細な検討ができたと考える。

## 4) 室内のダスト中及び空気中可塑剤、難燃剤、殺虫剤等の分析法開発に関する研究

低流量の吸引にもかかわらず高感度な分析技術を開発し、ポンプを使用する場合でも、作業者と居住者の負担を減らすことができた。また、開発したミニサンプラーは個人曝露モニター用としても利用可能と考えられる。これらの技術開発によって、室内環境測定のための有用な手段を提供できたと考える。

## 6. 化学物質過敏症に関する研究

環境医学研究センターにおける化学物質濃度の測定：施設内のホルムアルデヒド濃度は、負荷前は検出下限である  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  以下で、負荷試験時の濃度は、厚生労働省が設定した室内基準値  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  をやや下回る  $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、変動係数は 2.9% と小さくブース試験室内の濃度が均一であることが示された。トルエン濃度  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$

についても室内基準値に合致しており、変動係数 6.9% と室内濃度の均一性について満足のいく範囲内であった。この設定濃度では、臭いが感じられず、二重盲検法による負荷試験が可能となった。

化学物質曝露によりストレス反応が惹起される事が推定されるとともに、不安傾向に遺伝的関与がある事が示唆されていることは今回の心理検査の結果とも矛盾しないように考えられた。以上のように MCS を訴える②群と③群において 3 種の心理検査により両群に差異が見られたことから、心理テストは MCS のスクリーニングに有用で、診断基準に採用する価値があることが示唆された。

また、MCS は微量の化学物質に反応する疾患であるとされているが、MCS を疑う患者 15 名への負荷試験で全例陰性であったことから、反応する濃度は我々が負荷した濃度より高い可能性が示唆された。

## 7. 保健所のシックハウス症候群相談体制に関する研究

SHS に関する相談窓口を設置している保健所の割合は高く、過去の居住（室内）環境に関する相談対応の実績との関連が示唆された。また、相談対応において困難を感じることから、他機関との連携をはかる必要性があると考えられた。

## 8. 保健所等の相談窓口で使用するマニュアルの作成

保健所のシックハウス症候群相談体制に関する研究で明らかになった、「保健所職員研修の機会が少ない」、「予防方法や生活上の注意などの情報がない」、「環境測定機関や医療機関などの専門機関に関する情報がない」などの相談窓口で困難を感じている点に対して、本マニュアルは回答を与えるものである。

## E. 結論

統一調査プロトコルを用いて、全国 6 地域で居住者全員を対象とした自覚症状調査および室内環境測定による SHS の調査を実施した。シックハウス症状を示すものは、平成 16 年度、17

年度に比べ減少傾向であったが、これは調査に参加した対象者に対し、測定結果の報告とともに SHS に関する正しい情報を提供することによって、対象者の住環境への関心の高まり、住まい方やライフスタイルの変容が症状を消失あるいは軽減させていることが考えられた。平成 16 年度より継続して 3 年間測定しているアルデヒド類・VOC 類、真菌類、ダニアレルゲンについては、シックハウス症状と関連する項目が減少傾向であった。一方、平成 18 年度に初めて測定した MVOC、可塑剤、難燃剤、アルキルフェノール、殺虫剤について住宅内の実態を明らかにすることができた。これら化学物質の中には SHS への影響を疑うものが複数あること、および化学物質が室内に放散する背景に湿度環境悪化があることが示唆されており（MVOC、2E1H など）、これらについては、今後も継続して検討すべき課題である。

また、電話調査により SHS の有病率・医療サービスのアクセス状況を、保健所の職員を対象とした調査により相談活動で困難を感じる点、必要な情報と提携機関などを明かにした。さらには、個人曝露評価の方法、室内環境の分析方法を新たに開発した。

これらの成果を踏まえて、SHS の実態解明と具体的な予防対策と支援の方法を含む実用的な活用マニュアルを作成した。

## F. 研究発表

（各分担研究報告書を参照）

## 謝辞

浅田 隆利さん、伊藤 雄亮さん、金澤 朝子さん、汐月 博之さん、柴田 久子さん、田島 通子さん、松島 澄子さん、山下 悟さん、湯山 秀子さんのご援助に感謝します。

シックハウス症候群に関する全国6地域調査の概要

主任研究者 岸 玲子 北海道大学大学院医学研究科予防医学講座公衆衛生学分野 教授

研究要旨

厚生労働科学研究「全国規模の疫学研究によるシックハウス症候群の実態と原因の解明（平成15～17年度）」を行い、平成15年度に「建築確認申請」から無作為抽出、全国2,298軒に対し質問票調査を実施した。平成16年度は全国444軒、平成17年度は全国270軒に対して、質問票調査と環境測定（アルデヒド類・VOC類、真菌、ダニアレルゲン、温度・湿度）を実施し、一般住宅における自覚症状有訴率や化学物質のみならず、住まい方、ライフスタイル、住宅構造、換気、湿度環境、生物学的要因について研究を行ってきた。

以上の研究を踏まえて、本年度および来年度に向けて新しい課題を取り上げることとした。1) 室内の湿度環境悪化や真菌による健康への影響に関連し、MVOC（微生物由来揮発性有機化合物）が注目されている。2) 可塑剤として床材や家電製品など、我々の身の周りで広範囲に用いられているフタル酸エステル類の室内汚染が懸念される。3) 可塑剤として家電等のプラスチック類、難燃剤としてフローリングやカーテン等にも使用されるリン酸トリエステル類、防蟻剤等の農薬類といった有機リン化合物による室内汚染が懸念される。以上の3つの課題についてそれぞれ文献調査を実施し、研究計画を立てた。全国6地域調査で、平成17年度まで継続して調査に参加した住宅および新規に保健所相談者を加えて調査を依頼し、全国195軒（北海道41軒、福島21軒、名古屋28軒、大阪61軒、岡山22軒、北九州21軒）について、平成18年10月～平成19年1月までの期間に、質問票調査と環境測定を実施した。環境測定についてはアルデヒド類等の継続測定に加えて、新たにMVOC類、フタル酸エステル類、有機リン化合物の測定を行った。本年度のシックハウス症状有訴者〔SHS1,SHS2〕は、札幌〔16人（11.9%）,33人（24.6%）〕、福島〔6人（9.1%）,11人（16.7%）〕、名古屋〔3人（3.3%）,12人（13.2%）〕、大阪〔4人（2.0%）,11人（5.5%）〕、岡山〔9人（10.8%）,12人（14.5%）〕、北九州〔3人（6.3%）,6人（9.7%）〕であった。今後は統合して全国データを解析する予定である。

【分担研究者】

田中 正敏 福島学院大学福祉学部  
吉村 健清 福岡県保健環境研究所  
森本 兼曩 大阪大学大学院医学系研究科  
社会環境医学講座 環境医学  
柴田 英治 愛知医科大学医学部衛生学講座  
瀧川 智子 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科  
長谷川友紀 東邦大学医学部  
西條 泰明 旭川医科大学医学部健康科学講座  
河合 俊夫 中央労働災害防止協会  
大阪労働衛生総合センター  
圓藤 陽子 東京労災病院産業中毒センター

A. 研究目的

日本ではシックハウス症候群について原因究明と対策のための十分な疫学調査がなされておらず、多くの国民に不安がある。学校や職場にまで室内環境の問題が広範囲に及んでいるのが現状である。そこで我々は平成15～17年度に厚生労働科学研究「全国規模の疫学研究によるシックハウス症候群の実態と原因の解明」を行い、一般住宅における自覚症状有訴率や化学物質のみならず、住まい方、ライフスタイル、住宅構造、換気、湿度環境、生物学的要因について研究を行った。

本研究では新しい課題を取り上げた。1) 室内の湿度環境悪化や真菌による健康への影響に関連し、MVOC（微生物由来揮発性有機化合物）が注

目されている。2) 可塑剤として床材や家電製品など、我々の身の周りで広範囲に用いられているフタル酸エステル類の室内汚染が懸念される。3) 可塑剤として家電等のプラスチック類、難燃剤としてフローリングやカーテン等にも使用されるリン酸トリエステル類、防蟻剤等の農薬類といった有機リン化合物による室内汚染が懸念される。以上の3つの課題について、それぞれ文献調査を実施し、研究計画を立てた。全国6地域調査では、継続して自覚症状や室内環境要因の住宅調査を行うとともに、MVOC、フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類・農薬類について、日本の一般住宅ではじめて全国的な調査を実施し、シックハウス症状への影響を検討した。以上より、保健所等のシックハウスの相談窓口で幅広く対応の基準となる指針、評価法を作成し、科学的な根拠に基づく相談マニュアルを作成することを目的としている。

## B. 研究方法

### (1) 研究デザインおよび研究対象

平成15年度から平成17年度までの3年間、厚生労働科学研究「全国規模の疫学研究によるシックハウス症候群の実態と原因の解明」を実施した。

平成15年度に「建築確認申請」から無作為抽出、全国2,298軒（北海道577軒、福島428軒、名古屋278軒、大阪318軒、岡山337軒、北九州360軒）に対し質問票調査を実施した。

平成16年度は全国444軒（北海道104軒、福島68軒、名古屋60軒、大阪78軒、岡山84軒、北九州50軒）に対して質問票調査と環境測定（居間）を実施した。

平成17年度は全国270軒（北海道64軒、福島29軒、名古屋40軒、大阪68軒、岡山49軒、北九州20軒）に対して、質問票調査と環境測定（居間と寝室）の追跡調査を実施した。

以上の研究成果を踏まえ、平成18年度は平成15～17年度まで継続して調査に参加した住宅および新規に保健所相談者に調査を依頼し、平成18年10月～平成19年1月までの期間に、質問票調査と居間の環境測定（継続測定項目および新規測定項目）を実施した。

### (2) 自記式調査表

住居に関する調査 質問項目は、芳香剤・防虫剤の使用、結露・カビ発生の有無など（30項目）について質問した。また、フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類を含むと考えられる什器・備品として、家具・家電の設置状況（10項目）、難燃加工・難燃素材のカーテン、敷物、壁紙クロス、天井クロス（4項目）の使用状況について質問した。農薬類に関しては、建材の防蟻剤処理、入居後のシロアリ駆除剤、ゴキブリ駆除剤など（7項目）の使用状況について質問した。

健康に関する調査 平成15年度は居住者のうち症状が一番強い人について、平成16年度から平成18年度は居住者全員に健康状態や自覚症状について質問した。中学生以上は原則として本人に記入を依頼した。小学生以下は保護者に代理記入を依頼した。質問項目は家・家具のにおい、室内の空気の汚れ、喫煙状況、在宅・睡眠時間、運動、栄養、ストレス、アレルギー疾患の既往歴などについてである。過去3ヶ月の自覚症状（その症状が自宅の環境によるものかどうか）31項目について質問した。小学生未満については、においやストレスを感じるといった主観的な自覚症状に関する質問項目を除いた8項目を質問した。

### (3) 住宅環境測定

#### (継続測定項目)

#### 1) 室内気中アルデヒド類・VOC類の測定

アルデヒド類とVOC類および温度・湿度を測定した。パッシブ法で床から100～150cmの位置で24時間捕集し（サンプラーとして、VOC-SDとDSD-DNPHを使用）、アルデヒド類はHPLC、VOC類はGC/MSを用いて分析した。

#### 2) 室内気中真菌の測定

SAS サンプラー（AINEX BIO-SAS）にDG-18寒天培地を装着し、部屋の中央部分の床上150cmで室内空気を100L吸引した。27℃で10日間培養後、真菌同定およびコロニー数の計測を行った。

#### 3) ダスト中ダニアレルゲンの測定

床を専用紙パック装着のハンドクリーナーで吸引、集塵し、ELISA法を用いて分析を行った。

#### (新規測定項目)

#### 1) 室内気中MVOC類の測定

MVOC類（8種類）をパッシブ法（サンプラーはVOC-SD）で床から100～150cmの位置で48時

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）  
分担研究報告書

間捕集し、GC/MS を用いて分析した。

2) ダスト中（室内気中）フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類、農薬類の測定

専用紙パック装着のハンドクリーナーで高さが床上 35cm 以上の棚、家具、カーテンレール、壁など（棚ダスト）、床全面および床から高さが 35cm 未満の棚（床ダスト）から集塵した。北海道地区のみ ODS フィルターにサンプリングポンプを用いて空気試料を採取した（流量 200mL/分、48 時間）。フタル酸エステル類は GC/MS、リン酸トリエステル類および農薬類は GC/FPD で分析した。

#### （4）シックハウス症状の定義

本研究では、自覚症状のうちいずれか 1 つ以上の項目が、

**SHS1**：「よくあった」かつその症状が「自宅の環境によるものと思う」、と回答した場合

**SHS2**：「よくあった」あるいは「ときどき」、かつその症状が「自宅の環境によるものと思う」、と回答した場合、と定義した。

#### （倫理面への配慮）

本研究は、北海道大学大学院医学研究科および各大学に設置された倫理審査委員会の承認を得ている。

#### C. D. 研究結果と考察

平成 18 年度は、全国 195 軒（北海道 41 軒、福島 21 軒、名古屋 28 軒、大阪 61 軒、岡山 22 軒、北九州 21 軒）の住宅において、質問票調査と環境測定を実施した。シックハウス症状有訴者

〔SHS1、SHS2〕は各々、札幌〔16 人（11.9%）、33 人（24.6%）〕、福島〔6 人（9.1%）、11 人（16.7%）〕、名古屋〔3 人（3.3%）、12 人（13.2%）〕、大阪〔4 人（2.0%）、11 人（5.5%）〕、岡山〔9 人（10.8%）、12 人（14.5%）〕、北九州〔3 人（6.3%）、6 人（9.7%）〕であった。結果の詳細は各分担研究報告書を参照。今後は統合して全国データを解析する予定である。

#### E. 結論

平成 18 年度においてシックハウス症状を示す者は、平成 16～17 年度に比べ減少傾向であったが、これは調査に参加した対象者に対し、測定結果の報告とともにシックハウス症候群の正しい情報を提供することによって、住環境への関心の高まり、住まい方やライフスタイルの変容が症状を消失あるいは軽減させていることが考えられた。平成 16 年度より継続して測定しているアルデヒド類・VOC 類、真菌類、ダニアレルゲンについては、シックハウス症状と関連する項目が減少傾向であった。一方、今年度はじめて測定した MVOC、フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類、農薬類について住宅内の実態を明らかにし、室内汚染要因としてシックハウス症状など健康への影響を引き続き検討すべき項目であると考えられた。

#### F. 研究発表

（各分担研究報告書を参照）

新規測定項目（MVOC類、フタル酸エステル類、有機リン化合物）の文献調査

主任研究者 岸 玲子 北海道大学大学院医学研究科予防医学講座公衆衛生学分野 教授

研究要旨

最近、新たな室内環境汚染物質として注目されている、フタル酸エステル類、有機リン化合物（殺虫剤および難燃性リン酸トリエステル類）、カビなどの微生物によって産生するMVOC（微生物由来揮発性有機化合物）について文献調査を行った。その結果、これらの物質が住宅など室内汚染物質となり、居住者に対する健康影響が懸念された。したがって、一般住宅における実態調査、ならびにシックハウス・シックビルディング症候群やアレルギー疾患など健康への影響を検討する必要があると考えられた。

研究協力者

|       |               |
|-------|---------------|
| 竹田 誠  | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 金澤 文子 | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 荒木 敦子 | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 馬 明月  | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 金澤 朝子 | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 多賀 崇子 | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 土肥 明子 | 北海道大学大学院医学研究科 |

A. 研究目的

最近、新たな室内環境汚染物質として注目されている、フタル酸エステル類、有機リン化合物（殺虫剤および難燃性リン酸トリエステル類）、カビなどの微生物によって産生するMVOC（微生物由来揮発性有機化合物）について文献調査を行った。

B. 研究方法

(1) MVOC類に関する文献調査

1970年代に欧米で注目を浴びたシックビルディング症候群は、その発症要因としてアルデヒド類やVOC類のほか、室内の湿度環境や真菌の存在が指摘されて、研究が進められてきた。一方、新たなシックハウス症候群の化学要因として、微生物が室内の有機物（畳、木材、紙、布、食品の粉や飛沫、石鹼かす、あか、ふけ、など）から合成する揮発性有機化合物（Microbial Volatile Organic Compound: MVOC）が注目され始めている〔1〕。

データベース Web of Science および PubMed を用いて、“microbial volatile organic compounds”をキー

ワードとして検索した。

(2) フタル酸エステル類に関する文献調査

フタル酸エステル類は、主として樹脂に可塑剤として添加され、電気絶縁用製品、壁紙、床材、子供用玩具、家電製品、医療器具など、我々の身の周りで非常に広範囲に用いられている。このようにフタル酸エステル類は室内の定常的な汚染物質となっていることが考えられる。

データベース PubMed を用いて、“phthalate”, “indoor”, “allergy”をキーワードとして検索した。

(3) 有機リン化合物に関する文献調査

リン酸トリエステル類は可塑剤あるいは難燃剤として、プラスチック類（家電、パソコン、オフィス事務機器）に使用されている。他、フローリングや家具の塗装、カーテン、畳、壁紙、天井のクロスなどにも使用されていることがある。また、床下の防蟻剤、室内外での殺虫剤使用、建材の抗菌加工などによって、室内空気が農薬類に汚染されていることもある。このようにリン酸トリエステル類や農薬類によって室内が汚染されていることが考えられる。

データベース SciFinder Scholar (CAS & Medline) を用いて、リン酸トリエステル類は “organophosphate esters”, “indoor”, “flame retardants”, 有機リン系農薬類は “organophosphate”, “pesticides”, “indoor” をキーワードとして検索した。

C. D. 研究結果と考察

(1) MVOC 類に関する文献調査

(表1、表2)

室内の MVOC 類と健康影響に関する論文としては、ドイツの喘息、鼻炎、神経皮膚炎および頭痛などの不定愁訴に悩む人が住む 13 の家屋で 11 種の MVOC を検出した [2]。室内の MVOC を測定し、屋外よりも濃度の高かった 23 化合物が健康に影響を及ぼす可能性があるとして唆した [3]。入学前の子供とその家屋を対象とした研究を実施し、MVOC 値が高い住居の児のほうが、喘息、花粉症、ゼイゼイという呼吸および眼の刺激の有訴率が高かった [4]。家屋（居間と寝室）の MVOC 測定している報告や呼吸器科を受診した子供 18 人の家屋において MVOC 濃度を測定した [5,6] 報告がある。総 MVOC 濃度は真菌濃度、室内気温、換気、断熱、洗濯物の室内乾燥、生ゴミ保管、喫煙とは関連はみられなかった。また、呼吸器症状と真菌、MVOC、温度、湿度との関連も有意差がなかった [7] との報告がある。洪水による水漏れのあった建物の健康影響を調査し、測定した MVOC のうち *n*-Butanol を除く 10 物質の合計濃度平均は、水漏れのあった建物 152 ng/m<sup>3</sup> に対し、水漏れが無かった建物では 97 ng/m<sup>3</sup>、戸外は 10 ng/m<sup>3</sup> だった [8] といった報告がある。

実験室内で様々な培地や培養条件によって、どのような MVOC が放出されるかを測定し、眼に見えない真菌生育のマーカーとして MVOC 測定濃度を利用する可能性が検討されている [9-19]。一方、菌による放出パターンは一定ではなく、室内では拡散してしまっていて検出限界より低濃度のものであるため、マーカーにはならないという報告もある [20]。MVOC 類の毒性は、ヒトおよびハムスターの細胞で、細胞毒性が見られたときには DNA ダメージを引き起こした [21]、3-Methyl-2-butanone と 3-Methyl-2-butanol は短期変異性試験 (umu test) で陽性であった [22]。動物実験では、MVOC 単体および混合で、マウスの呼吸頻度が 50% 減少する濃度 (RD50) を見積もり、混合の場合、単体よりも 3.6 倍程度低濃度となった [23]。いくつかの真菌がどのような MVOC を放出するかを検討した報告はみられるものの、培養条件を設定した実験室レベルでの研究と、実際の住宅での真菌と MVOC の関連は異なると考え

られる。以上より、一般住宅内での MVOC 濃度の実態調査を行い、真菌量や湿度環境、および健康状態との関連を明らかにする必要があると考えられた。

(2) フタル酸エステル類に関する文献調査

(表3)

欧米ではフタル酸エステル類が室内空気やダスト中に存在し、室内環境汚染物質となっていることが多数報告されている [24-28]。フタル酸エステル曝露による健康への影響でこれまで報告されたものは、癌と生殖毒性を中心であった [29-30]。新築オフィスビルに移転後、従業員が眼や喉の刺激症状訴えたためその原因を調査し、VOC とホルムアルデヒドは低濃度であったが、ダスト中のフタル酸ジエチルヘキシル (DEHP) 濃度が高かったと報告している [31]。また、子供部屋におけるハウスダスト中フタル酸ブチルベンジル (BBzP) が皮膚炎、鼻炎、喘息と、また DEHP が喘息と関連すること [32]、子供部屋から採取されたダスト中の BBzP が鼻炎と皮膚炎と、DEHP が喘息と関連することが報告されている [33]。日本では教職員および学生が自覚症状を訴える建物において、フタル酸エステル類濃度が高い [34] との報告がある。また、ポリ塩化ビニル製の床材を使用している建物で、DEHP のアルカリ分解生成物と考えられる 2-エチル-1-ヘキサノールが検出されることが報告されている [35-37] フタル酸エステル類の曝露量と尿中代謝物の関連を調べた報告もある [38-39]。以上より、室内のフタル酸エステル類とアレルギーやシックハウス症候群との関連が疑われるが、我が国の一般住宅における実態調査と健康影響を調べた報告は全くないことから、これらを明らかにする必要があると考えられた。

(3) 有機リン化合物に関する文献調査

(表4、表5)

室内環境から検出される有機リン化合物には、難燃性可塑剤のリン酸トリエステルと殺虫剤がある。リン酸トリエステル類は、住宅の内装、床ワックス、カーテン、カーペット、家電などに広範に使用されている。リン酸トリブチル (TBP)、リン酸トリフェニル (TPhP)、リン酸トリブトキシエチル (TBEP)、リン酸エチルヘキシル (TEHP)



については、接触性皮膚炎の原因となることが知られており [44-46、51-52]、リン酸トリス（2-クロロエチル）（TCEP）に神経毒性があることが動物試験で認められている [47-49]。高沸点化合物（280 度以上、ものによっては 400 度前後）であり、室内空気への移行は少ないとされている。シックハウス症状との関連については未だ不明である。先行研究の内容も室内環境調査にとどまっている。殺虫剤の場合、不適切な使用があれば、昆虫のみならず、ヒトを含む動物への有害な影響があることは明らかである。しかし、一般住宅での殺虫剤使用状況、室内への残留程度など、客観的に把握されていない状況である。日本での有機リン化合物による室内汚染についての調査研究は少ないが、その中で東京都が実施したものが比較的大規模で詳細である [40、54]。健康影響と

いう点に踏み込んだ調査は未だなされていない。生活環境のいたるところに有機リン化合物があるといっても過言ではない現状であり、全国的な室内環境汚染調査と健康影響との関連の解明が早急に必要である。

#### E. 結論

文献調査の結果、MVOC、フタル酸エステル類、有機リン化合物が住宅などの室内汚染物質となっている可能性が考えられた。室内のこれら物質と喘息や鼻炎、皮膚炎といったアレルギー様の症状との関連が報告されていることから、シックハウス・シックビルディング症候群についてもその影響が懸念された。

表 1. MVOC の室内環境測定と健康影響に関する文献

| 著者・発表年・地域                                  | 研究目的・研究方法   | 調査項目  | MVOC のサンプリング方法・分析法  | 結果   |
|--|---|---|---|--|
| Wessen and Schoeps, 1996, Sweden<br>文献 [3] | 研究目的<br>Problem buildings with SBS complaints における MVOC の実態調査。<br>研究方法<br>7ヶ所の mouldy building における室内および室外空气中 MVOC を測定。<br>室内：229 サンプル、室外：76 サンプル                           | MVOC  | アクティブ法<br>吸着剤：Anasorb 747<br>捕集流量：200mL/min<br>捕集時間：240min<br>測定法：GC/MS   | MVOC は室内の方が室外よりも濃度が高い。しかし、濃度が低いため室内環境の微生物による影響を関連付けることは難しい。  |
| Elke et al, 1998, Germany<br>文献 [4]        | 研究目的<br>室内カビの指標となる MVOC を選定する。<br>研究方法<br>ドイツ東部および西部の2つの工業地域、東部の農村地域で実施。<br>1997年2月～3月<br>5～7歳の子供<br>参加に同意した家庭の住宅：132軒<br>mould formation あり：15軒<br>mould formation なし：117軒 | Air<br>MVOC<br>Mattress dust<br>カビ<br>質問票<br>・喘息、アレルギーの既往歴、性、年齢、BMI、両親の教育レベル、兄弟の数など<br>・アレルギー症状は ISAAC の質問票で評価<br>・換気、両親の喫煙、築年数など | MVOC の捕集<br>パッシブ法<br>サンプラー：3500 OVM (3M, Germany)<br>捕集場所：子供の寝室<br>壁から最低 1m 離れた高 1.5m の地点<br>捕集時間：4weeks<br>アクティブ法<br>吸着剤：活性炭<br>捕集流量：25mL/min<br>Mattress dust の捕集<br>採取場所：子供の mattress<br>採取機器：Filter box を装着した電気掃除機<br>採取面積：mattress 全体<br>採取時間：5min<br>測定法：GC/FID | 11 種類の MVOC が全ての住宅から検出された。<br>Mould formation ありの子供部屋では、3-methylbutan-1-ol, heptan-2-one, hexane-2-one, octane-3-ol, pentan-2-ol, $\alpha$ -terpineol の濃度が有意に高かった。 |

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）  
分担研究報告書

表 2. MVOC のカビ・建材からの放出に関する文献

| 著者・発表年・地域  | 研究目的・研究方法   | 調査項目  | MVOC のサンプリング方法・分析法  | 結果   |
|--|---|---|---|--|
| Pasanen <i>et al.</i> , 1997, Finland<br>文献 [18] | <b>研究目的</b><br>House dust 中の <i>Aspergillus versicolor</i> から発生する揮発性代謝物の検討。<br><b>研究方法</b><br>6軒の都市住宅から House dust を採取 (1994-1995 冬季)。住宅はいずれも湿気やカビの問題が無く、ペットも飼っていない。House dust は γ 線により殺菌 glass jar 内に 1g の House dust を置き、 <i>A. versicolor</i> を植菌、2,3 日ごとに aldehydes および MVOC をサンプリング。 | <b>House dust</b><br>採取機器: cleaner bag を装着した電気掃除機<br>採取時間・採取量: 記載なし | <b>MVOC</b><br>アクティブ法<br>吸着剤: Tenax TA<br>捕集流量: 135・185mL/min<br>捕集量: 1L、測定法: GC/MS<br><u>Aldehydes</u><br>アクティブ法<br>吸着剤: DNHP-silica Sep Pak<br>捕集流量: 162・200mL/min<br>捕集量: 1L<br>測定法: LC                          | <i>A. versicolor</i> を植菌した House dust の方が Control (殺菌した dust) よりも 2-ethyl-1-hexanol, 1-octen-1-en-3-ol, 2-pentanone, 2-hexanone, 2-heptanone, 3-octanone, 2-methyl furan の放出量が大きい。                             |
| Korpi <i>et al.</i> , 1997, Finland<br>文献 [15]   | <b>研究目的</b><br>House dust 中のカビ量とその代謝活動として CO <sub>2</sub> や MVOC を検討。<br><b>研究方法</b><br>6軒の都市住宅から House dust を採取 (冬季)。住宅はいずれも湿気やカビの問題が無く、ペットも飼っていない。glass jar 内に 1g の House dust を置き、25 日間の培養期間中 2,3 日ごとに aldehydes, ketones および MVOC を捕集。  | <b>House dust</b><br>採取機器: cleaner bag を装着した電気掃除機<br>採取時間・採取量: 記載なし | <b>MVOC</b><br>アクティブ法<br>吸着剤: Tenax TA<br>捕集流量: 140・230mL/min<br>捕集時間: 5min<br>捕集量: 1L、測定法: GC/MS<br><u>Aldehydes, ketones</u><br>アクティブ法<br>吸着剤: DNHP-silica Sep Pak<br>捕集流量: 162・200mL/min<br>捕集量: 1L<br>測定法: HPLC | House dust1 の方が Control (殺菌した dust) よりも 2-hexanone, 2-hexanone, limonene, 2-pentanone, 1-octen-3-ol の放出量が大きい。また、放出量がわずかに大きいものとして、2-ethyl-1-hexanol, 3-octanone, 3-methyl-1-butanol, α-pinene, camphene が検出された。 |
| Wilkins <i>et al.</i> , 2000, Denmark<br>文献 [9]  | <b>研究目的</b><br>建材に生じたカビから放出される MVOC を調査。<br><b>研究方法</b><br>使用済み plaster board および新しい cardboard 片(8×11cm)に建物から採取したカビを植菌。1L ガラスフラスコ内で培養、培養時間は、Plaster board: 8 もしくは 19days<br>Cardboard: 10 もしくは 11days<br>培養後、フラスコ内の空気を捕集し、MVOC を測定。   | 培養フラスコ内の空気中 MVOC  | <b>MVOC</b><br>アクティブ法<br>吸着剤: Tenax TA<br>捕集量: plaster board 1.5L<br>: cardboard 0.9 or 1.8L<br>測定法: GC/MS  | Cardboard の場合、3 種のカビ ( <i>Penicillium chrysogenum</i> , <i>Sta chybotris chartarum</i> , <i>Trichoderma viride</i> ) から放出される MVOC のうち、2-propanol と 2-methyl-1-propanol が主要な物質であった。                             |
| Korpi <i>et al.</i> , 1998, Finland<br>文献 [16]   | <b>研究目的</b><br>建材に生じたカビから放出される MVOC を調査し、MVOC が dump building における微生物汚染の指標となるか検討。<br><b>研究方法</b><br>各種建材に建物から採取したカビを植菌。24L ガラスチャンパー内で培養、培養時間は、最長 13weeks。培養後、チャンパー内の空気を捕集し、MVOC を測定。  | MVOC, Carbonyl compounds  | <b>MVOC</b><br>アクティブ法<br>吸着剤: Tenax TA<br>捕集流量: 150・240mL/min<br>捕集時間: 6・10min<br>捕集量: 1.5L<br>測定法: GC/MS   | MVOC として、3-methyl-1-butanol, limonene, acetone, 3-methyl-2-butanol, 1-octen-3-ol, 1-hexanol が検出された。一方、acetaldehyde, pentanal, hexanal, heptanal, octanal, decanal は殺菌した建材の方が有意に高いレベルで検出された。                    |
| Fiedler <i>et al.</i> , 2001, Germany<br>文献 [13] | <b>研究目的</b><br>異なるカビ種から放出される MVOC の種類を検討。<br><b>研究方法</b><br>12 種類のカビをそれぞれ培養し、放出される MVOC を捕集し測定。   | MVOC: 150 物質  | アクティブ法<br>ポンプによりフラスコ内の空気を換気。排気時に吸着剤へ MVOC を吸着捕集。<br>吸着剤: Carbowax/divinylbenzene, polyacrylate, polydimethylsiloxane もしくは Carboxen/polydimethylsiloxane<br>捕集時間: 24-48h、<br>測定法: GC/MS                              | 多くのカビ種から放出された MVOC は 3-octanone, 1-octen-3-ol, 3-methyl-1-butanol であった。  |

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）  
分担研究報告書

表 3. フタル酸エステル類の室内環境測定と健康影響に関する文献

| 研究デザイン   | サンプリング方法   | 測定方法   | 対象者  | 測定物質の種類   | 症状又は症例   | 結果  |
|--|--|--|--|---|--|---|
| 一般住宅の子供部屋で採取されたダストと浮遊粒子状物質からフタル酸エステルを検出する。<br>Bornehag CG <i>et al.</i> Sweden<br>文献 [33]  | ダスト<br>採取場所：子供部屋のベッドシーツ (1分)、床 (1㎡、1分)、居間：床 (1㎡、1分)、一番上の棚 (0.5㎡、0.5分)<br>方法：掃除器で吸引 Millipore aerosol analysis monitors, typeA に収集。<br>浮遊粒子状物質<br>採取場所：居間床およびテーパー 1.1m 上の地点<br>方法：掃除機で吸引 Millipore MHTSO25AC filters(Millipore)に収集。 | 健康診断 (400人)、血液検査 (387人) でアレルギー (specific immunoglobulin E) を測定                                   | ダスト：38軒<br>浮遊粒子状物質：6軒                        | フタル酸エステル類 6種 (Dibutyl phthalate, Benzyl butyl phthalate, Di(2-ethylhexyl) phthalate, Diethyl phthalate, Diisobutyl phthalate, Heavier phthalates) |  | 検出されたフタル酸の種類は、ダスト内でフタル酸エステル (DEHP) が主、他にフタル酸ジブチル (DBP)、フタル酸ベンジルブチル (BBP) が続き、ジエチル (DEP) とフタル酸ジイソブチル (DIBP) は極微量だった。浮遊粒子状物質内では DEHP が主で、続いて DBP、BBP、DEP が検出され、DIBP は検出されなかった。フタル酸の浮遊粒子状物質への親和性はダストへの親和性と同程度だった。また、ダスト中の DEHP 濃度と浮遊粒子状物質中の DEHP 濃度とに有意な関連が見られた。フタル酸エステルの生体特に幼児への影響と、喘息の発症との関連性について述べる。  |
| ケースコントロール研究。一般住宅の子供部屋からダストを検出し、幼児の皮膚炎、喘息、鼻炎との関連を調査。10,852人の幼児コホート (1-6歳) の中からケース群、自覚症状のないコントロール群に分けた。<br>Oie L <i>et al.</i> Norway<br>文献 [32] | 方法：ダストは掃除機で吸引し 90-nm membrane filters に集め、フタル酸を検出。<br>採取場所：390世帯の住宅の子供部屋の moulding と棚から集めた。  | 健康診断 (400人)、血液検査 (387人) でアレルギー (specific immunoglobulin E) を測定                                   | ケース群：198人<br>コントロール群：202人                    | フタル酸 6種 (BBzP, DEHP, DEP, DIBP, DnBP, DIBP)   | 自覚症状：湿疹、喘息、鼻炎と、医師の診断                               | ケース群の寝室のダストから検出された BBzP 濃度はコントロール群のそれよりも有意に高かった。さらに、医師から皮膚炎、鼻炎、または喘息と診断されたケース群の寝室の BBzP 濃度と、喘息と診断されたケース群の寝室の DEHP 濃度がそれぞれ有意にコントロール群よりも高かった。<br>ポリ塩化ビニル (PVC) 床の寝室の BBzP と DEHP 濃度は他の床の寝室よりも有意に高かった。ポリ塩化ビニルの床と他 4種のフタル酸類に関連はみられなかった。子供部屋に絞って解析すると (n=189)、BBzP 濃度はケース群がコントロール群よりも高く、BBzP と鼻炎と喘息にそれぞれ有意な関連がみられた。一方、両群の DEHP 濃度に有意な違いは見られなかった。 |
| 教職員が普段から自覚症状を訴えている大学校舎ビルでの室内空气中フタル酸エステル類の濃度、室内内装材表面におけるフタル酸エステル類、この建物を使用する学生の自覚症状について調査。<br>Kamijima M <i>et al.</i> Japan<br>文献 [34]          | 症例建物：Aビル、築7年)<br>対照建物：Bビル、築30年以上)<br>・測定場所：会議室、セミナー室、研究室、実習室の床、壁、天井の各表面、金属板表面接着剤付着部とその上のタイルカーペットの裏側 100cm <sup>2</sup> をアセトン含浸脱脂綿で拭き取る。<br>アレルギー等について質問調査票   | フタル酸エステルの空气中濃度：ろ過捕集後、GC-MS で分析。<br>内装材表面の 2E1H 及びフタル酸エステル類の検出：各調査場所の脱脂綿をアセトンで抽出して GC-MS により定性分析。 | Aビル学生 315人 (有効回答 271)<br>Bビル学生 275人 (同 209人) | フタル酸エステル類化合物 11物質、<br>検出可能：フタル酸ジメチル、フタル酸ジエチル、フタル酸ジイソブチル、フタル酸ジブチル、フタル酸ブチルベンジル、フタル酸ジエチルヘキシル (DEHP) の 6種。  | 中枢及び自律神経系症状、疲労感、鼻・のど、下気道の症状、関節痛・筋肉痛、ペンキや接着剤のにおいに分類 | 6種類のフタル酸エステルが Aビル室内空気から検出され、フタル酸ジブチル及び DEHP が他のフタル酸エステルと比べて高濃度だった。<br>内装材表面から大量の DEHP と微量のフタル酸ジブチルが検出された。<br>講義室における学生の自覚症状について、Aビルと Bビル群で有意差はみられなかったが、鼻・のど・下気道の症状を有する学生は Aビルの方にみられた。   |

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）  
分担研究報告書

表 3. フタル酸エステル類の室内環境測定と健康影響に関する文献（つづき）

| 研究デザイン  | サンプリング方法   | 測定方法   | 対象者  | 測定物質の種類   | 症状又は症例                         | 結果  |
|---|--|--|--|---|--------------------------------|---|
| <p>新築オフィスのビルにおける労働者の愁訴および不快感についての原因調査</p> <p>Hutter HP <i>et al.</i><br/>オーストリア<br/>文献 [31]</p>                               | <p>3 新築オフィスのビルにおいて床ダストと室内空気採取。各月で 8 ヶ月間行う。</p> <p>VOC: adsorption tube</p> <p>ホルムアルデヒド: アクティブ法</p> <p>ダスト: sedimentation で 1 週間体積させた後、吸引。</p> <p>調査票: 職場の環境状態および、移動前後と後の愁訴について</p> | <p>VOC: ガスクロで分析</p> <p>ダスト: 半揮発性・非揮発性物質についてヘキサゲンで抽出後、ガスクロで分析</p> | <p>3 カ所のビルの労働者 (人数不明)</p>  | <p>VOC, ホルムアルデヒド, tris-2-butoxylethyl-phosphate(TBEP), diethylhexylphthalate (DEHP)</p> | <p>眼刺激、咽頭炎、様々な症状</p>           | <p>VOC とホルムアルデヒドは全体として低濃度。しかし、ダストダストから高濃度の TBET と DEHP が見つかった。TBEP はラバー材の床のコーティングが原因だったが、DEHP の発生源は複数だった。調査票からは労働者は新ビルの床のコーティングが減少したことが判明。ビルの床のコーティングを減らしたところ、ダスト中の TBEP は 90%以上削減された。DEHP は、いくつか試したものの、顕著な削減はみられなかった</p>   |
| <p>湿度の高いオフィスのビル環境において、鼻の諸症状を示す労働者について調査</p> <p>Walinder R, <i>et al.</i><br/>Sweden<br/>文献 [35]</p>                           | <p>臨床検査: 鼻洗浄および最大呼気流量を測定</p> <p>無機繊維結核と石膏ボードにおける微生物の採取</p>   |  | <p>ケース群: 12 ビルの労働者</p> <p>コントロール群 (湿度・微生物の増殖が認められない): 8 ビルの労働者</p> | <p>微生物 (Stachybotrys SP を含む) と揮発性生物由来化合物</p>  | <p>鼻の諸症状</p>                   | <p>洗浄液の中の好酸球顕カオチンタンパク質、myeloperoxidase, アルブミンの濃度と、多くの好酸球が湿度のあるビルの労働者でより高かった。湿度のあるビルは建材により多くのカビとバクテリアが存在した。ポリビニル塩化物の床コーティング剤に diethyl-hexyl phthalate のアルカリ性分解物質が認められた湿度のあるビルで、室内空気の 2-ethyl-1-hexanol の増加が認められた。湿度の高いオフィスのビルでは、炎症性の鼻粘膜反応を引き起こすと予想された。また、呼吸器の炎症とも関係があることが示された。</p> |
| <p>病院におけるコンクリート床の湿度と建物デザインとの関係および、病院職員、目の症状 (symptom) と医学的兆候について</p> <p>Wieslander G <i>et al.</i><br/>Sweden<br/>文献 [36]</p> | <p>場所: 高齢者病院 4 カ所</p> <p>臨床検査: acoustic rhinometry, 鼻洗浄, 調査票</p> <p>環境測定: 温度、湿度、気流、照明</p>  |  | <p>職員 95 名</p>   | <p>ホルムアルデヒド、ほこり、一酸化炭素、二酸化炭素、二酸化窒素、オゾン VOC、カビ、バクテリア</p>                                  | <p>目および鼻の諸症状</p>               | <p>コンクリート床から湿度、床下からアンモニア、空気中から 2-ethyl-1-hexanol が比較的近年建築された建物より検出された。</p>  |
| <p>病院職員の喘息症状と病院の室内環境・dampness との関連性を調査</p> <p>Norback D <i>et al.</i><br/>Sweden<br/>文献 [37]</p>                              | <p>場所: 高齢者病院</p> <p>サンプリング: 冬季、室内空気汚染物質、コンクリート床の湿度およびたまったダスト内のアレルゲン測定。</p>   |  | <p>職員 87 名</p>   | <p>DEHP, アレルゲン (ハウスダスト、ダニ、犬、猫、等)</p>  | <p>喘息 (自覚症状 17% と医師の診断 8%)</p> | <p>喘息症状は、PVC 床に湿度と関連した DEHP の分解と室内空気に、2-ethyl-1-hexanol が見られた 2 カ所の病院で多く見られた。喘息症状は上階のコンクリートフロアの高湿度と床のアンモニアに関連。最も新しく建てられた病院では湿度が低く、喘息症状もほとんど見られなかった (4%)。</p>  |

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）  
分担研究報告書

表4. リン酸トリエステル類の室内環境測定に関する文献

| 著者（発表年）国                                     | 対象  | サンプリング  | 結果   |
|--|---|---|--|
| Carlsson <i>et al.</i> (1997) スウェーデン 文献 [50] | 室内空気：<br>オフィスビル, 1; デイケアセンター, 1;<br>学校, 3             | アクティブ法 (発泡ポリウレタン, PUF 使用)   | 室内空気, TCEP(250 ng/m <sup>3</sup> );<br>外気, 低濃度の有機リン酸化合物 (<1 ng/m <sup>3</sup> 未満)                                    |
| Ingerowski <i>et al.</i> (2001) ドイツ 文献 [40]  | 室内空気：<br>一般家屋, 50<br>ハウスダスト：<br>一般家屋, 436             | ・室内空気：アクティブ法 (PUF 使用)<br>・ハウスダスト：一週間掃除しないまま放置後に採取, フィルターバック装着バキュームクリーナーで吸引。 | ハウスダスト中の濃度 (mg/kg)：<br>TCEP, <LOD-121; TCIPP, <LOD-375<br>気中濃度 (ng/m <sup>3</sup> )：<br>TCEP, 5-6000 (5 パーセントイル-max) |
| Otake <i>et al.</i> (2001) 日本 文献 [42]        | 室内空気：<br>一般家屋, 6                                      | アクティブ法 (活性炭使用)  | 3 家屋からトリリン酸エステルが検出された。<br>最大濃度は TBP, 0.1 μg/m <sup>3</sup> 。   |
| Saito <i>et al.</i> (2002) 日本 文献 [28]        | 室内空気：<br>一般家屋, 22 (夏), 21 (冬); オフィスビル, 13 (夏), 14 (冬) | アクティブ法 (ODS フィルター使用)  | 室内から 10 種, 外気から 7 種が検出された (室内>外気, 夏季>冬季)。<br>TCIPP: 一般家屋 夏季, 1.5 - 14,200 ng/m <sup>3</sup><br>冬季 <1.0 - 1,740       |
| Marklund <i>et al.</i> (2003) スウェーデン 文献 [41] | ダスト: 一般家屋, 病院, 図書館などの床など                              | ・紙バック装着クリーナーで吸引<br>・コンピューター (PC) スクリーンはふきとり法                                | 主な検出物質<br>床ダスト: TBEP, 0.014 - 5.3 g/kg<br>PC スクリーン: TPhP, 4.0 μg/m <sup>2</sup>                                      |
| Hartmann <i>et al.</i> (2004) スイス 文献 [52]    | 室内空気：<br>車, 家具店など, 12                                 | アクティブ法  | 車と家具店から, TCIPP が高濃度 (max. 260 ng/m <sup>3</sup> ) に検出された。  |
| Saito <i>et al.</i> (2007) 日本 文献 [53]        | 室内空気：<br>新築家屋, 18<br>新築オフィス, 14<br>外気: 8 (2001 年調査)   | 室内空気: アクティブ法 (ODS フィルター使用)<br>内装・什器表面:<br>固相抽出ディスクへの物質の移行を検討                | ・主な検出物質: 天井と壁, TEP と TBP; 床, TBEP;<br>PC と TV, TPhP; 室内空気, TEP と TBP   |

表5. 有機リン系殺虫剤の室内環境測定に関する文献

| 著者（発表年）国                                  | 対象   | サンプリング  | 結果  |
|---|--|---|---|
| Heudorf & Angerer (2001) ドイツ 文献 [54]      | 米軍払い下げ住宅のハウスダストと居住者 1146 人の尿中代謝物                           | ハウスダスト: カップボードと床を PUF でふき取り   | ハウスダスト中のクロルピリホス濃度と住人 (成人および児童) の尿中エチル代謝物の間に有意な相関を認めなかった。  |
| Wilson <i>et al.</i> (2001) USA 文献 [55]   | ディケアセンター (n=10) の室内空気・外気・床ダスト・土:                           | 室内空気: アクティブ法<br>床ダスト: 標準 ASTM 法により High-Volume Small Surface Sampler (HVS3) で採取, および掃除機 (紙バック装着) のダスト (1 か月分) | 有機リン系殺虫剤検出濃度 (中央値):<br>室内空気, 15.2 ng/m <sup>3</sup> ; 外気, 6.35 ng/m <sup>3</sup> ; 床ダスト (HVS3), 0.779 ppm; 床ダスト (紙バック), 1.34 ppm;<br>土, 0.007 ppm |
| Saito <i>et al.</i> (2001) 日本 文献 [28]     | 室内空気：<br>一般家屋, 22 (夏), 21 (冬); オフィスビル, 13 (夏), 14 (冬)      | アクティブ法 (ODS フィルター使用)  | 一般家屋夏季室内空気中濃度 (ng/m <sup>3</sup> ):<br>ジクロルボス, 0.76-18.1; クロルピリホス, <1.0-5.3;<br>ダイアジノン, <1.0-3.3;<br>フェニトロチオン, <1.0-51.3                          |
| Wilson <i>et al.</i> (2003) USA 文献 [56]   | 児童 9 人の住居, 学校, デイケアセンターの室内空気, 外気, 土他                       | 室内空気: アクティブ法<br>床ダスト: クリーナーなど   | クロルピリホスとダイアジノンを検出した。  |
| Sexton <i>et al.</i> (2003) USA 文献 [57]   | ミネソタ農業曝露研究 (MNCPEs):<br>都市部と農村部に住む児童 102 人 (3-13 歳)        | パーソナルエア, 室内空気, 食品, 飲料, ハウスダストなど。  | アトラジン, ダイアジノン, マラチオン, クロルピリホスのうち, クロルピリホスの検出率が最も高かった (パーソナルエア, 95.0%; 室内空気, 91.5%; ダスト, 61.6%)  |
| Whyatt <i>et al.</i> (2003) USA 文献 [58]   | 妊婦 211 人<br>African-American<br>Dominican<br>(1998 と 2001) | パーソナルエア: アクティブ法 (携帯ポンプを使用) (203 名)<br>母体血と臍帯血を採取し, 29 農薬について分析<br>質問紙調査                                       | ・母体血と臍帯血から有機リン系殺虫剤 9 種が検出された。母体血と臍帯血濃度には有意な相関があった。<br>・クロルピリホス, ダイアジノンについては, パーソナルエア中濃度と母体血中濃度の間に有意な相関があった (P<0.05)。                              |
| Lu <i>et al.</i> (2004) USA 文献 [59]       | 児童 13 人 (有機リン酸の尿中代謝物濃度が高い) の住居の室内空気, ハウスダスト, 飲料水, 土ほか      | 室内空気: アクティブ法 (PUF 使用)<br>ハウスダスト: HVS3 で採取<br>おもちゃと児童の手: ふきとり  | 対象の半数から気中クロルピリホスかダイアジノンが検出された。  |
| Bouvier <i>et al.</i> (2006) フランス 文献 [60] | 18 歳以上の男女, 41 名<br>殺虫剤曝露の可能性有する職業従事者 (20) と一般人 (21)        | 室内空気: アクティブ法 (PUF 使用)<br>手: ふき取り法   | ・農薬 38 種のうち, 有機リン系 (7 種) の気中検出率は 20% を超えていたが, 濃度は概ね低値であった。<br>・手から検出された農薬濃度に, 職業的曝露が予想されるグループと一般人との間に有意な差がなかった。<br>・有機リン系ではマラチオンが最も頻りに検出された。      |

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）  
分担研究報告書

参考文献

- [1] 鳥居新平, アレルギーの臨床, 25: pp. 542-546 (2005).
- [2] Dewey S *et al.*, 197, 504-515 (1995).
- [3] Wessen B and Schoeps KO, *Analyst* 121, 1203-1205 (1996).
- [4] Elke K *et al.*, *J Environ Monit*, 1, 445-452. (1999).
- [5] Keller R. *et al.*, *Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft*, 64, 187-190 (2004).
- [6] Keller R. *et al.*, *Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft*, 66, 107-111 (2006)..
- [7] Herr C *et al.*, *Epidemiology*, 15, S68 (2004).
- [8] Wieslander G *et al.*, *Indoor Air*, 17, 19-27 (2007).
- [9] Wilkins. K *et al.*, *Chemosphere* 41, 437-446 (2000).
- [10] Wilkins. K. *et al.*, *Environ Sci Poll Res*, 10, 206-208 (2003).
- [11] Claeson. AS *et al.*, *J Environ Monit*, 4, 667-672 (2002).
- [12] Menetrez MY *et al.*, *Indoor Built Environ* 11, 208-213 (2002).
- [13] Fiedler K *et al.*, *Int J Hyg Environ Health* 204, 111-121 (2001).
- [14] Fischer G *et al.*, *Chemosphere* 39, 795-81 (1999).
- [15] Korpi A *et al.*, *Int Biodeterior Biodegradation* 40, 19-27 (1997).
- [16] Korpi *et al.*, *Appl Environ Microbiol* 64, 2914-2919 (1998).
- [17] Lappalainen S *et al.*, *Agr Food Sci Finland* 6, 219-227 (1997).
- [18] Pasanen P *et al.*, *Environ Int*. 23, 425-432 (1997).
- [19] Pasanen AL *et al.*, *Analyst* 121, 1949-1953 (1996).
- [20] Schleibinger H. *et al.*, *Indoor Air* 15, 98-104 (2005).
- [21] Kreja L and Seidel HJ, *Mutat Res* 513, 143-150 (2002).
- [22] Nakajima D *et al.*, *J Health Sci* 52, 148-153 (2006).
- [23] Korpi A *et al.*, *Arch Environ Health*, 54, 347-352 (1999).
- [24] Clausen PA *et al.*, *J Chromatogr A* 986, 179-190 (2003).
- [25] Fromme H *et al.*, *Indoor Air* 14, 188-195 (2004).
- [26] Rudel RA *et al.*, *Environ Sci Technol* 37, 4543-4553 (2003).
- [27] Wensing M *et al.*, *Sci Total Environ* 339, 19-40 (2005).
- [28] 斎藤育江ら, 東京衛研年報 53, 191-198 (2002).
- [29] Kavlock R *et al.*, *Reprod Toxicol*. 16, 529-653 (2002).
- [30] Kavlock R. *et al.*, *Reprod Toxicol* 16, 489-527 (2002).
- [31] Hutter HP *et al.*, *Int J Hyg Environ Health.*; 209, 65-68 (2006).
- [32] Oie L *et al.*, *Environ Health Perspect* 105, 972-978 (1997).
- [33] Bornehag CG *et al.*, *Environ Health Perspect* 112, 1393-1397 (2004).
- [34] Kamijima M *et al.*, *Nippon Koshu Eisei Zasshi*, 52, 1021-31 (2005).
- [35] Walinder R *et al.*, *Arch Environ Health* 56, 30-36, (2001).
- [36] Wieslander G *et al.*, *Int Arch Occup Environ Health* 72, 451-61 (1999).
- [37] Norback D *et al.*, *Occup Environ Med* 52, 388-395 (1995).
- [38] Adibi JJ *et al.*, *Environ Health Perspect* 111, 1719-1722 (2003).
- [39] Becker K *et al.*, *Int J Hyg Environ Health* 207, 409-417 (2004).
- [40] Ingerowski G *et al.*, *Indoor Air* 11, 145-149 (2001).
- [41] Marklund A *et al.*, *Chemosphere* 53, 1137-1146 (2003).
- [42] Otake T *et al.*, *Environ Sci Technol* 35, 3099-3102 (2001).
- [43] WHO, *Environmental Health Criteria* 112. World Health Organization, Geneva (1991).
- [44] WHO, *Environmental Health Criteria* 111. World Health Organization, Geneva (1991).
- [45] WHO *Environmental Health Criteria* 218. World Health Organization, Geneva (2000).
- [46] Burka LT *et al.*, *Drug Metab Dispos* 19, 443-447 (1991).
- [47] Matthews HB *et al.*, *Toxicol Ind Health* 6, 1-15 (1990).
- [48] Tilson HA *et al.*, *Toxicol Appl Pharmacol* 106, 254-269 (1990).
- [49] Garry VF, *Toxicol Appl Pharmacol*, 198, 152-163 (2004).
- [50] Carlsson H *et al.*, *Environ Sci Technol* 31, 2931-2936 (1997).
- [51] Camarasa JG, Serra-Baldrich E, *Contact Dermatitis* 26, 264-265 (1992).
- [52] Hartmann PC *et al.*, *Chemosphere* 57, 781-787 (2004).
- [53] Saito I *et al.*, *Indoor Air* 17, 28-36 (2007).
- [54] Heudorf U and Angerer J, *Environ Res* 86, 80-87 (2001).
- [55] Wilson NK *et al.*, *J Exp Anal Epidemiol* 11, 449-458 (2001).
- [56] Wilson NK *et al.*, *J Exp Anal Epidemiol* 13, 187-202 (2003).
- [57] Sexton K *et al.*, *Environ Health Perspect* 110, 123-128 (2003).
- [58] Whyatt RM *et al.*, *Environ Health Perspect* 111, 749-756 (2003).
- [59] Lu C *et al.*, *Environ Res* 96, 283-289 (2004).
- [60] Boubier G *et al.*, *Sci Total Environ* 366, 74-91 (2006).

## 北海道におけるシックハウス症候群に関する研究

主任研究者 岸 玲子 北海道大学大学院医学研究科予防医学講座公衆衛生学分野 教授

### 研究要旨

シックハウス症候群の実態や発症要因を明らかにするために、平成 15 年度から疫学調査を実施してきた。平成 18 年度の北海道における調査では、平成 17 年度調査対象となった 64 軒の住宅のうち、同意が得られた 41 軒を対象とし、平成 16 年度より継続している室内のアルデヒド類・VOC 類、真菌、ダニアレルゲンの継続測定（3 年目）に加え、新たに MVOC 類、フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類の測定を実施し、室内空気の汚染状況および健康影響について検討した。特に、北海道地域ではフタル酸エステル類、リン酸トリエステル類の測定を室内空気とダストの両方で実施し、これらの物質の曝露源、曝露量の濃度・相関関係を明らかにすることを目的とする。平成 18 年の調査対象者は、平成 16 年時の SHS 有訴者が多く残る結果となった。住宅については、継続住居と離脱住居で差はみられなかった。今年度の SHS 1 有訴者は 16 人(11.9%)、SHS2 有訴者は 22 人(24.6%)であった。3 年間継続して測定している項目では、ダニアレルゲンが経年的に増加傾向であり定常的な曝露があると考えられたが、シックハウス症状との関連はみられなかった。アルデヒド類・VOC 類や真菌については経年的に減少しており、シックハウス症状との関連もみられなかった。新たな化学要因として MVOC、フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類の一般住宅の実態が明らかとなり、シックハウス症状やアレルギーといった健康への影響が懸念されることから、今後詳細に検討を行う必要があると考えられた。

### 研究協力者

|       |               |
|-------|---------------|
| 竹田 誠  | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 金澤 文子 | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 荒木 敦子 | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 馬 明月  | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 金澤 朝子 | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 多賀 崇子 | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 土肥 明子 | 北海道大学大学院医学研究科 |
| 瀬戸 博  | 東京都健康安全研究センター |
| 斎藤 育江 | 東京都健康安全研究センター |
| 湯山 英子 | 北海道大学         |
| 田島 道子 | 札幌市在住         |
| 浅田 隆利 | 北海道大学         |
| 山下 悟  | 北海道大学         |
| 伊藤 雄亮 | 北海道大学         |

のアルデヒド類・VOC 濃度は減少傾向を示しているにもかかわらず、シックハウス症状の持続や改善、新たな発症といった個人での変動はあるものの、有訴率の明らかな減少は見られない。アルデヒド類・VOC 類のみならず、ダニアレルゲンおよび真菌量がシックハウス症候群発現のリスク要因となり得ることを報告してきた。さらに最近、シックハウス症候群の化学要因として、新たに微生物が室内の有機物から合成する揮発性有機化合物 MVOC (Microbial VOC)、樹脂の可塑剤として壁紙、床材、家電製品、子供用玩具などに用いられるフタル酸エステル類、可塑剤や難燃剤として使用されるリン酸トリエステル類、防虫・殺虫剤や抗菌加工に使用される農薬類による室内汚染が懸念されている。そこで、平成 18 年度の調査では 3 年目の住宅環境調査として、平成 16 年度より継続している室内のアルデヒド類・VOC 類、真菌量、ダニアレルゲン量の経年的変化を明らかにするとともに、新たに MVOC 類、フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類・農薬類の

### A. 研究目的

我国における 1990 年代後半からのシックハウス症候群の多発にともない、本研究班では平成 15 年度から一般住宅を対象とした全国規模の疫学研究を行ってきた。この間、対象住宅の築年数の経過によって、室内環境中

測定を実施し、室内環境の汚染状況を明らかにする。特に、北海道地域ではフタル酸エステル類、リン酸トリエステル類・農薬類の測定を室内空気とダストの両方で実施し、これらの物質の発生源、曝露量の濃度・相関関係を明らかにすることを目的とする。

## B. 研究方法

### B-1. 研究対象

平成 17 年度の調査対象となった住宅 64 軒に対し、往復はがきの郵送による H18 年度調査依頼を行った。はがきの返答が無かった住宅については、電話による調査依頼を行った。この結果、承諾を得られた 41 軒に対して、平成 18 年 10 月～平成 19 年 1 月に環境測定と質問票調査を実施した。

### B-2. 自記式調査表

**住居に関する調査** 世帯主もしくはそれに順ずる成人の方に記入を依頼した。1 年以内のリフォーム、芳香剤・防虫剤使用、結露・カビ発生、かび臭さ、ペット、喫煙者の有無、換気・冷房・暖房装置の使用状況、居間の床の状態・材質、壁の材質など 30 項目について質問した。また、農薬に関して建材の防蟻剤処理など 7 項目について質問した。フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類を含むと考えられる什器・備品として、10 品目の家具や家電の設置状況、難燃加工・難燃素材のカーテン、敷物、壁紙クロス、天井クロスの 4 項目の使用状況について質問した。

**健康に関する調査** 調査住宅に居住する全ての人を対象に記入を依頼した。中学生以上の対象者は、原則として本人の記入を依頼した。小学生以下の対象者は、保護者に代理記入を依頼した。家・家具のにおい、室内空気の汚れ、喫煙、在宅・睡眠時間等、運動、飲酒、朝食、栄養のバランス、就労時間、ストレスなどについて質問した。過去 3 ヶ月の自覚症状（その症状が自宅の環境によるものかどうか）31 項目について質問した。なお、小学生未満の未就学児については、においやストレスを感じるといった主観的な自覚症状に関する質問項目を除いた 8 項目を質問した。

### B-3. 住宅環境測定

対象住宅の居間について環境測定を行った。

温度・湿度はおんどとり TR-72U（T&D 社製）を用いて、48 時間測定を行い平均温度・湿度を求めた。

**アルデヒド類・VOC 類** 室内空気中アルデヒド類・VOC 類は、パッシブサンプラー DSD-DNPH および VOC-SD（SUPELCO 社製）により 24 時間捕集し、アルデヒド類（13 種類）は HPLC、VOC 類（46 種類）は GC/MS を用いて分析した。

**MVOC 類** 室内空気中 MVOC 類は、パッシブサンプラー VOC-SD（SUPELCO 社製）により 48 時間捕集し、GC/MS を用いて 8 種類を分析した。

**室内空気中真菌** 室内空気中真菌は、DG-18 寒天培地を装着した SAS サンプラー（AINEX BIO-SAS）により、0.1m<sup>3</sup>の空気を吸引し、27℃で 10 日間培養後、真菌同定およびコロニー数計測を行った。

**ダニアレルゲン量** 居間中央部の床を、専用紙パックを装着したハンドクリーナーで吸引・集塵し、ELISA 法で塵 1g あたりのダニアレルゲン量を測定した。

アルデヒド類・MVOC 類は中央労働災害防止協会大阪衛生総合センター、VOC 類は中央労働災害防止協会労働衛生調査分析センター、真菌は三菱化学 BCL、ダニアレルゲンはニチニチ製薬株式会社において測定した。

フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類ダスト試料は専用紙パックをハンドクリーナーに装着し、床上 35cm 以上の棚、家具、カーテンレール、壁など（以下、棚ダスト）および居間の床全面および床から 35cm 未満の棚（以下、床ダスト）からそれぞれ集塵した。空気試料は、ODS フィルター（Empore C18、径 10mm）にサンプリングポンプ SP208-1000Dual、GL サイエンス社製および GSP-2LFT、ガステック社製）を用いて、流量 200mL/分で 48 時間の捕集を行った。ダストおよびフィルターはアセトンで超音波抽出し、遠心分離後の上清を得た。フタル酸エステル類は GC/MS、リン酸トリエステル類は GC/FPD で分析した。分析は東京都健康安全研究センターで実施した。

### B-4. 解析

シックハウス症状（以下、SHS）を、Andersson



et al, 1988 らによるシックビル質問票日本語版に合わせて、下記 5 症状 12 項目（未就学児は精神神経症状を除く 4 症状 7 項目）

精神神経症状：とても疲れる、頭が重い、頭痛、吐き気やめまい、集中できない

眼症状：目がかゆい・あつい・チクチクする

鼻症状：鼻水・鼻づまり・鼻がムズムズする

喉・呼吸器症状：声がかすれる・のどの乾燥、咳が出る

皮膚症状：顔が乾燥・赤くなる、顔や耳がかさつく・かゆい、手が乾燥・かゆい・赤くなる

のうち、いずれか 1 つ以上の項目が

**SHS1**：「よくあった」かつその症状が「自宅の環境によるものと思う」、と回答した場合

**SHS2**：「よくあった」あるいは「ときどき」、かつその症状が「自宅の環境によるものと思う」、と回答した場合、と定義した。

解析方法は、Pearson の  $\chi^2$  検定、Fisher の検定、Mann-Whitney 検定を適宜使用した。

#### B-5. 検出下限値未満 (LOD)

アルデヒド類・VOC 類 LOD はアルデヒド類  $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、VOC 類  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

MVOC 類 LOD は  $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

ダニアレルゲン量 LOD は  $0.10\text{g}/\text{g}$ -ダスト。フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類 LOD は物質毎に異なり、表 12~13 中に記載。

(倫理面への配慮)

本研究は、北海道大学大学院医学研究科内に設置された倫理審査委員会の承認を得ている。また、調査票冒頭に本調査の趣旨を明記するとともに、検査データ等の個人情報厳重な管理の下で扱われている。

#### C. D. 研究結果と考察

##### 1) 対象住宅および対象者の特徴

平成 18 年度の調査対象住宅は 41 軒で総対象者数は 134 人であった。平成 16 年の調査対象住宅は 104 軒、総対象者数は 343 人なので、3 年継続率は 39% である。平成 18 年度までの継続群 (N=41) と離脱群 (N=63) の間に、主な室内環境要因の測定値に有意差はみられなかった (表 1)。SHS1 有訴率は継続群 (N=125) で離脱群 (N=218) よりも有意に高く、SHS2 有訴率についても有意ではな

いが継続群で高かった (図 1)。なお、性別・年齢に継続群・離脱群で差は見られなかった。

本年度対象住宅について表 2 に示す。北海道の調査対象住宅は、芳香剤や防虫剤の使用は少なく、カビは発生しているがカビの臭いは感じず、風呂場で濡れタオルは適度に乾き、水漏れも無いとの回答が多かった。喫煙者がいない住宅が多かった。居間に換気扇が付いている住宅でも、たまにあるいはほとんど使用しない住宅が 10% 程あった。ほとんどの住宅で居間に暖房装置があり、半数以上はオイル・パネルヒーターを利用していた。居間の掃除は 2 日に 1 回以上、窓を開ける頻度は 2 日に 1 回以下、1 回につき 30 分以下との回答が多かった。これは、調査時期が秋季から冬季に渡っていたため、窓の開閉頻度が下がったと思われる。本年度対象者個人の特徴は表 3~5 に示す。現在何らかのアレルギー治療中は 20%、過去のアレルギー治療を含めたアレルギー歴のある対象者は 50% 以上であった。

##### 2) シックハウス症状の有訴状況

平成 18 年度の SHS 症状有訴状況を表 6 に示す。SHS1 有訴者は 16 人 (11.9%)、SHS2 は 33 人 (24.6%) と、平成 16 年度 (N=343 人) の 7.9、21.6%、平成 17 年度 (N=205 人) の 10.2、19.0% と比べ増加傾向にある。しかし、対象者の特徴として前述した通り、本年度調査継続者は平成 16 年度の SHS の有訴率が離脱者よりも高い傾向にあったため、SHS を訴える人が対象者として残ったことが考えられた。本年度調査で SHS 症状有訴者の住居の特徴としては、カビの臭いが SHS2 で有意に高かった (表 7)。生活習慣との関連では、家の空気が悪いと感じること、睡眠が不十分 (SHS2)、すっきりと目覚められない (SHS1) といった特徴がみられた (表 8)。また、現在のアレルギーの有無で比較すると SHS1、SHS2 とともに有意に関連していた。アレルギー歴も SHS2 で有意に高かった (表 9)。

##### 3) 室内環境要因の測定結果

アルデヒド類・VOC 類 厚生労働省の指針値を超えた住宅は、Acetaldehyde が 7 軒、Toluene が 1 軒、TVOC が 4 軒であった。真菌量 平成 16 年~17 年に比較し、平成 18 年の真菌数の減少が見られ、特に

*Cladosporium* 属の数が少なかった。

**ダニアレルゲン量** ダニアレルゲン量は平成 16~18 年と増加傾向にあった。

**MVOC 類** MVOC 類は 1-Pentanol (73.2%)、3-Methyl-1-butanol (65.9%)、2-Pentanol (51.2%) が半数以上の住宅から検出された。ドイツの研究 (Elke *et al.* 1999) で、一般住宅から検出されていた 3-Octanol は、全ての住宅で検出下限値未満であった。検出濃度はいずれの物質も大部分の住宅で  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  未満と一般的な VOC 類に比べ低濃度であった (表 10)。質問票の住宅に関する項目のうち、カビの有無またはカビ臭の有無と、MVOC 濃度には有意な関連はみられなかった (表 11)。

**フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類**

表 12 にハウスダスト中の濃度を示したが、フタル酸エステル類では、フタル酸ジエチルヘキシル (DEHP) とフタル酸ジイソノニル (DiNP) の濃度が高かった。リン酸トリエステル類では、リン酸トリスブトキシエチル (TBEP) が他の物質に比べ高濃度で検出され、床ダストでより顕著に高濃度であった。TBEP は床ワックス、床光沢剤に含まれる物質であり、特に幼児への健康影響が懸念された。

室内気中濃度を (表 13) に示した。沸点の低いフタル酸ジメチル (DMP) やフタル酸ジエチル (DEP) はダストよりも気中からの検出頻度が高かった。

4) シックハウス症状と室内環境要因の関連  
**アルデヒド類・VOC 類** アルデヒド類・VOC 類では、検出率が 50%以上の物質でシックハウス症状の有無と有意に関連が見られた物質はなかった。アルデヒド類の総量は SHS2 症状有無と有意な関連が見られたが、症状なし群で濃度が高かった。

**真菌類** 検出率が 50%以上の真菌属別では、SHS 症状と有意な関連は見られなかった。

**ダニアレルゲン** ダニアレルゲンは SHS 症状と有意な関連は見られなかった。

**MVOC 類** 測定した MVOC 類のうち、1-Octene-3-ol (検出率 20%) は、SHS1 の症状有り群が高値であった。

**フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類** SHS 症状との関連は現在検討中である。

## E. 結論

3 年間継続して測定している項目のうち、ダニアレルゲンが経年的に増加、アルデヒド類・VOC 類や真菌については減少傾向であったが、シックハウス症状との関連はみられなかった。新たな化学要因として MVOC、フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類の一般住宅の実態調査を行った結果、シックハウス症状やアレルギーといった健康への影響が懸念されることから、今後詳細に検討を行う予定である。さらに、真菌、家具・家電・什器といったこれらの物質の発生源を特定することが、曝露を減らすといった対策を提案する上で必要であると考えられた。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

- 1) 竹田誠、河合俊夫、永滝陽子、荒木敦子、金澤文子、岸玲子：「新規シックハウス関連物質 (MVOC) の測定法について」、日本産業衛生学会第 34 回有機溶剤中毒研究会、大阪 (2006.12.1-2)
- 2) 岸玲子、西條泰明、荒木敦子、竹田誠、田中正敏、柴田英治、森本兼囊、中山邦夫、瀧川智子、吉村健清、力寿雄：「全国 6 地域の一般住宅におけるシックハウス症候群の実態と原因の解明 第 3 報 戸建住宅の室内環境要因と症状の地域差」、第 77 回日本衛生学会総会、大阪 (2007.3.25-28)
- 3) 金澤文子、斎藤育江、竹田誠、荒木敦子、馬名月、瀬戸博、岸玲子：「札幌市一般住宅におけるフタル酸エステル、リン酸トリエステル、殺虫剤による室内汚染の実態」、第 77 回日本衛生学会総会、大阪 (2007.3.25-28)
- 4) 竹田誠、河合俊夫、永滝陽子、荒木敦子、金澤文子、岸玲子：「一般住宅における微生物由来有機化合物 (MVOC) 測定法の確立と実態調査」、第 80 回日本産業衛生学会、大阪 (2007.4.25-27)

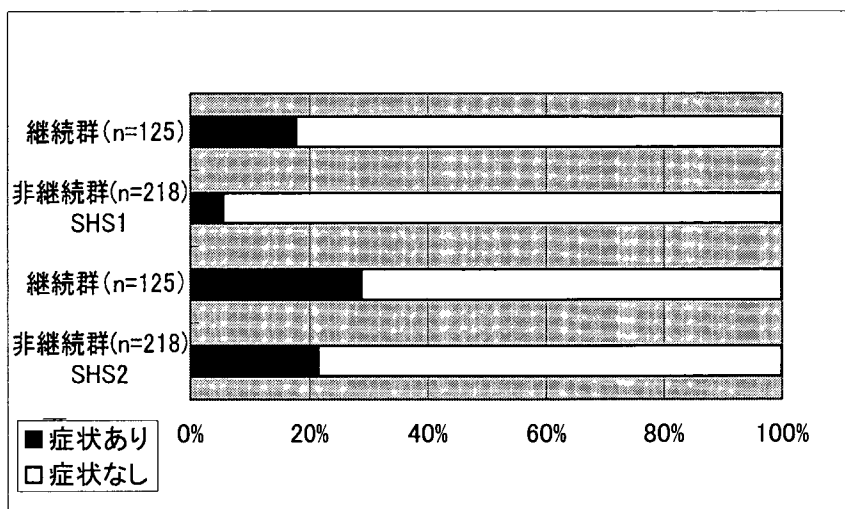


図1. 継続対象者と離脱者の平成16年度時点における有訴率

表1. 継続住宅と離脱住宅の主な室内環境要因の比較

|                | H18年度まで(継続住宅) : N=41軒 |      |       |       |        |         | H16年度のみ(離脱住宅) : N=63軒 |       |       |       |        |        | p値    |
|----------------|-----------------------|------|-------|-------|--------|---------|-----------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
|                | Median                | Min  | 25%   | 75%   | 95%    | Max     | Median                | Min   | 25%   | 75%   | 95%    | Max    |       |
| 総CFU           | 220                   | 0    | 125   | 495   | 796    | 920     | 260                   | 10    | 130   | 470   | 1280   | 2520   | 0.989 |
| ◆Aspergillus   | 0                     | 0    | 0     | 10    | 29     | 50      | 0                     | 0     | 0     | 10    | 56     | 950    | 0.940 |
| ◆Cladosporium  | 120                   | 0    | 30    | 300   | 723    | 740     | 150                   | 0     | 30    | 330   | 788    | 2310   | 0.660 |
| Penicillium sp | 20                    | 0    | 0     | 55    | 286    | 310     | 20                    | 0     | 0     | 40    | 102    | 1580   | 0.253 |
| Der 1          | 0.840                 | <LOD | 0.165 | 6.635 | 39.364 | 200.000 | 0.510                 | <LOD  | 0.140 | 1.500 | 10.240 | 75.600 | 0.247 |
| Total Aldehyde | 208.8                 | 65.4 | 172.6 | 273.1 | 502.8  | 544.9   | 204.1                 | 106.9 | 154.8 | 277.4 | 446.5  | 798.6  | 0.618 |
| Total VOC      | 140.5                 | 37.6 | 91.4  | 193.1 | 351.2  | 387.2   | 150.2                 | 35.5  | 96.8  | 197.4 | 418.3  | 775.7  | 0.450 |

Mann-Whitney検定

表2. 対象住宅の特徴

| 軒数 %                    |         | 軒数 %               |          | 軒数 %               |         |
|-------------------------|---------|--------------------|----------|--------------------|---------|
| 1年以内のリフォーム              |         | 居間でのドライクリーニングの保管   |          | 居間の冷房フィルターの掃除頻度    |         |
| はい                      | 4 9.8   | 部屋にかけてある           | 2 4.9    | 年1回                | 8 19.5  |
| いいえ                     | 37 90.2 | 箆箆・ロッカーに保管         | 1 2.4    | 年2回以上              | 2 4.8   |
| 室内での「芳香剤」の使用            |         | なし                 | 38 92.7  | 暖房装置のついている部屋(複数回答) |         |
| はい                      | 11 26.8 | 居間でのベンジン使用         |          | 全室                 | 25 61.0 |
| いいえ                     | 30 73.2 | 使用した               | 1 2.4    | 居間                 | 12 29.3 |
| 室内での「防虫剤」の使用            |         | なし                 | 40 97.6  | 寝室                 | 8 19.5  |
| はい                      | 6 14.6  | 居間でのシンナー使用         |          | 台所                 | 1 2.4   |
| いいえ                     | 35 85.4 | なし                 | 41 100.0 | 浴室                 | 0 0.0   |
| 住まいで「結露」発生したことはありますか    |         | 居間での塗料使用           |          | その他                | 10 24.4 |
| はい                      | 20 48.8 | なし                 | 41 100.0 | 暖房機器               |         |
| いいえ                     | 21 51.2 | 居間でのマニキュア・除光液の使用   |          | ストーブ(屋外排気あり)       | 11 26.8 |
| 住まいでの「カビ」の発生            |         | 使用した               | 2 4.9    | ストーブ(屋外排気なし)       | 1 2.4   |
| はい                      | 29 70.7 | 保管してある             | 4 9.8    | 床暖房                | 3 7.3   |
| いいえ                     | 12 29.3 | なし                 | 35 85.4  | コタツ                | 0 0.0   |
| 住まいで「かびくさい臭い」を感じるか      |         | 換気装置のついている部屋(複数回答) |          | エアコン               | 2 4.9   |
| はい                      | 10 24.4 | 全室                 | 20 48.8  | オイル・パネルヒーター        | 24 58.5 |
| いいえ                     | 31 75.6 | 居間                 | 6 14.6   | その他                | 5 12.2  |
| 風呂場での濡れタオルの乾きにくさ        |         | 寝室                 | 0 0.0    | 暖房の燃料              |         |
| あり                      | 5 12.2  | 台所                 | 19 46.3  | 石油                 | 37 90.2 |
| なし                      | 36 87.8 | 浴室                 | 18 43.9  | ガス                 | 3 7.3   |
| 住まいでの5年以内の水漏れ           |         | その他                | 10 24.4  | 電気                 | 0 0.0   |
| あり                      | 5 12.2  | 居間の換気扇使用頻度         |          | 暖房時の室温             |         |
| なし                      | 36 87.8 | 24時間使用             | 27 65.9  | 18-20℃             | 6 14.6  |
| ペットを飼っているか              |         | 定期的毎日使用            | 0 0.0    | 21-23℃             | 27 65.9 |
| はい                      | 12 29.3 | 部屋に人がいるときに使用       | 0 0.0    | 24-26℃             | 6 14.6  |
| いいえ                     | 29 70.7 | たまたま使用             | 3 7.3    | 27-28℃             | 1 2.4   |
| タバコを吸う人                 |         | ほとんど使用していない        | 2 4.9    | 29-30℃             |         |
| はい                      | 9 22.0  | 居間の換気扇フィルターの掃除頻度   |          | 居間の暖房フィルターの掃除頻度    |         |
| いいえ                     | 32 78.0 | 年6回以下              | 23 56.1  | 年1回以下              | 7 17.1  |
| 居間の床にじゅうたん、カーペットを敷いているか |         | 年6回以上              | 3 7.3    | 年2回以上              | 4 9.8   |
| 敷き詰めている                 | 1 2.4   | 冷房装置のついている部屋(複数回答) |          | 居間月15回以下           |         |
| 一部に敷いている                | 31 75.6 | 全室                 | 1 2.4    | 月15回以下             | 16 39.0 |
| 敷いていない                  | 9 22.0  | 居間                 | 10 24.4  | 月16回以上             | 25 61.0 |
| 居間の床材                   |         | 寝室                 | 2 4.9    | 窓を開ける頻度            |         |
| 板(フローリング)               | 40 97.6 | 台所                 | 0 0.0    | 月15回以下             | 24 58.5 |
| その他                     | 1 2.4   | 浴室                 | 1 2.4    | 月16回以上             | 16 39.0 |
| 居間の壁                    |         | その他                | 4 9.8    | 1回の窓を開けている時間       |         |
| ビニールクロスの壁紙              | 28 68.3 | 冷房設定温度             |          | 5分以内               | 17 41.5 |
| 布クロスの壁紙                 | 7 17.1  | 18-20℃             | 1 2.4    | 30分以内              | 18 43.9 |
| 合板                      | 3 7.3   | 21-23℃             | 3 7.3    | 1時間以上              | 3 7.3   |
| その他                     | 3 7.3   | 24-26℃             | 4 9.8    | 寝具                 |         |
| 居間での飲食                  |         | 27-28℃             | 2 4.9    | ベッド                | 29 70.7 |
| あり                      | 40 97.6 | 29-30℃             | 10 24.4  | 布団                 | 17 41.5 |
| なし                      | 1 2.4   |                    |          | 布団の虫干し頻度           |         |
|                         |         |                    |          | 月4回以下              | 33 80.5 |
|                         |         |                    |          | 月5回以上              | 4 9.8   |
|                         |         |                    |          | 寝具のシーツ交換頻度         |         |
|                         |         |                    |          | 月4回以下              | 36 87.8 |
|                         |         |                    |          | 月5回以上              | 4 9.8   |